

ICS 23.120

P 48



# ZZB

## 浙 江 制 造 团 体 标 准

T/ZZB 0297—2017

### 洁净空间用空调机组

Air handling unit for clean room

ZHEJIANG MADE

2017 - 12 - 18 发布

2017 - 12 - 29 实施

浙江省浙江制造品牌建设促进会 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 分类和型号 .....	3
5 基本要求 .....	3
6 技术要求 .....	4
7 试验方法 .....	7
8 检验规则 .....	10
9 标志、包装、运输和贮存 .....	12
10 产品样本和说明书的基本内容 .....	12
11 质量承诺 .....	13
附录 A（规范性附录） 洁净空间用空调机组箱体传热系数、热桥因子试验方法 .....	14

ZHEJIANG MADE

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由浙江省浙江制造品牌建设促进会提出并归口。

本标准由绍兴市质量技术监督检测院牵头组织制订。

本标准主要起草单位：浙江国祥股份有限公司。

本标准参与起草单位：国家环保设备质量监督检验中心（浙江）。

本标准主要起草人：杨平、杜锡勇、陆云剑、骆明儿、马吉尧、罗燕、章立标、王陈强、孙昱蒙、梁书成、陶藕萍。

本标准由绍兴市质量技术监督检测院负责解释。

ZHEJIANG MADE

# 洁净空间用空调机组

## 1 范围

本标准规定了洁净空间用空调机组（以下简称机组）的术语和定义、分类和型号、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存、产品样本和说明书的基本内容、质量承诺等。

本标准适用于在洁净空间中，以功能段为组合单元，能够完成空气输送、混合、加热、冷却、去湿、加湿、过滤、消声、热回收等一种或几种处理功能的机组。

冷媒为盐水、乙二醇和直接蒸发盘管以及采用电加热机组，可参照使用。

本标准不适用于自带冷热源的空调机（器）风机盘管机组、暖风机和洁净手术室用空调机组等。

## 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 1236—2000 工业通风机 用标准化风道进行性能试验
- GB/T 9068—1988 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 14294—2008 组合式空调机组
- GB/T 14295—2008 空气过滤器
- GB/T 16803 采暖、通风、空调、净化设备 术语

## 3 术语和定义

GB/T 16803 确定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**洁净空间用空调机组** air handling unit for clean room

一种向洁净空间直接提供处理空气的专用设备。机组由各种空气处理功能段组装而成，适用于阻力大于或等于100Pa的空调系统。

### 3.2

**机组空气处理功能段** functional section of units

具有对空气进行一种或几种处理功能的单元体。

机组功能段有：空气输送、混合、加热、冷却、去湿、加湿、过滤、消声、热回收等单元体。

### 3.3

**额定风量** rated air flow rate

在标准空气状态下，单位时间通过机组的空气体积流量，单位为 $\text{m}^3/\text{h}$ 或 $\text{m}^3/\text{s}$ 。

3.4

**机外静压** unit external static pressure

机组在额定风量时克服自身阻力后，机组进出风口静压差，单位为Pa。

3.5

**机组全静压** total static pressure

机组自身阻力和机外静压之和，单位为Pa。

3.6

**额定供冷量** rated cooling capacity

机组在规定试验工况下的总除热量，即显热和潜热除热量之和，单位为kW或W。

3.7

**额定供热量** rated heating capacity

机组在规定试验工况下供给的总显热量，单位为kW或W。

3.8

**漏风率** air leakage rate

漏风率为机组的漏风量与额定风量之比率，用%表示。

3.9

**箱体变形率** deformation rate

在规定试验条件下，机组箱体变形量与箱体最长边之比，单位为mm/m。

3.10

**断面风速均匀度** face velocity uniformity

机组断面上任一点的风速与平均风速之差的绝对值不超过平均风速20%的点数占总测点数的百分比，用%表示。

3.11

**标准空气状态** standard air

温度 $20^\circ\text{C}$ 、相对湿度65%、大气压力101.3 kPa、密度 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的空气状态。

3.12

**机组过滤效率** filtration efficiency of units

机组配置的最高效率过滤器的过滤效率。

## 3.13

**传热系数 thermal transmittance**

传热系数是指在稳定传热条件下，箱体内外空气温差为1 K时，单位时间通过单位面积传递的热量，单位是瓦/（平方米·开尔文）（W/（m<sup>2</sup>·K））。

## 3.14

**热桥因子 thermal bridging factor**

热桥因子（也称冷桥因子）是指当箱体内外空气平均温差稳定在（20.0~20.5）K时，最低温差与内外部空气平均温差的比值，最低温差为箱体内部空气平均温度与外表面最高温度之间的温差值。

## 4 分类和型号

## 4.1 分类

## 4.1.1 按结构型式：

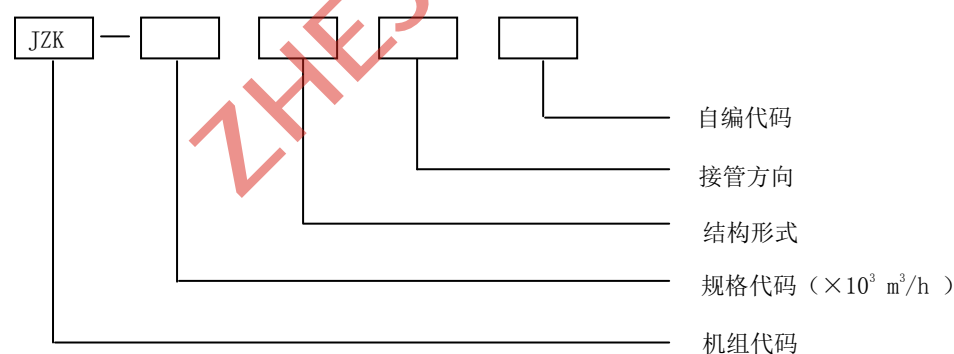
- a) 卧式，代号 H；
- b) 立式，代号 V；
- c) 吊顶式，代号 C。

## 4.1.2 按盘管接管方向：

- a) 左式，代号 L；
- b) 右式，代号 R。

## 4.2 型号

型号代号由英文字母和阿拉伯数字组成。



示例：JZK—30VL 表示额定风量为 30000 m<sup>3</sup>/h 的立式、左接盘管的洁净空间用空调机组。

## 5 基本要求

## 5.1 设计

- 5.1.1 应采用 CAD、solidworks 等专业设计软件进行产品设计。
- 5.1.2 应采用经过验证的选型软件对机组进行选型。
- 5.1.3 应采用经过验证的换热器计算软件对换热器的换热量进行计算。

## 5.2 原材料

- 5.2.1 箱体保温应采用绝热、隔声材料，应无毒、无腐蚀、无异味和不易吸水。
- 5.2.2 箱体材料外露部分和箱体具有不燃或难燃特性。
- 5.2.3 箱体内壁板及遇水部分材质应采用 06Cr19Ni10 及以上不锈钢。
- 5.2.4 机组内换热器应采用平翅片或其他不易积尘的翅片形式制作。
- 5.2.5 电加热器应采用不易积尘、不生锈、不脱尘或其他类似性能的加热器。

## 5.3 工艺和质量控制

- 5.3.1 水盘管的制作应采用水压式或冷媒机械式换热器胀管工艺。
- 5.3.2 箱体的发泡板的制作应采用全自动智能控制发泡工艺。

## 5.4 检测能力

- 5.4.1 应具备制冷量、制热量、风量、噪声、机械强度和漏风率的检测能力。
- 5.4.2 应具备传热系数和热桥因子的检测能力。
- 5.4.3 应配备皮托管、压差计、噪声仪等检测设备。

## 6 技术要求

### 6.1 基本规定

#### 6.1.1 结构和部件

- 6.1.1.1 机组箱体绝热层与壁板应结合牢固、密实。
- 6.1.1.2 机组的检查门应严密、灵活、安全。
- 6.1.1.3 室外机组箱体应有防渗雨、防冻措施。
- 6.1.1.4 机组连接水管穿过箱体处要绝热和密封。
- 6.1.1.5 各功能段的箱体，在运输和启动、运行、停止后不应出现永久性凹凸变形。
- 6.1.1.6 排水盘应具有坡度，且排水口应设置在排水盘的最低点，排水应畅通、无溢出和渗漏。
- 6.1.1.7 机组的风机应有柔性接管，风机应设隔振装置。
- 6.1.1.8 喷水段应有观察窗、挡水板和水过滤装置。
- 6.1.1.9 过滤段检修门应便于过滤器取出，并有足够更换空间。
- 6.1.1.10 机组横截面上的气流不应产生短路。
- 6.1.1.11 机组必要时可留测孔和测试仪表接口，并设电压不超过 36V 的安全照明。
- 6.1.1.12 机组内配置的风机、冷/热盘管、过滤器、加湿器、空气—空气热回收器等应符合国家有关标准的规定。
- 6.1.1.13 机组采用黑色金属制作的构件表面应作除锈和防腐处理。

#### 6.1.2 外观

机组外表面应无明显划伤、锈斑和压痕，表面光洁，喷涂层均匀，色调一致，无流痕、气泡和剥落。机组应清理干净，箱体内应无杂物。

### 6.2 性能要求

#### 6.2.1 启动运转

6.2.1.1 机组在额定电压、额定频率下能正常启动和运转。

6.2.1.2 机组在使用现场组装后，应进行检查和试运转。

### 6.2.2 盘管耐压性能

机组下述规定的试验压力进行耐压试验和密封性检查，应无渗漏：

a) 气压试验压力应为设计压力的 1.2 倍，保压至少 1min；

b) 水压试验压力应为设计压力的 1.5 倍，保压至少 3min。

### 6.2.3 风量、机外静压、输入功率

在规定的试验工况下，风量实测值应不低于额定值的95%，机外静压实测值应不低于额定值的90%，输入功率实测值应不超过额定值的10%。

### 6.2.4 漏风率

机组内静压保持正压段700 Pa, 负压段-400 Pa时，机组的漏风率应不大于1%；机组内静压保持1000Pa时，机组漏风率应不大于0.5%。

### 6.2.5 箱体变形率

机组风量 $\geq 30000 \text{ m}^3/\text{h}$ ，机组内静压保持1000 Pa条件下，箱体变形率应不超过2 mm/m。

### 6.2.6 供冷量和供热量

在规定的试验工况下，机组供冷量和供热量的实测值应不低于额定值的 95%。

### 6.2.7 喷水段的空气热交换效率

在喷水压力小于或等于 245 kPa 时，空气第二热交换效率应不低于 80%。

### 6.2.8 凝露试验

在规定的试验工况下运行，机组表面应无凝露滴下。

### 6.2.9 凝结水排除能力

在规定的试验工况下运行，凝结水排放流畅，无溢出。

### 6.2.10 噪声

按7.4.10方法测量的声压级噪声应不大于表1的规定。

表1 机组声压级噪声限值

单位为dB (A)

额定风量/ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	机组全静压/Pa				
	350	500	750	1000	1500
2000~3000	60	63	66	69	72
5000	62	65	68	71	74
6000	63	66	69	72	75
10000	65	68	71	74	77

表1 机组声压级噪声限值（续）

单位为dB（A）

额定风量/（m <sup>3</sup> /h）	机组全静压/Pa				
	350	500	750	1000	1500
12000	66	69	72	75	78
20000	68	71	74	77	80
25000	69	72	75	78	81
30000	70	73	76	79	82
50000	72	75	78	81	84
80000	74	77	80	83	86
100000	75	78	81	84	87
160000	77	80	83	86	89
200000	78	81	84	87	90

注：风量和机组全静压在表中规定值之间，可按插入法确定。

#### 6.2.11 振动

按7.4.11方法试验，机组振幅应不大于15 $\mu$ m（垂直）。

#### 6.2.12 断面风速均匀度

按7.4.12方法试验，断面风速均匀度应不小于80%。

#### 6.2.13 水量水阻

按7.4.13规定的方法，水阻实测值不超过额定值的10%。

#### 6.2.14 过滤器效率和阻力

按7.4.14方法试验，过滤器的效率应符合：机组进风口处的粗效空气过滤器对粒径 $\geq 5\mu$ m的微粒，其过滤效率应不低于75%；出风口处中效空气过滤器对粒径 $\geq 1\mu$ m的微粒，其过滤效率应不低于80%；出风口处亚高效空气过滤器对粒径 $\geq 0.5\mu$ m的微粒，其过滤效率应不低于95%。过滤器的阻力应符合GB/T 14295—2008中表3的规定。

#### 6.2.15 传热系数和热桥因子

按7.4.15方法试验，箱体的传热系数应不大于1W/（m<sup>2</sup>·K）；箱体的热桥因子应不小于0.6。

### 6.3 安全要求

#### 6.3.1 绝缘电阻

按7.5.1方法试验，其冷、热态对地绝缘电阻值应不小于2M $\Omega$ 。

#### 6.3.2 电气强度

按7.5.2方法试验，应无击穿和闪络。

#### 6.3.3 泄露电流

按7.5.3方法试验，其外露金属部分和电源线间泄漏电流应不大于5 mA。

### 6.3.4 接地电阻

按7.5.4方法试验，其外露金属部分和接地端之间的电阻值应不大于0.1  $\Omega$ 。

## 7 试验方法

### 7.1 一般规定

7.1.1 试验机组应按功能段组成整机进行试验。

7.1.2 试验机组应按产品说明书要求组装和安装，除试验方法有规定外，不得采取任何特殊处理措施。

### 7.2 试验条件

7.2.1 试验工况应符合表2的规定。

表2 试验工况

序号	项目	进口空气状态		供水参数				供蒸汽状态	风量 m <sup>3</sup> /h	机外静压 Pa	电压 V	频率 Hz
		干球温度 ℃	湿球温度 ℃	进口 水温 ℃	进出口 温差 ℃	供水 状态	喷水 压力 kPa	表压力 MPa				
1	风量、机外静压和输入功率	5~35	—	—	—	不供	—	不供	—	—		
2	供冷量	回风	27	19	7	5	供	—	不供	额定值	不低于 额定值 85%	额定值
		新风	35	28	7	5	供	—	不供			
3	喷水段热工性能	27	19.5	7	5	供	≤245	不供				
4	供热量	热水	15	—	60	10	供	—	不供			
		蒸汽	15	—	—	—	不供	—	0.2			
5	新风机组	热水	7	—	60	10	供	—	不供			
		供热量	7	—	—	—	不供	—	0.2			
6	凝结水排除试验	27	24	7	5	供	—	不供				
7	凝露试验	27	24	7	5	供	—	不供				
8	漏风量	5~35	—	—	—	不供	—	不供	—			
9	传热系数	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
10	热桥因子	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

注：当采用风管焓差法凝露试验时，环境露点温度应为（22.8~26.2）℃。

7.2.2 试验工况和测试操作的允许偏差应符合表3规定。

表3 试验操作允许偏差

参数	试验工况允差	试验操作允差
进口、出口的空气状态	干球温度/℃	±0.3
	湿球温度/℃	±0.2

表3 (续)

参数		试验工况允差	试验操作允差
供水状态	冷水进口温度/℃	±0.1	±0.2
	热水进口温度/℃	±0.5	±0.5
	水流量/%	±1	±2
	供水压力(表压)/kPa	±5	±5
供蒸汽状态	供蒸汽压力/kPa	±1.7	±1.7
风量/%		±2	±2
机外静压/Pa		±5	±5
电压/%		±1	±2
注：表中%指额定值的百分数。			

7.2.3 试验用的仪表应符合表4规定。

表4 试验仪表

测量参数	测量仪表	测量项目	仪表准确度
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℃
		其他温度	0.3℃
压力	微压计(倾斜式、补偿式或自动传感式)	空气静压和动压	1 Pa
	U形水银压力计或同等精度的压力计	水阻力, 蒸汽压降	1.5 hPa
	蒸汽压力表	供蒸汽压力	2%
	水压表	喷水段喷水压力	2%
	大气压力计	大气压力	2 hPa
水量	流量计、重量式或容量式液体定量计	换热器水流量、蒸汽凝结水量 喷淋室水流量等	1%
风量	标准喷嘴(长径)	风量	1%
	皮托管	风量和风压	GB/T 1236—2000
风速	风速仪	断面风速均匀度等	0.25 m/s
电压	电压表	电参数	0.5级
电流	电流表		
功率	功率表		
频率	频率表		
噪声	声级计		
振动	测振仪	振幅	5%
时间	秒表	凝结水量等	0.1 s
变形	大量程百分表	箱体变形量	±0.01 mm
注：表中%指被测量值的百分数。			

### 7.3 基本规定试验

#### 7.3.1 结构和部件

用目测方法检测。

### 7.3.2 外观

用目测方法检测。

## 7.4 性能试验

### 7.4.1 启动运行试验

试验机组在额定电压条件下启动，稳定运转5min，切断电源，停止运转，至少反复进行三次。检查零部件有无松动、杂音、过热等异常现象。

### 7.4.2 盘管耐压性能试验

按GB/T 14294—2008规定的方法进行试验。

### 7.4.3 风量、机外静压、输入功率试验

按GB/T 14294—2008附录A或附录B规定的方法进行试验，并将试验结果换算成标准空气状态下的值。

### 7.4.4 漏风率试验

按GB/T 14294—2008附录C规定的方法测量漏风率。

### 7.4.5 箱体变形率试验

按GB/T 14294—2008附录D的方法进行试验。

### 7.4.6 供冷量和供热量试验

额定供冷量和供热量应在表2规定的试验工况下，按GB/T 14294—2008附录E的方法进行试验。

也可直接引用空气冷却器和空气加热器试验得出的传热系数公式计算出供冷量和供热量，并按GB/T 14294—2008附录F规定的方法进行验证。

### 7.4.7 喷水段的空气热交换效率试验

按GB/T 14294—2008附录E的方法试验。

### 7.4.8 凝露试验

按表2规定的试验工况，机组供冷连续运行4h，检查机组表面凝露情况。

### 7.4.9 凝结水排除能力试验

按表2规定的试验工况，预先将凝结水盘中水注满至排水口，机组供冷连续运行4h，检查排水情况。

### 7.4.10 噪声试验

机组噪声应在额定风量和机外静压条件下按GB/T 9068—1988中7.4和7.5规定的工程测定法测量和计算。

### 7.4.11 振动试验

在额定风量和机外静压条件下，用表4规定的仪表，在试验机组底座上相互垂直的三维方向上测量振幅。

取最大值为机组振幅。

#### 7.4.12 断面风速均匀度试验

按照GB/T 14294—2008 附录B中图B.1，在距盘管或过滤器迎风断面200mm处，均布风速测点。

用风速仪测量个点风速，统计所测风速与平均风速之差不超过平均风速20%的点数占总点数的百分比。

#### 7.4.13 水量水阻试验

在表2规定的供冷工况下，检测机组进出口水压降（水阻）。

#### 7.4.14 过滤器效率和阻力试验

按GB/T 14295—2008规定的试验方法进行过滤器效率和阻力试验。

#### 7.4.15 传热系数和热桥因子试验

按附录A规定的试验方法进行箱体的传热系数和热桥因子试验。

### 7.5 安全试验

#### 7.5.1 绝缘电阻试验

在常温常湿条件下，用500V绝缘电阻计测量机组带电部分和非带电部分之间绝缘电阻（冷态）。

按表2规定的凝结水排除能力试验工况，连续运行4h后，用绝缘电阻计测量机组带电部分和非带电部分间绝缘电阻（热态）。

#### 7.5.2 电气强度试验

机组在带电部分和非带电部分之间施加额定频率和1500V的交流电压，开始施加电压应不大于规定值的一半，然后快速升为全值，持续时间1min。

大批量生产时，可用1800V电压及1s时间代替。

#### 7.5.3 泄漏电流试验

按表2规定凝结水排除能力试验工况，连续运行4h后，在静止状态下，施加110%额定电压，测量机组外露的金属部分与电线之间的泄漏电流。

#### 7.5.4 接地电阻试验

用接地电阻仪测量机组外露金属部分和接地端之间的电阻。

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类和检验项目

8.1.1 机组检验分出厂检验和型式试验。

8.1.2 检验项目按表 5。

表5 检验项目

序号	检验项目	要求	试验方法	出厂检验		型式试验	
				逐台检验	抽样检验		
1	基本规定	结构和部件	6.1.1	7.3.1	△	△	△
2		外观	6.1.2	7.3.2	△	△	△
3	性能要求	启动运行	6.2.1	7.4.1	△	△	△
4		盘管耐压试验	6.2.2	7.4.2	△	△	△
5		风量、机外静压、输入功率	6.2.3	7.4.3	—	△	△
6		漏风率	6.2.4	7.4.4	—	△	△
7		箱体变形率	6.2.5	7.4.5	—	△	△
8		供冷量和供热量	6.2.6	7.4.6	—	—	△
9		喷水段的空气热交换效率	6.2.7	7.4.7	—	—	△
10		凝露试验	6.2.8	7.4.8	—	—	△
11		凝结水排除能力	6.2.9	7.4.9	—	—	△
12		噪声	6.2.10	7.4.10	—	—	△
13		振动	6.2.11	7.4.11	—	—	△
14		断面风速均匀度	6.2.12	7.4.12	—	—	△
15		水量水阻	6.2.13	7.4.13	—	—	△
16		过滤器效率和阻力	6.2.14	7.4.14	—	—	△
17		传热系数和热桥因子	6.2.15	7.4.15	—	—	△
18	安全要求	绝缘电阻	6.3.1	7.5.1	△	△	△
19		电气强度	6.3.2	7.5.2	△	△	△
20		泄漏电流	6.3.3	7.5.3	△	△	△
21		接地电阻	6.3.4	7.5.4	△	△	△

注：有喷水段时做第9项。

## 8.2 出厂检验

8.2.1 每台机组（各功能段）必须经制造厂检验部门检验合格，并附有质量检验合格证，方可出厂。

8.2.2 机组的出厂检验，应按表5中1、2、3、4、18、19、20、21等项逐台检验。抽样检验，增加表5中5、6、7项，每20台至少抽检一台，年产量不足20台抽检一台。

## 8.3 型式试验

8.3.1 机组有下列情况之一时，应进行型式试验：

- 试制的新产品定型时；
- 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；
- 停产一年以上，恢复生产时；
- 转厂生产时；
- 批量生产时每三年进行一次；
- 国家质量监督机构产品监督抽查提出要求时。

8.3.2 机组的型式试验应包括表5全部项目，样品抽检数量按表6规定。

表6 抽检数量

条件	抽检数量/台
出厂数量<50 台	1
出厂数量≥50	2

### 8.3.3 判定原则:

- a) 对于抽取的样品, 检验项目中有一项不合格, 则判该产品为不合格品;
- b) 在抽取样品中有一台不合格, 则加倍抽取, 如仍有一台不合格, 则该批判为不合格。

## 9 标志、包装、运输和贮存

### 9.1 标志

#### 9.1.1 每台机组应有产品铭牌, 并固定在箱体明显部位, 铭牌应包括下列内容:

- a) 机组名称、型号;
- b) 机组主要技术参数(额定风量、机外静压、机组全静压、漏风率、供冷量、供热量、额定电压、输入功率等);
- c) 机组外形尺寸: 长×宽×高;
- d) 机组重量;
- e) 出厂编号;
- f) 出厂日期;
- g) 制造厂名称;
- h) 采用标准。

#### 9.1.2 机组应标明工作状态即旋转方向, 开、关灯标志, 并附有电气线路图。

### 9.2 包装

#### 9.2.1 机组各功能段应按各自要求包装, 在包装箱内应稳固。

#### 9.2.2 包装箱应捆扎牢固严密。

#### 9.2.3 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。

#### 9.2.4 包装箱上应有不易褪色等装箱标志, 其内容:

- a) 产品名称、型号;
- b) 产品毛重、净重;
- c) 箱体外形尺寸: 长×宽×高;
- d) 共 箱, 第 箱;
- e) 装箱日期;
- f) 到站(港)及收货单位;
- g) 发站(港)及发货单位。

#### 9.2.5 包装箱上应有防潮、防雨、放倒置、禁止翻滚、小心轻放等储运标志。

### 9.3 运输和贮存

#### 9.3.1 机组在运输过程中, 不应受碰撞、挤压、抛投、雨雪淋袭。

#### 9.3.2 机组应贮存在防潮、防雨、防火场所, 周围应无腐蚀性气体存在。

## 10 产品样本和说明书

应至少包括以下基本内容：

- a) 产品名称、型号规格、工作原理、特点及用途等；
- b) 主要技术参数，包括风量、机外静压、机组全静压、漏风率、输入功率、供冷量和供热量以及不同工况下选用表或软件，水量水阻等；
- c) 产品结构尺寸和电气线路图；
- d) 产品采用标准；
- e) 安装说明、适用要求；
- f) 维护保养及注意事项等。

## 11 质量承诺

- 11.1 在用户遵守运输、储存、安装、使用规则的条件下，产品质保期为出厂后 2 年。
- 11.2 自销售之日起，在质保期内因产品制造质量原因造成的设备故障和零部件损坏应提供免费维修或更换。
- 11.3 因操作不当或外部不可抗拒因素造成的产品质量问题，应根据用户需求协商维修。
- 11.4 超过质保期，维修保养收取成本费。
- 11.5 客户的反馈或维修，承诺 2 小时与客户及时沟通，一般的机组问题将在 48 小时解决。提供 400 服务电话，提供 24 小时报修服务。
- 11.6 应为客户提供相应的安装、维护保养培训及指导。

附录 A  
(规范性附录)

洁净空间用空调机组箱体传热系数、热桥因子试验方法

A.1 准则

该附录规定了洁净空间用空调机组箱体的传热系数、热桥因子试验的条件和方法。

A.2 箱体制作要求

A.2.1 箱体应按照制造商正常的生产流程进行生产，所有有别于正常生产流程的设计和制造方法均须在测试前说明，并体现在测试报告内。

A.2.2 箱体的技术参数应符合下列要求：

- a) 外形尺寸的高度和宽度均应在(0.9~1.4)m之间,总外表面积应在(10~30)m<sup>2</sup>之间;
- b) 箱体至少应组装有两个功能段。每一功能段至少包含4块独立的面板。每一功能段至少有一个检修门。

A.3 测试要求和测试方法

A.3.1 测试要求

A.3.1.1 通过隔热木块支撑于箱体的底部或基座，使箱体高于房间地面(300~400)mm，隔热木块总面积应不大于机组底面积的5%。

A.3.1.2 箱体外表面积不应包含底座和挡雨棚。

A.3.1.3 在箱体内应安装至少一个外部可控的电加热元件和一台循环风机，风机的送风量等效于每小时100~110换气次数，内部测试设备的安装不应影响箱体热传递。

A.3.1.4 在电加热元件和风机功率恒定的条件下，箱体内外部空气平均温差在30分钟内应保持在(20.0~20.5)K。

A.3.1.5 温度测试设备应不受热辐射影响。空气温度测量精度至少为±0.1K，表面温度测量精度至少为±0.2K。

A.3.1.6 应无辐射热进入测试环境。

A.3.1.7 测试环境风速应小于0.1m/s。

A.3.1.8 测试过程中，内部各测试点的空气温差不超过2.0K，三个分区的内部空气平均温差不超过0.5K，外部各测试点的空气温差不超过0.5K。

A.3.1.9 三个分区均需测算热桥因子，取最小值为箱体的热桥因子。

A.3.2 测试方法

A.3.2.1 外表面积测试

用量具分别测量箱体的长宽高。

A.3.2.2 内部空气温度测试

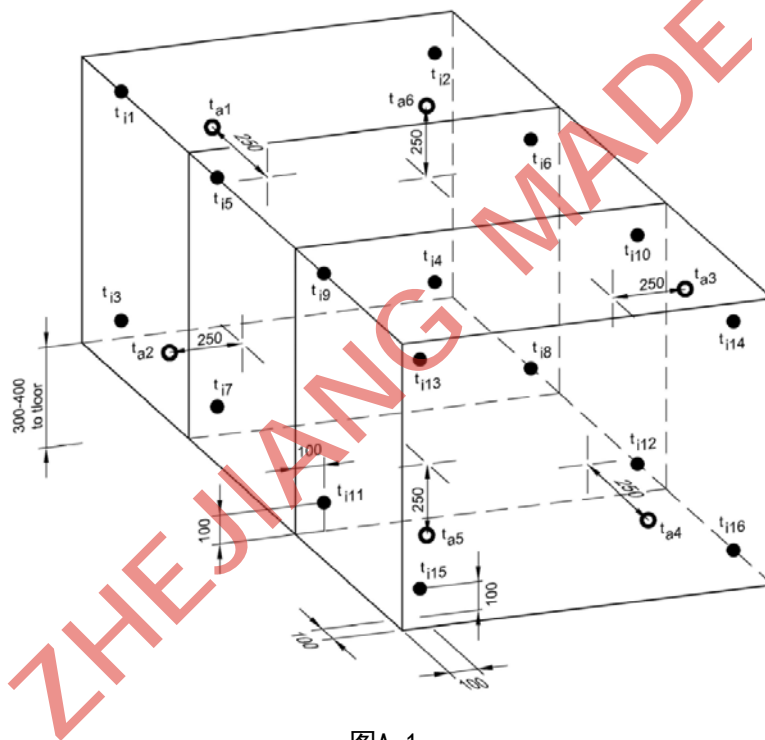
如图A.1所示，将箱体等分成三个分区，第一分区包含 $t_{i1} \sim t_{i8}$ ，第二分区包含 $t_{i5} \sim t_{i12}$ ，第三分区包含 $t_{i9} \sim t_{i16}$ ；箱体内共布置16个热电偶传感器 $t_{i1} \sim t_{i16}$ ，其中， $t_{i1} \sim t_{i4}$ 和 $t_{i13} \sim t_{i16}$ 为箱体端面拐角处的热电偶传感器， $t_{i5} \sim t_{i12}$ 为箱体等分面拐角处的热电偶传感器，每个温度测试点与临近箱板均保持100mm的距离，测试温度分别表示为 $T_{i1} \sim T_{i16}$ 。

### A.3.2.3 外部空气温度测试

如图A.1所示，箱体外部共布置6个热电偶传感器( $t_{a1} \sim t_{a6}$ )，每个温度测试点与临近箱板中心均保持250mm的距离，测试温度分别表示为 $T_{a1} \sim T_{a6}$ ；

### A.3.2.4 外表面最高温度测试

测量箱体外表面最高温度时，应采用红外成像技术确定外表面最高温度点，再使用热电偶温度计测量该点的精确温度值，测试的外表面最高温度表示为 $T_{smax}$ 。



图A.1

## A.4 计算公式

### A.4.1 传热系数

传热系数 $U$ 按照公式(A.1)~(A.4)计算。

$$U = P_{el} / (A \times \Delta T_{air}) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\Delta T_{air} = T_i - T_a \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$$T_i = \frac{\sum_{n=1}^{16} T_{in}}{16} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$T_a = \frac{\sum_{n=1}^6 T_{an}}{6} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- $U$ ——传热系数, 单位为瓦/平方米·开尔文 (W/(m<sup>2</sup>·K));
- $P_{el}$ ——电加热元件和循环风机的输入电功率, 单位为瓦 (W);
- $A$ ——外表面积 (不包含底座和挡雨棚等结构), 单位为平方米 (m<sup>2</sup>);
- $\Delta T_{air}$ ——箱体内外空气平均温差, 单位为开尔文 (K);
- $T_i$ ——箱体内部空气平均温度, 单位为开尔文 (K);
- $T_a$ ——箱体外部空气平均温度, 单位为开尔文 (K)。

#### A.4.2 热桥因子

热桥因子 $k_b$ 按照公式 (A.5) ~ (A.6) 计算。

$$k_b = \Delta T_{min} / \Delta T_{air} \dots\dots\dots (A.5)$$

$$\Delta T_{min} = T_i - T_{s,max} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

- $k_b$ ——热桥因子;
- $\Delta T_{min}$ ——最低温差, 即内部空气平均温度与外表面最高温度之间的差值, 单位为开尔文 (K);
- $\Delta T_{air}$ ——箱体内外空气平均温差, 单位为开尔文 (K);
- $T_{s,max}$ ——外表面最高温度, 单位为开尔文 (K);
- $T_i$ ——箱体内部空气平均温度, 单位为开尔文 (K)。

