



Jiangsu Zhongtian Technology Co.,Ltd.
中天科技有限公司

钢芯铝绞线 ACSR 产品

生命周期评价报告

2021 年 12 月 30 日

目 录

1 LCA 目标与范围定义.....	4
1.1 通用解释	4
1.2 研究目的	4
1.3 产品功能单位	5
1.4 产品描述	错误!未定义书签。
1.4.1 产品组成.....	6
1.4.2 产品 BOM 表.....	7
1.4.3 功能特性.....	9
1.4.4 产品生产工艺流程	12
1.5 产品系统边界	13
2 环境影响指标和数据管理	16
2.1 关键环境影响指标	16
2.2 软件和数据库	16
2.3 数据质量管理.....	17
2.3.1 数据质量水平	17
2.3.2 数据质量管理	18
2.4 数据来源	18
2.5 分配原则	19
2.6 排除标准	20
3 LCI 数据收集和清单	23
3.1 A1 原料生产过程数据收集.....	23
3.2 A2 /A4 原料和产品运输过程.....	31
3.3 A3 ACSR 产品生产数据收集	33
3.3.1 ACSR 生产工艺流程	33
3.3.2 ACSR 产品生产数据收集	34
3.4 A5 施工过程数据收集	36
3.5 B2/B3/B4/B6 产品使用数据收集	38
3.5.1 B2/B3/B4/B6 数据收集和场景信息.....	38

3.5.2 B2/B3/B4/ B6 LCI 数据清单	40
3.6 C1-C4 产品废弃阶段数据收集.....	42
4 产品生命周期影响评价	45
4.1 A1 过程 LCA 评价结果	45
4.2 A2 原料运输过程 LCA 评价结果	46
4.3 A3 产品生产过程 LCA 评价结果	48
4.4 A4 产品运输过程 LCA 评价结果	50
4.5 A5 产品施工过程 LCA 评价结果	51
4.6 B2/B3/B4/B6 产品维护和使用过程 LCA 结果.....	53
4.7 C1-C4 报废过程 LCA 分析结果.....	55
4.8 D 过程 LCA 结果.....	56
5 生命周期影响分析和解释.....	59
5.1 环境影响评价结果分析.....	59
5.2 LCA 改进措施.....	64
5.3 清单数据灵敏度分析	65
附件：参考文件和标准.....	67

1 LCA 目标与范围定义

1.1 General aspects

本报告按照 ISO14040/44: 2006 标准, PCR EN 15804: 2012+ A1:2013; NPCR 027 - Part B for electrical cables and wires, version 1.0 的要求, 建立产品从原材料获取、运输、产品生产、产品运输、施工、使用和维护、产品报废处置等生命周期模型, 编写 LCA 分析报告, 结果和相关分析可用于以下目的:

- 1) 适用于 EPD 认证, 允许 B2C 方式的产品评价信息的沟通.
- 2) 得到产品的生命周期环境影响指标结果, 用于钢芯铝绞线 ACSR 产品生产企业比较不同工艺下产品的资源环境效率的基础, 为未来选择更为环境友好的工艺技术创造条件。
- 3) 报告可用于评估选用不同原材料造成的环境影响, 用于辅助钢芯铝绞线 ACSR 产品未来的设计改进。
- 4) 报告可用于市场宣传, 展示企业产品在资源环境效率方面的优势, 建立良好的产品形象。
- 5) 本报告中包含产品全球变暖潜势 (GWP) 指标结果, 可作为企业开展产品碳足迹认证的基础。
- 6) LCA 报告的目标受众是钢芯铝绞线产品客户、钢芯铝绞线供应商、中天科技。 客户可以根据 LCA 数据信息选择产品, 供应商和 ZTT 公司可以根据 LCA 报告采取改进措施。该研究旨在支持旨在向公众披露的比较性声明。
- 7) LCA 报告于 2021 年 12 月 30 日发布

1.2 研究目的

本报告产品对象为中天科技有限公司 (以下简称 ZTT) 生产的钢芯铝绞线 ACSR 产品, 基本信息见下表 1-1:

表 1-1 产品基本信息表

基本信息	参数
产品名称和型号	钢芯铝绞线 ACSR 26-3.44+7-2.68 (EN 50182) ACSR 26-3.72+7-2.89 (ASTM B232) ACSR 26-4.44+7-3.45 (ASTM B232) ACSR 45-3.38+7-2.25 (EN 50182) ACSR 54-3.65+19-2.19(EN 50182) ACSR 54-7-2.68 (EN 50182) ACSR 54-7-3.08 (EN 50182)

产品功能	钢芯铝绞线是由铝线和钢芯绞合而成，适用于架空输送电力线路用途。适用室外环境温度：-40℃~50℃，通过电压等级：10kV~500kV 电流范围。
产品形态	固态
预计使用寿命	根据国家电网《输电线路全寿命周期设计建设技术导则》，钢芯铝绞线使用寿命至少 40 年。
净重量	977KG/KM-1626.5 KG/KM
产品材质	钢芯（铁）+铝线（铝和少量金属锌）
包装材质	铁盘+木板+牛皮纸
Conductor diameter	21.8MM- 32.85MM
Max. DC Resistance at 20℃	0.0512 Ω/km-0.1195 Ω/km

1.3 产品功能单位

本项目选取 1m 钢芯铝绞线 ACSR 产品(7 个型号)进行研究。产品的功能单位：1 米钢芯铝绞线从摇篮到坟墓的生命周期的全过程的环境影响评估，包括原料的获取和生产、原料的运输、产品的生产和运输、施工、使用和维护、以及报废处置阶段的环境影响评价。

ACSR 钢芯铝绞线是由铝线和钢线绞合而成的，主要功能用于输送电力，适用于架空输电线路使用，根据 ZTT 提供的资料，ACSR 产品的适用室外环境温度：-40℃~50℃，通过电压等级：10kV~500kV 电流范围。ACSR 钢芯铝绞线产品结构简单，安装维护方便，线路成本低，传输电力容量大，有利于跨江河谷等特殊地理条件敷设。它们具有良好的导电性、足够的机械强度和高拉伸强度。

功能单位定义为规格为 1m 钢芯铝绞线 ACSR 产品。包括以下 7 个型号：

ACSR 26-3.44+7-2.68 (EN 50182)

ACSR 26-3.72+7-2.89 (ASTM B232)

ACSR 26-4.44+7-3.45 (ASTM B232)

ACSR 45-3.38+7-2.25 (EN 50182)

ACSR 54-3.65+19-2.19(EN 50182)

ACSR 54-7-2.68 (EN 50182)

ACSR 54-7-3.08 (EN 50182)

上述系列产品，ZTT 生产工艺流程相同，但是产品质量、产品直径尺寸不同，因此在 LCA 评价过程中根据不同型号产品的质量，逐一进行计算和分析。LCA 过程中大多数数据（90%以上）采用

特定生产场所的调查数据，背景数据选择中国地区的生产数据，背景数据均为 CLCD 数据库最近 10 年的更新数据。ACSR 系列产品的使用原料相同、原料供应商相同，共有 8 家供应商供应生产原料，为了提高数据的代表性，供应商生产数据采用实际调查数据，供应商生产过程中使用的原料采用 CLCD 背景数据。

1.4 产品描述

1.4.1 产品组成

该产品有钢芯和铝线绞合而成，导线中间为镀锌钢线，外层为铝线。该产品的包装材料为铁木盘，由铁盘框架、木板和牛皮纸组成，不同型号的 ACSR 产品，使用不同尺寸和重量的铁木盘。具体见下图 1-1

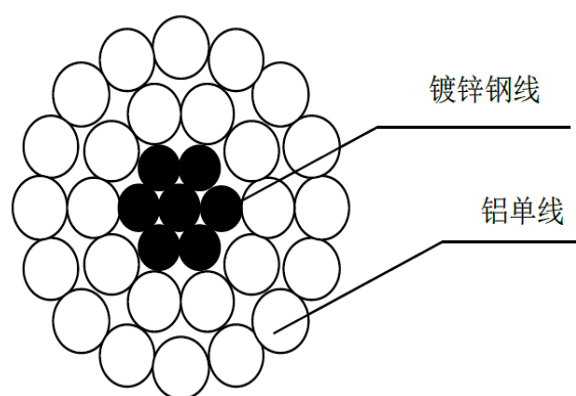


图 1-1 ACSR 产品以及产品结构组成图

1.4.2 产品 BOM

ACSR 产品 7 个型号的产品的 BOM 以及包装材料见下表 1-2~ 表 1-8. 该数据来自 ZTT 产品标准以及实际产品统计数据。

表 1 ACSR 26-3.44+7-2.68 产品 BOM 组成

产品组成	重量 (kg/m)	质量占比-%
铝合金 / 铝&铁	6.683E-01	68.4%
钢芯/ 铁	3.087E-01	31.6%
合计	9.770E-01	100.0%
包装材料	单位产品重量 kg /m	重量占比-% (包括总产品)
钢	3.640E-02	3.7%
木	4.510E-02	4.6%
纸	1.000E-03	0.1%
合计	8.250E-02	8.4%

表 1 ACSR 26-3.72+7-2.89 产品 BOM 组成

产品组成	重量 (kg/m)	质量占比-%
铝合金 / 铝&铁	7.799E-01	68.4%
钢芯/ 铁	3.598E-01	31.6%
合计	1.139E+00	100.0%
包装材料	单位产品重量 kg /m	重量占比-% (包括总产品)
钢	0.0425	3.7%
木	3.893E-02	3.4%
纸	6.240E-04	0.1%
合计	8.210E-02	7.2%

表 1 ACSR 26-4.44+7-3.45 产品 BOM 组成

产品组成	重量 (kg/m)	质量占比-%
铝合金 / 铝&铁	1.114E+00	68.5%
钢芯/ 铁	5.140E-01	31.6%
合计	1.627E+00	100.0%
包装材料	单位产品重量 kg /m	重量占比-% (包括总产品)
钢	7.250E-02	4.5%
木	7.510E-02	4.6%

纸	1.370E-03	0.1%
合计	1.490E-01	9.2%

表 1 ACSR 45-3.38+7-2.25 产品 BOM 组成

产品组成	重量 (kg/m)	质量占比-%
铝合金 / 铝&铁	1.115E+00	83.6%
钢芯/ 铁	2.187E-01	16.4%
合计	1.333E+00	100.0%
包装材料	单位产品重量 kg /m	重量占比-% (包括总产品)
钢	7.275E-02	5.5%
木	6.046E-02	4.5%
纸	9.230E-03	0.7%
合计	1.424E-01	10.7%

表 1 ACSR 54-3.65+19-2.19 产品 BOM 组成

产品组成	重量 (kg/m)	质量占比-%
铝合金 / 铝&铁	1.563E+00	73.6%
钢芯/ 铁	5.605E-01	26.4%
合计	2.123E+00	100.0%
包装材料	单位产品重量 kg /m	重量占比-% (包括总产品)
钢	1.133E-01	5.3%
木	3.030E-02	1.4%
纸	1.500E-03	0.1%
合计	1.451E-01	6.8%

表 1 ACSR 54-7-2.68 产品 BOM 组成

产品组成	重量 (kg/m)	质量占比-%
铝合金 / 铝&铁	8.427E-01	73.2%
钢芯/ 铁	3.085E-01	26.8%
合计	1.151E+00	100.0%
包装材料	单位产品重量 kg /m	重量占比-% (包括总产品)
钢	1.400E-01	12.2%
木	5.450E-02	4.7%
纸	4.500E-03	0.4%
合计	1.990E-01	17.3%

表 1 ACSR 54-7-3.08 产品 BOM 组成

产品组成	重量 (kg/m)	质量占比-%
铝合金 / 铝&铁	1.113E+00	73.2%
钢芯/ 铁	4.075E-01	26.8%
合计	1.521E+00	100.0%
包装材料	单位产品重量 kg /m	重量占比-% (包括总产品)
钢	5.525E-02	3.6%

木	4.680E-02	3.1%
纸	1.310E-03	0.1%
合计	1.034E-01	6.8%

1.4.3 功能特性

ACSR 产品作为室外架空输电导线，具有较好的强度，适用室外环境温度：-40℃~50℃，通过电压等级：10kV~500kV 电流范围。具体功能技术指标见表 1-9~ 表 1-16

表 1-9 Characteristics of product ACSR 26-3.44+7-2.68

Property	Value		Standard
Structure	Center: Steel wire 1/2.68 Nos./mm Layer 1: Steel wire 6/2.68 Nos./mm Layer 2: Aluminum wire 10/3.44 Nos./mm Layer 3: Aluminum wire 16/3.44 Nos./mm		EN 50182
Stranding direction of outer layer	Right-hand		
Conductor diameter	21.8 mm		
Cross section	281.1 mm ²		
Conductor weight	977 kg/km		
Rated tensile strength	84.5 kN		
Modulus of Elasticity	74.0 GPa		
Coefficient of linear expansion	18.9×10 ⁻⁶ /°C		
Max. DC Resistance at 20°C	0.1195 Ω/km		
Lay ratio	Aluminum layer	16-wire layer 10-14 10-wire layer 10-16	
	Steel layer	6-wire layer 16-26	

表 1-10 Characteristics of product ACSR 26-3.72+7-2.89

Property	Value		Standard
Structure	Center: Steel wire 1/2.89 Nos./mm Layer 1: Steel wire 6/2.89 Nos./mm Layer 2: Aluminum wire 10/3.72 Nos./mm Layer 3: Aluminum wire 16/3.72 Nos./mm		ASTM B232
Stranding direction of outer layer	Right-hand		
Conductor diameter	23.55 mm		
Cross section	328.50 mm ²		
Conductor weight	1138.6 kg/km		
Rated tensile strength	100.53 kN		
Modulus of Elasticity	73.9 GPa		
Coefficient of linear expansion	18.9×10 ⁻⁶ /°C		
Max. DC Resistance at 20 °C	0.1022 Ω/km		
Lay ratio	Aluminum layer	16-wire layer 10-13 10-wire layer 10-16	
	Steel layer	6-wire layer 16-26	

表 1-11 Characteristics of product ACSR 26-4.44+7-3.45

Property	Value		Standard
Structure	Center: Steel wire 1/3.45 Nos./mm Layer 1: Steel wire 6/3.45 Nos./mm Layer 2: Aluminum wire 10/4.44 Nos./mm Layer 3: Aluminum wire 16/4.44 Nos./mm		ASTM B232
Stranding direction of outer layer	Right-hand		
Conductor diameter	28.11 mm		
Cross section	468 mm ²		
Conductor weight	1626.5 kg/km		
Rated tensile strength	139.67 kN		
Modulus of Elasticity	73.9 GPa		
Coefficient of linear expansion	18.9×10 ⁻⁶ /°C		
Max. DC Resistance at 20°C	0.07173 Ω/km		
Lay ratio	Aluminum layer	16-wire layer 10-13 10-wire layer 10-16	
	Steel layer	6-wire layer 16-26	

表 1-12 Characteristics of product ACSR 45-3.38+7-2.25

Property	Value		Standard
Structure	Center: Steel wire 1/2.25 Nos./mm Layer 1: Steel wire 6/2.25 Nos./mm Layer 2: Aluminum wire 9/3.38 Nos./mm Layer 3: Aluminum wire 15/3.38 Nos./mm Layer 4: Aluminum wire 21/3.38 Nos./mm		EN 50182
Stranding direction of outer layer	Right-hand		
Conductor diameter	27.00 mm		
Cross section	431.6 mm²		
Conductor weight	1333.4 kg/km		
Rated tensile strength	99.19 kN		
Modulus of Elasticity	64.8 GPa		
Coefficient of linear expansion	20.6×10 ⁻⁶ /°C		
Max. DC Resistance at 20°C	0.0716 Ω/km		
Lay ratio	Aluminum layer	21-wire layer 10-14 15-wire layer 10-16 9-wire layer 10-16	
	Steel layer	6-wire layer 16-26	

表 1-13 Characteristics of product ACSR 54-3.65+19-2.19

Property	Value		Standard
Structure	Center: Steel wire 1/2.19 Nos./mm Layer 1: Steel wire 6/2.19 Nos./mm Layer 2: Steel wire 12/2.19 Nos./mm Layer 3: Aluminum wire 12/3.65 Nos./mm Layer 4: Aluminum wire 18/3.65 Nos./mm Layer 5: Aluminum wire 24/3.65 Nos./mm		EN 50182
Stranding direction of outer layer	Right-hand		
Conductor diameter	32.85 mm		
Cross section	636.6 mm²		
Conductor weight	2123 kg/km		
Rated tensile strength	174.14 kN		
Modulus of Elasticity	70.2 GPa		
Coefficient of linear expansion	19.5×10 ⁻⁶ /°C		
Max. DC Resistance at 20 °C	0.0512 Ω/km		
Lay ratio	Aluminum layer	24-wire layer 10-14 18-wire layer 10-16 12-wire layer 10-16	
	Steel layer	12-wire layer 14-22 6-wire layer 16-26	

表 1-14 Characteristics of product ACSR 54-7-2.68

Property	Value	Standard
Structure	Center: Steel wire 1/2.68 Nos./mm Layer 1: Steel wire 6/2.68 Nos./mm Layer 2: Aluminum wire 12/2.68 Nos./mm Layer 3: Aluminum wire 18/2.68 Nos./mm Layer 4: Aluminum wire 24/2.68 Nos./mm	EN 50182
Stranding direction of outer layer	Right-hand	
Conductor diameter	24.12 mm	
Cross section	344.10 mm ²	
Conductor weight	1151.2 kg/km	
Rated tensile strength	96.8 kN	
Modulus of Elasticity	70.5 GPa	
Coefficient of linear expansion	19.4×10 ⁻⁶ /°C	

Max. DC Resistance at 20℃	0.0949 Ω/km		
Lay ratio	Aluminum layer	24-wire layer 10-14 18-wire layer 10-16 12-wire layer 10-16	
	Steel layer	6-wire layer 16-26	

表 1-15 Characteristics of product 54-7-3.08

Property	Value		Standard
Structure	Center: Steel wire 1/3.08 Nos./mm Layer 1: Steel wire 6/3.08 Nos./mm Layer 2: Aluminum wire 12/3.08 Nos./mm Layer 3: Aluminum wire 18/3.08 Nos./mm Layer 4: Aluminum wire 24/3.08 Nos./mm		EN 50182
Stranding direction of outer layer	Right-hand		
Conductor diameter	27.7 mm		
Cross section	454.5 mm ²		
Conductor weight	1520.5 kg/km		
Rated tensile strength	123.75 kN		
Modulus of Elasticity	72.4 GPa		
Coefficient of linear expansion	19.2×10 ⁻⁶ /°C		
Max. DC Resistance at 20°C	0.0719 Ω/km		
Lay ratio	Aluminum layer	24-wire layer 10-14 18-wire layer 10-16 12-wire layer 10-16	
	Steel layer	6-wire layer 16-26	

1.4.4 产品生产工艺流程

公司生产工艺流程如下图 2 所示。采购的电解铝材料和中间合金材料经过熔铝过程，通过连铸连轧工序生产出铝杆，再通过拉丝工序生产出铝线；最后将铝线和采购的钢芯进行绞合生产出 ACSR 产品，最后产品经过检验后包装入库。

具有完善的生产工艺，保证从熔铝-连铸连轧-拉丝-绞线-包装一系列完整的生产流程。



图 2： 产品生产工艺流程图

1.5 产品系统边界

1.5.1 产品边界

根据 PCR EN 15804: 2012+ A1:2013; NPCR 027 - Part B for electrical cables and wires, version 1.0 的要求，产品的系统边界包括从摇篮到坟墓整个 LCA 过程，包括 A1-A3, A4-A5, B2, B3, B6, C1-C4 过程。该产品原料生产过程中不使用回收的二次材料，在 ACSR 产品使用的过程中，不会产生环境污染物的排放，不涉及 B1 使用过程中的环境排放和 B7 水资源的使用和消耗，不会发生更换和翻新，因此 B 阶段中 B1,B4,B5,B7 不涉及。具体产品的 LCA 过程见下表 1-16。

表 1-16 ACSR 产品 LCA 过程

[illegible]

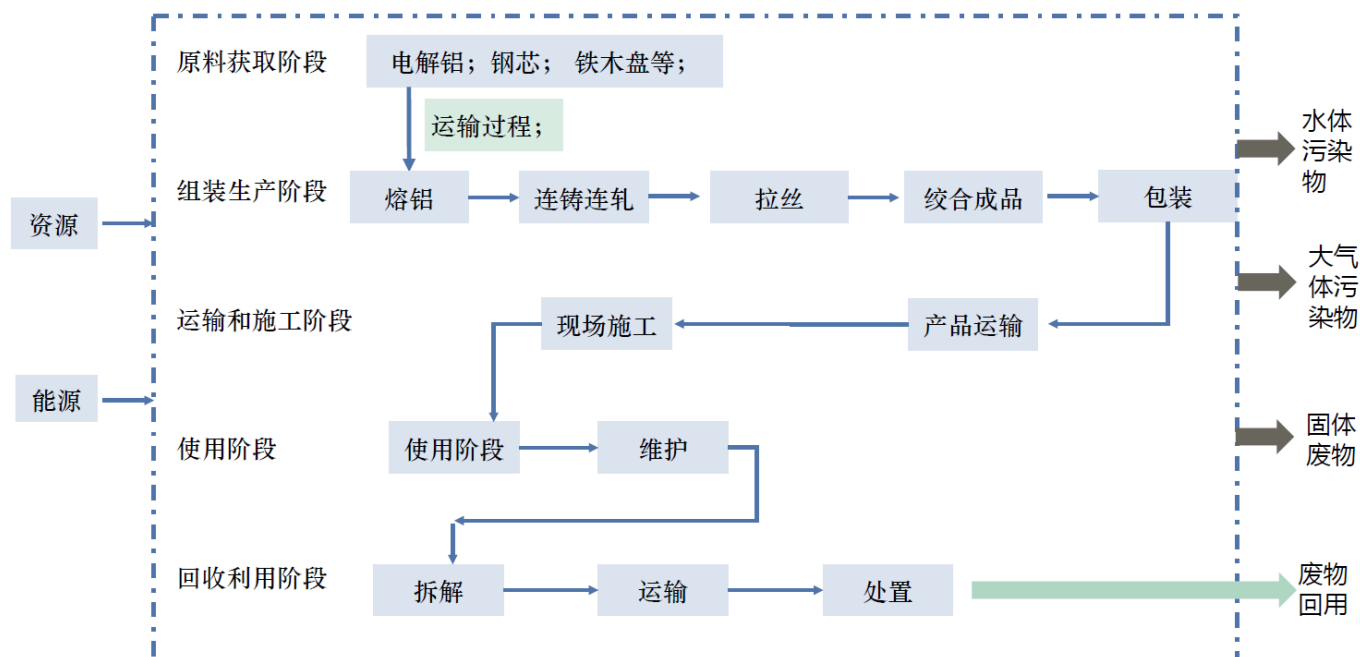


图 3：ACSR 产品系统边界图

申请 EPD 的 ACSR 7 个型号产品的生产均由 ZTT 生产,产品生产厂址位于中国江苏省如东市、河口镇中天村。该产品的关键原料共有 8 家供应商（生产过程中的辅料，例如拉丝油、乳化液等，因为质量占比低于排除标准，因此进行了排除，具体见本报告 1.5.4 章节），其中 5 家供应商为 ZTT 提供钢芯原料，1 家供应商为 ZTT 提供中间合金原料，一家为电解铝贸易商，一家供应商为 ZTT 提供包装材料—铁木盘。

ACSR 产品从摇篮到坟墓的 LCA 的过程包括原料获取阶段—主要是电解铝、铁木盘、钢芯等原料的生产；产品生产过程；产品运输和施工过程；产品使用过程以及产品报废处置过程。具体见图 3 所示。



2 环境影响指标和数据管理

2.1 关键环境影响指标

该产品的环境影响指标主要根据 EN15804:2012 +A1:2013 ; NPCR 027 - Part B for electrical cables and wires, version 1.0 相关规定,同时考虑了 EN15804:2012 +A2:2019 新标准的要求,选择了以下环境影响指标进行分析:

表 2-1 环境影响类型指标

环境影响指标	指标单位	依据标准
Global warming potential- total	kg CO2 eq.	EN15804:2012 +A1:2013
Acidification potential AP	kg SO2 eq.	
Eutrophication potential EP	kg PO43- eq.	
Photochemical oxidant formation potential POCP	kg C2H4 eq.	
Abiotic depletion potential - Elements ADP	kg Sb eq.	
Abiotic depletion potential - Fossil fuels ADP	MJ, net calorific value	
Water Scarcity Footprint (WSF)	m3 H2O eq	
Depletion potential of the stratospheric ozone layer, ODP	kg CFC 11 equiv	

2.2 软件和数据库

本研究采用“中国四川大学 CLCD 数据库和 E-balance LCA 评价系统”,建立产品生命周期模型并计算分析。e-balance 是中国政府认可的、GHG protocol 引用的在中国唯一的 LCA 环境影响评价数据库和计算软件,内置了中国生命周期基础数据库 (CLCD)、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。该数据库已具有较大的规模,积累材料生命周期分析基础数据近 10 余万条,并在技术和商业上开展了具体的应用。目前该软件版本 4.7,最近的更新日期为 2021/5/18。本报告采用 e-balance 软件系统,建立了 ACSR 生命周期模型,并计算得到 LCA 结果。



2.3 数据质量管理

2.3.1 数据质量水平

数据质量评估的目的是判断 LCA 结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。根据 EN15804 标准要求，本研究数据质量可从三个方面进行评估，及地理代表性、时间代表性和技术代表性。根据 ACSR 数据收集和使用的特点，对 ACSR 生命周期内的数据进行质量评价，具体见下表 2-2。由评级结果可知，ACSR 产品大多数数据质量等级为 good，说明数据品质较好。

表 2-2 Data quality level assessment of ACSR

DATA	Geographical representativeness	Technical representativeness	Time representativeness	Quality level
CLCD 背景数据	Average data from local larger area — good	Data from processes and products under study (with similar technology). -good	Less than 10 years of difference between the reference year-FAIR	GOOD -FAIR
供应商生产和产品生产数据	Data from area under study and some key data verified by third party - very good	Data from processes and products under study. -very good	Less than 3 years of difference between the reference year-very good	Very good
产品运输和原料运输数据	Average data from local larger area—good	Data from processes and products under study -very good	Less than 6 years of difference between the reference year-good	Good
产品施工和使用维护数据	Data from area with similar production conditions, china data is similar to EU -fair	Data from processes and products under study (with similar technology).-good	Less than 6 years of difference between the reference year-good	Fair- Good
产品回收和处置数据	Data from area with similar production conditions, china	Data from processes and products under study (with similar	Less than 6 years of difference between the reference year-	Fair- Good

	data is similar to EU -fair	technology).-good	good	
--	--------------------------------	-------------------	------	--

2.3.2 数据质量管理

为了保证数据的质量，该研究项目在数据采集、调查和使用过程中，采取了以下措施：

- 1) 依据 ISO14040/44：2006 标准, PCR EN 15804：2012+ A1:2013; NPCR 027 – Part B for electrical cables and wires, version 1.0 的要求，确定系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。
- 2) 对于重要的原辅料供应商，通过调查其生产过程获得特定场所数据；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用 CLCD 背景数据。背景数据库 CLCD 具有权威性，包含中国地区的主要能源、基础原材料、开采、制造和运输过程，可以背景数据库自身的完整性。
- 3) 为提高特定数据的可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据采用企业特定场所生产记录数据，环境排放数据应优先选用环境监测报告、企业上报环保局的统计数据。所有数据将被详细记录相关的数据源和数据处理算法。
- 4)重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择中国、相同生产技术的公开基础数据库 CLCD，数据的年限优先选择最近 10 年的数据。
- 5) 所有特定数据（包括每个过程消耗与排放数据）均采用一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期，特定场所的数据的统计年限范围为 2020.1.1-2021.12.31。

2.4 数据来源

在生产过程中，ZTT 同时生产 ACSR 产品和其他类型的导线，ZTT 的生产数据、能源资源消耗数据、环境排放数据均采用现场调查的方式进行收集，公司 7 家生产型供应商（除电解铝贸易商采用背景数据外）均采用发放调查问卷的方式进行数据收集，并采用证据（例如：生产报表、电力结费单据、合规证明文件如 ISO14001 认证证书等）验证的方式进行数据的检查。5 家钢芯生产供应商的能耗数据和排放数据各不相同，根据其供应比例采用加权平均计算钢芯生产过程的输入和输出数据。

ZTT 供应商在生产过程中采用的原料、电力、汽油、柴油、天然气等均采用 CLCD 数据库中背景数据，CLCD 0.8 版本为 V4.7 (updated in 2013-2-9)；LCA 计算软件 E-balance 版本号 V4.7 (2021/5/18)

中国电网分为 6 大区域电网，包括华北、东北、华中、华东、南方、西北电网等，不同的供应商位于不同的地域，根据供应商的地理位置选择不同区域 CLCD 电网背景数据。产品的关键原料电解铝由 1 家贸易商提供，选择使用 CLCD 中的市场平均数据。ACSR 产品的关键数据来源见表 2-3。

表 2-3 ACSR 产品关键背景数据来源表

清单名称	过程	数据来源	版本及更新日期
------	----	------	---------

电解铝	A3/A1	CLCD 0.8	2013-02-09
锌	A3	CLCD 0.8	2013-02-09
热轧高线材碳钢	A1	CLCD 0.8	2013-02-09
蒸汽	A1	CLCD 0.8	2013-02-09
华北电网电力	A1	CLCD 0.8	2013-02-09
华中电网电力	A1/A3	CLCD 0.8	2013-1-25
欧洲电力	B	Ecoinvent-Public 3.5	2018.8
自来水	A1	CLCD 0.8	2013-02-09)
汽油	A1/A3	CLCD 0.8	2013-02-09)
柴油	A1/A3/B/C	CLCD 0.8	2013-02-09
天然气	A1/A3	CLCD 0.8	2013-02-09
煤炭	A1/A3	CLCD 0.8	2013-02-09
热轧 H 钢	A1	CLCD 0.8	2013-01-25
木板	A1	Ecoinvent-Public 3.5	2018.8
牛皮纸	A1	Ecoinvent-Public 3.5	2018.8
柴油货车运输	A2/A4/C2	CLCD 0.8	2013-02-09
海运运输	A4	CLCD 0.8	2013-02-09

2.5 分配原则

根据 ISO14044 和 EN15804 的要求，本报告采用质量分配原则。具体说明如下：

1) ACSR 上游供应商提供的产品为中间合金、钢芯和铁木盘。根据供应商调查收集的信息，中间合金、钢芯在生产过程中没有共生产品和副产品，根据供应商的供货比例（年度供应 ZTT 的数量/年度总产量）进行能源、资源、环境排放数据的分配。

2) 铁木盘的生产过程没有共生产品和副产品，生产各种不同型号的铁木盘，生产工艺流程相同，根据铁木盘的供货比例（年度供应 ZTT 的套量/年度总套数）进行能源、环境排放数据的分配。原料消耗数据不执行分配，根据铁木盘的材料组成数据和生产损耗数据进行计算。

3) ZTT 生产工艺分为熔铝、拉丝、绞线、包装工序，除少量熔铝工序产出的铝杆和拉丝工序产生的铝线部分外售外，大部分铝杆和铝线用于 ZTT 各种类型导线的生产。公司天然气和煤炭只用于熔铝过程，根据该工序的外卖铝杆和自用铝杆的质量比例进行分配。柴油用于柴油叉车的运行，为各个产品生产过程提供厂内运输服务，根据产品质量比例（ACSR 产品产量/产品总产量）进行分配。在生产过程中，熔铝、拉丝、绞线工序的电力消耗数据均根据不同工序的实际统计数据计算，具

体见表 2-4。

4) LCA 中的其他过程，A2, A4, A5, B, C 等过程不涉及数据分配。

表 2-4 数据分配原则和方法

过程	需要分配的数据	分配原则	分配计算方法
A1 钢芯生产	电力、柴油、蒸汽、天然气、环境排放物	质量分配	年度供应 ZTT 的数量/年度总产量
中间合金生产	电力、柴油、天然气、环境排放物	质量分配	年度供应 ZTT 的数量/年度总产量
A1 铁木盘生产	电力、柴油、环境排放物	供应比例	年度供应 ZTT 的套量/年度总套数
ZTT 生产过程	电力、柴油	质量分配	熔铝、拉丝、绞线工序各有单独的电力消耗数据监测和统计，根据不同工序的自用量/总产量比例进行分配
	天然气、煤炭	质量分配	在熔铝工序进分配；自用铝杆量/（铝杆总量）
	柴油	质量分配	ACSR 产量/ 产品总产量
	环境排放物	质量分配	ACSR 产量/ 产品总产量

2.6 排除标准

根据 NPCR 和 EN 15804，在某些环境影响类别中，对总环境影响的贡献不超过 1% 的过程和活动可以被排除在外。本报告采用的取舍规则以过程各项原材料投入占过程总投入的重量比低于 1% 作为排除依据。

关于该产品生命周期过程的能源消耗，从生产供应商的能源消耗数据、ZTT 能源消耗、运输过程能耗、使用过程能耗、报废处置过程能耗均没有排除，全部包括在数据调查和分析范围内。

According to the GPI, the production of capital, buildings and equipment that are not included. 根据中国《工业企业厂房建筑设计规范 GB50681-2011》，该公司采用砖混结构，该公司建筑面积为 23428 平方米，厂房建筑总质量为 18742 吨，生产设备总重量 2620 吨。根据下表 2-5 可知，ZTT 生产设施设备、建筑厂房的质量占总质量（产品质量+设施设备+厂房建筑）的 0.04% 和 0.31%，均远低于 1%，因此在 LCA 评价过程中不考虑厂房和设施设备的影响。

表 2-5 ZTT 厂房、设备质量数据表

指标	厂房建筑物质量 (吨)	生产设备和实施	年平均生产量	50 年产品总质量
----	-------------	---------	--------	-----------

		质量 (吨)	(吨)	(吨)
质量数据	18742	2620	120000	6000000
质量占比	0.31%	0.04%	--	99.6%
数据来源	建筑设计规范标准	ZTT 数据统计	ZTT 历史生产数据统计表	

表 2-6 2020 年 ZTT A3 生产过程原料、辅料消耗统计表

名称	数量	单位	质量占比
拉丝油	130845	kg	0.10%
乳化液	43820	kg	0.03%
润滑脂	91354	kg	0.07%
钢芯	16715420	kg	12.50%
铝锭	114383491.2	kg	85.55%
中间合金	2342752.25	kg	1.75%
总量	133707682.5	kg	100.00%

由表 2-6 可知，生产过程辅料拉丝油、乳化液、润滑脂的消耗量分别占全部原料辅料消耗总量的 0.1%；0.03%；0.07%，小于质量排除门槛 1%的要求，因此在 A3 阶段 LCA 数据统计和分析过程中将其 cut-off。

表 2-7 柴油货车运输过程原料物料统计表

物料名称	质量 (T)	质量占比 (%)
30 吨货车重量	15	0.007%
15 年柴油消耗量	740	0.54%
维修更换轮胎等部件质量	60	0.044%
15 年运输货物总量	135000	99.4%
合计	135815	100%

由表 2-7 可知，30 吨货车生命周期运输过程中，货车本体质量占比为 0.007%， 货车维修部件质量占比为 0.044%，均远低于排除标准 1%，因此在 A2/A4/D2 运输过程中将货车及其维修部件

排除，只考虑货车运输过程燃料的环境影响。

综上所述，该产品 LCA 分析过程中，以下过程将排除在外，不予以考虑。具体见表 2-8

表 2-8 List of excluded processes

excluded processes	Reason
ZTT plant building , facility and equipment	Total quality rate < 1%
B1, B4, B5, B7	根据产品使用特点，不涉及相关过程
生产中的辅料如：拉丝油，乳化液、润滑脂消耗	投入量占总投入量比例 <1%
产品储存过程	露天存储，无消耗，无排放,无环境影响
运输车辆生命周期内的车辆设施如： 原料、生产、维 护和处置	货车质量和维修部件质量占比<1%

3 LCI 数据收集和清单

3.1 A1 原料生产过程数据收集

ACSR 产品生产主要的原料为电解铝、中间合金和钢芯，包装材料为铁木盘，除电解铝采用 CLCD 中国市场平均背景数据外，其他原料均采用供应商特定生产数据，通过给供应商发放调查表，调查时间期限为 2020.1.1 到 2020.12.31 日。

以下列出了供应商在生产中间合金、钢芯、铁木盘过程中的主要原料消耗量和污染物排放量。根据供应商提供的数据，中间合金生产损耗率为 5%，钢芯厂平均损耗率为 4.3%，铁木盘生产损耗率为 2%。ZTT 导线生产过程损耗为 2.59%。

表 3-1 5 家钢芯供应商生产数据统计表

表 3-2 中间合金供应商数据收集统计表

表 3-3 铁木盘供应商数据收集统计表

表 3-4 供应商生产过程中化石能源燃烧 GHG 排放量计算表

表 3-5 不同型号产品 LCI 原料、能源直接输入及直接排放清单

表 3-6 不同型号的产品包材的原材料和能源消耗数据清单

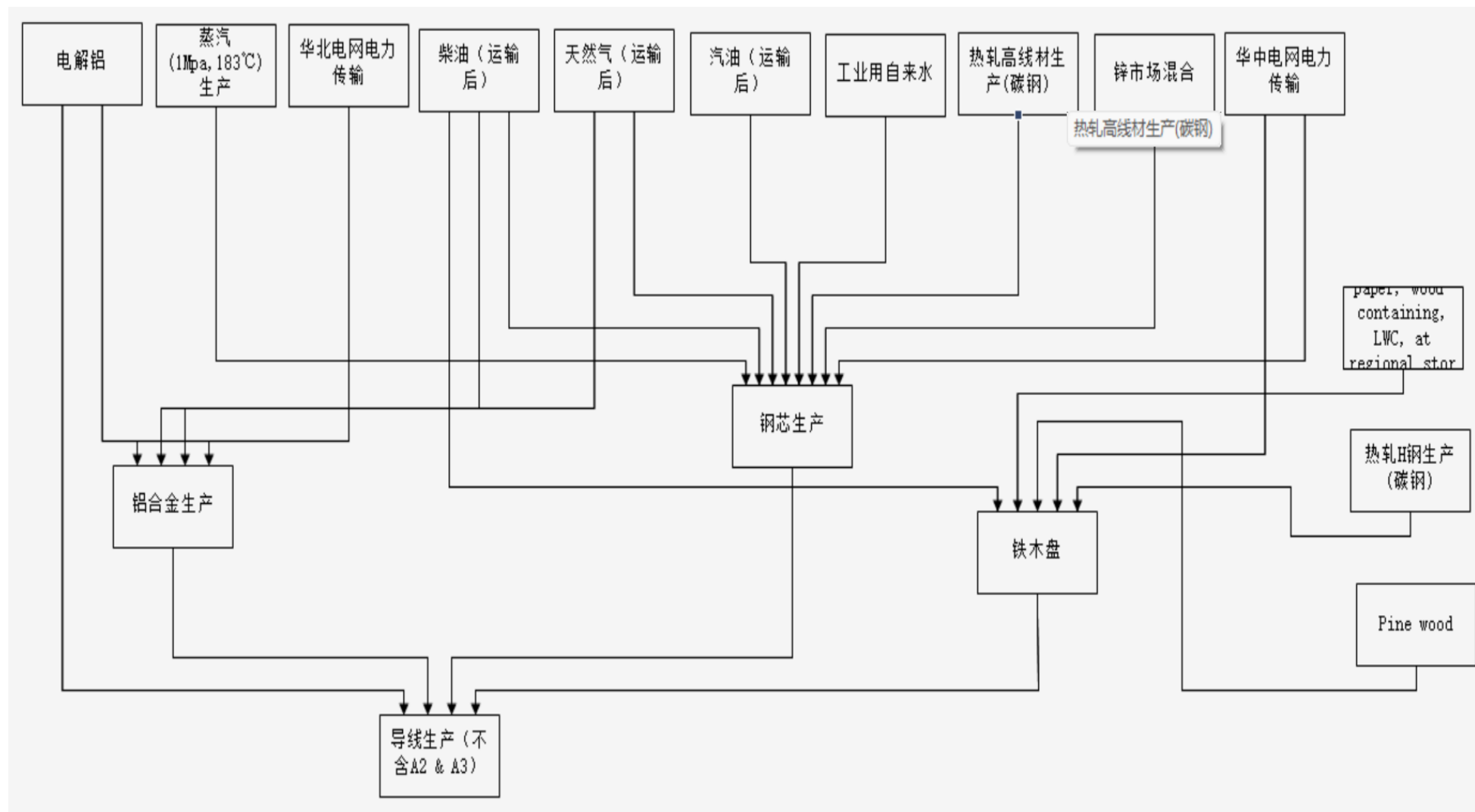


图 3-1 A1 原料生产和获取过程建模图

表 3-1 5 家钢芯供应商生产数据统计表

企业名称	供应比例	生产量 (t/年)	单位产品电力消 耗 (KWH/吨或 套)	单位产品蒸汽 消耗量 (MJ/吨)	单位产品天 然气消耗 (M3/吨)	单位产品汽 油消耗量 (KG/吨)	单位产品生产 过程柴油油消 耗量 (kg/吨)	单位产品水资 源消耗量 (M3/T)	单位产品热 轧盘条消耗 量(吨/吨)	单位产品锌锭 消耗量 (吨/ 吨)
巩义	0.47	112006	306.4872	0	14.492	0	0	2.170	1.05	0.05
澳鑫	0.09	30555	266.7321	0	0	0.23492	0	2.00	1.047	0.059
泰源	0.17	20000	500	0	0	0	0.00	0.3062	1.05	0.05
武钢	0.17	125000	252.024	75.6233	0	0	0.0624	1.36	1.047	0.059
咸阳	0.09	80000	472.5688	0	57.875	0	0.2835	3.3615	1.025	0.059
加权平均数 据			338.4301	12.856	12.01999	0.02114	0.036123	1.7856	1.043	0.05

企业名称	单位产品污 水排放 (M3/吨)	单位产品 COD 排放量 (KG/吨)	单位产品氨氮 排放量 (KG/吨)	单位产品石油 类 排放量 (kg/T)	单位产品重金 属 Zn 排放量 (kg/t)	单位产品 NOX 排放量 (kg/t)	危险废物排 放量 (kg/t)	单位产品工 业废物排放 量 (kg/t)	VOC (KG /T)	烟尘 (KG /T)	SO2 KG/T
巩义	2.169839	0.01892	0.0006293	0.00E+00	0.00026	0.01723	7.214	21	0	0	0
澳鑫	2.00	0	0	0	0	0	0.02187	28	0.0301 8	0	0

泰源	0.3062	0.1097	0.0032	0	0	0	5	12.00	0.00	0.002	0
武钢	1.36	1.26E-03	8.80E-05	1.20E-04	0	0	0	14.86	0	0	0
咸阳	3.3615	0.000257 5	2.60E-05	3.50E-06	0	0.1973	0	17	0	0	0.036 5
加权平均数据	1.786	0.028	8.57E-04	2.07E-05	0.000122	0.02586	4.24255	39.5	0.0027 2	0.0003	0.003 3

表 3-2 中间合金供应商数据收集统计表

中间合金生产企业	供应比例	生产量 (t/年)	单位产品电力消耗 (KWH/吨)	单位产品天然气消耗 (M3/吨)	单位产品柴油消耗量 (kg/吨)	单位产品铝锭消耗量 (吨/吨)
立中四通	100%	79058.8	585.6654	36.32161	0.280	1.05
中间合金生产企业	单位产品污水排放 (M3/吨)	单位产品氨氮 排 放量 (KG/吨)	单位产品颗粒物排放 量 (kg/T 产品)	单位产品 SO2 排放 量 (kg/T 产 品)	单位产品 NOX 排放 量 (kg/T 产品)	单位产品工业废物排放 量 (kg/T 产品)
立中四通	0	0	4.86E-02	0.0282	0.0602	0.01

表 3-3 铁木盘供应商数据收集统计表

铁木盘生产企业	供应比例	生产量 (套/ 年)	单位产品电力消耗 (KWH/套)	单位产品木板消耗 (KG/套)	单位产品柴油消 耗量 (kg/套)	单位产品钢材消耗 量 (KG/套)	单位产品工业废物 量 (KG/套)
包材供应商	100%	726308	1.260	2.934	0.06882	2.395	0.534

表 3-4 A1 过程化石能源燃烧过程 GHG 排放量计算表

化石燃料类型	CO2	CH4	NO2
天然气 排放因子	2.00E+00 kgCO2/m3	3.56E-05 kgCH4/m3	3.56E-06 kgNO2/m3
汽油排放因子	2.99E+00 kgCO2/kg	1.64E-04 kgCH4/kg	2.46E-03 kgNO2/kg
柴油排放因子	3.16E+00 kgCO2/kg	1.77E-04 kgCH4/kg	1.22E-03 kgNO2/kg
单位原料的 GHG 排放量	CO2 kgCO2/T & un it	Kg CH4/t &unit	Kg NO2/t & unit
每吨钢芯 GHG 排放量 (per ton)	2.42E+01	4.37E-04	1.33E-04
每吨中间合金 GHG 排放量(per ton)	7.34E+01	1.34E-03	4.71E-04
每个铁木盘 GHG 排放量 (per unit)	2.18E-01	1.22E-05	8.40E-05

备注： 供应商在生产过程中使用柴油、汽油、天然气、煤炭等化石燃料，化石燃料在燃烧过程中会产生温室气体,温室气体排放因子选

自 IPCC 2006 第二章节.

表 3-5 不同型号产品 LCI 原料、能源直接输入及直接排放清单

INPUT	钢芯生产/T	中间合金生产/T	ACSR 26-3.44+7-2.68/m	ACSR 26-3.72+7-2.89/m	ACSR 26-4.44+7-3.45/m	ACSR 45-3.38+7-2.25/m	ACSR 54-3.65+19-2.19/m	ACSR 54-7-2.68/m	ACSR 54-7-3.08/m
电解铝消耗量 kg/m			6.71E-01	7.83E-01	1.12E+00	1.12E+00	1.57E+00	8.46E-01	1.12E+00
中间合金消耗量 kg /m			1.47E-02	1.72E-02	2.46E-02	2.46E-02	3.45E-02	1.86E-02	2.45E-02
钢芯消耗量 kg /m			3.17E-01	3.69E-01	5.27E-01	2.24E-01	5.75E-01	3.16E-01	4.18E-01
电力 (KWH)	3.38E+02	5.86E+02	1.18E-01	1.37E-01	1.96E-01	9.19E-02	2.19E-01	1.20E-01	1.59E-01
天然气(M3)	1.20E+01	3.63E+01	4.42E-03	5.15E-03	7.36E-03	3.66E-03	8.31E-03	4.56E-03	6.02E-03
蒸汽 (MJ)	1.29E+01	0.00E+00	4.14E-03	4.82E-03	6.89E-03	2.93E-03	7.52E-03	4.14E-03	5.46E-03
汽油(KG)	2.11E-02	0.00E+00	6.79E-06	7.92E-06	1.13E-05	4.81E-06	1.23E-05	6.79E-06	8.97E-06
柴油 (KG)	3.61E-02	2.80E-01	1.59E-05	1.85E-05	2.64E-05	1.53E-05	3.10E-05	1.69E-05	2.24E-05
水资源 (M3)	1.79E+00	0.00E+00	5.75E-04	6.70E-04	9.57E-04	4.07E-04	1.04E-03	5.75E-04	7.59E-04
热轧盘条 (KG)	1.04E+03	0.00E+00	3.36E-01	3.91E-01	5.59E-01	2.38E-01	6.10E-01	3.36E-01	4.43E-01

铝锭 (KG)	0.00E+00	1.05E+03	1.58E-02	1.85E-02	2.64E-02	2.64E-02	3.70E-02	2.00E-02	2.64E-02
锌锭 (KG)	2.92E-02	0.00E+00	9.39E-06	1.09E-05	1.56E-05	6.65E-06	1.70E-05	9.38E-06	1.24E-05
工业废水(M3)	1.79E+00	0.00E+00	5.75E-04	6.70E-04	9.57E-04	4.07E-04	1.04E-03	5.75E-04	7.59E-04
重金属 Zn (KG)	1.22E-04	0.00E+00	3.93E-08	4.59E-08	6.55E-08	2.79E-08	7.14E-08	3.93E-08	5.19E-08
COD (kg)	2.90E-02	0.00E+00	9.34E-06	1.09E-05	1.55E-05	6.62E-06	1.70E-05	9.33E-06	1.23E-05
氨氮 (kg)	8.57E-04	0.00E+00	2.76E-07	3.22E-07	4.59E-07	1.95E-07	5.01E-07	2.76E-07	3.64E-07
石油类 (kg)	1.02E-04	0.00E+00	3.28E-08	3.83E-08	5.47E-08	2.33E-08	5.96E-08	3.28E-08	4.34E-08
NOX (KG)	2.59E-02	0.00E+00	8.33E-06	9.70E-06	1.39E-05	5.90E-06	1.51E-05	8.32E-06	1.10E-05
VOC (KG)	2.71E-03	0.00E+00	8.73E-07	1.02E-06	1.45E-06	6.18E-07	1.58E-06	8.72E-07	1.15E-06
烟尘 (KG)	3.40E-04	4.86E-02	8.43E-07	9.83E-07	1.40E-06	1.30E-06	1.91E-06	1.03E-06	1.37E-06
SO2 (KG)	3.29E-03	2.82E-03	1.10E-06	1.28E-06	1.83E-06	8.20E-07	2.02E-06	1.11E-06	1.47E-06
危险废物 (KG)	4.24E+00	2.04E+00	1.40E-03	1.63E-03	2.33E-03	1.02E-03	2.55E-03	1.40E-03	1.85E-03
工业废物 (KG)	3.95E+01	4.74E+01	1.34E-02	1.57E-02	2.24E-02	1.02E-02	2.48E-02	1.36E-02	1.80E-02
CO2 (kg)	2.42E+01	7.34E+01	8.90E-03	1.04E-02	1.48E-02	7.37E-03	1.67E-02	9.18E-03	1.21E-02
CH4 (kg)	4.37E-04	1.34E-03	1.61E-07	1.88E-07	2.68E-07	1.33E-07	3.03E-07	1.66E-07	2.19E-07
NO2(KG)	1.33E-04	4.71E-04	4.99E-08	5.82E-08	8.32E-08	4.22E-08	9.44E-08	5.18E-08	6.84E-08

备注： 中间合金占铝合金总量的 2.15%， 电解铝占铝合金总量的 97.85%。中间合金生产损耗为 5%， 钢芯厂平均损耗为 4.3%，ACSR 产品生产过程损耗为 2.59%。

■ 包材生产数据收集

本研究考虑的包装材料为铁木盘，有 ZTT 的供应商生产和提供，生产铁木盘的过程中，主要原料、辅料和环境排放见下表 3-6。

表 3-6 不同型号的产品包材的原材料和能源消耗

包材生产	输入	ACSR 26- 3.44+7-2.68	ACSR 26- 3.72+7-2.89	ACSR 26- 4.44+7-3.45	ACSR 45- 3.38+7-2.25	ACSR 54- 3.65+19-2.19	ACSR 54-7- 2.68	ACSR 54-7- 3.08
铁木盘尺寸		铁木盘 1600*700*900*1070*105	铁木盘 2100*800*900*1070*105	铁木盘 1850*900*900*100*135	"铁木盘 2200*1000*900*1070*105"	全铁盘 2200*1000*1300*1500*105	全铁盘 1400*800*900*1100*105	铁木盘 2200*900*950*1150*105
整卷产品长度 m		2500	4000	1900	3300	3000	1200	3300
电力(Kwh/套)	1.26E+00	5.04E-04	3.15E-04	6.63E-04	3.82E-04	4.20E-04	1.05E-03	3.82E-04
柴油 (KG/套)	6.88E-02	2.75E-05	1.72E-05	3.62E-05	2.09E-05	2.29E-05	5.74E-05	2.09E-05
废弃物 (kg/套)	5.34E-01	2.14E-04	1.34E-04	2.81E-04	1.62E-04	1.78E-04	4.45E-04	1.62E-04

钢材 (KG/m)		3.71E-02	4.34E-02	7.40E-02	7.42E-02	1.16E-01	1.43E-01	5.64E-02
木材 (KG/m)		4.60E-02	3.97E-02	7.66E-02	6.17E-02	3.09E-02	5.56E-02	4.77E-02
牛皮纸 (KG/M)		1.02E-03	6.36E-04	1.40E-03	9.41E-03	1.53E-03	4.59E-03	1.34E-03
CO2 KG /m		8.72E-05	5.45E-05	1.15E-04	6.61E-05	7.27E-05	1.82E-04	6.61E-05
CH4 KG/m		4.88E-09	3.05E-09	6.42E-09	3.70E-09	4.07E-09	1.02E-08	3.70E-09
NO2 KG/m		3.36E-08	2.10E-08	4.42E-08	2.55E-08	2.80E-08	7.00E-08	2.55E-08

注：铁木盘生产过程中，损耗率为 2%

3.2 A2 /A4 原料和产品运输过程

本报告中 ACSR 的原料（电解铝、中间合金、钢芯、铁木盘等）运输过程数据主要为道路运输，通过对供应商发放调查问卷，调查原料运输过程中的运输方式、车辆的载重、以及运输距离等，在 LCA 计算时，直接采用 CLCD 数据库中不同运输方式的 LCA 数据进行计算。根据《中国智能物流现状分析报告》，中国货物运输的空载率为 40%，以中国平均的空载率 40%进行计算和分析。CLCD 数据库中各种陆地运输的 LCA 排放因子，以 TKM 作为输入信息进行计算，LCA 分析数据中已经包含了中国平均空载率 40% 数据考虑。

表 3-7 A2 /A4 原料和产品运输过程数据收集统计表

原料运输	运输距离 KM	运输方式	运输车辆载重和燃油类型	空载率
电解铝	500	陆运	30 吨柴油货车（欧 IV 标准）	40%
钢芯	1140	陆运	30 吨柴油货车（欧 IV 标准）	5 家供应商的平均空载率为 41%
铁木盘	1.0	陆运	30 吨柴油货车（欧 IV 标准）	50%
中间合金	1250	陆运	30 吨柴油货车（欧 IV 标准）	40%
产品运输	运输距离	运输方式	运输车辆载重和燃油类型	空载率
产品运输	20000（从中国港口到欧洲港）	海运	散货船运输（柴油）	0%
	300（从欧洲港口到施工现场的默认距离）	陆运	30 吨柴油货车（欧 IV 标准）	50%

备注： 电解铝运输过程包括各地电解铝生产企业到无锡、海安、上海的商贸库房再运输到 ACSR 南通生产厂区的运输过程，根据 2020 年运输调查数据取平均运输距离 500KM.

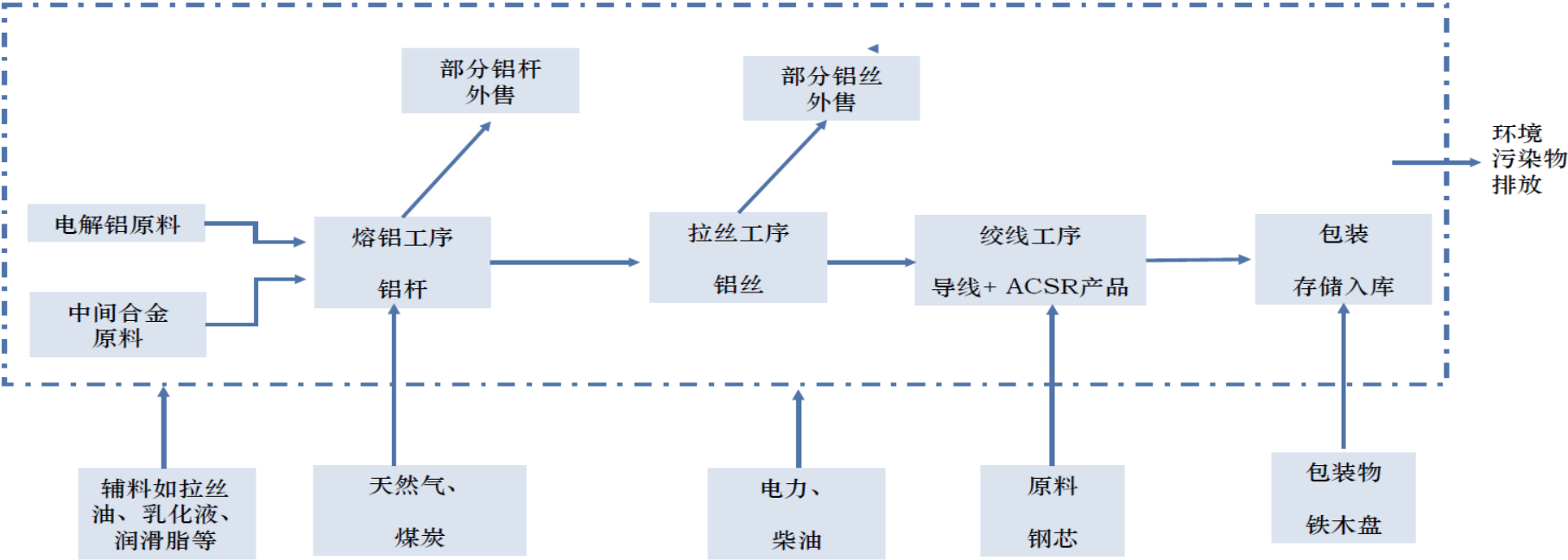
表 3-8 不同型号产品原料运输过程 LCA 输入数据统计表

Product components	ACSR 26-3.44+7-2.68	ACSR 26-3.72+7-2.89	ACSR 26-4.44+7-3.45	ACSR 45-3.38+7-2.25	ACSR 54-3.65+19-2.19	ACSR 54-7-2.68	ACSR 54-7-3.08
Steel core KG /m	6.68E-01	7.80E-01	1.11E+00	1.11E+00	1.56E+00	8.43E-01	1.11E+00
Aluminum alloy kg/m	3.09E-01	3.60E-01	5.14E-01	2.19E-01	5.60E-01	3.09E-01	4.07E-01
包装质量 kg/m	8.25E-02	8.21E-02	1.49E-01	1.42E-01	1.45E-01	1.99E-01	1.03E-01

单位产品原料运输 TKM/m	6.89E-01	8.04E-01	1.15E+00	9.95E-01	1.53E+00	8.27E-01	1.09E+00
-------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

3.3 A3 ACSR 产品生产数据收集

3.3.1 ACSR 生产工艺流程



图：A3 过程 产品生产工艺流程及产品物料分配示意图

3.3.2 ACSR 产品生产数据收集

ACSR 产品生产数据由 ZTT 公司根据其 2020 年实际的生产数据提供。数据的收集期限为 2020.1 月-2020.12 月。ZTT 公司同时生产导线和其他金属产品，但因为导线和其他产品经过的生产工艺不同，不同的工艺生产车间的能源消耗数据可以分别进行计量和统计，因此 ZTT 导线生产过程中的能源消耗数据不需要与其他产品进行分配，只需要在不同类型的导线产品中进行分配就可以。ACSR 产品与其他类型的导线生产过程中经过熔铝、拉丝和绞线工序，天然气和煤炭消耗只用于熔铝过程，根据 ZTT 提供的数，公司的能耗、原料、环境排放数据见下表 3-9。

表 3-9 2020 年导线生产工艺过程能耗数据统计表

工序名称	投入物料	吨位 (吨)	产出物料	吨位 (吨)	生产损耗率	过程耗电统计 KWH	单位产品能 耗 KWH/T	单位产品天 然气消耗 M3/T	单位产品 煤炭消耗 M3/T	单位产品 柴油消耗 KG/T
熔铝工序	铝锭	114383.49	自用杆	80543.70	0.58%	7544000.94	65.01	40.87	47.75	0.50
	中间合金	2342.75	外卖杆	35505.20						
拉丝工序	自用杆	80543.70	自用单丝	86330.78	0.11%	7705604.12	87.74			
	外买拉丝杆	7377.22	外卖单丝	1490.14						
绞线工序	自用单丝	86330.78	导线	101090.06	1.90%	1098885.57	10.85			
	钢芯	16715.42								
合计				16346490.63	2.59%	16346490.63	163.60	40.87	47.75	0.50

注：电力消耗数据已经包括生产线设备电力消耗以及分摊的少部分公用电力消耗。

表 3-10 单位产品 A3 过程输入输出数据表

A3 输入和输出	单位产品 数据	ACSR 26- 3.44+7- 2.68	ACSR 26- 3.72+7- 2.89	ACSR 26- 4.44+7-3.45	ACSR 45- 3.38+7- 2.25	ACSR 54- 3.65+19- 2.19	ACSR 54-7- 2.68	ACSR 54-7- 3.08
电解铝 KG		6.71E-01	7.83E-01	1.12E+00	1.12E+00	1.57E+00	8.46E-01	1.12E+00
中间合金合金 KG		1.47E-02	1.72E-02	2.46E-02	2.46E-02	3.45E-02	1.86E-02	2.45E-02
钢芯 KG		3.17E-01	3.69E-01	5.27E-01	2.24E-01	5.75E-01	3.17E-01	4.18E-01
电力消耗 (KWH/T)	1.64E+02	1.60E-01	1.82E-04	2.97E-07	3.95E-10	8.40E-13	9.67E-16	1.47E-18
柴油消耗量 (KG/T)	5.00E-01	4.89E-04	5.57E-07	9.07E-10	1.21E-12	2.57E-15	2.95E-18	4.49E-21
天然气消耗量 (M3/T)	4.09E+01	3.99E-02	4.55E-05	7.41E-08	9.88E-11	2.10E-13	2.41E-16	3.67E-19
煤炭消耗量 (KG/T)	4.78E+01	4.67E-02	5.32E-05	8.66E-08	1.15E-10	2.45E-13	2.82E-16	4.29E-19
烟尘排放量 (kg/T)	9.15E-01	8.94E-04	1.02E-06	1.66E-09	2.21E-12	4.69E-15	5.40E-18	8.22E-21
SO2 排放量 (kg/T)	1.19E-02	1.16E-05	1.32E-08	2.16E-11	2.87E-14	6.10E-17	7.02E-20	1.07E-22
NOX 排放量 (kg/T)	1.01E-01	9.83E-05	1.12E-07	1.82E-10	2.43E-13	5.16E-16	5.94E-19	9.04E-22
工业废物(KG/T)	1.28E+01	1.25E-02	1.43E-05	2.33E-08	3.11E-11	6.59E-14	7.59E-17	1.15E-19
单位产品危险废物 (KG/t)	1.30E+01	1.27E-02	1.45E-05	2.35E-08	3.14E-11	6.66E-14	7.67E-17	1.17E-19
单位产品 CO2 (kg/T)	1.84E+02	1.80E-01	2.05E-04	3.34E-07	4.45E-10	9.45E-13	1.09E-15	1.65E-18
单位产品 CH4 (kg/T)	2.54E-03	2.48E-06	2.83E-09	4.61E-12	6.15E-15	1.30E-17	1.50E-20	2.28E-23

单位产品 NO2 (kg/T)	2.25E-03	2.20E-06	2.51E-09	4.09E-12	5.45E-15	1.16E-17	1.33E-20	2.02E-23
-----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

3.4 A5 施工过程数据收集

根据《GBJ 233-1990 架空电力线路施工及验收规范》以及施工方的信息调查，施工过程中，主要采用柴油机械设备进行野外施工，根据施工方提供的柴油消耗数据、以及施工过程中的产品损耗数据进行计算。施工过程相关信息见表 3-11，不同产品的 LCA 输入输出数据清单见表 3-12.

表 3-11 产品安装信息

NO.	场景信息	功能单位
1	安装辅料	施工过程中，主要采用柴油驱动机械设备，包括起重设施、牵引机、放线滑车、拉线装置等。使用的辅助材料和工具为员工操作过程中使用的电力工具，防震锤，滑轮组，滑轮绳，安全带等。辅助材料主要为员工安全防护用品，包括防护手套、抹布等，质量占比远低于 0.5%， 计算中进行排除。
2	水	Not use water
3	其他资源	Not use other resource
4	能源	施工时使用柴油发电机、柴油拖拉机等柴油动力设备。 根据施工公司提供的数据，柴油消耗量为 0.1L/m。
5	废物	施工过程中，产生废弃包装物，包括废铁架、废木板和废纸。其产生量与产品包装物质量相同。另外，施工过程中会产生导线的损耗，损耗率为 0.8%，损

		耗的导线将作为固体废物进行处置。
6	输出物料	该产品主要用于欧洲发达国家和地区。根据“Metal Recycling Factsheet in EU”，欧洲垃圾焚烧率为 50%，填埋 40%，欧洲金属回收的比例为 90%。基于保守的原则，假设废物中的废金属材料 90%的回收使用，废木板和废纸 50%进行焚烧处理，50%进行填埋处理。废物运输到处置场所的距离依据 NPCR 设定为默认运输距离 100KM，运输车辆采用 18 吨柴油货车运输。
7	直接排放	导线施工过程由于使用柴油发电机、柴油牵引机等设备，柴油燃烧过程会产生温室气体、烟尘、SO ₂ 等大气污染物，不会产生水污染物和土壤污染物。

表 3-12 ACSR 产品施工过程数据输入输出数据统计表

产品型号	施工过程导线 损耗数据 (KG /m)	废物运输过 程 (TKM)	废金属回收 量 (kg/m)	焚烧木板重 量 KG /m	填埋木板重 量 (kg/m)	焚烧纸张重 量 (kg/m)	填埋纸张重 量 KG /M	柴油机械消耗 KG/M
ACSR 26-3.44+7- 2.68	7.82E-03	9.03E-03	3.98E-02	2.26E-02	2.26E-02	5.00E-04	5.00E-04	8.40E-02
ACSR 26-3.72+7- 2.89	9.11E-03	9.12E-03	4.65E-02	1.95E-02	1.95E-02	3.12E-04	3.12E-04	8.40E-02
ACSR 26-4.44+7- 3.45	1.30E-02	1.62E-02	7.70E-02	3.76E-02	3.76E-02	6.85E-04	6.85E-04	8.40E-02

ACSR 45-3.38+7-2.25	1.07E-02	1.53E-02	7.51E-02	3.02E-02	3.02E-02	4.62E-03	4.62E-03	8.40E-02
ACSR 54-3.65+19-2.19	1.70E-02	1.62E-02	1.17E-01	1.52E-02	1.52E-02	7.50E-04	7.50E-04	8.40E-02
ACSR 54-7-2.68	9.21E-03	2.08E-02	1.34E-01	2.73E-02	2.73E-02	2.25E-03	2.25E-03	8.40E-02
ACSR 54-7-3.08	1.22E-02	1.16E-02	6.07E-02	2.34E-02	2.34E-02	6.55E-04	6.55E-04	8.40E-02

3.5 B2/B3/B4/B6 产品使用数据收集

3.5.1 B2/B3/B4/B6 数据收集和场景信息

ACSR 产品是输电导线，主要成分为钢芯和铝线，在产品使用的过程中，不会向环境排放固体废物、废水和废气以及其他挥发性污染物和有毒有害物质，因此不涉及 B1 产品使用过程中的环境排放。产品中各种化学物质的成分具体见 ZTT 提供的《铝锭、中间合金、钢芯原料成分监测报告》，该产品中不包含有毒、有害、挥发性的化学物质，因此产品在使用过程中不会向环境中排放污染物。

该产品预计使用寿命为 40 年，在 100 年使用期限内将发生 2.5 次更换，也不会存在水资源的消耗，因此 B 阶段中 B1,B5,B7 不涉及，具体信息见表 3-12。

表 3-12 — 产品使用阶段

序号	场景信息	Functional unit
B2 维护		

1	维护过程	根据《DL/T 741—2001 架空送电线路运行规程》；《DL 409—1991 电业安全工作规程(电力线路部分)》。输电线路需要定期进行维护、巡检和性能监测。
2	维护周期	每月一次巡线，每 2 年进行性能监测。
3	辅料	维护过程不使用清洁剂类的辅助材料，只使用各种检测设备、安全工具、绝缘手套、绝缘鞋等安全防护用品。
4	废物	0 KG
5	水	0 M3
6	能源	目前输电电路巡线和维护过程中，设定背景为 50%采用人力巡线，50%采用无人机巡线(汽油驱动)。40 年使用期内，巡线人员机动车 0.96TKM/cycle/m；巡线无人机消耗汽油 0.01L 汽油/cycle/m
B3 REPAIR PROCESS		
1	维修	《DL/T 741—2001 架空送电线路运行规程》；《DL 409—1991 电业安全工作规程(电力线路部分)》
2	监测	《DL/T 741—2001 架空送电线路运行规程》；《DL 409—1991 电业安全工作规程(电力线路部分)》
3	维修周期	根据巡线发现的情况采取维修措施。没有固定频次
4	辅料	铝线修补条 0.00126kg/cycle.

		乙炔氧气焊接，乙炔用量极少，忽略不计																								
B6 USE OF ENERGY																										
1	辅料	0 KG																								
2	能源	导线运行过程中，存在线路损耗。根据 ZTT 技术部提供的信息，具体入下： <table border="1"> <thead> <tr> <th>ACSR 产品</th><th>冬季线损 (kw/km)</th><th>夏季线损 (kw/km)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ACSR 26-3.44+7-2.68 (EN 50182)</td><td>7.25</td><td>8.07</td></tr> <tr> <td>ACSR 26-3.72+7-2.89 (ASTM B232)</td><td>8.54</td><td>9.50</td></tr> <tr> <td>ACSR 26-4.44+7-3.45 (ASTM B232)</td><td>12.33</td><td>13.69</td></tr> <tr> <td>ACSR 45-3.38+7-2.25 (EN 50182)</td><td>12.65</td><td>14.03</td></tr> <tr> <td>ACSR 54-3.65+19-2.19 (EN 50182)</td><td>18.11</td><td>20.04</td></tr> <tr> <td>ACSR 54-7-2.68 (EN 50182)</td><td>9.38</td><td>10.43</td></tr> <tr> <td>ACSR 54-7-3.08 (EN 50182)</td><td>12.55</td><td>13.93</td></tr> </tbody> </table> 注：冬天条件下，环境温度取 10℃，夏天条件下，环境温度取 40℃，经济电流密度取 1.0 进行计算	ACSR 产品	冬季线损 (kw/km)	夏季线损 (kw/km)	ACSR 26-3.44+7-2.68 (EN 50182)	7.25	8.07	ACSR 26-3.72+7-2.89 (ASTM B232)	8.54	9.50	ACSR 26-4.44+7-3.45 (ASTM B232)	12.33	13.69	ACSR 45-3.38+7-2.25 (EN 50182)	12.65	14.03	ACSR 54-3.65+19-2.19 (EN 50182)	18.11	20.04	ACSR 54-7-2.68 (EN 50182)	9.38	10.43	ACSR 54-7-3.08 (EN 50182)	12.55	13.93
ACSR 产品	冬季线损 (kw/km)	夏季线损 (kw/km)																								
ACSR 26-3.44+7-2.68 (EN 50182)	7.25	8.07																								
ACSR 26-3.72+7-2.89 (ASTM B232)	8.54	9.50																								
ACSR 26-4.44+7-3.45 (ASTM B232)	12.33	13.69																								
ACSR 45-3.38+7-2.25 (EN 50182)	12.65	14.03																								
ACSR 54-3.65+19-2.19 (EN 50182)	18.11	20.04																								
ACSR 54-7-2.68 (EN 50182)	9.38	10.43																								
ACSR 54-7-3.08 (EN 50182)	12.55	13.93																								
3	设备输出 nt	适用室外环境温度：-40℃~50℃；通过电压等级：10kV~500kV																								
4	特性指标	e.g. energy efficiency, emissions, variation of performance with capacity utilisation etc.																								
5	假设条件	N/A																								

3.5.2 B2/B3/B4/ B6 LCI 数据清单

表 3-13 B2/B3/B6 LCI 清单数据表

B 过程	巡线人员机动车数据 (TKM/cycle/m)	巡线无人机消耗 汽油 (KG/cycle/m)	铝线修补条 (kg/cycle/m)	电力线路损耗 kWh/cycle/m		
B2	2.4 TKM/m	0.0185 kg Petroleum oil /m				
B3			0.00315 kg/ m			
B6				ACSR 产品	线损平均值 Kw/km	总损耗电量 (kwh/m/cycle)
				ACSR 26-3.44+7-2.68	7.66E+00	6.70E+03
				ACSR 26-3.72+7-2.89	9.02E+00	7.90E+03
				ACSR 26-4.44+7-3.45	1.30E+01	4.56E+03
				ACSR 45-3.38+7-2.25)	1.33E+01	1.14E+04
				ACSR 54-3.65+19-2.19	1.91E+01	1.67E+04
				ACSR 54-7-2.68	9.91E+00	8.68E+03
				ACSR 54-7-3.08	1.32E+01	1.16E+04

3.6 C1-C4 产品废弃阶段数据收集

C1 拆除阶段采用柴油机械进行拆除，根据建筑拆除公司提供的数据，平均柴油消耗量为 0.014 KG 柴油/m。C2 运输至废物处理场所，默认从施工拆除现场到废物处理的运输距离为 100KM，运输车辆为 18 吨柴油货车。该废物为 100%的金属废物，与其他建筑垃圾相混合，C3 阶段在废物处置场所，将铁和铝废物进行破碎、分选、打包处理，以便回收金属，根据“Metal Recycling Factsheet in EU”，90% of aluminium recovered from construction and transport in 2018, Over 90% of steel waste is currently collected and recycled into new products。因此保守假设 90%金属废物可以回收，目前在中国、欧洲均存在废旧金属回收市场。C4 剩余其他 10%废物在垃圾填埋场进行填埋处理。

表 3-14 C 产品报废过程数据表

过程	功能单位
型号	0.977KG/M-1.626.5 KG/M , will be collected separately
回收	0.977KG/M-1.626.5 KG/M, 90% will recycling in other product
处置	Iron and aluminum wastes are sorted and treated simply physically
假设条件	根据 PCR EN 15804: 2012+ A1:2013; NPCR 027 - Part B for electrical cables and wires, version 1.0, 废物运输到分解处置场所默认运输距离为 100KM, 采用柴油货车运输。
C3	金属类废物的废物管理过程能耗和污染物排放数据采用“中国工业污染源产排污系数手

	册”中“废弃资源和废旧材料回收加工业”中的数据。
C4	剩余其他 10%废物在垃圾填埋场进行填埋处理。

表 3-15 C1-C4 阶段 LCI 数据清单统计表

产品型号	单位产品重量 (KG /M)	C2 货车运输 (TKM/m)	C1 拆除过程柴油 消耗 (KG/M)	C3 电力消耗 KWH/m	C3 石油类 KG/m	C3 废水排放 m3/m	C4 填埋处理 KG/M
ACSR 26-3.44+7-2.68	9.77E-01	9.77E-02	1.40E-02	2.93E-03	1.49E-05	6.35E-03	9.77E-02
ACSR 26-3.72+7-2.89	1.14E+00	1.14E-01	1.40E-02	3.42E-03	1.74E-05	7.40E-03	1.14E-01
ACSR 26-4.44+7-3.45	1.63E+00	1.63E-01	1.40E-02	4.88E-03	2.49E-05	1.06E-02	1.63E-01
ACSR 45-3.38+7-2.25	1.33E+00	1.33E-01	1.40E-02	4.00E-03	2.04E-05	8.66E-03	1.33E-01
ACSR 54-3.65+19-2.19	2.12E+00	2.12E-01	1.40E-02	6.37E-03	3.25E-05	1.38E-02	2.12E-01
ACSR 54-7-2.68	1.15E+00	1.15E-01	1.40E-02	3.45E-03	1.76E-05	7.48E-03	1.15E-01
ACSR 54-7-3.08	1.52E+00	1.52E-01	1.40E-02	4.56E-03	2.33E-05	9.89E-03	1.52E-01

备注： 根据“中国工业污染源产排污系数手册”中“废弃资源和废旧材料回收加工业”中的数据， 每吨电线电缆废物平均能耗为 3KWH/吨，排放工业

废水 6.5T/T 废物； 排放石油类 0.0153KG/吨废物。

4 产品生命周期影响评价

4.1 A1 过程 LCA 评价结果

根据上述阶段的数据采集和 EN 15804 标准的要求，选取以下环境影响指标，在 CLCD 软件中建模计算得到 ACSR 产品生命周期环境影响结果。详见下表 4-1。声明估计的影响结果只是相对的声明，不表明影响类别的终点、超过阈值、安全边际或风险。

由于钢芯铝绞线产品的使用寿命为 40 年，因此需要在 100 年内更换两次。

HW = 处置的危险废物； RW = 已处置的放射性废物；

表 4-1 100 年内 A1 过程不同型号产品的环境影响结果

产品型号	GWP (kg CO2eq)	GWP -生物 ((kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.)	ADP fossil (MJ	EP (kg PO43- eq)	EP - marine eutrophication (kg N-Eq)	EP - freshwater EP (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (kg NMVOC eq)	ODP ((kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
ACSR 26-3.44+7-2.68	4.55E+01	2.50E-04	4.60E-04	9.33E+02	1.58E-02	4.23E+01	4.23E+01	2.15E-01	7.47E-03	3.58E-07	6.13E+00
ACSR 26-3.72+7-2.89	5.30E+01	2.90E-04	5.38E-04	1.09E+03	1.83E-02	4.93E+01	4.93E+01	2.50E-01	8.75E-03	4.18E-07	7.13E+00
ACSR 26-4.44+7-3.45	7.60E+01	4.18E-04	7.70E-04	1.57E+03	2.63E-02	7.05E+01	7.05E+01	3.60E-01	1.25E-02	5.98E-07	1.02E+01
ACSR 45-3.38+7-2.25	7.00E+01	3.85E-04	7.48E-04	1.47E+03	2.47E-02	6.50E+01	6.50E+01	3.38E-01	1.14E-02	5.78E-07	9.25E+00
ACSR 54-3.65+19-2.19	1.03E+02	5.68E-04	1.07E-03	2.14E+03	3.60E-02	9.58E+01	9.58E+01	4.93E-01	1.69E-02	8.28E-07	1.38E+01

ACSR 54-7-2.68	5.63E+01	3.10E-04	5.83E-04	1.17E+03	1.97E-02	5.23E+01	5.23E+01	2.68E-01	9.38E-03	4.53E-07	7.63E+00
ACSR 54-7-3.08	7.38E+01	4.05E-04	7.60E-04	1.53E+03	2.55E-02	6.83E+01	6.83E+01	3.50E-01	1.20E-02	5.88E-07	9.83E+00

表 4-2 100 年内 A1 过程能源消耗和废物排放数据表

A1 产品	能源消耗 (MJ)	可再生能源 (MJ)	不可再生能源 MJ	Water Use (m3)	Waste Solids (kg)	HW (kg)	RW (KG)
ACSR 26-3.44+7-2.68	5.43E+02	2.00E+01	5.23E+02	9.83E+01	5.55E-05	2.33E-01	1.93E-01
ACSR 26-3.72+7-2.89	6.33E+02	2.30E+01	6.10E+02	1.14E+02	6.48E-05	2.73E-01	2.25E-01
ACSR 26-4.44+7-3.45	9.08E+02	3.35E+01	8.75E+02	1.63E+02	9.25E-05	3.90E-01	3.23E-01
ACSR 45-3.38+7-2.25	8.33E+02	3.28E+01	8.00E+02	1.59E+02	9.08E-05	3.85E-01	2.93E-01
ACSR 54-3.65+19-2.19	1.23E+03	4.45E+01	1.18E+03	2.27E+02	1.29E-04	5.40E-01	4.35E-01
ACSR 54-7-2.68	6.75E+02	2.53E+01	6.50E+02	1.23E+02	7.00E-05	2.95E-01	2.40E-01
ACSR 54-7-3.08	8.75E+02	3.23E+01	8.42E+02	1.62E+02	9.17E-05	3.85E-01	3.10E-01

4.2 A2 原料运输过程 LCA 评价结果

表 4-3 100 年内 A2 运输过程不同型号产品的环境影响结果

过程	GWP (kg CO2eq)	GWP - 生物 (kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.)	ADP(fossil fuel) (MJ)	EP (kg PO43-eq)	MEP - marine eutrophication (kg N-Eq)	FEP - freshwater eutrophication (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq)	POFP (kg NMVOC eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
重型柴油货车运输 (30t)	1.83E-01	1.19E-06	6.23E-07	2.20E+01	6.65E-04	1.70E-01	1.70E-01	3.70E-03	4.18E-05	1.58E-08	7.28E-06
ACSR 26-3.44+7-2.68	1.27E-01	8.23E-07	4.30E-07	1.52E+01	4.60E-04	1.17E-01	1.17E-01	2.55E-03	2.88E-05	1.08E-08	5.00E-06
ACSR 26-3.72+7-2.89	1.48E-01	9.58E-07	5.00E-07	1.77E+01	5.35E-04	1.37E-01	1.37E-01	2.98E-03	3.36E-05	1.27E-08	5.85E-06
ACSR 26-4.44+7-3.45	2.11E-01	1.38E-06	7.15E-07	2.53E+01	7.65E-04	1.95E-01	1.95E-01	4.28E-03	4.81E-05	1.82E-08	8.33E-06
ACSR 45-3.38+7-2.25	1.83E-01	1.19E-06	6.20E-07	2.19E+01	6.63E-04	1.69E-01	1.69E-01	3.70E-03	4.18E-05	1.57E-08	7.23E-06
ACSR 54-3.65+19-2.19	2.80E-01	1.83E-06	9.50E-07	3.38E+01	1.02E-03	2.60E-01	2.60E-01	5.68E-03	6.41E-05	2.41E-08	1.12E-05
ACSR 54-7-2.68	1.52E-01	9.92E-07	5.15E-07	1.82E+01	5.50E-04	1.41E-01	1.41E-01	3.08E-03	3.45E-05	1.30E-08	6.00E-06
ACSR 54-7-3.08	2.00E-01	1.30E-06	6.80E-07	2.39E+01	7.25E-04	1.85E-01	1.85E-01	4.05E-03	4.55E-05	1.72E-08	7.93E-06

表 4-4 100 年内 A2 运输过程能源消耗和废物排放数据表

过程	PED (MJ)	可再生能源 (MJ)	不可再生能源 (MJ)	Waste Solids (kg)	HW (kg)	RW (kg)	Water Use (M3)
----	----------	------------	-------------	-------------------	---------	---------	----------------

重型柴油货车运输 (30t)	1.77E+00	4.18E-03	1.77E+00	1.04E-03	1.73E-07	5.35E-07	2.29E-04
ACSR 26-3.44+7- 2.68	1.22E+00	2.88E-03	1.22E+00	7.20E-04	1.19E-07	3.68E-07	1.58E-04
ACSR 26-3.72+7- 2.89	1.42E+00	3.35E-03	1.42E+00	8.42E-04	1.39E-07	4.30E-07	1.84E-04
ACSR 26-4.44+7- 3.45	2.03E+00	4.80E-03	2.03E+00	1.20E-03	1.99E-07	6.15E-07	2.63E-04
ACSR 45-3.38+7- 2.25	1.76E+00	4.15E-03	1.76E+00	1.04E-03	1.72E-07	5.30E-07	2.28E-04
ACSR 54-3.65+19- 2.19	2.70E+00	6.38E-03	2.70E+00	1.60E-03	2.65E-07	8.18E-07	3.50E-04
ACSR 54-7-2.68	1.46E+00	3.45E-03	1.46E+00	8.67E-04	1.43E-07	4.43E-07	1.89E-04
ACSR 54-7-3.08	1.93E+00	4.55E-03	1.92E+00	1.14E-03	1.88E-07	5.83E-07	2.50E-04

4.3 A3 产品生产过程 LCA 评价结果

表 4-5 100 年内 A3 产品生产过程环境影响评价结果

过程	GWP (kg CO2eq)	GWP 生物 质 (kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.)	ADP(fossil fuel) (MJ)	EP (kg PO43-eq)	MEP - marine eutrophication (kg N-Eq)	FEP - freshwater eutrophication (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq)	POFP (kg NMVOC eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
----	-------------------	---------------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------	---	--	-------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------

ACSR 26- 3.44+7-2.68	8.83E-01	5.15E-07	7.83E-07	1.72E+01	1.82E-04	8.30E-01	8.30E-01	2.50E-03	7.28E-05	2.29E-09	5.08E-05
ACSR 26- 3.72+7-2.89	1.03E+00	6.00E-07	9.17E-07	2.00E+01	2.12E-04	9.67E-01	9.67E-01	2.93E-03	8.56E-05	2.68E-09	5.93E-05
ACSR 26- 4.44+7-3.45	1.48E+00	8.58E-07	1.31E-06	2.85E+01	3.03E-04	1.38E+00	1.38E+00	4.20E-03	1.21E-04	3.83E-09	8.50E-05
ACSR 45- 3.38+7-2.25	1.21E+00	7.00E-07	1.07E-06	2.33E+01	2.48E-04	1.13E+00	1.13E+00	3.43E-03	9.86E-05	3.13E-09	6.90E-05
ACSR 54- 3.65+19-2.19	1.92E+00	1.12E-06	1.70E-06	3.73E+01	3.95E-04	1.80E+00	1.80E+00	5.45E-03	1.57E-04	4.95E-09	1.10E-04
ACSR 54-7- 2.68	1.04E+00	6.05E-07	9.25E-07	2.02E+01	2.14E-04	9.75E-01	9.75E-01	2.95E-03	8.54E-05	2.70E-09	5.98E-05
ACSR 54-7- 3.08	1.38E+00	8.00E-07	1.22E-06	2.68E+01	2.83E-04	1.29E+00	1.29E+00	3.90E-03	1.12E-04	3.55E-09	7.90E-05

表 4-6 A3 ACSR 产品环境影响评价结果

产品型号	PED (MJ)	可再生能源 (MJ)	不可再生能源 (MJ)	Waste Solids (kg)	危险废物 (kg)	RW (kg)	Water Use (m3)
ACSR 26-3.44+7-2.68	9.67E+00	1.25E-01	9.50E+00	1.19E-01	7.38E-07	2.08E-02	1.60E-03
ACSR 26-3.72+7-2.89	1.13E+01	1.46E-01	1.11E+01	1.39E-01	8.67E-07	2.03E-05	1.87E-03
ACSR 26-4.44+7-3.45	1.61E+01	2.08E-01	1.58E+01	1.98E-01	1.23E-06	2.37E-05	2.68E-03
ACSR 45-3.38+7-2.25	1.31E+01	1.70E-01	1.29E+01	1.62E-01	1.01E-06	3.38E-05	2.18E-03

ACSR 54-3.65+19-2.19	2.09E+01	2.70E-01	2.06E+01	2.58E-01	1.60E-06	2.75E-05	3.48E-03
ACSR 54-7-2.68	1.13E+01	1.47E-01	1.12E+01	1.40E-01	8.67E-07	4.40E-05	1.89E-03
ACSR 54-7-3.08	1.50E+01	1.94E-01	1.48E+01	1.85E-01	1.15E-06	2.38E-05	2.49E-03

4.4 A4 产品运输过程 LCA 评价结果

表 4-7 100 年内 A4 ACSR 产品运输过程 LCA 结果

产品型号	GWP (kg CO2eq)	GWP-生物碳 (kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.) (kg antimony eq.)	ADP(fossil fuel) (MJ)	EP (kg PO43-eq)	MEP - marine EP (kg N-Eq)	FEP - freshwater EP (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq) (kg SO2 eq)	POFP (kg NMVOC eq) (kg NMVOC eq)	ODP (kg CFC-11 eq) (kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
ACSR 26-3.44+7-2.68	8.42E-01	5.50E-06	2.88E-06	1.02E+02	3.08E-03	7.83E-01	7.83E-01	1.72E-02	1.92E-04	7.25E-08	3.35E-02
ACSR 26-3.72+7-2.89	9.75E-01	6.35E-06	3.30E-06	1.17E+02	3.53E-03	9.00E-01	9.00E-01	1.97E-02	2.22E-04	8.33E-08	3.85E-02
ACSR 26-4.44+7-3.45	1.42E+00	9.25E-06	4.80E-06	1.70E+02	5.15E-03	1.31E+00	1.31E+00	2.88E-02	3.23E-04	1.22E-07	5.60E-02
ACSR 45-3.38+7-2.25	1.18E+00	7.68E-06	4.00E-06	1.41E+02	4.28E-03	1.09E+00	1.09E+00	2.38E-02	2.68E-04	1.01E-07	4.65E-02
ACSR 54-3.65+19-2.19	1.81E+00	1.18E-05	6.15E-06	2.17E+02	6.58E-03	1.68E+00	1.68E+00	3.65E-02	4.14E-04	1.55E-07	7.15E-02
ACSR 54-7-2.68	1.08E+00	7.03E-06	3.65E-06	1.29E+02	3.90E-03	1.00E+00	1.00E+00	2.18E-02	2.45E-04	9.25E-08	4.28E-02

ACSR 54-7-3.08	1.29E+00	8.42E-06	4.40E-06	1.55E+02	4.70E-03	1.20E+00	1.20E+00	2.63E-02	2.95E-04	1.12E-07	5.13E-02
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

表 4-8 A4 ACSR 产品运输过程能源和废物数据表

产品型号	PED (MJ)	可再生能源 (MJ) (MJ)	不可再生能源 (MJ)	Waste Solids (kg)	HW (kg)	RW (kg)	Water Use (M3)
ACSR 26-3.44+7-2.68	8.15E+00	1.93E-02	8.13E+00	4.83E-03	7.95E-07	2.46E-06	1.06E-03
ACSR 26-3.72+7-2.89	9.42E+00	2.22E-02	9.33E+00	5.55E-03	9.17E-07	2.83E-06	1.22E-03
ACSR 26-4.44+7-3.45	1.37E+01	3.23E-02	1.36E+01	8.08E-03	1.33E-06	4.13E-06	1.77E-03
ACSR 45-3.38+7-2.25	1.13E+01	2.68E-02	1.13E+01	6.70E-03	1.11E-06	3.43E-06	1.47E-03
ACSR 54-3.65+19-2.19	1.74E+01	4.10E-02	1.74E+01	1.03E-02	1.70E-06	5.28E-06	2.26E-03
ACSR 54-7-2.68	1.04E+01	2.45E-02	1.03E+01	6.13E-03	1.02E-06	3.13E-06	1.34E-03
ACSR 54-7-3.08	1.25E+01	2.95E-02	1.24E+01	7.38E-03	1.22E-06	3.78E-06	1.62E-03

4.5 A5 产品施工过程 LCA 评价结果

表 4-9 100 年内 A5 ACSR 产品施工过程 LCA 结果

产品型号	GWP (kg CO2eq)	GWP 生物碳 (kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.)	ADP(fossil fuel) (MJ)	EP (kg PO43- eq)	MEP - marine eutrophication (kg N-Eq)	FEP - freshwater eutrophication (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq)	POFP (kg NMVOC eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
ACSR 26-3.44+7-2.68	9.33E-01	6.75E-06	3.55E-06	1.25E+02	2.39E-03	8.00E-01	8.00E-01	1.41E-02	1.91E-04	8.92E-08	4.95E-05
ACSR 26-3.72+7-2.89	9.25E-01	6.75E-06	3.55E-06	1.25E+02	2.39E-03	7.95E-01	7.95E-01	1.41E-02	1.90E-04	8.92E-08	4.83E-05
ACSR 26-4.44+7-3.45	9.92E-01	6.75E-06	3.58E-06	1.26E+02	2.42E-03	8.20E-01	8.20E-01	1.42E-02	2.02E-04	8.92E-08	5.53E-05
ACSR 45-3.38+7-2.25	9.75E-01	6.75E-06	3.55E-06	1.26E+02	2.42E-03	8.15E-01	8.15E-01	1.42E-02	1.98E-04	8.92E-08	5.38E-05
ACSR 54-3.65+19-2.19	9.08E-01	6.75E-06	3.55E-06	1.25E+02	2.39E-03	7.93E-01	7.93E-01	1.41E-02	1.90E-04	8.92E-08	4.70E-05
ACSR 54-7-2.68	9.58E-01	6.78E-06	3.55E-06	1.26E+02	2.42E-03	8.10E-01	8.10E-01	1.42E-02	1.97E-04	8.92E-08	5.20E-05
ACSR 54-7-3.08	9.42E-01	6.75E-06	3.55E-06	1.25E+02	2.39E-03	8.03E-01	8.03E-01	1.41E-02	1.94E-04	8.92E-08	4.98E-05

表 4-10 100 年内 A5 产品施工过程能源和废物数据表

产品型号	PED (MJ)	可再生能源 (MJ)	不可再生能源(MJ)	Waste Solids (kg)	HW (kg)	RW (kg)	Water Use (M3)
ACSR 26-3.44+7-2.68	1.02E+01	2.63E-02	1.02E+01	1.63E-02	9.75E-07	1.44E-04	1.57E-03
ACSR 26-3.72+7-2.89	1.02E+01	2.58E-02	1.02E+01	1.48E-02	9.75E-07	1.26E-04	1.53E-03

ACSR 26-4.44+7-3.45	1.03E+01	2.80E-02	1.03E+01	2.33E-02	9.75E-07	2.32E-04	1.74E-03
ACSR 45-3.38+7-2.25	1.03E+01	2.68E-02	1.02E+01	2.19E-02	9.75E-07	2.03E-04	1.69E-03
ACSR 54-3.65+19-2.19	1.02E+01	2.53E-02	1.02E+01	1.32E-02	9.75E-07	1.03E-04	1.48E-03
ACSR 54-7-2.68	1.03E+01	2.68E-02	1.02E+01	1.94E-02	9.75E-07	1.78E-04	1.64E-03
ACSR 54-7-3.08	1.02E+01	2.63E-02	1.02E+01	1.68E-02	9.75E-07	1.49E-04	1.58E-03

4.6 B2/B3/B4/B6 产品维护和使用过程 LCA 结果

表 4-11 100 年内 B2/B3/B4/ B6 产品维护和使用过程 LCA 结果

过程	GWP (kg CO2eq)	GWP 生 物质 (kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.)	ADP(fossil fuel) (MJ)	EP (kg PO43-eq)	MEP - marine eutrophication (kg N-Eq)	FEP - freshwater eutrophication (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq)	POFP (kg NMVOC eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
ACSR 26-3.44+7-2.68	3.30E+03	3.83E+00	8.10E-03	1.46E+05	9.43E+00	3.55E+03	3.55E+03	1.39E+01	5.82E-01	1.12E+00	3.30E+03
ACSR 26-3.72+7-2.89	3.88E+03	4.50E+00	9.55E-03	1.72E+05	1.11E+01	4.18E+03	4.18E+03	1.64E+01	6.83E-01	1.32E+00	3.88E+03
ACSR 26-4.44+7-3.45	5.60E+03	6.50E+00	1.38E-02	2.48E+05	1.60E+01	6.03E+03	6.03E+03	2.37E+01	9.85E-01	1.90E+00	5.60E+03

ACSR 45-3.38+7-2.25	5.73E+03	6.68E+00	1.41E-02	2.55E+05	1.64E+01	6.18E+03	6.18E+03	2.43E+01	1.01E+00	1.95E+00	5.73E+03
ACSR 54-3.65+19-2.19	8.20E+03	9.53E+00	2.02E-02	3.63E+05	2.35E+01	8.83E+03	8.83E+03	3.48E+01	1.44E+00	2.78E+00	8.20E+03
ACSR 54-7-2.68	4.28E+03	4.95E+00	1.05E-02	1.89E+05	1.22E+01	4.60E+03	4.60E+03	1.81E+01	7.51E-01	1.45E+00	4.28E+03
ACSR 54-7-3.08	5.70E+03	6.63E+00	1.40E-02	2.53E+05	1.63E+01	6.13E+03	6.13E+03	2.42E+01	1.00E+00	1.94E+00	5.70E+03

表 4-12 100 年内 B2/B3/B4/B6 产品维护和使用过程 能源消耗和废物排放数据表

产品型号	PED (MJ)	可再生能源 (MJ)	不可再生能源 (MJ)	Waste Solids (kg)	HW (kg)	RW (kg)	Water Use (M3)
ACSR 26-3.44+7-2.68	8.30E+04	5.98E+03	7.70E+04	1.27E-02	1.87E-06	3.38E+00	2.60E+01
ACSR 26-3.72+7-2.89	9.78E+04	7.05E+03	9.08E+04	1.27E-02	1.87E-06	3.98E+00	3.08E+01
ACSR 26-4.44+7-3.45	1.41E+05	1.02E+04	1.31E+05	1.27E-02	1.87E-06	5.75E+00	4.43E+01
ACSR 45-3.38+7-2.25	1.45E+05	1.04E+04	1.34E+05	1.27E-02	1.87E-06	5.88E+00	4.53E+01
ACSR 54-3.65+19-2.19	2.07E+05	1.49E+04	1.92E+05	1.27E-02	1.87E-06	8.43E+00	6.50E+01
ACSR 54-7-2.68	1.08E+05	7.73E+03	9.98E+04	1.27E-02	1.87E-06	4.38E+00	3.38E+01

ACSR 54-7-3.08	1.44E+05	1.04E+04	1.33E+05	1.27E-02	1.87E-06	5.85E+00	4.50E+01
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

4.7 C1-C4 报废过程 LCA 分析结果

表 4-13 100 年内 C1-C4 产品报废阶段 LCA 结果

产品型号	GWP (kg CO2eq)	GWP - Biogenic (kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.)	ADP(fossil fuel) (MJ)	EP (kg PO43-eq)	MEP - marine eutrophication (kg N-Eq)	FEP - freshwater eutrophication (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq.)	POFP (kg C2H4 eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
ACSR 26-3.44+7-2.68	1.50E-01	4.38E-06	1.23E-07	4.05E+00	2.17E-04	1.47E-01	1.47E-01	6.34E-04	7.91E-06	2.81E-09	2.95E-03
ACSR 26-3.72+7-2.89	4.69E-01	7.15E-06	1.21E-06	4.23E+01	1.39E-03	4.43E-01	4.43E-01	7.09E-03	8.07E-05	3.02E-08	2.03E-02
ACSR 26-4.44+7-3.45	6.23E-01	1.02E-05	1.73E-06	6.05E+01	1.99E-03	5.85E-01	5.85E-01	1.01E-02	1.15E-04	4.32E-08	2.90E-02
ACSR 45-3.38+7-2.25	5.29E-01	8.36E-06	1.41E-06	4.94E+01	1.62E-03	4.98E-01	4.98E-01	8.27E-03	9.41E-05	3.53E-08	2.37E-02
ACSR 54-3.65+19-2.19	7.76E-01	1.33E-05	2.25E-06	7.87E+01	2.59E-03	7.27E-01	7.27E-01	1.32E-02	1.50E-04	5.62E-08	3.77E-02
ACSR 54-7-2.68	4.72E-01	7.21E-06	1.22E-06	4.27E+01	1.41E-03	4.46E-01	4.46E-01	7.15E-03	8.14E-05	3.05E-08	2.05E-02

ACSR 54-7-3.08	5.88E-01	9.53E-06	1.61E-06	5.64E+01	1.86E-03	5.53E-01	5.53E-01	9.45E-03	1.08E-04	4.03E-08	2.70E-02
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

表 4-14 100 年内 C1-C4 过程能源消耗和废物排放数据表

产品型号	总能源 (MJ)	可再生能源 (MJ) (MJ)	不可再生能源 (MJ)	Total Waste Solids (kg)	HW (kg) (kg)	RW (kg)	Water Use (m3)
ACSR 26-3.44+7-2.68	4.17E-01	8.02E-03	4.09E-01	3.11E-03	2.81E-08	3.37E-05	6.87E-05
ACSR 26-3.72+7-2.89	3.51E+00	1.65E-02	3.49E+00	5.41E-03	3.28E-07	4.30E-05	4.72E-04
ACSR 26-4.44+7-3.45	5.02E+00	2.36E-02	4.99E+00	7.74E-03	4.69E-07	6.14E-05	6.75E-04
ACSR 45-3.38+7-2.25	4.09E+00	1.93E-02	4.07E+00	6.31E-03	3.83E-07	5.01E-05	5.51E-04
ACSR 54-3.65+19-2.19	6.53E+00	3.07E-02	6.49E+00	1.01E-02	6.10E-07	7.99E-05	8.78E-04
ACSR 54-7-2.68	3.54E+00	1.66E-02	3.52E+00	5.46E-03	3.31E-07	4.34E-05	4.76E-04
ACSR 54-7-3.08	4.68E+00	2.20E-02	4.66E+00	7.22E-03	4.38E-07	5.73E-05	6.30E-04

4.8 D 过程 LCA 结果

Table 4-15 LCA Result of Product Reuse in Process D in 100 years

产品型号	GWP (kg CO2eq)	GWP 生物质 (kg CO2eq)	ADP (kg antimony eq.)	ADP(fossil fuel) (MJ)	EP (kg PO43-eq)	MEP - marine eutrophication (kg N-Eq)	FEP - freshwater eutrophication (kg P-Eq)	AP (kg SO2 eq.)	POFP (kg C2H4 eq)	ODP (kg CFC-11 eq)	WDP (m3 H2O eq)
ACSR 26-3.44+7-2.68	-3.43E+01	-1.82E-04	-3.78E-04	-7.20E+02	-1.22E-02	-3.18E+01	-3.18E+01	-1.68E-01	-5.23E-03	-2.90E-07	-4.38E+00
ACSR 26-3.72+7-2.89	-4.00E+01	-2.12E-04	-4.43E-04	-8.42E+02	-1.42E-02	-3.70E+01	-3.70E+01	-1.96E-01	-6.11E-03	-3.40E-07	-5.13E+00
ACSR 26-4.44+7-3.45	-5.70E+01	-3.03E-04	-6.33E-04	-1.20E+03	-2.03E-02	-5.28E+01	-5.28E+01	-2.80E-01	-8.71E-03	-4.85E-07	-7.33E+00
ACSR 45-3.38+7-2.25	-5.70E+01	-3.03E-04	-6.33E-04	-1.20E+03	-2.03E-02	-5.28E+01	-5.28E+01	-2.80E-01	-8.71E-03	-4.85E-07	-7.33E+00
ACSR 54-3.65+19-2.19	-8.00E+01	-4.25E-04	-8.83E-04	-1.68E+03	-2.85E-02	-7.40E+01	-7.40E+01	-3.93E-01	-1.22E-02	-6.80E-07	-1.03E+01
ACSR 54-7-2.68	-4.30E+01	-2.28E-04	-4.78E-04	-9.08E+02	-1.53E-02	-4.00E+01	-4.00E+01	-2.12E-01	-6.58E-03	-3.68E-07	-5.53E+00
ACSR 54-7-3.08	-5.70E+01	-3.03E-04	-6.30E-04	-1.20E+03	-2.03E-02	-5.28E+01	-5.28E+01	-2.80E-01	-8.71E-03	-4.85E-07	-7.30E+00

Table 4-16 energy consumption and waste emission data in D Process

Product Type	Total energy (MJ)	Renewable energy (MJ) (MJ)	Non-renewable energy (MJ)	Total Waste Solids (kg)	HW (kg) (kg)	RW (kg)	Water Use (m3)
--------------	-------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------	----------	----------------

ACSR 26-3.44+7-2.68	-4.03E+02	-1.57E+01	-3.88E+02	-8.10E+01	-1.07E-06	-1.22E-03	-1.38E-01
ACSR 26-3.72+7-2.89	-4.70E+02	-1.83E+01	-4.53E+02	-9.42E+01	-1.25E-06	-1.42E-03	-1.62E-01
ACSR 26-4.44+7-3.45	-6.73E+02	-2.63E+01	-6.45E+02	-1.35E+02	-1.78E-06	-2.03E-03	-2.31E-01
ACSR 45-3.38+7-2.25	-6.73E+02	-2.63E+01	-6.45E+02	-1.35E+02	-1.78E-06	-2.03E-03	-2.31E-01
ACSR 54-3.65+19-2.19	-9.42E+02	-3.68E+01	-9.08E+02	-1.89E+02	-2.50E-06	-2.83E-03	-3.25E-01
ACSR 54-7-2.68	-5.08E+02	-1.98E+01	-4.88E+02	-1.02E+02	-1.34E-06	-1.53E-03	-1.74E-01
ACSR 54-7-3.08	-6.70E+02	-2.63E+01	-6.45E+02	-1.35E+02	-1.78E-06	-2.03E-03	-2.31E-01

5 生命周期影响分析和解释

5.1 环境影响评价结果分析

以 ACSR 26-3.44+7-2.68 为例，LCA 不同阶段环境影响结果分析如下：

表 5-1 产品 ACSR 26-3.44+7-2.68 生命周期影响

Indicator	GWP-fossil	GWP-biogenic	GWP-total	ADP-minerals&metals*	ADP-fossil*	EP	EP-marine	EP - freshwater	AP	POCP	ODP	WDP
Unit	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg Sb eq.	MJ	kg PO43- eq.	kg N-Eq	kg P-Eq	kg SO2 eq.	kg C2H4 eq.	kg CFC 11 eq.	m3 H2Oeq
A1	5.46E+01	3.00E-04	5.46E+01	5.52E-04	1.12E+03	1.89E-02	5.07E+01	5.07E+01	2.58E-01	7.43E-03	4.29E-07	7.35E+00
A2	1.52E-01	9.87E-07	1.52E-01	5.16E-07	1.82E+01	5.52E-04	1.40E-01	1.40E-01	3.06E-03	2.88E-05	1.30E-08	6.00E-06
A3	1.06E+00	6.18E-07	1.06E+00	9.39E-07	2.06E+01	2.18E-04	9.96E-01	9.96E-01	3.00E-03	7.38E-05	2.75E-09	6.09E-05
A1-A3	5.58E+01	3.03E-04	5.58E+01	5.52E-04	1.16E+03	1.97E-02	5.19E+01	5.19E+01	2.64E-01	7.53E-03	4.44E-07	7.35E+00
A4	1.01E+00	6.60E-06	1.01E+00	3.45E-06	1.22E+02	3.69E-03	9.39E-01	9.39E-01	2.06E-02	1.92E-04	8.70E-08	4.02E-02
A5	1.12E+00	8.10E-06	1.12E+00	4.26E-06	1.50E+02	2.87E-03	9.60E-01	9.60E-01	1.69E-02	1.91E-04	1.07E-07	5.94E-05
B1-B7	3.30E+03	3.83E+00	3.33E+03	8.10E-03	1.46E+05	9.43E+00	3.55E+03	3.58E+03	1.39E+01	5.82E-01	1.12E-04	3.30E+03
C1-C4	1.50E-01	4.38E-06	1.50E-01	1.23E-07	4.05E+00	2.17E-04	1.47E-01	1.47E-01	6.34E-04	7.91E-06	2.81E-09	2.95E-03
D	-4.11E+01	-2.18E-04	-4.11E+01	-4.53E-04	-8.64E+02	-1.46E-02	-3.81E+01	-3.81E+01	-2.02E-01	-5.23E-03	-3.48E-07	-5.25E+00
Total	3.36E+03	3.83E+00	3.39E+03	8.66E-03	1.47E+05	9.46E+00	3.60E+03	3.63E+03	1.42E+01	5.90E-01	1.13E-04	3.31E+03

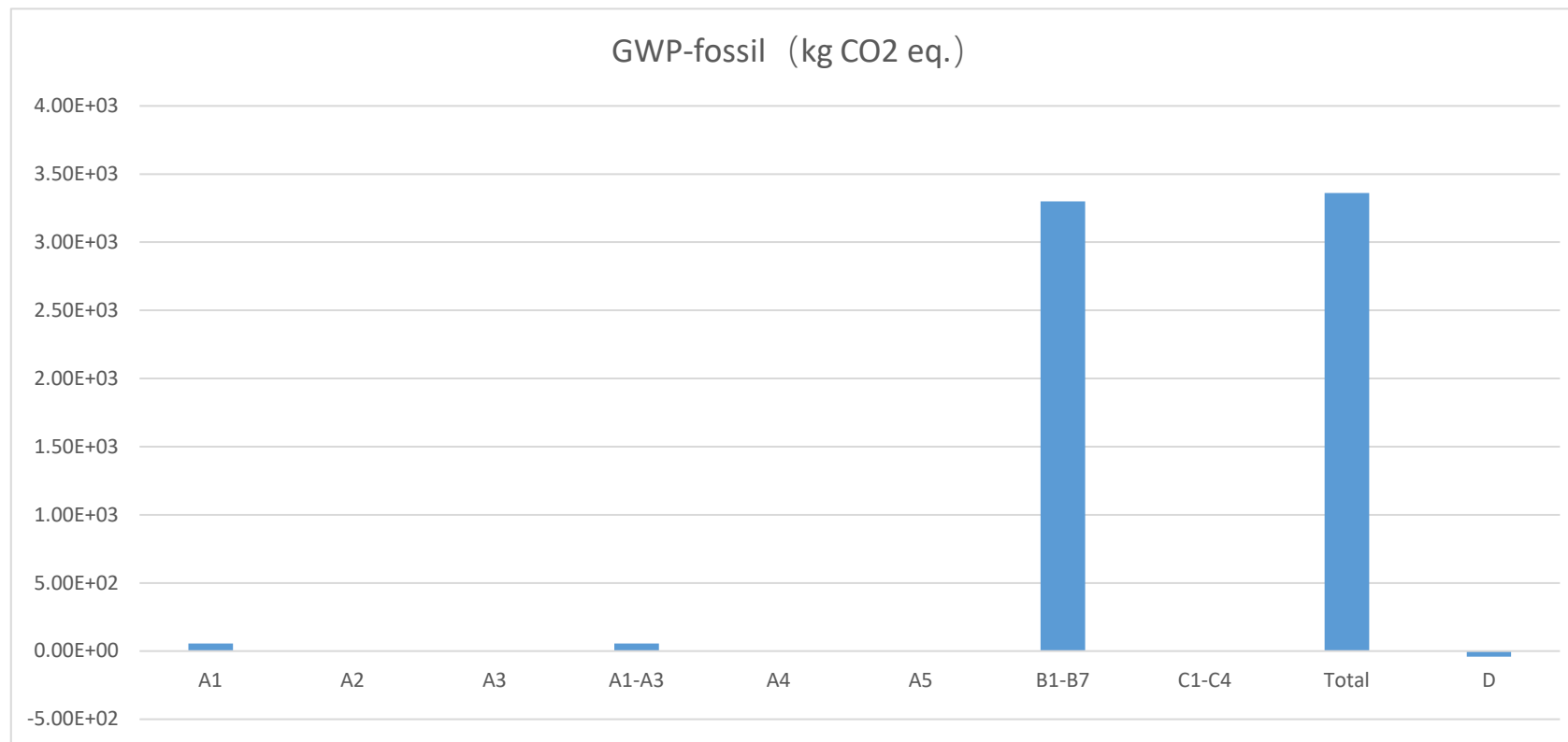


Figure 5-1 GWP 影响分析

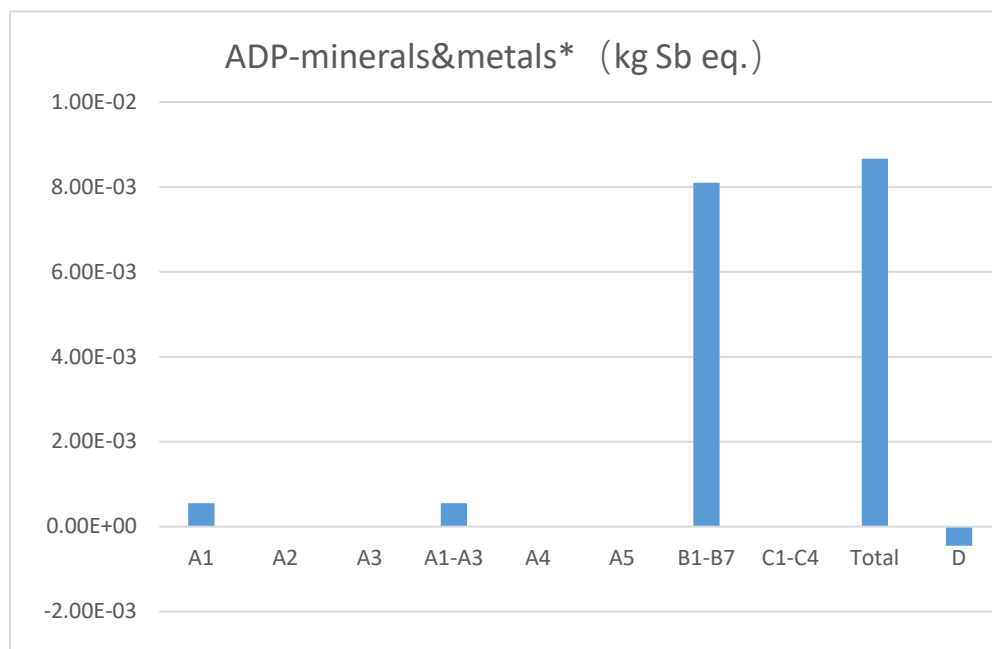


Figure 5-2 ADP (Resource) 影响分析

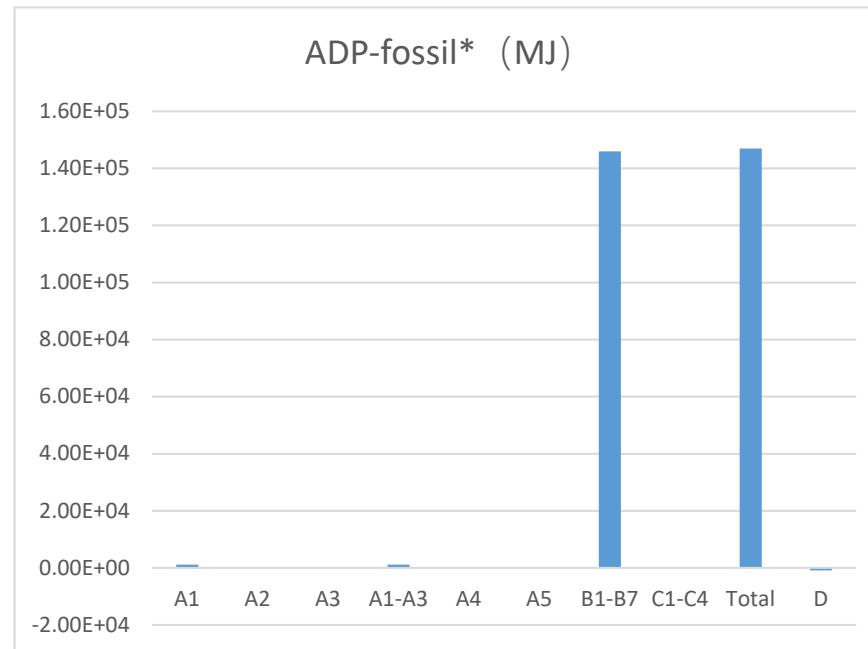


Figure 5-3 ADP (Fossil) 影响分析

从图 5-1 可知，钢芯铝绞线 26-3.44+7-2.68 在 100 年产品生命周期内的温室气体排放总量为 3360 KG CO₂-e。GWP-生物碳排放量很小，仅占 GWP 总值的 0.11%。产品在 100 年的使用过程中，存在大量的电力线损，因此产品生命周期中 B 阶段的温室效应影响最大。B 阶段的 GWP 占全生命周期 GWP 排放的 98.2%。在生命周期内，ADP（资源）总量为 0.00866 kg 锑当量/m，ADP（化石）为 147000MJ。B 阶段 ADP 的环境影响占比最高，其他工艺的影响占比较小。若产品报废后再利用，与 A1 原料生产阶段相比，可降低 A1 生产阶段 74% 的总 GWP 影响，降低 82% 的 ADP（资源）影响和 74% 的 ADP（能源）影响的生产阶段。

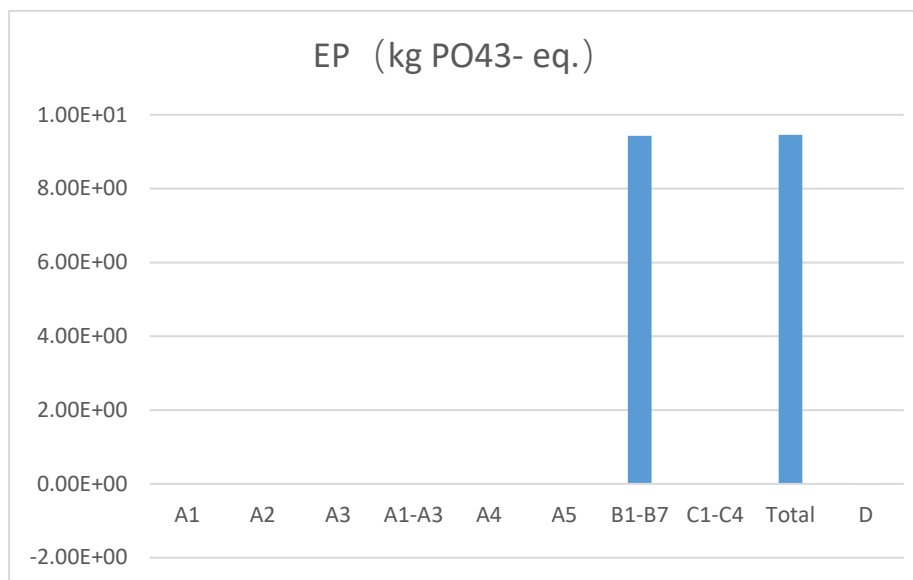


Figure 5-4 EP Environmental Impact

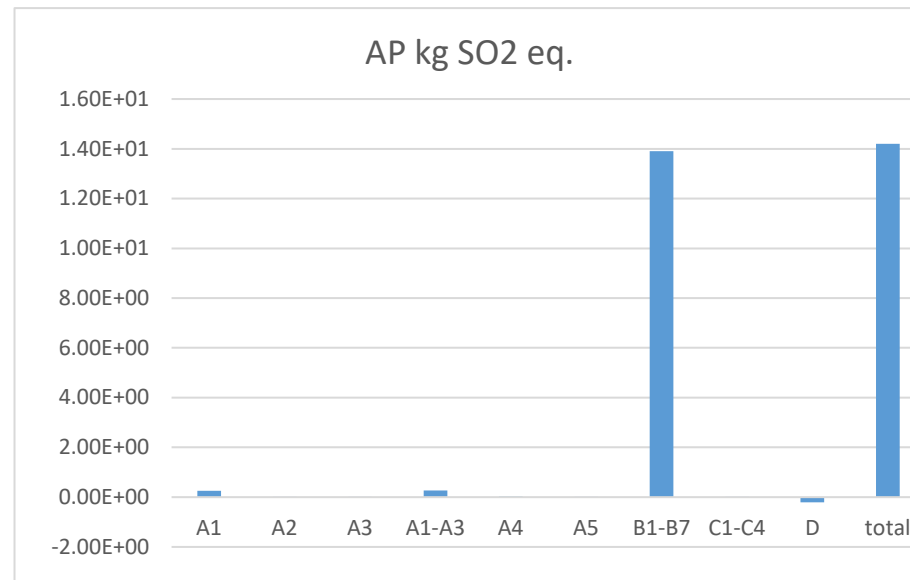
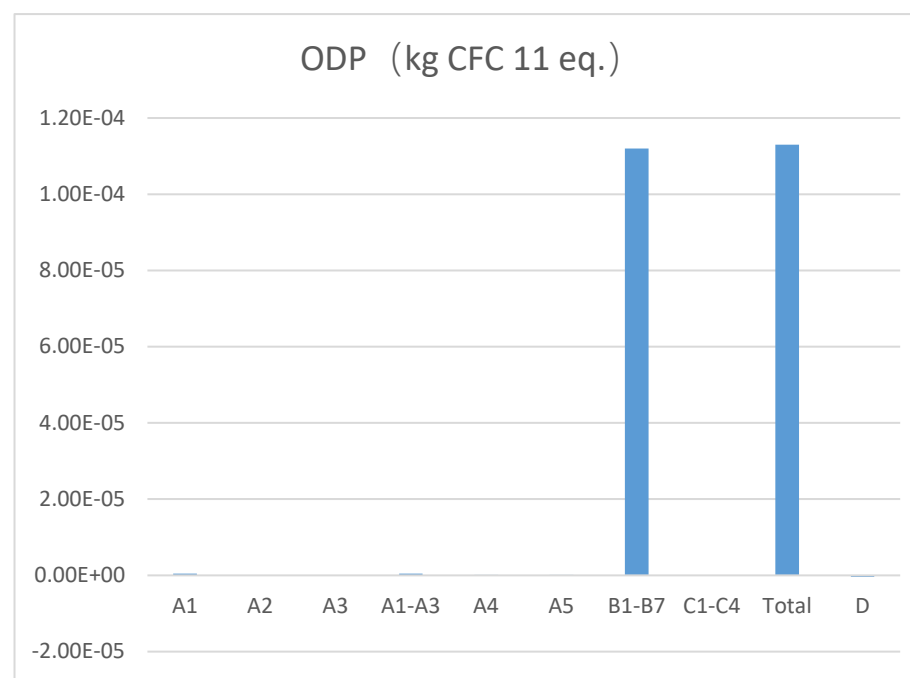
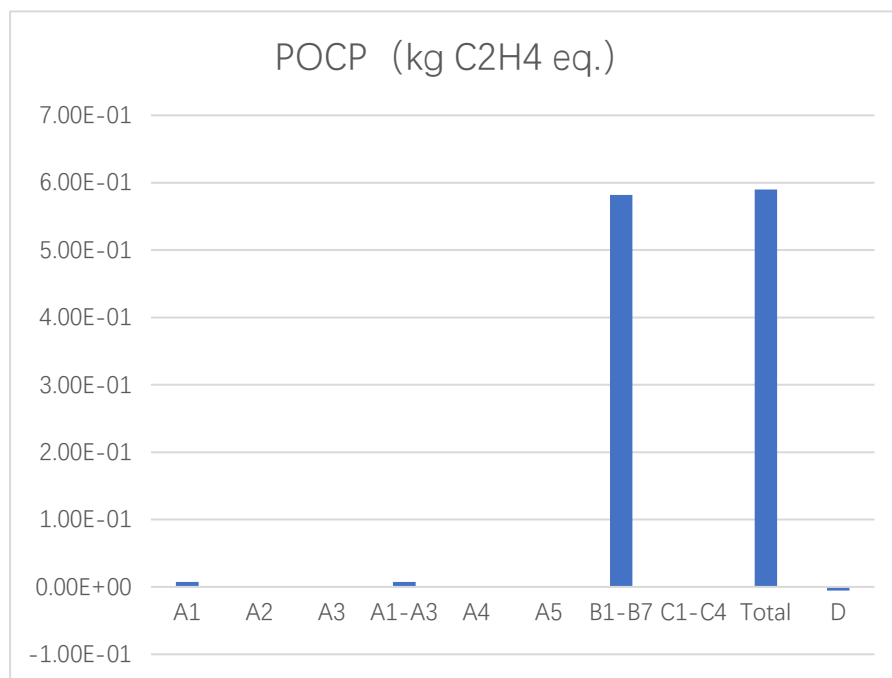


Figure 5-5 AP Environmental Impact

从图 5-4 和图 5-5 可知，就 EP 和 AP 影响而言，流程 B 的影响最为突出。EP 在生命周期内的总影响值为 9.46 kg PO43-eq，AP 的总影响值为 14.2 kg SO2 eq，工艺 B 的 EP 和 AP 值为 9.43 kg PO43-eq 和 13.9 kg SO2 eq，分别占生命周期总影响的 99.6% 和 97.8%。主要原因是在导线的 100 年使用阶段，电力传输过程中存在电力线损耗，远远大于其他过程的能源和资源消耗，导致阶段性环境影响显著。



A1 Raw material production
A2 Raw material transportation
A3 Product production
A4 Product transportation
A5 Product construction
B2/B3/B6 Use and maintenance
C1-C4 Product scrap and disposal
D waste reuse

A1 Raw material production
A2 Raw material transportation
A3 Product production
A4 Product transportation
A5 Product construction
B2/B3/B6 Use and maintenance
C1-C4 Product scrap and disposal
D waste reuse

Figure 5-6 POCP 影响分析

Figure 5-7 ODP 影响分析

从图 5-6 和图 5-7 可以看出，在 POCP 和 ODP 影响方面，B 进程的影响最为突出。POCP 生命周期的总影响值为 0.59 kg C₂H₄ eq，总 ODP 影响值为 1.13 E-04 kg CFC-11 eq，B 过程的 POCP 和 ODP 值为 0.582 kg NMVOC eq 和 1.13 E- 04 kg CFC-11 当量，分别占生命周期影响的 99% 以上。主要原因是导线在 100 年使用阶段，电力传输过程中存在电力线路损耗，远远大于其他过程的能源和资源消耗，导致阶段性环境影响显著。

5.2 LCA 改进措施

ACSR 产品要降低其生命周期内的环境影响，高压直流输电线路的降损措施建议采取以下 1) 和 2) 措施，高压交流输电线路可采取 3) 降损措施。

1) 适当降低导线电流密度。根据电力企业架空输电线路具体的电压等级和实际供电需求，结合用户用电峰谷时段，在送电距离一定的条件下，适当减小导线的电流密度。由于直流输电线路线损率与导线电流密度成正比，导线电流密度越小则线损率越小，即输电线路损耗越低，所以通过减少导线电流密度可以在一定程度上降低直流输电线路损耗。

2) 改变直流输电系统运行方式，增加直流输电电压，提高输电功率。直流输电线损率与输电功率有着直接关系，输电功率越大则线损率越小，在导线电流密度固定的情况下，增加直流输电电压，可以有效降低线损率，且电流密度与送电距离成反比，密度越小，送电距离越长，送电距离越长线损率越小。因此通过增加直流输电电压是可以降低输电线路损耗的。

3) 减少电晕放电损失。随着子导线半径和分裂数的增大而增大，通过选用有效截面积足够大的导线或选用分裂导线来避免电晕的产生，可以有效减少交流输电线路的电晕损耗。

4) 在生命周期的各项环境影响中，A1 原料的生产和获取过程环境影响也比较大，建议公司适当选择低能耗的供应商、降低产品生产过程的能源、资源消耗以及污染物的排放量，实施清洁生产、采购绿色电力等措施降低相关的环境影响。

5.3 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。下表中以产品 ACSR 26-3.44+7-2.68 为例，罗列了不同阶段灵敏度>1%的清单数据。

由表 5-2 可知，在产品 A1 过程，电解铝、钢芯生产、以及钢芯生产的原料—热轧钢线材数据对该过程的结果影响较大。B 过程的线路损耗电力数据对评价结果影响显著。

5-2 ACSR 26-3.44+7-2.68 A1 & B 过程数据灵敏度分析

清单	GWP (kg CO2eq)	MEP - marine eutrophication (kg N-Eq)	FEP - freshwater eutrophication (kg P-Eq)	ADP (kg antimony eq.)	AP (kg SO2 eq)	POFP (kg NMVOC eq)	ADP(fossil fuel) (MJ)	总能源 (MJ)	ODP (kg CFC-11 eq)	EP (kg PO43- eq)	Waste Solids (kg)	Water Use (kg)	GWP 生物质 (kg CO2eq)	放射性废物 (kg)	可再生能源 (MJ)	HW (KG)
A1 过程 敏感度分析																
pine wood	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.09%	0.03%	0.23%	0.07%	0.01%	0.01%	0.05%	0.00%	3.14%	6.00%	0.00%
热轧碳钢	0.54%	0.53%	0.53%	0.59%	0.47%	1.39%	0.67%	0.67%	0.64%	0.60%	0.54%	0.96%	1.39%	0.25%	0.17%	0.36%
铁木盘生产	0.55%	0.55%	0.55%	0.63%	0.48%	1.54%	0.74%	0.93%	0.81%	0.67%	0.55%	1.07%	4.97%	3.49%	6.54%	0.36%
钢芯生产	13.58%	13.62%	13.62%	5.66%	10.28%	15.64%	11.25%	14.43%	6.50%	11.17%	5.03%	16.11%	12.29%	2.69%	4.00%	3.54%
中间合金	2.00%	1.99%	1.99%	2.11%	2.07%	1.90%	2.03%	1.97%	2.09%	2.04%	2.13%	1.88%	1.86%	2.11%	2.02%	2.18%
电解铝	83.87%	83.84%	83.84%	91.60%	87.16%	80.92%	85.98%	82.67%	90.60%	86.11%	92.29%	79.86%	80.88%	91.71%	87.44%	93.92%
华中电力	0.46%	0.46%	0.46%	0.03%	0.50%	0.30%	0.30%	0.54%	0.06%	0.47%	0.04%	0.33%	0.02%	0.00%	2.05%	0.02%
热轧钢线材	4.80%	4.78%	4.78%	5.18%	4.19%	12.22%	5.91%	5.97%	5.65%	5.39%	4.77%	8.44%	12.17%	2.36%	1.62%	3.16%
蒸汽	8.27%	8.33%	8.33%	0.41%	5.58%	3.09%	4.96%	7.90%	0.78%	5.29%	0.18%	6.59%	0.09%	0.32%	0.32%	0.07%
天然气	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.04%	0.08%	0.03%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.12%
中间合金	1.93%	1.93%	1.93%	2.11%	2.01%	1.86%	1.98%	1.90%	2.08%	1.98%	2.12%	1.84%	1.86%	2.11%	2.01%	2.16%
华北电力	0.06%	0.06%	0.06%	0.00%	0.06%	0.04%	0.04%	0.06%	0.01%	0.06%	0.01%	0.04%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%
B2&B3&B6 过程敏感度分析																
B 过程 electricity, RER	99.997%	99.999%	99.999%	99.911%	99.911%	99.95%	99.959%	99.984%	99.984%	99.998%	99.998%	99.997%	99.999%	100.00%	100.00%	99.999%

附件：参考文件和标准

1. ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment - Principles and Framework
2. ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and provides guidelines for life cycle assessment (LCA)
3. General Programme Instructions for Environmental Product Declarations, version 4.0
4. PCR 2019:14 Construction products; version 1.0 valid until 2024.12.20
5. NPCR 027 – Part B for electrical cables and wires, version 1.0 valid to 10.02.2025
- 6 EN 15804:2012+A1:2013 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products
7. EN 15804:2012+A2:2019 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products
8. ISO 21930 :2017 Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services