



中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJF (轻工) XXX-XXXX

家用制冷器具性能测试装置校准规范

Calibration Specification for Testing Equipments of Household

Refrigerating Appliance

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

家用制冷器具性能测试 装置校准规范

Calibration Specification for

Testing Equipments of Household

Refrigerating Appliance

JJF（轻工）XXX—XXXX

归口单位：中国轻工业联合会

主要起草单位：中国家用电器研究院

北京中家智锐智能装备科技有限公司

中家院（北京）检测认证有限公司

参加起草单位：江苏中科君达物联网股份有限公司

青岛海尔电冰箱股份有限公司

本规范由主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

吴嘉宝（中国家用电器研究院）

汪 超（北京中家智锐智能装备科技有限公司）

杨 双〔中家院（北京）检测认证有限公司〕

参加起草人：

周绪杰（海信冰箱有限公司）

李立顺（江苏中科君达物联网股份有限公司）

汪亮兵（北京中家智锐智能装备科技有限公司）

谢海兵〔中家院（北京）检测认证有限公司宁波分公司〕

目 录

引言.....（Ⅱ）

1 范围.....（1）

2 引用文件.....（1）

3 术语.....（1）

4 概述.....（1）

5 计量特性.....（2）

6 校准条件.....（2）

6.1 环境条件.....（2）

6.2 测量主要标准器.....（3）

7 校准项目和校准方法.....（4）

7.1 校准项目.....（4）

7.2 校准方法.....（5）

8 校准结果表达.....（15）

9 复校时间间隔.....（16）

附录 A 校准结果不确定度评定示例（参考件）.....（17）

附录 B 校准原始记录格式（参考件）.....（21）

附录 C 校准证书内页格式（参考件）.....（29）

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2018《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范是对 JJG (轻工) 98-1993 《家用制冷器具检测装置 II 检定规程》的修订。

与 JJG (轻工) 98-1993 相比有较大的改动, 很多条款在文字上做了修改, 规范的结构也有进一步优化, 对一些校准方法也有更详细的阐述。除编辑性修改外, 本规范主要变化如下:

- 规范名称更改为《家用制冷器具性能测试装置校准规范》;
- 修改了温度误差、温度不均匀性、温度波动度、湿度误差、湿度波动度的计算方法;
- 增加了铂电阻和热电偶温度、湿度、电参数(交流电压、电流、功率、频率、功率因数、电能、失真度)、照度的计量特性要求和校准方法;
- 增加了报警器功能检查的测试项目;
- 增加了对装置试验平台有或无时, 试验工况温度湿度的测量点布点要求和建议;
- 建议复校时间间隔更改为一年;
- 增加了温度、湿度误差校准结果不确定度分析。

本规范的附录 A“校准结果不确定度评定示例(参考件)”、附录 B“校准原始记录格式(参考件)”、附录 C“校准证书内页格式(参考件)”均为资料性附录。

本规范所代替规范的历次版本发布情况:

- JJG (轻工) 98-1993《家用制冷器具检测装置 II 检定规程》。

家用制冷器具性能测试装置校准规范

1 范围

本规范适用于家用电冰箱/柜性能测量装置的校准，家用电冰箱/柜抽样试验室、商用电冰箱/柜性能测量装置等相同原理的其他测量装置也可参考使用。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 596 电子式交流电能表检定规程

JJG 693 可燃气体检测报警器检定规程

JJG 882 压力变送器检定规程

JJF 1076 数字式温湿度计校准规范

JJF 1262 铠装热电偶校准规范

JJF 1366 温度数据采集仪校准规范

JJF 1472 过程仪表校验仪校准规范

JJF 1491 数字式交流电参数测量仪校准规范

JJF 1597 直流稳定电源校准规范

GB/T 8059 家用和类似用途制冷器具

GB/T 22759 家用和类似用途的制冷器具可靠性试验方法

JB/T 7244 冷柜

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

GB/T 8059、GB/T 22759、JB/T 7244 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

4 概述

家用制冷器具性能测试装置（以下简称“测试装置”）是一种集成了多种物理参数的综合测量系统，主要用于测试制冷器具的温度、相对湿度、交流电压、交流电流、交流功率、频率、功率因数、电能（耗电量）、压力等参数，通过空气处理机组和水处理等系统为被测制冷器具提供稳定的试验工况，包括试验工况温度、相对湿度、风速、照度等参数。通常配有温

湿度测量系统、电参数测量系统、压力测量系统、试验工况测量系统、试验电源系统等，主要计量仪器包括工业铂热电阻、热电偶、湿度传感器、数字功率计、压力变送器、电源等。

5 计量特性

校准项目技术要求见表 1。

表 1 测量范围和技术要求

项目		测量范围	技术要求
铂电阻温度		(-60~100)℃	±0.3℃
热电偶温度		T型：(-80~300)℃ K型：(-40~300)℃	T型：±0.5℃ K型：±1.5℃
湿度		(10~95)%RH	±5.0%RH
交流电压		(0.1~300)V	±0.5%
交流电流		(0.001~20)A	±0.5%
交流功率		(0.01~4000)W	±0.5%
频率		(45~65)Hz	±0.1Hz
功率因数		-1.00~1.00	±0.01
电能		(0.1~10)kWh	1.0级
压力		(0~6)MPa	0.5级
试验工况温度	误差	——	±0.5℃
	水平不均匀性	——	±0.5℃
	垂直不均匀性	——	±0.5℃/m
	波动度	——	±0.5℃
试验工况湿度	误差	——	±5%RH
	波动度	——	±3%RH
试验工况照度		——	(600±100) lx
试验工况风速*		——	≤0.25m/s
试验电源	交流电压	(0.1~300)V	±1%
	频率	(45~65)Hz	±1%
	失真度	——	≤3%
报警器功能检查*	示值误差	——	±5%FS
	重复性	——	±2%
	报警误差	——	±10%
	响应时间（扩散式）	——	≤60s
	响应时间（吸入式）	——	≤30s

注：

1. 以上所有指标不用于合格性判别，仅供参考。
2. 带“*”为测试项目，可根据需要选测。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度：(15~35)℃。

6.1.2 相对湿度： $\leq 75\%$ 。

6.1.3 大气压力： $(86\sim 106)$ kPa。

6.1.4 供电电源：电压 (220 ± 22) V，频率 (50 ± 0.5) Hz。

6.1.5 当校准用设备对环境条件另有要求时，应满足其规定要求。

6.2 标准器及其他设备

校准所用标准器及其他设备见表2。

表 2 主要校准设备一览表

序号	仪器、设备名称	技术要求
1	标准铂电阻温度计	二等及以上等级
2	电测设备	测量范围与标准铂电阻相适应； 0.005 级
3	恒温槽	控温范围与被校温度测量系统相适应； 均匀性不超过 0.05°C ，波动性不超过 $0.10^{\circ}\text{C}/10\text{min}$
4	温度校验仪	温度模拟信号输出范围覆盖热电偶信号采集系统的测量范围； 最大允许误差： $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$
5	湿度发生器	控温范围与被校湿度传感器相适应； 测量腔均匀性不超过 $\pm 1.0\%\text{RH}$ ，测量腔稳定性不超过 $\pm 0.5\%\text{RH}$
6	功率标准表或 功率标准源	各项参数指标输出覆盖被校电参数测量系统测量范围 0.1 级及以上等级
7	压力校验仪	压力测量覆盖被校压力测量系统测量范围； 0.05 级及以上等级
8	温湿场测量记录装置	各项参数指标测量覆盖被校测量系统测量范围； 温度优于 $l=0.10^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)； 相对湿度优于 $l=1.6\%\text{RH}$ ($k=2$)
9	照度计	照度测量覆盖被校测量系统测量范围； 准确度等级 1 级
10	数字式风速计	风速测量覆盖被校风速测量系统测量范围； MPE： $\pm (0.03\text{m/s}+5\%\text{测量值})$
11	电能质量分析仪	总谐波失真测量覆盖被校测量系统测量范围
12	报警器校验装置	气体标准物质扩展不确定度优于 2% ($k=2$)； 流量控制器准确度等级不低于 4 级； 秒表最大允许误差 $\pm 1\text{s/h}$

注：除上表规定的标准器外，也可使用其他符合要求的计量器具作为标准器。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

测量装置校准项目见表 3。

表 3 校准项目

测量系统	计量特性		校准方法条款
温湿度测量系统	铂电阻温度		7.2.2.2
	热电偶温度		7.2.2.3
	湿度		7.2.2.4
电参数测量系统 (单相或多相中的一相)	交流电压		7.2.3.2 a)
	交流电流		7.2.3.2 b)
	交流功率		7.2.3.2 c)
	频率		7.2.3.2 d)
	功率因数		7.2.3.2 e)
	电能		7.2.3.2 f)
压力测量系统	压力		7.2.4.2
试验工况测量系统	温度	误差	7.2.5.3 a)
		水平不均匀性	7.2.5.3 b)
		垂直不均匀性	7.2.5.3 b)
		波动度	7.2.5.3 c)
	湿度	误差	7.2.5.3 d)
		波动度	7.2.5.3 e)
	照度		7.2.5.4
	风速		7.2.5.5
试验电源系统 (单相或多相中的一相)	交流电压		7.2.6.1
	频率		7.2.6.1
	失真度		7.2.6.2
报警器测量系统	示值误差		7.2.7.1
	重复性		7.2.7.2
	报警误差		7.2.7.3
	响应时间		7.2.7.4

7.2 校准方法

7.2.1 校准前外观检查和功能性检查

被校测试装置外观应整洁完好，无影响装置计量性能和安全性能的机械损伤；铭牌上应清晰标明装置名称、规格型号、制造厂名（或商标）、出厂编号、出厂日期等信息；各种开关、按键灵活可靠；有接地及接地标志。

通电检查，被校测试装置电气工作性能正常，显示装置应显示清晰、完整正确。有自检功能的装置自检应能正常通过。

7.2.2 温湿度测量系统

7.2.2.1 校准点确定

应根据实际温度、湿度测量范围合理确定校准范围和校准点：铂电阻温度校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于3个；热电偶温度校准点原则上应覆盖测量范围且不少于5个；湿度校准点原则上应覆盖测量范围且不少于3个，常用的校准点可为在温度20℃或25℃下进行；必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.2.2 铂电阻温度校准步骤

参照 JJF 1366-2012 温度数据采集仪校准规范对铂电阻温度进行校准。

1) 将标准铂电阻温度计与被校温度测量系统的温度传感器同时插入恒温槽内，插入深度一般不小于100mm，并处于相同有效温度区域内，如图1所示。

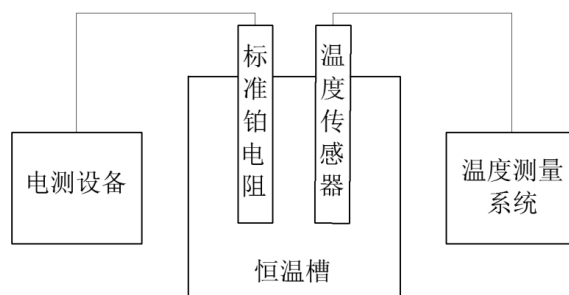


图1 温度测量系统校准示意图

2) 将恒温槽设定至校准点并待其足够稳定，且标准铂电阻读数与校准点偏差不超过 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 后，读取标准铂电阻温度计和被校温度测量系统示值。读数过程中标准铂电阻温度计温度值读数保留小数位数应比温度测量系统读数保留小数位数多一位。

3) 待所有校准点完成后，现场将校准结果或修正系数写入温度测量系统，并至少选取2至3个校准点进行验证。

用标准铂电阻温度计读取恒温槽中的实际温度 $T_{\text{铂B}}$ ，被校温度测量系统的温度传感器显示的温度为 $T_{\text{铂X}}$ ，温度示值误差按公式（1）计算：

$$\Delta T_{\text{铂}} = T_{\text{铂 X}} - T_{\text{铂 B}} \quad (1)$$

式中：

$\Delta T_{\text{铂}}$ ——铂电阻温度示值误差，℃；

$T_{\text{铂 X}}$ ——铂电阻温度显示值，℃；

$T_{\text{铂 B}}$ ——标准铂电阻温度计电阻值换算为温度的测得值，℃。

7.2.2.3 热电偶温度测量系统校准步骤

对于不更换热电偶传感器的通道，校准方法可参照 7.2.2.2。

参照 JJF 1262-2010 铠装热电偶校准规范、JJF 1472—2014 过程仪表校验仪校准规范对热电偶信号测量系统进行校准。

1) 使用铜导线将温度校验仪输出端与热电偶接线盘上的接线端子连接。如图 2 所示，关闭校验仪的参考端温度自动补偿功能，并设置为热电偶信号输出模式。

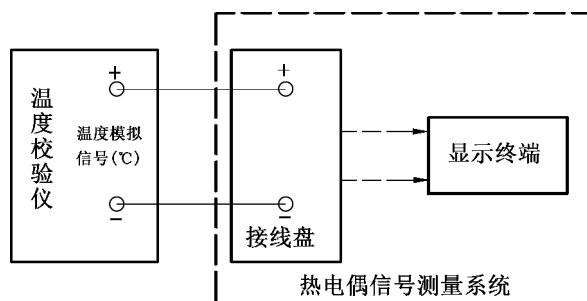


图 2 热电偶测量系统校准示意图

2) 将温度校验仪调节至需要的热电偶信号类型，并依次输出校准点，待热电偶信号测量系统读数足够稳定后，读取温度校验仪输出值和热电偶测量值。

温度校验仪的温度设定值为 T_B ，被校温度测量系统的温度显示值为 T_X ，温度示值误差按公式（2）计算：

$$\Delta T_{\text{热}} = T_{\text{热 X}} - T_{\text{热 B}} \quad (2)$$

式中：

$\Delta T_{\text{热}}$ ——热电偶温度示值误差，℃；

$T_{\text{热 X}}$ ——热电偶温度显示值，℃；

$T_{\text{热 B}}$ ——温度校验仪的温度设定值，℃。

7.2.2.4 湿度传感器湿度校准步骤

参照 JJF1076-2020 数字式温湿度计校准规范对湿度传感器进行校准。

1) 将被校湿度测量系统的湿度传感器放入湿度发生器的测试腔，并密封传感器与测试腔的连接处。

2) 校准时，先设定湿度发生器的温度值，一般为 20℃或 25℃，当温度平衡后，再设定湿度发生器的湿度值，一般校准点按照低湿到高湿的顺序进行。待温湿度稳定后，读取湿度

发生器示值 H_B 及被校湿度测量系统的示值 H_X ，湿度示值误差按公式（3）计算：

$$\Delta H = H_X - H_B \quad (3)$$

式中：

ΔH ——湿度示值误差，%RH；

H_X ——湿度显示值，%RH；

H_B ——湿度发生器测得值，%RH。

7.2.3 电参数测量系统

7.2.3.1 校准点确认

应根据实际电参数测量范围合理确定校准范围和校准点，校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于 5 个，对于三相功率测量系统可按照单相校准要求逐相进行。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.3.2 校准步骤

参照 JJF 1491-2014 数字式交流电参数测量仪校准规范、JJG 596-2012 电子式交流电能表检定规程，采用功率标准表法和功率标准源法对电参数测量系统进行校准。

1) 当使用功率标准表法进行校准时：

将标准功率表、负载连接至被校电参数测量系统的实际负载接线端，并确保各部件外壳与地电位连接，如图 3 所示。

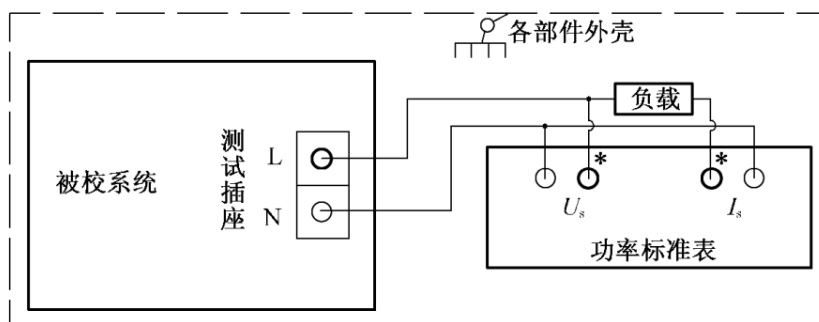


图 3 功率标准表法校准示意图

注：图中*为同名端。

按照功率渐升顺序，依次平稳地将负载调整至校准点，同时读取标准功率表和被校电参数测量系统的交流电压、交流电流、交流功率、频率、功率因数和电能示值。

2) 当使用功率标准源法进行校准时：

将被校功率计的测量端与测试装置断开，然后与功率标准源的对应端子连接，并确保各部件外壳与地电位连接，如图 4 所示。

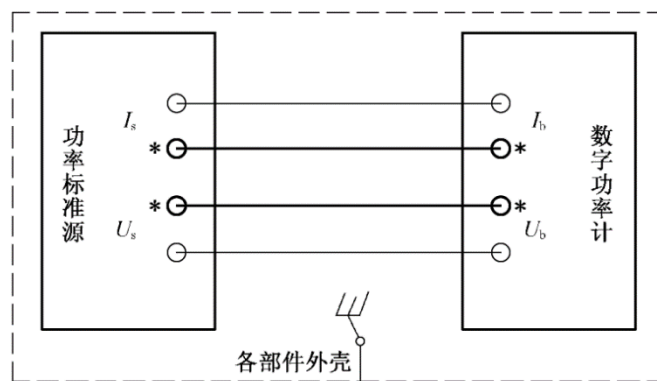


图4 功率标准源法校准示意图

注：图中*为同名端。

按照功率渐升顺序，依次平稳地将功率标准源调整至校准点并待其足够稳定，读取功率标准源和被校电参数测量系统的交流电压、交流电流、交流功率、频率、功率因数和电能示值。

a) 被校电参数测量系统交流电压示值误差按公式（4）计算：

$$\Delta U = U_X - U_B \quad (4)$$

式中：

ΔU ——被校电参数测量系统交流电压示值误差，V；

U_X ——被校电参数测量系统交流电压显示值，V；

U_B ——交流电压标准值，V。

b) 被校电参数测量系统交流电流示值误差按公式（5）计算：

$$\Delta I = I_X - I_B \quad (5)$$

式中：

ΔI ——被校电参数测量系统交流电流示值误差，A；

I_X ——被校电参数测量系统交流电流显示值，A；

I_B ——交流电流标准值，A。

c) 被校电参数测量系统交流功率示值误差按公式（6）计算：

$$\Delta P = P_X - P_B \quad (6)$$

式中：

ΔP ——被校电参数测量系统交流功率示值误差，W；

P_X ——被校电参数测量系统交流功率显示值，W；

P_B ——交流功率标准值，W。

d) 被校电参数测量系统频率示值误差按公式（7）计算：

$$\Delta f = f_X - f_B \quad (7)$$

式中：

Δf ——被校电参数测量系统频率示值误差，Hz；

f_X ——被校电参数测量系统频率显示值, Hz;

f_B ——频率标准值, Hz。

e) 被校电参数测量系统功率因数示值误差按公式 (8) 计算:

$$\Delta PF = PF_X - PF_B \quad (8)$$

式中:

ΔPF ——被校电参数测量系统功率因数示值误差;

PF_X ——被校电参数测量系统功率因数显示值;

PF_B ——功率因数设定值。

f) 被校电参数测量系统电能示值误差按公式 (9) 计算:

$$\Delta W = W_X - W_B \quad (9)$$

式中:

ΔW ——被校电参数测量系统电能示值误差, Wh或kWh;

W_X ——被校电参数测量系统电能显示值, Wh或kWh;

W_B ——电能标准值, Wh或kWh。

7.2.4 压力测量系统

7.2.4.1 校准点确定

应根据实际压力测量范围合理确定校准范围和校准点, 校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于 5 个, 必要时, 可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.4.2 压力校准步骤

参照 JJG 882-2019 压力变送器检定规程对压力测量系统进行校准。

1) 将压力标准器置于被校压力变送器相同的高度, 并连接标准器的输出端和被校准表输入端。

2) 校准时, 按照升压、降压顺序, 依次平稳地将压力发生器调整至校准点并待其足够稳定, 读取压力标准器标准表和被校压力测量系统示值。校准所使用的工作介质应为洁净、无腐蚀性的气体。压力标准器标准表示值 $P_{\text{压力B}}$ 和压力测量仪显示值 $P_{\text{压力X}}$, 计算测量误差较大值为该校准点的示值误差, 压力示值误差按公式 (10) 计算:

$$\Delta P_{\text{压力}} = P_{\text{压力X}} - P_{\text{压力B}} \quad (10)$$

式中:

$\Delta P_{\text{压力}}$ ——压力示值误差, kPa或MPa;

$P_{\text{压力X}}$ ——压力测量仪显示值, kPa或MPa;

$P_{\text{压力B}}$ ——压力标准器标准表示值, kPa或MPa。

7.2.5 试验工况测量系统

7.2.5.1 试验工况温度和湿度校准点确定

应根据实际环境温度使用范围合理确定校准范围和校准点，校准点原则上应覆盖测量范围且不少于 3 个，必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.5.2 试验工况温度和湿度测量点的数量和位置

1) 当测试装置有试验平台时，应先清空测试样品及杂物，测试点的位置应布放在测量装置内的 3 个校准面上，即上、中、下 3 层，下层为距离试验室地面上方 0.05m 处，平行于底面的校准工作面；中层为距离试验室地面上方 1.05m 处平行于底面的校准工作面；上层为距离试验室地面上方 2.05m 处，平行于顶部的校准工作面。

以测试装置有 6 个试验平台为例，温度测试点为 11 个，湿度测试点为 1 个，即上层布温度点 1 个，位于上层校准平面中心位置；中层温度布点 9 个湿度布点 1 个，其中 4 个温度点布点位置为相邻两个试验平台中心点连线得 1/2 处，另外 4 个温度点在台位一侧靠近试验室墙壁，布点位置为距离试验平台侧面不大于 0.3m 处，且布点位置距离后隔板深度不小于 0.3m，还有 1 个温度湿度点位于中层校准平面中心位置；下层布温度点 1 个，位于下层校准平面中心位置。所有布点与任何隔板或固定装置的间隙至少 25mm，如图 5 所示：

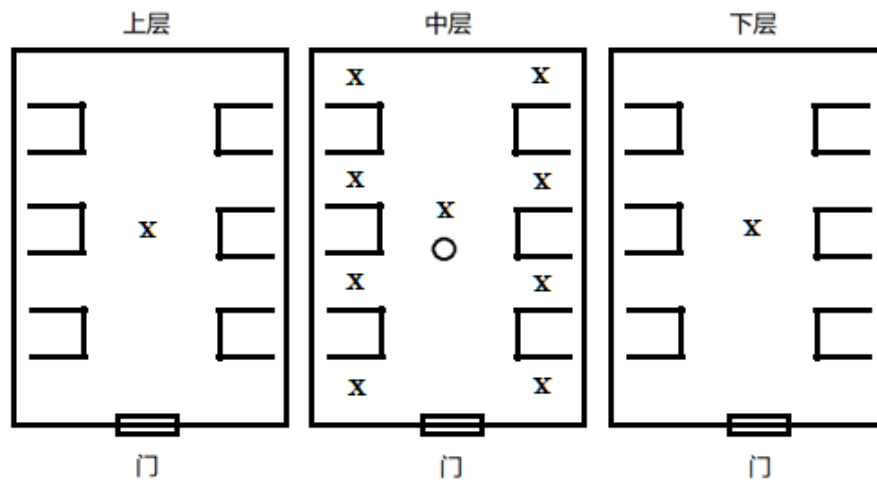


图 5 有试验平台时测试装置温度湿度布点示意图

当测试装置制冷器具试验平台大于 6 个时，依据上述布点规则进行布点，上层和下层布点不变。

2) 当测试装置无试验平台时，应先清空测试样品及杂物，测试点的位置应布放在测量装置内的 3 个校准面上，即上、中、下 3 层，下层为距离试验室地面上方 0.05m 处，平行于底面的校准工作面；中层为距离试验室地面上方 1.05m 处平行于底面的校准工作面；上层为距离试验室地面上方 2.05m 处，平行于顶部的校准工作面。

温度测试点为 11 个，湿度测试点为 1 个，即上层布温度点 1 个，位于上层校准平面中心位置；中层温度布点 9 个湿度布点 1 个，其中 8 个温度布点均匀分布在试验室两侧距离装置侧壁不小于 0.3m 处，还有 1 个温度湿度点位于中层校准平面中心位置；下层布温度点 1 个，位于下层校准平面中心位置。所有布点与任何固定装置的间隙至少 25mm，如图 6 所示：

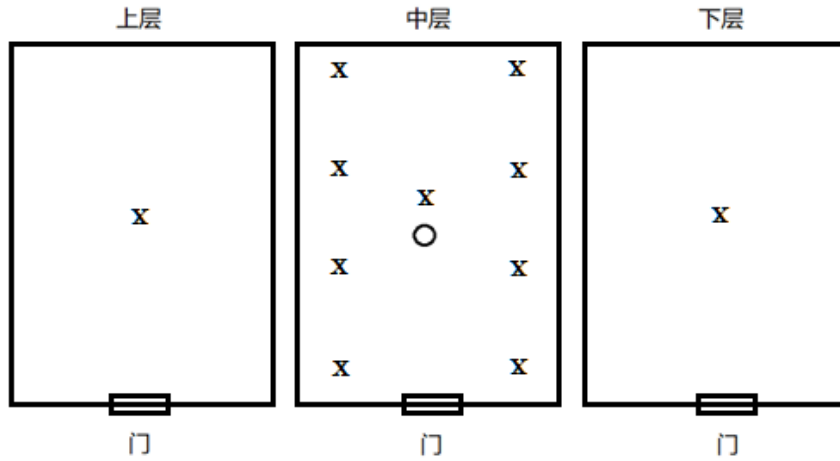


图 6 无试验平台时测试装置温度湿度布点示意图

对于内部结构非规则、长宽高特殊的测试装置，可根据装置的内部结构或者使用方的使用需求增加测量点数量。

7.2.5.3 试验工况温度和湿度校准步骤

将测试装置内的温、湿度控制器设定到指定工况，待试验室内温湿度达到稳定状态后，开始记录各测量点的温湿度值。每 2min 记录所有测试点的温、湿度一次，在 30min 内共测试 16 次。也可根据客户的使用需求确定记录时长或间隔时间。

a) 温度误差计算

温度误差按公式（11）、（12）计算：

$$\Delta t = t_s - t_{\max} \quad (11)$$

$$\text{其中：} t = \sum_{i=1}^m t_i / m \quad (12)$$

式中：

Δt ——温度误差，℃；

t_s ——被校测试装置设定温度，℃；

t_{\max} ——规定时间内 n 次测量中 t 偏离设定温度 t_s 的最大值，℃；

t ——试验平台两侧各测量点第 i 次测量 m 个点的平均值，℃；

t_i ——试验平台两侧各点温度，℃；

m ——中层校准面试验平台两侧各测量温度点数量；

n ——规定时间内测试次数。

b) 温度水平、垂直方向不均匀性计算

温度水平不均匀性按公式 (13) 计算:

$$\Delta t_f = \sum_{i=1}^n (t_{i \max} - t_{i \min}) / n \quad (13)$$

式中:

Δt_f ——温度水平不均匀性, °C;

$t_{i \max}$ —— m 个测量点在第 i 次测得的最高温度, °C;

$t_{i \min}$ —— m 个测量点在第 i 次测得的最低温度, °C;

m ——中层校准面试验平台两侧各测量温度点数量;

n ——测量次数。

温度垂直不均匀性按公式 (14) 计算:

$$\Delta t_t = |\max(t_x - t_y)| \quad (14)$$

式中:

Δt_t ——温度垂直不均匀性, °C/m;

$\max(t_x - t_y)$ ——三个校准面中心位置温度布点相邻点之间温差最大值, °C/m。

c) 温度波动度计算

温度波动度按公式 (15) 计算:

$$\Delta t_f = \pm \max[(t_{j \max} - t_{j \min}) / 2] \quad (15)$$

式中:

Δt ——温度波动度, °C;

$t_{j \max}$ ——测量点 j 在 n 次测量中的最高温度, °C;

$t_{j \min}$ ——测量点 j 在 n 次测量中的最低温度, °C;

n ——测量次数。

d) 湿度误差计算

湿度误差按公式 (16) 计算:

$$\Delta h = h_s - h_{\max} \quad (16)$$

式中:

Δh ——湿度误差, %RH;

h_s ——被校测试装置设定湿度, %RH。

h_{\max} ——规定时间内 n 次测量中 h 偏离设定湿度 h_s 的最大值, %RH;

n ——规定时间内测试次数。

e) 湿度波动度计算

湿度波动度按公式 (17) 计算:

$$\Delta h_f = \pm \max[(h_{j \max} - h_{j \min}) / 2] \quad (17)$$

式中:

Δh_f ——湿度波动度, %RH;

$h_{j \max}$ ——测量点 j 在 n 次测量中的最高湿度, %RH;

$h_{j\min}$ ——测量点 j 在 n 次测量中的最低湿度，%RH。

7.2.5.4 试验工况照度校准步骤

按照图 5 或图 6 中层校准面温度布点位置对照度进行测量，距离地面 0.8 米，在同一水平面上进行测量。测量中不能产生人为的遮挡；测量时，照度计的感光平面应水平放置，测量该点上的垂直照度；记录每个测量点上的垂直照度值，每个点重复测量三次，取 3 次平均值为当前位置照度值。

7.2.5.5 试验工况风速测试步骤

按照图 5 或图 6 中层校准面温度布点位置对风速进行测量，在测量位置依照风速的流动方向进行测量，每个点重复测量三次，取 3 次平均值为当前位置风速值。

7.2.6 试验电源系统

参照 JJF 1597-2016 直流稳定电源校准规范对试验工况电源系统进行校准。

7.2.6.1 交流电压和频率校准

对交流电压校准点进行选择，校准点应在被校电源的测量范围的 10%~100%均匀选取，一般情况均匀选取至少 5 个校准点，对于三相电源可按照单相电源校准要求逐相进行。频率校准点一般为 50Hz、60Hz。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

a) 空载交流电压校准：切断电源输出至试验室的全部线路，将标准器电能质量分析仪电压和电流测试线连接至电源输出端相应位置，启动被校准电源，测试频率调至 50Hz 或 60Hz，改变输出电压使其值至校准点，同时读取标准器电压示值和被校电源电压显示值。

b) 带载交流电压校准：切断电源输出至试验室的全部线路，将标准器电能质量分析仪电压和电流测试线连接至电源输出端相应位置，启动被校准电源，测试频率调至 50Hz 或 60Hz，调节输出电压，使输出电压为校准点，改变模拟负载，使模拟负载分别为满负荷的 10%、50%、100%，同时读取标准器示值和被校电源电压显示值。

被校电源交流电压示值误差按公式（18）计算：

$$\Delta U_{\text{电源}} = U_{\text{电源X}} - U_{\text{电源B}} \quad (18)$$

式中：

$\Delta U_{\text{电源}}$ ——被校电源交流电压输出示值误差，V；

$U_{\text{电源X}}$ ——被校电源电压显示值，V；

$U_{\text{电源B}}$ ——校准电源用标准器电压标准值，V。

c) 频率校准：切断电源输出至试验室的全部线路，将标准器电能质量分析仪电压测试线连接至电源输出端，启动被校准电源，测试频率调至 50Hz 或 60Hz，输出电压调至 220V，同时读取标准器频率示值和被校电源频率显示值。

被校电源频率示值误差按公式 (19) 计算:

$$\Delta f_{\text{电源}} = f_{\text{电源X}} - f_{\text{电源B}} \quad (19)$$

式中:

$\Delta f_{\text{电源}}$ ——被校电源频率示值误差, Hz;

$f_{\text{电源X}}$ ——被校电源频率显示值, Hz;

$f_{\text{电源B}}$ ——校准电源用标准器频率设定值, Hz。

7.2.6.2 失真度校准

a) 空载失真度校准: 切断电源输出至试验室的全部线路, 将标准器电能质量分析仪电压和电流测试线连接至电源输出端相应位置, 启动被校准电源, 测试频率调至 50Hz 或 60Hz, 改变输出电压使其值至校准点, 读取标准器失真度的显示值。

b) 带载失真度校准: 切断电源输出至试验室的全部线路, 将标准器电能质量分析仪电压和电流测试线连接至电源输出端相应位置, 启动被校准电源, 测试频率调至 50Hz 或 60Hz, 调节输出电压, 使输出电压为校准点, 改变模拟负载, 使模拟负载分别为满负荷的 50%、100%, 读取标准器失真度的显示值。对于三相电源可按照单相电源校准要求逐相进行。

7.2.7 报警器测量系统

参照 JJG 693-2011 可燃气体检测报警器检定规程对报警器测量系统进行功能检查。

7.2.7.1 示值误差校准

报警器测量系统通电预热稳定后, 按说明书技术要求的流量, 分别通入零点气体和浓度约为满量程 60% 的标准气体, 调整仪器的零点和示值。然后分别通入浓度约为满量程 10%、40%、60% 的标准气体, 记录被校准报警器测量系统示值。每点重复测量 3 次, 取算术平均值作为系统的示值。被校报警器测量系统示值误差按公式 (20) 计算:

$$\Delta C = (\overline{C_X} - C_B) / R \times 100\% \quad (20)$$

式中:

ΔC ——被校报警器测量系统示值误差;

$\overline{C_X}$ ——被校报警器测量系统取 3 次测量的算术平均值;

C_B ——标准气体的标准值;

R ——被校报警器测量系统满量程。

7.2.7.2 重复性

报警器测量系统预热稳定后, 在正常的工作条件下, 通入零点气体校准仪器零点, 再通入浓度约为满量程 40% 的标准气体, 记录被校准系统稳定示值 C_i , 重复上述操作 6 次, 计算标准偏差为重复性。被校报警器测量系统重复性按公式 (21) 计算:

$$s = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (C_i - \bar{C})^2}{5}} \times 100\% \quad (21)$$

式中:

s ——被校报警器测量系统重复性;

\bar{C} ——被校报警器测量系统取6次测量的算术平均值;

C_i ——第*i*次的测量值。

7.2.7.3 报警误差的测试

对报警器测量系统通入大于 1.1 倍报警设定点浓度的标准气体, 记录被校准系统的报警值。重复测量 3 次, 取 3 次的算术平均值作为被校准系统的报警值。

被校报警器测量系统报警误差按公式 (22) 计算:

$$\Delta A = (\bar{A} - A)/A \times 100\% \quad (22)$$

式中:

ΔA ——被校报警器测量系统报警误差;

\bar{A} ——被校报警器测量系统取3次测量的算术平均值;

A ——被校报警器测量系统的报警设定值。

7.2.7.4 响应时间的测试

报警器测量系统在正常工作条件下, 通入零点气体校准系统零点后, 再通入浓度约为满量程 40%的标准气体, 读取稳定示值, 停止通气, 让被校准系统回到零点。再通入上述标准气体, 同时启动秒表, 待示值升至稳定值的 90%时, 停止计时, 记下秒表显示的时间。按上述操作方法重复 3 次, 取 3 次的算术平均值作为被校准系统的响应时间。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映, 校准证书应至少包括以下信息:

a) 标题: “校准证书”;

b) 实验室名称和地址;

c) 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);

d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;

e) 客户的名称和地址;

f) 被校对象的描述和明确标识;

g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;

h) 如果与校准结果的有效性应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;

- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由测试装置的使用情况、使用者、检测装置本身质量等诸多因素所决定的，因此，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准结果不确定度评定示例（参考件）

A.1 温度误差测量结果不确定度评定

A.1.1 测量模型

温度误差测量模型见公式（A.1）：

$$\Delta t = t_s - t_{\max} \quad (\text{A.1})$$

式中：

Δt ——温度误差，℃；

t_s ——被校测试装置设定温度，℃；

t_{\max} ——规定时间内测量中 t 偏离设定温度最大值，℃。

灵敏度系数：

$$c_{t_s} = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_s} = 1; \quad c_{t_{\max}} = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_{\max}} = -1$$

A.1.2 不确定度来源分析

根据测量模型列出各个不确定度分量的来源，见表 A.1。

表 A.1 不确定度来源

不确定度来源	符号
测量重复性引入的标准不确定度	u_1
标准器准确度引入的标准不确定度	u_2
标准器年稳定性引入的标准不确定度	u_3

A.1.3 温度误差测量重复性引入的标准不确定度 u_1

对温度为 23℃、湿度为 30%RH 的测试装置各测量点做 16 次独立重复测量，取各测量点规定时间内测量的最高温度，重复测量 10 次，测量结果见表 A.2。

表 A.2 10 次重复测量结果

次 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量结果/(℃)	0.22	0.18	0.26	0.33	0.35	0.37	0.35	0.31	0.23	0.24

则单次测量的标准偏差为：

$$s_{t_{\max}} = u_1 = 0.07^{\circ}\text{C}$$

A.1.4 标准器准确度引入的标准不确定度 u_2

由标准器计量证书可知，其扩展不确定度为 $U=0.10^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)，其引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{0.10}{2} = 0.05^{\circ}\text{C}$$

A.1.5 标准器年稳定性引入的标准不确定度 u_3

标准器年稳定性估计偏差为 $\pm 0.10^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

$$u_3 = \frac{0.10}{\sqrt{3}} = 0.06^{\circ}\text{C}$$

A.1.6 合成标准不确定度

标准不确定度分量汇总见表 A.3。

表 A.3 标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	输入量	标准不确定度分量/ $^{\circ}\text{C}$	输出不确定度分量/ $^{\circ}\text{C}$
测量重复性引入的标准不确定度	u_1	0.07	0.07
标准器准确度引入的标准不确定度	u_2	0.05	0.05
标准器年稳定性引入的标准不确定度	u_3	0.06	0.06

则合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = 0.10^{\circ}\text{C}$$

A.1.7 温度误差扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 0.20^{\circ}\text{C} \quad (k=2)$$

A.2 湿度误差测量结果不确定度评定

A.2.1 测量模型

湿度误差测量模型见公式 (A.2)：

$$\Delta h = h_s - h_{\max} \quad (\text{A.2})$$

式中：

Δh ——湿度误差，%RH；

h_s ——被校测试装置设定湿度，%RH。

h_{\max} ——测量点规定时间内 16 次测量中 h 偏离设定湿度最大值，%RH。

灵敏度系数：

$$c_{h_s} = \frac{\partial \Delta h}{\partial h_s} = 1; \quad c_{h_{\max}} = \frac{\partial \Delta h}{\partial h_{\max}} = -1$$

A.2.2 不确定度来源分析

根据测量模型列出各个不确定度分量的来源，见表 A.4。

表 A.4 不确定度来源

不确定度来源	符号
测量重复性引入的标准不确定度	u_1
标准器准确度引入的标准不确定度	u_2
标准器年稳定性引入的标准不确定度	u_3

A.2.3 湿度误差测量重复性引入的标准不确定度 u_1

对温度为 23℃、湿度为 30%RH 的测试装置各测量点做 16 次独立重复测量，取各测量点规定时间内测量的最高湿度，重复测量 10 次，测量结果见表 A.5。

表 A.5 10 次重复测量结果

次 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量结果/(%RH)	2.2	2.5	2.1	1.8	1.6	1.5	1.9	2.1	2.4	2.7

则单次测量的标准偏差为：

$$s_{h_{\max}} = u_1 = 0.40\%RH$$

A.2.4 标准器准确度引入的标准不确定度 u_2

由标准器计量证书可知，其扩展不确定度为 $U=1.1\%RH$ ($k=2$)，其引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{1.1}{2} = 0.55\%RH$$

A.2.5 标准器年稳定性引入的标准不确定度 u_3

标准器年稳定性估计偏差为 $\pm 0.6\%RH$ ，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

$$u_3 = \frac{0.6}{\sqrt{3}} = 0.35\%RH$$

A.2.6 合成标准不确定度

标准不确定度分量汇总见表 A.6。

表 A. 6 标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	输入量	标准不确定度分量/%RH	输出不确定度分量/%RH
测量重复性引入的标准不确定度	u_1	0.40	0.40
标准器准确度引入的标准不确定度	u_2	0.55	0.55
标准器年稳定性引入的标准不确定度	u_3	0.35	0.35

则合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = 0.77\%RH$$

A. 2. 7 湿度误差扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 1.6\%RH \quad (k=2)$$

附录 B

校准原始记录格式(参考件)

委托单位名称			
委托单位地址			
设备名称			
制造单位			
规格型号		仪器编号	

校准用主要计量标准器具

标准器名称	规格型号	设备编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期

校准依据：_____

环境条件 温度：_____相对湿度：_____

校准地点：_____

备注：_____

校准日期：_____

校准人员：_____核验人员：_____

外观检查和功能性检查：

B.1 温湿度测量系统校准：

铂电阻温度校准（℃）				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				
热电偶温度校准（℃）				
台位 1	标准值			
1	显示值			
2	显示值			
3	显示值			
$U(k=2)$				
湿度传感器湿度校准（%RH）				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				

B.2 电参数测量系统校准：

台位 1				
交流电压校准				
标准值（V）				
显示值（V）				
$U(k=2)$				
交流电流校准				
标准值（A）				
显示值（A）				
$U(k=2)$				
交流功率校准				
设定值	电压（V）			
	电流（A）			

	$\cos \phi$			
标准值（W）				
显示值（W）				
$U(k=2)$				
频率校准				
标准值（Hz）				
显示值（Hz）				
$U(k=2)$				
功率因数校准				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				
电能校准				
设定值	电压（V）			
	电流（A）			
	$\cos \phi$			
标准值（W·h）				
显示值（W·h）				
$U(k=2)$				

B.3 压力测量系统校准：（Pa）

台位 1				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				

B.4 试验工况测量系统校准：

测试装置温度湿度布点示意图：

温度校准记录： 温度设定值： ℃

次数	实测温度值								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
最大值									
最小值									
误差			水平不 均匀性			垂直不 均匀性		波动度	
不确定度									

湿度校准记录： 湿度设定值： %RH									
次数	实测湿度值								
	O								
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
最大值									
最小值									
误差				波动度					
不确定度									
测试装置照度、风速布点示意图：									

照度校准					
测量点	实测值				$U(k=2)$
	1	2	3	平均值	
风速测试					
测量点	实测值				$U(k=2)$
	1	2	3	平均值	

B.5 试验电源系统校准：

交流电压校准				
空载； ____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
空载； ____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				

带载:_____； _____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
带载:_____； _____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
频率校准				
设定值（Hz）				
实测值（Hz）				
$U(k=2)$				
失真度校准				
空载； _____Hz				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
空载； _____Hz				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
带载： _____； _____Hz				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
带载： _____； _____Hz				
实测值（V）				
$U(k=2)$				

B.6 报警器测量系统功能检查：

示值误差				
测试点		10%LEL	40%LEL	60%LEL
示值	1			

	2			
	3			
	平均值			
$U(k=2)$				
重复性				
测试点				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
重复性				
$U(k=2)$				
报警测试				
设定值				
报警值	1			
	2			
	3			
	平均值			
$U(k=2)$				
响应时间				
报警器类型				
响应时间	1			
	2			
	3			
	平均值			
$U(k=2)$				

附录 C

校准证书内页格式（参考件）

证书编号：XXXX—XXXX

校准机构授权说明				
校准环境条件及地点：				
温 度		地 点		
相对湿度		其 他		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	检定/校准 证书标号	证书有效期 至

- 注：
- 1. XXXX XXXX 仅对加盖“XXXXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
 - 2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
 - 3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

证书编号：XXXX—XXXX

校 准 结 果

外观检查和功能性检查：

C.1 温湿度测量系统校准：

铂电阻温度校准（℃）				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				
热电偶温度校准（℃）				
台位 1	标准值			
1	显示值			
2	显示值			
3	显示值			
$U(k=2)$				
湿度传感器湿度校准（%RH）				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				

C.2 电参数测量系统校准：

台位 1				
交流电压校准				
标准值（V）				
显示值（V）				
$U(k=2)$				
交流电流校准				
标准值（A）				
显示值（A）				
$U(k=2)$				

交流功率校准				
设定值	电压（V）			
	电流（A）			
	$\cos \phi$			
标准值（W）				
显示值（W）				
$U(k=2)$				
频率校准				
标准值（Hz）				
显示值（Hz）				
$U(k=2)$				
功率因数校准				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				
电能校准				
标准值（W·h）				
显示值（W·h）				
$U(k=2)$				

C.3 压力测量系统校准：（Pa）

台位 1				
标准值				
显示值				
$U(k=2)$				

C.4 试验工况测量系统校准：

测试装置温度湿度布点示意图：

校准参数	温度（℃）	湿度（%RH）
设定值		
误差		
水平不均匀性		——
垂直不均匀性		——
波动度		
$U(k=2)$		
测试装置照度、风速布点示意图：		
照度校准		
测量点	实测值	$U(k=2)$

风速测试		
测量点	实测值	$U(k=2)$

B.5 试验电源系统校准：

台位 1				
交流电压校准				
空载； _____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
空载； _____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
带载：_____； _____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				
带载：_____； _____Hz				
设定值（V）				
实测值（V）				
$U(k=2)$				

频率校准				
设定值 (Hz)				
实测值 (Hz)				
$U(k=2)$				
失真度校准				
空载; _____Hz				
实测值 (V)				
$U(k=2)$				
空载; _____Hz				
实测值 (V)				
$U(k=2)$				
带载: _____; _____Hz				
实测值 (V)				
$U(k=2)$				
带载: _____; _____Hz				
实测值 (V)				
$U(k=2)$				

B.6 报警器测量系统功能检查:

示值误差			
测试点	10%LEL	40%LEL	60%LEL
示值			
$U(k=2)$			
重复性			
测试点			
重复性			
$U(k=2)$			
报警测试			
设定值			
报警值			

$U(k=2)$			
响应时间			
报警器类型			
响应时间			
$U(k=2)$			

校准员：

核验员：
