



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—202X

储能热管理 电化学储能用 制冷（热泵）机组

Thermal management for energy storage—Refrigerating units (heat pumps) for
electrochemical energy storage

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目次

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 型式与基本参数..... 3

5 技术要求..... 5

6 试验方法..... 9

7 检验规则..... 15

8 标志、包装、运输和贮存..... 17

附录 A（规范性）出风静压的测量方法..... 19

附录 B（规范性）噪声试验方法..... 21

附录 C（规范性）全年制冷性能系数的试验和计算方法..... 26

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国冷冻空调设备标准化技术委员会（SAC/TC238）归口。

本文件起草单位：……。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

储能热管理 电化学储能用制冷（热泵）机组

1 范围

本文件界定了电化学储能用制冷（热泵）机组的术语和定义，规定了型式、基本参数和技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则以及标志、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于采用蒸气压缩制冷循环的储能电池热管理配套用空气源制冷（热泵）机组，包括空调（热泵）机组和冷水（热泵）机组。其他类似机组参照使用。

本文件不适用于液流电池的热管理机组。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法

GB/T 3785.1 电声学 声级计 第1部分：规范

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4706.1—2024 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 13306 标牌

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB 17799.4—2022 电磁兼容 通用标准 第4部分：工业环境中的发射

GB/T 17758 单元式空气调节机

GB/T 18430.1 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组

GB/T 19413—2024 数据中心和通信机房用空气调节机组

GB 25130—2010 单元式空气调节机安全要求

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

JB/T 4330—1999 制冷和空调设备噪声的测定

JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

3 术语和定义

JB/T 7249界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电化学储能用制冷（热泵）机组 refrigerating units(heat pumps) for electrochemical energy storage

专为在机房、集装箱或机柜等处部署的电化学储能电池提供电芯温度控制或维持的蒸气压缩循环制冷（热泵）机组。

3.2

自然冷却 free cooling

为减少或完全替代压缩机制冷，通过换热器、风机和（或）输配设备等组成的系统，将低温环境中的空气、水或者其他冷源与被冷却设备（或载冷剂）进行直接换热，从而实现设备降温的过程。

[来源：GB/T 19413—2024，3.2，有修改]

注：载冷剂自然冷却可以分为以下两种：

- a) 制冷剂自然冷却：依靠氟泵为制冷循环提供动力，将制冷剂从室内侧吸收的热量送至室外侧排出；
- b) 冷却液自然冷却：依靠水泵为制冷循环提供动力，将冷却液从室内侧吸收的热量送至室外侧排出。

3.3

换热介质 heat exchange medium

从被冷却设备或热交换器中把热量带走的液体（如载冷剂：水、盐水、乙二醇溶液；制冷剂）或气体（空气）。

注：换热介质可以是冷却液、制冷剂或气体（空气）。

3.4

加热量 auxiliary heating volume

机组利用电辅热等非热泵循环加热方式进行加热运行或直接采用热泵循环运行时，向设备（或设备间）输入的总热量。

注：单位为瓦（W）。

3.5

消耗功率 power consumption

在规定工况下，机组运行所消耗的总电功率。

注：总电功率的单位为瓦（W），主要包括压缩机电功率、热源侧风机电功率、使用侧水泵或风机电功率、电辅热电功率。

3.6

性能系数 coefficient of performance

COP

在规定工况下，以相同单位表示的机组制冷（热）量与所消耗功率的比值。

注1：单位为千瓦每千瓦（W/W），且保留2位小数（作为过程参数时至少保留3位小数）。

注2：制冷、制热性能系数分别用COP_c、COP_h来表示。

3.7

全年制冷性能系数 annual cooling coefficient of performance

ACCOP

在规定工况下，机组全年制冷运行从设备（或设备间）除去的热量总和与所消耗的电量和的比值。

注1：全年制冷性能系数按公式（1）计算。

$$ACCOP = \frac{1}{\frac{1}{COP_A} T_A + \frac{1}{COP_B} T_B + \frac{1}{COP_C} T_C + \frac{1}{COP_D} T_D + \frac{1}{COP_E} T_E} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$COP_A \sim COP_E$ ——A~E 工况下机组的制冷性能系数，单位为瓦每瓦（W/W）；
 $T_A \sim T_E$ ——典型城市的温度分布系数，为 A~E 各点代表的温度区间运行小时数占全年总运行小时数的百分比。
注 2：单位为瓦时每瓦时 [(W·h)/(W·h)]，且保留两位小数。

3.8

部分负荷全年制冷性能系数 part load annual cooling coefficient of performance
PACCOP

在特定的部分负荷率和规定的工况下，机组全年制冷运行从设备（或设备间）除去的热量总和与所消耗的电量总和的比值。

注 1：部分负荷全年制冷性能系数按公式（2）计算。

$$PACCOP = \frac{1}{\frac{1}{PCOP_A} \times T_A + \frac{1}{PCOP_B} \times T_B + \frac{1}{PCOP_C} \times T_C + \frac{1}{PCOP_D} \times T_D + \frac{1}{PCOP_E} \times T_E} \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 $PCOP_A \sim PCOP_E$ ——A~E 工况下机组的部分负荷制冷性能系数，单位为瓦每瓦（W/W）；
 $T_A \sim T_E$ ——典型城市的温度分布系数，为 A~E 各点代表的温度区间运行小时数占全年总运行小时数的百分比。
注 2：单位为瓦时每瓦时 [(W·h)/(W·h)]，且保留两位小数。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 电化学储能用制冷（热泵）机组（以下简称“机组”）按使用侧换热介质分为：

- 冷风型，即空调（热泵）机组；
- 冷水型，即冷水（热泵）机组（或“储能液冷机组”）。

4.1.2 机组按制冷型式分为：

- 机械制冷型；
- 复合制冷型（自然冷却+机械制冷），按自然冷却的方式又分为：
 - 制冷剂循环自然冷却型；
 - 冷却液循环自然冷却型；
 - 其他自然冷却型。

4.1.3 机组按连接储能设备的数量分为：

- 单元式（机组和储能设备一一对应）；
- 集中式（一台或者多台机组同时连接和管理多套储能设备）。

4.1.4 机组按功能分为：

- 单冷型；
- 冷暖型，按加热方式又分为：
 - 电热式；
 - 热泵式；
 - 复合式（电热+热泵式）

4.1.5 机组按结构型式分为：

- 分体式；
- 整体式。

4.2 型号

机组型号的编制由制造商自行确定，但型号中应能体现机组名义工况下的制冷能力。
注：名义工况下的制冷能力可以是名义制冷量的近似值。

4.3 基本参数

4.3.1 使用条件

机组在表 1 规定的环境条件下应能正常工作，其主要控温能力也应符合表 1 的规定。

表 1 机组的使用条件

项目	冷风型		冷水型	
	室内干球温度	室内相对湿度	机组进水温度	机组出水温度
室内侧控温	-30℃~55℃	10%~90%	-30℃~55℃	15℃~30℃
室外侧环境	-30℃~55℃			
海拔高度 ^a	≤2000m			
^a 当机组的设计不满足上述使用条件时，制造商应予以明示并与用户协商，以增加有关措施或降额使用。				

4.3.2 试验工况

4.3.2.1 冷风型机组的试验工况按表 2 的规定。

表 2 冷风型机组的试验工况

工况类型		室内侧空气状态		室外侧空气状态	
		干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
名义制冷		27	19	45	—
自然冷却制冷		27	19	-5	—
名义制热	热泵式	20	—	-7	-8
	电热式	20	—	—	—
高温制冷启动及运行		55 ^a	—	55	—
低温制冷运行		27	19	-15	—
低温制冷启动及运行		25	—	-30	—
低温制热运行		-30	—	-30	—
凝露		25	21	23	—
注：使用侧风量由使用侧的进出风温差 10℃计算得出。					
^a 此处规定的为启动工况，后续工况按自动降低到 27/19℃并维持稳定的要求调整。					

4.3.2.2 冷水型机组的试验工况按表 3 的规定。

表 3 冷水型机组的试验工况

工况类型	室内侧载冷剂状态	室外侧空气状态
------	----------	---------

		单位制冷量载冷剂流量 ^a m ³ /(h·kW)	出液温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
名义制冷		0.5	18	45	—
自然冷却制冷		0.5	18	5	—
高温制冷启动及运行		0.5	55 ^b	55	—
低温制冷运行		0.5	18	-15	—
名义制热	热泵式	0.5	25	-7	-8
	电热式	0.5	25	—	—
低温制冷启动及运行		0.5	18	-30	—
低温制热运行		0.5	10	-30	—
融霜		—	25	2	1
水侧（使用侧）温度应按 GB/T 18430.1—2024 附录 B 进行修正（使用测污垢系数为 0.018m ² ·℃/kW），并以修正后的温度设定试验工况。 试验时，机外扬程应能保证宣称值。					
^a 载冷剂为 50%的乙二醇溶液。 ^b 此处为启动时出液温度，后续按自动降低到 18℃出液温度并维持稳定的要求调整。					

4.3.2.3 机组的全年能效试验工况见表 4。

表 4 全年能效试验工况

单位为摄氏度

项目		机组型式	试验工况				
			A	B	C	D	E
室外侧	干球温度	冷风型/冷水型	35	25	15	5	-5
室内侧	进液温度	冷水型 ^a	— ^a				
	出液温度		18 ^b				
	进风干球温度	冷风型	27				
	进风湿球温度		19				
^a 按名义制冷工况下的流量进行试验。							
^b 出液温度可以根据需要调整为 20℃或者 25℃。							

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 机组应按规定程序批准的图样和技术文件制造。
- 5.1.2 机组的黑色金属件表面应进行防锈蚀处理。
- 5.1.3 机组的电镀件表面应光滑，色泽均匀，不应有剥落、露底、针孔、明显的花斑和划伤等缺陷。机组电镀件应具有耐腐蚀性，经 6.4.21.1 盐雾试验后金属镀层上的每个锈点或锈迹面积应不超过 1mm²，每 100cm² 试件镀层应不超过 2 个锈点或锈迹，小于 100cm² 时不应有锈点或锈迹。
- 5.1.4 机组的涂装件表面应平整，涂布及色泽均匀，不应有明显的气泡、流痕、皱纹等瑕疵或损伤，也不应有漏涂、底漆外露等情况。机组涂装件的涂层应具有良好的附着力。经 6.4.21.2 涂层附着力

试验后，其结果应不大于 0.30。

- 5.1.5 机组的装饰性塑料件表面应平整光滑、色泽均匀，不应有裂痕、气泡和明显缩孔等缺陷。塑料件应耐老化。
- 5.1.6 机组各零部件的安装应牢固、可靠，制冷压缩机应具有防振动措施。
- 5.1.7 机组的控制系统硬件中的有害物质含量应符合 GB/T 26572 的规定。
- 5.1.8 机组宜配置防震支座，机组的管道连接应有防震措施。
- 5.1.9 机组的防护等级和防腐等级应满足以下要求：
 - a) 安装于户外或半户外的机组，防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP54，防腐等级不低于 C4；
 - b) 安装于户内或舱内的机组，防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP20，防腐等级不低于 C3。
- 5.1.10 机组应具有排气和泄压装置。

5.2 强度与密封性

5.2.1 强度

机组的水系统应具有足够的强度，在整个压力试验的过程中，各管路部件及连接处应无异常变形和渗漏。

5.2.2 密封性

- 5.2.2.1 机组制冷系统的各部分不应有制冷剂和载冷剂泄漏。
- 5.2.2.2 制冷剂或者载冷剂泄漏后，机组应具备报警功能。

5.3 试运转

机组出厂前试运行时应能正常启动，且运转过程中无异常。

5.4 名义制冷

- 5.4.1 冷风型机组的实测名义风量不应小于明示值的 90%。
- 5.4.2 机组的实测名义制冷量不应小于明示值的 95%。
- 5.4.3 机组的实测名义制冷消耗功率不应大于明示值的 110%。
- 5.4.4 机组的实测制冷性能系数不应小于明示值的 95%，且不低于表 5 规定的限值。

表 5 机组性能系数限值

机组类型	模式	COP _c	ACCOP
冷风型	机械制冷式 (低温可以用自然冷模式)	2.0	3.5
冷水型	机械制冷式 (低温可以用自然冷模式)	1.6	4.0

5.5 名义制热

- 5.5.1 热泵式冷暖型机组的实测名义制热量不应小于明示值的 95%，且对应的名义制热消耗功率不应大于明示值的 110%。
- 5.5.2 电热式冷暖型机组的实测加热功率不应小于明示值的 95%。

5.6 全年制冷性能系数

机组的全年制冷性能系数不应小于明示值的 95%，且不低于表 5 规定的限值。

5.7 高温制冷启动及运行

在高温制冷启动及运行工况下，机组应满足以下要求：

- a) 机组各部件不应损坏，并能正常运行，允许机组因保护多次启停，水温降低至 18℃应能稳定运行；
- b) 机组过载保护器不应跳开。

5.8 低温制冷运行

在低温制冷运行工况下，机组应能稳定正常运行，安全装置不跳开。

5.9 低温制冷启动及运行

在低温制冷启动及运行工况下，以最小允许运行电压通电后，机组应能正常启动，并运行 1 h。

5.10 低温制热运行

在低温制热工况下，机组应能正常运行，不因保护而停机。

5.11 融霜

对于冷暖型机组中的热泵式和复合式机组，按 6.4.9 的方法试验时，机组应满足以下要求：

- a) 不应产生安全保护器件动作而导致机组停止运行；
- b) 化霜应自动进行、功能正常、化霜彻底，化霜时的融化水应能正常排放；
- c) 化霜所需的总时间应不超过试验总时间的 20%。

5.12 水流量

冷水型机组在标准机外阻力或标准扬程下的实测水流量不应低于名义流量的 95%。

5.13 噪声

机组实测的噪声不应大于表 6 或表 7 规定的限值。

表 6 冷风式机组噪声限值（声压值）

名义制冷量 W	噪声 dB(A)
≤10 000	75
>10 000~60 000	80
>60 000	85

表 7 冷水式机组噪声限值（声压值）

名义制冷量 W	噪声 dB(A)
≤10 000	75
>10 000~60 000	80
>60 000	85

5.14 振动

机组的实测振动值不应大于明示值。

5.15 电气安全

5.15.1 电压变化性能

在电压变化性能试验过程中，机组应满足以下要求：

- a) 在宣称的电压范围内改变电压时，机组的安全保护机构不应动作；
- b) 带有电加热的机组其防过热保护器不应动作；
- c) 机组无异常现象，并能连续运行。

5.15.2 绝缘电阻

机组的绝缘电阻（冷态）不应小于 2MΩ。

5.15.3 泄漏电流

机组的泄漏电流不应超过 5mA/kW（按明示的名义制冷消耗功率计），最大值不应超过 30mA。

5.15.4 电气强度

在电气强度试验过程中，应无击穿和闪络现象发生。

5.15.5 接地措施

5.15.5.1 机组应具有永久可靠的保护接地装置，易触及的金属部件应与接地装置可靠连接。机组的接地端子及其夹紧装置除做保护接地用途外，不能兼做其他用途；机组的接地装置连接应充分牢固，保护接地电路的部件应是具有足够耐腐蚀的金属。保护接地电路应按照 GB/T 5226.1—2019 中 8.2 规定进行标识。

5.15.5.2 机组的保护接地电路应具有连续性。按 6.4.17.3 规定的方法试验，测得的最大电压降不应超过表 8 规定的值。名义制冷量不大于 24.36kW 的机组，或接地电阻测试设备能满足 1.5 倍额定电流的条件，按 GB/T 4706.1—2024 中 27.5 的规定进行接地电阻的试验，接地电阻值应不超过 0.1Ω。

表 8 保护接地电路的最大电压降

被测保护导线支路最小有效截面积 mm ²	最大电压降（对应测试电流为 10A 的值） V
1.0	3.3
1.5	2.6
2.5	1.9
4.0	1.4
>6	1.0

5.16 控制

5.16.1 通讯功能

机组应具有独立的通讯端口，用于接收来至外部的控制指令，且该通讯端口应能上报机组的关键运行参数及故障信息。

5.16.2 告警

机组应具有故障告警功能，当机组发生故障，且具有安全隐患时，机组应输出相应的故障报警信号，并立即停止机组运行。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 场地环境

- 6.1.1.1 试验场地的大气压应在 (101 ± 10) kPa 的范围内，当超出时应按有关标准进行修正或协商解决。
- 6.1.1.2 测试间应有足够的空间，以确保机组符合安装要求。
- 6.1.1.3 测试间处理空气的流量不应小于机组室外部分空气的流量。
- 6.1.1.4 试验过程中机组附近的空气流速不应超过 2.5m/s。
- 6.1.1.5 冷风式机组的测试间应有足够的容积，使空气循环和正常运行时有相同的条件，室内机处理空气的流量应不小于室外机的空气流量，并按要求的工况条件处理后低速均匀送回室外测试间。机组宜置于房间的中心位置。
- 6.1.1.6 测试间和机组室外机有空气排出一侧之间的距离不小于 1.8m，机组其他表面和测试间表面之间的距离不小于 0.9m。
- 6.1.1.7 试验装置应符合以下规定：
 - a) 冷风型机组的试验装置如图 1 所示，机组室内机部分放置于焓差实验室风洞中，内机的进、回风口设置干湿球温度取样器，风洞喷嘴前及内机出风位置设置压力计。具体按 GB/T 17758—2023 中附录 A 规定的方法进行试验。

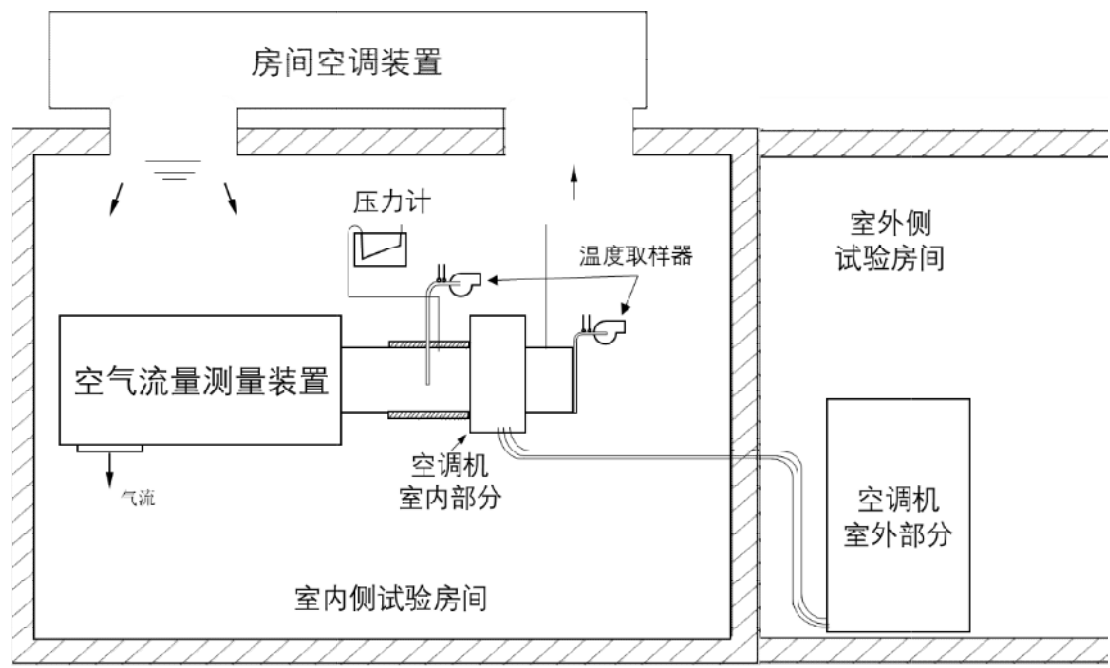


图 1

- b) 冷水型机组的试验装置如图 2 所示，在机组的出水口处安装有水量测量装置，进、出水口处设置温度传感器及压差计，温度传感器需放置在 Z 型水管正对水流方向，以获取更精确的水温。水路测温点与机组进、出水口之间的管段应采取保温措施。

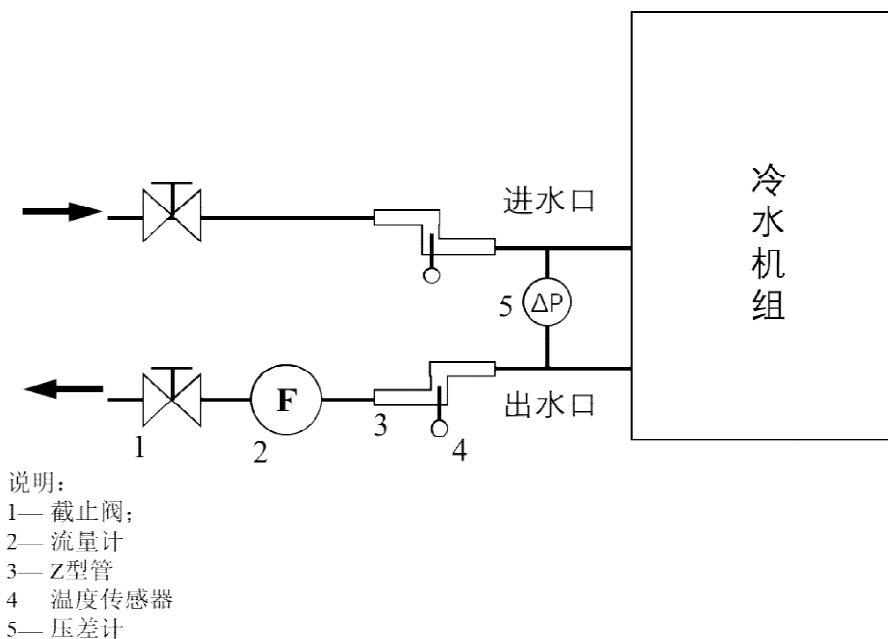


图 2

6.1.2 试验资源

6.1.2.1 供电电源应能提供机组所需的额定电压和额定频率，且应满足以下要求：

- a) 频率偏差不超出 $\pm 0.5\text{Hz}$ 的范围；
- b) 电压偏差不超出额定电压 $\pm 5\%$ 的范围。

6.1.2.2 冷却液水质应符合 GB/T 50050 的规定。

6.1.3 仪器仪表

6.1.3.1 试验用的仪器仪表应符合 GB/T 17758—2023 中表 4 的规定，并经计量检验部门检定或校准合格，在适用的有效期内。

6.1.3.2 乙二醇溶液密度测量采用密度计，仪表准确度应在 $\pm 1\%$ 以内。

6.1.4 工装设备

6.1.4.1 机组空气侧干、湿球温度的测量应符合 GB/T 17758 的规定。

6.1.4.2 机组水侧压力损失和温度的测量应符合 GB/T 18430.1 的规定。

6.1.4.3 机组连接风管的尺寸、静压测量位置应符合附录 A 的规定。

6.1.4.4 水温测量应在 Z 型水管中进行，典型的 Z 型水管如图 3 所示，测温点所取位置的装配方向应与水流方向相对，装配方向应预留管段长度 L，L 的长度规定不小于 0.2m。温度传感器与 Z 型管的装配方式可以采用带孔螺纹联接；也可以采用盲孔，添加导热硅油进行装配。

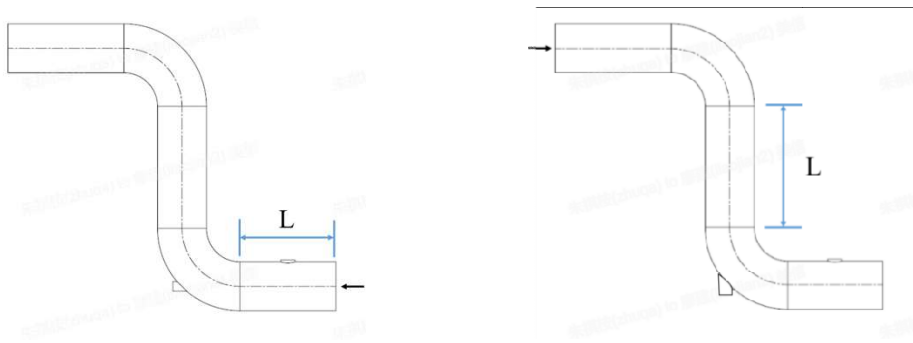


图 3 Z 型水管

6.2 安装

- 6.2.1 被试机组应安装稳固，满足产品安装使用说明书的要求或符合制造商的有关规定。
- 6.2.2 按铭牌规定充注适量的制冷剂，试验过程中不应再调整制冷剂的充注量。
- 6.2.3 冷水式机组按铭牌规定配置适量的冷却介质，试验过程中不应再调整冷却介质各成分含量。
- 6.2.4 无特殊说明时，试验过程中机组应运行在额定电压和额定频率下。

6.3 数据处理

- 6.3.1 试验过程中，各工况参数的允差应符合表 9 和表 10 的规定。

注1：平均变动幅度——实测的平均值与各试验工况的规定值的偏差。
注2：最大变动幅度——试验过程中实测的最大值和最小值与各试验工况的规定值的偏差。
注3：当机组平稳运行在各工况下，有关读数允差符合表16和表17的规定时，认为机组达到稳定运行状态。

- 6.3.2 数据的采集和处理应符合 GB/T 17758 、GB/T 18430 的规定。

表 9 机组测试温度和流量偏差

项目		室内侧					室外侧
		冷水式		冷风式			风冷式
		载冷剂流量 m³/(h·kW)	出口水温 ℃	风量 m³/(h·kW)	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	温度 ℃
制冷	名义制冷	±3%	±0.1	±3%	±1	±0.5	±0.5
	高温制冷		±0.2				
	低温制冷						
	自然冷却						
热泵 制热	名义制热	±3%	±0.1	±3%	±1	—	±0.5
	低温制热		±0.2				

6.4 试验步骤

6.4.1 强度试验

机组水路系统进行 1.25 倍设计压力的液压试验或者 1.15 倍设计压力的气压试验，保压 10 min 以上，检查机组水系统的变形、渗漏等异常情况。

6.4.2 密封性试验

在铭牌标示的制冷剂充注量下,用灵敏度为 $1 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的制冷剂检漏仪或氮氢检漏仪进行检验。

6.4.3 试运转试验

出厂前,机组在额定电压和额定频率下进行通电试运转,分别测量机组的输入功率,运转电流和使用侧的进、出风(水)温度。检查安全保护装置的灵敏度和可靠性,检验温度、电器等控制元件的动作是否正常。

6.4.4 制冷性能试验

机组在表 2~表 4 规定的名义制冷工况下,按 GB/T 17758、GB/T 18430 和附录 C 规定的方法进行标准制冷量试验。

冷风型机组按公式(3)计算制冷量:

$$q_c = Q_{mi}(h_{a1} - h_{a2})/[V'_n(1 + W_n)] \dots\dots\dots (3)$$

式中:

q_c ——室内使用侧制冷量, W;

Q_{mi} ——室内空气流量测量值, m^3/s ;

h_{a1} ——进入室内侧空气的焓(对于 1kg 干空气组成的湿空气), J/kg;

h_{a2} ——离开室内侧空气的焓(对于 1kg 干空气组成的湿空气), J/kg;

V'_n ——喷嘴处空气的比容, m^3/kg

W_n ——喷嘴处空气的含湿量(对于 1kg 干空气组成的湿空气), kg/kg;

冷水型机组按公式(4)计算制冷量:

$$q_c = CpQ_{ml}(t_1 - t_2) + a \dots\dots\dots (4)$$

式中:

C ——平均温度下冷却液的比热容, J/kg·°C;

ρ ——平均温度下冷却液的密度, kg/m³;

Q_{ml} ——使用侧冷(热)水体积流量, m^3/s ;

t_1 ——使用侧冷(热)水进口温度, °C;

t_2 ——使用侧冷(热)水出口温度, °C;

a ——环境空气传入使用侧换热器水侧的热量修正项, W。

冷风式机组的制冷消耗功率 N_{c0} 应包括压缩机、风机、电气控制设备;冷水式机组的制冷消耗功率 N_{c0} 应包括压缩机、风机、水泵、电气控制设备。

机组名义工况制冷性能系数 COP_c 按公式(5)计算:

$$COP_c = q_c / N_{co} \dots\dots\dots (5)$$

机组的全年制冷能效 ACCOP 按公式(1)规定的计算方法获得。

6.4.5 制热性能试验

6.4.5.1 再加热量、电辅热消耗功率

机组在表 2~表 4 规定的工况条件下,进行再加热量试验,试验在不开启机组的制冷状态下进行,再加热量包括电加热器、风机电机、电气控制设备等的消耗电功率产生有效热量。再加热量试验时的风档(流量)应与标准制冷量试验时风档(流量)一致,电辅热消耗功率指电加热器单体消

耗功率

6.4.5.2 热泵制热量、热泵制热消耗功率

机组在表 3 规定的热泵制热名义工况下，参照 GB/T 17758 及 GB/T 18430 规定的方法进行热泵制热测试，测定和计算热泵制热量和热泵制热消耗功率，热泵制热量和热泵制热消耗功率不包括电加热的制热量和消耗功率。

冷水型机组按公式（6）计算制热量：

$$q_h = C\rho Q_{ml}(t_2 - t_1) + a \dots\dots\dots (6)$$

式中：
C——平均温度下冷却液的比热容，单位为焦每千克摄氏度[J/(kg·°C)]；
ρ——平均温度下冷却液的密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；
Q_{ml}——使用侧冷（热）水体积流量，单位为立方米每秒（m³/s）；
t₁——使用侧冷（热）水进口温度，单位为摄氏度（°C）；
t₂——使用侧冷（热）水出口温度，单位为摄氏度（°C）；
a——环境空气传入使用侧换热器水侧的热量修正项，单位为瓦（W）。
冷水型机组的制热消耗功率N_{h0}应包括压缩机、风机、水泵、电气控制设备。
机组的名义制热工况制热能效 COP_h按公式（7）计算：

$$COP_h = \frac{q_h}{N_{h0}} \dots\dots\dots (7)$$

6.4.6 高温制冷启动及运行试验

在表 2 或表 3 规定的高温制冷启动及运行工况下，机组启动并运行 1 h，达到稳定条件后，维持室内工况或者出液温度，停机 3 min，再启动运行 1 h。

6.4.7 低温制冷运行试验

在额定频率和额定电压下，机组在表 2 或表 3 规定的低温制冷运行工况下运行，达到稳定状态后连续运行 4 h。

6.4.8 融霜试验

机组在 4.3.3 中表 3 规定的融霜工况下首次化霜结束后（自动化霜或者手动触发化霜），再连续运行两个完整的制热化霜周期或连续运行 3 h，取其长者。如果连续运行 3 h，期间没有出现化霜，试验总时间为从首次化霜结束时开始，至 3 h 后首次出现化霜结束为止。

如果连续运行满 3 h 时，有一个制热化霜周期还没结束，则试验总时间应延长至这一个制热化霜周期结束为止。

6.4.9 水流量

测试工况水温同名义制冷，水泵开机最大输出，在机组外设置阀体，通过调节阀体使其机外阻力或扬程达到名义值，测定此时流量值。

6.4.10 水侧压力损失试验

冷水式机组的水阻力试验在标准工况制冷性能试验时，按 GB/T 18430.1 的规定的方法进行。

6.4.11 噪声试验

在额定电压和工况下，机组的噪声试验按附录 B 规定的方法进行。

6.4.12 振动试验

机组按如下方法测量振动：

- a) 测量仪器的频率范围应为 10Hz~500Hz。在此频率范围内的相对灵敏度以 80Hz 的相对灵敏度为基准，其他频率的相对灵敏度应在基准灵敏度的 +10%~−20% 的范围以内；
- b) 机组安装在平台上。安装平台和基础应不产生附加振动或机组共振，机组运行时安装平台的振动值应小于被测机组最大振动值的 10%；
- c) 机组在测定时的运行状态：机组应在输入电源的额定频率和额定电压的标准工况运行状态下进行测定。

6.4.13 电压变化性能试验

机组分别在表 2~3 中制冷和制热标准工况下，使电源电压在额定电压值 ±5% 的范围内变化运行 1h，应符合 5.10.1 的规定

6.4.14 绝缘电阻试验

采用额定电压为 500V 的绝缘电阻计测量机组带电部件与易触及的金属部件之间的绝缘电阻。

6.4.15 泄漏电流试验

机组处于室温，且不连接电源的情况下进行试验，在机组带电部件与易触及的金属部件之间施加如下的交流电压，并在施加试验电压后的 5s 内测量其泄漏电流：

- a) 对单相机组为 1.06 倍额定电压；
- b) 对三相机组为 1.06 倍额定电压除以 $\sqrt{3}$ 。

6.4.16 电气强度试验

机组处于室温，且不连接电源的情况下进行试验，在机组带电部件与易触及的金属部件之间加一个频率为 50Hz 或 60Hz 的基本正弦波电压，试验电压值为 1000V+2 倍额定电压值，试验时间为 1min；试验时间也可采用 1s，但试验电压值应为 1.2 倍的（1000V+2 倍额定电压值）。

注：在控制电路的电压范围内，在对地电压值为交流（有效值）或直流 30V 以下的控制回路中应用的电子器件，可免去电气强度测试。

6.4.17 接地措施试验

6.4.17.1 机组应具有符合规定要求的保护接地装置。在机组运行期间，在绝缘失效时可成为带电的易触及金属部件，应永久并可靠的与接地装置连接。保护接地电路按 GB/T 5226.1—2019 中 8.2 的规定。

6.4.17.2 保护接地端子除作接地保护用途外，不应兼作其他用途。接地保护螺钉和接地点也不应作为其他机械紧固用。通过视检判断其是否合格。

6.4.17.3 在机组安装及电气连接完成时，进行保护接地电路连续性的测试。

对于额定电流大于 25A 的机组，或测试设备达不到 1.5 倍额定电流的条件，可以通过回路阻抗测试的方法，进行保护接地电路连续性的试验。试验可采用来自 PELV（保安特低电压）电源的 50Hz 或 60Hz 的 12V 电压、至少 10A 电流和至少 10s 时间的验证。试验在 PE 端子和保护接地电路部件的有关点之间进行，PE 端子和各测试点之间的实测电压降应不大于规定值，按 GB 25130—2010 中的 22.3 的规定方法进行测试。

对于额定电流小于等于 25A，或制冷量小于等于 24.36kW 的机组，或接地电阻测试设备能满足 1.5 倍额定电流的条件，接地端子和保护接地电路之间的连接，也可以按 GB/T 4706.1—2024 中的 27.5

的规定方法，进行接地电阻的测试和判定。

6.4.18 电磁兼容

- 6.4.20.1 机组的静电放电抗扰度按照 GB/T 17626.2—2018 抗扰度等级 3 的要求测试。
- 6.4.20.2 机组的射频电磁场辐射抗扰度按照 GB/T 17626.3—2023 试验等级 3 的要求测试。
- 6.4.20.3 机组的电磁发射试验按照 GB 17799.4—2022 的要求测试。

6.4.19 其他试验

6.4.20.1 盐雾试验

机组电镀件的盐雾试验按 GB/T 2423.17 的规定进行，试验周期为 24h。试验前，电镀件表面应清洗除油；试验后，应先用清水冲掉残留在表面的盐分，然后再检查电镀件的腐蚀情况。

6.4.20.2 涂层附着力试验

在涂装件外表面任取 10 mm×10 mm 大的面积，用新刀片纵横各划 11 条间隔 1 mm、深达底材的平行切痕。用医用氧化锌胶布贴牢划痕部分，然后沿其中一组划痕的方向快速撕下胶布。检查划痕范围内漆膜脱落的格数（每小格漆膜保留不足 70%的视为脱落），并以对 100 的比值评定附着力。

6.4.20.3 有害物质含量

机组控制系统硬件的有害物质含量应按 GB/T 26572 的规定进行。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每台机组应做出厂检验，检验项目和试验方法按表 13 的规定。

7.2 抽样检验

批量生产的机组应进行抽样检验。批量、抽样方案、检查水平及合格质量水平等由制造商质量检验部门自行确定。抽样检验应从出厂检验合格的产品中抽样，检验项目和试验方法按表 13 的规定。

7.3 型式检验

- 7.3.1 新产品或定型产品作重大改进时，第一台产品应作型式检验，检验项目按表 13 的规定。
- 7.3.2 型式检验至少应每三年进行一次。

表 13 检验项目

序号	项目		出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	一般要求				√	5.1	—
2	密封性		√	√	√	5.2.2	6.4.2
3	强度		√	√	√	5.2.1	6.4.1
4	运转		√	√	√	5.3	6.4.3
5	性能系数	制冷性能			√	5.6	6.4.4
		制热性能			√		6.4.5
6	最大负荷制冷				√	5.7	6.4.6

序号	项目		出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
7	低温制冷				√	5.8	6.4.7
8	低温静置启动与运行				√	5.9	—
9	凝露				√	5.10	6.4.8
10	低温制热				√	5.11	—
11	融霜			√	√	5.12	6.4.9
12	水流量				√	5.13	6.4.10
13	水侧压力损失			√	√	5.14	6.4.11
14	噪声			√	√	5.15	6.4.12
15	振动				√	5.16	6.4.13
16	安全 要求	电压变化性能	√	√	√	6.4.11	6.4.14
		电动机绕组温度	√	√	√	6.4.12	6.4.15
		绝缘电阻	√	√	√	5.17.3	6.4.16
		泄漏电流	√	√	√	5.17.4	6.4.17
		电气强度				5.17.5	6.4.18
		接地措施	√	√	√	5.17.6	6.4.19
17	电磁兼容				√	5.18	6.4.20
18	有害物质含量				√	GB/T26572	

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台机组应在明显部位固定永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定。

8.1.2 铭牌上应标示下列内容：

- a) 产品名称和型号；
- b) 制造商的名称；
- c) 主要性能参数；
- d) 出厂编号；
- e) 制造年月。

8.1.3 铭牌上标示的主要性能参数应包括以下内容：

- a) 名义电压、名义频率；
- b) 制冷剂编号、制冷剂充注量；
- c) 名义制冷量；
- d) 名义制冷消耗功率；
- e) 制热量（当有热泵制热模式时）；
- f) 名义制热消耗功率；
- g) 加热量（当有电加热器时）；
- h) 质量；
- i) 冷却介质（冷水式）。

8.1.4 机组上应有标明运行状态的标志，如通风机旋转方向的箭头、指示仪表和控制按钮的标记等。

8.2 包装

8.2.1 机组在包装前应进行清洁处理，各部件应清洁、干燥，易锈部件应涂防锈剂。机组应外套塑料袋或防潮纸并应固定在箱内，以免运输中受潮和发生机械损伤。

8.2.2 机组包装箱上应有下列标志：

- a) 制造商的名称；
- b) 产品型号和名称；
- c) 净质量、毛质量；
- d) 外形尺寸；
- e) “小心轻放”“向上”“怕湿”和堆放层数层等。有关包装、储运标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的有关规定。

8.3 运输和贮存

8.3.1 机组在运输和贮存过程中不应碰撞、倾斜、或遭受雨雪淋袭。

8.3.2 应贮存在干燥通风良好的场所。

附录 A
(规范性)
出风静压的测量方法

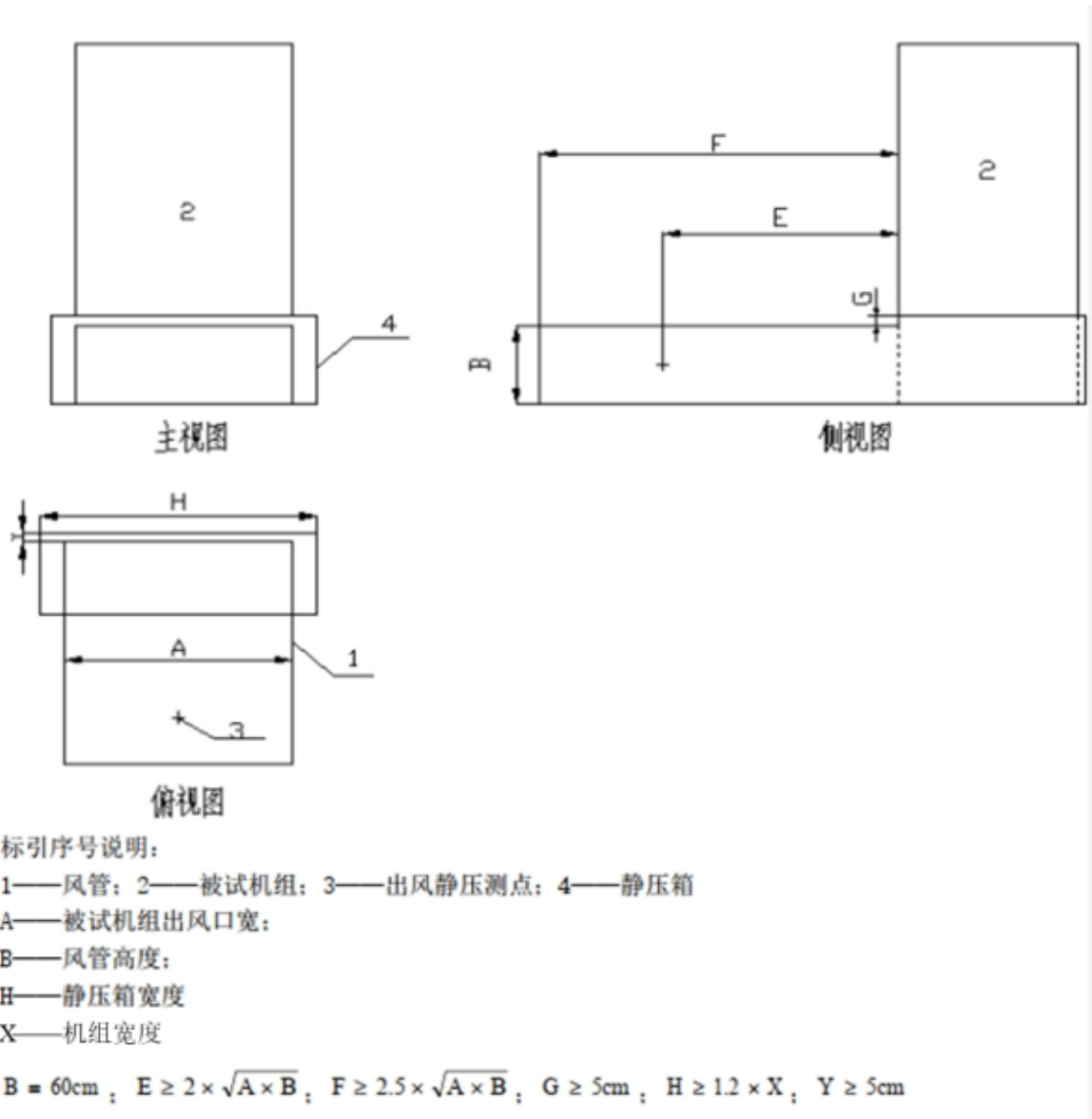
A.1 出风静压测量

A.1.1 水平送风

水平送风机组的连接管道的尺寸和静压的测量应符合GB/T 17758—2023附录A的规定。

A.1.2 下送风

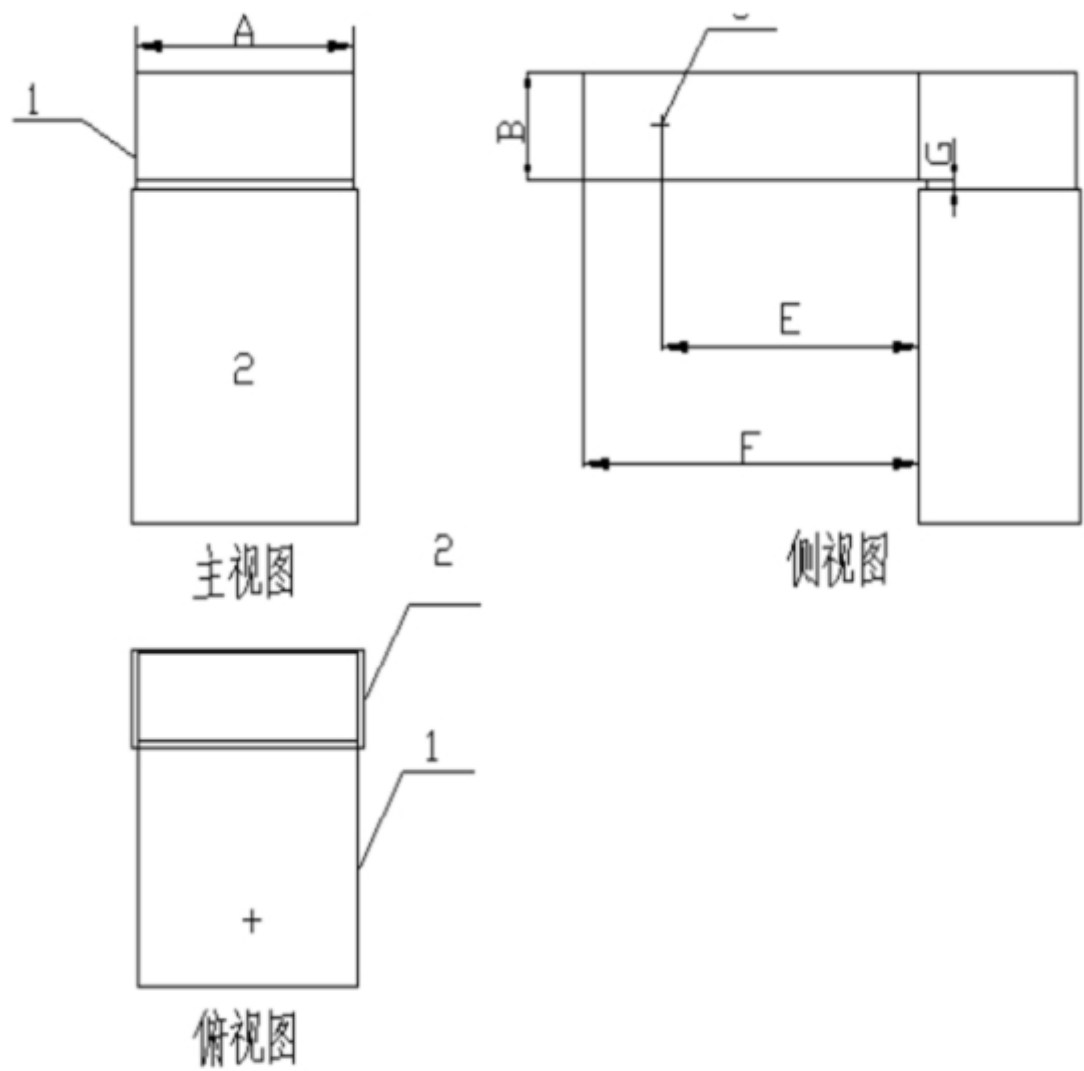
下送风的连接管道按下图制作：



图A.1 下送风风管

A.1.3 上送风

上送风的连接管道按下图制作：



标引序号说明：

1——风管；2——被试机组；3——出风静压测点

A——被试机组出风口宽；

B——风管高度；

$B = 60\text{cm}$ ； $E \geq 2 \times \sqrt{A \times B}$ ； $F \geq 2.5 \times \sqrt{A \times B}$ ； $G \geq 5\text{cm}$

图A.2 上送风风管

附录 B
(规范性)
噪声试验方法

B.1 测定场所

测定场所应为反射平面上的半自由声场或者经过消声处理的试验室，试验室的环境声场应按 JB/T 4330—1999 中附录 A 的方法进行修正，且被测机组的噪声与背景噪声之差应为 6dB(A) 以上。

B.2 测量仪器

测试仪器应使用 GB/T 3785.1 中规定的 I 型或 I 型以上的声压计，以及精度相当的测试仪器。

B.3 安装与运行条件

机组应按安装使用说明书安装在试验室，室外机噪声测试时，需在额定电压、额定频率下稳定运行，运行条件应接近规定的标准制冷工况及制热工况条件。

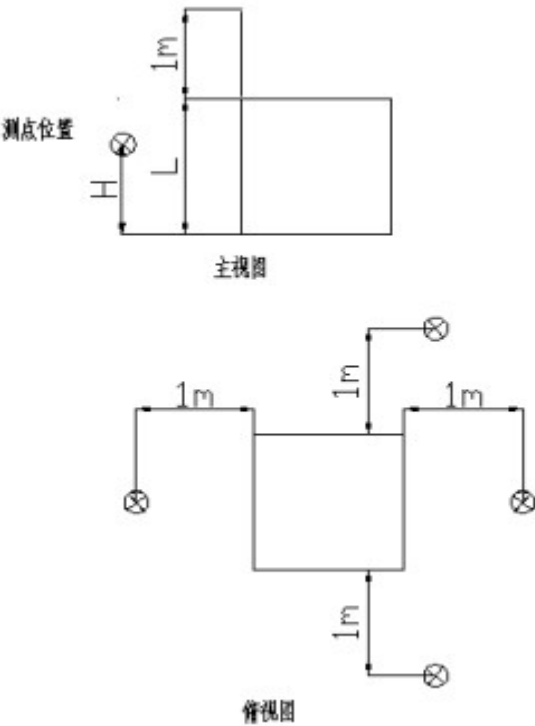
B.4 测点位置

B.4.1 单元式风冷冷风式机组

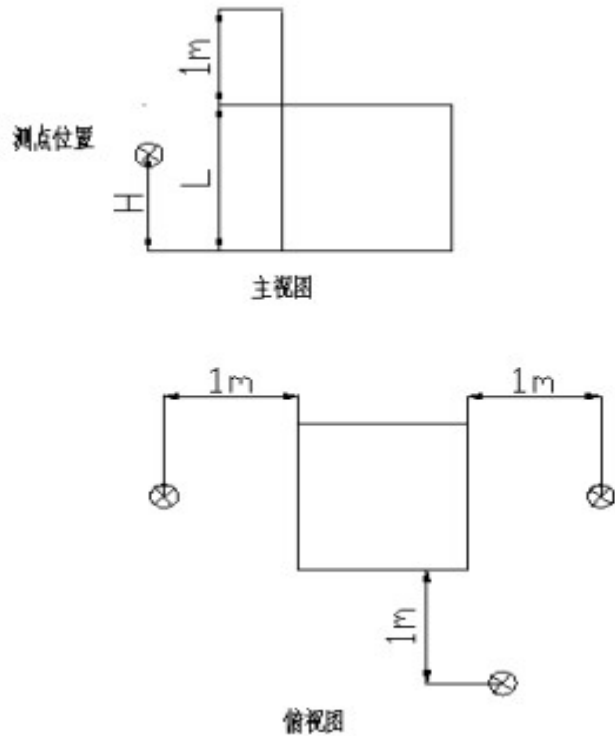
B.4.1.1 室外机

a) 对于上送风式机组：测点的水平位置在距机组四面 1m 的中心位置，测点的高度 (H) 为机组的高度 (L) 加 1m 后总高度的 1/2，共四个测点，如图 B.1 所示；

b) 对于水平送风式机组：测点的水平位置在出风面和两侧面距离机组 1m 的中心位置，测点的高度 (H) 为机组的高度 (L) 加 1m 后的总高度的 1/2，共三个测点，如图 B.2 所示。



图B.1 上送风式的室外机噪声测点位置

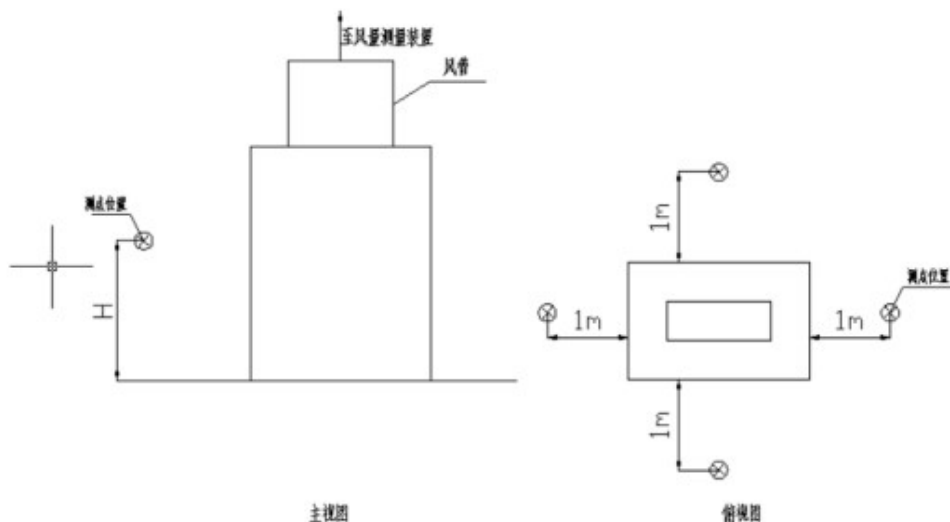


图B.2 水平送风式的室外机噪声测点位置

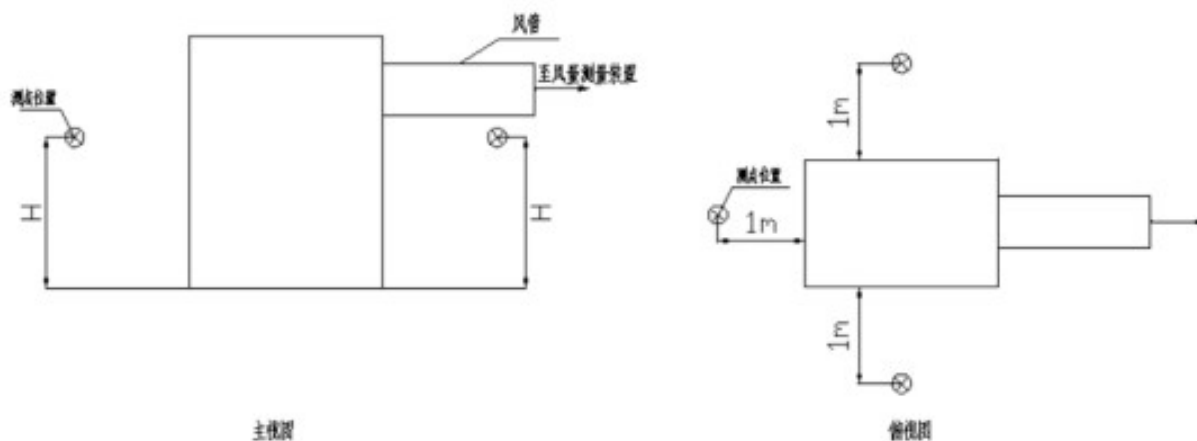
B. 4. 1. 2 室内机

B. 4. 1. 2. 1 对于风管型室内机应符合以下规定：

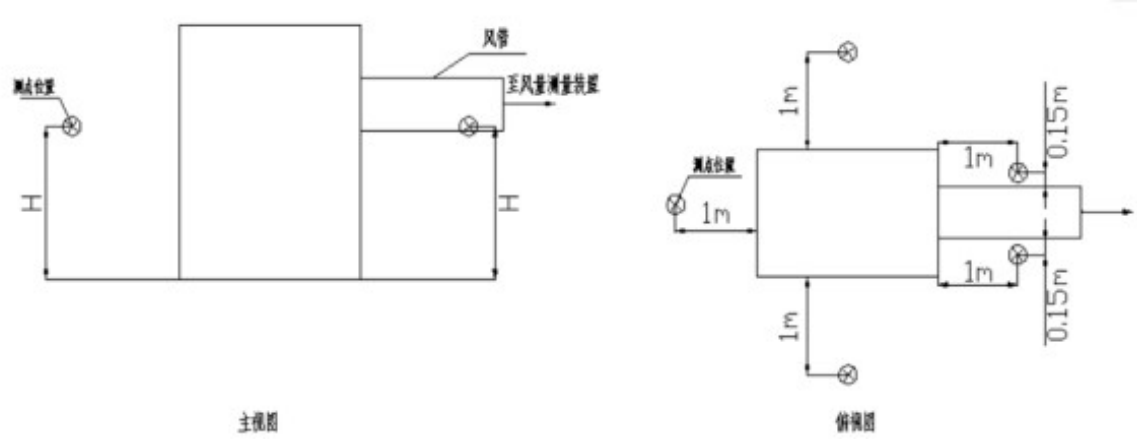
- a) 对于上送风式机组：测点的水平位置在距机组四个侧面1m的中心位置，测点的高度（H）为机组的高度（L）加1m后总高度的1/2，共四个测点，如图B.3所示；
- b) 对于水平送风式机组：测点的水平位置在距机组四个侧面1m的中心位置，测点的高度（H）为机组的高度（L）加1m后总高度的1/2，共四个测点，如图B.4所示. 当某测点位置与风管重叠时，应将该测点平移至风管两侧0.15m处，使总测点数变为五个，如图B.5所示；
- c) 对于下送风式机组：测点的水平位置在距机组四个侧面1m的中心位置，测点的高度（H）为机组的高度（L）加1m后总高度的1/2，共四个测点，如图B.6所示。



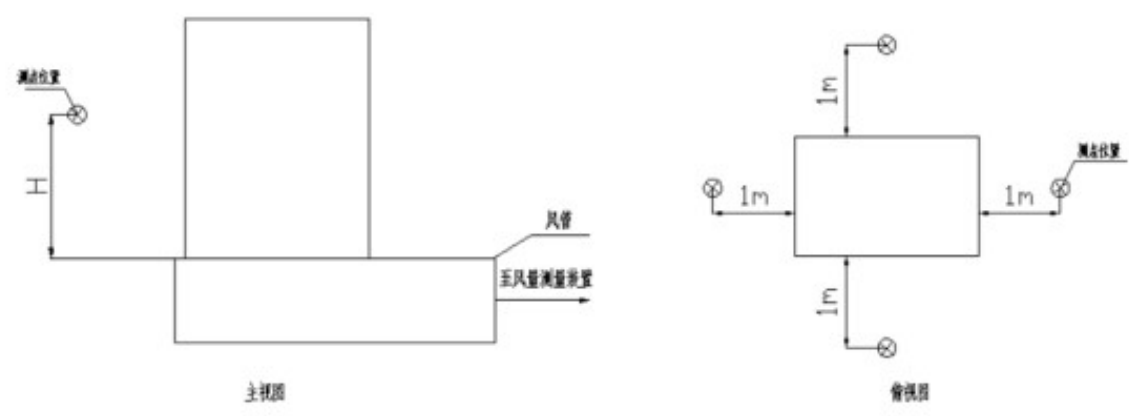
图B.3 上送风室内机噪声测点位置



图B.4 水平送风室内机噪声测点位置1



图B.5 水平送风室内机噪声测点位置2



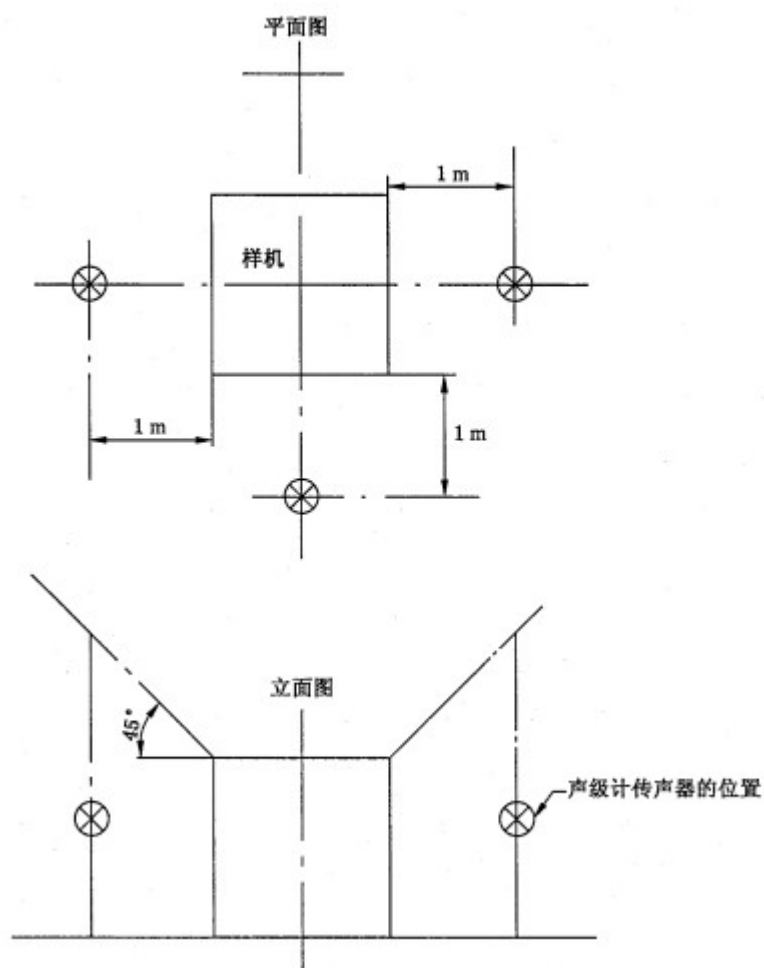
图B.6 下送风室内机噪声测点位置

B. 4. 2 单元式风冷冷水式机组

B. 4. 2. 1 侧出风

距机组正面和侧面距离1m，其测点高度为机组高度加1m的总高度1/2处的三个测点，测试结果按公式（B.1）进行平均声压级。如图B.7所示的位置进行测量。

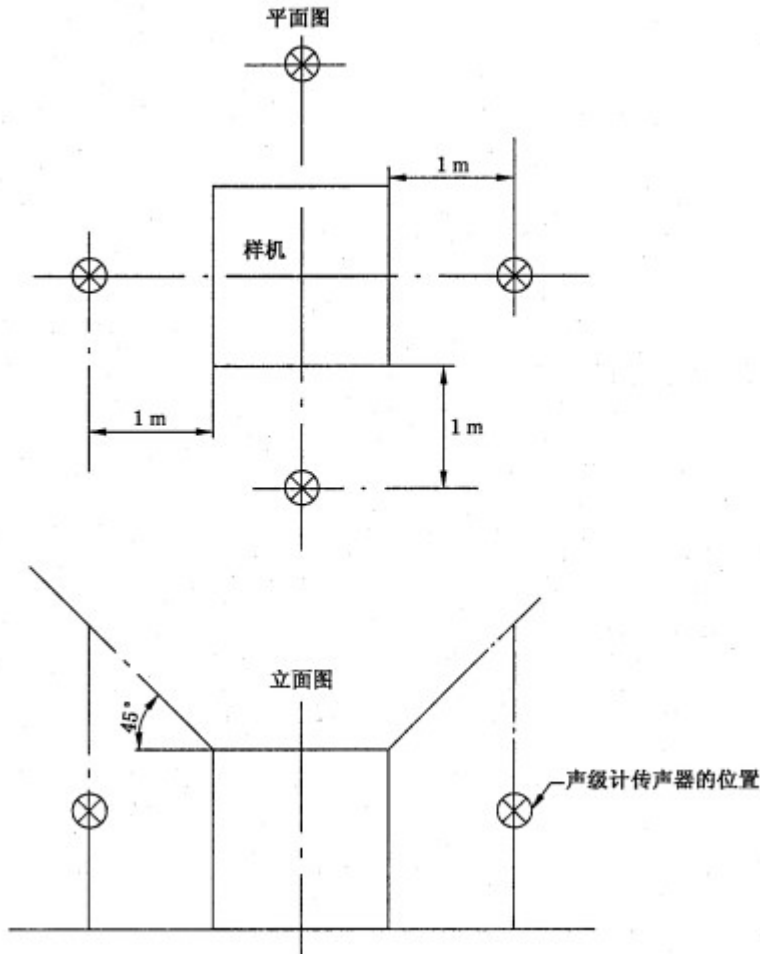
$$\overline{LP} = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^3 10^{0.1L_{pi}} \right] \dots\dots\dots (B.1)$$



图B.7 侧出风式室外机测点图

B.4.2.2 顶出风

在机组四面距机组1m，其测点高度为机组高度加1m的总高度1/2处四个测点，测试结果按公式（B.1）进行平均声压级。如图B.8所示的位置进行测量。



图B.8 顶出风式室外机测点图

附录 C
(规范性)
全年制冷性能系数的试验和计算方法

C.1 全年制冷性能系数试验方法

在额定电压下，分别进行下列试验：

- a) A工况试验：在表4规定的A工况下，定频/定速机组在工频下运行，变频/变容机组将压缩机的运行频率或容量调至适宜值，测定机组的制冷量和制冷消耗功率；
- b) B工况试验：在表4规定的B工况下，定频/定速机组在工频下运行，变频/变容机组将压缩机的运行频率或容量调至适宜值，测定机组的制冷量和制冷消耗功率；
- c) C工况试验：在表4规定的C工况下，定频/定速机组在工频下运行，变频/变容机组将压缩机的运行频率或容量调至适宜值，测定机组的制冷量和制冷消耗功率；
- d) D工况试验：在表4规定的D工况下，定频/定速机组在工频下运行，变频/变容机组将压缩机的运行频率或容量调至适宜值，测定机组的制冷量和制冷消耗功率；
- e) E工况试验：在表4规定的E工况下，定频/定速机组在工频下运行，变频/变容机组将压缩机的运行频率或容量调至适宜值，测定机组的制冷量和制冷消耗功率。

C.2 计算方法

C.2.2.1 制冷性能系数 COP_c 按公式 (C.1) 计算：

$$COP_c = q_c / N_c \cdots \cdots \cdots (C.1)$$

式中：
 q_c ——室内使用侧制冷量，单位为瓦（W）；
 N_c ——当前工况下，机组的制冷消耗功率，单位为瓦（W）。

C.2.2.2 全年制冷性能系数ACCOP按公式 (1) 计算。

C.3 温度分布系数

机组全年制冷性能系数的计算以北京作为代表城市，机组运行时间分布的数值见表 C.1。

必要时可依据机组的使用地区选取合适的典型城市进行全年能效比的评价，其它城市温度分布系数见 GB/T 19413—2024 表 C.1。

表 C.1 机组运行时间分布系数

运行时间分布系数	T_A	T_B	T_C	T_D	T_E
城市	温度分布区间/°C				
	≥ 30	$\geq 20, < 30$	$\geq 10, < 20$	$\geq 0, < 10$	< 0
北京	7.2%	28.1%	23.1%	21%	20.6%