

广东豪美新材股份有限公司
铝合金建筑型材（阳极氧化型材）产品
III型环境声明评价报告

评价机构名称（公章）：方圆标志认证集团广东有限公司

评价报告签发日期：2023年08月18日



企业名称	广东豪美新材股份有限公司		
企业地址	广东省清远市高新技术产业开发区泰基工业城		
统一社会信用代码	91441800765734276T		
企业性质	有限责任公司		
联系人	罗贵清	联系方式(电话、email)	13590516782

验证结果:

依据GB/T 24044:2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》、GB/T 24025-2009《环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序》、Q/CQM EPD130205-2021《铝合金建筑型材 产品生命周期评价技术规范》(产品种类规则)等相关标准,方圆标志认证集团有限公司对企业生产的铝合金建筑型材(阳极氧化型材)的III型环境声明进行了评价,结果如下:

- (1) 符合 GB/T 24020-2000 以及 GB T 24025-2009 的相关要求;
- (2) 符合 PCR 文件的要求;
- (3) 经验证的III型环境声明结果如下:

1)功能单位

以 1t 铝合金建筑型材(阳极氧化型材)为功能单位。

2)系统边界

系统边界为从摇篮到大门,包括原材料生产、原材料运输、产品生产等环节。

不包括产品销售、使用阶段的原因:铝合金建筑型材(阳极氧化型材)在使用阶段产生的环境影响较小,可忽略。

3)评价期

2022年1月1日-2022年12月31日

4) III型环境声明


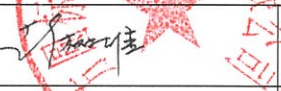

表 1: 1t 铝合金建筑型材(阳极氧化型材)环境影响特征化类型情况

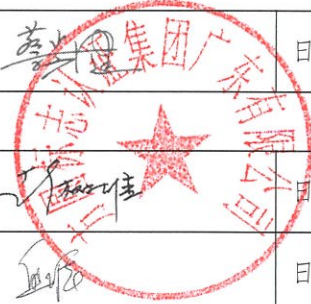
环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
气候变化(GWP)	kg CO ₂ eq	19960.856
一次能源消耗(PED)	MJ	253033.646
非生物资源消耗潜值(ADP)	kg Sb eq	0.271

水资源消耗(WU)	kg	1312304.072
酸化(AP)	kg SO ₂ eq	97.500
富营养化潜值(EP)	kg PO ₄ ³⁻ eq.	7.286
可吸入无机物(RI)	kg PM _{2.5} eq	38.243
臭氧层消耗(ODP)	kg CFC-11 eq	0.000
光化学臭氧合成(POFP)	kg NMVOC eq	10.964

5) 其他说明

本产品生命周期模型建立过程中所有原材料的消耗量均来自于企业实际生产数据,未进行假设。原材料的上游数据来源于同类型其他企业,研究过程中对数据根据物料平衡等进行了合理性修正。

评价组长	蔡步健	签名		日期	2023.08.18
评价组成员	禩朝健				
技术复核人	彭树雄	签名		日期	2023.08.18
批准人	熊飞彪	签名		日期	2023.08.18



目 录

一、企业基本信息	1
二、产品信息	2
2.1 产品名称	2
2.2 阳极氧化型材生产工艺流程	2
三、产品的可追溯性	3
四、生命周期评价信息	4
4.1 目标与范围定义	4
4.1.1 目标定义	4
4.1.2 范围定义	4
4.2 数据收集	8
4.2.1. 铝合金建筑型材（阳极氧化型材）	8
4.2.2. 基材	10
4.3 生命周期清单环境影响指标分析	12
4.3.1 LCA 结果	12
4.3.2 过程累积贡献分析	13
4.3.3 清单数据灵敏度分析	17
4.4 生命周期解释	21
4.4.1 假设与局限性说明	21
4.4.2 完整性说明	21
4.4.3 数据质量评估结果	21
4.4.4 结论与建议	21

一、企业基本信息

广东豪美新材股份有限公司（简称豪美新材）成立于 1991 年，是一家集专业研发、制造、销售于一体的国内大型铝型材制造商，总部坐落于广东省清远市高新技术产业开发区，主要产品广泛应用在国内外众多知名建筑物及轨道交通、机电机械、电子电器等领域。多年来，豪美新材一直致力于向产业链上下游拓展，追求高技术集成、高品牌价值和高品质附加值，已成功由一家传统铝制品企业，转型为一家从事铝合金节能系统门窗以及汽车轻量化材料技术创新和产业化应用的国家重点高新技术企业。公司荣获“中国驰名商标”、“国家免检产品”、“中国建筑铝型材前三强”、“全国质量诚信标杆企业”等称号，获得“国家认定企业技术中心”、“建筑铝型材十大品牌”、“国家认可实验室”、工业铝材“卓越品牌奖”、建筑铝材“卓越品牌奖”、铝合金门窗“卓越品牌奖”等荣誉。

经过多年发展，公司已经将产业链延伸至铝型材下游多个应用领域。在铝型材方面，公司形成了从合金成分研发、熔铸铸锭到挤压、深加工的全流程体系，掌握不同牌号、特性的铝合金研究开发和生产能力。公司拥有 15 个熔炼炉，13 个立式铸造井，三十多条的挤压生产线，其中包括华南地区最大的万吨挤压生产线，最大挤压棒径为 486 毫米；拥有 20 台时效炉，最长时效型材 18 米，3 条氧化生产线，最长氧化长度为 13 米；拥有 5 条立式喷粉喷涂线，4 条卧式喷涂线。同时，公司也是华南最具规模的专业生产汽车轻量化高性能铝挤压材的企业。

近年来，公司持续完善研发与创新管理机制，继续加大在铝合金新型材料、汽车轻量化材料与部件、节能系统门窗等领域的研发与创新力度。公司拥有国家认定企业技术中心、国家认可 CNAS 实验室、省工程技术中心、省博士后创新实践基地、省科技特派员工作站等研发平台。公司与广东腐蚀科学与技术创新研究院共同设立了豪美研究院，进行新材料前沿技术的研发与储备，为公司汽车轻量化、高端工业材等业务突破提供技术保障。目前，公司拥有专利近 700 项，其中发明专利 33 项，实用新型专利 253 项。公司开发的高强 7 系合金成功应用于电池托架，“铝合金建筑型材无铬化预处理关键技术研究与应用”项目获得 2020 年度“华夏建设科学技术奖”三等奖。

公司自成立以来始终坚持贯彻以质量至上的经营管理原则，以全面质量管理

为理念，以质量零缺陷为目标，先后通过了 ISO9001 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系、ISO45001 职业健康安全管理体系、IATF16949 汽车行业质量管理体系、欧盟 CE、欧盟 QUALICOAT 等认证。先后获得“采用国际标准产品评价证书”、“节能产品认证证书”、“产品质量认证证书”、“全国质量检验稳定合格产品”等荣誉。公司作为国家有色金属标准化委员会的成员单位，共主持或参与制定国家标准 44 项，行业标准 19 项，协会标准 3 项。其中，公司作为第一主编单位主持制定国家标准 GB/T 34493《易切削铝合金挤压棒材和型材》（2017 版）。

二、产品信息

2.1 产品名称

本次评价的产品为豪美新材生产的铝合金建筑型材（阳极氧化型材）。

2.2 阳极氧化型材生产工艺流程

工艺流程图如下：

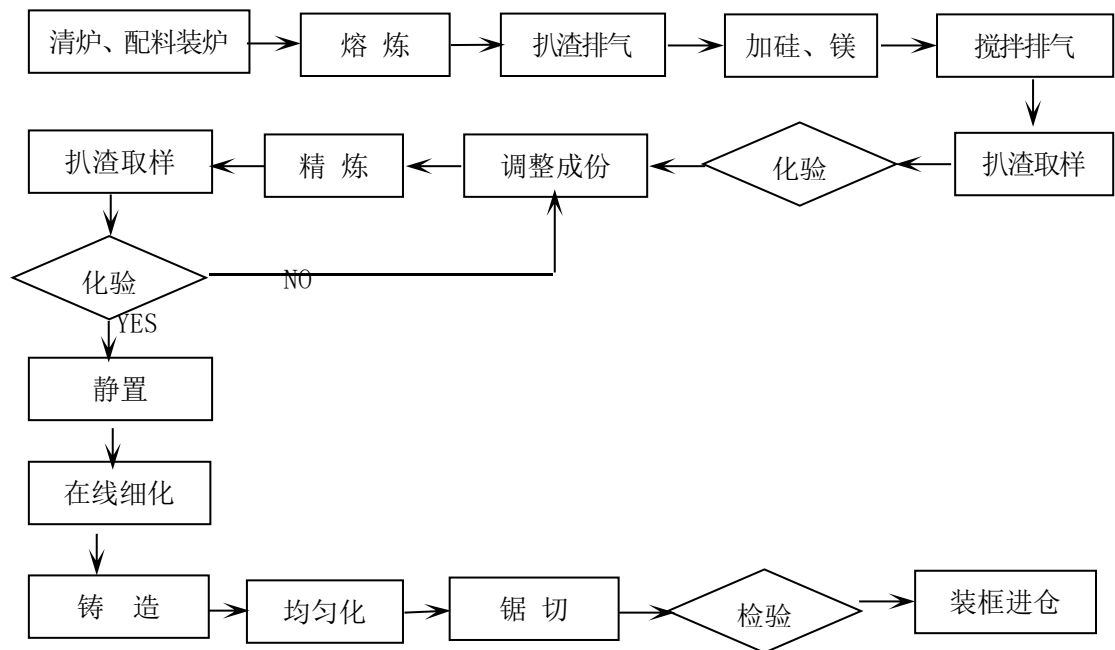


图 1 圆铸锭生产工艺流程图

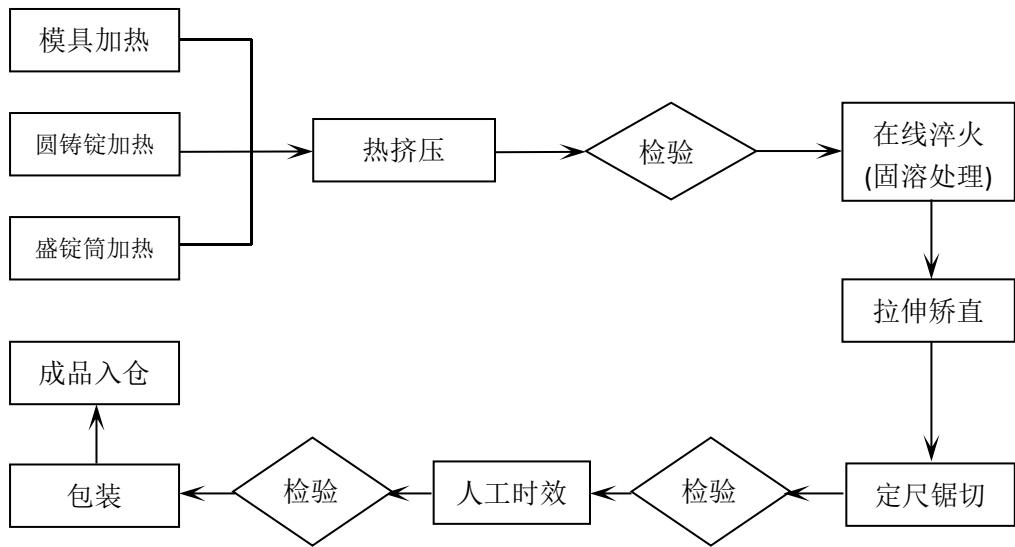


图 2 基材生产工艺流程图

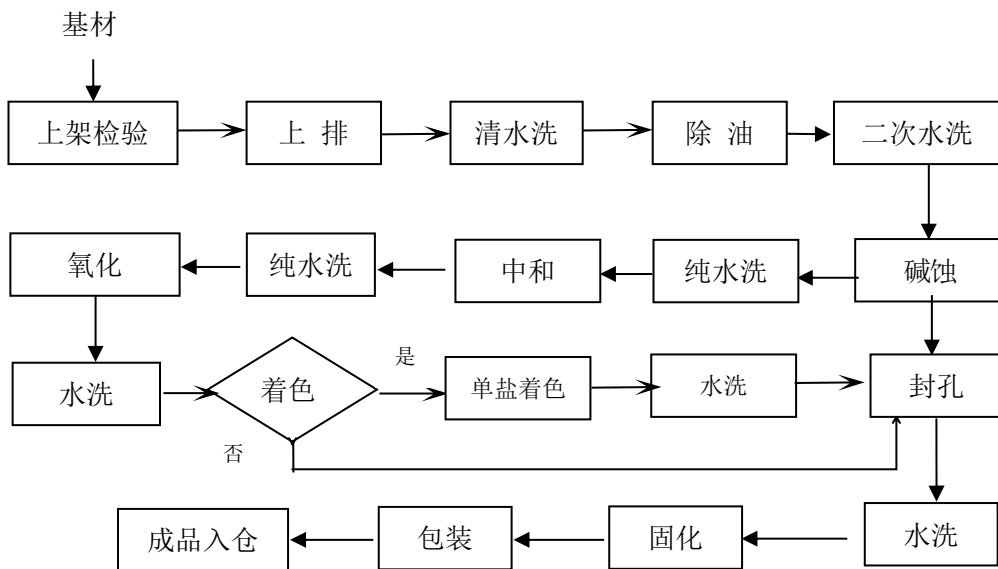


图 3 阳极氧化工艺流程图

三、产品的可追溯性

豪美新材建立有《订单管理制度》、《产品标识和可追溯性管理制度》等。并有 OA 系统，对订单进行管理。在接到客户订单，了解客户要求和需求后，进行订单制作，并生成唯一的订单号，此订单号从下单、生产、入库均唯一。当出现客户查询或投诉时，通过订单号，可查到每个订单所用的原辅物料检验情况、

四、生命周期评价信息

4.1 目标与范围定义

4.1.1 目标定义

4.1.1.1 产品信息

本研究的研究对象为：铝合金建筑型材（阳极氧化型材），具体信息如下：

产品类别：建材

形状与形态：型材

4.1.1.2 功能单位与基准流

本报告以 1t 铝合金建筑型材（阳极氧化型材）为功能单位。

4.1.1.3 数据代表性

报告代表企业 LCA-代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），时间、地理、技术代表性如下：

- (1) 时间代表性：2022
- (2) 地理代表性：中国
- (3) 技术代表性，包括以下方面：
 - 生产规模：圆铸锭铸造（5 条生产线） 挤压型材（34 条生产线）
2 条阳极氧化生产线
 - 主要原料：重熔用铝锭、硅锭、镁锭、铝钛硼丝、外购圆铸锭、工业硫酸、硝酸、片碱、硫酸镍、硫酸亚锡、封孔剂、保护膜、包装纸
 - 主要能耗：天然气、电力、水

4.1.2 范围定义

4.1.2.1 系统边界

本研究的系统边界为从摇篮到大门，主要包括原材料生产、原材料运输、产品生产等环节。其中生产阶段包含了圆铸锭生产、基材的生产、铝合金阳极氧化

型材的生产。铝合金建筑型材（阳极氧化型材）生命周期系统示意图见图 1。

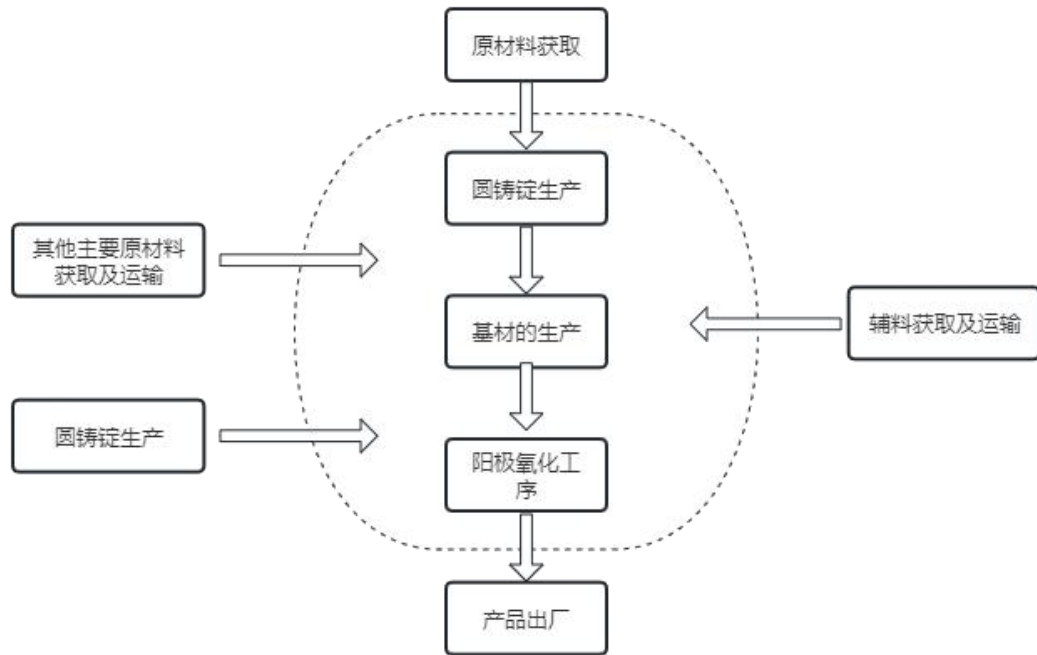


图 3 1t 铝合金建筑型材（阳极氧化型材）产品生命周期系统示意图

4.1.2.2 取舍原则

本研究采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

- 能源的所有输入均列出；
- 原料的所有输入均列出；
- 普通物料重量 $<1\%$ 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5%；
- 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；
- 应列出国家或地方相关标准（如 GB 4915、GB 6566、GB 8978、GB 13271 等）规定的大气、水体、土壤的各种污染物和固体废弃物；
- 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及排放，均忽略。

4.1.2.3 环境影响类型

本研究选择了 9 种环境影响类型指标进行了计算，分别为气候变化(GWP)、一次能源消耗(PED)、非生物资源消耗潜值(ADP)、水资源消耗(WU)、酸化(AP)、富营养化潜值(EP)、可吸入无机物(RI)、臭氧层消耗(ODP)、光化学臭氧合成(POFP)。

表 1. 环境影响类型指标

环境影响类型指标	影响类型指标单位	主要清单物质
气候变化	kg CO ₂ eq	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O...
初级能源消耗	MJ	硬煤,褐煤,天然气...
非生物资源消耗	kg Sb eq	铁,锰,铜...
水资源消耗	kg	淡水,地表水,地下水...
酸化	kg SO ₂ eq	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
富营养化	kg PO ₄ ³⁻ eq.	NH ₃ , NH ₄ -N, COD...
可吸入无机物	kg PM _{2.5} eq	CO, PM ₁₀ , PM _{2.5} ...
臭氧层消耗	kg CFC-11 eq	CCl ₄ , C ₂ H ₃ Cl ₃ , CH ₃ Br...
光化学臭氧合成	kg NMVOC eq	C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ ...

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以 CO₂ 为基准物质，其他各种温室气体按温室效应的强弱都有各自的 CO₂ 当量因子，因此产品生命周期的各种温室气体排放量可以各自乘以当量因子，累加得到气候变化指标总量（通常也称为产品碳足迹，Product Carbon Footprint, PCF），其单位为 kg CO₂ eq。

4.1.2.4 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用 CLCD 方法。

CLCD 方法对模型中的消耗与排放清单数据，从①清单数据来源与算法、②时间代表性、③地理代表性、④技术代表性等四个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

4.1.2.5 多产品分配

复杂多样的多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响

进行分配，从而得到主、副产品各自的环境影响，常见的方法有分段法、物理化学性质分配法、经济价值分配法、系统扩展法（替代法）等。

本次评价不涉及。

4.1.2.6 软件与数据库

本研究采用 eFootprint 软件系统，建立了铝合金建筑型材（阳极氧化型材）生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 软件系统是由亿科环境科技有限公司研发的在线 LCA 分析软件，支持全生命周期过程分析，并内置了中国生命周期基础数据库（CLCD）、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

研究过程中用到的中国生命周期基础数据库（CLCD）是由亿科开发，基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。CLCD 数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集。

表 2. 背景数据来源表

清单名称	所属过程	数据集名称	数据库名称	备注
生产用水	基材	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER	0.8
锰铁	原铝	高碳锰铁	CLCD-China-ECER	0.8
硅铁	原铝	硅铁(含硅 75%)	CLCD-China-ECER	0.8
钢爪头	原铝	碳钢	CLCD-China-ECER	0.8
冰晶石	原铝	冰晶石	CLCD-China-ECER	0.8
氧化铝	原铝	氧化铝	CLCD-China-ECER	0.8
磷生铁	原铝	磷铁	CLCD-China-ECER	0.8
氟化铝	原铝	氟化铝	CLCD-China-ECER	0.8
石油焦	阳极炭块	石油焦	CLCD-China-ECER	0.8
沥青	阳极炭块	煤沥青	CLCD-China-ECER	0.8
PE 保护膜	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)[生产]	苯(芳烃联合装置)(未分类)	CLCD-China	0.9
包装纸	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)[生产]	PE 膜(未分类)	1042387087@qq.com	1.1
工业硫酸	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)[生产]	硫酸(100%硫酸)	CLCD-China	0.9
片碱	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)[生产]	烧碱(30%)(未分类)	CLCD-China	0.9
硝酸	铝合金建筑型材	硝酸(60%)	CLCD-China-ECER	0.8

材（阳极氧化型材）[生产]			
镁锭	自产圆铸锭	镁	CLCD-China-ECER 0.8
生产用水	自产圆铸锭	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER 0.8
硅锭	自产圆铸锭	硅铁(含硅 75%)	CLCD-China-ECER 0.8
铝钛硼丝	自产圆铸锭	硼铁(根据含碳量, 硼铁(硼含量: 5-25%)可分为低碳(C ≤ 0.05%~0.1%, 9%~25%B)和中碳(C ≤ 2.5%, 4%~19%B)两种。)	CLCD-China 0.9
锰锭	自产圆铸锭	锰硅合金(未分类)	CLCD-China 0.9
天然气	基材	天然气(运输后)	CLCD-China-ECER 0.8
电力	基材	南方电网电力(上网电力)	CLCD-China-ECER 0.8
电力	重熔用普通铝锭	南方电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8
电力	原铝	南方电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8
柴油	原铝	柴油	CLCD-China-ECER 0.8
电力	阳极炭块	南方电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8
天然气	阳极炭块	天然气(运输后)	CLCD-China-ECER 0.8
生产用水	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)[生产]	自来水(水厂净水工艺)(1m ³ 自来水)	lcacontest-t-o6xw@ike-global.com 1.0
天然气	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)[生产]	天然气(运输后)	CLCD-China-ECER 0.8
电力	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)[生产]	南方电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8
天然气	自产圆铸锭	天然气(运输后)	CLCD-China-ECER 0.8
电力	自产圆铸锭	南方电网电力(上网电力)	CLCD-China-ECER 0.8

4.2 数据收集

4.2.1. 铝合金建筑型材（阳极氧化型材）

(1) 过程基本信息

过程名称：铝合金建筑型材（阳极氧化型材）

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业及供应链实际数据

基准年：2022

主要原料：重熔用铝锭、硅锭、镁锭、铝钛硼丝、硅剂、外购圆铸锭、工业硫酸、硝酸、片碱、硫酸镍、硫酸亚锡、封孔剂、包装纸

主要能耗：天然气、电力、水

生产规模：2条氧化生产线

表 3. 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品	铝合金建筑型材(阳极氧化型材)	21,496.72	t	--	--
消耗	PE 保护膜	113.04	t	CLCD-China 0.9	
消耗	包装纸	373.01	t	1042387087@qq.com	
消耗	工业硫酸	1,445.48	t	CLCD-China 0.9	
消耗	基材	21,584.53	t	实景过程数据	
消耗	片碱 NaOH	228.19	t	CLCD-China 0.9	
消耗	硝酸	27.9	t	CLCD-China-ECER 0.8	
消耗	喷粉型材废料	-87.82	t	来自模型	
消耗	生产用水	366,758	m3	lcacontest-t-o6xw@ike-global.com	1.0
消耗	天然气	45,864.50	m3	CLCD-China-ECER 0.8	
消耗	电力	17,266,368.75	kWh	CLCD-China-ECER 0.8	
排放	化学需氧量 [排放到水体(未指定类型)]	11.6	t		
排放	二氧化碳(化石源) [排放到大气(未指定类型)]	99.17	t		
排放	氨氮 [排放到水体(未指定类型)]	0.53	t		

(3) 运输信息

表 4. 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
PE 保护膜	1.13E+05Kg	佛山	清远	52km	货车运输(30t) - 柴油
包装纸	3.73E+05Kg	清远	清远	10km	货车运输(30t) - 柴油
工业硫酸	1.45E+06Kg	清远	清远	26km	货车运输(46t) - 柴油
硝酸	2.79E+04Kg	清远市	清远市	5km	货车运输(18t) - 柴油

片碱 NaOH	2.28E+05Kg	广州市	清远	80km	货车运输 (30t) - 柴油
---------	------------	-----	----	------	-----------------

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

4.2.2. 基材

(1) 过程基本信息

过程名称：基材的生产

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业及供应链实际数据

基准年：2022

生产规模：34 条生产线

表 5. 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品	基材	135,229.4	t	--	--
消耗	外购圆铸锭	46,836.78	t	实景过程数据	
消耗	自产圆铸锭	125,071.15	t	实景过程数据	
消耗	生产用水	233,548	t	CLCD-China-ECER 0.8	
消耗	挤压废料	-36,688.34	t	来自模型	
消耗	天然气	135,229.4	m3	CLCD-China-ECER 0.8	
消耗	电力	50,935,654	kWh	CLCD-China-ECER 0.8	
排放	二氧化碳 (化石源) [排放到大气 (未指定类型)]	13,046.06	t		

(3) 运输信息

表 6. 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
外购圆铸锭	4.68E+07Kg	清远	清远	10km	货车运输 (46t) - 柴油
外购圆铸锭	4.68E+07Kg	佛山	清远	102km	货车运输 (46t) - 柴油
外购圆铸锭	4.68E+07Kg	云南	清远	1250km	货车运输 (46t) - 柴油
外购圆铸锭	4.68E+07Kg	贵州	清远	850km	货车运输 (46t) - 柴油

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

4.2.2.1 外购圆铸锭

(1) 过程基本信息

过程名称：外购圆铸锭

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表供应链实际数据

基准年：2022

表 7. 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品	外购圆铸锭	1	t	--	
消耗	重熔用铝锭	1	t	由【方圆认证】提供	制造圆铸锭的原料
排放	二氧化碳（化石源） [排放到大气（未指定类型）]	949	kg	CNCA-CTS0015-2014 《铝合金建筑型材低碳产品评价方法及要求》	由原料生产制造圆铸锭过程产生的排放

4.2.2.2. 自产圆铸锭

(1) 过程基本信息

过程名称：自产圆铸锭

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业及供应链实际数据

基准年：2022

生产规模：5 条生产线

表 8. 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品	自产圆铸锭	125,071.15	t	--	--
消耗	镁锭	607.45	t	CLCD-China-EC ER 0.8	
消耗	基材挤压废料	53,918.72	t	来自模型	
消耗	重熔用铝锭	77,150.26	t	来自模型	
消耗	生产用水	60,801	t	CLCD-China-EC ER 0.8	
消耗	硅锭	381.68	t	CLCD-China-EC ER 0.8	
消耗	铝钛硼丝	185.42	t	CLCD-China	

				0.9
消耗	锰锭	96.82	t	CLCD-China 0.9
消耗	头尾废铝棒	-7,428.13	t	来自模型
消耗	天然气	9,586,329	m ³	CLCD-China-EC ER 0.8
消耗	电力	6,603,713	kWh	CLCD-China-EC ER 0.8
排放	炉渣, 矿渣, 熔渣 (未指定类型) [生产过程废弃物]	1,200	t	
排放	二氧化硫 [排放到大气 (未指定类型)]	6.98	t	
排放	总颗粒物 [排放到大气 (未指定类型)]	17.17	t	
排放	二氧化碳 (化石源) [排放到大气 (未指定类型)]	20,727.45	t	
排放	氮氧化物 [排放到大气 (未指定类型)]	46.05	t	

(3) 运输信息

表 9. 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
铝钛硼丝	1.85E+05Kg	佛山大沥	清远	100km	货车运输 (10t) -柴油
重熔用铝锭	7.72E+07Kg	佛山	清远	28km	货车运输 (46t) -柴油
硅锭	3.82E+05Kg	佛山大历	清远	80km	货车运输 (10t) -柴油
镁锭	6.07E+05Kg	陕西神目	清远	2300km	货车运输 (30t) -柴油

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

4.3 生命周期清单环境影响指标分析

4.3.1 LCA 结果

在 eFootprint 上建模计算得铝合金建筑型材 (阳极氧化型材) - 铝合金建筑型材 (阳极氧化型材) 的 LCA 计算结果, 计算指标分为气候变化(GWP)、一次能源消耗(PED)、非生物资源消耗潜值(ADP)、水资源消耗(WU)、酸化(AP)、富营养化潜值(EP)、可吸入无机物(RI)、臭氧层消耗(ODP)、光化学臭氧合成(POFP)。

表 10. 环境影响类型指标

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
气候变化(GWP)	kg CO ₂ eq	19960.856
一次能源消耗(PED)	MJ	253033.646
非生物资源消耗潜值(ADP)	kg Sb eq	0.271
水资源消耗(WU)	kg	1312304.072
酸化(AP)	kg SO ₂ eq	97.500
富营养化潜值(EP)	kg PO ₄ ³⁻ eq.	7.286
可吸入无机物(RI)	kg PM _{2.5} eq	38.243
臭氧层消耗(ODP)	kg CFC-11 eq	0.000
光化学臭氧合成(POFP)	kg NMVOC eq	10.964

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以 CO₂ 为基准物质，

4.3.2 过程累积贡献分析

过程累积贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献（即原料消耗所贡献）的累加值。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。

表 11 铝合金建筑型材（阳极氧化型材）LCA 累积贡献结果

名称	GWP (kg CO ₂ eq)	PED (MJ)	ADP (kg Sb eq)	WU (kg)	AP (kg SO ₂ eq)	EP (kg PO ₄ ³⁻ eq)	RI (kg PM _{2.5} eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	POFP (kg NMVOC eq)
铝合金建筑型材（阳极氧化型材）【生产】	2.00E+04	2.53E+05	2.71E-01	1.31E+06	9.75E+01	7.29E+00	3.82E+01	1.75E-04	1.10E+01
直接贡献	4.61E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.01E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
基材	1.93E+04	2.41E+05	2.69E-01	1.31E+06	9.41E+01	6.85E+00	3.72E+01	1.73E-04	1.07E+01
直接贡献	9.69E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
外购圆铸锭	6.44E+03	8.13E+04	9.26E-02	4.58E+05	3.18E+01	2.32E+00	1.27E+01	5.89E-05	3.62E+00
直接贡献	3.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
重熔用铝锭	6.11E+03	8.13E+04	9.26E-02	4.58E+05	3.18E+01	2.32E+00	1.27E+01	5.89E-05	3.62E+00
原铝	6.11E+03	8.13E+04	9.26E-02	4.58E+05	3.18E+01	2.32E+00	1.27E+01	5.89E-05	3.61E+00
电力	1.26E+00	1.78E+01	8.80E-07	4.75E+00	6.66E-03	4.37E-04	1.96E-03	5.77E-09	5.16E-04
天然气	2.80E-01	1.56E+01	3.97E-06	1.31E+00	8.53E-04	6.35E-05	2.09E-04	5.58E-09	9.85E-04
外购圆铸锭 - 重型柴油货车运输(46t)-中国	8.61E+00	8.30E+01	2.92E-05	7.18E+00	1.74E-01	3.13E-02	3.29E-02	7.40E-07	5.26E-02
外购圆铸锭 - 重型柴油货车运输(46t)-中国	6.32E-02	6.09E-01	2.15E-07	5.27E-02	1.28E-03	2.30E-04	2.42E-04	5.43E-09	3.86E-04
外购圆铸锭 - 重型柴油货车运输(46t)-中国	3.11E+00	3.00E+01	1.06E-05	2.59E+00	6.29E-02	1.13E-02	1.19E-02	2.67E-07	1.90E-02
外购圆铸锭 - 重型柴油货车运输(46t)-中国	3.47E-01	3.35E+00	1.18E-06	2.89E-01	7.03E-03	1.26E-03	1.33E-03	2.98E-08	2.12E-03
自产圆铸锭	1.74E+04	2.19E+05	2.48E-01	1.21E+06	8.55E+01	6.21E+00	3.40E+01	1.58E-04	9.75E+00

直接贡献	1.66E+02								
硅锭	3.92E+01	5.13E+02	4.51E-05	1.42E+02	1.61E-01	1.12E-02	6.29E-02	1.03E-07	1.61E-02
天然气	1.98E+01	1.10E+03	2.82E-04	9.26E+01	6.05E-02	4.50E-03	1.48E-02	3.95E-07	6.99E-02
镁锭	1.30E+02	1.71E+03	3.13E-03	5.14E+02	7.01E-01	3.21E-02	1.78E-01	2.52E-07	7.00E-02
镁锭 - 重型柴油货车运输 (30t) - 中国	7.61E-01	7.33E+00	2.58E-06	6.34E-01	1.54E-02	2.76E-03	2.91E-03	6.54E-08	4.65E-03
基材挤压废料	7.79E+03	9.36E+04	1.07E-01	5.28E+05	3.67E+01	2.67E+00	1.46E+01	6.78E-05	4.16E+00
电力	1.45E+00	2.05E+01	1.01E-06	5.46E+00	7.67E-03	5.03E-04	2.26E-03	6.64E-09	5.94E-04
原铝	7.79E+03	9.36E+04	1.07E-01	5.28E+05	3.66E+01	2.67E+00	1.46E+01	6.78E-05	4.16E+00
重熔用铝锭	1.02E+04	1.34E+05	1.53E-01	7.55E+05	5.24E+01	3.81E+00	2.10E+01	9.71E-05	5.95E+00
电力	2.08E+00	2.93E+01	1.45E-06	7.82E+00	1.10E-02	7.20E-04	3.23E-03	9.50E-09	8.49E-04
原铝	1.02E+04	1.34E+05	1.53E-01	7.55E+05	5.24E+01	3.81E+00	2.10E+01	9.70E-05	5.95E+00
重熔用铝锭 - 重型柴油货车运输 (46t) - 中国	9.35E-01	9.01E+00	3.17E-06	7.80E-01	1.89E-02	3.40E-03	3.58E-03	8.03E-08	5.71E-03
生产用水	8.60E-02	1.13E+00	8.08E-08	4.60E+02	4.52E-04	4.65E-05	1.39E-04	1.88E-10	3.44E-05
硅锭 - 重型柴油货车运输 (10t) - 中国	4.05E-02	3.91E-01	1.38E-07	3.38E-02	8.20E-04	1.47E-04	1.55E-04	3.48E-09	2.47E-04
电力	3.62E+01	5.11E+02	2.29E-05	1.36E+02	1.92E-01	1.24E-02	5.63E-02	1.65E-07	1.47E-02
铝钛硼丝	4.43E+01	5.43E+02	4.61E-04	2.47E+02	2.81E-01	2.54E-02	5.58E-02	8.88E-07	2.86E-02
铝钛硼丝 - 重型柴油货车运输 (10t) - 中国	2.46E-02	2.37E-01	8.35E-08	2.05E-02	4.98E-04	8.94E-05	9.41E-05	2.11E-09	1.50E-04
锰锭	5.20E+00	6.50E+01	1.61E-05	3.48E+01	8.18E-03	7.42E-04	8.93E-03	2.92E-08	7.75E-04

头尾废铝棒	-1.07E+03	-1.29E+0 4	-1.47E-02	-7.27E+0 4	-5.05E+00	-3.67E-01	-2.02E+00	-9.34E-06	-5.73E-01
电力	-2.00E-01	-2.82E+0 0	-1.40E-07	-7.53E-0 1	-1.06E-03	-6.94E-05	-3.11E-04	-9.15E-10	-8.18E-05
原铝	-1.07E+03	-1.29E+0 4	-1.47E-02	-7.27E+0 4	-5.05E+00	-3.67E-01	-2.02E+00	-9.34E-06	-5.73E-01
生产用水	3.30E-01	4.35E+00	3.10E-07	1.77E+03	1.74E-03	1.79E-04	5.33E-04	7.24E-10	1.32E-04
电力	2.79E+02	3.94E+03	1.76E-04	1.05E+03	1.48E+00	9.58E-02	4.35E-01	1.27E-06	1.14E-01
挤压废料	-4.86E+03	-6.37E+0 4	-7.25E-02	-3.59E+0 5	-2.49E+01	-1.81E+00	-9.97E+00	-4.62E-05	-2.83E+00
电力	-9.89E-01	-1.39E+0 1	-6.90E-07	-3.72E+0 0	-5.22E-03	-3.43E-04	-1.54E-03	-4.52E-09	-4.04E-04
原铝	-4.86E+03	-6.37E+0 4	-7.25E-02	-3.59E+0 5	-2.49E+01	-1.81E+00	-9.97E+00	-4.61E-05	-2.83E+00
电力	6.31E+02	8.88E+03	4.40E-04	2.37E+03	3.33E+00	2.18E-01	9.80E-01	2.88E-06	2.58E-01
天然气	5.94E-01	3.31E+01	8.44E-06	2.78E+00	1.81E-03	1.35E-04	4.45E-04	1.18E-08	2.09E-03
生产用水	5.51E+00	8.09E+01	1.47E-05	1.85E+01	2.95E-02	4.17E-03	8.29E-03	9.33E-08	3.98E-03
PE 保护膜	7.37E+00	8.52E+02	1.92E-04	3.37E+01	5.39E-03	8.56E-04	1.28E-03	1.71E-09	4.73E-04
PE 保护膜 - 重型柴油 货车运输 (30t) - 中国	2.00E-02	1.93E-01	6.81E-08	1.67E-02	4.06E-04	7.29E-05	7.67E-05	1.72E-09	1.22E-04
包装纸	2.94E+01	3.12E+03	6.95E-04	1.13E+03	3.47E-01	1.91E-01	1.85E-01	1.28E-07	7.82E-03
包装纸 - 重型柴油货 车运输 (30t) - 中国	1.27E-02	1.23E-01	4.32E-08	1.06E-02	2.58E-04	4.62E-05	4.87E-05	1.09E-09	7.77E-05
工业硫酸	3.93E+00	1.30E+02	2.17E-03	8.65E+01	2.10E-02	2.73E-02	4.73E-03	4.16E-08	7.02E-03
工业硫酸 - 重型柴油	1.02E-01	9.82E-01	3.46E-07	8.50E-02	2.06E-03	3.70E-04	3.90E-04	8.76E-09	6.22E-04

货车运输(46t)-中国									
片碱 NaOH	5.60E+00	1.22E+02	1.58E-05	1.52E+02	3.67E-03	4.53E-04	5.68E-04	1.28E-09	1.18E-04
片碱 NaOH - 重型柴油 货车运输(30t)-中国	6.23E-02	6.00E-01	2.11E-07	5.19E-02	1.26E-03	2.26E-04	2.38E-04	5.35E-09	3.80E-04
硝酸	1.47E+00	1.33E+01	7.17E-07	4.91E+01	1.72E-02	3.60E-03	1.72E-03	1.24E-09	2.56E-04
硝酸 - 重型柴油货车 运输(18t)-中国	7.93E-04	7.64E-03	2.69E-09	6.61E-04	1.61E-05	2.88E-06	3.03E-06	6.82E-11	4.84E-06
喷粉型材废料	-7.17E+01	-9.55E+0 2	-1.09E-03	-5.38E+0 3	-3.74E-01	-2.72E-02	-1.49E-01	-6.92E-07	-4.25E-02

4.3.3 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指标变化率。通过分析清单数据对各指标的灵敏度，并配合改进潜力评估，从而辨识最有效的改进点。表中罗列了气候变化(GWP)、一次能源消耗(PED)、非生物资源消耗潜值(ADP)、水资源消耗(WU)、酸化(AP)、富营养化潜值(EP)、可吸入无机物(RI)、臭氧层消耗(ODP)、光化学臭氧合成(POFP)灵敏度的清单数据。

表 12. 清单数据灵敏度表

清单名称	所属过程	GWP (kg CO ₂ eq)	PED (MJ)	ADP (kg Sb eq)	WU (kg)	AP (kg SO ₂ eq)	EP (kg PO ₄ ³⁻ eq)	RI (kg PM _{2.5} eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	POFP (kg NMVOC eq)
基材	铝合金建筑 型材(阳极氧 化型材)【生 产】	96.88%	95.15%	99.1%	100.12%	96.53%	93.97%	97.3%	98.58%	97.83%

自产圆铸锭	基材	86.96%	86.57%	91.62%	92.33%	87.68%	85.16%	88.83%	89.96%	88.96%
重熔用铝锭	自产圆铸锭	51.64%	52.92%	56.25%	57.54%	53.79%	52.35%	54.8%	55.43%	54.31%
原铝	重熔用普通铝锭 (2)	51.63%	52.91%	56.25%	57.54%	53.78%	52.34%	54.8%	55.42%	54.3%
基材挤压废料	自产圆铸锭	39.34%	36.98%	39.32%	40.21%	37.59%	36.58%	38.3%	38.74%	37.96%
原铝	重熔用普通铝锭 (1)	39.34%	36.98%	39.32%	40.21%	37.59%	36.58%	38.3%	38.73%	37.95%
外购圆铸锭	基材	32.51%	32.13%	34.15%	34.93%	32.66%	31.78%	33.27%	33.65%	32.97%
重熔用铝锭	外购圆铸锭	30.85%	32.13%	34.15%	34.93%	32.66%	31.78%	33.27%	33.65%	32.97%
原铝	重熔用普通铝锭	30.84%	32.12%	34.15%	34.93%	32.65%	31.77%	33.27%	33.65%	32.97%
挤压废料	基材	-24.56%	-25.17%	-26.75%	-27.36%	-25.58%	-24.89%	-26.06%	-26.36%	-25.83%
原铝	重熔用普通铝锭 (4)	-24.56%	-25.16%	-26.75%	-27.36%	-25.58%	-24.89%	-26.06%	-26.36%	-25.82%
电力	原铝 (2)	34.74%	38.26%	1.77%	1.97%	37.21%	32.68%	27.93%	17.94%	25.61%
电力	原铝 (1)	24.28%	26.74%	1.24%	1.38%	26%	22.84%	19.52%	12.54%	17.9%

电力	原铝	21.09%	23.23%	1.07%	1.2%	22.59%	19.84%	16.95%	10.89%	15.55%
氧化铝	原铝 (2)	13.21%	11.51%	10.55%	1.01%	13.61%	15.76%	25.31%	18.68%	21.84%
电力	原铝 (4)	-16.52%	-18.19%	-0.84%	-0.94%	-17.69%	-15.54%	-13.28%	-8.53%	-12.18%
氧化铝	原铝 (1)	9.23%	8.04%	7.37%	0.7%	9.52%	11.02%	17.69%	13.05%	15.26%
氧化铝	原铝	8.02%	6.99%	6.4%	0.61%	8.27%	9.57%	15.37%	11.34%	13.26%
阳极炭块	原铝 (2)	1.98%	2.31%	0.46%	54.1%	0.8%	1.12%	0.38%	15.44%	2.45%
氧化铝	原铝 (4)	-6.28%	-5.47%	-5.02%	-0.48%	-6.47%	-7.5%	-12.04%	-8.88%	-10.39%
阳极炭块	原铝 (1)	1.38%	1.62%	0.32%	37.81%	0.56%	0.78%	0.27%	10.79%	1.71%
ground water	阳极炭块 (2)	0%	0%	0%	54.06%	0%	0%	0%	0%	0%
氟化铝	原铝 (2)	0.57%	0.53%	43.1%	0.44%	1.4%	1.05%	0.75%	0.3%	1.42%
阳极炭块	原铝	1.2%	1.41%	0.28%	32.85%	0.49%	0.68%	0.23%	9.37%	1.49%
头尾废铝棒	自产圆铸锭	-5.42%	-5.1%	-5.42%	-5.54%	-5.18%	-5.04%	-5.28%	-5.34%	-5.23%
原铝	重熔用普通铝锭 (3)	-5.42%	-5.09%	-5.42%	-5.54%	-5.18%	-5.04%	-5.28%	-5.34%	-5.23%
ground	阳极炭块	0%	0%	0%	37.78%	0%	0%	0%	0%	0%

water	(1)									
阳极炭块	原铝 (4)	-0.94%	-1.1%	-0.22%	-25.73%	-0.38%	-0.53%	-0.18%	-7.34%	-1.17%
氟化铝	原铝 (1)	0.4%	0.37%	30.12%	0.31%	0.98%	0.73%	0.52%	0.21%	0.99%
ground water	阳极炭块	0%	0%	0%	32.82%	0%	0%	0%	0%	0%

4.4 生命周期解释

4.4.1 假设与局限性说明

本产品生命周期模型建立过程中所有原材料的消耗量均来自于企业实际生产数据，未进行假设。原材料的上游数据来源于其他同类型企业，研究过程中对数据根据物料平衡等进行了合理性修正。

4.4.2 完整性说明

生命周期模型数据模型中上游生产数据完整，无需补充。

4.4.3 数据质量评估结果

报告采用 CLCD 质量评估方法，在 eF 系统上完成对模型清单数据的不确定度评估。本报告研究类型为企业 LCA-代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），得到数据质量评估评估结果见表。

表 13 LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写（单位）	LCA 结果	结果不确定度	结果上下限 (95%置信区间)
气候变化	GWP(kg CO ₂ eq)	19960.856	9.65 %	[1.803E+04, 2.189E+04]]
一次能源消耗	PED(MJ)	253033.646	9.60 %	[2.29E+05,2.77E+05]
非生物资源消耗 潜值	ADP (kg Sb eq)	0.271	12.34 %	[0.24,0.3]
水资源消耗	WU (kg)	1312304.072	14.62 %	[1.12E+06,1.50E+06]
酸化	AP (kg SO ₂ eq)	97.500	7.95 %	[89.75,105.25]
富营养化潜值	EP (kg PO ₄ ³⁻ eq.)	7.286	9.85 %	[6.57,8]
可吸入无机物	RI (kg PM _{2.5} eq)	38.243	7.80 %	[35.26,41.22]
臭氧层消耗	ODP (kg CFC-11 eq)	0.000	9.65 %	[1.79E+04,2.17E+04]
光化学臭氧合成	POFP (kg NMVOC eq)	10.964	9.60 %	[2.29E+05,2.77E+05]

4.4.4 结论与建议

通过对 1t 铝合金建筑型材（阳极氧化型材）的生命周期，从原材料生产、运输到产品生产各阶段的不可再生资源消耗（ADP）、气候变化（GWP）、酸化效应（AP）、富营养化（EP）等环境影响指标的量化、评价和分析，从 4.3

的分析结果，可以看出自产圆铸锭、外购圆铸锭生产对各项环境影响指标均较大。其他各原材料不同环境影响程度不同，这些结果可为下一步开展绿色产品设计、生产更加环境友好的生态产品提供依据。

基于以上分析结果，本产品可在以下四个方面进行改进，以进一步减少产品对环境的影响：

1) 原材料的生产过程中采用的上游原材料以及生产过程原、物料消耗对环境的影响直接影响本产品生命周期环境影响评价结果，建议对不同工艺、来自于不同生产厂家的原材料对环境的影响进行对比分析，从中选择对环境的影响更少、环境更加友好的原物料。

2) 加强供应商管理，促进原材料供应商在原材料生产过程中减少原料、物料和能源消耗，降低对环境的影响。

3) 可以增加外购圆铸锭的比例，减少自产圆铸锭的比例，减少对环境的影响。

4) 通过工艺改进、采取节能降耗措施等，继续减少能源消耗量，减少生产阶段中天然气和电力引起的排放。