ICS 77.120.99

CCS H 62

团 体 标 准

T/CNIA xxxx－xxxx

绿色设计产品评价技术规范

四氧化三钴

Technical specification for green-design product assessment-Cobaltosic oxide

（送审稿）

xxxx-xx-xx发布 xxxx-xx-xx实施

发布

中国有色金属工业学会

中国有色金属学会

目  次

[前 言 I](#_Toc5095404)

[1 范围 1](#_Toc5095404)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc5095405)

[3 术语和定义 1](#_Toc5095406)

[4 评价要求 1](#_Toc5095407)

[5 产品生命周期评价报告编制方法 3](#_Toc5095408)

[6 绿色产品评价方法和判定依据 4](#_Toc5095409)

附录A （规范性） 主要指标计算方法 6

[附录B （规范性） 四氧化三钴产品生命周期评价方法](#_Toc5095410) 8

[附录C （规范性） 数据分析方法示例](#_Toc5095410) 14

[附录D （资料性） 产品绿色设计方案优先排序方法及示例](#_Toc5095410) 16

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和中国有色金属工业协会提出，由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/T 243）归口。

本文件起草单位：衢州华友钴新材料有限公司、湖南中伟新材料有限公司、格林美（江苏）钴业有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、天津盟固利新材料科技股份有限公司、广东邦普循环科技有限公司。

本文件主要起草人：

# 绿色设计产品评价技术规范 四氧化三钴

1 范围

本文件规定了四氧化三钴绿色设计产品的术语和定义、评价要求、产品生命周期评价报告编制方法，以及绿色产品评价方法和判定依据。

本文件适用于四氧化三钴绿色设计产品评价。

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 2589 综合能耗计算通则

GB/T 5162 金属粉末 振实密度的测定

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 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、处置场污染控制标准

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 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准

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 36132 绿色工厂评价通则

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

YS/T 633 四氧化三钴

YS/T 1057 四氧化三钴化学分析方法 磁性异物含量的测定 磁选分离-电感耦合等离子体发射光谱法

YS/T 1412 钴冶炼企业单位产品能源消耗限额

YS/T xxx 掺杂型四氧化三钴

3 术语和定义

GB/T 32161、GB/T 32162和YS/T 633界定的术语和定义适用于本文件。

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。

4.1.3 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。

4.1.4 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。

4.1.5 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。

4.1.6 企业生产的四氧化三钴产品应符合YS/T 633或YS/T xx（掺杂型四氧化三钴 已报批）的规定。

4.1.7 四氧化三钴冶炼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 产品说明书中应包含有害物质使用、需特殊处理材料及产品废弃后循环利用的相关说明要求。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。

4.2 评价指标要求

四氧化三钴产品评价指标由一级指标和二级指标组成。一级指标包含资源属性指标、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。本标准的功能单位为生产1t符合质量要求的四氧化三钴。

表1 四氧化三钴绿色设计产品评价指标要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 钴冶炼综合回收率 | % | ≥98 | 统计数据 | 产品生产 |
| 单位产品新鲜水耗 | m3/t | ≤70 | 统计数据 | 产品生产 |
| 工业用水重复利用率 | % | ≥95 | 依据《镍钴行业清洁生产评价指标体系》计算 | 产品生产 |
| 能源  属性 | （钴精矿-钴液）  单位产品综合能耗 | kgce/t | ≤700 | 统计数据 | 产品生产 |
| （粗盐中间品-钴液）  单位产品综合能耗 | kgce/t | ≤350 | 统计数据 | 产品生产 |
| （钴合金料-钴液）  单位产品综合能耗 | kgce/t | ≤5800 | 统计数据 | 产品生产 |
| （钴液-煅烧系四氧化三钴）单位产品综合能耗 | kgce/t | ≤800 | 统计数据 | 产品生产 |
| （钴液-喷雾系四氧化三钴）单位产品综合能耗 | kgce/t | ≤400 | 统计数据 | 产品生产 |
| 产品  属性 | 磁性异物 | % | ≤0.000012 | 依据YS/T 1057标准检测 | 产品生产 |
| 氧化亚钴相 | % | ≤5 | 依据YS/T 633标准检测 | 产品生产 |

表1 （续）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 单位 | 基准值 | 判定依据 | 所属阶段 |
| 产品  属性 | 振实密度 | g/cm3 | ≥2.0 | 依据GB/T 5162标准检测 | 产品生产 |
| 环境  属性 | 大气污染物排放限值 | mg/m3 | 符合GB 25467标准中新建企业及以上要求 | 依据GB 25467标准检测 | 产品生产 |
| 水污染物排放限值 | mg/L | 符合GB 25467标准中新建企业及以上要求 | 依据GB 25467标准检测 | 产品生产 |
| 工业固体废物综合利用率 | % | ≥90 | 统计数据 | 产品生产 |
| 注：如企业所用含钴原料为钴精矿、粗盐中间品和白合金中的两种或多种，可按照单一原料（钴金属量）所占比例计算混合原料到钴液的单位产品综合能耗。 | | | | | |

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，以法定月报表或年报表为准。

4.3.2 实测数据

如果统计数据严重短缺，新鲜水用水量、循环水量、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，一定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，详见GB 25467。

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。

4.4 数据处理和计算方法

本文件中每个指标的计算方法或检测方法，应优先采用GB/T 36132、GB/T 2859、YS/T 1412等国家或行业标准。具体见附录A。

5 产品生命周期评价报告编制方法

5.1 方法

应依据附录B中产品生命周期评价方法和附录C中数据收集表格，来对四氧化三钴产品进行生命周期评价。

5.2 报告内容框架

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：

1. 报告信息：包括报告编号、编制人员、审核人员、日期等；
2. 申请者信息：包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式等；
3. 评估对象信息：包括产品名称、主要技术指标、产品功能、制造商及厂址等；
4. 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，一般比报告期提前一年。

5.2.3 生命周期评价

5.2.3.1 目的和范围的确定

报告中应详细描述评估的目的和范围，主要包括四氧化三钴产品系统及功能、功能单位和基准流、系统边界、取舍原则、共生产品的分配方法、数据来源和质量、局限性、影响类型和指标选取以及报告的形式。

5.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应对四氧化三钴产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化。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。

5.2.3.3 生命周期影响评价

报告中应提供四氧化三钴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。

5.2.3.4 生命周期解释

报告中应提供以清单分析和（或）影响评价的结果进行评价之后所形成的结论和建议。解释结果应与所规定的目的和范围保持一致。

5.2.3.5 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，提出四氧化三钴产品绿色设计改进的具体方案。

5.2.3.6 评价报告主要结论

应说明四氧化三钴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四氧化三钴产品是否为绿色设计产品。

5.2.3.7 附件

报告应在附件中提供：

1. 四氧化三钴产品化学成分分析检测结果；
2. 四氧化三钴产品生产材料清单；
3. 四氧化三钴产品工艺表（包括工艺名称、工艺过程）；
4. 各单元过程的数据收集表；
5. 其他。

# 6 绿色产品评价方法和判定依据

6.1 绿色产品评价方法

根据四氧化三钴产品的特点，明确评价范围；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。

6.2 绿色产品判定依据

本文件采用指标评价和生命周期评价相结合的方法，按照“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，进行生命周期影响评价，编制生命周期评价报告。四氧化三钴同时满足以下条件，可判定为绿色设计产品：

1. 满足基本要求（见4.1）和评价指标要求（见4.2）；
2. 企业需提供四氧化三钴产品生命周期评价报告（见5.2）。



图1 四氧化三钴绿色设计产品评价流程

1. （规范性）  
   主要指标计算方法

本文件所规定的各项指标均采用化工行业和环境保护部门最常用的指标，易于理解和执行。

A.1 指标解释

A.1.1 工业用水重复利用率

工业用水重复利用率是指在一定的计量时间内，在生产过程中使用的重复利用水量与总用水量的百分比，按公式（A.1）计算：

……………………………… （A.1）

式中：

R——工业用水重复利用率，%；

Vr——统计期内重复利用水量，单位为立方米（m3）；

Vn——统计期内使用的新鲜水量，单位为立方米（m3）。

A.1.2 单位产品新鲜水耗

单位产品新鲜水耗按式（A.2）计算

………………………………（A.2）

式中：

Wui——单位产品新鲜水耗，m3/t；



Wi ——统计期内，生产产品所消耗总的新鲜水量，单位为立方米（m3）；



Q——统计期内生产产品总量，单位为吨（t）。



A.1.3 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗指四氧化三钴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。综合能耗主要包括一次能源（如天然气、原油等）、二次能源（如蒸汽、电力等）和直接用于生产使用的耗能耗工质（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.3）计算。

……………………………… （A.3）

式中：

Eui——单位产品综合能耗，单位为千克标准煤每吨（kgce/t）；

Ei——在一定计量时间内产品生产的综合能耗，单位为千克标准煤（kgce）；

Q——在一定计量时间内产品产量，单位为吨（t）。

A.1.4 工业固体废物综合利用率

工业固体废物综合利用率按式（A.4）计算

………………………………（A.4）

式中：

Gs——工业固体废物综合利用率，%；



Gz——统计期内，工业固体废物产生量，单位为吨（t）；



Gj——统计期内，工业固体废物综合回收利用量，单位为吨（t）。



A.1.5 工序污染物排放

生产序列内各工序的污染物排放包括废水、废气、一般工业固体废物及危险废物等，提供在线监测数据或第三方监测报告。

1. （规范性）  
   四氧化三钴产品生命周期评价方法

B.1 概况

依据GB/T 24040和GB/T 24044，建立四氧化三钴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、生命周期清单分析、生命周期影响分析、生命周期结果解释以及生命周期评价报告。具体如下：

1. 目的和范围确定：确定评价的目的、四氧化三钴产品系统和功能、功能单位和基准流、系统边界、舍取原则、共生产品的分配方法、影响类型和指标、数据的来源和质量、局限性以及报告的形式。
2. 生命周期清单分析：数据收集前的准备、数据的收集、数据质量的审核、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。
3. 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归类划分到所选的影响类型，通过特征化模型计算类型参数结果。
4. 生命周期结果解释：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。
5. 生命周期评价报告：按照相关要求编制产品生命周期评价报告。

B.2 目的和范围确定

B.2.1 评价目的

四氧化三钴产品生命周期评价的目的：

1. 通过对四氧化三钴生产过程中的输入和输出进行汇编，形成最新的生命周期清单，为下游生产企业开展含钴中间产品和终端产品的生命周期评价提供上游数据；
2. 通过对四氧化三钴生产过程中的潜在环境影响进行评价，为企业后续开展四氧化三钴产品的生态（绿色）设计，以及我国政府管理部门制订四氧化三钴产品绿色标准提供科学依据和技术支撑。

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。功能单位和基准流的定义包含产品种类和用途。四氧化三钴一般作为其他产品生产的原材料，其功能单位和基准流一般定义为“生产单位数量的符合质量要求的产品”，本标准以“生产1t符合YS/T 633或YS/T xx-xxxx（掺杂型四氧化三钴 已报批）标准规定的产品”。

B.2.3 系统边界

在理想情况下，建立四氧化三钴系统的模型时应是边界上的输入和输出均为基准流。但四氧化三钴的生产过程中，没有充足的时间、数据或资源来进行这样全面的研究，因而必须根据某一工艺环节对环境影响的重要程度来确定对哪些单元过程进行模型建立，并决定对这些单元过程研究的详略程度，对于那些对总体结论影响不大的输入和输出则可以不予考虑。

本文件界定的四氧化三钴产品的系统边界包括四氧化三钴生产和四氧化三钴包装等2个阶段。四氧化三钴生产包括原料浸取、前驱体合成、煅烧等过程，根据四氧化三钴产品生产的实际情况，产品评价的系统边界如图B.1所示：对于大气、水和土壤的排放物和废弃物的排放点为产品生产系统与外界（环境）的接口。



图B.1 四氧化三钴产品生命周期评价的系统边界

B.2.4 取舍原则

四氧化三钴生产数据舍去原则如下：

1. 能源的所有输入均列出；
2. 原料的所有输入均列出；
3. 辅助材料质量小于原料总耗0.1%的项目输入可忽略；
4. 大气、水体、固体废物的各种排放均列出；
5. 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；
6. 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.2.5 分配方法

四氧化三钴产品生产过程还得到了其他副产品（例如硫酸铵、硫酸、盐酸等），需要按照一定的原则和程序，将资源能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：

1. 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单元过程包括进来；
2. 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；
3. 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.2.6 影响类型和指标的选取

应选取气候变化、水体富营养化、酸雨、光化学氧化作用、初级能源消耗等5种影响类型，其指标和描述等相关信息见表B.1。

表B.1 四氧化三钴产品的影响类型和指标选取

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 影响类型 | 指标 | 描述 | 单位 |
| 气候变化 | 全球变暖潜力（GWP100年） | 度量温室气体的排放量，例如CO2 和甲醛。这些气体排放促使了地表热辐射的过度吸收，加剧了温室效应。 | kg CO2 当量 |

表B.1 （续）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 影响类型 | 指标 | 描述 | 单位 |
| 水体富营养化 | 水体富营养化潜力  (EP) | 度量由废水（污染物质）排放引发的水体富营养化。水体富营养化潜力是一个化学计算的过程，主要是核算出氮和磷对陆地和海洋系统的影响（当量）。 | kg PO43-当量 |
| 酸雨 | 酸化潜力  （AP） | 度量（气体）污染物排放引发与酸化有关的环境影响。 酸化潜力是由硫、氮和卤族元素的排放浓度和含量而定的。 | kg SO2 当量 |
| 光化学氧化作用 | 光化学氧化剂生成潜力 (POCP)/光化学烟雾的 影响 | 度量（气体）污染物排放，包括由参与光化学反应过程的一次污染物和二次污染物的混合物（其中有气体污染物，也有气溶胶）所形成的烟雾污染现象。 | kg C2H4当量 |
| 初级能源  消耗 | 初级能源消耗总量  (PED) | 从任何来源获取的初级能源消耗总量的测量值。PED是用对非再生能源（例如石油、天然气等）和可再生能源（例如水力、风能和太阳能等）的需求来表示的。能源储存的效率（例如电力、热和蒸汽）也考虑其中。 | MJ  (低热值) |
| 注：针对四氧化三钴的其他相关重要指标，比如水资源的稀缺、土地利用、非生物资源枯竭和人体健康和生态毒性等，因其还处于研究阶段，暂不在本标准内予以考虑。但应该准确、全面地收集生命周期清单数据，为以后开展相应的影响评价做好准备。 | | | |

B.2.7 数据的来源和质量

数据的来源和质量应遵循以下原则和要求：

1. 准确性。

对于原始数据，如能源消耗、原材料、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。

1. 完整性。

将四氧化三钴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。

1. 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。

1. 代表性。

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。旨在对所有前景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：应该涵盖和评价冶炼工艺中的所有重要技术或相关工艺；

2）地理代表性：应该包括四氧化三钴生产企业的地理范围和各种辅助材料的生产加工；

3）时间代表性：与评价目标时间差别至少不小于3年。

B.3 生命周期清单分析

B.3.1 总则

应编制四氧化三钴产品系统边界内的所有原材料、辅料、能源和资源的输入，主产品和副产品的输出，和排放到大气、水及土壤的排放物以及废弃物的清单，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。

当数据收集完毕后，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，将各个单元过程的输入输出数据除以四氧化三钴产品的年产量，得到功能单位符合质量要求的四氧化三钴产品所消耗的资源、能源消耗以及对大气、水体和土壤的各种排放物和废弃物。最后将生产四氧化三钴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。

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：

* + 1. 四氧化三钴生产；
    2. 四氧化三钴包装。

产品生命周期评级过程中要收集和使用的数据可分为两类：前景数据和背景数据。主要/重要数据尽量使用前景数据，如果无法获得“前景数据”，可以选择用最接近的“背景数据”来代替，但需要在报告中做局限性说明。

B.3.2.2 前景数据收集

通过直接测量、采访、问卷调查或相关文件材料查阅，从企业直接获得的数据为前景数据（参见附录C）。数据应包括四氧化三钴产品生产过程中所有已知输入和输出。输入指所消耗的原材料、辅料、能源和水等。输出指产品、副产品和环境排放物。可将环境排放物分为：对大气、水和土壤的排放物以及作为固体废弃物的排放物。

每个单元过程的典型前景数据来源包括：

1. 原辅材料出入库记录；
2. 能源和水消耗数据；
3. 排放物的测量值（气体和废水排放物的数量和浓度）；
4. 主产品、副产品、排放物和废弃物的成分；
5. 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四氧化三钴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

该阶段起源于原辅料进入厂区，结束于四氧化三钴产品离开厂区。生产活动包括以含钴矿料、含钴合金料、钴盐中间品等原料，经过浸出、萃取、合成、煅烧等工序中的至少一步工序生产四氧化三钴产品，以及物料的循环利用等。

B.3.2.4.2 包装阶段

该阶段对验收合格的四氧化三钴进行包装，四氧化三钴包装后入库为止。

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（比如大气排放）、相同物质（如CO2）、不同单元过程的数据，以得到四氧化三钴产品系统的原材料、辅料、能源和水的消耗，对大气、水体和土壤的排放以及废弃物的数据。

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和能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，将清单分析结果归类并划分到相应影响类型，以及对类型参数结果进行特征化计算。

B.4.2 数据分类

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、一氧化二氮等清单因子归到气候变化影响类型里面。列表归类，见表B.2。

表B.2 数据归例示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 影响类型 | 清单因子 |
| 1 | 气候变化 | CO2、CO 、CH4、NOx等 |
| 2 | 水体富营养化 | PO43-、NOx、N、COD等 |
| 3 | 酸化 | SO2、NOx、H3PO4、NH3等 |
| 4 | 光化学氧化作用 | CO、NOx等 |
| 5 | 初级能源消耗 | 天然气、硬煤等不可再生能源，以及水力、太阳能等可再生能源 |

B.4.3 特征化

根据参考文献中给出的特征化因子采用公式（B.1）计算出不同影响类型的特性化值，分类评价的结果采用表B.3中的当量物质表示。

表B.3 特征化因子

| 影响类别 | 单位 | 清单因子 |
| --- | --- | --- |
| 气候变化 | kg CO2 当量 | CO2、CO 、CH4、NOx等 |
| 水体富营养化 | kg PO43-当量 | PO43-、NOx、N、COD等 |
| 酸化 | kg SO2 当量 | SO2、NOx、H3PO4、NH3等 |
| 光化学氧化作用 | kg 乙烯当量 | CO、NOx等 |
| 初级能源消耗 | MJ(低热值) | 天然气、硬煤等不可再生能源，以及水力、太阳能灯可再生能源 |

B.4.4 计算方法

*EPi*=∑*EPij*=∑*Qj*×*EFij* （B.1）

式中

*EPi* —第*i*种环境类别特征化值；

*EPij*—第*i*种环境类别中第*j*种污染物的贡献；

*Qj* —第*j*种污染物的排放量；

*EFij* —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），应包括以下三个要素：“评估，包括完整性、敏感性和一致性检查”“识别重大问题与确认改进方案”“结论、建议和局限性”。解释结果应与所规定的目的和范围保持一致。

B.5.2 评估

评估应包括完整性、敏感性和一致性检查。

1. 完整性检查：评价数据清单，以确保其相对于确定的目标、范围和质量准则完整。这包括四氧化三钴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）和输入或输出范围（即包含了与各过程相关的所有原材料、辅料、能源和水的输入以及主产品、共生产品/副产品以及环境排放物的排出）。
2. 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。
3. 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。以不确定性分析结果和数据质量分析结果作为对上述检查的补充。

B.5.3 识别重大问题与确认改进方案

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的结果提出针对四氧化三钴产品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、建议和局限性

应根据确定的四氧化三钴产品生命周期评价的目标和范围阐述相应的结论，提出建议并对局限性进行说明。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“所识别的重大问题及潜在改进方案”，同时需要检查该结论是否符合四氧化三钴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。

B.6 生命周期评价（LCA）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。

1. （规范性）  
   数据分析方法示例

C.1 工序过程

根据四氧化三钴生产过程绘制工序过程图（如图C.1所示）。



图C.1 四氧化三钴生产工序图

C.2 单元过程数据收集

根据图C.1每个单元过程图，参照表C.1收集单元过程的数据，最终汇总形成表C.2四氧化三钴产品的数据清单。

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a | 单位 | 数量 |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
| 能量输入b | 单位 | 数量 | 取样程序描述 | | 来源 |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
| 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c | 单位 | 数量 | 取样程序描述 | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |

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）： | | | | | |
|  |  |  |  | |  |
| 向水体排放d | 单位 | 数量 | 取样程序描述 | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
| 向土壤排放e | 单位 | 数量 | 取样程序描述 | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
| 其他排放f | 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。 | | | | | |
| a 例如地表水、饮用水。  b 例如焦炭、煤油、天然气、蒸汽、网电、压缩空气等。  c 例如无机物：SOx、CO2、CO、粉尘/颗粒物、酸雾、Cl2、H2S、HCl、NH3、NOx；金属：As、Pb、Sb。  d 例如，生化需氧量（BOD）、化学需氧量（COD）、Cl2、溶解性有机物、Fe2+、Hg+、Na+、NH4+、NO3-、其他金属、其他氮化合物、SO42-、悬浮物。  e 例如，矿物废物、工业混合废物、有毒废物。  f 例如，噪声、辐射、振动、恶臭、余热。 | | | | | |

1. （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，评估实施某改进方案的技术可行性；

——绿色设计改进，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，表示因实施了某个改进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：将改进方案按照四氧化三钴生命周期阶段（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

依据某四氧化三钴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：

——改进生产工艺，减少生产过程中固体废物的产生；

——修改生产设备和原辅料规格要求，鼓励或规定在制造过程中使用高效节能设备和水、萃取剂等循环物料；

——强化固体废弃物的无害化处理或再利用；

——产品包装过程应配备吸尘装置，以减少资源的浪费和对环境的影响。

b）设计改进方案包括：

——尽减少含汞、镉等有害重金属或重金属含量超标的原料的使用，使用优质原料。

——采用符合国家标准的节能设计。

c）产品管理改进方案包括：

——产品有害成分指标应从严控制，以减少对下游客户使用的影响；

——建立一个可供客户在线评价的服务系统，完善电池材料前驱体规范的评价体系，高效收集产品质量反馈信息。

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 环节 | 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 | 减少固体废物产生量 | L.1.1 | ++ | + | +/- | + | - | 13 |
| 使用节能装备和循环物料 | L.1.2 | ++ | ++ | + | +/- | + | 16 |
| 使用可重复使用的包装材料 | L.2.1 | ++ | + | +/- | + | +/- | 14 |
| 产品包装配备收尘装置 | L.2.2 | ++ | ++ | +/- | + | +/- | 15 |
| 设计 | 使用优质原料 | L.1.3 | ++ | + | +/- | + | - | 13 |
| 采用符合国家标准的节能设计 | L1.4 | ++ | ++ | +/- | + | +/- | 15 |
| 管理 | 从严控制产品有害指标 | L2.3 | + | + | - | ++ | - | 12 |
| 建立客户在线评价系统 | L2.4 | + | - | + | ++ | +/- | 13 |

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，最优先的改进方案是使用节能装备和循环物料。

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，因此该产品生产的环境影响相对较大，而生命结束阶段改进方案的优先度很低。

图D.1 某四氧化三钴产品改进方案的实施者优先排序图

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

·

图D.2 某四氧化三钴产品改进方案的生命周期阶段优先排序图

注：每个柱状图下方代码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。

参 考 文 献

1. 《镍钴行业清洁生产评价指标体系》（国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部 2015年第36号公告）