

RB

中华人民共和国认证认可行业标准

RB/T XXX—XXXX

国产化检测仪器设备验证评价指南  
燃料电池发动机用空气压缩机测试设备

Guidance for verification and evaluation of domestic testing instruments and  
equipment — Air compressor test equipment for fuel cell engines

(征求意见稿)

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

国家认证认可监督管理委员会 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 评价方案 .....	1
4.1 评价指标 .....	1
4.2 评分依据 .....	1
4.3 评价结果 .....	1
4.4 评价方式 .....	1
5 指标及评分标准 .....	2
5.1 基础性指标 .....	2
5.2 性能指标 .....	3
5.3 安全性指标 .....	3
5.4 服务指标 .....	4
5.5 国产化指标 .....	4
6 评价方法 .....	5
6.1 试验环境条件 .....	5
6.2 基础性评价方法 .....	5
6.3 性能评价方法 .....	5
6.4 安全性评价方法 .....	6
6.5 服务指标评价方法 .....	7
7 评价结果的评定 .....	7
7.1 评价流程 .....	7
7.2 产品应用等级 .....	7
7.3 国产化应用等级评定 .....	8
附录 A（规范性）验证评价指标与权重表 .....	9
附录 B（规范性）性能指标评分标准 .....	10
附录 C（规范性）关键件清单 .....	11
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。

本文件由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。

本文件起草单位：×××、×××、×××、×××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

# 国产化检测仪器设备验证评价指南 燃料电池发动机用空气压缩机测试设备

## 1 范围

本文件给出了国产化燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的评价方案、指标及评分标准、评价方法和评价结果的评定。

本文件适用于开展燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的国产化验证评价活动。

## 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 12113-2023 接触电流和保护导体电流的测量方法

GB/T 16935.1-2023 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验

GB/T 24342-2009 工业机械电气设备 保护接地电路连续性试验规范

GB/T 24548-2009 燃料电池电动汽车 术语

RB/T 227-2023 国产化检测仪器设备验证评价指南 氢燃料电池堆测试设备

## 3 术语和定义

GB/T 24548-2009和RB/T 227-2023界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 核心关键部件 **key parts and components**

确保完成既定功能设定且影响主要性能和质量的部件，简称关键件。

[来源：RB/T 227-2023，3.1，有修改]

### 3.2

#### 燃料电池发动机用空气压缩机测试设备 **air compressor testing equipment for fuel cell engines**

由气路系统、热管理系统、台架控制系统及测试软件等部分构成，用于燃料电池发动机用空气压缩机性能测试的专用设备。

## 4 评价方案

### 4.1 评价指标

燃料电池发动机用空气压缩机测试设备评价指标宜包括一级指标、二级指标和三级指标，具体的评价指标和权重宜符合附录A。

### 4.2 评分依据

根据本文件第5章的指标及评分标准进行评分。

### 4.3 评价结果

单项指标的总分为10分，每一级评价指标的评分根据各自的评价项目采用加权平均计分。燃料电池发动机用空气压缩机测试设备最终的评价分值及国产化率等级，按照不同级别的评价指标依次进行加权平均计分。

### 4.4 评价方式

评价方式可分为以下三种：

- a) 通过认证第三方提供的客观证明材料核实仪器参数、性能、预期用途等满足使用条件的情况；
- b) 通过现场演示的方式确认仪器参数、性能、预期用途等满足指标的情况；
- c) 通过实验室活动考察仪器的性能和技术满足指标的情况。

## 5 指标及评分标准

### 5.1 基础性指标

#### 5.1.1 功能性

燃料电池发动机用空气压缩机测试设备连接空气压缩机后能正常运行，具有规格书或说明文件所包含的所有设备功能（包括各类传感器、自动及手动阀门、开关等）并正常使用；能通过上位机正确对应并实现表1内所有试验项目的功能。

表 1 燃料电池发动机用空气压缩机测试设备功能

序号	试验项目
1	额定工况性能试验
2	动态响应试验
3	工作特性图（map 图）试验
4	启动响应试验
5	耐久性试验
6	转速控制精度试验
7	绝缘试验
8	故障模拟保护试验

#### 5.1.2 控制界面

控制界面宜满足以下条件：

- a) 控制界面风格一致，画面显示主次分明，变量显示直观明了；相关变量控制组合得当，操作简单方便；
- b) 界面采用中文语言，包括标签名的描述采用中文；
- c) 显示画面的分辨率不低于 1920×1080，数据刷新频率不低于 10Hz；
- d) 字号可根据画面布局情况确定，但不同画面中的相同类型或级别的文字字号大小统一。

#### 5.1.3 操作友好性

操作友好性宜满足以下条件：

- a) 设备的主控软件可根据用户需要任意选择需要的参数进行保存；
- b) 主控软件能对测试台架、直流电源、气源端供气阀门等电控阀门等设备进行远程操控，并且可将设备的控制指令编辑进入测试程序的测试工步中；
- c) 软件主界面设有一键启/停、紧急停机、复位等关键操作按钮，且位于固定区域。

#### 5.1.4 兼容性

兼容性宜满足以下条件：

- a) 设备的空气、冷却液、冷却气排气等接口采用可快拆/换接口（含卡盘式、卡套式、螺压式等）；
- b) 设备主控软件的程序包含自动工况程序，支持用户自定义编辑控制指令、测试工况；
- c) 设备通讯接口应兼容被测空气压缩机控制器的通讯协议，至少支持控制器局域网（CAN）总线通讯和 RS485 两种通讯形式。

#### 5.1.5 基础性指标评分标准

基础性指标包含功能性、控制界面、操作友好性和兼容性，评分标准宜符合表2。

表 2 基础性指标评分标准

序号	指标项目	评分标准
1	功能性	满足表 1 中所有基本功能得 8 分，每增加 1 项有效附加功能得 1 分，最多得 2 分
2	控制界面	a) 控制界面风格一致，画面显示主次分明，变量显示明了直观；相关变量控制组合得当，操作简单方便得 10 分，否则不得分； b) 界面采用中文语言，包括标签名的描述采用中文，得 10 分，否则不得分； c) 显示画面的分辨率，不低于 1920×1084，数据刷新频率不低于 10Hz，得 10 分，否则不得分； d) 字号可根据画面布局情况确定，但不同画面中的相同类型或级别的文字字号大小统一，得 10 分，否则不得分
3	操作友好性	a) 主控软件可根据用户需要任意选择需要的参数进行保存得 10 分，否则不得分； b) 主控软件能远程操控，并且对设备的控制指令可编辑入测试程序的测试工步中得 10 分，否则不得分
4	兼容性	a) 设备接口采用可快拆/换接口（含卡盘式、卡套式、螺压式等）得 10 分，否则不得分； b) 设备主控软件的程序包含自动运行程序、用户自行编辑测试工步程序得 10 分，否则不得分； c) 设备通讯接口应兼容被测空气压缩机控制器的通讯协议，至少支持控制器局域网（CAN）总线通讯和 RS485 两种通讯形式得 10 分，否则不得分

## 5.2 性能指标

性能指标包含准确性、可控性、稳定性和重复性，评分标准宜符合附录B。

## 5.3 安全性指标

### 5.3.1 电气安全

#### 5.3.1.1 接触电流

接触电流宜满足：

- 在正常工作条件下，设备接触电流应不大于 0.7mA（峰值）；
- 在单一故障条件下，设备接触电流应不大于 5mA（峰值）。

#### 5.3.1.2 介电强度

电源相、中连线与机壳间承受 1500 V、50 Hz 交流电压，历时 1 min 无击穿和飞弧现象。

#### 5.3.1.3 保护接地

保护接地电阻不大于 0.1 Ω。

### 5.3.2 结构安全

结构安全宜满足：

- 凡是造成伤害事故的运动部件均封闭或屏蔽，或采取其他避免操作人员接触的防护措施；
- 设备必须对可能因超负荷发生损害的部件设置超负荷保险装置；
- 设备机械结构部分根据需要设计可靠的限位装置。

### 5.3.3 机械安全

设备机械结构稳定可靠，在安装、调整及运行过程中，不会因为设备本身或被测件而产生结构变形、性能突变等情况，不会对操作人员及相关人员产生机械类损伤或危害。

### 5.3.4 功能安全

功能安全宜满足：

- a) 有分级报警功能，在设备参数、测试参数和被测件性能参数超过警告值后能够发出报警信号并采取相应的动作，报警信号包括软件界面故障信息日志以及声、光报警等，超过急停值后设备能进行紧急停机动作；
- b) 设备具备硬件、软件停机功能，可实现手动和自动停机。

5.3.5 安全性指标评分标准

安全性指标包含电气安全、结构安全、机械安全和功能安全，评分标准宜符合表3。

表 3 安全性指标评分标准

序号	指标项目	评分标准
1	电气安全	满足本文件 5.3.1 的电气安全指标，得 10 分，否则不得分
2	结构安全	满足本文件 5.3.2 的结构安全指标，得 10 分，否则不得分
3	机械安全	满足本文件 5.3.3 机械安全设计指标，得 10 分，否则不得分
4	功能安全	满足本文件 5.3.4 功能安全指标，得 10 分，否则不得分

5.4 服务指标

5.4.1 维修保养服务

供应商提供的维护保养服务宜满足：

- a) 设备关键部件的维修保养由国内工程师完成，维保人员具有较强的专业性，能进行设备远程故障诊断，能及时提供充足的备品备件，以保证维保工作的高效性；
- b) 当设备运行出现故障时，能在用户发出通知后 24 小时内给予响应，48 小时内有相关的技术人员抵达现场或采取能够有效实施的整改措施。

5.4.2 软件维护升级

供应商能够提供常规的系统软件维护、升级等服务（包括远程升级指导）。能够根据不同客户的需求和特性，提供定制化的软件升级服务，满足不同客户的需求。

5.4.3 服务指标评分标准

服务指标包含维修保养服务和软件维护升级，评分标准宜符合表4。

表 4 服务指标评分标准

序号	评价指标	评分标准
1	维修保养服务	a) 国内工程师能够完成设备关键部件的维修保养服务，能够进行设备远程故障诊断，能够提供充足的备品备件，得10分，否则不得分； b) 当设备运行出现故障时，供应商能在用户发出通知后24小时内给予响应，48小时内有相关的技术人员抵达现场或采取能够有效实施的整改措施，得10分，否则不得分
2	软件维护升级	a) 供应商能够提供系统软件的常规维护、升级等服务（包括远程升级指导）得10分，否则不得分； b) 能够根据不同客户的需求和特性，提供定制化的软件升级服务，得10分，否则不得分

5.5 国产化指标

5.5.1 针对燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的关键件清单（宜按照附录 C），需明确每类关键件的生产国别，知识产权属于中国或在境内设计及生产的关键件，认定为国产关键件。

5.5.2 知识产权属于国外或在境外设计及生产的配件，认定为进口关键件。同种类关键件国内外都有的，属进口关键件。

5.5.3 燃料电池发动机用空气压缩机测试设备关键件国产化率宜不低于 50%，且具有国产化仪器设备软件。关键件国产化率超过 90%，则可等同视为高自主国产化燃料电池发动机用空气压缩机测试设备。

5.5.4 国产化认定基于燃料电池发动机用空气压缩机测试设备关键件国产化率，具体评价方法见 7.3。

## 6 评价方法

### 6.1 试验环境条件

设备工作环境：

- a) 环境温度：-5℃~45℃；
- b) 气压：85 kPa~105 kPa；
- c) 湿度：10%~90% RH；
- d) 供电电源：三相五线制，220VAC±10%，50Hz±0.2Hz（或 380VAC±10%，50Hz±0.2Hz）；
- e) 无影响仪器使用的振动和电磁干扰；
- f) 室内无腐蚀性气体，有良好的通风装置。

### 6.2 基础性评价方法

#### 6.2.1 功能性评价

燃料电池发动机用空气压缩机测试设备连接空气压缩机后能正常运行，检查设备规格书或说明文件所包含的所有设备功能（包括各类传感器、自动及手动阀门、开关等）是否全部具备并正常使用；由上位机控制的设备功能，检查是否能通过上位机正确实现表1中的所有功能。

#### 6.2.2 操作友好性及控制界面评价

测试方法如下：

- a) 启动设备，通过上位机操控各非自动阀门，观察是否按操作命令正常开关；
- b) 在被动跟踪模式下，通过系统控制模块对空气压缩机电压、电流、转速、比例阀开度等参数进行设置，使空气压缩机分别运行在燃料电池发动机用空气压缩机测试设备最低功率、50%额定工况及额定工况三种工况，观察各路传感器是否能正确显示测试数据。

#### 6.2.3 兼容性评价

考察相关接口、软件程序及通讯方式是否满足 5.1.4 的指标。

### 6.3 性能评价方法

#### 6.3.1 准确性评价方法

准确性评价以具有CNAS资质的第三方计量/校准机构出具的校准证书作为评价依据。

#### 6.3.2 可控性评价方法

##### 6.3.2.1 空气压缩机转速控制精度测试

测试设备应配备用于测量空气压缩机主轴真实转速的转速传感器（如涡流传感器、激光转速计等），转速传感器安装位置应能真实反映空气压缩机叶轮的 actual 实际转速。具体试验方法如下：

- a) 通过测试设备控制空气压缩机，使其分别在怠速转速和额定转速 2 个工况点稳定运行不少于 5min；
- b) 使用转速传感器测试并记录空气压缩机电机轴的实际转速  $n_{actual}$ ，数据记录频率不低于 10 次/s；
- c) 同步记录空气压缩机控制器通过通讯总线反馈的转速值  $n_{report}$ ；
- d) 空气压缩机转速控制精度计算公示如下所示：

$$\Delta n = \pm |n_{actual} - n_{report}| \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$\Delta n$  ——测试设备的转速控制精度，r/min；

$n_{actual}$  ——空气压缩机电机轴实际转速，r/min；

$n_{\text{report}}$  ——空气压缩机控制器反馈转速, r/min;

e) 选取 5min 内差值的最大值作为转速控制精度。

### 6.3.2.2 冷却液流量控制精度测试

试验介质为燃料电池冷却液。参照物为针对该介质校准合格的流量传感器。具体试验方法如下:

a) 将流量传感器加装至燃料电池空气压缩机冷却液入口前端, 连接空气压缩机至测试设备, 并开启水泵, 检查各连接部位不应有漏液现象;

b) 按照制造商规定的操作规程启动测试设备及其热管理系统, 将冷却液温度调节为 $25^{\circ}\text{C}$ , 待冷却液温度稳定后, 开始测试;

c) 依次设定并调整冷却液目标流量至工作范围内最小值 $Q_{\text{min}}$ 、中间值 $(Q_{\text{max}}-Q_{\text{min}})/2$ 、最大值 $Q_{\text{max}}$ ;

d) 在每个流量点, 待系统完全稳定后, 开始记录基准流量计的数据。各流量点的有效数据记录时间应不少于30分钟;

e) 计算试验过程中的流量平均值 $Q_{\text{ave}}$ , 按照下式计算其与流量控制目标值 $Q_{\text{set}}$ 的相对误差 $\eta_Q$ :

$$\eta_Q = \pm \left| \frac{Q_{\text{ave}} - Q_{\text{set}}}{Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$\eta_Q$  ——测试设备的流量控制精度, %F.S.;

$Q_{\text{ave}}$  ——试验过程中的流量平均值, L/min;

$Q_{\text{set}}$  ——流量设定值, L/min;

$Q_{\text{max}}$  ——冷却液流量控制最大值, L/min;

$Q_{\text{min}}$  ——冷却液流量控制最小值, L/min;

### 6.3.2.3 冷却液温度控制精度测试

试验介质为燃料电池冷却液。参照物为针对该介质校准合格的高精度温度传感器。具体试验方法如下:

a) 将高精度温度传感器加装至燃料电池空气压缩机冷却液入口管路中, 连接空气压缩机至测试设备, 并开启水泵, 检查各链接部位不应有漏液现象;

b) 按照制造商规定的操作规程启动测试设备及其热管理系统, 将冷却液流量调节至额定值并保持稳定;

c) 依次设定并调整冷却液目标温度至工作范围内最小值 $T_{\text{min}}$ 、中间值 $(T_{\text{min}}+T_{\text{max}})/2$ 、最大值 $T_{\text{max}}$ 下稳定运行;

d) 在每个温度点, 待系统完全稳定后, 开始记录高精度温度传感器的数据。各温度点的有效数据记录时间应不少于30分钟;

e) 计算试验过程中温度平均值 $T_{\text{ave}}$ , 按照下式计算其与温度控制目标值 $T_{\text{set}}$ 的相对误差 $\Delta T$ :

$$\Delta T = \pm \left| T_{\text{ave}} - T_{\text{set}} \right| \quad (3)$$

式中:

$\Delta T$  ——测试设备的稳态温度控制精度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{\text{ave}}$  ——试验过程中的温度平均值,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{\text{set}}$  ——温度控制目标值,  $^{\circ}\text{C}$ 。

### 6.3.3 稳定性试验

设备不停机连续稳定运行 500 h, 监测其可控性指标, 均满足指标。

### 6.3.4 重复性试验

在同一实验室由同一操作人员, 在15日之内, 宜按本文件 6.3.2 重复进行3次试验。

## 6.4 安全性评价方法

### 6.4.1 电气安全试验

#### 6.4.1.1 接触电流试验

宜按GB/T 12113-2023中 6.1 规定的方法进行。

#### 6.4.1.2 介电强度试验

宜按GB/T 16935.1-2023 中 6.2 规定的方法进行。

#### 6.4.1.3 保护接地试验

宜按GB/T 24342-2009 中 6 规定的方法进行。

### 6.4.2 结构和机械安全评价

采用目测的方法评估设备内外部结构是否稳定、合理，相关指标宜满足本文件5.3.2和5.3.3的指标。

### 6.4.3 功能安全试验

测试方法如下：

- a) 电压超限报警功能：当燃料电池发动机用空气压缩机测试设备与空气压缩机相连并运行稳定时，外部给测试设备电压超限电信号，记录设备压力超限报警情况；
- b) 依次调节空气路进气压力及流量、冷却水路的进口温度和流量、使其低于和高于报警设定范围，记录设备报警情况。

### 6.5 服务指标评价方法

宜按本文件 5.4 服务指标，逐项对相关指标进行客观评价。

## 7 评价结果的评定

### 7.1 评价流程

燃料电池发动机用空气压缩机测试设备指标评价流程如下：

- a) 确定申请方提供资料，确定评价方案；
- b) 对指标试验项目进行逐条验证；
- c) 记录试验流程中的图像及数据采集的原始信息；
- d) 原始信息处理，得出结果；
- e) 将结果与评价项指标比对，进行加权打分；
- f) 得出等级评定结论。

### 7.2 产品应用等级

依据各指标评分标准，对每一级评价指标评分进行加权平均计算分数。按照不同级别的评价指标加权得分计算，最终形成燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的产品使用层面评定总分。

评定总得分宜按照式（4）和式（5）计算：

$$Q_n = T_n \times [U_1 \times (M_1 \times a_1 + \dots + M_x \times a_x) + \dots + U_y \times (M_1 \times a_1 + \dots + M_x \times a_x)] \dots \dots \dots (4)$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \dots \dots \dots (5)$$

式中：

- $a_x$ ——三级指标得分；
- $M_x$ ——第 x 个三级指标得分权重；
- $U_y$ ——第 y 个二级指标得分权重；
- $T_n$ ——第 n 个一级指标得分权重；
- $Q_n$ ——第 n 个一级指标得分；
- Q——燃料电池发动机用空气压缩机测试设备应用等级评定总得分。

根据评定总得分将燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的应用等级评定结果分为五个等级,宜符合表5。

表 5 应用等级评定

评定得分 (Q)	9≤Q≤10	8≤Q<9	7≤Q<8	6≤Q<7	Q<6
评定等级	一级	二级	三级	四级	五级

7.3 国产化应用等级评定

基于燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的关键件国产化率和产品应用等级得分情况,进一步综合性评价国产燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的国产化应用等级评定得分及国产化应用等级。

国产化应用等级评定得分宜按照式 (6) 和式 (7) 计算:

$$f(P) = \begin{cases} 1, & P > 0.9 \\ P, & 0.5 < P \leq 0.9 \\ 0, & 0 < P \leq 0.5 \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

$$A = f(P) \times Q \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- P——燃料电池发动机用空气压缩机测试设备关键件国产化率;
- Q——燃料电池发动机用空气压缩机测试设备应用等级评定得分;
- A——燃料电池发动机用空气压缩机测试设备国产化应用等级评定得分。

燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的国产化应用等级评定宜符合表6。

表 6 国产化应用等级评定

评定得分 (A)	8≤A≤10	6≤A<8	4≤A<6	2≤A<4	A<2
评定等级	一级	二级	三级	四级	五级

附 录 A  
(规范性)  
验证评价指标与权重表

表 A.1 给出了燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的各级验证评价指标与权重。

表 A.1 验证评价指标与权重

一级指标 ( $Q_n$ )	一级指标权重 ( $T_n$ )	二级指标	二级指标权重 ( $U_y$ )	三级指标	三级指标权重 ( $M_x$ )
基础性指标	0.1	功能性	0.25	试验功能	1
				控制界面风格	0.25
		控制界面	0.25	语言	0.25
				分辨率	0.25
				文字字号	0.25
				设备参数存储	0.5
		操作友好性	0.25	主控软件远程操控	0.5
				兼容性	0.25
		主控软件程序	0.3		
		通讯接口方式	0.3		
性能指标	0.5	准确性	0.3	空气压力测量精度	0.4
				空气温度测量精度	0.2
				空气流量测量精度	0.4
		可控性	0.3	转速控制精度	0.4
				冷却液流量控制精度	0.3
				冷却液温度控制精度	0.3
		稳定性	0.2	稳定性	1
		重复性	0.2	重复性	1
安全性指标	0.3	电气安全	0.25	接触电流	0.4
				介电强度	0.3
				保护接地	0.3
		结构安全	0.25	防护措施	0.4
				超负荷保险装置	0.3
		限位装置	0.3		
		机械安全	0.25	机械安全	1
		功能安全	0.25	分级报警	0.6
停机功能	0.4				
服务指标	0.1	维修保养服务	0.5	国内维修保养能力	0.5
				响应时间	0.5
		软件维护升级	0.5	常规软件维护、升级	0.5
				定制化软件升级	0.5

附 录 B  
(规范性)  
性能指标评分标准

表 B.1 给出了燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的性能指标评分标准。

表 B.1 性能指标评分标准

序号	二级指标	三级指标	评分标准	分值
1	准确性	空气压力测量精度	$\pm 0.2\%FS$	10
			$\pm 0.5\%FS$	7
			$\pm 0.7\%FS$	4
2		空气温度测量精度	$\pm 0.1^{\circ}C$	10
			$\pm 0.5^{\circ}C$	6
			$\pm 1^{\circ}C$	3
3		空气流量测量精度	$\pm 1\%FS$	10
			$\pm 3\%FS$	6
			$\pm 5\%FS$	3
4	可控性	转速控制精度	$\pm 100rpm$	10
			$\pm 300rpm$	6
			$\pm 500rpm$	3
5		冷却液流量控制精度	$\pm 1\% FS$	10
			$\pm 3\% FS$	6
			$\pm 5\% FS$	3
6		冷却液温度控制精度	$\pm 0.5^{\circ}C$	10
			$\pm 1^{\circ}C$	6
			$\pm 1^{\circ}C$ 以上	3
7	稳定性	稳定性	设备不停机连续稳定运行500 h, 其可控性指标均为10分	10
			设备不停机连续稳定运行500 h, 其有1项及以上可控性指标不为10分	4
8	重复性	重复性	可控性测试结果偏差不超过 5%	10
			可控性测试结果偏差超过 5%	5

附 录 C  
(规范性)  
关键件清单

表 C.1 给出了燃料电池发动机用空气压缩机测试设备的关键件清单。

表 C.1 关键件清单

序号	名称	备注
1	高压电源	核心能源供给装置，属于核心件
2	低压电源	
3	空气质量流量传感器	影响各参量测试精度，属于核心传感器
4	压力传感器	
5	温度传感器	
6	电磁阀或气动阀	控制气体/流体的自动化的基础元件
7	比例阀	
8	循环泵	控制冷却液循环，属于核心件
9	换热器	内外冷却回路热量交互，属于热管理系统关键件
10	冷却液箱	储存冷却液的基础元件
11	上位机软件	下达试验命令、数据处理及信号通信，属于核心件
12	可编程逻辑控制器（PLC）控制系统	
13	通信模块	

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
  - [2] GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
  - [3] GB/T 12325-2008 电能质量 供电电压偏差
  - [4] GB/T 24554-2022 燃料电池发动机性能试验方法
  - [5] T/CECA-G 0125—2021 质量分级及“领跑者”评价要求 车用燃料电池发动机
  - [6] T/CECA-G 0268—2023 质量分级及“领跑者”评价要求 燃料电池发动机用空气压缩机
  - [7] QC/T 1207-2024 燃料电池发动机用空气压缩机
  - [8] GB/T 33978-2017 道路车辆用质子交换膜燃料电池模块
  - [9] RB/T 160-2017 分析化学仪器设备验证与综合评价指南
-