

山东南山铝业股份有限公司

生命周期评估报告

二零二零年七月二十九日

1、研究内容

研究对象选用铝板带材生产的整个产业链生命周期评价，可分为下述 4 个部分。

- 1.1 确定 LCA 的目标、生命周期的范围和系统边界；
- 1.2 进行清单分析，即确定整个流程的输入与输出。输入包括原材料、辅助材料、能源等；输出包括向自然界排放的废水、废气、废渣等；
- 1.3 进行影响评价，即对清单数据进行定量评价；
- 1.4 结果解释，即对影响评价的结果进行说明。

2、研究方法

2.1 目标和系统边界界定

2.1.1 研究对象为 1 吨铝板带材产品的整个铝产业链全生命周期。

2.1.2 研究范围

铝板带材产品生产整个铝产业链的全生命周期包括氧化铝生产、电解铝水生产、铝板带生产。

氧化铝产品的生产在社会经济系统中的生命周期研究范围可划分为五个阶段：原料获取（铝土矿获取）、原料运输、产品加工（氧化铝生产加工）、产品使用（发往客户生产）和产品处置（赤泥库堆存）。产品处置包括运输、赤泥压滤两个过程。

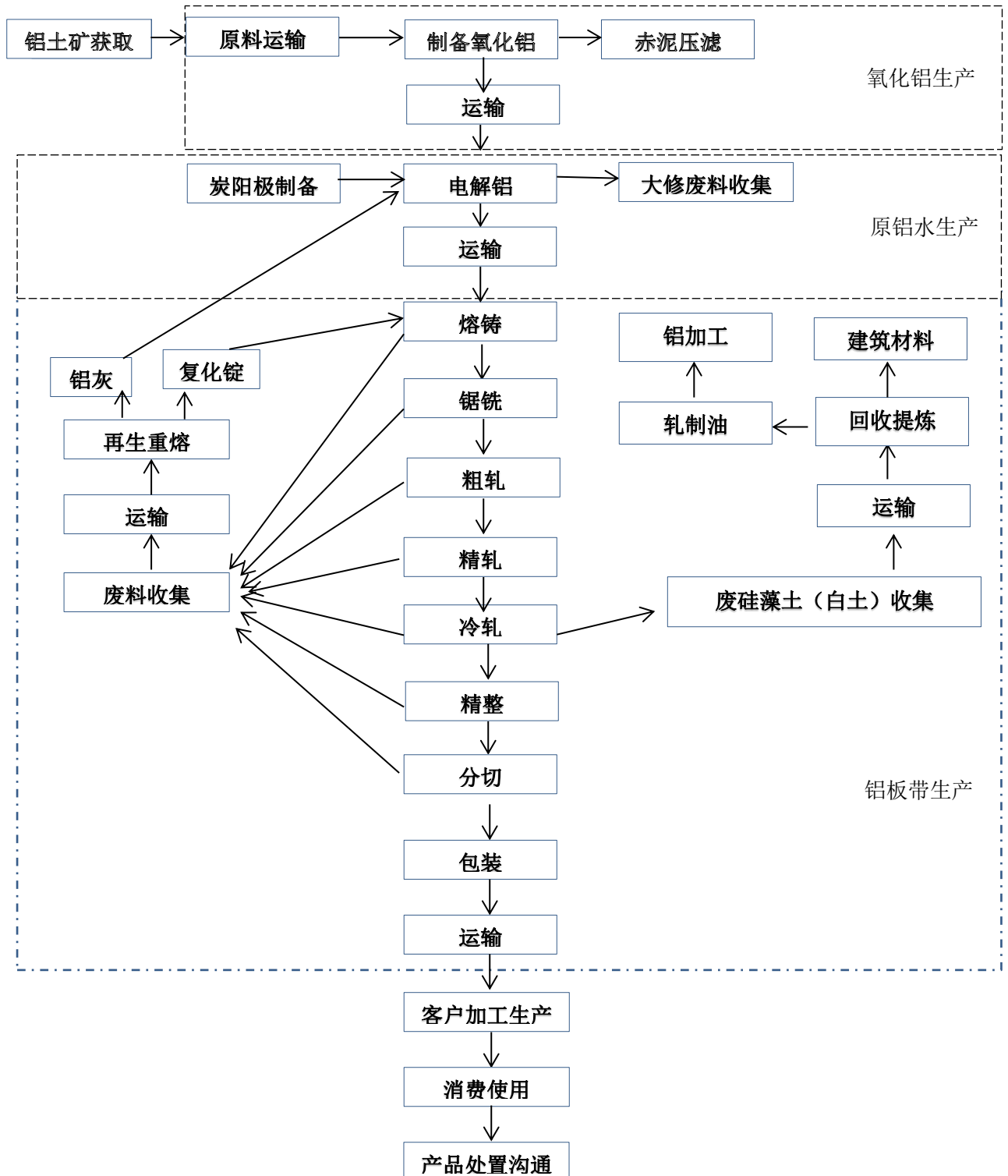
电解铝水生产在社会经济系统中的生命周期研究范围划分为五个阶段：原料获取（氧化铝获取、炭阳极制备）、原料运输、产品加工（电解生产）、产品使用（发往客户生产）和产品处置（大修废料处置）。电解铝大修废料委托具有相关处理资质单位进行专业化处理。

铝板带材产品生产在社会经济系统中的生命周期研究范围划分为 5 个阶段：原料获取（铝板带坯料获取）、原料运输、产品加工（铝板带生产加工）、产品使用（发往客户生产）和产品处置（再生铝熔铸）。产品处置包括废料重熔、含油过滤土（硅藻土、白土）回收提炼 2 个过程。铝板带废料可以经过熔铸厂进行重熔，重熔所得铝水可直接用于再铸造；含油过滤土（硅藻土、白土）经过加热精馏提油设备，将轧

制油和硅藻土、白土用物理法分开。精馏出的轧制油可在相同或相似行业连续使用，不会对产品及设备造成影响，硅藻土和白土中由于含有铝屑颗粒，可作为建筑建材行业的原材料重复利用。

铝板带全生命周期范围如图 1 所示。

图 1 铝板带生命周期评价范围（全产业链）



2.2 清单分析

铝板带产品整个铝产业链全生命周期的清单数据主要通过通过对企业的现场调研获得，具体数据详见下面表 1-表 8 所示。其中，数据的主要来源是龙口东海氧化铝公司、铝业公司、铝压延公司、中厚板公司的生产现场。由表 1-表 8 的数据，通过计算，可以得出铝板带产品整个铝产业链全生命周期清单数据，结果如下表 9 所示。

表1氧化铝生命周期相关清单数据

| 生命周期 | | 资源/能源消耗类型 | 消耗量 | |
|-------|-------|-----------|---------------------|-----------|
| | | | 数值 | 数据来源 |
| 原辅料获取 | | 铝土矿 | 2.55t | 东海氧化铝活动数据 |
| | | 液碱 | 0.41t | 东海氧化铝活动数据 |
| 原辅料运输 | 铝土矿 | LNG | 5.43kg | 东海氧化铝活动数据 |
| | 液碱 | LNG | 6.35kg | 东海氧化铝活动数据 |
| | 厂内运输 | 柴油 | 0.64L | 东海氧化铝活动数据 |
| 产品加工 | | 电力 | 217.45kW·h | 东海氧化铝活动数据 |
| | | 天然气 | 77.28m ³ | 东海氧化铝活动数据 |
| | | 蒸汽 | 2.34t | 东海氧化铝活动数据 |
| 产品运输 | | LNG | 1.56kg | 东海氧化铝活动数据 |
| 产品处置 | 车间内运输 | 柴油 | 0.24L | 东海氧化铝活动数据 |
| | 赤泥压滤 | 电力 | 3.78kW·h | 东海氧化铝活动数据 |

表 2 氧化铝生命周期清单数据

| 清单数据类型 | | 数据量 | 处置方式 |
|--------|-----------------|---------------------|--------|
| 资源消耗 | 铝土矿 | 2.55t | 赤泥库堆存 |
| | 液碱 | 0.41t | 回收利用 |
| | 蒸汽 | 2.34t | 温室气体排放 |
| | 电力 | 221.23kW·h | 温室气体排放 |
| | 天然气 | 77.28m ³ | 温室气体排放 |
| | 柴油 | 0.88L | 温室气体排放 |
| 环境排放 | CO ₂ | 1.191t | 温室气体排放 |
| | 氮氧化物 | 0.0724kg | 环境排放 |
| | 颗粒物 | 0.00849kg | 回收 |
| | 赤泥 | 1.88t | 赤泥库堆存 |

表 3 电解铝水清单数据来源方式

| 生命周期阶段 | 资源（能源） 消耗类型 | 消耗量 | |
|--------|----------------|---------------------|----------|
| | | 数值 | 数据来源 |
| 原料获取 | 氧化铝 | 1.9t | 铝业公司活动数据 |
| 辅料获取 | 炭阳极 | 0.42t | 铝业公司活动数据 |
| | 氟化铝 | 12.5kg | 铝业公司活动数据 |
| | 纯碱 | 1.47kg | 铝业公司活动数据 |
| 原辅料运输 | 柴油 | 0.6461L | 铝业公司活动数据 |
| 产品加工 | 电 | 13626kW·h | 铝业公司活动数据 |
| | 天然气 | 2.746m ³ | 铝业公司活动数据 |
| 产品运输 | 柴油 | 0.2355L | 铝业公司活动数据 |
| 产品处置 | 固废（大修废料） | 2020.15t（总量） | 铝业公司活动数据 |

表 4 电解铝水生命周期清单数据

| 数据类型 | | 数据量 | 处置方式 |
|----------|-----------------|---------------------|--------|
| 资源消耗（吨铝） | 氧化铝 | 1.9t | 温室气体外排 |
| | 炭阳极 | 0.42t | 温室气体外排 |
| | 氟化铝 | 12.5kg | 温室气体外排 |
| | 纯碱 | 1.47kg | 温室气体外排 |
| | 电 | 13626kW·h | 温室气体外排 |
| | 柴油 | 0.8816L | 温室气体外排 |
| | 天然气 | 2.746m ³ | 温室气体外排 |
| 环境外排（吨铝） | CO ₂ | 13.99t | 温室气体外排 |
| | SO ₂ | 1.5966kg | 外排 |
| | 氟化物 | 0.0881kg | 温室气体外排 |
| | 颗粒物 | 0.3816kg | 外排 |
| | 固废（大修废料） | 4.39kg | 委外处理 |

表 5 南山铝板带生产现场相关清单数据（中端产品）

| 生命周期阶段 | | 资源/能源消耗类型 | 消耗量 | |
|--------|-----------|-----------|----------------------|----------------|
| | | | 数值 | 数据来源 |
| 原料获取 | | 原铝锭 | 0.094t | 铝压延公司活动数据 |
| | | 中间合金 | 0.037t | 铝压延公司活动数据 |
| | | 电解铝水 | 0.967t | 铝压延公司活动数据) |
| | | 重熔废料 | 0.357t | 铝压延公司活动数据) |
| 原材料运输 | 原铝锭 | 柴油 | 0.5L | 引用行业标准值 |
| | 中间合金 | 柴油 | 0.08L | 铝压延公司活动数据 |
| | 重熔废料 | 柴油 | 0.8L | 铝压延公司活动数据 |
| 产品加工 | | 电 | 505.19kW·h | 铝压延公司活动数据 |
| | | 天然气 | 83.07m ³ | 铝压延公司活动数据 |
| | | 水 | 0.98m ³ | 铝压延公司活动数据 |
| 产品处置 | 运输 | 柴油 | 0.5L | 引用行业标准值 |
| | 废料重熔 | 电 | 97.38 kw·h | 铝压延公司活动数据 |
| | | 天然气 | 132.24m ³ | 铝压延公司活动数据 |
| | 含油过滤土回收提炼 | 电 | 2.27kW·h | 依据设备功率计运行小时数计算 |

表 6 铝板带产品生产生命周期清单数据

| 清单数据类型 | | 数据量 | 处置方式 |
|----------|-----------------|----------------------|--------|
| 资源消耗（吨铝） | 原料 | 1.455t | 熔炼炉熔炼 |
| | 柴油 | 1.88L | 温室气体外排 |
| | 电 | 604.84kW·h | 温室气体外排 |
| | 天然气 | 215.31m ³ | 温室气体外排 |
| 环境排放（吨铝） | CO ₂ | 0.70t | 温室气体外排 |
| | 非甲烷总烃 | 1.27kg | 温室气体外排 |
| | 颗粒物 | 0.43kg | 外排 |

表 7 南山铝板带生产现场相关清单数据（高端产品）

| 生命周期 | | 资源/能源消耗类型 | 消耗量 | |
|-------|-----------|-----------|---------------------|----------------|
| | | | 数值 | 来源 |
| 原材料获取 | | 铝水 | 0.94 吨 | 中厚板公司活动数据 |
| | | 中间合金 | 0.05 吨 | 中厚板公司活动数据 |
| | | 重熔废料 | 0.27 吨 | 中厚板公司活动数据 |
| 原材料运输 | | 柴油 | 0.4386 吨 | 引用行业标准值 |
| 产品加工 | | 电 | 1043.96Kw·h | 中厚板公司活动数据 |
| | | 天然气 | 147.3m ³ | 中厚板公司活动数据 |
| | | 水 | 2.93m ³ | 中厚板公司活动数据 |
| 产品运输 | | 柴油（货车） | 0.0258 吨 | 引用行业标准值 |
| 产品处置 | 废料重熔 | 电 | 85.46Kw·h | 中厚板公司活动数据 |
| | | 天然气 | 99.81m ³ | 中厚板公司活动数据 |
| | 含油过滤土回收提炼 | 电 | 0.052Kw·h | 依据设备功率及运行小时数估算 |

表 8 铝板带产品生产生命周期清单数据（高端）

| 清单数据类型 | | 数据量 | 处置方式 |
|----------|-----------------|----------------------|--------|
| 资源消耗（吨铝） | 铝水 | 0.94t | 熔炼炉熔炼 |
| | 中间合金 | 0.05t | 熔炼炉熔炼 |
| | 重熔废料 | 0.27t | 回收利用 |
| | 柴油 | 0.4644t | 温室气体外排 |
| | 电 | 1129.47Kw·h | 温室气体外排 |
| | 天然气 | 247.11m ³ | 温室气体外排 |
| | 水 | 2.93m ³ | 内部循环净化 |
| 环境排放（吨铝） | CO ₂ | 1.43t | 温室气体外排 |
| | 非甲烷总烃 | 0.025Kg | 温室气体外排 |
| | 颗粒物 | 0.075Kg | 外排 |
| | 二氧化硫 | 0.035Kg | 外排 |
| | 氮氧化物 | 0.055Kg | 外排 |

表 9 铝板带产品整个铝产业链生命周期清单数据

| 清单数据类型 | | 数据量 | 处置方式 | |
|----------|---------|-----------------|-----------|--------|
| 资源消耗（吨铝） | 铝土矿 | 中端：5.14t | 各分公司活动数据 | |
| | | 高端：4.55t | 各分公司活动数据 | |
| 环境排放（吨铝） | 氧化铝 | CO ₂ | 1.191t | 温室气体排放 |
| | | 氮氧化物 | 0.0724kg | 环境排放 |
| | | 颗粒物 | 0.00849kg | 回收 |
| | | 赤泥 | 1.88t | 赤泥库堆存 |
| | 电解铝 | CO ₂ | 13.99t | 温室气体外排 |
| | | SO ₂ | 1.5966kg | 外排 |
| | | 氟化物 | 0.0881kg | 温室气体外排 |
| | | 颗粒物 | 0.3816kg | 外排 |
| | | 固废（大修废料） | 4.39kg | 委外处理 |
| | 铝板带（中端） | CO ₂ | 0.70t | 温室气体外排 |
| | | 非甲烷总烃 | 1.27kg | 温室气体排 |
| | | 颗粒物 | 0.43kg | 外排 |
| | 铝板带（高端） | CO ₂ | 1.43t | 温室气体外排 |
| | | 非甲烷总烃 | 0.025Kg | 温室气体排 |
| | | 颗粒物 | 0.075Kg | 外排 |
| | | 二氧化硫 | 0.035Kg | 外排 |
| 氮氧化物 | | 0.055Kg | 外排 | |

南山通过对废弃物的管理，减少排放和资源消耗。

| 类别 | 废弃物名称 | 处理前产生量 | 处理方式 | 处理后排放 | 处置单位 |
|--------|--------|---------|-------|--------|---------------|
| 一般固废分析 | 电解大修废料 | 3.52kg | 委外处置 | 0 | 山东中再生环境科技有限公司 |
| | 电解炭渣 | 0.27kg | 委外处置 | 0 | 山东中再生环境科技有限公司 |
| | 铝灰渣 | 86.67Kg | 回收再利用 | 15.4Kg | 南山铝回收厂 |
| | 废金属 | 3.66Kg | 回收再利用 | 2.55kg | 龙口市鸿嘉经贸有限公司 |
| | 7系铝屑 | 9.5Kg | 回收再利用 | 0 | 烟台市鼎润铝业有限公司 |
| | 2系铝屑 | 4.23Kg | 回收再利用 | 3.55kg | 烟台市鼎润铝业有限公司 |

| | | | | | |
|------|-------------|-----------------------|-------|---------------------|----------------|
| | 废铝板带及边角料 | 0.3t | 回收再利用 | 0.3t | 熔铸厂回收重熔 |
| 危废分析 | 废硅藻土 | 中端：0.89kg | 委外处置 | 0 | 郑州森源废物处置有限公司 |
| | 废轧制油 | 高端：0.20969kg | 委外处置 | 0 | 烟台龙门润滑油科技有限公司 |
| | 废过滤布 | 高端：0.26879kg | 委外处置 | 0 | 鑫广绿环再生资源股份有限公司 |
| | | 中端：0.039 kg | 委外处置 | 0 | |
| | 废槽渣 | 高端：1.07g | 委外处置 | 0 | 鑫广绿环再生资源股份有限公司 |
| | 废润滑油 | 高端：0.08156kg | 委外处置 | 0 | 烟台立衡环保科技有限公司 |
| | 浮渣 | 高端：0.44364kg | 委外处置 | 0 | 临邑县兴达化工有限公司 |
| | 废油 | 普通：0.056 kg | 委外处置 | 0 | 烟台立衡环保科技有限公司 |
| 废水分析 | 废水排放量 | 高端：2.93m ³ | 污水处理 | 1.86m ³ | 中厚板分公司 |
| | | 中端：0.27m ³ | 污水处理 | 0.27m ³ | 铝压延公司 |
| | 压滤水 | 1.45t | 回收利用 | 0 | 龙口东海氧化铝 |
| 废气分析 | 非甲烷总烃（轧制工序） | 高端：0.03Kg | 油雾回收 | 0.01kg | 中厚板分公司 |
| | | 中端：12.7kg | 油雾回收 | 1.27kg | 铝压延公司 |
| | 焙烧炉烟气颗粒物 | 60g/m ³ | 电收尘 | 10mg/m ³ | 龙口东海氧化铝 |

我们废料的回收目标是100%。通过工艺和生产管理，铝板带生产过程中产生的废料全部回收并回炉重熔。回收的废料在合金上进行分类回收。电解生产过程会产生部分炭渣，电解槽大修时会产生废内衬材料，我司固废的回收处理，100%委托具有专业危废处理资质单位进行处理。

3、结论

3.1 氧化铝

3.1.1 氧化铝的生命周期对环境的影响主要集中在铝土矿的开采中，我公司使用进口矿石，并且我公司氧化铝生产过程对气候变化和生态环境影响较小；

3.1.2 公司生产工艺不排“生产废水”。对含碱车间的跑、冒、滴、漏的工艺物料以及地坪、设备冲洗水，均由专门设置的污水泵站送原矿浆磨制工序回收利用；净化循环水系统的排污水作为赤泥沉降分离洗涤工序用水回用，所有污水“零排放”；

3.1.3 氧化铝产品处置阶段对赤泥采用干法堆存，并对赤泥压滤水回收作为沉降洗涤用水，大大降低了氧化铝的生命周期对环境的影响；

3.1.4 焙烧炉设置电收尘，回收漂浮在焙烧炉烟气中的氧化铝，减少烟气颗粒物排放；

3.1.5 影响二氧化碳排放量的主要过程为氧化铝产品加工过程，我公司一直致力于技术改进，提高能源利用率，降低能源消耗。2019年4月我公司完成“高压闪蒸乏汽再利用”项目，大幅减少能源消耗；

3.1.6 厂内露天矿场建设完成防风抑尘墙，矿堆加盖遮阴网，防止扬尘的产生。

3.2 电解铝

3.2.1 电解铝的全生命周期环境影响主要集中在原材料获取及加工转化过程阶段，我司通过节能降耗等手段，减少原材料使用量及能源消耗量，进而减少铝土矿开采和电能消耗。

3.2.2 生产过程的二氧化碳排放主要来源是电能消耗和电解生产过程。我司整体运输过程短，柴油、天然气等消耗少。通过与东北大学、中南大学、东大设计院等单位合作对电解生产进行优化，提高电流效率，降低电解生产过程用电量，使用生产电量下降0.5%，年节电量约3130万KWH；从设备升级改造，淘汰高能耗能设备等方面着手，减少能源消耗，采用电解槽智能打壳系统，减少压缩空气使用量，进而降低空压机耗电量，改造后每月空压机节电率达到25%左右，年节电量约950万KWH。

3.2.3 远期通过直购电政策，购买一部分风电、水电、核电等绿色能源用于生产。

3.3 铝板带

3.3.1 铝板带的生命周期对环境的影响主要集中在铝土矿的开采中，我公司铝板带生产过程对气候变化和生态毒性方面影响较小。

3.3.2 两种处置方式对环境的影响：废料重熔>废弃物回收提炼。

3.3.3 处置阶段选用再生处置方式可降低铝板带的全生命周期环境影响，进一步降低其环境影响的方式为新能源的使用，减少火力发电的使用。

3.3.4 影响二氧化碳排放量的主要过程为铝板带产品加工过程，我公司一直致力于提高产品成品率，降低能源消耗。