

UDC

JGJ

中华人民共和国行业标准

P

JGJ xx xx-20 xx

# 采暖通风与空气调节工程检测技术规程

Technical Regulation for Heating Ventilation & Air-conditioning Engineering

Testing

(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

---

# 采暖通风与空气调节工程检测技术规程

Technical Regulation for Heating Ventilation & Air-conditioning Engineering

Testing

**JGJ xx xx-20 xx**

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：

---

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

# 前 言

根据原建设部《关于印发<2005年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）>的通知》的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准主要技术内容是：总则、基本规定、基本技术参数性能指标测试方法、采暖工程、通风与空调工程、洁净工程、恒温恒湿工程。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议请寄送中国建筑科学研究院（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013，E-mail: [songbo163163@163.com](mailto:songbo163163@163.com)。）

本标准主编单位：中国建筑科学研究院

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

# 目 次

1	总 则.....	6
2	基本规定.....	7
	2.1检测条件与程序.....	7
	2.2检测资格与仪器设备管理.....	7
	2.3资料报告管理.....	8
3	基本技术参数性能指标测试方法.....	9
	3.1风系统基本参数.....	9
	3.2水系统基本参数.....	12
	3.3室内环境基本参数.....	14
	3.4电气参数和其他参数.....	21
	3.5系统性能参数.....	22
4	供暖工程.....	28
	4.1一般规定.....	28
	4.2施工过程检测.....	28
	4.3调试试运行.....	36
5	通风与空调工程.....	40
	5.1一般规定.....	40
	5.2施工过程检测.....	40
	5.3调试试运行.....	44
6	洁净工程.....	48
	6.1一般规定.....	48
	6.2施工过程检测.....	50
	6.3调试试运行.....	50
	6.4运行效果检测.....	52
7	恒温恒湿工程.....	57
	7.1一般规定.....	57
	7.2室内温度的检测.....	57
	7.3室内湿度的检测.....	58
	7.4室内噪声的检测.....	59
	7.5室内振动的检测.....	60

# Contents

1	General Provisions .....	6
2	Basic Requirements.....	7
	2.1 Testing conditions and procedures .....	7
	2.2 Testing qualifications and equipment management.....	7
	2.3 Report management.....	8
3	Testing methods of basic technical performance parameters .....	9
	3.1 Basic paramaters of air system .....	9
	3.2 Basic paramaters of water system .....	12
	3.3 Basic paramaters of indoor environment.....	14
	3.4 Basic paramaters of electrcity system and others .....	20
	3.5 Performance paramaters of heating air-conditioning & cleaning system.....	21
4	Heating engineering .....	27
	4.1 General requirements .....	27
	4.2 Construction process testing.....	27
	4.3 Commissioning.....	34
5	Ventilation & air-conditioning engineering.....	38
	5.1 General requirements .....	38
	5.2 Construction process testing.....	38
	5.3 Commissioning.....	41
6	Clean engineering .....	46
	6.1 General requirements .....	46
	6.2 Construction testing.....	47
	6.3 Commissioning.....	47
	6.4 Operating performance testing .....	49
7	Constant temperature and humidity engineering.....	54
	7.1 Gernral requirements .....	54
	7.2 Indoor temperature testing.....	54
	7.3 Indoor humidity testing .....	55
	7.4 Indoor noise testing .....	56
	7.5 Indoor vibration testing .....	56

# 1 总 则

**1.0.1** 为了加强对采暖通风与空气调节工程的监督与管理，配合工程性能检测，规范检测技术与检测方法，保证采暖通风与空气调节工程的质量，依据国家有关法律、法规、管理要求及相关技术标准，制订本规程。

**1.0.2** 本规程适用于采暖通风与空气调节工程中基本技术参数性能指标测试，以及供暖、通风与空调、洁净、恒温恒湿工程的过程检测、测试与试运行、运行效果检测。

**1.0.3** 在进行采暖通风与空气调节工程检测时，除应符合本规程外，还应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 基本规定

### 2.1 检测条件与程序

**2.1.1** 采暖通风与空气调节工程检测分为过程检测、调试试运行、运行效果检测。

**2.1.2** 采暖通风与空气调节工程的检测，应在竣工验收前完成。

**【条文说明】** 当受冷热源或季节等其他条件影响时，应在条件具备时进行检测。

**2.1.3** 工程检测应符合以下规定：

- 1 完整的技术资料；
- 2 组成检测小组、制订检测方案；
- 3 出具检测报告。

**2.1.4** 委托第三方检测的程序应符合下列规定：

- 1 委托方提出检测要求，并提供完整的技术资料；
- 2 委托方与检测机构签订委托合同；
- 3 检测机构应组成检测小组、制订检测方案，并实施；
- 4 检测机构出具检测报告。

**【条文说明】** 本节所规定的内容是工程检测方面的检测条件与程序，是施工单位自行完成的工作，在运行效果阶段可以委托第三方检测。

### 2.2 检测资格与仪器设备管理

**2.2.1** 参加检测的工作人员应经专业技术培训，所使用的检测仪器和设备应在合格检定或校准有效期内。

**2.2.2** 第三方检测机构应具备相应的资质，并应科学、公正、准确的提供检测数据，并对检测结果承担法律责任和义务。

**2.2.3** 为确保数据准确可靠，施工单位或检测单位应配置检测所需要的相应设备，并得到良好的维护保养。仪器设备的处置、运输、存放、使用和维护应依据仪器设备管理与维护规定执行。

**2.2.4** 用于检测的设备及其软件应满足本标准要求的准确度和精度。设备在投入使用前应进行校准或核查。

**2.2.5** 用于检测并对结果有影响的仪器设备及其软件应有编号，辅助器具和设备状态应完好。

**2.2.6** 检测人员应根据其检测范围选择和操作相关检测仪器、设备，与检测设备相关的技术资料（如：说明书、操作规程、图纸）应便于检测人员的取用。

**2.2.7** 施工单位或检测单位应建立仪器设备档案管理制度，设备档案包括：

- 1 仪器、设备名称；
- 2 制造厂名称、设备型号、编号及其标识；

- 3 验收、安装调试记录、目前放置的地点;
- 4 仪器设备使用说明书、附件清单、产品合格证;
- 5 操作规程、自校规程;
- 6 使用记录、期间核查记录;
- 7 计量检定证书或自校记录;
- 8 维护计划及记录。

**2.2.8** 当检测设备脱离管理人员直接控制时, 管理人应进行交接验收, 返回后应对其使用功能和校准状态进行核查。

**2.2.9** 自行研制的仪器设备应经过技术鉴定和校准合格后才能投入使用。

## 2.3 资料报告管理

**2.3.1** 检测时应妥善保管检测资料和检测结果, 并做好技术档案归档工作。

**2.3.2** 检测报告应包括下列信息:

- 1 报告的标题;
- 2 检测单位名称、地址;
- 3 报告的编号、页码和总页码及报告结束的标识;
- 4 项目名称和地址;
- 5 所用方法的标识;
- 6 被检对象描述;
- 7 检测结果;
- 8 测试仪器仪表的型号、准确度、产地、计量有效期等设备信息;
- 9 检测依据的标准文件;
- 10 报告主检人、审核人和批准人的签名。

**2.3.3** 对有特殊要求的检测项目, 检测报告中还应包括下列信息:

- 1 对检测方法的偏离、增删以及特殊条件的说明(如环境条件等);
- 2 对检测报告需要给出符合/不符合本规范(标准)的结论;
- 3 特定方法、客户或有关部门要求的附加信息。

**2.3.6** 检测报告的修改应符合下列规定:

- 1 对于已发放的检测报告, 当需要更正时, 应及时编制更正报告, 按原渠道发放, 并如数收回已发出的报告;
- 2 更正报告中对更正的原因及内容应在备注栏中予以明示;
- 3 报告发出后 需补充增加内容时, 应编制补充报告, 并注明补充标识, 按原渠道发放。

**2.3.7** 检测报告的储存管理应符合下列规定:

- 1 报告发出后, 报告副本、原始记录和相关资料应统一管理;
- 2 报告的保存和销毁按相应制度执行。

### 3 基本技术参数性能指标测试方法

#### 3.1 风系统基本参数

3.1.1 风系统基本参数检测使用的主要仪表应符合表 3.1.1 规定:

表 3.1.1 风系统基本参数检测仪表

序号	测量参数(单位)	检测仪器	仪表准确度
1	送、回风温度(°C)	玻璃水银温度计、电阻温度计、热电偶温度计等各类温度计(仪)	≤±0.5°C
2	风速(m/s)	风速仪、毕托管和微压计	≤0.5m/s
3	风量(m <sup>3</sup> /h)	毕托管和微压计、风速仪、风量罩	≤5%
4	动压、静压(Pa)	毕托管和微压显示计	≤1%
5	大气压力(Pa)	大气压力计	≤2hPa

【条文说明】以上为检测仪器的基本要求，检测仪器的选择须根据检测量程范围和检测精度的要求进行

确定。

3.1.2 送、回风温度的检测应符合下列规定:

##### 1 检测方法

- 1) 风口送、回风干球温度可直接用温度计在风口表面气流直接接触的位置测得(包含散流器出口);
- 2) 风管内和机组送、回风温度可将温度计插入风管中央或机组预留点测得。

##### 2 测量步骤及方法

- 1) 根据委托要求和现场的实际情况确定检测状态;
- 2) 检查系统是否运行稳定;
- 3) 确定测点的具体位置以及测点的数目;
- 4) 逐点进行测量。

##### 3 数据处理

送、回风温度应按公式(3.1.2-1)计算:

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (3.1.2-1)$$

式中  $t_p$  ---- 受检风口平均温度(°C);  
 $n$  ---- 受检风口的测试点的个数;  
 $t_i$  ---- 受检风口第*i*个测点温度(°C);

$P$  ---- 受检风口温度测点的点数。

【条文说明】风口送、回风干球温度检测时，检测传感器应尽量同出口气流充分接触。

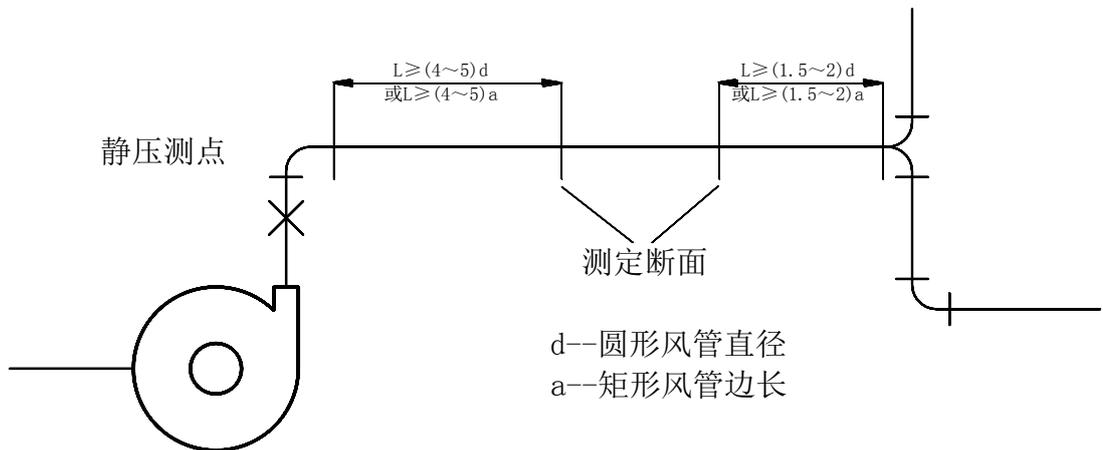
### 3.1.3 风管风量、风速和风压的检测应符合下列规定：

#### 1 检测方法

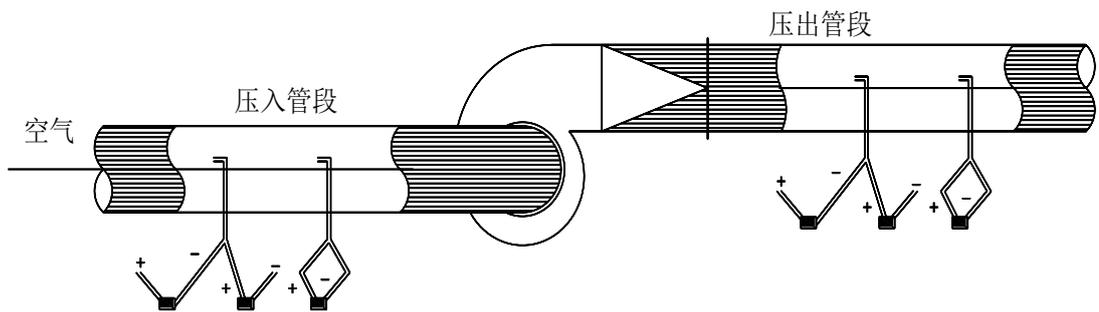
测量截面应选择在气流较均匀的直管段上，并距上游局部阻力管件 4-5 倍管径以上（或矩形风管长边尺寸），距下游局部阻力管件 2 倍管径以上（或矩形风管长边尺寸）的位置，如图 3.1.3—1 所示。测量所选截面上各点的速度，一般采用毕托管和微压计，毕托管的直管必须垂直管壁，毕托管的测头应正对气流方向且与风管的轴线平行，检测位置如图 3.1.3—2 所示。

#### 2 测点布置

测点布置应符合《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009 附录 E.1.3 的规定。



3.1.3—1 测定断面位置示意图 (2d) 长边长 风机方向 风管中心



3.1.3—2 毕托管与倾斜微压计的测压方法 (说明)

#### 3 测量仪表

1) 风量、风压测量仪表：毕托管和微压计，当动压小于 10Pa 时，风量测量推荐用热电风速计或数字式风速计。

2) 大气压力测量仪表: 大气压力计。

#### 4 测量步骤

- 1) 检查系统和机组是否正常运行, 并调整到检测状态;
- 2) 确定风量测量的具体位置以及测点的数目和布置方法;
- 3) 依据仪表的操作规程, 调整测试用仪表到测量状态;
- 4) 逐点进行测量, 每点宜进行 2 次以上测量。

5) 当采用毕托管测量时, 毕托管的直管必须垂直管壁, 毕托管的测头应正对气流方向且与风管的轴线平行, 测量过程中, 应保证毕托管与微压计的连接软管通畅无漏气;

6) 记录所测空气温度和当时的大气压力。

#### 5 数据处理

1) 采用毕托管测量时, 按下述方法计算机组或系统的风量

平均动压, 一般情况下, 可取各测点的算术平均值作为平均动压。当各测点数据变化较大时, 应依据下式, 按均方根计算动压的平均值:

$$\bar{P}_v = \left( \frac{\sqrt{P_{v1}} + \sqrt{P_{v2}} + \dots + \sqrt{P_{vn}}}{n} \right)^2 \quad (3.1.3-1)$$

式中:  $\bar{P}_v$  — 平均动压, (Pa);

$P_{v1}, P_{v2}, \dots, P_{vn}$  — 各测点的动压, (Pa)。

断面平均风速, 断面风速按下式计算:

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{2\bar{P}_v}{\rho}} \quad (3.1.3-2)$$

式中:  $\bar{V}$  — 断面平均风速, (m/s);

$\rho$  — 空气密度, (kg/m<sup>3</sup>);

$$\rho = 0.0349B / (273.15 + t);$$

B—大气压力, (kPa);

t—空气温度, (°C)。

机组或系统实测风量, 机组或系统实测风量按下式计算:

$$L = 3600\bar{V}F \quad (3.1.3-3)$$

式中:  $F$  — 断面面积, (m<sup>2</sup>);

$L$  — 机组或系统风量, (m<sup>3</sup>/h)。

标准风量的计算, 对于有明确要求时, 可按下式将实测风量换成标准空气状态下的风量

$$L_s = L \cdot \rho / 1.2 \quad (3.1.3-4)$$

式中： $L_s$  — 标准空气状态下风量，(m<sup>3</sup>/h)。

2) 采用热电风速计或数字式风速计测量风量时，断面平均风速为各测点风速测量值的平均值，实测风量和标准风量的计算方法与毕托管测量计算方法相同。

**【条文说明】**风量的测量方法主要参照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177- 附录E.1.3 中的方法，现场进行检测时，可根据现场的情况和检测位置对风管的截面测点进行确定。

**3.1.4** 大气压力检测应符合下列规定：

**1 测点布置**

将大气压力测试装置放置于当地测点水平处，保持与测试环境充分接触，并不受外界相关因素干扰。

**2 测量步骤及方法**

当测试环境稳定后，对仪表进行读值。

**3 数据处理**

取取值两次测试值的平均值作为测试结果。

**3.1.5** 室内换气次数检测应参照 GB/T 18204.19-2000 《公共场所室内换气率测定方法》。

**3.1.6** 室内气流速度检测应符合下列规定：

**1 测点布置**

按照均匀等分的方法将被测空间划分为若干个体积相等的正方体，在每个小的正方体内悬挂布置小型风速自动记录仪，测点的位置和数量由于被测空间的大小和工艺要求。

**2 测量步骤及其方法**

- 1) 对所有测点的风速自动记录仪校对时间，设置启动自动记录的时间和测试的时间间隔；
- 2) 启动被测空间工艺设备进行送风，待稳定后人员离开被试空间；
- 3) 风速自动记录仪按照预先设定进行测量和存储，测试完成后使用相应的软件将数据下载进行分析。

**3 数据处理**

依据采集的数据，做出室内风场在空间和时间范围内的分布图。

**【条文说明】**室内风场和温湿度的测试主要采用小型风速、温度、湿度自动记录设备以保证尽可能少的对室内原有的风场、温度场、湿度场的影响；各个点气流速度的测量必须同时进行；这种气流的测试应是室内空间立体的测试。对于只有气流最大风速限定的测试场合，可采用无指向风速探头。

## 3.2 水系统基本参数

**3.2.1** 水系统基本参数检测使用的主要仪表应符合表 3.2.1 的要求：

**表 3.2.1: 水系统基本参数检测仪器性能要求**

序号	测量参数	单位	检测仪器	仪表准确度
1	温度	℃	玻璃水银温度计、铂电阻温	≤0.2℃（空调）

			度计等各类温度计（仪）	≤0.5℃（采暖）
2	流量	m <sup>3</sup> /h	超声波流量计或其它型式流量计	≤1.5%
3	压力	Pa	压力仪表	≤5%测试值

**【条文说明】** 以上为检测仪器的基本要求，检测仪器的选择须根据检测量程范围和检测精度的要求，进行确定。

### 3.2.2 水温检测应符合下列规定：

#### 1 测点布置

温度计应尽量布置在靠近被测机组（设备）的进出口处，以减少由于管道散热所造成的热损失。当被检测系统预留安放温度计位置时，可将原来系统中的安装的温度计暂时取出，以得到放置检测温度计的位置，进行测试。

#### 2 测量步骤

- 1) 确定检测状态，安装检测仪表；
- 2) 依据仪表的操作规程，调整测试仪表到测量状态；
- 3) 待测试状态稳定后，开始测量；
- 4) 测试过程中，若测试工况发生比较大的变化，需对测试状态进行调整，重新进行测试。

#### 3 数据处理

进出口水温度，按照稳定状态各次测量的算术平均值作为测试值。

**【条文说明】** 1) 当没有提供安放温度计位置时，可以利用热电偶或表面温度计等测量供回水管外壁面的温度，通过两者测量值相减得到供回水温差。测量时注意在安放了热电偶后，应在测量位置覆盖绝热材料，保证热电偶和水管管壁的充分接触。热电偶测量误差应经校准确认满足测量要求，或保证热电偶是同向误差，即同时保持正偏差或负偏差。

### 3.2.3 水流量检测应符合下列规定：

#### 1 测点布置

流量计应设置在设备进口或出口的直管段上，一般对于超声波流量计，其最佳位置为距上游局部阻力构件 10 倍管径，距下游局部阻力构件 5 倍管径之间的管段上。

**【条文说明】** 可采用系统已有的孔板流量计，涡轮流量计等进行测量，但应进行校准。

#### 2 测量步骤

- 1) 确定检测状态，安装检测仪表；
- 2) 依据仪表的操作规程，调整测试仪表到测量状态；

3) 待测试状态稳定后, 开始测量。

### 3 数据处理

水流量取各次测量的算术平均值作为测试值。

#### 3.2.3 压力检测应符合下列规定:

##### 1 测点布置

压力检测利用标定或校准过的压力表临时替换系统原来的压力表进行测量。

##### 2 测量步骤

- 1) 确定检测状态, 安装检测仪表。
- 2) 依据仪表的操作规程, 调整测试仪表到测量状态。
- 3) 待测试状态稳定后, 开始测量。

##### 3 数据处理

水压取各次测量的算术平均值作为测试值。

## 3.3 室内环境基本参数

3.3.1 室内环境基本参数检测使用的主要仪表应符合表 3.3.1 的要求

表 3.3.1: 室内环境基本参数检测仪表性能要求

序号	测量参数	单位	检测仪器	仪表准确度
1	温度	°C	温度计 (仪)	≤0.5°C 热响应时间应不大于 90 秒
2	相对湿度	%RH	相对湿度仪	≤5%RH
3	噪声	dB (A)	声级计	0.5 dB (A)
4	洁净度	粒/m <sup>3</sup>	尘埃粒子计数器	采样速率大于 1L/min
5	照度	lx	照度仪	≤2%
6	风速	m/s	风速仪	≤5%
7	静压差	Pa	微压计	≤1%

【条文说明】1 以上为检测仪器的基本要求, 检测仪器的选择须根据检测范围和检测精度的要求, 进行

确定。2 湿球温度检测可采用通风干湿球温度仪, 要求不低于±0.5°C。对恒温恒湿系统, 温度和相对湿度

测量仪器精度根据其不同精度要求而定。

3.3.2 室内环境温度、湿度检测应符合下列规定:

##### 1 测点布置

- 1) 对于空调房间, 室内面积不足 16m<sup>2</sup>, 测室中央 1 点;
- 2) 16m<sup>2</sup> 及以上不足 30m<sup>2</sup> 测 2 点 (居室对角线三等分, 其二个等分点作为测点);
- 3) 30m<sup>2</sup> 及以上不足 60m<sup>2</sup> 测 3 点 (居室对角线四等分, 其三个等分点作为测点);
- 4) 60m<sup>2</sup> 及以上不足 100m<sup>2</sup> 测 5 点 (二对角线上梅花设点);
- 5) 100m<sup>2</sup> 及以上每增加 20~50m<sup>2</sup> 酌情增加 1~2 个测点(均匀布置)。

测点离地面高度 0.7m~1.8m, 一般应离开外墙表面和冷热源不小于 0.5m, 避免辐射影响。

**【条文说明】** 1 对于工艺性空调区域和委托方有特殊要求的空调区域可根据上述原则进行测点的增加。

2 测点距离地面高度是根据检测人员使用手持式温湿度检测仪器和我国空调房间具有温度控制功能的控制面板的高度而确定的。

## 2 检测方法

- 1) 根据设计图纸绘制房间平面图, 对各房间进行统一编号;
- 2) 检查测试仪表是否满足使用要求;
- 3) 检查空调系统是否正常运行, 对于舒适性空调, 系统运行时间不少于 6h;
- 4) 据系统形式和测点布置原则布置测点;
- 5) 待系统运行稳定后, 依据仪表的操作规程, 对各项参数进行检测并记录测试数据;
- 6) 对于舒适性空调和洁净空调系统测量一次。

### 3.3.3 风口风速检测应符合下列规定:

1 当风口为格栅或网格风口时, 可用叶轮式风速仪紧贴风口平面测定风速, 当风口面积较大时, 可用定点测量法, 测点不应少于 5 个, 计算在风口断面的平均风速, 检测方法如图 3.3.3-1;

2 当风口为散流器风口时, 检测方法如图 3.3.3-2, 并对结果进行修正。

3 当风口为条缝形风口或风口气流有偏移时, 应临时安装长度为 0.5~1.0m 断面尺寸与风口相同的短管进行测定。

$$L=3600K F V \text{ m}^3/\text{h}$$

式中:  $K$ ——考虑格栅的结构和装饰形式的修正系数, 该值应通过实验方法确定, 或厂家质量证明文件提供测试数据, 一般取 0.7~1.0;

$F$ ——送风口的外框面积 (m<sup>2</sup>);

$V$ ——风口处测得的平均风速 (m/s)。

4 风口的平均风速按下式计算:

$$V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{N} \quad \text{m/s}$$

式中  $V_1 \cdot V_2 \cdot \dots \cdot V_n$ ——各测点之风速 (m/s);

$n$ ——测点总数 (个)

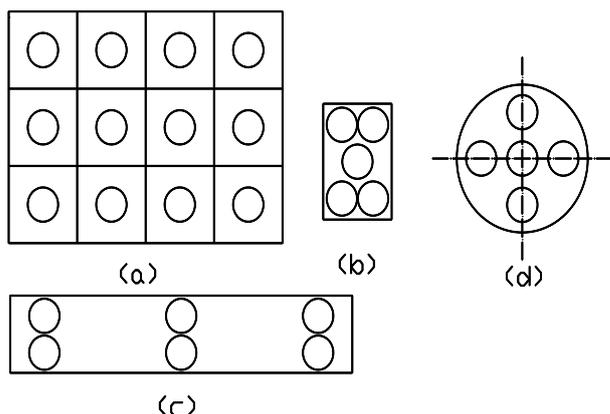


图 3.3.3-1 各种形式风口测点布置

a—较大矩形风口；b—较小矩形风口；  
c—条缝形风口； d—圆形风口

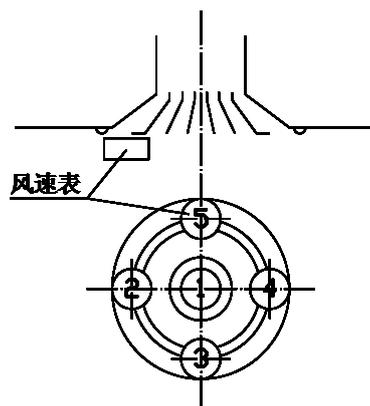


图 3.3.3-2 用风速仪测定

散流器出口平均风速

### 3.3.4 风口风量的检测应符合下列规定：

1 测量仪表：风速仪或风量罩，宜采用风量罩。

#### 2 检测方法

##### 1) 准备工作

根据设计图纸绘制风口平面布置图；对各房间风口进行统一编号；确定各风口的设计风量；检查测试仪表是否满足使用要求。

##### 2) 检测步骤

风速计法：根据风口的尺寸，制作辅助风管。辅助风管的截面尺寸应与风口内截面尺寸相同，长度不小于 2 倍风口边长；利用辅助风管将待测风口罩住，保证无漏风；在辅助风管出口平面上，按测点不少于 6 点均匀布置测点；依据仪表的操作规程，用风速仪测定各点风速；以风口截面平均风速乘以风口截面积计算风口风量，风口截面平均风速为各测点风速测量值的算术平均值。

风量罩法：根据待测风口的尺寸、面积，选择与风口的面积较接近的风量罩罩体，且罩体的长边长度不得超过风口的长边长度的 3 倍；风口的面积不应小于罩体边界面积的 15%，选择合适的罩体后，打开测量仪表，检查仪表正常，使仪表的各项设定满足使用要求；确定罩体的摆放位置来罩住风口，风口宜位于罩体的中间位置；保证无漏风，观察仪表的显示值，待显示值趋于稳定后，读取风量值，依据读取的风量值，考虑是否需要背压补偿，当风量值 $\leq 1500\text{m}^3/\text{h}$ 时，无需进行背压补偿，所读风量值即为所测风口的风量值；当风量值 $> 1500\text{m}^3/\text{h}$ 时，使用背压补偿挡板进行背压补偿，读取仪表显示值即为所测的风口补偿后风量值。

**【条文说明】** 风量罩罩体与风口尺寸相差较大会造成较大的测量误差，所以需要需要尺寸相近的罩体进行测量。当风口风量较大时，风量罩罩体和测量部分的节流对风口的阻力会增加造成风量下降较多，为了消除这部分的风口风量较少，需要进行背压补偿。

### 3.3.5 室内环境噪声的检测应符合下列规定：

1 测点布置：当室内面积小于 50 平米时，测点位于室内中心，距地 1.1—1.5m 高度处或按工艺要求设定，距离操作者 0.5m 左右，距墙面和其他主要反射面不小于 1m。当室内面积大于 50m<sup>2</sup>，每增加 50m<sup>2</sup> 增加 1 个测点。测量时声级计或传声器可以手持，也可以固定在三角架上，使传声器指向被测声源。

2 测试仪表：声级计

3 检测方法

准备工作：根据设计图纸绘制房间平面图；对各房间进行统一编号；检查测试仪表是否满足使用要求。

检测步骤：检查空调系统是否正常运行；根据测点布置原则布置测点；关掉所有空调设备，测量背景噪声；依据仪表的操作规程，测量各测点噪声。

4 数据处理

根据背景噪声，将噪声测量值与背景噪声的差值  $\Delta$  取整后，按下列规定对实测噪声进行修正：当实测噪声与背景噪声之差  $\Delta < 3\text{dB (A)}$ ，测量无效；当实测噪声与背景噪声之差  $\Delta = 3\text{dB (A)}$ ，实测值 -3 dB (A)；当实测噪声与背景噪声之差  $\Delta = 4\sim 5\text{ dB (A)}$ ，实测值 -2dB (A)；当实测噪声与背景噪声之差  $\Delta = 6\sim 10\text{ dB (A)}$ ，实测值 -1dB (A)；当实测噪声与背景噪声之差  $\Delta > 10\text{ dB (A)}$ ，不用修正。

【条文说明】在《洁净室施工及验收规范》GB50591-2010 中规定：F.6.3 有条件时，宜测定空调净化系统停止运行后的本底噪声，室内噪声与本底噪声相差小于 10dB (A) 时，应对测点值进行修正：6~9 dB (A) 时减 1dB (A)，4~5dB (A) 时减 2dB (A)，3dB (A) 时减 3dB (A)，<3dB (A) 时测定值无效。在 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》中也有同样规定。GB9068-88《采暖通风与空气调节设备功率级的测定方法 工程法》中的 7.4.1.2，规定测量值与背景噪声相差大于 10dB (A) 时不修正，小于 6dB(A) 时，测量无效，当差值为 6~8dB(A) 时，修正值为-1dB(A)，当差值为 9、10dB(A) 时，修正值为-0.5dB(A)。对于工程现场检测，要求不必过高。建议采用最新国家标准，《洁净室施工及验收规范》GB50591-2010 和《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008 中的规定。

3.3.6 截面风速的检测应符合下列规定：

1 测点布置：

1) 对于为检测送风量而进行的单向流风速检测，一般在距离过滤器出风面 100mm~300mm 的截面处进行。对于工作面平均风速的检测应和委托方协商确认工作面的位置，一般情况下，垂直单向流应选择距墙或围护结构内表面大于 0.5 米，离地面 0.8 米作为工作区；水平单向流以距送风墙或围护结构内表面 0.5 米处的纵断面为第一工作面。

2) 测点数的确定：一般采用送风面积（平方米）乘以 10，再计算平方根确定测点数量，最少不低于 4 个点，且每个高效过滤风口或风机过滤器机组至少测量 1 个点。

3) 测量时间的确定: 为保证检测的可重复性, 每点风速检测应保证一定的测量时间, 建议采用一定时间的平均值作为测点的检测值。

**【条文说明】**关于截面风速的测量, 一般指层流洁净室的截面风速, 包括高效过滤器出风面和工作面。

测量位置和测点的确定方法, 参考 ISO14644-3 《洁净室及相关受控环境——第 3 部分 计量和测试方法》中的 B 4.2.2。

## 2 检测步骤:

检查空调系统运行是否正常, 依据仪表的操作规程, 测量并记录各测点截面风速。

## 3 数据处理

对于为检测送风量和截面平均风速进行的风速检测, 只需计算各点平均值; 对于工作面风速不均匀度的计算, 应与委托方协商确认评价和计算方法, 一般采用计算风速不均匀度进行评价, 公式如下:

$$\beta_v = \frac{\sqrt{\frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{n-1}}}{\bar{v}} \quad (3.3.6-1)$$

式中:  $\beta_v$  ——风速不均匀度;  
 $v_i$  ——任一点实测风速;  
 $\bar{v}$  ——平均风速;  
 $n$  ——测点数。

**【条文说明】**单向流风速的检测方法, 参照 ISO14644-3 中的规定。但在 ISO14644-3 中没有规定工作面的检测, 相对于国内的很多洁净室相关规范, 均有工作面截面风速的要求, 因此在这里做了检测规定。

另外以往国内检测方法中, 对于单向流风速检测的测点数量要求数量很多, 尤其是对于大面积单向流洁净室, 造成检测工作量巨大, 在此参照最新 ISO14644-3 中的规定, 减少了测点数量。此外, 这里规定的测点数量为最低要求, 在实际工程中, 可根据工程要求作调整。

### 3.3.7 空气洁净度检测应符合下列规定:

#### 1 一般要求和仪器选择:

洁净度检测前, 应先进行风速、风量、静压差、过滤器检漏和围护结构密闭性检测。空气洁净度检测一般采用粒子计数器, 采样量应大于 1L/min。测试粒径大于等于 0.5 $\mu\text{m}$  粒子时, 宜采用光散射粒子计数器; 测试粒径大于等于 0.1 $\mu\text{m}$  的粒子时, 宜采用大流量激光粒子计数器 (采样量  $\geq 28.3\text{L}/\text{min}$ ); 测试粒径小于 0.1 $\mu\text{m}$  的超微粒子时, 宜采用凝结核激光粒子计数器。

#### 2 采样点确定:

应按下式 (3.3.7-1) 计算最少采样点, 采样点应均匀分布于洁净室 (区) 的面积内, 并位于工作区高度。

$$N_L = \sqrt{A} \quad (3.3.7-1)$$

式中:  $N_L$  ——最少采样点数 (四舍五入为整数)。

$A$  ——洁净室 (区) 的面积。在水平单向流时, 指与气流方向垂直的流动空气的截面积。以  $m^2$  计。

### 3 每次采样的最少采样量的确定:

1) 在每个采样点要采集足够的空气量, 保证能检测出至少20个粒子, 每个采样点的每次采样量 ( $V_S$ ) 应按下式 (3.3.7-2) 计算:

$$V_S = \frac{20}{Cn \cdot m} \times 1000 \quad (3.3.7-2)$$

式中,

$Cn \cdot m$  ——被测洁净室 (区) 空气洁净度等级被测粒径的允许限制 ( $pc/m^3$ )。

20 ——当粒子浓度处于该等级限值时, 可被检测到的粒子数。

2) 每个采样点的采样量至少为2L, 采样时间最少为1min, 当洁净室 (区) 仅有1个采样点时, 则在该点至少采样3次。

3) 当  $V_S$  很大时, 采样时间会很长, 可参照采用ISO14644-1 附录F 中规定的顺序采样法。

### 4 数据处理:

1) 每个采样次数为2次或2次以上的采样点, 应按下式3.3.7-3计算该采样点平均粒子浓度。

$$\bar{X}_i = \frac{X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in}}{n} \quad (3.3.7-3)$$

式中:  $\bar{X}_i$  ——采样点  $i$  (代表任何位置) 的平均粒子浓度

$X_{i1}$  至  $X_{in}$  ——每次采样的粒子浓度

$n$  ——在采样点  $i$  的采样次数

2) 采样点为1个时, 应按式3.3.7-3 计算该点平均粒子浓度。采样点为10个或10个以上时, 按式3.3.7-2 计算各点的平均浓度后, 再按下式3.3.7-4 计算洁净室 (区) 总平均值。

$$\bar{\bar{X}} = \frac{(\bar{X}_{i1} + \bar{X}_{i2} + \dots + \bar{X}_{im})}{m} \quad (3.3.7-4)$$

式中:  $\bar{\bar{X}}$  ——采样点平均值的总均值;

$\bar{X}_{i1}$  至  $\bar{X}_{im}$  ——用公式 (C. 1) 得出的各个采样点的平均值

$m$  ——采样点的总数

3) 置信上限 (UCL) 的计算: 当采样点只有1个或多于9个时, 不计算95%置信上限。采样点为1个以上10个以下时, 根据式3.3.7-3和式3.3.7-4 计算出各采样点平均值和总平均值后, 还应按下式3.3.7-5 计算出总平均值的标准偏差  $S$ ,

$$S = \sqrt{\frac{(\bar{X}_{i1} - \bar{\bar{X}})^2 + (\bar{X}_{i2} - \bar{\bar{X}})^2 + \dots + (\bar{X}_{im} - \bar{\bar{X}})^2}{(m-1)}} \quad (3.3.7-5)$$

最后按下式 (3.3.7-6) 计算出总平均值的95%置信上限 (UCL)。

$$95\%UCL = \bar{\bar{X}} + t \left( \frac{s}{\sqrt{m}} \right) \quad (3.3.7-6)$$

式中:  $\bar{\bar{X}}$  ——采样点平均值的总均值;

$t$  ——分布系数 (具体数值见表 3.3.7-1)

表 3.3.7-1 95%置信上限 (UCL) 的研究 t 的分布系数

各个平均值的采样点数(m)	2	3	4	5	6	7-9
t	6.3	2.9	2.4	2.1	2.0	1.9

4) 如果每个采样点测得粒子浓度的平均值  $\bar{X}_i$  以及洁净室总平均值95%置信上限均未超过空气洁净度等级的浓度限值, 则认为该洁净室 (区) 已达到规定的空气洁净度等级。如果测试结果未能满足规定的空气洁净度等级, 可增加均匀分布的新采样点进行测试, 对包括新增采样点数据在内的所有数据重新计算的结果, 作为最终检验结果。

**【条文说明】**对于单向流洁净室, 采样口应对着气流方向, 对于非单向流洁净室, 采样口宜向上, 采样速度宜接近室内气流速度。室内测试人员必须穿洁净服, 不得超过3人, 应位于测试点下风侧并远离测试点, 并保持静止。进行换点操作时动作要轻, 应减少人员对室内洁净度的干扰。

### 3.3.8 静压差的检测应符合下列规定:

#### 1 测点布置:

静压差测试应在所有门关闭的条件下, 由高压向低压, 由平面布置上与外界最远的里间房间开始, 依次向外测定。

#### 2 检测步骤:

- 1) 根据设计图纸绘制房间平面图。对各房间进行统一编号。
- 2) 静压差的测试应在风量调试完成后或与风量调试同时进行。
- 3) 对各房间的静压差进行测试, 对于达不到标准要求的房间调节房间回风量, 直到静压差满足标准规定。

### 3.4 电气参数和其他参数

3.4.1 电气参数检测使用的主要仪表及其性能参数应符合表 3.4.1 的要求:

表 3.4.1: 电参数和其它参数等检测仪器性能要求

序号	测量参数	单位	检测仪器	仪表准确度
1	电流	A	交流电流表 交流钳形电流表	不低于 2 级
2	电压	V	电压表	不低于 1 级
3	功率	kW	功率表或电流电压表	不低于 1.5 级
4	功率因数	%	功率因数表	不低于 1.5 级
5	转速	r/min	各类接触式 非接触式转速表	不低于 1.5 级

【条文说明】以上为检测仪器的基本要求，检测仪器的选择须根据检测的量程范围和检测精度的要求，进行确定。

3.4.2 电流的检测应符合下列规定:

1 测点布置

根据测试需求，确定被测电流的位置

2 检测步骤

检查测试状态是否正常，依据仪表的操作规程，进行测量。

3 数据处理

待被测电流稳定后，进行记录读值。

【条文说明】当线路的电流较小且要求测量精度较高时，测量仪器的干扰较大，所以应该将测量电流表串入电路中进行测量。

3.4.3 电压的检测应符合下列规定:

1 测点布置:

根据测试需求确定被测电压的位置

2 检测步骤:

检查测试状态是否正常，依据仪表的操作规程，进行测量。

3 数据处理

待被测电压稳定后，进行记录读值，取三相电压的算术平均值。

3.4.4 转速的检测应符合下列规定:

**1 测点布置:**

根据测试需求确定被测位置。

**2 检测步骤:**

检查测试状态是否正常，依据仪表的操作规程，进行测试。

**3 数据处理**

直接测量机组主轴转速，在同一试验条件下测量三次，取平均值。

**3.4.6 功率的检测应符合下列规定:**

**1 测点布置:**

根据测试需求确定被测位置。电机输入功率检测应按《三相异步电动机试验方法》GB/T1032 进行。

**2 检测步骤:**

功率检测宜优先采用两表法（两台单相功率表）测量，也可采用一台三相功率表或三台单相功率表测量。

**3 数据处理**

采用两表法（两台单相功率表）测量时，输入功率为两表测试功率之和。

**3.4.7 功率因数的检测应符合下列规定:**

**1 测点布置:**

根据测试需求确定被测设备的位置。

**2 检测步骤:**

检查测试状态是否正常，依据仪表的操作规程，进行测试。

**3 数据处理**

测量功率因数可采用交流电压表、交流电流表、功率表、真功率因数表或电力谐波分析仪。如仪表能直接显示功率因数直接读值。否则，从功率表上读出有功功率值，根据交流电压表和交流电流表的读数计算出视在功率；用有功功率和视在功率之比计算出功率因数。

### 3.5 系统性能参数

**3.5.1 制冷（热）量检测应符合下列规定:**

**1 检测步骤与方法**

1) 被测机组测试状态稳定后，开始测量。

2) 每隔5-10min读一次数，连续测量60min，取每次读数的平均值作为测试的测定值。

**2 数据处理**

机组的制冷（热）量按公式（3.5.1-1）计算:

$$Q_0 = V \rho c \Delta t / 3600 \dots\dots\dots (3.5.1-1)$$

式中:  $Q_0$  —— 机组制冷（热）量, W;  
 $V$  —— 循环侧水平均流量,  $m^3/h$ ;  
 $\Delta t$  —— 循环侧水进、出口平均温差,  $^{\circ}C$ ;

- $\rho$  ——水平均密度,  $\text{kg/m}^3$ ;  
 $c$  ——水平均定压比热,  $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ;  
 $\rho$ 、 $c$  可根据介质进、出口平均温度由物性参数表查取。

### 3.5.2 冷水机组性能系数检测应符合下列规定:

#### 1 检测步骤与方法

- 1) 被测机组测试状态稳定后, 开始测量冷水机组的冷量, 并同时测量冷水机组耗功率。
- 2) 每隔5-10min读一次数, 连续测量60min, 取每次读数的平均值作为测试的测定值。

#### 2 数据处理

- 1) 电驱动压缩机的蒸气压缩循环冷水机组的性能系数 (COP) 按公式 (3.5.2-1) 计算:

$$COP = \frac{Q_0}{N_i} \quad (3.5.2-1)$$

式中:  $Q_0$  ——机组测定工况下平均制冷量, kW;

$N_i$  ——机组平均实际输入功率, kW。

- 2) 溴化锂吸收式冷水机组的性能系数 (COP) 按公式 (3.5.2-2) 计算

$$COP = \frac{Q_0}{(Wq/3600) + P} \quad (3.5.2-2)$$

式中:  $Q_0$  ——机组测定工况下平均制冷量, kW;

$w$  ——燃料耗量: 燃气消耗量 ( $w_g$ ),  $\text{m}^3/\text{h}$ ; 燃油消耗量  $w_o$ ,  $\text{kg}/\text{h}$ ;

$q$  ——燃料低位热值:,  $\text{kJ}/\text{m}^3$ 或 $\text{kJ}/\text{kg}$ ;

$P$  ——消耗电力: kW;

### 3.5.3 水泵效率检测应符合下列规定:

#### 1 检测步骤与方法

- 1) 被测水泵测试状态稳定后, 开始测量。
- 2) 测试过程中, 测量水泵流量, 并测试水泵进出口压差, 同时记录水泵输入功率。

#### 2 数据处理

水泵效率按公式 (3.5.3-1) 计算

$$\eta = V\rho g\Delta H \times 10^{-6} / 3.6P \quad (3.5.3-1)$$

式中:  $V$  ——水泵平均水流量, ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$\rho$  ——水平均的密度, ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$g$  ——自由落体加速度,  $9.8(\text{m}/\text{s}^2)$ ;

$\Delta H$  ——水泵平均扬程: 进、出口平均压差, (m);

$P$  ——水泵平均输入功率, (kW);

$\rho$  可根据水温由物性参数表查取。

**【条文说明】**当测量水泵进出口压力时, 应注意两个测点之间的阻力部件(如过滤器、软连接和弯头等)

对测量结果的影响, 如影响不能忽略, 则应进行修正。

## 2.5.4 冷却塔效率检测应符合下列规定:

### 1 检测步骤与方法

- 1) 被测冷却塔测试状态稳定后, 开始测量。冷却水量不低于额定水量的 80%;
- 2) 测量冷却塔进出口水温, 并测试冷却塔周围环境空气湿球温度。

### 2 数据处理

冷却塔效率应按式 (3.5.4-1) 计算:

$$\eta_{ic} = \frac{T_{iC,in} - T_{iC,out}}{T_{iC,in} - T_{iw}} \times 100\% \quad (3.5.4-1)$$

式中:  $\eta_{ic}$  —冷却塔效率 (%);

$T_{iC,in}$  —冷却塔进水温度 (°C);

$T_{iC,out}$  —冷却塔出水温度 (°C);

$T_{iw}$  —环境空气湿球温度 (°C)。

## 2.5.5 冷源系统的能效比 (EER—sys) 检测应符合下列规定:

### 1 检测步骤与方法

- 1) 被测冷源系统测试状态稳定后, 开始测量。
- 2) 分别对系统的制冷量、机组输入功率、冷冻水泵输入功率、冷却水泵输入功率、冷却塔风机输入功率进行测试。

### 2 数据处理

冷源系统的能效比 (EER—sys) 按公式 (3.5.5-1) 计算

$$EER_{-sys} = \frac{Q_0}{\sum N_i} \quad (3.5.5-1)$$

式中: EER—sys——冷源系统能效比, kW/kW。

$Q_0$ ——冷源系统测定工况下平均制冷量, kW。

$\sum N_i$ ——冷源系统各设备的平均输入功率之和, kW。

## 2.5.6 风机单位风量耗功率检测应符合下列规定:

### 1 检测步骤与方法

- 1) 被测风机测试状态稳定后, 开始测量。
- 2) 分别对风机的风量和输入功率进行测试。

### 2 数据处理

风机单位风量耗功率 ( $w_s$ ) 按公式 (3.5.6-1) 计算:

$$W_s = \frac{N}{L} \quad (3.5.6-1)$$

式中:  $w_s$  ——风机单位风量耗功率, W/(m<sup>3</sup>/h)。

$N$  ——风机的输入功率, W。

$L$  ——风机的实际风量, m<sup>3</sup>/h。

### 【条文说明】

1) 以上相关条款中的系统性能参数为基本参数导出量,对于空调系统来说,各性能参数具有一定的物理和应用意义,而且经常独立使用。因此,本条款给出系统性能参数的测试方法,系统性能参数中各个基本参数量的测试方法可以参照基本参数的测试方法。

2) 各性能参数量的检测方法参照于《公共建筑节能检验标准》中的相关规定。

3) 溴化锂吸收式冷水机组的燃料耗量如现场不便于测量,可根据现场安装的计量仪表进行测量,现场安装仪表必须经过相关计量部门的标定;燃料的发热值可根据当地相关部门提供的燃料发热值进行计算;

4) 冷源系统用电设备包括冷水机房的冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔风机,其中冷冻水泵如果是二次泵系统,一次泵和二次泵均包括在内。冷源系统不包括空调系统的末端设备。

3.5.7 水力平衡度检测应符合下列规定:

#### 1 检测步骤与方法

水力平衡度检测期间,保证系统总循环水量应维持恒定且为设计值的100%~110%。

#### 2 数据处理

水力平衡度应按式(3.5.7-1)计算:

$$HB_j = \frac{G_{wm,j}}{G_{wd,j}} \quad (3.5.7-1)$$

式中:  $HB_j$  — 第  $j$  个支路处的系统水力平衡度;

$G_{wm,j}$  — 第  $j$  个支路处的实际水流量 ( $m^3/h$ );

$G_{wd,j}$  — 第  $j$  个支路处的设计水流量 ( $m^3/h$ );

$j$  — 支路处编号。

3.5.8 补水率检测应符合下列规定:

#### 1 检测步骤与方法

补水率的检测应在采暖系统正常运行后进行,检测持续时间宜为整个采暖期,总补水量应采用具有累计流量显示功能的流量计量装置检测,流量计量装置应安装在系统补水管上适宜的位置,且应符合产品的使用要求,当采暖系统中固有的流量计量装置在检定有效期内时,可直接利用该装置进行检测。

#### 2 数据处理

采暖系统补水率应按式(3.5.8-1~3)计算:

$$R_{mp} = \frac{g_a}{g_d} * 100\% \quad (3.5.8-1)$$

$$g_d = 0.861 \frac{q_q}{t_s - t_r} \quad (3.5.8-2)$$

$$g_a = \frac{G_a}{A_0} \quad (3.5.8-3)$$

式中:  $R_{mp}$ ——采暖系统补水率, %;

$g_a$ ——检测持续时间内采暖系统单位建筑面积单位时间内的补水量 ( $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ );

$g_d$ ——采暖系统单位建筑面积单位时间内理论设计循环水量 ( $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ );

$G_a$ ——检测持续时间内采暖系统平均单位时间内的补水量 ( $\text{kg}/\text{h}$ );

$A_0$ ——居住小区内所有采暖建筑物(含小区内配套公共建筑和采暖地下室)的总建筑面积(该建筑面积应按各层外墙轴线围成面积的总和计算) ( $\text{m}^2$ );

$q_q$ ——供热设计热负荷指标 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$t_s, t_r$ ——采暖系统设计供回水温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

### 3.5.9 室外管网热损失率检测应符合下列规定:

#### 1 检测步骤与方法

1) 采暖系统室外管网热损失率的检测应在采暖系统正常运行120h后进行, 检测持续时间不应少于72h。

2) 检测期间, 采暖系统应处于正常运行工况, 热源供水温度的逐时值不应低于 $35^{\circ}\text{C}$ 。

3) 采暖系统室外管网供水温降应采用温度自动检测仪进行同步检测, 数据记录时间间隔不应大于60min。

4) 建筑物采暖供热量应采用热计量装置在建筑物热力入口处检测, 供回水温度和流量传感器的安装宜满足相关产品的使用要求, 温度传感器宜安装于受检建筑物外墙外侧且距外墙外表面2.5m以内的地方。采暖系统总采暖供热量宜在采暖热源出口处检测, 供回水温度和流量传感器宜安装在采暖热源机房内, 当温度传感器安装在室外时, 距采暖热源机房外墙外表面的垂直距离不应大于2.5m。

#### 2 数据处理

室外管网热输送效率应按式(3.5.9-1)计算:

$$\alpha_{ht} = (1 - \sum_{j=1}^n Q_{a,j} / Q_{a,t}) \times 100\% \quad (3.5.9-1)$$

式中:  $\alpha_{ht}$ ——采暖系统室外管网热损失率;

$Q_{a,j}$ ——检测持续时间内第  $j$  个热力入口处的供热量(MJ);

$Q_{a,t}$ —检测持续时间内热源的输出热量 (MJ)。

### 3.5.10 锅炉运行效率检测应符合下列规定:

#### 1 检测步骤与方法

1) 采暖锅炉日平均运行效率的检测应在采暖系统正常运行120h后进行,检测持续时间不应少于24h。

2) 检测期间,采暖系统应处于正常运行工况,燃煤锅炉的日平均运行负荷率不应小于60%,燃油和燃气锅炉瞬时运行负荷率不应小于30%,锅炉日累计运行时数不应少于10h。

3) 燃煤采暖锅炉的耗煤量应按批计量。燃油和燃气采暖锅炉的耗油量和耗气量应连续累计计量。

4) 在检测持续时间内,煤样应用基低位发热值的化验批数应与采暖锅炉房进煤批次一致,且煤样的制备方法应符合现行国家标准《工业锅炉热工试验规范》GB10180的有关规定。燃油和燃气的低位发热值应根据油品种类和气源变化进行化验。

5) 采暖锅炉的输出热量应采用热计量装置连续累计计量。

6) 热计量装置中供回水温度传感器应靠近锅炉本体安装。

#### 2 数据处理

$$\eta_{2,a} = \frac{Q_{a,t}}{Q_i} \times 100\% \quad (3.5.10-1)$$

$$Q_i = G_c \cdot Q_c^y \cdot 10^{-3} \quad (3.5.10-2)$$

式中:  $\eta_{2,a}$  ---检测持续时间内采暖锅炉日平均运行效率;

$Q_i$  ---检测持续时间内采暖锅炉的输入热量 (MJ);

$G_c$  ---检测持续时间内采暖锅炉的燃煤量 (kg) 或燃油量 (kg) 或燃气量 (Nm<sup>3</sup>);

$Q_c^y$  ---检测持续时间内燃用煤的平均应用基低位发热值 (kJ/kg) 或燃用油的平均低位发热值 (kJ/kg) 或燃用气的平均低位发热值 (kJ/Nm<sup>3</sup>)。

#### 【条文说明】

1) 以上相关条款中的采暖系统性能参数为基本参数导出量,对于采暖系统来说,各性能参数具有一定的物理和应用意义,而且经常独立使用。因此,本条款给出采暖系统性能参数的测试方法,采暖系统性能参数中各个基本参数量的测试方法可以参照基本参数的测试方法。

2) 各性能参数量的检测方法参照于《居住建筑节能检验标准》中的相关规定。

## 4 供暖工程

### 4.1 一般规定

#### 4.1.1 检测内容应包括下列内容:

- 1 阀门进场检验,包括强度及严密性试验;
- 2 散热器安装前强度试验;
- 3 地板辐射采暖盘管强度及严密性试验;
- 4 室内采暖系统强度及严密性试验;
- 5 室内采暖系统冲洗试验;
- 6 室内采暖系统通暖调试;
- 7 室外供热管网强度及严密性试验;
- 8 室外供热管网冲洗试验;
- 9 室外供热管网通暖调试;
- 10 供热设备水压试验;
- 11 锅炉试运行。
- 12 采暖系统运行效果检测

#### 4.1.2 检测结果应使用书面形式。参加检测的有关人员应签字齐全,并对检测结果负责。

**【条文说明】**检测试验是质量控制的一个重要环节,应具有可追溯性。参加检测的人员有检测方(施工单位),监理或建设单位项目技术负责人,应认真负责,如实记录检测情况,并对检测结果负责。

### 4.2 施工过程检测

#### 4.2.1 阀门压力试验应符合下列规定:

- 1 试验具备的条件:进场检验质量合格证明文件及性能检测报告应符合国家技术标准及设计要求;
- 2 试验压力的确定:阀门的强度试验压力为公称压力的1.5倍;严密性试验压力为公称压力的1.1倍;试验压力在试验持续时间内保持不变,且壳体填料及阀瓣密封面无渗漏;
- 3 试验方式和试验时间:阀门试验应在试验台上进行,通常以水作为介质,温度应在5~40℃之间。试验时间满足表4.2.1的要求。

表 4.2.1: 阀门试验持续时间

公称直径 DN (mm)	最短试验持续时间 (s)		
	严密性试验		强度试验
	金属密封	非金属密封	
≤50	15	15	15

65—200	30	15	60
250—450	60	30	180

**4 阀门强度试验应符合下列规定：**

- 1) 把阀门放在试验台上，封堵好阀门两端，完全打开阀门启闭件；
- 2) 从另一端口引入压力，打开上水阀门，充满水后，及时排气；
- 3) 然后缓慢升至试验压力值，不得急剧升压；
- 4) 到达强度试验压力后（止回阀应从进口端加压），在规定的时间内，检查阀门壳体不发生破裂或产生变形，压力无下降，壳体（包括填料阀体与阀盖联结处）不应有结构损伤，强度试验为合格。

**5 阀门严密性试验应符合下列规定：**

- 1) 阀门严密性试验宜在强度试验合格的基础上进行。主要阀类的严密性试验方法按表 4.2.2 的规定。
- 2) 对于规定了介质流通方向的阀门，应按规定的流通方向加压（止回阀除外）。试验时应逐渐加压至规定的试验压力，然后检查阀门的密封性能。在试验持续时间内无可见泄漏，压力无下降。

表 4.2.2 阀门严密性试验

序号	阀类	试验加压方法
1	闸阀	把阀门放在试验台上，关闭启闭件，从一端引入压力，缓慢升压至试验压力，在规定的时间内检查阀瓣处是否严密，压力是否有下降；一端试验合格后，用同样的方法检验另一密封面，从另一端引入压力，检查阀瓣处是否严密，压力是否下降。
2	球阀	
3	旋塞阀	
4	截止阀	试验程序同闸阀试验程序。只从一侧引入压力，应在对阀座密封最不利的方向上向启闭件加压至试验压力，在阀门完全关闭的状态下，在规定的试验时间内检查阀瓣是否渗漏。
5	调节阀	
6	蝶阀	应沿着对密封最不利的方向引入介质并施加压力。对称阀座的蝶阀可沿任一方向加压。试验程序同闸阀试验程序。
7	止回阀	应沿着使阀瓣关闭的方向引入介质并施加压力，检查是否渗漏，试验程序同闸阀试验程序。

**6 阀门试验合格后应填写试验阀门强度及严密性试验记录，并签字齐全。**

**【条文说明】** 阀门强度及严密性试验应根据不同的阀门类型分别进行。阀门的强度性能是指阀门承受介质压力的能力。阀门是承受内压的机械产品，因而必须具有足够的强度和刚度，以保证长期使用而不发生破裂或产生变形，因此，强度试验主要是检验壳体、填料函及阀体与阀盖联结处的耐压强度，不应有结构损伤；阀门的密封性能是指阀门各密封部位阻止介质泄漏的能力，它是阀门最重要的技术性能指标。阀门的密封部位有三处：启闭件与阀座两密封面间的接触处；填料与阀杆和填料函的配和处；阀体与阀盖的连接处。其中前一处的泄漏叫做内漏，也就是通常所说的关不严，它将影响阀门截断介质的能

力。对于截断阀类来说，内漏是不允许的。后两处的泄漏叫做外漏，即介质从阀内泄漏到阀外。外漏会造成物料损失，污染环境，严重时还会造成事故。对于易燃易爆、有毒或有放射的介质，外漏更是不能允许的，因而阀门必须具有可靠的密封性能。

#### 4.2.2 散热器强度试验应符合下列规定：

1 试验应具备必要的条件，进场检验质量合格证明文件及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求。

2 试验方法及压力的确定：以水为介质，温度应在 5~40℃ 之间，进行水压试验；试验压力如设计无要求时应为工作压力的 1.5 倍，但不小于 0.6MPa。试验时间为 2~3min，压力不降且不渗不漏。

3 试验应按下列步骤进行：

1) 将散热器轻放在试验台上，安装试验用临时丝堵和补芯、放气阀门、压力表（1.5~2 倍试验压力量程）和手动试压泵。

2) 试压管道连接后，开启进水阀门向散热器内充水，同时打开放气阀，待水灌满后，关闭放气阀门。

3) 缓慢升压至散热器工作压力，检查无渗漏后再升压至规定的试验压力值，关闭进水阀门，稳压 2~3min，观察散热器各接口无渗漏现象、压力表值无下降为合格。

4 试验合格后，按试验时间的不同分别填写试验记录。

**【条文说明】**无论是订购成品散热器还是现场组装散热器，散热器的强度试验均应逐组进行，试验的关键是要求散热器各接口必须无渗漏现象，以及压力表值无下降。

#### 4.2.3 地板辐射采暖盘管水压试验应符合下列规定：

1 水压试验之前，应对试压管道和管件采取安全有效的固定和保护措施。冬季进行水压试验时，应采取可靠的防冻措施。

2 试验方法及压力的确定：盘管隐蔽前必须进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不小于 0.6MPa。稳压 1h 内压力降不大于 0.05MPa 且不渗不漏。

3 试验应按下列步骤进行：

1) 水压试验时，经分水器缓慢注水，同时应将管道内空气排尽。

2) 充满水后进行水密性检查，观察无渗漏现象后再进行加压。

3) 采用手压泵缓慢升压，升压至工作压力后观察管道无渗漏现象，再继续升压至试验压力，时间不宜少于 15min。

4) 升压至试验压力后停止加压，稳压 1h 观察有无渗、漏现象。

4 试验合格后，填写地板辐射采暖盘管水压试验记录，并签字齐全。

**【条文说明】** 塑料管材一般都具有透氧性，同时塑料管材的可塑性也较钢管要大，所以在进行耐压强度和严密试验时，需较长时间的观察才能真实反映出耐压强度和严密性；也是因为塑料管材的可塑性大，在水压试验的过程中，升压过快，有可能使局部的压力过高，而压力表却无法反映出来，容易出现爆管事故。冬季施工进行水压试验时，应进行防冻保护，并在水压试验合格后把水吹扫干净。

#### 4.2.4 集中采暖管道系统试压应符合下列规定：

1 冬季进行水压试验时，应采取可靠的防冻措施，试压合格后应及时将水放尽，必要时采用压缩空气或氧气将低点处存水吹尽。

2 试验方法及压力的确定：采用水压试验，温度应在 5~40℃之间；试验压力应符合设计要求。当设计未注明时，应符合下列规定：

1) 蒸汽、热水采暖系统，顶点的试验压力应以系统顶点工作压力加 0.1MPa，同时在系统顶点的试验压力不小于 0.3MPa。

2) 高温热水采暖系统，顶点试验压力应为系统顶点工作压力加 0.4MPa。

3) 使用塑料管及复合管的热水采暖系统，顶点试验压力应以系统顶点工作压力加 0.2MPa，同时在系统顶点的试验压力不小于 0.4MPa。

使用钢管及复合管的采暖系统应在试验压力下 10min 内压力降不大于 0.02MPa，降至工作压力后检查，不渗、不漏；使用塑料管的采暖系统应在试验压力下 1h 内压力降不大于 0.05MPa，然后降压至工作压力的 1.15 倍，稳压 2h，压力降不大于 0.03MPa，同时各连接处不渗、不漏。

4) 管道单项试压，应以工作压力的 1.5 倍作为试验压力，在试验压力下 10min 内压力无下降。

5) 水压试验时要保证最低点试验压力不超过该处的设备和管道以及附件的最大承受压力。

6) 系统顶点压力的确定：高温水系统应为系统顶点处的高温水温度加 20℃ 的温度后相应的饱和压力；蒸汽系统应为系统顶点处的蒸汽压力的饱和蒸汽压力；热水系统应为系统底层的散热器最大工作压力减去底层至顶点高度的静水压力；

7) 试验加压泵所处位置的试验压力，应为顶点的试验压力加试压泵所处的位置与顶点的标高差的静水压力。

#### 3 试验应按下列步骤进行：

1) 水压试验应按不同的系统和区域进行，需要提前隐蔽的应做单项试压，较大的系统可分环路系统分别试验。

2) 在试压管路的加压泵端（一般试验加压泵设在系统进户）和系统的末端（一般在系统的顶点）均应安装量程为试验压力的 1.5~2 倍、精度为 2.5 级的压力表。

3) 根据全系统或分系统试压的实际情况，检查各类阀门的开、关状态。试压管路阀门应全部打开，试验段与非试验段连接处阀门应予以隔断。

4) 打开水压试验管路上水阀门向系统中注水，同时开启系统上各高点处的排气阀，使管道及采暖设备内的空气排尽。待水注满后，关闭排气阀和进水阀。

5) 打开连接加压泵的阀门,用电动或手压泵向系统加压,一般应分2~3次升至试验压力。在此过程中,每加至一定压力数值时,应停下来对系统进行全面检查,无异常现象时方可继续加压。先缓慢升压至工作压力,停泵检查。观察各部位无渗漏,压力不降后,再升压至试验压力,停泵稳压,进行全面检查。在确认管道系统和设备试验合格后,降至工作压力,再做较长时间的检查,并满足本条第2款的规定,确认全系统各部位仍无渗、漏,无裂纹,则管道系统的严密性和承压能力试验合格。

6) 在试验过程中如发现渗、漏情况应作好记号,便于返修。

4 试验合格后,填写水压试验记录,并签字齐全。

**【条文说明】** 本条规定了采暖系统水压试验的程序和方法。采暖系统水压试验的试验压力是指试压泵的出口压力,通常应由设计给出。如果设计未注明,验收规范规定了可根据系统顶点的工作压力来确定。采暖系统水压试验压力确定方法是根据采暖系统管道内工作介质的特性、工作压力的状况和便于操作的要求等因素综合考虑的。

热水采暖系统中,当采用上供下回式的供热方式时,根据其系统动水压图可知,系统运行时其顶点的工作压力高于系统底点的工作压力;

高温热水采暖系统中,虽然供热方式多为下供上回式,但系统顶点存在着高温热水介质可能出现“汽化”的情况,这时顶点承受的压力可能会大于底点;蒸汽采暖系统中,为防止出现汽、水逆向流动的问题,多为上供下回式供热,

采暖系统施工,有些部位随着装修进度需要提前隐蔽,如导管、主立管等,对于该部位应提前进行单项试压。试验压力应按较为严格的强度试验压力要求,为1.5倍工作压力,在试验压力下不得有压力下降,这也是考虑因为管道相对较少,且隐蔽后在系统试压时不便检查,需要无任何渗漏的可能。

**4.2.5** 热交换器水压试验应符合下列规定:

1 试验应具备必要的条件,进场检验质量合格证明文件及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求;

2 试验方法及压力的确定:以水为介质,温度应在5~40℃之间,进行水压试验;热交换器应以工作压力的1.5倍作水压试验。蒸汽部分应不低于蒸汽供汽压力加0.3MPa;热水部分应不低于0.4MPa。试验压力下10min内压力不降,不渗不漏;

3 试压时将热交换器放置平整的地面上,试压泵与换热器进行连接,封闭下端口,在上端口加阀门以便排气,充满水后排净空气,然后缓慢加压,升至一定的数值压力后,检查外观及接口有无渗漏,无渗漏后加压至规定的试验压力,关闭阀门,开始记录试验时间。在试验压力下,保持10min压力不降

为合格;

4 试验合格后,打开排气阀和泄水阀门进行泄水,将水泄净,运至安全地点,及时做好试验记录。

**【条文说明】** 热交换器水压试验时,一次水(蒸汽)及二次水侧应分别进行。升压过程应缓慢,以免造成局部压力过大,损坏加热面。

**4.2.6** 室内管道系统冲洗应符合下列规定:

1 冲洗应在系统试压合格后,对系统进行冲洗并清扫过滤器及除污器;

2 冲洗方法:以水为介质,温度应在 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间,对系统进行冲洗试验,观察出水水质与进水水质无明显变化为合格;

3 系统冲洗应按下列步骤进行:

1) 检查采暖管道系统各环路阀门,启闭应灵活、可靠,且不允许冲洗的设备与冲洗系统隔开,临时供水装置运转应正常,增压水泵性能符合要求,扬程不超过采暖工作压力,冲洗流速不低于采暖管道介质工作流速;冲洗水排出时有排放条件;按分区、分段每一系统的冲洗顺序。

2) 在冲洗前将系统滤网等附件全部卸下,待冲洗后复位。

3) 首先冲洗底部干管,后冲洗水平干管、立管、支管。由采暖入口所设置的控制阀的前面接上临时水源,向系统供水;关闭其他立支管控制阀门,只开启于管末端最底层的阀门,由底层放水井引至排水系统;启动增压水泵向系统加压,由专人观察出水口水质水量情况。

4) 冲洗出水口处管径截面不得小于被冲洗管径截面的 $3/5$ ,即出水口管径只能比冲洗管的管径小1号,如果出水口管径截面大,出水流速低,则冲洗无力;如果出水口的管径截面过小,出水流速过大,则不便于观察和排出杂质、污物。

5) 出水口流速,如设计无规定,应不小于 $1.5\text{m/s}$ ,最好不大于 $2\text{m/s}$ 。

6) 底层主干管冲洗合格后,按顺序冲洗其他各干、立、支管,直至全系统管道冲洗完毕为止。

3 冲洗合格后,如实填写记录,然后将拆下的部件仪表及器具复位。对于安装截止阀的管道必须按管道的水流方向进行冲洗,其它管道系统水冲洗也要求按管道正常使用时的水流动方向进行冲洗。

4 室内管道系统冲洗试验合格后,填写冲洗试验记录,并签字齐全。

**【条文说明】** 冲洗时应保证有一定流速及压力。流速过大,不容易观察水质情况,流速过小,冲洗无力。冲洗应先冲洗大管,后冲洗小管;先冲洗横导管,然后冲洗立管,再冲洗支管。严禁以水压试验过程中的放水代替管道冲洗。

**4.2.7** 室外供热管道水压试验应符合下列规定:

1 室外供热管道安装工作应全部完成。冬季进行水压试验时,应采取可靠的防冻措施,试压合格后应及时将水放尽。

2 试验方法及压力的确定:以水为介质,温度应在 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间,进行水压试验;供热管道的水压试验压力应为工作压力的1.5倍,但不得小于 $0.6\text{MPa}$ 。在试验压力下 $10\text{min}$ 内压力降不大于 $0.05\text{MPa}$ ,

然后降至工作压力下检查，不渗不漏。

**3 室外供热管网水压试验应按下列步骤进行：**

1) 试验压力表应经过检验校正，其精度等级不低于 1.5 级，表盘刻度值约为试验压力的 1.5~2 倍，压力表数不少于 2 块。

2) 压力试验可按系统或分段进行。不参与试压的系统、设备、仪表及管道附件等应用盲板隔开，并有明显的标记和记录。

3) 连接好试验管道和试压装置，向管道系统内充水。水压试验的充水点和加压装置，一般应选择在系统或管段的较低处，以利于低处进水，高点排气。充水前将系统的阀门全部打开，同时打开各高点的放气阀，关闭最低点的泄水阀，连接好进水管、压力表和试压泵等，即可向管道内充水。待管道中空气全部排净，放气阀不间断出水时，关闭放气阀和进水阀，然后开始全面检查管道有无漏水现象，如有漏水及时修理。

4) 管道充满水并无漏水现象后，通过加压泵对管道系统加压。加压泵可选用手动泵、电动泵等，加压管上应装止回阀、截止阀、压力表等。用加压泵缓慢加压，当压力表指针开始动作时，应停止加压并对管道进行全面检查，发现有渗漏的管道或焊口及时处理。当升到一定数值时，应停下来再对管道进行检查，无问题时再继续加压。一般分 2~3 次升至试验压力，停止升压并迅速关闭进水阀，观察压力表，如果发现压力表指针有跳动现象，则说明管道内存气，排气不良，打开放气阀再次排气并加压至试验压力，然后开始记录时间，停压检查。在规定的时间内管道系统无变形破坏，且压力降不超过规定的数值时，则强度试验合格。

5) 水压试验合格后应及时将管道内水排净。泄水时应将泄水管引至安全可靠并有排水沟的地方。

4 试验合格后，填写水压试验记录，并签字齐全。

**【条文说明】**室外管网的管径比较大，水压试验的关键是排净管道系统中的空气，缓慢升压，才能真实反映试验情况。

**4.2.8 室外管网冲洗应符合下列规定：**

1 冲洗应在系统试压合格后进行，对系统进行冲洗并清扫过滤器及除污器；

2 供热管网的冲洗：供水管道和回水管道可分别利用带压生活、生产用水进行冲洗。排水口处流出的水和入口处供水为一样的洁净时为合格。若条件具备，可将供回水管道与锅炉房连网，接通循环泵，再进行循环冲洗，循环冲洗 20~30min，关闭循环泵，打开除污器排污阀，将循环污水排出；再反复灌水循环冲洗，直至从除污器排水口出的水与入口水相同为止。

3 蒸汽管网的冲洗（吹洗）：蒸汽管道可利用压力不小于 0.07MPa 的蒸汽进行吹洗；吹洗会产生凝水，应设在蒸汽管坡向的末端以及管道垂直升高处（即蒸汽管道的翻身处）的下部。吹洗时应关闭该处疏水器前的进口阀门，防止污水从疏水器通过。直至排污水口（排放蒸汽口）排出清洁蒸汽为止。凝结水管可用蒸汽吹洗，也可用生活、生产用水冲洗。

4 冲洗合格后填写室外管网冲洗试验记录，签字齐全。

**【条文说明】** 室外网管安装成品保护是关键的问题，作业条件比较差，管内容易掉进杂物。因此，冲洗是关键的工序，否则杂物会进入室内管网，堵塞管道。

**4.2.9** 锅炉水压试验应符合下列规定：

1 锅炉水压试验应在锅炉及省煤器安装就位、本体管道及阀门（上水阀门、排污阀、主汽阀或出水阀）安装完后进行。在北方地区冬季施工时可在烘炉之前、并且试压结束后应立即烘炉的条件下进行。

2 试验方法及压力的确定：以水为介质，温度应在 5~40℃ 之间，进行水压试验，在低于 5℃ 进行水压试验时，必须有可靠的防冻措施。水压试验压力符合表 4.2.3 的要求。在试验压力下 10min 内压力降不超过 0.02MPa；然后降至工作压力进行检查，压力不降，不渗、不漏；观察检查，不得有残余变形，受压元件金属和焊缝上不得有水珠和水雾。

表 4.2.3 水压试验压力规定

项次	设备名称	工作压力 P (MPa)	试验压力 (MPa)
1	锅炉本体	$P < 0.59$	1.5P 但不小于 0.2
		$0.59 \leq P \leq 1.18$	$P + 0.3$
		$P > 1.18$	1.25P
2	可分式省煤器	P	1.25P+0.5
3	非承压锅炉	大气压力	0.2

注：（1）工作压力 P 对蒸汽锅炉指锅筒工作压力，对热水锅炉额定出水压力；

（2）铸铁锅炉水压试验同热水锅炉；

（3）非承压锅炉水压试验压力为 0.2MPa，试验期间压力应保持不变。

3 锅炉水压试验按下列步骤进行：

1) 将锅筒、集箱内部清洗干净后封闭人孔、手孔。检查锅炉本体及阀门、法兰、盲板有无漏加垫片、漏装螺栓或未拧紧现象，并将锅炉本体上所有阀门处于关闭状态。

2) 检查安全阀、水位表及温度计应与锅炉本体断开，其阀座、管座应用盲板或丝堵封闭。如需要可在其中的一个阀座或管座上安装放气管和放气阀。

3) 安装临时上水试压管道和试压泵。试压时至少要安装两支精度为 2.5 级、量程为试验压力 1.5~2 倍的压力表。

4) 开启所有的放气阀门、临时上水管道阀门和试压压力表连通阀门。

5) 向锅炉或省煤器内灌水，待最高点放气管见水无气泡后关闭放气阀和上水阀门，进行全面检查有无渗漏和结露现象。如有结露现象应采用温水或等待锅炉内水温升至环境温度时再进行下一步骤。

6) 用试压泵缓慢升压到设备的工作压力的 30% 时，应停压全面检查。如发现法兰、人孔、手孔垫片有渗漏时可以进行紧固。继续升压至工作压力时再停泵进行检查，对查出的渗漏处应作记录，不能带压返修，有轻微的渗漏时也可继续升压，至试验压力后停泵。在试验压力下保持 10min 然后降至工作压力进行检查，检查期间压力不变。升压和降压应缓慢，速度应控制在 0.2~0.3MPa / min；

7) 金属表面或焊缝的渗漏应在泄压后清除缺陷后进行补焊，并重新做水压试验。

4 试验合格后，填写水压试验记录，并签字齐全。

**【条文说明】** 锅炉水压试验应缓慢升压，避免急剧加压造成锅炉某些部位出现变形。

### 4.3 调试运行

**4.3.1** 室内采暖系统调试运行应符合下列规定：

- 1 室内采暖调试运行应在系统试压、冲洗完毕后进行。
- 2 供热总进户流量计、压力表、温度计、调节阀、平衡阀、闸阀、过滤器、旁通阀等安装齐全；确定能正常可靠供应的热源，制定调试人员分工和处理紧急情况的各项措施，备好返修、排水、通讯及照明等器具。
  - 3 室内系统调试的内容包括：采暖热力入口的供水压力、温度、流量；供、回水压差、平衡阀的锁定位置、减压阀前后压力、室内温度以及膨胀水箱的水位与补水泵的联锁起动控制等。
  - 4 冬季室内温度在5℃以下进行通热时，应采取临时供暖措施方可进行。
  - 5 通暖试运行按下列步骤进行：
    - 1) 热水采暖系统通暖前应首先打开系统最高点的排气阀，开启系统的回水总阀门，关闭系统的供水阀门，开启入口装置的循环管，外网热水经回水管向系统注入。经过反复开闭系统最高点的放气阀门，直至系统中空气排净见到热水为止，开启总供水阀门，同时关闭循环管阀门，系统正常循环；
    - 2) 蒸汽采暖系统通暖前应逐渐打开蒸汽供汽阀，防止管道突然伸缩或空气排出不利而产生水击，打开疏水器组的旁通管排出凝结水，当凝结水的旁通管排出蒸汽后，应关闭旁通阀。此时疏水组正常工作，然后逐一将散热器的排气阀及凝结水过门处空气管的排气阀打开，排出系统空气，系统将进入试运行状态。
    - 3) 在巡查中如发现问题，先查明原因，在最小的范围内关闭供、回水阀门，及时处理和返修，修好后随即开启阀门。
  - 6 通暖调试应符合下列规定：
    - 1) 调试前应对系统进行检查，发现渗、漏处应及时维修；发现不热的应检查阀门是否打开，然后进行初步的调节；
    - 2) 通过24h的正常运行后，进行正式的系统调试；
    - 3) 检查各分支环路室内温度的均匀程度及室温是否符合设计要求，用仪器仪表进行判定，要求各房间温度均衡，不存在过冷、过热情况。各室内温度偏差不大于2℃；
    - 4) 通过对各分支环路控制阀门的调节，以及立管和散热器支管阀门的调节，使系统各环路流量符合设计要求，达到平衡，室温均匀。对于安装调节阀或恒温阀的系统，调试后应做出标记；
    - 5) 在试运行的调试中，如存在由于设计原因造成的热力失衡情况时，应由设计单位确认并负责限期整改；因施工单位安装不正确导致的热力失衡情况应立即返工纠正，达到符合要求后方可验收交工。
  - 7 通暖调试合格后，填写调试记录，并签字齐全。

**【条文说明】**室内系统调试的内容包括：采暖热力入口的供水压力、温度、流量；供、回水压差、平衡阀的锁定位置、减压阀前、后压力、室内温度以及膨胀水箱、凝结水水箱的水位与补水泵的联锁起控制等。

1 调试前应对系统进行检查，发现渗、漏处应及时维修；发现不热的应检查阀门是否打开，然后进行初步的调节；

2 通过 24h 的正常运行后，进行正式的系统调试；

3 通过对各分支环路控制阀门的调节，以及单管顺序式系统顶层闭合管和散热器支管阀门的调节，尽可能使系统流量达到平衡，室温均匀。对于安装调节阀或恒温阀的系统，调试后应做出标记；

4 在试运行的调试中，如存在由于设计原因造成的热力失衡情况时，应由设计单位确认并负责限期整改；因施工单位安装不正确导致的热力失衡情况应立即返工纠正，达到符合要求后方可验收交工。

**4.3.2** 地面辐射供暖系统的运行调试应符合下列规定：

1 运行调试应在系统冲洗完毕且混凝土填充层养护期满后，正式采暖运行前进行，并具备正常供暖的条件。

2 初始加热时，热水升温应平缓，供水温度应控制在比当时环境温度高 10℃左右，且不应高于 32℃；并应连续运行 48h；℃，直至达到设计供水温度。在此温度下应对每组分水器、集水器连接的加热管逐路进行调节，直至达到设计要求。

3 调试合格后填写调试报告，签字齐全。

**【条文说明】**地面辐射采暖铺设的管道一般采用复合管道或塑料管道，因其热膨胀系数大，如果首次通水温度过高，会造成管道急剧膨胀而被损坏，因此要求供水温度不宜过高，并且是缓慢升温。

**4.3.3** 室外管网调试应符合下列规定：

1 室外供热管网调试应在在试压冲洗完成后应进行，使管道在安装过程中带进的杂质、污物从管中清除，从而保证水在管道中循环的畅通。

2 室外供热管网的调试内容包括：管网的供水压力、温度、流量；供、回水压差以及除污器、过滤器的前、后压差等。

3 室外管网试运行应符合下列规定：

1) 室外热水采暖系统在通暖前应关闭各建筑的供、回水阀门，并应打开循环管阀门，向供热管道灌注的水应是经过处理过的软化水，并从回水总管处注入，逐渐注满外管网。在注水的同时应不断从锅

炉房或换热站内供水总管的最高点排出空气，当确认外管网全部灌水后，再对水进行升温加热，同时开启循环水泵，使供水温度逐渐升高达到设计温度为准；

2) 室外蒸汽采暖系统在通暖前，较大的系统应关闭各建筑物入口的蒸汽管阀门，打开疏水器的旁通管阀门和排气阀，使疏水器处于关闭状态。此时，刚通入的蒸汽会产生大量的凝结水，凝结水从疏水器的旁通管排出，当排气阀出现蒸汽后，可关闭旁通管，开启蒸汽管阀门，疏水器正常工作。

3) 在巡查中如发现问题，先查明原因，应在最小的范围内关闭分支路供、回水阀门，及时处理和返修，修好后随即开启阀门。

4 室外管网调试应符合下列要求：

1) 在调试前应检查管网系统有无漏水和不热处，特别是蒸汽系统在通暖时，由于管道骤然升温，有可能造成管道裂纹或阀门损坏，所以应在调试前严格检查，及时维修；

2) 在调试前还应编制调试方案，根据设计要求确定各分支环路及建筑物各入口处供、回水管道的压力、流量、温度等参数值，要排好调试顺序，准备齐全调试所用的各种仪器、仪表和其它通讯设备，进行必要的人员分工等；

3) 调试时各处设备的压力表和温度计的量程必须满足设计要求，压力表在规定的检测使用期限内；

4) 按调试方案进行调试，确保各环路、各入户系统的流量符合设计要求；

5) 调试首先以从最不利支环路开始。关小其他环路阀门，调整最不利环路平衡阀至设计流量，并用智能仪表监视该阀的压降值，并不再改变其开度并锁定；

6) 依次调节其他环路，按同样方法调整其他支环路平衡阀至设计流量，全部调试合格后，锁定各平衡阀开度，并做出标志。

7) 调试时应做好保温、封闭工作，防止管道系统冻坏。

8) 根据热力入户的温度计和压力表指示判定管网是否符合要求。调试达不到设计要求，应及时查找原因，重新进行调试直至合格为止。

5 管网调试合格后填写调试记录报告，签字齐全。

**【条文说明】**在调试前应检查管网系统有无漏水和不热处，特别是蒸汽系统在通暖时，由于管道骤然升温，有可能造成管道裂纹或阀门损坏，所以应在调试前严格检查，及时维修；

在调试前还应编制调试方案，根据设计要求确定各分支环路及建筑物各入口处供、回水管道的压力、流量、温度等参数值，要排好调试顺序，准备齐全调试所用的各种仪器、仪表和其它通讯设备，进行必要的人员分工等；

调试时各处设备的压力表和温度计的量程必须满足设计要求，压力表在规定的检测使用期限内；

按调试方案进行调试，确保各环路、各入户系统的流量符合设计要求。

**4.3.4** 锅炉调试应符合下列规定：

1 锅炉机组试运行前对于单机试车和烘炉、煮炉中发现的问题或故障应全部排除，采暖用户的使用系统应全部完工。由使用单位具有上岗证的司炉工、电工及化验员等进行操作，安装单位负责指导、检查和维修工作。

2 升火运转时炉膛温升不宜太快，一般从点火到正常燃烧的时间不得少于 3h。

3 当蒸汽锅炉压力升至 0.05~0.4MPa 或热水锅炉达到工作压力时，对锅炉范围的法兰、人孔、手孔和其他连接螺栓进行一次紧固，消除渗、漏隐患。

4 先手动运行，待各部分机械及仪表正常运行和显示后再进行自动运行，在自动运行期间应设专人对各控制点进行监视。

5 调试中应同时进行安全阀开启压力、自动报警器及联锁保护装置的热状态检验和调整。

6 开启热用户的供汽、供热水阀门时应缓慢进行，并随时保持与热用户的通讯联系。

7 调试中发生的主、辅机运转缺陷及各系统不协调等问题应予以消除，锅炉及全部辅助设备运行正常满足设计要求为合格。

**【条文说明】** 锅炉调试是试运行的一个重要工作，主要是检验锅炉各部件的运行是否达到设计要求。

#### 4.3.5 锅炉安全阀调试应符合下列规定：

1 安全阀开启压力的试验和调整工作应在现场热装态下进行。

2 当锅炉开始升压时，应检查安全阀的阀芯与阀座有无粘住、卡住现象。随着蒸汽压力升高安全阀阀芯开始启动并少量排气。这时的相应压力为开启压力；当关闭锅炉上全部出汽阀门，启动全部安全阀后锅炉压力应停止上升，如继续上升并超过开启压力的 1.1 倍时，表明安全阀排汽总截面积不够。应立即采取降压措施，如打开出汽阀、压炉减弱燃烧等。当降低压力，阀芯下落在阀座回落时所对应的压力为回座压力。对锅炉的开启压力，起座压力和回座压力都应记录下来，并存入锅炉技术档案。

3 热水锅炉应在锅炉水温达到设计温度时关闭出水阀门，利用补水泵进行升压试验安全阀的开启压力和回应压力。也可采用开启循环水泵，逐渐关小出水阀门的方式试验安全阀的开启压力和回座压力。

4 省煤器安全阀的开启压力试验可在水压试验的同时进行。

5 如果压力升至安全阀的开启压力时安全阀并未动作，可做手动试验，如手动试验仍不见效应立即采取降压措施。防止超压事故，及时找出原因，清除故障后再进行试验。

6 试验合格过后填写试验记录报告，签字齐全。

**【条文说明】** 安全阀是为了保障锅炉一旦出现压力过高而起到安全保证的一个重要阀件，因此在锅炉运行当中，安全阀必须是可靠的，因此调试工作尤其重要。

## 5 通风与空调工程

### 5.1 一般规定

5.1.1 通风与空调工程检测应具备下列检测条件:

- 1 单项测试应符合试验要求的分项内容和条件;
- 2 试验人员应掌握和熟悉安装工艺和操作规程;
- 3 测试项目测试前分项验收批的检查和评定符合工作要求;
- 4 系统测试时建筑围护结构或测试区域装饰施工基本完成;
- 5 测试时需要的水、电应满足使用要求;
- 6 系统测试时应有批准的方案和措施。

**【条文说明】**该条提出单项测试试验的条件、工作人员的素质、系统完成状态及建筑围护要求,同时对配套的水电设施提出要求,并对测试方案和措施加以限制。因为有的项目为了盲目的赶进度,不考虑实际情况,在现场条件不具备或系统安装没有全部完成的情况下,就安排测试,而对实际形成偏差。

5.1.2 检测项目应包括下列内容:

- 1 风管严密性试验:漏光检验和漏风试验;
- 2 水系统:分段和系统水压试验(强度试验、严密性试验);冲洗试验;通水试验;灌(满)水试验;
- 3 风系统调试运行测定:动压、静压、室内正压值检测、设备转速、轴承温度、设备噪声;
- 4 系统风量测定:管路平均风速、风量或风机风量;
- 5 空调系统新风、回风量的调整;
- 6 热回收装置;
- 7 现场组装式空气处理机组漏风量;
- 8 风机盘管的试验。

**【条文说明】**对系统必要的检测项目进行界定,以满足工程追溯检查和验收的需要。同时也是对系统安装过程的定性检查的需要及工程交付使用性能的检验。因为在实际施工过程中,一些施工单位为了进度往往忽视一些必要的检测项目和内容,造成竣工验收过程中一些核查资料的缺失。

### 5.2 施工过程检测

5.2.2 漏风试验应符合下列规定:

- 1 试验应具备的条件

- 1) 风管分段连接完成或系统主管已安装完毕，漏光检测合格；
- 2) 系统分段、面积测试已完成，试验管段分支管口及端口已密封；
- 3) 测试风管端面已按照漏风量测试仪连接软管  $\phi 80\sim\phi 150$  和测压连接软管  $\phi 6\sim\phi 8$  给出的直径安装好短管；

- 4) 试验场地具有连续电源 220V~380V；
- 5) 漏风测试设备性能和运转正常；

## 2 试验过程

- 1) 用连接软管把漏风量测试仪的出风口与被测风管连接起来并确保严密不漏；
- 2) 用测压软管连接被测风管和微压计（或 U 型压力计）的一侧；用测压软管将微压计与漏风量测试装置流量测试管测压口连接或将微压计的双口与流量测试管的测压口连接，如图 5.2.2-1；

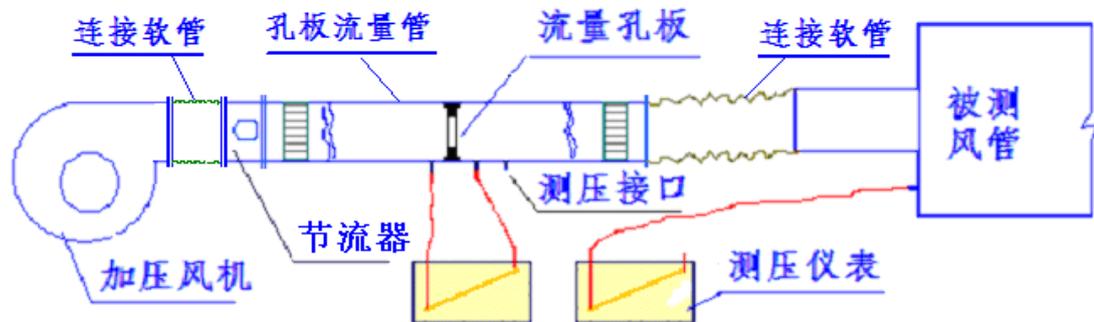


图 5.2.2-1: 漏风量测试装置连接示意图

- 3) 接通电源、启动风机，通过调整节流器或变频调速器，向被测试风管内注入风量，缓慢升压，使被测风管压力（微压计或 U 型压力计）示值控制在要求测试的压力点上并基本保持稳定，此时记录漏风量测试仪进口流量测试管的压力或孔板流量测试管的压差；

- 4) 计算或查流量表得风机进口风量（风机性能说明书， $Q=k\times\Delta P^{1/2}$ ， $k$  流量管系数， $\Delta P$  进口流量管进口负压）或根据流量测试管的关系式（ $Q=k\times\Delta P^n$ ， $k$ 、 $n$  流量孔板系数， $\Delta P$  流量孔板两侧压差，）带入流量测试管的压差计算出流量值即为被测试风管的漏风量，记录测试数据；

- 5) 根据测试风管的面积计算单位漏风量；

- 6) 对比允许漏风量判定结果的符合性。允许漏风量的计算根据系统类别按照 GB50243—4.2.5 条进行计算。即实测风管单位漏风量不大于允许单位漏风量为合格。

**【条文说明】**对系统安装状态提出要求，对需要进行漏风试验的管段先进行漏光试验是为了减少重复试验的次数，漏光检查是为了把一些明显的漏点提前发现并采取措施进行封堵，确保系统的严密，如果不进行漏光试验直接进行漏风试验往往很难做到一次试验成功，甚至无法做到升压、保压、过程不稳定，无法记录试验数据。

因为目前使用的漏风量测试装置主要由风机、节流器、测压仪表、标准孔板、整流栅、连接软管等

构成，每一台标准的测试装置都有一个特定的数学关系式来表示或已经绘制出完整的图表，因而在测试之前一定要详细的阅读设备使用说明书，操作要领及需要使用那些仪表、用哪些仪表测试出哪些数据，按照关系式的要求代入即可计算出漏风量或通过图表查取要获得的数据。按照 GB50243—4.2.5 条的计算结果对比所测试的漏风量进行判定是否符合要求。

**5.2.3 阀门水压试验参照本规程 4.2.1。**

**5.2.4 风机盘管水压试验及试运转试验应符合下列规定：**

**1 风机盘管水压试验**

试验压力为工作压力的 1.5 倍，不漏为合格。试验方法同散热器试验方法。

**2 风机盘管三速试验**

按照线路图接线要求将风机盘管机组、调速开关或温控开关接入试验线路，启动风机，在保证风机运转正常的状态下，调整变速或温控开关的档位或状态，风机运转动作应与要求运行状态一一对应。

**【条文说明】**由于单体试验过程基本相同，风机盘管水压试验参照本规程 4.2.2 条内容。由于风机盘管的构造形式和动力驱动装置，电机或风机可能存在一定的故障或问题，因而提出进行变速试验，目的检查其性能的完好性，但试验过程必须有专业电工配合工作，按照标牌电压试验，确保试验过程安全。

**5.2.5 供冷（热）管道水压（强度及严密性）试验应符合下列规定：**

**1 试验应满足的条件**

1) 按设计施工图进行管道位置和外观质量检查。区域或分层管段、系统安装已完成，分支及末端管口已全部封闭，支、吊架安装牢固，外观检查合格；

2) 试压泵连接配管已完成，试压仪表及设备已就位。在系统最高点设置放空装置，最低点设置压力表和泄水装置，对不能参与试压的设备与阀件，加以隔离。

3) 试压用水已准备充足，排泄路径畅通；

4) 环境温度符合试验要求，试验场地整洁，无障碍物；

5) 见证人员检查确认试验条件符合要求；

**2 区域分段强度试验按以下要求进行：**

1) 将高处排气阀门打开，缓缓向试压管路充水，并观察充水过程，使整个试压管道充满水。关闭排气阀，进水阀。系统注水过程中组织人员认真检查，对发现的问题及时处理。

2) 启动试压泵，应使管道最低点的压力缓慢上升至 0.4~0.5 Mpa，进行检查，如发现问题，立即泄压，不得带压修理；若无问题继续加压至工作压力，再次检查，若无渗漏，逐渐将管道压力升至试验压力。10 分钟内管道压力不得下降且未发生渗漏、变形等异常现象，则强度试验合格。

3) 把压力降至工作压力进行严密性试验，在工作压力下对管道进行全面检查，在 60min 的时间内以系统无渗漏为严密性合格。

4) 试压完毕, 填写试验纪录, 并签字齐全。

### 3 系统管路强度试验

1) 在各分区、段管道与系统主、干管全部连通后, 对整个系统的管道进行系统的试压。试验压力以系统最低点的压力为准, 但最低点的压力不得超过管道与组成件的承受压力。

2) 试验过程同区域分段强度试验, 管道压力升至试验压力后, 稳压 10min, 压力下降不得大于 0.02MPa, 再将试验压力降至工作压力进行严密性试验。

3) 管道系统试压完成后, 及时排除管内积水, 拆除盲板、堵头等, 按施工图恢复系统, 并及时填写管道系统试压记录, 签字齐全。

**【条文说明】**同本规程 4.2.7 条, 由于分段试验完成后系统当中存在部分没有进行试验的接点,同时现场的交叉作业可能对已进行试压完成的管段造成损坏,提出在系统安装完成后要求进行系统管路强度试验。由于系统的最低点为最大承压点, 提出试验压力以系统最低点的压力为准。管道系统试压完成后, 及时排除管内积水主要是考虑北方地区冬季较为寒冷, 防止管道发生冻胀裂, 给后续施工带来不必要的隐患、返工和经济损失。

5.2.6 管道的冲洗可参照本规程 4.2.6。

5.2.7 冷凝水管道灌水试验应符合下列规定:

1 试验应分层分段进行。

2 封堵冷凝水试验管段的最低处, 由该系统风机盘管托水盘向该管段内注水, 水位高于风机盘管托水盘最低点。

3 灌满水后观察 15min, 检查管道及接口有无渗漏; 确认管道及接口无渗漏时, 从最低处泄水, 同时检查各盘管托盘无存水为合格。

4 灌水试验合格后, 填写冲洗试验记录, 并签字齐全。

**【条文说明】**由于冷凝水管道多为开式系统不便于进行封闭耐压试验, 因而要求进行灌水试验, 目的在于检查各管道接口处是否有渗漏现象。检查盘管托盘有无存水主要为了发现风盘安装是否有倒坡现象。由于存在漏检或不检的现象, 在夏季空气湿度大的情况下, 冷凝水骤然剧增造成排水不畅, 形成外溢而渗漏, 损坏建筑装饰。

5.2.8 现场组装式空气处理机组漏风率检测应符合下列规定:

1 将已组装拼接完成的机组的进风口预留测试管口并进行封闭, 参照风管漏风量试验的方式, 按照机组的使用分类进行机组漏风量试验,

2 机组内静压保持 700Pa 时, 机组漏风率不大于 3%。用于净化空调系统的机组, 机组内静压应保持 1 000Pa, 洁净度低于 1000 级时, 机组漏风率不大于 2%; 洁净度高于等于 1 000 级时, 机级漏

风率不大于 1%。

### 5.3 调试试运行

**5.3.1** 水泵单机试运行应符合下列规定：

- 1 水泵安装完毕，测试接地电阻，检测电机绝缘情况，接通电机电源，合格后方可进行单机试运转。
- 2 水泵带负荷试运转必须在水泵充水状态下运行，严禁无水进行水泵试运转。打开泵体排气阀排气，满水正常后，关闭水泵出水管上的阀门。
- 3 点动启动按钮查验水泵运转是否正常，无异常振动、声响，启动水泵运转，逐渐打开出水阀门，直至全部打开，系统正常运转。
- 4 水泵运转后检查以下项目：填料压盖滴水情况，在无特殊要求的情况下，普通填料泄漏量不应大于 60ml/h，机械密封的不应大于 5ml/h；观察出水管压力表的表针有无较大范围的跳动或不稳定情况，检查出水流量及扬程情况。
- 5 水泵试运转达到以下要求：叶轮旋转方向正确，无异常振动和声响，壳体密封处不得渗漏，紧固连接部位无松动，其电机运行功率值符合设备技术文件的规定。水泵连续运转 2h 后，滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃；滚动轴承不得超过 75℃。
- 6 水泵单机试运转要逐个进行试验，分别记录试验结果。

**【条文说明】**本条提出电机和水泵在试运转前和试运转过程中检查的内容，主要是检查电机的安全保障、水泵的性能及确保水泵安全运行的状态。水泵转动方向不正确将无法检查水泵的性能状况，要求连续运转时间主要是观察其性能状态的稳定性，各转动部件的无异常振动和声响，异常的振动和声响将是设备故障的先兆。由于轴承的摩擦运转过程要产生热量，摩擦越大产生的热量越多，其连接体的温度也将越高，通过实验和经验判断，温度过高会对转动件造成损坏，因而提出轴承的温度要求。

**5.3.2** 风机单机试运行应符合下列规定：

- 1 风机单机试运行时，叶轮旋转方向正确、运转平稳、无异常振动与声响，其电机运行功率应符合设备技术文件的规定。
- 2 风机试运转时，在额定转速下连续运转 2h 后，其轴承温度应符合下列规定：
  - 1) 滑动轴承外壳温度最高不得超过 70℃；
  - 2) 滚动轴承温度最高不得超过 80℃。

**【条文说明】**风机转动方向不正确将无法检查风机的性能状况，要求连续运转时间主要是观察其性能状态的稳定性，各转动部件的无异常振动和声响，异常的振动和声响将是设备故障的先兆。由于轴承的摩擦运转过程要产生热量，摩擦越大产生的热量越多，其连接体的温度也将越高，通过实验和经验判断，温度过

高会对转动件造成损坏,因而提出轴承的温度要求。

**5.3.3** 冷水机组单机试运行应符合下列规定:

**1** 试运转前应做好的工作

- 1) 检查安全保护继电器的整定值;
- 2) 检查油箱的油面高度;
- 3) 开启系统中相应的阀门;
- 4) 给设备供冷却水;
- 5) 向蒸发器供载冷剂液体;
- 6) 将能量调节装置调到最小负荷位置或打开旁通阀。

**2** 启动运转

1) 启动压缩机, 并应立即检查油压, 待压缩机转速稳定后, 其油压符合有关设备技术文件的规定  
(专门供油泵的先启动油泵);

- 2) 容积式压缩机启动时应缓缓开启吸气截止阀和节流阀;
- 3) 检查安全保护继电器的动作应灵敏;
- 4) 应根据现场情况和设备技术文件的规定, 确定在最小负荷下所需运转的时间;
- 5) 运转过程中应进行一系列各项检查, 并做好记录;

**3** 检查的内容

- 1) 油箱油面的高度和各部位供油的情况;
- 2) 润滑油的压力和温度;
- 3) 吸排气的压力和温度;
- 4) 进排水温度和冷却水供应情况;
- 5) 运动部件有无异常声响, 各连接部位有无松动、漏气、漏油、漏水等现象;
- 6) 电动机的电流、电压和温升;
- 7) 能量调节装置动作是否灵敏, 浮球阀及其他液位计工作是否稳定;
- 8) 机组的噪声和振动, 用声级计测量其噪声应符合设计要求和产品性能指标; 无异常振动发生。

**【条文说明】**以上检查的项目和要求主要是为了确保冷水机组的安全性。由于程序上的错误和检测数据的异常在机组启动时就可能造成机组的损坏, 因而在机组启动前要按照要求进行检查和各项测试工作, 发现异常必须立即停止, 排除异常和故障, 重新启动。

**5.3.4** 冷却塔试运行应符合下列规定:

**1** 冷却塔运转前准备工作:

- 1) 清扫冷却塔的杂物和尘垢, 防止冷却水管或制冷机的冷凝器等堵塞;
- 2) 冷却塔和冷却水管路系统用水冲洗, 管路系统应无漏水现象;
- 3) 检查自动补水阀的动作是否灵活准确。

## 2 冷却塔运转:

1) 冷却塔风机和冷却水系统循环试运行不少于 2h, 运行中无异常情况出现, 冷却塔本体应稳固、无异常振动和声响, 用声级计测量其噪声应符合设计要求和产品性能指标。

2) 冷却塔风机的运行可参考本规程 5.3.2 条通风机、空调机组中的风机的规定。

3) 冷却塔试运转工作结束后, 应清洗集水盘。

4) 冷却塔试运转后, 如长期不使用, 应将循环管路及集水盘中的水全部放出, 防止设备冻坏。

## 3 冷却塔飘水率

1) 冷却塔飘滴损失水量可以通过测定补充水流量、排污水流量以及蒸发水量由下式计算

$$P_f = \frac{Q_{bo} - Q_{po} - Q_z}{Q} \times 100\%$$

式中  $P_f$ ——飘滴损失水量占循环水量的百分数(%);

$Q_{bo}$ ——补充水流量(kg/h);

$Q_{po}$ ——排污水流量(kg/h);

$Q_z$ ——蒸发水量(kg/h);

$Q$ ——进塔水流量(kg/h)。

2) 水量测量多在塔的进水管上进行, 当无法在进水管上测量时, 也可在塔的出水沟道上测量, 管道上测流量一般用超声波流量计或皮托管; 在出水沟道上测流量可用流速仪。为了保证测量的精度, 各种测量仪器都要求有一定的直管段。由于存在水量损失, 所以进塔水量大于出塔水量。

3) 蒸发水量可以通过测定进塔水流量、进出塔水温度由计算确定 此时水的散热仅考虑由蒸发散出的热量, 在测定飘滴损失水量时, 其进塔水量与空气量变化不应超过设计值的 5%

## 4 冷却塔的噪声测量

1) 应在冷却塔的进风口外两个以上的不同方向布置测点。

2) 测点与塔边缘的水平距离应等于塔体直径, 距地面高度应为 1.5m; 当塔体为矩形时, 测点与塔边缘的水平距离可取当量直径  $D_d$ : 镑

$$D_d = 1.13\sqrt{BL} \quad \text{m}$$

式中  $B$ ——塔宽(m);

$L$ ——塔长(m)。

3) 应取各测点测值的算术平均值作为测定值。

4) 测定噪声时, 环境应保持安静。当环境噪声与冷却塔运转时的噪声相差不足 10dB(A)时, 应对冷却塔噪声加以修正。修正的方法参见精密声级计的使用说明。

**【条文说明】**冷却水系统的清洁状态直接影响着冷水机组的运行工况, 施工现场存在试水排放代替冲洗的现象, 然而其水量和排放速度无法将管道内的杂物排除干净, 在系统运行时会造成冷凝器管路的堵塞或交换器管壁的损伤, 降低冷水机组的制冷效果和使用寿命。管路的渗漏会加大补水量, 补水阀的灵活性将影响系统的安全性。冷却塔的运行基于风机的运转状态, 其异常振动和声响将影响冷却塔的安全性,

必须查清原因、消除隐患。排除系统内的积水是为了防止北方冬季天气较冷,积水冻结冻坏设备和管路,造成不必要的返修和经济损失。

**5.3.5** 水系统调试应符合下列规定:

**1** 调试应具备的条件

- 1) 调试运行前,管道试压及管道系统的冲洗全部合格。
- 2) 制冷设备和通风与空调设备单机试运转合格。

**2** 调试方法

- 1) 关闭空调水上的所有控制阀门,特别检查风机盘管及空调机组的旁通阀门是否关闭严密。
- 2) 检查风机盘管上的放气跑风是否完好,并把跑风的顶针拧紧,检查膨胀水箱的补水阀门是否关闭严密。

3) 向系统内注入软化水。主干管及立管注满水后,对系统进行严格的检查,确保无渗漏后进行对支路系统的注水,待支系统注满水,检查无渗漏后,进行风机盘管的注水、放气、查漏工作。

4) 启动空调水系统的循环水泵,进行系统循环,正常运行时间不应少于 8h,冬天试验时,进行热水循环,调整电动二通阀,使房间的温度达到设计要求。

- 5) 冷冻水调试时,应检查系统的平衡性,检查循环水量与设计值相差的百分数,是否在 10%以内。

**3** 调试要求

- 1) 系统总风量调试结果与设计风量的偏差不应大于 10%;
- 2) 空调冷热水、冷却水总流量测试结果与设计流量的偏差不应大于 10%;
- 3) 舒适空调的温度、相对湿度应符合设计的要求。恒温、恒湿房间室内空气温度、相对湿度及波动范围应符合设计规定。
- 4) 系统连续运行应达到正常、平稳;水泵的压力和水泵电机的电流不应出现大幅波动。
- 5) 系统平衡调整后,各空调机组的水流量应符合设计要求,允许偏差为 20%;
- 6) 各种自动计量检测元件和执行机构的工作应正常,满足建筑设备自动化(BA、FA等)系统对被测定参数进行检测和控制的要求;
- 7) 多台冷却塔并联运行时,各冷却塔的进、出水量应达到均衡一致;
- 8) 空调室内噪声应符合设计规定要求。

**【条文说明】**系统的安装完成、试压、冲洗是确保水系统调试的条件。一部分项目为了满足提前使用的需要往往存在甩项调试的情况,而不考虑系统的完整性,或者在甩项内容安装完成后直接利用已运行系统内的水进行运行压力试压和简单的冲洗即投入运行,为以后的整体运行埋下隐患。

本条给出了空调水系调试、风机风量及风压测定的方法和要求,主要是检查空调系统的运行状态、调试结果及合格判定标准。

**5.3.5** 风机风量及风压检测应符合下列规定：

通风机出口的测定截面积位置应靠近风机。

风机风压为风机进出口处的全压差，风机的风量为吸入端风量和压出端风量的平均值，且风机前后的风量之差不应大于5%。

**5.3.6** 风量的调整应符合下列规定：

**1** 系统各支管风量调整

- 1) 系统支路风量的调整,从系统的最不利环路开始,使其支路的比值与设计风量的比值近似相等;
- 2) 风量调整达到后,在风阀上用油漆注上标记,并将风阀固定;

**2** 通风机风量、风压的调整

- 1) 在系统各支路风量调整后,测出通风机的实际工作条件下的风量
- 2) 通过调整风机进出口调节阀,调整风压和风量满足设计要求;
- 3) 分别按系统进行测试,记录每个测试点的风量,与设计要求相比较。实测值与设计风量的偏差不大于10%。

**3** 空调系统新风、回风量的调整

- 1) 在确定空调系统送风量符合设计要求的基础上,按照设计要求计算新风量和回风量数值;
- 2) 根据系统特点及管路布置情况,可选取在回风管段或回风、新风管段共同确定测试断面进行测试回风量和新风量;
- 3) 根据测试数据的大小进行调整新风阀、回风阀的开度使之符合设计要求,以达到风量平衡。

**4** 试验调整

总风量实际测试值与设计值的偏差不大于10%，各风口的实际测试值与设计值的偏差不应大于15%。

**【条文说明】** 本条给出了风量调整的先后顺序和具体的调试方法及调试结果判定的标准。

## 6 洁净工程

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 洁净工程施工过程中的检测除必须符合一般通风空调的各项规定外,还应包括风管及安装、高效过滤器、工艺设备、防静电等特殊项目。洁净工程完工后的检测参数主要包括:风量和风速、静压差、室内空气品质、高效过滤器检漏、空气洁净度、表面洁净度、温度和相对湿度、噪声、照度、围护结构严密性、微振、表面到静电、气流、自净能力、分子态污染物、微生物检测等。

**6.1.2** 洁净工程的状态一般分为空态、静态和动态,工程调整测试为空态,工程验收的检验和日常例行检验为空态或静态,使用验收的检验和监测为动态。当有需要时也可经建设方(用户)和检验方协商确定检验状态。

**【条文说明】**空态通常是指全部建成且设施齐备，净化空调系统运行正常，只是没有生产设备、材料及人的洁净室状态。静态指全部建成且设施齐备，净化空调系统运行正常，现场没有人员。此时生产设备已安装完毕而未运行的洁净室状态；或生产设备停止运行并进行自净达到规定时间后的洁净室状态；或正在按建设方（用户）和施工方商定的方式运行的洁净室状态。动态通常是指全部建成、设施齐备，正在以规定的模式运行，且现场有规定数目的人员正以商定方式工作的洁净室状态。通常在静态的定义上有些分歧，在 ISO 14644 上，将静态定义为“在全部建成、设施齐备的洁净室中，已安装好的生产设备正在按用户和供应商商定好的方式运行，但场内没有人员。”ISO14644 规定设备运行却无人员在场，侧重高自动化程度的电子厂房，并不适用于所有洁净室。通过与 ISO 工作组的交流，认为不同行业的洁净室应针对行业特点对运行状态进行定义，ISO14644 中的定义偏向于自动化程度高的生产厂房。在新版欧盟 GMP 中，对静态的定义也做了修改。

**6.13** 洁净室完工后的必测项目主要包括风量（洁净度级别 ISO 6-9 级）、新风量、截面风速（单向流）、静压差、甲醛浓度、送风高效过滤器扫描检漏、空气洁净度、温度和相对湿度、噪声、照度等。其他检测项目根据工程的不同要求选择。

**6.14** 为保证竣工后的洁净室能连续符合其洁净级别要求，必须定期进行洁净度检测，对于洁净度达到 ISO 5 级以及 ISO 5 级以上的洁净室，其洁净度检测周期不得超过 6 个月，对于 ISO5 级以下的洁净室，不得超过 12 个月。除洁净度检测之外，还应定期进行风量或风速、静压差的检测，其检测周期不得超过 12 个月。推荐定期进行高效过滤器检漏、气流流型、自净时间等项目的检测，其检测周期不得超过 24 个月。

**【条文说明】**对于洁净工程基本检测内容和周期的要求，主要源自 ISO14644-2 《洁净室及相关受控环境——第 2 部分 为验证连续符合 ISO14644-1 要求进行检测和监控的技术要求》和《洁净室施工及验收规范》GB50591。应该指出，无论对于使用方还是施工方，只关心洁净度是否合格的做法是片面的，合格洁净室必须是在过滤器不漏、风量（风速）、静压差满足要求的前提条件下，洁净度符合要求，才认为洁净室洁净度符合要求。

## 6.2 施工过程检测

**6.2.1** 洁净室施工过程中的检测应包括第 5 章的内容，包括风管严密性实验、空调水系统管道试验。除应符合本技术规程 5.2 中的规定外，其施工过程中的检测还应遵守洁净工程相关标准规范的规定。

**【条文说明】** 风管严密性对于洁净室来讲更为重要，风管密封不严，除了导致风量不足、浪费能量外，还有可能对洁净度造成影响。

**6.2.2** 洁净室施工过程中，在高效过滤器安装前，必须在安装现场拆开包装进行各项检查：包括有无产品合格证，技术指标是否符合要求；外观检查有无损坏；各种尺寸是否符合设计要求；框架有无毛刺和锈斑（金属框架）等；在回、排风口上安有高效过滤器的洁净室及生物安全柜等设备，在安装前应用现场检漏装置对高效过滤器扫描检漏，并应确认无漏后安装。

**【条文说明】** 高效过滤器的安装前检查十分关键，经常有高效过滤器在运输中损坏的事件发生，尤其是 ISO 5 级及 ISO 5 级以上洁净室，过滤器如有破损，必会造成洁净度不达标，延误工程。

**6.2.3** 对于安装好的高效过滤器应依据《洁净室施工及验收规范》GB 50591 进行安装质量检查，

**【条文说明】** 气体管道的安装及检测比较专业，在设备安装工程甚至洁净工程中的比重不大，因此不再赘述，有需要的可查阅相关规范，但由于其质量问题可能影响室内空气洁净度或涉及安全问题，因此在这里只作提醒。

## 6.3 调试试运行

**6.3.1** 洁净室调试试运行时应首先对工程的设计符合性进行确认，再进行空态条件下的安装确认。安装确认后应进行空态或静态条件下的运行确认，应进行带冷（热）源的系统正常联合试运转，并不少于 8h。系统中各项设备部件和自动控制环节联动运转必须协调，动作正确，无异常现象。

**【条文说明】** 设计符合性确认就是要根据设计图纸对实际工程的完成情况进行检查，确认后再进行试运转。

**6.3.2** 洁净室的调试试运行应包括第 5 章的内容，包括风机性能参数的测试调整；风管内压力、风速的检测调整；送风管路风量的检测平衡。

**【条文说明】** 风系统的调试试运行是洁净工程中的关键一步，因洁净系统内安装过滤器，风机压头和

系统阻力高于普通空调系统，其系统平衡更复杂一些，又因为风系统的平衡直接影响房间的换气次数和洁净效果，因此必须重视风系统的平衡调整。

**6.3.3** 洁净室的调试试运行中洁净室风量、洁净度、压差的检测按照第 3 章的规定进行。

**6.3.4** 洁净室的调试试运行中应进行高效过滤器安装后的检漏，对于用于以过滤生物气溶胶为主要目的、5 级或 5 级以上洁净室或者有专门要求的送风末端高效过滤器或其末端装置安装后，应逐台进行现场扫描检漏，并应合格。其余可进行抽检。

检漏方法如下：

1 对送、排（回）风高效空气过滤器的现场检漏，应采用扫描法，采用光度计或粒子计数器在过滤器与安装框架接触面、过滤器边框与滤纸接触面以及其全部滤芯出风面上进行。

2 过滤器上游用于现场扫描检漏试验的气溶胶可以为液态，也可以为固态，常用液态物质包括 DEHS/DES/DOS（癸二酸二辛酯）、DOP（邻苯二甲酸二辛酯）、PAO（聚  $\alpha$  烯烃）等，常用固态物质包括 PSL（聚苯乙烯乳胶球）、大气气溶胶。人工多分散气溶胶一般采用 Laskin 喷嘴来发生。

**【条文说明】**有些行业处于安全、环保等原因，不提倡使用 DOP 进行过滤器测试。而有些行业出于对有机物缓释挥发方面的担忧，不提倡使用油性气溶胶进行过滤器测试。所发生的气溶胶可以为单分散气溶胶也可以为多分散气溶胶，但无论发生哪种气溶胶，应保证所发生气溶胶的浓度以及粒径分布在测试过程中保持稳定。

3 被检漏过滤器必须已测过风量，在设计风速的 80%~120%之间运行。

4 通常在下列条件下可采用光度计法进行检漏：高效过滤器上游大气尘浓度低于 4000 粒/L，而且过滤器上游系统上可以设置检漏气溶胶注入点，特别是沉积在过滤器和管道上的挥发性油基气溶胶对现场产品或工艺无害的场所。

对于光度计检漏法确认过滤器局部渗漏的标准透过率为 0.01%。

5 由于光度计法的局限性，一般优先采用粒子计数器进行过滤器的扫描检漏。粒子计数器法适用于所有等级的洁净场所过滤器检漏，适用过滤器最大穿透率低至 0.000005%或更低。

高效过滤器上游浓度及采样流量应符合表 6.3.4 的规定。如上游浓度达不到规定要求时应采用适当措施。（如发生人工尘或引入大气尘）增加上游浓度。

表 6.3.4 粒子计数器扫描检漏时的参数

高效过滤器	采样流量 L/min	过滤器上游浓度 粒/L
普通高效过滤器（国标 A、B、C 类）	2.83 或 28.3	$\geq 0.5\mu\text{m}$ : $\geq 4000$

超高效过滤器（国标 D、E、F 类）	≥28.3	≥0.3μm: ≥6000
--------------------	-------	---------------

检漏时将采样口放在离被检过滤器表面 2~3cm 处，宜以 1.5cm/s (2.83L/min) 或 2cm/s (28.3L/min) 的速度移动，对被检过滤器进行扫描。当上游浓度较大时可提高扫描速度。

扫描检漏时，如果粒子计数器显示出非零的特征读数，则表示可能有漏泄，应把采样口停在漏泄处 1min，确定读数是否≥3 粒，未达到 3 粒则判为不漏，≥3 粒即可判断为漏。

**【条文说明】** 高效过滤器安装后的检漏方法主要参照 ISO 14644 《洁净室及相关受控环境》以及《洁净室施工及验收规范》GB 50591 中的要求，并结合工程实践制定，光度计法发尘量大，操作复杂，易污染，一般宜采用粒子计数器法。

对于单个安装高效过滤器，四周形成空腔时，应采取适宜的隔离措施，如不采取措施，在安装边框扫描处会受周围环境洁净度影响，造成无法判断。

## 6.4 运行效果检测

**6.4.1** 洁净室运行效果检测（综合性能检测）应首先进行风量、静压差、截面风速、洁净度的检测，然后根据需要进行细菌浓度、温湿度、噪声、照度等其他项目的检测。综合性能检验进行之前，必须对被测环境和净化空调系统再次全面彻底清洁，系统已连续运行 12h 以上。

**6.4.2** 洁净室风量、风速、静压差、空气洁净度、温湿度、噪声、照度等参数的检测和计算方法按照第 3 章的规定执行，对于有恒温恒湿项目的检测，应符合第 7 章的规定要求。

**6.4.3** 对于生物洁净室，应根据需要进行微生物的检测，并应符合下列规定：

1 一般采用沉降菌法和浮游菌法检测，采用直径 90mm 装有琼脂培养基的培养皿以及符合相关标准的浮游菌采样器（撞击式、离心式或过滤式等）。

2 空气洁净环境中悬浮微生物的静态或空态检测前，应对各类表面进行擦拭消毒，但不得对室内空气进行熏蒸、喷洒之类的消毒。动态检测均不得对表面和空气进行消毒。

3 采样点的数量应符合相关规范的规定，或协商确定，不得少于微粒计数浓度的测点数。采样点的位置应协商确定，一般在有代表性的地点和气流扰动极小的地点，在乱流洁净室内培养皿不应布置在送风口正下方。如果没有特殊要求，可在洁净区内均匀布置。

4 检测之前，应确保培养皿、采样器等检测设备没有受到污染。测试人员必须穿着无菌服，戴口罩，头、手均不得裸露，裤管应塞在袜套内，并不得穿拖鞋。制定和记录检测计划，包括采样位置、数量、顺序等，所有培养皿均在底部编号，记录各采样位置相对应的培养皿编号，避免混淆。

5 采用沉降法测试时，放置培养皿时，宜从内向外依次布置，将带盖的培养皿放置在适当位置，拿开盖子，搭在皿边上，并使培养基完全暴露，过程中尽可能避免物体跨越已经暴露的培养皿。经过沉降

后,宜从外向内依次收皿,将盖子盖好后倒置,收起培养皿。为防止脱水,最长沉降时间不宜超过 1h。

6 采用浮游菌测试时,应开动真空泵,排除残余消毒剂后,再放入培养皿或培养基条,置采样口于采样点后,开启采样器、真空泵,设定采样时间,进行采样。

7 收皿后应及时放入培养箱培养,在培养箱外时间不应超过 2h。如无专业标准规定,对于检测细菌总数,培养温度采用 35~37℃,培养时间为 24~48h;对于检测真菌,培养温度 27~29℃,培养时间 3 天。对培养后的皿上菌落计数时,应采用 5~10 倍放大镜检查,若有 2 个或更多的菌落重叠,可分辨时则以 2 个或多个菌落计数。

**【条文说明】** 对于生物洁净室是以控制生物微粒为主要目的,细菌检测要经常进行,沉降菌法相对简便易行,建议优先采用。

6.4.4 对于需要精密操作的洁净室应根据需要进行室内微振的检测。

1 室内微振的检测应采用能满足检测精度要求的振动分析仪。

2 测点选在室中心地面和认为有必要测定振动的位置的地面上,以及各壁板表面的中心处。

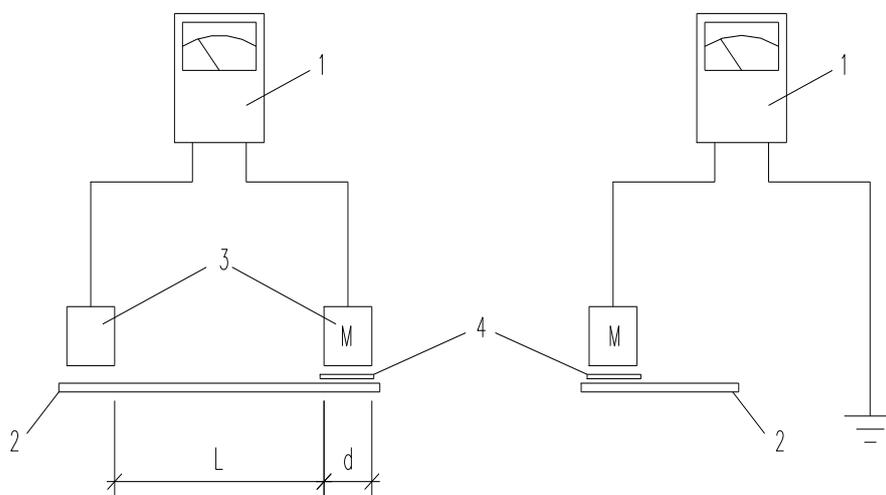
3 应分别测出室内全部净化空调设备正常运转和停止运转两种情况下 X、Y、Z 即纵轴、横轴和垂直轴三个方向的振幅值。

4 微振测试一般分阶段进行:首先进行本底环境振动测试,再进行建筑结构振动测试,对于精密设备仪器首先进行安装地点的环境振动测试,再进行精密设备仪器的微振最终测试。

6.4.5 对于电子厂房等应根据需要进行房间围护结构表面导静电性的检测。

1 地面、墙面和工作台面等表面导静电性能应用符合精度要求的高阻计检测。

2 应在测试表面上选定的代表区域的两点,用导线把高阻计和铜圆柱形电极连接起来进行测量,其表面电阻和泄漏电阻可以按图 6.4.5 所示的测试装置测量。



(a) 表面电阻

(b) 泄漏电阻

图 6.4.5 表面导静电性能测试装置

1——高阻计；2——被测试件；3——铜圆柱形电极；4——湿渍纸或导电橡胶

$L=900\text{mm}$ ,  $d=60\text{mm}$ ,  $M=2\text{ kg}$

**6.4.6** 为验证洁净室气流是否符合设计要求等,应进行洁净室气流检测,不得用气流动态数值模拟(CFD)的计算机分析结果代替洁净室气流检测。

**1** 气流检测包括气流流型、气流流向、流线平行性。可采用丝线法或示踪剂法(发烟等),逐点观察和记录气流流向,并可用量角器测量气流角度,也可采用照相机或摄像机等图像处理技术进行记录,采用热球式风速仪或超声三维风速仪等测量各点气流速度。

**2** 采用丝线法时可采用尼龙单丝线、薄膜带等轻质材料,放置在测试杆的末端,或装在气流中细丝格栅上,直接观察出气流的方向和因干扰引起的波动。

**3** 采用示踪剂法时,可采用去离子(DI)水,用固态二氧化碳(干冰)或超声波雾化器等生成直径为 $0.5\sim 50\mu\text{m}$ 的水雾,采用四氯化钛( $\text{TiCl}_4$ )等“酸雾”作示踪剂时,应确保不致对洁净室、室内设备以及操作人员产生损害。

**4** 测点的布置宜按下列原则确定:

**气流流型:**对于垂直单向流洁净室可选择洁净室纵、横剖面各一个,以及距地面高度 $0.8\text{m}$ 、 $1.5\text{m}$ 的水平面各一个;水平单向流洁净室选择纵剖面和工作区高度水平面各一个,以及距送、回风墙面 $0.5\text{m}$ 和房间中心处等3个横剖面。所有面上的测点间距均为 $0.2\sim 1\text{m}$ 。对于乱流洁净室,应选择通过代表性送风口中心的纵、横剖面和工作区高度的水平面各1个,剖面上的测点间距为 $0.2\sim 0.5\text{m}$ ,水平面上的测点间距为 $0.5\sim 1\text{m}$ 。两个风口之间的中线上应有测点。

**气流流向:**在被测区域内前后之间设置多个测点。

**流线平行性:**在每台过滤器下设置测点。

**6.4.7** 非单向流洁净室自净能力检测应符合下列规定:

**1.** 自净能力检测通常适用于ISO6级和ISO7级洁净室,对于更低级别的洁净室不推荐检测。一般采用大气尘或人工尘源,采用粒子计数器测试。最新的测试方法包括100:1自净时间测定和自净速率测定两种方法,优先采用100:1自净时间测定法。

**2.** 100:1自净时间是指洁净室从初始浓度降到1%初始浓度需要的时间,单位是min(分钟),其数值越小,自净能力越强。检测时首先将室内浓度升高到100倍的洁净室级别上限浓度,注意不要超过尘埃粒子计数器的测量范围,否则需要使用稀释器,然后采用尘埃粒子计数器对室内洁净度进行间隔1分钟的连续检测,记录达到级别上限浓度所需要的时间。

**3.** 自净速率是指单位时间内室内微粒浓度的变化率,单位是 $\text{min}^{-1}$ (每分钟),其数值越大,自净能

力越强。连续两次测量的浓度值的变化率遵循公式 6.4.7-1:

$$n = -2.3 \times \frac{1}{t_1} \log_{10} \left( \frac{C_1}{C_0} \right) \quad (6.4.7-1)$$

其中:

n: 自净速率

t<sub>1</sub>: 两次测量的间隔时间

C<sub>0</sub>: 初始浓度

C<sub>1</sub>: t<sub>1</sub> 时间后的浓度

根据实测值和公式 (6.4.7-1) 计算出自净速率, 每次测量通常取 5-10 次的平均值。

3. 自净速率和 100:1 自净时间存在以下关系:

$$n = 4.6 \times \frac{1}{t_{0.01}} \quad (6.4.7-2)$$

其中:

t<sub>0.01</sub>: 指室内浓度达到初始浓度 1% 所需要的时间。

**【条文说明】** 这里介绍的洁净室自净能力检测方法是 ISO14644-3 中的两种方法, 《洁净室施工及验收规范》GB50591 中采用实测自净时间和理论自净时间相比较的方法, 可根据需要采用。

**6.4.8** 对于高级别生物安全实验室等特殊洁净室, 可进行围护结构严密性检测, 通常使用目测法、压力衰减法和恒压法。

**1 目测法:** 采用发烟管等示踪指示剂, 在有压洁净室的待测位置进行气流示踪检查, 看有无明显的渗漏气流。

**2 压力衰减法:** 被测洁净室内到达某一设定压力后, 观察室内压力随时间的衰减情况, 记录压力衰减到一半时所用的时间。

**3 恒压法:** 被测洁净室内到达某一设定压力后, 通过补气或抽气使室内压差维持稳定, 补气量或抽气量即为漏泄量, 通过流量计读取漏泄量, 每分钟读数一次, 通常测试不宜超过 5min, 取平均值。

**4 压力衰减法和恒压法的压力设定值,** 应根据工程实际情况和建设方协商确定, 注意应充分考虑安

全因素，不得超过围护结构的承受能力。测试过程中室内温度应保持稳定。

**6.4.9** 围护结构渗漏测试，用来测试有无污染的空气从周围具有相同或不同静压的非受控区渗入到洁净区，以及进行有压吊顶系统的渗漏检测。一般采用粒子计数器和光度计。

1. 要检查的位置包括围护结构的连接处、各种缝隙、工艺管道穿墙处等，测试点的数目和位置协商确定，在洁净室内距被测部位 5cm 处，以约 5cm/s 的速度进行扫描，检查渗漏情况。

2 采用粒子计数器时，首先测量洁净室外部紧邻围护结构或入口处的粒子浓度，该浓度至少是洁净室内浓度的  $10^3$  倍，并且不低于  $3.5 \times 10^6 \text{pc}/\text{m}^3$ 。如果浓度小于该值，应发人工尘来提高浓度。如果被测位置的浓度超过室外相同粒径的粒子浓度的 1%，则有漏泄可能。对于打开的入口的渗漏检测，建议采用示踪法检测入口处的气流流向，从而进行判断。

3 采用光度计时，在洁净室围护结构外侧发人工尘，其浓度应超过光度计在 0.1% 设置时的满量程。当 0.1% 设置的光度计的读数超过 0.01% 时，认为存在渗漏。对于打开的入口的渗漏检测，采用光度计测量门内侧 0.3~1m 处的微粒浓度，进行判断。

**【条文说明】** 围护结构渗漏测试是 ISO 14644 上新增的检测内容，用以检查围护结构严密性，以往一般采用目测，实际工程中，可根据需要进行测试，通常用于高级别洁净室。

**6.4.10** 对于洁净室内甲醛、氨、臭氧、二氧化碳浓度的检测，应参照国家相关标准中规定的相关方法进行，对于洁净室分子态污染物和表面污染物的检测，应按照《洁净室施工及验收规范》GB50591 进行。

**【条文说明】** 新增项目如甲醛、氨、臭氧、二氧化碳等的检测，是环保要求的新需要，突显对洁净室质量要求的提高。分子态污染物和表面洁净度则是国际上新出现的内容，在国际标准中也无具体方法。

在新编国家标准《洁净室施工及验收规范》GB50591 中，根据相关资料和企业实践做了资料性规定。

## 7 恒温恒湿工程

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 在对恒温恒湿工程进行检测之前，其空调系统应已连续正常运行至少 24h。

**【条文说明】**本条文对恒温恒湿工程的空调系统连续正常运行的时间做出了规定。检测工作必须在恒温恒湿空调系统运行稳定和可靠之后进行。空调系统连续正常运行 24h 以后，应已适应了周围环境对它的影响，可以认为达到了稳定的状态。

**7.1.2** 在对恒温恒湿工程进行检测时，应对空调系统的送、回风空气的温湿度和风量进行检测。

**【条文说明】**空调系统的送、回风空气的温湿度和风量不仅能最直接地反应出空调系统的实际运行情况，而且是检验空调系统是否达到设计工况的主要依据，因此在恒温恒湿工程检测过程中，应对其进行检测。

**【条文说明】**本条文对恒温恒湿工程的验收规则做出了规定。条文中“各测点”体现的是空间上的不同，“各次温度”体现的则是时间上的不同。每个测点的各次温度中偏差控制点温度的最大值取为该测点的温度值。理论上，每个测点的偏差值都应在波动范围以内，但是在实际工程中，由于工程的实际运行情况和测试仪器的偏差对于测试有一定的影响，如有 90% 以上的以上测点偏差值在室温波动范围内，为符合设计要求，该百分数也可以由委托方和检测方约定，如 80% 或者 100%。反之，为不合格。

**7.1.3** 对于有噪声或者振动控制要求的恒温恒湿工程，需按 7.4 和 7.5 进行噪声和振动的检测。

**【条文说明】**恒温恒湿控制区域一般都离空调机组较近，对于一些有特殊要求的工艺或者操作间，噪声或者振动可能会对工艺或者操作有所影响。这种情况下，应对恒温恒湿控制区域的噪声或者振动进行检测。

**7.1.4** 检测所用的检测仪器需经国家法定计量机构检定合格，具有有效合格证书和误差修正值。

### 7.2 室内温度的检测

**7.2.1** 恒温恒湿房间的温度检测仪器采用具有自动记录功能的温度记录仪或者其它类似的温度传感器组成的温度采集系统，检测时应根据温度波动范围选择高一级精度的仪器。

**【条文说明】**本条文对恒温恒湿工程温度检测所使用的仪器进行了规定。对于恒温恒湿工程，不同的测

量仪器具有的精度不同，检测时应根据温度波动范围选择相应的具有足够精度的仪器。推荐采用采用带有锂电池的温度自记仪进行检测，这样即可方便于检测，又可减少测量仪器对工程的影响。

7.2.2 检测的时间间隔宜为 30~60 秒，并连续检测 24~48 小时。

【条文说明】本条文对恒温恒湿工程温度检测时间间隔和检测持续时间进行了规定。检测的时间间隔主要考虑是检测仪器的反应时间和环境对检测的影响，一般地，时间间隔取为 30~60 秒，即可保证检测仪器具有足够的反应时间，又可忽略环境对检测的影响；连续记录时间应在周围环境完整变化一个周期（昼夜），即 24 小时以上，同时，检测也无须无限进行下去，在周围环境完整变化两个周期，即 48 小时以内即可。检测的时间间隔和连续检测持续的时间也可由委托方和检测方约定。

7.2.3 室内温度测点布置应符合下列规定：

- 1 送回风口处；
- 2 恒温恒湿工作区具有代表性的地点（如沿着工艺设备周围布置或等距离布置）；
- 3 测点一般应布置在距外墙表面大于 0.5m，离地 0.8m 的同一高度上；也可以根据恒温恒湿区的大小，分别布置在离地不同高度的几个平面上，测点数具体规定见表 7.2.3-1。

表 7.2.3-1 温度测点数

波动范围	室面积 $\leq 50\text{m}^2$	每增加 20~50 $\text{m}^2$
$\Delta t \leq \pm 0.5^\circ\text{C}$	点间距不应大于 2m, 点数不应少于 5 个	
$\Delta t = \pm 0.5 \sim \pm 2^\circ\text{C}$	5 个	增加 3~5 个

【条文说明】本条文对恒温恒湿工程室内温度测点布置原则进行了规定。对送回风温度进行检测主要目的是检查空调系统实际运行情况是否能达到设计工况。对恒温恒湿工作区具有代表性点的温度进行检测，可以查看出空调系统的运行效果。测点的布置应离外墙一定距离（大于 0.5m），从而避免外墙对检测产生影响；考虑到操作人员的操作高度，测点一般布置在离地 0.8m 的同一高度上；对于一些特殊工艺或者有特殊要求的恒温恒湿区，可根据恒温恒湿区的大小，分别布置在离地不同高度的几个平面上。

### 7.3 室内湿度的检测

7.3.1 恒温恒湿房间的湿度检测仪器宜采用具有自动记录功能的湿度记录仪，或者其它的湿度传感器组成的湿度采集系统。

【条文说明】本条文对恒温恒湿工程湿度检测所使用的仪器进行了规定。对于恒温恒湿工程，推荐采用

采用带有锂电池的湿度自记仪进行检测，这样即可方便于检测，又可减少测量仪器对工程的影响。不同的测量仪器具有的精度不同，检测时应根据温度波动范围选择相应的具有足够精度的仪器。

7.3.2 检测的时间间隔宜为30~60秒，并连续检测24~48小时。

【条文说明】本条文对恒温恒湿工程湿度检测时间间隔和检测持续时间进行了规定。检测的时间间隔主要考虑是检测仪器的反应时间和环境对检测的影响，一般地，时间间隔取为30~60秒，即可保证检测仪器具有足够的反应时间，又可忽略环境对检测的影响；连续记录时间应在周围环境完整变化一个周期（昼夜），即24小时以上，同时，检测也无须无限进行下去，在周围环境完整变化两个周期，即48小时以内即可。检测的时间间隔和连续检测持续的时间也可由委托方和检测方约定。

7.3.3 室内湿度测点布置应符合下列规定：

- 1 送回风口处；
- 2 恒温恒湿工作区具有代表性的地点（如沿着工艺设备周围布置或等距离布置）；
- 3 测点一般应布置在距外墙表面大于0.5m，离地0.8m的同一高度上；也可以根据恒温恒湿区的大小，分别布置在离地不同高度的几个平面上，测点数具体规定见表7.3.3-2。

表 7.3.3-2 湿度测点数

波动范围	室面积 $\leq 50\text{m}^2$	每增加20~50 $\text{m}^2$
$\Delta\text{RH}\leq\pm 5\%$	点间距不应大于2m,点数不应少于5个	
$\Delta\text{RH}=\pm 5\%\sim\pm 10\%$	5个	增加3~5个

【条文说明】对送回风湿度进行检测主要目的是检查空调系统实际运行情况是否能达到设计工况。

对恒温恒湿工作区具有代表性点的湿度进行检测，可以查看出空调系统的运行效果。测点的布置应离外墙一定距离（大于0.5m），从而避免外墙对检测产生影响；考虑到操作人员的操作高度，测点一般布置在离地0.8m的同一高度上；对于一些特殊工艺或者有特殊要求的恒温恒湿区，可根据恒温恒湿区的大小，分别布置在离地不同高度的几个平面上。

## 7.4 室内噪声的检测

7.4.1 恒温恒湿房间内的噪声检测采用带倍频程分析的声级计。

【条文说明】本条文对恒温恒湿工程噪声检测所使用的仪器进行了规定。采用带倍频程分析的声级计可以测量出各个频段的噪声，便于分析出现较大噪声的原因。

**7.4.2** 测点布置可按室内面积均分或按照工艺特定要求进行。如按室内面积均分，可每 50 m<sup>2</sup> 设一点，测点位于其中心，距地面 1.1~1.5m 高度处。

**【条文说明】** 本条文对恒温恒湿工程噪声测点布置进行了规定。因为噪声在一定面积 ( 50 m<sup>2</sup> ) 内是几乎不变的，所以在按室内面积均分进行噪声检测时，每 50 m<sup>2</sup> 检测一点，测点设置于中心，同时考虑操作人员的听觉高度，测点设置于距地面 1.1~1.5m 高度处。

## 7.5 室内振动的检测

**7.5.1** 当空调机组临近恒温恒湿房间且工艺设备有振动要求时，恒温恒湿房间内的振动检测采用振动仪测定。

**7.5.2** 测点按照工艺特定要求进行布置。

**【条文说明】** 本条文对恒温恒湿工程噪声测点布置进行了规定。振动测点主要考虑工艺特定的要求进行布置。