

# 公共建筑供暖空调系统能效提升技术标准

(征求意见稿)

## 前言

根据安徽省市场监督管理局《关于下达 2019 年第一批安徽省地方标准制修订计划的函》（皖市监函〔2019〕510 号）的要求，由合肥工业大学设计院（集团）有限公司等单位共同编制本标准。

在编制过程中，编制组经广泛调查研究，充分总结国内外供暖空调系统能效提升技术成果，参考有关国家、长三角地区和先进城市的标准和研究成果，结合我省公共建筑能效提升重点城市建设经验，在广泛征求意见的基础上，经过反复讨论、修改与完善，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.能效提升评估；5.能效提升评价；6.能效提升技术；7.运行管理。

本标准由安徽省住房和城乡建设厅负责归口管理，由合肥工业大学设计院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送合肥工业大学设计院（集团）有限公司《公共建筑供暖空调系统能效提升技术标准》编制组（地址：合肥市屯溪路 193 号，邮编：230009）。

主编单位：合肥工业大学设计院（集团）有限公司

安徽省建筑设计研究总院股份有限公司

参编单位：

主要编写人员：

主要审查人员：

# 目次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	4
4 能效提升评估.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 系统诊断.....	5
4.3 节能量评估.....	7
4.4 编制要求.....	11
5 能效提升评价.....	12
5.1 一般规定.....	12
5.2 节能量核定.....	13
6 能效提升技术.....	22
6.1 一般规定.....	22
6.2 冷热源系统.....	23
6.3 输配系统.....	25
6.4 冷却水系统.....	28
6.5 末端系统.....	29
6.6 供配电系统.....	31

6.7 监测与控制系统.....	32
7 运行管理 .....	34
7.1 一般规定 .....	34
7.2 节能运行 .....	35
附录 A 供暖空调系统能效提升实施流程图.....	37
附录 B 供暖空调系统能效提升评估方案编制要求.....	38
附录 C 供暖空调系统能效提升评价报告.....	41
附录 D 供暖空调系统能效提升监测点设置及信号反馈.....	45
本标准用词说明.....	47
引用标准名录.....	48

# 1 总则

1.0.1 为贯彻国家建筑节能法规和政策，提高能源利用效率，降低能源消耗量，推进安徽省公共建筑能效提升实施，结合我省实际情况，制定本标准。

【条文说明】1.0.1 近年来，国家出台了一系列推进公共建筑能效提升的政策和法规。2015 年以来，住房和城乡建设部印发《关于开展公共建筑能效提升工程示范储备工作的通知》（建科节函[2015]58 号）、《住房和城乡建设部办公厅 银监会办公厅关于深化公共建筑能效提升重点城市建设有关工作的通知》（建办科函[2017]409 号）、《关于批复 2017 年公共建筑能效提升重点城市建设方案的通知》发布，合肥市列入公共建筑能效提升示范重点城市之一，截止 2019 年底，已实施五批公共建筑能效提升重点城市改造项目，共计改造面积 157.50 万 m<sup>2</sup>。通过对公共建筑能效提升项目的技术措施分析，其中供暖空调系统进行能效提升项目的面积达 140.6 万 m<sup>2</sup>，占比 89.3%，根据以上数据分析，供暖空调系统能效提升的潜力较大，经济性较合理，对结构安全、消防安全等影响较小，能够切实有效的提高建筑能源利用效率，降低能源消耗量，提升建筑整体能效水平，是适宜的公共建筑能效提升的技术路线。

综上，为推进安徽省公共建筑能效提升实施，结合我省实际情况，制定本标准，为我省供暖空调系统的能效提升提供有效的技术指导。

1.0.2 本标准适用于公共建筑供暖空调系统能效提升。

【条文说明】1.0.2 本标准所指的公共建筑包括办公、商业、医疗、旅游、科教文卫、通信及交通运输等建筑。在公共建筑中，尤以办公、高档旅馆、大中型商场、医院及通讯数据机房等建筑的能耗高、节能潜力大，是供暖空调系统能效提升的重点领域。

本标准所指的供暖空调系统包含供暖、通风和空调系统，适用于既有公共建筑内供暖空调系统的能效提升，对新建、改建和扩建公共建筑的供暖空调系统节能也具有指导意义。

1.0.3 公共建筑供暖空调系统能效提升，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和地方有关现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 能效提升 energy efficiency improvement

通过对供暖空调、配套电气、监测控制等系统的节能改造和运行管理水平提升，提高供暖空调能源利用效率，降低能源消耗量。

### 2.0.2 系统诊断 system diagnosis

通过现场调查、检测以及对能源消费账单和设备历史运行记录进行统计分析等方式，找到供暖空调系统能源浪费的环节，为供暖空调系统能效提升提供依据的过程。

### 2.0.3 能源消费账单 energy consumption bill

用户用于供暖空调系统能耗消费结算的凭证或依据。

### 2.0.4 合同能源管理 energy performance contracting

节能服务公司为实现节能目标以契约形式向用能单位提供必要的服务，用能单位以节能效益支付节能服务公司的投入及其合理利润的节能服务机制，即通过减少能源消费、分享节能效益以实现回收投资和获得合理利润的一种市场化服务方式。

### 2.0.5 项目边界 project boundary

能效提升评价时，实施能效提升所影响到的用能单位、设备、系统的范围和地理位置界线。

### 2.0.6 基期 baseline period

能效提升时，在项目边界内，用以比较和确定能效提升项目节能量的，能效提升前的时间段。

#### 2.0.7 核定期 reporting period

能效提升时，在项目边界内，用以比较和确定能效提升项目节能量的，能效提升后的时间段。

#### 2.0.8 基期能耗 energy consumption in baseline period

基期内，项目边界内用能单位、设备、系统的能源消耗量。单位：kWh。

#### 2.0.9 核定期能耗 energy consumption in reporting period

核定期内，项目边界内用能单位、设备、系统的能源消耗量。单位：kWh。

#### 2.0.10 校准能耗 adjusted energy use

核定期内，根据基期能源消耗状况及核定期条件推算得到的，项目边界内系统不采用该节能措施时的能源消耗量。单位：kWh。

#### 2.0.11 节能量 energy saving

满足同等需要或达到相同目的的条件下，能源消耗或能源消费减少的数量。

#### 2.0.12 节能率 energy saving rate

在一定可比条件下，能效提升后，减少的能源数量与能效提升前能源

消耗量之比值，反映了能源利用水平提高的幅度。

### 3 基本规定

3.0.1 供暖空调系统能效提升主要指对冷热源、输配、冷却水、末端、供配电、监测与控制等系统进行能效提升。

【条文说明】3.0.1 根据供暖空调系统诊断结果和能效提升技术方案，可以进行单项或多项系统的能效提升，以实现节能量目标。

3.0.2 能效提升应在保证室内环境品质与热舒适度的基础上，提高供暖空调系统的能源利用率，降低能源消耗量。

【条文说明】3.0.2 供暖空调系统能效提升时，不应降低室内环境品质与热舒适度指标，对实施能效提升的系统应符合现行节能标准规定。

3.0.3 能效提升主要包括评估、施工与质量验收、评价、运行管理四个阶段。

【条文说明】3.0.3 评估和评价是能效提升过程中的两个重要环节，评估应在供暖空调系统能效提升实施前进行，评价应在实施后进行。

3.0.4 能效提升应按本标准附录 A 规定的流程进行。

【条文说明】3.0.4 为直观表达供暖空调系统能效提升的流程及步骤，特制定本流程图，以体现供暖空调系统能效提升项目的规范性及可操作性。

## 4 能效提升评估

### 4.1 一般规定

4.1.1 能效提升应根据供暖空调系统诊断结果和节能量目标，从技术方案、必要性、社会效益及财务评价等方面综合评估。

【条文说明】4.1.1 能效提升评估是建筑物供暖空调系统进行能效提升时的重要环节，评估时，应对收集的各项信息进行诊断，并根据节能量目标，结合能效提升技术方案，从节能减排、投资回收期等方面对供暖空调系统能效提升进行综合分析。

4.1.2 根据能效提升评估结果，编制评估报告。

【条文说明】4.1.2 根据本标准 4.1.1 的评估结果，按照本标准 4.4 编制要求，编制评估方案或报告，作为评估阶段的成果，便于业主实施供暖空调系统能效提升时进行决策。

## 4.2 系统诊断

4.2.1 根据供暖空调系统设计文件、运行状况、能源消耗量进行系统诊断。

【条文说明】4.2.1 能效提升评估时，应查阅供暖空调系统设计文件、了解供暖空调系统运行状况和控制策略、收集供暖空调系统能源消耗量，根据设计文件、运行与控制、能源消费情况进行诊断。

1 供暖空调系统设计文件，主要包括以下内容：

- 1) 供暖空调系统竣工图（施工图）；
- 2) 供暖空调系统计算书；
- 3) 供暖空调系统冷热源、输配系统、冷却水系统、末端系统等设备配置；
- 4) 供配电系统容量及结构、用电设备分项计量与系统控制等。

2 供暖空调系统运行情况，主要包括以下内容：

- 1) 室内温度、湿度和新风量等参数状况；
- 2) 供暖空调系统运行状况与控制策略等。

3 供暖空调系统能源消耗量，主要包括以下内容：

- 1) 近 3 年的燃气、油、电、水、蒸汽等消费账单；
- 2) 近 3 年的燃气、油、电、水、蒸汽等能耗数据。

4.2.2 结合能效提升技术方案，对相关的系统进行检测，检测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 的有关规定。

【条文说明】4.2.2 结合技术方案，对难以直接查阅、了解或现场直观判断的系统，应进行相应的检测，提供诊断依据。

4.2.3 供暖空调系统能效提升检测主要包括以下内容：

### 1 冷热源

冷水机组、热泵机组的实际性能系数；

锅炉运行效率；

冷（热）源系统能效系数。

### 2 输配系统

水系统供回水温差及回水温度一致性；

循环水泵效率；

水系统补水量；

风系统平衡度；

风道系统单位风量耗功率；

水管、风管的保温隔热性能。

### 3 冷却水系统

冷却塔耗电比；

冷却塔补水率。

### 4 末端系统

空调箱与风机盘管；

能量回收装置。

## 5 供配电系统

供电质量。

## 6 监测与控制系统

控制阀及执行器；

温度、流量、压力等仪器仪表。

**【条文说明】4.2.3** 本条文所列仅为供暖空调系统常规检测内容，具体检测项应结合本标准 4.2.2 执行。

### 4.3 节能量评估

4.3.1 节能量评估时，应对供暖空调系统的基期能耗进行确定。

**【条文说明】4.3.1** 供暖空调系统的基期能耗是能效提升评估与评价阶段计算能效提升节能率的重要参数，直接影响能效提升的评估与评价结果，取值应客观合理。

4.3.2 基期能耗应根据能源消费账单、能耗计量数据、能耗测算等方式确定，并应符合下列规定：

- 1 基期能耗的确定应以 3 年供暖空调系统完整循环运行工况为单位长度；
- 2 当能源消费账单完整时，基期能耗应接近 3 年的能源消费账单确定；
- 3 当能源消费账单不完整时，基期能耗应接近 3 年的能耗数据确定；
- 4 当不具备第 2 款和第 3 款条件时，基期能耗可采用测算或合同约定的方法确定；
- 5 基期能耗应采用资料核查和现场核验结合方式确定。

【条文说明】4.3.2 1 对于供暖空调系统，一个完整循环运行工况为一个供冷季和一个供暖季；对于单独供冷系统或供暖系统，一个完整循环运行工况为一个供冷季或一个供暖季。

2 当供暖空调系统设有分项计量时，能源消费账单完整，基期能耗应按供暖空调系统近3年的能源消费账单确定。

3 当供暖空调系统未设置分项计量时，供暖空调系统基期能耗无法从建筑物总能源消费账单中分离出来，基期能耗应接近3年的能耗数据确定，基期能耗可采用以下方法进行估算：

1) 非空调用能负荷稳定，建筑物总能源消费量账单完整时，采用差值法确定，按下式计算：

$$E_{\text{ex-hvac}} = E - (12 \times \sum_{i=1}^n E_{\text{ex}}) / n \quad (4.3.2-1)$$

式中： $E_{\text{ex-hvac}}$  —— 供暖空调系统年基期能耗 (kWh)；

$E$  —— 建筑物的全年总能源消费量 (kWh)；

$E_{\text{ex}}$  —— 非供暖空调季节建筑物逐月能源消费量 (kWh)；

$N$  —— 非供暖空调季节月份。以合肥地区为例，非供暖空调季节月份一般为4月、11月， $n$ 取2。

2) 非空调用能负荷不稳定时，采用现场测量法，实测供暖空调设备（冷水机组、锅炉、冷却塔、水泵、末端等）的实际耗电量以确定基期能耗。

需要说明的是，本条给出的计算方法相对简单且具可操作性，但与实际情况可能会存在一定的偏差，故在实际使用时应结合建筑物类型及其负荷特性、空调使用特点、气象参数、冷热源设备在各典型工况下运行时间等因素综合确定。

4 当以上条件都不具备时，供暖空调系统基期能耗可采用现场测量或合同约定的方法确定。

### 4.3.3 依据基期能耗，通过测算或标准化模拟方法进行供暖空调系统节能评估。

【条文说明】4.3.3 在能效提升实施前，对项目实施方案的合理性及预期提升效果进行分析和评估。

4.3.4 能效提升实施建筑面积大于 20000m<sup>2</sup> 的供暖空调系统，节能量评估宜采用测算与标准化模拟方法结合的方式。

【条文说明】4.3.4 对于大型公建，通过对 2 种计算方法的结果进行对比分析，使其节能量计算结果更合理。

4.3.5 采用测算方法对供暖空调系统进行节能量评估时，应根据设备的使用年限、系统形式进行计算与修正，必要时可委托第三方检测机构检测。

【条文说明】4.3.5 供暖空调系统能效提升节能量评估时，评估节能量可按下式计算：

$$E_{S-hvac} = E_{S-hvac1} + E_{S-hvac2} + E_{S-hvac3} \quad (4.3.5-1)$$

式中： $E_{S-hvac1}$  —— 冷热源系统能效提升后的节能量 (kWh)；

$E_{S-hvac2}$  —— 供暖空调末端能效提升后的节能量 (kWh)；

$E_{S-hvac3}$  —— 供暖空调系统其他项能效提升后的节能量 (kWh)。

1) 冷热源系统能效提升后的节能量应按下式测算：

$$E_{S-hvac1} = \left( 1 - \frac{EER_{ex}}{EER_{ed}} \right) \cdot E_{ex-hvac} \cdot K \quad (4.3.5-2)$$

式中： $EER_{ex}$  —— 能效提升前冷源系统能效系数，优先采用第三方检测机构依据《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的检测结果，或采用理论计算的冷源系统能效系数乘以修正系数的方法确定，修正系数按照表 4.3.5 选取；

$EER_{ed}$  —— 能效提升后冷源系统能效系数，依据可靠的技术资料取值或依据能效提升技术方案取值；

$K$  —— 与末端形式等有关的修正系数。风机盘管系统取 0.85、全空气系统取 0.70、多联机系统取 0.95、分体空调取 1.00。

表 4.3.5 冷源系统能效系数的修正系数参考值

序号	冷源系统已使用时间	修正系数
1	5 年以下	0.95~1.00

2	5年~10年	0.90~0.95
3	10年~20年	0.80~0.90
4	20年以上	0.70~0.80
备注	冷源系统已使用时间以空调系统竣工验收时起计	

2) 供暖空调末端能效提升后的节能量，依据能效提升前后的末端设备的型号、数量、额定功率、运行时间等参数测算。

3) 供暖空调系统其他项能效提升后的节能量，依据能效提升前后的其他耗能设备的型号、数量、额定功率、运行时间等参数测算。

当能效提升技术方案中相关材料、设备的主要性能参数难以获得或对提供的技术资料存疑时，可委托第三方检测机构进行检测，将检测结果作为节能量评估的基础数据。

4.3.6 采用标准化模拟方法对供暖空调系统进行节能量评估时，应符合以下规定：

- 1 根据能效提升技术方案，制定校准化模拟方案；
- 2 采用通过认定的逐时能耗模拟软件。

**【条文说明】**4.3.6 采用标准化模拟方法评估供暖空调系统能效提升节能量时，应先根据能效提升技术方案制定校准化模拟方案，对供暖空调系统的边界条件做出详细的规定，要明确输入条件、气象参数、运行时间、人员密度等；除能效提升措施外，能效提升前的能耗模型（基准能耗模型）和提升后的能耗模型应一致；能耗模拟输出的逐月能耗和峰值结果应与实际账单数据进行比对，月误差应控制在±15%之内，均方差应控制在±10%之内；边界条件的关键参数应依据可靠的技术资料进行取值，必要时应采用测量的方式得到；模拟计算过程应进行记录并以文件的形式保存。

4.3.7 能效提升节能率评估应按下列公式：

$$e_{ev} = \frac{E_{ev}}{E_b} \times 100\% \quad (4.4.5-1)$$

式中： $e_{ev}$  —— 节能率（%）；

$E_{ev}$  —— 节能量评估值；

$E_b$  —— 基期能耗。

【条文说明】4.3.7 本条中能效提升节能率为评估阶段的评估节能率,是预期的,非能效提升后的实际节能率。

节能量评估值与基期能耗,一般采用 kWh 作为计量单位,对采用不同能源种类的供暖空调能效提升项目进行节能量评估时,能源计量单位应统一折算成标准煤,常用能源对应的能耗折算系数见下表:

表 4.3.7 常用能源折算系数

终端能源	标准煤折算系数
电力(等价值)	按当年火电发电标准煤耗计算(单位为: kgce/kWh)
天然气	1.29971 kgce/m <sup>3</sup>
人工煤气	0.54286 kgce/m <sup>3</sup>
汽油、煤油	1.4714 kgce/kg
柴油	1.4571 kgce/m <sup>3</sup>
原煤	0.7143 kgce/kg
标准煤	1.000 kgce/kgce
市政热水(75°C/50°C)	100 kgce/t
市政蒸汽(0.4MPa)	0.1286 kgce/kg

## 4.4 编制要求

4.4.1 能效提升实施建筑面积小于等于 20000m<sup>2</sup> 公共建筑的供暖空调系统,可编制能效提升评估方案;能效提升实施建筑面积大于 20000m<sup>2</sup> 的公共建筑的供暖空调系统,应编制能效提升评估报告。

【条文说明】4.4.1 供暖空调系统能效提升评估方案或报告宜结合拟实施能效提升的建筑物规模进行编制。为提高可操作性,简化流程,能效提升实施建筑面积小于 20000m<sup>2</sup> 的建筑物可编制能效提升评估方案;对于能效提升实施建筑面积大于 20000m<sup>2</sup> 的建筑物,除能效提升评估方案所述内容外,还应对能效提升的必要性、社会效益及财务评价进行分析,编制能效提升评估报告。

4.4.2 能效提升评估方案编制主要包括但不限于以下内容:

- 1 项目概况及供暖空调系统现状;

- 2 技术方案经济性分析、技术措施和运行策略等；
- 3 节能量评估等。

4.4.3 能效提升评估报告编制主要包括但不限于以下内容：

- 1 项目概况及供暖空调系统现状；
- 2 必要性分析；
- 3 技术方案经济性分析、技术措施和运行策略等；
- 4 节能量评估；
- 5 社会效益分析；
- 6 财务评价等。

【条文说明】4.4.2 4.4.3 条文所列仅为能效提升评估报告(方案)主要内容，具体内容可结合项目实际情况进行调整。

4.4.4 供暖空调系统能效提升评估方案或评估报告应按本标准附录 B 规定进行。

## 5 能效提升评价

### 5.1 一般规定

5.1.1 能效提升评价应依据供暖空调系统的节能量核定值，从节能效益、社会效益及财务收益等方面综合分析，编制评价报告。

【条文说明】5.1.1 供暖空调系统能效提升评价报告是对项目的能效提升技术、建设实施、运营管理等方面进行系统回顾与总结。其内容不限于对节能量进行核定，还应对项目实施效果、经济收益、社会效益、投资回收期等各个环节进行评价，并达到能效提升评估目标。

5.1.2 评价阶段的节能量核定值应符合评估阶段的节能量评估值。

【条文说明】5.1.2 本条是为了规范实施能效提升主体的市场行为，要求实施能效提升后项目的实际节能量需达到评估阶段的要求，不得在评估阶段刻意夸大能效提升后系统的节能效果。

5.1.3 能效评价前应对能效提升系统进行施工与质量验收且符合国家现行标准规定。

【条文说明】5.1.3 供暖空调系统能效提升后，应进行能效提升系统的施工质量验收和设备单机运转与系统单项、综合等调试，执行标准应符合《建筑给排水与采暖工程施工质量验收规范》GB50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 等现行有关标准规定。

## 5.2 节能量核定

5.2.1 节能量核定时，应在项目边界内对供暖空调系统的节能量进行测量和验证，制定节能量测量和验证方案。

【条文说明】5.2.1 测量和验证方案的内容应包含以下内容：

1 项目边界和项目基本情况，项目边界的描述应包括明确的地理位置界线和完整的设备、设施名单；

2 项目基期，基期的能源利用状况及基期能耗等；

3 节能量的单位，采用综合能耗表达节能量时，应说明所采用的能源折算系数(如折标准煤系数)并保持前后一致；

4 核定期，核定期的能源利用状况及核定期能耗等；

5 测量和验证方法；

6 测量和验证方法对应的影响因素以及有效范围；

7 采用账单法或测量算法，凡需测量的，应说明测量点、测量的参数、测量时期、表计名称及特性、抄表方式、表计调试程序、校表办法和有效期及处理数据遗失的方法；

8 采用账单法并测量部分影响因素时，同时应说明约定影响因素的值及其不确

定度；

9 采用模拟软件法时，应说明模拟软件的名称和版本，提供输入文件、输出文件的纸质和电子副本；指出模拟所用的条件，注明哪些输入数据是测量获得，哪些是假定的，说明测量数据获得的过程；报告模拟结果与用于校核的能耗数据的吻合程度。

### 5.2.2 供暖空调系统节能量核定应符合下列规定：

1 核定期与基期的周期应保持一致；

2 当供暖空调系统能源消费账单完整时，节能量核定应采用账单法确定；

3 当不具备采用账单法的条件时，节能量核定可采用检测法、标准化模拟法或合同约定的方法确定。

【条文说明】5.2.2 1 为保证节能量核定的准确性，核定期的起始时间应与基期保持一致，另外，能效提升前后核定对象应保持完整性和一致性；

2 对可获得供暖空调系统完整的基期和核定期能源消费账单及其相关影响因素的项目，宜采用账单法核定节能量，核定方法可按照《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T31349规定的“基期能耗-影响因素”模型法进行。

对泵类液体输送系统、通风机系统等单独实施能效提升的项目，应分别按照《节能量测量和验证技术要求 泵类液体输送系统》GB/T 30256、《节能量测量和验证技术要求 通风机系统》GB/T 30257等标准规定的方法进行节能量测量和验证。

#### 供暖空调系统“基期能耗—影响因素”模型法示例

##### (1) 项目简介

该项目为上海的某酒店，建筑总面积为45456m<sup>2</sup>。为降低能源成本，项目采用高效空调冷热源设备(螺杆式风冷热泵机组替换活塞式风冷热泵机组)、水泵变频技术、中央空调机组群控系统的优化运行控制技术，对酒店的中央空调系统进行能效提升。

##### (2) 项目边界

根据项目能效提升涉及的影响范围，本项目边界包括中央空调系统和空调区域(含末端设备)的建筑围护结构。

##### (3) 基期和核定期

项目基期定为该酒店能效提升前 2008 年~2010 年的 3 个制冷季(5 月~10 月)。项目核定期定为该酒店能效提升后 2012 年 5 月~10 月。

#### (4) 节能量测量验证方法

该项目能效提升前后能耗账单数据及其主要影响因素的记录较完备，因此采用“基期能耗—影响因素”模型法。

#### (5) 能耗主要影响因素

一般而言，酒店空调用电量主要与室外天气参数、入住率及节假日天数有关。本项目记录的能耗影响因素有：月平均室外干球温度、月平均入住率及节假日数。基期能耗选取 2008 年~2010 年 18 个月的能耗数据，可以从电费账单中得到。基期能耗及其影响因素统计见表 5.2.2-1。

表 5.2.2-1 基期能耗和主要影响因素数据

时间	月平均室外干球温度 (°C)	月平均入住率 (%)	节假日	空调系统用电量 (kWh)
2008 年 5 月	21.8	53.92	13	286 125
2008 年 6 月	24.2	54.11	8	400 625
2008 年 7 月	30.4	42.59	10	677 625
2008 年 8 月	28.6	36.05	8	717 500
2008 年 9 月	26	50.35	8	503 250
2008 年 10 月	21	67.09	13	338 000
2009 年 5 月	22.5	40.99	13	370 125
2009 年 6 月	26.4	60.28	9	403 125
2009 年 7 月	29	68.06	9	683 250
2009 年 8 月	28.1	50.02	8	691 250
2009 年 9 月	25.4	60.53	8	442 375
2009 年 10 月	21.4	64.47	13	373 625
2010 年 5 月	20.9	78.3	10	303 250
2010 年 6 月	24.1	81.6	10	422 750
2010 年 7 月	28.8	80.3	8	697 125
2010 年 8 月	30.9	73.8	10	604 125
2010 年 9 月	26.2	80.9	9	530 250
2010 年 10 月	19.3	76.9	11	327 875

在建立回归模型前，进行影响因素与能耗的相关性分析，对影响因素进行筛选。月平均室外干球温度与能耗的相关系数为 0.907，两变量高度相关；月平均入住率与能耗的相关系数为 0.203，两变量相关程度弱；节假日数与能耗的相关系数为 0.618，两变量中度相关。按照对项目能耗的影响方式和大小，剔除影响能耗的次要因素，确

定该项目的主要影响因素为：月平均室外干球温度及节假日数。

(6) “基期能耗—影响因素”模型

本示例中，相关方经协商设定的回归模型不确定性标准为：R2=0.8，显著性检验标准  $F \geq 30$ ， $Sig < 0.05$ 。

将表 5.2.2-1 中每月的用电量和月平均室外干球温度、节假日数进行线性回归，得到回归方程为：

$$e_{b,i} = f(\bar{t}_{wd,i}, HD_i) = -382082 + 36821.63 \times \bar{t}_{wd,i} - 6202.90 \times HD_i \quad (5.2.2-1)$$

式中： $e_{b,i}$ ——基期逐月中央空调系统能耗 (kWh)；

$\bar{t}_{wd,i}$ ——月平均室外干球温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$HD_i$ ——节假日数，d。

通过计算得到：R2=0.827，F=35.845，Sig=1.93 $\times 10^{-6}$ 。式(5.2.2-1)的回归模型满足显著性假设检验要求。

(7) 校准能耗的计算

项目核定期为该酒店节能能效提升后 2012 年 5 月~10 月(一个完整的制冷季)。核定期的电耗即为能效提升后能耗，同样可以从电费账单中得到，核定期能耗及其主要影响因素统计见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 核定期能耗及主要影响因素数据

时间	月平均室外干球温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	节假日	空调系统用电量 (kWh)
2012 年 5 月	21.9	9	281 000
2012 年 6 月	24.4	10	374 992
2012 年 7 月	24.4	9	548 957
2012 年 8 月	30.2	8	487 898
2012 年 9 月	28.3	9	448 278
2012 年 10 月	28.3	13	219 887
合计			236 1012

将表 5.2.2-2 中核定期主要影响因素实测数据代入式(5.2.2-1)得到核定期校准能耗  $E_a$ ，取校准能耗的调整值  $A_m=0$ 。

$$E_a = \sum_{i=1}^6 f(\bar{t}_{wd,i}, HD'_i) = 2826798 \text{ kWh} \quad (5.2.2-2)$$

(8) 节能量的计算

根据表 5.2.2-2，核定期能耗  $E_r=2361012 \text{ kWh}$ ，节能量  $E_s=E_a-E_r=2826798 -$

2361012 = 465786 kWh。

3 对无法获得完整供暖空调系统基期、核定期能耗账单或数据的项目，可采用检测法、标准化模拟法或合同约定的方式确定，宜按以下方法进行。

(1) 如能效提升措施可关停且对系统正常运行无影响，根据《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T31349 规定，宜采用直接比较法在核定期内选取两个或多个测试日作为相似日，通过检测和比较能效提升措施关闭、开启时的供暖空调系统能耗来核定节能量。

#### 直接比较法示例

##### 1) 项目简介

该能效提升项目为位于南京的某酒店，建筑面积为 13 万 m<sup>2</sup>，中央空调系统冷冻机房总制冷量为 3400RT，包括两台 1200RT 定频离心冷机、一台为 500RT 的变频离心冷机及一台 500RT 的定频离心冷机。该冷冻机房原为一次泵系统，24h 连续运行，部分负荷时通过压差旁通阀来调节末端流量，冷却塔及水泵均为定频运行。为了减少运行费用，对冷冻机房实现自动运行基础上的整体优化能效提升。对相关的水泵及冷却塔风机进行变频改造并均加装远程监控信号。同时，为了实现冷机的优化控制及保护，每台主机的运行参数，如冷凝压力和温度等，也均作为自动优化控制系统的采集参数。

##### 2) 项目边界

项目边界内包括中央空调系统冷/热源单元及其附属设备(包括空调冷/热源机组本体及其控制系统，以及冷却塔本体、冷却水泵及其控制系统)和中央空调系统输配单元(包括冷冻水泵及相关控制系统)。

##### 3) 能耗主要影响因素选取和节能量测量验证方法确定

由于项目能效提升前缺乏相应的传感器和电表，该冷冻机房基本没有历史运行记录，因此该项目的节能量拟采用直接比较法确定。能效提升后，相应的冷水机组及冷却塔等的运行能耗都会受到影响。此外，由于优化控制系统带来的水泵台数和冷却塔台数组合及冷机负荷分配等多方面的调整，能效提升后系统的运行已经相对复杂，很难通过简单的开关单台设备来比较获得节能量，因此该项目的节能量具体采用直接比较法中的相似日比较法来确定。

根据分析，该冷冻机房用电量主要受室外天气参数及入住率影响，因此确定本项

目的主要能耗影响因素为室外干、湿球温度和入住率。经相关方协商设定的相似日影响因素偏差要求如下：

- I) 日平均室外干球温度相似日最大允许偏差±5%；
- II) 日平均室外湿球温度相似日最大允许偏差±3%；
- III) 日入住率相似日最大允许偏差±10%。

#### 4) 节能量的计算

以该项目 2011 年 8 月的实测数据为核定数据，在该月选取 3 天按照节能措施关闭工况运行，然后在最大允许偏差范围内选取按照节能措施开启工况运行的 3 天，经测量记录上述的 3 组相似日能耗及主要影响因素值如表 5.2.2-3 所示。

表 5.2.2-3 相似日的能耗及主要影响因素对比

工况	项目	入住率 (%)	室外干球温度 (°C)	室外湿球温度 (°C)	日用电量 (kWh)
工况 1	能效提升措施关闭	41	27.8	22.7	15306
	能效提升措施开启	43	27.8	22.3	10420
	参数偏差	2%	±0	-0.4	
工况 2	能效提升措施关闭	55	27.8	21.7	14321
	能效提升措施开启	55	27.0	21.3	10740
	参数偏差	0%	-0.8	-0.4	
工况 3	能效提升措施关闭	40	28.1	24.5	16260
	能效提升措施开启	42	28.2	24.0	12962
	参数偏差	2%	0.1	-0.5	
2011 年 8 月该项目系统总用电量 Er					387100

根据表 5.2.2-3，能效提升措施关闭状态下测试日累计能耗  $S_b=45887$  kWh，能效提升措施开启状态下测试日累计能耗  $S_r=34122$  kWh，节能率计算如下：

$$\eta_s = \frac{S_b - S_r}{S_b} \times 100\% = 25.6\%$$

根据表 5.2.2-3，节能量计算如下：

$$E_s = (E_r - S_b) \times \left(\frac{\eta_s}{1 - \eta_s}\right) = 117406 \text{ kWh}$$

(2) 如能效提升措施无法关停且各系统运行相互影响, 但能效提升前后均能对能效提升设备或系统的关键参数进行现场检测时, 参照上海市《建筑改造项目节能量核定标准》(DG/TJ 08-2244-2017), 宜采用关键参数法对能效提升设备或系统进行现场检测, 获得各单项节能量, 采用逐项累计法核定能效提升对象的总节能量。

能效提升前后的现场检测应在相近运行工况下采用同样的测试方法分别进行, 各单项节能量计算可按下列方法进行。

#### 1) 冷/热源

冷/热源系统能效提升包括冷/热源机组能效提升和冷/热系统能效提升两种类型。

I) 冷/热机组能效提升, 其关键参数为制冷/热性能系数 (COP), 测试方法应满足现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的相关要求, 节能量核定按下式计算:

$$E = E_1 + \Delta E \quad (5.2.2-3)$$

$$E_1 = E_{b1} \times (COP_r - COP_b) / COP_r \quad (5.2.2-4)$$

式中:  $E_1$ ——冷/热源机组节能量 (kWh);

$E_{b1}$ ——冷/热源机组基期能耗 (kWh);

$COP_b$ ——冷/热源机组基期制冷/热性能系数, 依据现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 测试得出;

$COP_r$ ——冷/热源机组核定期制冷/热性能系数, 依据现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 测试得出;

II) 冷/热源系统能效提升, 其关键参数为冷/热系统运行能效比 (EER), 测试方法应满足现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的相关要求, 节能量核定按下式计算:

$$E = E_2 + \Delta E \quad (5.2.2-5)$$

$$E_2 = E_{b2} \times (EER_r - EER_b) / EER_r \quad (5.2.2-6)$$

式中:  $E_2$ ——冷/热源系统节能量 (kWh);

$E_{b2}$ ——冷/热源系统基期能耗 (kWh);

$EER_b$ ——冷/热源系统基期能效比, 依据现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 测试得出;

$EER_r$ ——冷/热源系统核定期能效比, 依据现行行业标准《公共建筑节能

检测标准》JGJ/T 177 测试得出。

## 2) 空调末端

空调末端能效提升包括空调箱、新风机组、风机盘管、空调区域的通排风设备等类型。空调末端能效提升，其关键参数为运行功率（ $P_c$ ），测试方法应满足现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的相关要求，节能量核定按下式计算：

$$E = E_3 + \Delta E \quad (5.2.2-7)$$

$$E_3 = (\sum_{i=1}^n P_{cbi} - \sum_{i=1}^n P_{cri}) \times t \quad (5.2.2-8)$$

式中： $E_3$ ——空调末端节能量(kWh)；

$n$ ——空调末端能效提升数量；

$P_{cbi}$ ——第  $i$  个空调末端的基期运行平均功率(kW)，依据现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的要求测试得出；

$P_{cri}$ ——第  $i$  个空调末端的核定期运行平均功率(kW)，依据现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的要求测试得出；

$t$ ——空调末端全年运行时间(h)。

(3) 当不具备采用检测法核定节能量时，依据现行《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750 的要求，可采用标准化模拟法核定节能量，计算用模拟软件应预先经过校核并符合本标准第 4.3.5 条及现行有关标准的规定。

(4) 当不具备采用检测法或标准化模拟法核定节能量时，可采用合同约定的方法核定节能量。

### 5.2.3 节能率应按下列公式计算：

$$e = \frac{E}{E_b} \times 100\% \quad (5.2.3-1)$$

式中： $e$ ——节能率 (%)；

$E$ ——节能量 (kWh)；

$E_b$ ——供暖空调系统基期能耗 (kWh)。

5.2.4 供暖空调系统能效提升前后运行条件不一致时，应对基期能耗进行修正。

【条文说明】5.2.4 影响供暖空调系统能耗因素除供暖空调系统本身的节能性能外，供暖空调系统使用时间、使用人数、使用规模等因素变化均会对供暖空调系统能耗产生一定的影响。

当影响供暖空调系统能耗的主要因素(如室外空气温度、建筑使用量、运行时间、建筑使用功能等)发生较大变化时，应以能效提升后的运行工况为标准工况，在误差范围内，对能效提升前的基期能耗进行修正，具体方法如下：

1 供暖空调系统使用面积变化时，可根据增加(或减少)使用面积区域的能耗独立计量数据或测算结果进行修正；

2 供暖空调系统核定期与基期运行时间变化较大时，可根据供暖空调系统计量数据或测算结果进行修正；

3 非供暖空调系统改造措施对供暖空调系统能耗产生较大影响时，可按实际情况对基期能耗进行修正。

能耗修正量应得到各相关方确认。

### 5.2.5 基期能耗修正量宜按下列方法计算：

1 建立基准期能耗与影响能耗的主要因素的相关性模型，按下式计算：

$$E_b = f(x_1, x_2, \dots, x_i) \quad (5.2.5-1)$$

2 基期能耗修正量按下式计算：

$$\Delta E = f(x'_1, x'_2, \dots, x'_i) - E_b \quad (5.2.5-2)$$

式中： $x_i$ ——基期主要影响因素的值；

$x'_i$ ——核定期主要影响因素的值。

【条文说明】5.2.5 基准期能耗与主要影响因素的相关性模型可通过回归分析等方法建立，其中回归模型中的复相关系数平方值  $R^2$ ，代表了能耗与影响因素之间的相关程度及回归模型的拟合优良程度， $R^2$  取值范围是[0, 1]， $R^2$  越大说明回归模型的拟合优度越好，依据上海市《建筑改造项目节能量核定标准》(DG/TJ08-2244-2017)，

复相关系数  $R^2$  宜大于 0.8。具体拟合和计算方法参考本标准第 5.2.3 节条文说明。

5.2.6 供暖空调系统能效提升评价报告宜按本标准附录 C 规定进行编制。

【条文说明】5.2.6 供暖空调系统能效提升评价结束后，为了更方便快捷的得出评价结论，同时也为了统一评价内容，附录 C 给出了供暖空调系统能效提升评价报告格式供参考。

## 6 能效提升技术

### 6.1 一般规定

6.1.1 供暖空调系统能效提升技术方案应从技术可靠性、可操作性和经济性等方面综合分析，选取适宜的技术措施。

【条文说明】6.1.1 能效提升技术方案应结合当地政策、周边能源状况、现有土建条件、投入资金、运行维护与管理要求等方面综合考虑后选取。

6.1.2 供暖空调系统能效提升宜结合系统主要设备的更新换代进行。

【条文说明】6.1.2 近年来，空调设备更新频率较快，能效也有较大提升，并且随着市场竞争的日趋激烈，一些新型节能设备的价格也大幅下降，所以在进行供暖空调能效提升时，宜对相关设备进行检测，在经过经济技术比较合理后可结合能效提升进行主要设备的更新换代。目前，磁悬浮冷水机组、永磁同步冷水机组、变频机组等已经普及，其部分负荷性能系数（IPLV）相比传统冷水机组提高较大，故有条件时建议采用此类节能产品。

6.1.3 供暖空调系统冷热源、输配、末端等系统能效提升时，各系统的配置应互相匹配。

【条文说明】6.1.3 供暖空调系统是由冷热源、输配、末端等系统组成，各系统之间的性能相互影响和制约，某一系统的能效提升可能会对其他系统产生影响，应综合考虑各系统间的匹配关系，并结合使用功能、气候特点等系统性的确定能效提升方案。

## 6.2 冷热源系统

6.2.1 冷热源系统的能效提升应符合下列规定：

1 冷水机组性能系数、锅炉热效率应优于现行国家《公共建筑节能设计标准》GB50189 和地方标准《公共建筑节能设计标准》DB34/5076 的规定。

2 冷热源设备的单台容量及台数应适应供暖空调负荷全年变化特征，且在部分负荷时应能高效运行。

**【条文说明】**6.2.1 1 国家和安徽省标准《公共建筑节能设计标准》GB50189、DB34/5076 分别对锅炉额定热效率、电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组的性能系数(COP)、名义制冷量大于 7100W、采用电机驱动压缩机的单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空气调节机组的能效比(EER)、多联式空调（热泵）机组的制冷综合性能系数(IPLV(C))、直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组等的性能参数提出了基本要求。

目前市场上大部分产品性能均满足或超过标准的要求，为更好的实现能效提升的效果，本条规定冷热源系统能效提升过程中需更换设备时，应选用优于国家或地方规定要求的产品。

2 对于冷源，空调单机容量与台数的选择应根据建筑冷负荷及其分布特点确定。通常可根据全年负荷模拟软件确定空调季的冷负荷区间分布，在选择机组容量与台数时应分析各负荷区间时间占比，并结合机组本身的部分负荷性能系数（IPLV）确定，尽可能使机组长时间在高效区运行；对于锅炉，应结合其不同负荷（或流量）时的热效率进行选型。

6.2.2 有条件时，应优先采用可再生能源、工业余（废）热、城市集中供热、区域能源和分布式能源等供能方式。

**【条文说明】**6.2.2 本条文所列各种能源的利用目的是减少常规能源的使用或减少重复性投资，在选用时应结合当地的能源政策，优先选择可再生能源、工业余（废）热等供能方式，同时充分考虑初投资、输配能耗、能源价格等因素。

6.2.3 对具有多能互补的能源方式，应合理分配各能源占比，并对能源进行梯级利用。

【条文说明】6.2.3 多能互补在使用中应有主次关系，其性价比最高的能源形式的负荷占比应满足在全年大部分时间的使用要求；对于冰蓄冷技术，如果蓄冷量按设计日负荷 30%配置能满足全年空调使用 60%~70%时间的负荷需求，则是比较合理的能源利用方式。

对于一些原本要被排放或废弃的低品位能源通过合理的方式予以提升，有效的减少排放。如城市蒸汽供热系统的凝结水排放温度一般高于 60℃，宜通过热泵等方式予以再利用，降低排放温度。

6.2.4 利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，宜采用蓄能系统供冷供热。

【条文说明】6.2.4 蓄能技术对于昼夜电力峰谷差异的调节具有积极的作用，能够满足城市能源结构调整和环境保护的要求，还可以节省运行费用。此技术应结合当地能源政策、峰谷电价、能源紧缺状况和设备系统特点等进行选择。

6.2.5 对过渡季和冬季有供冷需求的建筑，在保证冷却塔集水盘不结冻的前提下，可采用冷却塔供冷方式。

【条文说明】6.2.5 对于有内外分区空调系统的商业建筑、超高层建筑、数据中心等在过渡季和冬季仍有供冷需求时，可采用冷却塔免费供冷的方式，冷却塔应采用电伴热或加防冻剂的防冻措施。

6.2.6 对全年需长时间同时供热和供冷且内区有大量稳定余热的建筑，内外区供冷与供热量匹配时，宜采用水环热泵空调系统。

【条文说明】6.2.6 水环热泵可以有效地将内区余热转移到外区使用，节约供暖能耗，因此非常适合有较大的内区，且常年有稳定的大量余热的办公、商业等建筑。各层、各房间可进行单独计费，即提供了使用的自由度，又提高了业主节能的意识，对于同时使用系数较小的出租办公楼和旅馆（白天人员在室率不高）也比较适用和经济。

6.2.7 对于有生活热水需求的建筑，制冷季主机综合能效较高时，宜选用热回收型冷水机组。

【条文说明】6.2.7 热回收型冷水机组以制冷为主，供热为辅，其热回收量随冷水机组的制冷量降低而减少，故机组在部分负荷下运行时，热回收量减少。此时热水可采用回水温度不变而出水温度降低的方式，使热水（冷却水）的平均温度降低减少冷凝器与蒸发器压差，冷水机组的 COP 相对较高；反之，如热水采用供水温度不变而回水温度升高的方式，则冷水机组的 COP 较低，甚至会使机组运行不稳定。

6.2.8 锅炉与换热设备系统改造时，应设置根据室外温度变化自动调节供热量的装置。

【条文说明】6.2.8 室外温度发生变化时，锅炉气候补偿器通过对电动调节阀进行调节和控制，使用户供水温度时刻随室外温度变化而自动调节，使供热量与耗热量时刻处于平衡状态，避免了供水温度过高导致热量浪费，以达到用户室内温度相对稳定舒适的目的。

## 6.3 输配系统

6.3.1 输配系统的能效提升应符合下列规定：

1 风机能效限定值应符合现行国家标准《通风机能效限定值及节能评价值》GB19761 中的规定。

2 水泵能效限定值应符合现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》CB 19762 中的规定。

【条文说明】6.3.1 国家标准《通风机能效限定值及节能评价值》GB1976 分别对通风机的能效等级、能效限定值等做了规定；《清水离心泵能效限定值及节能评价值》CB19762 分别对泵效率、能效限定值等做了规定。

6.3.2 水泵扬程过大与系统阻力不匹配时，宜采取叶轮切削技术或设置水泵变速控制装置等措施。

【条文说明】6.3.2 目前大多数工程水泵扬程高于设计状态下的系统循环阻力，

运行时泵偏离性能曲线上的最佳工作区，运行效率比额定效率低很多。能效提升时应使水泵的特性与系统特性匹配，水泵应在高效区运行。通过叶轮切削技术和水泵变速技术，可有效地降低水泵的实际运行能耗，因此推荐采用。在水泵变速改造，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，保证水泵变速的节能效果，否则如果盲目使用，可能会事与愿违。而且变速调节不可能无限制调速，应结合水泵本身的运行特性，确定合理的调速范围。更换设备与增设变速装置，比较后选取。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，可考虑直接更换水泵。

**6.3.3** 对于冷热负荷随季节或使用情况变化较大的系统，在保证系统运行安全可靠时，宜将定水量系统改造为变水量系统。

**【条文说明】6.3.3** 一次泵变流量系统利用变速装置，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，与传统的一次泵定流量系统和二次泵系统相比具有很大的节能优势。在进行系统变水量改造设计时，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水量系统的适应性，确保变水量系统的可行性和安全性。另外，目前大部分空调系统均存在不同程度的水力失调现象，在实际运行中，为了满足所有用户的使用要求，许多使用方不是采取调节系统平衡的措施，而是采用增大系统的循环水量来克服自身的水力失调，造成大量的空调系统处于“大流量、小温差”的运行状态。系统采用变水量后，由于在低负荷状态下，系统水量降低，系统自身的水力失调现象将会表现得更加明显，会导致不利端用户的空调使用效果无法保证。因此在进行变水量系统改造时，应采取必要的措施，保证末端空调系统的水力平衡特性。对于一次泵变流量系统采用的可变流量的冷水机组，同时应考虑机组蒸发器允许流量变化范围和允许流量变化率这两个衡量冷水机组性能的重要指标。机组蒸发器的允许流量变化范围越大，越有利于冷水机组的加减机控制，节能效果越明显；机组蒸发器的允许流量变化率越大，冷水机组变流量时出水的温度波动越小。

**6.3.4** 对于各环路负荷特性或压力损失相差较大的一次泵系统，输配系统能效提升潜力较大时，宜采用二级泵变频控制系统。

**【条文说明】6.3.4** 二次泵系统冷源侧采用一次泵，定流量运行；负荷侧采用二

次泵，变流量运行，既可保证冷水机组定水量运行的要求，同时也能满足各环路不同的负荷需求，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。但是由于二次泵系统较复杂，自控程度高，初投资大，同时需要增加耗能设备，因此建议在改造前，应根据系统历年来的运行记录，进行系统全年运行能耗的分析和对比，在确保系统能效提升具有有较大潜力和经济性的前提下实施，否则可能造成投资过大，而改造后系统的能耗反而增加的现象。

### 6.3.5 输配系统能耗过大时，宜采用大温差、小流量技术。

**【条文说明】**6.3.5 大温差、小流量是相对于冬季采暖空调为 10℃温差，夏季空调为 5℃温差的系统而言的。该技术通过提高供、回水温差、降低系统循环水量，可以达到降低输送水泵能耗的目的。但是由于加大供、回温差会导致主机、水泵和末端设备的运行参数发生变化，因此采用该方案时，应在技术可靠、经济合理的前提下进行。

### 6.3.6 对冷、热负荷变化大、低负荷运行时间长的全空气系统，宜将定风量系统改造为变风量系统。

**【条文说明】**6.3.6 变风量空调系统是通过改变进入房间的风量来满足室内变化的负荷，当房间低于设计额定负荷时，系统随之减少送风量，亦即降低了风机的能耗。当全年需要送冷风时，它还可以通过直接采用低温全新风冷却的方式来实现节能。变风量空调系统具有区域温度可控制、部分负荷时风机可实现变频调节节能运行、可变新风比、利用低温新风冷却节能等优点。适用于同一个空气调节风系统中，各空调区的冷热负荷差异和变化大、低负荷运行时间长，且需要分别控制各空调区温度和建筑内区全年需送冷风的场合，如高等级办公、会议、展厅、商业场所等；对于大堂公共空间、影剧院等负荷变化较小的场合，采用变风量系统的意义不大。

### 6.3.7 对水力不平衡的系统，宜减小并联环路之间的压力损失差或设置调节装置。

**【条文说明】**6.3.7 系统各并联环路之间的压力损失差额过大，一般可通过下列措施达到各并联环路之间的水力平衡：

- 1 环路布置应力求均匀对称，环路半径不宜过大，负担的立管数不宜过多。
- 2 可首先通过调整管径，使并联环路之间压力损失相对差额的计算值达到最小，

管道的流速应尽力控制在经济流速及经济比摩阻下。

3 当调整管径不能满足要求时，可采取增大末端设备的阻力特性，或者根据系统的形式在立管或支环路上设置适用的水力平衡装置等措施，如安装静态或动态平衡阀。

## 6.4 冷却水系统

6.4.1 冷却塔能效提升时其耗电比的能效等级、飘水率均应符合现行国家标准《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及《机械通风冷却塔第3部分：闭式冷却塔》GB/T 7190.3的规定。

【条文说明】6.4.1 根据现行国家标准《机械通风冷却塔第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1-2018、《机械通风冷却塔第2部分：大型开式冷却塔》GB/T 7190.2-2018及《机械通风冷却塔第3部分：闭式冷却塔》GB/T 7190.3-2019的规定。冷却塔风机驱动电机的输入有功功率(kW)与标准冷却水流量(m<sup>3</sup>/h)的比值(耗电比)其不同能效等级限值及单位时间内从冷却塔出风口飘出的水量与进塔水量之比(飘水率)限值如下表所示：

冷却塔形式	单塔冷却水量 (m <sup>3</sup> /h)		耗电比(千瓦时每立方米)					飘水率
			1级	2级	3级	4级	5级	
开式塔	<1000	标准工况I	0.028	0.030	0.032	0.034	0.035	0.010%
		标准工况II	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050	
	≥1000	标准工况II	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050	0.005%
闭式塔	≤500	标准工况I	0.11	0.13	0.15	0.20	0.25	0.005%

上述表中标准工况I和标准工况II如下表所示，按其他工况进行设计时必须换算到标准工况并按标准工况标记冷却水流量。

标准设计	标准工况I	标准工况II
进水温度(°C)	37.0	43.0
出水温度(°C)	32.0	33.0
设计温差(°C)	5.0	10
湿球温度(°C)	28.0	
干球温度(°C)	31.5	

大气压力 (kPa)	99.4
------------	------

6.4.2 在系统稳定且能效提升的前提下,冷却水系统可采用变流量控制。

【条文说明】6.4.2 冷却水泵的运行频率应能够根据冷却水温差及综合制冷性能系数(SCOP)的变化自动调节。

冷却塔采用变流量的定温差方法运行应考虑对主机性能的影响,确保水系统能耗的节省大于制冷主机增加的能耗,提高综合制冷性能系数(SCOP)。但如果因冷却塔水量减少导致淋水密度不均匀,容易造成部分填料区域无水的现象,该区域的阻力远小于湿润区域,从而造成大量的冷却风量从无水填料区通过,降低冷却塔实际运行效率,故冷却塔变流量运行时应能保证在其流量变化范围内均匀布水的能力。

考虑冷水机组的安全和能效以及冷却塔的高效运行,冷却水泵运行频率最低设定值建议为 25Hz,冷却水侧换热经济流速一般取值为 0.8~1.5m/s,水流量的调节范围为 20%~100%,瞬间流量变化率不低于 25%/min。且根据机组要求设定有冷却水流量最低值,确保冷凝器安全运行。

6.4.3 进行冷却塔风机改造时,宜采用变频运行。

【条文说明】6.4.3 当系统负荷率动态变化时,在保证冷水机组稳定运行的前提下,冷却塔的风机变频控制应以保证冷却塔出水温度与环境湿球温度的逼近度达到设计要求为控制目标,该逼近度一般为 3℃。

当系统负荷降低,冷却塔风机风量超过维持逼近度所需的风量时,多余的风量并不能降低冷却水温度,提升系统能效。此时,可以通过维持逼近度不变,冷却塔风机降频的方法运行,减少冷却塔风机能耗,提高综合制冷性能系数(SCOP)。

6.4.4 多台冷却塔的并联运行宜采用群控系统。

【条文说明】6.4.4 冷却塔群控系统可在冷却塔存在台数余量而冷却水温偏高的情况下,通过增加冷却塔的运行台数的方法降低冷却水温度,从而提高机组能效,同时降低冷却塔侧的管网阻力。

## 6.5 末端系统

6.5.1 末端设备的能效提升应符合下列规定:

- 1 更新后的设备应高效节能。

## 2 应设置温度调控装置。

【条文说明】6.5.1 末端设备的种类繁多，其各类产品的相关标准中均对高效节能做出了要求，此类设备进行更新时，应符合相关要求。

在符合相关要求的前提下，宜选用节能效果较好的产品。如风机盘管可采用永磁同步电机（无刷直流电机），与普通交流电机相比，其供冷能效系数（FCEER）更高。

供暖空调系统的末端应设置室温调控装置，散热器及辐射供暖系统应安装自动温度控制阀。

6.5.2 对过渡季和冬季有供冷需求的局部房间或区域，应优先采用直接利用室外空气进行降温的方式。

【条文说明】6.5.2 对过渡季和冬季有供冷需求的局部房间或区域，通过开窗换气，或采用室外新风作为冷源，可有效减少制冷主机的运行时间，降低空调能耗。

6.5.3 末端系统改造时，风机盘管或空调箱不应采用吊顶或机房集中回风方式。

【条文说明】6.5.3 吊顶回风或机房集中回风的方式会造成空调区域的加大，同时由于混凝土等墙体的蓄热量大，会造成较大的能耗浪费。

此外对于一些老旧项目，会较多的采用砖、混凝土、石膏板等材料构成回风竖井，且未做保温，漏风量大，能量浪费严重，结合末端系统改造时，应采取防漏风及绝热措施。

6.5.4 进行新、排风系统改造时，宜采用排风热回收措施。

【条文说明】6.5.4 新风能耗一般占空调能耗的40~50%，在一些人员密集场所，如大型商超、剧场等，占比更高。如采用热回收率为60%的排风热回收装置对排风的能量进行回收，则空调系统的节能率可以达到空调总能耗的 $40\% \times 60\% = 24\%$ 。但由于一些项目没有设置集中排风，单独对其进行改造往往难以实施，从而建议在需要进行新风、排风系统改造时，从可操作性和经济性等方面综合分析后，对于适宜的项目，采用排风热回收措施。

排风热回收装置的新、排风通道两端宜设置旁通阀，过渡季不采用热回收或直接利用室外空气进行降温时，打开旁通，减少风机的动力损失。

6.5.5 全空气系统改造时，宜采用全新风或可调新风比的措施。

【条文说明】6.5.5 在过渡季，全空气系统采用全新风或增大新风比的运行方式，都可以有效降低空调系统能耗，但要实现全新风运行，需要考虑新风取风口的位置及取风管的截面积，部分老旧项目受土建条件限制，难以改造，因而本条不做严格规定。

6.5.6 对于高大空间空调系统，宜采用分层空调的方式。

【条文说明】6.5.6 分层空调是一种仅对室内下部空间（人员活动区域）进行空气调节的方式，这种方式对室内上部空间的温度不做要求，通过减少空调区及非空调区之间的热转移，节能效果显著。

## 6.6 供配电系统

6.6.1 供暖空调系统配套的供配电系统，应设置分项计量；供电质量应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】6.6.1 供电系统针对供暖空调系统分项计量，是节能提升计量的基础，必须设置且准确可靠。

由于供配电系统的功率因数、谐波及三相不平衡对设备的节能影响较大，在进行供暖空调系统能效提升时，应充分考虑。

6.6.2 供配电系统电压、电流、有功功率、功率因数等监测参数宜通过数据网关与监测、控制系统集成，满足供暖空调系统监测、控制和能效对比的要求。

【条文说明】6.6.2 对于公共建筑节能的监测，采集供配电系统电压、电流、有功功率、功率因数等相关数据是必不可少的。采用数据网关的形式与监测、控制系统相连，要求各相关仪表具有标准通讯接口，此方法已在很多项目上实施，具有安全可靠，使用方便等优点。以往在监测与控制系统中未设低压配电系统传感器采集数据的方式，费时费力，且没有在所有重要回路都设置了传感器，造成数据不全，不能满足监测、控制和能效对比的要求。因此，在制定供暖空调系统能效提升方案时，应给予关注。

## 6.7 监测与控制系统

6.7.1 能效提升时，监测与控制系统功能应满足冷热源、输配、冷却水、末端和供配电等系统技术方案的要求。

【条文说明】6.7.1 公共建筑供暖空调系统能效提升时，应根据控制对象的特性，合理选择监测与控制系统方案。如原供暖空调系统有控制系统，首先考虑在原控制系统平台上增加或修改监控功能。当涉及修改冷水机组、水泵、风机等用电设备运行参数时，应做好保护措施。

公共建筑供暖空调系统能效提升时，控制系统需要更新换代或增设，建议首先考虑采用 PLC 系统。

公共建筑供暖空调系统能效提升时，应特别关注设置 CO 浓度监测的地下车库和设置 CO<sub>2</sub> 浓度监测的场所，监测与控制系统应具有根据室内 CO、CO<sub>2</sub> 浓度值控制新风量的功能。另外，设置温度控制的末端系统，具有与主机温控系统联动的功能。

公共建筑供暖空调系统能效提升时，为了利于提升后供暖空调系统的节能运行，建议考虑下列技术措施：

1 供暖空调系统的冷热源主机、循环水泵、冷却塔、主机侧阀门等所有受控设备采用软连锁开、关控制。

2 节能提升改造后的控制系统具有就地手动控制功能，故障时可立即就地手动停机。

3 节能提升改造后具备备用设备（如冷（热）水循环泵）的远程切换功能。

4 根据建筑负荷需求和室外温湿度能自动优化控制主机开启台数和冷冻泵运行台数及频率，实现冷冻系统能耗最优控制。

5 根据主机出水温度优化控制冷却泵台数、频率及冷却塔风机台数、频率，可实现冷却系统能耗最优控制。

6 水泵设置的下限频率，能保证冷水机组下限流量及水泵自身能效。

7 冷冻泵（热水泵）通过温差、压差、模糊控制，可实现对循环泵频率最优化控制。亦可手动频率给定。

8 系统需控制供回水总压差值，在空调最不利区域控制负荷水供水流量，保证空调效果。

9 新风机组根据空调系统负荷及室内环境参数，具有风机开关、运行频率、水阀开度等自动控制功能。

10 空调机组根据空调系统负荷、送回风温度及室内环境参数，具有风机开关、运行频率、水阀和风阀开度等自动控制功能。

11 送排风机根据室内环境参数，具有风机开关自动控制功能。

6.7.2 能效提升时，监测点宜按附表 D 设置。

【条文说明】6.7.2 在进行监测与控制系统提升改造时，本标准列出了常用的监测点设置及信号反馈表，供参考。

6.7.3 能效提升实施建筑面积 $\geq 20000\text{m}^2$ 的供暖空调系统应采用运维管理平台进行管理。运维管理平台应满足不同管理层的节能管理要求。

【条文说明】6.7.3 由于本标准主要是对已建成的公共建筑供暖空调系统进行能效提升的，没有按照国家节能建筑设计标准的规定，要求建筑面积 $\geq 20000\text{m}^2$ 的供暖空调系统建设运维管理平台，主要考虑的是能效提升工程工艺方面可能投资规模较小，建设运维管理平台经济效益不合理。

但是，供暖空调系统运维管理平台是系统节能的重要手段之一。虽然平台建设需要一定的资金和专业技术人员来运营、维护，但是它是从粗放式的人工管理到精细化智慧管理的重要手段，平台的建立将大大提高供暖空调系统的运维管理水平，提高系统的节能效果。所以，在有条件时，强力推荐建设运维管理平台。

6.7.4 供暖空调系统运维管理平台宜采用浏览器—服务器(B/S)、客户端—服务器(C/S)架构。平台应包括操作系统、数据库、平台应用程序及信息通讯接口等，且符合下列规定：

1 应采用标准、开放的接口，具有与相关管理部门信息平台通信的接口。

2 宜选择基于 TCP/IP 协议的管理层网络。

3 应采取防病毒、防攻击、防入侵等安全措施。

【条文说明】6.7.4 本条对公共建筑供暖空调系统运维管理平台软硬件提出了基

本要求，并对信息通讯接口做了规定。平台的安全保护等级可根据现行国家标准《信息系统安全等级保护基本要求》GB/T22239 的分级规定及具体项目的重要程度进行确定。

6.7.5 供暖空调系统运维管理平台的功能应符合下列规定：

- 1 具有监视检测及控制、数据采集存储、主要设备运行时间累计等功能。
- 2 具有数据管理、系统维护和诊断、运维管理等功能。
- 3 具有权限管理、系统组态等功能，宜具有报表生成及打印、档案管理等功能。
- 4 通过监控界面对各系统参数、设备状态、仪表信号等进行监视，对必要的设备进行远程控制。

【条文说明】6.7.5 本条对公共建筑供暖空调系统运维管理平台功能提出了基本要求。在建设运维管理平台时，应根据工程的实际需求和合同约定进行。

## 7 运行管理

### 7.1 一般规定

7.1.1 运行管理方案应根据能效提升评估报告，结合实际使用情况制定。

【条文说明】7.1.1 运维管理人员应充分了解能效提升方案或报告中供暖空调系统改造内容，熟悉所采用的各项能效提升技术。结合实际情况，在建筑使用特性、负荷变化特性和能源政策等方面，按照技术经济综合分析确定，制定出最合适本系统的节能运行管理方案。

7.1.2 系统节能运行应符合室内设计参数和用户使用要求。

【条文说明】7.1.2 供暖空调系统节能运行的前提应符合室内设计参数以及用户对于舒适度方面的要求，在空调系统运行管理中不得以降低用户舒适度为代价节省运行能耗。

### 7.1.3 供暖空调系统能效提升宜采用合同能源管理模式。

【条文说明】7.1.3 合同能源管理模式是一种基于市场运作的全新的节能投资方式，享受一定的政策奖励，具有多赢性，用能单位不需要承担项目实施的资金、技术风险，并在项目实施降低用能成本的同时，获得实施能效提升带来的收益和相应设备，因此在供暖空调系统能效提升时，推荐采用合同能源管理模式。

## 7.2 节能运行

7.2.1 应根据能效提升报告优化运行策略，并通过系统设备运行数据和能耗数据定期分析比对，持续优化。

【条文说明】7.2.1 供暖空调系统节能运行的全年运行策略应根据能效提升报告中运行策略制定。在不同的运行工况下，确定空调设备的开启台数、水系统的供回水温度，相应的风、水系统的质、量调节方式，风系统的送风温度、新风量等，及时调节系统供冷、供热量。

供暖空调系统节能运行应定期对设备运行关键数据采集分析，对系统各设备能耗数据统计分析。设备实际运行数据是了解系统运行情况、评价系统运行能效的重要依据。通过对运行数据的监测和能耗的统计，定期对各项数据分析对比，持续优化运行策略。

7.2.2 根据室外气象参数和系统负荷变化调整冷水机组出口温度设定值。

【条文说明】7.2.2 供暖空调系统设计选用制冷设备时一般根据全年最大负荷来选择，由最大负荷确定制冷设备的设计出水温度。然而，一年中系统达到最大负荷的时间往往很短，机组多数时间在部分负荷的工况下运行。此时如采用较高的出水温度，可以大大提高机组的效率。因此在节能运行管理过程中可根据室外温度和系统负荷提高出水温度。以酒店空调系统为例，运行管理过程中可根据室外温度、季节、早中晚时间以及酒店的空调负荷，来调整出水温度，降低运行能耗。

根据经验，以冷水机组为例，在低负荷时，冷冻水温度的设定值可在设计值7°C的基础上提高(2~4)°C。一般每提高出水温度1°C，能耗约可降低相当于满负荷能耗的1.75%。在制定冷水机组出水温度时，同时需根据建筑物除湿负荷的要求，保证室内除湿的设计使用要求。

7.2.3 节能运行管理应满足设计标准和用户使用要求，合理设置室内温度。

**【条文说明】7.2.3** 正确的室内温度的设定对节能具有较大的效果。为了更好的行为节能和管理节能，在满足设计标准和用户使用要求的前提下，须控制室内的温度效果，应避免冬季设定过高的室内温度，夏季设定过低的室内温度，避免不必要的能源浪费。在供热工况下，室内温度每降低 $1^{\circ}\text{C}$ ，能耗可减少 $5\%\sim 10\%$ ；在制冷工况下，室内温度每升高 $1^{\circ}\text{C}$ ，能耗可减少 $8\%\sim 10\%$ 。

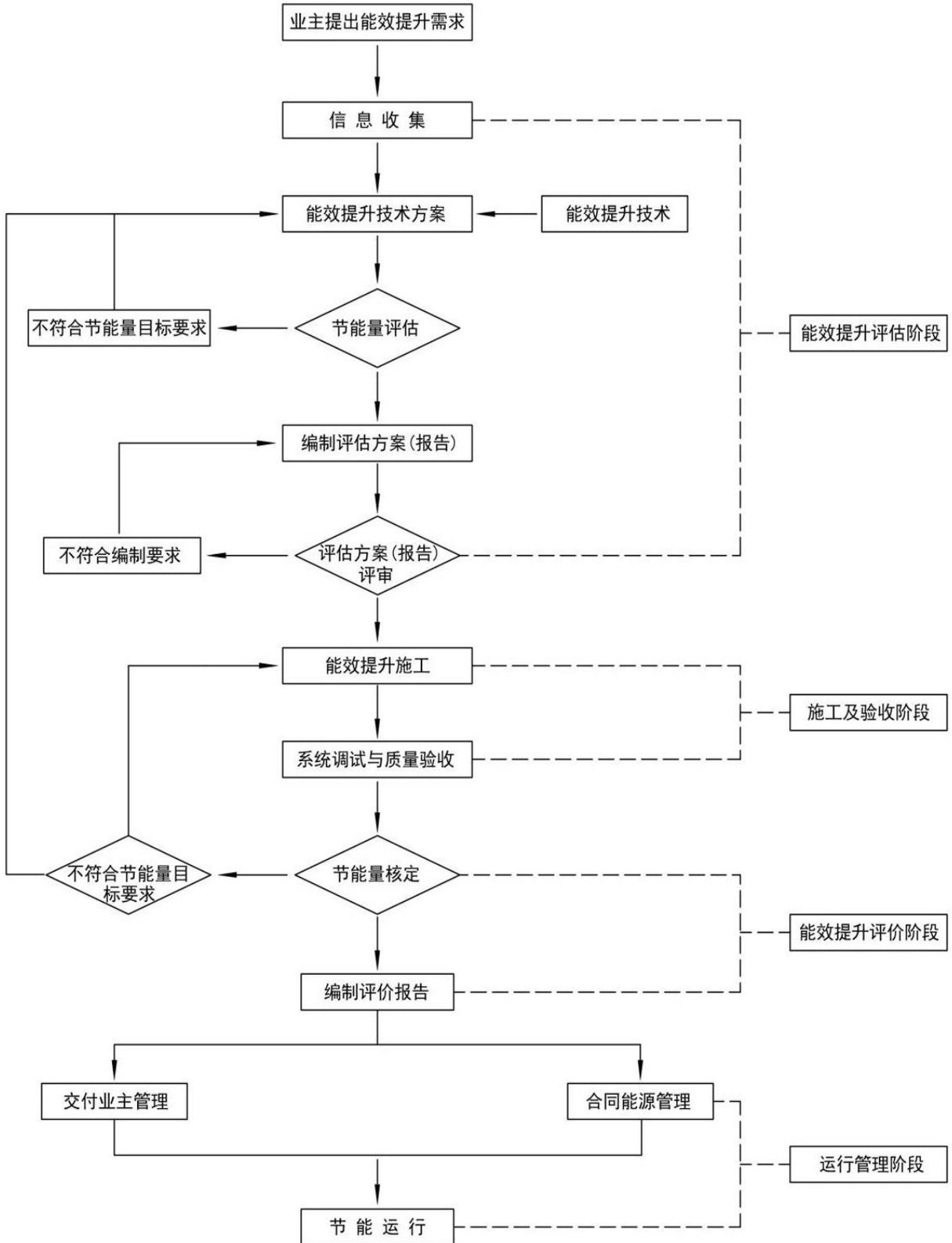
国务院办公厅《关于严格执行公共建筑空调温度控制标准的通知》(国办发[2007]42号)规定：所有公共建筑内的单位，包括国家机关、社会团体、企事业单位和个体工商户，除医院等特殊单位以及在生产工艺上对温度有特定要求并经批准的用户之外，夏季室内空调温度设置不得低于 $26^{\circ}\text{C}$ ，冬季室内空调温度设置不得高于 $20^{\circ}\text{C}$ 。

7.2.4 根据空间使用功能调节分区温度，合理降低室内过渡区间的温度标准。

**【条文说明】7.2.4** 供暖空调节能运行管理应结合建筑不同的行为特点和功能要求，合理区分设定室内温度标准。在保证使用舒适度的前提下，合理调节室内少用能、不用能空间的空调温度，室内过渡空间是指门厅、中庭、高大空间中超出人员活动范围的空间，由于其较少或没有人员停留，可适当降低温度标准，以达到降低供暖空调用能的目的。

# 附录 A 供暖空调系统能效提升实施流程图

图 A.0.1 供暖空调系统能效提升实施流程图



## 附录 B 供暖空调系统能效提升评估方案编制要求

B.0.1 供暖空调系统能效提升评估方案及评估报告见表 B.0.1-1 及表 B.0.1-2。

表 B.0.1-1 供暖空调系统能效提升评估方案

序号	阶段	主要编制内容
1	项目概况及供暖空调系统现状	对项目概况及供暖空调系统现状进行信息收集,检测供暖空调系统有关设备与系统的性能参数和能效(耗),为能效提升提供依据,具体详见 B.0.2.
2	技术方案经济性分析、技术措施和运行策略等	各项信息收集后,对供暖空调设备与系统进行检测与诊断,分析影响供暖空调系统能耗的实际问题,明确供暖空调系统能效提升各项技术方案及运行策略。并从能源政策、原有供暖空调系统设备用房及建设条件、初投资与运行费用、能耗量、管理等方面,分析技术方案的可行性及经济性。
3	节能量评估	分析供暖空调系统能效提升潜力,明确供暖空调系统的基期能耗,通过测算或标准化模拟方法进行节能量评估,得出评估节能量及评估节能率。

表 B.0.1-2 供暖空调系统能效提升评估报告

序号	阶段	主要编制内容
1	项目概况及供暖空调系统现状	对项目概况及供暖空调系统现状进行信息收集,检测供暖空调系统有关设备与系统的性能参数和能效(耗),为能效提升提供依据,具体详见 B.0.2.
2	必要性分析	通过供暖空调系统的能耗占比,从减少社会能源浪费、优化能源使用结构、节省建筑运营成本等方面,分析供暖空调系统能效提升的必要性。
3	技术方案经济性分析、技术措施和运行策略等	各项信息收集后,对供暖空调设备与系统进行检测与诊断,分析影响供暖空调系统能耗的实际问题,明确供暖空调系统能效提升各项技术方案及运行策略。并从能源政策、原有供暖空调系统设备用房及建设条件、初投资与运行费用、能耗量、管理等方面,分析技术方案的可行性及经济性。
4	节能量评估	分析供暖空调系统能效提升潜力,明确供暖空调系统的基期能耗,通过测算或标准化模拟方法进行节能量评估,得出评估节能量及评估节能率。
5	社会效益分析	供暖空调系统能效提升后,对其社会、环境效益进行分析,包括可节约标煤量、减少碳减排量等。
6	财务评价	明确投资回收期,分析能效提升技术在财务上的可行性及投资效果,评价项目竣工投产后的获利能力等。

## B.0.2 供暖空调系统能效提升信息收集及评估

### 1 基本情况概述

1) 建筑基本信息,包括建筑类型、建筑面积、空调面积、供暖面积、建筑层数、使用功能、建成年代、围护结构信息等;

2) 供暖空调系统近3年的燃气、油、电、水、蒸汽等能源消费账单及能耗量现场数据。

### 2 供暖空调系统性能核查及检测

1) 建筑环境性能核查,包括建筑室外环境参数的核查,室内环境参数的检测,检验其参数设置是否满足现行国家及我省公共建筑节能设计标准规定。

室内环境的检测包括室内温度、相对湿度、CO<sub>2</sub>浓度、新风量等,当建筑使用面积小于1万m<sup>2</sup>时,检测点数量不应少于5处;当建筑使用面积大于或等于1万m<sup>2</sup>,且小于5万m<sup>2</sup>时,检测点数量不应少于8处;当建筑使用面积大于5万m<sup>2</sup>时,每增加1万m<sup>2</sup>时,应增加检测数量3处。

2) 对供暖空调系统用能设备性能进行核查,检验用能系统及设备性能合理性,具体检测参数可参考(但不限于)表B.0.2-1:

表 B.0.2-1 供暖空调系统用能设备性能

系统	需检测的变量	需核查的变量
冷水机组	运行电流、蒸发器进出口温度、冷凝器进出口温度、进出水压力	各耗能设备的额定功率、机组制冷(热)量、负载率、COP、IPLV、锅炉效率、供热量
热泵机组		
吸收式冷(温)水机组		
燃油/燃气锅炉	运行电流、燃料消耗量	
市政蒸汽或热水	供回水温度、流量	-
水泵	运行电流、压力、流量	额定功率、扬程
风机(冷却塔风机)	运行电流、风量	-
空调机组		-
新风机组		-
风机盘管		-
多联机		-
分体式空调机组		-

3 根据建筑物供暖空调系统设置情况，按表 B.0.2-2 中内容进行能效提升评估。

表 B.0.2-2 供暖空调系统能效提升评估类别表

序号	类别	能效提升评估项目	协同评估项目
1	冷热源主机	冷热源主机运行能效	冷冻水系统
			冷却水系统
			末端风系统
			建筑室内分时、分项冷热负荷
			设备运行时室内外实际温、湿度
2	冷热水系统	水泵运行能效	冷热源主机
		水泵运行时进出水端压差	末端风系统
		水系统输送能效比 (ER)	水系统沿程阻力
		水系统回水温度一致性	水系统水力平衡
		水系统供回水温差	管路保温性能
3	冷却水系统	冷却塔换热效率	冷却塔摆放位置及周边环境状况
		水泵运行能效	冷热源主机
		输送系数	水系统沿程阻力
		水泵运行时进出水端压力及压差	水系统补水率
		水系统供回水温差	建筑是否能够采用可再生能源
4	风系统	风机单位风量耗功率	冷冻水系统
		设备送风、回风侧温度及温差	制冷或供暖运行时室内实际温度
		新风量	风管路沿程阻力
		系统风平衡度检测	风管路保温性能
5	水系统能量回收装置	设备换热效率	冷却水流量、供回水温差
			蒸汽、烟气、排风流量、温度
6	风系统能量回收装置	设备换热效率	设备净压、送风风速、供风量
7	供暖热水系统	水泵运行能效	冷热源主机
		水泵运行进出水端压力及压差	末端风系统
		水系统耗电输热比 (EHR)	水系统沿程阻力
		水系统回水温度一致性	水系统水力平衡
		换热装置的换热效率	管路保温性能
8	空调系统效率	夏季空调系统设计能效比	夏季空调系统实际运行能效比
9	多联机	单机能效	场地环境温度
			末端负荷

## 附录 C 供暖空调系统能效提升评价报告

### C.0.1 报告要求

供暖空调系统能效提升评价工作完成后，应由评价机构出具能效提升评价报告，评价报告应真实反映出供暖空调系统能效提升范围、能效提升技术措施、能效提升节能量及节能率。应包括但不限于下列内容：

- 1 委托单位名称。
- 2 项目概况，包括项目名称、项目基本情况、能效提升范围、能效提升面积、能效提升内容及技术概述、能效提升完成时间等。
- 3 评价依据、评价内容及目的。
- 4 评价时间，报告完成日期。
- 5 项目的主要能效提升技术措施、节能量计算及有关数据汇总。
- 6 评价结果，包括项目能效提升节能量、能效提升节能率等。
- 7 评价、审核、批准人员的签名及评价机构名称等。

### C.0.2 评价一览表

表 C.0.2 供暖空调系统能效提升评价一览表

项目名称			
项目地址			
项目业主单位		委托单位	
能效提升企业		物业单位	
建筑类型	<input type="checkbox"/> 国家机关办公建筑； <input type="checkbox"/> 写字楼建筑； <input type="checkbox"/> 宾馆饭店建筑； <input type="checkbox"/> 商场建筑； <input type="checkbox"/> 文化教育建筑； <input type="checkbox"/> 医疗卫生建筑； <input type="checkbox"/> 体育建筑； <input type="checkbox"/> 综合建筑； <input type="checkbox"/> 其他建筑； <input type="checkbox"/> 学校等建筑群。	竣工日期	
		评价日期	
建筑面积	共计 万 m <sup>2</sup>	实施能效提升面积	万 m <sup>2</sup>
投资方式	<input type="checkbox"/> 合同能源管理模式 <input type="checkbox"/> PPP <input type="checkbox"/> 业主投资资金 <input type="checkbox"/> 其他：		
能效提升技术措施简介	能效提升内容	主要能效提升技术措施简介	
	冷热源		
	水泵		
	.....	分别列出供暖空调系统的主要能效提升措施。	

评价方法	<input type="checkbox"/> 测算法 <input type="checkbox"/> 账单法				
序号	评价内容		评价结果		
			基期能耗 (kWh)	核定期能耗 (kWh)	节能量 (kWh)
1	能效提升效果	冷热源			
		水泵			
		.....			
		合计			
2	基期年平均能耗 (吨标煤/年)				
3	节能 (吨标煤/年)				
4	节能率 (%)				
评价结论： 该项目实施能效提升面积为      万 m <sup>2</sup> ，节能量约万      t 标准煤，节能率为      %。 评价机构 (盖章)      年   月   日					
批准人：审核人：评价人：					
说明： 1、项目名称、项目地址、建筑信息及单位名称由申报单位提供，其真实性由申报单位负责； 2、“建筑面积”指能效提升单位的总建筑面积，“能效提升面积”指实施能效提升的建筑面积； 3、“能效提升内容”指能效提升所用的技术。					

### C.0.3 主要内容

#### 一、项目概况

包括：项目名称、地点、建成时间、使用功能、总建筑面积；能效提升范围、能效提升面积、能效提升内容及技术概述、能效提升完成时间等。

#### 二、评价目的及依据

##### 1 评价目的及内容

开展供暖空调系统能效提升评价的目的及内容。

##### 2 评价依据

开展评价工作所依据的“标准规范、申报材料、设计图纸文件、竣工材料及能源消耗账单”等。

#### 三、评价方法

包括评价方法选择的依据、基础。

#### 四、能效提升前项目情况概述

包括：能效提升前供暖通风空调项目基本情况，供暖通风空调系统，计量监测、用能管理情况等现状，室内温湿度等室内环境状况，以及运行管理制度制定及实施现状。

#### 五、能效提升技术措施及形式核查

根据项目实际能效提升情况，梳理各项能效提升范围及措施，对能效提升前后的性能参数进行分析。包括但不限于以下内容：

1、供暖系统的热源设备、输配系统、控制方式、热计量方式等方面能效提升前后的情况，核算能效提升前后的变化情况；并对比能效提升前后室内温湿度环境情况。

2、空调系统的冷热源机组、水泵、冷却塔及水系统、空调末端及风系统、房间调节器等用能设备系统能效提升前后情况，核算主要技术指标能效提升前后变化情况；并对比能效提升前后室内温湿度环境情况。

3、分项计量、用能设备运行策略、优化控制等方面的能效提升技术，主要阐述能效提升前后情况，以及主要技术指标能效提升前后的变化情况。

#### 六、节能量及节能率计算

##### 1、基期能耗确定

按照分项用能系统分别明确基期、核定期影响用能系统或设备能耗的主要因素变化情况，包括“供暖空调系统的空调面积、运行时数、使用率、需求及气象条件，其他末端用能系统的运行时数、使用率、设备种类及数量”等变化情况，依据影响因素的变化情况确定基期能耗。

##### 2、节能量、节能率计算

根据能效提升项目实际情况，针对供暖空调核算其能效提升前后的耗能量、单项节能量，并计算项目总节能量和节能率。

#### 七、附件

包括但不限于现场图文资料、能源账单、现场检测报告，用电设备类型与数量、运行记录、气象参数记录、建筑使用量证明材料等。



## 附录 D 供暖空调系统能效提升监测点设置及信号反馈

表 D.0.1 供暖空调系统能效提升监测点设置及信号反馈

序号	系统名称	监测对象		监测点设置及信号反馈
1	空调冷热源	冷水机组	压缩机	运行状态、故障状态、变频反馈、机组耗电量
			冷凝器	冷凝器进水管进水温度、冷凝器进水管水瞬间流量、冷凝器出水管水流开关、冷凝器出水管出水温度。冷凝器出水管进出口压差
			蒸发器	蒸发器进水管进水温度、蒸发器进水管水瞬间流量、蒸发器出水管水流开关、蒸发器出水管出水温度、蒸发器出水管进出口压差
			主机侧阀门	主机侧冷凝器和蒸发器回水蝶阀手自动、运行状态、故障状态
			冷却塔	冷却塔进水管进水温度、冷却塔旁通阀开关、开关控制、手自动、运行状态、故障状态、变频反馈、冷却塔出水管出水温度、风机耗电量
			冷却泵	开关控制、手自动、故障状态、运行状态、变频反馈、耗电量、累计运行时间
			冷冻泵	开关控制、手自动、故障状态、运行状态、变频反馈、耗电量
			分水器	总管出水温度、总管出水压力
			集水器	总管出水温度、总管出水压力、总管瞬时流量和累计流量
			热水泵	开关控制、手自动、故障状态、运行状态、变频反馈、耗电量
		换热器	进水管累计流量、进水管进水温度、出水管出水温度、蒸汽管累计流量、蒸汽管蒸汽压力、冷凝管冷凝水温度	
		风冷机组	风冷热泵	开关控制、手自动、运行模式、运行状态、故障状态、耗电量
			进水管	瞬时流量、进水温度、进水压力
			出水管	水流开关、出水温度、出水压力
循环泵	开关控制、手自动、故障状态、运行状态、耗电量			

		空调机组	风机	开关控制、手自动、变频反馈、变频控制、故障状态、运行状态、操作方式、耗电量
			机组	机外余压、送风温度、回风温度
			新风管	新风温度、低温开关（低温报警）、新风阀开度
			滤网	滤网压差
			水管	水阀开度、送水温度、出水温度
			蒸汽管	蒸汽阀开度、蒸汽压力、蒸汽温度
		新风机组	风机	开关控制、手自动、变频反馈、变频控制、故障状态、运行状态、操作方式、耗电量
			机组	机外余压、送风温度、回风温度
			新风管	新风温度、防冻温度、新风阀开度
			滤网	滤网压差
			水管	水阀开度、送水温度、出水温度
			蒸汽管	蒸汽阀开度、蒸汽压力、蒸汽温度
		送排风机	风机	开关控制、手自动、故障状态、运行状态
风机盘管	风机盘管	开关控制、手自动、故障状态、运行状态、风速、温度		
2	锅炉系统	锅炉	锅炉本体	最低安全水位、最高安全水位、水位低、水位正常、水位高、锅内压力、压力超高故障、开关控制状态、烟气温度
			给水箱	温度、累计流量
			给水泵	开关控制、手自动、故障状态、运行状态
			分汽缸	支管压力、支管累计流量、支管压差、总管及冷凝管温度、总管及冷凝管累计流量
			燃料系统	燃料消耗量-油用量、燃料消耗量-总燃气、燃料热值
3	环境质量监测系统	室外	温湿度、PM2.5	
		公共区域	温湿度、CO <sub>2</sub> 、CO、PM2.5	

## 本标准用词说明

1 为了便于执行本标准条文时区别对待,对要求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

《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2015

《公共建筑节能改造技术规范》 JGJ 176-2009

《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177-2009

《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2019

《福建省公共建筑节能改造节能量测评标准》 DBJ/T 13-284-2018