昆山雷克斯电子科技有限公司

印刷电路板

碳足迹报告

昆山雷克斯电子科技有限公司

2023年3月

基本信息

报告信息

报告编号： WIZHENG-758089627-001

编写单位： 维正知识产权科技有限公司

编制人员： 王儒芳

审核单位： 维正知识产权科技有限公司

审核人员： 孙建余

发布日期： 2023 年 3月 20 日

申请者信息

公司全称：昆山雷克斯电子科技有限公司

统一社会信用代码：91320583732240114A

地址： 昆山市千灯镇宏信路289号

联系人： 王洁

联系方式：13616266211

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

昆山雷克斯电子科技有限公司作为行业龙头企业，为相关环境披露要求， 履行社会责任、接受社会监督，特邀请维正知识产权科技有限公司 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/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，计算得到雷克斯电子印刷电路板产品的碳足迹。

本报告的功能单位定义为生产 “1 平方米印刷电路板”。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，调研了印刷电路板的上游原材料生产阶段、原材料运输阶段、运输阶段、印刷电路板使用阶段及报废后回收处置阶段。

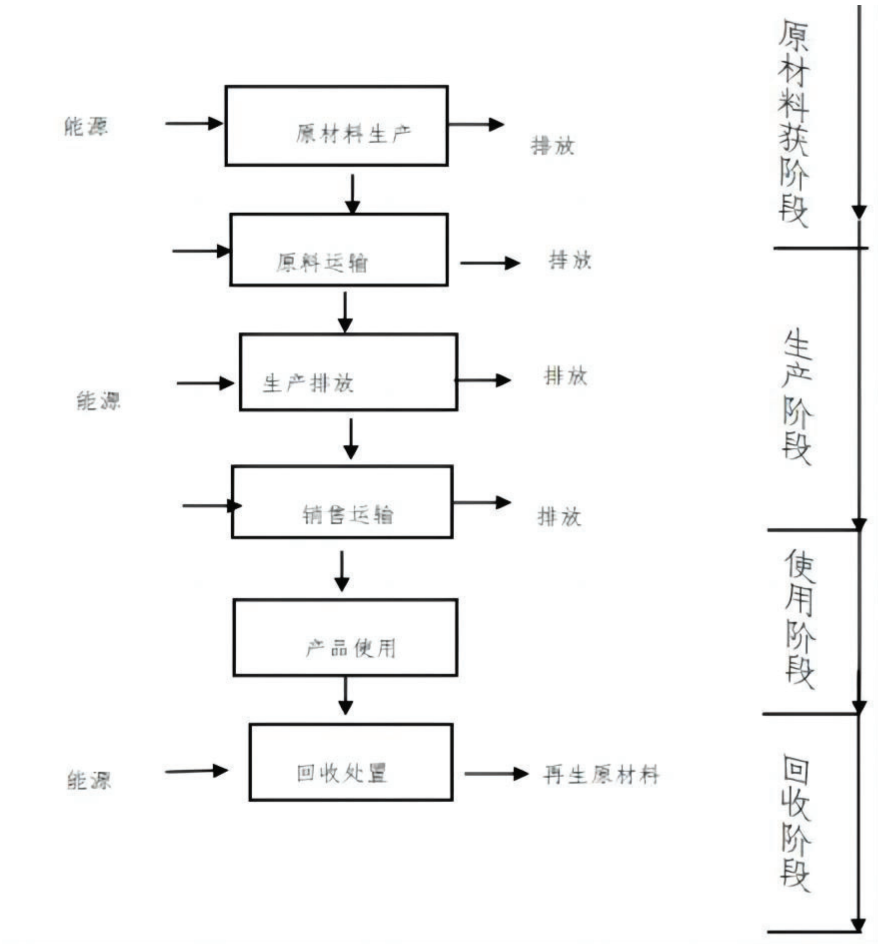

图 1 印刷电路板的生命周期系统边界图

报告中对印刷电路板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， 发现主要原材料获取过程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， 主要体现在生产商术、地域、时间等方面。印刷电路板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(比如铜板、铜箔、油墨等）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(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；①《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；①《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 雷克斯电子及其产品介绍

昆山雷克斯电子科技有限公司坐落于昆山市千灯镇宏信路289号，注册资金2000万人民币,员工总数1000人，管理人员50人，技术人员70人，职称人数120余人。公司占地面积12315.6㎡，建筑面积达20527㎡。厂区南部布置1栋主要生产厂房全制程车间，厂房北部布置废水处理装置、消防尾水收集池、预留车间，厂房东部布置消防水池、固废暂存处、含尘废气处理区等。布局紧凑，管线、物流道路等短捷通畅。同时项目主要工艺设备、公用设备等均布置于厂房内部。

公司为响应环保政策，经过三年的技改和产品研发，通过了技改项目并提升了企业竞争力。新工艺技术引进和改造后，公司已走在了全国同行业的前列。公司年度设计产能90.00万㎡，其中高密度、高难度双面板占总比例40%，销售额接近3亿元。

公司主要产品为双层及多层印刷制电路板，主要工艺流程为开料-钻孔-沉铜-图形转移-电镀-退膜-蚀刻-阻焊-文字-镀金手指-镀锡板-成型-电测。

公司产品已被广泛应用于白色家电、工业控制器、汽车仪表、工业电源、各类电表、LED照明、健身器材等领域。其中，主要客户群体有白色家电制造商、国网电表类企业、新能源光伏企业及工控行业等。主要客户有格力、美的、东风汽车、上海通用、大众汽车、中国一汽、三星等。

雷克斯贯彻落实“科技领先、优质高效、顾客至上、遵信守约”的企业文化。目前在使用专利共计31项，并先后通过质量管理体系（ISO9001质量管理体系、IATF16949质量管理体系）、环境管理体系认

证、职业健康安全、知识产权贯标、能源管理体系、五星服务管理体系、美国“UL”安全认证。自2010年先后获得省级科技型中小企业、昆山市科技研发中心、2017年度中国电子电路行业百强企业、2018年度十佳成长性企业、2022年千灯镇十佳成长性企业、2022年获得电路板行业主要企业榜单第八十二位、昆山市劳动关系和谐企业、国家级高新技术企业等荣誉。

展望未来，公司将一如既往地深钻专业，打造华东地区优秀PCB工厂。

3.2 研究目的

本研究的目的是得到昆山雷克斯电子科技有限公司生产的印刷电路板产品全生命周期过程的碳足迹， 为昆山雷克斯电子科技有限公司开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是雷克斯电子实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露 产品的碳足迹是雷克斯电子环境保护工作和社会责任的一部分，也是雷克斯电子迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为雷克斯电子印刷电路板产品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：一是雷克斯电子内 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昆山雷克斯电子科技有限公

司2022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 平方米印刷电路板。

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 平方米印刷电路板产品的生命周期流程图， 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。 印刷电路板产品的生命周期流程图如下：

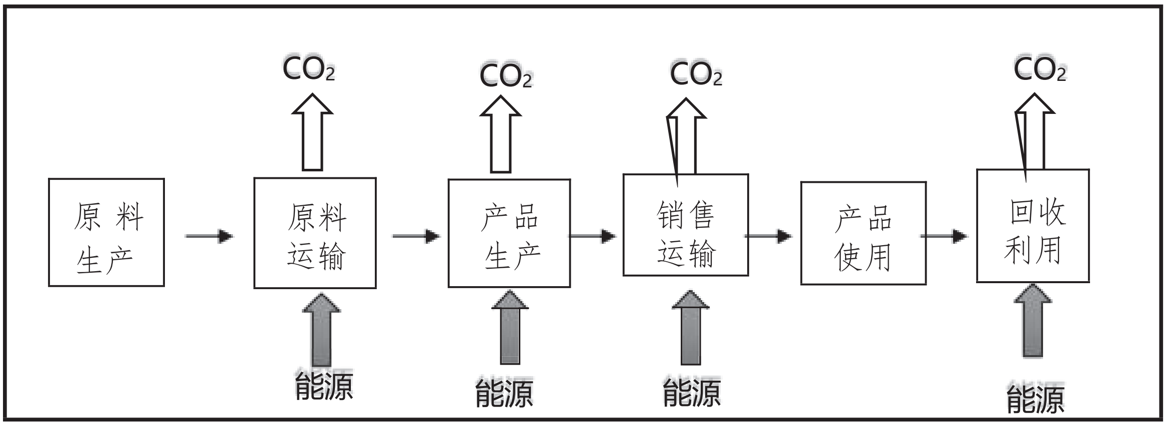

图 2 印刷电路板产品生命周期评价边界图

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，印刷电路板产品的系统边界见下表：

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 印刷电路板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(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) 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 21kg 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 21。

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 2023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） 铜板

主要数据来源： 供应商 2022 年实际生产数据

供应商名称： 南亚电子材料（昆山）有限公司

产地： 江苏省昆山经济技术开发区长江南路201号

基准年： 2022 年

（2） 磷铜球

主要数据来源： 供应商 2022 年实际生产数据

供应商名称： 苏州丰德源电工材料有限公司

产地： 吴江区七都镇八七公路北侧229号

基准年： 2022 年

（ 3） 油墨

主要数据来源： 供应商 2022 年实际生产数据

供应商名称： 永胜泰油墨(深圳) 有限公司

产地： 深圳市宝安区沙井街道办事处沙一村西部工业区第 38 栋

基准年： 2022 年

（4） 电镀液

主要数据来源： 供应商 2022 年实际生产数据

供应商名称： 深圳市富利特科技有限公司

产地： 深圳市宝安区西乡街道桃源社区航城工业区河西黄岗岭工业园B栋303

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。

供应商名称：/

分析： 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： 印刷电路板生产

过程边界：从铜板、磷铜球、油墨等进厂到印刷电路板出厂

（2）数据代表性

主要数据来源： 企业 2022 年实际生产数据

企业名称：昆山雷克斯电子科技有限公司

基准年： 2022 年

主要原料：铜板、磷铜球、油墨

主要能耗： 电力

工艺流程：

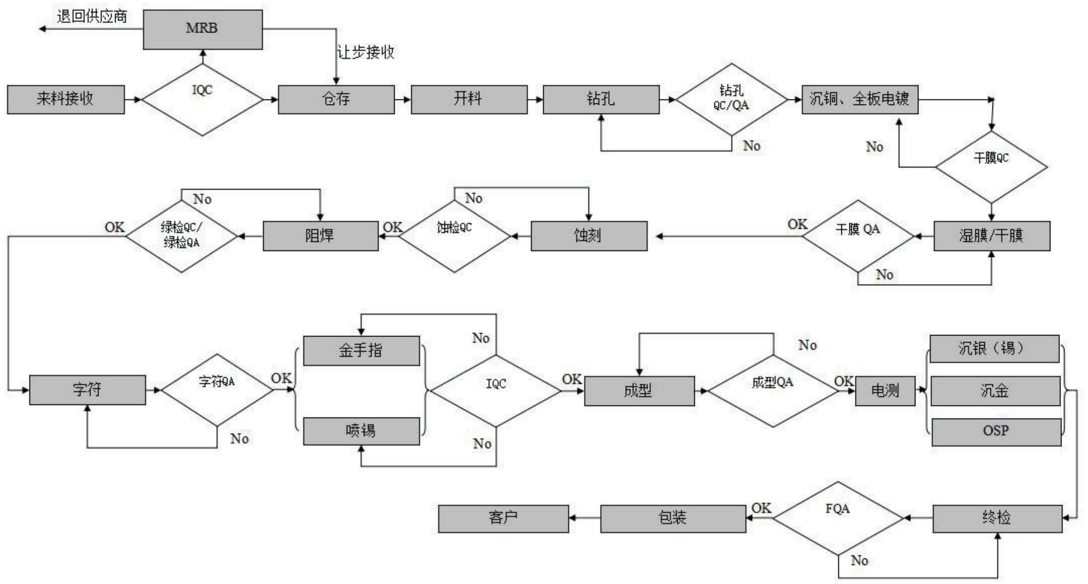

图 3 生产工艺流程图

主要生产设备如下表：

表 2 主要生产设备

类型	序号	设备名称	设备型号	供货商	数量	功率KW
开料	1	滚剪机	——	常州海天电子	7	2.10
	2	倒角机	YJJ-1	周氏电子设备	5	2.10
	3	磨边机	——	厚普科技	6	5.6
钻孔	4	上销钉机	A-9+	富莉科技股份公司	3	0.7
	5	单面磨批峰机	JH-MD700B	东莞市吉宏五金科技	2	2.8
	6	大族钻机	HANS-F6L	大族数控科技	9	9.10

	7	天马二轴钻机	TDm²002	惠州大亚湾天马电子	18	5.6
	8	大族钻机	HANS-F6MH	大族数控科技	25	10.5
线路		线路前处理	19SCFJ35HKAA03	宇宙PCB	2	70
		全自动压膜机	CSL-A30	志圣科技	2	21
		压膜机	CSL-m²5E	志圣科技	1	10.5
		LDI自动曝光机	——	影速科技	4	5.6
		酸性蚀刻线	19DES40HKAA09	宇宙PCB	1	105
		干膜显影机	14DL30DKA10	宇宙PCB	1	63
		中心定位机	DW-800	——	1	0.7
		太阳冷却机	——	SAA	2	0.7
		收板机	——	沐腾	3	0.7
电镀		VCP垂直电镀线	——	宇宙PCB	1	322
		东威沉铜线	20A0033		1	105
		斜立式收板机	AU601-21036	金信凯	4	0.7
半检		奥蒂玛AOI	L-RACK	奥蒂玛光学科技（深圳）有限公司	2	2.1
		澳蒂玛检测机	——	奥蒂玛光学科技（深圳）有限公司	1	0.7
		炬森检测机	——	广州炬森自动化设备有限公司	2	0.7
压合		压机	——	博可		0.7
阻焊		丝印机	D2-6575C	常州大正	8	2.1
		志圣烤箱	SMO-7A	志圣科技	5	21
		7KW曝光机	OVE-M720	志圣科技	2	21
文字		网印机	DZ-6575C	常州正大	4	1.4
		志圣烤箱	SMO-9AS	志圣科技	4	28
成型		四轴铣床	TH-R456L	大航机电	1	7.00
		六轴数控成型机	HANS-R6	大族数控科技	4	10.50
测试		测试手臂	——	明　信	10	0.7
		测试机(专测)	——	明　信	10	0.7
包装		烤箱	SMO-7A	志圣科技	3	21
		翘板整平机	KS-8W	周氏电子	4	24
		包装机	——	中山港清包装机械有限公司	7	45
终检		外观检查机	——	载力科技	4	2.8

		检孔机	JK5200	广东正业科技	2	2.1

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 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： 电力、蒸汽、柴油消耗量等。排放因子数据主要包 括电力排放因子、蒸汽排放因子、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

表 3 主要生产设备

<table>
<tr><th>序号</th><th>主体</th><th>活动内容</th><th colspan="2">活动数据来源</th></tr>
<tr><td>1</td><td>生产设备</td><td>消耗电力</td><td rowspan="2">初级活动数据</td><td>生产报表</td></tr>
<tr><td>2</td><td>制冷机、空调、采暖等辅助设备</td><td>消耗电力</td><td>生产报表</td></tr>
<tr><td>3</td><td>原材料生产</td><td>消耗电力、热力</td><td rowspan="5">次级活动数据</td><td>供应商数据、数据库</td></tr>
<tr><td>4</td><td>原材料运输</td><td>消耗汽油</td><td>供应商地址、数据库</td></tr>
<tr><td>5</td><td>产品运输</td><td>消耗汽油</td><td>客户地址、数据库</td></tr>
<tr><td>6</td><td>产品使用</td><td>消耗电力等</td><td>数据库</td></tr>
<tr><td>7</td><td>产品回收</td><td>消耗电力、热力、柴油等</td><td>数据库</td></tr>
</table>

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：

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

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（★★★）

表 4 碳足迹数据计算

项目	组分	消耗数据	排放因子	GWP	CO_2e
电力(MWh)	CO_2	21838.562	0.7921tCO_2/MWh	1	17298.32
天然气(万 NM3)	CO_2	0	21.622 tCO_2/万 NM3	1	0
原材料生产(t)	CO_2	9868.59	/	1	6533.10
原材料运输(tkm)	CO_2	469561	0. 14kg/tkm	1	65.74
产品运输(tkm)	CO_2	154243.452	0. 14kg/tkm	1	21.60
产品使用(t)	CO_2	0	/	1	0
产品回收(t)	CO_2	0	/	1	0
合计（tCO_2e）					**22719.25**

6.4 碳足迹数据分析

根据以上公式可以计算出 2022 年度公司二氧化碳的排放量为 16462.72t。全年共生产印刷电路板 636656.81平方米。因此 1 平方米 产品的碳足迹 e= 16462.72 / 636656.81= 0.0259tCO2e/㎡，计算

得到生产 1 平方米印刷电路板的碳足迹为 0.0259tCO2e/㎡。从印刷电路板生命周期累计碳足迹贡献比例的情况， 可以看出印刷电路板的碳排放环节主要集中在原材料生产过程的能源消耗活动。

印刷电路板产品生命周期碳排放清单：

表 4 碳足迹数据计算

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_2e	17144.50	670.70	16462.72	583.22	0	0	34861.14
占比（%）		49.18%	1.92%	47.22%	1.67%	0.00%	0.00%	0.00%

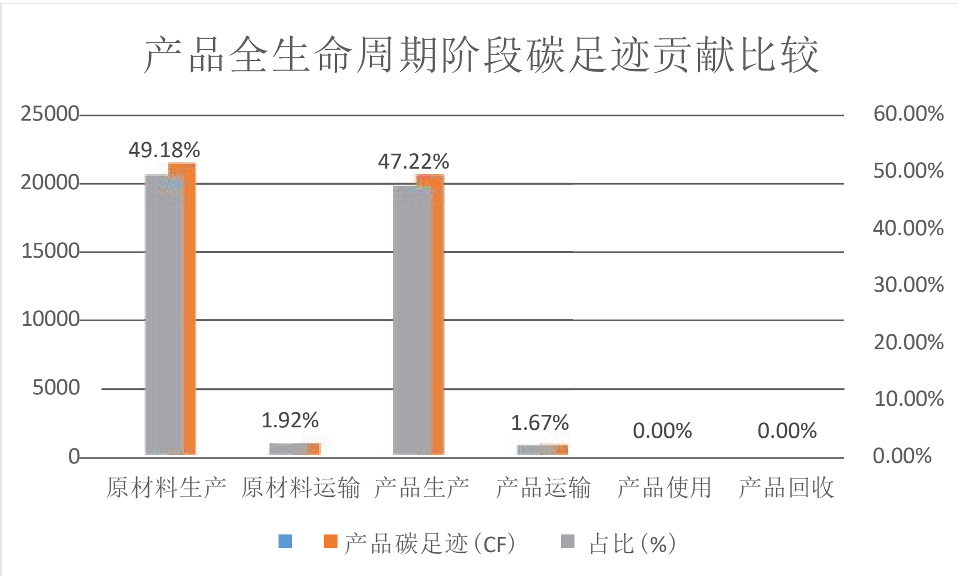

图 4 产品全生命周期阶段碳足迹贡献图

所以为了减小印刷电路板碳足迹，应重点对供应商提出节能减排要求并对供应商加以考核， 其次加大对印刷电路板产品生产过程中的 节能降耗管理。

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） 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。