

温室气体减排计划

一、公司基本情况

广东亚铝森原铝业有限公司座落于肇庆市大旺高新技术产业开发区亚铝工业城内，占地约 1500 亩，是亚铝集团旗下专业生产铝合金型材的外商合资企业，同时亦是集铝合金型材研发、生产、销售等为一体的“铝型材定点生产企业”。为亚太地区最大规模和最精良的铝型材生产基地，产品广泛应用于建筑、民用、工业、交通运输、电子电器、室内装饰、汽车、航空航天及通讯科技等各个领域。

公司拥有一支优良、高效的精英管理团队。公司团队专业进行铝产品先进工艺、新产品、新型加工技术的研究和开发，自主研发出了“多孔挤压模具”，大大提升了挤压生产效率并充分确保了产品质量的稳定性；同时与技术雄厚的同行企业一起开发出新的表面加工技术——四合一表面处理工艺。领先的技术与庞大的实力，使得公司成为同行业中争相效仿的榜样。

公司拥有从台湾、美国、日本、意大利引进的铝合金型材生产的全套先进生产设备与检测设备。建立了从熔铸、挤压、氧化着色、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳漆喷涂、隔热、抛光染色、管材、深加工等完整的生产流程体系。公司进口设备占总设备的 80%左右，并投产了一条日本宇部 6000 吨挤压线，将满足国内外更大型建筑、工业用铝型材需求。由全球著名的表面处理设备制造商——日本 ALMEXPE 公司制造的全自动立吊式氧化生产线，引进了日本全自动控制系统、着色电源、硅机、五室一体固化炉及上下料装置等先进设备系统。该生产线同时使用碱回收和着色镍回收等降耗环保装置，是一条主要生产消光电泳、透明电泳、着色电泳的大型高效、节能、环保生产线，是目前行业内最大的全自动立吊式铝型材阳极氧化表面处理生产线。先进的设施设备、优良的技术工

艺使公司的产品结构实现了由建筑型材向工业型材、军工型材、航空航天型材、特种铝合金型材等多领域、综合型转变与跨越。

2025 年度温室气体排放核查报告显示, 2025 年 01 月 01 日至 2025 年 12 月 31 日的门到门的温室气体排放量如下:

表1 企业温室气体排放汇总表(tCO₂e)

类 别	排放量
类别一: 直接温室气体排放量(tCO ₂ e)	60904.36
类别二: 输入能源的间接温室气体排放量(tCO ₂ e)	52218.73
排放总量(tCO ₂ e)	113123.09

结合报告计算的“ISO14064 数据收集表”其中的数据和企业的原始数据计算得出熔铸工序的温室气体排放情况:

表2 熔铸工序的温室气体排放

熔铸工序温室气体排放量(tCO ₂ e)	产品产量 (t)	温室气体排放强度 (tCO ₂ e/tAL)
23384.65	118710.70	0.20

熔铸后挤压及表面处理加工工序的温室气体排放强:

表3 熔铸后挤压及表面处理加工工序的温室气体排放

熔铸后加工温室气体排放量 (tCO ₂ e)	产品产量 (t)	温室气体排放强度 (tCO ₂ e/tAL)
89166.47	234489.98	0.38

利用 ASI 实体级温室气体减排路径方法中的规定、ASI 提供的 EXCEL 工作簿绘制形成公司的工艺排放斜率值如下图:

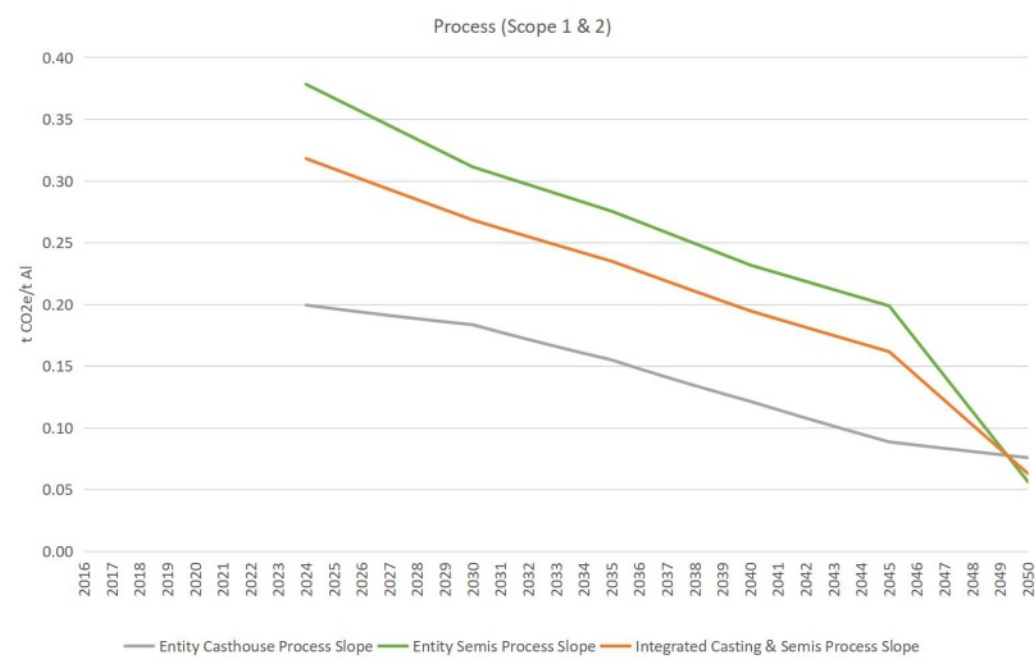


图1 工艺排放斜率值

从“产品的LCA生命周期评价报告”中显示产品的碳足迹为16.6kgCO₂/tAL，消耗的外购铝分别为外购铝锭58014.0737t，外购铝棒数量173649 t，利用ASI 提供的 EXCEL 工作簿绘制采购斜率值，如下图：

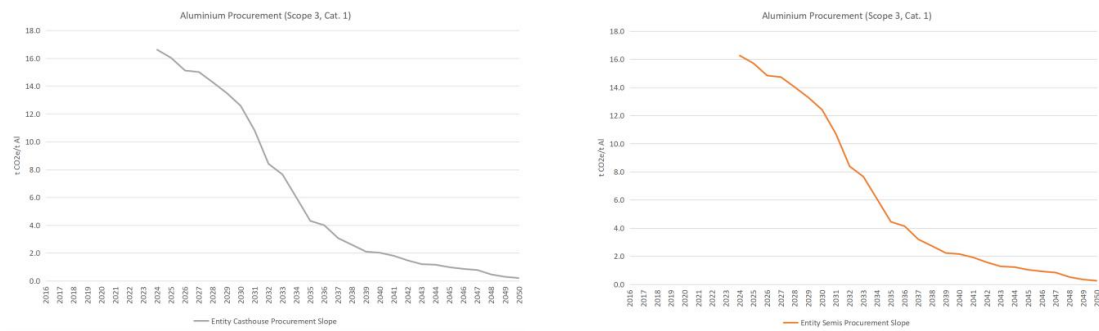


图 2 采购斜率值

二、减排目标和计划

1、 减排目标

公司以 2025 年为基准年，减排目标为排放强度（tCO₂e/tAL），具体如下：

表4 减排目标

范围	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年
熔铸生产（范围1+范围2）	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18
半成品生产（范围1+范围2）	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31
铝锭采购（范围3 一类）	15.1	15.0	14.3	13.5	12.6
铝棒采购（范围3 一类）	14.8	14.7	14.0	13.3	12.4

2、 减排计划

广东亚铝森原铝业有限公司基于温室气体排放量的盘查核算结果，制定了温室气体减排的总体路径，即：对运营排放进行主动式减排，对供应链排放进行优化性减排，对于部分供应链难以减排的部分，则通过设备更换或替换材料的途径进行有限减排，而对于自身无法减排部分，则可通过购买碳汇的方式进行合理抵消。

序号	项目名称	项目实施内容
1	立式喷漆 4#线固化炉节能改造	将 RTO 废气燃烧的热量经换热器引到固化炉，从而减少固化炉天然气消耗量。采用合同能源管理方式。
2	空压机站改造	因原空压机为螺杆机，使用年限久，产气量和能效降低，计划改为高效离心式空压机。通过合同能源管理模式开展空压机改造
3	挤压机铝棒加热炉升级改造	挤压生产线旧铝棒加热炉，已经使用 16 年，能耗高。对其进行升级改造为全新低能耗加热炉。
4	中转 5#、8#时效炉购销合同	更换 5#、8#时效炉，将性能差的设备替换掉，提高设备的保温性能，减少能源消耗，降低温室气体排放。
5	3#、5#铝棒冷却炉升级	针对原有继电器逻辑控制模式冷却效果差、电耗高、人工操作繁琐等问题，采用 PLC、人机界面与变频器联动控制方案
6	物料运输排放	对供应商来料送货进行精细化管理，将节能降碳的管理范围向上延伸，考虑将运输载具的节能程度、运输效率等纳入供应商考核范围；对供应商宣传贯彻公司的降碳理念和路径，促进产业链的整体绿色发展。

序号	项目名称	项目实施内容
7	废弃物运输排放	对废弃物运输进行精细化管理，将节能降碳的管理范围向下延伸，考虑将运输载具的节能程度、运输效率等纳入运输供应商考核范围；对供应商宣传贯彻公司的降碳理念和路径，促进产业链的整体绿色发展；优化产品生产工艺流程，控制废弃物的产生，降低废弃物运输总量。
8	员工差旅排放	对员工差旅进行精细化管理，将节能低碳的出行方式考虑在员工差旅管理规则中；对相关员工宣传贯彻公司的降碳理念和路径，提倡线上会议等绿色低碳的沟通形式。

广东亚铝森原铝业有限公司
铝合金建筑型材（喷粉型）产品
产品生命周期评价

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：2026年03月20日

企业名称	广东亚铝森原铝业有限公司		
企业地址	肇庆高新区亚洲铝业工业城 2-9#挤压车间		
统一社会信用代码	91441200570189837L		
企业性质	有限责任公司(非自然人投资或控股的法人独资)		
联系人	吴龙松	联系方式(电话)	13760064982

验证结果:

依据GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价 原则与框架》、GB/T 24044-2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》、T/CCAA 81:2024《铝合金建筑型材生命周期评价技术规范》(产品种类规则)等相关标准,方圆标志认证集团广东有限公司对广东亚铝森原铝业有限公司生产的铝合金建筑型材(喷粉型)产品生命周期进行了评价,结果如下:

- (1) 符合 GB/T 24040-2008 以及 GB/T 24044-2008 的相关要求;
- (2) 符合 T/CCAA 81:2024《铝合金建筑型材生命周期评价技术规范》的要求;
- (3) 经验证的产品生命周期结果如下:

1) 声明单位

以 1t 铝合金建筑型材(喷粉型)为声明单位。

2) 系统边界

系统边界为原材料获取和加工、原材料运输、产品生产阶段的生命周期各阶段。

3) 评价期

2025 年 1 月 1 日-2025 年 12 月 31 日

4) 产品生命周期

表 1 1t 铝合金建筑型材(喷粉型)环境影响特征化类型情况

序号	环境影响特征化类型	数值	单位
1	不可再生资源消耗(ADP)	1.26E-02	kg Sb eq.
2	气候变化(GWP)	1.66E+04	kg CO ₂ eq.
3	酸化效应(AP)	1.30E+02	mol H ⁺ eq.
4	富营养化(EP)	7.53E+00	kg P eq.

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数据库,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	左吉昌	签名	左吉昌	日期	2026.03.20
评价组成员	卢丽洁 (卢丽洁)				
技术复核人	吴煜坤	签名	吴煜坤	日期	2026.03.20
批准人	卞勇	签名	卞勇	日期	2026.03.20

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 铝合金建筑型材（喷粉型）生产工艺流程.....	2
三、生命周期评价信息	4
3.1 目标与范围定义.....	4
3.1.1 目标定义.....	4
3.1.2 范围定义.....	4
3.2 数据收集.....	9
3.2.1 原材料获取和加工阶段.....	9
3.2.2 原材料运输阶段.....	10
3.2.3 产品生产阶段.....	11
3.3 生命周期清单环境影响指标分析.....	12
3.3.1 LCA 结果.....	13
3.3.2 过程累积贡献分析.....	13
3.3.3 清单数据灵敏度分析.....	15
3.4 生命周期解释.....	16
3.4.1 假设与局限性说明.....	16
3.4.2 完整性说明.....	17
3.4.3 数据质量评估结果.....	17
3.4.4 结论与建议.....	17

一、企业基本信息

广东亚铝森原铝业有限公司（原名：肇庆高新区森原铝业有限公司，下称“亚铝森原”或“公司”）是成立于 2011 年的独立经营的法人企业。

亚铝森原坐落于肇庆市大旺高新技术产业开发区亚铝工业城内，是国家高新技术企业，顺利通过 ISO 9001、ISO 14001、ISO 50001、ISO 45001、IATF16949、ISO14025、ISO17025 以及低碳产品认证、绿色建材产品认证、EPD（III型环境声明）、节能产品认证、Qualicoat & Qualanod 产品认证等。企业通过稳步增长和发展，已经成为国家高新技术企业，是高新区制造业十强、创新十强、市工业 50 强、“AAG 亚铝”品牌，也多次获得“中国铝型材十强”、“行业十大首选品牌”、“房地产 500 强供应商”、智能制造创新先行企业等荣誉，多年来在铝材行业十大品牌、中国铝型材十强企业 中位居前列。

公司不断更新和增加了多条从模具到挤压直至表面处理的进口自动化设备，拥有全世界最先进的挤压生产线、全自动喷粉生产线、全自动立、卧式喷漆线、全自动立式阳极氧化生产线；年产能超 60 万吨。从模具设计、加工到仓储，运用最先进的 ERP 和 MES 企业管理系统进行一线贯通，产线规模和生产能力完全满足广大客户的不同产品需求。

二、产品信息

2.1 产品名称

铝合金建筑型材（喷粉型）。

2.2 铝合金建筑型材（喷粉型）生产工艺流程

铝合金建筑型材（喷粉型）产品是以铝锭、外购棒等为原材料经挤压、喷涂等多项工艺加工而成，其生产工艺流程如下：

（1）熔铸工序

将检验合格的外购原材料按照工艺要求的环境下进行熔铸，熔炼过程中通过添加含有硅镁等元素的物质调整各类组成成分的比例，以达到预期的物理和化学性能。熔铸流程示意如下：

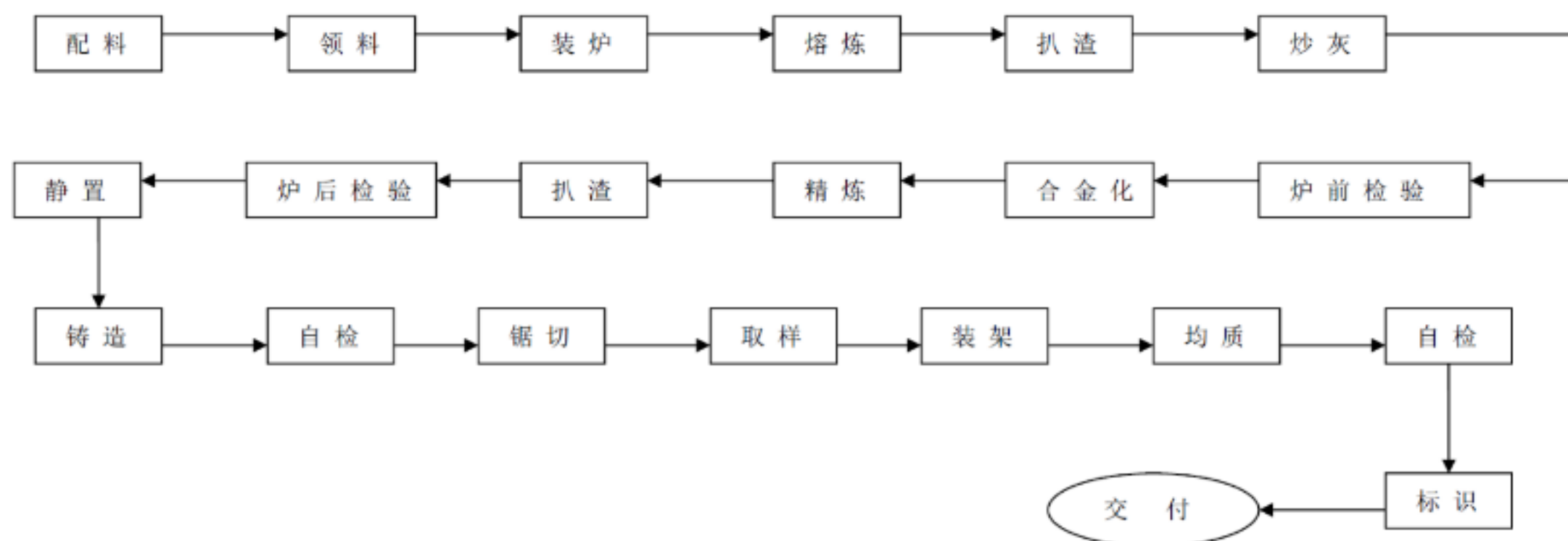


图2.1 圆铸锭生产工艺流程图

（2）挤压工序

挤压是型材成形的手段。先根据型材产品断面设计、制造出挤压模具，利用挤压机将加热好的圆铸锭从模具中挤出成形。在挤压生产线配备在线淬火装置及其后的人工时效，以完成热处理强化。不同牌号的铝合金采用不同的热处理制度。挤压工序流程示意如下：

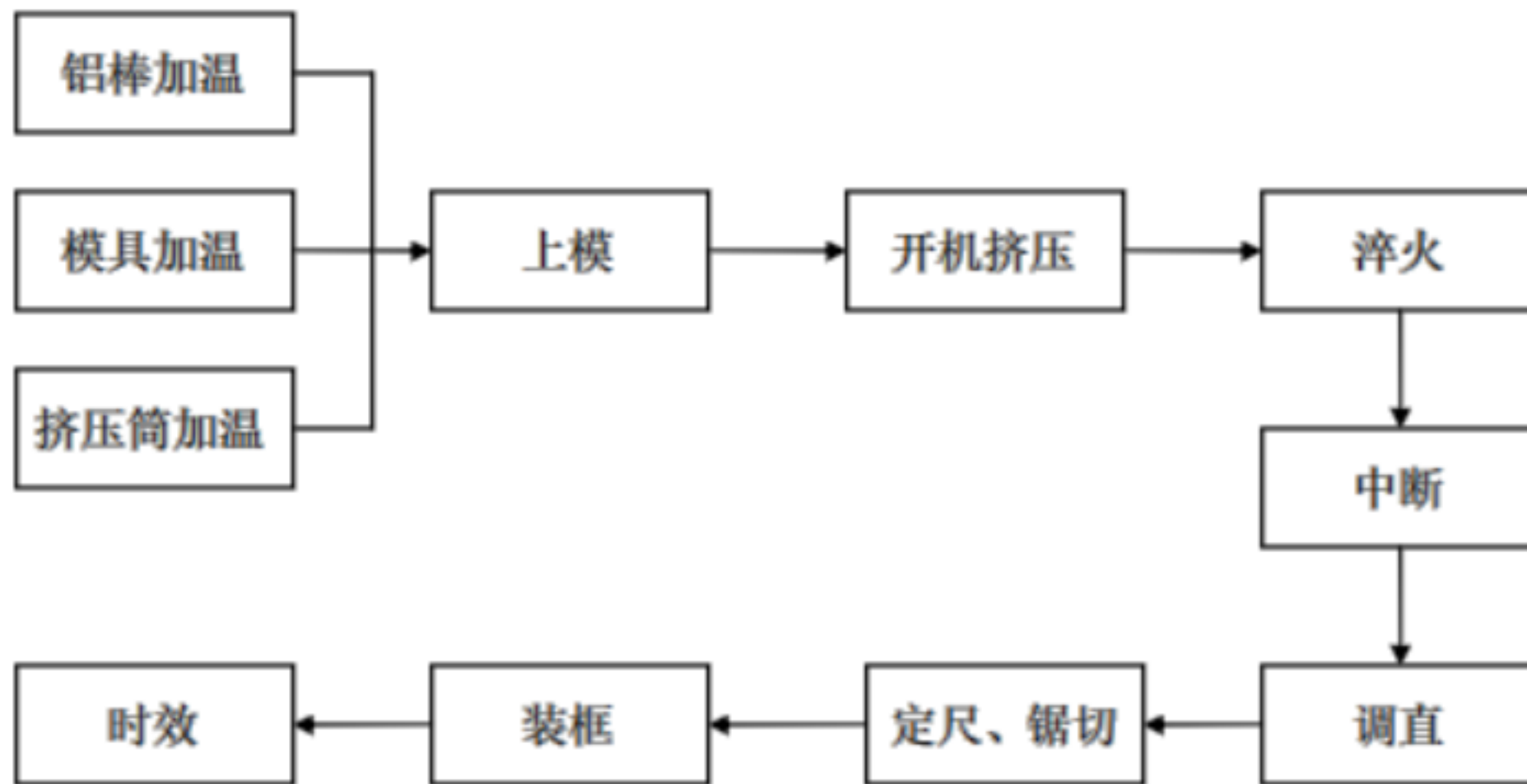


图 2.2 挤压生产工艺流程图

(3) 粉末喷涂工序

型材上线后就进入粉末喷涂生产线。先对型材表面进行表面预处理，使其表面形成一层能增强涂层与铝基体结合力的转化膜，然后进行粉末喷涂。粉末涂料是以聚酯树脂为基材配以色料和其它添加剂的粉末状涂料。喷涂过程也是在高压静电场的作用下用喷枪将粉末均匀地喷涂在型材的表面。

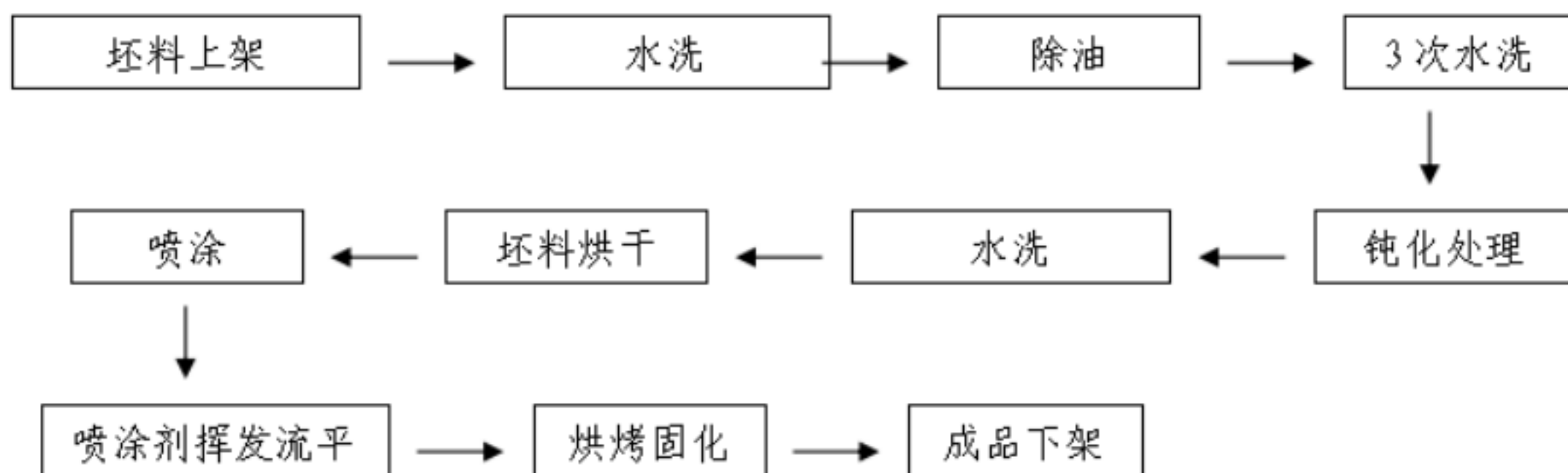


图 2.3 粉末喷涂工艺流程图

三、生命周期评价信息

3.1 目标与范围定义

3.1.1 目标定义

3.1.1.1 产品信息

本研究的研究对象为：1t 铝合金建筑型材（喷粉型），具体信息如下：

产品类别：建材

形状与形态：型材

3.1.1.2 声明单位与基准流

本报告以 1t 铝合金建筑型材（喷粉型）为声明单位。

3.1.1.3 数据代表性

报告代表企业 LCA-代表此企业（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：2025 年 1 月 1 日-2025 年 12 月 31 日
- (2) 地理代表性：中国
- (3) 技术代表性，包括以下方面：
 - 主要原料：铝锭、外购棒等
 - 主要能耗：天然气、电力

3.1.2 范围定义

3.1.2.1 系统边界

本研究的系统边界为铝合金建筑型材（喷粉型）的生命周期。主要包括原材料获取和加工、原材料运输、产品生产阶段的生命周期各阶段。

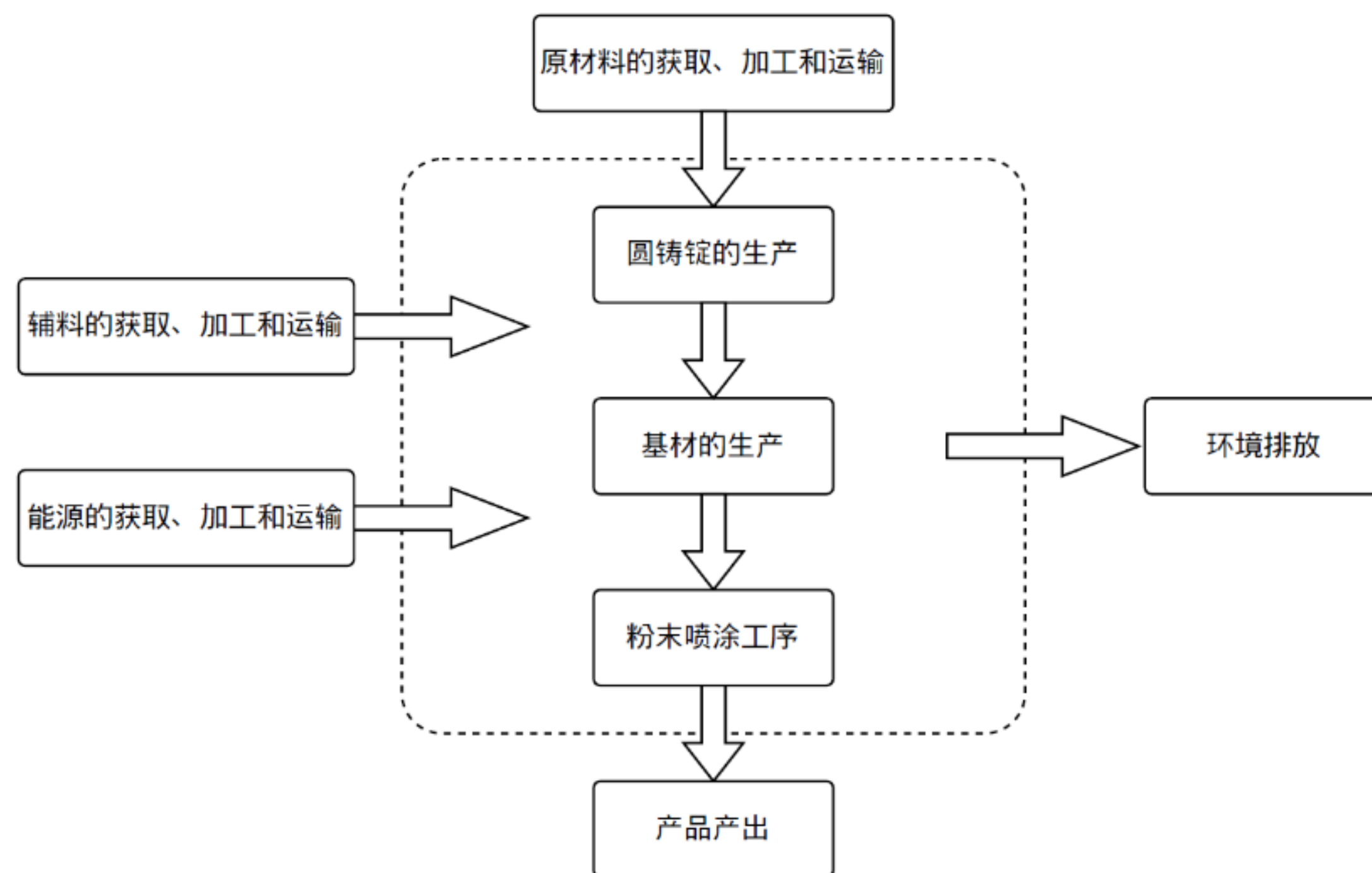


图 3.1 1t 铝合金建筑型材（喷粉型）产品生命周期系统边界图

3.1.2.2 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；
- 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的项目输入可忽略；
- 所有舍弃项目均应在报告中予以说明，舍弃量不超过总体 5%，舍弃量不超过各工序流程的 3%；
- 大气、水体的各种排放均列出；
- 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- 取舍准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。

3.1.2.3 环境影响类型

本研究选择了 4 种环境影响类型指标进行了计算，分别为不可再生资源消耗（ADP）、气候变化（GWP）、酸化效应（AP）、富营养化（EP）。

表 3.1 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
不可再生资源消耗（ADP）	kg Sb eq.	铁,锰,铜...
气候变化（GWP）	kg CO ₂ eq.	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O....
酸化效应（AP）	mol H ⁺ eq.	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
富营养化（EP）	kg P eq.	NH-3, NH4-N, COD...

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, CFP），其单位为 kg CO₂ eq.。

3.1.2.4 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蒙特卡洛分析方法。

蒙特卡洛分析方法对模型中的消耗与排放清单数据，从可靠性、完整性、时间相关性、地域相关性、进一步的技术关系等五个方面进行评估。数据库中包含背景数据库的上游背景过程数据的不确定度。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。

3.1.2.5 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。

本次评价中，由于基材为阳极氧化、喷粉、喷漆、隔热等产品共用，故根据产品产量（重量）对基材上游的原材料、能源、包装消耗、环境排放等进行了分配，喷粉型材生产工序专用的喷涂粉末无需分摊。

3.1.2.6 软件与数据库

本研究采用 SimaPro10.3.0.1 软件系统，建立了铝合金建筑型材（喷粉型）产品生命周期模型，并使用 EN 15804 + A2 Method V1.04 / EF 3.0 normalization and weighting set 方法计算得到 LCA 结果。

在 SimaPro10.3.0.1 软件中建立的本产品 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表 3.2 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
铝锭	原材料/物料	Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to aluminium, cast alloy market Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
硅锭	原材料/物料	Silicon, metallurgical grade {RoW} silicon production, metallurgical grade Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
镁锭	原材料/物料	Magnesium {CN} magnesium production, pidgeon process Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
铝钛硼丝	原材料/物料	同类替代	Ecoinvent 3.11
挤压废料	原材料/物料	Aluminium scrap, new {GLO} aluminium scrap, new, Recycled Content cut-off Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
外购铝棒	原材料/物料	同类替代	Ecoinvent 3.11
脱脂剂	原材料/物料	同类替代	Ecoinvent 3.11
无铬钝化剂	原材料/物料	同类替代	Ecoinvent 3.11
粉末	原材料/物料	Coating powder {RoW} coating powder production Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
保护膜	原材料/物料	Packaging film, low density polyethylene {RoW} packaging film production, low density polyethylene Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
包装纸	原材料/物料	Kraft paper {RoW} kraft paper production Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
铝锭的运输	原材料/物料 运输	Transport, freight, lorry, diesel, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
硅锭的运输	原材料/物料 运输	Transport, freight, lorry, diesel, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	Ecoinvent 3.11

镁锭的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, diesel, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
铝钛硼丝的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, diesel, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
外购铝棒的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, diesel, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
脱脂剂的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Conseq, U	Ecoinvent 3.11
无铬钝化剂的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Conseq, U	Ecoinvent 3.11
粉末的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Conseq, U	Ecoinvent 3.11
保护膜的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Conseq, U	Ecoinvent 3.11
包装纸的运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Conseq, U	Ecoinvent 3.11
自产圆铸锭生产用水	产品生产	Tap water {RoW} market for tap water Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
圆铸锭生产消耗天然气	产品生产	Natural gas, low pressure {RoW} market for natural gas, low pressure Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
圆铸锭生产消耗电力	产品生产	2024 年全国电力平均碳足迹因子	/
圆铸锭生产消耗天然气使用排放	产品生产	天然气使用	/
铝灰渣	产品生产	Electric arc furnace slag {RoW} market for electric arc furnace slag Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
除尘灰	产品生产	Fly ash and scrubber sludge {RoW} market for fly ash and scrubber sludge Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
挤压生产用水	产品生产	Tap water {RoW} market for tap water Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
外购棒均质消耗天然气	产品生产	Natural gas, low pressure {RoW} market for natural gas, low pressure Cut-off, U	Ecoinvent 3.11

挤压生产消耗 天然气	产品生产	Natural gas, low pressure {RoW} market for natural gas, low pressure Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
挤压生产消耗 电力	产品生产	2024 年全国电力平均碳足迹因子	/
外购棒均质消 耗天然气使用 排放	产品生产	天然气使用	/
挤压生产消耗 天然气使用排 放	产品生产	天然气使用	/
喷粉生产消耗 用水	产品生产	Tap water {RoW} market for tap water Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
喷粉生产消耗 天然气	产品生产	Natural gas, low pressure {RoW} market for natural gas, low pressure Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
喷粉生产消耗 电力	产品生产	2024 年全国电力平均碳足迹因子	/
喷粉生产消耗 天然气使用排 放	产品生产	天然气使用	/
厂内运输用柴 油	产品生产	Diesel {RoW} diesel production, petroleu m refinery operation Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
厂内运输用柴 油使用排放	产品生产	柴油使用	/
表面处理废物	产品生产	Waste polyurethane {RoW} market for wa ste polyurethane Cut-off, U	Ecoinvent 3.11
废水处理		Wastewater, average {RoW} treatment of wastewater, average, wastewater treatment Cut-off, U	Ecoinvent 3.11

3.2 数据收集

3.2.1 原材料获取和加工阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：原材料获取和加工

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业及供应商实际数据

基准年：2025 年 1 月至 12 月

1t 铝合金建筑型材（喷粉型）产品生产过程中消耗的原材料清单及背景数据见下表 3.3。原材料生产过程数据中来自数据库。

表 3.3 原材料获取和加工阶段清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	数据来源
产品产出	铝合金建筑型材（喷粉型）	1	吨	--	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	铝锭	248.375	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	硅锭	1.159	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	镁锭	1.781	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	铝钛硼丝	0.697	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	挤压废料	286.236	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	外购铝棒	743.440	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	脱脂剂	0.755	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	无铬钝化剂	0.029	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	粉末	30.705	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	保护膜	0.875	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料	包装纸	0.012	kg	Ecoinvent 3.11	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》

3.2.2 原材料运输阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：原材料运输阶段

过程边界：原材料的运输

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

产地：中国

基准年：2025年1月1日-2025年12月31日

表 3.4 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	数据来源
原材料/物料运输	铝锭的运输	181.562	tkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	硅锭的运输	231.823	kgkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	镁锭的运输	0.356	tkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	铝钛硼丝的运输	139.397	kgkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	外购铝棒的运输	148.688	tkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	脱脂剂的运输	150.963	kgkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	无铬钝化剂的运输	5.765	kgkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	粉末的运输	6140.960	kgkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	保护膜的运输	174.930	kgkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
原材料/物料运输	包装纸的运输	2.415	kgkm	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》

3.2.3 产品生产阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：产品生产

过程边界：产品的生产

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

产地：中国

基准年：2025年1月1日-2025年12月31日

表 3.5 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	数据来源
产品生产	自产圆铸锭生产用水	487.818	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	圆铸锭生产消耗天然气	40.607	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	圆铸锭生产消耗电力	25.958	kWh	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	圆铸锭生产消耗天然气使用排放	40.607	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	铝灰渣	11.497	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	除尘灰	0.107	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	挤压生产用水	639.791	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	外购棒均质消耗天然气	22.131	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	挤压生产消耗天然气	31.562	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	挤压生产消耗电力	331.267	kWh	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	外购棒均质消耗天然气使用排放	22.131	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	挤压生产消耗天然气使用排放	31.562	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	喷粉生产消耗用水	904.367	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	喷粉生产消耗天然气	19.083	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	喷粉生产消耗电力	76.405	kWh	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	喷粉生产消耗天然气使用排放	19.083	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	厂内运输用柴油	0.905	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	厂内运输用柴油使用排放	0.905	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	表面处理废物	0.590	kg	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》
产品生产	废水处理	0.720	m ³	《喷粉铝型材 LCA 数据资料收集表》

3.3 生命周期清单环境影响指标分析

3.3.1 LCA 结果

在 SimaPro 上建模计算得 1t 铝合金建筑型材（喷粉型）的 LCA 计算结果，计算指标分为不可再生资源消耗（ADP）、气候变化（GWP）、酸化效应（AP）、富营养化（EP）。

表 3.6 1t 铝合金建筑型材（喷粉型）LCA 结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
不可再生资源消耗（ADP）	kg Sb eq.	6.30E-02
气候变化（GWP）	kg CO ₂ eq.	1.83E+04
酸化效应（AP）	mol H ⁺ eq.	1.07E+02
富营养化（EP）	kg P eq.	3.63E+00

3.3.2 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 3.7 1t 铝合金建筑型材（喷粉型）LCA 累积贡献结果

名称	不可再生资源消耗（ADP）	气候变化（GWP）	酸化效应（AP）	富营养化（EP）
铝合金建筑型材（喷粉型）	1.26E-02	1.66E+04	1.30E+02	7.53E+00
原材料获取和加工阶段				
铝锭	3.35E-03	4.72E+03	3.21E+01	1.41E+00
硅锭	1.01E-05	1.52E+01	7.86E-02	4.92E-03
镁锭	9.69E-05	4.82E+01	1.72E-01	1.10E-02
铝钛硼丝	7.31E-05	1.23E+01	7.68E-02	3.02E-03
挤压废料	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
外购铝棒	6.92E-03	1.09E+04	9.54E+01	6.00E+00
脱脂剂	8.06E-06	4.82E-01	3.36E-03	2.40E-04
无铬钝化剂	2.61E-06	1.13E-01	1.06E-03	6.17E-05
粉末	1.88E-03	2.38E+02	1.34E+00	7.82E-02

保护膜	1.27E-05	3.18E+00	1.12E-02	7.90E-04
包装纸	3.38E-08	-8.00E-03	5.68E-05	1.36E-05
原材料运输阶段				
铝锭的运输	9.36E-05	3.00E+01	1.34E-01	3.24E-03
硅锭的运输	1.20E-07	3.83E-02	1.71E-04	4.14E-06
镁锭的运输	1.84E-07	5.89E-02	2.63E-04	6.36E-06
铝钛硼丝的运输	7.19E-08	2.30E-02	1.03E-04	2.49E-06
外购铝棒的运输	7.67E-05	2.46E+01	1.10E-01	2.65E-03
脱脂剂的运输	4.33E-08	2.11E-02	8.07E-05	2.21E-06
无铬钝化剂的运输	1.65E-09	8.04E-04	3.08E-06	8.44E-08
粉末的运输	1.76E-06	8.57E-01	3.28E-03	8.99E-05
保护膜的运输	5.02E-08	2.44E-02	9.35E-05	2.56E-06
包装纸的运输	6.93E-10	3.37E-04	1.29E-06	3.53E-08
产品生产阶段				
自产圆铸锭生产用水	2.66E-06	5.98E-01	3.13E-03	2.22E-04
圆铸锭生产消耗天然气	3.66E-05	2.65E+01	6.35E-02	1.26E-03
圆铸锭生产消耗电力	0.00E+00	1.61E+01	0.00E+00	0.00E+00
圆铸锭生产消耗天然气使用排放	0.00E+00	8.79E+01	5.46E-02	0.00E+00
铝灰渣	1.01E-05	3.96E+00	1.28E-02	3.33E-03
除尘灰	1.30E-07	1.90E-01	3.52E-04	7.55E-06
挤压生产用水	3.49E-06	7.84E-01	4.10E-03	2.91E-04
外购棒均质消耗天然气	2.00E-05	1.44E+01	3.46E-02	6.85E-04
挤压生产消耗天然气	2.85E-05	2.06E+01	4.93E-02	9.77E-04
挤压生产消耗电力	0.00E+00	1.91E+02	0.00E+00	0.00E+00
外购棒均质消耗天然气使用排放	0.00E+00	4.79E+01	2.98E-02	0.00E+00
挤压生产消耗天然气使用排放	0.00E+00	6.83E+01	4.25E-02	0.00E+00

喷粉生产消耗用水	4.94E-06	1.11E+00	5.80E-03	4.11E-04
喷粉生产消耗天然气	1.72E-05	1.24E+01	2.98E-02	5.91E-04
喷粉生产消耗电力	0.00E+00	4.74E+01	0.00E+00	0.00E+00
喷粉生产消耗天然气 使用排放	0.00E+00	4.13E+01	2.57E-02	0.00E+00
厂内运输用柴油	4.56E-07	8.16E-01	2.96E-03	3.74E-05
厂内运输用柴油使用 排放	0.00E+00	2.85E+00	1.03E-02	0.00E+00
表面处理废物	3.86E-08	4.06E-01	3.39E-03	1.74E-06
废水处理	1.09E-06	6.06E-01	1.70E-03	1.31E-03

3.3.3 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。表中罗列了不可再生资源消耗（ADP）、气候变化（GWP）、酸化效应（AP）、富营养化（EP）灵敏度的清单数据。

表 3.8 清单数据灵敏度表

名称	不可再生资源 消耗 (ADP)	气候变化 (GWP)	酸化效应 (AP)	富营养化 (EP)
原材料获取和加工阶段小计	97.65%	96.14%	99.52%	99.80%
铝锭	26.47%	28.47%	24.75%	18.78%
硅锭	0.08%	0.09%	0.06%	0.07%
镁锭	0.77%	0.29%	0.13%	0.15%
铝钛硼丝	0.58%	0.07%	0.06%	0.04%
挤压废料	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
外购铝棒	54.70%	65.75%	73.48%	79.72%
脱脂剂	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%
无铬钝化剂	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
粉末	14.87%	1.43%	1.03%	1.04%
保护膜	0.10%	0.02%	0.01%	0.01%
原材料运输阶段小计	1.36%	0.34%	0.19%	0.08%
铝锭的运输	0.74%	0.18%	0.10%	0.04%
硅锭的运输	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
镁锭的运输	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

铝钛硼丝的运输	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
外购铝棒的运输	0.61%	0.15%	0.08%	0.04%
脱脂剂的运输	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
无铬钝化剂的运输	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
粉末的运输	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%
保护膜的运输	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
包装纸的运输	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
产品生产阶段小计	0.19%	3.68%	0.30%	0.16%
自产圆铸锭生产用水	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
圆铸锭生产消耗天然气	0.29%	0.16%	0.05%	0.02%
圆铸锭生产消耗电力	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%
圆铸锭生产消耗天然气使用排放	0.00%	0.53%	0.04%	0.00%
铝灰渣	0.08%	0.02%	0.01%	0.04%
除尘灰	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
挤压生产用水	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%
外购棒均质消耗天然气	0.16%	0.09%	0.03%	0.01%
挤压生产消耗天然气	0.23%	0.12%	0.04%	0.01%
挤压生产消耗电力	0.00%	1.15%	0.00%	0.00%
外购棒均质消耗天然气使用排放	0.00%	0.29%	0.02%	0.00%
挤压生产消耗天然气使用排放	0.00%	0.41%	0.03%	0.00%
喷粉生产消耗用水	0.04%	0.01%	0.00%	0.01%
喷粉生产消耗天然气	0.14%	0.07%	0.02%	0.01%
喷粉生产消耗电力	0.00%	0.29%	0.00%	0.00%
喷粉生产消耗天然气使用排放	0.00%	0.25%	0.02%	0.00%
厂内运输用柴油	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
厂内运输用柴油使用排放	0.00%	0.02%	0.01%	0.00%
表面处理废物	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
废水处理	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%

3.4 生命周期解释

3.4.1 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数据库，研究过程中对数据根据物料平衡等进行了合理性修正。

3.4.2 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。

3.4.3 数据质量评估结果

本报告在 SimaPro 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 3.9 LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写（单位）	LCA 结果	结果上下限
不可再生资源消耗 (ADP)	kg Sb eq.	1.26E-02	[9.03E-02, 1.76E-02]
气候变化 (GWP)	kg CO ₂ eq.	1.66E+04	[1.32E+04, 2.26E+04]
酸化效应 (AP)	mol H ⁺ eq.	1.30E+02	[9.20E+01, 1.86E+02]
富营养化 (EP)	kg P eq.	7.53E+00	[2.32E+00, 1.41E+01]

3.4.4 结论与建议

通过对 1t 铝合金建筑型材（喷粉型）的生命周期，从原材料获取和加工、原材料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 3.3 的分析结果，可以看出原材料铝锭的生产对不可再生资源消耗 (ADP)、气候变化 (GWP)、酸化效应 (AP)、富营养化 (EP) 的环境指标贡献均较大，其他不同原材料获取和加工、运输、产品生产对环境影响程度各有不同，这些结果可为下一步开展绿色制造体系建设、节能改造以及“降碳”等提供依据。

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) 原材料获取和加工阶段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影响进行对比分析，优化产品的设计、工艺和产品所需配料配比，选择低碳环保的包装材料，从而实现原物料环境影响

更少、环境更加友好的目的；

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) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源运载工具等措施，减少生产过程中的能源消耗，降低对环境的影响；

4) 加强产品运输管理，提升运输效率，减少运输柴油消耗，减少产品运输对环境的影响。