

评价报告编号：T400007

中南仪表有限公司
单相费控智能电能表
(DDZY193-M)
产品碳足迹报告

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司



报告签发日期：2024年9月21日

企业名称	中南仪表有限公司	地址	浙江省温州市乐清市乐清经济开发区纬十一路181号				
联系人	岑安贵	联系方式	13706772210				
核算和报告依据		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》； ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》； GB/T 24040-2008《环境管理生命周期评价原则与框架》； GB/T 24044-2008《环境管理生命周期评价要求与指南》。					
<p>评价结论：</p> <p>三信国际检测认证有限公司受中南仪表有限公司委托，对单相费控智能电能表（DDZY193-M）的产品碳足迹进行评价，确认结论如下：</p> <p>1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖</p> <p>确认此次产品碳足迹报告符合 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》；</p> <p>ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》；</p> <p>GB/T 24040-2008《环境管理生命周期评价原则与框架》；</p> <p>GB/T 24044-2008《环境管理生命周期评价要求与指南》的要求。</p> <p>2.单位产品碳足迹结果</p> <table border="1" data-bbox="242 1491 1345 1641"> <thead> <tr> <th>单相费控智能电能表（DDZY193-M）</th> <th>单位产品碳排放量（kgCO₂eq）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>摇篮到大门</td> <td>16.66</td> </tr> </tbody> </table> <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“摇篮到大门”，包括原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段。</p> <p>（2）本次产品碳足迹评价工作采用GIS-LCA平台系统建立了产品生命周期模型，计算得到产品碳足迹结果。</p>				单相费控智能电能表（DDZY193-M）	单位产品碳排放量（kgCO ₂ eq）	摇篮到大门	16.66
单相费控智能电能表（DDZY193-M）	单位产品碳排放量（kgCO ₂ eq）						
摇篮到大门	16.66						

编制	王静	签名		日期	2024.09.21
组员	甘智勇 王静 卢其亮				
审核	王静	签名		日期	2024.09.21
批准	甘智勇	签名		日期	2024.09.21

目录

摘要	1
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍	3
2 企业及产品介绍	5
2.1 企业介绍	5
2.2 厂区布局	6
2.3 产品工艺流程	7
3 目标与范围定义	9
3.1 评价目的	9
3.2 评价范围	10
3.2.1 功能单位	10
3.2.2 系统边界	10
3.2.3 分配原则	11
3.2.4 取舍准则	11
3.2.5 相关假设和限制	12
3.2.6 影响类型和评价方法	12
3.2.7 数据库	12
3.2.8 数据质量要求	13
4 数据收集	14
4.1 数据收集说明	14
4.2 活动水平数据	15
4.2.1 原辅料获取阶段	15
4.2.2 原辅料运输阶段	17
4.2.3 生产阶段	20
4.3 排放因子数据	21
5 碳足迹计算	22
5.1 计算方法	22
5.2 计算结果	22

5.3 不确定性分析.....	30
6 结论与建议.....	31
6.1 结论.....	31
6.2 建议.....	31

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》；ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》；GB/T 24040-2008《环境管理生命周期评价原则与框架》；GB/T 24044-2008《环境管理生命周期评价要求与指南》为标准，计算得到单相费控智能电能表（DDZY193-M）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只单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品。评价的系统边界定义为部分产品碳足迹，即“摇篮到大门”，其中涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段。评价得到：单相费控智能电能表（DDZY193-M）“摇篮到大门”的碳足迹值为 16.66kg CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 15.21 kg CO₂ eq（91.31%），原辅料运输阶段碳排放为 0.06 kg CO₂ eq（0.34%），生产阶段碳排放为 1.39 kg CO₂ eq（8.35%）。

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。本报告采用泛能源大数据与战略研究中心自主研发的 GIS-LCA 平台系统，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《乐清市电力电器产品碳足迹评价（试点）规范要求及工作指南》规定的数据库，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。

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（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：产品生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) 《ISO14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》, 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 企业及产品介绍

2.1 企业介绍

中南仪表有限公司创建于 1997 年，位于浙江省乐清经济开发区纬十一路 181 号，占地面积 13000 平方米，建筑面积 30000 平方米。公司注册资金 10020.98 万元，是一家专业从事电能计量产品研发、生产、销售于一体的国家高新技术企业，享有独立的进出口自营权；公司先后获得了发明专利 4 项，软件著作权 12 项，并参与了国家标准和行业标准的制修订；公司已通过 ISO9001 质量管理体系认证、ISO14001:2015 环境管理体系认证和 ISO45001 职业健康安全管理体系认证。

公司拥有先进的生产工艺手段，全自动 SMT 生产线，自动化程度较高的电能表关键件制造设备，计算机控制的产品调校、走字和检验等装置，配置了技术水平较高、功能齐全的计量室和产品性能实验室，对产品的生产设备进行可靠的量值传递，以及产品生产全过程质量可追溯的生产管理系统，可保障产品生产过程中的工序质量得到有效控制，能为用户提供全系列能源计量与管理产品和系统解决方案。公司主要产品有符合国网/南网标准的单、三相智能电能表；NB-IoT、WiFi、4G/5G 物联网系列远程费控电能表；指针式电工仪表等系列产品。

公司通过全球性的营销网络，为电力行业、石油化工、制造业、房地产等行业用户提供高效、便捷的产品与技术服务。各类产品已

广泛运用于国家电网、南方电网的智能电网建设，自 2009 年国家电网公司入网以来，在湖南、福建、西藏、山东、安徽、山西、冀北、河南、甘肃、辽宁、重庆、蒙东等地电网电能表招标中多次中标，并出口到东南亚、俄罗斯、南美、中东等国家和地区。



图 2.1 厂区平面图

2.2 厂区布局

企业占地面积 13000 平方米，建筑面积 30000 平方米，包括生产楼、办公楼和宿舍楼。

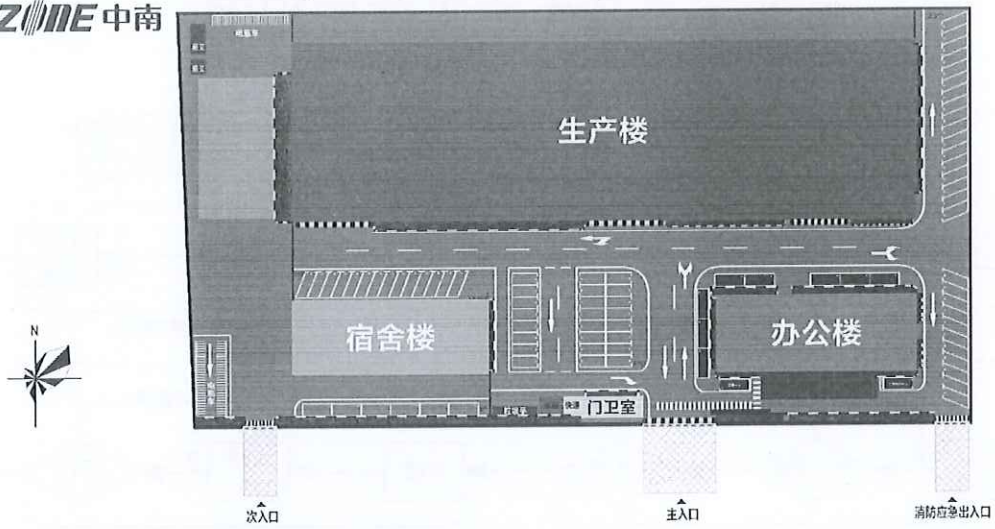


图 2.2 厂区平面图

2.3 产品工艺流程

产品生产工艺如图 2.3 所示，包括 SMT 贴片、DIP 焊接、FCT 测试、涂漆、装配、调校等工序。

电能表产品生产工艺流程图

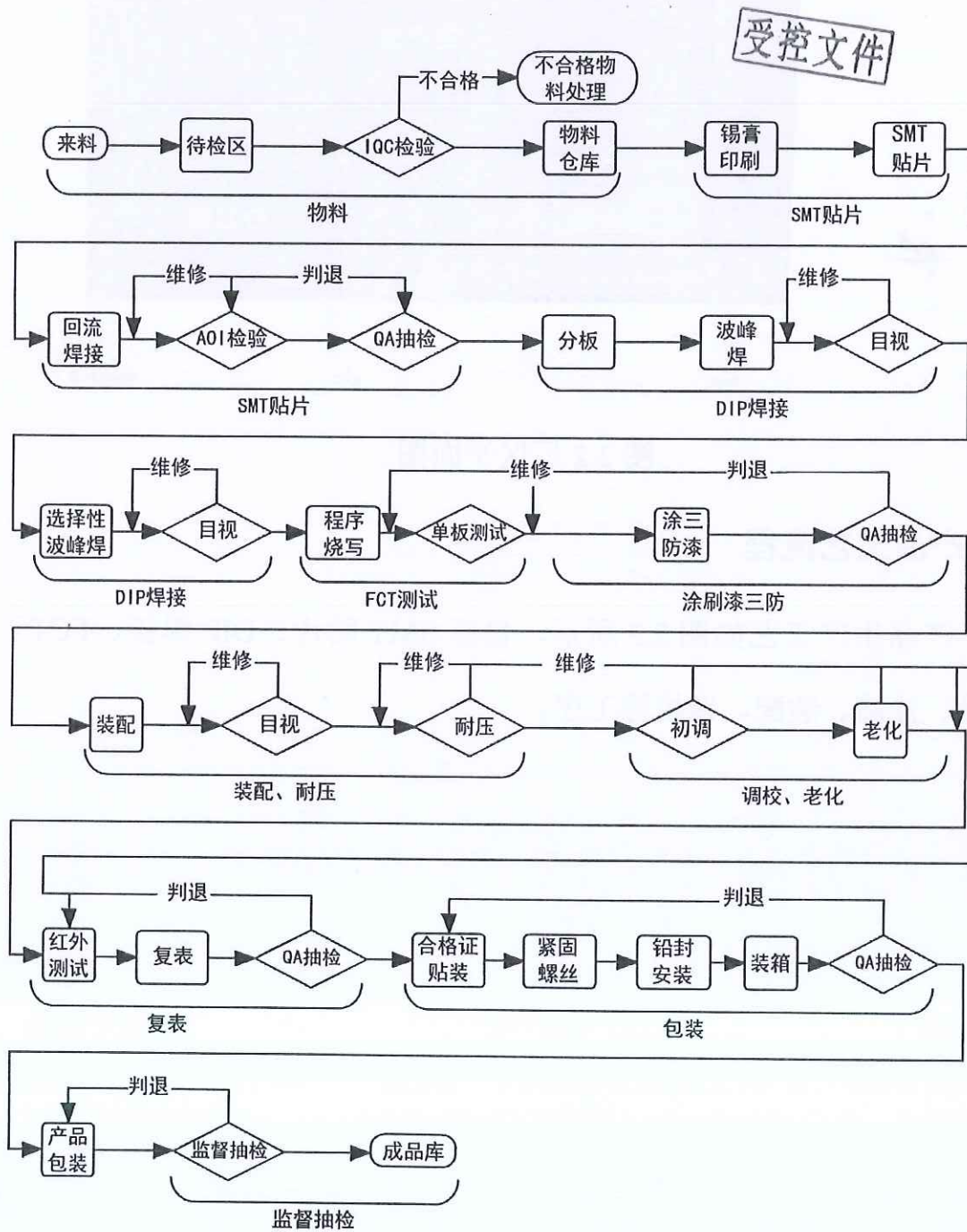


图 2.3 单相费控智能电能表 (DDZY193-M) 工艺流程图

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》；

ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》；

GB/T 24040-2008 《环境管理生命周期评价原则与框架》；

GB/T 24044-2008 《环境管理生命周期评价要求与指南》标准的要求，科学地评估单相费控智能电能表（DDZY193-M）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，中南仪表有限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 只单相费控智能电能表（DDZY193-M）。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界“摇篮到大门”，涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段等阶段。单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品从“摇篮到大门”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。

表 3.1 各阶段包含及不包含的过程

阶段类型	包含的过程	未包含的过程
原辅料获取阶段	贴片电阻、贴片电容、贴片整流二极管等原辅料的开采、生产、加工等过程	/
原辅料运输阶段	贴片电阻、贴片电容、贴片整流二极管等原辅料从上游供应商运输至厂区过程	/
生产阶段	外购电力的使用	/

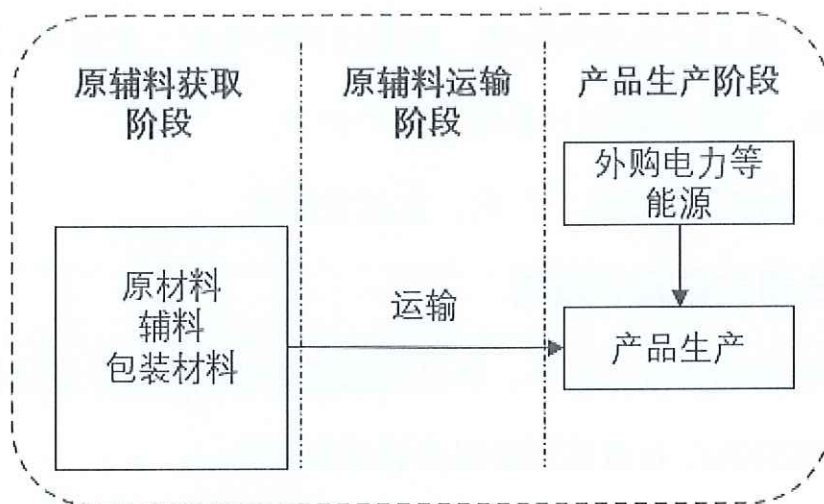


图 3.1 单相费控智能电能表产品碳足迹评价系统边界

3.2.3 分配原则

许多流程通常不只一个功能或输出，流程的环境负荷需要分配到不同的功能和输出中，当前有不同的方式来完成分配，主要有：

(1) 避免分配；(2) 扩大系统边界；(3) 以物理因果关系为基准分配环境负荷；(4) 使用社会经济学分配基准。

本评价根据实际情况采用以产品产量等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，如果相同影响在一个过程/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，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFC）、全氟化碳（PFC）等。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2014 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 数据库

本评价过程中使用到的数据库，包括 Ecoinvent3.9 数据库等。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 2024 年 6 月 10 日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 Ecoinvent3.9 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。

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，对单相费控智能电能表（DDZY193-M）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2023年1月1日-2023年12月31日。数据代表了单相费控智能电能表（DDZY193-M）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：电力的排放因子可表示为 $\text{CO}_2\text{eq/kWh}$ 。全球增温潜势（GWP）是将单位质量的某种温室气体（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的影响相关联的系数。

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 Ecoinvent3.9 数据库。

4.2 活动水平数据

生产单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

4.2.1 原辅料获取阶段

原辅料获取的活动水平数据包括贴片电阻，贴片电容，贴片整流二极管等原辅料的的活动水平数据，及原辅料开采、生产、加工等过程的活动水平数据。单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1。

表 4.1 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
贴片电阻	92	Item(s)	/
贴片电容	48	Item(s)	/
贴片光耦(铜脚)	9	Item(s)	/
贴片整流二极管	4	Item(s)	/
贴片三极管	4	Item(s)	/
电解电容 220uF/25V±20%	3	Item(s)	/
贴片双二极管	3	Item(s)	/
铭牌	2	Item(s)	/
发光二极管	2	Item(s)	/
超级电容	2	Item(s)	/
塑料铅封(新国网标准)	2	Item(s)	/
铅封螺钉 M4×28	2	Item(s)	/

名称	功能单位耗材	单位	材质
贴片稳压器	2	Item(s)	/
贴片二极管	2	Item(s)	/
贴片集成电路（稳压器）	2	Item(s)	/
插件热敏电阻 MZ21-10BD	1	Item(s)	/
电解电容 470uF/10V±20%	1	Item(s)	/
红外发射管	1	Item(s)	/
红外接收管	1	Item(s)	/
插件晶振	1	Item(s)	/
开盖按钮	1	Item(s)	/
贴片轻触按钮	1	Item(s)	/
双排排母	1	Item(s)	/
双排排母'PH2.54X7.1 2X6P 180°	1	Item(s)	/
锂亚电池	1	Item(s)	/
变压器	1	Item(s)	/
背光	1	Item(s)	/
液晶	1	Item(s)	/
电流互感器	1	Item(s)	/
磁保持继电器	1	Item(s)	/
电子检定封印	1	Item(s)	/
合格证(DDZY193-M)	1	Item(s)	/
表壳	1	Item(s)	/
铅封螺钉	1	Item(s)	/
尼龙袋	1	Item(s)	/
插件热敏电阻	1	Item(s)	/
压敏电阻	1	Item(s)	/
电解电容	1	Item(s)	/
电解电容 1000uF/35V±20%	1	Item(s)	/
电池插座	1	Item(s)	/

名称	功能单位耗材	单位	材质
铅封螺钉 M4×25	1	Item(s)	/
加密电子标签	1	Item(s)	/
继电器驱动芯片	1	Item(s)	/
智能电表安全芯片（2020版）	1	Item(s)	/
计量芯片	1	Item(s)	/
485 芯片	1	Item(s)	/
芯片(存储芯片)	1	Item(s)	/
电源芯片	1	Item(s)	/
贴片瞬变二极管	1	Item(s)	/
印制电路板	1	Item(s)	/
芯片(CPU)	1	Item(s)	/
贴片电感	1	Item(s)	/
贴片桥堆	1	Item(s)	/
芯片(FLASH 芯片)	1	Item(s)	/
外包装箱(DDZY193-M 福建)	0.083	Item(s)	/
环保纸浆(DDZY193-M 福建)	0.083	Item(s)	/
硅胶发泡密封条	0.001	Item(s)	/

4.2.2 原辅料运输阶段

原辅料运输的活动水平数据包括贴片电阻，贴片电容，贴片整流二极管等原辅料从上游供应商运输至厂区过程中的活动水平数据。生产单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2。

表 4.2 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
贴片电阻	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道 2723 号 17 幢 150 号

名称	运输工具-燃料类型	运输距离(km)	采购地点
贴片电容	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道 2723 号 17 幢 150 号
贴片光耦(铜脚)	货车	1144.77 5	深圳市南山区留仙大道 1268 号众冠红花岭工业区北区 4 栋 4 楼西-5 楼
贴片整流二极管	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道 2723 号 17 幢 150 号
贴片三极管	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道 2723 号 17 幢 150 号
电解电容 220uF/25V±20%	货车	436.942	上海市虹口区欧阳路 196 号法兰桥创意园 10 号楼 308 室
贴片双二极管	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道 2723 号 17 幢 150 号
铭牌	货车	78.937	平阳县昆阳镇喜得乐市场 11 幢 4 楼
发光二极管	货车	1243.50 7	珠海市南屏科技园屏东 6 路 3 号
超级电容	货车	1146.78 9	深圳市宝安区石岩街道罗租社区海谷科技大厦 T3 栋 3-2001
塑料铅封(新国标标准)	货车	30.314	浙江省温州市永嘉县乌牛街道织锦大道 567 号
铅封螺钉 M4×28	货车	17.826	乐清市北白象镇山东村
贴片稳压器	货车	1139.84 4	深圳市南山区桃源街道长源社区长源二街 12 号长源京基御景峯公馆 4 栋 2205
贴片二极管	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道 2723 号 17 幢 150 号
贴片集成电路 (稳压器)	货车	1586.35 2	北京市昌平区七里渠窦各庄村南 8 号楼 3 层 304 室
插件热敏电阻 MZ21-10BD	货车	1598.04 6	西安市自强东路 1118 号
电解电容 470uF/10V±20%	货车	436.942	上海市虹口区欧阳路 196 号法兰桥创意园 10 号楼 308 室
红外发射管	货车	1243.50 7	珠海市南屏科技园屏东 6 路 3 号
红外接收管	货车	1243.50 7	珠海市南屏科技园屏东 6 路 3 号
插件晶振	货车	738.242	铜陵经济技术开发区(铜峰工业园)
开盖按钮	货车	21.943	乐清市虹桥镇仙垟陈工业区 B-2 号
贴片轻触按钮	货车	21.943	乐清市虹桥镇仙垟陈工业区 B-2 号

名称	运输工具-燃料类型	运输距离(km)	采购地点
双排排母	货车	1155.3	广东省东莞市虎门镇芦狄埔工业区三路2号1栋
双排排母 PH2.54X7.1 2X6P 180°	货车	1155.3	广东省东莞市虎门镇芦狄埔工业区三路2号1栋
锂亚电池	货车	1077.31 1	惠州市惠环镇西坑工业区亿纬工业园
变压器	货车	1130.28 1	青州市王府街道莲花盆村
背光	货车	1159.22 9	深圳市宝安西乡固戍航城大道华创达科技园F栋2楼
液晶	货车	436.942	上海市虹口区欧阳路196号法兰桥创意园10号楼308室
电流互感器	货车	339.131	桐乡市梧桐街道康定路8号1幢和2幢
磁保持继电器	货车	328.985	杭州市西湖区文二西路一号元茂大厦1202室
电子检定封印	货车	1576.94 4	北京市海淀区西小口路66号中关村北领地东升科技园A区3号楼
合格证 (DDZY193-M)	货车	10.389	浙江省乐清市柳市镇东岙村
表壳	货车	0.064	浙江省温州市乐清市乐清经济开发区纬十一路181号
铅封螺钉	货车	17.826	乐清市北白象镇山东村
尼龙袋	货车	11.889	乐清市柳市镇泮东村
插件热敏电阻	货车	1598.04 6	西安市自强东路1118号
压敏电阻	货车	1598.04 6	西安市自强东路1118号
电解电容	货车	436.942	上海市虹口区欧阳路196号法兰桥创意园10号楼308室
电解电容 1000uF/35V±2 0%	货车	436.942	上海市虹口区欧阳路196号法兰桥创意园10号楼308室
电池插座	货车	23.929	乐清市淡溪第二工业区
铅封螺钉 M4×25	货车	17.826	乐清市北白象镇山东村
加密电子标签	货车	1576.94 4	北京市海淀区西小口路66号中关村北领地东升科技园A区3号楼
继电器驱动芯片	货车	1139.84 4	深圳市南山区桃源街道长源社区长源二街12号长源京基御景峯公馆4栋2205

名称	运输工具-燃料类型	运输距离(km)	采购地点
智能电表安全芯片(2020版)	货车	1576.944	北京市海淀区西小口路66号中关村北领地东升科技园A区3号楼
计量芯片	货车	1145.569	深圳市南山区桃源街道平山社区留仙大道4109号创客小镇13栋407
485芯片	货车	1139.844	深圳市南山区桃源街道长源社区长源二街12号长源京基御景峯公馆4栋2205
芯片(存储芯片)	货车	340.837	浙江省杭州市淳安县千岛湖镇珍珠五路199号
电源芯片	货车	1149.73	深圳市南山区粤海街道高新区社区高新南九道8号深圳湾科技生态园6栋406区416室
贴片瞬变二极管	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道2723号17幢150号
印制电路板	货车	847.206	江西省吉安市万安县工业园区
芯片(CPU)	货车	1145.569	深圳市南山区桃源街道平山社区留仙大道4109号创客小镇13栋407
贴片电感	货车	1586.352	北京市昌平区七里渠窦各庄村南8号楼3层304室
贴片桥堆	货车	307.315	浙江省杭州市富阳区春江街道富春湾大道2723号17幢150号
芯片(FLASH芯片)	货车	1133.784	深圳市龙华区民治街道民乐社区星河WORLD C栋26层
外包装箱(DDZY193-M福建)	货车	10.389	浙江省乐清市柳市镇东岙村
环保纸浆(DDZY193-M福建)	货车	28.08	永嘉县乌牛街道祥池村永乐路新桥头
硅胶发泡密封条	货车	7.18	浙江省乐清市翁垟街道塘下村镇西南路

4.2.3 生产阶段

产品生产阶段的活动水平数据包括电力等过程的活动水平数据。生产单相费控智能电能表 DDZY193-M 产品的活动水平数据具体见表 4.3。

表 4.3 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期单台用量
电力	1.795 千瓦时

4.3 排放因子数据

生产单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品生命周期各阶段“摇篮到大门”的具体排放因子数据来源具体见表 4.4。

表 4.4 产品生命周期排放因子数据来源

阶段类型	数据来源
原辅料获取阶段	Ecoinvent 3.9
原辅料运输阶段	Ecoinvent 3.9
生产阶段	Ecoinvent 3.9

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、排放因子和全球增温潜势的乘积之和。计算公式如下：

$$E_{CO_2e} = \sum_{i,j} A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j(1)$$

其中：

E_{CO_2e} 为产品全生命周期碳排放量，kgCO₂eq；

A_{ij} 为产品生命周期中第*i*阶段第*j*种温室气体活动水平；

EF_{ij} 为产品生命周期中第*i*阶段第*j*种温室气体排放因子；

GWP_j 为第*j*种温室气体全球增温潜势。

5.2 计算结果

在 GIS-LCA 平台上建立单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品生命周期模型，计算出生产 1 只产品从“摇篮到大门”的碳足迹结果。模型部分截图如图 5.1 所示，具体碳足迹数据如表 5.1 所示。

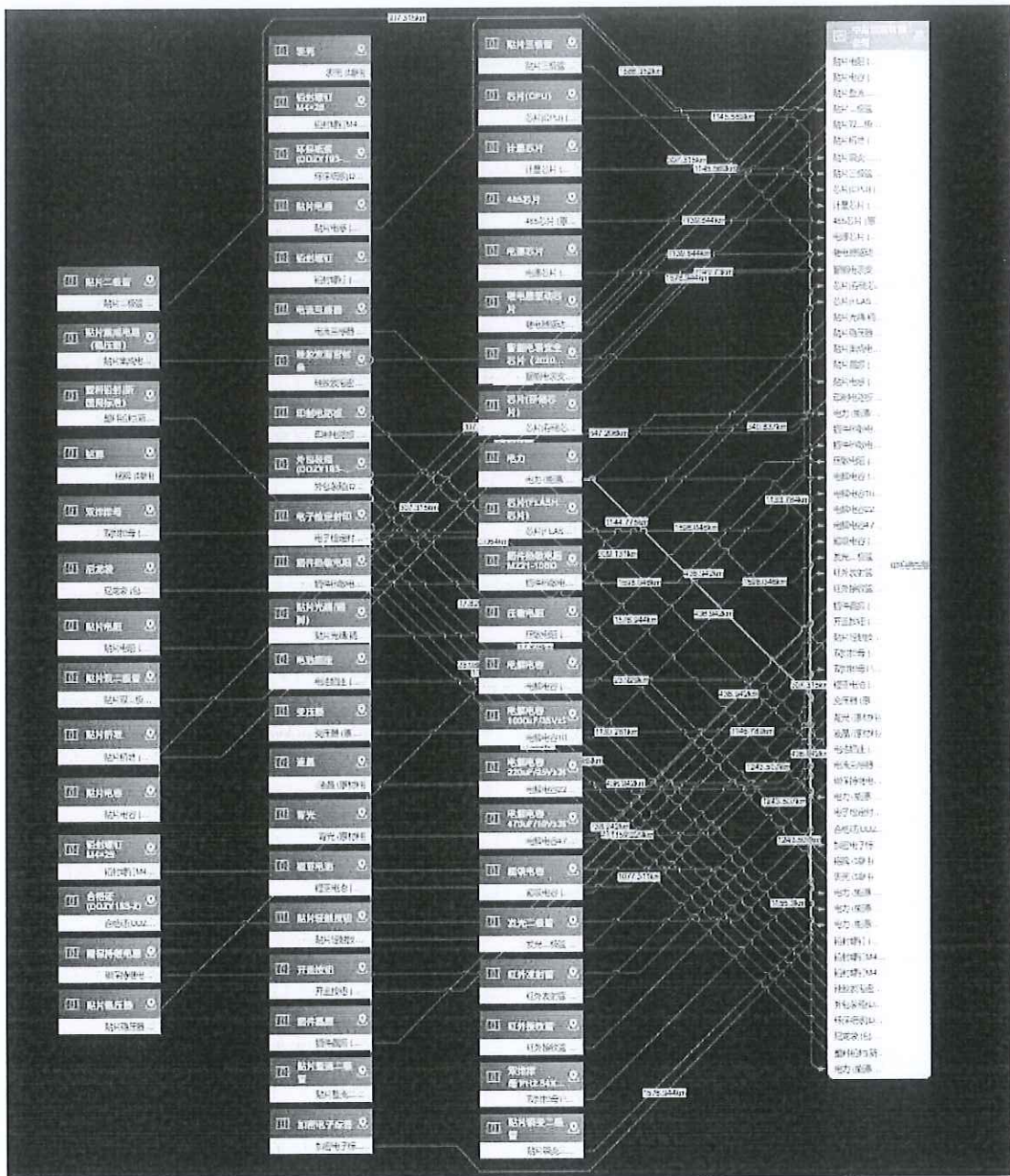


图 5.1 产品生命周期模型图

表5.1产品从“摇篮到大门”碳足迹结果及贡献表

类型	名称	数量	百分比	单位
阶段	原辅料获取阶段	15.209	91.31%	kg CO ₂ eq
-	磁保持继电器	5.054	30.34%	kg CO ₂ eq
-	印制电路板	2.526	15.17%	kg CO ₂ eq
-	表壳	1.196	7.18%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	电流互感器	1.18	7.09%	kg CO ₂ eq
-	液晶	0.953	5.72%	kg CO ₂ eq
-	变压器	0.708	4.25%	kg CO ₂ eq
-	贴片光耦(铜脚)	0.521	3.13%	kg CO ₂ eq
-	电解电容	0.322	1.93%	kg CO ₂ eq
-	压敏电阻	0.288	1.73%	kg CO ₂ eq
-	电解电容 220uF/25V±20%	0.241	1.45%	kg CO ₂ eq
-	超级电容	0.233	1.40%	kg CO ₂ eq
-	背光	0.189	1.13%	kg CO ₂ eq
-	发光二极管	0.133	0.80%	kg CO ₂ eq
-	双排排母	0.132	0.79%	kg CO ₂ eq
-	锂亚电池	0.116	0.70%	kg CO ₂ eq
-	双排排母'PH2.54X7.1 2X6P 180°	0.115	0.69%	kg CO ₂ eq
-	环保纸浆(DDZY193- M福建)	0.109	0.66%	kg CO ₂ eq
-	红外接收管	0.106	0.64%	kg CO ₂ eq
-	贴片电阻	0.102	0.61%	kg CO ₂ eq
-	电解电容 1000uF/35V±20%	0.098	0.59%	kg CO ₂ eq
-	电解电容 470uF/10V±20%	0.082	0.49%	kg CO ₂ eq
-	贴片电容	0.076	0.45%	kg CO ₂ eq
-	外包装箱(DDZY193- M福建)	0.073	0.44%	kg CO ₂ eq
-	红外发射管	0.066	0.39%	kg CO ₂ eq
-	贴片整流二极管	0.062	0.37%	kg CO ₂ eq
-	贴片三极管	0.062	0.37%	kg CO ₂ eq
-	贴片二极管	0.06	0.36%	kg CO ₂ eq
-	电池插座	0.055	0.33%	kg CO ₂ eq
-	贴片双二极管	0.054	0.33%	kg CO ₂ eq
-	插件热敏电阻MZ21-	0.042	0.25%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
	10BD			
-	插件热敏电阻	0.042	0.25%	kg CO ₂ eq
-	铭牌	0.04	0.24%	kg CO ₂ eq
-	插件晶振	0.031	0.18%	kg CO ₂ eq
-	加密电子标签	0.025	0.15%	kg CO ₂ eq
-	贴片瞬变二极管	0.019	0.12%	kg CO ₂ eq
-	贴片桥堆	0.019	0.12%	kg CO ₂ eq
-	电子检定封印	0.008	0.05%	kg CO ₂ eq
-	铅封螺钉M4×28	0.008	0.05%	kg CO ₂ eq
-	贴片轻触按钮	0.007	0.04%	kg CO ₂ eq
-	智能电表安全芯片（2020版）	0.007	0.04%	kg CO ₂ eq
-	芯片(FLASH芯片)	0.005	0.03%	kg CO ₂ eq
-	铅封螺钉M4×25	0.004	0.02%	kg CO ₂ eq
-	贴片电感	0.004	0.02%	kg CO ₂ eq
-	尼龙袋	0.004	0.02%	kg CO ₂ eq
-	计量芯片	0.003	0.02%	kg CO ₂ eq
-	芯片(CPU)	0.003	0.02%	kg CO ₂ eq
-	485芯片	0.003	0.02%	kg CO ₂ eq
-	芯片(存储芯片)	0.003	0.02%	kg CO ₂ eq
-	电源芯片	0.003	0.02%	kg CO ₂ eq
-	继电器驱动芯片	0.003	0.02%	kg CO ₂ eq
-	贴片集成电路（稳压器）	0.002	0.01%	kg CO ₂ eq
-	塑料铅封(新国网标准)	0.002	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铅封螺钉	0.002	0.01%	kg CO ₂ eq
-	开盖按钮	0.001	0.01%	kg CO ₂ eq
-	贴片稳压器	3.905E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	合格证(DDZY193-M)	3.160E-4	0.00%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	硅胶发泡密封条	8.164E-9	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	原辅料运输阶段	0.056	0.34%	kg CO₂ eq
-	变压器运输	0.031	0.19%	kg CO ₂ eq
-	印制电路板运输	0.006	0.03%	kg CO ₂ eq
-	磁保持继电器运输	0.005	0.03%	kg CO ₂ eq
-	背光运输	0.004	0.02%	kg CO ₂ eq
-	锂亚电池运输	0.003	0.02%	kg CO ₂ eq
-	压敏电阻运输	0.002	0.01%	kg CO ₂ eq
-	液晶运输	0.001	0.01%	kg CO ₂ eq
-	电流互感器运输	0.001	0.01%	kg CO ₂ eq
-	超级电容运输	6.411E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片光耦(铜脚)运输	4.358E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电解电容运输	3.367E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环保纸浆(DDZY193-M福建)运输	3.111E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	双排排母运输	2.531E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电解电容 220uF/25V±20%运输	2.525E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	插件热敏电阻MZ21-10BD运输	2.294E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	插件热敏电阻运输	2.294E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	双排排母'PH2.54X7.1 2X6P 180°运输	2.204E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	加密电子标签运输	1.829E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	发光二极管运输	1.221E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	外包装箱(DDZY193-M福建)运输	1.169E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片电阻运输	1.068E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铭牌运输	1.058E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电解电容 1000uF/35V±20%运 输	1.023E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	红外接收管运输	9.863E-5	0.00%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	电解电容 470uF/10V±20%运输	8.582E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	插件晶振运输	6.971E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	红外发射管运输	6.106E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电子检定封印运输	5.956E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片电容运输	5.572E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	智能电表安全芯片（ 2020版）运输	4.914E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片电感运输	2.846E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	芯片(FLASH芯片)运 输	2.784E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铅封螺钉M4×28运输	1.932E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片集成电路（稳压 器）运输	1.798E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	芯片(CPU)运输	1.731E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	计量芯片运输	1.731E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片稳压器运输	1.722E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	485芯片运输	1.679E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电源芯片运输	1.433E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	继电器驱动芯片运输	1.421E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片三极管运输	1.393E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片整流二极管运输	1.393E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片二极管运输	1.346E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片双二极管运输	1.219E-5	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铅封螺钉M4×25运输	9.729E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电池插座运输	5.468E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	芯片(存储芯片)运输	4.828E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铅封螺钉运输	4.646E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片瞬变二极管运输	4.353E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片桥堆运输	4.353E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	表壳运输	2.550E-6	0.00%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	塑料铅封(新国网标准)运输	2.290E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	开盖按钮运输	1.036E-6	0.00%	kg CO ₂ eq
-	贴片轻触按钮运输	9.531E-7	0.00%	kg CO ₂ eq
-	尼龙袋运输	8.981E-7	0.00%	kg CO ₂ eq
-	合格证(DDZY193-M)运输	2.570E-7	0.00%	kg CO ₂ eq
-	硅胶发泡密封条运输	1.953E-12	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	生产阶段	1.391	8.35%	kg CO₂ eq
-	电力	1.391	8.35%	kg CO ₂ eq

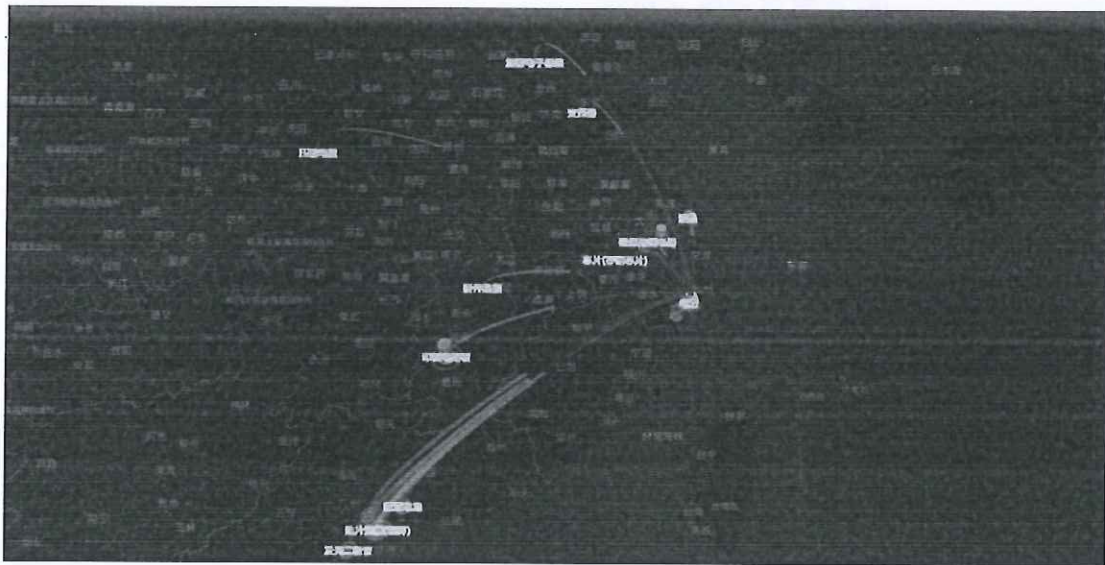


图 5.2 产品碳足迹贡献—空间分布图

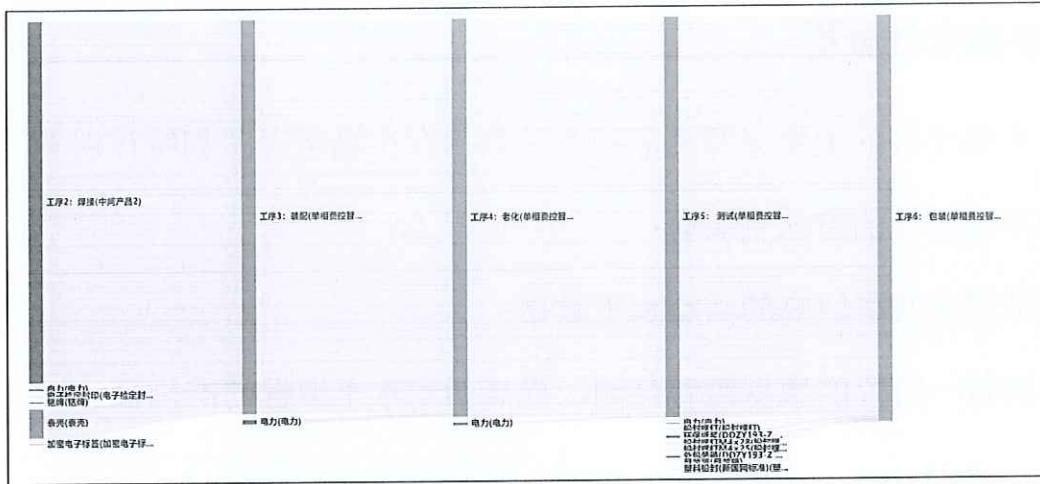


图 5.3 产品碳足迹贡献—桑基图

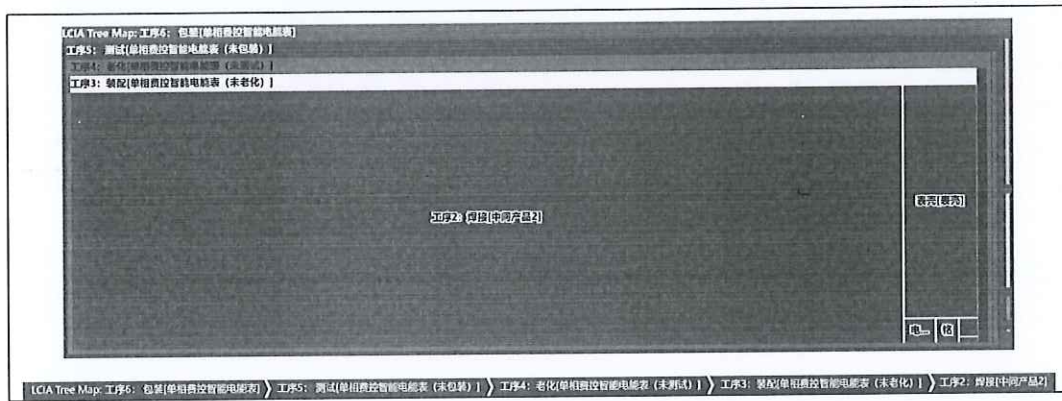


图 5.4 产品碳足迹贡献—矩形树图

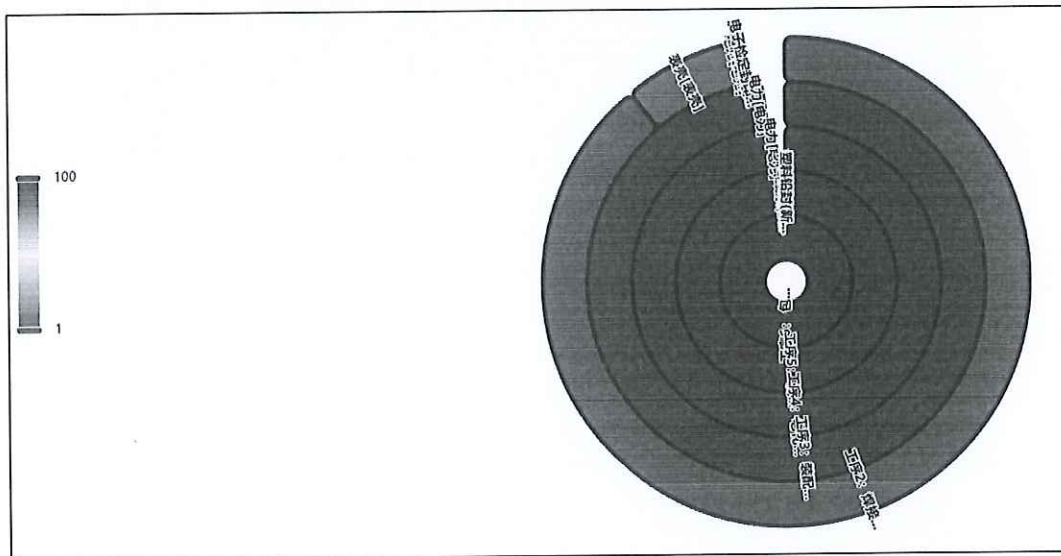


图 5.5 产品碳足迹贡献—旭日图

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 结论与建议

6.1 结论

单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 16.66kg CO₂ eq。

6.2 建议

根据单相费控智能电能表（DDZY193-M）产品“摇篮到大门”的碳足迹评价结果，在企业可行的条件下，可考虑从以下方面减少产品碳足迹：

（1）原材料获取和加工环节：磁保持继电器、印制电路板与表壳的使用对碳足迹贡献占比最大，建议联合上游企业在供应链上推动协同改进，减少对环境的负面影响，打造可持续绿色发展产业链。

（2）未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的碳排放有一定偏差。建议企业在条件允许的情况下，进一步调研主要原材料的生产过程数据，以提高数据质量。

（3）持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。