

**T/CECS XXX- 2023**

中国工程建设标准化协会标准

高效空调制冷机房智能控制系统技术规程

Technical specification for intelligent control system of high efficiency air conditionning refrigerating station

(征求意见稿)

XXXX出版社

中国工程建设标准化协会标准

高效空调制冷机房智能控制系统技术规程

Technical specification for intelligent control system of high efficiency air conditionning refrigerating station

**T/CECS \*\*\* -2023**

主编单位：建科环能科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

XXXX出版社

2023 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2021〕20号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分7章和2个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、智能控制系统设计、安装与调试、竣工验收、运行与维护等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由建科环能科技有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，如有意见或建议，请反馈给建科环能科技有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号，邮政编码：100013；邮箱：cabrliuym@sina.com）。

主编单位：建科环能科技有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1. 总则 2](#_Toc135923373)

[2. 术语 3](#_Toc135923374)

[3. 基本规定 4](#_Toc135923375)

[4. 智能控制系统设计 5](#_Toc135923376)

[**4.1 一般规定** 5](#_Toc135923377)

[**4.2 智能控制系统设计** 5](#_Toc135923378)

[**4.3 系统监测** 7](#_Toc135923379)

[**4.4 自动控制** 8](#_Toc135923380)

[**4.5 智能调控** 9](#_Toc135923381)

[**4.6 分析管理** 10](#_Toc135923382)

[5. 安装与调试 12](#_Toc135923383)

[**5.1 一般规定** 12](#_Toc135923384)

[**5.2 施工安装** 12](#_Toc135923385)

[**5.3 控制系统硬件功能测试** 12](#_Toc135923386)

[**5.4 网络与数据信号测试** 13](#_Toc135923387)

[**5.5 控制系统离线测试** 14](#_Toc135923388)

[**5.6 控制系统在线联合调试** 14](#_Toc135923389)

[6. 竣工验收 16](#_Toc135923390)

[**6.1 一般规定** 16](#_Toc135923391)

[**6.2 验收申请及验收准备** 16](#_Toc135923392)

[**6.3 现场验收** 17](#_Toc135923393)

[7. 运行与维护 20](#_Toc135923394)

[**7.1一般规定** 20](#_Toc135923395)

[**7.2基本要求** 20](#_Toc135923396)

[**7.3系统维护** 20](#_Toc135923397)

[附录A 工程验收记录 23](#_Toc135923398)

[附录B 设备控制功能表 26](#_Toc135923399)

[用词说明 31](#_Toc135923400)

[引用标准名录 32](#_Toc135923401)

附：[条文说明 33](#_Toc135923402)

**Contents**

[1 General Provisions 2](#_Toc13821011)

[2 Terms 3](#_Toc13821012)

[3 Basic requirements 4](#_Toc13821016)

[4 Systems design 5](#_Toc13821016)

[4.1 General provisions](#_Toc13821017) 5

[4.2 Intelligent Control System design 5](#_Toc13821018)

[4.3 System monitoring design 7](#_Toc13821019)

[4.4 Automatic control design  8](#_Toc13821020)

[4.5 Intelligent regulation design 9](#_Toc13821019)

[4.6 Analysis management design 10](#_Toc13821020)

[5 Installation and commissioning 12](#_Toc13821016)

[5.1 General provisions 12](#_Toc13821020)

[5.2 Construction and installation 12](#_Toc13821020)

[5.3 Control system hardware functional testing 12](#_Toc13821020)

[5.4 Network and data signal testing 13](#_Toc13821020)

[5.5 Offline testing of control system 14](#_Toc13821020)

[5.6 Online Joint adaptation of control system 14](#_Toc13821020)

[6 Final acceptance 16](#_Toc13821021)

[6.1 General provisions 16](#_Toc13821022)

[6.2 Acceptance application and preparation for acceptance 16](#_Toc13821023)

[6.3 Site acceptance 17](#_Toc13821024)

[7 peration and maintenance 20](#_Toc13821021)

[7.1 General provisions 20](#_Toc13821022)

[7.2 Basic Requirements 20](#_Toc13821023)

[7.3 System maintenance 20](#_Toc13821023)

[Appendix A Acceptance of project quality 23](#_Toc13821021)

[Appendix B Table of device control function 26](#_Toc13821021)

[Explanation of Wording 31](#_Toc13821021)

L[ist of Quoted Standards 32](#_Toc13821021)

Addition[:Explanation of provisions 33](#_Toc13821021)

**1. 总则**

1.0.1 为了推动高效空调制冷机房发展，全面提高制冷系统运行能效，推进数字化、信息化、智能化技术在高效空调制冷机房中的应用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建和扩建的高效空调制冷机房控制系统的设计、安装与调试、验收和运行维护。

1.0.3 高效空调制冷机房控制系统应根据《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100中机房高效等级目标进行控制系统的设计、安装、调试。

1.0.4 高效空调制冷机房智能控制系统除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

**2. 术语**

2.0.1 高效空调制冷机房 high efficiency air conditioning refrigerating station

在满足末端需求的前提下，能综合考虑系统匹配度、系统用能合理性等各方面因素，应用高效能设备，运用科学的控制方式与管理制度，合理地控制系统中各设备，调节系统运行参数，以实现系统高能效运行的空调制冷机房。

2.0.2 智能控制系统 intelligent control system

高效空调制冷机房智能控制系统是指以空调制冷机房自动控制为基础，利用人工智能调优、云边协同管控和无人值守控制等技术，实现高效空调制冷机房的目标。

2.0.3 人工智能调优控制 artificial intelligence tuning control

人工智能调优控制是指利用感知识别、数据清洗、数据训练、认知推理、智能交互等人工智能技术手段，实现基于空调系统运行数据驱动控制系统达到自主决策与自主调优的控制效果。

2.0.4 云边协同控制 cloud edge collaboration

云边协同控制以云端服务器集群为环境，利用云端丰富的计算资源为高效空调制冷机房搭建人工智能调优算法模型库，并实现云端优化算法模型的搭建、训练，并利用互联网实现同高效制冷机房边缘侧的智能控制系统的数据交互功能的控制过程。

2.0.5 无人值守控制 unattended control

无人值守控制是指利用人工智能调优控制与云边协同控制技术，实现高效空调制冷机房各设备实现自主诊断、自主调优、自主控制、自主执行的全自动的智能化控制系统，并实现不依赖值班人员经验来操作机房各项参数设定的智能控制系统。

**3. 基本规定**

**3.0.1** 高效空调制冷机房智能控制系统的功能设计应符合《绿色建材 控制与计量设备》T/CECS 10063对建筑能源监控系统一星级及以上要求。

**3.0.2** 高效空调制冷机房智能控制系统工程的安装与调试应满足现行国家标准《智能建筑工程施工规范》 GB 50606的规定。

**3.0.3** 智能控制系统检测和验收应按现行国家标准《智能建筑工程质量验收规范》 GB 50339的规定执行。

**3.0.4** 高效空调制冷机房智能控制系统验收交付运行后，应定期进行维护，并开展再调适与优化工作，使得智能控制系统长期处于稳定运行和持续优化，实现空调制冷机房高效运行。

**4. 智能控制系统设计**

**4.1 一般规定**

4.1.1 高效空调制冷机房智能控制系统应符合安全性要求，具体包括但不限于：

1 通讯采集网络与外网通讯网络隔离设计；

2 数据存储采用备份机制设计；

3 云边协同数据传输采用用户认证等加密机制。

4.1.2 高效空调制冷机房智能控制系统应具有可拓展性，具体包括但不限于：

1 支持开放式系统技术；

2 与建筑智能化专业系统关联时，配置与智能化专业系统的通信接口。

4.1.3 高效空调制冷机房智能控制系统的设置不应影响空调制冷系统与设备的功能，不应降低空调制冷系统与设备的技术指标。

4.1.4 高效空调制冷机房智能控制系统应建立信息数据库，并具备形成运行记录的功能。

4.1.5 高效空调制冷机房智能控制系统应具备报警与诊断功能，具体包括但不限于：

1系统自诊断和故障部件自动隔离、自动唤醒、故障报警功能；

2参数超限报警和执行保护动作的功能；

4.1.6高效空调制冷机房智能控制系统应对主要设备进行监测及控制，具体控制功能的配置应满足本规程附录B的要求。

**4.2 智能控制系统设计**

4.2.1 高效空调制冷机房智能控制系统应根据系统监测、自动控制、智能调控、分析管理等具体功能进行设计。

4.2.2 高效空调制冷机房智能控制系统的具体功能指标应分为基本要求指标和可选要求指标，各指标要求应符合表4.2.2的要求：

表4.2.2 高效空调制冷机房智能控制系统功能指标要求

| 指标 | 功能指标描述 | 指标要求 |
| --- | --- | --- |
| 系统监测 | 冷冻水系统供回水温度 | ● |
| 冷冻水系统供回水压力 | ● |
| 冷冻水系统循环流量 | ● |
| 冷冻水循环泵耗电量 | ● |
| 冷冻水系统压差 | ● |
| 冷冻水系统供回水调节阀开度 | ● |
| 冷却水系统供回水温度 | ● |
| 冷却水系统供回水压力 | ○ |
| 冷却水系统循环流量 | ○ |
| 冷却水循环泵耗电量 | ● |
| 冷却水系统供回水调节阀开度 | ○ |
| 冷却塔出水温度 | ○ |
| 冷却塔耗电量 | ● |
| 机房室外环境参数 | ● |
| 冷水机组蒸发器循环流量 | ○ |
| 冷水机组冷凝器循环流量 | ○ |
| 自动控制 | 实现系统自动连锁控制 | ● |
| 实现冷水机组运行台数自动调节 | ● |
| 实现冷冻水泵自动变频控制 | ● |
| 实现冷却水泵自动变频控制 | ● |
| 实现冷却塔优化控制 | ● |
| 实现冷却塔变频控制 | ○ |
| 实现冷冻系统变水温控制 | ● |
| 实现冷冻系统压差控制 | ● |
| 实现冷却系统变水温控制 | ○ |
| 实现冷却系统温差控制 | ○ |
| 智能调控 | 实现系统自动寻优控制 | ○ |
| 实现系统分级智能控制 | ○ |
| 实现系统柔性调控控制 | ○ |
| 分析管理 | 实现系统异常故障诊断、报警和分析功能 | ○ |
| 实现重点用能设备的能效指标分析功能 | ○ |
| 实现系统能效分析、报表查询等功能 | ○ |
| 实现自适应控制新型控制技术，实现机房系统及设备的智慧管控运行 | ○ |
| 采用冷凝器水侧污垢热阻实时在线监测识别技术，实现冷凝器长期高效换热 | ○ |
| 以实际运行数据驱动，实现数据挖掘分析和能效持续优化 | ○ |
| 采用云化运维管理技术，合理利用数据处理资源，实现机房运维成本优化，提升机房运维效率及质量 | ○ |

注：●基本功能要求，应满足；○可选功能要求，宜具备。

**4.3 系统监测**

**4.3.1** 高效空调制冷机房智能控制系统应对冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔的主要运行参数进行集中监测；对各级系统的温度、压力、流量进行监测；对参与控制的各电动阀状态进行监测。

**4.3.2** 高效空调制冷机房智能控制系统对冷水机组的具体监测参数包括但不限于：

1 蒸发器进、出口水温及压力；

2 冷凝器进、出口水温及压力；

3 蒸发器和冷凝器侧的水流量；

4 冷水机组运行电流、有功功率、功率因数、累计电量；

5 冷水机组运行状态、报警状态；

6 冷水机组负载率、设定温度；

7 冷水机组运行效率。

**4.3.3** 高效空调制冷机房智能控制系统对水泵的具体监测参数包括但不限于：

1 水泵的运行状态、手自动模式和故障状态；

2 水泵的运行频率；

3 水泵的进、出口压力；

4 运行电流、有功功率、累计电量。

**4.3.4** 高效空调制冷机房智能控制系统对冷却塔的具体监测参数包括但不限于：

1 冷却塔风机的运行状态、手自动模式和故障状态；

2 冷却塔风机的运行频率；

3 冷却塔风机的运行电流、有功功率、累计电量；

**4.3.5** 高效空调制冷机房智能控制系统对阀门的具体监测参数包括但不限于：

1 电动二通阀的开闭状态、手自动模式；

2 电动调节阀的实际开度；

**4.3.6** 高效空调制冷机房智能控制系统对冷冻水系统、冷却水系统及环境的具体监测参数包括但不限于：

1 冷冻水系统的供、回水温度；

2 冷冻水系统的供、回水压力；

3 冷冻水系统的流量；

4 冷却水系统的供、回水温度；

5 冷却水系统的供、回水压力；

6 冷却水系统的流量；

7 室外环境参数。

**4.3.7** 高效空调制冷机房智能控制系统对水处理装置、补水定压装置及其他附属设施的具体监测参数包括但不限于：

1 运行状态；

2 手自动状态；

3 故障状态。

**4.4 自动控制**

**4.4.1** 高效空调制冷机房智能控制系统对冷水机组应实现但不限于以下自动控制功能：

1 冷水机组启停控制；

2 冷水机组设定温度控制；

3 主机与水泵、阀门的自动连锁控制；

4 冷水机组运行台数控制。

**4.4.2** 高效空调制冷机房智能控制系统对水泵应实现但不限于以下自动控制功能：

1 水泵启停控制；

2 水泵运行频率设定。

**4.4.3** 高效空调制冷机房智能控制系统对冷却塔应实现但不限于以下自动控制功能：

1 冷却塔风机启停控制；

2 冷却塔风机运行频率设定。

**4.4.4** 高效空调制冷机房智能控制系统对阀门应实现但不限于以下自动控制功能：

1 电动二通阀的开闭控制；

2 电动调节阀的开度控制；

**4.4.5** 高效空调制冷机房智能控制系统对冷冻水系统、冷却水系统应实现但不限于以下自动控制功能：

1 冷冻水系统的温度控制；

2 冷冻水系统的压力控制；

3 冷冻水系统的压差控制

4 冷却水系统的温度控制；

5 冷却水系统的压力控制；

6 冷却水系统的回水温度控制。

**4.5 智能调控**

**4.5.1** 高效空调制冷机房智能控制系统的智能控制模式与高效空调制冷系统的运行工艺相适应，并满足对实时状况监控、控制策略与管理方式等进行优化的要求。

**4.5.2** 高效空调制冷机房智能控制系统可采用人工智能调优控制、云边协同控制、无人值守控制技术，功能设计宜包括：

1 基于系统、子系统、设备等的分级控制功能的智控控制架构设计；

2 基于室外参数的自动负荷预测功能的优化控制设计；

3 基于系统、主机的阶梯负荷调优功能的优化控制设计；

4 基于需求侧响应的智能优化控制设计。

**4.5.3** 高效空调制冷机房智能控制系统应以空调制冷系统、系统主机、系统循环泵、控制设备等为对象，分别设计流程优化控制策略。

**4.5.4** 高效空调制冷机房智能控制系统宜具有基于负荷预测的优化控制功能，负荷预测功能应能在系统运行过程中自动调整和纠偏。

**4.5.5** 高效空调制冷机房智能控制系统宜具有阶梯负荷优化控制功能，阶梯负荷优化控制功能应能在系统运行过程中自动适配系统负荷分布实现各设备高效运行。

**4.5.6** 高效空调制冷机房智能控制系统宜具有基于需求响应的柔性调控控制功能。

**4.6 分析管理**

**4.6.1** 高效空调制冷机房智能控制系统除应符合系统监测、自动控制、智能调控功能外，还应实现分析管理功能。

**4.6.2** 高效空调制冷机房智能控制系统应具备系统故障自主识别功能，可进行故障来源识别、故障数据调取、故障分析，同时具备自动记录故障报表功能。

**4.6.3** 高效空调制冷机房智能控制系统宜具备设备故障自主识别功能，当设备出现故障时，能够判断设备是否产生故障、发生故障的位置，并对故障的具体位置及其产生故障的原因进行分析和记忆。

**4.6.4** 高效空调制冷机房智能控制系统宜具备分析机房重点设备的能效指标实时计算功能，包括但不限于以下指标：

1 冷水机组运行能效比；

2 冷冻/却水泵输送效率；

3 冷却塔冷却能力；

4 制冷机组、循环水泵、冷却塔能耗占比。

**4.6.5** 高效空调制冷机房智能控制系统宜实现系统能效分析、报表查询等功能。

**4.6.6** 高效空调制冷机房智能控制软件平台软件应采用B/S架构，应以空调冷源系统为控制对象，构建自适应控制模型等新型控制技术，实现机房系统及设备的智慧管控运行。

**4.6.7** 高效空调制冷机房智能控制系统宜采用冷凝器水侧污垢热阻实时在线监测识别技术，实现基于污垢热阻的实时监测，实现长期高效换热。

**4.6.8** 高效空调制冷机房智能控制软件平台宜实现以实际运行数据驱动，实现数据挖掘分析和能效持续优化。

**4.6.9** 高效空调制冷机房智能控制系统宜采用云化运维管理技术，合理利用数据处理资源，实现机房运维成本优化，提升机房运维效率及质量。

**5. 安装与调试**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 高效空调制冷机房智能控制系统在建设施工中涉及到的传感器、执行器以及管控系统的安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303和《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093的有关规定。

**5.1.2** 高效空调制冷机房智能控制系统数据传输线路的施工应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB50312的有关规定。

**5.1.3** 高效空调制冷机房智能控制系统的调试至少应完成：控制系统硬件功能测试、网络与数据信号测试、控制系统离线测试、控制系统在线联合调试。

**5.2 施工安装**

**5.2.1** 施工中所需的原材料及设备应由监理工程师对型号、规格、数量、性能参数进行确认，并形成设备进场确认文件。

**5.2.2** 传感器在安装前应对其准确性和精度进行校验。安装传感器时，避免挤压管道保温层。

**5.2.3** 系统管道监测传感器宜采用水平、垂直向上安装，宜采用双层保护套管。室外温湿度传感器应安装在室外通风有遮挡处，严禁安装在风口或阳光直射的区域。

**5.2.4** 电线、电缆的线路两端标记应按照设计图纸进行标注，标记内容要清晰，编号应准确。在施工过程中，应对所有线路进行全面检查，避免出现断线、短路以及绝缘损坏等情况。在线缆接线完毕后，应对连接的正确性进行检查，绑扎导线束应整齐。

**5.2.5** 控制机柜、配线箱、配线设备屏蔽层及金属导管、桥架使用的接地体应符合设计文件要求。当有抗震要求时，应按抗震设计进行加固。

**5.2.6** 控制机柜应安装在安全、便于管理与维护的位置。

**5.3 控制系统硬件功能测试**

**5.3.1** 控制系统硬件功能测试包含：数字量输入、模拟量输入、数字量输出、模拟量输出、上位机、下位机等功能测试。

**5.3.2** 数字量输入测试应符合下列规定：

1 应进行信号电平检查；确认干接点输入逻辑值；确认脉冲或累加信号发生脉冲数与接受脉冲数一致，并符合规定的最小频率、最小峰值电压、最小脉冲宽度、最大频率、最大峰值电压、最大脉冲宽度；

2 用程序方式或手动方式对全部测点进行动作试验测试并记录。

**5.3.3** 模拟量输入测试应符合下列规定：

1 确认传感器的内外部连接线是否正确；

2 接入模拟输入信号后在传感器的输出端或控制器侧检查其输出信号，并计算确认是否与实际值相符；应进行模拟量输入精度测试，并达到规定的要求；

3 用程序方式或手控方式对全部测试点逐点进行扫描测试并记录。

**5.3.4** 数字量输出测试应符合下列规定：

1 应进行信号电平的检查；

2 确认继电器开关量的输出是否符合规定的电流电压范围和允许工作容量；

3 确认输出电压或电流开关的电流输出是否符合要求；

4 用程序方式或手动方式测试全部数字量输出并记录。

**5.3.5** 模拟量输出测试应符合下列规定：

1 确认其模拟量输出的类型、量程（容量）与设定值（设计值）是否符合要求；

2 确认各种驱动器的内外部连接线是否正确

3 用程序方式或手控方式对全部测试点逐点进行扫描测试并记录；

4 应进行模拟量输出精度测试，并达到规定的要求。

**5.3.6** 上位机应对其操作系统、参数设置、远程控制等功能进行测试。

**5.3.7** 下位机测试包括控制器、通讯接口等几部分测试，当上位机脱机时，下位机控制系统仍可正常运行。同时控制器应进行可靠性及抗干扰测试。

**5.4 网络与数据信号测试**

**5.4.1** 末端设备和装置与数据采集网关的对接调试应符合下列规定：

1 应测试末端设备与装置与数据采集网关通信数据的一致性。

2 应在数据采集网关中配置末端设备与装置的读取参数，设置通信端口，波特率和校验位等信息，在此基础上测试监测和控制点位的有效性和准确性。

3 在数据读取和命令下发中，应按现行国家标准《基于Modbus协议的工业自动化网络规范》GB/T19582的有关要求，对采用Modbus协议的设备和装置进行对接，并核对数据的准确性和一致性。

4 在数据的读取和命令下发中，应按照设备信号特点，配置控制器读取和下发命令的电压/电流信号类型以及参数配置，通过现场调试核对数据的有效性和准确性。

**5.4.2** 系统控制器与设备、装置之间的网络调试应符合下列规定：

1 应按现场分配的IP地址、网关以及DNS，测试所分配的IP地址与互联网的网络通信连接、网络宽带和网络延时，保证局域网络以及互联网络的通畅稳定。

2 末端设备和装置、系统控制器、服务器、交换机、存储设备等设备之间的网络连接应正确无误，并应符合设计和产品说明书要求。

3 可设置智能控制系统的IP地址、网关以及DNS，可与建筑内其他的子系统进行互联互通，进行数据的交互。

4 服务器配置、网络性能应符合设计要求。应设定防火墙策略，并设置DMZ安全区，数据展示服务器、数据通信服务器。

**5.5 控制系统离线测试**

**5.5.1** 在控制系统上线调试前应对控制系统进行离线测试，离线测试前应有详细、明确的测试计划方案。

**5.5.2** 离线测试过程中要有具体的数据输入输出过程记录以及每一模拟条件下测试的效果分析结论。

**5.5.3** 离线测试内容应设计详细、合理，与控制系统设计理念一致，测试过程要充分模拟现场运行参数。在控制功能和控制模式上增加内容，应及时书面告知建设单位、监理单位及设计单位。

**5.5.4** 离线测试的过程与结论应以书面形式提交建设单位、监理单位和设计单位审核确认。

**5.6 控制系统在线联合调试**

**5.6.1** 高效空调制冷机房智能控制系统在线联合调试包含监测、控制、故障、智慧等功能调试。

**5.6.2** 在线联合调试前应进行下列准备工作：

1 调试前应编制调试计划，对项目情况、调试范围、内容、进度、人员组织以及调试的质量保障措施进行计划。

2 对安装完毕的设备以及控制机柜等装置的外观以及安装情况进行检查，确认设备外观良好，安装质量、安装位置符合设计要求。

3 调试前应确认设备和装置的工作环境符合设计和产品说明书要求。

4 应保证现场单点测试、通讯测试、网络测试的连接正常，数据准确，且现场设备满足自动运行条件。

**5.6.3** 在线联合调试时，应设置相关限定值实现不同工况和模式下的运行测试。应对不同设定参数、自动运行情况、工况自动调整等进行记录。

**5.6.4** 在线联合调试过程中出现与调试计划不一致时，应书面提交建设单位、监理单位及设计单位审核。

**6. 竣工验收**

**6.1 一般规定**

**6.1.1**高效空调制冷机房智能控制系统的竣工验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准对智能化集成系统、信息接入系统、信息网络系统、综合布线系统、建筑设备监控系统的规定。

**6.1.2**高效空调制冷机房智能控制系统的验收工作应在完成施工安装、控制系统硬件功能测试、网络与数据信号测试、控制系统离线测试及控制系统在线联合调试之后进行。

**6.1.3**空调制冷机房智能控制系统可根据建设体量及实际情况进行子分部独立工程验收。

**6.1.4**验收整体验收流程按顺序分为验收准备、现场验收及验收结论确定三个阶段，应在完成前一阶段验收流程后开展下一阶段的验收流程。验收准备阶段应完成验收申请审查、验收组织及验收大纲编制；现场验收阶段应进行逐项验收，完成所有验收内容；验收结论确定阶段应给出验收结果并撰写验收报告。

**6.2 验收申请及验收准备**

**6.2.1** 在满足本规程第6.1节中的要求及以下验收条件后，施工单位可向建设单位提出验收申请：

1 各类设备材料具有产品合格证，以一定比例现场抽检后检验合格并提交检验报告；

2 各类设备的安装及接线按照经批准的工程技术文件施工完毕；

3 完成控制系统内所有子系统、设备及对应功能的调试及自检，并提交系统自检记录；

4 控制系统涉及的分项工程验收合格，并提交分项工程质量验收记录；

5 完成系统试运行，系统试运行的正常连续投运时间不少于168h，并提交试运行报告；

6 系统检测合格，并提交系统检测报告或系统检测记录；

7 完成技术培训，并提交培训记录；

8 过程实施的质量控制文件、软件产品相关文件、接口技术文件等齐全

**6.2.2** 验收申请资料齐全后，应按以下要求组织验收：

1应组成验收小组进行验收，验收小组由建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、调试单位、系统供应商组成；

2 验收小组人员应设置组长和副组长，人员总数应为单数；

3 验收小组成立后，应根据验收任务划分验收小组成员的主要职责及分工。

**6.2.3** 验收小组应根据项目设计资料及建设实际情况共同编制验收大纲，验收大纲为后续现场验收的主要指导依据，应明确验收依据、验收内容、验收形式及验收程序。

**6.2.4** 现场验收前应充分准备各项验收工作所需要的测试设备，计量仪器应在检定有效期内，其精度等级应比设计参数的精度至少高一个等级。

**6.3 现场验收**

**6.3.1** 应根据验收大纲确定现场验收内容的详细验收项目清单，现场验收内容包括资料审查、系统核实及功能验收测试。

**6.3.2** 资料审查检查所需资料的完整性及准确性，资料应包含以下内容：

1 工程合同技术文件；

2 系统设计图纸和竣工图纸；

3 设计变更记录和工程洽商记录；

4 施工现场质量管理检查记录；

5 设备材料的质量检验报告；

6 设备材料进场检验记录、设备开箱检验记录及移交清单；

7 隐蔽工程验收记录、安装质量及观感质量验收记录分项工程质量验收记录；

8 调试方案、调试需求、调试报告等调试记录；

9 试运行记录；

10 系统检测报告或系统检测记录；

11 系统及主要设备使用说明书；

12 培训记录和培训资料；

**6.3.3** 系统核实包含系统设备检查、系统软件检查及接口文件检查。

**6.3.4** 系统设备检查应对系统及设备硬件、设备及仪器安装、系统布线接线进行检查，检查方式应为全数检查，应满足以下要求：

1 系统及设备等硬件的数量、型号、参数应与设计要求一致。

2 设备、仪器等的安装位置和安装工艺，应满足现行国家标准的相关安装要求。

3 检查系统综合布线及接线安装，应满足现行国家标准的相关布线及安装要求。

**6.3.5** 系统软件检查应对用于实现控制系统相关功能的所有软件进行检查，应满足以下要求：

1 软件的架构应与设计一致；针对工程项目编制的应用软件，功能和性能测试结果应符合设计要求；

2 系统的软件配置情况和接口测试文件应与设计相符；

3 系统的软件版本以及校验码应与通过检验合格的软件版本和校验码一致。

**6.3.6** 接口文件检查应对控制系统中主要数据通讯接口技术文件或测试记录进行检查，应满足以下要求：

1 接口技术文件应符合设计要求；接口技术文件应包括接口概述、接口框图、接口位置、接口类型与数量、接口通信协议、数据流向和接口责任边界等内容；

2 接口测试文件应符合设计要求；接口测试文件应包括测试链路搭建、测试用仪器仪表、测试方法、测试内容和测试结果评判等内容；

**6.3.7** 系统功能验收包含监测功能验收、控制功能验收、故障检测功能验收及智慧化功能验收。

**6.3.8**监测功能验收检查监测内容与设计要求的一致性，监测的数字量参数应与对应实际参数的状态一致，监测的各模拟量参数应与对应的实际偏差在合理范围内。

**6.3.9** 控制功能验收检查控制功能的有效性，检查方式为逐项全数检查，各项控制功能应能够正常实现并与设计要求一致。

**6.3.10** 故障检测功能验收检查故障检测功能的有效性及与设计的一致性，应通过现场点位操作及模拟故障的方式对主要功能进行测试，触发报警内容应与现场模拟故障内容一致。

**6.3.11** 智慧化功能验收检查智慧化功能的有效性、与设计要求的一致性，应对系统智慧化功能进行逐项全数检查。

**6.3.12** 现场验收工作完毕后，应根据验收结果确定验收结论并编制验收报告，验收报告中应记录验收内容的实际情况及最终验收结论。

**7. 运行与维护**

**7.1一般规定**

**7.1.1**运维管理单位应针对高效制冷机房系统的调节和控制制定运维管理方案，并应编制相应的运维手册。

**7.1.2**运行维护应符合下列规定：

1 制冷系统投入使用的第一个供冷季，应对系统进行调适。系统调适应符合下列规定：

1）应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；

2）应覆盖所有控制系统及联动工作的设备和阀门。

2 运维人员应经过培训方可上岗。

**7.1.3**系统运行过程中，运维系统应能够根据实际运行工况，定期进行传感器校验、控制功能及参数的维护、控制策略的优化和自控系统软件的升级。

**7.1.4**监控系统运行时，应对操作人员的权限进行管理和记录。

**7.1.5**监控系统计算机不应安装与监控系统运行无关的应用软件。

**7.2基本要求**

**7.2.1**运维管理系统应在保证设备安全和满足室内环境设计参数的前提下，选择最有利节能的运行方式，并满足下列要求：

1 应立足于建筑室内设计参数，充分利用设备的功能实施控制调节；

2 应能根据室外气象参数和建筑实际使用情况实施动态策略调整。

**7.2.2**停止运行一个月及以上的制冷系统在重新运行前，应全面检查监控及被监控设备。

**7.2.3**被监控设备进行维护保养时，设备应设置为手动状态。

**7.2.4**监控系统发生故障时，应及时修复并恢复原有监控功能。

**7.2.5**当传感器、执行器发生故障时，应发出故障提示。维修或更换时应设置为“手动”模式。维修或更换后，恢复原有监控功能。

**7.2.6**当控制器发生故障时，应发出故障提示。维修或更换时应将相关设备电气控制箱（柜）设置为“手动”状态。维修或更换后，应恢复原有监控功能。

**7.3系统维护**

**7.3.1**仪表和传感器应定期进行维护保养，维护保养周期最小为1个供冷季。维护保养应包括下列内容：

1 在人机界面上查看故障报警标识和显示数值；

2 检查传感器的连接和工作状况；

3 清理敏感元件的杂物及污垢，必要时采取防腐措施；

4 检查无线式传感器的供电。

**7.3.2**执行器应定期进行维护保养，维护保养周期最小为1个供冷季。维护保养应包括下列内容：

1 在人机界面上查看故障报警标识；

2 进行机械润滑及防腐处理；

3 检查执行器的接线和工作状况。

**7.3.3**控制器应定期进行维护保养，维护保养周期最小为3个月，维护保养应包括下列内容：

1 检查标识、接线和工作状况；

2 检查工作环境；

3 检查电池的电量；

4 清理控制器箱内的灰尘和杂物。

**7.3.4**控制柜应定期进行维护保养， 且维护保养周期最小为1个供冷季。维护保养应包括下列内容：

1 检查控制板和控制元件，查看电路组件是否清洁，元件是否脱焊；

2 检查柜内的各类开关、接触器是否损坏并及时更换；

3 紧固各类器件的紧固螺栓，接线螺栓，更换弹簧垫片；

4 检查电容器是否有鼓胀或流液现象，并及时更换；

5 检查继电器是否正常工作，如有问题及时更换

6 检查指示标志及线头标记是否清晰，柜表面油漆、油污及脱落现象，并及时修补；

7 对控制柜内外进行全面清洁，清除灰尘，防止电路短路；

8 控制柜内控制原理图是否清晰；

9 检查绝缘电阻和接地电阻。

**7.3.5**传感器、执行器和控制器等仪器仪表应定期校准。

**7.3.6**数据采集与传输系统应制定日常与定期维护制度。维护要求如下：

1 对电源适应能力进行定期检查；

2 对操作功能进行定期检查；

3 定期核对模拟量的报警和保护动作设定值；

4 运行记录数据应齐全、完整、规范、正确。

**附录A 工程验收记录**

A.0.1 智能控制系统工程质量验收记录应按表A.0.1执行。

表A.0.1工程质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | | | |
| 施工单位 | |  | | 技术负责人 |  | 质量负责人 | |  |
| 序号 | 验收内容 | | | | 验收意见 | | | |
| 1 | 资料审查 | | | |  | | | |
| 2 | 系统  核实 | | 系统设备 | |  | | | |
| 系统软件及接口文件 | |  | | | |
| 现场环境 | |  | | | |
| 3 | 功能  验收  测试 | | 系统监测功能 | |  | | | |
| 自动控制功能 | |  | | | |
| 智能调控功能 | |  | | | |
| 控制软件平台功能 | |  | | | |
| 验收单位 | 施工单位 | | | 项目经理 |  | | 年 月 日 | |
| 设计单位 | | | 项目负责人 |  | | 年 月 日 | |
| 监理（建设）单位 | | |  | | | | |

A.0.2 智能控制系统验收资料审查记录应按表A.0.2执行。

表A.0.2验收资料审查记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 施工单位 |  | |
| 序号 | 资料名称 | 份数 | 审核意见 | 审核人 |
| 1 | 工程合同技术文件 |  |  |  |
| 2 | 系统设计图纸和竣工图纸 |  |  |  |
| 3 | 设计变更记录和工程洽商记录 |  |  |  |
| 4 | 设备材料的质量检验报告 |  |  |  |
| 5 | 设备材料进场检验记录及移交清单 |  |  |  |
| 6 | 分项工程质量验收记录 |  |  |  |
| 7 | 试运行记录 |  |  |  |
| 8 | 系统检测报告或系统检测记录 |  |  |  |
| 9 | 系统及主要设备使用说明书 |  |  |  |
| 10 | 培训记录和培训资料 |  |  |  |
| 结论：  总监理工程师：  施工单位项目经理： （建设单位项目负责人）  年 月 日 年 月 日 | | | | |

A.0.3 智能控制系统验收结论汇总记录应按表A.0.3执行。

表A.0.3 验收结论汇总记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | |
| 设计单位 |  | 施工单位 |  |
| 工程实施的质量控制检验结论 | |  |  |
| 系统检测结论 | |  |  |
| 系统检测抽检结果 | |  |  |
| 观感质量验收 | |  |  |
| 资料审查结论 | |  |  |
| 人员培训考评结论 | |  |  |
| 运行管理队伍及规章制度审查 | |  |  |
| 设计等级要求评定 | |  |  |
| 系统验收结论 | |  | 验收小组组长签名：  日期： |
| 建议与要求：  验收组长、副组长签名： | | | |
| 注：1 本汇总表须附本附录所有表格、行业要求的其他文件及出席验收会与验收机构人员名单（签到）；  2 验收结论一律填写“合格”或“不合格”。 | | | |

**附录B 设备控制功能表**

B.0.1 冷水机组控制器功能设计应满足表B.0.1的规定。

表B.0.1冷水机组控制功能配置表

| 序号 | 功能类型 | 控制功能 | 配置 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 监测功能 | 启停状态监测 | ● |
| 2 | 手动/自动状态监测 | ● |
| 3 | 蒸发器进、出口水温度监测 | ● |
| 4 | 蒸发器进、出口水压力监测 | ● |
| 5 | 蒸发器运行温度、压力监测 | ● |
| 6 | 冷凝器进、出口水温度监测 | ● |
| 7 | 冷凝器进、出口水压力监测 | ● |
| 8 | 冷凝器运行温度、压力监测 | ● |
| 9 | 运行电流和电压监测 | ● |
| 10 | 变频器输出频率监测 | ● |
| 11 | 压缩机累积运行时间监测 | ● |
| 12 | 电流限载监测 | ○ |
| 13 | 负载率监测 | ● |
| 14 | 电量监测 | ● |
| 15 | 故障监测 | ● |
| 16 | 水流量监测 | ● |
| 17 | 水流开关状态监测 | ● |
| 18 | 电动阀状态监测 | ● |
| 19 | 安全保护功能 | 故障报警 | ● |
| 20 | 声光报警功能 | ○ |
| 21 | 设备故障切换控制 | ● |
| 22 | 根据断水流信号关机控制 | ● |
| 23 | 蒸发器温度下限保护 | ● |
| 24 | 冷凝器进口（水）温度下限保护 | ● |
| 25 | 冷凝器出口（水）温度上限保护 | ● |
| 26 | 控制功能 | 自动顺序连锁启停阀门、水泵、机  组（冷却塔） | ● |
| 27 | 根据负荷自动加/减机控制 | ● |
| 28 | 设备轮换运行控制 | ● |
| 29 | 设备运行时间表控制 | ● |
| 30 | 设备初始启动、待机时间控制 | ● |
| 31 | 冷机组合优化控制 | ● |
| 32 | 蒸发器出水温度优化控制 | ● |
| 33 | 冷凝器进水温度优化控制 | ● |
| 34 | 管理功能 | 设备通讯 | ● |
| 35 | 参数显示 | ● |
| 36 | 系统运行日志（时间、事件等） | ● |
| 37 | 设定和调整系统参数（温度/压力） | ● |
| 38 | 设定和判断季节运行工况 | ○ |
| 39 | 基于历史数据的冷源性能优化 | ● |
| 40 | 时间表设定和优化 | ● |
| 41 | 设备可靠性预测优化 | ○ |
| 42 | 数据储存 | ● |

注：●应具备；○宜具备；

B.0.2 水泵控制功能设计应满足表B.0.2的规定。

表B.0.2水泵控制功能配置表

| 序号 | 功能类型 | 控制功能 | 配置 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 监测功能 | 启停状态监测 | ● |
| 2 | 手动\自动状态监测 | ● |
| 3 | 进、出口压力监测 | ○ |
| 4 | 变频器频率监测 | ● |
| 5 | 故障监测 | ● |
| 6 | 电流/电压和电量监测 | ● |
| 7 | 流量监测 | ○ |
| 8 | 安全保护功能 | 设备故障切换控制 | ● |
| 9 | 故障报警 | ● |
| 10 | 控制功能 | 自动启停控制 | ● |
| 11 | 顺序连锁启停控制 | ● |
| 12 | 运行台数控制 | ● |
| 13 | 水泵转速及频率下限控制 | ● |
| 14 | 设备轮询运行控制 | ● |
| 15 | 设备运行时间表控制 | ● |
| 16 | 设备初始启动、待机时间控制 | ○ |
| 17 | 多级泵运行控制 | ○ |
| 18 | 管理功能 | 设备通讯 | ● |
| 19 | 系统运行日志（时间、事件等） | ● |
| 20 | 设定和调整系统参数设定值 | ● |
| 21 | 基于历史数据的运行工况优化 | ○ |
| 22 | 设备可靠性预测优化 | ○ |
| 23 | 数据储存 | ● |

注：●应具备；○宜具备；

B.0.3 冷却塔控制功能设计应满足表B.0.3的规定。

表 B.0.3冷却塔控制功能配置表

| 序号 | 功能类型 | 控制功能 | 配置 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 监测功能 | 启停状态监测 | ● |
| 2 | 手动\自动状态监测 | ● |
| 3 | 塔周围空气温度和相对湿度监测 | ○ |
| 4 | 进、出口电动阀状态监测 | ● |
| 5 | 集水槽水位监测 | ○ |
| 6 | 补水量监测 | ● |
| 7 | 自动投药装置状态监测 | ○ |
| 8 | 风机变频器频率监测 | ● |
| 9 | 电流、电压和电量监测 | ● |
| 10 | 集水槽电导率检测 | ○ |
| 11 | 故障监测 | ● |
| 12 | 安全保护功能 | 故障报警 | ● |
| 13 | 低水位报警 | ● |
| 14 | 设备故障切换控制 | ● |
| 15 | 控制功能 | 自动顺序连锁启停控制 | ● |
| 16 | 运行台数控制 | ● |
| 17 | 风机变频控制 | ● |
| 18 | 设备轮值运行控制 | ● |
| 19 | 进、出口电动阀开关控制 | ● |
| 20 | 自动补水控制 | ● |
| 21 | 自动排污控制 | ○ |
| 22 | 管理功能 | 设备通讯 | ● |
| 23 | 参数显示 | ● |
| 24 | 系统运行日志（时间、事件等） | ● |
| 25 | 设定和调整系统参数设定值 | ● |
| 26 | 设定和判断运行工况 | ○ |
| 27 | 基于历史数据的运行工况优化 | ○ |
| 28 | 设备可靠性预测优化 | ○ |
| 29 | 数据储存 | ● |

注：●应具备；○宜具备；

B.0.4 阀门控制功能设计应满足表B.0.4的规定。

表 B.0.4阀门控制功能配置表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 功能类型 | 控制功能 | 配置 |
| 1 | 监测功能 | 状态监测 | ● |
| 2 | 故障监测 | ● |
| 3 | 安全保护功能 | 故障报警 | ● |
| 4 | 控制功能 | 开关控制 | ● |
| 5 | 开度控制 | ● |
| 6 | 管理功能 | 设备通讯 | ● |
| 7 | 系统运行日志（时间、事件等） | ● |
| 8 | 设定和调整系统参数设定值 | ● |
| 9 | 设定和判断运行工况 | ○ |
| 10 | 基于历史数据的运行工况优化 | ○ |
| 11 | 设备可靠性预测优化 | ○ |
| 12 | 数据储存 | ● |

注：●应具备；○宜具备；

**用词说明**

为便于在执行本规程条款时区别对待，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：

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：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

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”。

**引用标准名录**

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303

《综合布线系统工程验收规范》GB50312

《智能建筑工程施工规范》 GB 50606

《高效制冷机房系统应用技术规程》T/CECS 1012-2022

《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100-2022

《绿色建材 控制与计量设备》T/CECS 10063

中国工程建设标准化协会标准

高效空调制冷机房智能控制系统技术规程

**T/CECS \*\*\* -2023**

**条文说明**

**制 定 说 明**

本规程制定过程中，编制组进行了高效空调制冷机房控制系统发展现状的调查研究，总结了我国高效空调制冷机房智能控制系统建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

本规程编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）实事求是，规程使用人应严格遵守规程有关规定；（3）保证系统功能的同时又能保证系统质量。

关于高效空调制冷机房的建设，编制组将对其他尚需深入研究的有关问题多方取证、试验探究和工程应用后对规程进行更新补充。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《高效空调制冷机房智能控制系统技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款的规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 录

[1. 总则 36](#_Toc135923373)

[2. 术语 37](#_Toc135923374)

[3. 基本规定 38](#_Toc135923375)

[4. 智能控制系统设计 39](#_Toc135923376)

[**4.1 一般规定** 39](#_Toc135923377)

[**4.2 智能控制系统设计** 39](#_Toc135923378)

[**4.3 系统监测** 40](#_Toc135923379)

[**4.4 自动控制** 40](#_Toc135923380)

[**4.5 智能调控** 40](#_Toc135923381)

[**4.6 分析管理** 41](#_Toc135923382)

[5. 安装与调试 42](#_Toc135923383)

[**5.1 一般规定** 42](#_Toc135923384)

[**5.3 控制系统硬件功能测试** 42](#_Toc135923386)

[**5.6 控制系统在线联合调试** 42](#_Toc135923389)

[6. 竣工验收 43](#_Toc135923390)

[**6.1 一般规定** 43](#_Toc135923391)

[**6.3 现场验收** 43](#_Toc135923393)

[7. 运行与维护 45](#_Toc135923394)

[**7.1一般规定** 45](#_Toc135923395)

[**7.2基本要求** 45](#_Toc135923396)

[**7.3系统维护** 45](#_Toc135923397)

**1. 总则**

**1.0.1** 2019年6月国家发展改革委等七部委联合印发了《绿色高效制冷行动方案》提出到2030年，大型公共建筑制冷能效提升30%，制冷总体能效水平提升25%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高40%以上。对公共建筑空调系统的能效提出了更高要求，因此，需要高效空调系统的相关标准对其提供相应的支撑。目前已颁布的标准包括：《高效制冷机房系统应用技术规程》T/CECS 1012-2022、《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100-2022等。

高效空调制冷机房若想实现高效，必须从两方面重点着手，首先是硬件方面，如高效的冷机、水泵等设备、完善的监测系统。其次是软件方面，即高效空调制冷机房的智能控制系统。只有两个方面实现高度融合，才能推动高效空调制冷机房的长足发展。目前高效制冷设备随着技术的发展已经达到了新的高度，并逐步实现了新旧设备的替代，但高效的控制系统目前还处于发展阶段，需要随着大数据、智能化的相关技术发展进行深入的挖掘与开发。

因此，制定统一、普适的，可以科学合理地对高效制冷机房智能控制系统的设计、系统配置、安装调试、验收、运行与维护等方面进行指导的标准是非常必要的。通过对相关内容进行标准化要求，从而助力制冷机房的高效运行。

**1.0.2** 本标准所涉及的高效空调制冷机房指采用电驱动水冷式冷水机组或热泵作为冷源方案的制冷机房。

**1.0.3** 高效制冷机房系统在设计时应更多强调和关注设备能效、系统匹配性、负荷与设备容量及台数的对应性等。因此，在进行智能控制系统的设计、安装、调试、运行以及控制算法或控制策略的制定时，应结合高效空调制冷机房整体的设计要求。

高效空调制冷机房会根据《高效空调制冷机房评价标准》制定自身的目标能效等级以及需要达到具体辅助项的相关内容。因此，智能控制系统应根据能效等级、辅助项评价内容进行相关的设计、安装、调试等工作。

**1.0.4**本标准针对高效制冷机房智能控制系统的设计与配置、安装与调试、工程验收及运行与维护等方面进行了规定，而高效空调制冷机房的智能控制系统是一个综合系统，也是一个综合的工程，因此，除应负符合本标准要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2. 术语**

**2.0.1** 高效空调制冷机房的定义来源于《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100-2022。采用该定义过程中，将相关技术进行梳理总结，高效空调制冷机房的主要技术是采用数字孪生仿真设计、选用高能效比设备、管网采用低阻力设计、控制系统采用智能控制，并经过精细化调适后达到无人值守运行效果，实现制冷季平均能效比大于《高效空调制冷机房评价标准》中相应等级要求的能效比的空调制冷机房。

**3. 基本规定**

**3.0.1** 《国务院办公厅关于建立统一的绿色产品标准、认证、标识体系的意见》（国办发〔2016〕86号）指出，建立统一的绿色产品标准、认证、标识体系，是推动绿色低碳循环发展、培育绿色市场的必然要求，是加强供给侧结构性改革、提升绿色产品供给质量和效率的重要举措，是引导产业转型升级、提升中国制造竞争力的紧迫任务，是引领绿色消费、保障和改善民生的有效途径，是履行国际减排承诺、提升我国参与全球治理制度性话语权的现实需要。2019年市场监管总局办公厅、住房和城乡建设部办公厅、工业和信息化部办公厅联合发布了《关于印发绿色建材产品认证实施方案的通知》，正式开始了绿色建材的相关认证工作，标识等级从低到高分为一星级、二星级和三星级。

智能控制系统满足绿色建材的认证的要求首先实现了与我国相关标准的协同与对接，保证了相关标准的统一性，其次，满足绿色建材认证能通过认证体系保障智能控制系统的质量，再次，通过与绿色建材认证体系的对接可实现良性循环，互相促进，为实现《绿色高效制冷行动方案》的目标提供支撑。

标准中选取一星级作为最低等级，推荐具备条件的高效空调制冷机房选取满足更高认证等级的控制计量与设备。

**3.0.3**智能控制系统的施工安装、调试和运行以及验收是后期系统运行平稳的重要前提，因此，相关的内容应满足国家现行的智能化施工、验收的相关标准。

**3.0.4** 智能控制系统的高效运行基础是相关控制设备、监测仪表及传感器的稳定运行，尤其是监测仪表及传感器的稳定、准确的计量与监测，更是保障系统高效运行的前提。因此应定期对相关设备进行维护，建议每年应对仪表、传感器进行校准；每两年委托第三方进行相关检测。为保证系统的高效运行，还需对系统定期开展调适与优化工作，通过定期的调适与优化，使系统一直保持着高效运行状态。

**4. 智能控制系统设计**

**4.1 一般规定**

**4.1.2** 本条是为了保证高效空调制冷机房智能控制系统的正常安全使用，保证使用高效空调制冷机房智能控制系统的设备及使用人员人身安全，保证高效空调制冷机房智能控制系统与其他系统正确集成运营等提出的。

1 高效空调制冷机房智能控制系统的控制对象涉及面很广，需要接入许多不同厂家的设备，因此系统由多家产品组成时就必须进行产品技术开放，保证系统正常通信和运行。

2 本条款是智能化集成运营的前提条件。实际工程中，高效空调制冷机房智能控制系统可以与建筑智能化系统、建筑能源管理系统等进行关联或集成，为实现各系统之间的联动功能，需要高效空调制冷机房智能控制系统配置相应的通信接口。

**4.1.3** 本条是为保证高效空调制冷机房智能控制系统所监管的用能设备正常使用、能源有效利用而定。

高效空调制冷机房内的用能设备的电表、水表、热量表等仪表正常工作是保证高效空调制冷机房智能控制系统有效工作的前提。故高效空调制冷机房智能控制系统中能耗计量采集装置的安装不能影响原有系统电表、水表等能耗计量装置的使用，或降低其计量精度，也不能干扰原有系统的正常功能。

**4.1.4** 高效空调制冷机房智能控制系统应建立信息数据库，并根据需要可打印各类运行记录，储存历史数据，为量化管理提供物质基础，并可用于对系统运营质量进行判定。

**4.1.5** 1）高效空调制冷机房智能控制系统具备自我诊断和故障部件自动隔离、自动唤醒、故障报警功能，可及时发现系统故障并隔离，保证系统安全运行，以免因故障引起系统崩溃，对整个高效机房管理造成安全隐患。通过完善和落实高效空调制冷机房智能控制系统的自动监控功能，确保高效空调制冷机房的高效运营。2）此功能为高效空调制冷机房智能控制系统的主要功能之一，需要根据被监控设备种类和实际项目需求进行确定，但应具备安全保护功能，以保护人身和高效空调制冷机房设备的安全，安全保护功能应包括有报警及安全保护需求的监测点的物理位置、采样方式、动作阈值、相应动作、动作顺序、允许延时和记录要求等。对于设计高效制冷机房设备本身故障和对设备运行可能造成安全隐患的项目，智能控制系统需发出警报并同时执行停止本设备及相关联设备的动作，并将动作信号反馈给系统；根据使用需要，可以在现场或集中监控机房发出声、光等警示，在控制主机、控制分机和电子邮箱等处收到信息。对于运行参数限制等，高效空调制冷机房智能控制系统也需要发出警报，但不一定要求进行设备启停等操作，应具备安全保护功能。

**4.1.6** 高效空调制冷机房智能控制系统应对空调机组、水泵、冷却塔、阀门等重要设备进行监测及控制，应分别从监测功能、安全保护功能、控制功能、管理功能等方面进行相关规定。

**4.2 智能控制系统设计**

**4.2.2** 本条列举了高效空调制冷机房实现智能控制时在系统监测参数、自动控制功能、智能调控技术、分析管理功能等方面的功能要求，其中系统监测参数与自动控制功能应根据项目满足后期高效空调制冷机房等级评价要求的前提下，采用合理的功能选取实现。

智能调控是实现高效空调制冷机房实现长期高效运行的有力支撑。通过合理选用自适应控制、自动高效寻优控制、负荷预测、阶梯负荷控制等算法实现系统在满足末端供冷负荷需求的前提下，最大化实现各空调制冷系统各设备处于高效运行工况，降低冷源系统运行能耗，有效保障冷源系统高效率运行。

高效空调制冷机房是暖通、电气及自控高度集成的体现。实际运行过程，应在满足末端供冷需求的前提下，会涉及调测、检修、维护、控制等不同方式的运行模式，因此，在实现系统智能控制功能时，应采用分级控制，建议采用四级控制方式，分别为：一级为本地手动控制、二级为远程手动控制、三级为远程自动控制、四级为云边协同优化控制，不同运行策略下可在不影响系统整体运行的前提下，实现各设备、子系统的检修与维护工作。

建筑领域低碳化转型过程中的能源供需平衡面临新的挑战，空调制冷系统作为建筑中的主要用能系统，在满足建筑末端供冷需求的前提下，对空调制冷系统实现柔性调控，实现高峰用电时间段有效降低建筑用能负荷，实现建筑需求侧管理需求。

**4.3 系统监测**

**4.3.1** 高效制冷机房智能控制的前提是对系统、设备的运行情况的监测。与此同时高效制冷空调机房需要监测的设备运行参数和系统运行参数远多于常规制冷机房，这些运行参数是机房智能控制系统使制冷机房实现高效运行的必备基础条件。

在设备层面应至少包含对冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔的主要运行参数监测，监测参数包含但不限于：电量、功率、频率等，同时宜包含其他附属设备（如：自动清洗设备、自动加药设备等）的运行情况监测。在系统层面应对各级系统的温度、压力、流量等参数进行监测，从而反映系统的运行情况及设备参数与系统参数的对应情况。与此同时还应对电动阀的状态进行监测，从而形成整体系统的全方位监测。

**4.3.2** 一般情况下冷水机组的加载或卸载采用蒸发器进、出口水温、机组负载率、机组运行电流等参数进行控制分析，进、出口压力及水流量则用于水泵变流量控制。

冷水机组运行电流、有功功率、累计电量、机组制冷量用于分析主机运行效率及机组COP，与冷水机组负载率相结合可用于控制机组运行策略和台数。

冷水机组运行状态和报警状态监测用于保障机组和系统的安全运行。

**4.3.7** 水处理装置是保障空调水系统水质的重要设施。水处理药剂中含有缓蚀剂，可起到控制腐蚀、保护机组的作用，另外水处理中含有阻垢剂，可防止结垢，含有杀生剂，能防止微生物、藻类生成。因此，水处理装置及定压装置宜自带控制器，方便控制加药控制。

**4.4 自动控制**

**4.4.1**一般情况下冷水机组的加载或卸载采用蒸发器进、出口水温、机组负载率、机组运行电流等参数进行控制分析。冷水机组设定温度则采用室外环境、冷冻侧温差等参数进行控制分析。冷水机组运行电流、有功功率、累计电量、机组制冷量用于分析主机运行效率及机组COP，与冷水机组负载率相结合可用于控制机组运行策略和台数。

**4.4.2**在空调制冷系统的水泵控制中，其中冷冻水泵应采用冷冻子系统的回水温度、供回水压差等参数控制，冷却水泵应采用冷却子系统的温差等参数控制，同时水泵运行台数应与冷水机组运行台数匹配，并保证系统最不利末端的供能。

**4.4.3** 在空调制冷系统的水泵控制中，其中冷却塔风机采用逼近度等参数控制，保障冷水机组高效运行。

**4.5 智能调控**

**4.5.3** 在空调制冷系统中，被控设备主要包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、主机电动二通阀、系统调节阀等设备，多台同一设备的并联或单台不通设备的并联构成了空调制冷系统中的子系统，多个自动的并联或串联够成了完整的空调制冷系统。因此每个设备、每套子系统、空调制冷系统在实际运行中，由于其实现功能不同，所需的控制参数、控制要求亦不相同，为了更为准确的提高设备、子系统、空调制冷系统等的实际运行效率、降低运行能效、减少整个系统的碳排放，应分别针对各系统、子系统、设备设置对应的优化控制策略。因此控制策略应能反应实际系统流程特性为目标，制定不同层级的控制功能。

**4.5.4** 智能控制系统宜具备负荷预测功能，通过负荷预测结果与实际运行情况的对比有助于甲方或运行方直观地看到智慧控制系统是否实现了在满足室内参数要求的前提下的高效运行。同时，负荷预测功能也应具备自动调整和纠偏功能以辅助智能控制系统的控制策略的更新。

**4.6 分析管理**

**4.6.2** 机房设备发生故障时，高效空调制冷机房智能控制系统应能自主识别故障来源、自动调取故障数据库、自主分析故障原因，从而实现对故障的实时监测。与此同时，为保障系统运行稳定，同时展示全年系统故障情况及故障解决情况，高效空调制冷机房智能控制系统应具备对故障的自动记录。

**5. 安装与调试**

**5.1 一般规定**

**5.1.3** 在智能控制系统的调试过程中，按照工作类型主要划分为基础测试、线下开发、在线测试环节。基础测试主要完成系统硬件功能测试、现场网络测试，其中硬件功能测试目标为了验证硬件配置完备、信号对接准确、上位机、下位机运行正常等；现场网络测试目标是为了保证各控制器硬件、上位机软件以及通讯网关等设备之间网络的连接正常。线下开发是通过对开发完成的控制软件结合离线测试技术和方法，实现对管控软件和控制逻辑的验证。在线测试是将控制软件部署应用到现场后，基于定制的调试方案完成对不同工况、不用运行模式下的在线联合调试。

**5.3 控制系统硬件功能测试**

**5.3.7** 在下位机测试中，应特别注意测试上位机与下位机之间信号权限的功能实现，即测试模式当上位机某时刻发出命令为Null或同等类型信号时，下位机控制硬件仍保持上一次时刻接收到的非Null命令，并在下一次接收到非Null命令前保持不变。

**5.6 控制系统在线联合调试**

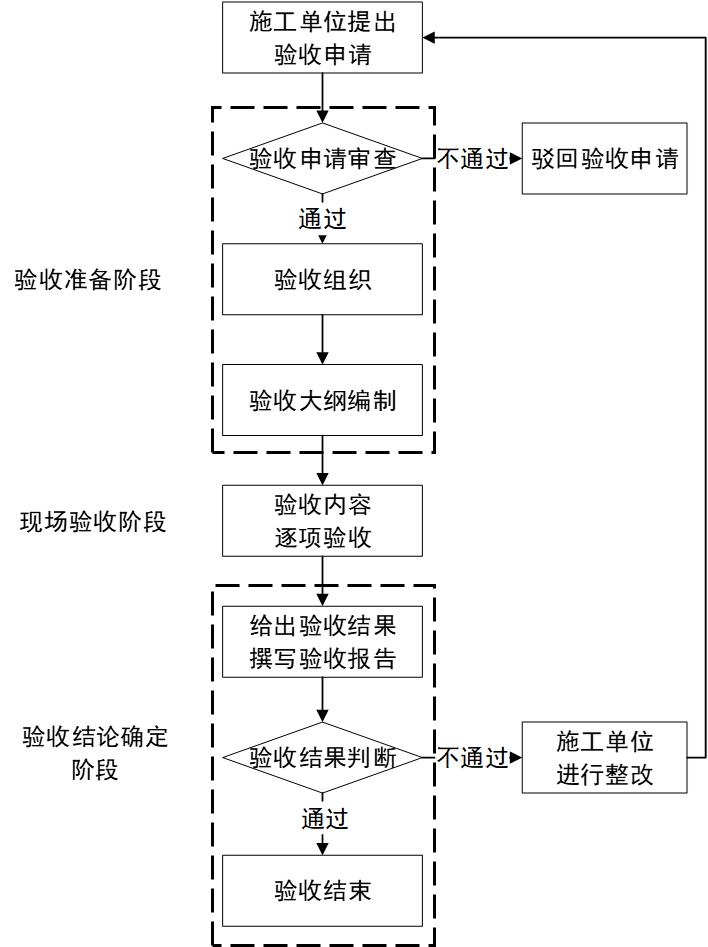
**5.6.4** 在联合调试中若出现与调试计划不一致的情况时，可能是由于各个设备参数在建设中发生了变更，或者离线测试的软件系统依然存在问题，因此需中断控制系统的上线工作。就调试中出现的问题应及时的与建设单位等单位沟通，同时控制系统服务单位也应第一时间对软件系统的内置逻辑以及上位机软件进行查漏补缺，在没有明确调试差异的原因之前，不得再次进行联合调试工作。

**6. 竣工验收**

**6.1 一般规定**

**6.1.3** 部分受阶段性建设、季节性、特殊工况等因素限制而暂时性无法验收的子系统或功能可在后续满足验收条件的情况下进行独立验收。

**6.1.4** 整体验收流程如下图所示。建设单位接收施工单位提出的验收申请后，应根据本规程6.2.1条规定进行审查。若审查通过则继续验收流程，进行验收准备；若审查未通过，则驳回验收申请并要求整改，施工单位整改完毕后重新提出申请。验收流程中的每步检查均为符合验收要求则通过，否则不通过。



高效空调制冷机房智能控制系统验收流程图

**6.3 现场验收**

**6.3.2** 设备材料的质量检验报告包括设备出厂检测报告或质量检验证明，应数量齐全且符合国家现行有关标准的规定。设备材料进场检验记录、设备开箱检验记录及移交清单应具备监理工程师签字及供应商签字。主要设备使用说明书应包含：自动控制阀门和执行机构的设计计算书；传感器、控制器、执行器、变频设备以及阀门等设备的规格参数。用于能耗结算的水、电、气和冷/热量表等，应检查制造计量器具许可证，检查数量为全数检查。

**6.3.4** 组成控制系统的各硬件设备及相关配套施工内容，包括不限于系统工作站电脑或服务器、核心控制器、现场控制器、网络设备、现场传感器、执行机构，施工内容包括系统专用桥架、管线、控制柜安装、传感器安装、执行机构安装等。

传感器安装检查内容为：水管温度传感器、水管压力传感器、水管压差传感器、空调水路流量计、能量计、环境温湿度传感器等安装是否满足设计文件及相关标准要求。

执行机构安装检查内容为：空调水路电动阀门、风管电动阀门等执行机构安装是否满足设计文件及相关标准要求。

综合布线及接线安装检查内容为：桥架、管线、柜体安装、电源线缆连接、控制信号连接、隐蔽工程等施工内容。

**6.3.8** 监测功能验收应包含模拟量输入（AI）、模拟量输出（AO）、开关量输入（DI）、开关量输出（DO）、通讯数据的监测功能。

应根据系统点表及设备清单、控制系统图纸，检查点对点调试记录，根据点表逐点确认验收。通讯数据需提供通讯地址表及设定参数，比对通讯设备的显示数据和实际读取数据一致性，抽检比例不小于30%。

**6.3.9** 控制功能验收包括各关联设备的连锁功能、设备启停顺序、系统根据设定值的调节功能等。

连锁功能：多台水泵之间的启停、切换的连锁功能；多台空调主机负荷切换的连锁功能； 其他程序控制设备之间的连锁功能的检查验收；

设备启停顺序：系统的启停时水泵、阀门、主机、压差控制、末端设备的启动顺序，和系统停止时的顺序逻辑检查验收。

设备故障自动切换功能：多台并联使用的设备，模拟故障功能，检测备用机投入功能；

负荷控制功能：根据负荷需求，自动加载或减载空调主机，并连锁启动或停止主机关联蒸发器、冷凝器侧电动阀门及水泵。

系统管道压差控制调节：根据末端负荷情况，通过压差设定或系统自整定调整系统压差，保证主机在最优工况及最小负荷工况下能正常工作的控制能力。

冷却塔温差控制功能：通过水泵变频调节，在保证主机最小流量的前提下，控制冷却塔进回水温差。

自适应工况匹配性验收：系统在无人为干涉情况下，一个周期内，根据负荷变化情况自适应调整功能及控制效果的验证。

**6.3.10** 故障功能验收包括设备故障自动切换备用功能、故障系统的动作逻辑功能、系统或传感器等监测数据超出限制后的报警功能、以及故障主动和被动显示功能。

故障分级功能：根据故障类型及故障对系统的影响程度采用不同报警形式的功能验收；

普通故障：设备故障的反馈点位的故障显示功能；

数据超限故障报警：超出传感器检测量程的故障报警功能、超出正常工作限值的数据故障报警功能。

逻辑判断故障：程序在执行过程中，由于执行条件不满足或超时导致的逻辑判断故障；

通讯故障：宜实现各由通讯连接的设备通讯故障报警功能，通讯故障后应实现自动报警功能；

总线故障：宜实现各通讯总线故障报警功能，总线通讯故障后应实现自动报警功能；

需提供点位故障功能分级表，明确表述各点位的故障级别、工作限制上下限、量程超限标准；

故障报警主动告知功能：短信告知或电话报警功能。

需提供设备通讯类型及通讯参数设定表、系统总线布置图及总线通讯参数资料，作为验收资料。

以上故障功能的验收可通过现场点位操作及模拟故障现象进行检测验收。

**6.3.11** 智慧功能验收包括系统根据天气情况对负荷预测的功能、系统通过数据自适应及学习的功能、以及节能诊断和策略优化建议等。

通过对高效制冷机房的水、电气各类能耗数据进行采集和监测，结合设备状态、天气、环境等变量数据分析源消耗趋势，通过人工智能技术对数据进一步分析和评估。

异常能耗分析：通过趋势分析、历史曲线分析、能效数据分析等，提供设备用能异常趋势及预测。

节能诊断：建立能耗模型，通过节能诊断，分析运行态势，提出改进方向。

**6.3.12** 验收报告包括《工程质量验收记录》、《验收资料审查记录》、《验收结论汇总记录》，记录样式可参见本标准附录A规定。

**7. 运行与维护**

**7.1一般规定**

**7.1.1** 运维体系的建立，是控制系统安全、有效运行的保障。自控系统的运行和维护应满足下列条件：

工程验收时移交的技术资料。包括竣工图纸、监控系统设备产品说明书、监控系统点表、调试方案、调试记录、监控系统技术操作和维护手册等。

建立系统技术档案，包括自控系统设备台账、控制功能配置表、 控制策略流程图、运行管理、维修等规章制度，巡检记录和运行日志等。

**7.1.2** 运行维护人员应经过系统培训，详细掌握系统的控制原理和功能，具备相应的操作技能，运行操作符合设备生产厂家、设计单位和安装单位提供的使用说明、设计文件和操作手册等文件的规定。

**7.2基本要求**

**7.2.2** 被监控设备诸如冷冻机组、冷却塔、水泵等可能每年都会停止使用几个月，被监控设备本身和与其相关的传感器、执行器和控制器等监控设备均需要全面检查，符合验收合格标准才可使用。

**7.2.5** 传感器发生故障会由于输入数据的错误导致自控算法计算结果的错误，因此要求监控系统的手动／自动模式置于“手动”模式，由运行维护人员通过人机界面给出动作指令远程控制被监控设备的运行，此时相关被监控设备电气控制箱（柜）的手动／自动转换开关仍可保持“自动”状态。

**7.2.6** 控制器发生故障会导致自控算法失效，因此要求被监控设备电气控制箱（柜）的手动／自动转换开关置于“手动”状态，由运行维护人员在现场通过电气控制箱（柜）上的启／停开关来控制被监控设备的运行。