

ICS 号 01.040.43

中国标准文献分类号 T40

团 体 标 准

T/CSAE XX - 2020

绿色设计产品评价技术规范

铝合金汽车轮毂

Technical specification for green-design product assessment Aluminum
alloy automotive wheel

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 录

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
5 铝合金汽车轮毂生命周期评价报告编制方法.....	5
6 绿色设计产品评价方法.....	5
附录 A（规范性附录） 指标计算方法.....	6
附录 B（资料性附录） 铝合金汽车轮毂生命周期评价案例.....	9

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009起草。

本标准由中国汽车技术研究中心有限公司提出。

本标准由中国汽车工程学会归口。

本标准起草单位：中信戴卡股份有限公司、杭州万泰认证有限公司、成都亿科环境科技有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、秦皇岛戴卡兴龙轮毂有限公司、无锡戴卡轮毂制造有限公司、三门峡戴卡轮毂制造有限公司、无锡锦绣轮毂有限公司、内蒙古霍煤车轮制造有限公司、秦皇岛信能能源设备有限公司。

本标准主要起草人：赵志强、张福旺、夏中雷、牛泰然、刘利华、佟林、岳立平、蒋忠伟、俞灵林、潘金文、曹颖、朱蕾、王洪涛、田野、张铜柱、许天楚、纪亮亮、李龙、谢化政、徐永进、孙存虎、牛俊峰、胡建锋、高喜俊、冯雷雷。

本标准于 2020 年 3 月首次发布。

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这些专利的责任。

绿色设计产品评价技术规范 铝合金汽车轮毂

1 范围

本标准规定了铝合金汽车轮毂的绿色设计产品评价要求、生命周期评价报告编制方法和评价方法。

本标准适用于以铝合金为原材料的汽车轮毂绿色设计产品的评价,其他材料的汽车轮毂可参照执行。

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 2933-2009 充气轮胎用车轮和轮辋的术语、规格代号和标志

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 30512 汽车禁用物质要求

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

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 36581-2018 汽车车轮安全性能要求及试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铝合金汽车轮毂/铝合金汽车车轮 aluminum alloy automotive wheel

采用铝合金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。

注1: 改写 GB/T 2933-2009, 定义 2.1。

3.2

绿色设计/生态设计 green-design/eco-design

按照全生命周期的理念,在铝合金汽车轮毂设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、销售、使用、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毒有害物质的原材料,减少污染物产生和排放,从而实现环境保护的活动。

注2: 改写 GB/T 32161-2015, 定义 3.2。

3.3

绿色设计产品/生态设计产品 green-design products/eco-design products

符合绿色（生态）设计理念和评价要求的铝合金汽车轮毂。

注3: 改写 GB/T 32161-2015, 定义 3.3。

3.4

生命周期评价报告 report for life cycle assessment

依据生命周期评价方法编制的,用于披露铝合金汽车轮毂的生态设计情况以及全生命周期环境影响信息的报告。

注4: 改写 GB/T 32161-2015, 定义 3.7。

4 评价要求

4.1 基本要求

4.1.1 生产企业应当依法持有排污许可证,并按照排污许可证的规定排放污染物;且近三年无重大质量、安全或环境事故。

4.1.2 生产企业应按照 GB/T 24001、GB/T 23331、GB/T 19001、GB/T 28001 或等同标准分别建立并运行环境管理体系、能源管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系。

4.1.3 生产企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具,并根据环保法律法规和标准要求配备污染物检测和在线监控设备。

4.1.4 固体废弃物应有专门的贮存场所,避免扬散、流失和渗漏;生产企业生产过程中应减少固体废弃物的产生量,充分合理利用固体废弃物,危险废弃物应交由有处置资格的专门机构处理。

4.1.5 生产企业不得使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质。

4.2 指标评价要求

铝合金汽车轮毂绿色评价指标可从资源能源的消耗、以及对环境和人体健康造成影响的角度进行选取,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。铝合金汽车轮毂的评价指标见表 1。

表1 铝合金汽车轮毂绿色评价指标

一级指标	二级指标	单位	基准值	判定依据	所属生命周期阶段
资源属性	单位产品取水量	Nm ³ /kg	$\leq 7.05 \times 10^{-3}$	提供企业核算期内的生产过程取水总和统计表和合格产品产量统计表，计算方法见附录 A.1。	产品生产
	工业废水回用率	-	$\geq 49.26\%$	提供废水回用量和废水排放量统计报表，计算方法见附录 A.2。	产品生产
	回收包装材料使用率	-	$\geq 52.96\%$	此行业包装材料主要是指用于包装铝合金汽车轮毂的材料，包装材料是指塑料托盘、木板、纸箱、多层板、多层底、胶合板等用于固定和避免产品损伤的材料。企业应提供包装材料使用清单、当年主要包装材料使用量，所使用的包装材料中回收包装材料的使用量，计算方法见附录 A.3。	产品生产
	金属利用率	-	100%	提供统计期内厂内废旧金属统计量、厂内废旧金属重复利用量统计量，计算方法参见附录 A.4。	产品生产
能源属性	余热利用率	-	$\geq 64.20\%$	通过提供统计期内余热利用量、余热总量或者设计参数、计算过程，计算方法见附录 A.5。	产品生产
	单位产品综合能耗	kgce/kg	$\leq 6.5 \times 10^{-1}$	提供能源消耗统计报表，计算方法见附录 A.6。	产品生产
环境属性	单位产品废水排放量	Nm ³ /kg	$\leq 5.49 \times 10^{-3}$	提供废水排放量统计表与合格产品产量统计表，计算方法见附录 A.7。	产品生产
	单位产品废气排放量	Nm ³ /kg	$\leq 6.4 \times 10^{-2}$	提供废气检测报告，计算方法见附录 A.8。	产品生产
	单位产品温室气体排放量	tCO ₂ e/kg	$\leq 2.97 \times 10^{-3}$	提供第三方核查报告，计算方法见附录 A.9。	产品生产
	单位产品工业固体废弃物产生量	kg/kg	$\leq 2.04 \times 10^{-2}$	提供工业固体废弃物产生量统计表与合格产品产量统计表，计算方法见附录 A.10。	产品生产

表 1 铝合金汽车轮毂绿色评价指标（续）

一级指标	二级指标		单位	基准值	判定依据	所属生命周期阶段
产品属性	疲劳寿命	动态径向试验循环次数	万转	乘用车/商用车径向试验循环次数要求在 GB 36581-2018 基础上各指标参数基础上加严 20%。	依据 GB 36581-2018 进行测试，并提供测试报告。	产品生产
		动态弯曲试验循环次数	万转	乘用车/商用车弯曲试验循环次数要求参照 GB 36581-2018 基础上各指标参数基础上加严 20%。		产品生产
	禁用物质含量限值			满足 GB/T 30512《汽车禁用物质要求》前提下加严 20%	提供相应的产品检测报告	产品生产

注：所有评价指标的数据统计周期均为一个自然年。

5 铝合金汽车轮毂生命周期评价报告编制

铝合金汽车轮毂生命周期评价报告编制可参照附录 B 给出了铝合金汽车轮毂生命周期评价报告编制示例，并满足 GB/T 32161 第 6 章的要求。

6 绿色设计产品评价方法

按照本标准第4章的要求开展自我评价或第三方评价，绿色设计产品同时满足以下条件，可称之为绿色设计产品：

- a) 满足 4.1 的基本要求和 4.2 的评价指标要求；
- b) 提供符合第 5 章要求的铝合金汽车轮毂生命周期评价报告。

按照GB/T 32162要求粘贴标识的产品以各种形式进行相关信息自我声明时，声明内容应包括但不限于以上要求，需要提供一定的符合有关要求的验证说明材料。

附 录 A
(规范性附录)
指标计算方法

A.1 单位产品取水量

$$V_{ui} = \frac{V_i}{Q}$$

式中:

V_{ui} -----单位产品取水量, 单位: 标准立方米/千克 (Nm^3/kg);

V_i -----统计期内, 生产过程中取水量总和, 单位: 标准立方米 (Nm^3);

Q -----统计期内合格产品产量, 单位: 千克 (kg)。

A.2 工业废水回用率

$$K_w = \frac{V_w}{V_d + V_w} \times 100\%$$

式中:

K_w -----工业废水回用率, 无量纲;

V_w -----统计期内, 工厂对产生废水处理后的回用水量, 单位: 标准立方米 (Nm^3);

V_d -----统计期内, 企业生产过程中外排的废水量, 单位: 标准立方米 (Nm^3)。

A.3 回收包装材料使用率

$$q_i = \frac{q_m}{Q} \times 100\%$$

式中:

q_i -----回收包装材料使用率, 无量纲;

q_m -----统计期内, 产品重复利用的包装材料量, 单位依据实际包装材料定;

Q -----统计期内, 产品包装过程中使用包装材料量, 单位依据实际包装材料定。

A.4 金属利用率

$$p_r = \frac{p}{P} \times 100\%$$

式中:

p_r ----金属利用率，无量纲；

p ----统计期内，厂内废旧金属回用量，单位：千克（kg）；

P ----统计期内，厂内废旧金属产生总量，单位：千克（kg）。

A.5 余热利用率

$$R_R = \frac{R}{Q} \times 100\%$$

式中：

w_r ----余热利用率，无量纲；

w ----统计期内余热利用量，单位：吉焦（GJ）；

w ----统计期内余热产生量，单位：吉焦（GJ）。

A.6 单位产品综合能耗

$$E_{ui} = \frac{E_i}{Q}$$

式中：

E_{ui} ----单位产品综合能耗，单位：千克标准煤/千克（kgce/kg）；

E_i ----统计期内，某合格品生产过程中消耗全部能源标煤量，单位：千克标准煤（kgce）；

Q ----统计期内的合格产品量，单位：千克（kg）。

A.7 单位产品废水排放量

$$w = \frac{W}{Q}$$

式中：

w ----单位产品废水排放量，单位：标准立方米/千克（Nm³/kg）；

W ----统计期内，某合格品生产过程中废水排放量，单位：标准立方米(Nm³)；

Q ----统计期内合格产品产量，单位：千克（kg）。

A.8 单位产品废气排放量

$$g_i = \frac{G_i}{Q}$$

式中：

g_i -----单位产品某种废气产生量，单位：标准立方米/千克 (Nm^3/kg)；

G_i -----统计期内，某合格品生产过程中废气产生量，单位：标准立方米 (Nm^3)；

Q -----统计期内合格产品产量，单位：千克 (kg)。

A.9 单位产品温室气体排放量

$$c = \frac{C}{Q}$$

式中：

c -----单位产品温室气体排放量，单位：吨二氧化碳当量/千克 ($\text{tCO}_2\text{e}/\text{kg}$)；

C -----统计期内，某合格品生产过程中二氧化碳当量排放量，单位：吨 (t)；

Q -----统计期内的合格产品量，单位：千克 (kg)。

A.10 单位产品工业固体废物产生量

统计期内，工业固体废物为企业在生产过程中产生的固体状、半固体状和高浓度液体状废弃物的总量，包括危险废物和一般固体废物等。

$$w = \frac{W}{Q}$$

式中：

w -----单位产品工业固体废物产生量，单位： kg/kg ；

W -----统计期内，某合格品生产过程中工业固体废物产生量，单位：千克 (kg)；

Q -----统计期内的合格品产量，单位：千克 (kg)。

附录 B

(资料性附录)

铝合金汽车轮毂生命周期评价示例

B.1 确定系统边界

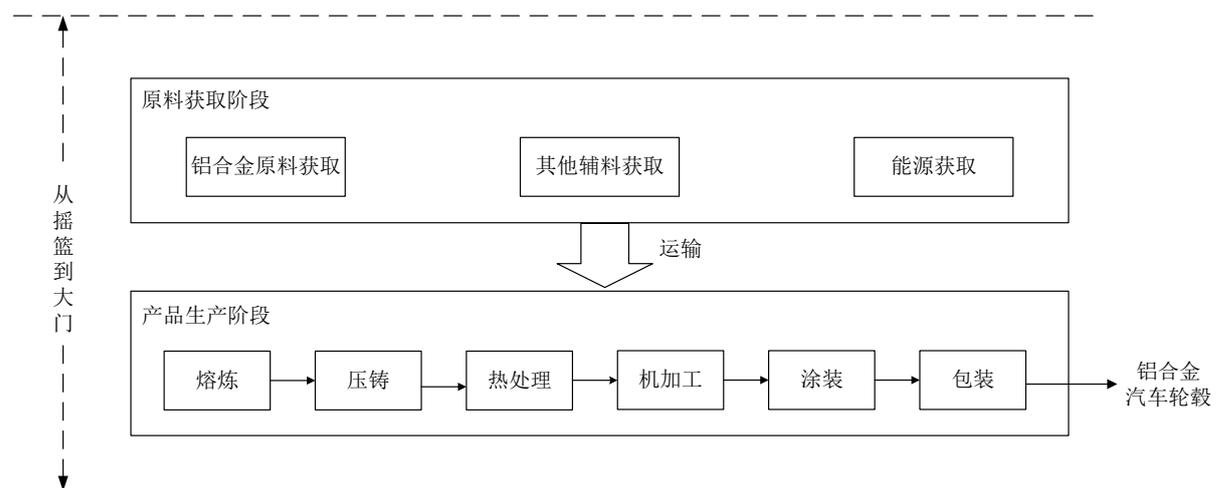
本规范界定的铝合金汽车轮毂生命周期系统边界参见图B.1，主要包括原料获取阶段、产品生产阶段。

a) 原料获取阶段

主要包括铝合金采购及其他原辅料、能源和资源获取过程。本行业范围之外的生产过程可采用符合本标准要求的基础数据库或基础数据库数据。

b) 产品生产阶段

一般铝合金车轮的生产阶段包含：铝合金熔炼、压铸、热处理、机加工、涂装、包装等过程（如图B.1）。本行业范围内的生产过程应优先采用企业及供应商提供的数据。



图B.1 铝合金汽车轮毂生命周期系统边界图

B.2 数据收集

B.2.1 现场数据收集

铝合金汽车轮毂生命周期清单分析应根据产品包含的工作过程，从下表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，现场数据应收集报告期年份的数据。

现场数据收集应按产品实际生产工艺路线划分为多个单元过程，并根据工艺类型和表B.1-B.6收集现场数据。现场数据主要来自于评价企业及其主要原料供应商的实际生产过程，一方面包含各单元过程的单位产品的原料、辅料、能源、资源的消耗量，另一方面涵盖环保法规、行业标准、环境监测报告和环境影响评价报告等所要求监测的大气和水体的各种污染物排放量以及废水处理过程温室气体排放量（排放数据同样需要转换为单位产品对应的排放量，废水处理温室气体排放数据应按公开的方法计算得到）。所有现场数据的来源和算法均应明确地说明，并附在报告中。

表 B.1 熔炼过程数据收集表

制表日期: XXXX 年 XX 月 XX 日			制表人: XXX			
单元过程名称: 熔炼过程						
时段: 2018 年		起始月: 1 月		终止月: 12 月		
1、产品产出						
产品类型	单位	数量	数据来源		备注	
铝合金液	kg	29101	企业生产统计报表			
2、原辅料消耗						
原料类型	单位	数量	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	备注
铝锭	kg	291031	柴油汽车	20	企业台账	
铝液	kg	未使用				
铝棒	kg	未使用				
回炉料	kg	6129	柴油汽车	30	企业台账	包含铝屑等
熔剂	kg	88	柴油汽车	50		
3、水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源		备注	
地表水	t	未使用				
地下水	t	未使用				
自来水	t	未使用				
……						
4、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源		备注	
电力	kWh	801	结算发票		电网电力	
天然气	m ³	3178	结算发票		统一购买	
燃煤	t	未使用				
……						
5、排放到空气						
排放种类	单位	数量	数据来源		备注	
二氧化碳	kg	6155	IPCC			
甲烷	kg	0.13	IPCC			
氧化亚氮	kg	0.01	IPCC			
二氧化硫	kg	未排放				
氮氧化物	kg	未排放				
颗粒物	kg	未排放				
6 排放到水体						
排放种类	单位	数量	数据来源		备注	
废水	t	未排放				
COD	kg	未排放				
氨氮	kg	未排放				
总氮	kg	未排放				
总磷	kg	未排放				
6、固体废弃物						

排放种类	单位	数量	数据来源	备注
一般固废	kg	未排放		
危险固废	kg	未排放		

企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。

表 B.2 压铸过程数据收集表

制表日期：XXXX 年 XX 月 XX 日			制表人：XXX			
单元过程名称：压铸过程						
时段：2018 年		起始月：1 月		终止月：12 月		
1、产品产出						
产品类型	单位	数量	数据来源	备注		
压铸产品	件	1756	企业台账			
2、原辅料消耗						
原料类型	单位	数量	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	备注
铝合金液	t	29101	管道运输	50	企业台账	
……						
3、水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源	备注		
地表水	t	未使用				
地下水	t	61	企业台账			
自来水	t	0.73	发票			
4、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源	备注		
电力	kWh	10022	发票	电网电力		
天然气	m ³	2851	发票	统一采购		
燃煤	t	未使用				
5、排放到空气						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
二氧化碳	kg	5262	IPCC			
甲烷	kg	0.09	IPCC			
氧化亚氮	kg	0.01	IPCC			
二氧化硫	kg	-	-			
氮氧化物	kg	-	-			
颗粒物	kg	-	-			
6 排放到水体						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
废水	t	-	-			
COD	kg	-	-			
氨氮	kg	-	-			
总氮	kg	-	-			
总磷	kg	-	-			
7、固体废弃物						

排放种类	单位	数量	数据来源	备注
一般固废	kg	100000	固废统计表	
危险固废	kg	3000	固废统计表	

企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。

表 B.3 热处理过程数据收集表

制表日期：XXXX 年 XX 月 XX 日			制表人：XXX			
单元过程名称：热处理过程						
时段：2018 年		起始月：1 月		终止月：12 月		
1、产品产出						
产品类型	单位	数量	数据来源	备注		
热处理产品	件	1756	生产报表			
2、原辅料消耗						
原料类型	单位	数量	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	备注
压铸产品	件	1756	厂内运输	0.2	车间距离	
.....						
3、水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源	备注		
地表水	t	-	-			
地下水	t	5.1	企业台账			
自来水	t	0.07	发票			
4、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源	备注		
电力	kWh	2812	发票	电网电力		
天然气	m ³	1238	发票	统一采购		
燃煤	t	-	-			
5、排放到空气						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
二氧化碳	kg	2510	IPCC			
甲烷	kg	0.04	IPCC			
氧化亚氮	kg	0.004	IPCC			
二氧化硫	kg	-	-			
氮氧化物	kg	-	-			
颗粒物	kg	-	-			
6 排放到水体						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
废水	t	-	-			
COD	kg	-	-			
氨氮	kg	-	-			
总氮	kg	-	-			
总磷	kg	-	-			
7、固体废弃物						

排放种类	单位	数量	数据来源	备注
一般固废	kg	10000	固废统计表	
危险固废	kg	500	固废统计表	

企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。

表 B.4 机加工过程数据收集表

制表日期：XXXX 年 XX 月 XX 日			制表人：XXX			
单元过程名称：机加工过程						
时段：2018 年		起始月：1 月		终止月：12 月		
1、产品产出						
产品类型	单位	数量	数据来源	备注		
机加工产品	件	1721	生产统计报表			
2、原辅料消耗						
原料类型	单位	数量	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	备注
热处理产品	件	1721	厂内传输	0.1	-	
乳化液	kg	35	柴油汽车	287	发票	
.....						
3、水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源	备注		
地表水	t	未使用				
地下水	t	19	企业台账			
自来水	kg	112	发票			
4、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源	备注		
电力	kWh	3938	发票	电网电力		
天然气	m ³	未使用				
压缩空气	m ³	7101	企业台账	企业自产		
5、排放到空气						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
二氧化碳	kg	-	-			
甲烷	kg	-	-			
氧化亚氮	kg	-	-			
二氧化硫	kg	-	-			
氮氧化物	kg	-	-			
颗粒物	kg	-	-			
6 排放到水体						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
废水	t	-	-			
COD	kg	-	-			
氨氮	kg	-	-			
总氮	kg	-	-			
总磷	kg	-	-			
7、固体废弃物						

排放种类	单位	数量	数据来源	备注
一般固废	kg	400000	固废统计表	
危险固废	kg	500	固废统计表	

企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。

表 B.5 涂装过程数据收集表

制表日期：XXXX 年 XX 月 XX 日			制表人：XXX			
单元过程名称：涂装过程						
时段：2018 年		起始月：1 月		终止月：12 月		
1、产品产出						
产品类型	单位	数量	数据来源		备注	
涂装产品	件	1721	生产统计报表			
2、原辅料消耗						
原料类型	单位	数量	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	备注
机加工产品	件	1721	厂内运输	0.2	车间距离	
透明粉	kg	90	柴油汽车	2203	企业发票	
透明漆	kg	未使用				
色漆	kg	106	柴油汽车	1067	企业发票	
底漆	kg	未使用				
底粉	kg	139	柴油汽车	2039	企业发票	
添加剂	kg	35	柴油汽车	3081	企业发票	
酸洗剂	kg	0.83	柴油汽车	115	企业发票	
脱脂剂	kg	50	柴油汽车	208	企业发票	
氧化硅烷	kg	0.56	柴油汽车	1041	企业发票	
3、水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源		备注	
地表水	kg	未使用				
地下水	t	44	企业台账			
自来水	t	3	发票			
4、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源		备注	
电力	kWh	7539	发票		电网电力	
天然气	m ³	2244	发票		统一采购	
压缩空气	m ³	7864	企业台账		企业自产	
5、排放到空气						
排放种类	单位	数量	数据来源		备注	
二氧化碳	kg	2802	IPCC			
甲烷	kg	0.05	IPCC			
氧化亚氮	kg	0.005	IPCC			
挥发性有机物	mg/m ³	11	企业监测			
二氧化硫	kg	-	-			
氮氧化物	kg	-	-			
颗粒物	kg	-	-			

6 排放到水体				
排放种类	单位	数量	数据来源	
废水	t	-	-	
COD	kg	-	-	
氨氮	kg	-	-	
总氮	kg	-	-	
总磷	kg	-	-	
7、固体废弃物				
排放种类	单位	数量	数据来源	备注
一般固废	kg	200000	固废统计表	
危险固废	kg	30000	固废统计表	
企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。				

表 B.6 包装过程数据收集表

制表日期：XXXX 年 XX 月 XX 日				制表人：XXX		
单元过程名称：包装过程						
工艺类型：不作区分						
时段：2018 年		起始月：1 月		终止月：12 月		
1、产品产出						
产品类型	单位	单条/根/件产品重量	规格说明	数据来源	备注	
成品轮毂	1721 个	20kg	-	设计指导书		
2、包装消耗						
包装类型	材质及重量说明	规格说明	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	备注
包装箱	瓦楞纸 422kg	22*9;21*9.5;17*7.5	柴油汽车	581	发票	
护角	未使用					
木材	未使用					
塑料圈	硬塑料 371kg	18 寸	柴油汽车	1019	发票	
其他包装材料						
3、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源	备注		
电力	kWh	683	电力发票	电网电力		
4、固体废弃物						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
边角料	kg	101	企业台账			
企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。						

B.2.2 背景数据选择

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LCA报告数据，尤其是重要的原辅料。如果上游供应商不能提供，可采

用公开的LCA数据库或文献数据，披露LCA数据库、文献数据来源等信息。所有背景数据来源均应按表B.7的要求明确地说明。

表 B.7 背景数据来源表

数据类型	消耗名称	规格型号	数据集名称	背景数据文档
铝合金轮毂行业范围内	铝锭	xxxx	xx 供应商 /xx 数据集	xxxx
	铝液	xxxx	xx 供应商 /xx 数据集	xxxx

铝合金轮毂行业范围外	电力	——	全国平均电网电力	https://mp.weixin.qq.com/s/645Gt3rz2Im5wfW0g3KYbQ
	运输	重型柴油货车	重型柴油货车运输	https://mp.weixin.qq.com/s/jxG_A6ehFMNgAiXfU18bcg

B.3 生命周期建模

使用相应的LCA分析软件（国内外常用软件有WebLCA、eBalance、Gabi、SimaPro等），录入表B.1-B.6中各单元过程的输入、输出和排放数据，建立产品生命周期模型，并计算分析，图B.2为在LCA软件中建立的铝合金汽车轮毂模型。



图 B.2 用 LCA 软件建立的铝合金汽车轮毂模型

B.4 生命周期影响评价

B.4.1 数据分类和特征化

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）。

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，然后进行特征化处理。

为支持中国节能减排约束性政策目标的实现，列表归类和LCA报告中应至少包括的7种LCA评价指标类型如下表B.8所示。各指标的评价方法应采用欧盟PEFCR推荐的方法。

表 B.8 铝合金汽车轮毂产品生命周期清单因子归类

序号	环境影响类型指标	单位	评价方法	主要清单物质
1	气候变化 (Climate Change)	kg CO ₂ eq	IPCC 2013	二氧化碳、甲烷、氧化亚氮...
2	初级能源消耗 (Primary Energy Demand, PED) *	MJ	——	硬煤、原油、天然气...
3	水资源消耗(Resource Depletion - water, WU)**	kg	——	淡水、地表水、地下水...
4	酸化 (Acidification, AP)	mol H ⁺ eq	Accumulated Exceedance	二氧化硫、三氧化硫、氮氧化物...
5	淡水富营养化 (Eutrophication, freshwater, EP)	kg P eq	EUTREND	磷、磷酸、磷酸盐...
6	颗粒物 (Particulate matter, PM)	disease incidences	UNEP 2016	颗粒 (PM2.5)、二氧化氮、二氧化硫...
7	光化学臭氧合成 (Photochemical Ozone Formation, POFP)	kg NMVOC eq	LOTOS-EUROS	乙烷、丙烷、甲苯...

B.4.2 计算方法

$$EP_i = \sum EP_{ij} = \sum Q_j \times EF_{ij} \quad (\text{B.1})$$

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。

基于本规范规定的LCA方法，在LCA软件中完成铝合金汽车轮毂建模，录入各个过程输入、输出清单数据等工作，结合背景数据，可以建立产品LCA模型并计算得到产品的各种资源环境影响评价指标结果，计算得到生产1个铝合金汽车轮毂的LCA结果如表B.9所示。

表 B.9 1 个铝合金汽车轮毂的 LCA 计算结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
GWP	kg CO ₂ eq	3.22E+02
PED	MJ	3.87E+03
WU	kg	1.33E+03
AP	mol H ⁺ eq	1.59E+00
EP	kg P eq	1.45E-01
PM	disease incidences	5.06E-01
POFP	kg NMVOC eq	2.40E-01

注：*PED指标为铝合金轮毂生命周期系统边界内使用的所有一次能源之和；

*WU指标为铝合金轮毂生命周期系统边界内使用的所有水资源（特指径流）之和。

B.5 生命周期解释

B.5.1 清单数据灵敏度分析

清单数据灵敏度是指清单数据单位变化率引起的相应生命周期影响评价指标的变化率，按灵敏度大小罗列对各生命周期影响指标贡献较大的原料、能源、资源和排入空气、水体、土壤的污染物，或对生命周期影响指标贡献较大的单元过程。针对铝合金汽车轮毂的全球变暖潜值、初级能源消耗、水资源消耗、富营养化潜值等指标，建议罗列对主要指标的灵敏度 >1% 的清单数据。通过分析清单数据对各指标的灵敏度大小，并配合改进潜力评估，可辨识最有效的改进点，为改进方案的确定奠定基础。表B.10以铝合金汽车轮毂的GWP指标为例。

表 B.10 清单数据 GWP 灵敏度

过程	名称	GWP 灵敏度
涂装	机加工产品	93.44%
机加工	热处理产品	93.26%
热处理	压铸产品	91.97%
压铸	铝合金液	89.50%
铝合金液	铝合金锭	88.08%
A356 铝合金生产	铝锭	80.63%
A356 铝合金生产	金属硅	5.50%
涂装	脱脂剂	3.84%
压铸	电力	1.44%
涂装	电力	1.44%
脱脂剂	三乙醇胺	1.12%
脱脂剂	碳酸钠	1.05%

B.5.2 数据质量评估与改进

B.5.2.1 数据质量评估总则

在LCA过程中，数据质量评估包括模型完整性、现场数据准确性、背景数据匹配度三方面，采用LCA软件对数据质量进行评估，并明确数据改进的重点。

B.5.2.2 模型完整性

按照实际生产过程以及发生的各项消耗与排放，对照 B.1-B.6 所列单元过程和清单数据表是否有缺失或多余的过程、消耗和排放。如有缺失或多余，可根据取舍规则进行增删，并应明确陈述，表 B.11 为完整性检查示例。

表 B.11 模型完整性检查

过程名称	消耗名称	上游数据来源	数量（单位）	重量比	检查结果
涂装	XX 添加剂	可忽略	0.01g	0.00%	符合取舍规则
脱脂剂	苯甲酸钠	可忽略	0.01g	0.00%	符合取舍规则
脱脂剂	羧甲基纤维素钠	可忽略	0.01g	0.24%	符合取舍规则
脱脂剂	辛基酚聚氧乙烯醚	可忽略	0.01g	0.24%	符合取舍规则

脱脂剂	苯甲酸钠	可忽略	0.01g	0.40%	符合取舍规则
该模型总忽略物料重量比为 0.88%，符合取舍规则					

B.5.2.3 模型准确性与背景数据匹配度

a) 主要消耗与排放的准确性：对报告 LCA 结果（即所选环境影响评价指标）贡献较大的主要消耗与排放（例如 >1%），应说明其算法与数据来源。

b) 主要消耗的上游背景过程数据的匹配度：对于主要消耗而言，如果上游背景过程数据并非代表原产地国家、相同生产技术、或并非近年数据，而是以其他国家、其他技术的数据作为替代，应明确陈述。并在 LCA 软件中完成匹配度打分，计算合成不确定度，如表 B.12 所示，为主要原料电解铝的实景过程和背景过程匹配度打分，使用相关 LCA 软件，对所有清单进行打分后，可采用误差传递公式等计算方法，进行不确定度评估，得到计算结果如表 B.13 所示。

表 B.12 实景过程和背景过程匹配度打分

实景数据不确定度评估							
评估项	单元过程目标代表性			实景数据实际代表性			不确定度
主要数据来源	代表企业及供应链数据			产品配料表			5.00%
样本	代表企业及供应链数据			>75%全年产量			0.00%
时间	2018			2018			0.00%
地理	中国			中国			0.00%
技术	功能单位与基准流	生产 1tA356 铝合金锭		从被研究企业得到的数据			0.00%
	过程名称	A356 铝合金生产					
	工艺设备类型	自动叠锭机等传统类型					
	生产规模类型	中型					
	主要原料类型	常规原料：电解铝					
	主要能耗类型	常规能源：天然气					
实景数据合成不确定度为 5.00%							
背景数据匹配度评估							
评估项	实景数据目标代表性			背景数据实际代表性			不确定度
主要数据来源	代表企业及供应链实际数据			行业统计平均			5.00%
时间	2018			2013			10.00%
地理	中国			中国			0.00%
种类规格	对比项	消耗清单	原料清单	消耗与原料的种类与规格相同			0.00%
	名称	铝锭	铝锭				
	规格型号	电解铝锭	电解铝锭				
	GWP	PED	WU	AP	EP	PM	POFP
背景基础不确定度	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
背景合成	11.18%	11.18%	11.18%	11.18%	11.18%	11.18%	11.18%

不确定度							
------	--	--	--	--	--	--	--

表 B.13 模型各指标不确定度表

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果	不确定度
GWP	kg CO ₂ eq	3.22E+02	7.41%
PED	MJ	3.87E+03	9.03%
WU	kg	1.33E+03	9.70%
AP	mol H ⁺ eq	1.59E+00	7.05%
EP	kg P eq	1.45E-01	6.83%
PM	disease incidences	5.06E-01	7.52%
POFP	kg NMVOC eq	2.40E-01	4.23%

B.5.3 数据不确定度评估与分析

根据上述质量评估方法使用相关LCA软件进行数据质量评估,得到不确定度清单贡献分析(如下表B.14),识别某一指标不确定度贡献率最大的清单,应通过进一步企业调研、资料收集等方法不断迭代,最终使数据质量满足上述要求。

表 B.14 不确定度清单贡献分析表(单位: %)

过程名称	清单名称	清单数据类型	PED	WU	GWP	AP	PM	POFP	EP
A356 生产	铝锭: 铝	背景数据	46.18	45.97	46.13	45.93	46.30	44.93	44.13
铝合金液	熔炼炉铝液	实景数据	7.39	7.37	7.41	7.37	7.39	7.23	7.16
A356 生产	铝锭	实景数据	7.38	7.35	7.37	7.35	7.39	7.23	7.13
A356 生产	金属硅: 工业硅/金属硅	背景数据	0.12	0.08	0.15	0.08	0.07	0.45	0.09
A356 生产	金属硅	实景数据	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.09	0.02
.....

B.6 改进潜力分析与改进方案确定

通过对铝合金汽车轮毂进行生命周期评价,罗列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,结合铝合金汽车轮毂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。

根据对改进潜力分析结果,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铝合金汽车轮毂的改进方案,如:

- 1) 电解铝产业中对电力的消耗非常大,因此优化A356铝合金的供应商的电解铝来源,优先采购清洁能源丰富地区的原铝,对于降低铝合金汽车轮毂的LCA贡献有很大的帮助。
- 2) 优化企业生产的工艺,使用更清洁的能源替代现有的天然气,可以明显降低PED、GWP等环境影响。
- 3) 优化涂装工艺,使用环境影响更低的原辅料,以降低EP、POFP等指标的环境影响。

B.7 生命周期评价 LCA 报告编制

本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，具体要求可参见相关标准和评价体系的规定。

报告中至少应包含以下内容：

- a) 评价对象及工具：目标定义，包括产品信息、功能单位与基准流、数据代表性（时间、地理、技术代表性）；范围定义，包括系统边界、工艺流程、单元过程、取舍原则、多产品分配、环境影响类型，以及数据质量要求、所采用的软件与数据库。
- b) 生命周期清单分析：应说明报告包含的生命周期阶段，及每个单元过程所包含的各项消耗与排放清单数据，按照表B.1-B.6格式描述生命周期模型所使用的背景数据。其中系统边界包括原料获取阶段和产品生产阶段，详见图B.1。
- c) 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。报告中应包含下列内容：产品生命周期评价指标结果、生命周期各过程贡献、清单数据灵敏度分析、数据质量评估四部分内容。
- d) 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，提出铝合金汽车轮毂生态设计改进的具体方案。