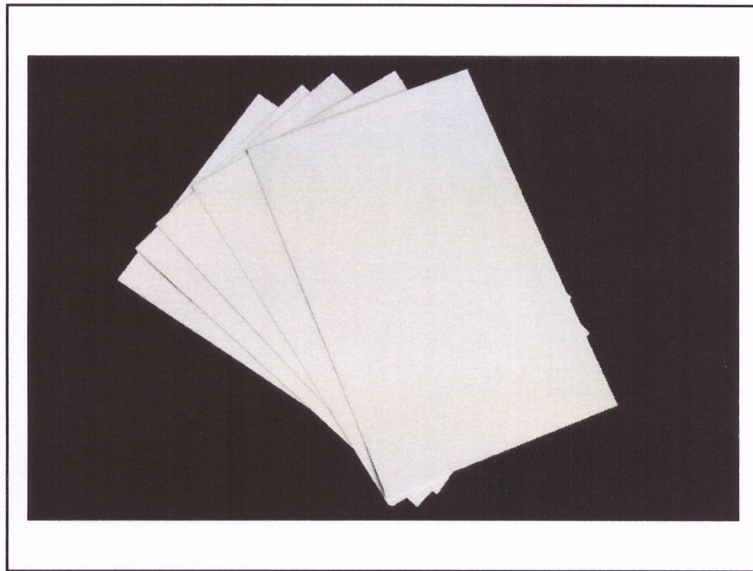


宁波长阳科技股份有限公司 光学功能膜产品（2020 年） 生命周期评价报告



申请单位：宁波长阳科技股份有限公司

编制单位：北京中创绿发科技有限责任公司



2021 年 6 月 29 日

免责声明

本报告由宁波长阳科技股份有限公司委托北京中创绿发科技有限责任公司编写。报告中的信息和数据由长阳科技提供，力求但并不能保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为报告结果和结论适用于各种情况。未经书面许可授权，任何机构和个人不得以任何形式刊发或转载本报告。此外，授权的刊发和转载，需注明出处，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

目 录

前言	1
1. 生命周期评价	2
2. 目标与范围定义	2
2.1 报告目标	2
2.2 报告范围	3
2.3 数据取舍规则	4
2.4 数据质量要求	5
3. 建模与数据收集	7
3.1 软件和数据库	7
3.2 产品生产过程数据收集	7
4 产品生命周期影响分析	8
4.1 产品生命周期环境影响评价结果	8
4.2 不同生命周期阶段及不同环境影响类别对环境影响的贡献	9
4.3 生命周期环境影响指标	11
5 生命周期解释	15
5.1 假设和局限性	15
5.2 数据质量评估	16
5.3 结论	17
参考文献	18
附件 1 产品生产工艺流程	19
附件 2 产品生产原料清单	19
附件 3 产品生产过程能耗统计	20

前言

本报告基于 GB/T24040-2008、GB/T24044-2008 以及 GB/T 32161-2017 提及的生命周期方法编写。

本报告编写单位：北京中创绿发科技有限责任公司

报告主要编写人：张宇峰

报告审核人：孙万意

日期：2021 年 6 月 29 日

报告申请者信息

公司名称：宁波长阳科技股份有限公司

组织机构代码：91330200563871993X

地址：浙江省宁波市江北区庆丰路 999 号

联系人：李诗澌

联系方式：18867610978

1. 生命周期评价

生命周期评价方法 (Life Cycle Assessment, LCA) 是系统化、定量化评价产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法^[1-3]，它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯，帮助生产者识别环境问题所产生的阶段，并进一步规避其在产品不同生命周期阶段和不同环境影响类型之间进行转移^[4]。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价，用于行业内企业的对标和改进、行业外部的交流，并为行业政策制定提供参考依据。

2. 目标与范围定义

2.1 报告目标

宁波长阳科技股份有限公司成立于 2010 年，总部位于中国宁波，占地 232 亩，注册资金 2.8256 亿，投资近 20 亿，于 2019 年 11 月 6 日在科创板上市。长阳科技是一家拥有原创技术、核心专利及产品研发制造能力的全球领先高分子功能膜国家高新技术企业，也是国家知识产权优势企业，主要从事生产光学功能膜、光学基膜、LED 照明用膜、半导体离型膜、功能白膜等特种功能膜，产品广泛应用于液晶显示、半导体照明、新能源、半导体柔性电路板等领域，自 2012 年投产以来，公司主营业务收入及净利润增长较快，近八年主营业务收入复合增长率为 47.65%，近三年净利润复合增长率为 78.17%，旗下反射膜荣获“国家制造业单项冠军产品”，出货面积连续四年稳居世界第一。

本报告的目标为获得宁波长阳科技股份有限公司在 2020 年生产的光学功能膜产品全生命周期环境影响。本报告将按照 ISO14040/44 和 GB/32161-2015 的要求，建立光学功能膜产品从原材料生产到产品生产的生命周期模型，进行生命周期评价工作，结果和相关分析可用于以下目的：

- 用于作为产品生产企业比较不同工艺下产品的资源环境效率的基础，为选择更为环境友好的工艺技术创造条件。
- 报告可用于辅助产品的绿色设计，企业可根据产品的生命周期环境指

标设计更为环保的产品。

- 报告可用于市场宣传，展示企业产品在资源环境效率方面的优势，为客户选材采购和制造企业产品销售提供材料支持。
- 本报告中包含产品全球变暖潜势（GWP）指标结果，可作为企业开展产品碳足迹认证的基础。

2.2 报告范围

2.2.1 功能单位

本报告将对光学功能膜产品进行报告，功能单位定义为 1 吨光学功能膜产品。产品的包装包括 PE 套袋、白色抗静电 PE 套袋、珍珠棉/卷、双层气泡膜，包装材料均可以被回收。

光学功能膜是一类基于光电转化来实现不同功能的膜材料，是背光模组中的核心关键材料，可有效降低液晶显示的能源消耗，增强显示亮度，扩展显示色域，提高终端客户对显示产品的体验感，同时可有效延长液晶显示产品的使用寿命。产品参数如下：

表 1 产品参数

项目	指标	测试方法
反射率/%	97.40	GB/T 3979
拉伸强度（MD/TD）/MPa	85/75	GB/T 13542.4
热收缩率/%	0.23/0.04	GB/T 13542.4

2.2.2 环境影响指标

环境影响类型和指标的选择取决于报告的目的，它将影响数据收集的范围。环境指标选择可考虑报告的受众和应用，如目标市场、客户、相关方所关注的环境问题，以及产品特有的环境影响类型。

鉴于本报告所评价对象的特点，本报告选择 CML-IA baseline 方法。CML-IA baseline 是莱顿大学环境报告中心发表的一种方法。该方法考虑的影响被分成 3 个大类：材料和能源两种非生物资源的消耗，污染（全球变暖、臭氧层耗竭、人体毒性、生态毒性、酸化等）和损害。该方法是面向问题的方法，是基于传统

生命周期清单分析特征及标准化的方法，采用中间点分析减少了假设的数量和模型的复杂性。该方法在国内外生命周期评价领域被大量应用，并得到了广泛认可。根据产品特点，本报告考虑的环境影响类别包括化石燃料资源耗竭（ADP-f）、全球变暖（GWP）、酸化（AP）、光化学臭氧生成（POCP）、人体毒性（HTP）和富营养化（EP）。

以上指标中，全球变暖（GWP）即为碳足迹，该指标可以帮助企业发现减少产品温室气体排放、实现节能减排的途径，同时也是一种促进绿色消费的重要手段，从而支持可持续的生产与消费。通过对产品碳足迹的评估和针对性的改进，可以提高企业和供应链在原材料和产品生产上的使用效率，这也有利于企业成本的降低。

在生命周期环境影响评价中，本报告采用 World 2000 归一化基准，并采用等权重加权。因此本报告生命周期影响评价的单一指标结果在数值上与归一化结果相同。

2.2.3 系统边界

本报告评价的范围界定为“从摇篮到大门”，系统边界包括上游资源开采和能源的生产阶段、原料生产、原料运输以及产品生产，不包括产品运输、产品使用和废弃阶段。如图 1 所示。

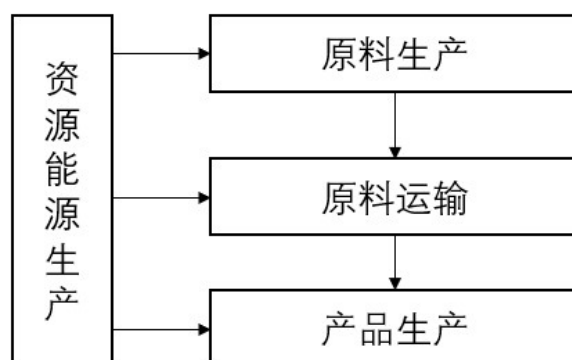


图 1 光学功能膜产品生命周期系统边界

2.3 数据取舍规则

在选定系统边界和环境影响指标的基础上，应规定 1 吨数据取舍准则，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。本报告取舍准则如下：

a) 原则上可忽略对 LCA 结果影响不大的能耗、原辅料、生产阶段耗材等消耗。例如，小于产品重量 1% 的普通消耗可忽略，而含有稀贵金属（如金银铂钯等）或高纯物质（如纯度高于 99.99%）的物耗小于产品重量 0.1% 时可忽略，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；所涉及的运输过程也不在考虑范围之内。

c) 原则上应包括与所选环境影响类型相关的所有环境排放，但在环境排放数据不可得或缺失的情况下，可忽略，但应在报告中解释说明。

2.4 数据质量要求

数据质量评估的目的是判断 LCA 结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本报告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，这与报告结论的适用性密切相关。
- 时间代表性：应优先选取与报告基准年接近的企业、文献和背景数据库数据。
- 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（对某一环境影响指标超过 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，环境排放数据应优先选用环境监测报告数据。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. 建模与数据收集

3.1 软件和数据库

本报告采用中创足迹生命周期评价（LCA）系统，建立了光学功能膜产品生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。中创足迹生命周期评价（LCA）系统是北京中创绿发科技有限责任公司自主研发的在线 LCA 分析软件，支持全生命周期过程分析，并内置了北京工业大学材料环境协调性评价基础数据库(SinoCenter)。部分原辅料数据采用了瑞士 Ecoinvent 数据库的数据。

北京工业大学材料环境协调性评价基础数据库(SinoCenter)的 LCI 数据集，是在国家“863”计划、“973”计划等国家支持计划和北京重点基金的支持下，与主要工业及行业部门合作，在企事业单位的密切配合下，取得的材料生产过程环境负荷资料，并基于 LCA 方法，通过建立相应的模型，开发完成的各类材料及公用系统的编目清单数据集。经过 10 多年的不懈努力和发 展，SinoCenter 数据库已具有较大的规模，积累材料生命周期分析基础数据近 10 余万条，并在技术和商业上开展了具体的应用^[5]。

Ecoinvent 数据库^[6]是国际上用户最多的 LCA 数据库之一，包含欧洲及世界多国的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。Ecoinvent 数据库适用于含进口原材料的产品或出口产品的 LCA 报告，在本项目中也用于代替中国本地缺失的数据。

3.2 产品生产过程数据收集

通过企业调研获得 2020 年长阳科技光学功能膜产品生产的原料消耗和能源消耗。光学功能膜产品生产过程主要消耗电力，没有直接的污染物排放。

原材料生产和能源生产的环境负荷数据通过 SinoCenter 与 Ecoinvent 数据库获得。

4 产品生命周期影响分析

4.1 产品生命周期环境影响评价结果

根据数据收集结果，在中创足迹 LCA 系统中建模计算得到光学功能膜产品生命周期环境影响结果。下表列出了生产 1 吨光学功能膜产品的生命周期环境影响特征化结果。

表 2 1 吨光学功能膜产品生命周期环境影响特征化指标结果

环境影响类别	单位	结果
ADP-f	MJ	9.48E+04
AP	kg SO ₂ eq	2.16E+01
EP	kg PO ₄ ³⁻ eq	1.53E+00
GWP	kg CO ₂ eq	5.20E+03
HTP	kg 1,4-DB eq	4.12E+02
POCP	kg C ₂ H ₄ eq	1.33E+00

采用 World 2000 归一化基准值得到生产 1 吨光学功能膜产品归一化结果，如表 2 所示：

表 3 光学功能膜产品生命周期环境影响归一化结果

环境影响类别	归一化结果
ADP-f	2.49E-10
AP	9.06E-11
EP	9.69E-12
GWP	1.24E-10
HTP	1.60E-10
POCP	3.62E-11

4.2 不同生命周期阶段及不同环境影响类别对环境影响的贡献

对于光学功能膜产品各生命周期阶段，不同环境影响的贡献比例如下图所示。可以看到，产品上游原料生产阶段的环境影响最高，占到产品生命周期环境影响的 84.57%，处于绝对主导地位。产品生产也造成了一定的环境影响贡献，占到 13.02%。原料运输和包装材料的贡献较小，分别占到 1.98%和 0.62%。

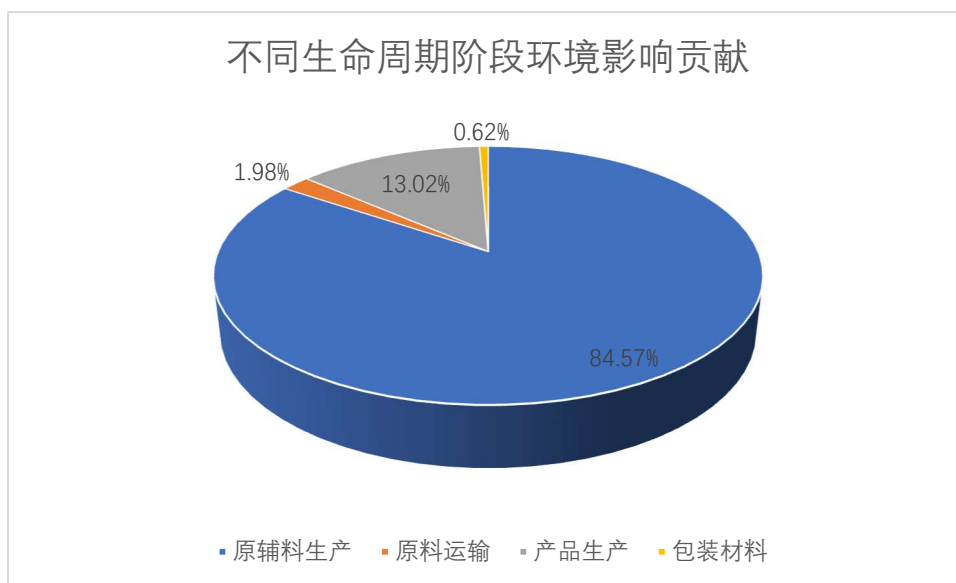


图2 光学功能膜产品不同生命周期阶段对环境贡献

对于光学功能膜产品，各环境影响类别对环境影响的贡献如下图所示。产品生命周期环境影响贡献最大的环境影响类别为 ADP-f 和 HTP，对总环境影响的贡献分别为 37.19%和 23.90%，这两个环境影响的贡献超过 60%，处于主导地位。GWP 和 AP 也有一定的环境影响贡献，分别占到 18.52%和 13.53%。POCP 和 EP 的贡献分别占到总环境影响贡献的 5.41%和 1.45%，相对较小。

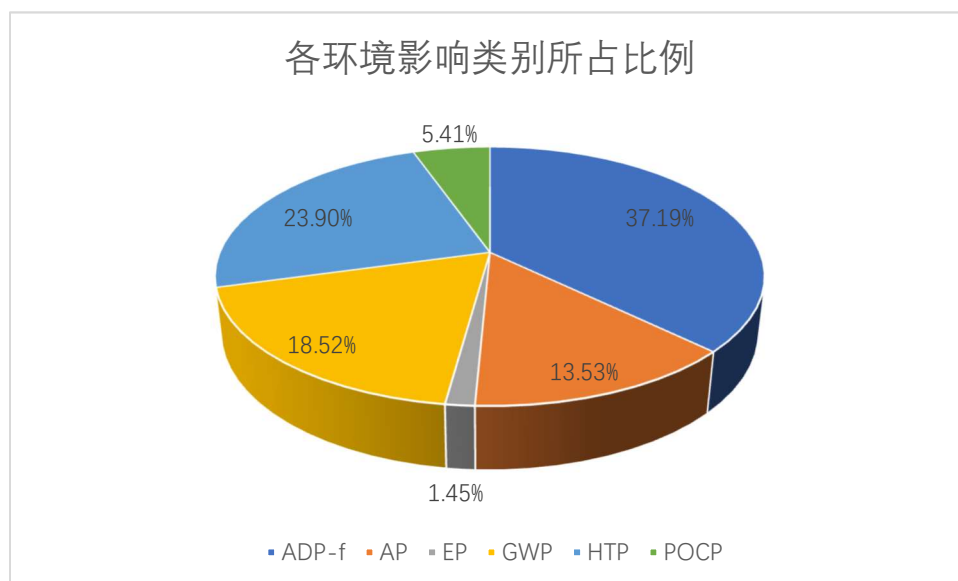


图3 光学功能膜产品不同环境影响类别对总环境影响结果贡献

对于上游原材料生产阶段，膜级切片、造粒料以及母料的环境影响贡献较高，分别占到原料生产阶段的 59.13%、18.57%和 13.53%。

不同环境影响类别对产品不同生命周期阶段的环境影响下图所示。光学功能膜产品的原料主要包括了造粒料、回收料、母料、膜级切片、胶水、树脂、溶剂、助剂、模头料等。其中，回收料和模头料采用回收的原材料生产，不考虑这两种原料生产过程环境影响。在原料生产阶段，ADP-f 和 HTP 为主要环境影响类别，分别占到该阶段环境影响贡献的 38.15%和 25.43%，两者贡献之和超过 60%，处于主导地位；GWP 和 AP 也由一定的贡献，分别占到 16.09%和 13.32%；其他环境影响类别对该阶段的贡献相对较小。原料运输阶段的最主要环境影响类别为 ADP-f，占到该阶段总环境影响的 46.32%；其次为 GWP，占到 27.95%；AP 贡献占到 12.05%；HTP、EP 和 POCP 的贡献相对较小。在产品生产阶段，主要能源消耗为电力和天然气。生产阶段的主要环境影响类别分别为 GWP、ADP-f、HTP 以及 AP，分别占产品生产阶段环境影响贡献的 32.82%、29.60%、17.56%和 14.57%。包装材料的主要环境影响来自 ADP-f、GWP 和 AP，分别占到 45.90%、21.85%和 21.18%。

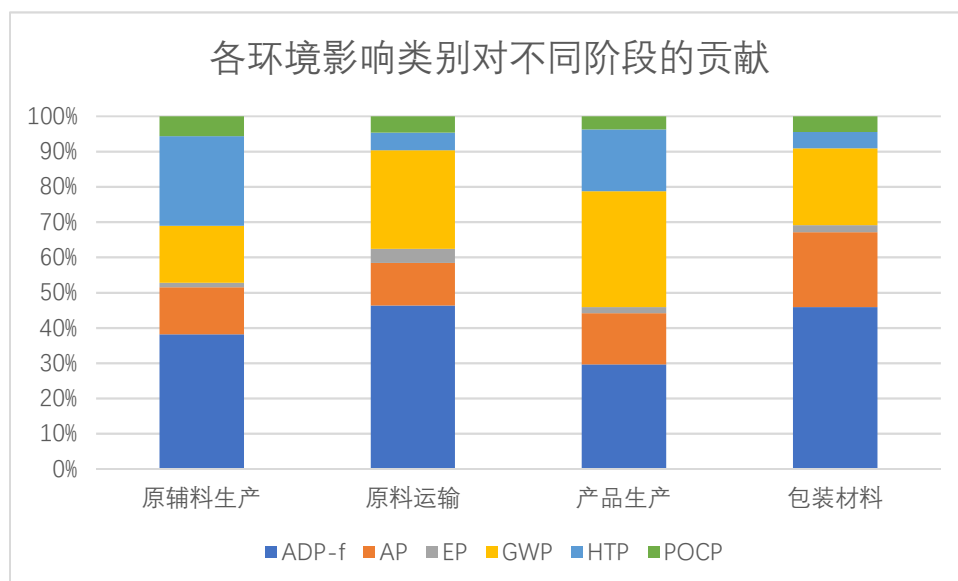


图4 不同环境影响类别对产品各生命周期阶段环境影响的贡献

4.3 生命周期环境影响指标

4.3.1 化石燃料资源耗竭指标

化石燃料资源耗竭（ADP-f）指标反映了光学功能膜产品生命周期过程对化石燃料这类不可再生资源的消耗情况。光学功能膜产品生命周期 ADP-f 为 $9.48\text{E}+04$ MJ, 各过程的 ADP-f 指标如下图所示。上游原料生产过程的贡献较高，为 $8.20\text{E}+04$ MJ，占到 86.50%；其次为产品生产过程，为 $9.81\text{E}+03$ MJ，占到 10.35%；原料运输过程和包装材料也有少量贡献，分别为 $2.34\text{E}+03$ MJ 和 $7.31\text{E}+02$ MJ，分别占到 2.47%和 0.77%。

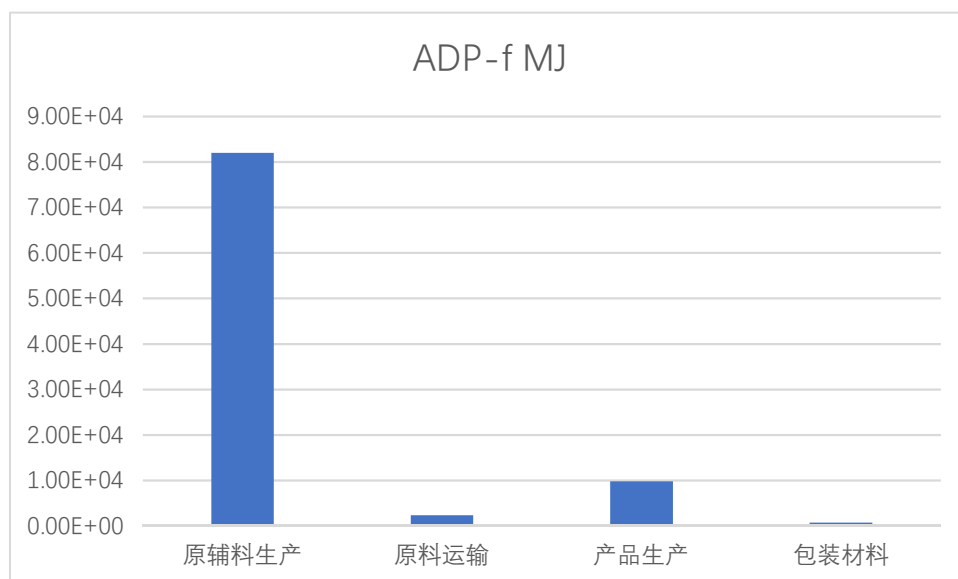


图 5 光学功能膜产品各阶段化石燃料资源耗竭

4.3.2 酸化效应指标

酸化效应（AP）指标反应了产品生产过程排放的污染物酸化能力，采用 SO_2 当量表示。光学功能膜产品生命周期阶段排放造成的酸化效应如下图所示：

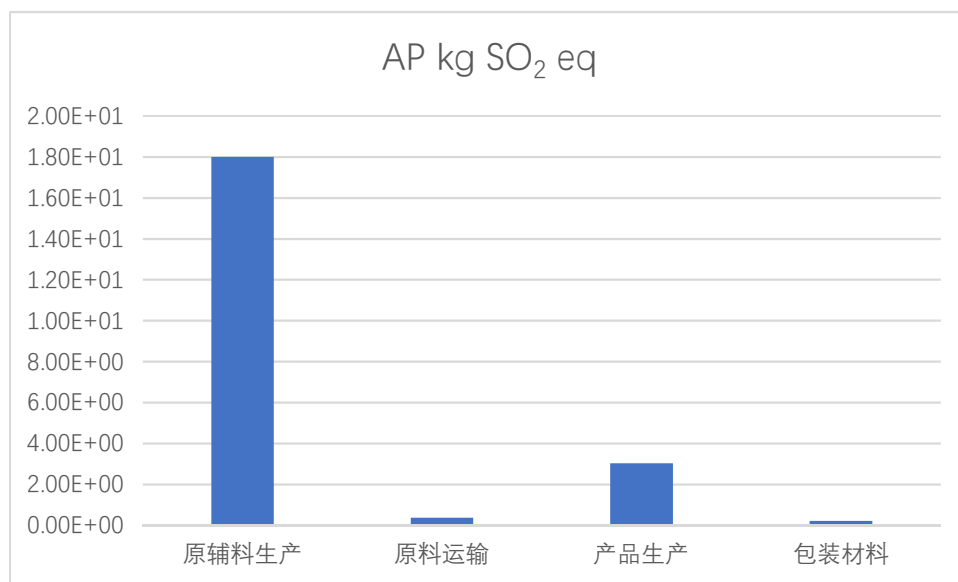


图 6 光学功能膜产品各阶段酸化效应指标

光学功能膜产品生命周期 AP 为 $2.16\text{E}+01 \text{ kg SO}_2 \text{ eq}$ ，各过程的 AP 指标如上图所示。上游原料生产以及产品生产阶段具有较高的贡献，分别为 $1.80\text{E}+01 \text{ kg SO}_2 \text{ eq}$ 和 $3.04\text{E}+00 \text{ kg SO}_2 \text{ eq}$ ，分别占到总环境影响贡献的 83.33%和 14.07%；原料运输过程也有少量的贡献，为 $3.81\text{E}-01 \text{ kg SO}_2 \text{ eq}$ ，占到 1.76%。包装材料的贡献较低，不足 1.00%。

4.3.3 富营养化指标

富营养化（EP）指标表征了所排放物质对水体富营养化的影响潜势，通常以磷酸根质量当量来表征。光学功能膜产品各生命周期阶段富营养化指标如下图所示：

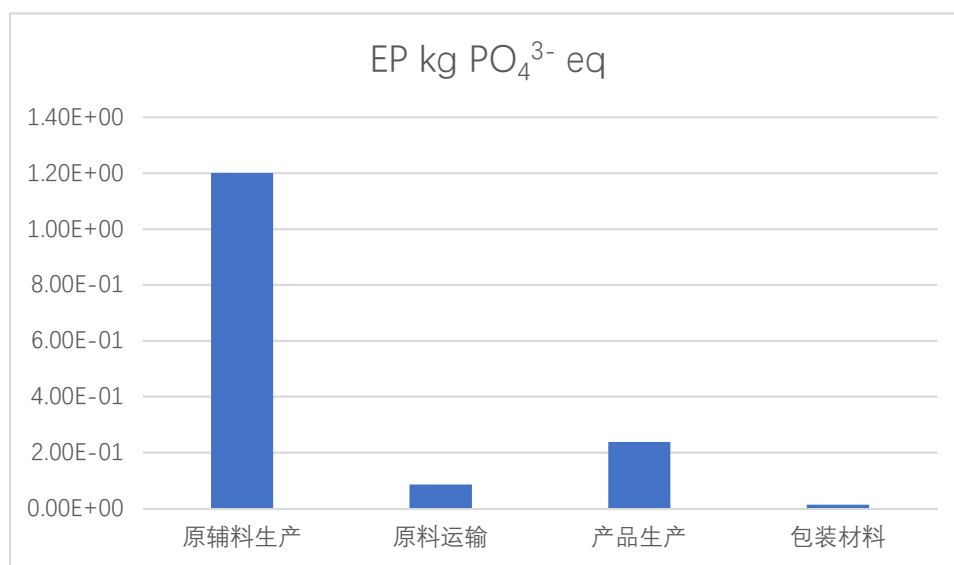


图7 光学功能膜产品各阶段富营养化指标

光学功能膜产品生命周期 EP 为 $1.53\text{E}+00 \text{ kg PO}_4^{3-} \text{ eq}$ 。其中上游原料生产阶段的环境影响为 $1.20\text{E}+00 \text{ kg PO}_4^{3-} \text{ eq}$ ，占到了 78.43%，处于主导地位；产品生产阶段也有一定的贡献，为 $0.24\text{E}+00 \text{ kg PO}_4^{3-} \text{ eq}$ ，占到 15.49%；其他过程的贡献相对较低。

4.3.4 全球变暖指标

全球变暖（GWP）指标即为碳排放指标，表示了光学功能膜产品全生命周期过程排放的温室气体当量。光学功能膜产品各阶段温室气体排放当量如下图所示：

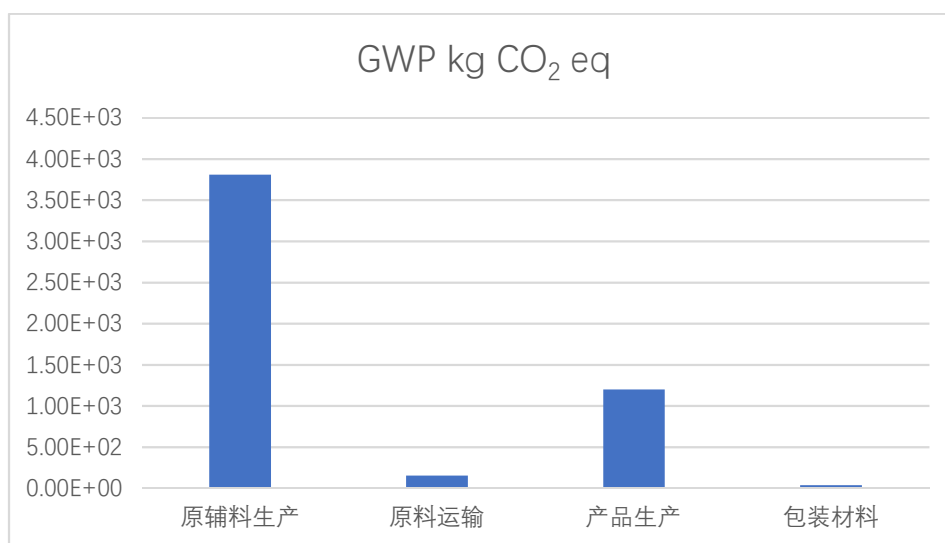


图8 光学功能膜产品各阶段全球变暖指标

光学功能膜产品生命周期 GWP 为 $5.20\text{E}+03 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$ ，产品的生命周期温室气体排放量通常与化石能源消耗量密切相关。其中上游原料生产阶段以及产品生产阶段的环境影响贡献较高，分别为 $3.81\text{E}+03 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$ 和 $1.20\text{E}+03 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$ ，分别占到该环境影响类别的 73.27%、23.08%。原料运输的贡献占到 2.98%，包装材料的贡献非常小。

4.3.5 人体毒性指标

人体毒性（HTP）指标表征了所排放物质对人体健康损害的影响潜势，通常采用 1,4-二氯苯当量来表示。光学功能膜产品各阶段的人体毒性指标如下图所示：

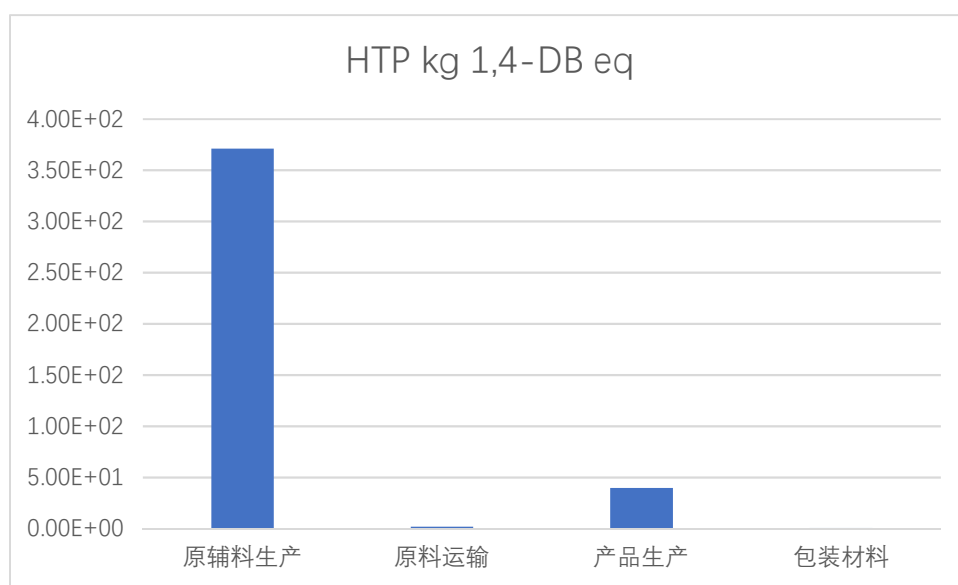


图 9 光学功能膜产品各阶段人体毒性指标

光学功能膜产品生命周期 HTP 为 $4.12\text{E}+02 \text{ kg 1,4-DB eq}$ 。人体毒性指标的贡献绝大部分来自于产品上游原料生产阶段。产品上游原料生产阶段的 HTP 贡献为 $3.71\text{E}+02 \text{ 1,4-DB eq}$ ，占到该指标的 90.05%。产品生产过程也有少量贡献，为 $3.95\text{E}+01 \text{ 1,4-DB eq}$ ，占到 9.59%。原料运输和包装材料的贡献均不超过 1%，几乎可以忽略。

4.3.6 光化学臭氧生成指标

光化学臭氧生成（POCP）指标主要用于表征大气中的烃类和氮氧化物等物质在阳光下发生化学反应衍生种种污染物的潜势，通常采用乙烯当量表征。光学功能膜产品各阶段的光化学臭氧生产指标如下图所示。

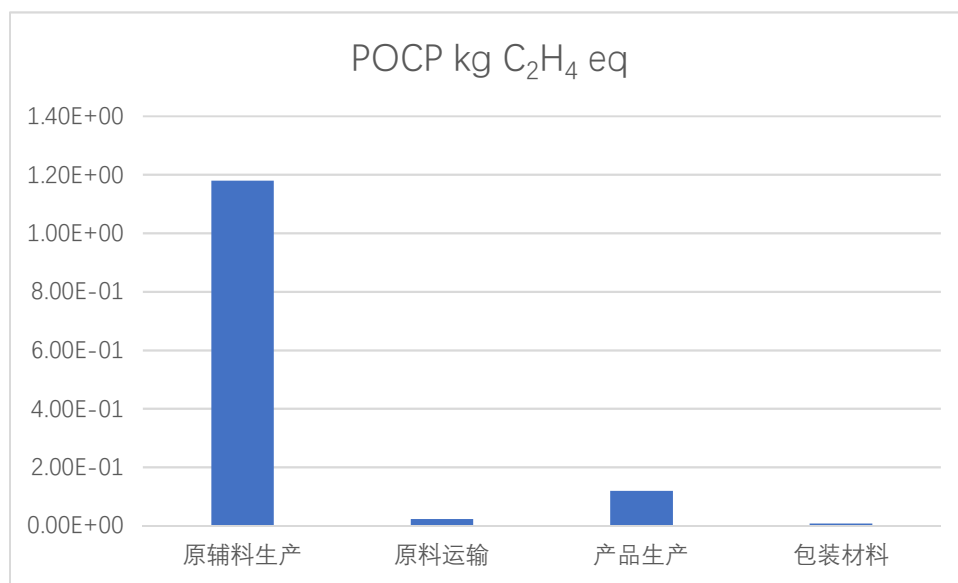


图 10 光学功能膜产品各阶段光化学臭氧生成指标

光学功能膜产品生命周期 POCP 为 1.33E+00 kg C₂H₄ eq。对于该指标，上游原料生产阶段的贡献处于主导地位，为 1.18E+00 kg C₂H₄ eq，占到 88.72%；产品生产和包装材料也有少量的贡献，分别为 0.12E+00 kg C₂H₄ eq 和 0.02E+00 kg C₂H₄ eq；原料运输阶段的贡献几乎可以忽略。

5 生命周期解释

5.1 假设和局限性

本次光学功能膜产品 LCA 报告的实景数据中产品生产数据来源于企业数据，背景数据源于北京工业大学材料环境协调性评价基础数据库(SinoCenter)和欧洲的 Ecoinvent 数据库。光学功能膜产品生产数据仅代表特定企业的生产水平，其他企业同类产品生产的实际数据可能与本报告有一定的偏差。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要原材料生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。

5.2 数据质量评估

5.2.1 代表性

本次报告中各单元过程实景数据均发生在浙江宁波，数据代表特定生产企业的一般水平。实景数据采用企业生产统计数据，背景数据库数据采用近 6 年的数据。

5.2.2 完整性

（1）模型完整性

本次报告中产品生命周期模型均包含上游原辅料生产和产品生产过程，满足本报告对系统边界的定义。在各单元过程中，原辅料和能源的投入均被考虑在内。

（2）背景数据库完整性

本报告所使用的背景数据库包括 SinoCenter 数据库和欧洲的 Ecoinvent 数据库。SinoCenter 数据库包括中国国内能源、原材料、运输等基础数据集清单数据集，累积数据超过 10 万条。Ecoinvent 数据库包含欧洲及世界多个国家的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。

以上两个背景数据库均包含了主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，满足背景数据库完整性的要求。

5.2.3 可靠性

（1）实景数据可靠性

本次报告中，各实景过程主要原料和能源消耗数据均来自企业资料统计或实测数据，数据可靠性高。

（2）背景数据可靠性

本报告中 SinoCenter 数据库数据采用中国或中国特定地区的统计数据、调查数据和文献资料，数据代表了中国生产技术及市场平均水平，数据收集过程的原始数据和算法均被完整记录，使得数据收集过程随时可重复、可追溯。

5.2.4 一致性

本报告所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程单位产出进行统计。所有背景数据采用一致的统计标准，其中 SinoCenter 数据库在开发过程中建立了统一的核心模型，并进行详细文档记录，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

5.3 结论

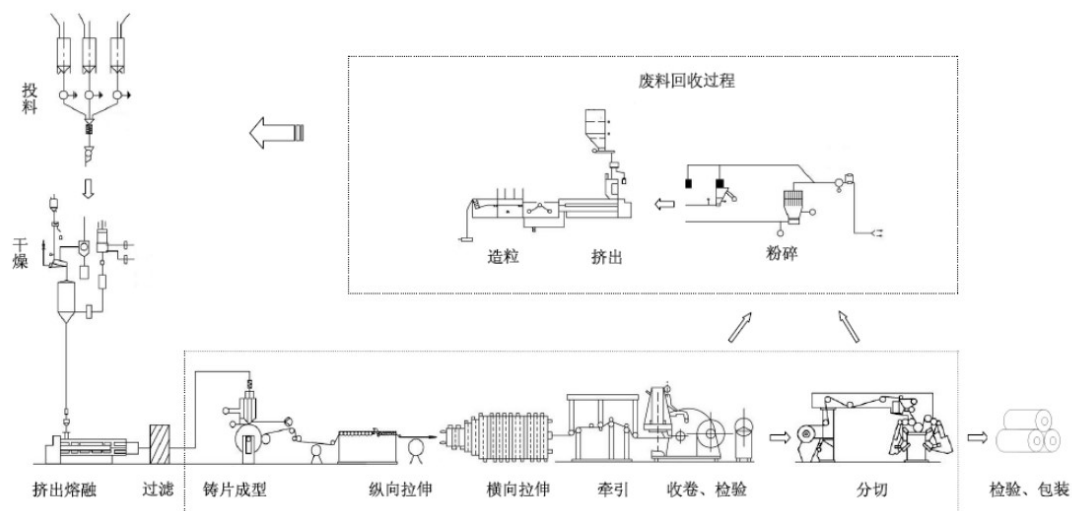
本次报告主要得出以下结论：

- 对于光学功能膜产品全生命周期阶段，产品上游原料生产过程的贡献处于主导地位，占到总环境影响的 84.57%；产品生产阶段和原料运输的贡献分别占到 13.02%和 1.98%，相对较小；包装材料的贡献非常小，仅占 0.62%。相对于 2019 年，2020 年长阳科技光学功能膜产品生命周期环境影响降低了约 13%。
- 光学功能膜产品最重要的环境影响类别为 ADP-f 和 HTP，对总环境影响的贡献分别占到 37.19%和 23.90%，处于主导地位。GWP 和 AP 的贡献分别为 18.52%和 13.53%，相对贡献较小；POCP 和 EP 的环境影响贡献分别占到 5.41%和 1.45%，贡献很少。
- 光学功能膜产品的环境影响贡献主要来自上游原料生产造成的间接环境影响贡献。其中膜级切片、造粒料以及母料的贡献较高。通过改进工艺减少这些原料的用量可以显著降低产品全生命周期环境影响。由于产品生产过程的贡献仅次于上游原料生产，降低产品生产过程的能耗对于降低产品生命周期环境影响也有一定的贡献。

参考文献

- [1] I S O. ISO 14040. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006). [J]. International Standard Iso, 2006.
- [2] I S O. ISO 14044. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines (ISO 14044:2006). [J]. International Standard Iso, 2006.
- [3] GB/T 24040-2008. 环境管理生命周期评价原则与框架[S].中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 2008.
- [4] Birger Löfgren, Anne-Marie Tillman, Björn Rinde. Manufacturing actor's LCA [J]. Journal of Cleaner Production, 2011, 19(17):2025–2033.
- [5] 龚先政, 聂祚仁, 王志宏,等. 中国材料生命周期分析数据库开发及应用[J]. 中国材料进展, 2011, 30(8):1-7.
- [6] Ecoinvent Database. <http://www.ecoinvent.org/database/database.html>

附件 1 产品生产工艺流程



附件 2 产品生产原料清单

原辅料名称	最主要成分、规格	单位	2020 年消耗量
UV 涂布胶水	T00043 (UV 型丙烯酸树脂)	kg	400
固化剂	T00164 油性丙烯酸酯压敏胶交联剂	kg	2
回收料	T27DJX (回收料)	kg	12320411.86
胶水	A59003 (丙烯酸树脂)、A53002 (异氰酸酯)	kg	806013
粒子	B156370、B59029 (PET)	kg	102972.67
模头料	F00TJX120 (回收料)	kg	75206
膜级切片	122123 (PET 切片)	kg	34679566
母料	122133 (PET 哑光切片)	kg	7941937
溶剂	乙酸乙酯、乙酸丁酯	kg	899391
树脂	T00137 (ABS)	kg	115244.38
油墨	I12801 (荧光粉、UV 型光油)	kg	0.5
原料	D00001 (PET+聚烯烃)	kg	719451
造粒料	T00080E、(聚烯烃+PET) M00020C (聚烯烃+PET+钛白粉)	kg	10897038
助剂	049005 (阴离子抗静电剂)	kg	514799

附件 3 产品生产过程能耗统计

能耗	单位	2020 年生产过程消耗
电力	万 kWh	7808.11
天然气	万 NM ³	2.14