

浙江中大元通特种电缆有限公司 电线电缆碳足迹报告

核查机构（公章）： 杭州万泰认证有限公司

核查报告签发日期：2024年3月11日

基本信息

报告信息

报告编号：YTDL-410258972-01

编写单位：浙江中大元通特种电缆有限公司

编制人员：金玲燕、曾文邛

审核单位：浙江中大元通特种电缆有限公司

审核人员：徐季新

发布日期：2024年3月19日

申请者信息

公司全称：浙江中大元通特种电缆有限公司

组织机构代码：913300007410258972

地址：浙江省杭州市余杭区兴国路528号1幢

联系人：曾文邛

联系方式：15958047861

采用的标准信息

ISO/TS 14067-2013《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》

PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

目 录

1、执行摘要	1
2、产品碳足迹介绍（PCF）介绍	3
3、目标与范围定义	5
3.1 浙江中大元通特种电缆有限公司及其产品介绍	5
3.2 研究目的	7
3.3 研究的边界	7
3.4 功能单位	8
3.5 生命周期流程图的绘制	8
3.6 取舍准则	9
3.7 影响类型和评价方法	9
3.8 数据质量要求	10
4、过程描述	11
4.1 原材料生产阶段	11
4.2 原材料运输阶段	12
4.3 产品生产阶段	13
4.4 产品运输阶段	15
4.5 产品使用阶段	20
4.6 产品回收阶段	20
5、数据的收集和主要排放因子说明	20
6、碳足迹计算	22
6.1 碳足迹识别	22
6.2 计算公式	22
6.3 碳足迹数据计算	23
6.4 碳足迹数据分析	23
7、不确定分析	24
8、结语	25

1、执行摘要

浙江中大元通特种电缆有限公司为相关环境披露要求，履行社会责任、接受社会监督，特邀请浙江中大元通特种电缆有限公司对其主产品的碳足迹排放情况进行研究，出具研究报告。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 ISO/TS 14067-2013《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到浙江中大元通特种电缆有限公司电线电缆的碳足迹。

本报告的功能单位定义为生产“1只产品”。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，调研了电线电缆的上游原材料（包括铜材、塑料、PVC绝缘、过氧化交联料、90无卤低烟阻燃聚烯烃护套等）生产阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品销售运输阶段、产品使用阶段及报废后回收处置阶段。

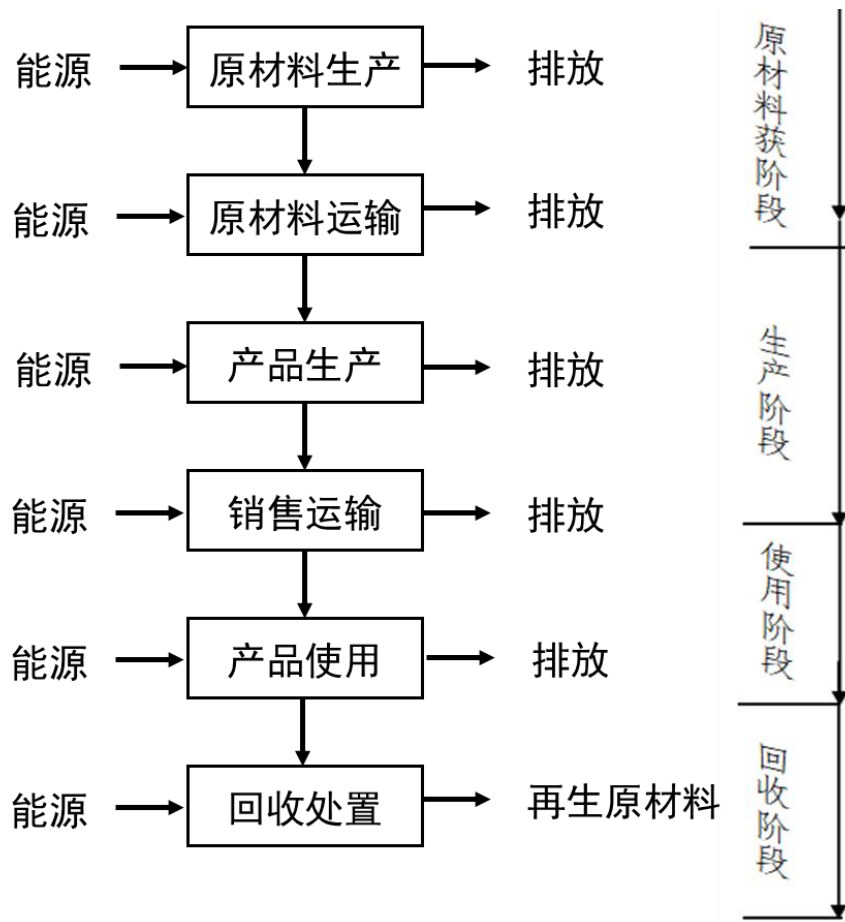


图 1 电线电缆的产品生命周期系统边界图

报告中对生产电线电缆的产品的不同过程比例的差别、各生产过程碳足迹比例做了对比分析。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现原材料生产过程能源消耗对产品碳足迹的贡献最大，其次为产品生产过程。

研究过程中，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、地域、时间等方面。电线电缆的产品生产生命周期主要过程活动数据来源于企业现场调研的初级数据，部分通用的原辅料数据来源于 CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库(ELCD)以及 EFDB 数据库，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。

数据库简介如下：

CLCD-China 数据库是一个基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。CLCD 包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集。

Ecoinvent 数据库由瑞士生命周期研究中心开发，数据主要来源于瑞士和西欧国家，该数据库包含约 4000 条的产品和服务的数据集，涉及能源，运输，建材，电子，化工，纸浆和纸张，废物处理和农业活动。

ELCD 数据库由欧盟研究总署开发，其核心数据库包含超过 300 个数据集，其清单数据来自欧盟行业协会和其他来源的原材料、能源、运输、废物管理数据。

EFDB 数据库为联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）为便于对各国温室气体排放和减缓情况进行评估而建立的排放因子及参数数据库，以其科学性、权威性的数据评估被国际上广泛认可。

2、产品碳足迹介绍（PCF）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（Product Carbon Footprint, PCF）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）、氢氟碳化物（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 tCO₂e。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。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/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 PAS 2050 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。

3、目标与范围定义

3.1 企业及其产品介绍

浙江中大元通特种电缆有限公司（以下简称“公司”）位于杭州市临平区兴国路 528 号，成立于 2002 年，注册资金 1 亿元，是一家专业从事电线电缆制造的国家高新技术企业，系物产中大元通电缆有限公司直属企业，顶层母公司为世界 500 强企业——物产中大集团（股票代码 SH600704）。

公司致力于打造中国防火电缆制造专家，是国内特种线缆生产规格最为齐全的生产企业之一，也是工矿企事业单位分割零售配供线缆细分领域内的隐形冠军企业。主要产品有防火电缆、电力电缆、橡套电缆、矿用电缆、电梯电缆、电机引接线、耐高温电缆（200℃），耐寒电缆（-50℃）等各类特种电缆，专业服务于电力系统、船舶制造、高速铁路、风能太阳能发电、清洁能源、石油化工等各行各业。

公司以“高起点、高标准”的要求，以“科技服务客户，创新引领发展”的经营理念，引进国内外一流设备数百套。同时打造了一支专业技术过硬、科研创新能力过强的高端人才队伍。公司先后荣获“国家级高新技术企业”、“省级企业研究院”、“省级工程研究中心”、“省部属企事业首批高技能人才创新工作室”等荣誉称号。截止目前，公司获国家专利授权 76 项，拥有国内外各类线缆资质证书 300 余项。

公司先后通过了 ISO 9001 质量管理体系、ISO 14001 环境管理体系、ISO 45001 职业健康安全管理体系认证并获得电力行业准入资质，相关产品获得了欧盟 CE 认证、UL 认证、TUV 光伏认证、浙江制造

“品字标”认证、广播电视设备器材入网认证、MA 煤安认证（全行业认证数量第一）、国家矿用产品安全认证、CCC 强制性认证等，于 2017 年被浙江省科学技术厅认定为浙江省省级企业研究院，并进入“浙江制造 2025”团体认证。

公司依托于母公司物产中大集团（股票代码 SH600704）世界 500 强大平台，秉承物产中大“贸工一体、产融一体、内外贸一体”的发展理念，“开放开拓、共创共享、和谐和畅、向善向美”的美好愿望，充分发挥大资金、大品牌、大平台的优势，始终坚持诚信经营，坚持做国标产品。多年来，公司产品凭借优良的品质成为国家电网、中国建筑、中国建材、中国核建、中广核、中国中铁、中国烟草、中国华电、中国电建、中国中化集团公司等众多国字号企业的电线电缆综合配套商，参与建设 G20 会场、上海国家会展中心、杭州奥体中心、杭州萧山国际机场、西安地铁、武汉雷神山医院、雷山医院、方舱医院等重点工程项目。凭借在消费者心中树立的良好品牌形象，公司 BV 线销量连续 3 年全省第一，民用阻燃耐火线在区域终端家装市场占据垄断地位，市场占有率超过 50%，已成为省内前二十家家装公司的首推品牌。

公司地址：浙江省杭州市余杭区兴国路 528 号 1 幢。

一、公司取得的荣誉（主要的、市级以上，先大后小）：

国家“高新技术企业”；

2022 年“杭州市制造业百强企业”；

2022 年杭州市数字经济百强企业；

2018 年获“省级高新技术企业研究开发中心”称号；

2020 年获“高新技术企业”称号；

2021 年获“省级科改示范行动企业”称号

2021 年获“省级企业研究院”；

2022 年“科改示范企业”；

3.2 研究目的

本研究的目的是得到浙江中大元通特种电缆有限公司生产的电线电缆全生命周期过程的碳足迹，为开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是浙江中大元通特种电缆有限公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是浙江中大元通特种电缆有限公司环境保护工作和社会责任的一部分，也是浙江中大元通特种电缆有限公司进一步开拓国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为浙江中大元通特种电缆有限公司与电线电缆的采购商和原材料的供应商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一定积极作用。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是浙江中大元通特种电缆有限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，如上游主要原材料、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

3.3 研究的边界

根据本项目的研究目的，按照 ISO/TS 14067-2013、PAS 2050:

2011 标准的要求，本次碳足迹评价的边界为浙江中大元通特种电缆有限公司 2023 年全年生产活动及非生产活动数据。经现场走访与沟通，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=原材料获取+原材料运输+产品生产+销售运输+产品使用+回收利用。

3.4 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 1km 电线电缆。

3.5 生命周期流程图的绘制

根据 PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》绘制 1 只电线电缆的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到消费者（B2C）评价：包括从原材料获取，通过制造、分销和零售，到消费者使用，以及最终处置或再生利用整个过程的排放。电线电缆的生命周期流程图如下：

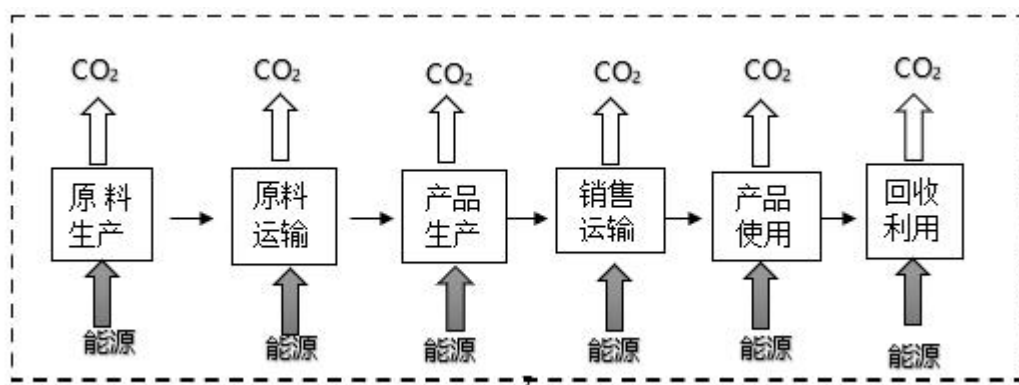


图 2 电线电缆生命周期评价边界图

在本项目中，产品的系统边界属“从摇篮到坟墓”的类型，为了实现上述功能单位，电线电缆的系统边界见下表：

表 1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
-------	--------

<p>a 电线电缆生产的生命周期过程包括:原材料获取+原材料运输+产品生产+销售运输+产品使用+回收利用。</p> <p>b 主要原材料生产过程中电力、天然气等能源的消耗。</p> <p>c 生产过程电力、柴油、天然气、石蜡等能源的消耗。</p> <p>d 原材料运输、产品运输。</p> <p>e 产品的使用及回收。</p>	<p>a 资本设备的生产及维修</p> <p>b 次要辅料的运输</p> <p>c 销售等商务活动产生的运输</p>
---	--

3.6 取舍准则

本项目采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

I 普通物料重量 $<1\%$ 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5%；

II 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

III 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

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，基本无忽略的物料。

3.7 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品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。

研究过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（CO₂），甲烷

(CH₄)，氧化亚氮 (N₂O)，四氟化碳 (CF₄)，六氟乙烷 (C₂F₆)，六氟化硫 (SF₆)，氢氟碳化物 (HFC) 和哈龙等。并且采用了 IPCC 第四次评估报告(2007 年)提出的方法来计算产品生产周期的 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 (CO₂e)。例如，1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 25kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量 (CO₂e) 为基础，甲烷的特征化因子就是 25kg CO₂e。

3.8 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本研究中主要考虑了以下几个方面：

I 数据准确性：实景数据的可靠程度

II 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性

III 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，在研究过程中首先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本研究在 2024 年 1 月进行数据的调查、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 CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库 (ELCD) 以及 EFDB 数据库；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数据库中数据。数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国际上的 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。

4、过程描述

4.1 原材料生产阶段

(1) 铜材

主要数据来源：供应商 2023 年实际生产数据、CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库；

供应商名称：宁波世贸铜业股份有限公司；

产地：浙江宁波等地；

分析：企业所用铜材，主要由波世贸铜业股份有限公司供应，其实际生产数据具有代表性，同时选取数据参考权威数据库，在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

(2) 编织袋

主要数据来源：供应商 2024 年实际生产数据、CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库；

供应商名称：江苏大展电缆附件科技有限公司；

产地：江苏常州等地

分析：企业所用塑材等，主要由上述几家供应商供应，其实际生产数据具有代表性，同时选取数据参考权威数据库，在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

(3) 封帽等

主要数据来源：供应商 2024 年实际生产数据、CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库；

供应商名称：江阴市纬达电缆线材有限公司；

产地：江苏江阴等地

分析：企业所用封帽等，主要由江阴市纬达电缆线材有限公司供应，其实际生产数据具有代表性，同时选取数据参考权威数据库，在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

（4）光杆排线器等

主要数据来源：供应商 2024 年实际生产数据、CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库；

供应商名称：山西天祥机械股份有限公司；

产地：山西省运城等地

分析：企业所用继光杆排线器等，主要由上述几家公司供应，其实际生产数据具有代表性，同时选取数据参考权威数据库，在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

4.2 原材料运输阶段

主要数据来源：供应商运输距离、CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

供应商名称：宁波世贸铜业股份有限公司、江苏大展电缆附件科

技有限公司、江阴市纬达电缆线材有限公司、山西天祥机械股份有限公司等。

分析：企业充分利用京津冀、长三角经济带方便快捷的物流优势，原材料多数采用陆路运输购入。本研究采用数据库数据和供应商平均运距来计算原材料运输过程产生的碳排放。

4.3 产品生产阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：电线电缆生产；

过程边界：从铜材、编织袋、封帽、光杆排线器等原材料进厂到电线电缆成品出厂。

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2024 年实际生产数据

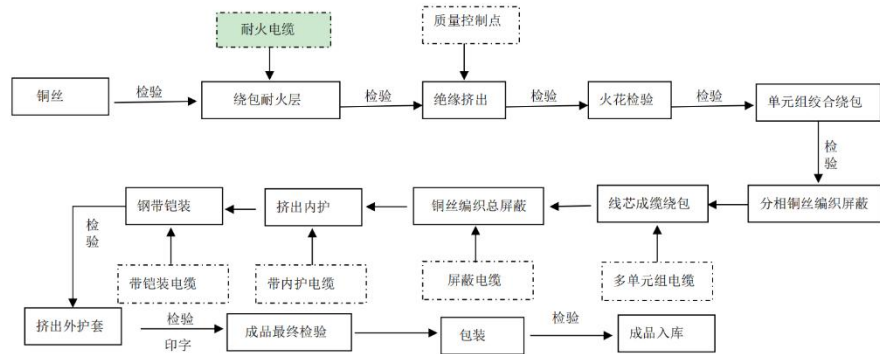
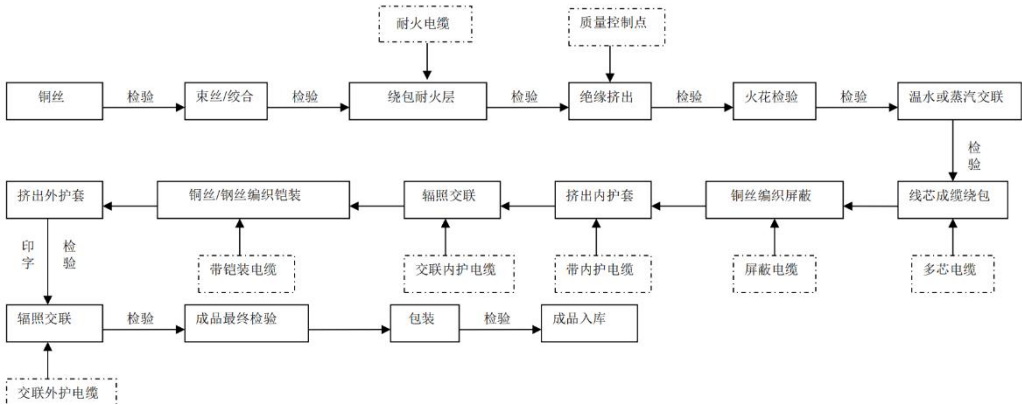
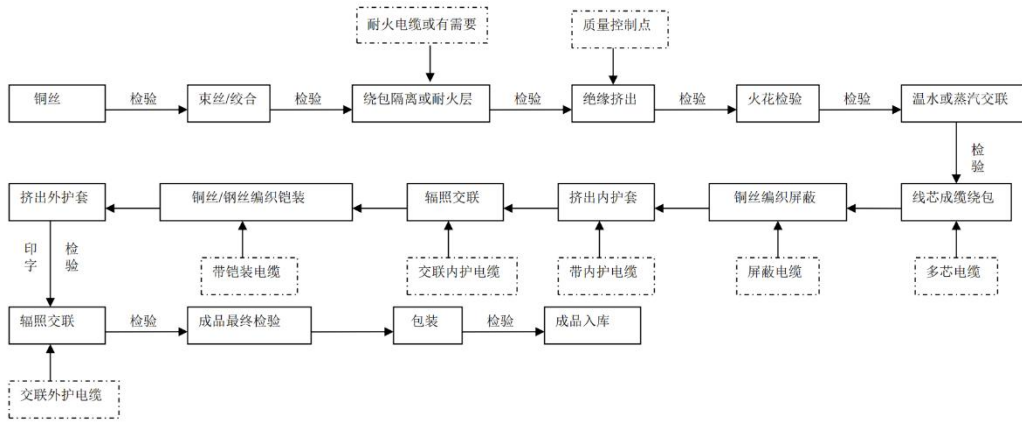
企业名称：浙江中大元通特种电缆有限公司

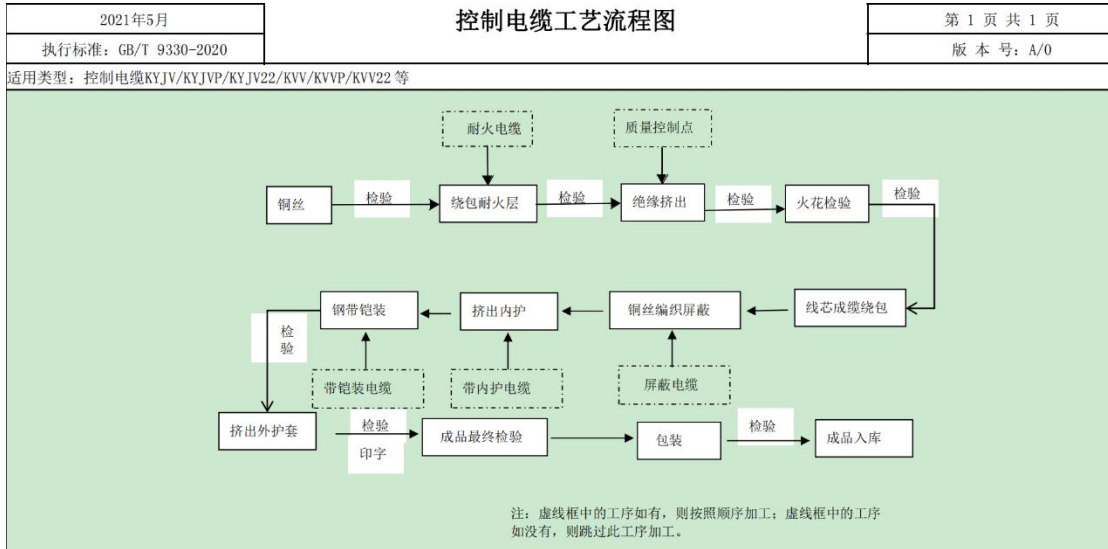
基准年：2024 年

主要原料：铜材、编织袋、封帽、光杆排线器等

主要能耗：电力、柴油、天然气、石蜡

工艺生产流程如下：





生产工艺流程图

主要耗能设备主要有：主要用能设备包括编织机、变压器、空压机、并丝机、自动化生产线等，在用的生产设备较为先进，自动化程度高，性能较为先进，大多采用伺服控制或安装有变频器，采用 PLC 控制系统控制，能源利用率高，生产设备在行业中属于先进水平。具体如下表所示：

表 2 主要耗能设备清单

1	高速编织机	HGSB-24A	台	特缆车间
2	端轴式收排及放线架	Φ3150	套	力缆车间
3	笼式成缆机	Φ1250/1+1+3	台	力缆车间
4	动盘张力放线架	FC-180	套	力缆车间
5	绕包生产线		台	力缆车间
6	铠装铜带屏蔽机	800+630	套	力缆车间
7	高速编织机	HGSB-16A	台	力缆车间
8	DAG10/60 型金属氩弧焊管机生产线		套	研发部门
9	绕线用双层高速线盘	PND500	件	力缆车间
10	撕裂裁刀	JG-9001	套	研发部门
11	框式放线机	PN630	套	研发部门
12	塑料挤出机生产线	60+35	套	力缆车间
13	塑料挤出机生产线	70+35	套	力缆车间

14	玻璃纤维冷却塔	GLT-30	台	力缆车间
15	交联电缆切片机	JG-11	台	力缆车间
16	瓦楞周转线盘	PN1600	套	力缆车间
17	数源多媒体交互式一体机	65LE91012CA	台	公司
18	氩弧焊机	WSE250	台	特缆车间
19	电动葫芦双梁起重机	LH10T-22.5M	台	力缆车间
20	电动葫芦双梁起重机	10T-22.5M	台	力缆车间
21	玻璃纤维冷却塔	GLT-30	台	力缆车间
22	无轴收排线机	hlspx1250	台	力缆车间
23	无轴收排线机	hlspx1600	台	力缆车间
24	鄂式平板硫化机	CRS-25T-E	台	力缆车间
25	多功能道闸		套	力缆车间
26	1000KV 干式变压器	SCB13-1000	台	力缆车间
27	10 吨电动葫芦双梁起重机	10t		力缆车间
28	5 号车间道闸		套	特缆车间
29	5 号车间道闸		套	特缆车间
30	并丝机（18 头放线架）	HBSJ-2E	套	特缆车间
31	5 型双头并丝机带 16 头放线架		套	特缆车间
32	高速编织机	GSB-2 型 24 锭	台	特缆车间
33	高速编织机	GSB-1A 型 16 锭	台	特缆车间
34	外置收放线架	外置收放线架 1.6 米	台	特缆车间
35	5 型双头并丝机带 16 头放线架		套	特缆车间
36	高速编织机	GSB-2 型 24 锭	台	特缆车间
37	高速编织机	GSB-1A 型 16 锭	台	特缆车间
38	外置收放线架	外置收放线架 1.6 米	台	特缆车间
39	外置收放线架	外置收放线架 1.25 米	台	特缆车间
40	瓦楞周转线盘	PN1250*115+PN500*150+PN630*340+PN2800*5+PN2500*2+PN1600*35	件	力缆车间
41	瓦楞周转线盘	PND630*400+PN2200*10+PN2000*10+PN1800*10+PN1600*30+PN1250*50+PN630*200+PND500*10	件	力缆车间
42	固定式注条机	SJ-35（含控制柜）65 双色机头（杆孔 40MM 左手机）	套	研发部门
43	履带牵引机	履带牵引机 500KG	台	研发部门
44	外径测控仪	外径测控仪 DDM-3020	套	研发部门

45	小型破碎机		台	研发部门
46	强力粉碎机	强力粉碎机 600 型（带刀片 1 付）	套	研发部门
47	卧式搅拌机		台	研发部门
48	铝合金升降机		台	力缆车间
49	全电动堆高车		台	力缆车间
50	电动堆高车		台	特缆车间
51	管绞机	HLGB630/1+6	套	力缆车间
52	弓形成缆机组	Φ1250	套	力缆车间
53	Φ50 低烟无卤芯线 绝缘押出机		套	力缆车间
54	矿物绝缘电缆铜带 纵包焊接生产线	FHL-35	套	研发部门
55	矿物绝缘电缆铜带 纵包焊接生产线	FHL-35	套	特缆车间
56	盘绞履带牵引型钢 丝铠装成缆机	CPDΦ3150	套	力缆车间
57	立式无间断单头云 母带绕包机	Φ630	套	特缆车间
58	矿物电缆复绕机		套	特缆车间
59	140 双螺杆灌浆机		套	特缆车间
60	二芯无扭绞合机 (含中心包带机)	ST630H022	套	特缆车间
61	弓形成缆机组	Φ1250	套	特缆车间
62	悬臂式单绞机	Φ800	套	特缆车间
63	悬臂式单绞机	Φ800	套	特缆车间
64	皮泡皮型物力发泡 押出机	Φ30+70+40	套	特缆车间
65	笼式成缆机	Φ1000/1+6	套	特缆车间
66	笼式成缆机	Φ1000/1+6	套	特缆车间
67	连续互锁铠装机	Φ130	套	特缆车间
68	无轴复绕机	Φ800-Φ1250	套	特缆车间
69	高速编织机	GSB-1A 型 16 锭	套	特缆车间
70	外置收放线架	1.25 米	套	特缆车间
71	履带牵引机	800KG	套	特缆车间
72	6 型双头重型并丝 机带 16 头放线架		套	特缆车间
73	5 型双头并丝机带 16 头放线架		套	特缆车间
74	5 型双头并丝机带 16 头放线架		套	特缆车间
75	高速编织机	HGSB-32E	套	特缆车间
76	高速编织机	HGSB-32E	套	特缆车间
77	全封闭防护罩	32 锭	套	特缆车间

78	5吨叉车	CPCD50-XRG77	套	力缆车间
79	双螺杆搅拌机		套	力缆车间
80	环保废气废水处理系统		套	力缆车间
81	废气处理设施		套	特缆车间
82	废气处理设施		套	特缆车间
83	废气处理设施		套	力缆车间
84	5吨叉车	CPCD50-XRG77	台	力缆车间
85	铜米机	600型	台	研发部门
86	10吨起重机	10T-22.5M H=9M	台	力缆车间
87	10吨起重机	10T	台	力缆车间
88	制氮机系统	JJFD49-15	套	特缆车间
89	多犁带牵引机(左)	2000KG	台	特缆车间
90	3吨平衡重式柴油液力传动叉车	CPCD30-AG65J	台	力缆车间
91	3吨平衡重式柴油液力传动叉车	CPCD30-AG65J	台	力缆车间
92	5号车间冷风机 (工商用空调设备)		台	特缆车间
93	9号车间冷风机	1.5KW	台	力缆车间
94	打胶房冷风机	1.5KW	台	力缆车间
95	9-12号车间冷风机	1.5KW	台	力缆车间
96	8号车间钢平台设备		件	力缆车间
97	注胶机设备	注胶设备	台	力缆车间
98	普通机床	CA6140BA/2000	套	力缆车间
99	绕包机		套	特缆车间
100	智能堆垛机自动化立体设备系统		套	特缆车间
101	佳能商用复合一体机	IR2625	台	公司
102	废气处理设施		套	力缆车间
103	TCC激光喷码机	T2C-8915B	台	力缆车间
104	双盘收线机	SX630/2	套	特缆车间
105	3.5吨柴油自动挡叉车	CPCD35-AG65J	台	力缆车间
106	X射线管及配套	U868ES	台	研发部门
107	10吨柴油自动挡叉车	CPCD100-XRG77	台	力缆车间
108	无底架式收排线架	Φ1600	套	力缆车间
109	管绞机	1+4/500	套	力缆车间
110	桥式起重机	10T-22.5M-9M A3	台	力缆车间

111	单梁起重机	5T-22.5M	台	力缆车间
112	冷喂料挤出机机身 (含杆套和喂料装置)	XJWY-65+70+90	套	力缆车间
113	冷喂料挤出机机身 (含杆套和喂料装置)	XJWY-150	套	力缆车间
114	3.5吨柴油自动档 叉车	CPCD35-AG65J	台	力缆车间
115	液压升降平台	三层 3T	台	力缆车间
116	挤塑机光源		台	力缆车间
117	挤出机齿轮箱	150	台	力缆车间
118	3.5吨平衡重式柴 油液力传动	CPCD35-AG65J	台	特缆车间
119	气动牵引机	500kg	套	力缆车间
120	无地基端轴收线架	1600	套	特缆车间
121	排线架	1600	套	特缆车间
122	单梁起重机	5T-22.5M	台	力缆车间
123	高速编织机	HGSB-24E	台	力缆车间
124	冷喂料挤出机	XJWY-70	台	力缆车间
125	投影机及幕布	ROLY6150U	台	公司
126	1+6/1250成缆机	1+6/1250改造分电机	台	力缆车间
127	龙门式地轨收排线 架	TU-2000	台	特缆车间
128	龙门式地轨放线机	TU-2000	台	特缆车间
129	无纺布光落料机构	非标定制	台	力缆车间
130	风冷式工业冷水机	NCH-10A	台	力缆车间
131	800金属带绕包装 置		台	特缆车间
132	平盘打盘机		台	特缆车间
133	鄂式平板硫化机	CRS-25T-E	台	力缆车间

4.4 产品运输阶段

主要数据来源：客户运输距离、CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

客户名称：企业拥有自己的品牌——“上海通用汽车”、“长

城汽车” “比亚迪汽车”、“上汽集团”等品牌。

分析：企业产品采用陆路、海运、航空运输，本研究采用数据库数据和客户平均运距来计算产品运输过程产生的碳排放。

4.5 产品使用阶段

主要数据来源：CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

分析：本研究采用数据库数据和软件建模来计算产品使用阶段产生的碳排放。

4.6 产品回收阶段

主要数据来源：CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

分析：本研究采用数据库数据和软件建模来计算产品回收阶段产生的碳排放。

5、数据的收集和主要排放因子说明

为了计算产品的碳足迹，必须考虑活动水平数据、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；能量使用；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：电力的排放因子可表示为： $\text{CO}_2\text{e/kWh}$ ，全球增温潜势是将单位质量的某种温室效应气体（GHG）在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数，如 CH_4 （甲烷）的 GWP 值是 21。

活动水平数据来自现场实测；排放因子采用 IPCC 规定的缺失值。活动水平数据主要包括：外购电力、天然气消耗量、柴油消耗量、石蜡消耗量等。排放因子数据主要包括外购电力、天然气排放因子、柴油排放因子、石蜡排放因子等。

6、碳足迹计算

6.1 碳足迹识别

序号	主体	活动内容	活动数据来源	
1	生产用电设备	消耗电力	初级 活动	生产报表
2	制冷机、空调、采暖等辅助设备	消耗电力		生产报表
3	生产用柴油设备	消耗柴油		生产报表
4	生产用天然气设备	消耗天然气		生产报表
5	生产用石蜡备	消耗石蜡		生产报表
6	原材料生产	消耗电力	次级 活动	供应商数据、数据库
7	原材料运输	消耗柴油		供应商地址、数据库
8	产品运输	消耗柴油		客户地址、数据库
9	产品使用	/		数据库
10	产品回收	消耗电力、热力、汽油等	数据	数据库

6.2 计算公式

产品碳足迹的公式是整个产品生命周期中所有活动的所有材料、能源和废物乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

$$CF = \sum_{i=1, j=1}^n P_i \times Q_{ij} \times GWP_j$$

其中，CF 为碳足迹，P 为活动水平数据，Q 为排放因子，GWP 为全球变暖潜势值。排放因子源于 EFDB 数据库和相关参考文献，由于部分物料数据库中暂无排放因子，取值均来自于相近物料排放因子。

6.3 碳足迹数据计算

项目		组分	消耗数据	排放因子 (tCO ₂ /t、tCO ₂ /MWh)	GWP	tCO ₂ e
产品生产	电力 (MWh)	CO ₂	13027.766	0.7035	1	9165.03
	石蜡 (t)	CO ₂	106.810	2.87	1	306.54
	柴油 (t)	CO ₂	57.9750	3.15	1	182.34
	天然气 (万Nm ³)	CO ₂	69.7097	21.62	1	1507.26
原材料生产		CO ₂	3200.51	/	1	632.46
原材料运输 (tkm)		CO ₂	1417906	0.14kg/tkm	1	198.507
产品运输 (tkm)		CO ₂	8793256	0.14kg/tkm	1	1231.056
产品使用 (t)		CO ₂	3795.0	/	1	379.50
产品回收 (t)		CO ₂	113.9	/	1	637.56
合计 (tCO ₂ e)						14240.25

6.4 碳足迹数据分析

根据以上公式可以计算出 2024 年度全生命周期二氧化碳的排放当量为 14240.25t。全年共生产电线电缆产品 131637.44 只。因此 1 只电线电缆产品的碳足迹 $e=14240.25 / 131637.44=108.18\text{kgCO}_2\text{e/km}$ ，计算得到生产 1km 电线电缆的碳足迹为 108.18kgCO₂e/只。从电线电缆生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出企业电线电缆的碳排放环节主要集中在产品生产过程的能源消耗活动。

电线电缆生命周期碳排放清单：

环境类型	当量单位	产品生产	原材料生产	原材料运输	产品运输	产品使用	产品回收	合计
产品碳足迹 (CF)	tCO ₂ e	11161.16	632.46	198.507	1231	379.5	637.56	14240.25
占比 (%)		78.38%	4.44%	1.39%	8.64%	2.66%	4.48%	100%

所以为了减小电线电缆碳足迹，应重点加大对电线电缆生产过程中的节能降耗管理，其次对供应商提出节能减排要求并对供应商加以考核。

为减小产品碳足迹，建议如下：

1) 生产用电为国网和光伏设备提供，建议进一步调查电力生产过程，提高数据准确性；

2) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少能源投入，厂内可考虑实施节能改造，重点提高公用设备的利用率，减少电力的使用量、加强余热回收利用等；

3) 原材料生产对产品碳足迹贡献最大，在原材料价位差异不大的情况下，尽量选取原材料碳足迹小的供应商；

4) 在分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上，结合环境友好的设计方案采用、落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理等工作，提出产品生态设计改进的具体方案；

5) 继续推进绿色低碳发展意识。坚定树立企业可持续发展原则，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善；

6) 推进产业链的绿色设计发展。制定生态设计管理体制和生态设计管理制度，明确任务分工；构建支撑企业生态设计的评价体系；建立打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进。

7、不确定分析

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差。减少不确定性的方法主要有：

使用准确率较高的初级数据；

对每道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

8、结语

低碳是企业未来生存和发展的必然选择，进行产品碳足迹的核算是实现温室气体管理，制定低碳发展战略的第一步。通过产品生命周期的碳足迹核算，可以了解排放源，明确各生产环节的排放量，为制定合理的减排目标和发展战略打下基础。