



COSMIC 度量手册

ISO 19761

第一部分：
原则，定义 & 规则

5.0 版本

2020.5

前言

现代社会非常依赖于软件，软件度量的重要性达到了前所未有的高度。软件功能规模度量是一种可靠且统一的用来估算、策划软件任务以及进行标杆对比的方法。

COSMIC 度量方法是度量软件功能规模的现代化、标准化的产物。该方法起源于 20 世纪 90 年代末，对早期的功能点规模度量方法进行了重新编写，并在 2003 年被认可为 ISO 标准。

COSMIC 规模度量方法适用于度量所有类型的软件。该方法既适用于传统的软件开发方法，也适用于现代化的敏捷方法及大规模敏捷方法。

度量手册

COSMIC 度量手册描述了核心的度量方法论，该 5.0 版本对 4.0.2 版本进行了简化，但并没有修改度量的定义、规则和指南方面的内容。该版本包括三个部分：

第一部分：原则、定义&规则

第二部分：指南

第三部分：COSMIC 概念和度量实践的举例

第一部分和第二部分描述了认证相关的所有内容。

进一步的解释、指南、翻译版本、实践案例及其他材料可访问 www.cosmic-sizing.org。

本版本（2020.5）变更：

删除原则 10（与规则 24 重复），前言修改为更加强调 COSMIC 方面，以及其他较小的文字调整。

编辑：

Alain Abran，魁北克大学（加拿大）

Peter Fagg（英国）

Arlan Lestherhuis（荷兰）

COSMIC 度量实践委员会的其他成员：

Diana Baklizky,（巴西）

Jean-Marc Desharnais, 魁北克大学（加拿大）

Cigdem Gencel, 博尔扎诺自由大学（意大利）

任甲林, 麦哲思科技（北京）有限公司（中国）

Bruce Reynolds, Telecote 研究所（美国）

Hassan Soubra, 开罗德国大学（埃及）

Sylvie Trudel, 魁北克蒙特利尔大学（加拿大）

Frank Vogelesang, Metri 集团（荷兰）

中文版翻译者&校对者：

郭玲，麦哲思科技（北京）有限公司

任甲林，麦哲思科技（北京）有限公司

夏思文，易才人力资源公司

张坤，上海千杉网络技术发展有限公司

高艳，无锡农村商业银行

程敏，中汇信息技术（上海）有限公司

徐妍玲，麦哲思科技（北京）有限公司

版权 2020。版权所有。通用软件度量国际联盟（COSMIC）。非用于商业目的情况下，允许拷贝材料的部分或全部内容，但必须引用文档的标题、版本号和日期，并指明是根据 COSMIC 的授权许可。否则，拷贝需要特殊许可。

目录

1. 介绍.....	5
1.1 目的.....	5
1.2 概览.....	5
1.3 COSMIC 方法的模型和原则.....	5
1.4 定义.....	6
2. COSMIC 度量过程.....	9
3. 度量策略阶段	10
3.1 来自于软件环境模型的度量策略.....	10
3.2 确定 FSM 的目的和范围	10
3.3 识别 FUR.....	11
3.4 识别层	11
3.4.1 FSM 的范围和层.....	11
3.4.2 层的特点.....	11
3.5 识别功能用户	11
3.6 识别软件边界	11
4. 映射阶段	12
4.1 通用 - 把 FUR 映射至通用软件模型	12
4.2 识别功能处理	12
4.3 识别兴趣对象和数据组	12
4.4 识别数据移动	13
4.5 数据移动的分类.....	14
5. 度量阶段	15
5.1 度量阶段过程	15
5.2 功能规模的计算.....	15
6. 度量报告	16
参考	16

1. 介绍

1.1 目的

本文档的目的是对 COSMIC 功能规模度量方法（即 COSMIC 方法）的原则、定义和规则，以及 COSMIC 度量过程进行说明。

本文档的第一部分只包含参考材料，即**做什么**，正如 ISO 19761[3]中所述。COSMIC 小组制定的**如何在不同场景中应用 COSMIC 的指南**，请参考第二部分。关于相关的**案例**，请参考第三部分。为了详细说明 COSMIC 方法在多种场景（如敏捷、业务应用、实时等）以及技术（如 SOA、手机等）中的应用，COSMIC 小组还发布了其他文档。

1.2 概览

COSMIC 方法通过使用一组模型、原则、规则和过程，来度量某给定软件块的功能用户需求（简称 FUR）。

其结果是一个“量值”（由 ISO 定义），代表了软件块按照 COSMIC 方法度量得到的功能规模。这个数值是一个定比刻度类型¹，因此可用于各种合法的数学运算。

COSMIC 方法采用了 ISO 中关于功能用户需求（FUR）的定义。

1.3 COSMIC 方法的模型和原则

COSMIC 方法基于 16 个软件工程原则，可分为两个模型：

COSMIC 软件环境模型：包含了 COSMIC 方法要求的识别待度量软件的本质和结构的原则，有助于 FUR 的识别。

通用软件模型：包含了应用在 FUR 上的原则，以便使用 COSMIC 方法提取并度量功能规模的元素。

原则-COSMIC 软件环境模型

1. 一个软件应用程序通常结构化为多个层次。
2. 一层可能包括一个或多个独立的软件块。
3. 软件块由功能性用户需求（FUR）所描述。
4. FUR 是在可以识别功能处理的颗粒度级别描述的。
5. 软件块向其功能用户交付 FUR 中描述的功能。
6. 待度量的软件块由功能规模度量(FSM)的范围来定义，且被完全限制在一层中。
7. FSM 的范围定义了待度量的功能处理，并依赖于度量目的。

接下来介绍的通用软件模型将识别功能中有助于通过 COSMIC 方法度量功能规模的组件。

¹ 译者注：数据的取值范围可以分成 4 种类型：定类、定序、定距与定比刻度。定比刻度类型也称作比例刻度类型，该类型的数据可以做加减乘除等各种数学计算。

原则 – COSMIC 通用软件模型

1. 软件块跨越边界与功能用户进行交互，并与边界内的持久性存储介质进行交互。
2. 功能处理由被称为数据移动的子处理组成。
3. 数据移动共分为四类子类型：输入、输出、写、读，各自包含了与之关联的数据运算。
4. 一个数据移动仅移动单个数据组。
5. 一个数据组由唯一的一组数据属性构成，描述了一个单一的兴趣对象。
6. 每个功能处理由一个触发事件启动，该触发事件被一个功能用户检测到，并引起一个称为触发输入的数据移动。
7. 功能规模基于功能用户/功能处理/功能点/兴趣对象等的类型，而不是其发生的次数。
8. 功能处理的规模等于数据移动的个数，一个数据移动的规模是 1CFP。
9. 软件块的规模是 FSM 范围内的功能处理的规模总和。

注：这些原则是用 COSMIC 方法的术语描述的。

1.4 定义

在本节中：

- 按原样复制 ISO 文档中的定义，但没有将 ISO 文档中的注释复制到本文档；
- 带下划线的文本是本节中定义的术语。

应用软件

通过电脑收集、保存、处理和展示数据的软件系统。[改编自[4]]

基础功能构件(BFC)

出于度量目的，由 FSM 方法定义并使用的功能性用户需求的基本单位。[1]

边界

被度量软件及其功能用户之间的一个概念性接口。

构件

软件系统中由于软件体系架构的原因，被单独定义/设计/开发而独立存在的模块。

控制命令

人类功能用户用来控制使用软件的命令，但不包含任何与被度量软件 FUR 的兴趣对象有关的数据移动。

COSMIC 度量单位

1CFP (COSMIC 功能点)，被定义为一个数据移动的规模。

数据属性

在一个已识别的数据组里从软件功能性用户需求角度来看具有意义的最小信息单元。[3]

数据组

数据组类型

一个唯一的、非空的、无序的、非冗余的数据属性的集合，其中每个数据属性描述了同一个兴趣对象的一个互补的侧面。[3]

数据运算

除了进/出功能处理的数据移动或在功能处理和持久存储介质之间的数据移动之外，对数据进行的任何处理。 [3]

数据移动

数据移动类型

移动单个数据组的基本功能构件。 [3]

E - “输入类型”的缩写

输入

输入类型

一种数据移动，将一个数据组从功能用户跨越边界移动到需要它的功能处理。 [3]

错误/确认信息

由功能处理发送给人类用户的输出，要么是确认输入数据已被接收，要么是提示输入数据存在错误。

输出

输出类型

一种数据移动，将一个数据组从功能处理侧跨越边界移动给需要它的功能用户。 [3]

事件

发生的某事。

功能处理

功能处理类型

一组功能性用户需求的基本部件，包括了一组独一无二的、内聚的、可独立执行的数据移动。 [3]

功能处理颗粒度级别

对软件块描述的一个颗粒度级别，在该级别上：

- 功能用户类型是单独的人、工程设备或软件块（而不是它们的任何组合），并且
- 软件块响应的是单个事件（类型）（而不是在任何颗粒度级别定义的事件组合）。

功能规模

通过量化功能性用户需求得出的软件规模。 [1]

功能规模度量 FSM

度量功能规模的过程。 [1]

功能规模度量方法

FSM 方法

由一系列规则（这些规则符合 ISO/IEC 14143-1:2007 规定的特征）所定义的 FSM 的实施过程。 [1]

功能用户

软件块的功能性用户需求中数据的发送者或预期的接收者。 [3]

功能性用户需求 FUR

用户需求的子集，描述了软件要做的任务和服务。 [1]

输入数据

给定功能处理的所有输入类型移动的数据。

层

由软件系统的功能划分而产生的分区。[3]

分解层级

将软件块分解为构件而得到的任意层级（例如，称为“1 级”），然后将构件分解为子构件（“2 级”），再将子构件分解为子-子构件（“3 级”），等等。

颗粒度级别

对于一个软件块任意组成部分的描述（例如：对需求的陈述，或者对软件块结构的描述）的任意扩展级别，每一次深入扩展，对软件块的功能性描述也更加细化并具有一致的详细级别。

度量方法

常规描述的一系列有逻辑的操作顺序，用于执行度量。[5]

度量过程

在整个项目或组织的度量结构中建立、计划、执行和评估软件度量活动的过程。[3]

度量（策略）模式

在度量特定软件功能领域的软件块规模时可以使用的标准模板。此模板定义了可能与软件交互的功能用户类型、软件的分解层级及软件可能会处理的数据移动类型。

模型

用于可视化抽象概念的描述或类比。

OOI – 兴趣对象的缩写

兴趣对象

兴趣对象类型

从功能性用户需求角度识别出来的任何事物，且软件要为之处理数据和/或存储数据。[3]

输出数据

被给定功能处理的输出类型移动的数据。

对等软件块

处于同一层的软件块，并互相传递数据。[ISO 19761]

持久存储介质

使得功能处理在其生命周期结束后仍然能够存储数据组的存储介质，并且/或者，通过该存储介质，功能处理也可以检索数据组，该数据组由另一个功能处理存储，或由同一功能处理之前的事件存储、也可能由某些其他过程存储。[3]

度量目的

定义度量原因及度量结果用途的描述。

R – “读类型”的缩写

读

读类型

一种数据移动，将数据组从持久存储介质移动到需要它的功能处理。[3]

范围

FSM 的范围

在一次具体的功能规模度量活动中所包括的功能性用户需求的集合。[3]

软件

计算机指令、数据、程序以及操作文件的集合。此集合用于满足特定的目的，这些目的可从功能角度通过功能性用户需求、技术和质量需求组成的有限集合来描述。

软件系统

只由软件组成的系统。

子处理类型

功能处理的一部分，它可以是数据移动（从功能用户把数据移至或移出到软件，或从软件把数据移至或移出持久存储介质）或者是数据运算。

系统

硬件、软件及人工程序的组合，以达到既定目的。[改编自[2]]

触发输入

触发输入类型

触发输入是一个功能处理的输入数据移动，它移动了由功能用户产生的且功能处理开始执行时所必需的一个数据组。

触发事件

触发事件类型

触发事件是待度量软件的功能性用户在触发一个或多个功能处理时引起的事件。[3]

度量单位

根据惯例定义和使用的一个特定的量，同类型的量可相互比较，从而表示出相对大小。[5]

用户

任何时候与软件进行沟通或交互的任何人或事物。[3]

（数量）值

某特定量的大小，一般表达为度量单位乘以某数所得的值。

W - “写类型”的缩写。

写

写类型

一种数据移动，将一个数据组从功能处理内部移动到持久存储介质中。[3]

X - “输出类型”的缩写。

见输出。

2. COSMIC 度量过程

COSMIC 度量过程包括三个阶段——见图 2.1:

- 度量策略阶段定义了 FSM 的目的和范围。在该阶段基于应用软件环境模型，明确定义待度量的软件和所需要的度量活动。——见第 3 节。
- 映射阶段基于应用通用软件模型，将待度量软件的 FUR 转换成可度量软件的 COSMIC 模型。——见第 4 节。
- 度量阶段进行实际规模的度量。——见第 5 节。

对于如何记录度量活动的规则请参考第 6 节。

COSMIC 方法的三个阶段的关系如图 2.1 所示。

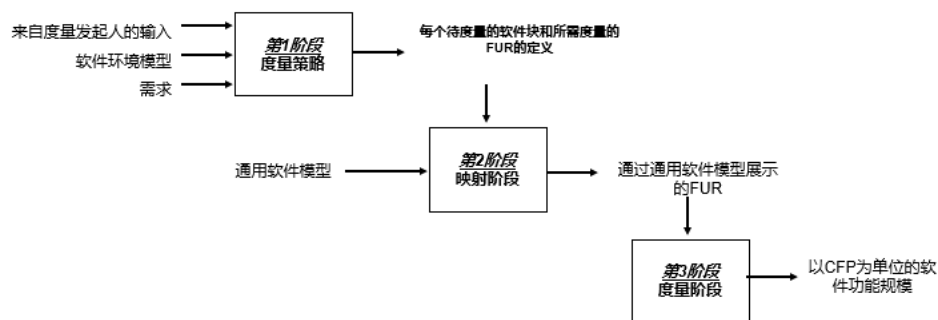


图 2.1 - COSMIC 方法度量过程

3. 度量策略阶段

3.1 来自于软件环境模型的度量策略

本章中描述了在实际开始度量前，在度量策略阶段必须要考虑的几个关键点。接下来将在子章节中介绍，帮助度量人员确定度量策略的规则，如图 3.1 所示。

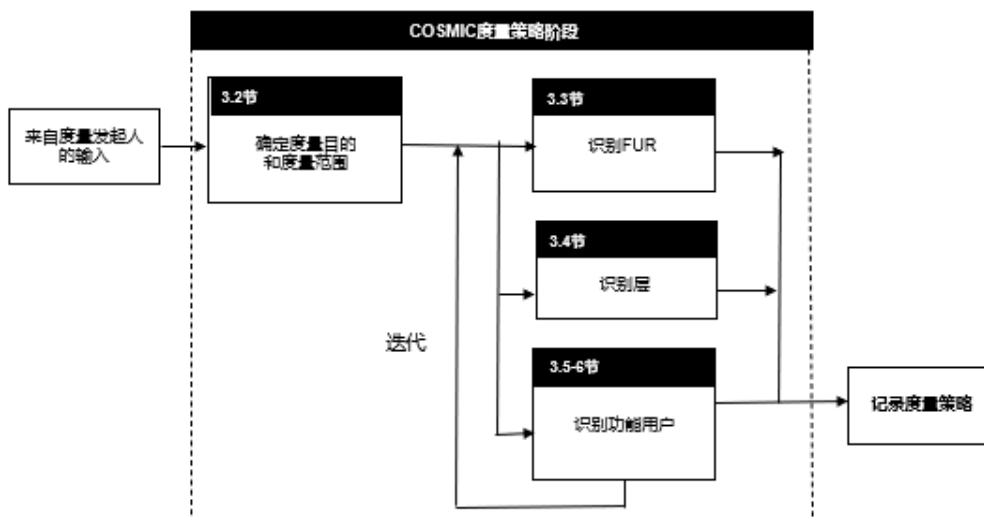


图 3.1 - 确定度量策略阶段的过程

规则 1：度量活动

确定 COSMIC 功能规模应包含 3.2 节到 3.6 节描述的所有活动和规则。

3.2 确定 FSM 的目的和范围

规则 2：目的和范围

FSM 的目的和范围**应该**在进行特定的度量活动前确定。

注：当 FSM 的目的确定后，对于范围、功能用户、层和边界的识别可能需要多次迭代。

3.3 识别 FUR

规则 3：识别 FUR

在 FSM 的范围内识别的 FUR **应该**作为待度量软件功能规模的唯一来源。

注：术语“FUR”表示的含义是，已完整定义的用户需求，可用于 COSMIC 功能规模度量。

3.4 识别层

3.4.1 FSM 的范围和层

软件的功能组件可能存在于软件操作环境的不同层级中。

规则 4：如果度量活动需要，则每一层级都应识别。

规则 5：待度量的软件块的范围**不应该**跨层。

注 1：FUR 可能很明确也可能很模糊，或者需要度量人员去假设。处在软件不同层或是不同软件块的 FUR 必须分开度量其规模。或者，度量人员可能会面临当前度量的软件处于不同层级或由独立对等的模块组成的情况。在这两种情况下，需要根据指南确定软件的 FUR 是否包括一个或多个层级及软件块。

注 2：层级识别是一个迭代活动。随着度量活动的进展，可以逐渐对层级进行细化。

3.4.2 层的特点

规则 6：层的特点

在 FSM 范围内识别的层级**应该**具有以下特点：

- a) 软件的各个层级应向其功能用户交付功能。
- b) 下层软件应向使用其服务的软件层提供功能服务。
- c) 共享数据的软件，如果它们对共享数据的数据属性进行了相同的解释，则不应被识别不同层级的软件。

3.5 识别功能用户

规则 7：功能用户

在 FSM 范围内的软件 FUR 中，**应该**识别所有触发功能处理的功能用户（向功能处理提供信息或从功能处理接收信息）。

注 1：上述规则纠正了 ISO 19761 的一处疏忽：标准的修订正在准备中。

注 2：由于持久存储介质处于软件的边界内侧，因此它不应被识别为待度量软件的功能用户。

3.6 识别软件边界

规则 - 识别边界

规则 8：应该识别在 FSM 范围内的每个层级的每个软件块的边界。

规则 9：识别边界后，FSM 范围内的每个 FUR 应对应至某个软件块。

4. 映射阶段

4.1 通用 - 把 FUR 映射至通用软件模型

图 4.1 展示了将现有软件制品的 FUR 映射为 COSMIC 通用软件模型所需形式的步骤。

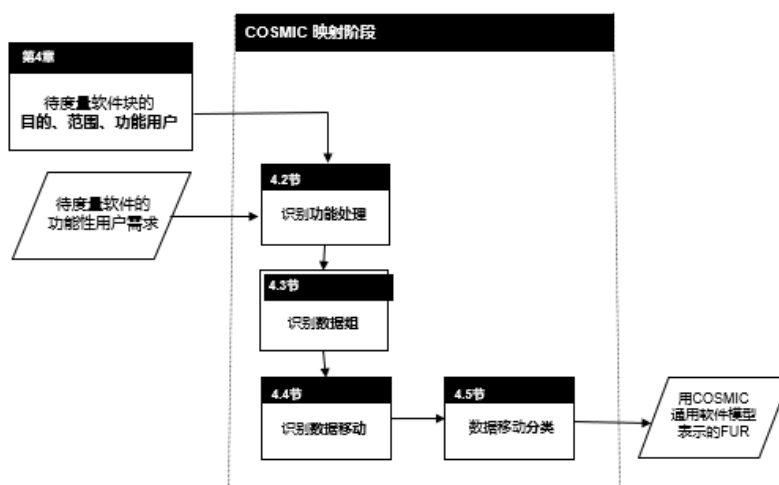


图 4.1 - COSMIC 映射阶段的一般方法

4.2 识别功能处理

规则 10：识别功能处理

FSM 范围内识别的每个功能处理应该具备以下特点：

- a) 源自至少一个可识别的 FUR，
- b) 由功能用户的输入数据移动触发，以通知功能处理它已检测到触发事件。
- c) 至少包含两个数据移动，通常是一个输入加一个输出或写。
- d) 属于且仅属于一个层级。
- e) 根据其 FUR，当需要达到某个时间点时是已结束的状态。

注 1：COSMIC 小组将上述规则 e) 澄清为以下内容：所有数据移动的集合需要满足其 FUR 针对其触发输入所有可能的响应。

注 2：通用软件模型是一个逻辑模型。功能处理可能在数据输入之前便已开始处理。如，当人类用户点击一个菜单，显示空白屏幕待输入时。

注 3：在一组 FUR 中，引起功能用户触发功能处理的每一个事件：

- 针对于该组 FUR，无法再进一步细分；
- 要么已经发生，要么尚未发生。

4.3 识别兴趣对象和数据组

规则 11：识别兴趣对象和数据组

FSM 范围中识别的每个数据组应该：

- a) 通过其独一无二的数据属性的集合而具有唯一性和可区分性，

b) 直接关联到软件 FUR 中描述的某个兴趣对象。

注 1：兴趣对象可以是任何物理对象，也可以是功能用户世界中的任意概念对象或是概念对象的一部分。

注 2：“对象”的例子包括但不限于，软件应用、人、传感器或其他硬件。

注 3：在 COSMIC 方法中，采用“兴趣对象”术语，以避免与特定的软件工程方法混淆。该术语并不意味着等于面向对象方法中的“对象”。类似地，由于在数据建模中使用了“实体”，此处也避免使用该术语。

注 4：功能处理内部的常量或变量，或计算过程的中间结果，或是由功能处理直接从实现结果得到而不是从 FUR 中得到而存储的数据，都不是数据组。

4.4 识别数据移动

此步骤包括识别每个功能处理的数据移动（输入、输出、读、写）。图 4.2 展示了四个数据移动类型之间的总体关系，它们所属的功能处理以及待度量软件的边界。

规则 12：识别数据移动

4.2 中识别的每个功能处理**应该**分解成部件：数据移动。

注：COSMIC 方法把数据移动类型定义为 BFC。

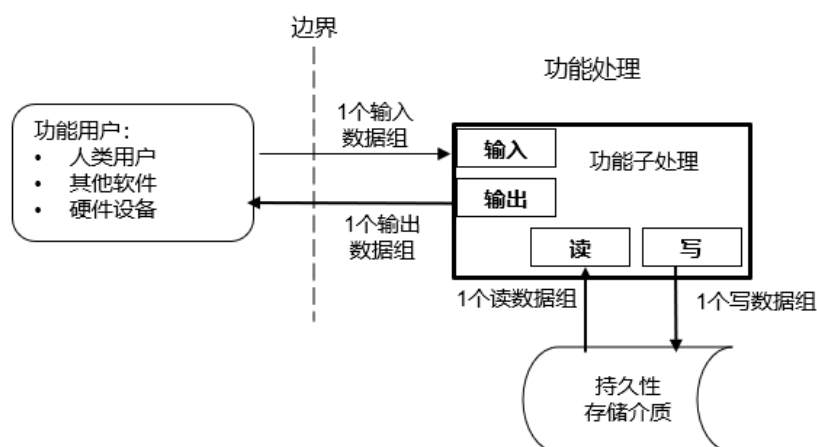


图 4.2 - 四个数据移动类型以及它们与功能处理的关系

规则 13：功能处理 - 一个输入

对于任何一个功能处理，按照 FUR 的要求，输入的描述了同一个兴趣对象的所有数据都**应该**被识别并计算为一个单独的输入，除非 FUR 明确要求同一个兴趣对象的数据在同一个功能处理中被多次输入。

规则 14：功能处理 - 一个输出、读或写。

相似地，对于按照 FUR、描述某个兴趣对象的输出、读或写数据移动都**应该**被识别和计数，除非在 FUR 中明确表示，在同一个功能处理中，需要多次输出、读或写同一个兴趣对象的数据。

规则 15: 功能处理 - 实例

如果一个数据移动类型（输入、输出、读、写），在功能处理执行时多次发生（值不同），在该功能处理中**应该**只被识别和计数 1 次。

4.5 数据移动的分类

规则 16: 输入

输入**应该**:

- a) 接受来自边界外的功能用户发送的单个数据组，
- b) 在不涉及其他数据移动类型的情况下，包括所有必须的格式化和展示运算，以及与验证输入数据属性相关的运算。

注：一个输入应包括用于验证某些输入数据有效性或为了得到某些关联描述的运算。然而，如果在验证有效性的过程中需要一个或多个读，这些读数据移动将单独识别和计数。

- c) 包括所有“请求接收输入数据”的功能，无需指定输入什么数据。

规则 17: 输出

输出**应该**:

- a) 从一个单一数据组向边界外的功能用户发送数据属性，
- b) 在不涉及其他数据移动类型的情况下，包括所有必须的格式化和展示运算，以及需要向功能用户发送数据属性所需的数据运算。

规则 18: 读

读**应该**:

- a) 从持久性存储介质检索一个单一的数据组，
- b) 在不涉及其他数据移动类型的情况下，包括读取数据所需的所有逻辑处理和/或数学计算，
- c) 包括所有“读请求”的功能。

规则 19: 写

写**应该**:

- a) 从一个独立的数据组向持久性存储介质移动数据属性。
- b) 在不涉及其他数据移动类型的情况下，包括所有为了要建立“写”数据属性的逻辑处理和/或数学计算。

规则 20: 写 - 删除

需要从持久性存储介质中删除一个数据组的需求应被识别为一个写数据移动。

5. 度量阶段

5.1 度量阶段过程

当 FUR 已经用 COSMIC 通用软件模型表示时，度量软件块的常规方法概括如图 5.1。

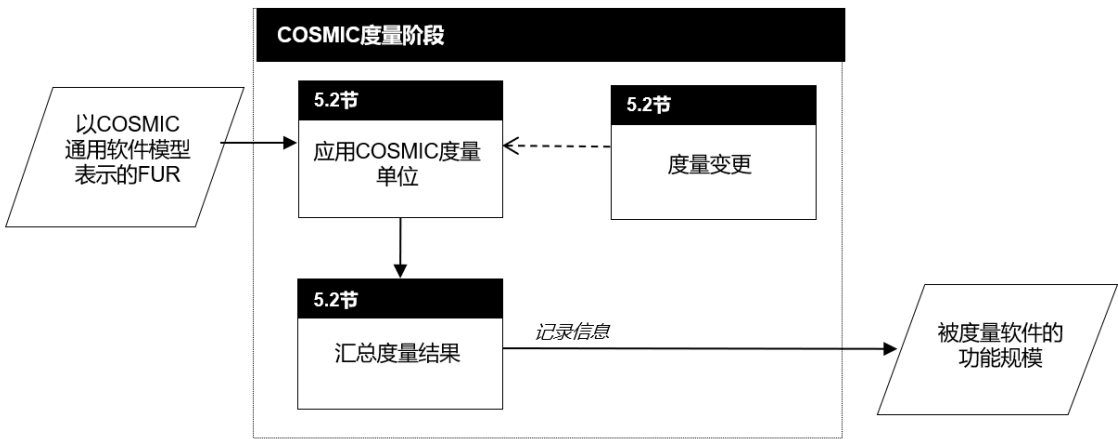


图 5.1 - COSMIC 度量阶段的一般过程

5.2 功能规模的计算

规则 21：一个数据移动的规模

度量单位：1CFP，每个功能处理中识别的每一个数据移动（输入、输出、读、写）都应该识别为 1CFP。

规则 22：一个功能处理的规模

5.2 的结论，对于在某一功能处理中的所有数据移动，应该通过以下方式得到该功能处理的规模：

- a) 每个数据移动类型的数量乘以其单位规模，
- b) 把 a) 得到的结果累加，即为功能处理的规模。

规模（功能处理）= Σ 规模（输入）+ Σ 规模（输出）+ Σ 规模（读）+ Σ 规模（写）。

规则 23：待度量软件块中所识别的 FUR 的功能规模

处于同一层的待度量软件块的规模，可通过累加所有软件块中的 FUR 的功能处理的规模来获得。

注：在每个层中，既可以整体加和也可以部分加和。因此对于每个功能处理、每个软件块或是整个软件均可加和，这主要取决于 FSM 的目的和范围。

规则 24：FUR 变更的功能规模

- a) 在同一层中，对于 FSM 范围内的软件块的 FUR 的变更规模，应该是功能处理中增加、修改、删除的数据移动的规模的汇总，采用以下公式计算：

对软件块中的所有功能处理来说,

$$\begin{aligned}\text{规模 (软件块的变更)} = & \Sigma \text{ 规模 (增加的数据移动)} + \\ & \Sigma \text{ 规模 (变更的数据移动)} + \\ & \Sigma \text{ 规模 (删除的数据移动)}\end{aligned}$$

注：如果某数据组的属性发生了变更，或者与数据移动关联的数据运算发生了变更，则认为该数据组对应的数据移动发生了变更。

6. 度量报告

必须记录度量结果以确保对结果的解读清晰明确。

规则 25：标识

对于符合 ISO 19761 标准来度量的软件块，其 FUR 的度量结果**应该**按照以下约定进行标识：

CFP (ISO 19761:2011)。

规则 26：度量结果文档

COSMIC 度量结果的记录**应该**包含以下信息：

- a) FSM 范围内的每个识别的软件块（名字、版本或配置信息）。
- b) 度量目的和范围的描述。
- c) 在 FSM 范围内的每个软件块与其功能用户之间的关系描述，包括对等软件块以及层之间的关系。
- d) 在 FSM 范围内的每个软件块的功能规模，按照 5.2 节进行累加，并按照第 6 节进行记录。

注：在每一层中度量的每个软件块都需要进行记录。

参考

[1] ISO/IEC 14143-1: 2007 Information technology - Software measurement - Functional size measurement - Part 1: Definition of concepts, International Organization for Standardization - ISO, Geneva, 2017.

[2] ISO/IEC 15288: 2008 Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes, International Organization for Standardization - ISO, Geneva, 2008.

[3] ISO/IEC 19761: 2011 Software engineering - COSMIC: a functional size measurement method, International Organization for Standardization - ISO, Geneva, 2011.

[4] ISO/IEC 24570:2005 Software engineering -- NESMA functional size measurement method version 2.1, International Organization for Standardization - ISO, Geneva, 2010.

[5] ISO Guide 99: 1993, International vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM), International Organization for Standardization - ISO, Geneva, 2019.