

美铝 A356 产品碳足迹评估报告

制造商名称	秦皇岛开发区美铝合金有限公司
报告编号	2024/PCFV/C/0911
核查类型	产品碳足迹
检查范围	2023-01-01 至 2023-12-31
生成日期	20240911



组织地址：秦皇岛市经济技术开发区金山北路 15 号 电话：0335-51910209

目 录

总体摘要.....	3
1. 产品碳足迹介绍(CEP)介绍.....	3
2. 目标与范围定义	4
2.1 产品描述	4
2.2 产品应用	4
2.3 研究目的.....	4
2.4 研究范围	5
3. 产品碳足迹计算的数据收集.....	7
3.1 数据质量要求	7
4. 产品碳足迹计算.....	8
4.1 原始数据.....	8
4.2 综合结果.....	9
4.3分阶段结果.....	9
5. 结论和改善方向.....	12

总体摘要

报告对美铝 A356 铝合金产品的生命周期碳足迹进行了分析并生成报告，从原材料获取、原材料运输，产品生产，即产品从摇篮到大门的生命周期进行环境影响评价，全面认识产品的生命周期各个环节的碳足迹情况。

评价结果表明立中铝合金锭产品的生命周期(摇篮到大门)碳足迹为 1.52×10^1 kg CO₂ 当量(功能单位被定义为生产 1KgA356 铝合金产品)，其中产品原材料获取阶段占比贡献最大，占综合碳足迹的 98.204%;分析 A356 铝合金产品各生命周期阶段的碳足迹贡献情况可知原材料获取阶段碳足迹贡献最大的原材料为重熔用铝锭，其生产过程产生的碳足迹占原材料获取阶段的 91.32%，其次是金属硅，其生产过程产生的碳足迹贡献占 5.38%，而后为中间合金、金属镁及再生铝等，其生产过程产生的碳足迹贡献占比分别为 2.30%；原材料运输阶段碳足迹贡献最大过程为重熔用铝锭运输，产生的碳足迹占原材料运输阶段的 76.61%，其次是金属硅，其碳足迹贡献占比为 19.63%，而后为中间合金、金属镁及再生铝及其它的运输，产生的碳足迹贡献占比为 3.76%；产品生产阶段碳足迹贡献最大的过程是熔炼工序所用，其中生产所用天然气占生产阶段全部碳足迹的 87.48%，其次是生产所用电碳足迹贡献占生产阶段的比例为 10.72%，其它碳足迹贡献占比为 1.80%。

1. 产品碳足迹介绍(CFP)介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。产品碳足迹(Carbon Footprint of Products, CFP)是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和,即从原材料开采、产品生产(或服务提供)、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟化物(HFC)和全氟化碳(PFC)等。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量(CO₂e)表示，单位为 kgCO₂e 或者 gCO₂e。全球变暖潜值(Global Warming Potential, 简称 GWP)，即各种温室气体的二氧化碳当量值，通常采用联合国政府间气候变化专家委员会(IPCC)提供的值，目前这套因子被全球范围广泛适用。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估(LCA)的温室气体的部分[21]。基于 LCA 的评价方法,国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求,用于产品碳足迹认证,目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种:①《PAS2050:2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》,此标准是由英国标准协会(BSI)与碳信托公司(Carbon Trust)、英国食品和多村事务部(Defra)联合发布,是国际上最早的、具有具体计算方法的标准,也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准:②《温室气体核算体系:产品寿命周期核算与报告标准》,此标准是由世界资源研究所(World Resources Institute, 简称 WRI)和世界可持续发展工商理事会(World Business Council for Sustainable Development, 简称 WBCSD)发布的产品和供应链标准:③《ISO/TS 14067:2013 温室气体--产品碳足迹--量化和信息交流的要求与指南》,此标准以 PAS2050 为种子文件,由国际标准化组织(ISO)编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

2. 目标与范围定义

2.1 产品描述

- 产品名称:A356 铝合金产品;
- 产品类型:铸造铝合金锭、铸造铝合金液
- 牌号:主要有 A356、ALSi7Mg;
- 产品规格:美铝 A356 铝合金产品是以原铝为主要原材料,通过添加各种合金元素(如工业硅、金属镁、钛中间等)经过熔化合金而成。

2.2 产品应用

美铝 A356 铝合金产品主要为汽车零部件厂提供原材料,用来生产汽车轮毂、转向节等。

2.3 研究目的

本研究的目的是核算美铝合金生产的 A356 铝合金产品生命周期过程的碳足迹,为 ASI 体系认证提供详细信息和数据支持。碳足迹核算是美铝公司实现低碳、绿色发展的基础和关键,披露产品的碳足迹是美铝公司环境保护工作和社会责任的一部分,也是美铝公司迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为美铝

公司与 A356 铝合金产品的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有积极作用。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是美铝公司内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.4 研究范围

根据本项目研究目的，按照 PAS 20503]和 ISO 14067[4]标准的要求。确定本研究的研究范围包括功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、影响评价方法和数据质量要求等。

2.4.1 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位被定义为生产 1KgA356 铝合金产品。

2.4.2 系统边界

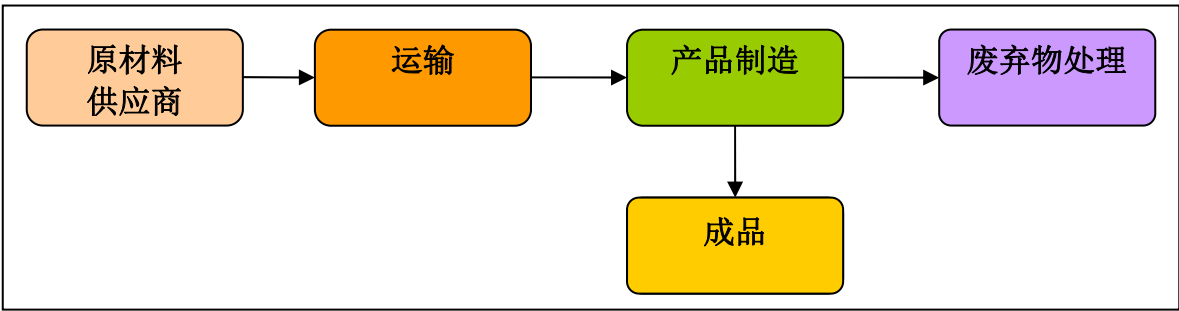
计算的产品为中间产品，本次计算采用从摇篮到大门的评价方法，包括从原材料的获取、产品制造过程、产品运输至仓库为止所产生的所有实质性排放。如表1

表1 生命周期

生命周期	描述
原材料的获取	这一阶段包括原材料的获取及其损耗，原材料的包装、原材料的运输。
产品制造	这一阶段包括所有产品生产和/或加工过程，产品在生产现场的运输，废弃物的运输和处置。
废弃物处理	这一阶段包括工艺产生的废物。

2.4.3 流程图（如图 1）

图 1 流程图



系统边界从原材料的获取开始，然后运输至秦皇岛开发区美铝合金有限公司进行生产，最后从生产现场运输至仓库。

产品系统边界范围内各过程及其涵盖内容说明如下：

1) 原材料、包材的制造与运输

原材料、包材制造：组成生产过程和运输过程所产生的温室气体排放；其中的实景过程数据为原材料、包材消耗量，原材料消耗量取车间生产记录，包材消耗量来自包装车间生产记录；

原材料、包材运输：原材料、包材从上游厂商运输到产品生产地的过程，运输数据自百度地图查询获得。

2) 产品的生产过程

能源：产品的生产过程消耗外购电力、天然气、柴油；

生产与服务供应：仅涉及危废委托有资质的第三方处置产生的温室气体排放；

运输——危废转运；

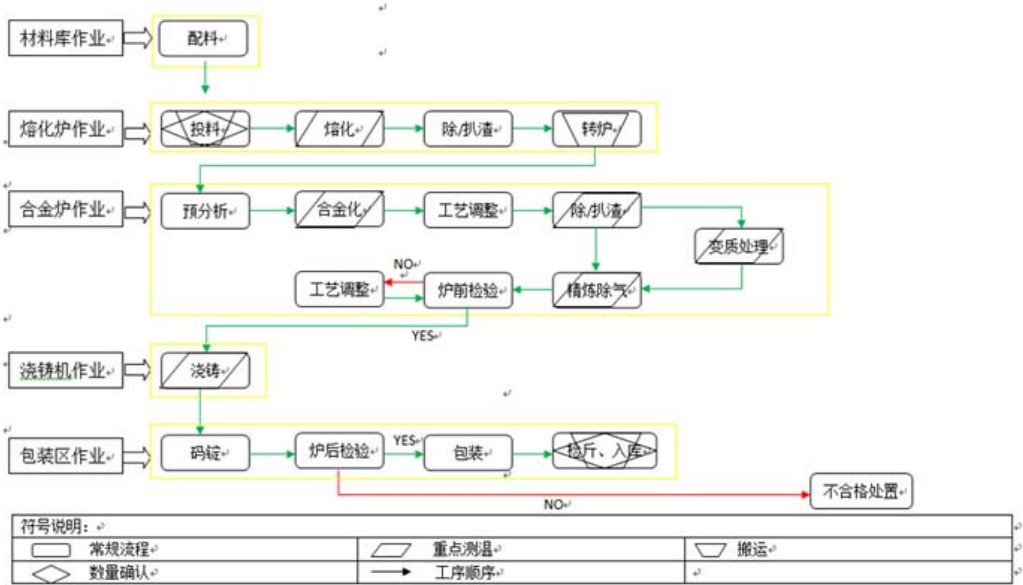
设施运行：产品生产不涉及制冷剂逸散排放，CO₂ 灭火器和化粪池逸散排放因排放量很小截断处理；

产品储存：原物料、产品存储仅涉及照明用电产生的温室气体排放，本报告将其包含在能源使用产生的排放之中；

资产性商品：本报告不涉及。

A356系列产品的生产加工过程如下：

图 2 A356 铝合金产品生产工艺流程图



3、产品碳足迹计算的数据收集

3.1数据质量要求

3.1.1初级活动水平数据

本次项目中初级活动水平数据反映2023年1月1日至2023年12月30日的情况，收集到的所有的活动数据均来源于秦皇岛开发区美铝合金有限公司的实际生产现场。具体包括原材料的使用量以及上游运输过程的距离和交通工具载重量，产品生产加工过程中的能源资源消耗、产品产量等。

收集以下情况的初级数据：

- 构成产品的原料的使用量，包括损耗
- 原料的包装材料用量；
- 产品生产使用过程中使用到的消耗品的用量；
- 产品包装材料的使用量，包括损耗；
- 所有原材料的运输量，运输方式，运输距离；
- 产品生产加工过程中能源资源的使用量；
- 产品的产量；
- 废弃物的产生量；
- 固体废弃物委外处理的方式和运输。

3.1.2次级数据

次级数据是指不针对具体产品的外部测量，而是一种对同类过程或材料的平均或通用测量（如行业协会的行业报告或汇总数据）。

3.1.3取舍准则

本研究采用的取舍准则为：

各生产单元过程物料与产品的重量比小于0.1%的不必填写，总舍弃量不超过5%，且上游数据不可得的物料被忽略

本报告所有原辅料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理，因此无忽略的物料。

3.1.4 假设

以下假设应用于本次计算：

原材料获取	- 原材料排放因子的选取是根据原材料的材质、类型、性能等信息来确定； - 生产每千克产品所要使用的原料的量和损耗率都相同； - 原材料运输造成的排放按照一年内每种原材料的实际运输量，以及运输方式、物流载重量和距离来确定； - 生产每千克产品所要使用到的消耗品的量都相同； - 每千克产品所要使用的包装材料的量都相同。
产品制造	- 生产每千克产品所消耗的能源和资源的量都相同； - 每千克产品产生的废弃物的量都相同，并按照一年内实际产生量计。

4、产品碳足迹计算

4.1 计算方法说明

(1) 排放系数法：

① 固定源燃烧及移动源燃烧排放量=燃料用量×燃料热值×排放因子×GWP值。 燃料热值—《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2020）；

CO2 排放因子—2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南 V2；

② 外购电力及运输、组织使用产品等排放量=使用量（产生量）×排放系数×IPCC 2021 全球暖化潜势 GWP。 排放系数—中国产品全生命周期温室气体排放系数库、Ecoinvent 排放系数、生态环境部《2021 年电力二氧化碳排放因子》。

(2) 排放量的计算：

各种不同的温室气体排放源，依排放系数管理表选用适当的排放系数；选择排放系数后，再依 2021 年 IPCC 报告中公告的各种温室气体全球暖化潜势GWP，将所有计算结果转化为 CO2e（二氧化碳当量值），单位 tCO2e。

(3) 温室气体（GHG）排放=活动数据（AD）X排放因子(EF)。

4.2 原始数据

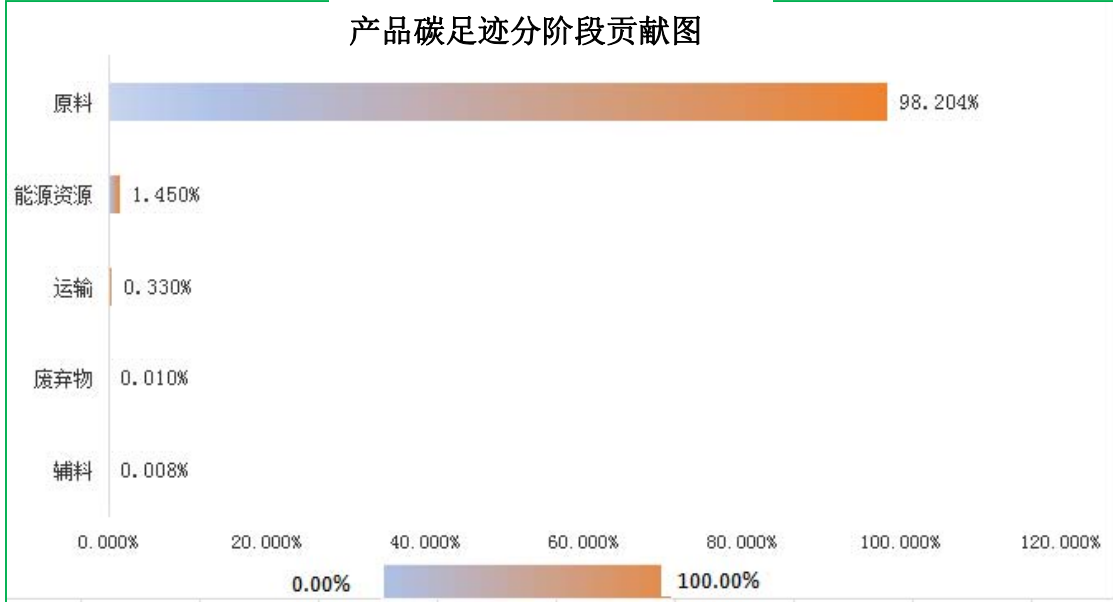
过程	生命周期活动	活动数据	单位	数据来源	EF	kgCO2e
原料	电解铝（A00）	872.00	kg	原料统计	15.79	13.7689
	金属硅	75.00	kg		10.70	0.8024
	中间合金	10.70	kg		21.23	0.2272
	金属镁	3.29	kg		23.36	0.0769
	再生铝及回炉料	54	kg		0.73	0.0394
辅料	精炼剂	1.8	kg		0.47	0.0008
运输	陆运>32t	1017.26	tkm	运输统计	0.05	0.0498
	陆运10-22t	3.93	tkm		0.05	0.0002
能源资源	电	30.11	kwh	生产统计	0.79	0.0238
	天然气	89.88	m3		2.16	0.1941
	柴油	0.59	Kg		3.15	0.001859
废弃物	铝灰	6.9985	kg	生产统计	0.04	0.000286
	除尘灰	0.8843	kg		2.09	0.001848
合计						15.19

注：供应商、委外承包商只显示地点，不显示具体组织名称。表中温室气体（GHG）排放=活动数据（AD）X 排放因子（EF）。排放因子（EF）因子获取方式为：《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》。

4.3综合结果

评价结果表明美铝A356系列产品的生命周期（摇篮到大门）碳足迹为1.52E+01kg CO₂eq，其中产品原材料获取阶段占比贡献最大，占综合碳足迹的98.204%。

类别	碳足迹（kgCO ₂ eq）	贡献比
原料	1.52E+01	98.204%
辅料	8.45E-04	0.008%
运输	5.00E-02	0.330%
能源资源	2.20E-01	1.450%
废弃物	2.13E-03	0.010%
总计	1.52E+01	100.000%

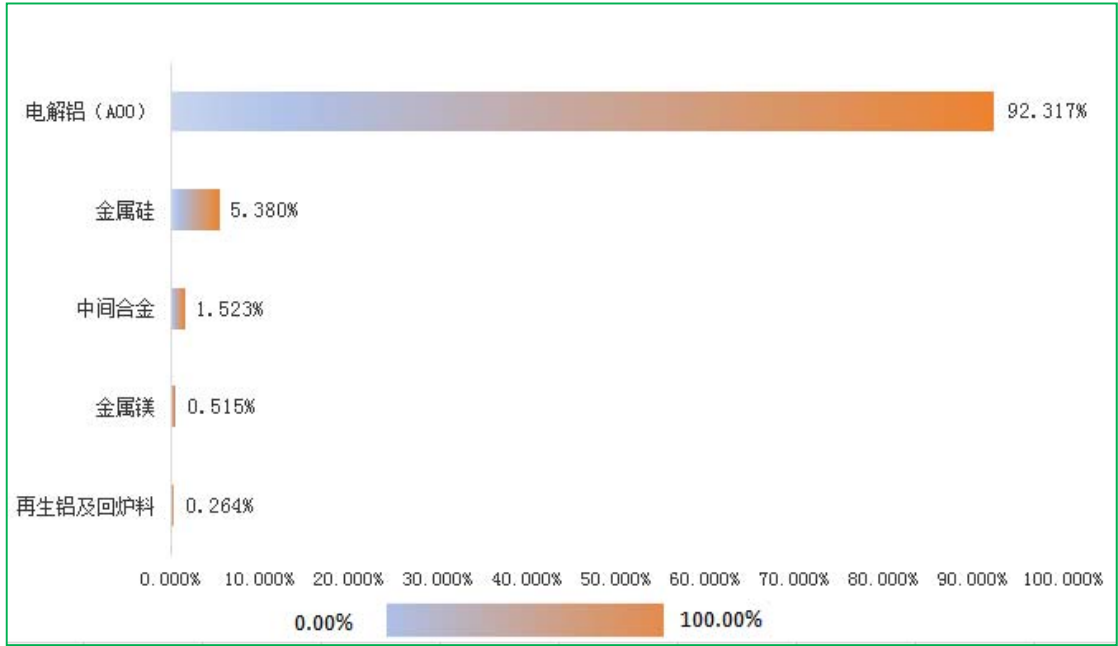


4.4 分阶段结果

4.4.1原材料获取

原材料获取阶段碳足迹贡献最大的原材料为重熔用铝锭，其生产过程产生的碳足迹占原材料获取阶段的92.32%，其次是金属硅材料，其生产过程产生的碳足迹贡献占比5.38%，而后为Ti中间合金、金属镁、再生铝及回炉料，其生产过程产生的碳足迹贡献占比分别为2.30%：

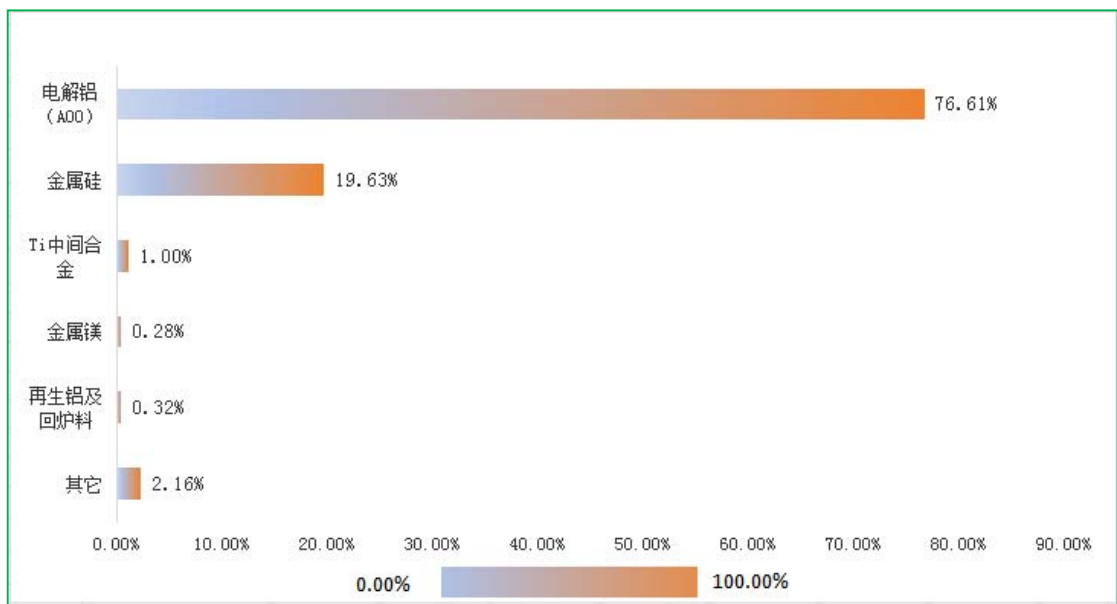
组成因素	碳足迹 (kgCO ₂ eq)	贡献比
电解铝 (A00)	1.38E+01	92.32%
金属硅	8.02E-01	5.380%
Ti 中间合金	2.27E-01	1.523%
金属镁	7.69E-02	0.515%
再生铝及回炉料	3.94E-02	0.264%
总计	1.49E+01	100%



4.4.2 原材料运输阶段

原材料运输阶段碳足迹贡献最大过程为重熔用铝锭运输,产生的碳足迹占原材料运输阶段的76.61%,其次是金属硅,其碳足迹贡献占比为19.63%,而后为再生金属料、Ti中间合金、金属镁的运输,产生的碳足迹贡献占比为1.60%;其它产生的碳足迹贡献占比为2.16%。

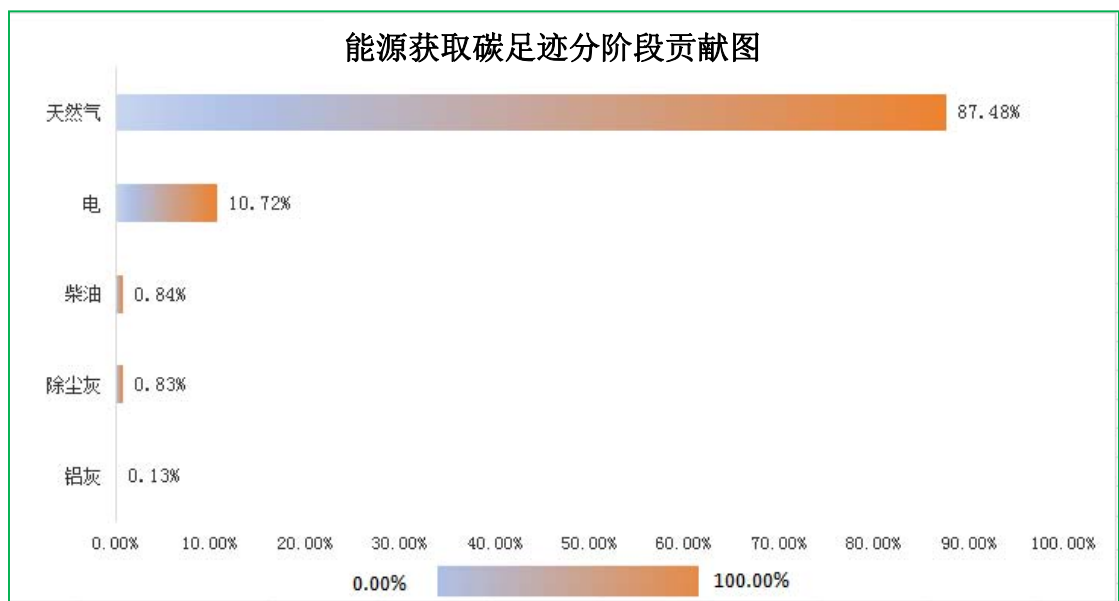
组成因素	碳足迹 (kgCO ₂ eq)	贡献比
电解铝 (A00)	3.83E-02	76.61%
金属硅	9.83E-03	19.63%
Ti 中间合金	4.98E-04	1.00%
金属镁	1.42E-04	0.28%
再生铝及回炉料	1.59E-04	0.32%
其它	1.08E-03	2.16%
总计	5.00E-02	100%



4.4.3 产品生产阶段

产品生产阶段碳足迹贡献最大的过程是熔炼工序所用，其中生产所用天然气占生产阶段全部碳足迹的 87.48%，其次是生产所用电碳足迹贡献占生产阶段的比例为 10.72%，其它碳足迹贡献占比为 1.80%。

组成因素	碳足迹 (kgCO ₂ eq)	贡献比
天然气	1.94E-01	87.48%
电	2.38E-02	10.72%
柴油	1.86E-04	0.84%
除尘灰	1.85E-03	0.83%
铝灰	2.86E-04	0.13%
总计	2.22E-01	100%



5 不确定性分析

本次计算旨在评估秦皇岛开发区美铝合金有限公司A356系列产品在其生命周期中的温室气体排放，计算结果受制于所收集到的数据。在从摇篮到大门的边界内，次级排放系数的使用是合理的。

数据差距、数据代表性和时间变数等各个方面都会导致许多不确定的因素。因此，基于通过细致水平的平衡和合理的评价成本，在本报告中应用的数据是在计算准备时的最佳值，而初级和次级数据的来源会受不确定性影响。

不确定性的来源包括：产品包装材料、消耗品和能源资源的相关数据均是按照产品的产量、全年消耗品和能源资源的总用量进行分配而作为计算的依据等。这些不确定性因素所造成的温室气体的排放影响都很小，已在计算中被考虑，如选择原料次级数据的时候，尽量依据地域性原则，结合中国不同地域的发电特点选择了最贴近的次级数据。

5、结论和改善方向

通过以上分析可知，美铝生产 1 千克 A356 铝合金系列产品的碳足迹为 1.52E+01kg CO₂eq，A356 铝合金系列产品生产生命周期过程中，原材料的获取过程贡献最高，占该产品碳足迹的 98.204%；运输及能源获取次之，分别占 0.33% 和 1.45%；为减小产品碳足迹，建议如下：

公司应对铝液、铝锭的生产过程进行现场调研，并计算不同企业产品碳足迹，选择生产工艺更低碳的企业作为供应商，建立企业自身的绿色供应链

公司需树立绿色采购理念，优先选择对环境负面影响较小的产品，促进供应商环境行为的改善，发挥供应链上的影响力：

公司应使用更先进节能的工艺及设备，减少能源的使用及污染物的排放

参考文献

- 1 ISO 14064-1：2018 在组织层面温室气体排放和移除的量化和报告指南 性规范；
- 2 《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》；
- 3 《GB/T 2589-2020 综合能耗计算通则》；
- 4 生态环境部《2021 年电力二氧化碳排放因子》；
- 5 《IPCC 第六次评估报告（2021）》全球暖化潜势（GWP）；
- 6 《中国产品全生命周期温室气体排放系数库》；
- 7 Ecoinvent 数据库（v3.9.1）；

