

保定市水泥制管有限公司

环境产品声明（EPD）和碳足迹（CFPs）分 析报告 （2023-2024 年度）

叠木（重庆）企业管理咨询有限公司



2024 年 05 月 17 日

环境产品声明（EPD）和碳足迹（CFPs）分析报告概要

委托客户	保定市水泥制管有限公司		
客户地址	保定市天威西路 6666 号		
联系人	周国艳		
联系方式	0312-7033333		
产品名称	钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井		
产品规格	见正文		
功能单位	1m ³	数量(单位)	6646m ³
系统边界	从摇篮到大门（从资源开采到产品出厂）	时间代表性	2023-2024
结果描述	报告采用 CML IA 评估方法，借鉴参考 一米 一全生命周期绿色智造平台系统，建立了钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。本报告研究类型为第三方环境产品声明，研究方式为从摇篮到大门，结果如下：		
	指标名称	缩写（单位）	LCA 结果
	气候变化	GWP(kg CO ₂ eq)	4.03e+2
	非生物资源消耗(元素)	ADPE(kg Sb eq)	7.32e-4
	非生物资源消耗(化石燃料) ADPF(MJ)	非生物资源消耗(化石燃料) ADPF(MJ)	3.31e+3
	臭氧层消耗	ODP(kg CFC-11 eq)	1.19e-5
	人体毒性	HT(kg 1,4-DB eq)	2.18e+2
	淡水水生生态毒性	FWAE(kg 1,4-DB eq)	1.08e+2
	海洋水生生态毒性	MAE(kg 1,4-DB eq)	3.85e+5
	陆地生态毒性	TE(kg 1,4-DB eq)	1.18e+0
	光化学臭氧合成	POCP(kg C ₂ H ₄ eq)	1.10e-1
	酸化	AP(kg SO ₂ eq)	1.63e+0
	富营养化	EP(kg PO ₄ eq)	4.33e-1

结果概要	<p>保定市水泥制管有限公司生产的 1m³钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井造成的气候变化（即产品碳足迹）为 403kg CO₂ eq；非生物资源消耗（化石燃料）为 3310MJ；酸化为 1.63kg SO₂ eq；人体毒性为 218kg 1,4-DB eq 等。</p> <p>钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产阶段包括原材料的获取和加工、原料运输和产品生产三个子阶段。原材料获取和加工阶段对其全生命周期的环境影响贡献最大，在 11 项指标中贡献比例超 50%。其中，对环境的影响较大的因素有钢筋的生产、电力和蒸汽的使用。从生命周期降低产品对环境的影响的角度，可以加强对原材料制造商的环境管理，同时，生产中采用节能减排措施，降低能源消耗，选择新型能源、关注环境影响，降低生产过程能耗。</p> <p>本次评价过程主要消耗数据来源于企业数据，但生产原料的 EPD 数据等主要来源于数据库，而不是实景数据，可能与当前实际情况有所偏差。生产使用的矿粉为固体废弃物，利废原料，不纳入核算。减水剂和热轧卷板用量占比不到 1%，不纳入核算。生产过程的环境排放企业未安装监测系统，且产生量较少，故忽略。</p> <p>本报告的有效期为自发布之日起 5 年，到期之后应对其进行复核，必要时应进行重新计算与验证。当反映声明内容及准确性的技术或其他情况可能发生改变时，应对本报告进行重新评价与更新。</p>		
	组长	江三碧建	日期 2024.5.17
	组员	邓光燕	日期 2024.5.17

环境产品声明（EPD）和碳足迹（CFPs）分析报告

0.1 项目简介

获取企业钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井产品全生命周期过程的碳足迹和环境产品声明，为第三方认证提供详细信息和数据支持。

环境产品声明和碳足迹分析是企业实现绿色低碳发展的基础和关键，本项目评价结果将为公司钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井产品的第三方沟通提供良好途径，对促进产品全生命周期降低对环境的不利影响具有一定积极作用。本项目评价结果的潜在沟通对象包括两个群体，一是企业内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游供应商、地方政府和环境非政府组织等。

0.2 企业介绍

保定市水泥制管有限公司始建于 1983 年，至今已有多年的历史。公司坐落于保定天威西路 6666 号，交通方便。占地面积 400000 平米，生产建设厂房 40000 平米，拥有员工 50 多人，专业技术人员 20 多人。公司生产工艺先进，检测设备完善，被评为河北建设集团有限公司优秀供货商、河北省立信单位。

公司钢筋混凝土排水管产品规格齐全，可生产市场需求的各种管材及方涵，产品销往北京、天津、廊坊、张家口、石家庄、太原、大同、沧州、东营等地。公司本着诚信为本、客户至上的宗旨，建立了密集的销售网络、拥有众多知名客户。

公司主要合作单位有保定市高新技术产业开发区发展有限公司、保定市万维市政工程有限公司、保定市排水管理处、保定申城路桥有限责任公司、保定中星路桥有限公司、河北建设集团有限公司、河北华北石油工程建设有限公司、天津静海源泉市政公司、天津静海公路工程有限公司、天津市政公司、天津禾嘉市政园林工程有限公司、天津市六市政五分公司、北京市政公司、北京市市政建设工程有限公司、北京城建道桥建设集团有限公司、中国石油天然气第七建设公司、中冶交通工程技术有限公司、中冶天工集团有限公司、中建交通集团有限公司、沧州市建通路桥有限公司、廊坊兴达建设工程有限公司、山东荷建建筑集团有限公司等。主要工程有国家高新区管网工程、张石高速、荣乌高速、保沧高速。

公司本着“诚信做人、勤奋做事”的原则，“为客户创造价值、为城市创造美丽、永不停止的创新和进步、永不倦怠的服务”是本公司的追求，“以技术为先导，创一流企业”是我公司的企业精神，多年来被评为保定市重合同守信誉单位，我公司愿以最优质的产品向您提供一流的服务。

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：钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井，具体信息如下：

产品类别：钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井

产品规格型号：

钢筋混凝土排水管：RCP D300-3600 DRCP D300-3600

预制混凝土检查井：圆形、矩形检查井

1.1.2 功能单位与基准流

本报告以生产 1m^3 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井为功能单位。

1.1.3 数据代表性

时间、地理、技术代表性如下：

(1) 时间代表性：2023 年 5 月-2024 年 4 月

(2) 地理代表性：中国河北省保定市

1.2 范围定义

1.2.1 系统边界

本研究的系统边界如图 1 所示，主要包括以下单元过程：

a) 原材料获取：产品生产过程中消耗的主要原材料的开采及生产过程；

b) 能源获取：所用电力、柴油等能源的开采及生产过程；

c)利废原料获取：如建筑垃圾、危险废物、冶金行业的合金废渣、高炉废渣等的生产过程；

d)运输：主要原材料、利废原料及能源的运输过程；

e)产品生产：产品生产所涵盖的全部工序。

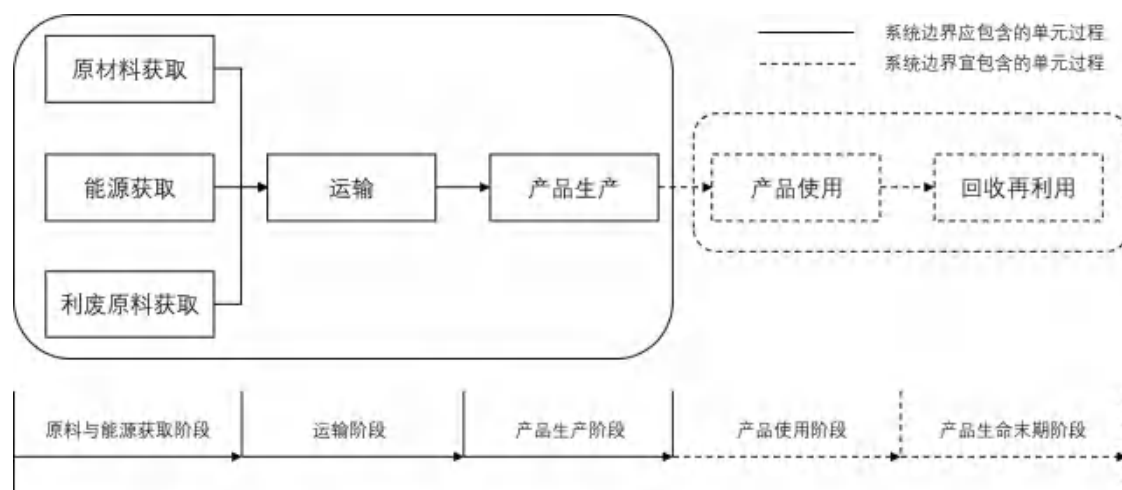


图 1 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生命周期评价系统边界图

钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生命周期评价系统边界宜包含以下单元过程：

a)产品使用：产品出厂后的运输、使用与维护过程；

b)回收再利用：产品报废、回收、循环利用与最终处置过程。

本产品在使用寿命结束之后的处理阶段因为未包括进入范围边界，因此关于回收和处理的环境负荷及收益的分配不在此评价报告的分析范围内。

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，此外，原料为固体废弃物循环利用可视情况忽略，具体规则如下：

a) 所有的能源输入均需列出，包括使用的含能废弃物；

b) 应列出主要的原材料及利废原料输入，符合准则可忽略；

c) 国家或地方相关标准规定的大气、水体、土壤的各种污染物和固体废弃物均需列出；

d) 任何有毒有害物质均不可忽略；

e) 忽略的单项物质(能量)流或单元过程对环境影响的贡献均不应超过 1%；

f) 所有忽略的物质(能量)流与单元过程对环境影响贡献总和不超过 5%，

且应予以说明。

1.2.3 环境影响类型

表 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	kg CO ₂ eq.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O...
初级能源消耗	MJ	硬煤, 褐煤, 天然气...
非生物资源消耗	kg Sb eq.	铁, 锰, 铜...
酸化	kg SO ₂ eq.	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
可吸入无机物	kg PM _{2.5} eq.	CO, PM ₁₀ , PM _{2.5} ...
HT-cancer	Cm3Uh	铬、镍、汞等
HT-non cancer	Cm3Uh	锌、汞、镉等

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

1.2.4 模型假设

- 项目中的原辅料（水泥、碎石、砂、矿粉、减水剂、钢筋、热轧卷板）的运输车辆采用货车运输，采用卡车[16,32]公吨-柴油；
- 产品生产过程中的环境排放，企业未安装在线监测设备，且产生量较少，故忽略。

1.2.5 环境影响类型

表 2 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)	kg Sb eq.	铁, 锰, 铜...
非生物资源消耗（化石燃料）	MJ	硬煤, 褐煤, 天然气...
全球变暖	kg CO ₂ eq.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O...

臭氧层消耗	kg CFC-11 eq.	CCl ₄ , C ₂ H ₃ Cl ₃ , CH ₃ Br...
人体毒性	kg 1,4-DB eq	Cd,Pd,Hg...
淡水水生生态毒性	kg 1,4-DB eq	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
海洋水生生态毒性	kg 1,4-DB eq	TCDD,苯...
陆地生态毒性	kg 1,4-DB eq	Pd,m3CDD,苯...
光化学臭氧合成	kg C ₂ H ₄ eq.	C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ ...
酸化	kg SO ₂ eq.	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
富营养化	kg PO ₄ ³⁻ eq.	NH ₃ , NH ₄ -N, COD...

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

1.2.6 软件与数据库

本研究借鉴一米一全生命周期绿色智造平台系统，建立了钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。基于 Ecoinvent 数据库的过程模型，替代了其中的能源（如电力）数据、并涵盖了国内一些企业实际数据的本土化数据库。数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料和产品的清单数据集。

在一米一中建立的 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表3 背景数据来源表

清单名称	规格型号	数据集名称	数据库名称	备注
水泥	P. 042. 5	水泥，替代成分 21-35%	Ecoinvenm3	
碎石	散装	矿物:砾石，碎 {RoW} 生产	Ecoinvenm3	
砂	袋装	矿物:砂 {RoW} 砾石采石场作业	Ecoinvenm3	
矿粉	S95	石膏，矿物 {RoW}	利废原料：可忽略	

减水剂	散装	/	重量比 $\leq 1\%$, 可忽略	
钢筋	Φ 6.5/8/10/12	铁:钢筋 {RoW} 生产	Ecoinvenm3	
热轧卷板	/	/	重量比 $\leq 1\%$, 可忽略	
电力	/	压电:电力, 中压	Ecoinvenm3	
蒸汽	/	蒸气供热:热, 在化工 {RoW}	Ecoinvenm3	
柴油	/	柴油, 低硫	Ecoinvenm3	

2. 数据收集

2.1 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井[生产]

(1) 过程基本信息

过程名称：钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井[生产]

过程边界：从摇篮到大门 (从资源开采到产品出厂)

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业及行业平均数据

企业名称：保定市水泥制管有限公司

产地：河北省保定市

基准年：2023-2024

工艺设备：

生产设备：配料机、水泥罐、搅拌机、布料机、立轴行星式搅拌机、双工位芯模震动制管机、直筋机、滚焊机、蒸养自动设备、卷扬机、径向挤压模具、检查井模具、半自动钢筋弯曲机、钢筋切断机、井座、蒸养罩、滑片式空压机、芯模震动钢模、布袋除尘器等。

主要原料：水泥、碎石、砂、矿粉、减水剂、钢筋和热轧卷板等。

主要能耗：电力、柴油、蒸汽

生产规模：排水管 20 万 m^3 ，检查井 10 万 m^3

技术补充描述：钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产工艺流程如下所示。

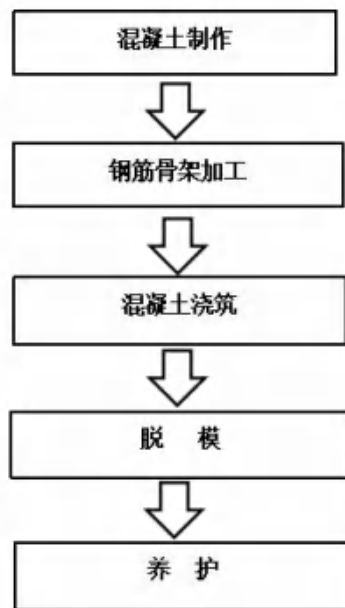


图 2 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产工艺流程图

表 4 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井	6646	m3	--
原材料/物料	水泥	770.936	吨	Ecoinvenm3
原材料/物料	碎石	3110.4	吨	Ecoinvenm3
原材料/物料	砂	2000.392	吨	重量比≤1%，可忽略
原材料/物料	矿粉	332	吨	利废原料：可忽略
原材料/物料	减水剂	0.943	吨	重量比≤1%，可忽略
原材料/物料	钢筋	353.592	吨	Ecoinvenm3
原材料/物料	热轧卷板	15.852	吨	重量比≤1%，可忽略
能源	电力	830116	kWh	Ecoinvenm3
能源	柴油	1033.45	Kg	Ecoinvenm3
能源	蒸汽	2175156.817	MJ	Ecoinvenm3

(3) 运输信息

生产过程中使用的原料主要通过汽车运输, 根据企业提供的资料, 结合公开的数据, 本研究使用的载货量和货车自重比值设定为 1.5, 运输尽量采用载重量大的运输方式, 整理得到的结果如表 5 所示:

表 5 过程运输信息表

物料名称	起点	终点	运输距离	运输类型
水泥	保定	保定	40km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
水泥	石家庄	保定	100km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
水泥	北京	保定	150km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
碎石	保定	保定	60km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
砂	保定	保定	60km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
矿粉	保定	保定	80km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
减水剂	天津	保定	200km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
钢筋	邯郸	保定	290km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油
热轧卷板	晋城	保定	200km	运输, 货运, 卡车 [16,32]公吨-柴油

3. 生命周期影响分析

3.1 LCA结果

通过建模计算得到 1m³钢筋混凝土排水管, 预制混凝土检查井的 LCA 结果, 计算指标为非生物资源消耗(元素)(ADPE)、非生物资源消耗(化石燃料)(ADPF)、全球变暖(GWP)、臭氧层消耗(ODP)、人体毒性(HT)、淡水水生生态毒性(FWAE)、海洋水生生态毒性(MAE)、陆地生态毒性(TE)、光化学臭氧合成(POCP)、酸化(AP)、富营养化潜值(EP), 结果如下:

表 6 钢筋混凝土排水管, 预制混凝土检查井 LCA 结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
----------	----------	--------

ADPE	kg Sb eq	7.32e-04
ADPF	MJ	3.31e+3
GWP	kg CO2 eq	4.03e+2
ODP	kg CFC-11 eq	1.19e-5
HT	kg 1,4-DB eq	2.18e+2
FWAE	kg 1,4-DB eq	1.08e+2
MAE	kg 1,4-DB eq	3.85e+5
TE	kg 1,4-DB eq	1.18e+0
POCP	kg C2H4 eq	1.10e-1
AP	kg SO ₂ eq	1.63e+0
EP	kg PO ₄ ³⁻ eq	4.33e-1

3.2 阶段贡献分析

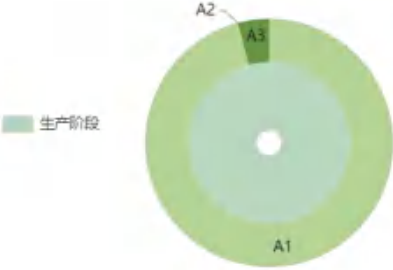
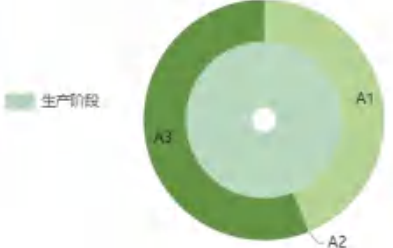

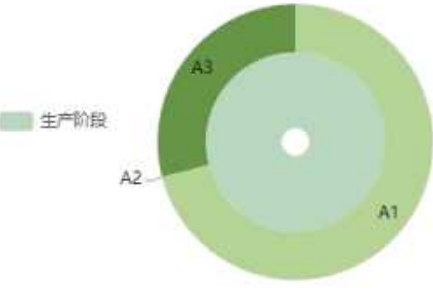
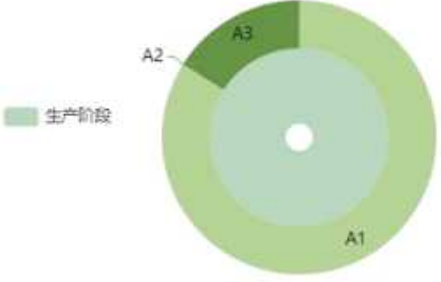
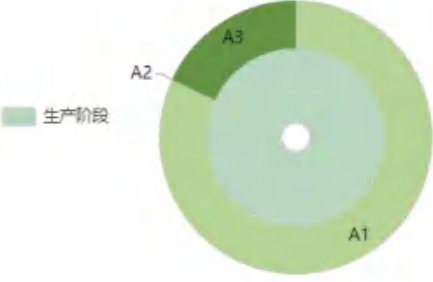
为了明确钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程的不同生命周期阶段的环境影响，进行产品生命周期阶段和贡献分析。基于钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井的生产情况和数据收集情况，分为原材料获取与加工、原材料运输和产品生产三个过程。原材料获取与加工对整个产品碳足迹的影响是最大的。

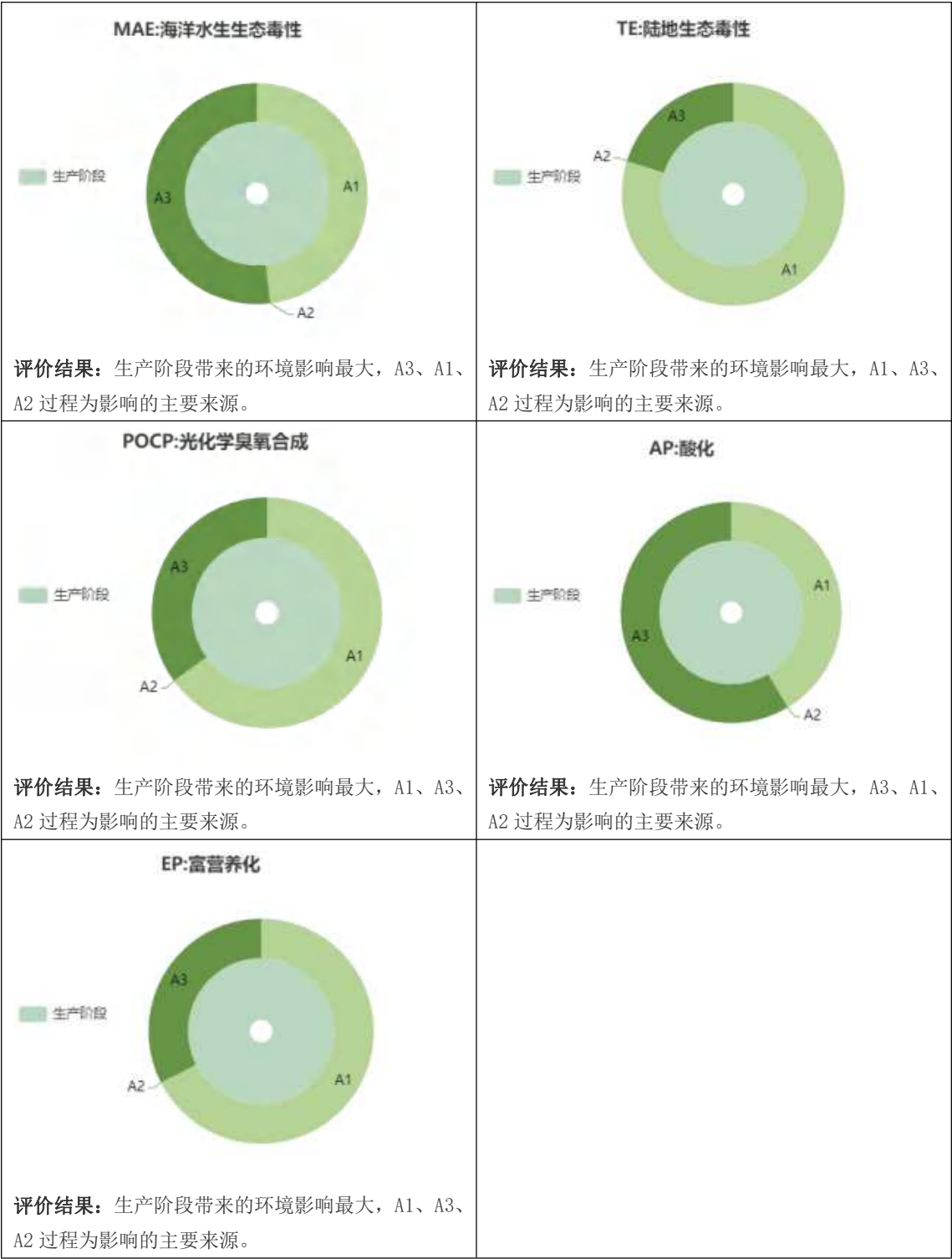
生产阶段			安装阶段		使用阶段			废弃阶段			
原材料获取和加工	原材料运输	产品生产	产品运输	产品安装	产品运行	产品维护	产品维修	产品拆解	废物运输	回收利用	废弃
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

图3 注：系统边界描述 (X = 包含在评估范围内 ; MND = 未包含在评估范围内)

3.2.1 生命周期阶段贡献分析

表 7 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生命周期阶段贡献分析

<p>ADPE:非生物资源消耗(元素)</p>  <p>评价结果：生产阶段带来的环境影响最大，A1、A3、A2 过程为影响的主要来源。</p>	<p>ADPF:非生物资源消耗（化石燃料）</p>  <p>评价结果：生产阶段带来的环境影响最大，A3、A1、A2 过程为影响的主要来源。</p>
<p>GWP:全球变暖</p>  <p>评价结果：生产阶段带来的环境影响最大，A3、A1、A2 过程为影响的主要来源。</p>	<p>ODP:臭氧层损耗</p>  <p>评价结果：生产阶段带来的环境影响最大，A1、A3、A2 过程为影响的主要来源。</p>
<p>HT:人体毒性</p>  <p>评价结果：生产阶段带来的环境影响最大，A1、A3、A2 过程为影响的主要来源。</p>	<p>FWAE:淡水水生生态毒性</p>  <p>评价结果：生产阶段带来的环境影响最大，A1、A3、A2 过程为影响的主要来源。</p>



综合来看，原材料获取和加工阶段带来的环境影响最大，其次是产品生产过程。

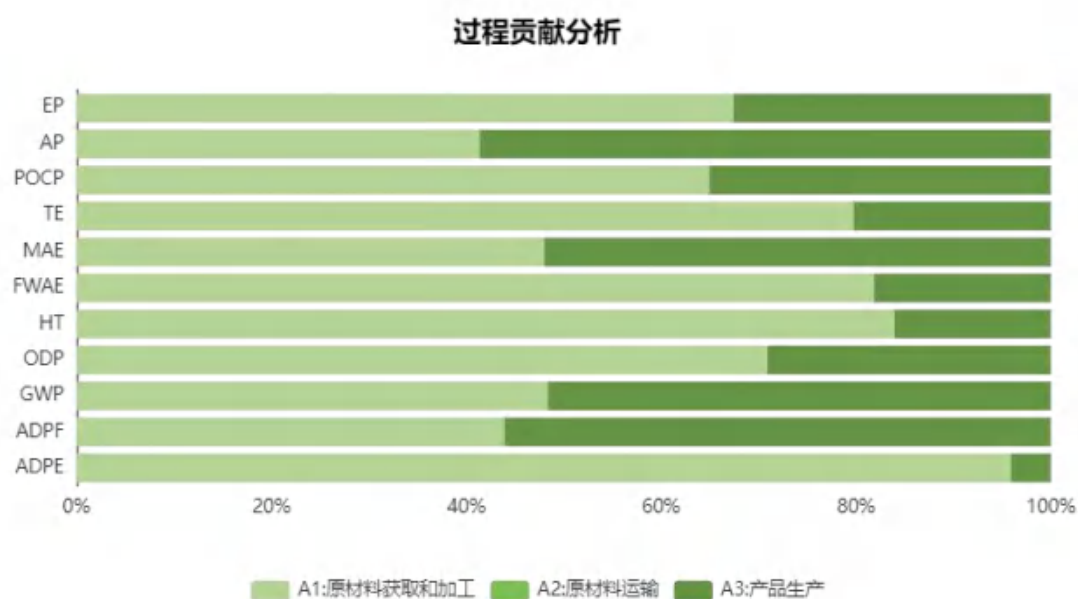


图 4 产品碳足迹过程贡献分析

原材料获取和加工阶段带来的环境影响约占生命周期 50%，其次是产品生产阶段。从生命周期的角度来看，对原材料制造商的环境管理十分重要。

3.3 过程贡献分析

过程累积贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献（即原料消耗所贡献）的累加值。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。下面将每种环境影响类别的结果开展贡献分析：

(1) 全球变暖(GWP)

全球变暖指标总量通常也称为产品碳足迹（Product Carbon Footprint, PCF），从生命周期过程的角度来看，产品生产阶段影响程度为 51.59%，原材料获取和加工阶段影响程度为 48.41%，原材料运输过程影响程度为 0。



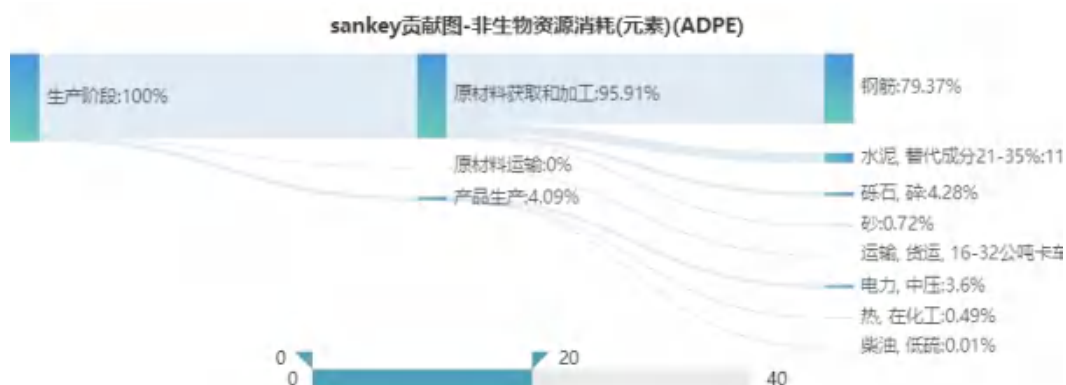
过程贡献分析表-全球变暖						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	48.41	0.0	51.59
/	剩余的过程	%	0.33	0.31	0.0	0.02
1	电力, 中压	%	43.41	0.0	0.0	43.41
2	钢筋	%	26.91	26.91	0.0	0.0
3	水泥, 替代成分21-35%	%	20.0	20.0	0.0	0.0
4	热, 在化工	%	8.15	0.0	0.0	8.15
5	砾石, 碎	%	1.19	1.19	0.0	0.0

图 5 钢筋混凝土排水管, 预制混凝土检查井生产过程中各环节对全球变暖的影响

从生命周期清单的角度来看, 产品生产过程中对全球变暖影响程度依次为产品生产过程中电力的使用、钢筋的生产、水泥的生产、蒸汽的使用和碎石的开采, 影响程度分别为: 43.41%、26.91%、20%、8.15%和 1.19%, 其他影响均小于 1%。为降低产品对全球变暖的影响, 应加强内部能耗控制管理, 采取节能减排措施, 降低产品生产过程的能源消耗。此外, 对原材料制造商的环境管理, 要求其降低原材料生产过程所产生的碳排放。

(2) 非生物资源消耗(元素) (ADPE)

非生物资源消耗(元素)指生产过程中矿产资源消耗总量, 从生命周期过程的角度来看, 原材料获取和加工阶段影响程度为 95.91%, 产品生产阶段影响程度为 4.09%, 原材料运输过程影响程度为 0。



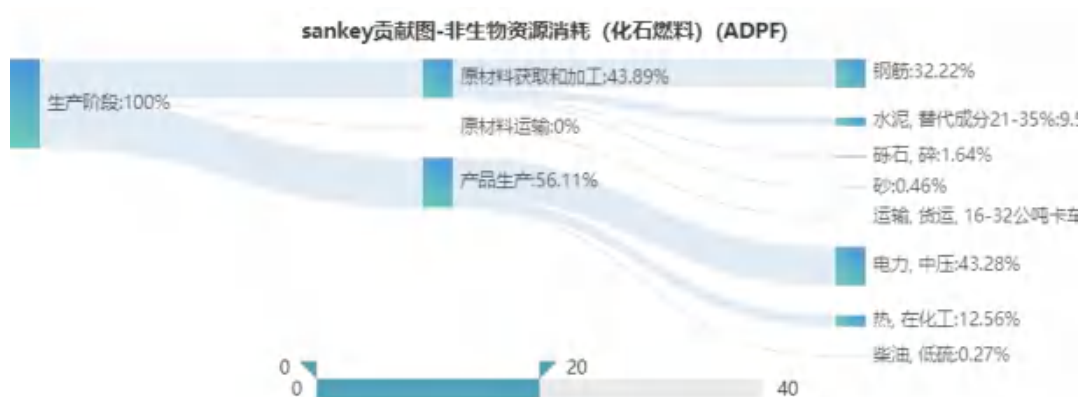
过程贡献分析表-非生物资源消耗(元素)						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	95.91	0.0	4.09
/	剩余的过程	%	0.49	0.0	0.0	0.49
1	钢筋	%	79.37	79.37	0.0	0.0
2	水泥, 替代成分21-35%	%	11.54	11.54	0.0	0.0
3	砾石, 碎	%	4.28	4.28	0.0	0.0
4	电力, 中压	%	3.6	0.0	0.0	3.6
5	砂	%	0.72	0.72	0.0	0.0

图 6 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程中各环节对非生物资源消耗(元素)的影响

从生命周期清单的角度来看，产品生产过程中对非生物资源消耗(元素)影响程度依次为钢筋的生产、水泥的生产、碎石的开采以及产品生产过程中电力的使用，其影响程度分别为：79.37%、11.54%、4.28%和 3.6%，其他因素影响均小于 1%。为降低生命周期对非生物资源消耗(元素)的影响，应加强对原材料制造商的环境管理，要求其降低生产过程的环境排放，同时内部采取节能减排措施，降低能源消耗。

(3) 非生物资源消耗-化石燃料 (ADPF)

非生物资源消耗（化石燃料）也称为化石能源消耗，它代表了产品生产过程中各环节化石能源消耗情况。从生命周期过程的角度来看，产品生产阶段影响程度为 56.11%，原材料获取和加工阶段影响程度为 43.89%，原材料运输过程影响程度为 0。



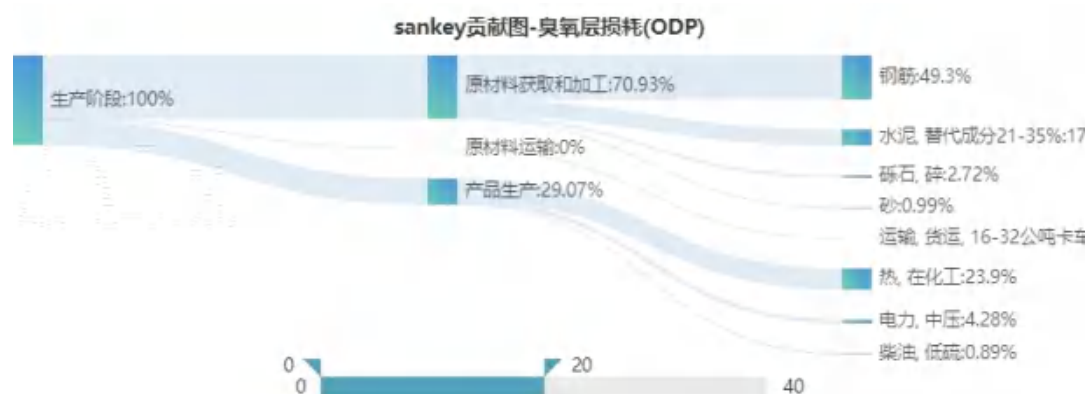
过程贡献分析表-非生物资源消耗(化石燃料)						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	43.89	0.0	56.11
/	剩余的过程	%	0.73	0.46	0.0	0.27
1	电力, 中压	%	43.28	0.0	0.0	43.28
2	钢筋	%	32.22	32.22	0.0	0.0
3	热, 在化工	%	12.56	0.0	0.0	12.56
4	水泥, 替代成分21-35%	%	9.58	9.58	0.0	0.0
5	砾石, 碎	%	1.64	1.64	0.0	0.0

图 7 钢筋混凝土排水管, 预制混凝土检查井生产过程中各环节对非生物资源消耗(化石燃料)的影响

从生命周期清单的角度来看, 产品生产过程中对非生物资源消耗(化石燃料)影响程度依次为产品生产过程中电力的使用、钢筋的生产、蒸汽的消耗、水泥的生产和碎石的开采, 其影响程度分别为: 43.28%、32.22%、12.56%、9.58%和 1.64%, 其他影响均小于 1%。为降低产品对非生物资源消耗(化石燃料)的影响, 应加强对原材料制造商的环境管理, 要求其降低能源消耗, 同时内部应降低生产能耗, 考虑选择更加清洁的能源。

(4) 臭氧层损耗 (ODP)

臭氧层消耗潜力是某种受控的消耗臭氧层物质消耗臭氧的潜能值。消耗臭氧层物质均以 1kg CFC-11 的破坏臭氧能力作为基准的相对数值来表示, 从生命周期过程的角度来看, 原材料获取和加工阶段影响程度为 70.93%, 产品生产过程影响程度为 29.07%, 原材料运输过程影响程度为 0。



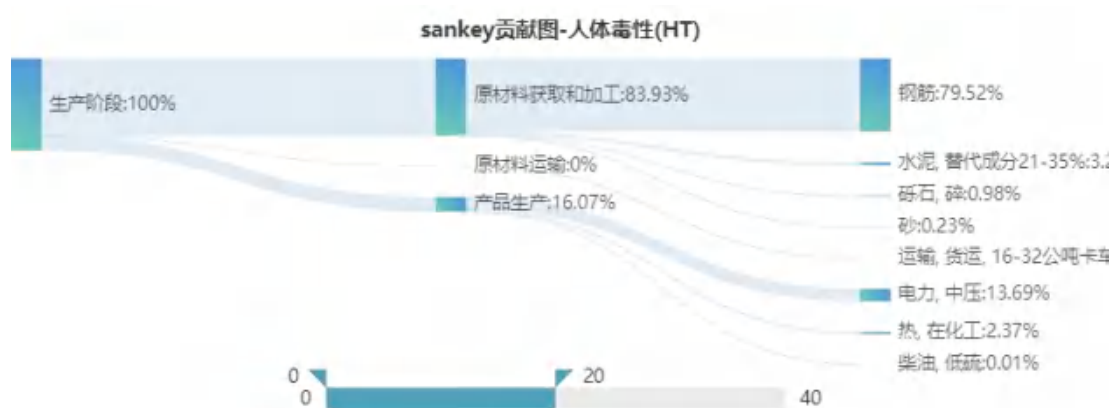
过程贡献分析表-臭氧层损耗						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	70.93	0.0	29.07
/	剩余的过程	%	1.89	0.99	0.0	0.89
1	钢筋	%	49.3	49.3	0.0	0.0
2	热, 在化工	%	23.9	0.0	0.0	23.9
3	水泥, 替代成分21-35%	%	17.92	17.92	0.0	0.0
4	电力, 中压	%	4.28	0.0	0.0	4.28
5	砾石, 碎	%	2.72	2.72	0.0	0.0

图 8 钢筋混凝土排水管, 预制混凝土检查井生产过程中各环节对臭氧层损耗的影响

从生命周期清单的角度来看, 产品生产过程中对臭氧层损耗影响程度依次为钢筋的生产、产品生产过程中蒸汽的使用、水泥的生产、电力的消耗和碎石的开采, 其影响程度分别为: 49.3%、23.9%、17.92%、4.28%和 2.72%, 其他影响均小于 1%。为降低产品对臭氧层损耗的影响, 应加强对原材料制造商的环境管理, 要求其降低生产能源消耗。同时应降低产品生产能耗, 考虑选择更加清洁的能源。

(5) 人体毒性 (HT)

人体毒性-非致癌指生产过程中产生的能够造成造成人类健康损害的物质总量。从生命周期过程的角度来看, 原材料获取和加工阶段影响程度为 83.93%, 产品生产过程影响程度为 16.07%, 原材料运输过程影响程度为 0。



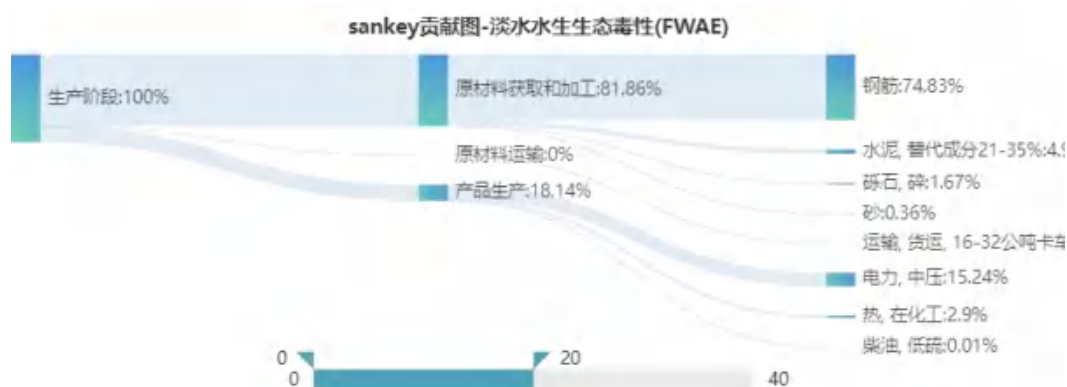
过程贡献分析表-人体毒性						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	83.93	0.0	16.07
/	剩余的过程	%	0.24	0.23	0.0	0.01
1	钢筋	%	79.52	79.52	0.0	0.0
2	电力, 中压	%	13.69	0.0	0.0	13.69
3	水泥, 替代成分21-35%	%	3.2	3.2	0.0	0.0
4	热, 在化工	%	2.37	0.0	0.0	2.37
5	砾石, 碎	%	0.98	0.98	0.0	0.0

图9 钢筋混凝土排水管, 预制混凝土检查井生产过程中各环节对人体毒性的影响

从生命周期清单的角度来看, 产品生产过程中对人体毒性影响程度依次为钢筋的生产、产品生产过程中电力的消耗、水泥的生产和蒸汽的消耗, 其影响程度分别为: 79.52%、13.69%、3.2%和 2.37%, 其他影响均小于 1%。为降低产品对人体毒性的影响, 应加强对原材料制造商的环境管理, 及时监测环境数据, 采取措施降低环境排放。同时内部采取节能减排措施, 降低能源消耗, 考虑选择更加清洁的能源。

(6) 淡水水生生态毒性 (FWAE)

淡水生态毒性是指外源化学物质进入淡水生态系统后对系统中非人类生物体的受伤能力。是植物毒性、淡水动物毒性和特殊毒性的总称。从生命周期过程的角度来看, 原材料获取和加工阶段影响程度为 81.86%, 产品生产过程影响程度为 18.14%, 原材料运输过程影响程度为 0。



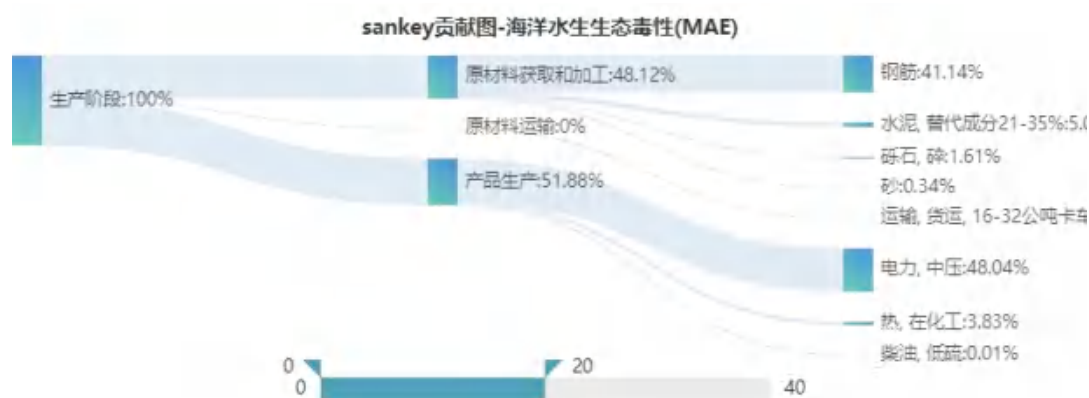
过程贡献分析表-淡水水生生态毒性						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	81.86	0.0	18.14
/	剩余的过程	%	0.37	0.36	0.0	0.01
1	钢筋	%	74.83	74.83	0.0	0.0
2	电力, 中压	%	15.24	0.0	0.0	15.24
3	水泥, 替代成分21-35%	%	4.99	4.99	0.0	0.0
4	热, 在化工	%	2.9	0.0	0.0	2.9
5	砾石, 碎	%	1.67	1.67	0.0	0.0

图 10 钢筋混凝土排水管, 预制混凝土检查井生产过程中各环节对淡水水生生态毒性的影响

从生命周期清单的角度来看, 产品生产过程中对淡水水生生态毒性影响程度依次为钢筋的生产、产品生产过程中电力的消耗、水泥的生产、蒸汽的消耗和碎石石的开采, 其影响程度分别为: 74.83%、15.24%、4.99%、2.9%和 1.67%, 其他影响均小于 1%。为降低产品对淡水水生生态毒性的影响, 应加强对原材料制造商的环境管理, 要求其降低产品生产能耗, 同时内部应降低生产能耗, 考虑选择更加清洁的能源。

(7) 海洋水生生态毒性 (MAE)

海洋生态毒性是指外源化学物质进入海洋生态系统后对系统中非人类生物体的受伤能力。是植物毒性、海洋动物毒性和特殊毒性的总称。从生命周期过程的角度来看, 产品生产过程影响程度为 51.88%, 原材料获取和加工阶段过程影响程度为 48.12%, 原材料运输过程影响程度为 0。



过程贡献分析表-海洋水生生态毒性						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	48.12	0.0	51.88
/	剩余的过程	%	0.36	0.34	0.0	0.01
1	电力, 中压	%	48.04	0.0	0.0	48.04
2	钢筋	%	41.14	41.14	0.0	0.0
3	水泥, 替代成分21-35%	%	5.03	5.03	0.0	0.0
4	热, 在化工	%	3.83	0.0	0.0	3.83
5	砾石, 碎	%	1.61	1.61	0.0	0.0

图 11 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程中各环节对海洋水生生态毒性的影响

从生命周期清单的角度来看，产品生产过程中对海洋水生生态毒性影响程度依次为产品生产过程中电力的消耗、钢筋的生产、水泥的生产、蒸汽的消耗和碎石的开采，其影响程度分别为：48.04%、41.14%、5.03%、3.83%和 1.61%，其他影响均小于 1%。为降低产品对海洋水生生态毒性的影响，应在内部采取节能减排方式，降低生产过程能源消耗，使用清洁能源。此外，还应加强对原材料制造商的环境管理，要求其采取措施降低环境排放。

（8）陆地生态毒性（TE）

陆地生态毒性是指外源化学物质进入陆地生态系统后对系统中非人类生物体的受伤能力。是植物毒性、土壤动物毒性和特殊毒性的总称。从生命周期过程的角度来看，原材料获取和加工阶段影响程度为 79.78%，产品生产过程影响程度为 20.22%，原材料运输过程影响程度为 0。



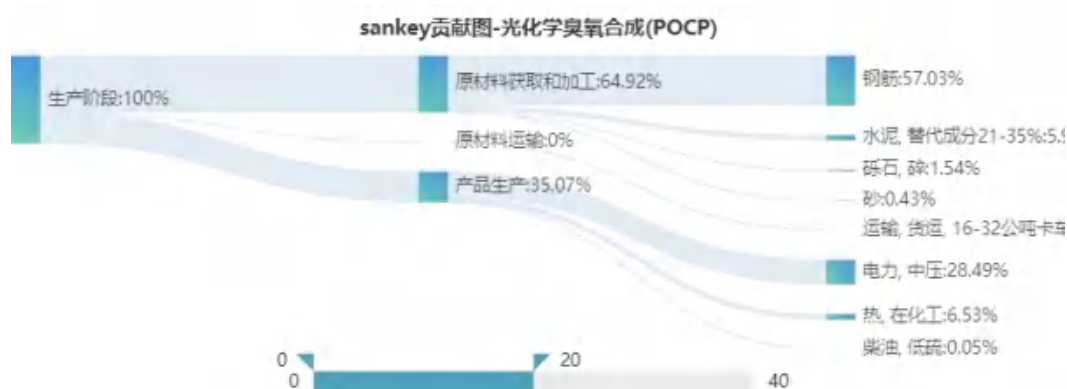
过程贡献分析表-陆地生态毒性						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	79.78	0.0	20.22
/	剩余的过程	%	0.24	0.22	0.0	0.01
1	钢筋	%	70.18	70.18	0.0	0.0
2	电力, 中压	%	18.11	0.0	0.0	18.11
3	水泥, 替代成分21-35%	%	8.38	8.38	0.0	0.0
4	热, 在化工	%	2.09	0.0	0.0	2.09
5	砾石, 碎	%	1.01	1.01	0.0	0.0

图 12 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程中各环节对陆地生态毒性的影响

从生命周期清单的角度来看，产品生产过程中对陆地生态毒性影响程度依次为钢筋的生产、产品生产过程中电力的使用、水泥的生产、蒸汽的使用和碎石的开采，其影响程度分别为：70.18%、18.11%、8.38%、2.09%和 1.01%。为降低产品对陆地生态毒性的影响，应加强对原材料制造商的环境管理，要求其降低环境排放，同时，内部采取节能减排措施，降低生产过程能源消耗，使用清洁能源。

(9) 光化学臭氧合成 (POCP)

光化学臭氧合成是氮氧化物、碳氢化合物和空气的混合物通过光化学反应形成的过程，在对流层里存在的臭氧属于一种对生物有害的污染物，是光化学烟雾的组成部分之一。从生命周期过程的角度来看，原材料获取和加工阶段影响程度 64.92%，产品生产过程影响程度为 35.07%，原材料运输过程影响程度为 0。



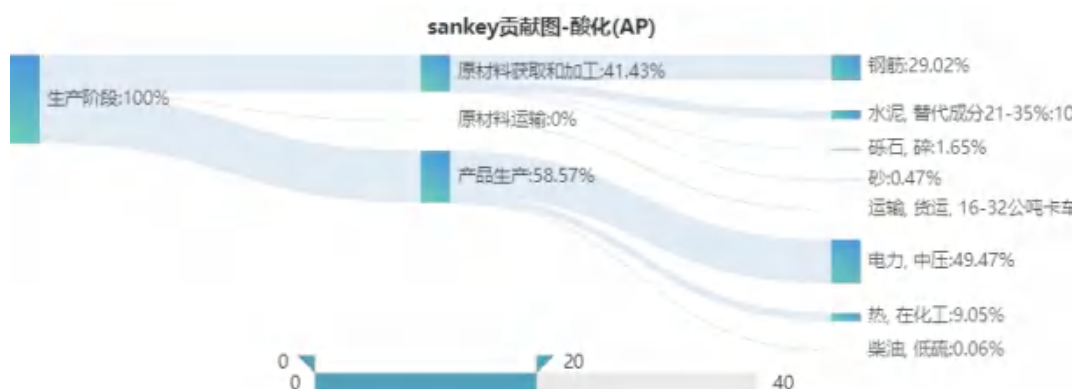
过程贡献分析表-光化学臭氧合成						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	64.92	0.0	35.07
/	剩余的过程	%	0.48	0.43	0.0	0.05
1	钢筋	%	57.03	57.03	0.0	0.0
2	电力, 中压	%	28.49	0.0	0.0	28.49
3	热, 在化工	%	6.53	0.0	0.0	6.53
4	水泥, 替代成分21-35%	%	5.93	5.93	0.0	0.0
5	砾石, 碎	%	1.54	1.54	0.0	0.0

图 13 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程中各环节对光化学臭氧合成的影响

从生命周期清单的角度来看，产品生产过程中对光化学臭氧合成影响程度依次为钢筋的生产、产品生产过程中电力和蒸汽的使用、水泥的生产和碎石的开采，其影响程度分别为：57.03%、28.49%、6.53%、5.93%和 1.54%，其他影响均小于 1%。为降低产品对光化学臭氧合成的影响，应加强对原材料制造商的环境管理，要求其降低环境排放，同时，内部应采取节能减排方式，降低生产过程能源消耗，使用清洁能源。

(10) 酸化 (AP)

酸化指生产过程中产生的能够形成酸雨的物质总量，从生命周期过程的角度来看，产品生产过程影响程度为 58.57%，原材料获取和加工阶段影响程度 41.43%，原材料运输过程影响程度为 0。



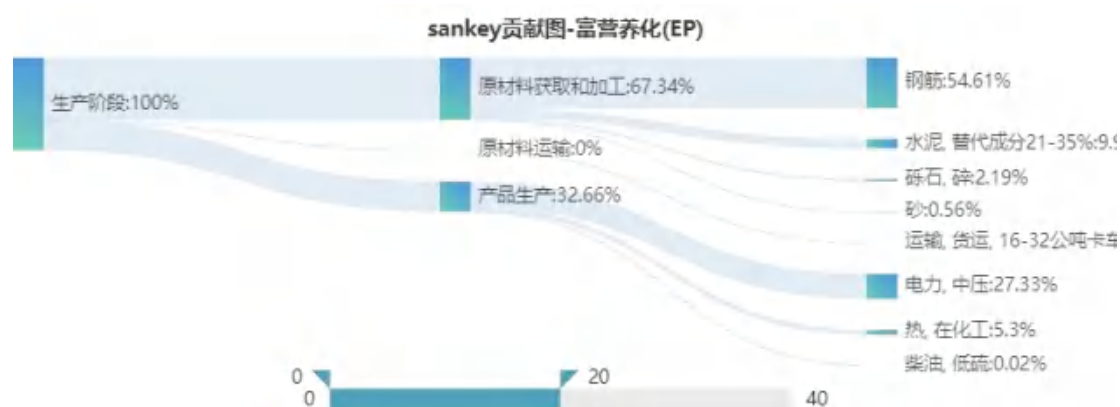
过程贡献分析表-酸化						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
/	所有的过程	%	100.0	41.43	0.0	58.57
/	剩余的过程	%	0.52	0.47	0.0	0.06
1	电力, 中压	%	49.47	0.0	0.0	49.47
2	钢筋	%	29.02	29.02	0.0	0.0
3	水泥, 替代成分21-35%	%	10.28	10.28	0.0	0.0
4	热, 在化工	%	9.05	0.0	0.0	9.05
5	砾石, 碎	%	1.65	1.65	0.0	0.0

图 14 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程中各环节对酸化的影响

从生命周期清单的角度来看，产品生产过程中对酸化影响程度依次为产品生产过程中电力的使用、钢筋的生产、水泥的生产、蒸汽的使用和碎石的开采，其影响程度分别为：49.47%、29.02%、10.28%、9.05%和 1.65%，其他影响均小于 1%。为降低产品对酸化的影响，内部应采取节能减排方式，降低生产过程能源消耗，使用清洁能源。此外，应加强对原材料制造商的环境管理，要求其降低环境排放。

(11) 富营养化 (EP)

富营养化是一种氮、磷等植物营养物质含量过多所引起的水质污染现象。从生命周期过程的角度来看，原材料获取和加工阶段影响程度 67.34%，产品生产过程影响程度为 32.66%，原材料运输过程影响程度为 0。



过程贡献分析表-富营养化						
排名	过程	单位	贡献	A1	A2	A3
1	所有的过程	%	100.0	67.34	0.0	32.66
1	剩余的过程	%	0.58	0.56	0.0	0.02
1	钢筋	%	54.61	54.61	0.0	0.0
2	电力, 中压	%	27.33	0.0	0.0	27.33
3	水泥, 替代成分21-35%	%	9.99	9.99	0.0	0.0
4	热, 在化工	%	5.3	0.0	0.0	5.3
5	砾石, 碎	%	2.19	2.19	0.0	0.0

图 15 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程中各环节对富营养化的影响

从生命周期清单的角度来看，产品生产过程中对富营养化影响程度依次为钢筋的生产、产品生产过程中电力的消耗、水泥的生产、蒸汽的消耗和碎石的开采，其影响程度分别为：54.61%、27.33%、9.99%、5.3%和 2.19%，其他影响均小于 1%。为降低产品对富营养化的影响，应加强对原材料制造商的环境管理，要求其降低生产过程的环境排放。

4. 生命周期解释

4.1 假设与局限性说明

本分析报告以 2023 年 5 月-2024 年 4 月保定市水泥制管有限公司钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井生产过程中产生的数据为基础，通过生命周期模型计算得到了生命周期评价结果。

表 8 模型假设描述

过程名称	模型假设分析
钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井-钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井	本次评价过程主要消耗数据来源于企业数据，但生产原料的 EPD 数据等主要来源于数据库，而不是实景数据，可能与当前实际情况有所偏差。生产使用的矿粉为固体废弃物，利废原料，不纳入核算。减水剂和热轧卷板用量占比不到 1%，不纳入核算。生产过程的环境排放企业未安装监测系统，且产生量较少，故忽略。

4.2 完整性说明

生命周期模型数据清单收集过程中考虑了所有生产用原料、生产过程中的能耗产生情况，相对完整。生产使用的原材料矿粉作为固体废弃物，减水剂和热轧卷板用量占比不到 1%，不纳入核算。

生命周期模型数据中没有参与计算的数据见表 9。

表 9 数据缺失或忽略的物料汇总表

消耗名称	所属过程	上游数据来源	数量单位	重量比	检查结果
矿粉	钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井	可忽略	332.005 吨	/	利废原料
减水剂	钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井	可忽略	0.943 吨	0.014%	占比≤1%
热轧卷板	钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井	可忽略	15.852 吨	0.24%	占比≤1%

注：* 重量比=物料重量*数量/产品重量；

* 总忽略物料重量比=数据缺失的重量比+符合取舍规则的重量比。

4.3 结论与建议

综上，本报告借鉴一米一生命周期绿色智造平台系统，建立了钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井产品 LCA 评价模型，以 1m³ 钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井为功能单位，收集了相关相关信息并计算得到 LCA 结果。主要结论如下：

保定市水泥制管有限公司生产的钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井对环境造成的影响为非生物资源消耗(元素) 7.32e-04kg Sb eq、非生物资源消耗（化石燃料）3310MJ、全球变暖 403kg CO₂ eq、臭氧层消耗 1.19e-05 kg CFC-11 eq、人体毒性 2.18e+2 kg 1,4-DB eq、淡水水生生态毒性 1.08e+2 kg 1,4-DB eq、海洋水生生态毒性 3.85e+05kg 1,4-DB eq、陆地生态毒性 1.18e+0kg 1,4-DB eq、光化学

臭氧合成 $1.10\text{e-}1\text{kg C}_2\text{H}_4 \text{ eq}$ 、酸化 $1.63\text{e+}0 \text{ kg SO}_2 \text{ eq}$ 、富营养化潜值 $4.33\text{e-}1 \text{ kg PO}_4\text{-eq}$ 。

5 说明

本报告已得到叠木（重庆）企业管理咨询有限公司验证，钢筋混凝土排水管，预制混凝土检查井的环境产品声明(EPD) 的有效期为自发布之日起 5 年，到期之后应对其进行复核，必要时应进行重新计算与验证。当反映声明内容及准确性的技术或其他情况可能发生改变时，应对本报告进行重新评价与更新。如果相关数据没有发生明显改变，则在有效期内无需重新计算。