

**Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维**  
**生命周期评估报告**

唐山三友远达纤维有限公司

**Tangcell®EcoTang®**  
**粘胶短纤维**

# Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维生命周期评估 报告

组织名称:	唐山三友远达纤维有限公司
组织地址:	河北省唐山市南堡开发区
生产地址:	河北省唐山市南堡开发区
产品:	Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维
功能单位:	一千克 Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维
产品描述:	纺织用原材料
产品型号:	Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维
数据收集期间:	2022年1月–2022年12月
数据的年期:	初级数据: 12个月; 次级数据: 10年
依据:	ISO 14040:2006 生命周期评价——原则和框架 ISO 14044:2006 生命周期评价——要求和指南
报告编号	LCA/2023/C/0607

# 目录

<b>TANGCELL®ECOTANG® 粘胶短纤维</b> .....	<b>1</b>
<b>生命周期评估报告</b> .....	<b>1</b>
<b>TANGCELL®ECOTANG® 粘胶短纤维生命周期评估报告</b> .....	<b>2</b>
<b>1. 研究目的</b> .....	<b>2</b>
1.1. 项目背景.....	2
1.2. 目的和目标读者.....	2
1.3. 方法学.....	3
1.4. 限制.....	3
<b>2. 研究范围</b> .....	<b>4</b>
2.1.功能单位.....	4
2.2.系统边界.....	4
2.2.1 实质性、取舍和优先序.....	5
2.2.2 排除和假设.....	5
2.3.影响类型、类型参数和方法.....	6
2.4.分配原则.....	7
<b>3. 生命周期清单分析</b> .....	<b>8</b>
3.1. 数据质量要求.....	8
3.2.数据完整性和数据源.....	9
<b>4. 生命周期影响评价及解释</b> .....	<b>10</b>
4.1.气候变化.....	12
4.2 富营养化.....	13
4.3 非生物资源消耗（化石燃料）.....	14
4.4 水资源使用.....	15
4.5 人类毒性.....	16
4.6 生态毒性.....	17
<b>5. 不确定性分析</b> .....	<b>18</b>
5.1 结果的限制.....	18
<b>6. 结论和建议</b> .....	<b>18</b>
6.1. 结论.....	18
<b>6.2. 建议</b> .....	19
6.2.1 针对上述结论，以下几点可供参考：.....	19
6.2.2 以下几点项目建议，亦可供参考：.....	20
<b>7. 附录</b> .....	<b>21</b>
A. 影响类型说明.....	21
B. 术语和定义.....	22
C. 参考标准.....	24
D. 参考因子.....	24

# 1. 研究目的

## 1.1. 项目背景

近些年来，随着可持续发展观的不断深入，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。

唐山三友远达纤维有限公司（以下简称“远达纤维”）致力于以统一的评价标准来评选出更绿色环保的Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品，以促使企业减少其产品对环境的影响。为此，特委托通标标准技术服务有限公司（以下简称“SGS”）为其选定的Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维（以下简称“粘胶短纤维”）进行摇篮到大门的生命周期评价。



图1.1: Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品图片

## 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，获得了Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维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Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤

维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远达纤维及其指定的人员。

### 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 Tangcell@EcoTang® 粘胶短纤维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。图 1.2 展示了产品全生命周期的主要环境影响。



图 1.2: 产品全生命周期阶段的主要环境影响

### 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

<b>产品:</b>	Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品
<b>功能单位:</b>	一千克 Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品
<b>产品描述:</b>	纺织用原材料
<b>数据收集:</b>	2022 年 1 月到 2022 年 12 月

### 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：

<b>公司名称</b>	唐山三友远达纤维有限公司
<b>制造地址</b>	河北省唐山市南堡开发区

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	这一阶段包括组成产品的材料、制造过程所需的消耗品、以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。
产品制造	这一阶段包括所有产品生产 and/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：

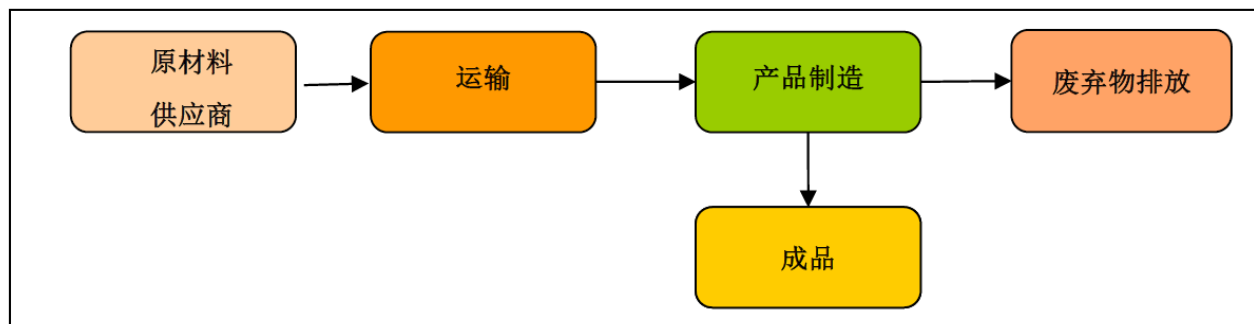


图 2.2: 流程图

## 粘胶纤维生产工艺流程：

浆粕→浸渍→压榨→粉碎→老成→冷却→称量→黄化→溶解→  
 熟成→过滤→熟成→脱泡→二三道过滤→脱泡→粘胶原液→在  
 三组分酸浴中纺丝→牵伸→切断→绒毛槽→水洗→脱硫→漂白  
 →水洗→上油→烘干→精开松→打包

图 2.3：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：

- 产品废弃阶段的硫化氢、二硫化碳等废弃物的处理过程不纳入计算边界
- 生产厂区内其他生活垃圾、生活废水不纳入计算边界

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：

- 生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；
- 人员通勤及出差，产品相关R&D等均在LCA范畴之外；

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： <ul style="list-style-type: none"> <li>· 原材料制造</li> <li>· 生产辅料制造</li> <li>· 包装材料制造</li> <li>· 原材料从供应商至远达纤维的运输</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 原材料信息按照远达纤维提供；产品中所需的原材料用量依照远达纤维所提供的数据；</li> <li>· 原材料包装所需用量依照远达纤维所提供的数据；</li> <li>· 原材料运输过程运输距离及车辆类型依照远达纤维所提供的数据，缺省部分通过百度地图搜索距离。</li> </ul>

<b>工厂制造： 产品制造阶段</b>	生产阶段的能源投入、废弃物委外处理，包括： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电力消耗</li> <li>• 水消耗</li> <li>• 蒸汽消耗</li> <li>• 废水处理</li> <li>• 废弃物焚烧处理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 制造阶段单位产品的能源、资源消耗相同；</li> </ul>
-------------------------	--	---

### 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。

本研究所用的指标/影响类型主要依据HIGG MSI的方法学要求进行选择，具体见下表所列（对每个影响类型的说明包括在章节7.附录——A 影响类别说明中）：

**表 2.1: Tangcell@EcoTang® 粘胶短纤维产品 LCA 的环境影响类型**

Table B2: HIGG MSI Midpoints		
影响类别	方法学	单位
气候变化 Climate change	IPCC 2021 GWP100 V1.00	kg CO2-eq
富营养化 Eutrophication	CML-IA baseline V3.07 / EU25	kg PO4---eq
非生物耗竭（化石燃料） Abiotic depletion (fossil fuels)	CML-IA baseline V3.07 / EU25	MJ
用水 Water use	AWARE V1.04	m3
人体毒性 Human toxicity	USEtox 2 (recommended only) V2.12	CTUh
生态毒性 Ecotoxicity	USEtox 2 (recommended only) V2.12	CTUe

Table B3: Additional Optional Midpoints 可选		
影响类别	方法学	单位
气候变化 Climate change	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq
臭氧消耗 Ozone depletion	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CFC11 eq
电离辐射 Ionising radiation	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kBq U-235 eq
光化学臭氧形成 Photochemical ozone formation	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg NMVOC eq
颗粒物 Particulate matter	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	disease inc.
人体毒性，非癌症 Human toxicity, non-cancer	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
人体毒性，癌症 Human toxicity, cancer	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
酸化 Acidification	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	mol H+ eq
富营养化，淡水 Eutrophication, freshwater	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg P eq
富营养化，海洋 Eutrophication, marine	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg N eq



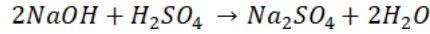
富营养化, 陆生 Eutrophication, terrestrial	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	mol N eq
生态毒性, 淡水 Ecotoxicity, freshwater	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe
土地利用 Land use	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	Pt
用水 Water use	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	m3 depriv.
资源利用、化石 Resource use, fossils	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	MJ
资源使用、矿物和金属 Resource use, minerals and metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg Sb eq
气候变化-化石 Climate change - Fossil	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq
气候变化-生物成因 Climate change - Biogenic	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq
气候变化-土地利用和土地 利用变化 Climate change - Land use and LU change	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq
人体毒性, 非癌症-有机物 Human toxicity, non-cancer - organics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
人体毒性, 非癌症-无机物 Human toxicity, non-cancer - inorganics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
人体毒性, 非癌症-金属 Human toxicity, non-cancer - metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
人体毒性, 癌症-有机物 Human toxicity, cancer - organics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
人体毒性, 癌症-无机物 Human toxicity, cancer - inorganics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
人体毒性, 癌症-金属 Human toxicity, cancer - metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh
生态毒性, 淡水-有机物 Ecotoxicity, freshwater - organics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe
生态毒性, 淡水-无机物 Ecotoxicity, freshwater - inorganics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe
生态毒性, 淡水-金属 Ecotoxicity, freshwater - metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe

注: eq 是 equivalent 的缩写, 意为当量。例如气候变化的指标是以 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 kg CO<sub>2</sub> eq。具体见 7 附录 a。

## 2.4.分配原则

根据产品和生产这些产品的制造工艺的特点, 本次评价的分配应用了因果分配规则来分配输入和输出。因为在此例中副产物是元明粉, 即无水硫酸钠 (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 而该副产品的形成来自一系列自反应过程, 且其主要来自“氢氧化钠”、“溶解浆料”中的钠纤维素钠部分和酸浴阶段添加的“硫酸”。因此, 在本次评价中将副产物的

主要贡献者相关的原材料消耗和运输分配给副产物，从而从粘胶纤维生产的量化中去除，参考下面的化学方程式：



依据硫酸钠的反应过程，与粘胶纤维生产过程相比，生产副产品硫酸钠的能源消耗和废气排放相对较低。因此，在本生命周期评估研究中，从远达纤维收集的能源消耗和废物排放将被100%分配到粘胶纤维生产过程中。原料浆料、氢氧化钠和硫酸以外的原材料保持不变。包装材料也保持不变。分配的主要数据的结论是：

根据产品的特点，本次评价的分配基于物理量—生产线所生产产品的数量展开分配。

输入 / 输出流	分配前	分配后
溶解浆料 (t/t, 每生产单元)	1.003	0.962(仅分配 Na <sup>+</sup> )
氢氧化钠溶液 (t/t, 每生产单元)	0.493	0 (全部分配)
硫酸 (t/t, 每生产单元)	0.650	0.442 (基于生产的副产物数量部分分配)
耗电量 (Kwh/t, 每生产单元)	550.260	550.260 (无变化)
购买蒸汽 (t/t, 每生产单元)	4.700	4.700 (无变化)
耗水量 (t/t, 每生产单元)	17.960	17.960 (无变化)
废水处理 (t/t, 每生产单元)	11.266	11.266 (无变化)
污泥处理 (t/t, 每生产单元)	0.88	0.88 (无变化)

### 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，本报告的数据质量评估方法采用HIGG MSI要求的方法。对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 2022年1月到2022年12月这12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。初级数据主要通过 SGS 的数据收集表来完成收集，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 3.8、公开的报告或文献中获得。

(a) 收集以下情况的初级数据：

- i. 构成产品的所有原材料在产品上的用量；
- ii. 用于原材料的包装材料的种类及用量；
- iii. 用于最终产品的包装材料的种类及用量；
- iv. 原材料从供应商到远达纤维的运输；
- v. 产品制造过程中，消耗品的种类及消耗量；
- vi. 产品制造过程中，能源资源的消耗量；
- vii. 产品的产量；

(b) 收集以下情况的次级数据：

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

#### 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： 一千克 Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维的潜在环境影响**

Table B2: HIGG MSI Midpoints			
影响类别	方法学	单位	数值
气候变化 Climate change	IPCC 2021 GWP100 V1.00	kg CO2-eq	2.833
富营养化 Eutrophication	CML-IA baseline V3.07 / EU25	kg PO4--- eq	5.28E-03
非生物耗竭（化石燃料） Abiotic depletion (fossil fuels)	CML-IA baseline V3.07 / EU25	MJ	34.076
用水 Water use	AWARE V1.04	m3	1.916
人体毒性 Human toxicity	USEtox 2 (recommended only) V2.12	CTUh	5.15E-08
生态毒性 Ecotoxicity	USEtox 2 (recommended only) V2.12	CTUe	68.456

Table B3 : Additional Optional Midpoints			
影响类别	方法学	单位	数值
气候变化 Climate change	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq	1.246
臭氧消耗 Ozone depletion	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CFC11 eq	2.43E-07
电离辐射 Ionising radiation	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kBq U-235 eq	0.086
光化学臭氧形成 Photochemical ozone formation	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg NMVOC eq	0.013
颗粒物 Particulate matter	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	disease inc.	2.22E-07
人体毒性，非癌症 Human toxicity, non-cancer	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	5.01E-08
人体毒性，癌症 Human toxicity, cancer	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	1.39E-09
酸化 Acidification	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	mol H+ eq	0.023
富营养化，淡水	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg P eq	0.001

Eutrophication, freshwater			
富营养化, 海洋 Eutrophication, marine	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg N eq	0.004
富营养化, 陆生 Eutrophication, terrestrial	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	mol N eq	0.046
生态毒性, 淡水 Ecotoxicity, freshwater	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe	68.456
土地利用 Land use	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	Pt	142.795
用水 Water use	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	m3 depriv.	1.947
资源利用、化石 Resource use, fossils	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	MJ	34.639
资源使用、矿物和金属 Resource use, minerals and metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg Sb eq	5.35E-05
气候变化-化石 Climate change - Fossil	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq	2.873
气候变化-生物成因 Climate change - Biogenic	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq	0.002
气候变化-土地利用和土地利用变化 Climate change - Land use and LU change	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	kg CO2 eq	0.016
人体毒性, 非癌症-有机物 Human toxicity, non-cancer - organics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	1.76E-09
人体毒性, 非癌症-无机物 Human toxicity, non-cancer - inorganics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	3.91E-09
人体毒性, 非癌症-金属 Human toxicity, non-cancer - metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	4.49E-08
人体毒性, 癌症-有机物 Human toxicity, cancer - organics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	4.89E-10
人体毒性, 癌症-无机物 Human toxicity, cancer - inorganics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	0
人体毒性, 癌症-金属 Human toxicity, cancer - metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUh	9.00E-10
生态毒性, 淡水-有机物 Ecotoxicity, freshwater - organics	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe	0.841
生态毒性, 淡水-	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe	7.828

无机物 Ecotoxicity, freshwater - inorganics			
生态毒性, 淡水-金属 Ecotoxicity, freshwater - metals	EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set	CTUe	59.787

注：数据均保留三位小数，无法显示的采用科学计数法表示。

#### 4.1. 气候变化

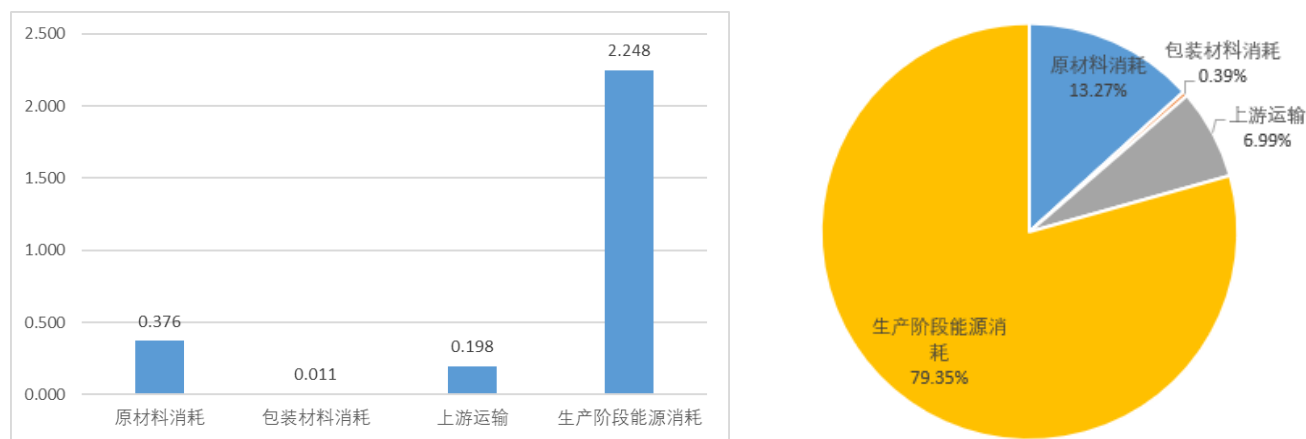


图 4.1.1: 过程贡献 - 影响活动

下表显示了生命周期各阶段的气候变化消耗贡献分布：

表 4.1.1: 分阶段的过程贡献

阶段	kg CO <sub>2</sub> -eq	百分比
原材料消耗	0.376	13.27%
包装材料消耗	0.011	0.39%
上游运输	0.198	6.99%
生产阶段能源消耗	2.248	79.35%
<b>共计</b>	<b>2.833</b>	<b>100.00%</b>

注：0.00% 为小于小数点后两位数值省略后得出

根据图 4.1.1 和表 4.1.1 分析，Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品对于气候变化这一潜在环境影响，最大的贡献来自生产阶段中能源的消耗，占比 79.35%。其中蒸汽是原材料消耗中贡献较大的部分。蒸汽是能源消耗的重要贡献者，因此可以优先考虑降低能耗，特别是通过减少蒸汽消耗、加强记录管理、减少能源浪费来实现。同时，企业可以积极与上游供应商合作，确定减排热点，从源头减少原材料和原材料运输对气候变化的影响。除了能源消耗外，生产阶段的原材料消耗贡献也相对较高，约占 13%。

## 4.2 富营养化

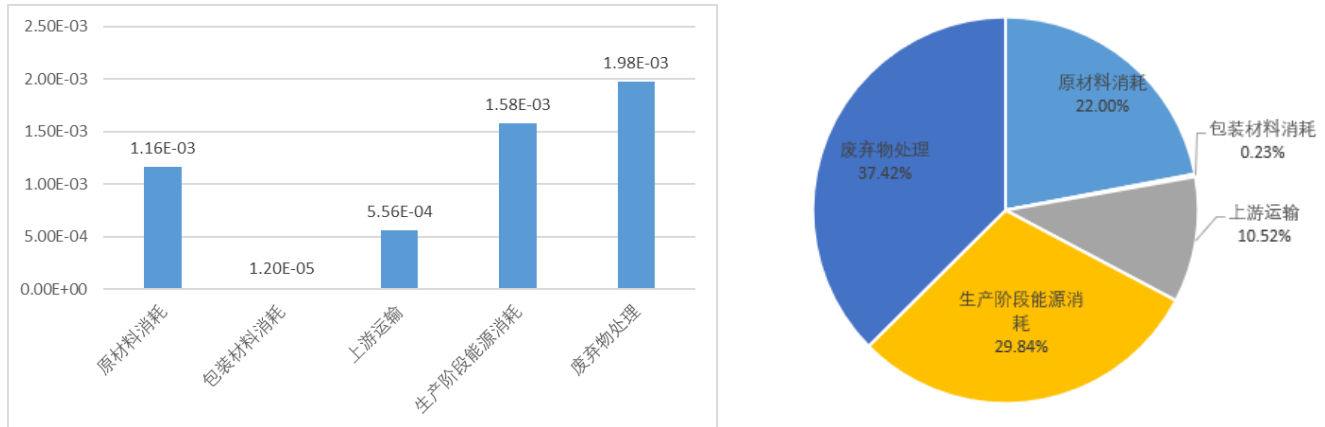


图 4.2.1：过程贡献影响活动

下表显示了生命周期各阶段的富营养化贡献分布：

表 4.2.1：分阶段的过程贡献

阶段	kg PO4--- eq	百分比
原材料消耗	1.16E-03	22.00%
包装材料消耗	1.20E-05	0.23%
上游运输	5.56E-04	10.52%
生产阶段能源消耗	1.58E-03	29.84%
废弃物处理	1.98E-03	37.42%
<b>总计</b>	<b>5.28E-03</b>	<b>100.00%</b>

注：0.00% 为小于小数点后两位数值省略后得出

根据图 4.2.1 和表 4.2.1 分析，Tangcell@EcoTang® 粘胶短纤维产品对于富营养化这一潜在环境影响，最大的贡献来自废弃物处理环节的废水处理过程，占比 37.42%。针对这部分贡献，企业可以增加水资源的回用率，同时积极向生产线员工宣传节能节约的理念，降低水的消耗和废水的产生率。针对废水处理方式，企业也可以积极创新、选择更环保清洁的废水处理方式，从而降低产品对富营养化的影响。除了废弃物处理环节的贡献之外，原材料消耗的贡献占比也超过 20%，这主要是来源于上游原材料生产中的相关影响。

### 4.3 非生物资源消耗（化石燃料）

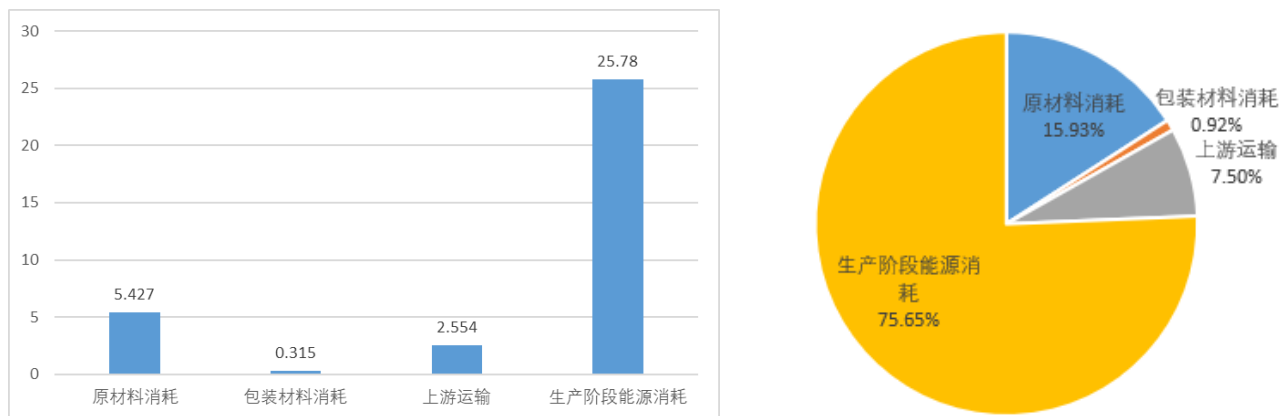


图 4.3.1：过程贡献-影响活动

下表显示了生命周期各阶段的非生物资源消耗（化石燃料）贡献分布。

表 4.3.1：分阶段的过程贡献

阶段	MJ	百分比
原材料消耗	5.427	15.93%
包装材料消耗	0.315	0.92%
上游运输	2.554	7.50%
生产阶段能源消耗	25.78	75.65%
<b>总计</b>	<b>34.076</b>	<b>100.00%</b>

注：0.00% 为小于小数点后两位数值省略后得出

根据图 4.3.1 和表 4.3.1 分析，Tangcell@EcoTang® 粘胶短纤维产品对于非生物资源消耗（化石染料）这一潜在环境影响，最大的贡献来自能源消耗，占比 75.65%，主要是电力、蒸汽的使用。针对这部分贡献，企业可以进一步考虑采用绿色电力（如采用光伏发电或采购绿电）减少传统电力的消耗，同时考虑提高生产工艺的能源利用率，减少单位产品的能源强度。第二个主要贡献者是生产阶段的原材料消耗。



## 4.4 水资源使用

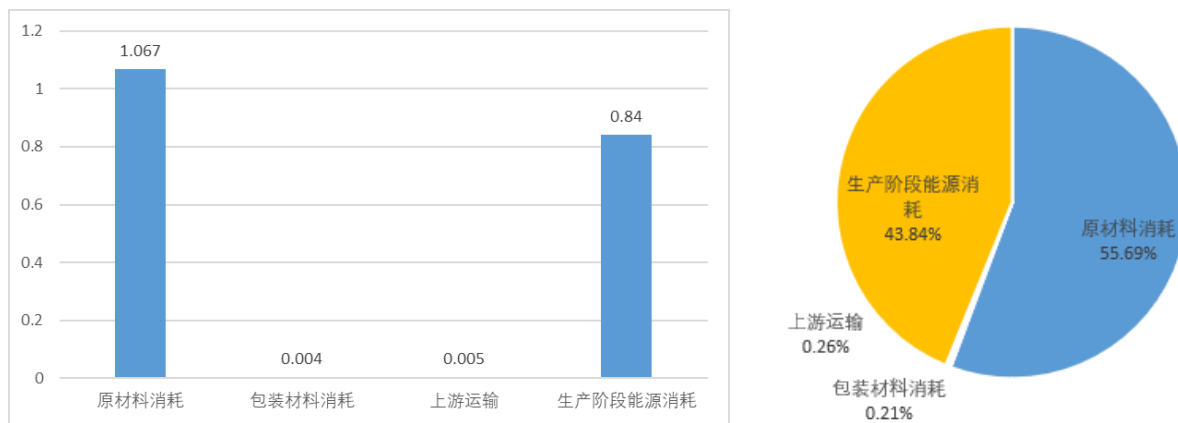


图 4.4.1：过程贡献- 影响活动

下表显示了生命周期各阶段的水资源使用贡献分布。

表 4.4.1：分阶段的过程贡献

阶段	m3	百分比
原材料消耗	1.067	55.69%
包装材料消耗	0.004	0.21%
上游运输	0.005	0.26%
生产阶段能源消耗	0.84	43.84%
<b>总计</b>	<b>1.916</b>	<b>100.00%</b>

注：0.00% 为小于小数点后两位数值省略后得出

根据图 4.4.1 和表 4.4.1 分析，Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品对于水资源消耗这一潜在环境影响，最大的贡献来自原材料消耗，这主要是由于上游从摇篮段开始，原材料各级供应商生产过程中所产生的水资源消耗影响。企业除了进行自身的绿色环保管理，也可以与原材料的上游供应商达成绿色生产的共识，并且联合上游企业一起开展 LCA 研究识别减排热点。

## 4.5 人体毒性

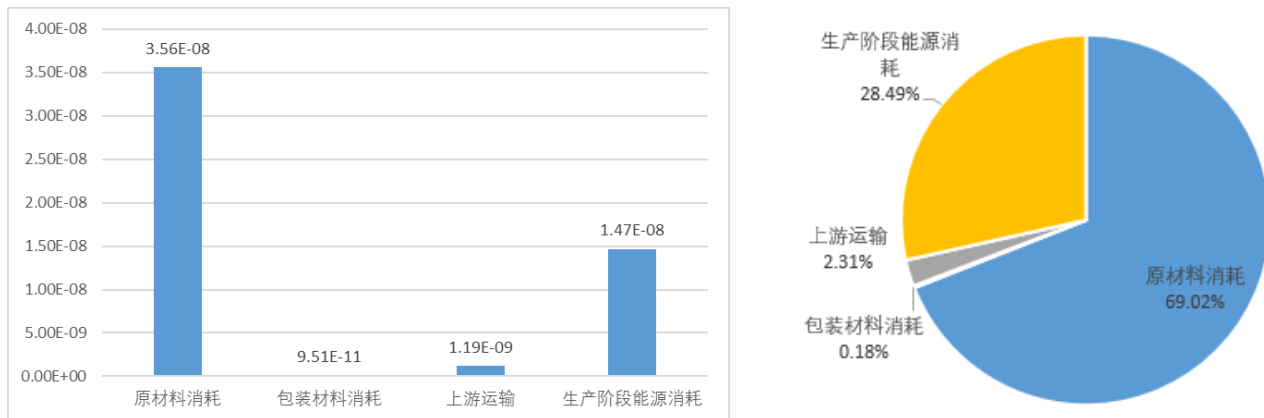


图 4.5.1：过程贡献-影响活动

下表显示了生命周期各阶段的人体毒性贡献分布：

表 4.5.1：分阶段的过程贡献

阶段	CTUh	百分比
原材料消耗	3.56E-08	69.02%
包装材料消耗	9.51E-11	0.18%
上游运输	1.19E-09	2.31%
生产阶段能源消耗	1.47E-08	28.49%
<b>总计</b>	<b>5.15E-08</b>	<b>100.00%</b>

注：0.00% 为小于小数点后两位数值省略后得出

根据图 4.5.1 和表 4.5.1 分析，Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品对于人体毒性这一潜在环境影响，最大的贡献来自原材料消耗的过程，占比 69.02%。这部分贡献属于产品固有原料，降低潜在影响难度较高，可以优先考虑降低原材料耗材、加强记录管理、减少原材料的废弃。同时，企业也可以积极协同上游供应商共同识别减排热点，从源头降低原材料对气候变化的影响。第二大贡献是生产阶段的能源消耗，占比 28.49%。

## 4.6 生态毒性

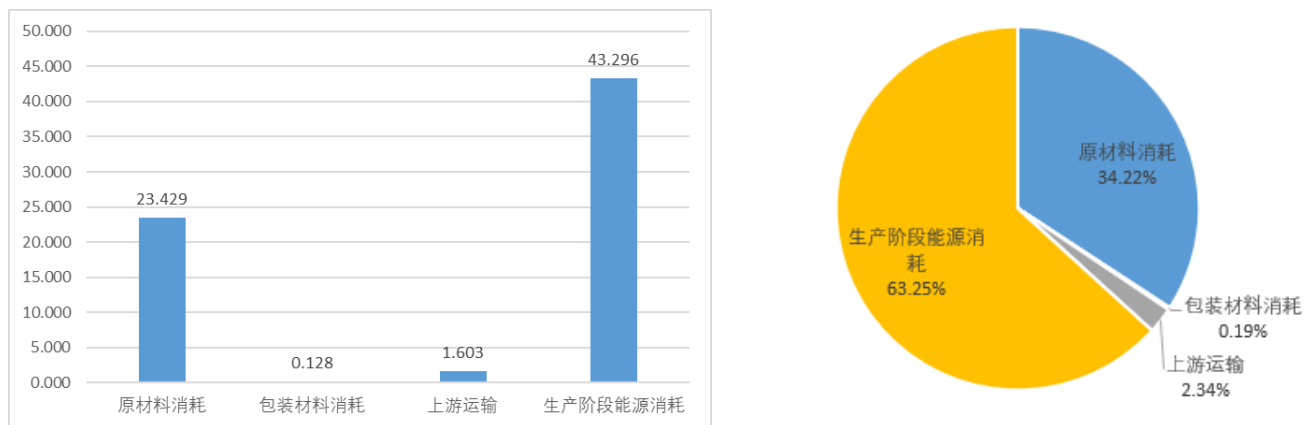


图 4.6.1: 过程贡献-影响活动

下表显示了生命周期各阶段的生态毒性贡献分布：

表 4.6.1: 分阶段的过程贡献

阶段	CTUe	百分比
原材料消耗	23.429	34.22%
包装材料消耗	0.128	0.19%
上游运输	1.603	2.34%
生产阶段能源消耗	43.296	63.25%
<b>总计</b>	<b>68.456</b>	<b>100.00%</b>

注：0.00% 为小于小数点后两位数值省略后得出

根据图 4.6.1 和表 4.6.1 分析，Tangcell@EcoTang® 粘胶短纤维产品对于生态毒性这一潜在环境影响，最大的贡献来自生产阶段的原材料消耗过程，占比 63.25%。其次是生产阶段的能源消耗，占比 18.77%。本产品的原材料主要为浆粕、硫酸等，涉及上游供应商生产，企业可以联合供应商企业共同识别减排热点，针对产品生产的能耗优化能源结构，增加清洁能源的使用占比，积极鼓励供应商共同实现环保科学的绿色供应链。

## 5. 不确定性分析

### 5.1 结果的限制

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。

## 6. 结论和建议

### 6.1. 结论

Table B2: HIGG MSI Midpoints			
影响类别	方法学	单位	数值
气候变化 Climate change	IPCC 2021 GWP100 V1.00	kg CO2-eq	2.833
富营养化 Eutrophication	CML-IA baseline V3.07 / EU25	kg PO4 <sup>---</sup> eq	0.005
非生物耗竭（化石燃料） Abiotic depletion (fossil fuels)	CML-IA baseline V3.07 / EU25	MJ	34.075
用水 Water use	AWARE V1.04	m3	1.916
人体毒性 Human toxicity	USEtox 2 (recommended only) V2.12	CTUh	5.15E-08
生态毒性 Ecotoxicity	USEtox 2 (recommended only) V2.12	CTUe	68.456

表 6.1: Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品生命周期的潜在环境影响

这项研究的主要目标是使用生命周期评价方法，获得 Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品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。

影响类别	原材料消耗	包装材料消耗	上游运输	生产阶段能源消耗	废弃物处理
气候变化 Climate change	13.27%	0.39%	6.99%	79.35%	0.00%
富营养化 Eutrophication	22.00%	0.23%	10.52%	29.84%	37.42%
非生物耗竭（化石燃料） Abiotic depletion (fossil fuels)	15.93%	0.92%	7.50%	75.65%	0.00%
用水 Water use	55.69%	0.21%	0.26%	43.84%	0.00%
人体毒性 Human toxicity	69.02%	0.18%	2.31%	28.49%	0.00%
生态毒性 Ecotoxicity	34.22%	0.19%	2.34%	63.25%	0.00%

图 6.2: Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品生命周期各阶段的详细潜在环境影响分布

从图 6.2 可以看到，Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维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产品生产阶段的原材料消耗；第二大环境影响因素为生产阶段的能源消耗；第三大贡献来自产品的上游运输。

## 6.2. 建议

本次研究对 Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维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著的环境影响。

### 6.2.1 针对上述结论，以下几点可供参考：

- 1) 在摇篮到大门的阶段，Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维产品主要涉及的影响环节以原材料消耗和辅料消耗为主，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。
- 2) 产品生产加工的能源消耗是本次计算边界内第二大贡献，建议企业积极采用光伏发电、清洁能源等绿色能源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。
- 3) 本产品废弃物处理阶段是影响较为显著的一项生命周期活动，建议企业积极宣传环保节能的生产理念，减少废弃物的产生，同时优化废水等的处理方式。
- 4) 运输及包装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。

### 6.2.2 以下几点项目建议，亦可供参考：

- 1) 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；
- 2) 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

#### **非生物资源枯竭，化石燃料 (Abiotic resource depletion, fossil fuels)**

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。

#### **生态毒性，淡水 (Ecotoxicity, Freshwater)**

淡水是全球生态系统的重要组成部分。淡水是一种独特的环境栖息地，也是人类生活的必需品。淡水污染不仅对环境构成威胁，还可能影响人类健康。因此，将人为污染维持在风险特征的阈值以下是很重要的。这类指标是指向空气、水和土壤排放有毒物质对淡水生态系统的影响。

#### **生态毒性，海洋 (Ecotoxicity, marine)**

在产品、服务和系统的所有生命周期阶段，化学品都可能排放到环境中（空气、水、土壤等）。不同产品的排放清单可能包含数百种化学品，其中许多化学品可能对水生和陆地生态系统造成生态毒性影响，从而损害生态系统质量。海洋生态毒性是指有毒物质对海洋生态系统的影响。

#### **生态毒性，陆地 (Ecotoxicity, Terrestrial)**

在产品、服务和系统的所有生命周期阶段，化学品都可能排放到环境中（空气、水、土壤等）。不同产品的排放清单可能包含数百种化学品，其中许多化学品可能对水生和陆地生态系统造成生态毒性影响，从而损害生态系统质量。陆地生态毒性是指有毒物质对陆地生态系统的影响。

#### **富营养化 (Eutrophication)**

富营养化是指地表水体如排污渠口和农田肥料中的营养元素（主要是氮、磷等植物必须的矿物元素）过多，使得藻类等水生植物过度繁殖而使水质恶化的现象。富营养化对生态环境的破坏包括：影响水生生物的生存、破坏生态平衡、破坏水生生物多样性。破坏水质，造成环境污染，对人体健康造成影响。与此同时，降解有机物质需要消耗氧气并且造成了氧气的缺乏，这可能造成鱼类的死亡。富营养化将物质排放的量转化为需要用于降解无生命的生物质所需要的氧气。

### **全球变暖 (Global warming)**

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。

### **人体毒性 (Human toxicity)**

在产品、服务和系统的所有生命周期阶段, 化学品都可能排放到环境中 (空气、水、土壤等)。不同产品的排放清单可能包含数百种化学品, 其中许多化学品可能对人类造成毒性影响, 包括各种癌症和/或非癌症影响, 从而损害人类健康。

### **水资源枯竭 (Water scarcity)**

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:**

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] ISO 14040:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework (环境管理——生命周期评价——原则与框架)

[2] ISO 14044:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines (环境管理——生命周期评价——要求与指南)

### d. 参考因子

因子	来源
Sulfate pulp, unbleached {RoW}  market for sulfate pulp, unbleached   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Sulfuric acid {RoW}  market for sulfuric acid   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Carbon disulfide {GLO}  market for   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Zinc monosulfate {RoW}  market for zinc monosulfate   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Fatty acid {GLO}  market for   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Textile, nonwoven polypropylene {GLO}  market for textile, nonwoven polypropylene   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Polyethylene, high density, granulate {GLO}  market for   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Transport, freight, lorry >32 metric ton, euro6 {RoW}  market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Transport, freight, sea, container ship {GLO}  transport, freight, sea, container ship   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Electricity, high voltage {CN-HB}  electricity, high voltage, production mix   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Steam, in chemical industry {RoW}  market for steam, in chemical industry   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system
Tap water {GLO}  market group for   Cut-off, S	Ecoinvent 3 - cut-off approach- system

### e. 生命周期清单表

1 吨 Tangcell®EcoTang® 粘胶短纤维的生命周期清单表如下表所示：

过程	流	数量	单位
原材料消耗	浆粕（瑞典）	0.8024	t
	浆粕（智利）	0.2006	t
	烧碱	0.4928	t
	硫酸（东江）	0.611	t
	硫酸（天民）	0.039	t
	二硫化碳（金坤）	0.03819	t
	二硫化碳（瑞兴）	0.01881	t
	硫酸锌（润友）	0.003	t
	硫酸锌（新欣生物）	0.007	t
	油剂	0.00408	t
包装材料消耗	编织布（一诺）	1.8941	kg
	编织布（昊远）	2.1359	kg
上游运输	汽运	62.70773264	tkm
	海运	13893.6085498411	tkm
能源消耗	电力	550.26	Kwh
	外购低压蒸汽	4.7	t
	水	17.96	t
废弃物处理	废水处理	11.266	kg
	污泥焚烧	0.088	kg