

湖北泰盛化工有限公司

1t草甘膦原药

产品生命周期评价报告

编制单位：方圆标志认证集团湖北有限公司

编制日期：2023年4月20日



企业名称	湖北泰盛化工有限公司		
企业地址	宜昌市猇亭区猇亭大道 66-4 号		
统一社会信用代码	914205007775858107		
企业性质	有限责任公司		
联系人	陈紫宇	联系方式（电话、email）	13971313289
评价目的	评价1t 草甘膦原药产品碳环境绩效		
声明单位	1t 草甘膦原药		

评价结果：

依据ISO14040：2006、ISO14044：2006等产品生命周期评价相关标准，对湖北泰盛化工有限公司生产的1t草甘膦原药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、原材料运输、产品生产阶段的生命周期各阶段。

（2）评价结果

本研究利用SimaPro 9.5.0软件系统，使用Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit数据库，建立了1t草甘膦原药产品生命周期模型，并使用Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF 3.1 normalization and weighting set、IPCC 2021方法计算得到LCA结果，1t草甘膦原药的LCA 分析结果如下：

表1 1t草甘膦原药 LCA 结果

参数		单位	从摇篮到大门
全球变暖潜力(GWP)	化石能源	kg CO <sub>2</sub> eq.	4535.578
	生物质	kg CO <sub>2</sub> eq.	5.250
	土地利用和土地用途改变	kg CO <sub>2</sub> eq.	33.841
	合计	kg CO <sub>2</sub> eq.	4574.664
资源利用 (RU)	化石能源	MJ	74730.910
富营养化(EF)	富营养化-淡水	kg P eq	2.368
人体健康危害 (HT)	人体毒性	CTUh	1.18E-05

### (3) 生态设计建议

基于湖北泰盛化工有限公司1t草甘膦原药LCA结果，对减少环境影响方面提出以下建议：

1) 草甘膦原药原材料获取和加工过程中采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，其中原材料甘氨酸上游生产对各项环境影响指标均较大，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；

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、使用清洁能源电力，减少生产阶段中电力使用产生的排放；

3) 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。

# 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：1t草甘膦原药，具体信息如下：

产品类别：草甘膦原药

形状与形态：白色粉末

### 1.1.2 申明单位

本报告以1t草甘膦原药为申明单位。

### 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：2022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：甲醇、多聚甲醛、甘氨酸、亚磷酸二甲酯和三乙胺等

●主要能耗：电力、蒸汽、柴油、压缩空气、水等

## 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、原材料运输和产品生产包装阶段的生命周期各阶段。草甘膦原药产品生命周期系统边界图见图1。

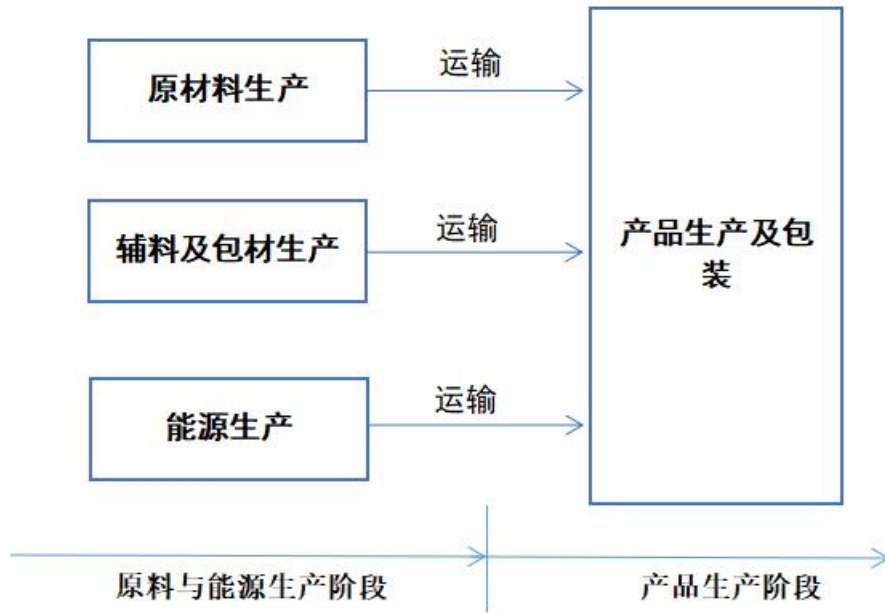


图 1 草甘膦原药生命周期系统边界图

### 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) 能源的所有输入均列出；
- 2) 原料的所有输入均列出；
- 3) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.3 % 的项目输入可忽略；
- 4) 大气、水体的各种排放均列出；
- 5) 小于固体废弃物排放总量 1 % 的一般性固体废弃物可忽略；
- 6) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备制造、安装与调试、厂区内人员及生活设施的消耗和排放均忽略；
- 7) 任何有毒有害材料和物质均应包含于清单中，不可忽略

### 1.2.3 环境影响类型

本研究选择了全球变暖潜力(GWP)、资源利用 (RU)、富营养化(EF)、人体毒性 (HT)，四类环境影响指标计算，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
----------	----------	--------

气候变化 CC	kg CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub> ,CH <sub>4</sub> ,N <sub>2</sub> O...
化石能源资源利用 RU-fossils	MJ	煤, 天然气, 原油...
富营养化 EF	kg P eq	TN, NH <sub>3</sub> -N, TP...
人体毒性 HT	CTUh	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , 颗粒物...

注: eq是equivalent的缩写, 意为当量。例如气候变化指标是以CO<sub>2</sub> 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 (通常也称为产品碳足迹, Product Carbon Footprint, PCF), 其单位为kg CO<sub>2</sub> eq。

### 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 9.5.0 软件系统, 建立了草甘膦原药产品生命周期模型, 并使用 Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF 3.1 normalization and weighting set、IPCC 2021 方法计算得到LCA结果。

在SimaPro 9.5.0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

清单名称	所属过程	数据集名称	数据库名称
甲缩醛	副产品	Ethylene glycol dimethyl ether {RoW}   ethylene glycol dimethyl ether production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
甲醇	原材料/物料	Methanol {GLO}   methanol production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
醋酸	原材料/物料	Acetic acid, without water, in 98% solution state {RoW}   acetic acid production, product in 98% solution	Ecoinvent 3.9.1

state   Cut-off, U			
醋酸酐	原材料/物料	Acetic anhydride {RoW}   acetic anhydride production, ketene route   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
硫磺	原材料/物料	Sulfur {GLO}   cobalt production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
氯气	原材料/物料	Chlorine, gaseous {RoW}   sodium chloride electrolysis   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
托品	原材料/物料	Hexamethylenediamine {RoW}   hexamethylenediamine production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
液氨	原材料/物料	Ammonia, anhydrous, liquid {CN}   ammonia production, partial oxidation, liquid   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
黄磷	原材料/物料	Phosphorus, white, liquid {RoW}   phosphorus production, white, liquid   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
液氯	原材料/物料	Chlorine, liquid {RoW}   chlorine production, liquid   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
浓硫酸	原材料/物料	Sulfuric acid {RoW}   sulfuric acid production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
三乙胺	原材料/物料	Triethyl amine {RoW}   triethyl amine production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
浓盐酸	原材料/物料	Hydrochloric acid, without water, in 30% solution state {RoW}   hydrochloric acid production, from the reaction of hydrogen with chlorine   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
32%液碱	原材料/物料	Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RoW}   chlor-alkali electrolysis, membrane cell   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
40%液碱	原材料/物料	Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RoW}   chlor-alkali electrolysis, membrane cell   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
片碱	原材料/物料	Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RoW}   chlor-alkali electrolysis, membrane cell   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
消泡剂	原材料/物料	重量占比<0.3%,忽略	Ecoinvent 3.9.1

包装袋-吨袋	原材料/物料	Polypropylene, granulate {RoW}   polypropylene production, granulate   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
电力	产品生产	Electricity, high voltage {CN-CCG}   market for electricity, high voltage   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
蒸汽	产品生产	Steam, in chemical industry {GLO}   market for steam, in chemical industry   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
水	产品生产	Tap water {RoW}   tap water production, conventional treatment   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
压缩空气	产品生产	Compressed air, 600 kPa gauge {GLO}   market for compressed air, 600 kPa gauge   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
氮气	产品生产	Nitrogen, liquid {RoW}   air separation, cryogenic   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
柴油	产品生产	Diesel, low-sulfur {RoW}   diesel production, low-sulfur   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
柴油燃烧排放	产品生产	Carbon dioxide, fossil	Ecoinvent 3.9.1
氮氧化物	产品生产	Nitrogen oxides, CN	Ecoinvent 3.9.1
二氧化硫	产品生产	Sulfur dioxide, CN	Ecoinvent 3.9.1
颗粒物	产品生产	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Ecoinvent 3.9.1
COD	产品生产	COD (Chemical Oxygen Demand), CN	Ecoinvent 3.9.1
氨氮	产品生产	4-Dimethylaminoazobenzene	Ecoinvent 3.9.1
危险焚烧处理	产品生产	Hazardous waste, for incineration {RoW}   treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
污泥残渣-填埋	产品生产	Municipal solid waste {RoW}   treatment of municipal solid waste, sanitary landfill   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
危废化学处理	产品生产	Hazardous waste, for underground deposit {RoW}   treatment of hazardous waste, underground deposit   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1



醋酸酐（河南）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
醋酸酐（江苏）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
醋酸酐（四川）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
醋酸酐（山东）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
醋酸（河南）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
醋酸（陕西）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
醋酸（河南商丘）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
液氨（湖北）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
液氨（河南）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
液氨（湖当阳）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
乌洛托品	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
硫磺（湖南）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1

硫磺（河南）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
黄磷运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
氯气运输-管道	原材料/物料运输	Pipeline, natural gas, low pressure distribution network {RoW}   pipeline construction, natural gas, low pressure distribution network   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
多聚甲醛（河南）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
多聚甲醛（新疆）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
多聚甲醛（内蒙）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
多聚甲醛（山东）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
多聚甲醛（河北）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
多聚甲醛（宁夏）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
三乙胺（山东）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
三乙胺（浙江）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
甲醇（荆门）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1

甲醇（当阳）运输	原材料/物料运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EUR06 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EUR06   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1
固废处理运输	固废运输	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EUR06 {RoW}   transport, freight, lorry >32 metric ton, EUR06   Cut-off, U	Ecoinvent 3.9.1

副产甲缩醛上游数据采用乙二醇二甲醚替代，乌洛托品上游数据采用六亚甲基二胺替代；消泡剂由于消耗量小于原材料总消耗的0.3%，且其上游数据或者活动水平数据难以取得，因此做忽略处理。

## 2 清单数据收集及说明

### 2.1 原材料获取和加工阶段

#### 2.1.1 草甘膦原药

(1) 过程基本信息

过程名称：原材料获取和加工阶段

(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：2022年1月至12月

1t草甘膦原药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 草甘膦原药产品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	用途/排放原因
产品产出	草甘膦原药	1	t	--	--
副产	甲缩醛	530.658	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	甲醇	292.839	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	多聚甲醛	456.119	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	甘氨酸	565.845	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	亚磷酸二甲酯	1005.449	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	三乙胺	11.750	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	浓盐酸	1870.021	kg	Ecoinvent 3.9.1	

原材料/物料	32%液碱	1059.732	kg	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	40%液碱	507.188	kg	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	片碱	21.052	kg	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	消泡剂	0.055	kg	忽略

上游的数据包括原料、能源和辅料的清单环境负荷数据。受核查方的上游数据主要来自Ecoinvent 3.9.1数据库。产品产量数据以及原料消耗数据来源于《生产报表》。

### 2.1.2 多聚甲醛生产

#### (1) 过程基本信息

过程名称：原材料获取和加工阶段

#### (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：2022年1月至12月

1t草甘膦原药生产过程中消耗的原材料清单及背景数据见下表2-2所示。原材料生产过程数据中来自数据库。

表2-2 多聚甲醛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	用途/排放原因
产品产出	多聚甲醛	1	t	--	--
原材料/物料	甲醇	1696.865	kg	Ecoinvent 3.9.1	
能源	电力	32.343	kwh	Ecoinvent 3.9.1	
能源	水	5.607	t	Ecoinvent 3.9.1	
能源	压缩空气	46.373	m <sup>3</sup>	Ecoinvent 3.9.1	

上游的数据包括原料、能源和辅料的清单环境负荷数据。受核查方的上游数据主要来自Ecoinvent 3.9.1数据库。产品产量数据以及甲醇数据来源于《生产报表》。

### 2.1.3 甘氨酸生产

#### (1) 过程基本信息

过程名称：原材料获取和加工阶段

#### (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：2022年1月至12月

1t草甘膦原药生产过程中消耗的原材料清单及背景数据见下表2-3所示。原材料生产过程数据中来自数据库。

表2-3 甘氨酸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	用途/排放原因
产品产出	甘氨酸	1	t	--	--
原材料/物料	醋酸	975.159	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	醋酸酐	59.569	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	硫磺	11.619	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	氯气	1334.006	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	甲醇	28.224	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	托品	125.265	kg	Ecoinvent 3.9.1	
原材料/物料	液氨	662.525	kg	Ecoinvent 3.9.1	
能源	电力	654.605	kwh	Ecoinvent 3.9.1	
能源	蒸汽	22.858	MJ	Ecoinvent 3.9.1	
能源	水	9.474	t	Ecoinvent 3.9.1	
能源	压缩空气	173.159	m <sup>3</sup>	Ecoinvent 3.9.1	
能源	氮气	51.681	kg	Ecoinvent 3.9.1	

上游的数据包括原料、能源和辅料的清单环境负荷数据。受核查方的上游数据主要来自Ecoinvent 3.9.1数据库。产品产量数据以及原料数据来源于《生产报表》。蒸汽为吨单位换算为热量单位MJ，蒸汽参数：245℃，0.7MPa，焓值为2942.04kJ/kg。

#### 2.1.4 亚磷酸二甲酯生产

##### (1) 过程基本信息

过程名称：原材料获取和加工阶段

##### (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：2022年1月至12月

1t亚磷酸二甲酯产品生产过程中消耗的原材料清单及背景数据见下表2-4所示。原材料生产过程数据中来自数据库。

表2-4 亚磷酸二甲酯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	用途/排放原因
----	------	----	----	--------	---------

产品产出	亚磷酸二甲酯	1	t	--	--
原材料/物料	黄磷	304.482	kg	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	液氯	1034.545	kg	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	甲醇	938.595	kg	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	浓硫酸	146.887	kg	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	电力	789.603	kwh	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	蒸汽	1.170	MJ	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	水	10.061	t	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	压缩空气	31.320	m <sup>3</sup>	Ecoinvent	3.9.1
原材料/物料	氮气	42.750	kg	Ecoinvent	3.9.1

上游的数据包括原料、能源和辅料的清单环境负荷数据。受核查方的上游数据主要来自Ecoinvent 3.9.1数据库。产品产量数据以及原料数据来源于《生产报表》。蒸汽为吨单位换算为热量单位MJ，蒸汽参数：245℃，0.7MPa，焓值为2942.04kj/kg。

## 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：代表企业及供应商实际数据

基准年：2022年1月至12月

表2-5 草甘膦原药产品原料运输信息表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
原材料/物料 运输	醋酸酐（河南）运输	0.50428	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	醋酸酐（江苏）运输	21.74347	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	醋酸酐（四川）运输	13.33980	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	醋酸酐（山东）运输	0.71672	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	醋酸（河南）运输	202.39415	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	醋酸（陕西）运输	302.41889	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	醋酸（河南商丘）运输	108.30682	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	液氨（湖北）运输	19.48442	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料 运输	液氨（河南）运输	0.72690	tkm	Ecoinvent 3.9.1

原材料/物料	运输	液氨（湖当阳） 运输	0.62394	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	乌洛托品	185.64148	tkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	硫磺（湖南）运 输	0.12609	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	硫磺（河南）运 输	5.06059	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	黄磷运输	62.25707	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	氯气运输-管道	10	km	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	多聚甲醛（河南 ）运输	63.94053	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	多聚甲醛（新疆 ）运输	247.28904	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	多聚甲醛（内蒙 ）运输	2.07574	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	多聚甲醛（山东 ）运输	12.87180	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	多聚甲醛（河北 ）运输	29.45380	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	多聚甲醛（宁夏 ）运输	59.06828	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	三乙胺（山东 ）运输	6.12793	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	三乙胺（浙江 ）运输	7.03878	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	甲醇（荆门） 运输	161.41708	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
原材料/物料	运输	甲醇（当阳） 运输	20.34593	kgkm	Ecoinvent 3.9.1
固废	运输	固废处理运输	0.56112	kgkm	Ecoinvent 3.9.1

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a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。

## 2.3 产品生产阶段

### （1）过程基本信息

过程名称：草甘膦原药产品生产

### （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：2022年1月至12月

表2-6 草甘膦原药生产过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品生产	柴油	0.972	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	电力	692.373	kWh	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	蒸汽	26.508	MJ	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	水	17.212	t	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	压缩空气	152.884	m <sup>3</sup>	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	氮气	66.220	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	柴油燃烧排放	3.057	kg	计算值
产品生产	氮氧化物	0.0894	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	二氧化硫	0.0094	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	颗粒物	0.0019	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	COD	0.9338	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	氨氮	0.1386	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	危废-焚烧	1.540	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	污泥残渣	1.410	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	危废-填埋	2.890	kg	Ecoinvent 3.9.1
产品生产	污处液碱	18.220	kg	Ecoinvent 3.9.1

单元过程投入产出数据包括能源及能源介质、原材料、辅助材料、产品、副产品或固体废弃物、大气排放、水体排放。生产用电数据主要来源于厂区内电表计量数据；生产用水来源于《水表计量》。蒸汽为吨单位换算为热量单位MJ，蒸汽参数：245℃，0.7MPa，焓值为2942.04kJ/kg。

### 3 生命周期影响分析

#### 3.1 LCA 结果

根据以上各项数据，在SimaPro 9.5.0软件中，使用Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF 3.1 normalization and weighting set计算方法，对1t草甘膦原药产品进行计算，计算指标为能源消耗、全球变暖、富营养化、人体毒性，四类环境影响评价结果及过程阶段结果如下表所示：

表3-1 1t草甘膦原药LCA结果

LCA结果——环境影响评价(Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF 3.1 normalization and weighting set)						
影响类别	单位	原材料阶段	原材料运输阶段	生产阶段	副产甲缩醛	综合结果
Climate change	kg CO2 eq	4986.896	253.860	689.330	-1355.417	4574.669



Climate change - Fossil	kg CO2 eq	4951.239	874.528	62.456	-1352.644	4535.578
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	5.678	0.326	0.882	-1.636	5.250
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	34.079	0.776	0.123	-1.138	33.841
Eutrophication, freshwater	kg P eq	2.527	0.013	0.139	-0.312	2.368
Human toxicity, cancer	CTUh	0.000	0.000	0.000	-2.64E-06	1.18E-05
Resource use, fossils	MJ	100422.680	2416.151	6312.733	-34419.879	74731.684

### 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 1t草甘膦原药产品清单数据灵敏度表

清单名称	所属过程	上游数据类型	CC	EF	HT	RU, fossils
甲醇	草甘膦原药【生产】	背景数据	<b>3.57%</b>	<b>0.74%</b>	<b>0.51%</b>	<b>8.22%</b>
多聚甲醛	草甘膦原药【生产】	背景数据	<b>2.11%</b>	<b>-0.73%</b>	<b>-2.31%</b>	<b>5.66%</b>
甘氨酸	草甘膦原药【生产】	背景数据	<b>52.20%</b>	<b>26.97%</b>	<b>32.89%</b>	<b>39.12%</b>
亚磷酸二甲酯	草甘膦原药【生产】	背景数据	<b>2.34%</b>	<b>44.16%</b>	<b>-2.87%</b>	<b>16.48%</b>
三乙胺	草甘膦原药【生产】	背景数据	<b>0.85%</b>	<b>0.82%</b>	<b>0.14%</b>	<b>0.95%</b>
浓盐酸	草甘膦原药【生产】	背景数据	<b>5.12%</b>	<b>3.35%</b>	<b>0.70%</b>	<b>6.42%</b>

液碱	草甘膦原药【生产】	背景数据	17.51%	17.96%	3.71%	12.11%
液碱污处	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.40%	0.39%	0.08%	0.26%
包材吨袋	草甘膦原药【生产】	背景数据	1.57%	0.64%	0.13%	2.79%
醋酸酐（河南）运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
醋酸酐（江苏）运输	运输阶段	背景数据	0.07%	0.01%	0.01%	0.05%
醋酸酐（四川）运输	运输阶段	背景数据	0.04%	0.01%	0.01%	0.03%
醋酸酐（山东）运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
醋酸（河南）运输	运输阶段	背景数据	0.35%	0.06%	0.06%	0.28%
醋酸（陕西）运输	运输阶段	背景数据	0.52%	0.10%	0.09%	0.43%
醋酸（河南商丘）运输	运输阶段	背景数据	0.19%	0.03%	0.03%	0.15%
液氨（湖北）运输	运输阶段	背景数据	0.06%	0.01%	0.01%	0.05%
液氨（河南）运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
液氨（湖当阳）运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
乌洛托品	运输阶段	背景数据	0.32%	0.06%	0.06%	0.26%
硫磺（湖南）运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
硫磺（河南）运输	运输阶段	背景数据	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%

黄磷运输	运输阶段	背景数据	0.11%	0.02%	0.02%	0.09%
氯气运输-管道	运输阶段	背景数据	0.11%	0.02%	0.02%	0.09%
多聚甲醛(河南)运输	运输阶段	背景数据	0.42%	0.08%	0.08%	0.35%
多聚甲醛(新疆)运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
多聚甲醛(内蒙)运输	运输阶段	背景数据	0.02%	0.00%	0.00%	0.02%
多聚甲醛(山东)运输	运输阶段	背景数据	0.05%	0.01%	0.01%	0.04%
多聚甲醛(宁夏)运输	运输阶段	背景数据	0.10%	0.02%	0.02%	0.08%
三乙胺(山东)运输	运输阶段	背景数据	0.02%	0.00%	0.00%	0.01%
三乙胺(浙江)运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
甲醇(荆门)运输	运输阶段	背景数据	0.28%	0.05%	0.05%	0.23%
甲醇(当阳)运输	运输阶段	背景数据	0.03%	0.01%	0.01%	0.03%
固废处理运输	运输阶段	背景数据	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
电力	草甘膦原药【生产】	背景数据	10.55%	4.27%	0.83%	5.09%
蒸汽	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.02%	0.00%	0.00%	0.01%
水	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.13%	0.10%	0.02%	0.08%
压缩空气	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.26%	0.30%	0.05%	0.19%
氮气	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.49%	0.44%	0.04%	0.32%
柴油	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.01%	0.00%	0.00%	0.05%

危险焚烧处理	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.06%	0.04%	0.02%	0.02%
污泥残渣-填埋	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
危废化学处理	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.04%	0.04%	0.10%	0.03%
直接排放	草甘膦原药【生产】	背景数据	0.05%	0.00%	65.47%	0.00%

### 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1t草甘膦原药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21所示：

根据表3-1和表3-2，下图中对草甘膦原药产品生命周期中各环节进行分析。图2、图3、图4为各阶段对气候变化（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85.66%，其次为产品生产阶段，占比11.62%。其中原材料获取和加工阶段中甘氨酸贡献最大，占52.20%，其次为液碱，占比17.51%。产品生产阶段中电力贡献最大，占10.55%。

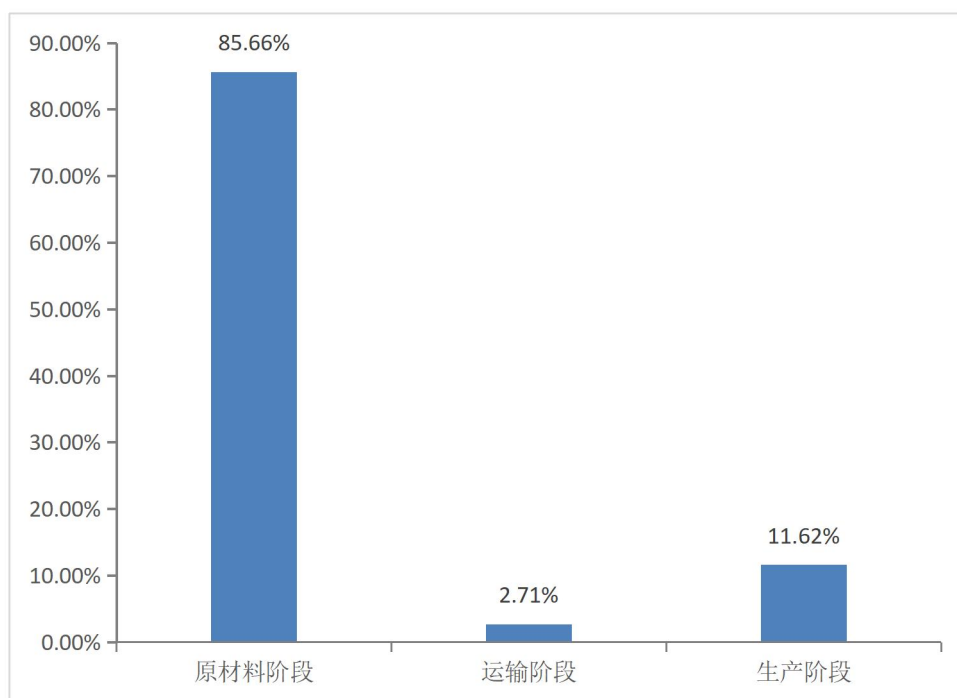


图 2 草甘膦原药各阶段清单过程GWP贡献柱状图

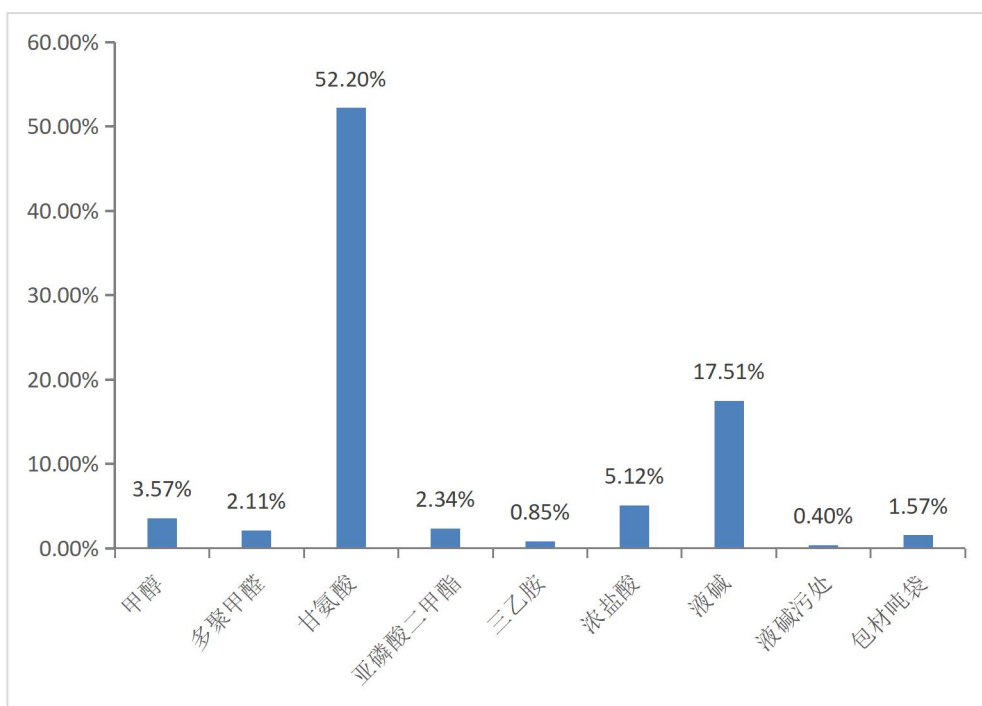


图 3 草甘膦原药原材料获取和加工阶段各清单过程GWP贡献柱状图

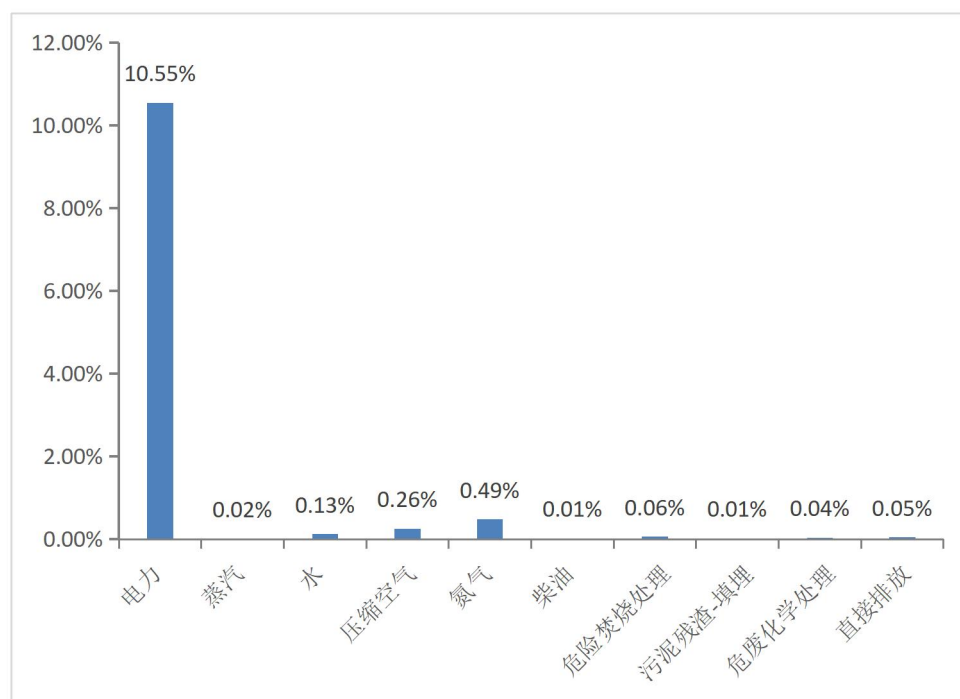


图 4 草甘膦原药生产阶段各清单过程GWP贡献柱状图

根据表3-1和表3-2，下图中对草甘膦原药产品生命周期中各环节进行分析。图5、图6、图7为各阶段对化石能源资源利用(RU-F)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92.00%，其次为产品生产阶段，占

比5.78%。其中原材料获取和加工阶段中甘氨酸贡献最大，占39.12%，其次为亚磷酸二甲酯，占比16.48%。产品生产阶段中电力贡献最大，占5.09%。

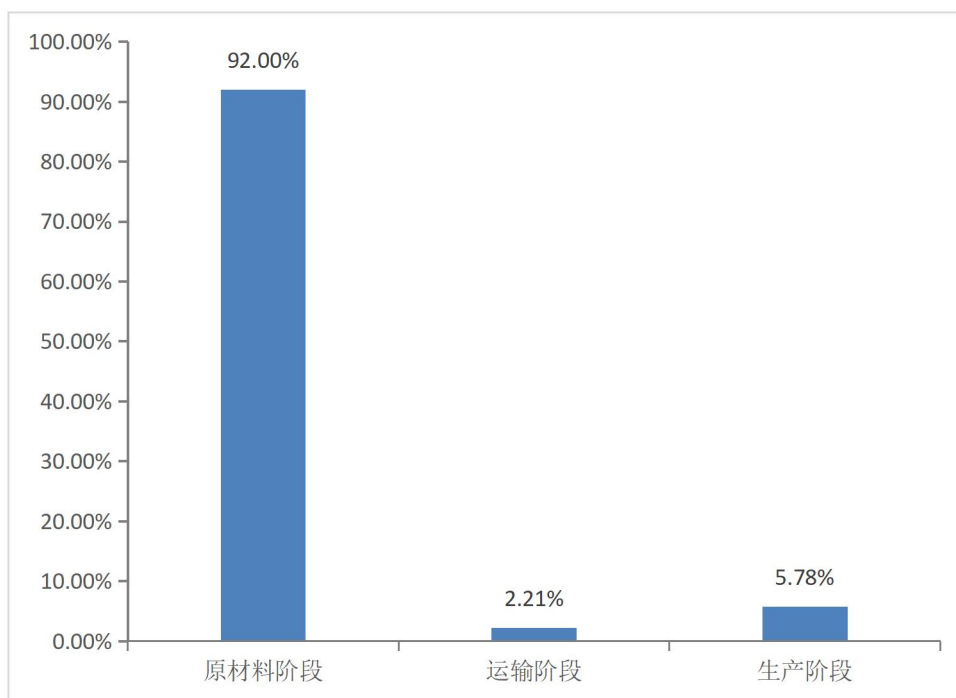


图 5 草甘膦原药各阶段清单过程RU-F贡献柱状图

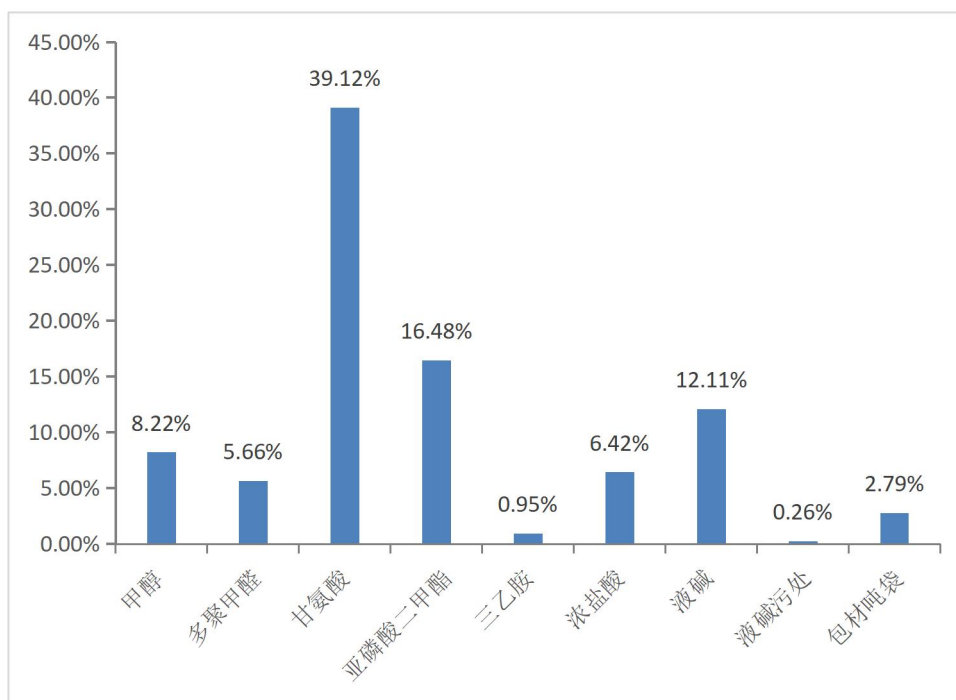


图 6 草甘膦原药原材料获取和加工阶段各清单过程RU-F贡献柱状图

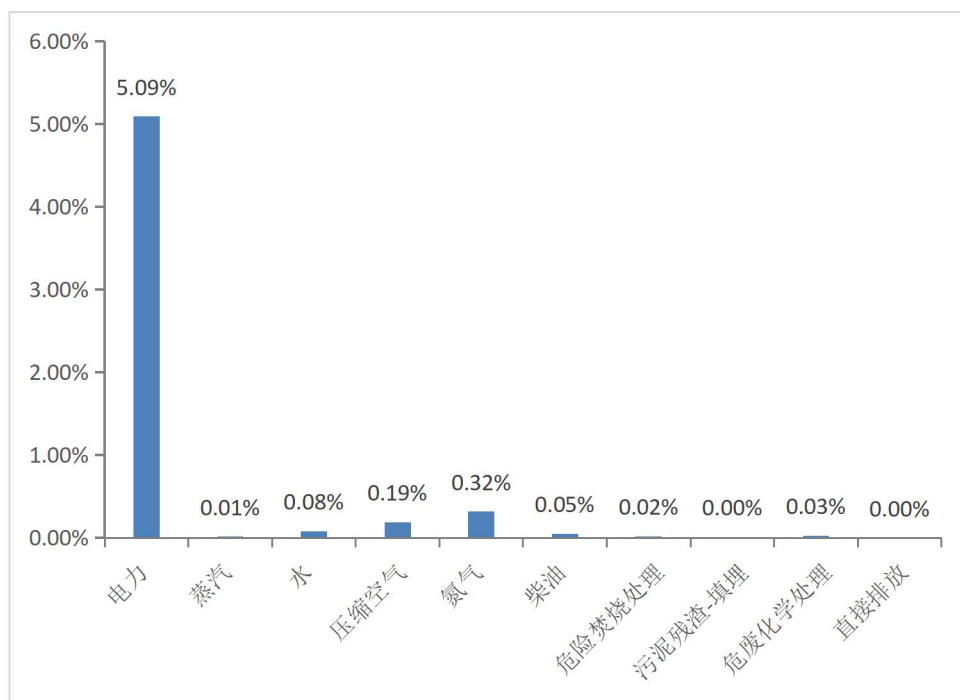


图 7 草甘膦原药生产阶段各清单过程RU-F贡献柱状图

根据表3-1和表3-2，下图中对草甘膦原药产品生命周期中各环节进行分析。图8、图9、图10为各阶段对富营养化(EF)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94.30%，其次为产品生产阶段，占比5.20%。其中原材料获取和加工阶段中亚磷酸二甲酯贡献最大，占44.16%，其次为甘氨酸，占比26.97%。产品生产阶段中电力贡献最大，占4.27%。

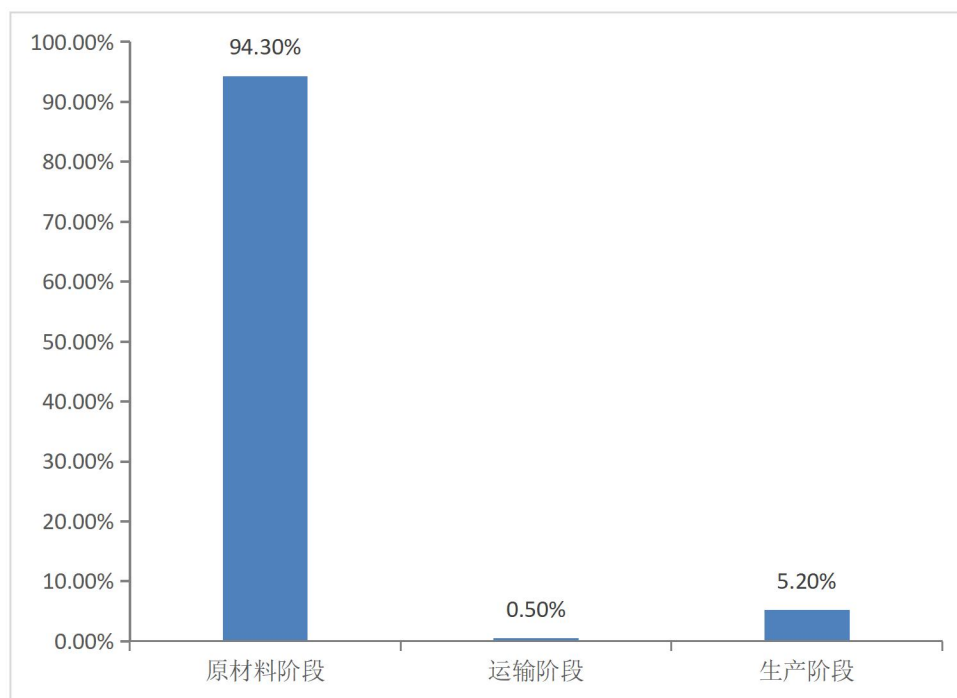


图 8 草甘膦原药生产阶段各清单过程EF贡献柱状图

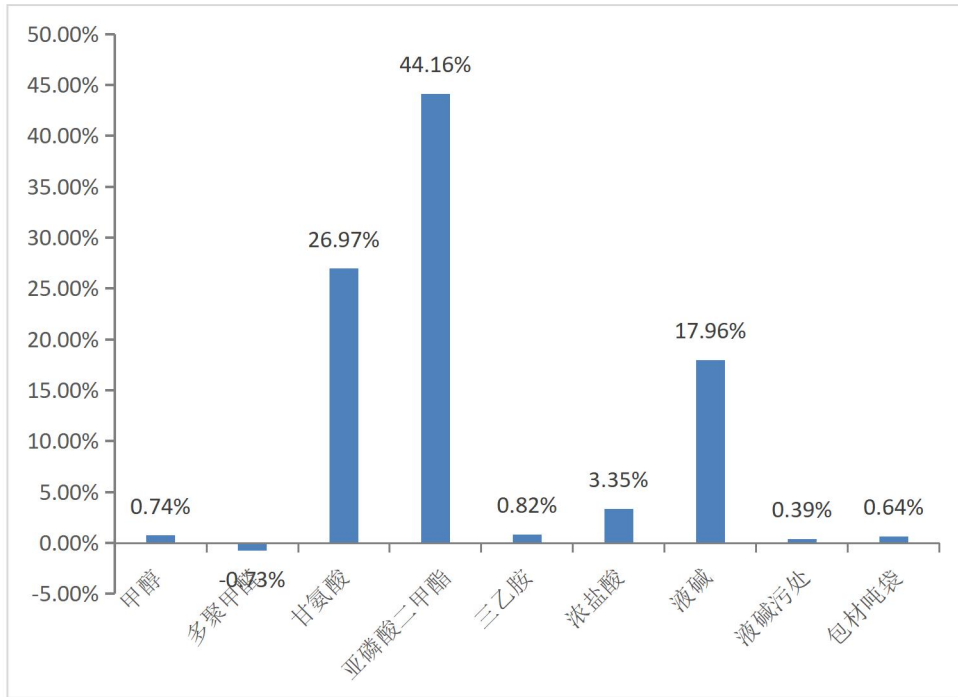


图 9 草甘膦原药原材料获取和加工阶段各清单过程EF贡献柱状图

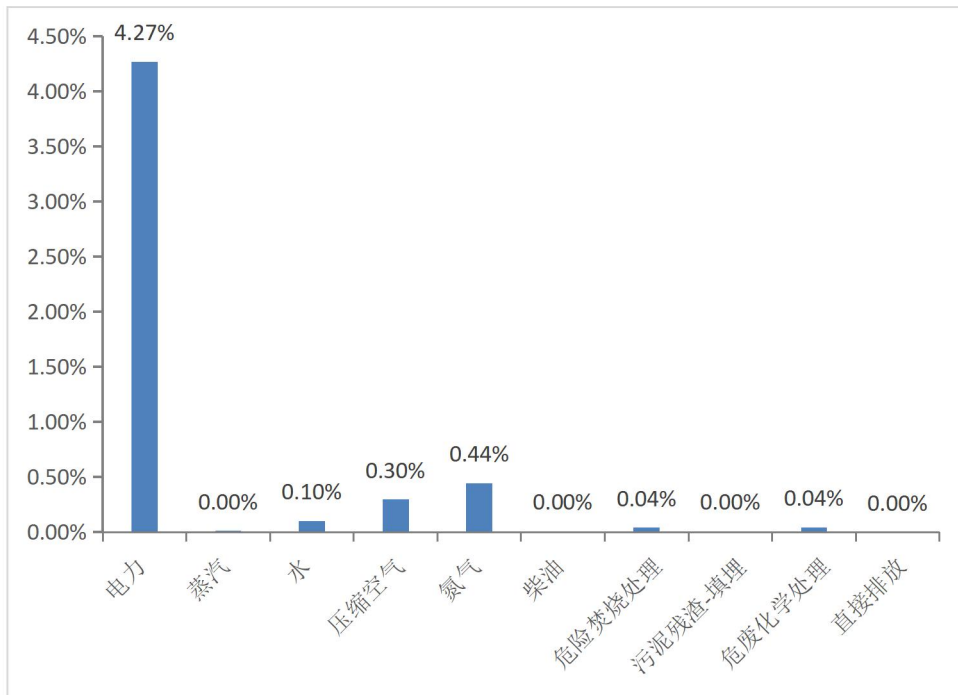


图 10 草甘膦原药生产阶段各清单过程EF贡献柱状图

根据表3-1和表3-2，下图中对草甘膦原药产品生命周期中各环节进行分析。图11、图12、图13为各阶段对人体健康危害（HT）的贡献情况，从图中可以看出，生产阶段贡献最大，占66.53%，其次为产品原材料获取阶段，占比32.98%。其中原材料获取和加工阶段中甘氨酸贡献最大，占32.89%，其次为液碱，占比3.71%。产品生产阶段中直接排放贡献最大，占65.47%。



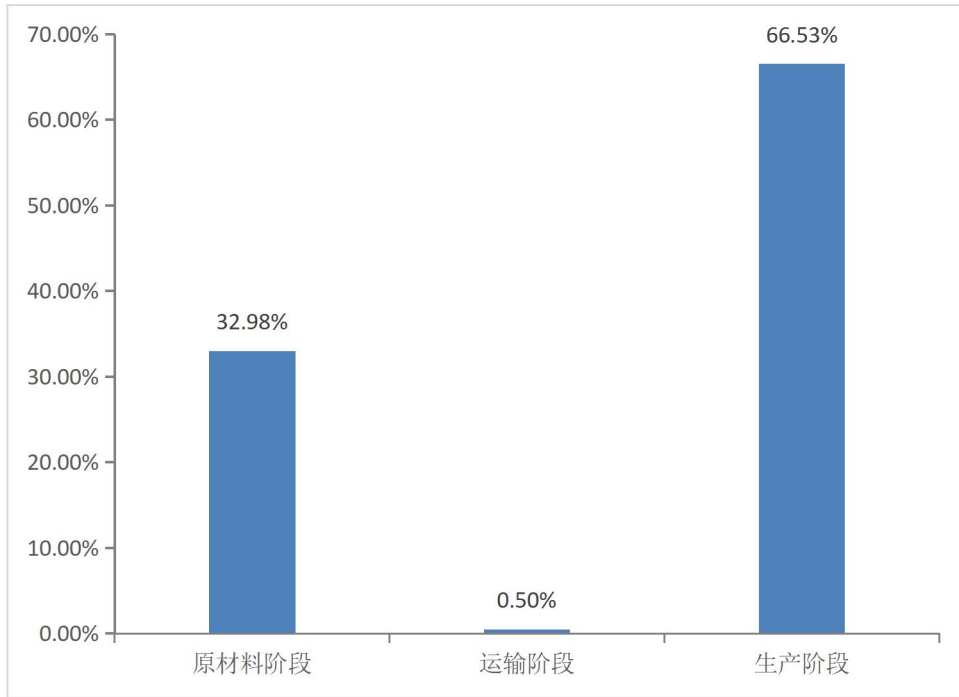


图 11 草甘膦原药生产阶段各清单过程HT贡献柱状图

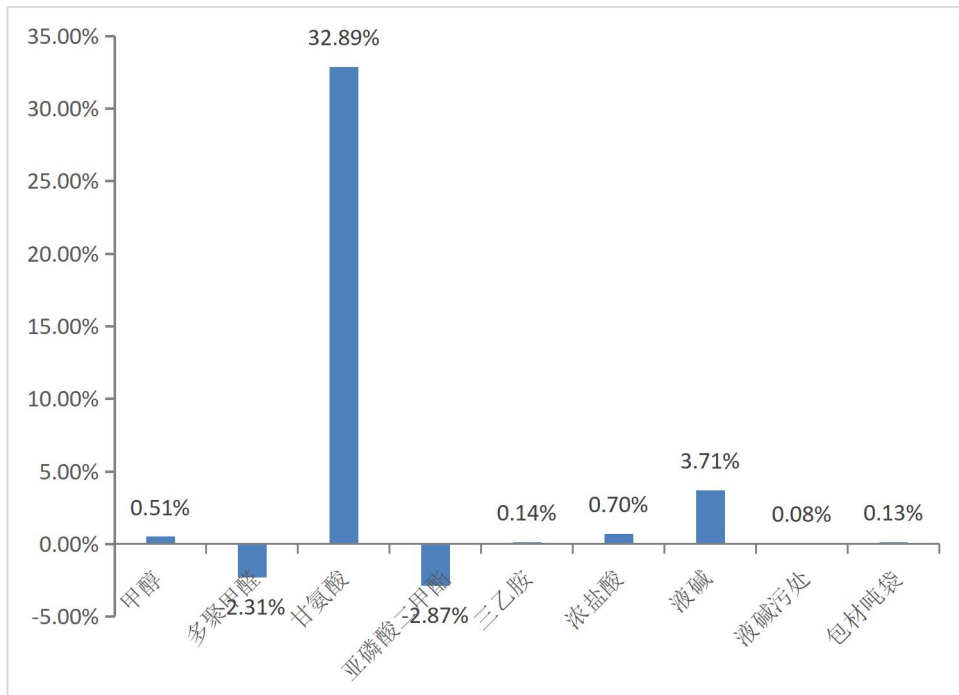


图 12 草甘膦原药原材料获取和加工阶段各清单过程HT贡献柱状图

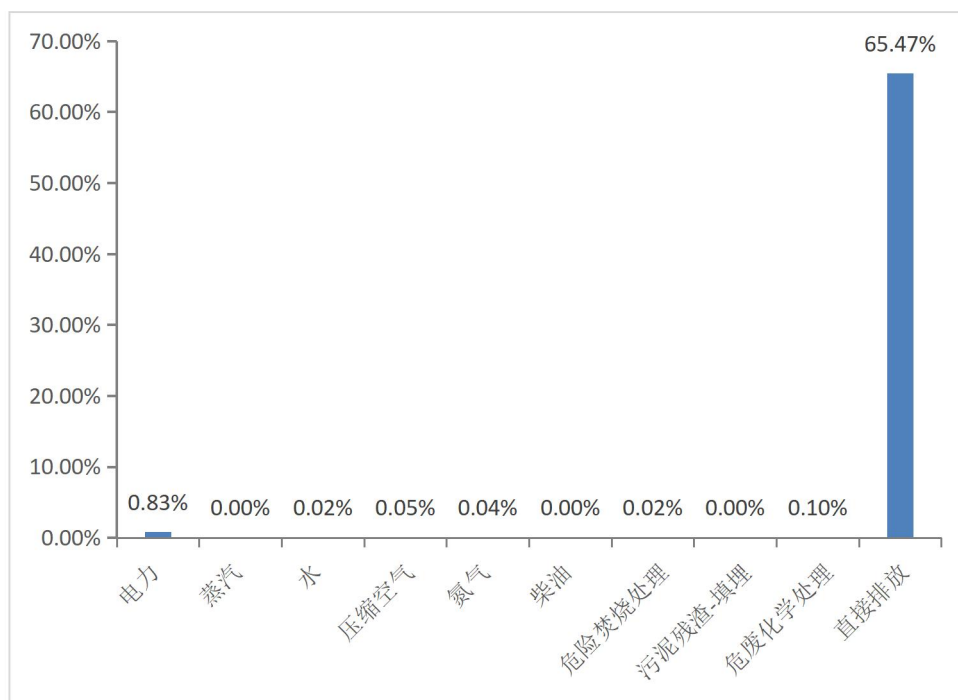


图 13 草甘膦原药生产阶段各清单过程HT贡献柱状图

## 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。副产品甲缩醛采用系统边界扩展法进行分配,采用乙二醇二甲醚替代甲缩醛上游指标数据在产品总指标中扣减。

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a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。

本次报告未考虑产品运输、产品使用、产品安装、产品维护、产品维修、产品拆解、回收利用、产品废弃阶段以及再利用、回收和再循环潜力阶段。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

原料消泡剂由于消耗量小于原材料总消耗的0.3%,且其上游数据或者活动水平数据难以取得,因此做忽略处理。

### 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SimaPro 9.5.0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）
全球变暖（GWP）	kg CO <sub>2</sub> eq.	4574.664	[1925.10, 7465.30]
化石能源资源利用（RU-F）	MJ	74730.910	[27654.27,142744.77]
富营养化(EF)	kg P eq	2.368	[0.75,5.93]
人体健康危害(HT)	CTUh	1.18E-05	[-0.001,0.001]

### 4.4 结论与建议

通过对1t草甘膦原药的整个生命周期，从原材料生产、运输到产品生产各阶段的资源利用、全球暖化、富营养化、人体健康危四类环境影响指标的量化、评价和分析，从 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，产品生产阶段对各项环境影响指标贡献其次，原材料运输阶段对各项环境影响指标均较小。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的影响：

1) 草甘膦原药原材料获取和加工过程中采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，其中甘氨酸上游生产对各项环境影响指标均较大，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；

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、使用清洁能源电力，减少生产阶段中电力使用产生的排放；

3) 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。