

ICS 43.060.01

T47

中国汽车工业协会团体标准

T/CAAMTB 13—2020

燃料电池电动汽车用空气压缩机试验 方法

Test methods for air compressors of fuel cell vehicles

2020年04月27日 发布

2020年05月01日 实施

中国汽车工业协会 发布

目 录

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验设备、仪器.....	2
5 试验条件及试验要求.....	2
6 试验项目和方法.....	4
附录 A（规范性附录）.....	8

前 言

本标准依据GB/T 20004.1-2016《团体标准化 第1部分：良好行为指南》和GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写的有关要求》编写。

本标准由中国汽车动力电池产业创新联盟燃料电池分会提出。

本标准由中国汽车工业协会归口。

本标准起草单位：上海重塑能源科技有限公司、同济大学、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、北京重理能源科技有限公司、北京新能源汽车技术创新中心有限公司、济南大学。

本标准主要起草人：施昕、胡阳、张晓丹、张恒、喻久哲、魏青龙、翟双、高雷、戴海峰、裴冯来、张志洋、梁晨、李发家。

燃料电池电动车用空气压缩机试验方法

1 范围

本标准规定了燃料电池电动汽车用空气压缩机（下文简称“空压机”）的试验方法。

本标准适用于燃料电池电动汽车用燃料电池系统的空压机。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka:盐雾

GB/T 3853 容积式压缩机验收试验

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 4980 容积式压缩机噪声的测定

GB/T 18384.3-2015 电动汽车 安全要求 第3部分：人员触电防护

GB/T 18655-2018 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性用于保护车载接收机的限值和测量方法

GB/T 19951-2005 道路车辆 静电放电产生的电骚扰试验方法

GB/T 21437.2 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰

GB/T 28406.2 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验

GB/T 28046.4 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验

GB/T 31467.3 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统

GB/T 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

QC/T 29078-2016 汽车用空气压缩机性能要求及台架试验方法

JB/T 12334 涡轮增压器 噪声试验方法

3 术语和定义

QC/T 29078 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 空压机 air compressor

空压机包括空压机主机、电机及其控制器。

3.2 空压机系统效率 air compressor efficiency

空压机系统的输出功率与其输入功率的比值。

3.3 喘振线 surge line

空压机不同转速下的喘振点所连接的线。当空压机操作条件的流量减少到一定程度时会发生一种非正常工况下的振动，该工作点称为喘振点。

3.4 额定工作点 rated working point

空压机工作在电机额定转速额定功率的点。

4 试验设备、仪器

试验用仪表准确度要求见表1：

表1 试验用仪表准确度要求

名称	单位	准确度
电压表	V	$\leq 0.5\%$
电流表	A	$\leq 0.5\%$
绝缘表	M Ω	$\pm 5\%$
压力传感器	kPa	± 1
温度传感器	$^{\circ}\text{C}$	± 0.5
空气流量计	kg/h	$\leq 1\%$
水流量计	L/min	$\leq 1\%$
噪声频谱分析仪	dB (A)	$\leq 1\%$
气体检漏仪	mL/min	$\leq 1.5\%$

5 试验条件及试验要求

5.1 试验条件

5.1.1 样品要求

空压机及管路外表面无明显的划伤、变形等缺陷。铭牌、标志安装端正牢固，字迹清晰。零部件紧固可靠，无锈蚀、毛刺、裂纹等缺陷和损伤，目视无杂质出现。

5.2 试验要求

5.2.1 一般要求

在第6章相关试验项中，如需引用本节试验要求的，首先按照5.2.1进行绝缘性能检测，如果绝缘性能达不到要求，则终止试验。

5.2.2 绝缘性能

空压机应在常温环境下存放至少8h；然后在温度为 $45^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $90\pm 5\% \text{RH}$ ，气压为86kPa~106kPa的条件下存放至少8h；存放结束后进行绝缘性能试验。

在常温环境中，空压机未工作情况下，用相应量程兆欧表（或其他具有相同功能和精度等级的仪器）对空压机中高压带电电路与地（外壳）之间的绝缘电阻进行测量。

空压机带电电路与地(外壳)之间的绝缘电阻在常温环境下应不低于 $3 \text{ M}\Omega$ 。

5.2.3 耐电压性能

按照 GB/T 18384.3-2015 中 7.3 方法试验耐电压性能。

5.2.4 气密性

空压机入口封堵，出口用空气或氮气按1.05倍设计压力进行试验，压力稳定1分钟后，记录泄漏量，连续3次试验，泄漏量取3次读数的平均值，如图1所示。泄漏量应小于产品设计值，对于水冷式的空压机，应连通空压机所有的水管路。

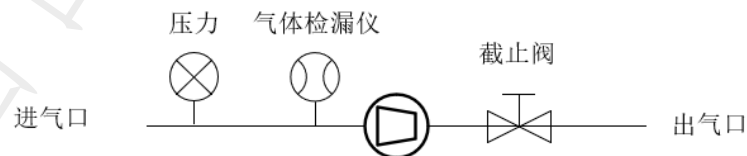


图1 气密性检测台架试验示意图

5.2.5 出气含油量

针对含油轴承类空压机，按QC/T 29078标准中5.5进行出气含油量试验。

5.2.6 噪音

容积式空压机按照GB/T 4980标准进行试验，离心式空压机按照JB/T 12334标准进行试验。

6 试验项目和方法

6.1 性能试验

性能试验在能调节工况和可测量参数的专用台架进行。在空压机空路入口安装温度传感器、压力传感器、流量计，在空压机空路出口安装温度传感器、压力传感器、调节阀，如图2所示：

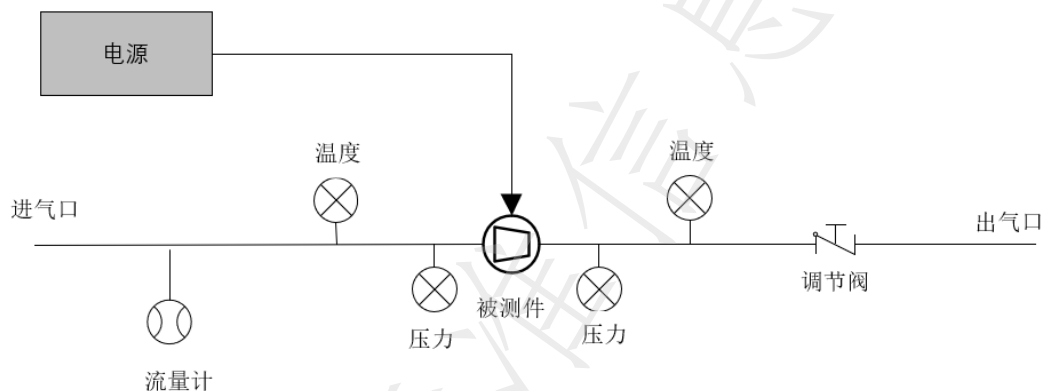


图2 空压机试验台架输出特性试验示意图

在空压机转速范围内按空压机技术要求选取一系列转速值：每个转速保持稳定运行，通过调节手阀来控制空压机排气压力，待图 1 所示温度、压力、流量等显示值稳定并且空压机电机温度不超过其规定使用温度，读取记录此时的空气流量值、空压机出入口温度值和压力值，以及测量空压机供电电流、供电电压；按上述进行一系列转速下的测定，计算空压机效率，得出空压机完整转速、压力、流量、效率 MAP 图。

离心机在试验过程中存在喘振现象，通过试验得出各转速下的喘振点，并体现在 MAP 图中。

6.2 环境适应性

6.2.1 海拔

空压机在海拔高度不小于 3000m 或同等的气压条件下，至少静置 2h，空压机在厂家规定的操作条件下连续运行 1h，运行过程中不应有任何异常现象。

6.2.2 振动

按照 GB/T 18488.1-2015 中 5.6.4 标准进行振动试验。

试验完成后对接头和外观进行检查，并在额定工作点下连续运行 1h，运行中不应有任何异常现象。

振动试验后，完成一般试验条件及试验要求 5.2 的内容。

6.2.3 盐雾

按照 GB/T 28046.4-2011 中 5.5 的内容进行试验。空压机在试验箱内处于正常安装状态。试验结束静置 1~2h 后，满足如下要求：

----检查外观，不能生锈；

----完成一般试验条件及试验要求的 5.2.1 和 5.2.2 的内容。

6.2.4 防水防尘性能

按照 GB/T 4208 标准进行试验，试验结束静置 1~2h 后，满足如下要求：

----满足 IP67；

----完成一般试验条件及试验要求的 5.2.1 和 5.2.2 的内容。

6.2.5 高温特性

空压机在 45℃ 的环境条件下放置 2h 后，额定工作点下连续运行 1h 后停机，运行中不应有任何异常现象。

6.2.6 低温特性

空压机在 -30℃ 的环境条件下放置 2h，额定工作点下连续运行 1h 后停机，运行中不应有任何异常现象。

6.2.7 湿热特性

参照 GB/T 2423.4-2008 标准进行试验，选择如下条件：

----高温：45℃，循环次数 2 次；

----方法 1。

6.2.8 电磁兼容

空压机的电磁兼容性应满足如下标准执行：

----GB/T 21437.2 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分：沿电源线的电瞬态传导；

----GB/T 21437.2 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第3部分：除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态发射；

----GB/T 19951-2005 道路车辆 静电放电产生的电骚扰试验方法；

----GB/T 28406.2 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷；

----GB/T 18655-2018 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性用于保护车载接收机的限值和测量方法。

6.3 水阻特性

将空压机水路连接完整，以水泵提供动力，确保管路内无气泡产生，要求在空压机水路入口处加上液体流量计、压力传感器，在空压机水路出口处加上压力传感器，调节流经空压机的水流量（如图3所示），并读取记录不同流量值及对应的空压机水路出入口压力值，做出空压机水路流阻曲线（如图4所示）。该曲线不能大于厂家初始设定值。

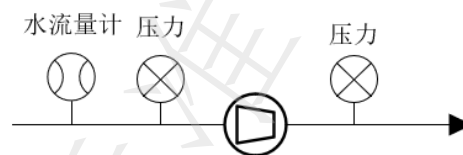


图3 水阻特性试验示意图

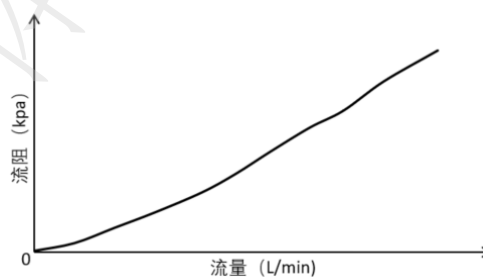


图4 空压机水路流阻曲线

6.4 耐久性

空压机运行耐久工况，按下述顺序进行：

- (1) 在空压机额定工作点运行 300h；
- (2) 在额定工作点和 0 转速之间进行循环 200000 次，且转速加减载斜率设置为空压机定义的最大值，开始加载前应稳定 5s；

试验过程中，每隔 100 小时或者 5000 次循环，应按照 5.2 进行试验，应满足如下要求：

- (1) 效率下降值小于 6%；
- (2) 功耗增加值小于 6%；
- (3) 额定容积流量下降值小于 6%；
- (4) 润滑油无泄露；
- (5) 无随气杂质。

全国团体标准信息平台

附录 A
(规范性附录)
空压机功率计算

A.1 空压机绝热功率

空压机绝热功率 W_y (W):

$$W_y = Q \cdot P_1 \cdot [K/(K-1)] \cdot [(P_2/P_1)^{K/(K-1)} - 1] \quad (\text{A-1})$$

其中: Q : 空压机流量 ;

P_1 : 空压机入口压力, 单位 Pa;

P_2 : 空压机出口压力, 单位 Pa;

K : 绝热系数。

A.2 空压机效率

空压机效率 η :

$$\eta = \frac{W_y}{UI} \times 100\% \quad (\text{A-2})$$

其中: U : 空压机供电电压;

I : 空压机供电电流。