

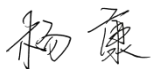
上海平高天灵开关有限公司
N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备
产品碳足迹核查报告
2022 年度

核查机构名称：上海添唯认证技术有限公司

核查报告签发日期：2023 年 9 月



产品碳足迹核查信息表

核查委托方	上海平高天灵开关有限公司		地址	上海市嘉定区菊园新区嘉行公路 868 号	
联系人	潘云锋		联系方式	13673397476	
产品生产者 (制造商)	上海平高天灵开关有限公司		地址	上海市嘉定区菊园新区嘉行公路 868 号	
产品名称			N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备		
产品系列/规格/型号			N2N-40.5kV		
核算依据			ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》 PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》 IPCC 2006《国家温室气体清单指南》		
生命周期阶段			原材料获取、原材料运输、生产制造		
产品碳足迹功能单位			1 台 N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜		
碳足迹 (CO ₂ -eq)			7662.28 kg		
核查结论： 依据 ISO 14067: 2018 和 PAS 2050: 2011 要求对上海平高天灵开关有限公司在上海市嘉定区菊园新区嘉行公路 868 号生产的 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备执行产品生命周期温室气体排放量的核查，核查结果确认符合相关标准要求。经核查，1 台 N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜的生命周期阶段碳足迹排放为：7662.28 kg CO₂-eq。					
核查组长	杨康	签名		日期	2023 年 9 月 5 日
技术复核人	潘文文	签名		日期	2023 年 9 月 5 日
批准人	肖鹰	签名		日期	2023 年 9 月 5 日

目录

1.基本信息	1
1.1 公司基本资料	1
1.2 公司简介	1
1.3 主要产品及生产工艺	2
2.生命周期评价与产品碳足迹	2
2.1 生命周期评价与产品碳足迹介绍	2
2.2 目标和范围定义	3
2.2.1 产品信息	3
2.2.2 目的	4
2.2.3 功能单位与基准流	5
2.2.4 数据代表性	5
2.2.5 系统边界	5
2.2.6 数据取舍原则	6
2.2.7 环境影响类型	6
2.2.8 数据质量要求	6
2.2.9 软件与数据库	8
3.数据收集和建模计算	8
3.1 原辅料获取阶段	8
3.2 产品生产阶段	8
3.3 建模计算分析	10
4.产品碳足迹结果与分析	12
5.生命周期解释	14
5.1 假设和局限性	14
5.2 数据质量评估	14
5.2.1 代表性	14
5.2.2 完整性	15
5.2.3 可靠性	15
5.2.4 一致性	15
6.结论	15

1.基本信息

1.1 公司基本资料

企业名称	上海平高天灵开关有限公司		
企业地址	上海市嘉定区菊园新区嘉行公路 868 号		
统一社会信用代码	91310114133646569N	所属行业	配电开关控制设备制造(C3823)、特殊作业机器人制造（C3492）
企业性质	其他有限责任公司	营业期限	1989-09-19 至 2039-09-19
企业法定代表人	班玉峰	联系人	潘云锋
联系人电话	13673397476	电子邮件	465978585@qq.com

1.2 公司简介

上海平高天灵开关有限公司（以下简称“上海平高”），始建于 1987 年，原为上海市嘉定县工业局技工学校（现为大众工业学校）的校办工厂，后于 2002 年成为上海电力公司的集体企业，2014 年划归平高集团，2016 年通过定向增发转入平高电气。公司注册资本 2.12 亿元，其中河南平高电气股份有限公司持股 90%，上海嘉加（集团）有限公司持股 10%。业务涵盖中低压电气设备制造、运维检修、系统集成等领域。12-40.5kV 全系列中压环保气体绝缘开关设备在行业内享有较高的声誉。

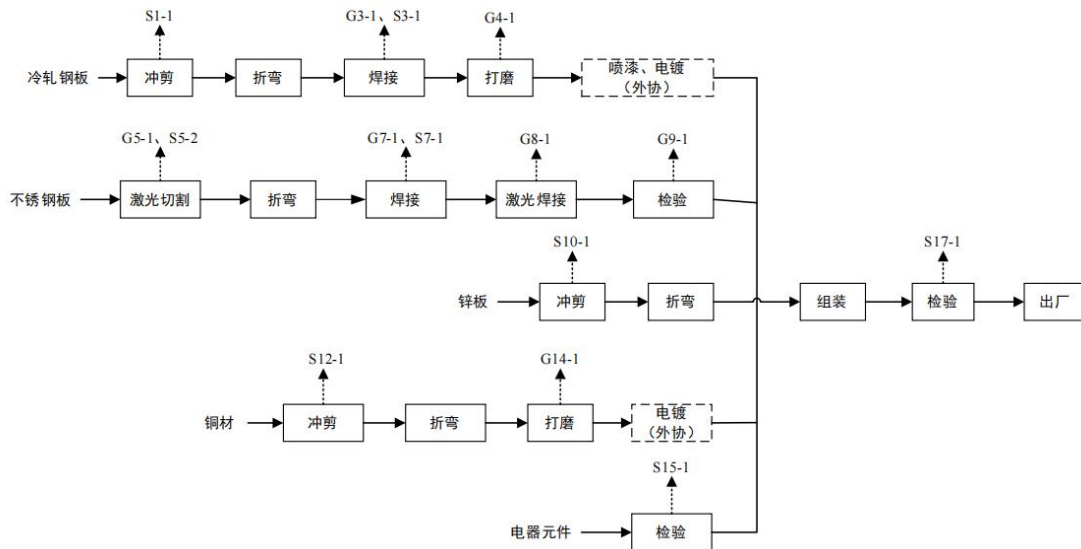
上海平高在三十多年的发展中,始终以绿色发展为己任,以技术创新为动力,以产品质量为基础,以品牌建设为手段,构建“家”文化建设,积极履行社会责任,提升企业综合竞争力。通过逐步导入品牌培育管理体系和 GB19580 卓越绩效管理准则。近年来公司荣获嘉定区首届区长质量奖、上海市首批品牌培育示范企业、上海市品牌示范优秀企业、全国工业品牌示范企业等荣誉称号、全国守合同重信用企业、上海市守合同重信用企业、全国工业品牌示范企业、上海市文明单位、上海市和谐劳动关系达标企业、嘉定区社会信用体系建设示范单位、嘉定区高技能人才培养示范单位等荣誉称号。较高的声誉。

1.3 主要产品及生产工艺

公司生产 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备型号主要为：

(1) N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜

N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备工艺流程如下：



该型号产品生产过程中的能源消耗主要为电力。

2022 年企业共生产 17887 台开关柜。

2. 生命周期评价与产品碳足迹

2.1 生命周期评价与产品碳足迹介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。产品碳足迹（Product Carbon Footprint, PCF）是指某个产品在其生命周期过程中所释放的直接和间接的温室气体总量，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）和分销，也可包括使用和最终再生利用/处置等多个阶段的各种温室气体排放的累加。产品碳足迹已经成为一个行之有效的定量指标，用于衡量企业的绩效、管理水平和产品对气候变化的影响大小。温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFC）和全氟化碳（PFC）等。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量（CO₂e）表示，单位为 kg CO₂e 或者 gCO₂e。全球变暖潜值（Global Warming Potential, 简称 GWP），即各种温室气体的二氧化碳当量值，通常采用

联合国政府间气候变化专家委员会（IPCC）提供的值，目前这套因子被全球范围广泛适用。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估（LCA）的温室气体的部分。基于 LCA 的评价方法，国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求，用于产品碳足迹认证，目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种：①《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，此标准是由英国标准协会(BSI)与碳信托公司（Carbon Trust）、英国食品和乡村事务部（Defra）联合发布，是国际上最早的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准；②《温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所(World Resources Institute，简称 WRI)和世界可持续发展工商理事会(World Business Council for Sustainable Development, 简称 WBCSD)发布的产品和供应链标准；③《ISO/TS 14067：2013 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》，此标准以 PAS 2050 为种子文件，由国际标准化组织(ISO)编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

生命周期评价方法（Life Cycle Assessment，LCA）是系统化、定量化评价产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法，它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯，帮助生产者识别环境问题所产生的阶段，并进一步规避其在产品不同生命阶段和不同环境影响类型之间进行转移。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价，用于行业内企业的对标和改造、行业外部的交流，并为行业政策制定提供依据。

2.2 目标和范围定义

2.2.1 产品信息

企业生产 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备，设备采用绿色环保的氮气作为绝缘气体，是完全环保型气体绝缘开关柜。主要原材料包括不锈钢、钢、硅橡胶、三元乙丙橡胶、环氧树脂、铝、铁、铜等，每台重量：1619.2 kg。



图 2.1 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备

2.2.2 目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础,近年来已经成为人们研究和关注的热点,开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排,对于行业绿色发展和产业升级转型、应为出口潜在的贸易壁垒而言,都是很有价值和意义的。

本项目按照 ISO 14040:2006《环境管理生命周期评价原则与框架》、ISO14044:2006《环境管理生命周期评价要求与指南》、ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》的要求,建立 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备从原材料获取到生产制造的生命周期模型,编写碳足迹核查报告,结果和相关分析可用于以下目的:

(1) 得到产品的生命周期碳足迹指标结果,用于 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备生产企业比较不同工艺下产品的碳排放情况,选择更为环境友好的工艺技术;

(2) 下游企业可根据 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的产品生命周期碳足迹指标选择更为低碳的产品;

(3) 报告用于市场宣传,展示本企业产品在碳排放方面的优势,为行业企

业绿色采购提供支撑。

本项目通过碳足迹指标的核查，为企业减少产品温室气体排放、实现节能减排提供数据支撑，同时也是一种促进绿色消费的重要手段，从而支持可持续地生产与消费。通过对产品碳足迹的核查，为企业评估和实施有针对性地改进提供基础数据。

2.2.3 功能单位与基准流

为方便系统中输入/输出的量化，本报告的功能单位定义为 1 台 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备。

2.2.4 数据代表性

时间、地理、技术代表性如下：

- (1) 时间代表性：2022 年；
- (2) 地理代表性：上海市嘉定区菊园新区嘉行公路 868 号；
- (3) 技术代表性：工艺流程上，主要生产设备为激光切割机、钻床、铣床、数控冲床、折弯机、焊接机、等离子切割机等；主要原材料上，包括不锈钢、钢、硅橡胶、三元乙丙橡胶、环氧树脂、铝、铁、铜等；主要能耗上，生产过程主要消耗电力；制造工艺详见“1.3 主要产品及生产工艺”。

2.2.5 系统边界

根据本项目核查目的，按照 ISO 14067-2018、PAS 2050:2011 标准的要求，本次产品碳足迹评价的边界为上海平高天灵开关有限公司 2022 年全年生产 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的活动及非生产活动数据。根据 PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》绘制 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的使用寿命流程图，其碳足迹评价模式为从商业到消费者（B2B）评价：包括原材料获取和生产制造的排放。

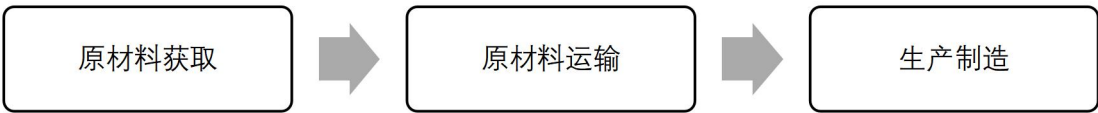


图 2.2 LCA 系统边界

因此，确定本次评价边界为产品生命周期评价。产品碳足迹=原材料+生产制造。

2.2.6 数据取舍原则

本报告采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

（1）原则上可忽略对碳足迹结果影响不大的能耗、原辅料、使用阶段耗材等下好。例如，小于产品重量 1% 的普通消耗可忽略，而含有稀贵金属（如金银铂钯等）或高纯物质（如纯度高于 99.99%）的物耗小于产品重量 0.1% 时可忽略，但总共忽略的物耗推荐按不超过产品重量的 5%；

（2）大多数情况下，路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；

（3）在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

（4）低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，忽略其上游生产数据。

本报告中的原辅料和能源等消耗数据都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理，忽略的物料占产品总重量的 2.04%。

2.2.7 环境影响类型

基于核查目标的定义，本报告只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

本报告采用了 IPCC 第四次评估报告（2007 年）提出的方法来计算产品生产周期的 GWP 值。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO₂ 当量（CO₂e）。例如，1 kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 25 kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（CO₂e）为基础，甲烷的特征化因子就是 25 kg CO₂e。

2.2.8 数据质量要求

数据质量评估的目的是判断碳足迹核查结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本报告数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完整性、可靠性、一致性。

（1）数据代表性：包括地理代表性、时间代表性、技术代表性三个方面。

a) 地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关；

b) 时间代表性：应优先选取与研究基准年接近的企业、文献和背景数据库数据；

c) 技术代表性：应描述生产技术的实际代表性。

(2) 数据完整性：包括产品模型完整性和数据库完整性两个方面。

a) 模型完整性：依据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。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料（对碳足迹指标影响超过 5% 的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要原辅料需在报告中解释说明。

b) 背景数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

(3) 可靠性：包括实景数据可靠性、背景数据可靠性、数据库可靠性。

a) 实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用企业实际生产记录数据。所有数据将被详细记录从相关的数据源和数据处理算法。采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。

b) 背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并应在报告中解释和说明。

c) 数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平。

(4) 一致性：所有实景数据（包括每个过程消耗与排放数据）应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。若存在不一致的情况，应在报告中解释和说明。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在核查过程中首选选择来自

生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本次在 2023 年 6 月进行企业现场数据的调查、收集和整理工作。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，次级数据大部分选择来自 IPCC 数据库；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择 IPCC 数据库中数据。

2.2.9 软件与数据库

本项目采用 GaBi 软件及其提供的 CML2001 方法，建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果，核查过程中的数据库采用 GaBi 软件数据库，其包含最精确的现实数据，和其他商业数据库和地区数据库如中国生命基础数据库 CLCD、瑞士的 Ecoinvent 数据库、美国 USLCI、ELCD 及其他。该软件数据库基于最精确的工业、行业协会、公共机构和 PE Know How 信息，收录超过 4500 组数据组，涵盖了绝大多数工业、农业、汽车和交通、建材和建筑、化工和材料、消费品电子和 ICT 信息技术产品、能源和设施、食品和饮料、保健和生命科学、工业产品、金属和采矿、石油和天然气、零售业、服务业、纺织等，包含了主要能源、基础原材料、化学品的开发、制造和运输过程。

数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国内国际上的 LCA 研究。各个数据集和数据质量将在第 3 章对每个过程介绍时说明。

3.数据收集和建模计算

3.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段从上游厂家供货开始，到原材料到达生产设施时终止。原材料的运输过程也包含在内，还包括在运输过程中的能源资源使用。由于上游供应链调查的局限性，原材料均为外协零部件，其包装材料由企业统一按固废处理，无详细记录暂不纳入本次评价，以下原材料数量均按毛重统计。本次核查原材料的能源资源使用排放数据将引用 GaBi 软件数据库的排放因子。

表 3-1 主要原料运输信息表

序号	BOM 行	重量 (kg)	与供应商距离 (km)	运输方式
1	机箱	41.18	600	汽运
2	二次导线	11.7	20	汽运

3	二次导线	10.4	20	汽运
4	前上板	17.21	600	汽运
5	前下板	13.17	600	汽运
6	后上板	10.91	600	汽运
7	上侧板	33.88	600	汽运
8	下侧板	42.16	600	汽运
9	顶板	15.93	600	汽运
10	前中隔板	14.32	600	汽运
11	底板	15.78	600	汽运
12	加强筋	12.96	54	汽运
13	加强筋	15.6	54	汽运
14	出线母排	31.32	10	汽运
15	B 相支母排	9.76	10	汽运
16	C 相支母排	13.1	10	汽运
17	包装箱	80	470	汽运
18	盖板	14.595	600	汽运
19	盖板	18.3983	600	汽运
20	侧板	30.15	600	汽运
21	弯板	12.24	600	汽运
22	侧板	25.1	600	汽运
23	侧板	16.52	600	汽运
24	前底板	11.37	600	汽运
25	右侧板	16.55	600	汽运
26	40.5kV-1250A 极柱	33.75	1100	汽运
27	支撑绝缘子	9.84	843	汽运
28	3 号内锥套管	43.8	843	汽运
29	穿墙套管	55.17	843	汽运
30	下面板装配	20.1	600	汽运
31	前面板	16.56	600	汽运
32	前面板	21.86	600	汽运
33	后上盖板	20.36	600	汽运
34	后上盖板	14.37	600	汽运
35	密封圈	94.91	9023	空运
36	电缆终端头 注 4	45	9023	空运
37	合智一体机	25	14	汽运
38	触头管	17.52	450	汽运
39	电流互感器 注 2	105	470	汽运
40	螺钉	55.5	163	汽车
41	母线套	11.43	450	汽运
42	主母排	12.98	450	汽运
43	连接棒	15.96	450	汽运

3.2 产品生产制造阶段

产品生产阶段始于原辅料进入工厂，经过一系列生产过程，到成品生产线完成生产结束。生产阶段数据主要包括制造过程中的能源消耗、直接排放的温室气体和待处置的废弃物及其运输过程，详细清单见表 3-2。

表 3-2 产品生产过程数据清单

类型	清单名称	数量	单位	数据来源
能源消耗	电力	128	kWh	工厂生产报表

3.3 建模计算分析

由以上各阶段数据收集情况，1 台 N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜生产消耗的原辅料、能源消耗获取的上游生产过程的排放因子数据引用 GaBi 软件数据库，同时参考《IPCC2006 年碳排放数据》。在 GaBi 软件中建立该产品的全生命周期评价模型，详见图 3.1。



图 3.1 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备全生命周期评价模型

详细数据来源见表 3-3。

表 3-3 原料、能耗、排放背景数据库来源汇总表

类型	清单名称	所属过程	上游数据来源	因子名称
原材料	木箱	原材料获取	Ecoinvent	CN: Timber pine (10.7% H2O content) <agg>
原材料	不锈钢	原材料获取	Ecoinvent	GLO: Use Phase (stainless steel product) ts <agg>
原材料	不锈钢板	原材料获取	Ecoinvent	EU-28: Stainless steel cold rolled coil (304) Eurofer <p-agg>
原材料	钢板（覆铝锌板）	原材料获取	Ecoinvent	DE: Steel sheet 0.75mm HDA (0.02mm Al; 2sides) ts <p-agg>
原材料	钢板	原材料获取	Ecoinvent	EU: Steel tinplated worldsteel <agg>
原材料	钢	原材料获取	Ecoinvent	EU-28: Steel forged component (EN15804 A1-A3) ts <p-agg>
原材料	硅橡胶	原材料获取	Ecoinvent	EU-28: Steel forged component (EN15804 A1-A3) ts <p-agg>
原材料	三元乙丙橡胶	原材料获取	Ecoinvent	DE: Polypropylene / Ethylene Propylene Diene Elastomer Granulate (PP/EPDM,

类型	清单名称	所属过程	上游数据来源	因子名称
				TPE-O) Mix ts
原材料	环氧树脂	原材料获取	Ecoinvent	DE: Epoxy Resin (EP) Mix ts
原材料	聚氯乙烯 (PVC)	原材料获取	Ecoinvent	RER: Polyvinylchloride injection moulding part (PVC) PlasticsEurope
原材料	铝板防锈	原材料获取	Ecoinvent	CN: Aluminium sheet ts
原材料	铝	原材料获取	Ecoinvent	CN: Aluminium profile ts
原材料	铁	原材料获取	Ecoinvent	DE: Cast iron part (automotive) - open energy inputs ts <p-agg>
原材料	铜线	原材料获取	Ecoinvent	EU-28: Copper Wire Mix (Europe 2015) DKI/ECI
原材料	铜	原材料获取	Ecoinvent	SE: Copper ts
原材料	黄铜	原材料获取	Ecoinvent	EU-28: Brass (CuZn20) ts <p-agg>
原材料	木箱	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	不锈钢	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	不锈钢板	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	钢板 (覆铝锌板)	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	钢板	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	钢	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	硅橡胶	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	三元乙丙橡胶	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Cargo plane, 65 t payload ts <agg>
原材料	环氧树脂	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	聚氯乙烯 (PVC)	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	铝板防锈	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	铝	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	铁	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>

类型	清单名称	所属过程	上游数据来源	因子名称
原材料	铜线	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	铜	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	黄铜	原材料运输	Ecoinvent	GLO: Truck, Euro 6, 7.5 t - 12t gross weight / 5t payload capacity ts <agg>
原材料	柴油	原材料运输	Ecoinvent	CN: Diesel mix at filling station ts
能源消耗	电力	生产制造	CLCD	Electricity grid mix (CN)
原材料	煤油	原材料运输	Ecoinvent	EU-28: Kerosene / Jet A1 at refinery ts

4.产品碳足迹结果与分析

根据企业提供生产流程图、产品原辅材料清单、收集的生产过程的能源消耗数据、安装和使用过程中的电耗数据和部分原料的文献调研数据，在 GaBi 软件中建立了 1 台 N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜的生命周期模型。

1 台 N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜的碳足迹结果为 7662.28 kgCO₂-eq，即产生 7662.28 kg 二氧化碳当量的排放。表 4-1 中列出了各个部分对产品碳足迹贡献结果。

表 4-1 1 台 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的生命周期碳足迹贡献结果

名称	GWP (kg CO ₂ -eq)
原材料获取环节	6782.05
原材料运输环节	776.24
生产制造环节	103.99
合计	7662.28

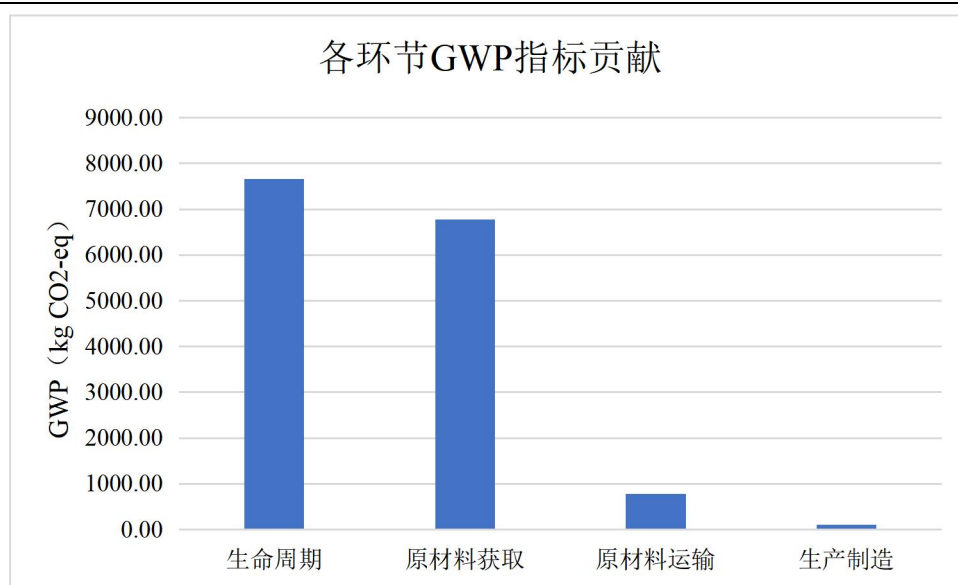


图 4.1 1 台 N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜各环节的 GWP 指标贡献

各过程排放对产品生命周期碳排放占比贡献见表 4-2。

表 4-2 1 台 N2N-40.5kV 氮气气体绝缘开关柜各环节碳足迹贡献占比

所属过程	GWP (kg CO ₂ -eq)	贡献占比
全生命周期	7662.28	100.00%
原材料获取	6782.05	88.51%
原材料运输	776.24	10.13%
生产制造	103.99	1.36%

图 4.2 1 台 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备各流程碳足迹贡献占比

由以上结果可知，对于产品碳足迹结果贡献最大的是产品的原材料获取阶段，占比达 88.51%，其他阶段均占比较低。平均生产 1 台 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备时在原材料获取阶段全球变暖潜值（GWP）为 6782.05 kg CO₂-eq，原材料运输阶段全球变暖潜值（GWP）为 776.24 kg CO₂-eq，生产制造阶段全球变暖潜值（GWP）为 103.99 kg CO₂-eq。

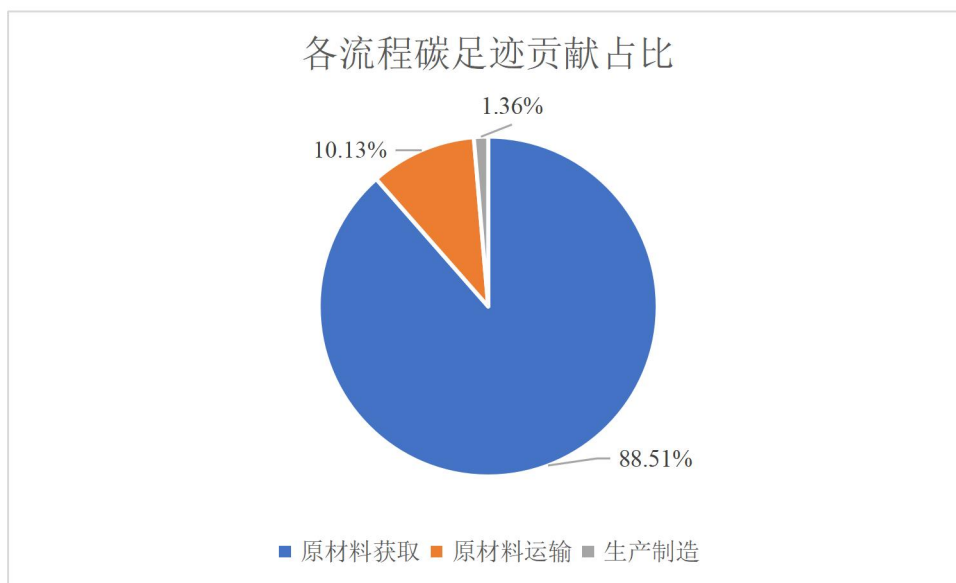


图 4.2 1 台 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备各环节碳足迹贡献占比

由以上结果可知，原材料获取环节占比最高。其次是原材料运输环节，占产品全生命周期排放量的 10.13% 左右。因此，企业可继续完善绿色供应链，加强对全生命周期碳排放的管理。

5. 生命周期解释

5.1 假设和局限性

本次产品 LCA 报告的实景数据中 1 台 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的生产过程数据来源于企业调研的 2022 年生产数据，背景数据来自 GaBi 软件数据库，部分原料生产过程的数据采用文献数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要外购原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应量上推动协同改进提供数据支持。

5.2 数据质量评估

5.2.1 代表性

本次报告中各单元过程实景数据均发生在上海市，数据代表特定生产企业的一般水平。实景数据采用 2022 年的企业生产统计数据，背景数据库数据采用近 6 年的数据，文献调查数据采用近 6 年的数据。

5.2.2 完整性

（1）模型完整性

本次报告中产品生命周期模型均包含上游原辅料获取和产品生产满足本报告对系统边界的定义。

（2）背景数据库完整性

本报告所使用的背景数据库为 GaBi（版本 9.2.1.68）软件数据库，其包含最精确的现实数据，和其他商业数据库和地区数据库如 Ecoinvent，美国 USLCI、ELCD 及其他。该软件数据库基于最精确的工业、行业协会、公共机构和 PE Know How 信息，收录超过 4500 组数据组，涵盖了绝大多数工业、农业、汽车和交通、建材和建筑、化工和材料、消费品电子和 ICT 信息技术产品、能源和设施、食品和饮料、保健和生命科学、工业产品、金属和采矿、石油和天然气、零售业、服务业、纺织等，包含了主要能源、基础原材料、化学品的开发、制造和运输过程，满足背景数据库完整性的要求。

5.2.3 可靠性

（1）实景数据可靠性

本次报告中，各实景过程原料和能源消耗数据均来自企业统计台账表或实测数据，数据可靠性高。

（2）背景数据可靠性

本报告中数据库采用中国地区或相近特定地区的统计数据、调查数据和文献数据，数据代表了中国生产技术及市场平均水平，数据收集过程的原始数据和算法均被完整记录，使得数据收集过程随时可重复、可追溯。

5.2.4 一致性

本报告所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程产出进行统计。所有背景数据采用一致的统计标准，GaBi（版本 10.0.0.71）软件数据库在开发过程中建立了统一的核心模型，并进行详细文档记录，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

6. 结论

本次报告主要得出以下结论：

(1) 1 台 N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的碳足迹结果为 7662.28 kg CO₂-eq。

(2) N2N-40.5kV 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的主要原材料包括钢、钢板、硅钢板、铁、铝、铝合金、铜等，碳排放主要集中在原材料获取阶段。因此，建议企业进一步完善绿色供应链管理，参考碳足迹核查等结果，加强对产品全生命周期的管理，从而减少环境影响。

(3) 受企业供应链管控力度限制，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链环境表现有一定偏差。建议企业在条件允许的情况下，进一步调研主要原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。