

ICS 号  
中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

团体标准编号  
代替团体标准编号

---

## 绿色建筑暖通空调系统调适技术导则

Technical guideline for green building HVAC  
commissioning

(征求意见稿)

---

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会 发布

# 前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法（试行）》（国建节协（2017）40号）及《关于印发〈2020年度第一批团体标准制修订计划〉的通知》（国建协[2020]8号）的要求，由中国建筑股份有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认证总结实践经验，考察有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本导则。

本导则的主要内容包括：1总则；2术语；3一般规定；4冷热源系统；5循环输配系统；6组合式空调机组；7监控管理平台；8系统联合运行调适。

本导则由中国建筑节能协会团体标准化办公室负责管理（联系电话：010-57811218，邮箱：jishubu@cabee.org），由中国建筑股份有限公司负责具体内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至由中国建筑股份有限公司（地址：北京市顺义区林河开发区林河大街15号，邮编：101300）

本导则主编单位：中国建筑股份有限公司

本导则参编单位：中建产业技术研究院有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、北京工业大学、北京逻辑智能科技有限公司、中建科技集团有限公司贵州分公司、广州大学

本导则主要起草人员：张鹏、周旭、谢榭、张起维、姬颖、孙育英、刘辉、武根峰、李冉、季亮、张丽娜、杨将铎、杨宇、朱德辉、熊希、廖云丹

本导则主要审查人员：

# 目次

1 总则	5
2 术语	6
3 基本规定	7
4 冷热源系统	8
4.1 一般规定	8
4.2 冷热源主机性能验证	8
4.3 冷却设备性能验证	9
5 循环输配系统	10
5.1 一般规定	10
5.2 阀门状态检查验证	10
5.3 电气性能检查验证	11
5.4 单机性能调适	11
5.5 水系统平衡调适	13
5.6 变流量控制系统调适	14
6 组合式空调机组	15
6.1 一般规定	15
6.2 阀门状态检查验证	15
6.3 单机性能调适	16
6.4 电气性能检查验证	16
6.5 调节控制系统检查	17
6.6 风系统平衡调适	17
7 监控管理平台	18
7.1 传感与执行机构检查	18
7.2 通讯检查	19
7.3 平台功能检查	19
8 系统联合运行调适	19
8.1 一般规定	19
8.2 系统综合性能调适	20
8.3 系统综合效果验证	24
8.4 运行工况调适	24
本导则用词说明	26
引用标准名录	27

# Contents

1	General provisions .....	5
2	Terms .....	6
3	Basic requirements .....	7
4	Cold and heat source system .....	8
4.1	General requirements .....	8
4.2	Performance verification of cold and heat source equipment.....	8
4.3	Performance verification of cooling equipment.....	9
5	Circulatory system.....	10
5.1	General requirements .....	10
5.2	Valve inspection and verification .....	10
5.3	Electrical inspection and verification .....	11
5.4	Pump performance commissioning .....	11
5.5	Water system balance commissioning .....	13
5.6	Variable flow system commissioning .....	14
6	Air handler unit.....	15
6.1	General requirements .....	15
6.2	Valve inspection and verification .....	15
6.3	AHU performance commissioning .....	16
6.4	Electrical inspection and verification .....	16
6.5	Control system inspection .....	17
6.6	Air system balance commissioning .....	17
7	Monitoring and management platform .....	18
7.1	Sensor and actuator inspection .....	18
7.2	Communication inspection .....	19
7.3	Platform function inspection .....	19
8	System joint commissioning .....	19
8.1	General requirements .....	19
8.2	System comprehensive performance commissioning.....	20
8.3	System comprehensive effect verification.....	24
8.4	Operation commissioning .....	24
	Explanation of wording in this standard .....	26
	List of quoted standards .....	27

# 1 总则

**1.0.1** 为了贯彻国家建筑节能相关政策、法规，切实提高绿色建筑暖通空调系统运行能效，提升建筑室内舒适性，规范绿色建筑内暖通空调系统的调适工作，制定本导则。

**1.0.2** 本导则适用于新建、扩建和改建的绿色公共建筑的暖通空调系统综合能效调适和运行维护。既有建筑暖通空调系统调适可参照实施。

**1.0.3** 绿色建筑暖通空调系统调适技术除应参照本导则的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 暖通空调系统 HVAC system

供暖、通风及空气调节系统的总称。

### 2.0.2 调适 commissioning

通过对设备系统的调试验证、性能测试验证、运行工况验证和综合效果验收，使系统满足不同负荷工况和用户使用的需求。

### 2.0.3 暖通空调系统调适 HVAC commissioning

通过对建筑暖通空调系统进行检查、测试、调整、优化、验证等工作，使建筑机电系统满足设计和使用要求的程序和方法。

### 2.0.4 性能验证 performance testing

对暖通空调系统的供热能力、制冷能力、室内环境效果、调控性能、系统能效进行测试和验证的过程。

### 2.0.5 联合运行调适 joint commissioning

基于楼宇自控系统，对暖通空调设备、系统的联合运行效果及功能进行动态验证和优化的过程。

### 2.0.6 平衡调适 balance adjusting

通过手动阀门与自动控制阀门的调节，实现冷热量供给与负荷需求的匹配，保证室内空调效果的均匀性和水力系统的可调性。

### 2.0.7 监控管理平台 monitoring and management platform

将建筑设备采用的传感器、执行器、控制器、数据库、通信网络及辅助设施等连接起来，配有监测、控制与管理功能的平台，简称监控管理平台。

### 2.0.8 调适需求书 commissioning requirements

基于业主的项目需求，对各维度目标进行指标分解、细化的综合文件，包括各专业调适范围、调适目标、参照标准、时间要求、成果文件要求、安全要求、培训要求、验收方法等。调适需求书在实施过程中可根据新的需求和实施情况进行更新和调整。

## 3 基本规定

**3.0.1** 建筑的暖通空调系统应在竣工后进行调适，并在交工交付投入使用前向物业运行管理单位进行资料移交和培训，以保障建筑暖通空调设备和系统实现安全、高效、智慧和绿色运行。

**3.0.2** 建筑暖通空调系统调适范围应主要包括冷热源系统、循环输配系统、组合式空调机组，以及配套的监控管理平台。

**3.0.3** 系统调适应根据具体系统形式、设计目标和业主需求确定暖通空调系统调适细化目标，宜包括以下内容：

- 1 系统能效目标；
- 2 设备实际运行性能目标；
- 3 控制系统动态响应时间及稳定性目标。

**3.0.4** 调适工作开始前，现场安全防护、必要的照明、清洁卫生、供电、供水、排水等配套条件应符合调适要求。

**3.0.5** 调适所使用的测试仪器应在使用合格检定或校准合格有效期内，精度等级及最小分度值应能满足工程性能测定的要求。

**3.0.6** 建筑暖通空调系统调适中采用的工程技术要求，应符合国家现行有关施工质量验收规范的要求。

**3.0.7** 本导则规定了通用性的技术要求，具体项目调适应根据实际系统配置特点及建设（业主）需求等开展，制定详细的项目调适需求书和调适方案，明确调适的工况参数、调适方法和判定原则，应记录调适工况、过程和结果，性能调适结果应满足规范和调适需求。

**3.0.8** 开展系统调适工作前应进行资料核查，至少包括设计图纸、设计说明、设备清单列表、平面图、安装大样图、系统图、设备检测报告、技术手册、监控原理图、监控点表、监控机房、竖井设备平面布置图、控制器箱内设备布置和配线连接图、控制算法配置表、接口文件、施工记录、调试记录、验收过程记录等。

**3.0.9** 应结合实际条件开展设备性能调适工作，由于季节、入住率低等原因导致设

备部分性能或者全部性能调适不能开展的，应进行记录并协调确认延期开展性能调适的时间。

## 4 冷热源系统

### 4.1 一般规定

4.1.1 冷热源系统的调适范围应包括冷热源主机、冷却设备以及配套循环系统，本章主要规定冷热源主机及冷却设备。

4.1.2 开展单机试运转前，调适顾问应会同设备供应商编制相关设备的启动运转程序和对应的记录表格。

4.1.3 设备单机试运转前，应符合下列要求：

- 1 检查发现的问题已整改完成；
- 2 相关设备及管路冲洗、严密性试验已完成且符合要求；
- 3 相关阀门状态正确；
- 4 相关电气系统和设备安全性、供电稳定性符合单机试运转要求。

4.1.4 设备性能调适应在单机试运转完成并符合要求后实施。

### 4.2 冷热源主机性能验证

4.2.1 冷水（热泵）机组性能验证应在典型工况下进行，系统负荷不宜小于实际运行最大负荷的 60%，且运行机组负荷不宜小于其额定负荷的 80%，并处于稳定状态。

4.2.2 冷水（热泵）机组性能验证前，应进行单机试运转。冷水（热泵）机组的单机试运转，单机试运转应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 及《制冷设备、空气分离设备安装工程及是验收规范》GB50274-2010 相关规定要求。

4.2.3 冷水（热泵）机组性能验证应包含主机的制冷（热）量、输入功率、机组输入电压、电流、功率因数、能效系数、噪音、制冷剂种类、冷热水流量、冷却水流量、压降及进出水温度等主要技术参数。

4.2.4 冷水（热泵）机组实际性能系数的合格指标与判定方法应符合下列规定：

1 检测工况下，冷水（热泵）机组的实际性能系数应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2005 第 5.4.5、5.4.9 条的规定；

2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格。

**4.2.5** 锅炉性能验证应在典型冬季典型工况进行，系统负荷不宜小于实际运行最大负荷的 60%，且运行机组负荷不宜小于其额定负荷的 80%，并处于稳定状态。

**4.2.6** 锅炉的性能验证应包含供热量、燃料消耗、热效率、耗电量、噪音、烟气排放温度、进出水温度（蒸汽锅炉为出口蒸汽压力及温度）、流量及压力等主要技术参数。

**4.2.7** 锅炉性能验证前，应进行单机试运转。

**4.2.8** 锅炉单机试运转宜按以下方法实施：

1 启动应按循环水泵、燃气调压站、引风机、送风机、排烟阀门、炉膛吹扫、锅炉点火、检漏、燃烧设备的顺序进行；

2 点火测试前应检查软化水箱的存水量，上水设备应无故障，燃料充足；

3 锅炉水位达到水位表最低水位线以上，压力表正常指示，各排污排气阀门开关正常；

4 依次完成试点火测试、安全关闭功能测试、燃气系统安全保护功能测试，具体测试方法参见设备随机技术文件；

5 记录试运转实验结果，包括热水系统、燃烧器、排烟设备的运行参数。

### **4.3 冷却设备性能验证**

**4.3.1** 却塔机组性能验证应在夏季典型工况进行，系统负荷不宜小于实际运行最大负荷的 60%，且运行机组负荷不宜小于其额定负荷的 80%，并处于稳定状态。

**4.3.2** 冷却塔机组证前，应进行单机试运转。

**4.3.3** 冷却塔单机试运转宜按以下方法实施：

1 点动启动风机，检查冷却塔风机的转向是否正确，星-三角启动的电路顺序是否正确，有无异常振动、声响，监测电流无过载现象；

2 启动冷却塔风机和冷却水泵，监测并记录风机的启动电流和运行电流，电流应各相平衡且无过载现象；

3 冷却水在填料上布水应均匀，不存在明显漂水现象；

4 系统循环试运行不应少于 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；

5 记录试运转实验结果，包括测试期间室外气象参数、进出口水温、飘水情况、噪声、电流、电压和输入功率等。

4.3.4 冷却塔机组性能验证应包室外空气干湿球温度、冷却水量、冷却塔进出水温度、冷却水蒸发及飘逸水量损失、压力损失、冷却塔风量、噪声、电压电流、输入功率和功率因数等。

## 5 循环输配系统

### 5.1 一般规定

5.1.1 循环输配系统的调适范围应包括空调冷（热）水输配系统和冷却水输配系统。

5.1.2 循环输配系统调适可分为阀门状态检查验证、水泵电气性能检查、水泵单机性能调适、水力平衡调适以及变流量控制系统性能调适五个部分。

### 5.2 阀门状态检查验证

5.2.1 循环输配系统水阀（包括手动阀、电动阀、止回阀、平衡阀等）的安装位置、高度、进出口方向应符合设计要求，连接应牢固紧密。

5.2.2 水阀的阀门部件和操作机构应便于操作，安装在保温管道上的手动阀门的手柄不得朝向下，避免阀杆腐蚀。

5.2.3 水阀的操作机构或电动/气动执行机构应启闭灵活、关闭严密，电动阀门的开关方向应与开关指示牌、阀门本身旋向一致。

5.2.4 常开和常闭阀门应处于相应开度。

5.2.5 循环输配系统调适前，应将水阀与管道一起进行水压试验，阀门及各连接处应无泄露，试压合格后方可进行下一步调适。

5.2.6 循环输配系统运行时，平衡阀应按参数设计要求进行校核、调整。

## 5.3 电气性能检查验证

5.3.1 水泵电气性能检查宜包括下列内容：

- 1 调适前预检查；
- 2 水泵电机空载试运转；
- 3 水泵电机负载试运转；
- 4 水泵电机性能验证。

5.3.2 水泵通电前，应先对水泵电动机与配电箱的安装、接线、保护措施等方面进行预检查，应符合下列要求：

- 1 水泵配电箱的安装与接线应正确、可靠、牢固；
- 2 水泵配电箱应进行模拟试验，电气保护和控制功能应符合设计要求，动作灵活可靠；
- 3 水泵电动机的接线正确，电机旋转方向与水泵应旋转方向一致；
- 4 水泵电动机和配电箱的绝缘电阻值均应不应小于  $0.5M\Omega$ ；
- 5 水泵电机盘车检查应无摩擦声和其它异常现象。

5.3.3 水泵电机空载试运行宜按以下内容依序进行：

- 1 点动电机，检查电机旋转方向应符合负载要求方向及电机转向标志规定；
- 2 启动电机，监测启动电流和运行电流，电流应各相平衡且无过载现象，并记录好原始温度及温升情况；
- 3 试运转 2~4h，检查电机转子及轴承声音无异常现象，电流符合铭牌要求值，电机轴承温升应符合设备说明书中的规定。

5.3.4 水泵的电机负载试运转应与水泵单机试运转同时进行，测试参数包括电流、电压、功率和轴承温度，详见 5.4.3 条。

5.3.5 水泵电机性能可通过电机空载试验和电机负载试验进行测试验证，测量电机在额定电流下的效率、功率因素以及温升，并与规定值比较，判断电机的合格性。

## 5.4 单机性能调适

5.4.1 水泵单机性能调适宜包括下列内容：

- 1 调适前预检查；

2 水泵单机试运转;

3 水泵性能验证。

**5.4.2 水泵性能调适前应先进行预检查,符合下列要求:**

1 相关设备及管路的安装应符合设计要求,地脚螺栓及所有紧固件均已紧固;

2 相关设备及管路的冲洗、严密性试验已完成且符合要求;

3 检查水过滤器的清洁程度,符合试运行要求;

4 盘动水泵联轴器,应转动灵活、无卡滞现象;

5 相关阀门状态正确,关闭试运转水泵出口的流量调节阀;

6 水泵电气检查完成,具备送电条件。

**5.4.3 水泵单机试运转应符合下列要求:**

1 点动启动水泵,检查水泵叶轮旋转方向是否正确,有无异常振动、声响;

2 启动水泵,监测启动电流和运行电流,逐渐打开水泵出水阀门,直至运行电流达到额定电流;

3 连续运转 2h,记录稳定运行状态下的水量、进出口水管段压力、电流、电压和输入功率、轴承温度、填料压盖滴水情况等;

4 水泵运行时壳体密封处不得渗漏,紧固连接部位不应松动,普通填料密封的泄露水量不应大于 60mL/h,机械密封的泄露水量不应大于 5mL/h;

5 滑动轴承外壳最高温度不超过 70℃,滚动轴承外壳温度不超过 75℃;

6 水泵的进出口压差、流量满足设计要求。

**5.4.4 水泵性能验证宜按以下要求进行:**

1 测试记录水泵的流量、进出口压力、转速、三相电压、电流、功率因数、输入功率;

2 调节水泵出口阀门,逐一测试 75%、50%、25%额定流量工况下水泵的进出口压力和输入功率;

3 计算不同流量下的水泵扬程、效率,绘制水泵 H-Q、N-Q、 $\eta$ -Q 性能曲线;

4 对于变频水泵,应更改水泵频率,重复步骤 2~3,绘制不同运行频率下的性能曲线。

**5.4.5 水泵效率合格指标与判定方法应符合下列规定:**

- 1 检测工况下，水泵效率检测值应大于设备铭牌值的 80%；
- 2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格。

## 5.5 水系统平衡调适

### 5.5.1 水系统平衡调适应包括下列内容：

- 1 静态水力平衡调适；
- 2 动态水力平衡调适。

### 5.5.2 系统静态水力平衡调适应在水泵单机性能调适完成并符合要求后实施，应根据系统特点制定平衡调适专项方案，方案应包括：

- 1 平衡调适程序；
- 2 完善、清晰的系统图、子系统图，图中应标记各管段的水量、管段上调节阀的编号及状态；
- 3 相关记录表格；
- 4 判定依据。

### 5.5.3 静态水力平衡调适前，应对水系统及管路阀门进行检查，主要内容包括：

- 1 相关设备及水系统的安装质量和清洁程度应符合静态平衡调适要求；
- 2 抽验主管道、末端设备上水过滤器的清洁程度；
- 3 水系统定压、排气工作已经完成；
- 4 系统中除旁通阀以外的所有阀门按设计要求全部打开；
- 5 对平衡阀进行检查、初始化和参数预设。

### 5.5.4 水系统静态平衡调适宜采用比例调节法、补偿调节法和回水温度调节法。

### 5.5.5 水系统平衡调适应符合如下规定：

- 1 空调冷（热）水系统、冷却水系统的总流量与设计流量的偏差不应大于 10%；
- 2 制冷机组和冷却塔的水流量与设计流量的偏差不应大于 10%；
- 3 各空气处理机组的水量应符合设计要求，定流量系统允许偏差为 15%，变流量系统允许偏差为 10%。

### 5.5.6 静态平衡调适完成后，应编制平衡调适报告，至少包括以下内容：

- 1 完善、清晰的系统图、子系统图，图中包含各管段的平衡调适结果、调节阀

的编号及最终状态；

- 2 平衡调适初始状态下和最终状态下各支路的流量、调节阀状态；
- 3 调适过程中发现的问题、解决过程和结果。

**5.5.7** 对于安装动态流量平衡阀的水系统，静态水力平衡调适后，应进行动态水力平衡调适，达到以下要求：

- 1 在设计工况下所有末端设备必须都能够达到设计流量；
- 2 对系统任何一组末端设备进行调节时，不会影响其他末端设备的正常运行；
- 3 各台制冷机组或冷却塔的流量稳定，达到设定值。

## **5.6 变流量控制系统调适**

**5.6.1** 变流量控制系统调适应在相关设备单机试运转、水系统平衡调适完成并符合要求后实施。

**5.6.2** 变流量控制系统在调适前应制定详细的调适方案，明确调适的工况参数、调适方法和判定原则。

**5.6.3** 变流量控制系统功能调适应包括以下内容：

- 1 水泵台数与频率控制功能调适；
- 2 一级泵变流量系统的旁通阀控制功能调适；
- 3 二级泵变流量系统的盈亏管功能验证。

**5.6.4** 对于一级泵变频变流量系统的一级泵、二级/多级泵变流量系统的二级泵/多级泵，水泵的台数与频率宜根据供回水总压差或末端压差控制，并符合下列要求：

- 1 压差设定值宜根据负荷变化动态重设；
- 2 水泵台数与频率调节过程应稳定，避免频繁启停；
- 3 满足各末端用户的水量需求；
- 4 降低输配系统能耗。

**5.6.5** 一级泵定频变流量系统的旁通阀宜根据供回水总压差控制，并符合下列要求：

- 1 用户侧变流量运行，应满足各末端用户的水量需求；
- 2 冷机侧定流量运行，制冷机组的水流量与设计流量偏差应不大于 10%；
- 3 供回水总压差控制稳定。

**5.6.6** 一级泵变频变流量系统的旁通阀应与水泵协同控制，具体如下：

1 当负荷减小时，优先调节水泵的台数和频率，降低水系统流量；

2 当水系统流量低于水泵和制冷机组的最小流量时，旁通阀应根据供回水总压差控制，维持系统稳定。

**5.6.7** 二级泵变流量系统的盈亏管应平衡一次侧和二次侧的流量不匹配，具体如下：

1 二次侧变流量运行时，一次侧能够保证定流量运行；

2 当二次侧流量大于一次侧流量时，一部分二次侧回水应通过盈亏管与一次侧供水充分混合后，进入各组二级泵，每组二级泵入口温度应相同；

3 当二次侧流量小于一次侧流量时，一部分一次侧供水应通过盈亏管与二次侧回水充分混合后，进入各台制冷机组，每台冷水机组回口温度应相同。

## **6 组合式空调机组**

### **6.1 一般规定**

**6.1.1** 组合式空调机组的调适应由专业技术人员实施，调适结束后，应提供完整的调适资料和报告。

**6.1.2** 组合式空调机组的调适宜包括组合式空调机组的风系统、水系统、配电系统及控制系统的调适。

**6.1.3** 组合式空调机组调适可分为阀门状态检查验证、电气性能检查验证、单机性能检查验证、控制设计与调节控制系统检查、以及水力平衡调适五个部分。

### **6.2 阀门状态检查验证**

**6.2.1** 组合式空调机组的风阀（包括防火阀、排烟阀等）应安装牢固，阀门部件及操作机构应便于操作。

**6.2.2** 组合式空调机组的水阀应安装牢固，阀门部件及操作机构应便于操作。

**6.2.3** 组合式空调机组的风阀和水阀的安装位置及流体方向应正确且符合设计要求。

**6.2.4** 止回阀、定风量阀的安装方向应符合流体方向要求。

6.2.5 风阀或水阀的电动执行装置应灵活可靠，阀体应关闭严密。

### 6.3 单机性能调适

6.3.1 现场对组合式空调机组的安装及外观进行检查，铭牌需清晰，技术参数及功能段应符合设计要求、安装位置及进出口方向与设计图纸相符，且安装位置应预留设备检修空间。

6.3.2 现场应对组合式空调机组的检查门进行检查，检查门应严密、灵活、安全。

6.3.3 现场组装的组合式空调机组应按现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 的规定进行漏风量的测试，通用机组在 700Pa 静压下，漏风量不应大于 2%；净化空调机组在 1000Pa 静压下，漏风量不应大于 1%。

6.3.4 组合式空调机组（包括新风机组、空气热回收装置等）中的风机、叶轮旋转方向应正确、运转应平稳、应无异常震动和声响。

6.3.5 空气热回收装置进风与出风方向风管连接应正确、可靠、严密，转轮式空气热回收装置的转轮旋转方向正确，运转应平稳，且不应有异常震动与声响。

6.3.6 风机盘管、变风量末端装置、地板送风单元、冷辐射吊顶等空调末端装置的安装位置应正确，固定应牢固、平整，便于检修。

### 6.4 电气性能检查验证

6.4.1 应按现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 规定的方法进行绝缘电阻试验，其冷热态绝缘电阻对地绝缘电阻值不低于  $2M\Omega$ 。

6.4.2 应按现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 规定的方法进行电气强度试验，应无击穿和闪络。

6.4.3 应按现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 规定的方法进行泄漏电流试验，其外露金属部分和电源线间泄漏电流不应大于 5mA。

6.4.4 应按现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 规定的方法进行接地电阻试验，其外露金属部分与接地端之间的电阻值不应大于  $0.1\Omega$ 。

6.4.5 现场应对组合式空调机组的运行功率进行测试，其实测值不应超过铭牌值的 10%。

6.4.6 组合式空调机组的配电箱接线应正确、可靠、牢固。

6.4.7 静电式空气净化装置的金属外壳应与 PE 线可靠连接。

6.4.8 空气用电加热器与钢构架间的绝热层应采用不燃材料，外露的接线柱应加设安全防护罩，且电加热器外露部分必须与 PE 线可靠连接。

## 6.5 调节控制系统检查

6.5.1 应按照设计图纸要求的数量及安装位置对组合式空调机组的控制系统进行相应的检查，应符合设计要求，且仪器仪表应安装牢固。

6.5.2 系统经过调适后，自控仪器仪表及执行器应工作正常，系统各项参数的反馈及动作应正确、及时，监测参数准确可靠。

6.5.3 变风量末端装置、风机盘管等的调速及温控阀的动作应正确，并应与机组一一对应。

6.5.4 变风量末端装置控制单元单体供电测试过程中，信号及反馈应正确，不应有故障显示。

6.5.5 变风量末端装置的一次风阀应根据信号要求动作，且反应灵敏可靠；带风机的变风量末端装置的风机能够根据信号要求运转，运行平稳，且无异常震动与声响。

6.5.6 调适后，变风量末端装置、风机盘管等末端装置应根据室内温控器实现功能调整，且调整正确可靠。

6.5.7 调适后，监控设备与系统中的检测元件和执行机构应正常沟通，应正确显示系统的运行状态，并应完成设备连锁、自动调节及保护等功能。

## 6.6 风系统平衡调适

6.6.1 应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规定的方法进行系统总风量调适，调适后系统总风量调适结果与设计风量的允许偏差应为-5%~10%，新风量的允许偏差应为 0~+10%。

6.6.2 应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规定的方法进行系统水流量调适，定流量的组合式空调机组的冷（热）水流量与设计水流量的允许偏差不应大于 15%；变流量的组合式空调机组的冷（热）水流量与设计水流量的允许偏差不应大于 10%。

6.6.3 应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规定的方法进行末端风口风量调适，各风口与设计风量的允许偏差不应大于 15%。

6.6.4 应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规定的方法变风量末端装置的最大风量调适，变风量末端装置的最大风量调适结果与设计风量的允许偏差应为 0~15%。

6.6.5 系统经过调适，风机盘管的中档风量实测值应符合设计值。

6.6.6 系统经过调适，主要部件的联动应符合设计要求，动作应协调正确，不应有异常现象。

6.6.7 系统经过调适，组合式空调机组的送风温度、冷冻水（热水）进出水温度等参数应符合设计和使用要求。

## 7 监控管理平台

### 7.1 传感与执行机构检查

7.1.1 应对照设计图纸进行检查，确保现场关键设备、关键传感器与关键执行机构符合设计要求。

7.1.2 应对传感器与执行机构的安装位置的合理性进行检查：

1 检查关键设备本体的传感器及其运行情况是否满足要求；

2 按照产品说明书和设计要求检查系统加装的监控设备位置是否满足要求。对于安装可再生能源系统的项目，还应检查可再生能源系统加装的监控设备位置是否满足要求；

3. 确认室内环境传感器的位置是否满足要求。

7.1.3 应对传感器进行如下检查：

1 检查传感器的标定和校准情况；

2 检查传感器适用性、量程和精度。

7.1.4 应对执行机构的调节度、开度等检查：

## 7.2 通讯检查

7.2.1 应对布线/无线的连通性进行检查，确保通讯线路连通正常。

7.2.2 应对中控平台数据接收情况进行检查。

7.2.3 应对数据的正确性进行检查。

## 7.3 平台功能检查

7.3.1 应检查平台的功能界面是否齐全，至少包括：显示和记录功能、控制和管理功能、控制参数设定功能、数据的存储、导出和统计功能等。

7.3.2 应检查平台系统和应用软件访问控制功能：用户登陆访问控制、权限控制、目录级安全控制、文件属性安全控制。

7.3.3 应检查平台系统软件（包括操作系统、数据库系统）和应用软件定期备份功能，系统软件的配置修改和应用软件的改动均应及时备份，并做好相应的记录文档。

7.3.4 应根据暖通系统的调适日志或报表，检查平台的数据记录情况是否完备。

# 8 系统联合运行调适

## 8.1 一般规定

8.1.1 暖通空调系统应进行联合运行调适。

8.1.2 系统联合运行调适需在受控设备单机调适验证完成的基础上进行，应根据系统形式和功能特点制定联合运行调适专项方案。

8.1.3 系统联合运行调适时，应在冷热源机房和控制室配置值班人员，确认设备状态，核实控制逻辑。

8.1.4 系统联合运行调适应包括系统综合性能调适、系统综合效果验证和运行工况调适，并满足项目调适任务书和设计使用要求。

8.1.5 联合运行调适前应先完成电气性能检查、系统管路检查、机组检查等准备工作。具体可细化如下：

### 1 检查配电系统

1) 检查电源的供电电压是否符合要求；

2) 检查所有接线端子是否紧固;

3) 检查接地是否可靠。

## 2 检查系统管路

1) 检查系统管路是否清洁;

2) 检查系统中阀门的开启关闭情况;

3) 检查膨胀水箱、补水装置是否灵敏; 排尽水管内的空气, 在确认管路注满水后才能启动水泵, 要绝对避免在缺水状态下运行;

4) 检查水系统过滤器无堵塞现象;

5) 管路的绝热保温是否已经完善, 有无破损;

6) 各 AHU 机组风管系统完成具备试车条件;

7) 各温度传感器调试完毕, BA 系统可正常工作。

## 3 检查机组

1) 每台机组主管是否至少已排空一次;

2) 检查机组外观情况, 是否在运输和搬运过程中有损坏;

3) 检查控制器的设定是否正确, 设定制冷、制热模式、手动调节和自动调节模式、水泵模式等基本设定是否正确。

## 8.2 系统综合性能调适

**8.2.1** 系统综合性能调适的主要内容宜包括: 冷冻水子系统调适、冷却水子系统调适、冷机运行调适、末端系统调适、系统远程联动控制及参数设置调适、冷机群控试运行和控制功能验证。

**8.2.2** 冷冻水子系统调适应包括:

1 清洗冷冻水管道: 在使用前必须清洗干净, 冷水管路清洗首先要将各楼层的风机盘管以及空调主机的进水阀关闭, 同时打开供回水连通阀。然后开启循环泵运行 3h-5h。最后放掉系统内的水, 逐一清洗风机盘管和空调主机的过滤器;

2 采集冷水支管的压降和系统总压降数据: 将风机盘管和空调主机的进出水阀全部打开, 开启循环泵按设计压力循环一段时间, 测量各支管的压降以及循环泵的总压降, 然后将系统的水压加大至调试压力, 关闭循环泵, 保持 24h 以上, 再次测

量各支管的压降和循环泵的总压降。通过这些数据的采集，与设计数据进行比对，查找系统在设计与安装环节出现的失误。

### 8.2.3 冷却水子系统调适应包括：

1 冷却管路的清洗：在使用前必须清洗干净，同时打开供回水连通阀。然后开启循环泵运行 3h-5h，最后放掉系统内的水；

2 冷却塔的调适：首先观察风机的转速、转向，尤其要注意是否缺相。其次是要观察冷却塔布水器是否布水均匀，有无堵塞现象。最后观察当水位上升或下降时，冷却塔的液位控制阀能否正常工作。

8.2.4 冷热源系统联合运行调适时，应验证冷热源系统的启动、加载、减载、设备切换、停机等控制逻辑。

### 8.2.5 冷机运行调适应包括：

1 检查主机的电源装置。检查供电线路和配电装置要符合设计要求，供电电缆直径和配电柜主开关是否能承受一定的负荷，电缆的压绞是否牢固，配电柜与主机之间的电源线路是否连接完整；

2 检查冷水系统和冷却系统的压差是否达到要求。检查压缩机的进出水压差，冷水系统和冷却系统的进出水压差可以通过调节主机的进出水阀来达到。离心压缩机有侦测冷水和冷却水流量的流量探头，要注意将探头与流量计连接；

3 检查空调主机的操作系统。压缩机组的操作显示屏由电脑主板构成，开启时要检查显示屏是否显示，查看到的数据是否出厂设定的原始数据；

4 根据制冷量输入工作参数，修改电脑中的相关数据；

5 当主机油压和油温达到标准工况时开启压缩机。观察压缩机扇门开启的变化，运行过程中及时记录和修改工作参数；

6 要根据运行的时间和系统负荷，判断所加冷媒是否适量。调整冷却水流量，避免主机出现喘震或者冷凝压力过高。

8.2.6 系统联合调适宜持续 8h 以上，选择典型空调机组或新风机组，定时记录机组的运参数及所服务区域的室内温湿度、风速、噪声等室内环境参数。

8.2.7 在远程监控平台上，应对自控系统的图形界面进行检查，校核控制平台与实际设备的对应情况，并进行设备参数设置调试，以及系统设备的联动控制测试。

### 8.2.8 应对系统顺序启停性能进行调试:

1 制冷机房的启动顺序为: 制冷机房控制系统发送系统启动指令, 先导冷水机组将会进入启动程序→ 冷却水电动蝶阀→冷却水泵 → 冷却塔→冷冻水电动蝶阀→冷冻水泵→冷水机组;

2 制冷机房的停止顺序为: 制冷机房控制系统发送系统停止指令 →冷水机组 → 冷却塔→冷冻水泵→冷却水泵→冷冻水电动蝶阀→关闭冷机冷却水电动蝶阀。

8.2.9 在末端负荷能满足要求的情况下 (如两台冷水机组运行输出能量均不低于45%), 应根据冷机群控策略进行冷机群控试运行, 观察群控策略跟踪建筑负荷进行加减机控制的能力。

8.2.10 应验证系统控制功能, 包括现场调试和上位机调试。为保证传感器准确、执行器动作正确、控制器功能正常, 应在现场进行调试。主要冷热源设备的常用控制功能详见表 8.2.10-1。表 8.2.10-2 给出了不同类型冷水机组控制器功能所需配置的功能表。具体项目调适项应根据系统形式和要求确定。

表 8.2.10-1. 主要冷热源设备的常用控制功能

设备	监测参数	安全保护功能	启停控制功能	单机设备自动控制功能
冷水机组	蒸发器、冷凝器的进、出口温度、压力、水流开关状态; 启停和故障状态	根据设备故障或断水信号关闭冷水机组; 防止冷却水温低于允许的下限温度	通过设备自带控制单元和时间表实现冷水机组的启停	设定和修改冷冻水、冷却水供水温度/压力的设定值
燃气锅炉	锅炉、热交换器的进、出口温度; 分、集水器的温度和压力 (或压差); 启停和故障状态	根据设备故障或断水信号关闭锅炉; 根据膨胀水箱高、低液位的报警信号进行排水或补水	通过设备自带控制单元实现锅炉的启停	设定和修改热水供水温度的设定值
水泵	启停状态、频率	根据设备故障信号关闭水泵; 具有过流保护功能	实现远程启停	通过变频器设定值的改变控制水泵的转速

冷 却 塔	风机运行状态、集水盘液位	有电加热器等防冻装置的冷却塔应具有过流保护功能； 根据集水盘高、低液位的报警信号进行排水或补水	实现启停控制	对于变频运行的风机，通过改变变频器频率值，风机转速应能相应进行改变
组 合 式 空 调 机 组 和 新 风 机 组	室内、外空气的温度、湿度；机组的送风温度；空气冷却器/加热器出口的冷/热水温度；空气过滤器进出口的压差开关状态；风机、水阀、风阀等设备的启停状态和开关参数；冬季有冻结可能性的地区，还应能监测防冻开关的状态	风机的故障报警；空气过滤器压差超限时的堵塞报警；冬季有冻结可能性的地区，还应具有防冻报警和自动保护的功能	风机停止时，新/送风阀和水阀连锁关闭； 按时间表启停风机	自动调节水阀、风阀的开度、风机转速； 设定和修改供冷/供热/过渡季工况； 设定和修改服务区域空气温度的设定值

表 8.2.10-2. 冷水机组控制器功能配置表

序 号	功 能 类 型	控制功能	水 冷 冷 水 ( 热 泵 ) 机 组	风 冷 冷 水 ( 热 泵 ) 机 组	磁 悬 浮 冷 水 机 组	变 频 冷 水 机 组	太 阳 能 光 伏 机 组	溴 化 锂 冷 水 机 组
1	控 制 功 能	自动顺序连锁启停阀门、水泵、冷却塔和冷机控制	√	√	√	√	√	√
2		根据负荷自动加/减机控制	√	√	√	√	√	√
3		设备轮询运行控制	√	√	√	√	√	√
4		设备运行时间表控制	√	√	√	√	√	√
5		设备初始启动、待机时间	√	√	√	√	√	√

	控制						
6	冷机组合优化控制	√	√	√	√	√	√
7	蒸发器出水温度优化控制	√	√	√	√	√	√
8	冷凝器进水温度优化控制	√	√	√	√	√	√

注：“√”表示控制器功能应具备对应功能的配置。

**8.2.11** 空调自控系统监控软件的功能调适宜包括以下项目，调适结果应满足调适需求书的要求。

1 空调自控系统软件监控功能验证，至少包括：显示和记录功能、控制和管理功能、控制参数设定功能、数据的存储、导出和统计功能等；

2 中央管理工作站及分站系统的控制命令系统响应时间和报警信号响应速度的实时检测；

3 运营平台宜采用电子问卷方式采集建筑环境满意度数据。

### 8.3 系统综合效果验证

**8.3.1** 系统综合效果验证应在设备单机调适验证及系统联控功能验证完成后进行。

**8.3.2** 系统综合效果验证宜在典型工况下开展，应包括下列内容：

1 综合效果验证参数为室内噪声和设备噪声、热舒适性（温度、相对湿度、风速）、室内空气品质（氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氩、臭氧、PM2.5 浓度等）、系统能效（冷机实际性能系数、水系统回水温度的一致性、水系统供回水温差、水泵效率、冷源系统能效、单位风量耗功率、新风量、定风量系统平衡度）；

2 测试时应确保系统各设备运行稳定且正常，测试方法符合国家和行业相关标准的要求；

3 测试结果应满足现行标准和设计使用要求。

**8.3.3** 宜对系统运行情况、系统能效及对应时段的室内环境情况进行监测或检测记录，当能效或环境指标产生偏离，宜及时重置运行参数、参照前述系统调适流程进行调整。

### 8.4 运行工况调适

**8.4.1** 暖通空调系统交付后应在典型工况下验证系统的控制功能、系统能效及系统

实际运行效果，制定调适与验证方案。

**8.4.2** 运行工况至少应包括制冷季和供暖季，根据系统特性可增加过渡季，每个工况宜至少连续验证 5 天。

**8.4.3** 系统实际效果验证应在联合运行调适工作完成并满足要求后进行，验证前应制定典型工况下的验证方案。

**8.4.4** 典型运行工况调适宜基于自控系统的监测和记录功能开展。

**8.4.5** 典型运行工况应根据项目实际运行确定，确定依据宜包括室外典型气候、室内实际负荷需求、用户环境舒适性要求。

**8.4.6** 应对不同工况下的运行调适过程进行详细记录，包括但不限于工况条件、调适动作、性能指标参数、运行记录、调适效果、调适结论。

**8.4.7** 应对项目的实际能耗情况进行核查。核查的能耗数据应至少包括账单、能耗监测数据。

**8.4.8** 调适与验证方法可参照本导则第 4 章至第 7 章内容，验证结果应符合设计和使用要求。

**8.4.9** 验证结果不符合方案要求的，应分析诊断并采取整改措施，确保实现最终效果。

**8.4.10** 完成运行工况调适工作后，宜形成针对项目需求的不同典型工况的运行手册，指导实际项目的运行。

## 本导则用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》 GB 50168-2016
- 2 《工业金属管道工程施工质量验收规范》 GB 50184-2011
- 3 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243-2016
- 4 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303-2015
- 5 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411-2019
- 6 《三相异步电动机试验方法》 GB/T 1032-2012
- 7 《小功率电动机 第1部分：通用技术条件》 GB/T 5171.1-2014
- 8 《工业阀门压力试验》 GB/T 13927-2016
- 9 《组合式空调机组》 GB/T 14294-2008
- 10 《工业阀门安装使用维护一般要求》 GB 24919-2010
- 11 《供暖与空调系统节能调试方法》 GBT 35972-2018
- 12 《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177-2009
- 13 《公共机构建筑机电系统调适技术导则》（征求意见稿）

ICS 号  
中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

团体标准编号  
代替团体标准编号

---

## 绿色建筑暖通空调系统调适技术导则

Technical guideline for green building HVAC  
commissioning

(条文说明)

---

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会 发布

## 3 基本规定

**3.0.1** 对于条件允许的项目，暖通空调系统调适工作可从设计阶段介入，涵盖设计、施工、交付和运行全过程；对于无法在设计阶段介入的项目，可在竣工后开始暖通空调系统调适工作，主要涵盖交付验收与运行过程。

**3.0.2** 暖通空调系统的末端系统有多种形式，包括组合式空调机组、新风机组、风机盘管等，本导则主要聚焦于形式相对复杂且耦合性较高的组合式空调机组，新风机组的调适可参考执行。

**3.0.7** 设备性能受室外气候参数、室内建筑负荷、现场测试条件等诸多因素的影响，导致设备性能调适过程中的性能测试工况可能会与产品标准要求工况会存在偏差，因此在调适方案中应根据现场的实际情况予以明确。

**3.0.8** 资料检查应涵盖冷热源系统、循环输配系统、末端设备、监控管理平台，本条中陈述的资料为一般项目的基础资料，为调适工作做好资料准备，确保调适开展的条件。

**3.0.9** 当性能调适阶段处在过渡季，不具备冷热性能调适条件时，可开展部分性能测试，如组合式空调机组风量、新回风比、风压等方面的调适。换热性能在典型制冷季或供暖季调适。

## 4 冷热源系统

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 配套循环系统相关调适内容将在第5章进行规定。

**4.1.3** 无论从哪个阶段介入调适工作，在开展单机试运转前都应通过资料核查、现场确认等方式确认前期发现的问题是否整改完成并达标。单机试运转前应检查电气系统安装情况，确保供电稳定、相关设备的安全保护装置符合要求，保证人员及设备安全。

### 4.2 冷热源主机性能验证

**4.2.1** 冷水机组性能验证宜选择夏季冷负荷接近设计负荷的工况，如无此条件，根据实际情况调整系统工况，或通过开启室内的外门窗等措施增加冷负荷。热泵机组

性能验证宜选择冬季热负荷接近设计负荷的工况。

**4.2.3** 现场检查是调适顾问通过现场核查，对施工质量与设计和相关规范的要求是否相符做出评价，以书面形式将评价结果提交至相关责任方，并跟踪是否在下一阶段工作开展前相应的问题得到处理和解决。

**4.2.4** 检测方法参考标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009 第 8.2 条例。

**4.2.5** 设备性能受室外气候参数、室内建筑负荷、现场测试条件等诸多因素的影响，导致设备性能调适过程中的性能测试工况可能会与产品标准要求工况会存在偏差，因此在调适方案中应根据现场的实际情况予以明确。

## 5 循环输配系统

### 5.2 阀门状态检查验证

**5.2.1** 阀门状态检查的目的是为了保证循环输配系统可以正常运行、按照设计预期运行、维持系统稳定运行和保障系统安全运行的前提和必要条件。

**5.2.2** 手动阀是指借助手轮、手柄、杠杆、链轮，由人力来操纵阀门动作，一般包括截断阀（包括闸阀、截止阀、旋塞阀、球阀、蝶阀和隔膜阀等）、止回阀、分流阀等。

**5.2.3** 阀门安装应检查外观是否正常，是否符合阀门使用规范要求。阀门（安全阀除外）启闭应灵活，位置指示器应准确。安装前应手动将阀门开关三次，检查是否有卡涩现象。

**5.2.5** 阀门在正式投入使用前以及出厂一年以上，应在有条件的情况下进行压力试验，按照现行国家标准《工业阀门压力试验》GB/T 13927 的规定进行。

### 5.3 电气性能检查验证

**5.3.1** 大型水泵应先进行电机空载试运转，再连接水泵进行电机负载试运转。小型水泵在电气预检查合格后，可直接进行电机负载试运转。根据调适需要，进行水泵电机性能验证。

**5.3.2** 电气预检查相关要求按照现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB50168 的规定进行。

**5.3.5** 水泵电机空载与负载试验方法可按照现行国家标准《三相异步电动机试验方

法》GB/T 1032、《小功率电动机 第1部分：通用技术条件》GB/T 5171.1 的规定进行。

## 5.4 单机性能调适

5.4.1 水泵调适前预检查是调适过程安全与系统运行安全的基本保证，如若发现问题应及时整改后再进行调适；水泵单机试运转则为判定水泵是否可以安全稳定运行；水泵性能验证应在单机试运转完成并符合要求后，根据需要进行实施。

5.4.2 安装、冲洗和试压的检查方法按照现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2016 的规定进行。

5.4.3 在多级泵系统和二级泵系统中，水泵单机试运转应进行分级进行，并确认相关管路清洁，在对某级水泵试运转时应隔离其他级管路，避免其他级管路进入污物；各级所有水泵都完成单机试运转后才能启动后续整个系统的调适工作。

5.4.4 水泵性能可能会受现场测试条件等诸多因素的影响，导致现场实测的设备性能会与产品标准要求工况会存在偏差，一般实际测试与设计流量的偏差小于±8%为宜，H-Q、N-Q、 $\eta$ -Q 性能曲线符合设备相关技术文件规定。

5.4.5 检测方法按照现行国家标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009 的规定进行。

## 5.5 水系统平衡调适

5.5.1 静态平衡调适是指自控系统未投入运行状态下系统水量的初始平衡，使末端设备同时达到设计流量，保证系统能均衡地输送足够的水量到各个末端设备；动态平衡调适指的是自控系统投入运行后，系统水量自动调整的平衡。静态平衡是动态平衡的基础和前提，应首先完成静态平衡调适，以确保各末端具备要求的调节能力。

5.5.5 相关规定按照现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 的规定进行。

## 5.6 变流量控制系统调适

5.6.3 变流量空调冷（热）水系统按照系统形式主要分为一级泵定频变流量系统、一级泵变频变流量系统、二级/多级泵变流量系统。对于一级泵定频变流量系统，水泵应与制冷机组台数控制连锁，旁通阀需进行变流量控制功能调适；对于一级泵变频变流量系统，应对水泵台数/频率、旁通阀进行变流量控制功能调适；对于二

级/多级泵变流量系统，应对二级泵/多级泵的台数/频率、盈亏管进行变流量控制功能调适，以达到安全、节能的变流量运行目的。

5.6.4 当负荷减小时，用户所需要的水量减小，因此水泵控制的压差设定值应减小。根据负荷变化动态重设压差设定值，可以降低输配系统能耗。

5.6.6 一次泵变频变流量系统的制冷机组蒸发器允许在一定范围内变流量，因此通过调节水泵台数和频率，适应末端流量变化，此时旁通阀应关闭。但由于水泵变频和制冷机组变流量范围都是有限的，超出允许的变流量范围后，需要调节旁通阀，维持系统安全稳定运行。

5.6.7 盈亏管功能验证是变流量控制调适的前提。

## 6 组合式空调机组

### 6.1 一般规定

6.1.1 调适验证时应对项目的运行记录进行核查，核查实际运行方式是否与系统功能相符，对于不相符的情况进行现场复核、分析，提出分析结果和整改意见。核查的运行记录应至少包括运行人员的工作记录、楼宇自控系统的运行记录。

6.1.2 本条规定了组合式空调机组调适的范围。

### 6.2 阀门状态检查验证

6.2.1 风阀状态检查的目的是为了保证组合式空调机组能够正常运行。

6.2.2 水阀状态检查的目的是为了保证水系统能够正常运行。

6.2.3 正确的阀门安装使用是保障风系统稳定运行的必要条件。

6.2.4 此类阀门有明确的流体方向指向。

6.2.5 风阀和水阀等电动执行机构的正确工作是保障空调系统安全运行的必要条件。

### 6.3 单机性能调适

6.3.1 此项为组合式空调机组的安装外观检查规定，此项也针对类组合式空调机组的新风机组、空气能量回收装置等设备的安装外观检查。

6.3.2 检查门为组合式空调机组检查所必须能够正常开闭的关键部位，此项也针对类组合式空调机组的新风机组、空气能量回收装置等设备。

6.3.3 此项参照现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 执行，目前由于安装位置、施工程序等问题，致使很多较大型的组合式空调机组均采用现场组装，而现场组装的质量参差不齐，此项也针对类组合式空调机组的新风机组、空气能量回收装置等设备。

6.3.4 此项参照现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 执行，为组合式空调机组单机试运转项之一，此项也针对类组合式空调机组的新风机组、空气能量回收装置等设备。

6.3.5 此项参照现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 执行，空气能量回收装置的单机试运转项之一。

6.3.6 本条规定为非类似组合式空调机组的其他末端空调设备的安装检查。

## 6.4 电气性能检查验证

6.4.1~6.4.4 参照现行《组合式空调机组》GB/T 14294 的规定进行。

6.4.5 参照现行《组合式空调机组》GB/T 14294 的规定进行，此项也包括类似组合式空调机组的新风机组、空气热回收装置等设备。

6.4.6 此项也包括类似组合式空调机组的新风机组、空气热回收装置等设备。

6.4.7~6.4.8 此项为电气安全所必须检查之项目，PE 线俗称地线。

## 6.5 调节控制系统检查

6.5.1 此项规定了暖通控制系统调适的范围。

6.5.2 此项是暖通控制系统调适的目的。

6.5.3 其他类似带调速及温控阀的末端空调设备也可参照此项。

6.5.4~6.5.5 该项只针对变风量空调系统或部分使用变风量末端装置的空调系统。

6.5.6 调适时，一般主要体现在通过调整温控器的温度设定值，其所对应末端空调设备根据逻辑进行自动调整。

6.5.7 暖通自控系统是一套集成系统，需要完成所有监控点的准确性检查及逻辑验证，并保证其达到设计和使用要求，此项是暖通空调系统带负荷正常运行的前提条件。

## 6.6 风系统平衡调适

- 6.6.1 此条参照现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规定执行，调适前应与设计人员沟通，明确各个风系统的风量设计值。
- 6.6.2 此条参照现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 执行，调适前应与设计人员沟通，明确各个空调机组的水量设计值。
- 6.6.3 此条参照现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 执行，调适前应与设计沟通，明确各个风系统的风口风量设计值。
- 6.6.4 具体方法可根据现场实际情况选择使用现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规定的风管风量测试方法或风口风量测试方法。
- 6.6.5 具体方法可使用现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规定的风口风量测试方法。
- 6.6.6 该项调适是系统非设计满负荷条件下正常运行的前提条件之一。
- 6.6.7 该项调适状态应为单一系统或单一设备的设计满负荷条件下。

## 7 监控管理平台

### 7.1 传感与执行机构检查

7.1.2 空调系统中冷水机组、锅炉、空调箱等关键设备的运行状态关乎着空调系统的安全高效运行，故此类关键设备出厂时会自带传感器与控制器。如冷水机组需要监测蒸发器及冷凝器的进出口温度、压力、水流开关状态，机组的启停和故障状态。应对关键设备本体的传感器及其运行情况进行检查，检查确认面板界面信息是否显示正常，以及调节参数时能否正常动作并将运行数据反馈至相关面板或控制房的监控界面。

应检查系统加装的温度传感器、流量传感器、变频器、压力传感器位置是否合理，能否满足设计及相关标准。可再生能源系统在绿色建筑项目应用频率较高，故本导则中对可再生能源系统的监测及调适进行了要求。比如，地源热泵系统应对室外温度、典型房间室内温度、系统热源侧与用户侧进出水温度和流量、机组热源侧与用户侧进出水温度和流量、热泵系统耗电量进行监测；太阳能热水供暖系统应对室外

温度、典型房间室内温度、辅助热源耗电量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳总辐射量进行监测；太阳能光伏系统应对室外温度、太阳总辐射量、光伏组件背板表面温度、发电量进行监测。

末端的空气品质和热环境等室内环境传感器应放置于900mm~1800mm的高度处，并不应受到送风口直接射流的影响；空气品质和热环境传感器每类主要功能空间应放置不少于每层1个传感器，并确认末端传感器是否可以正确检测被测区域环境参数。

**7.1.3** 检查传感器标定、校准时间和校准机构是否符合相关规范要求；检查传感器的量程、精度是否符合监测参数的要求。

**7.1.4** 按照系统提供的调节级数进行逐级调控，确认末端执行器是否可以正确按照控制命令进行动作。

## **7.2 通讯检查**

**7.2.2** 中控平台的数据可为暖通空调系统的正常运维及节能优化提供支撑，应检查确认中控平台是否可以接收到各点位的监测数据，同时，在监测参数发生变化时，平台接收的数据可以及时更新。

**7.2.3** 检查采集数据的准确性，判断采集数据的合理性。

## **7.3 平台功能检查**

**7.3.1** 检查对象主要为中央监控平台。现场监控平台若有，应检查其能否正常显示数据，并反馈真实运行情况。

**7.3.4** 检查平台上空调系统的运行情况、调控情况是否按照设计意图进行记录，检查系统联合调适运行后的数据记录情况。

# **8 系统联合运行调适**

## **8.1 一般规定**

**8.1.1** 暖通空调系统设备众多、控制系统复杂，设备系统之间的耦合性强，单个设备的性能达到设计要求，不能保证系统的性能达到要求，因此需要开展联合调适，对供暖、通风及空调系统联合运行时各项功能及系统综合效果进行验证，确保整个暖通空调系统的运转情况良好以及各项功能均可以正常实现。

8.1.3 为确保系统联合调适时设备安全，应在冷热源机房配备值班人员，一旦出现异常情况，可以及时进行人工干预。并且在现场确认设备状态，与控制室人员一起核实控制逻辑，保证调适顺利实施。

## 8.2 系统综合性能调适

8.2.2 冷冻水子系统联合调适的具体操作方法可参考以下步骤：

- 1、检查各类仪表是否有效归零；
- 2、检查手动阀门，电动阀门，电磁阀，流量平衡阀，压力传感器，温度传感器是否已正确就位，并可发挥功能，并有记录；
- 3、检查确认各道过滤网洁净，不至影响流量；
- 4、检查机内冷凝水托盘与机外排水是否顺畅，并须设压力承水弯，同时检查确认冷凝水不可能在机房内漫流；
- 5、检查系统与空调机组所有的冷热保温是否满足规范要求，各类阀，部件，仪表等应确保不产生冷凝结露；
- 6、系统所设流量平衡阀，进入机组的平衡阀应已测量，并确认压力流量符合设计要求；
- 7、将泵入口阀门开启 80~90%；
- 8、将泵出口阀门开启至 20~30%；
- 9、在合适部位装超声波流量计（仪器应位于便于观测）；
- 10、逐步开启出水阀门，直至流量接近设计值；
- 11、检查系统压力，在流量与压力中选择最接近设计值的最佳工作点，并用记录标注，挂牌警示；
- 12、逐个检查末端设备之流量及压力，调整至接近设计参数，挂牌，标记；
- 13、再次检查总流量及压力，作更细致调整；
- 14、同时观察冷水机组之流量压力，以接近设计值为合格；
- 15、起动备用泵复核；
- 16、起动备用冷水机组复核；
- 17、注意：
  - (1) 在正式调试前对系统内介质反复排气，反复排污；

(2) 调试中应充分考虑被测区域的建筑朝向, 人流量, 面积, 吊顶高度, 使用功能, 门, 窗, 墙体导热系数, 反复多次后, 固定流量控制阀, 做好标记。

### 8.2.3 冷却水子系统联合调适的具体操作方法可参考以下步骤:

1、点动冷却塔风机, 确认风机转向是否正确;

2、启动冷却塔风机, 连续运转 2h, 检查机记录风机的电压、电流、电动机温度等各项数据;

3、打开冷却塔补水管阀门, 向系统内注水。水位到达冷却塔水槽内设计水位时开启单台冷却水循环泵, 并注意查看冷却塔回水管集水口内水流情况, 发现水量不够时, 及时停止水泵;

4、冷却塔水位到达设定位置, 同时开启 2 台水泵。查看冷却塔液位变化。直至液位稳定;

5、检查冷却塔布水器是否均匀布水。是否向填料外飘水。调整水泵出口阀门达到最佳循环水流量。

8.2.4 系统联合运行调适的主要目的是确认空调冷热源系统的控制逻辑, 包括启动时阀门的开启关闭顺序、循环水泵、冷却塔、制冷机组、锅炉、板换等冷热源设备的开启顺序、设备故障时的替换、冷热源加减载逻辑、以及停机时的设备和阀门的动作顺序。

8.2.6 项目中空调机组或新风机组数量众多, 可以挑选有代表性的机组进行验证, 记录空调机组的风阀状态、送风温湿度等机组参数, 并记录其所服务区域的室内温湿度、风速、噪声等室内环境参数。

### 8.2.7 具体步骤可如下进行:

1) 核对开关量点与用户界面的对应关系;

2) 核对模拟量点与用户界面的对应关系, 确保所有参数显示值在正常范围;

3) 从用户界面中对压差调节阀按 0%, 50%, 100% 的顺序强制其开度, 检查其开度是否正确。然后取消强制;

4) 从用户界面中改变压差设定值, 使其大于实测压差  $0.5\text{Kg}/\text{cm}^2$ , 观察压差旁通阀开度应该趋向于关方向; 改变压差设定值, 使其小于实测压差  $0.5\text{Kg}/\text{cm}^2$ , 观察压差旁通阀开度应该趋向于开方向, 测试完毕恢复设定值(初始压差设定值

1. 0Kg/cm<sup>2</sup>, 可调);

5) 开启主机系统(制冷模式): 确认各对应水泵都在自动状态下。打开机组对应的电动蝶阀, 电动蝶阀开启状态反馈后, 开启对应的冷水泵及冷却水泵, 水泵状态及对应的水流开关状态正常反馈后延时 5min 开启对应机组, 确认该台机组状态;

6) 同理调试其它机组及系统制热模式。

#### 8.2.8 现场调试的步骤可以细分如下:

1) 制冷机房控制系统发送系统启动指令, 先导冷水机组会自动进入启动程序;

2) 开启冷却水隔离阀并延时 120s 后启动相应的冷却水循环泵, 延时 180s 启动冷却塔, 检查冷却水系统各设备的电流、电压、温度、液位、进出口压力;

3) 开启冷冻水隔离阀并延时 120s 后启动相应的冷冻水循环泵, 检查冷冻水系统各设备的电流、电压、温度、液位、进出口压力;

(注: 以上开机顺序中延时时间可根据厂家实际提供的数据调整)

4) 当到达延迟时间, 系统检查冷冻水系统和冷却水的隔离阀门是否开启并且确认水流量达到机组要求, 系统能自动启动冷水机组或风冷热泵机组, 检查各机组的电流、电压、温度、液位、进出口压力;

5) 根据冷水机组及风冷热泵机组负载要求, 启动部分 AHU 机组, 让冷水机组带负荷运行;

6) 检查冷却循环水进出水温度, 调整冷却循环水泵出口阀门, 以达到冷水机组要求的冷却水温度;

7) 检查各系统, 各设备的电流、电压、温度、液位、进出口压力、温度等, 直至达到设计要求;

8) 系统连续运转 24~48h;

9) 按顺序关闭设备, 测试停止顺序联控性能;

10) 填写《系统联动试运转记录》。

#### 8.2.9 冷机群控是指根据建筑负荷的变化, 通过控制指标(如冷冻水送水温度)进行冷水机组加减机, 以使系统高效运行的控制功能。具体试运行步骤如下:

1) 当冷源系统启用时, 先导冷水机组将会进入启动程序。按顺序启动冷却水阀、冷却水泵、冷却塔、冷冻水电动蝶阀、冷冻水泵和先导冷水机组;

2) 系统运行达到延迟时间 (如 15~30mins), 逐步开启 AHU 机组和风机盘管等末端设备, 增大系统冷负荷, 满足运行两台冷水机组的负荷需求, 测试冷机群控启动后续机组的能力;

3) 观察监控平台上主机设备的状态及参数, 确定冷机群控动作状态;

4) 检查各设备的电流、电压、温度、液位、进出口压力、温度等, 直至达到设计要求;

5) 逐步关闭部分 AHU 机组和风机盘管等末端设备, 减小系统冷负荷, 观察冷机群控减机的群控动作状态及系统各设备参数;

6) 同理调试其它机组及系统制热模式。

### 8.3 系统综合效果验证

**8.3.1** 系统综合效果验证的目标是使暖通空调系统在当前配置和运行能力下, 系统能效与建筑室内环境 (包括热环境、空气品质环境、声环境) 均满足设计要求与用户使用需求。

**8.3.2** 空调系统综合效果测试一般包含室内温度、相对湿度、噪声。对于设置有净化装置的空调系统测试参数还应包括可吸入颗粒物浓度、PM2.5 浓度、甲醛、臭氧浓度等参数, 对高大空间及有特殊工艺要求的区域测试参数还包括区域温差、风速场、温度梯度等。

室内 PM2.5 浓度测试无测试和评价标准, 但 PM2.5 是近年来公众关注的重要指标, 因此本导则中提出对 PM2.5 浓度这个测试项目。测试和评价方案应与业主协商, 主要目的为对比分析供暖空调系统在室外环境恶劣的情况下室内 PM2.5 的浓度。

测试时首先应根据建筑规模、功能设置确定具体数量及选择的区域和房间, 然后确定测试参数, 并根据相关规范要求确定测点数量和位置, 最后布置仪器开展测试工作。测试完成后进行数据导出、整理、分析等工作, 最终形成测试结果报告, 根据测试结果对综合效果进行整体评价。

### 8.4 运行工况调适

**8.4.1** 由于供暖空调系统的控制策略、运行方式、实际运行效果存在典型的季节性, 其随着为保证在各工况下暖通空调系统良好运行, 应开展针对不同季节的性能验证工作。

**8.4.3** 验证方案应获得建设（业主）单位的认可，确保验证方案的验证结果符合建设（业主）单位的要求。运行工况调适前确保以下工作完成：

1. 设备性能调适后的性能满足设计要求；
2. 系统平衡调适后末端的水量、风量满足设计要求；
3. 联合运行调适时发现的问题已解决；
4. 评估未解决的问题对现有工作的影响程度，对后续调适工作方案进行适当调整。

**8.4.4** 调适过程应对项目的运行记录进行核查，核查实际运行方式是否与系统功能相符，对于不相符的情况进行现场复核、分析，提出分析结果和整改意见。核查的运行记录应至少包括运行人员的工作记录、楼宇自控系统的运行记录。

**8.4.5** 室外典型气候应涵盖制冷季、供暖季期间不同负荷时段，如低负荷气候、一般气候、极端气候，对应低、中、高负荷。在实际项目执行过程中，典型城市典型气象数据可参考 JGJ / T346-2014《建筑节能气象参数标准》，并根据实测气象数据调整典型气候的选取结果，使之较准确地反映建筑实际负荷需求。同时对应运行下的空间环境应满足不同负荷下用户对环境舒适性的要求。

**8.4.7** 根据项目实际建设条件的差异，能耗数据的精细度也存在较大差异。对于有监测条件的项目，应实现分项、分类能耗监测，建筑中的电、水、燃气、等能耗应采用自动实时采集方式，当无法采用自动方式采集时，可采用人工采集方式；对于不具备上述监测条件的项目，应保存逐月能源账单，并根据调适范围需要与检测结果合理核减与本次调适或建筑基础运行无关的能耗项，如大型实验用电等。

**8.4.10** 调适结果应具备实际指导价值，可应用于项目日常运行中。运行手册宜包括设备操作方法、日常运行策略、用户习惯引导与常见故障诊断与改善方法，其中日常运行策略宜包括不同典型工况下各设备的开启策略、启停日程、运行参数设定、阀门开度设定等。