

# 团 体 标 准

T/CNIA 0046—202X  
代替T/CNIA 0046—2020

## 绿色设计产品评价技术规范 镍钴锰三元前 驱体

Technical specifications for green-design product assessment—  
Nickel cobalt manganese ternary precursor

(预审稿)

本草案完成时间：2024.6.10



# 目 次

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 前言 .....                             | II |
| 1 范围 .....                           | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                      | 1  |
| 3 术语和定义 .....                        | 1  |
| 4 评价要求 .....                         | 1  |
| 4.1 基本要求 .....                       | 1  |
| 4.2 评价指标要求 .....                     | 2  |
| 4.3 数据来源 .....                       | 3  |
| 5 生命周期评价报告编制方法 .....                 | 3  |
| 5.1 生命周期评价方法 .....                   | 3  |
| 5.2 生命周期评价报告框架 .....                 | 3  |
| 6 评价原则和方法 .....                      | 4  |
| 6.1 评价方法 .....                       | 4  |
| 6.2 评价流程 .....                       | 4  |
| 附录 A (规范性) 主要指标计算方法 .....            | 6  |
| A.1 金属镍/钴/锰利用率 .....                 | 6  |
| A.2 单位产品综合能耗 .....                   | 6  |
| 附录 B (规范性) 镍钴锰三元前驱体产品生命周期评价方法 .....  | 7  |
| B.1 评价流程 .....                       | 7  |
| B.2 目标和范围确定 .....                    | 7  |
| B.3 生命周期清单分析 .....                   | 8  |
| B.4 生命周期影响评价 .....                   | 10 |
| B.5 生命周期解释和报告 .....                  | 12 |
| B.6 生命周期评价报告 .....                   | 12 |
| 附录 C (资料性) 数据收集表格示例 .....            | 13 |
| 附录 D (资料性) 产品绿色设计改进方案优先排序方法及示例 ..... | 15 |
| D.1 排序方法 .....                       | 15 |
| D.2 排序示例 .....                       | 15 |
| 参考文献 .....                           | 17 |

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由工业和信息化部节能与综合利用司、中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本文件是替代T/CNIA 0046—2020《绿色设计产品评价技术规范 镍钴锰氢氧化物》，与T/CNIA 0046—2020相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“范围”中适用的产品类型（见第一章，2020年版第一章）；
- b) 删除了术语和定义“生命周期”和“绿色产品”（见2020年版的3.1、3.2），增加了术语和定义“锂离子电池废料”和“黑粉”（见3.1、3.2）；
- c) 删除了不同型号产品的评价指标，相同原料则采用通用性评价指标；
- d) 资源属性中金属消耗量修改为金属利用率（见4.2，表1）；
- e) 更改了单位产品能耗数据（见4.2，表1）；
- f) 环境属性中删除废水中钠离子含量要求，增加产品碳足迹指标要求（见4.2，表1）；
- g) 增加了元素利用率和能耗指标的计算公式（见附录A）；
- h) 更改了“环境影响类型”及其对应的“数据归类”、“分类评价”（见B.4.2、B.4.3、B.4.4，2020年版的A.4.2、A.4.3、A.4.4）。

本文件起草单位：湖南邦普循环科技有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、金驰能源材料有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、格林美股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、国合通用测试评价认证股份公司、湖南中伟新能源科技有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、清远佳致新材料研究院有限公司、杉杉能源（宁夏）有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、中信国安盟固利电源技术有限公司、湖南杉杉能源科技股份有限公司、广东邦普循环科技有限公司等。

本文件主要起草人：

本文件2020年首次发布为T/CNIA 0046—2020，本次为第一次修订。

# 绿色设计产品评价技术规范 镍钴锰三元前驱体

## 1 范围

本文件规定了镍钴锰三元前驱体绿色设计产品评价的评价要求、产品生命周期评价报告编制方法以及评价方法和流程。

本文件适用于锂离子电池正极材料用镍钴锰三元前驱体的绿色设计产品评价。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序
- GB/T 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- 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 26029 镍钴锰三元素复合氧化物
- GB/T 26300 镍钴锰三元素复合氢氧化物
- GB/T 28001 职业健康安全管理体系 规范
- GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范
- GB/T 32161 生态设计产品评价通则
- GB/T 41704 锂离子电池正极材料检测方法 磁性异物含量和残余碱含量的测定
- QC/T 1156—2021 车用动力电池回收利用 单体拆解技术规范
- YS/T 1087 掺杂型镍钴锰三元素复合氢氧化物

## 3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 32161界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**锂离子电池废料** lithium ion battery scraps

指废旧的锂离子电池及其废元（器）件、废零（部）件和废原材料。包括工业生产过程中产生的报废锂离子电池、报废的半成品、废元（器）件、零（部）件和废原材料，以及日常生活或者流通领域中产生的失去使用价值的锂离子电池。

### 3.2

**黑粉** black mass

将锂离子电池废料(3.1)经放电、拆解、热解、破碎和分选等一道或多道工序处理后，得到以锂、镍、钴等一种或多种有价成分构成的粉料。

[来源：QC/T 1156—2021，3.4，有修改]

## 4 评价要求

### 4.1 基本要求

- 4.1.1 企业近三年无重大安全、环境污染和质量事故，应设立安环、质量管理机构，并配置专职管理人员。
- 4.1.2 企业宜采用国家鼓励的先进技术和工艺，不应使用国家或相关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质。
- 4.1.3 企业污染物的排放应符合国家或地方法律法规及标准要求，污染物排放总量和排放浓度应达到排污许可证的要求。
- 4.1.4 企业清洁生产应达到国内先进水平，宜参照《镍钴行业清洁生产评价指标体系》进行判定。
- 4.1.5 企业安全管理应达到 GB/T 33000 的要求，并按照 GB/T 19001、GB/T 23331、GB/T 24001、GB/T 45001 分别建立、实施、保持并持续改进质量管理体系、能源管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系。
- 4.1.6 企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具，按照 GB 24789 配备水计量器具，并根据环保法律法规和标准要求配备污染物检测设备。
- 4.1.7 企业生产过程中产生的固体废物应进行无害化、资源化处理，根据固体废物性质鉴别的结果，一般固体废弃物按照 GB 18599 的要求进行管控，危险固体废物按照 GB 18597 的要求进行管控。
- 4.1.8 产品质量应符合 GB/T 26300、GB/T 26029、YS/T 1087 的规定，执行企业标准的技术要求应不低于国家和行业标准的要求。

## 4.2 评价指标要求

指标体系由一级指标和二级指标组成。一级指标包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。二级指标是对一级指标的具体化，明确规定所要达到的具体数值。具体见表 1。本文件的功能单位为 1 t（镍钴锰三元前驱体）。

表1 镍钴锰三元前驱体产品评价指标要求

| 一级指标 | 二级指标       | 单位       | 要求        |        | 判定依据         |
|------|------------|----------|-----------|--------|--------------|
|      |            |          | 以金属盐为原料   | 以黑粉为原料 |              |
| 资源属性 | 新鲜水消耗量     | t/产品     | ≤30       | ≤40    | 现场数据         |
|      | 水的重复利用率    | %        | ≥60       |        | 现场数据         |
|      | 废水中氨的回收利用率 | %        | ≥85       |        | 现场数据         |
|      | 金属镍利用率     | %        | ≥98       |        | 现场数据         |
|      | 金属钴利用率     | %        | ≥98       |        | 现场数据         |
|      | 金属锰利用率     | %        | ≥98       |        | 现场数据         |
| 能源属性 | 单位产品综合能耗   | kgce/t产品 | ≤900      | ≤1400  | 现场数据         |
| 环境属性 | 生产废水排放量    | t/产品     | ≤40       | ≤50    | 现场数据         |
|      | 废水中pH值     | —        | 符合国家和地方标准 |        | 现场数据或第三方检测报告 |
|      | 废水中悬浮物含量   | mg/L     | 符合国家和地方标准 |        | 现场数据或第三方检测报告 |
|      | 废水中氨氮含量    | mg/L     | 符合国家和地方标准 |        | 现场数据或第三方检测报告 |
|      | 废水中总镍含量    | mg/L     | 符合国家和地方标准 |        | 现场数据或第三方检测报告 |
|      | 废水中总钴含量    | mg/L     | 符合国家和地方标准 |        | 现场数据或第三方检测报告 |
|      | 废水中总锰含量    | mg/L     | 符合国家和地方标准 |        | 现场数据或第三方检测报告 |

| 一级指标                               | 二级指标         | 单位                      | 要求          |        | 判定依据           |
|------------------------------------|--------------|-------------------------|-------------|--------|----------------|
|                                    |              |                         | 以金属盐为原料     | 以黑粉为原料 |                |
|                                    | 废气中颗粒物含量     | mg/m <sup>3</sup>       | 符合国家和地方标准   |        | 现场数据或第三方检测报告   |
|                                    | 废气中镍及其化合物    | mg/m <sup>3</sup>       | 符合国家和地方标准   |        | 现场数据或第三方检测报告   |
|                                    | 废气中硫酸雾含量     | mg/m <sup>3</sup>       | 符合国家和地方标准   |        | 现场数据或第三方检测报告   |
|                                    | 氨气           | mg/m <sup>3</sup>       | 符合国家和地方标准   |        | 现场数据或第三方检测报告   |
|                                    | 符合REACH要求    | —                       | 是           |        | 第三方认证报告        |
|                                    | 符合RoHS指令限值要求 | —                       | 是           |        | 第三方认证报告        |
|                                    | 产品碳足迹        | kg CO <sub>2</sub> e/kg | ≤25         |        | 现场数据           |
| 产品属性                               | 磁性异物         | wt.%                    | ≤0.000 0050 |        | GB/T 41704检测报告 |
| 注：金属镍/钴/锰利用率、单位产品综合能耗指标的计算方法依据附录A。 |              |                         |             |        |                |

### 4.3 数据来源

#### 4.3.1 统计

企业的原辅材料及能源使用量、产品产量、废水、废气和固体废物产生量及相关技术经济指标等，以连续12个月报表或年报表为准。

#### 4.3.2 实测

如果统计数据严重短缺，单位产品综合能耗等指标也可以在一定计量时间内用实测方法取得，计量时间一般不少于一个月。

#### 4.3.3 采样和监测

污染物排放指标的采样和检测按照相关技术规范执行，并采用国家或行业标准检测分析方法。

#### 4.3.4 定性指标

定性指标一般采取企业提供文件证明资料的方式提供。文件证明可以是成文制度、管理记录、监测报告、监管部门信息查询结果、认证证书、企业承诺和说明等。

## 5 生命周期评价报告编制方法

### 5.1 生命周期评价方法

应根据附录B中生命周期评价方法来对产品进行生命周期评价，可参照附录C中数据收集表格进行数据收集。

### 5.2 生命周期评价报告框架

#### 5.2.1 基本信息

报告应提供报告信息、申请者信息、评估对象信息、采用的标准清单等基本信息。各信息内容应包括：

- 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：包括产品型号或类型、主要技术参数、制造商及厂址等；
- 采用的标准信息：包括标准名称及标准号等。

## 5.2.2 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说明，并提供所有评价指标对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，一般比报告提前一年。

## 5.2.3 生命周期评价

### 5.2.3.1 评价对象及工具

报告中应详细描述评估的对象（镍钴锰三元前驱体）、功能单位和产品主要功能，提供产品的原辅料组成及主要理化性能，绘制并说明产品的系统边界，披露所使用的生命周期评价数据库或软件工具。

### 5.2.3.2 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，涉及数据分配的情况应说明分配方法和结果。

### 5.2.3.3 生命周期影响评价

5.2.3.3.1 考虑产品的整个生命周期，深入分析各个阶段的资源消耗、生态环境、人体健康等因素，选取不同阶段可评价的指标构成评价指标体系。

5.2.3.3.2 根据产品的特点，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，选取资源属性、污染物排放等方面进行生命周期评价。

5.2.3.3.3 报告中应提供产品生命周期各阶段的不同影响类型的计算值，并对不同影响类型在各生命周期阶段的分布情况进行比较分析。

## 5.2.4 绿色设计改进方案

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，提出镍钴锰三元前驱体产品绿色设计改进的具体方案。

## 5.2.5 评价报告主要结论

应说明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绿色设计产品。

## 5.2.6 附件

报告应在附件中提供：

- a) 产品化学成分分析检测结果；
- b) 产品生产原辅材料清单；
- c) 产品工艺表（如产品生产工艺过程示意图等）；
- d) 各单元过程的数据收集表；
- e) 其他。

# 6 评价原则和方法

## 6.1 评价方法

本文件采用指标评价与生命周期评价相结合的方法。产品同时满足以下条件，可判定为绿色设计产品：

- a) 满足基本要求（见 4.1）和评价指标要求（见 4.2）；
- b) 提供产品生命周期评价报告（见第 5 章）。

## 6.2 评价流程

根据产品的特点，明确评价范围，根据评价指标体系的指标和生命周期评价方法，收集并对相关数据进行分析。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，且提



供该产品的生命周期评价报告，可以判定该产品符合绿色设计产品的评价要求。评价流程图如图 1 所示。

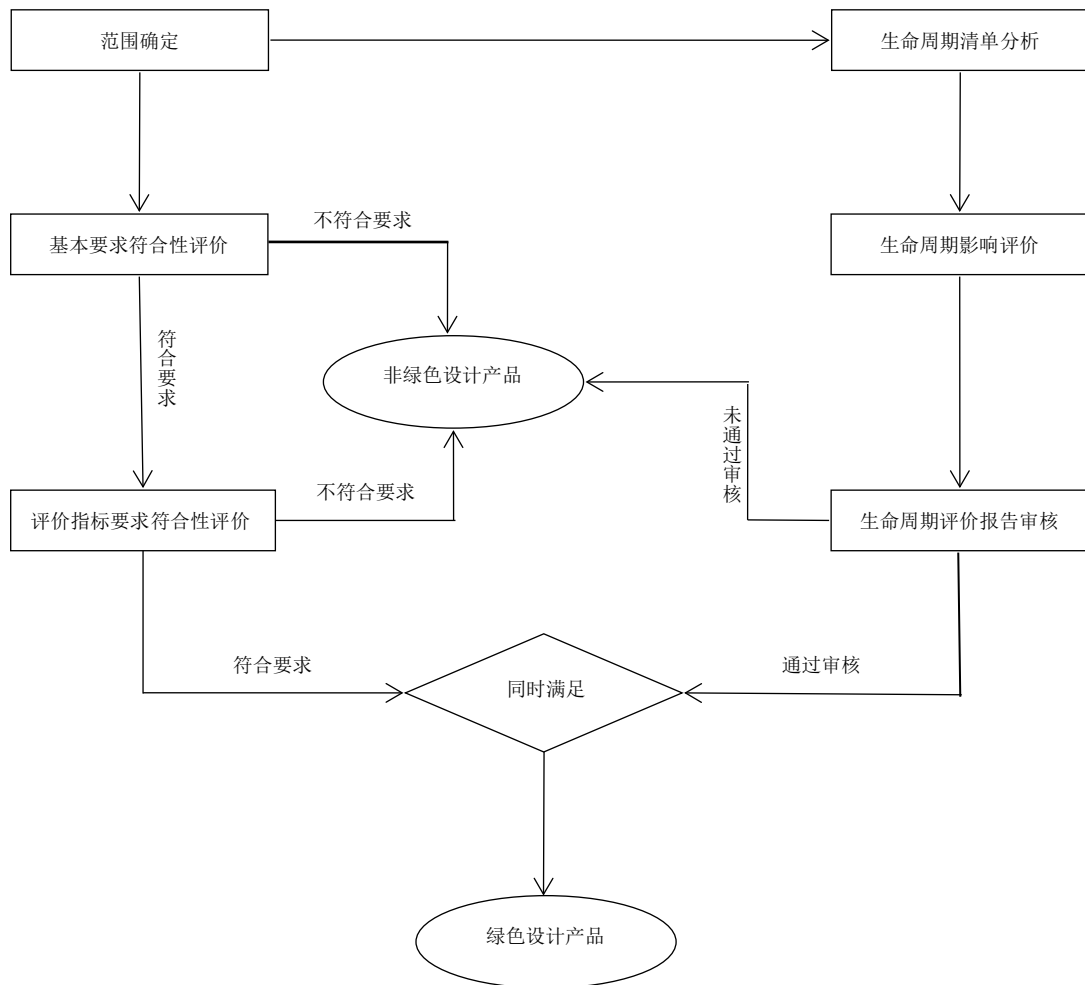


图1 镍钴锰三元前驱体绿色设计产品评价流程

附录 A  
(规范性)  
主要指标计算方法

### A.1 金属镍/钴/锰利用率

镍钴锰三元前驱体产品中镍/钴/锰元素利用率 $R_x$ 按公式(A.1)进行计算:

$$R_x = \frac{M \times \omega_x}{\sum_{i=1}^n (m_i \times \omega_{x,i})} \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- $M$  ——最终产品的总质量, 单位为吨(t);
- $\omega_x$  ——最终产品中镍/钴/锰元素的质量分数, 单位为百分比(%);
- $m_i$  ——第*i*种原料的质量, 单位为吨(t);
- $\omega_{x,i}$  ——第*i*种原料中镍/钴/锰元素的质量分数, 单位为百分比(%)。

### A.2 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗指镍钴锰三元前驱体生产企业在计划统计期内, 对实际消耗的各种能源实物量按规定的计算方法和单位分别折算为一次能源后的总和。综合能耗主要包括二次能源(如蒸汽、电力等)和直接用于生产使用的耗能工质(如冷却水、压缩空气等), 不包括生活用能和基建项目用能。单位产品综合能耗按(A.2)计算。

$$e = \frac{E}{Q} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- $e$  ——单位产品综合能耗, 单位为千克标准煤每吨(kgce/t);
- $E$  ——统计期内镍钴锰三元前驱体产品生产的综合能耗, 单位为千克标准煤(kgce);
- $Q$  ——统计期内镍钴锰三元前驱体合格产品产量, 单位为吨(t)。

## 附录 B (规范性)

### 镍钴锰三元前驱体产品生命周期评价方法

#### B.1 评价流程

根据GB/T 24040和GB/T 24044，建立镍钴锰三元前驱体产品的生命周期评价方法。生命周期评价的流程应包括目的和范围的确定、生命周期清单分析、生命周期影响评价、生命周期解释和报告等。具体如下：

- a) 目的和范围确定：确定评价的目的，确定评价对象及功能单位（包括基准流），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) 生命周期清单分析：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、数据合并和数据分配等；
- c) 生命周期影响评价：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) 生命周期解释和报告：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 目标和范围确定

##### B.2.1 总则

B.2.1.1 镍钴锰三元前驱体产品生命周期评价可用于以下目的：

- a) 为碳足迹、水足迹、环境足迹等产品环境声明与环境标识的评价提供数据；
- b) 为产品设计、工艺技术评价、生产管理等工作提供评价依据和改进建议，从而大幅提升产品的生态友好性。

B.2.1.2 产品生命周期评价的范围应包括功能单位和基本流、系统边界、影响类型、假设和限制。

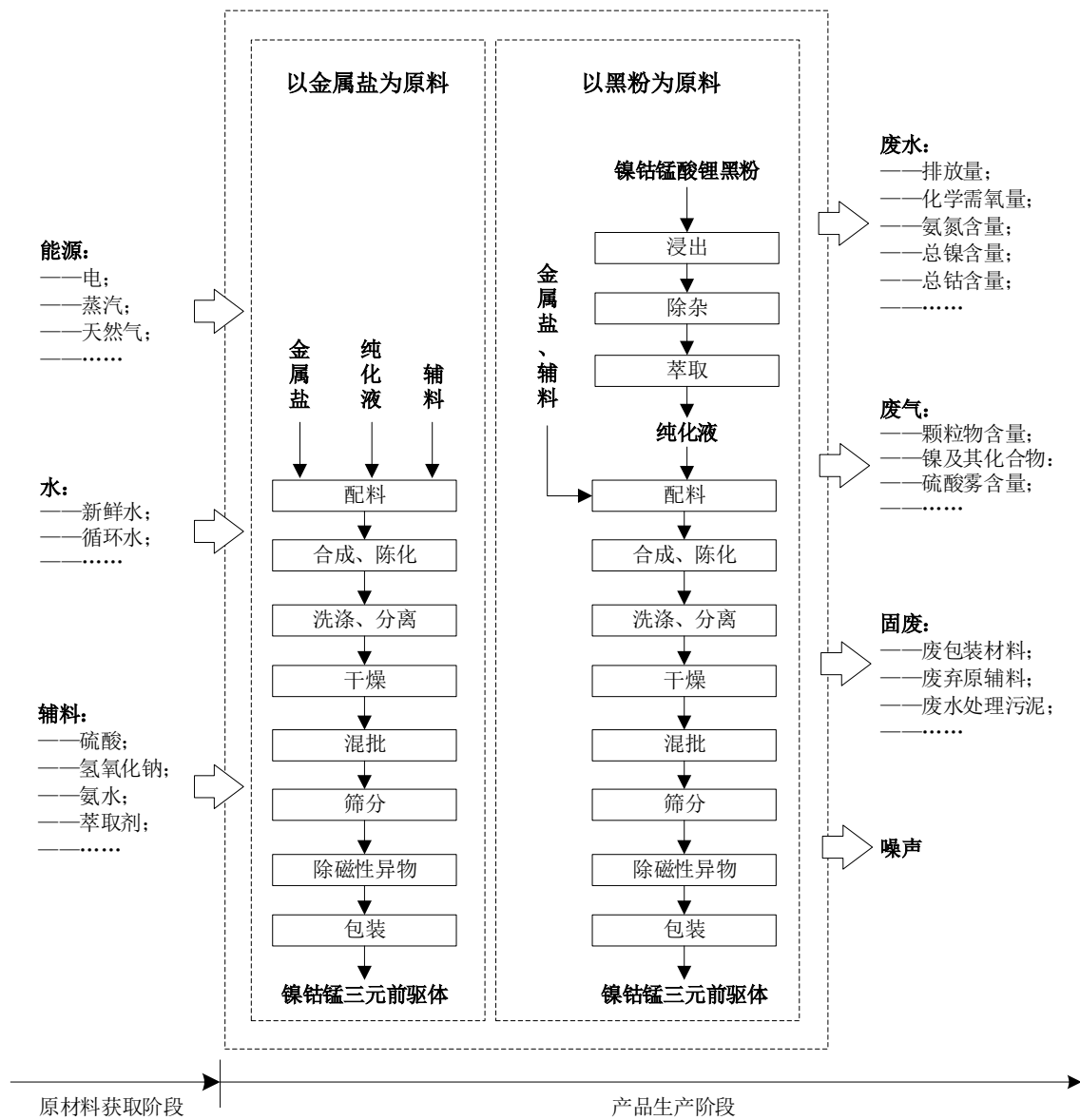
##### B.2.2 功能单位和基准流

功能单位和基准流是对产品功能的量化描述，是数据收集、评价和方案对比的基础。功能单位定义包括产品名称、主要规格型号、产品数量与功能描述等信息。功能单位和基准流的定义与产品种类和用途有关。镍钴锰三元前驱体产品的功能单位和基准流一般定义为“生产单位数量的产品”，本文件以“生产1吨镍钴锰三元前驱体产品”来表示。

##### B.2.3 系统边界

镍钴锰三元前驱体生命周期评价的系统边界如图B.1所示，分为两种：

- a) 以金属盐为原料，包括配料、合成、陈化、洗涤、分离、干燥、混批、筛分、除磁性异物以及产品包装过程；
- b) 以黑粉为原料，包括：浸出、除杂、萃取、配料、合成、陈化、洗涤、分离、干燥、混批、筛分、除磁性异物以及产品包装过程。



注：其中混批、筛分和除磁性异物的先后顺序不固定。

图B.1 镍钴锰三元前驱体产品生命周期评价的系统边界

### 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) 原材料的所有输入均列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总耗 0.1% 的项目输入可以忽略；
- d) 大气、水体、固体废物的各种排放均列出；
- e) 原则上包括与所选环境影响类型相关的所有环境排放，但在估计排放数据对结果影响不大的情况下（如小于 1% 时）可忽略，但总共忽略的排放推荐不超过对应指标总值的 5%；
- f) 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，不可忽略。

### B.3 生命周期清单分析

#### B.3.1 总则

应编制镍钴锰三元前驱体产品系统边界内的所有材料/能源输入、输出清单，作为产品生命周期评价的依据。

如果数据清单有特殊情况、异常点或其他问题，应在报告中进行明确说明。

当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。确定每个单元过程的基准流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出。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。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，为产品及影响评价提供必要的数据库。

## B.3.2 数据收集

### B.3.2.1 概况

应将下列因素纳入数据清单：

- a) 生产阶段；
- b) 包装阶段。

### 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、水体、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) 原辅材料出入库记录；
- b) 产品物料清单（BOM）；
- c) 产品使用过程能源消耗和污染物排放；
- d) 生产运行数据及统计报表；
- e) 设备仪表的计量数据；
- f) 设备的运行日志；
- g) 过程物料及产品测试结果；
- h) 抽样数据等方面。

### B.3.2.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算得到的数据。背景数据可以为行业平均数据。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 生产阶段

生产阶段始于原材料、能源等进入生产设施，结束于产品离开生产储存设施。生产活动分为按照系统边界划分两种，如图 B.1 所示。

生产过程中物料循环再生的成分和材料，可回收利用的能量，可部分抵消产品生产过程的原料消耗与能耗，可在生命周期评价报告中予以计算说明。

上述数据通过直接测量、采访或问卷调查的形式从企业直接获得。

#### B.3.2.4.2 包装阶段

该阶段起源于产品检验合格后进入包装车间，结束于镍钴锰三元前驱体入产品库房。

## 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准流进行关联。合并来自相同数据类型、相同物质、不同单元过程的

数据，以得到这个产品系统的能源消耗、原辅材料消耗以及大气、水和固体污染物的排放数据。

### B.3.4 数据分配

如果在镍钴锰三元前驱体产品生产过程中得到了其他副产品（如硫酸钠等），需要按照一定的原则和程序，将资源输入和环境排放数据分配到各个产品或过程中。

数据分配一般按照以下程序进行：

- a) 尽量减少或避免出现分配，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) 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。

### B.3.5 数据质量要求

数据质量应遵循以下原则和要求：

- a) 准确性：对于原始数据，如能源消耗、原辅料、运输以及其他相关数据由企业直接提供；对于环境污染物排放数据，优先使用环境监测报告中的相关数据。
- b) 完整性：将镍钴锰三元前驱体生产过程中的所有相关步骤都考虑在内并进行模型的构建，以便能反映出实际的生产情况及对应的环境影响。这些生产过程应与评价的目的和范围保持一致。
- c) 一致性：为确保评价过程和结果一致性，所有原始数据（包括每个单元过程的消耗和排放）均应符合基于相同产品产量、相同边界范围和相同数据统计的统计标准。在所确定的研究范围内收集的全部原始数据需能反映国内企业的实际生产情况。
- d) 代表性：表示数据清单与目的和范围中所定义的地理上的、时间上的和技术上的要求的匹配程度。旨在对所有现场数据系统使用最具代表性的原始数据，对所有背景数据系统使用最具代表性的行业平均数据。当缺乏数据时（比如没有行业平均数据可用），则应该使用最为相关、合适的替代数据。
  - 1) 技术代表性：应涵盖和评价生产工艺中的所有重要技术或相关工艺；
  - 2) 地理代表性：应包括镍钴锰三元前驱体生产企业和各种辅助材料生产企业的地理范围；
  - 3) 时间代表性：与评价目标时间差别小于3年。

## 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。其要素包括影响类型，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）。

### B.4.2 环境影响类型

环境影响类型可分为矿物和化石能源消耗、气候变化、酸化、水体富营养化、人体健康危害等5种，其影响区域见表B.1。

表B.1 镍钴锰三元前驱体环境影响类型及影响区域

| 序号 | 环境影响类型    | 影响区域 |
|----|-----------|------|
| 1  | 矿物和化石能源消耗 | 全球性  |
| 2  | 气候变化      | 全球性  |

| 序号 | 环境影响类型 | 影响区域 |
|----|--------|------|
| 3  | 酸化     | 区域性  |
| 4  | 水体富营养化 | 区域性  |
| 5  | 人体健康危害 | 区域性  |

#### 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、甲烷等清单因子归到气候变化影响类型里面。数据归类示例见表B.2。

表B.2 镍钴锰三元前驱体生命周期清单因子归类

| 序号 | 环境影响类型    | 清单因子归类           |
|----|-----------|------------------|
| 1  | 矿物和化石能源消耗 | 镍矿、钴矿、锰矿、煤、天然气   |
| 2  | 气候变化      | 二氧化碳、甲烷          |
| 3  | 酸化        | 二氧化硫、氨气          |
| 4  | 水体富营养化    | 总氮、氨氮、化学需氧量（COD） |
| 5  | 人体健康危害    | 钴、颗粒物            |

#### 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.3中的当量物质表示。

表B.3 镍钴锰三元前驱体生命周期评价特征化因子推荐

| 环境类别      | 单位                    | 指标参数       | 推荐特征化因子 <sup>a</sup>  |
|-----------|-----------------------|------------|-----------------------|
| 矿物和化石能源消耗 | 镍当量/kg                | 镍矿         | $1.08 \times 10^{-4}$ |
|           |                       | 钴矿         | $2.62 \times 10^{-5}$ |
|           |                       | 锰矿         | $1.38 \times 10^{-5}$ |
|           |                       | 煤          | 0.0134                |
|           |                       | 天然气        | 0.0187                |
| 气候变化      | CO <sub>2</sub> 当量/kg | 二氧化碳       | 1                     |
|           |                       | 甲烷         | 25                    |
| 酸化        | SO <sub>2</sub> 当量/kg | 二氧化硫       | 1                     |
|           |                       | 氨气         | 1.88                  |
| 水体富营养化    | NO <sub>3</sub> 当量/kg | 总氮         | 2.61                  |
|           |                       | 氨氮         | 3.64                  |
|           |                       | 化学需氧量（COD） | 28.2                  |
| 人体健康危害    | 1,4-二氯苯当量/kg          | 颗粒物        | 0.82                  |

<sup>a</sup> 数据来源：Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards.

#### B.4.5 计算方法

各种环境类型特征化值按公式 (B.1) 进行计算:

$$EP_i = \sum EP_{i,j} = \sum (Q_j \times EF_{i,j}) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- $EP_i$  ——第  $i$  种环境类别特征化值;
- $EP_{i,j}$  ——第  $i$  种环境类别中第  $j$  种污染物的贡献;
- $Q_j$  ——第  $j$  种污染物的排放量;
- $EF_{i,j}$  ——第  $i$  种环境类别中第  $j$  种污染物的特征化因子。

### B.5 生命周期解释和报告

#### B.5.1 总则

解释阶段应包括: 产品生命周期模型的稳健性评价、热点问题识别与改进方案确定以及结论、建议和限制。

#### B.5.2 产品生命周期模型的稳健性评价

镍钴锰三元前驱体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: 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镍钴锰三元前驱体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, 具体方法参加附录D。

#### B.5.4 结论、建议和限制

应根据确定的镍钴锰三元前驱体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。

### B.6 生命周期评价报告

报告应对研究给出完整、公正的说明, 具体要求可参见GB/T 24040的规定。在编制解释阶段的报告时, 应在价值选择、原理和专家判断等方面严格体现完全透明的原则。

注: 产品LCA报告可用于绿色设计产品评价, 也可用于产品碳足迹、水足迹、欧盟产品环境足迹(PEF)、环境产品声明(EPD)等LCA评价。



附 录 C  
(资料性)  
数据收集表格示例

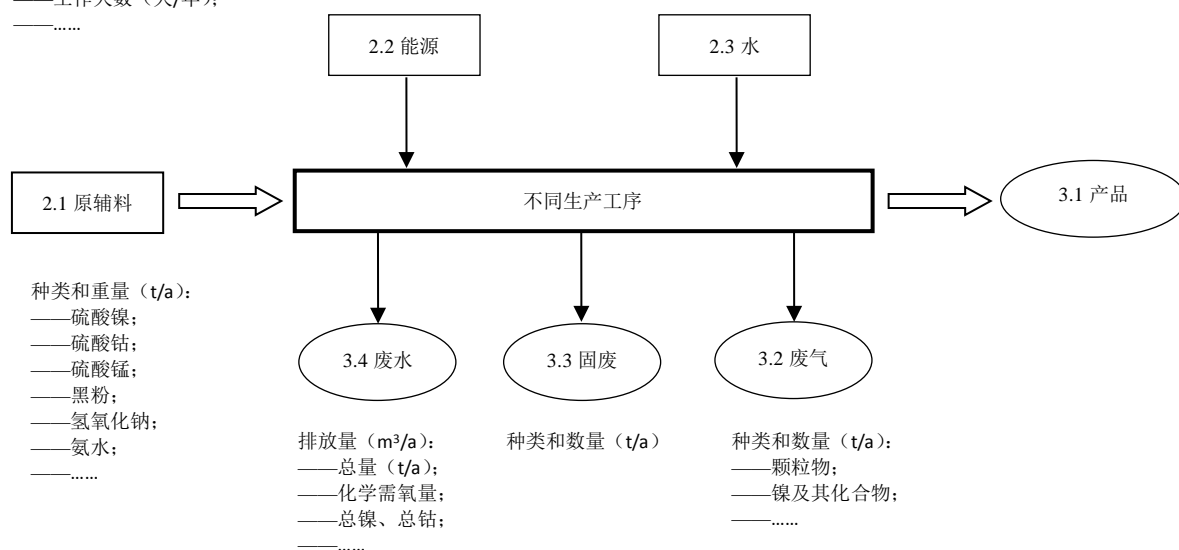
按照图C.1绘制每个单元过程的图，然后参照表C.1收集单元过程的数据，最终汇总形成镍钴锰三元前驱体产品的数据清单。

1 基本信息：

——参考年；  
——员工数量；  
——年营业额（万元/年）；  
——工作天数（天/年）；  
——……

——电（kWh/a）；  
——……

——消耗量（m<sup>3</sup>/a）；  
——新水/自来水比例（%）；  
——……



图C.1 单元过程数据收集表示例

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）   |    |       |        |    |
| 原辅料输入             | 单位 | 数量    | 取样程序描述 | 来源 |
|                   |    |       |        |    |
|                   |    |       |        |    |
| 水消耗 <sup>a</sup>  | 单位 | 数量    |        |    |
|                   |    |       |        |    |
|                   |    |       |        |    |
| 能量输入 <sup>b</sup> | 单位 | 数量    | 取样程序描述 | 来源 |
|                   |    |       |        |    |
|                   |    |       |        |    |
|                   |    |       |        |    |

表C.1 单元过程数据收集表示例（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）   |    |       |        |     |
| 产品输出  | 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。<br><sup>b</sup> 例如天然气、电力、热力、煤、生物质等。<br><sup>c</sup> 例如颗粒物、镍及其化合物、硫酸雾等。<br><sup>d</sup> 例如化学需氧量、总镍、总钴、氨氮、悬浮物等。<br><sup>e</sup> 例如废包装材料、废弃原辅料、废水处理污泥等。<br><sup>f</sup> 例如噪声、振动、恶臭等。 |    |       |        |     |

## 附录 D (资料性)

### 产品绿色设计改进方案优先排序方法及示例

#### D.1 排序方法

产品绿色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，本文件的评价指标包括：

- 技术可行性，评估实施某方案的技术可行性；
- 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者产生的影响。

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分组，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 改进示例

依据某镍钴锰三元前驱体产品生命周期评价结果提出的一些建议如下：

a) 生产改进方案包括：

- 加强阀门、管道部件的定期检查和维修，避免因部件过度磨损或老化引入过多杂质；
- 加强余热利用；
- 减少带出料，提高氨的回收利用。

b) 设计改进方案包括：

- 减少含汞、镉等有害重金属或重金属含量超标的原料的使用，
- 鼓励使用循环再生原料，减少产品碳足迹。

c) 产品管理改进方案包括：

- 完善产品能源管理、生产管理等智能化信息系统。

##### 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

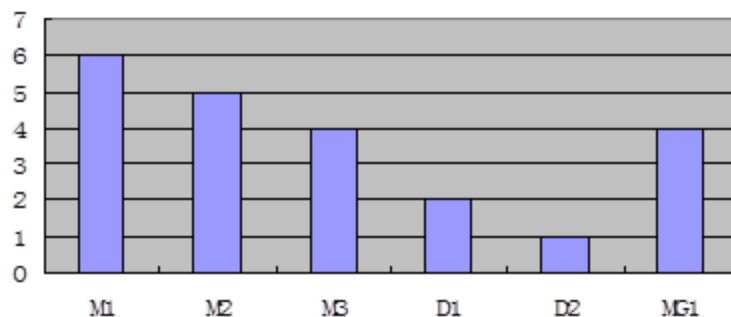
| 改进方案                 | 生命周期阶段 | 实施阶段 | 技术可行性 | 环境敏感性 | 经济影响 | CVA 影响 | 生产管理 | 总评分 |
|----------------------|--------|------|-------|-------|------|--------|------|-----|
| 加强阀门、管道部件的定期检查和维护    | L1.1   | M1   | ++    | +     | +    | +      | +    | 16  |
| 加强余热利用               | L1.2   | M2   | ++    | ++    | +    | +/-    | +/-  | 15  |
| 减少带出料，提高氨的回收利用       | L1.3   | M3   | ++    | +     | +/-  | +      | +/-  | 14  |
| 减少含重金属或重金属含量超标的原料的使用 | L1.4   | D1   | +     | +     | +/-  | +/-    | +/-  | 12  |
| 尽量减少使用高杂质含量酸碱        | L1.5   | D2   | +/-   | +     | +/-  | +      | -    | 11  |
| 产品包装信息系统             | L2.1   | MG1  | ++    | +/-   | -    | +      | ++   | 14  |

注1：生命周期阶段的代码中L代表生命周期，L之后的第一个数字表示和相应的生命周期阶段，第二个数字表示改进方案的序号。  
注2：实施阶段的代码中M代表生产，D代表设计，MG代表管理；第二个数字表示改进方案的序号。

### D.2.3 实施者优先排序图和生命周期阶段优先排序图

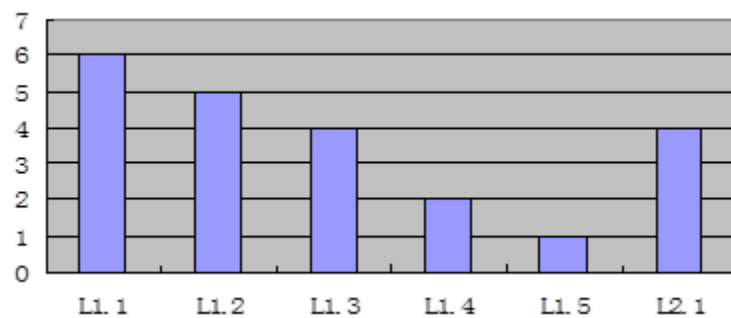
图D.1为实施者优先排序图，可以看出在产品制造环节，加强阀门、管道部件的定期检查和维护措施最为优先。

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高，因为该产品生产的环境影响相对大。



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

图D.1 某镍钴锰三元前驱体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个数字代表改进方案的序号

图D.2 某镍钴锰三元前驱体产品改进方案的生命周期阶段优先排序图

### 参 考 文 献

- [1] 《镍钴行业清洁生产评价指标体系》。
  - [2] 危险化学品安全管理条例（国务院2011年第591号令）。
  - [3] 国家危险废物名录（生态环境部）。
  - [4] 环境信息公开办法（试行）。
  - [5] Regulation(EC) No 1907/2006。
  - [6] EU RoHS Directive 2011/65/EU。
  - [7] Guinée, J.-B (editor), Gorrée M, Heijungs R, Huppés G, et al., Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards. Series: Eco-efficiency in industry and science. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht (Hardbound, ISBN 1-4020-0228-9; Paperback, ISBN 1-4020-0557-1), 2002。
-