

产品碳足迹报告

(Carbon Footprint of Products)



企 业 名 称: 河南思维自动化设备股份有限公司

发布日期: 2025 年 2 月 14 日

关于产品碳足迹（Carbon Footprint of Products，CFP）

在一个生产系统中，基于生命周期评价的方法对于温室气体排放和吸收的汇总，利用二氧化碳当量的形式来表述。即某个产品在其从原材料一直到生产（或提供服务）、分销、使用和处置/再生利用等所有阶段的温室气体排放，其范畴包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、和氮氧化物（N₂O）等温室气体。

在指定条件下，本报告作为标准化的公开文件可用于对比相同功能产品的温室气体排放足迹。本报告由河南思维自动化设备股份有限公司负责编制、核查。

产品碳足迹概要

企业基本信息			
企业名称	河南思维自动化设备股份有限公司		
企业地址	河南省郑州市高新区雪梅街39号		
统一社会信用代码	9141010070677725XH	法人	李欣
注册资本	381274377元	联系人	邱世豪
联系人电话	18039271937	电子邮件	qiush@hnthinker.com
产品信息			
产品名称	LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件		
报告覆盖期	2024年1月~2024年12月		
功能单位	1台 LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件		
每功能单位产品碳足迹值	0.0839 tCO ₂ e/台		
报告编制依据	ISO 14067：2018《产品碳足迹—量化和通报的要求和指南》、PAS2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》		
报告发布日期	2025年 2 月 14 日		



1. 概述

1.1 企业概况

河南思维自动化设备股份有限公司创立于1992年，位于郑州市高新区，注册资本3.81亿元。公司拥有4家全资子公司，3家控股子公司，2家参股子公司，是专业从事铁路运输安全保障技术研究、应用软件开发的铁路装备定点企业。公司自主研发的以防超速、防冒讲著称的LK系列列车运行控制系统，服务于铁路列车安全控制、列车运行安全管理、列车运行安全信息化建设等方面，为历次全国铁路大提速、保障铁路运输事业的飞速发展做出了突出贡献。公司是国家高技术产业化示范工程企业、国家规划布局内重点软件企业、国家火炬计划软件产业基地骨干企业、河南省列车控制工程技术研究中心。2015年12月24日，公司在上海证券交易所主板上市(股票简称:思维列控，股票代码:603508)，是我国列车控制领域首家A股上市企业。

公司实验室规划占地面积约3000平方米，已累计投入建设资金约3000万元，先后从德国R&S、德国Albatross、德国TIRA、瑞士EM TEST、瑞士HAEFELY、美国CSZ等知名公司采购50台套先进的测试设备，建成行业内技术领先的电磁兼容实验室、环境和可靠性实验室、列控系统仿真实验室等。

中心现有省级学术带头人1人，外聘专家教授2人，专职检测工程师8人。检测人员均具有本专业本科及以上学历，在本领域具有丰富的检测经验。本中心已按照ISO17025实验室能力认可准则要求建立管理体系并运行，中心坚决贯彻“方法科学、结果准确、行为公正、客户满意、持续改进”的质量方针，持续严格执行该管理体系的各项要求，不断促进管理体系的改进，提高管理水平和技术能力。

公司始终坚持“兴业报国、科技导向、人才为本、用户至上”的企业宗旨，秉承“精为敬业、诚为待人、信以守诺、实以惠客”的经营理念，弘扬“拼搏、团队、主人翁、创新、献身”的企业精神，坚持“成为国内领先的轨道安全控制与信息化整体解决方案系统提供商”的美好愿景，以新型列控系统、智能驾驶系统、调车安全防护系统等新项目研发推广为契机，努力拓展铁路业务，积极布局城市轨道交通业务，构建“实体经营+资本运营”双驱模式，不断提升公司的竞争力和盈利能力，全力打造百年企业。



图1-1 企业生产区

1.2 产品情况介绍

产品名称：（分布式）列车运行监控系统硬件

产品型号：LKJ-15S

核心功能：防止列车超速，冒进信号，控制列车安全平稳运行，保证行车安全。



图1-2 LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件图片

1.3 碳足迹盘查目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础，近年来已经成为人们研究和关注的热点。开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排，对于行业绿色发展和产业升级转型、应对出口潜在的贸易壁垒而言，都是很有价值和意义的。

本项目按照ISO14064-1：2018《组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告规范及指南》、ISO14067：2018《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》的要求，建立LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件从原材料生产到产品出厂的生命周期模型，编写碳足迹核查报告，结果和相关分析用于以下目的：LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件(213309211A80-4)产品碳足迹核查。

1.4 碳足迹盘查准则

碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体总量排放，用二氧化碳当量(CO₂-eq)表示，单位为kgCO₂-eq或者gCO₂-eq。常见的温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)等。

2. 核查范围

2.1 产品碳足迹范围描述

选用2024年度的数据进行产品碳足迹计算，采用大样本计算，有效减少数据带来的计算结果准确性差的问题。

2.2 碳足迹盘查的系统边界

2.2.1 系统边界

由于数据有限，本报告主要考虑1. 原材料运输的碳足迹计算；2. 产品生产过程的碳足迹计算；3. 产品运输的碳足迹计算。图2-1为本次报告中产品碳足迹评价系统边界。



图2-1 LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件碳足迹评价系统边界图

本次核查范围包括从原材料运输、产品制造、产品分销运输。本次核查内容为位于河南省郑州市高新区雪梅街39号的河南思维自动化设备股份有限公司生产的LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件产品碳足迹温室气体排放量，具体核查排放源如下：

温室气体排放-产品制造部分：实际生产过程排放，计算得出；

温室气体排放-运输部分：由供应商和采购商承担，计算得出。

(1) 原材料的收集：基板、调节器支架、电容、电阻等原材料的收集主要是指原材料从山东、河南、苏州、上海等地采购后并运输到厂内。

(2) 生产过程：元器件检验-整形、人工插件、波峰焊、切割-点贴焊音、贴片-回流焊-检验-单板清洗-单板调试-涂覆、固化-线扎-组装及检验-高温老化-整机调试及检验-包装入库。

(3) 包装过程：将成品贴好参数铭牌后按照不同的产品类别和型号进行入库待售。

2.3 数据取舍规则

在选定系统边界和指标的基础上，应规定一套数据取舍准则，忽略对评价结果影响不大的因素，从而简化数据收集和评价过程。本研究取舍准则如下：

a) 原则上可忽略对碳足迹结果影响不大的能耗、原辅料、使用阶段耗材等消耗。例如，小于产品重量1%的普通消耗可忽略，但总共忽略的物耗推荐不超过产品重量的5%；

b) 道路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；

c) 低价值废物作为原料，如生活垃圾等，忽略其上游生产数据。

3. 数据收集

数据质量评估的目的是判断碳足迹核查结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本研究数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完整性、可靠性、一致性。

1) 数据代表性：包括地理代表性、时间代表性、技术代表性三个方面。

地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关。

时间代表性：应优先选取与研究基准年接近的企业、文献和背景数据库数。

技术代表性：应描述生产技术的实际代表性。

2) 数据完整性：包括产品模型完整性和数据库完整性两个方面。

模型完整性：依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主

要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料(对碳足迹指标影响超过5%的物料)应尽量调查其生产过程：在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要原辅料需在报告中解释和说明。

背景数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

3) 可靠性：包括实景数据可靠性、背景数据可靠性、数据库可靠性。

实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用企业实际生产记录数据。所有数据将被详细记录从相关的数据源和数据处理算法。采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。

背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并应在报告中解释和说明。

数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平。

4) 一致性

所有实景数据(包括每个过程消耗与排放数据)应采用一致的统计标准,即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。若存在不一致的情况，应在报告中解释和说明。

3.1 访谈收集信息

表3-1 访谈收集信息表

时间	姓名	部门	职务	内容
2025. 2. 10	闫学锋、邱世豪	生产部、行政人力中心	主任	了解企业基本情况、管理架构、生产工艺、生产运行情况，识别排放源的排放设施，确定企业层级的核算边界，了解生产设施、自然原材料能源消耗情况。
				了解企业层级涉及在工作活动中数据、相关参数和消耗品数据的检测、记录和统计等数据流管理过程，获取相关检测记录。
				了解企业采购运输、运输车车型、油耗、生产叉车油耗及车型情况。

表3-2 支持性文件清单

序号	支持性文件名称
1	营业执照（三证合一）
2	公司简介
3	组织结构
4	产品工艺流程图
5	生产厂区平面布置图
6	生产厂环评报告
7	生产厂能源计量器具台账
8	生产厂主要用能设备清单
9	生产厂电力、柴油用量统计表
10	生产厂产量报表
11	运输送货记录

4. 生产工艺流程及主要能源结构

4.1 生产工艺流程

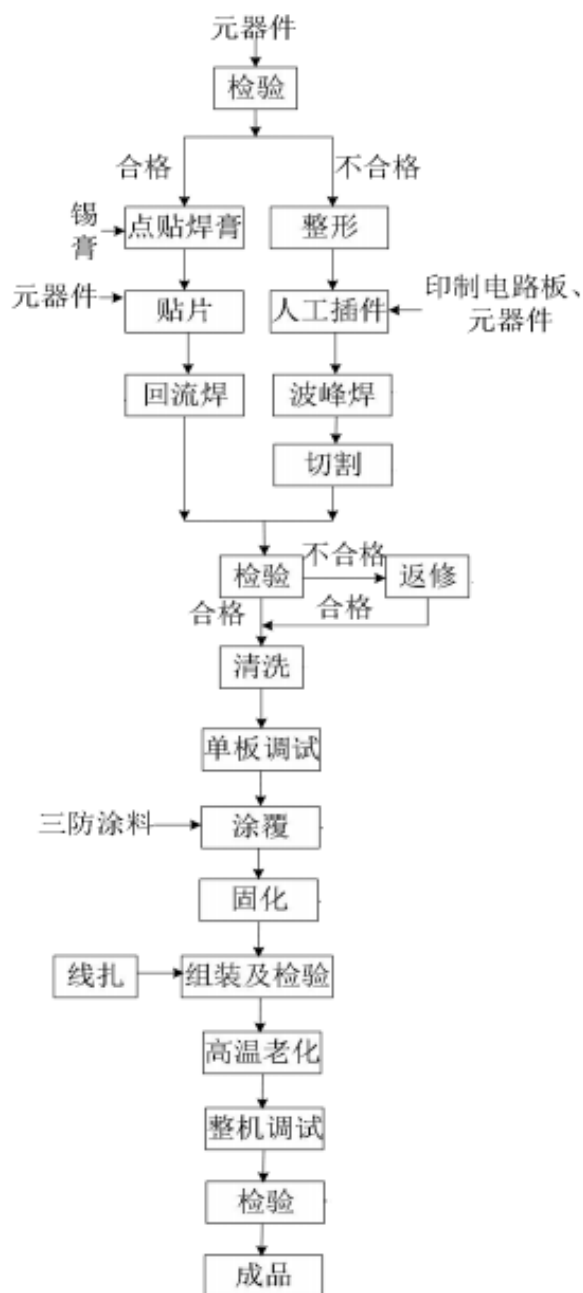


图4-1 工艺流程图

工艺流程描述：

(1) **元器件检验：**元器件来料后进行检验，经检验合格的元器件可直接进入贴片工序，检验不合格的元器件需采用整形机进行整形。

(2) 整形、人工插件、波峰焊、切割：

①经检验不合格的部分元器件(电阻、二极管等)，根据产品需要及设计图纸要求在整形机内进行整形，固定其长度或形状。

②整形后的元器件进入人工插件工序，采用人工将元器件插入PCB板对应的位置上；后进入波峰焊工序，通过红外线加热锡块，使其熔化，在焊料液面形成特定的焊料波，当插装后的PCB板通过传送带以特定的角度、速度穿过波峰焊机内部并与焊料波接触时，以此实现插接元器件的自动焊接；后采用切脚机自动切除 PCB板上元器件超出规定长度的引脚，实现元器件引脚的一致性切割后半成品进入后续生产工序。

(3) 点贴焊音、贴片：

经检验合格的元器件采用锡膏印刷机将无铅锡膏刷在PCB板的焊盘上，锡膏印刷机主要由装板、加锡膏、压印、输出线路板等步骤组成，先将PCB板固定在印刷台上，后由印刷机的刮刀将已添加至网板上的锡膏，通过钢网漏印于焊盘上。为保证印刷质量，在印刷一定量后需对钢网进行清洗，本项目采用擦拭纸蘸取酒精的方式人工对钢网进行清洁。印刷锡膏后由贴片机将表贴电子元器件放置于PCB板对应的位置上。

(4) 回流焊：贴片后的PCB板经传送带转送至回流炉内进行加热固化，以此实现表贴电子元器件的自动焊接。回流炉采用电加热，PCB板在回流炉内首先经过预热区，预热区温度为室温~155℃，目的是使得PCB板均匀受热；随后进入升温区，温度为155~217℃，目的是使得锡膏中的松香充分挥发；然后进入焊接区，温度为215℃，此时PCB板引脚、锡膏和焊盘之间由于熔化锡膏在高温下形成介质化合物实现持久焊接；最后PCB板进入冷却区，通过电冷方式将PCB板冷却至室温，回流焊工序结束。

(5) 检验：焊接后的工件需在AOI自动光学检测仪内进行质量检测，主要检查贴片质量、元件的缺失、偏移和歪斜情况，以及所有极性方面的缺陷。未通过检验的工件需返修，如波峰焊工序中焊点出现虚焊、桥焊等不符合要求的焊点，需对有缺陷的焊点采用焊接机器人及人工修理。

(6) 单板清洗：通过检验的工件经过传送带送至全密闭清洗机内，清洗机内部设有两个槽体，即清洗槽、漂洗槽，PCB进入清洗机后先进入清洗槽，清洗槽内主要为清洗剂与纯水配比后的溶液，经清洗后的工件进入漂洗槽内采用纯水漂洗，经漂洗后的PCB板被传送至风干系统。清洗后如存在未清洗干净的PCB板，需采用酒精对PCB板人工擦拭残留物。

(7) 单板调试：清洗后的工件需经过功能测试仪等设备进行焊接质量调试和检测。

(8) 涂覆、固化：三防涂覆机根据PCB板线路编程，采用全自动封闭式涂覆设备，设备内部有高精度喷头，通过高压在电子元器件表面完成涂覆，涂面积约30m²/d，涂覆厚度约40um-70um，涂覆后的半成品在固化炉内固化(采用电加热)。其目的是在其外

表形成一层保护膜，保护线路板免受环境的侵蚀，具有防潮、防盐雾、防霉的作用，从而提高线路板的可靠性，增加其安全系数并保证其使用寿命。

(9) 线扎：将库房内的保险丝等材料在线扎区人工捆电线，后与端子结合压制。

(10) 组装及检验：线扎工序加工后的半成品与前端工序加工好的半产品，由人工按照生产图纸要求与外购机箱、机壳、线缆等进行组装并检验。

(11) 高温老化：将组装好的产品放置于高温老化室(老化温度约52℃)经过3天高温老化实验，检测并验证其在高温环境条件下贮存和使用的适应性，老化室内使用电加热。

(12) 整机调试及检验：将组装后的PCB板采用万用表、数字信号发生器示波器等设备进行焊接质量和装配质量的检测。

(13) 包装入库：整机检验后的产品包装入库。

4.2 主要能源结构及来源

主要能源结构及来源	
主要能源结构	来源
电力	外购

5. 碳足迹计算

LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件产品碳足迹计算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：

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

式中：

CF—碳足迹；P—活动水平数据；Q—排放因子；GWP—全球变暖潜能值，排放因子源于CLCD数据库和相关文献，由于部分物料数据库中暂无排放因子，均来自于相近物料的排放因子。

5.1 净购入电力产生的二氧化碳排放

企业净购入的电力消费所对应的电力生产环节二氧化碳排放量按如下公式计算。

$$E_{电}=AD_{电} \times EF_{电}$$

式中：

$E_{\text{电}}$ —购入的电力所对应的电力生产环节二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

；

$AD_{\text{电}}$ —核算和报告年度内的净外购电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电}}$ —区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳/兆瓦（ tCO_2/MWh ）。

5.2 原材料运输阶段 GHG 排放

5.2.1 原料运输距离

项目	内容
地点	存贮仓库
距离（公里）	58000
供货次数	/
运输耗用能源	柴油
数据来源	企业运输台账

5.2.2 排放因子及来源

原材料采用货车柴油车辆运输，采用“运输车辆能耗统计辅助方法2-单位行驶里程能耗计算法”。

百公里油耗及甲烷、氧化亚氮排放因子		
运输车辆	车辆的排放因子	
货车（柴油）	百公里耗柴油14.4升	
数据来源	《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》	
气体种类	排放因子（mg/km）	全球变暖潜势（GWP）值（ tCO_2e ）
CH_4	175	21
N_2O	30	310

5.2.3 原材料运输碳排放量计算结果

根据上述确认的活动水平数据，工作组计算了原材料运输过程碳排放量，结果如下：

燃油类型	公里数	每公里油耗	密度	燃油低位热值	单位热值含碳量	碳氧化率	CO ₂ 与碳的分子量比	温室气体排放量
	km	L/km	t/L	GJ/t	tC/GJ	%	—	tCO ₂
柴油	58000	0.144	0.00073	43.33	0.0202	98	44/12	10.2225

5.3 产品运输阶段 GHG 排放

5.3.1 成品运输距离

项目	内容
地点	省内及周边
距离（公里）	72000
供货次数	/
运输耗用能源	柴油
数据来源	企业运输台账

5.3.2 排放因子及来源

产品采用货车柴油车辆运输，采用“运输车辆能耗统计辅助方法2-单位行驶里程能耗计算法”。

百公里油耗及甲烷、氧化亚氮排放因子		
运输车辆	车辆的排放因子	
货车（柴油）	百公里耗柴油14.4升	
数据来源	《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》	
气体种类	排放因子（mg/km）	全球变暖潜势（GWP）值（tCO _{2e} ）
CH ₄	175	21
N ₂ O	30	310

5.3.3 成品运输碳排放量计算结果

根据上述确认的活动水平数据，工作组计算了原材料运输过程碳排放量，结果如下：

燃油类型	公里数	每公里油耗	密度	燃油低位热值	单位热值含碳量	碳氧化率	CO ₂ 与碳的分子量比	温室气体排放量
	km	L/km	t/L	GJ/t	tC/GJ	%	—	tCO ₂
柴油	72000	0.144	0.00073	43.33	0.0202	98	44/12	12.6901

5.4 产品生产阶段 GHG 排放

序号	生产及配套用电量 (kWh)	产量 (台)	产品碳排放量 (tCO ₂ eq)
1	746410	2000	144.8883

6. 核查结论

本次报告中，LKJ-15S(分布式)列车运行监控系统硬件产品碳足迹包括：1. 产品生产过程的碳足迹计算；2. 原材料、产品运输碳足迹计算。

项目	计算数值
原料运输过程产生的碳排放 (t CO ₂ e)	10.2225
产品生产过程的碳排放 (t CO ₂ e)	144.8883
产品运输过程产生的碳排放 (t CO ₂ e)	12.6901
产量 (台)	2000
单位产品碳排放量 (t CO ₂ e/台)	0.0839