

T/CNIA

中国有色金属工业协会标准

T/CNIA 0047—2020

绿色设计产品评价技术规范 镍钴锰酸锂

Technical specifications for green-design product assessment—
Lithium nickel cobalt manganese oxide

2020-08-01 发布

2020-08-01 实施

中国有色金属工业协会
中国有色金属学会 发布

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、中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本标准起草单位：广东邦普循环科技有限公司、国合通用测试评价认证股份公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、湖南邦普循环科技有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、格林美股份有限公司、湖南杉杉能源科技股份有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、金驰能源材料有限公司、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、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。

本标准主要起草人：余海军、谢英豪、唐剑骁、唐盛贺、纪红、凌仕刚、杨云广、周耀、许开华、李旭、向波、谭方亮、阎硕、冯焕村、吴理觉、陈彦彬、王琦、张飞、周春仙、李敏、何杰、陈珍华、郑世林、刘亚飞、沙金。

绿色设计产品评价技术规范 镍钴锰酸锂

1 范围

本标准规定了镍钴锰酸锂绿色设计产品评价的术语和定义、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。

本标准适用于由三元前驱体直接合成的锂离子电池正极材料镍钴锰酸锂的绿色产品评价。

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，仅所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 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 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 33761 绿色产品评价通则

危险化学品安全管理条例（国务院2011年第591号令）

国家危险废物名录（环保部）

环境信息公开办法（试行）

Regulation(EC) No 1907/2006

EU RoHS Directive 2011/65/EU

3 术语和定义

3.1

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[GB/T 24040-2008，定义3.1]

3.2

绿色产品 green product

在全生命周期过程中，符合环境保护要求，对生态环境和人体健康无害或危害小、资源能源消耗少、品质高的产品。

[GB/T 33761-2017, 定义3.1]

4 评价要求

4.1 基本要求

- 4.1.1 企业应采用国家鼓励的先进技术和工艺，不应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。
- 4.1.2 企业的污染物排放应达到国家和地方污染物排放标准的要求，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；应严格执行节能环保相关国家标准并提供标准清单，截止评价日近三年无重大质量、安全和环境事故。
- 4.1.3 企业的噪声排放应符合 GB 12348。
- 4.1.4 企业安全生产标准化水平应符合 GB/T 33000 的要求。
- 4.1.5 企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具。
- 4.1.6 企业的管理，生产企业应按照 GB/T 19001、GB/T 24001 和 GB/T 28001 分别建立、实施、保持并持续改进质量管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系；开展能耗、物耗考核并建立考核制度，或按照 GB/T 23331 建立并运行能源管理体系。
- 4.1.7 企业对产品主要原料供应方、生产协作方、相关服务方等提出相关质量、环境、能源和安全等方面的管理要求，宜开展绿色供应链管理，并建立绿色供应链管理绩效评价机制、程序，确定评价指标和评价方法。
- 4.1.8 企业对所产生含镍钴锰废料应进行无害化/资源化处理，产生的危险废物应有符合 GB 18597 要求的专门储存场所或交由有资质的第三方处置；产品包装材料应采用可再生利用或可降解材料。
- 4.1.9 企业宜对剩余产品及包装物进行回收或处置。
- 4.1.10 企业应按照《国家危险废物名录》和《危险化学品安全管理条例》建立并运行危险化学品安全管理制度。应向使用方提供符合 GB/T 16483 要求的产品安全技术说明书。
- 4.1.11 企业宜按照《环境信息公开办法（试行）》第十九条公开环境信息。
- 4.1.12 产品质量应符合相关产品标准的规定，产品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、环境属性指标和品质属性指标。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。本标准的功能单位为t（镍钴锰酸锂）。

表1 镍钴锰酸锂产品评价指标要求

一级指标	二级指标	单位	要求		判定依据
			NCM523	NCM622	
资源属性	金属锂的消耗量	kg锂/t 产品	≤78.8	≤78.8	现场数据
	金属镍的消耗量	kg镍/ t产品	≤317.2	≤376.8	现场数据
	金属钴的消耗量	kg钴/ t产品	≤133.3	≤133.3	现场数据
	金属锰的消耗量	kg锰/ t产品	≤182.8	≤124.2	现场数据
能源属性	单位产品综合能耗	kgce/t产品	2000	3500	现场数据
环境属性	pH	—	符合国家和地方标准		现场数据或第三方检测报告

表1 镍钴锰酸锂产品评价指标要求（续）

一级指标	二级指标	单位	要求		判定依据
			NCM523	NCM622	
环境属性	悬浮物	mg/L	符合国家和地方标准		现场数据或第三方检测报告
	废水中镍离子含量	mg/L	符合国家和地方标准		现场数据或第三方检测报告
	废水中钴离子含量	mg/L	符合国家和地方标准		现场数据或第三方检测报告
	废水中锰离子含量	mg/L	符合国家和地方标准		现场数据或第三方检测报告
	粉尘	mg/m ³	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 ³	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
品质属性	磁性异物	wt.%	0.000 01		现场数据或分析检验结果
注：					
1、根据产品符合相关细分产品标准的检测报告确定执行 NCM523 或 NCM622；					
2、若未提供相关细分产品标准，则按下列标准进行判断：					
产品中 Ni、Co、Mn 物质的量之比为 50:20:30（物质的量百分含量公差不大于±1.0%）时，应符合 NCM523 的要求；					
产品中 Ni、Co、Mn 物质的量之比为 60:20:20（物质的量百分含量公差不大于±1.0%）时，应符合 NCM622 的要求；					

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，以法定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。

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 A 中生命周期评价方法和附录 B 中数据收集表格，来对产品进行生命周期评价。

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：

- a) 报告信息：包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期等；
- b) 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；

- c) 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；
- d) 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（镍钴锰酸锂）、功能单位和镍钴锰酸锂产品主要功能，提供镍钴锰酸锂产品的原辅料组成及主要理化性能，绘制并说明镍钴锰酸锂产品的系统边界，（如有使用应）披露所使用的基于中国生命周期数据库的软件工具。

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（产品生产阶段和产品包装阶段），说明每个阶段所考虑的清单因子及手机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

报告中应提供产品生命周期各阶段（产品生产阶段和产品包装阶段）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，提出镍钴锰酸锂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绿色设计产品。

6 评价方法和流程

6.1 评价方法

本标准采用指标评价与生命周期评价相结合的方法，可按照4.1和4.2开展自我评价或第三方评价，在满足评价指标要求的基础上，采用生命周期评价方法，进行生命周期影响评价，编制生命周期评价报告。绿色设计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) 按照5提供生命周期评价报告。

6.2 评价流程

根据镍钴锰酸锂产品的特点，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，可判定该产品符合绿色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。评价流程图如图1所示。

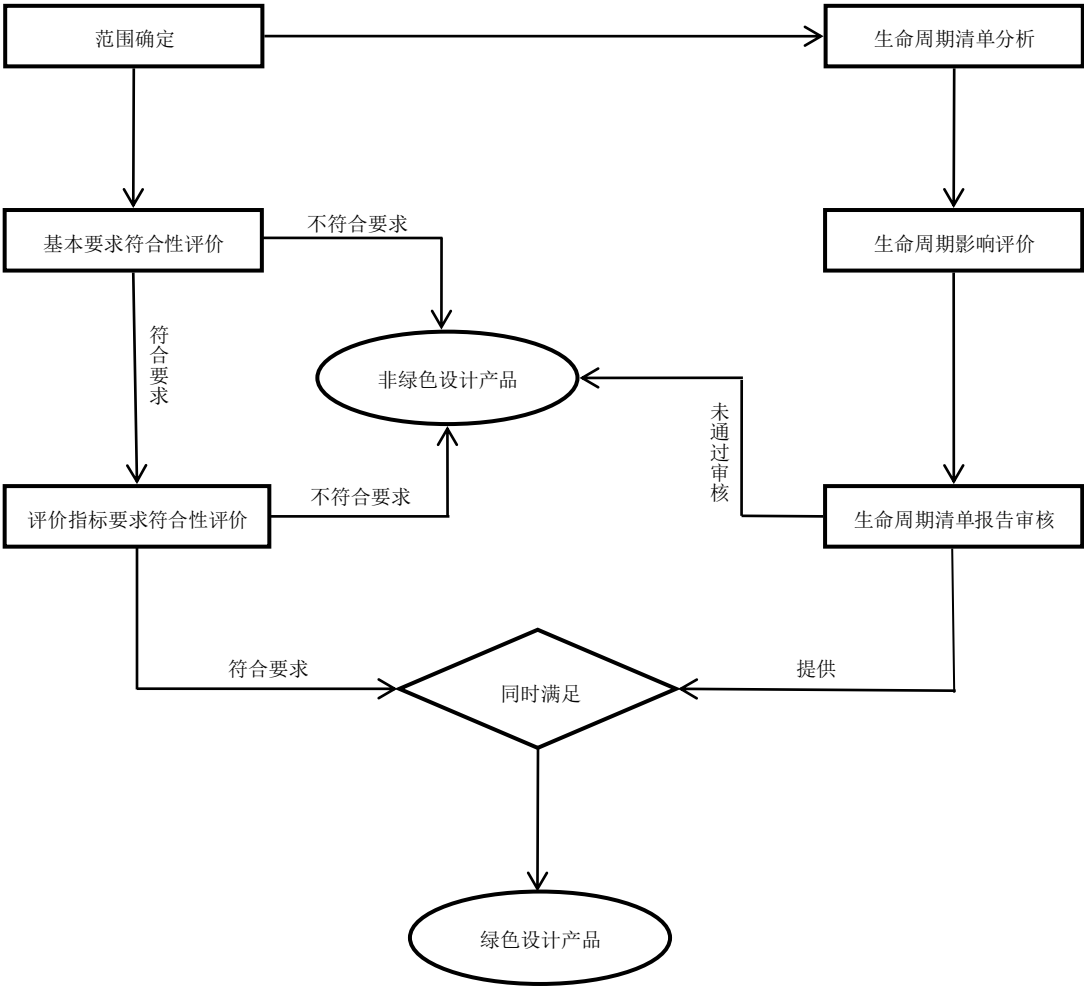


图1 镍钴锰酸锂产品绿色设计评价流程

附 录 A
(规范性附录)
镍钴锰酸锂产品生命周期评价方法

A.1 概况

根据GB/T 24040和GB/T 24044，建立镍钴锰酸锂产品的生命周期评价方法。生命周期评价的过程应包括目的和范围的确定、清单分析、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，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、数据合并和数据分配等；
- 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) 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。

A.2 范围确定

A.2.1 总则

镍钴锰酸锂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。

A.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。镍钴锰酸锂产品是生产镍钴锰酸锂的原材料，其功能单位和基准流一般定义为“生产单位数量的产品”，本标准以“生产1吨镍钴锰酸锂产品”来表示。

A.2.3 系统边界

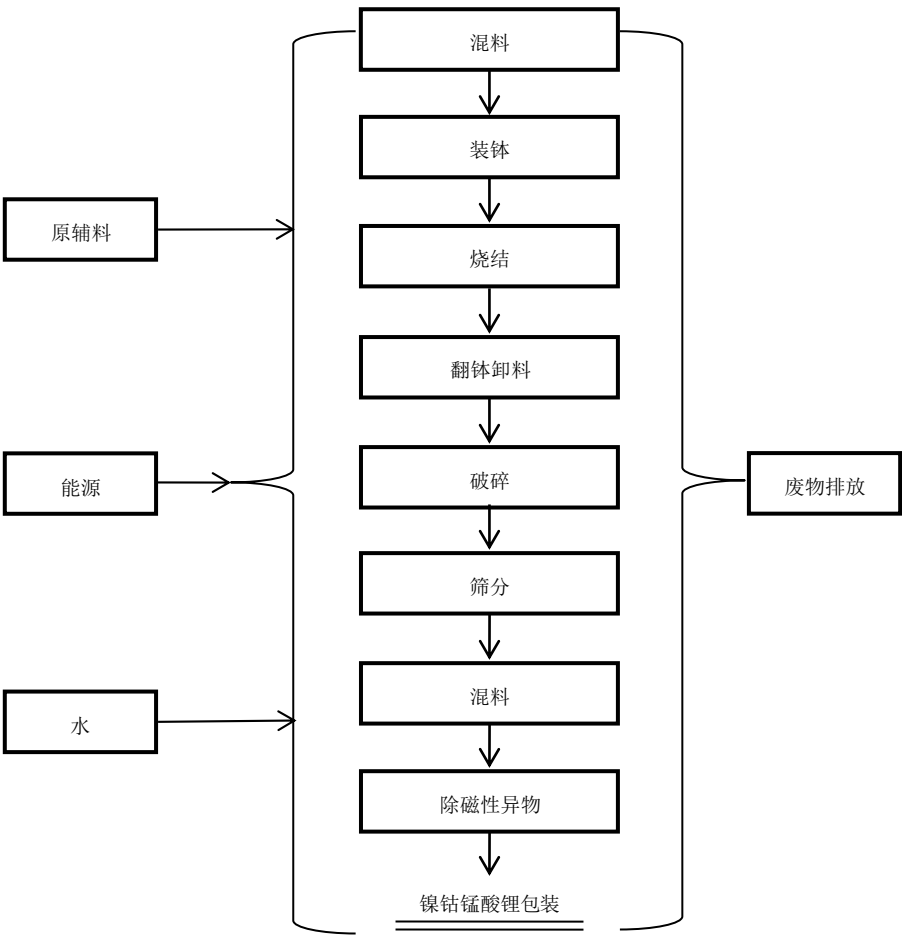
完整的镍钴锰酸锂产品的系统边界包括含镍钴锰物料的混料、装钵、烧结、翻钵卸料、破碎、筛分、混料、除磁性异物，以及产品包装过程（见图A.1）。

A.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。



注：其中筛分、混料和除磁性异物的先后顺序不固定。

图A.1 镍钴锰酸锂产品生命周期评价的系统边界

A.3 生命周期清单分析

A.3.1 总则

应编制镍钴锰酸锂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，为产品及影响评价提供必要的数据库。

A.3.2 数据收集

A.3.2.1 概况

应将下列要素纳入数据清单：

- a) 生产阶段
- b) 包装阶段

A.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B。

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。

A.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。

A.3.2.4 生命周期各阶段数据采集

A.3.2.4.1 生产阶段

生产阶段始于原材料进入生产厂址，结束于成品离开生产单位。生产活动包括以三元前驱体和锂源为原料，经过混料、装钵、烧结、翻钵卸料、破碎、筛分、混料、除磁性异物中的至少一步工序生产镍钴锰酸锂产品，以及物料的循环利用等。

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。

A.3.2.4.2 包装阶段

包装阶段始于成品进入包装车间，结束于包装成品进入产品库房。

A.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、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。数据分析方法参照附录B。

A.3.4 数据分配

如果在镍钴锰酸锂产品生产过程中得到了其他副产品，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) 基于物理关系进行分配，如产品重量、数量、热值等。

A.3.5 数据质量要求

- a) 完整性：充足的样本、合适的期间；
- b) 可信度：数据根据测量、检验得到；
- 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。

A.4 生命周期影响评价

A.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，对类型参数结果进行计算（特征化）。本标准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。

A.4.2 环境影响类型

环境影响类型可分为资源消耗、气候变化、酸化、富营养化、光化学烟雾、固体废弃物以及可吸入颗粒物等7种，其影响区域见表A.1

表A.1 镍钴锰酸锂产品的环境影响类型

序号	环境影响类型	影响区域
1	资源消耗	全球性
2	气候变化	全球性
3	酸化	区域性
4	富营养化	区域性
5	光化学烟雾	区域性
6	固体废弃物	局地性
7	可吸入颗粒物	局地性

A.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、氮氧化物等清单因子归到气候变化影响类型里面。（列表归类，见下表）

表 A.2 数据归类示例

序号	环境影响类型	清单因子
1	资源消耗	Ni、Co、Mn
2	气候变化	CO、CO ₂ 、CH ₄ 、NO _x
3	酸化	SO ₂ 、NO _x
4	水体富营养化	NO _x 、COD
5	光化学烟雾	NO _x
6	固体废弃物	滤渣、废水处理污泥、废催化剂/吸附剂等

A.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附表中的当量物质表示。

表 A.3 特征化因子

影响类型	单位	清单因子	参考文献
气候变化	kg CO ₂ 等量	CO、CO ₂ 、CH ₄ 、NO _x	2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands
酸化	kg SO ₂ 等量	SO ₂ 、NO _x	Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards
水体富营养化	kg PO ₄ ³⁻ 等量	NO _x 、COD	Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards
光化学烟雾	kg 乙烯等量	NO _x	Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards The tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts
能耗	MJ(低热值)	水、电、柴油等	Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards

A.5 解释

A.5.1 总则

解释阶段应包括下述步骤：“评价镍钴锰酸锂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”。

A.5.2 镍钴锰酸锂产品生命周期模型的稳健性评价

镍钴锰酸锂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。

宜用于评价镍钴锰酸锂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：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。

A.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酸锂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、生产管理等各方面评价改进方案，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。

A.5.4 结论、建议和限制

应根据确定的镍钴锰酸锂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。

A.6 生命周期评价报告

产品生命周期评价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）等生命周期评价，具体要求可参见相关标准和评价体系的规定。

附录 B
(规范性附录)

数据收集表格示例

参照图B.1绘制每个单元过程的图，然后参照表B.1收集单元过程的数据，最终汇总形成镍钴锰酸锂产品的数据清单。

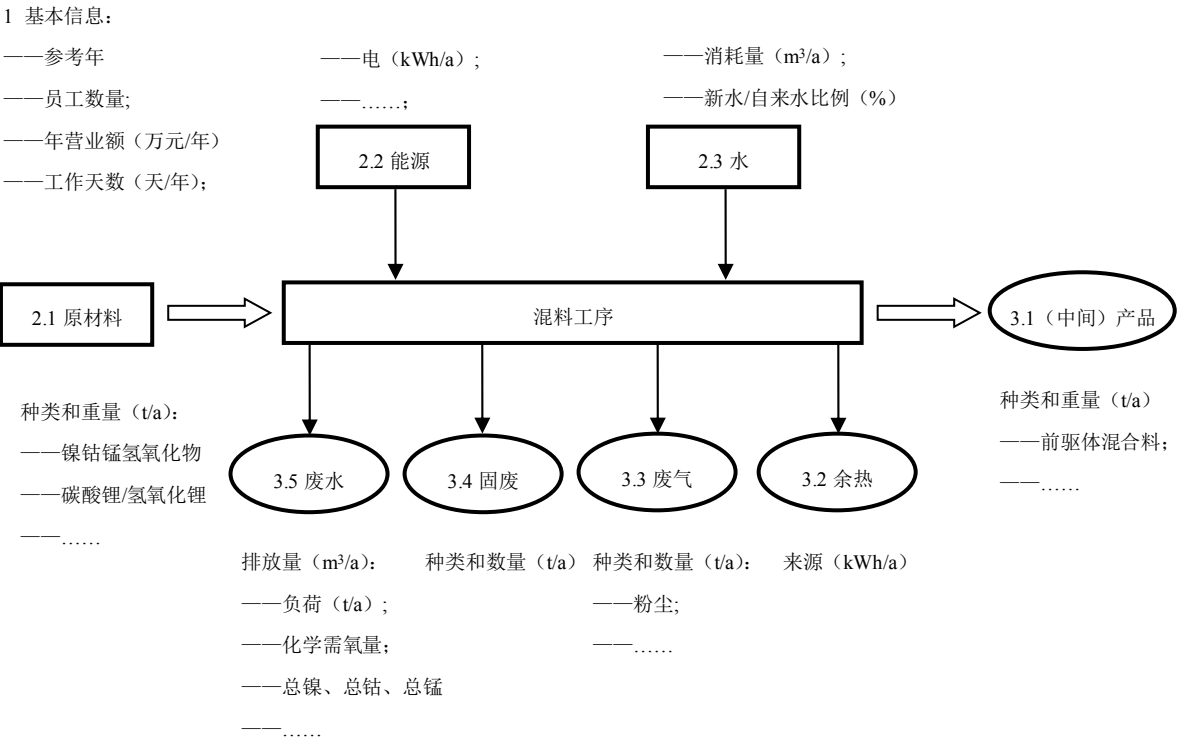


图 B. 1 单元过程数据收集表示例

表B. 2 单元过程数据收集表示例¹

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 ²	单位	数量		
能量输入 ³	单位	数量	取样程序描述	来源

表B.2 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）				
材料输出 （包括产品）	单位	数量	取样程序描述	目的地
向空气排放 ⁴	单位	数量	取样程序描述	
向水体排放 ⁵	单位	数量	取样程序描述	
向土壤排放 ⁶	单位	数量	取样程序描述	
其他排放 ⁷	单位	数量	取样程序描述	

注：

1.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。

2.例如地表水、饮用水。

3.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。

4.例如无机物：二氧化碳、颗粒物、氯化氢、氮氧化物、二氧化硫；金属：钴及其化合物、锰及其化合物、镍及其化合物等。

5.例如钴、锰、镍、铜、氨氮、悬浮物、硫酸盐等。

6.例如工业混合物、城市固体废物、有毒废物（列出属于本数据类型的化合物）等。

7.例如噪声、辐射、振动、恶臭、余热等。

附 录 C
(资料性附录)
产品绿色设计改进方案优先排序方法及示例

C.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；
- 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C.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（产品生产和产品包装两个阶段）分组，绘制生命周期阶段优先排序图。

表C.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

C.2 排序示例

C.2.1 改进方案

依据某镍钴锰酸锂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护，避免因部件过度磨损或老化引入过多杂质；
- 优化破碎工艺和参数，减少微粉的产生；
- 加强余热回收利用和保温层的维护升级；
- 产品包装过程应配备收尘装置，以减少资源的浪费和对环境的影响。

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，更多使用优质原料；

- 检查设计规格要求，尽量减少使用高杂质含量酸碱，尽量使用低杂质酸碱；
- c) 产品管理改进方案包括：
 - 完善产品包装信息系统。

C. 2. 2 改进方案的优先排序表

改进方案的优先排序表如表C.2所示。

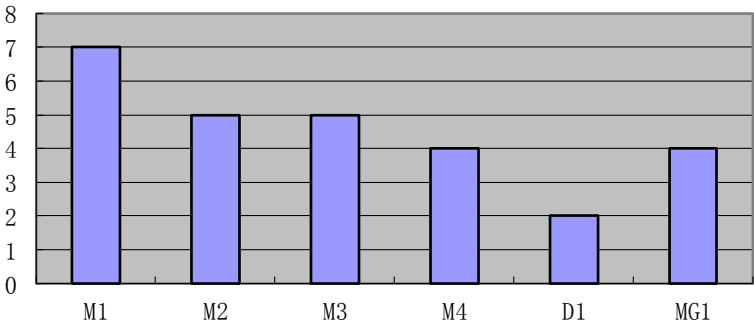
表C. 2 改进方案的优先排序表

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	L.1.1	M1	++	++	+	+	+	17
优化破碎工艺和参数，减少微粉产生	L.1.2	M2	++	++	+	+/-	+/-	15
加强余热回收利用和保温层的维护升级	L.1.3	M3	++	+	+	+/-	+	15
产品包装配备收尘装置	L.2.1	M4	++	+	+/-	+	+/-	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
产品包装信息系统	L2.2	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。 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。								

C2. 3 实施者优先排序图和生命周期阶段优先排序图

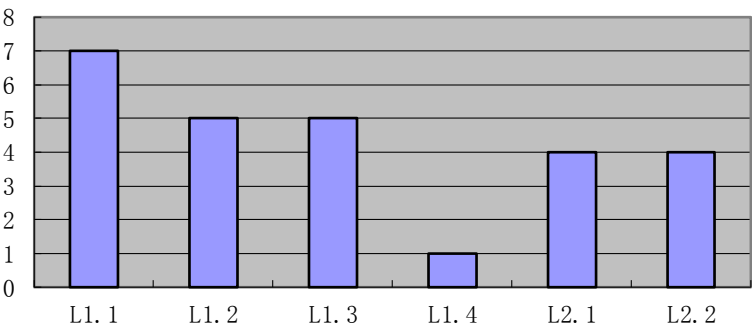
图C.1为实施者优先排序图，可以看出在产品制造环节，有两项措施最为优先：一是加强阀门、管道部件的定期检查和维护；二是加强余热加强余热回收利用和保温层的维护升级。

图C.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，因位该产品生产的环境影响相对大。而生命结束阶段改进方案的优先度很低。



注：纵轴上的数字越大表明优先度越高。

图C.1 某镍钴锰酸锂产品改进方案的实施者优先排序图



注：纵轴上的数字越大表明优先度越高。

图C.2 某镍钴锰酸锂产品改进方案的生命周期阶段优先排序图

参考文献

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部. 新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件[Z]. 2016-2-4.
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会、环境保护部、工业和信息化部. 镍钴行业清洁生产评价指标体系[Z]. 2015-12-31.
- [3] IPCC 2014, 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- [4] Guinee J B . Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2002, 7(5):311.
- [5] Bare J C . Traci: The tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts[J]. Journal of Industrial Ecology, 2002, 6(3-4):49-78.
-