

山东祥龙新材料股份有限公司
透明尼龙-GT35产品生命周期评价报告

报告单位：方圆标志认证集团山东有限公司
报告时间：2025年11月05日



企业名称	山东祥龙新材料股份有限公司		
企业地址	山东省潍坊市临朐县冶源镇迟家庄村（米山路1500号）		
统一社会信用代码	91370724052362353C		
企业性质	股份有限公司(非上市、自然人投资或控股)		
联系人	冀文广	联系方式（电话、email）	13869611909
评价目的	评价1吨透明尼龙-GT35的生命周期环境绩效		
声明单位	1吨透明尼龙-GT35		

评价结果：

依据ISO14040: 2006、ISO14044: 2006等产品生命周期评价相关标准和参考文献，对山东祥龙新材料股份有限公司生产的1吨透明尼龙-GT35进行了生命周期评价，评价范围及结果如下所示：

（1）系统边界

本研究的系统边界为原材料获取和加工阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品使用阶段和产品废弃阶段的生命周期各阶段。本研究过程因不能获取产品的安装、维修、拆解等过程的材料消耗、用能阶段数据，故而研究结果未包含以上阶段。

（2）评价结果

本研究利用SimaPro 10.2.0.0软件系统，使用Ecoinvent数据库，建立了1吨透明尼龙-GT35产品生命周期模型，并使用IPCC 2021和Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.04 / EF 3.1 normalization and weighting set方法计算得到LCA结果，1吨透明尼龙-GT35的LCA分析结果如下：

表1 1吨透明尼龙-GT35 LCA 结果

参数	单位	从摇篮到大门
矿石资源消耗 (RUMM)	kg Sb eq.	4.07E-02
能源消耗 (RUF)	MJ	1.13E+05
酸化 (AP)	mol H+ eq.	2.60E+01
全球变暖潜力(GWP)	kg CO ₂ eq.	7.51E+03

(3) 生态设计建议

基于山东祥龙新材料股份有限公司1吨透明尼龙-GT35LCA结果，对减少环境影响方面提出以下建议：

- 1) 1吨透明尼龙-GT35原材料获取过程中所使用的原辅料消耗对环境的影响直接影响本产品生命周期环境影响评价结果，建议选择对环境影响更少、环境更加友好的材质的原料进行使用，加强供应商管理，促进原材料供应商在原材料生产过程中减少原料、物料和能源消耗，降低对环境的影响；
- 2) 生产阶段用电对各项环境影响指标较大，建议通过工艺改进、采取节能降耗措施、提高清洁能源的使用比例，减少生产阶段中电力使用产生的排放；
- 3) 关注产品的全生命周期管理，提高产品废弃物的回收利用率，降低产品在废弃阶段对环境的影响。

核查组长	李文君	签名	李文君	日期	2025年11月05日
核查组员	王继之	签名	王继之	日期	2025年11月05日
技术复核人	吕正君	签名	吕正君	日期	2025年11月05日
批准人	郑培堂	签名	郑培堂	日期	2025年11月05日



目 录

1 目标与范围定义	1
1.1 目标定义	1
1.1.1 产品信息	1
1.1.2 功能单位	1
1.1.3 数据代表性	1
1.2 范围定义	1
1.2.1 系统边界	1
1.2.2 取舍原则	2
1.2.3 环境影响类型	3
1.2.4 数据质量要求	4
1.2.5 软件与数据库	4
2 清单数据收集及说明	5
2.1 原材料获取和加工阶段	5
2.2 原材料运输阶段	5
2.3 产品生产阶段	6
3 生命周期影响分析	7
3.1 LCA结果	7
3.2 清单数据灵敏度分析	8
3.3 过程累积贡献分析	10
4 生命周期解释	15
4.1 假设与局限性说明	15
4.2 完整性说明	15
4.3 数据质量评估结果	15
4.4 结论与建议	16

1 目标与范围定义

1.1 目标定义

1.1.1 产品信息

本研究的研究对象为：1吨透明尼龙-GT35，具体信息如下：

指标名称	参数
外观	颗粒状
干燥程度	水分≤1%
初始熔点	240°C-250°C
最高加工温度	310°C

1.1.2 声明单位

本报告以1吨透明尼龙-GT35为声明单位。

1.1.3 数据代表性

报告代表企业LCA-代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），时间、地理、技术代表性如下：

- (1) 时间代表性：2024年1月-12月
- (2) 地理代表性：中国
- (3) 技术代表性，包括以下方面：

主要原料：己二胺-A3、PIA-B6（间苯）、PTA-B7（对苯）等

主要能耗：电力、柴油、水

1.2 范围定义

1.2.1 系统边界

本研究的系统边界为原材料获取和加工阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品使用阶段和产品废弃阶段的生命周期各阶段。透明尼龙-GT35生命周期系统边界图见图1。

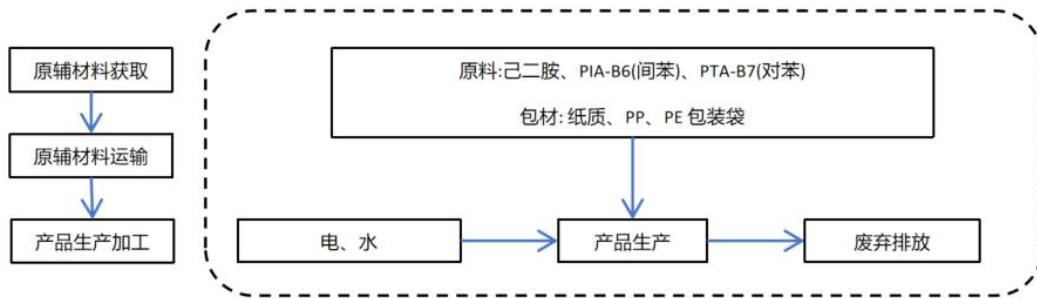


图1 透明尼龙-GT35生命周期系统边界图

1.2.2 取舍原则

本研究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：

- 1) 原则上可忽略对LCA 结果影响不大的能耗、零部件、原辅料、使用阶段耗材等消耗。例如，小于产品重量1%的普通物耗可忽略、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（同类物料，如芯片、螺钉，应该按此类物料合计重量判断），但总共忽略的物耗推荐不超过产品重量的5%；
- 2) 道路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内外人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；
- 3) 原则上包括与所选环境影响类型相关的所有环境排放，但在估计排放数据对结果影响不大的情况下（如小于1%时）可忽略，但总共忽略的排放推荐不超过对应指标总值的5%。

1.2.3 环境影响类型

本研究选择了矿石资源消耗（RUMM）、能源消耗（RUF）、酸化（AP）、全球变暖潜力(GWP)、富营养化（水体）（EPF）、富营养化（土壤）（EPT）、土地转化（LU）、水资源消耗（WU）等环境影响指标计算，具体见下表所示。

表 1-1 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
矿石资源消耗（RUMM）	kg Sb eq	锌, 镍, 铁...
能源消耗（RUF）	MJ	天然气, 原油, 煤...
酸化（AP）	mol H ⁺ eq	二氧化硫, 氮氧化物, 氨...
全球变暖潜力(GWP)	kg CO ₂ eq.	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O...

注：eq是equivalent的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以CO₂ 为基物质，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（通常也称为产品碳足迹，Product Carbon Footprint, PCF），其单位为kgCO₂eq.。

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，本报告的数据质量评估方法采用蒙特卡洛分析方法。

蒙特卡洛分析方法对模型中的消耗与排放清单数据，从可靠性、完整性、时间相关性、地域相关性、进一步的技术关系等五个方面进行评估。数据库中包含背景数据库的上游背景过程数据的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到LCA结果的不确定度。

1.2.5 软件与数据库

本研究采用SimaPro软件系统，建立透明尼龙-GT35产品生命周期模型，使用IPCC 2021和Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.04 / EF 3.1 normalization and weighting set方法计算得到LCA结果。

在SimaPro软件中建立的本产品LCA模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表1-2 背景数据来源表

清单数据	数据集名称	数据库名称
己二胺-A3	Ethylenediamine {RoW} ethylenediamine production Cut-off, U	Ecoinvent3.11
PIA-B6（间苯）	Isophthalic acid based unsaturated polyester resin {RoW} isophthalic acid based unsaturated polyester resin production Cut-off, U	Ecoinvent3.11
PTA-B7（对苯）	Purified terephthalic acid {RoW} purified terephthalic acid production Cut-off, U	Ecoinvent3.11
纸质、PP包装袋	Kraft paper {RoW} kraft paper production Cut-off, U	Ecoinvent3.11
PE包装袋	Packaging film, low density polyethylene {RoW} packaging film production, low density polyethylene Cut-off, U	Ecoinvent3.11
己二胺-A3-运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 APOS, S	Ecoinvent3.11
PIA-B6（间苯）-运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 APOS, S	Ecoinvent3.11
PTA-B7（对苯）-运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 APOS, S	Ecoinvent3.11
纸质、PP包装袋-运输	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, euro6 {RoW} market for transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, euro6 APOS, S	Ecoinvent3.11
PE包装袋-运输	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, euro6 {RoW} market for transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, euro6 APOS, S	Ecoinvent3.11

固废-运输	Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO6 to generic market for APOS, S	Ecoinvent3.11
水	Tap water {RoW} tap water production, conventional treatment Cut-off, U	Ecoinvent3.11
电	2024年全国电力平均碳足迹因子	Ecoinvent3.11
柴油	Diesel {RoW} diesel production, petroleum refinery operation Cut-off, U	Ecoinvent3.11
柴油使用	/	基本流

上游的数据包括原料、能源和辅料的清单环境负荷数据。上游数据主要来自Ecoinvent 3.11 数据库。

2 清单数据收集及说明

2.1 原材料获取和加工阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：原材料获取和加工

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业及供应商实际数据

基准年：2024年1月至12月

1吨透明尼龙-GT35产品生产过程中消耗的原材料清单及背景数据见下表2-1所示。原材料生产过程数据中来自数据库。

表2-1 原材料获取和加工阶段清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
原材料	己二胺-A3	0.64	t	己二胺-A3
原材料	PIA-B6 (间苯)	0.26	t	PIA-B6 (间苯)
原材料	PTA-B7 (对苯)	0.23	t	PTA-B7 (对苯)
原材料	纸质、PP包装袋	2.72	kg	纸质、PP包装袋
原材料	PE包装袋	20.48	kg	PE包装袋

2.2 原材料运输阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：原材料运输

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2024 年 1 月至 12 月

表2-2 原材料运输信息数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
原材料/物料运输	己二胺-A3-运输	40.90	t*km	Ecoinvent 3.11
原材料/物料运输	PIA-B6 (间苯)-运输	151.85	t*km	Ecoinvent 3.11
原材料/物料运输	PTA-B7 (对苯)-运输	155.08	t*km	Ecoinvent 3.11
原材料/物料运输	纸质、PP包装袋-运输	0.13	t*km	Ecoinvent 3.11
原材料/物料运输	PE包装袋-运输	11.15	t*km	Ecoinvent 3.11

原材料运输数据涉及原辅材料运送到受核查方的运输方式和距离，原材料的运输方式仅为公路运输。由于生态环境部要求在 2021 年 7 月 1 日（即在评价日期 2022 年之前）重型柴油车须符合国六排放标准，国六排放标准略严于欧六标准，则默认为所有运输车辆（包括原材料和产品的运输车辆）均符合 EURO6 标准。

2.3 产品生产阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：透明尼龙-GT35 的生产

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2025 年 1 月至 12 月

表2-3 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品生产	电力	1787.63	kWh	电力
产品生产	柴油	7.92	m3	柴油
产品生产	水	6.42	t	水

产品生产	固废-运输	20.71	kg*km	固废-运输
------	-------	-------	-------	-------

3 生命周期影响分析

3.1 LCA结果

根据以上各项数据，在SimaPro软件中，使用IPCC 2021和Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.04 / EF 3.1 normalization and weighting set计算方法，对1吨透明尼龙-GT35产品进行计算，计算指标为矿石资源消耗（RUMM）、能源消耗（RUF）、酸化（AP）、全球变暖潜力(GWP)，以上环境影响评价结果及过程阶段结果如下表所示：

LCA结果——环境影响评价(EF 3.0 Method (adapted) V1.04 / EF 3.0 normalization and weighting set)					
影响类别	单位	原材料获取和加工阶段	原材料运输阶段	产品生产阶段	综合结果
矿石资源消耗 (RUMM)	kg Sb eq	4.05E-02	2.03E-04	0.00E+00	4.07E-02
能源消耗 (RUF)	MJ	1.12E+05	9.46E+02	3.75E+02	1.13E+05
酸化 (AP)	mol H ⁺ eq	2.58E+01	1.64E-01	1.11E-01	2.60E+01
全球变暖潜力(GWP)	kg CO ₂ eq	6.33E+03	6.80E+01	1.11E+03	7.51E+03

表3-1 1吨透明尼龙-GT35LCA结果

3.2 清单数据灵敏度分析

清单数据灵敏度是指清单数据单位变化率引起的相应指标变化率。通过分析清单数据对各指标的灵敏度，并配合改进潜力评估，从而辨识最有效的改进点。表中罗列了清单对不同环境影响类型的贡献率。

表3-2 1吨透明尼龙-GT35清单数据灵敏度表

清单名称	所属过程	上游数据类型	矿石资源消耗(R UMM)	能源消耗(RUF)	酸化(AP)	全球变暖潜力(GW P)
原材料/物料	己二胺-A3	背景数据	66.33%	64.72%	71.46%	60.77%
原材料/物料	PIA-B6(间苯)	背景数据	20.24%	20.58%	16.94%	14.85%
原材料/物料	PTA-B7(对苯)	背景数据	12.08%	11.89%	9.49%	7.65%
原材料/物料	纸质、PP包装袋	背景数据	0.02%	0.02%	0.05%	0.03%
原材料/物料	PE包装袋	背景数据	0.73%	1.62%	1.01%	0.97%
原材料/物料运输	己二胺-A3-运输	背景数据	0.03%	0.06%	0.04%	0.06%
原材料/物料运输	PIA-B6(间苯)-运输	背景数据	0.25%	0.37%	0.28%	0.40%

原材料/物料运输	PTA-B7（对苯）-运输	背景数据	0.25%	0.38%	0.28%	0.41%
原材料/物料运输	纸质、PP包装袋-运输	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
原材料/物料运输	PE包装袋-运输	背景数据	0.02%	0.03%	0.03%	0.04%
产品生产	电力	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
产品生产	柴油	背景数据	0.04%	0.03%	0.06%	0.04%
产品生产	水	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	14.44%

3.3 过程累积贡献分析

生命周期各过程对环境影响的相应贡献可以展示产品不同生产过程对环境影响类型的贡献，以便为减小产品环境影响提供分析依据。为了分析1吨透明尼龙-GT35的生命周期环境影响，本研究中分别分析了产品生命周期各实景过程对不同环境影响类型结果，展示如下图2-图17所示：

根据表3-1和表3-2，下图中对透明尼龙-GT35产品生命周期中各环节进行分析。

图2为各阶段矿石资源消耗（RUMM）的贡献情况，图3为原材料获取和加工阶段矿石资源消耗（RUMM）的贡献情况，从图中可以看出，原材料获取和加工阶段贡献最大，占99.50%，在原材料获取和加工阶段己二胺-A3贡献最大，占66.33%。

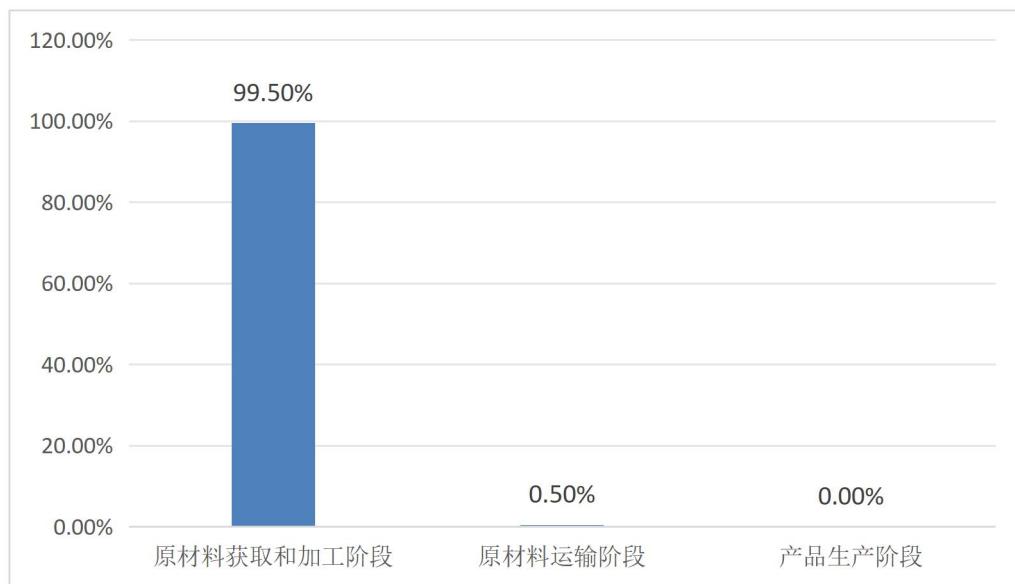


图2 透明尼龙-GT35各阶段清单过程RUMM贡献柱状图

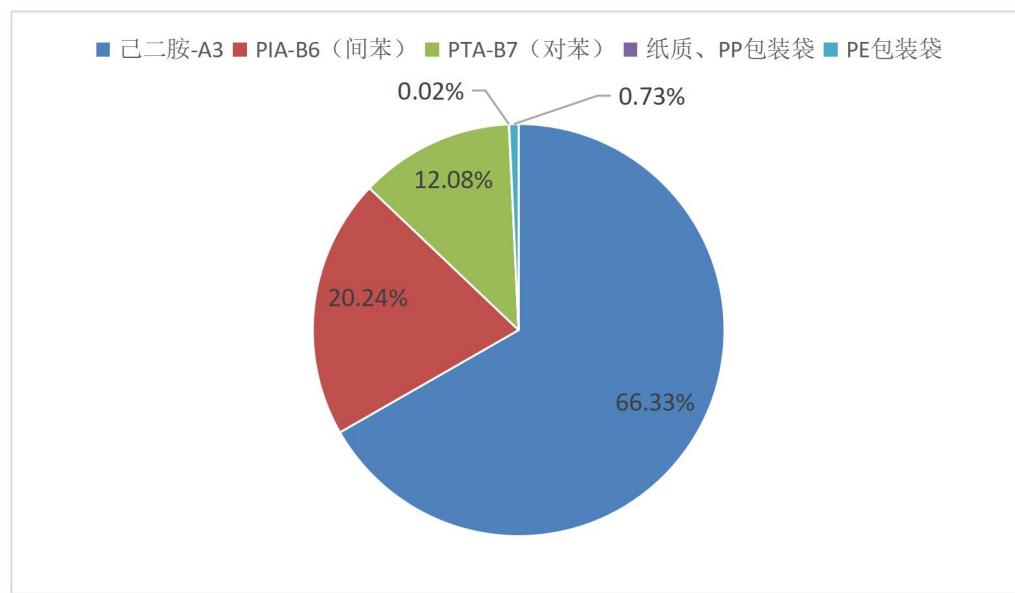


图3 透明尼龙-GT35原材料获取和加工阶段RUMM贡献饼图

图4为各阶段能源消耗（RUF）的贡献情况，图5为原材料获取和加工阶段能源消耗（RUF）的贡献情况，从图中可以看出，原材料获取和加工阶段贡献最大，占98.83%。在原材料获取和加工阶段二胺-A3贡献最大，占64.72%。

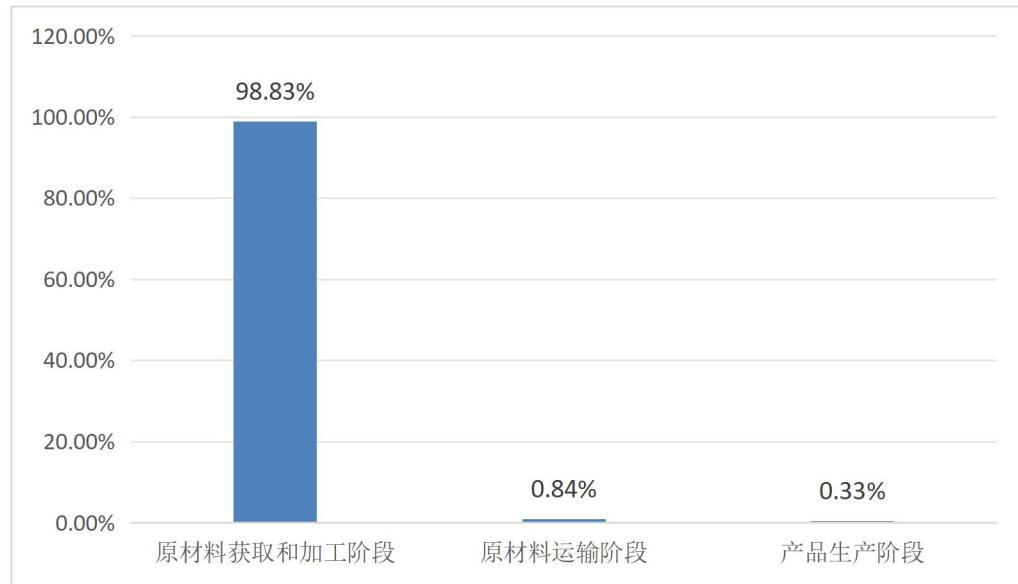


图4 透明尼龙-GT35各阶段清单过程RUF贡献柱状图

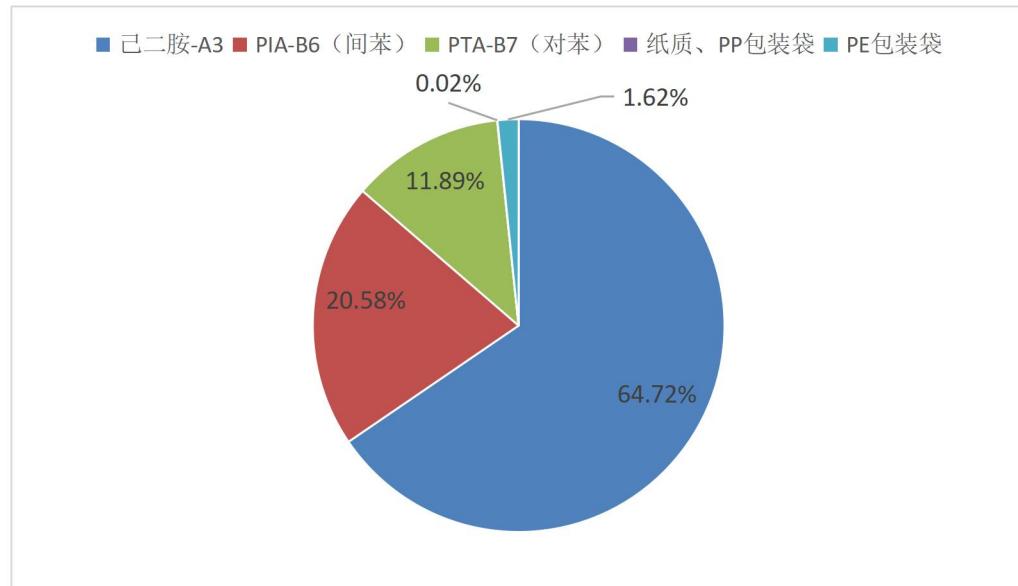


图5 透明尼龙-GT35原材料获取和加工阶段RUF贡献饼图

图6为各阶段酸化（AP）的贡献情况，图7为原材料获取和加工阶段酸化（AP）的贡献情况，从图中可以看出，原材料获取和加工阶段贡献最大，占98.94%，在原材料获取和加工阶段二胺-A3贡献最大，占71.46%。

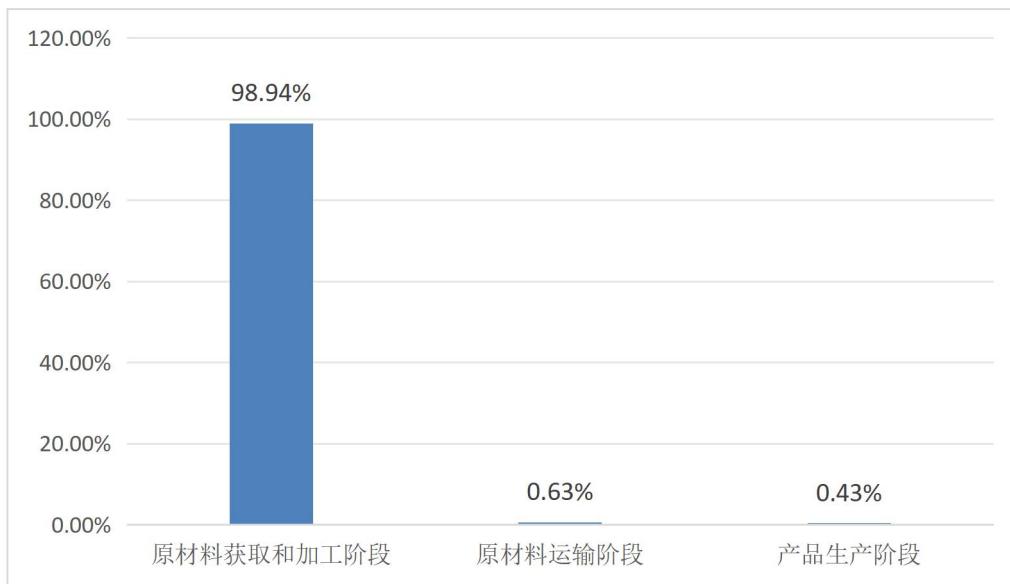


图6 透明尼龙-GT35生产阶段各清单过程AP贡献柱状图

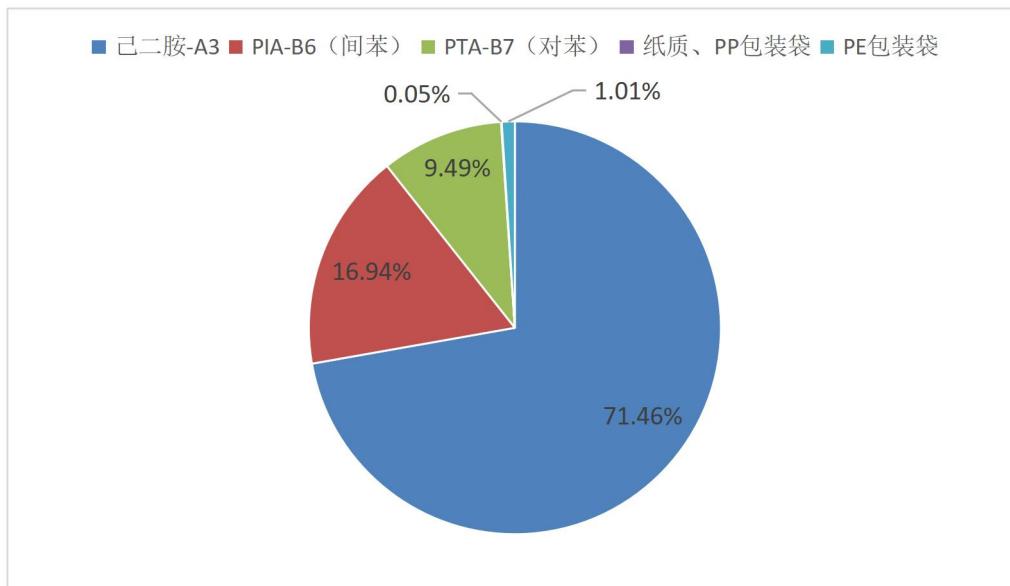


图7 透明尼龙-GT35原材料获取和加工阶段AP贡献饼图（ $\geq 1\%$ ）

图8为各阶段全球变暖潜力(GWP)的贡献情况，从图中可以看出，原材料获取和加工阶段贡献最大，占84.28%，在原材料获取和加工阶段二胺-A3贡献最大，占60.77%。

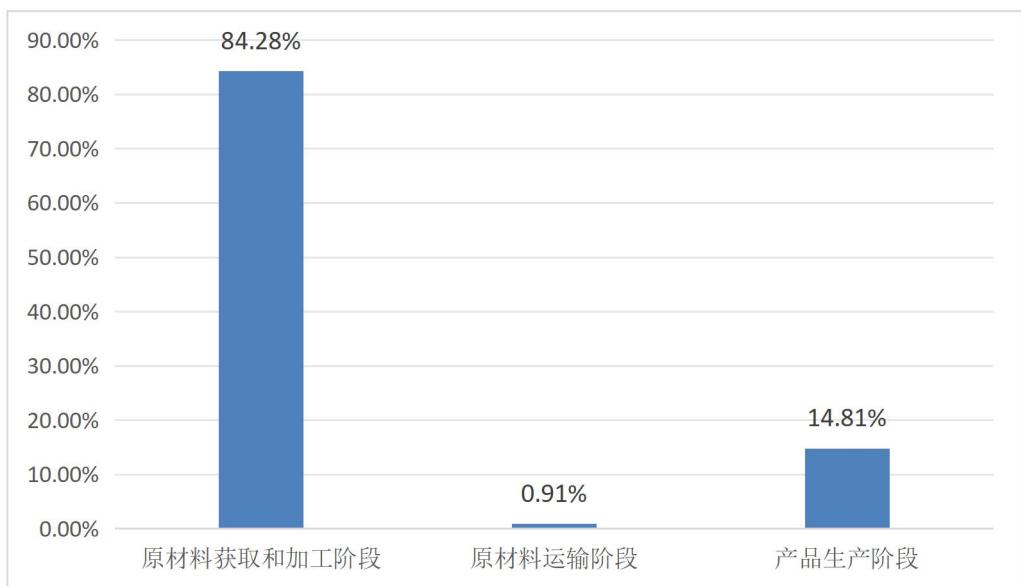


图8 透明尼龙-GT35生产阶段各清单过程GWP贡献柱状图

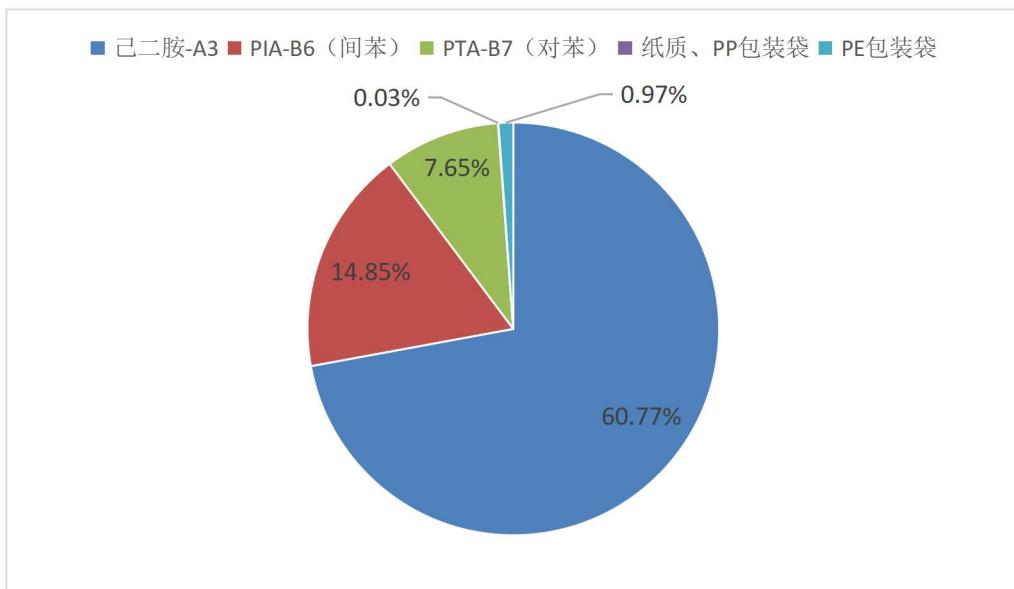


图9 透明尼龙-GT35原材料获取和加工阶段各清单过程GWP贡献饼图

4 生命周期解释

4.1 假设与局限性说明

本产品生命周期模型建立过程中所有原材料的消耗量均来自于企业实际生产数据。原材料及产品的运输方式仅为公路运输。由于生态环境部要求在2021年7月1日（即在评价日期2022年之前）重型柴油车须符合国六排放标，国六排放标准略严于欧六标准，则默认为所有运输车辆（包括原材料和产品的运输车辆）均符合EURO6标准。由于企业无法获得上游原材料生产数据，因此原材料的上游数据来自于数据库。研究过程中对数据根据物料平衡等进行了合理性修正。

4.2 完整性说明

本研究过程因不能获取产品的安装、维修、拆解等过程的材料消耗、用能阶段数据，故而研究结果未包含以上阶段，其余过程清单数据如本文“2 清单数据收集及说明”所示，数据条目完整性满足数据取舍原则要求。

4.3 数据质量评估结果

报告采用蒙特卡洛分析质量评估方法，在SimaPro10.2.0.0系统上完成对模型清单数据的不确定度评估。本报告研究类型为企业LCA-代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），得到数据质量评估评估结果见表。

表4-1 LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写（单位）	LCA结果	结果上下限
			(95%置信区间)
矿石资源消耗（RUMM）	kg Sb eq.	4.07E-02	[0.0168, 0.107]
能源消耗（RUF）	MJ	1.13E+05	[9.37E4, 1.4E5]
酸化（AP）	mol H ⁺ eq.	2.60E+01	[22.6, 31.9]
全球变暖潜力(GWP)	kg CO ₂ eq.	7.51E+03	[6.86E3, 8.25E3]

4.4 结论与建议

通过对1吨透明尼龙-GT35的整个生命周期，从原材料获取和加工阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品使用阶段和产品废弃处置各阶段的矿石资源消耗（RUMM）、能源消耗（RUF）、酸化（AP）、全球变暖潜力(GWP)、等环境影响指标的量化、评价和分析，由 3.1-3.3 的分析结果可以看出原材料获取和加工阶段对各项环境影响指标均较大。这些结果可为下一步开展绿色产品设计、生产更加环境友好的生态产品提供依据。

基于以上分析结果，本产品可在以下三个方面进行改进，以进一步减少产品对环境影响：

- 1) 1吨透明尼龙-GT35原材料获取过程中所使用的原辅料消耗对环境的影响直接影响本产品生命周期环境影响评价结果，建议选择对环境影响更少、环境更加友好的材质的原料进行使用，加强供应商管理，促进原材料供应商在原材料生产过程中减少原料、物料和能源消耗，降低对环境的影响；
- 2) 生产阶段用电对各项环境影响指标较大，建议通过工艺改进、采取节能降耗措施、提高清洁能源的使用比例，减少生产阶段中电力使用产生的排放；
- 3) 关注产品的全生命周期管理，提高产品废弃物的回收利用率，降低产品在废弃阶段对环境的影响。