

产品碳足迹评估报告

广东隆达铝业有限公司

纯铝锭系列

产品牌号：AC4C铝合金锭

纯铝锭系列碳足迹评估报告

组织名称: 广东隆达铝业有限公司

组织地址: 广东省清远市清城区石角镇循环经济产业园西区 6 号

生产地址: 广东省清远市清城区石角镇循环经济产业园西区 6 号

产品: 纯铝锭系列产品

功能单位: 一千克纯铝锭系列产品

产品描述: 产品型号:
AC4C铝合金锭

产品型号: N/A

碳排放: 15.70kgCO₂e

数据收集期间: 2023 年 1 月–2023 年 12 月

数据的年期: 初级数据: 1 年; 次级数据: 10 年

依据: ISO 14040:2006 生命周期评价——原则和框架
ISO 14044:2006 生命周期评价——要求和指南
ISO 14067:2018 温室气体——产品碳足迹量化要求和指南
PAS 2050:2011 产品和服务在生命周期中温室气体排放的评价规范

报告编号: 2024/PCFV/C/0126

目 录

第一章 项目背景	4
1.1 前言	4
1.2 数据收集地点	5
第二章 计算目的	6
第三章 词汇表	7
第四章 计算范围	8
4.1 功能单位	8
4.2 系统边界	8
4.3 厂区边界图	8
4.4 流程图	9
第五章 产品碳足迹计算的数据收集	11
5.1 初级活动水平数据	11
5.3 取舍	11
5.4 假设	11
第六章 产品碳足迹计算	13
6.1 原始数据	13
6.2 结果	14
第七章 不确定性分析	16
第八章 结论和改善方向	17
8.1.结论:	17
8.2 项目总结和今后的改善方向:	17
附录	19
A. 参考	19

第一章 项目背景

1.1 前言

为了应对社会对揭示碳足迹信息的要求，通过在可持续发展方面的努力以展现自身的环境领导力，以及优异的市场竞争力，确保与市场上对绿色产品日益增长的需求同步共进，广东隆达铝业有限公司针对其旗下的再生铝锭系列产品进行了碳足迹的计算，以了解现有产品生命周期内（“从摇篮到大门”）的温室气体排放。

本次温室气体（GHG）排放计算包括 CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆、NF₃ 等。GHG 排放影响是评价该产品形成及之后 100 年内 GHG 排放的 CO₂ 当量影响（即 100 年的评价期）。



图 1.1: 铝锭产品

1.2 产品介绍

纯铝锭系列产品主要配套客户均为中国中高端汽车主机厂和零部件厂，包含国产、德系、美系、法系、日系等不同汽车品牌，该产品主要特点包括：

- 1)产品是铸造铝合金，产品主要形态为铝合金锭；
- 2)纯铝锭产品以其经济性、环保性在汽车发动机及零部件等领域有应用广泛；
- 3)该产品为高性能铸造铝合金材料；
- 4)具有高强度、高气密性、高流动性及良好的铸造加工性能，是汽车工业制造“以铝代钢”的汽车结构件铝合金材料，达到了极好的减轻车身自重、降低污染物排放的效果；
- 5)产品提高再生铝资源的循环利用，充分满足了汽车工业轻量化需求。

1.3 数据收集地点

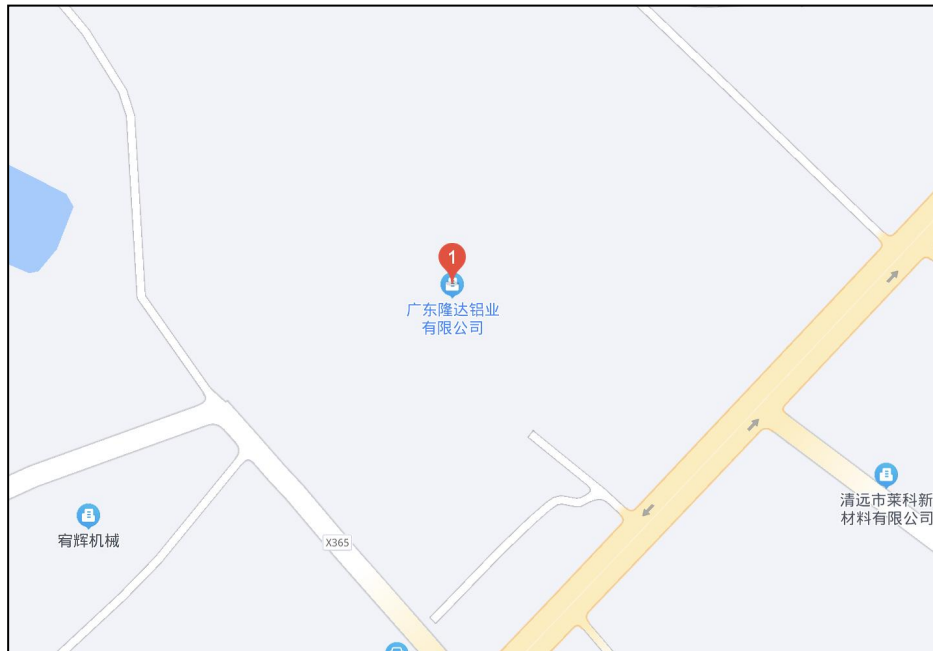


图 1.2: 产品生产地址

第二章 计算目的

通过本次计算来评价一千克纯铝锭系列在其生命周期中的原材料获取和产品制造整个过程中的碳足迹，从而了解产品在其生命周期中从摇篮到大门的温室气体排放，找出关键的排放源。本次对于目标产品的碳足迹计算也可以被视作为以后评价此产品环境绩效的参考。

本次计算基于收集的产品摇篮到大门的活动数据，包括原材料，运输，制造阶段能源资源消耗等信息。

第三章 词汇表

温室气体	大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成份。
全球温升潜力 (GWP)	以温室气体的辐射特性为基础，测量在目前大气中并结合一个选定时间范围内的单位质量的某种温室气体脉冲释放后相对于二氧化碳 (CO ₂) 的辐射强度。
碳足迹	某个特定活动或实体产生的温室气体排放水平。
排放因子	释放的温室气体量，用二氧化碳当量与相关的活动单位表示（如：多少千克 CO ₂ e/单元输入）。
初级活动水平数据	对于某个产品生命周期活动的定量测量。乘以排放因子后得到某过程所产生的 GHG 排放量。
次级数据	从产品生命周期所包括的过程中直接测量以外的来源获得的数据。
功能单位	用作基准单位的产品系统量化绩效，是 CFP 处理产品信息的基础。
CO ₂ 当量 (CO ₂ e)	比较某种温室气体和二氧化碳辐射力的单位。 注 1：通过将温室气体的质量乘以该气体的相应 GWP 或 GTP，将温室气体的质量转换为 CO ₂ 当量。 注 2：就 GTP 而言，二氧化碳当量是对比温室气体引起的全球平均表面温度变化与二氧化碳引起的温度变化的单位。
取舍准则	对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或 GHG 排放重要性程度是否被排除在 CFP 研究范围之外所做出的规定。
不确定度	与量化结果相关的参数，表征可合理归因于量化量的值的离散度。 注 1：不确定性可包括，例如： 参数不确定性，例如温室气体排放因子、活动数据； 场景不确定性，如使用阶段情景、寿命终止阶段情景； 模型不确定性。 注 2：不确定度信息通常规定了数值可能分散性的定量估计，以及可能的分散原因的定性描述。

第四章 计算范围

4.1 功能单位

本报告产品碳足迹评价的功能单位 (Functional unit) 为 “kg” 。

本报告产品碳足迹评价的基准流为：“广东隆达铝业有限公司 2023年 1月 1日至 2023年12月 31日生产并在国内销售的 1kg 产品纯铝锭系列” 。

功能 (Function)：主要配套客户均为中国中高端汽车主机厂和零部件厂。

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、铝锭产品运输至工厂大门为止所产生的所有实质性排放。

4.3 厂区边界图

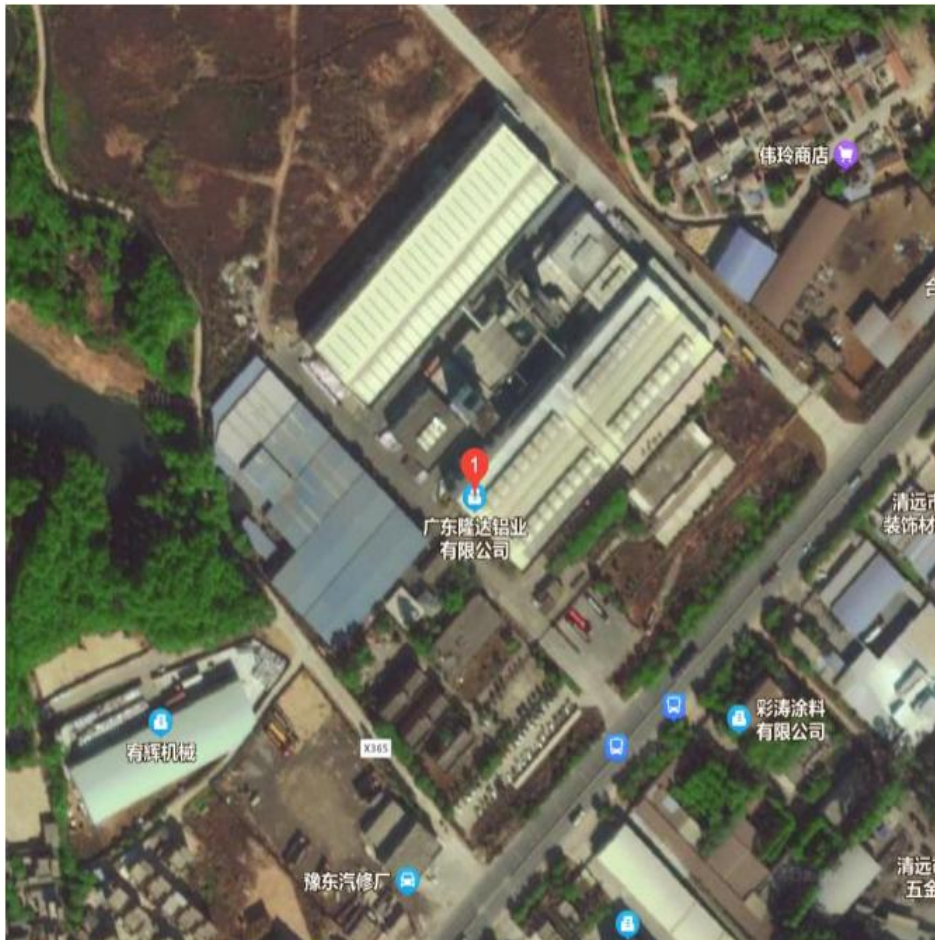


图 4.1: 厂区地址

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和废水处理。

4.4 流程图

流程图描述如下（图 4.2）：

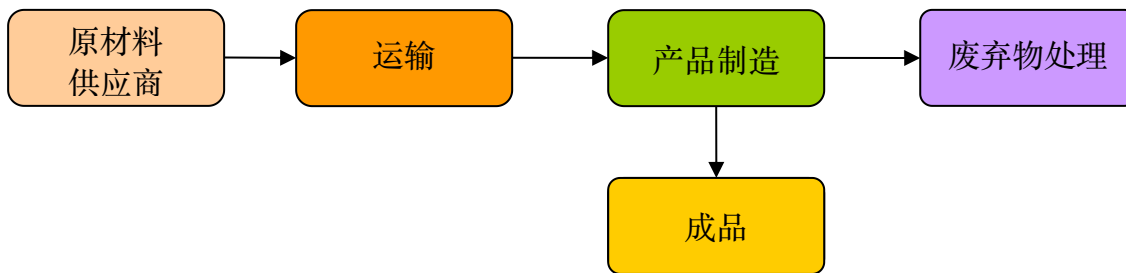


图 4.2: 流程图

系统边界从原材料的获取开始，然后运输至广东隆达铝业有限公司进行生产，最后铝锭产品运输到工厂大门。

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，原材料消耗量取自产品 BOM，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，运输数据自船讯网、百度地图查询获得。

为了能够更细致的分析数据，为企业后续实施碳减排提供指导，本报告在生命周期软件建模工作中将本过程拆分为“原材料制造”、“原材料运输”、“产品生产与加工过程能源资源消耗”、“运输”四个独立的过程。

2. 产品的生产过程

能源：产品的生产过程消耗外购柴油、电力、天然气（熔炼炉燃烧产热）；

生产与服务供应：仅涉及危废委托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。

纯铝锭系列的生产加工过程如下：

铸造铝合金锭生产工艺流程图

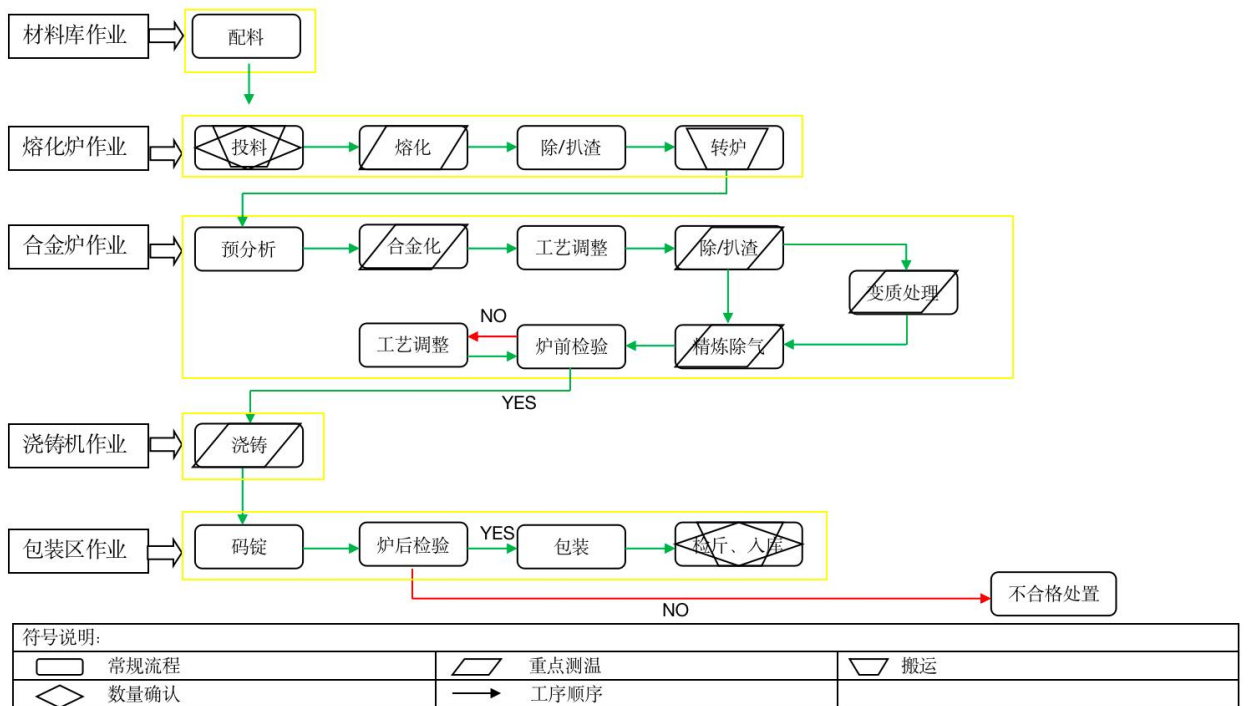


图 4.3：生产加工流程图

第五章 产品碳足迹计算的数据收集

5.1 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-2023 年 12 月的情况，收集到的所有的活动数据均来源于广东隆达铝业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；
- 产品生产加工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。

5.2 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）。本次计算的次级数据来源主要从 Ecoinvent (v3.8)等生命周期清单数据库以及若干文献和报告证书中获得。详细的数据摘要可参考附录 a。

5.3 取舍

消耗品的包装、原料包装材料的包装为非实质性贡献，不在数据收集范围内。

5.4 假设

以下假设应用于本次计算：

<p>原材料获取</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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。
<p>产品制造</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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。

第六章 产品碳足迹计算

(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 kgCO2e。

(3) 温室气体 (GHG) 排放=活动数据 (AD) X排放因子(EF)。

6.1 原始数据

过程	生命周期活动	活动数据	单位	碳足迹 kgCO2e
原料	电解铝	9.18E-01	kg	1.45E+01
	镁锭	4.50E-03	kg	1.45E-01
	硅	7.03E-02	kg	7.66E-01
辅料	清渣剂	1.50E-03	kg	1.10E-03
运输	上游陆运	3.20E-01	tkm	3.34E-02
	交付陆运	1.81E+00	tkm	6.47E-03
能源资源	电	2.15E-01	kwh	1.13E-01
	天然气	2.21E-01	m ³	1.29E-01
	柴油	2.26E-05	kg	2.00E-05
废弃物处置	飞灰	1.80E-06	kg	5.00E-06
	废铝	3.46E-05	kg	1.00E-04
合计				15.70

上游能源原始数据

过程	生命周期活动	活动数据	单位	碳足迹 kgCO2e
上游能源资源	电	-	kwh	1.94E+01
	天然气	-	m ³	7.00E-02
	柴油	-	kg	3.80E+00
合计				23.27

6.2 结果

该纯铝锭系列产品从摇篮到大门生命周期的温室气体排放分别列于表格 6.1 至 6.3 及图 6.1 至 6.3。

表格 6.1 “一千克纯铝锭系列产品”

生命周期温室气体排放细目

类别	kgCO ₂ 当量	百分比
原料	1.54E+01	98.19%
辅料	1.10E-03	0.01%
运输	3.99E-02	0.25%
能源资源	2.43E-01	1.55%
废弃物	3.64E-05	0.00%
总计	15.70	100.00%

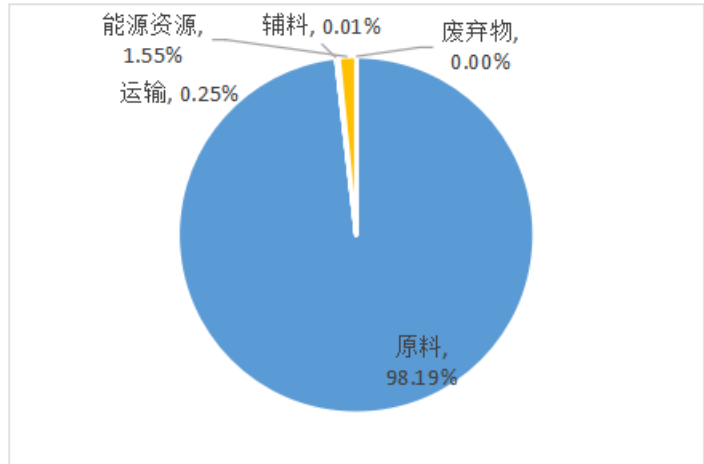


图 6.1 “一千克纯铝锭系列产品”的生命周期 温室气体排放细目

表格 6.2 “一千克纯铝锭系列产品”

的原材料温室气体排放细目

原料	kgCO ₂ 当量	百分比
电解铝	1.45E+01	94.09%
镁锭	1.45E-01	0.94%
硅	7.66E-01	4.97%
总计	15.42	100.00%

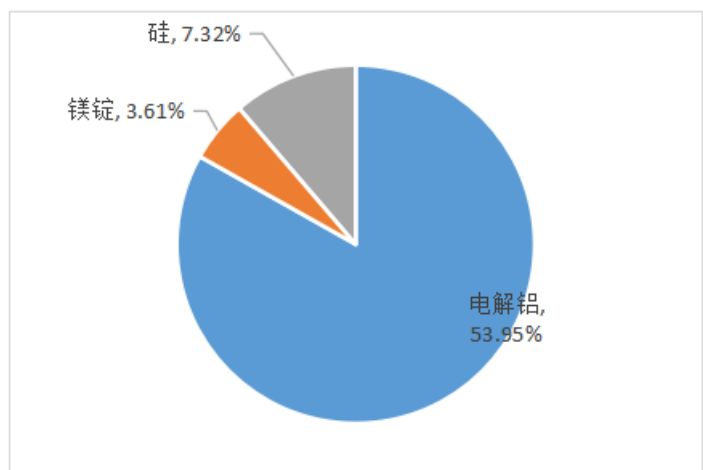


图 6.2 “一千克纯铝锭系列产品”的原材料温室 气体排放细目

表格 6.3 “一千克半纯铝锭系列产品” 的生产与加工过程能源资源消耗温室气体排放细目

资源能耗	kgCO2 当量	百分比
电	1.13E-01	46.70%
天然气	1.29E-01	53.29%
柴油	2.00E-05	0.01%
总计	0.24	100.00%

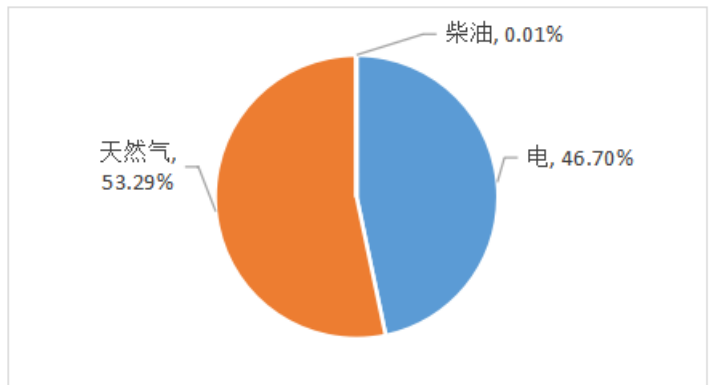


图 6.3 “一千克半纯铝锭系列产品” 的生产与加工过程能源资源消耗温室气体排放细目

对于一千克纯铝锭系列产品而言，原材料消耗产生的排放所占的比例最大，占总排放量的98.19%，是该产品生命周期内摇篮到大门阶段最主要的排放源，这些排放主要来自于电解铝的消耗，占比为94.09%，镁锭和硅在生产过程中排放的温室气体所占的比例其次，占原材料排放量的0.059%。第二大排放源为生产过程中的能源消耗量，占比为1.55%，这些排放主要来自于天然气的消耗，分别为53.29%。第三大排放源为原材料和辅料的运输过程中产生的二氧化碳排放量，占比为0.25%。

第七章 不确定性分析

本次计算旨在评估广东隆达铝业有限公司-纯铝锭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。

第八章 结论和改善方向

8.1.结论:

该产品以功能单位计温室气体排放量为 15.70 千克 CO₂ 当量（从“摇篮到大门”的碳排放）。该计算结果基于所收集的 2023 年 1 月-2023 年 12 月从摇篮到大门的数据。

类别	千克 CO ₂ 当量
原料	1.54E+01
辅料	1.10E-03
运输	3.99E-02
能源资源	2.43E-01
废弃物	3.64E-05
摇篮到大门总计	15.70

功能单位：一千克纯铝锭系列产品

从“摇篮到大门”的碳排放：15.70 kgCO₂ 当量

总结:

一千克纯铝锭系列产品从摇篮到大门的碳足迹为 15.70 kgCO₂ 当量，在其摇篮到大门的生命周期中，原材料消耗产生的温室气体大约占了总温室气体排放量的 98.19%。

8.2 项目总结和今后的改善方向:

针对上述结论，总结了以下几点作为今后的改善方向:

1. 从产品碳足迹结果中可以发现，本产品的原材料所占的比重特别大。如想降低原料部分的碳足迹，除了应减少原料在生产流程中的损耗，另外，对于已经率先进行了产品碳足迹评估的供应商，可以鼓励其进行产品碳减排方面的研究；而对于其它供应商，可以邀请其一起进行产品碳足迹的评估，通过评估找到高排放的源头，从而进行减排。原料上的减排量亦可以使产品收益。可以从供货量最大的供应商开始推动。

2. 电解铝工业生产过程排放是另一主要碳排放的来源，因此，应该开展技术工艺更新，以减轻此部分的温室气体排放量。

3. 制造阶段能源资源消耗的排放基本来自用天然气。今后可以集中精力针对天然气的使用进行评审，细分各流程天然气消耗，跟踪记录，考虑采取例如能源审计，能效评估等方法，找出可以改进的地方，确定可以优化的系统或更新的设备，再设计目标指标并采取措施。提高效率、降低能耗必然会带来短期内或长期上成本的节约。

4. 加强内部员工的意识培训，宣传节能减排、减少原料浪费的必要性。

5. 加强数据记录意识，强化记录数据的可靠性。结合本次产品碳足迹评估的结果，针对实质性贡献的排放源进行数据记录跟踪，研究降低的可能性，这样，当再次计算产品碳足迹时，不仅可得到更精确和完整的数据，亦可以将更多的精力用于有效降低碳排放上。

本项目的经验有助于营造条件以供日后持续开展产品碳足迹计算，并为开展相关节能减排的项目得到更加充分的准备，提高纯铝锭系列产品的资源利用率，同时为持续的低碳产品设计提供基准。

b. 参考

1. ISO 14040: 2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
2. ISO 14044:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines
3. ISO 14067: 2018 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication
4. PAS 2050:2011: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
5. Ecoinvent Database (v3.9.1)
6. GB/T 2589-2020 General Principles for Comprehensive Energy Consumption Calculation
7. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
8. IPCC Sixth Assessment Report (2021) Global Warming Potential (GWP)
9. Ministry of Ecology and Environment's "CO2 Emission Factor for Electricity in 2021"
10. "China Product Lifecycle Greenhouse Gas Emission Coefficient Library"