

铝型材产品生命周期评价报告

报告主体：海德鲁铝业科技（太仓）有限公司

核查时间范围：2024. 1-2024. 123

编制日期：2025-8

摘要

为了全面评估产品在整个生命周期对环境的影响，帮助企业决策者识别生产工艺过程的改进点，促进资源高效利用和实现环境保护，增强企业和产品的可持续性发展，本报告按照 ISO 14040 及 ISO 14044 的标准对海德鲁铝业科技（太仓）有限公司生产的铝型材产品进行了生命周期影响评估研究。

本次评价的系统边界为摇篮到大门，声明单位为 1kg 铝型材产品，影响评价方法采用 EF v3.1 方法。

本研究包含的范围有原材料获取阶段、原料运输阶段和生产阶段，生命周期清单（LCI）包含了从企业收集的覆盖了 99%以上原材料及能源等消耗的实景数据，并充分考虑了数据的技术代表性、时间代表性和地理代表性。由于上游数据收集的局限性，背景数据使用了 Ecoinvent

3.9.1 数据库。

本次生命周期影响评价完全按照 ISO 14040 及 ISO 14044 的标准，全面考虑了 25 个环境影响指标，重点考虑了产品在**全球变暖、富营养化、臭氧消耗、水消耗**这几个方面的环境影响。通过对产品各影响类别的贡献分析表明，原材料是主要的环境影响来源。

目 录

摘 要	1
一、介绍	4
(一) 公司介绍.....	4
(二) 产品描述.....	5
二、相关说明.....	6
(一) 参考标准.....	6
(二) 术语和定义.....	6
三、研究方法.....	10
(一) 研究目的.....	10
(二) 声明单位.....	11
(三) 系统边界.....	11
(四) 取舍准则.....	12
(五) 假设和限制.....	12
(六) 数据质量.....	13
(七) 分配规则.....	13
四、生命周期清单分析.....	13
(一) 原材料获取阶段.....	13
(二) 运输阶段.....	14
(三) 生产阶段.....	14
五、生命周期影响评价.....	14
(一) 环境影响评价方法.....	14

(二) 环境影响评价结果.....	17
六、生命周期结果解释.....	18
(一) 重大问题识别.....	18
(二) 敏感性分析.....	19
(三) 完整性和一致性检查.....	19
七、结论	20
附件一	22

一、介绍

（一）公司介绍

海德鲁集团是全球最大的铝解决方案提供商。新成立的海德鲁铝科技(太仓)有限公司，将太仓海德鲁铝加工业务与海德鲁高频焊管业务相结合。海德鲁太仓拥有18年的铝加工历史和14年的高频焊管生产经验。凭借先进的设备、独特的工艺、精湛的工艺、完善的服务和优良的产品，海德鲁在业内享有很高的声

誉和口碑，拥有很大的市场份额，是全球知名品。

公司已通过ISO9001、ISO14001、ISO45001、IATF16949、ASI PS多个国际体系认证和产品认证。公司把可持续发展作为支柱之一，申请ASI 认证即是体现，同时申请 ASI 认证也体现了高度的社会责任感。

海德鲁铝业科技太仓将始终倡导可持续、坚守承诺、坐言起行的核心价值观，并致力于以创新的铝材工程设计来改变世界。

表 1 报告主体基本信息表

单位名称	海德鲁铝业科技（太仓）有限公司		
统一社会信用代码	91320585MA231AAH9B		
所属行业	汽车零部件及配件制造	企业法人	JONAS PER BUHR
地址	太仓市城厢镇陈门泾路 100 号工业园区 2 号、4 号厂房和 5 号厂房		

(二) 产品描述



图 1 工业产品

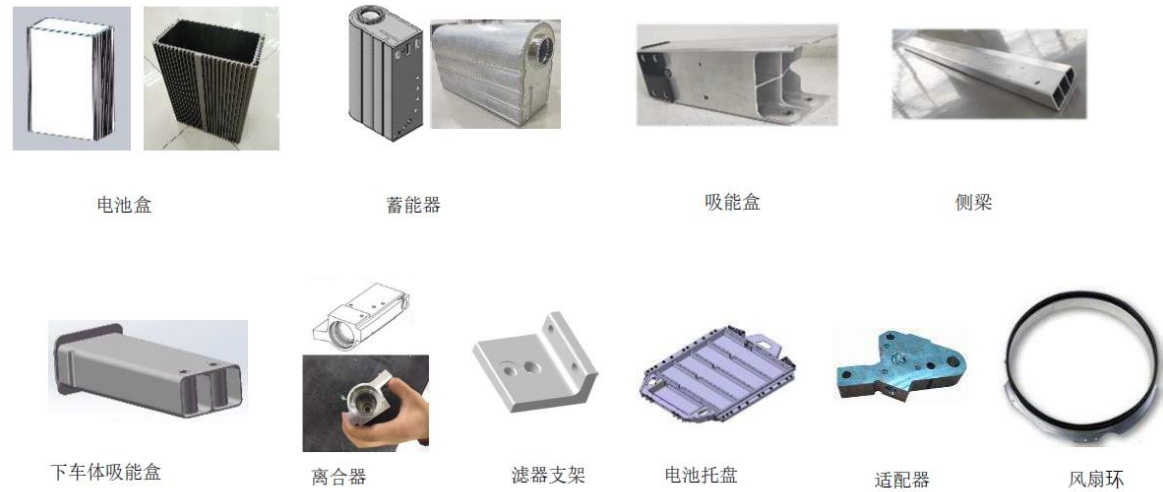


图 2 汽车零部件

二、相关说明

（一）参考标准

国际标准化组织颁布了生命周期评价方法的标准体系，并对生命周期评价的概念、技术框架及实施步骤进行了标准化。我国国家标准化管理委员会也依据国际标准制订和颁布了生命周期评价的国家标准。

本报告参考的国际准则及国家/地方的法律法规，主要包括：

（1）ISO14001《环境管理体系——要求和使用指南》

（2）ISO14040:2006《环境管理——生命周期评估——原则和框架》

（3）ISO14044:2006《环境管理——生命周期评估——要求和指南》

（4）ISO14025《环境标签和声明——III型环境声明——原则和程序》

（二）术语和定义

1. 产品、产品系统和过程

产品 **product**

任何商品或服务。

产品系统 **product system**

拥有基本流和产品流，同时具有一种或多种特定功能，并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

系统边界 **system boundary**

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

过程 **process**

一组将输入转化为输出的相互关联或相互作用的活动。

单元过程 **unit process**

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

功能单位 **functional unit**

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

声明单位 **declared unit**

用来作为部分产品碳足迹量化的基准单位的产品数量。

基准流 **reference flow**

在给定的产品系统中，为实现功能单位功能所需的过程的输入或输出量。

基本流 **elementary flow**

取自环境，进入所研究系统之前没有经过人为转化的物质或能量，或者是离开所研究系统，进入环境之后不再进行人为转化的物质或能量。

中间产品 **intermediate product**

在系统中还需要作为其他单元过程的输入而发生继续转化的某个单元过程的产出。

产品流 **product flow**

产品从其他产品系统进入到所评价产品系统或离开所评价产品系统而进入其他产品系统。

能量流 **energy flow**

单元过程或产品系统中以能量单位计量的输入或输出。

注:输入的能量流称为能量输入,输出的能量流称为能量输出。

输入 **input**

进入一个单元过程的产品、物质、能量流。

注:产品和物质包括原材料、中间产品和共生产品。

输出 **output**

离开一个单元过程的产品、物质、能量流。

注:产品和物质包括原材料、中间产品、共生产品和排放物。

2. 生命周期评价

取舍准则 **cut-off criteria**

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所作出的规定。

生命周期 **life cycle**

指产品的一系列连续且相互联系的阶段,包括原材料获取或从自然资源中生成原材料以及生命末期处理。

生命周期评价 **life cycle assessment**

一个产品系统在其整个生命周期内的输入、输出和潜在环境影响的汇编与评估。

生命周期清单分析 **life cycle inventory analysis (LCI)**

生命周期评价的阶段，涉及产品整个生命周期内输入和输出的汇编和量化。

生命周期影响评价 **life cycle impact assessment (LCIA)**

生命周期评价的阶段，旨在了解和评估产品系统在产品的整个生命周期中潜在环境影响的大小和重要性。

生命周期解释 **life cycle interpretation**

在生命周期评价阶段，根据确定的目标和范围，对生命周期清单分析或生命周期影响评价，或两者的结果进行评价，以得出结论和建议。

敏感性分析 **sensitivity analysis**

用于估计与产品碳足迹研究结果相关方法和数据的选择影响的系统程序。

影响类别 **impact category**

代表关注环境问题的类别，可将生命周期清单分析的结果分配给这些类别。

废物 **waste**

持有人计划处置或被要求处置的物质或物品。

关注领域 **area of concern**

社会关注的自然环境、人类健康或资源领域，例如水、气候变化、生物多样性。

原材料 **raw material**

用于生产某种产品的初级和次级材料。

分配 **allocation**

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

3.数据和数据质量

不确定性分析 **uncertainty analysis**

用来量化由于模型的不确定性、输入的不确定性和数据变动的累计而给生命周期清单分析结果带来的不确定性的系统化程序。

数据质量 **data quality**

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

三、研究方法

本报告应用生命周期评价方法，依据 ISO 14040 和 ISO14044 等国际标准的相关规定，利用 Ecoinvent 3.9.1 数据库及 openLCA 软件对铝型材产品生命周期的环境影响进行评价。

（一）研究目的

本报告以海德鲁铝业科技铝业（太仓）有限公司生产的铝型材产品为研究对象，主要的研究目的包括：

（1）核算海德鲁铝业科技（太仓）有限公司 2024 年生产的铝型材产品的环境影响。

(2) 进行各环境影响在生命周期各阶段的贡献分析，包括原材料获取阶段、原材料运输阶段、产品加工阶段和废物处理阶段。报废产品处理包括加工过程中的边角料和过程报废产品，卖第三方回收，铝废料可回熔再制作成铝棒，可以循环利用。

(3) 全面评估产品在整个生命周期对环境的影响，帮助企业决策者识别生产工艺过程的改进点，促进资源高效利用和实现环境保护，增强企业和产品的可持续性发展。

(二) 声明单位

本报告中评价的声明单位为海德鲁铝业科技铝业（太仓）有限公司生产的 1kg 铝型材产品。

(三) 系统边界

如图 3 所示，本次生命周期评价的系统边界为“从摇篮到大门”，包括海德鲁铝业科技铝业（太仓）有限公司生产的铝型材产品原材料获取阶段、原料运输阶段、生产阶段，边界不包括建筑施工阶段、使用阶段、产品废弃处置及回收阶段。

本报告核算时间范围是 2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日。

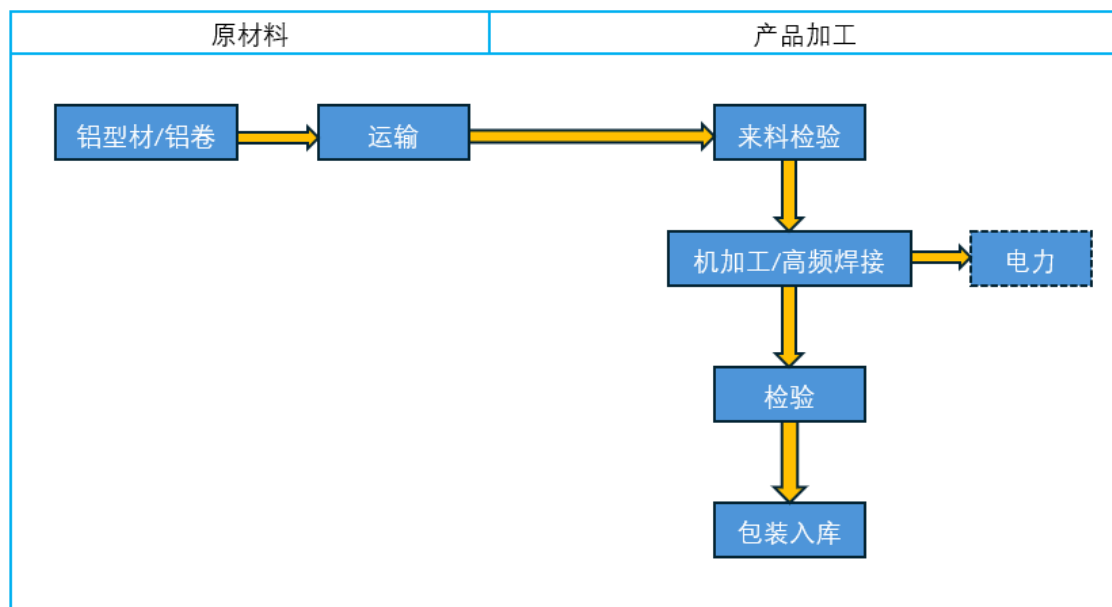


图 3 铝型材产品系统边界图

（四）取舍准则

本次评价从“摇篮到大门”的所有环境相关过程都已包括在内。各阶段总排除项的重量不超过总重量的 5%。具体排除项如下：（1）目前IPCC AR6 暂无正式R600a的GWP值，且GWP值较小，单项排放量小于类别1 和2 排放总量0.5%；办公及劳保用品运输及获取，经估算排放占比小于总排放量的1%。

（五）假设和限制

1.假设

由于原材料运输未精确统计运输距离，故采用“高德地图”等软件中的导航距离，与实际情况可能存在一定的偏差。

2.限制

(1) 由于数据库的限制，“铝型材”的背景数据选用其主要成分“铝锭”作为替代，与实际情况 6 系了合金存在一定的偏差。

(六) 数据质量

主要数据（进入生产系统的材料或能量流）来自海德鲁铝业科技铝业（太仓）有限公司的生产设施，参考期为 2024 年 1 月至 2024 年 12 月。与进入生产系统的材料或能量流的生命周期影响相关的背景数据来自 Ecoinvent 3.9.1 数据库，这是世界上最完整、使用最广泛的关于工业流程、材料生产、包装生产、运输等的数据集。数据在地理上具有代表性，因为它来自研究区域。在技术上也具有代表性，因为它来自于使用在目标和范围中定义的相同技术状态的过程和产品。根据文档说明，数据在时间上也具有代表性，因为数据离参考年间隔在 3 年之内。

(七) 分配规则

本产品的“原材料边角料”最终出售给上游回收厂，故根据“系统边界法”将废铝的回收过程不纳入到本次边界范围内，且不考虑回收产生的铝棒所带来的正向环境效益。

四、生命周期清单分析

(一) 原材料获取阶段

铝型材产品所需的原料主要是铝型材、铝卷。所需的辅料主要是切削液、焊接油、切削油、活性炭、氩气，包装材料主要为塑料包装、木托盘。各类材料的投入量，略。

（二）运输阶段

运输阶段考虑原料从生产地到生产厂的运输方式和距离。具体数据，略。

（三）生产阶段

铝型材产品生产阶段的能源及公辅设施输入主要是电力。

废弃物包括工业废气、废水（非厌氧处理）、一般固废、危废。其中一般固废售卖给下游进行处理和再利用。具体数据，略。

五、生命周期影响评价

（一）环境影响评价方法

本报告主要采用 EF v3.1 评价方法进行生命周期环境影响评价。下表 2 对所有环境影响类别、影响指标、单位等做了详细说明。

表 2 环境影响类别、指标和单位

影响类别	影响指标	单位
acidification - acidification potential (AP)	酸化累计潜势 AP	mol H ⁺ -Eq
climate change - global warming potential (GWP100)	全球变暖潜势-总值 GWP-total	kg CO ₂ -Eq
climate change: biogenic - global warming potential (GWP100)	全球变暖潜势-生物成因 GWP-biogenic	kg CO ₂ -Eq
climate change: fossil - global warming potential (GWP100)	全球变暖潜势-化石成因 GWP-fossil	kg CO ₂ -Eq

climate change: land use and land use change - global warming potential (GWP100)	全球变暖潜势-土地利用和土地利用变化 GWP-luluc	kg CO2-Eq
ecotoxicity: freshwater - comparative toxic unit for ecosystems (CTUe)	生态毒性潜势-淡水 ETP-fw	CTUe
ecotoxicity: freshwater, inorganics - comparative toxic unit for ecosystems (CTUe)	生态毒性潜势-淡水（无机物） ETP-fw(inorganics)	CTUe
ecotoxicity: freshwater, organics - comparative toxic unit for ecosystems (CTUe)	生态毒性潜势-淡水（有机物） ETP-fw(organics)	CTUe
energy resources: non-renewable - abiotic depletion potential (ADP): fossil fuels	非生物消耗潜势-化石 ADP-fossil	MJ, net calorific value
eutrophication: freshwater - fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (P)	富营养化潜势-淡水 EP-freshwater	kg P-Eq
eutrophication: marine - fraction of nutrients reaching marine end compartment (N)	富营养化潜势-海洋 EP-marine	kg N-Eq
eutrophication: terrestrial - accumulated exceedance (AE)	富营养化潜势-陆地 EP-terrestrial	mol N-Eq
human toxicity: carcinogenic - comparative toxic unit for human (CTUh)	人体毒性潜势-癌症 HTP-c	CTUh

human toxicity: carcinogenic, inorganics - comparative toxic unit for human (CTUh)	人体毒性潜势-癌症（无机物） HTP-c(inorganics)	CTUh
human toxicity: carcinogenic, organics - comparative toxic unit for human (CTUh)	人体毒性潜势-癌症（有机物） HTP-c(organics)	CTUh
human toxicity: non-carcinogenic - comparative toxic unit for human (CTUh)	人体毒性潜势-非癌症 HTP-nc	CTUh
human toxicity: non-carcinogenic, inorganics - comparative toxic unit for human (CTUh)	人体毒性潜势-非癌症（无机物） HTP-nc(inorganics)	CTUh
human toxicity: non-carcinogenic, organics - comparative toxic unit for human (CTUh)	人体毒性潜势-非癌症（有机物） HTP-nc(organics)	CTUh
ionising radiation: human health - human exposure efficiency relative to u235	电离辐射潜势 IRP	kBq U235-Eq
land use - soil quality index	土壤质量潜势 SQI	dimensionless
material resources: metals/minerals - abiotic depletion potential (ADP): elements (ultimate reserves)	非生物消耗潜势-矿物和金属 ADP-minerals&metals	kg Sb-Eq

ozone depletion - ozone depletion potential (ODP)	臭氧消耗潜势 ODP	kg CFC-11-Eq
particulate matter formation - impact on human health	颗粒物影响潜势 PM	disease incidence
photochemical oxidant formation: human health - tropospheric ozone concentration increase	光化学臭氧生成潜势 POCP	kg NMVOC-Eq
water use - user deprivation potential (deprivation-weighted water consumption)	水消耗潜势 WDP	m3 world eq. deprived

(二) 环境影响评价结果

根据 5.1 阐述的方法体系和编制的生命周期总清单数据, 使用 EF v3.1 评价方法进行了生命周期环境影响评价, 得到的 1kg 铝型材产品的环境影响特征化结果如下表 3。

表 3 生产 1 kg 铝型材产品环境影响特征化结果

影响指标	单位	原料获取	运输阶段	生产阶段	总量
AP	mol H ⁺ -Eq	1.52E-02	3.26E-05	0.00E-00	1.52E-02
GWP-total	kg CO ₂ -Eq	3.71E+00	8.95E-03	1.28E-03	3.72E+00
EP-freshwater	kg P-Eq	8.24E-04	7.53E-07	2.10E-07	8.25E-04
ODP	kg CFC-11-Eq	2.67E-08	1.36E-10	1.94E-11	2.69E-08
POCP	kg NMVOC-Eq	1.30E-02	4.48E-05	5.1E-06	1.31E-02
WDP	m3 world eq. deprived	3.99E-01	6.52E-04	1.69E-04	3.99E-01

根据上述评价方法得到的特征化结果可知，生产 1kg 铝型材产品生命周期的全球变暖潜势 GWP-total 为 $3.72\text{E}+00 \text{ kg CO}_2 \text{ eq.}$ ，酸化累计潜势 AP 为 $1.52\text{E}-02 \text{ mol H}^+ \text{ eq.}$ 、富营养化潜势-淡水 EP-freshwater 为 $8.25\text{E}-04 \text{ kg P-Eq.}$ 、臭氧消耗潜势 ODP 为 $2.69\text{E}-08 \text{ kg CFC-11-Eq.}$ 、光化学臭氧生成潜势 POCP 为 $1.31\text{E}-02 \text{ kg NMVOC-Eq.}$ 、水消耗潜势 WDP 为 $3.99\text{E}-01 \text{ m}^3 \text{ world eq. Deprived.}$

六、生命周期结果解释

（一）重大问题识别

根据表 3 中的特征化结果，针对三个主要阶段产生的环境影响进行分析，得到各阶段对环境影响贡献比重的情况：生产 1 kg 铝型材产品全生命周期的温室气体排放量 GWP-total 为 $3.72\text{E}+00 \text{ kg CO}_2 \text{ eq.}$ ，主要是由于原材料获取阶段所导致，其贡献占比为 99.73%，生产阶段和运输阶段对 GWP-total 的贡献占比为 0.03%和 0.24%。在其他环境影响类别中，原料获取阶段贡献均最大，贡献占比在 99.98%。

本产品原料获取阶段对环境影响的贡献率高，可考虑其作为主要的减排点，通过使用更多回收铝、绿电铝、从而实现资源的可持续利用，以降低对环境的影响。

（二）敏感性分析

敏感性分析是评价有关因素在特定条件发生变化时对指标的影响程度。本报告在输入参数变动 10%的前提下，分析该因素对环境评价指标变化量（%）的影响大小。若原料获取阶段使用回收铝代替 10% 铸锭，通过模型重新计算得到最终环境影响指标的结果变化率和敏感性分析结果，如表 4 所示。

表 4 主料敏感性分析结果

环境影响指标	结果变化率	敏感性
AE	-7.18%	71.79%
GWP-total	-7.06%	70.60%
EP-freshwater	-6.68%	66.83%
HTP-c(organiCS)	-7.00%	69.96%
ODP	-6.48%	64.76%
POCP	-7.01%	70.06%
WDP	-6.20%	62.00%

从表 10 可知，使用回收铝代替 10%铸锭后，铝型材产品各环境影响类型结果均有变化，AE 的结果变化相对显著，结果变化率 7.18%，敏感性为 71.79%。WDP 变化最不敏感，其最终结果敏感性为 62.00%。

（三）完整性和一致性检查

1. 完整性检查

本评价中所涉及的数据清单相对于其评价目标、范围、系统边界和质量准则完整，包括：

包含了原料的获取阶段、运输阶段、产品的生产阶段；包含了与产品生命周期各过程相关的所有原料和能源的输入；包含了与产品生命周期各过程相关的污染物的输出数据。

2. 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。本评价中已检查企业所提供的数据的一致性，确保数据保持一致或者在相关误差范围内。

七、结论

本研究应用生命周期评价方法，依据 ISO 14040 及 ISO 14044 等国际标准的相关规定，对 1kg 铝型材产品进行生命周期评价，主要的结论如下：

(1) 生产 1kg 铝型材产品生命周期的全球变暖潜势 GWP-total 为 $3.72\text{E}+00 \text{ kg CO}_2 \text{ eq.}$ ，酸化累计潜势 AE 为 $1.52\text{E}-02 \text{ mol H}^+ \text{ eq.}$ 、富营养化潜势-淡水 EP-freshwater 为 $8.25\text{E}-04 \text{ kg P-Eq.}$ 、臭氧消耗潜势 ODP 为 $2.69\text{E}-08 \text{ kg CFC-11-Eq.}$ 、光化学臭氧生成潜势 POCP 为 $1.31\text{E}-02 \text{ kg NMVOC-Eq.}$ 、水消耗潜势 WDP $3.99\text{E}-01 \text{ m}^3 \text{ world eq. Deprived.}$

(2) 在全球温室气体 GWP-total 中生产阶段贡献度最大，其贡献占比为 99.73%，生产阶段和运输阶段对 GWP-total 的贡献占比为

0.03% 和 0.24%。在其他环境影响类别中，原料获取阶段贡献均最大，贡献占比在 99.98%。

（3）本产品原材料对各类环境影响指标贡献率偏高，可考虑使用更多回收铝替代铸锭、从而实现资源的可持续利用，一定程度降低产品最终对环境的负面影响。另外，在生产阶段，可考虑通过改进生产工艺等方式，减少不可再生能源消耗。从而多措施并举，有效降低产品的负面环境影响。

附件一

铝型材产品背景数据来源

类型	名称	过程	排放系数来源
主料	铝卷	铝板轧制	Ecoinvent 3.1.1
	铝型材	铝锭	Ecoinvent 3.1. 1

辅料	铜	配件	Ecoinvent 3.11
	钢合金	配件	Ecoinvent 3.11
	锡膏	固化	Ecoinvent 3.11
	固化剂	固化	Ecoinvent 3.11
	焊丝	焊接	Ecoinvent 3.11

铝型材产品生命周期评价报告

	乙醇	清洗	Ecoinvent 3.11
	氩气	氮气	Ecoinvent 3.11
产品包装	塑料包装	聚乙烯/聚丙烯	Ecoinvent 3.11
	木托盘	原木	Ecoinvent 3.11
能源及公辅设施	电力（电网）	电力，市场平均、高压	Ecoinvent 3.11
	电力（光伏）	电力，光伏、屋顶安装、单硅、平板、低压	Ecoinvent 3.11
原料运输	公路运输：车辆 GVW>32 吨	运输，货运、大于 32 吨的卡车、国 5	Ecoinvent 3.11

铝型材产品生命周期评价报告

	公路运输：车辆 GVW 16-32 吨	运输，货运、16-32 吨卡车、国 5	Ecoinvent 3.11
	公路运输：GVW 小于 3.5 吨	运输，货运、轻型商用车	Ecoinvent 3.11
	公路运输：车辆 GVW 3.5-7.5 吨	运输，货运、3.5-7.5 公吨卡车、国 5	Ecoinvent 3.11
	海运：集装箱	运输，货运、海运、集装箱船	Ecoinvent 3.11
废弃物	废纸板	包装	Ecoinvent 3.11
	废木材	包装	Ecoinvent 3.11
	废塑料	隔板	Ecoinvent 3.11
	废铝	边角料和报废产品	Ecoinvent 3.11
	废水	清洗	Ecoinvent 3.11

铝型材产品生命周期评价报告

	危废	危险废物处理，焚烧	Ecoinvent 3.11
	废铁	配件	Ecoinvent 3.11