

郴州恒维电子股份有限公司

产品碳足迹报告

机构名称（公章）：湖南润美环保科技有限公司长沙分公司

报告签发日期：2024年4月



目 录

摘要.....	2
1. 产品碳足迹介绍（PCF）介绍.....	2
2. 目标与范围定义.....	3
2.1 企业及其产品介绍.....	3
2.2 研究目的.....	3
2.3 研究范围.....	4
2.4 功能单位.....	5
2.5 生命周期流程图的绘制.....	5
2.6 分配原则.....	5
2.7 取舍准则.....	5
2.8 软件和数据库.....	6
3. 过程描述.....	7
3.1 液晶显示屏和液晶显示模组生产过程.....	7
4. 数据的收集和主要排放因子说明.....	13
5. 碳足迹计算.....	13
5.1 碳足迹识别.....	13
5.2 数据计算.....	13
6. 结语.....	16

摘要

产品碳足迹评价的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 ISO/TS14067-2013《温室气体产品碳足迹关于量化和通报的要求与指南》、《PAS2050:2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、《电子设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》、《SJ_T 11717-2018 产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》、《DB11T 1860-2021 电子信息产品碳足迹核算指南》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到郴州恒维电子股份有限公司产品液晶显示屏和液晶显示模组的碳足迹。

为了满足碳足迹的需要，本报告的功能单位定义为生产液晶显示屏和液晶显示模组。系统边界为“从摇篮到客户”类型，现场调研了从获取、原材料运输、产品生产、产品包装、产品运输到客户端的生命过程，其中也调查了其他物料、能源获取的排放因子数据来源于中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

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。生命周期主要活动数据来源于企业现场调研的初级数据，大部分国内生产的原材料的排放因子数据来源于 IPCC 数据库，以及中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 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。此外，通过 GreenIn2.0 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。

从本次评价结果看，2023 年度郴州恒维电子股份有限公司液晶显示屏和液晶显示模组产品碳足迹： 1 m^2 液晶显示屏和液晶显示模组 $e=39.01\text{ kgCO}_2e/\text{m}^2$ ，从液晶显示屏和液晶显示模组产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出液晶显示屏和液晶显示模组产品的碳排放环节主要集中在生产过程中，其次是产品运输。

1. 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（ProductCarbonFootprint, 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（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 kgCO₂e 或者 gCO₂e。全球变暖潜值（GlobalWarmingPotential, 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（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（WorldResourcesInstitute, 简称 WRI）和世界可持续发展工商理事会（WorldBusinessCouncilforSustainableDevelopment, 简称 WBCSD）发布的产品和供应链标准；③《ISO/TS14067：2013 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 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. 目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

排放单位为郴州恒维电子股份有限公司（以下简称“公司”）统一社会信用代码 91431000755843612J、行业代码 C3569 其他电子专用设备制造，于 2003 年 12 月注册，2005 年正式投产，是一家专业从事 TN/STN/VA 等单色液晶显示器及单色、彩色液晶显示模组产品的技术开发、生产与销售为一体的国家级高新技术企业。产品广泛应用于仪器仪表、金融通讯、家用电器、电子商务、电子数码、

工业控制、车载系统等领域，设计生产能力为年产 LCD 液晶显示器 200 万对，是美的、格力等世界 500 强企业的长期合作伙伴。

公司占地 42 亩，现有员工 1200 余人，拥有技术人员近 130 人。公司涉足液晶显示行业近 20 年，拥有市级研发中心“郴州市负性液晶显示器技术研发中心”建成国内先进的 TN/STN 液晶显示器自动化生产线，具有 AOI 视觉智能检测设备。公司严格按照 ISO9001/ISO14001 等质量标准管理体系文件指引实施各项工作，可根据行业标准设计生产、或按客户要求独立研发生产特定产品，为客户提供一系列不同复杂程度的液晶显示器产品。

公司始终坚持把技术、工艺、设备和产品创新作为企业成长和发展的动力，科研投入达到了销售收入的 5% 以上，每年投入 1000 万元以上的科研经费用于项目研发、产品创新。公司重视知识产权建设，通过自主研发、设计，现拥有 7 项发明专利、10 项计算机软件著作权、17 项实用新型专利，同时与宜章职业技术学院达成校企合作，助力公司技术人才的建设。

2.2 研究目的

本次评价的目的是得到郴州恒维电子股份有限公司生产的液晶显示屏和液晶显示模组产品全生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是郴州恒维电子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郴州恒维电子股份有限公司环境保护工作和社会责任的一部分，也是郴州恒维电子股份有限公司迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为郴州恒维电子股份有限公司与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一定积极作用。

本项目评价结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是郴州恒维电子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，如上游原材料供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.3 研究范围

根据本项目评价目的，按照 ISO/TS14067-2013、《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，本次碳足迹评价的边界为郴州恒维电子股份有限公司 2023 年全年生产活动及非生产活动数据。由于液晶显示屏和液晶显示模组产品运输采用直接运输方式，因此，确定本次评价边界为：产品

的碳足迹=原料生产运输+产品过程生产+产品运输。

2.4 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 m²液晶显示屏和液晶显示模组。

2.5 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 m²液晶显示屏和液晶显示模组产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到商业（B2B）评价：包括从原材料运输、产品生产、消耗能源生产、包装和运输到分销商。

在本报告中，产品的系统边界属于“从摇篮到客户”的类型，为了实现上述功能单位 1 m²液晶显示屏和液晶显示模组的系统边界见下表：

表 2.1 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
1 液晶显示屏和液晶显示模组生产的生命周期过程包括：原材料运输—产品生产—产品销售 2 电力使用 3 产品的运输	1 资本设备的生产及维修 2 产品的使用 3 产品回收、处置和废弃阶段 4 其他辅料的运输

2.6 分配原则

由于在本次评价系统边界下，生产液晶显示屏和液晶显示模组过程产生极少不合格产品，由于未单独统计，因此将生产原材料与能源消耗全部计入液晶显示屏和液晶显示模组生产过程。

2.7 取舍准则

此次评价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：

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%；

生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

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），四氟化碳（CF₄），六氟乙烷（C₂F₆），六氟化硫（SF₆）和氢氟碳化物（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（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}。

2.8 软件和数据库

1、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

模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度

2、软件和数据库的选择

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，其中经验数据取平均值，本评价在 2024 年 3 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 IPCC 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 IPCC 数据库中数据。

采用 eFootprint 软件的来建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果，评价过程中的数据库采用中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库。数据库的数据是经严格审查，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。

3.过程描述

3.1 液晶显示屏和液晶显示模组生产过程

(1) 过程基本信息

过程名称：液晶显示屏和液晶显示模组生产

过程边界：从原料运输到液晶显示屏和液晶显示模组的生产

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2023 年实际生产数据

企业名称：郴州恒维电子股份有限公司

产地：湖南省宜章县玉溪镇经济开发区产业承接园纬三路

基准年：2023 年

主要原料：ITO 玻璃、偏光片、液晶、PI 定向显示屏原材料剂、导电材料显示屏原材料等

主要能耗：电力

(3) 公司主要产品生产工艺流程

公司主要产品生产工艺流程如下所示：

LCD 生产总体分为前工序和后工序，具体如下：

前工序：ITO 导电玻璃经过清洗干燥后，涂感光胶，然后曝光显影，再经过酸刻、PI 涂布固化、框点丝印之后，两块 ITO 玻璃贴合，热压固化后即完成 LCD 显示器的前工序的生产过程。

后工序：前工序生产的产成品，经切割、灌液晶、封口、打粒清洗、检测、贴偏光片等工序之后包装入库。

生产工艺介绍如下：

(1)ITO 玻璃清洗：是指对外购的 ITO 玻璃进行清洗，以除去玻璃表面上的污染物，如油污、灰尘以及其他有机物等。外购玻璃大小为 355x410mm。清洗工艺使用全自动清洗线，分别经刷洗、超声波清洗、纯水清洗，最后通过炉去除水分，并通过 UV 光活化 ITO 玻璃使其更易附着光刻胶。工作环境是在净房里面，恒温恒湿。该清洗工序会产生清洗废水。

(2)涂胶/预烘：在 ITO 玻璃表面均匀涂覆光刻胶,并进行预烘(120℃,2.5min)

该工序有有机废气产生。

(3)曝光：即在涂好光刻胶的玻璃表面覆盖掩模板，通过一定强度平行紫外光的选择性照射，使受光照部位的光刻胶发生化学反应，改变了这部分胶膜在显影液中的溶解度，一般情况下有 R(后版)机和 F(前版)机。

(4)显影/坚膜：显影就是用低浓度的 KOH 溶液喷淋曝光玻璃表面，使其被感光的光刻胶被溶解掉，没有被感光的光刻胶仍然存在，再通过纯水清洗，这样 ITO 玻璃上就形成与光模相同的光刻胶图案。然后通过热板坚膜使显影后光刻胶图案牢固地粘附在 ITO 玻璃上，增强其抗腐蚀能力。显影过程产生的碱液 24 小时进行更换。更换的废碱液与显影冲洗产生显影冲洗废水一并经管道统一收集进入企业自建污水处理站处理达标后排至市政污水管网。

(5)蚀刻：利用喷淋方式腐蚀掉暴露的 TTO 导电层，保留被光刻胶覆盖的 ITO(这部分 ITO 即是所需的产品图形)。酸刻液配比 DIW(纯水): HCl: HNO₃=1: 1: 0.085(体积比)。该酸刻工序产生的酸液循环使用：蚀刻冲洗会产生蚀刻冲洗废水。蚀刻冲洗废水，经管道收集进入企业自建污水处理站处理达标后后排至市政污水管网。该过程中有 HCl、硝酸雾产生。

(6)脱膜：利用喷淋+超声波的冲洗方式(光刻胶可与高浓度的碱液起反应)，把覆盖在 ITO 上面的光刻胶反应掉，显露出所需的 ITO 图形，至此图案制作就完成了，使用的脱膜液配比为：5%NaOH+95%HO。脱膜工序产生的碱液循环使用，待使用至一定程度后需进行更换，更换的废碱液与脱模冲洗产生脱模废水，经管道收集进入企业自建污水处理站处理达标后排至市政污水管网。

(7)PI 移印前清洗：移印前清洗是在 PI 涂布之前对玻璃基板进行清洗，清除玻璃基板上的污渍，杂质，灰尘等脏东西，为涂布出良好的取向膜做好准备全部用超纯水进行清洗，采用机械操作，自动连续清洗。该清洗工序产生清洗废水。

(8)PI 印刷：在光刻有电极图案、印有 TOP 层的玻璃基板上按要求印上层 PI 层(定向层)，它的表面经擦后，液晶分子可按一定的方向和角度排列。该过程中有有机废气产生。

(9)PI 固化：PI 预固化就是烘干挥发稀释剂，使 P 层慢慢地流平使之均匀平

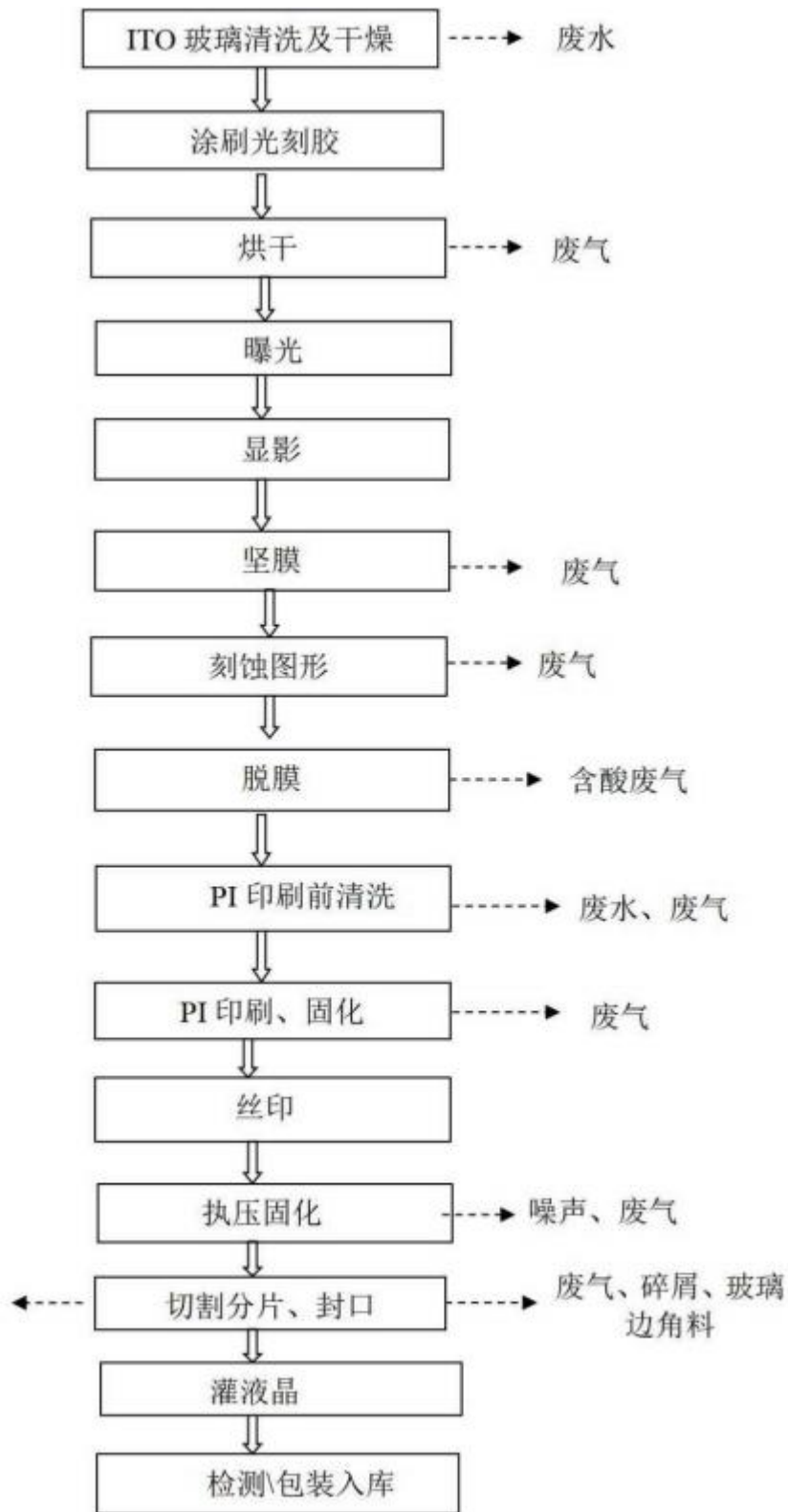


图 3.1-1 液晶显示屏生产工艺流程图

滑。P 主固化就是将移印在玻璃表面的聚酰胺酸(PA)层经过高温固化后形成不溶的聚酰亚胺(PI)。并通过高温处理，使 P 层形成一定的预倾角。该过程中有有机废气产生。

(10)摩擦: 在带 ITO 电极的玻璃上印刷一层有机薄膜(即 P 膜)形成定向膜后, 通过摩擦机上筒状的卷有丝绒等布(摩擦布)的滚的转动, 与玻璃表面的定向膜接触, 便删划出一个有方向的沟槽, 使液晶分子在其上定向排列。一般情况下有 R(后版)机和 F(前版)机, 至此定向制作就完成了。

(11)摩擦后清洗: 使用 D1 去离子水除去 P1 层表面的污迹、灰尘、污点, 以增强印刷均匀性、粘力。该过程中有清洗废水产生。

(12)丝印: 利用丝网印刷图文部分可通过框胶和导电胶丝印分为两条线, 具体如下:

①印密封框: 起支撑和密封成盒。材料密封胶是环氧胶加一定比例的玻璃棒混合搅拌而成(通常为 F 版)。

②印导电点: 起连通上下电极的导电功能。导电胶是环氧胶加一定比例的玻璃棒和导电金球混合搅拌而成(通常为 R 版)。丝印工序有少量 VOCs 产生

(13)预烘: 印密封框后的玻璃经过 IR 炉热烘, 使密封胶处于半固化状态以提高上、下玻璃基版的粘合力, 达到密封成盒要求。

(14)喷粉: 喷粉主要是在待贴合的下玻璃基片上均匀分布支撑材料, 为支撑贴合后的两片玻璃基片, 以便后续工序制成间除为特定厚度的玻璃盒。喷粉使用 IPA 作为溶剂将衬垫料(4-6um 圆型玻璃球)均的酒到下玻璃基片表面。喷粉设备需定期使用 IPA(异丙醇)进行清洁。该工中有 VOCs 度气产生。

(15)执压周化、制盒: 将印有环氧框的 F 基板和印有导电点及喷粉后的 R 基板送入贴合机, 对正位置(F 板贴合标志是点, R 板贴合标志是环), 把上下玻璃基板对位贴合, 形成空盒。并在 250C 条件下使密封胶发生交联反应 2h, 形成网状结构。同时施加一定的压力使盒厚保持均匀。至此盒的制作就完成了。

(16)切割、断裂: 比较小的液晶显示器, 可以在一块玻璃基板上形成几个电极图案, 切割是将玻璃基板上的液晶显示器按图纸要求切割成所需的尺寸, 并一个一个地分开。

(17)灌液晶: 按产品要求配制液晶, 使用灌液晶机将空盒抽真空后, 先利用毛细现象注入液晶, 再用盒内外气压差灌满液晶。

(18)封口：部分产品对盒厚控制较严格，用整平机在液晶显示器上施加一定压力的方法获得均匀的盒厚。主要过程如下：

- ①叠玻璃；
- ②)在整平机装玻璃；
- ③用 UV 胶把液晶注入口密封；
- ④固化：用 UV 光固化 UV 胶；
- ⑤取出玻璃。

(19)清洗：用清洗剂把液晶盒表面、引线脚及缝隙的液晶和污物洗掉。清洗工序中有废水产生；

(20)烘烤：用略高于液晶清亮点的温度使液晶分子重新定向和烘干玻璃表

(21)磨边：将 LCD 在磨边机的转动砂轮上把引脚线边缘磨出符合标准尺寸的 LCD；

(22)目测：用偏光片在光台上检查出不合格品。打开光台电源把液晶盒置于两偏光片之间，且放在可目测清楚的位置上进行检查。应检查的缺陷包括但不限于如下：各类彩虹、底色偏差、P1 缺陷、内污、边框、漏墨、清洗洁净度等；

(23)电测：加静态驱动波形点亮 LCD，检查出不合格品。电测设备为 LCD 电测仪，它可对各种规格的 LCD 进行测试。主要性能指标包括：阈值电压的目测、响应特性目测、全显及分显功耗电流测量、各电极之间的短路检查。

(24)表面丝印：在液晶片的表面通过丝网图案印刷上油墨，得到需要的颜色图案。丝印油墨需要加硬化剂以增加与玻璃的粘附力，丝印后需要进行烘烤固化，然后检查丝印的图案质量以及丝印套合的位置精度。该工序有少量 VOCs 产。

(25)切偏光片：根据产品模式和要求，选择合适的偏光片型号裁切，分上偏光片和下偏光片，需控制好切片的角度和方向。

(26)贴片：在玻璃的两边贴上偏光片，并需在消泡炉内去除光片与玻璃之间的气泡。

(27)装脚：装 PIN 产品需要先进行台阶的双面磨边。

先在 PIN 脚的卡口上部涂上导电碳浆，然后通过装 PIN 机将管脚装配到玻璃台阶的电极上，再在台阶上封上 UV 胶水，使得完全饱满覆盖台阶上 PIN 脚，并在台阶背面的 PIN 脚上也适当涂上 UV 胶，再放到 UV 固化炉内进行固化。然后将管脚裁切到要求的长度。

(28)高频电测：主要是通过提高测试的驱动频率和电压，将一些隐蔽的不良如高压、暗化等不良筛选出来。

(29)自检、包装、入库：检查产品的外观质量，主要检查是杂质、划伤、刺伤、崩裂、底色等等不良。一般使用泡沫盒、吸塑盘等材料将液晶片包好，然后根据纸箱大小，装入合适数量的泡沫盒、吸塑盘，纸箱需用胶带缠好，并用打包带打包，以便于长途运输。

包装前后需要 OQC 进行抽查，除了检查产品的外观和电性能，还需核对产品型号、数量、包装方式。包装检验合格的产品需盖上检验章，然后入库。辅助工艺(超纯水制备工艺流程)：

超纯水水质已成为影响触摸屏，线路板、电子元器件产品质量、生产成品率及生产成本的重要因素之一，产品的要求越高则水质要求也越高。在触摸屏电子元器件生产中，超纯水主要用作清洗用水及用来配制各种溶液、浆料。超纯水制备站排污废水主要有：过滤器反洗排水、混床再生废水、浓缩废水

整个生产过程中主要的污染源是：酸刻脱膜工序中的含酸废气，涂刷、印刷封口过程中产生的有机废气；生产过程中产生的含酸废水、清洗废水及纯水制备站废水；生产设备空压机、切割机等产生噪声；生产末端产生的废品、玻璃边角料等。

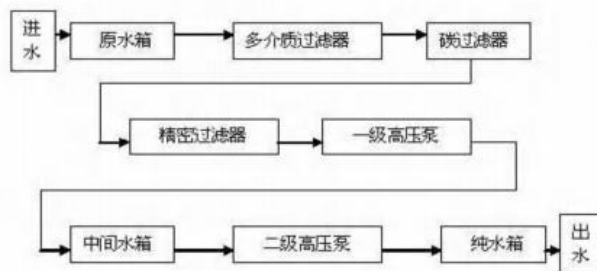


图 3.1-2 超纯水制备工艺流程图

4. 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： tCO_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：外购电力消耗量等。排放因子数据主要包括外购电力排放因子、液晶显示屏和液晶显示模组生产过程排放因子和交通运输排放因子。

5.碳足迹计算

5.1 碳足迹识别

结合液晶显示屏和液晶显示模组生产的碳足迹分析，本次评价不涉及消费终端的排放量，以及对于原材料获得所需碳排放的计算，没有计算原材料加工的碳足迹，仅计算从原材料供应商到公司仓库的碳足迹。

表 5.1 碳足迹过程识别表

序号	主体	活动内容	备注
1	原材料获取	运输排放	/
2	液晶显示屏和液晶显示模组生产过程	能源排放	/
3	产品运输	运输排放	/

5.2 数据计算

（1）原材料获取

公司原材料供应商到公司的距离具体见下表，运输方式以公路运输为主。

表 5.2-1 原材料采购运输信息表

原辅材料名称	供应商位置(公里)	货运运行里程数(万公里)	运输类型
ITO 玻璃、偏光片、液晶、PI 定向显示屏原材料剂、导电材料显示屏原材料等	200	20	汽车
合计	/	20	/

根据《IPCC2006 国家温室气体清单指南》和《省级温室气体清单编制指南（试行）》，公路运输能耗计算公式如下：

公路（道路）交通能耗=百公里油耗*运行里程数*保有量

根据《中国交通运输能源消耗水平测算与分析》，中型货车平均百公里油耗为 27.6（升/百公里）。

各类原辅材料货车运行里程数见上表 5.2-1。

根据上述公式计算得到原辅材料运输能耗结果如下：

表 5.2-2 原材料采购运输柴油耗量表

总里程数(百公里)	柴油消耗量(升)	柴油消耗量(吨)
2000	55200	46.368

根据《电子设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，柴油燃料特性参数缺省值低位发热量为 42.652GJ/吨，单位热值含碳量为 $20.2 \times 10^{-3} \text{tC/GJ}$ ，碳氧化率为 98%，通过核算，原辅材料获取过程中二氧化碳排放量为 143.55tCO₂，企业 2023 年产品产量 9.7 万 m²，单位产品原材料采购运输环节二氧化碳排放量为 1.48 kgCO₂/m²。

（2）液晶显示屏和液晶显示模组生产

郴州恒维电子股份有限公司在生产过程中，二氧化碳排放包含生产过程中消耗电力排放。

表 5.2-3 生产过程中能源碳排放量

年份	排放类型	消耗量	折算因子	碳排放量
				tCO ₂
2023 年	电力	4674.4047MWh	0.64tCO ₂ /MWh	2991.62
合计				

通过核算，企业 2023 年液晶显示屏和液晶显示模组生产过程中产生二氧化碳排放为 2991.62 tCO₂，2023 年产品产量 9.7 万 m²，单位产品生产过程二氧化碳排

放量为 30.84kgCO₂/t。

(3) 液晶显示屏和液晶显示模组运输

郴州恒维电子股份有限公司在产品运输过程中，二氧化碳排放主要为货车公路运输产生的排放。企业产品发运半径约 300 公里，全年运输总里程 904500 公里，2023 年产品运输柴油消耗量为 249642 升，折算约 209.70 吨，产品运输过程中产生二氧化碳排放总量为 649.21tCO₂，2023 年企业全年液晶显示屏和液晶显示模组产量为 9.7 万 m²，则单位产品生产过程二氧化碳排放量为 6.69kgCO₂/m²。

表 5.2-5 液晶显示屏和液晶显示模组产品碳足迹

序号	内容	二氧化碳排放量 (kgCO ₂ /m ²)
1	原材料运输环节	1.48
2	液晶显示屏和液晶显示模组生产环节	30.84
3	液晶显示屏和液晶显示模组运输环节	6.69
4	液晶显示屏和液晶显示模组全生命周期	39.01

综上，1 m²液晶显示屏和液晶显示模组的碳足迹 e=39.01 kgCO_{2e}/m²，从液晶显示屏和液晶显示模组生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出液晶显示屏和液晶显示模组的碳排放环节主要集中在生产过程中，其次是产品运输环节。所以为了减小液晶显示屏和液晶显示模组的碳足迹，应重点考虑减少液晶显示屏和液晶显示模组生产能耗，主要为降低生产过程的碳排放。

为减小产品碳足迹，建议如下：

(1) 调整液晶显示屏和液晶显示模组运输方式，如果可行，可使用电动卡车或其他运输方式进行运输；

(2) 通过设备改变运转方式、提高效率，有效减少运转过程中能源的消耗。

(3) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，电力消耗，厂内可考虑实施节能改造，重点提高设备的能源利用率，从而减少能源损失；

(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) 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；对每一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。

6.结语

郴州恒维电子股份有限公司每生产 1 m²液晶显示屏和液晶显示模组产生 39.01 kgCO_{2e}/m²，其中液晶显示屏和液晶显示模组运输过程在整个生命周期过程中占比最大，达到 79.05%，企业可以通过调整能源结构，节能降耗，减少能源的消耗，已达到产品的碳减排。