

内蒙古自治区地方标准

DB15/T 3467—2024

绿色设计产品评价技术规范 电子铝箔

Technical specification for green-design product assessment—
Electronic aluminium foil

2024-06-14 发布

2024-07-14 实施

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	2
4.1 基本要求	2
4.2 评价指标要求	3
4.3 数据来源	3
5 产品生命周期评价报告编制方法	4
5.1 生命周期评价方法	4
5.2 生命周期评价报告框架	4
6 评价方法和流程	5
6.1 评价方法	5
6.2 绿色产品判定依据	6
附录 A（规范性） 评价指标计算方法	7
附录 B（规范性） 电子铝箔生命周期评价方法	8
附录 C（规范性） 数据分析方法示例	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	16
参考文献	19

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。

本文件由内蒙古自治区工业和信息化厅归口。

本文件起草单位：内蒙古中拓铝业股份有限公司、内蒙古自治区质量和标准化研究院、呼伦贝尔市产品质量计量检测所。

本文件主要起草人：王国平、张小军、敖其尔、王宇飞、毕晓宇、侯敏、张冉、马英义、刘月、刘铁鉴、李国华、爱迪。

绿色设计产品评价技术规范 电子铝箔

1 范围

本文件规定了电子铝箔绿色设计产品的评价要求、指标计算方法、产品生命周期报告编制要求和评价方法。

本文件适用于以重熔用精铝锭为原料生产的电子铝箔绿色设计产品评价。

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 3615 电解电容器用铝箔
GB/T 8005.1 铝及铝合金术语第1部分：产品及加工处理工艺
GB 8978 污水综合排放标准
GB 9078 工业炉窑大气污染物排放标准
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 16297 大气污染物综合排放标准
GB 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 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB/T 19001 质量管理体系 要求
GB 21351 变形铝及铝合金单位产品能源消耗限额
GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
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 25465 铝工业污染物排放标准
GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求
GB/T 32161 生态设计产品评价通则
GB/T 32162 生态设计产品标识
GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范
GB/T 45001 职业健康安全管理体系要求及使用指南

3 术语和定义

GB/T 32161、GB/T 32162和GB/T 8005.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

绿色设计产品 green-design products

在原材料获取、产品生产、使用、废弃处置等全生命周期过程中,在技术可行和经济合理的前提下,具有能源消耗少、污染排放低、环境影响小、对人体健康无害、便于回收再利用的符合产品性能和安全要求的产品。

3.2

电子铝箔 electronic aluminium foil

横截面呈矩形,厚度均一并不大于0.20 mm,且成卷交货的轧制产品,用于生产电解电容器用的铝箔。

4 评价要求

4.1 基本要求

4.1.1 基本条件

电子铝箔生产企业达到工业和信息化部发布的《铝行业规范条件》清洁生产企业要求,产品质量应达到GB/T 3615或后续铝加工产品的质量要求。

4.1.2 生产管理体系要求

安全管理达到 GB/T 33000三级及以上的要求;电子铝箔生产企业应按照GB/T 19001、GB/T 24001、GB/T 23331和GB/T 45001分别建立、实施运行、保持并持续改进质量管理体系、环境管理体系、能源管理体系、职业健康安全管理体系。

4.1.3 生产装备及技术要求

电子铝箔生产企业应采用国家鼓励的先进技术、装备和工艺,不应使用国家有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质;设计、生产过程中应以节约材料为原则制定要求。

4.1.4 污染物排放控制要求

近三年无环境污染事件,污染物的排放要达到GB 9078、GB 16297、GB 8978和GB 12348要求,配套符合环评要求的环保治理设施;污染物排放总量要达到排污许可证的要求;产品生产应达到国家或地方清洁生产要求。

4.1.5 能源消耗及控制要求

单位产品能源消耗应达到GB 21351的要求;电子铝箔生产企业应按照GB 17167管理能源计量器具,并根据相关法律法规和标准要求配备在线监控装置。

4.1.6 固废对土壤潜在影响控制

一般废弃物的贮存和处理应符合GB 18599的要求,危险废物的贮存和处理应符合GB 18597的要求;产品包装材料应采用可再生利用或可降解材料,对环境友好。

4.1.7 产品生命周期评价要求

依据GB/T 24040和GB/T 24044,对电子铝箔产品进行生命周期评价,编制产品生命周期评价报告。

4.2 评价指标要求

电子铝箔产品的评价指标由一级指标和二级指标组成，资源属性指标、能源属性指标、产品属性指标和环境属性指标包含到一级指标中。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，电子铝箔的评价指标名称、单位、基准值、判定依据(污染物监测方法、产品检验方法以及各指标的计算方法)等要求见表1。

表1 电子铝箔评价指标要求

一级指标	二级指标		单位	基准值	判定依据	备注
资源属性	单位产品铝耗损率		%	≤2.5	计算方法按照附录A 执行	—
	水单耗		m³ /t	≤5	统计报表数据	—
	轧制油单耗		kg/t	≤30	统计报表数据	—
	乳液单耗		kg/t	≤1	统计报表数据	—
能源属性	绿电使用占比		%	≥5	电力交易中心数据	
	平均天然气综合能耗		kg/t	≤300	统计报表数据	—
	平均综合电耗		kW·h/t	≤1800	统计报表数据	—
环境属性	大气污染物排放浓度限值		mg/m³	满足GB 25465中 新建企业排放限值	现场监测数据或分析检验结果	—
	生产污水排放		mg/L	不外排，生产循环利用	现场监测数据	—
	生活污水排放		mg/L	污水综合排放标准GB 8978	现场监测数据	—
	固体废物合规处置率		%	100	统计报表数据	—
产品属性	纯度	铝含量（未经表面处理的铝箔）	%	≥99.980	分析检验结果	—
	重金属	六价铬	%	≤0.1	按照 GB/T 26572的检验方法 检测，提供检测报告	—
		汞	%	≤0.1		—
		镉	%	≤0.01		—
		铅	%	≤0.1		—

4.3 数据来源

4.3.1 统计数据

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，以年报表为准。

4.3.2 实测数据

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也可选取有代表性生产时间段进行同步实测，所选取生产时间段一般不少于一个月。

4.3.3 采样和检测

污染物排放指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用相应的国家或行业标准监测分析方法。

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、监管部门信息查询结果、认证证书、企业承诺和说明等。

5 产品生命周期评价报告编制方法

5.1 生命周期评价方法

应依据附录B中电子铝箔生命周期评价方法和附录C中数据分析方法，对电子铝箔产品进行生命周期评价，并编制产品生命周期评价报告。

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、采用的标准信息等基本信息。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/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，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。

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、功能单位和产品主要功能，提供电子铝箔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

报告中应对电子铝箔产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化。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

报告中应提供电子铝箔产品生命周期各阶段的不同影响类型的特征化值，并对不同影响类型在各个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，依据附录D中产品绿色设计改进方案优先排序方法及示例，提出电子铝箔产品绿色设计改进的具体方案。

5.2.5 评价报告主要结论

应说明电子铝箔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) 电子铝箔产品化学成分分析检测结果；
- b) 电子铝箔产品工艺流程表（包括工艺名称、工艺过程等）；
- c) 各单元过程的数据收集表；
- d) 其他。

6 评价方法和流程

6.1 评价方法

本文件采用指标评价和生命周期评价相结合的方法，依照“4.1 基本要求”和“4.2 评价指标要求”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，编制生命周期评价报告，电子铝箔绿色设计产品评价流程见图1所示。

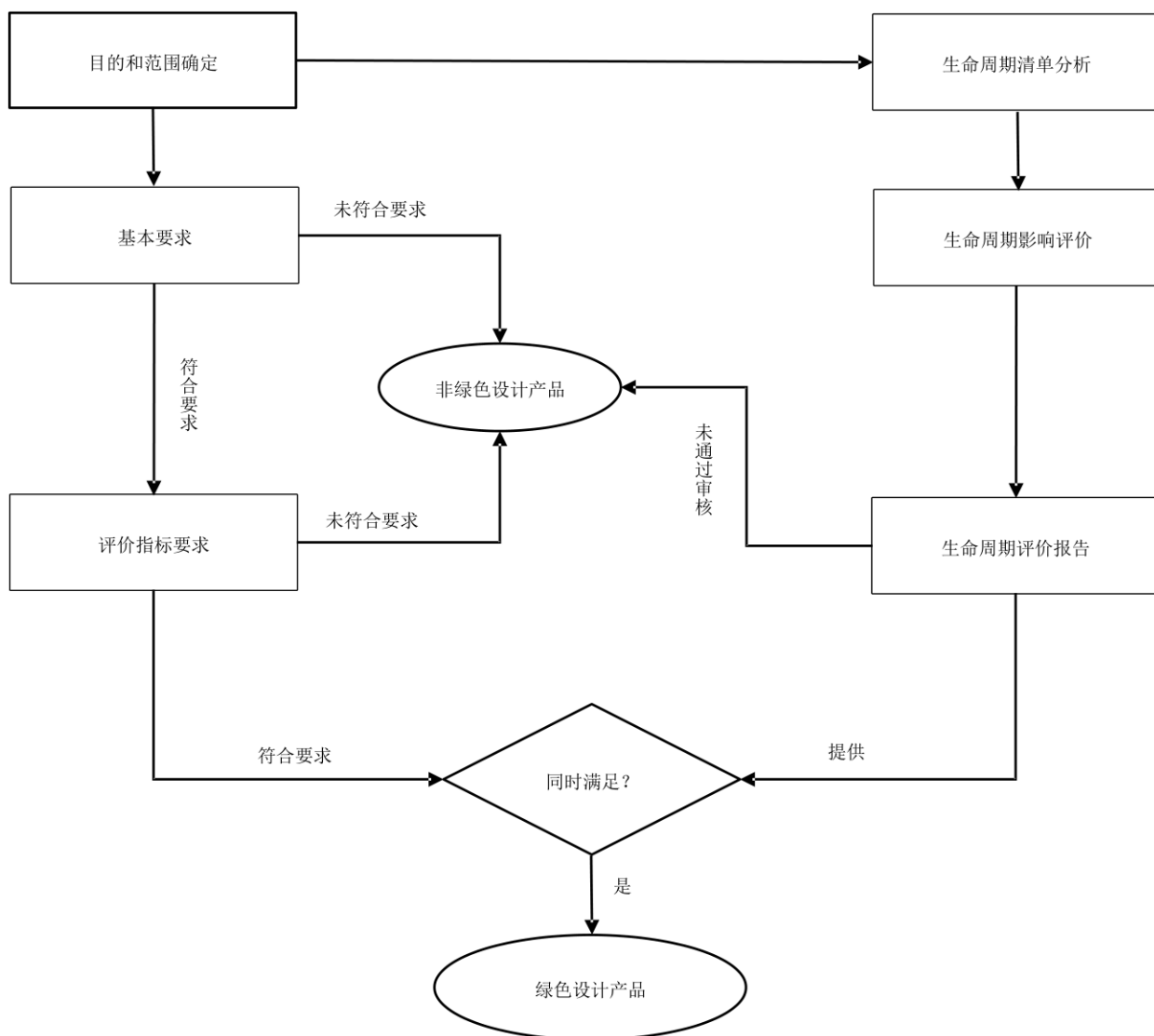


图1 电子铝箔绿色设计产品评价流程

6.2 绿色产品判定依据

根据电子铝箔产品的特点，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，同时要对数据质量进行分析。

电子铝箔产品同时满足以下两个条件，即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) 企业提供电子铝箔产品生命周期评价报告（见 5.2）。

附 录 A
(规范性)
评价指标计算方法

生产单位产品耗损铝原料的比例，按照1年生产为周期计算。按公式 (A. 1) 计算：

$$M_i = 1 - \frac{m_2}{M_e} \times 100\% \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

M_i —— 单位产品铝耗损率， %；

m_2 —— 1年内电子铝箔产品产量(包括成品、半成品、可回用的边角料), 单位为吨 (t)；

M_e —— 1年内使用的原料铝锭总量(重复利用的原料不参与计算), 单位为吨 (t) 。

附 录 B
(规范性)
电子铝箔生命周期评价方法

B.1 概况

依据GB/T 24040和GB/T 24044, 建立电子铝箔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、生命周期解释和生命周期评价报告。具体如下:

- a) 目的和范围确定: 研究确定评价的目的, 确定电子铝箔产品系统及功能单位, 界定系统边界、时间边界、取舍准则, 明确影响类型、必备要素和可选要素, 提出数据和质量要求, 给出评价报告的形式;
- b) 生命周期清单分析: 主要包括数据收集前的准备、数据的收集、数据的确认、数据与单元过程的关联、清单计算方法、数据合并和分配等;
- 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取的影响类型, 计算不同影响类型的特征化值;
- d) 生命周期解释和生命周期评价报告: 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, 按照相关要求编制产品生命周期评价报告。

B.2 范围确定

B.2.1 总则

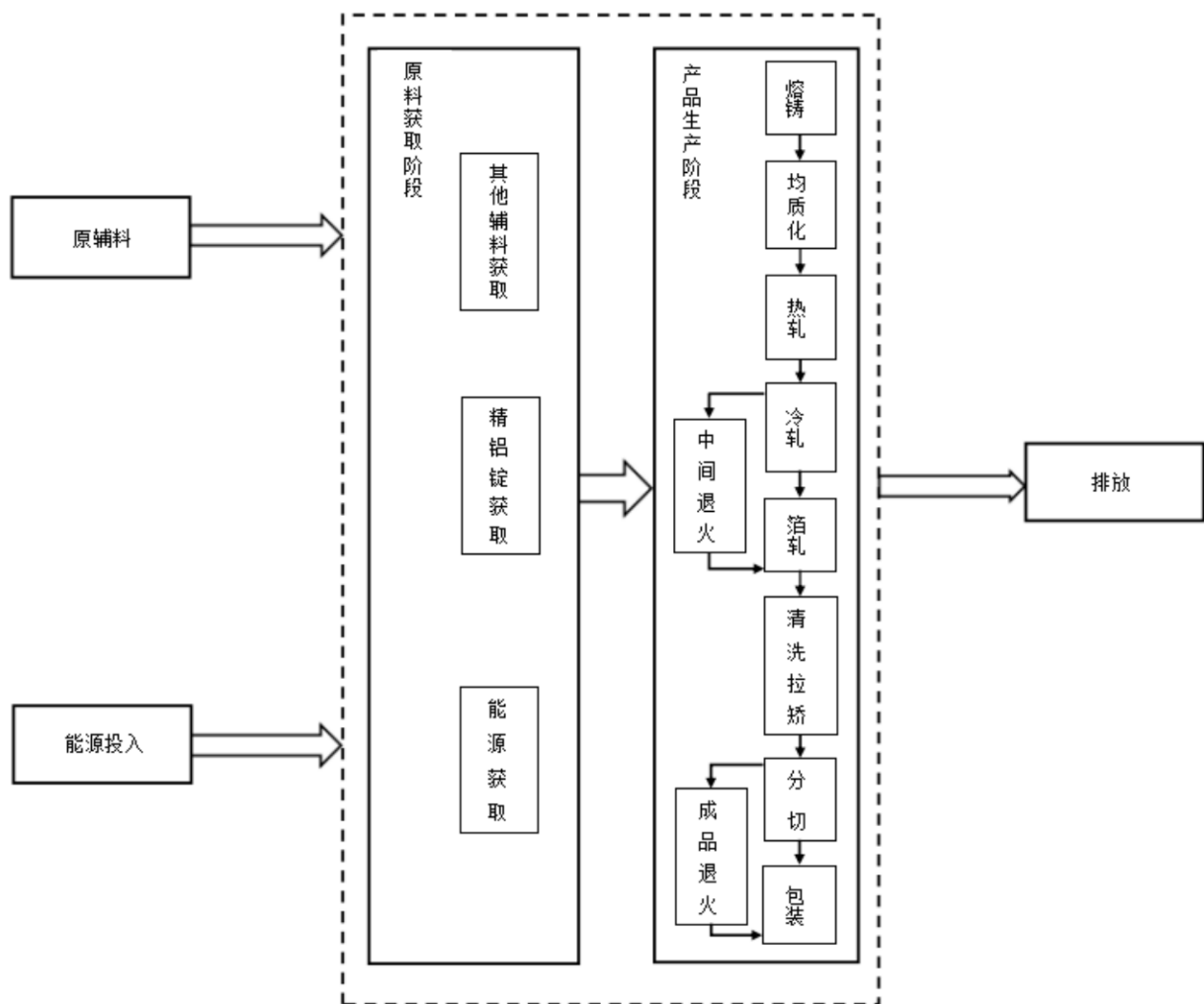
一方面以电子铝箔生产过程中输入和输出进行汇编形成生命周期清单, 另一方面通过对电子铝箔生产过程中的潜在环境影响进行评价; 并且根据评价目的确定评价范围, 确保两者相适应。为企业后续开展电子铝箔产品的绿色设计评价以及我国政府管理部门制定电子铝箔绿色标准提供科学依据和技术支撑。

B.2.2 功能单位

功能单位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。功能单位应是明确规定并且可测量的。本文件以生产1 kg符合质量要求的电子铝箔产品为功能单位表示。

B.2.3 系统边界

电子铝箔产品生命周期评价范围包括电子铝箔原辅材料获取阶段、产品加工生产阶段。根据电子铝箔产品的生产实际情况, 产品评价的系统边界见图 B.1 所示。



图B.1 电子铝箔产品生命周期评价的系统边界

B.2.4 数据取舍原则

电子铝箔生产过程数据取舍原则如下：

- 原料的所有输入均列出；
- 能源的所有输入均列出；
- 辅助材料质量小于原料总耗 0.1% 的项目输入可以忽略；
- 固体废物和大气、水体各种排放物均列出；
- 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- 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；
- 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

应编制电子铝箔产品系统边界内的所有原材料、辅料、能源和水资源输入、主产品和共生产品/副产品清单输出，排放到大气、土壤等的排放物及废弃物的清单，作为产品生命周期评价的依据。

如果数据清单存在特殊情况、异常点或其他问题，应在报告中进行明确说明。

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定量输入和输出。再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(即1 kg电子铝箔产品)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，为产品的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

应将以下阶段的数据纳入数据收集范围：

- 电子铝箔产品生产；
- 产品包装。

产品生命周期评价过程中要收集和使用的数据可分为两类：现场数据和背景数据。主要数据应尽量使用现场数据，如果“现场数据”收集缺乏或无法获得，可以选择使用“背景数据”，但需要在报告中做局限性说明。

B.3.2.2 现场数据采集

通过直接在生产现场收集和记录或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的数据为现场数据。数据应包括电子铝箔生产过程中所有已知输入和输出。输入指消耗的原材料、辅料、能源和水等，输出指生产的产品、共生产品/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。数据收集表应按照附录C执行。

典型现场数据来源包括：

- a) 能源和水消耗数据；
- b) 耗材清单以及库存变化；
- c) 排放物的测量值（气体等排放物的数量和浓度）；
- d) 主产品、副产品和废弃物的成分；
- e) 采购和销售部门等。

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

电子铝箔生产阶段，该阶段始于原材料、辅料进入生产单位，结束于成品待出库状态为止。

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（如向空气排放废弃物）、相同物质、不同单元过程的数据，以得到这个产品系统的原材料、辅料、能源和水的消耗，对空气排放、土壤排放以及固体废弃物的数据。

B.3.4 数据分配

电子铝箔生产过程产出多种产品，将副产品和废弃的产品通过再循环用作原材料。因此在进行电子铝箔生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，因电子铝箔生产的产品主要材料、功能比较一致，因此本标准选用以产量进行分配的分配原则，即产量越大的产品，其分摊额度就越大。

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、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。

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。其要素包括选取合适的影响类型，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。

B.4.2 环境影响类型

影响类型主要以资源消耗、生态环境影响和人体健康危害三类为主。其中生态环境影响类型可从气候变化、酸化、光化学氧化作用、土地利用变化中选取分析。

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、氮氧化物等清单因子归类到气候变化影响类型里面。见表B.1。

表B.1 电子铝箔产品生命周期清单因子归类

序号	影响类型	清单因子归类
1	资源消耗	铝锭、天然气等不可再生能源
2	气候变化	CO、CO ₂ 、CH ₄ 、NO _x 等
3	酸化	SO ₂ 、NO _x 、H ₃ PO ₄ 、NH ₃ 等
4	光化学氧化作用	CO、NO _x 等
5	人体健康危害	可吸入颗粒物

B.4.4 分类评价

计算出不同影响类型的特征化值，采用公式（B.1）计算。

B.4.5 计算方法

影响评价结果计算方法见公式（B.1）：

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

式中：
EP_i ——第i种环境类别特征化值；

EP_{ij} ——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_{ij} ——第*i*种环境类别中第*j*种污染物的特征化因子。

B.5 解释

B.5.1 总则

解释是综合考虑清单分析和影响评价发现的一个阶段，以它们的结果为基础来识别重大问题（如清单数据、影响类型、各阶段对结果的主要贡献），应包括“产品生命周期模型的稳健性评估”“识别热点问题与确定改进方案”以及“结论、限制和建议”。解释结果应与所规定的目的和范围保持一致。

B.5.2 产品生命周期模型的稳健性评估

生命周期模型的稳健性评估用于评价系统边界、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。这包括电子铝箔产品生产过程的完整性（即包含了所考虑的各生产阶段的所有过程）和输入输出范围（即包含了与各过程相关的所有原材料、辅料、水和能源的输入，主产品、副产品以及环境排放物的输出）；
- 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 识别热点问题与确定改进方案

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电子铝箔产品的绿色设计改进方案。

评估人员根据电子铝箔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。

B.5.4 结论、建议和限制

应根据确定的电子铝箔产品生命周期评价的目标和范围阐述相应的结论，提出建议并对限制进行说明。结论应包括“评价方法学和结果的完整性、敏感性和一致性”与“识别热点问题与确定改进方案”同时需要检查该结论是否符合电子铝箔产品研究的目的和范围要求，特别是数据质量要求、预先确定的假定和数值以及应用所需的要求

附录 C (规范性) 数据分析方法示例

参照图C.1绘制每个单元过程的图，然后参照表C.1收集单元过程所需要的数据，最终汇总形成电子铝箔产品的数据清单。

基本信息：

—— 参考年

—— 员工数量 (人/年)

—— 年营业额 (万元/年)

—— 工作天数 (天/年)

—— 天然气 (m^3/a)；

—— 电 (kWh/a)；

—— 氮气/氩气 (m^3/a)；

—— 年消耗量 (m^3/a)；

—— 新鲜水取水量；

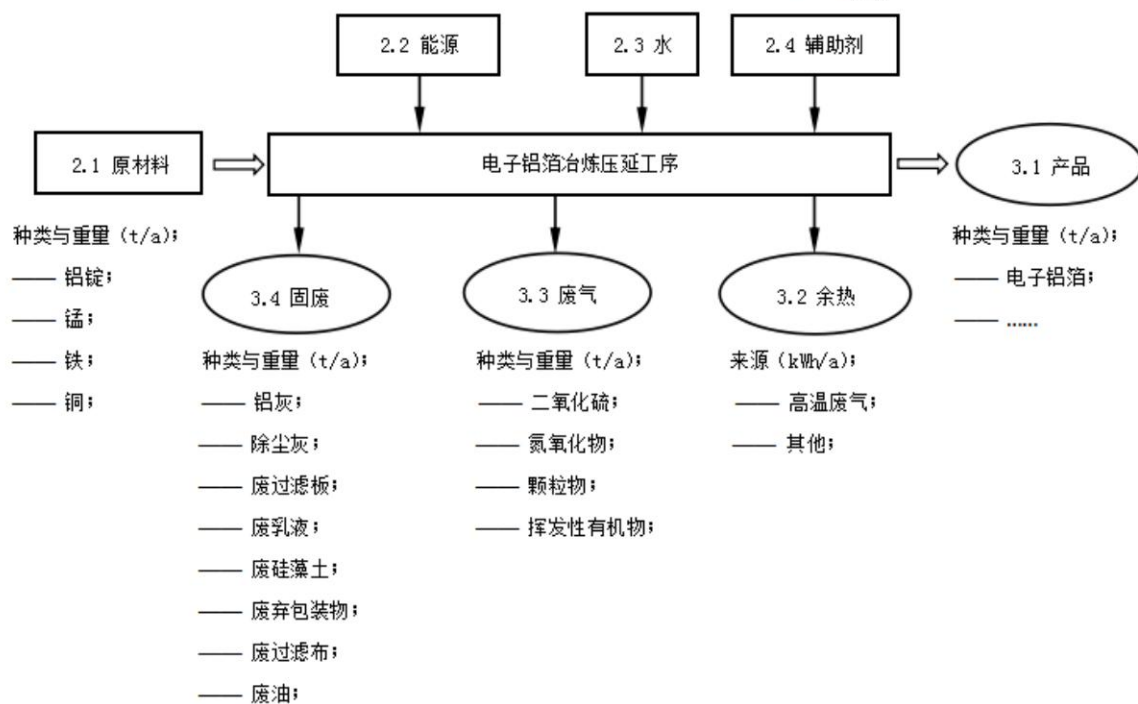
——

—— 消耗量 (t/a)；

—— 乳液；

—— 冷轧油；

—— 滤纸；



图C.1 电子铝箔生产工序图

表C.1 电子铝箔产品生产阶段数据清单

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）						
项目		物质种类	单位	数量	取样程序描述	来源
输入	材料输入	铝锭				
		锰				
		铁				
		硅				
		⋮				
	水消耗 ^a	新水				
		⋮				
	能量输入 ^b	电				
		天然气				
		氮气				
		氩气				
		⋮				
	辅助剂	乳液				
		冷轧油				
		滤纸				
		⋮				
输出	材料输入 （包括产品）	电子铝箔				
		⋮				
	废气 ^c					
	固体废物 ^d					
	其他排放 ^e					

表C.1 电子铝箔产品生产阶段数据清单（续）

项目	物质种类	单位	数量	取样程序描述	来源
注1：此数据收集表中的数据是指规定时间段内所有未分配的输入和输出。 注2：现场数据可通过企业调研、上游厂家提供、采样检测等途径进行收集，所收集的数据要求能够真实反映企业的实际生产水平。 注3：从实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用权威生命周期评价数据库等相关数据库来替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括电子铝箔原辅材料及包装材料使用、能源消耗等。					
a 例如，地表水、饮用水等； b 例如，天然气、电、氮气、氩气、轻质白油等； c 例如，SO_x、CO₂、CO、颗粒物、挥发性有机物等； d 例如，铝灰、除尘灰、废过滤布、废硅藻土、废过滤板、废油、废包装物等； e 例如，噪声、辐射、振动、恶臭、余热。					

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：

- a) 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；
- b) 第二步：选取方案的评价指标，本标准的评价指标包括：
 - 1) 技术可行性，评估实施某方案的技术可行性；
 - 2) 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；
 - 3) 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；
 - 4) 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；
 - 5) 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。
- c) 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。
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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；
- g) 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 改进方案

依据某电子铝箔生产企业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：
 - 1) 与供应商合作，尽可能地减少进入工厂的包装材料种类；
 - 2) 尽量选择使用可循环使用的包装材料；
 - 3) 通过选择供应商，宜使用高品位的重熔用精铝锭，减少废弃物的排放；
 - 4) 提高产品成品率，减少废料产生量。
- b) 设计改进方案包括：

- 1) 通过对电子铝箔生产过程中工艺改进（如改进轧制道次），减少资源、能源消耗，降低排放；
- 2) 通过实施采用“超低氮燃烧器+烟气再循环多技术耦合”技术，以降低氮氧化物的排放。
- c) 产品管理改进方案包括：
 - 1) 改善燃气加热装置结构，加强环保设施维护管理，以减少无组织排放物对环境的影响；
 - 2) 增添金属铝回收设备，提高金属铝重复再利用，减少排放物对环境的影响。

D. 2. 2 改进方案的优先排序表

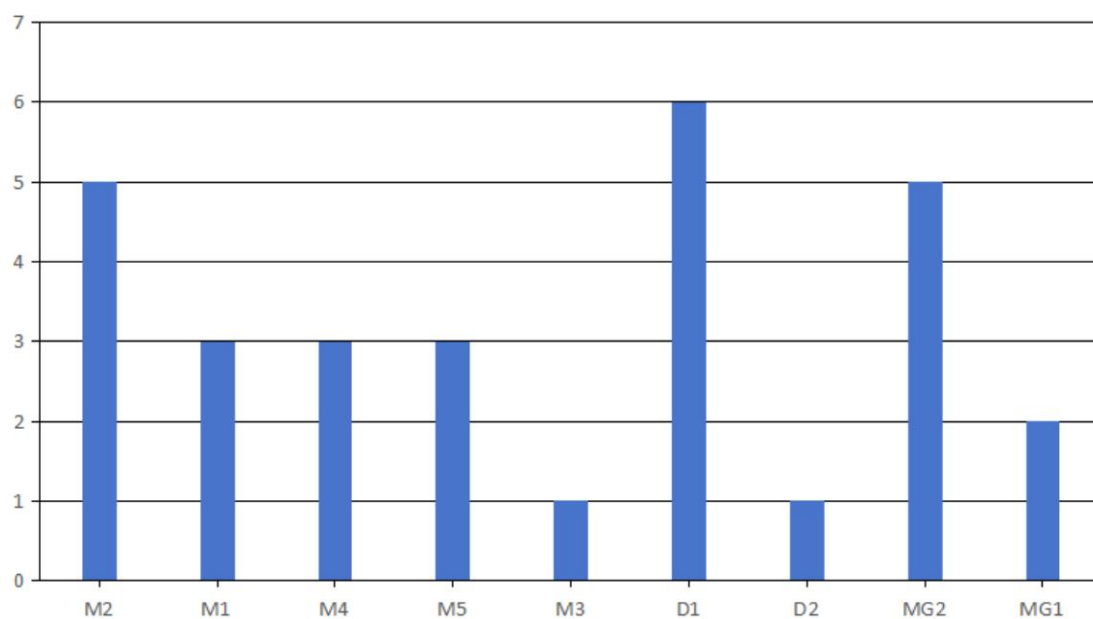
改进方案的优先排序表如表 D. 2 所示。

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							
减少原来的包装材料种类	L1. 1	++	++	+/-	+	--	13
使用高品位重熔用精铝锭	L1. 2	+	+	-	+	-	11
使用可循环使用的包装材料	L1. 3	++	++	+/-	+/-	+	15
使用可重复使用的包装箱	L1. 4	++	+	+	+/-	+	13
减少废料产生量	L3. 1	++	+/-	+	-	+	13
设计							
电子铝箔生产工艺改进	L2. 1	++	+	++	+/-	+	16
采用多技术耦合控制排放	L2. 2	+	++	-	+/-	-	11
管理							
改善燃气加热装置结构	L2. 3	++	++	-	+/-	-	12
提高金属铝回收再利用	L3. 2	++	++	-	+/-	++	15

D. 2. 3 实施者优先排序图和生命周期阶段优先排序图

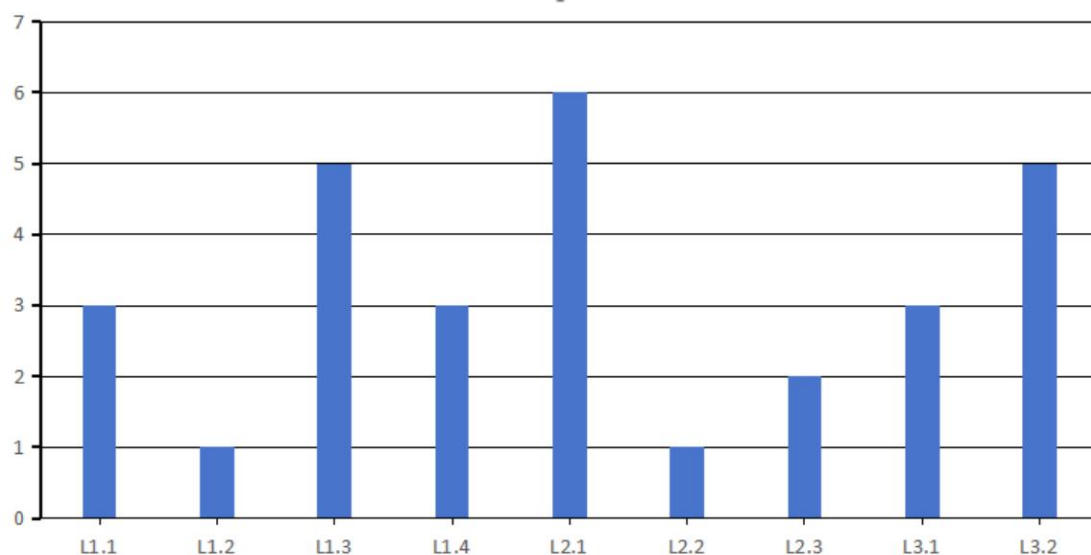
图D. 1为电子铝箔产品改进方案的实施者优先排序图，可以看出在产品生产制造环节，以尽量选择使用可循环使用的包装材料为优先举措。产品设计方面上突出的改进方案是通过过对电子铝箔生产过程中工艺改进。产品管理方面上最优先的改进方案是增添金属铝回收设备，提高金属铝重复再利用。



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 电子铝箔产品改进方案的实施者优先排序图

图D.2为电子铝箔产品改进方案的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。从图中明显可以看出生产阶段改进方案的优先度很高，因此该产品生产的环境影响相对较高。



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 电子铝箔产品改进方案的生命周期阶段优先排序图

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
 - [2] GB/T 3199 铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存
 - [3] GB/T 20975 （所有部分）铝及铝合金化学分析方法
 - [4] GB/T 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则
 - [5] YS/T 665 重熔用精铝锭
 - [6] YS/T 1403 有色金属冶炼业绿色工厂评价导则
 - [7] DB15/T 385 行业用水定额
 - [8] 中华人民共和国工业和信息化部. 铝行业规范条件（公告2020年第6号）. 2020.
-