ILCD手册

生命周期评估的通用指南

* 详细指南

ILCD Handbook

General guide for Life Cycle Assessment

* Detailed guidance

前言

为了实现更可持续的生产和消费模式，我们必须考虑产品整个供应链的环境影响，包括商品和服务的使用以及废物管理，即从“摇篮到坟墓”的整个生命周期。

在综合产品政策（IPP）的通讯中，欧盟委员会承诺编写一本关于生命周期评估（LCA）最佳实践的手册。可持续消费和生产行动计划（SCP）确认*“（...）需要一致和可靠的数据和方法来评估产品的整体环境性能（...）”*。国际参考生命周期数据系统（ILCD）手册为政府和企业提供了确保生命周期数据、方法和评估的质量和一致性的基础。

本文件为详细的生命周期评估（LCA）研究提供技术指导，并为制定产品特定标准、指南和简化工具提供技术基础。本指南的主要目标受众是LCA从业者以及处理与产品、资源和废物管理相关的环境决策支持的公共和私营部门的技术专家。

执行摘要

**概述**

生命周期思维（LCT）和生命周期评估（LCA）是现代环境政策和与可持续消费和生产（SCP）相关的商业决策支持背后的科学方法。

国际参考生命周期数据系统（ILCD）为一致的、健全的和有质量保证的生命周期数据和研究提供了共同基础。这些数据和研究支持连贯的SCP工具，如生态标签、生态设计、碳足迹计算和绿色公共采购。

本指南是国际参考生命周期数据系统（ILCD）手册的一个组成部分。它为详细的生命周期评估（LCA）研究提供技术指导，并为制定产品特定标准、指南和简化工具提供技术基础。它基于并符合有关LCA的ISO 14040和14044标准。

本指南的主要目标受众是LCA从业者以及处理与产品、资源和废物管理相关的环境决策支持的公共和私营部门的技术专家。

**关于生命周期评估（LCA）**

生命周期评估（LCA）是一种结构化、全面和国际标准化的方法。它量化了与任何商品或服务（“产品”）相关的所有相关排放和资源消耗，以及相关的环境和健康影响和资源枯竭问题。

生命周期评估考虑了产品的整个生命周期：从资源开采、生产、使用、回收到剩余废物的处理。至关重要的是，LCA研究因此有助于避免解决一个环境问题的同时创造其他问题：这种不想要的“负担转移”是指你在生命周期的一个点减少环境影响，而在另一个点增加它。因此LCA有助于避免，例如，在改进生产技术时引起与废物相关的问题；在减少温室气体的同时增加土地使用或酸雨；或在一个国家增加排放而在另一个国家减少它们。

因此，生命周期评估是一种至关重要且强大的决策支持工具，补充了其他同样必要的方法，这些方法有助于有效和高效地使消费和生产更加可持续。

**关于国际参考生命周期数据系统（ILCD）**

ISO 14040和14044标准为生命周期评估（LCA）提供了不可或缺的框架。然而，这个框架留给个别从业者一系列选择，这些选择可能影响LCA研究结果的合法性。

尽管在应对大量问题时灵活性至关重要，但需要进一步的指导来支持一致性和质量保证。因此，国际参考生命周期数据系统（ILCD）已被开发出来，以提供一致性和质量保证的生命周期评估数据和研究的指导。

ILCD主要由ILCD手册和ILCD数据网络组成。您正在阅读的这份文件是ILCD手册的一部分：ILCD手册是一系列技术文件，为商业和政府中生命周期评估的良好实践提供指导。它由模板、工具和其他组件支持。

ILCD手册同样作为开发行业和产品组特定指导文件、标准和简化的生态设计型工具的"父"文档。这些被视为使中小企业（SME）有效使用可靠和健全的生命周期方法的最适当解决方案。

ILCD的发展由欧盟委员会协调，并通过与专家、利益相关者和公众的广泛国际咨询过程进行。

**本文档在ILCD手册中的作用**

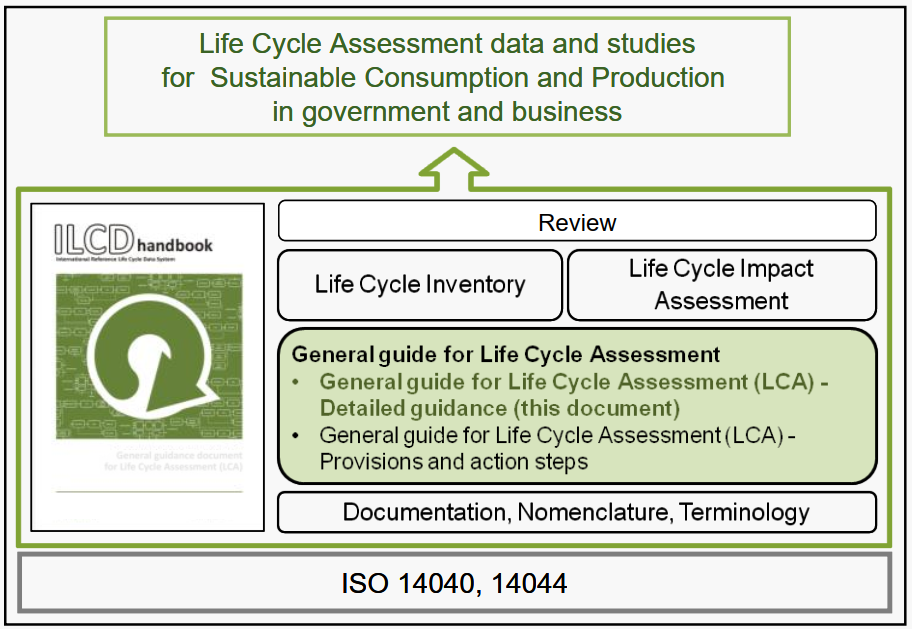
本文档提供了规划、开发和报告生命周期排放和资源消耗清单（LCI）数据集以及生命周期评估（LCA）研究的详细指导。确切的规定在各章节末尾给出。这些“规定”也可在单独的“食谱式”指南中找到，供更有经验的从业者和审稿人日常参考使用。

本文档还作为生命周期评估主要原则和概念的介绍。然而，它并不打算成为初学者的全面和详细的介绍或培训手册。

在ILCD手册中，本文档的作用是提供详细的生命周期评估的一般性、总体指导（见图示）。

它由关于生命周期清单（LCI）数据集开发、生命周期影响评估模型和指标的开发，以及对LCI数据集、LCA研究和特定指南和简化方法的审查的具体指南补充。

本指南还得到了LCA研究报告模板、LCI数据集文件格式、命名法和其他惯例的文件以及术语表的进一步支持。这些支持性文件和应用程序可单独获取。



**本文档采取的方法和解决的关键问题**

本文档进一步详细阐述了ISO 14044的规定，并将其区分为LCA研究解决的三种主要类型的问题：

* **"微观层面决策支持"：**基于生命周期的微观层面决策支持，即通常与特定产品相关的问题。"微观层面决策"被假定为在决策背景之外具有有限的和无结构性后果，即它们不应改变可用的生产能力。
* **"中观/宏观层面决策支持"：**在战略层面上基于生命周期的决策支持（例如，原材料战略、技术情景、政策选择）。"中观/宏观层面决策"被假定为在决策背景之外具有结构性后果，即它们应改变可用的生产能力。
* **"核算"：**纯粹描述性地记录分析中的系统生命周期（例如，一个产品、部门或国家），而不关心对经济其他部分可能产生的任何额外影响。

重点放在导致当前开发生命周期清单数据集和执行LCA研究实践中相关差异的方法论问题上。

**目录**

[**前言 1**](#_Toc175603909)

[**执行摘要....................................................................................................................................1**](#_Toc175603910)

**1**[**引言和概述 1**](#_Toc175603911)

**2**[**如何使用本文档 5**](#_Toc175603912)

[**2.1 文档结构 5**](#_Toc175603913)

[**2.2 如何使用本文档 7**](#_Toc175603914)

[2.2.1 概述..................................................................................................................................7](#_Toc175603915)

[2.2.2 理论方法和简化措施 7](#_Toc175603916)

[2.2.3 情况A、B和C条款差异概述 7](#_Toc175603917)

[2.2.4 如何根据本文件进行生命周期清单（LCI）或生命周期评估（LCA）研究 9](#_Toc175603918)

[**2.3 ILCD 合规性和本文中的“规定” 14**](#_Toc175603919)

[**2.4 处理ILCD手册中的潜在遗漏和矛盾 15**](#_Toc175603920)

**3**[**关键定义 18**](#_Toc175603921)

**4**[**递归方法对LCA的应用 21**](#_Toc175603922)

**5**[**目标定义 – 确定目的和目标受众 25**](#_Toc175603923)

[**5.1 引言与概述 25**](#_Toc175603924)

[5.2 目标定义的六个方面 26](#_Toc175603925)

[5.2.1 预期应用 26](#_Toc175603926)

[5.2.2 方法、假设和影响限制（例如，碳足迹） 27](#_Toc175603927)

[5.2.3 进行研究的理由和决策背景 28](#_Toc175603928)

[5.2.4 目标受众 29](#_Toc175603929)

[5.2.5 计划向公众公开的比较 29](#_Toc175603930)

[5.2.6 研究委托方及其他影响者 30](#_Toc175603931)

[**5.3 将决策背景分类为情况 A、B 或 C 31**](#_Toc175603932)

[5.3.1 可能的决策背景情况 31](#_Toc175603933)

[5.3.2 决策相关研究 31](#_Toc175603934)

[5.3.3 描述性研究 32](#_Toc175603935)

[5.3.4 情况A............................................................................................................................32](#_Toc175603936)

[5.3.5 情况B.............................................................................................................................34](#_Toc175603937)

[5.3.6 区分情况 A 和 B 的指导原则 35](#_Toc175603938)

[5.3.7 情况C.............................................................................................................................36](#_Toc175603939)

[**5.4 灵活性需求与严格性 42**](#_Toc175603940)

[**5.5 选项性扩展目标 42**](#_Toc175603941)

**6**[**范围定义 - 分析内容及方法 44**](#_Toc175603942)

[**6.1 引言和概述 44**](#_Toc175603943)

[**6.2 概述与基本要求 44**](#_Toc175603944)

[6.2.1 方法、假设和数据的一致性 45](#_Toc175603945)

[6.2.2 可重复性 46](#_Toc175603946)

[**6.3 LCI和LCA交付成果的类型及其预期应用 46**](#_Toc175603947)

[**6.4 功能、功能单位和参考流 51**](#_Toc175603948)

[6.4.1 需要分析的过程或系统的详细识别 51](#_Toc175603949)

[6.4.2 功能单元的定量方面 53](#_Toc175603950)

[6.4.3 功能单元的定性方面 54](#_Toc175603951)

[6.4.4 使用必需属性和定位属性 55](#_Toc175603952)

[6.4.5 使用技术标准定义功能和功能单元 55](#_Toc175603953)

[6.4.6 功能单元和/或参考流? 56](#_Toc175603954)

[6.4.7 系统比较与功能单元 58](#_Toc175603955)

[**6.5 生命周期清单（LCI）建模框架 60**](#_Toc175603956)

[6.5.1 引言和概述 60](#_Toc175603957)

[6.5.2 两个主要的LCI建模原则 60](#_Toc175603958)

[6.5.3 解决多功能性的LCI方法 62](#_Toc175603959)

[6.5.4 LCI建模规定：情况A、B和C 70](#_Toc175603960)

[**6.6 确定系统边界和截断标准（完整性） 80**](#_Toc175603961)

[6.6.1 引言和概述 80](#_Toc175603962)

[6.6.2 系统边界的定性定义 85](#_Toc175603963)

[6.6.3 系统边界的定量定义——切割标准 87](#_Toc175603964)

**6.7 准备影响评估的基础** [**91**](#_Toc175603965)

[6.7.1 引言和概述 91](#_Toc175603966)

[6.7.2 确定要应用的LCIA方法 92](#_Toc175603967)

[6.7.3 碳足迹和其他选择的指标 94](#_Toc175603968)

[6.7.4 包括非标准影响和非标准基本流 94](#_Toc175603969)

[6.7.5 空间和其他影响因素的差异化/修改 95](#_Toc175603970)

[6.7.6 选择归一化基础和权重集 96](#_Toc175603971)

[**6.8 LCI数据的代表性和适宜性 103**](#_Toc175603972)

[6.8.1 引言和概述 103](#_Toc175603973)

[6.8.2 技术代表性 104](#_Toc175603974)

[6.8.3 地理代表性 108](#_Toc175603975)

[6.8.4 时间相关代表性 111](#_Toc175603976)

[**6.9 数据和信息的类型、质量与来源 114**](#_Toc175603977)

[6.9.1 引言与概述 114](#_Toc175603978)

[6.9.2 根据预期应用的数据质量需求 114](#_Toc175603979)

[6.9.3 库存数据需求和来源 115](#_Toc175603980)

[6.9.4 其他与清单相关的数据和信息需求及来源 116](#_Toc175603981)

[6.9.5 影响评估模型和因素、标准化基础及权重集需求 116](#_Toc175603982)

[**6.10 系统比较 117**](#_Toc175603983)

[6.10.1 引言与概述 118](#_Toc175603984)

[6.10.2 在非声明性比较和多系统类型研究中加强受影响利益相关者的保护 118](#_Toc175603985)

[6.10.3 考虑的替代方案、功能单元和假设 119](#_Toc175603986)

[6.10.4 方法学、一致性假设和数据 120](#_Toc175603987)

[6.10.5 数据质量要求 120](#_Toc175603988)

[6.10.6 比较系统的相同部分 121](#_Toc175603989)

[6.10.7 支持比较的情景 121](#_Toc175603990)

[6.10.8 碳足迹研究及其他特定比较 121](#_Toc175603991)

[**6.11 确定关键审查需求 124**](#_Toc175603992)

[**6.12 规划报告 125**](#_Toc175603993)

**7**[**生命周期清单分析 - 收集数据、建模系统、计算结果 128**](#_Toc175603994)

[**7.1 引言和概述 128**](#_Toc175603995)

[**7.2 确定系统边界内的过程 129**](#_Toc175603996)

[7.2.1 引言和概述 129](#_Toc175603997)

[7.2.2 部分系统与系统-系统关系 129](#_Toc175603998)

[7.2.3 归因建模中的过程识别 132](#_Toc175603999)

[7.2.4 识别归因建模中的过程 137](#_Toc175604000)

[**7.3 数据收集规划 152**](#_Toc175604001)

[7.3.1 概述..............................................................................................................................152](#_Toc175604002)

[7.3.2 前景系统数据 - 特定的、平均的或通用的 152](#_Toc175604003)

[7.3.3 背景数据用于归因和因果模型 153](#_Toc175604004)

[7.3.4 需要多年平均数据或通用数据 154](#_Toc175604005)

[7.3.5 主要和次要数据来源 155](#_Toc175604006)

[7.3.6 关注最相关的数据和信息 155](#_Toc175604007)

[**7.4 收集单元过程 LCI 数据 157**](#_Toc175604008)

[7.4.1 引言和概述 157](#_Toc175604009)

[7.4.2 单元过程的基本数据收集 158](#_Toc175604010)

[7.4.3 具体基本流动类型的总体方法规定 178](#_Toc175604011)

7.4.4针对具体工艺类型的总体方法规定...........................................................................180

7.4.5命名和其他惯例...........................................................................................................190

**7.5开发通用的 LCI 数据...................................................................................................191**

**7.6选择次级 LCI 数据集...................................................................................................192**

**7.7平均 LCI 数据...............................................................................................................193**

**7.8系统建模..........................................................................................................................194**

**7.9解决归因建模过程中的多功能性问题..........................................................................196**

7.9.1导言和概述...................................................................................................................197

7.9.2通过虚拟细分避免分配...............................................................................................198

7.9.3通过分配解决多功能性问题.......................................................................................199

**7.10 计算 LCI 结果.............................................................................................................200**

**8生命周期影响评估--计算 LCIA 结果.............................................................................210**

**8.1导言和概述......................................................................................................................220**

**8.2LCIA 结果的计算...........................................................................................................230**

**8.3归一化..............................................................................................................................240**

**8.4加权..................................................................................................................................250**

**9生命周期解释.....................................................................................................................300**

**9.1导言和概述......................................................................................................................320**

**9.2 确定重大问题.................................................................................................................330**

**9.3评估..................................................................................................................................340**

9.3.1导言和概述...................................................................................................................350

9.3.2完整性检查...................................................................................................................350

9.3.3灵敏度检查（实现的准确度和精确度）...................................................................360

9.3.4一致性检查...................................................................................................................370

**9.4结论、局限性和建议......................................................................................................380**

**10报告...................................................................................................................................390**

**10.1 导言和概述....................................................................................................................391**

**10.2 报告原则........................................................................................................................397**

**10.3 三级报告要求................................................................................................................399**

10.3.1内部使用报告.............................................................................................................400

10.3.2第三方报告.................................................................................................................420

10.3.3向公众披露的比较研究报告.....................................................................................430

10.3.4报告要素.....................................................................................................................440

**11重要审查...........................................................................................................................450**

**12附录A数据质量概念和方法..........................................................................................460**

**13附件B土地改造产生的CO2排放量的计算................................................................470**

**14附录C再利用、再循环和能源回收建模..........................................................................480**

**15附录D:避免误导目标和范围定义以及结果解释..............................................................490**

**16附件E:解决生命周期评估中的不确定性..........................................................................500**

**17附件F:系统边界模板............................................................................................................510**

**18附录G:本文件的发展...........................................................................................................520**

1引言和概述

**概览**

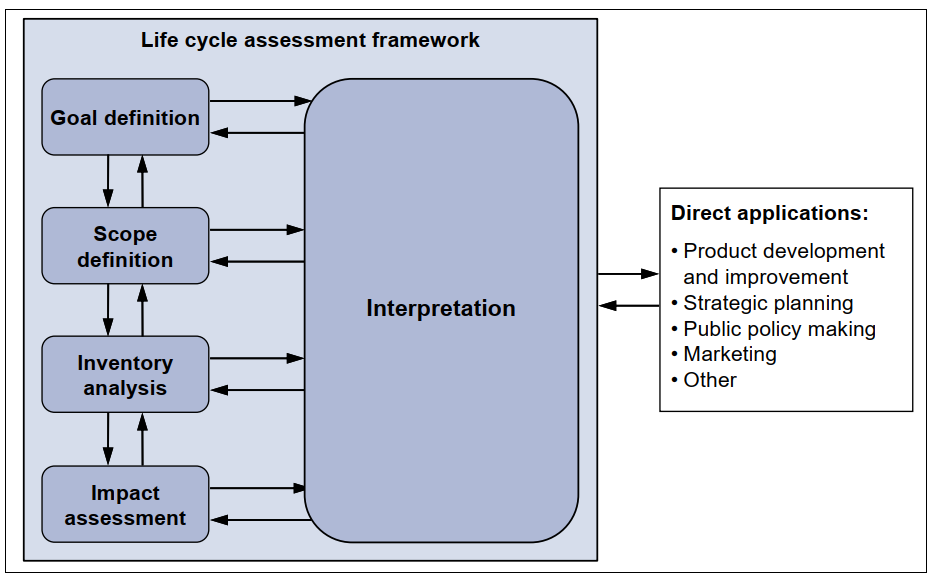
本指南是国际参考生命周期数据系统（ILCD）手册的一个组成部分。它为ISO 14040和14044:2006关于生命周期评估（LCA）的标准提供了详细的技术指导。

ILCD手册的总体目标是提供一个共同的基础，以支持一致性和质量保证的生命周期数据以及稳健的研究。这些数据和研究支持连贯可靠的可持续消费和生产（SCP）政策，并在公共和私营部门与产品、资源和废物管理相关的坚实决策支持。

**本文档的范围**

本通用指南为生命周期清单（LCI）和生命周期评估（LCA）研究提供了全面和详细的方法规定，这些研究涵盖了ISO 14040和14044:2006标准。

LCI和LCA研究的结果是LCA所有应用类型的基础。 图1展示了生命周期评估框架。



1. 生命周期评估框架（根据ISO 14040:2006；修改版）

表3列出了最广泛使用的LCA应用及其与本文档提供的指导之间的关系。LCI数据在其它LCA应用中的后续使用以及LCA研究不在本文档的范围之内；这类似于ISO 14044:2006的规定。 由于本通用指导文件适用于广泛的不同决策环境和部门，它不能直接提供量身定制、特定的规定，例如产品组特定的指导。然而，它可以作为特定指导文件的“母”文件，例如产品类别规则（PCR）和其他产品组特定的指导文件，以及简化但可靠的工具，如生态设计类型工具。

筛选或简化的生命周期评估研究通常不符合ISO 14044:2006的要求，因此在本文档中并未作为单独的方法明确提及。它们在本文档中只是作为LCA的第一个迭代步骤隐含地被提及。

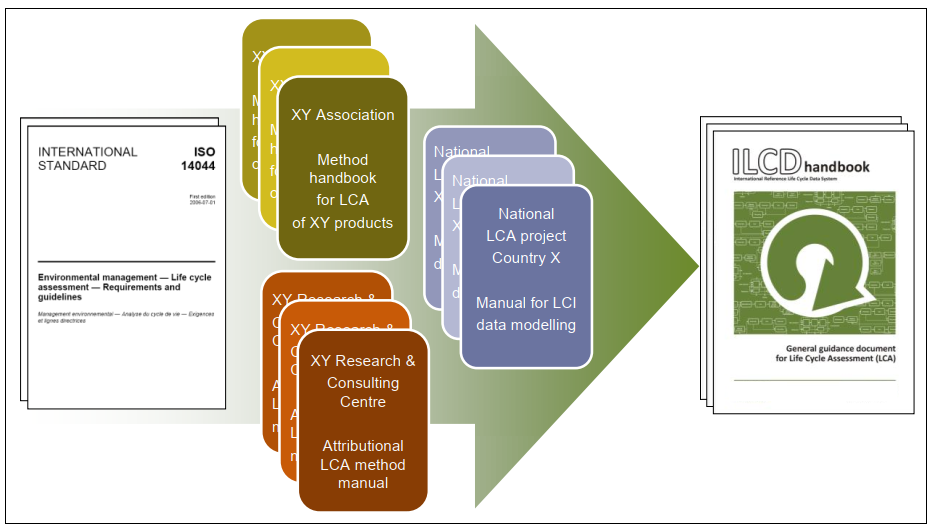
纯粹方法学上的LCA研究可能无法符合ILCD手册以及ISO 14040和14044:2006的要求，因为分析的方法学选项可能偏离ILCD的规定。此类研究可能会借鉴ILCD手册，但不能声称符合ILCD手册，也应避免给人这样的印象。

**本文档的方法和与ISO 14044相比的附加值**

迄今为止，还没有普遍接受的指导方针能够补充ISO 14040和14044:2006提供的一般框架。ILCD的开发旨在填补这一空白，因为政府、公共行政和企业中的决策者依赖于一致性和质量保证的生命周期数据以及可持续消费和生产背景下的稳健评估。

相关ISO 14040和14044:2006标准、一系列生命周期评估手册以及一般的LCA文献已被分析，以确定“指导需求”并获得良好实践方法和论点的输入。在与邀请的公众咨询、研讨会和其他会议中收到的广泛和详细的输入和反馈一起，这种分析为这本指南提供了证据基础。图2说明了这种方法。

贡献者和咨询的来源记录在附录18中。解释性备忘录可单独获取。



1. ILCD手册方法，旨在与ISO 14040和14044:2006标准相一致，协调现有实践

**在制定本文档规定时遵循的原则**

以下原则已被应用：

* **ISO合规性：**符合ISO 14040和14044:2006的要求。
* **最佳实践：**代表或建立在工业、政府、研究和咨询领域的当前LCA最佳实践之上。
* **可靠性：**为基于生命周期的稳健决策支持提供一个可靠的基础，提高LCI研究和数据集的可重复性和质量，以及为连贯的、符合ILCD的产品组特定指南和简化的方法和工具。
* **效率：**平衡理论、实用性和成本效率。
* **灵活性：**允许根据LCA处理的不同问题和分析的不同过程、产品和系统所需，灵活地例外规定。偏差需要被记录，并在结果解释中明确考虑。
* **公平性和接受度：**为竞争产品、过程和行业提供一个公平的竞争环境。所排除的例外情况不应仅有利于自己而不利于竞争对手。加强利益相关方和审查的角色，以实现广泛的利益相关方接受。在仅对关键审查者提供的机密报告中保护机密和专有信息。
* **透明性和可重复性：**要求全面的文档和机制，允许审查者验证/审查所有数据、计算和假设。
* **质量保证：**根据研究类型和目标受众（详细规定在单独的文档中）要求合格、独立和/或外部审查。

**为LCA实践中遇到的主要目标情况提供差异化指导**

基于最佳实践的最新分析，本文档旨在提供全面、普遍适用且实用的指导。这包括从LCA研究中遇到的三种主要目标情况的角度添加实质性细节，进一步具体化和澄清ISO规定：

* **情况A（“微观层面决策支持”）：**微观层面的决策支持，通常针对产品相关的问题。"微观层面决策"被认为只在决策情境内具有有限的影响，且不会对决策情境之外产生结构性后果，即不会改变可用的生产能力。这些影响太小，无法超过阈值，从而在背景系统或其他技术领域部分引起所谓的广泛后果。
* **情况B（“中观/宏观层面决策支持”）：**在战略层面（例如原材料战略、技术场景、政策选项等）的决策支持。"中观/宏观层面决策"也被认为会对决策情境之外产生结构性后果，即会改变可用的生产能力。分析的决定本身就会在背景系统或其他技术领域部分引起广泛后果。
* **情况C（“核算”）：**纯粹描述性记录分析的系统（例如一个产品、部门或国家），不关心对经济其他部分可能产生的任何潜在后果。情况C有两个子类型：情况C1包括分析系统外部的现有利益（例如，现有回收利益的信用），而情况C2则不包括。

**本文档中解决的主要方法论问题**

在ISO14044:2006范围之内，因此也在本文档范围内的LCA关键问题通常被认为是以下问题：

* **遵循哪种LCI建模原则**（即归因性还是结果性）？
* 采用哪种LCI方法来解决过程的多功能性（即分配还是系统扩展/替代）？

这些问题是在LCI方法规定方面三种目标情况差异最大的问题。

此外，以下主要问题需要指导，因此本文档详细阐述了这些问题：

* **系统边界：**系统边界的定义和应用，以及定量截止标准的定义（包括在LCA中包含哪些活动的问题）；
* **避免误导性的LCA研究：**如何避免误导性的目标与范围定义、结果解释和报告（与一系列更具体的问题相关）；
* **透明度：**在可能涉及敏感或专有过程数据和信息的情况下，如何满足透明度原则；
* **可重复性和稳健性：**如何提高数据收集和建模的可重复性，以及LCI数据集的文档化，以及LCA研究的结论和建议的稳健性；
* **原始数据和次级数据：**何时使用原始数据，何时可以使用次级数据（以及对于前台和后台系统什么是合适的概念）；
* **质量：**如何捕捉LCI数据和各种质量方面的LCA结果。

**进一步关注的主题**

产品组和行业特定指导超出了本文档的范围，并将需要开发产品组特定的指南。然而，对于某些类型的过程，应用LCA不那么直接，实践中已经发展出了不同的方法。这些类型主要是农业和类似过程、废物处置、消费品的使用阶段和服务（与商品相对）。前两个有自己的章节。消费品的使用阶段作为一个较小的子章节涵盖。服务通常在整本文档中涉及，明确地或在示例中；然而，更多的指导被认为对服务有益。

在方法论上较为复杂的话题之一通常被认为是废旧产品和生产废物中二次商品的再利用、回收和恢复的建模。虽然从方法论上讲这些都是多功能性的案例，但这个问题在附录中有一个专门的较长章节。

最后，“LCA中的时间”是最近在LCA实践中越来越受到关注的话题之一，各种方法正在出现。因此，本文档详细讨论了长期排放、临时和永久碳储存以及温室气体的延迟排放等问题。



2如何使用本文档

## 2.1 文档结构

**基于ISO 14044的范围和结构**

本文档遵循ISO 14044:2006的主要结构。在ILCD手册中，生命周期评估（LCA）的五个主要阶段（目标定义、范围定义、清单分析、影响评估和解释）每个都有自己的章节[[1]](#footnote-1)；请参见图1。 与ISO 14044:2006一样，额外的章节主要涉及报告和关键审查。

一些在ISO 14044:2006中没有涉及或仅有限程度涉及的问题已被添加或扩展，通常以独立章节的形式，例如关于选择适当的LCI建模框架。ISO 14044:2006中的几个关键问题，如LCA的迭代性质及其最佳实施方式，已被合并成单独的章节。

LCA的几个关键概念被更详细地探讨，特别是在不同的含义或术语被使用的地方。在各自的章节中识别了LCA实践中常犯的错误，以帮助避免和克服它们。

LCI或LCA研究的范围定义阶段的重要性在今天的实践中常常被忽视。在范围阶段，为整个LCI或LCA研究做出关键决策；这些决策源于目标定义。这些决策包括已经提到的LCI建模框架的识别，生命周期影响评估（LCIA）方法的选择以及（如果包括）标准化基础和权重集的确定，以及识别审查和报告要求。实际的LCI数据收集和建模在LCI阶段进行处理。LCIA阶段用于计算LCIA结果以及（如果包括）标准化和加权结果。

与ISO 14044:2006相比，本文档的结构已进行调整，以更好地反映执行LCA时的流程步骤。每个章节都给出了与ISO 14044:2006标准相应章节的引用。

**格式元素**

本文档使用了五种格式元素来处理不同的方面：

|  |  |
| --- | --- |
| **主体文本：**提供对指南的详细解释。简短的行内示例使用灰色字体，以最小化对阅读流程的干扰。 |  |
|  | **规定：**设置在虚线绿色边框内，"规定"概述了ILCD合规研究的条款，作为全面而简洁的日常参考清单。合并的“规定”也可作为单独的文档提供。 |
| **术语和概念：**在突出显示的蓝色框中，解释并说明了LCA实践中经常出现分歧使用的更复杂的术语和概念；通常伴有图形支持。 |  |
|  | **常见错误：**在突出显示的紫色框中处理LCA实践中常见的错误，以帮助避免和克服它们。 |

**附录：**附录提供了与主要文本相关但若保留在正文中将干扰阅读流程的更广泛问题的详细信息。附录例如提供了ILCD的数据质量概念、废物与寿命终止产品再利用、回收和能量回收的建模，以及如何避免误导性的LCA研究。

**在其他ILCD手册组件中处理的相关主题**

一系列命名和其他惯例有助于提高本文档开发的数据集的兼容性，并有助于理解不同专家开发的LCA研究报告。（更多细节在单独的文档“命名和其他惯例”中提供）。

电子LCA报告模板支持LCA研究的有效和兼容报告。电子LCI数据集格式支持LCI数据集的有效和兼容报告。它由数据集编辑器应用程序和完整的参考基本流、流量属性和单位支持。报告模板和数据集格式在章节6.12和10中有所引用。

为生命周期影响评估（LCIA）模型、方法和指标的开发者提供的指导在单独的文档“生命周期影响评估（LCIA）模型和指标框架及要求”中给出。在本指南中，章节6.7指向该文档。这个主题得到了背景文档“用于生命周期评估（LCA）的环境影响评估方法分析”的支持。

审查LCI和LCA研究及数据集的详细规定在单独的指导文件“生命周期评估（LCA）审查方案”中给出。“审查者资质”和“审查范围、方法和文件记录”。在本文档中，第6.11章和第11章提到了这些文件。

**指导的一般适用性**

生命周期评估（LCA）的成果在复杂性和范围上可以从单一操作单元过程到两个或更多产品或策略的比较性声明不等（完整列表见第6.3章）。一些规定只适用于更复杂的成果，而对于更基本的成果则不适用。这一点在各自的“规定”开头都有强调。然而，这个一般性的指导需要适用于广泛的成果，针对不同的研究对象（例如，过程步骤、产品、国家等），以及研究中提出的各种问题。这使得规定必须以相当通用的方式制定。具体针对所有特殊案例的方法是不切实际的。然而，对于关键类型的成果，认为提供特定的指导文件是有益的。为此，“生命周期清单（LCI）数据集的开发”提供了一个单独的文件。

**LCA作为迭代过程**

进行LCA的工作是一个系统化的过程，涉及迭代：一些问题最初无法解决，或者只能触及。然而，它们将在几乎所有LCA或LCA研究的典型2到3次迭代中得到解决、改进或修订。第4章对此有更多的说明。为了简化工作流程，“规定”中通常明确指出在最初轮次应该做什么，以及在后续迭代中应该做什么。这些迭代依赖于研究早期执行的步骤。例如，收集更好数据的迭代依赖于在前一次迭代中基于前一个LCI模型进行的显著问题识别。然而，相应的规定，例如关于识别显著问题的规定，必然在文档的后面找到。在执行前一步时需要理解和考虑后续步骤，这可能会使经验较少的从业者难以找到进行LCA研究的有效方法。因此，在许多情况下都设置了交叉引用。

## 2.2 如何使用本文档

2.2.1 概述

本文件的主旨是帮助从业人员按照LCA实践中遇到的三种主要目标情况进行LCI和LCA研究。

本章旨在支持高效和有效的工作流程，重点关注给定研究所需的步骤。它提供了“指南的指导”，通过概述关键条款，告知文件在三种典型目标情况下的不同之处，并解释如何高效地处理这些“条款”。

为了便于识别给定案例所需的章节，在相应的“条款”开头放置了注释，并加入了交叉引用。

2.2.2 理论方法和简化措施

在大多数情况下，使用本文件开发符合ILCD标准的LCI数据集或LCA研究是相当简单的。

这是因为采用了一些简化措施，避免了应用一些更复杂的程序，例如在后果建模中识别包括次生影响和市场约束的过程。这些稍微简化的条款大大减少了工作量，同时不会显著影响结果的准确性或稳健性。它们甚至进一步提高了研究的可重复性，并更好地反映了行业中已建立的实践。

这些简化措施借鉴了详细和差异化的方法条款，这些条款在某些情况下是必要的，并且必须完全应用。在这些情况下，这些详细条款是必不可少的；因此，详细条款仍需保留。

进行LCA的大多数方面在所有目标情况下都是相同的。其中包括那些始终需要遵循或检查的方面。相反，也有一些非常具体的方面只适用于少数情况。由于LCA可能包含许多过程，一些特定条款通常在每项研究中都是必需的，但仅适用于选定的过程。

还需要注意的是，单元过程清单在所有情况下基本上是相同的，但在特定“情况”的背景下使用时需要一些特定的附加信息（例如，涉及的产品数量和相应市场的规模）。情况A、B和C之间的主要区别在于系统边界内包含的过程选择以及通过连接这些过程来建模生命周期的方式。

2.2.3 情况A、B和C条款差异概述

**概述**

本章提供了对适用于三种目标情况A、B和C条款差异的简要概述。

图3的概览图标识了各个目标情况A、B和C有实质性差异的章节。请注意，一些适用于所有情况的章节中也包含了针对三种目标情况的单一差异方面。

关于差异化的典型目标情况A、B和C的详细方法条款以及解释和示例，请参阅各自的章节。

**专家指南：情况A、B和C的差异化LCI建模条款**

典型目标情况A、B和C之间的主要区别在于LCI建模。本文件以简明的形式概述了以下具体条款。实际上，这些情况的条款之间只有少数几个但非常重要和必要的区别。（注：如果您不熟悉所用的术语和概念，请参阅后续章节。）

**情况 A：**这包括微观层面、产品或过程相关的决策支持研究。生命周期通过描绘现有供应链进行建模，即归因建模。前景系统应尽量使用来自生产者/操作员的原始数据和来自供应商及下游用户/客户的次级数据。背景过程应代表平均市场消费混合。来自第三方数据提供者的一般数据可以用于背景系统。如果这些数据在整体质量上优于来自直接供应商或下游操作员的可用原始或次级数据，也可以用于前景系统。一般多功能性、回收以及再利用和回收的情况最好通过细分或虚拟细分来解决。如果这不可行或不切实际，则应作为第二种选择，通过替代不需要的共同功能的市场混合来解决（从此混合中排除被替代的共同功能）。如果这也不可行或不切实际，则分配是第三种替代解决方案。对于这三种选项有详细的指导。如果使用第二种或第三种替代方案，需明确报告并在结果解释中考虑由此产生的准确性不足。比较 LCA 研究应进行“假设场景”数据、参数和方法假设；在这些场景中，排除“应”规定是不允许的。不确定性计算可以支持结果的稳健性分析。

**情况B：**这包括中观层面和宏观层面的战略（“政策”）决策支持研究。分析的系统应与情况 A 中的建模方式相同，除了那些受分析决策的大规模后果影响的背景系统中的过程。这些过程采用长期边际过程/系统的混合建模方式。与情况 A 相对的是，假设场景也可以变化“应”规定；假设场景和不确定性计算应通过相关方之间的最佳可达共识来定义。

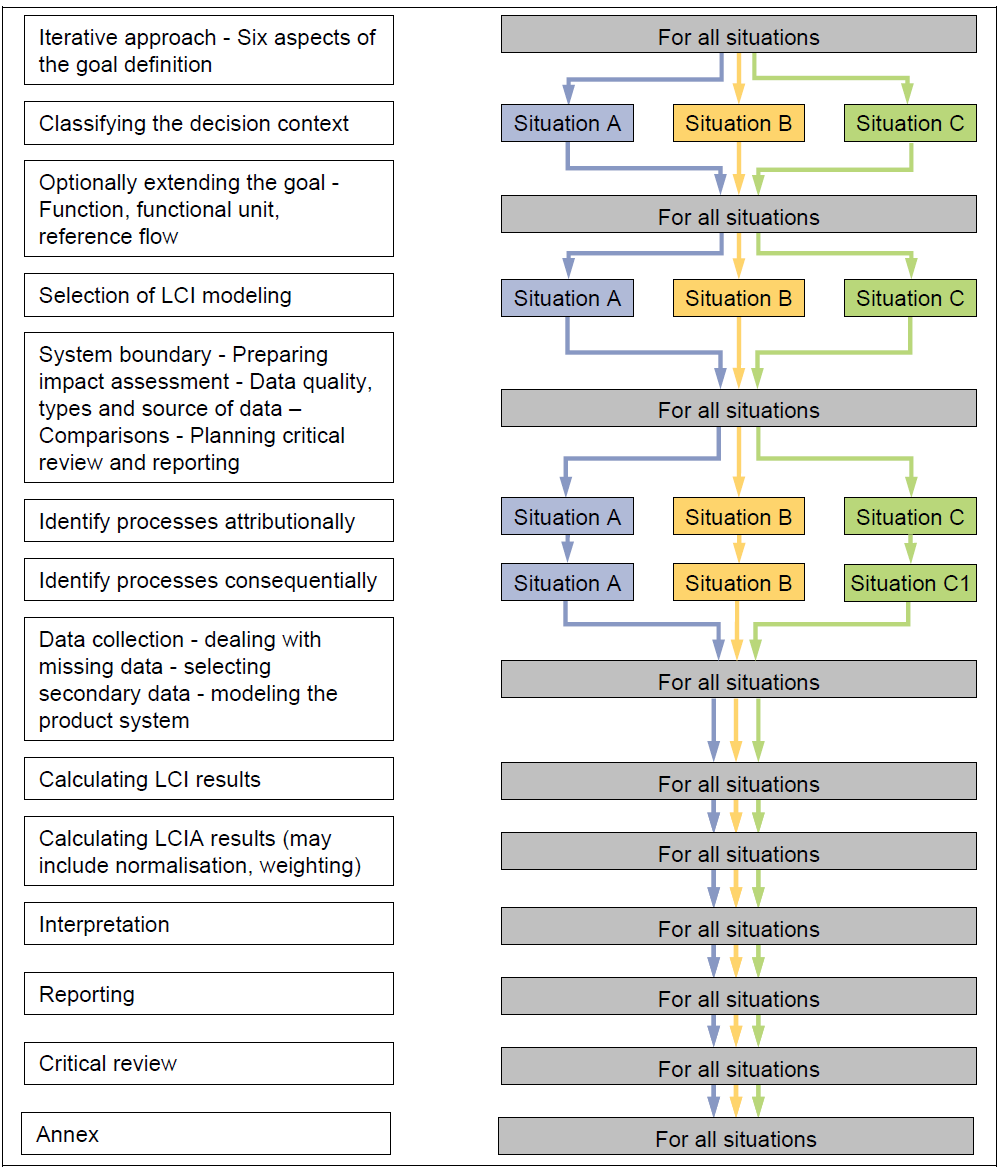
**情况 C：**大多数监测类型的研究属于情况 C1；情况 C2 研究则较少见。对于情况 C1，生命周期和所有多功能性的情况均与情况 A 中的建模方式相同。与情况 A 相对的是，这同样适用于情况 C1 下的宏观层面监测研究，即与系统的绝对规模（例如，1 吨或 100 万吨材料 X 消耗）无关。这意味着，情况 A 下进行的研究的数据和模型可以直接用于推导情况 C1 下的监测指标。对于情况 C2，生命周期的建模方式与情况 A 相同，但多功能性应通过分配来解决，依据详细的分配指导方针进行。

请注意，在所有目标情况中，基本上可以使用相同的生命周期模型，除了多功能性需要根据适用情况在替代和分配之间切换的情况。此外，在情况 B 下，通常受大规模后果影响的极少数过程需要不同的建模：这些过程需要使用长期边际混合建模（请注意，对于这些过程，上游或下游的生命周期也会不同）。

**情况 A、B 和 C 的指导原则差异主要体现在以下几个方面：**

ISO 14040和14044的一般**关键审查**要求在《生命周期评估（LCA）审查方案》、《审查员资格》和《审查范围、方法和文档》这几份独立文件中进行了规定。这些规定包括了不同类型的研究和受众适用的审查类型、审查员的资格要求以及审查的内容和方式。

最后，作为进一步规格化的一个关键项目，ISO 14044关于“向公众公开的**比较声明**”的规定也扩展到了大多数非声明性的但具有比较性的LCA研究。



**图3 目标情况A、B和C的文件主要差异（仅供参考；还存在其他少量差异）**

2.2.4 如何根据本文件进行生命周期清单（LCI）或生命周期评估（LCA）研究

本指南的结构一般上是按照生命周期评估（LCA）中遇到的工作流程进行的。然而，由于LCA的阶段在形式逻辑上并不严格线性，因此本指南不能在严格意义上完全按照这种工作流程进行。执行LCA研究是一个迭代过程，这给基于工作流程的结构带来了额外的挑战。

以下步骤考虑到了这一点，并建议了一种有效执行生命周期清单（LCI）或生命周期评估（LCA）研究的方法，以符合本文件及ISO 14044的总体框架：

* **本章内容：**阅读本章的“规定”部分；这些内容将告知你本文件中“规定”的具体特点及其与ILCD兼容研究的关系。
* **生命周期评估（LCA）是一个迭代过程：**如果你对这一点不完全熟悉，请阅读第4章关于LCA迭代特性的内容。第4章中有两个图示详细说明了这些步骤。
* **准备文档：**准备记录所有相关步骤、决策和假设、数据来源、计算等。这是正确和高效报告的宝贵基础。虽然这是生命周期清单（LCI）或LCA研究在关键审查前的最后一步（如果需要进行审查），但报告实际上应从过程一开始就开始进行。报告方面提供了LCI和LCA研究报告的模板，以及LCI数据集的数据格式，这些文件和支持编辑工具可供使用。
* **目标定义，关键方面：**定义你研究的目标方面，包括决策背景、预期应用和目标受众（参见第5.2.1、5.2.3和5.2.4章）。
* **范围定义 - 研究对象：**如果你在目标定义中没有明确界定研究对象，现在应尽可能明确地识别它（例如，一个特定品牌的产品或商品，一个加工步骤，一个政策选项等），并指定它在LCA中的功能（如果不清楚，请参见第6.4章及“功能、功能单元和参考流”相关框）。
* **范围定义 - 归类适用的目标情况A、B或C：**在表3中检查你的研究属于哪个典型的目标情况A、B、C1或C2。如果有疑问，第5.3章提供了详细的指导，解释了每个类别A、B、C1和C2的含义。同时，在表3中检查LCA研究通常可以为你的预期应用提供哪些类型的交付物，除非你在目标定义中已决定。
* **完成目标定义的初始阶段：**根据手头的信息，执行目标阶段的所有未完成步骤。这意味着需要完成以下所有事项：

- 确定**由于方法选择、假设或影响覆盖范围**（例如碳足迹研究）**而预设的限制**（参见第5.2.2章）

- 说明**进行研究的原因**（参见第5.2.3章）

- 澄清**研究是否涉及比较**及其是否打算**向公众披露**（参见第5.2.5章）

- 确定**委托人和其他在研究中积极参与的**潜在有影响力的行为者（参见第5.2.6章）

* **完成范围定义的初始阶段：**根据详细的目标定义，执行范围阶段的所有未完成步骤。请注意，范围阶段的许多章节提供的规定仅在后续的生命周期清单（LCI）阶段应用，因此这些规定是在那时需要的要求，而不是立即需要采取的行动。然而，建议对所需内容有一个大致了解，因为这也会影响到随后的某些范围定义步骤。现在在此范围阶段需要积极执行的是：

- **详细定义功能单元和参考流**（第6.4章）：定量和定性地详细说明研究对象的功能单元和/或参考流（并根据研究对象的类型提供技术规范等信息）。这些信息通常会在后续阶段有所修订。

- **定义系统边界**（第6.6章，特别是第6.6.2章）：提供初步的系统边界定义，并列出可能被排除的生命周期阶段、活动类型、过程和基础流（如果有）。这个初步设定通常会在后续阶段进行广泛修订。请注意，在此阶段不会识别具体过程；这是后续生命周期清单工作的第一步。

- **定义截止标准**（第6.6.3章）：定义目标的定量截止标准，除非在目标定义中已经明确。这个初步目标通常会在后续阶段广泛修订，特别是如果研究是比较性的。如果由于数据获取有限或资源不足导致无法达到目标完整性，后续可能会进行一定程度的修订。请注意，这在少数情况下可能意味着研究的总体目标无法实现，需要进行修订。

- **为生命周期影响评估（LCIA）准备基础**（第6.7章）：确定要包括的影响类别、将使用的生命周期影响评估（LCIA）方法、将分析的影响水平，以及是否在截止和/或支持结果解释时使用归一化和加权。这个决定以后不应被根本性修订。然而，根据下一轮迭代的结果，可以排除无关的影响类别，需要添加默认列表外的新类别，可能需要修改LCIA方法以适应特定地点，并且归一化基础和加权集可能会根据上述调整进行一些调整。

- **确定数据质量需求**（第6.9章）：除截止标准外，定义其他数据质量需求，即研究相关的数据准确性和精确度要求，尽可能在初期明确。与初步截止设置类似，如果研究是比较性的，这些需求在后续阶段将会有更大程度的修订。最后，如果由于缺乏数据访问或资源不足而无法满足清单数据质量要求，通常需要进行一些修订。

- **初步筛选信息来源**（第6.9章）：现在可以初步筛选主要的数据和信息来源。这一步也可以在后续的计划数据收集步骤中进行（第7.3章）。

- **计划报告**（第6.12章）：根据研究类型和交付物以及预期受众，计划报告的内容和形式。

- **计划审查**（第6.11章）：确定适用的审查类型，最好已经确定审查员。审查类型和审查员的选择都取决于研究类型和目标受众。请注意，对于情况B，要求在研究的一些初步步骤中涉及相关方。

* **生命周期清单（LCI）工作：**生命周期评估（LCA）的主要部分通常是清单工作，这部分在持续时间和资源使用方面都是主要的：

- 识别系统边界内的过程：作为生命周期清单（LCI）阶段的第一步，并根据适用的目标情况，识别系统边界内需包括的过程。请注意，此步骤仅涉及前景系统的过程，以及连接前景系统和背景系统的产品和废物流。第7.2.3章规定了所有情况的规定，除了情况B中受大规模后果影响的过程以及情况B下的假设场景（如果这些场景包括完整的结果性建模元素）。第7.2.4章则为这些特定目的提供了规定。为了识别需包括的过程，建议仅借鉴已有的高质量、详细研究的经验，这些研究应与研究对象足够相似，或遵循ILCD兼容的特定产品组指南或产品类别规则（PCRs）。

* **执行筛选性生命周期评估（LCA）：**如果已经识别出需包括的过程，建议首先执行筛选性LCA。通过建立一个初步的、粗略的生命周期清单系统模型，进行影响评估计算和分析，有助于识别那些对分析过程或系统的环境影响有较大贡献或影响的“关键”过程、参数、基础流、假设、LCIA表征因子等。这将以迭代的方式帮助以最小必要的努力达到最低要求的数据质量。筛选性LCA的具体步骤包括：

- **编制初始可用的生命周期清单（LCI）数据：**补充任何初始可用的具体前景数据与次级数据，最好来自供应商和/或下游用户（如适用）。这些数据可以是原始数据、单位过程、LCI结果等。关于开发新单位过程的规定，见第7.4.2章。初筛模型前景数据的替代来源可以是具有充分代表性、方法学一致的通用或平均背景数据集的第三方数据提供者。对于初始缺失的数据，使用专家判断来估算合理的最坏情况数据（见第7.6和7.8章）。第7.4.3章和第7.4.5章的各个子章节提供了关于数据、清单编制、命名法等的具体要求。关于农业系统和废物管理的具体规定见第7.4.4章。建议在所有LCI步骤中伴随进行中期质量控制，这通常基于解释阶段的元素，但不涉及同样详细的程度（见第7.4.2.11章）。

- **开发初始生命周期模型：**接下来，建模所分析系统的生命周期（见第7.8章）。有关特定类型系统建模、多功能性解决方法等的具体详细规定见第7.9章的子章节，但请注意第6.5.4章中关于解决多功能性的简化要求。有关再利用、回收和回收的建模详细信息见附录14；这些也适用于简化。请注意，如果LCI研究的交付物是单位过程，此步骤也是必须的，因为需要从系统的角度判断其达到的质量（即完整性、准确性和精确性）。当然，重点和主要努力应放在所分析的单位过程中。

- **计算初始生命周期清单（LCI）结果：**接下来，对初始的、粗略的生命周期模型进行第一次LCI结果计算（见第7.10章）。

- **计算初始生命周期影响评估（LCIA）结果：**然后，计算初始的LCIA结果（可能包括归一化和加权）（见第8章）。

- **识别重要问题：**作为解释阶段的第一步，识别重要问题，即对整体环境影响贡献最大或最相关的关键过程、参数、基本流、假设等，或分别对每个影响类别进行识别（见第9.2章）。

- **敏感性、完整性、一致性检查：**最后，进行初步的敏感性检查（第9.3.3章）、完整性检查（第9.3.2章）和一致性检查（第9.3.4章）。

* **进行第二轮迭代：**利用解释/质量检查的见解提高LCI模型的整体质量。这是通过范围、清单、影响评估和解释/质量控制的迭代循环进行的，直到LCI/LCA研究的准确性、精确性和完整性满足结果预期应用的要求。请注意，迭代过程中获得的见解也可能导致对研究目标的必要修订，例如，如果数据限制无法克服。特别是：

**-** **目标和范围修订是否需要？：**检查目标要求是否仍然可以满足，以及范围设置是否仍然完全适用。如有必要，进行细化或修订（参见第6章）。关键步骤是调整初始系统边界（参见第6.6章），确定哪些共功能已被排除在系统边界之外，或通过系统扩展/替代或分配（参见第7.2.4.6章或第7.9章）后来被添加到系统边界内[[2]](#footnote-2)。其他范围项目也可能需要修订，如上所述。

**-** **改进关键LCI数据：**对于关键过程、参数和基本流，通常引入或改进前景系统，使用直接收集或计算的产品和生产者特定的主要和次要LCI数据（参见第7.4章）。对于背景系统，使用更准确、精确和完整的通用或平均数据集（参见第7.5、7.6和7.7章）[[3]](#footnote-3)。如果现有的第三方数据质量或一致性不足，需准备好为背景系统中的关键过程收集特定于研究的LCI数据。

**-** **改进其他LCI数据：**提高那些在初始系统边界设置中被认为不太重要，但敏感性分析已显示其相关性的生命周期阶段、活动类型、过程或基本流的LCI数据质量。使用符合范围定义中设定的截断标准和（在进行比较时）被比较系统之间差异范围的足够一致且质量足够的LCI数据。当没有足够好的数据时，完全排除相关过程和流，并记录缺口（参见第7.4.2.11章）。

**-** **改进方法和假设相关的数据和信息：**提高用于方法设置和假设的数据和信息的质量，例如分配标准、回收中的替代过程的类型和数量、识别的长期边际过程（情况B）等。

**-** **改进LCIA因素：**提高关键LCIA特征因素的质量（如果可行）。如果需要使用非通用的LCIA因素或在无法获取所需因素时考虑其准确性降低，可能会出现这种需求。

**-** **计算LCIA结果并再次进行完整性、敏感性和一致性检查：**计算改进后的LCIA结果，检查显著问题是否发生了相关变化，并作为第三轮迭代的基础，重新进行完整性、敏感性和一致性检查。

* **是否需要更多迭代？：**通常，预计总共需要两到四轮迭代才能完成研究。这个数量主要取决于质量需求或目标、分析过程或系统的复杂性、具体分析的问题，以及数据的可用性和质量。如果需要进行另一轮迭代，重新开始检查目标要求是否仍然可以满足、范围设置是否需要修订或细化等。
* **结果解释：**如果LCI数据和模型已达到预期或要求的质量，正式的结果解释是下一步（第9章）。在这一阶段，仅针对LCA研究，还包括得出结论和可能的建议，并强调适用的任何限制。部分内容——即识别显著问题和进行/报告敏感性检查、完整性检查和一致性检查——也可以应用于LCI数据集和研究。
* **报告：**作为潜在的关键审查前的最后一步，编制研究报告（第10章）。它可以是数据集的一部分和/或是经典的报告。两者都将基于在LCA工作迭代过程中记录和修订/调整的详细笔记。报告的原则是可重复性和透明性。机密和专有数据及信息应在单独的机密报告中记录，并仅向关键审查员提供。对于LCA研究，如果目标受众是外部的，则需要第三方研究报告（参见第10.3.2章）。对于LCI数据集，推荐编制LCI研究报告。如果数据旨在用于支持比较（例如作为背景数据集），则LCI数据集的文档应满足比较声明的报告要求；否则，数据在用于比较时必须重新审视以完成文档，这通常是不可能的（详细信息参见第10.3.3章）。
* **审查：**如果您的LCI / LCA研究类型和目标受众要求，或出于一般质量保证原因，进行关键审查是LCI或LCA研究的最后一个正式步骤（第11章）。现在需要确定审查类型和审查员，除非这已在相关范围章节中完成。
* **基于审查结果的修正/改进需求：**审查本身通常会导致对LCI模型或其他方面以及相关报告进行某些修正。它甚至可能导致对研究范围或目标的更根本性修订。因此，在研究结束时进行的审查可能会导致显著的延迟和额外工作。伴随的审查可以帮助避免这些问题或至少更早地识别它们。
* **任务完成：**修订后的LCI或LCA研究最终交付成果，可能与研究报告和审查报告一起，最终可以分发给目标受众，并支持预期的应用。

## 2.3 ILCD 合规性和本文中的“规定”

**概述**

本指南的实际规定和建议列在本文的“规定”部分，其中一些规定在ILCD手册的单独参考文献中概述（例如，关于审查的规定）。主要文本中还提供了相关的概念、解释和示例，它们可能是理解各个规定中使用的术语和概念所必需的。

**合规声明**

按照本文规定开发的生命周期清单和评估研究以及直接应用，可以发布为“符合ILCD手册”标准的研究/文档。

特定的LCI / LCA指导文件（例如特定产品组指南）和产品类别规则（PCR）如果其规定符合ILCD手册的规定，并且经过了《LCA审查方案》文件中指定的ILCD合规审查，可以声称符合ILCD标准。

合规声明应引用适用的情况A、B、C1和/或C2。ILCD合规性结构化为五个必须全部满足的合规方面：数据质量、方法、命名法、审查和文档（第12.4章提供了详细信息）。

可以通过引用上述五个方面中的任何一个以结构化方式声称部分合规，但在这种情况下应明确传达未达到完全合规。

纯粹的方法学LCA研究可能无法符合ILCD手册和ISO 14040与14044的规定，因为所分析的方法学选项可能与规定有所偏离。这类研究可以参考ILCD规定，但不能声称符合ILCD手册，也应避免给人以存在此类合规性的误导性印象。然而，可以报告部分合规性（见上文）。

此外，对于LCI数据集，应在数据集中记录所达到的整体数据质量水平（详见第12.3章），以及所执行的审查类型和审查员。

在声称合规时，应在声明中标明所应用的ILCD《LCA通用指南》的版本或版次。当ILCD手册的某个组件发布了新版本时，应应用该新版本的规定，以取代前一版本的规定。默认情况下，前一版本的规定仍可适用于正在进行的研究，最多可持续6个月，这6个月的期限可以由ILCD系统运营商的不同规定进行修改和取代。如果已发布了适用的ILCD组件的新版本，但仍使用旧版本，则应在声称合规的研究或其他交付成果中清楚标明该组件的名称及新版本的发布日期。

**规定**

为了便于开发符合ILCD标准的研究，所有“规定”都被标记为“应当”（"shall"）、“应”（"should"）或“可以”（"may"），以标明该规定的要求状态：

* “应当” ("SHALL")：该规定为强制性要求，必须始终遵循，除非有明确列出的例外情况（如果有）。
* “应” ("SHOULD")：该规定必须遵循，但如果在特定情况下能够提供书面的明确理由，并给出适当的细节，则允许偏离。偏离的理由可能是相关规定或其部分内容不适用，或者另一种解决方案明显更为合适。如果允许的偏离和理由有限制条件，则会在规定的上下文中标明。
* “可以” ("MAY")：该规定仅为方法或程序上的建议。可以忽略该规定或以其他方式处理问题，而无需提供任何理由或解释。\*\*注意\*\*：有时“可以” ("may") 会被“推荐” ("recommended") 一词代替，两者是等效的。

这一要求状态也适用于所有较低层级的子规定。然而，当某项规定因降低要求状态（例如在“应当”规定下的“应”或“可以”规定）而有所区分时，规定文本中会明确表达。在这种情况下，较宽松的要求状态适用于该层级/特定子规定。

**与ISO 14040和14044的符合性**

本文件的制定旨在与ISO 14040和14044:2006保持一致（即不与其相矛盾）。这意味着，符合ILCD标准的研究也将符合ISO 14040和14044:2006（但反之不一定，因为本文件更为具体）。如果LCI或LCA研究旨在符合ISO 14040和14044:2006的要求，仍建议在关键审查中对此进行确认。

为了便于识别，本文件中标记为"[ISO!]"的规定比ISO 14040和14044:2006更为严格；此外，在这些规定右侧的框线是实心红线（而不是默认的虚实相间绿线）。对于ISO 14040和14044:2006中未明确提及的附加规定，标记为"[ISO+]"；在这种情况下，右侧的框线为橙色虚线。这些标记仅用于指导，因为对于某些规定，是否属于附加或更严格的要求，或是否已在ISO标准中隐含涵盖，是一个解释问题。此外，一些规定结合了附加要求和更严格要求的两个方面。

## 2.4 处理ILCD手册中的潜在遗漏和矛盾

鉴于生命周期评估的复杂性、LCA可以解决的广泛具体问题以及本文档的详细程度，遗漏和矛盾是无法完全排除的。为避免在应用中出现问题，在此类情况下适用以下总体规定：

如果在ILCD手册（即本文档及其他ILCD手册文档）中的规定之间存在矛盾或任何规定不适用，则LCI或LCA研究在满足以下三个要求的情况下可以声称符合ILCD手册：

a) 已应用ILCD手册文档中的所有其他未受影响的规定。

b) 明确识别并证明了普遍或特定情况下的矛盾或不适用性。在这种情况下，应使用最符合ISO 14040和14044:2006要求的规定。

c) 如果需要关键审查：审查员确认研究或其他交付成果符合上述a)和b)两项要求。

|  |
| --- |
| **规定：2 如何使用本文档**  I) 应当[[4]](#footnote-4) (SHALL) - **ILCD 手册合规性**：一个LCI或LCA研究或数据集以及直接LCA应用可以声称符合ILCD手册。为此，它们应当按照本文档的“规定”中指定的要求进行开发，包括参考文件中的规定以及本文档主体部分可能提供的补充信息，例如支持表格或“术语和概念”框中的信息。特定的LCI / LCA指导文件（例如产品组、行业或过程类型的特定指南）和产品类别规则（PCR）也可以声称符合ILCD标准。这适用于其规定与ILCD手册的更广泛规定一致，并且已按照《LCA审查方案》文件中的规定进行了ILCD合规审查的情况。以下规定适用于合规声明 (2.3[[5]](#footnote-5))：[ISO+][[6]](#footnote-6)  I.a) 合规声明应当引用适用的情况A、B、C1和/或C2。  I.b) ILCD合规性分为五个方面，所有这些方面都应当满足才能实现完全合规：数据质量、方法、命名法、审查和文档（第12.4章提供了详细信息）。  I.c) 可以通过引用上述五个方面中的任何一个以结构化方式声称部分合规，但在这种情况下应当明确传达未达到完全合规。  I.d) 纯粹的方法学LCA研究可能无法符合ILCD手册和ISO 14040及14044的要求，因为所分析的方法学选项可能必然与规定有所偏离。这类研究可以参考ILCD规定，但在这种情况下不能声称符合ILCD手册，并应尽量避免给人以合规的印象。部分合规可以如上所述报告。  I.e) 此外，对于LCI数据集，所达到的整体数据质量水平应当在数据集中记录为“高质量”、“基本质量”或“数据估算”（有关详细信息和定义，请参见第12.3章及该章中的表格）。所执行的审查类型和审查员（如果有的话）也应当在数据集中标明。  I.f) 在声称合规时，应当标明所应用的ILCD《LCA通用指南》的版本或版次。  I.g) 当ILCD手册组件发布新版本时，应当应用该新版本的规定，取代前一版本的规定。默认情况下，前一版本的规定仍可用于正在进行的研究，最多可在新版本发布后9个月内继续使用。这9个月的期限可以由ILCD系统运营商的不同规定进行修改和取代。如果已发布了适用的ILCD组件的新版本，但仍使用旧版本，则应当在声称合规的研究报告或其他交付成果中明确且显著地标明该组件的名称及新版本的发布日期。  II) 应当 (SHALL) - **应当 (Shall), 应 (Should), 可以 (May)**：在（主要）规定前使用“应当” ("SHALL")、“应” ("SHOULD") 和“可以” ("MAY") 表示其要求状态 (2.3)：(ISO!)  II.a)“应当” ("SHALL")\*\*：该规定为强制性要求，必须始终遵循，除非有明确列出的例外情况（如果有的话）。  II.b)“应” ("SHOULD")\*\*：该规定必须遵循；如果能够为特定情况提供书面的明确理由并给出适当的细节，则允许偏离。偏离的理由可能是相关规定或其部分内容不适用，或者另一种解决方案明显更为合适。如果允许的偏离和理由有限制条件，这些将在规定的上下文中标明。  II.c)“可以” ("MAY")\*\*：该规定仅为方法或程序上的建议。可以忽略该规定或以其他方式处理问题，而无需提供任何理由或解释。\*\*注意\*\*：有时“可以” ("may") 一词会被等效的“推荐” ("recommended") 一词代替。  II.d) 这一要求状态也适用于所有较低层级的规定（例如，在规定“II”下的所有子规定“II.a”、“II.b”等）。如果某项规定因要求状态的降低而有所区分（例如在“应当”规定下的“应”或“可以”规定），这些将在规定文本中明确表达。  III)**仅供参考/定位 - ISO规范和补充：**涉及未在ISO 14044:2006中涵盖的项目的单项规定通常标记为“[ISO+]”；此外，该规定旁边框的右边界为虚线橙色线（而不是默认的点划绿色线）。ILCD规定比ISO 14044:2006更严格或更具体的规定通常标记为“[ISO!]”；此外，该规定旁边框的右边界为实线红色线。[ISO+]  IV)可以 (MAY) - **ISO一致性：**本文档的开发目标是与ISO 14040和14044:2006保持一致，意味着符合ILCD的研究也将符合ISO 14040和14044:2006的要求。如果LCI或LCA研究旨在与ISO 14040和14044:2006一致，仍然建议将此作为关键审查的一部分进行确认。  V)应当 (SHALL) - **矛盾或不适用情况：**在规定之间存在矛盾或ILCD手册（即本文档及其他ILCD手册文档）中的任何规定不适用的情况下，LCI或LCA研究在满足以下三个要求的情况下可以声称符合ILCD手册 (2.4)：  V.a) 所有其他未受影响的ILCD手册文档规定已被应用。  V.b) 已明确识别并证明了普遍或特定情况下的矛盾或不适用性。在这种情况下，应使用最符合ISO 14040和14044:2006要求的规定。  V.c) 如果需要关键审查：审查员确认研究或其他交付成果符合上述两个要求a)和b)。  VI) 可以 (MAY) - **如何使用本文档：**本文档和ISO 14044的总体框架提供了逐步建议，帮助有效地执行LCI或LCA研究 (2.2.4)。[ISO+]  VII)可以 (MAY) - **情况A、B、C1、C2的差异：**简要概述了目标情况下A、B、C1和C2之间主要LCI建模差异的指示性概览 (2.2.3)。[ISO+] |

3关键定义

以下关键定义是新引入的术语或由不同的LCA从业者以不同含义使用的ISO术语。为更清楚地理解本文档，建议首先阅读这些定义。

**表 1 关键术语和定义**

|  |  |
| --- | --- |
| **术语** | **定义** |
| 分配 [或：划分] | 将一个过程或产品系统的输入或输出流划分到正在研究的产品系统和一个或多个其他产品系统中。[来源：ISO 14044:2006] |
| 被分析的决策 | 指的是受到LCA研究影响的决策。与LCI研究和大多数非比较性LCA研究不同，直接涉及决策情境的比较性LCA研究则分析的是决策，而非单一过程或系统。  这类决策例如评估用于产品的替代材料的选择、比较购买替代产品的选择、或分析某一政策选项对环境影响的决策等。 |
| 假设情景 | 指的是针对被分析的过程或系统设置的情景，通过改变数据和方法假设来评估研究结果和结论的稳健性。如果比较多个替代系统或选项，每个系统或选项都会有其自己的假设情景。 |
| 归因建模 [或：描述性、记账式建模] | 一种LCI建模框架，记录系统中所有过程的输入和输出流，按照实际发生的情况进行清单编制。沿现有供应链的建模过程属于此类型。 |
| 最佳可达共识 | 指的是在相关各方之间达成部分或完全一致的意见，由主持人或协调员引导，旨在就所涉及问题达成尽可能广泛的共识。与完全开放结果的过程不同，这里需要找到符合预设要求的解决方案（例如，“定义一个合理的最坏情况情景”），即“零选项”并不是一个选择。 |
| 共功能 | 由同一个单元过程或系统提供的两个或多个功能中的任何一个。 |
| 共产品 | 来自同一个单元过程或系统的两个或多个产品中的任何一个。[来源: ISO 14044:2006] |
| 比较性主张 | 关于一种产品在环境表现上优于或等同于另一种执行相同功能的竞争产品的环境声明。[来源: ISO 14040:2006, ISO 14025:2006] |
| 比较生命周期评估 | 对不同产品、系统或服务的LCA结果进行比较，通常这些产品、系统或服务执行相同或类似的功能。 |
| 因果建模 | 一种LCI建模原则，该原则识别并模拟因前景系统中做出的决策而在背景系统中产生的所有过程。 |
| 向公众披露 | 受众没有特别限制，因此包括非技术性和外部受众，如消费者。 |
| 报废产品 | 指已达到使用寿命终点的产品，可能会经历再利用、回收或资源回收等处理过程。 |
| 环境影响 | 指技术圈与生态圈之间的干预行为可能对自然环境、人类健康或自然资源消耗产生的潜在影响，这些行为包括排放、资源开采、土地使用等，均涵盖在生命周期评估（LCA）中。 |
| 功能流 | 在某个过程或系统的清单中，能够实现该过程/系统功能的（共同）产品流之一。 参考：非功能流 |
| 单一功能过程 | 仅执行一个功能的过程或系统。 |
| 非功能流 | 清单中的任何非（共同）产品流项。例如，所有的排放、废物、资源以及加工品和服务的输入流。 |
| 多功能过程 | 指执行多个功能的过程或系统。 例子：产出多个产品的过程（例如，通过氯碱电解法生产NaOH、Cl2和H2）或联合处理多个废物的过程（例如，混合家庭垃圾焚烧及能源回收）。 参考：“分配”和“系统扩展” |
| 生命周期清单（LCI）数据集 | 包含一个过程或系统清单的数据集。可以是单元过程数据和LCI结果及其变体。 |
| 生命周期清单（LCI）研究 | 提供一个过程或系统生命周期清单数据的生命周期研究。 |
| 生命周期清单分析结果（LCI结果） | 生命周期清单分析的结果，记录系统边界内的流量，并为生命周期影响评估提供起点。[来源：ISO 14040] |
| 总体环境影响 | 考虑的影响类别对人类健康、自然环境和资源消耗的总影响。可以通过对分析过程/系统的LCIA结果进行归一化和加权计算，或者假设各影响类别的加权均等，即每一个影响类别。 |
| 产品 | 任何商品或服务；参见“系统”。 |
| 回收、再利用、资源回收 | 注：由于缺乏共同的上位术语，本文中使用这三个术语来指代这些及类似的活动，例如翻新、进一步使用等。在具体情况下，“回收”一词也单独使用，旨在涵盖这些活动的整体。  参见“次级产品”。 |
| 相关 | 对于LCI数据集：对分析的过程或系统的整体环境影响有显著影响或贡献，导致不同的质量水平。  对于LCA研究：对分析的过程或系统的整体环境影响有显著影响或贡献，导致不同的结论或建议。 |
| 次级产品 | 二次材料、回收能量、再利用部件或类似的产品，作为回收、再利用、资源回收、翻新或类似过程的结果。 |
| 替代 | 通过扩展系统边界并用提供所需功能的替代方式替代不需要的功能，即替代的过程或产品，来解决多功能性的问题。实际上，将被替代的过程或产品的生命周期清单从分析的系统中减去，即“抵消”。替代是应用系统扩展原则的一个特殊（减法）情况。 |
| 系统 | 在LCA研究中分析的任何商品、服务、事件、产品篮子、公民的平均消费或类似对象。 请注意，ISO 14044:2006通常指的是“产品系统”，而LCA研究可以分析比单一产品更广泛的系统；因此，这里使用了“系统”一词。在许多情况下，这个术语将指代产品，具体取决于研究对象。 此外，由于LCI研究可以限制为作为系统一部分的单个单元过程，因此在本文中，研究对象也被一般性地称为“过程/系统”。 |
| 系统扩展 | 将特定过程或产品及相关生命周期清单添加到分析的系统中。用于在LCA中使具有部分等效功能的多个多功能系统可比。 |
| 系统视角 | 与单元过程或生命周期的一部分不同，系统视角涉及对分析系统或过程的整个生命周期的考量。对于过程而言，这意味着生命周期已经完成。 这个术语主要用于识别显著问题和量化库存完整性/截断的上下文中。 |
| 单元过程 | 生命周期清单分析中考虑的最小元素，对其输入和输出数据进行量化。（来源：ISO 14040） 在LCA实践中，“单元过程”包括那些物理上不可进一步分离的过程（例如生产厂中的单元操作），以及整个生产场地。另见“单元过程，黑箱”，“单元过程，单一操作”，和“系统”。 |
| 单元过程，黑箱 | 包含一个或多个单一操作单元过程的单元过程。 |
| 单元过程，单一操作 | 无法进一步细分为包含过程的单元过程。 |

一些更复杂的术语和概念在文档中的框中进行了更详细的解释。请查看文档“内容”后的“术语和概念”部分。

4递归方法对LCA的应用

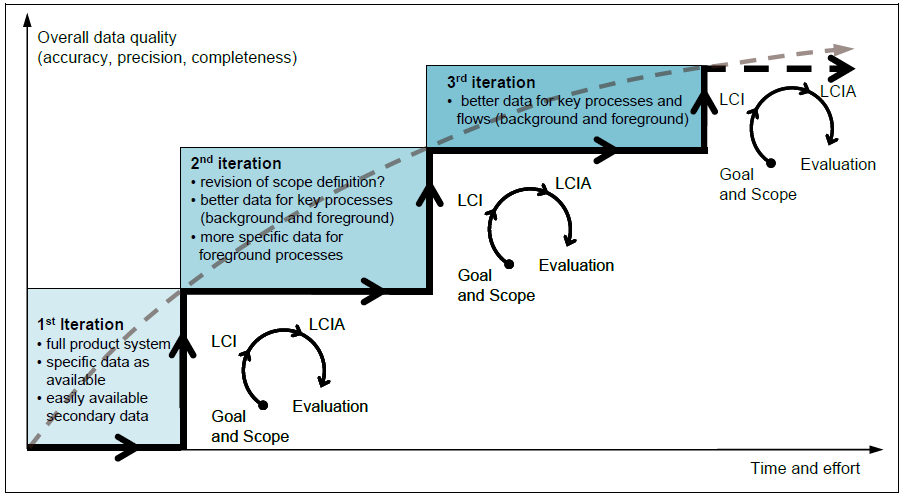
（没有对应的ISO 14044:2006章节，但在多个章节中提到）

**概述**

在开始进行目标定义的指导，即执行LCI或LCA研究的第一阶段之前，本章将解释LCA的迭代方法。

**LCA是迭代性的**

进行LCI或LCA研究几乎总是一个迭代过程：一旦定义了工作的目标，就会得出初步的范围设置，这些设置定义了后续工作的要求。然而，随着生命周期清单阶段的数据收集以及随后的影响评估和解释中更多信息的出现，初步的范围设置通常需要细化，有时也需要修订（见图4）。图5提供了更详细的迭代概述。



**图4 LCA的迭代性质（示意图）。生命周期评估（LCA）是在目标和范围定义、库存数据收集与建模（LCI）、影响评估（LCIA），以及完整性、敏感性和一致性检查（评估）等迭代循环中进行的，评估作为指导工具。这个过程会在可能有限地修订目标和范围的情况下进行，直到系统模型和过程的所需准确度以及库存结果的所需完整性和精确度达到为止。**

为了在最低必要的努力下实现所需的精度，建议以迭代方式收集数据并选择外部数据源。尤其对于完全新技术和复杂的产品系统（在这些系统上经验较少），第一次迭代可以使用背景数据中的通用或平均数据，同时也适用于前景系统中的许多部分（参见第6.6.1章“前景系统与背景系统”术语和概念框）。这可以结合专家判断来识别产品系统的关键过程和基本流。这样，数据收集和获取的主要工作可以集中在系统的相关部分。

**平行工作的文档记录**

建议记录初步目标和范围定义的详细信息、关键LCI（生命周期清单）和LCIA（生命周期影响评估）项目，以及灵敏度、一致性和完整性检查的初步关键结果，按照交付成果所需的报告规定进行记录。保持对数据来源和初步计算的跟踪，可以是纸质的或数字化的。

在后续工作过程中，将此初步报告作为一个活文档参考，并在迭代过程中不断修订和调整，直到最终报告（数据集和/或研究报告）完成为止。

**迭代过程**

清单阶段基于目标和范围定义阶段所做的决定。这一阶段为影响评估和解释阶段准备输入，无论是作为LCA（生命周期评估）研究中的一个步骤，还是在其他利用结果清单数据的研究中。影响评估、灵敏度和贡献分析的结果，以及解释过程中进行的检查，有助于识别系统中最具相关性的（“关键”）过程和基本流。完整性和一致性检查则对此进行补充。

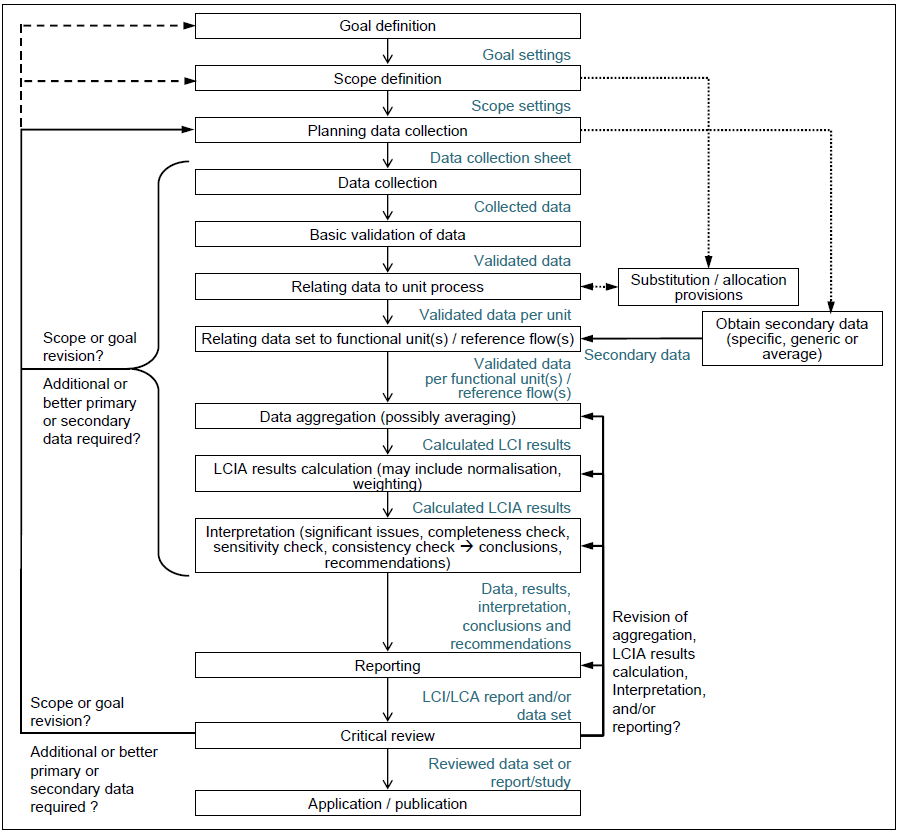
在初步的生命周期清单（LCI）筛选之后，某些关键过程、参数和基本流的完整性、准确性和精确度可能不足以满足生命周期清单/生命周期评估（LCA）研究的总体要求（这些要求来源于目标定义和预期应用）。这些关键过程、参数和基本流将成为下一轮迭代的重点：通过进一步收集前景数据或使用更好、更合适的通用数据或平均数据，改进清单，以达到整体数据和结果所需的完整性、准确性和精确度。第二轮数据收集所得到的清单将再次接受影响评估、敏感性和贡献分析以及完整性和一致性检查，以提供反馈，进行可能的额外迭代，直到达到所需的总体准确性、精确度和完整性为止。

对于最初假设重要性不大的数据，但敏感性分析显示其具有相关性的，要提高这些数据的质量。对这些生命周期阶段、活动类型、过程或特定基本流使用足够好的数据估计。如果没有足够好的数据估计，则完全排除相应的过程和流，并记录这一缺口。

这种清单的迭代改进伴随着每次迭代开始时的范围定义的前期微调。要提到的一些通常受影响的相关范围方面包括：

* 先前包含和排除的活动、过程和基本流可能需要调整。
* 此外，初步解决多功能性的问题的具体规定可能需要进一步详细说明或修订。
* 在比较研究中，最初定义的情景可能需要根据数据收集和建模过程中获得的新见解（例如产品使用模式）进行修订或扩展。
* 在少数情况下，新识别出的潜在相关基本流可能需要开发额外的影响表征因素。
* 在极少数情况下，新识别出的相关环境影响类型甚至可能需要增加新的影响类别和模型。

图5 提供了更详细的概述。



**图5 详细描述了生命周期评估（LCA）的迭代方法，重点是清单数据收集和建模（来源于ISO 14044:2006，经过修改）。**

**批判性审查**

建议从研究开始时就识别并涉及批判性审查者，包括在定义目标和范围时。审查要求在第6.11章中有详细说明。

**达到所需总体准确性、精确度和完整性的局限性**

根据具体研究情况，即使经过三轮甚至四轮迭代，仍可能无法达到所需的精确度。在比较研究中，可能出现这样的问题：当比较的替代方案具有非常相似的环境表现时，由于基本的不确定性，无法确定一个在环境上显著“更好”的替代方案。每次迭代所需的相对额外努力会增加，而不确定性无法减少到零，因此在这种情况下，实际上很难得出有意义的差异。这也意味着总体环境影响的实际差异并不大，而只有略微更好的替代方案在环境上相较于较差的方案并没有显著的优势。

特别是对于那些主要部分位于较远未来的系统，或关键过程涉及新技术的研究，高不确定性可能使得即使是那些在环境影响上可能存在重要差异的选项，也难以明确区分。

在其他情况下，可能由于对关键数据的有限访问或缺乏资源和资金，进一步提高整体数据质量可能会受到阻碍。这种情况特别不应被用来得出显著差异不存在的结论（参见附录15.3，关于防止误导性结果解释）。

有时，迭代过程会导致识别出一些无法解决的问题，这些问题需要对生命周期清单（LCI）/生命周期评估（LCA）研究的目标或范围定义进行更为实质性的修订。这应在报告中进行记录。

|  |
| --- |
| **条款：4 生命周期评估（LCA）的迭代方法**  I) 推荐的迭代方法概述\*\*：建议对生命周期清单（LCI）/生命周期评估（LCA）研究采取迭代方法（详细内容见第2.2.4章）：  I.a) 在研究开始时尽可能精确地定义目标方面（见第5.2章）。  I.b) 根据目标定义，从初步知识中推导出初始范围定义（见第6章）。  I.c) 编制前景和背景系统的易得生命周期清单数据。根据初步信息和数据建模过程或系统（例如产品）（见第7章）。  I.d) 计算生命周期影响评估（LCIA）结果（见第8章）。  I.e) 识别重要问题，并对初始模型进行第一次敏感性、一致性和完整性检查\*\*（见第9章）。  I.f) 根据这些结果进入下一轮迭代：从微调或修订范围（在某些情况下甚至是目标）开始，相应改进生命周期模型等。  I.g) 预计需要两到四轮迭代才能完成研究。这主要取决于质量需求或目标、分析的过程或系统的复杂性、特定分析问题以及数据的可用性和质量。[ISO+]  I.h) 从研究开始时记录初始目标和范围定义的详细信息、关键的LCI和LCIA项目以及敏感性、一致性和完整性检查的关键初步结果。根据交付成果所需的主要报告条款进行指导。在后续迭代过程中，使用此初步核心报告作为进展中的工作，并不断修订、微调和完善，直至最终报告（包括数据集和/或研究报告）[ISO+]。  II) 建议早期识别审查人员：从研究开始时，建议识别并涉及批判性审查者，并在需要或期望的情况下，邀请感兴趣的各方，包括在定义目标和范围时。[ISO+]  所有这些条款特别适用于在情况B下建模的系统（即用于中观/宏观层级决策支持研究）。 |

5目标定义 – 确定目的和目标受众

（参见ISO 14044:2006第4.2.2章）

## 5.1 引言与概述

（参见ISO 14044:2006第4.2.2章的相关内容）

**引言**

目标定义是任何生命周期评估（LCA）的第一阶段，无论是生命周期清单（LCI）/LCA研究[[7]](#footnote-7)限于开发单一单元过程数据集，还是一个完整的比较声明的LCA研究要发布。

在目标定义过程中，需要确定研究的决策背景和预期应用，并明确目标受众。

目标定义对LCA的所有其他阶段具有决定性影响：

* 目标定义指导了范围定义的所有详细方面，而范围定义又为LCI工作和LCIA工作设定了框架。
* 工作的质量控制是依据从工作目标中得出的要求来进行的。
* 如果工作超出了LCI研究的范围，LCA的最终结果将进行评估和解释，并且这些也需要与工作的目标紧密相关。

因此，明确的初步目标定义对于后续结果的正确解释至关重要。这包括尽可能确保LCI/LCA研究的交付成果不会被无意中或错误地用于超出初始目标和范围的解释或使用。

附录15示例性地识别和说明了必须避免的、与目标和范围定义以及结果解释相关的问题，以避免误导性。

**概述**

在目标定义阶段，应处理和记录以下六个方面：

* 交付成果/结果的预期应用\*\*（第5.2.1章）
* 由于方法、假设和影响覆盖范围所造成的限制\*\*（第5.2.2章）
* 进行研究的理由和决策背景\*\*（第5.2.3章）
* 交付成果/结果的目标受众\*\*（第5.2.4章）
* 公开披露的比较研究\*\*（第5.2.5章）
* 研究委托方和其他影响相关方\*\*（第5.2.6章）

这些具体方面对方法、文档、审查等的详细影响将在本文档中进行处理。

最后，为了帮助后续的范围定义，特别是在确定合适的生命周期清单（LCI）建模框架和方法方法时：

* 需要对LCI/LCA研究的决策背景进行分类（第5.3章）。

不同决策背景的研究方法条款以及将要得出的典型目标情况在第6.5.4章中进行了详细说明。

5.2 目标定义的六个方面

（参见ISO 14044:2006第4.2.2章）

5.2.1 预期应用

（参见ISO 14044:2006第4.2.2章的方面）

**与决策支持和会计/监控相关的研究**

目标定义应首先明确并清晰地陈述LCA结果的预期应用（例如：“对澳大利亚全国范围内回收（选项I）或焚烧（选项II）所有使用过的办公纸张的整体环境影响进行比较断言”）[[8]](#footnote-8)

以下LCA应用是最常用的，但也可以识别并使用其他应用：

* 识别产品组的关键环境绩效指标（KEPI）用于生态设计/简化生命周期评价（LCA）
* 对特定产品进行弱点分析
* 详细的生态设计/可回收设计
* 进行简化的KEPI类型生命周期评价（LCA）/生态设计研究
* 比较特定商品或服务
* 将特定产品与产品组平均水平进行基准测试
* 绿色公共或私人采购（GPP）
* 制定基于生命周期的I类生态标签标准
* 制定产品类别规则（PCR）或类似的特定产品组指南
* 为特定商品或服务制定基于生命周期的III类环境声明（如环境产品声明（EPD））
* 开发“碳足迹”、“初级能源消耗”或类似的指标用于特定产品
* 供应链绿色化
* 提供量化的生命周期数据作为环境技术验证（ETV）的附录，以供比较使用
* 清洁发展机制（CDM）和联合实施（JI）
* 政策发展：预测和分析普遍技术、原材料战略等的环境影响，以及相关政策的发展
* 政策信息：产品篮子（或产品组）类型的研究
* 政策信息：识别环境影响最大的产品组
* 政策信息：识别环境改进潜力最大的产品组
* 监测国家、行业部门、产品组或产品的环境影响
* 企业或场所环境报告，包括在环境管理系统（EMS）中计算间接效应
* 有固定保证的认证供应类型研究或分析系统的部分
* 根据其目标定义不涉及与其他系统互动的会计研究
* 开发特定、平均或通用的单元过程或生命周期清单（LCI）结果数据集，用于指定类型的LCA应用[[9]](#footnote-9)

请注意，研究通常涉及多个独立的应用（例如，开发环境产品声明（EPD）和进行内部基准测试）。或者，应用可能与成本、社会或其他补充环境信息相结合（例如，在进行生态效率分析时，将基于环境生命周期评价（LCA）结果的产品比较与生命周期成本信息结合起来）。

同时注意，某些应用在ISO 14040和14044:2006下有特定要求，例如关于对公众披露的比较声明的审核和报告。此外，用于EPD和比较背景的生命周期清单（LCI）和生命周期影响评估（LCIA）数据集也有额外要求。第6.3章的表3提供了更多信息。

还要注意，不同的应用需要不同的方法学方法来进行生命周期清单（LCI）建模；与之直接相关的三种典型目标情境的详细信息在第5.3章中给出。这意味着，对于不同决策背景下的应用，可能需要不同的背景数据。

最后，研究的主题通常在目标定义阶段被明确提及，以便于清晰说明，尽管这在正式上是一个范围界定问题。如果目标定义在更一般的层面上，具体的主题只能在范围界定阶段确定。

**纯粹的方法学研究与决策支持及会计/监测对象无关**

那些不以提供分析对象决策支持或会计/监测信息为目标的研究，而是用于分析方法学问题的生命周期评价（LCA）研究，必须能够自由地调整所有方法学问题。因此，这些研究可能无法满足ILCD要求或ISO 14040和14044的要求。

5.2.2 方法、假设和影响限制（例如，碳足迹）

（无对应ISO 14044:2006章节；隐含在各章节中）

**引言**

如果目标定义暗示由于应用的方法论、所作的假设或有限的影响覆盖范围而限制了生命周期评估（LCA）结果的可用性，这些限制也应被清晰识别并在后续报告中显著展示（见第10章）。识别和理解这些限制需要相关的专业知识和经验。通常，这些限制在研究过程中需要进行调整或扩展。

**碳足迹和其他影响覆盖有限的研究**

一个明显的影响覆盖相关限制的例子是碳足迹计算，其中仅考虑气候变化相关的温室气体排放。如果分析的产品（及其竞争产品）的整体环境影响主要由气候变化影响主导，或者其他单独相关的影响，如富营养化和酸化，与气候变化有很强的正相关性，那么这种初步限制是完全可以合理化的。否则，在初始设置中的这种限制可能导致比较的不适用性（例如，如果两个被比较的产品在其他影响类别中的环境影响有明显差异）。同样的情况适用于只包括与能源消耗相关的资源流的初级能源消耗研究或其他类似的限制。

**方法相关限制**

方法论上的限制也可能限制得出普遍结论的可能性或在其他研究中使用结果的能力。方法论限制指的是例如固有的传统、现场非特定的生命周期影响评估（LCIA）限制：如果这样的研究结果意图用于对具有特殊特征（例如，位于岛上的特性）的特定地点进行决策，则这些结果不适用。其他方法相关的限制可能由所选的特定生命周期清单（LCI）方法引起。例如，基于市场价格的分配方法的使用可能部分或完全阻碍结果在生态效率研究中的应用，因为环境结果与市场价格相关。

**假设相关的局限性**

对所分析系统特征或特定情境的假设可能限制结果的适用性和可转移性[[10]](#footnote-10)。例如，如果分析的产品情境在时间代表性（如“峰值电力供应”）、地点（如在产品未设计的气候区域的国家）、使用模式（如超出产品主要用途）等方面非常具体，即以一种对分析系统来说不典型的方式进行，这可能会限制结果的适用性和可转移性。

**利基市场**

在这个背景下，一个特殊的情况是由于分析“利基市场”而产生的限制。市场利基是市场细分中的一个子类别，其中一部分客户只考虑具有特定属性的产品作为替代品（即那些定义特定利基的属性，如“可再填充包装”在“包装”市场中），尽管大多数消费者将利基产品与细分市场中的其他产品（如“不可再填充包装”）视为可以比较的。将利基市场与主要市场区分开的方面包括：

* 价格（即商品的投资成本或生命周期成本/总拥有成本），
* 生活方式和价值观相关问题（如一般性的“绿色”形象，或更具体的“本地生产”、“生物基”、“回收”、“可回收”、“环保标签”等，或一般性的“社会”形象，如“公平贸易”、“无童工”等，或如“时尚”、“现代”、“声望”、“年轻”等方面），
* 高质量、耐用性/持久性，
* 实用性和/或节省时间。

因此，对利基市场的研究最初会限制待纳入的产品类型，尽管从纯技术角度来看，为避免潜在的误导性比较，也需要包括特定利基之外的产品。在这种研究的解释阶段，应明确并显著地突出有限的结论。

5.2.3 进行研究的理由和决策背景

（参见ISO 14044:2006第4.2.2章）

目标定义应解释进行生命周期清单/生命周期评估（LCI/LCA）研究的理由，指出推动因素和动机，特别是明确决策背景（例如：支持政府关于环保建议的决策[[11]](#footnote-11)，涉及澳大利亚商业和政府办公室纸张废弃物的未来处理方式）。

决策背景是确定最合适的LCI模型方法的关键标准，即LCI建模框架（如“归因型”或“后果型”）以及相关的LCI方法（如“分配”或“替代”）的应用方法。第5.3章提供了从预期应用和一般决策背景中导出适用目标情境的正式方法的详细信息。

决策背景还直接决定了范围定义的其他关键方面，包括在库存数据收集和建模过程中需要做出的决策、影响评估结果的计算，最终对LCA研究结果的解释。

研究的陈述理由表明了质量目标，并为判断数据质量需求以及潜在的特殊审查需求（超出最低要求）提供了基础。例如，如果计划中的国家立法希望在审查过程中引入贸易伙伴，以提高国际接受度，可能会需要特别审查。

5.2.4 目标受众

（参见ISO 14044:2006第4.2.2章）

目标定义应确定研究的目标受众，即研究结果预期传达给谁。这有助于确定关键的审查需求以及适当的报告形式和技术水平。例如，对于上述例子，目标受众可以是“澳大利亚的政府决策者和纸张生产及废物管理部门的主要利益相关者，以及私营部门和政府部门的办公室运营者”。

不同类型的目标受众（即“内部”与“外部”，以及“技术性”与“非技术性”）通常意味着在文档编制、审查、保密性及其他问题上的不同范围要求，这些要求源于受众的需求。因此，目标受众应在目标定义阶段就明确识别。

5.2.5 计划向公众公开的比较

（参见ISO 14044:2006第4.2.2章）

目标定义还应明确说明生命周期评估（LCA）研究是否包括计划向公众公开的比较声明[[12]](#footnote-12)。在上述纸张管理生命周期末期的例子中，应表述为：“该研究包括一个比较声明，并计划向公众公开。”

这一方面涉及ISO 14040和14044:2006对LCA研究执行、文档记录、审查和报告的若干额外强制性要求，因这些结果可能对外部公司、机构、消费者等产生潜在影响。

为了避免通过发布产品比较（例如，通过数字或图表显示被比较产品的环境绩效但未明确声明优越性或等同性）来绕过ISO要求，即使是比较但不作主张的LCA研究，也应满足这些要求，适用时亦应遵守。请注意，“比较”指的是系统（例如产品）之间的比较，而不是同一系统内部的比较（即不涉及贡献或弱点分析）。

另外，根据ISO 14044:2006，单独的生命周期清单（LCI）研究不得用于计划向公众公开的比较声明，即还需进行生命周期影响评估以及评价/解释。

最后，计划被其他参与者用作比较或比较声明的背景数据或前景数据的LCI数据集，也应满足适用的这些要求[[13]](#footnote-13)。在这种情况下，数据集开发者需要确保这些要求（包括审查）得到满足。这将产生“已预先验证的比较声明数据”。否则，使用这些数据进行比较研究/声明的其他参与者必须采取措施以满足缺失或更严格的要求（例如，进行小组审查而不是单一的独立外部审查）。

5.2.6 研究委托方及其他影响者

（ISO 14044:2006中没有对应章节；隐含在各章节中）

最后，目标定义应确定谁委托了生命周期清单/生命周期评估（LCI/LCA）研究（例如，对于上述例子：“该研究由澳大利亚环境保护局委托，澳大利亚造纸生产者协会共同资助”）[[14]](#footnote-14)。还应列出所有对研究具有相关影响的（共同）融资或其他组织，特别是执行LCI/LCA研究的LCA专家（及其所属组织）。

|  |
| --- |
| **规定：5.2 目标定义的六个方面**  I) 必须 - 预期应用：明确识别LCI或LCA研究成果的预期应用（5.2.1）。  II) 必须 - 研究的局限性：明确识别和详细说明任何初始设定的LCI/LCA研究使用局限性。这些局限性可能由以下原因引起（5.2.2）：  II.a) 影响范围的局限性，例如碳足迹计算中的局限性  II.b) LCA的一般方法学局限性或特定方法应用的局限性  II.c) 假设的局限性：针对分析系统建模的特定或不常见假设/情境 [ISO+]  请注意，初始识别的局限性可能需要在后续LCA阶段根据所有相关细节的明确情况进行调整。由于LCI数据质量未达标所导致的其他可能限制也可能限制适用性；这些限制在研究的后期解释阶段中被识别。  III) 必须 - 研究的理由： 明确识别进行研究的内部或外部原因以及研究结果希望支持的具体决策（如适用）（5.2.3）。  IV) 必须 - 研究的目标受众： 明确识别研究结果预期传达给的受众（5.2.4）。  V) 必须 - 受众类型： 将目标受众分类为“内部”、“受限外部”（例如，特定的业务对业务客户）或“公众”。还需区分“技术性”与“非技术性”受众（5.2.4）。 [ISO+]  VI) 必须 - 涉及比较：\*\* 明确说明研究是否涉及系统（例如产品）之间的比较或比较声明，以及这些比较是否计划向公众公开（5.2.5）。 [ISO!]  VII) 必须 - 委托方：\*\* 确定研究的委托方及所有其他影响者，如共同资助者、参与的LCA专家等（5.2.6）。 |

## 5.3 将决策背景分类为情况 A、B 或 C

（与 ISO 14044:2006 没有对应章节）

5.3.1 可能的决策背景情况

在目标定义阶段，需要明确决策背景。在生命周期评估（LCA）中，可以区分出三种具有实际相关性的决策背景情况。它们在两个方面[[15]](#footnote-15)有所不同：

* 首先是 LCI/LCA 研究是否用于支持对分析系统（如产品或策略）的决策，

- 如果是：决策在背景系统及其他系统中引起的变化程度，通过市场机制导致的变化可以是“小的”（小规模的、非结构性的）或“大的”（大规模的、结构性的）。

- 如果不是：研究是否关注所描绘系统与其他系统的交互（如回收信用）或不关注。

这种区分背后的 LCI 建模逻辑将在后续章节中解释，这些章节在介绍了归因建模和后果建模以及短期和长期边际过程的相关概念之后会有所涉及。不过，为了便于理解这种分类的影响，以下简要概述了原则性考虑。

5.3.2 决策相关研究

第一个方面——是否需要支持决策——涉及研究是否关注该决策的潜在后果（例如，分析的决策是选择材料 X 还是 Y 是否会导致生产额外的材料 X 或 Y）。如果是这样，LCI 模型应尽可能准确地反映这些后果，例如额外需要的材料是如何生产的？是否需要建立新的生产设施并采用不同的技术？相反，如果不涉及决策支持，则 LCI 模型应描述分析系统本身，而不包括任何市场后果（因为没有与决策相关的后果）。

第二个方面——变化的程度——进一步区分了决策支持的情况：首先，存在仅在背景系统及经济中其他系统上产生小规模、非结构性后果的情况。这些情况意味着只是改变了现有设备（例如生产设施的设备）的使用程度（例如，现有技术生产材料 X）。在 LCI 模型中，额外需求将通过现有设备/技术的过程进行建模[[16]](#footnote-16)。其次，存在大规模、结构性影响的情况。这些情况意味着分析的决策导致了额外设备的安装或其正常退役之外的退役（例如，为材料 X 安装新的生产厂/技术，或在直接市场后果中停用旧设备）。也就是说，背景系统和/或经济中的其他系统的部分技术/设备会因分析的决策而发生变化。通常只有少数几个过程实际上具有这些大规模的影响，这些过程需要相应的建模；背景系统的大部分仅有小规模的影响。然而，对于受影响的过程，“大”与“小”情况之间的差异可能非常显著，因为新安装的技术（例如第二代生物燃料生产厂）可能与在小规模后果情况下建模的当前技术根本不同。

重要的是要强调，上述内容指的是通过市场机制引起的背景系统或其他系统的变化，即对由分析的决策引起的需求和供应变化的反应。在两种情况下，前景系统的直接变化（例如，分析或要求在生产者现场安装的新技术）应作为明确的情景进行建模。

5.3.3 描述性研究

回到不涉及直接决策支持的研究，即不导致额外生产，而是具有会计/监测性质的研究：在这种情况下，LCI 模型将描述系统的可测量部分。然而，在这种情况下，可以区分出两种子类型的研究：首先是那些关注包括分析系统在其系统之外可能具有的任何现有效益的研究（例如，回收的好处或副产品的好处，这些副产品如果不以其他方式生产将被避免）。其次是那些旨在孤立地分析系统而不考虑这种交互的研究。

表 2 提供了三个具有实际相关性的典型目标情况的概述，这些情况将在整个文档中提及，以提供所需的、差异化的方法指导：

**表 2 决策背景的两个主要方面的组合：决策导向和背景系统或其他系统中的后果类型。**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **决策支持** | **是** | **后台系统/其他系统中的过程变更** | |
| **无或小规模** | **大规模** |
| **情况 A “微观层级的决策支持”** | **情况 B “中观/宏观层级的决策支持”** |
| **否** | **情况 C “统计” （C1: 包括与其他系统的互动，C2: 排除与其他系统的互动）** | |

5.3.4 情况A

|  |
| --- |
| **术语和概念：情况 A (“微观层级的决策支持”)**  微观层级的决策支持（例如，针对产品相关问题）。  该目标情况最相关的应用包括：  - 识别产品组的关键环境绩效指标 (KEPI) 用于生态设计 / 简化 LCA  - 针对特定产品的薄弱点分析  - 详细的生态设计 / 设计可回收性  - 执行简化的 KEPI 型 LCA / 生态设计研究  - 比较特定的商品或服务  - 将特定产品与产品组的平均水平进行基准对比  - 绿色公共或私人采购 (GPP)  - 开发基于生命周期的 I 类环保标签标准  - 为产品组开发产品类别规则 (PCR) 或类似的具体指南  - 为特定商品或服务开发基于生命周期的 III 类环境声明（例如，环境产品声明（EPD））  - 开发“碳足迹”、“主要能源消耗”或类似指标用于特定产品  - 供应链绿色化  - 提供定量的生命周期数据作为环境技术验证 (ETV) 的附录以用于比较  - 清洁发展机制 (CDM) 和共同实施 (JI)  - 为情况 A 开发特定的、平均的或通用的单位过程或 LCI 结果数据集  情况 A 指的是直接或间接与以下内容相关的决策支持：即支持市场上已有产品的采购决策，或支持预计将进入市场的产品的设计/开发。因此，可以假设产品的生产只是由于需要 LC I/LCA 研究支持的决策而产生的，即为附加生产。请注意，这些“产品”可以是任何商品或服务（包括材料、能源载体、机器、复杂的消费品、事件、个人服务、清洁等），无论是作为研究的直接对象，还是间接受到所分析决策影响的（例如，选择一种在后台系统中生产的材料）[[17]](#footnote-17)。  鉴于任何单一产品在工业部门中的总生产份额有限，其生产、使用和生命周期结束预计不会对背景系统或经济的其他系统造成直接或间接的结构性变化[[18]](#footnote-18)。结构性变化包括例如新生产设施或新技术的安装。因此，“微观层级”指的是通过市场机制引起的变化，但这些变化在前景系统之外只产生小规模的后果。这些小规模的后果可能会改变现有设备/产能的使用程度，但不会导致额外安装或拆除设备/产能，超出独立进行的安装和拆除。仅有的小规模边际后果不足以突破阈值并引发市场的大规模后果。  典型的情况 A LCI/LCA 研究的关键词包括“决策支持”相关的“产品比较”、“比较声明”、“产品前期开发”、“产品开发”、“产品设计”、“薄弱点分析”、“产品基准测试”、“面貌改造”等。  因此，情况 A 涵盖了所有旨在支持任何形式的产品/微观层级比较和比较声明的研究。  情况 A 研究的一个典型例子是采购决策支持：“在五种技术上适合的复印机型号中，哪一种在其生命周期内环境表现最佳？”  一个内部决策支持的例子是生态设计研究，建模一种新型计算机鼠标，比较不同的塑料材料用于外壳。  同样，为产品开发环境产品声明 (EPD) 或碳足迹数据以告知潜在客户的案例也是情况 A 研究的例子。  情况 A 还包括用于 LCA 基于决策支持的 LCI 和 LCIA 数据的开发（例如，生产者特定的 LCI 数据集、LCIA 结果数据集、用于背景的通用和平均 LCI 数据集等）。 |

5.3.5 情况B

|  |
| --- |
| **术语和概念：情况 B (“中观/宏观层级的决策支持”)**  中观或宏观层级的决策支持，例如针对策略（如原材料策略、技术情景、政策选项等）。  该目标情况最相关的应用包括：  - 政策发展：预测和分析广泛技术、原材料策略等的环境影响，并相关政策的制定  - 政策信息：识别具有最大环境改善潜力的产品组  - 开发用于情况 B 的特定、平均或通用单位过程或 LCI 结果数据集  情况 B 指的是基于生命周期的决策支持，其后果广泛到足以突破阈值，并导致在分析系统的前景系统之外额外安装或拆除设备/产能（例如生产基础设施）。也就是说，分析的决策和相关的生产、使用及生命周期结束活动，通过市场机制将对经济的其他部分产生大规模的结构性影响[[19]](#footnote-19)。仅有的小规模边际后果不足以产生大规模后果，因为它们太小，无法突破阈值。  作为纯粹的示例，与自主发展的基准情景相比，可能分析对所有俄罗斯消费后废弃物进行焚烧的环境影响，将能量回收并用于电力生产。这将对俄罗斯的整体电力生产和其他电力生产技术的投资产生大规模影响，并会影响废物的其他用途（例如，回收纸张和塑料包装及其他产品，作为基准情景的一部分）。这将导致行业层面的回收能力变化。然而，需要注意的是，大多数背景过程通常只会受到小规模后果的影响。  另一个例子是分析例如到2025年在美国强制用作物基生物柴油替代50%柴油的研究，这将对美国甚至全球的农业、石油炼制厂和其他部门产生重大影响[[20]](#footnote-20)。  因此，我们关注的是超出前景系统的结构性市场影响变化。这种情况涵盖了诸如“哪个广泛技术系统、原材料基础等在其生命周期内环境更优？”等问题的情景。这些研究通常是战略性政策研究或 LCA 支持的战略研究研究，由于后果的范围，它们对社会具有很高的相关性，并且除了适当的 LCI 建模外，还需要特别关注审查。  需要注意的是，即使是这种研究，并非所有分析系统生命周期中的过程都显示出这些大规模效应。例如，仅需少量消耗品的过程仅受到小规模后果的影响。实际上，在情况 B 下，大多数过程往往只有小规模效应，相应的过程将根据情况 A 进行建模。情况 A 和 B 的关键区别在于，在情况 B 下，背景系统或其他系统中的至少一个过程会显示出这些大规模的结构性后果。只有这些过程需要不同的建模。情况 B 的典型关键词包括“战略分析”、“政策发展”、“概念开发”、“广泛技术”等，通常与“原材料/能源/XY 基础/技术”等组合出现。 |

5.3.6 区分情况 A 和 B 的指导原则

在某些情况下，研究可能难以明确归类为情况 A 或 B。这种情况一方面出现在中观层级的战略性研究影响了市场的一部分，未能引发背景系统或其他系统的大规模结构性后果。另一方面，也可能存在关于“产品”的研究，实际上与更广泛的技术、产品范围或产品组相关，这些技术或产品组都在进一步发展和实施，从而在中观层级（例如行业）引发大规模变化。这种情况尤其发生在较为“狭窄”的行业，如基础材料或能源载体行业，其中不同产品（即品牌）的数量远低于大多数消费品的情况。

为了决定这样的研究属于情况 A 还是情况 B，指导标准应为分析的决策是否会在背景系统之外的已安装设备/产能中引发大规模的后果，这些后果通过需求和供应的市场机制出现。在这种情况下，适用情况 B。如果只有对现有产能使用程度的小规模后果，则适用情况 A。

如果分析的决策引发的年度额外需求或供应超过了年更换已安装产能的能力，这通常被认为是大规模（“重大”）后果。如果这一百分比超过 5%，应假设为 5%[[21]](#footnote-21)。例如：全球贸易的材料 X 的安装产能可能为 1000 万吨。如果由于分析[[22]](#footnote-22)决策生产产品 Y，材料 X 的生产设施的寿命为 25 年（即每年平均更换 4%），那么年需求超过 0.04\*10\*10^6 吨 = 400,000 吨的材料 X 应视为具有大规模后果，触发了超过旧工厂更换的额外产能安装。这种情况同样适用于市场急剧下降的情况，因为设备自然淘汰的速度也由其寿命决定。

除了额外需求外，额外供应（例如作为分析系统过程的副产品）也可能产生大规模后果。上述解释和规定也适用于多功能性和例如向市场提供额外商品或服务的情况：如果年度提供的数量大于替代商品或服务的安装产能的平均更换率，则属于情况 B，并需要不同的建模。情况 A 不适用，因为如此大数量的供应会在市场上产生其他后果，而不仅仅是替代生产；市场无法在没有结构性变化的情况下吸收这些供应。例如，菜籽基生物柴油的生产会产生大量的甘油作为副产品，这可能会导致其他系统的大规模后果，例如现有的甘油生产能力会减少，超出甘油工厂的年龄相关退役[[23]](#footnote-23)。这与额外需求有所不同，这仅涉及提供替代功能的替代路线/过程。

如果额外需求或供应不是针对特定过程或产品（例如稻米生产的副产品稻草），而是针对更广泛的功能（例如干燥木质纤维素生物质），上述情况同样适用，但包括所有相关的替代过程/产品，这些过程/产品提供该功能。

再次强调，上述内容指的是背景系统和其他系统中的额外需求。前景系统中任何新安装的产能不需要不同的 LCI 模型，因为前景系统需要明确建模（通过测量或明确场景；这对所有情况都是相同的）。市场机制只能作用于背景系统中的过程。

**5.3.7 情况C**

|  |
| --- |
| 术语和概念：情况 C (“统计”）  情况 C 涉及对分析系统（例如产品、需求满足、部门、国家等）的纯粹描述性会计/文档记录，无需考虑可能对其他系统产生的额外后果。  情况 C 需要区分两个子情况：情况 C1("统计，包括系统外部互动")：在 LCI 模型中包括与其他系统的现有互动（例如考虑回收收益或副产品避免生产）。这些“互动”仅指与其他系统的现有互动。这与情况 A 和 B 下假设发生的额外后果不同[[24]](#footnote-24)，后者是由分析决策引起的。情况 C2("统计，不包括系统外部互动")：在模型中不考虑与其他系统的互动，而是通过系统模型内部的分配来解决回收和共生产的情况[[25]](#footnote-25)。  情况 C1：  - 监测国家、行业部门、产品组或产品的环境影响  - 政策信息：产品篮子（或产品组）类型的研究  - 政策信息：识别具有最大环境影响的产品组  - 企业或现场环境报告，包括在环境管理系统（EMS）下的间接效应  - 具有固定保证的供应链类型研究或分析系统的部分  - 开发用于情况 C1 的特定、平均或通用单位过程或 LCI 结果数据集  情况 C2 的主要应用包括：  - 统计研究，其目标定义中不包括与其他系统的任何互动  - 开发用于情况 C2 的特定、平均或通用单位过程或 LCI 结果数据集  在情况 C 中，无法基于 LCA 结果做出直接决策，因为整个生命周期已经在分析之前确定了。也就是说，LCI 模型仅记录已发生的事情（或将在未来发生的事情，例如在已经生产的长寿命产品使用过程中）[[26]](#footnote-26)。从决策角度来看，LCI/LCA 研究纯粹是回顾性的，结果仅用于会计类型的目的。因此，这些研究不能直接用于支持例如采购决策或回答政治上的“如果”情景。一个例子是分析各种消费后塑料包装废弃物处理技术在过去的表现；这可以在情况 C1 或 C2 下进行分析。然而，这些技术的未来表现——即使使用相同的技术——也取决于例如技术产生的再生塑料量以及这些再生塑料的用途。因此，对于这种类型的决策支持，应适用情况 A 或 B。  在情况 C 的会计/监测型研究中，需要区分两种情况 C1 和 C2，这要求不同的 LCI 建模：  C1：对于生命周期基于的监测，例如在特定时间范围内（例如某一年）生产的某一产品组的所有产品，对该时间范围内生产的产品的“正常”完整生命周期进行会计，即包括这些产品在后续使用和生命周期结束阶段的测量或预测生命周期清单。一个例子是监测例如法国每年生产的所有汽车（或：平均汽车）的生命周期清单时间序列。这种类型的研究属于情况 C1。情况 C1 的研究可以用于比较替代系统的过去表现，指出最有利的替代方案。然而，这并不意味着如果在未来需要在替代方案之间做出比较决策，即购买一个替代方案或在政治上推广一个而不推广另一个，结果会相同[[27]](#footnote-27)。  C2：对于监测，例如对系统边界严格指向特定时间框架（例如某一年）的产品组，只会考虑该时间框架内发生的干预。一个例子是监测某一年在法国所有汽车相关活动（例如汽车生产、汽车使用、汽车回收等）的时间序列。这必然会导致长寿命商品（例如汽车）生命周期的扭曲，因为在参考年份生产的商品会被纳入清单，而清单中的使用阶段排放则是当年使用的汽车的排放，包括所有仍在使用的旧车，这些旧车可能具有较低的排放标准。同时，这种库存方式并未考虑在给定时间框架内运营的汽车的过去生产情况，也未考虑在该年生产的汽车的未来使用和回收能力。除了解释这些指标结果的困难之外，这种类型的研究属于情况 C2。  另一个例子是那些旨在提供会计类型信息的研究，其中需求变化不会以具有后果的方式影响背景系统，而是通过既定的供应链协议进行建模，这需要将供应链建模为情况 C1。例如，木材产品的认证就是一个例子，其中使用 XY 认证木材的供应链步骤会被固定/保证[[28]](#footnote-28)，包括背景系统中的步骤[[29]](#footnote-29)。  同时，统计数据，特别是在情况 C1 下，能够向决策者和政策制定者提供有关地区整体或特定服务/活动组（例如住房、个人交通、食品等）的发展信息。这也可以以比较的方式进行（例如，比较不同国家的平均公民的环境影响潜力）。例如，这些数据可以显示不同的住房类型（例如高层建筑中的公寓、独立式住宅等）在全国住房总影响中的份额，每平方米或每位公民的份额。因此，会计研究可以识别出不希望出现的发展趋势或显示出已实施决策或政策的成果。然而，为了制定政策措施或支持其他决策，需要采用其他 LCI 建模方法：即情况 A 或 B 中使用的方法。  典型的情况 C LCI/LCA 研究关键词包括“统计”、“监测”、“回顾性”、“文档记录”等，涉及“产品”、“产品篮子”、“需求满足”、“部门”、“国家”、“平均公民”等。 |

5.3.8明确区分情形C和情形A / B的指导意见

重要的是要明确区分研究是否支持比较决策支持，即研究和数据是否应告知由于环境表现较好而选择哪种比较方案。

研究通常被称为“监测”，但它们涉及支持决策的问题，并直接暗示建议和/或政策措施，因此属于情况A或B。

其他研究旨在描述系统，包括其外部利益，但不打算提出建议，支持购买决策，或直接从中得出政策措施。“监测不同东欧国家的废物管理系统”的目的可能是查明哪些废物管理系统对环境最有利或最不利。这个问题意味着，例如，应将回收能源和再循环材料的积分给予所分析的系统，以获得它们的比较性能。然而，这项研究并不自动暗示直接的政策措施，因此属于情况C1。

因此，情况C1位于A/B和C2之间，具有追溯性，但考虑到其他系统的利益，例如通过副产品和回收。在实践中，可以发现更多的会计类型的研究属于情况C1。

在其他情况下，提供会计类型生命周期信息(例如产品、站点等)可能是明确的兴趣，而不包括与其他系统的现有交互。在这种情况下，情况C1适用。这些研究的会计性质应在研究目标中明确说明，并在报告中澄清研究对决策支持和比较的限制。

|  |
| --- |
| **规定5.3 归类决策背景**  适用于情况 A、B 和 C 的分类要求如下：  I) 必须 - **确定适用的目标情况**： 确定 LCI/LCA 研究的决策背景类型，即研究属于哪种典型的目标情况 A、B、C1 或 C2。根据以下目标方面来进行区分：“预期应用” （第 5.2.1 节）和“需要支持的具体决策” （第 5.2.3 节），如下所述：  I.a) **情况 A - "微观层面决策支持"**: 决策支持，通常在产品层面，也包括单个过程步骤、地点/公司和其他系统，对背景系统或其他系统没有或仅有小规模的影响。即分析决策的后果本身太小，无法突破阈值并通过市场机制触发其他地方的结构性变化[[30]](#footnote-30)。情况 A 包括以下 LCA 应用；任何与情况 A 不符的分配都应当有充分的理由，并且与上述规定一致（另见下文关于区分情况 A 和 B 以及情况 C 和 A/B 的具体规定）：   * 识别产品组的关键环境绩效指标（KEPI）\*\* 用于生态设计/简化 LCA * 特定产品的弱点分析\*\* * 详细生态设计/设计以便回收\*\* * 执行简化的 KEPI 型 LCA/生态设计研究\*\* * 比较特定的商品或服务\*\* * 对特定产品进行基准比较 相对于产品组的平均水平 * 绿色公共或私人采购（GPP） * 开发基于生命周期的第一类生态标签标准 * 制定产品类别规则（PCR） 或类似的针对产品组的特定指南 * 开发基于生命周期的第三类环境声明（例如，环境产品声明（EPD）） 用于特定的商品或服务 * 开发“碳足迹”、“原始能源消耗” 或类似指标用于特定产品 * 绿色供应链管理 * 提供定量生命周期数据 作为环境技术验证（ETV）的附录，用于比较 * 清洁发展机制（CDM）和联合实施（JI） * 开发特定的、平均的或通用的单元过程或 LCI 结果数据集 用于情况 A   I.b) **情况 B - "中观/宏观层面决策支持"**: 针对具有大规模影响的策略提供决策支持。这种分析的决策足够大，通过市场机制可以导致至少一个背景系统或其他系统中的已安装产能发生结构性变化。情况 B 包括以下 LCA 应用；任何与情况 B 不符的分配都应当有充分的理由，并且与上述规定一致（另见下文关于区分情况 A 和 B 以及情况 C 和 A/B 的具体规定）：   * 政策发展: 预测和分析普遍技术、原材料策略的环境影响，并制定相关政策 * 政策信息: 确定具有最大环境改善潜力的产品组 * 开发特定的、平均的或通用的单元过程或 LCI 结果数据集用于情况 B   需要注意的是，情况 B 的 LCI 建模规定（见第 6.5.4.3 节）仅适用于那些受到这些大规模后果影响的过程。生命周期模型的其他部分将在后续被建模为“情况 A”，即通常是所有对总体结果贡献较小的过程。  I.c) **情况 C - "统计"**: 从决策角度看，是对已发生（或将来发生的）情况的回顾性会计/文档记录，不涉及分析系统可能对背景系统或其他系统产生的任何额外后果。情况 C 有两个子类型：C1 和 C2。C1 描述了一个现有系统，但计算了它与其他系统的交互（例如，回收的现有避免负担）。C2 描述了一个孤立的现有系统，不计算与其他系统的交互。此情况包括以下 LCA 应用；任何与情况 C1 或 C2 不符的分配都应当有充分的理由，并且与上述规定一致（另见下文关于区分情况 C 和 A/B 的具体规定）。  **I.c.i) 情况 C1 - "带有交互的会计"**:   * 监测 国家、行业部门、产品组或产品的环境影响 * 政策信息: 产品篮子（或产品组）类型的研究 * 政策信息: 确定具有最大环境影响的产品组 * 企业或现场环境报告 包括环境管理体系（EMS）下的间接影响 * 认证供应类型的研究 或具有固定保证的供应链部分 * 开发特定的、平均的或通用的单元过程或 LCI 结果数据集 用于情况 C1   **I.c.ii) 情况 C2 - "不带交互的会计"**:   * 会计研究 根据其目标定义，不包括任何与其他系统的交互 * 开发特定的、平均的或通用的单元过程或 LCI 结果数据集 用于情况 C2   注意：任何需要决策支持的研究应采用情况 A 或 B 下的方法，而情况 C 仅用于准备工作。然而，由于本文件的简化规定，情况 A 研究（微观层面决策支持）的建模与情况 C1 研究相同，但情况 C1 研究的建模不适用于情况 A。  II) 必须 **- 情况 A 或 B:** 如果研究最初无法明确分配到情况 A 或 B，例如在分析市场主导公司的主要策略或与市场主导产品相关的产品问题时。在这种情况下，指导标准应为分析决策的后果是否足够大，能否突破相关阈值并/或其他约束，并导致背景系统中已安装生产能力的大规模后果。如果是：情况 B。如果不是：情况 A。一般而言，假设大规模后果的标准是，分析决策触发的年度额外需求或供应超过每年更换的已安装产能的容量。如果这一百分比大于 5%，应使用 5% 作为标准。  III) 必须 **- 情况 C1 或 A/B:** 如果研究最初无法明确分配到情况 C1 或 A/B，例如当它是一个监测研究但涉及比较决策支持时。在这种情况下，指导标准应为是否需要通过 LCI/LCA 研究提供比较决策支持，即研究是否用于支持有关具有更好或更差环境绩效的替代方案的决策。如果是：则适用情况 A 或 B，根据小规模或大规模后果来确定；参见相关规定。如果不是，即研究仅用于回顾过去的更好绩效，则适用情况 C。  表3 映射了广泛使用的LCA应用程序与所需的研究成果及相应的目标情况A、B或C。  第6.5.4章提供了情况A、B和C的LCI建模规定的概述。  图3 提供了本文档中哪些章节识别情况A、B和C的详细建模差异的概述。 |

## 5.4 灵活性需求与严格性

无论具体的目标情况如何，意图应用的其他方面决定了是否需要更多的方法灵活性，还是严格性/可重复性是关键：例如，在情况A中，开发环境产品声明（EPD）或碳足迹指标需要非常高的严格性，以实现高度的可重复性，从而确保竞争产品结果的充分可比性。而在情况B中，对于不同未来原材料策略（如生物燃料与化石燃料）的政策选项的比较声明，则需要进行广泛的情景分析，包括LCI方法原则和方法，以确保结论和建议的稳健性。

这意味着，尤其是对于情况A，进一步狭窄和具体化的指导将是有益的。这些指导需要从被建模的过程和产品类型的角度来解释本文档中列出的通用指导。它将通用规定转化为更具体的规定。

因此，针对产品组或过程类型的具体指导文件，例如以产品类别规则（PCRs）形式呈现，被认为有助于进一步提高在情况A下进行的研究的可重复性。开发这种PCR类型的指导文件是后续步骤，可能由相关行业部门主导。

为了确保与本指导和其他ILCD指导文件的规定一致，对这种PCR类型文件的关键审查涵盖在单独的文件《LCA审查方案》中。

|  |
| --- |
| **规定：5.4 灵活性需求与严格性**  I) 必须 - **产品组和过程类型的具体指南及PCRs：**[ISO+]  I.a) **需要具体指南和PCRs：**为了进一步提高LCI/LCA研究的可重复性，建议开发符合ILCD的行业、产品组或过程类型的具体指导文件和/或产品类别规则（PCR）。如果这些指导或PCR的规定与本文档及其他引用的ILCD手册文件的规定一致（即不相矛盾），则这些具体指南或PCR被认为是符合ILCD要求的。因此，它们可以更严格或更具体，但不能更宽松。  I.b) **具体指南和PCRs优于ILCD手册：**如果这些指南或PCR已在符合ILCD要求的审查过程中开发并批准，则应应用这些指南或PCR中包含的规定，适用于它们涵盖的产品组和过程类型。因此，它们优先于ILCD手册中的更广泛规定。另见第2.3章。  文件《LCA审查方案》提供了适用的审查类型信息。即将发布的关于“审查员资格”和“审查范围、方法及文件”方面的具体文件，将提供产品组和过程类型具体指南及PCRs的补充要求。 |

## 5.5 选项性扩展目标

（无对应ISO 14044:2006章节）

LCI/LCA研究的预定目标可以扩展，以包括额外的次要应用，例如，使用为内部基准测试、弱点分析和/或产品改进/生态设计等开发的相同生命周期模型，为商业客户开发环境产品声明（EPD），或反之亦然。这种目标的扩展应尽早进行，因为这通常意味着很少的额外工作，而后期扩展可能需要大量额外资源来收集缺失或过于粗略的数据，或需要以不同的方式重新建模系统（例如，使用参数）。

|  |
| --- |
| **规定：5.5 选项性扩展目标**  I) 可选 - **扩展目标？：**考虑扩展目标以进一步利用LCI/LCA研究的其他用途/应用，以便从协同效应中受益。[ISO+] |

6范围定义 - 分析内容及方法

（参考ISO 14044:2006第4.2.3章）

## 6.1 引言和概述

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.1章）

在范围定义阶段，需要识别并详细定义LCI/LCA研究的对象（即确切的产品或其他系统）。这应与目标定义相一致。接下来，范围定义的主要部分是根据研究目标（即基于研究原因、决策背景、预期应用和结果的受众）推导出方法学、质量、报告和审查的要求。

在从目标推导LCI/LCA研究的范围时，以下范围项目应明确描述和/或定义：

* LCI/LCA研究的交付成果类型，与预期应用相一致（第6.3章）
* 被研究的系统或过程及其功能、功能单位和参考流（第6.4章，命名了案例特定规定）
* LCI建模框架和多功能过程及产品的处理（第6.5章）
* 系统边界、完整性要求和相关的切割规则（第6.6章）
* 要覆盖的LCIA影响类别和选择应用的特定LCIA方法，以及如包含的，归一化数据和权重集（第6.7章）
* 关于技术、地理和时间相关的代表性和适当性的其他LCI数据质量要求（第6.8章）
* 所需数据和信息的类型、质量和来源（第6.9章），特别是所需的精度和最大允许的不确定性（第6.9.2章）
* 系统间比较的特殊要求（第6.10章）
* 确定关键审查需求（第6.11章）
* 结果报告的计划（第6.12章）

程序在后续子章节中有更详细的描述。

子章节的顺序遵循主要的LCA工作流程逻辑。与此同时，某些项目之间的相互关联性和LCA的迭代特性在一定程度上限制了这一点。

在后续的迭代中，由于不可预见的限制或约束，或者由于其他附加信息，LCI/LCA研究的初步范围定义（在某些情况下甚至目标）通常需要进行微调或修订。最终的LCI/LCA研究文档应反映这些变化，包括对完成度、精确度、准确度等方面的影响及预期应用。

在更详细地讨论范围定义的不同方面之前，将简要介绍两个与LCA相关的跨领域要求。请注意，这些要求需要在后续工作中明确检查和引用，并加以记录：

* 方法、假设和数据的一致性（第6.2.1章）
* 可重复性（第6.2.2章）

## 6.2 概述与基本要求

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.1章）

6.2.1 方法、假设和数据的一致性

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.6.2章）

LCA中的一个重要基本要求是确保在整个LCI/LCA研究过程中方法、假设和数据的一致性。这涉及LCA工作的所有阶段和方面，是结果有效性和比较适当性的前提条件。

在范围定义阶段的所有步骤中，需要注意以下几点：

* 为确保结果质量，对不同部分的分析系统做出的所有假设必须保持一致（例如，能量计算是否使用高热值或低热值）。使用的LCI数据也必须在系统中保持一致，以满足研究所需的整体准确性、完整性和精度（详见第6.9.2章）。例如，产品比较时，这意味着假设相同的产品使用模式，包含相同的生命周期阶段，库存数据的准确性和精度大致相同等。
* 同样，所有方法的应用（例如，从单元过程估算排放或从这些排放计算影响）应在整个研究中以统一的方式进行，并与目标和范围定义一致。特别是应确保生命周期建模应用相同的方法规定（例如，定义为情况A的规定），并在整个系统模型中以及比较研究中的所有比较系统中使用相同的基本流命名法。这适用于所有的背景数据集和将收集的具体前景数据（见第6.9章）。这同样意味着，在比较研究中，所有系统应应用相同的LCIA方法（例如，影响指标、空间和/或时间差异等，见第6.7章）。
* 预见到上述任何不一致应被记录，并应证明/证明对系统的环境影响结果不重要。如果无法证明这种不重要性，则在陈述已实现的质量（在LCI或LCIA数据集或研究的情况下）或得出结论和建议（在LCA研究的情况下）时，应明确考虑这一点。

总之：在范围定义阶段以及后续的库存和影响评估阶段，必须努力确保LCA的所有重要方法学和数据方面的一致性，以及系统中所有相关贡献过程的一致性。实际达到的一致性应在解释阶段的评估步骤中检查（见第9.3章），并在得出结论和建议以及沟通时考虑。

|  |
| --- |
| **规定：6.2.1 方法、假设和数据的一致性**  适用于所有类型的交付成果，隐含区分。  I) 必须 - **方法和假设的一致性：**所有方法和假设必须在对分析系统的所有生命周期阶段、过程、参数和流中充分一致地应用，包括前景系统和背景系统（根据研究目标的要求）。这也适用于LCIA方法和因素，以及归一化和权重，如果包括的话。  II) 必须 - **数据一致性：**所有LCI数据在准确性、精确度和完整性方面必须与研究目标相一致，达到足够的一致性。  III) 必须 - **处理不一致：**上述任何不一致必须被记录。不一致应对分析系统的环境影响结果不重要，或者对于LCA研究，不影响得出的结论和建议。否则，这应导致修订目标设置，或者在后续报告已实现的质量（在LCI或LCIA数据集或研究的情况下[[31]](#footnote-31)）或得出结论和建议（在LCA研究的情况下）时，明确考虑这些不一致。 |

6.2.2 可重复性

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.6.2章）

可重复性是LCA中的另一个重要要求：LCI/LCA研究的可重复性是对记录的方法、假设和数据/数据来源是否允许独立从业者充分重现LCI/LCA研究结果及得出的结论或建议的定性评估。这对于LCI/LCA研究的可信度至关重要，也是审查的重要内容。

良好的LCI/LCA研究的可重复性依赖于明确的LCA工作指导（例如ILCD手册中定义的指导），以一致和透明的方式应用这些指导，并在研究和/或数据集的报告中适当地记录。这种指导有助于为专家用户和审查员提供适当和高效的技术文档，并作为开发面向非技术受众的沟通手段的起点和参考。

在许多已发布的LCI/LCA研究中，需要平衡可重复性和保密性。对数据进行独立和外部的关键审查是保证LCI数据集的数据质量和比较LCA研究结果的稳健性/可重复性的合适手段，同时满足保密需求：在保密允许的范围内，应提供所有数据和参数的公开透明。如果无法实现公开透明，应通过向关键审查员提供对保密信息（通常是单元过程和/或原始数据以及相关假设和参数）的机密访问来支持可重复性评估。无论如何，模型系统的适当元文档，包括应用的LCI和LCIA方法、主要数据来源、相关假设和限制等，应公开提供。

对于比较LCA研究，LCI结果和LCIA结果应始终公开，即不能仅放入保密报告中。

|  |
| --- |
| **规定：6.2.2 可重复性**  I) 必须 - **可重复性的文档：**LCI/LCA研究中所用的方法、假设和数据/数据来源的文档（见第10章）应适当且透明，以使其他LCA从业者能够充分重现结果。  I.a) 对于LCI或LCIA数据集或研究，这指的是LCIA结果。  I.b) 对于LCA研究，这指的是得出的任何结论或建议。  II) 可选 - **附随文档过程：**建议从项目开始时就开始记录文档，无论是电子方式还是纸质文件，并根据最终报告的需求进行修订/微调文档。 [ISO+]  III) 必须 - **保密信息：**对于无法公开的机密或专有数据和信息，可以预见到需要单独的保密报告。此报告应在保密条件下提供给关键审查员（如果需要或预计需要进行关键审查）。另见第10.3.4章。  注：单独提供的LCA报告模板和LCI数据集格式支持为专家用户和审查员提供适当和高效的技术文档。这些模板和格式是开发面向非技术受众的沟通手段的起点和参考。[ISO+] |

## 6.3 LCI和LCA交付成果的类型及其预期应用

（无对应ISO 14044:2006章节）

适当的交付成果类型由LCI/LCA研究的目标，特别是预期应用，决定。除非目标中已经直接指定了类型。此步骤通常在范围定义的早期进行，因为LCI/LCA研究所需的深度和广度在不同类型之间可能差异很大。在ISO 14044:2006中，这个问题仅隐含地在标准中讨论，因此没有明确对应的章节。

* 最常见的交付成果类型如下，从基本到更全面的类型：

- 生命周期库存（"LCI"）研究和/或数据集，以下几种变体：

- 单元过程研究和/或数据集，具有两个子类型（概念见图7）：

° 单一操作单元过程（变体：固定或参数化）

° 黑箱单元过程（变体：固定或参数化）

- 部分终止系统数据集（变体：固定或参数化）

- 生命周期库存结果（"LCI结果"）研究和/或数据集

* 生命周期影响评估结果（"LCIA结果"）研究和/或数据集

- 非比较生命周期评估研究（"LCA研究"），即包括影响评估和解释

- 比较生命周期评估研究（"比较LCA研究"），具有以下几种变体：

° 非主张比较生命周期评估研究（"非主张比较LCA研究"）

° 比较主张生命周期评估研究（"比较主张LCA研究"），明确得出任何比较替代方案的优越性、劣势或平等性

* 被分析系统的详细LCI模型（如果计划进行更详细的情景分析，例如在详细的生态设计中）。

注：对于开发LCIA模型、方法和因素的研究，请参见单独的指导文件《生命周期影响评估（LCIA）模型和指标的框架和要求》。

表3概述了LCI/LCA研究的哪些交付成果类型是每种预期应用所需的输入[[32]](#footnote-32)。它还显示了每种预期应用通常属于哪种三种原型目标情况，以及与该交付成果类型相关的具体ISO标准（如有）。

报告的要求形式取决于多个因素；除了交付成果类型和预期应用外，受众等也会影响这些要求；相关详细规定见第10章。

**表3 常见的LCI/LCA研究交付成果类型，针对特定LCA应用（指示性概述）。最合适的类型需根据具体情况决定。**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 应用领域/目的 | LCA应用 （从生命周期信息用户或提供者的角度） | LCI / LCA类型的交付成果和/或应用要求作为“LCA应用”的直接输入[[33]](#footnote-33),[[34]](#footnote-34),[[35]](#footnote-35) | 适用的目标情境 | | 相关的ISO标准（除了14040和14044:2006之外） |
| 产品改进 | **识别产品组的关键环境绩效指标（KEPI）用于生态设计/简化LCA** | **d 或e或iii;和f** | **A** | |  |
| **特定产品的弱点分析** | **f 和 d** | **A** | | **ISO/TR 14062** |
| **详细的生态设计/设计可回收性** | **f** | **A** | | **ISO/TR 14062** |
| **进行简化的KEPI类型LCA/生态设计研究** | **i** | **A** | |  |
| 产品比较和采购 | **特定商品或服务的比较** | **e,ii,or iv** | **A** | |  |
| **特定产品与产品组平均值的基准测试** | **e** | **A** | |  |
| **绿色公共或私人采购（GPP）** | **e,ii,or iv** | **A** | | **ISO 14015** |
| 沟通 | **制定基于生命周期的I型环境标签标准** | **d,e,i,or ii** | **A** | | **ISO 14024** |
| 应用领域 / 目的 | **LCA应用 （从生命周期信息使用者或提供者的角度）** | **LCI / LCA类型的交付成果和/或应用要求作为“LCA应用”的直接输入：** | **适用的目标情境** | **相关的ISO标准（除了14040和14044:2006之外）** | |
| **为产品组开发产品类别规则（PCR）或类似的特定指南** | **e or d; and f** | **A** | **ISO 14025** | |
| **为特定的商品或服务开发基于生命周期的第三类环境声明（例如，环境产品声明（EPD））** | **d or i; and f** | **A** | **ISO 14025** | |
| **为特定产品开发“碳足迹”、“初级能源消耗”或类似指标** | **d, i, or f** | **A** | **ISO 14025** | |
| **在环境管理系统（EMS）中计算间接效应** | **b or d** | **C1** | **ISO 14001** | |
| **使供应链绿色化** | **ii, iv, or e** | **A** | **ISO 14015** | |
| **提供定量生命周期数据作为环境技术验证（ETV）的附录以供比较使用** | **ii, d, or i** | **A** |  | |
| 跨多个领域 | **为不同应用开发特定、平均或通用的单元过程或生命周期清单（LCI）结果数据集** | **a or b** | **A,B,C1,or C2** |  | |
| **清洁发展机制（CDM）和联合履行（JI）** | **d, ii, i, or f** | **A** |  | |
| 战略决策支持 | **政策发展：预测和分析普遍技术、原材料战略等的环境影响，以及相关政策的发展** | **e** | **B** |  | |
| **政策信息：识别具有最大环境改善潜力的产品组** | **e** | **B** |  | |
| 应用领域 / 目的 | **LCA应用**  **（从生命周期信息使用者或提供者的角度）** | **LCI / LCA类型的交付成果和/或应用要求作为“LCA应用”的直接输入：** | **适用的目标情境** | **相关的ISO标准（除了14040和14044:2006之外）** | |
| 统计 | **监测国家、行业部门、产品组或产品的环境影响** | **D or b** | **C1** |  | |
| **政策信息：产品篮子（或产品组）类型的研究** | **e** | **C1** |  | |
| **政策信息：识别具有最大环境影响的产品组** | **e** | **C1** |  | |
| **具有固定供应链保证的认证供应类型研究或分析系统的部分** | **b, d, e, or ii** | **C1** |  | |
| **企业或现场环境报告** | **D** | **C1** | **ISO 14015, ISO 14031** | |
| **根据其目标定义不包括与其他系统交互的会计研究** | **d** | **C2** |  | |

|  |
| --- |
| 条款：6.3 LCA交付成果类型及其预期应用  适用于情况A、B和C，并有所区分。  I) 应提供的**交付成果类型：**应从目标定义中识别的预期应用（参见第5.2.1章）及任何潜在的预设条件中推导出LCI/LCA研究应提供的适当交付成果类型。表3提供了概述。以下类型最为常见，按综合性和/或复杂性的递增顺序列出：[ISO!]  I.a) 生命周期清单（“LCI”）研究和/或数据集，具有以下变体：  I.a.i) 单元过程研究和/或数据集，具有两个子类型：  I.a.i.1) 单一操作单元过程（变体：固定或参数化）  I.a.i.2) 黑箱单元过程（变体：固定或参数化）  I.a.ii) 部分终止系统数据集（变体：固定或参数化）  I.a.iii) 生命周期清单结果（“LCI结果”）研究和/或数据集  I.b) 生命周期影响评估结果（“LCIA结果”）研究和/或数据集  I.c) 非比较生命周期评估研究（“LCA研究”），即包括影响评估和解释  I.d) 比较生命周期评估研究（“比较LCA研究”），具有以下变体：  I.d.i) 非断言比较生命周期评估研究（“非断言比较LCA研究”）  I.d.ii) 比较断言生命周期评估研究（“比较断言LCA研究”），明确得出任何比较替代方案的优越性、劣势或相等性  I.e) 分析系统的详细LCI模型  请注意，不同类型的交付成果意味着不同的要求，例如关于报告和审查。  注：有关LCIA模型、方法和因素的开发作为一种特殊的LCA交付成果，请参见单独的指导文件《生命周期影响评估（LCIA）模型和指标的框架与要求》。 [ISO+]  I.d.i) 非断言比较生命周期评估研究（“非断言比较LCA研究”）  I.d.ii) 比较断言生命周期评估研究（“比较断言LCA研究”），明确得出任何比较替代方案的优越性、劣势或相等性  I.e) 分析系统的详细LCI模型  请注意，不同类型的交付成果意味着不同的要求，例如关于报告和审查。  注：有关LCIA模型、方法和因素的开发作为一种特殊的LCA交付成果，请参见单独的指导文件《生命周期影响评估（LCIA）模型和指标的框架与要求》。 [ISO+] |

## 6.4 功能、功能单位和参考流[[36]](#footnote-36)

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.2章及第4.2.3.3.1章的相关内容）

6.4.1 需要分析的过程或系统的详细识别

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.2章及第4.2.3.3.1章的相关内容）

根据目标定义中提供的有关需要分析的过程或系统的初步信息，通常需要在范围定义中添加详细信息。特别是当LCI/LCA研究的目标不够明确时（例如，“对英国市场上常见的鲜菜包装选项进行比较断言”），需要分析和比较的系统（在此为特定的包装选项）仍需详细识别和明确。这应在LCI/LCA研究的范围阶段完成。当目标涉及如“通用”、“平均”、“概念”或其他需要解释的定义不充分的特征时，总是需要在范围定义中进行更好的规范化。

该系统规范化与系统的功能、功能单位和参考流密切相关：

|  |
| --- |
| **术语和概念：功能、功能单元和参考流**  系统的功能和功能单元是生命周期评估（LCA）的核心要素。没有它们，特别是产品的有意义和有效比较是不可能的：LCA总是基于对分析系统提供的功能（例如“保护户外墙免受天气影响”等）的精确定量描述。注意，像分析的政策选项、战略或使用LCA指标监测的整个国家等研究对象也具有“功能”；在LCA的意义上，功能意味着定量和定性地指定被分析对象：这通常通过使用功能单元来完成，功能单元命名和量化功能的定性和定量方面，回答“什么”、“多少”、“多好”和“多长时间”这些问题。对于产品，这可以是例如“在99.9%不透明度下，完整覆盖1平方米的底漆户外墙，使用寿命为10年”。对于政策选项，这同样适用。为了更清楚，以下例子将四个方面分开：例如，某产品政策对在美国市场销售的X类产品设定最低要求（即“多少”和“多好”），自2012年起，直至5年后的政策修订（即“多长时间”）。对于国家指标，例如，所有在2006年基准年为韩国（即“多少”）提供流动性的商品和服务（即“什么”），为期一年（即“多长时间”）。其中的“多好”将是流动性定义的一部分（例如，是否包括步行）。关键是功能单元允许进行有效的比较，因为比较的对象（或相同对象的时间序列数据）是可比较的。这些定义和功能单元的量化通常依赖于技术测量标准。  最后，参考流是所有其他输入和输出流（即所有基本流和非参考产品及废物流）定量相关的流（或在多功能过程中为多个流）。它实现了功能单元：参考流可以直接与功能单元相关（例如，“使用A型涂料在99.9%不透明度下，完整覆盖1平方米的底漆户外墙，使用寿命为10年”）或以更面向产品的方式表达（例如，“0.67升A型涂料”）。首选参考流的类型主要取决于产品的类型：对于只有一个相关功能的产品，两种选项都是可能的。对于具有多个替代功能的产品（例如“1公斤钢板；类型XY...”），使用带有技术规格的产品的测量量（例如以公斤为单位的质量）作为参考流更为有用，而不是与特定功能单元相关的参考流，例如以平方米为单位的测量，这可能会使数据集的其他使用变得复杂。注意，所使用的LCA软件的建模逻辑也可能需要或更喜欢使用其中一种，具体取决于其连接具有不同名称参考流的过程的灵活性。  注意，功能单元和参考流的一个方面是产品的可用位置（及位置类型）。例如，“在德国”/“DE”和“1升饮料纸箱包装鲜奶在销售点”或“……到消费者”，即确定位置类型以识别哪些运输和/或储存步骤包含在清单中。这应作为参考流名称的一部分来识别，除非数据集指的是位置不特定的过程步骤（例如“HD-PE高压注塑机”等）。 有关功能单元的定量和定性方面的更多信息，请参见第6.4.2和6.4.3章以及第6.4.4章中的示例。 |

建议提供详细的分析系统描述以及照片（尤其是针对消费品的情况）。

通常，LCA/LCI研究的目标决定了重点关注的单一功能和分析对象，或者是否将整个系统作为分析对象。例如，废物焚烧厂可以从废物管理的角度进行分析，将单个家庭废物组成部分（例如聚合物成分、惰性材料、有机生物质成分等）作为参考流和功能单元[[37]](#footnote-37)。如果需要数据集“来自家庭废物焚烧的电力”，则产生的电力将作为参考流。如果从第三个角度来看，LCA/LCI研究的目标是对焚烧厂进行详细分析，则将以整个厂为目标，进行技术规格说明和可能的参数化，而不是定义任何特定的功能单元。

6.4.2 功能单元的定量方面

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.2章）

定义功能单元的第一步是识别和量化系统的相关可量化属性以及技术/功能性能。举例来说，对于一个购物袋，其强度、容量和其他属性是相关的定量方面。但袋子可以使用的频率（或根据调查使用的频率）也是重要的。对于服务，例如清洁服务，地板类型和清洁面积（根据指定的清洁标准）是重要的。尽管在此讨论了定量属性，但这些属性总是与某种质量相关；它们是可以量化的。

对于许多产品的功能单元量化，需要区分提供功能的两个方面：使用持续时间（时间）和实际提供功能的程度/数量。例如，一辆车的平均使用寿命可能是12年。然而，为了与其他车型进行比较，以驾驶公里数衡量的使用寿命更为合适，即功能信息。对于持续功能的产品（如住房、冰箱），这种情况不常见，但在使用强度占主导地位的情况下，选择合适的功能单元变得至关重要。对于衣物、手机、电视机等，产品在被丢弃之前持有的时间不适合进行比较。虽然这些信息可能对碳储存问题或确定回收发生的时间范围（例如，手机通常在使用结束后被保留多年，因为废物管理要求不明确且产品不占用太多空间）很重要。

还需强调的是，对于许多服务以及复杂的多功能商品（例如个人电脑），功能单元的识别和量化并非简单直接，而是取决于特定使用情况的组合。

附加的质量方面在第6.9.2章中讨论。

|  |
| --- |
| **常见错误：基于不相关的功能单元进行比较**  比较不应基于任何其他参考，而应基于等效功能单元。不同材料之间的质量基础比较（例如“1公斤玻璃”对比“1公斤PET”）是毫无意义且具有误导性的。材料比较只能在其使用的产品背景下进行。这需要通过在功能单元中指定和量化它们来考虑其功能（例如“1升一次性玻璃瓶”对比“1升一次性PET瓶”，且：“……均用于向最终消费者配送静水”）[[38]](#footnote-38)。关于利基市场产品的有限替代性，请参见第5.2.2章。  在材料层面进行比较只有在比较相同材料的不同技术或生产路线时才有意义（例如“1公斤6.6聚酰胺通过传统化学路线从原油中获得”对比“1公斤6.6聚酰胺通过联合生物技术/化学路线从玉米秸秆中获得”）。在这个例子中，比较实际上是在不同技术/路线之间（功能单元为“1公斤6.6聚酰胺的产量”），而不是在材料之间进行比较。注意，对于这样的比较，必须确保两种6.6聚酰胺变体具有相同的定量和定性属性，例如摩尔质量、颜色等，以保证比较的有效性和公平性。 |

6.4.3 功能单元的定性方面

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.2章）

**定量和定性方面的区别**

系统功能的定性定义是对功能提供方式及其他产品质量的描述。这些定性方面包括那些不易量化的方面。例如，购物袋的抗湿性或与用户对等效性和可替代性感知相关的方面，这些方面对确保公平比较至关重要。感知方面可以是，例如，产品被认为时尚或具有特定设计特征（如形状、触感等）。

**使用定性方面进行更好的信息化比较**

相关的定性方面应加以记录，因为它们对用户接受产品可能具有决定性作用。这是为了确保比较的产品确实是可比的——对于用户而言。最终，研究的主要利益相关者（例如客户、竞争者等）决定需要记录哪些定性方面，以支持公平比较。因此，功能单元的定义必须包括定量和关键的定性方面，以避免在随后定义等效性时的主观性。特别是对于可能在多个定性方面存在差异的复杂产品（例如两款不同舒适度的汽车），必须仔细确保“功能单元”的等效性，以确保有效且可辩护的比较，更不用说公开披露的比较声明。应在解释中强调替代方案在何种定性方面存在差异，并澄清等效性接受的唯一权在于用户，即替代方案在技术上是等效的，可以进行技术比较。

使用质量功能展开（QFD）方法可以帮助提高替代方案的可比性；更多信息请参见第7.9.3.3章。

**不可完全比较的系统比较**

上述内容可以扩展到比较替代方案的研究，其中等效性和可比性主要是客户感知的问题。对于这些情况，可比性无法客观衡量。例如，对于许多服务来说：对于一个客户来说，两家四星级酒店可能不可比较，而对于其他人，四星级酒店可能与三星级酒店可比较（或者更倾向于私人宾馆），具体取决于特定的特点、位置等。一个人认为看电视一小时与读书一小时等效，而另一个人则不然（参见第6.4.6章中的“非技术功能和功能单元”）。因此，此类比较研究的结果应明确声明，不假设可比性，而是依赖于个人的偏好和判断。

**技术圈内与产品属性相关的影响分离**

在产品对人类在技术圈内直接产生相关影响的特殊情况下（例如食品、饮料、烟草产品等），而不是通过环境排放，这些影响应在产品描述中一般性地识别和记录，或者在单独的清单中列入，并进行特定的单独影响评估。这些影响不应与生命周期清单中的生态圈干预合并（见第7.1章）。这些补充信息应在LCA结果解释中明确考虑，以避免误导性解释。其他工具，如风险评估，可用于以模块化方式适当地捕捉和评估这些属性，与LCA涵盖的生态圈干预一起考虑。

6.4.4 使用必需属性和定位属性

（无相应ISO 14044:2006章节）

在产品开发中，有时会使用“必需属性”和“定位属性”这两个概念。在LCA中，确定产品的功能单元时，可以使用这些属性（如适用）。

必需属性是指产品必须具备的特征，以便用户将其视为功能上有用的产品（例如，对于外墙涂料，这将包括覆盖和保护墙体免受天气影响的能力）。所有法律要求也属于必需属性（例如涂料中的有毒化合物限制/禁令）。

而定位属性是指可选特征，这些特征可用于在市场上使产品比其他类似产品更具吸引力（例如，对于上述涂料示例：无滴落应用、大量不同颜色选择、保证未来10年可订购等）。例如，舒适性、形象和美学方面的内容。完整的示例见表4。

对于利基市场产品的有限替代性，请参见第5.2.2章。

产品功能的定量定义和一些关键的定性方面通常基于产品的必需属性，而其他通常与用户感知相关的定性方面可能在定位属性中识别。

**表4 比较案例中的功能、功能单元和参考流示例：户外墙面涂料比较（2个替代方案）**

|  |  |
| --- | --- |
| **必需属性 → 在功能单元中量化** | **定位属性 → 记录文档** |
| * 覆盖壁面以均匀的颜色 * 保护壁面免受雨水、阳光和微藻的破坏 * 提供易于清洁的表面 * 在涂布过程中符合健康要求 * …… | * 无滴落应用 * 可选择多种颜色 * 水性系统 * 快速涂布（只需涂布一次即可完全覆盖，或涂层非常粘稠） * …… |
| **功能单元**  根据标准XYZ（在定义的（例如，潮湿热带）气候条件下）涂刷和覆盖1平方米的户外墙面，使用红色（颜色代码XYZ），持续10年。  **参考流**  - 涂料A：6.5升溶剂型涂料A（需要涂刷两遍，并且在5年后重新涂刷一次[[39]](#footnote-39)，即两次3.25升）  - 涂料B：3.8升水性涂料B（无滴落，只需涂刷一次，使用寿命10年） | |

6.4.5 使用技术标准定义功能和功能单元

（无相应ISO 14044:2006章节）

产品功能单元的定量定义应尽可能和适当地参考技术标准（例如，确定外墙保温材料的保温能力的热导率标准；或确定墙面涂料遮盖度的遮盖度测量标准）。标准是否适用取决于它是否以LCA所需的方式捕捉功能单元，即以可比较、差异化的方式，涵盖不同的工艺操作周期等。

|  |
| --- |
| **常见错误：使用不适当的技术标准量化功能单元**  标准化的测量协议是提高产品可比性的不可或缺的手段。然而，并非所有技术标准都直接适用于LCA。以下是一些负面示例：  - 直接使用5分钟的排放平均峰值测量数据，而不是质量流量平均数据  - 使用排除启动/停机周期的基础负荷测量，而不是覆盖整个周期的数据（参见第7.4.2.7章）  - 直接使用能耗设备的最大电力需求信息，而不是实际消耗（例如，“2千瓦”用于冷却风扇，但实际上可能仅在其容量的80%上运行，并且仅在部分时间内）  - 报告的“驾驶周期混合”车辆燃油消耗可能未必反映正常使用中的平均消耗，而只是用于一般可比性/法律目的  - 启动电池的初始容量会随着老化而减少；更重要的是，这种老化在不同电池概念之间可能存在差异  - 卤素灯泡的初始光强度未考虑使用阶段后的老化所导致的特定减少值  关键问题是测量方法是否适用于比较分析系统的生命周期性能。分析技术或服务操作的技术理解与LCA专业知识的结合，是适当地量化产品功能单元以便在LCA中进行比较所必需的。 |

6.4.6 功能单元和/或参考流?

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.2章）

**应用不特定产品：参考流作为“声明单位”和产品规格，而非功能单元**

需要注意的是，并非所有系统都有明确或唯一的功能单元：

对于应用不特定的材料，如钢铁、石膏等，或者用于多种用途的机器，如卡车、垃圾焚烧炉等，其可能的应用数量和功能单元通常非常庞大，几乎无法确定。在这种情况下，当无法提供一个或几个相关的功能单元时，必须明确且定量和定性地识别参考流，即产品的详细名称以及进一步识别其相关特性和位置类型的信息。这有助于在其他系统中正确选择和使用数据。

例如，摇篮到工厂的钢材数据集会得到详细的参考流：1千克“热轧不锈钢卷材，退火和酸洗；电弧炉工艺；生产混合，工厂；304等级（奥氏体，18%铬，10%镍）”。这也被称为“声明单元”，因为无法给出通用功能单元，而是使用更简单的质量、体积、面积、件数或类似单位。关于该钢材的技术适用性的额外信息进一步指导数据集的正确使用。在数据集的后续使用中，会指定确切所需的数量（例如“热轧不锈钢卷材0.753千克”），确保通过参考流正确识别和量化过程。

在卡车的例子中，研究中会定义一个特定的运输情景，使用特定卡车的数据集，从而确保明确识别和量化。例如，运输情景“150公里的散装沙子运输，负荷因子90%”，数量和单位例如1吨\*公里，数据集为“卡车散装运输；Euro 0、1、2、3、4运输混合；22吨总重量，17.3吨最大有效载荷”。

**多功能过程：功能单元和参考流**

如果一个过程有多个产品作为输出（例如，合成过程中的不同化学品与有价值的副产品），或处理多个废料（例如，合作服务），则称为多功能过程（见图6）。因此，它具有多个参考流，所有这些参考流都应得到良好定义和说明。

是否所有的参考流都有一个（或多个）对应的功能单元，取决于功能或产品的类型（参见本小节的前述和后述规定）。

具有附加/并行功能的多功能产品：需要一个参考流（或根据模型需求每个功能一个参考流），详细技术规格，附加/并行功能单元应根据具体情况适当定义。

多功能产品与多功能过程方法学上类似，但通常需要不同的规格方式：一个产品可能具有几个功能单元，这些功能可能被顺序或并行使用（例如，一个手机可以用于通话、存储和播放音乐、接收短信、作为闹钟等）。

实际使用的功能和使用程度取决于个体用户。然而，至少应提供代表典型或平均使用情况的功能单元，并考虑技术使用寿命。额外或替代的技术产品规格应记录在数据集文档中，以便通知数据集用户。在产品比较中，典型或平均使用情况或特定使用情景将被定义并比较，结合各种定量产品规格方面。

**具有替代功能的系统： 需要一个参考流，详细技术规格，替代功能单元应根据具体情况适当定义。**

除了提供多个功能的多功能产品或过程（例如手机）或生产多个产品的过程（例如小麦与稻草的共生产），一些系统可以根据使用上下文具有几个替代功能单元（例如，既用于室内又用于室外的特定涂料，具有不同的使用寿命/耐受性）。

这些产品在LCA的意义上并非多功能，因为它们只能执行一个替代功能。在这种情况下，如果比较是预期的应用，则应记录主要或应用不特定的功能单元作为默认。建议额外记录和定义主要其他功能单元，以便于后续比较，并提供技术产品规格。

**高度可变功能的过程和产品：参数化数据集。**

使用参数化数据集或系统模型可以提供对高度可变功能的定量信息。这种情况发生在不同的使用模式导致LCI数据显著变化时，例如，对于许多灵活的机器和过程（如废物处理（废物成分变化）、运输（不同负荷因子和道路类型））。这支持更准确的后续使用。

有关功能单元、参考流等的建议，请参见本小节的其他内容。

**非技术功能和功能单元**

除了产品和服务的具体技术功能，它们通常还具备其他非技术功能，这在生活方式研究中可能具有兴趣。例如，个人娱乐功能：

许多产品和个人服务（如看电视、按摩、骑自行车等）与我们在闲暇时间的持续使用有关。因此，从个人时间占用的角度来看，即使技术功能完全不同的产品，也可以进行有意义的比较。这种比较可以用于生活方式分析或环境优化休闲导向商品和服务。“填充个人（闲暇）时间的持续时长”因此成为一种特殊的额外属性，可以作为功能单元。进行这类比较时，需要谨慎观察结果解释和活动等效性。然而，认为在这种特定情况下误导的风险较低：与比较其他类型的产品（在功能单元的定性方面差异明显）不同，这里显然各项活动在技术功能上有所不同。最终，由消费者决定是否认为一小时的电视娱乐等同于一小时的读书或下棋。这方面的定位原则已经被讨论。

进一步的工作，以提供更全面的指导，将在非技术功能及相关研究领域是有益的。

6.4.7 系统比较与功能单元

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.2章）

特殊的功能单元规定适用于系统比较，特别是公开披露的比较声明；详细信息见第6.10.3章。

在仅部分等效的情况下，存在机制可以使它们在许多情况下具有可比性。具体细节取决于适用的生命周期清单（LCI）建模原则和方法，这些仍需确定；有关使系统可比的详细信息，参见第7.9.3章（归因建模）和第7.2.4.6章（后果建模）；第6.5.4章中提供了简化的A、B和C情况规定。

|  |
| --- |
| **规定：6.4 功能、功能单元和参考流**  请注意，对于在生命周期模型中识别出的进一步过程（这些过程超出了初步范围阶段中识别的核心过程），这些规定仅在后续迭代和LCI阶段应用。  I) 必须 - **识别系统或过程：**根据目标和其他范围设置，识别待分析的系统或过程[[40]](#footnote-40)（例如：产品、服务、技术、策略、国家等），并以明确的方式描述这些系统或过程（6.4.1）。  II) 可以 - **照片、规格：**根据需要和适用性，提供系统的照片、技术规格和/或描述（6.4.1）。 [ISO+]  III) 必须 - **识别功能和功能单元：**每个系统的一个或多个功能和可量化、可测量的功能单元必须清晰识别，适用于系统类型（具体情况见6.4.6节的例外情况）（6.4.2）。  IV) 必须 - **功能单元，详细信息：**功能单元必须在以下各方面进行详细识别和说明（6.4.2, 6.4.3）：  IV.a) 提供的功能（什么），  IV.b) 数量（多少），注意，即使“多长时间”信息也很重要，但使用强度和最终的整体功能量对有效比较至关重要，  IV.c) 持续时间（多久），  IV.d) 质量（以何种方式和程度提供功能），  IV.e) 随时间变化的功能性能（例如由于产品老化）必须明确考虑和量化，尽可能做到（ISO+）。  V) 可以- **必要和定位属性：**如果分析产品系统，建议使用必要属性和定位属性分别对其功能的定量和定性方面进行描述（6.4.4）。 [ISO+]  VI) 必须 - **测量方法：**应尽可能使用ISO或国家标准化标准作为测量方法，在LCI/LCA背景下，如果可用且适用。仅在没有或不适用标准的情况下才使用自有测量方法。这些方法必须清楚地说明和记录，并在后续进行批判性审查（6.4.5）。  VII) 应 - **功能单元的替代和补充：**注意，并非所有情况都适合提供功能单元。在这种情况下，应使用其他清晰定义、量化和可测量的项目作为替代或补充，如下所述；偏差应简明扼要地说明（6.4.6）:[ISO!]  VII.a) **材料和其他应用不特定产品**：通常无法给出功能单元。应仅提供包括主要技术规格的参考流。在这种情况下，参考流也是声明单元，但不是功能单元。  VII.b) \*\*多功能过程\*\*：对于每个功能，应提供一个功能单元和/或参考流，具体取决于共同功能/副产品的类型（见子列表中的其他条目）。否则，技术规格应在附带文档中提供。  VII.c) \*\*单功能系统\*\*：对于仅具有一个相关功能或功能组合的系统（例如产品），应指定功能单元。另需提供一个清晰且详细的系统名称的参考流。功能相关的技术规格应作为参考流名称的一部分和/或在附带文档中提供。  VII.d) \*\*多功能系统\*\*：对于具有多个平行功能的多功能系统，应提供详细的技术规格。此外，应根据具体情况提供相应的功能单元。需提供一个清晰且详细的系统名称的参考流。（如果数据集直接用于比较研究，可以将此参考流拆分为每个功能一个参考流，以便替代单一功能实现比较的等效性。）  VII.e) \*\*具有替代功能的系统\*\*：对于具有替代功能的系统，应指定最相关的替代功能和功能单元。此外，必须提供一个清晰且详细的系统名称的参考流。功能相关的技术规格应作为参考流名称的一部分和/或在附带文档中提供。  VIII) \*\*应\*\* - \*\*高度可变的功能\*\*：对于具有高度可变功能的过程和系统，应记录变量和参数与系统性能及其清单的关系。这应以数学关系或其他合适形式进行记录。建议使用参数化数据集以支持适当的文档编制和高效使用。  IX) \*\*必须\*\* - \*\*比较研究\*\*：有关比较研究的额外特殊规定，请参见第6.10.3章（6.4.7）。其中，比较应基于其参考流进行。有关产品和废物流的流动属性和单位的详细建议，请参见《命名法及其他约定》文档。 |

## 6.5 生命周期清单（LCI）建模框架

（没有直接对应的ISO 14044:2006章节[[41]](#footnote-41)；子章节涉及多个ISO 14044:2006章节的方面）

6.5.1 引言和概述

（没有对应的ISO 14044:2006章节）

**引言**

在范围定义的早期，必须对生命周期清单建模原则和方法进行重要决策，这些原则和方法将用于系统建模：归因建模或后果建模，以及分配或系统扩展/替代方法。这对许多后续选择有影响，包括要收集或获取哪些清单数据。

这一决策应根据LCI/LCA研究的目标作出。特别是，它取决于LCI/LCA研究的决策背景以及其他一些标准，如可重复性和稳健性、实际可行性、利益相关者接受度等。因此，LCI建模框架和方法的选择不是独立的，而是根据研究的目标为每项研究单独确定。

|  |
| --- |
| 常见错误：主观或无系统的LCI建模原则和方法选择  在LCA实践中，常见且严重的错误是“总是进行归因性（或后果性）LCA”以及“总是进行分配”（或“进行替代”）。同样，将归因性和后果性建模无系统地组合在同一系统模型中，例如对一个多功能过程的副产品进行分配，而对另一个过程的副产品进行替代，也是错误的。应采取系统的方法；第6.5.4章提供了相关指导。 |

**概述**

在介绍了两个主要的LCI建模原则（归因性和后果性）及相关的主要LCI方法（分配和系统扩展/替代）之后，详细说明了针对三个早期识别的典型目标情况A、B、C的LCI方法规定。

实践中如何识别用于归因性或后果性建模的过程，见于第7.2.3章和7.2.4章。关于如何解决回收/生命周期结束处理的特定多功能性问题，详细说明在附录14.4（归因性建模）和14.5（后果性建模）中。情况A、B和C的简化规定见于第6.5.4章。

6.5.2 两个主要的LCI建模原则

（没有对应的ISO 14044:2006章节）

在LCA实践中使用了两个主要的LCI建模原则：归因性和后果性建模，前者由于历史和实践原因更为广泛使用。它们代表了分析系统（例如一个产品）建模的两种基本不同情况：

* 归因性生命周期模型描述了其实际或预测的特定或平均供应链，以及其使用和生命周期结束的价值链。现有或预测的系统嵌入到一个静态的技术圈中。
* 后果性生命周期模型描述了理论上因分析决策而预期的通用[[42]](#footnote-42)供应链。系统与市场互动，并描绘出预期分析系统的额外需求在响应这种额外需求的动态技术圈中的变化[[43]](#footnote-43)。

以下框框对这两个原则进行了更详细的解释和说明：

|  |
| --- |
| **术语和概念：归因性建模**  归因性生命周期清单建模原则也称为“会计”、“记账”、“回顾性”或“描述性”（有时可能令人困惑地称为“平均”或“非边际”）。它描绘了可以归因于系统（例如一个产品）生命周期中的潜在环境影响，即沿供应链的上游和系统使用及生命周期结束的价值链的下游。归因性建模利用了历史、基于事实、可测量的数据，这些数据具有已知（或至少可以知道）的不确定性，并包括所有被识别为对所研究系统相关贡献的过程。  因此，在归因性建模中，系统按照其实际状态或历史状态（或预测状态）进行建模。这同样适用于其背景过程：作为背景数据时，理想情况下使用特定生产商提供的LCI数据，例如一个二级供应商为大型办公楼生产所需的砖块。在生产商或技术来源广泛的情况下，通常使用平均或通用数据，例如，对于奥地利消费产品的电力，使用奥地利的电力消费组合, 具体包括水电、天然气、硬煤、燃油、核电、生物质等发电厂的实际定量份额，以及对  章和第7.8章。  奥地利市场的电力进口和出口。特定数据转为平均或通用数据仅出于实用考虑，这种简化是合理的，因为通常在供应链和价值链的多个步骤中会发生平均效应。  有关如何使用归因性建模原则建模系统的更多细节，请参见第7.2章和第7.8章。 |

|  |
| --- |
| **术语和概念：后果性建模**  后果性生命周期清单建模原则也称为“变化导向”、“效果导向”、“决策基础”、“市场基础”，以及（较旧且不完全/误导性的）“边际”或“前瞻性”。它旨在识别前景系统中的决策对经济中其他过程和系统的影响，包括分析系统的背景系统和其他系统。它围绕这些后果建模分析系统。因此，后果性生命周期模型并不反映实际（或预测的）特定或平均供应链，而是建模一个假设的通用供应链，该供应链通过市场机制进行预测，可能还包括政治互动和消费者行为变化。  为了更好地反映市场约束和供应商相关的明确决策，一些研究人员通过明确考虑现有供应合同和计划中的未来供应商来限制市场机制模型。其他使用的约束包括现有或预期的政策措施，例如绿色税收/激励和材料禁令。  后果性建模的关键步骤是识别边际过程，即从决策出发的通用供应链，并围绕其构建过程链生命周期模型（详细信息见第7.2.4章）。一些专家识别每一个单独的边际过程，另一些专家识别多个最可能的边际过程的组合，以获得更稳健的估计。  在LCA实践者中，讨论了多种机制如何影响其他过程和产品，以及随之而来的后果类型：这些机制包括引发新生产设施的需求（或停用现有设施）、市场对竞争产品的替代、消费者行为变化等。次要后果可能会与主要后果相反（称为“反弹效应”）或进一步增强先前的后果。  关于建模主要市场后果，采用了一般（和在某些情况下部分）均衡模型的组件。建模市场后果的核心是对市场的定量理解，以及分析的商品或服务的供需直接和间接变化如何在市场中作用，导致其他商品和服务的需求和供应发生特定变化。  有关如何使用后果性方法原则建模系统的更多细节，请参见第7.2.4章和第7.8章。额，以及对  章和第7.8章。 |

与选择适当的LCI建模框架密切相关的是如何解决过程和产品的多功能性问题（在ISO 14044:2006中归为“分配”）。因此，这个问题在详细说明LCI建模框架的规定和如何处理目标情况A、B和C的多功能性之前进行了解释和说明。

6.5.3 解决多功能性的LCI方法

（参考ISO 14040第4.2.3.1章）

6.5.3.1 引言

**多功能过程**

如果一个过程提供多个功能，即提供多个商品和/或服务（通常也称为简化的“副产品”），则称其为“多功能”的（见图6）。

一个经典的例子是氯化钠溶液的电解，生成副产品氢氧化钠溶液、氯气和氢气。废物焚烧炉中处理不同废物的过程是另一个例子；在这种情况下，该过程提供了处理不同废物的多个共服务。

在大多数简单商品和服务的LCI/LCA研究中，人们关注的是仅一个共功能的具体生命周期[[44]](#footnote-44)清单（例如上例中的氢氧化钠溶液或氯气）。为实现这一点，仅计入该分析功能的适当输入和输出（即消耗的材料、能源载体和部件、资源流、排放、废物等）。即，特定功能的清单应被隔离。



**图6 多功能过程，涉及多个输入产品和消耗资源，同时生成各种废物和排放，并提供两个副产品1和2。**

**多功能过程具有多个共功能集**

在少数情况下，多功能过程可能具有多个共功能集。例如，不同废物的焚烧会产生电力和蒸汽作为副产品。具体考虑哪一组共功能取决于研究的视角，即研究提出的问题：如果研究旨在计算其中一个废物的清单，则废物处理服务是共功能。如果研究旨在计算电力或蒸汽的清单，则这两者是相关的共功能。在后者的例子中，如果采用分配方法，清单将仅在这两者之间分配，所有其他流，包括废物处理服务，仅视为非功能性产品流。在替代方法中，仅会替代不需要的共功能（即蒸汽或电力，取决于哪个是所需的共功能）。

**多功能产品**

多功能产品（例如手机）是多功能过程的一种变体，其方法学上相同，但在LCI数据集中通常以不同的方式建模：虽然前述多功能过程的每个共功能都有单独的参考流，但在这种情况下，通常仅使用一个参考流。这不仅因为用户将手机视为一个产品，而且因为它作为一个整体进行管理（例如包装）、运输、使用和处置，即与其他具有物理上不同商品（或服务）的情况不同。

对于涉及复杂商品和服务的LCI/LCA研究（例如手机），通常关注的是整个产品及其所有功能。然而，在与类似产品进行比较时，必须使备选产品完全可比，例如，被比较的手机型号可能缺少至少一个功能（例如MMS），或在至少一个功能的定量方面存在差异（例如存储空间）。

**解决多功能性**

解决多功能性有不同的方法。选择最合适的方法取决于研究的目标情况、可用的数据和信息以及多功能过程或产品的特性。

最合适的解决多功能性的方法应在LCA的范围阶段（或至少在计划数据收集的清单阶段）确定，因为它会影响所需的清单数据和其他信息。本章的剩余部分介绍了这一主题及相关概念，这些概念也作为后续应用这些方法的基础。

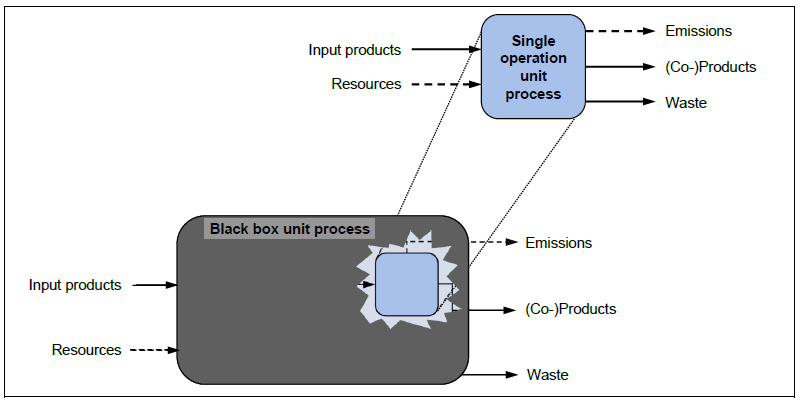
6.5.3.2 ISO解决多功能性的层级结构

**引言**

在“分配”这一标题下，ISO 14044:2006提出了针对这一多功能性问题的不同方法的层级结构[[45]](#footnote-45)。该层级结构是制定ILCD指导的起点，详细指导分别在第7.9章（完全归因性建模）和第7.2.4.6章（完全后果性建模）中提供。第6.5.4章提供了LCA实践中遇到的主要三种目标情况A、B和C的系统化和简化规定。

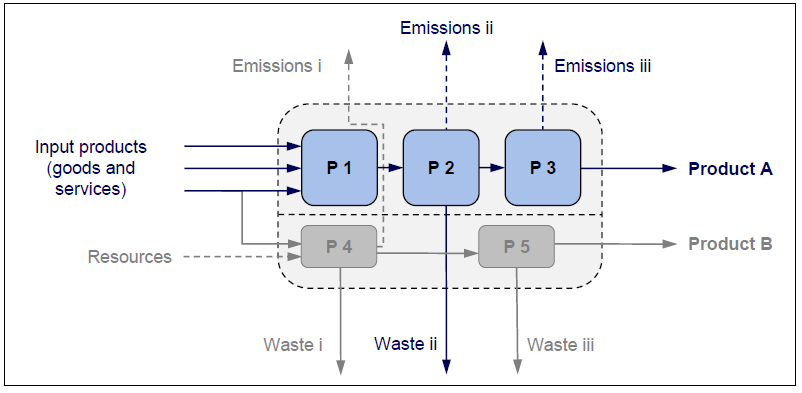
**第一种方法：多功能过程的细分**

ISO层级结构的起点是将多功能黑箱单元过程细分为单一功能的操作单元过程[[46]](#footnote-46)，从而解放出实际需要的过程，避免了分配的需要（见图7和图8）。



**图7 黑箱单元过程和单一操作单元过程。两者可以有一个或多个（共）功能（例如，如图所示的副产品）。**

|  |
| --- |
| **术语和概念：多功能过程的细分**  “细分”多功能过程指的是对与分析系统相关且包含在多功能过程中的单一功能过程单独收集数据。细分通常但不是总是可以避免对黑箱单元过程的分配；见图7。  这样，实际需要的过程被解放出来，解决了多功能性问题。除非其中任何单一操作单元过程仍然是多功能的。然而，即使如此，数据准确性也通常得到了显著提升。请注意，细分是归因性建模下解决进一步可细分过程的多功能性的唯一正确/准确的方法；对黑箱单元过程的“快捷方式”分配通常会导致清单失真，如文本中所述。  在后果性建模中，细分也是适用的。[[47]](#footnote-47)  有关细分、部分细分和虚拟细分的更多细节，请参见第7.4.2.2章。 |



**图8 通过细分黑箱单元过程解决多功能性问题（见图6）。细分产生了单一功能单元过程链“P1”到“P3”，这些过程链产生了分析的“产品1”。**

细分仅在分离的单元过程也不是多功能的情况下才能实现这一目的（如图8中的示例）。然而，除了可能解决多功能性问题之外，单独识别“真实”的单元过程还具有其他质量控制和审查的优势，因为清单不会将多个过程或整个站点合并到一个“黑箱”中。还需要注意的是，如果在黑箱单元过程上进行分配，结果通常会失真/不正确，因为黑箱单元过程中的所有过程通常不会以相同的程度与所有共功能相关（例如见图7）。

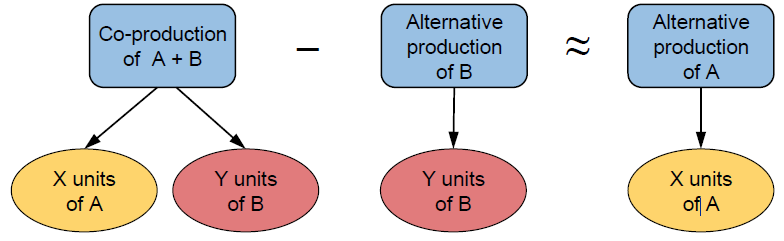
除了ISO对一般情况的说明外，还需要注意，在后果性建模中，原则上可细分单元过程的共功能替代也会扭曲结果，因此，细分或虚拟细分应该被优先考虑。

即使细分无法解决多功能性问题，也应对黑箱单元过程进行细分，因为这会将问题缩小并且通常更易解决，同时提高了审查性[[48]](#footnote-48)。否则，在陈述结果的准确性以及得出结论和建议时，应明确考虑潜在的扭曲效应。请注意，尽管细分需要收集更多的具体数据，但它通常可以避免其他需要的数据：在图8中，这是废物A和C的处理数据，如果选择分配，则是分配标准信息（例如，物理属性、市场价格等）。

**第二种方法：系统扩展（包括替代）**

作为避免分配需求的第二种选择，ISO层级结构提出了系统扩展的方法。这可以意味着添加一个未提供的功能以使系统可比（即在更严格意义上的系统扩展），或去除不需要的功能，替代以被取代/替换的功能（即通过系统扩展进行替代）。

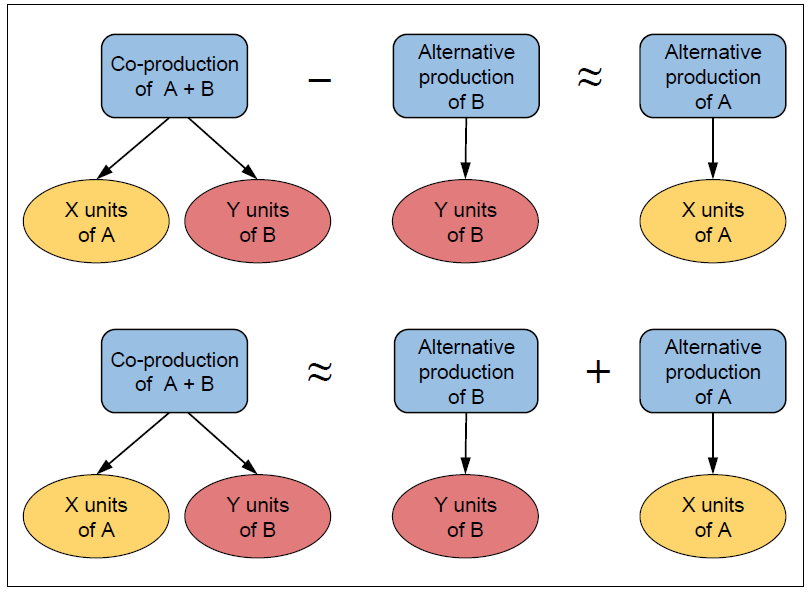
|  |
| --- |
| **术语和概念：系统扩展/替代**  “系统扩展”及其变体“替代”也称为“系统扩大”和“信用”/“避免负担方法”。这是确保多功能系统之间相等的综合概念。  在实践中可能遇到两种不同情况：  第一种情况是通过扩展系统边界并用提供该功能的替代方式来替代不需要的功能，即替代不需要的功能的过程（“替代”）。例如，炼钢产生的高炉渣是一个共同副产品（通常每千克热金属约为0.2到0.35千克）。它主要用于水泥生产（替代波特兰水泥）和道路建筑（替代原料集料），而一小部分未使用，即被沉积。如果我们想要获得仅针对高炉钢生产的生命周期清单，可以通过从过程/系统中减去被替代过程的清单来消除副功能高炉渣的清单。这样，我们可以获得仅针对该过程/工厂的钢生产的LCI数据集[[49]](#footnote-49)。这里，我们通过减去不需要的功能并使用替代方法提供它来扩展系统视角。见图9的示意图。  另一种情况是在比较研究中使多个多功能系统（例如，不同品牌的复杂消费产品）可比。这可以通过扩展系统边界并为给定情况添加缺失的功能和相应单一功能产品的清单来完成。例如，在比较一个复合复印机、打印机、扫描仪、传真机与一个复合复印机、扫描仪、传真机时，缺失的功能“打印机”将被添加到第二个产品系统的清单中；见图10的上部示意图。  在第二种情况中，术语系统扩展更具说明性，因为我们添加一个或多个缺失的功能。注意，这两种用途在数学上是等效的，如图10所示（尽管在意义和解释上不一定如此）。  系统扩展和替代是后果性建模下解决多功能性的相应方法。替代也适用于归因性建模，旨在包括与其他系统的现有互动（例如，对现有/过去回收操作的信用以避免初级生产），即在情况C1下。  替代意味着从分析系统中减去另一个系统的清单。这通常会导致负的清单流量，甚至可能导致分析系统的整体环境影响为负。这意味着生产分析系统有一个净效益，因为整体影响被其他地方共功能所避免的影响所超过。如果在研究假设范围内进行，这种解释是正确的，包括共功能的生产量。[[50]](#footnote-50)  然而，这往往会导致沟通问题，尤其是对非专家，因为负排放和负影响并不直接直观。如果发生这种情况，需要特别关注，包括在结果报告中。  同时，这些结果也可能具有误导性，如果错误地解释为无限制生产分析系统将导致无限制的利益。这忽略了一个不断增加的生产量会产生大量的共功能，而最初建模的被替代过程的市场可能要小得多。即，如果生产量增加，建模需要进行调整，以反映市场是否能够接收更大的数量，并且这些数量是否仍能真正替代任何其他过程或系统。这意味着在情况A下的研究只能在原始假设下提供决策支持，即不需要的共功能被市场吸收并替代已识别的替代过程/系统，并且没有大规模的后果。否则，对于更大的量，可能需要替代其他过程/系统，或系统甚至需要在情况B下进行建模。同样，在情况B下的研究，例如“10%生物燃料在中国”，不能用于支持例如“50%生物燃料在中国”的决策，因为社会和工业中可能会发生其他大规模后果，这些后果在初始研究中没有考虑，但会改变结果。 |



**图9 通过替代不需要的共功能来解决多功能性问题，示意图。**

在实践中，系统扩展可能会导致需要进一步扩展系统，因为额外包含的系统通常也是多功能的。许多情况下可以通过截止规则来解决。然而，有些系统没有完全相同功能的替代生产/过程（例如，稻谷和稻草总是一起生长，即没有替代稻谷的生产）。不过，可以替代稻谷所提供的功能，即其他谷物和主食可以被假定为被替代。根据具体情况，这可能需要大量被替代的系统，因此在努力和准确性之间的平衡中，需要务实但系统的方法。

在其他情况下，替代过程仅在理论上存在，或在实践中没有定量相关性（例如，氢氧化钠基本上是通过氯化钠电解生产的，因此没有真正的工业相关被替代过程）。另一个挑战是识别一个或多个应集成到扩展系统中的被替代过程；这种复杂的方法在第7.2.4章中详细说明。



**图10 加法和减法（“替代”）系统扩展的等效性：通过添加功能（系统扩展，上部）或减去功能（下部）实现比较系统的功能等效性。**

**第三种方法：分配**

作为ISO等级中的最后一步，分配被提及，即根据某些分配标准将输入和输出在共功能之间进行划分。ISO提供了一些潜在标准的优先顺序；见下框。

|  |
| --- |
| **术语和概念：分配**  “分配”，也称为“划分”，通过根据某些分配标准（如元素含量、能量含量、质量、市场价格等）将单个输入和输出的数量在共功能之间进行拆分来解决多功能性问题；见图11。  如果可能，根据ISO 14044:2006，分配应根据不同产品或功能之间的基本因果物理关系（也隐含包括化学和生物关系）进行。这应反映单个输入和输出如何因过程或系统所提供的多重功能的定量变化而发生定量变化。当无法找到明确的共同物理因果关系时，ISO 14044:2006建议根据其他关系进行分配。这可能是经济关系或共功能的其他（例如非因果物理）属性之间的关系，例如在炼油厂中常用于不同燃料共生产之间的分配的能量含量。[[51]](#footnote-51)  请注意，如果细分无法提供专门针对分析功能的单功能单元过程，则分配是解决过程多功能性的归因建模下的相应方法。 |



**图11 通过将库存分配到共功能上来解决多功能性问题（说明性）。图中过程内部的线条粗细表示每种非功能流的份额分配到两个共功能（此处为“产品A”和“产品B”）中的哪一个。流量可以被定量分配到一个（蓝色实线）或多个（红色虚线）共功能上。可以应用不同的分配标准，这些标准需要适当识别。分配后的库存流量总和应与过程的未分配库存相同。**

在实践中，常常难以明确识别最合适的分配标准，如以下示例所示。数据的缺乏（例如，以上示例中的废物中碳和氯含量变化对二噁英形成量的影响）使得将物理因果关系作为唯一的分配标准并不总是可行，或者至少降低了鲁棒性。第7.9.3.2章中提供了一些示例以说明这一点。

**使用市场价格作为分配标准**

因此，在实践中，市场价格作为分配标准的使用是常见的。然而，在许多情况下，共产品并不直接交易，而是先进行内部处理，例如压缩、纯化、包装等。因此，在使用市场价格作为分配标准之前，需要对最终销售产品的市场价格进行调整（即减少），以反映这些额外步骤。一些中间共产品根本不或很少外部交易（例如炼油气）；在这种情况下，市场价格信息需要近似。基于市场价格的现场级别分配（即黑箱单元过程）忽视了排放控制技术通常只处理与某一个共产品相关的排放。使用市场价格分配的一般缺点是它假设影响与市场价格之间存在正相关关系，忽视了环境措施如排放减少技术实际上提高了生产成本，同时减少了环境负担。使用市场价格进行分配也会导致环境影响与产品价格之间存在一定程度的相关性，这限制了在生态效率分析中此类环境影响数据的意义。

**ILCD处理多功能性的规定**

如何识别最合适的具体分配和替代方法将在以下子章节中详细介绍。

6.5.4 LCI建模规定：情况A、B和C

（涉及ISO 14044:2006第4.3.4章和4.2.3.6.1节的相关内容）

6.5.4.1 介绍和概述

为了确定最适合LCI/LCA研究目标的LCI建模原则和方法，在第5.3章中，LCA工作被分类为属于三种不同的决策背景情况A、B或C之一。

实际上，除了正式的决策背景外，还有许多其他方面决定了最终应用的最合适的LCI建模原则和方法。这些方面包括：可重复性、信息和数据的可获得性、精确性和稳健性、实用性、可沟通性、成本效益、与其他工具的一致性以及利益相关者的接受度。考虑到所有这些方面，情况A、B和C的建模规定如下：

6.5.4.2 情况A：“微观层级决策支持”

（涉及ISO 14044:2006第4.3.4章和4.2.3.6.1节的相关内容）

6.5.4.2.1 概述

情况A涉及基于生命周期的微观层级决策支持（例如，针对与产品相关的问题）。通常，这指的是短期（从现在起最多5年）或中期（从现在起5到10年）的未来，但不一定。即，分析的变化直接或间接地涉及通知市场上已提供的产品的购买或预计将进入市场的产品的设计/开发。关键标准是分析的产品在其行业的总生产中占比有限，因此其生产、使用和生命周期末端预计不会在背景系统或其他系统中产生大规模的影响，即不会从根本上改变它。[[52]](#footnote-52)

以简明形式提供如下指导：情况A最适合的LCI模型应代表所分析系统的供应链，采用归因建模。对于无法通过细分或虚拟细分解决的系统-系统关系和过程及产品的多功能性，应采用系统扩展方法，用市场混合物替代被避免的过程（不包括待替代的功能/路径）。可能需要进行价值修正以调整性能差异。在复杂性较大的情况下，分配是解决多功能性的下一选项。

以下段落提供更多细节。建模的详细信息见相应的生命周期清单章节。

6.5.4.2.2 LCI建模规定

**通用生命周期模型**

以下通用指导应适用：

* 应使用归因建模进行一般系统LCI建模，即描述现有的供应链、使用和生命周期末端下游链条，并将其纳入模型中。

**多功能性**

为解决多功能性，应以细分或虚拟细分为目标，分离出非多功能过程（参见第6.5.3章）。对于系统-系统关系和在原则上无法解决的多功能性，或者由于数据可获得性或成本考虑等其他原因而受阻的情况，适用的LCI方法如下：

* 系统-系统关系的情况（参见第7.2.2章的框）：如果次要功能在另一个系统中起作用，仅影响现有过程的操作（并可能影响安装容量，例如因为次要功能在规划受影响系统时已考虑在内），应通过短期边际替代进行系统扩展。具体而言：系统-系统关系相关的多功能性不会导致新过程的安装或现有过程的停用，只会导致其操作的变化（即“短期边际”后果）。这是针对分析产品的次要功能直接作用于另一个系统的“背景系统”的情况。例如，一台咖啡机作为副功能产生热量，从而降低了其所在建筑的供暖需求（和/或增加了冷却需求，具体取决于地区和季节）（详细信息参见第7.2.2章的系统-系统关系框）。因此，取代的过程直接影响其操作（例如在上述示例中是分析国家的平均房屋供暖和冷却系统）。注意，如果咖啡机的存在在建筑设计和供暖/冷却容量的安装中已被预期，则适用相同的方法，只是其他供暖/冷却系统正在使用并需要建模。
* 多功能性的情况 - 一般：

- 如果对于不需要的副功能存在功能等效的替代过程/产品，并且这些替代过程/产品的运营/生产达到足够的程度，则应使用市场上被取代过程或产品的平均消费混合物来替代不需要的副功能，但从该混合物中排除待替代的过程-路径/产品。与全面的后果建模相比，采用这种简化方法的理由是，识别出最有可能被取代的潜在过程并计算取代的混合物需要大量工作：在全面的后果建模中，需要识别最可能被取代的过程的混合物。对于情况A研究来说，选择潜在的更准确但也更不确定的过程的有限收益是不值得的。市场混合物被用作一个现实和稳健的近似值，另外考虑到各种次要后果和限制，这些限制通常被认为会减少或完全补偿/避免理论上的主要后果。

- 如果这样的替代过程/系统不存在或未达到足够的程度，则应使用更广义的不需要副功能的替代过程/系统进行替代，按照前述条款的规定进行。

- 如果更广义的替代过程/系统也不存在或不符合要求，则该研究实际上是情况B类型的研究，因为这意味着对其他系统有大规模的影响：不需要的副功能的数量超出了市场能够轻松吸收的范围，而没有结构性变化。

- 可能会出现建模替代不可行的情况。例如，当存在许多替代过程/系统或功能的替代品时（例如，超过10种替代过程/系统占待替代功能市场的80%以上和/或被取代的过程/系统本身具有多个副功能）。建模和质量控制这些系统的工作会影响情况A研究的适用性和实用性。因此，在这种情况下，如果其他通用数据不足以准确代表被取代的过程/系统，则可以应用第7.9.3章的两步分配程序。但如果这样做会显著有利于分析的过程/系统，则不应这样做，应进行论证或近似。注意，如果进行分配，则应报告结果的准确性缺失，并在解释时加以考虑。

- 与理论上的全面后果模型相比，另一个简化方法是：不应进行决定性副功能的替代。如果无法识别，决定性副功能应假定为那些共同贡献超过50%到分析的多功能过程或系统的所有副功能的市场价值的功能。这意味着实际上是对过程的主要决定性副功能进行替代。在这种情况下，应应用两步分配程序（见第7.9.3章）。

- 应考虑被替代和被取代功能之间的功能差异，最好是通过替代实际被取代的数量（例如，钢铁生产副产品BOF渣实际取代的波特兰水泥量）。或者，作为第二优先考虑，通过市场价值修正替代功能及其清单，即副功能与其应替代的功能之间的市场价格比率。

- 作为上述情况的特殊案例，对于废物和生命周期末端处理（对于所有情况，即“闭环”，“开放环 - 相同主要路径”和“开放环 - 不同主要路径”）：应进行系统扩展，通过使用回收替代品来替代避免的主要生产，使用市场上生产的次级产品的平均主要路径市场混合物；功能差异应通过替代实际被取代的数量或通过市场价值修正来考虑（详细信息见附录14）。例如：来自建筑废物的回收未处理木材可能会被切碎并在欧洲的刨花板生产中使用[[53]](#footnote-53)。主要生产的木片（欧洲市场消费混合物）将被取代，其清单用于替代。如果次级木片的功能低于主要木片（例如，为了达到相同的性能规格，所需的量更多），则替代量应相应减少。如果这种差异无法识别和量化，但主要木片的市场价值与次级木片不同，则通过市场价格比率来修正替代的清单。建筑木废料的任何分拣、运输、切碎等工作应计入建筑物清单中。主要生产市场混合物的简化替代理由与上述多功能性的一般情况的市场混合物使用相同。例如，来自生产废物或生命周期末端产品焚烧的回收电力。被取代和待替代的过程是市场的电力混合物（例如，国家、地区、子电网），排除待替代的电力来源。

- 特别是对于“开放环 - 不同主要路径”的情况，还应检查是否对于再利用部分、回收材料或回收能源存在功能等效的替代过程/系统或更广泛意义上的功能等效，并且这些过程/系统的运营程度足够（如上述多功能性的一般情况所述）。否则，该研究实际上是情况B类型的研究，因为这意味着对其他系统有大规模的影响。与多功能性的一般情况类似，提供的次级产品数量如此之高，以至于市场无法在没有结构性变化的情况下吸收。注意，这通常不适用于闭环情况，因为次级产品进入的是同一种系统，即市场总能吸收次级产品。除非其质量过低，无法替代主要产品的功能。

- 与一般情况类似，非常复杂和扩展的替代系统可能使研究不切实际，因为数据对所有部分不可用或无法获取，或者导致不适当的高成本。在这种情况下（见上文），可以进行分配，应用废物/生命周期末端处理多功能性的程序；这在附录14.4和第7.9.3章中详细说明。但如果分配会显著有利于分析的过程/系统，则不应进行分配。这可以通过定性或半定量分析进行论证或近似。如果进行分配，则应报告结果的准确性缺失，并在解释时加以考虑。

**比较研究**

对于情况A的比较研究，每个比较的替代方案的主要模型应补充合理的最佳和合理的最差情况假设场景，以及（可选）在合理的最佳和最差情况范围内的进一步假设场景。除非已经用于推导合理的最佳和最差情况场景，否则应进行不确定性计算。应与相关方共同达成对合理最佳和合理最差假设场景的最佳共识，这些假设场景原则上可以变更所有数据和方法规定及假设，除了“应”规定和假设。

请注意，情况A下的比较案例（例如，清洁服务的采购）通常假定将采购其中一个比较的替代方案。因此，基于LCA的决策支持仅比较这些替代方案，通常没有“零”选项。

如果要比较的系统中有一个或多个系统具有额外的功能单元，则应通过系统扩展来实现可比性。

6.5.4.3 情况B：“中观/宏观层级决策支持”

（涉及ISO 14044:2006第4.3.4章和4.2.3.6.1节的相关内容）

6.5.4.3.1 概述

情况B涉及生命周期基础上的中观或宏观层级决策支持，例如策略（如原材料策略、技术情景、政策选项等）。通常，这指的是中期（从现在起5到10年）或长期（从现在起超过10年）的未来，取决于研究的性质。关键标准是，所分析的决策会对生产、使用和生命周期末端活动产生影响，这些影响将直接或间接地通过产生大规模的结构性效应改变经济的相关部分。

以简明形式提供如下指导：分析的系统或替代情景应按照情况A的建模指导进行建模（参见第6.5.4.2章）。那些被确定为由于所分析决策而受到“大规模”结构性变化影响的过程，应建模为长期边际过程的市场混合物（详细信息见第7.2.4章）。这应补充合理的最佳和合理的最差情况假设场景。不确定性计算也可以支持分析。

以下段落提供进一步的细节，完整细节见相应章节：

6.5.4.3.2 LCI建模规定

**通用生命周期模型和多功能性**

情况B应应用情况A的LCI建模指导，但有一个例外：那些被确定为由于所分析决策而受到大规模[[54]](#footnote-54)变化影响的过程，应建模为长期边际过程的混合物。

**比较研究**

然后将对各种替代方案进行比较，考虑假设场景和不确定性分析（除非这些已被用来推导合理的最佳和最差情况场景）。

请注意，与情况A不同，比较案例（例如回收政策选项）通常也有一个“零”选项，即“业务照旧”，即不实施新政策（或对现有政策不做任何修改）。因此，基于LCA的决策支持通常也包括一个“无行动”场景。

对于比较研究，系统或替代情景应补充进一步的场景（此处称为“假设场景”），以提高分析的稳健性，通过改变关键数据相关的假设（例如回收率、使用强度、寿命等）以及可能的相关方法假设来实现。假设场景应结合最有影响力的假设的变动，旨在代表系统（或系统）周围的合理最差和合理最佳情况。

这些合理的最差和合理的最佳情况应通过专家判断推导，旨在捕捉系统/替代情景周围误差的上、下90百分位（包括考虑假设之间的协方差）。这种情景分析应与随机不确定性计算结合或集成，例如应用蒙特卡罗模拟，除非这些已经被用来推导合理的最佳和最差情况场景。

假设场景可以偏离情况B的所有LCI建模要求，包括“应”要求。必要的合理最差和合理最佳情况应在公共利益相关方听证会上与相关方达成一致，旨在获得最佳的可达成共识[[55]](#footnote-55)。这些场景可以包括例如针对整个系统生命周期的全面后果情景和针对多功能性的归因（分配）。关于在进行后果建模时默认应包含哪些后果以及如何确定边际过程的指导见第7.2.4章的简要说明。

如果LCI数据集是研究的交付成果，建议仅进行假设场景建模。如果进行建模，结果可以与数据集一起记录。请注意，如果数据集打算用于后续比较，这是一项“应”要求。

6.5.4.4 情况C：“统计”

（参照ISO 14044:2006第4.3.4章和4.2.3.6.1节的相关内容）

**概述**

情况C涉及需要完全描述性、会计型生命周期模型的研究，通常指的是过去或现在（也可以通过外推到未来）。分析对象可以是微观层面，也可以是中观或宏观层面；生产或消费量以及共功能的多少不影响建模。与情况A和B的主要区别在于，研究关注于记录已经发生（或将要发生）的事情，基于已经做出的决策；因此，背景系统或社会其他系统的规模性影响不在分析范围内。然而，可能存在的利益和负面互动（例如回收信用）可以被纳入分析。这导致了情况C1和C2两个不同的案例。

对于情况C的两个子类型，关键区别在于是否考虑分析系统外部的现有利益：在情况C1中，考虑了这种利益（例如，分析系统中的一个过程生产了一个共产品，实际取代了另一种产品）。因此，应给予这种利益信用。请注意，与情况A（或B）不同，这里的利益是已存在的（因为描述的是现有系统）。在情况A（或B）中，这种利益假设仅在决策的结果中发生，即作为附加项。这种“附加”是关键：只有当额外的共产品可以在市场上使用时，情况A中的信用才是合适的，否则应建模结构性后果（情况B）。因此，在情况A中，只有在能证明实际发生了替代（或由于数量相对较小而可能发生）时才给予信用。在情况C1中，可以通过清点共产品的实际使用量及用途来实际测量替代的事实。这导致了以下一般建模规定：

**LCI建模规定**

对于情况C1和C2，分析系统的生命周期应建模为供应链的归因模型，即与情况A相同（详细见第7.2.3章；另见6.5.2章）。

**多功能性**

解决多功能性时，应尽量进行细分或虚拟细分，剔除非多功能过程（见第6.5.3章）。对于系统-系统关系和解决多功能性时，如果原则上不可能或由于数据可用性或成本考虑而受阻，则应采用以下LCI方法：

* 对于情况C1，应通过系统扩展和替代解决过程和系统的多功能性，类似于情况A，但不受次要功能量的影响。这意味着情况A下进行的研究与情况C1下进行的研究是相同的（但反之则不然）。
* 对于情况C2，过程和系统的多功能性应通过分配解决。这也适用于所有生命周期末端产品和废物管理，包括材料回收、能源回收、部分再利用、产品进一步使用等。两步分配程序的指导见第7.9.3章。回收建模的详细信息见附录14.4章。

请注意，由于模型的完全描述性，情况C1的会计型数据——虽然可以向决策者提供有关发展和热点的信息——不能直接用于决策支持或比较替代措施：这需要随后使用情况A或B下的建模。

|  |
| --- |
| **条款：6.5.4 LCI建模条款用于情况A、B和C**  以下建模条款仅可在生命周期清单（LCI）阶段应用。然而，由于确定LCI建模和方法步骤是范围定义的一部分，因此在此处给出这些条款。这些条款还需要为范围阶段的某些剩余步骤提供指导。  请注意，单位过程的清单在情况A、B和C中基本相同，尽管存在一些差异，例如所需的额外信息，例如市场规模。不同的是系统边界内包含哪些过程，特别是在背景系统中（第7.2章所述），以及如何将这些过程组合以代表生命周期模型和如何解决多功能性；这两点在本章中进行了说明。  以下条款基于参考的LCI章节中的条款。与“完整”后果性和归因性建模条款相比，它们进行了简化，以提高实用性和适用性；这一点在各自的条款中得到了强调。  I) 必须遵守 - **需要应用的LCI建模条款：**为目标情况A、B、C1和C2确定了特定的LCI建模框架（归因性或后果性）和LCI方法（分配或系统扩展/替代）的组合。这些条款涵盖了情景和不确定性计算。条款应按以下方式应用（6.5.4.1）：[ISO!]  I.a) **情况A - “微观层面决策支持”：**(6.5.4.2)  I.a.i) **生命周期模型：**分析的系统的生命周期模型应建模为归因性模型[[56]](#footnote-56)，即描绘现有的供应链过程（详细信息见第7.2.3章）。  I.a.ii) **黑箱单位过程和多功能性的细分及虚拟细分：**应尽量避免黑箱单位过程，并通过细分或虚拟细分解决多功能性（见第7.4.2.2章）。在系统-系统关系和多功能性情况下，如果细分/虚拟细分不可行或不切实际，则适用以下条款：  I.a.iii) **系统-系统关系情况：**如果分析的系统的次要功能在一个上下文系统中作用，该系统仅影响现有过程的操作，则应通过用短期边际进行替代来进行系统扩展（术语、概念和细节见第7.2.2章和第7.2.3章中的框）。请注意，如果在规划上下文系统时考虑了分析系统，则该系统可能也影响了上下文系统的装机容量。例如，办公室设备产生的热量可能在办公室建筑的供暖和冷却系统的设计中有所考虑。  部分系统关系不需要特定的建模条款，但需要正确识别系统边界内的过程；见第7.2.2章中的框。  I.a.iv) **多功能性情况 - 一般：** （术语、概念和细节见第7.2.4.6章，但注意这里为情况A提供的简化）：  I.a.iv.1) **特定替代品的市场组合替代：**（相对于完整后果性模型的简化）：如果对不需要的特定共功能[[57]](#footnote-57)，功能等效的替代过程/系统以足够[[58]](#footnote-58)的程度进行操作/生产：应尽可能用其替代的过程或系统的市场[[59]](#footnote-59)消费组合替代不需要的共功能，排除待替代功能。如果待替代功能在市场组合的整体环境影响中占比很小，则可以使用市场组合，前提是结果没有显著变化。  I.a.iv.2) **一般更广泛替代品的市场组合替代：**如果不存在[[60]](#footnote-60)或未足够操作的替代过程/系统，应使用广义的替代过程/系统来进行替代[[61]](#footnote-61)，适用与前述子条款相同的条款。  I.a.iv.3) **情况B？：**如果这些更广泛功能的替代过程/系统也不存在或不满足命名要求，则该研究实际上为情况B类型的研究，因为这会对其他系统产生大规模影响。  I.a.iv.4) **分配：**（相对于完整后果性模型的简化）：如果替代建模不可行[[62]](#footnote-62)（见脚注62）且通用数据不够准确以代表被替代的过程/系统：可以改用第7.9.3章中的两步分配程序。然而，如果分配会显著有利于分析的过程/系统，则不应进行分配。此事实应进行论证或近似。如果进行分配，则应报告结果中的准确性缺失，并在结果解释中明确考虑。对于多功能产品，分配的替代第二步中，质量功能展开（QFD）是市场价格分配的优选替代方案。  I.a.iv.5) **不替代主要功能：** （相对于完整后果性模型的简化）：确定的共功能不应被替代（术语和概念见第7.2.4.3章）。如果无法明确识别确定的和依赖的共功能，则应假定确定的共功能是那些对分析的多功能过程或系统[[63]](#footnote-63)的所有共功能的综合市场价值贡献超过50%的功能（市场价值为该多功能过程提供的共功能的价值，即未经过进一步加工）。在这种情况下，应应用两步分配程序（见第7.9.3章）。  I.a.iv.6) **考虑功能差异：**替代和被替代功能之间的功能差异应优先通过替代实际被替代的数量来考虑，或通过替代的功能的市场价值修正数量（详见第7.2.4.6章）。  I.a.v) **多功能性情况 - 废物和生命周期末期处理：**（术语、概念和细节见第7.2.4.6章和附录14.5，但注意这里为情况A提供的简化）：  I.a.v.1) **主路线市场组合的可回收性替代：**（相对于完整后果性模型的简化）：对于作为多功能情况的废物和生命周期末期处理：应根据一般多功能性的条款进行系统扩展。应替代再利用部分、回收物品或回收能量的避免的初级生产。这应应用可回收性替代方法，简化为替代生产次级物品的市场的平均初级路线市场消费组合。  I.a.v.2) **一般更广泛替代品的可回收性替代：**对于“开放循环 - 不同主路线”情况，应使用更广泛的替代物品的市场消费组合进行替代，按照前述子条款的相同条款。  I.a.v.3) **情况B？：**特别是对于“开放循环 - 不同主路线”情况以及具有显著变化/降级属性的次级物品，需要额外验证是否存在功能等效的替代过程或系统，或广义的功能等效物。如果存在，需要额外验证这些是否以足够的程度进行操作（如前述一般多功能性情况的详细说明，也见脚注58）。否则，该研究实际上为情况B类型的研究，因为这会对其他系统产生大规模影响。  I.a.v.4) **分配：**（相对于完整后果性模型的简化）：如果替代建模不可行（见脚注62）且通用数据不够准确以代表被替代的过程/系统，则可以改用附录14.5和第7.9.3章中的废物/生命周期末期的两步分配程序。此程序不得用于显著有利于分析的过程/系统；应进行论证或近似此事实。如果进行分配，应报告结果中的准确性缺失，并在结果解释中明确考虑。  I.a.v.5) **考虑功能差异：**替代和被替代功能之间的功能差异应优先通过替代实际被替代的数量来考虑。如果不知道被替代数量，则应进行市场价值修正。  请注意，这适用于所有生成有价值次级物品的废物和生命周期末期处理情况，即“闭环”、“开放循环 - 相同主路线”和“开放循环 - 不同主路线”（概念见14.3）。  I.a.vi) **比较研究、情景、不确定性计算：**  I.a.vi.1) 如果在要比较的系统中，一个或多个系统具有额外的功能单元，则应通过系统扩展来实现可比性。  I.a.vi.2) 对于情况A的比较研究，每个比较的备选方案的主要模型应分别补充合理最佳和合理最差的情景假设。可选择性地可以定义更多假设情景。不确定性计算应进行，除非已用于导出合理最佳和最差情况情景。这些情景用于之后的敏感性检查（见第9.3.3章）。相关方应参与以达成对合理最佳和合理最差情况假设（和不确定性计算）的最佳可达共识，这些可以在原则上改变所有数据和方法条款和假设，除了“必须”条款和假设/约定。建议也为非比较LCI和LCA研究进行并报告这些假设情景和不确定性计算。  请注意，对于旨在支持比较研究的LCI数据集，合理最佳和最差情况情景可以包含在这些数据集中或作为补充提供。  I.b) **情况B “中观/宏观层面决策支持”**（6.5.4.3）：  I.b.i) **与情况A相同的条款，但有两个不同点：**上述情况A的条款也应适用于情况B，有两个不同点：  I.b.i.1) **大规模影响：**被识别为受分析决策影响的大[[64]](#footnote-64)规模变化的过程应按长期边际过程的预期组合进行建模（详细信息见第7.2.4章）。  I.b.i.2) **比较研究、情景、不确定性计算：**（假设情景的额外灵活性），对于情况B的比较研究：假设情景和不确定性计算可以原则上改变所有数据和方法条款和假设，包括ILCD手册的“必须”条款和假设/约定，但不包括ISO 14040和14044的条款[[65]](#footnote-65)。  请注意，比较情况B的研究通常包括“零”选项，即包括“无行动”情景（例如“现有政策Y无变化”或“对原材料X供应安全无战略措施”）。  I.c) **情况C - “核算”**（6.5.4.4）：  I.c.i) **与情况A相同的条款，但有两个不同点：**情况A的条款也应适用于情况C，有两个不同点：  I.c.ii) **剩余的多功能性情况：**应按以下方式解决：  I.c.ii.1) **情况C1：**过程和系统的多功能性应通过系统扩展进行替代，如情况A中所述，但不受待替代的共功能绝对数量的影响[[66]](#footnote-66)。其他条款类似适用。  I.c.ii.2) **情况C2：**过程和系统的一般多功能性情况应通过分配解决（即应用两步分配程序；详细信息见第7.9.3章）。废物和生命周期末期处理情况应通过分配解决，如附录14.4.1中所述（条款包含在第7.9.3章的“条款”中）。  I.c.iii) **比较研究：**注意核算数据的直接比较决策支持的限制（见第5.3.7章）。  请注意，情况C1的建模与情况A完全相同，不受系统或过程规模的影响。  请注意，替代可能导致负的基本流或在少数情况下甚至负的整体环境影响。这必须在报告中明确说明，解释所有影响，并帮助避免误解和误导性结论。归因性LCI建模的主要指导见第7.2.3章。两步分配程序的指导见第7.9.3章。后果性LCI建模的主要指导见第7.2.4章。重用/回收/恢复的LCI建模的详细信息见附录14.4（归因性）和附录14.5（后果性）。 |

## 6.6 确定系统边界和截断标准（完整性）

（参见ISO 14044:2006 第4.2.3.3.1、4.2.3.3.2和4.2.3.3.3章）

6.6.1 引言和概述

（参见ISO 14044:2006 第4.2.3.3.1章）

**概述**

系统边界定义了生命周期的哪些部分和哪些过程属于分析的系统，即哪些过程是提供其功能所必需的，如其功能单元所定义的。系统边界因此将分析的系统与技术圈的其他部分分开。同时，系统边界也定义了分析系统与生态圈之间的边界，即定义了与自然交换基本流的边界[[67]](#footnote-67)。

|  |
| --- |
| **术语和概念：技术圈与生态圈——更清晰地定义边界**  术语“技术圈”和“生态圈”是核心概念，但不同的从业者对这两个术语的解释常常不同：在ISO 14044:2006中，生态圈被称为“环境”，这可能会引起混淆，因为在生命周期评价（LCA）实践中，建筑物和大坝等也被称为“人为环境”。此外，穿越系统边界的基本流被定义为“进入研究系统的、未经过人类转化的从环境中提取的材料或能量，或者从研究系统中离开、未经过后续人类转化而释放到环境中的材料或能量”。这种定义在一些情况下会造成歧义，例如矿石开采产生的尾矿、农业施用的肥料以及未管理的垃圾填埋等，因为这些“材料”有时被错误地解释为对环境的基本流。  复杂流的影响评估难点在于生命周期影响评估（LCIA）通常涉及单一物质和能量流。为了确保可重复性以及与影响评估的适当和有效的联系，有必要对所述情况进行完整建模，直到单一物质的排放进入自然环境。即，应该对尾矿中的硫酸和特定金属的浸出进行建模和清查，作为“排放到水体”来处理，而不是仅仅清查“尾矿”（后者在实践中含义可能非常不同且没有影响因子）。同样，填埋废物也应对排放进行核算，并考虑操作填埋场所需的资源/产品（如果有的话）。因此，可以通过将基本流定义为“单一物质或能量进入研究系统，这些物质或能量从生态圈中提取且未经过人类转化[[68]](#footnote-68)，或单一物质或能量离开研究系统，且释放到生态圈中未经过后续人类转化”来更合适地定义技术圈/生态圈边界。 |

精确定义系统边界对于确保所有相关的归因或后果性过程都实际包含在模型中，并且所有相关的潜在环境影响都得到了适当覆盖至关重要。

截断标准的级别和最大允许的不确定性，以及所达到的技术、地理和时间相关的代表性以及方法一致性，是评估LCI/LCA研究结果总体质量（即准确性、完整性和精确性）的关键指标。

**LCA方法的系统范围限制（事故和其他非LCA影响）**

请注意，LCA仅考虑与正常和异常操作相关的影响，但不涵盖例如事故、泄漏和类似事件的影响[[69]](#footnote-69)。

此外，LCA也未涵盖产品可能对人类直接产生的健康影响（或改善）。这是因为这些影响（或有益效果）发生在技术圈内，不涉及任何环境命运和暴露链。这适用于食品和饮料、个人卫生、医疗保健产品、烟草产品等一系列产品的使用阶段。然而，这些产品通过排放到生态圈（例如烟雾排放到环境中、废水排放）对生态圈产生的影响必须包括在内。

同样，直接发生在技术圈内的影响（例如工作场所暴露）也没有明确处理[[70]](#footnote-70)。总之，事故、社会和其他工作环境方面（包括工作场所暴露）以及室内排放通常不包括在LCA中（并且本指导不涉及这些问题）。

如果包括这些影响，必须将其清查、汇总并与涉及技术圈和生态圈之间的生命周期清查分开解释，并与相关过程的正常操作相关联。

**ISO对归因建模中包含的过程类型的指导有限**

在ISO中，这一步骤仅隐含地涉及归因建模；没有明确的指导说明哪些活动或过程实际与分析系统相关。虽然普遍认为，提取和直接加工最终进入分析产品的材料是系统的一部分，但投资品、行政活动、市场服务、员工通勤等的普遍包含做法因不同从业者而异。

无论如何，系统边界的设定取决于LCI建模框架：在归因建模中，系统按照现有或预测的、特定或平均的供应链逻辑进行建模。而在后果性建模中，相反，分析系统对其他系统施加的后果被建模，因此这些理论上建模的供应链过程也应包括在系统边界内。对于后果性建模，ISO/TR 14049提供了关于识别这些过程的说明性指导，这为更新和进一步详细的指导提供了起点；见第7.2.4章。

在更高层次上，关于系统地包含或排除事故、直接摄入食物、涂抹化妆品、工作场所和家庭的室内暴露等方面的实践差异很大。关于哪些活动与产品或过程相关的基本指导分别见LCI工作第7.2.3章和第7.2.4章，归因建模和后果性建模的指导是分开的。这个问题应在范围阶段早期回答，以作为确定基本数据需求的依据。然后，具体过程的识别将在LCA的LCI阶段进行。

**单元过程数据集的系统边界**

对于单元过程数据集及产品和废料流，系统边界是建模过程与技术圈其他部分之间的边界。即，所有进入或离开过程的产品和废料流都会穿越这一边界，因此会出现在其清查中。所有直接从过程流向生态圈或直接从生态圈进入过程的基本流也应当列入清查。

**LCI结果、LCIA结果和LCA研究的系统边界**

对于LCI结果和LCIA结果数据集以及完整的LCA，理想情况下，系统边界应设置为仅包含基本流和参考（产品）流。换句话说，所有[[71]](#footnote-71)其他产品和废料的输入和输出应完全建模，直到最终清查中仅显示基本流。

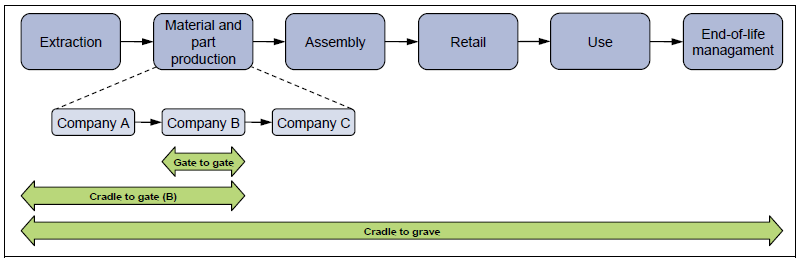


图12 摇篮到坟墓、摇篮到工厂门口和工厂门口到工厂门口的数据集作为完整生命周期的一部分；示意图。每种类型作为模块在其他LCA研究中发挥特定功能。

|  |
| --- |
| 术语和概念：前景系统和背景系统  分析系统通常被区分为前景系统和背景系统的过程。这种区分有两个不同的目的，从而形成两种不同的概念和用途：第一个目的是确定在哪里使用特定数据，哪里可以默认使用平均或通用背景数据（“特定性视角”）。第二个目的是确定哪些过程可以通过直接控制或决定性影响来管理（“管理视角”）。在本指导中，为了数据收集和编制的目的，应用与“特定性视角”相关的定义。  请注意，与特定性视角相关的区分仅为指示性，因为关键在于数据的准确性、精确性和完整性——特别是通用数据在某些情况下可能更适用于前景系统（见第7.4.2.5章）。同样，对于管理视角相关的区分，许多过程不能明确归入前景或背景，因为它们只能部分受影响。  特定性视角  **前景系统定义：**在“特定性视角”下，前景系统被定义为系统中那些特定的过程。这意味着，对于特定的技术、供应商等，最合适的是使用具体的数据。例如，在对某一生产商特定产品的研究中，前景系统包括在生产商设施内运行的过程，以及那些仅涉及一个或少数几个运营商的供应商和下游过程，即这些特定过程不能被市场平均供应数据等替代。因此，这通常是一级供应商，但如果存在具体关系，例如使用认证的绿色能源或认证的木材来源，则包括供应链上游的供应商。  **背景系统定义：**背景系统是指由于供应商之间的平均效应，可以假设一个具有平均（或等效、通用）数据的均质市场来适当地代表相关过程的系统。从生产商的角度来看，使用阶段和废弃阶段相关的过程属于背景系统，因为平均使用和废弃管理过程需要被描述。然而，使用的产品的特定特性以及废弃处理需要考虑，因此结合特定属性和平均/通用过程。此外，如果调查了使用或废弃处理技术的特定情景，这些将成为分析的前景系统的一部分，优先使用具体数据。  管理视角  **前景系统定义：**在“管理视角”下，前景系统被定义为那些在选择或操作模式上直接受到研究中分析的决策影响的过程。因此，前景过程是那些由生产商、服务运营商或用户直接控制或有决定性影响的过程。这种前景/背景定义的变体对于生态设计研究是相关的。它首先包括分析系统的生产商或服务运营商的所有内部过程。其次，对于归因模型[[72]](#footnote-72)，仅包括所有定制商品和服务的供应商的过程，即生产商或服务运营商可以通过选择或规范影响的过程[[73]](#footnote-73)。第三，还包括所有跨越系统内部边界到背景系统的产品和废弃物流，因为可以决定购买哪些商品或服务，尽管它们的生产方式可能超出这种影响。接着，从产品开发者的角度来看，使用阶段是前景系统的一部分，因为开发者在设计相关的使用阶段特征上有很大影响。即使批发和零售可能在生产和使用之间的过程，且使用模式影响最终库存，这种影响仍然存在。最后，产品的废弃管理的一些关键方面也属于前景系统，只要设计相关的属性（例如可升级性、可重用性、可拆解性/可回收性等）影响这些过程。对于围绕消费产品使用阶段的归因研究，前景系统相应地是产品使用和初始废弃管理的选择（如果用户有不同的选择）。  **背景系统定义：**相比之下，背景系统包括那些作为系统的一部分但不在生产商（或服务运营商或用户）直接控制或决定性影响下的过程。对于归因建模，这通常是指二级供应商及更远的供应链上下游的过程。例如，计算机外壳制造商购买的钢部件的钢铁生产，或一级供应商生产的注塑塑料部件所使用的电力。背景过程和系统因此超出了生产商或服务运营商的直接影响或选择范围。这包括那些与生产商或服务运营商存在长期合同关系且因此不能更改的一级供应商的过程。  对于后果建模，背景系统包括除生产商/运营商和与其存在长期合同关系且因此不能更改的一级供应商外的所有内容。前景系统和背景系统通过交换商品或服务直接相互作用。在一个简单的图景中，归因建模中的背景系统在特定市场和时间点（通常是年份）是该市场和时间的加权平均经济混合，分析系统嵌入其中（以及通过需求和供应与不同过程有数量上更多或更少的相关链接）。在后果建模中，特定市场和时间点的背景系统可以理解为该时刻或时间段（例如年份...十年）的加权未来经济转变，即市场中新安装和拆除的容量的定量混合。  图13 系统地说明了前景系统和背景系统以及一般系统边界，以及系统内部和跨越这些边界的流动。 |

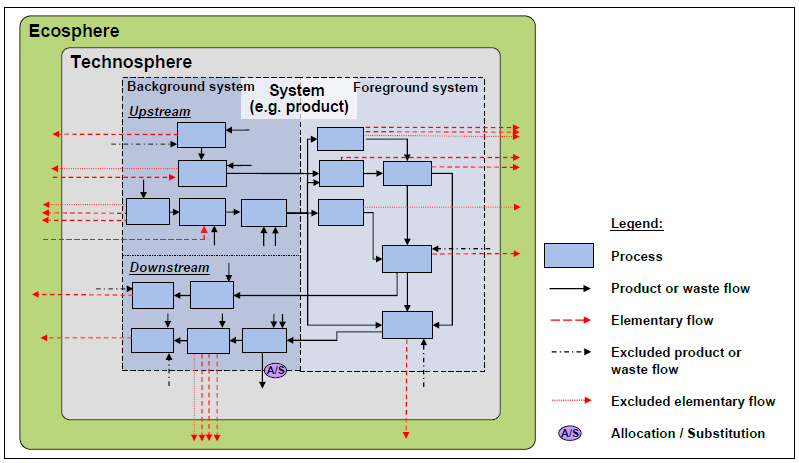


图13 特异性视角中的前景系统和背景系统（参见框）；（示意图）：分析系统具有边界（虚线边框），将其与技术圈的其余部分和生态圈分开。系统可以分为前景系统，即特定于分析系统的过程，如自身操作和固定供应商。背景系统中的过程不是特定的，而是通过（理论上完全同质的）市场购买的。系统是背景系统和前景系统的精确总和。可以排除数量上不相关的流，即“切断”（虚线箭头）。[[74]](#footnote-74)

**完整性/切断**

然而，在现实中，即使对于简单的产品，所有全球经济活动都以某种方式成为系统的一部分。然而，数量上对系统有显著贡献的过程通常是相当有限的，这使得这个理论问题在实践中相关性较小：在实践中，所有数量上不相关的非参考产品流、废物流和基本流可以被忽略——它们被“切断”[[75]](#footnote-75)。必须注意不要切断过多的流和相关影响，以确保仍能达到例如比较研究的目标。因此，用于建模系统的数据集必须满足完整性的需求。第6.6.3章提供了关于切断的更多细节。

**循环**

此外，系统模型中存在几乎永恒的循环：例如，钢铁的生产需要煤，而煤的开采需要由钢制成的设备，设备的生产又需要煤，等等。这些循环可以通过LCA软件以数学方式或通过迭代计算库存来解决，可以假定这些计算将值快速转换为稳定的数字。

系统边界的系统化定性和定量定义

设置系统边界意味着决定哪些生命周期阶段、活动类型、特定过程和基本流应包括在生命周期模型中，哪些应省略。这有两个方面：一是对获得系统功能单位所需内容的定性定义，二是设置定量切断规则。两者都应从LCI/LCA研究的目标中推导出来。以下小节将解释这些步骤。

6.6.2 系统边界的定性定义

（参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.3.2 章）

**目标导向的系统边界定性定义**

系统边界的定性定义应确定生命周期中需包含的部分，以提供所需的数据集或确保比较研究中的有效比较。

例如，在比较两种不同生产路线以获得“1 kg 聚酰胺 6.6”的断言中，适合使用从摇篮到门的模型，排除两个比较系统的其他阶段（前提是两个最终产品的技术质量，包括可回收性，没有显著差异）。相比之下，在“1 升一次性 PET 瓶”与“1 升一次性玻璃瓶”用于“静水包装以供终端消费者存储和消费”的比较中，还需考虑瓶子的运输及其生命周期管理（即使用后的瓶子的回收或其他处理）。仅涵盖从摇篮到门的瓶子的比较在此情境下将是不有效的，因为这无法完整反映两个替代品的不同生命周期影响：它们在运输和生命周期管理上存在差异，需要包括这些因素以提供有效的决策支持。

**系统边界 - 属性建模与因果建模**

在属性建模中，系统的生命周期按其实际情况建模，遵循一般的供应链逻辑（如果包括的话，还需包括产品的使用和生命周期处理）。基本系统边界和包含的生命周期阶段可以从工作的目标和范围中推导出来。具体过程是从前景系统开始，逐步发展，按照过程链和供应链及使用阶段逐步上游和下游（详见第 7.2.3 章）。

与此相对，在因果建模中，建模分析系统前景系统过程的决策对其背景系统和/或其他系统的影响。因此，分析系统的系统边界中需包括其他系统的过程。这两个方法中的相同产品的系统边界可能会有很大不同。只有在生产者/运营者直接控制的过程中，才会存在例外。

**系统边界图**

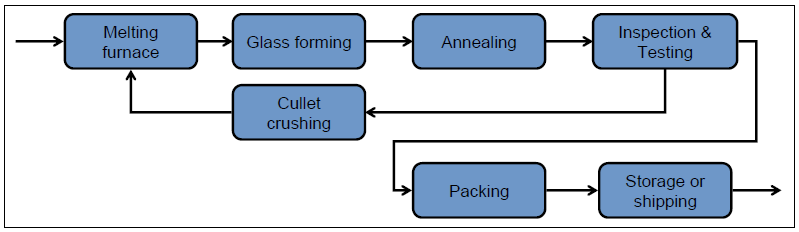
系统边界应在半示意图中表示，明确显示哪些部分和生命周期阶段最初打算包括在内，哪些排除在外。

请注意，在部分终止系统的情况下，选择性地排除某些过程是故意的。相应的产品和/或废物流在聚合后应保留在最终清单中，即在提供的数据集中跨越系统边界[[76]](#footnote-76)。这应在系统边界图中显示。

如果项目过程中目标和范围需要调整，应调整初步图示。

建议的系统边界图示模板见附录中的图 35。

建议为前景系统准备技术流程图。该流程图应显示主要的过程步骤（参见图 14 示例）。在进行数据收集时，可以对其进行进一步完善。



**图 14 前景系统的流程图。示例展示了一个完整的玻璃门到门的过程链。为了提供总体概述，仅显示了主要的处理步骤；这并不意味着其他活动的数据会被排除。**

**部件-系统关系**

对部件或复杂产品的 LCI 或 LCA 研究需要特别关注，这些产品是更复杂系统的一部分（例如，不同的汽车启动电池技术；使用节水的淋浴头；不同的窗框概念/材料）：分析的部件与系统及其其他部件之间的技术互动需要在系统边界定义中明确考虑。通常，操作在更大系统中的部件不能孤立分析，尤其不能与以其他方式与系统互动的部件进行比较。

这适用于属性建模和因果建模。相关信息在第 7.2.2 章的框中提供。

**系统-系统关系**

类似于部件-系统关系，对那些改变其他上下文系统操作的系统的研究（例如，产生热量并改变其操作的计算机或咖啡机）也需考虑这种相互关系。

系统-系统关系适用于属性建模和因果建模。相关信息在第 7.2.2 章的框中提供。

**活动类型的系统性排除**

除非根据 LCI/LCA 研究的具体目标必要，否则系统性排除如运输、基础设施、服务、行政活动等活动是不合适的（例如，如果要分析这些活动类型的定量相关性，则系统需分别建模一次有这些活动类型，一次没有）：原则上，所有可以归因于系统的定量相关活动（或在因果建模中是结果的活动）应包括在系统边界内，除非它们在定量上不相关，适用切割标准（见下一节）。活动的包含和排除需求只能根据结果所需的完整性和精确性来决定。通常需要包括的活动类型例如：采矿、加工、制造、使用、修理和维护、运输、废物处理及其他购买的服务，如清洁和法律服务、市场营销、资本品的生产和退役、经营场所如零售、仓储、行政办公室等。可以基于对类似系统的经验谨慎地初步排除活动，否则会导致精度降低和结论及建议的局限性。

识别应归因于系统的活动和过程的系统方法在 LCI 工作章节中给出 - 见第 7.2.3 章的属性建模和第 7.2.4 章的因果建模。

**排放抵消**

抵消排放（例如，通过清洁发展机制、碳信用和其他系统外部抵消）不应包括在系统边界中，相关（减少的）排放也不应整合到清单中或用于 LCA 结果解释。请注意，例如，碳捕获和储存以及其他属于分析系统的一部分的措施应包括在内；这些不应与始终在分析系统之外的抵消措施混淆。

此类信息仅可作为附加环境信息报告，例如在环境产品声明（EPD）中。

6.6.3 系统边界的定量定义——切割标准

（参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.3.3 章）

**数据切割 vs. 使用数据估算**

通常，所有归因于分析系统的过程和流（或在因果建模中受影响的流）都应包括在系统边界内。然而，并非所有这些过程和基本流在定量上都是相关的：对于较少相关的部分，可以使用较低质量的数据（“数据估算”），从而减少收集或获取高质量数据的工作量。在这些中，不相关的部分可以完全切割（而原本需要收集数据的努力可以集中于获取相关过程和基本流的更好数据）。

|  |
| --- |
| 术语和概念：切割标准  “切割”指的是从系统模型中省略不相关的生命周期阶段、活动类型（如投资商品、储存等）、特定过程和产品（如在重新熔化之前对内部回收的聚合物生产废料进行重新颗粒化）以及基本流。  切割的量化是相对于通过切割大致排除的环境影响百分比（例如，“95%”表示切割了大约5%的总环境影响（或选定的影响类别））。显然，了解100%的影响需要进行近似估算，因为如果确切知道总影响，就不需要进行切割。然而，总清单对于所有生命周期方法来说总是未知的——100%总是需要根据测量或计算的数据进行多多少少的近似和推断。  重要的是，切割的部分不应过大，因为这首先会导致数据不完整（即较低的环境影响），限制了结果的比较适用性。其次，切割的过程、流等的缺口越大，整体不确定性也越高：切割的影响百分比的定量估算会变得越来越不精确。有关切割的更多细节将在本章中提供。  同样重要的是，切割必须系统地确定，以避免不适当地切割相关部分。 |

**结果显著性与切割标准的关系**

系统边界的定量定义涉及允许省略整个生命周期阶段、活动类型、特定过程和产品以及基本流。这些省略（“切割”）仅在对LCI/LCA研究结果不重要的情况下才能被证明是合理的。否则，这些省略必须在解释阶段考虑。对于LCI数据集，切割是数据质量标准之一（见第12章），应加以记录。

上述“无关紧要”的意义应通过制定定量切割标准来确定。这些标准定义了数据在其最大允许的不确定性、准确性不足和不一致性方面的最低完整性要求，考虑到结果的预期应用。注意，各种数据质量组件始终是相互关联的（例如，90%的完整性是通过“高质量”数据实现，还是通过较低质量的“数据估算”实现；参见附录表6中的数据质量水平）。使用数据估算数据会使得100%作为参考的近似值变得不那么精确，依此类推。还需注意的是，数据质量组件以乘法方式相互作用，通常最弱的数据质量组件会将整体数据质量降低到其水平或以下。在定义切割标准时，应考虑到研究目标和范围下所需的最低质量，以及其他数据质量组件的实现质量。

例如：在对两个产品系统的比较研究中，可能在迭代分析过程中发现，两种替代方案的环境影响有很大的差异，并且总是有利于同一个产品系统（例如：在各个中点水平影响类别中差异约为60%到90%）。现有的数据可能具有较高到非常高的准确性和精确度，因为大多数关键过程在前景系统中，并且有测量的年度数据。两个产品替代方案的生命周期系统数据的最终完整性最低要求可能被确定为80%[[77]](#footnote-77)，因为这仍然允许展示两个替代方案的显著差异。即，定量切割将设置为“80%最低完整性”，即较低的完整性程度。

对于应用无特定的数据集（例如，背景使用的平均数据在决策背景下的情境A），原则上切割可以自由设置，同时应记录确切的切割标准，以便数据用户评估数据对其特LCI/LCA研究的适用性。

**定义定量切割标准 / 数据完整性**

有效的切割标准应基于产品系统总体环境影响的定量完整度（例如，“覆盖85%的总体环境影响”）进行定义。两种方法是可行的：

* 将切割与每一个要包括的影响类别相关联（即“气候变化潜力的85% AND 酸化潜力的85% AND 富营养化潜力的85% AND 等等”）。这要求在那时已识别LCIA方法；见第6.7章。
* 将切割与标准化和加权的总体环境影响相关联（即85%的标准化和加权的总体环境影响）。这要求识别和使用标准化基础和加权集，见第6.7.6章。

使用第一种方法的优点在于可以在没有标准化和加权数据的情况下进行工作。第二种方法的优点是可以将精力集中在最相关的影响类别上，而在第一种方法中，还需要收集那些与分析过程或系统关系不大的影响类别的数据。

需要注意的是，对于碳足迹和其他应用有限影响指标的研究，切割将仅与考虑的指标相关（例如，“覆盖90%的气候变化影响”）。

一个具体研究或数据集定义标准的示例是：“切割标准是分析产品系统的总体环境影响，由其标准化和加权的LCIA结果给出，应用XY LCIA方法、XY标准化基础和XY加权集[[78]](#footnote-78)。该研究（或数据集）涵盖了至少贡献95%该影响的过程和流量。”百分比（例如“95%”）应根据LCI/LCA研究的目标和范围来确定（或在背景LCI数据集的目标定义中直接设定），如前所述。

**实践中应用切割标准的前提说明**

应用切割标准必须考虑两个主要方面：在数据收集过程中将切割标准转化为操作性标准，以及在此之前如何克服明显的悖论问题：

显而易见的悖论是，必须知道LCA的最终结果（以便能够显示省略某个过程对整体结果不重要），才能知道哪些过程、基本流等可以被省略。这个悖论通过在执行LCA时使用的迭代方法来解决，如第4章所述，并在图5中的清单部分中提供了更多细节：初始设置需要在后续的LCI数据收集、建模（包括替代情景）、LCIA结果计算和解释（特别是贡献、敏感性、完整性检查和不确定性分析）结果的基础上重新审视和细化。这些迭代步骤应重复进行，直到结果满足LCI/LCA研究的完整性、准确性和精度要求。

有关在数据收集和建模中应用切割标准的详细信息，请参见第7.4.2.11和第9.3.2章。

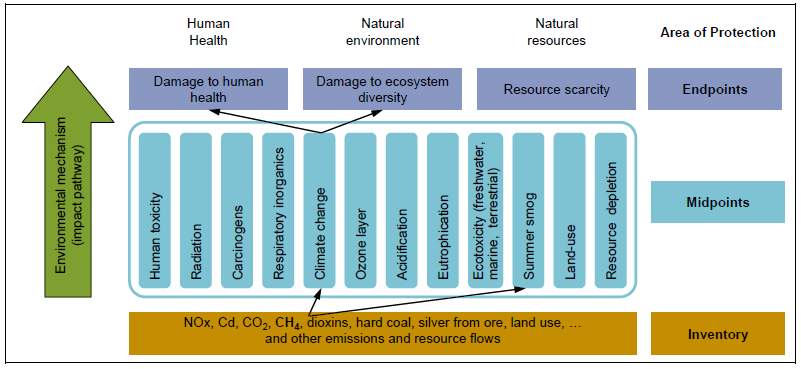
|  |
| --- |
| **条款和概念：6.6 确定系统边界和切割标准（完整性）**  对情境A、B和C的差异适用性。  \*\*对归因建模和因果建模的差异适用性。  \*\*注意：这些规定仅在LCI阶段应用。  I) 必须 - **LCA范围:** LCI或LCA研究应涵盖以下内容（6.6.1）：  I.a) 对三大保护领域的潜在影响：人类健康、自然环境和自然资源，  I.b) 这些影响由技术圈和生态圈之间的干预引起，并且  I.c) 在正常和异常操作期间，但不包括事故、泄漏和类似情况[[79]](#footnote-79)。  I.d) 可能与LCA范围不符的其他影响，如发现对分析或比较的系统相关，可以识别其相关性并加以说明。[ISO+]  II) 必须 - **系统边界内的过程:** 分析系统的最终系统边界应尽可能包括所有相关的生命周期阶段和过程，这些过程：  II.a) 在技术圈内运行，并且  II.b) 根据归因建模或因果建模的规定需包括的过程（见第7.2.3章和第7.2.4章），但需按照适用的情境A、B或C的具体规定和简化（详细见第6.5.4章）。  II.c) 任何相关的偏差/遗漏应明确记录，并在LCA研究中考虑其解释。（6.6.1）  III) 必须 - **系统边界中的流动:** 除了提供功能单元的参考流量和允许的废物流（见7.4.4.2）外，不应有其他相关流量穿过分析系统与技术圈之间的边界。只有基本流量（包括允许的测量指标和流量组，见7.4.3.2）应穿过分析系统与生态圈之间的边界。任何相关的偏差/遗漏应报告，并在LCA研究中考虑其解释（6.6.1）。[ISO!]  注：另见第7.4.4章，涉及特定类型过程的特别规定。  IV) 必须 - **系统边界图:** 应确定系统模型的范围，并准备一个示意性系统边界图[[80]](#footnote-80),[[81]](#footnote-81)。除了包含的生命周期阶段外，还应提供不同类型交付物的以下内容（6.6.2）：[ISO!]  IV.a) 对于单一操作单元过程：应表示的过程步骤。  IV.b) 对于黑箱单元过程：应表示的过程链、工厂、现场等，以及包括的第一个和最后一个过程步骤。  IV.c) 对于LCI结果、LCIA结果和非比较LCA研究：包含的生命周期阶段。最后，应给出包括的第一个和/或最后一个过程步骤，除非生命周期以摇篮或坟墓开始或结束。  IV.d) 对于比较LCA研究：每个比较选项的包含生命周期阶段。此外，应给出每个选项的第一个和/或最后一个过程步骤，除非各自的生命周期以摇篮或坟墓开始或结束。  IV.e) 流程图：特别是对于前景系统，建议准备主要过程步骤的技术流程图。  V) 必须 - **排除列表:** 准备初步的排除列表，列出任何类型的活动、特定过程、产品和废物流、基本流量或其他预计将被排除的部分（6.6.2）。[ISO+]  注：该初步列表应在研究结束时迭代更新以反映情况。\*\*  注：任何最终排除都需要根据切割标准进行合理化，并可能限制数据集的适用性或从比较研究中得出的结论。  VI) 必须 - **部分系统和系统-系统关系:** 对于具有部分系统关系的部分或具有系统-系统关系的系统研究，应获取有关对相关系统及其数据影响的数据，只要这符合研究的目标和范围（6.6.2）。第7.2.2章中的相关框提供了更多信息。[ISO!]  VII) 必须 - **系统外部补偿:** 系统外的补偿排放（例如，通过清洁发展机制的碳补偿、系统外碳信用等）和其他类似措施不得包含在系统边界内，只要这些措施与结果相关。这些相关的（减少的）排放不得整合到清单中或用于LCA结果解释（6.6.2）。[ISO+]  VIII) 必须 - **定量切割标准:** 确定适用于分析系统的产品、废物和基本流量的切割百分比值，这些流量穿过系统边界，但未在清单中定量[[82]](#footnote-82)包含[[83]](#footnote-83)，如下所示（6.6.3）：  VIII.a) 总体环境影响：切割百分比值通常应与系统总体环境影响的定量覆盖程度相关[[84]](#footnote-84)。对于比较研究，切割还应始终涉及质量和能量。有两种替代方法可以处理总体环境影响：[ISO!]  VIII.a.i) a) 对每个需包含的影响类别单独应用切割[[85]](#footnote-85)。这要求在该点已确定LCIA方法；见第6.7.7章。  VIII.a.ii) b) 对标准化和加权的总体环境影响应用切割。这要求在该点已确定LCIA方法、标准化基础和加权集；见第6.7.7章。  VIII.b) 确定目标切割百分比：目标定量切割/完整性百分比应如下确定：  VIII.b.i) 对于单元过程、LCI结果和LCIA结果：切割值已经在目标阶段定义（例如，“开发95%完整性的单操作单元过程数据集”）或应从迭代范围步骤中的预期应用的完整性需求中推导。  VIII.b.ii) 对于非比较LCA研究：切割值已根据在分析系统中的关键贡献过程和基本流量的兴趣程度确定；这通常在研究目标中定义。  VIII.b.iii) 对于比较LCA研究：切割值根据需要展示比较系统之间显著差异的精度、准确性和完整性确定。这是在LCA工作迭代中完成的，至少在初始LCI模型已建模和分析后进行。  注：除非最初定义，否则切割值只能在初步范围阶段粗略估计，并需迭代调整。\*\*  注：稍后对最初设定的切割标准的任何偏差，例如由于数据缺失（见第7.4.2.11.3章关于处理缺失数据），应在随后的LCI数据收集和建模过程中识别，并在LCI/LCA研究结束时记录。最终实现的切割标准（以及任何可能的偏差）应报告并在解释阶段充分反映。如果是LCA研究，这可能会导致对LCI/LCA研究支持的预期应用进行修订。这些问题需要在LCA工作的相应阶段进行检查。 |

## 6.7 准备影响评估的基础

（参见ISO 14044:2006 第4.2.3.4、4.4.2.2 和 4.4.5章）

6.7.1 引言和概述

生命周期影响评估旨在聚合清单数据，以支持解释。可选择性地应用归一化和加权，以进一步支持这一过程。另见图15。



**图15 生命周期影响评估。从清单到类别端点的示意步骤。注意，归一化和加权没有显示，并且可以从中点或端点开始。**

同时，影响评估（以及可选择的归一化和加权）对于应用切割规则来评估数据完整性是必需的，即对于所有LCA/LCI研究都是必要的。因此，如果研究的成果是LCI数据集，它们是必需的。

生命周期影响评估（第8章[[86]](#footnote-86)）中要涵盖的环境影响类别以及要应用的LCIA方法和归一化、加权集（如果包括）应在初始清单分析之前确定，以确保它们的选择不是基于初步结果的兴趣驱动。这也确保为系统中的过程收集到相关且匹配的清单数据，或能够识别合适的第三方背景LCI数据集。

影响类别和归一化、加权集的选择应与LCI/LCA研究的目标一致。仅基于LCI的数据分析在某些情况下可能会有合理性，具体取决于LCI/LCA研究的目标，但应注意，这种程序可能会限制结果和比较的有效解释。仅基于LCI结果的比较断言在ISO 14044:2006下是不允许的。

影响类别的选择必须是全面的，涵盖与分析系统（例如产品）相关的所有重要环境问题。这除非在目标定义中设定了限制，例如在碳足迹研究中，仅考虑与气候变化相关的干预措施。对相关影响的初步排除应清楚地记录并在结果解释中考虑，这可能会限制研究的结论和建议。

使用全球通用的LCIA方法和具有全球默认特征的模型，以及（在可用和必要时）具有非通用（例如按地点或时间区分）特征的因素，将大大提高LCA的全球比较性。然而，由于这样的标准尚未广泛达成共识和可用，本指南必须在没有这些条件下操作。以下子章节提供了如何为正确的影响评估准备基础的规定，这将在生命周期清单数据收集和建模后行。

6.7.2 确定要应用的LCIA方法

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.4、4.4.2.2和4.4.5章）

**中点和终点级别影响评估 - 要求**

LCIA方法存在于中点和终点级别，对于两者，也存在集成的LCIA方法（见图15）。这两个级别各有优缺点，详细讨论见单独的指导文件《生命周期影响评估（LCIA）模型和指标的框架与要求》。该文件中也详细介绍了中点和终点的概念。一般而言，中点级别区分的影响类别数量较多（通常约10个），结果相较于常用于终点评估的三大保护领域更准确和精确。

默认情况下，以下中点级别的影响类别和保护领域应检查其相关性，并确定将用于LCA生命周期影响评估阶段的相关LCIA方法：

影响类别：

- 气候变化、（平流层）臭氧耗竭、人类毒性、呼吸性无机物、离子辐射、（地面）光化学臭氧形成、酸化（土地和水）、富营养化（土地和水）、生态毒性、土地使用、资源枯竭（矿物、化石和可再生能源资源、水）。

保护领域：

- 人类健康、自然环境、自然资源

默认情况下，所有上述影响类别应由选择的LCIA方法组合覆盖。如果可用且适用（见下文），建议将其与终点级别的一致影响因素一起使用。

任何LCIA方法的选择或开发应符合以下要求，与ISO 14044:2006一致（详细要求见单独的《生命周期影响评估（LCIA）模型和指标的框架与要求》指导文件）。

* 影响类别、类别指标和表征模型应获得国际认可。LCIA方法应得到相关地区的政府机构的认可（情况A、B），或应得到参考系统所在地区政府机构的认可（情况C），如果有的话。ILCD系统正在准备关于影响类别、模型、方法及相关表征因素的推荐，这些推荐可能成为此类认可的基础。
* 类别指标应包括对特定LCI/LCA研究相关的指标，尽可能涵盖所有相关类别。任何缺口应被记录，并在结果解释中明确讨论；
* 每个类别指标的表征模型应在科学和技术上有效，并基于明确可识别的环境机制或可重复的实证观察；
* 表征因素的整体应尽可能无相关影响类别的覆盖缺口；相关缺口应被估算、报告，并在结果解释中明确考虑；
* 类别指标——如果包括终点评估LCIA方法——应表示系统相关输入和输出对类别终点的汇总影响；
* 应尽量避免在包含的表征因素之间的重复计算，除非研究目标另有要求（例如，涵盖同一初级流向多个影响类别的影响，具有不同的影响途径）；
* 在选择影响类别和LCIA方法时做出的价值选择和假设应最小化，并作为LCIA方法数据集文档的一部分记录，并最好在更为详尽的报告中进行记录。

符合ILCD标准的LCIA方法可能需要进行审核。这在第11章和独立的ILCD审核指南中有涉及。

可以将更多影响类别的LCIA方法整合到分析中（见第6.7.4章）。这可能是为了弥补特定LCI/LCA研究中缺失的影响类别，或为未在应用的LCIA方法中涵盖的研究特定、影响相关的初级流设置影响因素。此外，也可能需要非通用的，即空间上或其他方式区分的LCIA方法；参见第6.7.5章。

根据具体系统的情况，基于对足够相似系统的详细和完整研究获得的经验或后续分析，可能会发现一个或多个默认影响类别的总体相关性较低。通过应用切割规则，这些影响可以在后续步骤中排除，但这种排除应在总体环境影响中定量证明其对目标定义和特别是预期应用以及为LCI/LCA研究定义的切割标准的微不足道性。请注意，任何相关的排除在后续解释过程中需要明确考虑，并可能导致结论和建议的限制。

6.7.3 碳足迹和其他选择的指标

（无对应的ISO 14044:2006章节，但与章节4.2.3.4和4.4.2.2相关）

根据预期应用的不同，在目标定义阶段可能已经计划仅使用有限的环境影响类别（例如，在碳足迹研究中使用“气候变化”或在以主要能源消耗为导向的生命周期研究中使用“能源资源枯竭”）。

如果是这种情况，应在目标和范围定义中突出并加以说明。应在此确定具体的LCIA方法（例如，使用通常用于碳足迹研究的最新政府间气候变化专门委员会（IPCC）因子）。

相关影响的排除应在LCI研究/数据集和LCA研究的文档中突出显示，包括与其他系统结果的有限可比性的影响。

6.7.4 包括非标准影响和非标准基本流

（无对应的ISO 14044:2006章节，但与章节4.2.3.4和4.4.2.2相关）

**额外的影响类别**

根据LCI/LCA研究的目标和系统的性质，可能需要解决额外的相关环境问题。根据ISO 14044:2006的要求，应包括对LCI/LCA研究特别相关的缺失影响类别。

如果是这种情况，则应将这些额外的LCIA方法纳入集合中，或在极少数情况下，可能需要开发这些方法。在其他情况下，可能需要用尚未覆盖的基本流的表征因子扩展现有的LCIA方法。如果是这种情况，这一需求应在范围定义中识别，以便在清单分析之前确定对基本流的所需信息。

请注意，这可能只能基于在第一次或第二次迭代的LCI数据收集、建模、影响评估和解释后获得的见解。

任何额外的影响类别、LCIA方法和影响因子必须满足与第6.7.2章中列出的默认影响类别相同的条件。

**额外的影响因子**

同样，可能发现所选LCIA方法中缺少一个对清单中某基本流的表征因子，而该基本流已知对相关影响类别或类别终点有显著贡献。这通常只会在第一次或第二次迭代的LCI数据收集、建模、影响评估和解释后获得的见解中被识别。

应根据以下步骤评估是否需要为该流派生/开发特定的因子：

* 缺失的表征因子的潜在重要性应通过假设保守值或现实最坏情况值来评估，例如，基于与同一影响类别的其他基本流的化学、物理和/或其他相似性。例如，对于空气中醋酸这种弱有机酸的缺失“酸化潜力”因子，可以基于醋酸与蚁酸（根据其化学、光化学和物理化学特性，例如水溶性）的相似性来分配一个化学计量调整后的因子。类似地，可以通过将尿素这种快速生物降解的氮含量有机化合物的排放量的富营养化潜力近似为硝酸盐在水中的潜力，经过尿素中的氮含量的化学计量转换。
* 应将假定的表征因子应用于基本流，并调查这一影响类别的总结果是否发生了相关程度的变化（即根据所需的准确性，尤其是从研究目标中得出的完整性要求/切割规则）。
* 如果基于此方法的贡献不能被归类为微不足道，则应尝试获得更准确和精确的缺失表征因子。请注意，这个因子必须满足与相关LCIA方法中其他因子相同的条件。如果无法做到这一点，必须报告缺失的表征因子，并在结果解释中考虑缺失因子的潜在影响。
* 相反，如果保守/最坏情况的假设不会导致基本流的显著贡献，则可以忽略缺失的表征因子。建议即使在这些流的相关性不足但并非完全无关的情况下，仍报告“缺失因子”的事实。

请注意，这一过程需要LCIA方法开发者的专家知识，尤其是命运和暴露建模，以及对化学和环境科学的良好理解。

另请参阅《LCA环境影响评估方法、模型和指标的要求》文档。

6.7.5 空间和其他影响因素的差异化/修改

（没有单独对应的ISO 14044:2006章节，但与章节4.2.3.4和4.4.2.2有关）

ISO 14044:2006 规定，“根据环境机制以及目标和范围，应考虑将LCI结果与类别指标相关联的表征模型进行空间和时间差异化。”然而，鉴于目前缺乏空间或时间上差异化的LCI数据，尤其是相应的LCIA方法，实际操作中这种差异化在很大程度上是不切实际的或很少可行。

如果目标是使用这些非通用（例如，空间上或以其他方式差异化）LCIA方法，则必须科学地证明其结果在LCIA结果中具有显著差异。请注意，无论如何，任何应用的LCIA方法可能需要进行符合ILCD标准的LCIA审查。有关详细信息，请参见第11章和《生命周期评估（LCA）审查方案》的单独指导文件。

如果应用了非通用的影响评估，则表征步骤将必须在未聚合的库存结果上进行。完成表征步骤后，LCIA结果可以按影响类别汇总，并与相应的聚合LCI结果一起提供。如果这样做，应用非通用LCIA方法获得的LCIA结果应在报告中提供，作为与差异化结果相辅相成的信息。

请注意，这一步骤通常只能在第一次或第二次LCI数据收集和建模迭代之后进行。

对于比较LCA研究，还需在研究解释阶段讨论通用LCIA方法的适用性。如果进一步的，尤其是空间或时间上的差异化被认为会导致显著不同的结果，那么这一发现可能会限制研究得出的结论和建议。

请注意，从非通用LCIA方法计算的LCIA结果应与默认的通用结果分开呈现和讨论。

6.7.6 选择归一化基础和权重集[[87]](#footnote-87)

（没有单独对应的ISO 14044:2006章节，但与章节4.2.3.4中的“环境重要性”方面和章节4.4.3有关）

**引言**

在 ISO 14044:2006 中，归一化和权重设置是可选的步骤，用于支持影响特征的解释，并作为完全汇总结果的步骤。请注意，归一化和权重设置也可用于定义定量的截断规则（见第6.6.3章）和检查数据集库存的完成程度。这意味着它们可能是 LCI/LCA 研究中，无论交付成果类型如何，都可能需要的步骤。

请注意，并非所有基于端点水平的权重方法都需要归一化步骤：那些将潜在损害表示为一个共同单位（例如，货币方法）的权重方法，在显式归一化的情况下运作。在这种情况下，归一化隐含在端点建模步骤中。因此，对于这些方法，使用额外的归一化步骤将是错误的。相反，对于那些需要先进行归一化的权重方法，没有归一化的权重设置将提供错误的结果。

|  |
| --- |
| 常见错误：不兼容的LCIA方法、归一化基础和加权集  重要的是要注意，选择的LCIA方法、归一化基础和加权集必须仔细选择，并确保它们能够相互配合。即，它们需要与完全相同的中点水平或终点水平类别相关联。有时会将仅部分兼容或完全不兼容的数据进行组合，这会导致扭曲或无意义的结果。此外，地理参考的正确关联对于确保适当的决策支持也很重要。 |

注：由于归一化和加权因子的开发不属于ILCD系统工作的范畴，因此这些主题没有详细讨论，但以下提供了选择和使用它们的基本指导（参见章节8.3和8.4）。

**归一化基础 - 要求**

在归一化过程中，不同中点水平影响类别或终点水平损害的指标结果相对于一个共同的参考进行表示，即通过将指标结果除以相应的参考值来实现。作为参考值，通常使用一个国家、地区、大陆或全球的总年度领域基本流量的影响或损害结果（或每位平均公民，即按人均）[[88]](#footnote-88)。这些参考影响或损害结果称为“归一化基础”。归一化基础是通过与分析系统（例如产品）的生命周期清单相同的方式从库存中计算得出的：对于中点水平结果，归一化基础是从年度领域流量清单中计算出的总体潜在影响；对于终点水平结果，归一化基础是对保护领域的总体损害。

为了便于研究之间的沟通（和质量检查），建议使用所选国家/地区/全球每年的按人均计算的领域流量库存作为归一化基础[[89]](#footnote-89)。

是否使用全球数据或特定国家、地区或大陆的数据的决定应在初步范围定义时做出，并根据以下考虑因素进行合理化：

* 支持决策的地点（情况A、B）或会计参考地点（情况C）应考虑？
* 对LCI/LCA研究的预期应用和目标受众的相关性
* 选择的国家、地区或全球的库存数据必须足够完整，并且所有影响类别/保护领域的完整性应与LCI/LCA研究中考虑的相似。
* 归一化基础的领域流量必须适用于LCI/LCA研究所使用的LCIA方法，即其分类和特征应与分析系统的相同。
* 与应用的中点影响类别或类别终点以及随后可能应用的加权因子集的兼容性（如下面所述）。

归一化基础的年份应为最新可靠数据可用的年份。选择的归一化基础在研究后期应保持不变，除非在研究过程中添加了非默认的影响类别，则需要扩展。

**加权因子 - 要求**

在加权过程中，将不同影响类别或损害的（通常是归一化的）指标结果分别乘以特定的加权因子，以反映不同影响类别/类别终点之间的相对重要性。例如，“酸化潜力”类别可能被赋予权重2，“光化学臭氧生成潜力”类别可能被赋予权重3，以此类推，为所有包含的影响类别分配权重。

加权集可以通过不同机制开发，如由公共政策制定者或行业小组、广泛的利益相关者小组、专家小组等设定。因此，它们可以反映一定范围的科学专业知识，但也可能包括政治和其他基于价值的考虑。需要强调的是，加权因子本质上总是规范性的/主观的，反映了价值假设。

合适的加权集应在研究的初步范围阶段进行识别、合理化和记录，并与其目标特别是预期应用和目标受众一致。

以下考虑因素应指导加权因子的选择/识别：

* 关联到全球或做出支持决策的国家或地区的规范性/文化/宗教或其他社会背景（情况A、B），或会计参考（情况C）。
* 对LCI/LCA研究的预期应用和目标受众的相关性。
* 正确参照用于研究的LCIA方法提供的具体中点水平影响类别或终点保护领域。
* 在所选国家、地区或全球范围内，与所应用的归一化因子集（如有）兼容。

选择的加权集在研究过程中不应更改，除非在研究过程中添加了非默认的影响类别，则需要扩展。

|  |
| --- |
| **6.7 准备影响评估的基础**  适用于情况A、B和C。A/B与C之间的差异很小。  请注意，影响评估对于所有类型的LCI/LCA研究都是必需的，至少用于系统性地评估和改进整体数据质量，包括应用第6.6.3章中描述的切割规则。  影响类别和LCIA方法：  I) 必须 - **目标一致的影响类别和LCIA方法选择：**根据研究的目标选择要包含的影响类别和相应的LCIA方法。[ISO!]  II) 应 - **影响类别要求：**  II.a) 所有对LCI/LCA研究环境相关的[[90]](#footnote-90)影响类别应尽可能包括，除非目标定义明确规定排除（例如碳足迹研究）。其他影响类别可以选择性地包含。  请注意，任何相关的排除必须在解释过程中明确考虑，并可能导致数据进一步使用的限制（在LCI研究或数据集的情况下）以及结论和建议的限制（在LCA研究的情况下）。  III) 必须 - **LCIA方法要求：**所有包含的LCIA方法必须满足以下要求[[91]](#footnote-91)[6.7.2]：  III.a) 应国际认可，并且最好由相关地区的政府机构批准（情况A、B）或系统的会计参考地点[[92]](#footnote-92)（情况C）。  III.b) 应在科学和技术上有效，尽可能；必须记录这一事实的程度。  III.c) 在可能的情况下，不应在其相关的影响类别中存在重要的覆盖空白；否则，必须近似估算空白、报告并在结果解释中明确考虑。  III.d) 应基于明确的环境机制或可重复的实证观察。  III.e) 应仅与领域流量（即技术圈和生态圈之间的干预）相关，正常和异常操作条件下，但排除事故、泄漏等。[ISO!]  III.f) 应尽可能避免在包含的表征因子之间的重复计算，除非研究目标另有要求，  III.g) 应尽可能避免价值选择和假设；这些应适当记录，如果相关，应在结果解释中明确考虑。  LCIA方法的开发或识别以满足这些要求，参见《生命周期影响评估（LCIA）模型和指标框架及要求》单独的指导文件。  请注意，为了用于比较声明研究，任何使用的LCIA方法和因子可能需要经过ISO审查才能符合资格。  IV) 应 - **默认影响类别和类别终点：**所选LCIA方法应默认覆盖以下所有影响类别，并提供中点水平的表征因子。建议它们还应提供与中点水平一致的建模类别终点因子，并涵盖以下三个保护领域的所有相关损害[6.7.2]：  IV.a) 影响类别（“中点水平”）：气候变化、（平流层）臭氧耗竭、人类毒性、呼吸无机物、放射性辐射、（地面）光化学臭氧形成、酸化（土地和水体）、富营养化（土地和水体）、生态毒性（淡水、海洋、陆地）、土地使用、资源耗竭（矿物、化石和可再生能源资源、水等）。[ISO!]  IV.b) 类别终点（“终点水平”）：对人类健康的损害、对生态系统的损害、自然资源的耗竭。这些分别涉及三个保护领域“人类健康”、“自然环境”和“自然资源”。[ISO+]  V) 应 - **地点和时间通用的LCIA：**LCIA方法应默认是地点通用和时间通用的（但见下文关于衍生LCIA方法的条款）。[ISO!]  VI) 可以 - **LCIA方法论：**建议选择提供完整单一LCIA方法集的现有LCIA方法，而不是选择和组合个别LCIA方法。[ISO!]  VII) 应 - **排除影响类别？：**对任何上述影响类别的排除应以对分析系统不相关为理由进行说明。这可以基于对详细、完整的类似系统的经验和/或系统组特定/产品类别规则（PCR）类型的指导文件（6.7.2和6.7.3）进行。 [ISO+]  VIII) 必须 - **添加影响类别？：**检查特定的LCI/LCA研究，除了上述默认的影响类别外，是否需要根据目标和范围添加额外的相关环境影响[[93]](#footnote-93)。如果需要，识别或开发相关的LCIA方法进行应用。请注意，这些方法必须满足与其他包含的LCIA方法相同的要求（见上文）[[94]](#footnote-94)（6.7.4）。  IX) 应 - **超出LCA范围的影响：**应清晰、单独地识别那些超出LCA框架但有科学证据表明对分析或比较系统相关的影响[[95]](#footnote-95),93，包括在报告/数据集的摘要和执行摘要中。其简要描述应在进一步的文档中预见。如果计划定量包括这些影响，则可能需要不同的建模和分析方法和指导。这应尽可能与LCA研究共同进行，以确保一致性，但库存、影响评估等应保持分开以便清晰解释（6.7.4）。[ISO!]  请注意，这一步骤通常只能在第一次或第二次迭代的LCI数据收集和建模、影响评估和解释之后完成。  X) 应 - **缺失的表征因子：**如果分析库存的领域流量缺少表征因子，并且该流量对一个或多个包含的影响类别有显著贡献，考虑到LCI/LCA研究的目标和范围（6.7.4）：[ISO+]  X.a) 通过假设保守值或合理的最坏情况值，基于化学、物理、生物学和/或其他类似性，检查缺失表征因子的潜在重要性。请注意，这一过程需要LCIA方法开发者的专业知识，尤其是在命运和暴露建模方面，以便判断应考虑哪些相似性以及如何考虑；同时需要良好的化学和环境科学理解。  X.b) 将假设的表征因子应用于该领域流量，并调查受影响的影响类别/类别的总结果是否发生了相关程度的变化（即，取决于所需的完整性、准确性和精度）。  X.c) 如果这种方法不能将该领域流量的贡献分类为不相关，则应尝试获取更准确和精确的缺失表征因子的值，并在进一步工作中使用该值。请注意，该因子必须满足与相关影响类别/方法相同的条件。  X.d) 如果后者不可行或整个规定不可行（例如因成本或时间原因），则应报告缺失相关表征因子的事实，并在报告的数据质量和（对于LCA研究）结果解释时考虑缺失因子的潜在影响。  X.e) 如果保守或合理的最坏情况值未显示该领域流量的相关贡献，则可以忽略缺失的表征因子。建议尽管如此，仍报告“缺失因子”的事实，并标记为“缺失不重要”，至少对于那些缺乏相关性但不完全可以忽略的流量。  请注意，这一步骤通常只能在第一次或第二次迭代的LCI数据收集和建模、影响评估和解释之后完成。  XI) 必须 - **地点和时间非通用的LCIA方法：**从原始地点通用和时间通用方法衍生出的LCIA方法（即非通用的，但例如空间上或其他方式进一步细分或修改的）其潜在使用应根据研究的目标和范围进行说明。必须证明与通用方法相比获得了显著不同的LCIA结果。非通用方法必须满足所选LCIA方法的其他适用要求（6.7.5）。[ISO!]  请注意，这一步骤通常只能在第一次或第二次迭代的LCI数据收集和建模、影响评估和解释之后完成。  请注意，对于比较LCA研究，通用LCIA方法的适用性也应在研究的解释阶段讨论。如果可以论证或近似进一步细分会导致显著不同的结果，这一发现可能限制了从研究中得出的结论和建议。  请注意，从非通用LCIA方法计算的LCIA结果应与通用结果分开呈现，并共同讨论。  归一化和加权：  XII) 必须 - **切割标准：**归一化和加权可能已用于定义第6.6.3章中的切割规则（6.7.6）。[ISO!]  XIII) 可以 - **结果解释：**归一化和加权是ISO 14044:2006下的可选步骤，建议用于支持结果解释。（6.7.6）  请注意，归一化和加权应根据LCI/LCA研究的预期应用进行。  请注意，如果研究包括公开披露的比较声明，则不允许对公布的  XIV) 应 - **截止值与解释之间的一致性：**如果用于支持结果解释，则应使用与截止值规则（6.7.6）相同的规范化和加权集。[ISO!]  XV) 应 - **选择规范化基础和加权集的要求：**如果用于定义截止值和/或支持研究结果的解释，请按照以下规则（6.7.6）选择合适的规范化基础和加权集[[96]](#footnote-96)：[ISO!]  XV.a) 规范化基础：  XV.a.i) 作为规范化基础，应优先选择全球年度总环境清单。或者，使用做出决策的国家或地区的基于领土或消费的年度总环境清单（情况A，B）或会计参考所在的地方（情况C）。建议优先选择平均公民作为规范化基础，而不是全球、地区或国家总数（即全球、地区或国家总数除以公民数量[[97]](#footnote-97)）。  XV.a.ii) 确保所选规范化基础对预期应用和目标受众的相关性。  XV.a.iii) 确保所覆盖的整体环境影响具有高完整性和精确性，并且所有覆盖的影响类别具有类似的完整性和精确性。  XV.a.iv) 确保与所使用的LCIA方法有适当的联系，即涉及相同的影响类别/保护领域，并在足够程度上使用相同的基本流。  XV.a.v) 确保与要使用的加权集的技术兼容性，即涉及相同的影响类别/保护领域。  XV.a.vi) 作为规范化基础的年份应使用最新数据可用的年份，该数据满足上述要求。  XV.b) 加权集：  XV.b.i) 加权集应代表全球或做出决策的国家或地区（情况A，B）或会计参考的国家或地区（情况C）的规范性和其他价值。加权集应最好得到做出决策的国家或地区的政府机构的认可（情况A，B），或会计系统参考所在的国家或地区（情况C）。  XV.b.ii) 确保所选加权集对预期应用和目标受众的相关性。  XV.b.iii) 加权集应正确地参考使用的规范化基础和所用LCIA方法的中点水平或终点水平指标，如适用。  XV.c) 额外影响类别的扩展：如果在研究过程中额外包含了非默认影响类别，则应额外提供和使用相应的规范化基础数据和加权因子[[98]](#footnote-98)。  LCIA方法的选定、决策和规范化、加权的文档记录：  XVI) 应 - **LCIA方法、影响水平、规范化和加权决策的可验证文档：**在初始范围定义时，现阶段需决定并记录以下内容（6.7.7）：[ISO!]  XVI.a) 默认应用的LCIA方法，  XVI.b) 用于报告和解释的选定影响水平（即中点和/或终点水平），以及是否预见要使用，  XVI.c) 用于截止值和解释的具体规范化和加权集。  XVI.d) 这些决策应以适当的形式和方式记录或发布，以便后续的关键审查人员验证这些决策的日期。  XVI.e) 允许的调整：这些决策的调整仅在以下情况下允许（6.6.7）：  XVI.e.i) 如果按照研究目标添加影响类别并符合上述添加相关规定。这只能导致对已经选择的LCIA方法、规范化基础和加权集的添加，以适应添加的影响类别。  XVI.e.ii) 如果使用非通用LCIA方法，需有理由说明，如上所述。这只能导致对已选择的通用LCIA方法的差异，除非涉及的利益相关者可以就选择另一组已存在的非通用LCIA方法达成最佳的可实现共识。规范化基础和加权集应保持不变。 |

## 6.8 LCI数据的代表性和适宜性

（参考ISO 14040第4.2.3.6.2节）

6.8.1 引言和概述

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.6.2节）

**引言**

LCI数据质量可以通过代表性（包括技术、地理和时间相关性）、完整性（影响类别覆盖的清单）、精确性/不确定性（收集或建模的清单数据）以及方法适宜性和一致性来构建。有关详细信息和说明性图示，请参见附录12关于数据质量方面和指标的内容。

在“数据质量”概念中，LCI数据的代表性是一个关键组成部分。LCA的目标是反映现有供应链的实际物理现实（归因建模）或由于分析决策所导致的市场机制驱动的理论未来供应链的预测物理现实（后果建模）。这意味着生命周期模型应尽可能与实际发生的或可以预期发生的情况相一致。在系统层面上，清单数据必须代表实际与系统（例如产品）生命周期相关的过程。

**代表性和适宜性**

清单数据代表系统环境影响的能力可以分为两个密切相关的方面：代表性和适宜性[[99]](#footnote-99)。第一个方面，即代表性，涉及收集的清单数据在技术、地理和时间上如何准确地代表其所收集过程的“真实”清单。例如，一些流信息可能来自类似过程、较旧的数据源、其他国家、估算或缺失等；这些数据在一定程度上缺乏代表性。第二个方面，即适宜性，指的是在系统模型中使用的过程数据集实际代表分析系统的真实过程的程度。例如，当需要2005年的丹麦办公纸作为分析系统的输入时，2006年的“丹麦新闻纸”过程数据集在地理方面完全适宜，但在技术和时间相关性方面则有限。

在系统模型中，数据必须在代表性和适宜性上都达到足够的水平。因此，单位过程数据集的代表性涉及所代表的过程，而适宜性则涉及系统级所需功能/产品的数据集。综合起来，这就形成了分析系统的LCI结果清单的整体代表性。

**概述**

代表性通常从技术（第6.8.2节）、地理（第6.8.3节）和时间相关性（第6.8.4节）这三个角度来考虑，同时这三者是密切相关的。

具体情况决定了哪个方面最重要：在某些情况下，具有良好地理和技术代表性的数据可能比使用最新数据（时间相关性代表性）更为适宜。这需要针对具体情况进行识别：不同地理情况和不同技术的过程清单有多大差异，以及由于技术进步和背景系统的变化，随着年份的变化这种差异变化的速度有多快？一般来说，正如所有数据质量方面所示，适宜性最弱的组件决定了整体质量（即降低了整体质量）。

请注意，在归因建模和后果建模中，代表性涉及不同的技术（有时也包括地理），这一点将在后续说明。

6.8.2 技术代表性

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.6.2节）

**工艺和产品的技术代表性**

技术代表性涉及两个相互关联的方面：过程步骤（即活动）和其产品（即代表过程功能单元的活动结果），这两个方面都应被明确考虑。

|  |
| --- |
| 术语和概念：工艺和产品的技术代表性  介绍  工艺或系统的技术代表性指的是库存数据在其描述性信息中对其真实技术或技术特征的体现程度。  工艺的技术代表性方面  所使用的具体技术及其操作方式对工艺的环境影响有重要影响，这应在其库存中表现出来。这适用于输入（如消耗的能源、材料、使用的服务）和输出（如工艺特定的排放），这些在生产相同产品的技术之间可能有显著差异。这在高度变异的工艺中尤为明显。（有关方差与变异性的区别，请参见附录12.2中的“方差与变异性”）。  决定库存的方面非常广泛：原料基础、合成路线、使用的中间体、工艺的封闭性、减排技术、服务速度、负荷因子及其他高度变异的工艺参数，如废物处理和运输、内部回收率等。  产品的技术代表性方面  数据集要表示或作为其他系统输入的具体产品（如特定类型的钢材、一种特定的服务）在许多技术和其他方面（即规格）上可能有所不同。产品的适用性（即功能单位的适当性）在看似相似的产品之间通常差异很大。同时，环境影响也可能有很大差异（例如技术级硅和芯片级硅之间的差异）。  列出所有潜在相关方面似乎不切实际。功能单位和规格的所有定量和定性方面对具体情况可能都有影响。实际中经常被忽略的方面包括但不限于：材料纯度（如技术级硅与芯片级硅）、材料的加工深度（如金属条与金属箔）、特定处理（如表面处理、涂层等）、耐久性/使用寿命、服务质量、材料的实际成分（如聚合物配方中不仅包含主要树脂，还包括填料、着色剂、稳定剂、固化剂等）、与材料平均回收率相比产品的实际回收性等。此外，还包括生产该产品的具体工艺或工艺组合及路线（如从天然气蒸汽转化、地热能或太阳能电力中获得的氢气）。因此，产品和工艺的综合代表性需要额外关注。 |

**背景系统数据：后果性模型与归因性模型**

背景系统中不同活动的技术代表性是有效生命周期评价（LCA）的关键特征。这适用于归因性和后果性建模。然而，这两种建模原则可能需要在背景系统中代表的过程存在显著差异：

对于归因性建模，应为前景系统提供技术特定的数据，并为背景系统提供平均市场消费混合数据。这些理想情况下是供应商和下游用户（如进一步加工者、使用阶段、回收者）的原始数据和次级数据（例如产品，如果系统覆盖了完整生命周期）。

次级数据（如第三方数据库提供商的数据，无论是特定的、通用的还是平均的数据）也可以用于前景系统的部分[[100]](#footnote-100)。只有当这些数据在给定情况下更准确、精确和完整时才应使用。这可能是在原始数据和供应商数据不完整或代表性不足的情况下（例如，关于操作条件）。请注意，这只能在LCA工作后续迭代步骤中检查。

对于后果性建模，应为前景系统提供相同的数据。这应包括供应商技术特定数据的合同固定或计划供应链链接到前景系统。背景系统应使用适当的短期或长期边际技术混合（见第7.2.4章）。所述长期混合仅适用于在分析决策后发生“重大”变化的情况B中的工艺，并可选用于假设情景。边际过程的技术混合应根据市场方向和潜在边际过程的成本竞争力等因素来识别。

识别短期和长期混合并非简单，需要首先引入相关概念。有关详细规定，请参见第7.2.4.4章。

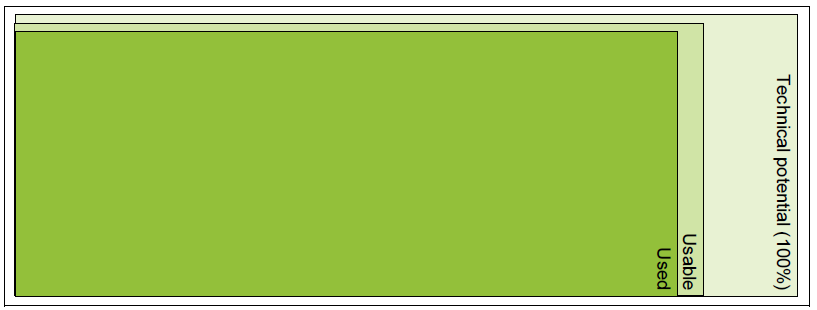
**平均模式与特定操作模式、周期步骤等**

检查研究目标和预期应用，数据是否需要代表特定的操作方式或技术/工艺方面（例如，特定的运输负荷因子或特定的起始、关闭等工艺步骤）。如果目标要求偏离平均、典型或综合技术/工艺操作，则需要考虑这一点。这个方面与上述“术语和概念”框中的解释密切相关。

**不可扩展的过程/系统在情况A和B中的处理**

当在情况A和B中使用归因性建模作为主要系统模型时，必须在技术代表性方面使用后果性方面的具体规定：如果过程/系统不可扩展（例如，许多国家的水电生产），则应使用技术的平均市场混合（此处为电力生产），而非特定供应商/技术（此处为水电）。除非该不可自由扩展的过程的用户能够证明其生产确实因其特定需求而在数量上增加，这也可以通过从不受限制供应的进口来实现。如果这种实际增加仅满足部分需求，则仅该部分可以使用特定过程数据进行建模，其余部分应使用市场混合。

这是必要的，因为在这些条件下，归因性和后果性过程之间通常存在较大差异，而使用市场混合可以系统地和可重复地避免这种差异。图16展示了这种有限/不可扩展性的情况。



**图16 市场中供应的有限性或不可扩展性。以水电为例；如果使用的水电量等于或接近可用量，那么额外的水电需求可以假设不会导致更多的水电生产；在这种情况下，水电的扩展性并不显著。可用量可能会受到除技术因素之外的其他限制，例如自然保护或立法限制。如果这些因素发生变化并变得更严格，可能会导致绝对的不可扩展性，因为使用量会被这些其他因素“冻结”或甚至逐步减少。**

在电力采购的例子中，后果性建模需要使用边际技术的混合。如果像水电一样，特定采购的水电技术在生产上不可扩展（例如在德国），那么电力的后果性需求不会导致额外的水电装置安装，而只是导致电力市场混合中电子的虚拟转移到特定供应商。使用水电数据会显著改变结果，但在情况A和B的决策背景下并不合理。

|  |
| --- |
| **条款：6.8.2 技术代表性**  适用于情况A、B和C，有所区分。  针对归因和结果建模有所不同。  完全适用于LCI结果、LCIA结果和LCA研究。对于单元过程，仅要求完成系统模型以进行质量控制。  请注意，这些条款仅适用于LCI阶段。  I) 必须 - **良好的技术代表性：**总体清单数据必须具有所需的技术代表性，以满足研究目标要求。（参见第6.9.2章中确定的准确性要求；请注意，技术、地理和时间相关的代表性是紧密相关的）。对于分析的过程和系统，这包括功能单元和/或参考流和/或技术规范的所有定量和定性方面。这尤其适用于在LCI数据中导致相关差异的那些方面。II) 必须 - **过程的特定方式或模式？：**根据研究目标，特别是预期应用，识别数据是否需要代表技术/工艺的特定方式或模式（例如，运输的特定负载因子，或过程的特定启动、关闭等周期步骤），如果这与平均、典型或综合操作有所不同。[ISO+]  III) 必须 - **归因和结果建模的不同技术：**请注意，归因和结果建模通常需要非常不同的过程（在某种程度上也包括系统）作为背景系统。但请参见所有情况的简化规定，除了情况B中面临“大”变化的过程（第6.5.4章）：[ISO!]  III.a) 归因建模：应使用以下方法：  III.a.i) 前景系统：前景系统和连接前景系统与背景系统的产品和废料规格的技术特定原始数据应被使用。实际供应商/下游参与者的二手数据应优先于其他（第三方）二手数据。在前景系统的那些部分中，技术特定的、通用的或来自第三方的平均数据应在质量（即更准确、精确、完整）高于来自供应商/下游参与者的技术特定原始或二手数据的情况下使用。  III.a.ii) 背景系统：应使用市场消费[[101]](#footnote-101)的平均技术混合数据。  III.b) 结果建模：应使用以下方法：  III.b.i) 前景系统：适用与归因建模中描述的相同方法。包括供应商/下游参与者的合同固定或计划供应链的技术特定二手数据。  III.b.ii) 背景系统：应使用短期或长期边际技术混合，具体取决于适用的情况A、B、C1和C2。其中，所述长期技术混合仅适用于情况B中因分析决策而面临“大”变化的过程，以及 - 可选 - 假设场景。边际过程的技术混合应根据市场条件和潜在边际过程的成本竞争力等因素确定。  详细条款和术语/概念见第7.2.4章。  III.c) 使用不完全代表性的数据：对于归因建模和结果建模，不完全技术代表性的数据只能在以下条件下使用：  III.c.i) 对于LCI和LCIA数据集/非比较LCI/LCA研究：仅当使用不完全技术代表性的数据不会显著改变整体LCIA结果时，才可以使用这些数据；否则，数据集/报告中应记录所达到的较低代表性。对于提供给竞争对手产品的数据，较低的代表性不应导致计算出的该产品的LCIA结果的整体环境影响增加。对于提供的自有产品或没有竞争情况的产品（例如来自顾问或研究项目的用于一般背景的通用数据），较低的代表性不应导致计算出的该产品的整体LCIA结果影响减少。  III.c.ii) 对于比较LCA研究：研究的结论或建议应尽可能不受影响。否则，在得出结论和提出建议时，应明确考虑所达到的较低技术代表性。特别是，使用较少代表性的数据不应相对地对任何竞争对手的产品产生显著不利影响。  请注意，这只能在LCA工作的后续迭代步骤中实施。  IV) 必须 - **不可扩展的供应：**对于情况A、B和C1的生命周期模型，应应用以下规定：如果在分析市场中无法显著增加对特定所需功能（例如产品）的供应，并且由于固有的限制（例如在许多国家的水电）市场消费混合应尽可能使用产品提供的特定功能（例如上述例子中的电力），而不是特定供应商/产品的数据。为不违反多功能性解决方案的规定，此条款不适用于所需的共同功能。[ISO!] |

6.8.3 地理代表性

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.6.2章）

**引言**

一个过程或系统的地理代表性识别其库存数据在记录的地点（例如市场、地点、地区、国家等）上的代表性，该地点在数据集或报告的描述信息中记录，并且过程在此地点运行、生产或消费。

**识别LCI数据的适当地理范围**

应用的技术水平和类型以及运行条件（例如环境气候或国家法律要求的排放限值）受到过程地理位置的影响。为了识别边际过程的混合（用于结果建模）和背景数据（用于归因和结果建模），需要正确识别地理范围。

除非需要特定地点或生产商的数据，否则数据通常与市场相关。下方框中简要介绍了市场概念：

|  |
| --- |
| 术语和概念：市场  市场划定  与国家或地区等其他地理概念不同，市场通常有不同的划定方式。LCA中的市场是指允许买卖双方交换各种商品和服务的单位。市场可以通过以下方式进行有益区分：  - 地理上的  - 时间上的  - 客户细分（有关“细分市场”及其在相关LCA研究结果中的解释限制，请参见第5.2.2章）。  地理范围通常不精确，因为进出口会跨越市场边界。一个有用的划定是：没有相关量的进出口，或在建模例如特定市场的消费混合时考虑进出口。市场形成的主要原因是：  - 政治因素（特别是竞争和产品要求的立法，如材料禁令、产品安全等，技术和其他标准、税收和补贴）  - 文化因素（生产者和服务提供商认可的市场）  - 自然地理因素在通过运输障碍（如岛屿、一般大距离，特别是对低价值/重量商品和需要人力服务的服务）和相关产品的气候方面隔离市场时起作用。  市场的地理范围可以与一个国家相等、较小或较大。时间上的市场细分对许多服务以及某些商品（例如，日内细分如夜间/基荷电力消费，季节性细分如农业产品和旅游业）具有相关性。时间上的细分也不总是精确的，因为一些方面可以通过储存和运输克服（例如，将热带水果运送到温带气候区的寒冷季节，或太阳能储存如氢气）。  市场相关的数据集类型  在LCA中，主要的市场相关数据集类型包括市场生产混合、市场供应混合和市场消费混合。第7.7章中的相关文本和图形解释了它们的关系。代表消费混合的平均或通用数据是最广泛需要的，而生产混合数据对协会和国家可能具有兴趣。  有关细分市场，请参见第5.2.2章。 |

LCI数据的地理覆盖应代表最小的适当地理单位，这取决于LCI/LCA研究的目标和预期应用。例如，如果数据集的范围是法国的能源使用消费产品，则应考虑相应的电力市场消费混合（并非自动为法国[[102]](#footnote-102)）和法国的产品使用条件，而不是欧洲或全球的平均条件。一般来说，地理或供应商数据的差异化程度应考虑决策的相关性以及决策者对市场或特定供应商的了解。

在归因建模中，例如，是否需要代表在马来西亚消费的材料的特定生产商，或者是否来自一个未知来源，如电解原铜，在欧洲通常通过伦敦金属交易所交易，具有欧洲平均来源。在这种情况下，对于所有欧洲国家，应用一个平均的欧洲消费市场数据集是最合适的，因为实际上没有国家市场。

在结果建模中，这将是由于决策的结果而操作的（短期或长期）边际消费市场混合。这意味着，即使例如某材料当前主要生产用于国内市场，结果建模也可能会识别一个或多个其他国家作为来源，如果增长的需求通过额外进口得到满足。

**从不同地理背景转移库存数据**

将来自一个地理区域或特定供应商的数据转移到另一个区域，仅在环境影响的差异对库存的整体代表性没有或只有很小的相关性时才合适。这仅在所应用的技术、操作方式、减排技术以及该过程的背景系统（例如原材料路径、废物处理等）非常相似或至少结果非常相似时成立

例如，使用泰国特定技术的单位过程数据用于在另一个国家（如越南）操作的相同处理效率的废水处理过程，只会导致整体系统（例如衣物洗涤）中废水处理过程的库存有微不足道的不同。另一个例子是，消费者产品的生产库存在不同的非洲国家之间可能只存在微小差异，因为它们都从同一生产国（如日本[[103]](#footnote-103)）进口。

上述示例表明，除了转移的单位过程或LCI结果数据外，过程参数设置也应反映正确的地理范围。这还包括管理参数，如实现的回收率等。

|  |
| --- |
| 常见错误：使用具有不同地理范围的LCI数据  LCI/LCA研究中一个常见错误是将代表一个国家的数据直接用于另一个国家，或仅做有限调整（例如仅替换电力背景数据），而没有分析哪些其他调整可能实际上是相关的。不同市场和国家不仅在能源载体的混合（例如硬煤、天然气、核能等）上有所不同，还在这些能源载体转换为电力的技术、这些技术的操作方式、减排技术的安装和操作（如果有的话）、能源载体的来源/路线等方面存在差异。看起来相似的情况往往在实际中有显著不同。必须强调的是，使用不足够代表性的数据会使整个LCI/LCA研究无效和具有误导性。  尽管在实践中，数据可用性的限制常常要求进行这种转移/调整，但这只有在结果数据实际代表其意图/声明的内容时才有效和有用。相关风险是，供其他市场使用的数据可能一开始就不完整，即可能会误导自我数据收集的重点。因此，对待被代表过程的深入技术理解对于任何来自其他市场的数据转移和调整至关重要。最后，如果已知差异及主要库存值（这是任何情况下都必不可少的），则几乎没有必要使用其他市场的数据，除非用于粗略的交叉检查。  随着ILCD数据网络中一致和质量保证的LCI数据集的池子扩大，数据的一致性应该逐步和实质性地提高，从而减少使用不够代表性的数据的需求。 |

**LCI与LCIA的地理关系**

上述内容涉及到过程操作的一般地理范围，但库存项目通常需要不同的区分（例如，排放到哪些环境介质）。默认的分类在单独的文件《术语和其他约定》中给出，并在ILCD参考基本流中实施。

此外，活动关注的环境问题可能因地理环境的不同而有所变化：例如，水和建筑材料的使用通常在地方到区域尺度上提取和使用，因此在不同地区之间的相关性高度可变。影响评估和解释可能需要考虑这一点。这要求对那些根据排放地点而表现不同的基本流（例如，二氧化硫和颗粒物排放，而非二氧化碳）进行空间差异化报告。这将允许使用具有反映空间差异的资源耗竭等特征因素的影响评估方法。

然而，目前仅有有限的空间差异化影响评估模型（例如区分淡水和海水的排放）。在进一步的子分类、排放情况或甚至特定位置的模型和因素开发和实践测试完成之前，不鼓励在数据集库存中直接使用空间差异化的基本流。目前，应将空间信息单独保存和记录（例如作为第二个库存集），以便在需要时能够调整数据和数据集。这也类似适用于时间特定的模型、方法和因素。

还需注意，LCIA背景下空间差异化的具体程度和方式仍需确定，即是否按国家边界（国家）、自然地理单元或子单元（大陆和景观区）、环境子分类（例如不同类型的水体）、排放情况（例如高或低人口密度地区）或通过全球影响网格的地理坐标等进行划分。这将需要与数据可用性，特别是工业领域、LCI建模需求、审核问题以及软件和数据库管理的影响紧密协调。

|  |
| --- |
| **规定：6.8.3 地理代表性**  适用于情况A、B和C，进行区分。  针对归因建模和结果建模进行区分。  完全适用于LCI结果、LCIA结果和LCA研究。对于单位过程，仅在完成系统模型的质量控制时要求。  对于LCI结果、LCIA结果、LCA研究：请注意，所有后续使用的库存数据的声明地理范围需要能够进行正确的影响评估。如果使用了非通用的影响评估（例如，按国家、地区或甚至地点区分的特征因素），则需特别仔细检查。  注意，这些规定仅在LCI阶段适用。  I) 必须 - **良好的地理代表性：**整体库存数据应具有所需的地理代表性，符合研究目标（参见第6.9.2章中识别的准确性要求）。特别适用于那些在地理范围不同的LCI数据中具有相关差异的情况。  II) 必须 - **归因建模和结果建模的不同地理范围：**请注意，归因建模和结果建模可能需要在背景系统中具有不同地理范围的过程/产品。但请参阅所有情况的简化规定，除了在情况B中面临“重大”变化的过程（第6.5.4章）：[ISO!]  II.a) **归因建模：**应使用：  II.a.i) **前景系统：**前景系统的场地或生产商/供应商特定数据，与背景系统连接的产品的供应商特定数据。如果在特定情况下，地理混合的通用数据被证明比现有的特定数据（特别是供应商操作的过程）更准确、精确和完整，也可以在前景系统的部分中使用。  II.a.ii) **背景系统：**背景系统的平均市场消费混合数据。  II.b) **结果建模：**应使用：  II.b.i) **前景系统：**前景系统直接控制过程的场地或生产商/供应商特定数据，以及前景系统的合同固定或计划供应链的供应商场地特定数据，以及连接前景与背景系统的产品和废物。如果在特定情况下，地理混合的通用数据被证明比现有的特定数据（特别是供应商操作的过程）更准确、精确和完整，也可以在前景系统的部分中使用。  II.b.ii) **背景系统：**根据适用的情况A、B、C1和C2，背景系统应使用短期或长期的边际地理混合数据。应根据市场条件和潜在边际过程的成本竞争力确定边际过程的地理混合。  详细规定和术语/概念在第7.2.4章中给出；但请查看第6.5.4章中适用情况A、B或C的简化规定。  II.c) **使用不完全代表性的数据：**对于归因建模和结果建模，不完全的地理代表性数据仅在以下条件下可使用：  II.c.i) **对于LCI和LCIA数据集/非比较LCI/LCA研究：**仅在不显著改变总体LCIA结果的情况下，使用不完全地理代表性数据才是合理的；否则，较低的代表性应在数据集/报告中记录。  II.c.ii) **对于比较LCA研究：**研究的结论或建议不应受到影响；否则，较低的地理代表性应在得出结论和给出建议时明确考虑。特别是，使用较少代表性的数据不应相对不利于任何竞争者的产品。 |

6.8.4 时间相关代表性

（涉及ISO 14044:2006第4.2.3.6.2和4.3.2.1章）

**介绍与概述**

技术随着时间而变化。10年前的最佳技术今天可能只是平均水平，或者在技术进步迅速的领域（如IT、太阳能电池系统等）已经过时。10年前的平均技术可能已经停用，或仅占当前市场混合的很小份额，除非是在长期运行的生产设施（如许多基础材料、电厂等）中。因此，时间代表性与技术代表性密切相关。

一个过程或系统的库存要能代表某个特定时间背景（例如当前或近期未来情况、“2025年”或作为基准情景的“1990年”），应基于充分适当的数据。这一点对于对整体环境影响量化最重要的贡献者尤其重要。请注意，所用数据的时间代表性也应与预期应用保持一致。

**系统级别的代表年份**

系统数据集的代表年份并不总是可以直接确定：单个数据值即使是单位过程的，也可能来自不同的来源和年份。在更高的层面上，系统中结合的单位过程数据集通常代表不同的年份。数据集代表哪个年份需要通过查看主要贡献数据（对于单位过程）或单位过程（对于LCI结果）的不同年龄来确定。根据它们的贡献和年龄，以及不同技术/方法的变化速度，专家判断可以提供最佳代表年份。图27说明了这一概念。

|  |
| --- |
| 常见错误：误导性/错误使用“时间代表性”  重要的是要注意，时间代表性始终指的是实际所代表和确定的时间，例如通过测量得出的时间，而不是使用的二手数据来源的出版时间或单位过程或LCI结果的建模/计算年份。在LCA中，常见的错误是混淆这些基本不同的时间信息，包括在声明分发的LCI数据集的时间代表性时的误导性做法。 |

反映技术发展速度的前述内容，几年的数据仍可能足够具有代表性。因此，数据集应标示一个“过期年份”，此年份之后数据通常需要修订，如果使用了这样的数据，其时间代表性低于声明值，需评估对结果、结论和建议的影响。

**年内和日内变化**

另一个时间方面是数据在一年（尤其是冷热季节）和一天（白天/夜晚）中的差异。需根据研究目标检查是否需要年内或日内特定数据（如夜间电力基荷数据用于电动车充电）。

**预期应用与所需时间代表性**

时间相关的代表性需求受到预期应用及其对LCA结果未来有效性的要求影响。例如，支持采购和短生命周期产品的研究，使用有效期1年的数据可能足够。生态标签标准通常定期修订（如每三年），因此数据集的未来有效性需求限制在此时间范围内。针对长生命周期产品的生态设计决策可能有效10年。在极端情况下，支持长生命周期产品（如生产设施、房屋）选择的LCA，或回答战略问题的LCA，可能需要为未来20到30年提供结论和建议。因此，需使用未来相关的前景情景和背景数据，而非当前或近期的数据。

**未来和过去过程的时间代表性**

许多高相关性的研究（如情况B下的研究）涉及未来。长生命周期产品的生命周期过程和例如情况A下的填埋场干预涉及不同的时间范围，包括长期未来。

通用规定：数据应尽可能具有时间代表性，任何缺乏代表性应记录并在结果解释中考虑[[104]](#footnote-104)。比较研究中的有限时间代表性不应相对不利于任何竞争对手的产品。这可以按如下方式操作：

* 在未来或过去 5 年内运行的过程：

- 应使用仍然有效的最新数据。如果数据已经过时（例如，在回收年份时不再充分有效），应收集或获得新的数据。

* 在未来或过去超过 5 年的过程：

- 应使用完全时间相关的数据，即预测数据（或者，对于较远过去的过程：历史数据）。

- 作为第二选择，尤其是对于归因建模，应使用最佳可用技术（BAT）[[105]](#footnote-105)混合数据。

- 作为第三选择，可以使用当前/最新可用数据，但需满足以下条件：

- 仅当使用不完全时间相关的数据不会显著改变 LCI/LCA 研究的 LCIA 结果时，该数据的使用才是合理的；否则，数据的时间相关性不足应予以记录。

- 对于比较研究，研究的结论或建议不应受到影响；否则，在解释结果时应明确考虑时间相关性不足的问题。特别是，使用较少时间相关的数据不应相对不利于任何竞争者的产品。

相关但不同于过程的时间相关性的问题是如何盘点未来的干预（例如，填埋场的排放）。另一个相关问题是碳储存和延迟排放（例如，在生物基产品或长期存在的产品中）。这两个主题在第 7.4.3.7 章中进行了讨论并提供了指导。

|  |
| --- |
| **规定：6.8.4 时间相关的代表性**  适用于 LCI 结果、LCIA 结果和 LCA 研究。对于单元过程，仅在完成系统模型时需要进行质量控制。  请注意，这些规定仅在 LCI 阶段适用。  I) 必须 - **良好的时间相关代表性：**要求整体库存数据应具有符合研究目标的时间相关代表性（见第 6.9.2 章中的准确性要求）。这在 LCI 数据在不同时间背景下存在相关差异时尤其重要。  说明：过程或系统的表示年份必须反映实际的表示时间，而不是数据集计算或出版的年份。  II) 必须 - **特定的季节性或日间情况：**根据研究目标和预期应用，检查数据是否需要代表特定的季节性或日间条件，如果这些条件与平均年度数据不同。  III) 应 - **未来过程的时间相关代表性：**对于在研究时间点之前或之后超过 5 年的过程（例如长期产品的使用和寿命阶段，或回顾性分析），应尽可能使用完全时间相关的未来/过去情景数据。如果这不可行：  III.a) **BAT 和最新数据：**对于归因建模和后果建模，应使用最佳可用技术（BAT）混合数据作为第二选择，如果 BAT 数据可以被认为对所需时间足够具代表性。最新数据是第三选择。  III.b) **使用不完全时间相关的数据：** 仅在以下条件下可以使用不完全时间相关的数据：  III.b.i) **对于 LCI 和 LCIA 数据集/非比较 LCI/LCA 研究：** 仅在使用不完全时间相关的数据不会显著改变整体 LCIA 结果时，才可以使用这些数据；否则，应在数据集/报告中记录所获得的较低时间相关性。  III.b.ii) **对于比较 LCA 研究：** 研究的结论或建议不应受到影响；否则，较低的时间相关性应在解释结果时明确考虑。特别是，使用较少时间相关的数据不应以相关程度相对不利于任何竞争者的产品。 请注意，时间相关的盘点问题以及如何盘点碳储存和延迟排放等问题在 LCI 第 7.4.3.7 章中已作必要的讨论。 |

## 6.9 数据和信息的类型、质量与来源

（参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.6.2 章）

6.9.1 引言与概述

（参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.6.2 章）

在初步范围定义和后续工作的准备阶段，应识别主要的数据和其他信息类型及来源。这些最初识别出的类型和来源将在数据收集、建模、影响评估和解释的迭代过程中得到更详细的说明和修订。

所需的数据和其他信息类型包括—根据交付物和研究类型—例如，库存信息、统计数据、技术过程/系统信息、市场信息、分配相关信息，以及法律和其他边界条件。请注意，LCIA 方法是必需的（至少用于支持数据完整性/截断的量化）。此外，可能还需要标准化数据和加权因子。

识别数据和信息需求及合适来源时，所需的整体数据质量是关键指标。这些要求直接或间接来源于 LCI/LCA 研究的目标，包括完整性/截断标准（6.6）、代表性（6.8）和精确性（6.9.2）章节。方法上的适当性和一致性与本文件的各个方法相关章节有关。对于可能需要的第三方数据集，额外的质量方面涉及文档、命名规则和审查。

除非目标中直接规定了所需的精确度（例如，“建模高质量 LCI 数据集，最大 XY% 总体不确定性（或：每个单独的影响类别）”），或存在特定的先前经验，否则只能在建立生命周期初步模型之后确定库存数据的质量要求。然后在库存迭代改进的背景下进行修订（见图 5）。

6.9.2 根据预期应用的数据质量需求

（参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.6.2 章和第 4.4.2.2 章）

**准确性、完整性和不确定性/精确性的相对重要性**

数据质量由准确性（即代表性、方法适用性和一致性）、精确性/不确定性和库存的完整性构成[[106]](#footnote-106)。所有这些因素共同决定了总体质量，通常其中最弱的因素决定（降低）了整体数据质量。一般而言，在 LCA 中，相对最低的质量通常体现在代表性、方法适用性和一致性（特别是在系统层面）以及完整性上。这些方面在 LCA 实践中需要最大程度的改进。此外，LCI 相关的信息往往缺乏质量，例如，归因建模中的经济分配中的实际市场价格，以及在影响建模中识别边际过程时的预测市场价格。相较之下，数据的不确定性（与测量的随机不确定性相关）在实践中通常被认为相对不那么重要，尽管它不能被忽视，因为它确实可能降低其他高质量数据的质量。

**确定单个数据值的数据质量要求以便于聚合 LCIA 结果**

LCA 的数据质量从单个库存数据值的质量开始，甚至回溯到获得的原始数据。单个数据值和单元过程所需的整体质量通常只能从目标和相关的整体质量要求中大致推导出来：首先确定数据集或系统层面的整体质量要求。只有在此之后，这些要求才能转化为收集数据的基本流的层面。这通常只能在 LCA 的第一次迭代之后完成，即最初无法完成：

这种转换需要了解不同影响类别的基本流特征因子，并将这些信息与库存知识结合起来。例如，气候变化可能是分析系统的重要影响。在贡献分析中，可能发现一个特定的过程由于甲烷的高排放对整体气候变化影响潜力的贡献约为 95%。在这种情况下，对这种排放数据的高质量要求非常重要。相反，同一系统中的运输、能源转换过程等产生的 CO2 排放可能可以不那么精确，因为它们对整体影响的贡献相对较小。虽然这需要对生命周期进行初步分析，但在实践中，通常只有数量有限的排放和过程对整体影响有显著贡献。在描述的迭代方法中，正确识别并重点关注这些关键因素是关键；这在第 4 章中有系统的描述。

6.9.3 库存数据需求和来源

（参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.6.2 章）

**引言**

对于 LCA 研究，通常需要两种类型的数据：

* 针对一个或多个新开发过程的具体库存数据，属于前景系统；
* 背景系统的平均或通用数据（用于归因建模）或边际过程的数据（用于影响建模）。

重要的是，LCA 研究中使用的所有前景和背景数据在方法上必须一致，并且满足所分析系统的整体质量要求。

请注意，归因建模所需的过程和数据集通常不同于影响建模所需的过程和数据集。

**主要数据（用于开发特定单元过程）**

对于特定单元过程数据，最好是对操作过程进行测量。在实际操作中，其他数据源也是有帮助的（例如用于交叉检查）或甚至是必要的（例如在数据缺失的情况下）。这些数据源包括：专利、过程工程模型、化学计量模型、过程和产品规格及测试报告、法律限制、类似过程的数据、最佳可用技术（BAT）参考文件等。

由于这是一个操作性和特定案例的问题，相关内容将在 LCI 第 7.3 章中讨论。

**现有数据集（主要和次要数据）**

建议优先使用文档齐全的第三方数据集，因为良好的文档支持正确使用、质量评估，并简化审查过程。同样，对于次要背景 LCI 数据集，建议使用预先验证的数据（例如通过 ILCD 数据网络），因为这减少了自我验证/审查的工作：数据本身不需要额外审查，只需审查在分析系统模型中的正确选择和使用。

请注意，对于已发布的研究，所需的审查级别（例如独立外部审查或独立审查小组）可能因非比较性 LCA 研究和比较性研究而异。参见第 6.11 章。

可用库存数据的来源非常多样化：

* 前景系统的 LCI 数据提供者通常是分析过程或系统的开发者、生产者和/或操作员及其供应商。市场平均数据通常由商业协会提供，这些数据通常用于背景系统。这些行业来源也被称为“主要数据供应商”。
* 次要数据提供者，通常用于背景系统，包括国家和国际 LCI 数据库、咨询公司和研究小组。

ILCD 数据网络提供了所有符合 ILCD 标准的数据访问，无论数据提供者的类型。通过使用 ILCD 合规的文档，采用相同的术语和基本流等，这些数据可以更容易地与 ILCD 手册保持一致。

有关 LCI 数据和信息收集及建模的更多细节，请参见 LCI 第 7 章。

6.9.4 其他与清单相关的数据和信息需求及来源

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.5章）

根据是否应用归因或结果建模原则以及相关的分配或替代方法，除了清单数据本身，可能还需要进一步的数据和信息来支持这些方法的应用。所需的数据类型也取决于LCI/LCA研究的交付成果类型和具体情况。示例包括技术的市场混合数据、进出口统计数据和回收率。此外，尤其是对于结果建模：技术的长期经济市场竞争力及相关的未来市场价格情景、用户行为数据/调查和不同消费者群体的反应模型、政策情景及其对未来市场的影响、技术的经验和学习曲线等等。

统计机构提供生产、进出口和市场统计数据等。市场组织和商业协会也提供这些统计数据以及其他与产品相关的信息，例如回收率和回收含量。关于市场价格和情景、技术前瞻、政策情景、用户行为等，专门的研究和咨询机构、政府组织和商业组织在这些领域进行工作。

最合适的来源应在具体的LCI/LCA研究背景下确定。

6.9.5 影响评估模型和因素、标准化基础及权重集需求

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.6.2和4.4.2.2章）

关于合适的LCIA方法的识别，参见第6.7章。LCIA方法的来源包括专门的LCIA方法开发者或国家和国际LCA项目。

关于合适的标准化数据和权重集的识别，参见第6.7.6章。标准化和权重数据的来源包括国家LCA项目和政府机构的相关建议。

|  |
| --- |
| **规定：6.9 所需数据和信息的类型、质量及来源**  适用于情况A、B和C，隐含区分。  对于归因建模和结果建模有不同的要求。  完全适用于所有类型的交付成果，隐含区分。  某些步骤只能在第一次迭代后进行。   1. MAY - **数据和信息的基本类型概述：**建议准备一个概述，列出根据LCI/LCA研究的交付成果类型所需的基本数据和信息类型，除非在“数据收集计划”（第7.3章）中进行。根据研究，这些可能包括：分析过程或系统的技术信息、使用和生命周期末期管理数据/信息、前景过程的原始清单数据、国际贸易的统计数据、市场界定信息和其他市场特征、通用或平均背景LCI数据集、LCIA方法数据集、标准化和权重数据、法律和其他边界条件等。应重新检查前述范围章节，包括对归因建模和结果建模的不同数据代表性需求。（6.9.1）   注意：详细的清单相关数据需求将在生命周期清单工作中确定（参见7.3）。  II) SHOULD - **数据和数据集质量的一般要求：**确定数据和数据集质量的一般要求（详细信息、术语和概念见附录12）。对于新收集的LCI数据，这意味着对代表性、完整性和精确性的需求。对于第三方LCI数据集，除了方法的适用性和一致性外，还需要使用ILCD一致的基本流和命名法、适当的文档以及（可能的）外部审查。（6.9.2）注意，除非目标中直接量化了质量要求，否则初步的数据和数据集质量要求只能在第一次数据收集、结果计算、影响评估、识别显著问题和评估之后设定。这在第4章中有更详细的描述。这些要求通常需要在后续迭代中重新审视和完善。  III) SHOULD - 所需数据、数据集和信息的潜在来源：建议尽可能早地识别所需数据、数据集和信息的潜在来源。详细情况在第7.3章“数据收集计划”中决定（6.9.3, 6.9.4）：  III.a) **文档完备的数据：**应优先选择文档完备的数据和数据集，以便评估数据在所分析系统中的适用性，并使（潜在的）关键审查者能够进行独立验证（6.9.3）。[ISO!] 注意，如果研究的交付成果旨在支持比较，则规定了最低文档范围；参见第10.3.3章。  III.b) **预验证数据：**建议优先使用经过外部和独立预验证的数据和数据集，因为这提供了质量保证，并减少了对LCI/LCA工作的审查努力和成本（6.9.3）。[ISO+]  注意，不同类型的交付成果和应用需要不同类型的关键审查（见6.11）。  注意：ILCD数据网络是原始和次级LCI数据集的一个合适来源，也可能适用于LCIA方法。相关要求使这些数据特别适合与ILCD手册对接。统计机构、贸易协会、政府机构、咨询公司和研究小组是潜在的数据、数据集和信息来源。 |

## 6.10 系统比较

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.7章）

6.10.1 引言与概述

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.7章）

对（产品）系统的比较已经是LCA的一种应用，并且在一般LCA标准ISO 14040和14044:2006中有所涵盖。有效的比较需要考虑一些额外的方面。涉及比较声明的研究，如果预计将公布，必须满足额外的要求，以确保其有效、公平，从而避免误导。ISO 14040和14044:2006对这类研究提出了一些进一步的要求。除了本章所涉及的问题外，还涉及审查和报告；参见第11章和10.3.3章。这反映了LCA结果的比较使用可能对其他公司、机构和未直接参与研究的利益相关者产生的后果。

对于计划用于公开比较声明的研究，必须进行生命周期影响评估。

|  |
| --- |
| **术语和概念：“比较”与“公开的比较声明”**  “比较”涉及基于LCA的两个或多个系统的整体环境影响的比较，这些系统可能提供相同或不同的功能。这类研究可以在LCA研究中按需进行，基于例如现有的EPD（环境产品声明）、应用生态设计工具等。结果可以用于内部决策支持或发布。这里关注的是已发布的案例。  “比较声明”则意味着基于LCA声称某些替代方案的优越性、劣势或相等性。附加的“公开”意味着这些优越性或相等性的结论被发布给公众（即，向参与LCI/LCA研究的小型和明确的参与者列表之外的公众提供）。本文档中的“比较研究”涵盖这两种情况，即对替代方案进行比较的声明性和非声明性研究。 |

6.10.2 在非声明性比较和多系统类型研究中加强受影响利益相关者的保护

**比较类型及受影响的利益相关者**

以下类型的比较在已发布的LCA研究中常见：

* 比较具有相同或相似功能单元的系统或过程（例如，不同品牌的20英寸电视机，或：在国家X中比较综合、传统、生物和低投入的土豆种植）
* 评估系统的变体（例如，某品牌（非特定品牌或品牌X）厨房椅的设计或材料替代方案）
* 对特定系统进行贡献或弱点分析（例如，分析吸尘器Z的生产阶段、使用阶段和生命周期末期阶段的影响份额，或：主要贡献过程、材料、能源载体或服务等的分析）
* 多系统类型研究分析多个具有不同功能单元或功能的系统（例如，国家A的平均公民的产品篮子类型研究，或：国家B中最具影响力产品的优先级研究，或：比较国家A、B和C的总体环境影响（或：每位平均公民））

ISO 14044:2006 对于比较系统并对所比较系统的优越性、劣势（以及隐含的平等性）进行声明的研究有更严格的要求。这旨在加强受影响利益相关者的利益，避免LCA在市场竞争中的误用。在上述例子中，受影响的利益相关者至少包括：

* 不同电视机生产公司（第一点，第一个例子）
* 农民及使用不同种植方法的下游生产链（第一点，第二个例子）
* 替代材料的生产者（第二点）
* 在产品篮子和优先级研究中显示出最高影响的产品组的生产者（第四点，第一个和第二个例子）
* 比较国家的政府/人民（第四点，最后一个例子）
* 对于系统内部弱点分析（第三点），认为对生产者/服务提供者的潜在影响有限，因为这涉及一个小市场份额。

**加强利益相关者的保护**

在没有声称某一替代方案优越性的情况下发布比较研究，而仅展示例如影响指标的结果，会使接收者自行得出优越性/劣势的结论。这可能被理解为对LCA的误用，因为这些结论会影响“失败”实体，即所比较的系统。这可能通过购买决策、对形象的影响、建立在这些研究基础上的政治措施等方式实现。为了保护受影响的利益相关者，这类研究至少应声明研究不支持对任何分析系统的优越性或相等性做出结论或建议。最后，为避免非技术观众或公众的误解，该研究应满足适用于“公开比较声明”的审查和其他要求。

为避免这种情况，应将ISO对“公开比较声明”的要求同样适用于“公开产品比较”。例外的是针对特定产品/品牌的贡献和弱点分析类型研究（见上述类型列表中的第三点例）。

6.10.3 考虑的替代方案、功能单元和假设

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.7章）

**研究那些旨在功能上可比的系统**

在经典的比较研究中，目的是得出所比较替代方案的优越性、劣势或相等性，并通常提出建议。

对于那些研究功能上应可比的系统的研究，有两个与“比较什么”相关的重要方面：比较替代方案的功能单元等效性和不误导性的替代方案选择。

功能单元的等效性在第6.4.7章中已有讨论。这是对将要发布的比较LCA的要求。如果系统之间的功能单元有显著差异，则必须确保：

* 所比较的系统所提供的功能仍被主要受影响利益相关者和产品用户视为足够可比
* 或者通过适当的归因建模（通常是分配，但有例外）和结果建模（通常是系统扩展，但有例外）条款来实现足够的可比性。有关情况A、B、C[[107]](#footnote-107)的详细信息，请参见第6.5.4章。

对于这两种选项，都需要密切涉及利益相关者和产品用户（或其代表）。

**选择比较的替代方案**

在选择包括或排除比较的替代方案时，应确保比较声明不会因遗漏现有或广泛使用的、环境表现明显更好的替代产品而产生误导。如果遗漏了此类替代方案，应在解释中显著指出，包括在得出结论和提出建议时，以及在执行摘要中。

**选择要比较的具体情景**

产品的应用背景通常作为功能单元的一部分需要仔细考虑，因为这可能导致具有相同功能单元的产品表现不同。例如，混合动力车与传统内燃机车相比，可能在平均使用模式下表现更好，但在长途运输中表现较差，而在城市内运输中表现更好。因此，首先需要将这些产品的技术规格转化为考虑平均或特定操作条件的功能单元。然而，对于将被公开的比较声明，选择特定应用背景可能会符合误导性目标定义的标准，例如，使用非常不寻常的应用背景。研究涉及非典型或其他特定情景的情况应在解释中显著指出，包括在得出结论和提出建议时，以及在执行摘要中。

**耐用性**

在定位属性中，产品的耐用性扮演了重要角色，因为它直接与产品的功能单元相关联。例如，一个使用40年的墙挂式厨房橱柜比较。如果A替代品的使用寿命为10年，则需要更换三次才能提供与另一个使用寿命为15年的替代品相同的功能单元。这样的情况需要定量考虑，使用替代品的技术寿命作为发布比较声明的基础。上述例子还说明了另一个问题：功能单元的选择（例如，“为40年提供X立方米的墙挂厨房橱柜空间”）可能由于选择的具体值对比较替代品产生优缺点。在上述例子中，40年的使用寿命相对不利于产品B，因为提供40年功能单元的三套产品仍然能使用5年（即三次15年=45年）。类似地，选择的立方米数量也可能对上述例子中的产品产生影响。为了确保公平比较，选择的功能单元应反映充分理由的典型或平均情况，并与受影响的利益相关者达成最佳可达共识。其他寿命相关因素，如时尚寿命、机械完整性寿命、技术创新寿命、重复使用与更换的成本等，也应在情景分析中考虑。法律要求的最低保证通常不适用。还应注意，在比较具有不同寿命的产品替代品时，通常较短寿命的替代品将在更换时由技术上等效的新型号替代。这应在模型中明确考虑，除非受影响的利益相关者达成不同的协议。

**功能单元的其他定性方面**

根据具体系统，其他一系列定性系统属性也起着相关作用；应根据具体情况进行评估。例如，包括清洁、维修、保养需求等。

6.10.4 方法学、一致性假设和数据

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.7章）

确保所有比较系统中的方法、假设和数据的一致性尤为重要。一致性在以下方面至关重要：定义功能、功能单元和参考流、系统边界、代表性要求（时间、地理和技术方面）、LCI数据的完整性和精确性、应用的LCI建模原则和方法，以及应用的LCIA方法。

6.10.5 数据质量要求

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.7章）

在比较系统的研究中，整体数据质量要求取决于比较系统之间总体环境影响的相对差异。例如，在支持生态设计决策的LCA中，比较两种或更多替代设计时，如果其中一种替代方案的环境影响显著低于其他方案，数据质量要求可能较低。因此，初步的整体数据质量要求应在第一次计算库存和影响评估结果后进行修订。对于比较声明，除了整体环境影响外，切割标准也应适用于质量和能源。

6.10.6 比较系统的相同部分

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.7章）

在比较系统的特定部分时，其他部分通常[[108]](#footnote-108)是相同的。例如，比较产品部件的材料替代方案，或比较电力使用产品在使用阶段的不同电力来源。如果此类比较的唯一目的是决定哪个系统具有最低的环境影响（如在生态设计或采购中的产品改进应用中），则可以在绘制系统边界时忽略这些相同部分。这可以大幅度减少LCA研究的工作量。然而，这仅在这些部分实际相同时适用：即使看似相同的部分也可能实际上不相同。例如，两个替代产品模型中相同部件使用的相同铝合金可能被忽略。如果这些合金在这些模型的不同部件中使用，则不应忽略，因为在这种情况下合金的库存仅部分相关。这些部分应保留在内，并在解释差异时考虑其部分相关性。需要注意的是，某些应用可能不允许忽略相同的部分，例如如果需要总体环境影响或分析各部分对总体影响的份额等。

6.10.7 支持比较的情景

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.7章）

应执行合理的最佳情况/最可能情况/合理的最差情况情景（以及可选的其他情景）以比较系统：数据和方法假设被变更以调查结果的稳健性。这些情景支持后续结果的解释。对于比较微观级别的决策支持研究（即情况A），这种方法和数据假设的示例包括库存数据值、参数、相关流动特性、功能单元的相关系统属性/方面，还包括方法假设，如分配、替代过程中使用的已淘汰工艺的混合等；这些数据和方法假设需符合文档的“应”条款。这些数据和方法假设应在“重要方面”中确定（参见第9.2章）。

不确定性计算应支持系统比较，特别是确定差异是否被认为是显著的或过小以至于无法证明一个系统优于另一个系统。

对于比较中观/宏观级别的决策支持研究（即情况B），需要更广泛地使用情景分析，以确保决策支持的稳健性。与情况A不同，在情况B中，假设情景的“应”条款也可以改变。这意味着，例如，完全结果导向或完全归因导向的情景可以被执行，只要受影响的利益相关者对其整合和定义达成最佳可达共识（参见第7.2.4.2章和第7.2.4.3章）。

除了不确定性计算，情景分析也可以用来帮助捕捉情况C研究数据结果的可靠性。

6.10.8 碳足迹研究及其他特定比较

（无对应ISO 14044:2006章节）

第6.10章中关于系统比较的其余部分同样适用于碳足迹研究，但要将重要性问题限制在气候变化相关的排放上。

但需要注意的是，基于碳足迹或其他特定指标或影响类别的已发布比较或比较声明，应通过证明比较的替代方案在其他相关环境影响方面没有差异到足以改变比较结论和/或建议的程度来进行合理化。否则，此类研究将被视为具有误导性。

|  |
| --- |
| **6.10 比较系统的规定**  请注意，对于用于决策支持的情况C1和C2，适用限制。  根据归因和后果建模的不同，这些规定有不同的适用要求。  这些规定仅对分析多个系统或系统变体的比较LCA研究是强制性的（必须遵守）。建议同样以类似方式将其应用于包括系统内部贡献/薄弱点分析的非比较LCA研究。  这些规定也适用于打算在比较研究背景下使用的LCI研究和数据集（例如，作为背景数据）。  这些规定是规划项目中需要在后续的LCI、LCIA和解释阶段以及报告和审查过程中考虑的事项。  注：这些规定部分汇编了其他章节的规定，并在此以简明方式重述；完整和具有约束力的条件可以在引用的章节中找到。  对于所有比较研究：  I) 必须 - **非断言型比较研究 ：**ISO 14044:2006中关于比较断言的规定也应适用于非断言型比较研究。这两类研究在本文档中统称为“比较”。（6.10.2）[ISO！]  II) 必须 - **一致性：**所有系统的范围定义要尽可能一致地处理。否则，应报告缺乏一致性，并在解释结果、得出结论或给出建议时明确考虑这一点。特别是：（6.10.3）  II.a) **LCI模型：** 比较的系统模型应以相似的方式构建，应用相同的系统边界规则、LCI建模原则和方法。  II.b) **假设：** 方法学和数据假设应以类似的方式进行。  II.c) **数据质量：** 数据的完整性、准确性和精度应在比较系统中保持足够相似。  III) 必须 - **不确定性和准确性计算：**应进行随机不确定性和准确性计算以支持分析。如果不确定性计算已用于得出合理的最佳和最差情况情景，则不需要重复进行。（6.10.4）  IV) 必须 - **完整性/截断：**第6.6.3章中定义的截断百分比也应适用于质量和能源，而不仅仅是整体环境影响。  V) 必须 - **排除相同部分：**如果比较系统中的已包括过程/系统对所有替代方案都是相同的，则可以在所有模型中省略这些部分。相似但不完全相同的部分应保留在模型中，但在解释差异时应考虑其部分相关性。（6.10.5）  请注意，预期的应用可能不允许省略即使是相同的部分。  注意：即使是明显相同的部分，也只有在真正相同的情况下才能从比较中省略。例如，两种替代模型中使用的相同数量的相同铝合金可以省略。如果这些合金用于不同的组件，则不应省略，因为这些模型中合金的清单仅在第二种情况下部分相关。  VI) 必须 - **执行LCIA：**对于打算支持公开发布的比较研究的LCI或LCA研究，必须执行生命周期影响评估（LCIA）。  VII) 必须 - **影响覆盖限制（例如碳足迹）：** 基于选定指标或影响类别（例如碳足迹比较）的比较研究应强调该比较不适合识别环境上优选的替代方案，因为它仅涵盖所考虑的影响（例如气候变化）。除非可以充分证明比较的替代方案在其他相关环境影响方面没有差异到足以改变比较结论和/或建议的程度，否则这种证明应基于针对分析系统的稳健近似和/或来自详细且完整的LCA研究的稳健信息。系统/产品组特定的指导文件和产品类别规则（PCR）可以提供这些稳健信息。无论如何，必须调查上述情况中的其他环境影响，如果发现这些影响相关，必须在报告中提及。（6.10.8）[ISO！]  对于具有相似功能单元的系统的研究：  VIII) 必须 - **功能等效性：**比较的系统应具有相同（或仅有微小不同）的功能单元，既包括主要功能也包括可能的附加功能。如果系统间功能单元的某些方面差异显著，则必须确保：（6.10.2）  VIII.a) 比较的系统提供的功能仍然被LCA研究的主要利益相关者视为足够可比，  VIII.b) 或通过相应的后果建模或归因建模方法（如适用于相应情况的6.5.4章），实现足够的可比性[[109]](#footnote-109)。对于后果建模，这种方法是系统扩展。  IX) 应 - **比较的替代方案选择：**研究应包括除了预期的替代方案外，还可能环保更好的市场相关和可用的替代方案，否则研究将被视为具有误导性。如果这些替代方案未被包括，应在结论和建议的显著位置以及报告的执行摘要和技术摘要章节中突出说明这一事实。（6.10.2）[ISO+]  X) 应 - **生产、操作和使用情景选择：**为了确保公平比较，所选功能单元应反映经过充分理由的典型或平均生产/操作/使用情景；应与受影响的利益相关者达成最佳共识。如果需要根据目标定义比较非典型或特定情景，应在结论和建议的显著位置以及报告的执行摘要章节中突出说明这一事实。（6.10.2）[ISO！]  XI) 应 - **替换建模：**对于需要替换系统（例如产品）以满足所需功能单元持续时间的情况，应考虑到可能会用更新的模型或系统来替换最初使用的模型，除非与受影响的利益相关者达成不同的协议。这一规定同样适用于服务的重复需求。  XII) 必须 - 指示性（具体和完整的规定见第6.5.4.2章）：**情况A - 假设情景和不确定性计算：**对于比较微观级别研究（情况A），每个比较情景应补充合理的最佳和合理的最差情况假设情景。这可以选择性地扩展到合理最佳和最差情况下的进一步假设情景。不确定性计算应执行，除非这种计算已用于得出合理的最佳和最差情况情景。利益相关者应参与达成合理的最佳和最差假设情景的共识。假设情景原则上可以变化所有方法、数据和假设，**除了**“必须”规定。（6.10.7）  XIII) 必须 - 指示性（具体和完整的规定见第6.5.4.3章）：**情况B - 假设情景和不确定性计算：**对于比较中观/宏观级别研究（情况B），每个分析的替代方案的情景应应用情况A的建模指导，除了分析决策的大规模后果影响的过程。假设情景原则上可以变化所有方法、数据和假设，包括“必须”规定，但排除ISO 14040和14044的“必须”规定。（6.10.7）  XIV) 必须 - **相关方在审查中的参与：**有关他们在关键审查中的参与，请参见第6.10章和“LCA审查方案”单独的指导文件。[ISO！] |

## 6.11 确定关键审查需求

（参见ISO 14044:2006第4.2.8.3章）

**引言**

关键审查应由未参与LCI/LCA研究的专家进行。这通常有利于研究的质量、可信度及其价值。这对于完全内部应用也适用，尽管在这种情况下没有正式的关键审查要求。

**审查类型及ILCD合规性**

所需的关键审查类型（例如，独立内部审查、独立外部审查、（外部）专家组审查等）取决于LCI/LCA研究的预期应用。在ILCD手册中，这在单独的文档“LCA审查方案”中有所定义。

符合ILCD最低要求的审查将自动包括ISO 14040和14044:2006（以及环境产品声明（EPDs）的14025）的符合性。请注意，某些LCA应用方案（例如I型生态标签方案）有其自身的审查要求，也必须满足。

审查范围、方法和审查文档的详细信息可以在单独的文档“审查范围、方法和文档”中找到。

审查员资格的最低要求见单独的文档“审查员资格”。该资格涵盖LCA方法论、审查过程和已分析过程/部门的知识和经验。

**审查的早期决策**

在定义范围时就决定是否进行关键审查，以及选择何种形式的审查和由谁进行（见第11章及LCA审查的单独指导文档）是有益的。这一早期决定将使数据收集、文档和LCI/LCA研究的报告能够针对审查要求进行调整，通常可以缩短并降低总体工作量。

早期决策还允许进行互动的并行审查过程。在并行审查中，审查员有机会在库存分析开始之前对目标和范围定义进行评论，并可能对影响评估和解释的中期结果进行评论，从而引导LCA过程，通常可以避免项目结束时的不愉快惊喜，例如额外的数据需求或不适当的比较，这可能会使比较声明延迟数月。并行审查通常还进一步提高了研究的可信度。

对于“Meso /宏观级决策支持”LCA（情况B），应涉及相关利益相关者决定假设场景。这可以作为审查的一部分进行；在这种情况下，从研究开始时就启动审查过程是有益的。

有关审查范围和方法及其文档的参考，请参见第11章。

|  |
| --- |
| **规定：6.11 确定关键审查需求**  适用于情况A、B和C，隐含区分。  完全适用于所有类型的交付物，隐含区分。  I) 必须 - **审查？：**决定是否进行关键审查，如果是的话：[ISO！]  I.a) **审查类型：**根据单独的文档《生命周期评估（LCA）审查方案》决定至少需要进行哪种类型的审查。请注意，附带审查可能是有益的。对于情况B，它还可以帮助在相关方之间组织最佳的共识，这是某些范围决策所要求的（见第6.5.4章的规定）。  I.b) **审查员：**建议在此时决定审查员。审查员资格的最低要求见单独的文档《审查员资格》。  备注：审查要求的概述以及审查范围、方法和文档要求的参考见第11章。 |

## 6.12 规划报告

（参见ISO 14044:2006若干章节相关内容，并涉及第5章）

**引言**

报告是任何LCA的关键元素。没有清晰有效的文档和与决策者的沟通，LCA可能会被错误和误导地使用，无法有效改善环境绩效。报告应客观透明，应清楚地说明研究中包含了什么和没有包含什么，以及比较研究的结果支持哪些结论和建议。

报告的形式和层级主要取决于三个因素：

* 研究的交付物类型
* 研究和报告的目的及预期应用
* 目标受众（尤其是技术性或非技术性、内部或第三方/公众）

这确保了在整个项目中将收集到实际所需的文档。

除了本章和第10.3章中描述的一般目的报告外，各种LCA应用可能具有其特定的报告形式（例如，环境产品声明（EPDs）或环境管理报告中对间接效应的报告等）。这些不在本文档的范围内，请参阅相关应用以确定具体的报告需求。

**报告形式**

三种主要的报告形式通常使用，并且常常组合使用（详细信息见第10.3章）：

* “经典”详细项目报告：通常是全面的文本文件，通常包含图形和表格，提供有关分析系统或开发的LCIA方法以及项目的所有相关细节。它面向LCA专家，但应包含一个面向非技术读者的执行摘要。完整的报告提供了关于系统（或LCIA方法）、其建模、假设，特别是在进行比较声明时的解释，包括结论和建议（如有）的详细文档。机密信息可以在一个单独的、补充的报告中记录，该报告不公开，仅提供给审查员，并保密。如果详细报告用于第三方信息，应包含一个参考（最好是超链接），以便轻松访问相关的审查报告。
* 更简洁、正式的电子可交换报告：以数据集的形式呈现。数据集适合记录单个单元过程或系统（作为过程数据集），但不适合记录比较结果。它也适用于LCIA方法（LCIA方法数据集）。这种形式也面向LCA专家，主要作为其他LCA研究的数据输入。作为电子数据集，它允许其他用户将清单和其他技术细节导入，而无需手动转移值到他们的LCA软件中，从而减少错误，并直接使用清单数据（或影响因子）进行建模和分析自己的系统。
* 非常简洁的执行摘要报告：例如1至2页，将详细项目报告的要点以非技术语言进行浓缩。注意，这种报告也应该用于详细项目报告中。如果作为单独报告提供给第三方信息，它应包含一个参考（最好是超链接），以便轻松访问详细报告和任何相关的审查报告。

每当研究的最终输出类型是数据集，或当数据集被开发并且应保持可用于后续使用时，最有效的报告方式是将一个良好记录的过程数据集或LCIA方法数据集（作为详细报告的简明版本）与详细报告及任何审查报告结合，作为该数据集的电子附件。

ILCD手册提供了LCA报告的电子模板和ILCD参考格式的电子数据集格式，两个格式应预计使用（详细信息见第10章）。

**报告层级**

应区分三种报告层级：

* 内部使用的报告或数据集
* 外部使用的报告或数据集（即提供给有限且明确的接收者名单，其中至少有一个组织未参与LCI/LCA研究）
* 预计提供给（非技术）公众的比较声明报告

不同层级的报告及其具体要求在第10.3章中进行了介绍。

|  |
| --- |
| **规定：6.12 规划报告**  适用于情况A、B和C，隐含区分。  完全适用于所有类型的交付物，区分应用。  I) 必须 - 根据主要交付物类型（即研究或数据集）以及针对受众和预期应用的决策（见第5.2章），决定报告的形式和层级：  I.a) **报告形式：**决定应使用哪些报告形式来满足预期应用和目标受众的需求：[ISO！]  I.a.i) 详细报告（包括非技术性的执行摘要），  I.a.ii) 数据集，  I.a.iii) 数据集加详细报告，或  I.a.iv) 非技术性的执行摘要（如已进行审查，需附有对完整报告和审查报告的引用）。  I.a.v) 应考虑使用电子ILCD LCA报告模板和LCI数据集格式进行报告。  机密信息可以在一个单独的、补充的报告中记录，该报告不公开，仅提供给审查员，并保密。  注意，任何形式的报告，包括更简洁的形式，均应确保所含信息不会被轻易或无意间误解或曲解，超出研究所支持的内容。  I.b) **报告层级：**决定应使用哪个层级的报告以符合定义的目标。主要层级为：  I.b.i) 内部  I.b.ii) 外部（但范围有限、定义明确的接收者）  I.b.iii) 第三方报告，公开可访问  I.b.iv) 比较报告，公开可访问  有关详细的报告要求，请参见第10章。 |

7生命周期清单分析 - 收集数据、建模系统、计算结果

（参见ISO 14044:2006第4.3章）

## 7.1 引言和概述

（参见ISO 14044:2006第4.3.1和4.3.2.3章及ISO 14044:2006第4.3章的其他方面）

**引言**

在生命周期清单阶段，需要实际收集数据和建模系统（例如产品）。这应符合目标定义，并满足范围阶段得出的要求。LCI结果是后续LCIA阶段的输入。LCI工作的结果还会反馈到范围阶段，因为初始范围设置通常需要调整。

通常，LCI阶段需要LCA中最高的努力和资源：用于数据收集、获取和建模。

注意LCA方法的范围限制：它仅涉及可能由分析系统与生态圈之间的干预引起的影响，并且是在包括的过程的正常和异常操作条件下产生的，但不包括事故、泄漏等。有关信息见第6.8.2章。

如果分析了非LCA影响，它们必须与生命周期清单分开清点、汇总和解释。本文档未明确提供这些方面的指导。虽然它可能有助于确保采取一致的方法，但应咨询或使用专门的指导和工具。

**概述**

LCI工作的第一步进一步细化和具体化范围阶段得出的要求，例如关于使用的具体数据来源、数据收集计划等。然而，这些要求本身始终应被理解为范围问题。

清单阶段包括收集所需数据以涵盖以下内容：

* 流程的流入和流出

- 基本流[[110]](#footnote-110)（如资源和排放，还包括对生态圈的其他干预，如土地使用），

- 产品流（即商品和服务，既包括过程的“产品”，也包括作为输入/消耗品的内容），这些将分析过程与其他过程连接起来，

- 废物流（包括废水和固体/液体废物），这些需要与废物管理过程关联，以确保对相关工作和环境影响的完整建模。

* 在范围定义中确定为分析系统相关的其他信息。这包括统计数据（例如市场混合数据）、过程和产品特征（例如功能和功能单位）以及所有其他数据和信息，但不包括与影响评估直接相关的数据。

生命周期清单工作的具体类型取决于研究的交付物；并非所有以下步骤都对所有这些交付物都是必需的。总体而言，生命周期清单工作包括：

* 识别系统所需的过程（归因建模见第7.2.3章，后果建模见第7.2.4章），
* 规划原始数据和信息的收集以及来自二手来源的数据集（第7.3章），
* 收集（通常是）前景系统单元过程清单数据（第7.4章）。一个重要方面是中期质量控制以及如何处理缺失的清单数据（第7.4.2.11章），
* 开发通用LCI数据，特别是在平均数据或特定数据不可用且无法开发的情况下，通常由于数据访问或预算限制（第7.5章），
* 从数据提供者处获取补充背景数据作为单元过程或LCI结果数据集（第7.6章），
* 对过程或产品进行LCI数据平均，包括用于开发生产、供应和消费混合（第7.7章），
* 通过正确连接和缩放数据集来建模系统，以便系统提供其功能单位（第7.8章）。
* 该建模包括解决系统中过程的多功能性。对于此步骤，归因建模见第7.9章，而考虑到不同的建模逻辑，后果建模的相关内容见第7.2.4.6章，这些内容是识别包含的过程的一个组成部分。
* 计算LCI结果，即汇总系统边界内所有过程的所有输入和输出。如果完全建模，清单中仅剩参考流（“最终产品”）和基本流（第7.10章）。

这些步骤是以迭代程序完成的，如第4章所解释，并在图4和图5中进行了说明。

## 7.2 确定系统边界内的过程

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.3.2章和第4.3.2.1章的相关内容）

7.2.1 引言和概述

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.3.2章和第4.3.2.1章的相关内容）

如果LCI/LCA研究超出了单一单元过程的分析和建模，并且需要交付例如LCI结果数据集或产品比较报告，则必须分析整个系统：对于系统边界内的所有生命周期阶段，需要识别那些必须通过后续数据收集覆盖的过程。

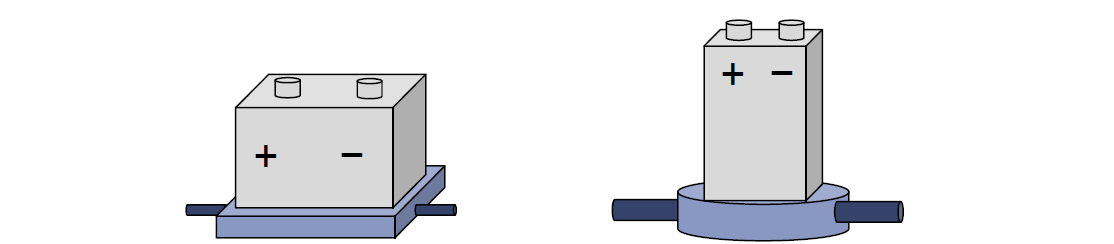
在系统边界内识别过程的方式在归因建模和后果建模之间有很大差异。根据建模方法的不同，需要不同的过程和数据；第7.2.3章和第7.2.4章提供了识别这些过程的详细程序。

在此重申之前在范围章节关于系统边界设置中已强调的内容，以及适用于归因建模和后果建模的要求：通常应包括在正常和异常操作条件下与分析系统相关的所有活动，但不包括事故、泄漏等。LCA的系统边界包括例如采矿、加工、制造、使用、修理和维护过程，以及运输、废物处理和其他采购服务如清洁、法律服务、市场营销、生产和资本货物的退役、零售、储存、行政办公室、员工通勤、商务旅行等的场所运营。简而言之：所有与分析系统相关的非事故活动，无论是归因建模中归属的还是后果建模中预计/建模的，都应包括在内，除非它们在数量上不相关，适用截断标准。其他遗漏应记录并在解释中考虑。

7.2.2 部分系统与系统-系统关系

一个特别的话题是部分系统关系和系统-系统关系，这些关系涉及归因建模和后果建模，并且需要相同的建模解决方案。相关概念在下面的框中进行了说明。

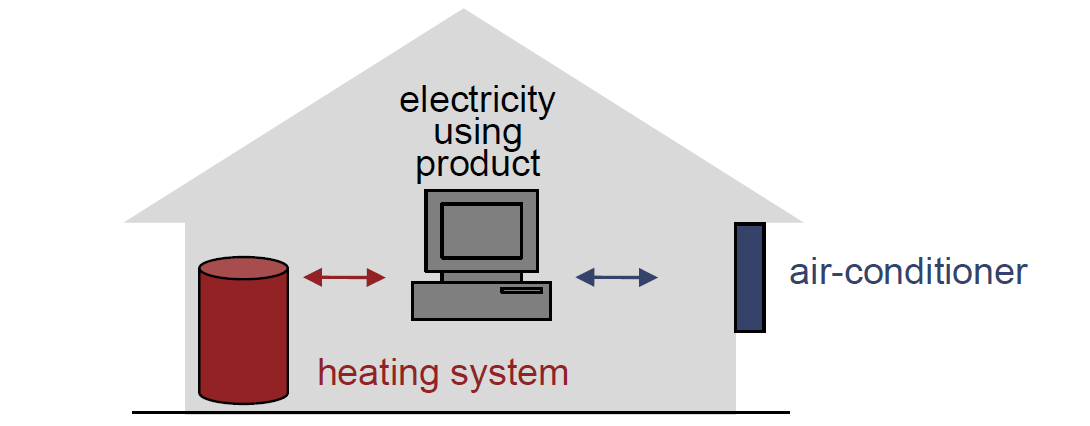
|  |
| --- |
| **术语和概念：部分系统关系，包括与能源相关的产品**  部分系统关系指的是一个子系统，它是另一个系统的常规部分，并对其功能有所贡献。正确建模这种关系的生命周期可能具有挑战性（通常是商品，例如汽车的起动电池；淋浴的节水喷头；建筑物的窗户等）：分析的部分与整个系统及其其他部分/组件之间的技术互动通常需要在系统边界定义中明确考虑。除非研究的目标和范围要求或至少允许孤立地看待该部分。如果该部分与其他具有不同系统交互的部分进行比较或分析改进选项时，必须考虑这种关系。这也适用于归因建模，因为单独的部分无法孤立地发挥其最终功能，例如在不同模型与其系统具有不同互动的时间序列监测中。如果该部分可以孤立建模且数据和/或报告（例如EPD）将公开提供，则仍应明确记录在进一步使用数据时（例如用于比较研究等）是否需要包括部分系统关系。  例如，不同重量的汽车起动电池是否会导致电池支架、电线等的变化。这种变化会影响汽车的总重量，从而影响汽车的加速性能。因此，汽车需要配备相应大小的发动机，以保持两个汽车变体功能单位的可比性。图17对此进行了说明。  在节水喷头的例子中，较低的水流量允许节省水和能源，同时提供相当的功能单位。因此，在比较不同喷头的使用时，需要考虑使用阶段的水和能源消耗。根据LCI/LCA研究的具体目标（例如，仅用于新房屋的节水器，或在现有房屋中的替换），还需要考虑可能安装的较小的水加热器。这需要不同的情景和不同的过程纳入系统边界。这些与能源相关的产品需要明确关系和效果的现实可测量性/量化性。  意图之间的过程交互也可以理解为部分系统关系的情况：例如，影响被服务商品的服务过程，并改变其性能（例如低摩擦机油）、寿命（例如维护和修理过程或不同侵蚀性清洁剂），或产生特定排放（例如通过侵蚀性清洁剂溶解/磨损的铬）。  在窗户的早期示例中，它们的性能只能在整个建筑的背景下进行比较，因为必须包括建筑的供暖（和/或制冷）系统、依赖于窗户面积和方向的太阳能增益以及其他方面，以正确评估窗户的使用阶段。如前所述，窗户本身的LCI数据仍然可以开发和提供，但其在决策支持中的使用必须从系统的角度进行。  这些例子再次表明，对分析产品/部分及相关系统有良好的技术理解是进行有效LCA的基本前提，尤其是对涉及部分系统关系的研究更是如此。  有关系统-系统关系的信息，请参见下一个框。 |



**图17 部分系统关系：汽车起动电池的比较研究或时间序列监测示例，不同的电池变体（灰色）需要不同的安装支架和其他零部件（蓝色），并且在使用阶段会导致不同的燃料消耗。如果它们在重量上有显著差异，这甚至会导致不同的发动机尺寸，以保持汽车（即系统）的性能不变，这也需要考虑。**

一个明显类似于部分系统关系的情况是系统-系统关系；下方框解释了它们以及对识别过程和建模系统的影响。

|  |
| --- |
| **术语和概念：系统-系统关系**  系统-系统关系指的是在一个或多个其他、通常是独立的系统（以下称为“背景系统”）中使用“分析系统”（例如产品）。即，分析系统不是背景系统的常规部分，也不贡献于背景系统的功能，但具有其他主要的独特功能。然而，分析系统通过共同功能、产生的废物（例如废热）或特定排放[[111]](#footnote-111)来影响背景系统。这可能会改变背景系统的性能和功能。因此，系统-系统关系在方法上可以视为过程或产品多功能性的特殊情况。在其他情况下，背景系统会在排放离开技术圈之前“处理”这些排放。例如，在办公建筑中使用的计算机或咖啡机作为分析系统，背景系统则为建筑提供热量（在寒冷季节）和废热（在温暖季节）。请注意，除了部分系统关系之外，这两个系统也可以完全独立地有效运作。分析系统和背景系统可以以两种不同的方式互动，这要求不同的建模方法：  在一种情况下，分析系统的一个或多个副功能导致背景系统的操作发生变化（例如，对于上述示例，计算机产生的热量导致建筑物的取暖需求减少和/或制冷需求增加——即处理废热——这取决于季节和国家）。  这种情况在方法上与因果建模中的特定短期边际后果非常相似（见第7.2.4.4章），并按此建模；具体细节将在相关章节中说明。主要区别在于，这里的后果直接作用，而不是通过市场机制。  在归因建模中，副功能（例如寒冷季节的热量）需要进行分配，应用第7.9.3章的两步分配程序。对于温暖季节，当共同产生的热量实际上是废热，不能被视为需要分配的有价值副产品时，实际操作的废热处理过程“空调”需要在系统边界内建模[[112]](#footnote-112)。  在另一种情况下，相同的副功能可能不仅会改变背景系统的操作，还会改变背景系统本身，例如用于背景系统操作的已安装机器或其他货物。这种情况发生在分析系统的操作被考虑在背景系统的规划中时：例如，在规划办公建筑时，如果考虑到计算机的热量生产，建筑的取暖和/或制冷设备的安装容量可能会有所不同。  对于归因建模，这种情况在未来数据进行归因建模（例如，推断未来几年的会计数据）时是相关的，背景系统是否考虑分析系统的影响。请注意，这不是建模后果的方法论问题，而是预测系统规划的问题。  对于因果建模，这在方法上等同于特定的长期边际，唯一不同的是，安装容量的变化不是由于市场中效应的规模，而是由于在规划背景系统时的特定且紧密的微观级别系统-系统关系。如果二级后果在背景系统规划中被明确考虑，这种方法是适用的。  这两种情况的适用取决于副功能、废物和排放在设计背景系统时是否已被考虑。  因此，系统-系统关系在解决过程和产品的多功能性方面发挥作用，并将在相应章节中再次讨论，提供具体规定。 |



**图18 系统-系统关系：以电力使用产品（例如计算机、咖啡机、冰箱等）作为分析系统，在一个背景系统（这里是一个私人住宅）中运行。由于其副产品“热量”，它在寒冷季节/高纬度地区降低了取暖需求。同时，这种“废热”在温暖季节/热带气候中增加了空调需求。**

涉及部分系统和系统-系统关系的规定在多个章节中进行了说明，这些章节提供了LCI建模规定，基于这里详细的概念。

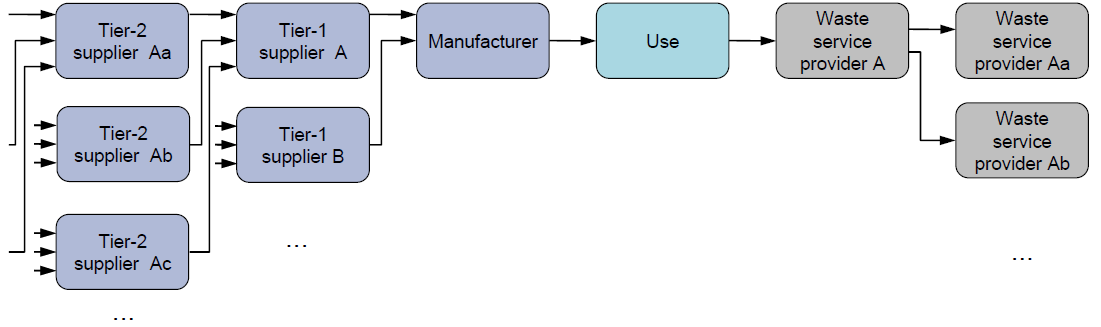
7.2.3 归因建模中的过程识别

（参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.3.2 和 4.3.2.1 章）

7.2.3.1 介绍和概述

（参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.3.2 和 4.3.2.1 章）

归因建模描述了系统的可观察/可测量的状态，沿着物质、能源和服务的流动（即现有的[[113]](#footnote-113)供应链）将单个过程联系起来（见图19，并再次参见第6.5.2章中的框）。



**图19 产品的供应链生命周期模型示意图。该系统模型描绘了实际的生产供应链、产品使用和废物管理链。图中未显示的是生产废料、回收的废物管理过程，以及运输和其他服务过程，这些过程在实际供应链中被相同地包括在内。**

这个“归因”步骤至关重要，但在ISO中只隐含地提到。实践中因此发展出了不同的方法，导致系统边界、模型和最终结果的不一致。

以下子章节提供了在归因建模下识别应归属到分析系统中的过程的逐步指导。

是否应收集特定数据或获取平均或通用数据集，以及是否使用单元过程数据还是LCI结果将在第7.3章中讨论。

7.2.3.2 需要归属到分析系统中的过程

（参考ISO 14044:2006章节4.2.3.3.2和4.3.2.1）

**引言和概述**

以下文本指导如何可重复地识别应包含在系统边界中的过程。

作为起点，记住归属模型旨在描绘分析系统的过程和生命周期阶段的现实（根据分析系统的需要），类似于供应链、使用阶段和生命周期结束：因此，任何物理处理分析产品（系统）和生产该产品所使用的物品和服务的过程，或造成生产、使用或废物处理成本的过程，都可能是系统边界的一部分。

对于商品生产和服务提供以及废物和生命周期结束处理，需归属的过程的识别相对直接。然而，对于最终消费者的使用阶段，则需使用额外的标准。然而，在实践中，这种直观性似乎并不总能导致所需过程的适当识别。因此，需要指导。

概念上，这种指导从系统的功能单元或参考流（即从前景系统的中央过程开始）出发，系统地检查前景系统中需要包含的过程。然后遵循描述性的“供应链 - 使用 - 生命周期结束”逻辑，识别所有那些跨越背景系统边界的产品和废物流（或其功能单元）。通过这种方式可以归属并定量相关的所有过程都需要被识别和量化。前景系统过程的技术过程流图，无论是最初可用的还是在后续过程中开发或扩展的，都有助于库存数据收集、临时质量控制和（如有必要）第三方审查。

在工作过程中，建议将前景系统的识别过程及其与背景系统的联系记录在每个分析系统的流程图类型图示中。这个流程图可以从定义系统边界时制作的初始图开始开发，并可以作为后续数据收集规划的起点。最终版本的流程图也可以添加到最终数据集或报告的文档中。

还需注意，实践中不需要识别分析过程的进一步间接层级，如果

* 如果所识别并需纳入的过程属于背景系统，并且
* 对于该过程及其进一步（上游或下游）生命周期的LCI数据集的质量足够好，且可以从以前的研究中获得或从第三方数据提供者处获得，则无需识别进一步的间接层级。

**识别过程**

从功能/技术角度来看，以下几个层次的过程原则上[[114]](#footnote-114)应归属于分析过程或系统，从系统的功能单位或参考流，即其中央过程（第0层），开始。请注意，以下步骤并不是严格和确切的完整要求，而是帮助结构化识别所需数据的过程（参见图20）：

**第0层 - 中央过程或分析系统**

* 第0层[[115]](#footnote-115)是前景系统中的那个过程，它直接提供分析功能单位或参考流作为其功能。例如：“注塑机[[116]](#footnote-116)”生产塑料部件作为产品，“卡车”提供运输服务作为其功能，“田地”种植小麦和秸秆作为产品，“灯泡”提供照明服务，“废物焚烧炉”处理废物作为服务，“吸尘器”用于在私人住宅中提供地毯清洁服务等。注意，这些过程中的一些是商品，而另一些是服务或产品-服务系统。一些过程可能被物理感知为人[[117]](#footnote-117)（例如，“画家”[[118]](#footnote-118)涂刷外墙）。此层级也包括产品的使用阶段。对于结合一个或多个过程属性的通用过程也适用相同的规则。同样，对于更广泛的系统（例如，一个事件、整个国家的个人出行、或一个国家的总政府消费作为会计指标）也适用：区别在于需要识别多个第0层过程，这些过程一起提供系统的功能单位。

**第1层 - 在商品中的物理体现[[119]](#footnote-119)**

* 第1层包括那些（部分或全部）物理存在于分析商品或系统中其他商品的商品。例如，前述的“LPPE聚合物”进入注塑机生产塑料部件，或“氮磷钾肥料”部分用于田地中小麦植物的生长。其他示例：组装成复杂产品的“特定不锈钢部件”，“苯”和“氯”进入反应器生产各种氯化苯作为共产品，涂刷外墙的“油漆”等。

**第2层 - 与中央过程或分析商品的接触**

* 第2层包括那些仅处理或接触第0层商品或过程，通过执行支持功能来支持分析功能的商品和服务。例如，用于释放注塑塑料部件的“脱模剂”，“柴油”、“润滑油”和操作卡车所需的其他消耗品，“农药”帮助小麦获得产量，“电力”操作灯泡，还包括灯座和固定装置以及“灯泡包装”，确保达到所需废物焚烧温度的“补充燃料”，“生产线上的“光”和“热”以便工人组装复杂产品以及保护线的“车间”以抵御天气，吸尘器和油漆的“包装材料”，“催化剂”支持氯化苯的生产。其他示例：用于地板清洁过程的“清洁剂”和“热水”，“溶剂”用于涂料等。这些第2层过程包括需要特别关注的部分系统关系；见第7.2.2章的相关框。

**第3层 - 为中央过程或系统提供的服务**

* 第3层包括那些甚至不接触分析过程的设备或分析商品，也不会直接为服务提供功能，但仍然需要在背景中运行以支持过程的服务。例如：行政、保安、市场营销和法律服务等。

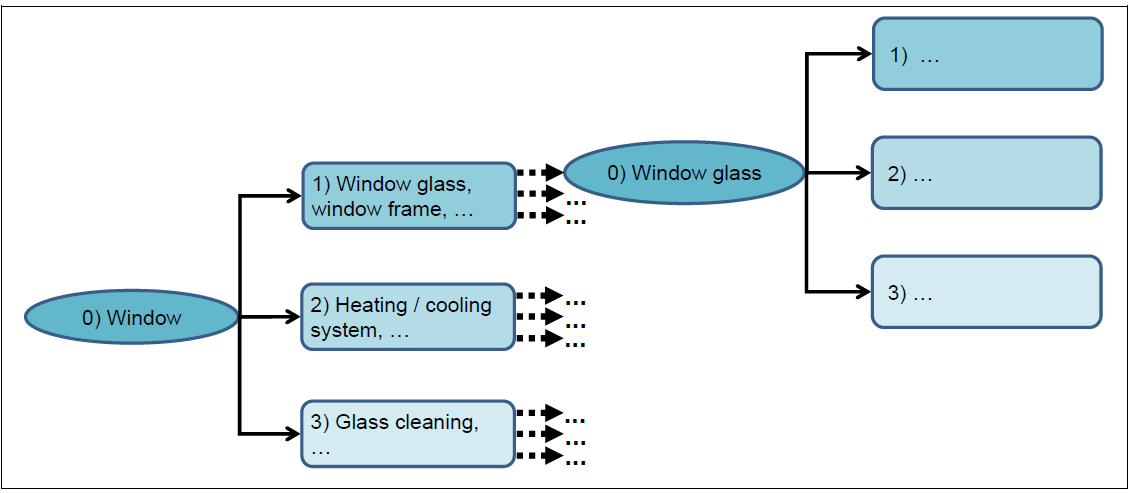


图20 在系统边界内识别过程，从中央过程或分析系统开始。以窗口为例，窗户是分析系统，因此设为第0层（左侧的椭圆）。在识别了第1至第3层的过程之后，每个过程都成为一个新的第0层过程（此处显示为“窗玻璃”，中间的椭圆）。为每个新的第0层过程识别相关的第1至第3层过程，如此循环进行。

**第3层之外的间接过程**

* 超过第3层，我们将进入那些实际上不直接与我们关注的中央过程或系统相关，而是与第1至第3层中识别出的过程相关的周边过程。这些间接过程通过对第1至第3层识别出的每个过程进行检查来识别，这些过程是前景系统的一部分（或将前景系统与背景系统连接起来），并应用相同的第0至第3层逻辑（参见图20）。对以这种方式识别出的下一层过程重复此步骤，如此继续。请注意，这不会导致一个无尽的过程列表，因为通过应用截止规则——基于类似过程的经验和专家判断——大多数这些过程可以被排除。（关于应用截止规则，见第7.4.2.11章和第9.3.2章）。仅通过其他过程间接相关于最初分析的第0层过程的过程示例包括“生产”、“维护”、“修理”等，例如注塑机、灯泡、卡车、车间、反应器等的维护。其他示例包括将上述肥料和农药分发到田地的“拖拉机”。除此之外，还有“设备和过程的研发”、“公司法律服务”、“公司市场营销活动”、“商务旅行”、“员工通勤”等。

|  |
| --- |
| **常见错误：一般性或未经反思的活动类型排除**  正如第6.6.2章中所提到的，LCA实践中仍然常见某些应归属到分析系统的活动类型被排除，而没有充分的理由。在这些过程中，服务和投资商品是最常见的。虽然在建模电力生产时忽略电厂本身的建设和拆除可能是有根据的（当然取决于设定的截止标准），但投资商品的有限相关性通常不适用一般情况。类似地，许多服务在许多情况下可能具有有限的定量相关性，但这也不能一概而论。一个很好的例子是风力发电厂，其中设备生产和维护占据了绝大多数影响。  在给定的案例中，需要通过近似估算和借鉴以往经验，检查哪些产品和废料流以及哪些过程可以根据截止标准排除，哪些则不行。第7.4.2.11章和第9.3.2章提供了对单元过程的相应指导，第7.8章则提供了对系统的指导。除非有定量依据，否则不能仅以“活动类型”的一般水平来进行排除。 |

**7.2.3.3 初步描述已识别的过程**

**（参考ISO 14044:2006第4.2.3.3.2章）**

特别是对于前景系统的过程，需要进行初步描述。在收集和记录单元过程数据时，这些描述将被修订。有关文档的详细信息见第10章。

除非LCA的交付物是单元过程数据集：对于那些连接前景系统和背景系统的产品流，需要详细说明，包括其功能和功能单元。

|  |
| --- |
| **规定：7.2.3 识别归因建模中的过程**  适用于情况A和C，以及情况B的生命周期模型，但不包括受大规模后果影响的过程步骤。也适用于情况B下决定应用归因建模的假设场景。  完全适用于LCI结果、部分终止系统、LCIA结果和LCA研究（对于单元过程，仅用于完成系统模型的完整性检查和精度估计）。  对于黑箱单元过程作为交付物，仅需识别预计包含的过程，以及进入或离开单元过程的产品和废物流。  对于单一操作单元过程，仅需识别和具体说明进入或离开单元过程的产品和废物流；在这种情况下，技术流程图仅包含一个过程加上产品和废物流。  I) 必须 - **识别系统边界内的过程：**必须识别所有定量相关的过程，这些过程需要归因于分析系统，并且在系统边界内：[ISO+]  I.a) **从中央过程开始：**此识别应从系统的功能单位或参考流（即前景系统的中央过程或分析系统本身）开始。（7.2.3.2）  I.b) **前景系统：**应逐步扩展到整个前景系统。按照描述性的“供应链 - 使用 - 结束生命周期”逻辑，尽可能识别所有相关的产品和废物流（或其功能单位），这些流跨越背景系统的边界。（7.2.3.2）  I.c) **背景系统：**背景系统中的过程应按照与前景系统相同的“供应链 - 使用 - 结束生命周期”逻辑进行识别。建议的系统识别程序在本章的主要文本中详细说明。（7.2.3.2）  注意，通常做法是将前景系统嵌入到第三方或内部开发的一般背景系统的LCI结果和/或单元过程。这意味着，在实践中，上述识别结束于识别连接前景系统和背景系统的产品和废物流。对于这种一般背景系统中可能缺失的系统或过程，应根据需要为分析系统收集或从第三方获取。  I.d) **证明和记录排除：**任何排除相关单独过程或活动类型的情况，应使用切割标准加以证明（如第6.6.3章所定义）。这可以基于以前的经验，包括相关系统/产品组特定指导文件或产品类别规则（PCR）。系统检查与单元过程的中期质量控制及切割标准的应用的程序在第7.4.2.11和第9.3.2章中描述。原则上，所有应归因于系统的过程都应进行清点，只要它们对分析系统的整体环境影响有相关贡献。这包括原则上 - 取决于包含的生命周期阶段和系统边界 - 活动，如采矿、加工、制造、使用、修理和维护、运输、废物处理以及与分析系统相关的其他采购服务，如清洁和法律服务、市场营销、资本货物的生产和退役、零售、存储、行政办公室的运营、员工通勤和商务旅行等。（7.2.3.2）  I.e) **部分系统和系统系统关系：**部分系统和系统系统关系需要特别关注（例如，涉及能源相关产品）和正确的清点（概念见第7.2.2章）。（7.2.3.2）  I.f) **技术流程图，来自/到背景系统的产品和废物列表：**建议使用系统边界方案进行概览。前景系统的技术流程图以及连接前景系统与背景系统的产品和废物列表可用于记录主要资源基础、消费混合数据和生产路线的贸易伙伴国家等。这可以作为数据收集规划的基础以及后续文档的起点。（7.2.3.1）  注意，背景系统中的个别过程也可能需要识别 - 例如，在识别敏感问题时（见第9.2章）或在满足研究的特定目标时。  必须满足第6.8章关于技术、地理和时间相关性的范围要求。（7.2.3.2）  注意，初步生成的过程、产品和废物流的列表通常需要根据完成的初步生命周期模型、影响评估和解释的结果进行细化。  II) 必须 - **初步过程描述：**建议对识别出的前景系统的单元过程提供初步描述，以及将其与背景系统连接的产品和废物流的功能单位的详细信息。这应在LCI工作的迭代步骤中进行更新，并最终反映前景系统的最终单元过程。（7.2.3.3） |

7.2.4 识别归因建模中的过程

7.2.4.1 介绍与概述

**介绍**

如果建模方法是归因性的，则需要识别相关的后果及相关过程，如下所述。这主要适用于情况A、B和C1中的多功能性、情况B中受“大规模”变化影响的过程，以及情况B中的“假设场景”，如果这些场景包括归因建模。虽然本章详细描述了归因方法，**但请注意，在情况A、B和C1的规定中做了一些关键简化**，使工作显著简化而不会显著改变结果的稳健性（见第6.5.4章）。仅对于情况B中受“大规模”变化影响的过程以及情况B的假设场景，本章需要详细应用。

“归因”LCI建模框架旨在识别前景系统中的决策对经济中其他过程和系统的后果，并围绕这些后果构建待分析系统。

归因建模的一个重要方面是，它并不像归因模型那样描绘具体产品供应链的实际过程，而是对决策的预测后果进行建模。这些后果是假定作为对指定决策的反应而操作的过程。在无约束和完全知情的市场中，它们通常是最具成本效益地提供所需功能的过程（以及会被其他功能取代的过程）。然而，无约束和完全知情的市场是一个理论上的理想情况。在实践中，还需要考虑其他方面。

**主要和次要后果，约束**

LCA从业者讨论了多种机制，如何在前景系统中做出的决策影响其他过程和产品以及主要和次要后果（次要后果的概念在第7.2.4.2章中解释）。这些机制范围从因额外需求的材料、部件等而需要建立新生产设施，到由于市场价格变化、消费者行为变化等而导致竞争产品的市场被挤出。然而，除了深远的后果外，次要后果和约束通常会对主要后果产生反作用，并部分或完全抵消主要后果，或将其改变为其他后果。其中包括经济的弹性、对分析产品的需求变化、由于市场价格变化而减少的其他系统中额外产品的消费，以及许多其他次要后果（例如所谓的“反弹效应”）以及合同、政治和其他约束。

**所需专业知识**

识别详细后果和边际过程时，除了LCA专业知识，还需要以下专业知识，具体取决于归因模型中考虑的机制和模型：

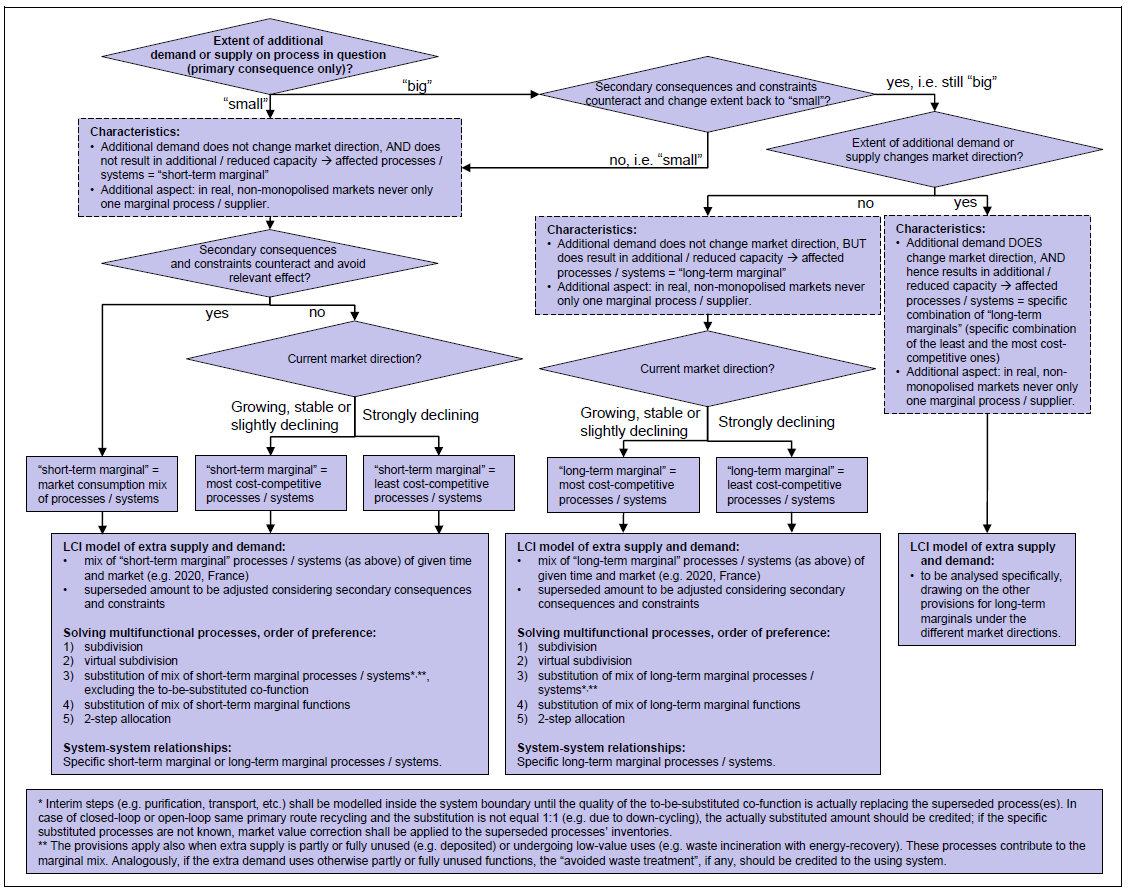
* 技术发展预测专业知识（学习曲线、经验曲线）
* 场景开发
* 市场成本和市场预测
* 技术成本建模
* 一般均衡建模
* 部分均衡建模

概述

以下子章节解释了归因模型中建模后果的步骤：

* 识别主要和次要后果及约束：首先确定哪些主要和次要后果以及约束需要纳入模型（第7.2.4.2章）。
* 识别因后果变化而操作或替代的过程：接下来识别由于已识别的后果而操作或被取代的过程（第7.2.4.4章）。
* 逐步建模归因生命周期：分析考虑的后果，并考虑选定的约束，逐步识别过程并建模归因生命周期。这从前景系统中的分析决策开始。

图21提供了归因建模中识别过程的规定的示意概述，但请注意第6.5.4.2和6.5.4.3章中为情况A和B设置的简化规定。



**图21 归因建模决策树[[120]](#footnote-120).术语、概念和解释见正文。正式和详细的规定请参见“规定”。**

个别单元过程数据的收集原则上与归因建模相同，详见第7.3章。

使用平均和通用背景数据的相关问题另见第7.6章。

7.2.4.2 要考虑的后果

（与ISO 14044:2006章节4.2.3.3.2、4.2.3.6.2和4.3.2.1相关）

在实际应用归因建模时，需要决定要考虑的相关后果。

归因建模的核心是对市场的定量理解，以及分析的商品或服务在供应和需求中的直接和间接变化如何通过市场引起其他商品和服务的实际供应和需求变化。

归因LCA研究可以提出的范围问题广泛，这些问题可能明确或隐含地要求包括各种后果。没有普遍适用的通用方式来识别这些后果，因此需要根据具体情况决定。

尽管如此，以下规定提供了基本指导：

**应评估包括以下主要后果（除非它们在任何情况下已被明确要求或直接源自研究的具体目标）：**

* 作为市场决策直接后果而操作的过程，以满足对某一产品的额外需求（即“直接后果的归因建模；适用于完整系统”）。
* 取代/补充系统边界内的多功能过程的共功能（即“通过替代解决多功能性”）。

**以下是次要后果，但也应评估是否包含[[121]](#footnote-121)。请注意，它们可能会抵消主要后果，部分或完全补偿主要后果，在这种情况下，它们被称为反弹效应：**

* 如果由于额外需求而使某一非必需共功能的市场价格降低，则对该共功能的总需求增加。
* 由于需求增加导致共功能价格上涨，激励效应促使过程提高效率。例如，回收率的提高（通过更多收集、更好分离等）是由于次要商品的市场价格上涨，部分抵消了主要途径的替代。或例如，生物燃料作物的生产力增加（例如，施加更多肥料等），是由于生物燃料的市场价格上涨，部分抵消了上述额外的间接土地使用需求。
* 由于分析的共功能需求增加以及其不必要的共功能的额外供应，导致不需要的共功能的竞争功能（如产品）的需求减少。
* 消费者行为变化（例如，由于更好的交通管理或有吸引力的公共交通而导致城市中额外的汽车使用）。

**仅在工作直接涉及并在目标设定中明确提到时应考虑的后果，但不适用于一般的归因研究。包括但不限于：**

* 由于产品价格降低而导致消费者总体消费增加（因为他们节省了钱，可以将其花在其他产品上）。请注意，这一次要后果被供应链中更便宜产品的工人整体薪资减少所抵消，他们将因此减少消费。
* 由于消费者产品节省了消费者时间（例如，洗碗机与手动洗碗），导致的消费模式变化。
* 在分析的过程/技术或竞争产品或技术中的加速产品/技术投资（例如，太阳能电力或竞争能源技术）。

|  |
| --- |
| **术语和概念：次要后果**  次要后果也被称为“反弹效应”、“反向效应”、“抵消效应”、“涟漪效应”：当对市场中因生产某个商品的决定而产生的后果进行建模时，存在一系列机制，这些机制可能会抵消和部分或完全补偿这些后果，因此被称为“反弹效应”。然而，这些次要后果也可能增加识别后果的效果，或者导致与直接后果完全不同的结果，因此在这里使用了更广泛和更全面的术语“次要后果”[[122]](#footnote-122)。  需要注意的是，这些效应通常远非线性，当某些阈值被突破时，市场的部分领域可能会发生完全转变（例如，当风能的生产成本使其在某些市场细分中完全具有竞争力时）。上方的列表展示了这些机制的复杂性。  该列表表明了识别和特别是量化这些通常非常具体的后果的复杂性。对于其中一些后果，甚至缺乏理论模型来捕捉各种主要和次要后果及其互动。这当然不是LCA固有的问题，而是所有旨在预测市场和社会背景未来发展的模型面临的问题。[[123]](#footnote-123) |

7.2.4.3 约束和其他市场不完善之处

现实市场面临各种约束和其他市场不完善之处。现实市场通常信息不完全，即市场上操作的技术和产品并非总是最具成本竞争力的。

与机制和后果类似，约束也可以非常多样化，因此无法在一般层面上确定相关约束，必须根据具体情况识别。

尽管如此，为提供基本指导，以下是一些建议：

**应考虑的后果建模中的约束包括：**

* 现有的长期供应合同或合作关系，这些合同或合作关系不容易更改。
* 禁止性高成本，这些成本构成了变更的障碍，例如产品的有限流动性（例如长距离运输的基础建筑材料或热量）。
* 现有或预期的政治措施/法律约束，这些措施可能促进感知上的积极发展或对抗感知上的负面发展（例如包装材料的回收费、填埋禁令和其他与技术相关的约束、例如对太阳能的绿色税收激励、材料禁令等）。
* 不可扩展的产品或自然资源供应，这些资源是模型系统所需的。例如，某些国家或市场的水电（参见第6.8.2章），或已接近可行最大回收率的回收材料。完全使用的共同生产副产品，其生产无法扩大，也属于这种约束类型。
* 垄断，在这种情况下没有供应商或技术的选择。

**在后果建模中可能还需考虑的约束包括**

* 现有的或预计会出现的其他约束，这些约束会增加、减少或阻碍主要或次要后果。

7.2.4.4 确定后果模型中的过程

（与ISO 14044:2006没有直接对应的章节，但与章节4.2.3.3.2、4.2.3.6.2和4.3.2.1有关）

**概述**

下一步是识别要建模的具体过程，即是那些可以被操作（改变）或替代（用其他过程取代）以减少这些后果的过程，并考虑相关的约束。

除了使用或开发足够代表所建场景年份（例如2020）的数据外，作为一般指导，后果建模中的主要后果“(a)”和“(b)”（见上文7.2.4.2章节）应考虑以下标准：

* 影响的规模（“小”或“大”），
* 市场情况（即“增长、稳定或略微下降”或“严重下降”的市场），以及
* 替代过程（即技术）的成本竞争力。

以下文本提供更多细节：

第一步：考虑主要后果及其影响规模

后果对经济中其他过程的影响规模很重要，因为需要区分两种主要情况。在第一步中，仅考虑市场中的主要后果（a）（见上文）；这是经典后果建模最初关注的内容：

* 影响规模是否“较小”？：

- 影响规模非常小，可以假设分析的决策无法通过市场效应直接导致增加满足额外需求的能力或因额外供应而减少现有能力。能力的增加或减少应被理解为市场中持续安装或退役的变化。此外，这适用于生产能力（例如材料或能源载体）以及服务的可用能力。

- 如果额外需求或供应的年量小于市场中该功能或系统年供应的平均替代比例（见第5.3.6章），则一般应视为影响小；如果该平均比例超过5%，则应使用5%作为参考。这仅供参考，具体情况可以根据需求或供应变化是否直接触发需求变化，而不仅仅是通过边际累积效应来调整。鉴于市场的弹性、相反的次级后果和约束，可以假设需求和供应的微小变化不会引发真实市场中的长期投资。它们发出的信号过小，无法超越必须克服的阈值，以结构性地改变产能。

影响规模是否“较大”？：

- 如果影响规模足够大，可以假设分析的决策确实能够通过市场效应直接导致增加满足额外需求的能力，或因额外供应而减少现有能力。

- 如果额外需求或供应的年量大于市场中该功能或系统年供应的平均替代比例（见第5.3.6章），则通常应认为影响较大；如果该平均比例超过5%，则应使用5%作为参考。如上所述，该比例仅供参考，具体情况可以根据与“较小”影响相同的论证进行调整。

如果影响规模是“较小”的，那么受影响的过程/系统总是“短期边际”过程/系统。如果影响规模是“较大”的：

**第二步：考虑次要后果和约束**

根据影响规模并考虑次要后果和约束，需要确定最能代表被替代过程的过程组合，如下：

* 如果影响规模——仅考虑主要市场后果——是“较小”的，应首先检查市场中的次要后果和约束是否会反作用于主要后果（回弹），使得净效应接近“零”（即与之前描述的“较小”不同），与主要后果后的完全效应相比。如果是这种情况，则“短期边际”最适合用“平均市场消费组合”来表示（即与归因建模中的平均背景数据相同）。
* 如果影响规模——仅考虑主要市场后果——是“较大”的，则应接下来检查次要后果和市场约束是否会反作用于该效应，使其不再是“较大”，而是“较小”。在这种情况下，上述“较小”效应的规定适用于该过程。
* 如果次要后果和市场约束未能足够强烈地反作用于主要后果，使其变为“较小”，则仍需认为其为“较大”。然而，次要后果和约束可能已经改变了定量范围和受影响的过程。这需要具体分析，以正确识别最终后果。

**接下来的步骤：市场情况和成本竞争力**

受影响的过程/系统取决于具体的市场情况和能够提供所需功能的替代过程的成本竞争力。市场情况需区分两种情况：

* 中期市场增长、稳定或仅略微下降，即下降不超过资本设备的平均替代率。
* 中期市场大幅下降，即下降超过资本设备的平均替代率。

上述平均替代率以%计算，通过将100年除以资本设备的平均或典型使用寿命得到。例如，生产材料X的工厂可能使用寿命为25年，因此100年/25年 = 4% 每年被替代。

关于“市场”，需强调的是，应使用特定商品或产品的市场，而不是它们的广泛功能或产品组，也不是特定品牌的市场：例如，特定商品（如镉）或产品（如含铅焊料膏）的市场可能在下降，而商品的一些功能（如电池中的储能，薄膜太阳能电池板中的太阳能捕获）或产品组（如焊料膏）的市场可能在增长，反之亦然。特别是约束往往直接或间接作用于特定商品或产品（而品牌水平上很少），因此其具体市场在此处相关。

根据上述定义和两种情况，对于“较大”影响的情况，接下来的问题是额外需求或供应的程度是否改变了市场方向，即从“严重下降”市场转变为“略微下降、稳定或增长”市场，或反之。如果不是这样，受影响的过程/系统总是“长期边际”过程/系统。

接下来的问题——无论是“较小”还是“较大”影响（若市场方向未改变）——是当前市场方向如何影响受额外需求或供应影响的过程：在增长（或至少未严重下降）市场中，额外的需求可以合理地假设通过安装最具成本竞争力的技术、使用最具成本竞争力的原料路线、运营最具成本竞争力的废物处理服务等来满足。同样，对于额外的短期需求，将使用最具成本竞争力的过程。如果市场严重下降，额外需求将不会通过安装新能力来满足，而是通过不退役现有能力来满足（即保留那些最不具成本竞争力的）。对于额外的短期需求，也将使用最不具成本竞争力的供应。因此，如果市场是“增长、稳定或略微下降”，则“短期边际”（对于“较小”影响）和“长期边际”（对于“较大”影响）是最具成本竞争力的过程/系统。如果市场是“严重下降”，则这些是“最不具成本竞争力”的过程/系统，无论是“较小”还是“较大”影响。

如果额外需求或供应的程度“较大”且确实改变了市场方向，那么受影响的过程/系统将包括那些在严重下降市场中受影响的部分和在增长、稳定或略微下降市场中的部分，即根据受影响的产能份额特定组合的两种不同“长期”边际。

**最终步骤：确定“短期”或“长期”边际过程/系统的组合**

市场信息的缺乏和未来成本竞争力的不确定性使得在大多数市场中，几种具有类似成本效率的替代方案同时竞争并被安装。在现实中，没有严格的“唯一最具成本效率的技术”逻辑[[124]](#footnote-124)。

例如，2015年中国的钢铁生产中，边际过程是那些预计在研究的参考年中最具成本效益的钢铁厂和矿石/废料路线。

因此，在后果模型中，不应建模单一的短期或长期边际过程，而应建模最可能的边际过程组合，以获得更具鲁棒性的模型。这尤其重要，如果各种最可能的边际过程在成本竞争力上相似但环境影响显著不同。仅在没有其他同样具成本竞争力的过程或系统时，才合理地限制模型为单一边际过程或系统。

7.2.4.5 进一步方面、建议和观察

**各种事项**

如果市场接近或处于略微下降和严重下降之间的边界，建议使用平均市场消费组合。请注意，这些情况与主要系统的归因建模相同。

请注意，上述内容也适用于额外供应部分或完全未使用（例如，存放）或用于低价值用途（例如，带有能源回收的废物焚烧）的情况。这些过程会对边际组合产生贡献。类似地，如果分析的额外需求使用了其他部分或完全未使用的功能（例如，原本存放或焚烧的废物），则“避免的废物处理”，如有，计入使用系统。所有从产品或废物的生命周期结束到次级产品（例如，分拣、净化、运输等）的过渡步骤，都应在系统边界内建模，直到待替代的共同功能的质量实际替代了被取代的过程。在“闭环”和“开放环路 - 相同主要路径”回收的情况下，如果替代不是1:1（例如，由于下游回收），应实际替代的量应被计入。如果具体的替代过程未知或无法量化，则应对被替代过程的库存进行市场价值修正。修正因子是次级产品的市场价格与相同量的主要产品的市场价格的比率。

**间接土地使用变化 - 概述**

间接土地使用变化（ILUC）是后果建模中的一个方面。这个问题指的是额外的土地需求（例如，为了生产基于作物的生物燃料）意味着本来会在这片土地上生产的作物必须在其他地方生产，即“被替代”。其假设是，例如，生物燃料的额外生产不会改变全球或该地区生产的其他作物的总量，即在净基础上是额外的。由于现在需要生产其他作物的土地也正在生产其他东西，最终必须将以前未使用的土地（即自然土地、休耕地）转化为生产“被替代”作物的用途。即，生物燃料的额外需求被假定为会导致其他地方的间接土地使用变化（参见脚注20中的相关示例）。这是第7.2.4.2章中列出的类型（a）的主要后果之一。

次要后果的一个示例是，被替代作物（以及可能在某种程度上，甚至是土地密集型商品的一般）的边际价格可能成为通过使用更多肥料和更好管理来实现更高产量的激励。这可能部分抵消/减少间接土地使用变化的需求，从而减少其他地方改变土地的需求，而不是现在用于生物燃料的量。

同时，需要考虑使用土地和间接变化土地的不同生产力，例如，“被替代”作物在现在用于生物燃料的土地上的收获量为每公顷5吨，而间接变化的土地（如热带雨林）可能每公顷仅产3吨，即每公顷被替代作物的土地需要更多的公顷。

请注意，在后果建模的逻辑中，这适用于所有土地使用，包括食品生产、工业厂房、私人住宅等，每当研究旨在提供决策支持时。

**间接土地使用变化在后果建模中的应用**

由于尚无广泛接受的间接土地使用规定，但多个组织仍在制定相关规定，因此此时未作具体规定。因此，如何整合间接土地使用变化应根据具体情况与后果建模的一般规定相一致进行开发。这一情况除非ILCD下发布了具体规定。这些规定可能会成为未来补充的一部分。

7.2.4.6 解决后果建模中的多功能性

（参见ISO 14044:2006第4.3.4.2章的相关内容）

**引言**

后果建模中的多功能性解决方法——与归因建模有些类似——包括两个步骤，除了分割/虚拟分割外。前一步骤（分割和虚拟分割）是相同的，唯一的例外是应避免穿透多功能过程的部分分割，因为这样会扭曲替代（见下文）。

**分割和虚拟分割**

对于黑箱单元过程的分割和虚拟分割，后果建模中适用第7.4.2.2章的相关规定。逻辑是，额外的、不需要的共同功能量可以通过改变生产其他生产相同共同功能的工厂的生产方案来抵消，使所有这些功能的总量保持不变。请注意，在后果建模中，如果虚拟分割“切割”一个物理上不可分割的多功能联合过程，则不应进行虚拟分割，这会扭曲替代。

**真实联合生产的物理因果关系，联合生产的替代**

在分割和虚拟分割不可行或不可行的情况下，下一步取决于多功能过程是联合生产还是共同生产：如果共同功能的数量可以完全独立变化而不改变生产设施，则称为共同生产。例如，大多数多废物焚烧、不同货物的联合运输。如果不能完全独立变化，则称为联合生产。例如，通过氯化钠的电解生产氢氧化钠和氯气，生产小麦谷物和小麦秸秆。许多看似共同生产的过程实际上在不改变已安装能力或过程性质的情况下无法完全变化，通常成本较高（例如，炼油厂的许多产品在不需要安装额外生产设备、购买外部氢气等的情况下只能变化到一定程度）。

对于真实的共同生产，决定性的物理因果关系（即归因建模下的两个步骤中的第一个步骤）同样适用。

对于联合生产，通过系统扩展作为多功能性的特殊替代解决方案。这与一般后果建模的规定密切相关，具体在本章的后续部分详细说明。

**联合生产 - 一般情况下的替代**

解决多功能性的主要后果（上述第7.2.4.2章的主要后果“(b)”）的方法与先前章节中详细说明的主要后果“(a)”相同。

方法上，这些情况等同于一般后果建模，如ISO 14044:2006所承认。然而，需要考虑一些与实际相关的差异，这些差异在解决多功能性时更为频繁。特别是废物处理中的中间处理步骤的需求，尤其是在宝贵的共同产品在多个步骤后才生成的情况下，以及次级产品的固有属性变化；并非总有确切的（替代）生产路线来生产该次级产品。因此，通常开发了特定的方法，并为终端产品和废物处理中的替代建模开发了额外的方法。

多功能性的一个特殊情况是系统-系统关系（概念见第7.2.2章的框框），在后果建模下实际上需要替代短期边际。

**联合生产 - 终端产品和废物处理模型中的替代/信用**

一个特殊情况是废物和终端产品的回收，通常需要额外的步骤：

* 建模过程步骤，包括条件、修改、运输等，直到终端产品或废物的有价值功能（例如，再生金属棒）在质量和位置上可用，从而替代替代生产（例如，该金属棒的初级生产）。这些步骤是分析系统的系统边界的一部分。换句话说：相关库存分配给分析系统。
* 识别和量化由于终端产品或废物处理而导致的功能差异，例如，由于下游回收（例如，缩短纤维、聚合物的机械性能降低、金属中的杂质等）。这可以通过两种方式完成：一种是替代被替代共同功能所替换的减少功能量（例如，1公斤回收的聚合物可能替代0.8公斤的初级聚合物）。另一种，特别是当具体用途未知时，使用市场价格比率（次级/初级）来缩减替代过程或系统的库存（例如，如果次级回收聚合物的市场价值为每公斤0.7美元，而质量更高的初级生产聚合物的成本为每公斤0.9美元，则替代库存减少0.7/0.9，即0.778的因子）；这也称为“价值修正”。

在此背景下，还需识别真实的共同生产过程。

详细规定见附件14.5中的单独章节。

|  |
| --- |
| **规定7.2.4 确定后果建模中的过程**  适用于在情况B中具有大规模后果的过程，以及在情况B中的假设场景（如果包含了后果要素）。  完全适用于所有类型的交付成果，除了单元过程之外。  **专业知识 (7.2.4.1) [ISO+]**  I) 应要求 - **所需专业知识:** 进行研究时，特别是识别和建模大规模后果时，应涉及以下领域的专家：  I.a) 技术发展预测（如学习曲线、经验曲线）  I.b) 场景开发  I.c) 市场成本和市场预测  I.d) 技术成本建模  I.e) 一般均衡和部分均衡建模  II) 应 - **政策场景专家:** 推荐在政策场景作为设置约束条件的功能方面涉及领域专家。如果研究明确分析了政策场景，则应涉及这些专家。  **识别需考虑的后果和约束 [ISO+]**  III) 必须 - **建模后果:** 确定将要建模的后果，以下步骤可以逐个过程进行。其潜在排除需通过至少论证性/半定量方法证明其对结果不相关；否则，应在报告准确性（数据集的情况下）和解释结果（LCA研究的情况下）时考虑排除：(7.2.4.2)  III.a) **主要市场后果:**  III.a.i) 必须 - （a）作为直接市场后果操作的过程，以满足对某一产品的额外需求（即“后果建模直接后果；应用于整个系统”）。这包括许多其他因素，例如间接土地使用效应。  III.a.ii) 必须 - （b）取代/补充系统边界内的多功能过程的非必需副功能（即“通过替代解决多功能性”，缩小系统边界以排除不需要的功能）。  III.b) **次要市场后果:**  III.b.i) 应 - 副产品市场价格降低时，增加对其的需求。  III.b.ii) 应 - 由于产品价格上升，对提高过程效率的激励效应。  III.b.iii) 应 - 副产品价格降低导致对竞争产品需求减少。  III.b.iv) 应 - 消费者行为变化  III.b.v) 应 - 只有在研究目标明确涉及时才包括进一步的后果。  IV) 必须 - **约束:** 确定将在模型中包含的约束，这些约束可能部分或完全阻止所识别的边际过程混合直接用于系统模型。任何包含的约束的具体影响应在识别有效的边际过程时予以考虑。其潜在排除需通过至少论证性/半定量方法证明其对结果不相关；否则，应在报告准确性（数据集的情况下）和解释结果（LCA研究的情况下）时考虑排除。应考虑以下约束：  IV.a) 现有长期供应合同或合作关系，难以更改。  IV.b) 高成本作为障碍（如某些产品因运输成本高而限制流动）。  IV.c) 现有或预期的政治措施/法律约束，激励感知的积极发展或对抗感知的负面发展。（例如，政治绑定目标设定了燃料混合中的X %能源载体Y，意味着能源载体X已预设，不能假设为因分析决策而成为长期边际产品。）  IV.d) 产品或自然资源供应的不可扩展性；包括完全使用的、依赖的共同生产副产品。  IV.e) 垄断，即缺乏供应商或技术选择。  IV.f) 推荐也考虑其他已存在或预期将出现的约束，这些约束增加、减少或阻碍主要或次要后果。  **识别替代过程/系统的混合 [ISO+]**  V) 应 - **逐步识别替代过程/系统的混合:** 确定因分析决策对研究系统的影响而被替代的过程/系统[[125]](#footnote-125)。对于每个过程，应从系统的功能单位或参考流开始，到整个前景系统，遵循已识别的主要和次要后果的理论“供应链 - 使用 - 生命周期”逻辑，包括至少识别所有产品和废物流（或其功能单位）穿越到背景系统的边界[[126]](#footnote-126)：(7.2.4.4)  V.a) **主要市场后果及其影响规模:**  V.a.i) 识别作为分析决策的主要市场后果而假设的额外操作或停用的过程，以及直接相关的额外或减少的功能/产品需求。  V.a.ii) 影响规模:  V.a.ii.1) “小” - 仅影响一个或多个现有过程的操作范围 --> 应假设短期边际过程被替代，或  V.a.ii.2) “大” - 结果为额外安装或停用的产能 --> 应假设长期边际过程被替代。  V.a.ii.3) 如果额外需求或供应的年量小于市场中该功能或系统年供应的平均更换比例（见第5.3.6章），则应将影响视为“少”；如果该平均比例超过5%，则应使用5%作为参考。否则，视为“大”。该百分比仅供参考，可根据需求或供应的直接触发市场需求变化的论证而调整。  V.b) **次要后果和约束:**  V.b.i) 如果主要市场后果的影响规模为“少”，检查市场中的次要后果和约束是否反向影响主要后果（反弹），以使净效果接近于零。在这种情况下，最适合的“短期边际”是“市场平均消费混合”的过程/系统（但见下文）。  V.b.ii) 对于多功能性特定情况，关键约束发生在所需副功能是已完全使用的、依赖的共同生产副功能的情况下（例如铜矿开采中的银作为完全使用的副产品，蛋鸡与完全用于人类食物或动物饲料的鸡）。额外需求不能通过额外供应来实现。在这种情况下，将不得不以其他方式生产所需的功能/产品（例如：从银矿中提取银，或直接养殖用于食品或饲料的肉鸡）。  V.b.iii) 如果主要市场后果的影响规模为“大”，则检查次要后果和市场约束是否反向影响主要后果，使得净总体效果不是“大”而是“小”。  V.b.iv) 对于仍面临“大”影响的过程，明确考虑次要后果和约束可能已改变的受影响过程。这必须具体分析，以正确识别最终影响/替代过程。  V.c) **市场情况和成本竞争力：**第三步 - 市场情况和替代方案的成本竞争力：  V.c.i) 市场方向，或者  V.c.i.1) “增长、稳定、略微下降的市场”（即下降幅度小于平均设备更换率），或者  V.c.i.2) “强烈下降的市场”（即下降幅度快于平均设备更换率）。  上述的平均替代率以百分比表示，通过将100年除以资本设备的平均或典型寿命（以年为单位）来获得。  V.c.ii) 基于此：分析额外需求或供应的“重大”影响是否改变了市场方向，即从“强烈下降”市场转变为“略微下降、稳定或增长”市场，反之亦然。  V.c.iii) 如果不是这样，受影响的过程/系统总是“长期边际”过程/系统。  V.c.iv) 对于所有“轻微”和“重大”情况，替代过程/系统的成本竞争力也是相关的：  V.c.iv.1) 如果市场是“增长、稳定或略微下降”，则“短期边际”（对于“轻微”影响）和“长期边际”（对于“重大”影响）是最具成本竞争力的过程/系统。  V.c.iv.2) 如果市场是“强烈下降”，则“短期边际”（对于“轻微”影响）和“长期边际”（对于“重大”影响）是“最不具成本竞争力”的过程/系统。  V.c.v) 如果市场方向发生变化，则最不具和最具成本竞争力的过程/系统都会被替代，其具体类型和份额需要单独确定，参考本章的其他规定。  V.d) **确定过程/系统的组合：**最终步骤 - 确定“短期”或“长期”边际过程/系统的组合：  V.d.i) 在因果模型中，不应仅建模一个单一的短期或长期边际过程，而应考虑最可能的边际过程组合，考虑到市场价格预测的不确定性和替代边际过程之间环境特征的差异。仅在没有其他同样具备成本竞争力的过程或系统时，才可以仅使用一个。  V.d.ii) 替代的最终功能（过程或系统）数量应考虑主要和次要后果及限制的综合影响来近似估算。  注意，如果市场方向因分析决策而发生变化，则被替代的过程是最不具成本竞争力的过程和部分最具成本竞争力的过程的特定组合。  **进一步规定、评论和文档建议（7.2.4.5）[ISO+]**  VI) 必须 - 注意：  VI.a) **部分系统和系统间关系：**这些需要特别关注（例如，能源相关产品）和正确的清单记录。注意，这些情况在归因建模中被相同建模。  VI.b) **背景系统中的单个过程：**在识别重要问题时（见第9.2章）或如果需要满足研究的特定目标时，也可能需要识别这些过程。  VI.c) **满足代表性要求：**应满足技术、地理和时间相关的代表性要求。  VII) 应 - **间接土地使用变化：**应制定考虑间接土地使用变化的适当方法。如果这样做，应适用一般的因果建模规定。除非ILCD下会发布特定规定，这些规定可能是未来补充的一部分。  VIII) 可 - **方案性因果模型图：**建议使用系统边界方案以获得概述。可以使用最相关的因果关系和边际过程的示意决策-后果及流动图来记录主要识别出的后果和约束以及由此产生的资源基础、技术、受影响的市场等。这可以作为数据收集计划和后续文档的基础。  请再次注意，任何排除单个过程或活动类型的做法必须使用截断标准加以说明（见第6.6.3章）。原则上，应清单记录因分析决策而运作的所有过程。这原则上包括 - 取决于系统边界 - 如采矿、加工、制造、使用、修理和维护、运输、废物处理以及其他购买服务如清洁和法律服务、营销、资本货物生产和退役、运营场所如零售、仓储、行政办公室、员工通勤和商务旅行等。  IX) 可 - **初步过程描述：**建议还提供对前景系统中识别出的单元过程以及连接到背景系统的产品和废料流的详细功能单元的初步描述。这应补充后果和约束的文档，并在LCI工作迭代过程中完成细节。（7.2.4.7）  **解决过程和系统的多功能性（7.2.4.6）[ISO!]**  X) 必须 - **细分和虚拟细分：**应优先应用细分和虚拟细分，而不是替代。有关规定见第7.4.2.2章[[127]](#footnote-127)。  XI) 必须 - **组合生产：**对于真正的组合生产，决定性物理因果关系（即归因建模下分配的两个步骤中的第一个）同样适用；见第7.9.3.2章。  XII) 必须 - **联合生产：**对于联合生产，替代作为系统扩展的特殊情况是解决多功能性的首选方案。应按照以下方式进行：  XII.a) 应适用与系统一般因果建模相同的规定。  XII.b) 注意对于已经完全使用的联合生产的依赖性副产品的特定限制：由于这些副产品的生产不能通过相同的多功能过程/技术增加，因此不能对其额外供应进行建模。相反，需要建模替代供应途径。这意味着决定性副产品不应被替代。  XII.c) 如果在商业上相关的范围内运营/提供功能上等效的替代过程/系统，应用被替代边际过程的组合（如果量化相关，则排除被替代的过程路线）替代不需要的共功能58。替代功能与被替代功能之间的差异应通过修正实际被替代的过程量或通过被替代过程的市场价格修正来考虑（如果被替代的量没有足够详细的了解）。  XII.d) 如果不存在[[128]](#footnote-128)这样的替代过程/系统或在商业上不相关，则应使用更广泛意义上的提供功能进行替代[[129]](#footnote-129)。  请注意，被替代的过程或产品也可能具有次要功能。这理论上可能导致一个自我引用和/或非常广泛、反复扩展的系统。由于这些次要功能的数量和在整体系统中的相关性随着每个过程步骤的减少，这个问题可以通过应用截断规则来避免/减少。  **多功能过程和系统的替代（再利用/回收/恢复）（7.2.4.6）[ISO!]**  XIII) 必须 - **回收、恢复、再利用、进一步使用：**对于回收、恢复、再利用、进一步使用的情况，应应用替代：（7.2.4.6，所有详细信息见附录14.5）  XIII.a) **将一般规则应用于这些情况：**从使用寿命结束的产品和废物处理中回收或恢复的产品的替代遵循与多功能性的一般情况相同的规则。它们应适用于所有废物和使用寿命结束处理的情况（即“闭环”和“开放环 - 相同的主要途径”和“开放环 - 不同的主要途径”）。应优先应用细分和虚拟细分，而不是替代。有关规定见第7.4.2.2章。  XIII.b) **特定方面和步骤（真正的联合过程、中间过程到次级产品、可回收性等）：**对于再利用/回收/恢复的特定情况是，中间处理步骤更为常见，且通常不存在真正的等效替代过程/系统[[130]](#footnote-130)。在此背景下，还应识别次级产品的真正联合过程。最后，需要明确建模再利用/回收/恢复的步骤，直到获得实际替代了替代过程/系统的次级产品。应根据以下步骤识别给定情况下的被替代过程的实际组合：  XIII.b.i) 次级产品的真正联合过程是产品生命周期中提供与次级产品最接近技术相似性的过程步骤；因此识别出的主要产品的市场价值不应低于次级产品的市场价值[[131]](#footnote-131)。  XIII.b.ii) 应使用可回收性替代方法进行替代。这意味着所有中间废物管理、处理、运输等步骤都应进行建模并分配给分析系统，包括生产有价值共功能的步骤（例如次级金属棒）。  XIII.b.iii) 可回收量/程度应参考实际实现的可回收性，即考虑所有类型的损失，例如由于收集不完整、分类、回收、回收处理中的损失、拒绝等。简而言之，可回收性是终端产品或废物中次级产品的百分比[[132]](#footnote-132)。出于实际原因和长期存在的产品，按照惯例，这应为该产品当前实现的可回收性（或对于新的/预测产品，为同一市场中类似产品的实现可回收性）。如果研究目标明确涉及可回收性情景，这可以作为另一个参考。  XIII.b.iv) 应应用上述规定中详细说明的一般因果建模指导来识别被替代的过程/系统[[133]](#footnote-133)。  XIII.b.v) 在这里也不应仅使用一个边际过程，而应使用多个潜在边际过程的平均清单。  XIII.b.vi) 对于应用无关的次级产品，应通过使用次级产品与主要生产替代功能的市场价格比（价值修正）在认证清单中纠正次级产品的任何技术属性减少。  XIII.b.vii) 对于应用特定的次级产品，必须确保与被替代产品的功能等效，并将认可清单减少到有效被替代的量。如果无法确定，应像应用无关情况一样应用市场价格比（价值修正）。  XIII.b.viii) 特别是在“开放环 - 不同的主要途径”情况下，还应检查是否运营了商业上相关的替代过程。否则，应应用解决因果建模下多功能性的一般规定。  XIII.b.ix) 本章关于识别被替代过程的其他指导方面（例如约束、次要后果等）同样适用。  请注意，在进行情景形成比较时，应在定义“合理的最佳情况”和“合理的最坏情况”情景时，联合变更各种主要和次要后果及约束。 |

## 7.3 数据收集规划

（ISO 14044:2006中没有对应章节；在标准的多个章节中涉及）

7.3.1 概述

根据范围设置、最初识别的主要数据和信息需求（见第6.9.2章）以及系统边界内最初识别的过程（见第7.2章），需要规划实际的数据收集和获取。与LCA工作的多数步骤一样，数据收集规划也是迭代的。

在实际规划数据和信息收集之前，建议明确一些基本的不同选项和考虑事项：

* 前景系统 - 特定的、平均的或通用的数据？
* 归因和因果建模的背景数据
* 是否需要多年平均数据或通用数据
* 主要和次要数据源
* 重点工作方向

7.3.2 前景系统数据 - 特定的、平均的或通用的

（涉及ISO 14044:2006章节4.2.3.3.2和4.3.2.1）

**避免黑箱单元过程**

在收集系统边界内识别的过程的数据时，应旨在收集实际需要的过程的数据，而不是将这些过程与其他不需要的过程聚合在一起的数据。这对于数据的准确性、审查原因以及避免不可避免的多功能性问题都很重要。

这可以通过专门收集所需过程的数据，或至少在某些情况下，通过虚拟细分已收集的数据来实现，将相关清单单独提取用于所需功能。第7.4.2.2章提供了详细信息。

**针对系统边界内识别的过程获取特定数据**

理想情况下，任何系统的生命周期最终模型应由生产者或操作员特定的数据来表示，即建模精确的生命周期，描绘 - 根据研究的需求 - 供应链、使用、终结（对于归因建模）或理论上的因果供应链、使用、终结（对于因果建模）。

在实践中，作为一般规则，对于前景过程应使用特定的库存数据。这些数据通常作为来自产品/技术开发者[[134]](#footnote-134)、商品生产者或服务运营商的原始数据编制，并应包括来自一级供应商（包括废物服务供应商）的特定次级数据。

作为数据收集的初步步骤，可能使用通用或平均次级背景数据来识别是否需要更具代表性或特定的数据。这完全适用于归因建模，而对因果建模的适用程度较低。对于那些预计不是系统关键过程的过程，估算（例如基于过程知识的建模）也可以提供过程数据的初步想法。

**归因建模中的前景系统通用或平均数据**

如果可用的特定数据的质量显著较低，而通用或平均数据能充分代表过程，则通用或平均数据可能更适合前景系统的过程。重要的是要注意，在生产者特定数据和平均或通用数据之间没有自由选择，选择取决于等效性/代表性。

对于归因建模，通用或平均背景数据集也可以用于对整体环境影响贡献较小的前景过程。它们也可以作为参数化过程或部分终止系统用于建模操作标准机器（例如货物运输卡车、注塑机等）的前景过程，只需调整特定的操作条件即可。

**因果建模中的前景系统通用或平均数据**

对于因果建模，通用或平均背景数据集在前景系统中也可能有所帮助，尤其是在可用的特定数据质量欠佳或填补较小的数据空白时。使用通用的参数化单元过程数据集与在归因建模中一样有用，如果适合特定的过程/系统。

7.3.3 背景数据用于归因和因果模型

（ISO 14044:2006中没有对应章节，但涉及章节4.2.3.3.2、4.2.3.6.2和4.3.2.1的相关内容）

**背景数据的类型**

如第6.6.1章相关框和图所述，背景系统的术语与其数据收集视角中的概念有关[[135]](#footnote-135)。

所需背景数据的类型在归因建模和因果建模之间有所不同。

对于归因建模，这种类型的数据是市场消费混合的过程/系统。

对于因果建模，这些数据包括：

* “短期边际”过程/系统的混合，
* “长期边际”过程/系统的混合，

这些混合数据与特定或通用的过程、商品或服务（或更广泛的这些）在特定市场和时间有关。

边际混合通常包括成本竞争力最强的过程或系统（在“增长、稳定或轻微下降”市场中，即下降不超过资本设备的平均替代率），或最不具竞争力的（在“急剧下降”市场中）。除非次级影响和限制改变这一情况，或者完全抵消主要影响，使得平均消费混合比边际混合更能代表被替代的过程/系统（在这种情况下，两者将是相同的）。

注意，情况A和B下的替代规定有所简化（见第6.5.4.2章和6.5.4.3章）。

**供后台使用的单元过程、参数化单元过程或 LCI 结果数据集**

背景数据集可以是不同类型的：LCI结果或单元过程（及其变体）。两者各有优缺点。选择哪种方法主要取决于所需数据的可用性和质量，也取决于建模的专业知识和其他方面。如果建模一致，组合也是可能的。

对于单元过程和LCI结果，都建议或可能需要良好的文档记录和合格的独立外部审查或专家评审。

在处理单元过程时，尽可能优先选择“单一操作单元过程”而不是“黑箱单元过程”（见图7）。这可以避免多功能性问题，并显著提高数据的验证/审查。

对于某些过程，固定的LCI结果或单元过程清单可能不适用，如果清单强烈依赖于特定的操作条件或特定的输入。在这些情况下，参数化单元过程数据集或部分终止系统数据集可能是必需的，或至少更有效和灵活。例如，运输过程、流量注射和类似的灵活处理机器、废物管理过程等。

**特定、平均或通用数据？**

在归因建模下，对于没有使用特定供应商的情况，以及背景中的数据集，国家/市场技术平均或通用背景LCI数据集更为适用，但数据仍需代表技术水平（即实际市场平均或—对于情景—最坏和最好情况），以适当代表相关产品。

在因果建模下，理论上平均数据不太适用，除非对被替代过程存在很高的不确定性，这种情况往往会出现。

7.3.4 需要多年平均数据或通用数据

在单一年份的数据无法代表一般的“当前”情况时，使用多年平均的数据可能也是必要的。这适用于数据在不同年份之间变化较大的情况。例如，农业产品的产量、氮 surplus 及相关排放、施用的杀虫剂数量等，可能由于气象条件、疾病事件等因素的不同在不同年份之间有较大差异。此外，工业厂区的负荷和原材料进口组合等也可能在不同年份之间变化显著。特别是对于代表特定生产者的数据来说，这些数据的变化可能会比市场组合的数据更为显著。

类似于平均数据，通用数据在这种情况下也往往能比特定数据更好地代表过程或系统。

可以通过分析不同年份的历史数据来识别这种情况，这些数据在分析或类似过程中显著不同。也可能仅在建模的特定年份发生了某些特定事件，这些事件在数量上独特地影响了过程的输出或其他相关库存项，从而无法一般性地代表。

这个案例也是一个例子，说明平均或通用数据在总体质量上可能优于特定数据。

7.3.5 主要和次要数据来源

**LCI 数据**

根据所需的具体数据和质量要求，并结合上述考虑因素，需确定数据和信息的来源。数据的一致性和质量，以及质量保证（即审查）是支持有效研究的重要要求。正如第 6.9.3 和 6.9.4 章中已提到的，存在多种潜在的 LCI 数据来源：

* 主要数据来源是商品生产商、过程和服务的运营商及其协会。
* 次要数据来源则提供对主要数据的访问（可能需要重新建模/更改数据）以及通用数据，例如国家数据库、顾问和研究小组。

ILCD 数据网络有助于识别合适的次要来源。

建议仔细考虑具体的数据来源，因为在建模过程中更换数据来源不仅可能导致工作延迟，还可能导致额外的成本。

**其他数据：回收率、统计数据等**

与 LCI 数据类似，其他数据的来源选择也是一个重要步骤，应系统地进行。详见第 6.9.4 章。

7.3.6 关注最相关的数据和信息

建议根据数据和信息的相关性来平衡数据收集的工作量。为了高效利用时间和金钱资源，以提供最佳的可达质量，LCA 工作需要集中重点，避免在理论上可能有贡献的大量过程、流量和方面中迷失方向。基于已经充分反映所分析过程或系统且质量较高的现有经验是一个重要的指导。产品类别规则（PCR）和特定产品组的指导文件可以代表这些经验。

|  |
| --- |
| **常见错误：数据收集的重点错误**  在 LCA 实践中，常常发现数据收集的重点没有被正确引导，未考虑数据对最终结果的相关性：个人对某些过程的兴趣、对分析过程或系统关键要素的经验不足、未考虑其他地方的现有经验（例如在适当的高质量产品类别规则（PCRs）中浓缩的经验）、在许多替代和分配选项中迷失方向而未检查这些是否对系统有影响，以及其他许多原因，导致花费大量时间和资源收集对总结果贡献不大的详细准确数据。同时，对于主要贡献过程和流量的粗略估计数据或缺口未能解决。有效和高效的数据收集实践要求关注关键问题。  同时，也要注意不要完全依赖现有经验和 PCRs，因为这些来源可能也依赖于其他现有经验，且未必验证其他相关因素。使用高质量经验是必要的，并且要确保这些经验实际反映了分析的情况以及所研究的特定过程或系统。  此外，通常完全依赖第三方提供的现成背景数据（例如 LCA 软件中包含的数据，而未检查这些数据的质量或数据缺口，在这些情况下可能需要其他第三方数据）也会影响结果的质量和结论的可靠性。因此，建议始终预见到可能需要为关键背景过程特别收集或获取高质量数据。 |

推荐以下步骤，以系统和高效地确定 LCI 数据的质量要求。除非目标中直接定义了质量要求，否则这些步骤在数据收集、结果计算、影响评估、识别显著问题和评估的第一次循环后进行。要求可能需要在后续循环中进行微调或调整：

* 确定或估计预期应用所需的 LCIA 结果的准确性、完整性和精确度，例如，允许识别比较替代产品之间的显著差异。
* 将这些要求转换为基础流层面的相关要求，考虑各个基础流的影响潜力，并忽略与表征因子相关的不确定性/不准确性。
* 基于上述要求，使用对基础流的要求来确定所收集或购买的过程或系统库存的最大允许不确定性、不准确性和不完整性。注意，这包括系统中应用的 LCI 方法和模型的系统性不确定性，以及设置系统（例如产品生命周期模型）时做出的假设。
* 将这些信息作为收集或购买库存数据（即单元过程或 LCI 结果及类似数据集）的质量要求的指示性指导。对于第三方 LCI 数据集，建议考虑以下附加质量方面：适当的文档、兼容的基础流和命名法、方法学一致性以及（可能的）合格的外部审查。

|  |
| --- |
| **规定：7.3 规划数据收集**  区分归因和后果建模。  完全适用于所有类型的交付物，隐含区分。  I) 必须 - **识别新需要的研究特定单元过程：**确定需要为分析系统中的哪些过程开发新的研究特定单元过程，并使用生产者或运营商特定的主要和次要数据。这通常适用于整个前景系统（包括现有或计划的合同关系部分）。建议使用技术过程或流量图。（7.3.2）  II) 必须 - **平均和通用数据：**识别在分析系统中哪些部分使用平均或通用 LCI 数据集更为适当。请注意，在某些情况下，平均或通用数据可能在前景系统中的某些过程上更为准确、完整和精确。如果使用此类数据，必须提供理由。（7.3.2）  请注意，如果 LCI 研究的交付物仅为单个单元过程，则仅需收集该过程的数据，规定应类似适用。  III) 可 - **识别数据和信息来源：**建议系统地识别所需数据和信息的来源。这包括考虑主要使用 LCI 结果或单元过程数据集，这两者各有优缺点，需根据具体情况进行评估。如果数据一致，可以组合使用。在 LCI 数据来源中，可以区分主要和次要来源。指导原则应为最合适数据的可用性和质量。建议使用文档齐全且已审核的数据集。这有助于正确使用数据集、准确记录分析系统及其审查。（7.3.3, 7.3.5）[ISO+]  IV) 可 - **SI 单位：**建议收集数据时使用国际单位制（SI）单位，以减少转换工作量和潜在错误。[ISO+]  请注意，报告时应使用 SI 单位（见第 10.2 章）。  V) 应 - **多年或通用数据是否优先？：**根据研究目标评估是否应优先使用多年平均数据或通用数据，以更好地代表过程/系统。这适用于具有强烈年度变化的过程（例如农业；生产者特定数据一般），以确保足够的时间相关性。（7.3.4）[ISO+]  VI) 可 - **相关性驱动的数据收集：**建议根据数据和信息的相关性来指导数据收集的工作量。基于充分反映分析过程或系统且质量高的现有经验是重要的指导。产品类别规则（PCR）和特定产品组的指导文件可以代表这些经验。以下内容旨在帮助集中数据收集工作。初步的数据质量和数据集质量要求如第 6.9.2 章所识别，可能需要在后续循环中进行微调或调整（见第 4 章）。（7.3.6）[ISO+]  VI.a) 确定定量 LCI 数据质量需求，估计 LCIA 结果的准确性、完整性和精确度，以满足预期应用的要求（例如，识别比较替代产品之间的显著差异）。  VI.b) 将这些要求转换为基础流层面的相关要求，考虑各个基础流的影响潜力，忽略与表征因子相关的不确定性/不准确性。  VI.c) 使用这些基础流的要求来确定所收集或购买的过程或系统库存的最大允许不确定性、不准确性和不完整性。请注意，这包括系统中应用的 LCI 方法和模型的系统性不确定性，以及在建立系统模型时做出的假设。  VI.d) 将这些信息作为收集或购买库存数据（即单元过程或 LCI 结果及类似数据集）质量要求的指示性指导。对于次要 LCI 数据集，建议考虑以下附加质量方面：适当的文档、兼容的基础流和命名法、方法学一致性，以及完成的合格外部审查。  请注意，如果后续收集或购买的数据集不符合要求，研究结果可能无法满足总体一致性、质量和审查要求。  请注意，所有公开可访问的数据来源应在后续引用。  所有重要数据应提供各种描述信息，例如数据收集过程、数据的年龄和数据质量指标。 |

## 7.4 收集单元过程 LCI 数据

（参见 ISO 14044:2006 第 4.3.2 章及第 4.3.3 章的相关内容）

7.4.1 引言和概述

（参见 ISO 14044:2006 第 4.3.2.1 章的相关内容）

**引言**

对于所有已识别的过程（见第 7.2.3 或 7.2.4 章），必须收集库存数据。实际的数据收集通常仅要求针对前景系统，前提是所有背景系统的数据可以从可用的背景数据库中获取。

单元过程数据是所有 LCI 工作的基础。它们的收集规定在归因和后果 LCI 建模中基本相同。

理想情况下，这些数据与特定过程的单一操作单元过程相关（例如，由特定 7.5 吨卡车型号执行的大宗货物运输）。这一点是本章所涉及的内容。

然而，它们也可以指一个平均的过程混合（例如，德国所有特定品牌 EURO 4、7.5 吨卡车的大宗货物运输市场混合）。这在本章的基础上进行，平均处理将在后续第 7.7 章中讨论。

或者，它们可以是通用的，因此以一般方式描述一个过程或技术，而不是以特定或平均方式进行操作（例如，相同卡车类型的市场混合，但以通用方式获取，而不是特定卡车模型的数据平均，这些数据可能不可用）。通用数据集的开发在后续第 7.5 章中讨论，本章的许多规定也适用。

所有这些数据集类型可以包括参数化，从而生成作为参数化单元过程的技术模型。请注意，这些也可以指一组互联的单操作单元过程（例如，一个工厂或整个场地），即作为一个黑箱单元过程进行库存数据收集[[136]](#footnote-136)。对于这些，大多数规定与单操作单元过程相同。使用这些单元过程形式的选择取决于一系列问题，包括：

* 研究的目标和范围（特别是所分析的过程/系统类型、预期应用），
* 数据的可用性和质量，以及
* 可用资源（资金、专家）。

**概述**

本章开始于收集原始数据以获取单元过程的初步指导（7.4.2）。这包括临时质量控制的重要步骤和处理缺失数据的方式。

接下来的两个小节提供了有关基础流（7.4.3）和特定过程类型（7.4.4）的一系列方法学问题的规定。

最后一个小节 7.4.5 详细说明了命名约定和其他方面。

关于 LCI 数据集开发的更为量身定制但也更加简明的技术指导，见于《LCI 数据集的特定指导文件》。该文件基于本一般指导的“规定”部分，并重点关注 LCI 数据集开发的相关事项。

7.4.2 单元过程的基本数据收集

（参见 ISO 14044:2006 第 4.3.2.2 章及第 4.3.3 章）

7.4.2.1 引言和概述

（参见 ISO 14044:2006 第 4.3.2.2 章及第 4.3.3 章）

在提供适用于过程和流量的总体方法学规定、命名约定和其他惯例之前，本章提供了关于原始数据的基本收集[[137]](#footnote-137)及向单元过程库存过渡的规定和建议：

* 通过细分或虚拟细分来避免黑箱单元过程（7.4.2.2）
* 描述单元过程所代表的内容（7.4.2.3）
* 收集的输入和输出流类型（7.4.2.4）
* 针对特定、未来和通用数据集的数据和信息类型（7.4.2.5）
* 参考流量的参考量（7.4.2.6）
* 关于操作条件的代表性（7.4.2.7）
* 检查法律限制（7.4.2.8）
* 从原始数据到每个参考流的单元过程库存（7.4.2.9）
* 解决保密问题（7.4.2.10）
* 临时质量控制（7.4.2.11），以及作为重要方面的
* 处理最终缺失的库存数据（7.4.2.11.3）

7.4.2.2 通过细分和虚拟细分避免黑箱单元过程

（参见 ISO 14044:2006 第 4.3.4.2 章）

**一般方法**

如果需要收集数据的单元过程是多个物理上分开的过程步骤的组合，这就是一个黑箱单元过程；见图 8。

黑箱单元过程可能会导致审查困难。特别是当过程被开发为通用过程（见第 7.5 章）时，审查人员可能更容易对单个过程步骤进行评估，而不是对集成的步骤链进行评估。另一方面，特别是对于基于测量的特定数据，审查可以基于测量数据进行；在这种情况下，细分无助于审查。

同时，黑箱单元过程往往会导致多功能性问题。这些问题需要额外的信息和努力来解决，并且在任何情况下都会在某种程度上扭曲结果。如果细分一个多功能黑箱单元过程可以解决多功能性问题，则应优先选择细分。

细分的过程链也可能是特定应用所需的，例如，详细的薄弱点分析或生态设计目的更关心单个贡献者及其影响的减少，而不是整体绝对结果的价值。

总结：如果在数据规划或原始数据收集中发现过程是黑箱单元过程，应检查是否可以通过细分将其拆分，以及这种拆分是否有助于审查、提高准确性和适用性，并避免多功能性。

细分通常在数据收集之前进行，或在数据收集之后进行虚拟细分。

**细分**

首选方案是将相关的黑箱单元过程细分为其包含的过程。

这种细分是在最终原始数据收集之前进行的。相关的库存数据是单独收集的，仅针对那些与分析系统相关的包含单元过程。例如，一个装配车间，其中对电力、消耗品和零件消耗的数据将分别收集，针对不同的生产线作为单操作单元过程。车间本身、供暖、照明等的数据也会单独收集作为单操作单元过程，虽然它们是多功能过程，因为它们服务于所有生产线。

细分在黑箱单元过程提供多个功能时尤为重要，即它是多功能的，而结果单一过程都是单功能的。如果理论上可以将目标商品或服务的交付与共同功能分开，细分和有时虚拟细分（见下文）是提供准确数据的唯一方法。在上述示例中，这是不可能的，因为车间和车间供暖不能为包含的生产线单独建模。不过，细分可能已经显著提高了数据准确性。

**部分细分**

如果完全拆分黑箱过程不可能，则应进行部分细分。部分细分可以导致两种类型的结果：

* 一个或多个包含的过程被单独确定为单操作单元过程，而一个或多个包含的过程仍然是黑箱单元过程（例如，在生产分析系统三聚氰胺的综合站点中，包含的氨生产厂和二氧化碳副产品分离和压缩可以单独确定为单操作单元过程，而尿素和三聚氰胺生产厂的数据仅共同提供。）
* 仅能单独识别分析功能的一些信息，而一个或多个包含的过程仅部分拆分，即“拆分”切入单一过程步骤。请注意，在后果建模下，这种形式的部分拆分可能会导致后续替代时完全分离分析功能过程时的扭曲。在归因建模下，这种形式是适当的。

**虚拟细分**

获取包含单元过程的库存数据有多种可能性：实际数据收集（首选方案）和——在许多但不是所有情况下——利用关于相关过程的知识。这些知识可以作为将多功能过程的数据拆分并将库存项目分配给包含的单元过程的基础。例如，简单的理解是水体排放只可能来自于产生废水的过程，某些部件或消耗品只作为特定过程的输入等。

在某些情况下，分配和虚拟细分是定性和定量上明确且准确的，如上述例子。在其他情况下，细分需要依赖专家判断，并且可能不会非常准确，但仍然能提高数据质量。例如，在一个生产线中，多个电力消耗步骤可能被联合计量。通过其他机器信息（例如额定功率消耗、负荷因子和运行时间），可能可以足够准确地虚拟细分黑箱过程到单个过程步骤，即使不完全精确。

这样，定性生产/操作系统信息可以足以对黑箱过程进行部分甚至完全细分，并正确地将所有或大部分定量信息分配给单独的包含单元过程。

即使在这种“虚拟细分”无法提供所有单一数据值的情况下，它也通常会显著降低工作量，因为只需直接收集个别包含过程的剩余缺失数据。

但是，请注意，虚拟细分仅在后果建模中应用时，如果它能完全分离分析功能的库存，否则替代结果会被扭曲。

从结果数据集的角度来看，虚拟细分可以意味着从黑箱数据中生成多个单元过程。或者——针对不能完全虚拟细分但会切入过程的黑箱单元过程——过程并没有分成多个单元过程，但可细分的单一库存流量完全或部分分配给相应的共同功能。

虚拟细分原则上也可以应用于物理上不可细分的过程：例如，在化学反应器中，可能用氯对有机化合物进行氯化，生成具有一个、两个和三个氯基的不同副产品。作为反应物的氯的总消耗量可以按其绑定的氯量的比例分配给副产品。这也是一种切入单一过程步骤的部分细分示例。请注意，在这个例子中，任何氯的过剩和氯的排放需要单独且通常不同的方法来解决多功能性。重申的是，“切入”不可进一步细分的联合过程，如本例所示，不应在后果建模/替代中应用，因为结果会被扭曲。

请注意，虚拟细分等同于识别并使用决定性物理因果关系作为分配原则，即描绘非功能流与共同功能之间的定量内部关系。

|  |
| --- |
| **规定： 7.4.2.2 通过细分和虚拟细分避免黑盒单元流程**  区分归因模型和后果模型。  请注意，如果对多个单元过程进行建模（例如，在分析系统的前台系统中），这些规定将分别应用于每个单元过程。  I) 应该 - 通过细分可解决的多功能性？：调查分析的单元过程是否是黑盒单元过程（概念见图 7）：它是否包含其他物理上可区分的子过程步骤，理论上是否可以专门为这些步骤收集数据子流程？接下来，检查细分是否可以解决该黑盒单元流程的多功能性：是否可以单独识别和建模初始黑盒单元流程中的流程链（最好是逐个流程步骤），仅提供一个所需的功能输出？  II) 应该 - 根据结果，应遵循以下步骤：  II.a) 如果可能细分： 如果可以专门收集那些仅具有一个所需功能输出的所包含流程的数据：应仅收集那些所包含单元流程的清单数据，即进行细分。  II.b) 如果不可能，部分细分： 如果这是不可能的（即分析的单元过程包含归因于所需功能输出的多功能单操作单元过程）或不可行（例如，由于缺乏数据访问或成本）原因）：应至少针对某些包含的单元流程单独收集清单数据，特别是对于清单的主要贡献者且不能以其他方式（例如通过虚拟细分 - 参见下文）明确仅分配给其中之一的流程的共同职能。 [ISO+]  II.c) 如果也不可能，则实际上（完全或部分）细分：如果细分或部分细分都不可能或不可行，则应检查是否可以通过推理来基于实际部分或完全细分多功能过程。关于流程/技术的理解。在这种情况下，只要可以识别和指定定量关系，该定量关系将流量的类型和数量与至少一个协同功能/参考流量（例如，制造中的特定机械零件或辅助材料）精确关联起来。通过细分收集的数据，可以将仅用于分析产品的工厂明确分配给该产品）。对于那些可以做到这一点的流程，应该进行虚拟细分，将包含的流程分离为自己的单元流程，而无需单独收集数据。 [ISO+]  请注意，在归因建模下，通过虚拟细分从黑盒单元流程中挑选出所需的流程步骤也可以改善后续分配的基础，从而获得更准确的结果。  请注意，虚拟细分应用与物理因果关系相同的逻辑作为分配原则，即描述非功能流和协同功能之间的定量内部关系。  请注意，在后续建模下，过程中的实际或虚拟部分细分会导致扭曲，以防稍后使用替换来完全分离分析的功能。  III) 可以 - 细分/虚拟细分的其他原因？：如果根据本《规定》的初始步骤，单元流程是黑匣子但不是多功能的，请检查它是否会提高数据的可审查性或是否预期应用程序需要细分或实际上细分流程。如果是这样，建议完全或部分细分或几乎细分该流程。 [ISO+] |

**7.4.2.3 描述模型化单元过程所代表的内容**

（参见ISO 14044:2006第4.3.2.2章）

从对所需过程的识别和初步描述（第7.2章）开始，更详细地描述实际模型化的过程：这包括其实际技术、地理和时间相关性的代表性，特别是功能单元和参考流，以及其他定量和定性信息。

这些信息有助于实际清单数据收集和质量控制的准备。在数据收集、质量控制等过程中，这些信息将被细化，以获得最终模型化过程所需的描述和规格。

|  |
| --- |
| **常见错误：描述误导超出实际数据所代表的内容**  经常发现，发布的数据集未能描述其实际代表的内容（即基于使用的数据），而是描述了其意图或目的所代表的内容。  例如，数据可能反映了单一技术，但数据集声称代表市场组合。或者数据直接来源于研究或实验室数据、理论模型等，但描述为代表行业过程，反映大规模的平均操作。  必须避免这种情况，需明确说明数据集所代表的内容。当然，数据集可能在某种程度上代表市场组合，尽管未涵盖所有技术、途径等，但应在显著位置加以澄清：如果结合了来自不同来源的数据或存在代表性不足，应在数据集及任何发布的附带文档中声明。 |

请注意，在数据收集结束时，需完成最终的元数据文档，例如命名操作条件、所做假设、使用的其他来源数据、数据缺口、清单的完整性和准确性等。文档的详细信息请参见第10章。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.2.3 描述单元过程所代表的内容**  请注意，这些规定应适用于每个单独的单元过程，尤其在模型中包含多个单元过程的情况下（例如，在分析系统的前景系统中）。  I) 必须 - **描述单元过程：**  I.a) **代表性：**描述单元过程的技术/方法、地理/市场范围及其代表的时间（例如，年份，必要时还包括季节性/日变化），以及任何可能的代表性限制。这包括识别相关的操作条件和/或其他对输入和输出有显著影响的因素。详情见第6.8章。  I.b) **参考流/功能单元：**如果交付物是LCI研究或数据集，则一个或多个参考流是生命周期清单和文档的关键标识符和定量参考。确定并命名参考流，作为系统中提供功能的产品数量，如功能单元中所指定。有关产品流命名的建议，请参见“命名法和其他惯例”文件。如果适用，还应指定功能单元和/或提供技术规格（不同过程/系统类型的规定见第6.4.6章）。[ISO+]  请注意，关于过程和/或其产品的各种元数据稍后将提供给用户和审核员，例如技术适用性、方法假设、建模人员等。建议在单个单元过程层面确保适当的文档，即使交付物是LCI结果或LCA研究，也应使用ILCD数据集格式（参见第10章“报告”）。 |

7.4.2.4 输入和输出流类型的收集

（参见ISO 14044:2006第4.3.2.3章）

**流类型**

最终单元过程清单列出输入和输出流。这些流基于各种数据和信息，且所收集的数据很少能直接用于清单。本章首先识别最终在清单中出现的流类型，以提供指导：

过程清单数据在输入侧和输出侧进行收集或建模。

输入侧流包括基础流，如物质和能源资源、土地使用、产品流，如能源载体、化学品和材料、消耗品、部件和组件、半成品、复杂产品和各种服务等。

输出侧流包括——除了一个或多个产品——产生的废料、排放到空气、水和土壤中的物质，以及可能对影响评估相关的其他环境方面（例如噪声、自然垃圾等）和特定案例相关的方面。

特别是在废物管理过程中，废物流还会出现在输入侧；见第7.4.4.2章。

规定系统地列出了流类型。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.2.4 输入和输出流类型的收集**  I) 必须 - **输入和输出流类型：**应尽可能收集/建模所有与单元过程相关的[[138]](#footnote-138)定量数据。如果无法做到，应记录这些差距，并在报告所获得的数据质量和解释研究结果时予以考虑。这些流通常包括（如果与模型化过程/系统相关）：  I.a) “消耗”产品的输入（即材料、服务、部件、复杂商品、消耗品等），作为产品流。  I.b) 废物的输入（仅在废物处理过程中），作为废物流。  I.c) 自然资源的输入（即来自地面、水体、空气、生物圈、土地等，并根据所应用的影响评估方法可能需要进一步的子分类），作为基础流。  I.d) 向空气、水和土壤的排放（根据所应用的影响评估方法可能需要进一步的子分类），作为基础流。  I.e) 对生态圈的其他输入和输出干预（如果所用LCIA方法要求），作为基础流。  I.f) 废物的输出（例如固体、液体、气体废物用于技术圈内的废物管理[[139]](#footnote-139)），作为废物流。  I.g) 由过程提供的有价值商品和服务的输出，作为产品流。 |

7.4.2.5 特定、未来和通用数据集的数据和信息类型

（参见ISO 14044:2006第4.3.2.2章和第4.3.3章）

**特定数据收集 - 测量和定制问卷**

对于特定过程，最具代表性的数据来源是直接对过程进行的测量，或通过访谈或问卷从操作员处获得的数据（见本章后续内容）。

数据很少能直接用于清单，通常需要缩放、汇总或其他形式的数学处理，以使其与过程的功能单元和/或参考流相关联。这一点在第7.4.2.9章中有所讨论。

对于现有过程和产品，可以区分以下类型的直接或间接测量数据和信息：

* 过程或工厂级别的消费数据
* 消耗品的账单和库存/库存变动
* 排放测量（浓度加上相应的废气和废水量）
* 废物和产品的成分，特别是元素组成和能量含量，以支持元素和能量平衡，从而支持质量控制和质量改进（截止点）

**特定过程的其他数据来源**

除了测量外，通常还需要利用其他数据来源（也用于交叉检查），以填补数据空白。这些数据来源包括：

* 配方和配料表
* 部件清单
* 专利
* 过程工程模型
* 计量模型
* 过程和产品规格及测试报告
* 法律限制
* 类似过程的数据
* 最佳可行技术（BAT）参考文件

对于未来的过程和通用数据集，需要结合现有过程的数据和未来或通用过程的模型数据和信息。

**未来过程 - 模型、预测、实验室数据**

对于未来的过程，这将更多依赖于模型，利用各种可用的数据和信息，包括：

* 过程建模或规划
* 专利
* 实验室数据或试点工厂数据
* 现有的类似技术/方法的数据
* 最佳可行技术（BAT）参考文件
* 法律限制

**通用数据 - 过程和系统特性**

对于通用数据集，可以经常测量待建模过程的技术特性，然后取平均值，以获得通用模型的代表性参数。这些技术特性可以包括：

* 过程的相关流的主要列表，例如物料清单和产品的加工水平
* 能源转换或产量的效率比
* 计量学和其他物理限制下的流量比范围
* 现有技术/方法的范围
* 最佳可行技术（BAT）参考文件
* 法律限制

关于通用过程的开发，请参见第7.5章。

**使用阶段和消费者产品的初始废物管理数据**

根据研究目标，如果系统边界包括消费者产品的使用阶段和初始废物管理（无论是由最终消费者还是服务运营商），数据收集面临的挑战与生产过程不同：

与生产过程不同，产品的使用方式往往不那么均匀和定义明确。存在许多不同的使用场景。同时，消费者产品通常在执行其功能时有重要的使用阶段，例如通过消耗能源（“能源使用产品”）、与能源消耗相关（“能源相关产品”），或具有其他相关特征（例如可能在初始废物管理方面存在问题，如废物分离问题、通过厕所排放等）。这在最终消费者和商业支持处理的过程中都有类似的影响。

另一个例子——虽然与产品的使用阶段相关但不那么明显——是个人消费者产品如衣物、手表、手机、笔记本电脑等的使用：许多产品在使用阶段会被运输，例如通过汽车、火车或飞机。其重量、相关燃料消耗、排放等应在原则上考虑，如果数量上相关，可使用例如平均或典型的运输情况。

这些步骤的数据除了来自生产商的测量和技术规格外，还可以来自旨在识别代表性平均或典型用户行为的调查。这通常需要不同形式的数据收集。

**问卷和其他数据收集手段**

在数据收集过程中，建议使用量身定制的数据收集表格以及特定的（例如技术）流程图，以确保在单个单元过程层面上的正确清单和文档。用于范围定义和识别待包括过程时准备的初步和修订的流程图对于此目的非常有用。在数据收集过程中，结合过程操作员的反馈，流程图可能需要修订，以更好地捕捉相应的过程。

建议在这些流程图中描绘所需的详细级别，例如单个操作单元过程，而不是在黑箱单元过程的聚合级别上。这有助于决定是否需要进一步细分多功能过程以及审查清单。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.2.5 特定、未来和通用数据集的数据和信息类型**  I) 应该 - **原始数据类型：**应根据需要使用的原始数据类型：[ISO+]  I.a) 如果可能且适用，应优先使用由/在过程操作员处收集的**测量数据**。测量不仅包括例如排放的物理测量，还包括操作过程的其他特定信息，例如账单和消费清单、库存/库存变动等。  I.b) 产品和废物流的**元素组成和能量含量**。此数据应随后作为这些流的流量属性信息进行清单，以支持中期质量控制、审查和提高数据质量。  I.c) **各种其他数据**可能有帮助（也用于交叉检查）或甚至是必要的（以填补空白）。这些包括例如配方和配料表、部件清单、专利、过程工程模型、计量模型、过程和产品规格及测试报告、法律限制、市场份额和规模、类似过程的数据、最佳可行技术（BAT）参考文件等。  I.d) **使用阶段信息：**对于建模消费者产品的使用阶段和初始废物管理，建议使用分析平均或典型用户行为的调查和研究，以补充产品规格和用户手册。产品类别规则（PCR）中提供的信息可以作为支持。  II) 可以 - **定制的数据收集表格：**建议使用量身定制的数据收集表格以及技术流程图。推荐使用特定的数据收集表格，而不是通用表格。[ISO+] |

7.4.2.6 参考流的参考量

（参见ISO 14044:2006第4.3.3章）

清单中的每个数据必须以每个功能单元的流量量化表达（例如，与系统的参考流相关的排放到空气中的二氧化碳质量，例如，在水锅炉的情况下产生的1 MJ低位热值）。

在归因建模中，清单和模型与功能量成线性关系，即无论使用1公斤铜线还是100,000吨铜线，结果都相同。

然而，在后果建模中，所需或提供功能的量会影响是否存在小规模或大规模情况。在建模情况B（见第5.3章）时，是否可以假设发生大规模后果取决于实际量与市场规模的关系。为了便于识别适用这种情况的过程，因此建议在系统模型的背景下检查量，例如，通过将模型缩放到前景系统中分析过程的总规模。结合市场规模的信息，推荐在任何用于后果建模的过程数据集中记录，可以轻松检查——从前景过程开始，逐步进入背景系统——哪些过程受到影响。

为了简化报告、阅读、审查和联合使用来自不同数据提供者的清单数据，选择这些参考流属性和参考单位的惯例是有帮助的：除非研究目标明确设置了不同的要求，建议始终将清单表达为与“1单位”过程/系统功能相关（例如，1公斤“铜线XY标准；0.1毫米”），使用已定义的流量属性和参考单位，如在文件《命名法和其他惯例》中所述（见第7.4.5章）。这除非为预期应用明确要求不同单位（例如，一年的生产）。如果有多个功能，其中一个可以设置为“1单位”，其他功能则按比例设置。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.2.6 参考流的参考量**  针对情况A、B和C的不同适用性。  适用于归因建模和后果建模的不同情况。  适用于不同类型的交付物的不同情况。  请注意，这些规定需分别应用于每个单元过程，特别是在建模多个过程的情况下（例如，在分析系统的前景系统中）。  I) 可以 - 参考流的“1参考单位”：建议使用参考流的“1参考单位”量（例如“1公斤”铜线），并将过程的清单与此量相关联。除非预期应用要求不同的量（例如“一个地点的1年生产”）。[ISO+]  II) 必须 - 记录中心过程的绝对量：对于情况A和B下的LCA研究，必须记录前景系统中中心过程的绝对量。应记录该过程功能的总市场规模。应以足够的精度进行记录，以便后来检查连接前景与背景系统的产品或废物流以及背景系统中的潜在进一步过程步骤或任何多功能前景过程是否需要在情况B下建模，即分析的决策是否具有超出前景系统的大规模后果。[ISO+] |

7.4.2.7 操作条件的代表性

（参见ISO 14044:2006第4.2.3.6.2章）

**一般情况**

操作条件的代表性是技术代表性的一部分：清单数据的收集应考虑到过程的整个周期，即除实际操作外，还包括启动、关闭和可能的待机时间。在这些特殊操作条件下，可能会发生大量排放，尽管这些条件可能不会直接贡献于系统。

上述情况适用于服务，即工作准备、服务执行、待机/等待时间、服务后活动如设备清洁、履行保修活动等。

为了获得与过程相关的输入和输出的代表性印象，应量化覆盖至少一个完整周期的过程运行时间的输入和输出。然后将结果除以此时间段内过程的功能输出，从而直接以单元过程形式表达。

对于操作中的工厂，建议（也参见ISO 14044:2006）使用整整一年的数据作为基础，以捕捉这些及其他问题。

**参数化过程**

用于开发参数化过程公式的数据应覆盖所有相关的技术和管理方面。原则上，所有与一个或多个输入和输出相关的变量都需要覆盖并以数学关系表示。

这些变量和随后用于调整过程以代表特定运行方式的参数可以包括：负载依赖的产量和消耗品消耗、输入组成依赖的排放、产量依赖的产品消耗、收集和回收率等。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.2.7 操作条件的代表性**  请注意，这些规定需分别应用于每个单元过程，特别是在建模多个过程的情况下（例如，在分析系统的前景系统中）。  I) 必须 - 过程的完整操作周期，如有需要：为了满足目标，特定过程的收集的清单数据应尽可能并在需要的情况下代表过程的完整操作周期。这包括所有定量相关的步骤，如准备、启动、操作、关闭、待机、清洁、维护和修理过程/系统，以及在正常和异常操作条件下的情况。除非数据集仅代表部分周期，上述情况同样适用于服务。应记录数据的代表性。  II) 应该 - 一整年的数据基础：对于操作过程的测量数据，应使用至少一整年的数据作为推导代表性平均数据的基础。应采集足够数量的样本，并在报告精度时考虑不确定性。  III) 应该 - 对于参数化过程：数学关系应代表清单中依赖于影响参数的相关变化，这些参数可以是技术、管理或其他方面的。这可以包括清单流之间的定量和定性关系。[ISO+]  请注意，数学模型及其相关假设和局限性需要在之后进行记录。 |

7.4.2.8 检查法律限制

（无相应ISO 14044:2006章节）

另外，建议参考分析过程中或相关行业中存在的法律限制和报告义务。所有特别规定的排放应检查其相关性，并在可能的情况下进行量化并报告在清单中。然而，为避免后续问题，即使这些排放对LCIA结果不相关，也建议报告受规管的排放。如果进行过程的国家没有法律限制或这些限制在国际上非常有限，建议识别其他国家（如日本、欧盟或美国）存在法律限制的清单项目。

设置的法律限制值也可以用于检查测量数据的合理性，在某些情况下，法律限制值可以在相对于参考流进行缩放后，用作最坏情况估计。然而，这只有在法律限制适用于特定过程和所在国家，并且对这些限制值的遵守确实得到控制和执行时才可行。

除非检查并证明其适用于分析过程和特定情况，否则默认使用法律限制进行清单编制是不适当的。

|  |
| --- |
| **条款：7.4.2.8 检查法律限制**  适用性有限，未来几年的过程适用范围有限。  注意，这些条款应分别应用于每个单独的过程，如果模型中有多个过程（例如在分析系统的前景系统中）。  I) 可以 - 检查法律限制：建议检查是否存在相关的法律限制，以指导应包含哪些流量。在所在国家的环境立法有限的情况下，可以使用例如日本、欧盟、美国的现有法律限制，只要这些限制在技术上可转移。如果法律限制适用于所表示的过程所在的国家/市场，并且也得到了执行，它们可以指示这些流量的可能最大值。[ISO+]  注意，法律限制值 - 包括最初适用的国家 - 通常不能作为清单值使用，除非对此进行了检查并为建模过程提供了合理的解释，并符合目标。 |

7.4.2.9 从原始数据到单元过程清单

（参考 ISO 14044:2006 第4.3.3章）

需要生产单位过程生产的产品数量（或在服务的情况下执行的功能），以将排放和其他流量与该单位过程的功能单元和参考流量相关联。在数据收集过程中，通常可以找到报告过程或工厂的排放和燃料、材料及辅助化学品的总年负荷的账目。这些年度账目数据必须与在账目涵盖的期间内提供的货物或服务的数量进行定量关联。

|  |
| --- |
| **常见错误：未考虑机器规格的使用**  一个非常常见且难以在审核中发现的错误是，根据某些理论来建模过程的性能，而不是用实际操作中的数据来验证这一点。对于电气设备，有时会使用指定的最大功耗（例如“10 kW”），隐含地假设这是平均消耗。这没有考虑到设备并非一直在运行，并且当设备运行时，通常不会处于最大负荷状态。 |

在收集原始数据的其他情况下，可能只提供了排放浓度的测量值。这适用于例如法律机构要求的优先空气污染物的烟气浓度、废水排放中的特定污染物浓度，以及连续加工操作中的产品浓度测量。为了在清单数据编制中有用，浓度必须转换为质量流量，这需要关于例如烟气、废水或产品流量的信息。为了正确地将结果数字与参考流量相关联，需要在第二步中将其按过程产品的数量进行缩放。

在进行这种缩放时，包括单位转换（例如从“ng/m3”到“kg”），常常会出现错误，因此必须小心避免。最好通过在一个电子表格中记录从原始数据到最终清单数据的所有计算步骤来完成。这也有助于中间质量控制、审核以及数据集的后续更新。

|  |
| --- |
| **常见错误：单位转换错误**  单位转换错误导致的值超出1,000倍或更多（例如，将千克误解为克或毫克）容易被发现。而在相反的方向，例如错误地将PAH排放量缩小1,000倍或更多，很难在清单分析中发现，因为这些数值不会显著突出。此类情况需要深入的专家观察，以发现异常低的数值。  更糟的是低于一个数量级的错误，因为它们更容易被忽视，但仍使数据和结论无效。这类错误的一个潜在来源是不同地区和国家对小数点和逗号作为小数分隔符的处理方式不同。  其他单位转换错误包括使用不同的单位系统（例如，英制单位与国际单位制）。默认情况下，报告应使用SI单位，而在收集原始数据时，根据数据的可用性，可能需要使用其他单位。 |

|  |
| --- |
| **条款：7.4.2.9 从原始数据到单元过程清单**  注意，这些条款应分别应用于每个单独的过程，如果模型中有多个过程（例如在分析系统的前景系统中）。  I) 必须 - 正确缩放到功能单元/参考流量：在将原始数据转换为清单流量时，必须确保正确缩放到功能单元/参考流量。  注意，例如测量的浓度、年度数据、相对化学计量数据、产率百分比等，通常需要经过数学处理，以正确关联到单元过程的功能单元。  II) 可以 - 记录所有步骤：建议记录从原始数据到单元过程清单流量的所有数据处理步骤，如平均/汇总、缩放、单位转换等。这在出现问题时大大便利了审核过程，并有助于后续更新数据集。具体细节见第10章报告。[ISO+] |

7.4.2.10 解决保密问题

（参考 ISO 14044:2006 第5.2章）

在数据收集中可能会出现保密问题，需要尊重以保护技术诀窍和专利权。这些问题不仅发生在过程操作员及其一级供应商的前景系统数据中，也可能出现在背景数据中，尤其是在一个国家或地区只有1或2个生产商的情况下。

在所有这些情况下，可能需要特别的保密协议来进行数据收集、建模和审核。在极端情况下，可能需要内部建模过程或系统，并且外部审核也在现场进行，即不发送敏感的单元过程信息。

为了出版目的，使用（独立且外部审核的）LCI结果数据集（例如，从摇篮到大门的汇总）通常可以完全解决或充分减少保密问题，因为这些数据不允许推导出有关操作的敏感细节。为确保审核的必要透明度，保密信息可以记录在单独的“保密报告”中，仅在保密条件下提供给关键审核人员；见第10.3.4章。

类似的保密问题也存在于由顾问和研究小组等二级数据提供者开发的数据中。独立的外部审核同样可以确保所声明的数据质量实际上已经实现并且记录正确。

|  |
| --- |
| **条款：7.4.2.10 解决保密问题**  I) 可以 - 聚合：通过将保密和专有信息聚合到LCI结果数据集和部分终端系统数据集中，可以保护这些信息。[ISO+]  II) 可以 - 保密报告：通过在单独的“保密报告”中记录保密信息，并仅在保密条件下提供给关键审核人员，可以确保透明度；见第10.3.4章。 |

7.4.2.11 临时质量控制以提高数据质量

（参考 ISO 14044:2006 第4.3.3.2、4.3.3.4章及其他多个章节）

7.4.2.11.1 一般方法

对单元过程和系统上下文中收集的数据进行质量控制是数据收集的重要组成部分。可以应用的方法与外部审核所预见的相同，并参考第9章关于解释的程序。虽然这些步骤原则上与每次进行LCI/LCA研究的迭代结束时所采取的步骤相同，但它们可以以较少的方式应用，仅涉及其相关方面。因此，临时质量控制可以包括：

* 识别重要问题
* 完整性检查
* 敏感性检查
* 一致性检查

通过这种方式，可以在数据收集过程中并行提高数据集的准确性、完整性和精度，从而减少达到最终结果所需的全面迭代轮次。

根据这些步骤，可以在数据收集和建模的过程中检查以下内容：

* 单元过程清单是否包括了所有相关的产品、废物和基础流量，这些流量应基于处理材料的输入、过程中的转化性质和/或类似过程的经验来预期。确保反映所需的技术、地理和时间相关代表性。
* 输入和输出中各个流量及化学元素、能源和部件的数量是否按预期比例存在。常有化学计量或其他系统性关系帮助验证测量数据的合理性。进行化学元素和能量平衡，以及单元过程的输入和输出（以及LCI结果）之间的成本平衡，是提高数据完整性和识别错误的关键检查。
* 控制也可以基于针对过程及整个系统临时计算的影响评估结果。这些结果可能通过显示贡献基础流量的意外高或低值来揭示清单结果中的错误。建议将LCIA结果与来自其他来源的相同或类似过程/系统的数据进行比较，以识别可能的问题，但前提是这些其他来源的数据质量和完整性高。仅因为数据集包含了类似过程中的所有流量，不应假设数据集的完整性。
* 在系统级别，仔细检查方法是否一致应用，特别是在合并来自不同来源的数据时。不论是从原始数据到单元过程的步骤，还是在生命周期模型中合并LCI结果数据集时，均应如此。
* 批判性地检查发现，并清晰地定性和定量解释任何观察到的库存数据差异。这可以通过咨询额外的数据来源或技术专家来完成，他们也可能帮助改进数据，至少在定性方面。
* 推荐为每个单元过程数据集提供至少简要的内部质量控制报告。如果该过程用于支持比较声明（例如作为背景数据集），则应附有第三方报告，如ISO 14044所要求的那样。
* 最后，将发现反映在报告的数据集质量标准中。确保数据集文档适当描述过程及最终实现的准确性、精度和完整性以及任何限制。

7.4.2.11.2 获取更好的单元过程数据

**确定和优先考虑获取更好数据的需求**

根据上述步骤，对于任何仍然缺失的数据或定量信息，建议如下：

明确需要收集或获得哪些特定的或更高质量的数据。对于初步缺失的数据，可以使用“合理的最坏情况”流量和数值，这些可以通过专家判断获得。例如，未知的“金属”排放可能是铅和/或砷（在铅锌矿石焙烧过程中），缺失的“非特定聚合物部件”可能是用于消费电子产品的“注塑ABS或PUR”。

利用这些“合理的最坏情况”近似值，计算完整系统的LCI结果和LCIA结果，并进行贡献分析。基于此，识别出缺失数据/信息中最相关的流量和过程。如果可行且及时，这些信息可以在数据收集过程中用于更好地指导这一步骤。

**从系统的角度出发**

上述程序直接作用于单元过程层面，并且对于流量的化学元素质量、能源和成本及其他潜在的相关排放是直接的。对于最终的完整性评估标准，即量化数据在覆盖整体环境影响方面的完整性，需要包括与单元过程消耗的商品和服务相关的环境影响。这意味着单元过程首先需完成到整个生命周期的完整系统。使用通用或平均背景数据集来完善这个草案清单，可以评估整体影响的完整性，并将获取更好的单元过程数据的重点放在主要贡献的商品和服务上，即其精确规格和数量。

这个检查再次通过量化不同质量水平数据在聚合LCIA结果中的比例来支持，即“高质量”、“基础质量”和“数据估计”质量的数据比例，以及需要剔除的低质量数据比例。

需要重申的是，完整性/截断标准和精度/不确定性计算始终与开发数据集的最终聚合水平相关：

如果单元过程数据集是LCI/LCA研究的交付成果，程序如上述描述。然而，背景LCI数据集中的任何有限完整性不予考虑，因为这些数据仅用于完成系统和识别单元过程的产品和废物流量的相关性。

**填补数据和信息缺口的潜在来源**

处理初步缺失数据的第一步是尝试在过程操作员处测量/获取数据。如果失败，可以从第三方LCI数据提供者处获取数据。

虽然数据缺口在纯方法研究中是可以接受的，但资金或时间的完全缺乏不能成为数据缺口的借口：如果在LCI/LCA研究结束时仍然存在相关数据缺口，则无法提供高质量结果，并可能无法回答初始问题。

然而，预算总是有限的，适当资助的LCI/LCA研究中也常常会出现数据缺口。至少可以采取以下原则选项来处理缺失信息：

* 从其他已知信息中计算
* 使用类似过程或地区的相似过程操作信息（以及LCI结果中的背景过程）或较旧的数据
* 基于特定专业知识估算值
* 使用方法上不完全但足够一致的数据（主要指用于背景用途的LCI数据集）
* 接受并记录缺口

最佳解决方案取决于具体情况：合格的估算可能非常准确，而使用来自不够相似的过程或地区的数据可能导致相关错误。对过程有良好的技术理解对于正确处理缺失数据至关重要。采取的措施应当进行文档记录。

**计算数据值**

通常，可以通过将现有信息结合起来生成缺失信息，例如，通过乘以碳含量与化学计量因子44/12来计算焚烧过程的CO2排放，假设完全燃烧[[140]](#footnote-140)。

**通过关联完成清单**

另一种方法是通过将不完整但已测量的前台数据（通常只测量了少量排放物质）与来自同一过程的其他基础流、废物流以及消耗品、服务等通用数据进行关联，从而完成和改善清单。

**调整来自其他国家/市场或类似技术的数据**

另一种主要可能性是调整表示类似情况的现有数据。然而，这需要对存在的差异有非常好的理解，例如两个国家之间的技术组合差异、使用的特定原材料基础、应用的原料气体处理技术等（以及可能适用的法律排放限值）。这些方面非常广泛且具体到每个案例。

正如在第6.8.3章的常见错误框中已强调的那样，在实践中，数据经常只进行基本调整（例如，通过替换电力背景数据），并假设其足以代表另一个国家。没有与相关领域和/或国家的技术专家合作，并且没有系统的、逐案调整的方法，这种调整可能无法得到足够的数据质量。

**专家估算**

对于仍缺失的数据，可以根据专家判断进行估算，例如，使用来自足够相似过程的数据或在另一国家建模的相同过程的数据（前提是技术、操作条件和减排技术相当）。如果基于这些估算的敏感性分析显示该过程可能很重要，则需要用更精确的数据替代估算数据，以满足整体结果的精度要求。

在这种情况下，专家应具备必要的技术专业知识，同时，所需的LCA（生命周期评价）专业知识可以来自进行数据建模的LCA专家。

例如：如果粒子排放仅以“粒子”形式提供，而没有粒径信息，最坏的情况假设可能是“PM < 0.2 μm”，而合理的情况假设是参考类似过程的典型粒径类别并使用该类别（例如，“PM 2 到 10 μm”）。

如果完全没有粒子排放信息，但专家判断该过程已知会排放相关数量（例如，这是一个矿石焙烧或焚烧过程），可以将其作为PM流插入，并通过查阅生成粒子的类似过程来确定适当的粒径。

**使用方法论上不完全一致的数据**

作为最后手段，在单独证明的情况下，可以使用方法论上不完全但足够一致的数据来填补剩余的数据空白。

方法论性质不同和完全不同建模方法的数据不能用来填补数据空白，因为无法提供关于所达到的准确性、完整性和精度的信息，也无法说明方法论一致性的程度。

**仅包括提高整体质量的数据**

为了实际提高整体数据质量，只应使用那些真正提高最终分析系统整体质量的数据或数据集来填补数据空白。这意味着，个别数据或数据集的质量（即综合准确性、精度、完整性以及方法论的适当性和一致性）必须至少达到“数据估算”质量水平（见附录中的数据质量指标和级别）。

建议报告数据空白（同时记录可用的具体信息，例如流的类型），而不是使用背景LCI数据集填补空白，同时减少整体数据质量。然而，应保留可用的信息，但不包括在最终清单、定量影响评估等中。下一章将讨论如何处理这些剩余的空白。

**最坏情况假设**

请注意，合理的最坏情况或保守性假设在数据用于比较时可能存在问题：虽然在提供自身产品的清单数据时，较为保守的（即更高的）值可能被视为合适，但这也会影响其他系统的后续使用，可能导致其他系统结果的扭曲及相关比较的失真。

然而，保守或合理的最坏情况假设对于确定是否需要对某一流或过程进行清单化是有用的。保守假设还可以用来评估比较的稳健性，即评估在为其清单值做出保守或最坏情况假设的情况下，替代方案的优越性是否仍然有效。

然而，任何形式的保守或最坏情况估算或过程不应保留在最终的过程或系统模型中。

7.4.2.11.3处理剩余的单位过程数据空白/缺失数据

**概述**

在进行上述步骤后，可能仍会存在一些缺失的数据，无论是定性还是定量数据。本章节讨论如何在报告中处理这些数据空白。

**缺失数据和信息的类型**

缺失的信息可以具有不同的类型和特征，需要采用不同的处理方法。缺失的数据可能包括：

* 定性信息：例如，特定类型的排放或消耗品（如“金属”排放到空气中，或“能源”消耗）。
* 定量信息：例如，流量的精确数量（如“低于0.005 kg”，或“介于0.1和2.5 kg之间”，“未知数量”）。

这些缺失信息可能涉及：

* 产品或废物流：这意味着提供产品或处理废物的生命周期清单同样在定性或定量上不够充分。
* 基本流：这意味着通常缺乏分类，即相关影响类别的联系，并且在任何情况下，具体的表征因子也无法提供。

另一个难点是，有限的可用信息可能已经在单位过程级别的清单中记录。在计算LCI结果时，需要找到适当的方法将这些部分数据空白（定性或定量）与可用信息结合。例如，当将一个不明确或未知量的铅排放与另一个过程的已知排放（例如0.00026 kg）相加时，如何处理这些空白数据（例如，未知 kg 加上 0.00026 kg 等于多少？）。

**原则遵循**

在处理数据空白时应遵循以下原则：

* 保留可用信息，以便进一步使用，包括解释空白的重要性和审核。
* 支持自动化使用信息，尽量避免在没有执行不确定性计算的情况下增加库存复杂性。
* 避免将高度不确定的信息与更确定的数据结合，应该报告空白而不是降低整体数据质量。

**处理剩余缺失数据/信息的方法**

规定如下：

* 缺失的定性信息：如果缺失的是产品或废物流，应在常规清单中创建并使用该流。对于不清楚的基本流（如“金属到空气”），应以其他方式记录，例如标记为“缺失重要”或“缺失不重要”，并在数据集汇总时排除这些流，或仅在描述性信息中记录（如附加列表）。
* 缺失的定量信息：若无定量信息，应标记为“缺失重要”，以避免误导读者，明确遗漏并在结果解释中考虑。如果保守估计不显示出量化的重要性，则可输入零值[[141]](#footnote-141)，并标记为“缺失不重要”。若可以提供均值或值范围（最小值和最大值），应在清单中输入，并尽可能提供不确定性信息，如标准偏差和分布类型。此类值在计算LCI结果时应排除，标记为“缺失重要”或“缺失不重要”。
* 缺失的定性和定量信息：综合前两点的处理方法。
* 背景系统的缺失LCI数据：在将单位过程聚合为LCI结果时，如果背景数据不足，这些流应保留在汇总库存中，形成“部分终止系统”。用户应在显著位置被明确告知这些系统部分仍需补充或在进一步使用和解释中考虑空白。

上述提到的分类“缺失重要”和“缺失不重要”与流动是否对其所在的单位过程数据集的LCI结果相关有关，如果这些数据集被完整地纳入系统数据集。请注意，这应包括流动的类型及其数量；对于产品和废物流动，这包括它们所代表的系统的相应生命周期清单（对于产品流动）或其管理和处理（对于废物流动）。流动相关性的近似值可以通过不确定性计算和数据准确性的定量计算来支持。

7.4.2.11.4 文档记录

建议对所有此类组合、外推、计算、相关性、专家判断、近似值和填补数据缺口的措施等，进行文档记录，以支持对数据的审核。这可以直接在单位过程数据集中完成，也可以在附带的原始数据文档文件中完成。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.2.11 临时质量控制**  这些规定可以适用于整个系统或正在分析/开发的单一单位过程。  以下关于临时质量控制的许多规定仅为建议，但相同的控制可能会成为随后的强制外部审查的一部分。  **一般方法 (7.4.2.11.1)**  I) 必须 - **有效性检查：**在数据收集和单位过程开发过程中必须进行有效性检查，以确认数据符合目标和范围要求。以下规定提供了与此要求相关的操作建议：  II) 可选 - **基于“解释”规定的临时质量控制审查：**对于单位过程层面的临时质量控制，建议应用第11章关于审查范围和方法的数据质量相关技术方面，并结合第9章关于解释的指南（特别是重要问题、敏感性检查、完整性检查和一致性检查）。这些步骤可以以不那么正式的方式进行。此时可以执行以下操作： [ISO+]  II.a) **所有相关流动？：**单位过程清单是否包括所有相关的产品、废物和基本流动，这些流动应基于例如加工材料的输入、过程中的转化性质和/或与类似过程的经验？反映所需的技术、地理和时间相关的代表性。  II.b) **流动量是否成比例？：**个别流动的量以及输入和输出中的化学元素、能量和部件的量是否按预期比例相互关系？  II.c) **通过影响评估支持控制：**控制也可以基于过程及整个系统的影响评估结果。这些评估可以通过显示贡献的基本流动的意外高或低值来揭示清单结果中的错误。将LCIA结果与其他来源中相同或类似过程/系统的数据进行比较，以识别可能的问题。确保其他来源具有高质量和特别是高完整性。  II.d) **方法一致性？：**在系统层面，仔细检查方法是否一致应用，特别是在合并来自不同来源的数据时。  II.e) **跟进差异：**通过查阅额外的数据源或技术专家，检查并解释或纠正观察到的清单数据中的任何差异。  II.f) **结果报告：**建议为单位过程数据集提供至少简要的内部质量控制报告，说明上述发现。  II.g) **在数据集质量指标中反映发现：**确保数据集文档适当地描述过程、识别的准确性、精确性和完整性以及任何限制。  **获得更好的单位过程数据 (7.4.2.11.2)**  III) 必须 - **处理最初缺失的数据：**必须以以下方式检查最初缺失数据的潜在重要性，并在可能的情况下填补相关的缺口，如下所述：[ISO!]  III.a) 应该 - **确定最初缺失数据的相关性：**在第一次筛查中应使用合理的最坏情况或至少保守的值来查看缺失数据是否可能影响LCI/LCA研究的总体结果。这些合理的最坏情况或保守值可以通过对类似或相关过程的知识推断得出，或通过与过程中的其他流动的相关性或计算得出。这包括识别和清点在分析过程中最初未被识别但无法完全排除的流动。  III.b) 应该 - **处理相关的最初缺失数据：**如果筛查显示缺失数据可能具有重要性，则在LCA工作进一步迭代中，应尝试首先确定该流动是否实际上存在于分析的过程，并获取尚缺失的数据。如果无法做到这一点，应获得足够好的估算值。如果也无法做到这一点，则应保留并报告缺口。（具体细节见下文其他规定）：  III.c) 必须 - **使用定义和最低质量的估算填补数据缺口：**  III.c.i) 必须 - 对于每个新建模的单位过程，任何最初缺失的数据应以透明和一致的方式记录。在改进数据集的迭代步骤结束时，最终缺失的数据和使用数据估算填补数据缺口的潜在用途应以透明和一致的方式记录（见第10章关于报告）。  III.c.ii) 可选 - 为了判断初始数据缺口的相关性，需要近似评估整体环境影响的准确性、完整性和精确性。这需要首先完成生命周期建模以及LCI和LCIA结果的计算（见后续章节）。建议在开发单位过程数据集的同时进行。这意味着对单位过程的生命周期模型进行背景数据补充。用于背景数据的任何有限完整性在计算最终报告中的单位过程的完整性时不应被考虑。  III.c.iii) 可选 - 对于填补单一流动的数据缺口，可以考虑使用估算数据（集）。例如：  III.c.iii.1) 缺失特定数据的通用或平均数据，  III.c.iii.2) 对于该组中其他尚未分析的产品的缺失清单数据，使用相似产品组的平均数据，  III.c.iii.3) 与来自其他数据源的相同或类似过程的更完整和高质量数据的相关性（例如，为改进生产者特定过程的行业平均数据），  III.c.iii.4) 技术专家/过程操作员的合理判断。  III.c.iv) 必须 - 数据缺口通常应使用方法学上一致的数据填补。低相关性的缺口也可以使用方法学上虽不完全但足够一致的数据集进行填补，同时按照本文档的指导进行开发，并满足下文详细说明的总体质量要求。  III.c.v) 必须 - 只有提高分析系统最终清单总体质量的数据才能用于填补数据缺口。这意味着，单个数据/数据集的整体质量（即综合的准确性、精确性、完整性以及方法学的适当性和一致性）应至少相当于“数据估算”质量水平；见附录12.3。  请注意，这应包括所用数据估算的质量和流动量的质量。这种对集成数据估算加上流动量质量的半定量近似应至少基于个别的、简要的合理判断，明确考虑到命名的缺陷；这可以通过不确定性计算和数据准确性的定量计算来支持。  请注意，使用的估算初始数据的方法以及数据集水平上结果的代表性、精确性和方法学一致性的缺失，需在声明所达到的数据集质量时明确记录和考虑。  **处理剩余单位过程数据缺口/缺失数据 (7.4.2.11.3)**  IV) 必须 - **记录剩余数据缺口：**如果无法提供满足上述要求的数据估算，则必须保留数据缺口并加以记录。以下规定如下：[ISO!]  IV.a) **单位过程清单项的缺失定性信息：**只有在流动是产品或废物流动时，该流动才应在常规清单中创建和使用。少量具体化的基本流动（例如“排放到空气中的金属”）不应保留在常规清单中，但应以其他方式记录此信息。这可以作为标记明确的流动，当聚合分析系统的数据集时，这些流动不得与常规清单的基本流动合并。流动可以标记为“缺失重要”或“缺失不重要”，如适用（见下文更多说明），并从聚合中排除。或者，这些流动可以仅在数据集的描述性信息中记录（例如，附带的列表）。  IV.b) **单位过程清单项的缺失定量信息：**该流动应被记录。如果无法提供定量信息，则必须通过将流动标记为“缺失重要”来记录，以避免误导读者，因为真实值不为零。遗漏必须在结果解释中明确处理和考虑。如果对缺失数据的保守估算未显示任何定量重要性，可以输入零值，但应标记为“缺失不重要”。如果可以提供均值或较大范围的值（最小值和最大值），则应在清单中输入这些值。如果可能，并且这些信息具有足够的精度，应提供不确定性信息，如标准差和分布类型。在上述两种情况下，计算LCI结果时应不对这些值进行聚合。这可以通过将这些清单项标记为“缺失重要”或“缺失不重要”（见下文更多说明）来实现，并将这些流动从聚合中排除[[142]](#footnote-142)。或者，这些流动可以仅在数据集的描述性信息中记录（例如，附带的列表）。  IV.c) **缺失的定性和定量信息：**见前两点，应结合处理。  IV.d) **背景系统中过程/系统的缺失LCI数据：**在将分析系统的单位过程聚合到LCI结果时，对于背景数据质量不足的产品和废物流动，这些流动应保留在聚合清单中，即使数据集成为“部分终结系统”。使用这些数据的用户应在显著位置明确告知这些系统部分仍需补充或在进一步使用和解释中考虑这些缺口。  请注意，任何类型的最坏情况或保守数据和假设不得保留在计划用于比较的LCI数据中，除非代表过程操作员或系统生产商本身希望如此（例如，为了使LCI数据报告与其他如现场或公司级别的报告值对齐）。然而，合理的最坏情况数据可以用于情景分析和检查比较的稳健性，如进行敏感性分析时。  注意产品比较的具体要求，例如在比较的替代方案之间方法的一致性、数据质量和假设（详细见第6.10章）。 |

7.4.3 具体基本流动类型的总体方法规定

（涉及ISO 14044:2006 第4.2.3.5和4.3.2.2章节）

7.4.3.1 引言与概述

（涉及ISO 14044:2006 第4.2.3.5和4.3.2.2章节）

有几个问题具有总体相关性，需要相同且兼容的解决方案，以支持供应链及不同开发者编制的数据的整合。这些问题还旨在改善报告并简化LCI/LCA研究的审查。

它们同样对于定义ILCD系统和数据网络的参考基本流动具有重要意义，并结合相关独立指南中的“命名法和其他约定”条款。同时，它们为创建进一步一致的基本流动提供了指导，以扩展初步列表。

此外，一些问题与LCIA方法开发和特征因子提供（如总指标和基本流动组）紧密相关（见下一个子章节）。

其他总体规定涉及产品和废物流动。这些规定已在前面提到，例如支持临时质量控制、审查和提高数据质量的能源含量和化学元素成分的清单。其他规定涉及特定的过程类型，并在随后的章节中讨论。

在解决这些总体方法问题时，需要考虑以下几个方面，特别是对于基本流动：

* 必须避免扭曲的影响评估和聚合清单值中的“隐性”高影响流动。
* 必须避免由于“遗忘”的新创建流动导致的不完整影响评估。
* 清单中的流动数量应尽可能低，以合理地不影响影响评估，即流动数据集的区分应不细于先进的LCIA方法所支持的程度，也不粗于捕捉LCIA结果差异所需的程度。
* 通常不能期望普通LCA从业者计算和分配特定或复合影响因子。
* 数据可用性（或通过计算推导数据的可能性，或类似过程得出的总指标分解清单等）和预算限制应尽可能考虑在内，而不影响分析的质量或稳健性。
* 应实现基本流动的广泛兼容性，无论应用何种LCI建模框架。

归因建模和结果建模共有几个总体方法问题，这些问题涉及清单流动和清单建模。包括总指标和资源流动的清单、如何清单未来长期排放、如何建模CO2吸收、储存和释放等。这些问题应以相同的方式处理，以确保来自不同数据开发者的LCI数据可以有效地结合在一起进行系统建模。这些问题也确保LCIA因子可用且基本流动不会被“遗忘”，因为LCIA因子不存在且从业者无法定期推导出特定因子。

7.4.3.2 测量指标和基本流动组的排放

（涉及ISO 14044:2006 第4.2.3.5章节）

**引言与概述**

基本流动应尽可能作为单独的物质/干预进行清单记录，而不是作为“AOX”（可吸附的有机卤化化合物）或“COD”（化学需氧量）排放等测量指标或像“重金属”或“烃类”排放这样的基本流动组。这样的测量和分组基本流动通常不适用于后续的影响评估，并可能导致结果的大偏差，要么夸大实际影响潜力，要么低估。

**实际方法**

测量指标（即如“VOC”（挥发性有机化合物）和“COD”这样的测量排放特征）以及某些流动组（即如“醇类”这样的基本流动组）在工业实践中常见，例如由于法律合规要求、测量技术（如火焰离子化检测器）或为了限制多种单一物质的高成本测量。因此，单一物质基本流动的直接测量数据通常不可用。这是LCA从业者必须面对的LCI现实。

因此，虽然单独物质的测量常常不可行或成本过高，但具有特定过程或过程类型（如“固体燃料焚烧”）知识的技术专家可能能够对排放进行更详细的定量区分。这些特定过程类型的“排放指纹”（例如钢铁高炉废气的重金属成分或柴油机废气的VOC组成）可以根据情况从行业或研究研究中获取。可以在ILCD系统的后续工作中制定最常见测量指标的默认分解列表。对于一些具有非常异质排放特征的过程和一些总指标及流动组，简单分解其成分不可行，但需要进一步区分，同时考虑过程的操作条件，即对于这些过程具有多个配置文件。然而，许多LCIA上较为均质的总指标和流动组可以使用，直到默认的分解列表普遍可用（“规定”中提供了详细的规定）。

情况更复杂的是，如果某些成分被单独测量，而剩余量被记录（例如，已知一氧化碳的排放量，并从“柴油发动机废气”清单中减去其质量）。这扭曲了总参数的组成，通常使LCIA影响因子对剩余的“柴油发动机废气”（即没有CO的情况）产生扭曲。应避免部分拆分测量指标，因为剩余部分通常会导致扭曲的影响评估。同时，不允许将高度影响（例如有毒）物质隐藏在常见总指标中（例如，PAHs（多环芳烃）不得隐藏在COD中等）。这些特别影响物质应被单独列出，如果它们被单独测量或其存在和量可以通过其他方式推导出。任何情况下不应对低于平均影响的流动进行部分拆分和单独列出。

作为一种例外，对于二恶英，广泛的实践是将其作为2,3,7,8-TCDD当量（2,3,7,8-四氯二苯并对二恶英的人体毒性当量）进行清单记录。这被认为是可以接受的，因为当量数值已涉及相关的影响，如生态毒性和人体毒性。然而，如果单独可用，则应记录每种单一物质。

详细的允许测量指标和物质流动组列表见“规定”。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.3 测量指标和基本流动组的排放**  I) 必须 - **测量指标和物质组基本流动：**应按以下方式进行清单记录：[ISO!]  I.a) **避免指标和流动组；可接受的例外：**测量指标和物质组基本流动应避免使用，除非将其拆分为单一物质。仅以下例外情况可接受，同时应拆分：COD[[143]](#footnote-143)、BOD、AOX、VOC、NMVOC、PAHs、PCBs、TOC、DOC、氮化合物中的氮（不包括N2、N20）、磷化合物中的磷、二恶英（以2,3,7,8-TCDD人类毒性当量计）。  I.b) **部分拆分的限制：**应避免对测量指标和物质组流动进行部分拆分。唯一的例外是单独列出具有比指标/组平均影响更高的基本流动。不得进行部分拆分，只单独列出影响低于平均水平的基本流动。如果从上述指标/流动组中单独列出单一物质基本流动，仅应记录指标或流动组的剩余量。  I.c) **避免重复计数：**应避免在上述指标/流动组和所含单一物质之间的重复计数（即正确的是记录“BOD”或“COD”；记录“VOC”或“NMVOC”加“甲烷”；记录“硝酸盐”加“氨”加……或“氮化合物中的氮”；等等）。  I.d) **记录组成：**如果拆分的测量指标或物质流动组的测量组成信息不可用，可以使用假设的组成。方法和假设应记录。  注意，测量指标或物质流动组的组成通常可以通过过程知识（如加工材料、反应物等）推导出，或考虑类似过程的组成[[144]](#footnote-144)。  I.e) **不合并测量流动：**单独测量的物质不应与测量指标和基本流动组合并，而应单独记录。  II) 可选 - **使用“提醒流动”保持原始测量指标或流动组：**建议将拆分后的指标或流动组的原始测量量记录为“提醒流动”。“提醒流动”应在影响评估中排除，即没有特征化因子，并明确标识为“提醒流动”（关于命名，参见7.4.3.8章节）。[ISO+]  注意，如果上述规定不能完全满足，这应在报告数据质量和解释LCA研究结果时明确考虑。注意，不符合上述要求的LCI数据集清单不符合ILCD命名规范。 |

7.4.3.3 离子化合物的排放

**引言与概述**

对于某些化合物，存在方法论问题，例如是否应将离子但环境上非常稳定的物质CdS作为两个离子Cd2+和S2-进行清单记录，还是作为化合物CdS记录。这对于影响评估至关重要，因为去向很大程度上取决于水溶性。只有那些不能在肺部溶解的颗粒物才会具有致癌性。为了限制基本流动的数量并避免遗漏未分配影响因子的流动，建议通过单独记录离子来限制单一基本流动的数量。

根据最初的考虑，得出了以下解决方案：

对容易溶于水的离子化合物（如氯化铵、氯化镉等）应记录为其存在的离子：这些化合物释放到环境中时（尽管有些例外）行为基本上就像是分别处理这些离子。以一个颗粒及其在1mm直径的水滴（如雨水或肺组织中的水）中的溶解度为例，设定的界限是20°C下少于一半的2 μm直径颗粒在这种水量中溶解。这也取决于材料的密度，但为了便于参考，假设密度为2 kg/l，得到颗粒质量约为8\*10^-12 g，界限为0.5\*8\*10^-12 g / 0.0005 ml = 8\*10^-9 g/ml（或8\*10^-6 g/l，即约10 μg/l）。因此，公认的界限设置为20°C下水中的溶解度低于10 μg/l。[[145]](#footnote-145),[[146]](#footnote-146)

对于水溶性较差的化合物，应以化合物形式进行记录。

注意，该规定与类似的颗粒物规定不同，不适用于水溶性、解离的有机化合物。

|  |
| --- |
| **规定: 7.4.3.3 离子化合物的排放**  I) 必须 - **将易溶于水的盐类作为离子记录：**对于作为交付成果的数据集，易溶于水的离子化合物（盐）在空气、水或土壤中的排放应作为单独的离子进行记录，除非所选的LCIA方法另有要求。根据惯例，溶解度在20°C下低于10 μg/l的化合物应作为化合物记录，高于该值的离子应单独记录。此规定适用于除非所选LCIA方法另有要求的情况。  注意，如果无法完全符合上述规定，应在报告已达成的数据质量时明确说明，并在解释LCA研究结果时考虑这些因素。未满足上述要求的LCI数据集清单不符合ILCD命名规范。 |

7.4.3.4 颗粒物排放到空气中

（参考ISO 14044:2006第4.2.3.5章）

**概述**

颗粒物排放涉及三个问题：

颗粒大小类别、水溶性和影响的累积性。

**颗粒大小类别**

首先，鉴于其不同的影响，颗粒物应分为不同的大小类别，因为颗粒的大小决定了其进入肺部的途径以及在肺组织中的吸收，因此这些类别具有不同的毒性影响。

**水溶性**

其次，对于颗粒物，需要考虑的是，只有那些不溶于水的空气中颗粒物排放对人类毒性才是相关的。例如，像硝酸铵这样易溶于水的颗粒物，吸入后会立即在组织水中溶解，由于其颗粒特性不会产生致癌效应。因此，为避免高估影响，应识别或推导出所测量的PM的组成，确定其是否/有多少是水溶性的。需要注意的是，这不仅适用于无机盐，还适用于例如有机物质。

第三个问题还涉及其他类型的排放：

**具有多个加法/串联作用方案的物质排放**

具有加法/串联作用方案的基本流（例如NOx既贡献于光化学臭氧形成（夏季烟雾）又贡献于富营养化）需要携带多个表征因子。复杂的基本流可能需要在清单编制中进行特殊处理。例如，空气中排放的0.0001 kg的颗粒物（<2.5 μm）中含有50%的六价铬，这意味着其既作为颗粒物也作为（50%）六价铬具有附加的致癌潜力。

为了避免需要编制大量不同成分的“颗粒XY”基本流（包括LCA从业者正确分配影响因子的问题），建议将其分解为单独的组分（例如，在给定的例子中分解为0.0001 kg“颗粒物<2.5 μm”加0.00005 kg“六价铬”）。在这种情况下（以及类似地，如果颗粒物和铬的数量分别测量但在同一废气流中），两种数量分别作为基本流进行清单编制。需要注意的是，这会导致质量的（虽然绝对数量非常小）双重计算。然而，影响效果得到更合适的处理。由于实际中LCI结果的精确质量平衡从未给出（例如焚烧空气被忽略，某些水损失未被列入清单等），这种微小的质量双重计算（同时正确处理清单效果）是可以接受的[[147]](#footnote-147)。

注意：在更详细的影响建模和考虑更多细节（如物种分析）的情况下，也可以在特定应用案例中创建更具体的基本流，但对于背景数据库应避免这样做，以确保数据库的一致性，并确保有适当的LCIA因子可用，并与清单完全链接。

|  |
| --- |
| **条款：7.4.3.4 空气中颗粒物的排放**  I) 必须 - **仅列入水溶性差的化合物作为颗粒物：**空气中的颗粒物（PM）排放应仅包括水溶性在20°C下低于10微克/升的化合物，尽可能做到这一点。可能需要专家判断来确定颗粒物的组成。[ISO!]  II) 应该 - **区分颗粒物的大小类别：**颗粒物应按大小类别（<0.2 μm，0.2-2.5 μm，2.5-10 μm，>10 μm）报告，如果信息可用。若信息不足，可以使用<10 μm作为替代。这适用于除非所选的LCIA方法另有要求。[ISO!]  III) 必须 - **额外列出颗粒物所组成的物质：**颗粒物应作为PM进行清单编制，同时也应作为其环境相关组分的基本流进行列入清单（例如，金属对致癌效应的贡献），即在清单中双重计算其质量，尽可能做到这一点。这也同样适用于其他具有加法作用方案的排放。[ISO!]  请注意，如果上述条款无法完全满足，应在报告已达成的数据质量和解释LCA研究结果时明确考虑。请注意，不符合上述要求的LCI数据集的清单不符合ILCD命名法。 |

7.4.3.5 互补或替代作用方案物质的排放

（参考ISO 14044:2006 第4.2.3.5章）

对于互补或替代作用方案物质的排放，LCIA方法需全面建模其命运，并且影响因子需考虑这一事实。例如，NOx排放到空气中可能对人类产生毒性效应（无机呼吸效应），或者对陆地和水体造成富营养化效应。

7.4.3.6 资源基本流

（参考ISO 14044:2006 第4.2.3.5章）

7.4.3.6.1 能源资源

（参考ISO 14044:2006 第4.2.3.5章）

考虑到最初的考虑因素，可以得出以下结论：对于能源资源的资源枯竭评估，当前使用的和实践验证的影响模型不需要根据其特定的能量含量/质量比或原产国进行区分。这允许保持非可再生能源资源基本流的数量较低，即对于“挪威原油”、“沙特阿拉伯原油”或“布伦特斯帕尔油”、“提亚胡安轻质油”等，或“原油42.6 MJ/kg”、“原油42.3 MJ/kg”等类型的数百个基本流，仅需要1个（大多数能源资源）到3个（原油）基本流（见下文）。

为了支持在能源资源基本流的资源枯竭影响评估中建立的实践，要求仅按矿藏/来源类型进行区分，即原油的初级、次级、三级以及露天矿或地下矿的硬煤。其他化石燃料资源基本流（天然气、油页岩、沥青砂、褐煤、泥炭）目前不需要区分。

对于可再生能源形式，应清点从自然中提取的可用能量。例如，对于太阳能电力和热量，这涉及到太阳能电池捕获的电力和/或热量的数量（即不是总太阳能，而是电池直接提供的电力和/或可用热量）。对于来自自然的生物质，这是物理上体现的量，以低位发热量（即测量为例如木材为干燥状态）来衡量。需要注意的是，来自农田和管理森林的生物质不是基本流。在这种情况下，所述能源资源应直接作为相应的基本流进行清单编制，例如“太阳能”作为“来自空气的可再生能源资源”，以低位发热量表示，并以参考单位MJ进行测量。

有关能源资源的参考流特性和参考单位，请参见单独文件“命名法及其他约定”中的相关章节。

对于可再生能源形式，应清点从自然界提取的可用能量。例如，对于太阳能发电和供热而言，这与太阳能电池捕获的电量和/或热量有关（即不是太阳能总量，而是电池直接提供的电量和/或可用热量）。对于来自自然界的生物质，这是物理体现量，以较低的热值来衡量，但不含水分（即以木材等烘干后的热值来衡量）。需要注意的是，来自田地和受管理森林的生物质不是基本流。在这种情况下，命名的能源资源应直接作为相应的基本流量进行清点，例如 "太阳能 "作为 "来自空气的可再生能源"，以低热值表示，并以参考单位 MJ 计量。

至于能量资源的参考流动属性和参考单位，请参见单独文件 "术语和其他约定 "中的相关章节。

**7.4.3.6.2制胜金属或其他元素成分的矿石**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.5 章的内容）

考虑到最初的考虑因素，可以对非能源资源得出以下结论：使用目前使用的、经过实践检验的 LCIA 方法来评估大多数非能源资源的资源损耗情况时，不需要根据具体的元素含量/质量比或原产国或原产地对其进行区分。

这样就可以减少清单中基本流量的数量，其方法与不可再生资源基本流量的方法类似（另见上一点）。因此，（金属）矿石基本流的清单编制应基于将矿体或矿物区分为单个元素的基本流（例如，当提取 1 千克铅锌矿石（1.2% 铅，2.3% 锌）时，应记录0.012 千克"铅 "和 0.023 千克 "锌 "基本流。例如，提取 1 千克含无水石膏岩石（78%无水石膏）的无水石膏岩体时，将记录 0.78 千克 "无水石膏"（anhydrite)。同时，这也克服了目前清单中存在大量 "无影响"/被遗忘的特定矿石和矿物的问题，因为这些矿石和矿物默认情况下没有提供影响因子。

然而，对于功能/物质资源，有必要捕捉其特殊性（如 "花岗岩"）。

为完成资源的质量流，矿石中的非资源部分将作为 "惰性岩 "入库***148*** 。

**7.4.3.6.3土地使用**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.5 章的内容）

应根据所应用的 LCIA 方法（如果包括在影响评估中）的需要，对直接的土地利用和土地变化进行清查。目前尚未提供具体指导，但可能会在补编或修订版中提供。

对于土地利用和土地转换引起的 CO2 释放，应使用最新的 IPCC CO2 排放因子，除非有更准确的具体数据。详细规定和 IPCC 最新系数表：见第 [7.4.4.1](#_bookmark262) 章和附件 [13](#_bookmark347)。

**148**在实践中，铅锌矿开采过程的清单在输入端会有上述命名的 "铅"、"锌 "和 "惰性岩 "基本流，而在输出端会有产品流（！）"铅锌矿；1.2% 铅，2.3% 锌"。(加工后的 "尾矿 "是一种废物，被模拟为浸出排放）。这样做的结果是，在计算 LCI 结果时，清单中只保留相关的基本资源流 "铅 "和 "锌"，从而达到减少清单中基本资源流数量的目的。

土地转换过程中的其他排放（如 NO3- 流失到水中、生物质燃烧产生的排放、土壤侵蚀等）应针对特定情况或利用权威来源进行测量或模拟。

有关农业系统建模的相关问题，另见 [7.4.4.1](#_bookmark262) 章。

间接土地利用是间接建模中的一个问题，适用于所有类型的土地利用，因此将在[第 7.2.4.4](#_bookmark189) 章中讨论。

##### 7.4.3.6.4化石和生物 CO2 吸收和释放 CO2 和 CH4

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.5 章的内容）

为了提高方法的清晰度和灵活性，也为了便于交流，建议对化石源和生物源的二氧化碳 （CO2 ）和甲烷（CH4 ）的排放加以区分。

与土地利用变化相关的CO2 所有情况下土壤、泥炭等以及原始森林的生物质和废弃物的排放量应作为 "二氧化碳(化石) "列出。次生林的生物质和废弃物产生的排放量应作为 "二氧化碳（生物源）"进行清查。

另见第 [7.4.3.7.3](#_bookmark253) 章关于植物吸收CO2，并在生命周期结束时释放（"碳储存"）。

**7.4.3.6.5用水**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.5 章的内容）

考虑到 "用水 "这一指标仍然很复杂，因为水的来源多种多样，有些是可再生的（如海水），有些则不是（如化石水/深层地下水）。此外，将使用过的水排放到环境中的形式和方式也大不相同，有的只是将水从一个地方分配到另一个地方（如灌溉用水），有的改变了水的状态（如将河水转化为用于冷却的蒸汽），有的则主要改变了水的质量。

建议在输入端至少区分以下内容：

* 地表淡水，
* 可再生地下水，
* 化石/深层地下水，
* 海水。

在输出端，建议至少进行区分：

* 液态排放（如灌溉系统渗入土壤，经处理的废水排入河流），以及
* 蒸汽形式的排放（如冷却塔的冷却水蒸汽损失，灌溉系统的蒸发和蒸腾损失）。

以蒸汽形式排放的废气会被用于其他用途。它们还会改变水文和小气候状况，因此需要进行专门的影响评估。

没有对水电站的用水提出具体建议。获得的可再生能源应单独编目，大坝系统的土地利用、水文变化和生态系统连通性的影响将通过其他工具加以解决。

使用过的水的水质变化应通过单独的基本流量进行记录，即作为物质或热量排放到水中。重要的是要明确区分内部循环水（如冷却水）和从环境中提取水的实际净消耗量。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.6 基本资源流** |
| I) SHALL--**清查资源基本流量的规定：**资源基本流量应按下列规定进行清查，只有在满足 LCIA 方法的需要时才可例外：[ISO!］ |
| * 1. **能源资源**（7.4.3.6.1）**：**      1. **不可再生资源：**在少数情况下（仅原油的一次、二次、三次开采和硬煤的露天或地下开采），应完全按资源开采类型加以区分，如果 有这方面的信息的话（例如，"原油，二次开采"，而不是 "原油，蒂亚胡安娜轻质原油"；"硬煤，地下开采"，而不是 "硬煤，德国西部；39.4 兆焦耳/千克"）。除核矿石外，所有能源资源流均应提供能量/质量关系。能量含量应以无水资源的低热值表示，以参考单位 MJ 计量。另见单独文件 "术语和其他约定"。   请注意，泥炭、原始森林的生物质和其他一些生物能源是 "不可再生 "的。   * + 1. **可再生能源：**可再生能源资源应按从自然界提取的可用能源数量进行清查。例如，就太阳能发电和供热而言，这与太阳能电池所收集的电量和/或热量有关（即不是太阳能总量，而是太阳能电池直接提供的电量和/或可用热量）。对于来自自然界的生物质，这是物理体现量，以较低的热值来衡量，但不含水分（即以木材等烘干后的热值来衡量）。需要注意的是，来自田地和受管理森林的生物质不是基本流。在这种情况下，命名的能源资源应直接作为相应的基本流量进行清点，例如 "太阳能 "作为 "来自空气的可再生能源"，以低热值表示，并以参考单位 MJ 计量。 |
| I.b) **避免地域区分：**资源清单不得按地理位置区分（即 "褐煤 "而非 "德国东部褐煤"）。除非选定的 LCIA 方法另有要求，否则应适用此规定。(7.4.3.6.1) |
| I.c) **化学元素资源：**用于生产金属或其他化学元素的资源应作为化学元素（如 "铁--来自地面的资源 "基本流程）进行编目。(7.4.3.6.2) |
| I.d) **功能/材料资源：**这些资源应作为目标物质资源编目（如 "片岩"、"石灰岩"、"无水石膏"）。极少数例外情况是，工业界将矿物本身理解为目标商品；这些情况反映在国际土地退化和干旱研究参考基本流中（如 "岩盐 "等）。其他例外情况和专门针对未列入 ILCD 参考基本流程的资源，应按照类似的逻辑加以说明。(7.4.3.6.2) |
| I.e) **完成质量平衡的流量：**为完成质量平衡， |

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.6 基本资源流** |
| 需要惰性石"、"水 "或 "空气"（或其他，视情况而定）的补充量应清点到开采的资源中（例如，开采 1 千克含铜 4%的铜矿石，则 "惰性石 "为 0.96 千克）。(7.4.3.6.2) |
| I.f) **无矿物或矿体：**其他矿物（除非是功能/物质资源，如 "花岗岩"）或特定矿体（如 "铜"，但不包括 "孔雀石"，也不包括 "硫化铜银矿（3.5% Cu；0.20% Ag）"）不应列入清单。(7.4.3.6.2) |
| 注意在应用上述规则时应避免重复计算。对于新建立的基本流量，应检查其是否需要携带所应用 LCIA 方法的特性系数。 |
| II) SHALL - **土地利用和改造：**应根据所应用的 LCIA 方法（如果包括在影响评估中）的需要，对直接的土地利用和土地变化进行清查**149** 。(7.4.3.6.3) |
| III) SHALL--**土地利用和转化产生的排放：**如果对土地利用和/或土地转换进行建模，二氧化碳和其他排放物及相关影响应按以下方式建模：[ISO!］ |
| III.a) **土地利用和转化引起的土壤有机碳变化：**对于土地利用和土地转换引起的土壤有机碳 (SOC) 中 CO2 的释放或结合，应使用最新的 IPCC CO2 排放因子，除非有更准确、具体的数据。IPCC 因子的详细规定和表格：见第 [7.4.4.1](#_bookmark262) 章和附件 [13](#_bookmark347) (7.4.3.6.3) |
| III.b) **生物质和废弃物产生的与土地利用和转化相关的二氧化碳排放：**原始森林和所有土地利用的土壤、泥炭等产生的二氧化碳排放量应作为 "二氧化碳(化石) "列出。次生林的生物质和废弃物排放量应作为 "二氧化碳（生物源）"进行清查。除非选定的LCIA方法另有要求，否则适用。(7.4.3.6.4) |
| III.c) **养分损失：**作为土地管理过程的一部分，应明确模拟养分的排放。详细规定见第 [7.4.4.1](#_bookmark262) 章。 |
| III.d) **其他排放：**土地转换产生的其他排放（如生物质燃烧、土壤侵蚀等产生的排放）应针对特定情况或利用权威来源进行测量或模拟。详细规定见第 [7.4.4.1](#_bookmark262) 章。(7.4.3.6.3) |
| IV)MAY - **用水：**建议至少区分[ISO+] |
| IV.a) 输入方面：地表淡水、可再生地下水、化石水/深层地下水、海水 |
| IV.b) 输出端：液态水的排放以蒸汽形式排放 |

**149**在本文件定稿时，还没有既定的、全球适用的做法，但有几种方法或仅适用于地区，或缺乏实践经验。这些方法所采用的清查方法根本不同。任何有关土地利用和转换清查的具体建议或要求都将通过修订 ILCD 参考基本流量和建议的 LCIA 方法和/或修订本文件来实施和发布。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.6 基本资源流** |
| IV.c) 其他水质变化，特别是化学物质造成的水质变化，应作为单独的基本流量进行清查。 |
| 请注意，如果不能完全满足上述规定，在报告已达到的数据质量和解释生命周期评估研究结果时，应明确考虑这一点。请注意，不符合上述要求的 LCI 数据集清单不符合 ILCD 术语。 |

#### 7.4.3.7未来流程和基本流程

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.6.2 章和第 4.3.2.1 章的内容）

**7.4.3.7.1导言和概述**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.6.2 章和第 4.3.2.1 章的内容）

未来的干预问题（如在长寿产品的使用阶段和报废处理阶段，以及垃圾填埋场的延迟排放）与通过长寿生物产品储存从大气中清除二氧化碳的中长期问题，以及通过CO2 储存库（如地下储存库）永久性清除二氧化碳的问题一并解决。

范围第 [6.8.4](#_bookmark141) 章已对未来运行过程（如长寿命产品的再循环）的时间代表性做出了规定。本章侧重于未来排放的补充方面。

**7.4.3.7.2区分较遥远未来（100 年后的长期排放）的干预清单**

(参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.5、4.2.3.6.2 和 4.3.2.1 章）。

**一般情况**

未来运行但（不一定）由人工管理但今天已确定的过程所产生的影响（尤其是垃圾填埋场的长期沥滤排放和垃圾填埋气排放），需要一个惯例来提供明确的决策支持：在模拟这些影响时，应分别列出从 LCI/LCA 研究开始未来 100 年内发生的排放（如 "向水的排放"）和在该时间框架之后的无限期内发生的排放（如 "向水的排放，未指定（长期）"）。

因此，在长期排放方面，隐含的假设是人类没有采取任何措施对垃圾填埋场进行永久消毒/密封。请注意，垃圾填埋场的运行（包括封场后的渗滤液处理等）必须按照目前的实施/运行情况进行模拟。

**长期排放的 LCIA**

前 100 年内的排放量与系统的所有其他干预措施一样，都要接受 LCIA 影响评估。100 年后的排放不包括在 LCIA 结果的一般计算和汇总中，而是作为单独的 LCIA 结果进行计算、展示和讨论。这种方法正逐渐得到广泛应用。重要的是要注意，这种单独计算本身并不表明长期排放的相关性较低；LCA 不包括未来影响的折现，除非这是明确加权的一部分。

将短期排放和长期排放分开的逻辑是，两者往往具有根本不同的不确定性：今天的排放可以测量，而 100 年后垃圾填埋场的排放只能大致预测。与此同时，将垃圾填埋场的库存

--如果对排放进行模拟，例如 100,000 年--很容易主导整个生命周期评估结果。这一点很重要，但需要单独解释。同时，这个问题也说明了 LCA 的一个弱点：LCIA 方法通常不考虑阈值，而是将所有排放在一段时间内汇总。因此，即使 1,000 年后废物渗滤液中的浓度可能低于任何生态毒性效应，这些排放物在几万年中的总量也会被加总，并被视为与几年中以更高浓度排放的相同数量相同。

可以说，如果垃圾填埋场是与环境相关的长期排放者，人类最终（可能在 100 年之前）会将其挖出，对其进行消毒和/或从中获取铜和其他二次资源。

总之：鉴于其不同的确定性，未来 100 年内和 100 年后的排放需要单独的影响评估和适当的解释。

**7.4.3.7.3临时碳储存、延迟温室气体排放、延迟解决多功能性的入计量**

(参见 ISO 14044:2006 第 4.2.3.5、4.2.3.6.2 和 4.3.2.1 章）。

**生物和化石二氧化碳和甲烷的清单编制和影响评估**

植物对 “二氧化碳 ”的吸收应在 “来自空气的资源 ”中列出。

大气中二氧化碳的吸收以及化石二氧化碳和生物二氧化碳的释放都会被赋予影响评估的特征因子。因此，不知道二氧化碳或甲烷排放是生物源排放还是化石源排放（即列为“未确定”）并不会导致结果错误。

**临时清除二氧化碳、延迟排放与 "全球变暖潜能值 100 年"之间的联系**

通过融入长寿生物基产品、垃圾填埋场中的生物基材料残留物或二氧化碳 - 地下储存库而暂时从大气中清除的二氧化碳在清单中均有考虑。但是，在 LCIA 的总体结果计算中，并不将其视为默认值，因为生命周期评估（LCA）本身并不折算随时间变化的排放量**150** ；除非研究目标直接要求这样做。

清查工作是这样进行的：计算排放物 LCIA 影响的持续时间通常是明示或暗示不确定的。仅就全球变暖潜势 (GWP) 而言，"全球变暖潜势 100 年 "这一更短的视角被广泛使用（ILCD 手册中单独的 LCIA 指导文件提供了详细信息和建议）。所使用的相关表征因子通常是作为政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 报告的一部分提供的。因此，气候变化被隐含地认为是未来 100 年（3 到 4 代）的问题。因此，在政治上提倡长期清除大气中的 CO2 并将其储存在长寿物品中（另见脚注 [152](#_bookmark256) 中的进一步说明和方面）。

困难在于，全球升温潜能值 100 与排放发生后的影响有关。也就是说，它计算的是如今发生的排放物在未来 100 年内对气候变化的影响。然而，这些排放也可能在未来发生（例如，在 80 年后，当现在新建的房子被拆毁时）。如果对 80 年后的这些排放采用完全的 GWP 100 系数，则与上文详述的 GWP 100 的逻辑相矛盾，因为在这种情况下，它们对 180 年后的气候变化影响将被计算在内。

**150**但请参见第 [7.4.3.7.2](#_bookmark252) 章中需要单独解释的长期排放量。

此外，也不存在将二氧化碳临时储存的激励措施，例如上述例子中的房屋木梁。

另一方面，临时储存二氧化碳2 和延迟排放并没有考虑到二氧化碳2 在任何情况下都只能在以后才能充分发挥其辐射效应。因此，只有在满足研究目标的明确要求时，才应定量考虑碳储存。否则，即默认情况下，从研究开始的前 100 年内，临时碳封存以及等效的延迟排放和延迟再利用/再循环/回收不应被定量考虑。

请注意，所提供的清单编制解决方案允许在同一数据集上同时进行这两种操作，因为存储/延迟信息是作为单独的清单项目编制的：

**建模/编目规定和示例：**

为了考虑到这一点，同时确保生命周期清单透明、合理并适用于实际情况，特作如下规定：

由于从分析年份起未来 100 年内发生的所有排放都作为正常基本流量进行清查，而 100 百年后发生的所有排放都作为长期排放进行清查，因此只需为每种贡献物质引入一个修正的储存/延迟排放基本流量即可。

对于化石二氧化碳，该流量被命名为 "化石二氧化碳延迟排放修正流量（前 100 年内）"，即 "向大气的排放量"。其流量属性为 "质量\*年"，参考单位为 "千克\*a"。流量的全球升温潜能值 100 影响因子为"-0.01 千克 CO2 -当量"/1 千克\*a。有关假定排放时间和实际排放 量的信息应记录在单位流程中，以便审查。生物源（即暂时储存的）二氧化碳和甲烷的流量，以及其他延迟排放的化石温室气体的流量也可以类比制定。

除了正常的基本流量（包括作为 "来自空气的资源 "的 "二氧化碳 "流量）外，还应使用这些新的基本流量，以模拟二氧化碳2 进入生物质的物理吸收。

一个量化的例子：以上述假设 80 年后拆除的新建房屋的报废为例，将 10 吨木梁中储存的 4 吨碳释放为 CO2 ，将产生以下清单流量和价值：

* 输入：

- 4,000\*44/12 = 14,666 公斤 "二氧化碳 "作为 "空气资源"

* 输出：

- 4,000\*44/12 = 14666 千克 "二氧化碳（生物源）"，作为 "大气排放量"

- 4,000\*44/12\*80 = 1,173,333 千克\*a "生物源二氧化碳延迟排放修正流量（前 100 年内）"作为 "向大气的排放"。

在影响评估中，计算结果如下，二氧化碳的生物吸收和释放相互抵消***151*** ，得出 80 年储存的正确 GWP 100 效益为 1,173,333 kg\*a \* -0.01 kg CO2 -eq./(kg\*a) = -11,733.33 kg CO2 -eq.

**151**请注意，无论是否都指定了全球升温潜能值系数，这都是独立的。这意味着这两种建模方法都可以得到二氧化碳临时储存流机制的支持。

请注意，在上述例子中，如果从短期角度考虑，LCIA 结果中总计考虑了气候变化的负面影响。然而，如果从无限期的角度考虑（即《国际干旱和半干旱地区公约》的默认角度），则不考虑延迟排放。

请注意，这种方法也适用于在一定时间内被用作木制品的原始森林木材：如果森林被有效移除，例如建立了牧场，那么这种 C 储存损失已经通过土地转化规定得到了解决，即不考虑从空气中吸收的 CO2 。同样，该计算方法也适用于垃圾填埋生物材料中 CO2 的临时储存。

化石二氧化碳延迟排放示例：在化石温室气体延迟排放的情况下，为清楚起见，假定上述例子中的房屋（如隔热材料和窗框）含有 4 吨化石碳，则例子如下：

* 输入：

- (无，因为二氧化碳是化石燃料）

* 输出：

- 4,000\*44/12 = 14,666 千克"二氧化碳（化石）"，作为"向大气的排放量"。

- 4,000\*44/12\*80 = 1,173,333 千克\*a "化石二氧化碳延迟排放修正流量（前 100 年内）"作为 "向大气排放"。

在影响评估中，计算结果如下，对延迟排放进行部分修正（此处为-80%，因为贮存时间为 80 年），补偿化石二氧化碳的释放，得出 80 年延迟排放的正确的 GWP 100 结果，14,666 千克二氧化碳 -eq.+1,173,333千克\*a\*-0.01 千克二氧化碳 -eq./（千克\*a）=+2,932.67 千克二氧化碳 -eq.

因此，相比之下，生物木仍具有从大气中提取 CO2 的全部优势，而延迟排放则是两个系统的共同优势（注意，两个例子之间的差异为 14666 千克 CO2 -eq.）。

上述原理与氧化亚氮和其他温室气体类似。

请注意，对于长寿命产品的使用阶段，清单将包含不同年限排放的积分。在使用阶段各年排放量相同的常见情况下，这一点可以简化：使用阶段的排放总量将乘以假定寿命年数的一半。

每千克延迟排放可清查的每种校正流的最大数量应为 100 千克\*a。也就是说，如果延迟排放正好发生在未来 100 年。

只有在预测排放量将在研究时间起最多 100 年后发生的情况下，才应编制校正流清单。如果排放发生在 100 年以后，则不应编制清单：发生在未来 100 年以上的排放应完全反映在清单中，用长期排放基本流量编制未来排放清单，如 "二氧化碳，生物源（长期）"作为 "向大气的排放"。也就是说，在这种情况下不需要校正流，但会出错（见脚注 [***155***](#_bookmark258))。

**对多功能性的一般情况以及未来的再利用/再循环/回收进行替代/抵消**

与用信用额度奖励温室气体的延迟排放类似，在解决多功能性的一般情况时，也需要考虑延迟的替代，例如，在将替代生产的副产品的效益计入信用额度时。如果首先考虑临时储存，因为它是实现研究特定目标所必需的。

延缓温室气体排放的规定同样适用，即各自的 "校正流...... "应以负值进行清查。这将导致气候变化影响的正值（即额外影响）。

与处理多功能性的一般情况类似，再利用部件/货物、再循环材料和回收能源的延迟替代也需要考虑延迟。

**7.4.3.7.4 100 年后潜在排放量的长期储存**

如果二氧化碳 - 在货物、垃圾填埋场或专用（如地下贮存器）中的贮存时间超过 100 年，并且排放发生在 100 年后的某个时间，则应如上所述，对 100 年贮存中可核算的最大二氧化碳 - 清除量进行清查。

如果根据目前的科学知识，在独立的外部和合格的专家审查下，相应的贮存形式能够 "保证"至少 100,000 年（公约规定的数字）内不排放该物质，则对二氧化碳的准永久贮存以及专用长期贮存形式（如注入以前的天然气田）中的一般潜在排放进行核算，即为无排放清单。

（部分）在此之前的排放作为长期 CO2 -排放基本流进行清查；前 100 年内的排放作为正常 CO2 排放进行清查。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.7 未来流程和基本流程** |
| 对归因模型和后果模型进行了隐性区分。 |
| V) SHALL - **对未来 100 年以上的排放单独列出清单项目：**从进行 LCI/LCA 研究时算起，未来 100 年以后的排放量和其他基本流量应与前 100 年内的排放量和基本流量（如 "对水的排放量，未指定（长期）"）分开列出。[ISO!］ |
| 需要注意的是，ILCD 参考基本流量包括一组此类向空气、水和土壤的长期排放。 |
| VI) SHALL - **植物对 "二氧化碳 "的吸收：**应在 "来自空气的资源 "项下进行清查。这适用于所有光合生物。[ISO!］ |
| 请注意，无论是从大气中吸收 CO2 ，还是释放化石和生物源 CO2 ，都应为影响评估分配特征系数。因此，不知道二氧化碳或甲烷的排放是生物源排放还是化石源排放（如 "二氧化碳（未指定）"）并不会导致结果错误。 |
| VII) SHALL - **清查临时碳储存和温室气体延迟排放：**如果考虑 "生物基产品中的临时碳储存"，则应模拟化石二氧化碳和其他温室气体的延 迟排放，将二氧化碳从大气中暂时移除，储存在长寿命生物基产品或垃圾填埋场中，并以 CO2 或 CH4 的形式延迟排放。不同之处在于 |

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.7 未来流程和基本流程** |
| 化石排放不考虑大气吸收，只考虑延迟排放**152** 。另请参见关于解释的[第 9](#_bookmark304) 章，并注意只有在为实现研究的特定目标而明确要求时，才应考虑临时储存。在这种情况下，均应按以下方式建模：[ISO+]。 |
| VII.a) 应使用特殊修正基本流量来清查未来排放的二氧化碳量。这既可能是由于在长期存活和填埋的生物产品中临时储存的生物碳，也可能是由于在未来发生的化石温室气体排放过程。如果这样做，应使用以下修正流： |
| VII.a.i) 分别为"生物源二氧化碳延迟排放修正流量（头 100 年内）"和 "化石二氧化碳延迟排放修正流量（头 100 年内）"。两者均为基本流量，在一般水平上归类为 "排放量"，以储存的参考流量属性 "质量\*年 "和参考单位 "千克\*a "衡量。两种流量的 GWP100 影响因子均为"-0.01 千克 CO2 -当量"（每 1 千克二氧化碳和 1 年的储存/延迟排放）；如果研究中考虑 "临时碳储存"，则完全如此。 |
| VII.a.ii）"生物甲烷延迟排放修正流量（前 100 年内）"和 "化石甲烷延迟排放修正流量（前 100 年内）"。两者都是基本流量，在一般水平上被归类为"排放量"，以 "质量\*年" 贮存参考流量属性和 "千克\*a" 参考单位计量。两者流量的 GWP100 影响因子应为"- 0.25**153**,**154** kg CO2 -"。 |

**152**计算生物碳储存的逻辑是，在储存期间，二氧化碳不会产生辐射强迫。这只有在认为近期辐射强迫比未来辐射强迫更有意义的情况下才有意义，因为后来重新排放的生物源二氧化碳仍将发挥其全部辐射强迫效应，只是时间更晚而已。常用的百年全球升温潜能值 GWP 100 就反映了这一点：单位（千克）甲烷和一氧化二氮的辐射强迫较高，而单位 CO2 的辐射强迫相对较低，其权重始终为 100 年。从大气中暂时清除二氧化碳的奖励完全等同于因延迟排放化石二氧化碳、甲烷、一氧化二氮和其他温室气体而避免的辐射强迫的效果：虽然生物质从大气中吸收 CO2 是独一无二的，并在影响评估中被视为负面影响，但无论是燃烧木块还是塑料，并将 CO2 作为排放物释放并不重要：生物源和化石 CO2 在排放时对辐射强迫的贡献是相同的。对于气候变化而言，保持一块木头或塑料未燃烧 60 年都是一样的。如果考虑生物质的排放时间，就必须考虑化石材料的排放时间。一些例子/方面：请注意，从净值来看，暂时储存的生物碳对气候变化有负面影响：例如，储存 60 年后，1 千克 CO2 ：CO2 吸收（负值-1 千克 CO2 -eq.）加上 60 年后的排放（+1 千克 CO2 -eq.）减去 60 年临时储存的抵消，总计 = -1 + 1 - 0.6 = -0.6 千克 CO2 -equiv.。对于延迟化石排放，净影响总是正的：CO2 排放量减去 60 年延迟排放的抵免量，例如 1 千克 CO2 = 1 - 0.6 = 0.4 千克 CO2 -等量。请注意，在相同的延迟时间内，生物和化石延迟排放之间的差额总是相同的（即每千克 CO2 排放 1 千克 CO2 -equiv.的差额），生物碳储存和长寿产品均可获得奖励。

**153**该系数使用 IPCC 2007 年的 GWP100 系数，将二氧化碳的基准值 0.01 乘以特定物质系数（例如，甲烷为 25，一氧化二氮（笑气，N2O）为 298）。特定物质因子应根据 ILCD 关于 LCIA 方法的建议进行调整，如果没有 IPCC 的更新因子，则根据 IPCC 的更新因子进行调整。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.7 未来流程和基本流程** |
| 如果研究中考虑了 "临时碳储存"，则每 1 千克甲烷和 1 年的延迟排放将产生 "等量"。 |
| VII.a.iii）"一氧化二氮延迟排放的修正流量（头 100 年内）"。作为基本流量，在一般水平上归类为 "排放"，以 "质量\*年 "储存参考流量属性和 "千克\*a "参考单位计量。该流量的 GWP100 影响因子为"-2.98[**153**](#_bookmark257)每 1 千克一氧化二氮和 1 年延迟排放的 GWP100 影响因子为"-2.98 千克 CO2 -等值"；这完全是在研究中考虑了 "临时碳储存 "的情况下。 |
| VII.a.iv) 对于其他温室气体，可以制定和使用类似的系数。 |
| VII.b) 每公斤延迟排放可清查的每种校正流的最大数量应为 100 公斤\*a。也就是说，如果延迟排放恰好发生在未来100年。只有在预测排放将在研究时间起最多 100 年后发生的情况下，才应编制校正流清单。如果排放发生在100年之后，则不应编入清单**155**：发生在未来 100 年以后的排放应完全反映在清单中，方法是用长期排放基本流（如 "二氧化碳，生物源（长期）"）作为 "向大气的排放 "来编制未来排放清单。也就是说，在这种情况下不需要校正流，但会出错。 |
| VIII) SHALL - **类似于延迟排放的未来替代清单：**上文详述的关于温室气体延迟排放的规定同样适用于延迟再利用/再循环/再回收，以替代物为模型。这同样适用于未来发生的替代。相应的 "校正流...... "应为负值，即因替代延迟而扣减。请注意，只有当 "临时碳储存和延迟排放 "需要满足研究的特定目标时，才会考虑修正流，并导致对气候变化影响的额外贡献。[ISO+] |
| IX) SHALL - **记录关于延迟排放/替代的细节和假设：**应记录有关假定的储存时间或未来再利用/再循环/再回收的时间和其他替代情况的信息，以及单位过程中的排放量和物质，并提供审查。[ISO+] |
| X) SHALL--**对潜在排放进行长期/准永久储存的规定：**准永久性地将二氧化碳和其他潜在排放物贮存在 |

**154**请注意，化石甲烷和生物甲烷的系数相同，因为植物对 CO2 的吸收在任何情况下都要明确模拟（见第 [7.4.3.6.4](#_bookmark247) 章[）](#_bookmark247)，基本流的全球升温潜能值系数为-1 千克 CO2 -equiv.，每千克 CO2 的吸收。化石甲烷和生物甲烷只有在不明确模拟吸收的情况下才需要不同的系数。

**155**其原因是，如果不这样做，LCIA 的短期结果（前 100 年）将包含气候变化负面影响的全部积分，而 LCIA 的长期结果则包含 100 年后的排放量。如果在解释结果时采用短期视角（而将长期排放排除在外/打折扣），就会发现不正确的负面影响。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.7 未来流程和基本流程** |
| 专用的长期贮存形式(如注入原天然气田)，如果相应的贮存形式能保证至少 100,000 年(公约规定的期限)不向大气排放，则应通过清查无排放来核算。[ISO+] |
| XI) SHALL - **记录长期/准永久储存的细节和假设：**应简明扼要地记录有关贮存形式和假定贮存时间的信息，并提供审查。应通过相应的废物盘存流程进行记录。[ISO+] |
| 注：其他清单工作照常进行：即用正常的基本流程（如将 "甲烷，生物源 "作为 "向大气的排放"）来清 单从现在开始 100 年内的排放。 |
| 请注意，只有在研究中考虑了 "临时碳储存 "的情况下，在以后的解释中才会对有和没有入计量的结果进行单独分析，明确显示入计量对储存/延迟排放的影响。 |
| 请注意，如果不能完全满足上述规定，在报告已达到的数据质量和解释生命周期评估研究结果时，应明确考虑这一点。请注意，不符合上述要求的 LCI 数据集清单不符合 ILCD 术语。 |

**7.4.3.8 提醒流**

(无相应的 ISO 14044:2006 章节）

**导言和概述**

提醒流量不是流量的独立类别，而是适用于任何流量的附加分类。它将其排除在影响评估和系统建模之外，但在创建 LCI 结果时将其保留在清单中作为 "提醒"。

提醒流可用于产品流，如 "电力，提醒流"，以在 LCI 结果中保留生命周期内总用电量的信息。某些生命周期应用（如环境产品声明 (EPD)）有时需要这样的信息。也可用于指标流，如 "挥发性有机化合物（VOC），提醒流，与影响无关"。

目前，很少有生命周期评估软件系统和数据库使用 "提醒流"，但如上所述，这种方法被认为是非常有益的。在 ILCD 参考格式中，它是作为一个选项来实现的，其中单个输入/输出流可以标记为 "提醒流"。

需要再次强调的是，提醒流与传统的 LCI 结果或 LCIA 结果信息没有任何关系，即不得带有任何 LCIA 影响因子，也不得与上游或下游过程相关联。

此类提醒流应有自己的特定名称，以降低在清单中重复计算的风险。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.3.8 提示流** |
| I) MAY - **为特定目的使用提醒流保存原始信息：**建议使用提醒流来保存拆分测量指标和总和流的原始信息（见 [7.4.3.2](#_bookmark236)）。也可用于保存其他 |

|  |
| --- |
| 以信息为目的的 LCI 结果清单中的流量。[ISO+] |
| II) SHALL - 将**提醒流量排除在影响评估之外：**提醒流不得带有 LCIA 影响因子。[ISO+] |
| III) SHALL - **在流程名称中明确标识提醒流程：**还应在流程名称中标识提醒流程的事实（例如，"VOC，提醒流程，与影响无关"）。[ISO+] |
| 请注意，如果不能完全满足上述规定，在报告已达到的数据质量和解释生命周期评估研究结果时，应明确考虑这一点。请注意，不符合上述要求的 LCI 数据集清单不符合 ILCD 术语。 |

**7.4.4针对具体工艺类型的总体方法规定**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.5 章和第 4.3.2.2 章）。

**7.4.4.1 农林系统建模**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.3.3 和 4.2.3.5 章的内容）

**导言**

工业生产过程通常在技术圈和生态圈之间有一个明确界定和受控的边界，并以同样明确界定或至少受控（因而可测量）的运行参数进行操作。而农业、林业和类似的生产系统（如养鱼业）在很大程度上缺乏这一点。因此，它们通常需要采用不同的、基于模型的方法来收集数据。这些经济初级部门系统的共同需求需要在某些特定方面提供具体指导：

**系统边界**

与废弃物建模类似，在生命周期评估实践中，对农业和林业系统边界的解释也不尽相同：要在农业和林业生产清单中明确区分向土壤、水和空气的排放，就需要在清单编制中提供明确的指导，正确一致地区分技术圈和生态圈：

农药和化肥的施用不属于排放，而是产品在（人工管理的）技术圈内流动的一部分。排放是通过硝酸盐和磷酸盐等的沥滤和径流、施用过程中杀虫剂的外溢以及植物和土壤表面的挥发等，从田地或森林等流向生态圈。

这些排放量必须根据具体情况建模，因为它们可能差别极大：植物吸收、地点特性、气候和地理条件以及耕作方式决定了施用硝酸铵化肥等转化为硝酸盐排放到水中以及转化为 NH3 和 N2O 排放到空气中。

同样，重金属吸收到采收物中和从采收物中排出也是基本流向，应根据具体情况逐一进行清点。

同时，一些土壤输入物不会通过沥滤等方式离开技术层，而是在土壤中积累，例如镉，通常至少在一定程度上伴随着大多数磷肥。施入农田的磷肥中的镉等物质直接作为农业土壤的排放物被记录下来。

此外，施肥产生的部分养分在收获后可能会留在田间，作为下一茬作物的养分，从而随着时间的推移跨越技术圈内的系统边界。在这种情况下，该物质是前一种作物的共同功能，使该过程具有多重功能。解决多功能性的一般规定适用。

因此，物质的净积累或损耗应记录在清单中，而不考虑该物质的性质（农用化学品、养分、重金属、碳等），并酌情在系统模型或影响评估中予以正确考虑。

**土地利用和土地转化导致的碳储量变化和 CO2 排放**

土地转型和土地利用往往会改变土壤有机碳的数量：从土壤有机碳含量较高的土地 （如森林）转型为土壤有机碳含量较低的土地（如农业）后，经过若干年会达到新的平衡**156** 。土壤有机碳的差异主要以二氧化碳的形式排放。反过来，土地利用的变化也会导致土壤有机碳的净积累，并以 CO2 的形式从空气中封存。

为考虑这一影响以及土地利用和土地利用变化造成的气候变化相关气体（尤其是 CO2 ，但也可能是其他气体）的释放/约束，应使用政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的最新数据和排放因子，除非有更准确、更具体的数据。附件 [13](#_bookmark347) 给出了根据基本土地利用信息（如气候区、土壤类型、土地利用类型等）计算 IPCC 提供的这些因子的指南、数据以及与 CO2 排放/约束相关的默认因子。

下面的文字为如何将清单分配或共享给转换后的土地用途功能提供了指导：

与土地利用变化相关的直接和间接清单（如机器使用、森林生物质焚烧时的峰值排放、土壤碳的长期 CO2 排放）应按面积和年份分配给下一年度的土地利用功能（如作物）。

要区分两种情况：

* a) 发生时间超过一年的清单项目（如腐殖质等的生物降解导致土壤有机碳损失所产生的二氧化碳排放）
* b) 直接发生在转化过程中且转化后不超过一年的清单项目（如转化过程中的机器使 用和生物质燃烧等产生的峰值排放）

**对于情况 a)**，以及对于归因模式和后果**157** 模式，清单应按比例分配给土地利用功能

**156**需要注意的是，土地用途的每一次微小变化（例如，在前一年种植甜菜的地方种植小麦）在形式上都是一次土地转变。这取决于土地用途的不同程度，以及它们是否有效地导致了土壤有机碳长期平衡的变化等。下面的例子是假定转型后生产的不同作物不会改变这种平衡、即互不影响陆地变换。否则，就需要计算新的转换步骤。这就需要考虑到平衡尚未实现，因此从临时实现的土壤有机碳水平开始，并考虑下一个土地利用的新平衡。具体细节可由特定行业的指导文件或产品类别规则（PCR）等来确定。

**157**请注意，土地利用的间接变化是详细后果模拟的一个主题；见第 [7.2.4](#_bookmark183) 章[。](#_bookmark183)

土地利用功能占用土地或以其他方式阻止土地用于其他用途的时间（例如，作为轮作的一部分，休耕 1 年）。对于以土壤有机碳形式存在的二氧化碳的损失/结合2 ，为达到土地利用转化后的平衡，应假设默认期限为 20 年（见[公式 1](#_bookmark263)）。除非可以证明，在特定情况下，发生约 90% 主要损失/结合的时间明显更长或更短。在这种情况下，应适用该期限并使用[公式 2](#_bookmark264)。

为简化起见，应假定总损失随着时间的推移呈线性变化，直至达到约 90%的损失/对新平衡的约束；如上所述，假定每次违约在 20 年内发生。也就是说，在所考虑的年限内采用三角形分配模式（如[公式 1](#_bookmark263) 所示）。这种方法使转型后的头几年负担较重。在后果模型下，这是由于与土地转用的决定有更密切的联系。在归因建模中，其理由是，在土地使用期间（包括将土地封存用于其他用途的期间），实际发生**158** 。

如果改造后的最初几年没有收获（如种植园的典型情况），则应将清单分配给改造后土地利用的第一次收获/功能。

如果只收获一种作物（如 25 年果树种植的果实，不使用木材），则整个库存量可分配给作物总量，与作物收获的具体年份无关；也就是说，每公斤都有相同的库存量。

如果每年收获的作物不止一种，则该年计算的清单（见下文）应在这些作物使用土地或将土地封存作其他用途的当年时间内线性分配；也就是说，为简化起见，无需进一步区分当年的前几个月和后几个月。

如果土地使用功能（如木材采伐）发生在所考虑的时间段（此处为 20 年）之后，则应将整个清单分配给该功能，即不仅分配给当年的份额，还应将前几年的清单分配给后来采伐的作物，否则会丢失/不计。

如果同时生产一年生作物和最后一茬作物（例如，年中生产乳胶，年末生产橡胶木），则最后一茬作物应被视为在总时间的一半后收获。

然后使用[公式 1](#_bookmark263) 计算应分配给某一年的总库存量的百分比份额（假定作物全年占用该土地或因其他原因全年无法使用该土地）。

公式1 

* *X* = 分配给所分析作物*第 i* 年的库存百分比
* 20 = 转换后分配库存的年数、即直到 90% 的 CO2 从土壤中流失/结合到土壤中为止。年数从转化开始计算。

**158**我们注意到，实际的时间分布大约是指数分布。因此，三角形只是一种简化。

* *i* = 转换后种植所分析作物的年数；转换后第一年为 *i* = 0 年（附加条件：如果 i > 20-1，则 X = 0，即 20 年后不分配任何作物）。

举例说明：将以前的土地用途转变为永久性农业后，2 年后可能会收获第一批作物（如菠萝）。第 3 年收获玉米，第 4 年收获木瓜。根据[公式 1](#_bookmark263)，第一年菠萝获得 (100\*2)/(20+1)\*(20-0)/20 % = 200/21\*1 % = 9.5 %，第二年菠萝获得 (100\*2)/(20+1)\*(20-1)/20 % = 200/21\*0.95 % = 9 %，总计获得与转化相关的总二氧化碳2 库存的 18.5 %。第三年的玉米（100\*2）/（20+1）\*（20-2）/20 % = 200/21\*0.9 % = 8.6 %，第四年的木瓜（100\*2）/（20+1）\*（20-3）/20 % = 200/21\*0.85 % = 8.1 %，以此类推。总之，在 20 年内，100% 的土地被分配给各种土地使用功能。

对于考虑期内但短于一年的土地用途，应根据其使用或封锁土地的持续时间在各用途之间线性分摊清单。

如上文详述的那样，用于计算二氧化碳清单的数据、表格、系数和公式见附件 [13](#_bookmark347)。

**对于情况 b)，在归因模型和后果模型下：**随后几年的土地利用，例如不同作物的农业利用，可视为类似于可再充装瓶子或回收金属的再利用/进一步利用。也就是说，它们在每种功能（这里指土地使用年）的 "生产 "清单（这里指土地转换）中所占的份额相同。同样，在相应的建模中，土地的再利用/进一步使用也会导致每个功能分担相同的负担（参见 "术语和概念 "框中的 "进一步使用金属 "表中的示例：参见附件 [14.5.2](#_bookmark380) 中的 "术语和概念：可回收性替代方法 "框中的进一步使用金属表示例）。

根据默认设置，并作为亚年度、年度和双年度作物的惯例，土地转换的 "生产" 清单所分摊的使用总量应为 20 年**159** 。默认情况下，土壤有机碳变化的建模期也是 20 年。除非转变后的土地用途的可预见期限较短，可预见的是以自然结束或除短期/有管理的休耕外没有其他用途（如刀耕火种农业，使用 3 年后放弃）。或者可预见的最低使用期限较长（如种植周期为 30 年的种植园）。在这种情况下，应使用一个种植/使用周期的期限。

某一年的土地利用（假定作物全年占用土地或全年不使用土地）在总清单中所占的比例与土地利用的持续时间/阻碍土地用于其他用途的时间成正比。也就是说，除了前面提到的土壤碳变化的情况外，土地利用的时间并不取决于转化后多 久，只要是在上文定义的时间段内即可**160**。

**159**该设置和以下设置均假定，改变土地用途的决定不是针对下一个单一作物年度，而是在一个较长的时期内。

**160**第 0 年的排放量在随后的几年中被后续土地利用以线性方式分担，而在更长时期内的排放量则以三角形分担，即直接在转化之后的土地利用分担更多，其推理如下：转化的 "峰值 "清单相当于一个生产清单，例如一个可再充装的瓶子。在较长时期内发生的排放仍与转化有关，但这取决于特定年份的具体土地利用情况，例如土壤有机碳的流失是否因更好的土地管理而停止，即是否属于操作性排放（类似于清洗可再注满水的瓶子）。因此，应在发生时对其进行清查。

例如：如果三年的刀耕火种农业生产第一年收获香蕉，第二年收获木薯，第三年收获木薯，则香蕉、木薯和木薯的收获量各占库存量的 1/3 = 33.3%（为简化起见，假定它们各使用土地一年）。

**对于 a) 和 b) 两种情况：**

在副产品的情况下，适用的规定与归因模型（见第 [7.9](#_bookmark281) 章）和后果模型（见第 [7.2.4.6](#_bookmark191) 章）下的一般多功能情况相同。如果转换土地上的自然产品（如木材）也至少被部分使用，则应将其视为多功能系统中的一种功 能。

同样的规定也适用于农业、畜牧业或林业以外的土地转换。这里的重点是这些过程，因为这些过程的影响往往与 LCI 结果高度相关。

**土地利用和土地转换产生的其他排放（平衡状态下，不包括养分）**

其他在转化后超过一年的排放，但与土壤有机碳类似的指数排放，应针对给定的情况进行测量或建模，或使用权威来源的通用数据（如有）。如果在情况 "a) "下，90% 的土壤有机碳在超过或少于默认设置的 20 年后达到平衡，也可使用此公式（详见本章上文）。

然后，使用公式2，即公式 1 的一般形式，计算应分配给某一年的总库存量的百分比份额（假定作物全年占用该土地或因其他原因全年无法使用该土地）：

公式2 

* *X* = 分配给所分析作物*第 i* 年的库存百分比
* *n* = 转换后分配清单的年数，即直到 90%的损失/绑定发生为止。年数从转换开始计算。
* i = 转换后种植所分析作物的年数；转换后的第一年为 *i* = 0 年（如果 i > n-1，则 X = 0，即在考虑的年数之后不分配任何作物）。

举例说明：盘点热带森林土地被刀耕火种农业改造后的 XY 沥滤损失：90%的沥滤可能发生在 3 年内（数值仅供参考）。在这三年中，将种植和收获以下作物：第一年种植香蕉，第二年种植树薯，第三年种植木薯。香蕉的收成占转化总库存的 (100\*2)/(3+1)\*(3-0)/3 %=50\*1 %=50 %。第二年收获的树薯（100\*2）/（3+1）\*（3-1）/3 % = 50\*(2/3) % = 33.3 %，木薯（100\*2）/（3+1）\*（3-2）/3 % = 50\*(1/3) % = 16.7 %，总计 100 %。

需要注意的是，首先需要确定 XY 的损失总量以及在达到约 90% 的土地利用平衡之前主要损失的实际持续时间。

**无平衡的排放**

对于不平衡的排放或以非指数方式达到平衡状态的排放（如土壤侵蚀），需要采用不同的建模方法，但应遵循类似的

与本章涉及的其他清单项目一样。例如，水和风对地表的侵蚀以及这些物质与侵蚀土壤一起向水道或空气的相关质量流转移，应分别作为 "向淡水的排放"或"向空气的排放"进行清查。这些损失与种植过程的运作直接相关，因此属于其清单。

**作为排放和产品流的营养物质**

需要注意的是，作为土地和作物养分系统组成部分的 NO3- 、PO43- 和其他物质的排放，应根据其在相应土地利用过程中的情况进行模拟。事实上，这些养分是前一土地利用过程中输入的产品流，因此与其他多功能性情况一样，需要解决共同功能问题。

田间剩余的任何养分（如硝酸盐）都是作物的副产品，是下一季作物生产的投入品。这些多功能性情况原则上应通过系统扩展（后果建模）或分配（归因建模）来解 决，对其他多功能性情况采用相同的规定；分别见 [7.2.4.6](#_bookmark191) 和 [7.9](#_bookmark281)。

**植物暂时从大气中清除二氧化碳，并在报废时释放**

参见 7.4.3.7.3 章。

**土地利用的间接变化**

间接土地利用是间接建模中的一个问题，适用于所有类型的土地利用，因此将在[第 7.2.4.4](#_bookmark189) 章中讨论。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.4.1 建立农林系统模型** |
| 适用于情况 A、B 和 C，有区别。 |
| 归因模型和后果模型的区别。 |
| I) SHALL - **农林系统：**其建模方法如下[ISO!］ |
| * 1. **清查净干预：**只应清查与人类土地管理活动有关的净干预。如果该地点未被使用，也会发生的干预措施不应列入清单（例如，不包括通过雨水输入氮而导致的基本硝酸盐沥滤）：      1. **归因模拟下的参考系统：**不使用 "参考系统应是场地的独立行为，从为建模系统准备分析系统区域时的土地状态开始。      2. **相应建模下的间接土地利用：**应模拟间接土地利用（组合）（规定见第 [7.2.4.4](#_bookmark189) 章）；可能需要模拟对这些间接土地利用/转换的净干预。 |
| 请注意，过去发生的土地改造可能需要分配到所分析的系统中。 |
| I.b) **作为技术圈一部分的示范点：**在施用的肥料和农用化学品（如杀菌剂）中，只有离开现场（即田地、种植园、受管理的森林等）的量应作为向空气或水的排放进行清查、 |

|  |
| --- |
| **规定：7.4.4.1 建立农林系统模型** |
| 视情况而定。 |
| I.c) **作为副产品的剩余养分：**作物残留物中的任何剩余养分（如氮）都是作物的副产品，是下一茬作物生产的投入品。这些多重功能的情况原则上应通过系统扩展（后果建模）或分配（归因建模）来解决，对其他多重功能的情况采用相同的规定；分别见 [7.2.4.6](#_bookmark191) 和 [7.9](#_bookmark281)。另外，作为土地和作物养分系统一部分的硝酸盐、磷酸盐和其他物质的排放也应按照其在相应土地利用过程中的情况进行模拟。 |
| I.d) **建立不动物质随时间跨越系统边界的模型：**与土壤结合力强的重金属和持久性有机污染物（POPs）如在场地中存在数十年，则应作为 "向土壤的排放，未指定 "进行清查。这些物质沥滤到地下水的情况不应额外列入清单，而应通过对土壤排放的影响评估加以说明。相反，水和风的地表侵蚀以及这些物质与侵蚀土壤一起向水道或空气的相关质量流转移应分别作为 "向淡水的排放 "或 "向空气的排放 "进行记录。这些损失与种植过程的运作直接相关，因此属于其清单。 |
| 请注意，作为向土壤排放的清单数量应减去相应的侵蚀损失。应避免重复计算。 |
| I.e) **模拟土地利用和转化产生的排放：**土地利用和土地转换产生的二氧化碳和其他排放应按以下方式建模，既用于归因建模，也用于相应建模： |
| I.e.i) **CO**2 **排放量：**应使用政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 最新默认系数计算，除非有更准确的具体数据。其他相关清单项目应针对给定案例进行测量或建模，或使用类似的权威来源（如有）。不同后续土地利用的分配公式见下文。用于计算二氧化碳清单的数据、表格、系数和公式见附件 [13](#_bookmark347)。 |
| * + 1. **与土地转换有关的两种清单：**与土地转换有关的直接和间接清单应按已使用/占用的土地面积和耕种期限分配给下列作物，具体如下。应区分两种情况： **a) 发生时间超过一年的清单项目，以指数方式达到新的准平衡**（如腐殖质等生物降解造成的土壤有机碳损失产生的 CO2 排放）。 **b) 直接发生在转化过程中且之后不超过一年的清单项目**（如转化过程中的机器使用和生物质燃烧等产生的峰值排放）。        1. **对于情况 a)**，以及对于归因模型和后果模型，应根据土地利用功能占用土地或以其他方式占用土地期间发生的清单，按比例将清单分配给土地利用功能。 |

|  |
| --- |
| **规定：7.4.4.1 建立农林系统模型** |
| 阻止其用于其他用途（例如，作为作物轮作的一部分，包括 1 年休耕）。对于以土壤有机碳形式存在的二氧化碳的损失/结合，在转化后达到土地利用的平衡时，应假定默认期限为 20 年。这是为了反映约 90% 的主要损失/结合。   * + - 1. 为简化起见，应假定总损失随时间呈三角形分布，直至达到约 90%的损失/约束，达到新的平衡。应使用[公式 1](#_bookmark263) 将计算出的总排放量/约束力分配给作物；如果可以证明上述默认期不同于 20 年，则应使用[公式 2](#_bookmark264)。       2. [公式 1](#_bookmark263)   X = 分配给所分析作物第 i 年的库存百分比  20 = 转换后分配清单的年数，即直到 90% 的二氧化碳从土壤中流失/结合到土壤中为止。年数从转化开始计算。  i = 转换后种植所分析作物的年数；转换后第一年为 i = 0 年（附加条件：如果 i > 20-1，则 X = 0，即 20 年后不分配任何作物）。 |
| * + - 1. 如果改造后的最初几年没有收获（如种植园的典型情况），则应将清单分配给改造后土地利用的第一次收获/功能。       2. 如果只收获一种作物（如 25 年果树种植的果实，不使用木材），则整个库存量可分配给作物总量，与作物收获的具体年份无关；也就是说，每公斤都有相同的库存量。       3. 如果每年收获的作物不止一种，则当年计算的库存量应在这些作物使用土地或将土地封存作其他用途的当年时间内线性分配；也就是说，为简化起见，无需进一步区分当年的前几个月和后几个月。       4. 如果土地使用功能（如木材采伐）发生在所考虑的时间段（此处为 20 年）之后，则应将整个清单分配给该功能，即不仅分配给当年的份额，还应将前几年的清单分配给后来采伐的作物，否则就会丢失/不计。       5. 如果进行联合生产，如一年生作物和最终作物的联合生产 |

|  |
| --- |
| **规定：7.4.4.1 建立农林系统模型** |
| (例如，在这几年中采收乳胶，而在最后采收橡胶木），最后的作物应被视为在总采收期的一半之后采收。   * + - 1. 然后使用[公式 1](#_bookmark263)（见上文）计算应分配给某一年的总库存量的百分比份额（假定作物全年占用该土地或全年无法使用该土地）。       2. 对于考虑期内但短于一年的土地用途，应根据其使用或封锁土地的持续时间在各用途之间线性分摊清单。 |
| * + - 1. **对于情况 b)**，根据亚年度、年度和双年度作物的默认设置，土地转变的 "生产 "清单应分摊的总使用年限为 20 年。除非改变后的土地用途的可预见持续时间较短，可预见的是以自然结束或除短期/有管理的休耕外没有其他用途（例如，刀耕火种的农业在废弃前使用 3 年）。或者可预见的最短使用期较长（如种植周期为 30 年的种植园）。在这种情况下，应使用一个种植/使用周期的期限。       2. 某一年的土地利用（假定作物全年占用该土地或全年不使用该土地）在总清单中所占的比例与土地利用的持续时间/阻碍土地用于其他用途的时间成正比。也就是说，除了前面提到的土壤碳变化的情况外，土地使用转化后的时间长短并不重要，只要在上述定义的时间段内即可。 |
| * + - 1. **土地利用和土地转换产生的其他排放（平衡状态下，不包括养分）：**       2. 在转化后超过一年的时间内发生的其他排放，但是以指数方式发生的，应针对给定情况进行测量或建 模，或使用权威来源的通用数据（如果有的话）。[公式 2](#_bookmark264) 是[公式 1](#_bookmark263) 的一般形式，可应用如下[公式](#_bookmark263) [2](#_bookmark264)：       3. 然后用[公式 2](#_bookmark264) 计算应分配给某一年的总库存量的百分比份额（假定作物全年占用该土地或因其他原因全年无法使用该土地）。       4. [公式 2](#_bookmark264)   X = 分配给所分析作物第 i 年的库存百分比  n = 转换后分配清单的年数，即直到90%的损失/绑定发生为止 |

|  |
| --- |
| **规定：7.4.4.1 建立农林系统模型** |
| 年数从转换开始计算。  i = 转换后种植所分析作物的年数；转换后的第一年为 i = 0 年（如果 i > n-1，则 X = 0，即在考虑的年数之后不分配任何作物）。   * + - 1. 需要注意的是，首先需要确定 XY 的损失总量以及在达到约 90% 的土地利用平衡之前主要损失的实际持续时间。       2. **无平衡项的排放：**       3. 对于没有平衡状态或不是以指数方式达到平衡状态的排放（如土壤侵蚀），需要采用不同的建模方法，但其推理方法与本章讨论的其他清单项目类似。这些损失与种植过程的运行直接相关，因此属于其清单。 |
| I.e.iii) 如果被改造土地上的自然产品也至少被部分使用（如采伐的原始森林木材），则应将其视为多功能系统中的一种功能。 |
| I.e.iv) 同样的规定也适用于农业、牧业或林业以外的土地转换。 |
| I.e.v) 没有平衡状态或不是以指数方式达到平衡状态的排放（如土壤侵蚀）需要采用不同的模 式，同时遵循与本章其他清单项目类似的推理。 |
| 植物暂时从大气中清除二氧化碳并在报废时释放：见第 [7.4.3.7.3](#_bookmark253) 章[。](#_bookmark253) |
| 间接土地利用是间接建模中的一个问题，见第 7.2.4.4 章。 |
| 请注意，如果不能完全满足上述规定，则在报告已达到的数据质量和解释生命周期 评估研究结果时，应明确考虑这一点。 |

**7.4.4.2 模拟废物处理**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.3.3 章的内容）

**概述**

本章重点介绍废物沉积建模、技术圈/生态圈系统边界建模以及废物流清查惯例。

另请参见附件 14.4 中归因模型下的再利用、再循环和回收模型的具体规定，以及附件 14.5 中的相应模型。

**完成从废物管理到基本流动的建模**

废物流（如生活垃圾、报废产品、加工过程中产生的废水、矿石加工过程中产生的尾矿等）不是基本流，而是技术层内部的流。因此，需要对它们的进一步管理和处理进行建模，直到

相关的基本流穿过系统边界。这与系统中任何其他流程的情况相同。

因此，废物流不应原封不动地留在清单中，但有一个例外：对于放射性废物，到目前为止还没有商定的模型；放射性废物流应留在清单中，并至少应区分为高、中和低放射性废物。如果其他废物流留在清单中，则应明确记录，并建议用户完成模型。否则，在解释结果时应考虑缺乏准确性和完整性的问题。

|  |
| --- |
| **常见错误：废物管理模型不完整**  在生命周期评估实践中，经常可以看到相关数量的废物流被保留在清单中，即 LCI 工作以及 LCIA 结果是不完整的。这种情况应该避免，否则就必须报告，并在解释结果时予以明确考虑。  有时，这是由于技术圈和生态圈之间的系统边界定义不明确/不恰当造成的（见第 [6.6](#_bookmark108) 章）。这就导致了一些错误，例如将矿石加工过程中产生的尾矿进行清点，而不是对这些尾矿中的硫酸浸出和金属排放等进行建模。  对所有相关的废物流进行完整建模--例如使用通用或部门平均废物管理模型--是一种可以大大帮助完善现有清单数据的单一手段。 |

此外，还可选择将废物流作为 "提醒流 "保留在清单中，并明确指出其不属于正常（即影响）清单的一部分。需要注意的是，该选项仅作为个别 EPD 系统有时要求的用于报告目的的附加信息，并不能取代对基本流量进行废物管理的完整建模。

**废物盘存公约**

可通过两种方式建立废物处理模型：

* 或者将其作为产出中的废物物理流进行盘点（即从物料流方向的意义上，就像供应链上的所有物料流和货物流一样），
* 或作为输入中的服务流（即在购买服务的意义上，作为输入端产生的成本，与其他服务相同）。

建议在工艺输出中对产生的废物进行建模，因为这样可以减少混淆，尤其是在计算 工艺质量和元素平衡时，而且在建模和绘制系统流程图以及对外交流时也是如此。

**乱扔垃圾/将垃圾丢弃到大自然中**

对于诸如电池等复杂物品的乱扔，应将电池的排放作为基本流进行建模/估算和清查。也就是说，排放流不是 "电池 "本身，而是电池向周围土壤、水和空气的有效排放。这一点很有必要，因为 LCIA 方法无法很好地捕捉到复杂的物品，但仍是一个需要对垃圾情况进行具体建模的清单问题。因此，尽管被丢弃的物品最终会进入环境，但它是作为技术圈的一部分来建模的。根据干预的定义，只有单一物质的排放基本流才会被编入清单。

建议在清单中保留废弃货物的信息，作为提醒流程（见第 [7.4.3.8](#_bookmark259) 章）。释放的模拟假设应记录在案。

最好是将垃圾的行为过程作为单独的单元过程来模拟。

例如，如果材料被丢弃到河流或海洋中，可能会对野生动物产生物理影响。在这种情况下，应按照 LCIA 方法的要求，在相应的基本流程中对这种影响进行记录（仅次于可能发生的排放）。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.4.2 建立废物处理模型** |
| I) SHALL - **废弃物和报废产品沉积：**应按以下方式模拟：[ISO!］ |
| I.a) **建立完整的废物管理模型：**废物和废水处理模型应与技术层和生态圈之间的边界保持一致；否则，这一点应明确记录在案，并在以后的解释中予以明确考虑。这种建模包括所有处理步骤，直至并包括将任何剩余废物弃置到废物堆或垃圾填埋场，并清点这些场所向/从生态圈的排放。放射性废物和地下沉积物中的废物（如矿山填埋）是两个例外，它们应作为特定的废物流保留在清单中，除非对这些废物也进行了详细的长期管理和相关干预建模。 |
| I.b) **建立向自然界丢弃物品的模型：**对于无管理的填埋、排放和乱扔垃圾（即单独将物 品丢弃到大自然中），应将进入生态圈的相关单独干预作为 LCI 模型的一部分进行建模。如果所使用的 LCIA 方法涵盖排放以外的其他干预，则这一点也同样适用。被丢弃/填埋的物品应作为提醒流进行额外清点。 |
| I.c) **将废物作为产出建模：**废物流应按照物料流逻辑建模。这意味着在产生废弃物的过程中，将废弃物作为输出端进行清点（例如，将生产废弃物或报废产品作为使用阶段的输出端）。对于废物管理流程来说，这意味着废物流应相应地在流程的输入端建模，而任何可能产生的次品和剩余废物则在输出端建模。这样可以简化质量和元素平衡。在计算成本时，可将废物处理服务的成本作为附加流量属性分配给废物流。 |
| 注：可考虑使用通用废物处理模型/流程，以限制数据收集所需的时间和资源。 |

**7.4.5命名和其他惯例**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.2.2 和 4.3.2.3 章的内容）

在归因建模和后果建模中同样常见的是一些术语和其他约定俗成的惯例。这些约定识别和定义了相同的常用对象（例如，"二氧化碳 "作为 "向空气中的排放"，"千克 "作为 "质量 "属性的单位，等等）。

这是能够将来自不同数据开发人员的库存数据集组合和集成到系统和LCA研究中，并将LCIA方法正确地链接到最终库存结果的先决条件。否则，将导致多次发生流动，影响评估不完整，库存根本不相容。这些惯例还为适当识别和命名新的基本流程提供了基础，包括需要CAS编号等，以适当和兼容的单位进行测量等。

虽然大多数基本流量以流量属性 "质量 "报告，并以 "千克 "等计量单位表示，但有些基本流量应以 "低热值能量 "报告，并以 "兆焦耳 "为单位表示（如能源资源），有些则以 "千Bq "为单位报告 "电离辐射活度"（放射性同位素发射）。产品流和废物流以单独确定的适当流量属性和单位进行测量。术语和其他约定 "单独文件对此作了详细规定。

这套 ILCD 参考基本流量、流量属性和单位组实施了这份术语指导文件，并提供了一套现成的 19000 多个基本流量以及常用的流量属性和单位组。

有关流量命名和其他约定的更多详情，请参阅 "命名和其他约定"***161*** 。

|  |
| --- |
| **规定：7.4.5 命名和其他约定** |
| I) SHALL - **基本流程：**[ISO+] |
| I.a) **使用 ILCD 参考基本流量：**如果有的话，应默认使用 19000 多个预定义的 ILCD 参考基本流量、流量属性（在 ISO/TS 14048 中称为 "属性"，在 ISO 31 中称为 "数量"）和单位组。 |
| I.b) **统一定义新的基本流：**新基本流量的创建应符合本文件的方法要求（见第 [7.4.3](#_bookmark234) 章）。默认情况下，应根据单独文件 "术语和其他约定 "中的指导，用流量属性（如上热值或下热值）和单位（如兆焦耳或千瓦时）进行测量。只有在预期应用明确要求使用不同单位（如生产年份）时，才可能出现例外情况；在这种情况下，应提请数据集用户注意使用不符合 ILCD 标准的单位。 |
| I.c) **使用 ILCD 基本流量类别：**新的基本流量应归入指导文件 "术语和其他约定 "中定义的基本流量类别和子类别（如 "向淡水的排放"、"来自地下的资源 "等）。如果应用 LCIA 方法（见 [6.7.5](#_bookmark125) 章）需要，可使用不同的分区。 |
| II) SHOULD--**产品和废物流及过程：**产品流、废物流和工艺流程的命名和分类应采用建议的命名法，并应按照 "命名法和其他约定 "指南中给出的流动属性和单位进行测量。[ISO+] |
| III) SHALL - **流量属性和单元组：**新流量的分配和命名 |

**161**该指南还特别针对化学物质（输入和排放）规定了通过CAS No.进行识别，以避免出现错误。

|  |
| --- |
| 属性和单位组应使用 "命名及其它约定 "指南中推荐的命名法。[ISO+] |
| 需要注意的是，对于生命周期评估从业人员来说，需要创建新单位的情况非常罕见；创建新流量属性的情况也很少发生。对于 LCIA 方法开发人员来说，创建新单位组的需求经常出现。 |
| 请注意，如果不能完全满足上述规定，在报告已达到的数据质量和解释生命周期评估研究结果时，应明确考虑这一点。请注意，不符合上述要求的 LCI 数据集清单不符合 ILCD 术语。 |

******7.5开发通用的 LCI 数据**

**概述**

在生命周期评估LCA中，通常要区分特定数据集、平均数据集和一般数据集。在实践中，通常是综合使用。不过，这里对 "纯粹" 的概念进行了解释，因为它们意味着数据收集、建模、记录和审查方面的相关差异。

|  |
| --- |
| **术语和概念：特定、平均和通用数据集**  **特定数据**  纯粹形式的特定数据集代表单一过程（如在特定地点运行的特定技术）或系统（如单一品牌的特定产品型号）。它只包含在所代表的流程中测量的数据。对于整个系统的数据集来说，这意味着所有流程的所有数据都已实际测量过。  **平均数据**  理想情况下，平均数据集以平均的方式将不同的特定数据集和/或其他平均数据结合在一起，以表示流程（如不同的垃圾焚烧技术）或系统（如产品组）的组合。除其他外，平均值可以跨越技术、产品、地点、国家和/或时间。  **通用数据**  在开发通用数据集时，至少部分使用了特定工艺测量的其他信息。这些其他信息可以是化学计量学或其他计算模型、工艺或产品的专利和其他计划、专家判断等。通用工艺可以代表特定工艺或系统，也可以代表平均情况。因此，专门测量的数据和通用数据都可用于代表特定或平均流程或系统的相同目的。 |

一般数据集代表流程或系统的典型变体，平均数据集代表流程或系统的平均情况，在这两种情况下，都是在指定的地理区域和时间内。两者的区别在于如何对数据集进行建模：在第一种情况下，产品及其生命周期被指定为具有典型（或代表性）特征，并相应地对库存进行建模。第二种情况是对几种产品（或技术或生产工厂）分别建模，然后对库存进行平均。

**为通用数据集收集数据**

对于通用数据集，应根据工艺或产品的典型或代表性/平均特征来规划数据收集和系统模型。典型特征包括：所使用的技术路线和原材料基础，

需要满足的减排技术和排放限值、运行参数、材料成分等。需要注意的是，工艺或产品特征的平均化并不总是有用的（例如，生产相同材料的两种截然不同的技术的平均化），或者可能导致分配问题（如果平均化的工艺之一是多功能的）。在这种情况下，应将通用建模和平均化结合起来。

如果有系统或技术典型特征的信息和数据，通用数据集也可以达到很高的质量。通用数据集建模的工作量显然较小，但其应用范围有限，基本上只能用作背景数据集，如果能达到高质量，还可用作基准。

与通用数据相比，特定数据在代表性方面具有明显优势。但在实践中，特定数据并不总是所需数据集的最合适来源。例如，如果可用的特定数据的质量低于通用数据，就会出现这种情况。一般来说，目标应该是首先寻找可用的特定数据或对其进行测量，然后再采用通用方法。

**7.6选择次级 LCI 数据集**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.2.3.3.2 章的内容）

**概述**

辅助数据是指并非基于前台系统中各工序测量结果的数据。也就是说，如果缺失的前台工序的数据是从专利中获得的，这就是二级数据，即使是由工序操作员完成的。此外，所有用于后台系统的数据都是辅助数据，即使是由供应商提供的数据**162** 。

就背景系统而言，国家或地区生命周期评估项目、咨询公司和研究团体的生命周期评估数据库中提供了来自二级数据提供者的数据（特别是通用或平均过程数据集）。确定合适数据集的一种方法是即将建立的 ILCD 数据网络，该网络允许所有数据提供者根据自身条件发布其数据集，只要数据符合 ILCD 手册的最低要求或其他可能设定的入门级要求即可。

|  |
| --- |
| **经常出错：背景数据的方法不够一致**  在选择辅助数据集时，重要的是要确保系统模型建模中使用的所有数据集在方法上是 一致的。遗憾的是，在实践中经常可以看到使用不一致数据的情况。这是由于缺乏对这一问题的认识，或为了省力或省钱而忽略了这一问题。然而，使用来自不同数据系统的不一致数据会使整个 LCI/LCA 研究变得不可靠和失真，往往会得出错误的结论和建议。因此，对方法一致性的分析是独立外部审查程序应涵盖的一个关键问题。 |

在选择次级数据（如背景使用的通用数据和平均数据）时，必须考虑其方法的适当性和一致性，以及清单的数据质量，即其代表性、完整性和精确性。这对于确保这些数据与主要数据一起达到系统生命周期指标所要求的完整性和精确性是不可或缺的。适当记录这些数据

**162**请注意，"二手数据提供者 "一词通常是指除生产或提供服务的企业及其行业协会之外的所有其他来源。例如，顾问或研究团体。集，例如为此目的开发的 ILCD 数据格式，对正确选择和使用这些数据集以及解释结果都有很大帮助。

**预先验证的数据**

建议使用已经过独立审查的通用背景数据集（也可使用平均数据，如行业协会提供的数据），因为这样做有两个好处：可以独立保证数据集的质量。此外，由于数据集已经过审核，在使用数据集时，只需判断所选流程是否适合所分析的系统，因此大大降低了审核工作量。

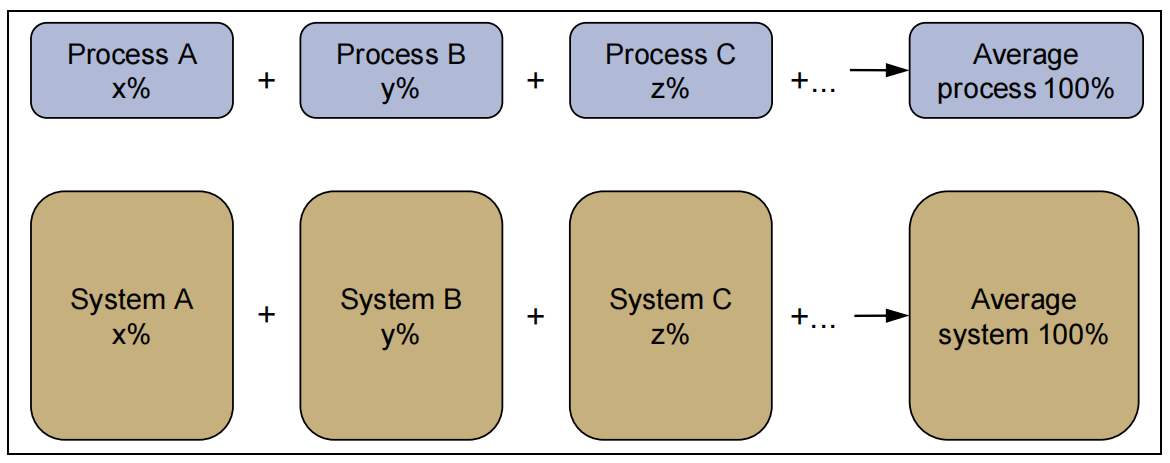
|  |
| --- |
| **规定：7.6 选择次级 LCI 数据集** |
| 请注意，这些规定也适用于作为交付品的单元过程和部分终止系统数据集的开发，因为需要从系统的角度对截止规则进行评估。 |
| 归因和后果建模以及情况 A、B 和 C 至少需要部分不同的建模数据集。 |
| I) SHALL--**使用一致的辅助数据集：**系统模型中使用的次要数据（通用数据集、平均数据集或特定数据集）应在方法上相互充分一致，并与专门收集的主要数据集充分一致。 |
| II) SHOULD--**以质量为导向选择辅助数据集：**应根据更严格意义上的数据质量（即技术、地理和时间方面的代表性、完整性和精确性）来选择辅助数据集。此外，其参考流程和/或功能单元应足以代表所分析系统中的特定流程、产品或服务。 |
| III) MAY - **优先选择预先验证的数据集：**建议优先选择已经严格审核过的数据集（"预先审核过的数据"），因为这样可以减少对分析系统进行审核的工作量：只需审核这些数据集在分析系统中的适当使用。[ISO+] |
| IV) MAY - **优先选择文档齐全的数据集：**建议优先选择有全面、有效组织的文档支持的数据集。这样，建模者（以及后来的审核者）就能判断数据集的质量及其是否适合所分析的系统。[ISO+] |
| 通过使用可由用户调整/重新建模以与所分析系统保持一致的单一操作单元过程数据集背景系统，或通过使用与所分析系统中应用的方法一致的 LCI 结果数据集，有助于综合利用不同来源的数据。 |

**7.7平均 LCI 数据**

**概述**

[图 22](#_bookmark277) 说明了流程平均（也称横向平均）和系统平均（也称纵向平均）的主要不同形式：在流程平均法中，两个或多个流程提供相同的功能，但代表不同的系统，例如技术、地点、年份等。这通常根据清单对所要反映的平均情况的贡献大小，对清单进行平均分配。例如，钢铁行业可能会开发一个全球行业平均的高炉（BOF）工艺数据集，方法是逐一清点各个生产基地的高炉工艺，并根据每个生产基地对高炉钢材总产量的相对贡献进行加权/缩放，将清点的数据相加。在这种求平均值的过程中，任何缺失的数据通常都会用类似生产基地的数据来填补，以确保技术和国家组合等能够很好地代表平均水平。

系统平均法类似于对两个或多个系统的 "从摇篮到入口 "或 "从摇篮到坟墓 "库存进行平均。例如，在上述例子的基础上，是否可以对不同地点的转炉钢材 "从摇篮到炉门 "库存进行加权求和和平均。这将包括转炉工艺的背景系统，即得出转炉钢材作为一种产品（"系统"）的全球平均值。

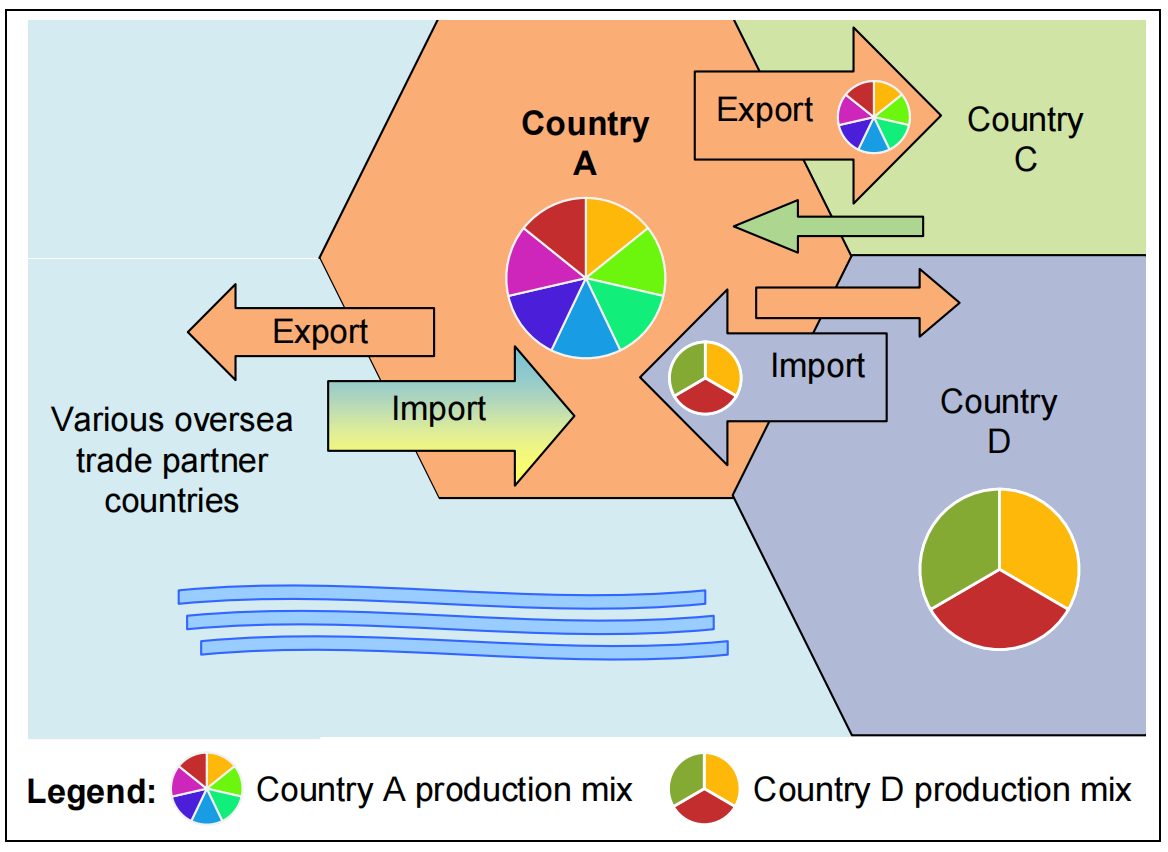


**图 22 过程平均（"水平平均"，上图）和系统平均（"垂直平均"，下图）；示意图。**

如前所述，在实践中往往会发现特殊方法和通用方法的结合，例如，不同的生产路线和不同的原材料基础无法有效地整合到一个 "典型 "过程（或甚至整个生命周期）中，因此，主要的变体作为通用数据集进行建模，然后对清单进行平均。

生产、供应，特别是消费组合数据集是一种特殊且常用的平均数据集；后者是生命周期 评估中最常见的数据集。[图 23](#_bookmark278) 举例说明了这些概念：

* A 国某一产品的生产组合是生产该产品的不同技术/路线的库存平均值，按在 A 国领土上运营的该时间段内的产量加权。生命周期评估中应使用的权重是产品的物理单位（如质量、体积、件数），而不是产值或市值。
* 消费组合是生产组合的库存加上进口产品的库存减去出口产品的库存。在将数据平均到加权消费组合时，应考虑不同国家进口产品的构成和数量。需要注意的是，除图中示例外，一个国家的出口组合往往不同于其生产组合，在目标国之间也是如此；需要分析这些差异是否与所分析的系统和问题相关。当然，进口组合也是如此。
* 供应组合就是生产组合加上进口组合，即国内可供消费的产品组合。



**图 23 国家间贸易关系示意图，作为计算产品生产、消费和供应组合的基础。**

请注意，在计算一个国家的服务组合时，需要注意避免重复计算，因为进口服务可能是在该国领土上实际进行的（如现场咨询服务），而其他服务则是在外国进行的（如为分析国公民提供的旅游服务）。也就是说，除了货物的实际流动是从源头到下游之外，服务的实际流动是在源头和下游之间进行的。例如，在另一个国家提供服务的工作人员或在另一个国家接受服务的游客，这一点就不那么清楚了。一般来说，无论是商品还是服务，产品的流动方向都与资金的流动方向相反。这有助于识别和计算此类贸易组合。

**为 LCI 平均数据集收集数据**

在结合生产商的具体数据集来计算平均数据集时，应根据各生产商或某条生产路线对总产量的相对贡献等信息来规划数据收集工作（参见前面关于平均BOF工艺和BOF钢材产品平均数据集的示例）。这对于计算具有代表性的加权平均数据集是必要的。如果经常出现无法获得所有生产基地或服务运营商的数据的情况，则需要其他补充信息，特别是现有库存数据和特定技术、国家等在市场中所占的份额。

因此，平均数据集往往比通用数据集更能代表过程或系统。只要有足够代表性的数据，这种方法是有效的。

所有相关的产品变种、生产基地等，并可附有相关产品或生产基地之间数据差异程度的统计信息。与一般数据集相比，平均数据集的数据收集工作显然更繁重，但这种方法也有其他优势，例如可以进行内部基准测试、弱点/改进分析、生成针对特定生产商的 EPD 等，也就是说，预期应用在很大程度上决定了哪种变体更可取。

**7.8 系统建模**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.2 章的内容）

**导言和概述**

该系统的建模将采用第 [6.5.4](#_bookmark95) 章中确定的 LCI 建模框架，作为范围定义的一部分，并与 LCI/LCA 研究的目标相一致。

这包括两个相互关联的方面：如何按照所使用的 LCI 建模框架对系统进行实际建模。本章对此进行了阐述。关于总体方法问题，请参见第 [7.4.3](#_bookmark234) 和 [7.4.4](#_bookmark261) 章。

第二个问题也是更复杂的问题是，必须解决工艺的多功能性，即确定并应用分配标准（用于归因建模），或确定在替代情况下使用的替代工艺（用于后果建模）。

解决归因建模的多功能性问题将在下一分章中介绍。

在 [7.2.4.6](#_bookmark191) 章中已经讨论了为后续建模确定被取代流程的指导，因为它属于确定系统边界内流程的早期步骤。

**填补初始数据空白**

对于 "从摇篮到入口 "或 "从摇篮到坟墓 "系统，原则上应采用与单元过程相同的临时质量控制标准（系统方法见第 [7.4.2.11](#_bookmark228) 章和第 [9.3.2](#_bookmark311) 章）。此外，在整个产品系统中，需要多少特定的单元过程也起着作用：对于产品系统中那些对最终结果（即对产品的整体环境影响）贡献不大的部分，截止标准可以不那么严格，但仍能达到完整性和精确性的整体要求。例如，如果对一台笔记本电脑的整个生命周期进行分析，用于内部线路绝缘的聚氯乙烯（PVC）可能影响不大，"数据估计 "质量的数据可能就足够了。而在使用阶段，耗电量可能会占到 50%。因此，必须纳入高质量的数据，以实现整个数据集的高精度和高准确性。

为填补数据空白，可考虑使用估算数据集。例如：

* 通用数据或平均数据，以弥补特定数据的缺失，
* 一组同类产品的平均数据，以弥补该组其他尚未分析的产品的缺失库存数据，
* 与来自其他数据源的相同或类似工艺的其他更完整、更高质量的数据（例如，用于改进生产商特定工艺的行业平均数据）的相关性，
* 技术专家/工艺操作人员的合理判断。

相关的数据缺口一般应使用方法上一致的数据来填补。相关性较低的空白也可以用方法上不完全但足够一致的数据集来填补，同时按照本文件的指导进行开发，并满足总体质量要求。

只有能提高所分析系统最终清单总体质量的数据估计值才能用于填补数据空白。这意味着单个数据集的质量水平至少应相当于 "数据估算"（见附件）。

**扩展系统的所有进程**

对系统进行建模意味着对分析系统的系统边界所包含的所有过程的库存进行正确的标度。在实践中，这意味着要确保连接前景系统和背景系统的所有产品流和废料流都被适当的背景工艺流程所 "饱和 "***163*** 。如果已经从数据提供者那里收集或编制了所有必要过程的清单，那么这一步就非常简单了。在广泛使用的生命周期分析软件工具中主要有两种方法：

* 在 "工艺流程 "方法中，建模工作是通过人工或半自动方式将工艺流程通过其输入和输出的产品流和废物流连接起来。
* 在 "矩阵 "方法中，只要所有流程的输出端和输入端的所有待连接产品流和废物流的名称相同，这种连接就会自动完成。

在实践中，往往无法获得所需的工艺数据集，但可以使用类似产品的数据集（例如，用 "碳钢方坯 9SMn28 "代替 "碳钢方坯 9SMn36"）或类似地区的数据集（用 "NL - 氨；技术，液体 "代替 "BE - 氨；技术，液体"）。在 "矩阵" 工具中，这种情况需要额外的机制和/或手动重命名或复制流程，以确保建模正确。在 "流程链 "工具中，此类流程需要手动连接这些产品流或废物流。详情请参阅您的生命周期评估软件手册。

**额外的质量控制**

从形式上看，这是在收集数据或从数据提供者的后台数据库中汇编数据时完成的一个步骤，但实际上，在建立系统模型时，LCI 建模人员要再次检查所用后台程序的适当性。这项工作是通过数据集文档完成的，特别是关于数据集的技术、地理和时间代表性，以及方法的适当性和一致性。系统模型结果的整体完整性和准确性随后将根据计算出的 LCI 结果进行检查（见 [7.10](#_bookmark293) 章），并根据 [6.6](#_bookmark108) 章中定义的系统边界进行控制，使清单中不存在定量相关的未连接产品流和废物流。

**参数设置**

在使用参数化流程时（如运输、废物管理，以及混合不同流程以代表市场组合或技术组合的混合流程），必须为所有这些流程设置针对具体情况的正确参数值。

**163**无论是使用 LCI 结果的背景系统，还是使用单元过程的背景系统，这一点都是独立适用的，因为在实践中，实践者会将所分析产品系统的特定前景系统嵌入到背景系统（数据库）中。

|  |
| --- |
| **规定：7.8 建立系统模型** |
| 适用于情况 A、B 和 C，有区别。  归因模型和后果模型的区别。 |
| 也适用于作为交付成果的单元过程和部分终止系统数据集的开发，但仅限于量化所实现的完整性和精确性，因为需要从系统的角度对其进行评估。 |
| I) SHALL - **正确标定清单：**系统边界内所有过程的清单应正确地相互缩放，并与所分析系统的功能单元和/或参考流程缩放**164** 。 |
| II) SHALL - **完整的系统模型：**除定量代表系统功能单元的参考流外，不得有任何与定量相关的产品流或废物流未建模/未连接（关于废物流的其他规定，见 [7.4.4.2](#_bookmark266)）。否则，应明确记录这些流量，并在解释结果时考虑由此造成的准确性和完整性的缺失。[ISO!］ |
| 需要注意的是，对于所有单元过程和部分终止的系统，相应的产品和/或废物建模过程的选定库存被有意地排除在系统边界之外。尽管如此，它们的系统仍然是完整的，只是为了应用截止规则。 |
| III) SHALL - **设置参数值：**将参数值设置为所有使用的参数化过程数据集（如有）中所需的值。[ISO+] |
| IV)MAY - **进行另一轮临时质量控制：**建议在建模过程中预先检查数据集或系统是否正确建模，是否符合范围阶段确定/微调的质量要求；单位过程的临时质量控制规定同样适用（见第 [7.4.2.11](#_bookmark228) 章）。为填补所含过程和系统的初始数据缺口，可考虑使用估算数据集。例如[ISO+］ |
| IV.a) 缺失特定流程/系统的通用或平均数据集、 |
| IV.b) 一组类似过程或系统（如产品）的平均数据集，用于该组其他尚未分析的过程或系统的缺失过程/系统、 |
| IV.c) 与来自其他数据源的相同或类似工艺的其他更完整、更高质量的工艺数据集（例如， 用于改进生产商特定工艺的行业平均数据）的相关性。 |
| V) SHALL - **使用一致的数据来填补数据空白：**数据缺口应使用方法一致的数据集来填补，而相关性较低的缺口也可以使用方法不完全但足够一致的数据集来填补，同时按照本文件的指导进行开发，并满足下文详述的总体质量要求。[ISO!］ |
| VI) SHALL - **使用质量足够高的 LCI 数据集来填补空白：**只有数据和数据集 |

**164**这可以通过所有工序以正确的数量通过临时产品和废物的参考流相互连接来实现。从中央工序和系统功能单元或参考流的数量开始，所有其他工序逐步进行，并相对缩放。具有图形建模界面的生命周期评估软件以这种方式显示系统，和/或用户通过在该界面上连接流程来明确地对系统进行建模。根据软件所采用的建模方法，还可以找到其他机制来达到相同的缩放目的。

|  |
| --- |
| 应使用能提高所分析系统最终清单总体质量的数据来填补数据空白。这意味着单个数据或数据集的质量至少应相当于 "数据估计 "质量水平。另见第 [7.4.2.11.3](#_bookmark231) 章和附件 [12.3](#_bookmark339)。应报告剩余的数据差距。[ISO!］ |
| 请注意，在宣布已达到的数据集质量或从生命周期评估研究中得出结论或建议时，应清楚地记录和明确考虑用于填补初始数据缺口的方法以及由此导致的整个数据集缺乏代表性、精确性和方法一致性的问题。 |
| 请注意，[9.3.2](#_bookmark311) 章详细介绍了对已实现的总体环境完整性/截止值的最终检查[。](#_bookmark311) |
| 请注意，必须明确报告关于遗漏生命周期阶段、活动类型、单个过程或基本流程的任何决定，并且应证明，从 LCI/LCA 研究结果的预期应用来看，这些决定对 LCI 结果没有重大贡献。否则，在宣布所取得的数据集质量和/或从研究中得出结论和建议时，就需要报告和考虑这些数据集质量和/或从研究中得出结论和建议。 |

**7.9解决归因建模过程中的多功能性问题**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.4 章）

**7.9.1导言和概述**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.4.1 章的内容）

**多功能性问题**

(关于多功能性的概述以及解决这一问题的不同方法，另见第 [6.5.3](#_bookmark83) 章）。

许多工艺通过产生一种以上的产品（共同产品，即共同产品和共同服务）或为一种以上的投入提供服务（如混合废物流的废物处理），或其组合，有助于提供一种以上的功能。

这种多功能工艺的问题在于，在生命周期评估中，我们需要分析单一系统，以确定与其生命周期相关的具体环境影响。然而，在现实世界中，几乎没有任何系统是孤立存在的。一旦作为被分析系统一部分的流程中出现了副产品，它通常会被用于另一个系统中。这意味着该过程也成为另一个系统的一部分***165*** ，其对环境的影响也不再完全归因于我们所研究的系统。

一个表面上不同但在方法上完全类似的共同影响情况与产品报废和生产或使用过程中产生的废物的再循环有关：一种材料可能被再循环，能源可能被回收，或部分材料可能从一个系统中再利用，并在一个或多个其他系统中再次使用。这意味着，提供二次资源或部件是产生废物或报废产品的系统的另一项功能：与二次产品***166*** 相关的影响应由使用这些产品的系统共同分担。

**165**这也被称为 "共享进程"。

**166**在此，"二次产品 "一词被用作回收材料、回收能源、再利用或进一步使用的部件等的总称，即从报废产品废物中产生的任何（二次）功能。

请注意，下一章仅就归因建模中多重功能的解决提供指导，因为后果建模中的相应任务已 在关于识别和描述过程的 [7.2.4](#_bookmark183) 章中讨论过。这是必要的，因为在后果模型中，这一步直接影响到模型中要包含的过程，即不像在归因模型 中是一个后续步骤。

**解决多功能性问题**

在（历史上形成的）"分配 "标题下，ISO 14044:2006 对这一多功能性问题的不同方法进行了分级***167*** 。在第 [6.5.3](#_bookmark83) 章中，详细介绍并说明了 ISO 分级体系和不同的 LCI 方法。同时还发现，解决多功能性问题的方法必须与 LCI/LCA 研究的目标相一致，特别是与决策背景相一致，因为与目标相一致是 ISO-LCA 的指导原则。这意味着在分配和替代之间不能自由选择，但 LCI/LCA 研究的目标决定了哪种方法在理论上是合适的：如何处理多功能过程与所应用的 LCI 建模框架密切相关，是后果式还是归因式（见 [6.5.2](#_bookmark80) 章），必须根据这一选择来确定。

本章涉及归因模型，即情况 C2 和不可能或不可行的替代情况；见其他情况的相关规定。这意味着第一步是将多功能的黑箱单元工序细分为单一功能的单工序单元工序，从而将 实际需要的生产工序分离出来，避免了分配的需要。如果基本上不可能这样做，或由于其他原因实际上不可能这样做，那么下一步就是分配 （分区）（见 [6.5.3](#_bookmark83) 章）。

**7.9.2通过虚拟细分避免分配**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.4.2 章的内容）

多功能性可体现在两个层面上：单一操作单元过程，主要是无法为数据收集目的进一步细分（例如，NaCl 电解过程，产生 NaOH 溶液、Cl2 和 H2 等副产品）；黑盒单元过程，可进一步细分（例如，一条生产线，产生多种聚合物包装等副产品）。

在第一个例子中，分配是归因模型下解决多功能性的适当方法。

在第二个例子中，第一个选择是将相关的 "包装制造 "过程细分为不同包装所包含的具体过程，如果这样可以将所分析的产品或服务的生产与辅助功能的生产分开的话；见[图 8。](#_bookmark89)第 [7.4.2.2](#_bookmark207) 章提供了详细的细分指导。

如果由于无法获取数据或资源限制而无法进行细分，虚拟细分在许多情况下可以完全或部分地挑出只与所需功能有关的清单项目。这样可以使清单更加准确，因为只需分配可能的剩余清单项目；还可以提高数据的可审查性。第 [7.4.2.2](#_bookmark207) 章还提供了有关虚拟细分的更多细节。

**167**由于该层次结构涵盖了除分配以外的其他方法，因此，"解决流程的多功能性" 这一包罗万象的标题更为清晰和恰当。

|  |
| --- |
| **规定：7.9.2 避免通过细分或虚拟细分进行分配** |
| 适用于情况 C2。适用于情况 A、B、C1，前提是根据这些情况的具体规定（见 [6.5.4](#_bookmark95)），细分、虚拟细分和替代/系统扩展不可能或不可行。 |
| 仅适用于归因建模，除非在后果建模中替代是不可能或不可行的。 |
| I) SHALL - **分析理论上是否可以通过细分来避免分配：**调查所分析的单元过程是否是黑盒单元过程（概念[见图 7](#_bookmark87)）：它是否包含其他物理上可 区分的子过程步骤，理论上是否有可能只收集这些子过程的数据？接下来，检查细分是否能解决该黑盒子单元流程的多功能性问题：能否在最初的黑盒子单元流程中识别出一个流程或流程链，并对其进行单独建模，使其只提供一个所需的功能输出？ |
| II) SHALL - **避免通过细分或虚拟细分进行分配：**根据结果，应采取以下步骤： |
| II.a) **细分：**如果有可能只收集所含工序的数据，而这些工序只有一种所需的功能输出：则应只收集所含单元工序的清单数据。 |
| II.b) **部分细分：**如果不可能（即所分析的单元过程包含归属于所要求的功能产出的多功能单一操作单元过程）或不可行（例如，由于缺乏获取途径或成本原因）：至少应单独收集所包含的一些单元过程的清单数据，特别是那些对清单有主要贡献且无法以其他方式（例如，通过虚拟细分--见后面的规定）仅明确归属于一个共同功能的单元过程的清单数据。[ISO+] |
| II.c) **虚拟细分：**应检查是否有可能根据对流程/技术的理解，通过推理对多功能流程进行部分或全 部虚拟细分。只要能确定并明确量化关系，将某一流程的类型和数量与至少一个辅助功能/参考流程准确联系起来（例如，可通过细分所收集的数据，将制造厂中仅用于所分析产品的特定机械部件或辅助材料明确分配给该产品），就属于这种情况。对于可以做到这一点的工序，应进行虚拟细分，将所包含的工序分离为自己的单元工序。第 [7.4.2.2](#_bookmark207) 章提供了该方法的更多细节。[ISO+］ |
| II.d) **证明分配的必要性并记录潜在的失真：**如果前面的子步骤不可行，实际或虚拟分隔不可行，则应采用分配的方法（见下一章）。此外，只有在理论上可以进行细分但没有进行的情况下，才应至少通过定量近似或推理来证明/论证，与细分相比，分配的决定不会导致由此产生的清单出现相关差异。如果导致相关差异，则应记录相关情况，并在以后评估数据集的准确性和解释生命周期评估研究的最终结果时分别予以明确考虑。[ISO!］ |
| 需要注意的是，虚拟细分也可以改善分配的基础，使结果更加准确。 |

**7.9.3通过分配解决多功能性问题**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.4 章）

**7.9.3.1概述**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.4.1 章的内容）

对于需要采用分配（而不是替代）来解决不可进一步细分的单元过程的多功能性的情况，应确定分配标准***168*** 。

按照 ISO 14044:2006 中的同样建议，分配标准通过两步程序确定，以物理因果关系为起点和基础。

以下各小节将对这两步程序进行总结：

* 作为第一标准，每个非功能流程与流程中的共同功能之间的其他 "确定物理因果关系 "将被确定并应用于***169*** 。其中部分工作是使用虚拟细分方法，尽可能将流程分配给协同功能。
* 对于无法以这种方式分配的流量，应采用第二种通用分配标准进行分配，即在特定条件下，共同功 能在其离开流程（或进入流程，如废物和生命末期处理服务）时的市场价值。

虽然第一条标准的某些规则和示例显而易见，但情况并非总是如此。因此，本文从简单和明显的情况入手，努力明确说明和举例说明这一程序，以确保在实践中的可重复性。

废弃物和报废产品的回收利用是一个特殊问题，需要采取更多步骤，因此在单独的附件 [14](#_bookmark356) 中进行了阐述。

**7.9.3.2第一项标准 "确定物理因果关系"**

**(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.4.2 章的内容）**

**确定物理因果关系**

决定性的物理因果关系既与商品有关，也与服务有关。这一表述由三个部分组成：因果性、物理性和决定性：

- "因果关系 "涉及非功能流的存在和数量是否由相应的共同功能引起的问题。

- "物理因果关系 "是指，该因果关系应是物理上可确定的因果关系，包括广泛的物理流属性 （例如，特别是能量含量（焓、热值下限和上限、放热、熵）、质量、体积、长度/距离、特定元 素/物质/材料/部件含量、件数（项目数、个体数、微粒/摩尔数））。就服务而言，物理性质通常与服务时间/持续时间结合使用，例如

**168**但要注意的是，如果从有限的、理论上的决策后果角度来看，系统扩展/替代才是正确的做法，那么在这种情况下也可能需要进行分配。

**169**我们认为有必要为主要产品类别制定补充实践手册，以进一步提高实用性和可重复性。这可以遵循制定产品类别规则（PCR）以支持环境产品声明（EPD）时所采用的一般逻辑。

这是它最适用的参照单位。也就是说，两个或多个属性加在一起是因果决定的。

* 最后，"决定 "指的是，往往存在几种因果物理关系，其中只有一种或两种关系的组合决定了非功能流的存在和数量。

确定物理因果关系的方法是回答以下问题："非功能流是否对一种或多种副产品具有特定功能，我能否通过物理标准量化这种功能的程度？以及"如果是，是否还有其他非功能流在数量上或部分上是最初确定的、由物理原因引起的非功能流的直接或间接后果？

值得注意的是，除了在实践中经常发现的情况外，没有必要对所有非功能流采用相同的物理因果关系标准。相反，这种做法很少正确：物理因果关系通常是针对某个流程的，就像基本现实是特定的一样。这适用于黑盒单元流程，其中特定流程和特定库存项目与所分析的功能相关。请注意，这也适用于多功能单一操作单元流程，在这种流程中，特定的输入产品（如氯等化学 品）最终只产生一种副产品（如作为副产品之一的氯化化学品）。这就意味着，通常需要对库存的不同非功能流进行综合、多重分配。

**在物理因果关系中应用虚拟细分逻辑的原则**

虚拟细分的逻辑与确定物理因果关系的逻辑密切相关：二者都旨在确定哪些库存项目的数量与哪些联合产品完全相关，反映它们之间的物理关系。例如，所有实物体现在任何一种共同生产产品***170*** 中的投入品都可以直接分配给它们。关于虚拟细分的第 [7.9.2](#_bookmark283) 章和[第 7.4.2.2](#_bookmark207) 章举例说明了这一点，即进入卡车生产线的不同部件，最终都只能在使用该特定部件的特定卡车中找到。

**体现货物（产品流）**

货物的一个明显例子是组装成更复杂货物的组件，例如，进入定制卡车多条生产线并最终组装成特定卡车的特定组件被分配给它们所组装的卡车。在这个例子中，流程部分实际上是按照定性的理解进行细分的，将单个输入产品流分配给接收的副产品。请注意，这一步骤等同于前面提到的根据对该流程的定性技术理解对单元流程进行虚拟细分。这甚至适用于物理上无法进一步细分的单一操作单元流程。

一个类似的例子是，一台注塑机可以加工不同的聚合物，每种特定聚合物的输入流 量都分配给由其制成的特定成型件（另见第 [7.4.2.2](#_bookmark207) 章 "细分和虚拟细分"）。

在其他情况下，直接进入加工过程的同一种材料可以在多个共同生产的产品中找到。例如，进入锯木厂的圆木同样存在于共同生产的木梁、木板、木片和锯屑中。包含在各自副产品中的圆木产品流的数量被分配到其库存***171***。

**170**物理体现显然与服务无关。

**确定物理因果关系的组成部分**

下一步是在更广泛的意义上确定物理因果关系。

必须注意只确定因果关系，而不确定其他非因果的物理关系（并随后确定哪种关系是决定性的）：例如，在开采作为功能材料的花岗岩时，花岗岩砖与花岗岩砾石作为有价值的副产品一起生产。采矿本身和将原块运往工厂的过程都需要按质量分配给这两种副产品，因为这两种产品的生产都需要实物。将砌块切割成瓦片和剩余的砾石作为切屑，同样是两种副产品所需的物理过程。不过，切割过程只对副产品瓷砖有决定性作用，因为这与瓷砖表面光滑切割的特性有关，而与花岗岩砾石无关。

一个类似的例子是金矿石提取工艺，应用的采矿化学品与整个矿石物理混合，但只对提取的金（以及该化学品提取的其他金属）有决定性作用，而对该工艺产生的岩石没有决定性作用，尽管这些岩石可能是用于道路建设的有价值的副产品。与上述花岗岩示例相同，前面的金-矿石开采和研磨过程对这两种副产品都有物理要求***172*** 。正确识别决定性物理因果关系的关键是理解将每种副产品与需要分配的其他非功能流相 联系的因果关系。

以下段落介绍了如何针对不同类型的非功能性流动以及共同生产的产品和共同提供的服务来确定这种决定性的物理因果关系。举例说明有助于澄清和进一步指导其应用：

**将商品的投入分配给共同服务：**

就共同服务而言，任何产品、组件、消耗材料等投入的使用，凡是专门用于提供各 项共同服务功能的，显然都是一种决定性的物理关系。

请注意，这一步与前面描述的根据对单位流程的定性理解对该流程进行虚拟细分的过程相同：例如，一家零售店可能出售冷冻食品等其他商品。冷冻库的生产和运营将专门分配给在冷冻库中展示销售的商品（关于如何在冷冻库销售的各种商品中分配冷冻库的问题，请参阅下文）。

**共同生产产品的投入分配：**

就副产品而言，在许多情况下，所使用的输入产品、能源载体等在很大程度上同样可以根据它们与单个副产品相关的具体功能进行分配。例如，氯碱电解过程中使用的电能用于水的分离，从而产生富含能量的氢气和氯气作为副产物。

**171**请注意，这并不等同于按质量分配，因为非计价产出的材料损耗尚未解决，需要在后续步骤中进行分配。

**172**有人可能会说，为了获得一些低价值的砾石作为副产品，深层地下金矿开采所付出的高昂努力其实并无必要。然而，这种考虑是结果性的，是将成本视为原因。从归因上讲，从那个深度开采矿石来生产特定的砾石是必要的（物理因果关系）。

因此，H2 和 Cl2 的焓是使用电力的适当分配标准，反映了将能量带入副产品的决定性物理关系。在哈伯-博施合成氨的类似例子中，天然气是从空气中捕获氮气以生产氨的能源。二氧化碳是副产品（如果捕获，例如用于尿素生产的后续步骤，并且不排放）。天然气的能量只存在于氨气中（除了工艺效率低造成的能量损失），而二氧化碳中则完全没有。同样，焓的作用是将产品天然气流的存量分配给氨的副产品。

**共同生产产品的服务投入分配--导言：**

许多服务的投入可根据其使用的相对时间长短，结合确定的物理因果关系分配给副产品。

可以区分并行和串行服务：

**将服务投入分配给共同生产的产品--平行服务：**

并行服务是指同时并行为几种副产品提供服务，并以类似的方式与副产品相关联。例如，仓储设施、运输设备、制造车间和生产设备提供的服务***173*** 。例如，对于运输来说，运输时间是一个因素（当然，它等同于运输距离，在实践中通常使用 运输距离，事实上等同于共同运输）。此外，还需要检查共同运输货物的重量或体积是否是决定使用运输服务多少的限制性物理因 素。持续时间与质量或体积相结合将被用作分配标准。至于是质量还是体积起决定作用，可以通过评估给定的运输情况是否受货物质量的限制（即卡车在质量上已满载），或者是否可以增加更多的质量，但卡车在体积上已满载来确定。

再以零售业使用的冷冻柜为例，商品在冷冻柜中的平均存放时间加上决定性的物理因素（在此我们可以得出结论，这是单个商品的体积**174** ）被用来在通过冷冻柜销售的众多商品中进行分配***175*** 。

另一个例子是供暖、照明和为多条笔记本电脑组装线提供一个大厅结构的服务投入流：不同合作生产的笔记本电脑的组装时间将是这三种投入的分配标准。在可能的物理标准（质量、体积、件数）中，笔记本电脑的件数可单独作为以下标准

**173**有人认为，从服务的角度来理解这类产品会更清晰，例如为装配线提供大厅结构、供暖和照明等服务，而不是将其视为一种产品。除了产品中的材料或部件外，所有这些建筑等只是为共同生产提供服务。因此，与最终实际用于联合生产的产品的元素、质量或能源含量的分配标准相比，它们通常还需要其他的分配标准（如储藏室的使用期限、照明等）。事实上，许多此类基础设施也是根据租赁合同（"产品-服务系统"）运营的。

**174**虽然货物的热容量也起一定作用，但我们可能会发现，主要的能耗是用于补偿通过冷冻室表面的损失，包括顾客打开冷冻室顶部或门的损失。撇开对货物/包装形状的一些更复杂的考虑，即货物/包装在冷冻室中的填充程度和到达冷冻室时的冷度，在大多数情况下，体积可能仍然是最合适的标准。

**175**需要注意的是，确定储存时间和储存量的精确度取决于冷冻储存与所分析的整个产品系统的相关性。在生命周期评估的迭代方法中，在对这些数字进行初步粗略估算后，将确定这一过程的相关性，只有在相关的情况下，才需要更详细地确定储存时间和储存量。

如果我们假定具体的质量或体积并不决定大厅的大小和照明等，那么就会产生限制。

再举一个服务业的例子：经营一家律师事务所，为不同客户提供法律服务，其存货将按 客户使用律师事务所的时间长短来分配。至于物理标准（可以想象：质量、体积、件数），我们可能会同意客户的件数（即数量），而不是其质量或体积。

最后一个关于运输服务的例子：在分配飞机客运的情况下，情况就变得更加棘手了，因为乘客的质量和数量实际上都是有限的（由于最大起飞重量和可用乘客座位数；任何剩余重量都可用于额外的货物运输）。然而，在一般情况下，座位数和可用总重量都不会达到饱和。因此，在任何情况下，我们都需要在乘客数量和货物重量之间进行分配。如何分配？飞机的耗油量和相关排放物（只看库存的这一部分）是由飞机的空气动力（主要由飞机的外部尺寸和形状决定）以及飞机的起始总重量决定的。任何额外的乘客只会影响起始重量，就像任何额外公斤的货物一样。因此，决定性的物理因果关系仅仅是质量。这个例子也说明了经济分配的问题：在这种情况下，低票价座位与同一舱位的正常票价座位相比影响很小，但两者对燃油相关库存的贡献相同。

但是，如果并行服务以明显不同的方式与所调查的生产系统的副产品相关，并且单元工艺不能细分为完全非多功能工艺，则应采用一般分配标准。

**将服务投入分配给共同生产的产品 - 系列服务**

串行服务是指一个接一个地对副产品执行相同的操作（例如，喷漆车间一个接一个地对不同的金属部件进行喷漆）。严格来说，这些工序都是可细分的，都有单独的测量值。但是，如前所述，这在实际操作中可能并不容易实现：如果串行服务在一段时间内以相同的强度提供服务，则可以简单地按照不同共同产品相继进行服务的持续时间进行分配。在其他情况下，可以使用所服务的共同产品的物理特性（例如，在喷漆车间的例子中，可以使用待喷漆金属部件的表面。在清洁服务的情况下，如果地板类型相同或相似，清洁过的地板表面同样是决定性标准）。系列服务的强度可能会随着时间的推移而改变，或者所服务的共同产品具有相关的不同特性（例如，既清洗地毯又清洗 PVC 地板）。在这种情况下，可能无法找到一种合适的物理关系来定量描述这种强度。因此，有必要进行细分，除非能够证明差异的相关性较低，并有可能应用第二种一般分配标准。

**共同生产产品的货物和服务投入分配--标准清单**

以下清单规定了在共同服务和共同生产的不同情况下，应默认使用哪些标准进行分配：

服务：

* 货物运输：时间或距离，以及运输货物的质量或体积（或在特定情况下：件数）
* 个人交通：时间或距离和乘客重量 **176**
* 工作人员商务旅行：系统附加值
* 工作人员通勤：系统的附加值
* 零售：货架期的时间（持续时间）和货物的质量或体积
* 储存和遮蔽，即建筑物和其他**三维**基础设施：使用时间（持续时间）和货物体积或货物所占面积
* 场所和其他**二维**基础设施提供的储存和其他功能：使用时间（持续时间）和物品占用的面积***177***
* 公路、铁路、管道、电缆和其他一维基础设施上**的**运输和通信：时间（持续时间）和强度（如不同重量车辆对路面的磨损影响）或使用带宽。
* 空间加热/冷却（保持温度）：时间（加热/冷却的持续时间）和加热/冷却的面积或体积（取决于空间是按面积使用，如办公室，还是按体积使用，如主食储藏室或零售冰柜）
* 货物加热/冷却（达到目标温度）：货物的热容量
* 私人行政服务：个人时间或行政服务成本或销售市值
* 公共行政服务：为行政服务收取的个人时间或费用或所服务的案件数量
* 清洁服务（类似清洁技术的对象）：清洁的表面积（或作为备用选项：清洁时间（持续时间）
* 保护服务：产品价值在受保护产品中所占的份额，以及/或产品的生产/供应设施价值在受保护地点/对象中所占的份额，取决于保护的目的是什么。
* 营销服务：营销隐含或明确涉及的产品份额（如企业营销：产品价值在企业营业额中的份额）
* 教学/培训服务：培训时间（持续时间）和受教/受训人数
* 研发服务（类似研发对象）：个人时间或研发服务收费

**176**如果以平均乘客为目标，也可以用平均重量来表示每位乘客的重量。

**177**如果可以直接确定实际覆盖的面积和持续时间（例如，综合化工厂的不同加工厂，或农林系统中的不同作物和每年的树木），则通过分配相对贡献来分配。如果该区域是共同覆盖的（如混合种植或同一化学反应 器的副产品），则无法确定，应采用一般分配标准。没有实际覆盖的土地，但构成所分析的工艺系统的组成部分（如田边或化工厂厂房之间的闲置区域），同样采用一般标准进行分配。暂时不使用的土地面积（如在后茬作物之间或在同一土地上的工业设施关闭和重建之间）一般分配给第一个产品系统。这也适用于恢复活动（如休耕、场地修复等）；请注意，这些活动也等同于对第一产品系统的服务投入。

生产流程：

* 提取过程：对于与过程有关的流程，市场价值；对于与产品有关的流程，副产品的具体物理特性
* 化学转换和废物处理（包括焚化）：待分配流量的量变取决于系统提供的产品或功能的量变。如果未知：决定其他流量数量的化学或物理特性
* 制造（包括物理变化过程）和机械废物处理：长度、表面、体积或质量或项目数或处理时间
* 再循环、能源回收、再利用：见第 [7.9.3](#_bookmark285) 章的具体规定，废物投入分配详见附件 [14.4](#_bookmark371)。
* 由其他资本货物直接投入多功能工艺的一般工艺（如加工机器本身，但不包括建筑物等）：使用时间（持续时间）或生产货物的质量、体积、长度

在给出上述备选方案的情况下，应简明扼要地说明所选方案的理由。对于上述备选方案中的例外情况，应按照文本中的指导**178**，解释为何不适用任何条款，并简明扼要地说明所选条款的理由。同样，如果标准适用于上述服务类型之外的其他服务，也应按照类似逻辑简明扼要地说明选择理由。

**7.9.3.3第二（一般）标准 "经济价值 "或 QFD**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.4.2 章的内容）

**概述**

对于第一条标准无法分配的流量，则采用第二条一般标准。

**共同功能的分配和多功能产品的比较**

在比较功能单元不够相似的多功能产品（如打印机-传真机-复印机与打印机-传真机-复印机-扫描仪）时，应考虑采用质量功能展开（QFD）方法，将部分库存分配给不常用的功能，使比较产品的功能足够充分。QFD 有助于将客户需求（"客户之声"）转化为产品或服务的工程特性，将每个功能（以及支持该功能的特性）的优先次序转化为产品或服务的开发目标。详见具体文献。在生命周期评估中，QFD 可解释为确定多功能产品的不同共同功能对其普通用户的相关性。

如果物理因果关系无法解决多功能性问题，则应优先使用 QFD，而不是按市场价格进行分配。这一点尤其适用于生产阶段；对于使用阶段，市场价格作为提供服务的成本可能会起作用（但不包括人的成本/运营时间成本，通常很难确定）。同理，

**178**在随后的部门或产品组特定指导文件（例如，类似于环境产品声明 (EPD) 中使用的产品类别规则 (PCR)）工作中，应进一步解释上述规则并提供具体指导。

单个设备的市场价格可能是生产和报废阶段市场价格分配的合适标准。

但是，如果共同功能具有明显不同的环境特征（例如，激光打印加热器的用电阶段与传真和扫描功能的用电阶段非常不同，而传真和扫描功能的用电量可能要少得多），则仅采用 QFD 会导致结果失真。为了克服这种情况，需要进一步区分共同功能之间的分配情况（或在结果解释中报告和反映失真情况）。可能还需要重新评估虚拟细分的可能性（见第 [7.9.2](#_bookmark283) 章）。

然后，作为关键审查过程的一部分，有关各方和产品用户的预期参与需要就分配关键达成最佳共识。[图 24](#_bookmark289) 展示了 QFD 的概念。

|  |
| --- |
|  |

**图 24 复杂产品的质量功能展开（QFD）作为一种方法，可将产品用户的相对相关功能作为分配因素。**

**多功能流程的分配**

第二项标准是多功能工艺提供的副产品在生产点（即工厂/服务提供商）、条件（如未提纯/技术质量）和数量（如散装）下的经济价值。经济价值应采用具体的市场价格。如果副产品在分配时没有交易，且具有特定的特性，则必须结合生产成本信息和进一步加工、包装、运输等副产品的市场价格得出市场价格。任何额外的运输、调理、包装等步骤都应考虑在内，以确保用于分配的经济价值实际反映了每种副产品在交付时和交付状态下的价值。

例如，在小麦谷物生产中，秸秆作为副产品，通过联合收割机获得，谷物和秸秆的相关经济价值直接体现在联合收割之后的田间地头。

由于谷物在出售前需要运输、清洗、储存、烘干，可能还需要包装，因此这些额外的工序和相关成本应从大规模/大宗市场价格中扣除。同样，秸秆的打包和运输成本也应从市场价格中扣除，以获得收获时的相关经济价值。这些额外的步骤会严重影响价格并扭曲分配，特别是对低价值/大宗商品而言。

|  |
| --- |
| **常见错误错误的市场价值类型/参考**  此类分配中经常出现的错误是分配点错误。这种情况最常见，也最容易在以市场价格为标准的情况下得到说明：在分配联合发电厂的电力和热力时，最合适/正确的分配点应在发电厂内部，例如每 1 千瓦时电力分配 3 美分，每千瓦时热力分配 1 美分。一个经常发现但却错误的分配点是在最终用户处接收电力和蒸汽，例如每 1 千瓦时电力的价格为 30 美分，每千瓦时热量的价格为 5 美分。由于这包括了特定产品的热力管道和相关损耗，以及将电压转换到 110 V 的电力和向最终用户输送过程中的损耗等，因此扭曲了结果，在给出的例子中，电力/热力的分配比例从 3 比 1 变成了 6 比 1。 |

**举例说明仅凭物理因果关系难以开展工作**

例如，小麦种植的副产品是小麦颗粒和小麦秸秆。使用过的肥料和硝酸盐排放量在这些副产品中的分配可以基于它们的特定蛋白质含量，反映出生产其中任何一种副产品所需的氮含量。至于拖拉机的燃料消耗和占用的土地，分配标准就不那么明确了；可以考虑市场价格或质量。

另一个例子可能是用卡车共同运输货物，在这种情况下，单件货物的重量会影响运输过程中的燃料消耗和排放，而在这种情况下，运输货物之间的库存结果分配将以它们的重量比为基础。但要注意的是，如果货物的体积是限制因素（例如，运输的货物很轻，如绝缘材料，而卡车的载重量达不到），情况就会变得更加复杂：货物的体积将是分配空卡车行驶清单（即基本清单）的标准，而货物的质量将是由于所运货物的额外重量而产生的额外燃料消耗和排放的适当分配标准。

以处理生活垃圾中各种材料混合物的城市垃圾焚烧炉为例，根据输入和输出之间不同的因果物理关系进行分配是一种有用的方法：烟气中的镉排放量可根据镉含量在共焚化废物流中的材料之间进行分配。回收热量的产品流可以根据热值上限分配给共焚化废料。另一方面，烟气中氮氧化物（NOx）形成的因果关系较为复杂：一部分氮氧化物与焚烧过程有关，是由焚烧空气中的少量大气氮（N2）氧化形成的。另一部分排放源于废料中氮含量的氧化，这就需要使用另一个分配标准或多个标准的组合。在将共同焚化产生的二恶英排放分配给不同的废物时，也会遇到类似的困难，因为碳源和氯源都需要，但过程的运行方式也会影响最终浓度，因此需要评估几种潜在的分配标准是否合适。

**展望：垃圾处理费调整后的市场价值**

值得注意的是，使用直接市场价值进行分配在某种程度上是扭曲的，因为具有负市场价值的废弃物和报废产品也可以有 "价值"：这是指如果价值高于默认选项，如无收益地丢弃废弃物或报废产品（如填埋而不进行能源回收）（即废弃物费用的负值较低）。这种调整后的市场价格分配标准，考虑到与废物费成本的成本差异，而不是直接的市场价值为零，仍需开发和实践检验。如果是这样，可以在部门或产品组特定的指导文件或产品类别规则（PCR）中采用。如果这些指导文件或产品类别规则（PCRs）是以符合国际废弃物分类标准（ILCD）的方式制定的（如审查、利益相关者参与），则可以在此采用不同的市场价格分配方式。

**再利用、再循环和回收**

关于利用最初市场价值低于 "0 " 的废弃物共同生产产品（如利用废弃物焚烧发电），请参见 [14.4.1.3](#_bookmark376)；关于具有正市场价值的用于再利用/再循环/回收的报废产品的具体规定，请参见第 [14.4.1.2](#_bookmark374) 章。

|  |
| --- |
| **规定：7.9.3 通过分配解决多功能性问题** |
| 这些规定仅适用于情况 C2 和情况 A、B 和 C 中的情况，如果按照既定规定（见 [6.5.4](#_bookmark95)），分段、虚拟分段和替换/系统扩展是不可能或不可行的。 |
| I) SHALL--**通过分配在共同功能之间分摊清单：**如果要进行分配，相关过程的环境负担应通过分配在过程或系统的共同功能之间分担。(7.9.3.1) |
| II) SHALL - **区分多功能工艺和多功能产品：**这两种情况应加以区分[ISO!］(7.9.3.2) |
| III) SHALL - **多功能过程的两步程序：**应采用以下两步程序***179*** [ISO!]: (7.9.3.2) |
| III.a) **第一步和标准 "确定物理因果关系"：**作为第一个标准，应确定每个非功能流程与流程的共同功能之间的 "确定物理因果 关系"，并将其作为分配标准。这种关系决定了系统提供的产品或功能的量变如何改变其他输入和输出。在这一步骤中，与工艺相关的存货流（如焚化过程中自发产生的氮氧化物、辅助材料的消耗）应与与功能（产品）相关的存货流（如焚化燃料、材料或部件中的氮产生的氮氧化物，这些氮氧化物最终至少部分进入副产品）区分开来。  需要注意的是，通常需要将不同的非功能流合并、多重分配给共同功能，对不同的流采用不同的标准。  还要注意的是，前面的虚拟细分步骤采用的逻辑与物理因果关系相同 |

**179**为了进一步提高实用性和可重复性，我们认为有必要根据《国际可持续发展教育十年》（ILCD）制定补充实践手册，并为主要工艺和产品类别制定明确的分配标准/规则。这可以遵循制定产品类别规则（PCR）以支持环境产品声明（EPD）时所采用的一般逻辑。

|  |
| --- |
| **规定：7.9.3 通过分配解决多功能性问题** |
| 分配。 |
| III.b) **"确定实际因果关系 "标准清单：**如果无法做到这一点，或对任何剩余的库存项目而言，以下清单提供了指导，说明在共同维修和共同生产过程的不同情况下，应分析哪些标准是用于分配的 "确定实物因果关系" 的默认标准：  III.b.i) **服务：**  货物运输：时间或距离，以及运输货物的质量或体积（或在特定情况下：件数  个人交通：时间或距离和乘客重量  工作人员商务旅行：系统附加值  工作人员通勤：系统的附加值  零售：货架期的时间（持续时间）和货物的质量或体积  储存和遮蔽，即建筑物和其他三维基础设施：使用时间（持续时间）和货物体积或货物所占面积  场所和其他二维基础设施提供的储存和其他功能：使用时间（持续时间）和物品占用的面积  公路、铁路、管道、电缆和其他一维基础设施上的运输和通信：时间（持续时间）和强度（例如不同重量的车辆对路面的磨损影响）或使用带宽。  空间加热/冷却（保持温度）：时间（加热/冷却的持续时间）和加热/冷却的面积或体积（取决于空间是按面积使用，如办公室，还是按体积使用，如主食储藏室或零售冰柜）  货物加热/冷却（达到目标温度）：货物的热容量  私人行政服务：个人时间或行政服务成本或销售市值  公共行政服务：个人时间或收取的行政服务费用或服务的案件数量  清洁服务（类似清洁技术的对象）：清洁的表面积（或作为备用选项：清洁时间（持续时间）  保护服务：产品价值在受保护产品中所占的份额，以及/或产品的生产/供应设施价值在受保护地点/对象中所占的份额，取决于保护的目的是什么。  营销服务：营销隐含或明确涉及的产品份额（如企业营销：产品价值在企业营业额中的份额）  教学/培训服务：培训时间（持续时间）和受教/受训人数  研发服务（类似研发对象）：个人时间或收取的费用 |

|  |
| --- |
| **规定：7.9.3 通过分配解决多功能性问题** |
| 研发服务  III.b.ii) **生产过程：**  提取过程：对于与过程有关的流程，市场价值；对于与产品有关的流程，副产品的具体物理特性  化学转换和废物处理（包括焚化）：待分配流量的量变取决于系统提供的产品或功能的量变。如果未知：决定其他流量数量的化学或物理特性  制造（包括物理变化过程）和机械废物处理：长度、表面、体积或质量或项目数或处理时间  回收、能源回收、再利用：见[7.9.3](#_bookmark285)章的具体规定，关于废物投入分配的详细情况见附件 [14.4](#_bookmark371)。  由其他资本货物直接投入多功能工艺的一般工艺（如加工机器本身，但不包括建筑物等）：使用时间（持续时间）或生产货物的质量、体积、长度 |
| III.c) **说明从清单中选择的理由：**如果上述规定中给出了备选方案，则应简明扼要地说明所选方案的理由。 |
| III.d) **说明其他标准的理由：**如果采用的是上文没有列出的其他特定关系，则应按照文中给出的指导意见，简明扼要地说明选择的理由，包括解释为什么缺省规定都不适用或最合适的规定。 |
| III.e) **说明不存在确定物理因果关系的理由：**如果不存在 "确定物理因果关系"（即不在上述清单中，也找不到其他清单），则应简要说明理由。只有在这种情况下，才应采用第二个分配步骤（见下文）；否则，应将由此造成的不准确和潜在失真记录在案，并在结果解释中明确加以考虑（7.9.3.3）。 |
| **IV)** SHOULD--**第二步和标准 "市场价格"：**作为多功能流程的第二项一般分配标准，应采用共同功能的市场价格。如果这样做，价格应参考特定条件，并在辅助功能离开或进入**180** 多功能单元工艺或提供辅助功能时确定。这就意味着，已知的、计算的或近似的市场价格应与工艺流程有关，例如，离开工艺流程时的数量和质量方面的具体技术特征，如纯度、压缩与否、包装与否等，以及散装或少量等。如果无法做到这一点，则应将由此造成的结果不准确和可能失真的情况记录在案，并在解释结果时加以考虑。 |
| V) SHOULD--**多功能产品**（如消费品）**的两步程序**：以下两步程序[***179***](#_bookmark292)应采用以下两步程序（7.9.3.2）：[ISO!］ |
| V.a) **第一步和标准 "确定物理因果关系"：**作为第一个标准 |

**180**如果是废物和报废处理服务，则 "输入"。

|  |
| --- |
| **规定：7.9.3 通过分配解决多功能性问题** |
| 应确定并应用每个非功能流与产品的共同功能之间的 "确定物理因果关系"。上述针对多功能流程的指导可类比应用。 |
| V.b) **利用虚拟细分原理进行明确分配：**第一步，与上述多功能流程类似，应用虚拟细分逻辑对多功能产品进行虚拟细分。 |
| V.c) **第二步和标准 "QFD "或 "市场价格"：** |
| V.c.i) **第二项首选标准--质量功能展开：**如果上述标准无法实现，则应使用 "质量功能展开"（QFD）从用户角度确定共同功 能的相关性。如果 QFD 不存在，也无法开发（例如，由于成本或时间原因），则可以并应采用第二种通用分配标准，即单一共同功能的同等产品的 "市场价格"（见下文）。 |
| V.c.ii) **第二种备选标准--市场价格：**如果 QFD 不可行，则应比照前述多功能流程的情况，按市场价格进行分配。就产品而言，应使用与每个单一功能等价的产品的代表价格来分配多功能产品的共同功能。(7.9.3.3) [ISO+] |
| VI) SHALL - **再利用、再循环、回收的归因模型：**以下规定应适用于再循环和相关的归因建模（相应的详细解释见附件 [14.4](#_bookmark371)）：[ISO!］ |
| VI.a) **遵循多功能性的一般规则，注意特殊方面：**报废产品的分配和废物处理应适用与其他多功能情况相同的一般规则，但有两个具体方面： |
| VI.a.i) **处理产生二次产品的负市场价值的废弃物和报废产品：**具体做法是：首先，如果报废产品或废物的市场价值低于零（如用后包装废物），则应确定下一个生命周期的系统边界上的适当工艺步骤，即在该步骤上进行分配。该工艺步骤是指在一个或多个初始处理工艺（如上述废物中的分类塑料部分）之后产生有价值的共同功能的工艺步骤。 |
| * + 1. **确定真正的联合流程：**其次，对于报废产品和废弃物，应确定真正的联合流程，该流程由不同的生产步骤（如制造步骤）与报废产品产生的步骤分隔开来（概念[见图 29](#_bookmark362)）：        1. 对于市场价格等于或高于零的废料或报废产品，真正的联合流程是系统生命周期中较早的流程，在这一流程中，产品（如铝棒）在技术上近似等同于废料或报废产品的次级产品（如施工拆除的铝废料）。请注意，对于 "开环 - 不同 |

|  |
| --- |
| **规定：7.9.3 通过分配解决多功能性问题** |
| 在 "初级路线 "循环过程中，这一步骤可能需要抽象出两种产品的基本特性。如上所述，这两种已确定的产品被视为真正联合工艺的共同产品。   * + - 1. 对于市场价值低于零的废物和报废产品而言，真正的联合工艺是指能够生产出与前述条款所述的最初废物处理工艺所生产的第一种有价值产品大致相当的产品的工艺。如上所述确定的这两种产品被视为真正联合工艺的共同产品。       2. 在废弃物或报废产品具有多种功能的情况下（例如，一个复杂的消费品被丢弃后，其多种材料将被回收利用并进行能源回收），每种功能都有一个真正的联合流程，应予以确定。 |
| VI.b) **规定：**可以得出以下规定，这些规定应适用于具有负市场价值和正市场价值的废物/报废产品： |
| VI.b.i) **负市场价值：**如果废弃物/报废产品的市场价格低于零（另见[图 33](#_bookmark377) 和附件 [0](#_bookmark375) 中的解释）： |
| VI.b.i.1）废物/报废管理/处理过程，直至不包括预处理废物跨越 "零市场价值 "边界的过程（即当一个过程产生具有正市场价值的功能时），应完全分配给第一个系统。如果无法明确识别确切的工艺步骤或废物和/或二次产品的属性，则应报告由此造成的不准确性，并在以后的结果解释中予以考虑。 |
| VI.b.i.2）随后，应在真正的联合加工过程（即见下一条规定）产生的有价值次品及其副产品之间采用两步分配程序。这就需要对经过最初的废物处理步骤后生产出第一种有价值产品的工艺步骤的库存进行第二次额外分配，具体如下： |
| VI.b.i.3）生产有价值产品（次要产品）的工艺步骤的专门库存应根据市场价值标准在次要产品和进入该工艺步骤的（可能经过预处理的）废物/报废产品之间进行分配。分配给预处理废物/报废产品的负担属于第一个系统，分配给次要产品的负担属于第二个系统。需要注意的是，预处理后的废物/报废产品的市场价值小于零，因此其绝对值 |

|  |
| --- |
| **规定：7.9.3 通过分配解决多功能性问题** |
| 应使用（负）市场价格***181*** 当计算分配关键值时；分配计算的其余部分相同。 |
| VI.b.i.4）之后，在有价值的次要产品和真正的联合加工之间进行两步分配，如下文所述，即类似于废物或报废产品具有正市场价格的情况。 |
| VI.b.ii) **市场价值等于或高于零：**如果废弃物/报废产品的市场价格等于或高于零，则应在产生废弃物或报废产品的工艺步骤和真正的联合工艺之间直接采用两步分配程序。应采用以下程序（详见附件 [14.4.1.2](#_bookmark374)）： |
| VI.b.ii.1） 作为第一条标准，应确定并应用每个非功能流程与流程中的共同功能之间的 "确定的 物理因果关系"。具体做法如下 |
| VI.b.ii.2）应区分两种情况：第一种情况是二次产品的固有特性没有发生变化或变化有限（如金属再循环、纤维再循环），第二种情况是二次产品的固有特性发生了相关变化（如从混合聚合物废物中回收能源）。第一种子情况适用于所有 "闭路循环 "和 "开路循环--同一主要途径 "的情况。第二种子情况适用于所有 "开环--不同的主要途径 "情况。 |
| VI.b.ii.3） 对于第一种子情况，确定了循环总数和由此得出的使用总量（考虑到每个循环的损耗；概念见正文），并将其用于多种用途的分配，包括初始生产直至真正的联合加工。因此，可以为无限多个循环（考虑每个循环的损耗）制定以下公式（详细步骤见附件 [14.4.1](#_bookmark372)）： |
| VI.b.ii.4) |
| 与  *e*：每单位材料、部件或能源载体的平均 LCI |
| *r*：平均回收率[0...1]，包括收集效率和处理效率 |
| *P*：每单位材料、部件或能源载体的初级生产 LCI |
| *W*：每单位废弃材料、部件或能源载体的最终废物管理 LCI |
| *R*：每单位材料、部件或材料的再利用/再循环/回收工作的 LCI |

**181**例如，如果市场价值/入场费为"-1 美元"，则应为 "1 美元"。

|  |
| --- |
| **规定：7.9.3 通过分配解决多功能性问题** |
| 能量载体 |
| VI.b.ii.5）分配公式还应考虑次要产品固有特性的变化。 |
| VI.b.ii.6）如果由于无法获得或至少无法近似获得应用公式所需的信息而无法进行上述操作，则需要应用第二步 "市场价值 "分配。在这种情况下，必须详细说明不能采用上述方法的原因，并说明理由。如果要将结果用于比较，还必须证明市场价值分配不会不利于任何竞争产品。 |
| VI.b.ii.7）对于第二种子情况，即再循环/回收/再利用的货物的固有特性发生了相关的变化，真正的联合工艺是生产链上的一个工艺，它能生产出质量要求最低的货物**182** ，以产生次级货物。(例如，焚烧被弄脏的低价值低密度聚乙烯消费后塑料废物以回收能源：由于低密度聚乙烯被焚烧后，基本上只有热值较低的部分才会引起人们的兴趣，因此，在生产低密度聚乙烯之前，就已经满足了最低要求--在这种情况下，原油（包括运往低密度聚乙烯生产国的运输）就已经满足了最低要求）。在此基础上，应在次要产品和功能或真正的联合工艺之间采用一般的两步分配程序（有关规定详见上文）。 |
| VI.b.ii.8）如果废物/报废产品产生多种功能（如回收不同的金属），则应在每个真正的联合工艺中分别进行。 |
| VII) SHALL - **全系统一致的分配应用：**应尽可能确保一致性，对任何特定过程的不同共同功能以及系统边界内的所有类似过程使用相同的分配标准。否则，在说明数据集的质量或解释生命周期评估研究结果时，应分别考虑一致性的缺乏及其对准确性、精确性和完整性的影响。 |
| VIII) SHALL - **100 %规则：**分配给所有副产品的库存量总和应等于分配前系统的库存量。 |

**182**请注意，这一规定确保了 ISO 14044 关于考虑次要物品固有特性变化的规定。

**7.10 计算 LCI 结果**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.3.3 章的内容）

**概述**

根据预期应用所需的汇总水平，所有包含的单元过程的清单都根据其在整个产品系统中所占的份额进行缩放，并汇总到诸如子组件、生命周期阶段或整个产品系统中***183*** 。

在进行清单计算时，重要的是在整个 LCI/LCA 研究中采用一致的计算程序。

系统内部产生的所有定量相关的临时产品和废物都应完全建模，如果是替代或分配的副产品，则取决于所应用的 LCI 方法。因此，最终的 LCI 结果应仅代表功能单元规定的产品。如果已对系统进行了完整建模，则所得到的汇总清单除功能单元定义的产品外，还完全包含跨越系统边界的基本流（如作为输入的资源和作为输出的排放）。放射性废料是一个例外，它可以留在清单中，因为目前还没有关于其长期管理的LCI建模框架。通常情况下，根据截止标准，其他副产品和废物也可以保留在清单中，无论其数量有多少。为便于报告，可将这些产品和废物从清单中删除（经审查员批准，这些产品和废物在数量上无关紧要）。

根据 LCI/LCA 研究的目标和范围，还应进行情景分析和不确定性计算。这尤其适用于产品比较，更适用于未来战略比较。

**平均数据**

参见第 [7.7](#_bookmark276) 章。

|  |
| --- |
| **规定：7.10 计算 LCI 结果** |
| 适用于研究的所有可交付成果类型，而对于单元过程和部分终止的系统数据集，由于需要从系统的角度进行评估，因此作为可交付成果的单元过程和部分终止的系统数据集仅用于量化所实现的完整性和精确性。 |
| I) SHALL - **始终如一地应用计算程序：**在汇总系统边界内的流程以获得 LCI 结果时，应在整个被分析系统中一致地应用相同的计算程序。 |
| II) SHALL - **计算和汇总系统的库存数据：**（另见 [7.8](#_bookmark279).如果模型准备得当，可跳过下面的前两个小标题）： |
| II.a) 确定系统 边界内的每个过程需要多少参考流才能提供其功能单元和/或参考流。 |

**183**请注意，在开发作为生命周期评估工作成果的单元过程数据集时，也需要计算 LCI 结果，因为它与随后的特征描述一起，可量化每个影响类别数据集的总体完整性和近似总体不确定性。如果截断规则的定义中包含了归一化和加权，也需要应用这些规则。

|  |
| --- |
| 流程（即流程参与系统的程度）。 |
| II.b) 相应调整每个流程的清单。这样就与系统的功能单元和/或参考流程相关联。 |
| 请注意，如果在系统模型中使用参数化过程数据集，则应在缩放和汇总之前设置参数值。 |
| II.c) 系统边界内所有过程的正确比例清单应为该系统汇总（相加）。 |
| II.d) 如果结果的预期应用要求对地点进行非一般影响评估（如 [6.7.5](#_bookmark125) 所确定的），则在 LCI 结果计算中应避免将基本流聚集到所要求的地点类型或水平之上（例如，单个地点/工厂、区域、国家、环境分区等）。如果预期应用和使用的影响评估方法需要其他区分（如环境子区或排放情况原型），也应避免这些区分。[ISO+] |
| II.e) 如果分类数据不能公开披露（如出于保密原因），建议预见在分类水平上进行影响评估，并将 LCIA 结果与 LCI 综合结果一起提供。[ISO+] |
| 请注意，在这种情况下（与在所有情况下一样），审查员也应能（至少在保密的情况下） 查阅所有基础数据。 |
| III) SHOULD--**确保参考流是唯一的产品流和废物流：**请注意，汇总后，参考流是唯一应保留在 LCI 结果清单中的产品流和/或废物流，但有两个例外： |
| III.a) **部分终止的系统：**所选产品和/或废物流的清单被排除在系统边界之外--通常是有意为之--而这些流被保留在清单中。但要注意的是，为了通过环境影响的截止规则来量化所实现的完整性，这些选定的产品流和废物流也应通过整合各自生产过程和废物处理过程的清单来加以考虑。 |
| III.b) **放射性废物和地下废物沉积（如矿井充填）中的废物：**这些废物流可保留在清单中，直接用于解释（见第 [7.4.4.2](#_bookmark266) 章）。 |
| IV) SHALL - **突出并明确考虑剩余的非功能性产品流或废物流：**应在报告和/或数据集中强调清单中剩余的非功能性产品流和废物流：或者，在以后使用数据集时需要对其进行建模（例如，通过对数据集进行补充，如对消耗的特定化学品或对特定废物的管理/处理进行建模）。或者在随后的解释和结论中需要明确考虑这种差距/缺失数据。 |

**8 生命周期影响评估--计算 LCIA 结果**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.4 章）

**8.1导言和概述**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.4.1、4.4.2 和 4.4.3 章的内容）

**一般情况**

生命周期影响评估（LCIA）是生命周期评估的一个阶段，在这一阶段，将清单中收集和报告的基本流的输入和输出转化为与人类健康、自然环境和资源损耗相关的影响指标结果。

值得注意的是，生命周期评估和影响评估分析的是干预措施对环境的潜在影响，这些干预措施跨越了技术圈和生态圈之间的边界，作用于自然环境和人类，通常只是在经过归宿和暴露步骤之后。LCIA 的结果应被视为与环境相关的潜在影响指标，而不是对实际环境影响的预测。生命周期评估（LCA）和低浓环境影响评估（LCIA）同样有别于基于风险的特定物质工具。

另请参阅指导文件 "生命周期影响评估 (LCIA) 模型和指标的框架与要求 "中的相关说明。

**概述**

LCIA 由强制性步骤和选择性步骤组成，这一点在各分章中也有所体现：

* 在对单个基本流进行分类和特征描述的基础上，通常由 LCIA 专家完成，他们提供全套 LCIA 方法供 LCA 从业人员使用**184**（见单独的指导文件 “生命周期影响评估 (LCIA) 模型和指标的框架与要求”），LCIA 结果通过将 LCI 结果中的单个清单数据乘以特征描述系数来计算 (8.2)
* 在随后的***185*** 可选步骤中，可将 LCIA 结果乘以代表参照物（如整个国家或普通公民）总体清单的归一化系数，得到无量纲、归一化的 LCIA 结果 ([8.3](#_bookmark300))
* 在第二个可选步骤中，这些归一化的 LCIA 结果可以乘以一组权重系数，这些权重系数表示不同影响类别（中点水平相关权重）或保护区域（终点水平相关权重）可能具有的不同相关性，从而获得归一化和加权的 LCIA 结果，这些结果可以加总为单值总体影响指标 ([8.4](#_bookmark302))。请注意，加权集总是涉及到数值选择。

**184**请注意，LCIA 方法的制定或变化/调整从来不是由绝大多数普通的 LCA 实践者完成的，而是由专门的 LCIA 专家完成的，LCA 实践者使用并依赖于他们的 LCIA 方法和因素。出于这个原因，同时也为了避免 LCIA 方法是在 LCI 结果计算完成后再根据利益进行选择，LCIA 方法的选择或调整问题完全在第 [6.7](#_bookmark119) 章的范围内进行讨论[。](#_bookmark119)因此，本章仅涉及 LCIA 结果的计算。

**185**ISO 14044 还预见了一个可选的 "分组 "步骤。这里没有给出具体建议。如果决定采用分组步骤，则可采用 ISO 1444 的规定。

LCIA 阶段为 LCI/LCA 研究的解释阶段准备了额外的资料。

**影响评估、归一化和应用截止标准的权重**

请注意，即使 LCI/LCA 研究的应用不需要报告任何影响评估结果（例如，在为特定产品开发 "从摇篮到终点 "LCI 结果数据集以供客户参考时），作为 LCI/LCA 研究的一部分，对数据集进行影响评估仍然是有意义的：这是因为生命周期评估（LCA）采用的是迭代方法，LCI 数据集的完整度和精确度（截止标准）是根据 LCIA 结果来判断的。

因此，作为逐步改进清单数据的一部分，LCIA 结果也是进行敏感性分析的基础，以支持确定主要的基本流量和造成基本流的过程。如果决定根据 LCIA 结果的规范化和加权来执行截止标准，这可能包括使用规范化和加权。

**比较研究中的 LCIA**

在生命周期评估比较研究中，还必须进行影响评估，计算作为解释阶段基础的重要组成部分的 LCIA 最终结果，而且结论和建议必须以 LCIA 结果为基础。

**表达 LCIA 结果**

如果是中点水平指标，单个影响类别的 LCIA 结果通常用等值表示（如全球变暖潜能值 GWP 的千克 CO2 -等值），如果是终点水平指标，则用损害值表示（如人类健康的 DALYs，自然环境/物种多样性影响的 PDF\*m2 \*a）**186** 。请注意，上述三个例子的正式测量单位分别是 kg、a 和 m2\*a，而为了更好地交流，最广泛使用的是最初命名的表达方式。

**8.2 LCIA 结果的计算**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.4.2 和 4.4.3 章的内容）

**计算 LCIA 结果**

使用 LCI/LCA 研究范围阶段**187** 中确定的 LCIA 方法（第 [6.7.2](#_bookmark122) 章），现在要计算 LCIA 结果。虽然国际标准化组织并没有详细讨论 LCIA 方法的制定，但它正式确定了清单基本流量与影响评估因子之间的联系，具体如下：

在中点和/或终点层面进行影响评估时，首先要将基本流量归入一个或多个相关的影响类别。这一步称为 "分类"（另见[图 15](#_bookmark121)）。然后，将单个基本流量的清单结果与应用 LCIA 方法得出的相关影响因子进行线性**188** 倍增；这一步称为 "定性"。详细信息请参见单独的指南

**186**有关定义和详情，请参阅单独的文件 "生命周期影响评估 (LCIA) 模型和指标的框架与要求"。

**187**关于为何应在范围阶段而非仅在 LCI 数据收集和建模之后进行这项工作的解释，请参见该章。

**188**某些 LCIA 方法使用非线性关系进行表征。

文件 "生命周期影响评估（LCIA）模型和指标的框架和要求"，内容涉及生命周期影响评估模型和因素的开发和选择。

在生命周期评估实践中，生命周期评估从业人员并不经常进行这些步骤，但这是开发 LCIA 方法的工作之一。不过，从业人员有责任确保清单基本流量与 LCIA 因子正确挂钩（详见下文），并与 LCIA 专家一起推导或开发缺失的影响因子（如果可能与研究相关）（详见第 [6.7.4](#_bookmark124) 章）。

由此得出的特征指标结果可以在每个影响类别中进行汇总。最终汇总的指标结果就是产品的特征影响概况，即 LCIA 结果。

**没有对不同影响类别进行比较**

由于 LCIA 各影响类别的结果具有不同的单位，因此无法直接进行比较，以确定哪些最相关。同样，也无法对其进行汇总。

**确保清单与影响因素之间的正确联系**

生命周期评估软件中的数据库通常提供已分类和定性的基本流量，从而与 LCIA 方法 "关联"。但是，实践者有责任确保清单基本流量与 LCIA 因子正确关联。在任何情况下，这都适用于从业人员在数据收集过程中添加的基本流量以及新应用的 LCIA 方法。使用相同的术语和流量数据集（如 ILCD 术语和相关参考基本流量）可支持正确连接清单和影响因子的工作。

|  |
| --- |
| **常见错误：基本流量的 LCIA 因子分配不完整** |
| 在 LCA 数据库中，不同来源的数据（例如由软件/数据库提供商合并或从业人员多年积累的数据）通常会有一些基本流，这些基本流在所涵盖的 LCIA 方法中应包含特征因子，但却没有分配。这意味着影响评估是不完整的，而且根据差距的相关性，会导致错误的结果和结论。以下是此类遗漏的一些主要 "候选" 因素和可能的解决方案***189***。相关条款见参考章节（以下给出的条款状态仅供参考）： |
| - 综合矿石（例如，"铅锌矿石；2.5 % 铅，1.8 % 锌 "作为 "地面资源"，由从业人员创建或从数据库开发人员处导入）。可能的解决方案：  · a）（不允许**190** ：）计算单个元素的资源损耗因数，将其按流量中相应元素的含量进行缩放，求和并将得出的因数分配给该流量。   * **b**) （应：）避免特定的矿石资源流，将矿石流拆分为 |

**189**这些案例和可能的解决方案已经被考虑过，并符合ILCD命名法和其他公约的指导意见，即关于总体方法问题的章节（附件7.4.3），并在相关的ILCD参考基本流中实现。

**190**这里的 "不允许 "指的是对外使用的报告，因为相关流量不符合 "术语及其他规定"（见单独文件）和/或 "特定基本流量类型的总体方法规定"（见第 [7.4.3](#_bookmark234) 章）。

|  |
| --- |
| 所含化学元素的流量，并使用已分配影响因子的相应基本流量。在进行质量平衡时，将 "铅 "作为 "地下资源"，"锌 "作为 "地下资源"，"惰性岩 "作为 "地下资源"。注意某些矿石的化合物可能需要编目（如岩盐（NaCl）；详见 [7.4.3.6.2](#_bookmark245) 章）。 |
| - 合成排放物，如盐类（如硝酸铵，而所含离子铵和硝酸铵的特性系数是存在的）。可能的解决方案：  ·a) （不允许：）按化学计量法（或其他适当的方法）计算正确的系数，并分配给流量。  **·**b）（应：）将成分作为单独的基本流（如上例中的 "铵 "和 "硝酸盐"）入库。另请参阅第 [7.4.3.3](#_bookmark238) 章，了解何时根据盐的水溶性拆分基本流。 |
| - 特定工艺类型（组成）排放，如 "柴油发动机废气 "等，在影响评估中无法有效解决，通常根本没有影响因子，不应保留在清单中。可能的解决方案：  **· a**）（应：）如果有数据，则列出排放的具体物质，或  **·** b）（可）通过使用关于排放成分的特定技术信息或默认细分表（记录所做假设）来估算成分，并清点所排放的单个物质。 |
| - 用户新创建的排放流，例如，在所使用的 LCIA 方法中甚至可能有一个因子，但 LCA 数据库包或软件并未提供。可能的解决方案：  ·首先检查软件包是否完整；获取缺失的因子。对于用户新创建的流程，应核实其实际上并非现有流程，而是用了琐碎的名称或其他化学名称命名。CAS 编号有助于验证这一点。 |
| - 没有具体影响因子的分区或特定地点的排放。可能的解决方案：  **·a**) （建议）避免使用此类流量，除非所应用的 LCIA 方法中对所有定量相关的基 本流量提供了具体系数，或  ·(b) (应)分配母分区相同基本流量的影响因子(例如，"硝酸盐 "作为 "对淡水的排放 "的影响因子也分配给 "硝酸盐 "作为 "对湖泊的排放")。有关适用的默认分区，请参见另一份文件 "术语和其他约定"。 |
| - 总和指标，如 "金属 "和测量指标，这些指标在影响评估中无法得到有效处理，通常根本没有影响因素，不应保留在清单中。可能的解决方案：  ·(**a**) 如果有成分信息，（应）列出单个物质（例如，对于总指标 "金属"，列出单个 "铅"、"铁 "等金属），或  **·b**) （可）利用以下方面的特定技术信息估算成分 |

|  |
| --- |
| 排放构成表或缺省分解表（记录所做假设），并清点排放的单个物质。有关允许的总和指标，请参见第 [7.4.3.2](#_bookmark236) 章。 |
| -未指定 "生物质"、 "可再生能源"、 "未指定排放"、等基本流程。可能的解决方案：  **·** a) （应）在有数据的情况下盘点各个组成部分，或  ·b) (可) 通过使用有关成分的特定技术信息或默认细分表或典型通用案例（记录所做假设）来估算成分，并清点排放的单个物质。  注：还应检查相关流量是否潜在相关（根据特定工艺的最坏情况假设），如果根据所应用的截止规则明显不相关，则将其从清单中删除。 |

**附加、修改或非通用/差异化 LCIA 方法**

如第 [6.7](#_bookmark119) 章所述，如果清单工作发现需要处理最初未考虑的额外影响，则必须修改相应的范围步骤。总之：如果清单中的基本流缺少表征因子，而已知该基本流会对某个影响类别产生影响，则应检查其潜在重要性。如果发现该基本流量的贡献可能很大，则应尝试估算缺失的特征因子，如果无法估算，则必须报告缺失特征因子这一可能相关的事实，并在解释结果时考虑缺失因子的潜在影响。

**规范化和加权是否必要？**

纳入/不纳入标准化和加权的决定应在初始范围定义中作出并记录在案（见第 [6.7.7](#_bookmark128) 章）。请注意，规范化和加权可能需要作为确定定量截止规则（见第 [6.6.3](#_bookmark116) 章）和检查清单完整性（见第 [9.3.2](#_bookmark311) 章）的临时步骤；这取决于所选择的实施截止规则的方法。如果仅用于此目的，则在数据集或报告中不保留各自的标准化和加权数字。

在没有标准化和加权的比较中，不同影响类别或损害/保护领域的 LCIA 结果可能指向不同的方向，即对于不同的影响类别，替代产品并非总是表现最佳。但是，如果研究的目的是支持向公众披露的比较断言，则根据 ISO 14040 和 14044:2006 的规定，不允许公布任何形式的基于数值的指标结果加权。

就内部而言，使用规范化和加权--最好使用几种不同的方法和价值视角--有助于展示分析的稳健性。

相反，如果所有影响指标都指向同一方向，LCIA 结果就可以作为生命周期评估解释阶段的基础，包括用于比较研究，明确确定优越的替代品（或者，在差异有限的情况下，确定比较替代品的平等性）。

|  |
| --- |
| **规定：8.2 LCIA 结果的计算** |
| 请注意，本规定适用于研究的所有可交付成果类型，而对于单元过程、部分终止的系统和 LCI 结果数据集作为可交付成果，仅用于量化所实现的完整性和精确性，因为需要从系统的角度对其进行评估。 |
| 注：如果使用的第三方 LCIA 方法能为所有使用过的基本流正确提供特性因子，则以下前两条规定仅指控制已正确完成。但是，对于任何新创建的基本流量，必须分配和/或制定特性系数（另见第 [6.7.4](#_bookmark124) 章）： |
| I) SHALL--**基本流量的分类：**清单中的所有基本流量都应归入一个或多个影响类别（"分类"），这些类别是在研究范围定义中为影响评估选定的。 |
| II) SHALL - **基本流量的特性：**对于所有分类的基本流量，应为该流量所涉及的每个类别分配一个定量特性系数（"特性"）。该系数表示该流量对影响类别指标（中点水平）或类别终点指标（终点水平）的贡献程度。对于中点水平指标，该相对系数通常与参考流量有关（例如，对于全球变暖潜能值，可以用每千克基本流量的 "千克 CO2 - 当量 "来表示）。对于终点水平指标，它通常与涉及更广泛保护领域的具体损害有关。例如，以受影响区域和持续时间（pdf\*m2 \*a）的潜在物种迁移率来衡量的物种损失，或以残疾调整生命年（DALYs）来衡量的人类健康损害。(有关术语和详情，请参阅单独文件 "生命周期影响评估 (LCIA) 模型和指标的框架与要求"）。 |
| III) SHALL - **计算每个影响类别的 LCIA 结果：**对每一影响类别分别计算 LCIA 指标结果，方法是将**191** 清单中每一促成（即分类）基本流量的数量与其特性系数相乘。可将每个影响类别的结果相加，但不得跨影响类别相加。 |
| 请注意，这是用中点水平（潜在影响）或终点水平（损害）系数来完成的，必须在第 [6.7.7](#_bookmark128) 章的范围中决定[。](#_bookmark128) |
| IV) SHALL - **单独计算 LCIA 长期排放结果：**长期排放的 LCIA 结果（即自研究之时起 100 年以后的排放）应与与自研究之时起 100 年内发生的干预有关的 LCIA 结果分开计算。[ISO!］ |
| 注：鉴于不确定性程度不同，这两组结果稍后将分别列出，但同时进行讨论。 |
| V) SHALL - **单独计算非通用 LCIA 结果（如果包括）：**如果使用了额外的或修改过的、非通用的（如按地理位置或其他方式区分的）特性因素或 LCIA 方法，则应计算应用原始通用 LCIA 方法的结果（随后提交并讨论）。 |

**191**某些 LCIA 方法使用非线性关系进行表征；如果使用这种关系，计算结果也是非线性的。

|  |
| --- |
| 也可单独使用。[ISO!］ |
| VI) SHOULD--**将非生命周期评估影响的结果分开：**对于在生命周期评估框架之外、但被认为与所分析或比较的系统相关并已定量纳入的影响的 LCIA 结果**[93](#_bookmark130)**应单独保存清单、影响评估等结果，以便清楚地解释。[ISO+] |
| 请注意，LCI/LCIA 数据库包或 LCA 软件通常已经对所有基本流进行了分类和特征描述。在任何情况下，这都需要由生命周期评估从业人员负责检查。因此，手动分类和分配特征因子的步骤尤其适用于新创建或导入的基本流。尽管新引入的流量与环境相关，但不对其进行分类和特征描述是最常见的错误之一。本章正文中的 "常见错误 "框为识别和解决此类问题提供了一些指导。 |

**8.3 归一化*192***



(参考 ISO 14044:2006 第 4.4.3.2 章）

**导言和概述**

归一化是 ISO 14044:2006 规定的一个可选步骤。它支持对影响概况的解释，也是实现完全汇总结果的第一步**193**，此外还需要对各指标进行加权（见下一章）。

归一化 LCIA 结果给出了每个影响主题在中点水平（如气候变化、富营养化等）或保护领域在终点水平（如人类健康、自然环境、自然资源）上的影响，以及分析系统在该类别总影响中对每个普通公民或全球、每个国家等的相对影响份额。将不同影响主题的 LCIA 归一化结果并列显示时，可以看出所分析的系统对哪些影响主题的影响相对较大，对哪些影响主题的影响相对较小。

此外，为了执行截止标准，可以使用加权和归一化 LCIA 结果（见第 [6.6.3](#_bookmark116) 章）。如果选择了这种方法，则归一化是 LCI/LCA 研究的各种成果的必要步骤。

关于是否纳入归一化和所使用的归一化基础的决定已在第一个范围定义中做出并记录在案；该决定具有约束力，在研究期间不得更改（见第 [6.7.6](#_bookmark126) 章）。

**计算归一化 LCIA 结果**

将 LCIA 结果除以归一化基础，即可得到归一化 LCIA 结果，每个影响类别（用于中点水平相关方法）或保护区域（用于终点水平相关方法）分别归一化 LCIA 结果。

**没有对不同影响主题进行比较**

中点水平上的不同影响主题通常被理解为具有不同的绝对相关性（例如，气候变化问题可能被认为比

**192**本指导文件未涉及 "分组"，因为在决策支持方面，"分组 "被认为不会增加实际价值。如果计划在生命周期评估研究中加入分组步骤，请参考 ISO 14044 的规定。

**193**请注意，还有一些加权方法不包括初始标准化步骤。还需注意的是，如果只针对一个指标，还需要对终点/损害建模进行加权（跨保护区）。

酸化问题更重要）。它们只反映所分析产品对总影响潜力的贡献，而不反映各自总影响的严重性/相关性。因此，LCIA 归一化结果也不应直接相加：直接相加等同于为所有影响类别选择相同权重。因此，在对归一化 LCIA 结果求和时，始终至少隐含着权重。如果要对归一化 LCIA 结果进行求和或比较，则应包括一个明确的等权重加权步骤。

这一点同样适用于终端层面的 LCIA 归一化结果，因为对自然环境造成的损害可能比自然资源损耗等问题更为重要。

若要直接比较或汇总不同类别或保护领域的结果，还需进行额外的加权步骤，这同样是 ISO 14044:2006 规定的可选步骤。

|  |
| --- |
| **规定：8.3 归一化** |
| 请注意，该规定适用于研究的所有可交付成果类型，而对于单元过程、部分终止的系统、LCI 结果和 LCIA 结果数据集，只有在选择使用归一化和加权 LCIA 结果来量化所实现的完整性和精确性时才可作为可交付成果（这些需要从系统的角度进行评估）。 |
| I) 归一化主要用于两个目的： |
| I.a) MAY - **标准化以支持解释：**为支持对研究结果的解释，标准化是国际标准化组织规定的一个可选步骤。 |
| [6.7.7](#_bookmark128) 章已决定是否将规范化纳入解释[。](#_bookmark128) |
| I.b) MAY - **在截断定量中使用归一化：**为量化所实现的完整性/截止值，第一步可将不同影响类别的指标结果标准化，将其表示为相对于一个共同的参考，即标准化基础（"标准化"）。[ISO+] |
| 第 [6.7.7](#_bookmark128) 章中已决定是否将正常化纳入截止值[。](#_bookmark128) |
| 具体的规范化基础已在范围第 [6.7.6](#_bookmark126) 章中确定[。](#_bookmark126) |
| II) SHALL - **计算每个影响类别的归一化 LCIA 结果：**如果采用归一化方法，"归一化 LCIA 结果 "应通过将 LCIA 结果除以归一化基础来计算。这应针对每个影响类别（对于中点水平方法）或保护区域（对于端点水平方法）分别进行。 |
| 请注意，不应直接将不同影响类别的归一化结果相加，因为这意味着对所有影响类别进行平均加权。除非这种平均加权是有意为之，并在通报结果时明确指出是加权。 |

**8.4 加权**



(参考 ISO 14044:2006 第 4.4.3.4 章）

**导言**

加权是 ISO 规定的一个可选步骤。加权包括为所有影响类别分配不同的量化权重，以表达其相对重要性。如果需要

解释，而且如果符合 LCI/LCA 研究的目标，可以对标准化指标结果进行加权。

此外，为了执行截止标准，还使用了加权和归一化 LCIA 结果。因此，为此目的，加权是《国际减少灾害公约》对 LCI/LCA 研究的各种成果所要求的一个步骤。

关于纳入权重和所用权重的决定已在第一个范围定义中做出并记录在案；该决定具有约束力，在研究期间不得更改（见第 [6.7.7](#_bookmark128) 章）。

**计算加权和标准化 LCIA 结果**

在加权时，不同影响类别的 LCIA 结果（通常为**194 ，**初始标准化）分别乘以一个相对加权系数。

**不同影响主题之间的比较**

随后，还可对所有影响类别或保护领域的 LCIA 结果进行归一化和加权求和。

请注意，根据 ISO 14044:2006 标准，加权不得用于旨在向公众披露的比较研究。

|  |
| --- |
| **规定：8.4 权重** |
| 请注意，该规定适用于研究的所有可交付成果类型，而对于单元过程、部分终止的系统、LCI 结果和 LCIA 结果数据集，只有在选择使用归一化和加权 LCIA 结果来量化所实现的完整性和精确性时才可作为可交付成果（这些需要从系统的角度进行评估）。 |
| I) 加权主要用于两个目的： |
| I.a) MAY - **支持解释的加权：**为了支持对研究结果的解释，作为一个附加的、可选的要素，可以对指标结果进行 "加权 "或其他估值--按方法标准化或非标准化。 |
| [6.7.7](#_bookmark128) 章已决定是否将权重纳入解释[。](#_bookmark128) |
| I.b)MAY--**加权用于界限量化：**为量化已实现的完整性/截止值，作为**195** 的第二步，可对不同影响类别的标准化指标结果进行指标加权（"加权"）。[ISO+] |
| 第 [6.7.7](#_bookmark128) 章已决定是否将权重纳入截止值[。](#_bookmark128) |
| 具体权重集已在第 [6.7.6](#_bookmark126) 章 ["](#_bookmark126)范围 "中确定[。](#_bookmark126) |
| II) SHALL - **计算每个影响类别的 LCIA 加权结果：**如果加权应用时，为获得 "加权 LCIA 结果"，LCIA 结果（通常为标准化结果）应乘以设定的权重，每个影响类别应分别乘以设定的权重 |

**194**请注意，这并不是自由选择，而是所选的具体加权方法要么需要先进行归一化处理， 要么不进行归一化处理。

**195**需要注意的是，有些加权方法无需先进行单独的归一化，因为归一化是加权步骤的一部分。

|  |
| --- |
| (对于中点水平方法和计算类别终点结果的情况）或保护区（对于涵盖整个保护区的终点结果）。由此得出的 LCIA 加权结果可分别按影响类别或保护区域进行加总。 |
| III) SHALL - **在公布的比较断言中不加权：**加权不得用于导致拟向公众披露的比较断言的研究。 |
| 请注意，权重系数的设置或选择必然涉及价值选择。 |

**9 生命周期解释**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5 章）

**9.1 导言和概述**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5.1 章）

生命周期评估的解释阶段有两个根本不同的主要目的：

* 在生命周期评估的迭代步骤中，对于各种可交付成果，解释阶段的作用是引导工作改进生命周期清单模型，以满足研究目标的需求。
* 如果生命周期评估的迭代步骤产生了最终的生命周期影响指数模型和结果，特别是对于生命周期评估比较研究而言（部分也适用于其他类型的研究），解释阶段的作用就是得出可靠的结论，通常还包括建议。

在生命周期解释中，对生命周期评估结果进行评价，以回答目标定义中提出的问题。解释与 LCI/LCA 研究的预期应用有关，并用于制定建议。

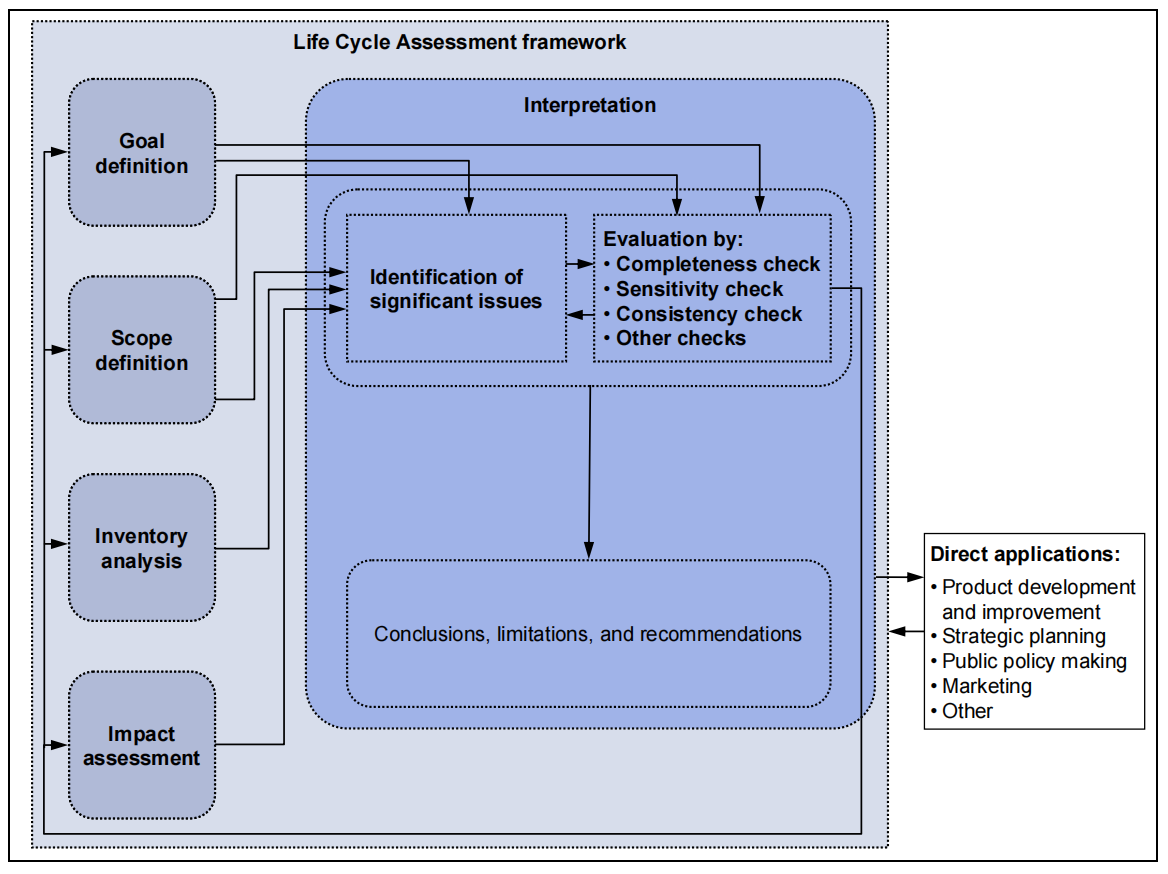
生命周期解释是生命周期评估的一个阶段，在这一阶段，其他阶段的结果将被一并考虑，并根据所应用数据的准确性、完整性和精确性以及在整个 LCI/LCA 研究过程中所做的假设进行分析。如前所述，在进行 LCI 工作的同时，这也有助于改进 LCI 模型。

如果目标明确（例如在比较研究或弱点分析的情况下），解释的最终结果应是结论或建议，这些结论或建议应尊重 LCI/LCA 研究的目标和范围定义的意图和限制。这尤其涉及到功能单元和系统边界的适当性，以及与目标相关的已实现的总体数据质量。解释应以易于理解的方式介绍生命周期评估的结果，帮助生命周期评估/生命周期分析研究的用户评估结论的稳健性，并了解生命周期评估/生命周期分析研究的任何潜在局限性。

因此，一些解释要素（即完整性和敏感性分析，以及用于确定精度的潜在不确定性分析）也适用于整个 LCI/LCA 研究。在绘制系统边界和收集清单数据（见第 [4](#_bookmark18) 章）的过程中，会对单位过程数据、LCI 结果进行质量检查，并应用影响评估作为迭代循环的一部分。如果要得出结论和提出建议，最后一步结论和建议只能在研究结束时进行。

[如图 25](#_bookmark306) 所示，口译通过三项活动进行，本章各小节将详细介绍：

* 首先，确定重要问题（即关键流程、参数、假设和基本流程）（如第 [9.2](#_bookmark307) 章所述）。
* 然后评估这些问题对生命周期评估总体结果的敏感性或影响。这包括对 LCI/LCA 研究中处理重要问题的完整性和一致性进行评估（第 [9.3](#_bookmark309) 章）。
* 最后，评价结果被用于制定生命周期评估研究的结论和建议（第 [9.4](#_bookmark318) 章）。
* 如果研究涉及两个或两个以上系统的比较，在解释时还应考虑其他因素（另见第 [9.4](#_bookmark318) 章）。



**图 25 解释阶段的要素及其与生命周期评估其他阶段和解释阶段内部的关系（摘自 ISO 14044:2006，有改动）**

**9.2 确定重大问题**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5.2 章和第 4.4.4 的各个方面）

**概述**

第一个解释要素的目的是对 LCI/LCA 研究前几个阶段的结果进行分析和结构化，以确定重大问题。重大问题有两个相互关联的方面：

首先是 LCIA 结果的主要贡献者，即最相关的生命周期阶段、过程和基本流 量，以及最相关的影响类别。它们对 LCI/LCA 研究的整体解释和最终建议非常重要。要通过贡献分析（也称重力分析）来确定它们，即量化哪个贡献者对总量的贡献有多大，从而得出叠加列或众所周知的饼图。在未来情景生命周期评估中，贡献分析应与情景建模和分析相结合或建立在情景建模和分析的基础上。

其次是有可能影响生命周期评估最终结果精确性的主要选择。这些选择可能是方法上的选择（包括 LCI

建模原则和LCI方法、截止决策和其他系统边界设置）用于推导过程清单的假设、前景和背景数据，用于影响评估的 LCIA 方法，以及可选使用的归一化和加权系数。重要选择的识别方法与主要贡献者不同：将不同的可能选择作为情景运行，并比较情景结果。

**贡献分析（弱点分析、重力分析）**

有几种兴趣和应用可能需要应用贡献分析：

* 通过量化清单的完整性，确定是否需要进一步收集数据或改进数据质量。
* 将进一步数据收集工作的重点放在贡献最大的流程和个别基本流程干预措施上。
* 将生态设计和产品改进/开发的重点放在最有贡献的流程和个别基本流程干预上。
* 在与客户或利益相关者沟通时，说明内部与外部对整体环境影响的贡献份额。
* 在生命周期评估工作期间，通过调查贡献分析详细结果在质量和数量上的合理性，促进内部质量控制；这是 LCI/LCA 研究结果的中期和最终评估的一部分。

根据驱动因素，与清单数据相关的重要问题应在整个生命周期阶段、生产者内部/外部过程、活动组（如运输、能源生产、服务）、关键过程和/或关键基本流程/干预中确定。如果系统的关键过程被参数化，这些参数同样可以成为重要问题。

分析通常在多个层面进行，例如 LCIA 结果：首先与单个基本流量相关，其次与中点和/或终点层面的单个影响类别相关，第三与总体（归一化和加权）环境影响相关。第三步一般也称为优势分析。

在实践中，贡献分析由专业的生命周期评估工具支持，也可以通过分析电子表格软件中的清单和 LCIA 结果表来完成。

**单元过程和部分终止系统的重大问题**

在单元工艺层面，只能确定与该工艺直接相关的基本流程中最重要的问题。这是因为 "单元过程 "清单中不包括任何输入产品和后续废物管理过程的清单。尽管如此，为了能够量化哪些流量对所分析的单元过程最为重要，有必要在进行贡献分析之前，将指定产品和废物管理过程的生命周期清单包括在内。上述方法同样适用于部分终止的系统数据集。

|  |
| --- |
| **规定：9.2 确定重大问题** |
| 本规定适用于研究的所有类型的可交付成果，但对于单元过程、部分终止的系统、LCI 结果和 LCIA 结果数据集，仅作为可交付成果，以便在开发 LCI 数据或系统模型的迭代循环过程中提高数据质量。(研究结果也可纳入 LCI 研究报告）。 |

|  |
| --- |
| I) SHALL - **确定重大问题：**这些问题可以是： |
| I.a) **清单项目：**主要的 "关键 "生命周期阶段、流程、产品、废物和基本流程、参数。这一部分也称为薄弱点分析或重力分析。使用贡献分析技术。 |
| I.b) **影响类别：**主要的 "关键 "影响类别（只有在使用加权的情况下才能确定）。使用贡献分析技术。 |
| I.c) **建模选择和方法假设：**相关的建模选择，如清单分析中应用的分配标准/替代方法，收集关键过程和流 量的清单数据并建立模型时所作的假设，选择辅助数据，对技术、地理和时间相关 代表性的系统选择，方法的一致性，推断等。使用情景分析技术。 |
| I.d) **专员和有关各方：**专员和相关方对目标和范围定义、模型选择、权重集等决策的影响。讨论对最终结果和建议的影响。[ISO!］ |
| 注：在分析单元过程和部分终止系统的重要问题时，应在进行贡献分析之前，根据实际情况（如 "从摇篮到终点"），利用背景系统完成系统模型（见第 [7.8](#_bookmark279) 章）。将贡献分析的重点放在单元过程/部分终止系统本身（即原始系统边界内的重要流 程、假设、参数、过程等）上。 |
| 注：ISO 14044:2006 的 "资料性 "附件 B 提供了一系列生命周期解释实例，包括但不仅限于重大问题的识别。 |

**9.3 评估**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5.3 章）

**9.3.1导言和概述**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5.3.1 章）

**最终结果评估**

在解释 LCI/LCA 研究结果的过程中（见第 [9.4](#_bookmark318) 章），评估要素的执行为随后得出结论和提供建议奠定了基础。评估与重大问题的确定（见第 [9.2](#_bookmark307) 章）密切相关，以确定结果的可靠性和稳健性。

评估以生命周期评估前几个阶段的结果为基础，从综合的角度分析 LCI/LCA 研究，即以清单数据收集、清单建模和影响评估的结果为基础。评估是根据 LCI/LCA 研究的目标和范围进行的，其重点是在方法选择和数据中发现的重要问题。

评估包括：

* 完整性检查（[9.3.2](#_bookmark311)）、
* 结合情景分析和可能的不确定性分析进行敏感性检查（[9.3.3](#_bookmark313)），以及
* 一致性检查 ([9.3.4](#_bookmark316))。

评估结果对于加强研究的结论和建议至关重要，因此，在介绍评估结果时，必须让 研究的委托人和目标受众清楚地了解评估结果。

请注意，根据 LCI/LCA 研究的目标和范围，可能需要采用不同的评估步骤。例如，只有在系统之间进行比较时，才能得出比较结论。例如，LCI 结果数据集是 LCI/LCA 研究的成果，而环境产品声明（EPD）是预期应用，则不属于这种情况。不过，评估的大多数步骤始终是必需的，因为非比较性结果（如 LCI 数据集）可能会被用作其他系统比较问题的背景数据。为了给数据集的后续用户提供正确的信息，必须对数据集清单的完整性和一致性进行评估。同样，通过评估将基本流量分配给适用/支持的影响模型，也要检查特定 LCIA 方法的适用性。

**作为 LCI/LCA 研究迭代步骤一部分的评估**

使用与 LCI/LCA 研究最终评估相同的方法和方式，评估还可用于 LCA 的开发过程，以分析所实现的完整性、准确性、精确性和一致性。它有助于确定是否需要更多或更好的数据，以及对所做假设和其他方法选择的修改。

**9.3.2 完整性检查**

(参见 ISO 14044:2006 第 4.5.3.2 章）

**概述**

对清单进行完整性检查，以确定清单的完整程度以及是否符合截止标准。如果（尚未）满足截止标准，则应使用更多或更好的数据，以满足生命周期评估的目标和范围。在进行完整性检查时，应半定量地考虑缺失但相关的 LCIA 因子和基本流量。

或者，如果无法满足截止标准，则可能需要调整目标和范围定义，以适应完整性的缺失。不过，这可能意味着无法再回答目标的原始问题，或者开发的数据不符合质量目标。

前面已经提到，完整性检查的难点在于如何克服一个看似矛盾的问题，即在无法知道完整清单绝对数的情况下判断清单的完整程度。这个问题的解决方法如下。

一般来说，建议在清单中包含尽可能多的基本流量，以便（内部或外部）用户进行详细的影响评估和分析。这样做还有助于回答审核人员或第三方可能提出的有关可能遗漏流量的潜在问题（如果预计数据将被公布/分发）。至少应包括影响评估中涉及的、与工艺或系统的总体环境影响具有定量相关性的所有基本流量。

重要的是要明白，不能误解所达到的完整度百分比表示准确的 100% 完整度。然而，所达到的完备性是否表示近似真实值（请注意，该值的不确定性越高，近似完备性百分比就越低。）

因此，在解释结果、得出结论和提出建议时，必须考虑所比较的备选方案所达到的完整性：例如，如果一个备选方案的完整率为 95%，而另一个为 90%，则必须考虑这一差异。

**在单元工艺开发过程中实施截止标准**

在 LCI/LCA 研究的范围定义阶段确定了总体截止标准（如 "90% 完整性"）。在单个单元过程的数据收集过程中，可以使用以下综合标准将其转化为操作截止标准：

* 产品流："质量"（单个关键化学元素的质量）和 "能量含量**196** "以及 "市场价值"（或 "生产/供应成本"）。市场价值与服务尤其相关，因为服务通常没有质量，也没有相关的能量含量。
* 对于废物流："质量"（单个关键化学元素）、"能量含量 "和 "处理成本"
* 对于基本流量："质量"（单个关键化学元素的质量，仅适用于与环境相关的流量，即不包括不相关或不太相关的流量，例如消耗的焚烧空气和作为废气排放物离开工艺过程的废蒸汽）和 "能量含量"
* 此外，还应包括那些质量或能量含量较低、不会造成直接成本，但对相应类型的工艺或行业具有已知相关性的排放物和废物。如果相关工艺或技术上类似的工艺或行业（也包括美国、日本或欧盟等有类似严格规定的其他国家）对相关排放有规定或需要报告，则应包括在内。

对这些标准的输入和输出进行平衡，并在所有流程类型中共同执行，将有助于在大多数情况下找出相关差距或错误。

如第 [6.6.3](#_bookmark116) 章所详述，虽然最终达到的完整程度应主要根据总体环境影响或逐个影响 类别来判断，但考虑到实际限制，上述步骤有助于在生命周期清单工作中以高质量的数 据有效地完成数据。需要注意的是，对于比较断言，还应始终满足质量和能量的截止要求（ISO 14044 也有此要求）。

在说明实际情况之前，需要确定 100 % 的参考值：

**近似 100 % 值**

在估算所实现的完整性之前，必须先估算 "完整 "清单和影响的 100% 值。这似乎是一个悖论，因为我们已经初步知道了最终结果，即从化学元素、能源含量和成本的角度来看，以及从清单的整体环境影响来看，什么是 100% 的流量。

在实践中，这个问题可以通过以下方式得到合理解决：

在利用所有可用数据对系统进行建模之后，对于所有缺失信息，都应通过专家判断确定一个 "最佳近似 "值/流程。这涉及各种相关的缺失信息和数据，尤其是：

* 最初缺失的流量数据的种类和数量，

**196**这可以是热值的下限或上限，也可以是--从方法的角度来看最好是--但不太实用的—㶲

* 所有流体中与流体总质量相关的元素组成和能量含量，
* 对总生产成本和产值有相关贡献的所有商品和服务的成本
* 尚未掌握的消费品和服务背景数据对环境的影响。

确定/量化上述内容的合适方法包括从足够相似的工艺中获得的知识、专家判断和法律规定（例如相关工艺或行业的排放限制，虽然这些可能是相当合理的最坏情况估计，但需要额外的专家调整）。

最有问题的是定性差距，即缺乏对流量发生的认识。就排放而言，任何旨在报告、测量或减少此类排放的法律规定都是检测其存在和潜在相关性的合适手段。此外，针对某些排放物的减排技术的存在也是一个明确的迹象。基于对流程理解的专家判断是另一种方法，也适用于消耗品和服务的质量差距，这些差距也可以通过其成本检测出来，但可能不容易归因于所分析的流程，如现场处理。

特别是对于缺失的环境影响数据，可以使用类似商品或服务的 LCI 数据集，或相应产品或废物流所属商品或服务组的平均 LCI 数据集。例如，如果在木制写字台的家具制造过程中使用了未知的 "金属板"，则可使用相应产品类型或行业中通常使用的不同涂层（如粉末涂层、锌涂层）金属板的组合（如写字台使用 70% 的钢板，30% 的铝板）。如果该板材的数量也未知，则可通过了解其在产品中的功能和产品总重量，运用专家判断（例如，"每张总重量为 40 千克的木制写字台的连接件"，板材厚度为 2 毫米，则估计值为 1 千克）来估算其价值（质量或面积和厚度）。同样，"X 化学品生产厂 "的缺失库存也可以通过类似的生产工艺来估算，库存量按相应 化学品的相对年产量来计算。如果这些信息普遍缺失，则可通过专家对化工厂主要部件（如不锈钢、建筑钢材、聚合物、混凝土）的质量及其各自的加工深度（如管材、型材、预制件、箔材）进行判断。然后，可以利用现有的 LCI 数据集来估算该工厂的生命周期库存，并将其与所分析化学品的生命周期产出进行缩放/关联。

请注意，与随后确定哪些流量应优先用于获取更高质量数据的步骤不同，这里使用的是最有可能的值（"最佳近似值"）。

还需注意的是，与应保留在最终清单中的数据不同，为接近 100 % 值，也应包括质量较低的数据，只要它们的质量不低到使整体数据质量严重恶化的程度。请注意，在以后报告清单时，质量低于 "数据估计值 "的数据不应列入清单，否则会降低数据集的整体质量。

根据第 [6.6.3](#_bookmark116) 章中的决定，即是对所有影响类别分别进行总体环境影响判断，还是通过归一化和加权步骤对所有影响类别共同进行总体环境影响判断，LCIA 结果或

计算 LCIA 加权结果。这是总体环境影响的近似值（100%）。

有观点认为，通过这些步骤可以合理地近似未知的 100% 值，这也是工业界的良好做法**197** 。如果最终得出的真实但未知的总体环境影响值可能会比近似的 100% 值高几个百分点，有时甚至会比**198** 低几个百分点。但这很少会影响工作的有效性。这是因为，即使是非常好和完整的研究，也总会有剩余的几个百分点的数据不确定性和类似百分点的准确性不足。因此，与 97% 的完整性相比，实际达到 100.0% 的完整性并不会提高结果的整体质量或决策支持的稳健性。

为了了解 100%近似值的精确程度，应分析不同总体质量的数据比例，即"高质量"、 "基本质量 "和 "数据估计 "的比例：高质量数据所占比例越高，100% 近似值也就越精确，所获得的总体完整性值也就越精确。

**根据操作标准判断达到的完整程度**

在实践中是怎样的： 例如，最终的截止标准可以是 “总体环境影响的 90%”。然后，在单元过程的层面上检查至少 "数据估算 "所包含的流量是否共同构成了单元过程 "环境相关化学元素 "质量的至少 90%（例如燃料油加热 XY "工艺中 "碳"、"硫 "和 "氮 "各含量的 90%）、"单位工艺 "能量的 90%（所有含能流量的热值下限或上限）、"单位工艺 "成本的 90%（如生产成本，包括废物处理成本和所有副产品（如制造工艺）的产值/市场价格）。

请注意，对于化学元素 "质量和能量 "而言，这分别指输入和输出流量。就成本而言，一方面指总生产成本，另一方面指总产值或市场价格。

纳入可能逃过前面步骤但仍然相关的特定排放物（例如上述燃油加热过程中的颗粒排放物，或某些废料熔化和废物焚烧过程中的二恶英排放物），大多可通过纳入该过程或类似过程类型的所有受法律监管的排放物来确定，或通过专家判断，借鉴这些过程或类似过程的专门技术来确定。对于这些排放，无法给出其他量化的操作截止值，即

**197**有时，有人建议使用整个经济或行业部门的清单数据，并将其分解为单个产品的清单数据集。这样做的目的是克服基于过程的清单并非 100% 完整的问题。然而，这些行业和经济范围的数据也不是 100% 完整的。这些数据是基于部分（而且只是较大的）公司的不完整数据，再加上其他信息来源的整合。这些数据是通过各种假设和专家判断，推断出整个行业的其他数据。此外，相关的生命周期模型主要基于各部门之间的经济关系，而不是具体的流程或供应链。这一点以及将影响分配给同一部门的所有产品，造成了额外的扭曲。因此，不能假定经济或部门范围模型产生的库存数据集比基于流程的库存数据集更完整。事实上，由于其方法本身缺乏准确性和不确定性，根据具体情况，这些数据可能会严重高估或低估真正的 100% 值。可以得出的结论是，按照上文正文所述的方法分析单个工艺步骤，可以最接近地得出该工艺步骤清单的 100% 完整性。因此，单个工艺步骤的完整性是产品生命周期模型完整性的最准确基础。

**198**如果用于近似的数据质量不高，高估了 100% 的值，那么这个值可能会更低。

只有在下一步评判所实现的总体环境影响时，才能判断是否将其包括在内：

**环境影响的完整性**

为了获得临时或最终达到的完整性值（"临界值"），计算了至少具有 "数据估计 "质量的数据的覆盖率百分比。这是以包括低质量数据在内的整个系统模型的近似 100%值为参考（使用 "最佳近似值 "信息和数据来代替仍然缺失的信息和数据）；见上文。

**忽略可忽略流量的选项**

此外，所有根据以往经验或使用 "合理的最坏情况 "近似值判断出在数量上可以忽略不计的工序和流程，都可以完全不列入清单。这里的 "可忽略不计 "是指这些过程/流程所占的份额合计小于 10%。举例说明：一个示例系统的截止比例可能是 95%。例如，总体结果的 80% 可能是 "高质量 "和 "基本质量"，15% 可能是质量较低的 "数据估计"，使用的是 "最佳近似 "数据。在这个例子中，如果其他所有数据加在一起的近似值/估计值小于总影响的 5%的 10%（即 0.5%），则可以完全排除在 "可忽略不计 "的范围之外。最后一项规定允许从清单中剔除所有可忽略的流量。据估计，这将使 LCI 结果清单中的流量减少约 50%至 80%，从而简化质量控制和解释。不过，出于透明度和交流的考虑，建议将其保留。

|  |
| --- |
| **规定：9.3.2 完整性检查** |
| 本规定适用于研究的所有可交付成果类型，但对于单元过程、部分终止的系统、LCI 结果和 LCIA 结果数据集，仅作为可交付成果，以便在开发 LCI 数据或系统模型的迭代循环过程中提高数据质量。(研究结果也可纳入 LCI 研究报告）。 |
| I) SHALL - **评估 LCI 模型的完整性（截止）：**应系统地应用在范围阶段（见第 [6.6.3](#_bookmark116) 章）定义的截止规则，以确保最终数据集清单/ies 符合预定义或源自目标的数据质量要求（见第 [6.9.2](#_bookmark146) 章）。根据最初定义的截止标准，从以下方面评估清单数据的完整性： |
| I.a) **流程覆盖范围：**系统中所有相关流程的覆盖范围 |
| I.b) **基本流覆盖范围：**系统过程（尤其是在 "重大问题 "下确定的关键过程--见第 [9.2](#_bookmark307) 章）清单中的所有相关基本流量的覆盖范围，这些基本流量具有相关影响类别的表征因子（根据 LCI/LCA 研究的目标）。 |
| I.c) **操作截止近似值：**应使用范围阶段定义的截止标准/方法和百分比（见 [6.6.3](#_bookmark116)）。在操作时，可使用以下针对流量属性的逐步截止规则，逐个属性预先检查所有流量类型的完整性，并平衡输入与输出的总数量：[ISO+] |
| I.c.i) **产品流动：**"质量"（单个关键化学元素）、"能量含量"、"市场价值" （或 "生产/供应成本"、 |

|  |
| --- |
| 特别是购买服务）。 |
| I.c.ii) **废物流：**"质量"（单个关键化学元素）、"能量含量"、"处理成本"。 |
| I.c.iii) **对于基本流量：**"质量"（单个关键化学元素的质量，仅针对与环境相关的流量，即不包括不相关或不太相关的流量，如消耗的焚烧空气和离开工艺过程排放到空气中的废蒸汽）、"能量含量"。 |
| I.d) **比较断言的界限：**除环境影响外，截止点的质量和能量也应始终符合要求。 |
| I.e) **基本流和废物流的附加相关性标准：**数据收集中还应包括质量和能量含量较低，但与相应类型的工艺或行业具有已知相关性的排放物和废物（使用法律限制和专家判断等）。[ISO+] |
| I.f) **近似 100 % 值：**对于所有最初缺失的信息和数据，可通过使用 "最佳近似值"，特别是类似过程的信息和专家判断，来近似 100%的完整性参考值。尤其是缺失的信息和数据：[ISO+] |
| I.f.i)最初缺失流量的种类和数量、 |
| I.f.ii)所有流体中与流体总质量相关的元素组成和能量含量、 |
| I.f.iii)对总生产成本和产值有相关贡献的所有货物和服务的成本 |
| I.f.iv) 仍缺少消费品和服务 背景数据集的环境影响。 |
| I.g) **估算 100%值近似的精度：**100% 近似值的精确度可通过分析构成清单的不同质量水平数据的比例来判断：低质量数据的比例越高，100% 近似值的精确度就越低。 [ISO+] |
| I.h) **影响的完整性：**作为最后一步，利用第 [6.6.3](#_bookmark116) 章中确定的定量临界值，估算所实现的完整程度/截止。[ISO+] |
| I.i) **剔除可忽略的流量：**剔除可忽略不计的流量是一种选择，这些流量共同占被剔除的影响份额的 10%以下（例如，如果完整性为 95%，则剔除 5%。这 5%中的 10%即为 0.5%，可忽略不计）。但建议不要将其忽略。[ISO+] |
| 请注意，LCIA 方法和（可能的）用于定义临界值的归一化和加权是在范围阶段决定的，见第 [6.7.7](#_bookmark128) 章[。](#_bookmark128) |
| 请注意，对于单元过程和部分终止的系统，完备性的判定应与单元过程和部分终止的系统本身相关。也就是说，在量化所实现的完整性时，应忽略为完成完整性检查的系统模型而专门添加的其他过程的完整性缺失。 |
| II) SHOULD--**必要时提高完整性：**在完整性不足的情况下，应重新审视清单分析（有时也包括影响评估）阶段，以提高完整性程度。建议重点 |

|  |
| --- |
| 在关键的生命周期阶段、过程和流程上发现重大问题。不过，LCI 数据的改进应从微调或修订目标和范围开始，即进行一次完整的迭代（见第 [2.2.4](#_bookmark10) 章和[第 4](#_bookmark18) 章，以及相关的[图 4](#_bookmark19) 和[图 5](#_bookmark20)）。 |
| III) SHALL - **报告最终的完整性；可能修改范围或目标：**如果已达到预定的完整性，或不能进一步提高，则应报告最终达到的完整程度（作为完整程度的百分比/临界值）。对于生命周期评估研究，在以后制定结论和建议的局限性时应考虑到这一点。如果无法达到目标或必要的完整性，则应决定是否需要修改或重新定义范围甚至目标。 |

**9.3.3灵敏度检查（实现的准确度和精确度）**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5.3.3 章和 4.4.4 的各个方面）

敏感性检查的目的是评估最终结果的可靠性，如果包括在内，则评估生命周期 评估研究***199*** 的结论和建议的可靠性。专家判断和以往经验有助于敏感性分析。情景分析和不确定性计算是支持敏感性分析的定量方法（见附件 [16](#_bookmark404)）。

在解释步骤中，敏感性分析与清单数据、影响评估数据以及方法假设和选择中重要问题的不确定性信息一起使用，以评估最终结果以及基于这些结果的结论和建议的可靠性（第 [9.4](#_bookmark318) 章）。

按照 ISO 14044:2006 的要求，当生命周期评估用于向公众披露的比较结论时，评估要素应包括基于详细敏感性分析的解释性说明。

按照生命周期评估阶段 "目标和范围"、"生命周期清单 "和 "生命周期影响评估 "来安排敏感性检查是非常有用的：

**目标和范围阶段：**

敏感性分析是为了检查范围选择的适当性是否有局限性，这与研究的目标以及得出结论和建议有关，特别是适当的......



* 确定要研究的系统；
* 确定系统或（在比较研究中）系统的功能和功能单元；
* 确定要应用的适当的 LCI 建模框架和方法途径
* 确定系统边界和量化截止标准；
* 选择所包含的影响类别并应用 LCIA 方法；
* 确定使用的解释方法；

**199**请注意，ISO 14044 将验证"......假设、方法和数据......是否符合目标和范围定义...... "的过程归入了 "一致性检查 "的定义中，而在 "敏感性检查 "一章中（更有可能）应用了这些过程，这里也是如此。

* 确定 LCI 数据和数据质量要求，包括清单数据与所选 LCIA 方法的适用性；
* 选择归一化和加权集***200*** ，如果包括可选要素；
* 所做假设和价值选择的种类及其相关性
* 确定使用和/或解释结果的适用限制；

关于目标和范围问题，敏感性检查可通过计算和比较方案来完成，特别是针对不同的具体 LCI 方法，以解决流程的多功能性问题***201*** 。对于其他问题，可以根据专家的判断和以往的经验进行定性分析和论证。

**生命周期清单阶段：**

敏感性分析是为了检查生命周期清单工作的适当性、与研究目标和范围的关系以及得出结论和建议的局限性。这尤其涉及到对清单数据的适当收集或选择......



* 它们在技术、地理和时间方面对所分析系统的代表性（特别是对 "关键 "工序）；
* 与所包含的定量相关影响类别（尤其是 "关键 "过程）有关的清单的完整性；
* 由于所使用原始数据的随机不确定性，其清单值和参数的精确度受到影响

关于生命周期清单问题，至少要对上一步（见第 [9.2](#_bookmark307) 章）确定的敏感问题进行检查。

检查可通过联合方案分析和/或不确定性计算（如蒙特卡洛模拟）进行。请再次注意，不确定性计算可以支持专家判断，但不能取代专家判断，因为不确定性计算在反映真实的不确定性方面存在局限性。还可以通过允许数据和参数在不确定性估计值给出的范围内变化来检查数据不确定性对关键问题的影响，同时对系统进行建模并比较结果。

**200**这包括以下内容：A) 如果归一化被列为可选要素：特别是影响指标的完整性和一致性方面的限制，以及标准化数据在地理和时间方面的代表性。与所选 LCIA 方法和影响类别的兼容性限制。与 LCA 工作的目标受众和决策背景相关的标准化数据所选地理参考或其他参考的适当性方面的限制。B) 如果加权作为可选要素：由于 LCIA 结果的精确度和加权因子的稳健性不同，所选加权水平（即中点或终点水平）存在局限性。加权方法（如科学小组、目标距离、政策小组、利益相关者小组等）在决策背景和生命周期评估工作结果的目标受众方面的局限性。

**201**这是指在本文件方法规定的范围内，例如在不同的物理因果关系可能适用于分配标准的情况下，或在系统扩展/替代存在不同的允许选项的情况下。

**生命周期影响评估阶段*202* ：**

敏感性分析是为了检查 LCIA 工作的适当性、与研究目标和范围的关系以及得出结论和建议的局限性。这尤其涉及到



* 对 LCIA 方法进行适当的选择（或在适用的情况下：开发、变异/扩展），并将其正确、完整地应用于清单中
* 适当选择和正确应用归一化因子和加权因子（如果包括的话）
* 如果 LCIA 结果是生命周期评估研究的成果，或者是后续解释和结论的基础，则应确保 LCIA 结果的精确性。

关于后者，在解释时应充分注意以下事实，即不同影响类别的特性系数的不确定性各不相同，这反映了基本影响途径建模方面的技术水平，以及计算单个物质的特性系数时所应用的物质数据的可用性和质量。因此，针对人类毒性和生态毒性的与化学相关的中点级影响类别的不确定性要比针对酸化、光化学臭氧形成或全球变暖等影响的通常与能量转换相关的中点级影响类别大得多。

关于 LCIA，可通过情景分析进行敏感性检查，采用不同的允许 LCIA 方法。同时还可以对 LCIA 结果进行不确定性计算。需要注意的是，考虑到不确定性计算在反映真实不确定性方面的局限性，不确定性计算只能支持专家判断，而不能替代专家判断。

关于作为 LCIA 阶段可选要素的归一化和加权，敏感性检查可以在归一化 LCIA 结果的水平上结合应用不同允许加权集（可能包括不确定性计算）的方案。

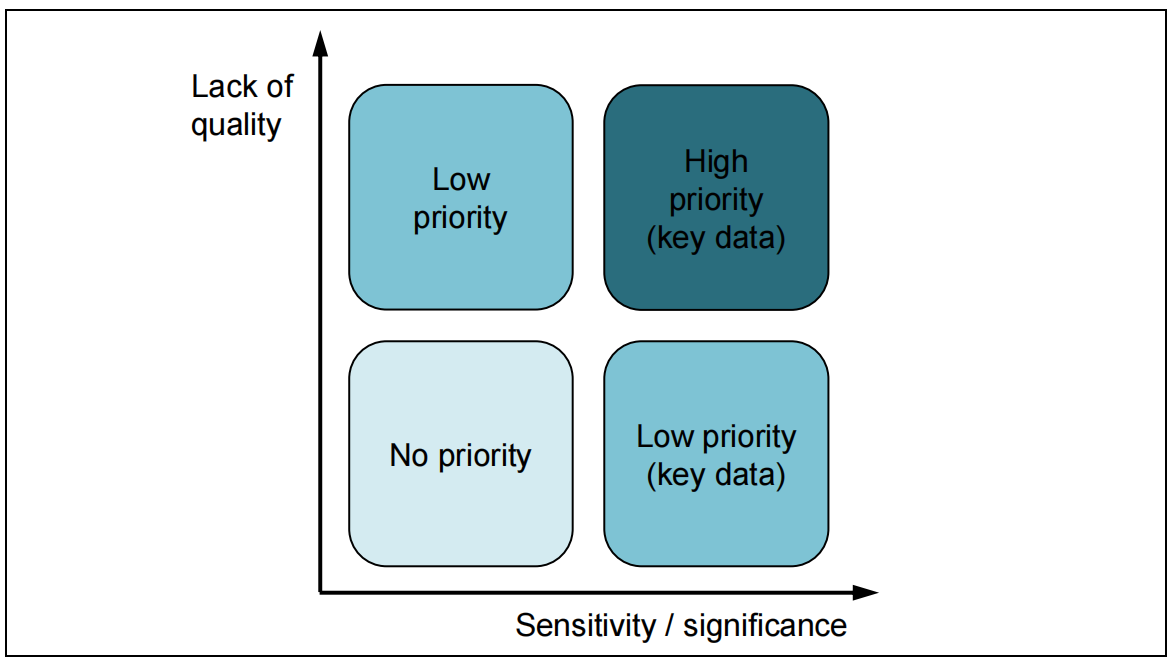
**在迭代 LCI/LCA 研究中使用敏感性分析**

结合敏感性分析有助于确定改进清单数据收集或影响评估的重点。如果数据的代表性和完整性较高，不确定性较低，那么对 LCI/LCA 研究的最终结果影响较大的数据可能不需要进一步的数据收集工作。同样，如果数据的敏感性/相关性很低，不确定性很高的数据也不需要作为改进的重点。

数据质量改进的重点应是对总体结果影响较大且不确定性较高的数据（见[图 26](#_bookmark314)）。如果这些数据无法得到改善，其结果就是结果的整体质量较低，需要记录在案。如果精确度不足以满足预期结果应用的要求，则有必要修改 LCI/LCA 研究的目标。

**202**LCIA方法的开发者应解决一些与LCIA相关的问题，并将这些问题与LCIA方法一起简明扼要地记录下来，作为对LCA实践者的投入：A) LCIA 方法与所代表的中点水平影响潜力或终点损害相关的方法适当性和一致性的局限性。B) LCIA 方法在地理、时间和保护区相关代表性方面的局限性。C) 由于所使用的原始数据的随机不确定性，影响因子的精确性受到限制，这些数据与物质特性、迁移和转移系数、暴露途径因子、效应因子等有关。

提高数据质量的第二个优先事项是介于两者之间的数据，即既显示高灵敏度或重要 性，又显示中等不确定性，或既显示高不确定性，又显示中等灵敏度。



**图 26 将工作重点放在关键数据上。在迭代循环中，主要关注质量不高（即代表性和一致性有限、不确定性高、完整性低）且敏感性或重要性高的关键数据。**

由于生命周期评估需要采用迭代方法，因此敏感性分析被用作迭代循环中的一个综 合要素（具有指导功能），包括清单数据收集、影响评估和系统边界设置。这些早期敏感性分析的结果被用作解释敏感性检查的起点。

|  |
| --- |
| **规定：9.3.3 敏感度检查（准确度和精确度）** |
| 本规定适用于研究的所有可交付成果类型，但对于单元过程、部分终止的系统、LCI 结果和 LCIA 结果数据集，仅作为可交付成果，以便在开发 LCI 数据或系统模型的迭代循环过程中提高数据质量。(研究结果也可纳入 LCI 研究报告）。 |
| I) SHALL - **检查结果的敏感性：**检查总体结果的准确度和精确度在多大程度上符合预期应用的要求。目标是将其提高到要求的水平，具体如下： |
| I.a) **重要问题的敏感性：**在先前确定的重要问题中找出最敏感的问题（第 [9.2](#_bookmark307) 章），分析这些问题对总体结果的敏感性，以及随机和系统不确定性估计值。分析结果将决定总体结果的准确性和精确性，以及从 LCI/LCA 研究中得出的结论的强度，并且必须与这些结果一起报告。请注意，计算出的不确定性数字可能不包括通常由模型假设、数据缺口和缺乏准确性造成的决定性系统不确定性。 |

|  |
| --- |
| I.a.i) **LCI 项目的敏感性：**评估 LCIA 结果（或加权 LCIA 结果（如适用））对关键流量、工艺参数设置、 流量属性以及可回收性、货物寿命、服务步骤持续时间等其他数据项的敏感性。评估敏感清单项目对数据代表性和精确度的影响。[ISO!］ |
| I.a.ii) **LCIA 因子的敏感性：**评估 LCIA 结果（或加权 LCIA 结果，如果应用）的敏感性，考虑到由于影响评估中的不确定性（例如，人类毒性、生态毒性等具有较高的不确定性，而全球变暖、酸化等具有较低的不确定性），结果的不确定性往往差别很大。[ISO!］ |
| I.a.iii) **模拟选择和假设的敏感性：**评估 LCIA 结果（或加权 LCIA 结果，如果应用）对不同建模选择和方法假设（"方法问题"）的敏感性，例如，功能单元的定量和定性方面、替代流程、分配标准等。[ISO!］ |
| I.b) **尽可能提高敏感问题数据、参数、影响因素、假设等的稳健性：**如果某些重要问题的质量不高，则应重新进行清单分析和/或影响评估，以改进相关数据 （针对数据问题）和影响因子（针对 LCIA 问题），或尝试对敏感假设或选择（针对方法问题）进行鉴定和讨论。至于数据的完整性，LCI 数据精确度的改进也应从微调或修改目标和范围开始，即进行一次完整的迭代（见第 [2.2.4](#_bookmark10) 章和[第 4](#_bookmark18) 章）。 |
| I.c) **报告最终成果；可能修改范围或目标：**如果关键问题的确定性符合需要，或如果无法降低确定性以获得 LCI/LCA 研究应用所需的准确性和精确度，则应决定是否需要修改或重新定义范围甚至目标。这一点应予以报告，对于生命周期评估研究而言，以后在制定生命周期评估结论和建议的局限性时也应加以考虑（第 [9.4](#_bookmark318) 章）。 |

**9.3.4一致性检查**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5.3.4 章）

进行一致性检查是为了调查在整个 LCI/LCA 研究过程中，假设、方法和数据的应用是否一致***203*** 。一致性检查既适用于被分析系统的生命周期，也适用于比较系统之间。

相关的方法问题尤其是 LCI 建模框架（即归因或后果）和方法（即分配标准和替代系统的选择），以及系统边界的设定、数据的推断、影响评估的一致应用和其他假设。

**203**请注意，ISO 14044 将验证"......假设、方法和数据......是否符合目标和范围定义...... "的过程归入了 "一致性检查 "的定义中，而在 "敏感性检查 "一章中（更有可能）应用了这些过程，这里也是如此。

清单数据的相关问题涉及数据在时间、地理和技术代表性方面的一致性，所选单位过程或 LCI 结果是否适合代表前景和背景系统中的过程，以及数据的完整性和精确性。

影响评估的相关问题是 LCIA 要素的一致应用，包括（如果应用的话）归一化和加权系数。关于 LCI 数据和 LCIA 方法的相互关系，这涉及到清单数据和相应影响因子在空间和时间上的一致性。

|  |
| --- |
| **规定：9.3.4 一致性检查** |
| 这些规定适用于研究的所有可交付成果，但单元过程数据集仅作为可交付成果，用于在开发 LCI 数据或系统模型的迭代循环过程中提高数据质量。(研究结果也可纳入 LCI 研究报告）。  对于部分终止的系统、LCI 结果和 LCIA 结果数据集，它们还可用于确保整个模型过程中方法的一致性。  对于生命周期评估研究而言，它们还能确保所比较系统模型的方法一致性。 |
| I) SHALL - **数据质量是否足够一致？：**检查数据质量本身（即准确性、完整性和精确性）和系统中不同流程所选数据源的差异是否与研究目标和范围一致。这一点对于比较研究尤为重要。 |
| II) SHALL - **方法选择是否一致？：**检查所有方法选择（例如 LCI 建模原则、分配标准或系统扩展/替代方法、系统边界等）是否与研究的目标和范围（包括预期应用和目标受众）相一致。应通过检查是否符合与适用情况 A、B 或 C1 / C2 有关的方法规定来判断。[ISO!］ |
| 请注意，方法一致性既适用于单元过程层面（即从原始数据开发单元过程的一致方法），也适用于系统层面（即系统建模的一致性）。在结合不同来源的数据时，这一点尤为重要。 |
| III) SHALL - **一致的影响评估？：**检查影响评估的步骤（包括标准化和加权，如果包括）是否得到一致应用，是否符合目标和范围。 |
| IV) SHALL - **评估不一致的相关性：**评估任何已发现的不一致之处（如上所述）对结果的相关性/重要性，并将其记录在案，包括在报告已实现的方法一致性和适当性时。对于生命周期评估研究，在根据结果得出结论或提出建议时，还应考虑这些结果。 |

**9.4 结论、局限性和建议**

(参考 ISO 14044:2006 第 4.5.4 章）

**概述**

综合解释阶段其他要素的结果，并借鉴生命周期评估前几个阶段的主要发现，解释的最后一个要素是得出结论，确定生命周期评估的局限性，并为以下方面提出建议

根据目标定义和结果的预期应用，确定预期受众。

**得出结论**

结论应以反复的方式得出：在确定重要问题（第 [9.2](#_bookmark307) 章）和评估这些问题的完整性、敏感性和一致性（第 [9.3](#_bookmark309) 章）的基础上，可以得出初步结论。结论是指在制定目标定义时提出的问题是否可以通过生命周期评估来回答，即替代品之间是否存在重大差异，各种敏感问题在这些差异中所起的作用等。举例说明目标问题：以 "为 X 选择的两种清洁解决方案中，哪种对环境的影响较小 "为起点，对机器清洁 X 和手工清洁 X 进行比较研究，可能得出的结论是：存在显著差异，但仅限于手工清洁的用户行为和清洁机能效的某些相关情况。手工清洗的主要因素是使用的水温和水量（取决于换水的频率以及是否用流动的水进行最后的冲洗）。

然后检查初步结论是否符合目标和范围阶段的要求和限制、生命周期清单阶段的限制以及生命周期影响评估阶段的限制。

在得出重要结论方面，最常见的突出局限性是（理论上有可能得出这样的结论，因为实际差异是存在的）：

* 系统边界/截止设置（LCI 数据和模型确实符合这些设置）、
* 根据目标要求，实现 LCI 数据的质量和一致性
* LCIA 方法的不确定性、
* 目标阶段的特定预设假设、
* 以及与特定案例相关的其他具体方法和研究局限性。

如果结论符合要求，就可以作为最终结论上报，否则就必须重新制定并再次检查。

**应对限制**

必须列出 LCA 研究在既定目标和范围内的任何局限性。例如，与相关影响类别有关的基本流的完整性有限，或时间代表性有限，或仅在碳足迹研究中预先选择气候变化影响，或方法不一致，如某些背景数据与系统其余部分之间的不一致等。

然后，要对每项结论和预期应用的后果类型和程度进行评估。

**比较研究的解释**

在涉及系统比较（无论是否向公众披露）的研究中，解释时必须考虑另外几点，以确保研究结论的公正性和相关性：

* 必须确定每个系统的重大问题，并特别注意各系统之间存在的不同问题，这些问题有可能导致

改变比较的结论。在可能的情况下，需要消除这些差异，或在制定结论时充分考虑这些差异。

* 如果要进行不确定性分析，以调查两个系统之间的差异是否具有统计意义，则应针对两个系统之间的差异（即一个系统减去另一个系统）进行分析，同时应尽可能考虑到两个系统的流程之间可能存在的共变（如相同的流程），因为对所包含流程的访问存在保密限制。
* 重要的一致性检查涉及不同系统对关键问题的一致处理，是确保公平比较的基础：
* 所比较的系统是否足够等同？
* 考虑到系统中各过程的相对重要性，不同系统之间清单数据质量的差异是否小到可以接受的 程度，这些差异是否符合研究的目标和范围？(例如，如果一项研究依据的是对所有关键过程都具有高度代表性的最新具体数据，而另一项研究使用的是从文献数据中推断出来的数据，那么清单数据就会存在偏差，从而导致比较无效）。
* LCI 建模框架、分配规则和系统边界设置是否始终适用于所有比较系统（包括背景数据）？
* 是否对所有系统都进行了一致的影响评估，是否所有系统都包含了相关的影响类别，是否所有系统都以相同的方式和相同的基本流量完整性计算了影响？

这些都是非常重要的问题，如果这些问题在不同系统之间存在很大差异，就会对比较产生很大偏差，很容易使比较失效。

当LCA用于向公众披露比较结论时，ISO 14044:2006 标准还要求评估要素包括基于谨慎的敏感性分析的解释性说明。该标准强调，敏感性检查无法发现所研究的不同替代品之间的显著差异，并不能自动得出这种差异不存在的结论，而是该研究无法以显著的方式显示这种差异。

同时，不显著的差异也应被视为不显著；并不总是有明显的偏好，这也是生命周期评估研究的一个有效结果。

**得出建议**

根据LCA研究的最终结论提出的建议必须符合逻辑，结论必须合理可信，并与研究目标中规定的预期应用严格相关。

建议可以是（始终与研究目标相关），例如：

* 将产品改进的重点放在一个或多个特定工艺或特定排放物上，这些工艺或排放物对总体影响的贡献占主要部分，并具有相关的改进潜力***204*** 、
* 一种产品优于在数量和质量上充分实现同等功能的其他产品，或
* 一组具有相同功能的产品之间没有明显差异、
* 将供应商更换为对自身生产或供应链影响较小的供应商***205*** 、
* 改进用户手册，指导产品用户如何轻松降低所分析产品对环境的总体影响、
* 通过政治或税收措施或研发投资，刺激某些技术系列（或原材料基地等）的发展、
* 等等

请注意，除本指导文件所涉及的应用外，其他应用（如确定生态标签标准或生态设计指标）可能需要额外的步骤，借鉴LCA的可交付成果，可能包括任何结论和建议。

|  |
| --- |
| **频繁的错误：在差异不显著的情况下，对结果的解释不恰当** |
| 当发现比较的替代产品没有显著差异时，有两种相反的风险： |
| * 首先是对结果的过度解读： |
| * 夸大微小或无关紧要的差异 |
| * 从具体案例研究中得出一般性结论和建议 * 仅根据不确定性分析结果对比较系统之间的差异进行高度置信，这仅部分涵盖了结果的全部不确定性，并不包括其准确性。 |
| * 其次，根据不平衡或质量差的数据不恰当地声称所比较的替代品是平等的，从而导致差 异不显著的风险。为避免这种情况，应在说明研究结果的同时，说明比较系统之间差异不显著的原因。不能因为可用数据、应用方法等方面的不平衡，就得出两个比较系统之间不存在差异的结论。同样，如果两个系统的数据平衡，但数据质量较低，也不能得出结论。 |

**204**请注意，这种 "产品内部比较 "在形式上也是产品比较，特别是在出版的情况下，这里也要满足向公众披露的比较声明的附加要求。

**205**请注意，这涉及到归因模型和结果模型的问题。

**对不具有客观可比性的替代品进行比较研究**

正如第 [6.10.3](#_bookmark155) 章所解释的那样，在无法进行客观比较（如散装化学品除外），而只能由消费者个人进行判断（如许多个人服务）的情况下，可以对系统进行比较研究。

因此，在提交此类比较研究的结果和建议时，应明确说明可比性本身并不是假定的， 而是取决于个人的偏好和判断。

**避免误读**

为避免目标受众的误解，应在提出建议时一并提出相关的限制条件。必须尽可能避免生命周期评估研究对象对建议的误解超出具体生命周期评估研究的范围和生命周期评估结果所支持的范围，包括考虑到任何局限性。这包括必须考虑到研究对象最终在技术或方法上的理解有限。附件 [15.3](#_bookmark401) 汇总了避免误导性解释的各个方面。

|  |
| --- |
| **规定：9.4 结论、限制和建议** |
| 注意情况 C1 和 C2 研究在用于直接决策支持方面的限制。这些规定仅适用于比较性和非比较性生命周期评估研究。 |
| I) SHALL - **从系统的角度分析结果：**单独分析并共同讨论在主要系统模型中获得的结果，以及--如果已执行--相应的合理的最坏和最佳假设情景，以及可能的进一步假设情景。将可能进行的不确定性计算结果纳入分析。[ISO!］ |
| **I.a)需要特别或单独分析的项目：** |
| I.a.i) **非通用 LCIA：**分别分析并共同讨论使用默认 LCIA 方法所获得的结果，以及包括任何可能的附加或修改/非通用（如空间或其他方面的区别）LCIA 方法所获得的结果。 |
| I.a.ii) **长期排放：**分别分析并共同讨论研究开始后 100 年内的干预结果和 100 年后的干预结果。 |
| I.a.iii) **碳储存和延迟排放：**仅当根据明确的目标要求将其包括在内时：分别分析并共同讨论包括和不包括碳储存和延迟排放/再利用/再循环/再利用信用额度的结果。 |
| I.b) **得出结论（如果可以预见）：**考虑解释阶段前几部分的结论。根据为生命周期评估研究确定的目标、范围定义（特别是与数据质量要求相关的定义）、预先确定的假设和已知的方法限制及其在生命周期评估中的应用，得出结论。考虑研究过程中注意到的所有假设和相关限制。 |
| I.c) **处理 LCA 范围之外的影响（如有）：**列出任何潜在或实际的 |

|  |
| --- |
| 对三个保护领域的影响，这些影响基于 LCA 所涵盖的机制之外的其他机制（如事故、产品直接作用于人体等），且有关各方认为是相关的。说明这些影响不属于生命周期评估的范围。 |
| 请注意，在 ILCD 手册中，对于生命周期评估范围之外的未量化影响，无法明确或隐含地评估其与生命周期评估结果的相关性**206** 。 |
| I.d) **比较结论：**比较系统之间在数据质量和方法选择上的差异应符合研究的目标和范围，特别是 （另见第 [6.10](#_bookmark151) 章）： |
| I.d.i) 所比较的替代品的功能单元应足够相似，以便进行比较，特别是考虑到利益攸 关方和潜在用户。 |
| I.d.ii) 系统边界的设定应一致适用于所有系统。 |
| I.d.iii) 清单数据应具有可比质量（即准确性、完整性、精确性、方法一致性），适用 于所有比较过的替代方案。 |
| I.d.iv) 影响评估步骤应一致适用于所有系统。 |
| I.d.v) 在根据比较结果得出结论和提出建议时，应评估和考虑上述发现的任何不一致之处对比较结果的影响。 |
| II) SHALL - **严格根据结论和局限性提出建议：** |
| II.a) 在生命周期评估研究中提出的任何建议都应完全基于这些结论，并尊重其局限性。明确无误地提出建议，并根据结论逐步提出合乎逻辑和合理的建议。这样做要符合生命周期评估研究的既定目标，特别是预期的应用和目标受众。 |
| II.b) 建议应以保守的方式提出，仅以重要发现为基础。在研究过程中发现的任何相关限制均应在生命周期评估研究的关键信息（包括执行摘要）中明确、清晰地说明。[ISO!］ |
| II.c) 必须特别注意避免非技术受众的误解，避免超出生命周期评估研究的范围和其 结果所支持的解释。 |
| II.d) 不应说明所比较的备选方案之间的平等性，除非这种平等性已被证明是显著的：不应仅将缺乏显著差异误解为所分析的备选方案之间的平等性。只应说明在给定的数据限制和/或不确定性或其他原因下，无法发现显著差异。[ISO!］ |

**206**生命周期评估范围之外的效应--如果可以获得并以可比方式量化（例如，与功能单元定量相关，考虑整个生命周期等）--可与生命周期评估结果相结合，作为生命周期评估范围之外和ILCD范围之外的额外评估和报告。这应考虑不同方法和效果的相对准确性和精确性。

|  |
| --- |
| III) SHALL -- **主观偏好占主导地位的系统比较：**对不具有客观可比性的替代品（如个人服务、时装、珠宝首饰）进行比较研究的结果和建议应明确说明，可比性本身并不是假定的，而是取决于个人的偏好和判断。[ISO!］ |
| IV) SHALL - **关于一揽子产品类型研究的结论：**对于以非竞争方式分析若干工艺或系统的研究，即执行明显不同功能的工艺/系统（如一篮子产品、确定优先产品），应明确报告在工艺/系统的优选性方面不存在可比性。 |
| 注：附件 15.3 举例说明了如何避免误导比较研究的目标和范围定义以及结果解释。 |

**10 报告**

(参考 ISO 14044:2006 第 5 章）

**10.1 导言和概述**

LCI/LCA研究的结果和结论应完整准确地报告给目标受众，不得有任何偏差。研究结果、数据、方法、假设和局限性应具有透明度，并以足够详细的方式呈现，使读者能够理解生命周期评估中固有的复杂性和权衡。报告还应允许以符合研究目标的方式使用结果和解释。

在介绍或传播研究成果时，应认识到并满足不同受众的需求。目标受众可以是内部受众、（界定的）外部受众或公众受众，也可以是技术受众或非技术受众。这些受众可以包括公司、行业协会、政府机构、环保团体、科技界和其他非政府组织，以及普通公众/消费者。在公共领域的交流尤为重要，因为当向不熟悉方法的复杂性和可能适用的相关限制的受众提供 LCA 衍生信息时，误解的风险就会增加。

良好的 LCI 和 LCA 研究报告应提供相关的项目细节、所遵循的流程、所采用的方式和方法以及所产生的结果。这对于确保结果的可重复性以及向评审人员提供所需信息以判断结果的质量以及结论和建议（如果包括在内）的适当性至关重要。

完整的报告还应包含所使用的数据，并应确保所使用的所有方法和数据的透明度和一致性。该报告应构成对科学/技术受众的主要投入，并可作为编写给其他目标受众的摘要报告的基础。这些摘要需要根据受众的要求进行调整，仅标明为摘要，并适当提及主要报告和相关审查报告，以确保不会断章取义。

敏感或专有信息和数据的保密要求应得到满足，同时至少应允许评审人员保密访问，以支持对数据集和/或报告的评审。单独的、互为补充的保密报告可以达到这一目的。

**10.2报告原则**

(参考 ISO 14044:2006 第 5.1.1 章）

**报告和数据集**

报告的形式和水平主要取决于三个因素：

* 研究成果的类型、
* 研究和报告的目的和预期应用，以及
* 目标受众（特别是技术或非技术人员，内部或第三方/公众）。

**报告 LCIA 结果**

在报告或数据集中公布 LCIA 结果时，为透明起见，应同时公布 LCI 结果。如果是归一化或加权 LCIA 结果，则同样要报告之前步骤（分类和特征描述）的结果。出于同样的原因，端点（损害）级别的特征描述结果应与中点级别的影响类别结果以及 LCI 结果相辅相成。

**保密性**

如果数据或信息（如技术、催化剂、成分）因保密或专有原因而无法报告，则可将此 信息记录在一份单独的保密报告中，该报告无需对外公布，但在保密条件下可提供给预期的关键评审人员。该保密报告中记录的信息种类应在详细报告（如有）中列出。

**报告修订后的目标和/或范围项目**

在某些情况下，LCI/LCA 研究的目标和范围可能会因为不可预见的限制、约束或额外信息而需要修改。LCI/LCA 研究的最终文件必须反映出这一点，包括对完整性、精确性、应用领域等的影响。

|  |
| --- |
| **规定：10.2 报告原则** |
| 完全适用于所有类型的交付品，隐含区别。 |
| I) SHALL - **报告完整、无偏见：**应完整、准确地报告 LCI 或 LCA 研究的结果和结论，不得对目标受众有任何偏见。 |
| II) SHALL - **使用国际单位制：**默认情况下，报告应使用*国际单位制*（SI）单位。 |
| III) SHALL - **指导报告的可重复性和目标受众：**结果、数据、方法、假设和局限性应具有透明度，并以足够详细的方式介绍，使读者能 够理解研究和一般生命周期评估所固有的复杂性和权衡。在报告技术细节时，应确保尽可能好地再现研究结果以及任何结论和建议（如有）。(关于机密或专有信息的报告，详见下文）。考虑目标受众对技术和生命周期评估方法的理解。 |
| IV) SHALL - **报告 LCIA 结果：**根据预期的应用，LCIA 结果也可在研究报告或数据集中报告。如果这样做，应符合以下要求：[ISO!］ |
| IV.a) 根据 LCI/LCA 研究的预期应用和目标定义中的任何规定，在范围定义中确定 LCIA 结果的预期报告方式。 |
| IV.b) 为透明起见，LCIA 结果应与 LCI 结果一起公布。在 LCIA 结果归一化或加权的情况下，应同样报告之前的步骤（分类和特征描述）。 |
| IV.c) 在终点（损害）层面的影响评估结果应通过以下方式加以补充 |

|  |
| --- |
| 中点水平的影响类别结果（除非终点 LCIA 方法没有中点临时步骤），以及 LCI 结果。 |
| 请注意，如果研究的目的是支持向公众披露的比较断言，则不允许对指标结果进行任何形式的基于数值的加权。 |

**10.3 三级报告要求**

(参考 ISO 14044:2006 第 5.1.2、5.2 和 5.3 章）

根据 ISO 14044:2006 标准，本手册的经典报告分为三个级别，要求各不相同（不断提高）。这些报告既涉及项目报告，也涉及数据集文件。

**10.3.1内部使用报告**

(无相应的 ISO 14044:2006 章节）

报告仅供内部使用，不得向委托或（共同）资助该研究或执行生命周期评估工作的公司或机构以外的任何外部方披露。例如，用于确定内部改进潜力和产品开发重点的研究。

当然，内部报告没有正式规定。为了提供适当而有力的决策支持，建议密切关注第三方报告的报告要求。

**10.3.2第三方报告**

(参考 ISO 14044:2006 第 5.1.2 和 5.2 章）

报告的目的是记录和/或向第三方（即除专员或执行研究的生命周期评估从业人员以外的相关方）传达生命周期评估的结果。无论交流形式如何，第三方报告都必须作为研究的参考文件和文档编制。

不要求包括保密信息，但需要根据保密协议提供给审查人员，并单独记录或作为报告的一部分供内部使用。

本章 "条款 "中规定了第三方报告（和/或上文所述的机密报告，如果编写了机密报告）应涵盖的详细内容，此处不再赘述。

第三方报告应为非专业读者提供执行摘要。

对于 LCI 数据集，如果有相关的背景文件（例如更广泛的方法报告，如 ILCD 手册、关于数据收集程序的报告、使用的数据源、审查报告、应用的 LCIA 方法和归一化及加权集，以及满足上述要求所需的其他文件），则文件齐备的 ILCD 格式数据集可作为第三方报告。

附件的作用是记录那些会不适当地打断报告主要部分阅读流程的内容，同时也是更详细或表格化的技术性内容和参考资料。附件应包括：

* 问卷/数据收集模板和原始数据
* 所有假设清单**207** （建议包括那些已被证明不相关的假设）。
* LCI 全部结果

**10.3.3向公众披露的比较研究报告**

(参考 ISO 14044:2006 第 5.3 章）

研究涉及对产品进行比较，并打算向公众公布结果。这可能涉及也可能不涉及某一产品的优越性结论（或所分析产品的平等性结论），即可以是"向公众披露的比较断言"，也可以是非断言性的比较研究，应与比较断言同等对待）。

除第三方报告外，还需满足其他要求。请注意，该报告应包括一份供非专业读者阅读的执行摘要。本章 "规定 "中提供了已公布的比较研究报告（和/或上文所述的机密报告，如果已编写机密报告）中应涵盖的详细内容，此处不再赘述。

**10.3.4报告要素**

**概述**

作为初步指导（除了准确的报告项目清单和单独的生命周期评估研究报告模板外），本章概述了主要报告要素的内容。实践者在按照ILCD指导文件的规定和行动要点完成生命周期评估研究后，还需要适当地记录这项工作。

这样一份详细的生命周期评估报告至少由四个部分组成：主要部分，该部分又被浓缩为技术摘要和执行摘要，以及记录假设和所用数据等内容的附件（也可作为参考）。保密和专有信息可记录在第五部分，即补充保密报告中。审查报告要么作为附件，要么作为参考。

下文介绍了报告各部分的一般范围和目的，详情见 "规定 "和报告模板。

该指导文件附带了生命周期评估报告的电子模板（即提供章节结构和报告项目的直接参考），应予以使用。

对于工艺数据集（即参数化和非参数化的单位工艺、LCI 结果、部分终止系统；以及可选的包括 LCIA 结果），ILCD 参考格式作为 LCI 数据集电子格式提供。LCI数据集应与LCA报告一起使用，以确保适当、完整的文档和IT兼容性，从而实现无差错的电子数据交换。

**207**请注意，重要的假设应在敏感性分析中进行重复和定量考虑，并在解释中进行定量和定性考虑。相关假设也应记录在其所属的上下文中，例如，在相关位置（LCI 章节或范围定义）记录过程及其所涉及的过程。

**第一要素：执行摘要**

面向非技术人员。

摘要应能独立成篇，而不影响生命周期评估的结果和结论/建议（如有）。执行摘要的目标受众通常是决策者，他们可能没有时间或技术背景来阅读详细的报告。

执行摘要至少应包括所研究系统的目标和范围的关键要素。在介绍清单和影响评估部分的主要结果时，应确保正确使用信息，并应包括有关数据质量、假设和价值判断的相关说明。

最后，内容提要报告应说明提出的建议和得出的结论，并说明可能适用的限制条件。

**第二要素：技术摘要**

面向技术受众/生命周期评估从业人员。

该摘要应能独立存在，而不影响生命周期评估的结果。报告的目标受众通常是技术受众，他们可能没有时间阅读报告全文，或只是先用报告了解概况。因此，技术摘要也应满足与详细报告相同的透明度、一致性等标准。

技术摘要至少应包括目标、范围、相关限制和假设，以及所研究系统的总体流程图，并应清楚说明研究取得的成果。应以确保正确使用信息的方式介绍清单和影响评估部分的主要结果，并应包括有关数据质量和价值判断的说明。

最后，技术摘要应列出生命周期评估实施者提出的建议和得出的结论。

**第三个要素：主体部分**

供生命周期评估从业人员参考。

研究目标：任何生命周期评估的报告都应包括对以下 6 个方面的简明扼要的说明：



* 预期应用
* 方法或影响限制（如碳足迹法）
* 开展 LCI/LCA 研究的原因和决策背景
* 目标受众
* 应向公众披露的比较断言
* LCI/LCA 研究专员
* 研究范围

范围一章应详细确定所分析的系统，并说明用于确定系统边界的总体方法。系统边界决定了哪些生命周期阶段和流程步骤被纳入生命周期评估，哪些被排除在外。范围章节还应涉及数据质量要求/目标。最后，范围章节包括了用于评估潜在环境影响的方法描述，以及包括哪些影响类别、LCA方法、标准化和加权集合。以下是应在范围章节报告的信息列表：

* 最终LCA成果的类型和预期应用
* 功能、功能单位和参考流程
* 系统边界和截断标准（完整性）以及系统边界图
* 对系统中所有操作的完整分析可能极其困难和复杂。因此，系统边界应对任何读者清晰明确。任何排除的原因和潜在重要性应提供。
* 方法论（LCA建模框架和处理多功能流程）

需要呈现用于特定LCA的方法论的完整描述。认识到方法论包含假设，所有这些假设都可能影响总体结果。报告应明确识别所有假设和价值判断，并为这些假设提供依据。

* 数据代表性和LCA数据的适当性&所需数据和信息的类型及来源

LCA中使用的数据来自广泛的来源，其质量、变异性和不确定性可能不同。报告中应解决所有这些问题。数据可以从公共和私人来源收集。任何在公共研究中使用但未公开的数据都应清楚注明。所有公共数据的来源（例如，特别引用的教科书、政府报告或先前的LCA）都应清楚识别。使用公共数据时，应在报告中包含。为了防止因数据呈现方式而丢失信息，报告中应保持与收集时相同的细节水平。

* 影响评估方法和因素、标准化基础和加权集
* (产品)系统之间的比较

收集库存(LCA)数据，建立系统模型，计算LCI结果

“清单”阶段包括系统的数据收集和建模，以及数据的描述和验证。

这包括所有与环境（例如CO2排放）和技术（例如消耗的中间化学品）数量相关的数据，这些数据涉及系统边界内构成被分析系统的所有相关单元过程。输入和输出数量的示例包括材料、能源、化学品和“其他”的输入，以及空气排放、水排放或固体废物的输出。还应包括辐射或土地利用等其他类型的交换或干预。

数据必须与范围章节中定义的参考流程和/或功能单位相关。数据可以以表格形式呈现，并且在此阶段已经可以进行一些解释。清单的结果是一个生命周期清单（LCI），它提供了有关所有输入和输出的信息，这些信息以基本流程的形式呈现，涉及研究中涉及的所有单元过程对环境的输入和输出。以下是本部分应报告的信息列表:

* 流程图

流程图应清楚地描述前台系统和后台系统的链接，以及所有主要的输入和输出。可能需要几个不同详细程度的流程图来充分描述系统。流程图和数据之间的联系对读者来说应该是显而易见的。

* 描述/记录为前台系统收集的单元过程数据
* 计算的LCA结果

计算生命周期影响评估结果(LCIA结果)

从业者需要记录LCIA结果，应用选定的LCIA方法和因子，以及标准化和标准化加权LCIA结果(如果出于报告目的包括在内)。

解释

* 重大问题
* 完整性检查
* 灵敏度检查(达到的准确度和精确度)
* 一致性检验
* 结论

从研究中得出的任何结论都应该是明确的。它们应限于实际检查的材料或流程，适合分析中使用的数据的变异性，并且完全基于报告中呈现的结果和方法。

结论应该是诚实和无偏见的，并且涵盖整个研究。

* 推荐

从结论中得出的建议涉及解释，因此是主观的。理想的情况是，它们应该完全基于研究的结论，并包含对形成其基础的主观过程的明确解释。任何建议的内容和范围将由LCA的目标受众决定。

###### 第四个要素:附件

对于LCA从业者来说。

附件的作用是记录那些会不适当地打断报告主要部分阅读流程的内容，同时也是供参考的技术性较强的内容。它应包括:

问卷/数据收集模板和所有假设的原始数据列表

这应该包括那些已经被证明是不相关的假设)。重要的是在敏感性分析中定量考虑，在解释中定量和定性考虑。

相关假设也要记录在它们所属的上下文中，例如，在相关位置(LCI章节或范围定义)的流程及其相关流程

完整的LCI结果



###### 第五个要素:机密报告

机密报告应包含所有机密或专有的数据和信息，不得对外公开。该信息应在保密的情况下提供给关键审查员。

|  |
| --- |
| **规定:10.3三级报告要求** |
| 完全适用于所有类型的可交付成果，隐含区分。 |
| I)应——应完成以下形式和级别的报告: |
| I.a)要求的报告级别在第6.12章中确定。[ISO+] |
| I.b)使用ILCD报告模板和数据集格式:ILCD报告模板和ILCD数据集格式应分别用于报告LCA生命周期评估研究和数据集。[ISO+] |
| I.c) 附上/参考数据集报告:建议数据集随附一份LCA生命周期评估研究报告。 |
| I.d)在报告中附上/参考LCI数据集:建议在保密考虑和所有权允许的情况下，在生命周期评估研究报告中附上模拟的LCI数据集(如打印输出和/或通过超链接)。完整的LCI结果应包含在该报告中。 |
| 即)使用/合并正确的报告级别:这些具体级别可追溯到三个主要的报告级别，根据ISO 14044:2006协议，这三个级别有一套不同的要求，应使用“内部使用的报告”、“第三方报告”、“向公众披露的比较研究报告”。详细地说: |
| I.f)5月-供内部使用的报告(仅建议)(10.3.1): [ISO+] |
| 以完整、准确和公正的方式记录LCA的结果和结论。 |
| 特别是关于库存数据，建议在单位或属性转换、缩放等之前，在数据进入计算的级别上记录数据。(即作为“原始数据”)来为审阅者和用户提供适当的信息。该信息可以与诸如转换、应用的比例因子、平均、外推等计算一起提供。 |
| I.f.iii)考虑在内部报告中提出对第三方报告或公开报告的一些要求，因为这将增强结果的稳健性和可靠性。 |
| I.g)应----第三方报告(10.3.2):第三方报告是向其传达信息的任何第三方的参考文件。报告可以基于机密信息，而该信息本身不需要包含在第三方报告中。建议通过将敏感和专有数据和信息作为单独的保密报告，仅提供给处于保密状态的关键审查人员，以满足保密利益。[ISO+] |
| I.h)除了内部使用报告的要求之外，以下 |





|  |
| --- |
| **规定:10.3三级报告要求** |
| 组件和方面应包含在第三方报告208中:[ISO！] |
| II)应-执行摘要(针对非技术受众)[ISO+] |
| III)应-技术总结(针对技术观众/ LCA专家)[ISO+] |
| IV)应-主要报告，包括以下方面:  请注意，以下项目以及[ISO+]和[ISO！]标记只与一般结构和要包含的项目有关；在本文件的其他条款中确定了需要报告的具体项目。 |
| *四. a)一般方面:* |
| *四. a.i)报告日期；* |
| *IV.a.ii)声明已根据ISO 14044:2006和ILCD手册的要求进行了研究。【ISO！]* |
| *IV.b)研究的目标:* |
| *四. b.i)预期用途；* |
| IV.b.ii)方法、假设或影响范围相关的限制；【ISO！] |
| *IV.b.iii)开展研究的原因和决策背景；* |
| *IV.b.iv)目标受众；* |
| *IV.b.v)关于该研究是否旨在支持拟向公众披露的比较断言的声明* |
| *IV.b.vi)研究专员和其他有影响力的行为者，包括LCA从业者(内部或外部)。[ISO+]* |
| *四. c)研究范围:* |
| *四. c.i)职能，包括* |
| *IV.c.i.1)性能特征声明，以及* |
| *IV.c.i.2)在比较中遗漏任何附加功能；* |
| *四. c.ii)职能部门，包括* |
| *IV.c.ii.1)与目标和范围的一致性，* |
| *四. c.ii.2)定义，* |
| *IV.c.ii.3)绩效测量的结果；* |
| IV.c.iii)参考流量 |
| IV.c.iv)适用的LCI建模框架，即根据情况A、B或C，包括[ISO！] |
| 程序的统一应用 |
| *IV.c.v)系统边界，包括* |
| *IV.c.v.1)作为基本流程的系统输入和输出类型* |

**208 斜体部分直接取自ISO 14044，第5.2章，但去除了ISO内部章节引用。一些方面已被移至其他地方，但所有内容均已涵盖。**

|  |
| --- |
| **规定:10.3三级报告要求** |
| 应该被提供， |
| *IV.c.v.2)关于系统边界定义以及个人或系统包含和排除的决策标准[ISO！]* |
| *IV.c.v.3)生命周期阶段、活动类型、流程或流程的遗漏，* |
| *四. c.v.4)能源和材料投入和产出的量化，以及* |
| *5)关于电力生产的假设；* |
| *IV.c.vi)初始纳入投入和产出的截止标准，包括* |
| *IV.c.vi.1)截止标准和假设的描述，* |
| *IV.c.vi.2)选择对结果的影响，* |
| *四. c.vi.3)纳入质量、能源和环境临界值标准。* |
| *IV.c.vii)应包括数据质量要求(除了最终达到的质量之外)* |
| IV.c.viii) LCIA范围设置，包括 |
| *考虑的影响类别和类别指标，包括选择它们的理由和参考来源；* |
| *IV.c.viii.2)所有表征模型、表征因素和所用方法的描述或参考，包括所有假设和限制；* |
| *IV.c.viii.3)原始、默认LCIA方法的任何差异、添加或修改，并说明理由[ISO！]* |
| *IV.c.viii.4)描述或参考与影响类别、特征模型、特征因素、标准化、分组、加权有关的所有价值选择，以及在LCIA其他地方使用这些价值选择的理由及其对结果、结论和建议的影响；* |
| *IV.c.viii.5)声明LCIA结果是相对表达式，并不预测对类别终点、超过阈值、安全边际或风险的影响。并且当作为LCA的一部分时，还* |
| *IV.c.viii.6)对LCIA使用的任何新的影响类别、类别指标或表征模型的定义和说明的描述和理由，* |
| *IV.c.viii.7)对任何影响类别分组的说明和理由，* |
| *IV.c.viii.8)转换指标结果的任何进一步程序，以及所选参考、加权系数等的理由。,* |
| IV.c.ix)包括(产品)系统之间的比较 |
| *IV.c.x)对初始范围的修改及其理由应* |

|  |
| --- |
| **规定:10.3三级报告要求** |
| 假如 |
| *四. d)生命周期清单分析:* |
| *IV.d.i)数据收集程序；* |
| *IV.d.ii)单元过程的定性和定量描述，至少是前台系统的描述；【ISO！]* |
| *IV.d.iii)所有可公开获取的数据来源的参考资料(所使用的所有数据的来源以及关键流程/系统的个人标识)；【ISO！]* |
| *IV.d.iv)计算程序(最好包括从原始数据到前台系统单元过程的步骤)；【ISO！]* |
| *IV.d.v)数据验证，包括* |
| *IV.d.v.1)数据质量评估* |
| *4 . d . v . 2)缺失数据的处理；* |
| *IV.d.vi)用于细化系统边界的灵敏度分析；* |
| *IV.d.vii)关键多功能工艺(和产品，如果研究直接比较多功能产品)的具体替代或分配程序，包括[ISO！]* |
| *IV.d.vii.1)特定程序的正当性* |
| *IV.e)生命周期影响评估结果计算，如适用:* |
| *IV.e.i)研究的LCIA程序、计算和结果；* |
| *相对于生命周期评估的既定目标和范围，LCIA成果的局限性；* |
| *iv . e . iii)LCIA结果与既定目标和范围的关系；* |
| *iv . e . iv)LCIA结果与LCI结果的关系；* |
| *IV.e.v)对指标结果的任何分析，例如敏感性和不确定性分析或环境数据的使用，包括对结果的任何影响，以及* |
| *在任何标准化、分组或加权之前获得的数据和指标结果应与标准化、分组或加权的结果一起提供。* |
| *IV.f)生命周期解释:* |
| *IV.f.i)结果；* |
| *IV.f.ii)与结果解释相关的假设和限制，包括方法和相关数据；* |
| *IV.f.iii)数据质量评估；* |
| *IV.f.iv)在价值选择、基本原理和专家判断方面完全透明。* |
| *IV.g)关键审查(如适用):* |

|  |
| --- |
| **规定:10.3三级报告要求** |
| *IV.g.i)审查人员的姓名和所属机构；* |
| *IV.g.ii)关键审查报告；* |
| 对建议的回应。 |
| 附件:附件用于记录会不适当地打断报告主要部分阅读流程的内容，也是更详细或表格化的技术性质，供参考。应该包括:【ISO！] |
| V.a)问卷/数据收集模板和原始数据， |
| V.b)所有假设的列表(应包括那些已被证明不相关的假设)。 |
| V.c)完整的LCI结果。 |
| VI)5月-机密报告:如果编制了机密报告，则机密报告应包含所有机密或专有的数据和信息，不得向外部提供。然而，它应在保密的情况下提供给关键审查人员。 |
| VII)应-比较研究报告:除了内部使用报告和第三方报告(10.3.3)的要求之外，还应完成以下附加报告209，以报告旨在向公众披露的自信和非自信比较研究: |
| *VII.a)分析物质和能量流，以证明其包含或排除的合理性；* |
| *VII.b)评估所用数据的准确性、完整性和代表性；* |
| *VII.c)根据ISO-4.2.3.7章节和本文件中的相关规定对正在进行比较的系统的等效性进行描述；【ISO！]* |
| *VII.d)关键审查过程的描述；* |
| *VII.e)对LCIA完整性的评估；* |
| *VII.f)关于选定类别指标是否得到国际认可及其使用理由的说明；* |
| *VII.g)对研究中使用的类别指标的科学和技术有效性以及环境相关性的解释；* |
| *VII.h)不确定性和敏感性分析的结果；* |
| *VII.i)评估发现的差异的显著性。* |
| *VIII)分组:如果LCA中包含分组，则添加以下内容:* |
| *VIII.a)用于分组的程序和结果；* |
| *VIII.b)声明从分组中得出的结论和建议* |

**209 斜体部分直接取自ISO 14044，第5.3.1章，但排除了与“Grouping”（分组）相关的要求，因为在ILCD系统中不推荐对影响指标进行分组。一些方面已被移至其他地方，但所有内容均已涵盖。**

|  |
| --- |
| **规定:10.3三级报告要求** |
| *基于价值选择；* |
| *VIII.c)用于标准化和分组的标准的理由(这些标准可以是个人、组织或国家的价值选择)；* |
| *VIII.d)关于" ISO 14044没有具体说明任何方法或支持用于对影响类别进行分组的基本价值选择"的陈述；* |
| *VIII.e)声明“分组程序中的价值选择和判断是研究专员(如政府、社区、组织等)的唯一责任。)".* |

# 

# 11重要审查

（参见ISO 14044:2006 第6章）

生命周期评估（LCA）的范围和所需进行的关键评审类型应在LCA的范围阶段就已经确定，并且对关键评审类型的决定应有记录（见第6.11章）。

关键评审是LCA的一个关键特征。其过程应确保以下几点：

用于执行LCA的方法符合本指导文件，因此也符合ISO 14040和14044:2006，

用于进行生命周期评估研究的方法在科学和技术上是有效的，使用的数据相对于研究的目标是适当和合理的，

这些解释反映了已确定的局限性和研究的目标，的研究报告是透明和一致的。

关于审查什么、如何审查以及如何报告的详细审查要求

审查结果在单独的文件“审查范围、方法和文件”中给出。

关于LCI/生命周期评估研究中每种特定类型的交付品的最低要求审查级别/类型的更多详细信息，请参见单独的文件“生命周期评估(LCA)审查方案”。

审查人员的资格在单独的文件“审查人员资格”中说明。

对于面向公众的生命周期评估研究，在生命周期评估的各个阶段进行交互式审查可以提高研究的可信度。

|  |
| --- |
| **规定:11项严格审查** |
| 适用于情况A、B和C，隐式区分。 |
| 完全适用于所有类型的可交付成果，隐含区分。 |
| I)应——参见第6.11章中关于关键评审的关键决策:在LCA的范围阶段，应已定义了所需关键评审的范围和类型(参见第6.11章)。以下条款重复了这些关键条款，否则必须在这一点上应用:[ISO！] |
| I.a)确定最低关键审查类型:根据独立文件“生命周期评估(LCA)审查方案”确定是否应进行关键审查，以及应至少采用哪种审查类型。这取决于研究可交付成果的类型、其可预见的决策背景、目标受众的类型(内部/外部/公众和技术/非技术)以及比较是否是研究的一部分。 |
| I.b)选择合格的评审员:如果要进行严格的评审，应选择合格的评审员。审查人员的资格在单独的文件“审查人员资格”中说明。 |
| II)应审查范围、方法和文件:选定的审查人员应进行审查，并按照单独的规定报告其结果记录“评审范围、方法和文档”210。【ISO！] |

**210 当本文档最终定稿时，该文件仍在准备中。在其作为ILCD手册的一部分发布之前，至少应满足相关的ISO 14040和14044要求。**

# 12附录A:数据质量概念和方法

(参考4.2.3.6 ISO 14044:2006一章的各个方面)

## 12.1导言和概述

(参考4.2.3.6 ISO 14044:2006一章的各个方面)

本文档的不同章节中使用或引用了以下数据质量的组成部分和方面。

ISO 14044:2006在“数据质量”下列出了多个方面，如代表性、不确定性/精确度以及其他直接与数据质量相关的方面，但也包括了方法论一致性、所使用的数据来源和可复制性等。

在ILCD手册中，为了更好地构建质量指标和评估以及审查LCA/LCA研究，数据质量的概念通过两种互补的方法来解决：首先，严格意义上的数据质量，即决定清单数据和相关LCIA结果质量的方面。其次，与数据质量文件和审查以及基本一致性努力相关的方面，如术语和术语。

第一种方法称为“ILCD数据质量指标”,允许对LCI数据达到的数据质量进行分类:

整体数据质量

技术代表性

地理代表性

与时间相关的代表性

完全

精确度/不确定性

方法的适当性和一致性211

在LCA研究的背景下，特别是包括比较的情况下，这些信息随后可以用来判断数据质量在多大程度上支持研究的结论和建议。第12.2章简要介绍了这些质量方面的以及“准确性”的概念，以及“方差”和“变异性”之间的区别。

第二种方法涵盖了不反映实际数据质量本身但互补的方面:

文件(即提供数据质量和其他方面的信息作为再现性的基础)

审查(即质量保证)

术语(即通过使用相同的基本流量、测量单位等来支持实践中的数据一致性。)

为了支持数据集的质量分类，整体数据质量（即不同数据质量指标的综合“整体数据质量”）和补充项结合成了一套“整体数据集质量”。鉴于对应用的“方法”原则和方法的兴趣，它也被用作整体数据集质量的额外标准。由此产生的五个标准可以用来将数据集分类为符合例如不同的ILCD手册要求，如下：

**211 “方法”作为数据质量的一项被包含在内，例如，技术代表性和应用的LCA建模框架（归属性和后果性）之间有很强的相互关联性。**

(总体)数据质量



方法

命名



评论

证明文件

这包括设定固定数据质量要求的可能性，例如最低要求，或质量等级，如“高质量”。后者用于量化截止点等时的相关性。第12.3章提供了更多细节。

在产品比较的层面上，这些数据集质量方面可以用来评估和记录实现的数据质量在多大程度上支持研究的结论和建议，以及研究的数据基础在多大程度上满足有关报告、透明度、审查、可复制性等的要求。

虽然本章主要关注LCA数据质量，但需要强调的是，在LCIA结果和LCA研究的层面上，当然LCIA方法（如果应用：标准化基础和加权集合）的质量也有助于该层面的整体质量。其中LCIA方法的不确定性通常可以假定为最高的不确定性。在详细说明整体数据质量指标和整体数据集质量指标的两种方法之前，下一小节描述了主要数据质量概念。

## 12.2数据质量方面

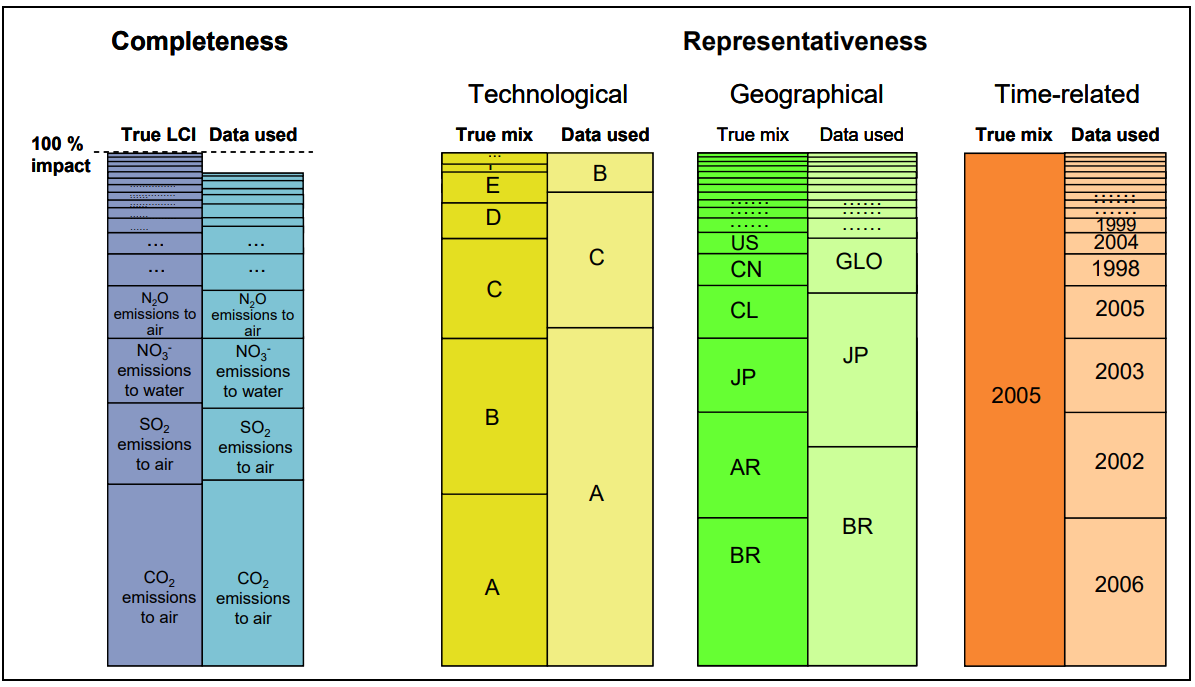
(涉及ISO 14044:2006 第4.2.3.6章的内容)

###### 代表性和适当性

代表性是生命周期评价中的一个关键概念，它有三个组成部分:技术、地理和与时间相关的代表性。

图27阐释了完整性和代表性这两个质量方面的基本概念。请注意，这些图表并不意味着指导如何可视化实现的代表性，而只是用来阐释这一概念背后的含义。

**212 当以协调一致且可比较的方式在外部沟通所达到的数据集质量时，以及在寻找具有特定质量特征的数据时，例如在ILCD数据网络中，这是有帮助的。**



**图27四个质量方面的完整性和技术、地理和时间相关的代表性；说明性(关于精度/不确定性，请参见[Figure 28](#_bookmark3)).每个条形的细分份额表示对总影响的贡献。相应的左栏描绘了(仅理论上可知的)“真实”情况，而右栏显示了所使用的数据:对于这个虚拟的、说明性的示例产品系统，例如“地理代表性”栏显示，影响的主要部分实际上是由位于巴西、阿根廷、日本、智利、中国、美国等地的过程引起的，而所使用的数据主要代表巴西、日本和全球平均情况。**

阿肯色州

溴

阿肯色州

溴

A

二氧化硫

排放到空气中

二氧化硫

排放到空气中

在对一个系统建模时，数据集清单的代表性由数据集在具体系统环境中的适当性来补充:清单的代表性体现在清单作为一个整体在多大程度上描述了工艺或系统的功能单元和/或参考流程。适当性现在表征了系统模型中的数据集在多大程度上代表了真正需要的过程或产品。例如，1995年的“低碳钢，XZY”生产组合数据集，地理范围英国数据集可能具有很高的代表性，但是当我在我的系统模型中使用该数据集时，我需要2005年的“高碳钢，ABC”和全球平均消费组合，该数据集可能不具有很大的代表性，即它具有有限的适用性。

注意，适当性的缺乏要根据给定的情况来判断，通常任何有限的适当性都会增加有限的代表性213。可以用专家的判断来评估系统一级总体实现的代表性，这种判断还考虑到，特别是在系统一级，单个贡献数据集实际上在多大程度上缺乏充分的代表性，例如，它们所代表的国家组合。

**213然而，可能发生的情况是，具有有限代表性的过程实际上是非常合适的:如果在一个例子中，五个相关技术路线中只有一个被用于模拟一种材料的国家混合数据集，但是在我的产品系统中，我需要一个正好用于所用技术路线的数据集。这将通过数据集文档进行验证。**

###### 方法的适当性和一致性

方法的选择，尤其是在对整个系统的生命周期建模时，通常会对结果产生重大影响(例如，归因与后果建模)。因此，选择最合适的建模原则和方法以及它们的一致使用对于结果的适当性和再现性非常重要。因此，方法必然是数据质量的一个方面。在这里，它涉及到为三种原型目标情况A、B和C确定的最合适方法的使用，以及在允许偏差范围内对“应该”要求的可能调整，详见第6.5.4章。

###### 准确(性)

术语“准确度”通常是指测量或计算的量与其实际(真实)值的接近程度。这个术语包括方法和方法假设的影响。因此，生命周期评估中的准确性可作为精确度/不确定性的补充，反映技术、地理和时间方面的代表性，以及方法及其使用的适当性和一致性。

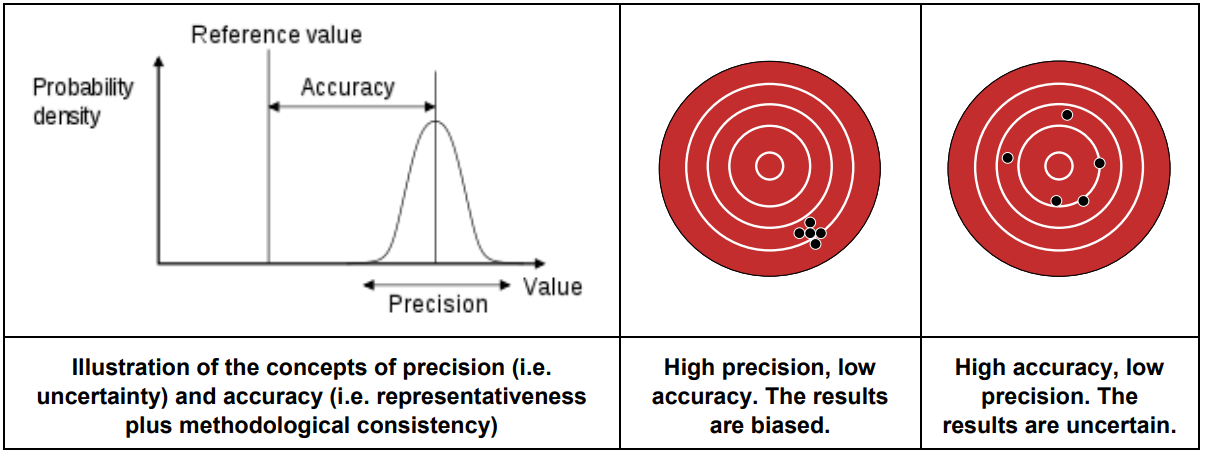
因此，以一种更简洁的方式，6个命名的数据质量方面也可以缩短为准确性、精确度/不确定性和完整性。

###### 精确度/不确定性

ISO 14044:2006将精度定义为“对每个数据所表达的数据值的可变性(如方差)的度量”。在工程和统计的科学和实践中，精确度也是再现性的同义词，即不同专家所做的进一步测量或计算显示相同结果的程度。ISO定义涉及随机不确定性(即方差)的统计意义。误差可以是测量误差，也可以是选择误差。因此，精确度在这里是作为ISO精确度用法的补充，即精确度是代表性和方法一致性的结合。

请注意，缺乏代表性的数据是一个补充问题，因为不是随机不确定性，而是一种偏见。

[图28](#_bookmark3)阐释了概念。



**图28精密度(即不确定性)和准确度(即代表性和方法一致性)概念的说明**

请注意，LCA计算的结果可能精确但不精确，精确但不精确，两者都不精确，或者两者都精确。还要注意，如果LCI方法以不适当的方式组合这些数据，非常好的原始数据会导致不准确的结果。因此，这两个方面都需要解决。

###### 差异与可变性

建议将作为不确定性随机测量的“方差”与“可变性”进行区分，以捕捉在不同操作条件下具有不同LCI数据的过程和系统:例如，在全国平均高速公路-陆路-市内混合道路上100 km平均货物运输的LCI数据，与当前运行的所有卡车的0、1、2、3、4、5发动机系统的车队混合，卡车总重量等于或大于7.5 t，平均负载系数为80 %，可能具有一定的方差。单一数据，如装载系数、运输距离、高速公路上卡车的特定排放特征等。具有随机不确定性(测量误差),这些随机不确定性会产生数据方差。如果数据集是基于许多测量的，它可以是非常精确的，即具有低的方差。可变性指的是将该数据集用于不同的、特定种类的运输情况，包括不同的负载系数和特定的市内运输份额等。因此，运输过程数据集变化很大，使用平均运输数据集----即使它可能具有较低的方差----不能用于特定的运输情况，简单地说，由于有限的技术代表性，它是不合适的----它缺乏准确性。这意味着，使用这一特定运输情况的平均运输数据集，给定的方差并没有捕捉到真正的误差，这是由于缺乏准确性。

请注意，LCI数据集的差异和可变性与ISO 14044:2006的精度定义(见上文)并不矛盾，因为在ISO中，可变性与共同导致差异的(单个)数据值明确相关。

###### 完整性

除了准确性和精确性之外，通过编目流程的完整性，涵盖所有相关影响类别的“完整性”可被理解为数据质量的第三个组成部分214。

###### 数据质量集成观

如果LCA结果准确、精确且完整，则称之为有效(“高总体数据质量”)。最弱的标准通常会削弱具体案件的总体质量。ILCD数据质量指标反映了这一点(见下文第一章)[12.3](#_bookmark4)).因此，在生命周期评价中，人们可以用“有效性”一词来指数据的总体质量(以及生命周期评价研究的结果)。

在程序上，人们可以有效地努力获得高质量的数据，但首先要精确地确定技术、地理和时间方面的适当性，即数据集应该代表什么。其次，旨在涵盖所有待纳入的相关清单和相关影响类别的完整性。在量化流量时，注意数值的低方差是这种方法的补充。

在系统层面上，方法的适当性和一致性开始发挥作用。

**214可以论证完整性与精确性和准确性的潜在重叠-数据质量方面也可以用另一种方式区分。然而，给出的区分涉及广泛使用的术语和概念(包括ISO 14044的术语和概念，区分精确度和完整性)，并有助于更好地理解和解决不同种类的方面，为什么它们被视为服务于其目的。**

关于最终的生命周期评价结果，它与LCIA表征因子(以及潜在的标准化和加权集)相结合，有助于系统层面的整体质量。

LCA生命周期评价研究结果所需的总体质量取决于预期的应用，因此要从目标定义中推导出来。在比较研究中，最终达到的质量决定了系统之间的差异是否被认为是显著的和稳健的。对于数据集，LCI数据的总体质量决定了数据可用于哪些情况。因此，总体数据质量是评价和解释生命周期评估结果的重要信息:数据集的总体代表性、完整性、精确性以及方法的适当性和一致性反映数据集所代表的现实的程度。

清单数据的定量精度是一个显而易见的组成部分，但LCI和LCIA(如果包括在内)的结构和建模方面发挥着重要且往往是主导的作用。数据和结构差距以及建模假设可能会导致偏差，因此都会严重影响结果的准确性，而它们无法在不确定性计算中直接或定量解决。因此，不确定性估计只能是近似值。它们不仅倾向于低估真实的不确定性，而且尤其不能完全捕捉到结果所达到的准确性。

|  |
| --- |
| **常见错误:过度依赖随机数据不确定性计算**  仅考虑(已知或估计的)定量随机库存数据的不确定性，并直接用它来证明比较系统中差异的显著性，这是一个越来越常见的错误。  然而，总体精度和准确性还需要判断其他因素，结构组件、假设、方法的适当性和一致性、数据的有限代表性等。如果只做了部分分析，应明确说明缺少另一部分。此外，如果一个或两个已经量化，应清楚地说明如何确定准确度和精密度。  有人认为，在实践中，缺乏准确性是比随机数据不确定性更相关的问题，为什么特别是在报告后者时没有解决前者，会被理解为试图误导目标受众。由于缺乏准确性通常会在结果中引入偏差，这种情况更为严重(参见[Figure 28](#_bookmark3)  总体数据质量的判断最终只能通过专家判断来完成。不确定性计算和定性或定量精度评估可以提供大量帮助，但只能提供支持性的定量信息。 |

###### 按照固定的质量要求工作

有时，完整性和精度要求是为预期的应用而明确规定的。因此，对于环境产品声明(EPD ),可能会对所应用的EPD方案给出的完整性和准确性有精确定义的定量要求(例如，“总体环境影响的完整性至少为95 %,对于气候变化和一次能源，库存数据的最大差异低于10 %,对于酸化、富营养化和夏季烟雾影响潜力，最大差异低于25 %)).与此同时，代表性的质量方面也将得到解决。一个类似的例子是在ILCD数据网络中用于分类LCI数据集的三个完整和精确级别。

## 12.3数据质量指标

(指4.2.3.6和4.3.2.1的ISO 14044:2006章节方面)

ILCD数据质量指标与描述LCI数据集质量的关键特征直接相关215。这些是:

技术、地理和时间方面的代表性，

清单所涵盖的环境影响的完整性，

实现了数据的精确性，以及

适当和一致地应用LCI方法(尤其是在系统层面)

[Table 5](#_bookmark5)更详细地描述了ILCD数据质量指标/组件的概念。

**表5总体清单数据质量(有效性)及其主要的6个方面**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **指示器 /**  **成分** | **定义/评论** | **章** |
| **技术代表性** | 数据集反映对技术感兴趣的真实人群的程度，包括所包含的背景数据集(如果有)  注释:即技术特征，包括操作条件。 | 6.8.2 |
| **地域代表性** | 数据集反映与地理相关的真实人群的程度，包括包含的背景数据集(如果有)  备注:即给定位置/地点、地区、国家、市场、洲等。 | 6.8.3 |
| **与时间相关的代表性** | 数据集反映与数据时间/年龄相关的真实人群的程度，包括包含的背景数据集(如果有)  备注:即给定年份(以及-如果适用-年内或日内差异)。 | 6.8.4 |
| **完整性(C)** | "定量计入清单的(基本)流量份额。请注意，对于产品和废料流，这需要在系统层面上进行判断。”  评论:即总体环境影响的覆盖程度，即使用的截止标准。 | 6.6.3 |
| **精确 /**  **不确定性** | “测量每个数据的数据值的可变性  表示(例如，低方差=高精度)。请注意，对于产品和废料流，这需要根据 | 6.9.2 |

**215与一般质量指标相比，这是一种不同的方法，一般质量指标试图通过替代指标(如使用的数据源类型)来获取数据质量，通过将不确定性因素叠加到每个替代指标(如数据年龄)来估计质量。此处选择的方法更好地反映了各方面的特定情况相关性:例如，四年前的数据是否完全代表了随时间缓慢变化的技术(例如，基础材料行业)，而对于大多数it产品来说，该数据可能已经过时。**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 系统级别。"  备注:即单个数据值和单位过程库存的差异。 |  |
| **方法的适当性和一致性(M)** | “应用的LCI方法和方法选择(如分配、替代等)。)符合数据集的目标和范围，尤其是其预期应用和决策支持环境。这些方法也一致地应用于所有数据，包括包含的流程(如果有)。”  评论意见:即针对特定情况A、B或c，正确和一致地应用建议的LCI模型框架和LCI方法 | 6.5.4 |

请注意,“完整性”和“精确度”可以量化(例如,“总体环境影响的90 %完整性/截止标准”和“气候变化的+/-10% LCIA结果216，酸化的+/-20%等)).

其他组成部分是定性的，所达到的质量由专家进行半定量的判断，例如在关键审查期间。以下质量水平[Table 6](#_bookmark6)和定义[Table 7](#_bookmark8)应用于记录最终数据和每个数据质量指标所取得的成果:

**表6数据质量指标的质量水平和质量评级，以及相应的定义(对于三个代表性和方法的适当性和一致性标准)和定量完整性和精度/不确定性范围(单位为%)。**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **质量标准** | **质量评价** | **定义** | **整体环境影响完整性** | **精确 /总体不确定性 环境。影响(相对标准偏差 在**  %)217 |
| **很好** | 1 | “在很大程度上符合标准，有或没有相关的改进需求。这要根据标准对数据集的潜在整体环境影响的贡献以及与假设的理想数据质量的比较来判断。” | 95% | 7 % |

**216该百分比指的是库存价值的随机不确定性，仅排除LCIA特征因素的不确定性。**

**217这确实排除了LCIA方法、标准化基础和加权集的不确定性，但仅排除了LCI结果的不确定性，但是考虑到整体环境影响。对于对数正态分布的结果，应使用根据表中给出的百分比和正态分布获得的置信区间。**



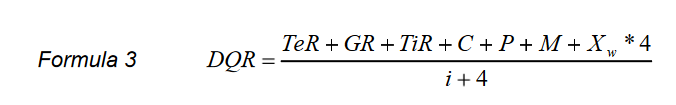
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **好的** | 2 | “在很大程度上符合标准，虽然很少但很重要 需要 为了改进。这要根据标准对数据集的潜在总体环境影响的贡献以及与假设的理想数据质量的比较来判断。" | [85 %至95%] | (7 %至10 %] |
| **公平的** | 3 | “在一定程度上满足标准，但仍有改进的必要。这要根据标准对数据集的潜在整体环境影响的贡献以及与假设的理想数据质量的比较来判断。” | [75 %至85%] | (10 %至15 %] |
| **贫穷的；贫困的** | 4 | “未充分满足标准，需要进行相关改进。这要根据标准对数据集的潜在整体环境影响的贡献以及与假设的理想数据质量的比较来判断。” | [50 %至75%] | (15 %至25 %] |
| **很穷** | 5 | “根本不符合标准，需要非常实质性的改进。这要根据标准对数据集的潜在整体环境影响的贡献以及与假设的理想数据质量的比较来判断。” | 50 % | 25 % |
| **非质量等级的附加选项:** |  |  |  |  |
| **未评估/未知** | 5 | "该标准未经判断/审查或其质量无法验证/未知." | na | na |
| **不适用** | 0 | “此标准不适用于此数据集，例如，由于它是一个位置非特定的技术单位流程，因此无法评估其地理代表性。” | na | na |

通过这种对所获得的整体质量及其开发的组件(例如单元过程或LCI结果数据集)进行分类的方式，支持了结构化的通信和识别(例如对例如ILCD数据网络中的适当数据进行分类/过滤)。

###### LCI数据集的总体数据质量和三个数据质量等级

除了更有差别的质量水平之外，对于定向来说，用不同水平的总体LCI数据质量来标记数据集是有用的。数据集的总体质量可以从各种质量指标/组成部分的质量评级中得出。如前所述，最弱的质量指标通常会削弱数据集的总体质量。

总体数据质量应通过对每个质量组成部分所达到的质量等级求和来计算。最弱质量等级的评级被计为5倍。总和除以适用质量组件的数量加4。数据质量评级结果用于确定中的相应质量级别[Table 7](#_bookmark8)。[Formula 3](#_bookmark7)提供计算条款:



DQR:LCI数据集的数据质量评级；看见[Table 7](#_bookmark8)

TeR、GR、TiR、C、P、M:参见[Table 5](#_bookmark5)

Xw:数据质量指标中获得的最弱质量水平(即最高数值)

I:适用的(即不等于“0”)数据质量指标的数量

**表7根据已达到的总体数据质量评级得出的数据集总体质量水平**

|  |  |
| --- | --- |
| **总体数据质量评级(DQR)** | **总体数据质量水平** |
|  | “高质量” |
|  | “基本素质” |
|  | "数据估计" |

看见[Table 8](#_bookmark9)下面的文字是一个例子。

**表8确定数据质量等级的示例。用位置非特定技术数据集说明(例如，建筑工地的柴油发电机和给定的排放标准)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **成分** | **达到的质量水平** | **相应的质量等级** |
| **技术代表性** | 很好 | 1 |

**218这意味着并非所有质量指标都需要“非常好”，但两个指标可以仅是“好”。如果超过两个只是好的，数据集被降级到下一个质量等级。**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **地域代表性** | 不适用219 | 0 |
| **与时间相关的代表性** | 公平的 | 3 |
| **完整性(C)** | 好的 | 2 |
| **精确度/不确定度(P)** | 公平的 | 3 |
| **方法的适当性和一致性(M)** | 好的 | 2 |

对于中给出的示例[Table 8](#_bookmark9)，整体数据质量评级计算为:DQR =(TeR+GR+TiR+C+P220+M+3 \* 4)/(5221+4)=(1+0+3+2+3+2+3 \* 4)/9 = 2.56。

[Table 7](#_bookmark8)有助于为该虚拟示例数据集的总体数据质量评级确定相应的总体数据质量级别“基本质量”。

###### LCI数据、LCIA结果和LCA研究的准确性、精确性和完整性，包括标准化和加权

应在系统层面评估LCI数据的准确性、精确度和完整性。此外，鉴于每个影响类别的各自LCIA结果，还需要这样做，但不考虑(额外的)不确定性和表征因子(以及任何最终应用的归一化和加权因子)的有限准确性，因为这里的重点是对清单数据的要求。

LCIA结果的准确性、精确性和完整性还包括LCIA因素的不确定性和有限的精确性。

对于包括标准化在内的生命周期评价研究，应额外包括各自的不确定性和有限准确性。

相比之下，对于加权步骤(与方法选择和其他假设相同)，不确定性计算可能不太合适。情景分析应该更适合于捕捉任何特定加权方法引入的额外的稳健性缺乏。

## 12.4 ILCD手册合规标准

(指4.2.3.6和4.3.2.1的ISO 14044:2006章节方面)

###### 概观

为了构建ILCD手册合规数据和研究以及特定产品指导文件或产品类别规则(PCR)的开发方法，ILCD合规性由五个方面组成:数据质量、方法、术语、审查和文件222。

**219不适用于位置非特定技术数据集。**

**220第二次出现的最低级别的“尚可”。在计算中，最低等级仅乘以“5”一次，此处为TiR。**

**221由于“地域代表性”在此不适用，因此只计算了六个指标/组成部分中的五**

当仅参考选定的ILCD符合性标准并以结构化方式报告部分符合性时，也应使用这些方面，例如，当使用ILCD参考数据集格式记录LCI数据集时。

数据集和研究的ILCD合规性要求见第2.3章。

请注意，仅“数据质量”合规性由不同级别的已实现数据质量进一步区分。其他合规标准只能是已经达到或没有达到；没有进一步的区分。

###### 合规标准结构的逻辑

ILCD合规标准的结构采用以下逻辑:

与清单数据和影响评估结果数据直接相关的项目归入“数据质量”项下。这些在前一章中已经讨论过了[12.3](#_bookmark4)。

“方法”围绕应用方法的适当性及其使用的一致性对所有问题进行分类。这可以在与基础数据没有相关相互关系的情况下进行评估。然而，请注意，方法的一致性也必然是“数据质量”的一部分，例如，技术代表性在属性和结果建模下意味着不同的东西，方法的一致使用因此影响整体实现的代表性，特别是LCI结果数据。

“命名”是一个主要涉及基本流和其他命名元素的命名和结构的问题。这确保了不同的从业者能够始终如一地处理数据(例如，基本流量二氧化碳通过名称、CAS号清楚地识别，总是以相同的单位测量等)。)和LCI数据可以正确地与LCIA因素联系起来。正确和一致地使用LCA术语是“命名法”下的第二个组成部分。

“审查”涵盖所有审查方面。

“文档”最后抓住了几个问题:文档的范围和细节是支持透明性和确保结果可重现的关键要求。同时，文档对于LCA从业者了解数据集清单实际上代表了什么以及它是否是适合他/她的系统的数据是很重要的。表格(报告、数据集)和格式(ILCD参考格式、ILCD报告模板等)完善了文档信息，确保文档信息可以以电子方式交换而不会丢失信息等。

请注意，每个方面和组成部分下项目的确切范围取决于LCA生命周期评估研究的类型。例如，处理LCI数据集的单元是否不包括与(产品)系统建模相关的某些方面，等等。

[Table 9](#_bookmark10)提供了有关合规标准的更多详细信息。

**222按照这组5个符合性方面的相同逻辑，也可以描述和评估LCIA方法的整体质量。这方面更详细的规定仍有待制定。**

**表9 ILCD和LCA研究和数据集、直接应用以及衍生的更具体的指导文件/产品类别规则(PCR)的ILCD合规性。符合性方面、组件、简要描述和主要相应章节(指示性)。**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **方面** | **成分** | **描述/评论** | **主要章节** |
| **质量** | 完全 | 详情见[Table 5,](#_bookmark5)[Table 6,](#_bookmark6)[Table 7.](#_bookmark8) | 第[12.3](#_bookmark4)章 |
| 技术代表性 |
| 地理代表性 |
| 与时间相关的代表性 |
| 精确 /  不确定 |
| 方法的适当性223和一致性 |
| **方法** | LCI模型的应用 和方法条款 | 遵守适用目标情况A、B或c的选择和LCI建模规定 | 第6.5.4章和参考章节。 |
| 本文件其他方法条款的应用 | 坚持 到 这 其他的 本文件的方法条款。 | 其他的 章  随着 方法规定。 |
| **命名规则** | 正确性 和  一致性 应用术语 | 流程和过程的适当命名、ILCD参考基本流程的一致使用、单位的适当和一致使用等。 | 第7.4.3章和单独文件“术语和 其他的  惯例”。 |
| 正确性 和  一致性 应用术语 | 正确和一致地使用技术术语(LCA和其他领域)。 | 第3章“术语和概念”框中的关键术语，以及 单独的术语。 |
| **回顾** | 适当 应用审查类型的 | 选择适用的审核类型。 | 第[11](#_bookmark0)章 和单独的文档“生命周期评价审查方案 |

**223关于在数据质量和单独项目“方法”中包括“方法…”的原因，见正文**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | (LCA)”。 |
| 正确性 应用的 审查范围 | 审查内容的正确范围。 | 单独的文档 在  “审查 范围，  方法， 和文件”。 |
| 正确性 应用的 复习方法 | 如何审查审查范围内每一项的正确方法。 | 单独的文档 在  “审查 范围，  方法， 和文件”。 |
| 审查文件的正确性224 | 关于评审最终结果的文档的正确范围、形式和程度。 | 单独的文档 在  “审查 范围，  方法， 和文件”。 |
| **文件** | 适当 文档范围 | 适当报道报告/记录的内容。 | 第十章。 |
| 适当 形式的 关于  证明文件 | 选择适用的报告/文件形式。 | 第10.3章。 |
| 适当 文件格式 | 数据集格式或报告模板的选择和正确使用，以及审查文档要求。 | 看见 单独的ILCD 数据 设置格式和LCA报告 模板（单独的文件） |

**224审查结果的文件属于“审查”部分，因为它与数据集对象的文件无关。**

# 13附件B:土地改造产生的CO2排放量的计算

许多方面影响着土地改造产生的排放。它们的结合导致了自然土壤碳储量的变化，并受到另外三个因素的影响:

原生土壤碳储量(因素气候区域和土壤类型([Table 10](#_bookmark14))),

土地利用因素(土地利用类型、温度状况和湿度状况([Table 11](#_bookmark15)))，还有

管理因素(耕地和草地具体土地管理([Table 12](#_bookmark17)和[Table 13](#_bookmark18)))，以及相关的

投入水平系数(在同一表格中上述土地管理类型的变化中)。

这些方面和由此产生的因素来自最新的气专委相关报告，并列入下表。通过计算改造前后土地利用的稳态土壤碳含量的差异，可以很容易地计算出任何土地改造的CO2排放量。然后将该数字乘以44/12，将碳损失化学计量转换为CO2排放量。每种土地利用的稳态碳储量是通过简单地将基本土壤碳储量乘以损失系数计算出来的。

[Formula 4](#_bookmark11)[Formula 5](#_bookmark12)和[Formula 6](#_bookmark13)用于计算初始和最终土地利用的土壤有机碳储量。



随着

SOCi =初始土地利用“1”的初始土壤有机碳储量，单位为[t/ha]

SOCn =原生土壤有机碳储量(气候区域、土壤类型)；[Table 10](#_bookmark14)，单位为[吨/公顷]

LUF =土地利用系数；[Table 11](#_bookmark15)，无量纲

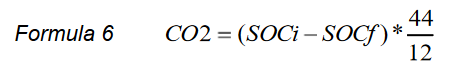
LMF =土地管理因素；[Table 12](#_bookmark17)和[Table 13](#_bookmark18)，无量纲

IL =输入电平因子；也[Table 12](#_bookmark17)和[Table 13](#_bookmark18)，无量纲



随着

SOCf =土地利用“2”的最终土壤有机碳储量，即转化后的土壤有机碳储量，单位为[t/ha]



随着

CO2 =土壤产生的CO2排放量(单位为[t/ha])，即土壤碳储量之差乘以CO2原子量，再除以c原子量。

请注意，这是转换后必须分配给单个作物和/或作物年份的CO2总量，详见7.4.4.1章节。

在表格的最后，给出了一些计算实例。

**表10天然植被下的天然土壤碳储量(上层30厘米土壤中的吨碳ha-1)(气专委，2006年)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **气候区域** | **高活性粘土** | **低活性粘土** | **沙土** | **腐败的土壤** | **火山土壤** | **湿地土壤** |
| **北的** | 68 | NA | 10 | 117 | 20 | 146 |
| **寒温带，干燥** | 50 | 33 | 34 | NA | 20 | 97 |
| **寒温带，潮湿** | 95 | 85 | 71 | 115 | 130 |
| **暖温带，干燥** | 38 | 24 | 19 | NA | 70 | 88 |
| **温暖的 温和、潮湿** | 88 | 63 | 34 | NA | 80 |
| **热带，干燥** | 38 | 35 | 31 | NA | 50 | 86 |
| **热带，潮湿** | 65 | 47 | 39 | NA | 70 |
| **热带，潮湿** | 44 | 60 | 66 | NA | 130 |
| **热带山地** | 88 | 63 | 34 | NA | 80 |

**表11土地利用系数(气专委，2006年)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **土地使用** | **温度状态** | **水文情势** | **土地利用系数(气专委缺省值)** | **错误()225** |
| **长期培养的** | **温带/北方** | **干燥的** | 0.80 | 9 % |
| **潮湿的** | 0.69 | 12 % |
| **热带的** | **干燥的** | 0.58 | 61 % |
| **潮湿的** | 0.48 | 46 % |
| **热带山地** | **不适用的** | 0.64 | 50 % |

**225误差=两个标准偏差，以平均值的百分比表示；如果没有足够的研究可用于统计分析，则默认使用基于专家判断的值(40 %、50%或90%)作为误差的度量。NA表示“不适用”,即构成输入或管理类参考值或名义实践的因子值。这一误差范围不包括潜在的系统误差，因为小样本可能无法代表世界所有地区的真实影响。**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **永久草原** | **全部** |  | 1.00 |  |
| **水稻** | **全部** | **干燥和潮湿/潮湿** | 1.10 | 50 % |
| **多年生/树木作物** | **全部** | 1.00 | 50 % |
| **预留款(< 20年)** | **温带/北方和热带** | **干燥的** | 0.93 | 11 % |
| **潮湿的** | 0.82 | 17 % |
| **热带山地** | **不适用的** | 0.88 | 90 % |

**表12耕地的土地管理和投入水平因素(IPCC 2006)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **土地管理(仅适用于耕地)** | | | | |
| **土地使用管理** | **温度状态** | **水文情势** | **土地管理和投入 水平 因素 (IPCC默认值)** | **错误( )**[**225**](#_bookmark16) |
| **完全耕作** | **全部** | **干燥的 和**  **潮湿的** | 1.00 | NA |
| **减少耕作** | **温带/北方** | **干燥的** | 1.02 | 6 % |
| **潮湿的** | 1.08 | 5 % |
| **热带的** | **干燥的** | 1.09 | 9 % |
| **潮湿的** | 1.15 | 8 % |
| **热带山地** | **不适用的** | 1.09 | 50 % |
| **免耕** | **温带/北方** | **干燥的** | 1.10 | 5 % |
| **潮湿的** | 1.15 | 4 % |
| **热带的** | **干燥的** | 1.17 | 8 % |
| **潮湿的** | 1.22 | 7 % |
| **热带山地** | **不适用的** | 1.16 | 50 % |
| **投入水平(仅适用于耕地)** | | | | |
| **低输入** | **温带/北方** | **干燥的** | 0.95 | 13 % |
| **潮湿的** | 0.92 | 14 % |
| **热带的** | **干燥的** | 0.95 | 13 % |
| **潮湿的** | 0.92 | 14 % |
| **热带山地** | **不适用的** | 0.94 | 50 % |
| **中等输入** | **全部** | **干燥的和** | 1.00 | NA |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **潮湿的** |  |  |
| **不施肥的高投入** | **温带/北方和热带** | **干燥的** | 1.04 | 13 % |
| **潮湿的** | 1.11 | 10 % |
| **热带山地** | **不适用的** | 1.08 | 50 % |
| **高的 投入 用粪肥** | **温带/北方和热带** | **干燥的** | 1.37 | 12 % |
| **潮湿的** | 1.44 | 13 % |
| **热带山地** | **不适用的** | 1.41 | 50 % |

**表13草地土地管理和投入水平因素(IPCC 2006)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **土地管理(仅针对草原)** | | | |
| **土地使用管理** | **温度状态** | **土地管理和投入 水平 因素 (IPCC默认值)** | **错误( )**[**225**](#_bookmark16) |
| **名义上受管理(非降级)** | **全部** | 1.00 | NA |
| **中度降解** | **温带/北方** | 0.95 | 13 % |
| **热带的** | 0.97 | 11 % |
| **热带山地** | 0.96 | 40 % |
| **严重退化** | **全部** | 0.70 | 40 % |
| **改良草地** | **温带/北方** | 1.14 | 11 % |
| **热带的** | 1.17 | 9 % |
| **热带山地** | 1.16 | 40 % |
| **投入水平(仅用于改良草地)** | | | |
| **中等** | **全部** | 1.00 | NA |
| **高的** | **全部** | 1.11 | 7 % |

为了计算土地利用变化引起的碳储存量的年度变化，请参考以下三个说明性例子226:

###### 例1:英国“预留土地”的“年度作物生产”方面的改造:

英国气候区域:寒冷温度

**226注:所有这些例子中采用的气候区域、土壤类型、温度和湿度状况以及土地使用和管理仅用于说明目的。**

英国的湿度状况:潮湿

土壤类型(典型、一般或特殊，例如:高活性粘土)

- > SOCn = 95吨/公顷([Table 10](#_bookmark14))

土地用途1(改造前):预留土地(< 20年)

- > LUF1 = 0.82([Table 11](#_bookmark15))

土地利用2(改造后):长期耕地

- > LUF2 = 0.69([Table 11](#_bookmark15))

土地用途1的土地管理:无(因为土地用途是“预留土地”)

- > LMF1 = 1227

投入要素土地利用1:无(因为土地利用是“预留土地”)

->如果1 = 1

土地利用的土地管理2:全耕作

- > LUF2 = 1.00([Table 12](#_bookmark17))

投入要素土地利用2:无粪肥的高投入

- > IF2 = 1.11([Table 12](#_bookmark17))

###### 表格和计算中的系数:

土地利用的原始碳储量1= 95 \* 0.82 \* 1 \* 1 =每公顷77.9吨碳

土地利用的最终碳储量2= 95 \* 0.69 \* 1.00 \* 1.11 = 72.8吨碳/公顷碳储量损失= 5.1吨碳/公顷

由此产生的年度CO2排放量归因于该“年度作物”超过适用的

整个使用期(20年)= 5.1 \* 44 / 12 =每公顷18.7吨二氧化碳排放量228，229。

###### 例2:印度尼西亚森林转化为年度作物生产

印度尼西亚气候区域:印度尼西亚热带

水分状况:潮湿

土壤类型:火山

土地利用1:原生

土地利用2:长期耕种

土地管理和土地利用投入水平1:无

**227为未使用的土地(即休耕地、天然林等。)，土地管理因子和投入因子都始终= 1；表中没有给出这些值，该表只列出了管理土地(即耕地和草地)的因素。**

**228这些数字是按每公顷(10，000平方米)给出的，需要转换成收获作物的公斤数。**

229这些数字当然要用其他GHG等来补充。机器操作、化肥生产等产生的排放。

土地管理和土地利用投入水平2:少耕，低投入

土地利用的原始碳储量1= 130 \* 1.00 \* 1 \* 1 =每公顷130吨碳

土地利用的最终碳储量2 = 130 \* 0.48 \* 1.15 \* 0.92 =每公顷66.0吨碳

碳储量损失=每公顷64.0吨碳230

在适用的整个使用期(20年)内，该“一年生作物”产生的年度二氧化碳排放量= 64 \* 44 / 12 =每公顷234.67吨二氧化碳排放量。

###### 例3:加拿大的草地改造为一年生作物生产

加拿大气候区域:加拿大寒温带水分状况:干燥

土壤类型:沙土

土地利用1:永久草原土地利用2:长期耕种

土地管理和土地利用投入水平1:名义上得到管理(未退化)，中等投入

土地管理与土地利用投入水平2:全耕作、高投入加有机肥

土地利用的原始碳储量1 = 34 \* 1.00 \* 1.00 \* 1.00=每公顷34吨碳

土地利用的最终碳储量2 = 34 \* 0.80 \* 1.00 \* 1.37 =每公顷37.3吨碳

碳储量损失= -每公顷3.3231吨碳

在适用的整个使用期间(20年)，该“一年生作物”产生的年度二氧化碳排放量= -3.3 \* 44 / 12 = -12.1吨二氧化碳排放量/公顷，

即12.1吨CO2累积/结合为土壤有机碳。

最后一个例子说明了导致土壤净碳储存的土地转化。请注意，尽管这种作物被认为将大气中的二氧化碳隔离到土壤中，但这种储存的临时性质可能需要在结果解释中加以考虑。

**230请注意，天然热带森林生物量(即树木)中的碳含量要高出数倍。**

**231负损失，即累积**

# 14附录C:再利用、再循环和能源回收建模

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006章)

## 14.1导言和概述

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006章)

请注意，本章是从有待再循环的报废产品或废物的角度，即产生废物的系统的角度，而不是从多功能再循环或再利用系统(例如混合废物焚烧厂)的角度，来提及再利用、再循环和回收。为了解决这种多废物处理/再循环过程的多功能性，参见第7.2.4.6章中的结果模型和第7.9章中的属性模型。

###### 生命周期评估中的术语“再利用/再循环/回收”和“次级货物”

通过对废物和报废产品的处理，二次材料、能源、零件和复杂产品以某种形式重新获得，从而允许在后续产品中使用它们。在那里，它们可以替代相同或另一种材料、能源形式、部件或产品的初级生产。还要注意的是，这总是涉及某种形式的处理(无论是清洗可重复灌装的瓶子还是内部储存和运输，例如聚合物生产废料的内部回收)。

|  |
| --- |
| **术语和概念:再利用/再循环/回收和次级产品**  从方法上讲，所有不同形式的能源再利用、再循环和回收在生命周期评价中都是等效的。例如，这包括生产废料的再加工、核燃料的再生、建筑物的修复、能源的回收或再利用、零件或货物的再利用和进一步利用、零件改装成其他货物、修理、再利用等。为了便于阅读，所有这些形式在本文件中都被称为“再利用/再循环/回收”，除非有特别的区别。无法确定一个共同的涵盖术语，而最广为人知的术语"再循环"被认为过于狭窄，因而不正确。  请注意，此处使用的术语不包含任何法律含义，仅与LCA方法中的使用相关。  这些过程的产品，即回收的材料、回收的能量、再利用或进一步使用的零件或物品等。在全文中通常被称为“次要商品”。 |

术语闭环和开环回收(包括两个子类型“开环-相同的主要路线”和“开环-不同的主要路线”)在分章节中有详细说明[14.3.2.1](#_bookmark21)和[14.3.2.2](#_bookmark23)。

###### 回收和多功能性

从方法上来说，回收是一种多功能的情况，要回收的产品有两种功能:首先是产品的主要用途，其次是为随后的生命周期/系统提供二次资源的功能。这不仅完全适用于报废产品，也适用于所有类型的废物，只要从废物中回收任何有价值的产品。

|  |
| --- |
| **常见错误:遗漏或重复计算/回收建模**  在LCI和生命周期评估研究的一些案例中，仍然可以看到一个错误，即忽略或重复计算回收。必须注意确保建模和背景数据的一致性，例如，避免在背景已经考虑回收的情况下，对回收进行两次建模，分别在它没有被包括在数据中的情况下，对它进行一次正确建模。 |

###### 关于如何正确模拟回收的争议

在过去的二十年里，如何正确地模拟回收已经被广泛地讨论过了。已经提出了许多方法。从简单的取舍，即把所有废物管理的负担和拥有有价值的次级物品的好处分配给第二个系统，到如何在第一个和第二个生命周期(以及直接或间接的后续生命周期)之间分享初级生产、废物预处理、回收步骤和废物填埋的广泛组合。其中一些方法更接近于从ISO层次结构中派生出来的。一些人(包括一些在ISO时代之前开发的人)着眼于分配的公正性，试图通过分配/替代程序为增加次级商品的使用和增加可回收性提供激励。还可以看出，关于如何模拟再循环的大多数讨论实际上是关于是否首先使用归因或后果模拟的讨论。其他问题涉及是否应普遍遵循国际标准化组织的等级制度，或者再循环方式是否应源自改善现状的目标(即实施奖励措施，分别奖励使用次级商品和改善产品的可再循环性)。

###### ILCD指南:面向目标的ISO体系应用

本文认为，适当的LCI模型条款应根据LCA生命周期评估研究目标的决策背景，通过应用ISO等级体系得出。没有自由选择，但目标限制了选择。然而，还将讨论ILCD的回收方法是否提供了适当的激励措施，以改善有关增加使用次级商品和提高产品可回收性的情况，如所示的特定案例。

|  |
| --- |
| **术语和概念:ISO 14044:2006的再循环**  ISO 14044:2006表示，分配等级也适用于回收情况。明确了在再循环的情况下，系统边界的绘制(在第一个和随后的生命周期之间)需要特别注意和证明。此外(含蓄地指的是应用替代的那些情况),必须考虑到次要货物固有特性的任何变化。  作为分配标准(隐含地指属性模型的情况和分配的应用)，应使用以下标准:物理特性(如质量)、经济价值(次级产品与初级产品的价格比)、次级产品的后续使用次数。 |

###### 再循环的属性模型

从归属LCI模型的角度来看，向产生废物或报废产品的系统和使用次级产品的系统分配相应的库存份额(如排放、消耗品等)是合适的。).

重要的是，严格地说，分配不是在第一个和第二个生命周期之间进行的，而是在两个共同功能之间进行的，即再利用、再循环或回收的物品为初级产品执行一次，为作为次级产品的其他产品执行一次。

注意，作为前面的步骤，真正的接合过程(参见[Figure 29](#_bookmark19))需要针对所有情况进行识别。

###### 再循环的后果模型

从后果建模的角度来看，建模是为了反映回收的后果。这意味着它必须在最适当的程度上鼓励回收(数量和质量)和使用次级产品(数量和质量也是如此，例如在高价值应用中，替代高价值初级产品)。在结果建模的情况下，将确定被取代的工艺组合，并计入其避免的生产。这在第二章中有详细说明[14.5](#_bookmark27)。

请注意，对于再利用/再循环/回收的后续建模，真实的联合流程(参见[Figure 29](#_bookmark19))需要鉴定。

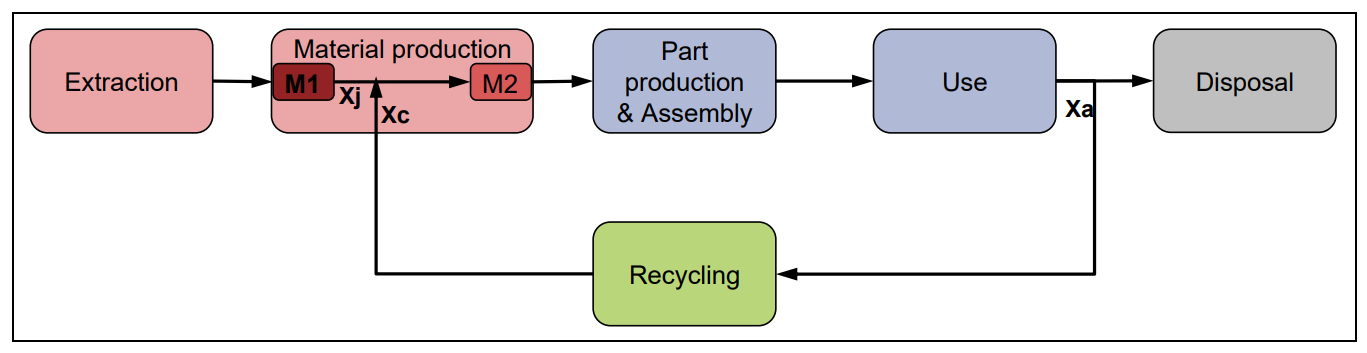
在制定如何根据LCA生命周期评估研究的目标和范围对回收进行建模的指南之前，将解释两种主要的不同回收情况(“闭环”和“开环”)。引入了开环再循环的子情况(“相同的主要路线”)。

## 14.2真正的联合流程和真正的共同产品

###### 真正的联合流程和共同产品——后果模型

所产生的废物或报废产品的真正联合流程是所分析系统生命周期中较早的流程，其功能(如原铝条)在技术上大致相当于从废物或报废产品生产的次级产品(如从废铝生产的铝条)。即，在这个例子中，初级铝棒将是次级铝棒的真正接合产品。

这意味着首先必须确定真正的联合过程，它被理解为生产主要和次要产品。[Figure 29](#_bookmark19)说明了原理:真正的联合流程是流程步骤“M1 ”,它产生一个技术上与通过回收获得的次级产品“Xc”相当的产品“Xj”。同样的原则也适用于回收的生产废料。



**图29在后果模型下，从报废产品再循环中获得的次级产品(Xc)的真实联合过程(M1)和真实共同产品(Xj );示意图。在属性模型下，如果Xa具有正的市场价值，即是有价值的产品，Xj就是Xa的副产品。**

对于“开环-不同的主要路线”回收的情况(概念见章节[14.3.2.2](#_bookmark23))真正的联合过程和共同产品稍微更难识别:这是，

因为次商品与从中导出的主商品不是同一类型的商品。一个例子:严重污染的消费后纸包装废物焚烧发电。哪一个是真正的联合过程，因为电力不是从木材到纸张的中间生产步骤？在这种情况下，生产具有最低功能特性的产品的过程应被视为真正的联合过程，该产品应等同于次级产品(例如，上例中的电力)。这可能意味着回到最初的资源提取，即忽略所有进一步的处理步骤(除了运输到废物被焚烧的位置，如在本例中)。在这里，这可以是例如运送到造纸厂的圆木原木，这可以被发现是电力的真正联合产品和过程。逻辑与之前相同，即排除所有先前的处理步骤，这些步骤对于获得与次级商品(此处为电力)等同的技术并不需要。在这个例子中，这些将是木材的所有先前制造步骤，包括纤维生产、造纸、纸张使用等。这些是第一个生命周期的产品所独有的，因此完全归于它；与归因于第一个生命周期的负价值废物的所有初始废物处理步骤相同。然而，例如圆木的生产是第一生命周期以及第二和进一步生命周期的基础。

###### 真正的联合过程和共同产品-属性建模

这一步的原则与后果模型下的原则相同，不同之处在于，回收后的最终次级产品不是确定了真正联合流程和真正共同产品的共同产品:在属性模型下，如果共同产品的市场价格为正(中的“Xa ”),则该共同产品就是所产生的废物或报废产品[Figure 29](#_bookmark19)).否则，如果这个市场价格是负数，联产品就是位于第一个生命周期和第二个生命周期之间的过程步骤直接产生的有价值的产品(见[Figure 33](#_bookmark26)).即与后续建模、进一步的回收步骤等形成对比。不是模型化的，但最大的初始处理步骤是向至少具有最小正市场价值的第一个有价值的产品前进。

一旦确定了真正的联合进程，就根据需要应用属性和相应的建模规定。对于属性建模，这意味着两步分配指导适用于所有多功能过程。这在第二章中有详细说明[14.4.1](#_bookmark25)，将此通用方法应用于废物和报废产品的再利用、再循环和回收。

## 14.3概念:闭环和开环回收

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

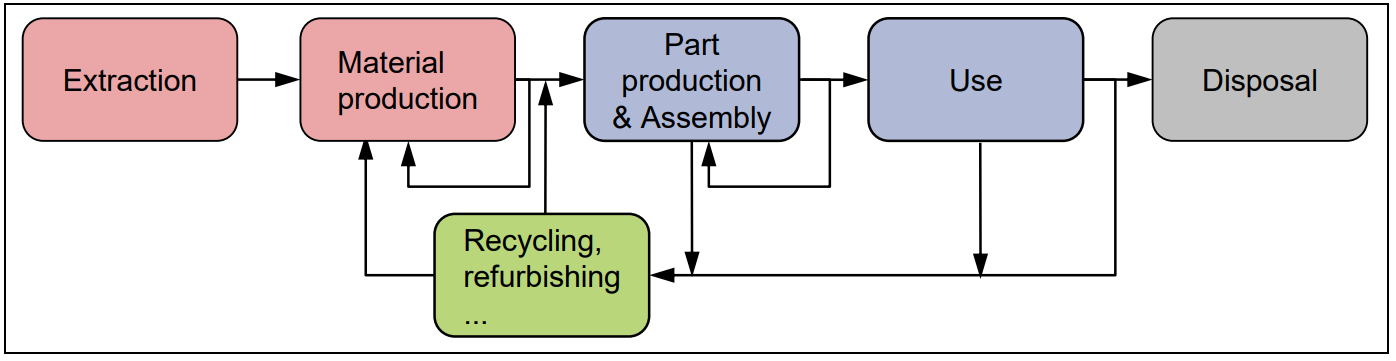
### 14.3.1闭环回收

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

最简单的循环利用形式是闭环循环利用:次级产品被分流回同一系统中较早的过程，在该过程中，次级产品直接替代(取代)来自初级生产的相同材料的投入。

一个例子是来自流动注射成型工艺的流道的回收和再熔化，其中回收的高密度聚乙烯直接代替工艺入口的原始高密度聚乙烯(“内部生产废物回收”)。另一个例子是使用可重复灌装的5 l铝桶包装啤酒。消费者支付押金，这确保了高百分比的小桶被返回用于重新灌装，其中它们取代了新生产的小桶的投入(“重新使用”)。

示意性闭环循环如所示[Figure 30](#_bookmark20)。



**图30“闭环”回收(示意图):回收的材料、回收的能源或再利用的零件/产品再次进入供应链，取代新生产的材料、能源或零件。在工艺内部回收的情况下，这甚至可能在没有任何环境相关回收工艺的情况下发生(参见内部循环离开和重新进入“材料生产”工艺)。**

有一种循环利用的变体，有时被解释为闭环循环利用，而它实际上是开环循环利用的一种形式:次级商品在同一系统内使用，但在循环利用过程中发生了实质性变化。一个突出的例子是以电能等形式回收能量的消费后塑料废物的焚烧。尽管所分析的系统也可以使用电力，并且以电力形式回收的能量可以被模拟来代替电力，但是次级产品(即电力)是与原始材料(即聚合物)非常不同的产品，这就是为什么这种情况属于“开环回收”。

需要注意的是，有时很难区分闭环循环和开环循环:例如，在5 l铝桶的例子中，当用过的桶被返回用于另一次再填充时，桶再填充工厂将会看到一些微小的改变。或者另一个生产商的啤酒被填充到桶中，因此不会产生相同的产品。然而，它再次提供了相同的功能单元，这就是为什么从桶的角度来看这更容易被理解为闭环循环。在注射成型的例子中，机器可以生产一些其他种类的聚乙烯部件，即形式上的另一个系统。从生命周期评价的角度来看，可以认为最重要的是，次要物品再次提供了相同的功能单元，不管它是用于同一产品还是另一产品。也就是说，只要次级商品不改变其固有的技术属性，并提供相同的功能单元，闭环回收就能最好地抓住这种情况。然而，为了确保结果的稳健性和可信性，以及在日常实践中的适用性，因此需要在任何情况下对闭环和开环情况进行一致的处理。

### 14.3.2开环回收

(参考4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

一种更复杂也更常见的回收形式是开环回收，其中至少有一部分次级产品用于不同的系统。开环回收经常用于可回收材料，这些可回收材料通常被回收为相同类型的材料，但用于至少有些不同的产品(例如，来自软饮料罐的回收钢被用于生产啤酒罐)。应区分两种变体:“开环-相同的主要路线”(在ISO 14044:2006被描述为“开环产品系统，其中回收材料的固有特性没有发生变化”)和“开环-不同的主要路线”(在ISO 14044:2006“开环产品系统，其中材料

经历其固有性质的变化”)。这意味着回收清单的模型有些不同:

**14.3.2.1开环-相同的主路由**

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

如上所述，严格意义上的闭环回收并不常见。然而，从实质性和初级产品的潜在替代性的角度来看，正如在后果模型中所模拟的那样，次级产品并不一定用于同一产品。重要的是，它正在取代同样的主要生产路线。为了支持这种区分，这里使用了开环再循环的相应子类型，其代表闭环和开环再循环:“闭环

-相同的主要路线“回收。

举个例子:如果钢罐被回收成钢罐，这就是闭环回收。如果钢罐被回收为汽车定制坯料，这将是开环回收。但是，如果钢罐和定制坯料需要相同的钢基底，那么它们的主要路线是相同的。如果二次产品在回收过程中降解，这也是适用的，例如对于回收的聚合物。因此，重要的只是次要商品有效地替代了相同的主要路线，即使它没有替代相同的路线，但数量较低。这种情况因此被称为“开环-相同的主路由”。[Figure 31](#_bookmark22)示意性地说明了这一点。



**图31“开环-相同的主要路线”回收:来自第一个系统的废物或报废产品(浅蓝色)被收集、回收/预处理(绿色)并用于其他系统(深蓝色)，但正在取代其第一个生命周期的相同主要路线**

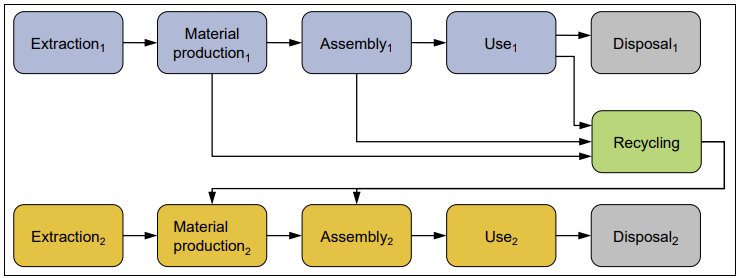
#### 14.3.2.2开环-不同的主要路线

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

开环回收的另一个子类型，在这里被称为“开环-不同的主要路线”，是指次要物品替代不同种类的材料、能源或零件，同时具有相同或非常相似的功能。一个例子是焚烧消费后的塑料，将能源回收为电力，并将电力用于其他用途。

确定次级货物是否替代相同或不同的主要路线和材料、能源或零件的标准并不总是简单明了的，而且存在逐渐不同的过渡情况。

“开环-不同的主要路线”循环的示意图如所示[Figure 32](#_bookmark24)。



**图32“开环-不同的主要路线”回收:来自第一个系统的废物或报废产品(浅蓝色)被收集、回收/预处理(绿色)并用于另一个系统(深蓝色)，取代不同的主要生产路线。**

此外，开环回收可以是匿名的，因为不知道(或者在实践中非常费力地发现)在哪个或哪些系统中会使用次级商品(例如，在第三国的电子报废产品回收的情况下)。这给确定替代过程中被取代的工艺带来了额外的困难。

然而，次级商品的一种或多种用途通常是已知的，或者可以被充分识别和量化。

## 14.4归因建模中的再循环

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

### 14.4.1再循环归因模型的详细方面

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

#### 14.4.1.1介绍

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

在属性建模中对再循环进行建模时，会出现以下主要问题:

在哪里划定第一个和随后的生命周期之间的系统边界？和

如何将国际劳工公约的两步分配程序适用于这些情况？

回答这些问题需要以下信息:

废弃或报废产品的市场价值，

如果市场价值低于零:在处理过程中是否产生任何有价值的次级产品，如果是，在哪个加工步骤中产生？，以及

无论如何:它的物理特性和市场价值是什么？

市值高于和低于零的两种情况需要加以区分，如下所述:

#### 14.4.1.2废物/报废产品的市场价值大于零，即它是副产品

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

###### 介绍

如果废物/报废产品在其原产地的市场价值大于零，从生命周期评价的角度来看，它是一种副产品，多功能性将通过分配来解决。这是通过应用第7.9.3章中详述的两步程序完成的。作为一个特殊步骤，要确定真正的共同生产过程:这是生产出在技术上与废物/报废产品最相似的产品的过程步骤。

再循环的情况在某种程度上不同于多功能性的一般情况，因为次要物品不仅是系统的一个共同功能，而且它本身也一次又一次地被再循环(考虑到每个回路的损失，每次的数量和/或质量都较低)。因此，我们有许多副产品，分别比第一轮回收后的可利用量更高的次级商品使用量。当旨在确定次级商品的库存时，这是要考虑的。

应用严格的属性模型，通过物理因果关系进行分配，这些不同的经常回收的二次产品具有不同的库存:例如，一些只有一个先前的回收循环，其他的例如10个。为了得出一个平均库存，需要对不同数量、不同回收频率的二级商品的库存进行整合和平均”。这在实践中是必需的，因为次级产品已经完成的周期数通常是无法测量的，并且典型的问题涉及平均产品，而不是特定的周期。

###### 第一步:使用总量

当报废产品被回收时，原始材料、零件或能源的一部分作为次级产品被获取，并被整合到新产品中。如果由这种次级商品制成的产品本身被循环利用，原始材料、零件或能量的一小部分会再次被获得并被整合到第三种产品中。考虑到可回收性和回收过程中的损耗，可以计算出市场上不同回收方式的二次产品的份额。一旦在理论上无限循环的回收之后所有材料都被损耗，这可以被加起来代表有效使用的一单位材料的总量:这个使用总量“U”是初次使用量“p”加上第一次回收后获得的量，加上第二次回收后获得的量，等等。例如:如果一个人有1千克由主要工艺路线材料X制成的包装，并且可以以90 %的回收率回收该包装，则主要材料的总使用量为1千克+ 0.9千克、+ 0.81千克+ 0.729千克等。因此，可以从原始材料、部分或能量含量被回收的总次数“n”和每个步骤的回收率“r”来计算。

对于前两个循环回路，我们相应地得到“u”，如下所示:



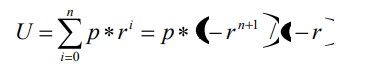
 第一次和第二次循环后的使用总量

p 主要金额

r 平均回收率[0...1)，包括收集效率和处理效率

用“n”作为循环总数，并简化得到的数学级数，n次循环后的总使用量为:

公式8



U 总使用量

i 回收循环次数

n 回收循环总数

在上面的例子中，以p = 1 kg和95 %的再循环率(r = 0.95)开始，在不确定的循环次数n之后，获得20 kg的总使用量(如在那种情况下U = p/(1-r))。

###### 第二步:总使用量的总生命周期清单

总使用量的总生命周期库存是初级生产库存“P”(达到废物/报废产品的质量水平)、所有回收循环“R”、所有未回收部分的最终废物管理和其他损失“W”的总和。重复的回收过程和处理会增加总库存。因此，该总库存包括所有达到原材料、能量载体或零件质量水平的工艺，以及所有回收和废物处理步骤。然而，它不包括从制造和使用由该材料、能量载体或零件制成的产品的任何过程，因为这些过程与后来再利用/再循环/回收的材料、能量载体或零件的生产没有物理联系232。

如处方所示:

公式9



i 原材料、零件或能量载体的一个初始单位的总使用量的总LCI

P 每单位材料、零件或能量载体的初级生产的LCI

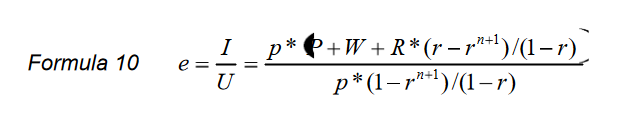
R 每单位材料、零件或能源载体的再利用/再循环/回收工作的LCI

**232这可以通过一个例子得到最好的解释:作为一个说明性的例子，铝饮料罐的第一个共同功能是携带和保护其所装的饮料，其第二个共同功能是作为后续产品系统的二次资源提供的铝废料(即报废罐)。当然，为了提供输送饮料的第一个共同功能，必须生产罐。然而，为了提供作为废料形式的二次资源的第二个共同功能，如果生产制造罐的铝等级就足够了，而将铝运输到罐工厂、制造罐等的所有其它步骤。与废料供应无关/不可归因于废料供应。因此，两个联合职能部门共享生产步骤，直到生产出与废铝相同的铝等级。因此，真正的共同生产工艺是生产出高质量的金属条，因为它也可以从废料中获得。**

每单位废弃材料、零件或能源载体的最终废物管理的LCI

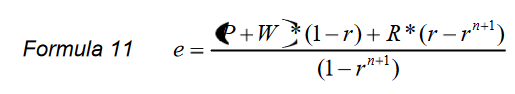
###### 最后一步:平均单位库存和价值修正

现在，确定物理分配标准，以在两个协同功能之间分配这些从摇篮到大门的材料、能源或零件库存。在这种情况下，标准只是质量，因为两种协同功能在物理上所需的材料、部件或能量载体的数量显然是相同的。由此可以得出每单位材料、零件或能源载体的平均库存“e ”,用总使用量“I”除以总使用量“U”得出总生命周期库存:



e 每单位材料、零件或能量载体的平均LCI

上述“e”的表达式可以进一步简化如下:



由于循环次数不定，表达式公式被简化为最终版本:

rn 1接近于0(因为r [0...1)和



请注意，这是假设主要生产和再利用/再循环/回收的材料、零件或能量载体之间的技术平等。如果这些不同(例如，对于许多回收的聚合物)，将引入一个校正系数。这一因素可被理解为对主要生产材料/能源或来自真正的共同生产过程和报废产品的部分的技术质量不完全等同进行校正。特别是对于复杂的报废产品，这也包括了额外的工作，例如拆卸以分离不同的材料或部件。该修正系数应为二次/主要材料、零件或能源载体的市场价格比。

#### 14.4.1.3废物/报废产品的市场价值为负(即需要支付废物处理费)

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

在废物/报废产品不能直接出售的情况下，它不是副产品，而是废物。然而，有两种情况需要区分:

-在废物处理过程中根本没有产生任何有价值的产品的情况下(例如，废物直接填埋、焚烧而没有回收能源，等等)。)，所有废物处理步骤都要建模，库存要完全分配给产生废物/报废产品的第一个系统。

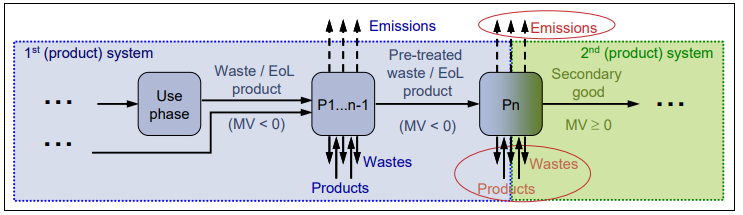
-在废物处理过程中产生了有价值的产品的情况下(例如，废物焚烧产生的电力或经过一些额外的清洁和处理步骤后的次级产品等)。)，该次级商品是第一系统的副产品，并且将应用分配。这就引出了一个问题，这个次级品到底要背哪个包袱。

有人认为，在经过处理的废物/报废产品实现零市场价值之前，所有必要的处理工艺都属于第一个系统的责任范围(即P1至Pn-1的工艺步骤)[Figure 33](#_bookmark26)).这是因为废物或报废产品是由第一个系统产生的，而废物本身不会带来任何处理负担。此外，将所有之前的废物处理过程归因于最终生产的次级产品233被认为是不恰当的。

因此，只有在生产有价值的次级商品(Pn)的过程步骤中，才有可能将负担分配给次级商品。

应采用以下程序:

首先对废物/报废管理/处理流程进行建模，直到处理后的废物越过“零市场价值”边界(参见[Figure 33](#_bookmark26)).随后，两步分配程序将应用于该流程步骤。



**图33如果管理/处理过程产生任何有价值的产品(次级产品)，废物/报废产品的分配:除了真正联合过程的产品和次级产品的分配之外，废物跨越零市场价值边界(MV < 0到MV 0)的处理过程步骤Pn的库存将在两个生命周期之间分配:圈出的排放、废物和产品/消耗品将在预处理废物/报废产品(即第一个系统)和次级产品(即第二个系统)之间共享详情见正文。**

请注意，对于“市场价格低于零”的情况，要进行双重分配:首先是在真正联合过程的共同产品之间(即与次级产品大致相当的初级产品)，一如既往。其次，除此之外，在进入第一和第二生命周期边界的工艺Pn的预处理废物/报废产品和离开它的二次产品之间(见[Figure 33](#_bookmark26)).

对于这两种分配，应用第7.9.3章的相同两步程序:确定物理因果关系的第一个标准:如果在过程步骤中存在物理因果关系，当

获得有价值的产品(次级商品)，相应的库存值为

在第一个生命周期和次级商品之间分配。

**233例如:如果废物是高毒性废物，需要在废物焚烧设施中进行特殊运输、储存和处理，并且最终产生少量电力，这不能证明将废物处理(包括剩余废物和灰烬的沉积)的高环境影响归属于电力。为了计算不同版本的产品在一段时间内的成本，这种方法无法反映废物和报废产品在数量和质量上的改进。**

市场价值的第二个标准:生产有价值产品(次级产品)的工艺步骤的剩余库存完全按照市场价值标准在次级产品(即第二个生命周期)和进入该工艺步骤(即第一个生命周期)的(可能经过预处理的)废物/报废产品之间进行分配。

最后请注意，预处理废物/报废产品在进入最终生产有价值的次级产品的工艺步骤之前的市场价值低于零，因此在第一个和第二个生命周期之间进行分配时，应使用其(负)市场价格的绝对值234。其余的分配计算是相同的。

**注:本附件的规定见正文第7.9.3章。**

## 14.5后果模型中的再循环

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

### 14.5.1导言和概述

如前所述，后果模型中的再利用/再循环/回收在方法上等同于其他多功能情况。它有一些特殊的方面，这些方面是从相同的建模方法中逻辑推导出来的，虽然它们并不总是导致直接直观的解决方案。本章对它们进行了解释。

### 14.5.2可回收性替代方法

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

可回收性替代方法(也称为“报废回收”或“回收潜力”方法235)遵循后果模型236的逻辑，是解决多功能性的原型方法。这种机制在数量和质量上刺激了高度的可回收性。请注意，产品本身的回收材料含量并不直接计入最终库存，因为该数量是通过产品的可回收性进行修正的。在下文中，详细说明了这种方法(结合对降低的技术特性/功能性的修正)如何以及为什么也适用于需要对被分析材料的回收成分进行刺激的情况。

可回收性替代方法在下面的方框中进行了描述，并在中进行了说明[Figure 34](#_bookmark28)。

**234如果预处理废物的市场价值/入门费为-1美元，则用于分配的市场价值为1美元。(人们也可以将此解释为次级商品和废物处理服务之间的分配，此处定价为“1美元”)。**

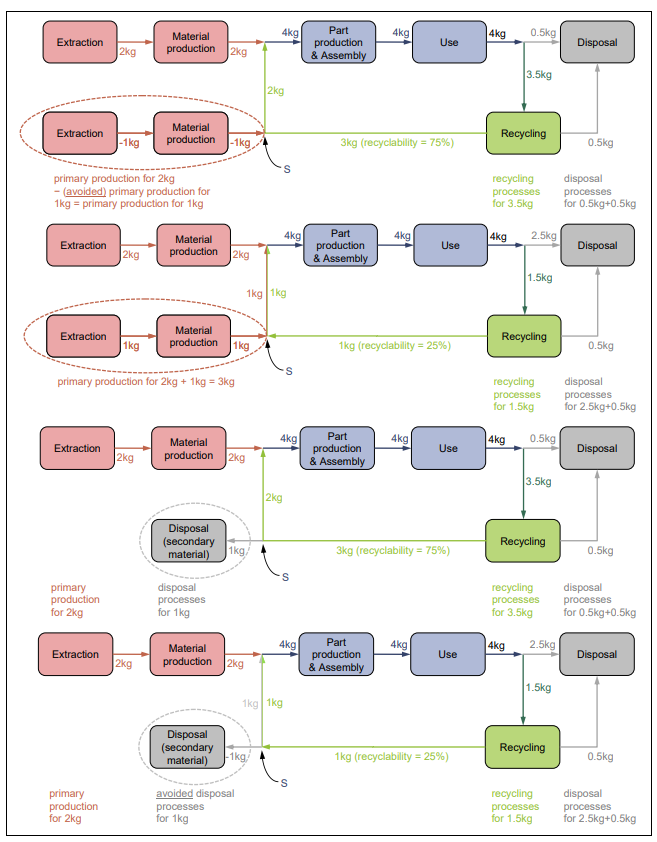
**235术语“回收潜力”并没有很好地抓住——至少对于寿命短的产品来说——实际达到的回收率。术语“报废回收”仅涵盖报废产品，但不包括生产废物，其名称中没有方法参考。因此，这里使用了一个不同的术语，将使用的标准“可回收性”与应用的方法“替代”结合起来。**

**[236]见脚注24，关于这种方法和一般替代是归因方法还是结果方法的问题。事实上，有人认为这是一种既模拟“额外后果”(如情况A和B)又模拟“现有后果”(如情况C1)的方法；后者也可以称为“互动的”。**

|  |
| --- |
| **术语和概念:可回收性替代方法**  在可回收性替代方法中，商品初级生产中避免的库存根据其可回收的程度计入报废产品或废物。仅指无法从次级商品中定量获得的商品数量(即由于不完全收集造成的损失、回收过程中的损失等)。)被建模为初级产品。回收努力、任何最终剩余废物的沉积等。相关的影响是第一个生命周期的一部分。请注意，这类似于替换最具成本竞争力或最不具成本竞争力的流程/系统的组合。  “闭环”和“开环-相同主要路线”回收的示例(参见[Figure 30](#_bookmark20)[Figure 31](#_bookmark22)[Figure 34](#_bookmark28)  3千克二次产品，质量与通过主要途径生产的产品相同(质量可回收性= 75 %)。产品生产不需要的1千克次要货物的剩余部分由1千克主要生产材料X(“-1千克”)替代(见图中的弯曲箭头和“S”)。因此，所分析系统的有效库存为2千克- 1千克= 1千克初级生产材料X，加上其组装和使用阶段，加上3.5千克回收的报废产品的“仅回收处理”库存，以及每0.5千克直接存放的报废产品和0.5千克回收过程中产生的废物的废物处置过程。请注意，这2千克二手材料是否来自该产品或由该材料制成的任何其他产品的回收并不重要。(如果二级材料的质量低于一级材料的质量，这将通过计入较低金额或市场价值修正来考虑)。  在上述示例中，可回收性将低于回收含量，例如仅产生1千克二次材料(中的第二张图[Figure 34](#_bookmark28)  采用相同的方法，但这一次是针对另一种产品，假设辅助材料X通常不会被使用，而是被处理掉(见中的第三张图[Figure 34Figure34](#_bookmark28)  总之，这种方法奖励高回收性，特别是有价值的资源/商品和/或回收到更高价值的次级商品。当使用未使用/填埋的二次资源时，回收内容会得到奖励。  请注意，初级生产和替代初级生产的路线不需要相同，例如，特定路线可用于采购材料，而信用将给予最具成本竞争力的路线组合(在完全后果模型下；但是参见情况A、B和C1的简化)。  通过相应地替代较少的初级产品或应用价值修正，认为次级产品质量较低(详情见第章)[14.5.3.3](#_bookmark29) |

|  |
| --- |
| 请注意，可回收性替代方法完全类似地适用于生产废物和除回收之外的其他形式，如能量回收、零件再利用等。  开环回收的一个例子，以产品的“进一步使用”为例:如果我生产一张4 kg金属X的金属桌子，几年后，我预见到这张桌子的进一步使用(例如，高级餐厅在5年后出售他们的桌子，供其他地方进一步使用)。对于这些桌子的购买者来说，可选择的途径是这种桌子的初级生产。鉴于平均寿命减少了5年(总技术寿命为20年)，我们将给出15/20 =新生产的表的库存的75 %的信用237。剩余寿命的75 %是产品的功能等效物。此外，在其使用寿命之后，桌子仍可被回收，实现例如87.5 %的可回收率，即87.5 %(即3.5千克)的原生金属生产将计入桌子的第一次和第二次使用的组合生命周期。如果最初的桌子是用2公斤原生金属X和2公斤再生金属X生产的，我们有3.5公斤的剩余  - 2千克= 1.5千克再生金属X，系统因此获得避免的初级生产的相应信用。由于回收的金属和信用是桌子生产的一部分，最终桌子的第一次使用占库存的25 %,第二次使用占75 %,加上使用期间的任何特定活动，如清洁等。  请注意，如果使用市场价值修正来代替功能等价(即表的使用年数)，则可以假设第一次使用的表在总库存中所占份额较高，因为5年的旧表可能会以低于其原价75 %的价格出售。这说明，重要的是着眼于描绘函数的实际替代量，而不是使用值校正；解释时需要考虑数值校正的任何不准确性。  还要注意，这也是一个联合生产的例子，表的两种用途。  该示例还说明，对于“进一步使用”的情况，有必要考虑整个循环，这里是指回收到最初生产的材料，以及最初材料可能具有的所有用途(就数量而言)。然后，可回收性替代方法简单地计算每个功能单位的库存(此处:20年的餐桌使用),并且餐桌的不同用途(此处:5年的餐馆，15年的其他用途)具有相同的每个功能单位的库存(此处:每年的使用)。  如果桌子在第二次使用后的寿命终止会导致非常不同的用途(例如，金属将被制成粉末并用作某种聚合物填料)，即与最初的桌子生产没有联系:桌子将获得避免生产被取代的替代填料的积分。由于该系统是一个开环系统，即不回收二次金属，所以摇床生产将完全由一次生产的金属模拟。该表的两种用途以与上述相同的比例，按功能单位，在这里是按使用寿命的年数，分享存货。 |

237适用于增长、稳定或轻微下滑的市场。



**图34可回收性替代方法。解释见“术语和概念”框和正文。请注意，这同样适用于再利用和回收过程。**

### 14.5.3使用后果模型的可回收性替代方法的详细方面

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

#### 14.5.3.1介绍

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

可回收性替代方法尤其适用于“闭环”和“开环——同一条主要路线”的情况，以及次要货物在后台系统的其他地方进入同一系统的情况(如废物焚烧产生的电力)。然而，如果次要货物与主要货物属于不同的种类(即，在开环-不同的主要路线情况下)，通过计入其他过程/系统的分别被取代的混合，可以获得类似的结果。

对于闭环情况，这种方法也可以解释/理解为(产品)系统范围内的平均内部回收循环，提供的任何剩余二次产品(与回收的报废产品或废物的回收含量相比)导致避免初级生产的额外信用，任何减少的二次产品供应导致额外模拟的初级生产。

如果次级商品的质量低于其主要路线交付的质量，也适用(例如，消费后塑料废物的回收就是这种情况)。在这种情况下，就要考虑次要货物和被替代产品之间功能等同的变化。

在应用可回收性替代方法时，需要注意以下四个方面:

定义/测量可回收性的方式，

次级货物固有特性的变化，识别被取代的过程，以及

长寿命产品“延迟”回收的时间因素。

请注意，与其他过程中与气候变化相关的延迟排放(见第7.4.3.7.3章)类似，清单中也应考虑与气候变化相关的延迟排放和计入的未来避免的再循环负担。然而，在计算结果和解释时，只有在明确预见到气候变化/辐射作用力作为研究目标定义的一部分时，才考虑储存和延迟排放；每次违约不考虑这一点，因为每次违约的LCA方法不考虑长期影响。

这些问题将在以下章节中讨论:

#### 14.5.3.2确定可回收性

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

在可回收性替代方法中所要求的可回收性的含义下，该术语是指综合所有因任何原因发生的损失。这涵盖了从产生废物或报废产品达到其使用寿命的终点到生产次级产品的所有过程。这包括例如由于不完全收集、分类、回收、在再循环处理期间、拒绝等造成的损失。简而言之，可回收性是可在次级产品中找到的废物或报废产品中初级产品数量的百分比。

一种材料的平均数值和特定产品的可回收性(例如，材料X在欧洲的平均可回收性为85 %，或者材料X在产品Y中的特定可回收性为70%)；这个要看学习。

请注意，对于不同的材料、零件等。从复杂产品中再利用/再循环/回收，这些计算需要对每种二次材料、零件等单独进行。(如电缆回收中的铜和聚氯乙烯)。

出于实际原因，对于长寿命产品而言，可回收性应该是该产品(或同一市场中类似产品的新/预计产品)目前实现的可回收性。除非研究明确关注不同可回收性方案的影响，例如在回收设计研究中。

#### 14.5.3.3次级货物固有技术特性的变化

(参考ISO 14044:2006第4.3.4.3.2章)

在翻新、再循环或回收过程中，材料或部件的技术特性可能会发生不利的变化(例如，纸张再循环过程中纤维变短、颜色变灰，以及由于有限的分类特异性和添加剂、填料等的剩余含量，再循环聚合物的加工特性较差)。重复使用的机械马达部件的寿命缩短等。).这种“向下循环”可能意味着次级产品不能替代初级产品的原料或部件，或者只能在某些应用中替代。此外或可选地，这可以意味着仅在已经执行了附加措施之后，和/或在有限的程度上，或在有限的持续时间内(例如，由于重复使用的部件的寿命缩短)，次级商品可以替换它。对于那些例如在使用和回收过程中降解的材料，这限制了它们可以经历的循环次数，也与发生的任何定量损失无关。

有一系列具体的后果和相应的解决方案来处理这种“向下循环”，需要更仔细地审视:在某些情况下，在对改变的属性要求不太苛刻的一些应用中，次级商品只能替代初级生产的材料或部件。在其他情况下，为了提供相同的功能(例如聚合物部件的硬度)238，需要比原始材料更高量的回收材料。在其他情况下，降循环二次材料将与一次材料或更高质量的二次材料混合，以满足最低技术规范。另一方面，下循环的影响可以通过特殊技术基本抵消:例如，这些技术可以从钢中去除过多的夹杂元素。或者例如对回收的溶剂进行后续纯化步骤。

总之:在建立替代模型时，必须考虑潜在降级次级产品的特性变化及其使用后果。

这是通过两种机制实现的:如果次级货物的具体用途是已知的，则被取代的工艺/系统的实际被取代量是

**238但是，请注意:这是一个不同的问题，这里不明确考虑，因为它已经隐含在较低的市场价格中。**

模型化。如果用途或数量未知，则应用“价值校正”239，即通过使用次级商品与被取代的初级产品的市场价格比，记入相应减少的初级材料库存的贷方。给出了两个示例来说明这种价值修正，一个用于“闭环”或“开环-相同主路线”回收，另一个用于“开环-不同主路线”:

如果例如对于0.2千克重的聚合物基产品，回收的聚合物颗粒可以具有例如0.9美元/千克的市场价格。在相同(或不同)产品中替换的主要材料颗粒可能花费1.2美元。在这种情况下，在0.2千克(即0.15千克)的初级聚合物中，只有0.9/1.2 = 0.75份(即75 %)被替代(“计入”)。

涉及能量回收的“开环-不同的主要路线”回收的一个例子:对于另一种重量为0.2千克的聚合物基产品，回收的聚合物可能是由于长时间使用后材料降解或污染等原因造成的。仅用于能量回收。在这种情况下，次要商品将是例如由焚烧的塑料废物产生的0.28 kWh240电力，其被馈送到电网中。这种电力在技术上是等价的，但也被认为具有与平均大生产商电价相同的市场价格，例如每千瓦时0.04欧元。因此，全部241 0.28千瓦时的初级生产电力将被替代(“贷记”)。在完全后果模型下，被取代的电力将是发生回收的电力市场/国家中最具竞争力的242种技术的组合(但请参见情况A、B和C1的简化)。

接下来的文本部分将说明这种方法也是合理的，原因非常不同:

#### 14.5.3.4识别符合市场后果需要考虑的被替代过程

(指4.3.4.3 ISO 14044:2006一章的方面)

人们通常认为，如果对这种次级产品或更高质量的需求很高，生命周期模型应该为更多更好的回收利用提供正确的激励。与此同时，如果对次级商品的需求很少，它应该鼓励人们更多地使用次级商品。为了满足这些要求，可以从两个不同的角度来识别被取代的工艺:首先是识别被取代的工艺/系统的结果方法。第二，如何控制浪费的观点

**239讨论的另一个更具体的方法是使用相关特定技术属性的变化作为修正器。虽然这将允许使用与技术属性更密切相关的校正因子，但是它有许多缺点:1)它涉及使用哪种技术属性进行校正的主观选择。这降低了可再现性，甚至更多，因为经常有几个属性受到影响，而这些属性仅仅共同定义了次要产品的技术可用性/价值。这些性质不能简单地相加，因为它们是用各种不同的单位测量的。此外，一些属性可能是定性的(例如，次级商品的混合和深色)。2)技术属性并不反映重要的问题，即次级商品是否有真正的市场，因为例如感知(“废物形象”、“绿色形象”)也起着重要的作用。3)必要的技术信息通常更难收集或测量，即市场价格。**

**240该数字仅是说明性的和近似的:0.2千克，例如PP具有大约10 MJ的低热值能量含量。垃圾焚烧厂的电能转换效率为10%(考虑废气净化等的内部消耗)。)1 MJ电，即1 [MJ] / 3.6 [kWh/MJ] = ca。剩余0.28千瓦时。**

**241虽然100%的发电量被计入，但计入的绝对环境效益明显低于计入替换上例中0.15 kg初级PP的使用。**

**242如果市场“正在增长、稳定或略有下降”，则“最具”成本竞争力，如本电力市场的假设。**

/生命周期结束时的产品状况朝着全面改善的方向发展，即减少影响。下面几段从这两个角度看同一个问题:

###### 后果建模视角

在后果建模中，考虑到“增长、稳定或轻微下滑”市场和“严重下滑”市场这两种情况，并推导出最有可能被取代的流程，将建模如下:

作为回收剩余的次级商品的额外供应(即产生的次级商品多于产品生产中使用的次级商品):

* 对于“增长、稳定或略有下降”的市场，额外可用的次级商品数量将取代相同材料、能源或零件的最具成本竞争力的初级生产流程的组合。
* 在“大幅下跌”的市场中，可以认为额外可用的次级商品根本不会被使用。然而，此处对可回收性的定义方式，即获取市场上二次商品的实际可用性和使用情况，实际上是在使用，也是要被计入的。在这种情况下，它将取代成本竞争力最低的流程/系统的组合。如果次级商品至少部分未被使用(即被存放)243，则任何额外的供应将直接进入废物存放，因为市场已经饱和/供应过剩。因此，不给予信用，但对废物沉积进行建模。

对次级商品的额外需求:如果通过回收产生的次级商品的数量少于产品生产中使用的数量，就会出现对次级商品的额外需求:

* 在“增长、稳定或略有下降”的市场中，最具成本竞争力的工艺/系统将再次受到影响，在这种情况下，不足量的生产被建模为额外的主要生产库存。如果该额外需求与至少部分未使用的(即，存放的)二手商品相关，则对未使用的二手商品的避免的废物处理进行积分。
* 最后，在“严重衰退”的市场中，额外需求的次级商品将再次取代成本竞争力最低的流程/系统的组合。如果次级商品至少部分未被使用(即被存放)，任何额外的需求都将避免由其他废物或报废产品产生的相同次级商品的废物存放。因此，对避免废物沉积给予信用。

主要货物的具体替代数量或次要货物相对于替代货物的相对市场价值被用来反映次要货物技术性能的降低。如果缺少这些信息，就要进行市值修正。

**243这表现为市场价值低于零，但在某些应用中仍有使用。请注意，该值低于零，而不是“零或以下”，因为废物存放是有成本的(即要支付入门费)。这意味着，仅从市场价格并不能自动清楚次级商品是否至少部分存放。如果负的市场价值等于垃圾费，情况正是如此。这些费用在全球各国之间差别很大，而且对于要存放的废物类型也有很大差别；价格大致在每公斤-0.005美元和-0.5美元之间。**

###### 为提高可回收性和增加二次产品的使用创造激励的前景

在不断增长的市场中，或者由于其他原因(例如“绿色形象”)，对二次产品的需求高于通过回收/再利用/回收可获得的数量(例如，在大多数但不是所有当前的材料市场中)，主要的必要性显然是提高回收利用率(即可回收性)，而不是对回收材料的需求(即回收成分)。

与相同初级商品的价格相比，次级商品的相对较高的市场价格意味着至少以下之一:

* 市场在增长，回收材料质量足够/高和/或
* 由于其他原因(例如积极的“绿色”认知)存在对次级商品的需求

因此，主要需要提高再利用/再循环/回收的量化程度，即再循环能力。这就是“可回收性替代”方法的作用。

次级商品的相对较低的价格(与初级生产的商品的价格相比)表明至少以下之一:

* 由于某种原因，高回收率提供了过剩的次级商品，和/或
* 次级商品所达到的技术质量很低(考虑到大多数应用所要求的最低质量；这对于开环中的向下循环是典型的)，和/或
* 由于其他原因(如“垃圾形象”的认知、卫生法规等)，对次级商品的需求有限。).

如果通过再利用/再循环/回收获得的数量高于需求，并且市场价值相应地低于零，那么主要的必要性是增加对次级产品的需求(即再循环含量)和/或其技术质量(即高质量的可再循环性)，而不是简单的再循环率(即一般的可再循环性)。

这种情况似乎要求要么使用回收成分方法，要么只考虑高价值的可回收性，要么克服卫生立法等方面的障碍/限制。然而，这将需要更深入的调查，以确定潜在的原因，同时这里需要一个普遍适用的，可重复的计算规则，仍然提供正确的激励。可回收性替代品提供了这种解决方案吗？：

可回收性替代考虑了降低的技术属性，即次级商品能够替代多少替代初级商品。或者它通过值校正来考虑这一点。在这两种情况下，对于生产低质量/低价值或甚至无价值的次级商品，给予较低的信贷。因此，价值校正的信用反映了次级商品的数量和质量，刺激了更高质量的回收或有效克服使用次级商品的其他现有障碍的其他措施(例如，克服废物形象、改变立法等)。).

如果次级商品的额外供给正好以废物存放结束，则不给予信用，但是对废物存放进行建模。

如果所分析的系统使用以其他方式存放的二次产品，则可回收性替代方法为这样做提供了一个明确的激励，因为避免的废物存放被计入----作为可回收内容使用的越多，废物存放行为的问题越多，计入的信用就越多。在这种情况下，更高的回收含量会得到回报

并受到刺激。次级商品的技术质量/价值越低，这种刺激就越强。

###### 结论

具有价值修正的可回收性替代方法，并考虑了以其他方式存放的二次商品的供应/需求，根据各自情况的要求，为刺激二次商品的可回收性和使用的数量和质量提供了正确的激励措施。

#### 14.5.3.5长寿命产品“延迟”回收的时间因素

(指4.3.4.3、4.2.3.5、4.2.3.6.2和4.3.2.1章节的ISO 14044:2006方面)

如果在生命周期评价研究中考虑碳储存和延迟排放，则以下内容适用:

根据库存数据收集和气候变化影响建模的100年时间范围，出现了一个问题，即如何说明向后代提供可回收的长寿命产品的延迟/未来效益。对于生物源和化石延迟排放温室气体的问题，通过使用一个特殊的流程来回答相同的问题，该流程将延迟长达100年的信息保存在清单中。

使用同样的方法，未来的回收利用将通过使用与回收利用作业相关的温室气体的修正流程以及未来再利用/回收利用/回收利用的信用来模拟。这是通过使用相同的校正流程来完成的，因此完整的信息得以保留。

然而，由于LCA通常具有无限的时间范围，默认情况下，在计算结果时不考虑这种校正流。如果辐射力在研究开始后的100年内被明确贴现为零，这将成为目标定义的明确部分。这意味着，只有在这种情况下，使用可回收性替代方法计算的避免初级生产(如电缆中的铜)的二氧化碳、甲烷和一氧化二氮的未来避免排放量，才会针对寿命为10年的产品(如汽车)按比例减少10 %(即10年/ 100年)。

注:本附件的规定见正文7.2.4.6一章；但请遵守6.5.4.2和6.5.4.3两章中针对情形A、B和C1所做的具体简化规定。

# 15附录D:避免误导目标和范围定义以及结果解释

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

## 15.1导言和概述

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

有时，目标和范围定义的元素可能是无意中以一种导致误导结果的方式执行的。或者对LCA结果的解释方式不符合研究的目标或分析的范围，这又会导致误导性的结论244。

本附录确定了在目标和范围定义以及对LCA研究的解释中可能导致误导性结果和结论的错误类型。因此，它导向无误导的目标和范围定义以及结果解释。

## 15.2误导的目标定义和范围界定

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

目标定义定义了研究的决策背景，确定了结果的预期应用，并指定了目标受众。

研究的范围界定是根据目标定义完成的，解释也必须尊重目标定义。

目标定义本身可能不会产生误导。然而，除了生命周期评估的真正目标之外，它还可以陈述其他一些东西，但是如果范围界定、LCI和LCIA工作是根据陈述的目标完成的，那么只有当生命周期评估的结果是根据真正的目标而不是定义的目标来解释时，才会发生误导。这是一个在解释过程中出现的错误，将在此进行讨论。在其他情况下，对结果的解释也可能是正确的，但可能建立在非常具体的目标上的结果以某种方式被浓缩，导致读者误解和曲解或概括事实上非常有限的建议。从这个意义上说，目标的定义也需要指导，以避免成为误导性结果解释的基础。

因此，目标定义必须非常明确:

* LCA研究的比较特征(例如“X国私家车使用的A型燃料和B型燃料相关的环境影响比较”)以及是否做出了环境优势或平等的断言，并且预计这些断言将会公布，
* 开展研究的原因，包括决策背景(如“支持政府关于在X国为私家车引入新燃料类型的决策”)，
* 谁委托进行这项研究(例如“X国的国家交通部”)，以及

**244在目标定义和范围界定之后，误导结果的另一个主要来源在于清单和影响评估阶段:这是目标和范围设置以偏离的方式实现的时候。然而，这并不是一个误导性的目标和范围定义以及结果解释的问题，而是LCI和LCIA工作不正确的问题，这里不再进一步讨论。**

* 研究的目标受众，尤其是他们是否具备技术知识或生命周期评估知识

此外，要避免的目标是

* 分析非常具体和不常见的情况，例如产品使用案例，将产品A与过时、效率极低且污染严重的替代产品B进行专门比较，目的是在以后向公众展示和宣传“产品A的环境优势”。这是误导，如果产品C、D等。会在市场上有更好的环保性能。

范围定义的几个方面存在可能导致误导性结果的错误风险。下面几节给出了重要的例子

### 15.2.1操作部件

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 未能根据有效的功能单元进行比较:

在LCA旨在比较两个或更多产品或系统的情况下，职能部门必须给出被比较产品必须提供的服务或功能的明确定义。根据这一定义，可以确定产品的参考流量。当功能单元没有反映所提供的服务或者参考流不是基于功能单元时，可能会出现严重误导的结果。例如:

电视机的底盘可以由A类塑料、M类金属或b类生物材料制成。为了确定三种解决方案中哪一种对环境的影响最小，我们对每种材料的材料影响曲线进行了比较。这是一个误导性的参考流量选择，因为建造底盘所需的材料重量在三种材料之间是不同的。正确的参考流程应来自功能单元(在这种情况下是一台电视机),并反映生产相同技术质量(如机械稳定性、耐用性等)的底盘时所用的每种材料的数量。).在同等重量的基础上比较材料是不合适的。

一项研究旨在指导人们选择材料A的可再装瓶和材料B的单向饮料盒，以便向家庭分发牛奶。对一个瓶子和一个饮料纸盒进行LCA。这是对参考流程的误导性选择，因为它忽略了这样一个事实，即平均而言，可再填充瓶被返回并重复使用，从而给出总共例如25种使用情况，而饮料纸盒仅被使用一次。同时，这是否会忽略对返回运输、清洁等的需求。以及例如两种产品在使用后的再循环和/或能量回收的益处。同样，相关的参考流量应来自正确的功能单位，可能是“将1000升新鲜牛奶包装在1升容器中，用于在从乳品店到私人家庭的链条中分配和储存牛奶”。对于该功能单元，比较的相关基础将是例如1000个饮料纸盒和40个瓶子245的参考流量。

在两种耕作方法的比较中，比较了种植一公顷小麦的影响。如果结果是，这是对功能单元的误导性选择

**245请注意，除此之外，还需要考虑其他功能方面，如舒适性、保质期、避光或冰箱气味等。**

用于支持使用小麦的产品的比较:例如，它忽略了不同耕作方法的产量往往不同的事实。可能还需要考虑小麦的质量差异。正确的职能部门应指定要比较的产品数量，而不是作物面积。

### 15.2.2建模原理

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 未能选择适当的LCI模型原理和相关方法

建模原则的选择----归因或后果----决定了清单分析中收集的单位过程数据所涵盖的技术是否应反映给定区域和时间段的平均技术，或者更确切地说，反映由于所研究的决策而在使用中增加或减少的边缘技术。

LCA目标的决策背景决定了要应用的适当的LCI模型原理和方法。考虑到其他问题，如再现性和稳健性，本指导文件的实用指南。

对于某些技术来说，边际成本和平均成本之间的差异可能很大。就发电而言，边缘技术可以是燃煤发电或风力发电，而一般技术通常看起来非常不同。

对于使用大量电力的产品或系统，电力技术的单一选择(混合)通常会对整体结果产生决定性影响，而建模原则的错误选择则会产生误导性结果。同样的问题适用于所有类型的过程，因此是生命周期评价中最突出的方法选择之一。

### 15.2.3系统边界的绘制

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 忽略与环境相关的活动或整个生命周期阶段

LCA中应用的迭代程序旨在确保重要的过程和活动包含在清单分析中。这意味着系统边界被划分出来，因此只有不太重要的事情被忽略，并且对于最重要的过程，数据质量足够高，以确保预期应用的稳健结果。

当系统边界以排除重要过程的方式绘制时，可能会产生误导性结果，例如由于:

当选择的截止标准不符合预期应用的要求时，使用太弱或不相关的截止标准(例如，限于质量和能量)。或者在没有考虑到单个基本流的个别环境影响的情况下设定截止标准。后者对于涉及人类毒性和生态毒性的与化学品相关的影响类别来说尤其是一个问题，在这些类别中，基本流量可能具有相差许多数量级的特征因子。

缺乏适当的筛选和迭代方法，导致从业人员在库存数据收集中关注错误的流程，并错过最重要的流程。

系统地排除起定量作用的活动，而不检查这些活动对整体影响的贡献是否微不足道，例如，先验地决定排除:

* 资本货物的生产
* 服务(例如，比较冷冻/非冷冻食品时的“零售”，比较敏感设备时的“维护”，产品的“运输”或“储存”
* 辅助材料(如润滑剂、清洁剂等)的消耗。)
* 废物处理(例如，错误地认为它们是适当的库存流或假设它们是不相关的)。

由于对比较产品的相关性缺乏洞察力，系统地排除了完整的生命周期阶段(例如，参见饮料盒与瓶子的例子，其中重复使用和寿命终止被错误地忽略为相关)。例如:在对可重复使用的棉尿布和一次性尿布的比较研究中，如果从系统范围中忽略以下一个或多个要素，则会产生误导:

* 可重复使用的尿布的寿命结束(可重复使用的产品也必须处理掉)
* 零售和购物许多一次性尿布与一个可重复使用的尿布
* 辅助材料，例如

用于洗涤可重复使用的尿布的洗涤剂

一次性尿布的包装

用于可重复使用的尿布的特殊裤子，穿着以确保舒适

…

### 15.2.4选择 LCIA 影响类别、LCIA 方法、规范化和权重集

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 环境影响报道的局限性

影响类别的选择必须符合研究的目标和结果的预期应用，而且必须全面，涵盖与系统有关的所有主要环境问题。如果目标定义没有具体限制要涵盖的影响范围(例如，通过将研究定义为碳足迹研究或生命周期中的能量流分析)，忽略系统具有的一些影响可能会产生严重的误导。尤其是在比较两种环境影响模式不同的技术时。

以高压清洗机A和B为例，它们在使用阶段都使用电和水。清洁器B还在水流中施加清洁剂，从而以较少的水和能量使用提供功能单元中指定的清洁功能。洗涤剂的使用也导致其生产和使用阶段的影响。仅关注水和能源使用的LCA将有利于清洁剂B，但如果清洁剂相关的影响很重要，结果可能会误导。

###### 特定LCIA方法、标准化和加权集的选择

LCIA方法(以及任何标准化或加权系数)将在范围定义中确定，该决定将记录在案。在看到影响评估的结果后，通过改变LCIA方法和标准化或加权因子的选择，可能会故意产生误导性的结果。

如果要进行后续更改，可以选择对专员自己的产品产生最积极结果的LCIA系数。

### 15.2.5数据的代表性

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

代表性是清单数据描述系统排放和环境影响的能力。这取决于清单数据在多大程度上代表了收集这些数据的过程，以及该过程在多大程度上代表了所模拟的系统的过程。良好的代表性对于该系统最重要的进程尤为重要。

代表性有三个组成部分——技术、地理和时间相关的代表性，这三个部分相互关联，并且都要通过使用的数据来考虑和满足。

#### 15.2.5.1技术代表性

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 关键过程的技术代表性差或失真

用于表示系统关键过程的数据必须在其技术方面具有代表性，以确保数据具有足够的技术准确性。不同的技术可能产生相同的产品(如柴油)，但加工步骤，包括原料基础，可能完全不同(如基于生物质的合成柴油与基于原油的柴油)。使用缺乏正确技术代表性的数据通常会像使用完全不同产品的数据一样错误。

此外，特别是对于比较断言，平衡的代表性是至关重要的。两个例子说明了这一点:

在公司A委托进行的一项比较性LCA研究中，该公司希望其食品包装由塑料X制成，而竞争产品由金属y制成。执行该研究的顾问收到了公司A所有自有流程的具体数据，公司支持从产品链中涉及的所有主要供应商处采购具体数据。对于竞争产品，公司A及其顾问没有具体信息，顾问必须依赖第三方数据库中所有关键流程的通用数据。结果是(无意的)扭曲的技术代表性，这带来了误导结果的巨大风险。

在一项关于汽车燃料生产技术的生命周期评价比较研究中，将目前广泛使用的技术A与计划中的新技术B进行了比较，后者目前仍仅在实验室规模上有效。使用这两种技术的现有数据会导致对未来情况的扭曲的技术代表性，因为这些技术的发展和成熟水平并不相同。假设今天在实验室规模观察到的产率和效率直接代表未来商业规模的情况是不合理的

需要进行外推，但必须谨慎从事，以避免在技术代表性方面产生误导性偏差。这种情况与时间相关的代表性密切相关(参见第[15.2.5.3](#_bookmark33))

#### 15.2.5.2地理代表性

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 地域代表性差或扭曲

关键流程使用的数据还必须在地理来源和覆盖范围方面具有代表性。执行研究的LCA实践者必须确定根据地理位置而变化的关键过程和关键假设，并确保这些过程和假设具有适当的地理代表性。

地域代表性和技术代表性往往是相关的，因为地域代表性差意味着所应用的数据代表的技术(组合)不同于系统中所应用的技术。

与使用不同技术路线的数据类似，使用不同地区的数据也可能导致完全错误的结果，因为清单中可能存在巨大差异。

#### 15.2.5.3与时间相关的代表性

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 关键流程的时间相关代表性差或失真:

用于关键过程的数据也必须在它们与时间相关的起源(年龄)方面具有代表性。同样，这与技术代表性密切相关；随着技术的发展和变化，与时间相关的代表性差通常也意味着技术代表性差。快速发展的技术尤其如此，例如信息通信技术系统、可再生能源系统、服务等。对于基础材料和能源载体，这些变化要慢得多。因此，数据集应告知其清单的有效性(“失效日期”)。

两个例子:

在上述A公司的塑料食品包装与金属Y生产的食品包装的比较中，引用了第节[15.2.5.1](#_bookmark32)所应用的数据的代表性的部分失真存在于与时间相关的代表性的失真中:公司A自己的生产和供应链的数据是最近的，并且代表其所有自己的过程的当前操作状态，并且供应商的数据也是最近的。相比之下，竞争对手食品包装的数据是从数据库或文献中检索的，因此通常有几年的历史，其中一些可能更久。这种与时间相关的代表性偏差之后是技术代表性的进一步偏差，这是由于技术的典型发展，典型地有利于公司a的食品包装。

在确定在X区域销售、使用和处理的冰箱的生态设计的重点和设计建议时，执行LCA以找到生命周期的热点。冰箱的预期寿命为15年。为了避免关于报废影响的误导性结果，X区域的处置和材料回收过程的数据应进行预测，或至少从目前的最佳可得技术(BAT)中获取。这代表了冰箱使用寿命结束时最有可能出现的情况。同样，通过技术在时间上的发展，与时间相关的代表性与技术代表性密切相关。

### 15.2.6系统和产品比较的一致性

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 比较性生命周期评估中系统范围不一致

为了避免误导性的结果，对于系统的不同部分，或者在比较性LCAs的情况下对于不同的系统，一致地进行范围界定是重要的。特别是在比较性生命周期评估的情况下，对各节所涵盖的任何范围界定方面的处理不一致[15.2.1](#_bookmark30)-[15.2.5](#_bookmark31)很容易导致误导的结果和结论，

如果被比较的产品A和B由于功能单元的不适当定义而没有提供相同的功能，

如果在比较产品A和B的分析中应用不同的建模原则，例如产品A生命周期中关键过程使用的边际技术，而产品B生命周期中相应过程使用的是平均技术(这也是技术代表性不一致的一个例子)，

如果系统边界的绘制方式不一致，或者

如果数据的代表性(技术的、地理的或与时间相关的)对于产品A和b的生命周期中的一些关键过程有所不同。

## 15.3误导性的解释

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 介绍

在解释阶段，对LCA研究的结果进行评估和解释，以回答作为目标定义的一部分或研究的预期应用提出的问题。解释的结果是结论或建议，这些结论或建议尊重研究的目标和范围定义的意图和限制，并考虑与目标相关的功能单元和系统边界的适当性。因此，解释必须与研究开始时定义的目标紧密联系，并尊重范围界定对结果有效性域的限制。

在以下情况下会出现误导性解释:

###### 解释超出所选范围定义支持的结果

这种误导性解释的一个例子是，将特定情况(如特定技术、特定使用场景、特定国家)的结论概括为适用于更广泛的情况(技术系列、所有用途、全球)。

一个例子:

在尿布的比较研究中，目标可以定义为“X国可重复使用和一次性尿布的比较”。在X国，一次性尿布可与家庭垃圾一起处理，即焚烧并回收产生的能量，而用于清洗可重复使用的尿布的电力可由污染性更强的能源产生。从环境的角度来看，这种特定的组合可能使X国的一次性尿布比多用途尿布具有竞争优势。如果这一结论推广到其他国家甚至全球范围，进行研究的LCA顾问将忽略

* 从生命周期的角度来看，这类产品的寿命终止是至关重要的，
* X国对尿布的废物处理与其他国家或全球范围的情况相去甚远，在这些国家，家庭废物填埋更为普遍。

将结论推广到其他领域通常会产生误导。另一种误导性解释发生在以下情况:

###### 解释超出他们所能支持的结果

作为比较研究解释的一部分，应进行总体准确度和不确定性分析，至少是定性分析。在比较研究中，被比较的备选方案之间的环境影响差异将根据结果的评估不确定性进行判断，以确定是否存在任何重大差异。

在数据不支持定量不确定性分析的情况下，一个备选方案优于另一个方案的结论仍应通过讨论结果相对于备选方案之间差异的定性不确定性，以及可能改变比较备选方案之间优势的任何遗漏来证明。这将与对结果准确性的评估一起进行。一个例子:

对圆珠笔的比较表明，在所有受调查的影响类别中，一种圆珠笔对环境的影响比另一种少，因此有人认为“钢笔xx”比“钢笔YY”对环境更有利。该报告显示，差异很小，例如，在所审查的所有影响类别中，差异不到5 %，没有对数据进行任何形式的统计处理，以确定显著性水平，也没有判断相应结果的准确性。因此，这种说法是没有科学依据的，而且这种解释很可能是误导性的。

## 15.4误导性报道和沟通

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

对比较的误导性解释(例如，在上述单次使用和多次使用尿布的例子中)可能不一定是由进行研究的顾问或专员做出的，而是由结果的使用者做出的:如果非常具体的研究结果以某种方式呈现，其中限制和假设仅放在附件和脚注中，而没有在结论和建议的呈现中直接明确说明。

报告和交流同样必须考虑到收件人(如公众)对技术和生命周期评估方法的有限理解。因此，结论和建议以及对限制和假设的提及是为了针对目标受众使用适当的语言和技术水平，确保所有目标受众都适当了解这些内容。

## 15.5误导性目标和范围定义及解释的综合示例:热饮杯246

(没有相应的ISO章节，但参考了许多章节)

###### 起点和目标定义

X国一家大型工厂的食堂里用来装热饮的旧杯子已经破旧不堪。拥有该工厂的Y公司在其营销中经常使用环境可持续性的说法。因此，在购买新杯子之前，公司希望从整体环境角度调查哪种解决方案更可取。

Y公司考虑以下替代解决方案:

1. 每位员工都有自己的陶瓷杯，带到餐厅，带回工作场所，必要时用手清洗
2. 食堂买的陶瓷杯留在食堂用洗碗机洗。
3. 食堂使用由材料z制成的一次性杯子。杯子在使用后被收集，并与生活垃圾一起处理，即运输到焚烧炉，并利用产生的余热发电燃烧。

###### 误导功能单元和参考流程

在第一次尝试中，Y公司请一名顾问对一个陶瓷杯(方案A和B)和一个一次性杯子(方案C)的环境影响进行比较。

这是一个误导“功能单元”定义的例子:它忽略了被比较产品的功能。根据公司的目标和结果的预期应用，合适的职能单位可能是:

“一年中(200个工作日)1000名员工每天三次可装2 dl热饮(茶、咖啡、肉汤)的杯子，用作饮用设备”。

使用该功能单元，备选方案A和B的相关参考流量为1000个陶瓷杯(假设陶瓷杯在两种使用场景下的平均寿命相同，均为1年)和备选方案C的6\*105个一次性杯子，即一个陶瓷杯对600个一次性杯子。

###### 误导性的系统边界绘制

根据相关供应商的反馈，顾问意识到在比较性LCA中，系统边界的绘制必须一致，由于一次性杯子的使用阶段没有影响，因此决定从研究中省略所有三种替代品的使用阶段。

这是一个忽略生命周期阶段的例子，这些阶段对于至少一种比较的替代品来说是重要的:频繁清洗陶瓷杯(替代品B每天清洗三次，替代品A每天清洗1-3次，这取决于员工个人的卫生状况)以及在洗碗过程中使用热水和洗涤剂，使用阶段可能是这两种替代品中最重要的阶段。

这可以通过基于简单计算和容易获得的数据或估计的筛选来揭示，在进行LCA时，这种筛选应始终作为第一次迭代进行。

**246当然，这个例子纯粹是说明性的和虚拟的，包括结果和结论，这些结果和结论不得被误解为有任何事实依据或甚至详细的分析。**

###### 影响类别的误导选择

为简单起见，Y公司决定专注于三种替代品的碳足迹，并决定将数据收集的重点放在三种替代品生命周期不同阶段的石化燃料和原料的使用上。

这种对影响类别的狭隘选择不符合调查三个备选方案总体环境影响的目标。在这种情况下，它会导致误导性的结果，因为在X国使用阶段，两种替代品可能会产生洗涤剂和清洗杯子的有机负荷的其他重要影响，即使在该国的几个主要城市，废水也会直接排放到河流中。当只评估碳足迹时，这些影响不会被揭示，并且该研究可能容易导致错误的建议。

了解到这些限制后，公司决定也包括其他相关影响。

###### 关键过程的技术代表性差且失真

Y公司发现了一份关于陶瓷杯生产对环境影响的旧研究，其中包含了备选方案A和b的生命周期分析部分所需的所有数据。该研究涵盖的生产发生在世界的不同地区，但陶瓷杯的类型与备选方案A和b相似。对于备选方案C，Y公司必须联系这些一次性陶瓷杯的主要生产商，该生产商向Y公司提供所需信息。

由于陶瓷杯数据的时间和地理代表性差，技术代表性也必然差。相比之下，具有来自一次性杯子的特定生产商和供应链的数据的一次性杯子的技术、时间相关和地理代表性非常好。这意味着生产数据的代表性在选择之间是有偏差的。实际上，研究的建议可能会被扭曲，在这种情况下，倾向于选择c。

###### 误导性的解释

根据调查结果，Y公司得出结论，与他们的预期相反，一次性杯子比陶瓷杯更受欢迎。事实证明，尽管生产许多一次性杯子使用了大量的能源，但在最近安装的城市焚烧厂中，在生命周期终了处理过程中燃烧杯子的能量回收效率相当高。此外，食堂的洗碗机相当老旧且效率低下，在X国，电力主要来自褐煤。

总的来说，能源账户和碳足迹没有给出明确的偏好，备选方案A和B中未经处理的洗碗水排放的其他影响有利于备选方案c。

Y公司总结了一次性杯子的优越性，并在给世界各地工厂食堂的建议中实施，用一次性餐具取代陶瓷杯和其他餐具。

这是一个解释远远超出所选范围定义支持的结果的例子。除其他方面外，备选方案C的优势取决于:

在废物焚烧炉中有效回收热量并发电，在焚烧炉中杯子在使用后被燃烧，燃煤发电厂产生的电力被来自焚烧炉的电力所替代

缺乏对废水的处理，这意味着洗陶瓷杯时产生的洗涤剂未经处理就直接排入X国的河流

x国工厂食堂低效的洗碗机。

如果这些方面不代表另一个国家的情况，那么X国的结论在这里很可能不成立。

###### 结束语

这个例子还表明，公司和顾问所犯的大多数错误(以及在其过程中两次改变研究和数据范围的相关费用)都可以根据生命周期评价的经验避免。如果处理得当，结果将是有效的，因此成本是合理的。

# 16附件E:解决生命周期评估中的不确定性

## 16.1导言和概述

###### 介绍

生命周期评估通常是比较性的，即为了分析产品、流程或其他系统之间的差异而进行的评估。系统的构建和分析涉及潜在的不确定性来源，不仅在未来的研究中，而且在描述现状的研究中。为了确定比较方案之间的明显差异是否真实(统计显著)，有必要对结果的不确定性进行评估。以下各节简要介绍了可用于解决生命周期评价中不确定性的一些概念和方法

###### 概观

已经解决了不确定性的三个主要来源:

随机不确定性

选择不确定性

缺乏对所学系统的了解。

清单数据和LCIA方法的随机不确定性必须与重要的选择相关的不确定性一起考虑，以确定它们如何传播到生命周期评估的最终结果中。

最终结果的随机不确定性可以通过两种根本不同的方式进行评估——通过解析解或通过模拟。不确定性计算用于量化数据的随机参数不确定性。

蒙特卡罗模拟是LCA中一种特别适合的方法，因为它允许平行地改变许多因素，并计算系统级的总体不确定性。执行蒙特卡罗分析时，建议考虑各种数据值和影响因素(如果已知)之间的相关性。

随机不确定性计算的结果不应被过度解读；它还可能具有高度的不确定性，尤其是偏差，因为它没有捕捉系统的不确定性以及建模和数据中的缺口。

## 16.2生命周期评价中不确定性的类型和来源

###### 概观

生命周期评价结果的不确定性来源于

库存分析中使用的数据，用于表示系统中所有流程的基本流程

影响评估中用于将库存流量转化为环境影响得分的数据

构建系统时做出的假设(与模型中使用的流程的代表性相关)

在核心决策上做出的选择，如分配键、选择影响评估方法或在未来研究中考虑的未来发展

基本流量数据的不确定性是统计不确定性，即具有随机性质。在特定的影响评估方法中，影响评估因素也是如此，而关键的假设和选择所带来的不确定性则具有不同的性质，因为许多离散的结果都是可能的。

###### 随机数据

过程数据(如排放和资源投入)和评估数据(如表征因素)的随机不确定性意味着它们可以用传统的统计术语进行充分描述，提供

平均值的度量，

平均值变化的度量，以及

有关数据遵循的分布类型的信息。

通常假设测量数据遵循正态分布或对数正态分布(在这种情况下，数据值的对数遵循正态分布)。对于正态分布数据，平均值和标准差用于描述平均值和平均值周围的变化。

###### 选择

与统计不确定性相反，在进行LCA时，伴随选择的变化是离散的，即几个特定的选项是可能的，而在这些选项之间的选项是不可能的。在生命周期评估研究未来情况的情况下，定义并调查了许多可能的未来环境，只有这些被认为是相关的，而不是介于两者之间的潜在未来。

在进行生命周期评价研究时，也可能有许多方法可供选择，包括:

LCI建模原理

LCI方法接近(和标准化基础和加权集，如果包括)

截止决策和其他系统边界设置

选择代表背景过程的LCI数据集

选择影响类别和LCIA方法

其他假设(例如，使用较高或较低的热值、未来过程的建模等。)

即使在LCIA方法中，也可能需要从时间角度或文化角度做出选择。由于与选择相关的不确定性的离散性，这些不确定性不是通过连续的统计分布来描述的，而是作为生命周期评价的单独设置来建模的(例如，作为不同的情景)。

其次，有一些主要的选择有可能影响LCA最终结果的精确性。这些重要的选择将以不同于主要贡献者的方式被识别:通过将不同的可能选择作为场景运行并比较场景结果。

###### 无知

不确定性的第三个来源是归因于无知的误差，即缺乏关于系统的知识，导致数据的遗漏或关于过程或基本流程的不正确假设。无知与选择的不确定性有关，因为它表现出离散的行为，但是因为它没有被意识到，所以不能用处理选择的方式来处理它。它不能通过定量不确定性评估来处理，但可以通过合格的同行评审来揭示。

## 16.3在生命周期中累积不确定性

###### 概观

必须了解清单和评估数据的随机不确定性以及与选择相关的重要不确定性，以便确定它们如何传播到生命周期评估的最终结果中。对于随机不确定性，对最终结果的随机不确定性的影响可以通过两种根本不同的方式进行评估——通过解析解或通过模拟。两者都需要关于过程和评估数据的分布类型、平均值和变化的知识。

###### 解析

如果在计算清单结果时不考虑单个清单数据的差异(即仅使用平均值)，结果就是最终结果的真实平均值，但这种方法无法提供关于该平均值不确定性的任何信息。应对这一挑战的分析方法开发了一个方程，该方程将最终结果的分布(以及变化)描述为系统中所有过程的过程数据分布的函数。即使对于简单的系统，解析解也变成非常复杂的表达式，但是它可以用泰勒级数近似，该级数将结果误差表示为每个过程的过程数据误差的函数。虽然可以用这种方式简化，但分析方法需要合格的简化假设，以便适用于通常在LCAs中建模的系统类型。因此，模拟方法通常应用在用于系统建模的软件中

###### 模拟

LCA总结果的误差模拟通常是用蒙特卡罗方法来完成的。每个和平库存数据的变化独立于其他库存数据，围绕其平均值，遵循为其指定的分布(分布类型和变化度量)。执行并存储库存结果的计算，并且库存数据在分布中再次随机变化，以得到一组新的库存结果。当计算次数足够多(通常在1000以上)时，计算出的清单结果的分布将接近结果的真实分布，从而给出最终结果平均值周围的估计变化。

在蒙特卡罗模拟中，默认的假设是所有的过程和基本流程都是独立的，因此在系统内部和在比较LCA中比较的系统之间都是相互独立变化的。通常情况并非如此，因为这些过程可能具有基于技术的相互依赖性，或者甚至是发生在系统中不同位置的相同过程(例如，对于像发电或运输这样的后台过程)。除了正相关之外，还会出现负相关。这些情况不是独立变化，而是高度的共变，这将减少或增加最终结果的变化，因此在建立模拟时必须考虑到这一点，这通常不是直接的。

###### 与选择相关的变异

由选择相关的差异引起的最终结果的变化必须通过对识别的相关选择的每个组合的单独计算来处理。如上所述，在随机不确定性可以被处理和聚集成一组最终结果的情况下，与选择相关的变化因此导致许多离散的结果，这些结果可以与作为LCA的可能结果的潜在选择的说明一起呈现给决策者，这取决于做出了哪些选择。为了加强对LCA结果的决策支持，重要的是将被认为是必需的选择数量减少到最低限度。

###### 务实的方法

使用蒙特卡罗方法的模拟依赖于LCA从业者提供的单个基本流的分布信息。为系统中的所有过程提供关于所有基本流的统计分布的良好信息通常是一个挑战，这影响了由蒙特卡罗模拟提供的统计信息的质量。

敏感性分析是确定哪里最需要良好的基本统计信息的有用工具。对最终结果影响最大的过程和流程也是最有可能对最终结果的不确定性产生影响的过程和流程，尤其是对于这些关键数字，因此统计信息的准确性至关重要。

在没有工具支持蒙特卡罗模拟的情况下，仍然可以沿着这条线进行最终结果的不确定性分析，使用灵敏度分析来识别关键过程、关键基本流程和关键选择。对于其中的每一个，在一些假设计算中，潜在的变化被分析并基本上作为离散的选择来处理(对于随机不确定性，作为现实的最坏情况和现实的最好情况值)。在某些情况下，结果允许对目标定义的问题作出指示性的回答。在其他情况下，结果是不确定的，这意味着在新的迭代中需要更详细的方法，但是这有助于将精力集中在一些确定的关键数据和假设上。

前面提到的“合理的最佳情况”和“合理的最差情况”可以以这种方式形成，并有助于量化结果的大致范围以及结果解释的稳健性。

# 17附件F:系统边界模板

系统边界图对于阐明系统模型中包含了哪些生命周期阶段和过程至关重要。

###### 技术受众

对于技术观众来说，有一个更正式的图表是有意义的。的系统边界模板[Figure 35](#_bookmark34)也可作为MS PowerPointTM文件免费使用。它包含代表生态圈、技术圈、主要生命周期阶段和子阶段的图形元素，分别从技术圈的其余部分进入或离开系统边界的产品和废物流集合，以及需要在图的补充中明确列出的排除活动类型和过程集合。或者，也可以使用其他图表(例如，下面描述的图表，也适用于非技术受众)，只要它正确描述了系统边界，在不完整的生命周期模型的情况下命名了第一个和最后一个过程步骤，列出了量化但未完全建模的产品和废物流，并列出了排除的项目。

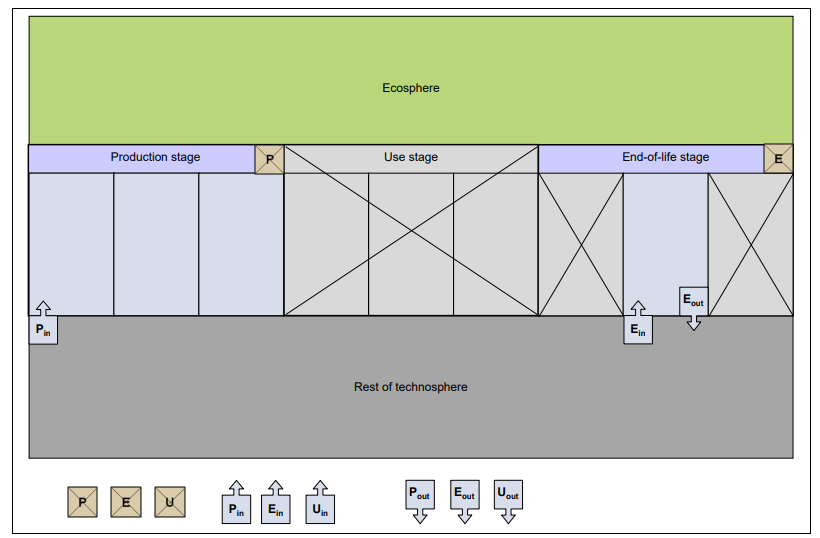
###### 非技术受众

对于非技术观众来说，对所包含的内容进行表述同样有用，但不要太形式化。

挑战在于，系统边界图理想情况下应显示以下所有内容:包括的生命周期阶段、系统排除的活动类型和基本流程、明确排除的流程和基本流程，以及量化但不完全模拟的产品和废物流程。对于不完整的生命周期(如从摇篮到大门),此外，还应确定第一个和/或最后一个包含的流程步骤。

特别是为了显示潜在的大量被排除的活动类型、流程和流，会使这样的图表过载。为了向非技术人员提供合适的图表指南，并且不会对包含/排除的内容产生误导，建议将图表与排除项目列表结合使用。该图的描述应说明它是示意性的和不完整的(除非它是完整的，例如在单个单元工艺的情况下)。它还将提及排除项目清单，并指出原则上所有相关活动、流程和基本流程都包括在生命周期模型中，除非明确列出。

。

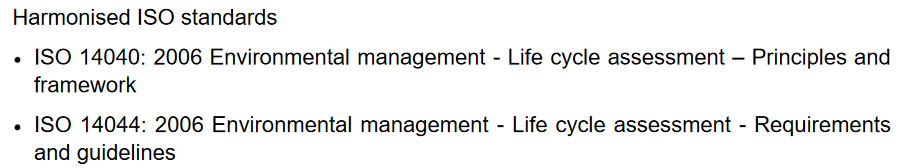


**图35面向技术受众的系统边界图模板。此示例描绘了一个系统(例如，它可能是电加热器的部分终止系统数据集，不包括使用阶段，但包括主要回收步骤)。该图显示，该系统包括生产阶段，直至最终产品的生产以及再循环/回收，但不包括具体的初始废物管理步骤(如收集)和最终存放。这些被排除的步骤将分别列出，参见方框Ein和Eout。该系统在输入(Pin)中还有至少一个产品或废物流，在使用该系统的数据时需要完成。此外，需要命名寿命终止阶段的第一个和最后一个过程步骤，以确保在完成系统时正确使用数据集。**

# 18附录G:本文件的发展

###### 基于并考虑以下文件

起草背景文件时，除其他外，考虑了以下现有来源:



分析并考虑了大量的企业协会、国家生命周期评估项目、顾问和研究小组的生命周期评估手册以及生命周期评估科学出版物。下面提供了详细的列表。

###### 起草

本文件最初由承包商(见以下列表)在欧盟委员会联合研究中心(JRC)合同号383136 F1SC的支持下起草，合同号为“生命周期评估技术指南手册的编制”。

这项工作得到了欧洲联盟委员会的资助，并通过委员会内部行政安排(第070402/2005/414023/G4号、第070402/2006/443456/G4号、第070307/2007/474521/G4号和第070307/2008/513489/G4号)得到了部分支持DG环境和联合研究中心。

###### 邀请利益攸关方磋商

该文件的早期草案已经分发给60多个组织和团体。

其中包括27个欧盟成员国、各种欧洲委员会服务、欧洲联盟以外的国家生命周期数据库倡议、作为商业咨询小组成员的商业协会、作为各自咨询小组成员的生命周期评估软件和数据库开发商和生命周期影响评估方法开发商，以及其他相关机构。

###### 公众咨询

从2009年6月10日至2009年8月31日，就预先起草的指导文件进行了公众咨询。

这包括2009年6月29日至7月2日在布鲁塞尔举行的公开磋商研讨会。

|  |
| --- |
| 免责声明:参与开发或咨询过程并不意味着同意或认可本文件。 |

###### 参与或咨询的组织和个人概述

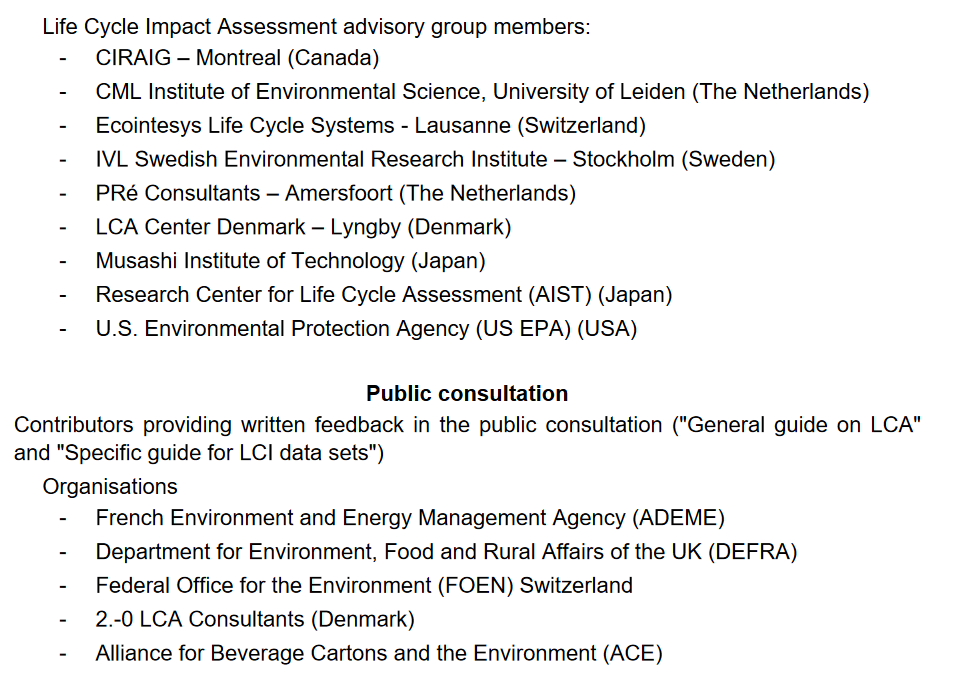
在本文件的编制过程中，在邀请或公开咨询期间，咨询了以下组织和个人或向其提供了意见、建议和反馈:

###### 受邀咨询











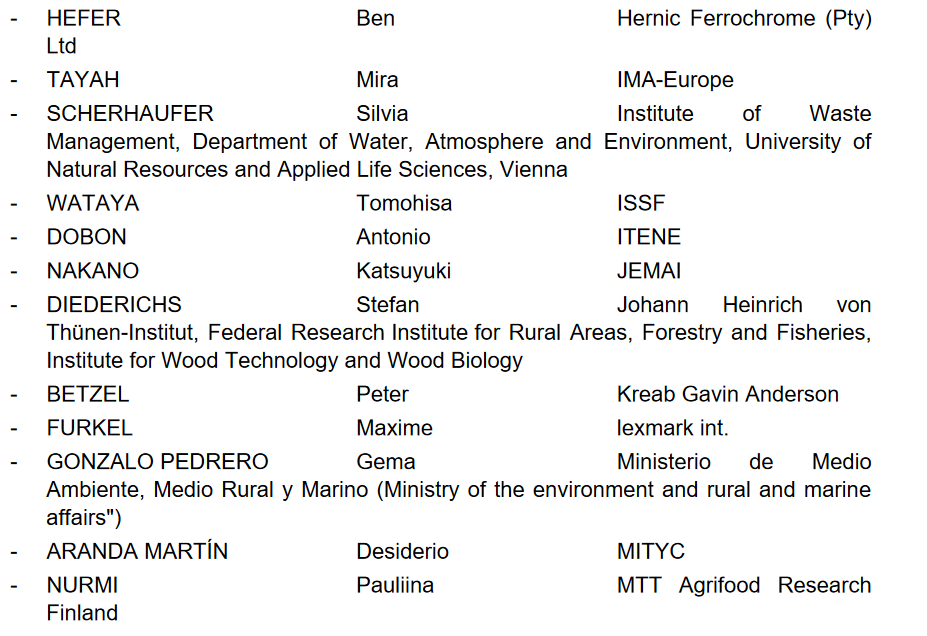
|  |
| --- |
|  |

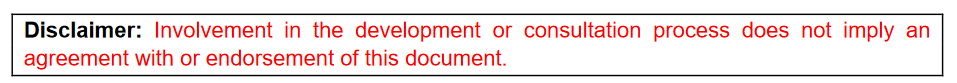


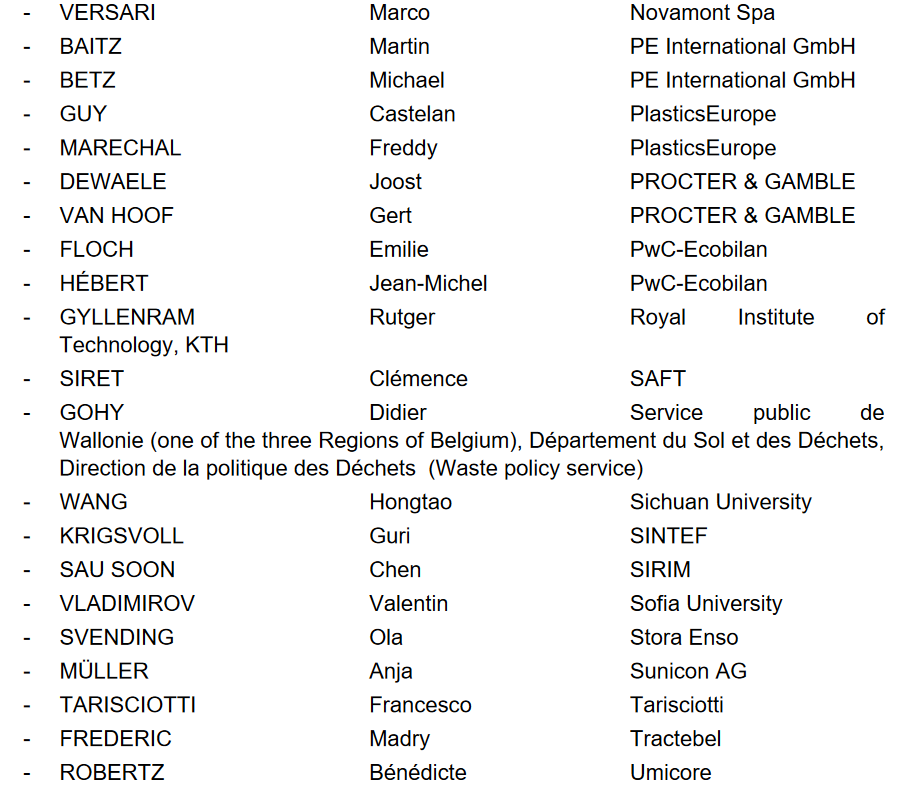


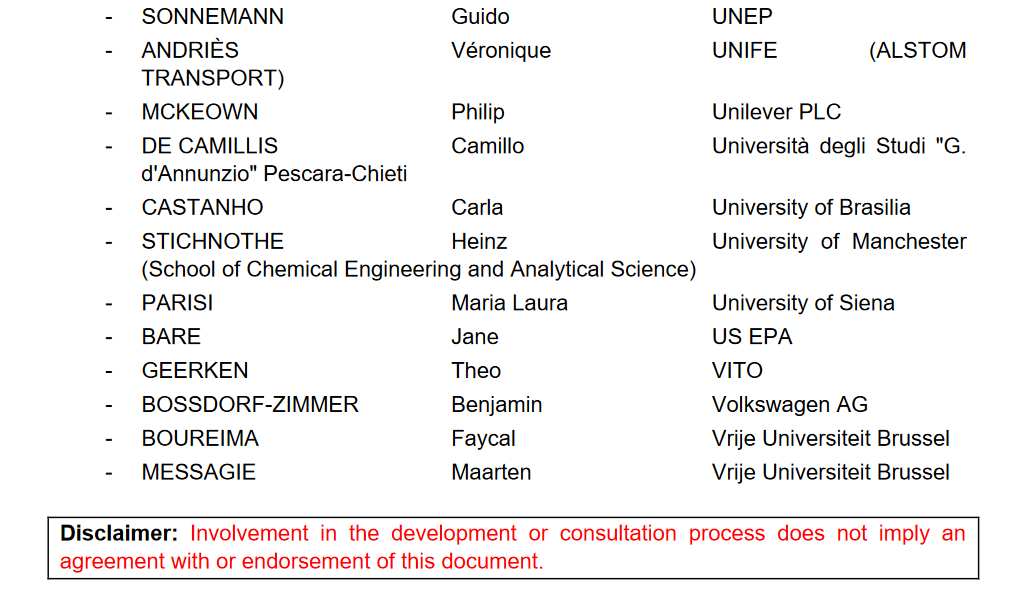






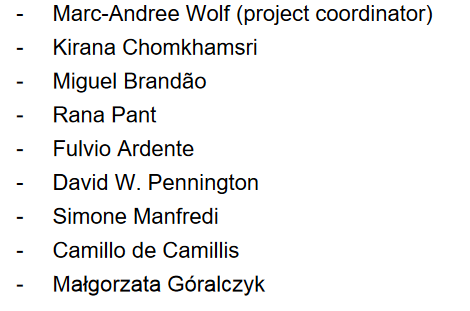




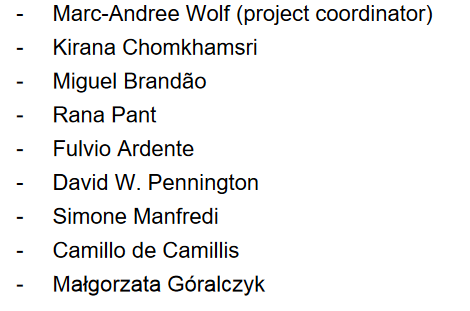




###### 作为初始起草小组成员的承包商



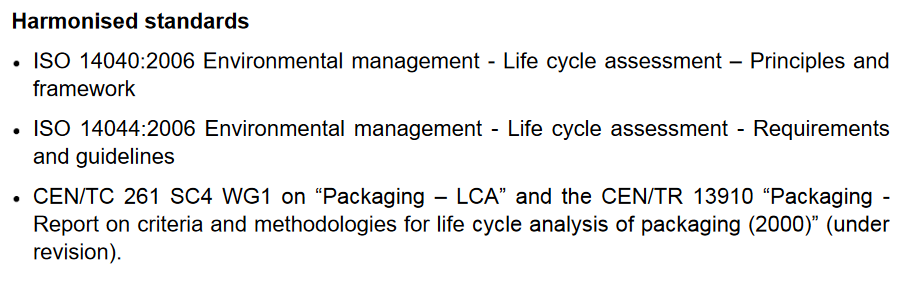
###### 联合研究中心的协调人和贡献者



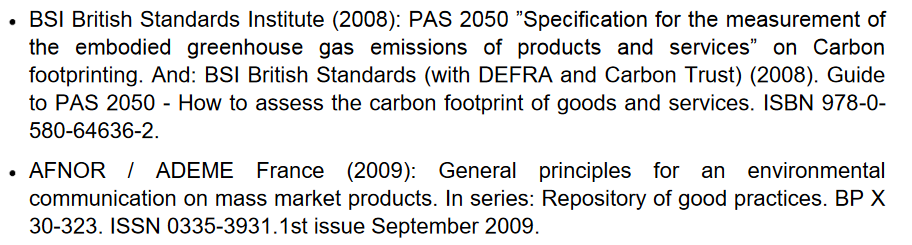
|  |
| --- |
| 免责声明:参与开发或咨询过程并不意味着同意或认可本文件。 |

###### 现有条款

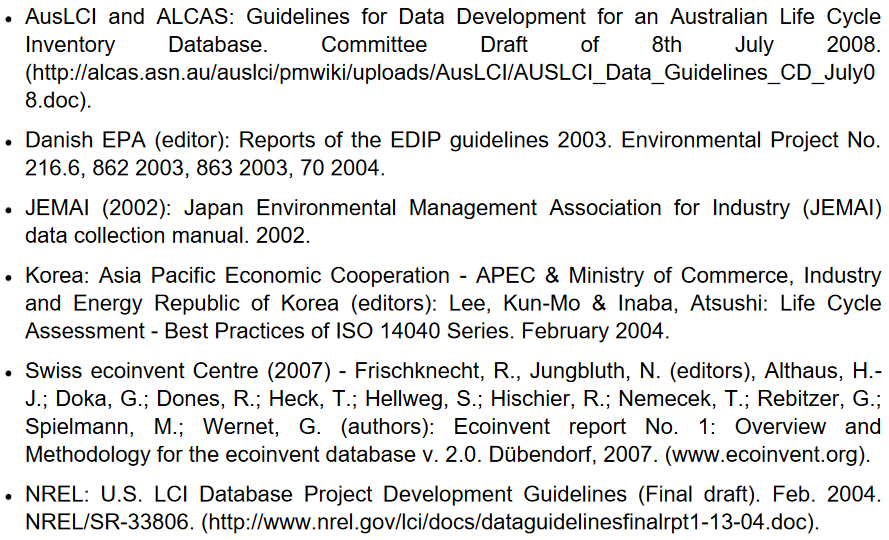
指导文件是从以下现有来源开始起草的:



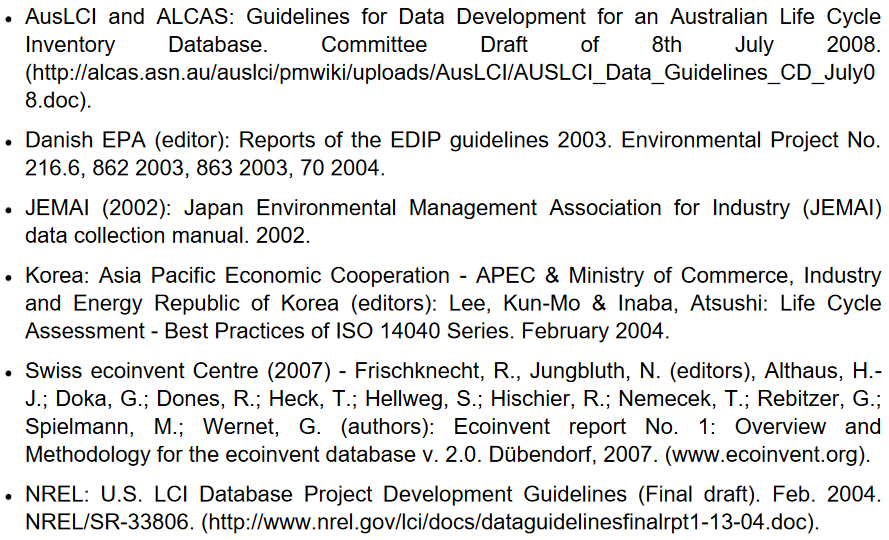
###### 政府指导性文件



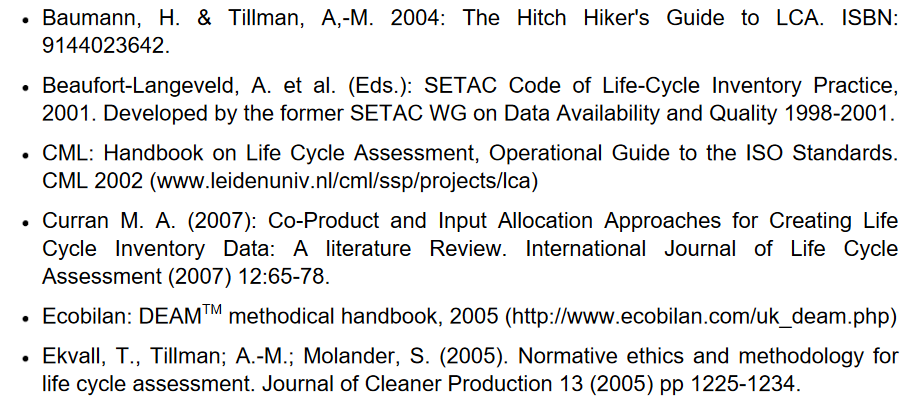
###### 国家生命周期评估数据库手册

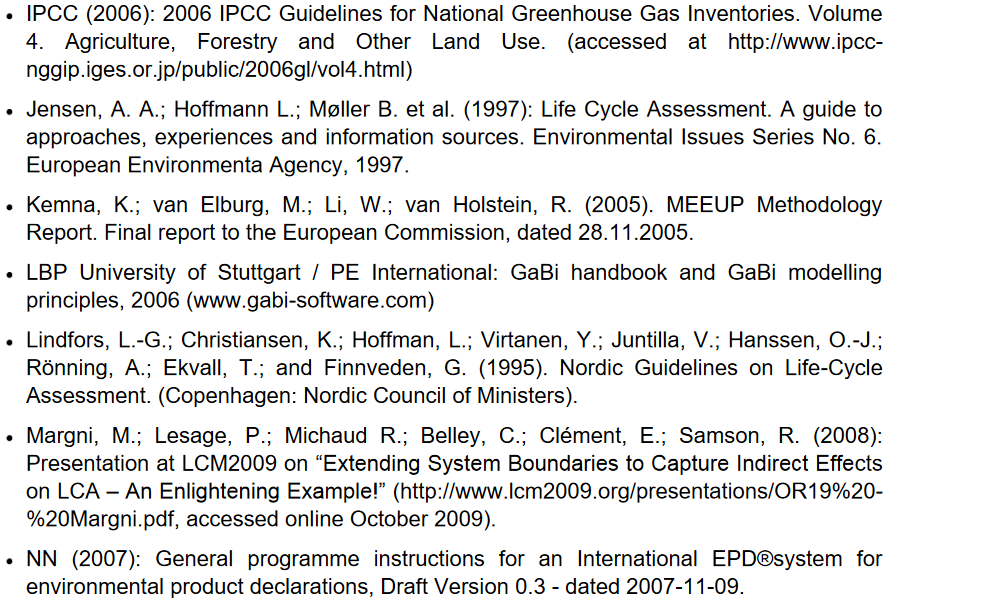
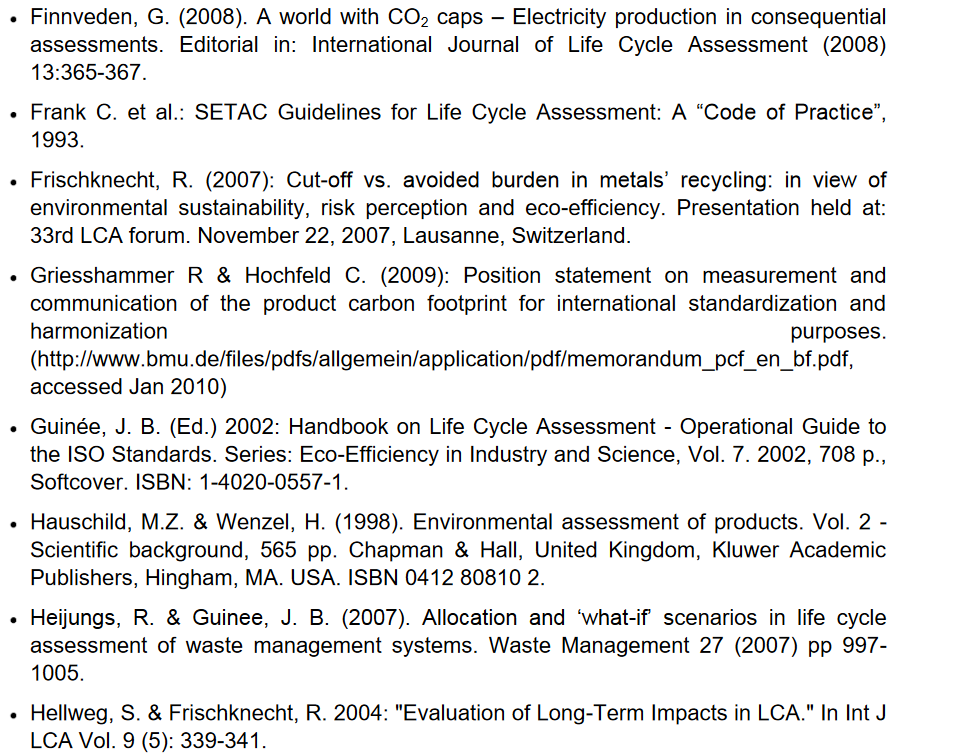


###### 行业协会方法手册

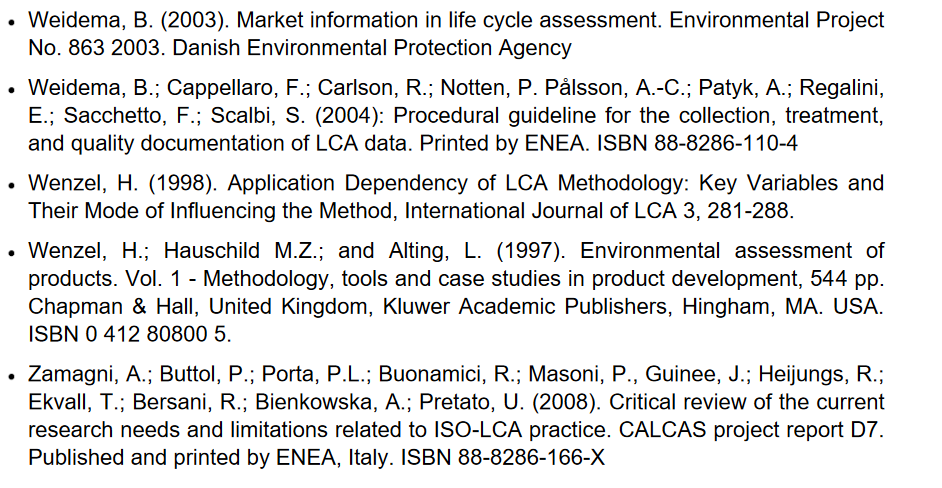


###### 生命周期评估领域的指导文件和其他科学文献









欧盟委员会



摘要

生命周期思维(LCT)和生命周期评估(LCA)是现代环境政策和与可持续消费和生产(SCP)相关的商业决策支持背后的科学方法。国际参考生命周期数据系统(ILCD)为一致、可靠和有质量保证的生命周期数据和研究提供了一个共同的基础。这些数据和研究支持连贯的SCP工具，如生态标签、生态设计、碳足迹和绿色公共采购。该指南是国际参考生命周期数据系统(ILCD)手册的一个组成部分。它为详细的生命周期评估(LCA)研究提供了技术指导，并为衍生特定产品的标准、指南和简化工具提供了技术基础。它基于并符合LCA的ISO 14040和14044标准。本指南的主要目标读者是LCA实践者以及公共和私营部门中处理与产品、资源和废物管理相关的环境决策支持的技术专家。

|  |
| --- |
| **如何获取欧盟出版物**  我们的定价出版物可从欧盟书店(http://bookshop.europa.eu)获得，您可以向您选择的销售代理订购。  出版物办公室有一个遍布全球的销售代理网络。您可以通过发送传真至(352) 29 29-42758获得他们的详细联系方式。 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| JRC的使命是为欧盟政策的构思、发展、实施和监控提供客户驱动的科学和技术支持。作为欧洲委员会的一项服务，联合研究中心是欧盟的科学技术参考中心。它接近决策过程，服务于会员国的共同利益，同时独立于私人或国家的特殊利益。 |  | **LB-NA-24708-EN-C** |



1. ISO 14044将目标和范围合并为一个阶段。这里建议将这两个步骤视为独立的阶段，以更好地反映它们的不同性质和目的。除了得到的五个阶段外，还可以将报告和审核视为独立的阶段；虽然这里没有这样做，但它们各自有独立的主要章节。 [↑](#footnote-ref-1)
2. 确保任何范围修订仍然符合目标。需要注意的是，对于比较研究，由于范围或目标项目的限制，应在解释阶段明确考虑这些限制，特别是在得出结论和给出建议时（见第6.10.4章）。 [↑](#footnote-ref-2)
3. 注意，有时通用或平均数据对于特定前景过程可能更为合适（见第7.3.2章）。 [↑](#footnote-ref-3)
4. “SHALL”、“SHOULD”和“MAY”的含义在本套“条款：2 如何使用本文件”的条款II)中进行了解释。 [↑](#footnote-ref-4)
5. 主要条款末尾的括号中给出了有关特定条款的更多细节的子章节。 [↑](#footnote-ref-5)
6. “(ISO!)”和“[ISO+]”的含义在本套“条款：2 如何使用本文件”的条款III)中进行了解释。 [↑](#footnote-ref-6)
7. 术语“LCI/LCA研究”用于指代适用于LCI研究（即以生命周期清单为成果，如LCI数据集）和LCA研究（通常是比较性的，并始终包括解释以及可能的结论和建议）的内容。 [↑](#footnote-ref-7)
8. 为了提高阅读流畅性，较长的插图示例以灰色格式呈现。 [↑](#footnote-ref-8)
9. 需要注意的是，特定类型的LCA应用要求LCI背景数据集以合适的方式建模。在ILCD指南中区分了三种主要的决策背景/目标情况。这将在第5.3章中讨论。 [↑](#footnote-ref-9)
10. 在全文中使用术语“系统”而不是更传统的术语“产品系统”，因为许多其他系统也可以通过LCA进行分析（例如场地、原材料策略、需求满足（如移动解决方案）等），这些超越了单一产品系统的范围。 [↑](#footnote-ref-10)
11. 如果背景是为了制定具有法律约束力的政策，这将意味着不同的设置：在这种情况下，未来场景将假设纸张废料几乎完全按照假定的立法处理。对于这里使用的非约束性建议的例子，未来场景可能需要模拟明显较低的实施比例，这可能会影响LCI模型。这个例子说明了在继续进行范围定义或甚至LCI数据收集之前，明确且详尽的目标定义在各个方面的重要性。 [↑](#footnote-ref-11)
12. ILCD手册的所有条款均仅适用于外部使用。内部决策支持通过LCA可能会参考这些条款，但当然不受任何规定的约束。“公开披露”在此指的是研究或其结果、结论、建议对委托方、参与的专家以及任何明确且单独列出的有限受众（如特定供应商、客户等）以外的公众的可访问性。 [↑](#footnote-ref-12)
13. “适用”意味着除那些涉及未覆盖部分的要求外的所有要求：对于没有结论和建议的产品比较，涉及声明的条款不适用/不能应用。对于LCI数据集，所有涉及比较的条款不适用/不能应用，因为比较是在LCI数据集的后续外部使用中进行的。 [↑](#footnote-ref-13)
14. 本条款以及所有其他组织名称、产品类型/材料、品牌等均为纯粹的示例和/或虚构内容。 [↑](#footnote-ref-14)
15. 研究所指的“时间”（例如1990年的过去/回顾性或2025年的未来/前瞻性）不影响LCI建模原则和方法，但仅影响所使用LCI数据的时间代表性。需要注意的是，长期使用的产品（如房屋）的生命周期可能从过去延续到未来。因此，使用预测和其他情景技术、学习曲线等并不是任何单一目标情况的特定特征，而是适用于所有目标情况。虽然有人认为“未来”时间范围与“后果建模”相关，“过去”则与“归因建模”相关，但未来的归因数据（如推算国家年账数据）以及回顾性后果建模（即“如果过去做了决策Y，产品X的清单会是什么样？”）也可能有兴趣，尽管后一种情况主要具有理论意义。总之，“时间”不是LCI方法学问题的区分因素。 [↑](#footnote-ref-15)
16. 这同样适用于额外供应和替代情况。相关细节将在稍后解释LCI建模时详细说明。 [↑](#footnote-ref-16)
17. 通常，但不一定，这些情况指的是短期（从现在起最多5年）或中期（从现在起5到10年）的产品。（这里采用了政策中“短期”和“中期”的定义。）需要注意的是，长期使用的产品的使用和报废阶段可能会超出这个时间范围。 [↑](#footnote-ref-17)
18. 在一些情况下，单一产品的相关性可能更高，例如在高度垄断的市场中。此外，如果将一个产品组（例如“柴油燃料”）视为一个产品，而更准确的产品应该是品牌X的柴油燃料。在这种一般情况下，某个“产品”可能在该行业中占有较大份额。在无法明确将研究分类为情况A或B的情况下，请参见情况B框后的解释和程序。 [↑](#footnote-ref-18)
19. 这些情况通常指的是中期（从现在起5到10年）或长期（从现在起超过10年）未来。 [↑](#footnote-ref-19)
20. 如果在美国柴油中引入50%的生物燃料，预计石油基柴油的生产能力将相应减少约50%（经过经济总体消费水平变化的调整）。这种减少可能通过改变现有原油炼厂的产品配置、关闭市场竞争力最差的炼厂等措施实现。因此，石油基柴油生产的LCI建模也需要相应调整。实际上，这些后果还会影响其他炼油产品的清单。然而，相对的后果是，假设美国对其他市场的柴油出口增加。另一个直接后果是需要确定农业用地来生产额外需求的大量生物燃料（例如，通过在加拿大种植菜籽、在美国种植大豆或在马来西亚种植油棕）。在全球对食品和其他作物需求仍需满足的前提下，额外所需的土地必须来自其他地方。如果现有农业用地用于生产生物燃料，可以预期替代的作物（如美国的面包小麦）将转移到其他地方生产。虽然强化生产可能有助于满足增加的农业产出需求，但也可能需要额外的农业用地，这可能需要通过将一定量的自然土地转化为耕地或种植园来满足。这些土地可能位于美国，也可能在其他国家，包括如巴西或马来西亚的热带雨林。这个例子还说明了例如来自马来西亚的棕榈油和来自美国的大豆油可能会直接或间接地导致不同程度的自然森林转化为耕地或种植园。需要注意的是，以上示例和潜在后果纯粹是示意性的，实际分析需要更深入的研究，以识别“美国柴油中50%生物燃料”研究的最可能后果和情景。 [↑](#footnote-ref-20)
21. 这确认了市场信号与设备更换率以及与分析决策相关的市场供应份额有关。 [↑](#footnote-ref-21)
22. 对于几乎完全在一个国家内交易的商品，该国的生产量是相关的。对于跨国交易或在较大市场中交易的商品，则应考虑相关市场中的大致生产量。 [↑](#footnote-ref-22)
23. 实际上，目前全球几乎所有的甘油生产厂都已关闭，这是由于生物柴油共生产的甘油数量庞大。 [↑](#footnote-ref-23)
24. 情况C1中描绘的系统间的现有/过去互动也可以理解为对背景系统的“现有/过去后果”。这与情况A和B中的“额外/未来后果”形成对比。因此，系统扩展和替代也可以被归类为第三种建模原则“互动”，这在后果建模和归因建模中都有应用。这也解释了为什么系统扩展/替代既适用于情况C1的理论归因框架，也适用于情况A和B的后果框架。 [↑](#footnote-ref-24)
25. 在经济建模中，C1等同于通过从总生产价值中减去所有副产品的市场价格来计算分析产品的生产成本。情况C2则等同于使用其他标准在副产品之间分配生产成本。 [↑](#footnote-ref-25)
26. 也可以对未来相关的会计数据进行建模（例如，通过推算用于计算过去会计数据的生命周期数据和模型基础）。然而，这更像是对过去数据的外推，而不是原本针对未来的会计模型。在任何情况下，回顾性使用更为典型。 [↑](#footnote-ref-26)
27. 这可以通过对1990年基于菜籽的生物柴油生产进行C1类型的分析来说明，给予副产品甘油避免的替代石油基甘油生产的信用。在1990年，副产品甘油完全被市场吸收，从而避免了石油基甘油的生产。然而，当现在推动基于菜籽的生物柴油时，例如在美国设定政治目标，使国家柴油生产的20%为生物柴油，结果的大量额外甘油不能像少量甘油那样被市场吸收——需求量不足。甘油甚至可能成为废料而非副产品。因此，作为情况C1的研究结果可能会误导政策。如果研究的目标是分析额外生物柴油生产的环境影响，则该研究必须作为情况A或B进行，具体取决于生产规模和相关后果。 [↑](#footnote-ref-27)
28. 请参见第6.8.2章，关于不可扩展过程的限制，例如在某些国家的水电，其中特定供应无法扩展，需要使用市场混合。这也适用于此情况，如果XY认证木材的潜力被相关地重新结构化且无法扩展到足够的程度以满足额外需求。 [↑](#footnote-ref-28)
29. 一个例子是，当认证系统仅涉及直接供应商，而未涵盖到整个背景系统时，这种认证系统无法有效工作。 [↑](#footnote-ref-29)
30. 请注意，这些小规模的后果不应被解读为必然会导致对已安装产能的大规模影响，即应在情况A下处理。 [↑](#footnote-ref-30)
31. 请参见第6.3章，了解LCI/LCA研究的不同类型的成果。 [↑](#footnote-ref-31)
32. 所有LCA研究最终都追溯到单元过程，以及进一步追溯到原始的测量或过程排放建模等。然而，为了直接作为所述LCA应用的起点，可以开发的LCI/LCA成果类型包括LCA研究、LCI结果数据集、基于KEPI的产品组专用工具等。LCI结果和单元过程数据集始终是任何特定LCA研究的中间步骤。请注意，通常需要其他各种信息和数据、特定的软件工具以及专门的专业知识和经验，这些内容在本文件中没有进一步详细说明。 [↑](#footnote-ref-32)
33. 基本类型作为LCA应用的输入： a = 单元过程数据集； b = LCI结果数据集； c = LCIA结果数据集； d = LCA研究（非比较）； e = 比较LCA研究； f = 系统的详细LCI模型。作为其他LCA应用输入的应用： i = 基于KEPI的工具； ii = 环境产品声明（EPD）； iii = 生命循环基础的I型环保标签标准； iv = 系统的生命循环基础的I型环保标签。 [↑](#footnote-ref-33)
34. 许多LCA应用通常至少使用其他LCA应用的结果作为输入，例如，绿色采购经常使用KEPI或I型环保标签标准。这在表中也有额外指示。 [↑](#footnote-ref-34)
35. 请注意，LCA研究（d和e）作为基本形式的应用可以直接提供所需的LCA应用，例如，特定产品的弱点分析或支持采购的产品比较。在这种情况下，字母d和e被加下划线。 [↑](#footnote-ref-35)
36. 详细的功能、功能单元、参考流等示例见第6.4.4章。 [↑](#footnote-ref-36)
37. 使用“有机废物分数”废物流或“有机废物分数处理”产品流作为参考流是等效的。然而，选择的不同会影响产品系统的建模方式。在第一种选择（遵循“过程流”逻辑）中，废物流将作为废物处理过程的输入流；而在第二种选择（遵循“服务始终作为输入”逻辑）中，废物处理产品流将作为废物处理过程的输出流。 [↑](#footnote-ref-37)
38. 在这种特定情况下，功能单元需要补充其他定量/定性信息，如迁移、味道保存、气体透过性或保质期，这些信息需要至少定性地处理，以确保在消费者视角下的可比性。 [↑](#footnote-ref-38)
39. 注意，在这个例子中，重新粉刷的需求可能会导致需要在系统边界中包含额外的过程，例如在应用第二层涂料时去除第一次应用的松动涂层等。此外，重新粉刷（发生在未来）可能会使用进一步发展的涂料，即这并不等同于两次涂抹相同的“旧”涂料。 [↑](#footnote-ref-39)
40. 在进行比较时使用复数形式。 [↑](#footnote-ref-40)
41. 虽然ISO 14044对分配/多功能性的问题进行了很好的覆盖，但ISO 14044并未详细处理确定适当的LCI建模框架的初步和更基础的问题，因此在该标准中没有对应的章节。 [↑](#footnote-ref-41)
42. 这些“通用”和“特定/平均”供应链不应与通用和特定/平均的LCI数据混淆。 [↑](#footnote-ref-42)
43. 此外，还可以通过建模可能的公共和私人政策及行为后果来包含与政治系统和社会的互动。 [↑](#footnote-ref-43)
44. 这同样适用于当整个技术（例如废物焚烧厂）需通过LCA结果进行分析和改进时：必须获得共产品/功能的比较值，因此需要单独列出所有个别共产品的清单。 [↑](#footnote-ref-44)
45. 由于层级方法涵盖了除分配外的其他方法，并且将前两种方法识别为“避免分配”，因此更清晰、更合适的标题是“解决过程的多功能性”。 [↑](#footnote-ref-45)
46. 引入“单元过程”的两个子术语是为了区分：a) “单一操作单元过程”，即在物理上不能进一步细分的过程，和 b) “黑箱单元过程”，即可以进一步细分的过程。黑箱单元过程的分配可能导致结果的失真，特别是当它们包含多功能过程时。 [↑](#footnote-ref-46)
47. 然而，也可以争辩说，后果建模的逻辑可能要求考虑协同效应以及在同一地点运作的过程之间的其他相互关系。这些前景系统内部的相互关系和后果仍需要进一步的方法论澄清。同样，现场层面的协同效应甚至可能需要在归因建模中考虑，通过分配协同效应来进行。例如，在一个地点，一个小型蒸汽消耗过程可能会受益于一个大型蒸汽消耗过程，因为后者促成了一个非常高效的蒸汽生成过程的安装。 [↑](#footnote-ref-47)
48. 认识到预算或时间限制往往会限制这种可能性。 [↑](#footnote-ref-48)
49. 请注意，在完全的后果建模中，任何额外的BOF矿渣都将被送往填埋场，因为供应已经超过需求。在这种情况下，没有任何东西被取代，填埋将被建模。相比之下，考虑到现有的平均情况，高比例的已生产BOF矿渣替代了例如波特兰水泥，并避免了其生产。从这个角度看，将替代的用途混合建模是合适的（并且仅将一部分建模为填埋）。作为第二点，值得注意的是，如果BOF矿渣已经完全用于例如水泥应用，那么“额外BOF矿渣”的建模也会发生变化。在这种情况下，任何额外共同生产的BOF矿渣将取代波特兰水泥，因为市场需求将高于供应。 [↑](#footnote-ref-49)
50. 替代的情况实际上也可以称为“系统减少”。 [↑](#footnote-ref-50)
51. 请注意，例如，在黑箱单元过程炼油厂的炼油产品分配中使用较低的热值，并不是因果物理关系，而是按照ISO的定义，对一个非因果物理关系的简化分配。 [↑](#footnote-ref-51)
52. 有时理论上假设任何小规模的决策都会对已安装的产能产生长期影响（例如，购买500支聚丙烯笔可能会导致聚丙烯生产能力的边际增加，从而导致新安装的聚丙烯工厂的边际增加）。在考虑将其纳入情况A之前，需要进一步研究，因为需要有效、适用且稳健的指导。特别是在市场、政策和其他约束条件下的投资决策，以及次级后果的具体影响（这些后果可能会抵消或阻碍任何大规模的结果），需要更好地理解。 [↑](#footnote-ref-52)
53. 方法论上，建筑生产过程中收集的木材废料和旧建筑拆除过程中收集的木材废料是相同的。 [↑](#footnote-ref-53)
54. 定义和指导见第7.2.4章。 [↑](#footnote-ref-54)
55. 由于此类情况B研究的审查要求预见了外部审查（具体审查类型见审查指导文件），一种满足听证要求的方法是将其与利益相关者的参与结合起来：审查员/审查主席可以邀请受影响的利益相关者，并引导一个过程，以达成关于应纳入各自研究情景的主要和次要后果的最佳共识。 [↑](#footnote-ref-55)
56. 复数形式用于比较的情况。 [↑](#footnote-ref-56)
57. 即，与正在分析的系统或背景系统的系统边界内的系统相比。 [↑](#footnote-ref-57)
58. “足够”意味着不需要的副功能可以被市场量化吸收。如果要替代的副功能的年供应量不超过被替代的替代过程或系统的年产量，则可以认为满足这个条件（详见第5.3.6章中“情况A和B的区分指导”一段）。注意，这指的是分析过程中提供的副功能的量。例如，如果研究涉及的特定生产者仅占副功能总生产的一小部分，则只有这一小部分被计算。也就是说，它很可能被市场吸收。如果研究涉及某个产品的总生产量，而该产品有不需要的副产品，则这种大量的副产品可能无法被市场吸收。 [↑](#footnote-ref-58)
59. 这里的“市场”是指副功能提供的市场。例如，对于从生命周期末端和废物管理中生产的产品，这就是生命周期末端产品或废物已知或预计将进行回收、再利用或能源回收的时间和地点（如国家、地区或全球市场）。如果无法明确确定这个市场，则应假设并充分证明最可能的市场；这个最可能的市场应在大陆范围内，或至少涵盖一组国家/市场。有关“市场”概念的解释见第6.8.3章。 [↑](#footnote-ref-59)
60. 例如，小麦粮食和秸秆生产、许多石油炼制产品等。 [↑](#footnote-ref-60)
61. 例如，NaOH作为氯生产的副产品，除了NaCl电解外没有其他替代路线能够充分运作。然而，NaOH在广义上提供中和剂的功能（除了其他一些定量上不那么重要的功能），因此可以假设其他技术上等效和竞争的中和剂，如KOH、Ca(OH)2、Na2CO3等，将被替代；它们的混合物将用来替代不需要的NaOH。以小麦粮食研究和不需要的副产品秸秆为例：除了秸秆，其他干生物质（如芒草、取暖木材等）提供等效功能，其市场混合物可以假设被替代。 [↑](#footnote-ref-61)
62. “不可行”指的是存在许多替代过程/系统或功能的替代品的情况（例如，超过10个替代过程/系统占市场上要替代功能的80%以上，和/或被替代的过程/系统本身有许多副功能）。 [↑](#footnote-ref-62)
63. 原因在于，在这种情况下，决定性的副功能很可能会被替代。 [↑](#footnote-ref-63)
64. 一般情况下，如果由分析决策触发的年额外需求或供应超过了新增需求或供应的过程、产品或更广泛功能的年替代装置容量，则应假设会有大规模（“重大”）后果（详见第5.3.6章中“情况A和B的明确区分指导”一段）。 [↑](#footnote-ref-64)
65. 即，这些情景和不确定性计算允许应用ISO 14044的全部方法和建模选项。 [↑](#footnote-ref-65)
66. 原因在于，替代过程/系统的效果是存在的，而在情况A中，市场上推入了额外的副功能量。即，在情况C1中，检查替代过程/系统是否在充分运作或生产是不必要的，因为替代实际上已经发生。 [↑](#footnote-ref-66)
67. 这并不总是简单明了，例如，对于农业系统，需要明确界定技术圈（即管理的田地）结束的地方和自然开始的地方。详见第7.4.4.1章。 [↑](#footnote-ref-67)
68. 注意，尽管总量指标如VOC（挥发性有机化合物）、COD（化学需氧量）不是单一物质，但可以通过假设单一物质的分解列表在生命周期影响评估（LCIA）中处理。尽管实际单一物质的盘点是首选，但LCIA也可以使用这些总量指标（只要它们足够同质）。类似的考虑适用于能源资源，例如硬煤。然而，关于这些和其他总体生命周期清单（LCI）建模和盘点问题的更多信息，请参见第7.4.3章。 [↑](#footnote-ref-68)
69. 事故及事故类型的泄漏和溢出不应作为正常生命周期清单的一部分进行盘点，因为它们在本质上与LCA相关的生产或操作中的正常和异常操作条件有根本区别（与例如通过密封和其他“工程损失”产生的逸散排放不同，这些是包括在LCA中的）。事故建模必须处理频率和因果链（以将其分配给引发的单元过程）。生命周期事故评估的工作仍在方法论开发中，尽管已发表了一些探索性案例研究。 [↑](#footnote-ref-69)
70. 捕捉工作场所暴露和其他社会工作场所方面的方法在生命周期工作环境方法下相对较为先进，但在实践中的应用仍然不足。室内暴露的生命周期方法论工作也在进行中。是否将这些类型的影响归入“环境影响”或应单独处理，在相同生命周期分析框架内仍不明确并广泛讨论。在此ILCD指南中，暂时不涉及这些内容，直到方法得到改进并积累更多实践经验。 [↑](#footnote-ref-70)
71. 注意，对于部分终止的系统，选定的产品和/或废料流可能会保留在清单中；这些数据的生命周期数据由数据集的用户补充完善。 [↑](#footnote-ref-71)
72. 因果建模不用于描述现有的供应链，而是模拟分析决策的未来供应链（理想情况下考虑约束和次要后果）：不是建模特定供应商的过程，而是一般的边际/因果过程，这些过程最多可能考虑某些供应商特征（例如，供应商使用何种技术、在哪个国家生产）。在因果建模中，即使是生产者或操作员直接控制的过程也可能属于背景系统：即如果做出某个具体决策，该决策对其他直接控制的过程产生影响，这些过程并不是直接决策的对象，而只是通过特定决策的后果间接决定的。除非存在某种约束，使得因果分析决策不太可能实际改变相关过程的当前技术。 [↑](#footnote-ref-72)
73. 即，这也可以包括外部废物管理服务，只要产品系统的生产者/操作员可以在技术和法律限制内选择废物管理方式。 [↑](#footnote-ref-73)
74. 如示例所示，完整生命周期中的系统功能未显示；否则，它将由一个流表示，该流从最后一个过程步骤离开并穿过技术圈的边界。请注意，图示仅为说明性，绝非完整。此外，背景系统几乎总是包含比前景系统更多的过程。 [↑](#footnote-ref-74)
75. 请注意，这种“缺失”在清单中是完全可以接受的，对LCA的有效性没有影响，因为缺失的程度（即定量截止标准）是根据研究的目标和范围设定的。 [↑](#footnote-ref-75)
76. 在后续使用数据集于其他系统时，系统模型也必须为这些产品和废料流进行补充。 [↑](#footnote-ref-76)
77. 上述的“X%”只能在初步系统建模后通过迭代得出。使用随机方法有助于确定所需的完整度截止百分比的确切最低值。这还需要考虑数据的准确性和精确性，因为这些都会影响差异的整体显著性。 [↑](#footnote-ref-77)
78. 在ILCD推荐的LCIA方法、归一化数据和加权集可用之前，应使用其他国际公认且广泛使用的来源进行LCA研究，因此也用于定义和应用截止标准。特别是在开发和发布用于背景的LCI数据集时，建议使用多种LCIA方法、归一化和加权组合，并记录各自的覆盖范围。 [↑](#footnote-ref-78)
79. 即，不包括事故、室内和工作场所暴露，以及与产品对人类的直接应用或摄入相关的影响（见第6.6.1章的文本和脚注）。 [↑](#footnote-ref-79)
80. 推荐的正式系统边界模板见图35。 [↑](#footnote-ref-80)
81. 在应用系统扩展时，其他成为分析系统一部分的系统不应在此图中显示，但应列出在敏感性分析中识别出的数量上最相关的多功能过程的案例。这包括数量上相关的部分系统关系的案例，只有在极少数情况下需要扩展系统边界图（例如，如果分析的产品是部分系统关系中的“部分”，则应提供该部分）。 [↑](#footnote-ref-81)
82. 相应的流量应预见到被识别并保留在清单中，但不声明数量，并标记为“缺失相关”或“缺失无关”，视情况而定。详细信息见生命周期清单章节。 [↑](#footnote-ref-82)
83. 注意，共功能最初是清单的一部分，只有通过分配或系统扩展/替代才会被移除。 [↑](#footnote-ref-83)
84. 虽然LCA和其他类似模型中无法知道真正的绝对总体影响（即“100% 完整性”），但在实践中可以通过迭代方式和足够的精确度进行近似，从而作为实践指导和截止应用。实践中应用截止的指导见9.3.2章。 [↑](#footnote-ref-84)
85. 对于影响覆盖有限的研究（例如碳足迹），应相应考虑这些类别。 [↑](#footnote-ref-85)
86. 由于从进行LCA研究的角度来看，LCIA方法的选择被理解为一个范围界定问题，因此所有相关步骤都集中在本范围章节中。后续的LCIA章节专门应用这些方法，计算LCIA结果。LCIA方法和因素的发展超出了ISO 14044和本文件的范围，并由另一本单独的文件《生命周期评估（LCA）环境影响评估方法、模型和指标的框架与要求》支持。 [↑](#footnote-ref-86)
87. “分组”在本指导文件中未予以涉及，因为在决策支持的背景下不认为其具有实际价值。如果计划在LCA研究中包含分组步骤，请参阅ISO 14044的相关规定。 [↑](#footnote-ref-87)
88. 可以使用其他时间参考而非一年，但这不常见。 [↑](#footnote-ref-88)
89. 这是因为对于典型产品（例如1千克新鲜番茄、1个私人住宅X等），正常化的LCIA结果通常在10到0.00001之间，具有明确的含义。如果以整个国家为正常化基础，数值范围在10^-7到10^-14之间，这使得它们不具说明性，也难以进行快速的合理性检查。此外，数字因国家的人口规模而有显著差异（不仅仅是由于不同国家平均公民的整体影响不同）。 [↑](#footnote-ref-89)
90. 由于这只能在LCIA结果的基础上进行判断，即在LCI数据收集、建模等之后，建议初步考虑包括所有默认影响类别（见下一行动）。如果后续影响评估显示一个或多个影响类别不相关，可以将其排除；另见进一步规定。对于主要限制的评估（例如碳足迹），请参见下述相应行动。 [↑](#footnote-ref-90)
91. 在ILCD框架下，关于提供ILCD参考基本流量表征因子的完整LCIA方法集的推荐正在准备中。这些方法将与欧洲和/或全球范围相关，具体取决于其适用性。 [↑](#footnote-ref-91)
92. “账户系统的参考”指的是，例如，模型化消费、生产或地域指标的国家或地区，或模型化其主要产品会计数据的公司所在的国家。 [↑](#footnote-ref-92)
93. 示例包括噪声、干旱/盐碱化、陆地和海洋垃圾等。 [↑](#footnote-ref-93)
94. ISO 14044要求覆盖所有相关影响。在实际进行LCA研究中，开发新的LCIA方法是罕见的情况。单独的指导文件《生命周期影响评估（LCIA）模型、方法和因子的开发》支持LCIA方法开发者在这一步骤中。 [↑](#footnote-ref-94)
95. 与LCA框架外的影响相关的清单不应与LCA影响混合，即需要作为一般输入/输出清单之外的单独项目进行清单记录。LCA框架涵盖由技术圈和生态圈之间的干预在正常和异常操作期间引起的对三个保护领域的潜在影响。即，事故、室内和工作场所暴露，以及与产品直接应用或摄入对人类的影响应分别建模和清单记录，而不是混合（另见6.8.2）。 [↑](#footnote-ref-95)
96. 政府支持的相应归一化和加权数据的开发在不同地区、国家或全球范围内将是有益的。 [↑](#footnote-ref-96)
97. 这将使商品和服务的归一化影响值降到更易于沟通和解释的水平（典型值范围为10到0.00001，而不是1E-7到1E-14）。 [↑](#footnote-ref-97)
98. 对于使用非通用LCIA方法和额外包括的单一基本流量/表征因子，这不是必需的，除非这会显著改变结果，这通常可以默认认为不会发生。 [↑](#footnote-ref-98)
99. 请注意，在这里，与常见LCA实践一样，这两个方面也通过术语“代表性”共同涵盖。 [↑](#footnote-ref-99)
100. 这同样适用于市场生产混合数据集的开发（例如，“2005年在德国生产的PP颗粒”：通过结合该市场中各生产技术（和地点）的代表性混合及其生产份额来实现数据集的代表性。尽管如此，对于背景系统中的各个路径的数据，仍需使用相应的消费混合数据（例如：在德国用于丙烯生产的原油混合）。 [↑](#footnote-ref-100)
101. 这同样适用于市场生产混合数据集的开发：数据集要代表生产混合，通过结合该市场中各生产技术的代表性混合及其生产份额来实现。尽管如此，对于个别路径中的背景系统数据，仍需使用相应的消费混合数据。 [↑](#footnote-ref-101)
102. 电力市场相对难以界定，因为电网是国际连接的。此外，与时间代表性相关的是，所提到的消费品是否仅在高峰时段运行（例如电动牙刷），或持续运行（例如冰箱），或仅在夜间基荷时段运行（例如电储热器）。这些后者的方面显然需要在时间相关的代表性下考虑（见相关章节）。 [↑](#footnote-ref-102)
103. 在这种情况下，日本的生产或出口数据是正确的，因为它代表了所有这些国家的消费市场混合。 [↑](#footnote-ref-103)
104. 请注意，如果过去的过程是分析和模型的一部分，那么上述所有内容也适用。 [↑](#footnote-ref-104)
105. BAT混合示例：如果分析的产品的现行技术路线混合为60%能源回收焚烧和40%闭路材料回收，则BAT混合将结合60%的焚烧与能源回收的BAT技术和40%的材料回收的BAT技术。 [↑](#footnote-ref-105)
106. 有关数据质量和数据集质量的概念和组成部分，请参见附录12。 [↑](#footnote-ref-106)
107. 请注意，产品比较通常涉及决策背景。这意味着在此应使用系统扩展方法。仅在预见的例外情况和情况C（例如，特定产品、产品组或功能的环境绩效随时间的进展）中，分配的归因方法才适用，需要调整以确保功能等效。请根据适用的目标情况A、B或C仔细检查应选择哪种方法（见第5.3章）。 [↑](#footnote-ref-107)
108. 然而，请注意，产品特定部分的变化可能会引发其他变化，这些变化必须明确考虑（见第7.2.2章相关部分系统关系的框）。 [↑](#footnote-ref-108)
109. 比较也可以发生在会计型研究中（例如，跨产品组的篮子产品类型研究），但这些比较不应用于决策支持，例如基于比较的优越性或劣势来进行购买或制定政策措施。 [↑](#footnote-ref-109)
110. 应尽可能和相关地使用ILCD参考基本流量，确保兼容的清单，并避免在合并来自不同来源的数据集时出现相同流量的重复记录。 [↑](#footnote-ref-110)
111. 由于这些“排放”是在技术圈内，即上下文系统中排放的，它们在形式上不是排放，而是相当于未经处理的排放，如原料气体或原污水。为了简便起见，这里仍将其称为排放，从分析系统的角度来看。 [↑](#footnote-ref-111)
112. 请注意，这不是系统扩展。 [↑](#footnote-ref-112)
113. 在外推或情景建模的情况下，这也可以是未来的供应链。 [↑](#footnote-ref-113)
114. 请注意，在实践中，不同过程对分析系统的整体环境影响的相关性差异很大。通常，只有少数几个过程和流量实际上对整体影响有显著贡献。应用切割规则和专家判断有助于有效识别实际相关的过程。 [↑](#footnote-ref-114)
115. 请注意，这些级别作为简单的务实指导使用，具体的级别定义可能有所不同，取决于所考虑的过程级别（即黑箱或单一操作）。这不会影响指导的适用性，因为这些级别仅用于粗略的方向指引。 [↑](#footnote-ref-115)
116. 请注意，例如，“机器”不是过程，而是机器的操作才是过程。为了简洁和清晰，所使用的设备或其他执行过程的系统被同义地用于表示该级别的过程。 [↑](#footnote-ref-116)
117. 请注意，根据通行的惯例，满足个人一般需求（如食品、住房等）的过程（例如，作为工人的人贡献的生产过程）不应纳入分析产品系统。然而，在分析的产品系统中，若涉及体力劳动，应根据切割标准包含额外的卡路里需求（如果相关）。 [↑](#footnote-ref-117)
118. 严格来说，“刷子”是执行“涂漆”过程的物品，但这可能会引起混淆。 [↑](#footnote-ref-118)
119. 此步骤不适用于分析的服务。 [↑](#footnote-ref-119)
120. 请注意，情况A和B的具体规定使用了一些简化措施，如第6.5.4.2章和第6.5.4.3章所述。 [↑](#footnote-ref-120)
121. 请注意，对于许多情况，次级后果可能根本不适用，或者很难解释/转移。这通常是由于分析过程/系统或其共同功能的限制。在某些情况下，效果可能非常强烈，以至于后果不是通过一个同质市场来作用，而是直接作用（例如，区域供热受限于共同产品热量的流动性非常有限）。在这种情况下，应考虑建模特定或通用情况，而不是市场后果。 [↑](#footnote-ref-121)
122. 一个相关的特征是，分析产品系统的主要和次要后果可以是正面或负面的，具体取决于后果的性质。市场的增长或下降在识别被取代的边际过程时扮演着重要角色，这在未来情景中极具不确定性。对于主要产品系统的模型，市场上涨时，其影响往往比归因建模的结果更高，而市场下跌时则较低。实际上，被取代的过程代表了市场中该产品的环境表现（非常粗略地说）极端值，除非投资限制可能导致在增长市场中安装较旧的技术。在解决多功能性时，结果可能会受到更大影响，因为往往是其他类型的产品被取代。这意味着，了解某一材料或零件市场是否增长或下降的不确定性，是能够显著改变分析结果的因素。 [↑](#footnote-ref-122)
123. 一个效果可以说明由于市场中相互关联的后果复杂性，识别被取代过程的困难。它还说明了使用例如市场混合替代作为简化要求的更大鲁棒性：市场价格因额外可用的共同产品发生变化：在经典的后果建模中，额外可用的共同生产材料“X”将取代/避免生产成本最低的材料“Y”（或材料“X”的其他生产路线：“Xa”）。这将通过减去“Y”（或“Xa”）的清单来体现。然而，“X”的额外可用性同样会导致“X”的市场价格边际下降。这意味着，“X”在所有应用中相比其他竞争的、功能等效的材料（如“U”和“Z”）变得更具经济吸引力。在边际后果中，“U”和“Z”的生产会稍微减少，因为“X”在某种程度上取代了它们。因此，市场混合生产的“U”和“Z”也可以被认为是被共同生产的“X”取代的，而不仅仅是考虑主要后果的“Y”或“Xa”。 [↑](#footnote-ref-123)
124. 原因之一是，不同的参与者似乎识别出不同的技术作为最具成本竞争力的技术，因此并未实施相同的技术。此外，不同的参与者在技术或原材料路线方面存在专利问题和知识/经验差异，以及政治或社会的约束和战略（例如，“电力基荷使用煤电、联合热电或核电？”）。 [↑](#footnote-ref-124)
125. 另见图21中的相关决策树图示。 [↑](#footnote-ref-125)
126. 是否需要单独识别背景系统的过程，取决于所选择的背景系统模型解决方案。如果将前景系统嵌入现有背景系统中，则这些工作可能已经完成。 [↑](#footnote-ref-126)
127. 注意，如果虚拟细分“切割”到物理上不可分离的联合过程中，则不应进行虚拟细分，因为这会扭曲替代关系。 [↑](#footnote-ref-127)
128. 例如，小麦生产、许多炼油产品等。 [↑](#footnote-ref-128)
129. 例如，对于氢氧化钠（NaOH），除了氯化钠（NaCl）电解外，或者对于手机来说，个别功能如短信（SMS）可能不会作为商业上相关的独立产品出现。氢氧化钠提供中和剂的一般功能，因此可以假设其他技术上等效且竞争的中和剂，如氢氧化钾（KOH）、氢氧化钙（Ca(OH)₂）、碳酸钠（Na₂CO₃）等会被替代。在小麦和稻草生产的案例中：代替稻草，其他干燥生物质（如芒草、取暖用木材等）提供等效功能，并可以假设会被替代。 [↑](#footnote-ref-129)
130. 这是因为次级产品通常与主要生产的产品具有明显不同的特性（例如，回收的老化塑料与原料塑料），这使得明确分配到等效或最相似的过程/系统变得更加困难。 [↑](#footnote-ref-130)
131. 这有助于避免在应用市场价值修正时，由于功能差异的修正，导致被替代功能的清单可能出现误导性的放大。 [↑](#footnote-ref-131)
132. 请注意，这个百分比需要与次级产品的适当属性和单位相关联，例如：回收材料的质量以千克（kg）为单位、回收能源的下限热值以兆焦耳（MJ）为单位、再利用部件的数量以件为单位等。 [↑](#footnote-ref-132)
133. 133 这意味着，早先提到的对已经完全使用的共同生产的依赖性共副产品的约束条件在这里同样适用：由于例如回收金属作为依赖性共副产品的生产无法通过相同的多功能过程/技术（即，通过生产更多的金属制品来实现）增加，因此不能假定通过主要生产来额外提供这种回收金属。相反，需要为回收金属的供应建模替代路线。如一般情况下所述，决定性共副产品不应被替代。以下示例解释了这意味着什么，以及为什么在“闭环”和“开放环路 - 相同主要路线”情况下仍需替代主要生产：

     \*\*示例\*\*: 主要金属和次级金属的决定性共副产品是主要金属。回收后的次级金属是依赖性共副产品。如果这种次级金属在同一产品或其他产品中被完全使用，从主要金属制成的金属产品的角度来看，应应用回收替代，将次级产品替代为主要金属。从使用次级产品“回收金属”的角度来看，不应替代主要金属生产，而应建模替代途径来供应回收金属。然而，这种替代途径——这使得这个案例明显具体——是该金属的主要生产，因为这是唯一在净基础上增加所需金属可用性的方式。因此，在这两种情况下，主要生产都需被替代，但原因不同。 [↑](#footnote-ref-133)
134. 例如，关于消费品使用阶段的数据。其他独立来源可以补充这些数据。 [↑](#footnote-ref-134)
135. 通常，前景过程也会受到分析决策的影响。例如，一项新的生产技术可能会导致工艺蒸汽需求大幅减少，这就会引发一个问题，即当前现场的蒸汽生产者会因此受到什么影响。然而，在这种情况下，更倾向于模拟可能安装的技术场景（或决定蒸汽生产者是否会以较低的负荷继续运行），而不是应用正式和理论上的后果识别过程。这种情况与其他微观效应后果相同，通常假设不会改变已安装的过程。 [↑](#footnote-ref-135)
136. 注意，除非研究的明确目标是如此，应该尽量收集单独操作的单元过程，避免收集黑箱单元过程。黑箱单元过程会导致审查困难，并且通常还会带来多功能性问题。后者需要额外的信息和努力来解决，并且在任何情况下都会在一定程度上扭曲结果。如果在数据规划或原始数据收集过程中发现一个过程是黑箱单元过程，应该检查是否可以在数据收集前通过细分或在数据收集后通过虚拟细分来解决。 [↑](#footnote-ref-136)
137. 一个更全面的指导和系统性记录这一基本步骤的方法可能成为未来的工作。 [↑](#footnote-ref-137)
138. 请参阅本章下文中的“应用截断规则”行动。 [↑](#footnote-ref-138)
139. 直接排放到环境中的废物所产生的排放应作为生命周期清单（LCI）模型的一部分进行建模，相关过程视为技术圈的一部分（详细信息见第7.4.4.2章）。 [↑](#footnote-ref-139)
140. 即 44 克每摩尔的二氧化碳除以 12 克每摩尔的碳。 [↑](#footnote-ref-140)
141. LCA软件通常不支持空值或像“<0.5”这样的库存值。此外，这些未指定的值在计算LCI结果时不能与其他过程的现有值相加。因此，应在库存中输入“0”。如果有类似“<0.5”的信息，应将其作为备注记录在相应的库存流或原始数据背景文档中。 [↑](#footnote-ref-141)
142. LCA软件通常不支持空值或文本条目来表示库存流的数量，因为它必须能够对条目进行求和。因此，如果自动分配了零值，分类为“缺失重要”可以确保这一缺口得到清晰记录，并且该流可以被以不同的方式处理。 [↑](#footnote-ref-142)
143. COD = 化学需氧量，BOD = 生物需氧量，AOX = 可吸附有机卤化物，VOC = 挥发性有机化合物，NMVOC = 非甲烷挥发性有机化合物，PAH = 多环芳烃，PCB = 多氯联苯，TOC = 总有机碳，DOC = 溶解有机碳。 [↑](#footnote-ref-143)
144. 不同过程类型和行业的默认成分表可能会在PCR类型或特定行业的指导文件中开发。 [↑](#footnote-ref-144)
145. 一些例子：CaCO₃ = 600 μg/l，Cu(OH)₂ = 17 μg/l，CdS = 0.0001 μg/l。 [↑](#footnote-ref-145)
146. 作为参考：对于100 g/mol的物质，这相当于0.001 mol/litre。 [↑](#footnote-ref-146)
147. 讨论其他选项：其他解决方案可能包括仅将最重要的方面作为流入清单（例如，在上述示例中作为不含铬的颗粒<2.5 μm），或仅将最重要的影响因素输入到合并流中。然而，这会导致问题，其中物质对不同的影响类别（例如，“NO₂到空气”对人类毒性和富营养化）做出贡献，因为无法独立确定不同影响中哪一个定量上更重要。未来可能会开发应用于这两种影响的减少表征因子的可能性，但这不太可能解决这个问题，因为它会在LCI实践中引发一系列其他问题。其中之一是不断增长的略有不同成分的基本流集合，这将要求最终用户/ LCA 从业者正确计算和分配这些新流的影响因子。 [↑](#footnote-ref-147)