

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6109—2014

飞机地面空调机组

Airplane pre-conditioning air unit

2014 - 10 - 22 发布

2014 - 12 - 01 实施

中国民用航空局

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类和标记 2

5 技术要求 3

6 试验条件与方法 5

7 检验规则 9

8 标志、随机文件、包装、运输和贮存 10

附录 A（规范性附录） 风量、风压、功率、机外静压试验方法（实验室测试法） 12

附录 B（规范性附录） 风量、风压、功率、机外静压试验方法（现场测试法） 18

附录 C（规范性附录） 制冷量和制热量试验方法（实验室测试法） 20

附录 D（规范性附录） 制冷量和制热量试验方法（现场测试法） 23

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局机场司提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：国家空调设备质量监督检验中心、广东申菱空调设备有限公司、四川华盛强航空地面设备有限公司、广东吉荣空调有限公司。

本标准主要起草人：曹阳、潘展华、林美娜、孙志强。

MH

飞机地面空调机组

1 范围

本标准规定了飞机地面空调机组的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于采用电力驱动、利用直膨式蒸发冷却循环技术、自带风机的飞机地面空调机组（以下简称机组）的制造、测试与标定，燃油驱动的机组空气动力性能和热力性能测试与标定可参照执行。

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，仅所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 1236-2000 工业通风机用标准化风道进行性能试验

GB/T 2423.17 盐雾试验标准

GB/T 2624.3 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第3部分：喷嘴和文丘里喷嘴

GB 9068 采暖通风与空气调节设备噪声声功率级的测定-工程法

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 19678 说明书的编制 构成、内容和表示方法（IEC 62079:2001, IDT）

GB 25130 单元式空气调节机 安全要求

JG/T 21-1999 空气冷却器与空气加热器性能试验方法

MH/T 6014 飞机清水车

MH/T 6028 旅客登机桥

AHM 910 航空地面支持设备基本要求（Basic Requirements for Aircraft Ground Support Equipment）

AHM 913 航空地面支持设备基本安全要求（Basic Safety Requirements for Aircraft Ground Support Equipment）

AHM 915 标准控制（Standard Controls）

AHM 973 航空地面加热设备功能规范（Functional Specification for a Towed Aircraft Ground Heater）

AHM 974 航空空调(制冷)设备的功能规范（Functional Specification for Aircraft Air Conditioning (Cooling) Unit）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

飞机地面空调机组 airplane pre-conditioning air unit

一种对飞机机舱内空气进行调节的机场地面服务专用空调机组，也称为预处理空调机组，其采用直

接蒸发压缩冷凝制冷技术对吸入的空气进行过滤、冷却、除湿或加热处理，并按照飞机机型规定的空气流量、压力向停靠地面的飞机内部空间输送处理后的空气。

注：机组包括制冷系统、通风系统，根据需要可以配置净化、加湿、加热系统。

3.2

标准空气状态 **standard air**

温度20℃、相对湿度65%RH、大气压力为101.3 kPa时的空气状态。

3.3

额定送风量 **rated supply air flow rate**

在规定的工况下，单位时间内机组出风口送出的空气量。

3.4

额定机外静压 **rated static pressure of supply air**

在规定的工况下，机组克服内部自身阻力，在机组出风口处的静压。

3.5

额定制冷量 **rated cooling capacity**

在规定的工况下，机组将额定风量、风压的室外空气温度降低到2℃以下，相对湿度不大于95%的制冷能力。

3.6

机组名义值 **nominal value**

机组在铭牌或技术文件中声明的性能数值。

4 分类和标记

4.1 分类

4.1.1 按使用气候环境分类，见表1。

表1 飞机地面空调按使用气候类型分类

类型	T1 (高温干燥气候)	T2 (高温低湿气候)	T3 (高温中湿气候)	T4 (高温高湿气候)
进风干球温度 (℃)	35	35	35	35
进风相对湿度 (%RH)	35	60	70	80

4.1.2 按规格型号分类，见表2。

表2 飞机地面空调规格型号及额定性能参数表

机组规格	额定送风量 m ³ /h	额定机外静压 Pa	T1 型额定制冷量 kW	T2 型额定制冷量 kW	T3 型额定制冷量 kW	T4 型额定制冷量 kW	制冷出风温度 ℃
C ^a	5 500	6 700	102	139	154	169	≤2
D	8 100	5 500	150	205	226	248	≤2
E1	15 860	7 000	293	401	443	487	≤2
E2 ^b	12 000	6 900	221	303	336	368	≤2
^a 机组应能根据需求在 4 500 m ³ /h~6 000 m ³ /h 范围内精确调节送风量；在 4 200 Pa~6 700 Pa 范围内精确调节送风风压。 ^b 机组应能根据需求在 9 600 m ³ /h~12 000 m ³ /h 范围内精确调节送风量；在 5 300 Pa~7 350 Pa 范围内精确调节送风风压。							

4.1.3 按机组压缩机动力源分为：

- DL（电力驱动）型；
- RY（燃油驱动）型。

4.1.4 按机组的安装方式分为：

- DG（吊挂）型；
- LD（落地）型；
- YD（移动）型；
- CZ（车载）型。

4.1.5 按机组具备的基本功能分为：

- L（单制冷）型；
- LR（冷热）型。

4.2 标记

机组类型标记为：GPCA（地面空调机组）-XX-XX-XX-XX-XX。

示例：GPCA-E2-DL-DG-LR-T1 表示规格型号为 E2 的、电力驱动的、吊挂式的、冷热功能的、T1 型地面空调机组。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 机组应符合 AHM 910、AHM 913、AHM 973、AHM 974 和 GB 25130 的要求。

5.1.2 机组外表面的各种安全标识和铭牌应牢固地设置在明显位置，金属标志标牌应锚固。机组每个侧面至少应有 2 个反光标志，其最大间距为 1.5 m，每个反光标志应不小于 100 cm²。

5.1.3 机组外壳锐角应包裹防撞材料。

5.1.4 机组内部应整洁干净、无杂物，便于清洁保养。

5.1.5 机组外壳和紧固件应作防锈处理。

5.1.6 电器元件、仪表、开关等均应排列整齐，连接可靠。控制信号和报警信号的显示应分组安排，符合 AHM 915 标准图形的要求。桥载式空调机组应设有远程操作控制箱。

- 5.1.7 机组采用吊挂式安装时,其悬挂支架的安全有效承载能力应大于机组运行质量,并能承载登机桥在运动过程中的全部受力。
- 5.1.8 机组蒸发器进风口应安装可拆卸清洗、防腐蚀分解、防老化的空气过滤器。
- 5.1.9 机组集水器或排水槽应能抽出清洗。
- 5.1.10 机组应具备切断送风和余压控制的措施。采用排气阀装置的机组,排气阀的出口应设置在不会伤害作业人员的位置。
- 5.1.11 空调通风机转动部分应具有保护措施,当动力源突然中止时,能吸收冲击和振动。
- 5.1.12 吊装在登机廊桥上的机组,在运行时应符合 MH/T 6028 中的抗振动要求。
- 5.1.13 具有制热功能的机组,其制热系统的送风口在额定送风量、出风静压和名义工况下应能输送 20℃~26℃ 的热空气。

5.2 机组电气系统

- 5.2.1 机组电气系统应保证机组平稳启动和可靠工作。
- 5.2.2 机组电气系统应具有整机过载、超温和超压保护功能。
- 5.2.3 机组电气系统应具有自动检测机组主要故障及报警功能。
- 5.2.4 电力驱动的机组应具有电压过压、欠压关断保护功能。
- 5.2.5 电力驱动的机组采用的电机应配有回路断路器,并应具有过载、相序、相不平衡等保护功能。
- 5.2.6 操作面板应具有各部件工作指示、主要运行数据显示、累计运行时间显示和故障报警显示。
- 5.2.7 机组的电气设备和电子控制装置等应能有效地防护风雨和盐雾侵蚀。
- 5.2.8 机组应具有手动操作紧急停机功能。
- 5.2.9 机组的电气设备和电子控制装置应具有抗电磁干扰和浪涌保护功能。
- 5.2.10 机组应配置操作照明和指示灯。
- 5.2.11 机组应具有与登机桥或登机桥监控管理系统的信息接口及相应软件,保证登机桥和登机桥监控系统可以获得机组运行状态(包括温度、压力、风速等)、与登机桥的互锁状态、故障报警和运行时间等信息。

5.3 性能要求

5.3.1 启动运转

机组在下述环境条件下应能正常启动并连续运行 8 h:

- 环境温度: -20℃~43℃;
- 相对湿度: 10%RH~100%RH;
- 风速: ≤14 m/s。

5.3.2 制冷系统密封性

按 6.2.2 方法试验时,制冷系统各部位不应出现制冷剂泄漏。

5.3.3 送风量、机外静压、功率

按 6.2.3 方法试验,在表 2 规定的送风量下,机外静压应保持在表 2 规定值(最大允差为 ±2%),功率应不大于额定值的 110%。

5.3.4 制冷量

按 6.2.4 方法试验,制冷量应不小于表 2 规定值的 95%。

5.3.5 制冷消耗功率

按6.2.6方法试验, 制冷消耗功率应不大于机组名义值的110%。

5.3.6 制热量

按6.2.6方法试验, 制热量应不小于机组名义值的95%。

5.3.7 制热消耗功率

按6.2.7方法试验, 制热消耗功率应不大于机组名义值的110%。

5.3.8 最大制冷运行

按6.2.8方法试验, 机组各功能部件不应损坏, 安全保护装置不应跳开, 机组应能正常运行。

5.3.9 最小制冷运行

按6.2.9方法试验, 机组应能正常运行, 风量不低于额定风量的75%。

5.3.10 凝结水排除能力

按6.2.10方法试验, 凝结水排水畅通, 不应有凝结水从排水口以外的地方溢出或吹出。

5.3.11 带水试验

按6.2.11方法试验时, 供气系统应保证输入飞机机舱的空气干燥, 不含游离水。

5.3.12 连续运行性能

按6.2.12方法试验时, 机组连续运行8 h, 机组的配电和控制设备无过热, 出风温度应保持在1℃~5℃范围内。

5.3.13 通风调节性能

按6.2.13方法试验时, 当仅要求通风时, 压缩机应能停止工作, 风量应能在25%~100%范围内自由调节。

5.3.14 噪声

按6.2.14方法进行试验时, 在距机组水平距离4.6 m、垂直高度1.5 m处, A计权噪声声压级应不大于85 dB(A)。

5.3.15 安全要求

按GB 25130规定的方法试验, 除淋水绝缘电阻以外的项目应满足GB 25130的要求。

按6.2.15.2方法试验, 淋水绝缘电阻应不小于1 MΩ。

5.3.16 行驶与制动性能

车载式机组的行驶与制动性能应符合MH/T 6014中的相关要求。

6 试验条件与方法

6.1 试验条件

6.1.1 机组应按铭牌上的电压、频率和表 3 规定的工况进行试验，试验时应连接所有辅助元件(包括进风过滤装置和出风管路及附件)，保持空气通路数不变。试验时读数的最大允差应符合表 4 的规定。

表3 机组性能测试工况

试验项目	蒸发器侧		冷凝器侧 干球温度 ℃	电源 V、Hz	风量 m³/h	静压 Pa
	干球温度 ℃	相对湿度 %RH				
启动运转	-20~43	—	-20~43	额定值	额定送风量	不小于额定风压值的 90%
制冷系统气密性	16~35	—	16~35	—	—	—
风量、机外静压、 输入功率	15~35	—	15~35	额定值	额定送风量	额定风压值（最大允差为±2%）
额定 制冷量	T1	35	35	额定值	额定送风量	额定风压值（最大允差为±2%）
	T2	35				
	T3	35				
	T4	35				
最大制 冷运行	T1	43	43	额定值	额定送风量	额定风压值（最大允差为±2%）
	T2					
	T3					
	T4					
最小制 冷运行	T1	18℃或制造 厂声称的再 低的温度	18℃或制造 厂声称的再低 的温度	额定值	不低于额定送 风量的 75%	—
	T2					
	T3					
	T4					
噪声	5~40	—	5~40	额定值	额定送风量	不低于额定值的 90%

表4 试验读数的最大允差

项目		单次读数与规定 试验工况最大允差	读数平均值与规定 试验工况的最大允差
进口空气状态	干球温度	±0.3℃	±0.2℃
	出口全压	±2.0Pa	—
风量 ^a		±2.0%	±2.0%
电源电压		±2.0%	—
频率		±2%	±1%
^a 机组名义值的百分数。			

6.1.2 试验时，各类测量仪器应在计量检定有效期内，其准确度应符合表5的规定。

表5 测量参数及仪表性能要求

测量参数	测量仪表	测量项目	仪表分辨率
温度	水银温度计、电阻温度计、热电偶温度计	冷热性能试验时空气进出口干湿球温度和换热设备进出口温度	0.1 °C
		其他温度	0.3 °C
压力	微压计（倾斜式、补偿式或自动传感式）	空气动压	1 Pa
	U形水银压力计或同等精度的压力计	机外静压	50 Pa
	水压表或压力变送器	热水盘管水阻力	2 % ^a
	大气压力计	大气压力	2 hPa
水量	流量计、重量式或容积式液体定量计	除湿量	1% ^a
风量	标准喷嘴（长径）	机组风量	1% ^a
	皮托管	机组风量和风压	—
	风速仪	机组风量	0.25 m/s
电压	电压表	电参数	准确度等级为0.5 级
电流	电流表		
功率	功率表		
频率	频率表		
噪声	声级计	机组噪声	0.5 dB(A)
时间	秒表	凝结水量等	0.1 s
^a “%”为被测量值的百分数。			

6.2 试验方法

6.2.1 启动运行

6.2.1.1 外观采用目视检验。

6.2.1.2 系统功能通过各性能试验和模拟试验及试操作验证，逐条对照和逐项验证。

6.2.1.3 在表3规定的启动运行工况条件下，连续运行8 h，每60 min检查安全保护装置的灵敏度和可靠性，检验温度和电器等控制元件的动作是否正常。

6.2.2 气密性

空调机组不通电置于正压的室内，在表3规定的工况条件下，在正常的制冷剂充灌量下，用灵敏度为 $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的制冷剂检漏仪进行检验。

6.2.3 送风量、机外静压、功率

按附录A规定的方法测量送风量、机外静压、功率，并换算至标准空气状态条件下的数值，现场试验按附录B规定的试验装置和试验方法进行检验。

6.2.4 制冷量

按表3规定的制冷工况和附录C规定的试验装置和试验方法进行检验，现场试验按附录D规定的试验装置和试验方法进行检验。

6.2.5 制冷消耗功率

按附录C规定的试验装置和试验方法，在测试制冷量的同时，测定制冷消耗电功率，现场试验按附录D规定的试验装置和试验方法进行检验。

6.2.6 制热量

按附录C规定的试验装置和试验方法进行检验，现场试验按附录D规定的试验装置和试验方法进行检验。

6.2.7 制热消耗功率

按附录C规定的试验装置和试验方法，在测试制热量的同时，测定制热消耗电功率，现场试验按附录D规定的试验装置和试验方法进行检验。

6.2.8 最大制冷运行

6.2.8.1 在额定电压和频率下，按表3规定的最大负荷制冷工况连续运行1 h；然后停机5 min，再启动连续运行1 h，在启动运行的最初5 min内允许过载保护器跳开，其后不允许跳开；在运行的最初5 min内过载保护器不复位或停机不超过10 min复位的机组，应再连续运行1 h，机组应能正常工作。

6.2.8.2 对于手动复位的过载保护器，在最初5 min内跳开的，应在跳开10 min后使其强行复位，机组应能再连续运行1 h。

6.2.9 最小制冷运行

按表3规定的最小负荷制冷工况运行4 h，风量不低于额定送风量的75%。

6.2.10 凝结水排除能力

在凝结水盘注水达到排水口流水，按表3规定的制冷工况运行，凝结水出水口出水稳定后，连续运行4 h，机组其他部位无凝结水泄漏。

6.2.11 带水试验

按表3规定的制冷工况运行，用白纸在出风口观察。

6.2.12 连续运行性能

按表3规定的制冷工况和附录C规定的试验装置连续运行机组8 h。

6.2.13 通风调节性能

按附录A规定的方法测量送风量、机外静压和功率，现场试验按附录B规定的试验装置和试验方法进行检验。

6.2.14 噪声

在风量、机外静压和输入功率工况下,按GB 9068的测试要求和规定方法进行检验。

6.2.15 安全试验

6.2.15.1 按照 GB 25130 规定的方法进行各项试验(淋水绝缘电阻试验除外)。

6.2.15.2 在常温、常湿条件下,对机组进行淋水强度为 100 mm/h、淋水角度为 45° 的淋水试验。1 h 后用 500 V 绝缘电阻计测量机组带电部分和非带电金属部分之间的绝缘电阻。

注:安全试验的出厂检验测试项目包括标志、包装、绝缘电阻、泄漏电流、接地电阻、防触电保护和耐电压试验。
抽检和型式检验为全项。

6.2.16 行驶与制动性能试验

按照MH/T 6014规定的方法进行行驶与制动性能试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

机组的检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台机组应经生产企业逐台检验合格,并附合格证和检测证明报告方可出厂。

7.2.2 检验项目见表 6。

表6 检验项目表

序号	检验项目	对应标准所属条款	出厂检验	抽样检验	型式检验
1	启动与运转	5.3.1 和 6.2.1	△	△	△
2	气密性	5.3.2 和 6.2.2	△	△	△
3	风量、机外静压、功率	5.3.3 和 6.2.3	△	△	△
4	制冷量	5.3.4 和 6.2.4	—	△	△
5	制冷消耗功率	5.3.5 和 6.2.5	—	△	△
6	制热量	5.3.6 和 6.2.6	—	△	△
7	制热消耗功率	5.3.7 和 6.2.7	—	△	△
8	最大制冷运行	5.3.8 和 6.2.8	—	△	△
9	最小制冷运行	5.3.9 和 6.2.9	—	△	△
10	凝结水排除能力	5.3.10 和 6.2.10	—	△	△
11	带水试验	5.3.11 和 6.2.11	—	△	△

表 6(续)

序号	检验项目	对应标准所属条款	出厂检验	抽样检验	型式检验
12	连续运行性能	5.3.12 和 6.2.12	—	△	△
13	通风调节性能	5.3.13 和 6.2.13	△	△	△
14	噪声	5.3.14 和 6.2.14	—	△	△
15	安全要求	5.3.15 和 6.2.15	△	△	△
16	行驶与制动性能 ^a	5.3.16 和 6.2.16	—	△	△
注：“△”表示应检项目；“—”表示不需检验项目。					
^a 仅适用于车载型机组。					

7.2.3 判定规则：出厂检验中，全部项目均合格，则该产品合格。

7.3 抽样检验

7.3.1 生产企业应对正常生产的产品每种规格在 12 个月内抽样检验一次。

7.3.2 检验项目见表 6。

7.4 型式检验

7.4.1 出现下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型；
- b) 定型产品的结构、制造工艺、材料等更改对产品性能有影响时，对首批投入生产的合格品进行型式检验；
- c) 停产一年以上，恢复生产；
- d) 转厂生产；
- e) 批量生产时每三年进行一次；
- f) 国家质量监督机构产品监督抽查提出要求。

7.4.2 机组的型式检验项目见表 6。

7.5 判定规则和复检规则

7.5.1 出厂检验中，若有一项检验结果不符合本标准的规定，则应在找出原因并排除故障后复检，若经第三次复检后仍不合格，则判定为不合格品。

7.5.2 型式检验中，只要有一项检验结果不符合本标准的规定，则应在同一批产品中再次抽取加倍数量的产品，对该项目进行复验。若仍不合格，产品生产暂停，对该批产品的该项目逐台检验，直到找到故障并排除故障后，经复检确认其合格后方能恢复生产。

8 标志、随机文件、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台机组应在明显部位设置耐久性铭牌，铭牌上应标示下列内容：

- a) 机组名称、型号；

- b) 机组主要技术参数（额定风量、机外静压、制冷量、制热量、制冷剂代号及其充注量、额定电压、输入功率等）；
- c) 机组外形尺寸；
- d) 机组重量；
- e) 出厂编号；
- f) 出厂日期；
- g) 制造厂名称；
- h) 产品执行标准号。

8.1.2 机组上应标明工作状况的旋转方向、开、关等标志，并附有电气线路图。

8.2 随机文件

随机文件应包括以下内容：

- a) 合格证；
- b) 使用维护说明书，其编写应符合 GB/T 19678 的规定；
- c) 备件清单；
- d) 装箱单。

8.3 包装

8.3.1 包装应按 GB/T 13384 相关规定执行。

8.3.2 包装箱应捆扎牢固严密。

8.3.3 包装箱内应有装箱单、产品合格证、产品安装使用说明书等有关技术文件。

8.3.4 包装箱上应有不易褪色的装箱标识，其内容为：

- a) 产品名称、型号；
- b) 产品毛重、净重；
- c) 箱体外形尺寸；
- d) 共 X 箱，第 X 箱；
- e) 装箱日期；
- f) 到站（港）及收货单位；
- g) 发站（港）及发货单位；
- h) 包装箱外印刷或贴有“小心轻放”、“防雨”、“防震”、“防倒置”等运输标志。

8.4 运输

机组应适应于一般交通工具运输要求。在运输过程中不应有碰撞和倾斜。不应与化学品和腐蚀性物质混装运输。机组在运输过程中，不应受碰撞、挤压、抛投、雨雪淋袭。

8.5 贮存

机组应贮存在防潮、防雨、防火场所，周围应无腐蚀性气体。

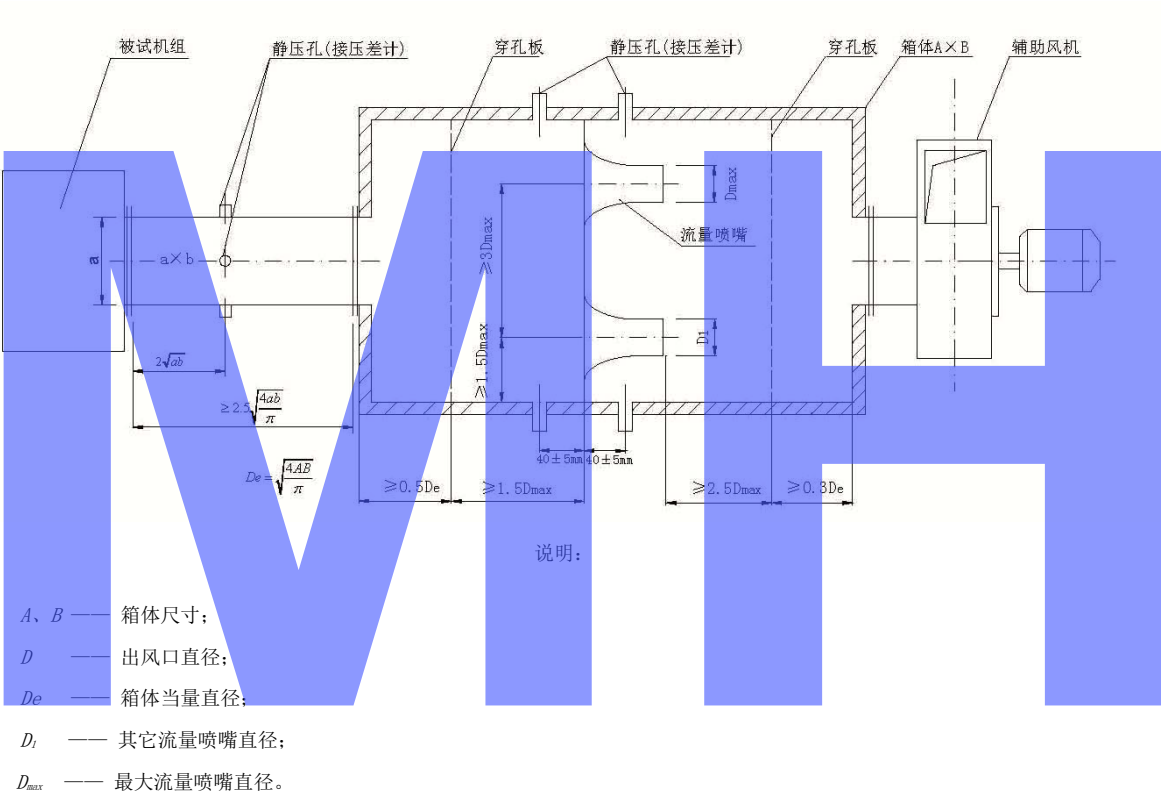
附录 A
(规范性附录)

风量、风压、功率、机外静压试验方法（实验室测试法）

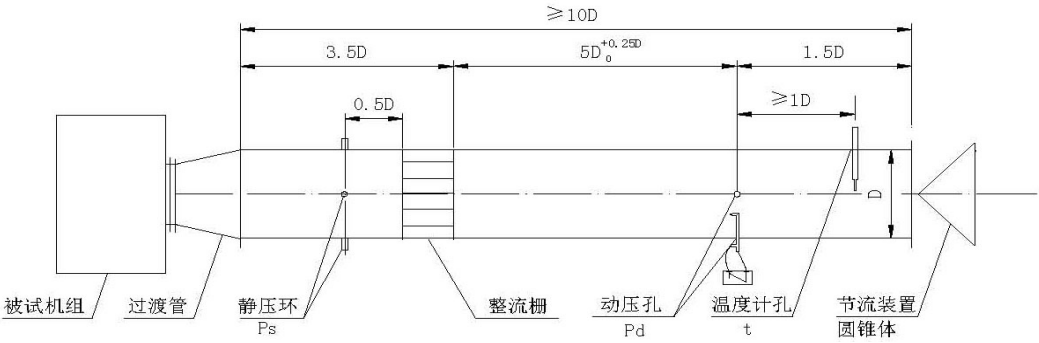
A.1 试验装置

A.1.1 试验装置由被试机组、连接管、测试装置及测量仪表组成。

A.1.2 试验按图A.1或图A.2布置进行试验。



图A.1 多个喷嘴空气流量测量装置



图A.2 皮托管流量测量装置

说明:

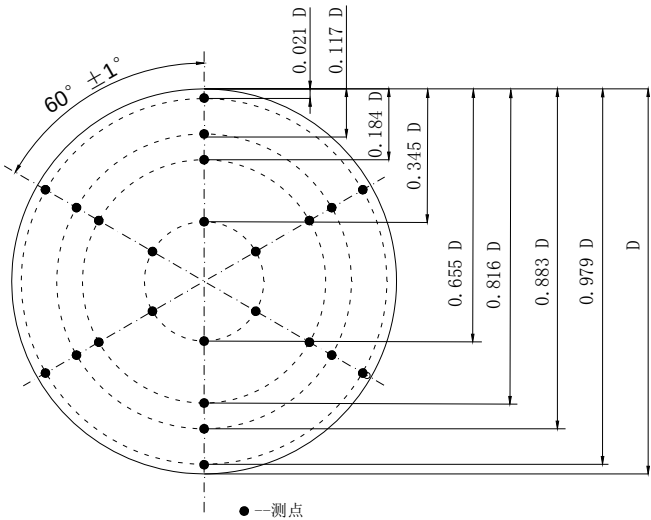
- P_s —— 被试机组出口静压;
- P_d —— 测试风管内动压;
- t —— 测试风管内空气温度。

图 A. 2 皮托管流量测量装置 (续)

- A. 1. 3 图A. 1所示空气流量喷嘴应符合下列要求:
- a) 喷嘴喉部速度应在 15 m/s~35 m/s 之间;
 - b) 喷嘴加工和安装应符合 GB/T 1236-2000 第 23 章的要求;
 - c) 喷嘴尺寸应符合 GB/T 2624. 3-2006 长径喷嘴的规定;
 - d) 穿孔板穿孔率约为 40%。
- A. 1. 4 风量测量使用图A. 2列出的试验装置应满足下列要求:
- a) 皮托管符合 GB/T 1236-2000 第 27 章规定;
 - b) 测点数符合表 A. 1 和图 A. 3 的规定;
 - c) 过渡管和整流栅符合 GB/T 1236-2000 第 30 章的规定。

表A. 1 用皮托管测量的测点位置

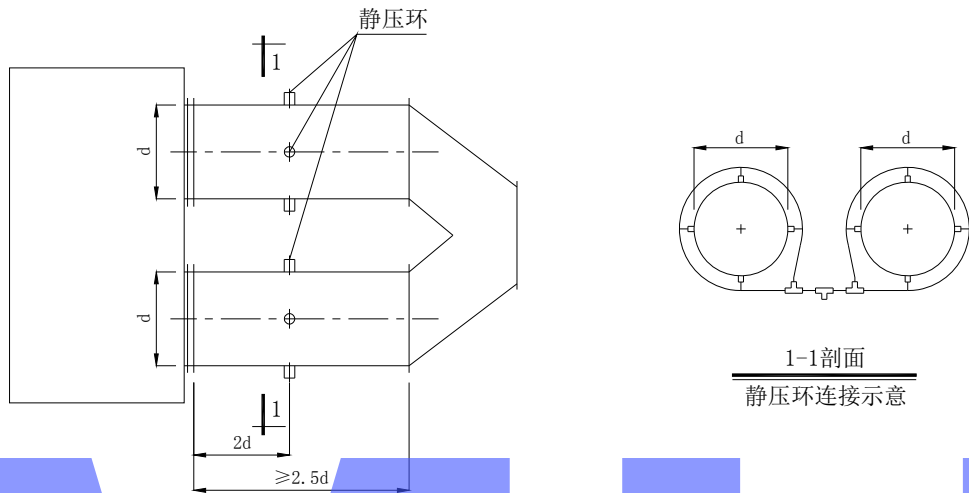
测点序号	距离内壁的距离
1	$0.021D \pm 0.0006D$
2	$0.117D \pm 0.0035D$
3	$0.184D \pm 0.005D$
4	$0.345D \pm 0.005D$
5	$0.665D \pm 0.005D$
6	$0.816D \pm 0.005D$
7	$0.883D \pm 0.0035D$
8	$0.979D \pm 0.006D$



图A. 3 标准化风管中横向测点的位置

A. 1.5 试验装置测试管应符合下列要求:

- a) 单出风口机组应安装一个出风管, 其尺寸等于试验机组出口尺寸;
- b) 多出风口机组应按图 A. 4 所示的方式连接。



注: 当机组多个风口由同一个法兰构成一个大的出风口时, 可按单出风口机组考虑。

图A. 4 多个出风口机组测量段示意图

A. 2 试验条件

应按6. 1中表1、表2和表3规定的试验工况和试验仪表的要求进行试验。

A. 3 试验方法

A. 3. 1 总则

A. 3. 1. 1 机组应在风机额定电压、额定频率下进行风量、机外静压以及输入功率的试验。

A. 3. 1. 2 风量试验应按A. 3. 2~A. 3. 7测量, 应包含测量机组的动压、静压、输入功率、风量、大气压力和出口温度。

A. 3. 2 静压的测量

A. 3. 2. 1 在测量截面管壁上将相互成90°分布的四个静压孔的取压接口连接成静压环, 将压力计一端与该环连接, 另一端和周围大气相通。

A. 3. 2. 2 管壁上静压孔直径应为1 mm~3 mm, 孔边应成直角, 且无毛刺。取压接口管的内径应不小于两倍静压孔直径。

A. 3. 3 动压的测量

A. 3. 3. 1 用皮托管测量动压时, 皮托管的直管应垂直管壁。皮托管的测头应正对气流方向且与风管轴线平行。测点位置和点数应符合A. 1. 3 b) 的规定。

A. 3. 3. 2 用皮托管测得同一截面上的各点动压, 按公式(A. 1)计算平均动压。

$$P_d = \left[\frac{\sqrt{P_{d1}} + \sqrt{P_{d2}} + \cdots + \sqrt{P_{dn}}}{n} \right]^2 \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

P_d —— 动压, 单位为帕 (Pa);

P_{d1} 、 P_{d2} 、... P_{dn} —— n 个测点的动压, 单位为帕 (Pa);

n —— 测点个数。

A. 3. 3. 3 当用空气流量喷嘴测量风量时, 可按公式(A. 2)、公式(A. 3)、公式(A. 4)和公式(A. 5)求得平均动压。

$$P_d = \frac{\rho_2}{2} \left(\frac{L}{3600 A_2} \right)^2 \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中:

P_d —— 动压, 单位为帕 (Pa);

ρ_2 —— 机组出口空气密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

L —— 机组风量, 单位为立方米每小时 (m^3/h);

A_2 —— 测量风管的截面积, 单位为平方米 (m^2)。

$$\rho_2 = \frac{P_t + B}{287T} \dots\dots\dots (A. 3)$$

式中:

ρ_2 —— 机组出口空气密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

B —— 大气压力, 单位为帕 (Pa);

P_t —— 机组出口空气全压, 单位为帕 (Pa);

T —— 机组出口热力学温度, 单位为开 (K)。

$$T = 273.15 + t_2 \dots\dots\dots (A. 4)$$

式中:

t_2 —— 机组出口温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

$$P_t = P_d + P_s \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中:

P_t —— 机组出口空气全压, 单位为帕 (Pa);

P_s —— 机组出口静压, 单位为帕 (Pa);

P_d —— 动压, 单位为帕 (Pa)。

A. 4 风量测量

A. 4. 1 采用皮托管测量风量时，按公式(A. 6)计算机组的风量。

$$L = 3600A_2\sqrt{\frac{2P_d}{\rho_2}} \dots\dots\dots (A. 6)$$

式中：

- P_d —— 动压，单位为帕 (Pa)；
- ρ_2 —— 机组出口空气密度，单位为千克每立方米 (kg/m³)；
- L —— 机组风量，单位为立方米每小时 (m³/h)。

A. 4. 2 多个喷嘴测量时，机组风量等于所有喷嘴测量的风量的总和。采用空气流量喷嘴装置测量风量时，按公式(A. 7)计算每个喷嘴的风量

$$L = 3600CA\sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_2}} \dots\dots\dots (A. 7)$$

式中：

- L —— 流经每个喷嘴的风量，单位为立方米每小时 (m³/h)；
- C —— 喷嘴流量系数，见表 A. 2；
- A —— 喷嘴面积，单位为平方米 (m²)；
- ΔP —— 喷嘴前后的压差，单位为帕 (Pa)。

多个喷嘴测量时，机组风量等于所有喷嘴测量的风量的总和。

表A. 2 喷嘴流量系数 C

<i>Re</i>	14720	15491	16314	17195	18317	19148
<i>C</i>	0. 950	0. 951	0. 952	0. 953	0. 954	0. 955
<i>Re</i>	20234	21402	22661	24021	25492	27086
<i>C</i>	0. 956	0. 957	0. 958	0. 959	0. 960	0. 961
<i>Re</i>	28817	30701	32758	35006	37472	40184
<i>C</i>	0. 962	0. 963	0. 964	0. 965	0. 966	0. 967
<i>Re</i>	43174	46482	50153	54242	58815	63948
<i>C</i>	0. 968	0. 969	0. 970	0. 971	0. 972	0. 973
<i>Re</i>	69736	76295	83765	92320	102180	113620
<i>C</i>	0. 974	0. 975	0. 976	0. 977	0. 978	0. 979
<i>Re</i>	126992	142743	161500	184032	211428	245182
<i>C</i>	0. 980	0. 981	0. 982	0. 983	0. 984	0. 985
<i>Re</i>	287409	341172	411057	504164	631966	813986
<i>C</i>	0. 986	0. 987	0. 988	0. 989	0. 990	0. 991
<i>Re</i>	1085643	1516727	2260760	3712194		
<i>C</i>	0. 992	0. 993	0. 994	0. 995		
注： <i>Re</i> 为雷诺数： $Re=VD/v$ 式中： <i>V</i> ——喷嘴喉部空气速度(m/s)； <i>D</i> ——喷嘴喉部直径(m)； <i>v</i> ——为空气运动粘性系数(m ² /s)。						

A.5 温度测量

将温度计插入测试风管中，测量机组出口温度。

A.6 大气压力测量

在机组附近用大气压力计测量，试验开始和结束各测一次，取平均值。

A.7 功率测量

在测量风量的同时，直接测量输入功率、电流、电压等参数。

A.8 数据整理

A.8.1 试验结果按公式(A.8)和公式(A.9)换算为标准空气状态下的风量、静压。

$$L_0 = \frac{L\rho_2}{1.2} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

L_0 —— 标准空气状态下的风量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

L —— 流经每个喷嘴的风量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

ρ_2 —— 机组出口空气密度，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）。

$$P_0 = \frac{1.2P_s}{\rho_2} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

P_0 —— 标准空气状态下的静压，单位为帕（Pa）；

ρ_2 —— 机组出口空气密度，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）；

P_s —— 机组出口静压，单位为帕（Pa）。

A.8.2 试验机组应给出机外静压、输入功率对风量的性能图表或曲线。

附 录 B
(规范性附录)

风量、风压、功率、机外静压试验方法（现场测试法）

B.1 现场试验的一般条件

- B.1.1 由试验机组至流量和压力测量截面之间不应漏气。
- B.1.2 应在额定风量下测量，额定风量的波动范围应在±10%以内。
- B.1.3 机组的测试工况点，可通过系统变频器或风阀调节，但不应干扰测量段的气流流动。
- B.1.4 应按6.1规定的试验工况和试验仪表准确度进行试验。

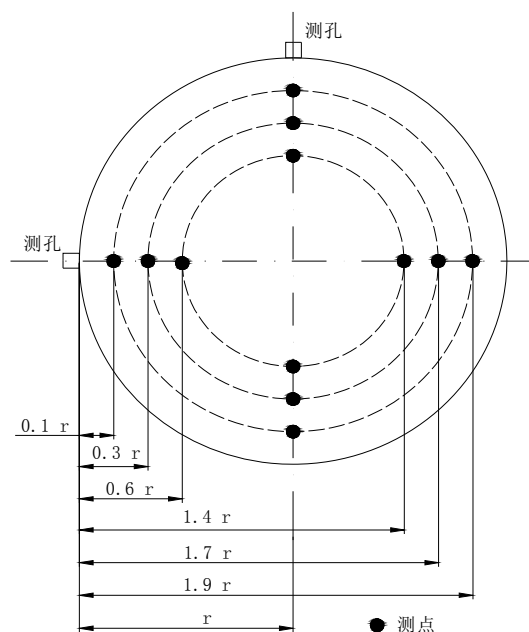
B.2 试验方法

B.2.1 风量测量

- B.2.1.1 测量截面应选择在机组出口直管段上，距上游局部阻力管件两倍以上管径的位置。
- B.2.1.2 圆形截面测点按表B.1和图B.1布置。

表B.1 圆形截面的测点布置

风管直径	≤200 mm	200 mm~400 mm	400 mm~700 mm	≥700 mm
圆环个数	3	4	5	5~6
测点编号	测点到管壁的距离(测试管道半径 r 的倍数)			
1	0.1	0.1	0.05	0.05
2	0.3	0.2	0.20	0.15
3	0.6	0.4	0.30	0.25
4	1.4	0.7	0.50	0.35
5	1.7	1.3	0.70	0.50
6	1.9	1.6	1.30	0.70
7		1.8	1.50	1.30
8		1.9	1.70	1.50
9			1.80	1.65
10			1.90	1.75
11				1.85
12				1.95



图B.1 圆形风管三个圆环时的测点布

B.2.2 测量方法

B.2.2.1 测量所选截面上各点的风速。风速的测量一般可采用皮托管和微压计，但当动压值小于10 Pa时，宜采用其他仪表如热电风速仪等。

B.2.2.2 断面上的平均速度按公式(B.1)计算：

$$V = \frac{V_1 + V_2 + \cdots + V_n}{n} \quad \text{..... (B.1)}$$

式中：

V ——平均速度，单位为米每秒（m/s）；

V_1 、 V_2 、 $\cdots$ 、 V_n ——各测点的速度，单位为米每秒（m/s）；

N ——测点数。

B.2.2.3 应至少重复测量三次，取平均值。

B.2.2.4 由断面风速和面积得出的风量。

B.2.3 机组进口、出口静压测量

B.2.3.1 机组出口静压应在靠近机组接管处直接测量。

B.2.3.2 采用压力测孔测量静压时，测孔应相互垂直，内表面应光滑。如果是矩形截面，测孔应在侧壁的中心。

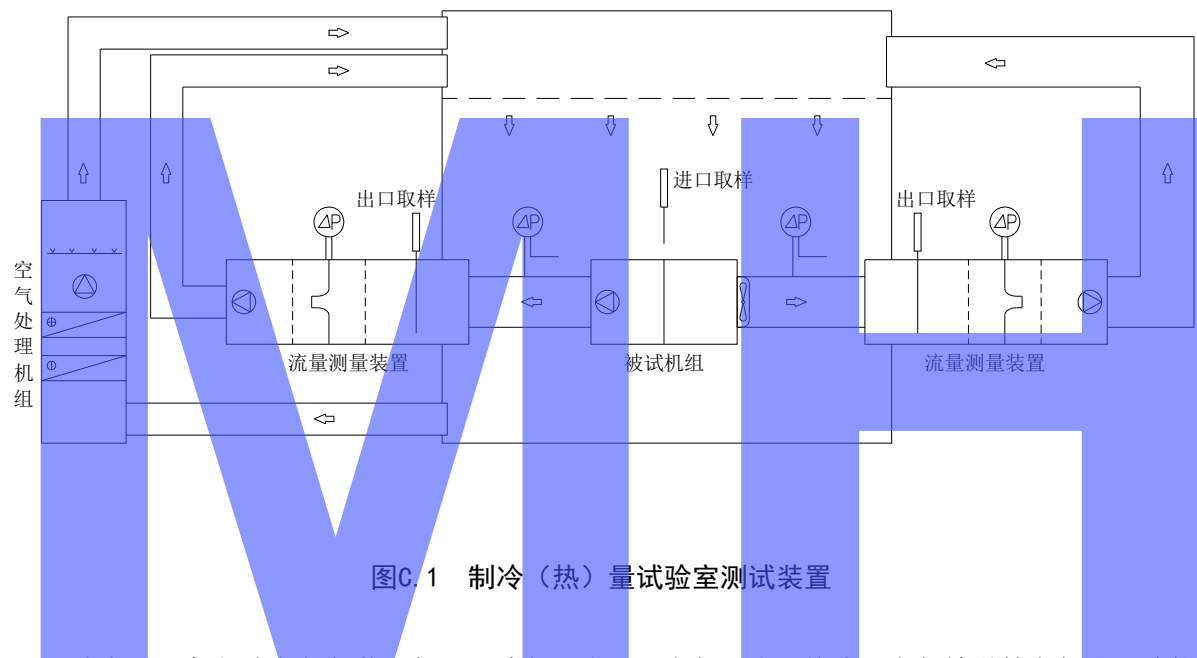
B.2.3.3 用皮托管和压力计测量截面上的静压，应重复三次，取平均值。

B.2.3.4 试验结果换算成标准空气状态下的值。

附录 C
(规范性附录)
制冷量和制热量试验方法 (实验室测试法)

C.1 试验装置

C.1.1 试验装置见图C.1。



图C.1 制冷（热）量实验室测试装置

- C.1.2 空气处理机组应包括加热、加湿、冷却、去湿、空气混合、均流、空气输送等空气处理功能。
- C.1.3 流量测量装置应密封和隔热，漏风量应不超过机组额定风量的1%。漏热量应不超过空气侧换热量的2%。
- C.1.4 在风量测量和空气温湿度测量段前，需设混合器和均流器。混合器按JG/T 21-1999附录B的规定，均流器可采用金属网或多孔穿孔板。
- C.1.5 风路系统中应有风量、干湿球温度以及空气压力的测量装置。
- C.1.6 风量可用空气流量喷嘴测量，测量装置见附录A.1.3的要求。
- C.1.7 试验机组进、出口的空气干、湿球温度应采用取样装置测量，取样装置按JG/T 21-1999的规定。
- C.1.8 机组的出风口静压测量断面应位于出口两倍出风口当量直径的距离处，其静压孔和静压环做法见附录A。
- C.1.9 多出风口机组连接，应符合附录A的要求。

C.2 试验条件

应按6.1的试验工况和试验仪表要求进行试验。

C.3 试验方法

C.3.1 调节试验装置，使试验机组风量、风压、空气参数满足所需工况要求，并至少稳定15 min后开始测量。每隔10 min进行读数，连续测量30 min，取每次读数的平均值作为试验的测定值。

C.3.2 采用蒸发器侧空气焓差法计算制冷量和制热量。

C.4 试验记录

试验需要记录的数据如下：

- a) 日期；
- b) 试验者；
- c) 制造厂；
- d) 机组型号；
- e) 大气压力；
- f) 送风进口空气干球温度和湿球温度；
- g) 送风出口空气干球温度和湿球温度；
- h) 进入空气流量喷嘴的空气干球温度和全压；
- i) 喷嘴前后的静压差或喷嘴出口处的动压；
- j) 使用的喷嘴数量和直径；
- k) 送风静压；
- l) 送风管尺寸；
- m) 试验机组输入功率、电压、电流、频率。

C.5 试验结果计算

C.5.1 风量计算

C.5.1.1 通过单个喷嘴的风量用公式(C.1)计算。

$$L_i = C_i A_i \sqrt{\frac{2\Delta P_i}{\rho_i}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

- L_i —— 喷嘴的风量，单位为立方米每秒 (m^3/s) ；
 C_i —— 喷嘴流量系数（见附录A）；
 ΔP_i —— 喷嘴前后静压差或喉部动压，单位为帕(Pa)；
 A_i —— 喷嘴面积，单位为平方米 (m^2) ；
 ρ_i —— 喷嘴处空气密度，按公式(C.2)计算，单位为千克每立方米 (kg/m^3) 。

$$\rho_i = \frac{P_i(1+d_i)}{461T_i(0.622+d_i)} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

- ρ_i —— 喷嘴处空气密度，按公式(C.2)计算，单位为千克每立方米 (kg/m^3) ；
 P_i —— 喷嘴处空气绝对压力，按公式(C.3)计算，单位为帕 (Pa)；

T_i —— 喷嘴处空气热力学温度, 单位为开 (K);

d_i —— 喷嘴处空气含湿量, 单位为克每千克 (g/kg (干空气))。

$$P_i = P_t + B \dots\dots\dots (C. 3)$$

式中:

P_i —— 喷嘴处空气绝对压力, 按公式(C. 3)计算, 单位为帕 (Pa);

B —— 大气压力, 单位为帕 (Pa);

P_t —— 全压, 单位为帕 (Pa)。

C. 5. 1. 2 当采用多个喷嘴时, 总风量 (L) 等于通过每一个喷嘴风量之和。

C. 5. 2 制冷量计算

制冷量按公式(C. 4)计算。

$$Q_1 = \frac{L_i \rho_i}{(1 + d_i)} [(I_1 - I_2) - C_{pw} t_{2s} \Delta d] \dots\dots\dots (C. 4)$$

式中:

Q_1 —— 制冷量, 单位为千瓦 (kW);

I_1 —— 送风进口空气的焓值, 单位为千焦耳每千克 (kJ/kg);

I_2 —— 送风出口空气的焓值, 单位为千焦耳每千克 (kJ/kg);

C_{pw} —— 水的定压比热, 单位为千焦耳每千克开 (kJ/(kg · K)), 可取4. 18kJ/(kg · K);

Δd —— 送风进出口空气含湿量差, 单位为克每千克 (g/kg (干空气));

t_{2s} —— 试验机组使用侧出口空气湿球温度, 单位为摄氏度 (°C)。

C. 5. 3 加热时空气侧换热量计算

加热时空气侧换热量按公式(C. 5)计算。

$$Q_a = \frac{L_i \rho_i}{(1 + d_i)} C_{pa} (t_2 - t_1) \dots\dots\dots (C. 5)$$

式中:

t_1 —— 送风进口空气干球温度, 单位为摄氏度 (°C);

t_2 —— 送风出口空气干球温度, 单位为摄氏度 (°C);

C_{pa} —— 空气的定压比热, 单位为千焦耳每千克开 (kJ/(kg · K))。

附 录 D
(规范性附录)
制冷量和制热量试验方法 (现场测试法)

D.1 现场试验条件

空气测量条件如下:

- a) 由机组空气进、出口至测量截面之间不应漏热、漏气;
- b) 风量测量应符合附录 B 的规定。

D.2 试验工况

空气进口参数要求如下:

- a) 试验机组的进风工况如下:
 - 1) 制冷性能试验: 干球温度 30 °C~40 °C, 相对湿度 40%~80%;
 - 2) 制热性能试验: 干球温度-15 °C~5 °C。
- b) 参数波动范围如下:
 - 1) 干球温度波动 : ± 1 °C;
 - 2) 相对湿度波动: $\pm 10\%$;
 - 3) 风量在额定工况下波动: $\pm 10\%$;
 - 4) 电压波动: $\pm 10\%$ 。

D.3 试验仪表

试验使用的仪表应符合表4的要求。

D.4 试验方法

D.4.1 在试验机组的进风参数达到试验工况要求的稳定状态15 min后, 测量制冷量。每10 min进行一次读数, 连续测量30 min, 取读数的平均值作为测量值。

D.4.2 空气的温湿度状态与介质侧参数同时测量。

D.4.3 风量、静压的测量应按附录B方法进行, 风量、静压可隔10 min进行一次读数。

D.4.4 测量进出口空气温湿度状态时, 如果测量截面上空气温湿度不均匀, 可采用空气取样或截面上平均布点的方式测量空气干球温度和湿球温度。截面平均布点的方法见附录B; 当试验采用室外空气进风且温湿度均匀时, 可以只在进风口附近单点测量空气干球温度和湿球温度。

D.5 试验结果计算

制冷量按公式(C.4)计算; 制热量按公式(C.5)计算。