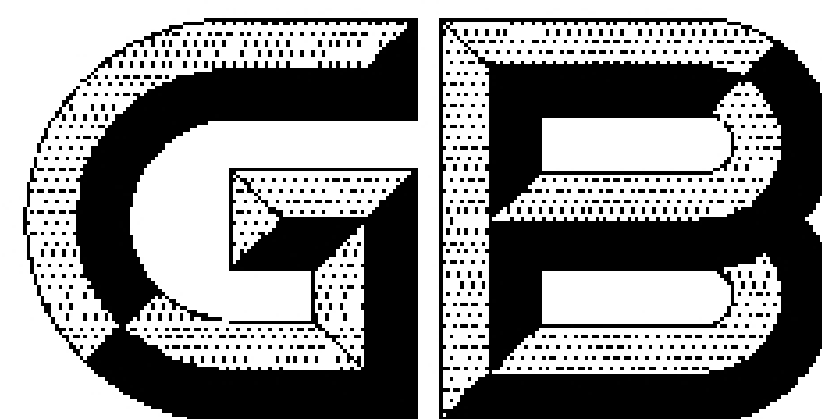




# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32161—2015

## 生态设计产品评价通则

General principles for eco-design product assessment

2015-10-13 发布

2016-05-01 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 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 评价原则和方法 ..... 2

    4.1 评价原则 ..... 2

    4.2 评价方法和流程 ..... 2

5 评价要求 ..... 3

    5.1 基本要求 ..... 3

    5.2 评价指标要求 ..... 3

6 生命周期评价报告编制方法 ..... 4

    6.1 编制依据 ..... 4

    6.2 报告内容框架 ..... 5

附录 A（规范性附录） 生态设计产品评价规范内容框架 ..... 6

附录 B（规范性附录） 工业产品生命周期评价方法框架 ..... 7

附录 C（资料性附录） 数据收集表格示例 ..... 13

附录 D（资料性附录） 产品生态设计改进方案优先排序方法及示例 ..... 16

参考文献 ..... 19



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由工业和信息化部节能与综合利用司提出。

本标准由全国环境管理标准化技术委员会环境意识设计分技术委员会(SAC/TC 207/SC 6)归口。

本标准起草单位：中国标准化研究院、中国轻工业清洁生产中心、北京工商大学、永兴鑫裕环保镍业有限公司、衡阳运输机械有限公司。

本标准起草人：付允、林翎、陈健华、高东峰、唐玲、陈亮、吴丽丽、黄讲、孙晓峰、靳玉娟、曹喜平、陈庚龙、陈岳飞、廖纯德。



# 生态设计产品评价通则

## 1 范围

本标准规定了生态设计产品评价的术语和定义、评价原则和方法、评价要求、生命周期评价报告编制方法。

本标准适用于具体生态设计产品评价规范的编制。

## 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 7635.1 全国主要产品分类与代码 第1部分:可运输产品

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 23331 能源管理体系 要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 28001 职业健康安全管理体系 规范

## 3 术语和定义

GB/T 24040 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**工业产品 industrial products**

工业企业生产活动所创造的、符合原定生产目的和用途、可用于市场销售的物质产品。

注:按其用途,可分为原材料、设备、组装件、零部件、供应品。

### 3.2

**生态设计 eco-design**

按照全生命周期的理念,在产品的设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、销售、使用、回收、处理等各个环节对资源环境造成的影响,力求产品在全生命周期中最大限度降低资源消耗、尽可能少用或不用含有有毒有害物质的原材料,减少污染物产生和排放,从而实现环境保护的活动。

### 3.3

**生态设计产品 eco-design product**

符合生态设计理念和评价要求的产品。

### 3.4

**评价指标基准值 reference value of assessment indicator**

为评价产品生态设计而设定的指标参照值。



3.5

**现场数据 field data**

通过直接定量测量方式获得的产品生命周期活动数据。

3.6

**背景数据 background data**

通过直接测量以外的来源获得的产品生命周期数据。

3.7

**生命周期评价报告 report for life cycle assessment**

依据生命周期评价方法编制的,用于披露产品生态设计情况以及全生命周期环境影响信息的报告。

4 评价原则和方法

4.1 评价原则

4.1.1 生命周期评价与指标评价相结合的原则

依据生命周期评价方法,考虑工业产品的整个生命周期,从产品设计、原材料获取、产品生产、产品使用、废弃后回收处理等阶段,深入分析各阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素,选取不同阶段的、可评价的指标构成评价指标体系。不同类型的产品应建立不同的生态设计评价指标体系,作为评估筛选生态设计产品的准入条件。在满足评价指标要求的基础上,采用生命周期评价方法,开展生命周期清单分析,进行生命周期影响评价,编制生命周期评价报告并作为评价生态设计产品的必要条件。

4.1.2 环境影响种类最优选取原则

为降低生命周期生命评价的难度,应根据产品特点,宜选取具有影响大、社会关注度高、国家法律或政策明确要求的环境影响种类,通常可在气候变化、臭氧层破坏、水体生态毒性、人体毒性-癌症影响、人体毒性-非癌症影响、可吸入颗粒物、电离辐射-人体健康影响、光化学臭氧生成潜势、酸化、富营养化-陆地、富营养化-水体、水资源消耗、矿物和化石能源消耗、土地利用变化等种类中选取,选取的数量不宜过多。

4.2 评价方法和流程

4.2.1 评价方法

本标准采用指标评价和生命周期评价相结合的方法。具体生态设计产品评价规范的内容框架见附录 A。

工业产品应同时满足以下两个条件,可判定为生态设计产品:

- a) 满足基本要求(见 5.1)和评价指标要求(见 5.2);
- b) 提供产品生命周期评价报告(见 6.2)。

4.2.2 评价流程

根据评价对象的特点,明确评价的范围;根据评价指标体系中的指标和生命周期评价方法,收集需要的数据,同时要对数据质量进行分析;对照基本要求和评价指标要求,对产品进行评价,符合基本要求和评价指标要求的产品,可判定该产品符合生态设计产品的评价要求;产品符合基本要求和评价指标要求的生产企业,还应提供该产品的生命周期评价报告。评价流程见图 1。



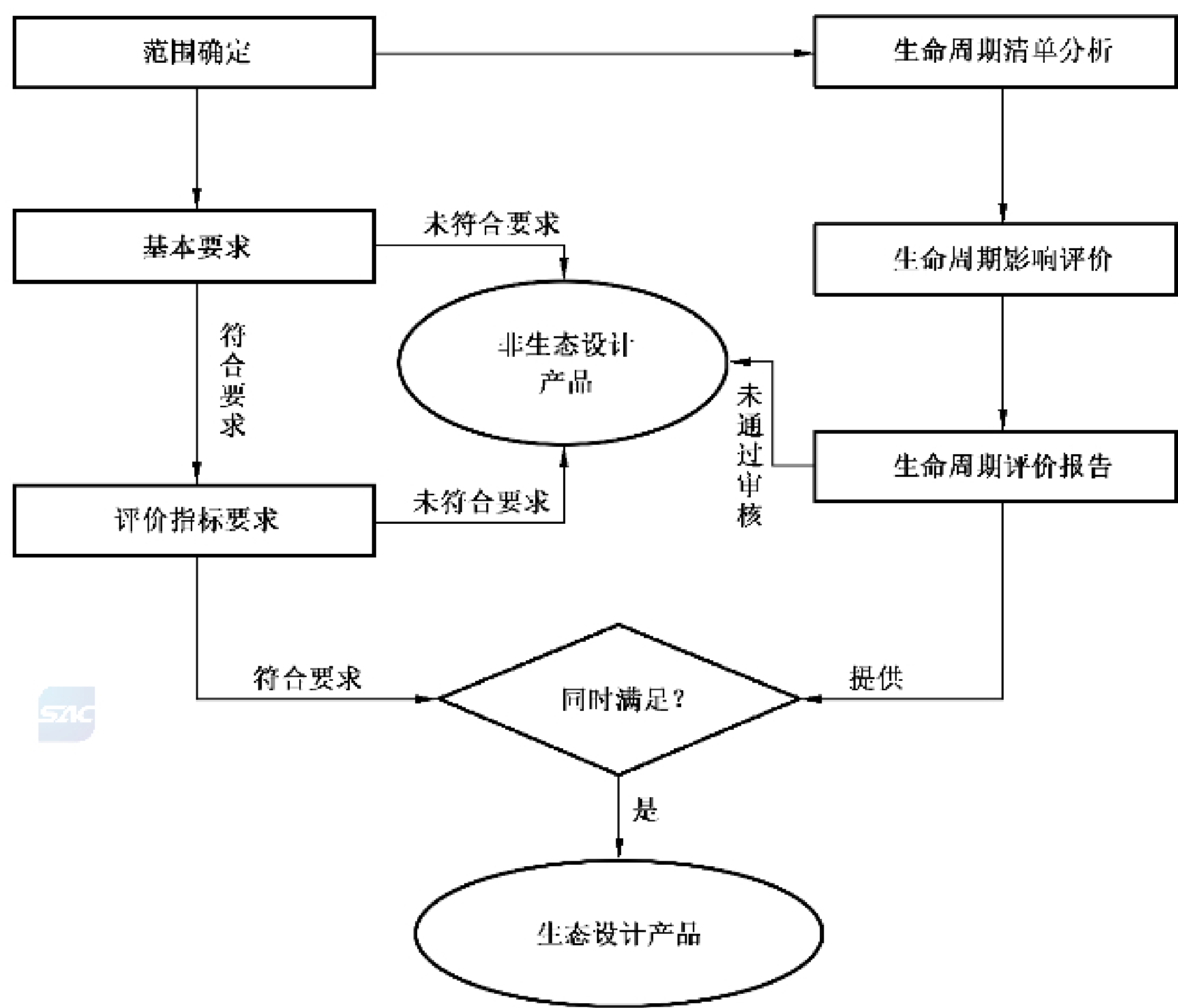


图 1 生态设计产品评价流程

5 评价要求

5.1 基本要求

生产企业应满足以下要求,包括但不限于:

- a) 产品生产企业的污染物排放状况,应要求其达到国家或地方污染物排放标准的要求,近三年无重大安全和环境污染事故;
- b) 清洁生产水平行业领先;
- c) 产品质量、安全、卫生性能以及节能降耗和综合利用水平,应达到国家标准、行业标准的相关要求;
- d) 宜采用国家鼓励的先进技术工艺,不得使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质;
- e) 生产企业的污染物总量控制,应达到国家和地方污染物排放总量控制指标;
- f) 生产企业的环境管理,应按照 GB/T 24001、GB/T 23331、GB/T 19001 和 GB/T 28001 分别建立并运行环境管理体系、能源管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系;
- g) 生产企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具,并根据环保法律法规和标准要求配备污染物检测和在线监控设备。

5.2 评价指标要求

5.2.1 评价指标构成

指标体系可由一级指标和二级指标组成。一级指标宜包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。二级指标应标明所属的生命周期阶段,即产品设计、原材料获取、产品生产、产品



使用和废弃后回收处理等阶段。评价指标示例见附录 A。

5.2.2 指标选取

5.2.2.1 资源属性指标

资源属性重点选取原材料(零部件)中有毒有害物质控制、再生料利用、便于回收的零部件标识、生产阶段包装物材料及回收利用、生产阶段水资源消耗等方面的指标。资源属性指标可包括但不限于：

- a) 含有有毒有害物质的原材料(零部件)使用方面,应提出禁止或限量使用有毒有害物质方面的指标;
- b) 再生料利用方面,应提出再生料使用比例等方面的指标;
- c) 便于回收的零部件标识,应要求标识出产品零部件的材料类别,以便于回收利用;
- d) 生产阶段包装物材料及回收利用方面,应提出包装物减量化要求、包装物材料要求、包装物标识标志等方面的指标;
- e) 生产阶段水资源消耗方面,应提出单位产品取水量、水的重复利用率等指标。

5.2.2.2 能源属性指标

能源属性重点选取生产过程、使用过程中能源消耗方面的指标。能源属性指标可包括但不限于单位产品综合能耗、终端用能产品能效、余热余压回收利用率等指标。

5.2.2.3 环境属性指标

环境属性重点选取生产过程中污染物排放、使用过程中有毒有害物质释放或以及产品废弃后回收利用等方面的指标。环境属性指标可包括但不限于：

- a) 污染物排放方面,应提出严于国家污染物排放标准的要求;
- b) 产品废弃后回收利用方面,应提出产品废弃后回收利用率等指标。

5.2.2.4 产品属性指标

产品属性重点选取现有产品标准中没有覆盖的产品设计、质量性能、安全性能以及产品说明等方面的指标,可以包括产品本身有毒有害物质质量分数控制方面的指标,不宜将原材料中有毒有害物质限量、回收利用、包装等方面的指标纳入其中。

5.2.3 指标基准值确定

应根据产品和行业特点,以评价筛选生态设计产品为目的,经过一定规模的测试,并在广泛征询行业专家、生产厂商意见的基础上,科学、合理确定指标基准值。在确定指标基准值时,以当前国内 20% 的该类产品达到该基准值要求为取值原则。

5.2.4 检验方法和指标计算方法

制定的标准中应在附录中给出每个指标的计算方法或检测方法。应在评价指标要求表格中给出判断依据,见表 A.1。

6 生命周期评价报告编制方法

6.1 编制依据

应依据附录 B 中的工业产品生命周期评价方法框架建立具体产品的生命周期评价方法学,并依据



此方法学编制生命周期评价报告。

## 6.2 报告内容框架

### 6.2.1 基本信息

报告应提供报告信息、申请者信息、评估对象信息、采用的标准信息等基本信息。其中,报告信息包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期等,申请者信息包括公司全称、组织机构代码、地址、联系人、联系方式等,评估对象信息包括产品型号/类型、主要技术参数、制造商及厂址等,采用的标准信息应包括标准名称及标准号。



### 6.2.2 符合性评价

报告中应提供对基本要求和评价指标要求的符合性情况,并提供所有评价指标报告期比基期改进情况的说明。其中报告期为当前评价的年份,一般是指产品参与评价年份的上一年;基期为一个对照年份,一般比报告期提前1年。

### 6.2.3 生命周期评价

#### 6.2.3.1 评价对象及工具

报告中应详细描述评估的对象、功能单位和产品主要功能,提供产品的材料构成及主要技术参数表,绘制并说明产品的系统边界,披露所使用的基于中国数据的生命周期评价工具。

#### 6.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应提供考虑的生命周期阶段,说明每个阶段所考虑的清单因子及收集到的现场数据或背景数据,涉及到数据分配的情况应说明分配方法和结果。

#### 6.2.3.3 生命周期影响评价

报告中应提供产品生命周期各阶段的不同影响类型的特征化值,并对不同影响类在各生命周期阶段的分布情况进行比较分析。

### 6.2.4 生态设计改进方案

在分析指标的符合性评价结果以及生命周期评价结果的基础上,提出产品生态设计改进的具体方案。

### 6.2.5 评价报告主要结论

应说明该产品对评价指标的符合性结论、生命周期评价结果、提出的改进方案,并根据评价结论初步判断该产品是否为生态设计产品。

### 6.2.6 附件

报告中应在附件中提供:

- a) 产品样图或分解图;
- b) 产品零部件及材料清单;
- c) 产品工艺表(包括零件或工艺名称、工艺过程等);
- d) 各单元过程的数据收集表;
- e) 其他。



附 录 A  
(规范性附录)  
生态设计产品评价规范内容框架

《生态设计产品评价规范 ××产品》内容框架如下：

- a) 前言。
- b) 适用范围。
- c) 规范性引用文件。
- d) 术语和定义。
- e) 评价要求：
  - 基本要求；
  - 评价指标要求,具体格式见表 A.1；
  - 检验方法和指标计算方法(应放在附录中)。
- f) 生命周期评价报告编制方法：
  - 生命周期评价方法(应放在附录中)；
  - 生命周期评价报告框架。
- g) 评价方法。

表 A.1 ××产品评价指标

| 一级指标 | 二级指标 | 单位 | 基准值 | 判定依据 | 所属阶段 |
|------|------|----|-----|------|------|
| 资源属性 |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |
| 能源属性 |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |
| 环境属性 |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |
| 产品属性 |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |
|      |      |    |     |      |      |





**附 录 B**  
(规范性附录)  
**工业产品生命周期评价方法框架**

## **B.1 概况**

依据 GB/T 24040 和 GB/T 24044,建立每类产品的生命周期评价方法学。产品宜参考 GB/T 7635.1 进行分类。

生命周期评价的过程应包括目的和范围确定、清单分析、影响评价、解释和报告等。具体如下:

- a) 目的和范围确定:研究确定评价的目的,确定评价对象及功能单位,界定系统边界和时间边界,明确影响类型、必备要素和可选要素,提出数据及其质量要求,给出评价报告的形式。
- b) 清单分析:主要包括数据收集准备、数据的收集、数据的确认、数据与单元过程的关联、数据与功能单位的关联、清单计算方法、数据合并、数据的分配等。
- c) 影响评价:选取影响类型、类型参数和特征化模型,将生命周期清单数据划分到所选的影响类型,计算类型特征化值。
- d) 解释和报告:综合考虑清单分析和影响评价,对评价结果进行完整性、敏感性、一致性和不确定性检查,并对结论、建议和局限性进行说明,编制产品生命周期评价报告。

## **B.2 范围确定**

### **B.2.1 总则**

应根据评价目的确定评价范围,确保两者相适应。在某些情况下,可对评价范围进行调整,但需要对调整的内容和理由进行书面说明。

产品生命周期评价的范围应包括过程单元和基本流、系统边界、影响类型、假设和限制。

### **B.2.2 过程单元和基本流**

过程单元定性和定量描述了产品的功能和寿命,定义过程单元时可依据:

- a) 提供的功能或服务:“什么”;
- b) 功能或服务的范围:“多少”;
- c) 预期质量水平:“多好”;
- d) 产品的寿命:“多久”。

基本流是提供确定功能所需的产品量,评价中的所有输入和输出均与其有量的关系。

### **B.2.3 系统边界**

应根据供应链关系划定系统边界,包括从原材料提取到加工、生产、分配、储存、使用和寿命终止处理处置的所有阶段,以满足预期用途。系统边界应包括与过程单元与产品供应链有关的所有过程。

应绘制出产品的系统边界图,详细说明产品全生命周期过程中哪些部分和哪些过程包括在评价范围内。

### **B.2.4 数据取舍原则**

单元过程数据种类很多,应对数据进行适当的取舍,原则如下:



- a) 能源的所有输入均列出；
- b) 原料的所有输入均列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的项目输入可忽略；
- d) 大气、水体、土壤的各种排放均列出；
- e) 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- f) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略；
- g) 取舍原则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

**B.3 生命周期清单分析**

**B.3.1 总则**

应编制产品系统边界内的所有材料/能源输入和排放到空气、水及土壤的排放物清单，作为产品生命周期评价的依据。

应书面给出所有的计算程序和计算公式，所做的假设应给予明确说明。当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。然后，确定每个单元过程的基本流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出。此后，将各个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位的资源消耗和环境排放。最后，将产品各单元过程中相同影响因素的数据求和，以获取该影响因素的总量，为产品级的影响评价提供必要的

数据。

数据管理计划是管理数据和追踪产品数据清单编制过程的有效工具。数据管理计划可包括：

- a) 数据收集程序的描述；
- b) 数据来源；
- c) 计算方法；
- d) 数据传输、储存和备份程序；
- e) 数据收集、输入和处理活动，数据文件和排放量计算的质量控制和评审程序。

**B.3.2 数据收集**

**B.3.2.1 概况**

应将以下阶段的数据纳入数据清单：

- a) 原材料采购和预加工；
- b) 生产；
- c) 产品分配和储存；
- d) 使用；
- e) 回收处理。

**B.3.2.2 现场数据采集**

通过直接测量、采访或问卷调查，从企业直接获得的数据为现场数据。数据宜包括过程的所有已知输入和输出。输入指消耗的能量、水、材料等。输出指产品、副产品和排放物。可将排放物分为：排至空气、水、土壤的排放物以及作为固体废弃物的排放物。数据收集表参见附录 C。

典型现场数据来源包括：

- a) 过程级或装置级消耗数据；
- b) 耗材清单以及库存/存货变化；
- c) 排放测量值(气体和废水排放物的数量和浓度)；



- d) 产品和废物的成分；
- e) 采购和销售部门。

对于产品系统边界上游或内部消耗的电网电力,应使用区域供应商现场数据。

### B.3.2.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。背景数据可为行业平均数据。所使用数据的来源应有清楚的文件记载并应载入产品生命周期评价报告。

### B.3.2.4 生命周期各阶段数据采集

#### B.3.2.4.1 原材料采购和预加工阶段(从摇篮到大门)

该阶段始于从大自然提取资源,结束于产品组件进入产品生产设施,可能包括:

- a) 资源开采和提取；
- b) 所有材料的预加工,例如煤炭洗选等；
- c) 转换回收的材料；
- d) 生物材料的光合作用；
- e) 树木或作物种植和收获；
- f) 提取或预加工设施内部或预加工设施之间的运输。

#### B.3.2.4.2 生产阶段

该阶段始于产品组件进入生产场址,结束于成品离开生产设施。生产活动的示例包括化学处理、制造、制造过程中半成品的运输、零部件组装、包装等。

#### B.3.2.4.3 产品分配和储存阶段

该阶段为产品从生产工厂向消费者的转移和储存过程,示例包括仓库照明和供暖用能量输入、仓库和运输车辆内制冷剂的使用、车辆的燃料使用等。

应考虑运输参数包括运输方式、车辆类型、燃料消耗量、装货速率、回空数量和运输距离。

宜考虑的运输参数包括运输基础设施、起重机、运输机等其他资源和工具。

#### B.3.2.4.4 使用阶段

该阶段始于消费者或终端用户拥有产品,结束于丢弃所用产品且运至回收或废物处理设施。示例包括使用/消费模式、位置、时间以及假定的产品使用阶段期限,使用期间的资源消耗,使用期间产品的修理和维护。

#### B.3.2.4.5 回收处理阶段

该阶段始于用户抛弃所使用的产品,结束于产品作为废物返回自然界或进入另一产品的生命周期。示例包括收集和运输寿命终止产品和包装、拆除组件、分类、转换成回收材料、堆肥、填埋、焚化等。

### B.3.3 数据计算

数据收集后,应对所收集数据的有效性进行检查,确保数据符合质量要求。将收集的数据与单元过程进行关联,同时与功能单位的基本流进行关联。

合并来自相同数据类型(比如土壤排放)、相同物质(如 CO<sub>2</sub>)、不同单元过程的数据,以得到整个产品系统的能源消耗、原材料消耗以及空气排放、水体排放和土壤排放数据。



**B.3.4 数据分配**

通常一个工业过程产出多种产品,并将副产品和废弃的产品通过再循环用作原材料。因此,需要给出具体的分配原则和分配程序,将资源输入和环境排放数据分配到各个产品或过程中。

数据分配一般按以下程序进行:

- a) 尽量避免或减少出现分配,可将原来收集数据时划分的单元过程再进一步分解,以便将那些与系统功能无关的单元排除在外;或者扩展产品系统边界,把原来排除在系统之外的一些单元过程包括进来。
- b) 基于物理关系的分配,如产品重量、数量、体积、热值等。
- c) 基于其他关系的分配,如产品产值或利润等。

**B.3.5 数据质量要求**

数据质量应遵循以下原则和要求:

- a) 完整性:充足的样本、合适的期间;
- b) 可信度:数据根据测量、校验得到;
- c) 时间相关:与评价目标时间差别小于3年;
- d) 地理相关:来自研究区域的数据;
- e) 技术相关:从研究的企业工艺过程和材料得到数据。

**B.4 生命周期影响评价**

**B.4.1 概述**

根据清单分析所提供的资源消耗数据以及各种排放数据,对产品系统潜在的环境影响进行评价,为生命周期解释提供必要的信息。

根据 GB/T 24040,生命周期影响评价分为必备要素和可选要素。必备要素包括影响类型、类型参数、特征化模型,将清单分析结果分类并划分到相应影响类型,类型参数结果的计算(特征化)。本标准因为不需要对类型参数结果进行归一化和加权计算,因此不涉及可选要素。

**B.4.2 影响类型选取**

影响类型可分为资源消耗、生态环境影响和人体健康危害三类。其中,资源消耗可包括水资源消耗、矿物和化石能源消耗;生态环境影响类型可从气候变化、酸化、富营养化-陆地、富营养化-水体、光化学臭氧生成潜势、臭氧层破坏、水体生态毒性、土地利用变化中进行选取;人体健康危害可包括人体毒性-癌症影响、人体毒性-非癌症影响、可吸入颗粒物、电离辐射-人体健康影响。

**B.4.3 数据归类**

根据清单因子的物理化学性质,将对某影响类型有贡献的因子归到一起。例如,将对气候变化有贡献的二氧化碳、甲烷、一氧化二氮、全氟碳等清单因子归到气候变化影响类型里面。

**B.4.4 分类评价**



应给出不同影响类型的特征化模型,并给出模型的出处。分类评价的结果采用表 B.1 中的物质当量表示。



表 B.1 工业产品影响类型和类型参数示例

| 影响类型        | 特征化模型                                      | 类型参数                                         | 来源                      |
|-------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
| 水资源消耗       | 瑞士生态匮乏模型                                   | m <sup>3</sup>                               | Frischknecht 等人,2008 年  |
| 矿物和化石能源消耗   | CML2002 模型                                 | kg, 锑(Sb)当量                                  | Van 等人,2002 年           |
| 气候变化        | 伯尔尼模型—全球 100 年时间范围内的全球变暖潜能值(GWP)           | kg, CO <sub>2</sub> 当量                       | 政府间气候变化专门委员会,2007 年     |
| 臭氧层破坏       | 在无限时间范围内基于世界气象组织(WMO)的臭氧消耗潜势(ODP)的 EDIP 模型 | kg, 三氯氟甲烷(CFC-11)当量                          | 世界气象组织,1999 年           |
| 水体生态毒性      | USEtox 模型                                  | 生态系统的比较毒性单位(CTUe)                            | Rosenbaum 等人,2008 年     |
| 人体毒性-癌症影响   | USEtox 模型                                  | 人类的比较毒性单位(CTUh)                              | Rosenbaum 等人,2008 年     |
| 人体毒性-非癌症影响  | USEtox 模型                                  | 人类的比较毒性单位(CTUh)                              | Rosenbaum 等人,2008 年     |
| 可吸入颗粒物      | RiskPoll 模型                                | kg, 直径为 2.5 μm 或更小的颗粒物(PM <sub>2.5</sub> )当量 | Humbert,2009 年          |
| 电离辐射-人体健康影响 | 人体健康影响模型                                   | kg, U235 当量(至空气中)                            | Dreicer 等人,1995 年       |
| 光化学臭氧生成潜势   | LOTOS-EUROS 模型                             | kg, 非甲烷挥发性有机化合物(NM VOC)当量                    | Van Zelm 等人,2008 年      |
| 酸化          | 累计超过数模型                                    | 摩尔, H <sup>+</sup> 当量                        | Seppälä 等人,2006 年       |
| 富营养化-陆地     | 累计超过数模型                                    | 摩尔, N 当量                                     | Seppälä 等人,2006 年       |
| 富营养化-水体     | EUTREND 模型                                 | 淡水: kg, P 当量; kg, N 当量                       | Struijs 等人,2009 年       |
| 土地利用变化      | 土壤有机质(SOM)模型                               | kg                                           | Milà i Canals 等人,2007 年 |

B.5 解释

B.5.1 总则

解释阶段应包括下述步骤:“评价产品生命周期模型的稳健性”“识别热点问题”以及“结论、限制和建议”。

B.5.2 产品生命周期模型的稳健性评价

产品生命周期模型的稳健性评价用于评价系统边界、数据来源、分配选择和生命周期影响类型等方法选择对结果的影响程度。

宜用于评价产品生命周期模型稳健性的工具包括:

- a) 完整性检查:评价数据清单,以确保其相对于确定的目标、范围、系统边界和质量准则完整。这包括过程范围的完整性(即,包含了所考虑的各供应链阶段的所有过程)和输入/输出范围(即,包含了与各过程相关的所有材料或能量输入以及排放量)。
- b) 敏感性检查:通过确定最终结果和结论是如何受到数据、分配方法或类型参数等的不确定性的影响,来评价其可靠性。



- c) 一致性检查：一致性检查的目的是确认假设、方法和数据是否与目的和范围的要求相一致。

### B.5.3 热点问题识别与改进方案确定

为了产生环境效益或至少将环境责任降至最低，应根据清单分析和影响评价阶段的信息提出一系列与所评价产品相关的生态设计改进方案。

评估人员根据产品生命周期评价结果提出的改进方案一般是广泛且全面的，并非所有的改进方案都能得到实施，需要从技术可行性、环境改进、经济效益、顾客增加值(CVA)影响、生产管理等方面评价改进方案，并进行优先排序，绘制实施者优先排序图和生命周期阶段优先排序图，具体方法参见附录 D。

注：顾客增加值是顾客感知的价值和发生的成本之间的差额，一个产品的价值只有被顾客感知到，才能够给企业带来收益。

### B.5.4 结论、建议和限制

应根据确定的产品生命周期评价的目标和范围阐述结论、建议和限制。结论宜包括评价结果、“热点问题”摘要和改进方案。





附录 C  
(资料性附录)  
数据收集表格示例

参照图 C.1 绘制每个单元过程的图,然后参照表 C.1 收集单元过程数据,最终汇总形成产品的数据清单(参见表 C.2)。

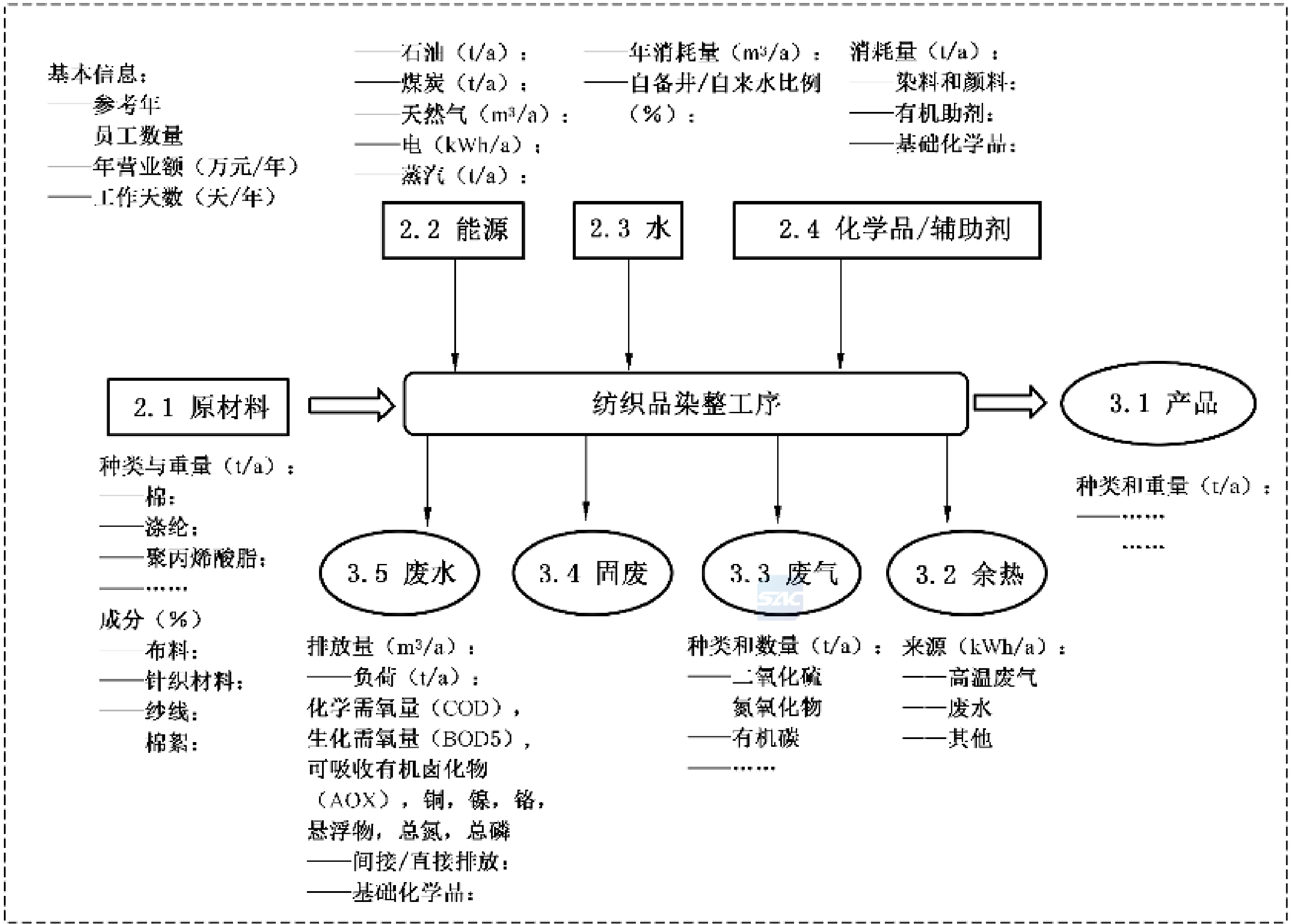


图 C.1 工序图:染整工序

表 C.1 单元过程数据收集表示例

|                  |    |       |        |      |
|------------------|----|-------|--------|------|
| 制表人：             |    | 制表日期： |        |      |
| 单元过程名称：          |    | 报送地点： |        |      |
| 时段：     年        |    | 起始月：  |        | 终止月： |
| 单元过程表述(如需要可加附页)  |    |       |        |      |
| 材料输入             | 单位 | 数量    | 取样程序描述 | 来源   |
|                  |    |       |        |      |
|                  |    |       |        |      |
|                  |    |       |        |      |
| 水消耗 <sup>a</sup> | 单位 | 数量    |        |      |
|                  |    |       |        |      |



表 C.1（续）

|                    |    |       |        |     |
|--------------------|----|-------|--------|-----|
| 制表人：               |    | 制表日期： |        |     |
| 单元过程名称：            |    | 报送地点： |        |     |
| 时段： 年              |    | 起始月：  | 终止月：   |     |
| 单元过程表述(如需要可加附页)    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
| 能量输入 <sup>b</sup>  | 单位 | 数量    | 取样程序描述 | 来源  |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
| 材料输出<br>(包括产品)     | 单位 | 数量    | 取样程序描述 | 目的地 |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
| 向空气排放 <sup>c</sup> | 单位 | 数量    | 取样程序描述 |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
| 向水体排放 <sup>d</sup> | 单位 | 数量    | 取样程序描述 |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
| 向土壤排放 <sup>e</sup> | 单位 | 数量    | 取样程序描述 |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
| 其他排放 <sup>f</sup>  | 单位 | 数量    | 取样程序描述 |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |
|                    |    |       |        |     |

注：此数据收集表中的数据是指规定时段内所有未分配的输入和输出。

<sup>a</sup> 例如地表水、饮用水。

<sup>b</sup> 例如重燃料油、中燃料油、轻燃料油、煤油、汽油、天然气、丙烷、煤、生物质、网电。

<sup>c</sup> 例如无机物：Cl<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、粉尘/颗粒物、F<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、HCl、HF、N<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>；有机物：烃、多氯联苯(PCB)、二噁英、酚类；金属：Hg、Pb、Cr、Fe、Zn、Ni。

<sup>d</sup> 例如，生化需氧量(BOD)、化学耗氧量(COD)、酸、Cl<sub>2</sub>、CN<sub>2</sub><sup>-</sup>、洗涤剂/油脂、溶解性有机物、F<sup>-</sup>、Fe<sup>2+</sup>、Hg<sup>+</sup>、烃、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、有机氯、其他金属、其他氮化合物、酚类、磷酸盐、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、悬浮物。

<sup>e</sup> 例如，矿物废物、工业混合废物、城市固体废物、有毒废物(列出属于本数据类型的化合物)。

<sup>f</sup> 例如，噪声、辐射、振动、恶臭、余热。



表 C.2 数据清单示例

| 参数               | 单位    | 数量     |
|------------------|-------|--------|
| 能量消耗(非基本流)       | MJ/kg | 115.5  |
| 电力(基本流)          | MJ/kg | 34.6   |
| 化石燃料(基本流)        | MJ/kg | 76     |
| 其他能量(非基本流)       | MJ/kg | 4.9    |
| 不可再生资源(非基本流)     | kg/kg | 2.7    |
| 天然气(基本流)         | kg/kg | 0.59   |
| 天然气和原料(基本流)      | kg/kg | 0.16   |
| 原油(基本流)          | kg/kg | 0.57   |
| 原油和原料(基本流)       | kg/kg | 0.48   |
| 煤炭(基本流)          | kg/kg | 0.66   |
| 煤炭和原料(基本流)       | kg/kg | 0.21   |
| 液化石油气(基本流)       | kg/kg | 0.02   |
| 水电(Mjel)(基本 LPG) | MJ/kg | 5.2    |
| 水(基本 LPG)        | kg/kg | 12 400 |
| 至空气的排放物(基本流)     |       |        |
| CO <sub>2</sub>  | g/kg  | 5 132  |
| CH <sub>4</sub>  | g/kg  | 8.2    |
| SO <sub>2</sub>  | g/kg  | 3.9    |
| No <sub>x</sub>  | g/kg  | 26.8   |
| CH               | g/kg  | 25.8   |
| CO               | g/kg  | 28     |
| 至水的排放物(基本流)      |       |        |
| 化学需氧量(锰)         | g/kg  | 13.3   |
| 生化需氧量            | g/kg  | 5.7    |
| 总磷               | g/kg  | 0.052  |
| 总氮               | g/kg  | 0.002  |



附录 D  
(资料性附录)

产品生态设计改进方案优先排序方法及示例

D.1 排序方法

产品生态设计改进方案优先排序方法步骤如下：

第一步：将所有方案划分为生产类、设计类和管理类三类方案；

第二步：选取方案的评价指标，本标准的评价指标包括：

- 技术可行性，评估实施某方案的技术可行性；
- 生态设计改进，判断一个方案的实施能够对某个重要环境要素产生何种程度的作用；
- 经济效益，评估一个组织实施某特定方案所产生的财务影响；
- 顾客增加值(CVA)影响，表示因实施了某些方案而提高的消费者认同增加值；
- 生产管理，估计实施某方案可能对生产计划或者其他生产管理产生的影响。

第三步：各指标的等级评分准则如表 D.1 所示。评估人员依据准则对各方案在不同指标上的表现进行打分。

第四步：加总每个方案在 5 个指标上的得分，得到每个方案的总评分。

第五步：对每个方案的总评分进行标准化，方法为总评分减去 10。

第六步：经过标准化后的方案被分成“生产、设计、管理”三组，绘制分组的实施者优先排序图，分别针对制造工程师、设计工程师或管理人员等实施者。

第七步：将改进方案按照生命周期阶段(生产前、产品生产、产品运输、产品使用、翻新再循环或最终处置等 5 个阶段)分成 5 组，绘制生命周期阶段优先排序图。

表 D.1 指标等级评分准则

| 符号  | 评价    | 得分 |
|-----|-------|----|
| ++  | 很好/很高 | 4  |
| +   | 好/高   | 3  |
| +/- | 中等，一般 | 2  |
| -   | 差/低   | 1  |
| --  | 很差/很低 | 0  |

D.2 排序示例

D.2.1 改进方案

依据某电信产品生命周期评价结果提出的一些建议如下：

a) 生产制造改进方案包括：

- 修改生产设备和材料规格要求，鼓励或规定在制造过程中使用再生材料；
- 与供应商合作，尽可能地减少进入工厂的包装材料种类，以便开展固体废弃物的再循环；
- 波峰焊接机使用氮气作为保护气，以减少焊料浮渣的生成；



- 尽量减少成品设备包装材料的种类,并通过标签告知消费者适当的再循环步骤;
  - 开发可重复使用的航运集装箱,使其满足物理及静电防护标准并能最终再循环。
- b) 设计改进方案包括:
- 减少镀铬金属材料的使用,更多使用可去除的有机涂料;
  - 核查设计规格要求,尽量减少使用塑料的种类,尽量使用热塑性塑料而不是热固性塑料;
  - 采用 ISO 标准来标注所有塑料部件。
- c) 产品管理改进方案包括:
- 建立一个客户在线服务信息系统,不仅提供操作手册,而且提供产品使用期内以及产品使用结束时有关部件和包装的再循环等方面的指导;
  - 制定并实施旧电池回收计划。

D.2.2 改进方案的优先排序表

改进方案的优先排序表如表 D.2 所示。

表 D.2 改进方案的优先排序表

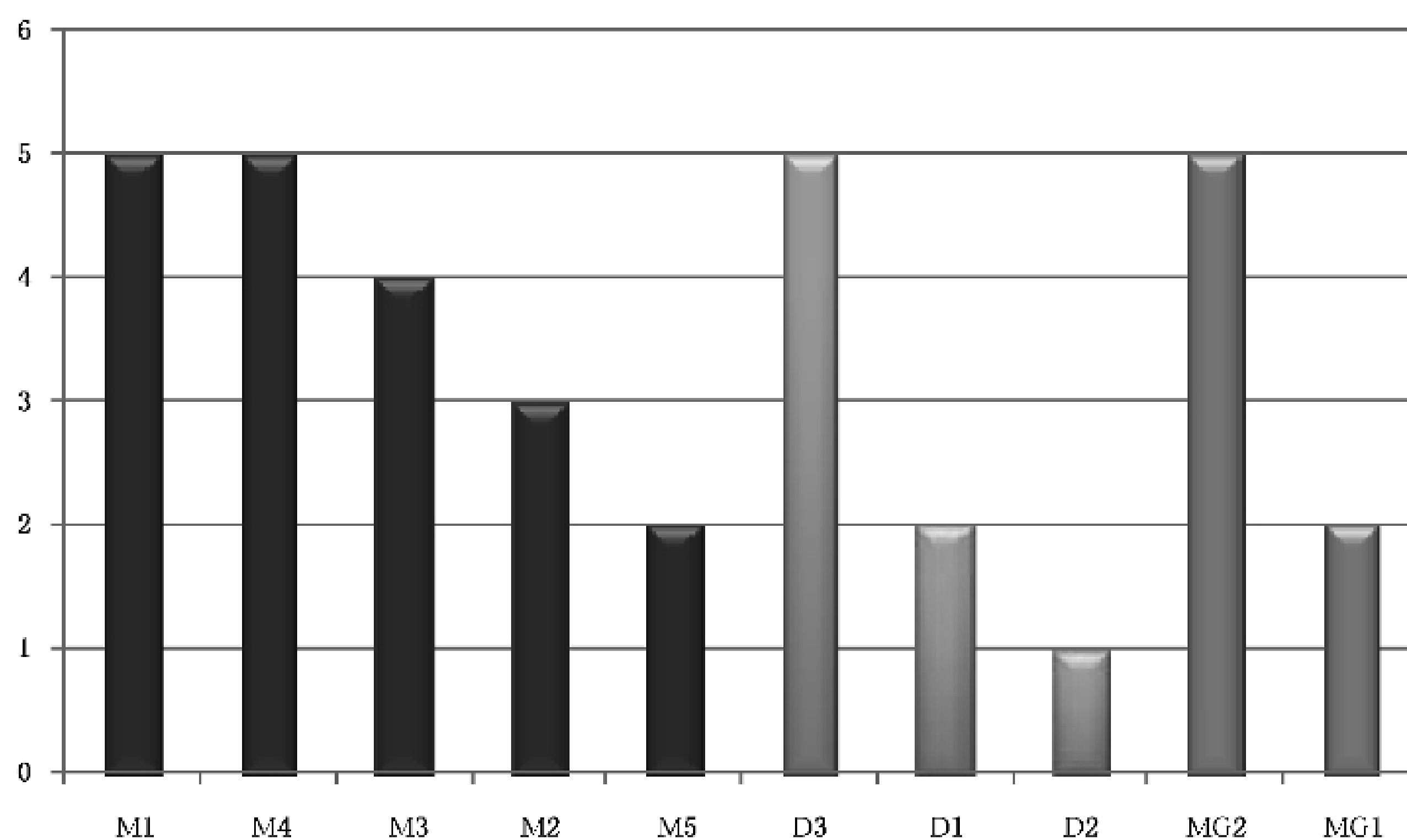
| 改进方案              | 生命周期阶段 | 技术可行性 | 环境敏感性 | 经济影响 | CVA 影响 | 生产管理 | 总评分 |
|-------------------|--------|-------|-------|------|--------|------|-----|
| 生产                |        |       |       |      |        |      |     |
| 使用部分再生金属          | L1.1   | ++    | ++    | +/-  | +      | +/-  | 15  |
| 减少原来的包装材料种类       | L2.1   | ++    | +     | +/-  | +/-    | +/-  | 13  |
| 减少产品的包装材料种类       | L3.1   | ++    | +     | +/-  | +      | +/-  | 14  |
| 使用可重复使用的集装箱       | L3.2   | ++    | +     | +/-  | +      | +/-  | 15  |
| 使用氮气作为焊接保护气       | L2.2   | ++    | ++    | -    | +/-    | -    | 12  |
| 设计                |        |       |       |      |        |      |     |
| 避免铬酸盐的使用          | L1.2   | +     | +     | +/-  | +/-    | +/-  | 12  |
| 减少塑料的种类           | L5.1   | +/-   | +     | +/-  | +      | -    | 11  |
| 对塑料部件进行标注         | L5.2   | ++    | ++    | +/-  | +      | +/-  | 15  |
| 管理                |        |       |       |      |        |      |     |
| 在线信息服务            | L4.1   | ++    | +     | -    | +      | -    | 12  |
| 电池回收              | L4.2   | ++    | ++    | -    | ++     | +/-  | 15  |
| 注:资料来源于《产业生态学》著作。 |        |       |       |      |        |      |     |

D.2.3 实施者优先排序图和生命周期阶段优先排序图

图 D.1 为实施者优先排序图,可以看出在产品制造环节,有两项措施最为优先:一是规定主要金属部件使用一部分再生材料;二是采用可重复使用的集装箱运输零部件。产品设计方面突出的改进方案是用 ISO 符号标识主要塑料部件。管理上最优先的改进方案是开发一个有效的废旧电池回收计划。

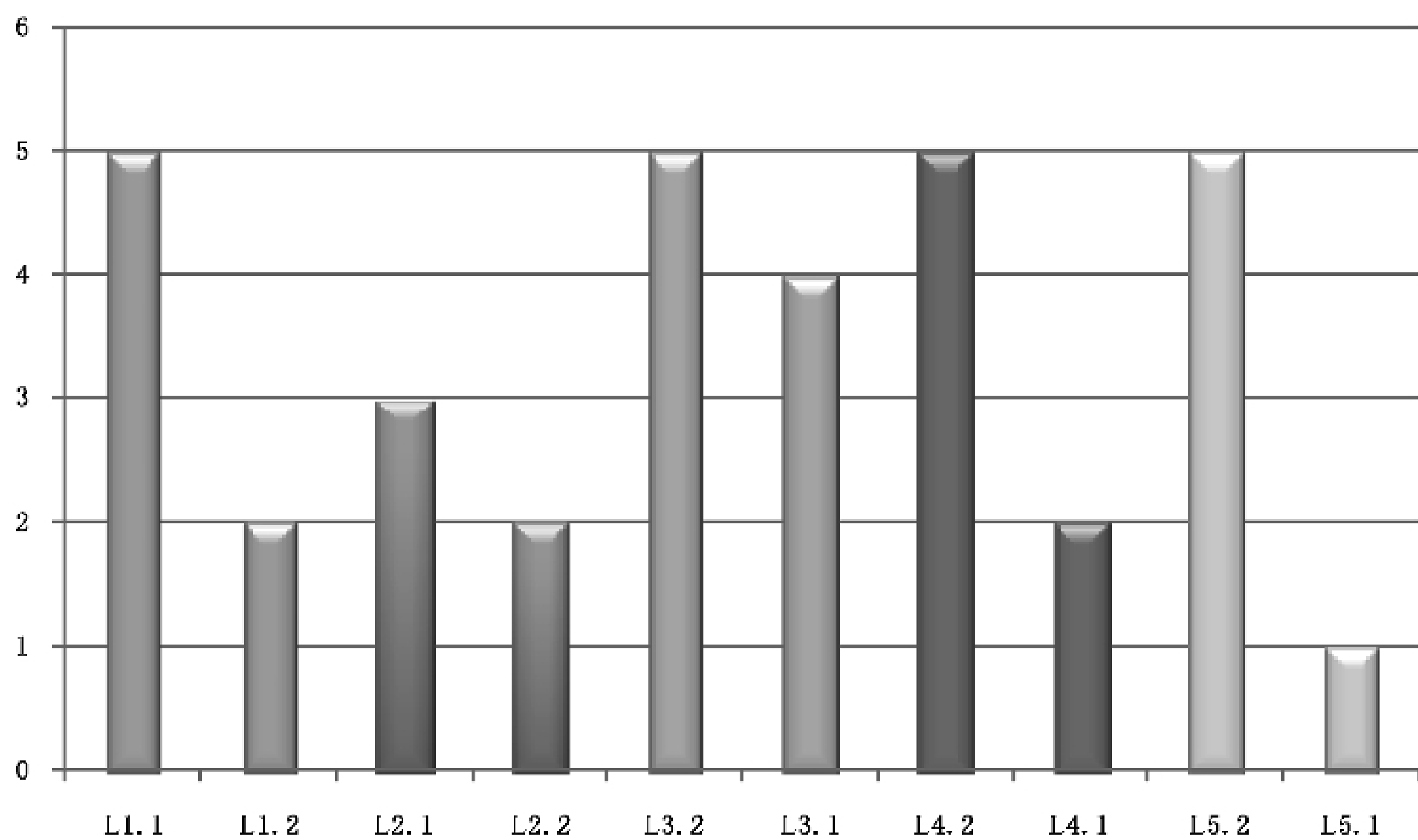
图 D.2 为生命周期阶段优先排序图,为改进方案提供了一个新的评估手段,即将改进方案按时间和空间进行排序。例如,生产阶段改进方案的优先度很低,因此该产品生产的环境影响相对较小。相反,生命结束阶段改进方案的优先度很高。





注：横轴上对应的是关于生产(M)、设计(D)和管理(MG)的改进方案；纵轴上，数字越大表明优先度越高。

图 D.1 某电信产品改进方案的实施者优先排序图



注：每个柱状图下方代码的第 1 个数字表示相应的生命周期阶段，第 2 个数字表示改进方案的序号。

图 D.2 某电信产品改进方案的生命周期阶段优先排序图





## 参 考 文 献

- [1] Product environmental footprint(PEF) guide, European Commission.
- [2] JGJ/T 222—2011 建筑工程可持续性评价标准
- [3] GB/T 26119—2010 绿色制造 机械产品生命周期评价 总则
- [4] 张青山等.制造业绿色产品评价体系[M].电子工业出版社,2009
- [5] Graedel T.E., Allenby B.R.著,施涵译.产业生态学,清华大学出版社,2004 年
- [6] Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)(2007); IPCC Climate Change Fourth Assessment Report; Climate Change 2007. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>
- [7] World Meteorological Organization(WMO)(1999); Scientific Assessment of Ozone Depletion; 1998. Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No.44, ISBN 92-807-1722-7, Geneva.
- [8] Rosenbaum R.K., Bachmann T.M., Gold L.S., Huijbregts M.A.J., Jolliet O., Juraske R., Köhler A., Larsen H.F., MacLeod M., Margni M., McKone T.E., Payet J., Schuhmacher M., van de Meent D. and Hauschild M.Z.(2008); USEtox-The UNEP-SETAC toxicity model; recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in Life Cycle Impact Assessment. International Journal of Life Cycle Assessment 13(7); 532-546, 2008.
- [9] Humbert S(2009) Geographically differentiated life-cycle impact assessment of human health. Doctoral dissertation, University of California, Berkeley, Berkeley, California, USA
- [10] Dreicer M., Tort V. and Manen P.(1995); ExternE, Externalities of Energy, Vol.5 Nuclear, Centre d'étude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine nucléaire(CEPN), edited by the European Commission DGXII, Science, Research and development JOULE, Luxembourg.
- [11] Van Zelm R., Huijbregts M.A.J., Den Hollander H.A., Van Jaarsveld H.A., Sauter F.J., Struijs J., Van Wijnen H.J. and Van de Meent D.(2008); European characterisation factors for human health damage of PM10 and ozone in life cycle impact assessment. Atmospheric Environment 42, 441-453.
- [12] Seppälä J., Posch M., Johansson M. and Hettelingh J.P.(2006); Country-dependent Characterisation Factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication Based on Accumulated Exceedance as an Impact Category Indicator. International Journal of Life Cycle Assessment 11(6); 403-416.
- [13] Struijs J., Beusen A., van Jaarsveld H. and Huijbregts M.A.J.(2009); Aquatic Eutrophication, Chapter 6 in: Goedkoop M., Heijungs R., Huijbregts M.A.J., De Schryver A., Struijs J., Van Zelm R.(2009); ReCiPe 2008-A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level, Report I; Characterisation factors, first edition.
- [14] Frischknecht, R., Steiner, R., Jungbluth, N. 2008; Methode der ökologischen Knappheit-Ökofaktoren 2006. Öbu SR No.28/2008.
- [15] Van Oers L., de Koning A., Guinee J.B. and Huppes G.(2002); Abiotic Resource Depletion in LCA. Road and Hydraulic Engineering Institute, Ministry of Transport and Water, Amsterdam.
- [16] Milà i Canals L., Romanyà J. and Cowell S.J.(2007); Method for assessing impacts on life support functions(LSF) related to the use of 'fertile land' in Life Cycle Assessment(LCA). Journal of Cleaner Production 15; 1426-1440.