



中华人民共和国国家标准

GB/T 32813—2016

绿色制造 机械产品生命周期评价 细则

Green manufacturing—Life cycle assessment for mechanical products—
Detailed regulations

2016-08-29 发布

2017-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价阶段及流程	1
5 目的和范围确定	2
6 清单分析	7
7 生命周期影响评价	11
8 生命周期解释	15
9 报告	15
10 鉴定性评审	15
附录 A (资料性附录) 评价目的与范围确定 示例	16
附录 B (资料性附录) 数据来源	17
附录 C (资料性附录) 数据要求	18
附录 D (资料性附录) 数据收集表 示例	20
附录 E (资料性附录) 机械产品生命周期影响评价示例	23
参考文献	24

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国绿色制造技术标准化技术委员会(SAC/TC 337)提出并归口。

本标准起草单位:山东大学、中机生产力促进中心、山东建筑大学、佛山市顺德区质量技术监督标准与编码所、合肥工业大学。

本标准主要起草人:李方义、奚道云、王晓伟、赵晓纯、张雷。

引　　言

本标准基于 GB/T 26119—2010《绿色制造 机械产品生命周期评价 总则》制定的原则和框架，根据机械产品制造过程离散、工艺复杂、使用周期长等特点，对机械产品生命周期评价四个阶段的过程和内容进行细化，给出评价的步骤和具体要求。

机械产品生命周期评价采用系统的观点，将机械产品全生命周期或某一阶段（环节）的环境影响进行识别、量化、分析和评价。本标准可用于机械产品绿色制造评价，也可用于企业环境绩效评价、机械产品的环境标识认证和声明等。

绿色制造 机械产品生命周期评价 细则

1 范围

本标准规定了机械产品生命周期评价(LCA)的评价阶段及流程、目的和范围确定、清单分析、生命周期影响评价、生命周期解释、报告与鉴定性评审。

本标准适用于评价机械产品生命周期或指定阶段潜在的环境影响。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 26119—2010 绿色制造 机械产品生命周期评价 总则

3 术语和定义

GB/T 24040—2008、GB/T 24044—2008 和 GB/T 26119—2010 界定的术语和定义适用于本文件。

4 评价阶段及流程

机械产品生命周期评价分为目的和范围的确定、清单分析、影响评价和解释 4 个阶段,各个阶段的主要内容及流程见图 1。

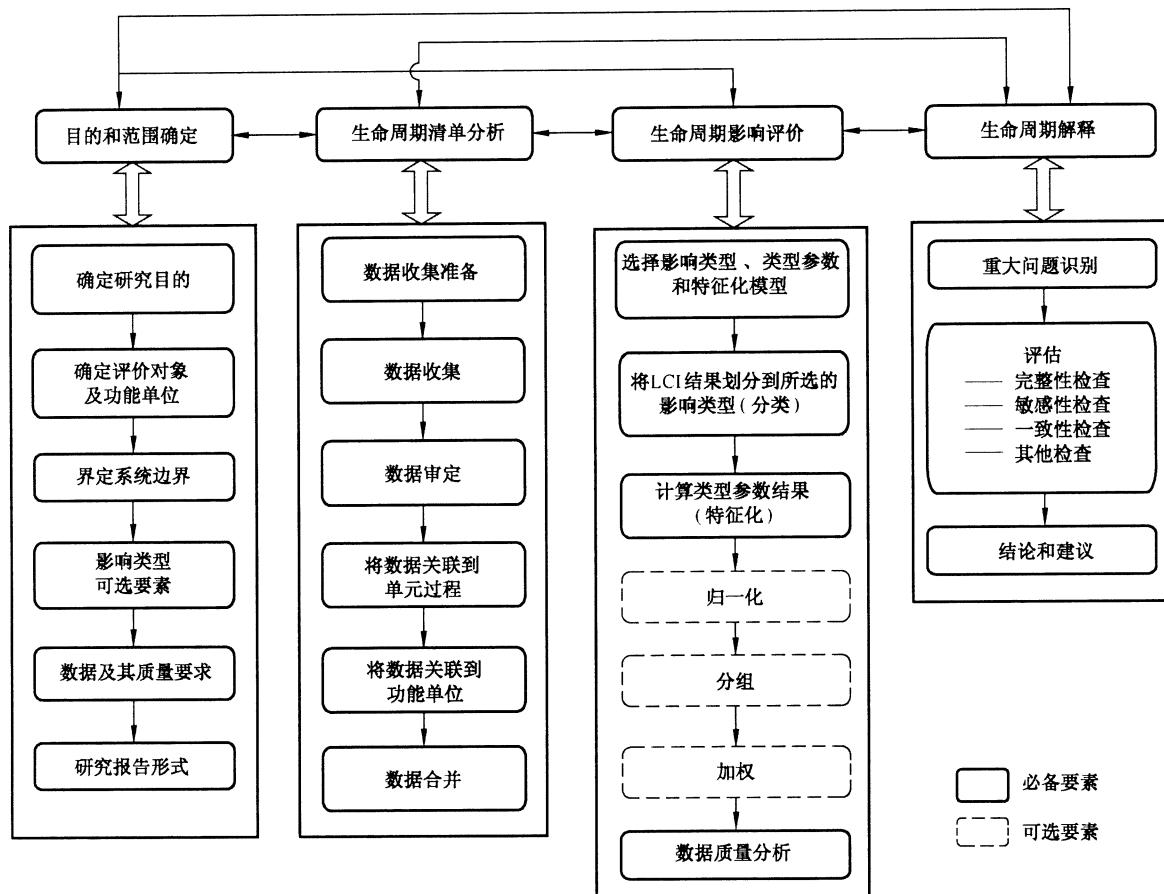


图 1 机械产品 LCA 流程框图(见 GB/T 26119—2010 图 1)

5 目的和范围确定

5.1 评价目的

开展机械产品生命周期评价,首先应明确评价的目的。评价目的包括评价的应用意图、进行该项评价的理由、评价结果的沟通对象以及是否用于向公众发布的对比论断等信息。评价目的与范围确定示例参见附录A。

通常进行机械产品生命周期评价的目的主要有(但不限于):

- a) 用于产品的环境性能改善
 - 可利用简化的生命周期评价方法或生命周期评价的部分阶段,对机械产品概念设计中的关键功能部件和(或)单元过程进行评价,预估设计方案的环境影响程度;
 - 借鉴相近产品的清单分析数据、影响评价结果等信息,评估机械产品详细设计方案的环境影响,帮助设计方案的选择和优化;
 - 识别机械产品不同制造工艺间的环境影响情况,进行制造工艺的选择和优化;
 - 识别机械产品在环境协调性方面存在的问题,判别对其进行改善的可能性与潜力。
- b) 用于企业环境绩效评价或产品的环境影响声明
 - 通过识别产品的环境影响,特别是在企业内各单元过程的环境影响信息,使企业了解和确定产品环境管理的重点,帮助其开展环境影响绩效评价;
 - 用于发布机械产品的环境影响报告或声明。

- c) 用于机械产品环境影响标准制定或环境标志认证等
 - 依据或参考产品生命周期评价相关信息,行业、企业或产品管理部门可制定相应的参考标准;
 - 帮助识别和确认产品生命周期内的环境影响是否符合产品环境标志要求。

5.2 评价范围

5.2.1 评价范围的内容

定义评价范围时,应在以下内容中选择,并做出清晰描述:

- 所评价的产品系统;
- 机械产品系统的功能,或需要对比评价的系统功能;
- 功能单位;
- 系统边界;
- 时间边界;
- 分配程序;
- 生命周期影响评价(LCIA)的方法与影响类型;
- 解释;
- 数据要求;
- 假设;
- 价值选择和可选要素;
- 局限性;
- 鉴定性评审的类型(如果有);
- 评价报告的类型和格式。

5.2.2 评价对象与功能单位

5.2.2.1 开展机械产品生命周期评价应明确定义评价对象及其功能单位。

评价对象应是企业在相同或相近供应链下生产的同类产品。评价时应对产品的功能、性能及参数进行详细描述和说明。

功能单位是机械产品功能的反映,并为输入和输出数据的归一化提供基准。应根据评价目的,对功能单位做出明确规定,并使其容易测算。

机械产品 LCA 功能单位的选取原则:

- a) 当产品系统为单个承载某种使用功能的产品或两种及以上相同种类产品进行比较分析时,功能单位的选择可考虑产品个体,例如,1 台碎石机、1 组叶片等。
- b) 当不同种类产品进行比较分析时,根据评价的目的和共同的功能特征确定功能单位。例如,两种不同的污水处理设备比较时,可选处理 1 t 相同的污水作为功能单位。

5.2.2.4 如评价是用于产品系统间的比较时,应对评价对象是否包含其他功能以及是否具有相同的范围边界做出解释和说明。

5.2.3 系统边界

5.2.3.1 确定系统边界

明确纳入产品系统的单元过程、单元对象、单元过程的输入和输出要求并做出清晰表述,确定对这些单元过程研究的详略程度,确定评价的环境排放类型及其研究的详略程度。

5.2.3.2 产品生命周期阶段

机械产品系统生命周期一般分四个阶段(如图 2 所示):

- 材料与能源开采生产阶段(根据系统边界确定是否包含此阶段);
- 机械产品生产阶段;
- 机械产品使用、维护阶段;
- 废弃、回收、再利用阶段。

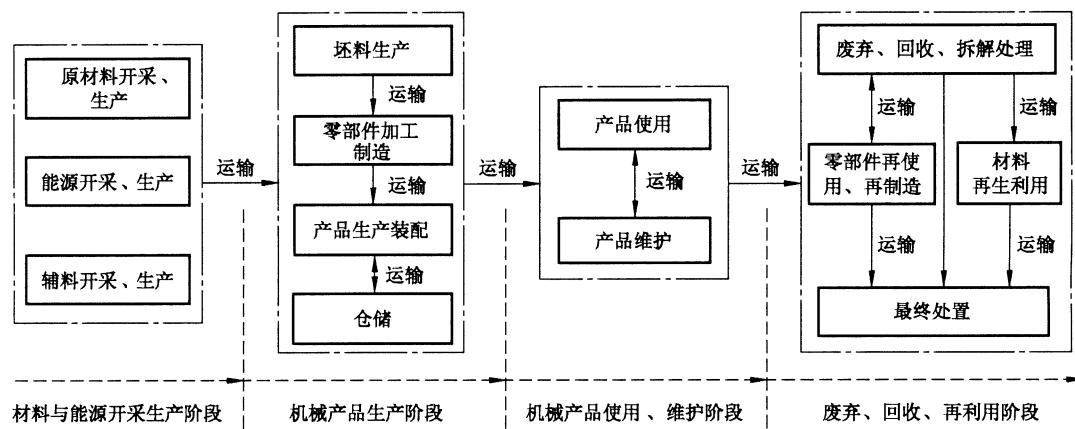


图 2 机械产品生命周期阶段

5.2.3.3 产品生命周期生产过程

产品生命周期生产过程具体包括:

- 原材料(如钢、铝、铜等金属材料,塑料等非金属材料等)开采、生产;
- 辅助材料(如润滑油、冷却液等加工辅料,木材、塑料等包装材料等)开采、生产;
- 能源(如煤、电、油、燃气、耗能工质等)生产;
- 坯料(如各种型材、铸件、锻件、焊件、注塑件等)生产;
- 零部件加工制造(如切削加工、焊接、热处理等);
- 机械产品装配;
- 废料(如切削废料、机床冷却液、包装废弃物、使用耗材、废弃产品或零部件等)收集与处理;
- 运输(主要原材料、能源、辅料、零部件、产品、废料等的运输);
- 产品废弃后的零部件及废弃物循环再利用(如再制造等)。

5.2.3.4 系统边界简化

如果没有充足的时间、数据或资源对产品系统中全部的零部件和(或)单元过程进行评价,可对总体结论影响不大的生命周期阶段、过程或输入和(或)输出不进行量化,但应予以明确陈述和论证。

5.2.4 环境影响类型

机械产品系统生命周期内的环境影响类型、类型参数和特征化模型可参照(但不局限于)表 1 所列,影响类型、类型参数和特征化模型的一般要求见 GB/T 24044—2008 中 4.4.2.2 规定。

表 1 机械产品影响类型、类型参数和特征化模型示例(见 GB/T 26119—2010 表 1)

影响类型		类型参数	特征化模型
资源消耗	非金属矿产资源消耗	矿物消耗量(kg)	参考 ISO TC 207 SC3-N66 模型
	金属矿产消耗	金属消耗量(kg)	参考 ISO TC 207 SC3-N66 模型
	生物资源消耗	生物消耗量(kg)	参考 ISO TC 207 SC3-N66 模型
	水资源消耗	水消耗量(kg)	参考 ISO TC 207 SC3-N66 模型
	土地占用	土地变更的面积和时间($m^2 \cdot h$)	参考 ISO TC 207 SC3-N66 模型
生态环境影响	全球气候变暖	红外线辐射强度(W/m^2)	政府间气候变化专业委员会(IPCC): 50 年或 100 年 GWP 基准线模型
	同温层臭氧减少	臭氧减少量(kg)	世界气象组织(WMO):稳态 ODP 模型
	酸化影响	单位空间内 H^+ 含量(kg/m^3)	参考 AP 模型
	富营养化影响	N 或 P 增加量(kg)	参考 PO_4^{3-} 当量模型
	光化学氧化剂产生	O_3 或 PAN 量(kg)	参考 POCP 模型
人体健康危害	生物多样性丧失	物种数量(个)	参考物种潜在消失比例(PDF)
	致癌物质	致癌物质吸收量(g/kg)	参考伤残寿命折算模型,DALY
	烟/粉尘危害	烟/粉尘浓度(g/m^3)	参考伤残寿命折算模型,DALY
	噪声危害	等效声级 dB(A)	参考伤残寿命折算模型,DALY
	辐射危害	剂量当量(SV)	参考伤残寿命折算模型,DALY

注: 所列特征化模型为参考模型, 应用中可根据评价目的和范围界定选择其他特征化模型。

5.2.5 数据及要求

5.2.5.1 总体要求

5.2.5.1.1 根据评价的目的和范围, 应对评价的有关数据及其质量要求进行规定或说明。包括数据种类、数据来源、数据取舍原则、数据质量要求等。

5.2.5.1.2 对不同渠道获取的数据, 应对其数据质量加以审核, 必要时应对某些数据进行校核。

5.2.5.1.3 经敏感性分析确认, 对物质流和能量流有较大贡献的系统单元过程, 应采用从特定现场取得的数据或有代表性的平均值数据。对环境影响较大, 产生排放物的单元过程, 也应采用从特定现场取得的数据。

5.2.5.2 数据种类

为满足评价的需要, 应对评价数据进行分类。评价数据一般可参考以下分类(根据需要可进一步细化, 例如气体排放数据可细分为一氧化碳、二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物等):

——产品数据: 包括产品技术参数等。

——能量数据: 包括电力数据、燃料数据等。在进行 LCA 评价时, 对能量的输入输出应与其他输入输出同等对待; 在各种类型的能量输入输出中, 必须包括与模型化系统内所使用的燃料、原料能和过程能量的生产与输送有关的输入输出。

——材料数据: 包括原材料、半成品、外协件、外购件、辅料等输入性数据和废料、成品等输出性数据。

- 排放数据：包括向空气、水体、土壤等的排放，通常为有控制的点源或面源排放。排放数据可采用指示参数表示，如生化需氧量(BOD)。
- 其他数据：可进行输入输出数据收集的其他数据类型还有噪声与振动、土地占用、辐射、恶臭和余热等。

5.2.5.3 数据来源

评价数据一般来源于以下两个方面(参见附录 B)。对物流、能流及对排放贡献大的部分单元过程，应优先采用从现场取得的数据，或采用有代表性的数据，但应明确说明数据来源。

- a) 现场数据：从特定现场取得的数据，例如单元过程的实测数据或试验数据。
- b) 数据库数据，包括：
 - 标准技术数据；
 - 历史积累数据；
 - 统计计算数据。

5.2.5.4 数据取舍原则

根据评价目的，可对数据进行适当取舍，但需对输入输出选择准则及其所依据的假定作清晰的表述，并在最终报告中评价其潜在影响。数据取舍原则参见附录 C 中 C.1。

5.2.5.5 数据质量要求

为满足机械产品生命周期评价的目的和范围，应对数据质量要求做出规定，包括：

- 时间跨度：收集数据的年份(如最近 5 年内)和所收集数据的最长时间跨度(如 1 年)；
- 地域范围：为实现评价目的，收集单元过程数据的地理范围(如局地、区域、国家、洲、全球)；
- 技术覆盖面：具体的技术或技术组合(如实际工艺组合、最佳可行技术、最差作业单元的加权平均)；
- 精度：对每一个数据值的变动的度量(例如方差)；
- 完整性：能得到的用于分析的数据量相比于所需要数据总量的比率；
- 代表性：对数据集合反映实际关注群(即地域广度、时间跨度、技术覆盖面)的定性评估；
- 一致性：对关联数据之间的逻辑关系正确和完整程度评估；
- 可再现性：对其他执业人员采用同一方法学和数据获取相同研究结果的可能性的定性评估；
- 可追溯性：对数据来源、产生、获取、应用等历史过程记录的明晰程度的定性评估；
- 不确定性：对数据给定值发生变化的可能性的评估。

当评价拟用于向公众公布的对比论断时，应对上述数据质量要求做出说明和标识，要求参见 C.2 和 C.3。

5.2.5.6 对缺失数据的处理

对缺失数据应做处理并说明，每个数据缺失的单元过程和报告地点应予以识别，并对缺失数据及其断档进行处理，代之为：

- 以“非零”数据表示并做出解释说明；
- 以“零”表示并做出解释说明；
- 以从采用类似技术的单元过程报送的数据计算得出的数值表示。

6 清单分析

6.1 概述

清单分析是对机械产品从原材料的获取、生产、运输、使用,到生命末期的处理、循环和最终处置各阶段的资源消耗、环境与人体健康影响等相关数据进行收集、处理与分析的过程。根据分析的目的需要,也可以应用于机械产品某一指定阶段的环境影响数据的收集、处理与分析。

6.2 清单分析依据

清单分析应依据产品的物料清单(例如设计物料清单 EBOM、工艺物料清单 PBOM 和制造物料清单 MBOM)和工艺文件,对纳入收集范围的产品及零部件,按其工艺流程划分单元过程并进行数据收集,数据来源应注明出处。

6.3 清单分析规范

6.3.1 清单分析内容及步骤

机械产品生命周期评价中的清单分析是对产品、工艺过程或其他活动等研究系统在整个生命周期内,自然资源的使用及向环境排放废物进行定量的技术过程。清单分析基本步骤见图 3(一些反复进行的步骤图中没有显示),机械产品清单分析表示例参见 D.2。

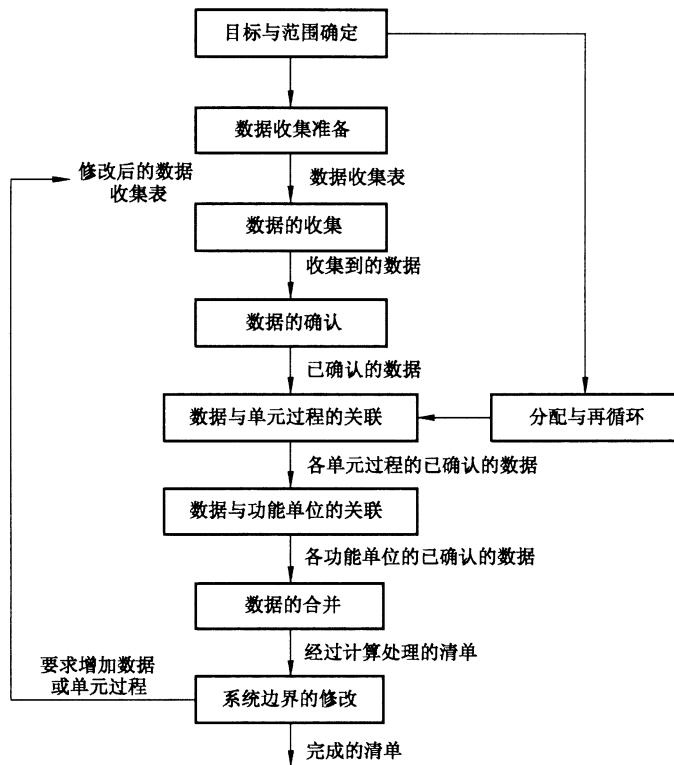


图 3 清单分析步骤(见 GB/T 26119—2010 图 4)

6.3.2 数据收集

6.3.2.1 准备工作

数据收集首先需要做以下准备工作：

- 收集产品系统相关设计、加工、制造等资料，绘制产品系统图及纳入评价范围的单元过程输入输出流程图。图 4 给出机械(整机)产品的系统示意图，零部件产品或用于工艺方案对比的产品系统图可相应修改。
- 详细表述每个单元过程，并列出与之相关的数据种类。
- 编制计量单位清单，规范计量单位，实现计量单位之间的转换。
- 结合产品系统的特点(如产品零部件的结构特性、单元过程的技术特性、操作环境等)，针对数据类型，进行数据收集技术和计算技术的表述，使数据提供者理解进行该产品生命周期评价所需要的信息。

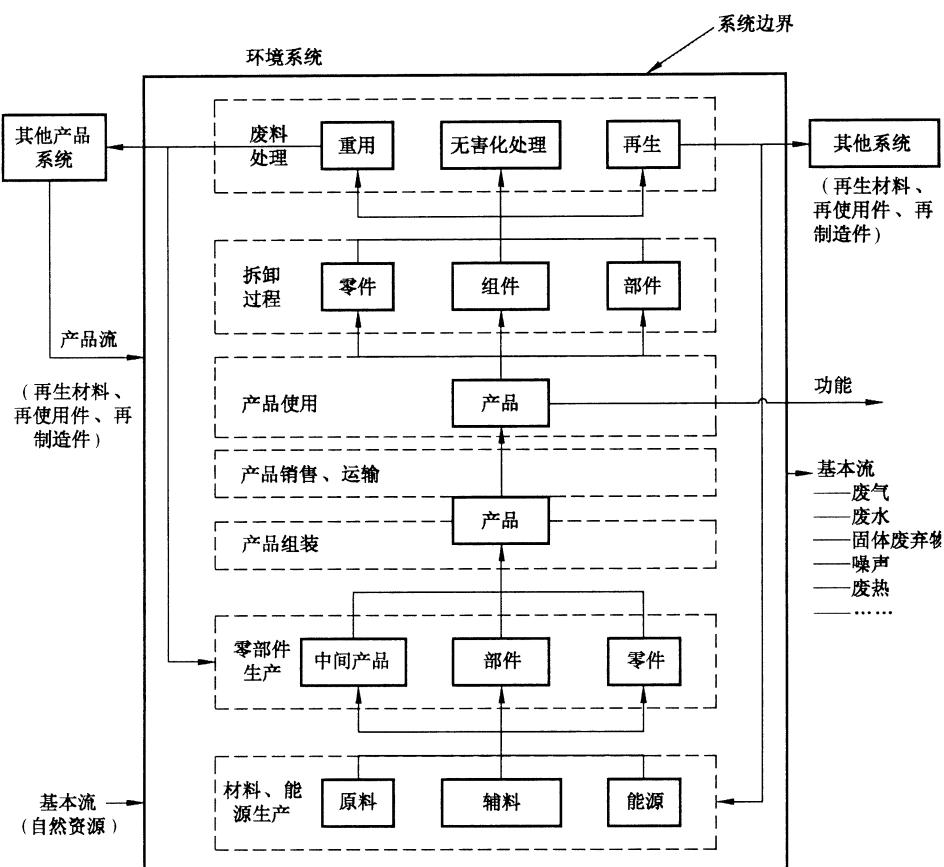


图 4 机械产品系统示意图

6.3.2.2 收集工作

6.3.2.2.1 数据收集原则

机械产品系统数据收集宜根据产品零部件来源类型(自制件、外协件和外购件)决定数据收集方式。自制件主要从生产现场收集数据，外协件和外购件则以供应商提供数据为主，数据收集表示例参见附录 D。

机械产品数据的收集一般以产品的装配关系为基础：

- a) 将产品分解为零(部)件；
- b) 列出零(部)件的单元过程；
- c) 详细描述每个单元过程的输入输出数据；
- d) 描述每个过程的所有数据收集和计算所需的技术；
- e) 汇总所有零件的单元过程形成产品的清单数据。

6.3.2.2.2 单元过程数据收集

数据收集需要对每个单元过程进行全面、详细地了解,包括以下方面:

- a) 为了避免重复计算或数据缺失,应对每个单元过程的表述予以记录,包括:
 - 对单元过程的定量和定性表述;
 - 确定单元过程的起始点和终止点;
 - 对输入和输出的定量和定性表述。
- b) 应在系统边界内的每一个单元过程中收集清单数据,这些数据是通过测量、计算或估算得到的。
- c) 如果单元过程有多个输入或多个输出,应进行数据分配。
- d) 能量输入和输出必须以能量单位进行量化,宜对燃料的质量或体积予以记录。
- e) 数据收集中应对数据收集过程与质量进行明确记录和标识。

6.3.2.2.3 文件要求

数据收集文件的要求包括以下方面:

- a) 数据收集程序会因系统模型中各单元过程的不同、参与评价的人员组成和背景不同、产权和保密要求的不同而发生变化,应将这类程序和采用该程序的理由形成文件。
- b) 单元过程有多个输入或多个输出,应将与分配程序有关的论证、数据形成文件和报告。
- c) 要求对所提供数据的特殊情况、异常点和其他问题进行明确的文件记录。

6.3.3 计算程序

6.3.3.1 数据的确认

对于每种数据类型或每个报送地点,如发现数据缺失,应按 5.2.5.6 的规定进行处理,并将对缺失数据的处理情况形成文件。

6.3.3.2 数据与单元过程的关联

应对每一单元过程确定适宜的基准流(如 1 kg 材料或 1 MJ 能量),并据此计算出单元过程的定量输入和输出数据,还应该与单元过程实体关联起来。

6.3.3.3 数据与功能单位的关联

根据清单分析过程和系统边界可以将各单元过程与功能单位相关联,得到以统一的功能单位为基准的物料消耗、能量消耗和环境排放。

数据与功能单位的关联如需修改,应连同敏感性分析结果一起形成文件。

6.3.4 数据合并

生命周期清单数据是以功能单位为基准的基本流在所定义的机械产品系统生命周期单元过程的积累量。

仅当数据类型涉及等价物质并具有相似的环境影响时,才允许进行数据合并。同一单元过程的不同生产方式(包括采用的工艺技术、生产设备、原燃料或能源种类、供应商等有差异时),若其生产技术水平相当,输入输出种类基本相同,则可按产量比例进行数据合并。

6.3.5 数据分配

6.3.5.1 分配要求

评价中必须识别与其他产品系统公用的过程,并按要求的程序加以处理。机械产品系统生命周期单元过程存在以下情况时,应根据既定的程序将物流、能流和环境排放分配到各产品:

- 同时产出两种或多种产品,而投入的材料和能源没有分开的情况(例如喷涂生产工序中将多种规格型号相近的零部件一起处理);
- 与其他产品系统的单元过程混杂在一起,无法明晰区分各自的输出数据等情况(例如加工车间中的废气、噪声输出)。

6.3.5.2 分配原则

分配程序应反映输入与输出的物质平衡关系与特性。共生产品、内部能量分配、服务(例如运输、废物处理)以及开环或闭环的再循环适用下列原则:

- a) 只要可能,应通过以下方法避免分配:
 - 将拟分配的单元过程进一步划分为两个或更多的子过程,并收集与这些子过程相关的输入和输出数据;
 - 将产品系统加以扩展,将与共生产品相关的功能包括进来,在进行这一处理时要考虑到系统边界确定的要求。
- b) 如果分配不可避免时,则宜将系统的输入输出以能反映出它们潜在物理关系的方式划分到其中的不同产品或功能中;例如,输入输出如何随着系统所提供的产品或功能中的量变而变化。
- c) 当物理关系无法建立或无法单独用来作为分配基础时,则宜以能反映它们之间其他关系的方式将输入输出在产品或功能间进行分配。例如可以根据产品的经济价值按比例将输入输出数据分配到共生产品。
- d) 分配程序宜尽可能接近基本的输入输出关系和特征。单元过程中分配前与分配后的输入、输出的总和应相等。
- e) 输出同时包括共生产品和废物两种成分,需确定两者的比例。
- f) 对系统中相似的输入输出,应采用同样的分配程序。例如离开系统的可用产品(例如中间产品或丢弃的产品)的分配程序应和进入系统的同类产品的分配程序相同。
- g) 如果存在多个可采用的分配程序,必须进行敏感性分析,以说明所选用方法与其他方法在结果上的差别。

6.3.5.3 再使用和再生利用的分配程序

产品废弃后经回收拆解后零部件和(或)材料可以再利用在相同产品系统或其他产品系统中,再使用和再生利用分配程序适用情况见图 5:

- 闭环分配程序适用于闭环产品系统。也适用于再生利用材料的固有特性不发生变化的开环产品系统。在这种情况下,由于是用次级材料取代初级材料,故不必进行分配。然而,在应用的开环产品系统中对初级材料的第一次使用可采用开环分配程序。
- 开环分配程序适用于材料被再生利用输入到其他产品系统且其固有特性发生改变的开环产品系统。

——其他要求和说明见 GB/T 24044—2008 中 4.3.4.3 中的规定。

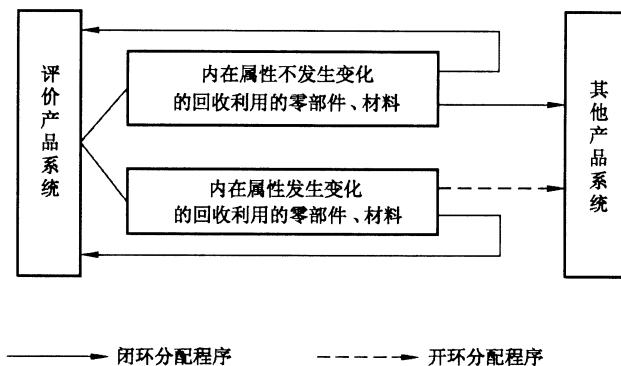


图 5 再使用和再生利用分配方式示意图

6.3.6 生命周期清单(LCI)结果的解释

6.3.6.1 对清单分析进行解释时,应结合评价目的和范围确定,对下列情况加以考虑:

- 系统功能和功能单位的规定是否恰当;
- 系统边界的确定是否恰当;
- 通过数据质量评价和对重要输入输出及方法选用的敏感性分析,认识 LCI 结果的不确定性。

6.3.6.2 必须将数据质量评价、敏感性分析和考虑以上因素得出的 LCI 结论与建议形成文件。

6.3.6.3 因为 LCI 阶段是针对机械产品系统输入输出数据而非环境影响所做的分析,因此对清单分析结果的解释应当慎重,不能以 LCI 研究作为唯一的依据进行比较性评价。

7 生命周期影响评价

7.1 概述

生命周期影响评价目的是对机械产品系统生命周期清单分析的结果进行评价,以便更好地理解这些结果的环境意义。

LCIA 作为整个机械产品系统生命周期评价的一部分,可用于:

- 识别改进机械产品系统的环境影响并帮助确定各因素的影响程度;
- 对机械产品系统和其中的单元过程加以特征化或确定参照基准;
- 在同一类型参数的基础上对不同的机械产品系统进行比较;
- 为生命周期解释阶段做准备。

7.2 LCIA 的特性

LCIA 的特性有:

- LCIA 阶段和其他 LCA 阶段一起,从系统的观点考察机械产品的环境和资源问题,应与 LCA 的其他阶段协调一致。
- LCIA 将 LCI 结果与选定的影响类型对应分类。对于每种影响类型选择一个类型参数作为评价单位并进行量化计算。计算结果集合(汇总)提供与机械产品输入输出相关的环境问题信息。
- LCIA 和其他技术,诸如环境表现评价、环境影响评价和风险评价等不同,它是一种基于功能

单位的相对方法。LCIA 可以使用来自上述其他技术的信息。
——发现能提供补充性环境信息的其他方法。

7.3 LCIA 阶段

7.3.1 LCIA 阶段要素概述

LCIA 阶段的要素如图 6 所示。

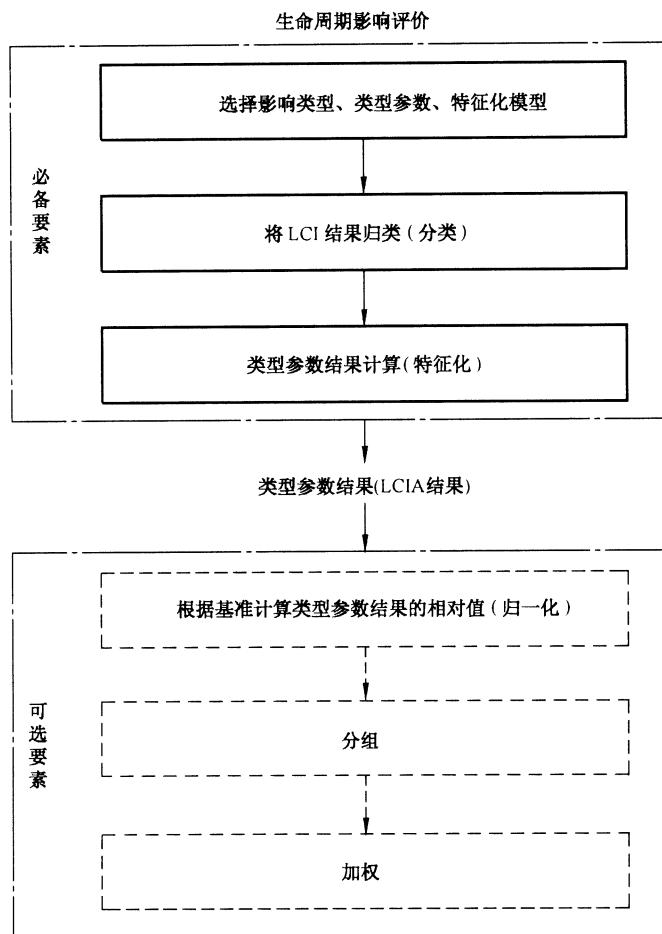


图 6 LCIA 阶段的要素

LCIA 阶段中的必备要素用来将 LCI 结果转换为影响类型参数结果, 可选要素用来将参数结果归一化、分组或加权, 可选要素还包括数据分析技术。

生命周期影响评价示例参见附录 E。

7.3.2 必备要素

7.3.2.1 概述

必备要素用于定量计算 LCI, 得到环境影响指标(以参数结果表示), 各影响类型的参数结果共同构成产品系统的 LCIA 概要。

必备要素包括选择影响类型、分类和特征化。以温室气体排放对全球气候的潜在影响为例, 可以选择全球气候变暖这一影响类型, 以红外线辐射强度作为其类型参数, 选择政府间气候变化专业委员会(IPCC)提出的全球变暖潜能指数(GWP)模型进行特征化, 将每种温室气体的 LCI 结果折合为二氧化

碳当量，再对各种温室气体的计算结果进行合并，就得到以二氧化碳当量总数表示的参数结果。

7.3.2.2 选择影响类型

对于大部分 LCA 研究,通常选择现有的影响类型、类型参数和特征化模型,见 GB/T 26119—2010 表 1。然而,在有些情况下,现有的影响类型、类型参数和特征化模型不能满足 LCA 研究目的和范围的需要,可以定义新的影响类型、类型参数和特征化模型。

7.3.2.3 分类

分类是将 LCI 结果划分到所选的影响类型，以便更清晰地显现与该结果相关的环境问题。

除非研究目的和范围另有规定,LCI结果的影响类型划分应符合GB/T 26119—2010中5.4.2.2的规定。

7.3.2.4 特征化

特征化即计算类型参数结果,包括下列两个计算步骤:

- a) 选择并使用特征化因子将已归类的 LCI 结果换算为同一单位；
 - b) 将转换后的 LCI 结果进行合并，形成类型参数结果。

类型参数结果按式(1)计算.

式中：

$C_{i,F}$ ——基于功能单位 F 的影响类型 i 的参数结果;

$Q_{g,F}$ —— 基于功能单位 F 的基本流 g 清单分析结果；

$CF_{j,g}$ ——生命周期清单基本流 g 对影响类型 j 的特征化因子, 特征化因子来源于所选择的特征化模型。

7.3.3 可选要素

7.3.3.1 概述

除了 LCIA 必备要素之外,还可根据 LCA 的目的和范围,选择归一化、分组、加权、数据质量分析等可选要素。这些可选要素可以使用来自 LCIA 框架外的信息,对这些信息的使用宜做出解释,并予以记录。

归一化、分组和加权方法的应用应与 LCA 研究的目的和范围保持一致,所采用的方法和计算都应做出书面说明以增加透明性。

7.3.3.2 归一化

归一化是根据所选择的基准系统信息计算类型参数结果的大小,通常选定一个基准值作除数对类型参数结果进行转化。

归一化按式(2)计算:

武中。

$\bar{C}_{i,F}$ ——基于功能单位 F 的影响类型 i 的归一化结果;

$C_{F,E}$ ——基于功能单位 E 的影响类型 ; 参数结果;

V_p ——归一化基准值。例如特定范围内(如全球、区域或局部)的排放总量或资源消耗总量;特定

范围内的人均(或类似均值)排放总量或资源消耗总量;基准线情景方案,例如特定的备选产品系统的输入和输出等。

基准系统的选择宜考虑以下方面：

- 环境机制和基准值在时间和空间范围上的一致性；
 - 可选择若干个基准系统，以便从不同角度分析类型参数结果的影响，更充分地得出 LCIA 阶段结论；
 - 敏感性分析可有助于选择基准系统。

7.3.3.3 分组

分组是对影响类型进行分类并尽可能排序,见 GB/T 24044—2008 中 4.4.3.3 的规定。

7.3.3.4 加权

加权是用基于价值选择的数值因子(权重)对各个影响类型的参数结果进行转化,必要时加以合并。加权合并按式(3)计算:

式中：

R_F —— 基于功能单位 F 的产品系统环境影响加权结果；

$C_{i,F}$ ——基于功能单位 F 的影响类型 j 的参数结果或其归一化结果；

μ_j ——影响类型 j 的权重因子。

加权前的数据宜保留,其他要求见 GB/T 24044—2008 中 4.4.3.4 的规定。

7.3.3.5 数据质量分析

数据质量分析是为更好的理解类型参数结果的可靠性以及 LCIA 结果的重要性、不确定性和敏感性。数据质量分析的有关方法及其作用,见 GB/T 24044—2008 中 4.4.4.2 的规定。

由于 LCA 是一个反复的过程,数据质量分析结果可能对 LCI 阶段也具有指导作用,例如修正取舍准则或收集原来被忽略的数据。

7.4 LCIA 的局限性

LCIA 仅涉及目的和范围中所识别的环境问题，因此 LCIA 不是对所研究机械产品系统的所有环境问题的完整评价。

LCIA 具有一些内在的局限性：

- a) 在选择影响类型、类型参数和特征化模型以及进行归一化、分组、加权和实施其他程序时都须使用价值选择。
 - b) LCIA 一般不包含有关时间、空间、阈值和剂量—反应等方面信息，并把一段时间和(或)空间内的排放或活动加以合并，因而削弱了参数结果的环境关联性。
 - c) 由于下述原因，LCIA 有时不能反映影响类型和备选产品系统类型参数结果中的重大差别，或不同影响类型的类型参数准确度可能不同：
 - 特征化模型和相应的环境机制之间的差异，例如空间和时间范围的差异；
 - 应用简化、假定时的差异；
 - 现有科学知识的差异；
 - 来自 LCI 阶段的局限，如由于取舍和数据缺失使设定的系统边界未纳入可能的所有单元过程或未包括各单元过程的所有输入和输出；

- 来自 LCI 阶段的局限,例如由于分配和合并程序的不确定性或差异产生的数据质量问题;
 - 收集的清单数据对每种影响类型的适宜性和代表性不够所带来的局限。
- d) LCIA 结果不对类型终点、超出阈值、安全极限或风险等影响进行预测。

8 生命周期解释

生命周期解释要求应符合 GB/T 24044—2008 中 4.5 的规定。

9 报告

报告应符合 GB/T 24044—2008 第 5 章的规定。如支持Ⅲ型环境声明报告,还需包括以下信息:

- 公司/组织的描述(包括企业联系方式、生产过程或其他需说明的特别信息);
- 产品或服务的描述(包括产品名称、功能用途、组成成分、技术性能、制造、运输、使用等信息);
- 报告的有效期;
- 产品的可追溯性(包括产品编号、生产批次、生产信息、质量记录等信息);
- 生命周期评价信息(功能单位、系统边界、数据描述、数据取舍准则、数据质量、数据收集与计算程序、环境影响结果、附加环境信息等);
- 评价的验证(验证机构、验证结论等)。

10 鉴定性评审

鉴定性评审要求应符合 GB/T 24044—2008 中第 6 章的规定。

附录 A
(资料性附录)
评价目的与范围确定示例

A.1 在对产品开展评价前,需要对评价目的、原则等进行总体性描述,以便于评价过程的开展。

A.2 表 A.1 给出了减速机 LCA 评价目的与范围确定的示例。

表 A.1 减速机 LCA 评价目的与范围确定示例

评价产品	ZDY200-1.25-1 减速机			沟通对象	生产企业			
评价目的	(1) 对减速机制造工艺过程能耗等进行评价,为企业制造工艺能耗优化提供决策指导。 (2) 积累减速机生命周期环境影响数据,评价减速机生命周期潜在环境影响,为企业进行减速机绿色设计提供建议,为不同减速机产品方案间比较提供评判依据							
开展理由	了解减速机生命周期环境影响,改善企业生产管理,获取制造节能减排机会;改进减速机设计方案,提升产品环境性能;开展企业产品生命周期绿色管理							
功能单位选择	功能单位为制造一台 ZDY200-1.25-1 减速机,其使用寿命为 8 000 h。以此为数据收集基准							
单元 过程	划分	原材料获取	制造阶段	使用阶段	回收处理阶段			
	数据质量要求	现场数据	现场数据	现场数据	数据库数据			
影响类型、类型参数、评价模型确定	为了保证数据的可获得性和案例分析的完整性和简洁性,影响评价方法以 CML2001 的方法和数据为基础,只对 LCI 结果进行分类和特征化,不进行归一化。 选用的环境评价指标:全球变暖、酸化、富营养化、臭氧层破坏以及光化学氧化							
确定 LCIA 可选要素								
相关方确认								

附录 B
(资料性附录)
数 据 来 源

B.1 现场数据来源

现场数据来源方式主要有：

- 单元过程数据(在机械产品各单元过程收集范围内所确定的数据)。该类数据可以是单元过程现场仪器仪表记录的数据,也可以是经现场记录统计处理后的数据(例如生产车间记录数据经分配后所得到的数据)。
- 实验、测试数据。通过专门的实验、测试工作而获取的数据。整个过程应遵照严格的工作程序,每个实验、测试的测点数和每个测点的重复次数应严格按标准执行,整个过程都应有详细的实验、测试记录,每份记录都要由实验、测试人员和校核人员签字确认。如有异常数据,应认真分析,不能随意剔除。对数据各种背景情况应详细描述,如温度、压力、噪声、转速、电压、电流等。

B.2 数据库数据来源

数据库数据来源方式主要有(但不限于)：

- 标准技术数据。指已列入标准的技术数据,这些数据都是经过规范的实验、测试获得的数据,有较高的应用价值,可信度高。
- 历史积累数据。指各专业领域在长期的生产、研究实践中积累的科学数据,已编入专业手册或得到行业公认。对这些数据的采用,首先需要剔除不适用的数据,对需要更新、充实的数据需做补充试验(试验按有关专业标准执行),适用的数据需经有关专业的专家审核,必要时对某些数据进行校核(例如对科研成果数据,需要与成果取得人联系,了解数据获取的实际情况,并对获得数据的背景资料加以记录和描述,并由专家从真实性、完整性等方面进行审核)。
- 统计计算数据。指在特定范围内,为了特定目标进行统计或计算产生的数据。统计计算数据必须先设计所需统计计算的各项技术指标、数据格式和样本数、被统计样本的规格、型号必须一致。然后用概率分析方法对各项技术指标做出判断,提供有参数价值的数据。

附录 C
(资料性附录)
数据要求

C.1 数据取舍原则

数据取舍应遵守以下原则：

- 物质准则：当机械产品生命周期每个单元过程中，一种物质输入的累计量超过该产品系统物质输入总量一定比例时，就要对该物质进行识别并纳入系统输入。
- 能量准则：当机械产品生命周期每个单元过程中，一种能量输入的累计量超过该产品系统能量输入总量一定比例时，就要对该能量进行识别并纳入系统输入。
- 环境关联性准则：当机械产品生命周期每个单元过程中，一种环境影响相关的要素数据量超过该要素数据估计量一定比例时，就要对该要素进行识别并纳入系统边界。例如，如二氧化硫作为一种环境影响要素，先对机械产品系统中二氧化硫的排放规定一个阈值，当数据量超过设定阈值一定比例时，则将其纳入系统输入。
- 当研究结果是用于支持面向公众的比较性论断时，对输入和输出数据所作的最终敏感性分析必须包括上述物质、能量和环境关联性准则。这一过程所识别出的输入都应按照基本流要求进行处理。
- 宜确定需追溯到其他的产品系统中的输入输出数据，包括要分配的流。
- 宜对系统进行详尽而明确的表述，以保证能反复进行清单分析。

C.2 数据质量要求

C.2.1 现场数据

对现场取得的数据，应控制影响数据质量的因素，并对其进行记录和说明。

例如影响现场测试数据不确定性的因素包括：

- 试样材质符合标准要求的程度；
- 试验设备(仪器)符合标准要求的程度；
- 数据测试是否按标准程序进行；
- 数据处理是否按标准要求处理。

为加强对数据不确定性的控制，要求数据提供者在提供数据的同时，需提供数据变化范围，或提供数据生产时的测试设备(仪器)的规格型号、测试精度、测试方法、数据采集中的样本数和测点数等背景资料，以便对数据的不确定性有一个基本判断。

C.2.2 数据库数据

应制定和遵循数据库选择原则，并根据数据质量和工作效率等方面选择数据库。

例如，为得到机械产品物料、能源在上游生产过程中的资源消耗与环境排放，以及所有外运废弃物在后续处理过程中的资源消耗与环境排放，可按下列原则选择数据库数据进行计算：

- 数据库应有公开的数据库指南，说明数据库开发方法；
- 每个数据集应有完整的文档说明其模型完整性、数据代表性、数据来源说明和同行评审意见；

——宜对每个采用的数据进行数据质量标识。

C.3 数据质量标识

数据质量标识指标、符号及说明见表 C.1。

表 C.1 数据质量标识及说明

数据质量指标	符号	标识说明
时间跨度	Q1	例如数据获取时间可分 1 年内、1 年～5 年、5 年～10 年、10 年以上标识
地域范围	Q2	例如数据获取范围可分局地、地区、国家、大洲、全球分别标识
技术覆盖面	Q3	例如按当前最高技术水平、平均技术水平、最差技术水平或技术组合分别标识
精度	Q4	例如可根据数据方差大小划定精度级别
完整性	Q5	例如按 80% 以上、60%～80%、40%～60%、40% 以下分别标识
代表性	Q6	例如按生产现场数据、实验测试数据、标准技术数据、历史积累、统计计算数据
一致性	Q7	例如可按很高、较高、一般、较低、很低标识
可再现性	Q8	例如可按很好、较好、一般、较差、很差标识
可追溯性	Q9	例如可按很好、较好、一般、较差、很差标识
不确定性	Q10	例如可按很高、较高、一般、较低、很低标识

附录 D
(资料性附录)
数据收集表示例

D.1 数据收集示例**D.1.1 用于上游运输数据收集表示例**

本例中需要收集数据的中间产品的名称和吨数已经记录在要研究的系统模型中。本例假定两个有关单元过程之间的运输方式为公路运输,见表 D.1。同样的收集表也适用于铁路和水路运输。

表 D.1 上游运输数据收集表示例

公路运输							
中间产品名称	来源地	目的地	里程 km	车型	额定负载 t	实际负载 t	返回负载 t
毛坯	济南	徐州	330	东风 DFL3250AW	14.6	13.5	0

D.1.2 用于内部运输数据收集表示例

本例为工厂的内部运输清单,其中的数据取自一个特定时段,给出能源消耗的实际数量。如果还需要来自其他时段的最大值和最小值,可在表 D.2 中增添新的栏目,见表 D.2。

表 D.2 内部运输数据收集表示例

中间产品名称	运输设备	能源消耗	
		能源类型	消耗量
齿轮半成品	叉车	电能	$4\ 032 \times 10^3$ kJ
齿轮半成品	传动起重器	电能	$1\ 080 \times 10^3$ kJ

能源类型包括:电能、柴油、汽油、液化石油气等。

D.1.3 用于单元过程的数据收集表示例(见表 D.3)

表 D.3 单元过程数据收集表示例

单元过程数据收集表										
制表人				制表日期						
单元过程标识				报送地点						
时段(年)				起始月		终止月				
单元过程表述							数据质量标识			
							Q1	Q2		
							Q3	Q4		
							Q5	Q6		
输入	材料输入	单位	数量	取样程序表述(如需要可添加附页)	来源					
	水耗	单位	数量	取样程序表述	来源					
	能量输入	单位	数量	取样程序表述	来源					
输出	产品输出	单位	数量	取样程序表述	目的地					
	空气排放(废气)	单位	数量	取样程序表述	地点					
	液体排放(废液)	单位	数量	取样程序表述	地点					
	固体排放(废弃物)	单位	数量	取样程序表述	地点					
	其他排放	单位	数量	取样程序表述	目的地					

D.2 零件生命周期清单分析表示例(见表 D.4)

表 D.4 零件生命周期清单分析表示例

	物料	单位	序号 标识	生命周期阶段			
				原材料生产	加工阶段	使用阶段	回收阶段
输入	水	L	I ₅				
	磁粉	kg	I ₂				
	乳化液	L	I ₃				
	电	kJ	I ₄				
				
输出	空气排放	二氧化硫	kg	O ₁₁			
		PO ₄ ³⁻	kg	O ₁₂			
		二氧化碳	kg	O ₁₃			
		CFC-11	kg	O ₁₄			
		C ₂ H ₄	kg	O ₁₅			
		固体颗粒物	kg	O ₁₆			
		甲烷	kg	O ₁₇			
		苯	kg	O ₁₈			
	固体排放			
		粉尘	kg	O ₂₁			
		煤灰	kg	O ₂₂			
	水体排放			
		COD	kg	O ₃₁			
		悬浮物	kg	O ₃₂			
		氯化物	kg	O ₃₃			
		硫	kg	O ₃₄			
		废水	L	O ₃₅			
		回收油	L	O ₂₃			
	其他排放			

附录 E
(资料性附录)
机械产品生命周期影响评价示例

表 E.1 给出了机械产品生命周期影响评价过程示例。对类型参数结果进行计算,可参考 GB/T 26119—2010 附录 B。

表 E.1 机械产品生命周期影响评价过程表示例

分类			特征化			归一化		分组及加权		评价结果			
影响类型	类型参数	对应清单序号	特征化因子	清单量化值	类型量化值	归一化系数	归一化结果	所属分组	权重因子 a^a	分组列表	合计	权重因子 b^b	总计

注: 本示例表参考 CML 2001 模型^[2]。权重因子的确定需要根据各因素所体现的重要性进行合理的分配。

^a 权重因子 a 为影响类型对应分组的权重。
^b 权重因子 b 为分组对应最终评价结果的权重。

参 考 文 献

- [1] GB/T 30052—2013 钢铁产品制造生命周期评价技术规范(产品种类规则)
 - [2] Guinée, J.B., Gorrée, M., Heijungs, R., etcl. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I:LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002
-