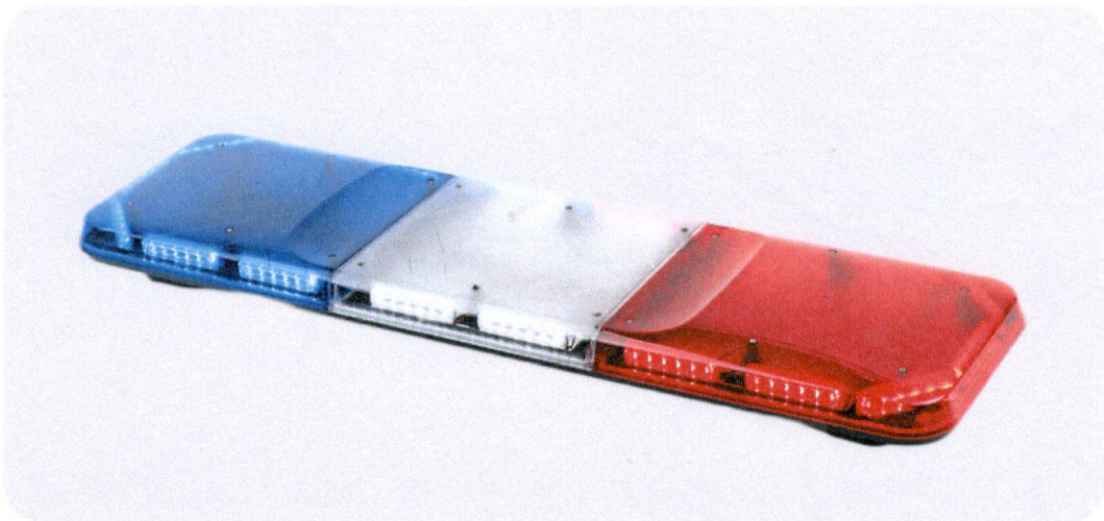


星际控股集团有限公司

长排警示灯 TBD 系列

产品生命周期评价报告



浙江工信合能源信息技术中心有限公司

2023年5月26日



基本信息

报告信息

编写单位：浙江工信合能源信息技术中心有限公司

编制人员：傅江英

审核单位：浙江工信合能源信息技术中心有限公司

审核人员：金楠洋、朱中文

发布日期：2023 年 5 月 26 日

申请者信息

公司全称：星际控股集团有限公司

统一社会信用代码：91330300145116581K

地址：浙江省温州市鹿城区月乐西街 160 号

联系人：张明海

联系方式：13676773366

目 录

一、目标与范围定义	1
1.1 目标.....	1
1.1.1 企业信息.....	1
1.1.2 产品信息.....	2
1.1.3 产品生产工艺.....	3
1.1.4 功能单位.....	5
1.2 范围.....	5
1.2.1 系统边界.....	5
1.2.2 取舍原则.....	6
1.2.3 环境影响类型.....	6
1.2.4 数据质量要求.....	7
二、数据采集	9
2.1 原材料生产阶段.....	9
2.2 产品生产阶段.....	11
2.2.1 原材料运输.....	11
2.2.2 产品生产.....	13
三、生命周期影响评价	14
3.1 长排警示灯生命周期评价结果分析.....	14
3.2 生命周期各阶段贡献分析.....	15
(1) 非生物资源消耗（元素）（ADPE）.....	24
(2) 非生物资源消耗（化石燃料）（ADPF）.....	25
(3) 全球变暖（GWP）.....	26
(4) 臭氧层损耗（ODP）.....	27
(5) 人体毒性（HT）.....	28
(6) 淡水水生生态毒性（FWAE）.....	29
(7) 海洋水生生态毒性（MAE）.....	30
(8) 陆地生态毒性（TE）.....	31
(9) 光化学臭氧合成（POCP）.....	32

(10) 酸化 (AP)	33
(11) 富营养化 (EP)	34
四、评价结果解释	35
4.1 研究结论	35
4.1.1 长排警示灯原材料生产阶段	35
4.1.2 长排警示灯产品生产阶段	35
4.1.3 总结	36
4.2 假设和限制条件	36
五、改进建议	37
(1) 原料管控及替代方面	37
(2) 产品轻量化方面	37
(3) 生产节能方面	38

一、目标与范围定义

1.1 目标

1.1.1 企业信息

星际控股集团有限公司（以下简称“星际控股”）坐落于全国绿色发展百强区、综合实力百强区——鹿城区，公司创办于1990年，注册资本6680万元，是一家致力于社会公共安全、为军警行业提供系统化解决方案的多元化高新技术企业，主要经营警灯、警报器、单警装备、信息化装备等产品。

星际控股建立有省级研究院、省级技术中心、省级工业设计中心、省级博士后工作站、高技能人才工作室等创新机构，与公安部第一研究所、公安部交通管理研究所、中科院广州分院、中科院声学所、浙江警察学院、浙江大学、杭州电子科技大学、温州大学等建立合作关系，累计获得各类专利300余件，著作权100余件，多次参与国家和行业标准修订，承担国家科技支撑计划课题和国家重点研发项目。

星际控股具有完善的研发、实验检测和制造加工体系与设备，在中国30多个城市设有销售与服务分支机构，产品远销60多个国家和地区，拥有超过200人的研发和技术团队，多项产品获得公安部警用装备列装入围资格和警用装备采购中心协议供货资格，是国家高新技术企业、公安部标准化委员会成员单位、中国警用装备行业协会发起单位、中国安全防范行业协会副理事长单位。

自成立以来，星际以促进军警装备与公共安全行业进步为使命，

向客户提供优质的产品和服务，逐步树立起“警用装备集成商”的品牌形象。诚信立身、创新致远，星际控股通过不断创新发展和对智能化、信息化应用的深入研究，在警务管理、通信调度、智能终端、平台服务以及特种车用设备、警用装备等领域为客户提供安全信赖、技术先进的产品、解决方案与服务，与生态伙伴开放合作，持续为客户创造价值，成为“智慧军警”的重要推动者和行业带头人。

星际通过科学管理、技术创新和优质服务，不断提升公司管理水平及市场竞争能力，已获得 GB/T 19001 质量管理体系、GB/T24001 环境管理体系、GB/T 45001 职业健康安全管理体系、GB/T29490 知识产权管理体系等多项认证证书，锻造“星际”与“SENKEN”品牌。公司获有专精特新“小巨人”、警用装备十大品牌、行业隐形冠军标杆企业、国家知识产权优势企业、浙江省创新型示范企业、浙江省文明单位、温州市领军型工业企业、温州市百强企业、温州市诚信企业、温州市文化建设示范企业、温州市优秀聚才企业等荣誉。

星际控股重视企业文化建设，积极承担社会责任，将对行业的促进和对社会的贡献融入企业的愿景和使命，积极构建现代企业治理模式，顺应市场变幻，谋求资源协同，以百年企业为方向，带着自身的理想和心怀家国的赤诚，矢志不渝、奋斗不息。

1.1.2 产品信息

本报告的研究对象为星际控股集团有限公司生产的长排警示灯 TBD 系列。产品主要参数如表 1-1。

本文主要对长排警示灯进行生命周期环境影响评价。长排警示灯

生命周期阶段主要包括原材料生产阶段、产品生产阶段，其中，长排警示灯的原材料运输环节属于产品生产阶段。

表 1-1 长排警示灯产品基本信息

产品名称	长排警示灯	产品型号	长排警示灯 TBD 全系列
产品品牌	星际 SENKEN	产品专利	发明专利：ZL201010244234.2 一种升降长排灯
产品功能描述	适用于公安、消防、机场、铁路、电力、石油、石化工程等各种施工作业和事故抢修及抢险救灾等小型车辆上使用。		
主要技术参数	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工作温度 -40-75℃ 2. 扬声器功率：100W 3. 闪烁模式：35 种 4. 颜色：红色、黄色、蓝色、白色 5. 单件总重 11 kg 		
产品照片			

1.1.3 产品生产工艺

本报告研究产品长排警示灯 TBD 全系列生产工艺流程如图 1-1:

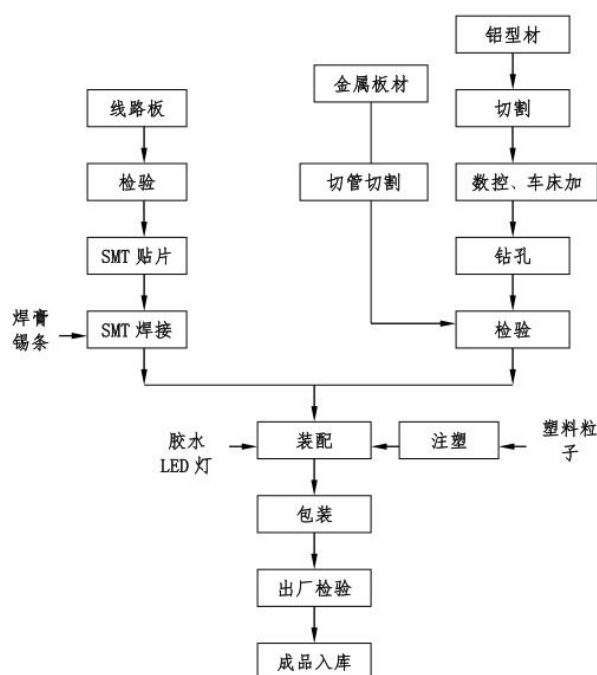


图 1-1 主要生产工艺流程图

具体工艺流程说明：

将外购的铝型材经激光切割机切割、数控加工中心、车床加工、钻孔形成底座，线路板经贴片、回流焊/波峰焊形成产品的线路板；外壳、线路板、底座经装配后即为产品。

铝型材经切割后制得半成品，半成品经车、钻、铣、研等多道机械加工过程后进入装配工序。主要工序有车床加工、钻机加工等。外购的线路板经切割后，采用胶水粘合进行贴片、焊接后用于装配工序。

TSMT 贴片：采用贴片机将表面元器件准确安装到线路板的固定位置上。

TSMT 焊接：由焊机将表面电子元器件焊接在线路板上。

注塑：在注塑车间采用 ABS、PA66 等塑料粒子注塑灯罩、灯壳等部件。

装配、包装：装配过程主要是将供应商提供的和自产的零配件装配制成产品，再经过测试合格后即可得到成品。

1.1.4 功能单位

本报告将 1 件长排警示灯设为功能单位。

1.2 范围

1.2.1 系统边界

本报告的系统边界为长排警示灯“摇篮到大门”过程，主要包括原材料生产阶段、产品生产阶段，其中，长排警示灯的原材料运输环节属于产品生产阶段。本报告中的系统边界如图 1-2 所示。

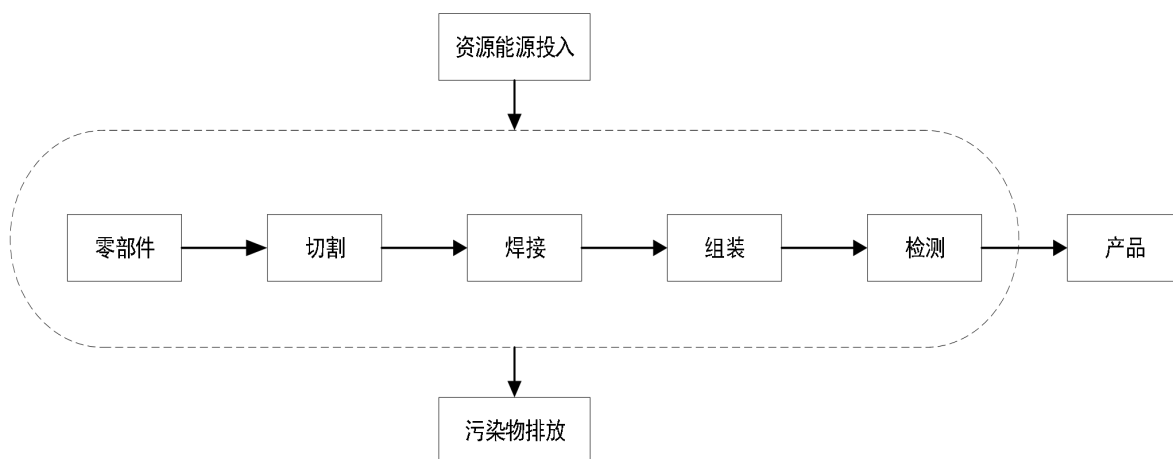


图 1-2 长排警示灯生命周期评价系统边界图

系统边界各个部分的编号如表 1-2 所示，系统边界描述。

表 1-2 系统边界描述表

原材料生产阶段	产品生产阶段		产品使用阶段		生命末期阶段		
原材料生产	原材料运输	产品生产	产品运输	产品使用	产品拆解	废物运输	回收利用及废弃处置
A1	B1	B2	C1	C2	D1	D2	D3
√	√	√	×	×	×	×	×

1.2.2 取舍原则

本报告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%；
- 低价值废物作为原料，可忽略其上游生产数据；
- 大多数情况下，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

1.2.3 环境影响类型

本报告选择了 11 种环境影响类型指标进行了计算，具体见表 1-3。

表 1-3 研究环境影响类型指标

环境影响类型指标	影响类型指标单位	主要清单物质
非生物资源消耗(元素) (ADPE)	kg Sb eq	钢、铜、铝、铁...
非生物资源消耗(化石燃料) (ADPF)	MJ	硬煤，褐煤，天然气...
全球变暖 (GWP)	kg CO ₂ eq	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O...
臭氧层损耗 (ODP)	kg CFC-11 eq	R40、R11、R114、R12、R22...
光化学臭氧合成 (POCP)	kg C ₂ H ₄ eq	SO ₂ 、NO _x 、非甲烷总烃...
酸化 (AP)	kg SO ₂ eq	N、S、P 等酸性气体

富营养化 (EP)	kg PO ₄ ³⁻ eq	NO ₃ ⁻ 、总氮、总磷、PO ₄ ³⁻ ...
人体毒性 (HT)	kg 1,4-DB eq	多环芳烃、六价铬、NO _x ...
淡水水生生态毒性 (FWAE)	kg 1,4-DB eq	总磷、六价铬、铅...
海洋水生生态毒性 (MAE)	kg 1,4-DB eq	总磷、六价铬、铅...
陆地生态毒性 (TE)	kg 1,4-DB eq	六价铬、铅...

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。

1.2.4 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告对数据质量做了以下方面的要求：

实际生产过程数据质量具备：（1）技术代表性：报告所采用的数据能反映实际的生产情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能源类型、生产规模等因素的影响；（2）数据完整性：按照环境影响评价指标、数据取舍准则，判断是否已收集各生产过程的主要消耗和排放数据，如有缺失，需在报告中说明；（3）数据准确性：原辅材料、辅料、包装、能耗等数据采用实际生产统计记录，环境排放数据优先采用环境监测报告。所有数据均详细记录相关的数据来源和数据处理算法。估算或引用文献数据需在报告中说明；（4）数据一致性：每个过程的消耗与排放数据需保持一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。存在不一致情况时，需在报告中说明。

背景数据质量具备：（1）代表性：背景数据应优先选择原材料

供应商提供的符合 LCA 标准要求、经第三方独立验证的上游产品 LCA 报告中的数据，若无，优先选择代表中国国内平均生产水平的公开 LCA 数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据；

（2）完整性：背景数据的系统边界应从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止；（3）一致性：所有被选择的背景数据应都能支持所选的环境影响类型指标，保证一致性。

二、数据采集

2.1 原材料生产阶段

长排警示灯的原材料生产阶段主要包括原材料获取和加工。

该部分数据主要根据长排警示灯生产企业物料清单（Bill of Material, BOM）。1 件长排警示灯生产阶段的原材料由 LED 灯部件、钢脚架部件、PC 灯罩部件及其他零部件组成，表 2-1 给出了长排警示灯原材料清单，各类原材料清单上游数据来源于 Ecoinvent 3.4 数据库、CLCD 数据库以及企业节能评估报告、环评资料、学术论文等文献资料。

表 2-1 2022 年度生产 1 件长排警示灯消耗的原材料清单数据表

序号	原辅材料名称	主要成分、材质	重量(kg)
1	脚架部件	Q235	1.2
2	灯罩部件	PC	1.2
3	转灯部件	12V,LED	0.8
4	巷灯组合部件	LED	0.5
5	中罩	PC	0.6
6	中罩固定条	Q235	0.02
7	中罩侧板	PC	0.8
8	垫圈	304 钢	0.032

序号	原辅材料名称	主要成分、材质	重量(kg)
9	五芯护套线前置化线束部件	电子部件	0.2
10	压线板	PC	0.3
11	喇叭固定架	PC	0.6
12	螺母、螺丝、螺钉、螺栓	304 钢	0.11
13	中罩侧板部件	PC	0.2
14	铝型材（改进型）	铝合金	1.0
15	2000 长灯泡沫部件	EVA	0.05
16	2000 外箱	EVA	0.2
17	长灯尼龙袋	尼龙 66	0.01
18	转灯支柱	ABS	0.2
19	右反光板	304 钢	1.2
20	左反光板	304 钢	1.2
21	扬声器部件	电子部件	0.5
22	警报器	CJB-100-Y-BD-12V-8Ω-100W	0.3
23	普通活动拉勾部件	304 钢	0.01
合 计			11.232

2.2 产品生产阶段

长排警示灯的产品生产阶段主要包括原材料运输和产品生产过程。具体过程如下：

2.2.1 原材料运输

公司位于浙江省温州市鹿城区，主要原材料供应商在温州市内，所有原辅材料均采用载重 1 t 或 3 t 的轻型汽油货车陆运，由此计算各原辅材料的运输距离。运输过程的环境影响数据清单采用 Ecoinvent

3.4 数据库数据。

表 2-2 长排警示灯原材料运输数据表

序号	原辅材料名称	生产工厂/供应商所在地	运输距离 (km)	重量运输距离 (tkm)
1	脚架部件	温州	20	0.024
2	灯罩部件	温州	20	0.024
3	转灯部件	温州	20	0.016
4	巷灯组合部件	温州	20	0.01
5	中罩	温州	20	0.012
6	中罩固定条	温州	20	0.0004
7	中罩侧板	温州	20	0.016
8	垫圈	温州	20	0.0002

序号	原辅材料名称	生产工厂/供应商所在地	运输距离(km)	重量运输距离(tkm)
9	五芯护套线前置化线束部件	深圳	1130	0.226
10	压线板	温州	20	0.006
11	喇叭固定架	温州	20	0.012
12	螺母、螺丝、螺钉、螺栓	温州	20	0.0002
13	中罩侧板部件	温州	20	0.0002
14	铝型材(改进型)	安徽	500	0.0002
15	2000长灯泡沫部件	温州	20	0.0002
16	2000外箱	温州	20	0.0002
17	长灯尼龙袋	温州	20	0.0002
18	转灯支柱	温州	20	0.0002
19	右反光板	温州	20	0.0002
20	左反光板	温州	20	0.0002
21	扬声器部件	杭州	300	0.004
22	警报器	杭州	300	0.5
23	普通活动拉勾部件	温州	20	0.0002
合 计				1.15044

2.2.2 产品生产

本报告中长排警示灯产品生产的清单数据涵盖了生产工厂 2022 年度生产 1 件长排警示灯的资源环境数据，其生产工艺主要为切割、组装等。生产过程主要消耗电力和自来水（循环冷却水补充水）；生产过程产生粉尘（颗粒物）、有机废气，不产生工业废水；产生一部分边角料，且全部交由综合利用机构进行回收利用。

表 2-2 2022 年度 1 件长排警示灯产品生产清单数据表

类型	清单名称	单位	数量	备注
产品	长排警示灯	pcs	1	11 kg/pcs
能耗	电力	kWh	5.98	
水耗	自来水	m ³	0.02408	
废物排放	废边角料	kg	0.232	委外综合利用
	颗粒物	kg	0.0034	
	VOCs	kg	0.004	

三、生命周期影响评价

本报告采用的荷兰 CML 方法对长排警示灯进行生命周期影响评价，通过数据库模型计算，整理得出了长排警示灯总的生命周期环境影响和各个阶段的生命周期环境影响。

3.1 长排警示灯生命周期评价结果分析

1 件长排警示灯生命周期的计算结果，如表 3-1 所示。

表 3-1 1 件长排警示灯生命周期计算结果

影响类型	说明	指标单位	结果
ADPE	非生物资源消耗(元素)	kg Sb eq	1.28E-02
ADPF	非生物资源消耗（化石燃料）	MJ	5.22E+03
GWP	全球变暖	kg CO ₂ eq	4.97E+02
ODP	臭氧层损耗	kg CFC-11 eq	2.75E-05
HT	人体毒性	kg 1,4-DB eq	2.28E+02
FWAE	淡水水生生态毒性	kg 1,4-DB eq	4.51E+00
MAE	海洋水生生态毒性	kg 1,4-DB eq	1.28E+06
TE	陆地生态毒性	kg 1,4-DB eq	1.31E+00
POCP	光化学臭氧合成	kg C ₂ H ₄ eq	1.32E-01
AP	酸化	kg SO ₂ eq	2.68E+00
EP	富营养化	kg PO ₄ ³⁻ eq	6.18E-01

3.2 生命周期各阶段贡献分析

本报告的系统边界为长排警示灯“摇篮到大门”过程，主要包括原材料生产阶段、产品生产阶段，其中，长排警示灯的原材料运输环节属于产品生产阶段。为方便后续的讨论分析，将各个过程进行编号，具体如表 3-2 所示：

表 3-2 长排警示灯生命周期单元过程

原材料生产阶段	产品生产阶段		产品使用阶段		生命末期阶段		
原材料生产	原材料运输	产品生产	产品运输	产品使用	产品拆解	废物运输	回收利用及废弃处置
A1	B1	B2	C1	C2	D1	D2	D3
√	√	√	×	×	×	×	×

各单元过程相应的环境影响如表 3-3 和表 3-4 所示：

表 3-3 1 件长排警示灯生命周期各单元过程环境影响结果

影响类别	ADPE	ADPF	GWP	ODP	HT	FWAE	MAE	TE	POCP	AP	EP
单位	kg Sb eq	MJ	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg C2H4 eq	kg SO2 eq	kg (PO4) ₃ ⁻ eq
A1	1.28E-02	5.14E+03	4.88E+02	2.71E-05	2.26E+02	4.47E+00	1.28E+06	1.28E+00	1.30E-01	2.64E+00	6.14E-01
B1	8.10E-06	3.17E+01	2.25E+00	3.74E-07	5.22E-01	1.67E-02	6.62E+02	3.71E-03	8.86E-04	9.73E-03	1.72E-03
B2	2.86E-06	4.33E+01	6.68E+00	4.27E-08	1.09E+00	2.15E-02	6.59E+03	2.32E-02	1.26E-03	3.41E-02	2.63E-03

表 3- 4 1 件长排警示灯生命周期环境影响结果

贡献环节	影响类别	ADPE	ADPF	GWP	ODP	HT	FWAE	MAE	TE	POCP	AP	EP
	单位	kg Sb eq	MJ	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg C2H4 eq	kg SO2 eq	kg (PO4)3- eq
共计		3.11E-09	8.78E-02	4.43E-03	3.39E-10	3.87E-04	2.57E-05	1.26E+00	5.28E-06	1.09E-06	1.83E-05	1.33E-06
A1	脚架部件	2.81E-05	1.93E+01	2.28E+00	1.07E-07	6.88E+00	2.32E-02	9.92E+02	4.19E-02	1.03E-03	9.41E-03	2.32E-03
A1	灯罩部件	1.63E-06	1.20E+02	9.52E+00	0.00E+00	1.21E-01	2.83E-02	3.65E+02	3.23E-02	2.04E-03	2.98E-02	3.48E-03
A1	转灯部件	2.58E-03	2.59E+03	2.47E+02	1.35E-05	9.95E+01	1.75E+00	6.62E+05	4.56E-01	6.16E-02	1.33E+00	2.83E-01
A1	巷灯组合部件	1.61E-03	1.62E+03	1.55E+02	8.42E-06	6.22E+01	1.10E+00	4.13E+05	2.85E-01	3.85E-02	8.30E-01	1.77E-01
A1	中罩	8.15E-07	5.99E+01	4.76E+00	0.00E+00	6.03E-02	1.42E-02	1.83E+02	1.62E-02	1.02E-03	1.49E-02	1.74E-03

贡献环节	影响类别	ADPE	ADPF	GWP	ODP	HT	FWAE	MAE	TE	POCP	AP	EP
	单位	kg Sb eq	MJ	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg C2H4 eq	kg SO2 eq	kg (PO4)3- eq
A1	中罩固定条	4.68E-07	3.21E-01	3.80E-02	1.78E-09	1.15E-01	3.86E-04	1.65E+01	6.99E-04	1.72E-05	1.57E-04	3.86E-05
A1	中罩侧板	1.09E-06	7.98E+01	6.35E+00	0.00E+00	8.03E-02	1.89E-02	2.44E+02	2.16E-02	1.36E-03	1.98E-02	2.32E-03
A1	垫圈	7.49E-07	5.13E-01	6.09E-02	2.85E-09	1.83E-01	6.18E-04	2.65E+01	1.12E-03	2.76E-05	2.51E-04	6.18E-05
A1	五芯护套线 前置化线束 部件	2.82E-04	3.47E+01	3.08E+00	8.40E-07	8.39E+00	1.59E-01	3.74E+03	3.23E-02	2.59E-03	6.36E-02	1.63E-02
A1	压线板	4.07E-07	2.99E+01	2.38E+00	0.00E+00	3.01E-02	7.08E-03	9.13E+01	8.09E-03	5.10E-04	7.44E-03	8.70E-04
A1	喇叭固定架	1.40E-05	9.63E+00	1.14E+00	5.34E-08	3.44E+00	1.16E-02	4.96E+02	2.10E-02	5.17E-04	4.70E-03	1.16E-03

贡献环节	影响类别	ADPE	ADPF	GWP	ODP	HT	FWAE	MAE	TE	POCP	AP	EP
	单位	kg Sb eq	MJ	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg C2H4 eq	kg SO2 eq	kg (PO4)3- eq
A1	螺母、螺丝、螺钉、螺栓	2.57E-06	1.76E+00	2.09E-01	9.79E-09	6.30E-01	2.12E-03	9.10E+01	3.84E-03	9.49E-05	8.62E-04	2.13E-04
A1	中罩侧板部件	2.72E-07	2.00E+01	1.59E+00	0.00E+00	2.01E-02	4.72E-03	6.09E+01	5.39E-03	3.40E-04	4.96E-03	5.80E-04
A1	铝型材（改进型）	1.35E-05	1.61E+02	1.90E+01	5.39E-07	1.32E+01	1.12E-01	1.62E+05	3.90E-02	6.85E-03	1.07E-01	7.64E-03
A1	2000 长灯泡沫部件	3.46E-07	3.45E+00	1.14E-01	5.40E-09	1.80E-02	6.73E-04	3.04E+01	9.17E-05	3.57E-05	3.77E-04	5.44E-05
A1	2000 外箱	1.38E-06	1.38E+01	4.57E-01	2.16E-08	7.20E-02	2.69E-03	1.21E+02	3.67E-04	1.43E-04	1.51E-03	2.18E-04
A1	长灯尼龙袋	3.05E-08	1.13E+00	8.31E-02	1.58E-10	2.55E-03	5.59E-04	4.45E+00	6.54E-06	1.39E-05	2.98E-04	7.28E-05

贡献环节	影响类别	ADPE	ADPF	GWP	ODP	HT	FWAE	MAE	TE	POCP	AP	EP
	单位	kg Sb eq	MJ	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg C2H4 eq	kg SO2 eq	kg (PO4)3- eq
A1	转灯支柱	3.86E-07	1.77E+01	9.36E-01	1.15E-08	4.79E-02	1.81E-02	7.53E+01	2.02E-04	2.21E-04	2.83E-03	2.55E-04
A1	右反光板	2.81E-05	1.93E+01	2.28E+00	1.07E-07	6.88E+00	2.32E-02	9.92E+02	4.19E-02	1.03E-03	9.41E-03	2.32E-03
A1	左反光板	2.81E-05	1.93E+01	2.28E+00	1.07E-07	6.88E+00	2.32E-02	9.92E+02	4.19E-02	1.03E-03	9.41E-03	2.32E-03
A1	扬声器部件	5.10E-03	2.01E+02	1.84E+01	2.12E-06	1.11E+01	7.31E-01	1.99E+04	1.45E-01	7.12E-03	1.20E-01	6.94E-02
A1	警报器	3.06E-03	1.21E+02	1.10E+01	1.27E-06	6.63E+00	4.39E-01	1.20E+04	8.72E-02	4.27E-03	7.19E-02	4.17E-02
A1	普通活动拉勾部件	2.34E-07	1.60E-01	1.90E-02	8.90E-10	5.73E-02	1.93E-04	8.27E+00	3.49E-04	8.62E-06	7.84E-05	1.93E-05

贡献环节	影响类别	ADPE	ADPF	GWP	ODP	HT	FWAE	MAE	TE	POCP	AP	EP
	单位	kg Sb eq	MJ	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg C2H4 eq	kg SO2 eq	kg (PO4)3- eq
B2	自来水	3.84E-08	1.45E-01	1.43E-02	8.50E-10	3.10E-03	9.19E-05	9.10E+00	1.04E-04	3.58E-06	6.49E-05	7.05E-06
B1	零部件运输	8.10E-06	3.17E+01	2.25E+00	3.74E-07	5.22E-01	1.67E-02	6.62E+02	3.71E-03	8.86E-04	9.73E-03	1.72E-03
B2	生产用电	3.47E-06	5.75E+01	7.12E+00	4.52E-08	1.13E+00	2.26E-02	6.59E+03	2.32E-02	1.37E-03	3.53E-02	2.72E-03
B2	废边角料综合利用	-6.52E-07	-1.44E+01	-4.49E-01	-3.34E-09	-4.33E-02	-1.16E-03	-3.08E+00	-1.09E-04	-1.14E-04	-1.21E-03	-1.02E-04

各类环境影响中各个单元过程和主要环节的贡献程度如图 3-1 和图 3-2 所示：

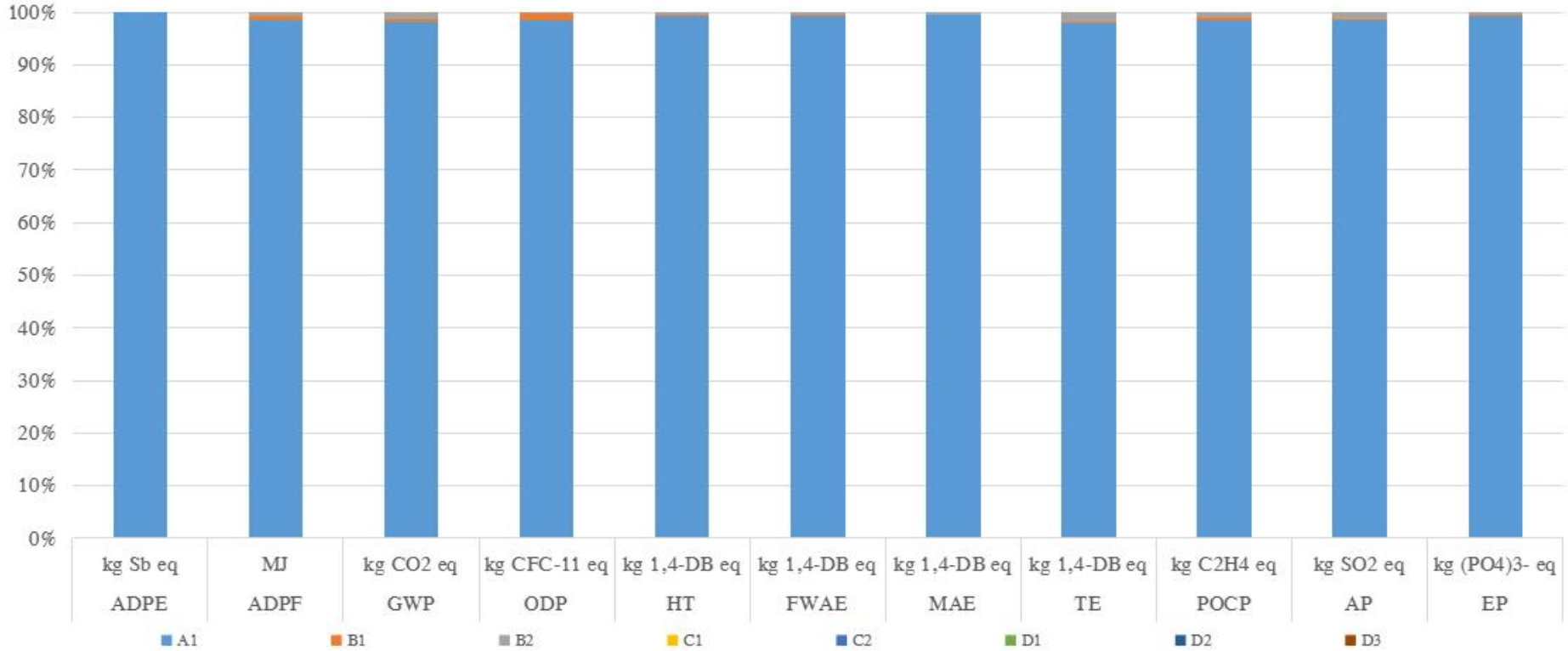


图 3-1 长排警示灯生命周期各单元过程环境影响贡献程度

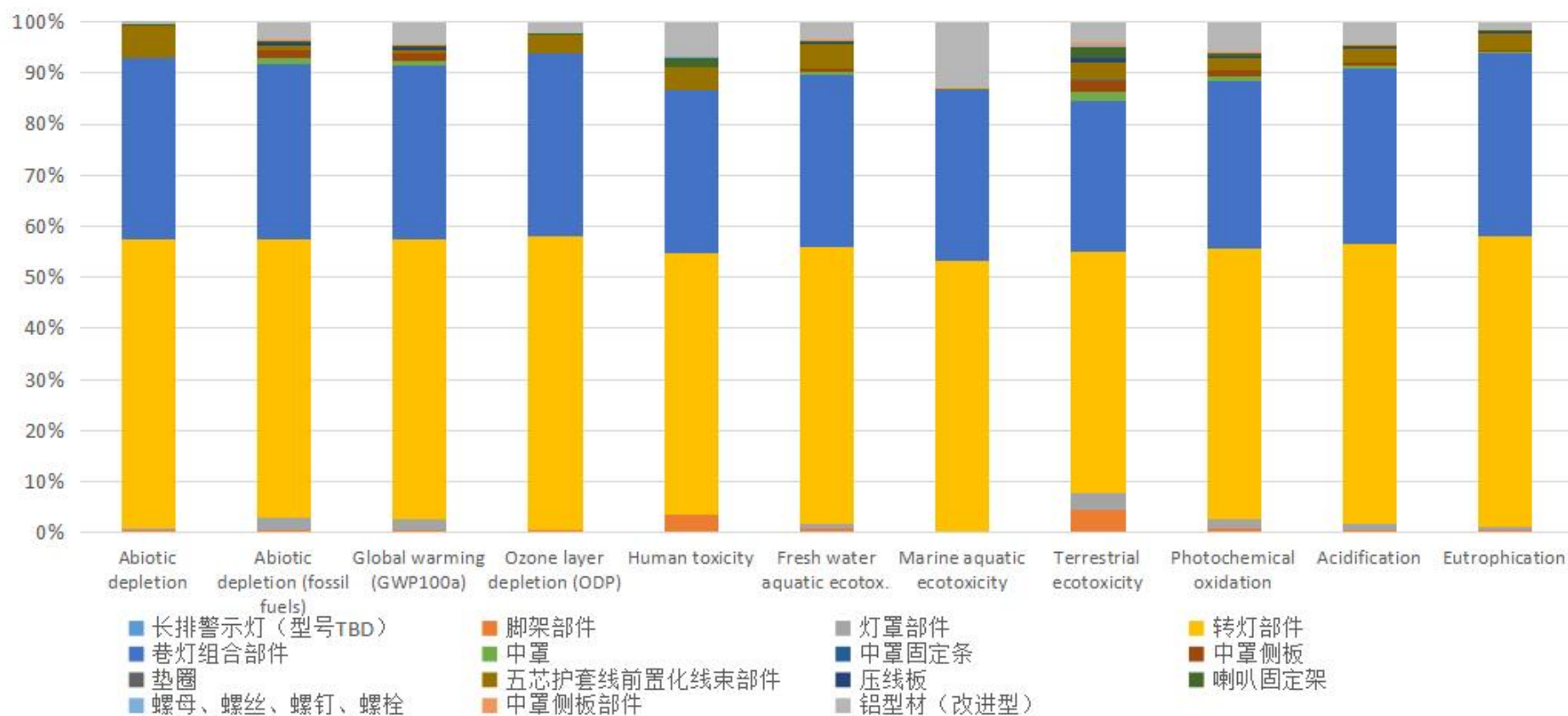


图 3-2 长排警示灯生命周期各主要环节环境影响贡献程度

(1) 非生物资源消耗（元素）（ADPE）

在 ADPE 中，原材料生产阶段（A1）带来的环境影响最大，所占比例为 99.91%。在所有原材料中，以扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件的贡献为主。

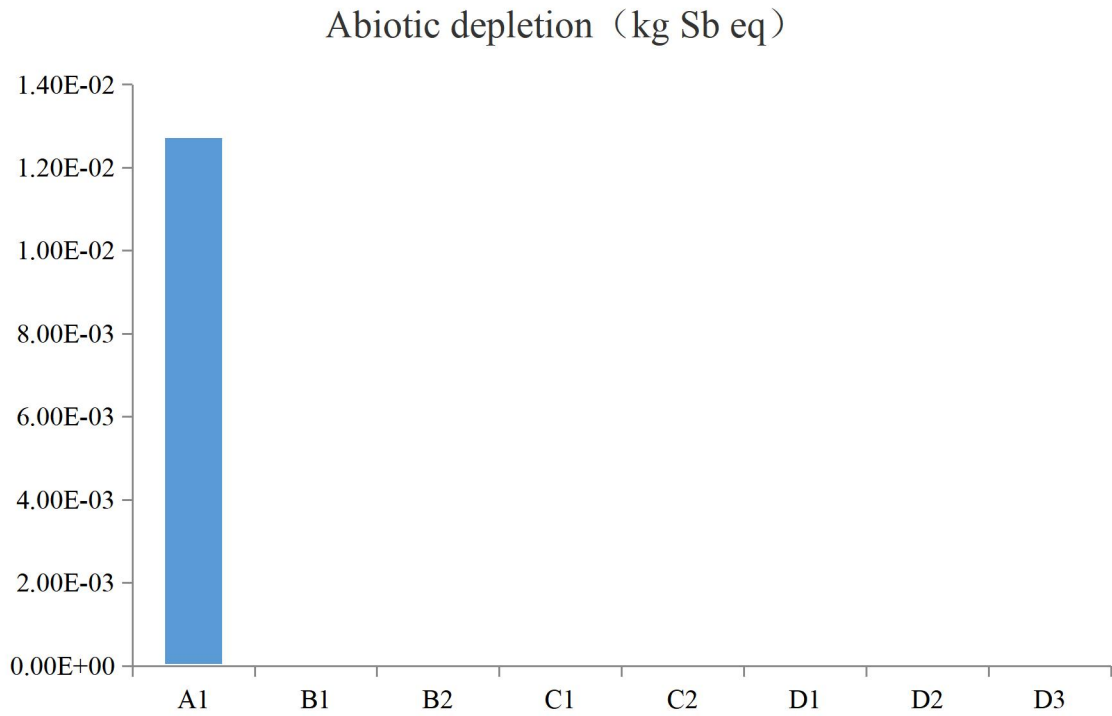


图 3-3 长排警示灯生命周期各单元过程 ADPE 贡献分析图

(2) 非生物资源消耗（化石燃料）（ADPF）

在 ADPF 中，原材料生产阶段（A1）带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 98.56%，主要来源于转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

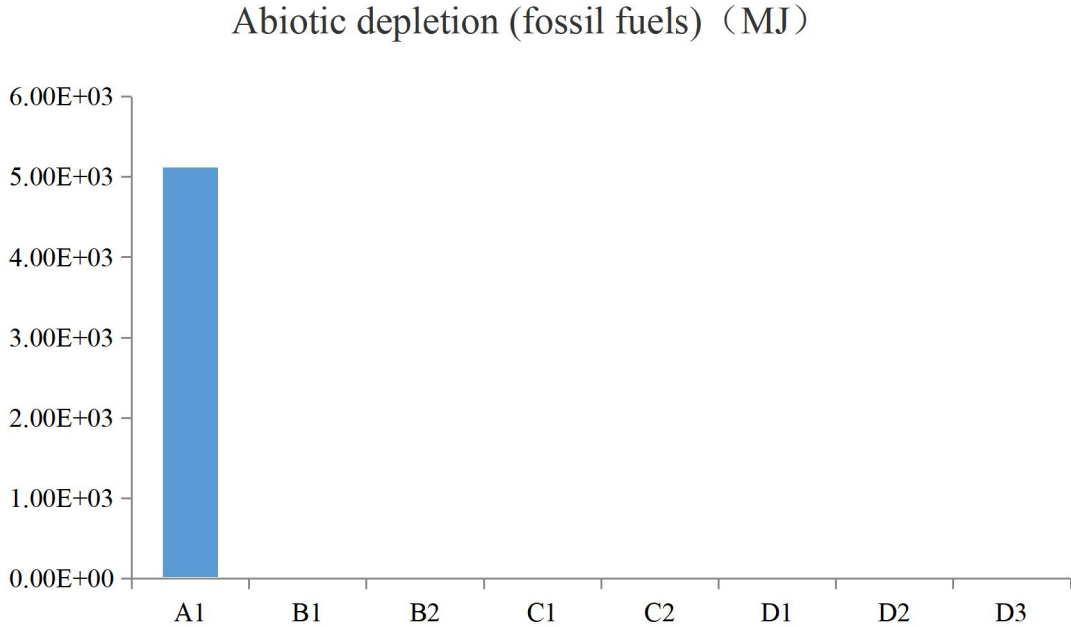


图 3-4 长排警示灯生命周期各单元过程 ADPF 贡献分析图

(3) 全球变暖 (GWP)

在 GWP 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 98.92%，主要来源于转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

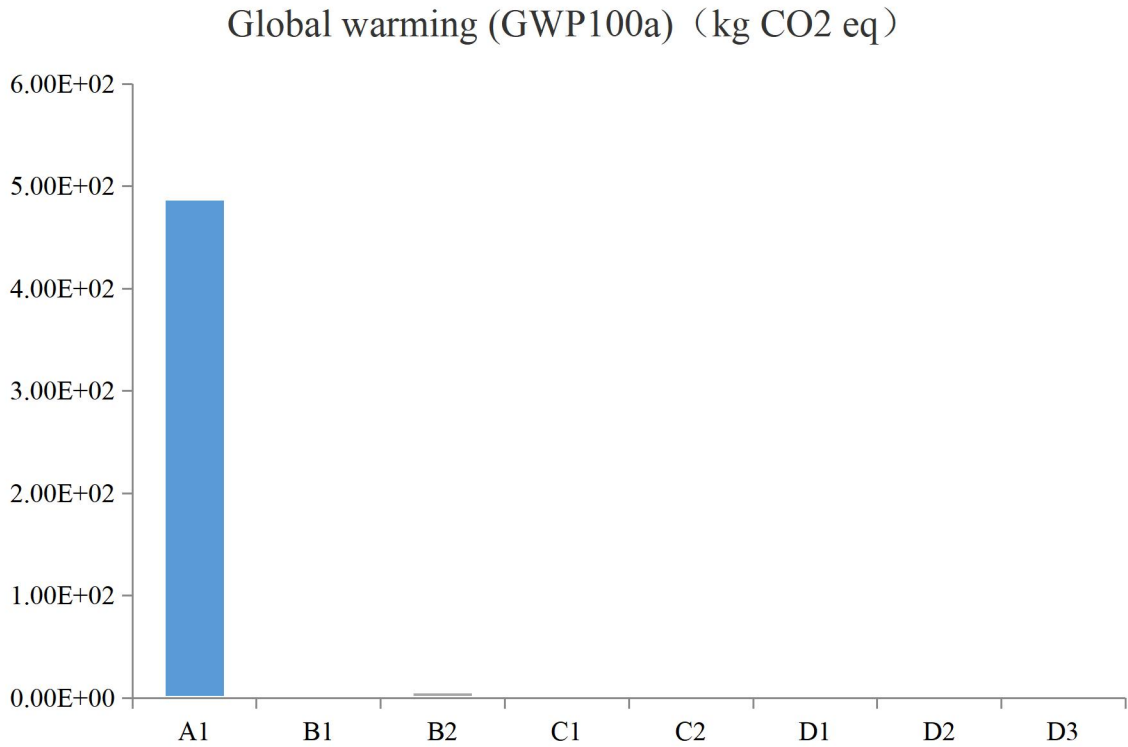


图 3-5 长排警示灯生命周期各单元过程 GWP 贡献分析图

(4) 臭氧层损耗 (ODP)

在 ODP 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 98.49%，主要来源于转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

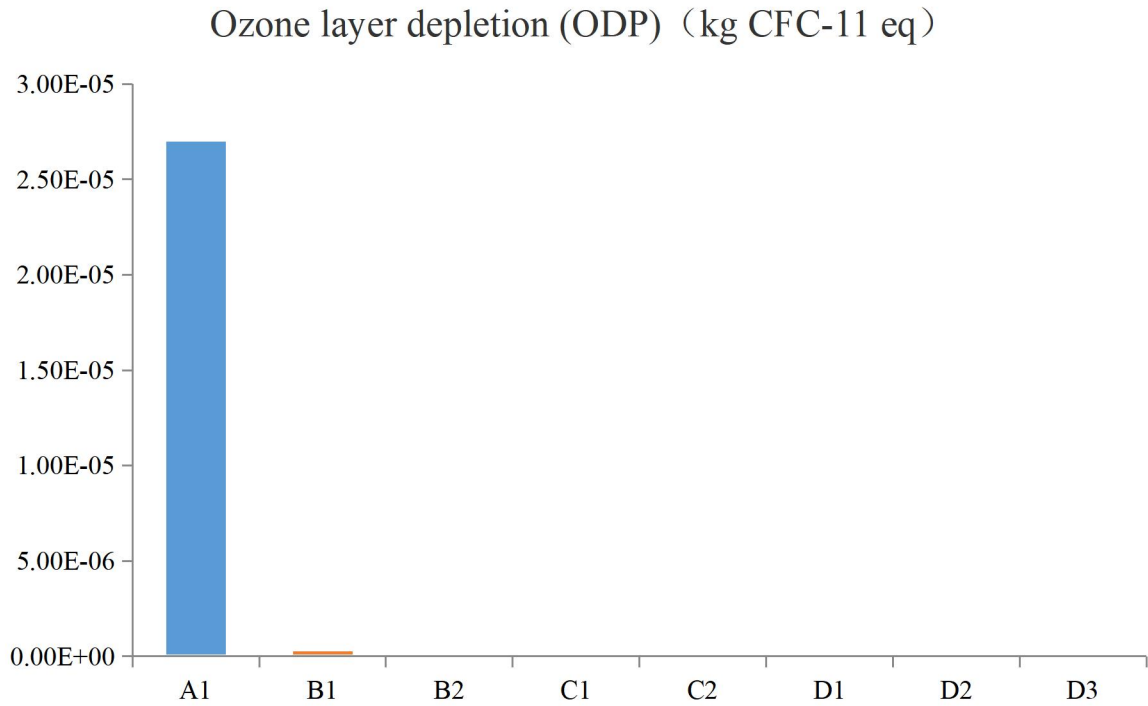


图 3-6 长排警示灯生命周期各单元过程 ODP 贡献分析图

(5) 人体毒性 (HT)

在 HT 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 99.29%，主要来源于转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

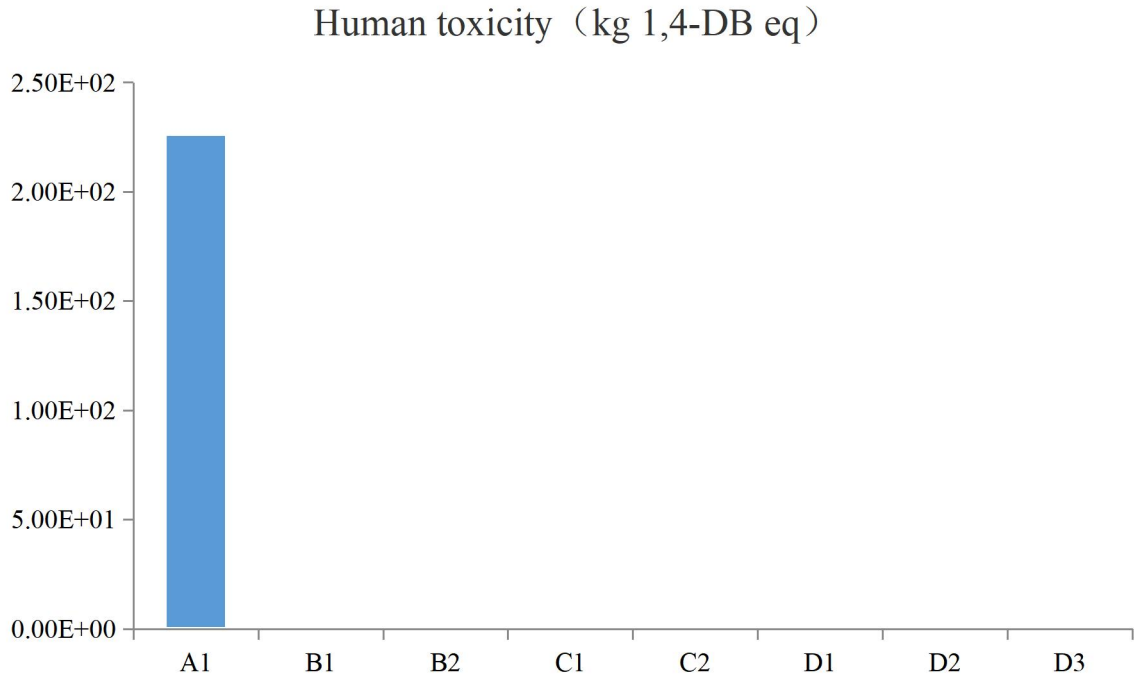


图 3-10 长排警示灯生命周期各单元过程 HT 贡献分析图

(6) 淡水水生生态毒性 (FWAE)

在 FWAE 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 99.15%，主要来源于扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

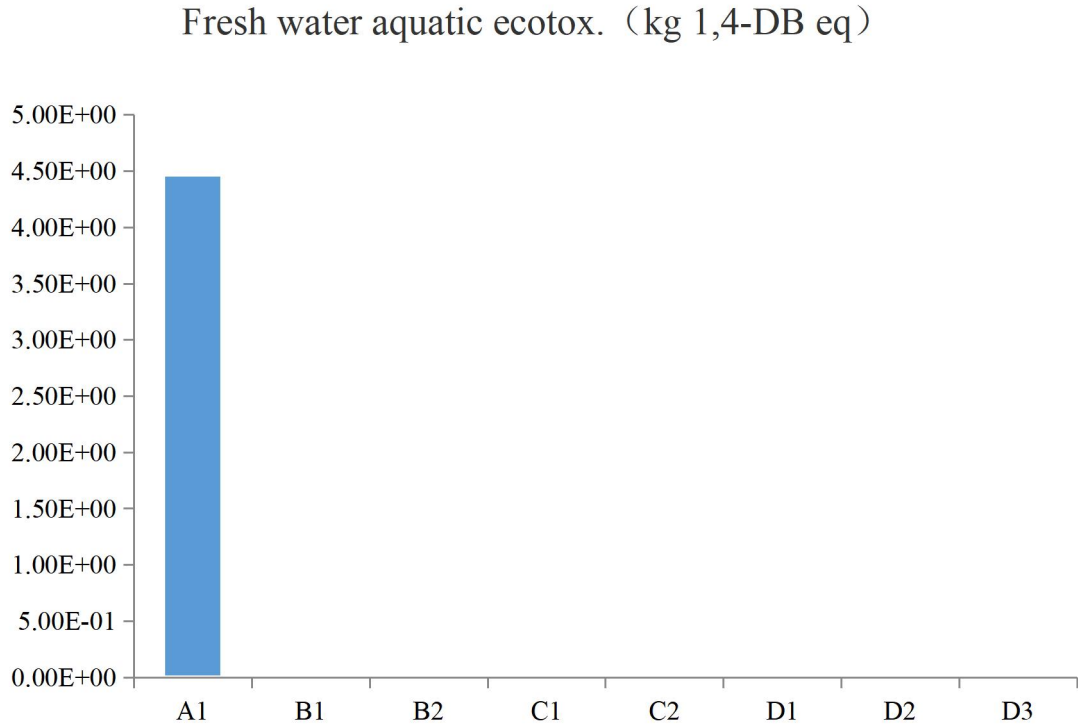


图 3-11 长排警示灯生命周期各单元过程 FWAE 贡献分析图

(7) 海洋水生生态毒性 (MAE)

在 MAE 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 99.44%，主要来源于转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

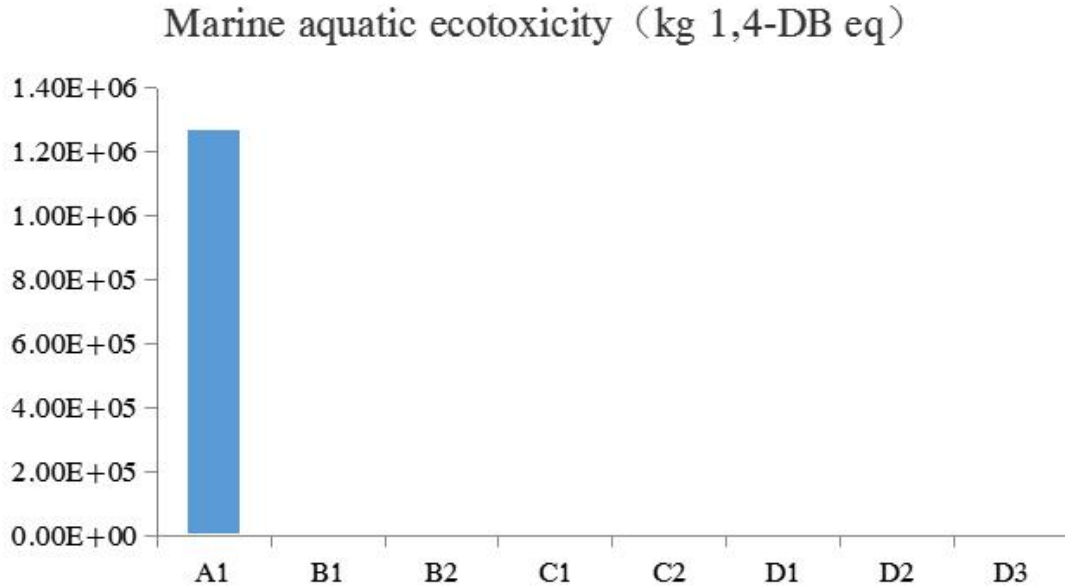


图 3-12 长排警示灯生命周期各单元过程 MAE 贡献分析图

(8) 陆地生态毒性 (TE)

在 TE 中, 原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大, 其贡献占生命周期全过程的 97.94%, 主要来源于扬声器部件、警报器、转向灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

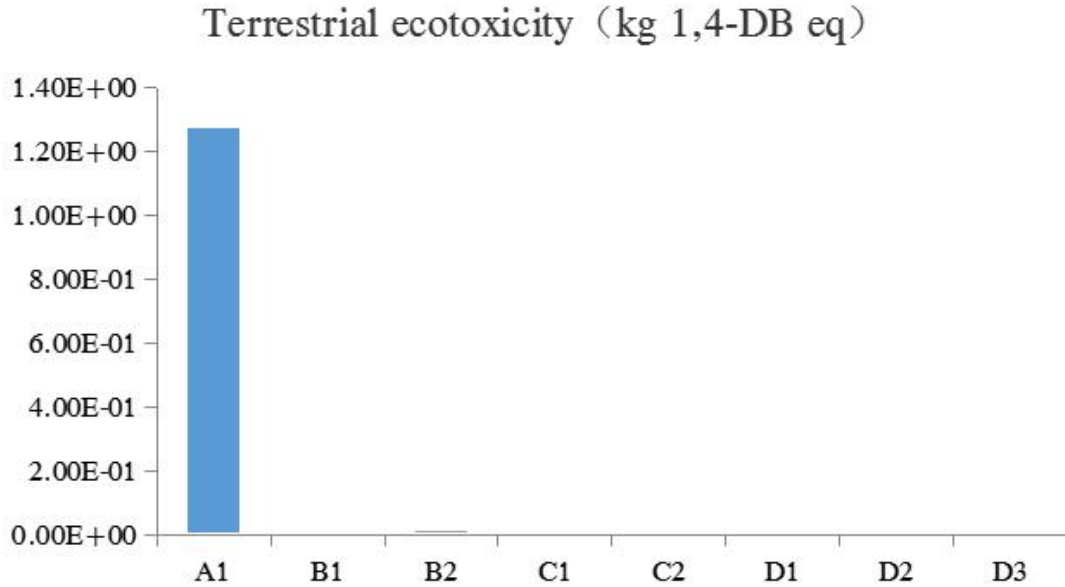


图 3-13 长排警示灯生命周期各单元过程 TE 贡献分析图

(9) 光化学臭氧合成 (POCP)

在 POCP 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 98.38%，主要来源于转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

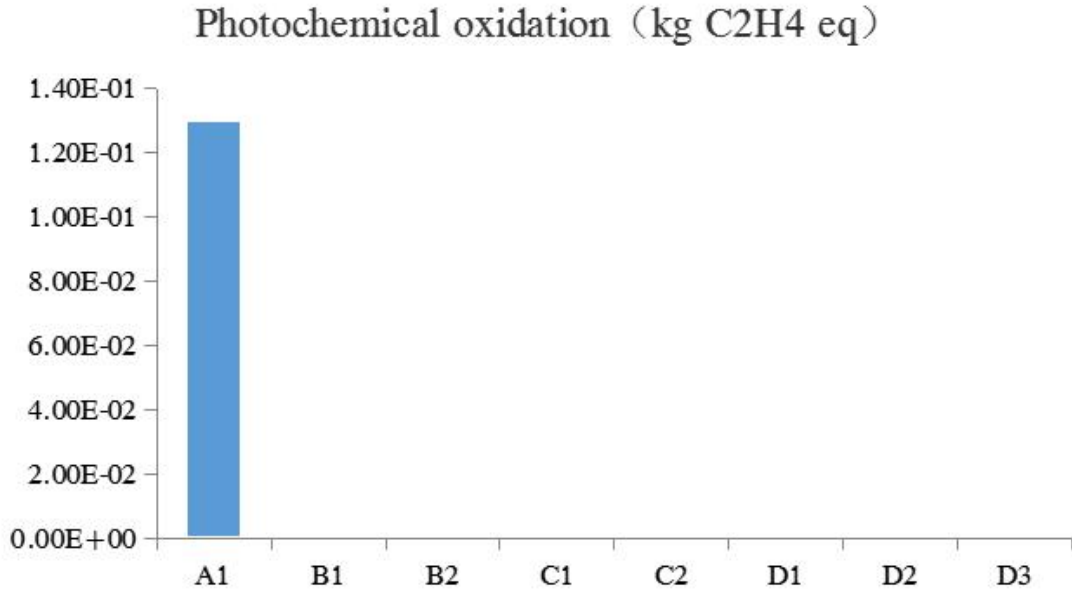


图 3-7 长排警示灯生命周期各单元过程 POCP 贡献分析图

(10) 酸化 (AP)

在 AP 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 98.36%，主要来源于转灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

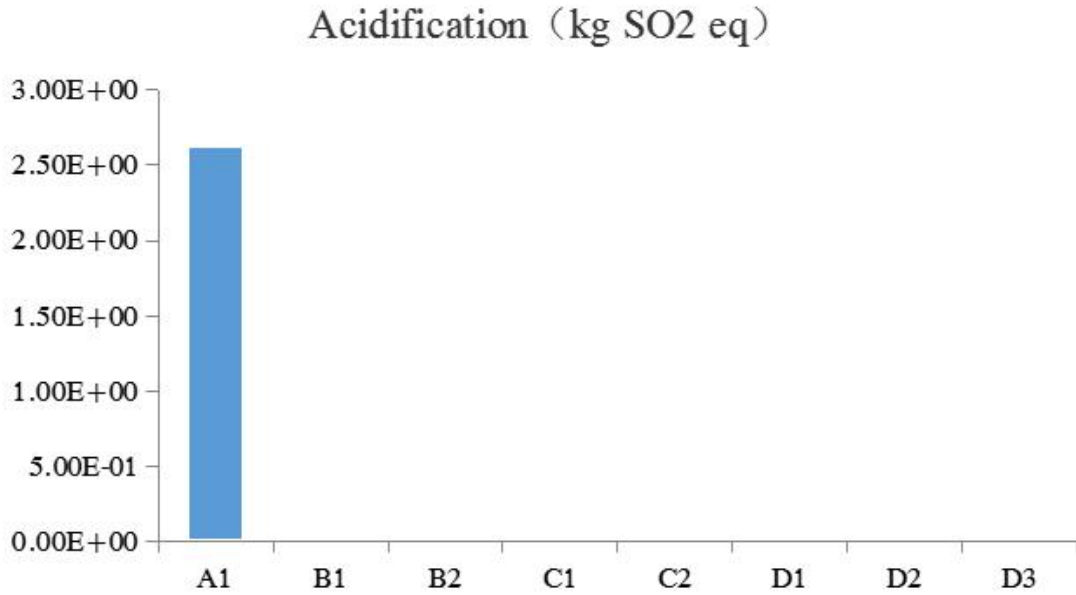


图 3-8 长排警示灯生命周期各单元过程 AP 贡献分析图

(11) 富营养化 (EP)

在 EP 中，原材料生产阶段 (A1) 带来的环境影响最大，其贡献占生命周期全过程的 99.30%，主要来源于扬声器部件、警报器、转向灯部件和巷灯组合部件带来的资源环境影响。

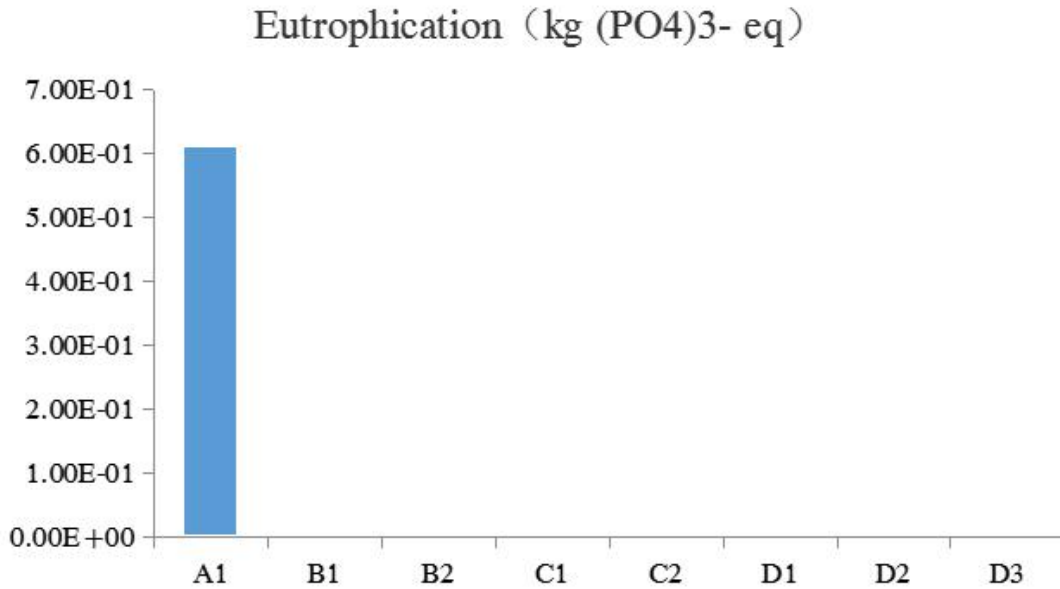


图 3-9 长排警示灯生命周期各单元过程 EP 贡献分析图

四、评价结果解释

4.1 研究结论

本报告的系统边界为长排警示灯“摇篮到大门”过程，主要包括原材料生产阶段、产品生产阶段，其中，长排警示灯的原材料运输环节属于产品生产阶段。

4.1.1 长排警示灯原材料生产阶段

长排警示灯原材料生产阶段主要指产品的原辅材料、原辅材料的获取、生产和加工过程。原材料生产阶段对 11 种环境影响类型的贡献均较明显，贡献占比达到 97% 以上。其资源环境影响，主要来源于扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件等零部件的上游资源环境影响。一方面是因为扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件这几种电子零部件产品，在生产加工过程中会产生较大的资源环境影响；另一方面是因为扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件等零部件在产品中的质量占比较大。

4.1.2 长排警示灯产品生产阶段

长排警示灯产品生产阶段主要包括原材料运输环节和产品生产环节，产品生产环节的资源环境影响主要来源于生产过程中的电力消耗。产品生产阶段在产品生命周期中的贡献占比低于 2.5%。

此外，原材料运输过程的陆路运输，由于运输距离较小，整体的环境影响也较小，可忽略不计。

4.1.3 总结

本报告采集了长排警示灯的原材料生产阶段、产品生产阶段的资源能源消耗和环境排放的数据，依托 LCA 软件工具和背景数据库，分析测算了长排警示灯生命周期的 11 种环境影响类型评价结果。研究主要结论如下：

(1) 在所有影响类型中，原材料生产阶段 (A1) 资源环境影响最为显著，主要来源于脚架、灯罩等原辅材料的上游资源环境影响。

(2) 其次是产品生产环节 (B2) 带来的，主要来源于产品使用过程的电力消耗，但整体贡献较小。

(3) 长排警示灯的原材料运输环节 (B1) 的环境影响均较小，可忽略不计。

4.2 假设和限制条件

本分析评价过程中存在以下假设与局限性：

(1) 长排警示灯生产阶段的清单数据，主要以产品 BOM 清单为依据，部分原辅材料由非均质的复合材料组成，通过假设该部分原辅材料为均质材料进行背景数据的选择。

(2) 对长排警示灯的原材料运输的距离进行了假设。

(3) 公司生产的产品除了长排警示灯 TBD 系列之外，还有其他系列产品，因此长排警示灯的电力消耗、自来水消耗和废水排放数量是根据公司整体的产品产量比例进行换算得到。

(4) 生产过程涉及少量的焊接，使用无铅焊料，由于分摊到功能单位产品中消耗的焊料等辅料数量较小，按取舍原则可忽略不计。

五、改进建议

通过对长排警示灯产品生命周期各个阶段的资源环境影响分析，从降低产品全生命周期环境影响的角度出发，提出以下改进建议：

（1）原料管控及替代方面

在长排警示灯生命周期中，原材料生产阶段对环境的影响最明显，特别是扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件，是构成产品的重要部件，但是其生产制造对资源环境的影响较大。长排警示灯生产企业应积极创建绿色供应链，加强对扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件等零部件供应商的评价管理，增加对原料采购的绿色环保要求。以供应链为路径，向上游企业推广产品生命周期评价和绿色设计的理念，最终实现长排警示灯产品供应链的整体绿色水平提升。

（2）产品轻量化方面

产品原辅材料中，扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件等对产品全生命周期的贡献最为明显，一方面是因为扬声器部件、警报器、转灯部件和巷灯组合部件这几种工业产品，在生产加工过程中会产生较大的资源环境影响；另一方面是因为上述零部件在产品中的质量占比较大。

公司应通过产品的轻量化设计，减少产品的净重及毛重，可有效降低原材料生产阶段、各运输环节的资源环境影响。

(3) 生产节能方面

长排警示灯的产品生产阶段对环境的影响主要来源于电力的消耗。公司应持续开展节能规划和能源审计等工作，加强用能设备的管理，使用高效节能装备，以进一步减少生产过程的能源消耗。