

中华人民共和国国家标准

GB/T 29823—2013

试验用空气焓值法试验装置检验方法

Rating methods for test air enthalpy testing facility

2013-11-12 发布

2014-03-15 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 检验规定	3
4.1 检验条件	3
4.2 检验项目	3
4.3 通用性要求	3
4.4 技术性要求	7
4.5 标准器装置技术要求及组成	8
5 检验方法	10
5.1 温湿度测量系统	10
5.2 压力测量系统	13
5.3 电参数测量系统	15
5.4 数据采集单元	17
5.5 数字显示仪表	18
5.6 流量测量系统	19
5.7 风速测量系统	20
5.8 转速测量系统	21
6 检验周期	22
7 制冷量和制热量的计算	22
7.1 制冷量的计算	22
7.2 制热量的计算	23
8 检验结果的不确定度	23
8.1 检验结果的不确定度概述	23
8.2 检验结果的不确定度数学模型	23
8.3 不确定度评定	24
附录 A (规范性附录) 检验项目	25
附录 B (资料性附录) 各测量系统不确定度及制冷量不确定度评定实例	26
附录 C (资料性附录) 检验记录和检验结果	34
附录 D (资料性附录) 风量的确定	40
附录 E (资料性附录) 公式中使用的符号定义	41
参考文献	43

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本标准负责起草单位：上海市计量测试技术研究院、上海佐竹冷热控制技术有限公司、中国家用电器研究院、上海出入境检验检疫局、上海理工大学、上海交通大学、上海天祥质量技术服务有限公司、浙江省计量科学研究院、中国计量学院、上海三菱电机、三菱空调电器有限公司、大金空调(上海)有限公司、广东美的制冷设备有限公司、上海市在线检测与控制技术重点实验室。

本标准主要起草人：余国瑞、杜军、茅晓晨、陈曦、徐鸿、傅培刚、李瑛、董浩、吴静怡、孙健、余时帆、陈乐、潘晔巍、陈杰、张智。

引 言

试验用空气焓值法试验装置集成了众多测量仪表与系统,它作为测量空调器性能的试验装置,多年来在空调器制造业得到广泛应用。由于空气焓值法的检验内容、检验工况等较为复杂,并且空调器性能指标涉及的参数众多,长期以来对试验用空气焓值法试验装置的检验方法尚未形成统一规范。为使试验用空气焓值法试验装置各技术参数的检验方法规范统一,为便于各空调器制造企业使用规范统一的空调器性能试验装置,有必要对试验用空气焓值法试验装置的检验方法进行标准化。

本标准对试验用空气焓值法试验装置的检验过程所涉及各测量系统的检验方法进行了说明,并给出了空气焓值法制冷量、制热量的计算以及制冷量测量不确定度的评定方法,为规范检验试验用空气焓值法试验装置提供了参考与指导。

试验用空气焓值法试验装置检验方法

1 范围

本标准规定了试验用空气焓值法试验装置检验方法的术语和定义、检验规定、检验方法、检验结果判别、检验周期和制冷量、制热量的计算以及检验结果不确定度的评定等。

本标准适用于试验用空气焓值法试验装置的检验。标准所规定的检验方法,用于检验试验用空气焓值法试验装置的温度、湿度、压力、电参数、流量、风速、转速等测量系统及喷嘴。

其他类似试验装置设备的检验也可参考本标准所规定的检验方法。

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 7725—2004 房间空气调节器

GB/T 17758—2010 单元式空气调节机

GB 50155—1992 采暖通风与空气调节术语标准

JJF 1001—2011 通用计量术语和定义

JJF 1004—2004 流量计量名词术语及定义

JJF 1048—1995 数据采集系统校准规范

3 术语和定义

GB 50155—1992、JJF 1001—2011、JJF 1004—2004 和 GB/T 7725—2004 界定的术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB 50155—1992、JJF 1001—2011、JJF 1004—2004 和 GB/T 7725—2004 的某些术语和定义。

3.1

测量误差 measurement error, error of measurement

测得的量值减去参考量值。

[JJF 1001—2011,定义 5.3]

3.2

校准 calibration

在规定条件下的一组操作,其第一步是确定由测量标准提供的量值与相应示值之间的关系,第二步则是用此信息确定由示值获得测量结果的关系,这里测量标准提供的量值与相应示值都具有测量不确定度。

[JJF 1001—2011,定义 4.10]

3.3

测量不确定度 measurement uncertainty, uncertainty of measurement

根据所用到的信息,表征赋予被测量量值分散性的非负参数。

[JJF 1001—2011,定义 5.18]

3.4

测量系统 measuring system

一套组装的并适用于特定量在规定区间内给出测得值信息的一台或多台测量仪器,通常还包括其他装置,诸如试剂和电源。

[JJF 1001—2011,定义 6.2]

3.5

测量仪器的准确度 accuracy of a measuring instrument

测量仪器给出接近于真值的响应的能力。

[JJF 1001—2011,定义 7.18]

3.6

变送器 transmitter

将敏感元件输出的信号转换成标准信号的装置。

[GB 50155—1992,定义 7.3.9]

3.7

露点温度 dew point temperature

在大气压力一定、某含湿量下的未饱和空气因冷却达到饱和状态时的温度。

[GB 50155—1992,定义 2.1.7]

3.8

相对湿度 relative humidity

空气实际的水蒸汽分压力与同温度下饱和状态空气的水蒸汽分压力之比,用百分率表示。

[GB 50155—1992,定义 2.1.10]

3.9

差压 differential pressure

当考虑了上游和下游取压孔之间的基准面的所有差别时,由节流装置所产生的压力差。

[JJF 1004—2004,定义 2.1.11]

3.10

喷嘴 nozzle

与管道同轴,具有无突变曲线廓形且与同轴圆筒形喉部相切的收缩件。

[JJF 1004—2004,定义 2.1.9]

3.11

焓 enthalpy

物质所具有的一种热力学性质,定义为该物质的体积、压力的乘积与内能的总和。

[GB 50155—1992,定义 6.1.19]

3.12

空气焓值法 air-enthalpy test method

一种测定空调器制冷、制热能力的试验方法。它对空调器的送风参数、回风参数以及循环风量进行测量,用测出的风量与送风、回风焓差的乘积确定空调器的能力。

[GB/T 7725—2004,定义 3.13]

3.13

制冷量(制冷能力) total cooling capacity

空调器在额定工况和规定条件下进行制冷运行时,单位时间内从密闭空间、房间或区域内除去的热量总和。单位:W。

[GB/T 7725—2004,定义 3.5]

3.14

制冷消耗功率 total cooling power input

空调器在额定工况和规定条件下进行制冷运行时,所输入的总功率,单位:W。

[GB/T 7725—2004,定义 3.6]

3.15

制热量(制热能力) heating capacity

空调器在额定工况和规定条件下进行制热运行时,单位时间内送入密闭空间、房间或区域内的热量总和,单位:W。

[GB/T 7725—2004,定义 3.7]

3.16

制热消耗功率 heating power input

空调器在额定工况和规定条件下进行制热运行时,所输入的总功率,单位:W。

[GB/T 7725—2004,定义 3.8]

4 检验规定

4.1 检验条件

4.1.1 环境温度:10℃~30℃。

4.1.2 环境湿度:应不大于85%RH。

4.1.3 电源电压和频率:电源电压变化应在额定值的±10%之内;电源频率变化应在额定值的±2%之内。

4.1.4 负载条件:一般条件下,应空载进行检验,如果用户需要,也可在用户指定的负载条件下进行。

4.1.5 其他条件:设备周围应无强烈震动,无腐蚀性气体、液体,应避免其他冷、热源影响。

4.2 检验项目

检验项目包括:温湿度测量系统、压力测量系统、电参数测量系统、数字显示仪表系统、流量测量系统、风速测量系统和转速测量系统。

检验项目按照附录A的要求进行。

4.3 通用性要求

4.3.1 温湿度测量系统

4.3.1.1 温湿度测量系统概述

温湿度测量系统是由传感器、信号变换器、数据采集单元等组成,具有温湿度测量功能的系统。

4.3.1.2 铂电阻温度测量系统

铂电阻温度测量系统要求如下:

- a) 各部分装配应正确、可靠,不得断路、短路;
- b) 铂电阻感温元件不得破裂,不得有显著的弯曲现象;
- c) 保护管应完整无损,不得有凹痕、划痕和显著锈蚀,外表涂层应牢固;
- d) 能实现铂电阻温度的显示、存储和修正等功能。

4.3.1.3 热电偶温度测量系统

热电偶温度测量系统要求如下：

- a) 热电偶测量端焊点应牢固、表面光滑、无气孔，焊点直径约为电极直径的两倍；
- b) 电极不允许有折叠、扭曲现象，外部应有绝缘层或绝缘保护管；
- c) 能实现热电偶温度的显示、存储等功能；
- d) 能同时检测多点热电偶温度，根据实际需要检测点数应是可扩展的。

4.3.1.4 露点温度

露点温度要求如下：

- a) 传感器不锈钢或 PTFE 保护套和金属格栅过滤器不得有破损；
- b) 露点温度测量系统的工作环境温度应高于待测气体的温度，避免在露点测量系统的管路中结露；
- c) 安装露点温度测量系统的室内压力等于大气压时，可直接测量露点温度值；当室内压力偏离标准大气压(101 325 Pa)200 Pa 以上，但波动小于 200 Pa/h 时，可用计算的方法对检定结果加以修正(已配备了自动压力修正系统的除外)。

4.3.1.5 湿度传感器

湿度传感器要求如下：

- a) 湿度传感器不得破裂，不得有显著的弯曲现象；
- b) 保护管应完整无损，不得有凹痕、划痕和显著锈蚀；
- c) 能实现湿度的显示、存储等功能。

4.3.1.6 干湿球法

干湿球法要求如下：

- a) 各部分装配应正确、可靠，不得断路、短路；
- b) 感温元件不得破裂，不得有显著的弯曲现象；
- c) 保护管应完整无损，不得有凹痕、划痕和显著锈蚀，外表涂层应牢固；
- d) 能实现湿度的计算、显示、存储和修正等功能。

4.3.2 压力测量系统

4.3.2.1 压力测量系统概述

压力测量系统是由压力传感器/变送器、数据采集单元等组成，具有压力测量功能的系统。

4.3.2.2 绝压/表压

绝压/表压要求如下：

- a) 应标注有测量范围、额定工作压力准确度等主要指标；
- b) 防爆产品应有相应的防爆标志。各零部件应完好无损，无锈蚀和霉斑；
- c) 用于绝压的测量系统，在压力变送器部分应有绝压的标志或符号；
- d) 测量部分在承受测量压力上限时，不得泄漏。

4.3.2.3 差压

差压要求如下：

- a) 应标注有测量范围、额定工作压力准确度等主要指标；

- b) 各零部件应完好无损,无锈蚀和霉斑;
- c) 压力输入端口处应有高压(H)和低压(L)的标志分别对应变送器的高低压力容室;
- d) 变送器为额定工作压力时,不得泄漏。

4.3.3 电参数测量系统

4.3.3.1 电参数测量系统概述

电参数测量系统是由各种电参数测量仪器、信号变换器等组成,具有电参数测量功能的系统。

4.3.3.2 电参数测量系统

电参数测量系统要求如下:

- a) 电参数测量系统应有适当的电气安全标注;
- b) 各引出端的标志应该清晰;
- c) 电压回路和电流回路公共端应采用相同的标志;
- d) 如果是多相功率测量系统,则相与相之间的互相影响可以忽略;
- e) 各单相测量系统的引出端和地电位间在电气上应该是绝缘的;
- f) 防爆产品应有相应的防爆标志;
- g) 各零部件应完好无损,无锈蚀和霉斑;
- h) 测量系统应能实现功率的计算、显示、存储等功能。

4.3.4 数据采集单元

数据采集单元要求如下:

- a) 数据采集单元外形结构应完好;
- b) 开关、按键、旋钮等可正常操作,标志清晰明确,外露件不应有松动和机械损伤;
- c) 供电电源的标志及电压和频率范围指示明确;
- d) 数据采集单元应能连续 24 h 无故障工作;
- e) 其安全性和绝缘性良好,符合国家有关安全规定;
- f) 人身感应、摆放位置和方向等对其性能的影响应可忽略不计。

4.3.5 数字显示仪表系统

数字显示仪表系统要求如下:

- a) 数字显示仪表系统外形结构应完好;
- b) 开关、按键可正常操作,标志清晰明确,外露件不应有松动和机械损伤;
- c) 数字指示面板不应有影响读数的缺陷;
- d) 各开关、按键在规定的状态时,应具有相应的功能和一定的调节范围。

4.3.6 流量测量系统

4.3.6.1 喷嘴

喷嘴要求如下:

- a) 应在喷嘴的明显部位清晰标明喉部直径,标明型号、喷嘴编号、设计流量、制造单位等。所选用的材料应有较高的硬度并有较好的耐腐蚀性。不得有凹痕、气孔和杂质。
- b) 喷嘴应有稳定的可复现的热膨胀特性,如果使用时的温度与测量喉部直径时的温度不同,可对喉部直径进行适当的修正。
- c) 喷嘴应按图 1 规定的结构尺寸加工安装。

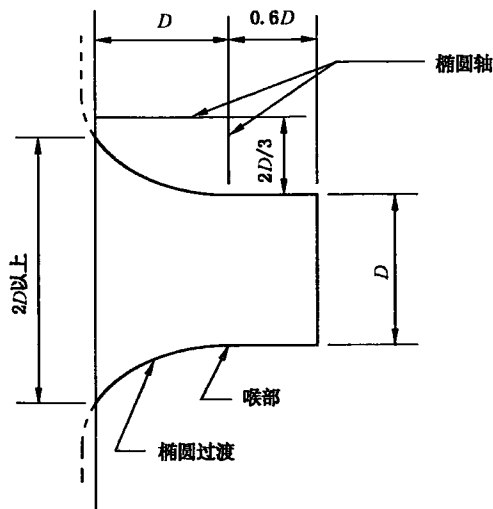


图 1 喷嘴尺寸及安装图

4.3.6.2 液体流量测量

4.3.6.2.1 液体流量测量系统概述

液体流量测量系统是由流量传感器、信号变换器、数据采集单元等组成,具有液体流量测量功能的系统。

4.3.6.2.2 液体流量测量系统要求

液体流量测量系统要求如下:

- a) 在流动回路中没有泄漏,也没有未经计量的泄漏液体通过换向器;
- b) 不会由于热的收缩(或膨胀)而使部分回路中积聚(或排出)液体,也不会由于含有未知的蒸气或气体的体积变化而使流量回路中积聚液体;
- c) 当换向器刚好通过水力中心时计时器正好启动和停止。

4.3.7 风速测量系统

4.3.7.1 风速测量系统概述

风速测量系统是由风速传感器、信号变换器、数据采集单元等组成,具有风速测量功能的系统。

4.3.7.2 风速测量系统要求

风速测量系统要求如下:

- a) 风速测量传感器不得破裂,不得有显著的弯曲现象;
- b) 保护管应完整无损,不得有凹痕、划痕和显著锈蚀。

4.3.8 转速测量系统

4.3.8.1 转速测量系统概述

转速测量系统是由转速传感器、信号变换器、数据采集单元/显示仪表等组成,具有转速测量功能的系统。

4.3.8.2 转速测量系统

转速测量系统要求如下:

- a) 转速测量系统连接可靠,支架可调节;
- b) 光电式转速测量传感器不得破裂,不得有弯曲现象;
- c) 接触式转速测量传感器的转轴应清洁,不得有油污,转动时无黏滞。

4.4 技术性要求

各测量系统的技术要求如表 1 所示。各测量系统检验结果的不确定度及制冷量不确定度评定实例详见附录 B。

表 1 试验用空气焓值法试验装置各测量系统技术要求

名称		测量范围	最大允许误差	备注
温湿度测量系统	铂电阻	-20℃~80℃	±0.1℃	金属护套长度大于 100 mm
	热电偶	-50℃~150℃	±1.0℃	长度大于 1 000 mm
	湿度传感器	10%RH~95%RH	±3% RH	—
	露点温度	-20℃~40℃	±0.6℃	—
压力测量系统		0.08 MPa~0.12 MPa	±0.1%	大气压
		0 MPa~7 MPa	±0.4%	绝压(满量程误差)
		-0.1 MPa~7 MPa	±0.4%	表压(满量程误差)
		-100 Pa~100 Pa	±3Pa	差压
		-1 000 Pa~1 000 Pa	±3Pa	差压
电参数测量系统		0 V~600 V	±0.2%	电压
		0 A~20 A	±0.2%	电流
		0 W~12 kW	±0.5%	功率
		0 Hz~1 kHz	±0.05%	频率
		0.1~1	—	功率因数
数据采集单元		-30 V~30 V	±0.2%	—
		0 Ω~100 kΩ	±0.2%	—
数字显示仪表		-300 V~300 V	±0.3%	—
		0 Ω~100 kΩ	±0.3%	—
		0 V~600 V	±0.3%	—
		-200℃~400℃	±0.5℃	热电偶
		-100℃~600℃	±0.3℃	铂电阻
流量测量系统	喷嘴	—	±0.001D	喷嘴直径
		—	$1.5 \times 10^{-5} D (0.04 \mu\text{m})$	喷嘴表面粗糙度
	液体流量	0 kg/h~1 000 kg/h	±0.5%	—
风速测量系统		5 m/s	±1.5 m/s	取样器风速
		0 m/s~10 m/s	±5%	其他风速
转速测量系统		0 r/min~4 000 r/min	±10 r/min	被测风机转速

4.5 标准器装置技术要求及组成

4.5.1 各测量系统标准器及技术要求

各测量系统标准器及技术要求汇总表如表 2 所示。

表 2 各测量系统标准器及技术要求汇总表

项目		测量范围	最大允许误差	备注
温湿度测量系统	铂电阻	-20 ℃~80 ℃	±0.06 ℃	—
	热电偶	-50 ℃~150 ℃	±0.5 ℃	—
	湿度	5%RH~95%RH	±2%RH	稳定性优于 1%RH
	露点温度	-20 ℃~40 ℃	±0.3 ℃	—
压力测量系统		0.08 MPa~0.12 MPa	±0.05%	大气压
		0 MPa~7 MPa	±0.05%	绝压
		-0.1 MPa~7 MPa	±0.05%	表压
		-100 Pa~100 Pa	±2.5 Pa	差压
		-1 000 Pa~1 000 Pa	±2.5 Pa	差压
电参数测量系统		0 V~600 V	±0.05%	电压
		0 A~20 A	±0.05%	电流
		0 W~12 kW	±0.1%	功率
		0 Hz~1 kHz	±0.01%	频率
		0.1~1	—	功率因数
数据采集单元		-30 V~30 V	±0.03%	—
		0 Ω~100 kΩ	±0.01%	—
数字显示仪表		-300 V~300 V	±0.05%	—
		0 Ω~100 kΩ	±0.03%	—
		-200 ℃~400 ℃(热电偶)	±0.3 ℃	—
		-100 ℃~600 ℃(铂电阻)	±0.1 ℃	—
流量测量系统	喷嘴	±(4 μm~6 μm)	±(4 μm~6 μm)	孔径千分尺
		50 mm~600 mm	±(6 μm~20 μm)	内径千分尺
		0.025 μm~6.3 μm	±5%	表面粗糙度仪(或粗糙度样板)
	液体流量	0 h0 min0 s~9 h99 min99.99 s	±0.5 s/d	时间
		(0~500)e	±0.5e	e 为检定分度值
		(500~2 000)e	±1.0e	
		(2 000~max)e	±1.5e	
风速测量系统		0 m/s~10 m/s	±3%	—
转速测量系统		0 r/min~4 000 r/min	±0.1%n±1 个分辨率	n 为当前转速值

4.5.2 各测量系统标准器装置组成

4.5.2.1 温湿度测量系统

4.5.2.1.1 铂电阻

标准器装置组成:温度源配二等标准铂电阻温度计(或标准水银温度计),其测量范围及最大允许误差详见表 2。

温度源可以包括恒温槽、干井式温度炉或其他仪器。

恒温槽插孔之间的最大温差优于 $\pm 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$,有效工作区域内的垂直温差优于 $\pm 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$,水平温差优于 $\pm 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

干井式温度炉,径向均匀性优于 $\pm 0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$,轴向均匀性优于 $\pm 0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$;显示准确度 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.5.2.1.2 热电偶

标准器装置组成:温度源或模拟温度信号发生器。

a) 温度源

恒温槽插孔之间的最大温差优于 $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,有效工作区域内的垂直温差优于 $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,水平温差优于 $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

干井式温度炉,径向均匀性优于 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,轴向均匀性优于 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$;显示准确度 $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

b) 模拟温度信号发生器或工业过程校准器或其他检测设备。

标准器装置的最大允许误差详见表 2。

4.5.2.1.3 露点温度

标准器装置组成:精密露点仪,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.1.4 湿度传感器

标准器装置组成:标准湿度发生器,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.1.5 干湿球法

标准器装置组成见 4.5.2.1.1。

4.5.2.2 压力

4.5.2.2.1 绝压/表压

标准器装置由压力标准装置组成,如数字压力计或标准压力发生器等,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.2.2 差压

标准器装置由压力标准装置组成,如数字压力计或标准压力发生器等,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.3 电参数

标准器装置组成:单相或多相标准功率源,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

注:进行所有电参数检验时,标准器装置的基本误差应不大于被检验测量系统等级指数的 $1/4\sim 1/10$ 。建议标准器装置的基本误差不大于被检验测量系统等级指数的 $1/10$ 。

4.5.2.4 数据采集单元

标准器装置组成:标准信号源,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.5 数字显示仪表

标准器装置组成:标准信号源,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.6 流量

4.5.2.6.1 喷嘴

标准器装置组成:几何尺寸测量设备(如数显卡尺、内径千分尺)、表面粗糙度仪,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.6.2 液体流量

标准器装置组成:计时器、称重容器、电子秤等,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

称重容器,在每次测量期间液体所流入的容器应具有足够大的容量,以使时间的测量误差可忽略不计。容器可以是任何形状的,但最基本的是必须完全防漏,并务必防止液体外溢;

4.5.2.7 风速

标准器装置组成:标准风速仪,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

4.5.2.8 转速

标准器装置组成:标准转速表,其测量范围及最大允许误差详见表 2。

5 检验方法

5.1 温湿度测量系统

5.1.1 铂电阻

5.1.1.1 检验点选取

检验点应均匀分布在整个测量范围内,不少于 5 个检验点。需要时,可根据试验用空气焓值法试验装置的常用试验工况或用户要求增加检验点,常用试验工况参见表 3。

表 3 常用试验工况

检验点	室内侧干球温度/ ℃	室内侧湿球温度/ ℃	室外侧干球温度/ ℃	室外侧湿球温度/ ℃
1	—	—	-20	—
2	0	0	-7	—
3	20	15	0	0
4	27	19	7	6
5	32	23	35	24
6	50	50	60	60

5.1.1.2 检验步骤

检验步骤如下：

- a) 标准器装置通电预热时间不少于 30 min。
- b) 将二等标准铂电阻温度计(或标准水银温度计)和铂电阻温度测量系统的感温元件插入温度源中,并保证其在同一水平面上(感温元件应在插入前使用无水乙醇擦拭干净)。
- c) 插入深度一般大于 100 mm。
- d) 设定温度检验点,待温度稳定后(每个温度值至少稳定 15 min),按顺序分别读取二等标准铂电阻温度计(或标准水银温度计)和铂电阻温度测量系统的温度值。
- e) 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误差小于 3 mm,铂电阻温度测量系统的感温元件与等温块底部距离小于 3 mm。当检验温度低于室温时,为了消除等温块内外空气对流,在感温元件插入后需用脱脂棉或保温材料塞紧管口。
- f) 在检验过程中不允许对铂电阻温度测量系统进行调整,若进行了系统调整,则需要重复 b)~d)的检验步骤。

5.1.1.3 结果判定

按照 5.1.1.2 中的检验步骤分别记录温度示值,将二等标准铂电阻温度计(或标准水银温度计)的温度示值作为标准值,铂电阻温度测量系统的温度示值作为指示值。当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.1.2 热电偶

5.1.2.1 检验点选取

检验点应均匀分布在整個测量范围内(推荐 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$),不少于 5 个检验点。需要时,可根据试验用空气焓值法试验装置的常用试验工况或用户要求增加检验点。

5.1.2.2 检验步骤

5.1.2.2.1 使用温度源标准装置

使用温度源标准装置检验步骤如下：

- a) 标准器装置通电预热时间不少于 30 min；
- b) 热电偶温度测量系统的感温元件插入温度源中,插入深度应大于 150 mm；
- c) 设定温度检验点,待温度稳定后(每个温度值至少稳定 5 min),按顺序读取热电偶温度测量系统的温度值；
- d) 如使用干井式温度炉,当检验温度低于室温时,为了消除等温块内外空气对流,在感温元件插入后需用脱脂棉或保温材料塞紧管口；
- e) 在检验过程中不允许对测量系统进行调整,若进行了系统调整,则需要重复 b)~c)的检验步骤。

5.1.2.2.2 使用模拟温度信号发生器标准装置

使用模拟温度信号发生器标准装置检验步骤如下：

- a) 标准器装置通电预热时间不少于 30 min；
- b) 将热电偶温度测量系统(不接传感器)与模拟温度信号发生器相连接,见图 2；
- c) 模拟温度信号发生器输出模拟温度值,待温度稳定后(每个温度值至少稳定 30 s),按顺序读取热电偶温度测量系统的温度值；
- d) 在检验过程中不允许对测量系统进行调整,若进行了系统调整,则需要重复 b)~c)的检验步骤；
- e) 上述方法适用于无冷端温度补偿及冷端为冰瓶等温度为零度的测量仪表,对于带冷端补偿的仪表用冰瓶等设备进行补偿。

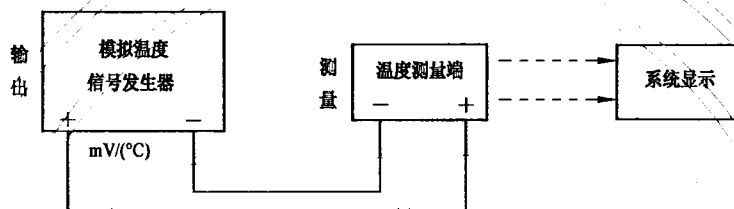


图 2 热电偶温度测量系统连接图

5.1.2.3 结果判定

按照 5.1.2.2 中的检验步骤分别记录温度示值,将标准装置的温度示值作为标准值,热电偶温度测量系统的温度示值作为指示值。当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.1.3 露点温度

5.1.3.1 检验点选取

检验点应均匀分布在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内,不少于 5 个检验点。需要时,可根据用户的要求增加检验点。

5.1.3.2 检验步骤

检验步骤如下：

- a) 标准器装置通电预热时间不少于 30 min；
- b) 将被检露点温度仪与精密露点仪置入测试室中,在整个检验过程中保持测试室的压力稳定；
- c) 设定测试室的温度值,从低到高。每个检验点在温度达到设定值并稳定 30 min 后,每隔不少于 2 min 记录 1 组露点温度值,至少记录 3 组数据。然后做下一个检验点,至所有的检验点检验完毕。

5.1.3.3 结果判定

按照 5.1.3.2 中的检验步骤分别记录露点温度值,将精密露点仪的露点温度的平均值作为标准值,被检露点温度仪的露点温度的平均值作为指示值。当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定

为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.1.4 湿度传感器

5.1.4.1 检验点选取

检验点应均匀分布在 10%RH~95%RH 范围内,不少于 5 个检验点。需要时,可根据用户的要求增加检验点。

5.1.4.2 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 标准器装置通电预热时间不少于 30 min。
- b) 将湿度测量系统的湿度传感器置入湿度发生器的测试室中。在整个检验过程中保持测试室的密封性。
- c) 检验时,设定湿度发生器的温度值(根据实验室具体情况设定)。当温度平衡后,再设定湿度发生器的湿度值,一般按照从低湿度到高湿度的顺序。
- d) 每个检验点在湿度达到设定值并稳定 10 min 后,每隔不少于 2 min 记录 1 组湿度值和湿度测量系统的示值,至少记录 3 组数据。然后做下一个检验点,至所有的检验点检验完毕。
- e) 如湿度传感器为固定式,无法拆卸放置至标准湿度发生器中,则需要在试验工况稳定后与标准湿度计比对。

5.1.4.3 结果判定

按照 5.1.4.2 中的检验步骤分别记录相对湿度示值,将标准湿度发生器的湿度示值的平均值作为标准值,湿度测量系统的湿度示值的平均值作为指示值。当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.1.5 干湿球法

对于干湿球法的湿度测量系统,其干球温度及湿球温度的指示值都是由铂电阻温度测量系统测得。

检验步骤及结果判定参照 5.1.1。

5.2 压力测量系统

5.2.1 绝压/表压测量系统

5.2.1.1 检验点选取

检验点应均匀分布在整个测量范围内,不少于 5 个检验点。需要时,可根据用户要求增加检验点。

5.2.1.2 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 检验前,压力标准器装置与绝压/表压测量系统在使用环境下放置时间不少于 30 min,压力标准器装置通电预热时间不少于 30 min,压力标准器装置与绝压/表压测量系统确认状态正常。

用改变输入压力的方法对输出下限值和上限值进行调整,使其与理论值相一致。一般可以通过变送器的“零点”和“满度值”或者系统软件修正来完成。在调整后的检验过程中不允许再对压力测量系统进行修正。

- b) 压力标准器装置和绝压/表压测量系统的压力变送器相连接。如标准器装置采用精密压力发生器,则直接与绝压/表压测量系统的变送器相连接,连接方法参照图 3。
- c) 根据已选取的检验点,先按照压力上升的顺序,逐步增加压力到各检验点,读取压力测量系统的指示值。然后按照压力下降的顺序,逐步降低压力到各检验点,读取压力测量系统的指示值。
- d) 在检验过程中不允许对测量系统进行调整,若进行了调整,则需要重复 b)~c)的检验步骤。

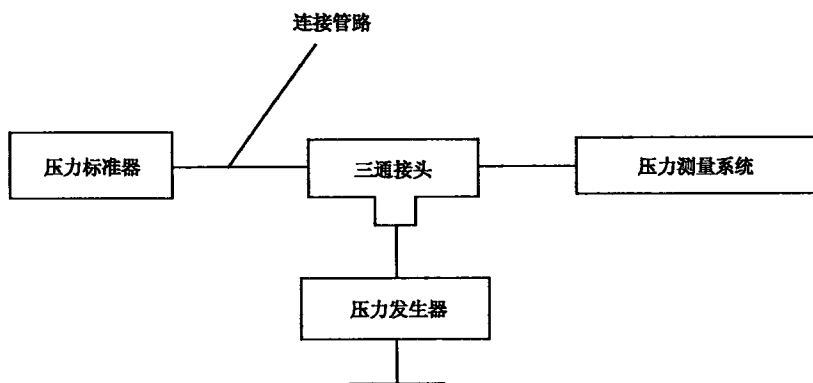


图 3 绝压/表压测量系统连接图

5.2.1.3 结果判定

按照 5.2.1.2 中的检验方法分别记录压力标准值和压力指示值,当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.2.2 差压测量系统

5.2.2.1 检验点选取

检验点应均匀分布在整個测量范围内,不少于 5 个检验点。需要时,可根据用户要求增加检验点。

5.2.2.2 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 检验前,压力标准器装置与差压测量系统在使用环境下放置时间不少于 30 min,压力标准器装置通电预热时间不少于 30 min,压力标准器装置与差压测量系统确认状态正常。短接差压测量系统的高压端(H)与低压端(L),进行变送器零位修正。在调整后的检验过程中不允许再对压力测量系统进行修正。
- b) 标准器装置和差压测量系统的压力变送器相连接,使导压管中充满传压介质,连接方法参照图 4。
- c) 根据已选取的检验点,先按照压力上升的顺序,逐步增加压力到各检验点,读取压力测量系统的指示值。然后按照压力下降的顺序,逐步降低压力到各检验点,读取压力测量系统的指示值。

d) 在检验过程中不允许对测量系统进行调整,若进行了调整,则需要重复 b)~c) 的检验步骤。

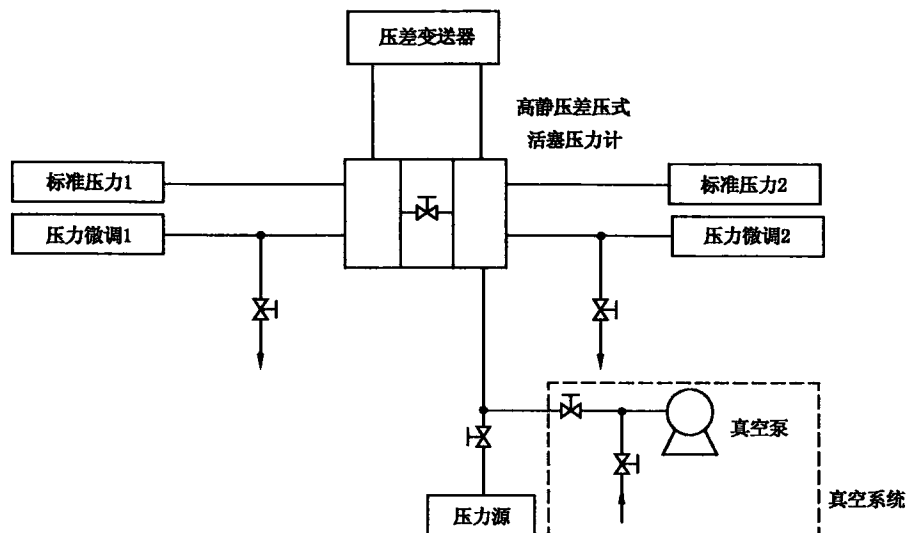


图 4 差压测量系统连接图

5.2.2.3 结果判定

按照 5.2.2.2 中的检验方法分别记录压力标准值和压力指示值,当指示值与标准值的误差(包括回程误差)符合表 1 的要求时,判定为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.3 电参数测量系统

5.3.1 电参数测量系统分类

电参数测量系统分为单相功率测量系统和多相功率测量系统。

5.3.2 电参数测量系统检验要求

电参数测量系统检验要求如下:

- a) 单相功率测量系统的检验,将标准功率源与单相功率测量系统连接,标准功率源输出电压、电流、功率、频率、功率因数等参数,对单相功率测量系统进行检验;
- b) 多相功率测量系统的检验,也可采用 a) 方法逐相进行检验。

5.3.3 检验点选取

5.3.3.1 检验点选取要求

检验点应均匀分布在整個测量范围内,不少于 5 个检验点。需要时,可根据用户要求增加检验点,但至少包括实际使用范围。

5.3.3.2 检验点选取参考

电参数测量系统检验点选取参考如下:

- a) 电参数测量系统的电压检验点应优先在以下系列中选取:
15 V, 30 V, 60 V, 100 V, 150 V, 200 V, 300 V, 400 V, 500 V, 600 V。

- b) 电参数测量系统的电流检验点应优先在以下系列中选取：
0.1 A, 0.2 A, 0.5 A, 1 A, 2 A, 5 A, 10 A, 20 A。
- c) 电参数测量系统的功率检验点应与上述电压电流检验点相对应,也可根据日常工作给出相应的检验点选取。
- d) 电参数测量系统的功率因数范围和检验点应优先在以下系列中选取：
0.5, 1。
- e) 电参数测量系统的频率检验点应优先在以下系列中选取：
50 Hz, 60 Hz, 100 Hz, 200 Hz。

当以上各检验点的选取还无法满足要求时,可根据用户要求调整和选做,但至少包括实际使用范围。

5.3.4 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 标准器装置通电预热时间 30 min 以上,标准器装置与被检验测量系统确认状态正常;
- b) 将标准功率源与被检验测量系统相连接,如图 5 所示;
- c) 根据 5.4.1.1 选取的检验点,按照从低至高的顺序,分别记录由标准功率源输出的电压、电流、功率和频率的标准值,分别为 U_s 、 I_s 、 P_s 和 f_s ,以及被检验测量系统电压、电流、功率和频率的指示值 U_x 、 I_x 、 P_x 和 f_x ;
- d) 功率因数的检验,在固定电流和电压下调节标准功率源的功率因数 B_s ,记录被检验测量系统功率因数的指示值 B_x ;

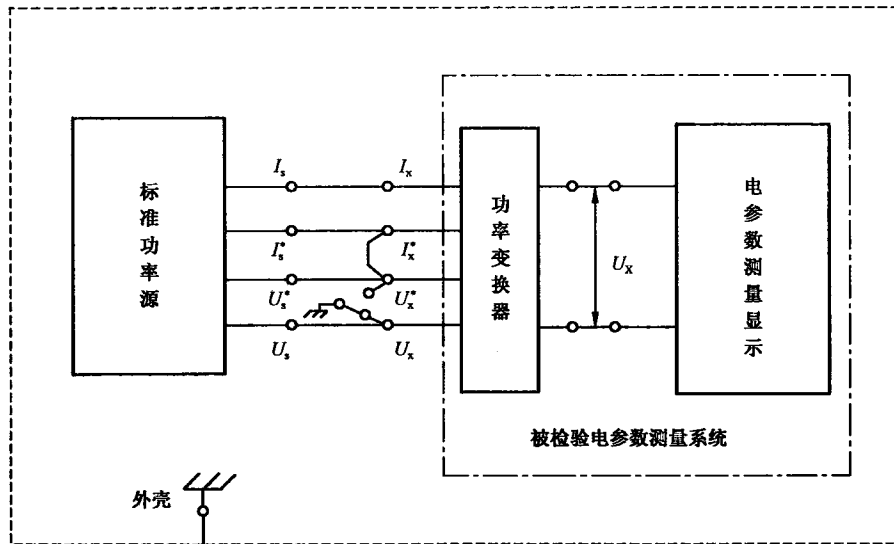


图 5 电参数测量系统连接图

- e) 连接时,被检验电压回路和电流回路的同名端连接在一起。如果被检验系统(或功率变换器)存在输出端,输出端的低端和被检验电参数测量系统的电压非同名端相接。标准功率源与被检验系统(或被检验变换器)的外壳直接相接,并和地电位相接。地电位一般和被检验电参数测量系统的电压非同名端相接。连接被检验电参数测量系统的电压和电流回路的引线回路面积尽量小,并尽量减小两个回路之间的耦合。

5.3.5 结果判定

按照 5.3.4 中的检验步骤分别记录的 U_x 、 I_x 、 P_x 和 f_x ，当符合表 1 的要求时，判定为合格。
检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.4 数据采集单元

5.4.1 数据采集单元检验方法概述

本检验方法适用于检验数据采集单元的示值误差。对于其他性能，如采集速率，线性度，时间漂移，通道间串扰等按照 JJF 1048—1995 进行。数据采集单元可与各种类型的传感器相连接，构成测量温度、压力、流量等物理量的测量系统。数据采集单元典型结构如图 6 所示。其核心部分是电量的测量。

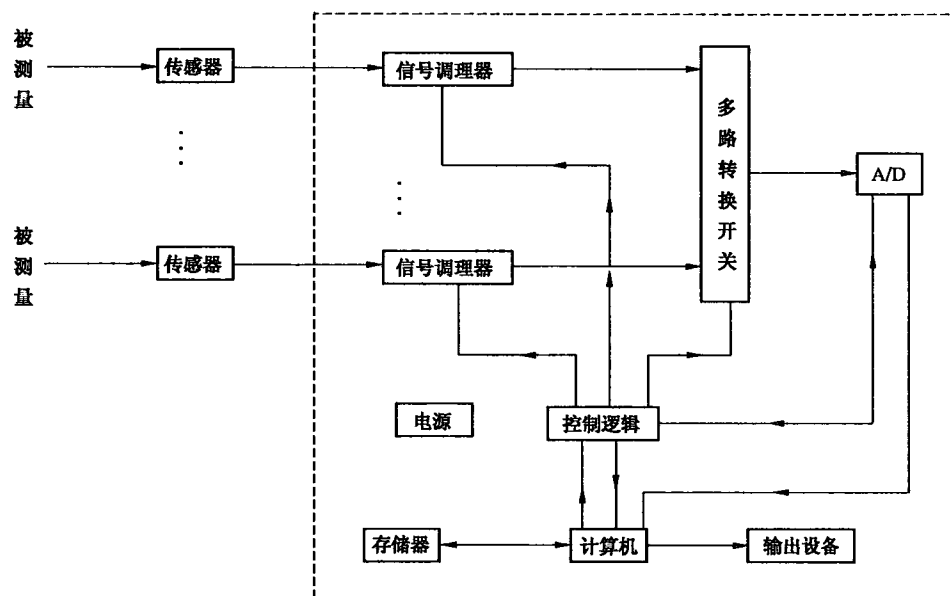


图 6 数据采集单元结构

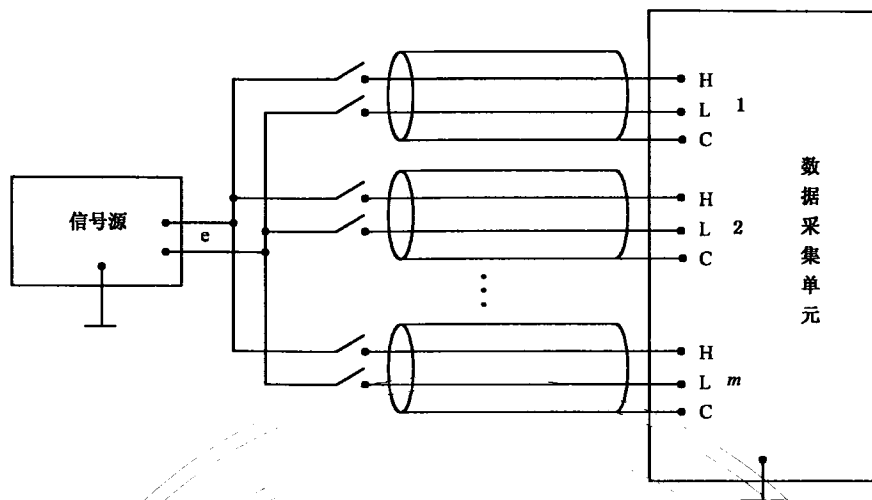
5.4.2 检验点选取

选定数据采集单元的通道和量程，检验点应均匀分布在整個测量范围内，不少于 5 个检验点（一般包括量程的上限和下限）。当无法满足需要时，可根据用户要求调整 and 选做，但至少包括实际使用范围。

5.4.3 检验步骤

检验步骤如下：

- 标准器装置通电预热时间 30 min 以上，标准器装置与数据采集单元确认状态正常；
- 标准信号源与数据采集单元相连接如图 7 所示，信号线长度不大于 2 m；
- 根据 5.4.1 选取的量程和检验点，按照从低至高的顺序，由标准信号源输出标准信号；分别记录数据采集单元的指示值；
- 变换通道和量程，重复 b)~c) 的检验步骤，至所有通道检验完毕。



说明：
e——信号源输出信号。

图 7 数据采集单元连接图

5.4.4 结果判定

按照 5.4.3 中检验步骤分别计算误差。当误差符合表 1 的要求时,判定为合格。
检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.5 数字显示仪表

5.5.1 数字显示仪表检验方法概述

数字显示仪表在试验用空气焓值法试验装置中用于控制和显示各项参数,可根据需要进行检验。

5.5.2 检验点选取要求

检验点选取要求如下:

- a) 选择基本量程,对于多测量范围的仪表,一般选择准确度等级最高的量程作为基本量程,其他量程作为非基本量程;
- b) 对于基本量程,检验点应均匀分布在整個测量范围内,不少于 5 个检验点(一般包括测量范围的上限和下限);对于非基本量程,检验点应均匀分布在整個测量范围内,建议不少于 3 个检验点(一般包括测量范围的上限和下限);
- c) 也可根据用户要求增加检验点。

5.5.3 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 标准器装置通电预热时间 30 min 以上,标准器装置与数字显示仪表确认状态正常;
- b) 标准信号源与数字显示仪表相连接,信号线长度不大于 2 m;
- c) 根据 5.5.1 选取量程和检验点,按照从低至高的顺序,由标准信号源输出标准信号;分别记录数字显示仪表的指示值;
- d) 改变量程,重复 b)~c) 的检验步骤,至所有的检验点检验完毕。

5.5.4 结果判定

按照 5.5.3 中的检验步骤分别计算各参数或量程的误差,符合表 1 的要求时,判定为合格。
检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.6 流量测量系统

5.6.1 喷嘴

5.6.1.1 喷嘴概述

喷嘴是与管道同轴,具有无突变曲线廓形且与同轴圆筒形喉部相切的收缩件。喷嘴尺寸要求如图 1 所示。

5.6.1.2 检验项目

5.6.1.2.1 外观检验

用目测的方法检查喷嘴表面,标明喉部直径,所选用的材料应有较高的硬度并有较好的耐腐蚀性,不得有凹痕、气孔和杂质。

5.6.1.2.2 喉部直径尺寸检验

喉部入口平面处直径用孔径千分尺或内径千分尺进行检验,至少测量大致等角分布的四个直径,取其平均值作为喉部直径。

5.6.1.2.3 表面粗糙度检验

喷嘴的表面粗糙度 R_a 一般用表面粗糙度仪或粗糙度样板检验。

5.6.1.3 结果判定

按照 5.6.1.2 中的检验项目分别记录喷嘴实测值和标称值,当符合表 1 的要求时,判定为合格。
检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.6.2 液体流量

5.6.2.1 检验点选取

检验点应均匀分布在整个测量范围内,不少于 5 个检验点,或者在测量范围内选取最常用的 3 个测量点以及上/下限值作为检验点。需要时,可根据用户要求增加检验点。

5.6.2.2 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 系统的连接方法参照图 8;
- b) 为了消除剩余液体留在容器底部或依附在壁上的影响,应有足够量的液体首先注入称重容器(或者在上一次测量之后排水的最终时剩留下来)以达到电子秤动作的临界值;
- c) 在换向器把液体引入贮水池和流量趋向稳定时记录该初始质量;
- d) 通过流量控制阀调节流量至检验点,当流量达到稳定后,操作换向器,使液体注入称重容器,同时换向器的动作自动地启动计时器;

- e) 当收集到适当的液体后,操作换向器向相反方向动作使液体回到贮水池内,并自动停止计时器,从而确定注水时间;
- f) 当容器内液体的振荡平息后,记录称重容器的最终质量,然后使称重容器排水计算出流量;
- g) 重复 b)~f) 的检验步骤,至所有的检验点检验完毕;
- h) 对每一个流量值,至少测量两次。

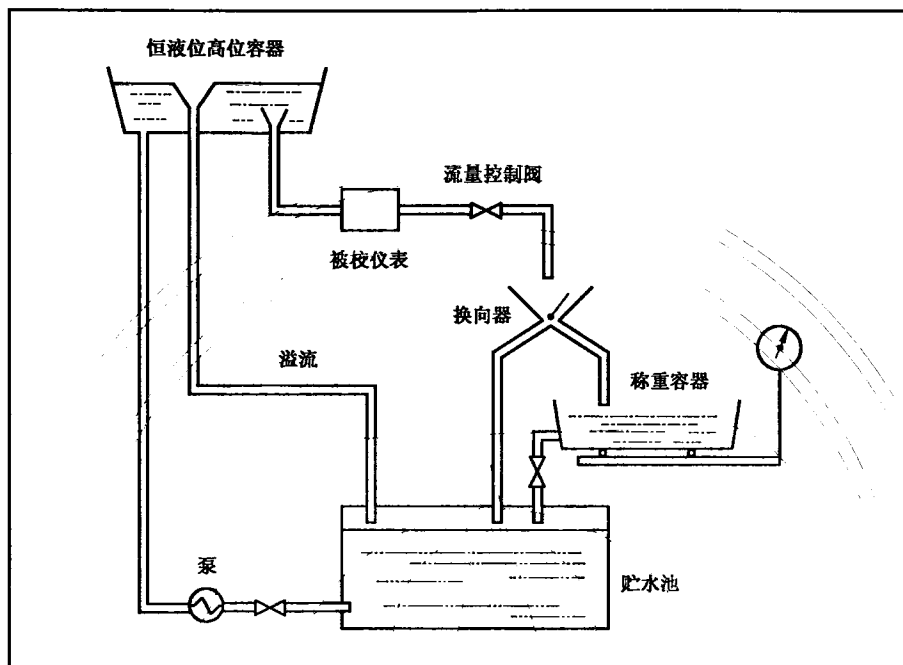


图 8 液体流量测量连接图

5.6.2.3 结果判定

按照 5.6.2.2 中的检验步骤分别记录并计算出流量值,将计算得出的流量值作为标准值,液体流量测量系统的示值作为指示值。当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定为合格。

5.7 风速测量系统

5.7.1 风速测量系统检验方法概述

本检验方法适用于对一段时间内平均风速的检验。关于风量的检验请参考附录 D。

5.7.2 取样器风速

5.7.2.1 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 风速传感器在空气流中的定位
风速传感器的正确位置按如下方式摆放:使气流流向垂直于传感器,并且与传感器顶部的箭头方向一致,在气流中轻轻转动传感器时,指示值会随之发生变化,当读数达到最大值时,表明传感器处于正确测量位置。
- b) 开启系统的风速控制,等待风速至相对稳定。
- c) 每隔不少于 2 min 记录一组标准器风速仪的指示值,至少记录 3 组数据。

5.7.2.2 结果判定

按照 5.7.2.1 中的检验步骤分别记录相应风速示值,当取样器风速实际值符合表 1 时判定为合格。检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.7.3 其他风速

5.7.3.1 检验点选取

检验点应均匀分布在整個測量范围内,不少于 5 个检验点,同时根据管道或房间空间的形状确定检验位置。需要时,可根据用户要求增加检验点及调整检验位置。

5.7.3.2 检验步骤

检验步骤如下:

a) 风速传感器在气流中的定位

风速传感器的正确位置按如下方式摆放:使气流流向垂直于传感器,并且与传感器顶部的箭头方向一致,在气流中轻轻转动传感器时,指示值会随之发生变化,当读数达到最大值时,表明传感器处于正确测量位置;

风速传感器测量过程应在管道的直线部分进行。流体截面不得有任何遮挡(如棱角,重悬物等);

如管道采用栅格设计,通常在栅格前 20 cm 处,气流较为稳定;风速传感器应放置在距栅格约 20 cm 的位置。

b) 开启系统的风速控制,调节风速至检验点,等待风速至相对稳定。

c) 每隔不少于 2 min 记录一组标准器风速仪的指示值(平均风速),至少记录 3 组数据。然后做下一个检验点,至所有的检验点检验完毕。

d) 根据事先约定的位置要求,改变风速传感器位置,重复 a)~c) 的检验步骤,直至完成所有位置的风速检验。

5.7.3.3 结果判定

按照 5.7.3.2 中的检验步骤分别记录相应风速示值,将标准风速仪的示值作为标准值,风速测量系统的示值作为指示值。当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

5.8 转速测量系统

5.8.1 转速测量系统检验方法概述

本检验方法适用于对被测风机转速测量系统的检验。

5.8.2 检验点选取

检验点应均匀分布在整個測量范围内,选取不少于 3 个检验点。需要时,可根据用户要求增加检验点。

5.8.3 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 正确安装转速测量系统,开启转速,确认转速系统正常、安全、可控。
- b) 将标准转速表对准被检旋转体,一般手持式标准转速表的表盘工作位置应呈水平状态;固定式标准转速表的表盘工作位置应呈垂直位置;频闪式标准转速表的闪光灯与被检旋转体之间的距离应不小于 200 mm;光电式传感器的反射头与被检旋转体的距离应不小于 8 mm。
- c) 开启转速系统至检验点,待转速稳定后,分别读取标准转速表的指示值和转速测量系统的指示值,一般按照从低速到高速的顺序。
- d) 重复 b)~c)的检验步骤,直至所有的检验点检验完毕。

5.8.4 结果判定

按照 5.8.3 中的检验方法分别记录相应转速指示值,将标准转速表的指示值作为标准值,转速测量系统的示值作为指示值。当指示值与标准值的误差符合表 1 的要求时,判定为合格。

检验记录格式可参考附录 C 的规定。

6 检验周期

试验用空气焓值法试验装置的检验周期不超过一年。

7 制冷量和制热量的计算

7.1 制冷量的计算

7.1.1 室内侧:基于室内侧数据的制冷量、显冷量、潜冷量分别按照式(1)~式(3)进行计算:

$$\phi_{\text{tci}} = \frac{q_{\text{vi}}(h_{\text{a1}} - h_{\text{a2}})}{V'_n(1 + W_n)} + \Delta\phi_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\phi_{\text{sci}} = \frac{q_{\text{vi}}c_{\text{pa}}(t_{\text{a1}} - t_{\text{a2}})}{V'_n(1 + W_n)} + \Delta\phi_i \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\phi_{\text{lci}} = \frac{K_1 q_{\text{vi}}(W_{\text{i1}} - W_{\text{i2}})}{V'_n(1 + W_n)} = \phi_{\text{tci}} - \phi_{\text{sci}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- ϕ_{tci} ——室内侧测量的总制冷量,单位为瓦(W);
- ϕ_{sci} ——显冷量(室内侧),单位为瓦(W);
- ϕ_{lci} ——潜冷量(室内侧),单位为瓦(W);
- q_{vi} ——空调器室内测点的风量,单位为立方米每秒(m^3/s);
- t_{a1} ——空调器室内侧回风温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_{a2} ——空调器室内侧送风温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- h_{a1} ——空调器室内侧回风空气的焓值,单位为焦每千克(J/kg)(干);
- h_{a2} ——空调器室内侧送风空气的焓值,单位为焦每千克(J/kg)(干);
- W_{i1} ——空调器室内侧回风空气的含湿量,单位为千克每千克(kg/kg)(干);
- W_{i2} ——空调器室内侧送风空气的含湿量,单位为千克每千克(kg/kg)(干);
- V'_n ——测点处湿空气比容,单位为立方米每千克(m^3/kg);
- W_n ——测点处空气的含湿量,单位为千克每千克(kg/kg)(干);
- c_{pa} ——空气的比热容,单位为焦每千克开[J/(kg·K)](干);

$\Delta\phi_i$ ——空调器室内侧试验装置的漏热量,单位为瓦(W);

K_1 —— 2.47×10^6 (此值为 $15\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 时的蒸发潜热),单位为焦每千克(J/kg)。

注:试验装置的漏热量是空调器送风口到空气取样装置之间的漏热量。

7.1.2 室外侧:基于室外侧数据的制冷量、基于冷凝水不蒸发的空调器的制冷量分布按照式(4)和式(5)进行计算:

$$\phi_{\text{ico}} = \frac{q_{\text{vo}}(h_{\text{a4}} - h_{\text{a3}})}{V'_n(1 + W_n)} - P_i + \Delta\phi_o \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\phi_{\text{ico}} = \frac{q_{\text{vo}}c_{\text{pa}}(t_{\text{a4}} - t_{\text{a3}})}{V'_n(1 + W_n)} - P_i + \Delta\phi_o \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

ϕ_{ico} ——室外侧的总制冷量,单位为瓦(W);

q_{vo} ——空调器室外测点的风量,单位为立方米每秒(m^3/s);

t_{a3} ——空调器室外侧回风空气的温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);

t_{a4} ——空调器室外侧送风空气的温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);

h_{a3} ——空调器室外侧回风空气的焓值,单位为焦每千克(J/kg)(干);

h_{a4} ——空调器室外侧送风空气的焓值,单位为焦每千克(J/kg)(干);

$\Delta\phi_o$ ——空调器室外侧试验装置的漏热量,单位为瓦(W);

P_i ——空调器的总输入功率,单位为瓦(W)。

注:试验装置的漏热量包括送风口到空气取样装置之间的漏热量和管路损失的漏热量。

7.2 制热量的计算

7.2.1 室内侧:基于室内侧数据的制热量按照式(6)进行计算:

$$\phi_{\text{hi}} = \frac{q_{\text{vi}}c_{\text{pa}}(t_{\text{a2}} - t_{\text{a1}})}{V'_n(1 + W_n)} + \Delta\phi_i \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

ϕ_{hi} ——室内侧测量的总制热量,单位为瓦(W)。

7.2.2 室外侧:基于室外侧数据的制热量按照式(7)进行计算:

$$\phi_{\text{ho}} = \frac{q_{\text{vo}}(h_{\text{a3}} - h_{\text{a4}})}{V'_n(1 + W_n)} + P_i + \Delta\phi_o \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

ϕ_{ho} ——室外侧测量的总制热量,单位为瓦(W)。

8 检验结果的不确定度

8.1 检验结果的不确定度概述

检验结果的不确定度主要取决于各个直接测量参数的不确定度,但是为了更完整地进行不确定度评定,还需要考虑其他重要因数,如温湿度场的不均匀性、湿球温度测量中的取样风速、纱布包裹情况、水质等影响因素以及计算公式中近似计算的误差因数等。

8.2 检验结果的不确定度数学模型

检验结果的不确定度数学模型见式(8):

$$Q_{\text{ici}} = \phi_{\text{ici}} + \delta\phi \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中：

ϕ_{cal} ——制冷量的计算公式；

$\delta\phi$ ——制冷量的计算公式中近似计算引入的修正。

8.3 不确定度评定

针对一次检验结果的测量不确定度评定实例见附录 B。

本标准公式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

附 录 A
(规范性附录)
检 验 项 目

检验项目如表 A.1 所示。

表 A.1 检验项目列表^a

检验项目		检验类别		
		首次检验	周期检验	搬迁/改造后检验
温湿度测量系统	铂电阻	√	√	√
	热电偶	√	⊙	√
	湿度	√	√	√
压力测量系统	大气压	√	√	√
	绝压/表压	√	√	√
	差压	√	√	√
电参数测量系统		√	√	√
数据采集单元		√	√	√
数字显示仪表系统		√	⊙	⊙
流量测量系统 ^b	喷嘴	√	×	⊙
	液体流量	√	⊙	√
风速测量系统 ^b	取样器风速	√	⊙	√
	其他风速	√	⊙	⊙
转速测量系统		√	⊙	⊙
^a 表中 √ 表示检验项目；× 表示不检验项目；⊙ 表示可选择项目。 ^b 检验项目根据实际情况检验。				

附录 B
(资料性附录)

各测量系统不确定度及制冷量不确定度评定实例

B.1 各测量系统的测量扩展不确定度

B.1.1 温度测量系统

B.1.1.1 铂电阻温度测量系统的温度测量扩展不确定度 $U=0.1\text{ }^{\circ}\text{C}(k=2)$ 。

B.1.1.2 热电偶温度测量系统的温度测量扩展不确定度 $U=0.8\text{ }^{\circ}\text{C}(k=2)$ 。

B.1.2 湿度测量系统

B.1.2.1 采用湿度传感器的湿度测量系统的湿度测量扩展不确定度 $U=3\%\text{RH}(k=2)$ 。

B.1.2.2 采用露点温度法的湿度测量系统的湿度测量扩展不确定度 $U=0.6\text{ }^{\circ}\text{C}(k=2)$ 。

B.1.3 压力测量系统

B.1.3.1 绝压/表压测量系统的压力测量相对扩展不确定度 $U_{\text{rel}}=0.1\%(k=2)$ 。

B.1.3.2 差压测量系统的压力测量相对扩展不确定度 $U_{\text{rel}}=0.1\%(k=2)$ 。

B.1.4 电参数测量系统

B.1.4.1 功率测量系统各参数测量不确定度见表 B.1。

表 B.1 功率测量系统各参数测量相对扩展不确定度

测量参数	测量相对扩展不确定度($k=2$)
电压	$U_{\text{rel}}=0.10\%$
电流	$U_{\text{rel}}=0.20\%$
功率	$U_{\text{rel}}=0.25\%$
频率	$U_{\text{rel}}=0.05\%$

B.1.4.2 数据采集单元各参数测量不确定度见表 B.2。

表 B.2 数据采集单元各参数测量扩展不确定度

测量参数	测量扩展不确定度($k=2$)
电压	$U_{\text{rel}}=0.06\%$
电阻	$U_{\text{rel}}=0.06\%$
温度(热电偶)	$U=0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$
温度(铂电阻)	$U=0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$

B.1.4.3 数字显示仪表系统各参数测量不确定度见表 B.3。

表 B.3 数字显示仪表系统各参数测量扩展不确定度

测量参数	测量扩展不确定度(k=2)
电压	$U_{rel}=0.1\%$
电阻	$U_{rel}=0.1\%$
温度(热电偶)	$U=0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
温度(铂电阻)	$U=0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$

B.1.5 流量测量系统的流量测量相对扩展不确定度: $U_{rel}=0.5\%(k=2)$ 。

B.1.6 风速测量系统的风速测量相对扩展不确定度: $U_{rel}=7\%(k=2)$ 。

B.1.7 转速测量系统的转速测量扩展不确定度: $U=2\text{ r/min}(k=2)$ 。

B.2 制冷量(室内侧数据)的测量不确定度评定

B.2.1 数学模型

关于制冷量(室内侧数据)的测量不确定度评定的数学模型见式(B.1)。

$$Q_{ci} = \phi_{ci} + \delta\phi \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

ϕ_{ci} ——制冷量的计算公式;

$\delta\phi$ ——制冷量的计算公式中近似计算引入的修正。

注:本不确定度评定是仅针对一次检验结果的,所以不考虑被测空调工作状态变化的影响。被测空调工作状态变化的原因有很多,如冷媒的加注量、人为操作因数、被测空调的试验工装差异、工况的偏差等。这些应由试验操作规范来保证。

制冷量计算中有多个近似公式,其中喷嘴流量系数 C_d 和空气焓值 h_{a1} 、 h_{a2} 的计算是主要的近似公式。近似计算引入的修正的函数关系的表达式为式(B.2):

$$\delta\phi = \frac{q_{vi}(h_{a1} - h_{a2})}{V'_n(1 + W_n)} \frac{\Delta C_d}{C_d} + \frac{q_{vi}(\Delta h_{a1} - \Delta h_{a2})}{V'_n(1 + W_n)} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

根据式(1)和式(B.2),制冷量与各个分量的函数关系的表达式为式(B.3):

$$Q_{ci} = \frac{q_{vi}(h_{a1} - h_{a2})}{V'_n(1 + W_n)} + \Delta\phi_i + \frac{q_{vi}(h_{a1} - h_{a2})}{V'_n(1 + W_n)} \frac{\Delta C_d}{C_d} + \frac{q_{vi}(\Delta h_{a1} - \Delta h_{a2})}{V'_n(1 + W_n)} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

根据制冷量的计算公式可知,制冷量的测量分量包括:空调器室内侧回风空气的干球温度 t_{a1} 、空调器室内侧回风空气的湿球温度 t_{a1}^* 、空调器室内侧送风空气的干球温度 t_{a2} 、空调器室内侧送风空气的湿球温度 t_{a2}^* 、喷嘴前空气的干球温度 t_{an} 、空调器室内侧回风空气的压力 p_1 、空调器前后的静压差 Δp_{AC} 、喷嘴前后的静压差 Δp_n 、喷嘴的直径 $D_{n,j}$ 、受风室的漏热量 $\Delta\phi_i$ 。其中,喷嘴前空气的状态参数是由喷嘴前空气的干球温度和空调器室内侧送风空气的含湿量确定的(假设不存在漏湿)。

制冷量与各个分量的函数关系的表达式记作(B.4):

$$Q_{ci} = f(t_{a1}, t_{a1}^*, t_{a2}, t_{a2}^*, t_{an}, p_1, \Delta p_{AC}, \Delta p_n, D_{n,j}, \Delta\phi_i, \frac{\Delta C_d}{C_d}, \frac{\Delta h_{a1}}{h_{a1}}, \frac{\Delta h_{a2}}{h_{a2}}) \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

注 1: 制冷量所用到的空气的焓、比容、含湿量等空气物性参数的计算参照参考文献[5]。

注 2: 上述干湿球温度的下标 1、2、n 分别代表空调器室内侧回风处、空调器室内侧送风处和喷嘴前的位置状态点。

注 3: 漏热量也作为测量量来处理。

B.2.2 各个分量的标准不确定度评定

B.2.2.1 干、湿球温度的不确定度

干、湿球温度的测量不确定度除了和铂电阻温度的测量不确定度有关外,还与以下因素有关:

- a) 管道温升。由于测量点和取样点之间一般是通过采样管将空气引出,因此会造成测量点和取样点之间有一定的温差;
- b) 温湿度场的不均匀性。由于在计算制冷量时,是将取样点的温湿度代表了整个截面的平均温湿度,这也会引入不确定度;
- c) 控制器的控制精度引入的不确定度;
- d) 对于湿球温度,它还与取样风速、纱布包裹情况、水质等因素有关。

干、湿球温度测量不确定度的数学模型分别用式(B.5)和式(B.6)所示:

$$t_a = t_s + \delta t_p + \delta t_m + \delta t_c \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

$$t_a^* = t_s + \delta t_p + \delta t_m + \delta t_c + \delta t_w \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

- t_a ——空气的干球温度,单位为摄氏度(°C);
- t_a^* ——空气的湿球温度,单位为摄氏度(°C);
- t_s ——铂电阻温度测量系统的温度示值,单位为摄氏度(°C);
- δt_p ——管道温升所引入的温度修正,单位为摄氏度(°C);
- δt_m ——温场或湿度场的不均匀性所引入的修正,单位为摄氏度(°C);
- δt_c ——控制器的控制精度所引入的温度修正,单位为摄氏度(°C);
- δt_w ——取样风速、纱布包裹情况、水质等因素所引入的温度修正(针对湿球温度),单位为摄氏度(°C)。

经估算,干球、湿球温度测量的标准不确定度分别为 $u(t_a) = 0.07 \text{ }^\circ\text{C}$, $u(t_a^*) = 0.09 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

B.2.2.2 喷嘴流量系数近似计算引入的修正的不确定度:喷嘴流量系数近似计算的相对扩展不确定度(迭代算法): $U_{rel} = 1.2\% (k=3)$ 。

B.2.2.3 空气焓值系数近似计算引入的修正的不确定度:根据文献[5]可知,空气焓值系数近似计算的相对扩展不确定度: $U_{rel} = 0.7\% (k=3)$ 。

B.2.2.4 其余测量量的不确定度:其余测量量的扩展不确定度可参考附录 B.1。

B.2.3 灵敏系数

灵敏系数可参考如下公式:

a) 空调器室内侧回风空气的含湿量 W_1 和空调器室内侧回风空气的焓值 h_{a1} 是空调器室内侧回风空气的干球温度 t_{a1} 的函数。并且, h_{a1} 是 W_1 的函数。 t_{a1} 灵敏系数的计算公式为式(B.7)~式(B.9):

$$c_{t_{a1}} = \frac{\partial \phi_{wei}}{\partial t_{a1}} = \frac{q_{wi}}{V'_n(1+W_n)} \frac{\partial h_{a1}}{\partial t_{a1}} \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

$$\frac{\partial h_{a1}}{\partial t_{a1}} = 1.005 + 1.805W_1 + (2500.9 + 1.805t_{a1}) \frac{\partial W_1}{\partial t_{a1}} \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial t_{a1}} = \frac{-(2501 + 1.805t_{a1} - 4.186t_{a1}^*) - [(2501 - 2.381t_{a1}^*)W_{a1}^* - (t_{a1} - t_{a1}^*)] \times 1.805}{(2501 + 1.805t_{a1} - 4.186t_{a1}^*)^2} \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

b) 空调器室内侧回风空气对应于湿球温度下的饱和水蒸气压力 p_{ws1}^* 和空调器室内侧回风空气的

含湿量 W_1 是空调器室内侧回风空气的湿球温度 t_{a1}^* 的函数。并且,空调器室内侧回风空气的焓值 h_{a1} 是 W_1 的函数, W_1 是空调器室内侧回风空气对应于湿球温度下的饱和水蒸气含湿量 W_{s1}^* 的函数, W_{s1}^* 是 p_{ws1}^* 的函数。 t_{a1}^* 灵敏系数的计算公式为式(B.10)~式(B.14):

$$c_{t_{a1}^*} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial t_{a1}^*} = \frac{q_{v1}}{V'_n(1+W_n)} \frac{\partial h_{a1}}{\partial t_{a1}^*} \dots\dots\dots (B.10)$$

$$\frac{\partial h_{a1}}{\partial t_{a1}^*} = (2\,500.9 + 1.805t_{a1}) \frac{\partial W_1}{\partial t_{a1}^*} \dots\dots\dots (B.11)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial t_{a1}^*} = \frac{[1 - 2.381W_{s1}^* + (2\,501 - 2.381t_{a1}^*) \frac{\partial W_{s1}^*}{\partial t_{a1}^*}](2\,501 + 1.805t_{a1} - 4.186t_{a1}^*)}{(2\,501 + 1.805t_{a1} - 4.186t_{a1}^*)^2} + \frac{[(2\,501 - 2.381t_{a1}^*)W_{s1}^* - (t_{a1} - t_{a1}^*)] \times 4.186}{(2\,501 + 1.805t_{a1} - 4.186t_{a1}^*)^2} \dots\dots\dots (B.12)$$

$$\frac{\partial W_{s1}^*}{\partial t_{a1}^*} = \frac{0.621\,98p \frac{\partial p_{ws1}^*}{\partial t_{a1}^*}}{(p_1 - p_{ws1}^*)^2} \dots\dots\dots (B.13)$$

$$\frac{\partial p_{ws1}^*}{\partial t_{a1}^*} = [-c_1(t_{a1}^*)^{-2} + c_3 + 2c_4t_{a1}^* + 3c_5(t_{a1}^*)^2 + c_6(t_{a1}^*)^{-1}] \times 10^{-3} e^{c_1(t_{a1}^*)^{-1} + c_2 + c_3t_{a1}^* + c_4(t_{a1}^*)^2 + c_5(t_{a1}^*)^3 + c_6 \ln(t_{a1}^*)} \dots\dots\dots (B.14)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

注: $c_1 \sim c_6$ 为常数。

c) 空调器室内侧送风空气的含湿量 W_2 (可近似认为与 W_n 相等) 和空调器室内侧送风空气的焓值 h_{a2} 是空调器室内侧送风空气的干球温度 t_{a2} 的函数。并且,空调器室内侧风量 q_{v1} 是喷嘴处空气的比容 V'_n 的函数, V'_n 是 W_n 的函数, h_{a2} 是 W_2 的函数。 t_{a2} 灵敏系数的计算公式为式(B.15)~式(B.17):

$$c_{t_{a2}} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial t_{a2}} = \frac{-Y \sqrt{2\Delta p_n p_n} \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j})}{\sqrt{R_n(t_{an} + 273.15)}} \frac{1}{\sqrt{1.607\,8W_n^2 + 2.607\,8W_n + 1}} \frac{\partial h_{a2}}{\partial t_{a2}} + \frac{-Y \sqrt{\Delta p_n p_n} (h_{a1} - h_{a2}) \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j})}{\sqrt{2R_n(t_{an} + 273.15)}} \times (1.607\,8W_n^2 + 2.607\,8W_n + 1)^{-\frac{3}{2}} (3.215\,6W_n + 2.607\,8) \frac{\partial W_n}{\partial t_{a2}} \dots\dots\dots (B.15)$$

$$\frac{\partial h_{a2}}{\partial t_{a2}} = 1.005 + 1.805W_2 + (2\,500.9 + 1.805t_{a2}) \frac{\partial W_2}{\partial t_{a2}} \dots\dots\dots (B.16)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial t_{a2}} = \frac{\partial W_n}{\partial t_{a2}} = \frac{-(2\,501 + 1.805t_{a2} - 4.186t_{a2}^*) - [(2\,501 - 2.381t_{a2}^*)W_{s2}^* - (t_{a2} - t_{a2}^*)] \times 1.805}{(2\,501 + 1.805t_{a2} - 4.186t_{a2}^*)^2} \dots\dots\dots (B.17)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

d) 空调器室内侧送风空气对应于湿球温度下的饱和水蒸气压力 p_{ws2}^* ,空调器室内侧送风空气含湿量 W_2 (可近似认为与 W_n 相等) 和空调器室内侧送风空气的焓值 h_{a2} 是空调器室内侧送风空气的湿球温度 t_{a2}^* 的函数。并且, h_{a2} 是 W_2 的函数, W_2 是空调器室内侧送风空气对应于湿球温度下的饱和水蒸气含湿量 W_{s2}^* 的函数, W_{s2}^* 是 p_{ws2}^* 的函数,空调器室内侧风量 q_{v1} 是喷嘴处空气的比容 V'_n 的函数, V'_n 是 W_n 的函数。 t_{a2}^* 灵敏系数的计算公式为式(B.18)~式(B.22):

$$c_{t_{a2}^*} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial t_{a2}^*} = \frac{-Y\sqrt{2\Delta p_n} \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j})}{\sqrt{R_a(t_{an} + 273.15)}} \frac{1}{\sqrt{1.6078W_n^2 + 2.6078W_n + 1}} \frac{\partial h_{a2}}{\partial t_{a2}^*} +$$

$$\frac{-Y\sqrt{\Delta p_n} \dot{p}_n (h_{a1} - h_{a2}) \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j})}{\sqrt{2R_a(t_{an} + 273.15)}} \times$$

$$(1.6078W_n^2 + 2.6078W_n + 1)^{-\frac{3}{2}} (3.2156W_n + 2.6078) \frac{\partial W_n}{\partial t_{a2}^*} \dots\dots\dots (B.18)$$

$$\frac{\partial h_{a2}}{\partial t_{a2}^*} = (2500.9 + 1.805t_{a2}) \frac{\partial W_2}{\partial t_{a2}^*} \dots\dots\dots (B.19)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial t_{a2}^*} = \frac{\partial W_n}{\partial t_{a2}^*} = \frac{[1 - 2.381W_{a2}^* + (2501 - 2.381t_{a2}^*) \frac{\partial W_{a2}^*}{\partial t_{a2}^*}](2501 + 1.805t_{a2} - 4.186t_{a2}^*)}{(2501 + 1.805t_{a2} - 4.186t_{a2}^*)^2} +$$

$$\frac{[(2501 - 2.381t_{a2}^*)W_{a2}^* - (t_{a2} - t_{a2}^*)] \times 4.186}{(2501 + 1.805t_{a2} - 4.186t_{a2}^*)^2} \dots\dots\dots (B.20)$$

$$\frac{\partial W_{a2}^*}{\partial t_{a2}^*} = \frac{0.62198p \frac{\partial p_{ws2}}{\partial t_{a2}^*}}{(p_2 - p_{ws2})^2} \dots\dots\dots (B.21)$$

$$\frac{\partial p_{ws2}}{\partial t_{a2}^*} = e^{c_1(t_{a2}^*)^{-1} + c_2 + c_3 t_{a2}^* + c_4 (t_{a2}^*)^2 + c_5 (t_{a2}^*)^3 + c_6 \ln(t_{a2}^*)} [-c_1 (t_{a2}^*)^{-2} + c_3 + 2c_4 t_{a2}^* + 3c_5 (t_{a2}^*)^2 + c_6 (t_{a2}^*)^{-1}] \times 10^{-3}$$

$$\dots\dots\dots (B.22)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

e) 喷嘴处空气的比容 V'_n 是喷嘴前空气的干球温度 t_{an} 的函数。并且, 空调器室内侧风量 q_{vi} 是 V'_n 的函数。 t_{an} 灵敏系数的计算公式为式(B.23)和式(B.24):

$$c_{t_{an}} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial t_{an}} = \frac{-Y\sqrt{2\Delta p_n} (h_{a1} - h_{a2}) \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j})}{2(1 + W_n)} V_n'^{-\frac{3}{2}} \frac{\partial V'_n}{\partial t_{an}} \dots\dots\dots (B.23)$$

$$\frac{\partial V'_n}{\partial t_{an}} = \frac{R_a(1 + 1.6078W_n)}{p_n(1 + W_n)} \dots\dots\dots (B.24)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

f) 空调器室内侧回风空气对应于湿球温度下的饱和水蒸气含湿量 W_{s1}^* , 空调器室内侧送风空气对应于湿球温度下的饱和水蒸气含湿量 W_{s2}^* (可近似认为与 W_{s1}^* 相等), 空调器室内侧送风空气的压力 p_2 (可近似认为与 p_n 相等) 和喷嘴处空气的比容 V'_n 是空调器室内侧回风空气的压力 p_1 的函数。并且, 空调器室内侧回风空气的焓值 h_{a1} 是空调器室内侧回风空气的含湿量 W_1 的函数, 空调器室内侧送风空气的焓值 h_{a2} 是空调器室内侧送风空气的含湿量 W_2 的函数, W_1 和 W_2 分别是 W_{s1}^* 和 W_{s2}^* 的函数, 空调器室内侧风量 q_{vi} 是 V'_n 的函数, V'_n 是 W_n 的函数。忽略 Y 对压力的偏导, p_1 灵敏系数的计算公式为式(B.25)~式(B.31):

$$c_{p_1} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial p_1} = \frac{Y\sqrt{2\Delta p_n} \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j})}{\sqrt{R_a(t_{an} + 273.15)}} \left\{ \frac{h_{a1} - h_{a2}}{2} [(1.6078W_n^2 + 2.6078W_n + 1)p_n]^{-\frac{1}{2}} + \right.$$

$$\left. \sqrt{p_n} (1.6078W_n^2 + 2.6078W_n + 1)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{\partial h_{a1}}{\partial p_1} - \frac{\partial h_{a2}}{\partial p_1} \right) - \right.$$

$$\left. \frac{h_{a1} - h_{a2}}{2} \sqrt{p_n} (1.6078W_n^2 + 2.6078W_n + 1)^{-\frac{3}{2}} (3.2156W_n + 2.6078) \frac{\partial W_n}{\partial p_1} \right]$$

$$\dots\dots\dots (B.25)$$

$$\frac{\partial h_{a1}}{\partial p_1} = (2\,500.9 + 1.805t_{a1}) \frac{\partial W_1}{\partial p_1} \dots\dots\dots (B. 26)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial p_1} = \frac{(2\,501 - 2.381t_{a1}^*)}{2\,501 + 1.805t_{a1} - 4.186t_{a1}^*} \frac{\partial W_{s1}^*}{\partial p_1} \dots\dots\dots (B. 27)$$

$$\frac{\partial W_{s1}^*}{\partial p_1} = \frac{-0.621\,98p_{ws1}^*}{(p_1 - p_{ws1}^*)^2} \dots\dots\dots (B. 28)$$

$$\frac{\partial h_{a2}}{\partial p_1} = (2\,500.9 + 1.805t_{a2}) \frac{\partial W_2}{\partial p_1} \dots\dots\dots (B. 29)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial p_1} = \frac{\partial w_n}{\partial p_1} = \frac{(2\,501 - 2.381t_{a2}^*)}{2\,501 + 1.805t_{a2} - 4.186t_{a2}^*} \frac{\partial W_{s2}^*}{\partial p_1} \dots\dots\dots (B. 30)$$

$$\frac{\partial W_{s2}^*}{\partial p_1} = \frac{-0.621\,98p_{ws2}^*}{(p_2 - p_{ws2}^*)^2} \dots\dots\dots (B. 31)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

g) 空调器室内侧送风空气对应于湿球温度下的饱和水蒸气含湿量 W_{s2}^* (可近似认为与 W_{s2}^* 相等), 空调器室内侧送风空气的压力 p_2 (可近似认为与 p_n 相等) 和喷嘴处空气的比容 V'_n 是空调器前后的静压差 Δp_{AC} 的函数。并且, 空调器室内侧送风空气的焓值 h_{a2} 是空调器室内侧送风空气的含湿量 W_2 的函数, W_2 是 W_{s2}^* 的函数, 空调器室内侧风量 q_{vi} 是 V'_n 的函数, V'_n 是 W_n 的函数。忽略 Y 对压力的偏导, Δp_{AC} 灵敏系数的计算公式为式 (B. 32)~式 (B. 35):

$$c_{\Delta p_{AC}} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial \Delta p_{AC}} = \frac{Y \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j}) \sqrt{2\Delta p_n}}{\sqrt{R_a}(t_a + 273.15)} \left[-\frac{h_{a1} - h_{a2}}{2} \times 10^{-3} [(1.607\,8W_n^2 + 2.607\,8W_n + 1)p_n]^{-\frac{1}{2}} - \sqrt{p_n} (1.607\,8W_n^2 + 2.607\,8W_n + 1)^{-\frac{1}{2}} \frac{\partial h_{a2}}{\partial \Delta p_{AC}} - \frac{h_{a1} - h_{a2}}{2} \sqrt{p_n} (1.607\,8W_n^2 + 2.607\,8W_n + 1)^{-\frac{3}{2}} (3.215\,6W_n + 2.607\,8) \frac{\partial W_n}{\partial \Delta p_{AC}} \right] \dots\dots\dots (B. 32)$$

$$\frac{\partial h_{a2}}{\partial \Delta p_{AC}} = (2\,500.9 + 1.805t_{a2}) \frac{\partial W_2}{\partial \Delta p_{AC}} \dots\dots\dots (B. 33)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial \Delta p_{AC}} = \frac{\partial W_n}{\partial \Delta p_{AC}} = \frac{(2\,501 - 2.381t_{a2}^*)}{2\,501 + 1.805t_{a2} - 4.186t_{a2}^*} \frac{\partial W_{s2}^*}{\partial \Delta p_{AC}} \dots\dots\dots (B. 34)$$

$$\frac{\partial W_{s2}^*}{\partial \Delta p_{AC}} = \frac{0.621\,98 \times 10^{-3} p_{ws2}^*}{(p_2 - p_{ws2}^*)^2} \dots\dots\dots (B. 35)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

h) 空调器室内侧风量 q_{vi} 是喷嘴前后的静压或喷嘴喉部的动压 Δp_n 的函数。忽略 Y 对压力的偏导, Δp_n 灵敏系数的计算公式见式 (B. 36) 和式 (B. 37):

$$c_{\Delta p_n} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial \Delta p_n} = \frac{h_{a1} - h_{a2}}{v_n(1 + W_n)} \frac{\partial q_{vi}}{\partial \Delta p_n} \dots\dots\dots (B. 36)$$

$$\frac{\partial q_{vi}}{\partial \Delta p_n} = Y \sum_{j=1}^n (C_{d,j} A_{n,j}) \sqrt{\frac{V'_n}{2\Delta p_n}} \dots\dots\dots (B. 37)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

i) 通过第 j 个喷嘴的体积流量 $q_{vi,j}$ 是第 j 个喷嘴的直径 $D_{n,j}$ 的函数。 $D_{n,j}$ 灵敏系数的计算公式见式 (B. 38) 和式 (B. 39):

$$c_{D_{n,j}} = \frac{\partial \phi_{tci}}{\partial D_{n,j}} = \frac{h_{a1} - h_{a2}}{V'_n(1 + W_n)} \frac{\partial q_{vi}}{\partial D_{n,j}} \dots\dots\dots (B. 38)$$

$$\frac{\partial q_{vi}}{\partial D_{n,j}} = \frac{\partial q_{vi,j}}{\partial D_{n,j}} = \pi Y C_{d,j} D_{n,j} \sqrt{\frac{\Delta p_n V'_n}{2}} \dots\dots\dots (B. 39)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

j) 空调器室内侧试验装置的漏热量只考虑送风口到空气取样装置之间的漏热量,所以得出式(B.40):

$$\Delta\phi_l = K_l(t_{so} - t_{si}) \dots\dots\dots(B.40)$$

式中:

- K_l —— 漏热系数,近似为常数;
- t_{so} —— 试验装置外的平均温度;
- t_{si} —— 试验装置内的平均温度。

根据经验估计 t_{so} 和 t_{si} 的扩展不确定度: $U=1\text{ }^\circ\text{C}$ ($k=2$)。所以,试验装置内外温差 $t_{so} - t_{si}$ 的扩展不确定度: $U=1.4\text{ }^\circ\text{C}$ ($k=2$)。

空调器室内侧试验装置的漏热量是试验装置内外温差 $t_{so} - t_{si}$ 的函数。 $t_{so} - t_{si}$ 灵敏系数的计算见式(B.41):

$$c_{\Delta\phi_l} = \frac{\partial\phi_{lci}}{\partial(t_{so} - t_{si})} = K_l \dots\dots\dots(B.41)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

k) 喷嘴流量系数近似计算引入的修正 $\frac{\Delta C_d}{C_d}$ 的灵敏系数的计算公式见式(B.42):

$$c_{\Delta C_d} = \phi_{lci} - \Delta\phi_l \dots\dots\dots(B.42)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

l) 空气焓值近似计算引入的修正 $\frac{\Delta h_{a1}}{h_{a1}}$ 的灵敏系数的计算公式见式(B.43):

$$c_{\Delta h_{a1}} = \frac{q_{v1} h_{a1}}{V'_n(1+W_n)} \dots\dots\dots(B.43)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

m) 空气焓值近似计算引入的修正 $\frac{\Delta h_{a2}}{h_{a2}}$ 的灵敏系数的计算公式见式(B.44):

$$c_{\Delta h_{a2}} = \frac{q_{v1} h_{a2}}{V'_n(1+W_n)} \dots\dots\dots(B.44)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

B.2.4 合成不确定度

各个分量认为不相关,根据不确定度合成原理,得到合成不确定度的表达式(B.45):

$$u_c^2(Q_{vci}) = [c_{t_{a1}} u(t_{a1})]^2 + [c_{t_{a1}^*} u(t_{a1}^*)]^2 + [c_{t_{a2}} u(t_{a2})]^2 + [c_{t_{a2}^*} u(t_{a2}^*)]^2 + [c_{t_{am}} u(t_{am})]^2 + [c_{p_1} u(p_1)]^2 + [c_{\Delta p_{AC}} u(\Delta p_{AC})]^2 + [c_{\Delta p_n} u(\Delta p_n)]^2 + \sum_{j=1}^n [c_{D_{n,j}} u(D_{n,j})]^2 + [c_{\Delta\phi_l} u(t_{so} - t_{si})]^2 + [c_{\Delta C_d} u(\frac{\Delta C_d}{C_d})]^2 + [c_{\Delta h_{a1}} u(\frac{\Delta h_{a1}}{h_{a1}})]^2 + [c_{\Delta h_{a2}} u(\frac{\Delta h_{a2}}{h_{a2}})]^2 \dots\dots\dots(B.45)$$

式中所使用的符号定义按照附录 E 的规定定义。

B.2.5 不确定度汇总表

表 B.4 为根据一组制冷量为 11.62 kW 的空调器实际测量结果,按照 B.2.1、B.2.2 和 B.2.3 中的计算方法得到的不确定度汇总表。

表 B.4 不确定度汇总表

输入量	估计值	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
t_{a1}	27.00 °C	0.07 °C	-16.5 W/°C	-1.2 W
t_{a1}^*	18.99 °C	0.09 °C	1 940.5 W/°C	174.6 W
t_{a2}	12.84 °C	0.07 °C	12.5 kW/°C	0.9 W
t_{a2}^*	11.95 °C	0.09 °C	-1 506.5 W/°C	-135.6 W
t_{an}	13.16 °C	0.07 °C	-20.6 W/°C	-1.4 W
$D_{n,1}$	80.00 mm	0.046 mm	101.8 W/mm	4.7 W
$D_{n,2}$	110.00 mm	0.064 mm	140.1 W/mm	8.9 W
p_1	102.08 kPa	0.1 kPa	-18.9 W/kPa	-1.9 W
Δp_{AC}	0.0 Pa	1.5 Pa	-0.2 W/Pa	-0.3 W
Δp_n	708.5 Pa	1.5 Pa	8.3 W/Pa	12.5 W
$t_{e0} - t_{ei}$	14.16 °C	0.7 °C	5 W/°C	3.5 W
$\frac{\Delta C_{d,j}}{C_{d,j}}$	0	0.004	11 549.1 W	46.2 W
$\frac{\Delta h_{a1}}{h_{a1}}$	0	0.002 33	31 661 W	73.8 W
$\frac{\Delta h_{a2}}{h_{a2}}$	0	0.002 33	-19 992 W	-46.6 W
Q_{tci}	11 740 W			242.7 W

注：上述实例为两个喷嘴的情况，其他数目喷嘴的试验装置可有类似推导。

制冷量的合成不确定度为：

$$u_c(Q_{tci}) = 242.7 \text{ W}$$

B.2.6 相对合成不确定度

$$u_{rel}(Q_{tci}) = 2.1\%$$

B.2.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，制冷量的相对扩展不确定度为：

$$U_{rel}(Q_{tci}) = 4.1\%$$

附录 C
(资料性附录)
检验记录和检验结果

C.1 铂电阻温度测量系统检验记录格式参见表 C.1。

表 C.1 铂电阻温度测量系统检验记录格式

样品编号:/通道号:			
标准值/℃	指示值/℃	误差/℃	修正值/℃

C.2 热电偶温度测量系统检验记录格式参见表 C.2。

表 C.2 热电偶温度测量系统检验记录格式

样品编号:/通道号:			
标准值/℃	指示值/℃	误差/℃	修正值/℃

C.3 湿度测量系统检验记录格式 1 参见表 C.3。

表 C.3 湿度测量系统检验记录格式 1

样品编号:/通道号:			
标准值/%RH	指示值/%RH	误差/%RH	修正值/%RH

C.4 湿度测量系统检验记录格式 2 参见表 C.4。

表 C.4 湿度测量系统检验记录格式 2

样品编号:/通道号:			
次数	露点温度值		
	标准值/℃	指示值/℃	误差/%RH
1			
2			
3			
平均值			

C.5 绝压/表压测量系统检验记录格式参见表 C.5。

表 C.5 绝压/表压测量系统检验记录格式

样品编号:/通道号:			
标准值/MPa	指示值/MPa	误差/MPa	修正值/MPa

C.6 大气压测量系统检验记录格式参见表 C.6。

表 C.6 大气压测量系统检验记录格式

样品编号:/通道号:		
指示值/kPa	实测值/kPa	误差/kPa

C.7 差压测量系统检验记录格式参见表 C.7。

表 C.7 差压测量系统检验记录格式

样品编号:/通道号:			
标准值/Pa	指示值/Pa	误差/Pa	修正值/Pa

C.8 功率测量系统检验记录格式参见表 C.8。

表 C.8 功率测量系统检验记录格式

样品编号:/ 通道号:				
交流电压检验:				
标准值/V	指示值/V			
	U_a	U_b	U_c	
交流电流检验: (倍率×)				
标准值/A	理论值/A	指示值/A		
		I_a	I_b	I_c
交流功率检验: (倍率×)				
标准值/kW	理论值/kW	指示值/kW		
		P_a	P_b	P_c
功率因素 PF 检验:				
标准值	指示值			
	B_a	B_b	B_c	
频率检验:				
标准值/Hz	指示值/Hz			
	f_a	f_b	f_c	

C.9 数据采集单元检验记录格式参见表 C.9。

表 C.9 数据采集单元检验记录格式

样品编号:/通道号:					
CH	检验				
标准值()					
对应值()					
指示值()					

C.10 数字显示仪表系统检验记录格式参见表 C.10。

表 C.10 数字显示仪表系统检验记录格式

样品编号:/通道号:			
标准值()	对应值()	指示值()	
		上行程	下行程

C.11 喷嘴检验记录格式参见表 C.11。

表 C.11 喷嘴检验记录格式

样品编号:/通道号:						
标称值/mm	实测值/mm				平均值/mm	误差/mm
	1	2	3	4		

C.12 液体流量检验记录格式参见表 C.12。

表 C.12 液体流量检验记录格式

样品编号:/通道号:		
指示值/(kg/h)	实测值/(kg/h)	误差/(kg/h)

C.13 取样器风速检验记录格式参见表 C.13。

表 C.13 取样器风速检验记录格式

样品编号:/通道号:		
指示值/(m/s)	实测值/(m/s)	误差/(m/s)

C.14 风速测量系统检验记录格式参见表 C.14。

表 C.14 风速测量系统检验记录格式

样品编号:/通道号:		
指示值/(m/s)	实测值/(m/s)	误差/(m/s)

C.15 转速测量系统检验记录格式参见表 C.15。

表 C.15 转速测量系统检验记录格式

样品编号:/通道号:			
设定值/(r/min)	指示值/(r/min)	实测值/(r/min)	误差/(r/min)

C.16 试验用空气焓值法试验装置检验不确定度格式参见表 C.16。

表 C.16 试验用空气焓值法试验装置检验不确定度格式

名称:		
型号:		
生产厂家:		
样品编号:		
	参数	测量不确定度($k=2$)
温湿度测量系统	铂电阻	$U=$
	热电偶	$U=$
	湿度(采用湿度传感器)	$U=$
	湿度(采用露点温度法)	$U=$

表 C. 16 (续)

压力测量系统	绝压/表压	$U_{rel} =$
	差压	$U_{rel} =$
电参数测量系统	电压	$U_{rel} =$
	电流	$U_{rel} =$
	功率	$U_{rel} =$
	频率	$U_{rel} =$
数据采集单元	电压	$U_{rel} =$
	电阻	$U_{rel} =$
	温度(热电偶)	$U =$
	温度(铂电阻)	$U =$
数字显示仪表系统	电压	$U_{rel} =$
	电阻	$U_{rel} =$
	温度(热电偶)	$U =$
	温度(铂电阻)	$U =$
流量测量系统		$U_{rel} =$
风速测量系统		$U_{rel} =$
转速测量系统		$U =$
本次制冷量的扩展不确定度 $U_{rel} =$ ($k=2$)		
注: 所列参数根据实际配置进行评定。		

附录 D
(资料性附录)
风量的确定

D.1 通过单个喷嘴的风量:通过单个喷嘴的体积流量按式(D.1)~式(D.4)进行计算:

$$q_{vi,j} = Y C_{d,j} A_{n,j} \sqrt{2 \Delta p_n} V_n' \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

$$Y = 0.452 + 0.548 \left(1 - \frac{\Delta p_n \times 10^{-3}}{p_n} \right) \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

$$p_2 = p_1 - \Delta p_{AC} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

$$A_{n,j} = \frac{\pi D_{n,j}^2}{4} \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

式中:

- Y —— 膨胀系数;
- $q_{vi,j}$ —— 通过第 j 个喷嘴的体积流量,单位为立方米每秒(m^3/s);
- $C_{d,j}$ —— 第 j 个喷嘴的流量系数;
- Δp_n —— 喷嘴前后的静压差或喷嘴喉部的动压,单位为帕(Pa);
- Δp_{AC} —— 空调器前后的静压差,单位为帕(Pa);
- p_1 —— 空调器室内侧回风空气的压力(大气压),单位为千帕(kPa);
- p_2 —— 空调器室内侧送风空气的压力,单位为千帕(kPa);
- p_n —— 喷嘴前空气的压力,单位为千帕(kPa);
- $D_{n,j}$ —— 第 j 个喷嘴的直径,单位为米(m);
- $A_{n,j}$ —— 第 j 个喷嘴的面积,单位为平方米(m^2).

D.2 总风量:当总共有 n 个喷嘴时,总风量按式(D.5)进行计算:

$$q_{vi} = \sum_{j=1}^n q_{vi,j} \quad \dots\dots\dots (D.5)$$

D.3 流量系数

D.3.1 流量系数 $C_{d,j}$ 概述

流量系数 $C_{d,j}$ 可通过下面三种方法确定。

D.3.2 迭代算法,按式(D.6)~式(D.9)进行计算:

$$C_{d,j} = 0.9986 - \frac{7.006}{\sqrt{Re_j}} + \frac{134.6}{Re_j} \quad \dots\dots\dots (D.6)$$

$$Re_j = \frac{V_n D_{n,j} \rho}{\mu} \quad \dots\dots\dots (D.7)$$

$$V_n = C_{d,j} Y \sqrt{2 \Delta P_n} V_n' \quad \dots\dots\dots (D.8)$$

$$\mu = (17.23 + 0.048 t_{an}) \times 10^{-6} \quad \dots\dots\dots (D.9)$$

式中:

- Re_j —— 第 j 个喷嘴的雷诺数;
- V_n —— 第 j 个喷嘴处空气的流速,单位为米每秒(m/s);
- ρ —— 密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- μ —— 空气的动力粘度,单位为帕秒($Pa \cdot s$);
- t_{an} —— 喷嘴前空气的干球温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$).

根据式(D.6)~式(D.9),通过迭代计算的方法确定 $C_{d,j}$ 。具体迭代计算步骤参见参考文献[6]。

D.3.3 查图法:按 GB/T 7725—2004 中 D.2.2 的规定确定 $C_{d,j}$,参见参考文献[4]。

D.3.4 查表法:按 GB/T 17758—2010 中 A.6.4 的规定确定 $C_{d,j}$,可参考 GB/T 17758—2010。

附 录 E
(资料性附录)
公式中使用的符号定义

- $A_{n,j}$ ——第 j 个喷嘴的面积, m^2 ;
- B_x ——功率测量系统功率因数的显示值;
- $C_{d,j}$ ——第 j 个喷嘴的流量系数;
- c_{pa} ——空气的比热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ (干);
- $c_1 \sim c_6$ ——常系数;
- D ——喷嘴喉部直径, mm ;
- $D_{n,j}$ ——第 j 个喷嘴的直径, m ;
- d ——管道直径, m ;
- H_s ——标准功率源输出频率, Hz ;
- H_x ——功率测量系统频率的显示值, Hz ;
- h_{a1} ——空调器室内侧回风空气的焓值, J/kg (干);
- h_{a2} ——空调器室内侧送风空气的焓值, J/kg (干);
- h_{a3} ——空调器室外侧回风空气的焓值, J/kg (干);
- h_{a4} ——空调器室外侧送风空气的焓值, J/kg (干);
- I_s ——标准功率源输出电流, A ;
- I_x ——功率测量系统电流的显示值, A ;
- K_l —— 2.47×10^6 (此值为 $15\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 时的蒸发潜热), J/kg ;
- P_s ——标准功率源输出功率, W ;
- P_t ——空调器的总输入功率, W ;
- P_x ——功率测量系统功率的显示值, W ;
- p ——当地大气压, kPa ;
- p_1 ——空调器室内侧回风空气的压力, kPa ;
- p_2 ——空调器室内侧送风空气的压力, kPa ;
- p_n ——喷嘴前空气的压力, kPa ;
- p_{ws}^* ——对应于湿球温度下的饱和水蒸气压力, kPa ;
- q_{vi} ——空调器室内测点的风量, m^3/s ;
- $q_{vi,j}$ ——通过第 j 个喷嘴的体积流量, m^3/s ;
- q_{vo} ——空调器室外测点的风量, m^3/s ;
- Ra ——表面粗糙度, μm ;
- R_a ——常数 $0.287\ 055$, $(\text{Pa} \cdot \text{m}^3)/(\text{kg} \cdot \text{K})$;
- Re_j ——第 j 个喷嘴的雷诺数;
- t_{a1} ——空调器室内侧回风空气的温度, $^\circ\text{C}$;
- t_{a2} ——空调器室内侧送风空气的温度, $^\circ\text{C}$;
- t_{a3} ——空调器室外侧回风空气的温度, $^\circ\text{C}$;
- t_{a4} ——空调器室外侧送风空气的温度, $^\circ\text{C}$;
- t_a ——空气的干球温度, $^\circ\text{C}$;
- t_a^* ——空气的湿球温度, $^\circ\text{C}$;
- t_{ai} ——试验装置内的平均温度, $^\circ\text{C}$;

- t_{∞} —— 试验装置外的平均温度, °C;
- t_s —— 铂电阻温度测量系统的温度示值, °C;
- U_s —— 标准功率源输出电压, V;
- U_x —— 功率测量系统电压的显示值, V;
- V_n —— 第 j 个喷嘴处空气的流速, m/s;
- V'_n —— 测点处空气的比容, m³/kg;
- W_{i2} —— 空调器室内侧回风空气的含湿量, kg/kg(干);
- W_{i2} —— 空调器室内侧送风空气的含湿量, kg/kg(干);
- W_n —— 测点处空气的含湿量, kg/kg(干);
- W_s^* —— 对应于湿球温度下的饱和水蒸气含湿量, kg/kg(干);
- Y —— 膨胀系数;
- ϕ_{ici} —— 室内侧测量的总制冷量, W;
- ϕ_{sci} —— 显冷量(室内侧), W;
- ϕ_{lci} —— 潜冷量(室内侧), W;
- ϕ_{ico} —— 室外侧测量的总制冷量, W;
- $\Delta\phi_i$ —— 空调器室内侧试验装置的漏热量, W;
- $\Delta\phi_o$ —— 空调器室外侧试验装置的漏热量, W;
- Δp_n —— 喷嘴前后的静压差或喷嘴喉部的动压, Pa;
- Δp_{AC} —— 空调器前后的静压差, Pa;
- δt_p —— 管道温升所引入的温度修正, °C;
- δt_m —— 温场或湿度场的不均匀性所引入的温度修正, °C;
- δt_c —— 控制器的控制精度所引入的温度修正, °C;
- δt_w —— 纱布包裹情况、水质、取样风速等因素所引入的温度修正(针对湿球温度), °C;
- ρ —— 密度, kg/m³;
- μ —— 空气的动力黏度, Pa·s;
- t_{an} —— 喷嘴前空气的干球温度, °C。

参 考 文 献

- [1] ANSI/ASHRAE Standard 41.6—1994 (RA 2006) Standard Method for Measurement of Moist Air Properties
- [2] ANSI/ASHRAE Standard 51—2007 (ANSI/AMCA 210-07) Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating
- [3] GB 4706.32—2012 家用和类似用途电器的安全 热泵、空调器和除湿机的特殊要求
- [4] GB/T 11605—2005 湿度测量方法
- [5] GB 25130—2010 单元式空气调节机 安全要求
- [6] JB/T 7249 制冷设备 术语
- [7] JJG 229—2010 工业铂、铜热电阻检定规程
- [8] JJG 315—1983 直流数字电压表试行检定规程
- [9] JJG 368—2000 工作用铜-铜镍热电偶检定规程
- [10] JJG 620—2008 临界流文丘里喷嘴检定规程
- [11] JJG 780—1992 交流数字功率表
- [12] JJG 882—2004 压力变送器检定规程
- [13] JJG 1038—2008 科里奥利质量流量计检定规程
- [14] JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示
- [15] JJF 1171—2007 温度巡回检测仪校准规范
-

中华人民共和国
国家标准
试验用空气焓值法试验装置检验方法
GB/T 29823—2013

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 88 千字
2014年1月第一版 2014年1月第一次印刷

*

书号: 155066·1-48037 定价 42.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 29823-2013