评价报告编号： DYMTD-250110-34

先德智能装备股份有限公司

碳足迹报告

先德智能装备股份有限公司

2025年04月

基本信息

报告信息

报告编号： DYMTD-230110-34

编写单位： 嘉兴大业节能科技有限公司

编制人员： 潘虹

审核单位： 嘉兴大业节能科技有限公司

审核人员： 朱宏斌

发布日期： 2025年04月15日

申请者信息

公司全称：先德智能装备股份有限公司

统一社会信用代码：91330400MA2JDIBW2Y

地址：浙江省嘉兴市经济技术开发区正原路378号

联系人：郑旭

联系方式：15325321226

采用的标准信息

ISO 14067：2018《温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》

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 4
2、产品碳足迹介绍(PCF)介绍 6
3、目标与范围定义 7
3.1 先德智能装备股份有限公司及其产品介绍 7
3.2 研究目的 8
3.3 研究的边界 8
3.4 功能单位 9
3.5 生命周期流程图的绘制 9
3.6 取舍准则 10
3.7 影响类型和评价方法 10
3.8 数据质量要求 11
4、过程描述 11
4.1 主要原材料生产阶段 11
(1)铝型材 11
(2)铜排 12
(3)自动化产品 12
(4)电缆 12
(5)断路器 12
(6)开关产品 13
(7)箱壳 13
(8)驱动产品 13
4.2 原材料运输阶段 13
4.3 产品生产阶段 14
(1) 过程基本信息 14
(2) 数据代表性 14
4.4 产品运输阶段 14
4.5 产品使用阶段 15
5、数据的收集和主要排放因子说明 15
6、碳足迹计算 16
6.1 碳足迹识别 16
6.2 计算公式 16
6.3 碳足迹数据计算 16
6.4 碳足迹数据分析 17
7、不确定分析 18
8、结语 18

1、执行摘要

先德智能装备股份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，特邀请嘉兴大业节能科技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 14067：2018《温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》、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》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到先德智能装备股份有限公司的自动化设备的碳足迹。

本报告的功能单位定义为生产“自动化设备1套”。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，调研了自动化设备的上游原材料生产阶段，原材料运输阶段，自动化设备生产阶段，自动化设备销售运输阶段，自动化设备使用阶段及报废后回收处置阶段。

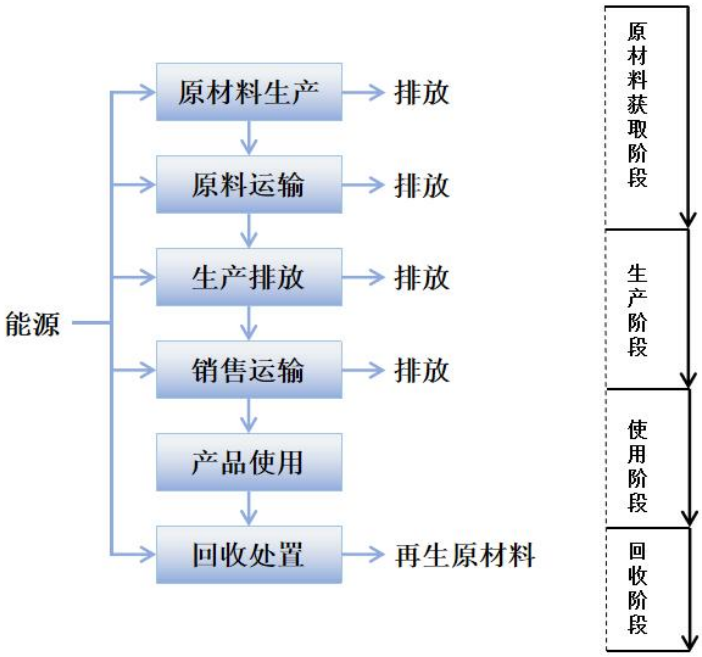


图 1 自动化设备生命周期系统边界图

报告中对生产自动化设备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，发现主要为原材料获取阶段对产品碳足迹的贡献最大，其次为产品生产过程能源消耗。

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，主要体现在生产商、地域、时间等方面。自动化设备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(比如铝型材、铜排、自动化产品、电缆、断路器、开关产品、箱壳、驱动产品等)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(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亚氮(N_2O)、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(CO_2e)表示，单位为$kgCO_2e$或者tCO_2e。全球变暖潜值 (Gobal 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；

③ISO 14067：2018《温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》，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。

3、目标与范围定义

3.1 先德智能装备股份有限公司及其产品介绍

企业基本情况

先德智能装备股份有限公司成立于2020年6月30日，位于浙江省嘉兴市经济技术开发区正原路378号，是一家智能制造整体解决方案服务商和智能制造装备供应商，主要从事成套定制化智能制造装备以及数字化软件的研发制造、销售和服务。为新能源汽车工业和一般工业领域的知名品牌提供智能制造整体解决方案，实现了个性化定制、网络化协作、智能化制造和服务化延伸。

公司深耕行业领域，已累计获得国家专利、商标等知识产权29项（其中发明专利3项，实用新型专利25项，注册商标1项）。公司成立至今，已成功获得“浙江省创新型中小企业”、“浙江省专精特新中小企业”、“浙江省科技型中小企业”等荣誉，公司的研发中心也于2024年被认定为“嘉兴市高新技术研究开发中心”，并获得国家发明创新奖1项。公司也与上海应用技术大学达成产学研合作协议，进一步促进科技创新和科研开发。此外，公司已建立完善的质量管理体系、环境管理体系、职业健康管理体系及成本控制系统，凭借雄厚的技术力量，力求以优异的服务质量满足客户的需求和期望。

公司本着创新引领发展的理念，广泛吸取国内外先进的技术及人才，凭借良好的产品与服务，以过硬的市场口碑与客户保持着高稳定性和持续增长性的合作，具有较强的市场竞争力。先德智能致力于智能装备领域的技术创新，现

已成为集智能制造+MES信息化+电气自动化三位一体的综合性装备和系统集成商，为新能源汽车、储能、一般工业领域提供智能装备和服务。公司目前已与蔚来、零跑、中车、上海铁路局、峰梅新能源等国内知名一线企业建立长期合作伙伴关系。

先德智能装备股份有限公司未来将依托累积多年的研究成果，坚持自主创新研发，立足于长三角示范区，为当地经济发展贡献自己的一份绵薄之力。

3.2 研究目的

本研究的目的是得到先德智能装备股份有限公司生产的自动化设备全生命周期过程的碳足迹,为先德智能装备股份有限公司开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是先德智能装备股份有限公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是先德智能装备股份有限公司环境保护工作和社会责任的一部分。本项目的研究结果将为先德智能装备股份有限公司与自动化设备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：一是先德智能装备股份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 14067：2018、PAS 2050：2011标准的要求，本次碳足迹评价的边界为先德智能装备股份有限公司2024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1套自动化设备。

3.5 生命周期流程图的绘制

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》绘制1套自动化设备的生命周期流程图，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、到客户使用，以及最终处置或再生利用整个过程的排放。

自动化设备的生命周期流程图如下：

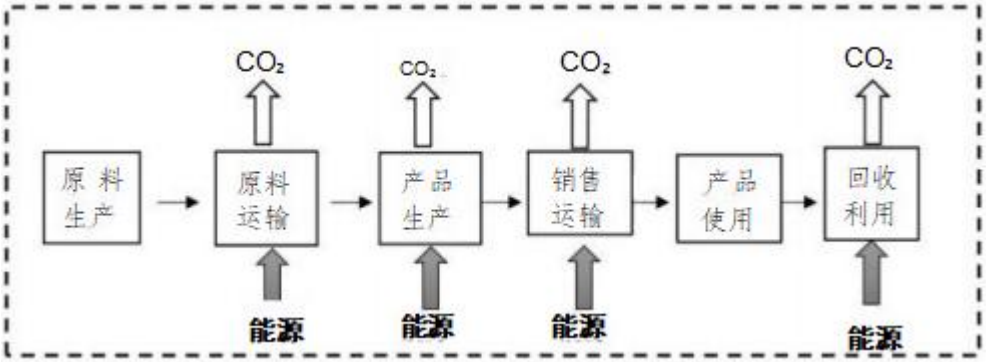


图2自动化设备生命周期评价边界图

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，自动化设备的系统边界见下表：

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
a.自动化设备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； b.主要原材料生产过程中电力等能源的消耗； c.生产过程电力等能源的消耗； d.原材料运输、产品运输； e.产品的使用及回收。	a.资本设备的生产及维修； b.次要辅料的运输； c.销售等商务活动产生的运输；

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(CO_2)，甲烷 (CH_4)，氧化亚氮(N_2O)，四氟化碳(CF_4)，六氟乙烷 (C_2F_6)，六氟化硫(SF_6)， 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CO_2当量(CO_2e)。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(CO_2e)为基础，甲烷的特征化因子就是25kgCO_2e。

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月开始进行数据的调查、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 主要原材料生产阶段

(1)铝型材

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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。

(2)铜排

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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)自动化产品

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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。

(4)电缆

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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。

(5)断路器

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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。

(6)开关产品

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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。

(7)箱壳

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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。

(8)驱动产品

主要数据来源：供应商2024年实际生产数据；

基准年：2024年；

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。

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。

企业充分利用长三角经济带方便快捷的物流优势，大多数原材料从江浙沪地域使用陆路运输购入。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：自动化设备生产；

过程边界：铝型材、铜排、自动化产品、电缆、断路器、开关产品、箱壳、驱动产品等进厂到自动化设备出厂；

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业2024年实际生产数据；

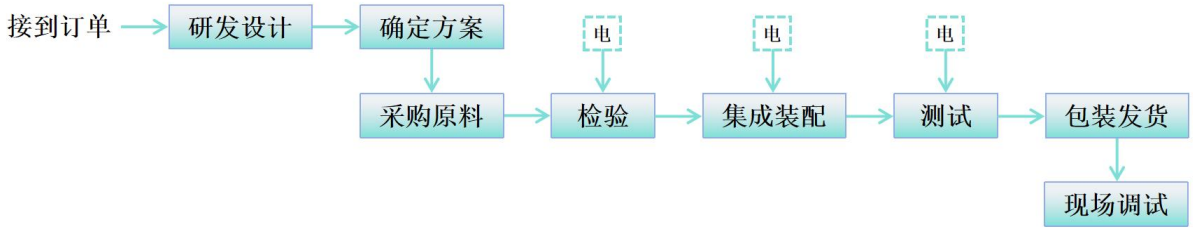
企业名称：先德智能装备股份有限公司；

基准年：2024年；

主要原料：铝型材、铜排、自动化产品、电缆、断路器、开关产品、箱壳、驱动产品；

主要能耗：电力；

工艺流程：



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。

分析：企业产品多采用陆路运输，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的量化数据(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：CO_2e/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25。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：电力、柴油

消耗量等。排放因子数据主要包括电力排放因子、柴油低位热值和单位热值含碳量等。

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	生产设备	消耗电力	初级活动数据	生产报表
2	空压机、空调等辅助设备	消耗电力		生产报表
3	原材料生产	消耗电力	次级活动数据	供应商数据、数据库
4	原材料运输	消耗柴油		供应商地址、数据库
5	产品运输	消耗柴油		客户地址、数据库
6	产品使用	消耗电力等		数据库
7	产品回收	消耗电力等		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、能源和废弃物乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

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

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	消耗数据	排放因子	组分	GWP	CO_2e
电力(MWh)	319.8	0.5246tCO_2/MWh	CO_2	1	167.8
原料1铝型材(t)	236.7	3.326tCO_2/t	CO_2	1	787.2642
原料2铜排(t)	265.3	2.669tCO_2/t	CO_2	1	708.0857
原料3自动化产品(t)	145.8	15.45tCO_2/t	CO_2	1	2252.61
原料4电缆(t)	85.8	3.475tCO_2/t	CO_2	1	298.155
原料5断路器(t)	7.96	6.145tCO_2/t	CO_2	1	48.9142
原料6开关产品(t)	9.36	4.221tCO_2/t	CO_2	1	39.50856

原料7箱壳(t)	162.3	2.883tCO$_2$/t	CO$_2$	1	467.9109
原料8驱动产品(t)	365.1	14.98tCO$_2$/t	CO$_2$	1	5469.198
原材料运输(t*km)	383400	0.012kg/tkm	CO$_2$	1	11.48
产品运输(t*km)	383400	0.012kg/tkm	CO$_2$	1	11.48
产品使用(t)	0	/	CO$_2$	1	0.00
产品回收(t)	0	/	CO$_2$	1	0.00
合计(tCO2e)					**10262.4**

6.4 碳足迹数据分析

根据以上公式可以计算出2024年度二氧化碳的排放量为10262.4t。全年共生产自动化设备1790套。

因此每套产品的碳足迹e=10262.4/1790=5.733吨CO$_2$e/套，计算得到生产1套自动化设备的碳足迹为5.733吨CO$_2$e/套。从自动化设备生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出自动化设备的碳排放环节主要集中在原材料获取过程的能源消耗活动。

自动化设备生命周期碳排放清单：

环境类型	当量单位	原材料生产	原材料运输	产品生产	产品运输	产品使用	产品回收	合计
产品碳足迹(CF)	tCO$_2$e	10071.61	11.48	167.8	11.48	0.000	0.000	10262.4
占比(%)		98.14%	0.11%	1.64%	0.11%	0.00%	0.00%	100.00%

所以为了减小自动化设备碳足迹，应重点加大对生产环节提出节能减排要求并对其加以考核，其次对供应商进行节能考核。为减小产品碳足迹，建议如下：

1)生产用电为国网提供，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；

3)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。