



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

加氢站用氢气压缩机测试方法

Hydrogen compressors for hydrogen refueling stations - Performance testing method

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

1

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 试验要求 错误！未定义书签。

5 测试方法 错误！未定义书签。

6 试验报告 错误！未定义书签。

参 考 文 献 12

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。

本文件由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC309）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

加氢站用氢气压缩机测试方法

1 范围

本文件规定了加氢站用氢气压缩机（液驱活塞氢气压缩机和隔膜压缩机）的术语和定义、主要性能指标、试验要求、测试方法及试验报告。

本文件适用于35MPa和70MPa加氢站用氢气压缩机以及为20MPa、30MPa和50MPa管束式集装箱提供氢气充装的压缩机。

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 3853 容积式压缩机验收试验
- GB/T 4975 容积式压缩机术语 总则
- GB/T 4976 压缩机 分类
- 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 15487 容积式压缩机流量测量方法
- GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
- GB/T 43674 加氢站通用要求
- GB 50516 加氢站技术规范
- JB/T 6905 隔膜压缩机
- JB/T 9107 往复压缩机 术语

3 术语和定义

GB/T 4975、JB/T 9170界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液驱活塞压缩机 hydraulic piston hydrogen compressor

通过液体（一般为液压油）驱动活塞往复运动，完成活塞、气缸、缸盖围成的工作腔内工质压缩的无曲柄连杆机构的往复压缩机。

3.2

隔膜压缩机 diaphragm compressor

机械直接或液压驱动膜片变形，完成压缩循环的压缩机。

3.3

随动阀 follow-up valve

一种用于控制隔膜压缩机油腔压力的阀门，其开启压力随排气压力的变化而改变。

3.4

溢流阀 relief valve

一种用于控制隔膜压缩机油腔压力的阀门，其开启压力为固定值。

3.5

压缩机出口氢气品质 hydrogen quality at compressor outlet

氢气压缩机出口处的氢气品质。注：通常包括氢纯度和氢中杂质含量。

3.6

最低进气压力 Minimum inlet pressure

压缩机正常工作情况下，排气压力达到额定排气压力时的最低进气压力，单位为 MPa。

3.7

最高进气压力 Maximum inlet pressure

压缩机正常工作情况下，排气压力达到额定排气压力时的最高进气压力，单位为 MPa。

3.8

额定进气压力 nominal inlet pressure

符合有关标准、合同或铭牌中规定的压缩机进气压力，单位为 MPa。

3.9

额定进气温度 nominal inlet temperature

符合有关标准、合同或铭牌中规定的压缩机进气温度，单位℃。注：加氢站用压缩机额定进气温度通常为 20℃。

3.10

级进气压力 interstage inlet pressure

多级压缩时，气体经前级压缩和中冷器冷却后，进入后级压缩前的压力，单位 MPa。

3.11

级排气压力 interstage discharge pressure

多级压缩时，气体经前级压缩后进入中冷器前的压力，单位 MPa。

3.12

级进气温度 interstage inlet temperature

多级压缩时，气体经前级压缩和中冷器冷却后，进入后级压缩前的温度，单位为℃。

3.13

级排气温度 interstage discharge pressure

多级压缩时，气体经单级压缩后，进入中冷器冷却前的温度，单位为℃。

3.14

额定排气压力 nominal discharge pressure

符合有关标准、合同或铭牌中规定的压缩机排气压力，单位 MPa。注：35MPa 加氢站用压缩机额定排气压力通常为 45MPa，70MPa 加氢站压缩机额定排气压力通常为 90MPa。

3.15

冷却前排气温度 discharge temperature before cooling

气体经压缩机末级压缩后，进入后冷器冷却前的温度，单位℃。

3.16

冷却后排气温度 discharge temperature after cooling

气体经压缩机末级压缩和后冷器冷却后的温度，单位℃。

3.17

最高允许排气温度 maximum allowable temperature

压缩机工作时，所允许的最高冷却前排气温度，超过此温度时，压缩机控制系统将产生故障报警，单位℃。

3.18

额定排气量 nominal volume flowrate

压缩机在额定工况时，输出气体换算到标准状态下的体积流量。注：标准状态指绝对压力 0.1013MPa 和 0℃，单位 Nm^3/h 。

3.19

平均排气量 average volume flowrate

压缩机在使用工况范围内的平均排气量，单位 Nm^3/h 。注：由典型工况下排气量表征，具体见表 2。

3.20

额定能耗 nominal energy consumption

压缩机在额定工况时，压缩单位质量氢气所需要的电机功率，单位 kWh/kg。

3.21

平均能耗 average energy consumption

压缩机在使用工况范围内的平均能耗，单位 kWh/kg。注：由典型工况下能耗表征，具体见表 2。

3.22 振动烈度 vibration severity

压缩机振动速度有效值，单位为 mm/s。

3.23 噪声 noise

压缩机声压级 A 声级噪声，单位为 dB。

3.24 泄漏率

压缩机气密测试过程中，单位时间内通过检漏测点的气体的量，单位 Pam^3/s 。

4 性能指标

加氢站用氢气压缩机测试性能指标见表1。

序号	性能指标	序号	性能指标
1	压缩机出口氢气品质	10	冷却前排气温度
2	最低进气压力	11	冷却后排气温度
3	最高进气压力	12	最高允许排气温度
4	额定进气压力	13	额定排气量
5	级进气压力	14	平均排气量
6	级排气压力	15	额定能耗
7	级进气温度	16	平均能耗
8	级排气温度	17	机械振动
9	额定排气压力	18	噪声

用于表征氢气压缩机平均排气量的典型工况见表2。

压力等级	供氢方式	进气压力MPa	进气温度	排气压力MPa
35MPa加氢站	站内制氢	1.6	常温	45
	20MPa拖车供氢	12.5	常温	45
	30MPa拖车供氢	17.5	常温	45
70MPa加氢站	站内制氢	1.6	常温	90
	20MPa拖车供氢	12.5	常温	90
	30MPa拖车供氢	17.5	常温	90

5 试验要求

5.1 试验介质

5.1.1 压缩机采用氢气介质进行性能试验。

5.2 测量仪器及准确度要求

5.2.1 所有测试用仪器仪表的准确度应符合本标准中的规定，并具备有效的校准或检定证书。

5.2.2 压力测量仪器应使用耐氢材质压力传感器，测量仪器（模拟式或数字式）的准确度等级不低于 $\pm 0.5\%FS$ ，且应满足防爆要求。

5.2.3 温度测量仪器宜采用贴片式或插入式热电阻温度传感器，插入式测温仪器不应扰动正常的介质流动。测温仪器的准确度等级应不低于 $\pm 1^{\circ}C$ ，且应满足防爆要求。

5.2.4 流量测量应选用准确度等级不低于 $\pm 0.5\%FS$ 的科里奥质量流量计或其他同类精度的流量计，且应满足防爆要求。

5.2.5 功率测量应采用准确度等级不低于 ± 0.5 级的电压电流表进行测量。

5.3 测试工况与参数允许偏差范围

氢气压缩机性能测试工况及与规定工况的偏差应符合表3的规定。

表3 性能测试工况及与规定工况的偏差

加氢站 压力等 级	供氢方 式	测试 参数	测试工况				与规定工 况的偏差
			工况1（额定 工况）	工况2（平均 工况）	工况3（最低 进气压力）	工况4（最高 进气压力）	
35MPa	站内制 氢	进气 压力	额定进气压 力	1.6MPa	-	-	$\pm 5\%$
		进气 温度	额定进气温 度	20 $^{\circ}C$	-	-	$\pm 5^{\circ}C$
		排气 压力	额定排气压 力	45MPa	-	-	$\pm 1MPa$
	20MPa 长管拖 车供氢	进气 压力	额定进气压 力	12.5MPa	最低进气压 力	最高进气压 力	$\pm 5\%$
		进气 温度	额定进气温 度	20 $^{\circ}C$	20 $^{\circ}C$	20 $^{\circ}C$	$\pm 5^{\circ}C$
		排气 压力	额定排气压 力	45MPa	45MPa	45MPa	$\pm 1MPa$
	30MPa 长管拖 车供氢	进气 压力	额定进气压 力	17.5MPa	最低进气压 力	最高进气压 力	$\pm 0.5MPa$
		进气 温度	额定进气温 度	20 $^{\circ}C$	20 $^{\circ}C$	20 $^{\circ}C$	$\pm 5^{\circ}C$

		排气 压力	额定排气压 力	45MPa	45MPa	45MPa	$\pm 1\text{MPa}$
70MPa	站内制 氢	进气 压力	额定进气压 力	1.6MPa	-	-	$\pm 5\%$
		进气 温度	额定进气温 度	25°C	-	-	$\pm 5^\circ\text{C}$
		排气 压力	额定排气压 力	90MPa	-	-	$\pm 1\text{MPa}$
	20MPa 长管拖 车供氢	进气 压力	额定进气压 力	12.5MPa	最低进气压 力	最高进气压 力	$\pm 5\%$
		进气 温度	额定进气温 度	25°C	25°C	25°C	$\pm 5^\circ\text{C}$
		排气 压力	额定排气压 力	90MPa	90MPa	90MPa	$\pm 1\text{MPa}$
	30MPa 长管拖 车供氢	进气 压力	额定进气压 力	17.5MPa	最低进气压 力	最高进气压 力	$\pm 5\%$
		进气 温度	额定进气温 度	25°C	25°C	25°C	$\pm 5^\circ\text{C}$
		排气 压力	额定排气压 力	90MPa	90MPa	90MPa	$\pm 1\text{MPa}$

5.4 测试数据稳定性要求

氢气压缩机应运行足够长的时间以确保工况稳定，运转稳定后开始测定各参数，每一工况试验期间内应至少测定 5 次，其总时间不应少于 10 min，测定的时间间隔应大致相等，每次测定时各参数应同时读取，在一次试验中单组读数与其平均值间所允许的最大波动范围压力不超过 $\pm 1\%$ ，温度不超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

6 试验装置

6.1 加氢站用水冷式氢气压缩机测试系统的布置按图 1 规定。

6.2 压力、温度和流量按图 1 规定，仪表应妥善安装，使其不受振动损伤。

6.3 测试前压缩机系统的全部承压零部件、设备及管路附件应进行水压试验,保压时间均不少于 30 min,不应渗漏。奥氏体不锈钢材料制承压零件水压试验用水的氯离子含量不应超过 25 mg/L。试验结束后应去除零件表面残留的水份。

6.4 测试前应对测试系统的全部设备、管道连接处、测压点、测温点、流量测量点作气密性测试,不应泄漏。

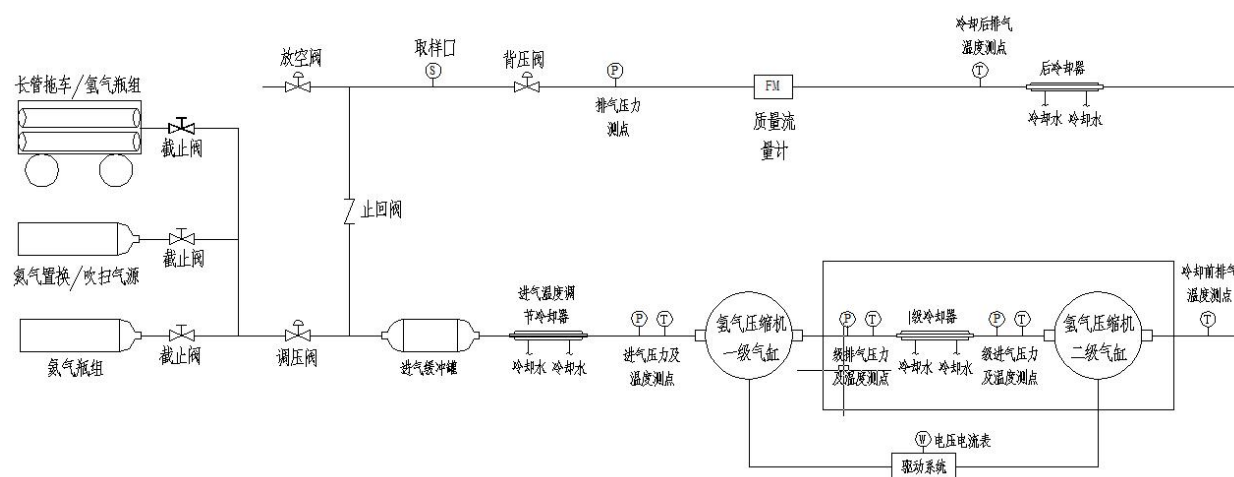


图1 加氢站用压缩机性能测试系统简图

7 试验方法

7.1 检查准备工作

7.1.1 检查安装工作

A) 检查压缩机的外观是否有损坏、变形、锈蚀等情况,各部件连接是否牢固,铭牌标识是否清晰完整。

B) 对压缩机内部进行清洁,去除运输和储存过程中可能产生的杂质和油污。按照要求加入适量的润滑油,检查油位是否在正常范围内。

C) 使用合适的起重设备将压缩机平稳地安装到指定位置,调整压缩机的水平度,使其偏差不超过 0.1mm/m。

D) 正确连接压缩机的进气管、排气管、冷却水管等管道,确保管道连接紧密,无泄漏。管道的布置应合理,避免出现应力集中和气流不畅的情况。

E) 按照试验系统的电气接线图,正确连接电源线和控制线,检查接线是否牢固,绝缘是否良好。

7.1.2 测试前准备

A) 确保压缩机处于自动状态或置于投入状态。

B) 确保所有阀门是否处于正确的开闭状态。

C) 检查并确定所有的安全保护装置处于正确的操作状态。

D) 通过控制系统点动电机，检查其运转是否平稳，有无异常噪音和振动。观察各仪表的显示是否正常，检查制冷系统或其他工作系统是否运行正常。

7.1.3 气密性测试

A) 气密测试介质选用氢气或者氢氮混合气。

B) 按照压缩机正常启动流程，气密测试进气压力和排气压力设定按表 4 规定，按照排气压力由低到高逐步开展测试。

C) 采用氢检漏仪在承压管部件接口部位及缸体压阀管进行泄漏检测，当泄漏率均达到 $10^{-7}\text{Pam}^3/\text{s}$ 时，提升排气压力至表 4 中下一更高等级排气压力，依次类推。

D) 当任一压力级别、任意位置泄漏率大于 $10^{-7}\text{Pam}^3/\text{s}$ 时，须停机进行泄漏位置的修复，再次按照步骤 C 进行气密性测试，泄漏率均达到 $10^{-7}\text{Pam}^3/\text{s}$ 时气密检查合格。

表 4 气密测试压力表格

压力等级	供氢方式	进气压力MPa	进气温度	排气压力MPa
35MPa加氢站	站内制氢	1.6	常温	20、30、40、45
	20MPa拖车供氢	12.5	常温	
	30MPa拖车供氢	17.5	常温	
70MPa加氢站	站内制氢	1.6	常温	40、50、60、70、80、90
	20MPa拖车供氢	12.5	常温	
	30MPa拖车供氢	17.5	常温	

7.1.4 置换分析

A) 测试前采用高纯氮气或氢气置换空气，置换后系统氧气含量小于 0.5%。

B) 测试后采用高纯氮气置换氢气，置换后系统氢气含量 $\leq 0.4\%$ 。

7.2 试验测试

7.2.1 按照表 3 规定的工况点开展测试，记录数据。

7.2.2 压缩机出口氢气品质测试

氢气取样方法、分析试验方法和纯度、杂质含量要求应符合 GB/T 37244 的规定。

7.2.3 额定工况测试

压缩机进排气状态达到额定工况时，测试额定工况下各压力、温度、排气量、能耗指标。

7.2.4 平均工况测试

压缩机进排气状态达到平均工况时，测试平均工况下各压力、温度、排气量、能耗指标。

7.2.5 最低进气压力测试

排气压力达到额定排气压力后，逐步降低压缩机进气压力至达到最高允许排气温度时，对应的进气压力为最低进气压力。

7.2.6 最高进气压力测试

排气压力达到额定排气压力后,逐步升高压缩机进气压力至达到最高允许排气温度或最高氢气气源压力时,对应的进气压力为最高进气压力。

7.2.7 振动烈度

压缩机振动烈度应按照 GB/T 7777 的规定进行测试。

7.2.8 噪声测试

压缩机噪声应按照 GB/T 4980—2003 中附录 B 的规定进行测试。

8 数据处理

测试工况偏差满足表 3 规定且数据稳定性满足 5.4 时,保持运行 10 min 以上,同步取此段时间内测得的 5 组或 5 组以上各压力、各温度、流量、能耗数据的平均值,作为测试值。

9 试验报告

9.1 试验结果经检查之后,应整理成报告,并由试验主管单独签字。

9.2 试验报告应包括下列信息:

- 试验地点和日期;
- 制造商名称,压缩机的型号、名称,产品编号及制造日期;
- 试验设备和测量仪表名称、型号、规格;
- 压缩机的规定性能参数;
- 试验记录;
- 试验记录;
- 压缩机的性能指标计算方法;
- 试验结论。

参 考 文 献

- [1] ISO/WD 19880-4 Gaseous hydrogen -- Fueling stations -- Part 4: Compressors.
-