

中石化氢能机械(武汉)有限公司

产品碳足迹报告

产品名称: 45Mpa 氢气压缩机

产品规格型号: 45Mpa 氢气压缩机

生产者名称: 中石化氢能机械(武汉)有限公司

报告编号: QN-PCF-2026001

日期: 2026年4月15日



基本信息表

项目	产品碳足迹
生产者名称	中石化氢能机械(武汉)有限公司
企业地址	湖北省武汉市东西湖区田园街485号1号办公楼/单元1-3层/号第三层
法定代表人	全兵
注册资本	24519万元
授权人	杜勇
联系电话	15522536002
产品名称	45Mpa 氢气压缩机
评价报告编号	QN - PCF - 2026001
数据时间范围	2025年1月1日 - 2025年12月31日
评价依据	ISO 14067: 2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》 PAS2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》 GB/T 24067-2025《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》 《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》 《生态环境部、国家统计局关于发布2024年电力二氧化碳排放因子的公告》 《中石化氢能机械(武汉)有限公司2025年度温室气体排放报告》
生命周期阶段	从摇篮到大门
功能单位	1台45Mpa 氢气压缩机
评价结论	中石化氢能机械(武汉)有限公司2025年生产1台45Mpa 氢气压缩机，单位产品碳足迹排放量5642.35kgCO ₂ e。
批准日期	2026年4月18日

摘要

本报告以生命周期评价方法为基础，采用 ISO 14067: 2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》和 GB/T 24067-2025《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到中石化氢能机械(武汉)有限公司 1 台 45Mpa 氢气压缩机的碳足迹。

为了满足碳足迹需要，本报告的功能单位定义为中石化氢能机械(武汉)有限公司 1 台 45Mpa 氢气压缩机。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调研了从原材料获取、原材料运输、产品生产、产品包装、产品运输、产品分销使用、生命末期的全生命过程。

评价过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是抓大放小，数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。生命周期主要活动数据来源于企业现场调研的初级数据，大部分国内生产的原材料的排放因子数据来源于 IPCC 数据库、中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022），本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。此外，通过绘制产品过程图实现了产品的生命周期建模、计算和结果分析，以保证数据和计算结果的可溯性和可再现性。

一、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所使用。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）是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）和全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）、三氟化氮（NF₃）。碳足迹的计算结果为产品生命周

期各种温室气体排放量之和，用二氧化碳当量（CO₂e）表示，单位为 kgCO₂e 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）的温室气体的评测部分。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，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：产品生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 14067：2018 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。

这些产品碳足迹核算标准的目的是建立一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

二、企业概况

2.1 企业简介

中石化氢能机械（武汉）有限公司由中石化石油机械股份有限公司全资设立，位于湖北省武汉市东西湖区田园街 485 号 1 号办公楼第三层，统一社会信用代码 91420112MAE4QL2H79，所属行业为气体、液体分离及纯净设备制造，2024 年 11 月 12 日注册成立，负责人为全兵。公司现有员工 183 人，拥有 6 名博士、65 名硕士组成

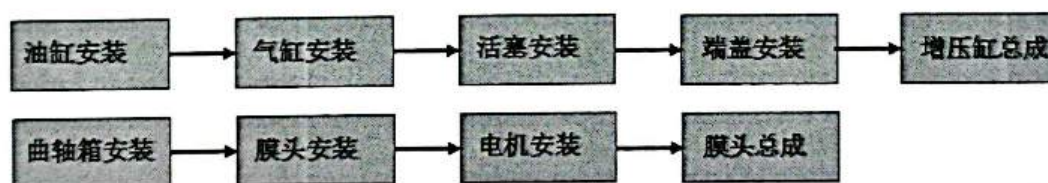
的专业研发团队，是武汉氢能促进会理事单位，建有氢气增压技术湖北省工程研究中心，获批筹建湖北省制氢及加氢装备质量检验检测中心。

公司主营氢气压缩机、PEM及碱性电解槽等制氢加氢成套装备研发制造，掌握氢气增压、方形极板碱性电解槽液压锁紧、碱水制氢BOP系统工艺设计等核心技术，形成加氢充装、绿电制氢一体化解决方案，产品应用于氢走廊、高速氢能示范线、制加氢一体站、岩洞氢储能、万方级供氢中心等重大工程项目，同时提供装备运维服务保障。

公司深耕氢能装备技术创新，连续两年获评中国石油石化设备工业协会优秀创新成果奖，大排量双压液驱式氢气压缩机亮相第二届链博会，加氢站成套装备技术入选工信部国家工业节能降碳技术应用指南目录，参与项目入选国家能源局首台（套）重大技术装备；获评湖北省创新型中小企业、2025年未来之鹰企业、中国石化新进集体称号，为中国石油和石化工程研究会石油化工技术装备专业委员会委员单位。累计参与编制国家及企业标准10项，获授权专利22件，含多项核心发明专利，采用科研与制造融合发展模式，持续完善加氢、制氢及LNG加气设备一体化解决方案，为氢能产业自主可控、绿色低碳发展提供技术装备与创新支撑。

2.2 产品工艺流程

压缩机主机单元装配与测试生产线工艺流程布局方案详见下图。



三、评价目标

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、应对出口潜在的贸易壁垒而言，都是很有价值和意义的。

本次评价的目的是获得企业生产 1 台 45Mpa 氢气压缩机的碳足迹全生命周期过程的碳足迹，产品碳足迹核算是公司实现绿色低碳可持续发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是企业履行社会责任的重要一环，本次评价的结果将为企业的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本次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、下游供应商、地方政府和非政府组织等。

四、评价内容

4.1 功能单位

在碳足迹分析中，功能单位是对产品系统中输出功能的度量。功能单位的基本作用是在进行碳足迹分析时提供一个统一计量输入和输出的基准。功能单位必须是明确的计量单位并且是可测量的，以保证碳足迹分析结果的可比性。

报告采用的功能单位为：1 台 45Mpa 氢气压缩机的碳足迹。

4.2 过程图绘制

产品生命周期过程图：原材料生产阶段 → 制造阶段

4.3 系统边界

对 1 台 45Mpa 氢气压缩机碳足迹的计算涵盖了从原材料获取到生命末期此生命周期的各个阶段，属于“从摇篮到大门”模式，确定生命周期包括以下 2 个阶段：

(1) 原材料获取

(2) 生产

4.4 分配原则

在产品的生产制造过程中，因为现场无法精确的划分各输入输出项目与产品的一一对应关系，所消耗的资源能源数据依据经济价值（总产值）进行物理分配。

4.5 取舍标准

此次评价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：

- 4.5.1 普通物料重量 $<1\%$ 产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5% ；
- 4.5.2 生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；
- 4.5.3 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。
- 4.5.4 本报告所有原辅料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理。

4.6 影响类型和评价方法

基于评价目标的定义，本评价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 CO_2e 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

评价过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、氧化亚氮（ N_2O ）、氢氟碳化物（HFCs）和全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（ SF_6 ）、三氟化氮（ NF_3 ），并且采用了IPCC第六次评估报告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二氧化碳当量（ CO_2e ）。例如：1kg甲烷在100年内对全球变暖的影响相当于27.9kg二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（ CO_2e ）为基础，甲烷的特征化因子就是27.9kg CO_2e 。

4.7 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价中主要考虑了以下几个方面：

4.7.1 数据代表性

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 技术代表性，应描述生产技术的实际代表性。

4.7.2 数据完整性

- (1) 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，对于重要的原辅材（对于碳足迹贡献超过 10% 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和说明。
- (2) 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。

4.7.3 数据可靠性

- (1) 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。
- (2) 背景数据可靠性，重要物料和能耗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。

4.7.4 数据一致性

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。

五、评价过程

5.1 数据收集

为了计算产品的碳足迹，必须考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势（GWP）。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有的量化数据（包括物质的输入、输出；能量使用；交通等方面）。排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放因子数据，可以将活动水平数据转化为温室气体排放量。如：电力的排放因子可表示为： $0.5777\text{kgCO}_2\text{e/kW}\cdot\text{h}$ ，全球增温潜势是将单位质量的某种温室效应气体（GHG）在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数，如 CH_4 （甲烷）的GWP值是 $27.9\text{kgCO}_2\text{e}$ 。活动水平数据来自现场实测；排放因子采用IPCC规定的缺失值。

根据《ISO/TS 14067: 2018 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》的要求，评价组对碳足迹核算工作采用了前期摸底确定工作方案和范围、文件和现场访问等过程执行本次碳足迹核算工作。前期摸底中，主要开展了产品基本情况了解、原材料供应商的调研、工艺流程的梳理、企业用能品种和能源消耗量、企业的产品分类及产品产量等。结合产品的生命周期的各阶段能耗和温室气体排放数据的收集、确认、统计和计算，结合合适的排放因子和产品产量计算出产品的碳足迹。

5.1.1 初级活动水平数据

在进行碳足迹评价时需要对产品全生命周期过程的输入、输出的初级活动水平数据进行采集、统计。本评价采集了中石化氢能机

械(武汉)有限公司相关的 2025 年活动数据，并进行分析、筛选，计算得到 1 台 45Mpa 氢气压缩机的输入、输出数据。

5.1.2 次级活动水平数据

在数据计算过程中，由于某些原因，如某个过程不在组织控制、数据调研成本过高等原因导致初级活动水平数据无法获取。对于无法获取初级活动水平数据的情况，寻求次级水平数据予以填补。例如本评价中，原材料的收集及分类等过程不在组织的控制范围内，过程活动数据不能通过初级活动水平数据计算的方式得到。因此，在进行碳足迹评价时采用次级活动数据。本评价中次级活动数据主要来源是数据库和文献资料中的数据，或者采用估算的方式。

5.2 过程描述

5.2.1 原材料生产阶段

企业所用原材料全部采用外购方式，不涉及原材料生产过程。

5.2.2 产品生产阶段

企业通过所获取的原材料，按照特定工艺流程进行生产，涉及能耗/能源品种为电力、水、氮气。

5.3 碳足迹计算

5.3.1 碳足迹识别

表 5-1 碳足迹过程识别表

序号	主体	活动内容	备注
1	原材料获取阶段	原料、运输排放	
2	产品生产阶段	能源	
3	分销	/	

4	使用	/	
5	生命末期	/	

表 5-2 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	名称	活动数据		排放因子	
		数值	单位	数值	单位
原材料获取 (原料)	钢制品	918	kg	2.3	kgCO ₂ e/kg
	动力配电柜	1	台	420	kgCO ₂ e/台
	PLC 控制柜	1	套	30	kgCO ₂ e/套
	防爆接线箱	1	台	50	kgCO ₂ e/台
	压力变送器	1	台	18	kgCO ₂ e/台
	底座系统	1	套	1700	kgCO ₂ e/套
原材料获取 (原料运输)		7874	km	0.074	(kgCO ₂ e/(t·km))
生产 (含包装)	电力	1200	kW·h	0.5777	kgCO ₂ e/kW·h
	水	3	m ³	12.32	kgCO ₂ e/m ³
	氮气	800	L	9.1*10 ⁻⁵	kgCO ₂ e/L
分销	/	/	/	/	/
使用	/	/	/	/	/
生命末期	/	/	/	/	/

注：依据《ISO/TS 14067: 2018 温室气体 —— 产品碳足迹 —— 量化和信息交流的要求与指南》，企业生产的产品在生命末期阶段通过回收处理方式，不直接用作产品原材料，所以此部分排放不

计入本次评价范围内。

5.3.2 计算公式

二氧化碳排放当量是排放因子和基于该因子下活动水平的乘积：

$$E_i = A_i \times EF_i$$

公式中：

- E_i 为第 i 种活动的二氧化碳排放量，t；
- A_i 为第 i 种活动的活动水平 (如电耗量，kW · h)；
- EF_i 为第 i 种活动的排放因子，即单位活动下二氧化碳排放量，不同的活动水平排放因子的单位有所不同。

甲烷和氮氧化物排放当量是排放因子、基于该因子下活动水平和增温潜势的乘积：

$$E_{ij} = A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j$$

公式中：

- E_{ij} 为第 i 种活动的 j 种温室气体的排放量 (t)；
- A_{ij} 为第 i 种活动第 j 种温室气体的活动水平 (如耗电量，kW · h)；
- EF_{ij} 为第 i 种活动的第 j 种温室气体的排放因子，即单位活动下二氧化碳排放量，不同的单位活动排放因子的单位有所不同；
- GWP_j 为第 j 种温室气体的增温潜势。

二氧化碳排放总当量： $E = \sum_i \sum_j A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j$

5.3.3 碳足迹计算结果

表 5-3 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	名称	碳排放量
--------	----	------

		数值	单位
原材料获取 (原料)	钢制品	2111.4	kg
	动力配电柜	420	kg
	PLC 控制柜	30	kg
	防爆接线箱	50	kg
	压力变送器	18	kg
	底座系统	1700	kg
原材料获取 (运输)		582.67	kg
生产 (含包装)	电力	693.24	kg
	水	36.96	kg
	氮气	0.073	kg
分销	/	/	/
使用	/	/	/
生命末期	/	/	/

5.3.4 不确定性分析

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差，减少不确定性的方法主要有，使用准确率较高的初级数据，对每一道工序进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

5.3.5 结果说明

各生命周期阶段的温室气体排放情况如下所示：

表 5-4 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO _{2e} / 功能单位)	百分比 (%)

原材料获取	3714.45	87.06%
产品生产	804.86	12.94%
产品分销	/	/
产品使用	/	/
生命末期	/	/
总计	5642.35	100.00%

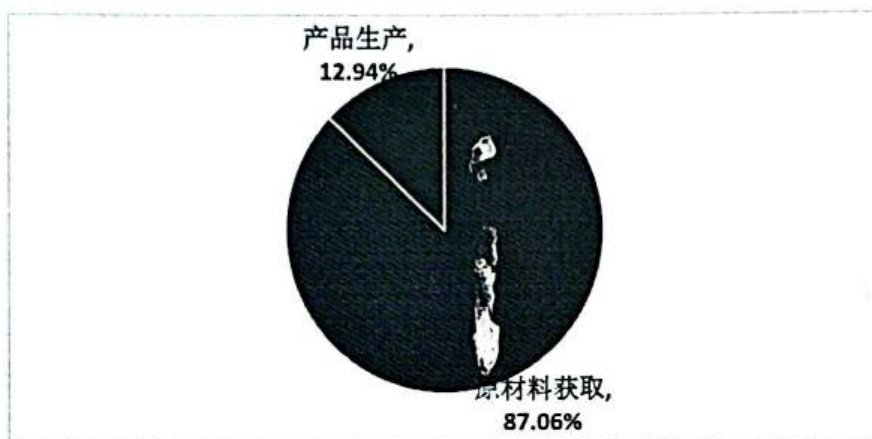


图 5-1 各生命周期阶段碳排放分布图

5.4 数据质量评估

5.4.1 数据代表性

本次报告中各单元过程实景数据均发生在武汉，数据代表特定生产企业的一般水平；实景数据采用 2025 年企业生产统计数据，背景数据采用近 5 年的数据，文献调查数据采用近 5 年的数据。

5.4.2 数据完整性

(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生产和运输、产品生产和包装、分销、使用及生命末期，满足本报告对系统边界的定义，产品生产过程中所有原料消耗均被考虑在内。

(2) 背景数据库完整性

本评价所使用的背景数据库包括 IPCC 数据库、中国产品全生命

周期温室气体排放系数集（2022），数据库包含了主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，满足背景数据库完整性的要求。

5.4.3 数据可靠性

(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或实测数据，数据可靠性高。

(2) 背景数据可靠性

本研究中数据库数据采用中国或中国地区的统计数据、调查数据和文献资料，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多重、可追溯。

5.4.4 数据一致性

本评价所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程单位产出的进行统计，所有背景数据采用一致的统计标准，其中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。

六、评价结果解释

6.1 评价结论

中石化氢能机械(武汉)有限公司 2025 年 1 台 45Mpa 氢气压缩机，单位产品碳足迹排放量 5642.32kgCO₂e。

6.2 假设和局限性

本次评价报告的实景数据中底座系统的生产过程数据来源于企业调研数据，背景数据来自 IPCC 数据库、中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022），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，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。

七、碳足迹改善计划

根据产品碳足迹计算结果及对比各阶段碳排放情况，制定如下碳减排措施：

7.1 编制产品碳排放清单（LCA 清单）

通过对比每年每种产品的碳排放变化情况，对突出的环节进行改善，管理。

7.2 优化使用能源结构

通过搭建清洁低碳能源体系，在生产工艺中积极采用绿色电力，减少间接二氧化碳排放。

7.3 提高科技创新能力

持续进行工艺技术的改革创新，在保证产品质量的前提下，提高工艺效率，缩短工序时间。

7.4 加大管理力度，细化节能措施

提高所有员工的节能降耗意识，落实节能降耗负责人，监管和监督能源的合理使用，对主要用能设备安装计量工具，分析能源消耗数据，制定节能降耗目标。

八、结语

绿色低碳发展是企业未来生存和发展的必然选择，企业进行产品碳足迹的核算是企业实现温室气体管理，制定绿色低碳发展战略的第一步，通过产品生命周期的碳足迹核算，企业可以了解排放源、明确各生产环节的排放量，为制定合理的减排目标和发展战略打下基础。

