

ICS 27.075

CCS F 19

# T/CCGA

## 中国工业气体工业协会团体标准

T/CCGA 40004—2021

---

### 加氢站用隔膜压缩机安全使用技术规范

Technical regulations for safety use of diaphragm compressor  
for hydrogen refueling station

2021 - 12 - 30 发布

2022 - 03 - 01 实施

---

中国工业气体工业协会      发 布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 基本要求 ..... 2

5 主机技术要求 ..... 3

6 材料 ..... 3

7 管路系统及附件 ..... 3

8 辅助设备 ..... 4

9 仪表、报警和停机 ..... 4

10 操作运行 ..... 4

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业气体工业协会提出并归口。

本文件起草单位：丰电金凯威（苏州）压缩机有限公司、西安交通大学能动学院、北京航天试验技术研究所、中船（邯郸）派瑞氢能科技有限公司、上海舜华新能源系统有限公司、安瑞科（廊坊）能源装备集成有限公司、盈德气体（上海）有限公司、北京氢枫能源技术有限公司、上海汉兴能源科技股份有限公司、空气化工产品（中国）投资有限公司、苏州金宏气体股份有限公司、重庆同辉气体有限公司。

本文件主要起草人：张海龙、曲光、贾晓晗、许健、薛贺来、刘晓峰、陈华强、张立军、刘京京、李怀恩、刘景武、侯新刚、徐培莉、袁志涛、孟恭明、宣锋、周琴、孙健、黄加斗、刘辉、刘川、徐昀、陈超、靳殷实。

# 加氢站用隔膜压缩机安全使用技术规范

## 1 范围

本文件规定了加氢站用氢气金属隔膜压缩机（本文件简称“隔膜机”）在设计、制造、安装及使用方面的安全要求。

本文件适用于额定排气压力不高于100MPa、压缩氢气的隔膜机。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 150（所有部分）压力容器  
GB/T 151 热交换器  
GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求  
GB/T 4975 容积式压缩机术语 总则  
GB/T 4980 容积式压缩机噪声的测定  
GB/T 7777 容积式压缩机机械振动测量与评价  
GB/T 20801（所有部分）压力管道规范 工业管道  
GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则  
GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准  
GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范  
GB 50516-2010 （2021年版）加氢站技术规范  
AQ/T 9007 生产安全事故应急演练指南  
AQ/T 9009 生产安全事故应急演练评估指南  
AQ/T 9011 生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南  
JB 4732 钢制压力容器—分析设计标准  
JB/T 6905-2019 隔膜压缩机  
JB/T 8935-2014 工艺流程用压缩机安全要求  
JB/T 9107 往复压缩机 术语

## 3 术语和定义

GB/T 4975和JB/T 9107界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**缸头 diaphragm head**

包括进气阀压管、排气阀压管、缸盖、配油盘（若有）、缸体及缸套（若有）等零部件，用于直接提升气体压力的部件。

### 3.2

**单作用 single-action**

活塞只在盖侧或轴侧做功、另一侧不做功的活塞工作方式。

### 3.3

**双作用 double-action**

活塞既在盖侧做功也在轴侧做功的活塞工作方式。

4 基本要求

- 4.1 隔膜机的设计应参照JB/T 6905-2019及本文件的规定，并按经规定程序批准的图样及技术文件进行加工、制造、安装和使用。
- 4.2 隔膜机的进、排气压力等各工况参数应符合表1的规定或符合技术协议的规定。
- 4.3 隔膜机宜采用氢气作最终的性能测试。有条件可进行氢气介质的最终的性能测试。

表1 隔膜机工况参数

| 进气压力<br>MPa                                                | 排气压力<br>MPa |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| 5~20                                                       | 45          |
|                                                            | 90          |
| 注：隔膜机容积流量测试时，规定其进气压力为12.5MPa，<br>以此进气压力进行测试。或按供需双方技术协议的要求。 |             |

- 4.4 隔膜机总进口、总出口与第一个切断阀之间，应设安全阀，若为两级压缩的隔膜机，级间应设安全阀。安全阀整定压力不应大于相应的设计压力，隔膜机的最大允许工作压力、设计压力、安全阀整定压力应符合表2的规定。

表2 隔膜机的最大允许工作压力、设计压力和安全阀整定压力

|        | 45MPa隔膜机                                                                                                                                                                                                    | 90MPa隔膜机                                                                                                                                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 总进气段管线 | 额定工作压力PW：5MPa~20MPa<br>最大工作压力PMW=1.05PW<br>最大允许工作压力PMAW=1.1PW<br>安全阀整定压力P0≥1.15PW<br>设计压力PD≥1.25PW                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                              |
| 级间管段   |                                                                                                                                                                                                             | 额定工作压力PW：45MPa<br>最大工作压力PMW=1.1PW<br>最大允许工作压力PMAW=1.15PW<br>安全阀整定压力P0≥1.2PW<br>设计压力PD≥1.4PW                                                                                                                  |
| 总排气段管线 | 额定工作压力P <sub>r</sub> ：45MPa<br>最大工作压力P <sub>W</sub> =1.1P <sub>r</sub><br>最大允许工作压力P <sub>MAW</sub> =1.15P <sub>r</sub><br>安全阀整定压力P <sub>0</sub> ≥1.2P <sub>r</sub><br>设计压力P <sub>D</sub> ≥1.3P <sub>r</sub> | 额定工作压力P <sub>r</sub> ：90MPa<br>最大工作压力P <sub>W</sub> =1.05P <sub>r</sub><br>最大允许工作压力P <sub>MAW</sub> =1.1P <sub>r</sub><br>安全阀整定压力P <sub>0</sub> ≥1.15P <sub>r</sub><br>设计压力P <sub>D</sub> ≥1.2P <sub>r</sub> |

- 4.5 进入隔膜机的氢气质量应符合GB 50516-2010（2021年版）中6.1的要求，并不应含有固体颗粒物。
- 4.6 隔膜机的容积流量应符合采购方的规定，除非另有规定，否则在规定工况的容积流量不应有负偏差。
- 4.7 隔膜机宜采用整体撬装结构，其总体布置应为操作、维护提供足够的空间和安全通道。
- 4.8 隔膜机应按相关规范对全部工况进行有效的脉动计算和分析，并根据计算和分析结果对相应的管路、阀门、仪表、缓冲器、冷却器等辅机系统设置必要的支承，以避免因激发共振而导致的开裂、松动、泄漏等故障。
- 4.9 隔膜机的振动烈度应按GB/T 7777进行测量，振动烈度应符合以下要求：
- 机身≤8mm/s；
  - 缸头≤10mm/s；
  - 缓冲罐、冷却器≤9mm/s；
  - 管道≤18mm/s。
- 4.10 隔膜机主要易损件更换周期应不低于表3的规定，同时应在随机文件中给出备品备件等的安全储存期。

表3 主要易损件及零部件寿命

| 零件分类  | 零件名称     | 寿命值<br>h |       |
|-------|----------|----------|-------|
|       |          | 45MPa    | 90MPa |
| 主要易损件 | 膜片       | 3500     | 3000  |
|       | 气阀       | 8000     | 6000  |
| 主要零部件 | 密封圈（活塞用） | 8000     | 6000  |
|       | 补油泵      | 16000    | 16000 |
|       | 调压阀或随动阀  | 6000     | 6000  |
|       | 柱塞、缸套    | 25000    | 25000 |
|       | 活塞环      | 16000    | 14000 |
|       | 支撑环      | 6000     | 6000  |

- 4.11 隔膜机主机的清洁度应不大于300mg，测量方法按JB/T 6905-2019中5.4的规定进行。
- 4.12 隔膜机的噪声（距机组1m范围外）声功率级应不大于88dB(A)，其测量方法应符合GB/T 4980的规定。
- 4.13 隔膜机撬装装置上的电器设备及仪表应符合GB 3836.1及GB 50058的要求，防爆等级应不低于dIICT4。
- 4.14 当隔膜机采用皮带传动时，应采用防静电措施。电机功率大于30KW时，应采用直联传动。
- 4.15 温度超过80℃的气管路等设施，应设置防护措施或警告标志，以防烫伤。
- 4.16 隔膜机撬装装置宜按照GB/T 35320-2017进行HAZOP分析。

5 主机技术要求

- 5.1 隔膜机的平均活塞线速度应不大于3.1m/s。
- 5.2 隔膜机的各级排气温度不应大于180℃，并应为排气温度设置报警和联锁停机装置，排气温度高的联锁停机设定值不应超过180℃。隔膜机的末级冷却后的排气温度应符合技术协议的要求。
- 5.3 隔膜机在所有规定的运行负荷下，其活塞杆综合负荷应不超过制造方最大允许活塞杆综合负荷的80%，并应考虑缸头液压油排油压力的影响。活塞杆综合负荷的轴向分力应有足够的反向角，或者采用其他有效措施（如反向润滑、滚动轴承结构等）来保证十字头销与衬套之间的有效润滑。
- 5.4 机身油池应做煤油渗漏试验，历时4h不应有渗漏。
- 5.5 主机的飞轮或皮带轮应做静平衡试验，可用钻孔去重法进行调整，但误差不应超过0.1Kg。
- 5.6 隔膜机的受压零件、气管路及附件应进行水压试验，其试验压力为最大允许工作压力的1.5倍，在试验压力下保压30min，不应有渗漏或变形等异常现象。
- 5.7 曲轴箱的油温应不大于65℃，润滑油的供油温度应不大于45℃。在环境温度低于5℃的地区，隔膜机应配置油温加热装置。

6 材料

隔膜机的临氢材料应符合GB 50516-2010（2021年版）中6.5、6.6.1和6.6.2的规定。

7 管路系统及附件

- 7.1 隔膜机撬装装置的氢气管道除了应符合GB 50516-2010（2021年版）中12.3的规定外，还应符合GB/T 20801的规定。
- 7.2 隔膜机撬装装置进口宜设置过滤精度为≤25 μm的永久过滤器，也可在此过滤器前设置过滤精度为120目的临时过滤器，待隔膜机运行1年后，临时过滤器可拆除。
- 7.3 隔膜机撬装装置在额定工况下气体平均流速应不大于16m/s。
- 7.4 隔膜机撬装装置的进、出口管路应设置置换吹扫口。

7.5 不同压力等级的安全阀出口不应直接联通汇总，应各自引至系统的放空总管。放空单管内直径应大于对应安全阀的泄放口直径。安全阀支承件应有足够的刚度，避免在安全阀排放时造成过大的位移而导致振动或泄漏。

7.5.1 润滑油的管路系统中配置的过滤器过滤精度应至少为 $25\mu\text{m}$ ，其过滤面积应有至少20%的富裕量，同时应设置过滤器压差仪表。在正常流量条件下，过滤器的压降不应大于0.07MPa。

## 8 辅助设备

8.1 所有外露的运动零件应设置安全防护罩，并应有足够的刚度来承受因外力引起的过度挠曲变形，避免与运动零件接触产生摩擦，防护罩的材料应无火花型。

8.2 缓冲罐、冷却器等钢制压力容器的设计和制造应符合GB/T 150、GB/T 151、JB 4732的相关要求。

8.3 辅机设备的金属外壳、金属管道、金属线槽等应进行等电位联接，跨接电阻应小于 $0.03\Omega$ ，并应设防静电接地。

8.4 应充分考虑氢气的焦汤效应而带来局部温升的影响，尤其是回流管线的减压处或冷却器内气体膨胀处，以避免隔膜机撬装装置的排气温度过高，必要时应增设辅助的冷却换热设备。

## 9 仪表、报警和停机

9.1 隔膜机撬装装置设置在非敞开的箱柜内时，箱柜内应设置氢气浓度探测器、火焰探测器、自然排气、事故排气及其连锁装置等安全设施。

9.2 隔膜机撬装装置的控制盘、仪表控制盘，宜设在专用控制柜或相邻控制室内。

9.3 当空气中氢气含量（体积分数）达到0.4%时应报警并记录，启动相应的事故排风风机。当空气中氢气含量（体积分数）达到1%时，应自动切断隔膜机进排口的切断阀并自动打开排气总管的放空阀。

9.4 氢气浓度探测器、火焰探测器及报警装置的选用和安装应符合GB/T 50493的相关规定。

9.5 事故防爆排风机、氢气浓度探测器及相关仪表、现场实时监控设备、照明等设备，应有应急电源。

9.6 隔膜机撬装装置除符合本文件9.1-9.4的要求外，还应至少配置表4规定的自动保护项目。

9.7 隔膜机撬装装置的电气仪表安装应符合GB 50516-2010（2021年版）中12.4的规定。

9.8 隔膜机撬装装置的系统中应配置紧急停车或隔离装置，并有自动操作/手动操作模式，每台隔膜机撬装装置应配备隔离阀。

表4 隔膜机撬装装置自动保护项目

| 项目           | 报警或连锁设定 |    |    |         |
|--------------|---------|----|----|---------|
|              | 过低      | 低  | 高  | 过高      |
| 总进气压力        | 报警并停机   | 报警 | 报警 | 报警并停机   |
| 总排气压力        | -       | -  | 报警 | 报警并停机   |
| 各级排气温度（冷却后）  | -       | -  | 报警 | 报警并停机   |
| 润滑油油压        | 报警并停机   | 报警 | 报警 | 报警      |
| 润滑油过滤器压差     | -       | -  | 报警 | 报警并停机   |
| 冷却水压力或流量     | 报警并停机   | 报警 | -  | -       |
| 冷却水温度        | -       | -  | 报警 | 报警并延迟停机 |
| 各级膜片破裂保护（压力） | -       | -  | 报警 | 报警并停机   |
| 各个主轴瓦温度（若有）  | -       | -  | 报警 | 报警并停机   |

## 10 操作运行

10.1 隔膜机撬装装置的操作运行及安全要求应符合JB/T 8935-2014中4.3的规定，同时还应严格按照操作规程进行操作和维护。

10.2 隔膜机撬装装置的操作人员、维护人员等应培训合格，方能上岗操作。

- 10.3 隔膜机撬装装置的操作和维修人员进入工作现场，应先导除自身的静电，不得穿戴化纤工作服、工作帽和带钉鞋，应穿戴防静电专用工作服、安全帽和专用工作鞋，不得带入非防爆的电器设备，严禁带入火种。
- 10.4 隔膜机撬装装置检修时，应使用铜质工具，以免产生火花，且不应随意敲击氢气设备和管道。
- 10.5 隔膜机撬装装置在投入运行前、检修或动火作业前、长期停用前后，均应采用氮气进行吹扫、置换，并应取样分析含氢量（不得超过0.2%体积分数）或含氧量（不得超过0.5%体积分数），合格后方可进行作业。
- 10.6 隔膜机撬装装置在检修前，应切断相应的电源、气源，或用盲板隔离，经氮气吹扫、置换合格后方可进行检修。
- 10.7 隔膜机缸头、管道等与氢气直接接触的部分在维修后，应进行气密性试验和泄漏量试验，并应符合GB 50516-2010（2021年版）中12.3.10的规定。
- 10.8 隔膜机在服役期间，应定期进行泄漏检查，尤其应对管路接头部位和缸头，发现泄漏现象应及时处理解决。
- 10.9 隔膜机的检修、巡查或巡检均应做好相应记录并存档。
- 10.10 隔膜机停机后，其管道内部应保留至少0.2MPa的压力。
- 10.11 所有相关仪器、仪表、阀门均需定期校检，校检流程应符合GB 50516-2010（2021年版）的规定。
- 10.12 应按GB/T 29639的规定编制隔膜机撬装装置事故应急专项预案，并纳入整个加氢站事故应急预案，同时还应按AQ/T 9011的要求进行评估。
- 10.13 应按AQ/T 9007的规定制定隔膜机撬装装置的应急预案演练计划，可结合整个加氢站事故应急预案演练计划，应每年至少组织一次应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练，同时按AQ/T 9009的要求进行评估，以促进整个加氢站应急预案的提升。