



T/CECS 935- 2021

---

中国工程建设标准化协会标准

# 公共机构建筑空调系统节能改造技术规程

Technical specification for energy efficiency retrofitting of  
air-conditioning system in public institution building

中国建筑工业出版社

中国工程建设标准化协会标准

# 公共机构建筑空调系统节能改造技术规程

Technical specification for energy efficiency retrofitting of  
air-conditioning system in public institution building

T/CECS 935-2021

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2022年3月1日

中国建筑工业出版社

2021 北京

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第二批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2019]22）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外和国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、节能诊断与判定原则、设计、施工、调试与验收、运行与维护、改造效果评估。

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。

本规程由国家机关事务管理局公共机构节能管理司提出，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，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号，邮政编码：100013；邮箱：jzjnbwh@163.com）。

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

参编单位：建科环能科技有限公司

教育部学校规划建设发展中心

江苏建科土木工程技术有限公司

中国计量科学研究院

中国建筑技术集团有限公司

中机十院国际工程有限公司

北京建筑技术发展有限责任公司

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

上海建科检验有限公司

深圳地铁物业管理发展有限公司

沈阳建筑大学

湖南大学土木工程学院

苏州科技大学

广东工业大学

中教能源研究院

格兰富（中国）投资有限公司

广东永泉阀门科技有限公司

大金（中国）投资有限公司

珠海格力电气股份有限公司

青岛海尔空调电子有限公司

顿汉布什(中国)工业有限公司

中建安装南京华建检测技术有限公司

主要起草人：朱晓姣 柳 松 宋 波 冯铁栓 盛晓康 曹 勇 宋业辉

冯国会 王 晴 张思思 张圣楠 黄 凯 王 健 付显涛

张志杰 程 港 王 志 李 磊 钟 鸣 汪 海 王 健

张 华 张 军 李念平 李翠敏 陈键明 郑 振 刘建涛

王 跃 李颜颐 冯 岑 洪 峰 黄 刚 孙海莉 刘国华

主要审查人：李德英 徐宏庆 徐稳龙 曹 阳 李本强 付建勋 王虹

# 目次

1 总 则 .....	- 1 -
2 术 语 .....	- 2 -
3 基本规定 .....	- 3 -
4 节能诊断与判定原则 .....	- 4 -
4.1 节能诊断 .....	- 4 -
4.2 判定原则 .....	- 6 -
5 设 计 .....	- 10 -
5.1 一般规定 .....	- 10 -
5.2 冷（热）源系统 .....	- 11 -
5.3 输配系统 .....	- 13 -
5.4 末端系统 .....	- 14 -
5.5 空调配电系统 .....	- 15 -
5.6 计量、监测与控制 .....	- 15 -
6 施工、调试与验收 .....	- 18 -
7 运行与维护 .....	- 20 -
8 改造效果评估 .....	- 23 -
本规程用词说明 .....	- 26 -
引用标准名录 .....	- 27 -
附：条文说明 .....	- 29 -

## Contents

1 General Provisions.....	- 1 -
2 Terms .....	- 2 -
3 Basic Requirements .....	- 3 -
4 Energy system diagnose and Benchmark on retrofitting.....	- 4 -
4.1 Energy system diagnose .....	- 4 -
4.2 Benchmark on retrofitting .....	- 6 -
5 Design.....	- 10 -
5.1 General Requirements .....	- 10 -
5.2 Cooling (heating) source system.....	- 11 -
5.3 Transmission and Distribution system.....	- 13 -
5.4 Terminal system.....	- 14 -
5.5 Air conditioning Power supply and Distribution system.....	- 15 -
5.6 Measure , Monitor and Control .....	- 15 -
6 Construction , Commissioning and Acceptance .....	- 18 -
7 Operation and Maintenance.....	- 20 -
8 Measurements and Verification on energy efficiency .....	- 23 -
Explanation of wording in this standard.....	- 26 -
List of quoted standards.....	- 27 -
Addition: Explanation of provisions.....	- 29 -

# 1 总 则

1.0.1 为规范公共机构建筑空调系统的节能改造，提高公共机构建筑空调系统能源利用效率，降低能源消耗，改善室内环境，促进公共机构建筑节能减碳，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于公共机构既有建筑空调系统节能改造的诊断、设计、施工、调试、验收、运行维护及改造效果评估。

1.0.3 公共机构建筑空调系统节能改造应统筹兼顾节能、环保和投资效益，应优先对原有材料进行再循环利用，积极采用新技术、新设备、新材料、新工艺等，满足国家和地方节能环保、绿色低碳的有关要求。

1.0.4 当空调系统节能改造可能对建筑的结构、消防、环保造成不利影响时，应对上述性能进行评估并按照评估意见采取有效措施，应保障建筑和改造工程安全。

1.0.5 公共机构建筑空调系统节能改造除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 公共机构 public institution

全部或者部分使用财政性资金的国家机关、事业单位和团体组织。

### 2.0.2 空调系统节能改造 energy efficiency retrofitting of air-conditioning system

对空调系统的冷热源、输配、末端设备及其配套的供配电系统、监控计量系统等进行改造、更换，提高能源利用效率的活动。

### 2.0.3 空调系统节能诊断 energy diagnosis of air-conditioning system

通过现场调查、检查、检测以及对能源消费账单和设备历史运行记录的统计分析、仿真模拟等方法 and 手段，判断影响空调系统能源消耗和运行效率的主要环节，为空调系统的节能改造提供依据的过程。

### 2.0.4 改造效果评估 evaluation of reforming effect

对空调系统节能改造后的节能量、节能率、系统效率等性能指标进行检查、检测、评价的过程。

### 2.0.5 冷源系统能效系数 energy efficiency ratio of cooling source system (EERsys)

测试条件下，电驱动的冷源系统单位时间供冷量与单位时间冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔风机耗电之和的比值。

### 2.0.6 全年冷源系统能效系数 annual energy efficiency coefficient of cooling source system

冷源系统实际运行时，全年累计总供冷量与全年累计总耗电量的比值。

### 3 基本规定

#### 3.0.1 空调系统节能改造程序应符合下列规定：

- 1 节能改造前，应对空调系统进行节能诊断，并应出具空调系统节能诊断报告；
- 2 根据诊断结果，结合节能改造判定原则，应从技术可靠性、可操作性、节能性、环保性和经济实用等方面进行综合分析；应针对节能改造目标，选取合理可行的技术措施，制定节能改造方案；节能改造方案应达到初步设计深度；
- 3 改造方案通过评审后，建设单位应委托具有相应资质的设计、施工和监理单位进行施工图设计和工程实施，并应在施工完成后组织工程验收；
- 4 改造工程投入使用后，应委托第三方机构对空调系统节能改造效果进行评估，并出具评估报告。

#### 3.0.2 空调系统节能改造工程的节能改造效果应符合下列规定：

- 1 节能效果应满足节能改造方案设计预期节能效果的要求，且室内环境参数应满足设计要求；
- 2 空调系统节能改造工程的节能率和投资回收期应满足下列要求：
  - 1) 空调系统节能率为 15%（含）以下时，静态投资回收期不应超过 5 年；
  - 2) 空调系统节能率为 15% 以上时，静态投资回收期不应超过 8 年。

## 4 节能诊断与判定原则

### 4.1 节能诊断

4.1.1 空调系统节能诊断的能耗分析方法应符合国家现行标准《公共机构能源审计技术导则》GB/T 31342、《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 等相关标准的规定。节能诊断的节能检测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260 及团体标准《空调冷源系统能效检测标准》T/CECS 549 等相关标准的规定。

4.1.2 空调系统节能诊断前，建设单位宜提供下列技术文件：

- 1 建筑及空调系统的基本信息；
- 2 空调系统竣工图纸和技术文件；
- 3 与空调系统配套的供配电系统、自控系统竣工图纸；
- 4 改造前 3 年的供冷（暖）季空调系统逐月能源消耗记录、建筑逐月能源消耗记录；
- 5 空调系统主要设备运行记录，包括主管供回水温度、压力、旁通开关情况等；
- 6 空调系统主要用能设备清单，相关产品说明书或技术文件；
- 7 近 3 年维修和改造记录。

4.1.3 空调系统节能诊断前应制定详细的节能诊断方案。

4.1.4 空调系统节能诊断应包括下列内容：

- 1 查阅竣工图和现场调查等，了解建筑基本信息、空调系统的冷（热）源形式、系统划分形式、设备配置及系统调节控制方法等信息；调查分析空调系统实际运行最大冷负荷、空调水系统流量和阻力等数据；
- 2 进行能耗分析，包括建筑总能耗分析，空调系统能耗分析等，确定建筑及空调系统能耗水平；
- 3 进行空调系统设备性能诊断，采取查看铭牌、运行记录和必要的现场测试等

手段，对制冷机组、水泵、冷却塔、空调机组及配套的供配电、计量、监测与控制系统设备的运行状况和性能进行诊断；

4 进行运行管理策略诊断，对空调系统控制策略及运行效果进行诊断。

4.1.5 空调系统应根据系统设置及实际运行情况，对下列参数进行选择节能诊断：

- 1 室内温度、湿度；
- 2 冷水机组、热泵机组的实际性能系数；
- 3 冷源系统能效系数；
- 4 冷却塔冷却性能、布水及填料状况、漂水率；
- 5 水系统回水温度一致性；
- 6 水系统供、回水温度及温差；
- 7 水系统耗电输冷（热）比；
- 8 水泵的流量、扬程及效率；
- 9 定风量系统平衡度；
- 10 变风量系统总风量、静压值、平衡度；
- 11 系统新风量；
- 12 风道系统单位风量耗功率；
- 13 风机效率；
- 14 空气过滤器及表冷器积尘情况，风机皮带松紧度；
- 15 能量回收装置性能；
- 16 水系统补水率；
- 17 管道、设备及附件的保温性能。

4.1.6 空调系统配套的供配电系统节能诊断，宜包括下列内容：

- 1 空调供电变压器、低压集中无功功率补偿装置等设备运行状况和补偿效果；
- 2 空调配电箱柜开关元器件运行状况；
- 3 空调设备容量及配电线缆类型、配电保护匹配性；
- 4 电压偏差、谐波状态、三相负载平衡情况。

4.1.7 空调计量、监测与控制系统节能诊断，宜包括下列内容：

- 1 空调系统监测与控制的基本要求；
- 2 监测与控制系统的兼容性、协调性、可扩展性、稳定性及功能性；
- 3 传感器、调节器、执行器等状态、调节功能；
- 4 能源计量状况。

4.1.8 空调系统节能诊断后应编写节能诊断报告，应包括建筑及系统概况、建筑及空调系统用能分析、诊断结果、改造必要性判定和节能潜力分析、改造措施建议等内容。

## 4.2 判定原则

4.2.1 当空调系统冷（热）源设备有下列情况之一时，宜进行节能改造：

- 1 冷源设备运行 10 年以上，其额定性能系数（COP）低于表 4.2.1-1、表 4.2.1-2 规定的限值要求；
- 2 采用电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组的测试工况下的实际制冷性能系数（COP）低于表 4.2.1-1 的规定；

表4.2.1-1 冷水（热泵）机组的制冷性能系数

类 型		额定制冷量(CC) kW	性能系数(COP) (W / W)
水 冷	活塞式 / 涡旋式	≤528	3.80
	螺 杆 式	≤528	4.20
		>528~1163	4.50
		>1163	4.90
离 心 式	≤528	4.20	
	>528~1163	4.70	
	>1163	5.20	
风冷或蒸发冷却	活塞式 / 涡旋式、 螺 杆 式	≤50	2.50
		>50	2.70

3 溴化锂吸收式冷水机组实际性能参数低于表 4.2.1-2 的限值；

表 4.2.1-2 溴化锂吸收式机组实际性能参数

机组类型	名称		实际性能参数
蒸汽型机组	单位冷量蒸汽耗量 /[kg/(kW·h)]	饱和蒸汽 0.4MPa	1.40
		饱和蒸汽 0.6MPa	1.31
		饱和蒸汽 0.8MPa	1.28
直燃型机组	性能系数 (COP) (W/W)	—	1.10

4 地源热泵系统实际制热性能系数低于 2.80、制冷能效比低于 3.20；

5 运行 10 年以上的房间空气调节器不能满足制冷需求；运行 10 年以上的多联式空调(热泵)机组不能满足制冷需求，或多联式空调(热泵)机组制冷综合性能系数 (IPLV(C))低于 5.50；运行 10 年以上，采用电机驱动压缩机的单元式空气调节机、风管送风空调（热泵）机组的额定性能系数低于表 4.2.1-3、4.2.1-4 的能效比限值；

表 4.2.1-3 单元式空气调节机能效比

类型		名义制冷量 (CC) W	能效限定值
风冷式单元式 空调机	单冷型 (SEER, Wh/Wh)	7000W≤CC≤14000W	2.90
		CC>14000W	2.70
	热泵型 (APF, Wh/Wh)	7000W≤CC≤14000W	2.70
		CC>14000W	2.60
水冷式单元式 空调机	单冷型 (IPLV, W/W)	7000W≤CC≤14000W	3.30
		CC>14000W	3.70

表 4.2.1-4 风管送风空调（热泵）机组能效比

类型		名义制冷量 (CC) W	能效限定值
风冷式	单冷型 (SEER, Wh/Wh)	CC≤7100W	3.00
		7100W<CC≤14000W	2.90
		1400W≤CC≤28000W	2.80
		CC>28000W	2.60
	热泵型	CC≤7100W	2.90

	(APF, Wh/Wh)	7100W<CC≤14000W	2.80
		1400W≤CC≤28000W	2.70
		CC>28000W	2.40
水冷式	单冷型 (IPLV, W/W)	CC≤14000W	3.40
		CC>14000W	3.30

6 空调冷源系统能效系数低于表 4.2.1-5 的规定；

表 4.2.1-5 冷源系统能效系数

类型	单台额定制冷量 (kW)	冷源系统能效系数 (W/W)
水冷冷水机组	<528	2.30
	>528~1163	2.60
	>1163	3.10
风冷或蒸发冷却	≤50	1.80
	>50	2.00

7 现有空调系统由于设计不合理、使用功能变化、或者下班后个别房间有供冷需求等原因，造成单台制冷机组长时间在低于 50% 的负荷下运行；

8 冷却塔的冷却能力无法满足制冷机正常运行或单台冷却塔的冷却能力低于铭牌值的 80%。

4.2.2 当空调水系统有下列情况之一时，宜进行节能改造：

1 运行 10 年以上的水泵不能满足使用需求，或水泵电机能效等级低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 规定的能效等级 3 级要求；

2 空调系统循环水泵的实际水量与原设计值的偏差超过 20%；循环水泵的实际运行效率低于铭牌值的 80%；或空调水系统实际供回水温差小于设计值 40% 的时间，超过总运行时间的 15%；

3 空调冷冻水系统与集水器相连的一级支管路回水温度最大差值大于 2℃；

4 采用二级泵的空调冷冻水系统，二级泵未采用变速变流量调节方式；

5 冷冻水管存在结露、腐蚀情况或绝热层严重损坏，应进行节能改造。

4.2.3 当空调风系统有下列情况之一时，宜进行相应节能改造：

1 风机运行效率低于额定效率的 80%；

- 2 全空气定风量空调系统一级支管路的平衡度小于 0.9 或大于 1.2;
- 3 有条件加大新风量的全空气空调系统, 在过渡季建筑的外窗开启面积和通风系统均不能直接利用新风实现降温需求;
- 4 集中排风空调系统未采取排风热量回收措施, 且节能改造或更换方案比较经济合理时;
- 5 空调风系统调节装置缺失或不能发挥节能调节作用;
- 6 设有新风的空调系统的新风量不符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定;
- 7 风系统的相关设备及附件老化、锈蚀或运行期间存在振动、异响等不稳定运行的情况。

4.2.4 当空调末端系统有下列情况之一时, 应进行节能改造:

- 1 末端设备不具备室温调控手段;
- 2 室温控制阀门失灵;
- 3 由于设计不合理, 或者使用功能改变而造成的原有系统分区不合理。

4.2.5 当空调系统配套的供配电系统有下列情况之一时, 应进行节能改造或更换:

- 1 配电系统开关元器件、电缆等不能满足系统运行安全要求;
- 2 未按现行国家标准或地方标准设置空调用电计量装置;
- 3 改造后空调用电负荷增大, 超出供电系统配置容量。

4.2.6 当空调监测与控制系统有下列情况之一时, 应进行节能改造或更换:

- 1 冷源系统不具备集中监测与控制功能或无法正常工作;
- 2 末端系统不具备分区域启停、设备监测与控制功能;
- 3 用能、用水、供冷量等未计量;
- 4 传感器、执行器、变频器及仪器、仪表等安装不符合要求、老化损坏或者精度不满足要求。

## 5 设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 空调系统节能改造的设计应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《民用建筑电气设计标准》GB 51348、《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T 334 等相关标准的规定。

5.1.2 空调节能改造所采用的技术和产品应符合安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保和维护方便的要求，应选用具有节能标识或获得节能认证的产品。

5.1.3 确定空调系统的节能改造方案时，应充分考虑改造施工过程中对建筑结构、已有机电系统、未改造区域使用功能等的影响。

5.1.4 对空调系统的冷（热）源系统、输配系统、末端系统进行改造时，应核查改造对相关设备和系统的性能影响，各系统的配置应互相匹配，提高系统综合能效。

5.1.5 空调系统节能改造方案设计应包括下列内容：

- 1 项目概述；
- 2 系统现状、问题及原因、需求分析；
- 3 节能改造目标及内容；
- 4 项目建设与运行管理；
- 5 项目组织实施安排；
- 6 节能潜力分析及改造后节能效果评估方法；
- 7 投资效益分析；
- 8 图纸文件，包括空调系统、土建部分、给排水系统、变配电系统及智能化系统设计文件；
- 9 项目概算书。

5.1.6 方案设计阶段的图纸文件深度应符合下列规定：

- 1 设计说明应根据实际改造情况编制，宜包括下列内容：
  - 1) 设计依据、工程概况、设计范围、设计计算参数、空调冷热负荷、冷（热）

源及冷媒选择、冷冻水/冷却水参数、各区域空调方式、水系统形式及平衡调节手段、变配电系统说明、监测及控制说明、管道/风道材料及保温材料等；

2) 空调及电气设备表应列出主要设备的名称、性能参数、数量等；

3) 应提出节能环保、职业安全与卫生等措施。

2 设计图纸应包括图例、系统流程图、主要平面图、土建相关图纸、变配电系统图、监测与控制系统图、计量系统图等。图纸应标明相关位置、管路、设备等信息。

3 计算书宜对空调系统冷（热）负荷、风量、冷冻水量、冷却水量、用电设备负荷、土建结构荷载、噪音控制及主要设备选择等内容进行计算。

4 应编制概算文件。

5.1.7 施工图设计文件应包括图纸目录、设计与施工说明、设计图纸、设备表、计算书等，施工图设计深度应符合下列规定：

1 设计说明应包括工程概况、设计依据、设计范围、改造设计内容及其主要技术指标、施工要求和注意事项；

2 设备表应注明详细的技术数据，应包含原有系统和新建系统，并加以区分；

3 设计图纸应包括拆除部分的现状图纸，制冷机房、空调系统平面图和剖面图，系统图，立管或竖风道图，设备及零部件施工安装详图，变、配电系统图、监测与控制系统图、计量系统图、土建及给排水系统相关图纸等；

4 计算书宜包括空调房间逐时冷负荷计算、建筑物总冷负荷计算、冷源设备选择计算；管径及水力计算，循环水泵选择计算；结构承载力计算；配电容量计算；末端设备选择计算；气流组织计算；节能量和节能率计算等；

5 预算书应单独成册，宜由封面、签署页、编制说明、建设项目总预算表、工程建设其他费用表、单项工程综合预算表、单位工程预算书等内容组成。工程量及费用应齐全，应包含拆除部分的相关内容，并应说明编制依据。

## 5.2 冷（热）源系统

5.2.1 当冷（热）源系统符合本规程第 4.2.1 条 1~6 款的相关改造判定原则之一时，

可进行冷（热）源设备的改造或更换。冷（热）源设备的改造或更换应符合下列规定：

- 1 应充分挖掘现有设备的节能潜力，当现有设备不能满足需求时，再予以更换；
- 2 冷（热）源设备更换时，应根据系统原有的冷热源运行记录、内扰参数及围护结构情况等，进行系统冷热负荷计算，并应对整个制冷季、供暖季负荷进行分析；
- 3 冷（热）源设备更换时，应根据建筑的规模、使用特征，结合能源结构以及价格政策、环保规定等因素，经综合论证后确定适宜的冷（热）源方式和设备容量，应优先利用零碳电力，宜采用复合式系统、蓄能系统；
- 4 直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组更换时，应根据当地能源供应情况，进行技术经济分析，宜优先选用电机驱动的蒸汽压缩冷水机组；
- 5 多联机空调系统改造应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 的有关规定，在确保系统安全性、匹配性和经济性的情况下，宜采取保留原有制冷剂管道、电气配线或室内机的改造措施，减小改造对装修的影响。

5.2.2 更换后冷源设备和系统的能效系数应符合下列规定：

- 1 应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关要求；
- 2 应达到现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577、《水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721、《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》GB 29540、《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576、《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479、《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454、《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455 的能效等级 2 级及以上要求；
- 3 除蓄冷系统外，全年冷源系统能效系数不宜低于表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 全年冷源系统能效系数

类 型	系统额定制冷量 $CC$ (kW)	全年冷源系统能效系数(kWh/kWh)
水冷冷水机组	$CC \leq 1163$	3.2
	$1163 < CC \leq 2110$	3.5
	$CC > 2110$	3.8

5.2.3 当冷源系统符合本规程第 4.2.1 条 7 款的改造判定原则时，应充分挖掘现有冷源设备的制冷能力和节能潜力，采取增设小容量制冷机组，或设置独立冷源等方式进行改造。

5.2.4 当冷却系统符合本规程第 4.2.1 条 8 款的改造判定原则时，应根据冷却塔系统存在的问题制定改造方案，宜采取清洗冷却塔、更换冷却塔填料、更换控制阀门、优化冷却塔控制或更换高效率冷却塔等方式进行改造。

5.2.5 当更换冷却塔时，更换后的冷却塔的能效等级应达到现行国家标准《机械通风冷却塔 第 1 部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1、《机械通风冷却塔 第 2 部分：大型开式冷却塔》GB/T 7190.2、《机械通风冷却塔 第 3 部分：闭式冷却塔》GB/T 7190.3 规定的 2 级能效要求。

5.2.6 过渡季节或供暖季节局部房间需要供冷时，宜优先采用室外自然冷却进行降温的方式。在保证安全运行的条件下，也可采用冷却塔供冷或单独设置冷源的方式。

5.2.7 对水冷冷水（热泵）机组，宜定期清洗或采用具有实时在线清洗功能的除垢技术。

### 5.3 输配系统

5.3.1 当空调水系统符合本规程第 4.2.2 条的改造判定原则时，宜采取下列改造措施并应符合下列规定：

1 更换水泵或水泵电机，更换后的水泵不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 规定的节能评价值；水泵电机能效不应低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 规定的 2 级；

2 当原有输配系统的水泵选型过大或过小时，宜采取更换水泵、水泵变速控制、减小管网阻力等技术措施；

3 当原有输配系统水力失调时，应进行水力平衡调试，并采取设置水力平衡调节装置等措施；

4 当冷水管绝热层损坏时，宜采取更换管道绝热层等措施，绝热层的设置应符合

现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定；当冷水管道严重腐蚀时，应对冷水管道进行更换。

5.3.2 空调冷（热）水系统节能改造后，冷（热）水系统耗电输冷（热）比 $[EC(H)R-a]$ 应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的有关规定。

5.3.3 当空调风系统符合本规程第 4.2.3 条的改造判定原则时，宜采取下列改造措施并应符合下列规定：

1 更换风机时，风机能效不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761 规定的 2 级；配套电动机能效不应低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 规定的 2 级；

2 对风量不平衡的定风量系统的风量应进行平衡调试；

3 全空气空调系统进行过渡季全新风运行改造时，宜实现全新风和可变新风比的运行方式，并应考虑原有空调机组、新风口、排风口等是否满足全新风运行条件；新风量控制和工况转换，宜采用新风和回风的焓值控制方法；

4 经技术经济分析合理时，可设置热回收装置，热回收装置的热交换效率应符合现行国家标准《热回收新风机组》GB/T 21087 的有关规定；

5 可增设或更换风系统调节装置；

6 综合考虑建筑及空调系统现状，可采取新风系统调试、或更换新风机组等措施。

5.3.4 空调风系统节能改造后，风道系统单位风量功耗应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

## 5.4 末端系统

5.4.1 当空调末端系统符合本规程第 4.2.4 条的改造判定原则时，应采取下列改造措施：

1 增设空调系统室温调控装置；

2 更换电动两通阀及室温控制装置；

3 根据实际使用情况，对空调系统重新进行分区，实现部分空间、部分时间运

行的目标。

5.4.2 当进行风机盘管加新风系统改造时，应考虑对室内装修的影响。改造后，新风宜直接送入各空调区域。

5.4.3 当更换现有风机盘管，且经技术经济分析合理时，可采用直流无刷型风机盘管。

5.4.4 对于餐厅、食堂和会议室等高负荷区域空调通风系统的改造，应根据区域的使用特点，选择合适的系统形式和运行方式。

## 5.5 空调配电系统

5.5.1 当空调配电系统符合本规程第 4.2.5 条的改造判定原则时，应采取下列改造措施，并应符合下列规定：

1 更换开关元器件及电缆，开关元器件、电缆的规格及质量应满足系统安全运行要求，经现场评估后具备条件的可更换相关导管或线槽；

2 空调系统应设置主要用电设备分项计量；

3 更换空调供电变压器，应根据用电设备实际耗电功率总和，重新计算变压器容量，并按照国家规定的设计要求进行报审、审核；更换的变压器不应低于现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB20052 规定的 2 级。

5.5.2 当采用的设备产生谐波干扰时，应采取改善电能质量的措施。

5.5.3 空调配电系统应选用节能类产品。

## 5.6 计量、监测与控制

5.6.1 当空调计量、监测与控制系统符合本规程第 4.2.6 条的改造判定原则时，宜采取下列改造措施，并应符合下列规定：

1 进行冷（热）源系统的监测与控制改造，改造后冷（热）源系统应具备下列功能：

1) 设备启停和连锁控制功能；具备根据负荷变化进行主机、循环水泵、冷却塔等的开启台数、开启频率、运行时间、运行效率等进行优化控制的功能；

2) 具备室内外环境参数监测，并根据室外气象参数变化，进行温度、流量等运

行参数优化控制功能；

3) 具备冷（热）源及末端设备的运行参数、设备状态记录功能；

2 进行末端设备系统的监测与控制改造，监测、控制内容应根据建筑功能、相关标准、系统类型等通过技术经济分析确定；宜实现集中启停、温度设定、运行时间等集中控制功能；控制装置宜按运行时间、服务区域人员变化等情况设置不同运行控制模式；

3 进行计量与能耗监测改造，空调系统计量内容应通过技术经济分析确定，宜包括燃料消耗量、制冷机耗电量、水泵耗电量、冷却塔耗电量、组合式空调机组耗电量、新风机组耗电量、风机盘管耗电量、总供冷量、各区域供冷量、补水量、空调专用变压器高低压侧和低压侧至空调末端的电能计量等；

4 新增设的计量、监测与控制系统宜与现有楼宇控制系统、节能监管系统能实现数据通讯。

5.6.2 计量器具配备应符合现行国家标准《公共机构能源资源计量器具配备和管理要求》GBT 29149 的要求。

5.6.3 计量、监测与控制系统节能改造，其存储介质、数据库监测数据的连续保存时长和时间间隔不宜低于表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 监测数据连续保存时长和时间间隔

数据所在场所	数据名称	连续保存时长（月）	保存时间间隔（min/次）
低压配电室	建筑用电总能耗	36	60
供暖空调机房	分项能耗—供暖空调生活热水系统(制冷机组、热泵及其冷水泵、冷却泵、冷却塔、集中供电的分体空调等)	36	30
冷热源机房内	冷（热）水供回水温度、压力、流量；冷却水供回水温度、压力、流量等参数	12	10
末端系统	送风温度、风阀开度、机组启停状态等参数	12	15
室外	温度、相对湿度等参数	12	30
室内	温度、相对湿度、CO <sub>2</sub> 浓度、照度等参数	12	30
热泵系统	源侧与用户侧进出水（风）温度、压力、	12	10

	流量, 热泵机组、源侧水泵、负荷侧水泵, 辅助热源等运行参数		
	地下岩土体温度等参数	120	360
太阳能光热系统	辅助热源供热量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳总辐照量; 太阳能热水系统的供热水温度、供热量; 太阳能供暖空调系统的供热(冷)量、供回水温度、流量等参数	12	10

5.6.4 监测与控制系统的调试应在空调系统调试并达到设计参数后进行, 并应确认采用的控制方式能满足预期的控制要求。

## 6 施工、调试与验收

6.0.1 空调系统节能改造的施工、调试与验收应符合国家现行标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738、《家用和类似用途空调器安装规范》GB 17790、《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T 334 的有关规定。

6.0.2 承担空调系统节能改造工程施工的企业应具有相应的施工资质。

6.0.3 施工单位应编制空调工程施工调试方案，空调节能改造工程安装完毕投入使用前，应进行系统的试运行与调试，并应包括设备单机试运转及调试、非设计满负荷条件下的系统的联合试运行及调试。

6.0.4 非设计满负荷条件下的系统联合试运行及调试，根据改造范围可包括下列内容：

- 1 室内空气参数的测定和调整；
- 2 空调风系统的测定和调整；
- 3 空调水系统的测定和调整；
- 4 多联机系统联合试运行与调试；
- 5 变风量（VAV）系统联合试运行与调试；
- 6 计量、监测与控制系统的检验、调整与联动运行。

6.0.5 施工单位在运行调试合格后应出具项目竣工报告，向建设单位提出竣工验收申请。项目竣工报告应包含项目概况、采用的主要措施和实施情况等内容，同时应提供工程验收资料。

6.0.6 空调系统节能改造工程竣工验收资料应包括下列内容：

- 1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- 2 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；

- 3 隐蔽工程验收记录；
- 4 工程设备、风管系统、管道系统安装及检验记录；
- 5 管道系统压力试验记录；
- 6 设备单机试运转记录；
- 7 系统非设计满负荷联合试运转与调试记录；
- 8 风系统、水系统平衡调试记录；
- 9 分部（子分部）工程质量验收记录；
- 10 观感质量综合检查记录；
- 11 安全和功能检验资料的核查记录；
- 12 新技术应用论证资料；
- 13 如有利旧配电系统，则应提供其评估报告。

6.0.7 工程文件的整理归档和验收移交应符合现行标准的有关规定。

6.0.8 建筑面积在 20000m<sup>2</sup> 以上的空调系统，在投入运行后，宜委托第三方机构在制冷季和供暖季分别进行空调系统综合效能运行与调试，空调系统实际运行效果和系统能效满足设计要求。

## 7 运行与维护

7.0.1 空调系统的运行与维护应符合现行国家标准《空调通风系统运行管理标准》GB 50365、《空调通风系统清洗规范》GB 19210 等相关标准的规定。

7.0.2 空调系统节能改造的实施单位应制定空调系统运行维护手册、设备清单或台账，并提交建设单位或运维单位。应对运行维护人员进行专项技术培训。

7.0.3 运行与维护单位应建立空调系统节能运行管理体系，明确人员管理、资料管理、运行管理、设备巡检、维护保养等制度要求，宜按现行国家标准《能源管理体系》GB 23331 的要求进行能源系统管理。

7.0.4 运行与维护单位应根据室外天气、室内热湿负荷等外界条件的变化，制定空调系统的全年节能运行策略，宜包括下列内容并应符合下列规定：

1 根据不同月份、不同时间冷（热）负荷变化情况，设置合理的冷热源设备运行台数、运行参数、运行时间等；

2 在不影响制冷效果的情况下，采取适度提高冷冻水出水温度的运行策略；

3 根据建筑实际需要，可提前关闭冷（热）源主机，仅通过运行循环水泵提供冷热量；

4 空调系统运行时宜根据建筑的负荷特性，充分利用夜间预冷；

5 空调系统运行时应设定合理的室内环境参数，主要控制参数包括温度、湿度和新风量，并应符合设计要求。

7.0.5 空调水系统优化运行应符合下列规定：

1 应保证水系统平衡；

2 每个独立的空调系统宜根据建筑物类型、冷热负荷特性、室外气象条件的变化，对空调系统的一次水、二次水供回水温度和循环水流量进行运行调节；

3 当有空调系统内局部末端不能满足室内温度需求时，应优先检查末端管路，而非调整系统设定参数值；

4 在满足室内空气参数的条件下，宜加大供回水温差；有变频控制的水系统，

冷却水的总供回水温差不应小于 5°C，冷冻水的总供回水温差不应小于 4°C；

5 采用变频运行的水系统，水泵应在高效区运行，水泵变速频率不应低于 30Hz；

6 对有恒温恒湿要求且采用四管制的组合式空调箱，运行中应减少冷热相抵发生的浪费。

7.0.6 空调风系统优化运行应符合下列规定：

1 应保证风系统平衡。

2 当有空调系统内局部末端不能满足室内温度需求时，应优先检查末端管路，而非调整系统设定参数值。

3 在不影响系统风量平衡的条件下，全空气空调系统的空气处理机组宜采用变频调速控制。送风高度小于或等于 5m 时，温差在冬季不宜超过 10°C；采用高诱导比的散流器时，温差可超过 10°C。送风高度在 5m 以上时，温差不宜超过 15°C。

4 应定期检查过滤器及热回收机组的前后压差。

5 对于全空气空调系统，应根据室外气象参数，在过渡季节调大新风比。

7.0.7 冷却塔运行宜根据其出水温度，调整运行状态，并应符合下列规定：

1 多台冷却塔并联运行时，宜开启全部冷却塔，风机应采用变风量调节，且应保持冷却塔之间水量均匀分配；

2 多台冷却塔并联运行且采用风机台数启停控制时，应关闭不工作冷却塔的冷却水管路。

7.0.8 运行与维护单位应建立完善的空调系统管理和运行技术资料档案，相关记录应保存 3 年以上。

7.0.9 空调系统应每天定时巡视检查并形成运行记录和巡视检查记录。

7.0.10 空调系统运行记录应包括下列内容：

1 空调系统启停时间；

2 室内外环境参数；

3 空调风系统、水系统、配电系统的温度、流量、压力、电压、电流等运行参数；

4 冷热源、空调箱、水泵、风机、冷却塔等设备运行参数；

5 耗电量、供冷（热）量、耗用燃料量等能耗记录。

7.0.11 空调系统巡视检查应包括房间空调使用及室温情况检查，仪表及执行器的巡检，管道保温及阀门附件巡检，空调设备巡检等。应及时发现设备异常情况。

7.0.12 空调系统能耗数据宜通过能耗监测系统采集并形成月度、季度、年度能耗报表和分析报告。

7.0.13 空调系统监测的仪表应按相应计量规程进行检定和校准。

7.0.14 运行与维护单位应制定空调系统和设备的维护保养方案和计划，应按计划进行维护保养，并形成维护保养记录。

7.0.15 运行与维护单位应定期对空调风系统的风管、空气过滤器、表面冷却器、加热器、加湿器、冷凝水盘等部位进行全面检查和清洗。

## 8 改造效果评估

8.0.1 空调系统节能改造工程竣工验收后，建设单位应组织开展改造效果评估。改造效果评估应在改造完成后的第一个供冷（暖）季进行。

8.0.2 空调系统节能改造效果应符合本规程第 3.0.2 条的规定。

8.0.3 空调系统节能改造项目节能量测量和验证应符合现行国家标准《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750、《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T 31349 的相关规定。

8.0.4 空调系统节能改造项目的边界应包括冷源系统、输配系统及末端系统。根据改造项目类型不同，也可是其中的某个子系统。

8.0.5 空调系统节能改造项目的基期能耗宜为节能改造前 3 年供冷季（供暖季）空调系统能耗的平均值。统计报告期能耗应为改造后 1 个完整供冷季（供暖季）空调系统的能耗。

8.0.6 改造效果评估应将项目边界内的空调系统能耗计入基期能耗和统计报告期能耗，并应符合下列规定：

1 冷源系统能耗应包括冷源机组及其控制系统、冷却塔、冷却水泵及其控制系统的能耗；

2 输配系统能耗应包括冷冻水泵及其控制系统的能耗；

3 末端设备能耗应包括新风机组、空调机组、风机盘管、变风量箱及其控制系统的能耗。

8.0.7 空调系统节能率应按下列公式进行计算：

$$e = \frac{E_a - E_r}{E_a} \times 100\% \quad (8.0.7-1)$$

$$E_a = E_b + A_m \quad (8.0.7-2)$$

式中： $e$ ——空调系统节能率，单位为百分数（%）；

$E_b$ ——基期能耗；

$E_r$ ——统计报告期能耗；

$E_a$ ——校准能耗，即将基期能耗调整到改造后外部条件下的空调系统能耗；

$A_m$ ——校准能耗调整值。

8.0.8 校准能耗调整值的计算，宜采用回归模型法或修正系数法。

8.0.9 空调系统能耗可采用下列 2 种方法进行测量：

- 1 测量法，通过分项计量表具计量或测量仪表测量改造前、后空调系统能耗；
- 2 标准化模拟法，通过能耗模拟软件模拟计算改造前空调系统能耗。

8.0.10 静态投资回收期应按下列式进行计算：

$$N = \frac{I}{P} \quad (8.0.10)$$

式中： $N$ ——静态投资回收期，年；

$I$ ——改造工程实际总投资，万元；

$p$ ——年节约费用，万元。

8.0.11 空调系统节能改造效果应按下列步骤进行检测和评估：

- 1 针对项目特点制定具体的检测和评估方案；
- 2 收集改造前的能耗、水耗和运行数据；
- 3 收集改造后的能耗、水耗和运行数据；
- 4 测试空调季室内平均温度；
- 5 测试改造措施节能效果；
- 6 计算并确认改造前后的能耗、节能量、节能率，进行改造效果评估；
- 7 撰写节能改造效果评估报告。

8.0.12 空调系统节能改造效果评估报告应包括下列内容：

- 1 项目实施情况，包括建筑物名称、改造范围、建设时间、改造前空调系统状况、改造后空调系统状况、项目投资等；
- 2 项目节能效果评估，包括室内环境质量、空调系统运行效果等；
- 3 节能量计算，包括年节能量及节能率；

#### 4 存在问题与建议。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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) 表示允许稍有选择，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用词，采用“可”。

2 规程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 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 2 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 3 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 4 《空调通风系统运行管理标准》 GB 50365
- 5 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB50411
- 6 《建筑施工组织设计规范》 GB/T 50502
- 7 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 8 《通风与空调工程施工规范》 GB 50738
- 9 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801
- 10 《民用建筑电气设计标准》 GB 51348
- 11 《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》 GB/T 7190.1
- 12 《机械通风冷却塔 第2部分：大型开式冷却塔》 GB/T 7190.2
- 13 《机械通风冷却塔 第3部分：闭式冷却塔》 GB/T 7190.3
- 14 《家用和类似用途空调器安装规范》 GB 17790
- 15 《电动机能效限定值及能效等级》 GB 18613
- 16 《空调通风系统清洗规范》 GB 19210
- 17 《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》 GB 19576
- 18 《冷水机组能效限定值及能效等级》 GB 19577
- 19 《通风机能效限定值及能效等级》 GB 19761
- 20 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》 GB 19762
- 21 《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》 GB 21454
- 22 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》 GB 21455
- 23 《能源管理体系》 GB 23331
- 24 《节能量测量和验证技术通则》 GB/T 28750
- 25 《公共机构能源资源计量器具配备和管理要求》 GB/T 29149

- 26 《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》 GB 29540
- 27 《水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级》 GB 30721
- 28 《公共机构能源审计技术导则》 GB/T 31342
- 29 《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》 GB/T 31349
- 30 《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》 GB 37479
- 31 《多联机空调系统工程技术规程》 JGJ 174
- 32 《公共建筑节能改造技术规范》 JGJ 176
- 33 《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177
- 34 《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》 JGJ/T 260
- 35 《建筑设备监控系统工程技术规范》 JGJ/T 334
- 36 《空调冷源系统能效检测标准》 T/CECS 549

中国工程建设标准化协会标准

# 公共机构建筑空调系统节能改造技术规程

T/CECS \*\*\*-20\*\*

条文说明

## 目 次

1 总则.....	- 31 -
2 术语.....	- 32 -
3 基本规定.....	- 33 -
4 节能诊断与判定原则.....	- 35 -
4.1 节能诊断.....	- 35 -
4.2 判定原则.....	- 36 -
5 设 计.....	- 42 -
5.1 一般规定.....	- 42 -
5.2 冷源系统.....	- 43 -
5.3 输配系统.....	- 48 -
5.4 末端系统.....	- 50 -
5.5 空调配电系统 .....	- 50 -
5.6 计量、监测与控制 .....	- 51 -
6 施工、调试与验收.....	- 51 -
7 运行与维护.....	- 51 -
8 改造效果评估.....	- 55 -

# 1 总则

1.0.1 2019年6月，发改委、工信部等七部门联合发布《绿色高效制冷行动方案》，要求大幅提高制冷能效和绿色水平，实现制冷行业高质量发展、绿色发展。提出“到2022年，家用空调、多联机等制冷产品的市场能效水平提升30%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高20%，实现年节电约1000亿千瓦时。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，实现年节电4000亿千瓦时左右”的发展目标。在此背景下，开展公共建筑制冷空调系统改造将成为未来建筑改造的重点。

开展公共机构建筑空调系统节能改造建设工作，要以提高空调系统能源资源利用效率、降低能源资源消耗、改善室内环境为核心，以建设绿色高效空调系统、促进公共机构建筑节能减碳为目标，坚持“因地制宜，以点带面，稳步推进，注重实效”的原则，重点依靠管理和技术进步，着力推进体制和机制创新，充分发挥公共机构在推进生态文明建设中的表率示范作用。

1.0.3 公共机构是指全部或者部分使用财政性资金的国家机关、事业单位和团体组织。在习近平新时代中国特色社会主义思想指导下，各级党政机关、公共机构厉行勤俭节约、反对铺张浪费。针对空调系统节能改造项目，要充分考虑节能效果、环保效益和投资效益，实现提质增效，不能盲目追求节能效果而使改造成本过高难于从节能效益中回收。公共机构建筑空调系统节能改造采取的技术措施要成熟可靠，保证节能改造效果，应优先采取利旧的技术措施，避免造成国家财产损失。

1.0.4 建筑的结构、消防、环保要求对建筑安全使用至关重要，空调系统节能改造不能破坏建筑的结构、消防、环保安全性。当节能改造内容可能对建筑的上述性能造成不利影响时，应请专业机构进行评估，按照评估意见采取有效措施，符合国家现行有关标准要求，保障建筑和改造工程安全。

## 2 术语

2.0.5 冷源系统能效系数的测试条件和方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的规定。

### 3 基本规定

#### 3.0.1 空调系统节能改造程序应符合以下规定：

1 在节能改造前对改造项目实施节能诊断并出具报告，判定是否有必要进行节能改造。为确保节能诊断结果科学、准确、公正，从事节能诊断的机构一般应通过计量认证，且通过计量认证的项目包括相应节能检测项目。

2 公共机构建筑空调系统节能改造属于政府行为，应纳入国家或地方国民经济和社会发展规划及固定资产投资计划。同时，根据《民用建筑热工设计规范》GB50176的规定，我国建筑热工设计气候分为五个区，分别为严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区和温和地区，不同气候分区建筑围护结构热工性能要求不同，建筑冷热负荷相差悬殊，相应的暖通空调系统配置要求不同，适合各气候区的建筑节能技术措施不尽相同。因此，空调系统节能改造方案要根据当地的地理气候条件确定，同时要考虑当地的经济技术发展水平选择适宜的技术措施，量力而行。

4 节能改造效果是空调系统节能改造项目的首要目标，因此，节能改造工程投入使用后，应委托具备检验资质的机构，对空调系统是否到达预期节能效果进行评估。

#### 3.0.2 空调系统节能改造工程的节能改造效果应符合规定：

1 评估空调系统实际节能效果是否能够达到改造方案提出的节能目标要求，并且应按照改造方案提前确定的改造效果评估方法进行评估，确保改造前后测试工况一致性。

2 空调系统能耗一般是指包括冷源、输配系统、以及末端设备的总能耗。当空调节能改造不涉及末端设备改造时，空调系统能耗可以只计算冷源和输配系统能耗。空调系统节能改造需要考虑系统整体节能效果，因此，空调系统节能率采用节能改造前后的空调系统能耗进行计算。节能改造后，需要通过节省运行费用收回节能改造投资，包括每年节省的能源费用、维修和保养费用等。静态投资回收期为确定节

能改造项目的一项重要指标，静态投资回收期过长可能造成投资成本难以在建筑寿命期内回收。为此，针对不同的空调系统节能率，提出了不同的改造静态投资回收期要求。

对于输配系统、控制系统或系统调试等节能改造，其空调系统节能率低于 15%，但改造投资小、见效快，要求其投资回收期应小于 5 年。

为了提升空调系统节能率，需要采取综合的节能改造措施，进而造成改造投资的增加，对于冷源系统综合改造，空调系统节能率应在 15% 以上，且要求其投资回收期不应大于 8 年。经估算，如果空调系统节能率 20%，大约每年每平方米减少 6 元~12 元的能源费用，根据经验冷水机组更换的成本约为 60~100 元/平方米，如果进行冷水机组更换，改造静态投资回收期大约在 8 年左右。

对于达到设备使用年限的空调系统，其冷源、输配、末端系统需要进行全面的更新，已经超出节能改造范围，进行静态投资回收期计算时，应对节能改造成本和设备更新成本进行区分。

## 4 节能诊断与判定原则

### 4.1 节能诊断

4.1.4 空调系统节能诊断前期可参照建筑能源审计的方法全面了解建筑的用能形式。收集的资料应包括建筑物基本概况、能源使用与管理状况、能源使用情况等。诊断人员需对建筑能源管理文件中的计量数据、检测结果、运行记录、分析报告、建筑自动化系统存储的记录数据等资料进行分析。对于采用分项计量技术的建筑，应根据分项计量数据分析空调系统全年的运行情况，帮助分析供冷季开始、结束时间、各台冷机的运行时间、冷机和冷冻泵、冷却塔的对应关系等信息。通过以上工作能更全面的判断空调与建筑的匹配情况。

4.1.5 空调系统节能诊断的目的是判断空调系统存在的运行效率低、能耗高、室内环境不满足需求等问题。通过巡视检查、与运行人员沟通、能耗数据分析等手段，初步判定空调系统存在问题的环节后，有针对性的采取必要的检测手段。

如通过运行记录等初步判断冷机能效较低，可检测冷机实际性能系数、室内温湿度等参数；如通过巡检发现系统末端存在冷热不均，可检测水系统水力平衡度或回水温度一致性等参数。具体检测内容要结合项目实际情况确定。

空调系统节能检测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的有关规定。

## 4.2 判定原则

4.2.1 空调系统冷（热）源改造判定原则，本标准不包括对锅炉等独立热源的改造。

1 随着我国冷水机组的产品性能和质量的大幅提升，《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 于 2015 年 12 月修订发布，2017 年 1 月实施，冷水机组能效限定值（表 1）有了大幅提升。但考虑该标准实施年限较短，将其 3 级能效限定值直接作为改造判定依据，将扩大改造范围，投资效益也较难保证。并且在实际项目中，同等制冷量情况下，活塞式 / 涡旋式、螺杆式、离心式冷水（热泵）机组的性能差异较大，应区别对待。将 GB 19577-2015 与 05 版、15 版《公共建筑节能设计标准》GB 50189 冷水机组能效指标进行对比，见附表 1。

表1 冷水（热泵）机组制冷能效系数及能效等级

类型	名义制冷量 (CC) kW	能效等级					
		1		2		3	
		(IPLV) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W	(COP) W/W
风冷式或 蒸发冷却 式	CC≤50	3.80	3.20	3.60	3.00	2.80	2.50
	CC>50	4.00	3.40	3.70	3.20	2.90	2.70
水冷式	CC≤528	7.20	5.60	6.30	5.30	5.00	4.20
	528<CC≤1163	7.50	6.00	7.00	5.60	5.50	4.70
	CC>1163	8.10	6.30	7.60	5.80	5.90	5.20

由于国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 中未区分活塞式/涡旋式、螺杆式和离心式机组的能效限值。对于 CC≤528kW 的活塞式/涡旋式冷水机组，因在实际工程中设备性能随运行年限的增长衰减较大，所以以国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 中的能效限定值的 90% 作为其改造判定的依据，该取值与《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 的限定值一致。

由于国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 中未区分螺杆式和离心式机组的能效限值。对于 528kW<CC≤1163kW、CC>1163kW 的螺杆式冷水机组，直接选用 GB 19577-2015 给出的 3 级能效限定值会造成改造范围的扩大。

因此，选取国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 和《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 给出限值的平均值作为改造判定依据。

对于  $528\text{kW} < CC \leq 1163\text{kW}$ 、 $CC > 1163\text{kW}$  的离心式冷水机组，直接选用国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 给出的 3 级能效限定值作为改造判定依据。

对于风冷式冷水机组以及小于  $528\text{kW}$  的螺杆式、离心式冷水机组在实际工程项目中应用比较少，为了便于标准之间的协调一致，以国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 中的能效限定值作为其改造判定的依据。

表 4.2.1-1 规定的冷水（热泵）机组的制冷性能系数（COP）是根据上述原则确定的。

表 4.2.1-2 规定的溴化锂吸收式机组的性能参数是根据《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》GB 29540-2013 规定的 3 级能效限定值确定的，该值与《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 规定的性能参数一致。

按中国目前的制造水平和运行管理水平，冷、热源设备的使用年限一般为 15 年左右，但由于南北地域、气候差异等因素导致设备使用时间不同，在具体改造过程中，要根据设备实际运行状况来判断是否需要改造或更换。而对于运行 10 年以上的冷水机组，其实际性能系数已经有较大衰减，因此直接以铭牌上的额定性能系数做为判定依据，如其低于表 4.2.1-1、表 4.2.1-2 规定的性能系数限值要求，不需要再进行现场测试，可以大大减少现场检测的工作量。

2~3 对于运行不满 10 年的冷水机组，或者运行 10 年以上但冷水机组的额定性能系数高于表 4.2.1-1、表 4.2.1-2 规定的性能系数限值时，采取现场测试的方法确定冷源机组的实际性能系数，测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177。

4 现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中规定地源热泵系统性能共分为 3 级，1 级最高，级别划分如表 2 所示。

表 2 地源热泵系统性能级别划分

工 况	1 级	2 级	3 级
制热性能系数	$COP_{sys} \geq 3.50$	$3.50 > COP_{sys} \geq 3.00$	$3.00 > COP_{sys} \geq 2.60$
制冷能效比	$EER_{sys} \geq 3.90$	$3.90 > EER_{sys} \geq 3.40$	$3.40 > EER_{sys} \geq 3.00$

表 2 中，地源热泵系统制热性能系数是指地源热泵系统总制热量与热泵系统总耗电量的比值，热泵系统总耗电量包括热泵主机、各级循环水泵的耗电量。地源热泵系统制冷能效比是指地源热泵系统总制冷量与热泵系统总耗电量的比值，热泵系统总耗电量包括热泵主机、各级循环水泵的耗电量。

地源热泵系统 3 级的制热性能系数在 2.60~3.00 之间，制冷能效比在 3.00~3.40 之间，低于此范围时，地源热泵系统性能较差。因此，本条文取中间值，当地源热泵系统制热性能系数低于 2.8、制冷能效比低于 3.20，且静态投资回收期不大于 8 年时，建议对地源热泵系统进行改造。

## 5 房间空气调节器、多联机、单元式空调机、风管送风式空调机组

### (1) 房间空气调节器

《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455-2019 于 2019 年 12 月发布，2020 年 7 月实施，新标准进一步提升了产品的能效等级指标。该标准替代了《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 12021.3—2010，和《转速可控型间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455-2013。而《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 12021.3—2010 于 2010 年 6 月实施，因此，在该标准实施前安装的房间空调器能效等级已远不能满足现行标准要求。另外，一般房间空调器在使用 5 年或更长一段时间后，其性能逐年衰减，平均衰减率可达到 20% 以上，而房间空调器的使用寿命一般在 10 年左右，10 年后其零部件老化现象较为严重，故障率上升，出现内部空气过滤网及蒸发器翅片集尘严重、制冷剂泄漏、噪音变大、存在异味等问题，影响正常运行使用。因此，规定运行 10 年以上的房间空调器建议更换。

### (2) 多联机

多联机是由一台或数台室外机组连接数台不同或相同型式、容量的直接蒸发式室内机组所构成的单一制冷循环系统，它可以向一个或数个区域直接提供处理后的

空气。近年来，中国的多联机市场迅猛发展，促使多联机技术迭代更新，产品的能效水平也得到了较大提升。而空调产品能效标准作为产品性能的标尺，根据技术、市场的整体水平，为产品的升级换代提供了方向。

随着近年来多联机在公共建筑中的广泛应用，国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 中新增了对多联式空调机组性能规定的强制条文。性能对比见附表 3。

自 2008 年《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454 发布之后，多联机系统性能得到大幅提升，多联机产品通过压缩机变频、风机直流电、热交换等技术进步，主流厂家生产的机组 IPLV(C) 从 2008 年的 4.0 左右提升到了 8.0 以上。

表 3 多联机组的技术提升路径

时期	重要技术	IPLV (W/W)	APF (W/W)
2002~2008	经济多联、智能多联	2.0~4.0	/
2002~2010	数码多联	2.5~4.0	/
2005~2020	直流变频	3.5~7.2	2.7~4.7
2012~2020	全直流变频	5.0~9.5	3.6~5.3

从中国能效标识网（<https://www.energylabelrecord.com/baggcx/display.htm>）保存的数据来看，2011 年主流厂家多联机的 IPLV(C) 均已接近或达到 5.5，2013 年 IPLV(C) 则已超过 6.0。因此，将节能改造判定的能效限值定为 IPLV 5.5，作为提升公共机构建筑节能水平、淘汰行业落后产能的依据。

### （3）单元式空气调节机

《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB 19576-2019 于 2020 年 5 月实施，代替了《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB 19576-2004，3 级为能效限定值，低于 3 级能效为不合格产品，所以本条文对机组能效比的规定以 3 级作为进行改造或更换的依据。

### （4）风管送风式空调机组

国家标准《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》 GB37479-2019 中，3级为能效限定值，低于3级能效为不合格产品，所以本条文对机组能效比的规定以3级作为进行改造或更换的依据。

6 行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176-2009 表 4.3.8 中的数值为行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009 表 8.6.3 中数值的 80%；近年来，随着国家对建筑节能的重视，冷源系统能效越来越高，编制组调研了国内的一些实际项目，冷源系统能效系数值如表 4 所示。

表 4 调研的实际项目的冷源系统能效系数值 EER-sys

序号	类别	单台额定制冷量 (kW)	改造前冷源系统能效系数 EER-sys	制冷量范围(kW)	EER-sys 平均值	EER-sys 取值
1	水冷	1780	3.14	CC > 1163	3.11	3.1
2	水冷	1780	3.36			
3	水冷	1264	2.93			
4	水冷	1167.7	3.48			
5	水冷	4220	3.21			
6	水冷	1758	3.78			
7	水冷	4010	2.95			
8	水冷	1192	2.65			
9	水冷	1582.8	2.5			
10	水冷	1008.7	2.65	528 < CC ≤ 1163	2.53	2.6
11	水冷	637	2.4			
12	水冷	525	2.35	< 528	2.35	2.3
13	风冷	225.3	2.4	> 50	2.4	2.2
	风冷	373.8	2.4			
	风冷	322.1	2.4			

从表 4 可以看出，这些实际项目平均的冷源系统能效系数与行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009 表 8.6.3 中的数值基本一致，为了标准之间的协调一致，同时尽可能有效扩大节能改造范围，因此，本条文规定其值为行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009 表 8.6.3 规定的数值。

8 冷却塔的冷却能力可根据冷却塔型式，按照《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1-2018、《机械通风冷却塔 第2部分：大型开式冷却塔》GB/T 7190.2-2018、《机械通风冷却塔 第3部分：闭式冷却塔》GB/T 7190.3-2019规定的冷却能力试验方法进行测试。

4.2.2~4.2.3 如果空调系统仍存在纳入工业和信息化部发布的“高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录内的设备（各批次）”范围的水泵、风机、电机属于淘汰设备，应进行更换。

## 5 设计

### 5.1 一般规定

5.1.5 节能改造方案编制目的是确定改造项目的建设内容、投资规模、节能改造效果和评估验证方法，作为改造项目投资评审依据，对其改造的必要性和经济合理性进行判定，其具体内容应全面反映改造项目现状、改造必要性、改造具体技术方案、以及进行技术、经济效益分析等。

1 项目概述主要包括单位情况、建筑情况、以及建筑面积等内容。

2 系统现状及需求分析一般包括：节能诊断情况、能耗及运行现状分析、空调系统实际运行最大负荷及最小负荷情况，输配系统运行现状分析，存在的问题及原因、改造需求分析等；

3 节能改造内容一般包括：改造需求及目标、改造范围、改造措施，包括局部装饰装修、电气、结构等恢复性内容；

4 项目建设与运行管理；

5 项目组织实施安排，需要说明对建筑结构、装修等的影响及解决措施；

6 节能潜力分析及改造后节能效果评估方法是改造方案重要内容。节能潜力分析应确定改造项目边界，并在边界范围内对各单项改造措施节能量、空调系统节能率、冷源系统能效系数、输配系统能效比等参数进行计算分析。同时，要对改造项目完成后如何进行节能效果验证预先确定评估方法。节能量计算方法包括直接比较法、模拟软件法，推荐采用直接比较法，改造前空调系统能耗推荐采用计量法、账单拆分法进行计算，改造后空调系统能耗应采用能耗计量数据。

7 投资效益分析一般应对改造的经济、社会、环境效益进行分析；

8 图纸文件应包含原系统图纸、改造系统原理图、所涉及场所平面布置图、设备表、计算书、必要的其他图纸等；

9 概算文件应包含拆除部分，应由概算编制说明、工程概况、编制方法、编制依据、编制范围、补充说明、总投资、总投资表、分项投资表、详细概算文件构成，

概算文件应按子项、按专业分别编制。

## 5.2 冷源系统

### 5.2.1 冷（热）源设备的改造或更换应符合下列规定：

1 与新建建筑相比，既有建筑更换冷热源设备的难度和成本相对较高，因此公共机构建筑的冷热源系统节能改造应以挖掘现有设备的节能潜力为主。压缩机的运行磨损，易损件的损坏，管路的脏堵，换热器表面的结垢，制冷剂的泄漏，电气系统的损耗等都会导致机组运行效率降低。以换热器表面结垢，污垢系数增加为例，可能影响换热效率 5%~10%，结垢情况严重则甚至更多。不注意冷、热源设备的日常维护保养是机组效率衰减的主要原因，建议定期(每月)检查机组运行情况，至少每年进行一次保养，使机组在最佳状态下运行。在充分挖掘现有设备的节能潜力基础上，仍不能满足需求时，再考虑更换设备。

2 冷热负荷核算应根据系统原有的冷源运行记录，进行系统冷热负荷设计和供冷季负荷的分析和计算，保证改造后的设备容量和配置合理，且冷源设备在不同负荷工况下，应保持高效运行。

3 冷热源更换改造确定原则可参照国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 第 4.2.1 条的规定。电力价格、燃气价格、市政热力价格、蒸汽价格、供水价格等都影响能源系统，应在项目改造初期进行充分的技术经济论证，经论证合理时，宜采用复合式系统；在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区，经技术经济比较，采用低谷电能够明显起到对电网“削峰填谷”和节省运行费用时，宜采用蓄能系统。各子系统各取所长，以效率高作为投入运行的先决条件；各子系统互为补充，提高系统安全性。

中国在 2030 年之前力争实现碳达峰，2060 年实现碳中和，达到“双碳”目标的重要措施之一就是要减少直接碳排放，即直接通过燃烧方式使用燃煤、燃油和燃气等化石能源所排放的二氧化碳。因此冷热源系统改造时，如具备条件，应优先利用电力资源，尤其是零碳电力资源，包括光电、风电、核电、水电及生物质为燃料的火电。

5 多联机空调系统改造制冷剂连接管路更换需要对装修进行破坏，对正常办公影响较大，因此，可采取利旧的改造措施。包括更换多联机室外机和室内机，保留既有制冷剂连接管、电气配线；更换多联机室外机，保留既有制冷剂连接管、电气配线及全部或部分室内机等多种改造方式。

只更换室外机时，要做好是室外机和室内机的性能匹配；保留的既有制冷剂连接管系统，应做好清洗、制冷机回收和冲注，以及减压控制。

5.2.2 本条规定改造项目设计首先要符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关要求。同时，由于公共机构节能改造项目目的是提高空调系统能源利用效率，降低能源消耗，因此，要求采用的设备应该是节能设备。目前，各类冷源机组设备都已经制定了能效标准，且规定能效等级 2 级为节能评价价值，因此，规定改造更换的冷源机组设备能效等级应达到相应产品能效等级标准规定的能效等级 2 级及以上要求。

《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 规定的能效等级见表 5。

表5 冷水（热泵）机组制冷能效系数及能效等级

类型	名义制冷量 (CC) kW	能效等级					
		1		2		3	
		(IPLV) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W	(COP) W/W
风冷式或 蒸发冷却 式	CC≤50	3.80	3.20	3.60	3.00	2.80	2.50
	CC>50	4.00	3.40	3.70	3.20	2.90	2.70
水冷式	CC≤528	7.20	5.60	6.30	5.30	5.00	4.20
	528<CC≤1163	7.50	6.00	7.00	5.60	5.50	4.70
	CC>1163	8.10	6.30	7.60	5.80	5.90	5.20

《水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721-2014 规定的能效等级见表 6。

表6 水(地)源热泵机组能效等级

类型	额定制冷量 (CC) kW	全年综合性能系数 (ACOP) W/W

			1级	2级	3级
冷热风型	水环式	-	4.20	3.90	3.50
	地下水式	-	4.50	4.20	3.80
	地埋管式	-	4.20	3.90	3.50
	地表水式	-	4.20	3.90	3.50
冷热水型	水环式	CC≤150	5.00	4.60	3.80
		CC>150	5.40	5.00	4.00
	地下水式	CC≤150	5.30	4.90	3.90
		CC>150	5.90	5.50	4.40
	地埋管式	CC≤150	5.00	4.60	3.80
		CC>150	5.40	5.00	4.00
	地表水式	CC≤150	5.00	4.60	3.80
		CC>150	5.40	5.00	4.00

《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576-2019 规定的能效等级见表 7。

表7 单元式空气调节机能效系数及能效等级

类型		名义制冷量 (CC) kW	能效等级		
			1级	2级	3级
风冷式	单冷型 (SEER, Wh/Wh)	7≤CC≤14	4.50	3.80	2.90
		CC>14	3.60	3.00	2.70
	热泵型 (APF, Wh/Wh)	7<CC≤14	3.50	3.10	2.70
		CC>14	3.40	3.00	2.60
水冷式 (IPLV, W/W)		CC>14	4.50	4.30	3.70
		7≤CC≤14	4.00	3.70	3.30
计算机和数据处理机 房用单元式空调机 (AEER, W/W)		风冷式	4.00	3.60	3.00
		水冷式	4.20	4.00	3.50
		乙二醇经济冷却式	3.90	3.70	3.20
		风冷双冷源式	3.60	3.40	2.90
		水冷双冷源式	4.10	3.90	3.40
通讯基站用单元式空气调节机(COP, W/W)			3.20	3.00	2.80
恒温恒湿型单元式空气调节机(AEER, W/W)			4.00	3.70	3.00

《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479-2019 规定的能效等级

见表 8、表 9。

表7 风管送风式空调（热泵）机组能效等级指标值

类型		名义制冷量 (CC) kW	能效等级		
			1 级	2 级	3 级
风冷式	单冷型 (SEER, Wh/Wh)	CC≤7.1	4.20	3.80	3.00
		7.1<CC≤14	4.00	3.60	2.90
		14<CC≤28	3.80	3.40	2.80
		CC>28	3.20	3.00	2.60
	热泵型 (APF, Wh/Wh)	CC≤7.1	3.80	3.40	2.90
		7.1<CC≤14	3.60	3.20	2.80
		14<CC≤28	3.40	3.00	2.70
		CC>28	3.00	2.80	2.40
水冷式(IPLV, W/W)		CC≤14	4.20	4.00	3.40
		CC>14	4.00	3.80	3.30

表9 直接蒸发式全新风空气处理机组能效等级指标值

类型		名义制冷量 (CC) kW	能效等级		
			1 级	2 级	3 级
风冷式 (EER, W/W)	小焓差	CC≤4.5	3.40	3.20	3.00
		4.5<CC≤7.1	3.20	3.00	2.80
		7.1<CC≤14	3.00	2.80	2.60
		CC>14	2.80	2.60	2.40
	大焓差	CC≤4.5	3.20	3.00	2.80
		4.5<CC≤7.1	3.00	2.80	2.60
		7.1<CC≤14	2.80	2.60	2.40
		CC>14	2.60	2.40	2.20
水冷式（水环式） (EER, W/W)	小焓差	CC≤14	4.70	4.50	4.30
		CC>14	4.50	4.30	4.10
	大焓差	CC≤14	4.40	4.20	4.00
		CC>14	4.20	4.00	3.80

《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454 正在修订，其修订后能效等级见表 10~表 13。

表10 单冷式多联机能源效率等级指标值

名义制冷量 (CC) W	能效等级					
	3 级		2 级		1 级	
	EERmin, W/W	SEER, (W·h)/(W·h)	EERmin, W/W	SEER, (W·h)/(W·h)	EERmin, W/W	SEER, (W·h)/(W·h)
CC≤14000	2.10	4.80	2.90	5.10	3.60	5.50
14000<CC≤28000	—	4.40	—	4.70	—	5.10
28000<CC≤50000	—	4.20	—	4.50	—	4.90
50000<CC≤68000	—	4.10	—	4.40	—	4.80
68000<CC	—	4.00	—	4.30	—	4.70

表11 热泵型多联机能源效率等级指标值

名义制冷量 (CC) W	能效等级					
	3 级		2 级		1 级	
	EERmin, W/W	APF, (W·h)/(W·h)	EERmin, W/W	APF, (W·h)/(W·h)	EERmin, W/W	APF, (W·h)/(W·h)
CC≤14000	2.00	3.60	2.80	4.40	3.50	5.20
14000<CC≤28000	—	3.50	—	4.30	—	4.80
28000<CC≤50000	—	3.40	—	4.20	—	4.50
50000<CC≤68000	—	3.30	—	4.00	—	4.20
68000<CC	—	3.20	—	3.80	—	4.00

表12 水冷式多联机能源效率等级指标值

类型		能效等级/ (W/W)		
		3 级	2 级	1 级
水环式 (IPLV, W/W)	CC≤28000	5.20	5.90	7.00
	28000<CC	5.00	5.80	6.80
地埋管式 (ACOP, W/W)		3.80	4.20	4.60
地下水式 (ACOP, W/W)		4.30	4.50	5.00

表13 低温多联机能效等级指标值

名义制热量 (HC) W	能效等级				
	3 级			2 级	1 级
	COP-12°C, W/W	COP-20°C, W/W	HSPF, (W·h)/(W·h)	HSPF, (W·h)/(W·h)	HSPF, (W·h)/(W·h)
户用型: HC≤18000	2.20	1.80	3.00	3.20	3.40
工商业用型: 18000	1.90	1.50	2.80	3.00	3.20

<HC					
-----	--	--	--	--	--

《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455 规定的能效等级见表 14~表 16。

表14 热泵型房间空气调节器能效等级指标值

名义制冷量 (CC) W	全年能源消耗效率(APF)				
	能效等级				
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
CC≤4500	5.00	4.50	4.00	3.50	3.30
4500<CC≤7100	4.50	4.00	3.50	3.30	3.20
7100<CC≤14000	4.20	3.70	3.30	3.20	3.10

表15 单冷式房间空气调节器能效等级指标值

名义制冷量 (CC) W	制冷季节能源消耗效率(SEER)				
	能效等级				
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
CC≤4500	5.80	5.40	5.00	3.90	3.70
4500<CC≤7100	5.50	5.10	4.40	3.80	3.60
7100<CC≤14000	5.20	4.70	4.00	3.70	3.50

表16 低环境温度空气源热泵热风机能效等级指标值

名义制冷量 (HC) W	制热季节性能系数(HSPF)		
	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
HC≤4500	3.40	3.20	3.00
4500<HC≤7100	3.30	3.10	2.90
7100<HC≤14000	3.20	3.00	2.80

## 5.3 输配系统

### 5.3.1 空调水系统改造措施。

2 水泵配用功率过大，是目前空调系统普遍存在的问题，改造时可对水泵变速和水泵更换等改造方案进行比较，当水泵变速频率低于 25Hz 或改造成本过高时，应更

换水泵。

在水泵变速改造中，特别是对多台水泵并联运行进行变速改造时，应根据管路特性曲线和水泵特性曲线，对于不同状态下的水泵实际运行参数进行分析，确定合理的变速控制方案，保证变速调节的节能效果。对于上述技术措施难以解决或经过经济分析，改造成本过高时，应考虑直接更换水泵。

变流量一级泵系统利用变速装置，根据末端负荷调节系统水流量，最大限度地降低了水泵的能耗，与传统的定流量一级泵系统和二级泵系统相比具有很大的节能优势。在进行系统变流量改造设计时，应同时考虑末端空调设备的水量调节方式和冷水机组对变流量系统的适应性，确保变流量系统的可行性和安全性。

变流量二级泵系统冷源侧采用一级泵定流量运行，负荷侧采用二级泵变流量运行，既可保证冷水机组定流量运行的要求，同时也能满足各环路不同的负荷需求，因此适用于系统较大，阻力较高且各环路负荷特性和阻力相差悬殊的场合。但是由于需要增加耗能设备，因此建议在改造前，应根据系统历年的运行记录，进行系统全年运行能耗分析。

定流量系统改造为变流量系统后，应对系统进行调试，使水流量与主机和末端的控制相匹配。

3 水力失调是目前大部分空调系统普遍存在的问题，水系统的分、集水器、主管管路处，应合理设置水力平衡调节装置或增设末端循环水泵，进行专项水力平衡调试，并编制水力平衡调试报告。

4 空调系统改造时，具备条件的情况下，宜同步更换空调设备配套的水管道和阀门。

5.3.2 空调冷水系统节能改造的目的是提升输配系统的整体能效，因此，应符合《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 第 4.3.9 条的规定进行空调冷水系统耗电输冷比的规定。

5.3.3 进行新风热回收装置技术经济分析时，应利用典型气象年计算参数，结合项目实际运行时间进行分析。

5.3.4 风道系统单位风量耗功率应符合《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 第 4.3.22 条的规定。

## 5.4 末端系统

5.4.4 与普通空调区域相比，餐厅、食堂和会议室等功能性用房，具有冷热负荷指标高、新风量大、使用时间不连续等特点。在过渡季，当其他区域需要供热时，上述区域由于设备、人员和灯光的负荷较大，可能存在需要供冷的情况。近年的调查发现，在大型公共建筑中，上述区域虽然所占的面积不大，但其能耗较高，属高耗能区域。因此在进行空调通风系统改造设计时，应充分考虑上述区域的使用特点，采用调节性强、运行灵活、具有排风热回收功能的系统形式，在条件允许的情况下，应考虑系统在过渡季全新风运行的可能性。

## 5.5 空调配电系统

5.5.1 有些现场空调系统电缆与其他动力电缆混合布放在线槽内，如果更换线槽会影响其他动力电缆，因此应进行现成评估后决定是否更换相关导管或桥架。

5.5.2 电能质量包括频率偏差、电压偏差、电压波动与闪变、三相电压不平衡、暂时或瞬态过电压等。

频率偏差应符合《电能质量 电力系统频率偏差》GB/T 15945-2008 的规定。

电压偏差应符合《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325-2008 的规定。

电压波动与闪变应符合《电能质量 电压波动与闪变》GB/T 12326-2008 的规定。

三相电压不平衡应符合《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543-2008 的规定。

暂时或瞬态过电压应符合《电能质量 暂时过电压和瞬态过电压》GB/T 18481-2001 的规定；

公共电网谐波应符合《电能质量 公共电网谐波》GB/T 14549-1993 的规定。

5.5.3 对于空调系统设备，优先选用变频器、滤波器、计时控制器等节能类产品。通过降低输入电压、根据负载调整频率以及减少设备运行时间等措施，达到节能目的。

## 5.6 计量、监测与控制

5.6.3 计算基准能耗时，需要足够数量的能耗样本数据，以反映每月之间、每年之间气象参数的变化对能耗的影响，因此本标准提出总能耗的连续采集时长为 3 年，即 36 个月。分项能耗数据的连续保存时长和采集频次与总能耗保持一致。暖通空调系统及设备的运行参数是进行节能诊断、优化分析的重要参数，须经过一个供暖季、供冷季和过渡季，所以至少需要 12 个月的时间。由于不同类型参数的动态响应速率不同，因此按照运行数据重要程度的不同，对数据的采集频率做出了规定。

## 6 施工、调试与验收

6.0.8 在制冷季和供暖季应分别进行综合效能运行与调试，通过对室内环境参数、系统能效参数的检测，反馈调试各系统运行，使供暖空调系统实际运行状态满足设计要求。

## 7 运行与维护

7.0.2 对公共机构空调节能改造项目来说，在运行维护阶段的重点在于将节能改造的设计、施工、调试、测试的理论、技术、阶段性成果在长期的实际运行维护工作中得以验证，并与改造前的能耗数据进行对比，对节能改造项目是否取得实效具有重要意义。通过制定空调系统运行维护手册，对运行维护人员进行专项技术培训等手段，可以使运行维护人员掌握空调系统技术特点、运行方法和策略，实现改造设计目标。

7.0.3 降低公共机构空调系统运行能耗不仅需要采用一些先进的节能技术和节能产品，更重要的是提高空调系统的运行维护水平，避免出现“重设计、重施工、轻运行”

的局面。

良好的硬件设施需要良好的运行维护，公共机构建筑空调系统的节能运行维护不仅需要空调专业人员的科学工作，同时也需要每一个在公共机构建筑内工作的人的亲身参与，因为节能工作从管理节能入手的代价最小，效果显著。从系统学的角度来看，节能运行管理工作的主要内容包括空调运行人员管理、空调系统运行管理、空调系统巡视检查和维护保养四大部分，组成结构框图见下图。

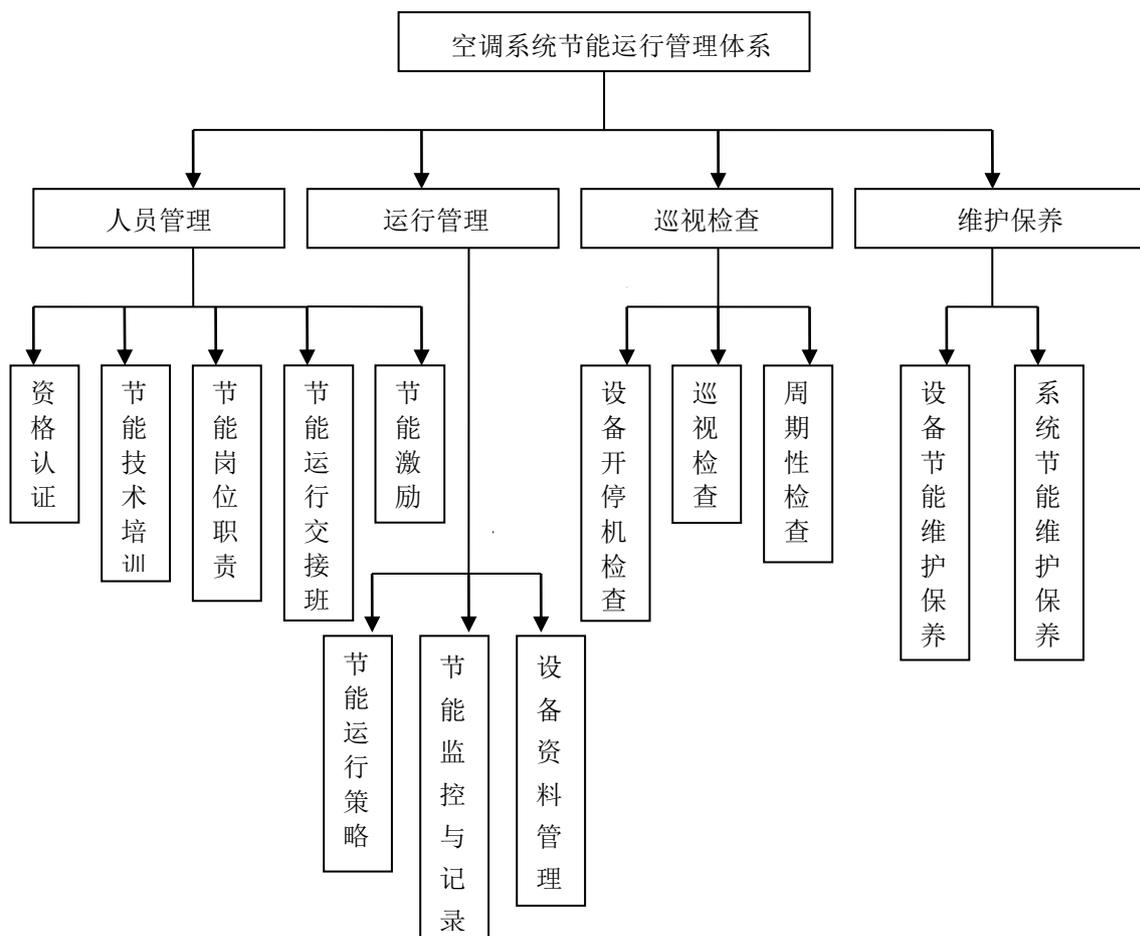


图 1 空调系统节能运行管理体系图

(1) 人员管理是空调系统节能运行的重要内容。由于空调系统的专业复合型、复杂性，要求运行管理人员、操作和维修人员必须具有相应的资格认证才能上岗；并且在上岗之前，所有运行管理、操作、维修人员必须进行节能培训；空调系统的运行管理、操作和维修人员除了要满足各自岗位的基本职责外，还要达到节能运行

管理的职责要求；在加强对技术人员节能管理的基础上，可通过制定一些激励制度进一步促进工作人员的节能工作，获得较好的节能效果。例如蓄能装置的开启都是在夜间，更加需要通过合理的管理制度、激励措施，强化运行人员的岗位责任心，确保此类节能设备的安全、正常运行。

(2) 运行管理包括空调系统的节能操作规程、系统节能运行调节和运行参数的节能监控、设备资料档案管理等。空调系统在实际运行过程中只有按照标准的运行操作规程进行操作，采取合理、可行的节能技术措施，才能保证空调系统运行安全，运行节能，只有严格监控空调系统的运行参数、空调房间的温度，统计电、热、冷量的消耗，才能及时发现能源浪费问题，及时查找问题，进行调整，最大限度地降低能源的浪费。同时，要对设备台账、设备技术文件等资料进行管理，及时根据设备维修改造等情况进行设备资料的更换。

(3) 空调系统所涉及的设备种类和数量较多，安装地点也比较分散，空调系统能否节能运行，首要条件是要满足空调设备的正常运行，这就要依赖于工作人员能及时发现设备的运行问题，及时解决故障问题。因此，制定科学合理的节能运行检查制度是节能运行管理的关键问题，根据空调设备的特点和在节能运行中的重要程度，要相应制定以下检查制度：开停机检查、巡视检查、周期性检查。

(4) 空调系统和设备自身良好的工作状态是其安全经济运行、保证供冷（暖）质量的基础，而有针对性地做好空调设备和系统的维护保养工作，又是空调系统保持良好工作状态、减少或避免发生故障和事故，延长使用寿命，降低能耗的重要条件之一。因此必须做好空调系统和设备的节能维护保养工作，制定相应的开机前维护保养、日常保养、定期保养及停机期间的维护保养规定。

#### 7.0.4 典型的运行优化调节策略如下：

1. 应根据空调系统负荷的变化以及室内温湿度历史数据，定期优化系统的控制策略及运行参数；对于多台并联运行的同类设备，应根据实际负荷情况，自动或手动调整运行台数，输出的总量应与需求的冷（热）量、水量、风量等相匹配。当部分同

类设备（如制冷机组）停止运行时，应关断停止运行设备（如制冷机组）前后的阀门，防止水流经不运行设备。应避免制冷机组长期低负荷运行。

2 宜在低负荷工况下适当提高冷冻水供水温度；

7.0.15 本条文参照《空调通风系统清洗规范》GB 19210 的相关规定。空调通风系统中的风管和空气处理设备应定期检查、清洗和检验，应去除积尘、污物、铁锈和菌斑等，并应符合下列规定：

1 风管检查周期每 2 年不应少于 1 次，空气处理设备检查周期每年不应少于 1 次。

2 出现下列情况时应进行清洗：

1)通风系统不满足卫生要求或存在其他污染；

2)系统性能下降；

3)对室内空气质量有特殊要求。

3 清洗效果应进行现场检验，并应达到下列要求：

1)当采用目测法检验时，内表面不应有明显碎片和非黏合物质；

2)当采用称质量法检验时，应通过专用器材进行擦拭取样和测量，残留尘粒量应少于 1.0g/m<sup>2</sup>；

3)当采用阻力测试法检验时，应通过压差计测试空气过滤器、表面式冷却器、加热器等被清洗部件的前后静压差，阻力损失应在常规范围内。

## 8 改造效果评估

8.0.7 本条参照《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T 31349、《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750 的相关规定。

影响空调系统能耗的主要因素一般包括室外空气温度、建筑使用量、运行时间、建筑使用功能等，当上述情况再基期和统计报告期发生较大变化时，需要对能耗进行校准。

8.0.8 校准能耗调整值仅当原本假定不变的影响因素（如设施规模、设备的设计条件、开工率等）发生影响统计报告期能耗的重大偶然性变化时，可通过合理的设定  $A_m$  值得到校准能耗，一般  $A_m$  值应为 0。

与节能措施无关的建筑能耗影响因素有：

- 1 室内/外干球温度，室内/外湿球温度或相对湿度；
- 2 新风量；
- 3 太阳辐照度；
- 4 运行时间；
- 5 建筑/使用面积；
- 6 建筑使用情况（运行时间，用能人数等）

当与改造业主约定的能耗影响因素包含与气候有关的和气候无关的时，宜采用回归模型法，具体计算可参照现行国家标准《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750、《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T 31349。

当与改造业主约定的能耗影响因素主要和建筑使用情况相关时，宜采用修正系数法：

$$E_a = E_b \times C \quad (1)$$

式中：C——空调系统能耗修正系数。