

T/HGMIF

湖南省绿色制造产业联合会团体标准

T/HGMIF 005—2022

绿色设计产品评价技术规范 铝合金轮毂

Technical specification for green-design product assessment
Aluminium alloy wheel hub

2022 - 05 - 18 发布

2022 - 05 - 21 实施

湖南省绿色制造产业联合会 发布

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 评价原则和方法 2

5 评价要求 3

6 产品生命周期评价及报告编制方法 5

附 录 A （规范性） 铝合金轮毂生命周期评价方法 7

附 录 B （规范性） 指标计算方法 12

附 录 C （规范性） 数据收集清单表 14

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。

本文件由长沙戴湘汽配科技有限公司提出。

本文件由湖南省绿色制造产业联合会归口。

本文件起草单位：长沙戴湘汽配科技有限公司、湖南省绿色制造产业联合会、长沙戴卡科技有限公司、滨州戴森车轮科技有限公司。

本文件主要起草人：张建宇、李德君、郝生飞、刘明伟、王群、伍友兵、刘钦双、李东宇、魏东锋、丁建松、张学光、廖奔、汤冰。

绿色设计产品评价技术规范

铝合金轮毂

1 范围

本文件规定了铝合金轮毂绿色设计产品的术语和定义、评价原则和方法、评价要求、产品生命周期评价及报告编制方法。

本文件适用于铝合金轮毂绿色设计产品评价。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 2933 充气轮胎用车轮和轮辋的术语、规格代号和标志
- GB 11893 水质总磷的测定 钼酸铵分光光度法
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 13586 铝及铝合金废料
- GB/T 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序
- GB 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 要求
- GB/T 31268 限制商品过度包装通则
- GB/T 32161 生态设计产品评价通则
- AQ/T 9006 安全生产标准化基本规范
- QC/T 941 汽车材料中汞的检测方法
- QC/T 942 汽车材料中六价铬的检测方法
- QC/T 943 汽车材料中铅、镉的检测方法
- QC/T 944 汽车材料中多溴联苯（PBBs）和多溴二苯醚（PBDEs）的检测方法
- JB/T 7946.3 铸造铝合金金相 第3部分：铸造铝合金针孔
- DB43/ 1356 表面涂装（汽车制造及维修）挥发性有机物、镍排放标准
- HJ 535 水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法
- HJ 637 水质石油类和动植物油类的测定红外分光光度法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铝合金轮毂 aluminium alloy wheel hub

采用铝合金材料整体铸造或锻造而成的汽车轮胎和车轴之间的旋转承载件。

[GB/T 2933, 定义2.1, 有修改]

3.2

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段, 从原材料采购, 直至产品废弃最终处置。

[GB/T 24040, 定义3.1, 有修改]

3.3

生命周期评价 life cycle assessment ; LCA

对一个产品系统的生命周期中的输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[GB/T 24040, 定义3.2]

3.4

绿色设计 green-design

按照全生命周期的理念, 在铝合金轮毂设计开发阶段系统考虑原材料获取、生产制造、包装运输、使用维护和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。

[GB/T 32161, 定义3.2, 有修改]

3.5

绿色设计产品 green-design product

符合绿色设计理念和评价要求的产品。

[GB/T 32161, 定义3.3, 有修改]

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, 考虑铝合金轮毂的整个生命周期, 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, 深入分析各个阶段的资源消耗、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。

4.1.2 环境影响种类最优选取原则

为降低生命周期评价难度, 应根据铝合金轮毂的特点, 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, 选取化石能源消耗、气候变化、富营养化、可吸入颗粒物等方面进行生命周期评价。

4.2 评价方法和流程

4.2.1 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, 铝合金轮毂产品应同时满足以下两个条件, 可判定为绿色设计产品:

- 满足基本要求(5.1)和评价指标要求(5.2), 并提供相关符合性证明文件;
- 按产品生命周期评价及报告编制(6)开展产品生命周期评价, 提供产品生命周期评价报告。

4.2.2 评价流程

- 4.2.2.1 根据铝合金轮毂的特点, 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, 同时对数据质量进行分析; 对照基本要求和评价指标要求, 对铝合金轮毂进行评价,

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。

4.2.2.2 评价流程见图 1：

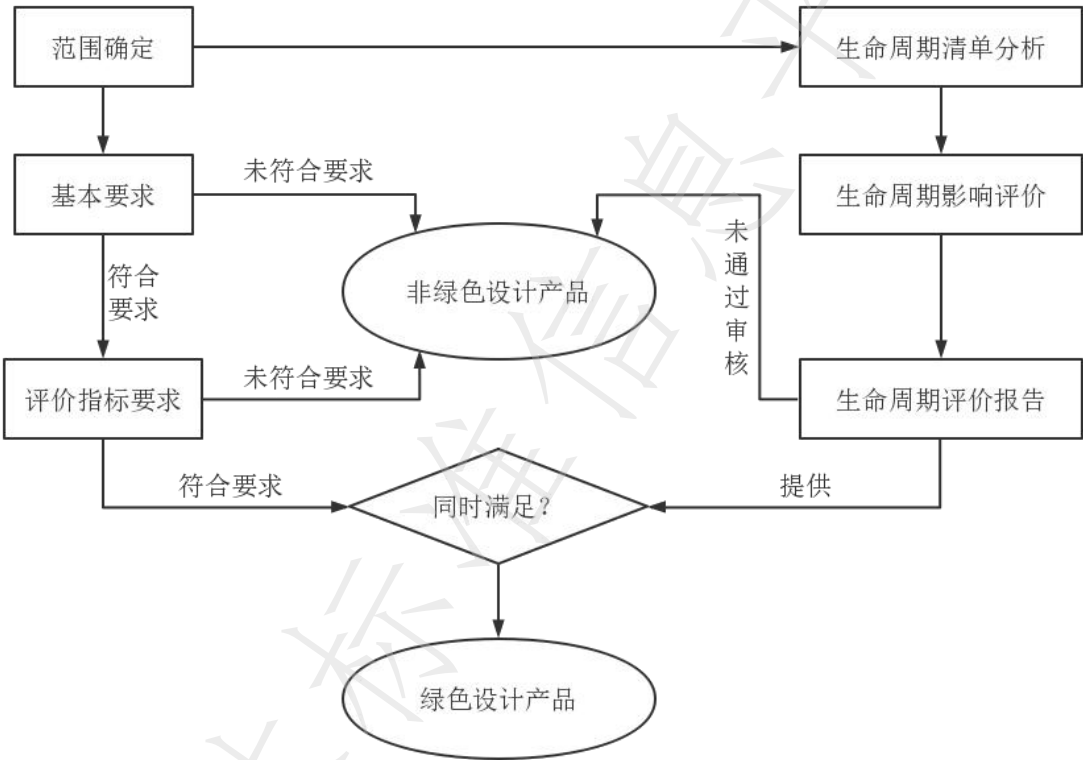


图 1 铝合金轮毂绿色设计产品评价流程

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) 生产企业应采用国家鼓励的先进技术和工艺，不得使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备和相关物质。
- b) 生产企业的污染物排放应严于国家或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。
- c) 生产企业截止评价日三年内无重大质量、安全和环境事故。
- d) 生产企业安全生产标准化水平应符合 AQ/T 9006 的要求。
- e) 生产企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具。
- f) 生产企业应按照 GB/T 24001、GB/T 19001 和 GB/T 28001 分别建立并持续改进环境管理体系、质量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。
- g) 企业应按照《危险化学品安全管理条例》和《国家危险废物名录》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。
- h) 铝合金废料回收应按照 GB/T 13586 的要求。

5.2 评价指标要求

评价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、能源属性、环境属性和产品属性。二级指标为四类属性指标中具体评价项目，包括单位、基准值、判定依据、所属阶段。铝合金轮毂评价指标要求见表1。

表 1 铝合金轮毂评价指标要求

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	轻量化设计		-	产品应采用轻量化设计	提供证明材料，材料中应说明产品轻量化设计方案及效果，如减重材料选择、局部减重设计、减重后产品性能等	产品设计
	原材料中有害物质的质量百分数	铅 (Pb)	%	≤ 0.1	按 QC/T 943 检测，并提供检测报告	原材料获取
		汞 (Hg)		≤ 0.1	按 QC/T 941 检测，并提供检测报告	
		六价铬 (Cr ⁶⁺)		≤ 0.1	按 QC/T 942 检测，并提供检测报告	
		多溴联苯 (PBBs)		≤ 0.1	按 QC/T 944 检测，并提供检测报告	
		多溴二苯醚 (PBDEs)		≤ 0.1	按 QC/T 944 检测，并提供检测报告	
		镉		≤ 0.01	按 QC/T 943 检测，并提供检测报告	
	产品包装		-	应符合 GB/T 31268的要求	提供证明材料	产品生产
	铝锭利用率		%	≥ 95	按本文件附录B.1计算，并提供证明材料	产品生产
	工业用水重复利用率		%	≥ 95	按本文件附录B.2计算，并提供证明材料	产品生产
	产品可回收利用率		%	≥ 95	按本文件附录B.3计算，并提供证明材料	产品废弃
能源属性	单位产品综合能耗		tce/t	≤ 0.65	按GB/T 2589和本文件附录B.4计算，并提供证明材料	产品生产
环境属性	颗粒物无组织排放浓度		mg/m ³	≤ 1.0	按GB/T 16297检测，并提供检测报告	产品生产
	挥发性有机物排放浓度		mg/m ³	≤ 50	按DB43/ 1356检测，并提供检测报告	产品生产

一级指标	二级指标	单位	基准值	判定依据	所属阶段
	废水中的氨氮	mg/L	≤ 15	按HJ 535检测, 并提供检测报告	产品生产
	废水中的悬浮物	mg/L	≤ 70	按HJ 637检测, 并提供检测报告	产品生产
	废水中的石油类	mg/L	≤ 5	按HJ 637检测, 并提供检测报告	产品生产
	废水中的磷酸盐	mg/L	≤ 0.5	按GB 11893检测, 并提供检测报告	产品生产
	厂界噪声	dB(A)	昼间 ≤ 65	按GB 12348检测, 并提供检测报告	产品生产
			夜间 ≤ 55		
	固体废物回收率	%	≥ 95	按本文件附录B.5计算, 并提供证明材料	产品生产
产品属性	抗拉强度	MPa	≥ 255	按GB/T 228.1检测, 并提供检测报告	产品使用
	屈服强度	MPa	≥ 190		产品使用
	外轮缘延伸率	%	≥ 7	提供证明材料	产品使用
	轮心硬度	HB	80~100	按GB/T 231.1检测, 并提供检测报告	产品使用
	针孔度	—	应达到JB/T 7946.3中2级及以上要求	按JB/T 7946.3检测, 并提供检测报告	产品使用
	使用寿命	年	≥ 7	提供证明材料	产品使用

5.3 指标计算方法

按本文件附录B进行指标计算。

6 产品生命周期评价及报告编制方法

6.1 编制依据

按GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161和本文件附录A给出的生命周期评价方法编制产品生命周期评价报告。

6.2 报告内容框架

6.2.1 基本信息

评价报告应提供生产企业信息、评估对象信息、采用的标准信息等基本信息。其中，报告信息应包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期等，生产企业信息包括公司全称、组织机构代码、地址、联系人、联系方式等，评估对象信息应包括铝合金轮毂型号/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。

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，披露所使用的软件工具。

本文件以“1吨（t）铝合金轮毂”为功能单位来表示。

6.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应提供所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，并对不同影响类型（参见附录B）在各生命周期阶段的分布情况进行比较分析。

6.2.4 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，提出产品绿色设计改进的具体建议。

6.2.5 评价报告主要结论

应说明产品对评价指标的符合性结论、生命周期评价结果和提出的改进方案，并根据评价结论初步判定该产品是否为绿色设计产品。

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) 产品零部件及生产材料清单；
- 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) 其他要求的验证说明材料。

附 录 A
(规范性)
铝合金轮毂生命周期评价方法

A.1 评价目的

通过评价铝合金轮毂生产能源消耗、原材料获取、产品生产、产品运输和储存、产品使用、产品维护、产品再制造到最终产品废弃过程的各项消耗与排放，提出铝合金轮毂绿色设计或绿色化改进方案，从而提升铝合金轮毂的生态友好性。

A.2 评价范围

A.2.1 功能单位

功能单位应是可测量的，本文件以“1吨（t）铝合金轮毂”作为功能单位。

A.2.2 系统边界

本文件界定的铝合金轮毂生命周期系统边界可参照图A.1，主要包括产品设计、原材料获取、产品生产、产品运输和储存、产品使用、产品废弃等阶段。原材料宜由购买获得，产品生产宜包括熔化、铸造、机加工、前处理、涂装、检测等过程。

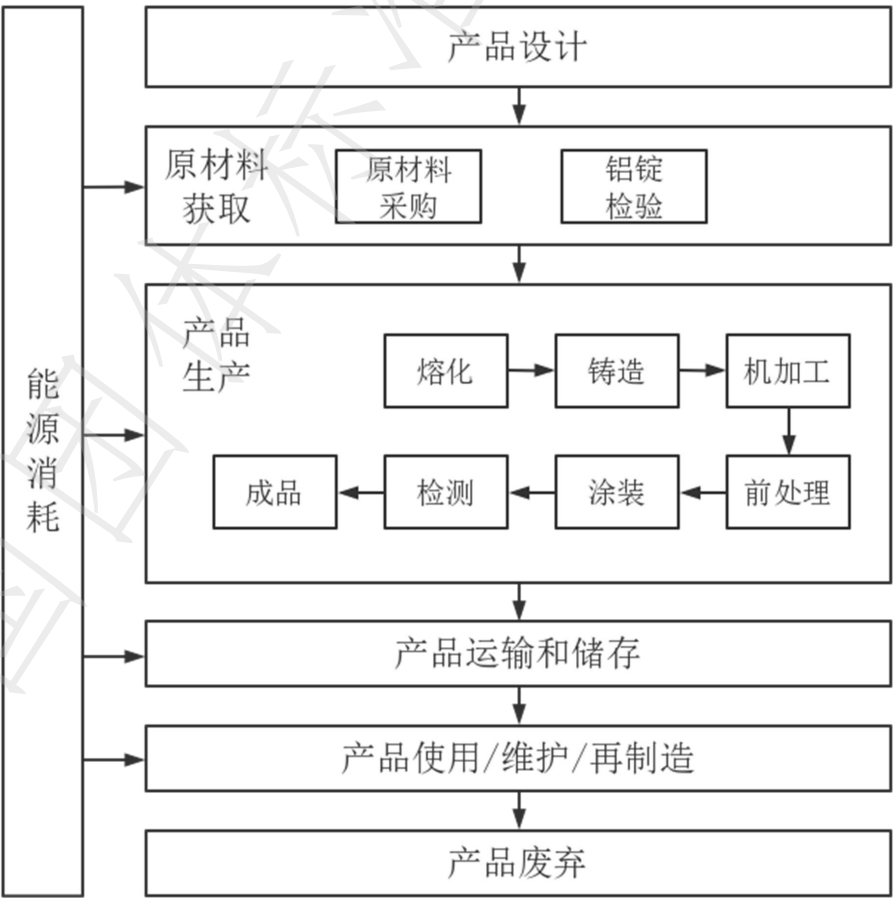


图 A.1 铝合金轮毂生命周期系统边界图

A.2.3 取舍原则

产品生命周期各阶段可按附录C的要求收集和整理数据，与附录C所列各项消耗和排放有差异时，应按实际情况填写，并说明发生差异的原因。

所列数据条目使用的取舍原则如下：

- a) 所有能耗均列出；
- b) 主要原料消耗均列出；
- c) 辅料质量小于产品质量 0.1% 的辅料消耗可忽略，但总忽略的质量不得超过产品质量的 0.5%；
- d) 已有法规、标准、文件要求监测的对大气、水体、土壤的各种排放均列出，如环保法规、行业环境标准、环境监测报告、环境影响评价报告等；
- e) 小于固体废弃物排放总量 0.1% 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、厂房内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略。

A.3 生命周期清单分析

A.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，产品生产过程清单可从附录C中选择对应单元过程的数据收集表，并进行数据收集和整理。数据收集主要包括现场数据的收集和背景数据的选择，所有数据的来源和算法均应明确地说明，对产品使用、废弃等阶段数据收集采用的情景假设应予以明确说明。

A.3.2 数据收集

A.3.2.1 概况

应将以下要素纳入数据清单：

- a) 原材料、零部件采购和预加工；
- b) 生产；
- c) 产品分配和储存；
- d) 使用阶段；
- e) 物流；
- f) 寿命终止。

基于 LCA 的信息中要使用的数据分为两类：现场数据和背景数据。主要数据尽量使用现场数据，如果“现场数据”收集缺乏，可以选择“背景数据”。

现场数据是在现场具体操作过程中收集来的。主要包括生产过程的能源与水资源消耗、产品原料的使用量、产品主要包装材料的使用量和废物产生量等。

背景数据应当包括主要原料的生产数据、权威的电力的组合的数据（如火力、水、风力发电等）、过程中造成的环境影响以及铝合金轮毂生产过程的排放数据。

A.3.2.2 现场数据收集

描述代表某一特定设施或一组设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可直接对过程进行的测量或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的测量值为特定过程最具代表性的数据来源。

现场数据的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据。
- b) 完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据。
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均须转换为产品系统功能单位，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；
- d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规格等。典型现场数据来源包括：

- 1) 原材料和零部件的采购和预加工；
- 2) 原材料和零部件由原材料和零部件供应商运输至生产商的运输数据；
- 3) 产品生产过程的能源与水资源消耗数据；
- 4) 原材料和零部件分配及用量数据；
- 5) 产品包装材料数据；
- 6) 产品由生产商运输至客户的运输数据；
- 7) 回收处理数据。

A. 3. 2. 3 背景数据的采集

各种能耗和原辅料的上游生产过程数据（背景数据）应优先采用来自上游供应商提供的数据，如上游原料的生命周期评价报告数据，尤其是重要的原辅料数据；如果上游供应商不能提供，可采用公开的行业数据、生命周期评价数据库或文献数据替代。

A. 3. 2. 4 原材料、零部件采购和预加工

该阶段始于从原材料采购，结束于铝合金轮毂零部件生产，包括：

- a) 所有材料的预加工；
- b) 零部件生产；
- c) 原材料、零部件的采购；
- d) 原材料、零部件的运输。

A. 3. 2. 5 生产

该阶段始于铝合金轮毂组装，结束于成品离开生产设施。生产活动包括制造、制造过程间半成品的运输、产品包装等。

A. 3. 2. 6 产品分配和储存

该阶段将铝合金轮毂分配给各地经销商，可沿着供应链将其储存在各点，包括运输车辆的燃料使用等。

A. 3. 2. 7 使用阶段

该阶段始于使用者拥有产品，结束于产品废弃。包括使用期间的资源、能源消耗等。

A. 3. 2. 8 物流

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、运输距离、根据负载限制因素（即高密度产品质量和低密度产品体积）的商品运输分配以及燃料用量。

A. 3. 2. 9 寿命终止

该阶段始于用户终止使用，结束于产品作为废弃物再次进入流通领域或回收渠道。

A. 3. 3 数据计算

A. 3. 3. 1 数据分析

根据表C.1~C.8对应需要的数据，进行填报。

- a) 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，所收集的数据要求为企业三年平均统计数据，并能够反映企业的实际生产水平；
- b) 从实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用相关数据库进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括铝合金轮毂原材料及产品的生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输。

A. 3. 3. 2 清单分析

所收集的数据进行核实后,利用生命周期评估软件进行数据分析处理,用以建立生命周期评价科学完整的计算程序。通过建立各个过程单元模块,输入各过程单元的数据,可得到全部输入与输出物质和排放清单,选择表A.1中各个清单因子的量[以千克(kg)为单位],为分类评价做准备。

A.4 生命周期影响评价

A.4.1 影响类型选取

铝合金轮毂产品的影响类型分为资源消耗、生态环境影响和人类健康危害三类。其中,资源消耗采用化石能源消耗为主要指标;生态环境影响类型采用气候变化、富营养化为主要指标;人体健康危害采用可吸入颗粒物为主要指标。

A.4.2 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。具体见表A.1。

表 A.1 铝合金轮毂生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
化石能源消耗	天然气
气候变化	二氧化碳(CO ₂)、甲烷(CH ₄)
富营养化	氨氮、化学需氧量(COD)等
可吸入颗粒物	各种工业粉尘等

A.4.3 分类评价

参照GB/T 32161的附录B,表A.2给出了不同影响类型的特征化模型和类型参数,产品生命周期影响分类评价应按表A.2的要求进行。

表 A.2 铝合金轮毂生命周期影响类型和类型参数

环境类型	单位	指标参数	特征化因子
气候变化	CO ₂ 当量/kg	CO ₂	1
		CH ₄	25
富营养化	PO ₄ ³⁻ 当量/kg	NO	0.20
		NO ₂	0.13
		NO _x	0.13
		NO ₃ ⁻	0.42
		COD	0.022

A.4.4 计算方法

环境类别特征化值按公式(A.1)计算:

$$EP_i = \sum EP_{ij} = \sum Q_j \times EF_{ij} \dots\dots\dots (A.1)$$

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*种物质的贡献；
 Q_j ——第*j*种物质的排放量/消耗量；
 EF_{ij} ——第*i*种环境类别中第*j*种物质的特征化因子。

A. 4. 5 改进潜力分析与改进方案确定

A. 4. 5. 1 通过对产品进行生命周期评价，列出对生命周期影响类型贡献较大的材料、能源、资源和排入空气、水体、土壤的污染物，或对生命周期影响类型贡献较大的单元过程，结合产品全生命周期过程的技术特点，分析各单元过程中可减少或替代的物料消耗、可减排的污染物，总结在各单元过程中改进潜力最高的物料消耗、污染物排放的情况。

A. 4. 5. 2 根据改进潜力分析结果，提出有针对性的改进建议，考虑改进建议的可行性和评价目的确定产品的改进方案。

A. 5 解释

A. 5. 1 产品生命周期模型的稳健性评价

铝合金轮毂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。

应用于评价铝合金轮毂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和输入/输出范围；
- 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。

A. 5. 2 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，根据清单分析和影响评价阶段的信息提出一系列与铝合金轮毂产品相关的绿色设计改进方案。

A. 5. 3 结论、建议和限制

根据确定的铝合金轮毂产品生命周期评价的目标和范围阐述结论、建议和限制。结论应包括评价结果、“热点问题”摘要和改进方案。

附录 B (规范性) 指标计算方法

B.1 铝锭利用率

铝锭利用率指在一定计量时间内，生产单位产品所使用的铝锭材料量与材料总消耗量的比值，按式 (B.1) 计算：

$$K = \frac{M_c - M_g}{M_c} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中：

K —铝锭利用率，单位为 (%)；

M_c —在一定计量时间内，生产产品所使用的铝锭材料总量，单位为吨 (t)；

M_g —在一定计量时间内，生产产品所废弃的铝锭材料量（包括不能再利用的边角料、切削碎屑）的重量，单位为吨 (t)。

B.2 工业用水重复利用率

工业用水中，企业年重复利用水量占年用水量的百分比。年用水量为企业年重复利用水量和企业年取水量之和，计算方法按公式 (B.2) 计算。

$$V = \frac{C}{Y} \times 100\% \quad (\text{B.2})$$

式中：

V —工业用水重复利用率，单位为 (%)；

C —在一定计量时间内重复利用水量，单位为立方米 (m^3)；

Y —在一定计量时间内的用水量，单位为立方米 (m^3)；

B.3 产品可回收利用率

产品可回收利用率，按式 (B.3) 计算：

$$R = \frac{M_{cov}}{M_p} \times 100\% \quad (\text{B.3})$$

式中：

R —产品可回收利用率，单位为 (%)；

M_{cov} —产品中能够被认为可回收利用（包括再使用、再制造、再生利用）部分的质量之和，单位为千克 (kg)；

M_p —产品的质量，单位为千克 (kg)。

B.4 单位产品综合能耗

生产单位产品的综合能耗，按公式 (B.4) 计算：

$$e = \frac{E}{Q} \quad (\text{B.4})$$

式中：

e —单位产品综合能耗，单位为吨标准煤每吨 (tce/t)；

E —在一定计量时间内生产产品的耗能总量，单位为吨标准煤 (tce)；

Q —在一定计量时间内产品产量，单位为吨。

B.5 固体废物回收率

固体废物回收率，按公式 (B.5) 计算：

$$S_r = \frac{N_g}{N_c} \times 100\% \dots\dots\dots (B. 5)$$

式中：

- S_r —固体废物回收率，单位为（%）；
- N_g —在一定计量时间内回收利用固体废物的干重量，单位为吨（t）；
- N_c —在一定计量时间内产生固体废物的干重量，单位为吨（t）。

附录 C
(规范性)
数据收集清单表

C.1 原材料和零部件用量及运输清单

原材料和零部件用量及运输清单见表C.1。

表 C.1 原材料和零部件用量及运输清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

原材料/零部件名称	单位	单位产品消耗量	运输方式（货车、火车、飞机、轮船或其他方式）	运输距离/km	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：

C.2 生产过程能源、水所需清单

生产过程能源、水所需清单见表C.2。

表 C.2 生产过程能源、水所需清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

种类	单位	用量	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：

C.3 包装过程所需清单

包装过程所需清单见表C.3。

表 C.3 包装过程所需清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

材料	单位	单位产品用量/kg	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：

C.4 生产过程中排放废物清单

生产过程中排放废物清单见表C.4。

表 C.4 生产过程中排放废物清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

项目	单位	排放量	处置方式	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：

C.5 产品运输过程所需清单

产品运输过程所需清单见表C.5。

表C.5 产品运输过程所需清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

过程	运输方式（货车、火车、飞机、轮船或其他方式）	运输距离/km	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：

C.6 使用过程能源、耗材所需清单

使用过程能源、耗材所需清单见表C.6。

表C.6 使用过程能源、耗材所需清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

种类	单位	用量	供应商名称	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：

C.7 使用过程排放清单

使用过程排放清单见表C.7。

表C.7 使用过程排放清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

项目	排放描述	单位	排放量	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：

C.8 回收处置过程物质输出清单

回收处置过程物质输出清单见表C.8。

表C.8 回收处置过程物质输出清单

起始时间： 年 月 日至 年 月 日

名称	单位	回收量	处理方式	运输方式（货车、火车、飞机、轮船或其他方式）	运输距离/km	取样程序描述	来源

制表人：

制表日期：