

中天科技海缆股份有限公司
光纤复合海底电缆产品
生命周期评价报告

中天科技海缆股份有限公司

二〇二五年十月

目 录

1.	研究目的	1
1.1.	研究背景	1
1.2.	目的和目标读者	1
1.3.	方法学	2
1.4.	限制	2
2.	研究范围	2
2.1.	功能单位	2
2.2.	系统边界	2
2.3.	影响类型、类型参数和方法	4
2.4.	分配原则	5
3.	生命周期清单分析	5
3.1.	数据质量要求	5
3.2.	数据完整性和数据源	6
4.	生命周期影响评价及解释	8
4.1.	全球变暖潜势	9
4.2.	酸化潜势	9
4.3.	富营养化潜势	10
4.4.	非生物耗竭（化石燃料）	10
4.5.	非生物耗竭（矿物元素）	11
4.6.	臭氧层耗竭潜势	12
4.7.	光化学臭氧形成潜势	13
4.8.	淡水水生生态毒性	13
4.9.	海洋水生生态毒性	14
4.10.	陆地生态毒性	15
4.11.	人类毒性	16
5.	不确定性说明	16
6.	结论和建议	16
6.1.	结论	16
6.2.	建议	17
7.	附录	18
A.	影响类型说明	18

B.术语和定义	19
C.参考标准	20
D.次级数据	20

1. 研究目的

1.1. 研究背景

近些年来，随着可持续发展的不断深入，越来越多的组织愿意选择相对绿色的产品以减少对环境的负荷。政府、企业和利益相关者更是纷纷采取措施，积极降低产品的潜在环境影响，如政府通过立法、建立机制，企业采用优秀的环境标准或规范等。产品生命周期评价作为一种向社会展示产品的环境特性及表现的非常好的方式，已成为国际上认定绿色产品或生态产品的主要方法，它不仅可以帮助企业持续不断地改善产品的环境特性，指出减少产品环境负荷和潜在环境影响的方向和途径，支持企业内部的采购选择，提高产品的成本效益，从而实现循环经济和清洁生产的目标，而且可以满足来自政府、客户和消费者的要求，以生命周期的方法和生态工具来评估整个产品包括材料的潜在环境影响，助以创造“绿色”产品系列。

中天科技海缆股份有限公司致力于以统一的评价标准来评选出更绿色环保的产品，以促使企业减少其产品对环境的影响。为此，特对 HYJQF41-F 127/230kV 3×630+ 2×50G.652D 光纤复合海底电缆产品进行摇篮到大门的生命周期评价。



图 1-1：产品外观图片

1.2. 目的和目标读者

本次研究有专门的地理范围针对性，根据收集的数据和文献参考，获得 HYJQF41-F 127/230kV 3×630+ 2×50G.652D 光纤复合海底电缆产品潜在环境影响的明确信息，旨在从环境影响角度审查该产品系统，掌握该产品生命周期环境指标及其在各阶段的分布，找出潜在的改善空间和努力方向，并且结合本次研究结果在将来建立一个 HYJQF41-F 127/230kV 3×630+ 2×50G.652D 光纤复合海底电缆产品的生命周期评价技术规范，为绿色产品的评价提供细致的支撑平台，为企业乃至行业的环境决策提供科学依据。详细的分析在以下的章节中进行描述。本次研究的目标读者包括中天科技海缆股份有限公司及其指定的人员。

1.3. 方法学

本研究使用生命周期评价（Life Cycle Assessment，英文缩写为 LCA，以下简称“LCA”）来评价 HYJQF41-F 127/230kV 3×630+ 2×50G.652D 光纤复合海底电缆产品摇篮到大门生命周期阶段的潜在环境影响。评价依据 ISO14040 和 ISO14044（见章节 7.附录——C 参考）的标准方法要求和原则。

1.4. 限制

生命周期影响评价仅涉及在评价目的和范围内所识别的那些环境问题，因此，它并不是对所研究的产品系统中所有环境问题的完整评价。产品的 LCA 仍是一个有待持续发展的领域，就现在全球的 LCA 水平而言，在清单数据和具体的潜在环境影响之间建立一致的、准确的联系过程中，尚不存在普遍接受的方法。各种影响类型的模型目前还处在不同的发展阶段。

2. 研究范围

2.1. 功能单位

产品名称	光纤复合海底电缆
声明单位	1km 230KV 光纤复合海底电缆产品（型号：HYJQF41-F 127/230kV 3×630+ 2×50G.652D）
产品描述	光纤复合海底电缆产品主要用于提供海缆系统解决方案
数据收集	2023 年 11 月 1 日-2024 年 8 月 31 日

2.2. 系统边界

本次研究的产品由位于以下地址的公司（工厂）制造：

公司名称	中天科技海缆股份有限公司
制造地址	中华人民共和国江苏省南通市经济技术开发区新开南路 1 号

系统边界包括了从摇篮到大门的整个生命周期阶段：

生命周期	过程
原材料获取与加工阶段	这一阶段包括组成产品的材料、制造过程所需的消耗、以及及产品包装材料的获取，涵盖了从原材料的开采或提炼、开发、提取、预处理等每个阶段产生的环境影响。
产品生产阶段	这一阶段包括所有产品生产和/或加工过程，产品在生产现场的运输，废弃物的运输和处置。

流程图如下：

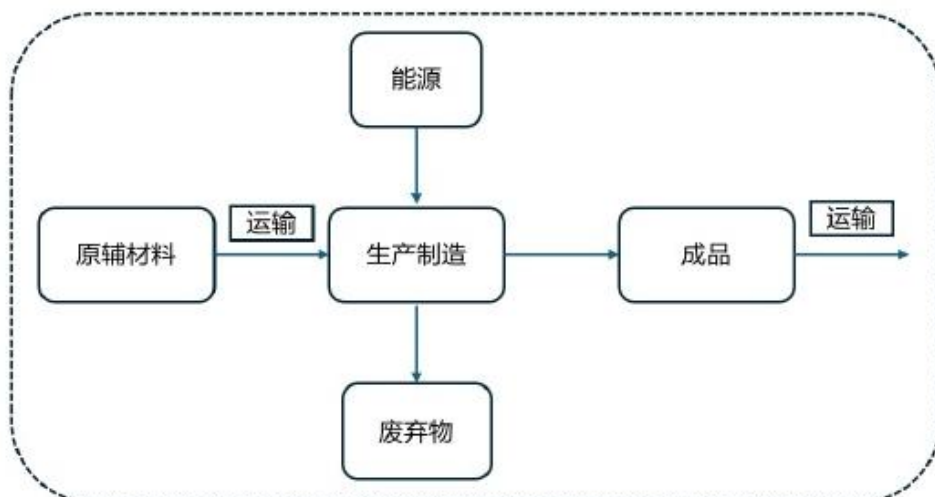


图 2-1：产品生命周期系统边界过程流程图

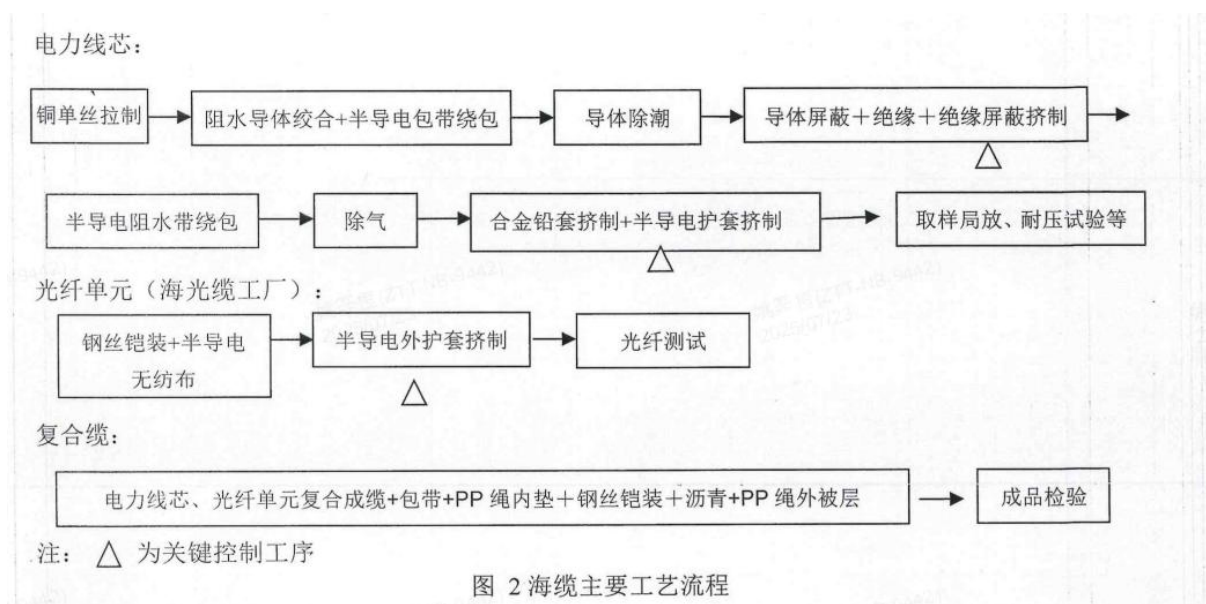


图 2 海缆主要工艺流程

图 2-2：生产工艺流程图

2.2.1. 实质性、取舍和优先序

以下数据由于其产生的环境影响在产品中的占比通常都非常小，属于非实质性的贡献，因此不包括在本次计算范围内：

- 普通物料重量<1%产品重量时，以及含稀贵（如金、银、铂、钯等）或高纯成分（如纯度高于 99.99%）的物料重量<0.1%产品重量时，可截断该物料的上游生产数据，总共截断的物料重量不超过 5%产品重量；
- 道路与厂房等基础设施、生产设备的消耗和排放，可截断；
- 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可截断其上游生产数据；
- 危险废弃物数据量较小，且在产品生产月份未产生危险废弃物，故此部分舍弃。

除此以外，本次计算除了排除和假设中所列，考虑系统边界范围包括的所有贡献，不涉及优先序。

2.2.2. 排除和假设

a. 以下消耗和影响被排除、不在计算范围内：

- ；

b. 本次评价运用了以下假设：

生命周期阶段	包含过程阶段	假设
上游阶段： 原材料获取	所有原材料及消耗品的上游生产以及上游运输过程，包括： ● 原材料制造 ● 生产辅料制造 ● 包装材料制造 ● 原材料从供应商至中天科技海缆股份有限公司的运输过程 ● 包装材料运输	● 原材料信息按照中天科技海缆股份有限公司提供；产品中所需的原材料用量依照中天科技海缆股份有限公司所提供的数据； ● 原材料包装所需用量依照中天科技海缆股份有限公司所提供的数据； ● 产品自身所需的包装材料，产品包装所需用量依照中天科技海缆股份有限公司所提供的数据； ● 原材料运输过程国内部分运输地点及卡车类型依照中天科技海缆股份有限公司所提供的数据，缺省部分通过百度地图搜索距离。
工厂制造： 产品制造阶段	生产阶段的能源投入、废弃物委外处理，包括： ● 电力消耗（电网电、光伏电）、柴油燃烧、蒸汽、水 ● 固废处理、废弃物运输	● 制造阶段单位产品的能源、资源消耗相同；

2.3. 影响类型、类型参数和方法

本次生命周期评价主要包含了两个部分的工作：第一步：生命周期清单的建立，第二步：生命周期影响评价。

生命周期清单（Life Cycle Inventory，简称 LCI）呈现了产品生命周期过程中众多环境负荷因子的结果，如水的消耗量、二氧化碳的排放量等，但清单并不能将这些环境负荷直接用来解释产品的环境问题及其危害性。生命周期影响评价（Life cycle impact assessment，简称 LCIA）根据清单提供的信息，对所识别出的众多环境负荷因子，进行综合性的评价，利用特定的指标将清单数据转换成一组环境影响，从而为后一步生命周期解释工作提供信息，如清单中水的消耗量反映了资源消耗问题，二氧化碳反映了气候变化问题等。

本研究所用的指标/影响类型的 LCIA 方法为 CML-IA baseline V3.11 / World 2000，具体见下表所列（对每个影响类型的说明包括在章节..附录——A 影响类别说明中）

表 2-3：CML-IA baseline V3.11 / World 2000 生命周期影响评价类型

影响类型		单位
Climate change	气候变化	kg CO ₂ eq
Acidification	酸化	kg SO ₂ eq
Eutrophication	富营养化	kg PO ₄ eq

Abiotic depletion (fossil fuels)	非生物耗竭（化石燃料）	MJ
Abiotic depletion	非生物耗竭（矿物元素）	kg Sb eq
Ozone layer depletion (ODP)	臭氧层耗竭（ODP）	kg CFC-11 eq
Photochemical oxidation	光化学氧化	kg C ₂ H ₄ eq
Fresh water aquatic ecotox.	淡水水生生态毒性	kg 1,4-DB eq
Marine aquatic ecotoxicity	海洋水生生态毒性	kg 1,4-DB eq
Terrestrial ecotoxicity	陆地生态毒性	kg 1,4-DB eq
Human toxicity	人类毒性	kg 1,4-DB eq

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化的指标是以 CO₂ 为基准物质，其他各种温室气体按温室效应的强弱都有各自的 CO₂ 当量因子，因此产品生命周期的各种温室气体排放量可以各自乘以当量因子，累加得到气候变化指标总量，其单位为 kgCO₂eq。具体见 7 附录 a

2.4. 分配原则

生产主体在本报告所覆盖生产时间范围内同时生产多种产品，所以需要对能源消耗量、废弃物产出数据实施分配。本报告采用的分配原则、计算过程和分配比例如下所示。

表 2-4：数据分配信息表

过程	分配程序	分配原则	分配原则/计算过程
原辅材料	避免分配	/	/
原辅材料运输	避免分配	/	/
生产过程能耗	共生产品间的分配	根据产品工时分配	根据产品工时分配
生产过程废弃物	共生产品间的分配	根据产品工时分配	根据产品工时分配

3. 生命周期清单分析

3.1. 数据质量要求

整个计算尽可能以初级数据为主要基础，次级数据根据生命周期数据库或文献而获得，其中能源消耗具体以地理为准，即参考本地数据。

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。对于模型中的消耗与排放清单数据，从清单数据来源与算法、时间代表性、地理代表性以及技术代表性等四个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。

数据质量要求见以下表格：

参数	描述	要求
----	----	----

时间代表性	应优先考虑数据的年份和收集数据的最短时间期限，以及针对具体被评价产品的时间数据	初级数据反映 2023 年 11 月 1 日-2024 年 8 月 31 日这 10 个月的情况。而次级数据涵盖相对广泛的时期，所使用的一般在 10 年内
地理代表性	应优先考虑收集数据所在的地理区域（如城市、省、国家、地域），以及针对具有地理特性的产品的具体数据	电力和生产数据为中国情况的数据，而其它次级数据则主要采用特定制程的平均技术水平
技术代表性	应优先考虑数据是否针对具体某项技术或一套混合技术，以及针对产品的具体技术数据	次级数据主要采用全球平均技术水平
数据算法（计算的准确性、精确性、完整性、一致性、再现性）	应优先考虑最准确的数据；优先考虑每一种数据表示值的变率（如方差）范围以及更精确（即具有最低统计方差）的数据；优先考虑占所测量数据的百分比以及数据的代表性程度（如允许独立的从业方重复报告的结果采样范围，测量的周期性，诸如此类）；在分析的各个部分中应考虑是否以统一的方式开展了数据选择；有关方法和数据值的信息应在最大程度上允许独立从业方重复报告的结果	允许独立的从业方重复报告的结果

3.2. 数据完整性和数据源

生命周期清单主要依靠原始数据（初级数据）去完成，必要时次级数据亦会被使用。初级数据主要基于企业生产数据，而次级数据来源则从联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, 英文缩写为 IPCC)、权威的生命周期清单数据库 Ecoinvent 3.11、公开的报告或文献中获得。

收集以下情况的初级数据：

- 构成产品的所有原材料在产品上的用量；
- 用于原材料的包装材料的种类及用量；
- 用于最终产品的包装材料的种类及用量；
- 原材料从供应商到中天科技海缆股份有限公司的运输；
- 产品制造过程中，消耗品的种类及消耗量；
- 产品制造过程中，能源资源的消耗量；
- 产品的产量；
- 产品制造产生的废弃物的产生情况

收集以下情况的次级数据：

- 原材料制造的环境影响；
- 包装材料制造的环境影响；
- 运输的环境影响；
- 能源消耗的环境影响；
- 废弃物处理的环境影响

具体原始数据如下：（无辅材、产品不需要任何包装）

主要活动	名称	用量	单位
原辅料获取阶段	铜杆	17293.43	kg/km
	止水带	94.53	kg/km
	绑扎带	118.81	kg/km
	屏蔽料（内+外）	1646.51	kg/km

	绝缘料	12782.61	kg/km
	止水带	434.17	kg/km
	铅	23259.50	kg/km
	护套料	2504.70	kg/km
	光单元	2.03	kg/km
	镀锌高碳园钢丝	220.48	kg/km
	无纺布	6.02	kg/km
	止水缆膏	10.03	kg/km
	高密度 PE 护套料	178.15	kg/km
	填充条	4991.10	kg/km
	涂胶布带	150.94	kg/km
	钢丝	20450.65	kg/km
	沥青	1617.27	kg/km
	PP 绳	2681.75	kg/km
	无纺布	103.30	kg/km
原辅料运输阶段 (公路)	铜杆	8.646712508	t • km
	止水带	93.87078224	t • km
	绑扎带	13.66340098	t • km
	屏蔽料（内+外）	332.5959777	t • km
	绝缘料	2582.086957	t • km
	止水带	692.0735084	t • km
	铅	1628.165029	t • km
	护套料	300.5640916	t • km
	光单元	0.15834	t • km
	镀锌高碳园钢丝	17.19744	t • km
	无纺布	0.46956	t • km
	止水缆膏	0.78234	t • km
	高密度 PE 护套料	13.8957	t • km
	填充条	2131.1997	t • km
	涂胶布带	36.40713177	t • km
	钢丝	112.478575	t • km
	沥青	1132.089	t • km
	PP 绳	429.0796239	t • km
	无纺布	102.5720327	t • km
原辅料运输阶段 (海运)	屏蔽料（内+外）	33796.36158	t • km
	绝缘料	138461.2174	t • km

产品生产阶段	国网电力	20343.86	kWh/km
	光伏电力	2483.59	kWh/km
	柴油	13.77	kg/km
	汽油(公务车汽油用量不纳入核算)	8.26	kg/km
	蒸汽	114.42	GJ/km
	自来水	5.08	t/km
废弃阶段	一般固废处理	1092.95	kg/km
	一般固废运输	76.51	t • km
产品运输阶段	产品运输	1109330.431	t • km

4. 生命周期影响评价及解释

基于清单、假设和参数上的建模计算，表 4-1 显示了选定的环境影响指标的结果。

表 4-1: 1km 230KV 光纤复合海底电缆产品（型号：HYJQF41-F 127/230kV 3×630+ 2×50G.652D）的潜在环境影响（摇篮到大门阶段）

影响类型		环境影响值	单位
Global warming (GWP100a)	全球变暖潜势	3.26E+05	kg CO ₂ eq
Acidification	酸化潜势	1.00E+04	kg SO ₂ eq
Eutrophication	富营养化潜势	3.07E+03	kg PO ₄ eq
Abiotic depletion (fossil fuels)	非生物耗竭（矿物元素）	4.78E+06	MJ
Abiotic depletion	非生物耗竭（矿物元素）	1.62E+02	kg Sb eq
Ozone layer depletion (ODP)	臭氧层耗竭潜势	1.18E-02	kg CFC-11 eq
Photochemical oxidation	光化学臭氧形成潜势	4.14E+02	kg C ₂ H ₄ eq
Fresh water aquatic ecotox.	淡水水生生态毒性	5.33E+06	kg 1,4-DB eq
Marine aquatic ecotoxicity	海洋水生生态毒性	6.18E+09	kg 1,4-DB eq
Terrestrial ecotoxicity	陆地生态毒性	3.32E+04	kg 1,4-DB eq
Human toxicity	人类毒性	1.23E+07	kg 1,4-DB eq

4. 1. 全球变暖潜势

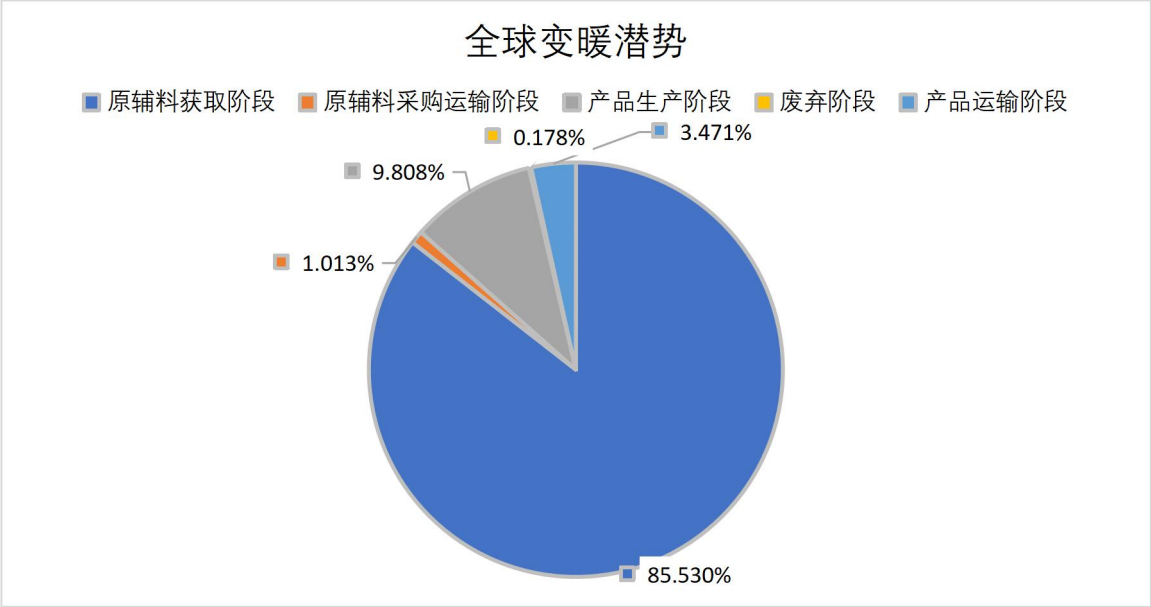


图 4-1 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的全球变暖潜势的贡献分布：

全球变暖潜势		
阶段	单位（kg CO ₂ eq）	百分比
原辅料获取阶段	2.79E+05	85.530%
原辅料采购运输阶段	3.30E+03	1.013%
产品生产阶段	3.19E+04	9.808%
废弃阶段	5.79E+02	0.178%
产品运输阶段	1.13E+04	3.471%
摇篮到大门	3.26E+05	100.000%

注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4. 2. 酸化潜势

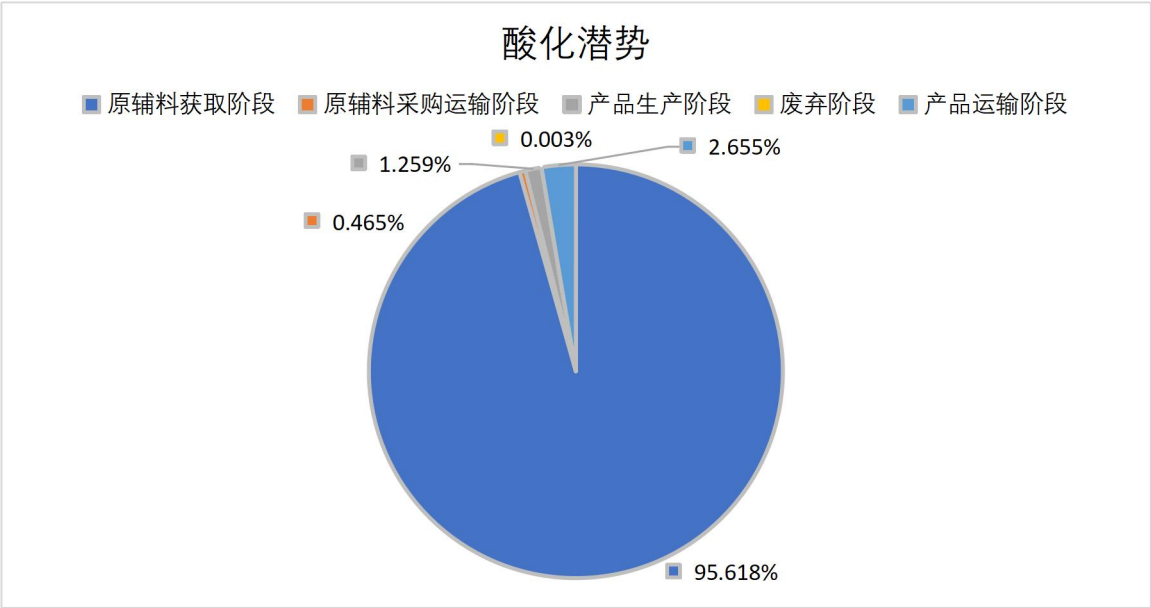


图 4-2 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的酸化潜势的贡献分布：

酸化潜势		
阶段	单位 (kg SO ₂ eq)	百分比
原辅料获取阶段	9.59E+03	95.618%
原辅料采购运输阶段	4.66E+01	0.465%
产品生产阶段	1.26E+02	1.259%
废弃阶段	2.83E-01	0.003%
产品运输阶段	2.66E+02	2.655%
摇篮到大门	1.00E+04	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4.3. 富营养化潜势

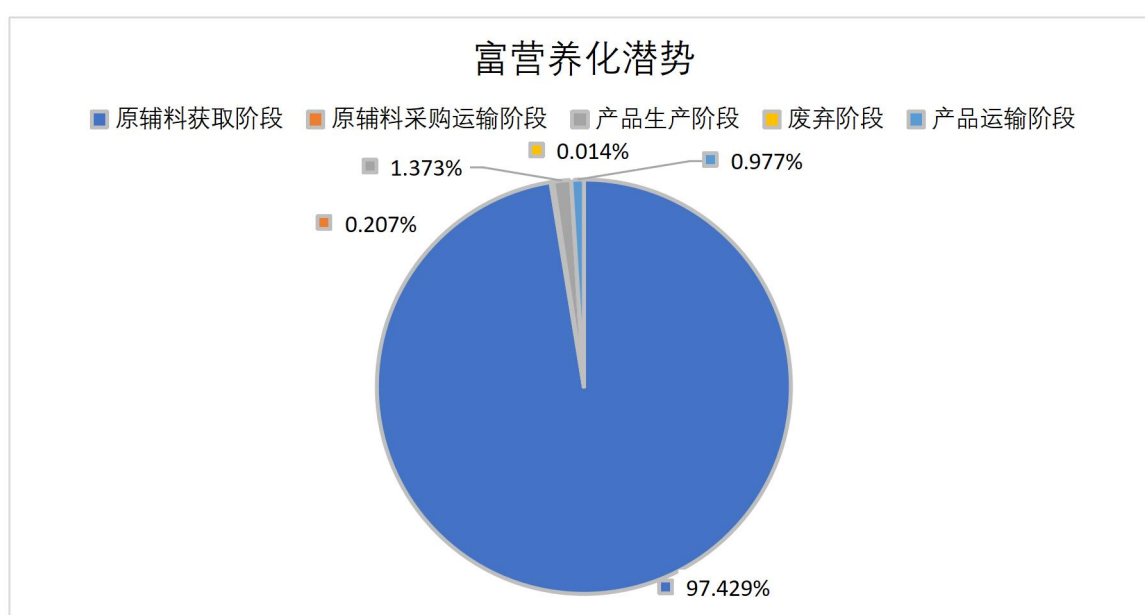


图 4-3 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的富营养化潜势贡献分布：

富营养化潜势		
阶段	单位 (kg PO ₄ eq)	百分比
原辅料获取阶段	2.99E+03	97.429%
原辅料采购运输阶段	6.34E+00	0.207%
产品生产阶段	4.22E+01	1.373%
废弃阶段	4.44E-01	0.014%
产品运输阶段	3.00E+01	0.977%
摇篮到大门	3.07E+03	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4.4. 非生物耗竭（化石燃料）

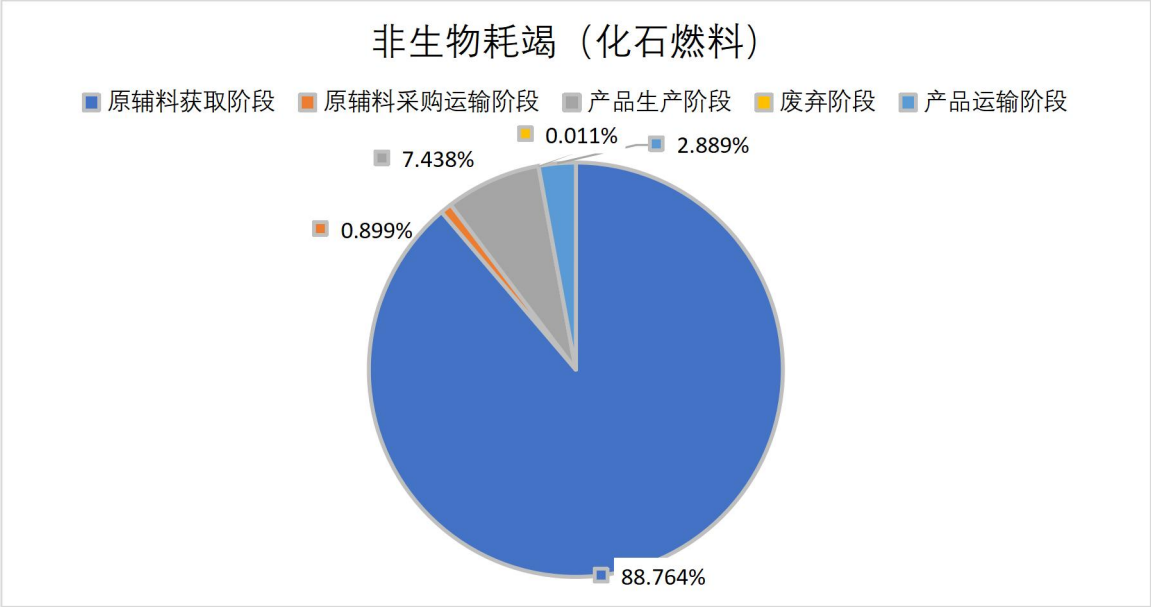


图 4-4 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的非生物耗竭（化石燃料）贡献分布：

非生物耗竭（化石燃料）		
阶段	单位（MJ）	百分比
原辅料获取阶段	4.24E+06	88.764%
原辅料采购运输阶段	4.29E+04	0.899%
产品生产阶段	3.56E+05	7.438%
废弃阶段	5.26E+02	0.011%
产品运输阶段	1.38E+05	2.889%
摇篮到大门	4.78E+06	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4. 5. 非生物耗竭（矿物元素）

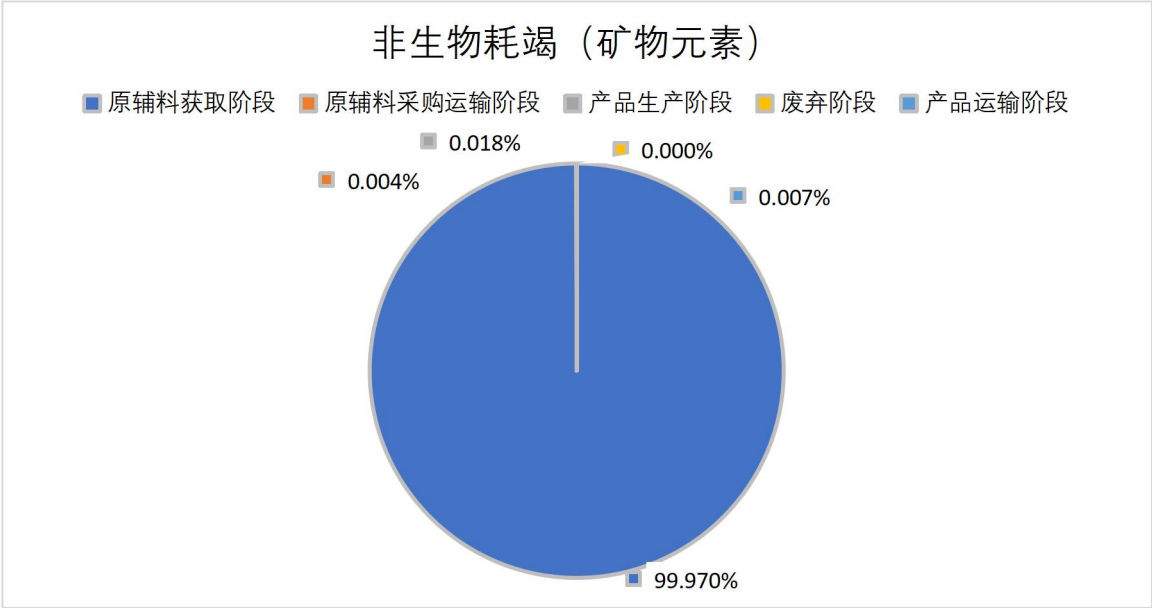


图 4-5 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的非生物耗竭（矿物元素）贡献分布：

非生物耗竭（矿物元素）		
阶段	单位（kg Sb eq）	百分比
原辅料获取阶段	1.62E+02	99.970%
原辅料采购运输阶段	6.73E-03	0.004%
产品生产阶段	2.99E-02	0.018%
废弃阶段	1.22E-04	0.000%
产品运输阶段	1.14E-02	0.007%
摇篮到大门	1.62E+02	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4.6. 臭氧层耗竭潜势

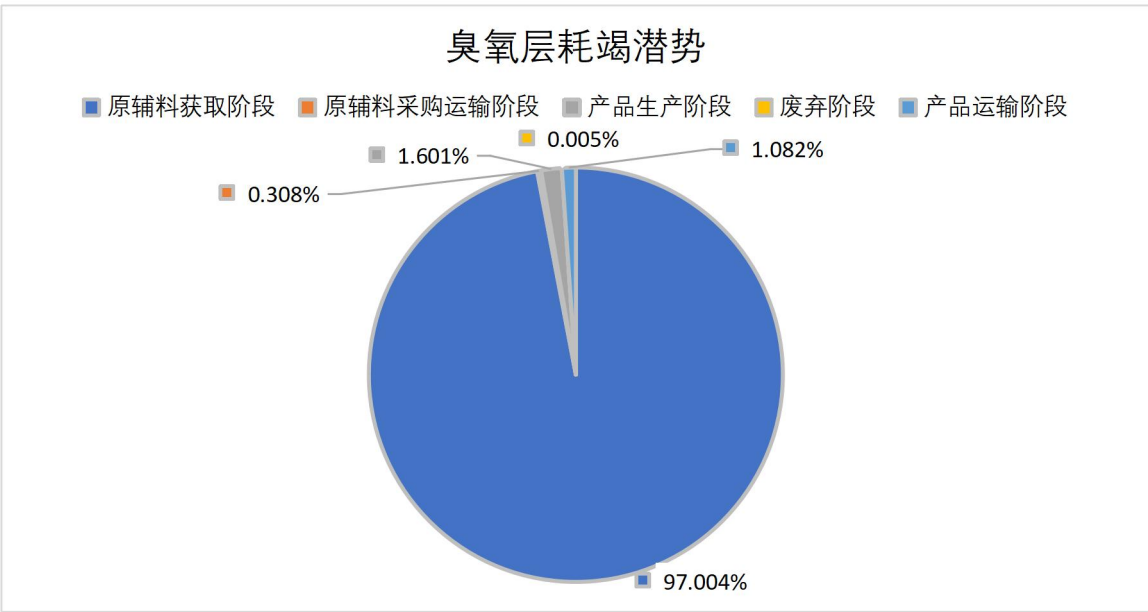


图 4-6 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的臭氧层耗竭潜势贡献分布：

臭氧层耗竭潜势		
阶段	单位（kg CFC-11 eq）	百分比
原辅料获取阶段	1.15E-02	97.004%
原辅料采购运输阶段	3.64E-05	0.308%
产品生产阶段	1.89E-04	1.601%
废弃阶段	5.63E-07	0.005%
产品运输阶段	1.28E-04	1.082%
摇篮到大门	1.18E-02	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4. 7. 光化学臭氧形成潜势

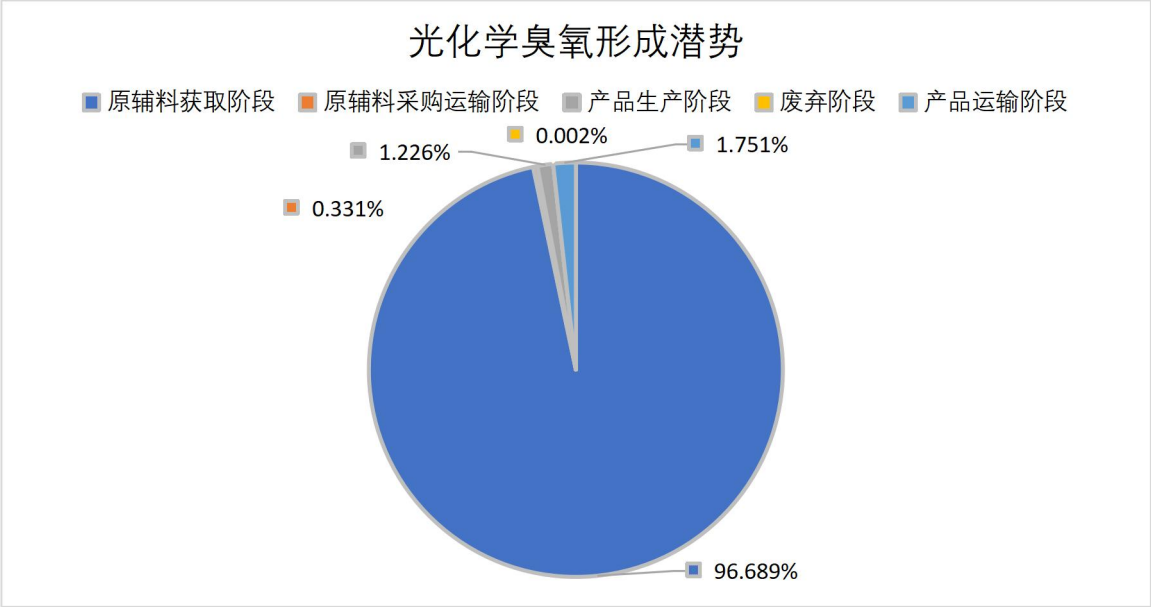


图 4-10 过程贡献影响活动
下表显示了生命周期各阶段的光化学臭氧生成潜力贡献分布：

光化学臭氧生成潜力		
阶段	单位 (kg C ₂ H ₄ eq)	百分比
原辅料获取阶段	4.00E+02	96.689%
原辅料采购运输阶段阶段	1.37E+00	0.331%
产品生产阶段	5.07E+00	1.226%
废弃阶段	9.61E-03	0.002%
产品运输阶段	7.24E+00	1.751%
摇篮到大门	4.14E+02	100.000%

注：注： 0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4. 8. 淡水水生生态毒性

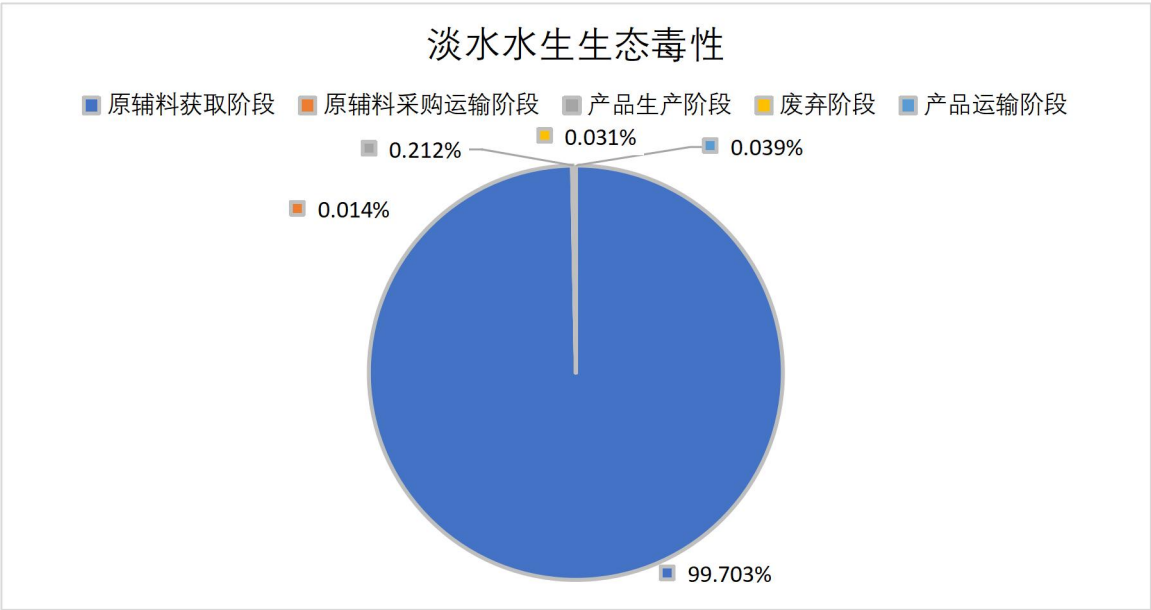


图 4-7 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的淡水水生生态毒性贡献分布：

淡水水生生态毒性		
阶段	单位 (kg 1,4-DB eq)	百分比
原辅料获取阶段	5.32E+06	99.703%
原辅料采购运输阶段	7.72E+02	0.014%
产品生产阶段	1.13E+04	0.212%
废弃阶段	1.66E+03	0.031%
产品运输阶段	2.07E+03	0.039%
摇篮到大门	5.33E+06	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4. 9. 海洋水生生态毒性

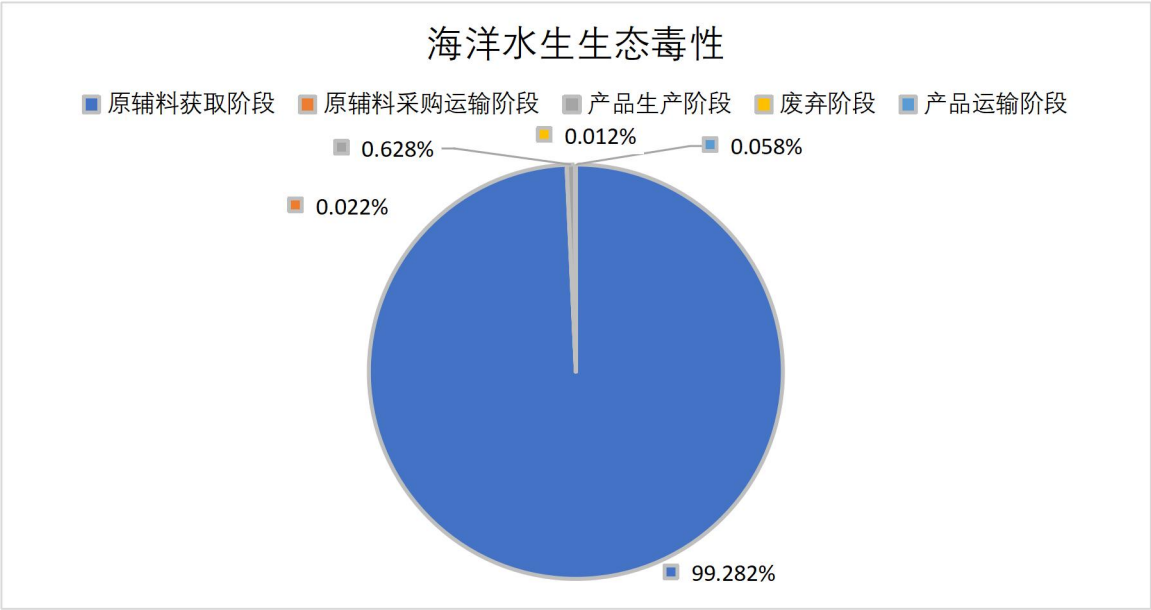


图 4-8 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的海洋水生生态毒性贡献分布：

海洋水生生态毒性		
阶段	单位 (kg 1,4-DB eq)	百分比
原辅料获取阶段	6.13E+09	99.282%
原辅料采购运输阶段阶段	1.33E+06	0.022%
产品生产阶段	3.88E+07	0.628%
废弃阶段	7.31E+05	0.012%
产品运输阶段	3.56E+06	0.058%
摇篮到大门	6.18E+09	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4. 10. 陆地生态毒性

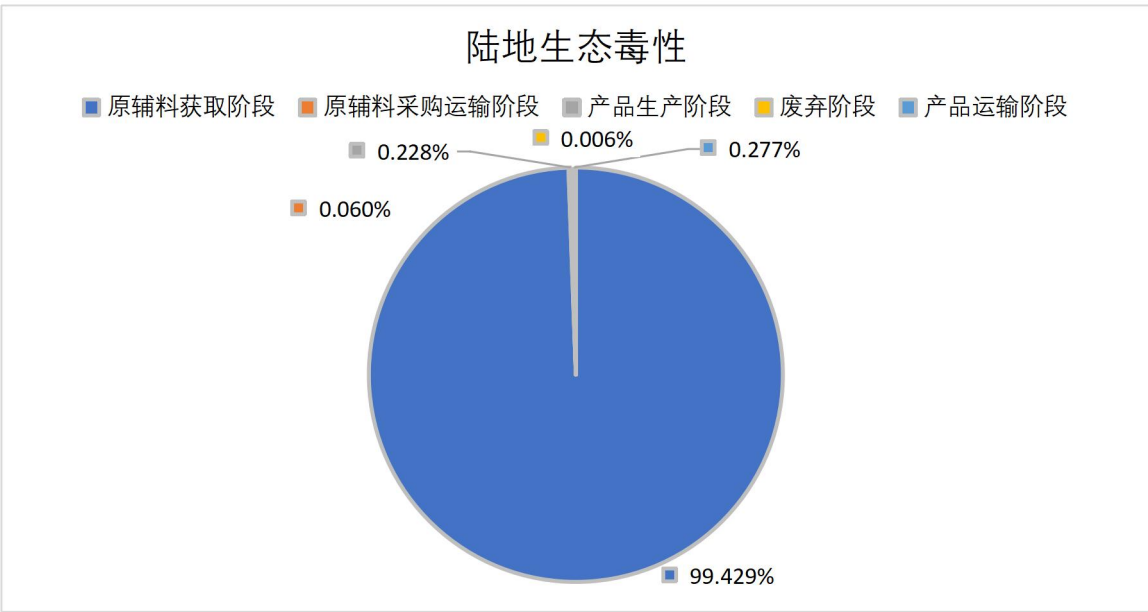


图 4-9 过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的陆地生态毒性贡献分布：

陆地生态毒性		
阶段	单位 (kg 1,4-DB eq)	百分比
原辅料获取阶段	3.30E+04	99.429%
原辅料采购运输阶段阶段	1.98E+01	0.060%
产品生产阶段	7.59E+01	0.228%
废弃阶段	1.94E+00	0.006%
产品运输阶段	9.20E+01	0.277%
摇篮到大门	3.32E+04	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

4. 11. 人类毒性

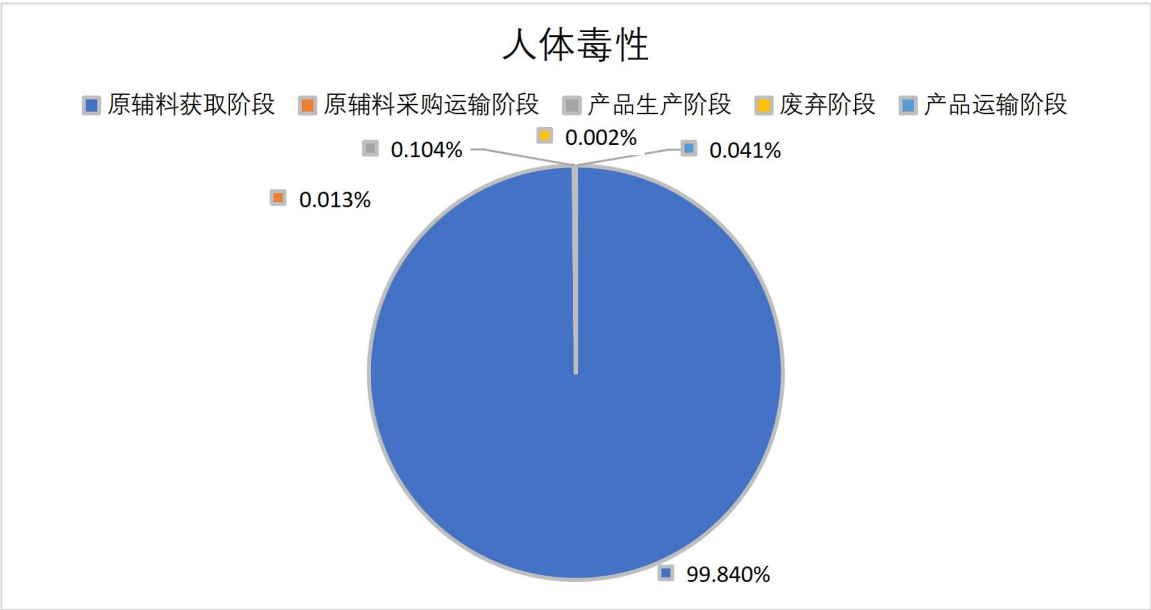


图 4-11 过程贡献影响活动
下表显示了生命周期各阶段的人类毒性贡献分布：

人体毒性		
阶段	单位（kg 1,4-DB eq）	百分比
原辅料获取阶段	1.22E+07	99.840%
原辅料采购运输阶段阶段	1.53E+03	0.013%
产品生产阶段	1.27E+04	0.104%
废弃阶段	3.04E+02	0.002%
产品运输阶段	5.01E+03	0.041%
摇篮到大门	1.23E+07	100.000%

注：注：0.000%为小于小数点后三位数值省略后得出

5. 不确定性说明

本研究结果受制于所收集到的数据，亦使用到次级数据和假设来填补计算边界范围内的数据空白。详细的数据记录系统的建立和实施，将有助于提高结果的细节水平，并能够提供一个更有效率的方法进行数据收集。产品特定数据、以及地理相关数据的可得性也将提高研究的代表性。数据差距、数据代表性和时间变数等各个方面都会导致许多不确定的因素。因此，基于通过细致水平的平衡和合理的评价，在本报告中应用的数据是在计算准备时的最佳值，而初级和次级数据的来源会受不确定性影响。此次分析受背景数据库例如原材料部分的主要原料如铜杆等，参考供应商的 LCA 报告，其不确定性直接影响最终结果的不确定性。

6. 结论和建议

6. 1. 结论

这项研究的主要目标是使用生命周期评价方法，获得光纤复合海底电缆产品的生命周期内对潜在环境影响的明确信息以找出潜在的改善空间。提高数据管理系统覆盖面和全面性，将有助于提高管理的效率和质量。

表 6-1：产品生命周期的潜在环境影响（从摇篮到大门阶段）

影响类型		环境影响值	单位
Climate change	气候变化	3.26E+05	kg CO ₂ eq
Acidification	酸化	1.00E+04	kg SO ₂ eq
Eutrophication	富营养化	3.07E+03	kg PO ₄ eq
Abiotic depletion (fossil fuels)	非生物耗竭（化石燃料）	4.78E+06	MJ
Abiotic depletion	非生物耗竭（矿物元素）	1.62E+02	kg Sb eq
Ozone layer depletion (ODP)	臭氧层耗竭（ODP）	1.18E-02	kg CFC-11 eq
Photochemical oxidation	光化学氧化	4.14E+02	kg C ₂ H ₄ eq
Fresh water aquatic ecotox.	淡水水生生态毒性	5.33E+06	kg 1,4-DB eq
Marine aquatic ecotoxicity	海洋水生生态毒性	6.18E+09	kg 1,4-DB eq
Terrestrial ecotoxicity	陆地生态毒性	3.32E+04	kg 1,4-DB eq
Human toxicity	人类毒性	1.23E+07	kg 1,4-DB eq

从表 6-2 可以得出，光纤复合海底电缆产品从摇篮到大门的产品生命周期内，最大的环境影响因素是原辅料获取阶段；第二大环境影响因素为产品生产阶段；第三大贡献来自产品运输阶段。

表 6-2：产品生命周期各阶段的详细潜在环境影响分布（从摇篮到大门阶段）

影响类别	原辅料获取阶段	原辅料获取阶段百分比	原辅料运输阶段	原辅料运输阶段百分比	产品生产阶段	产品生产阶段百分比	废弃阶段	废弃阶段百分比	产品运输阶段	产品运输阶段百分比
Climate change	2.79E+05	85.53%	3.30E+03	1.01%	3.19E+04	9.81%	5.79E+02	0.18%	1.13E+04	3.47%
Acidification	9.59E+03	95.62%	4.66E+01	0.47%	1.26E+02	1.26%	2.83E-01	0.00%	2.66E+02	2.66%
Eutrophication	2.99E+03	97.43%	6.34E+00	0.21%	4.22E+01	1.37%	4.44E-01	0.01%	3.00E+01	0.98%
Abiotic depletion (fossil fuels)	4.24E+06	88.76%	4.29E+04	0.90%	3.56E+05	7.44%	5.26E+02	0.01%	1.38E+05	2.89%
Abiotic depletion	1.62E+02	99.97%	6.73E-03	0.00%	2.99E-02	0.02%	1.22E-04	0.00%	1.14E-02	0.01%
Ozone layer depletion (ODP)	1.15E-02	97.00%	3.64E-05	0.31%	1.89E-04	1.60%	5.63E-07	0.00%	1.28E-04	1.08%
Photochemical oxidation	4.00E+02	96.69%	1.37E+00	0.33%	5.07E+00	1.23%	9.61E-03	0.00%	7.24E+00	1.75%
Fresh water aquatic ecotox.	5.32E+06	99.70%	7.72E+02	0.01%	1.13E+04	0.21%	1.66E+03	0.03%	2.07E+03	0.04%
Marine aquatic ecotoxicity	6.13E+09	99.28%	1.33E+06	0.02%	3.88E+07	0.63%	7.31E+05	0.01%	3.56E+06	0.06%
Terrestrial ecotoxicity	3.30E+04	99.43%	1.98E+01	0.06%	7.59E+01	0.23%	1.94E+00	0.01%	9.20E+01	0.28%
Human toxicity	1.22E+07	99.84%	1.53E+03	0.01%	1.27E+04	0.10%	3.04E+02	0.00%	5.01E+03	0.04%

6.2. 建议

本次研究对光纤复合海底电缆产品的各生命周期阶段提供了一个概况，评估该产品生命周期阶段内最显着的环境影响。

针对上述结论，以下几点可供参考：

- 原辅料获取阶段，光纤复合海底电缆产品主要涉及的影响环节以原材料消耗为主，针对这部分材料消耗，企业可以加强管理记录，严格把控日常生产的材料消耗情况；另外，企业

也可以积极联系供应商，关注上下游共同减排，从原材料源头做起，选择更加环保优质的原材料产品，降低产品的环境影响。

- 产品生产阶段的能源消耗是本次计算边界内第二大贡献，建议企业积极增加光伏发电以减少整体能源消耗的环境影响。未来，建议企业联合上游供应商综合评估上游生产能源消耗，优先针对用电设备和工艺进行能源审计，进一步寻找节能潜力来提高生产的能源利用率，优先考虑采用绿色电力。
- 原材料运输是企业综合表现较优的方面，企业未来可以考虑包装材料的回收利用与简易包装，优化供应商的选择，充分体现企业的绿色采购原则。

以下几点项目建议，亦可供参考：

- 绿色产品是当今的发展方向，越是对环境影响小的产品将越会受到市场和用户的欢迎。因此，建立企业内部的“绿色产品”管理系统将是非常有意义的工作，从制定体系，指派负责人，制定管理方针，设定阶段性的目标，到确定及落实具体措施，并实施监控，才能力争在第一时间响应政策和标准的要求，适应市场的需求；
- 加强公司内部培训和外部供应商的培训，以及针对环境及可持续发展方面的意识提升，逐步考虑将 LCA 也作为评估供应商的指标；推荐原料供应商先进行其产品的生命周期评价来提高数据汇报质量。

7. 附录

a.影响类型说明

全球变暖(Globalwarming)

利用 IPCC2007 年温室气体排放系数和 100 年时间范围（GWP100）计算全球变暖潜力，结果以千克二氧化碳当量为单位。它是以参考物质（例如，二氧化碳当量单位）和规定的时间范围表示。与影响全球平均地表气温变化和各種气候参数的后续变化及其影响（如暴雨频率和强度、降雨强度和洪水频率等）的能力有关。

酸化(Acidification)

表述由于环境中 NO_x,NH₃ 和 SO_x 等酸性物质的排放造成的大量 H⁺的释放所致的环境影响的类别。当他们在一些缓冲能力相对较弱的地方被释放出来的时候，这些质子会对地表建筑、土壤、水生生物等产生影响，比如造成土壤的酸化，其结果是森林覆盖率的降低。酸化潜势（AP）以 kgSO₂-eq 来计算。

土地利用（Landuse）

与农业、林业、道路、住房、采矿等活动对土地区域的使用(占有)和转换(改造)有关。土地占用考虑土地使用的影响、涉及面积和占用时间(土壤质量变化乘以面积和占用时间)，土地改造考虑土地属性的变化程度和受影响面积(土壤质量变化乘以受影响面积)。

臭氧层消耗(Stratospheric ozone depletion)

臭氧层消耗是指由于臭氧消耗物质的排放而导致平流层内保护性臭氧的减少。这些消耗臭氧的物质使平流层臭氧厚度变薄或者导致某些位置形成臭氧空洞，从而使到达地面的紫外线辐射量增加，进而对人类健康及其他环境因素产生影响。臭氧层消耗的计量方法是以 CFC-11 的臭氧破坏势为基准，将其他具体物质对臭氧破坏的潜力与 CFC-11 的臭氧破坏势进行比较，从而得出该物质的臭氧消耗潜势。

光化学氧化(Photochemicaloxidation)

在大气中造成对流层臭氧的空气污染会对人类健康产生负面影响，例如呼吸问题；以及陆地生态系统，如植物生物量减少。

资源利用，化石(Resourceuse,fossils)

化石燃料是不可再生的自然能源的总称，如煤、天然气和石油，这些能源是由地质历史存在的动植物形成的。化石燃料是以碳为基础的，目前提供了人类所需的大部分能源。一种物质（如褐煤或煤）非生物资源消耗的价值是一种物质稀缺性的度量。这意味着它取决于资源量和提取率。当所有常规石油枯竭时，将采用替代技术，如提高石油回收率，或在替代地理位置生产石油，例如在北极地区。

资源利用、矿物和金属(Resourceuse,mineralsandmetals)

这一影响类别涉及保护人类福利、人类健康和生态系统健康。该影响类别指标与系统输入导致的矿物开采有关。根据矿物的浓度储量和去积累速率，确定矿物每次提取的特征。

水资源枯竭(Waterscarcity)

用水对于粮食生产、工业过程和其他人类需求至关重要。同时，缺水会破坏自然的水生和陆地生态系统。

b.术语和定义

生命周期：产品系统中前后衔接的一列了阶段，从自然界或自然资源中获取原材料，直至最终处置。

生命周期评价：对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编及评价。

生命周期清单分析：生命周期评价中对所研究产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化的阶段。

生命周期影响评价：生命周期评价中理解和评价产品系统在产品整个生命周期中的潜在环境影响大小和重要性的阶段。

生命周期解释：生命周期评价中根据规定的目的和范围的要求对清单分析和（或）影响评价的结果进行评估以形成结论和建议的阶段。

对比论断：对于一种产品优于或等同于具有同样功能的竞争产品的环境声明。

分配：将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其它产品系统中。

取舍准则：对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所做出的规定。

数据质量：数据在满足所声明的要求方面的能力特征。

功能单位：用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

输入：进入一个单元过程的产品、物质或能量流。

输出：离开一个单元过程的产品、物质或能量流。

产品系统：拥有基本流和产品流，同时具有一种或多种特定功能，并能模拟产品生命周期的单元过程的集合

排放物：排放到空气、水体、土壤中的物质。

系统边界：通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

不确定性分析：用来量化由于模型的不确定性、输入的不确定性和数据变动的累积而给生命周期清单分析结果带来的不确定性的系统化程序。

单元过程：进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

废物：处置的或打算予以处置的物质或物品。

特征化因子：由特征化模型导出，用来将生命周期清单分析结果转换成类型参数共同单位的因子。

影响类型：所关注的环境问题的分类，生命周期清单分析的结果可划归到其中。

影响类型参数：对影响类型的量化表达。

c. 参考标准

[1]ISO14040: 2006,Environmentalmanagement – Lifecycleassessment – Principlesandframework
(环境管理——生命周期评价——原则与框架)

[2]ISO14044: 2006,Environmentalmanagement – Lifecycleassessment –
Requirementsandguidelines (环境管理——生命周期评价——要求与指南)

d. 次级数据

过程名称	来源
铜杆 Copper, cathode {GLO} market for copper, cathode Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
止水带 Fibre, polyester {GLO} market for fibre, polyester Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
绑扎带 Fibre, polyester {GLO} market for fibre, polyester Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
屏蔽料 (内+外) Ethylene vinyl acetate copolymer {RoW} market for ethylene vinyl acetate copolymer Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
绝缘料 Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for polyethylene, low density, granulate Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
止水带 Fibre, polyester {GLO} market for fibre, polyester Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
铅 Lead {GLO} market for lead Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
护套料 Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for polyethylene, high density, granulate Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
光单元 Silica sand {GLO} market for silica sand Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
镀锌高碳园钢丝 Steel, unalloyed {GLO} market for steel, unalloyed Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
无纺布 Textile, nonwoven polyester {GLO} market for textile, nonwoven polyester Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
止水缆膏 Chemical, organic {GLO} market for chemical, organic Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
高密度 PE 护套料 Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for polyethylene, high density, granulate Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
填充条 Synthetic rubber {GLO} market for synthetic rubber Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
涂胶布带 Packaging film, low density polyethylene {GLO} market for packaging film, low density polyethylene Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
钢丝 Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for steel, low-alloyed, hot rolled Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
沥青 Pitch {RoW} market for pitch Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
PP 绳 Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene, granulate Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
无纺布 Textile, nonwoven polyester {GLO} market for textile, nonwoven polyester Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
水 Tap water {GLO} market group for tap water Cut-off, S	Ecoinvent 3.11

原材料陆运 Transport, freight, lorry, diesel, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
原材料海运 Transport, freight, sea, container ship, heavy fuel oil {GLO} market for transport, freight, sea, container ship, heavy fuel oil Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
废弃物陆运 Transport, freight, lorry, diesel, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
成品海运 Transport, freight, sea, container ship, heavy fuel oil {GLO} market for transport, freight, sea, container ship, heavy fuel oil Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
国网电力 Electricity, medium voltage {CN} market group for electricity, medium voltage Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
光伏电力 Electricity, low voltage {CN-JS} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
蒸汽 Heat, from steam, in chemical industry {RoW} market for heat, from steam, in chemical industry Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
柴油 Diesel {GLO} market group for diesel Cut-off, S	Ecoinvent 3.11
一般固废处理 Municipal solid waste {RoW} treatment of municipal solid waste, municipal incineration Cut-off, S	Ecoinvent 3.11