



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJF（机械）XXX—2026

新能源汽车空调压缩机测试装置校准规范

Calibration Specification for Testing Device of Air Conditioning
Compressor for New Energy Vehicles
(报批稿)

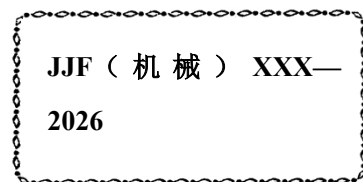
2026—**—**发布

2026—**—**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

新能源汽车空调压缩机测试装置校准规范

Calibration specification for testing device
of air conditioning compressor for new
energy vehicles



本规范经中国机械工业联合会于 20**年**月**日批准，并自 20**年**月*
日起施行。

归 口 单 位：中国机械工业联合会

主要起草单位：合肥通用机电产品检测院有限公司

本规范委托中国机械工业联合会负责解释

目录

引言	I
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 电源要求	2
6.3 测量标准器及配套设备	3
7 校准项目和校准方法	4
7.1 电工测量仪表校准	4
7.2 功率测量仪表校准	7
7.3 转速测量系统校准	12
7.4 铂电阻温度系统校准	12
7.5 热电偶温度系统校准	14
7.6 压力测量系统校准	14
7.7 流量测试系统校准	14
8 校准结果表达	16
9 复校时间间隔	16
附录 A：主要项目测量结果不确定度分析实例	17
附录 B：校准证书内页信息及格式	44
附录 C：校准记录格式	45

本规范主要起草人：

孔 建（合肥通用机电产品检测院有限公司）

张 理（合肥通用机电产品检测院有限公司）

丁常根（合肥通用机电产品检测院有限公司）

参加起草人：

叶 帅（合肥通用机电产品检测院有限公司）

徐 毅（合肥通用机电产品检测院有限公司）

戴 领（合肥通用机电产品检测院有限公司）

张 巍（合肥通用机电产品检测院有限公司）

引言

本规范依据国家计量技术规范 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次制定。

新能源汽车空调压缩机测试装置校准规范

1 范围

本规范适用于新生产的、使用中和修理后的新能源汽车空调压缩机测试装置的校准，也可供其他压缩机测试装置的校准做参考。

2 引用文件

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》
JJF1001-2011《通用计量术语及定义》
JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》
JJF 1491-2014《数字式交流电参数测量仪校准规范》
JJF2226-2025《标准数字功率表校准规范》
JJG 1029-2007《涡街流量计》
JJG 882-2019《压力变送器检定规程》
JJG 1038-2008《科里奥利质量流量计》
JJG 1033-2007《电磁流量计》
JJG 105-2000《转速表检定规程》
JJG 124-2005《电流表、电压表、功率表及电阻表》
JJG 229-2010《工业铂、铜热电阻检定规程》
JJG 313-2010《测量用电流互感器》
GB/T 22068-2018《汽车空调用电动压缩机总成》
GB/T 21360-2018《汽车空调用制冷压缩机》
GB/T 5773-2016《容积式制冷剂压缩机性能试验方法》

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

JJF1001-2011 界定的术语和定义适用于本规范。

4 概述

新能源汽车空调压缩机测试装置是包含温度传感器，压力传感器，冷凝器，膨胀阀

等部件，用于对新能源汽车空调压缩机进行性能测试的整体试验台架。本规范用于对温度，压力，流量、转速、电工和功率等测试系统的校准，并按照试验室各参数要求，结合试验室的特点而制定。

本规范的测量方法及技术指标符合 GB/T 21360-2018《汽车空调用制冷压缩机》的要求。

5 计量特性

相关计量特性按以下要求进行：

表 1 各专业项目计量特性

序号	专业项目类型		测量范围	最大允许误差
1	温度		(-40~140) °C	±0.1°C
2	压力		(-0.1~6) MPa	±1.0%FS
3	流量	质量流量计	(0~1000) kg/h	±1.0%
		涡街流量计	(0~50) m³/h	±1.0%
4	转速		(30~12000) r/min	0.5 级
5	电压		(0~1000) V	0.5 级
6	电流		(0~50) A	0.5 级
7	比值差，相位差		1000/5	0.2 级
8	转矩		(0~2000) N•m	±1.5%
9	功率		(0~20) kW	±0.5%

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度条件：(20±5) °C。

6.1.2 相对湿度：不大于 80%RH。

6.1.3 试验室内应无影响计量特性的机械振动、冲击和外电磁场等。

6.2 电源要求

6.2.1 电源的输出功率应能供给被校测量仪在额定电压及额定电流下所消耗的功率。

6.2.2 被校测量仪校准时的供电电压应符合下列条件：

频率：50Hz±2Hz；正弦波电压：220V±11V。

6.3 测量标准器及配套设备

标准设备（或装置）的扩展不确定度应小于被校测量仪各参量最大允许误差绝对值的 1/3，标准设备（装置）的功能和测量范围要完全覆盖被校测量仪的功能和测量范围。

标准设备的选用可参照以下：

表 2 测量标准器及配套设备要求

序号	设备名称	技术要求				用途
1	电压、电流、功率标准源	0.05 级；测量范围：DC：(0~1000)V，(0~30)A；AC：(0~750)V，(0~50)A				测量标准器
2	静态转矩仪装置	$U_{rel}=0.20\%$				测量标准器
3	标准转速发生装置	(20~3000) r/min：MPE：±0.03% (3000~30000) r/min：MPE：±0.01%				测量标准器
4	标准铂电阻温度计	二等；测量范围：(-189.3442~419.527) °C				测量标准器
5	温度配套电测设备	电阻相对最大允许误差：±5×10 ⁻⁵ ，分辨力不低于 0.1mΩ；电压准确度等级 0.01 级，分辨力不低于 0.1μV				与标准铂电阻温度计配套使用
6	恒温装置	温度范围/°C	温度均匀度/°C		温度波动度/°C/10min	温度源。需满足测量标准的正常使用要求。
			工作区域水平温差	工作区域最大温差		
		-80~0	0.02	0.02	0.03	
		0~95	0.02	0.02	0.03	

		95~300	0.02	0.02	0.03	
7	压力测量仪表	0.05 级；测量范围：（0-7）MPa				测量标准器
8	标准流量计	$U_{rel}=0.2\%$				测量标准器
9	流量控制器	/				与标准流量计配套使用
10	秒表	分辨力不低于 0.01s				测量标准器
11	高标准电流互感器	0.02S 级；测量范围：3000A/5A； 0.02S 级；测量范围：5A/1A				测量标准器
12	电流互感器负载箱	3 级				测量标准器
13	智能型互感器校验仪	2 级				测量标准器

7 校准项目和校准方法

7.1 电工测量仪表校准

7.1.1 被校测量仪应有说明书，非首次校准时需带前次的校准证书。

7.1.2 外观检查

被校测量仪器应无影响正常工作和显示的机械损伤，按键到位，接触可靠，功能正常；并应查看被校测量仪器的名称、型号、出厂编号、测量范围、制造单位、商标等信息。

7.1.3 工作正常性检查

应先检查被校仪器各开关的选择，被校仪器应能正常工作，并应预热 30min 方可开始校准。

7.1.4 交流电压表校准

通常选取 50Hz 作为校准频率点，在被校电压表电压量程范围内（包括量程上限值在内）均匀选取不少于 5 个电压校准点，对被校电压表的电压示值误差进行校准。

有扩展频率范围的被校电压表，在其频率范围内选取包括最大频率点和最小频率点在内的不少于 5 个频率点，对交流电压的一个常用点进行示值误差校准。

a) 校准接线如图 1 所示。

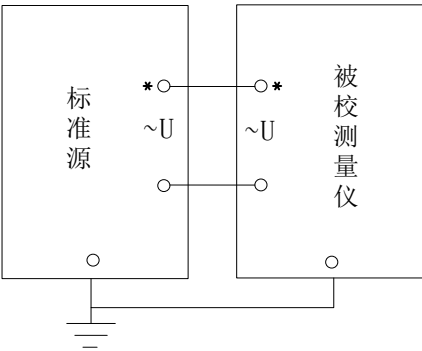


图1 电压校准标准源法接线图

注：图中“*”为同名端

b)调节标准源的电压输出至校准点，读取标准源的电压输出值 U_N 和被校电压显示值 U_X ，则被校电压示值相对误差 δ_U 为:

$$\delta_U = \frac{U_X - U_N}{U_N} \times 100\% \tag{1}$$

式中:

U_X ——被校测量仪的显示值，V；

U_N ——标准源电压的读数值，V。

7.1.5 交流电流表校准

电流校准点与有扩展频率范围的电流校准点选取、校准方法同 7.1.4

a)校准接线如图 2 所示。

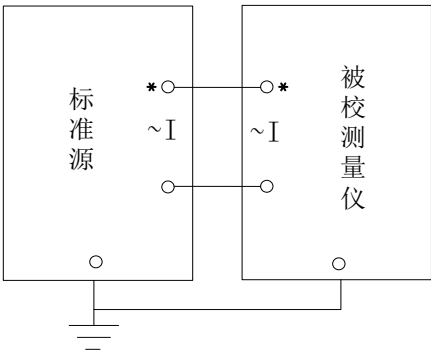


图2 电流校准标准源法接线图

b)调节标准源的电流输出至校准点，读取标准源的电流输出值 I_N 和被校电流显示值 I_X ，则被校电流相对误差 δ_I 为:

$$\delta_I = \frac{I_X - I_N}{I_N} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

I_X ——被校测量仪电流显示值，A；

I_N ——标准电流表读数值，A。

7.1.6 电流互感器校准

7.1.6.1 校准接线要求

标准互感器一次绕组的极性端和被校互感器一次绕组的极性端对接，标准互感器二次绕组的极性端和被校互感器二次绕组的极性端对接；电流互感器二次极性端与误差测量装置的差流回路极性端连接，二次测量回路接地端与差流回路非极性端连接，差流回路两端电位应尽量相等并等于地位。标准电流互感器校准电流互感器的接线如图3所示：

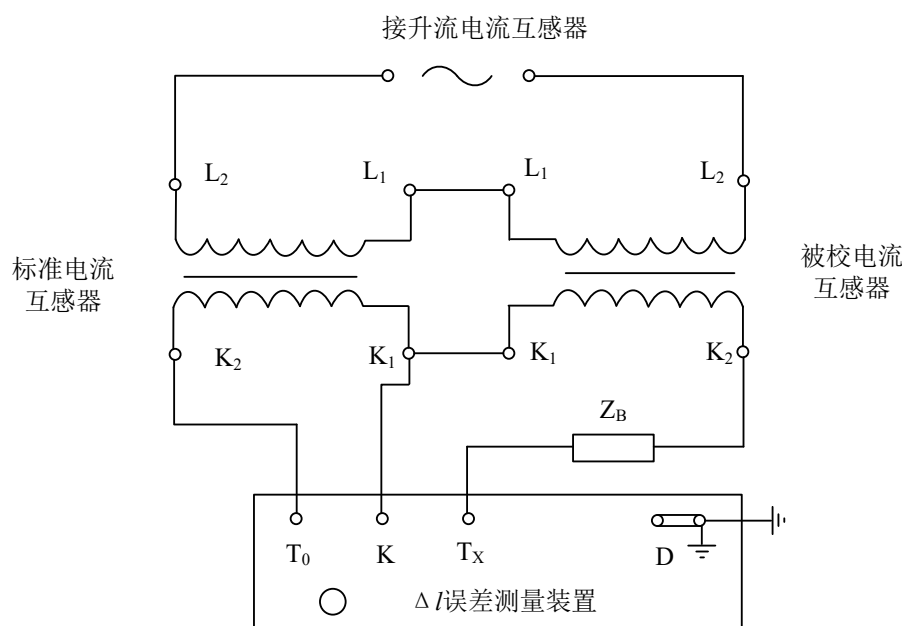


图3 标准电流互感器校准电流互感器的接线图

7.1.6.2 测量误差的校准

按照图3所示将被校电流互感器和标准电流互感器连接好，按照表2所示条件进行电流互感器电流误差测量，每个校准点只需测量电流上升时的误差。

表 2 周期校准时误差的测量要求

准确度级别	额定电流的百分比	二次负荷	
		伏安值	功率因数
0.2 级	5%、20%、100%、120%	额定值或实际值	额定值
	5%、20%、100%	下限值	
0.2S 级	1%、5%、20%、100%、120%	额定值或实际值	额定值
	1%、5%、20%、100%	下限值	

7.1.6.3 被校电流互感器的误差计算

被校电流互感器的误差分以下两种情况计算：

- a) 当标准器比被校电流互感器高两个级别时，按公式（3）和公式（4）计算误差。

$$f_x = f_p \quad (3)$$

$$\delta_x = \delta_p \quad (4)$$

式中：

f_x ——被校电流互感器的比值误差，%或 10^{-6} ；

f_p ——电流上升时所测得比例误差的读数，%或 10^{-6} ；

δ_x ——被校电流互感器的相位误差，(°)或 10^{-6}rad ；

δ_p ——电流上升时所测得相位误差的读数，(°)或 10^{-6}rad 。

- b) 当标准器比被校电流互感器高一个级别时，按公式（5）和公式（6）计算误差。

$$f_x = f_p + f_n \quad (5)$$

$$\delta_x = \delta_p + \delta_n \quad (6)$$

式中：

f_n ——标准器的比值误差，%或 10^{-6} ；

δ_n ——标准器的相位误差, (°)或 10^{-6}rad 。

7.2 功率测量仪表校准

7.2.1 外观与工作正常性检查同 7.1.2 和 7.1.3

7.2.2 功率计校准

通常选取 50Hz 作为校准频率点, 电压选择常用点 (单相 110V、单相 220V 或三相 380V) 作为基本量程, 在电压基本量程下, 电流在测量范围内均匀选取不少于 5 个点进行功率示值误差的校准; 在电压非基本量程下电流可选择任意一个或几个点校准。功率因数应分别选择 1.0、0.5C (容性)、0.5L (感性), 其中 0.5C、0.5L 的功率因数仅在电流量程的某一个点进行校准。

有扩展频率范围的被校测量仪, 在被校测量仪频率范围内选取包括最大频率点和最小频率点在内的不少于 5 个频率点, 在功率因数为 1.0 时对交流功率的一个常用点进行示值误差校准。

7.2.2.1 单相功率校准

a) 接线如图 4 所示。

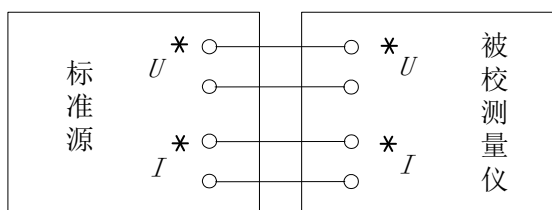


图4 单相功率校准标准源法接线图

b) 调节标准源的输出电压 U_N 至额定值, 设置功率因数 $\cos \varphi_N$, 调节标准源的输出电流 I_N 使输出功率至校准点 P_N , 被校测量仪的功率显示值为 P_X , 则被校测量仪功率的相对误差 δ_p 为:

$$\delta_p = \frac{P_X - P_N}{P_N} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

P_X ——被校测量仪功率显示值, W;

P_N ——标准功率源读数值, W。

7.2.2.2 三相功率校准

a) 接线如图5所示(三相四线功率), 或如图6所示(三相三线功率)。

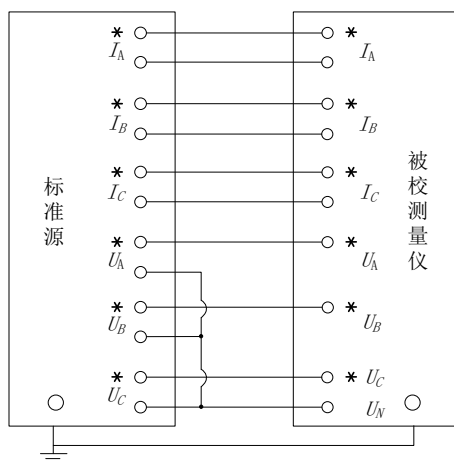


图5 三相四线功率校准标准源法接线图

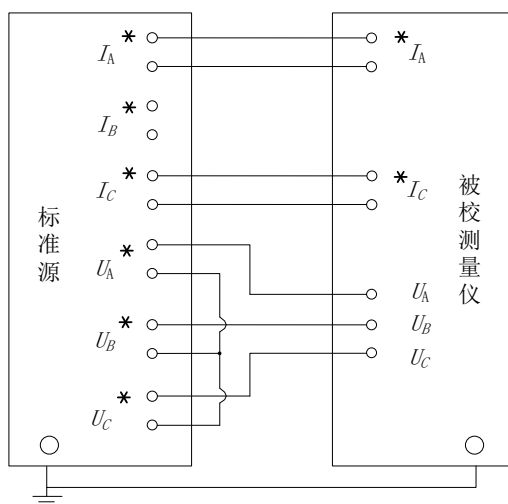


图6 三相三线功率校准标准源法接线图

b) 调节标准源的各相输出电压 U_N 至额定值, 设置功率因数 $\cos \varphi_N$, 调节标准源的各相输出电流 I_N 使输出总功率至校准点 P_N , 被校测量仪的总功率显示值为 P_X , 则被校测量仪功率的相对误差 δ_p 按公式 (7) 所示计算。

7.2.2.3 频率校准

校准时频率通常选择常用点, 在频率测量范围内均匀选取不少于 3 个频率校准点。

a) 接线如图 4 所示的电压部分。

b) 设置标准源的输出电压至选定值, 调节标准源的输出频率至校准点 f_n , 被校测量仪频率显示值为 f_x , 则被校测量仪频率的示值误差 γ_f 为:

$$\gamma_f = \frac{f_x - f_n}{f_n} \times 100\% \quad (8)$$

式中：

f_x ——被校测量仪频率显示值，Hz；

f_n ——频率标准值，Hz。

7.2.2.4 功率因数（相位）

被校测量仪根据其显示方式的不同分为功率因数显示和相位显示。功率因数无量纲，相位的单位为度（°）。

通常选取 50Hz 作为校准频率点，电压、电流可以选择常用点。功率因数校准点通常选择 1.0、0.8L、0.5L、0.2L、0.8C、0.5C、0.2C；相位校准点通常选择 0°，超前 30°，超前 60°、90°，滞后 30°，滞后 60°。

a) 接线如图 4 所示。

b) 分别设定标准源的输出电压、输出电流至选定值，调节标准源的输出功率因数（相位）至校准点 $PF_N(\Phi_N)$ ，被校测量仪显示值为 $PF_x(\Phi_x)$ ，则被校测量仪功率因数（相位）的示值误差 $\Delta_{PF}(\Delta_\Phi)$ 为：

$$\Delta_{PF} = PF_x - PF_N \quad (9)$$

$$\Delta_\Phi = \Phi_x - \Phi_N \quad (10)$$

式中：

Δ_{PF} ——被校测量仪功率因数示值误差；

PF_x ——被校测量仪功率因数显示值；

PF_N ——功率因数标准值；

Δ_Φ ——被校测量仪相位示值误差，（°）；

Φ_x ——被校测量仪相位显示值，（°）；

Φ_N ——相位标准值，（°）。

7.2.3 转矩测量仪校准

7.2.3.1 转矩零点漂移的校准

将转矩传感器信号输出线对应接至测量仪，预热 15min 后将测量仪调准至零点。必要时按转矩传感器的额定转矩、额定转速、标定温度、标定系数、齿数等在测量仪中

进行设定, 对于磁电相位差式传感器还需启动传感器上的驱动电机。

目测 15min 内零点变化, 并记录偏离零点的最大转矩。零点漂移按公式(11)计算:

$$Z_{Td} = \frac{\Delta T_{Zmax}}{T_r} \times 100\% \quad (11)$$

式中:

Z_{Td} ——转矩零点漂移;

ΔT_{Zmax} ——15min 内偏离零点的最大转矩值, Nm;

T_r ——额定转矩值, Nm。

7.2.3.2 转矩回零差的校准

将转矩传感器转轴与静态转矩仪装置同轴串接, 检查并调整被校测量仪的零点。选择一个方向施加扭矩(正向或反向), 并按转矩传感器的额定转矩值预扭 3 次, 记录最后 3 次预扭前、预扭后 30s 测量仪转矩零点示值的差值。

转矩回零差按公式(12)计算:

$$Z_T = \frac{\Delta T_0}{T_r} \times 100\% \quad (12)$$

式中:

Z_T ——转矩回零差;

ΔT_0 ——最后 1 次预扭后被校测量仪转矩零点示值减预扭前被校测量仪转矩零点示值得到的差值, Nm;

T_r ——额定转矩值, Nm。

7.2.3.3 转矩示值误差和重复性的校准

静态转矩的测量范围应从额定转矩值的 20%开始至额定转矩值。校准点不得少于 5 点, 各点应均匀分布。

按照选定的校准点, 逐级平稳地施加递增转矩, 直至额定转矩值, 然后再逐级卸除转矩, 直至全部卸除。在加载或卸载到每个校准点后, 读取并记录被校测量仪的转矩示值。此过程进行 3 次, 根据需要在每次开始时重新调整被校测量仪的零点。

需要时按照上述方法进行另一方向转矩的校准。

静态转矩示值误差按照公式（13）计算，静态转矩重复性按公式（14）计算。

$$E_T = \frac{\bar{T} - T_n}{T_r} \times 100\% \quad (13)$$

$$R_T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_r} \times 100\% \quad (14)$$

式中：

E_T ——静态转矩示值误差；

$\bar{T}$ ——校准 3 次测量值的平均值，Nm；

T_n ——校准点标准扭矩，Nm；

R_T ——静态转矩重复性；

$T_{\max}$ ——3 次测量值中的最大值，Nm；

$T_{\min}$ ——3 次测量值中的最小值，Nm。

7.3 转速测量系统校准

在被校转速表的常用量限内均匀选择 5 个校准点（包括上限值和下限值），其余量限各选 1 个校准点。也可根据送校单位的要求增加校准点或对有疑问的校准点进行抽检。

在校准时应调整好被校转速表的转速感应探头与标准转速发生装置转轴的间距，在常用量限的中间值进行 3 次试运转，待转速表无异常现象出现时再进行示值校准。

示值校准时，将标准转速发生装置分别调到校准点的转速值，在同一校准点上连续读取并记录被校转速表 3 个显示值。

按公式（15）计算转速的示值误差。

$$\Delta n = \bar{n} - n_0 \quad (15)$$

式中：

$\bar{n}$ ——被校转速表测量平均值，r/min；

n_0 ——标准转速发生装置示值，r/min。

7.4 铂电阻温度系统校准

7.4.1 校准顺序

先校准零点, 然后由下限值向上限值逐点进行校准。

7.4.2 校准点的选择

校准点应均匀的分布在整個测量范围的整度点上, 包括零点和上、下限值在内, 不得少于 5 个点。一般按照上、下限值范围均匀选取温度点, 或可根据实验室常用温度选取典型温度点。

7.4.3 0℃点校准

将被校测量系统的测温探头插入恒温温场或盛有冰水混合物的冰点器中, 使用冰点器时其工作端距离冰点器低部、器壁不得少于 20mm, 待示值稳定后, 从标准装置开始, 读至被校温度装置, 然后再从被校测量仪读至标准装置, 读数不少于 2 次, 计算其平均值。

7.4.4 其它温度点的校准

如图 7 所示, 把二等标准铂电阻温度计和被校测量系统的测温探头一起插进恒温温场内, 并调节恒温温场, 当恒温温场内温度稳定在规定的校准温度时, 读取标准铂电阻电测设备和被校测量仪的温度显示值。读数方法见 7.4.3。

如使用干井式温度炉, 其等温块部分的插入直径应与铂电阻温度测量系统的感温元件的直径偏差小于 3mm, 标准铂电阻温度测量系统的感温元件与等温块底部距离小于 3mm。当校准温度与室温有较大差异时, 应在感温元件插入后需用脱脂棉或保温材料塞紧管口。在校准过程中不应对温度测量系统进行调整。

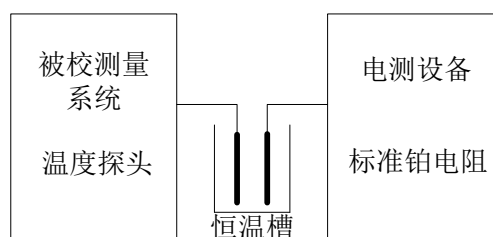


图 7 温度校准示意图

按下式计算被校温度系统的示值误差:

$$\Delta T = T_X - T_N \quad (16)$$

式中:

ΔT ——被校温度测量系统的示值误差, °C;

T_x ——被校温度测量系统的测量平均值, °C;

T_N ——标准铂电阻温度电测设备的读数平均值, °C。

7.5 热电偶温度系统校准

校准顺序、校准点选择、校准方法具体见 7.4。

7.6 压力测量系统校准

压力变送器校准时, 开始校准之前首先要将压力标准器与被校压力变送器在同一环境下放置至少30min, 同时减小校准时周围的环境、人员走动、机械振动的改变。

7.6.1 零位校准

校准压力变送器, 先将压力变送器处于泄压状态, 拆除所有连接头, 放置大气中, 查看系统中显示压力值, 将压力值调整到系统最佳值。

7.6.2 满量程调整

将压力升压到压力变送器满量程和标准压力值进行比对, 将压力变送器示值调整到最佳值, 调整后需将压力泄压, 静止 10min 再进行示值误差校准。

7.6.3 校准点的选择

校准点应均匀的分布在整個测量范围上, 包括零点和上、下限值在内, 不得少于 5 个点。或根据试验室常用压力选取典型压力点。

7.6.4 压力示值误差校准

根据已选取的校准点, 先按照压力上升的顺序, 逐步增加压力到各校准点, 读取压力测量系统的指示值。然后按照压力下降的顺序, 逐步降低压力到各校准点, 读取压力测量系统的指示值, 计算上行程、下行程示值误差较大值为该校准点的示值误差, 必要时同时计算回差。

7.7 流量测试系统校准

7.7.1 校准点选择

流量校准点应包含下列流量点: $q_{\max}$ 、 $q_{\min}$ 、 $0.1q_{\max}$ 、 $0.25q_{\max}$ 、 $0.5q_{\max}$ 、 $0.75q_{\max}$ 。在校准过程中, 每个流量点的实际校准流量与设定流量的偏差应不超过 $\pm 5\%$ 或不超过 $\pm 1\%q_{\max}$ 。

7.7.2 校准条件的确认

测试用流体应为清洁的、无可见颗粒、纤维等物质的单相气体或液体，充满试验管道。流量现场校准需要保证循环介质的稳定度 $E_{qv} \leq 0.2\%$ ，管路循环介质温度变化不能超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。选择标准流量计准确度应优于被校流量计允许误差的三分之一。

循环介质系统稳定度的确认方法：将循环介质系统开启至最大流量，运行 20min 以上，待流量稳定后每隔 1min 读取 1 组数据，连续读取 10 组以上数据，计算流量稳定度。

流量稳定度计算公式：

平均流量 $\bar{q}$ 按公式 (17) 计算

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \quad (17)$$

式中：

q_i ——被校流量的第 i 次示值，kg/h 或 m^3/h ；

n ——校准次数。

残差 v_i 按公式 (18) 计算。

$$v_i = q_i - \bar{q} \quad (18)$$

标准偏差 σ 按公式 (19) 计算

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}} \quad (19)$$

流量稳定度 E_{qv} 按公式 (20) 计算。

$$E_{qv} = t_a \frac{\sigma}{\bar{q}} \times 100\% \quad (20)$$

式中：

t_a ——置信概率为 95% 的 t 分布系数。

7.7.3 校准方法

依据相应检定规程将标准流量计按照介质流动方向（注意进出介质方向）安装在循环介质系统的管路中（使用标准流量计是电磁流量计时，需要保证接入标准流量计的流进液体支管段长度为管径的 10 倍，流出液体支管段长度为管径的 5 倍），将循环介质的流量设置到最大并运行 20min，待介质流动稳定度符合要求后开始校准，校准顺序 $q_{\max}$ 、 $q_{\min}$ 、 $0.1q_{\max}$ 、 $0.25q_{\max}$ 、 $0.5q_{\max}$ 、 $0.75q_{\max}$ 。

7.7.4 流量的示值误差计算

流量的示值误差按一下公式计算：

a) 流量相对示值误差按公式（21）计算。

$$\Delta_q = \frac{q_s - q_b}{q_b} \times 100\% \quad (21)$$

式中：

Δ_q ——示值相对误差；

q_s ——流量示值，kg/h 或 m³/h；

q_b ——标准流量计示值，kg/h 或 m³/h。

b) 流量引用误差按公式（22）计算。

$$\Delta_q = \frac{q_s - q_b}{q_{FS}} \times 100\% FS \quad (22)$$

式中：

Δ_q ——示值相对误差；

q_s ——流量示值，kg/h 或 m³/h；

q_b ——标准流量计示值，kg/h 或 m³/h；

q_{FS} ——被校流量计最大量程，kg/h 或 m³/h。

c) 重复性按公式（23）计算。

$$q_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_{qi} - \bar{\Delta}_q)^2}{n-1}} \quad (23)$$

式中：

q_r ——重复性（多点测量取最大值）；

Δ_{qi} ——第 i 次校准时示值相对误差，%；

$\bar{\Delta}_q$ ——示值相对误差平均值，%。

8 校准结果表达

经过校准的新能源汽车空调压缩机测试装置应出具校准证书，校准证书内页信息及格式见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 1 年，也可由用户根据使用情况确定。修理或调整后，应

经校准方可使用。

附录 A：主要项目测量结果不确定度分析实例

A.1 测试电压的测量不确定度分析

A.1.1 测量方法

采用标准源法，用标准源输出电压标准值 U_N ，从被校测量仪上读取显示值 U_X 。计算被校测量仪电压的示值误差 ΔU 。

A.1.2 测量模型

$$\Delta U = U_X - U_N \quad (\text{A.1})$$

式中：

U_X ——被校测量仪的显示值，V；

U_N ——标准源电压的读数，V。

A.1.3 不确定度传播率

根据测量模型和不确定度来源分析，可得合成标准不确定度 u_c 的传播率表达式为：

$$u_c = \sqrt{u_x^2 + u_n^2} \quad (\text{A.2})$$

式中：

u_c ——合成标准不确定度，V；

u_x ——由被测表引入的标准不确定度分量，V；

u_n ——由标准源引入的标准不确定度，V。

A.1.4 标准不确定度分量计算

A.1.4.1 由被校测量仪读数引入的标准不确定度 u (U_x)

A.1.4.2 由被校测量仪重复性引入的标准不确定度 u (U_{x1})

校准时考虑到采样的同步性及电源的不稳定性这两方面引入的不确定度都包含在复现性中，因此，对这两方面不再独立分析。

以频率 50Hz、电压 220V 点为例进行分析。重复测量 10 次，所得数据见表 A.1:

表 A.1 频率 50Hz、电压 220V 测量数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
读数 (V)	219.9	220.0	220.2	220.2	220.3	220.3	220.0	220.2	219.9	220.0	220.1

由贝赛尔公式计算得， $S(x) = \sqrt{\sum (X_i - \bar{x})^2 / (n-1)} = 0.1483\text{V}$ ，由重复性导致的最佳估计值的标准不确定度为： $u(U_{x1}) = S(x) / \sqrt{n} = 0.0469\text{V}$ ，相对不确定度为 0.0213%。即由测量重复性引入的不确定度分量为：

$$u(U_{x1}) = 0.0213\%$$

A.1.4.3 由被校测量仪分辨力引入的不确定度分量 $u(U_{x2})$

被校测量仪在示值为 220.0V 时的分辨力为 0.1V，其区间半宽度为 0.05V，符合均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。

$$u(U_{x2}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029\text{V}，\text{相对不确定度为：} 0.0132\%$$

由于分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，所以被校测量仪不确定度为：

$$u(U_x) = u(U_{x1}) = 0.0213\%$$

A.1.4.4 由标准源引入的标准不确定度 $u(U_N)$

标准源输出电压的最大允许误差为 $\pm 0.05\%$ ，置信区间半宽为 $a = 0.05\%$ ，在区间内呈均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。则标准源示值误差引入的标准不确定度为：

$$u(U_N) = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0.05\%}{\sqrt{3}} = 0.0289\%$$

A.1.4.5 环境温湿度的影响

整个校准过程按照校准规范规定的条件进行，由环境温湿度引入的测量不确定度可以忽略不计。

A.1.5 合成标准不确定度:

标准不确定度分量汇总表见表 A.2。

表 A.2 标准不确定度分量汇总表

序号	标准不确定度分量 u_i		不确定度来源	标准不确定值 u_i	灵敏度系数 c_i	$ c_i \times u_i$
1	$u(U_x)$	$u(U_{x1})$	测量重复性	0.0213%	1	0.0213%
2	$u(U_N)$)	$u(U_N)$	标准源示值误差	0.0289%	-1	0.0289%

合成相对标准不确定度为:

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{c^2(U_x)u^2(U_x) + c^2(U_N)u^2(U_N)} = 0.0359\%$$

A.1.6 扩展不确定度为:

测量结果近似为正态分布, 取 $k=2$, 则 50Hz、220V 的相对扩展不确定度为:

$$U_{\text{rel}} = 2 \times 0.0359\% = 0.07\%$$

A.2 测试电流的测量不确定度分析

A.2.1 测量方法

采用标准源法，用标准源输出电流标准值 I_n ，从被校测量仪上读取显示值 I_x 。计算被校测量仪电流的示值误差 ΔI 。

A.2.2 测量模型：

$$\Delta I = I_x - I_n \quad (\text{A.3})$$

式中：

I_x ——被校测量仪的显示值，A；

I_n ——标准源电流的读数，A。

A.2.3 不确定度传播率

根据测量模型和不确定度来源分析，可得合成标准不确定度 u_c 的传播率表达式为：

$$u_c = \sqrt{u_x^2 + u_n^2} \quad (\text{A.4})$$

式中：

u_c ——合成标准不确定度，A；

u_x ——由被校测量仪引入的标准不确定度分量，A；

u_n ——由标准源引入的标准不确定度，A。

A.2.4 标准不确定度分量计算：

A.2.4.1 由被校测量仪读数引入的标准不确定度 $u(I_x)$ A.2.4.2 由被校测量仪重复性引入的标准不确定度 $u(I_{xI})$

校准时考虑到采样的同步性及电源的不稳定性这两方面引入的不确定度都包含在复现性中，因此，对这两方面不再独立分析。

以电流值 10A 为例进行分析。重复测量 10 次，所得数据见表 A.3：

表 A.3 电流 10A 测量数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
读数 (A)	10.000	9.999	10.002	9.999	10.000	10.001	9.999	10.003	9.999	10.002	10.000

由贝赛尔公式计算得, $S(x) = \sqrt{\sum (X_i - \bar{x})^2 / (n-1)} = 0.00143\text{A}$,

由重复性导致的最佳估计值的标准不确定度为: $u(I_{x1}) = S(x) / \sqrt{n} = 0.00045\text{A}$,
 相对不确定度为 0.0045%。即由测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u(U_{x1}) = 0.0045\%$$

A.2.4.3 由被校测量仪的分辨力引入的不确定度分量 $u(I_{x2})$

被校测量仪在示值为 10.000A 时的分辨力为 1mA, 呈均匀分布, 则:

$$u(I_{x2}) = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\text{mA}, \text{ 相对不确定度为: } 0.0029\%.$$

由于分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度, 所以被校测量仪相对不确定度为:

$$u(I_x) = u(I_{x1}) = 0.0045\%$$

A.2.4.4 由标准源引入的标准不确定度 $u(I_N)$

标准源电流的最大允许误差为 $\pm 0.05\%$, 置信区间半宽则为 $a = 0.05\%$, 在区间内属均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 所以

$$u(I_N) = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0.05\%}{\sqrt{3}} = 0.0289\%$$

整个校准过程按照校准规范规定的条件进行, 由环境温湿度引入的测量不确定度可以忽略不计

A.2.5 合成相对不确定度:

标准不确定度分量汇总表见表 A.4。

表 A.4 标准不确定度分量汇总表

序号	标准不确定度分量 u_i		不确定度来源	标准不确定 值 u_i	灵敏度系数 c_i	$ c_i \times u_i$
1	$u(I_x)$	$u(I_{x1})$	测量重复性	0.0045%	1	0.0045%
2	$u(I_N)$	$u(I_N)$	标准源示值误差	0.0289%	-1	0.0289%

合成相对标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{c^2(I_x)u^2(I_x) + c^2(I_N)u^2(I_N)} = 0.029\%$$

A.2.6 扩展不确定度为：

取 $k=2$ ，相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 2 \times 0.029\% = 0.06\%$$

A.3 测试单相功率的测量不确定度分析

A.3.1 测量方法

采用交流标准源法，用标准源输出功率标准值 P_s ，从被校测量仪上读取显示值 P_x 。计算被校测量仪功率的示值误差 ΔP 。

A.3.2 测量模型

$$\Delta P = P_x - P_s \quad (\text{A.5})$$

式中：

ΔP ——被校测量仪的示值误差，W；

P_x ——被校测量仪的指示值，W；

P_s ——标准功率源实际输出值，W。

灵敏度系数分别为：

$$c_x = \frac{\partial \Delta}{\partial P_x} = 1, \quad c_s = \frac{\partial \Delta}{\partial P_s} = -1。$$

A.3.3 标准不确定度评定

由测量模型知，示值误差的不确定度由 P_x 、 P_s 引入。以功率 1500W、频率 50Hz 为例进行分析。

A.3.3.1 标准源的最大允许误差引入的标准不确定度 u_1 （采用 B 类评定）

由标准源的说明书得知，标准源在 1500W/50Hz 点的最大允许误差为 $\pm(1500\text{W} \times 0.05\%) = \pm 0.75\text{W}$ ，其区间半宽度为 0.75W，按均匀分布计算，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则

$$u_1 = 0.75\text{W} / \sqrt{3} = 0.43\text{W}$$

A.3.3.2 由被校测量仪引入的不确定度 u_2 A.3.3.2.1 被校测量仪测量重复性引入的标准不确定度 u_{21} （采用 A 类评定）

在标准源 1500W/50Hz 的输出值时，读取被校测量仪示值。短时间内重复测量 10 次，结果如表 A.5 所示：

表 A.5 1500W/50Hz 测量数据

单位: W

测量列	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
测量值	1499	1500	1500	1501	1502	1498	1499	1500	1499	1501	1499.9

其单次测量的标准差: $s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = 1.136\text{W}$, 由重复性导致的最佳估计值的标准不确定度为:

$$u_{21} = s(y_i) / \sqrt{n} = 0.36\text{W}$$

A.3.3.2.2 被校测量仪的示值分辨力引入的标准不确定度 u_{22} (采用 B 类评定)

已知被校测量仪在 1500W/50Hz 点的分辨力为 1W, 其区间半宽为 0.5W, 按均匀分布计算, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_{22} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\text{W}$$

被校测量仪的标准不确定度取重复性和分辨力引入的标准不确定度中较大者, 即

$$u_2 = u_{21} = 0.36\text{W}$$

A.3.3.3 合成标准不确定度一览表

表 A.6 主要标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	标准不确定度来源	灵敏度系数	标准不确定度分量
u_1	标准源的最大允许误差	-1	0.43W
u_2	被校测量仪测量重复性	1	0.36W

A.3.3.4 合成标准不确定度的计算

以上各项标准不确定度分量是互不相关的。校准结果的不确定度来源主要由标准源的最大允许误差引入的不确定度 u_1 、被校测量仪测量重复性引入的不确定度 u_2 组成, 所以合成标准不确定度为:

$$u_c^2 = [c_s u_1]^2 + [c_x u_2]^2$$

$$u_c = \sqrt{0.43^2 + 0.36^2} \approx 0.56W$$

A.3.3.5 扩展标准不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U=ku_c=2\times 0.56W=1.12W;$$

$$U_{\text{rel}}=0.07\%$$

A.4 热电偶温度系统的测量不确定度分析

A.4.1 测量方法：

将二等标准铂电阻温度计与热电偶同时插在恒温槽或冰点器中，待温度稳定后读取标准值与被校测量值，按“标准→被校 1→被校 2…→标准”的次序读取示值，这样读数作为一个循环，循环 2 次，每套被校热电偶温度系统示值共读数 2 次，分别求得标准和被校示值的平均值，然后通过公式（A5）计算出示值误差。

A.4.2 测量模型

$$x = t - T$$

(A.6)

式中：

x ——热电偶温度系统的示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

t ——热电偶温度系统的示值（平均值）， $^{\circ}\text{C}$ ；

T ——二等标准铂电阻温度计读数（平均值）， $^{\circ}\text{C}$ 。

A.4.3 输入量 t 的不确定度 $u(t)$ 的评定A.4.3.1 被校热电偶温度系统示值误差重复性引入标准不确定度分量 $u_1(t)$

用二等标准铂电阻温度计对热电偶温度系统作 10 次重复性校准。数据如下表 A.7 所示。

表 A.7 被校热电偶温度系统 10 次测量数据单位： $^{\circ}\text{C}$

次数	温度点								
	-20			0			100		
	标准	被校	示值误差	标准	被校	示值误差	标准	被校	示值误差
1	-20.008	-20.2	-0.192	0.015	-0.3	-0.315	100.017	99.8	-0.217
2	-20.010	-20.1	-0.090	0.012	-0.1	-0.112	100.018	99.9	-0.118
3	-20.008	-20.3	-0.292	0.013	-0.2	-0.213	100.017	99.7	-0.317
4	-20.009	-20.0	0.009	0.014	-0.2	-0.214	100.019	99.9	-0.119
5	-20.010	-20.2	-0.190	0.013	-0.3	-0.313	100.020	99.8	-0.220
6	-20.010	-20.1	-0.090	0.013	-0.1	-0.113	100.020	99.9	-0.120
7	-20.011	-20.3	-0.289	0.012	-0.2	-0.212	100.018	99.7	-0.318
8	-20.009	-20.1	-0.091	0.015	-0.3	-0.315	100.020	99.9	-0.120
9	-20.011	-20.2	-0.189	0.013	-0.1	-0.113	100.019	99.7	-0.319
10	-20.010	-20.1	-0.090	0.012	-0.3	-0.312	100.020	99.6	-0.420

标准偏差 s_p	/	/	0.092	/	/	0.084	/	/	0.104
------------	---	---	-------	---	---	-------	---	---	-------

实际每个值测量为两次，则： $u_1(t) = s_p / \sqrt{2}$

被校热电偶温度系统示值误差重复性引入标准不确定度分量 $u_1(t)$ 数据如下表 A.8 所示：

表 A.8 被校热电偶温度系统标准不确定度表 $u_1(t)$

温度点/℃	-20	0	100
$s_p/℃$	0.092	0.084	0.104
$u_1(t)/℃$	0.065	0.059	0.074

A.4.3.2 被校热电偶温度系统示值分辨力引入标准不确定度分量 $u_2(t)$

由被校热电偶温度系统示值分辨力为 $d=0.1℃$ ，导致的示值误差区间半宽为 $a=d/2$ ，包含因子 $k=\sqrt{3}$ 。因此

$$u_2(t) = a/k = 0.0289℃$$

由于分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，所以分辨力引入的不确定度可以不考虑，得到下表 A.9 所示的标准不确定度。

表 A.9 被校热电偶温度系统输入量 t 标准不确定度 $u(t)$

温度点	-20	0	100
$u(t)/℃$	0.065	0.059	0.074

A.4.4 输入量 T 的标准不确定度 $u(T)$ 的评定

A.4.4.1 标准器溯源的不确定度 $u_1(T)$

25℃时标准铂电阻温度计的标准不确定度 u_1 ，用B类标准不确定度评定。

$U_{99}=0.0020℃$ ，包含因子 $k_p = 2.58$ ，所以

$$u_1(T) = 0.0020/2.58 = 0.00078℃$$

A.4.4.2 二等标准铂电阻温度计水三相点变化引起的不确定度 $u_2(T)$

按标准铂电阻温度计检定规程要求，铂电阻温度计水三相点变化 $\geq 8m℃$ 时应提前送检，但规程要求经常测量标准器的水三相点电阻值，并使用新的测得值计算，使用前后变化为 $0.2m℃$ ，均匀分布，则标准不确定度

$$u_2(T) = 0.0002/\sqrt{3} = 0.00012℃$$

A.4.4.3二等标准铂电阻温度计自热效应引入的不确定度 $u_3(T)$

二等标准铂电阻温度计自热效应为 0.0019°C ，均匀分布，标准不确定度

$$u_3(T) = 0.0019^{\circ}\text{C}/\sqrt{3} = 0.0011^{\circ}\text{C}$$

A.4.4.4二等标准铂电阻温度计稳定性引入的不确定度 $u_4(T)$

二等标准铂电阻温度计自热效应为 0.010°C ，均匀分布，标准不确定度

$$u_4(T) = 0.01^{\circ}\text{C}/\sqrt{3} = 0.0058^{\circ}\text{C}$$

A.4.4.5温场不均匀性引入不确定度分量 $u_5(T)$

使用恒温槽作为温场时，测量标准和被校铂电阻温度系统插入到同一水平，只需考虑恒温槽的水平温差，恒温槽各插孔之间的温差最大为 0.02°C 。不确定度区间的半宽度取 $a=0.01^{\circ}\text{C}$ ，在区间内可认为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，

$$u_5(T) = 0.01^{\circ}\text{C}/\sqrt{3} = 0.00577^{\circ}\text{C}。$$

使用冰点器作为温场时，冰用蒸馏水制成，由实验和经验可知，其温度偏离水三相点的最大的扩展不确定度为 0.006°C ，取 $k=2.58$ ，则

$$u_5(T) = 0.006^{\circ}\text{C}/2.58 = 0.0023^{\circ}\text{C}，$$

即：温度点为 -20°C 和 100°C 时， $u_5(T) = 0.00577^{\circ}\text{C}$ ，

温度点为 0°C 时， $u_5(T) = 0.0023^{\circ}\text{C}$ 。

A.4.4.6电测仪表引入标准不确定度分量 $u_6(T)$

参照仪器说明书，电测仪表的允许误差为： -20°C 允许误差 $\pm 0.004^{\circ}\text{C}$ ， 0°C 允许误差 $\pm 0.006^{\circ}\text{C}$ ， 100°C 允许误差 $\pm 0.009^{\circ}\text{C}$ 。选取对应温度段的最大允许误差为电测设备误差引入计算标准不确定度分量的值，具体如下表A.10所示：

表A.10电测设备误差引入计算标准不确定度分量

测量点 ($^{\circ}\text{C}$)	允许误差 ($^{\circ}\text{C}$)	包含因子 k	标准不确定度 ($^{\circ}\text{C}$)
-20	± 0.004	$\sqrt{3}$	0.0023
0	± 0.006	$\sqrt{3}$	0.0035
100	± 0.009	$\sqrt{3}$	0.0052

A.4.4.7二等标准铂电阻温度计显示分辨力引入不确定度分量 $u_7(T)$

二等标准铂电阻温度计的显示分辨力为 0.001°C ，属均匀分布，故包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，区间半宽 $a=0.0005^{\circ}\text{C}$ 。因此，二等标准铂电阻温度计分辨力引入的不确定度为：

$$u_7(T) = a/\sqrt{3} = 0.00029^{\circ}\text{C}，$$

经计算，由二等标准铂电阻温度计引入的标准不确定度汇总如下表A.11所示。

表A.11被校热电偶温度系统输入量T标准不确定度 $u(T)$

温度点/ $^{\circ}\text{C}$	-20 $^{\circ}\text{C}$	0 $^{\circ}\text{C}$	100 $^{\circ}\text{C}$
$u_1(T)$	0.0078	0.0078	0.0078
$u_2(T)$	0.00012	0.00012	0.00012
$u_3(T)$	0.0011	0.0011	0.0011
$u_4(T)$	0.0058	0.0058	0.0058
$u_5(T)$	0.00577	0.0023	0.00577
$u_6(T)$	0.0023	0.0035	0.0052
$u_7(T)$	0.00029	0.00029	0.00029
$u(T)$	0.012	0.011	0.013

A.4.5 合成标准不确定度的评定

标准不确定度汇总见下表A.12:

表 A.12 热电偶温度系统校准的标准不确定度汇总

标准不确定分量	不确定度的来源	标准不确定度/ $^{\circ}\text{C}$			C_i	$ C_i u(x_i)/^{\circ}\text{C}$		
		-20 $^{\circ}\text{C}$	0 $^{\circ}\text{C}$	100 $^{\circ}\text{C}$		-20 $^{\circ}\text{C}$	0 $^{\circ}\text{C}$	100 $^{\circ}\text{C}$
$u(t)$	1 示值误差重复性	0.065	0.059	0.074	-1	0.065	0.059	0.074
$u(T)$	1、二等标准铂电阻温度计溯源 2、二等标准铂电阻温度计水三相点变化引起 3、二等标准铂电阻温度计自热效应 4. 二等标准铂电阻温度计稳定性 5、温场不均匀性 6、电测仪表 7、二等标准铂电阻温度计显示分辨力	0.012	0.011	0.013	1	0.012	0.011	0.013

A.4.5.1合成不确定度的计算

输入量彼此独立不相关，所以合成标准不确定度可按公式（A.7）计算，计算结果如下表 A.13。

$$u_c = \sqrt{[c_1 u(t)]^2 + [c_2 u(T)]^2}$$

（A.7）

表 A.13 热电偶温度系统校准的合成标准不确定度

温度点	-20℃	0℃	100℃
$u_c/^\circ\text{C}$	0.066	0.060	0.075

A.4.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ 。扩展不确定度按公式（A.8）计算，计算结果如下表 A.14：

$$U = k u_c \quad (\text{A.8})$$

表 A.14 热电偶温度系统校准的扩展不确定度

温度点	-20℃	0℃	100℃
$U/^\circ\text{C}$	0.13	0.12	0.15
k	2	2	2

A.4.7 测量不确定度的报告与表示

由以上分析评定的为各温度段最不利的点，则因此各温度区将代表点的分析作为总结。

试验室热电偶温度装置的示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$\left\{ \begin{array}{l} (-20 \sim 0)^\circ\text{C} \text{ 时: } U = 0.13^\circ\text{C} \quad (k=2); \\ 0^\circ\text{C} \text{ 时: } U = 0.13^\circ\text{C} \quad (k=2); \\ (0 \sim 100)^\circ\text{C} \text{ 时: } U = 0.19^\circ\text{C} \quad (k=2)。 \end{array} \right.$$

A.5 相对湿度偏差校准结果不确定度分析

A.5.1 测量方法

将被校准的湿度传感器放入标准湿度发生器的测试室内，同时放入标准器。连接好被校准湿度传感器的电源和二次仪表，盖好湿度发生器的测试室的盖子，当温湿度稳定后，分别读取标准器和被校湿度传感器的示值，计算示值误差。

A.5.2 测量模型

$$\Delta h_d = h_d - h_o$$

(A.9)

式中： Δh_d ——被测湿度传感器示值误差，%RH；

h_d ——被测湿度传感器显示湿度，%RH；

h_o ——标准器湿度读数，%RH；

式（A.9）中 h_d ， h_o ， Δh_o 互为独立，因而得：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta h_d}{\partial h_d} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta h_d}{\partial h_o} = -1$$

$$\text{故: } u_c^2 = u^2(h_d) + u^2(h_o)$$

A.5.3 不确定度来源及分析

A.5.3.1 由被校湿度传感器引入的标准不确定度 $u_1(h)$

A.5.3.1.1 由被校湿度传感器重复性引入的标准不确定度

设置湿度发生器的温度为 25℃、湿度为 60%RH，待数据稳定，从湿度传感器显示仪上读取 10 次显示值，记为 h_{d1} ， h_{d2} ，...， h_{d10} ，平均值记为 $\bar{h}_d$ ，其测量读数如表 A.15 所示。

表 A.15 湿度传感器 10 次读数 单位：%RH

i(次数)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值 $\bar{h}_d$
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-----------------

h_{di}	59.9	60.0	60.1	59.9	60.0	59.8	59.9	60.0	59.9	59.9	59.94
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

根据公式计算得算术平均值 $\overline{h_d}$ 的实验标准差 $s(\overline{h_d})$

$$s(\overline{h_d}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_{di} - \overline{h_d})^2}{n(n-1)}} = 0.083\%RH$$

则由 10 次独立重复测量引入的标准不确定度分量 $u_{11} = s(\overline{h_d}) = 0.083\%RH$ 。

A.5.3.1.2 由被校湿度传感器分辨力引入的标准不确定度分量 u_{12}

被校湿度传感器示值分辨力为 0.1%RH，其半宽区间 $a=0.05\%RH$ ，认为其服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{12} = \frac{a}{k} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} \approx 0.029\%RH$$

由于分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，则由被校湿度计引入的合成不确定度：

$$u_1(h) = u_{11}(h) = 0.083\%RH$$

A.5.3.2 由湿度标准装置引入的标准不确定度 $u_2(h)$

A.5.3.2.1 由露点仪引入的湿度不确定度 $u_{21}(h)$

由上级计量机构校准证书中给出露点仪的扩展不确定度为 0.2%RH， $k=2$ ，有：

$$u_{21}(h) = a/k = 0.10\%RH$$

A.5.3.2.2 由湿度发生器均匀性引入的标准不确定度 $u_{22}(h)$

查阅仪器说明书可知仪器的均匀性为 0.4%RH，按照均匀分布区间半宽为 0.20%RH，则

$$u_{22}(h) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12\%RH$$

A.5.3.2.3 由湿度发生器稳定性引入的标准不确定度 $u_{23}(h)$

查阅仪器说明书可知仪器的稳定性为 $\pm 0.4\%$ ，则区间半宽 $a=0.4\%RH$ ，按照均匀分布计算：

$$u_{23}(h) = \frac{0.4}{\sqrt{3}} = 0.23\%RH$$

则由标准装置引入的合成标准不确定度为：

$$u_2(h) = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2 + u_{23}^2} = \sqrt{0.10^2 + 0.12^2 + 0.23^2} = 0.28\%RH$$

A.5.4 不确定度分量一览表

不确定度分量如表 A.16 所示。

表 A.16 不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	符号	灵敏度系数	u_i
1	1.被校湿度传感器重复性	u_1	1	0.083%RH
2	1.露点仪上级校准证书 2.湿度发生器均匀性 3.湿度发生器稳定性	u_2	-1	0.28%RH

合成标准不确定度，有：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.29\%RH$$

A.5.5 扩展不确定度

测量结果近似为正态分布，取 $k=2$ ，则在 60%RH 处，扩展不确定度为：

$$U = k u_c = 0.58\%RH \quad (k=2)$$

A.6 铂电阻温度系统的测量不确定度分析

A.6.1 测量方法：

将二等标准铂电阻温度计与铂电阻同时插入恒温槽或冰点器中，待温度稳定后读取标准值与被校测量值，按“标准→被校 1→被校 2…→标准”的次序读取示值，这样读数作为一个循环，循环 2 次，每支被校铂电阻温度系统示值共读数 2 次，分别求得标准和被校示值的平均值，然后通过公式 (A.10) 计算出示值误差。

A.6.2 测量模型

$$x=t-T \quad (\text{A.10})$$

式中：

x ——铂电阻温度系统的示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

t ——铂电阻温度系统的示值（平均值）， $^{\circ}\text{C}$ ；

T ——二等标准铂电阻温度计读数（平均值）， $^{\circ}\text{C}$ 。

A.6.3 输入量 t 的不确定度 $u(t)$ 的评定A.6.3.1 被校铂电阻温度系统示值误差重复性引入标准不确定度分量 $u_1(t)$

用二等标准铂电阻温度计对铂电阻温度系统作连续 10 次重复性测量。采用 A 类方法进行评定。数据如下表 A.17 所示。

表 A.17 铂电阻温度系统 10 次测量数据 单位： $^{\circ}\text{C}$

次数	温度点								
	0			30			50		
	标准	被校	示值误差	标准	被校	示值误差	标准	被校	示值误差
1	0.014	0.05	0.036	30.017	30.06	0.043	50.019	50.09	0.071
2	0.015	0.04	0.025	30.018	30.08	0.062	50.019	50.10	0.081
3	0.012	0.06	0.048	30.017	30.07	0.053	50.020	50.08	0.060
4	0.014	0.05	0.036	30.019	30.05	0.031	50.019	50.09	0.071
5	0.012	0.04	0.028	30.016	30.08	0.064	50.018	50.08	0.062
6	0.013	0.05	0.037	30.017	30.07	0.053	50.019	50.09	0.071
7	0.015	0.03	0.015	30.015	30.06	0.045	50.017	50.10	0.083
8	0.013	0.05	0.037	30.018	30.05	0.032	50.018	50.09	0.072
9	0.012	0.03	0.018	30.019	30.07	0.051	50.017	50.08	0.063
10	0.014	0.04	0.026	30.017	30.06	0.043	50.019	50.09	0.071
标准偏差	/	/	0.010	/	/	0.011	/	/	0.007

实际每个值测量为两次，则： $u_1(t) = s_p / \sqrt{2}$ ，

被校铂电阻温度系统示值误差重复性引入标准不确定度分量 $u_1(t)$ 数据如下表 A.18 所示。

表 A.18 被校铂电阻温度系统标准不确定度表 $u_1(t)$

温度点/°C	0	30	50
s_p /°C	0.010	0.011	0.007
$u_1(t)$ /°C	0.007	0.008	0.005

A.6.3.2 被校铂电阻温度系统示值分辨力引入标准不确定度分量 $u_2(t)$ 的评定

由被校铂电阻温度系统示值分辨力为 $d=0.01^\circ\text{C}$ ，导致的示值误差区间半宽为 $a=d/2$ ，包含因子 $k=\sqrt{3}$ 。因此

$$u_2(t) = a/k = 0.0029^\circ\text{C}。$$

由于分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，所以分辨力不确定度可以不考虑，得到下表 A.19 所示的标准不确定度。

表 A.19 被校铂电阻温度系统输入量 t 标准不确定度 $u(t)$

温度点	0°C	30°C	50°C
$u(t)$ /°C	0.007	0.008	0.005

A.6.4 输入量 T 的标准不确定度 $u(T)$ 的评定

A.6.4.1 标准器溯源的不确定度 $u_1(T)$

25°C 时标准铂电阻温度计的标准不确定度 u_1 ，用 B 类标准不确定度评定。

MPEV=0.0010°C, 均匀分布，所以

$$u_1(T) = 0.0010 / \sqrt{3} = 0.00058^\circ\text{C}$$

A.6.4.2 二等标准铂电阻温度计水三相点变化引起的不确定度 $u_2(T)$

按标准铂电阻温度计检定规程要求，铂电阻温度计水三相点变化 $\geq 8\text{m}^\circ\text{C}$ 时应提前送检，但规程要求经常测量标准器的水三相点电阻值，并使用新的测得值计算，使用前变化为 $0.2\text{m}^\circ\text{C}$ ，均匀分布，则标准不确定度

$$u_2(T) = 0.0002 / \sqrt{3} = 0.00012^\circ\text{C}。$$

A.6.4.3 二等标准铂电阻温度计自热效应引入的不确定度 $u_3(T)$

二等标准铂电阻温度计自热效应为 0.0019°C ，均匀分布，标准不确定度

$$u_3(T) = 0.0019^{\circ}\text{C} / \sqrt{3} = 0.0011^{\circ}\text{C}。$$

A.6.4.4 二等标准铂电阻温度计稳定性引入的不确定度 $u_4(T)$

二等标准铂电阻温度计稳定性为 0.010°C ，均匀分布，标准不确定度

$$u_4(T) = 0.01^{\circ}\text{C} / \sqrt{3} = 0.0058^{\circ}\text{C}。$$

A.6.4.5 温场不均匀性引入不确定度分量 $u_5(T)$ 的评定

使用恒温槽作为温场时，测量标准和被校铂电阻温度系统插入到同一水平，只需考虑恒温槽的水平温差，恒温槽各插孔之间的温差最大为 0.01°C 。不确定度区间的半宽度取 $a=0.005^{\circ}\text{C}$ ，在区间内可认为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，

$$u_5(T) = 0.005^{\circ}\text{C} / \sqrt{3} = 0.0029^{\circ}\text{C}。$$

使用冰点器作为温场时，冰用蒸馏水制成，由实验和经验可知，其温度偏离水三相点的最大的扩展不确定度为 0.006°C ，取 $k=2.58$ ，则有

$$u_5(T) = 0.006^{\circ}\text{C} / 2.58 = 0.0023^{\circ}\text{C}，$$

即：温度点为 30°C 和 50°C 时， $u_5(T) = 0.0029^{\circ}\text{C}$ ，

温度点为 0°C 时， $u_5(T) = 0.0023^{\circ}\text{C}$ 。

A.6.4.6 电测仪表引入标准不确定度分量 $u_6(T)$ 的评定

参照仪器说明书，电测仪表的允许误差为： 0°C 允许误差 $\pm 0.006^{\circ}\text{C}$ ， 100°C 允许误差 $\pm 0.009^{\circ}\text{C}$ 。选取对应温度段的最大允许误差为电测设备误差引入计算标准不确定度分量的值，具体如下表 A.20 所示：

表 A.20 电测设备误差引入计算标准不确定度分量

测量点 ($^{\circ}\text{C}$)	允许误差 ($^{\circ}\text{C}$)	包含因子 k	标准不确定度 ($^{\circ}\text{C}$)
0	± 0.006	$\sqrt{3}$	0.0035
30	± 0.009	$\sqrt{3}$	0.0052
50	± 0.009	$\sqrt{3}$	0.0052

A.6.4.7 二等标准铂电阻温度计显示分辨率引入不确定度分量 $u_7(T)$ 的评定

二等标准铂电阻温度计的显示分辨力为 0.001°C ，属均匀分布，故包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，半宽度 $a=0.0005^{\circ}\text{C}$ 。因此，二等标准铂电阻温度计允许基本误差引入的不确定度为：

$$u_7(T) = a/\sqrt{3} = 0.00029^\circ\text{C},$$

经计算得到表 A.21。

表 A.21 被校铂电阻温度系统输入量 T 标准不确定度 $u(T)$

温度点	0℃	30℃	50℃
$u(T) ^\circ\text{C}$	0.0073	0.0084	0.0084

A.6.5 合成标准不确定度的评定

A.6.5.1 灵敏系数

$$x = t - T;$$

灵敏系数:

$$c_1 = \partial x / \partial t = 1 \quad c_2 = \partial x / \partial T = -1$$

A.6.5.2 标准不确定度汇总。

表 A.22 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度的来源	标准不确定度/ $^\circ\text{C}$			C_i	$ C_i u(x_i) ^\circ\text{C}$		
		0℃	30℃	50℃		0℃	30℃	50℃
$u(t)$	1、示值误差重复性	0.007	0.008	0.005	-1	0.007	0.008	0.005
$u(T)$	1、二等标准铂电阻温度计溯源 2、二等标准铂电阻温度计水三相点变化引起 3、二等标准铂电阻温度计自热效应 4、二等标准铂电阻温度计稳定性 5、温场不均匀性 6、电测仪表 7、二等标准铂电阻温度计显示分辨力	0.0073	0.0084	0.0084	1	0.0073	0.0084	0.0084

A.6.5.3 合成不确定度的计算

输入量彼此独立不相关，所以合成标准不确定度可按公式 (A.11) 计算，得

到数据见下表。

$$u_c = \sqrt{[c_1 u(t)]^2 + [c_2 u(T)]^2}$$

(A.11)

表 A.23 合成的标准不确定度

温度点	0℃	30℃	50℃
$u_c/^\circ\text{C}$	0.010	0.012	0.010

A.6.6 扩展不确定度的评定

取置包含因子 $k=2$ 。扩展不确定度为：

$$U=k \times u_c \quad (\text{A.12})$$

表 A.24 扩展不确定度及 k 值

温度点	0℃	30℃	50℃
$U/^\circ\text{C}$	0.020	0.024	0.020
k	2	2	2

A.7 工况温度偏差校准结果不确定度分析

A.7.1 概述

温度测量设备由温度传感器和数字温度显示仪组成，该套设备具有温度修正值。温度偏差是指设备温度显示仪表示值与中心点实际温度之差。

A.7.2 测量模型

$$\Delta t_d = t_d - t_o - \Delta t_o \quad (\text{A.12})$$

式中：

Δt_d —— 温度偏差，℃；

t_d —— 被检设备温度显示仪表温度，℃；

t_o —— 数字温度显示仪读数，℃；

Δt_o —— 温度测量装置的修正值（指整体检定），℃。

A.7.3 方差与灵敏系数

式（A.12）中 t_o ， t_d ， Δt_o 互为独立，因而得

$$c_1 = \frac{\partial \Delta t_d}{\partial t_d} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta t_d}{\partial t_o} = -1, \quad c_3 = \frac{\partial \Delta t_d}{\partial \Delta t_o} = -1$$

$$\text{故 } u_c^2 = u^2(t_d) + u^2(t_o) + u^2(\Delta t_o)$$

A.7.4 不确定度来源及分析

A.7.4.1 由 t_d 引入的不确定度

对环境测试间工况点 20℃作 15 次独立重复测量，从设备显示仪上读取 15 次显示值，记为 t_{d1} ， t_{d2} ，...， t_{d15} ，平均值记为 $\bar{t}_d$ ，其测量列如表 A.25 所示。

表 A.25 测试间显示数据

i (次数)	$t_{di} / ^\circ\text{C}$	i (次数)	$t_{di} / ^\circ\text{C}$	i (次数)	$t_{di} / ^\circ\text{C}$	平均值 $\bar{t}_d / ^\circ\text{C}$
1	19.9	6	19.9	11	20.0	20.0
2	20.1	7	20.0	12	19.9	
3	20.0	8	19.9	13	20.0	
4	20.1	9	20.0	14	20.1	
5	19.9	10	20.1	15	20.1	

则由 15 次独立重复测量导致的最佳估计值引入的标准不确定度分量为：

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{di} - \bar{t}_d)^2}{n(n-1)}} = 0.08\text{ }^{\circ}\text{C}, \quad \nu_1 = 14$$

A.7.4.2 由 t_o 引入的不确定度

对环境测试间作 15 次独立重复测量，从数字温度显示仪上读取 15 次显示值，记为 $t_{o1}, t_{o2}, \dots, t_{o15}$ ，平均值记为 $\bar{t}_o$ ，其测量列如表 A.26 所示。

表 A.26 测试间标准器显示数据

i (次 数)	$t_{di}/^{\circ}\text{C}$	i (次 数)	$t_{di}/^{\circ}\text{C}$	i (次 数)	$t_{di}/^{\circ}\text{C}$	平均值 $\bar{t}_o/^{\circ}\text{C}$
1	19.95	6	19.98	11	19.95	19.87
2	19.82	7	19.81	12	19.83	
3	19.99	8	19.79	13	19.79	
4	19.85	9	19.82	14	19.83	
5	19.80	10	19.96	15	19.92	

则由标准器 t_o 引入的不确定度分量 u_2 为：

$$u_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{di} - \bar{t}_d)^2}{n(n-1)}} = 0.07\text{ }^{\circ}\text{C}, \quad \nu_1 = 14$$

A.7.4.3 由 Δt_o 引入的不确定度

从检定证书知：温度测量装置修正值 Δt_o 的扩展不确定度 $U_{95}=0.10^{\circ}\text{C}$ ，以正态分布估计， $k_{95}=1.960$ ， $u_3 = u(\Delta t_o) = 0.10^{\circ}\text{C}/1.960 = 0.05^{\circ}\text{C}$ ， $\nu_3 = \infty$ 。

A.7.5 不确定度分量一览表

不确定度分量如表 A.27 所示。

表 A.27 各不确定度分量数据

序号	来源	符号	u_i	自由度
1	被测设备仪表读数重复性	u_1	0.08°C	14
2	温度测量标准装置读数重复性	u_2	0.07°C	14
3	温度测量装置误差	u_3	0.05°C	∞

A.7.6 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.12^\circ\text{C}$$

有效自由度根据公式

$$\nu_{\text{eff}} = u_c^4 / (\sum u_i^4 / \nu_i)$$

计算得

$$\nu_{\text{eff}} = 56.7$$

A.7.7 扩展不确定度

3 个不确定度分量大小接近，且相互独立，其合成仍接近正态分布，取置信水平 $p=0.95$ ，查 t 分布表得扩展因子 $k_{95}=2.01$ ，故得

$$U_{95} = k u_c = 0.24^\circ\text{C}$$

A.8 工况相对湿度偏差校准结果不确定度分析

A.8.1 概述

湿度测量标准用精密温湿度巡检仪，相对湿度偏差是指被校准湿度显示仪表示值与设备实际湿度之差。

A.8.2 测量模型

$$\Delta h_d = h_d - h_o - \Delta h_o$$

(A.13)

式中：

Δh_d ——湿度偏差，%RH；

h_d ——被测设备显示仪表显示湿度，%RH；

h_o ——精密温湿度巡检仪，%RH；

Δh_o ——精密温湿度巡检仪误差对测量结果的影响，%RH。

A.8.3 方差与灵敏系数

式(A.13)中 h_d ， h_o ， Δh_o 互为独立，因而得

$$c_1 = \frac{\partial \Delta h_d}{\partial h_d} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta h_d}{\partial h_o} = -1, \quad c_3 = \frac{\partial \Delta h_d}{\partial \Delta h_o} = -1$$

$$\text{故 } u_c^2 = u^2(h_d) + u^2(h_o) + u^2(\Delta h_o)$$

A.8.4 不确定度来源及分析

A.8.4.1 由 h_d 引入的不确定度

在温度为 25℃、湿度为 60%RH 时测量测试间空间中心点湿度，同时从设备湿度显示仪上读取 15 次显示值，记为 h_{d1} ， h_{d2} ，…， h_{d15} ，平均值记为 $\overline{h_d}$ ，其测量列如表 A.28 所示。

表 A.28 15 次测试间湿度显示仪测量值 单位：%RH

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均值
示值	61	60	59	61	59	60	60	59	60	59	61	60	61	59	60	59.9

根据公式：

$$s(\overline{h_d}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_{di} - \overline{h_d})^2}{n(n-1)}}$$

计算得算术平均值 $\overline{h_d}$ 的实验标准差 $s(\overline{h_d}) = 0.77\%RH$ 。则由 15 次独立重复测量

导致的最佳估计值引入的标准不确定度分量 $u_1 = s(\bar{h}_d) = 0.77\%RH$ ，自由度 $\nu_1 = 14$ 。

A.8.4.2 由 $\bar{h}_o$ 引入的不确定度

在温度为 25℃、湿度为 60%RH，对试验室湿度作 15 次独立重复测量，从精密温湿度巡检仪上读取 15 次显示值，记为 h_{o1} ， h_{o2} ，...， h_{o15} ，平均值记为 $\bar{h}_o$ ，其测量列如表 A.29 所示。

表 A.29 15 次精密温湿度巡检仪数值 单位：%RH

i (次)	$h_{di}/\%RH$	i (次)	$h_{di}/\%RH$	i (次)	$h_{di}/\%RH$
1	59.51	6	59.34	11	59.78
2	59.67	7	59.39	12	59.75
3	59.12	8	59.24	13	59.71
4	59.31	9	59.46	14	59.62
5	59.19	10	59.36	15	59.34

根据公式：

$$s(\bar{h}_o) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_{oi} - \bar{h}_o)^2}{n(n-1)}}$$

则由重复性测量引入的标准不确定度分量 $u_2 = s(\bar{h}_o) = 0.20\%RH$ ，自由度 $\nu_2 = 14$ 。

A.8.4.3 由精密温湿度巡检仪误差引入的不确定度

根据精密温湿度巡检仪校准证书知：其扩展不确定度为 1.5%RH，包含因子 $k=2$ ，则 $u_3 = U/a = 0.75\%RH$ ，因证书未告知何种分布，故以正态分布估计， $\nu_3 = \infty$ 。

A.8.5 不确定度分量一览表

不确定度分量如表 A.30 所示：

表 A.30 不确定度分量表

序号	来源	符号	u_i	自由度
1	被测设备仪表读数重复性	u_1	0.77%RH	14
2	精密温湿度巡检仪读数重复性	u_2	0.20%RH	14
3	精密温湿度巡检仪误差	u_3	0.75%RH	∞

A.8.6 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 1.09\%RH$$

A.8.7 扩展不确定度

由于 u_3 在各不确定度分量中占比例较大，并且服从正态分布，因此其合成仍接

近正态分布，故取 $k_{95}=1.960$ ，得

$$U_{95}=k u_c=2.1\%RH$$

附录 B：校准证书内页信息及格式

校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题：例如“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 实施实验室活动的地点，包括客户设施、实验室固定设施以外的地点、相关的临时或移动设施；
- d) 将报告中所有部分标记为完整报告一部分的唯一标识，以及表明报告结束的清晰标识；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 所用方法的识别；
- g) 物品的描述、明确的标识以及必要时物品的状态；
- h) 校准物品的接收日期，以及对结果的有效性和应用至关重要的抽样日期；
- i) 实施实验室活动的日期；
- j) 报告的发布日期；
- k) 如与结果的有效性或应用相关时，实验室或其他机构所用的抽样计划和抽样方法；
- l) 结果仅与被检测、被校准或被抽样物品有关的声明；
- m) 结果，适当时，带有测量单位；
- n) 对方法的补充、偏离或删除；
- o) 报告批准人的识别；
- p) 当结果来自于外部供应商时，清晰标识。

注：报告中声明除全文复制外，未经实验室批准不得部分复制报告，可以确保报告不被部分摘用。

附录 C：校准记录格式

表 C.1 外观和工作正常性检查

记录序号	项目名称	检查记录
1	外观检查	
2	工作正常性检查	

表 C.2 测试功率的校准记录

器具名称:				规格/型号:		
出厂编号:				精度等级:		
生产厂家:				管理编号:		
频率 (Hz)	量限 (V/A)	校准设定参数			标准值 ()	被校表显示值 ()
		COSφ	U (V)	I (A)		

测量结果的扩展不确定度:						
备注:						

表 C.3 测试电压的校准记录

器具名称:		规格/型号:
出厂编号:		精度等级:
生产厂家:		管理编号:
频率 (Hz)	标准值 ()	被校表显示值()
测量结果的扩展不确定度:		
备注:		

表 C.4 测试电流的校准记录

器具名称:		规格/型号:
出厂编号:		精度等级:
生产厂家:		管理编号:
频率 (Hz)	标准值 ()	被校表显示值()
测量结果的扩展不确定度:		
备注:		

JJF(机械)XXX—2026

表 C.5 测试频率的校准记录

器具名称:		规格/型号:	
出厂编号:		精度等级:	
生产厂家:		管理编号:	
标准值 ()	显示值 ()	标准值 ()	显示值 ()
测量结果的扩展不确定度:			
备注:			

表 C.6 功率因数（相位）校准记录

器具名称:		规格/型号:	
出厂编号:		精度等级:	
生产厂家:		管理编号:	
频率	恒定电压/电流	标准值	显示值
测量结果的扩展不确定度:			
备注:			

表 C.7 温度校准记录

器具名称:		规格/型号:	
出厂编号:		精度等级:	
生产厂家:		管理编号:	
通道名称:			
标准值 (°C)	测量值 t_1 (°C)	测量值 t_2 (°C)	平均值 (°C)
测量结果的扩展不确定度:			
备注:			

表 C.8 压力校准记录

器具名称:		规格/型号:	
出厂编号:		精度等级:	
生产厂家:		管理编号:	
通道名称:			
标准值 ()	正行程 ()	反行程 ()	示值误差
测量结果的扩展不确定度:			
备注:			

表 C.9 热电偶温度系统校准记录

器具名称:					规格/型号:					
精度等级:					生产厂家:					
通道名	标准值	测量值	标准值	测量值	标准	测量	标准值	测量值	标准值	测量值
测量结果的扩展不确定度:										
备注:										

表 C.10 电磁流量计/涡街流量计校准记录

器具名称:				规格/型号:		
出厂编号:				精度等级:		
生产厂家:				管理编号:		
序号	校准流量点 ()	流量计流量 V_i	实测流量 (V_n) _i	示值误差 $E_I(\%)$	最大误差 $E_{\max}(\%)$	重复性误差 $E_r(\%)$
测量结果的不确定度:						

表 C.11 质量流量计校准记录

器具名称:						规格/型号:				
出厂编号:						精度等级:				
生产厂家:						管理编号:				
序号	校准流量点 (kg/h)	流量计流量 V_i (kg)		实测流量(V_n) _i (kg)		实际流量 (kg)	实测流量 V_n (kg)	示值误差 $E_I(\%)$	最大误差 $E_{\max}(\%)$	重复性误差 $E_r(\%)$
		始	末	始	末					
测量结果的不确定度:										