



# 可持续发展的实施途径与行为对策

## 清洁生产与可持续发展



## 本节课内容：

- ◆ 清洁生产的概念
- ◆ 清洁生产的进展
- ◆ 清洁生产理念的普及和深化
- ◆ 生命周期评价

----2007年，世界银行与中国国务院发展研究中心合作完成了《中国污染代价》(Cost of Pollution in China)。这份报告称，每年中国因污染导致的经济损失达6千亿至1万8千亿人民币之间，占GDP的5.8%，其中医疗卫生费用占GDP的3.8%。

我国经济发展取得了举世瞩目的成就，GDP增长速度居世界前列，但是不能不看到，在这种连年的高速增长中存在着相当多的隐忧，正面临着来自资源和环境的严重挑战，从长远来看，这样的发展是不可持续的。

90年代以来，以淮河污染、黄河断流、长江洪水以及北方的沙尘暴为代表的频频发生的环境事件向上至高层领导下至普通百姓发出了不容置疑的警示，凸显了我国的生态脆弱性。

2015年中国是世界上能源消费最多的国家，消费3014.0 Mtoe，而美国消费2280.6 Mtoe ( million tons of oil equivalent ) 百万吨油当量，相差32%。中国的GDP为十万亿美元，美国的GDP为十六万亿美元。中国GDP为美国GDP的64 %。

能源生产总量：361476.00万吨标准煤

能源消费总量：429905.00万吨标准煤

所以在提高能源利用率的道路上我们还大有可为。



我国的生态脆弱性远高于世界平均水平，随着人口趋向高峰，不少国内外学者预测，21世纪的前20~30年将是中国发展道路上的一段“窄路”。在此期间，耕地减少、用水紧张、粮食缺口、能源短缺、大气污染加剧、矿产资源不足等不可持续因素造成的压力将进一步增加，其中有些因素将逼近极限值。面对迫在眉睫的生存威胁，推行清洁生产和循环经济是克服我国可持续发展“瓶颈”的唯一选择。



## 万元GDP能耗十年变化情况

2004年至2014年，前两年万元GDP能耗变化不大，2005年略有升高。

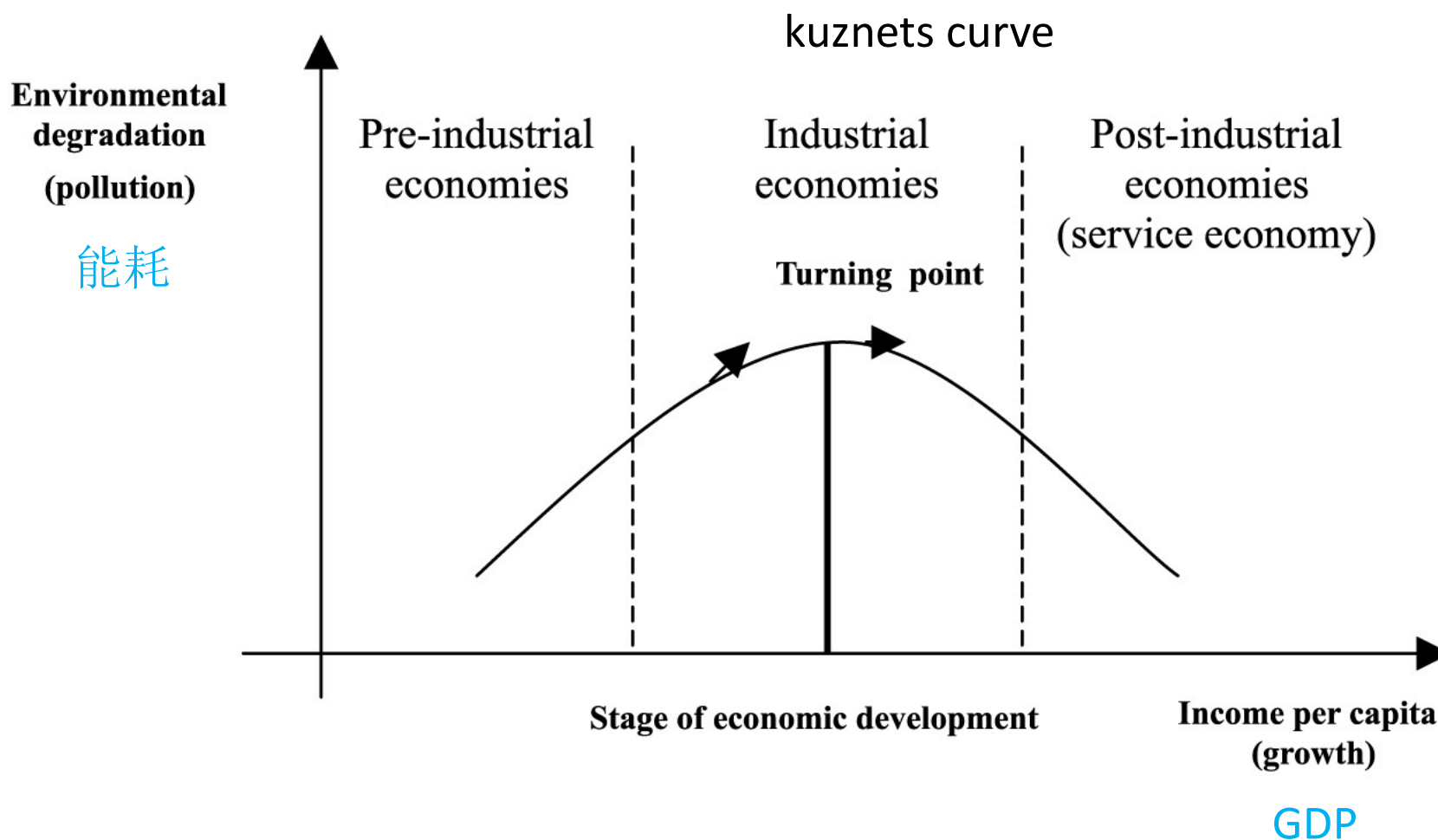
2006年之后全国单位GDP能耗下降明显，2014年下降到了0.709万吨标煤/万元，同比下降3.9%，比2004年下降了44%。

-----中国环境保护数据库

## 一次能源消费结构十年变化情况

对比2014年和2004年一次能源消费结构，煤炭仍然是能源消费的主要部分，石油消费量比重有所下降，从22.7%下降到了17.5%，下降了5.2个百分点。天然气和水、核、电能占比有所增加，天然气从2004年的2.7%提高到5.6%，提高了2.9个百分点，水、核、电能从2004年的7.0%提高到10.9%，提升3.9%。

-----中国环境保护数据库



推行清洁生产有助于加速到达并越过拐点的进程。

Source: Panayotou (1993)





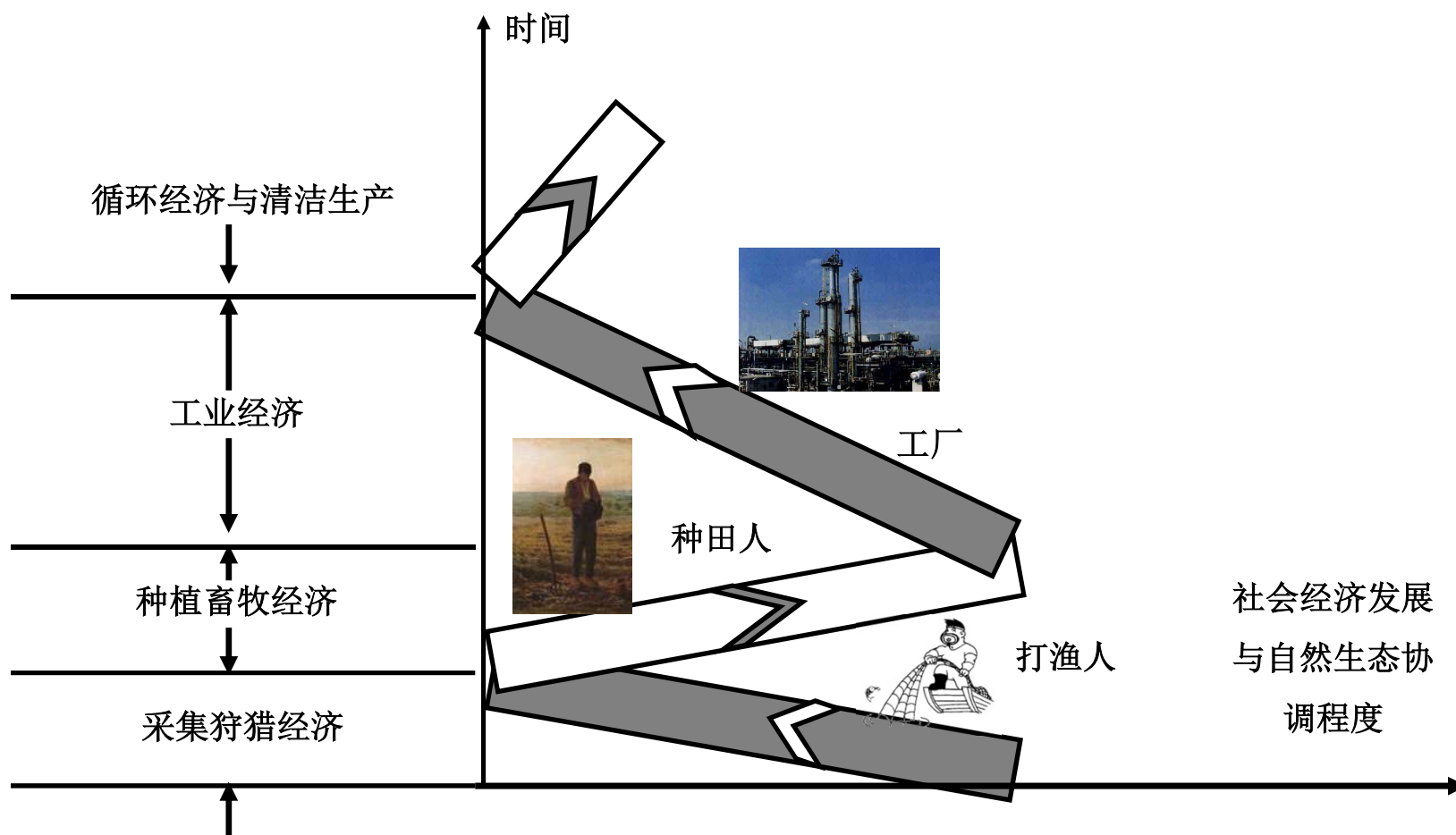
# 第一节

## 清洁生产概念的产生



## 一、工业系统

工业系统是人造系统，它是所有企业、行业和部门的总和，是通过对自然资源加工生产物质资料的事业。工业除制造业之外，还包括采掘业、建筑业、运输业以及供电、供热、供水等公用事业。工业系统本身是经济系统的一个组成部分，是一个组分众多、纵横交错的复杂系统。与工业系统相关联的还有自然系统、社会系统以及技术系统。



## 二、工业的两重性

根据政治经济学的基本原理，作为商品的工业产品具有两种属性即使用价值和价值，使用价值提供某种“功能”，是一种自然属性，价值是在社会交换中才体现出来的，是一种社会属性。

这两种属性分别是由工业系统的两种功能赋予的。第一种功能是物质转化功能，即通过适当的工艺和设备将选择的原料加工成产品，使其达到一定的性能和质量标准。由于工艺的不完善以及设备和生产管理方面的问题，在生产产品的同时，往往会伴随着废料的产生和排放，引起环境污染。工业的第二种功能是经济增值的功能，即投资者以资本投入谋取利润。

### 三、工业发展的三种模式

就工业与自然的关系而言，工业发展可分为三种模式，代表三个发展层次。

**第一种是工业生产的传统模式，即不顾环境的工业生产。**（起自工业化初期直至20世纪中叶，例如，我国的一些乡镇企业曾采用这种模式。）

**第二种模式是凡排放物不能达到容许排放标准的，即不允许排放或需交付一定的罚款。**即在环境法规允许的范围内进行生产，如：为废水建造废水处理站，为废气安装除尘、脱硫装置，为固体废物配置分化炉或填埋场。因此这一模式又被称为“环境工程或末端治理模式”。

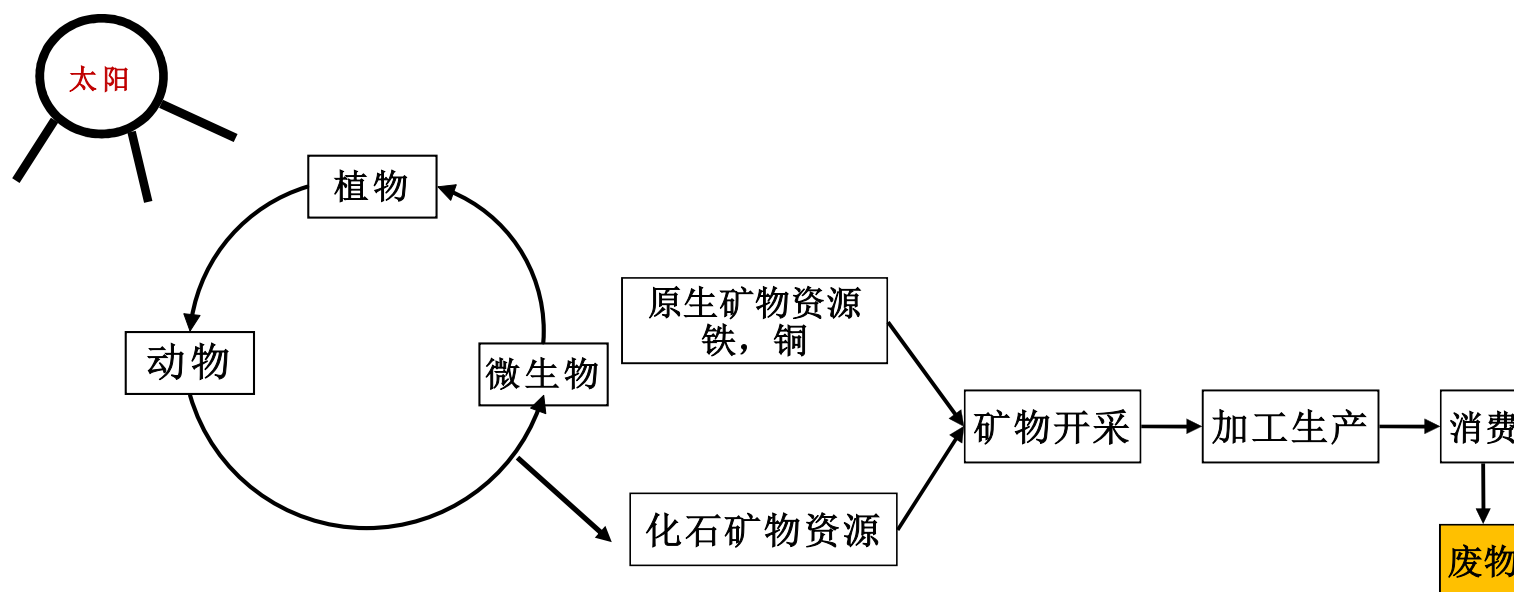
## 末端治理的缺点：

- 1.与生产过程相割裂，只对已生成的污染物作被动式处理。
- 2.排放标准的制定受当时认识水平的限制，对未来的影响估计不足。
- 3.末端处理往往不能从根本上消除污染，只是使污染物在不同介质中转移，还可能造成二次污染。
- 4.处理设施一般投资较大，运行费用高，常常成为企业的沉重负担。
- 5.未考虑产品的生态无害性，有些产品的使用过程往往比其生产更加危害环境。如：氟氯烃、多氯联苯、氯化烃农药、含铅汽油及塑料包装材料等。
- 6.工业污染控制措施大多停留在企业生产过程层次上较少进入宏观决策层次，未能将环境因素作为政策制定、资源配置、产业结构、区域开发和生产力布局的依据和制约性因素。故本模式也是不可持续的。



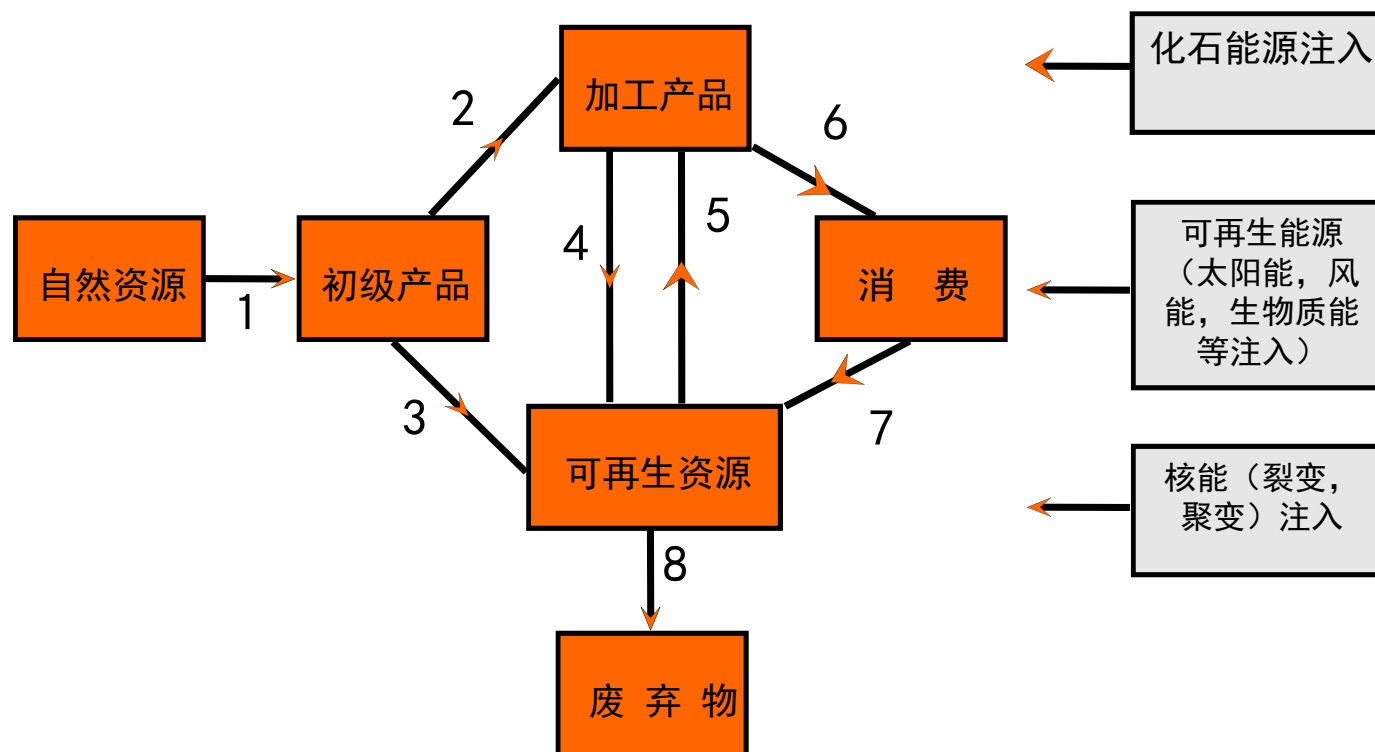
第三种模式是清洁生产，即对产品整个生命周期采取污染预防战略。清洁生产的最高目标是实现工业的生态化。

## 工业经济的单向发展模式

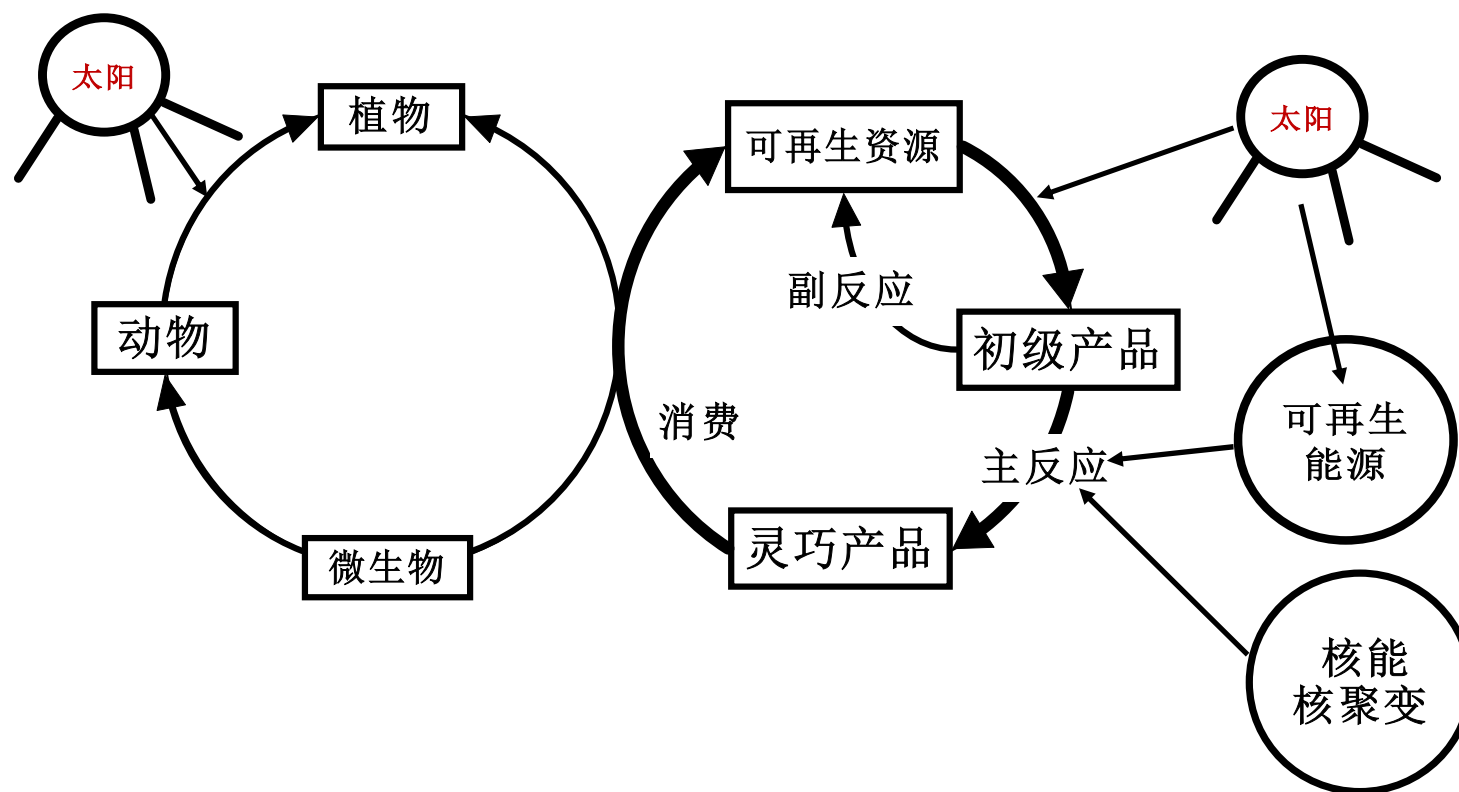




## 生态工业循环经济发展模式



## 与自然生态系统耦合的理想循环经济模式





## 四、工业生态学

工业生态学属于应用生态学的一个分支，以生态学的理论观点考察工业代谢过程，亦即从取自环境到返回环境的物质转化全过程，研究工业活动与生态环境的相互关系，以“研究出调整现在的生态链结构的原则和方法，建立新的物质闭路循环，建立自然生态链和人工生态链结合的生态系统”为研究目标。

## 工业生态学的基本内容可归结为：

**（一） 研究工业活动与生态环境的关系。**包括对资源和能源的利用；废料和污染物的排放；工业污染物在环境中扩散、迁移和转化；工业毒理学；工业污染物的环境监测和评价。

**（二） 探索工业生态化的途径。**包括开发利用可再生资源；开发与环境相容的工业生产技术，如生物技术；资源综合利用；提高能效；减少物料消耗；拒绝废料；物料再循环；



### （三）在工业的规划与管理中运用生态原则。

包括组织符合生态原则的工业供需链；保持不同行业、企业间适当的相互比例；结构调控；与周围环境相容的工业区选点和布局；在区域范围内组织清洁生产；有效的反馈机制：政策调控；组织再循环社会。



可以认为，工业生态学是清洁生产的理论基础，清洁生产是工业生态学的核心内容和一个发展阶段。从优化社会与自然的关系来看，清洁生产称的上是一次新的革命。



# 第二节

## 清洁生产的概念及内容



# 一、清洁生产概念

1996年联合国环境署对清洁生产的概念定义如下：清洁生产是指将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以期增加生态效率并减少对人类和环境的风险。

对**生产**，清洁生产包括节约原材料，淘汰有毒原材料，减降所有废物的数量和毒性。

对**产品**，清洁生产战略旨在减少从原材料的提炼到产品的最终处置的全生命周期的不利影响。

对**服务**，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。



## 利用产品的回收获得原材料：

**南通回力橡胶有限公司：**利用废旧橡胶生产再生橡胶

**厦门闽星环境工程服务有限公司：**该公司以厨余垃圾生产的蚯蚓粪被称为有机肥料中的“黑金”

**广州惠林环保铅笔公司：**废旧报纸是报社每天开机印刷调试过程中产生的不合格报纸，它们未经阅读、未被污染、卫生标准得以保证。保护了森林，保护了生态资源和生存环境。直接利用废旧报纸的方式，不仅减少了以旧报纸为原料再生造纸中的二次污染和水电的大量消耗，而且直接减少木材用量。

**产品的回收：**比如饮料包装现在使用较多的是聚酯瓶、玻璃瓶和易拉罐，这些都是易回收的材料。而不好的例子有月饼的包装，资源的浪费非常严重。



## 二、清洁生产的意义

实践证明，沿用大量消耗资源和粗放经营为特征的传统模式，经济发展正愈来愈深地陷入资源短缺和环境污染的两大困境：

一是传统的发展模式不仅造成了环境的极大破坏，而且浪费了大量的资源，加速了自然资源的耗竭，使发展难以持久；

二是以末端治理为主的工业污染控制政策忽视了全过程污染控制，不能从根本上消除污染。而清洁生产恰能较好地解决这两方面的问题，具有显著优点。

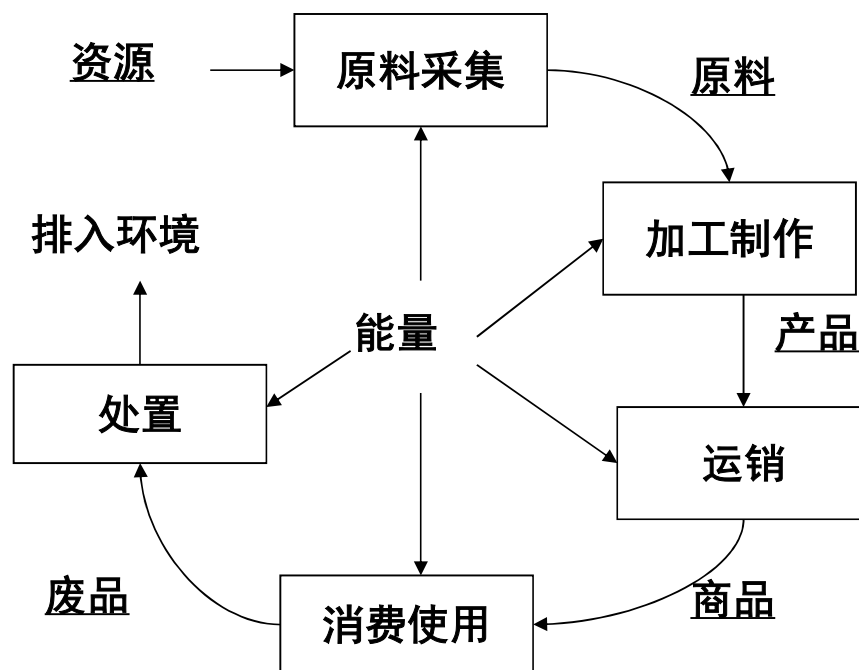
1984年联合国欧洲经济委员会在塔什干召开的国际会议上给了无废工艺相当好的有深度的定义：

“无废工艺乃是这样一种生产产品的方法（**流程、企业、地区-生产综合体**），借助这一方法，所有的原料和能量在原料-生产-消费-二次原料的**循环**中得到最合理和综合的利用，同时对环境的任何作用都**不致破坏它的正常功能**”。



我们可以将清洁生产理念归纳为：

- 确保**生态兼容性** 包括保持环境基本参数的稳定，减少乃至消除污染的生成和排放，控制人工合成的有害化学物质进入生物圈；
- 提高**资源生产率** 包括源头减量化，组织再循环；
- 实施以预测和预警为前提的**预防战略**；
- 谋求经济发展和环境保护的**双赢**；
- 考察和优化产品和过程的**生命周期**；
- **持续改进**而非一次性行动。



产品的生命周期：从摇篮到坟墓

（一）清洁生产一方面可节能、降耗、减污和降低生产成本，改善产品质量，提高企业的经济效益，增强企业的市场竞争力。另一方面，可**大大减少末端治理的污染负荷，节省大量环保投入**（一次性投资和设施运行费），提高企业防治污染的积极性和自觉性。

**已实施CP（Cleaner Production）企业环境、经济统计**

企业名称	经济效益	环境效益
清河发电厂	330 万元	少排废水 1110 万吨/年，烟尘排放削减 6.0 万吨/年
铁岭发电厂	97.5 万元	减少废水排放量
阜新发电厂	497 万元，节水 25.5 万吨/年，蒸汽 4 万吨/年，原煤 1500 吨/年	减少废水排放量
朝阳发电厂	655.93 万元，节电 838 万 kWh，节水 117 万吨	减少废水排放量
抚顺发电厂	927 万元，节水 320 万吨/年	减少废水排放量

（二）清洁生产可以最大限度地利利用资源和能源，通过循环或重复利用，使原材料最大限度地转化为产品，把污染消灭在生产过程之中。通过改进设备或改变燃烧方式，进一步提高能源的利用率，既可减少污染物的产生量与排放量，又可节约资源与能源，用较少的投入获得较大的收益，具有显著的经济效益。

例如：

- 锅炉“煤改气”工程，二氧化硫与烟尘排放减少。
- 改进燃烧方式和设备：替代和淘汰低效率小锅炉、利用锅炉余热进行热电联产
- 采用集中供热：集中供热提高了能源利用率，减少维护和建设成本。



（三）清洁生产可以避免和减少末端治理的不彻底而造成的二次污染。因为清洁生产采用了大量的源头削减措施，既可减少含有毒成分原料的使用量，又可提高原材料的转化率，减少物料流失和污染物的产生量及排放量，因此而减少二次污染的机会。

（四）清洁生产可最大限度地替代有毒的产品、有毒的原材料和能源，替代排污量大的工艺和设备，改进操作技术和管理方式，从而改善工人的劳动条件和工作环境，提高工人的劳动积极性和工作效率。

（五）清洁生产可改善工业企业与环境管理部门间的关系，解决环境与经济相割裂的矛盾。





## 三、清洁生产的内容

### (一) 清洁的能源

- 1、常规能源的清洁利用，如采用洁净煤技术，逐步提高液体燃料、天然气的使用比例；
- 2、可再生能源的利用，如水力资源的充分开发和利用；
- 3、新能源的开发，如太阳能、生物质能、风能、潮汐能、地热能的开发和利用；
- 4、各种节能技术和措施等，如在能耗大的化工行业采用热电联产技术，提高能源利用率。



## (二) 清洁的生产过程

- 1、尽量少用、不用有毒有害的原料，这就需要在工艺设计中充分考虑；
- 2、无毒、无害的中间产品；
- 3、减少或消除生产过程的各种危险性因素，如高温、高压、低温、低压、易燃、易爆、强噪声、强震动等。
- 4、少废、无废的工艺；
- 5、高效的设备；
- 6、物料的再循环(厂内、厂外)；
- 7、简便、可靠的操作和控制；
- 8、完善的管理等等。



### (三) 清洁的产品

- 1、节约原料和能源，少用昂贵和稀缺原料，利用二次资源作原料；
- 2、产品在使用过程中以及使用后不含有危害人体健康和生态环境的因素；
- 3、易于回收、复用和再生；
- 4、合理包装；
- 5、合理的使用功能(以及具有节能、节水、降低噪声的功能)和合理的使用寿命；
- 6、产品报废后易处理、易降解等。



## 四、清洁生产审核制度

清洁生产审核是一种系统化的分析污染源、废物产生原因及其解决方案的程序，其目的在于寻找尽可能高效率利用资源(如：原辅材料、能源、水等)，减少或消除废物的产生和排放的方法。



## 如何开展清洁生产审核？

清洁生产方法学三个逻辑步骤：

1. 现状调查（源头与强度）

何处产生废物、排放多少？

2. 原因分析评估

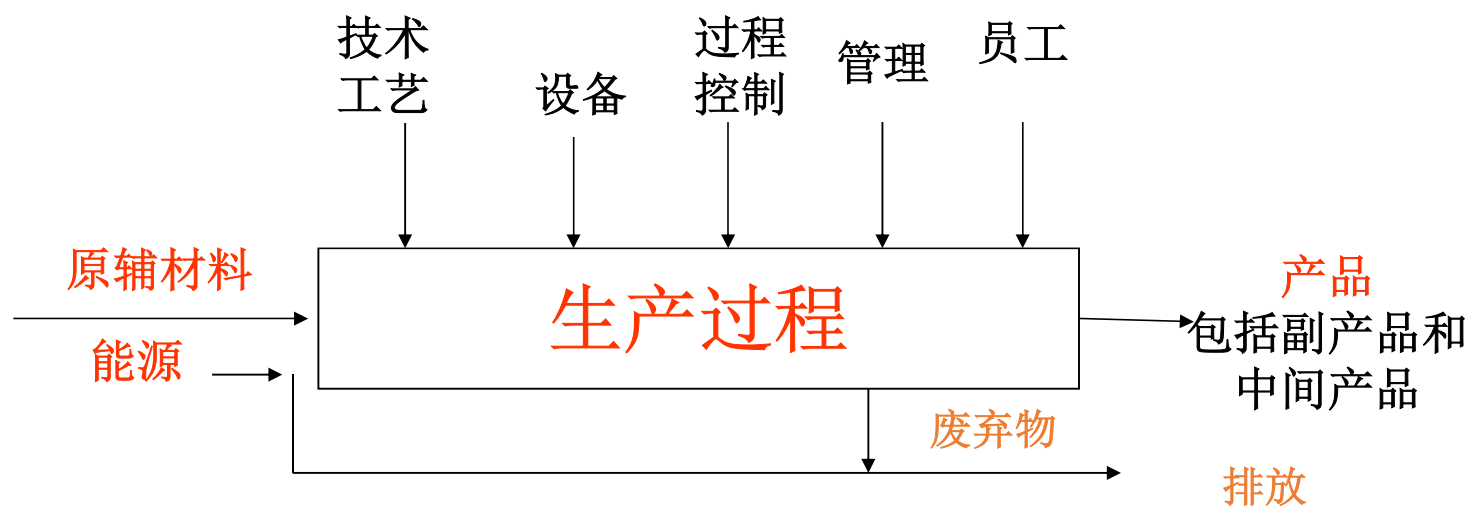
为什么产生废物并导致排放？是否合理？能否削减？

3. 形成方案

怎么样（采用什么措施）才能防止/减少废物的产生/排放？

# 废物产生原因分析？

## ★ 生产过程框图





## 废物产生原因的八方面分析：

★ 原辅材料和能源  
★ 技术工艺  
★ 设备  
★ 过程控制  
★ 产品  
★ 废弃物  
★ 管理  
★ 员工



## 五、清洁生产的意识与技术推广

### 1、清洁生产意识培育

要深入有效地推行清洁生产，使不同层次的管理者，特别是企业的高层管理者了解清洁生产，认识到清洁生产对于企业节约成本、提高企业在市场上的竞争力，树立良好环境保护形象的重要作用至关重要。





## 2、清洁生产技术推广

清洁生产是一种思想，是高层次的、覆盖面非常广的，体现在工业布局、国民经济计划、经济发展方针和产业政策等诸多方面。为了对清洁生产提供强有力的技术支持，加强清洁生产技术的研发，促进清洁生产技术的扩散非常重要。企业是清洁生产的主体，像环境保护一样，要真正把清洁生产从一种战略变为企业的实践，必须要各方面的通力合作，广大企业的积极参与，甚至是全民的自觉行动。



# 第三节 清洁生产的进展



自从1989年推出“清洁生产计划”以来，在全球范围内推行清洁生产的努力已经取得了可喜的进展。



## 能源利用方面出现的可喜的变化

世界煤的消费量在1996年达到顶峰后，开始回落，至今已经下降了7%，估计这种下降趋势还会继续下去。

在过去5年中，全世界风发电能力增长了将近3倍。

2000年与上世纪90年代相比，太阳能电池的销售增长了43%，价格一直在持续下降。

碳经济向氢经济的转化已初见端倪，冰岛将领导这一新潮流。

## 扩大生物质的利用范围

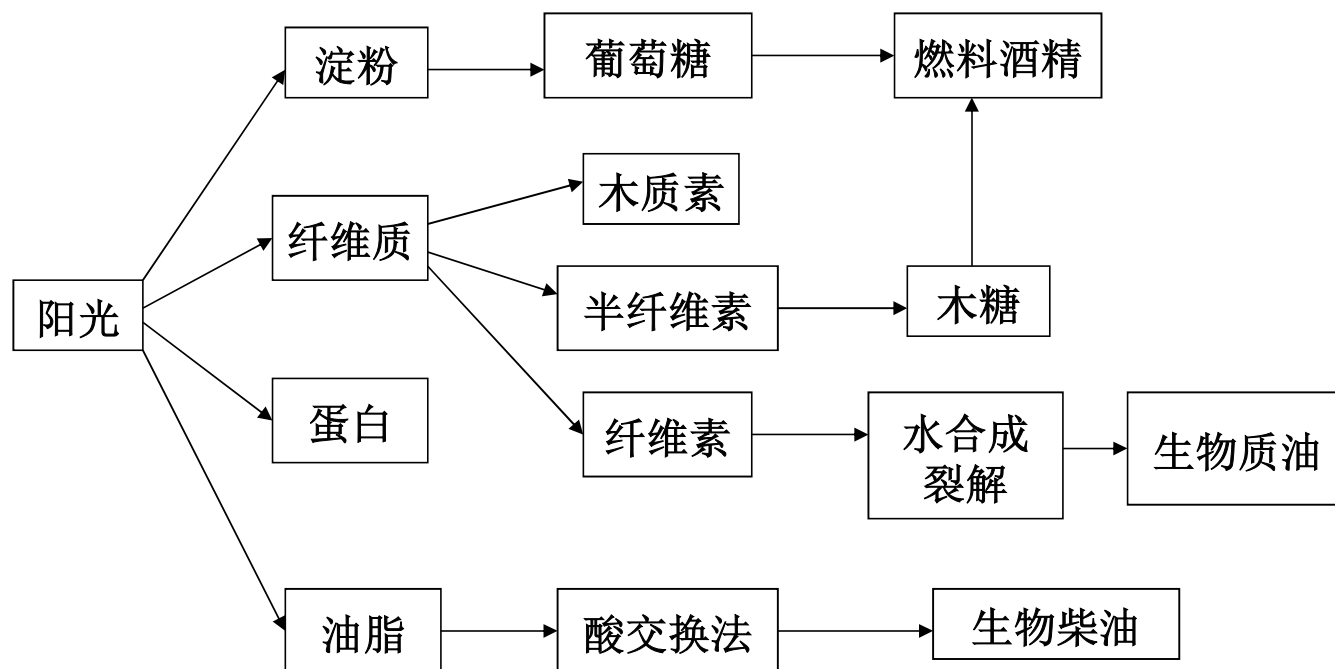
大力开展植树造林，提高森林覆盖率。

提倡营造“能源林”，即选择速生、高产、高发热量、具有多种用途的树种实行密植。

扩大城市的绿化面积。据测算，目前全世界木质的生长量，每年相当于600-800亿吨石油，而石油的开采量每年只有30亿吨。将木质植物加工成液体燃料的技术已达到实用阶段。

扩大种植“能源作物”，即光合作用效率高于0.5%的植物，如产生淀粉的高粱、甘薯，产生糖分的甘蔗、甜菜，纤维素丰富的白杨、桉树和油料作物向日葵以及被称为石油草的大戟属植物等。

# 天然可再生能源开发优先原则





## 现代生物物质的利用

- 通过转化和加工，提高其能量密度，便于贮存和使用。
- 物理转化工艺，如粉碎、压制、干燥等，将林产、农产的残余物加工成木片砖、燃料棒、锯木球等成型燃料；
- 物理化学转化工艺，如热解法、液化法、气化法、溶剂抽提法等；
- 生物转化工艺是用微生物发酵的方法将生物质转化为甲烷、乙醇等燃料。



## 在预防生产过程的污染方面

国外已经出版了一系列的行业清洁生产指南，提供了许多具体的实施方案。生物技术、信息技术、微型技术、人工智能技术等高新技术的广泛应用，正在为清洁生产注入强大的推动力。





# 绿色纺织品

在制造、生产、报废和回收全过程中，实现生态设计、清洁生产、绿色管理、环境标志等环境友好措施，生产对人体安全 and 健康的纺织品

符合《欧盟生态纺织品标准》

在原料种植过程中禁用剧毒、高残毒的杀虫剂、化肥、除草剂等

禁用118种偶氮染料

甲醛、杀虫剂、致癌和致过敏染料

9种重金属

在服装加工制作过程中禁用氧化剂、催化剂、增白荧光剂等化学物质

服装的附件要禁用有毒有害成分的材料



## 清洁产品

目前正从开发设计具有单项优良环境性能的产品向大型、综合、复杂的产品方向发展，并跃向行业层次，如绿色化学、绿色制造、绿色船舶、清洁汽车、绿色电脑、绿色家电、绿色包装、生态材料甚至绿色建筑物等等。



## 绿色化学

- 在原子水平上预防污染
- 涉及化学过程的各方面：  
合成, 催化, 监测, 分离, 反应条件等
- 目的在于最大限度地减少化学品及化学过程对人体健康及环境的危害



# 绿色化学

- 原子经济反应
- 优化合成路线
- 清洁原料
- 绿色催化剂
- 无溶剂或溶剂绿色化
- 温和反应条件
- 环境友好产品



## 绿色化工技术

- 超临界流体技术
- 超高压技术
- 超重力技术
- 高能辐射技术
- 等离子体技术
- 仿酶催化技术
- 基因工程技术
- 分子设计技术



## 推进非物质化的主要途径

- 制造业的微型化；
- 推进信息化，多用知识而不是物质来创造财富；
- 提高物质和能源的利用效率，减少废物和浪费；
- 组织各个层次的再循环；
- 扩大可再生能源的开发和利用；
- 调整消费心理和消费行为，提倡非物质消费；
- 制定和实施行之有效的政策和管理；
- 按生态原则进行社区规划；
- 实施有利于发展中国家的技术传递和转让；
- 运用生命周期的概念。



非物质化的第一步就是在GDP增长的同时，物耗能耗不再增长。亦即用更少的消耗生产更多的东西。例如日本自1995年以来，用水量基本没有增加。丹麦这几年，GDP增加，但能耗保持不变。

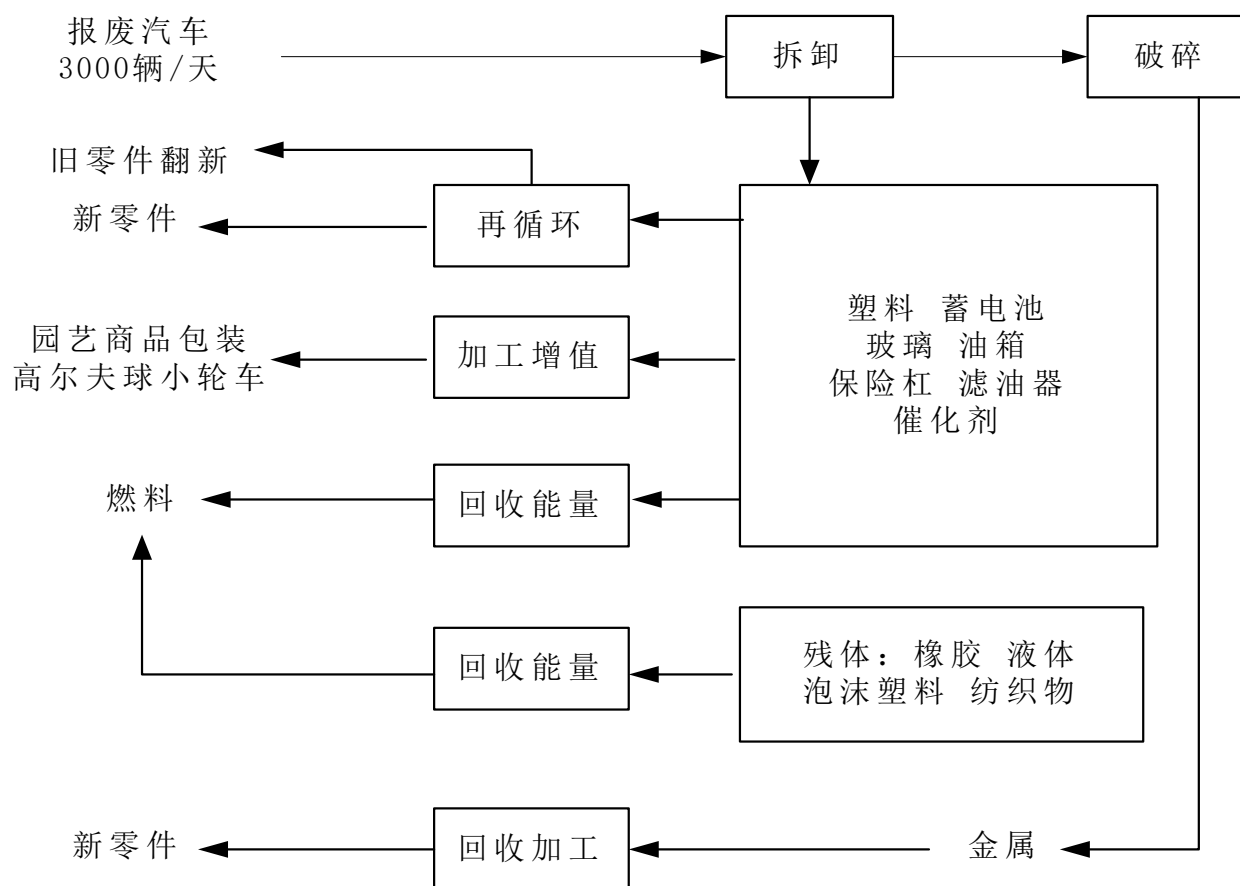
近年来，一些发达国家围绕非物质化，进一步提出了物耗能耗**零增长**、污染物**零排放**、废弃物**零填埋**（3Zero）的奋斗目标。



不少重金属、化学品是没有环境容量的，逐步实现污染物的零排放是保护环境的迫切任务。零排放已成为众多企业争取的环境目标和经营战略。

所谓零填埋是指所有的废弃物都能再循环，而没有东西扔到垃圾填埋场。法国雷诺汽车公司组织了日回收处理3000辆废旧汽车的再循环系统，**争取100%的物料再循环**。实现零填埋的前提是产品的**生态设计**。

# 法国雷诺公司汽车产品再循环

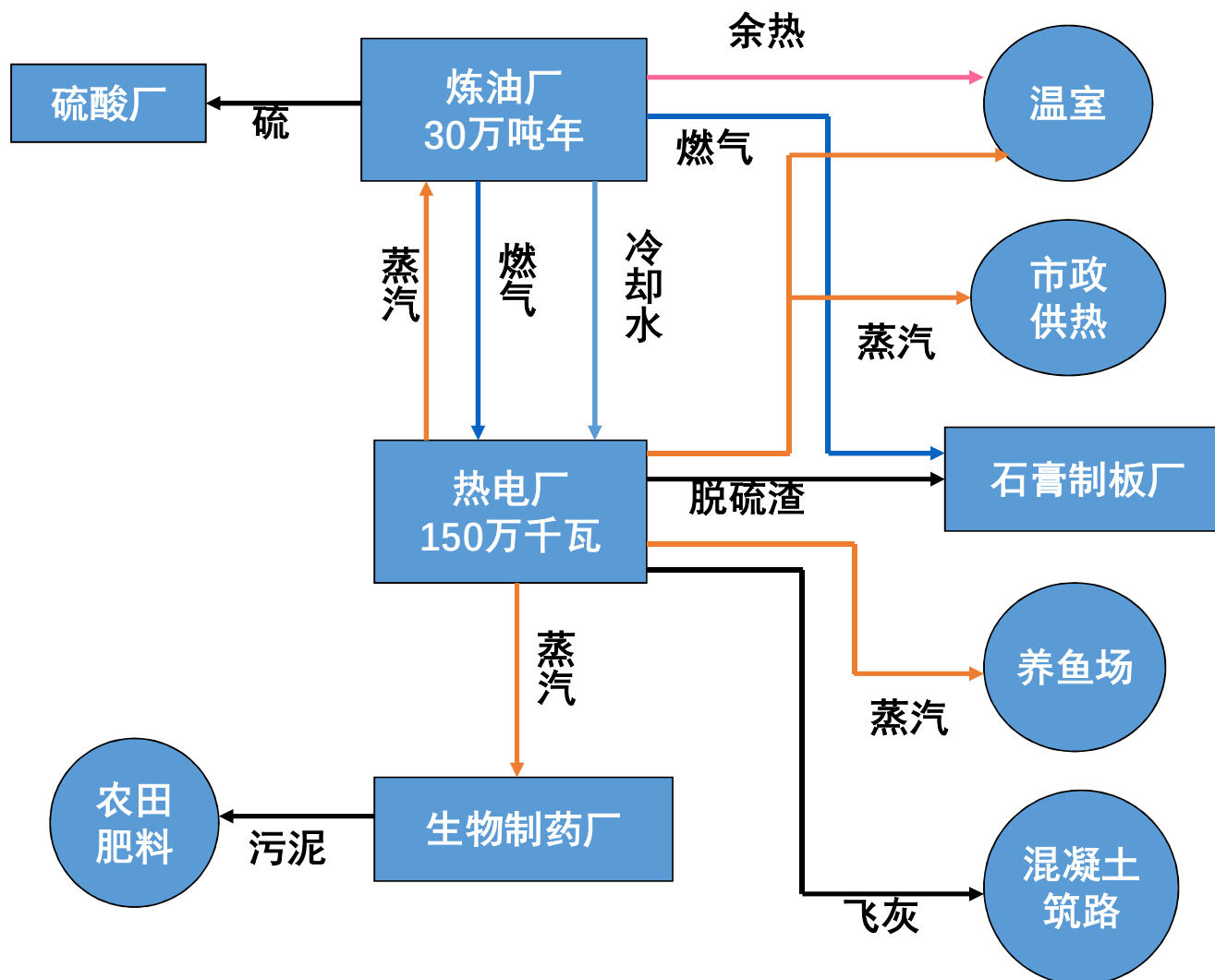




清洁生产早年是一种企业层次上的活动，而现今已上升为区域层次和宏观经济规划和管理层次，亦即开始仿效生态群落的原理着手生态工业园的建设，以达到工业群落的优化配置，节约土地，互通物料，提高效率，最大限度地谋求三个效益的统一；

清洁生产原本着眼的是污染的预防，而现在进一步强调推进非物质化，即紧紧抓住物质转化的源头，提高资源的利用效率。

# 卡伦堡工业共生体系 (2万人的工业小城市)





# 第四节

## 清洁生产理念的普及

## 90年代清洁生产的延展轨迹：

从最初着眼于生产过程，逐步延伸到对**产品**的关注，这意味着清洁生产从生产领域扩展到了消费领域，关注产品能赢得更好的经济效益；

从对有形产品的关注，进一步转向对无形产品——**服务**的关注，亦即清洁生产已经扩展到第三产业，与运输、商业、投资、通讯等行业关联起来，几乎涵盖了社会的整个经济活动，因此，对清洁生产的认识已不能仅着眼于“生产”两字了；

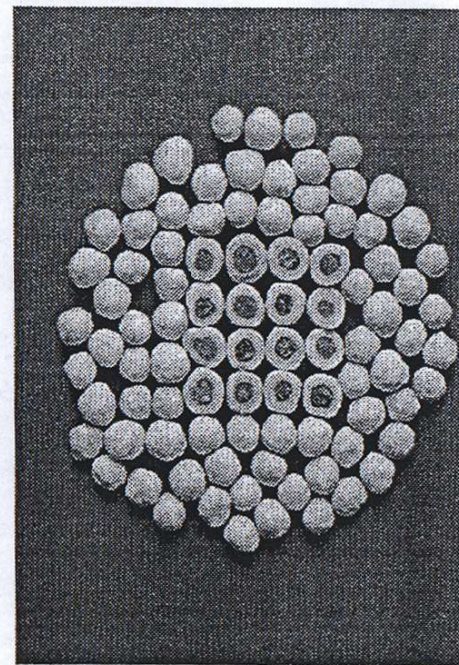
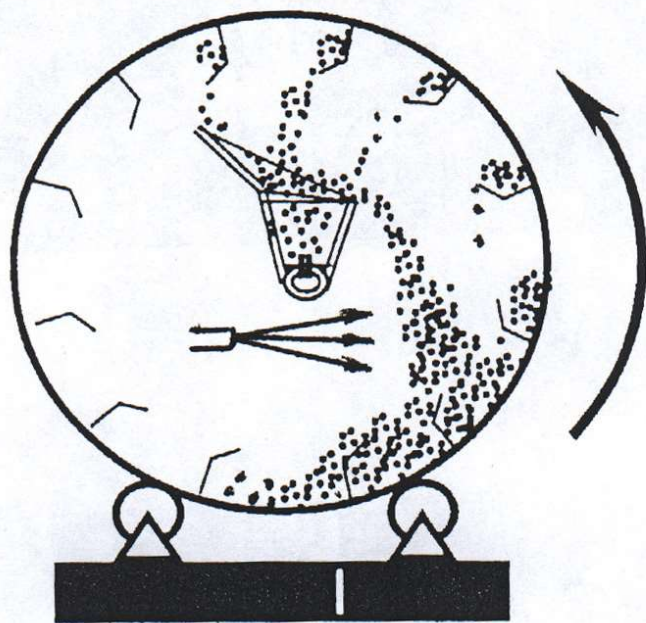


## 清洁生产理念普及于农业

- 土地的合理利用
- 提高水的生产力
- 开发和推广先进的耕作方法
- 合理使用化肥、农药
- 减少种植业和养殖业的面源污染
- 处理规模化禽畜养殖场的污染物
- 保护天然林
- 退耕还林、还草、还湖
- 农牧产品的深度加工和综合利用

# 产品工程

## ——大粒可控缓释化肥制备







## 清洁生产的理念用于水利事业

树立尊重河流生命的河流伦理；

- 保护源头，保护上游；
- 避免裁弯取直、固化河岸将河流渠道化，保持河水与土层的接触；
- 作为世界上水坝最多的国家，要对筑坝持极端慎重的态度并考虑拆坝；
- 退田还湖，保护湿地；
- 采取新的抗洪防洪策略，还河流以自然空间；
- 保障河流的生态用水；
- 保护水质；
- 水资源优化配置，综合利用。



## 清洁生产理念应用于建筑业

尽量减少资源消耗

在设计建筑物、采暖系统和照明系统时，为能效而设计  
利用阳光和自然照明

正确选择材料，为经久耐用和资源再循环而设计

现有场地的再开发，而不是开辟新场地

建材、组件和产品的复用

建立中水系统

采用含再循环成分的建材，如含再循环玻璃的面砖

从可持续森林选用木材



## 清洁生产的理念普及于交通运输业

- 制止城市的无计划延伸
- 社区的规划和设计使公共交通在城市交通中占核心地位
- 建设以铁路、自行车和步行街相组合为基础的城市交通体系
- 生产低油耗、低排放汽车
- 建立汽车共享制度



除了清洁生产理念普及于各行各业外，一些原先用于清洁生产的工具也得到了普及，其中最突出的是生态设计。生态设计又称绿色设计，面向环境的设计或生命周期设计，被认为是实施清洁生产新的台阶。

目前生态设计的方法已大量用于环境友好产品的开发，还同时向微观和宏观两个方向拓展。**微观方面**，在绿色化学中已用于在原子水平上预防污染，，谋求原子的经济反应；**宏观方面**，用于过程、企业、工程、园区、系统（如交通、电力、供暖、供水、垃圾收集和处理以及食品供应等）行业乃至城市的规划和设计。

## 产品生态设计的基本思想

产品生态设计的基本思想在于从产品的孕育阶段开始即遵循污染预防的原则，把改善产品的环境影响的努力凝固在产品之中。经过生态设计的产品对生态环境没有过度的影响，在延续使用中是安全的，对能源和自然资源的利用是有效的，并且是可以再循环、再生或易于安全处置的。



## 地毯业界的改革先锋Interface公司

### 传统方式

- 老式单色宽幅地毯每10年更换1次
- 关闭办公室
- 移动家具
- 废弃旧地毯
- 使用有浓味的地毯胶
- 办公室恢复原状
- 垃圾场中已有超过50亿磅的Interface废弃地毯



## 地毯业界的改革先锋Interface公司

### 改革经营模式：以租代卖

- 每月为客户检查一次
- 利用一个晚上的时间，调换10~20%磨损面积达80~90%的地毯
- 改用块状形式铺放，少用胶或不用胶

### 改进地毯设计：分为可分离的面层和衬底

### 开发新材料Solenium

- 减轻重量35%
- 提高耐磨性4倍
- 耐脏、易清洗、不发霉
- 易于再循环





## 地毯业界的改革先锋Interface公司

### 惊人的效果

- 单位服务成本降为原先的1/7
- 非物质化达到30倍的效率
- 制造成本降低，利润大幅度增加
- 增加了就业

公司的最终目标：不再使用一滴石油



## 清洁生产的理念将成为结构调整的核心指导思想

- 以非物质化为原则进行产业结构调整
- 以脱碳为原则进行能源结构的调整
- 以优化生命周期为原则进行产品结构的调整
- 以创建生态工业园区为原则进行布局结构的调整



清洁生产是一种**技术**，包括综合利用技术、源削减技术、再循环技术、无害化技术等；

清洁生产也是一种**战略**，包括进行战略评估，制定战略目标、战略规划、战略步骤等；

清洁生产更是一种**哲学**，体现了社会与自然的和谐共存、经济 and 环境的协调发展、精神与物质的需求平衡。



# 案例



# 远大空调有限公司的清洁生产实践

## 远大空调有限公司介绍：

全球规模最大的吸收式空调制造企业，欧美及中国市场占有率为同行业之首。创于1988年，总部设北京，生产基地在长沙。  
员工1800人，资产约20亿元。

2002年远大环保案例被“联合国全球协议组织”采用。

2002年评为“具有国际竞争力的中国企业”16家之一。



# 远大清洁生产实践

在产品设计、制造、采购和使用过程，全面利用先进工艺、技术和管理方法，提高资源和能源利用率，降低物耗、能耗，最大限度地减少废弃物排放量，甚至将这样的理念延伸到产品的使用和报废的过程。



## 绿色设计

绿色设计是清洁生产首要环节。

由于中央空调的生产过程消耗大量的资源、使用过程中消耗大量的能源，除了使用清洁工质和使用清洁能源外，设计工作注重产品节省资源和节能性能  
不使用产生公害的材料和技术



## 绿色设计

### 基本视点

➤ 增强产品  
节能性能，  
降低能耗和  
污染

➤ 减少原材  
料使用和采  
用可循环使  
用原材料

### 具体案例

- 采用强化换热器件、保温、降低烟损等几十项措施，产品节能性能（COP）提高5~10%。并推行冷热电联产和开发太阳能高效吸收式空调。
- 选择高性能材料减少钢、铜等消耗30~35%，溴化锂溶液30%，油漆、橡胶和其他材料5~10%。产品零部件设计95%便于循环利用。全部零部件规格化、材料品质一致，便于再资源化。





# 绿色设计

## 基本视点

➤提高产品耐久性，减少材料消耗和废弃物

## 具体案例

➤ 远大直燃机产品寿命，从行业平均的10年延长到设计寿命20年；包括油漆等可能产生污染的维护工作均达20年不需在用户处进行。

❖ 1台标准的机组（2300KW）使用寿命从10年提高到20年，可节省铜材8500kg，钢材25000kg，耐火材料1500kg，溴化锂溶液10500kg以及大量其他材料和能源；相当于减排二氧化碳300吨，矿渣1000多吨，及大量煤灰、粉尘、二氧化硫、废热等污染物。



## 绿色设计

### 基本视点

➤ 产品的简便化，便于生产和节省材料

➤ 提高产品利用密度

### 具体案例

- 减少零部件数量20%，整体成型减少焊接。标准化设计铜利用率达到99.9%，钢材达到90%以上，其他材料不低于85%；零部件可以返修或再生利用的设计。
- 直燃机制冷、采暖、卫生热水一机三用，相当于制冷机+锅炉，可节省制造材料、减少机房占地和承重。

## 清洁采购

远大燃气空调90%以上零部件的生产过程是在其他厂家进行的，清洁采购是清洁生产中重要环节。

远大的铜管一直高价从日本进口。一方面是保证质量，另一方面则是清洁采购的要求：由于空调内不能有任何油污，但铜管加工过程必须使用润滑油。一般厂家用铬酸盐或氯代烃清洗铜管，产生巨大污染。远大要求日本厂家使用在真空下可挥发润滑油，在铜管生产的退火过程中将油蒸发、回收，达到清洁铜管和避免污染的效果。

历年来，远大为此多支付了上亿元的成本，但避免了对环境的破坏。

# 清洁采购

## 基本视点

➤ 采购制造时可节省资源、能源原材料

➤ 采购加工容易利用率高的原材料

## 具体案例

- 使用副产品酸代替纯酸，低能耗碳酸锂代替高能耗氢氧化锂制造溴化锂；不使用紧缺资源钼而采用其他技术替代。
- 选择加工能耗物耗小的冷加工或精密铸造件。铜管、锅炉管等精确定尺利用率达100%。钢材的规格尽可能选与产品一致的。



# 清洁采购

## 基本视点

➤ 采购制造时污染小的原材料

➤ 简化和回收包装

## 具体案例

- 对供应商考察和认证，选择通过ISO14001供应商，不选排放不达标的供应商。选择真空处理的铜管，固体喷涂的彩涂钢板等。
- 油料、化学产品均要求采购“净水”，包装退回厂家循环使用。

## 清洁制造

- 远大的清洁制造着重从源头削减污染，不采用污染严重工艺，避免污染，最大限度的减少对环境影响。
- 溴化锂全封闭生产，材料利用率99%以上，且废弃物全部回收。
- 清洁尽可能采用抛丸代替酸洗并多级除尘；用超声波技术降低清洗剂用量，并用无磷、可降解清洗剂等。





## 基本视点

➤减少生产  
原材料消耗

➤减少生产  
过程能源消  
耗

## 具体案例

- 数控设备下料和套料提高原材料综合利用；采用机器人和数控精密加工设备降低加工余量和次品率；次品返修……提高材料利用率。
- 简化制造过程，冷加工件代替消耗大工艺；淘汰高能耗设备、改造旧设备和减少设备空转；错峰用电；采用变频器；采用高效照明……单机生产电耗下降10%，油耗下降5%。



➤车间多处分设4个回收箱，分类回收。尽可能生产中利用，或在建筑、装修等方面使用。实在不能自己利用的边角料、包装物，也100%回收，交环境部门认可的回收厂家。





## 绿色使用

➤ 空调使用过程的能耗远超过制造过程，不合理的使用可导致能效下降或寿命缩短。

➤ 对用户作业人员进行严格培训，提高操作水平和责任心。

远大专门成立用户中心，通过将机组联网监控和遍布各地的服务工程师负责帮助、指导客户使用空调，将清洁生产过程彻底完善。





# 绿色使用

## 基本视点

➤ 为用户选择更加节省材料和能源的空调系统

➤ 推荐、帮助用户清洁地使用能源

## 具体案例

➤ 推荐用户选合适机型而非大机型，推荐用户选合适而非大配套设施和在水、风系统采用变频技术。

➤ 推荐用户使用天然气等清洁能源，并帮助用户取得优惠政策；免费为用户检测燃料、烟气成分和提供其它节能环保咨询。



# 绿色使用

## 基本视点

➤提高使用过程的节能特性

➤避免在服务过程产生有害废弃物

## 具体案例

- 采用随气温和负荷变化而改变空调水出口温度，大幅度提供能效比的节能运行模式；根据主机状况改变冷却塔等的运行频率节省电力以及通过联网监控避免用户低效率运行。
- 溴化锂溶液机组内再生和旧溶液厂家回收，避免污染环境；维护过程废弃物全部交回公司处理。并向用户提供紧急情况下环保的处理方法。



# 生命周期评价



# 可持续发展的实施途径与行为对策

ISO14000环境管理体系  
产品生命周期的环境管理  
环境标志与环境标志制度



# 可持续发展的实施途径与行为对策

## ISO14000环境管理体系



## 组织内部环境管理体系的建立

组织（特别是企业）建立环境管理体系的目的

- 环境管理体系是环境管理行为的系统、完整、规范的表达方式，它有利于高效、合理地系统调控组织的环境行为，有利于组织实现对社会的环境承诺；保证承诺和环境行为活动所需的资源投放；通过循环反馈，保持组织环境管理体系的动态提高。

## 组织环境管理体系的基本模式： ——环境管理国际标准 ISO14000

ISO14000是国际标准化组织从1993年开始制定的系列环境管理国际标准的总称，它对全世界工业、商业、政府等所有组织改善环境管理行为具有统一标准的功能。它由**环境管理体系(EMS)**、**环境审核(EA)**、**环境标志(EL)**、**环境行为评价(EPE)**、**生命周期评估(LCA)**、**术语和定义(T&G)**、**产品标准中的环境因素(EAPS)**等7个部分组成。其标准号从14001至14060，14061至14100为备用。

规范全球企业及各组织的活动、产品和服务的环境行为，节省资源、减少污染、改善环境质量，保证经济可持续发展。





## 为什么企业要建立ISO14000内部管理体系？

### ISO14000对国际贸易的影响

#### ■对市场准入的影响：

由于对环境事务的普遍关注，政府、企业、公众在采购产品时，日益优先考虑选择环境表现良好的企业的产品和服务；一些政府组织和国际跨国公司制定供应商标准时，已经开始把实施ISO14001标准作为重要条件。



## 为什么企业要建立ISO14000内部管理体系？

### ■2) 对产品竞争力的影响：

- a.优化成本，增加利润：变更运行程序、改变产品设计、革新工艺等。
- b.有效控制环境风险，积极承担法律责任：为组织内部控制风险提供了可靠的基础。
- c.树立企业形象，提高企业信誉：一个关爱环境的公司顾客心中往往留下富有责任感的印象，并且向顾客传达这样的信息——公司以严谨认真的态度从事经营，其产品具有优异的品质和最小的顾客风险。



## 为什么企业要建立ISO14000管理体系？

3) ISO14000要求各国公开其有关体系、产品标准和认证方法，为贸易伙伴提供便利条件，有助于消除贸易壁垒。

因此，要摆脱受控制的局面、打开国际市场，特别是在加入WTO的新形式下，迅速开展ISO14000工作非常重要，它是通向未来国际市场的必备通行证。



# 参照ISO14000系列标准，建立和实施组织内部环境管理体系

## 介绍以下的几个内容：

- (一) ISO14000产生背景和特点
- (二) ISO14000系列标准
- (三) 环境管理体系的基本要求
- (四) 如何建立环境管理体系
- (五) 如何进行环境管理体系的认证
- (六) 我国环境管理体系认证制度
- (七) ISO14000与ISO9000
- (八) ISO14000与清洁生产



# (一) ISO14000系列标准的产生

## ISO14000系列标准产生的背景

公害事件

环境意识的提高

可持续发展理念

ISO成立ISO/TC207环境管理技术委员会开展标准制定工作

## ISO14000系列标准制定的基础

80年代欧美大公司的环境绩效的公布，集成世界各国环境管理实践的精华

ISO9000系列标准的推出

# ISO14000系列标准的特点

该标准的实施是以消费者的消费行为为根本动力

——不是法律，非行政的市场手段，引导企业自觉参与

强调污染预防，持续改进

——是预防，不是纠正，是源头到末端的全过程控制，不是末端治理；

可操作性强，可用于各种类型的审核与注册

——内容全面，企业只要结合自身实际合理运行就可以达到。例如火力发电企业与核电企业都有污染预防的管理，但是原材料的存储管理就完全不一样。ISO14000中只是原则性的指导：要预防原材料在存储和运输过程中的环境影响。



# ISO14000系列标准的特点

## 标准的广泛适用

- 既可以针对企业，例如产品生命周期评价；也适用于任何希望实施环境管理体系的组织。例如某个政府机关就可以遵照该标准建立环境管理体系，目标可以包括减少办公的能耗、纸张的使用和信息沟通便捷。

## 强调自愿性原则

- 是国际标准，为企业提供自我约束的手段

## 是一个完整的环境管理标准体系

- 以环境管理体系的建立为核心，并有一个完整的环境管理技术支撑。  
环境审核、环境标志、生命周期评价等。



## (二) ISO14000系列标准

ISO14000预留了100个标准号，即：

ISO14001~14009	环境管理体系
ISO14010~14019	环境审核——介绍
ISO14020~14029	环境标志——介绍
ISO14030~14039	环境绩效评价
ISO14040~14049	生命周期评价——重点介绍
ISO14050~14059	定义和术语
ISO14060	产品标准中的环境因素
ISO14061~14100	备用





## ISO14000分类（按标准性质分）

第一类：基础标准-术语标准

第二类：基本标准-环境管理体系规范、原理、应用指南

第三类：支持技术类标准（工具），包括：

- 环境审核
- 环境标志
- 环境行为评价
- 生命周期评估



# ISO14000的分类（按标准功能分）

## 第一类：评价组织

- 环境管理体系
- 环境行为评价
- 环境审核

## 第二类：评价产品

- 生命周期评估
- 环境标志
- 产品标准中的环境指标



# 目前已颁布的环境管理标准

ISO 14001: 1996 环境管理体系-规范及使用指南

ISO 14004: 1996 环境管理体系-原则、体系和支持技术  
通用指南

ISO 14010: 1996 环境审核指南-通用原则

ISO 14011: 1996 环境审核指南-审核程序-环境管理体  
系审核

ISO 14012: 1996 环境审核指南-环境审核员资格要求

ISO 14040: 1997 生命周期评估-原则与框架

## 已颁布的环境管理系列标准

- ISO14020:1998 环境管理 环境标志和声明 通用原则
- ISO14021:1999 环境管理 环境标志和声明 自我环 境声明  
(II 型环境标志)
- ISO14024:1999 环境管理 环境标志和声明 原则和  
程序(I 型环境标志)
- ISO14025:2000 环境管理 环境标志和声明 环境信息说明(III  
型环境标志)
- ISO14031:1999 环境绩效评价指南
- ISO14041:1998 生命周期评价 清单分析
- ISO14050:1998 环境管理 – 术语



## 已颁布的环境管理系列标准

- ISO14001: 2004 《环境管理体系 要求及使用指南》
- ISO14004: 2004 《环境管理体系 原则、体系和支持技术通用指南》
- ISO14015: 2001 《环境管理 现场和组织的环境评价》
- ISO14005: 2010 《环境管理体系 分阶段实施环境管理体系指南》
- ISO14063: 2006 《环境管理 环境信息交流 指南和示例》
- ISO14025: 2006 《环境管理 环境标志和声明 Ⅲ型环境声明 原则和程序》

## (三) 环境管理体系要求

### 环境管理体系定义——

ISO 14001中的定义：环境管理体系是一个组织内全部管理体系的一个组成部分，它包括制定、实施、实现、评审和保持环境方针所需的组织机构、规划活动、机构职能、程序、惯例、过程和资源。

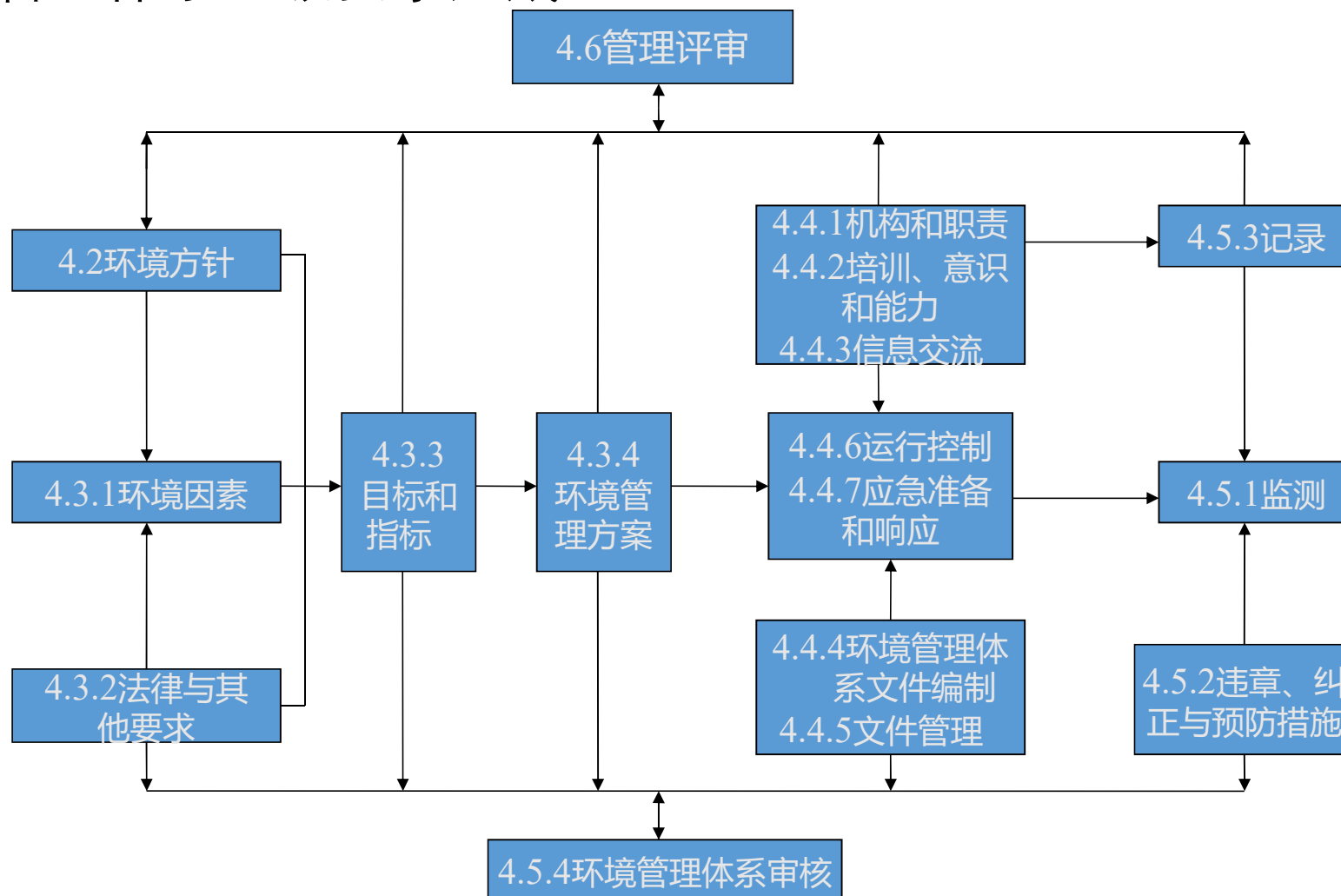


# 环境管理体系要求

## 一级要素[二级要素]

- 1) 环境方针
- 2) 规划（策划）[包括了环境因素、法律和要求、目标和指标、环境管理方案4个二级要素]
- 3) 实施与运行[包括了组织机构与职责，培训、意识和能力，信息交流，环境管理体系文件，文件控制，运行控制，应急准备与响应等7个二级要素]
- 4) 检查和纠正措施[监测和测量，纠正与预防措施，记录，环境体系审核，管理与评审]
- 5) 管理评审

## 环境管理体系二级要素组成







# 例如:环境方针

最高管理者应制定本组织的环境方针并确保它:

- a . 适合于组织活动、产品或服务的性质、规模与环境影响;
- b . 包括对持续改进和污染预防的**承诺**;
- c . 包括对遵守有关环境法律、法规和组织应遵守的其它要求的**承诺**;
- d . 提供建立和评审环境目标和指标的**框架**;
- e . 形成文件, 付诸实施, 予以保持, 并**传达**到全体员工;
- f . 可为**公众**所获取。

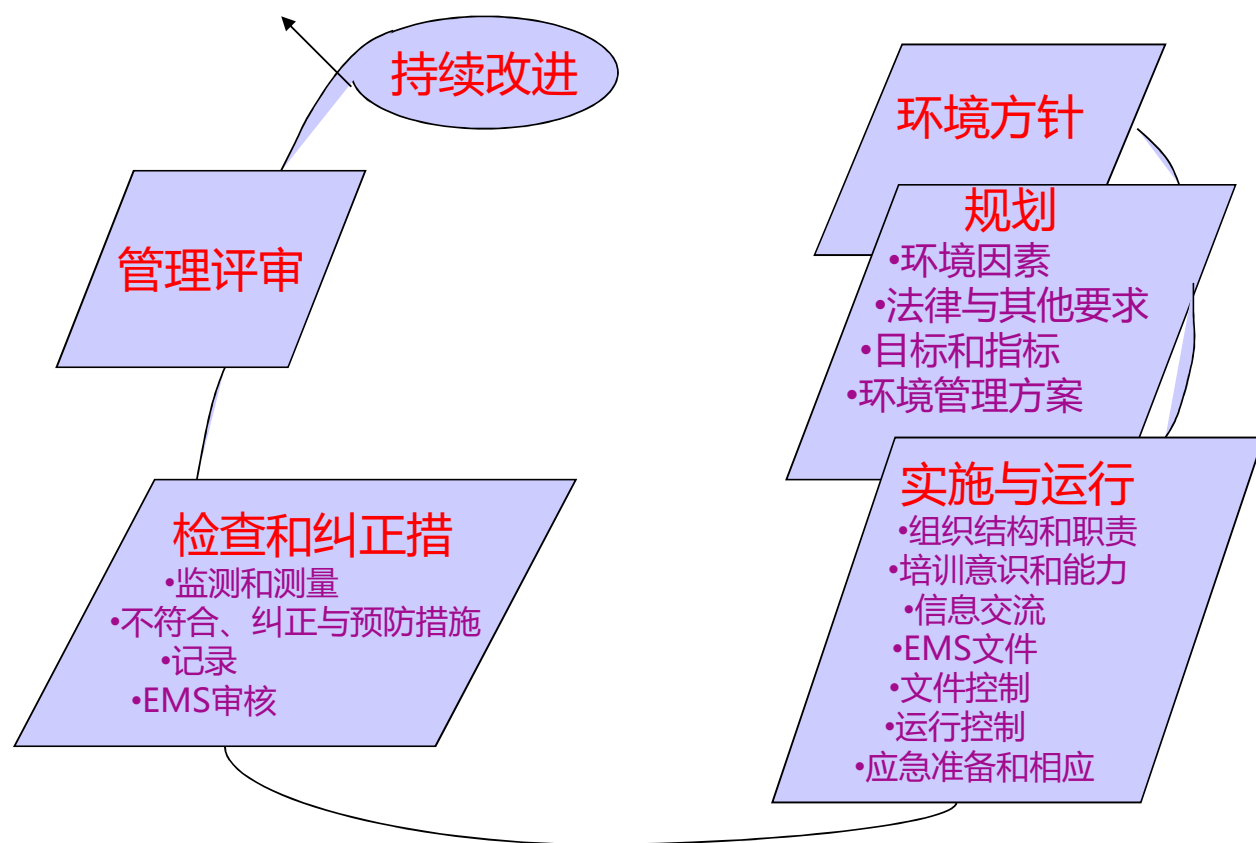


## 某组织的环境方针(示例)

遵守环境公约  
科学规划设计  
持续清洁生产  
实施全程控制  
应用绿色技术  
奉献健康内衣

- 环境目标和指标应符合环境方针, 尽可能量化 (参数和标准), 并包括对污染防治的承诺
- 应定期评审和修订环境目标和指标, 以反映所期望的环境行为的改进

# 环境管理体系运行模式





## (四) 如何建立环境管理体系

准备与筹划 [见下页]

初始环境评审 [见下页]

体系策划 [明确环境管理要求，建立环境管理体系]

文件编制 [手册、程序文件、作业指导书]

体系试运行 [试运行3-6月，修改、融合]

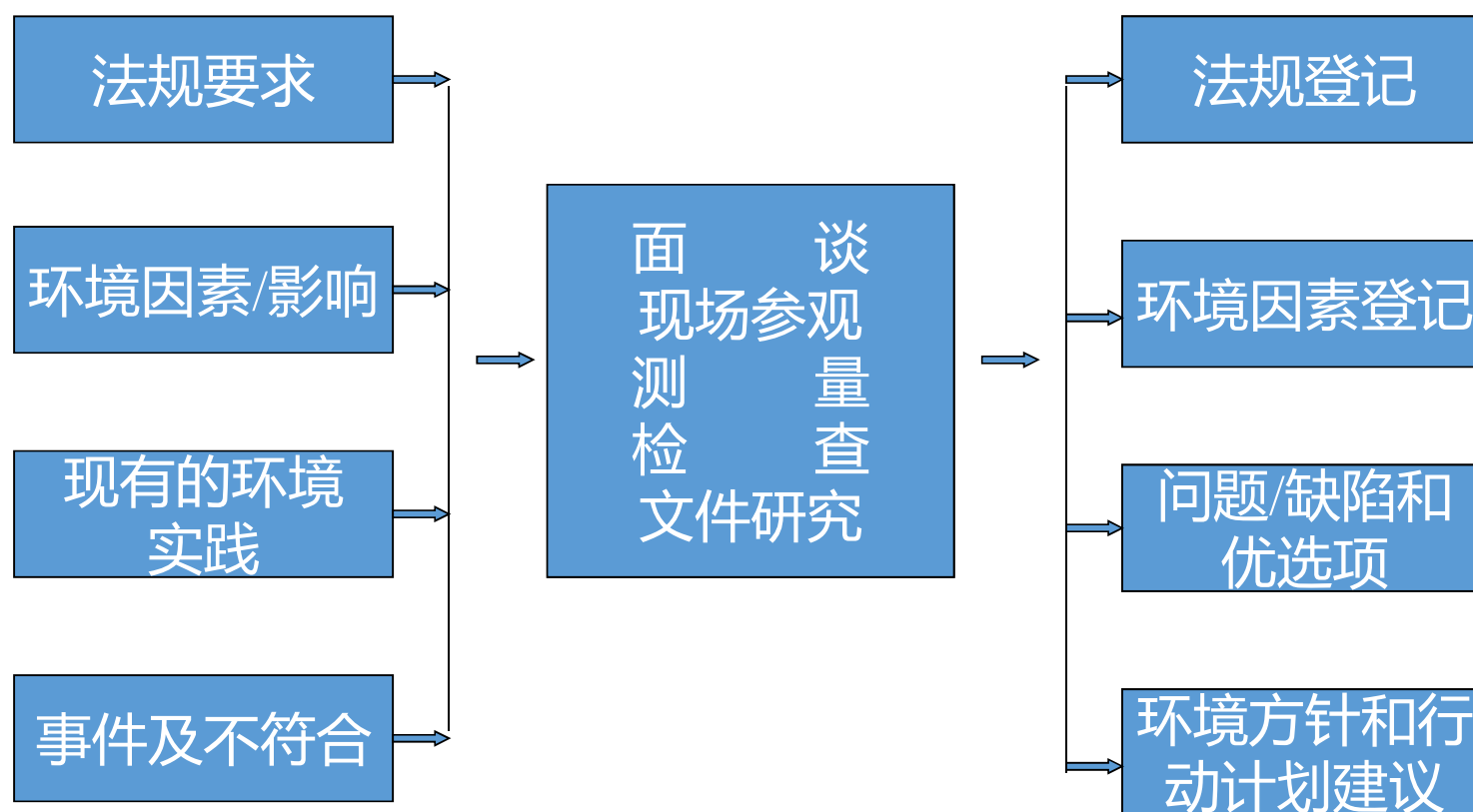
内审 [对运行情况的符合情况进行检查]

管理评审 [间隔一定时间对环境管理体系进行评审、修订]

模拟第三方认证 [咨询公司模拟认证]

第三方认证

## 初始环境评审的内容





## 评审应该包括:

法律、标准、法规（对照法规看企业现状）

潜在的环境问题及受关注问题

设施与运行

管理及操作惯例

以往的环境事故、意外事件及处罚情况

## 各部门工作内容的侧重点

序号	工 作 内 容	主要责任部门
1	产品中的环境因素识别	设计、工艺、销售服务、质量
2	生产活动中的环境因素识别	工艺、制造、运输、销售、环保
3	管理活动中的环境因素识别	行政、基建、供应、环保
4	能源方面的环境因素识别	动力、设备、财务
5	资源方面的环境因素识别	供应、计划、工艺、财务
6	紧急状况下及相关的环境因素识别	动力、设备、仓储、供应、基建、安全、环保
7	环境影响评价及确定重大环境因素	环境管理者代表组织工作组完成
8	法律法规的收集与识别	环保、安全、生产、质量
9	起草环境方针、制定环境因素识别及评价程序、制定目标、指标和环境管理方案	管理者代表、专门小组
10	环保项目投资预算，费用统计和财务安排	管理者代表、财务处



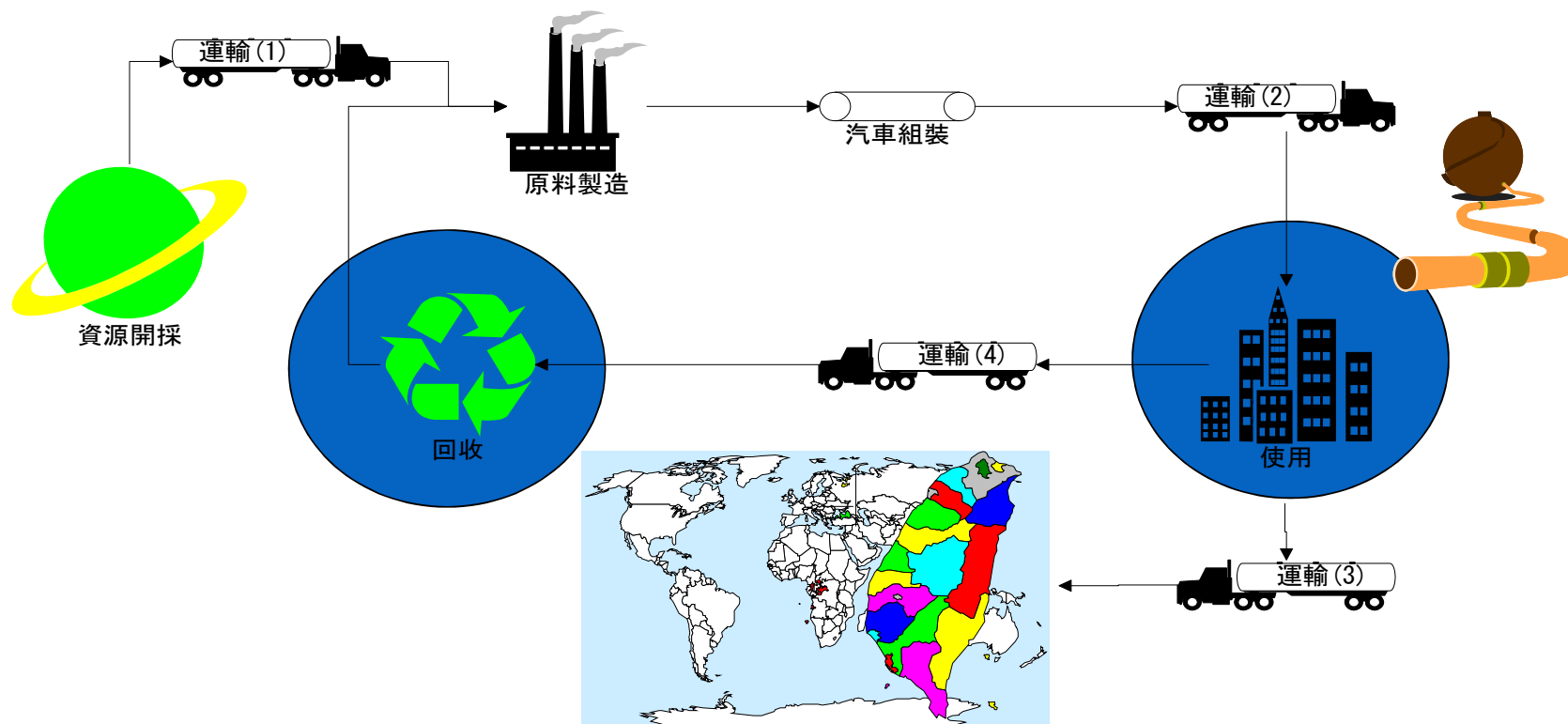
## ISO14000 - 技术标准

# 产品生命周期的环境管理

- (1) 产品生命周期环境管理的提出**
- (2) 产品生命周期的评价方法**
- (3) 生命周期评价实例**



## 生命周期的阶段(图)



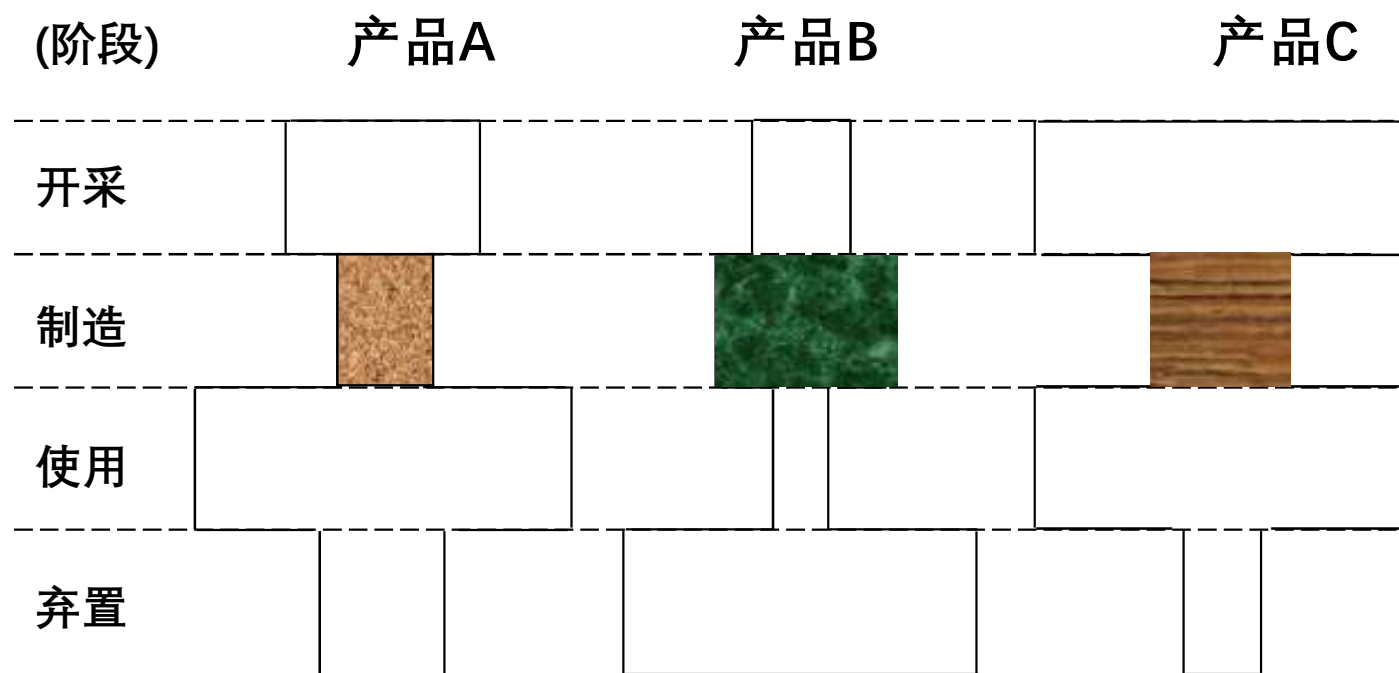
## (1)产品生命周期环境管理的提出

### ISO 14000 环境管理标准系列中的生命周期评估



## (1)产品生命周期环境管理的提出

### 产品生命周期中对环境的影响



\*面积表示对环境的影响/污染程度(包括运输与包装)

产品生命周期评价之作用为

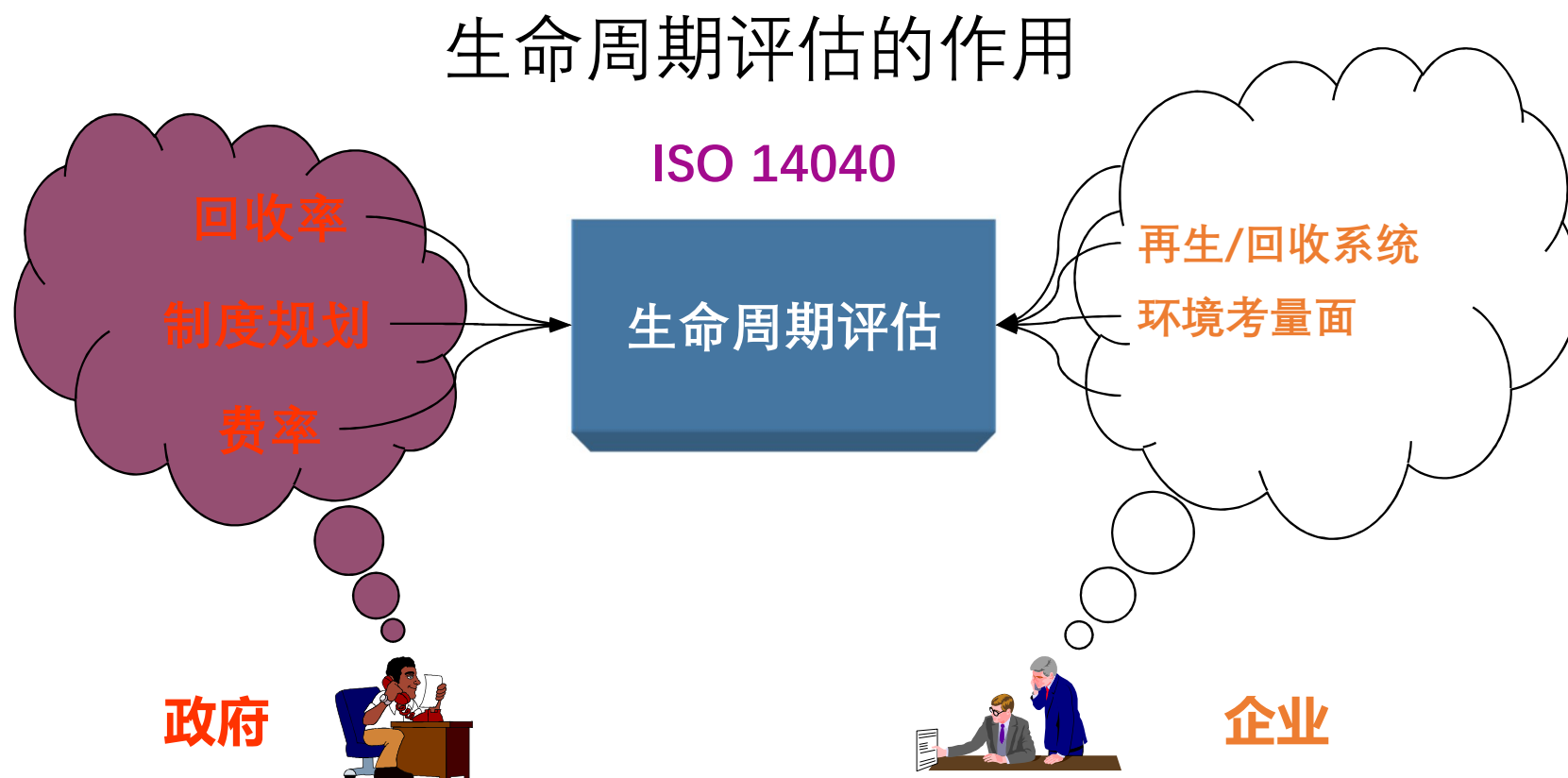
- 求出各阶段之污染耗能数据
- 并将其对环境之冲击数量化

## (1)产品生命周期环境管理的提出

### 不同产品在生命周期不同阶段的“环境负荷”比较

生命周期阶段	影响最大的特性	Examples
开采	●产品育成或提炼不易	●农牧产品\稀有金属
制造	●高污染性产业	●电镀器具\特殊药品
使用	●耗能 / 耗资源的可重复使用的器具	●洗衣机\汽车
弃置	●具危害特性\不易处理的物质	●电池\饮料容器

## (1)产品生命周期环境管理的提出





## (2) 产品生命周期的评价方法

a [清单分析]    b [影响评估]    c [改善分析]

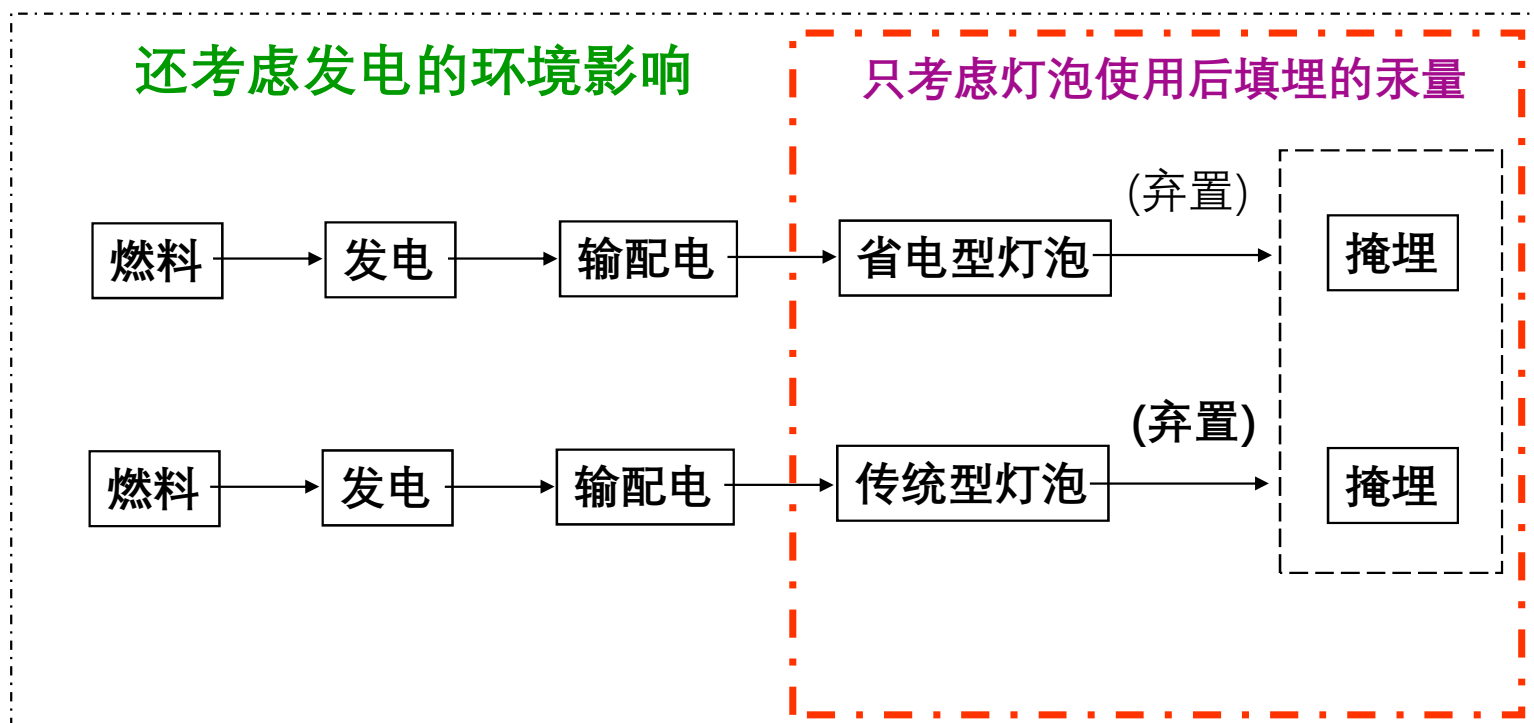
**思考题:**

省电型灯泡 与 传统灯泡相比

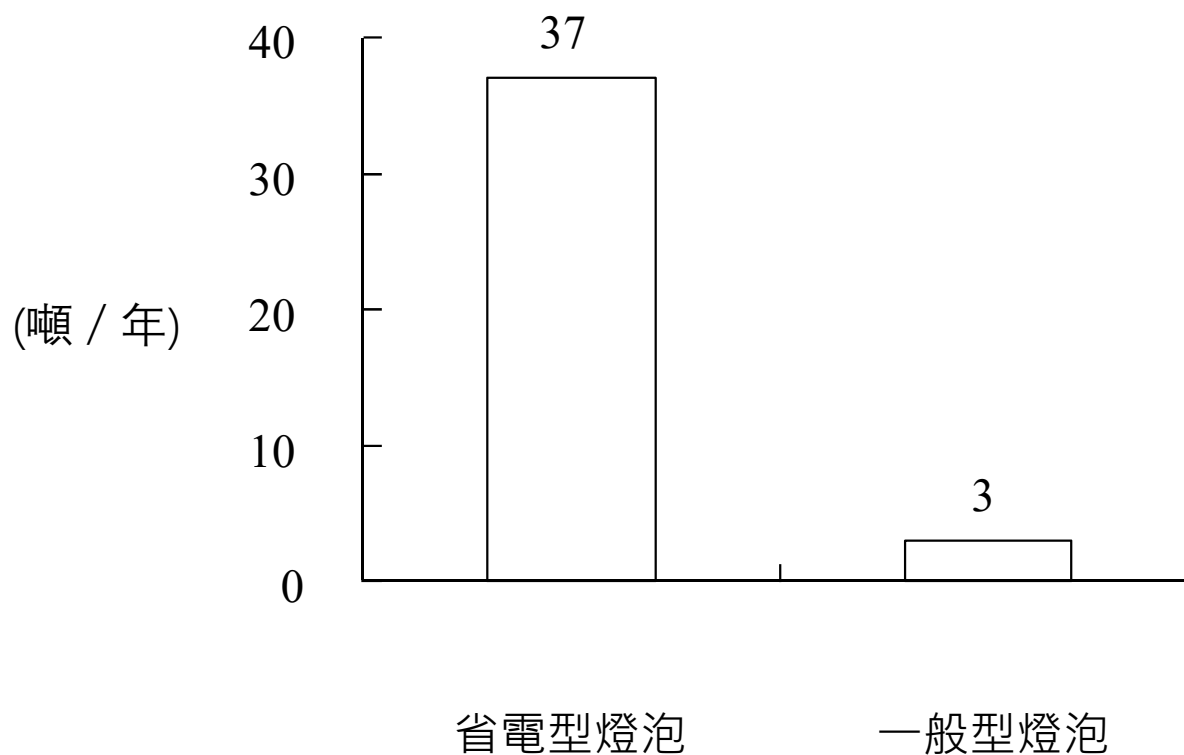
何者比较环保，您知道吗？

# 灯泡的LCA系统－范畴的考虑

范畴的不同就会有不同的结果：



## 全美国电灯泡每年进入掩埋场的汞量







# 节能灯泡的环境影响分析

1.(省电型灯泡产汞量) = (一般灯泡产生之汞)  $\times$  (4 ~ 10)

2.以美国为例，省电型灯泡节省用电量50%，每年

- 减少232百万吨CO<sub>2</sub>

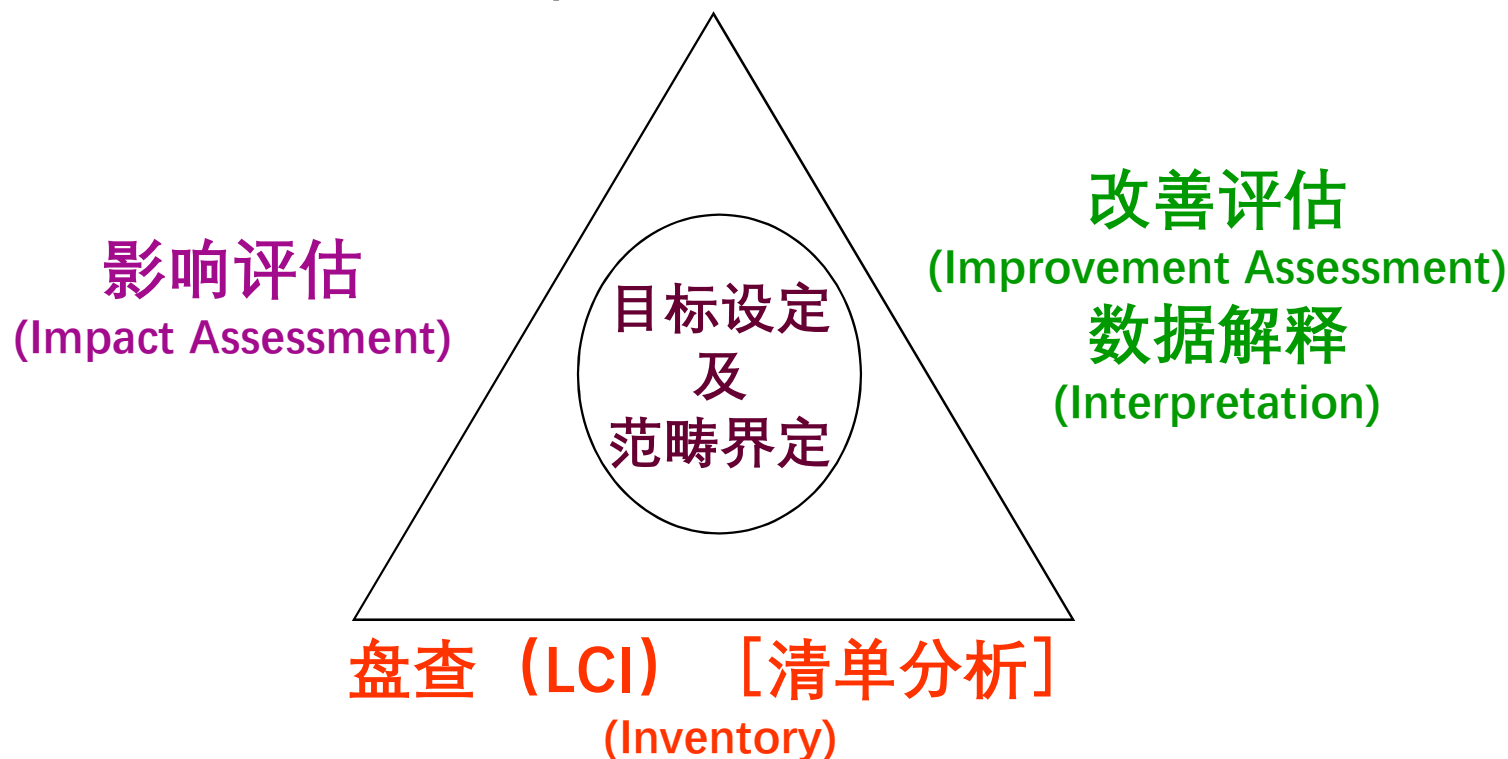
- 减少1.7百万吨SO<sub>2</sub>

- 减少0.9百万吨NO<sub>2</sub>

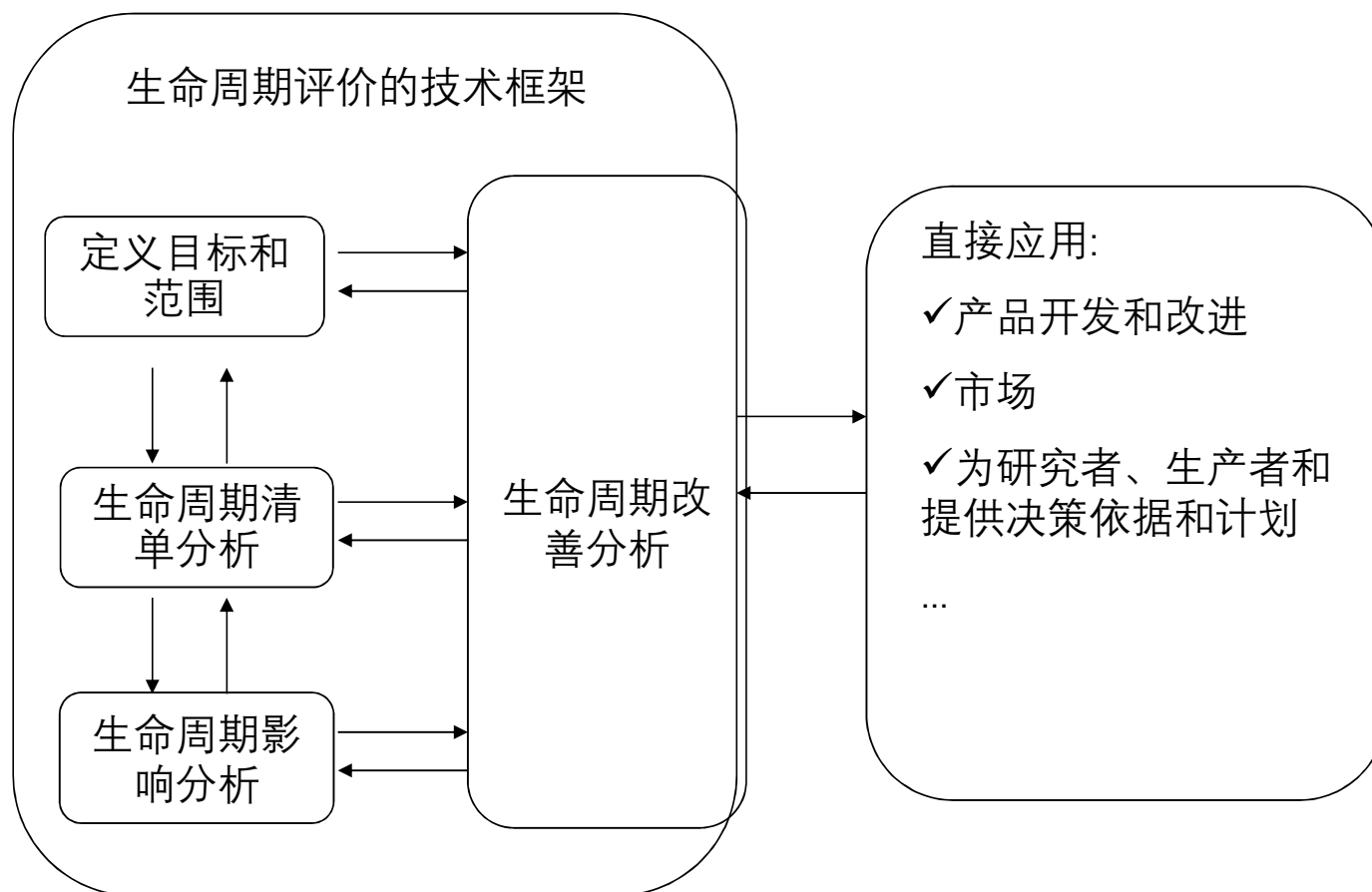
结论：如果只从汞的开采\使用\弃置\填埋来考虑,节能灯泡显然是不环保的,如果将火力发电造成大气污染的过程也纳入考虑的范围,节能灯泡可能还是值得推广的环保产品.

## (2) 产品生命周期的评价方法

### 产品生命周期评估的架构

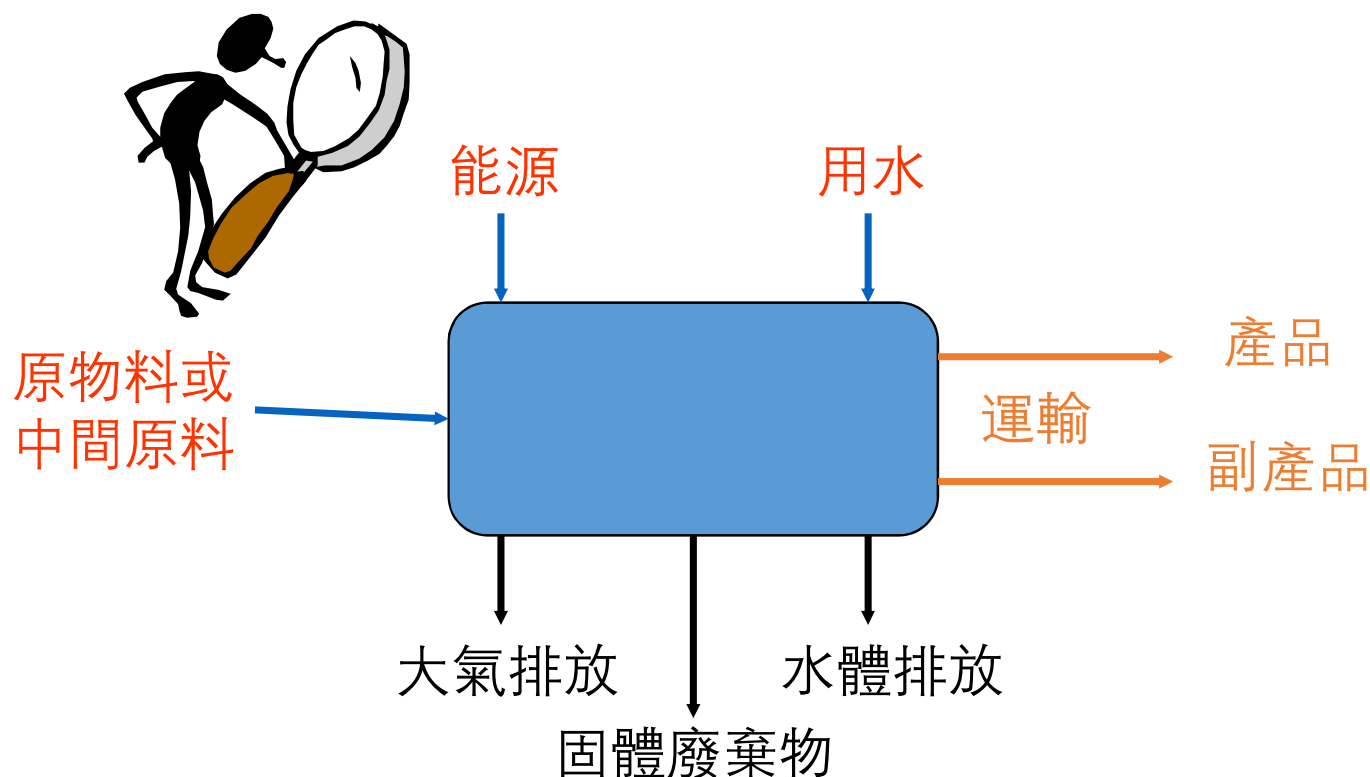


# 框架图的另外一种表达形式

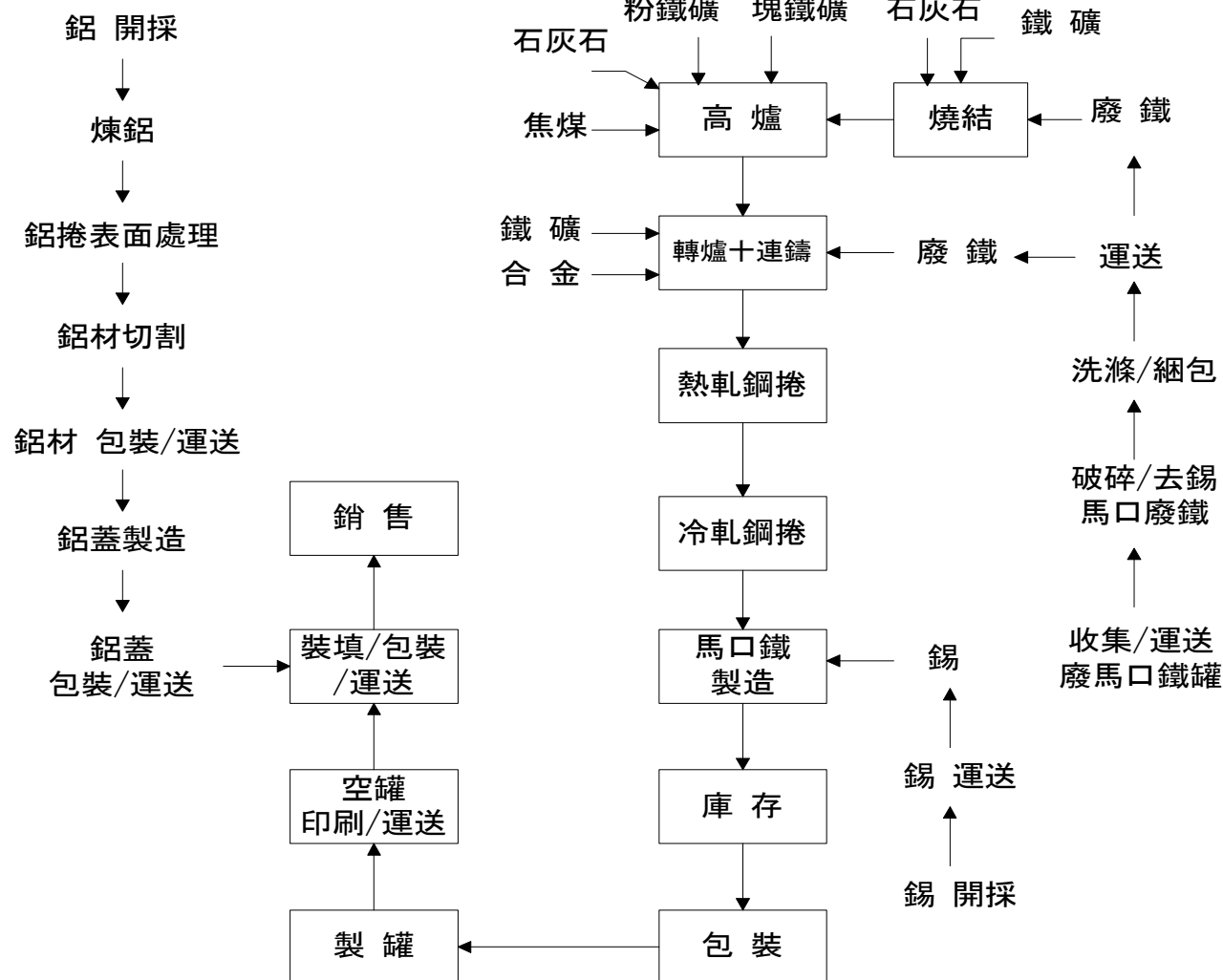


a [清单分析]

## 清单（盘查）分析范本



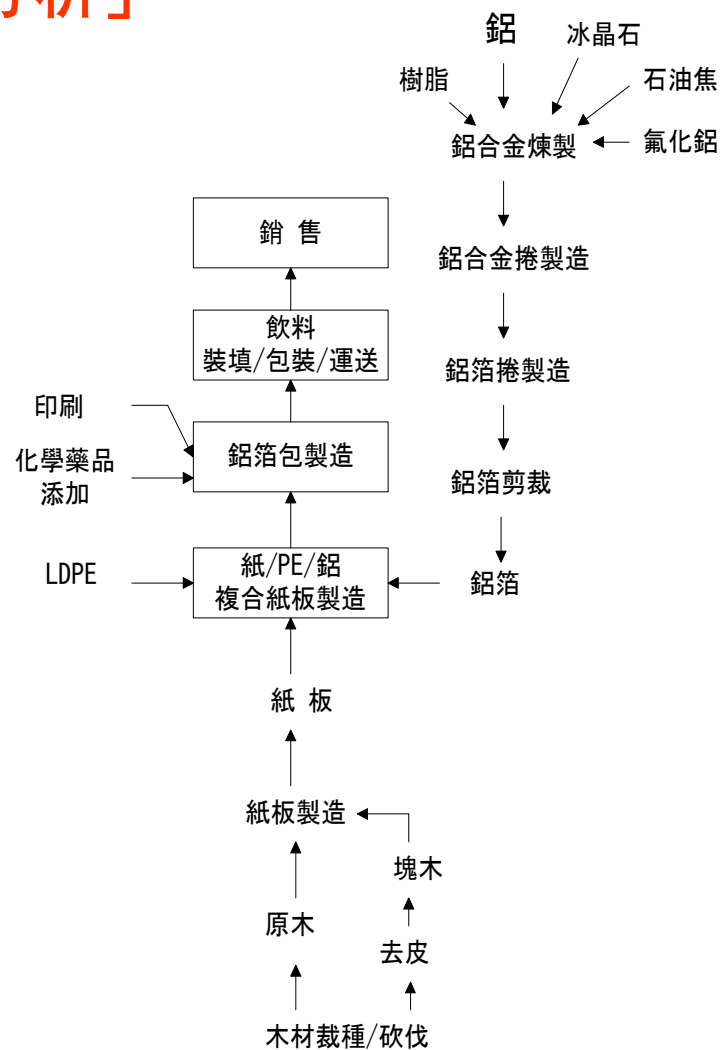
## a [清单分析]



例如..

马口铁罐 LCA 评估系统范围

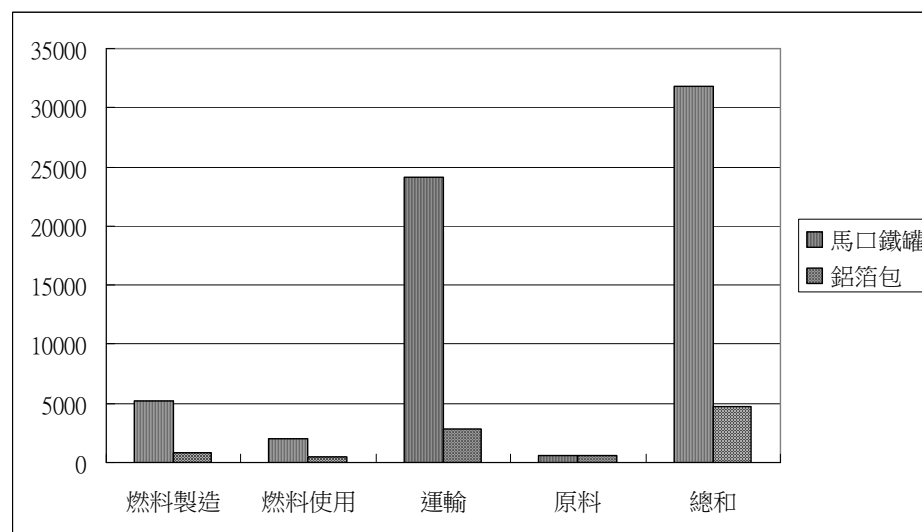
## a [清单分析]



## 铝箔包LCA评估系统范围

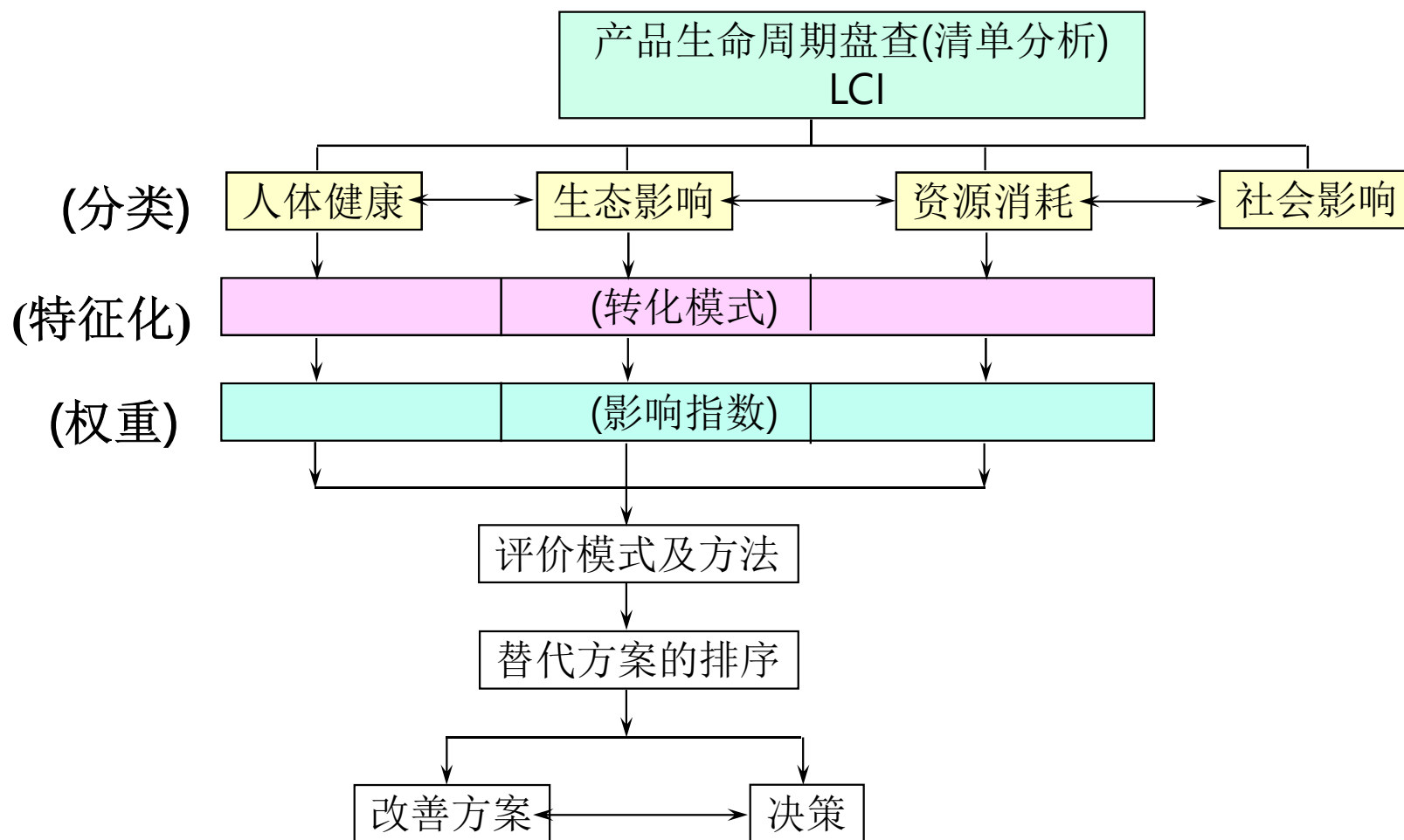
## a [清单分析]

## 马口铁罐及铝箔包能源种类消耗的比较



## b [影响评估]

## LCA影响评估架构





## b [影响评估]

## 生命周期影响评估实例 (特征化)

盘查	重量(%)	温室效应 (CO2 equiv. kg)	系数
CO2; (98.4%)	100 kg	← CO2;	1
N2O;	1.2 kg (1.2%)	← N2O;	310
HFC-134a;	0.4 kg (0.4%)	← HFC-134a	1300
		kg	(%)
		CO2;	100 (10%)
		N2O;	372 (38%)
		HFC-134a;	520 (52%)
Total;		992	(100%)

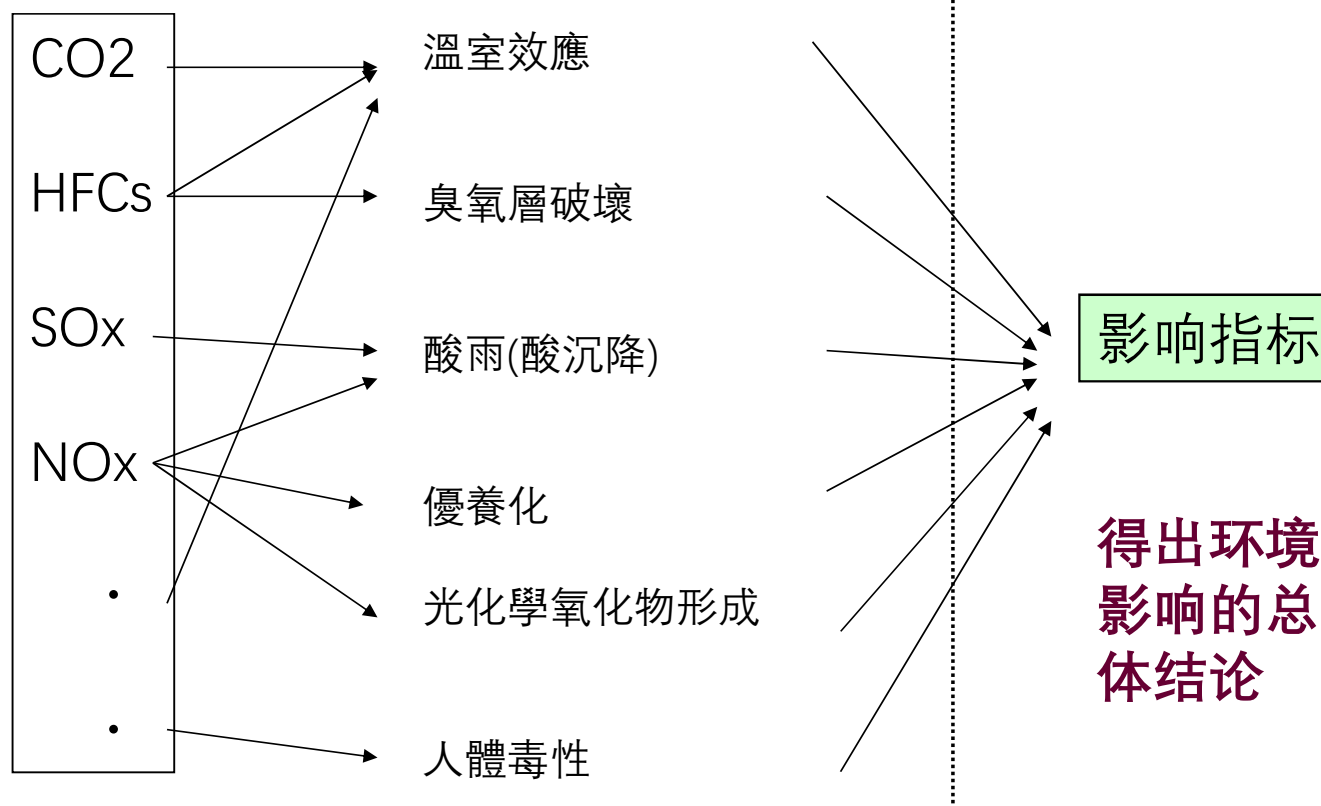
## b [影响评估]

## 影响评估方法

分类  
特征化

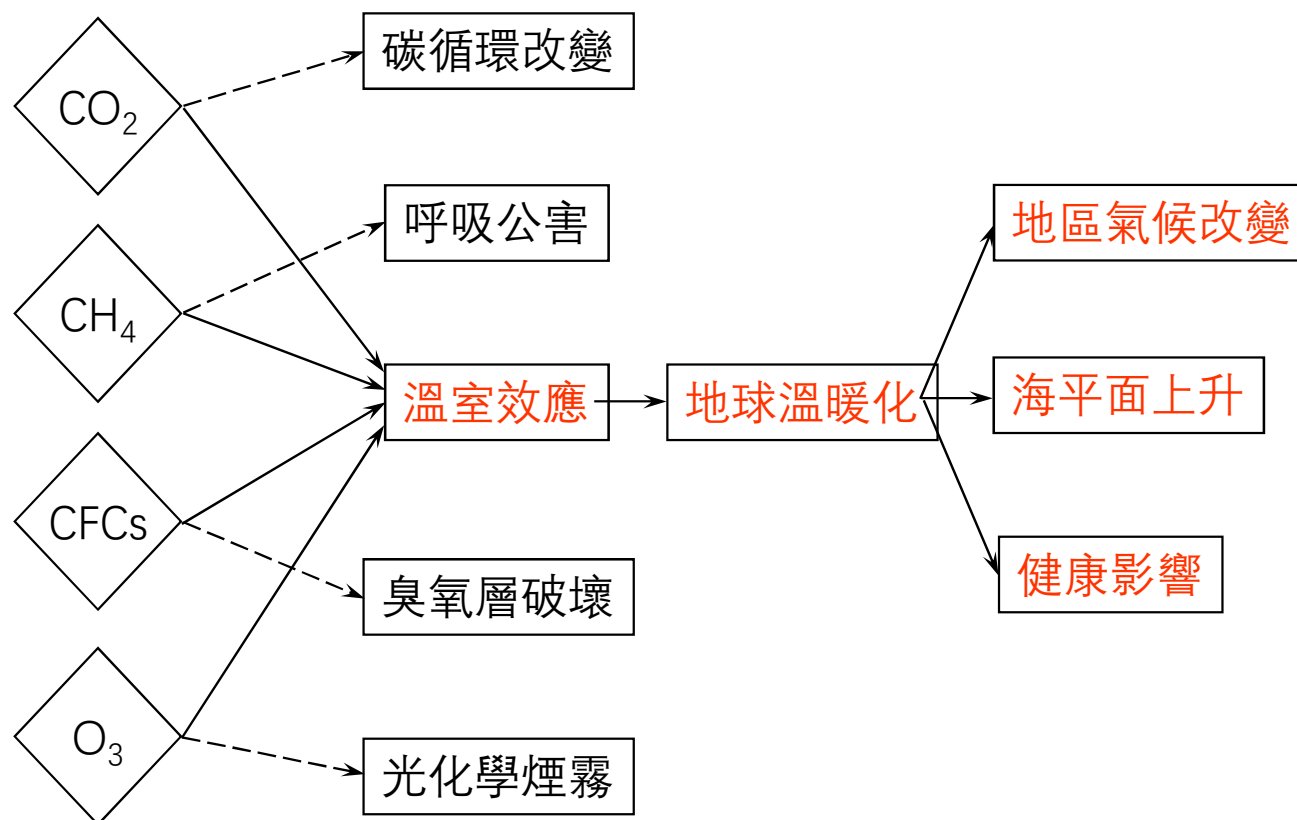
权重 (赋值评价阶段)

将不同的环境影响综合考虑



**b [影响评估]**

注：不同评估条件可引发共同的影响





## c [改善分析]

# 生命周期的改善分析

阐释合并盘查分析与影响评估的观察结果；或者盘查分析的观察结果，与目的、范畴整合一致的阶段，以达成结论与建议。

得到结论与建议，并给与决策者

(3) 生命周期评价实例

## 汽車保險桿之環境負荷比較

(複合材料 vs 鋼鐵材料) 《資料來源：瑞典 VOLVE》

生命週期階段		複 合 材 料		鋼 鐵 材 料	
		重量(公斤)	負荷指數	重量(公斤)	負荷指數
生 產	材質製造	4.0	2.32	9.0	8.82
	材質加工	4.0	0.12	9.0*	0.74
	回 收	0.3	-0.17	3.0	-2.76
使用條件 (相對之耗油)		29.6 (汽油)	24.27	48.0 (汽油)	39.36
消費後之回收		3.7	-0.78	6.0	-5.52
total			25.76		40.64

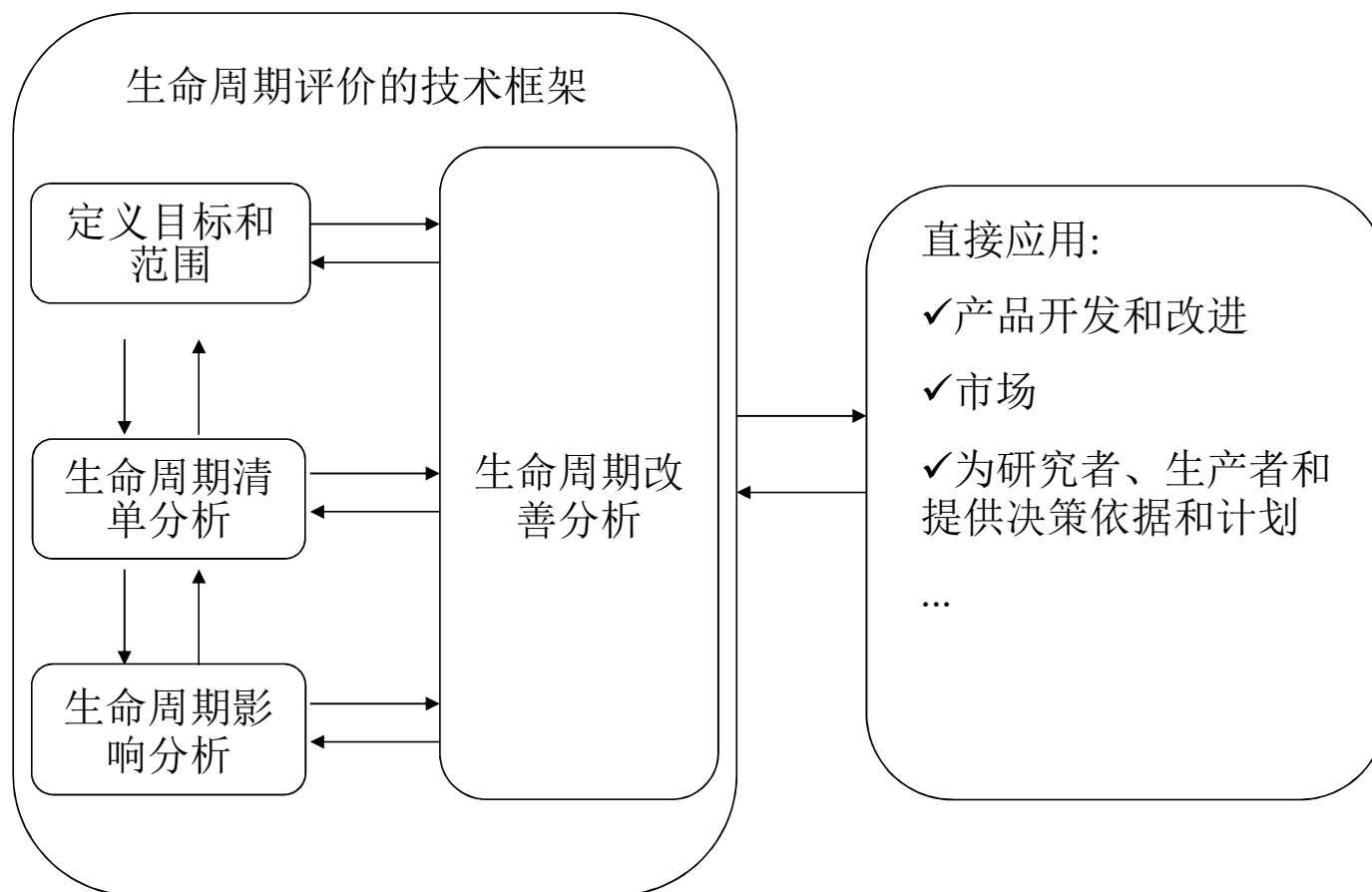
\* 包含焊接及塗裝作業

\*\* 負荷指數乃依據瑞典工業總會建立之環境負荷指標



# 新西兰牛奶产品的生命周期评价案例

# LCA: 生命周期评价





# 如何实现对牛奶产品的LCA分析





# 1<sup>st</sup> step: 本次评价的目标

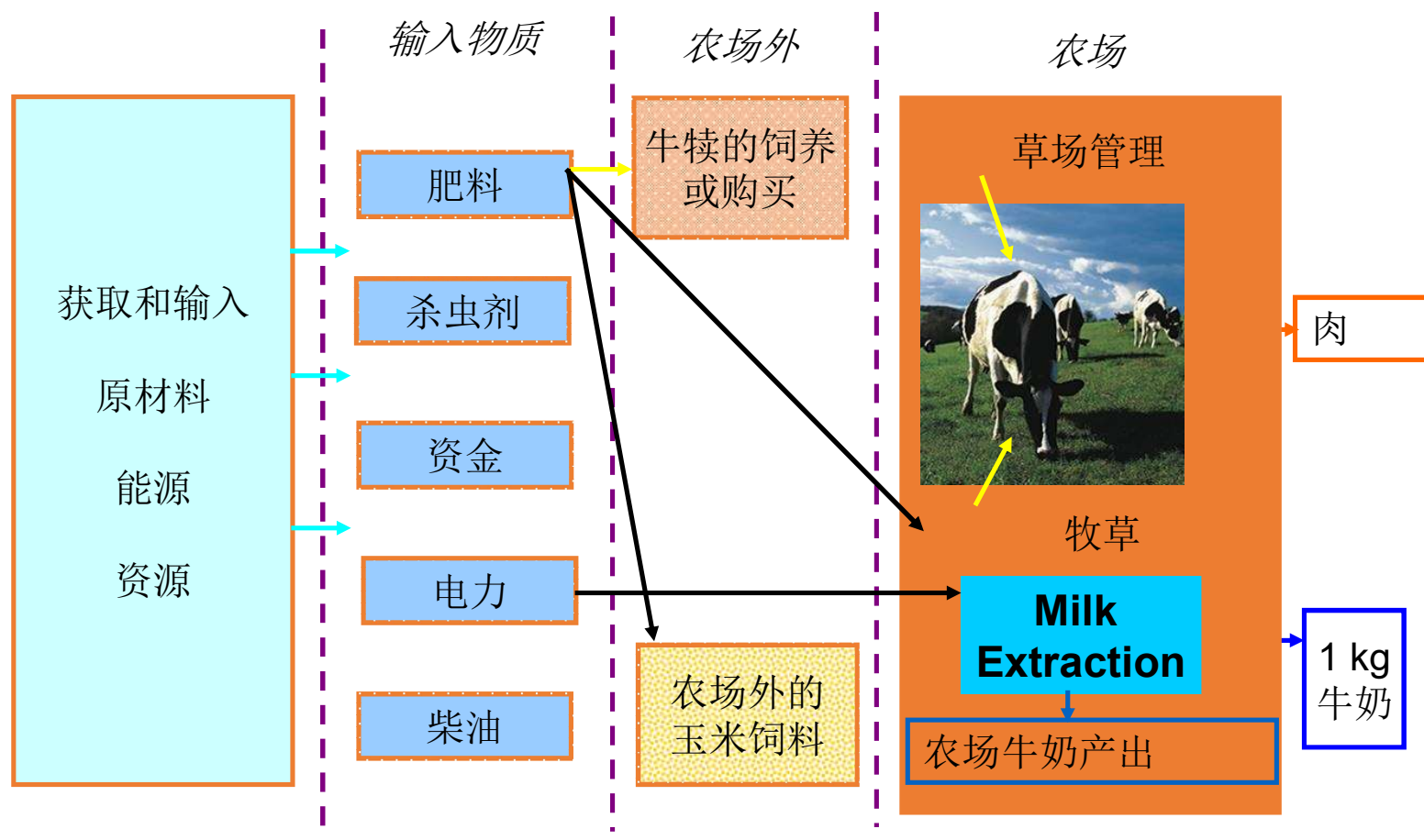
- 将新西兰和欧洲牛奶生产进行比较，得到新西兰牛奶生产全过程的环境影响



# 1<sup>st</sup> step: 研究目标和范围

**限定此次评价的范围: “从摇篮到出厂”**

# 新西兰传统的牛奶产品生命周期分析





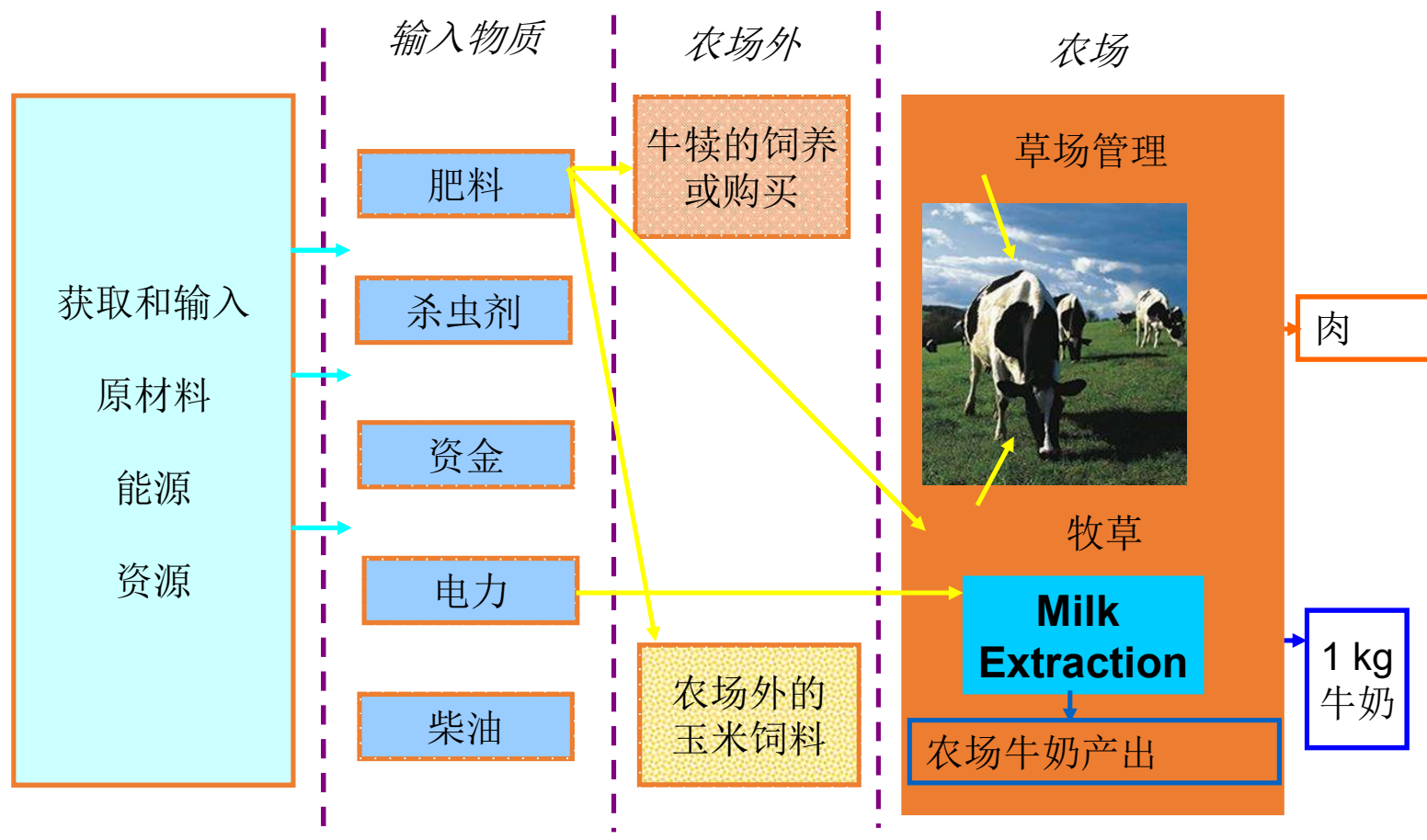
## 1<sup>st</sup> step: 目标和范围研究

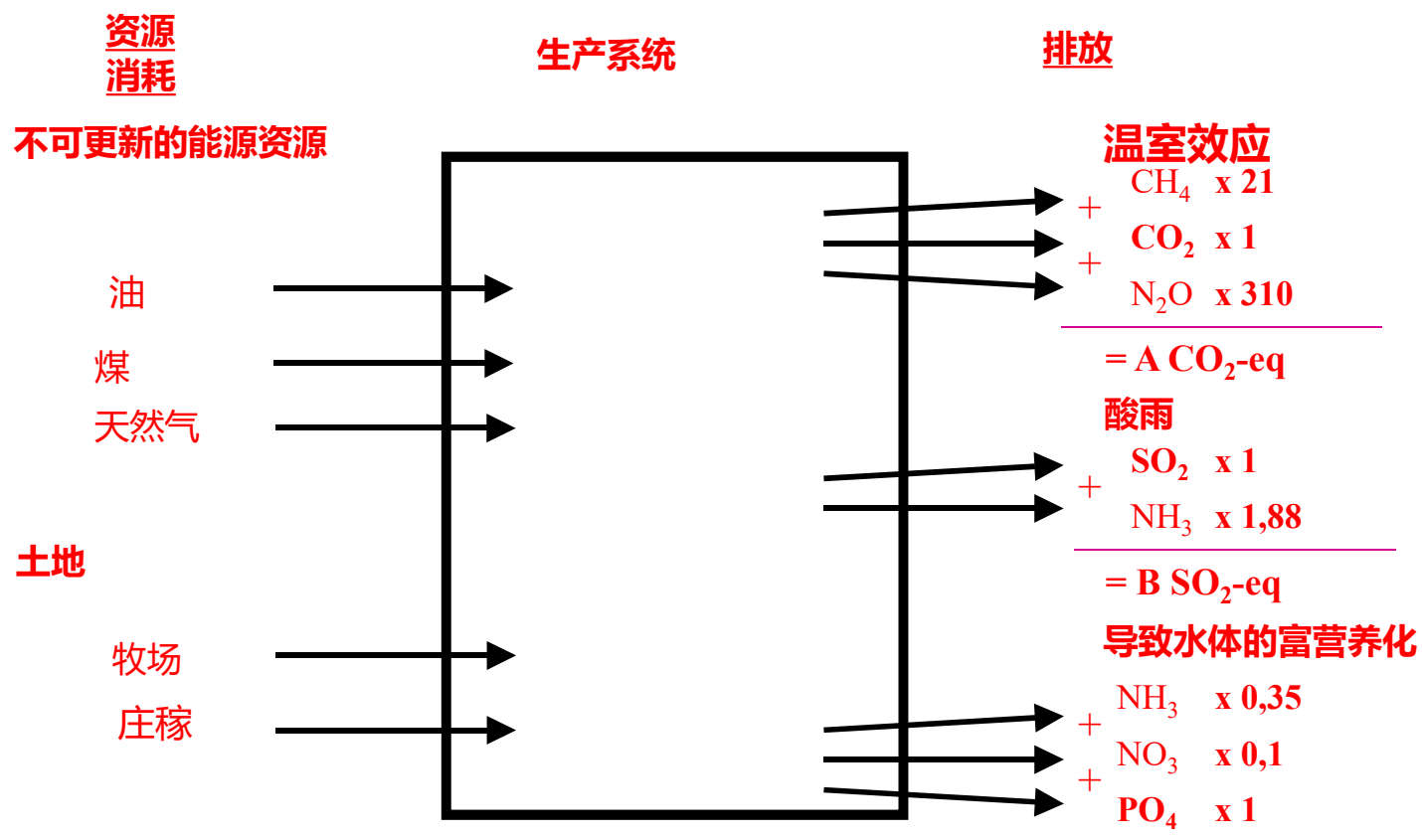
功能单位:

1 kg 牛奶

1 ha 土地 (草场)

## 2<sup>nd</sup> step: 资源使用和污染物排放的清单分析





(Guinée et al., 2002)

## 4<sup>th</sup> step: 与其他LCA的比较 [解释, 改善分析]

	Swedish Cederberg & Mattsson, 2000	German Haas et al., 2001	本次评价
系统边界	从摇篮到出厂	从摇篮到出厂	从摇篮到出厂
研究的农场	试验农场	商业 农场	平均系统
产品	Conv., organic	Conv. , organic	Conventional
影响分类	GWP, eutrophication, acidification, ecotoxicity, energy and land use	GWP, eutrophication, acidification, energy use	GWP, eutrophication, acidification, energy and land use

**有机牛奶:**

严禁使用化学物质处理种子

严禁使用基因工程方法育种。

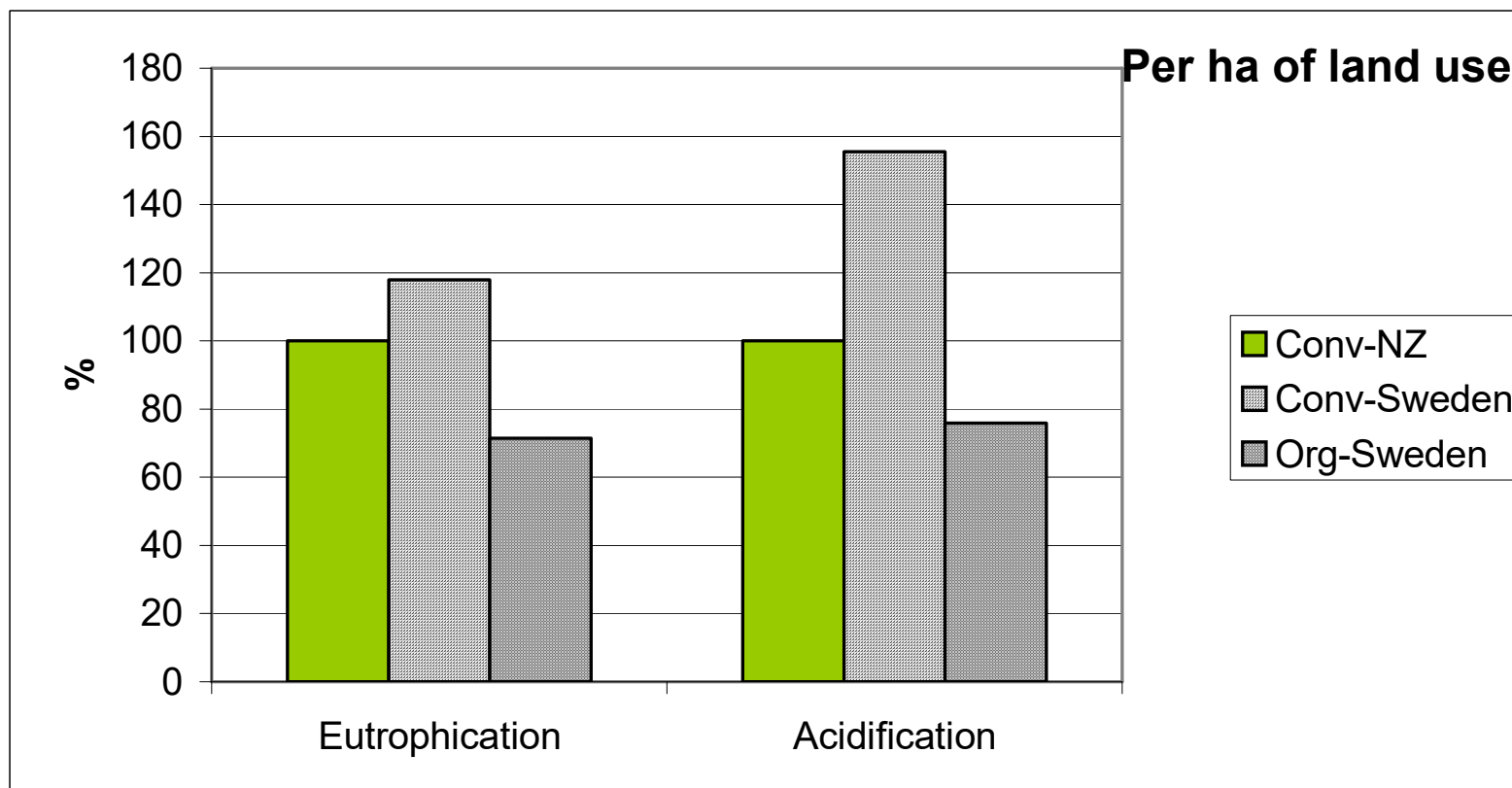
严禁使用人工合成的化学农药和化学类、石油类以及氨基酸类除草剂和增效剂,

**传统牛奶的生产没有这么严格。**

## 比较结果

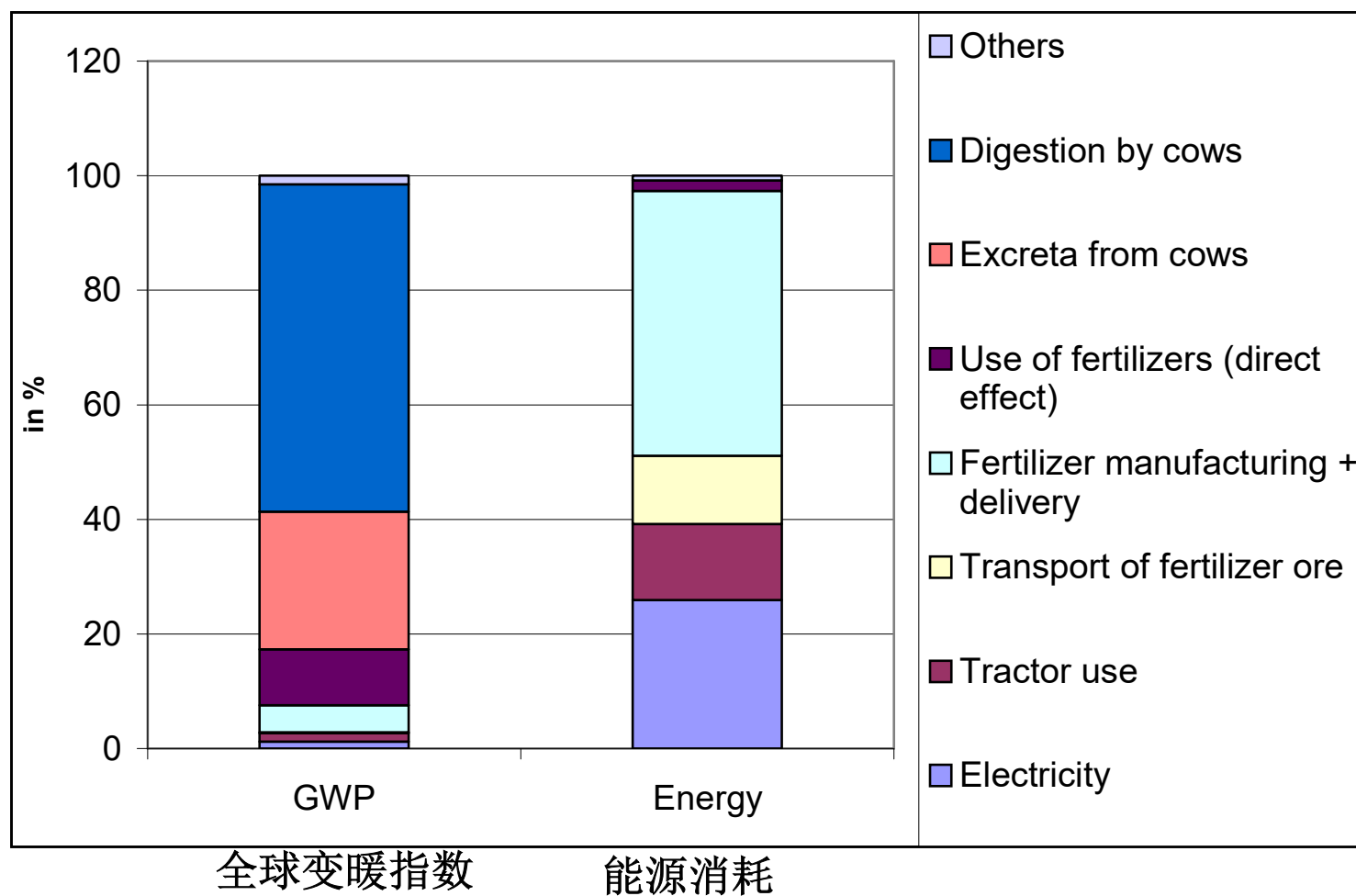
CONV: 传统生产模式

CONV: 有机牛奶生产模式

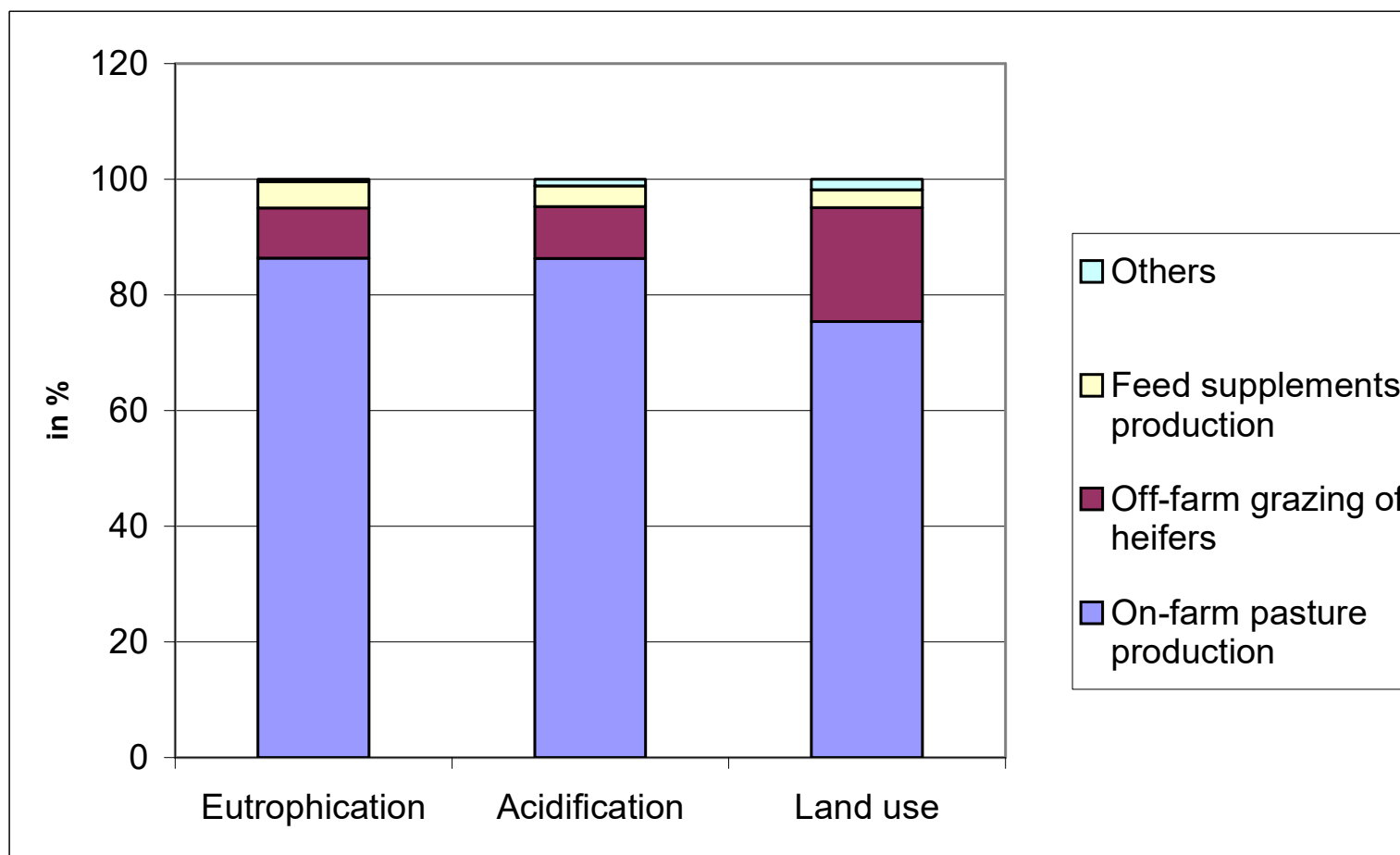




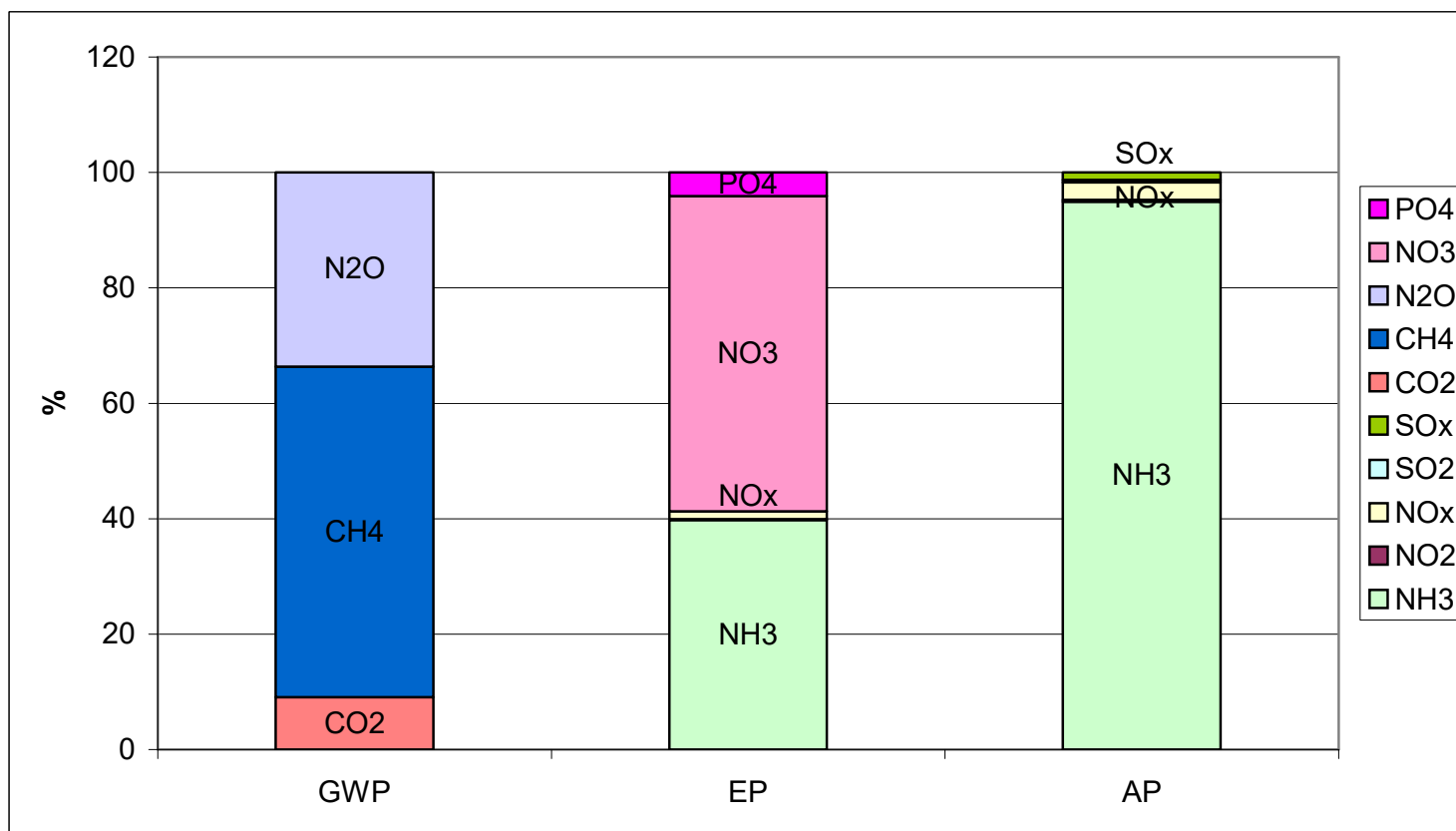
## 对全球气候变暖和能源使用的有贡献的主要单元



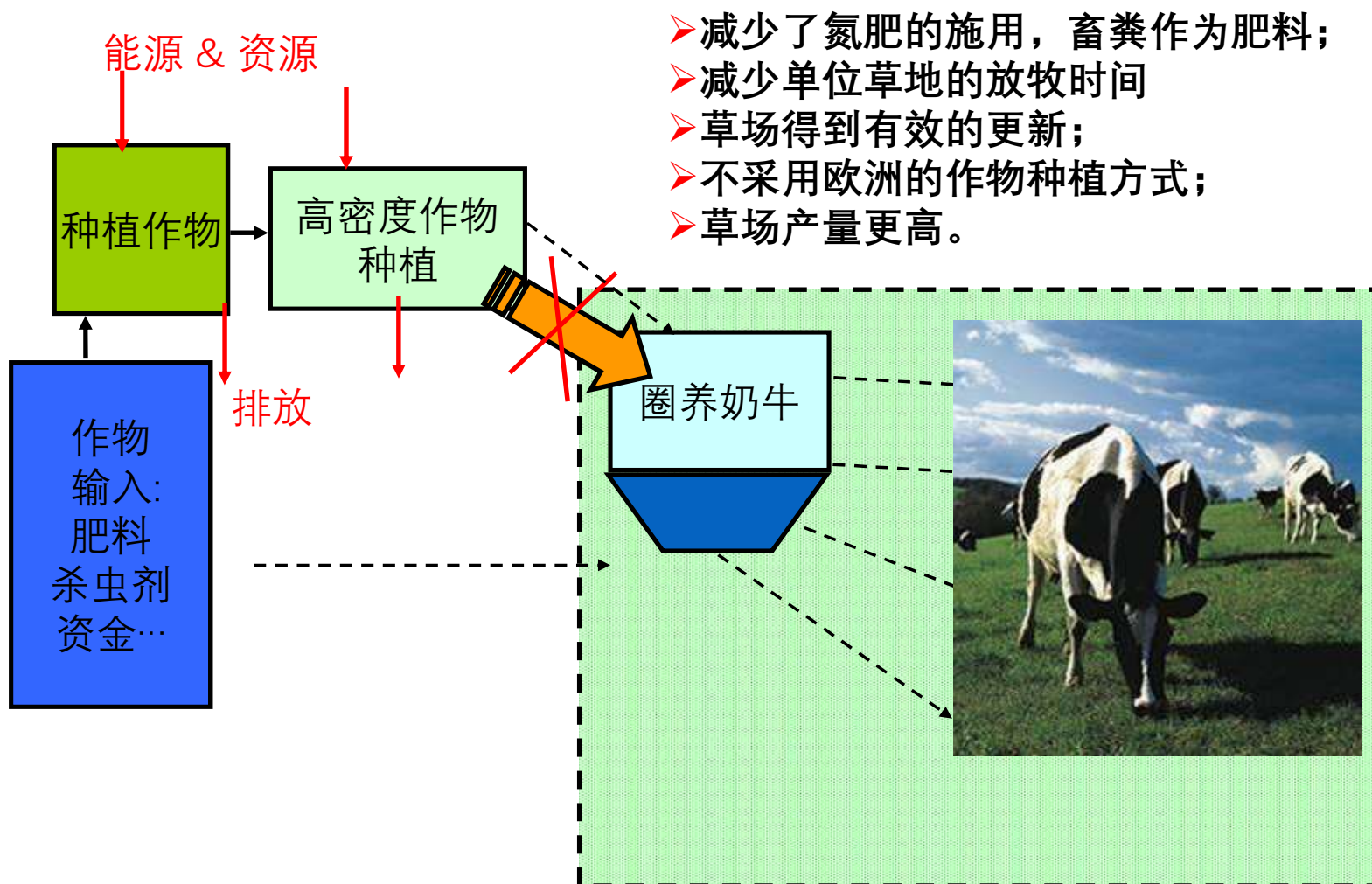
## 新西兰传统奶牛养殖模式中对富营养化、酸化、土地使用等环境影响的贡献单元



## 新西兰传统奶牛养殖模式的气态污染物排放



## 新西兰的牛奶产品为何有竞争力？





课堂练习（写好院系、姓名、学号）：

1) 清洁生产理念在社会生产生活中得到广泛的普及，请说出你所理解的清洁生产理念是怎样的。并请举出一个例子来支持你所阐述的理念。

谢谢大家！