

产品碳足迹报告

产品名称：铝包钢线

产品规格型号：LB30-3.30

生产者名称：湖北长天通信科技有限公司

报告编号：T4102472026-1

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司

报告签发日期：2026年5月28日



| 企业名称 | 湖北长天通信科技有限公司 | 核查地址 | 湖北省武汉经济技术开发区22MB地块 | | | | |
|---|--|------|--------------------|--------|---------------------------------|---------------------|----------|
| 法定代表人 | 童志伟 | 联系方式 | 18571611421 | | | | |
| 授权人（联系人） | 裴雷雷 | 联系方式 | 18571611421 | | | | |
| 核算和报告依据 | GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》； | | | | | | |
| <p>企业经营范围概况：</p> <p>一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；货物进出口；技术进出口；电力行业高效节能技术研发；光缆制造；光缆销售；电工机械专用设备制造；电气设备销售；润滑油加工、制造（不含危险化学品）；润滑油销售；石油制品制造（不含危险化学品）；专用化学产品制造（不含危险化学品）；气体、液体分离及纯净设备制造；环境保护专用设备制造；汽车新车销售；汽车零配件零售；劳务服务（不含劳务派遣）（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：电线、电缆制造（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）。</p> | | | | | | | |
| <p>2. 单位产品碳足迹结果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>产品功能单位</th> <th>单位产品碳排放量 (kgCO₂eq)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1吨 铝包钢线 (LB30-3.30)</td> <td>337.8320</td> </tr> </tbody> </table> <p>系统边界“摇篮到坟墓”：原料获取及加工、运输、生产制造、仓储、成品运输阶段、产品处置阶段的碳排放</p> | | | | 产品功能单位 | 单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq) | 1吨 铝包钢线 (LB30-3.30) | 337.8320 |
| 产品功能单位 | 单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq) | | | | | | |
| 1吨 铝包钢线 (LB30-3.30) | 337.8320 | | | | | | |
| <p>3. 评价过程中需要特别说明的问题描述</p> <p>(1) 本次产品碳足迹评价的系统边界为包括原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段。</p> <p>(2) 本次产品碳足迹评价工作建立了产品生命周期模型，计算得到产品碳足迹结果。</p> | | | | | | | |
| 编制 | 孙振歌 | 签名 | 孙振歌 | | | | |
| 组内职务 | | | | | | | |
| 组长 | 孙振歌 | 签名 | 孙振歌 | | | | |
| 组员 | 冯玉茹 | 签名 | 冯玉茹 | | | | |
| 组员 | 史晓君 | 签名 | 史晓君 | | | | |

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 摘要 | 1 |
| 1 产品碳足迹 (CFP) 介绍 | 2 |
| 2 企业及产品介绍 | 3 |
| 2.1 企业介绍 | 3 |
| 2.2 厂区布局 | 4 |
| 2.3 产品介绍 | 5 |
| 2.3.1 产品功能 | 5 |
| 2.3.2 产品工艺流程 | 5 |
| 2.3.3 产品图片 | 7 |
| 3 目标与范围定义 | 8 |
| 3.1 评价目的 | 8 |
| 3.2 评价范围 | 8 |
| 3.2.1 功能单位 | 8 |
| 3.2.2 系统边界 | 8 |
| 3.2.3 分配原则 | 9 |
| 3.2.4 取舍准则 | 10 |
| 3.2.5 相关假设和限制 | 10 |
| 3.2.6 影响类型和评价方法 | 10 |
| 3.2.7 数据来源 | 10 |
| 3.2.8 数据质量要求 | 10 |
| 4 数据收集 | 12 |
| 4.1 数据收集说明 | 12 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 4.2 活动水平数据 | 13 |
| 4.3 排放因子数据 | 13 |
| 5 碳足迹计算 | 14 |
| 5.1 计算方法 | 14 |
| 5.2 计算结果 | 14 |
| 5.3 不确定性分析 | 15 |
| 6 改进建议 | 16 |
| 6.1 改进建议 | 16 |
| 附件 | 20 |
| 附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单 | 20 |

摘要

本评价的目的是以生命周期评价方法为基础,采用 PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》; GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》为标准,计算得到 1 吨铝包钢线 (LB30-3.30) 的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需求,本评价的功能单位定义为: 1 吨铝包钢线 (LB30-3.30)。评价的系统边界定义为全生命周期产品碳足迹,系统边界为原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段。

评价得到: 1 吨铝包钢线 (LB30-3.30) 原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段的碳足迹值为 337.8320 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 27.5081 kgCO₂eq (8.14%), 原辅料运输阶段碳排放为 28.9342 kgCO₂eq (8.56%), 生产阶段碳排放为 208.1618 kgCO₂eq (61.62%), 成品运输阶段为 26.2137 kgCO₂eq (7.76%), 产品处置阶段为 47.0142 kgCO₂eq (13.92%) 评价过程中,数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是:数据尽可能具有代表性,主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。本报告采用了企业的合格供应商环评报告,同行业环保报告,企业的实际数据建立了产品生命周期模型,并计算得到产品碳足迹结果。生命周期评价的主要活动水平数据来源于企业现场调研的初级数据,背景数据来自发改委发布的《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南(试行)》、国家市场监督管理总局发布的《温室气体排放核算与报告要求第 27 部分:陆上交通运输企业》等规定的缺省值。

1 产品碳足迹 (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”也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 a Product, 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，即从原辅材料获取、原辅材料运输、产品生产、产品运输、产品使用、废弃处置等阶段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)、氢氟碳化物 (HFC) 和全氟化碳 (PFC) 等。碳足迹的计算结果用二氧化碳当量 (CO₂eq) 表示。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 (特征化因子) 在全球范围广泛适用。

产品碳足迹计算只包含一台完整生命周期评估 (LCA) 的温室气体的部分。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 (CarbonTrust)、英国食品和乡村事务部 (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 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》，此标准以 PAS2050 为种子文件，由国际标准化组织 (ISO) 编制发布。2024 年 8 月 23 日，中国国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布 GB/T 24067-2024《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》，2024 年 10 月 1 日实施。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 企业及产品介绍

2.1 企业介绍

湖北长天通信科技有限公司（以下简称长天公司）是航天电工集团有限公司全资控股的高新技术企业，位于武汉开发区，注册资金 1.38 亿元。作为央企线缆的骨干企业，高度重视产品的研发工作，2024 年度研发费用占营业收入的 3.23%。长天公司获得 6 项发明专利、25 项实用新型专利，累计获得了 6 项软件著作权。有员工 266 人（全部有社保，其中高级工程师 11 人、高级技师 1 人、高级试验人员 12 人、中级工程师 2 人，技术人员 72 人）。长天公司参与了 GB/T 17937-2024、GB/T 17937-2009 国家及行业标准的制订、2020 年参与了电工用铝包钢绞线团体标准 T/CEEIA 429-2020 的制订、电工用高强度和高伸长率铝包钢线团体标准 T/CEEIA 430-2020 的制订、铝包钢芯超耐热铝合金绞线团体标准 T/CEEIA 431-2020 的制订。

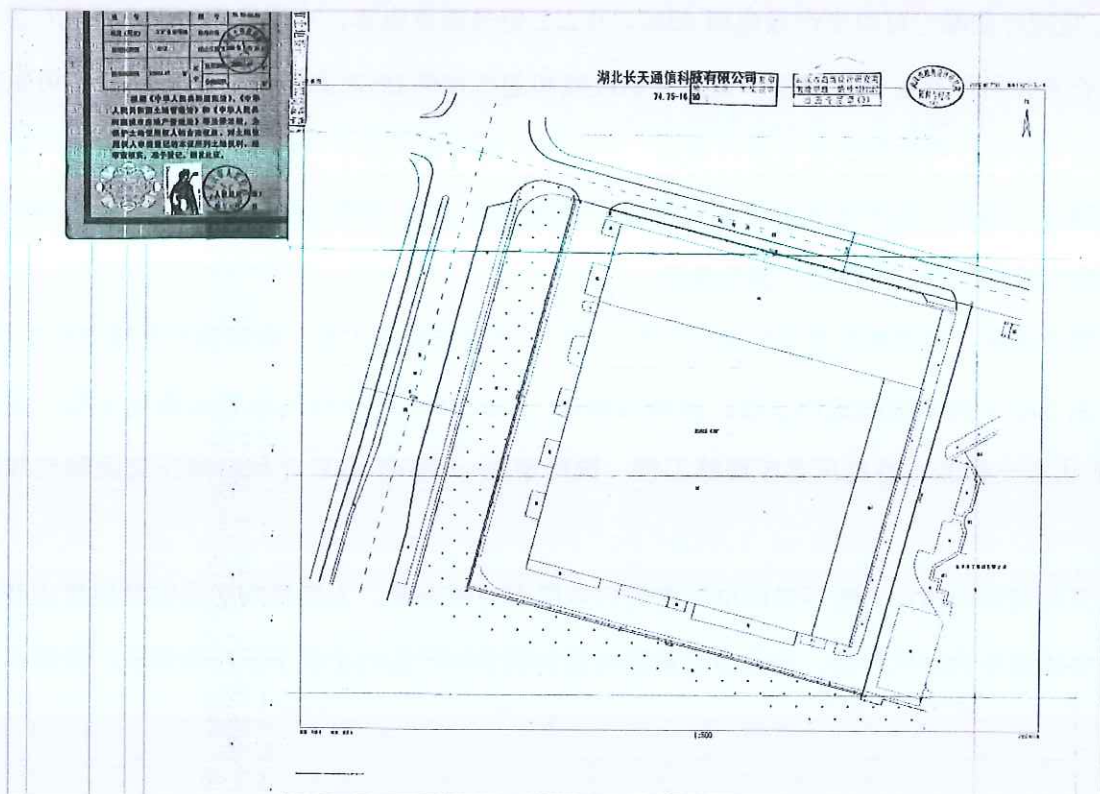
长天公司生产厂房自有产权使用权面积 25663.47 m²、总建筑面积 20039.79 m²。有生产设备 48 台，主要检测设备 50 台（套），具备生产特高压架空系列地线的能力。拥有从英国、意大利等国引进的世界先进的生产技术装备；具备从钢盘条淬火，到钢丝清洗、铝连续包覆、双金属同步变形、清洗复绕、退扭绞合等全工序生产条件。除生产所需的检测设备外，还拥有国际先进的德国进口铝层测厚仪一台。经过十几年的稳步发展，已经具备从导电率 14%IACS 至导电率 40%IACS 全系列铝包钢产品的生产能力，以及各种类型高强度、大伸率铝包钢线的设计研发能力，是同行业唯一可以生产导电率 40AC、Φ2.2 型号高导电率、小规格铝包钢产品的厂家。同时，长天公司还具备设计和生产铝包钢绞线和超低损耗 OPGW 光缆的能力，目前公司生产的铝包钢绞线各项性能已处于国内领先，并在南方电网及国家电网项目中用于超耐热钢导线的加强芯；另外，生产的高强度铝包钢线和超低损耗 OPGW 光缆已使用于国网冀北 500kV 源霸二线防水治理工程，目前运行情况良好。

主要业绩有：南网糯扎渡电站送电广东±800 千伏直流输电工程、南网滇西北特高压工程、南网广东 500 千伏木棉线送出工程；国网向家坝-上海±800 千伏特高压直流输电工程、国网上海庙-山东±800kV 特高压直流线路工程、国网蒙西-天津南 1000 千伏特高压交流输电线路工程。

长天公司作为国内为数不多的电线电缆行业国有控股企业，为积极响应国家发展要求及航天科技集团赋予的时代使命，公司将紧紧围绕铝包钢系列产品的主业不断延伸突破，坚持以振

兴民族工业为己任，紧跟时代发展步伐，牢牢把握南方电网公司及国家电网建设的发展机遇，为打造绿色电网，坚强电网、建设美丽中国贡献智慧与力量！

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

LB30-3.30 型号的铝包钢线是一种导电率 30% IACS、直径 3.30 mm 的硬拉裸铝包钢单线，属于双金属复合导线，钢芯外连续均匀包覆高纯铝层，兼具钢的高强度与铝的高导电、耐腐蚀特性。

1) 型号含义：

- LB30：导电率等级为 30% IACS（国际退火铜标准）
- 3.30：标称直径 3.30 mm
- 电气性能（20℃）
- 导电率：30% IACS
- 直流电阻率： $\leq 57.47 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ ($0.05747 \text{ }\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- 力学性能（典型值）
- 抗拉强度： $\geq 1100 \text{ MPa}$
- 伸长率： $\geq 1.5\%$
- 密度：约 6.59 g/cm^3 （低于纯钢）
- 结构：钢芯+连续铝包覆层（铝层厚度均匀，无间隙、无气孔）。

2.3.1 产品功能

高导电+高强度，兼顾载流与承重

- 导电率 30% IACS，显著高于普通镀锌钢线（约 8-10% IACS），载流量提升约 20%+。
- 钢芯提供极高抗拉强度，适合大跨越、重荷载杆塔，弧垂更小、安全性更高。

优异耐腐蚀，寿命长

- 寿命比镀锌钢线延长 2-3 倍，尤其适合沿海、盐碱、重污染工业区。

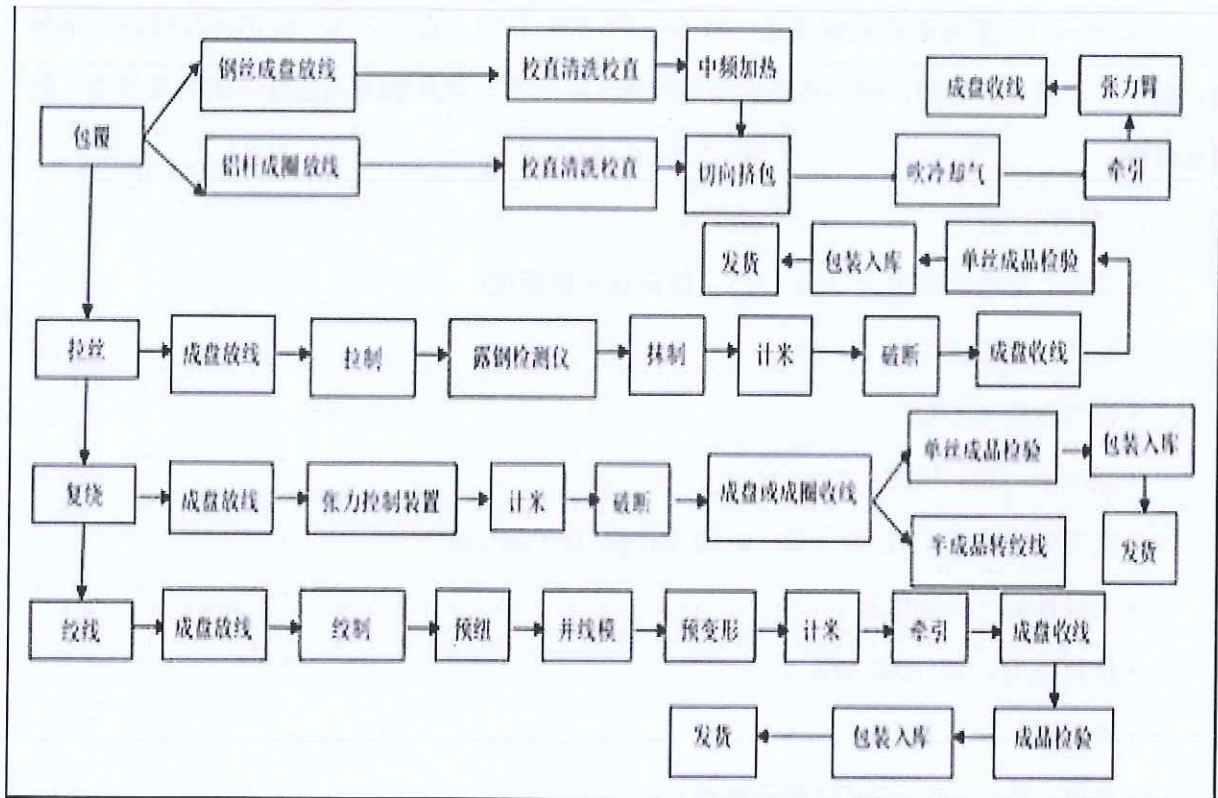
轻量化，节能降耗

- 密度低于纯钢，同长度重量轻约 5%，降低杆塔荷载与施工成本。
- 电阻低，电能损耗减少 4-6%，长期运行节能显著。

高频性能好，适配多场景

- 铝层集肤效应佳，高频传输损耗低，适合载波通信、电气化铁路承力索、OPGW 光缆地线等。

2.3.2 产品工艺流程



2.3.3 产品图片



3 目标与范围定义

3.1 评价目的

本评价的目的是根据 PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》；GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》标准的要求，科学地评估 1 吨铝包钢线（LB30-3.30）的碳足迹。为企业自身的产品设计、物料采购、生产管控等提供可靠的碳排放信息，同时也为企业建立碳中和品牌，践行国家“绿色制造”战略等做好准备。评价的结果将为认证方、企业、产品设计师、采购商及消费者的有效沟通提供合适的方式。评价结果面向的沟通群体有：第三方认证机构，公司内部的管理人员、生产管理人员、采购人员，以及企业的外部利益相关者，如原材料供应商、政府部门和环境非政府组织等。

评价获得的数据信息还可用于以下目的：

- (1) 产品生态设计/绿色设计
- (2) 同类产品对标
- (3) 绿色采购和供应链决策
- (4) 为实现产品“碳中和”提供数据依据

3.2 评价范围

本项目明确了评价对象的功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、相关假设和原则、影响类型和评价方法、数据库和数据质量要求等，在下文分别予以详细说明。

3.2.1 功能单位

为方便输入/输出的量化，以及后续企业披露产品的碳足迹信息，或将本评价结果与其他产品的环境影响做对比，本评价声明功能单位定义为：1 吨铝包钢线（LB30-3.30）。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界从原材料获取阶段到产品处置阶段，涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段、成品运输、产品处置等阶段。产品从“摇篮到坟墓”各阶段包含及不包含的过程如表 3.1 所示。系统边界如图 3.1 所示。

物理因果关系为基准来进行分配。

3.2.4 取舍准则

此次评价采用的取舍规则具体如下：

(1) 基于产品投入的比例：舍去质量或能量投入小于 1% 的产品/能量投入，但总的舍去产品投入比例不超过 5%。但是对于质量虽小，但生命周期环境影响大的物质，则不可以舍弃，例如黄金、白银等。

(2) 基于环境影响的比重：以类似投入估算，排除实际影响较小的原料。对于任何类别影响，如果相同影响在一件过程/活动的总和小于 1%，则此过程可从系统边界中舍去。

(3) 忽略生产设备、厂房、生活设施等。

3.2.5 相关假设和限制

在生命周期评价过程中，会出现数据缺失或情景多样化的情况，生命周期评价执行者需要明确相关假设和限制。

本报告所有原辅材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。

3.2.6 影响类型和评价方法

基于评价目标的定义，本次评价只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品全生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

评价过程中统计了各种温室气体，本次核查主要包括二氧化碳（CO₂）。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2021 年）提出的方法来计算产品全生产周期的 GWP 值。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO₂ 当量（CO₂eq）。

3.2.7 数据来源

本评价过程中使用到的数据来源于企业的台账，记账凭证，供应商资质信息等。本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

3.2.8 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价中主要考虑了以下几个方面：

数据完整性：依据取舍原则。

数据准确性：实景数据的可靠性及分配原则的合理性。

数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性。

模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，以及企业自身统计的初级数据。本评价在进行了企业现场数据的调查、收集和整理工作。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，次级数据大部分选择来自相关行业企业温室气体核算方法与报告指南的缺省值；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择相近的数据。

数据库的数据经过严格审查，并广泛应用于国内国际上的 LCA 研究。各个数据集和数据质量将在第 4 章对每个过程介绍时详细说明。

备注：初级数据和次级数据界定

初级数据：通过直接测量或基于直接测量计算得到的过程\或活动的量化值。注释 1:原始数据不一定来自所研究的产品系统(3.3.2)，因为原始数据可能与研究的不同但可比较的产品系统相关。注释 2:原始数据可包括温室气体排放因子(3.2.7)和/或温室气体活动数据(定义见 GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3)

次级数据:不符合原始数据(3.1.6.1)要求的数据。注释 1:次级数据可包括数据库和出版文献的数据、国家数据库中的默认排放因子、计算数据估计或其他经主管当局审定的代表性数据。

注释 2:次级数据可包括从代理进程或估计中获得的数据。

4 数据收集

4.1 数据收集说明

根据标准的要求，三信国际检测认证有限公司组建了碳足迹评价工作组，对1吨铝包钢线（LB30-3.30）产品的碳足迹进行了调研。

工作组对产品碳足迹的数据收集工作分为前期准备、确定工作方案和范围、现场走访、查阅文件、后期沟通等过程。前期准备及现场走访主要是了解产品基本情况、生产工艺流程及原材料供应商等信息，并调研和收集部分原始数据。收集的数据主要包括企业的生产报表、财务数据等，以保证数据的完整性和准确性。查阅文件及后期反复沟通以排除理解偏差造成的结果不准确。本次评价的数据统计周期为2025年01月01日-2025年12月31日。数据代表了产品的平均生产水平。

产品碳足迹的数据收集需要考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势（GWP）。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有量化数据（包括物质的输入、输出，能源使用，交通等方面）。排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放因子数据，可以将活动水平数据转化为温室气体排放量，如：电力排放因子数据来源：2025年10月23日，生态环境部、国家统计局关于发布2024年电力碳足迹因子的公告，后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

活动水平数据来自企业工作人员收集提供，对收集到的数据工作组通过企业自身的生产报表和财务数据进行了审核。排放因子数据来自相关行业企业温室气体核算方法与报告指南的缺省值查询。

4.2 活动水平数据

1 吨铝包钢线（LB30-3.30），2025 年度产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

| 生命周期阶段 | 排放因子 | 活动数据 | | 温室气体量 (kgCO ₂ eq) |
|------------------|----------|--------------------|----------|---------------------------------|
| 原材料获取 | 0.5777 | 电力 kwh | 35.2206 | 27.5081 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | 3.3120 | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |
| 原材料运输 | 0.0679 | 汽油 kg | / | 28.9342 |
| | 0.0726 | 柴油 kg | 9.3460 | |
| | 0.0520 | 电力 kwh | / | |
| 产品生产 | 0.5777 | 电力 kwh | 360.3285 | 208.1618 |
| | 0.0618 | 液化石油气 kg | / | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |
| 成品运输 | 0.0520 | 电力 kwh | / | 26.2137 |
| | 0.0726 | 柴油 kg | 8.4672 | |
| 生命末期(产品 处置阶段) | 0.5777 | 电力 kwh | 26.2974 | 47.0142 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | 17.1810 | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |

表 4.2.1 1 吨铝包钢线（LB30-3.30）

生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 吨铝包钢线（LB30-3.30）产品生命周期各阶段“摇篮到坟墓”的具体排放因子数据来源，具体为排放因子数据来自《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》、《温室气体排放核算与报告要求第 27 部分：陆上交通运输企业》的缺省值查询。电力排放因子数据来源：2025 年 10 月 23 日，生态环境部、国家统计局关于发布 2024 年电力二氧化碳排放因子的公告，为落实《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》相关要求，生态环境部、国家统计局组织计算了 2024 年全国、区域和省级电力平均二氧化碳排放因子，全国电力平均二氧化碳排放因子，以及全国化石能源电力二氧化碳排放因子，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。2024 年全国电力平均碳足迹因子为 0.5777kgCO₂e/kWh。后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

5 碳足迹计算

5.1 计算方法

产品碳足迹是计算整个产品全生命周期中各阶段所有活动水平、排放因子之和。计算公式如下：

$$E = E_{\text{原材料获取}} + E_{\text{原材料运输}} + E_{\text{产品生产}} + E_{\text{产品运输}} + E_{\text{产品处置}}$$

其中：

E：产品碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t) 或千克二氧化碳当量(kgCO₂e) ；

E 原材料获取：原材料获取阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

E 原材料运输：原材料运输环节产生的碳排放总量，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

E 产品生产：生产加工和装配阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

E 产品运输：运输阶段的碳足迹，包括现场组立过程，单位为二氧化碳当量/吨 (tCO₂e/t) 或千克二氧化碳当量(kgCO₂e) ；

E 产品处置：使用处置阶段的碳足迹，包括现场使用年限周期内排放、报废处置过程，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t) 或千克二氧化碳当量 (kgCO₂e) ；

5.2 计算结果

湖北长天通信科技有限公司生产 1 吨铝包钢线 (LB30-3.30) 产品碳足迹是 337.8320 kgCO₂eq/吨。 各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2-1 和图 5.2-2 所示。

| 生命周期阶段 | 碳足迹/(kgCO ₂ eq) | 百分比/% |
|---------|----------------------------|---------|
| 原材料获取阶段 | 27.5081 | 8.14% |
| 原材料运输阶段 | 28.9342 | 8.56% |
| 生产阶段 | 208.1618 | 61.62% |
| 成品运输阶段 | 26.2137 | 7.76% |
| 产品处置阶段 | 47.0142 | 13.92% |
| 合计 | 337.8320 | 100.00% |

表 5.2-1 1 吨铝包钢线 (LB30-3.30)

产品生命周期各阶段碳排放情况

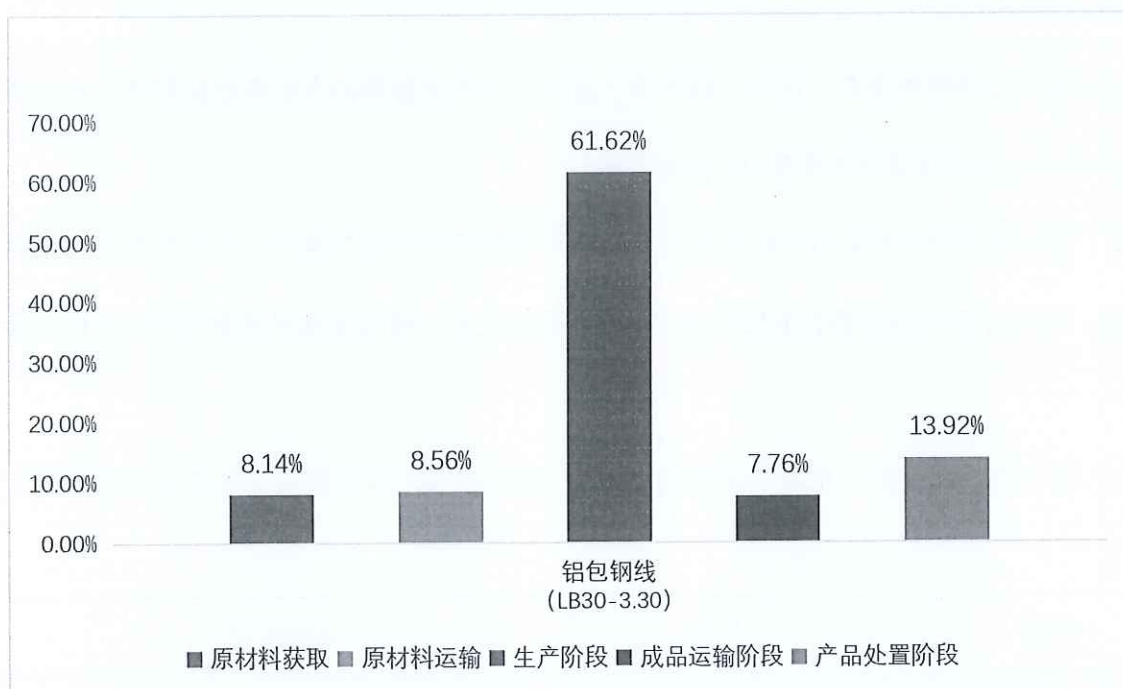


图 5.2-2 1 吨铝包钢线 (LB30-3.30)

生命周期阶段碳排放分布图

5.3 不确定性分析

不确定性的主要来源为活动水平数据存在测量误差和统计误差。减少不确定性的方法主要有：

使用准确率较高的活动水平数据；

对每一阶段的数据跟踪监测，提高活动水平数据的准确性。

6 改进建议

6.1 改进建议

根据产品从原材料获取到产品处置阶段的碳足迹评价结果，在企业可行的条件下，可考虑从以下方面加强碳足迹的管理：

(1) 制定数据缺失、生产活动或报告方法发生变化时的应对措施。若仪表失灵或核算某项排放源所需的水平或排放因子数据缺失，企业应采用适当的估算方法获得相应时期缺失参数的保守替代数据。

(2) 建立文档管理规范，保存、维护有关温室气体年度报告的文档和数据记录，确保相关文档在第三方核查以及向主管部门汇报时可用。

(3) 建立数据的内部审核和验证程序，通过不同数据源的交叉验证、统计核算期内数据波动情况、与多年历史运行数据的比对等主要逻辑审核关系，确保活动水平数据的完整性和准确性。

(4) 结合柱状图数据，根据图表数据，1吨 LB30-3.30 铝包钢线全生命周期碳排放分布如下：

| 阶段 | 占比 | 关键定位 |
|--------|--------|---------------|
| 原材料获取 | 8.14% | 占比不高，但源头减排很关键 |
| 原材料运输 | 8.56% | 运输优化的潜力点 |
| 生产阶段 | 61.62% | 绝对大头，是减排核心 |
| 成品运输阶段 | 7.76% | 优化空间大 |
| 产品处置阶段 | 13.92% | 回收再利用是重点 |

分阶段减排方案（按占比从高到低排序）建议如下：

4.1. 生产阶段（占比 61.62%，减排优先级最高），这是碳排放量最高的环节，也是减排的核心战场。

4.1.1 能源结构优化

- 将生产用的拉丝机、高能耗设备，替换为绿电（水电、风电、光伏）或天然气，直接降低电力和热力的碳排放因子。

- 改造铝包覆、拉丝等工序的加热炉，采用高效蓄热式燃烧技术，降低单位产品能耗。

4.1.2 工艺技术升级

- 优化铝包钢复合工艺，减少铝层损耗和钢芯预处理的酸洗、电镀等高污染工序，降低材料损耗率。

- 采用节能型拉丝机、连续退火炉，降低单位产品的电力消耗，直接减少生产过程中的能源碳排放。

4.2 产品处置阶段（占比 13.92%），这部分碳排放主要来自报废后的拆解、运输、回收处理过程。

4.2.1 建立闭环回收体系

- 报废铝包钢线中的铝层和钢芯可 100% 回收再利用，避免直接填埋。再生铝的碳排放仅为原铝生产的 5% 左右，再生钢也远低于原生钢冶炼。

- 与下游客户建立回收协议，将报废产品集中回收，减少分散处置带来的运输和处理碳排放。

4.2.2 优化处置流程

- 采用环保型拆解工艺，减少焚烧、酸洗等高排放处理方式，降低处置过程的直接碳排放。

4.3 原材料运输阶段（占比 8.56%）& 成品运输阶段（占比 7.76%），两个运输阶段合计占比 16.32%，减排重点在“降里程 + 换燃料 + 提效率”。

4.3.1 优化运输路线与半径

- 就近采购钢芯和铝锭原材料，优先选择本地或周边供应商，缩短运输距离，减少柴油货车的碳排放。

- 成品优先供应周边项目，采用“订单式生产 + 就近配送”模式，避免跨区域长距离运输。

4.3.2 运输方式升级

- 大宗原材料优先采用铁路、水路运输（碳排放强度仅为公路的 1/3~1/5），减少公路运输比例。

- 成品运输使用新能源货车或 LNG 清洁能源货车，替代传统柴油车，降低运输环节碳排放。

4.3.3 提升装载效率

- 优化包装设计，采用可重复使用的托盘和卷装方式，提高单车装载量，减少运输趟次，摊薄单位产品的运输碳排放。

4.4 原材料获取阶段（占比 8.14%）

4.4.1 原材料低碳化采购

- 优先采购再生铝、再生钢作为原材料，替代原生铝锭和钢坯。再生铝的碳排放远低于电解铝，能直接降低原材料获取阶段的碳足迹。

- 选择通过绿色认证、使用绿电生产的原铝和钢材供应商，从源头降低原材料的隐含碳排放。

4.4.2 减少材料损耗

- 优化原材料下料工艺，减少铝锭、钢芯的边角料浪费，提高材料利用率，降低单位产品的原材料消耗，间接减少碳排放。

（5）整体减排效果总结

- 生产阶段（61.62%）：通过能源替换、工艺升级，可降低 30%-50% 的生产环节碳排放，是最关键的减排抓手。

- 回收处置（13.92%）：通过闭环回收，可降低该阶段 70% 以上的碳排放，同时还能反

哺原材料环节，减少原生资源消耗。

- 运输环节（合计 16.32%）：通过路线优化、运输方式升级，可降低 40%-60% 的运输碳排放。

- 原材料获取（8.14%）：通过低碳原材料采购，可降低 20%-40% 的隐含碳排放。

附件

附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单

2025 年度温室气体报告核查组专家名单

| 姓名 | 工作单位 | 中国认证认可协会 温室气体核查员证书号 |
|-----|--------------|------------------------|
| 孙振歌 | 三信国际检测认证有限公司 | 2024-CCAA-GHG1-1277222 |
| 冯玉茹 | 三信国际检测认证有限公司 | 2024-CCAA-GHG1-1300462 |
| 史晓君 | 三信国际检测认证有限公司 | 2026-CCAA-GHG0-1333388 |

上述专家名单, 经过本企业确认并同意开展温室气体排放量核查工作, 专家组成员在本公司进行了 2.0 天的数据收集、数据验证、数据计算和数据核查工作, 特此证明。

企业代表(签字):



(企业盖公章)

2026 年 5 月 28 日

