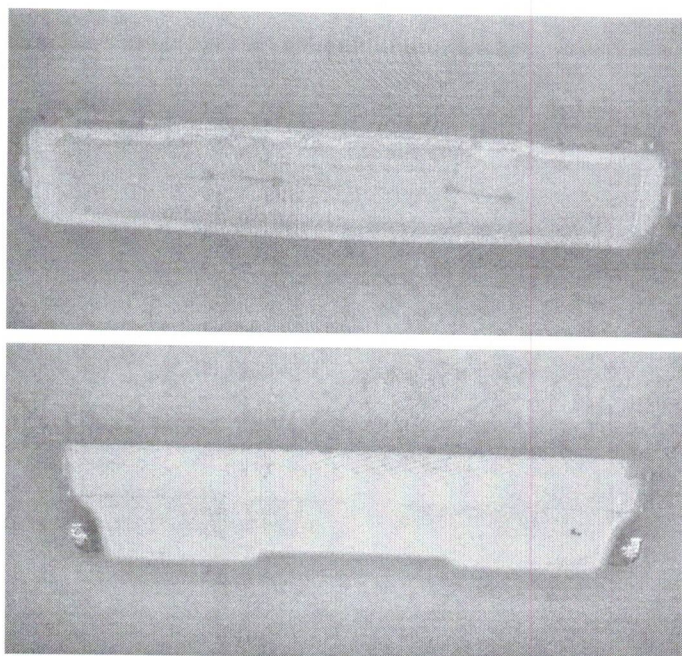


信阳市谷麦光电子科技有限公司 发光二极管产品碳足迹报告



委托方：信阳市谷麦光电子科技有限公司

受托方：北京耀阳高技术服务有限公司



2024年2月

目 录

执行摘要	1
1. 产品碳足迹介绍 (CFP) 介绍	2
2. 目标与范围定义	3
2.1 谷麦光电子及其产品介绍	3
2.2 研究目的	3
2.3 研究范围	4
2.3.1 功能单位	4
2.3.2 系统边界	4
2.3.3 取舍准则	5
2.3.4 影响类型和评价方法	5
2.3.5 软件和数据库	5
2.3.6 数据质量要求	6
3. 过程描述	6
3.1 发光二极管生产	7
3.2 电力获取排放因子	9
4. 结果分析与讨论	9
4.1 发光二极管的碳足迹按物质获取展示	10
4.2 发光二极管的碳足迹按过程展示	11
4.3 发光二极管生产的灵敏度分析	11
5. 结论	11

执行摘要

本项目受信阳市谷麦光电子科技有限公司（以下简称“谷麦光电子”）委托，由北京耀阳高技术服务有限公司执行完成。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用国际标准化组织（International Organization for Standardization，简称 ISO）编制的 ISO 14067 标准和英国标准协会（British Standards Institution，简称 BSI）编制的 PAS 2050 标准中规定的碳足迹核算方法，计算得到信阳市谷麦光电子科技有限公司生产的发光二极管产品的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需要，本报告的功能单位定义为生产 1k 发光二极管。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调查了谷麦光电子从原材料进厂到发光二极管产品出厂的过程，电力、芯片、支架、导线、绝缘胶、硅胶、荧光粉、防静电包装袋、卷盘、载带、上带、干燥剂等数据来源于数据库。

发光二极管产品的碳足迹分析见第四章。报告中对生产发光二极管产品消耗的原辅料进行了分析、各生产工序对碳足迹贡献比例做了分析、对其生产的灵敏度进行了分析。从分析结果来看，生产过程中电力获取对其 GWP 贡献最大占 60.35%；其次为辅料的获取占 37.27%；再次为原料的获取占 1.83%，包装物的获取过程占比 0.42%，汽油的获取占比最占 0.13%，

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、技术、地域、时间等方面。现场调查了谷麦光电子从原材料进厂到产品出厂的过程。大部分国内生产的大宗原材料的数据来源于 CLCD 数据库，此数据库由成都亿科环境科技有限公司自主开发，代表了中国基础工业平均水平，CLCD 数据库缺乏的原材料数据由 Ecoinvent 提供，中国的混合电力生产的数据来源于 CLCD 数据库。本研究选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

此外，通过 eFootprint 软件实现了产品的生命周期建模、计算和结果分析，以保证数据和计算结果的可溯性和可再现性。

1. 产品碳足迹介绍（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”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（Carbon Footprint of Products, 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^[1]。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 kg CO₂e 或者 g CO₂e。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^[2]。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。

2. 目标与范围定义

2.1 谷麦光电子及其产品介绍

信阳市谷麦光电子科技有限公司成立于 2016 年，位于信阳市羊山新区金牛产业园区。公司主营业务为光电显示领域电子元器件的研发、生产和销售，是国内少数几家能够提供光源、光输出、二次光学效果整体解决方案的公司，主要从事生产和销售光电子 SMDLED、CSPLED、闪光灯光学透镜、光学闪光灯模组、光电显示与应用导光板、支架、背光源、柔性 FPC、MiniLED、MicroLED 产品等。产品广泛应用于智能手机、平板显示、汽车、工控仪器仪表、智能家电、安防、医疗器械、车载系统等，已与华为、OPPO、VIVO、BOE、天马、比亚迪、广汽传祺、亚马逊等众多知名公司达成战略合作关系。2022 年营业收入 1.46 亿元，预计 2023 年营业收入 2.3 亿元。

公司与北京理工大学、河南大学材料学院、信阳师范大学物理电子工程学院、信阳学院等科研院所建立了长期稳固的技术合作、人才交流和实习基地关系。建有全国博士后科研工作站、河南省博士后创新实践基地、河南省微型显示 LED 工程技术研究中心，河南省企业技术中心等；已获得专利 81 项，其中发明专利 16 项，实用新型专利 63 项，外观设计专利 2 项。

公司先后被评定为国家专精特新“小巨人”、高新技术企业；已通过 ISO9001、ISO14001、IATF16949 等体系认证；荣获第七届中国创新创业大赛三等奖、河南省第四届“豫创天下”创新创业大赛优秀奖；先后荣获河南省“五四红旗团支部”、全国“工人先锋号”、河南省“青年文明号”、河南省“技术创新示范企业”、河南省“质量标杆企业”、河南省“瞪羚”企业等数十项全国、省、市荣誉称号。

2.2 研究目的

本研究的目的是核算谷麦光电子生产的发光二极管产品全生命周期过程的碳足迹，为第三方碳足迹认证提供详细信息和数据支持。

碳足迹核算是谷麦光电子实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是谷麦光电子环境保护工作和社会责任的一部分，也是谷麦光电子迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为谷麦光电子与发光二极管产品的采购商和第三方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

积极作用。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是谷麦光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，如上游供应商、下游客户、地方政府和环境非政府组织等。

2.3 研究范围

根据本项目研究目的，按照 PAS 2050^[3]和 ISO 14067^[4]标准的要求。确定本研究的研究范围包括功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、影响评价方法和数据质量要求等。

2.3.1 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 1k 发光二极管。

2.3.2 系统边界

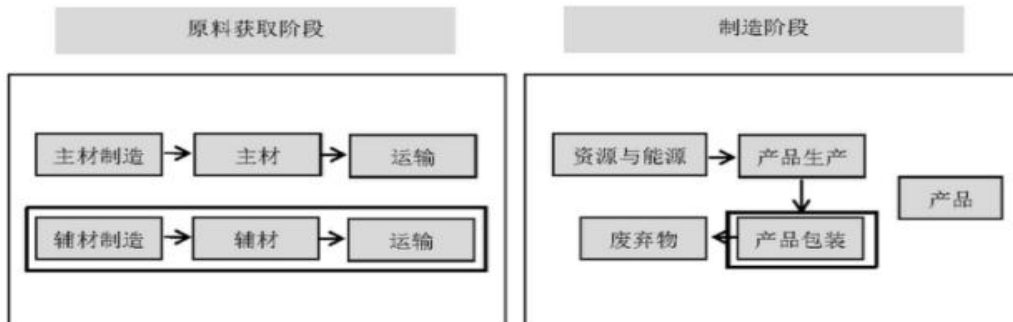


图 1.1 发光二极管生产系统边界图

在这项研究中，产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型，为了实现上述功能单位，发光二极管的系统边界见下表：

表 1.2 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
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 发光二极管生产的生命周期过程包括：原辅料接受——自动配料——自动包装 ✓ 中国的电力、芯片、支架、导线、绝缘胶、硅胶、荧光粉、防静电包装袋、卷盘、载带、上带、干燥剂等原辅材料的生产 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 资本设备的生产及维修 ✓ 产品的运输、销售和使用 ✓ 产品回收、处置和废弃阶段

2.3.3 取舍准则

本研究采用的取舍准则为：

- 各生产单元过程物料与产品的重量比小于 1%，且上游数据不可得的物料被忽略
- 各生产单元过程物料与产品的重量比小于 1%，且上游数据可得的物料不被忽略
- 各生产单元过程物料与产品的重量比大于 1%，且上游数据不可得的物料采用按化学成分近似替代
- 来自于上游的低价值物料，如矿渣、炉渣等

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，因此无忽略的物料。

2.3.4 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^[6]。

2.3.5 软件 and 数据库

本研究采用 eFootprint 软件系统，建立了发光二极管产品生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 软件系统是由亿科环境科技有限公司研发的在线 LCA 分析软件，支持全生命周期过程分析，并内置了中国生命周期基础数据库（CLCD）、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

研究过程中用到的数据库，包括 CLCD 和 Ecoinvent 数据库，数据库中生产和处置过程数据都是“从摇篮到大门”的汇总数据，分别介绍如下：

中国生命周期基础数据库（CLCD）由成都亿科环境科技有限公司开发，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 数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集，其中电力（包括火力发电和水力发电以及混合电力传输）和公路运输被本研究所采用。2009 年，CLCD 数据库研究被联合国环境规划署(UNEP)和联合环境毒理学与化学协会（SETAC）授予生命周期研究奖。

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等。<http://www.Ecoinvent.org>

2.3.6 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：

- 数据准确性：实景数据的可靠程度
- 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性，代表企业2020年生产水平
- 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，在研究过程中首选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 2022 年 6 月进行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 CLCD 数据库和 Ecoinvent 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 CLCD 数据库和 Ecoinvent 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。

现场过程温室气体的直接排放量为次级数据，全由标准或文献中的公式计算得到。

3. 过程描述

3.1 发光二极管生产

谷麦光电子发光二极管生产工艺流程：领料——固晶——烘烤——焊线——点胶——烘烤——分光分色——包装。具体产品工艺流程如下：

固晶：从原材料仓库中领料，通过固晶机将晶片固定在支架上。固晶机先将绝缘胶通过点胶头点在支架指定的功能区域内，然后用吸嘴将晶片吸附放在绝缘胶上面，检验后合格品进入下一工序，不合格品作为一般固废外售；

烘烤：绝缘胶在 170℃下烘烤 2 小时，使绝缘胶内水分蒸发，达到绝缘和固定晶片的作用；

焊线：将固晶烘烤完的产品通过焊线机，将金线(99.99%)连接晶片的 P/N 两级到支架上，使形成回路，检验后合格品进入下一工序，不合格品作为一般固废外售；

点胶：将搅拌机搅拌好的荧光粉和硅胶(荧光粉和硅胶的比例为 1.5:1 混合后加入搅拌机)通过点胶机，点附在已焊线支架的碗杯内，起到固定和调节颜色的作用，检验后合格品进入下一工序，不合格品作为一般固废外售；

烘烤：点完胶后需通过烘烤使荧光胶蒸发水分凝固成型，烘烤是在 75℃下烘烤 1 小时转 150℃下烘烤 3 小时，主要作用是保护芯片和固定其他内部结构；

分光分色：分光是将已点胶的产品通过分光机按客户要求的亮度、色度、电压进行分选，将不同规格的产品分选出来，检验后合格品进入下一工序，不合格品作为一般固废外售；

包装:将已分选好的材料用编带机进行编带包装，打包入库。

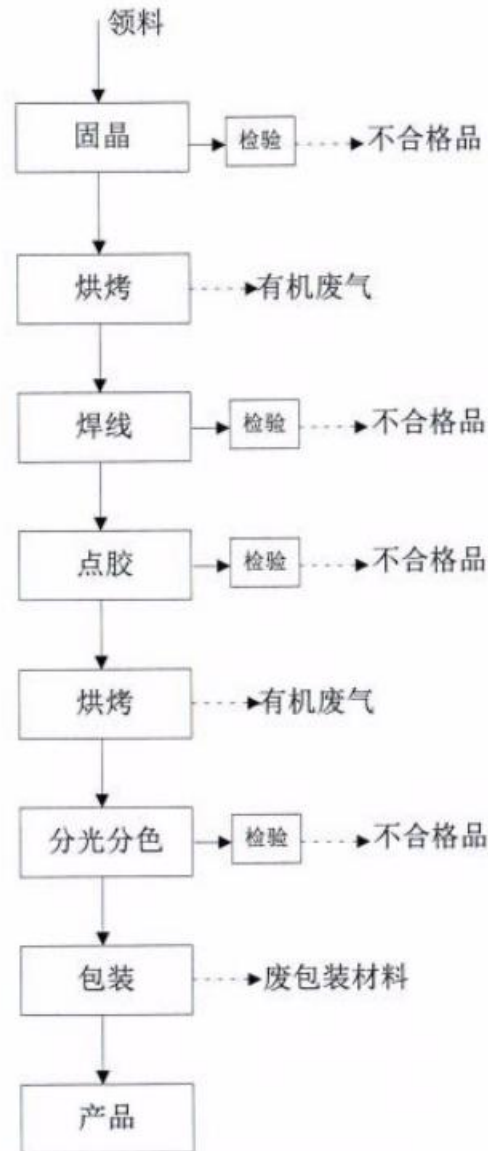


图 3.1 发光二极管生产工艺流程图

发光二极管生产工序数据清单见下表：

表 3.1 发光二极管生产数据清单

类型	清单	用途	单耗	单位	排放因子来源
产品	发光二极管	主产品	1	k	\
消耗	芯片	原料	1.001	k	CLCD
	支架	原料	1	k	CLCD
	导线	辅料	0.71504	m	CLCD
	绝缘胶	辅料	0.0065	g	CLCD
	硅胶	辅料	0.4891	g	CLCD
	荧光粉	辅料	0.1758	g	CLCD
	干燥剂	辅料	0.21	g	CLCD
	载带	辅料	4.242	m	CLCD

消耗	上带	辅料	4.5465	kg	CLCD
	防静电包装袋	包装物	0.2205	pcs	CLCD
	卷盘	包装物	0.21	pcs	CLCD
	电	能源	0.078782465	kWh	CLCD
	汽油	能源	0.026077557	t	CLCD

3.2 电力获取排放因子

，本次调研谷麦光电子生产用电来源于电网，因此电力使用类型为国网，代表2023年电力市场平均。通过 eFootprint 计算获取 1kwh 电力排放 0.5703kg CO₂e。

4. 结果分析与讨论

将清单数据用 eFootprint 计算得到生产 **1k** 发光二极管的碳足迹为 **74.4491gCO₂e**。

主消耗	消耗名称	消耗量	消耗类型	上游生产数据来源	操作
<input type="checkbox"/>	电	31.464kWh	能源	CLCD-China-ECER 0.8.1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	大豆	120kg	原材料/物料	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	石粉	83kg	原材料/物料	CLCD-China-ECER 0.8.1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	大豆油	10kg	原材料/物料	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	磷脂油	10kg	原材料/物料	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	豆粕	466kg	废物处置	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	玉米DDGS	110kg	废物处置	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	米糠粕	110kg	废物处置	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	米糠	70kg	废物处置	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	小麦麸	50kg	废物处置	添加上游过程与数据	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

图 4.1 发光二极管产品碳足迹建模

表 4.1 发光二极管碳足迹

序号	物质	GWP (kgCO ₂ e)
1	芯片	0.064086022
2	支架（玻璃纤维）	1.3
3	导线	0.1001056
4	绝缘胶	0.00156
5	硅胶	2.83678
6	荧光粉	1.707018

7	干燥剂	0.1302
8	载带（聚脂薄膜）	2.41794
9	上带（环氧树脂）	20.55018
10	防静电包装袋	0.18522
11	卷盘	0.126
12	电	44.9296396
13	汽油	0.100398594
15	合计	74.4491

4.1 发光二极管的碳足迹按物质获取展示

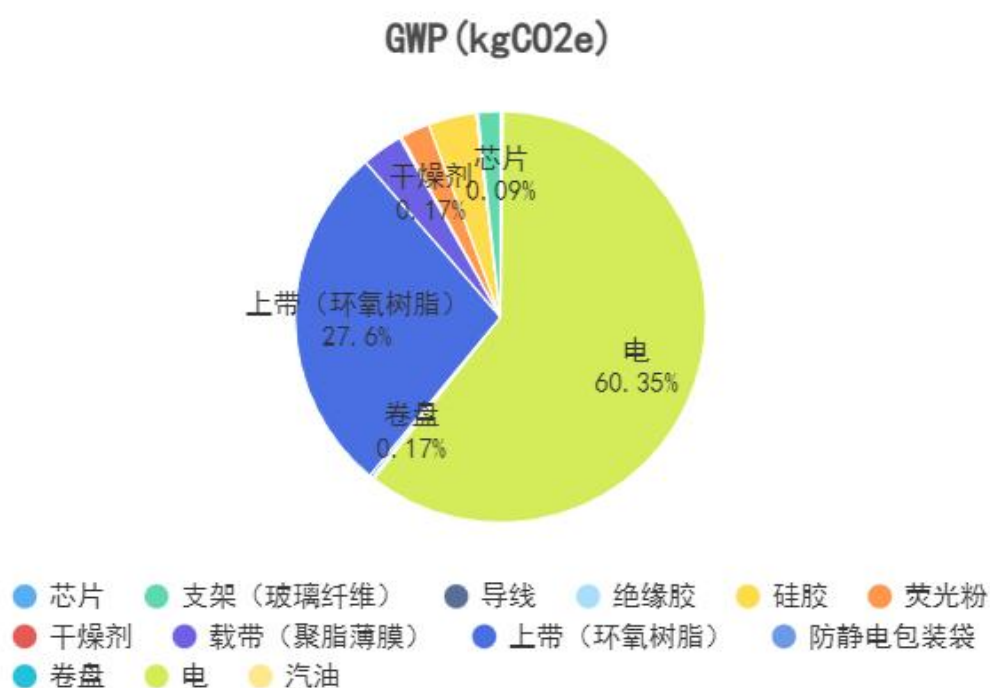


图 4.2 发光二极管的碳足迹按物质获取展示

由图可知，发光二极管生命周期物质获取中，生产过程中电力获取对其 GWP 贡献最大占 60.35%；其次为辅料的获取占 37.27%；再次为原料的获取占 1.83%，包装物的获取过程占比 0.42%，汽油的获取占比最占 0.13%，

4.2 发光二极管的碳足迹按过程展示

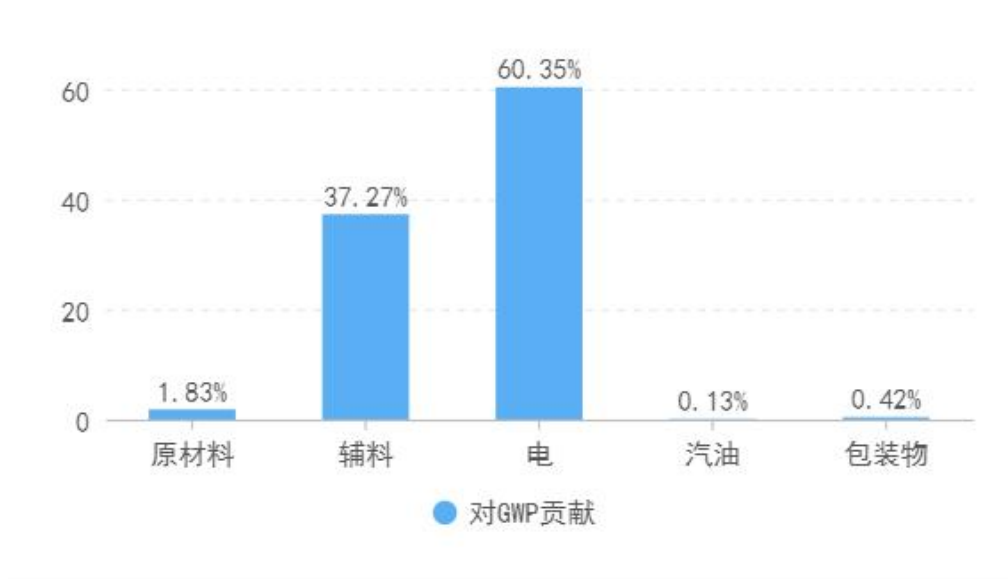


图 4.3 发光二极管生命周期各过程碳足迹贡献比例

上图展示了发光二极管生命周期各过程碳足迹贡献比例的情况，可知生产过程中电力获取对其 GWP 贡献最大占 60.35%；其次为辅料的获取占 37.27%；再次为原料的获取占 1.83%，包装物的获取过程占比 0.42%，汽油的获取占比最占 0.13%，

4.3 发光二极管生产的灵敏度分析

发光二极管生产生命周期过程，不同物料和能源等获取对发光二极管碳足迹的贡献大小见表。

表 4.2 发光二极管生产不同过程碳足迹贡献识别

过程	清单	对 GWP 贡献
原料获取	原材料	1.83%
辅料获取	辅料	37.27%
生产	电	60.35%
生产	汽油	0.13%
生产	包装物	0.42%

5. 结论

通过以上分析可知，谷麦光电子生产 1k 发光二极管的碳足迹为 74.4491gCO₂e。

根据发光二极管生命周期各过程碳足迹贡献比例的情况,可知生产过程中电力获取对其 GWP 贡献最大占 60.35%;其次为辅料的获取占 37.27%;再次为原料的获取占 1.83%,包装物的获取过程占比 0.42%,汽油的获取占比最占 0.13%,建议如下:

- 开展生产工艺节能改造,减少能源消耗;对重点用能部位设备进行经济运行分析,更换节能型设备提高生产效率,节约电力消耗。
- 对原辅材料、包装物供应商进行绿色制造资质和能力审核,监督其原辅材料能耗及碳排放
- 进行清洁能源替代,进行碳中和,减少碳排放。

References:

[1].BSI, The Guide to PAS 2050: 2011, How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain.

[2].Product Carbon Footprint Memorandum, Position statement on measurement and communication of the product carbon footprint for international standardization and harmonization purposes, Berlin, December 2009.

[3].PAS 2050: 2011-Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services[J]. Department for Environment, Food and Rural Affairs, & British Standards Institution: United Kingdom, 2011: 2-12.

[4].ISO/TS 14067: 2013, Greenhouse Gases—Carbon Footprint of Products—Requirements and Guidelines for Quantification and Communication[J]. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2013.

[5].IPCC 2007: the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.