

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ 176 - 2009  
备案号 J885 - 2009

---

# 公共建筑节能改造技术规范

Technical code for the retrofitting of public building on  
energy efficiency

2009 - 05 - 19 发布

2009 - 12 - 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

公共建筑节能改造技术规范

Technical code for the retrofitting of public building on  
energy efficiency

**JGJ 176 - 2009**

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 0 9 年 1 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2009 北 京

# 中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 313 号

---

## 关于发布行业标准《公共建筑 节能改造技术规范》的公告

现批准《公共建筑节能改造技术规范》为行业标准，编号为 JGJ 176-2009，自 2009 年 12 月 1 日起实施。其中，第 5.1.1、6.1.6 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2009 年 5 月 19 日

# 前 言

根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2006〕77 号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上制定了本规范。

本规范主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 节能诊断；4. 节能改造判定原则与方法；5. 外围护结构热工性能改造；6. 采暖通风空调及生活热水供应系统改造；7. 供配电与照明系统改造；8. 监测与控制系统改造；9. 可再生能源利用；10. 节能改造综合评估。

本规范中用黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。

本规范主编单位：中国建筑科学研究院

（北京市北三环东路 30 号，邮政编码：100013）

本规范参编单位：同济大学

重庆大学

上海市建筑科学研究院（集团）有限公司

深圳市建筑科学研究院

中国建筑西南设计研究院

中国建筑业协会智能建筑专业委员会

北京市建筑设计研究院

浙江省建筑科学设计研究院

合肥工业大学建筑设计研究院

开利空调销售服务（上海）有限公司

远大空调有限公司  
清华同方人工环境有限公司  
达尔凯国际股份有限公司  
贵州汇通华城楼宇科技有限公司  
深圳市鹏瑞能源技术有限公司  
南京丰盛能源环境有限公司  
北京天正工程软件有限公司  
北京振利高新技术有限公司  
北京江河幕墙装饰工程有限公司  
威固国际有限公司  
欧文斯科宁（中国）投资有限公司  
北京泰豪智能工程有限公司  
上海大智科技发展有限公司  
西门子楼宇科技（天津）有限公司

本规范主要起草人：徐 伟 邹 瑜 龙惟定 付祥钊  
冯晓梅 朱伟峰 宋业辉 王 虹  
卜增文 周 辉 冯 雅 毛剑瑛  
万水娥 宋 波 潘金炎 万 力  
张 勇 姜 仁 黄振利 袁莉莉  
俞 菁 傅积闾 殷文强 邵康文  
王 稚 霍小平 李玉街 熊江岳  
陈光烁 李振华 张子平 傅立新  
谢 峤 柳 松  
本规范主要审查人员：郎四维 顾同曾 伍小亭 许文发  
毛红卫 杨仕超 栾景阳 孙述璞  
徐 义

# 目 次

|     |                           |    |
|-----|---------------------------|----|
| 1   | 总 则 .....                 | 1  |
| 2   | 术 语 .....                 | 2  |
| 3   | 节能诊断 .....                | 3  |
| 3.1 | 一般规定 .....                | 3  |
| 3.2 | 外围护结构热工性能 .....           | 3  |
| 3.3 | 采暖通风空调及生活热水供应系统 .....     | 4  |
| 3.4 | 供配电系统 .....               | 5  |
| 3.5 | 照明系统 .....                | 6  |
| 3.6 | 监测与控制系统 .....             | 6  |
| 3.7 | 综合诊断 .....                | 7  |
| 4   | 节能改造判定原则与方法 .....         | 8  |
| 4.1 | 一般规定 .....                | 8  |
| 4.2 | 外围护结构单项判定 .....           | 8  |
| 4.3 | 采暖通风空调及生活热水供应系统单项判定 ..... | 9  |
| 4.4 | 供配电系统单项判定 .....           | 13 |
| 4.5 | 照明系统单项判定 .....            | 14 |
| 4.6 | 监测与控制系统单项判定 .....         | 14 |
| 4.7 | 分项判定 .....                | 14 |
| 4.8 | 综合判定 .....                | 15 |
| 5   | 外围护结构热工性能改造 .....         | 16 |
| 5.1 | 一般规定 .....                | 16 |
| 5.2 | 外墙、屋面及非透明幕墙 .....         | 16 |
| 5.3 | 门窗、透明幕墙及采光顶 .....         | 18 |
| 6   | 采暖通风空调及生活热水供应系统改造 .....   | 21 |
| 6.1 | 一般规定 .....                | 21 |

|      |                       |    |
|------|-----------------------|----|
| 6.2  | 冷热源系统                 | 21 |
| 6.3  | 输配系统                  | 23 |
| 6.4  | 末端系统                  | 25 |
| 7    | 供配电与照明系统改造            | 26 |
| 7.1  | 一般规定                  | 26 |
| 7.2  | 供配电系统                 | 26 |
| 7.3  | 照明系统                  | 27 |
| 8    | 监测与控制系统改造             | 28 |
| 8.1  | 一般规定                  | 28 |
| 8.2  | 采暖通风空调及生活热水供应系统的监测与控制 | 28 |
| 8.3  | 供配电与照明系统的监测与控制        | 29 |
| 9    | 可再生能源利用               | 30 |
| 9.1  | 一般规定                  | 30 |
| 9.2  | 地源热泵系统                | 30 |
| 9.3  | 太阳能利用                 | 31 |
| 10   | 节能改造综合评估              | 32 |
| 10.1 | 一般规定                  | 32 |
| 10.2 | 节能改造效果检测与评估           | 32 |
| 附录 A | 冷热源设备性能参数选择           | 35 |
|      | 本规范用词说明               | 38 |
|      | 引用标准名录                | 39 |
| 附:   | 条文说明                  | 41 |

# Contents

|     |                                                                   |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | General Provisions .....                                          | 1  |
| 2   | Terms .....                                                       | 2  |
| 3   | Energy System Diagnose .....                                      | 3  |
| 3.1 | General Requirements .....                                        | 3  |
| 3.2 | Thermal Performance of Building Envelope .....                    | 3  |
| 3.3 | HVAC and Domestic Hot Water Supply Systems .....                  | 4  |
| 3.4 | Power Supply and Distribution Systems .....                       | 5  |
| 3.5 | Lighting .....                                                    | 6  |
| 3.6 | Monitoring and Control Systems .....                              | 6  |
| 3.7 | Compositive Diagnose .....                                        | 7  |
| 4   | Benchmark on Retrofitting of Energy Efficiency .....              | 8  |
| 4.1 | General Requirements .....                                        | 8  |
| 4.2 | External Envelope Benchmark .....                                 | 8  |
| 4.3 | HVAC and Domestic Hot Water Supply Systems<br>Benchmark .....     | 9  |
| 4.4 | Power Supply and Distribution Systems Benchmark .....             | 13 |
| 4.5 | Lighting Benchmark .....                                          | 14 |
| 4.6 | Monitoring and Control Systems Benchmark .....                    | 14 |
| 4.7 | System Benchmark .....                                            | 14 |
| 4.8 | Compositive Benchmark .....                                       | 15 |
| 5   | Retrofitting on Thermal Performance of External<br>Envelope ..... | 16 |
| 5.1 | General Requirements .....                                        | 16 |
| 5.2 | External Wall, Roof and Opaque Curtain Wall .....                 | 16 |
| 5.3 | Door, Window, Transparent Curtain Wall and Skylight .....         | 18 |

|                                                                     |                                                                          |    |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 6                                                                   | Retrofitting on HVAC and Domestic Hot Supply Systems .....               | 21 |
| 6.1                                                                 | General Requirements .....                                               | 21 |
| 6.2                                                                 | Heating and Cooling Source .....                                         | 21 |
| 6.3                                                                 | Supply and Distribution Systems .....                                    | 23 |
| 6.4                                                                 | Terminal Systems .....                                                   | 25 |
| 7                                                                   | Retrofitting on Power Supply and Distribution Systems and Lighting ..... | 26 |
| 7.1                                                                 | General Requirements .....                                               | 26 |
| 7.2                                                                 | Power supply and Distribution .....                                      | 26 |
| 7.3                                                                 | Lighting .....                                                           | 27 |
| 8                                                                   | Retrofitting on Monitoring and Control Systems .....                     | 28 |
| 8.1                                                                 | General Requirements .....                                               | 28 |
| 8.2                                                                 | HVAC and Domestic Hot Water Supply Systems .....                         | 28 |
| 8.3                                                                 | Power Supply, Distribution and Lighting .....                            | 29 |
| 9                                                                   | Renewable Energy system .....                                            | 30 |
| 9.1                                                                 | General Requirements .....                                               | 30 |
| 9.2                                                                 | Ground-Source Heat Pump Systems .....                                    | 30 |
| 9.3                                                                 | Solar Energy Using .....                                                 | 31 |
| 10                                                                  | Measurements and Verification on Energy Savings .....                    | 32 |
| 10.1                                                                | General Requirements .....                                               | 32 |
| 10.2                                                                | Measurements and Verification on Energy Savings .....                    | 32 |
| Appendix A: The Performance of Heating and Cooling Equipments ..... |                                                                          | 35 |
| Explanation of Wording in This Code .....                           |                                                                          | 38 |
| Normative Standards .....                                           |                                                                          | 39 |
| Explanation of Provisions .....                                     |                                                                          | 41 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻国家有关建筑节能的法律法规和方针政策，推进建筑节能工作，提高既有公共建筑的能源利用效率，减少温室气体排放，改善室内热环境，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于各类公共建筑的外围护结构、用能设备及系统等方面的节能改造。

**1.0.3** 公共建筑节能改造应在保证室内热舒适环境的基础上，提高建筑的能源利用效率，降低能源消耗。

**1.0.4** 公共建筑的节能改造应根据节能诊断结果，结合节能改造判定原则，从技术可靠性、可操作性和经济性等方面进行综合分析，选取合理可行的节能改造方案和技术措施。

**1.0.5** 公共建筑的节能改造，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 节能诊断 energy 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的统计分析等，找到建筑物能源浪费的环节，为建筑物的节能改造提供依据的过程。

### 2.0.2 能源消费账单 energy expenditure bill

建筑物使用者用于能源消费结算的凭证或依据。

### 2.0.3 能源利用效率 energy utilization efficiency

广义上是指能源在形式转换过程中终端能源形式蕴含能量与始端能源形式蕴含能量的比值。本规范中是指公共建筑用能系统的能源利用效率。

### 2.0.4 冷源系统能效系数 energy efficiency ratio of cooling source system

冷源系统单位时间供冷量与冷水机组、冷水泵、冷却水泵和冷却塔风机单位时间耗能的比值。

## 3 节能诊断

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 公共建筑节能改造前应对建筑物外围护结构热工性能、采暖通风空调及生活热水供应系统、供配电与照明系统、监测与控制系统进行节能诊断。

**3.1.2** 公共建筑节能诊断前，宜提供下列资料：

- 1 工程竣工图和技术文件；
- 2 历年房屋修缮及设备改造记录；
- 3 相关设备技术参数和近 1~2 年的运行记录；
- 4 室内温湿度状况；
- 5 近 1~2 年的燃气、油、电、水、蒸汽等能源消费账单。

**3.1.3** 公共建筑节能改造前应制定详细的节能诊断方案，节能诊断后应编写节能诊断报告。节能诊断报告应包括系统概况、检测结果、节能诊断与节能分析、改造方案建议等内容。对于综合诊断项目，应在完成各子系统节能诊断报告的基础上再编写项目节能诊断报告。

**3.1.4** 公共建筑节能诊断项目的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。

**3.1.5** 承担公共建筑节能检测的机构应具备相应资质。

### 3.2 外围护结构热工性能

**3.2.1** 对于建筑外围护结构热工性能，应根据气候区和外围护结构的类型，对下列内容进行选择性节能诊断：

- 1 传热系数；
- 2 热工缺陷及热桥部位内表面温度；
- 3 遮阳设施的综合遮阳系数；

- 4 外围护结构的隔热性能;
- 5 玻璃或其他透明材料的可见光透射比、遮阳系数;
- 6 外窗、透明幕墙的气密性;
- 7 房间气密性或建筑物整体气密性。

### 3.2.2 外围护结构热工性能节能诊断应按下列步骤进行:

1 查阅竣工图,了解建筑外围护结构的构造做法和材料,建筑遮阳设施的种类和规格,以及设计变更等信息;

2 对外围护结构状况进行现场检查,调查了解外围护结构保温系统的完好程度,实际施工做法与竣工图纸的一致性,遮阳设施的实际使用情况和完好程度;

3 对确定的节能诊断项目进行外围护结构热工性能的计算和检测;

依据诊断结果和本规范第4章的规定,确定外围护结构的节能环节和节能潜力,编写外围护结构热工性能节能诊断报告。

## 3.3 采暖通风空调及生活热水供应系统

3.3.1 对于采暖通风空调及生活热水供应系统,应根据系统设置情况,对下列内容进行选择性节能诊断:

- 1 建筑物室内的平均温度、湿度;
- 2 冷水机组、热泵机组的实际性能系数;
- 3 锅炉运行效率;
- 4 水系统回水温度一致性;
- 5 水系统供回水温差;
- 6 水泵效率;
- 7 水系统补水率;
- 8 冷却塔冷却性能;
- 9 冷源系统能效系数;
- 10 风机单位风量耗功率;
- 11 系统新风量;
- 12 风系统平衡度;

- 13 能量回收装置的性能；
- 14 空气过滤器的积尘情况；
- 15 管道保温性能。

**3.3.2 采暖通风空调及生活热水供应系统节能诊断应按下列步骤进行：**

1 通过查阅竣工图和现场调查，了解采暖通风空调及生活热水供应系统的冷热源形式、系统划分形式、设备配置及系统调节控制方法等信息；

2 查阅运行记录，了解采暖通风空调及生活热水供应系统运行状况及运行控制策略等信息；

3 对确定的节能诊断项目进行现场检测；

4 依据诊断结果和本规范第4章的规定，确定采暖通风空调及生活热水供应系统的节能环节和节能潜力，编写节能诊断报告。

### **3.4 供配电系统**

**3.4.1 供配电系统节能诊断应包括下列内容：**

- 1 系统中仪表、电动机、电器、变压器等设备状况；
- 2 供配电系统容量及结构；
- 3 用电分项计量；
- 4 无功补偿；
- 5 供用电电能质量。

**3.4.2 对供配电系统中仪表、电动机、电器、变压器等设备状况进行节能诊断时，应核查是否使用淘汰产品、各电器元件是否运行正常以及变压器负载率状况。**

**3.4.3 对供配电系统容量及结构进行节能诊断时，应核查现有的用电设备功率及配电电气参数。**

**3.4.4 对供配电系统用电分项计量进行节能诊断时，应核查常用供电主回路是否设置电能表对电能数据进行采集与保存，并应对分项计量电能回路用电量进行校核检验。**

**3.4.5** 对无功补偿进行节能诊断时，应核查是否采用提高用电设备功率因数的措施以及无功补偿设备的调节方式是否符合供电系统的运行要求。

**3.4.6** 供用电电能质量节能诊断应采用电能质量监测仪在公共建筑物内出现或可能出现电能质量问题的部位进行测试。供用电电能质量节能诊断宜包括下列内容：

- 1 三相电压不平衡度；
- 2 功率因数；
- 3 各次谐波电压和电流及谐波电压和电流总畸变率；
- 4 电压偏差。

### **3.5 照明系统**

**3.5.1** 照明系统节能诊断应包括下列项目：

- 1 灯具类型；
- 2 照明灯具效率和照度值；
- 3 照明功率密度值；
- 4 照明控制方式；
- 5 有效利用自然光情况；
- 6 照明系统节电率。

**3.5.2** 照明系统节能诊断应提供照明系统节电率。

### **3.6 监测与控制系统**

**3.6.1** 监测与控制系统节能诊断应包括下列内容：

- 1 集中采暖与空气调节系统监测与控制的基本要求；
- 2 生活热水监测与控制的基本要求；
- 3 照明、动力设备监测与控制的基本要求；
- 4 现场控制设备及元件状况。

**3.6.2** 现场控制设备及元件节能诊断应包括下列内容：

- 1 控制阀门及执行器选型与安装；
- 2 变频器型号和参数；

- 3 温度、流量、压力仪表的选型及安装；
- 4 与仪表配套的阀门安装；
- 5 传感器的准确性；
- 6 控制阀门、执行器及变频器的工作状态。

### 3.7 综合诊断

**3.7.1** 公共建筑应在外围护结构热工性能、采暖通风空调及生活热水供应系统、供配电与照明系统、监测与控制系统的分项诊断基础上进行综合诊断。

**3.7.2** 公共建筑综合诊断应包括下列内容：

- 1 公共建筑的年能耗量及其变化规律；
- 2 能耗构成及各分项所占比例；
- 3 针对公共建筑的能源利用情况，分析存在的问题和关键因素，提出节能改造方案；
- 4 进行节能改造的技术经济分析；
- 5 编制节能诊断总报告。

## 4 节能改造判定原则与方法

### 4.1 一般规定

4.1.1 公共建筑进行节能改造前，应首先根据节能诊断结果，并结合公共建筑节能改造判定原则与方法，确定是否需要进行节能改造及节能改造内容。

4.1.2 公共建筑节能改造应根据需要采用下列一种或多种判定方法：

- 1 单项判定；
- 2 分项判定；
- 3 综合判定。

### 4.2 外围护结构单项判定

4.2.1 当公共建筑因结构或防火等方面存在安全隐患而需进行改造时，宜同步进行外围护结构方面的节能改造。

4.2.2 当公共建筑外墙、屋面的热工性能存在下列情况时，宜对外围护结构进行节能改造：

1 严寒、寒冷地区，公共建筑外墙、屋面保温性能不满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的内表面温度不结露要求；

2 夏热冬冷、夏热冬暖地区，公共建筑外墙、屋面隔热性能不满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的内表面温度要求。

4.2.3 公共建筑外窗、透明幕墙的传热系数及综合遮阳系数存在下列情况时，宜对外窗、透明幕墙进行节能改造：

- 1 严寒地区，外窗或透明幕墙的传热系数大于  $3.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；
- 2 严寒、寒冷地区，外窗的气密性低于现行国家标准《建

筑外窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中规定的 2 级，透明幕墙的气密性低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 中规定的 1 级；

3 非严寒地区；除北向外，外窗或透明幕墙的综合遮阳系数大于 0.60；

4 非严寒地区，除超高层及特别设计的透明幕墙外，外窗或透明幕墙的可开启面积低于外墙总面积的 12%。

4.2.4 公共建筑屋面透明部分的传热系数、综合遮阳系数存在下列情况时，宜对屋面透明部分进行节能改造。

1 严寒地区，屋面透明部分的传热系数大于  $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；

2 非严寒地区，屋面透明部分的综合遮阳系数大于 0.60。

### 4.3 采暖通风空调及生活热水供应系统单项判定

4.3.1 当公共建筑的冷源或热源设备满足下列条件之一时，宜进行相应的节能改造或更换：

1 运行时间接近或超过其正常使用年限；

2 所使用的燃料或工质不满足环保要求。

4.3.2 当公共建筑采用燃煤、燃油、燃气的蒸汽或热水锅炉作为热源，其运行效率低于表 4.3.2 的规定，且锅炉改造或更换的静态投资回收期小于或等于 8 年时，宜进行相应的改造或更换。

表 4.3.2 锅炉的运行效率

| 锅炉类型、燃料<br>种类 |     | 在下列锅炉容量 (MW) 下的最低运行效率 (%) |     |     |     |     |      |       |
|---------------|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|
|               |     | 0.7                       | 1.4 | 2.8 | 4.2 | 7.0 | 14.0 | >28.0 |
| 燃煤            | 烟煤Ⅱ | —                         | —   | 60  | 61  | 64  | 65   | 67    |
|               | 烟煤Ⅲ | —                         | —   | 61  | 63  | 64  | 67   | 68    |
| 燃油、燃气         |     | 76                        | 76  | 76  | 78  | 78  | 80   | 80    |

4.3.3 当电机驱动压缩机的蒸汽压缩循环冷水机组或热泵机组实际性能系数 (COP) 低于表 4.3.3 的规定，且机组改造或更换

的静态投资回收期小于或等于 8 年时，宜进行相应的改造或更换。

表 4.3.3 冷水机组或热泵机组制冷性能系数

| 类 型     |             | 额定制冷量 (CC)<br>kW | 性能系数 (COP)<br>W/W |
|---------|-------------|------------------|-------------------|
| 水 冷     | 活塞式/涡旋式     | <528             | 3.40              |
|         |             | 528~1163         | 3.60              |
|         |             | >1163            | 3.80              |
|         | 螺杆式         | <528             | 3.80              |
|         |             | 528~1163         | 4.00              |
|         |             | >1163            | 4.20              |
|         | 离心式         | <528             | 3.80              |
|         |             | 528~1163         | 4.00              |
|         |             | >1163            | 4.20              |
| 风冷或蒸发冷却 | 活塞式/<br>涡旋式 | ≤50              | 2.20              |
|         |             | >50              | 2.40              |
|         | 螺杆式         | ≤50              | 2.40              |
|         |             | >50              | 2.60              |

4.3.4 对于名义制冷量大于 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调机组，在名义制冷工况和规定条件下，当其能效比低于表 4.3.4 的规定，且机组改造或更换的静态投资回收期小于或等于 5 年时，宜进行相应的改造或更换。

表 4.3.4 机组能效比

| 类 型 |      | 能效比 (W/W) |
|-----|------|-----------|
| 风冷式 | 不接风管 | 2.40      |
|     | 接风管  | 2.10      |
| 水冷式 | 不接风管 | 2.80      |
|     | 接风管  | 2.50      |

4.3.5 当溴化锂吸收式冷水机组实际性能系数 (COP) 不符合表 4.3.5 的规定, 且机组改造或更换的静态投资回收期小于或等于 8 年时, 宜进行相应的改造或更换。

表 4.3.5 溴化锂吸收式机组性能参数

| 机 型  | 运行工况          | 性能参数                     |            |             |
|------|---------------|--------------------------|------------|-------------|
|      | 蒸汽压力<br>(MPa) | 单位制冷量蒸汽耗量<br>[kg/(kW·h)] | 性能系数 (W/W) |             |
|      |               |                          | 制 冷        | 供 热         |
| 蒸汽双效 | 0.25          | $\leq 1.56$              | —          | —           |
|      | 0.4           |                          | —          | —           |
|      | 0.6           | $\leq 1.46$              | —          | —           |
|      | 0.8           | $\leq 1.42$              | —          | —           |
| 直 燃  | —             | —                        | $\geq 1.0$ | —           |
|      | —             | —                        | —          | $\geq 0.80$ |

注: 直燃机的性能系数为: 制冷量(供热量)/[加热源消耗量(以低位热值计)+电力消耗量(折算成一次能)]。

4.3.6 对于采用电热锅炉、电热水器作为直接采暖和空调系统的热源, 当符合下列情况之一, 且当静态投资回收期小于或等于 8 年时, 应改造为其他热源方式:

1 以供冷为主, 采暖负荷小且无法利用热泵提供热源的建筑;

2 无集中供热与燃气源, 煤、油等燃料的使用受到环保或消防严格限制的建筑;

3 夜间可利用低谷电进行蓄热, 且蓄热式电锅炉不在昼间用电高峰时段启用的建筑;

4 采用可再生能源发电地区的建筑;

5 采暖和空调系统中需要对局部外区进行加热的建筑。

4.3.7 当公共建筑采暖空调系统的热源设备无随室外气温变化进行供热量调节的自动控制装置时, 应进行相应的改造。

4.3.8 当公共建筑冷源系统的能效系数低于表 4.3.8 的规定,

且冷源系统节能改造的静态投资回收期小于或等于 5 年时, 宜对冷源系统进行相应的改造。

表 4.3.8 冷源系统能效系数

| 类 型     | 单台额定制冷量<br>(kW) | 冷源系统能效系数<br>(W/W) |
|---------|-----------------|-------------------|
| 水冷冷水机组  | <528            | 1.8               |
|         | 528~1163        | 2.1               |
|         | >1163           | 2.5               |
| 风冷或蒸发冷却 | ≤50             | 1.4               |
|         | >50             | 1.6               |

4.3.9 当采暖空调系统循环水泵的实际水量超过原设计值的 20%, 或循环水泵的实际运行效率低于铭牌值的 80% 时, 应对水泵进行相应的调节或改造。

4.3.10 当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% 时, 宜对空调水系统进行相应的调节或改造。

4.3.11 采用二次泵的空调冷水系统, 当二次泵未采用变速变流量调节方式时, 宜对二次泵进行变速变流量调节方式的改造。

4.3.12 当空调风系统风机的单位风量耗功率大于表 4.3.12 的规定时, 宜对风机进行相应的调节或改造。

表 4.3.12 风机的单位风量耗功率限值[W/(m³/h)]

| 系统形式     | 办公建筑 |        | 商业、旅馆建筑 |        |
|----------|------|--------|---------|--------|
|          | 粗效过滤 | 粗、中效过滤 | 粗效过滤    | 粗、中效过滤 |
| 两管制定风量系统 | 0.46 | 0.53   | 0.51    | 0.57   |
| 四管制定风量系统 | 0.52 | 0.58   | 0.56    | 0.64   |
| 两管制变风量系统 | 0.64 | 0.70   | 0.68    | 0.75   |
| 四管制变风量系统 | 0.69 | 0.76   | 0.47    | 0.81   |
| 普通机械通风系统 | 0.32 |        |         |        |

- 注: 1 普通机械通风系统中不包括厨房等需要特定过滤装置的房间的通风系统;  
 2 严寒地区增设预热盘管时, 单位风量耗功率可以再增加 0.035W/(m³/h);  
 3 当空调机组内采用湿膜加湿方法时, 单位风量耗功率可以再增加 0.053W/(m³/h)。

- 4.3.13 当公共建筑存在较大的冬季需要制冷的内区，且原有空调系统未利用天然冷源时，宜进行相应的改造。
- 4.3.14 在过渡季，公共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时，宜进行相应的改造。
- 4.3.15 当设有新风的空调系统的新风量不满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 规定时，宜对原有新风系统进行改造。
- 4.3.16 当冷水系统各主支管路回水温度最大差值大于  $2^{\circ}\text{C}$ ，热水系统各主支管路回水温度最大差值大于  $4^{\circ}\text{C}$  时，宜进行相应的水力平衡改造。
- 4.3.17 当空调系统冷水管的保温存在结露情况时，应进行相应的改造。
- 4.3.18 当冷却塔的实际运行效率低于铭牌值的 80% 时，宜对冷却塔进行相应的清洗或改造。
- 4.3.19 当公共建筑中的采暖空调系统不具备室温调控手段时，应进行相应改造。
- 4.3.20 对于采用区域性冷源或热源的公共建筑，当冷源或热源入口处没有设置冷量或热量计量装置时，宜进行相应的改造。

#### 4.4 供配电系统单项判定

- 4.4.1 当供配电系统不能满足更换的用电设备功率、配电电气参数要求时，或主要电器为淘汰产品时，应对配电柜(箱)和配电回路进行改造。
- 4.4.2 当变压器平均负载率长期低于 20% 且今后不再增加用电负荷时，宜对变压器进行改造。
- 4.4.3 当供配电系统未根据配电回路合理设置用电分项计量或分项计量电能回路用电量校核不合格时，应进行改造。
- 4.4.4 当无功补偿不能满足要求时，应论证改造方法合理性并进行投资效益分析，当投资静态回收期小于 5 年时，宜进行改造。

**4.4.5** 当供用电电能质量不能满足要求时，应论证改造方法合理性并进行投资效益分析，当投资静态回收期小于 5 年时，宜进行改造。

#### **4.5 照明系统单项判定**

**4.5.1** 当公共建筑的照明功率密度值超过现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的限值时，宜进行相应的改造。

**4.5.2** 当公共建筑公共区域的照明未合理设置自动控制时，宜进行相应的改造。

**4.5.3** 对于未合理利用自然光的照明系统，宜进行相应改造。

#### **4.6 监测与控制系统单项判定**

**4.6.1** 未设置监测与控制系统的公共建筑，应根据监控对象特性合理增设监测与控制系统。

**4.6.2** 当集中采暖与空气调节等用能系统进行节能改造时，应对与之配套的监测与控制系统进行改造。

**4.6.3** 当监测与控制系统不能正常运行或不能满足节能管理要求时，应进行改造。

**4.6.4** 当监测与控制系统配置的传感器、阀门及配套执行器、变频器等的选型及安装不符合设计、产品说明书及现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 中有关规定时，或准确性及工作状态不能满足要求时，应进行改造。

**4.6.5** 当监测与控制系统无用电分项计量或不能满足改造前后节能效果对比时，应进行改造。

#### **4.7 分项判定**

**4.7.1** 公共建筑经外围护结构节能改造，采暖通风空调能耗降低 10% 以上，且静态投资回收期小于或等于 8 年时，宜对外围护结构进行节能改造。

**4.7.2** 公共建筑的采暖通风空调及生活热水供应系统经节能改

造，系统的能耗降低 20%以上且静态投资回收期小于或等于 5 年时，或者静态投资回收期小于或等于 3 年时，宜进行节能改造。

**4.7.3** 公共建筑未采用节能灯具或采用的灯具效率及光源等不符合国家现行有关标准的规定，且改造静态投资回收期小于或等于 2 年或节能率达到 20%以上时，宜进行相应的改造。

## **4.8 综合判定**

**4.8.1** 通过改善公共建筑外围护结构的热工性能，提高采暖通风空调及生活热水供应系统、照明系统的效率，在保证相同的室内热环境参数前提下，与未采取节能改造措施前相比，采暖通风空调及生活热水供应系统、照明系统的全年能耗降低 30%以上，且静态投资回收期小于或等于 6 年时，应进行节能改造。

## 5 外围护结构热工性能改造

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 公共建筑外围护结构进行节能改造后，所改造部位的热工性能应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定性指标限值的要求。

**5.1.2** 对外围护结构进行节能改造时，应对原结构的安全性进行复核、验算；当结构安全不能满足节能改造要求时，应采取结构加固措施。

**5.1.3** 外围护结构进行节能改造所采用的保温材料和建筑构造的防火性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的规定。

**5.1.4** 公共建筑的外围护结构节能改造应根据建筑自身特点，确定采用的构造形式以及相应的改造技术。保温、隔热、防水、装饰改造应同时进行。对原有外立面的建筑造型、凸窗应有相应的保温改造技术措施。

**5.1.5** 外围护结构节能改造过程中，应通过传热计算分析，对热桥部位采取合理措施并提交相应的设计施工图纸。

**5.1.6** 外围护结构节能改造施工前应编制施工组织设计文件，改造施工及验收应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定。

### 5.2 外墙、屋面及非透明幕墙

**5.2.1** 外墙采用可粘结工艺的外保温改造方案时，应检查基墙墙面的性能，并应满足表 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 基墙墙面性能指标要求

| 基墙墙面性能指标  | 要 求                    |
|-----------|------------------------|
| 外表面的风化程度  | 无风化、酥松、开裂、脱落等          |
| 外表面的平整度偏差 | ±4mm 以内                |
| 外表面的污染度   | 无积灰、泥土、油污、霉斑等附着物，钢筋无锈蚀 |
| 外表面的裂缝    | 无结构性和非结构性裂缝            |
| 饰面砖的空鼓率   | ≤10%                   |
| 饰面砖的破损率   | ≤30%                   |
| 饰面砖的粘结强度  | ≥0.1MPa                |

5.2.2 当基墙墙面性能指标不满足本规范表 5.2.1 的要求时，应对基墙墙面进行处理，并可采用下列处理措施：

- 1 对裂缝、渗漏、冻害、析盐、侵蚀所产生的损坏进行修复；
- 2 对墙面缺损、孔洞应填补密实，损坏的砖或砌块应进行更换；
- 3 对表面油迹、疏松的砂浆进行清理；
- 4 外墙饰面砖应根据实际情况全部或部分剔除，也可采用界面剂处理。

5.2.3 外墙采用内保温改造方案时，应对外墙内表面进行下列处理：

- 1 对内表面涂层、积灰油污及杂物、粉刷空鼓应刮掉并清理干净；
- 2 对内表面脱落、虫蛀、霉烂、受潮所产生的损坏进行修复；
- 3 对裂缝、渗漏进行修复，墙面的缺损、孔洞应填补密实；
- 4 对原不平整的外围护结构表面加以修复；
- 5 室内各类主要管线安装完成并经试验检测合格后方可进行。

**5.2.4** 外墙外保温系统与基层应有可靠的结合，保温系统与墙身的连接、粘结强度应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的要求。对于室内散湿量大的场所，还应进行围护结构内部冷凝受潮验算，并应按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定采取防潮措施。

**5.2.5** 非透明幕墙改造时，保温系统安装应牢固、不松脱。幕墙支承结构的抗震和抗风压性能等应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定。

**5.2.6** 非透明幕墙构造缝、沉降缝以及幕墙周边与墙体接缝处等热桥部位应进行保温处理。

**5.2.7** 非透明围护结构节能改造采用石材、人造板材幕墙和金属板幕墙时，除应满足现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定外，尚应满足下列规定：

1 面板材料应满足国家有关产品标准的规定，石材面板宜选用花岗石，可选用大理石、洞石和砂岩等，当石材弯曲强度标准值小于 8.0MPa 时，应采取附加构造措施保证面板的可靠性；

2 在严寒和寒冷地区，石材面板的抗冻系数不应小于 0.8；

3 当幕墙为开放式结构形式时，保温层与主体结构间不宜留有空气层，且宜在保温层和石材面板间进行防水隔汽处理；

4 后置埋件应满足承载力设计要求，并应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

**5.2.8** 公共建筑屋面节能改造时，应根据工程的实际情况选择适当的改造措施，并应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 和《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定。

### **5.3 门窗、透明幕墙及采光顶**

**5.3.1** 公共建筑的外窗改造可根据具体情况确定，并可选用下列措施：

1 采用只换窗扇、换整窗或加窗的方法，满足外窗的热工

性能要求；加窗时，应避免层间结露；

2 采用更换低辐射中空玻璃，或在原有玻璃表面贴膜的措施，也可增设可调节百叶遮阳或遮阳卷帘；

3 外窗改造更换外框时，应优先选择隔热效果好的型材；

4 窗框与墙体之间应采取合理的保温密封构造，不应采用普通水泥砂浆补缝；

5 外窗改造时所选外窗的气密性等级应不低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中规定的 6 级；

6 更换外窗时，宜优先选择可开启面积大的外窗。除超高层外，外窗的可开启面积不得低于外墙总面积的 12%。

5.3.2 对外窗或透明幕墙的遮阳设施进行改造时，宜采用外遮阳措施。外遮阳的遮阳系数应按现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定进行确定。加装外遮阳时，应对原结构的安全性进行复核、验算。当结构安全不能满足要求时，应对其进行结构加固或采取其他遮阳措施。

5.3.3 外门、非采暖楼梯间门节能改造时，可选用下列措施：

1 严寒、寒冷地区建筑的外门口应设门斗或热空气幕；

2 非采暖楼梯间门宜为保温、隔热、防火、防盗一体的单元门；

3 外门、楼梯间门应在缝隙部位设置耐久性和弹性好的密封条；

4 外门应设置闭门装置，或设置旋转门、电子感应式自动门等。

5.3.4 透明幕墙、采光顶节能改造应提高幕墙玻璃和外框型材的保温隔热性能，并应保证幕墙的安全性能。根据实际情况，可选用下列措施：

1 透明幕墙玻璃可增加中空玻璃的中空层数，或更换保温性能好的玻璃；

2 可采用低辐射中空玻璃，或采用在原有玻璃的表面贴膜

或涂膜的工艺；

**3** 更换幕墙外框时，直接参与传热过程的型材应选择隔热效果好的型材；

**4** 在保证安全的前提下，可增加透明幕墙的可开启扇。除超高层及特别设计的透明幕墙外，透明幕墙的可开启面积不宜低于外墙总面积的 12%。

## 6 采暖通风空调及生活热水供应系统改造

### 6.1 一般规定

6.1.1 公共建筑采暖通风空调及生活热水供应系统的节能改造宜结合系统主要设备的更新换代和建筑物的功能升级进行。

6.1.2 确定公共建筑采暖通风空调及生活热水供应系统的节能改造方案时，应充分考虑改造施工过程中对未改造区域使用功能的影响。

6.1.3 对公共建筑的冷热源系统、输配系统、末端系统进行改造时，各系统的配置应互相匹配。

6.1.4 公共建筑采暖通风空调系统综合节能改造后应能实现供冷、供热量的计量和主要用电设备的分项计量。

6.1.5 公共建筑采暖通风空调及生活热水供应系统节能改造后应具备按实际需冷、需热量进行调节的功能。

6.1.6 公共建筑节能改造后，采暖空调系统应具备室温调控功能。

6.1.7 公共建筑采暖通风空调及生活热水供应系统的节能改造施工和调试应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243和《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242的规定。

### 6.2 冷热源系统

6.2.1 公共建筑的冷热源系统节能改造时，首先应充分挖掘现有设备的节能潜力，并应在现有设备不能满足需求时，再予以更换。

6.2.2 冷热源系统改造应根据原有冷热源运行记录，进行整个

供冷、供暖季负荷的分析和计算，确定改造方案。

**6.2.3** 公共建筑的冷热源进行更新改造时，应在原有采暖通风空调及生活热水供应系统的基础上，根据改造后建筑的规模、使用特征，结合当地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。

**6.2.4** 公共建筑的冷热源更新改造后，系统供回水温度应能保证原有输配系统和空调末端系统的设计要求。

**6.2.5** 冷水机组或热泵机组的容量与系统负荷不匹配时，在确保系统安全性、匹配性及经济性的情况下，宜采用在原有冷水机组或热泵机组上，增设变频装置，以提高机组的实际运行效率。

**6.2.6** 对于冷热需求时间不同的区域，宜分别设置冷热源系统。

**6.2.7** 当更换冷热源设备时，更换后的设备性能应符合本规范附录 A 的规定。

**6.2.8** 采用蒸汽吸收式制冷机组时，应回收所产生的凝结水，凝结水回收系统宜采用闭式系统。

**6.2.9** 对于冬季或过渡季存在供冷需求的建筑，在保证安全运行的条件下，宜采用冷却塔供冷的方式。

**6.2.10** 在满足使用要求的前提下，对于夏季空调室外计算湿球温度较低、温度的日较差大的地区，空气的冷却可考虑采用蒸发冷却的方式。

**6.2.11** 在符合下列条件的情况下，宜采用水环热泵空调系统：

1 有较大内区且有稳定的大量余热的建筑物；

2 原建筑冷热源机房空间有限，且以出租为主的办公楼及商业建筑。

**6.2.12** 当更换生活热水供应系统的锅炉及加热设备时，更换后的设备应根据设定的温度，对燃料的供给量进行自动调节，并应保证其出水温度稳定；当机组不能保证出水温度稳定时，应设置贮热水罐。

**6.2.13** 集中生活热水供应系统的热源应优先采用工业余热、废热和冷凝热；有条件时，应利用地热和太阳能。

6.2.14 生活热水供应系统宜采用直接加热热水机组。除有其他用汽要求外,不应采用燃气或燃油锅炉制备蒸汽再进行热交换后供应生活热水的热源方式。

6.2.15 对水冷冷水机组或热泵机组,宜采用具有实时在线清洗功能的除垢技术。

6.2.16 燃气锅炉和燃油锅炉宜增设烟气热回收装置。

6.2.17 集中供热系统应设置根据室外温度变化自动调节供热量的装置。

6.2.18 确定空调冷热源系统改造方案时,应结合建筑物负荷的实际变化情况,制定冷热源系统在不同阶段的运行策略。

### 6.3 输配系统

6.3.1 公共建筑的空调冷热水系统改造后,系统的最大输送能效比(ER)应符合表6.3.1的规定。

表 6.3.1 空调冷热水系统的最大输送能效比(ER)

| 管道类型                | 两管制热水管道 |                 |        | 四管制热水管道 | 空调冷水管 |
|---------------------|---------|-----------------|--------|---------|-------|
|                     | 严寒地区    | 寒冷地区/<br>夏热冬冷地区 | 夏热冬暖地区 |         |       |
| $ER \times 10^{-3}$ | 5.77    | 6.18            | 8.65   | 6.73    | 24.10 |

注:1 表中的数据适用于独立建筑物内的空调冷热水系统,最远环路总长度一般在200~500m范围;区域供冷(热)或超大型建筑物设集中冷(热)站,管道总长过长的水系统可参照执行。

2 表中两管制热水管道系统中的输送能效比值,不适用于采用直燃式冷(温)水机组、空气源热泵、地源热泵等作为热源,供回水温差小于10℃的系统。

6.3.2 公共建筑的集中热水采暖系统改造后,热水循环水泵的耗电输热比(EHR)应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的规定。

6.3.3 公共建筑空调风系统节能改造后,风机的单位风量耗功率应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的

规定。

**6.3.4** 当对采暖通风空调系统的风机或水泵进行更新时，更换后的风机不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及节能评价价值》GB 19761 中的节能评价价值；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价值》GB 19762 中的节能评价价值。

**6.3.5** 对于全空气空调系统，当各空调区域的冷、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时，宜通过增设风机变速控制装置，将定风量系统改造为变风量系统。

**6.3.6** 当原有输配系统的水泵选型过大时，宜采取叶轮切削技术或水泵变速控制装置等技术措施。

**6.3.7** 对于冷热负荷随季节或使用情况变化较大的系统，在确保系统运行安全可靠的前提下，可通过增设变速控制系统，将定水量系统改造为变水量系统。

**6.3.8** 对于系统较大、阻力较高、各环路负荷特性或压力损失相差较大的一次泵系统，在确保具有较大的节能潜力和经济性的前提下，可将其改造为二次泵系统，二次泵应采用变流量的控制方式。

**6.3.9** 空调冷却水系统应设置必要的控制手段，并应在确保系统运行安全可靠的前提下，保证冷却水系统能够随系统负荷以及外界温湿度的变化而进行自动调节。

**6.3.10** 对于设有多台冷水机组和冷却塔的系统，应防止系统在运行过程中发生冷水或冷却水通过不运行冷水机组而产生的旁通现象。

**6.3.11** 在采暖空调水系统的分、集水器和主管段处，应增设平衡装置。

**6.3.12** 在技术可靠、经济合理的前提下，采暖空调水系统可采用大温差、小流量技术。

**6.3.13** 对于设置集中热水水箱的生活热水供应系统，其供水泵

宜采用变速控制装置。

## 6.4 末端系统

**6.4.1** 对于全空气空调系统，宜采取措施实现全新风和可调新风比的运行方式。新风量的控制和工况转换，宜采用新风和回风的焓值控制方法。

**6.4.2** 过渡季节或供暖季节局部房间需要供冷时，宜优先采用直接利用室外空气进行降温的方式。

**6.4.3** 当进行新、排风系统的改造时，应对可回收能量进行分析，并应合理设置排风热回收装置。

**6.4.4** 对于风机盘管加新风系统，处理后的新风宜直接送入各空调区域。

**6.4.5** 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。

**6.4.6** 对于由于设计不合理，或者使用功能改变而造成的原有系统分区不合理的情况，在进行改造设计时，应根据目前的实际使用情况，对空调系统重新进行分区设置。

## 7 供配电与照明系统改造

### 7.1 一般规定

7.1.1 供配电与照明系统的改造不宜影响公共建筑的工作、生活环境，改造期间应有保障临时用电的技术措施。

7.1.2 供配电与照明系统的改造设计宜结合系统主要设备的更新换代和建筑物的功能升级进行。

7.1.3 供配电与照明系统的改造应在满足用电安全、功能要求和节能需要的前提下进行，并应采用高效节能的产品和技术。

7.1.4 供配电与照明系统的改造施工质量应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的要求。

### 7.2 供配电系统

7.2.1 当供配电系统改造需要增减用电负荷时，应重新对供电容量、敷设电缆、供配电线路保护和保护电器的选择性配合等参数进行核算。

7.2.2 供配电系统改造的线路敷设宜使用原有路由进行敷设。当现场条件不允许或原有路由不合理时，应按照合理、方便施工的原则重新敷设。

7.2.3 对变压器的改造应根据用电设备实际耗电率总和，重新计算变压器容量。

7.2.4 未设置用电分项计量的系统应根据变压器、配电回路原设置情况，合理设置分项计量监测系统。分项计量电能表应具有远传功能。

7.2.5 无功补偿宜采用自动补偿的方式运行，补偿后仍达不到要求时，宜更换补偿设备。

**7.2.6** 供用电电能质量改造应根据测试结果确定需进行改造的位置和方法。对于三相负载不平衡的回路宜采用重新分配回路上用电设备的方法；功率因数的改善宜采用无功自动补偿的方式；谐波治理应根据谐波源制定针对性方案，电压偏差高于标准值时宜采用合理方法降低电压。

### **7.3 照 明 系 统**

**7.3.1** 照明配电系统改造设计时各回路容量应按现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定对原回路容量进行校核，并应选择符合节能评价值和节能效率的灯具。

**7.3.2** 当公共区照明采用就地控制方式时，应设置声控或延时等感应功能；当公共区照明采用集中监控系统时，宜根据照度自动控制照明。

**7.3.3** 照明配电系统改造设计宜满足节能控制的需要，且照明配电回路应配合节能控制的要求分区、分回路设置。

**7.3.4** 公共建筑进行节能改造时，应充分利用自然光来减少照明负荷。

## 8 监测与控制系统改造

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 对建筑物内的机电设备进行监视、控制、测量时，应做到运行安全、可靠、节省人力。

**8.1.2** 监测与控制系统应实时采集数据，对设备的运行情况进行记录，且应具有历史数据保存功能，与节能相关的数据应能至少保存 12 个月。

**8.1.3** 监测与控制系统改造应遵循下列原则：

- 1 应根据控制对象的特性，合理设置控制策略；
- 2 宜在原控制系统平台上增加或修改监控功能；
- 3 当需要与其他控制系统连接时，应采用标准、开放接口；
- 4 当采用数字控制系统时，宜将变配电、智能照明等机电设备的监测纳入该系统之中；

5 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；

6 改造应满足管理的需求。

**8.1.4** 冷热源、采暖通风空调系统的监测与控制系统调试，应在完成各自的系统调试并达到设计参数后再进行，并应确认采用的控制方式能满足预期的控制要求。

### 8.2 采暖通风空调及生活热水供应系统的监测与控制

**8.2.1** 节能改造后，集中采暖与空气调节系统监测与控制应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

**8.2.2** 冷热源监控系统宜对冷冻、冷却水进行变流量控制，并应具备连锁保护功能。

**8.2.3** 公共场合的风机盘管温控器宜联网控制。

#### **8.2.4 生活热水供应监控系统应具备下列功能：**

- 1 热水出口压力、温度、流量显示；**
- 2 运行状态显示；**
- 3 顺序启停控制；**
- 4 安全保护信号显示；**
- 5 设备故障信号显示；**
- 6 能耗量统计记录；**
- 7 热交换器按设定出水温度自动控制进汽或进水量；**
- 8 热交换器进汽或进水阀与热水循环泵连锁控制。**

### **8.3 供配电与照明系统的监测与控制**

**8.3.1 低压配电系统电压、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与控制系统集成，满足用电分项计量的要求。**

#### **8.3.2 照明系统的监测及控制宜具有下列功能：**

- 1 分组照明控制；**
- 2 经济技术合理时，宜采用办公区域的照明调节控制；**
- 3 照明系统与遮阳系统的联动控制；**
- 4 走道、门厅、楼梯的照明控制；**
- 5 洗手间的照明控制与感应控制；**
- 6 泛光照明的控制；**
- 7 停车场照明控制。**

## 9 可再生能源利用

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 公共建筑进行节能改造时，有条件的场所应优先利用可再生能源。

**9.1.2** 当公共建筑采用可再生能源时，其外围护结构的性能指标宜符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

### 9.2 地源热泵系统

**9.2.1** 公共建筑的冷热源改造为地源热泵系统前，应对建筑物所在地的工程场地及浅层地热能资源状况进行勘察，并应从技术可行性、可实施性和经济性等三方面进行综合分析，确定是否采用地源热泵系统。

**9.2.2** 公共建筑的冷热源改造为地源热泵系统时，地源热泵系统的工程勘察、设计、施工及验收应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定。

**9.2.3** 公共建筑的冷热源改造为地源热泵系统时，宜保留原有系统中与地源热泵系统相适合的设备和装置，构成复合式系统；设计时，地源热泵系统宜承担基础负荷，原有设备宜作为调峰或备用措施。

**9.2.4** 地源热泵系统供回水温度，应能保证原有输配系统和空调末端系统的设计要求。

**9.2.5** 建筑物有生活热水需求时，地源热泵系统宜采用热泵热回收技术提供或预热生活热水。

**9.2.6** 当地源热泵系统地埋管换热器的出水温度、地下水或地表水的温度满足末端进水温度需求时，应设置直接利用的管路和

装置。

### 9.3 太阳能利用

**9.3.1** 公共建筑进行节能改造时，应根据当地的年太阳辐照量和年日照时数确定太阳能的可利用情况。

**9.3.2** 公共建筑进行节能改造时，采用的太阳能系统形式，应根据所在地的气候、太阳能资源、建筑物类型、使用功能、业主要求、投资规模及安装条件等因素综合确定。

**9.3.3** 在公共建筑上增设或改造的太阳能热水系统，应符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 的规定。

**9.3.4** 采用太阳能光伏发电系统时，应根据当地的太阳辐照参数和建筑的负载特性，确定太阳能光伏系统的总功率，并应依据所设计系统的电压电流要求，确定太阳能光伏电板的数量。

**9.3.5** 太阳能光伏发电系统生产的电能宜为建筑自用，也可并入电网。并入电网的电能质量应符合现行国家标准《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939 的要求，并应符合相关的安全与保护要求。

**9.3.6** 太阳能光伏发电系统应设置电能计量装置。

**9.3.7** 连接太阳能光伏发电系统和电网的专用低压开关柜应有醒目标识。标识的形状、颜色、尺寸和高度应符合现行国家标准《安全标志》GB 2894 和《安全标志使用导则》GB 16179 的规定。

## 10 节能改造综合评估

### 10.1 一般规定

10.1.1 公共建筑节能改造后，应对建筑物的室内环境进行检测和评估，室内热环境应达到改造设计要求。

10.1.2 公共建筑节能改造后，应对建筑内相关的设备和运行情况进行检查。

10.1.3 公共建筑节能改造后，应对被改造的系统或设备进行检测和评估，并应在相同的运行工况下采取同样的检测方法。

10.1.4 公共建筑节能改造后，应定期对节能效果进行评估。

### 10.2 节能改造效果检测与评估

10.2.1 节能改造效果应采用节能量进行评估。改造后节能量应按下式进行计算：

$$E_{\text{con}} = E_{\text{baseline}} - E_{\text{pre}} + E_{\text{cal}} \quad (10.2.1)$$

式中  $E_{\text{con}}$ ——节能措施的节能量；

$E_{\text{baseline}}$ ——基准能耗，即节能改造前，1年内设备或系统的能耗，也就是改造前的能耗；

$E_{\text{pre}}$ ——当前能耗，即改造后的能耗；

$E_{\text{cal}}$ ——调整量。

10.2.2 节能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 收集改造前的能耗及运行数据；
- 3 收集改造后的能耗和运行数据；
- 4 计算节能量并进行评估；
- 5 撰写节能改造效果评估报告。

10.2.3 节能改造效果可采用下列3种方法进行评估：

- 1 测量法；
- 2 账单分析法；
- 3 校准化模拟法。

**10.2.4** 符合下列情况之一时，宜采用测量法进行评估：

- 1 仅需评估受节能措施影响的系统的能效；
- 2 节能措施之间或与其他设备之间的相互影响可忽略不计或可测量和计算；
- 3 影响能耗的变量可以测量，且测量成本较低；
- 4 建筑内装有分项计量表；
- 5 期望得到单个节能措施的节能量；
- 6 参数的测量费用比采用校准化模拟法的模拟费用低。

**10.2.5** 符合下列情况之一时，宜采用账单分析法进行评估：

- 1 需评估改造前后整幢建筑的能效状况；
- 2 建筑中采取了多项节能措施，且存在显著的相互影响；
- 3 被改造系统或设备与建筑内其他部分之间存在较大的相互影响，很难采用测量法进行测量或测量费用很高；
- 4 很难将被改造的系统或设备与建筑的其他部分的能耗分开；
- 5 预期的节能量比较大，足以摆脱其他影响因素对能耗的随机干扰。

**10.2.6** 符合下列情况之一时，宜采用校准化模拟法进行评估：

- 1 无法获得整幢建筑改造前或改造后的能耗数据，或获得的数据不可靠；
- 2 建筑中采取了多项节能措施，且存在显著的相互影响；
- 3 采用多项节能措施的项目中需要得到每项节能措施的节能效果，用测量法成本过高；
- 4 被改造系统或设备与建筑内其他部分之间存在较大的相互影响，很难采用测量法进行测量或测量费用很高；
- 5 被改造的建筑和采取的节能措施可以用成熟的模拟软件进行模拟，并有实际能耗或负荷数据进行比对；

6 预期的节能量不够大，无法采用账单分析法通过账单或表计数据将其区分出来。

**10.2.7** 采用测量法进行评估时，应符合下列规定：

1 当被改造系统或设备运行负荷较稳定时，可只测量关键参数，其他参数宜估算确定；

2 当被改造系统或设备运行负荷变化较大时，应对与能耗相关的所有参数进行测量；

3 当实施节能改造的设备数量较多时，宜对被改造的设备进行抽样测量。

**10.2.8** 采用校准化模拟法进行评估时，应符合下列规定：

1 评估前应制定校准化模拟方案；

2 应采用逐时能耗模拟软件，且气象资料应为 1 年（8760h）的逐时气象参数；

3 除了节能改造措施外，改造前的能耗模型（基准能耗模型）和改造后的能耗模型应采用相同的输入条件；

4 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 $\pm 15\%$ 之内，均方差应控制在 $\pm 10\%$ 之内。

**10.2.9** 计算节能量时，应进行不确定性分析，并注明计算得到节能量的不确定度或模型的精度。

## 附录 A 冷热源设备性能参数选择

**A.0.1** 当更换电机驱动压缩机的蒸汽压缩循环冷水机组或热泵机组时，在额定制冷工况和规定条件下，机组的制冷性能系数（COP）不应低于表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 冷水机组或热泵机组制冷性能系数

| 类 型         |             | 额定制冷量 CC<br>(kW) | 性能系数 COP<br>(W/W) |
|-------------|-------------|------------------|-------------------|
| 水 冷         | 活塞式/<br>涡旋式 | <528             | 4.10              |
|             |             | 528~1163         | 4.30              |
|             |             | >1163            | 4.60              |
|             | 螺杆式         | <528             | 4.40              |
|             |             | 528~1163         | 4.70              |
|             |             | >1163            | 5.10              |
|             | 离心式         | <528             | 4.70              |
|             |             | 528~1163         | 5.10              |
|             |             | >1163            | 5.60              |
| 风冷或<br>蒸发冷却 | 活塞式/<br>涡旋式 | ≤50              | 2.60              |
|             |             | >50              | 2.80              |
|             | 螺杆式         | ≤50              | 2.80              |
|             |             | >50              | 3.00              |

**A.0.2** 当更换电机驱动压缩机的蒸汽压缩循环冷水机组或热泵机组时，机组综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

**A.0.3** 当更换名义制冷量大于 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调（热泵）机组时，在名义制冷工况和规定条件下，机组能效比（EER）不应低于

表 A.0.3 中的规定。

表 A.0.3 机组能效比

| 类 型 |      | 能效比 (W/W) |
|-----|------|-----------|
| 风冷式 | 不接风管 | 2.80      |
|     | 接风管  | 2.50      |
| 水冷式 | 不接风管 | 3.20      |
|     | 接风管  | 2.90      |

**A.0.4** 当更换蒸汽、热水型溴化锂吸收式冷水机组及直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组时,机组的性能系数不应低于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

**A.0.5** 当更换多联式空调(热泵)机组时,机组的制冷综合性能系数不应低于表 A.0.5 的规定。

表 A.0.5 多联式空调(热泵)机组的制冷综合性能系数

| 名义制冷量 CC (W)            | 制冷综合性能系数 (W/W) |
|-------------------------|----------------|
| $CC \leq 28000$         | 3.20           |
| $28000 < CC \leq 84000$ | 3.15           |
| $CC > 84000$            | 3.10           |

注:1 多联式空调(热泵)机组包含双制冷循环和多制冷循环系统。

2 制冷综合性能系数按《多联式空调(热泵)机组》GB/T 18837 规定的工况进行试验和计算。

**A.0.6** 当更换房间空调器时,其能效等级不应低于表 A.0.6 的规定。房间空调器的能效等级测试方法应按照现行国家标准《房间空气调节器》GB/T 7725、《单元式空气调节机》GB/T 17758 的规定执行。

表 A.0.6 房间空调器能效等级

| 类 型 | 额定制冷量 CC (W)           | 能效等级 EER (W/W) |
|-----|------------------------|----------------|
|     |                        | 2              |
| 整体式 | —                      | 2.90           |
| 分体式 | $CC \leq 4500$         | 3.20           |
|     | $4500 < CC \leq 7100$  | 3.10           |
|     | $7100 < CC \leq 14000$ | 3.00           |

**A.0.7** 当更换转速可控型房间空调器时，其能效等级不应低于表 A.0.7 的规定。转速可控型房间空调器能效等级的测试方法应按照现行国家标准《房间空气调节器》GB/T 7725 的规定执行。

**表 A.0.7 转速可控型房间空调器能效等级**

| 类 型 | 额定制冷量 CC<br>(W)        | 能效等级 EER (W/W) |
|-----|------------------------|----------------|
|     |                        | 3              |
| 分体式 | $CC \leq 4500$         | 3.90           |
|     | $4500 < CC \leq 7100$  | 3.60           |
|     | $7100 < CC \leq 14000$ | 3.30           |

注：能效等级的实测值保留两位小数。

**A.0.8** 当更换锅炉时，锅炉的额定效率不应低于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 规范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 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 3 《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045
- 4 《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093
- 5 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 6 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 7 《屋面工程质量验收规范》GB 50207
- 8 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 9 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》  
GB 50242
- 10 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 11 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 12 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 13 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364
- 14 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
- 15 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411
- 16 《安全标志》GB 2894
- 17 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》  
GB/T 7106
- 18 《安全标志使用导则》GB 16179
- 19 《通风机能效限定值及节能评价值》GB 19761
- 20 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
- 21 《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939
- 22 《建筑幕墙》GB/T 21086

- 23 《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133
- 24 《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144
- 25 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
- 26 《公共建筑节能检验标准》JGJ 177

中华人民共和国行业标准

公共建筑节能改造技术规范

**JGJ 176 - 2009**

条文说明

## 制 订 说 明

《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176-2009 经住房和城乡建设部 2009 年 5 月 19 日以第 313 号公告批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《公共建筑节能改造技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，供使用时参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄中国建筑科学研究院。

# 目 次

|     |                     |    |
|-----|---------------------|----|
| 1   | 总则                  | 45 |
| 3   | 节能诊断                | 47 |
| 3.1 | 一般规定                | 47 |
| 3.2 | 外围护结构热工性能           | 47 |
| 3.3 | 采暖通风空调及生活热水供应系统     | 48 |
| 3.4 | 供配电系统               | 48 |
| 3.5 | 照明系统                | 50 |
| 3.6 | 监测与控制系统             | 51 |
| 3.7 | 综合诊断                | 53 |
| 4   | 节能改造判定原则与方法         | 54 |
| 4.1 | 一般规定                | 54 |
| 4.2 | 外围护结构单项判定           | 54 |
| 4.3 | 采暖通风空调及生活热水供应系统单项判定 | 56 |
| 4.4 | 供配电系统单项判定           | 61 |
| 4.5 | 照明系统单项判定            | 62 |
| 4.6 | 监测与控制系统单项判定         | 62 |
| 4.7 | 分项判定                | 63 |
| 4.8 | 综合判定                | 65 |
| 5   | 外围护结构热工性能改造         | 67 |
| 5.1 | 一般规定                | 67 |
| 5.2 | 外墙、屋面及非透明幕墙         | 69 |
| 5.3 | 门窗、透明幕墙及采光顶         | 71 |
| 6   | 采暖通风空调及生活热水供应系统改造   | 73 |
| 6.1 | 一般规定                | 73 |
| 6.2 | 冷热源系统               | 73 |

|      |                             |    |
|------|-----------------------------|----|
| 6.3  | 输配系统 .....                  | 77 |
| 6.4  | 末端系统 .....                  | 82 |
| 7    | 供配电与照明系统改造 .....            | 85 |
| 7.1  | 一般规定 .....                  | 85 |
| 7.2  | 供配电系统 .....                 | 85 |
| 7.3  | 照明系统 .....                  | 87 |
| 8    | 监测与控制系统改造 .....             | 88 |
| 8.1  | 一般规定 .....                  | 88 |
| 8.2  | 采暖通风空调及生活热水供应系统的监测与控制 ..... | 88 |
| 8.3  | 供配电与照明系统的监测与控制 .....        | 89 |
| 9    | 可再生能源利用 .....               | 90 |
| 9.1  | 一般规定 .....                  | 90 |
| 9.2  | 地源热泵系统 .....                | 90 |
| 9.3  | 太阳能利用 .....                 | 92 |
| 10   | 节能改造综合评估 .....              | 94 |
| 10.1 | 一般规定 .....                  | 94 |
| 10.2 | 节能改造效果检测与评估 .....           | 94 |
| 附录 A | 冷热源设备性能参数选择 .....           | 99 |

# 1 总 则

**1.0.1** 据推算,我国现有公共建筑面积约 45 亿  $\text{m}^2$ ,为城镇建筑面积的 27%,占城乡房屋建筑总面积的 10.7%,但公共建筑能耗约占建筑总能耗的 20%。公共建筑单位能耗较居住建筑高很多,以北京市为例,普通居民住宅每年的用电能耗仅为  $10\sim 20\text{kWh}/\text{m}^2$ ,而大型公共建筑平均每年的耗电量约为  $150\text{kWh}/\text{m}^2$ ,是普通居民住宅用电能耗的 7.5~15 倍,因此公共建筑节能潜力巨大。

对公共建筑,过去在节能降耗方面重视不够,规范也不健全,2005 年才正式颁布《公共建筑节能设计标准》GB 50189,对新建或改、扩建公共建筑节能设计进行了规范,而对于大量的没有达到现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的既有公共建筑,如何进行节能改造,目前还没有标准可依。制定并实施公共建筑节能改造标准,将改善既有公共建筑用能浪费的状况,推进建筑节能工作的开展,为实现国家节约能源和保护环境的战略作出贡献。

**1.0.2** 公共建筑包括办公、旅游、商业、科教文卫、通信及交通运输用房等。在公共建筑中,尤以办公建筑、高档旅馆及大中型商场等几类建筑,在建筑标准、功能及空调系统等方面有许多共性,而且能耗高、节能潜力大。因此,办公建筑、旅游建筑、商业建筑是公共建筑节能改造的重点领域。

在公共建筑(特别是高档办公楼、高档旅馆建筑及大型商场)的全年能耗中,大约 50%~60%消耗于采暖、通风、空调、生活热水,20%~30%用于照明。而在采暖、通风、空调、生活热水这部分能耗中,大约 20%~50%由外围护结构传热所消耗(夏热冬暖地区大约 20%,夏热冬冷地区大约 35%,寒冷地区大

约 40%，严寒地区大约 50%），30%~40%为处理新风所消耗。从目前情况分析，公共建筑在外围护结构、采暖通风空调生活热水及照明方面有较大的节能潜力。所以本规范节能改造的主要目标是降低采暖、通风、空调、生活热水及照明方面的能源消耗。电梯节能也是公共建筑节能的重要组成部分，但由于电梯设备在应用及管理上的特殊性，电器设备的节能主要取决于产品，因此本规范不包括电梯、电器设备、炊事等方面的内容。

电器设备是指办公设备（电脑、打印机、复印件、传真机等）、饮水机、电视机、监控器等与采暖、通风、空调、生活热水及照明无关的用电设备。

本规范仅涉及建筑外围护结构、用能设备及系统等方面的节能改造。改造完毕后，运行管理节能至关重要。但由于运行方面的节能不单纯是技术问题，很大程度上取决于运行管理的水平，因此，本规范未包括运行管理方面的内容。

**1.0.3** 公共建筑节能改造的目的是节约能源消耗和改善室内热环境，但节约能源不能以降低室内热舒适度作为代价，所以要在保证室内热舒适环境的基础上进行节能改造。室内热舒适环境应该满足现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019和《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的相关规定。

**1.0.4** 节能改造的原则是最大限度挖掘现有设备和系统的节能潜力，通过节能改造，降低高能耗环节，提高系统的实际运行能效。

**1.0.5** 本规范对公共建筑进行节能改造时的节能诊断、节能改造判定原则与方法、进行节能改造的具体措施和方法及节能改造评估等内容进行了规定，但公共建筑节能改造涉及的专业较多，相关专业均制定有相应的标准及规定，特别是进行节能改造时，应保证改造建筑在结构、防火等方面符合相关标准的规定。因此在进行公共建筑节能改造时，除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

## 3 节能诊断

### 3.1 一般规定

**3.1.2** 建筑物的竣工图、设备的技术参数和运行记录、室内温湿度状况、能源消费账单等是进行公共建筑节能诊断的重要依据，节能诊断前应予以提供。室内温湿度状况指建筑使用或管理人员对房间室内温湿度的概括性评价，如舒适、不舒适、偏热、偏冷等。

**3.1.3** 子系统节能诊断报告中系统概况是对子系统工程（建筑外围护结构、采暖通风空调及生活热水供应系统、供配电与照明系统、监测与控制系统）的系统形式、设备配置等情况进行文字或图表说明；检测结果为子系统工程测试结果；节能诊断与节能分析是依据节能改造判定原则与方法，在检测结果的基础上发现子系统工程存在节能潜力的环节并计算节能潜力；改造方案与经济性分析要提出子系统工程进行节能改造的具体措施并进行静态投资回收期计算。项目节能诊断报告是对各子系统节能诊断报告内容的综合、汇总。

**3.1.5** 为确保节能诊断结果科学、准确、公正，要求从事公共建筑节能检测的机构需要通过计量认证，且通过计量认证项目中应包括现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 中规定的项目。

### 3.2 外围护结构热工性能

**3.2.1** 我国幅员辽阔，不同地区气候差异很大，公共建筑外围护结构节能改造时应考虑气候的差异。严寒、寒冷地区公共建筑外围护结构节能改造的重点应关注建筑本身的保温性能，而夏热冬暖地区应重点关注建筑本身的隔热与通风性能，夏热冬冷地区

则二者均需兼顾。因此不同地区公共建筑外围护结构节能诊断的重点应有所差异。外围护结构的检测项目可根据建筑物所处气候区、外围护结构类型有所侧重，对上述检测项目进行选择性节能诊断。检测方法参照国家现行标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 和《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 的有关规定。

建筑物外围护结构主体部位主要是指外围护结构中不受热桥、裂缝和空气渗漏影响的部位。外围护结构主体部位传热系数测试时测点位置应不受加热、制冷装置和风扇的直接影响，被测区域的外表面也应避免雨雪侵袭和阳光直射。

### 3.3 采暖通风空调及生活热水供应系统

**3.3.1** 由于不同公共建筑采暖通风空调及生活热水供应系统形式不同，存在问题不同，相应节能潜力也不同，节能诊断项目应根据具体情况选择确定。节能诊断相关参数的测试参见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。由于冷源及其水系统的节能诊断是在运行工况下进行的，而现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 - 2005 中规定的集中热水采暖系统热水循环水泵的耗电输热比（EHR）和空调冷热水系统循环水泵的输送能效比（ER）是设计工况的数据，不便作为判定的依据，故在检测项目中不包含该两项指标，而是以水系统供回水温差、水泵效率及冷源系统能效系数代替此项性能。能量回收装置性能测试可参考现行国家标准《空气—空气能量回收装置》GB/T 21087的规定。

### 3.4 供配电系统

**3.4.1** 供配电系统是为建筑内所有用电设备提供动力的系统，因此用电设备是否运行合理、节能均从消耗电量来反映，因此其系统状况及合理性直接影响了建筑节能用电的水平。

**3.4.2** 根据有关部门规定应淘汰能耗高、落后的机电产品，检

查是否有淘汰产品存在。

**3.4.3** 根据观察每台变压器所带常用设备一个工作周期耗电量，或根据目前正在运行的用电设备铭牌功率总和，核算变压器负载率，当变压器平均负载率在 60%~70%时，为合理节能运行状况。

**3.4.4** 常用供电主回路一般包括：

- 1 变压器进出线回路；
- 2 制冷机组主供电回路；
- 3 单独供电的冷热源系统附泵回路；
- 4 集中供电的分体空调回路；
- 5 给水排水系统供电回路；
- 6 照明插座主回路；
- 7 电子信息系统机房；
- 8 单独计量的外供电回路；
- 9 特殊区供电回路；
- 10 电梯回路；
- 11 其他需要单独计量的用电回路。

以上这些回路设置是根据常规电气设计而定的，一般是指低压配电室内的配电柜的馈出线，分项计量原则上不在楼层配电柜（箱）处设置表计。基于这条原则，照明插座主回路就是指配电室内配电柜中的出线，而不包括层照明配电箱的出线。

对变压器进出线进行计量是为了实时监视变压器的损耗，因为负载损耗是随着建筑物内用电设备用电量的大小而变化的。

特殊区供电回路负载特性是指餐饮，厨房，信息中心，多功能区，洗浴，健身房等混合负载。

外供电是指出租部分的用电，也是混合负载，如一栋办公楼的一层出租给商场，包括照明、自备集中空调、地下超市的冷冻保鲜设备等，这部分供电费用需要与大厦物业进行结算，涉及内部的收费管理。

分项计量电能回路用电量校核检验采用现行行业标准《公共

建筑节能检验标准》JGJ 177 规定的方法。

**3.4.5** 建筑物内低压配电系统的功率因数补偿应满足设计要求，或满足当地供电部门的要求。要求核查调节方式主要是为了保证任何时候无功补偿均能达到要求，若建筑内用电设备出现周期性负荷变化很大的情况，如果未采用正确的补偿方式很容易造成电压水平不稳定的现象。

**3.4.6** 随着建筑物内大量使用的计算机、各种电子设备、变频电器、节能灯具及其他新型办公电器等，使供配电网的非线性（谐波）、非对称性（负序）和波动性日趋严重，产生大量的谐波污染和其他电能质量问题。这些电能质量问题会引起中性线电流超过相线电流、电容器爆炸、电机的烧损、电能计量不准、变压器过热、无功补偿系统不能正常投运、继电器保护和自动装置误动跳闸等危害。同时许多网络中心，广播电视台，大型展览馆和体育场馆，急救中心和医院的手术室等大量使用的敏感设备对供电系统的电能质量也提出了更高和更严格的要求，因此应重视电能质量问题。三相电压不平衡度、功率因数、谐波电压及谐波电流、电压偏差检验均采用现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 规定的方法。

## 3.5 照明系统

**3.5.1** 灯具类型诊断方法为核查光源和附件型号，是否采用节能灯具，其能效等级是否满足国家相关标准。

荧光灯具包括光源部分、反光罩部分和灯具配件部分，灯具配件耗电部分主要是镇流器，国家对光源和镇流器部分的能效限定值都有相关标准，而我们使用灯具一般都配有反光罩，对于反光罩的反射效率国家目前没有相关规定，因此需要对灯具的整体效率有一个评判。照度值是测评照明是否符合使用要求的一个重要指标，防止有人为了达到规定的照明功率密度而使用照度水平低劣的产品，虽然可以满足功率密度指标而不能满足使用功能的需要。

照明功率密度值是衡量照明耗电是否符合要求的重要指标,需要根据改造前的实际功率密度值判断是否需要改造。

照明控制诊断方法为核查是否采用分区控制,公共区控制是否采用感应、声音等合理有效控制方式。目前公共区照明是能耗浪费的重灾区,经常出现长明灯现象,单靠人为的管理很难做到合理利用,因此需要对这部分照明加强控制和管理。

照明系统诊断还应检查有效利用自然光情况,有效利用自然光诊断方法为核查在靠近采光窗处的灯具能否在满足照度要求时手动或自动关闭。其采光系数和采光窗的面积比应符合规范要求。

照明灯具效率、照度值、功率密度值、公共区照明控制检验均采用《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 中规定的检验方法。

**3.5.2** 照明系统节电率是衡量照明系统改造后节能效果的重要量化指标,它比照明功率密度指标更直接更准确地反映了改造后照明实际节省的电能。

### **3.6 监测与控制系统**

**3.6.1** 现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 - 2005 中规定集中采暖与空气调节系统监测与控制的基本要求:

**1** 对于冷、热源系统,控制系统应满足下列基本要求:

- 1) 冷、热量瞬时值和累计值的监测,冷水机组优先采用由冷量优化控制运行台数的方式;
- 2) 冷水机组或热交换器、水泵、冷却塔等设备连锁启停;
- 3) 供、回水温度及压差的控制或监测;
- 4) 设备运行状态的监测及故障报警;
- 5) 技术可靠时,宜考虑冷水机组出水温度优化设定。

**2** 对于空气调节冷却水系统,应满足下列基本控制要求:

- 1) 冷水机组运行时,冷却水最低回水温度的控制;
- 2) 冷却塔风机的运行台数控制或风机调速控制;

- 3) 采用冷却塔供应空气调节冷水时的供水温度控制;
- 4) 排污控制。

3 对于空气调节风系统(包括空气调节机组),应满足下列基本控制要求:

- 1) 空气温、湿度的监测和控制;
- 2) 采用定风量全空气空调系统时,宜采用变新风比焓值控制方式;
- 3) 采用变风量系统时,风机宜采用变速控制方式;
- 4) 设备运行状态的监测及故障报警;
- 5) 需要时,设置盘管防冻保护;
- 6) 过滤器超压报警或显示。

对间歇运行的空调系统,宜设自动启停控制装置;控制装置应具备按照预定时间进行最优启停的功能。

采用二次泵系统的空气调节水系统,其二次泵应采用自动变速控制方式。

对末端变水量系统中的风机盘管,应采用电动温控阀和三档风速结合的控制方式。

其中,空气温、湿度的监测和控制、供、回水压差的控制及末端变水量系统中的风机盘管控制性能检测均采用现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 中规定的检验方法。

通常,生活热水系统监测与控制的基本要求包括:

- 1 供水量瞬时值和累计值的监测;
- 2 热源及水泵等设备连锁启停;
- 3 供水温度控制或监测;
- 4 设备运行状态的监测及故障报警。

照明、动力设备监测与控制应具有对照明或动力主回路的电压、电流、有功功率、功率因数、有功电度(kW/h)等电气参数进行监测记录的功能,以及对供电回路电器元件工作状态进行监测、报警的功能。检测方法采用现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 中规定的检验方法。

**3.6.2 阀门型号和执行器应配套**，参数应符合设计要求，其安装位置、阀前后直管段长度、流体方向等应符合产品安装要求；执行器的安装位置、方向应符合产品要求。变频器型号和参数应符合设计要求及国家有关规定；流量仪表的型号和参数、仪表前后的直管段长度等应符合产品要求；压力和差压仪表的取压点、仪表配套的阀门安装应符合产品要求；温度传感器精度、量程应符合设计要求；安装位置、插入深度应符合产品要求等。传感器（包括温湿度、风速、流量、压力等）数据是否准确，量程是否合理，阀门执行器与阀门旋转方向是否一致，阀门开闭是否灵活，手动操作是否有效；变频器、节电器等设备是否处于自控状态，现场控制器是否工作正常（包括通信、输入输出点，电池等）等。监测与控制系统中安装了大量的传感器、阀门及配套执行器、变频器等现场设备，这些现场设备的安装直接影响控制功能和控制精度，因此应特别注意这些设备的安装和线路敷设方式，严格按照产品说明书的要求安装，产品说明中没有注明安装方式的应按照现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 的规定执行。

### **3.7 综合诊断**

**3.7.1 综合诊断**的目的是为了在外围护结构热工性能、采暖通风空调及生活热水供应系统、供配电与照明系统、监测与控制系统分项诊断的基础上，对建筑物整体节能性能进行综合诊断，并给出建筑物的整体能源利用状况和节能潜力。

**3.7.2 节能诊断总报告**是在外围护结构、采暖通风空调及生活热水供应系统、供配电与照明系统、监测与控制系统各分报告的基础上，对建筑物的整体能耗量及其变化规律、能耗构成和分项能耗进行汇总与分析；针对各分报告中确定的主要问题、重点节能环节及其节能潜力，通过技术经济分析，提出建筑物综合节能改造方案。

## 4 节能改造判定原则与方法

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 节能诊断涉及公共建筑外围护结构的热工性能、采暖通风空调及生活热水供应系统、供配电与照明系统以及监测与控制系统等方面的内容。节能改造内容的确定应根据目前系统的实际运行能效、节能改造的潜力以及节能改造的经济性综合确定。

**4.1.2** 单项判定是针对某一单项指标是否进行节能改造的判定；分项判定是针对外围护结构或采暖通风空调及生活热水供应系统或照明系统是否进行节能改造的判定；综合判定是综合考虑外围护结构、采暖通风空调及生活热水供应系统及照明系统是否进行节能改造的判定。

分项判定方法及综合判定方法是通过计算节能率及静态投资回收期进行判定，可以预测公共建筑进行节能改造时的节能潜力。

单项判定、分项判定、综合判定之间是并列的关系，满足任何一种判定原则，都可进行相应节能改造。

本规范提供了单项、分项、综合三种判定方法，业主可以根据需要选择采取一种或多种判定方法以及改造方案。

### 4.2 外围护结构单项判定

**4.2.1** 公共建筑在进行结构、防火等改造时，如涉及外围护结构保温隔热方面时，可考虑同步进行外围护结构方面的节能改造。但外围护结构是否需要节能改造，需结合公共建筑节能改造判定原则与方法确定。

**4.2.2** 严寒、寒冷地区主要考虑建筑的冬季防寒保温，建筑外围护结构传热系数对建筑的采暖能耗影响很大，提高这一地区的

外围护结构传热系数，有利于提高改造对象的节能潜力，并满足节能改造的经济性综合要求。未设保温或保温破损面积过大的建筑，当进入冬季供暖期时，外墙内表面易产生结露现象，会造成外围护结构内表面材料受潮，严重影响室内环境。因此，对此类公共建筑节能改造时，应强化其外围护结构的保温要求。

夏热冬冷、夏热冬暖地区太阳辐射得热是造成夏季室内过热的主要原因，对建筑能耗的影响很大。这一地区应主要关注建筑外围护结构的夏季隔热，当公共建筑采用轻质结构和复合结构时，应提高其外围护结构的热稳定性，不能简单采用增加墙体、屋面保温隔热材料厚度的方式来达到降低能耗的目的。

外围护结构节能改造的单项判定中，外墙、屋面的热工性能考虑了现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的设计要求，确定了判定的最低限值。

**4.2.3 外窗、透明幕墙对建筑能耗高低的影响**主要有两个方面，一是外窗和透明幕墙的热工性能影响冬季采暖、夏季空调室内外温差传热；另外就是窗和幕墙的透明材料（如玻璃）受太阳辐射影响而造成的建筑室内的得热。冬季，通过窗口和透明幕墙进入室内的太阳辐射有利于建筑的节能，因此，减小窗和透明幕墙的传热系数，抑制温差传热是降低窗口和透明幕墙热损失的主要途径之一；夏季，通过窗口透明幕墙进入室内的太阳辐射成为空调降温的负荷，因此，减少进入室内的太阳辐射以及减小窗或透明幕墙的温差传热都是降低空调能耗的途径。

外窗及透明幕墙的传热系数及综合遮阳系数的判定综合考虑了现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 和原有《旅游旅馆建筑及空气调节节能设计标准》GB 50189 - 93（现已废止）的设计要求，并进行相应的补充，确定了判定外围护结构节能改造的最低限值。

许多公共建筑外窗的可开启率有逐渐下降的趋势，有的甚至使外窗完全封闭。在春、秋季节和冬、夏季的某些时段，开窗通风是减少空调设备的运行时间、改善室内空气质量和提高室内热

舒适性的重要手段。对于有很多内区的公共建筑，扩大外窗的可开启面积，会显著增强建筑室内的自然通风降温效果。参考北京市《公共建筑节能设计标准》DBJ 01-621，采用占外墙总面积比例来控制外窗的可开启面积。而 12% 的外墙总面积，相当于窗墙比为 0.40 时，30% 的窗面积。超高层建筑外窗的开启判定不执行本条规定。对于特别设计的透明幕墙，如双层幕墙，透明幕墙的可开启面积应按照双层幕墙的内侧立面上的可开启面积计算。

实际改造工程判定中，当遇到外窗及透明幕墙的热工性能优于条文规定的最低限值时，而业主有能力进行外立面节能改造的，也应在根据分项判定和综合判定后，确定节能改造的内容。

**4.2.4** 夏季屋面水平面太阳辐射强度最大，屋面的透明面积越大，相应建筑的能耗也越大，而屋面透明部分冬季天空辐射的散热量也很大，因此对屋面透明部分的热工性能改造应予以重视。

### **4.3 采暖通风空调及生活热水供应系统单项判定**

**4.3.1** 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，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定是否需要改造或更换。冷、热源设备所使用的燃料或工质要符合国家的相关政策。1991 年我国政府签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔协议书》伦敦修正案，成为按该协议书第五条第一款行事的缔约国。我国编制的《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰国家方案》由国务院批准，其中规定，对臭氧层有破坏作用的 CFC-11、CFC-12 制冷剂最终禁用时间为 2010 年 1 月 1 日。同时，我国政府在《蒙特利尔议定书》多边基金执委会上申请并获批准加速淘汰 CFC 计划，定于 2007 年 7 月 1 日起完全停止 CFC 的生产和消费，比原规定提前了两年半。对于目前广泛用于空气调节制冷设备的 HCFC-22 以及 HCFC-123 制冷剂，按“蒙特利尔议定书缔约方第十九次会议”对第五条缔约方的规定，

我国将于 2030 年完成其生产与消费的加速淘汰, 至 2030 年削减至 2.5%。

**4.3.2** 本条文中锅炉的运行效率是指锅炉日平均运行效率, 其数值是根据现有锅炉实际运行状况确定的, 且其值低于现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ 132-2009 中规定的节能合格指标值, 如表 1 所示。锅炉日平均运行效率测试条件和方法见现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ 132。

**表 1 采暖锅炉日平均运行效率**

| 锅炉类型、<br>燃料种类 |    |   | 在下列锅炉额定容量 (MW) 下的日平均运行效率 (%) |     |     |     |     |      |       |
|---------------|----|---|------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|
|               |    |   | 0.7                          | 1.4 | 2.8 | 4.2 | 7.0 | 14.0 | >28.0 |
| 燃煤            | 烟煤 | Ⅱ | —                            | —   | 65  | 66  | 70  | 70   | 71    |
|               |    | Ⅲ | —                            | —   | 66  | 68  | 70  | 71   | 73    |
| 燃油、燃气         |    |   | 77                           | 78  | 78  | 79  | 80  | 81   | 81    |

**4.3.3** 现行国家标准《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577-2004 中, 5 级产品是未来淘汰的产品, 所以本条文对冷水机组或热泵机组制冷性能系数的规定以 5 级或低于 5 级作为进行改造或更换的依据。其中, 水冷螺杆式、水冷离心式、风冷或蒸发冷却螺杆式机组以 5 级作为进行改造或更换的依据; 水冷活塞式/涡旋式、风冷或蒸发冷却活塞式/涡旋式机组以 5 级标准的 90% 作为进行改造或更换的依据。冷水机组或热泵机组实际性能系数的测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。

**4.3.4** 现行国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB 19576-2004 中, 5 级产品是未来淘汰的产品, 所以本条文对机组能效比的规定以 5 级作为进行改造或更换的依据。单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组需进行送检, 以测定其能效比。

**4.3.5** 本条文中溴化锂吸收式冷水机组实际性能系数 (COP) 约为《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 中规定数值的

90%，其测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。

**4.3.6** 用高品位的电能直接转换为低品位的热能进行采暖或空调的方式，能源利用率低，是不合适的。

**4.3.7** 当公共建筑采暖空调系统的热源设备无随室外气温变化进行供热量调节的自动控制装置时，容易造成冬季室温过高，无法调节，浪费能源。

**4.3.8** 本条文冷源系统能效系数的测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。表 4.3.8 中的数值是综合考虑目前公共建筑中冷源系统的实际情况确定的，其值约为现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177 中规定数值的 80% 左右。

**4.3.9** 在过去的 30 年内，冷水机组的效率提高很快，使其占空调水系统能耗的比例已降低了 20% 以上，而水泵的能耗比例却相应提高了。在实际工程中，由于设计选型偏大而造成的系统大流量运行的现象非常普遍，因此以减少水泵能耗为目的的空调水系统改造方案，值得推荐。

**4.3.10** 由于受气象条件等因素变化的影响，空调系统的冷热负荷在全年是不断变化的，因此要求空调水系统具有随负荷变化的调节功能。长时间小温差运行是造成运行能耗高的主要原因之一。本条中的总运行时间是指一年中供暖季或制冷季空调系统的实际运行时间。

**4.3.11** 本条文的规定是为了降低输配能耗，并且二次泵变流量的设置不影响制冷主机对流量的要求。但为了系统的稳定性，变流量调节的最大幅度不宜超过设计流量的 50%。空调冷水系统改造为变流量调节方式后，应对系统进行调试，使得变流量的调节方式与末端的控制相匹配。

**4.3.12** 本条文风机的单位风量耗功率为风机实际耗电量与风机实际风量的比值。测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。表 4.3.12 中的数值是综合考虑目前公共

建筑中风机的单位风量耗功率的实际情况确定的，其值为现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 - 2005 中规定数值的 1.1 倍左右。根据本条文进行改造的空调风系统服务的区域不宜过大，在办公建筑中，空调风管道通常不应超过 90m，商业与旅游建筑中，空调风管不宜超过 120m。

**4.3.13** 在冬季需要制冷时，若启用人工冷源，势必会造成能源的大量浪费，不符合国家的能源政策，所以需要采用天然冷源。天然冷源包括：室外的空气、地下水、地表水等。

**4.3.14** 在过渡季，当室外空气焓值低于室内焓值时，为节约能源，应充分利用室外的新风。本条文适合于全空气空调系统，不适用于风机盘管加新风系统。

**4.3.15** 空调系统需要的新风主要有两个用途：一是稀释室内有害物质的浓度，满足人员的卫生要求；二是补充室内排风和保持室内正压。2003 年中国经历了 SARS 事件，使得人们意识到建筑内良好通风的重要性。现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 - 2005 中明确规定了公共建筑主要空间的设计新风量的要求。鉴于新风量的重要性，本条文对不满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 - 2005 中规定的新风量指标的公共建筑，提出了进行新风系统改造或增设新风系统的要求。现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 - 2005 中对主要空间的设计新风量的规定如表 2 所示。

**表 2 公共建筑主要空间的设计新风量**

| 建筑类型与房间名称 |             |      | 新风量[m <sup>3</sup> /(h·p)] |
|-----------|-------------|------|----------------------------|
| 旅游旅馆      | 客房          | 5 星级 | 50                         |
|           |             | 4 星级 | 40                         |
|           |             | 3 星级 | 30                         |
|           | 餐厅、宴会厅、多功能厅 | 5 星级 | 30                         |
|           |             | 4 星级 | 25                         |
|           |             | 3 星级 | 20                         |
|           |             | 2 星级 | 15                         |

续表 2

| 建筑类型与房间名称 |                    |        | 新风量[m <sup>3</sup> /(h·p)] |
|-----------|--------------------|--------|----------------------------|
| 旅游旅馆      | 大堂、四季厅             | 4~5 星级 | 10                         |
|           | 商业、服务              | 4~5 星级 | 20                         |
|           |                    | 2~3 星级 | 10                         |
|           | 美容、理发、康乐设施         |        | 30                         |
| 旅店        | 客房                 | 1~3 星级 | 30                         |
|           |                    | 4 级    | 20                         |
| 文化娱乐      | 影剧院、音乐厅、录像厅        |        | 20                         |
|           | 游艺厅、舞厅（包括卡拉 OK 歌厅） |        | 30                         |
|           | 酒吧、茶座、咖啡厅          |        | 10                         |
| 体育馆       |                    |        | 20                         |
| 商场（店）、书店  |                    |        | 20                         |
| 饭馆（餐厅）    |                    |        | 20                         |
| 办公        |                    |        | 30                         |
| 学校        | 教室                 | 小学     | 11                         |
|           |                    | 初中     | 14                         |
|           |                    | 高中     | 17                         |

**4.3.16** 各主支管路回水温度最大差值即主支管路回水温度的一致性反映了水系统的水力平衡状况。主支管路回水温度的一致性测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。

**4.3.17** 从卫生及节能的角度，不结露是冷水管保温的基本要求。

**4.3.19** 《中华人民共和国节约能源法》第三十七条规定：“使用空调采暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度。”第三十八条规定：“新建建筑或者对既有建筑进行节能改造，应当按照规定安装用热量计装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置。”为满足此要求，公共建筑必须具有室温调控手段。

**4.3.20** 集中空调系统的冷热量计量和我国北方地区的采暖热计量一样，是一项重要的节能措施。设置热量计量装置有利于管理与收费，用户也能及时了解和分析用能情况，及时采取节能措施。

#### **4.4 供配电系统单项判定**

**4.4.1** 当确定的改造方案中，涉及各系统的用电设备时，其配电柜（箱）、配电回路等均应根据更换的用电设备参数，进行改造。这首先是为了保证用电安全，其次是保证改造后系统功能的合理运行。

**4.4.2** 一般变压器容量是按照用电负荷确定的，但有些建筑建成后使用功能发生了变化，这样就造成了变压器容量偏大，造成低效率运行，变压器的固有损耗占全部电耗的比例会较大，用户消耗的电费中有很很大一部分是变压器的固有损耗，如果建筑物的用电负荷在建筑的生命周期内可以确定不会发生变化，则应当更换合适容量的变压器。变压器平均负载率的周期应根据春夏秋冬四个季节的用电负荷计算。

**4.4.3** 设置电能分项计量可以使管理者清楚了解各种用电设备的耗电情况，进行准确的分类统计，制定科学的用电管理规定，从而节约电能。

**4.4.4** 在进行建筑供配电设计时设计单位均按照当地供电部门的要求设计了无功补偿，但随着建筑功能的扩展或变更，大量先进用电设备的投入，使原有无功补偿设备或调节方式不能满足要求，这时应制定详细的改造方案，应包含集中补偿或就地补偿的分析内容，并进行投资效益分析。

**4.4.5** 对于建筑电气节能要求，供用电电能质量只包含了三相电压不平衡度、功率因数、谐波和电压偏差。三相电压不平衡一般出现在照明和混合负载回路，初步判定不平衡可以根据 A、B、C 三相电流表示值，当某相电流值与其他相的偏差为 15% 左右时可以初步判定为不平衡回路。功率因数需要核查基波功率因

数和总功率因数两个指标，一般我们所说的功率因数是指总功率因数。谐波的核查比较复杂，需要电气专业工程师来完成。电压偏差检验是为了考察是否具有节能潜力，当系统电压偏高时可以采取合理的改造措施实现节能。

#### 4.5 照明系统单项判定

**4.5.1** 现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中对各类建筑、各类使用功能的照明功率密度都有明确的要求，但由于此标准是 2004 年才公布的，对于很多既有公共建筑照明照度值和功率密度都可能达不到要求，有些建筑的功率密度值很低但实际上其照度没有达到要求的值，如果业主对不达标的照度指标可以接受，其功率密度低于标准要求，则可以不改造；如果大于标准要求则必须改造。

**4.5.2** 公共区的照明容易产生长明灯现象，尤其是既有公共建筑的公共区，一般都没有采用合理的控制方式。对于不同使用功能的公共照明应采用合理的控制方式，例如办公楼的公共区可以采用定时与感应控制相结合的控制方式，上班时间采用定时方式，下班时间采用声控方式，总之不要因为采用不合理的控制方式影响使用功能。

**4.5.3** 对于办公建筑，可核查靠近窗户附近的照明灯具是否可以单独开关，若不能则需要分析照明配电回路的设置是否可以相应的改造，改造应选择在非办公时间进行。

#### 4.6 监测与控制系统单项判定

**4.6.1** 目前很多公共建筑没有设置监测控制系统，全部依靠人力对建筑设备进行简单的启停操作，人为操作有很大的随意性，尤其是耗能在建筑中占很大比例的空调系统，这种人为操作会造成能源的浪费或不能满足人们工作环境的要求，不利于设备运行管理和节能考核。

**4.6.2** 当对既有公共建筑的集中采暖与空气调节系统，生活热

水系统，照明、动力系统进行节能改造时，原有的监测与控制系统应尽量保留，新增的控制功能应在原监测与控制系统平台上添加，如果原有监测与控制系统已不能满足改造后系统要求，且升级原系统的性价比已明显不合理时，应更换原系统。

**4.6.3** 有些既有公共建筑的监测与控制系统由于各种原因不能正常运行，造成人力、物力等资源的浪费，没有发挥监测与控制系统的先进控制管理功能；还有一些系统虽然控制功能比较完善，但没有数据存储功能，不能利用数据对运行能耗进行分析，无法满足节能管理要求。这些现象比较普遍，因此应查明原因，尽量恢复原系统的监测与控制功能，增加数据存储功能，如果恢复成本过高性价比已明显不合理时，则建议更换原监测与控制系统。

**4.6.4** 监测与控制系统配置的现场传感器及仪表等安装方式正确与否直接影响系统的控制功能和控制精度，有些系统不能正常运行的原因就是现场设备安装不合理，造成控制失灵。因此应严格按照产品要求和国家有关规范执行，这样才能确保监测与控制系统的正常运行。

**4.6.5** 用电分项计量是实施节能改造前后节能效果对比的基本条件。

## **4.7 分 项 判 定**

**4.7.1** 公共建筑外围护结构的节能改造，应采取现场考察与能耗模拟计算相结合的方式，应按以下步骤进行判定：

1 通过节能诊断，取得外围护结构各部分实际参数。首先进行复核检验，确定外围护结构保温隔热性能是否达到设计要求，对节能改造重点部位初步判断。

2 利用建筑能耗模拟软件，建立计算模型。对节能改造前后的能耗分别进行计算，判断能耗是否降低 10% 以上。

3 综合考虑每种改造方案的节能量、技术措施成熟度、一次性工程投资、维护费用以及静态投资回收期等因素，进行方案

可行性优化分析，确定改造方案。

公共建筑节能改造技术方案的可行性，不但要从技术观点评价，还必须用经济观点评价，只有那些技术上先进，经济上合理的方案才能在实际中得到应用和推广。

在工程中，评价项目的经济性通常用投资回收期法。投资回收期是指项目投资的净收益回收项目投资所需要的时间，一般以年为单位。投资回收期分为静态投资回收期 and 动态投资回收期，两者的区别为静态投资回收期不考虑资金的时间价值，而动态投资回收期考虑资金的时间价值。

静态投资回收期虽然不考虑资金的时间价值，但在一定程度上反映了投资效果的优劣，经济意义明确、直观，计算简便。动态投资回收期虽然考虑了资金的时间价值，计算结果符合实际情况，但计算过程繁琐，非经济类专业人员难以掌握，因此，本标准中的投资回收期均采用静态投资回收期。本标准中，静态投资回收期的计算公式如下：

$$T = \frac{K}{M} \quad (1)$$

式中  $T$ ——静态投资回收期，年；

$K$ ——进行节能改造时用于节能的总投资，万元；

$M$ ——节能改造产生的年效益，万元/年。

在编制现行国家标准《公共建筑节能设计标准》时曾有过节能率分担比例的计算分析，以 20 世纪 80 年代为基准，通过改善围护结构热工性能，从北方至南方，围护结构可分担的节能率约 25%~13%。而对既有公共建筑外围护结构节能改造，经估算，改造前后建筑采暖空调能耗可降低 5%~8%。而从工程技术经济的角度，外围护结构改造的投资回收期一般为 15~20 年。另外，本规范编制时参考了国外能源服务公司的实际经验，为规避投资风险性和提高收益率，能源服务公司一般也都将外围护结构节能改造合同的投资回收期签订在 8 年以内。综上分析，本规范采用两项指标控制外围护结构节能改造的范围，指标要求是比较

严格的。

**4.7.2** 本条文对采暖通风空调及生活热水供应系统分项判定方法作了规定。当进行两项以上的单项改造时，可以采用本条文进行判定。分项判定主要是根据节能量和静态投资回收期进行判定。对一些投资少，简单易行的改造项目可仅用静态投资回收期进行判定。系统的能耗降低 20% 是指由于采暖通风空调及生活热水供应系统采取一系列节能措施后，直接导致采暖通风空调及生活热水供应系统的能源消耗（电、燃煤、燃油、燃气）降低了 20%，不包括由于外围护结构的节能改造而间接导致采暖通风空调及生活热水供应系统的能源消耗的降低量。根据对现有公共建筑的调查情况，结合公共建筑节能改造经验，通过调节冷水机组的运行策略、变流量控制等节能措施，系统能耗可降低 20% 左右，静态投资回收期基本可控制在 5 年以内。同时大多数业主比较能接受的静态投资回收期在 5~8 年的范围内。对一些投资少，简单易行的改造项目，静态投资回收期基本可控制在 3 年以内。

**4.7.3** 目前国家对灯具的能耗有明确规定，现行国家标准有：《管形荧光灯镇流器能效限定值及节能评价值》GB 17896，《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19043，《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19044，《单端荧光灯能效限定值及节能评价值》GB 19415，《高压钠灯能效限定值及能效等级》GB 19573 等。这些标准规定了荧光灯和镇流器的能耗限定值等参数。如果建筑物中采用的灯具不是节能灯具或不符合能效限定值的要求，就应该进行更换。

## 4.8 综合判定

**4.8.1** 综合判定的目的是为了预测公共建筑进行节能改造的综合节能潜力。本规范中全年能耗仅包括采暖、通风、空调、生活热水、照明方面的能源消耗，不包括其他方面的能源消耗。

本规范中，进行节能改造的判定方法有单项判定、分项判定、综合判定，各判定方法之间是并列的关系，满足任何一种判

定，都宜进行相应节能改造。综合判定涉及了外围护结构、采暖通风空调及生活热水供应系统、照明系统三方面的改造。

全年能耗降低 30% 是通过如下方法估算的：

以某一办公建筑为例，在分项判定中，通过进行外围护结构的改造，大概可以节约 10% 的能耗；通过采暖通风空调及生活热水供应系统的改造，可以节约 20% 的能耗；通过照明系统的改造，可以节约 20% 的照明能耗。而在上述全年能耗中，约有 80% 通过采暖通风空调及生活热水供应系统消耗，约有 20% 通过照明系统消耗。经过加权计算，通过进行外围护结构、采暖通风空调及生活热水供应系统、照明系统三方面的改造，大概可以节约 28% 以上的能耗。

静态投资回收期通过如下方法估算：在分项判定中，进行外围护结构的改造，静态投资回收期为 8 年；进行采暖通风空调及生活热水供应系统的改造，静态投资回收期为 5 年；进行照明系统的改造，静态投资回收期为 2 年。假定外围护结构、采暖通风空调及生活热水供应系统改造时，投资方面的比例约为 4 : 6。采暖通风空调及生活热水供应系统的能耗与照明系统的能耗比例约为 4 : 1。

根据以上条件，经过加权计算，进行外围护结构、采暖通风空调及生活热水供应系统、照明系统三方面的改造时，静态投资回收期为 5.36 年。

根据以上计算，若节约 30% 的能耗，则静态投资回收期为 5.74 年，取整后，规定为 6 年。

## 5 外围护结构热工性能改造

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 公共建筑的外围护结构节能改造是一项复杂的系统工程，一般情况下，其难度大于新建建筑。其难点在于需要在原有建筑基础上进行完善和改造，而既有公共建筑体系复杂、外围护结构的状况千差万别，出现问题的原因也多种多样，改造难度、改造成本都很大。但经确认需要进行节能改造的建筑，要求外围护结构进行节能改造后，所改部位的热工性能需至少达到新建公共建筑节能水平。

现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 对外围护结构的性能要求有两种方法：一是规定性指标要求，即不同窗墙比条件下的限值要求；二是性能性指标要求，即当不满足规定性指标要求时，需要通过权衡判断法进行计算确定建筑物整体节能性能是否满足要求。第二种方法相对复杂，不便于实施和监督。

为了便于判断改造后的公共建筑外围护结构是否满足要求，本规范要求公共建筑外围护结构经节能改造后，其热工性能限值需满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定性指标要求，而不能通过权衡判断法进行判断。

**5.1.2** 节能改造对结构安全影响，主要是施工荷载、施工工艺对原结构安全影响，以及改造后增加的荷载或荷载重分布等对结构的影响，应分别复核、验算。

**5.1.3** 根据建筑防火设计多年实践，以及发生火灾的经验教训，完善外保温系统的防火构造技术措施，并在公共建筑节能改造中贯彻这些防火要求，这对于防止和减少公共建筑火灾的危害，保护人身和财产的安全，是十分必要的。

建筑外墙、幕墙、屋顶等部位的节能改造时，所采用的保温材料和建筑构造的防火性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 等的规定和设计要求。

公共建筑的外墙外保温系统、幕墙保温系统、屋顶保温系统等应具有一定的防火攻击能力和防止火焰蔓延能力。

**5.1.4 外围护结构节能改造要求**根据工程的实际情况，具体问题具体分析。虽然不可能存在一种固定的、普遍适用的方法，但公共建筑的外围护结构节能改造施工应遵循“扰民少、速度快、安全度高、环境污染少”的基本原则。建筑自身特点包括：建筑的历史、文化背景、建筑的类型、使用功能，建筑现有立面形式、外装饰材料、建筑结构形式、建筑层数、窗墙比、墙体材料性能、门窗形式等因素。严寒、寒冷地区宜优先选用外保温技术。对于那些有保留外部造型价值的建筑物可采用内保温技术，但必须处理好冷热桥和结露。目前国内可选择的保温系统和构造形式很多，无论采用哪种，保温系统的基本要求必须满足。保温系统有 7 项要求：力学安全性、防火性能、节能性能、耐久性、卫生健康和环保性、使用安全性、抗噪声性能。针对既有公共建筑节能改造的特点，在保证节能要求的基础上，保温系统的其他性能要求也应关注。

**5.1.5 热桥**是外墙和屋面等外围护结构中的钢筋混凝土或金属梁、柱、肋等部位，因其传热能力强，热流较密集，内表面温度较低，故容易造成结露。常见的热桥有外墙周转的钢筋混凝土抗震柱、圈梁、门窗过梁，钢筋混凝土或钢框架梁、柱，钢筋混凝土或金属屋面板中的边肋或小肋，以及金属玻璃窗幕墙中和金属窗中的金属框和框料等。冬季采暖期时，这些部位容易产生结露现象，影响人们生活。因此节能改造过程中应对冷热桥采取合理措施。

**5.1.6 外围护结构节能改造的施工组织设计**应遵循下列几方面原则：

- 1 做好对现状的保护，包括道路、绿化、停车场、通信、电力、照明等设施的现状；
- 2 做好场地规划，安全措施：
  - 1) 通道安全及分流，包括施工人员通道、职工通道、施工车道；
  - 2) 施工安装中的安全；
  - 3) 室内工作人员的安全。
- 3 注意材料物品等堆放：
  - 1) 材料和施工工具的堆放；
  - 2) 拆除材料的堆放。
- 4 施工组织：
  - 1) 原有墙面的处理；
  - 2) 宜采用干作业施工，减少对环境的污染；
  - 3) 拆除材料。

## 5.2 外墙、屋面及非透明幕墙

**5.2.1** 公共建筑中常见的旧墙面基层一般分为旧涂层表面和旧瓷砖表面等。对于旧涂层表面，常见的问题有：墙面污染、涂层起皮剥落、空鼓、裂缝、钢筋锈蚀等；对于旧瓷砖表面，常见的问题有：渗水、空鼓、脱落等。因此，旧墙面的诊断工作应按不同旧基层墙面（混凝土墙面、混凝土小砌块墙面、加气混凝土砌块墙面等）、不同旧基层饰面材料（旧陶瓷锦砖、瓷砖墙面、旧涂层墙面、旧水刷石墙面、湿贴石材等）、不同“病变”情况（裂缝、脱落、空鼓、发霉等），分门别类进行诊断分析。

既有公共建筑外墙表面满足条件时，方可采用可粘结工艺的外保温改造方案。可粘结工艺的外保温系统包括：聚苯板薄抹灰、聚苯板外墙挂板、胶粉聚苯颗粒保温浆料、硬质聚氨酯外墙外保温系统。

**5.2.4** 公共建筑节能改造中外墙外保温的技术要求应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的规定。另外，

公共建筑室内温湿度状况复杂，特别对于游泳馆、浴室等室内散湿量较大的场所，外墙外保温改造时还应考虑室内湿度的影响。

**5.2.5 幕墙节能改造工程使用的保温材料**，其厚度应符合设计要求，保温系统安装应牢固，不得松脱。当外围护结构改造为非透明幕墙时，其龙骨支撑体系的后加锚固埋件应与原主体结构有效连接，并应满足现行行业标准《金属与石材幕墙技术规范》JGJ 133 的相关规定。非透明幕墙的主体平均传热系数应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的相关规定。

**5.2.8 公共建筑屋面节能改造比较复杂**，应注意保温和防水两方面处理方式。

平屋面节能改造前，应对原屋面面层进行处理，清理表面、修补裂缝、铲去空鼓部位。根据实际现场诊断勘察，确定保温层含水率和屋面传热系数。

屋面节能改造基本可以分为四种情况：

- 1 保温层不符合节能标准要求，防水层破损；
- 2 保温层破损，防水层完好；
- 3 保温层符合节能标准要求，防水层破损；
- 4 保温层、防水层均完好，但保温隔热效果达不到要求。

上述四种情况可按下列措施进行处理：

情况 1，这是屋面改造中最难的情况。可加设坡屋面。如仍保持平屋面，则需彻底翻修。应清除原有保温层、防水层，重新铺设保温及防水构造。施工中要做到上要防雨、下要防水。

情况 2，当建筑原屋面保温层含水率较低时，可采用直接加铺保温层的方式进行倒置式屋面改造或架空屋面做法。倒置式屋面的保温层宜采用挤塑聚苯板（XPS）等吸湿率极低的材料。

情况 3，需要重新翻修防水层。对传统屋面，宜在屋面板上加铺隔汽层。

情况 4，可设置架空通风间层或加设坡屋面。

改造中保温材料的选用不应选用低密度 EPS 板、高密度的多孔砖，宜选用低密度、高强度的保温材料或复合材料。

如条件允许,可将平屋面改造为绿化屋面。也可根据屋面结构条件和设计要求加装太阳能设施。

屋面节能改造时,应根据工程特点、地区自然条件,按照屋面防水等级的设防要求,进行防水构造设计。应注意天沟、檐口、檐沟、泛水等部位的防水处理。

### 5.3 门窗、透明幕墙及采光顶

**5.3.1** 在北方严寒、寒冷地区,采取必要的改造措施,加强外窗的保温性能有利于提高公共建筑节能潜力。而在南方夏热冬暖地区,加强外窗的遮阳性能是外围护结构节能改造的重点之一。

既有公共建筑的门窗节能改造,可采用只换窗扇、换整窗或加窗的方法。只换窗扇:当既有公共建筑门窗的热工性能经诊断达不到本规程 4.2 节的要求时,可根据现场实际情况只进行更换窗扇的改造。整窗拆换:当既有公共建筑中门窗的热工性能经诊断达不到本规程 4.2 节的要求,且无法继续利用原窗框时,可实施整窗拆换的改造。加窗改造:当不想改变原外窗,而窗台又有足够宽度时,可以考虑加窗改造方案。

更新外窗可根据设计要求,选择节能铝合金窗、未增塑聚氯乙烯塑料窗、玻璃钢窗、隔热钢窗和铝木复合窗。

为了提高窗框与墙、窗框与窗扇之间的密封性能,应采用性能好的橡塑密封条来改善其气密性,对窗框与墙体之间的缝隙,宜采用高效保温气密材料加弹性密封胶封堵。

室内可安装手动卷帘式百叶外遮阳、电动式百叶外遮阳,也可安装有热反射和绝热功能的布窗帘。

为了保证建筑节能,要求外窗具有良好的气密性能,以避免冬季室外空气过多地向室内渗漏。现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中规定的 6 级对应的性能是:在 10Pa 压差下,每小时每米缝隙的空气渗透量不大于  $1.5\text{m}^3$ ,且每小时每平方米面积的空气渗透量不大于  $4.5\text{m}^3$ 。

**5.3.2** 由于现代公共建筑透明玻璃窗面积较大，因而相当大部分的室内冷负荷是由透过玻璃的日射得热引起的。为了减少进入室内的日射得热，采用各种类型的遮阳设施是必要的。从降低空调冷负荷角度，外遮阳设施的遮阳效果明显。因此，对外窗的遮阳设施进行改造时，宜采用外遮阳措施。可设置水平或小幅倾斜简易固定外遮阳，其挑檐宽度按节能设计要求。室外可使用软质篷布可伸缩外遮阳。东西向外窗宜采用卷帘式百叶外遮阳。南向外窗若无简易外遮阳，也可安装手动卷帘式百叶外遮阳。

遮阳设施的安装应满足设计和使用要求，且牢固、安全。采用外遮阳措施时应应对原结构的安全性进行复核、验算；当结构安全不能满足节能改造要求时，应采取结构加固措施或采取玻璃贴膜等其他遮阳措施。

遮阳设施的设计和安装宜与外窗或幕墙的改造进行一体化设计，同步实施。

**5.3.3** 为了保证建筑节能，要求外门、楼梯间门具有良好的气密性能，以避免冬季室外空气过多地向室内渗漏。严寒地区若设电子感应式自动门，门外宜增设门斗。

**5.3.4** 提高保温性能可增加中空玻璃的中空层数，对重要或特殊建筑，可采用双层幕墙或装饰性幕墙进行节能改造。

更换幕墙玻璃可采用充惰性气体中空玻璃、三中空玻璃、真空玻璃、中空玻璃暖边等技术，提高玻璃幕墙的保温性能。

提高幕墙玻璃的遮阳性能采用在原有玻璃的表面贴膜工艺时，可优先选择可见光透射比与遮阳系数之比大于1的高效节能型窗膜。

宜优先采用隔热铝合金型材，对有外露、直接参与传热过程的铝合金型材应采用隔热铝合金型材或其他隔热措施。

## 6 采暖通风空调及生活热水供应系统改造

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 考虑到节能改造过程中的设备更换、管路重新铺设等，可能会对建筑物装修造成一定程度的破坏并影响建筑物的正常使用，因此建议节能改造与系统主要设备的更新换代和建筑物的功能升级结合进行，以减低改造的成本，提高改造的可行性。

**6.1.3** 空调系统是由冷热源、输配和末端设备组成的复杂系统，各设备和系统之间的性能相互影响和制约。因此在节能改造时，应充分考虑各系统之间的匹配问题。

**6.1.4** 通过设置采暖通风空调系统分项计量装置，用户可及时了解和析目前空调系统的实际用能情况，并根据分析结果，自觉采取相应的节能措施，提高节能意识和节能的积极性。因此在某种意义上说，实现用能系统的分项计量，是培养用户节能意识、提高我国公共建筑能源管理水平的前提条件。

**6.1.6** 室温调控是建筑节能的前提及手段，《中华人民共和国节约能源法》要求，“使用空调采暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度。”因此，节能改造后，公共建筑采暖空调系统应具有室温调控手段。

对于全空气空调系统可采用电动两通阀变水量和风机变速的控制方式；风机盘管系统可采用电动温控阀和三挡风速相结合的控制方式。采用散热器采暖时，在每组散热器的进水支管上，应安装散热器恒温控制阀或手动散热器调节阀。采用地板辐射采暖系统时，房间的室内温度也应有相应控制措施。

### 6.2 冷热源系统

**6.2.1** 与新建建筑相比，既有公共建筑更换冷热源设备的难度

和成本相对较高，因此公共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。设备更换之前，应对目前冷热源设备的实际性能进行测试和评估，并根据测评结果，对设备更换后系统运行的节能性和经济性进行分析，同时还要考虑更换设备的可实施性。只有同时具备技术可行性、改造可实施性和经济可行性时才考虑对设备进行更换。

**6.2.2 运行记录**是反映空调系统负荷变化情况、系统运行状态、设备运行性能和空调实际使用效果的重要数据，是了解和分析目前空调系统实际用能情况的主要技术依据。改造设计应建立在系统实际需求的基础上，保证改造后的设备容量和配置满足使用要求，且冷热源设备在不同负荷工况下，保持高效运行。目前由于我国空调系统运行人员的技术水平相对较低、管理制度不够完善，运行记录的重要性并未得到足够重视。运行记录过于简单、记录的数据误差较大、运行人员只是简单的记录数据，不具备基本的分析能力、不能根据记录结果对设备的运行状态进行调整是目前普遍存在的问题。针对上述情况，各用能单位应根据系统的具体配置情况制订详细的运行记录，通过对运行人员的培训或聘请相关技术人员加强对运行记录的分析能力，定期对空调系统的运行状态进行分析和评价，保证空调系统始终处于高效运行的状态。

**6.2.3 冷热源更新改造确定原则**可参照现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 第 5.4.1 条的规定。

**6.2.5** 在对原有冷水机组或热泵机组进行变频改造时，应充分考虑变频后冷水机组或热泵机组运行的安全性问题。目前并不是所有冷水机组或热泵机组均可通过增设变频装置，来实现机组的变频运行。因此建议在确定冷水机组或热泵机组变频方案时，应充分听取原设备厂家的意见。另外，变频冷水机组或热泵机组的价格要高于普通的机组，所以改造前，要进行经济分析，保证改造方案的合理性。

**6.2.6** 由于所处内外区和使用功能的不同，可能导致部分区域出现需要提前供冷或供热的现象，对于上述区域宜单独设置冷热源系统，以避免由于小范围的供冷或供热需求，导致集中冷热源提前开启现象的发生。

**6.2.7** 附录 A 中部分冷热源设备的性能要求高于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 中的相关规定。这主要是考虑到更换冷热源设备的难度较大、成本较高，因此在选择设备时，应具有一定的超前性，应优先选择高于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 规定的产品。

**6.2.9** 冷却塔直接供冷是指在常规空调水系统基础上适当增设备分管路及设备，当室外湿球温度低至某个值以下时，关闭制冷机组，以流经冷却塔的循环冷却水直接或间接向空调系统供冷，提供建筑所需的冷负荷。由于减少了冷水机组的运行时间，因此节能效果明显。冷却塔供冷技术特别适用于需全年供冷或有需常年供冷内区的建筑如大型办公建筑内区、大型百货商场等。

冷却塔供冷可分为间接供冷系统和直接供冷系统两种形式，间接供冷系统是指系统中冷却水环路与冷水环路相互独立，不连接，能量传递主要依靠中间换热设备来进行。其最大优点是保证了冷水系统环路的完整性，保证环路的卫生条件，但由于其存在中间换热损失，使供冷效果有所下降。直接供冷系统是指在原有空调水系统中设置旁通管道，将冷水环路与冷却水环路连接在一起的系统形式。夏季按常规空调水系统运行，转入冷却塔供冷时，将制冷机组关闭，通过阀门打开旁通，使冷却水直接进入用

户末端。对于直接供冷系统，当采用开式冷却塔时，冷却水与外界空气直接接触易被污染，污物易随冷却水进入室内空调水管路，从而造成盘管被污物阻塞。采用闭式冷却塔虽可满足卫生要求，但由于其靠间接蒸发冷却原理降温，传热效果会受到影响。目前在工程中通常采用冷却塔间接供冷的方式。对于同时需要供冷和供热的建筑，需要考虑系统分区和管路设置是否满足同时供冷和供热的要求。另外由于冷却塔供冷主要在过渡季节和冬季运行，因此如果在冬季温度较低地区应用，冷却水系统应采取相应的防冻设施。

**6.2.11** 水环热泵空调系统是指用水环路将小型的水/空气热泵机组并联在一起，构成一个以回收建筑物内部余热为主要特点的热泵供暖、供冷的空调系统。与普通空调系统相比，水环热泵空调系统具有建筑物余热回收、节省冷热源设备和机房、便于分户计量、便于安装、管理等特点。实际设计中，应进行供冷、供热需求的平衡计算，以确定是否设置辅助热源或冷源及其容量。

**6.2.12** 当更换生活热水供应系统的锅炉及加热设备时，机组的供水温度应符合以下要求：生活热水水温低于  $60^{\circ}\text{C}$ ；间接加热热媒水水温低于  $90^{\circ}\text{C}$ 。

**6.2.13** 对于常年需要生活热水的建筑，如旅游宾馆、医院等，宜优先采用太阳能、热泵供热水技术和冷水机组或热泵机组热回收技术；特别对于夏季有供冷需求，同时有生活热水需求的公共建筑，应充分利用冷水机组或热泵机组的冷凝热。

**6.2.15** 水冷冷水机组或热泵机组应考虑实际运行过程中机组换热器结垢对换热效果的影响，冷水机组或热泵机组在实际运行使用过程中，换热管管壁所产生的水垢、污垢及细菌、微生物膜会逐渐堵塞腐蚀管道，降低热交换效率，增加运行能耗。相关研究成果表明 1mm 污垢，可多导致 30% 左右的耗电量。污垢严重时还会影响设备正常安全运行，同时也产生军团菌等细菌病毒，危害公共环境卫生安全。目前解决的方法主要是采用人工化学清洗，通过平时加药进行水处理，停机人工清洗的方式。该方式存

在随意性大、效果不稳定、需要停机、不能实现实时在线清污、对设备腐蚀磨损等问题，而且会产生大量的化学污水，严重污染环境。所以建议使用实时在线清洗技术。目前实时在线清洗技术有两种，一种是橡胶球清洗技术，一种是清洗刷清洗技术。

**6.2.16** 燃气锅炉和燃油锅炉的排烟温度一般在  $120 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，烟气中大量热量未被利用就被直接排放到大气中，这不仅造成大量的能源浪费同时也加剧了环境的热污染。通过增设烟气热回收装置可降低锅炉的排烟温度，提高锅炉效率。

**6.2.17** 室外温度的变化很大程度上决定了建筑物需热量的大小，也决定了能耗的高低。运行参数（供暖水温、水量）应随室外温度的变化时刻进行调整，始终保持供热量与建筑物的需热量相一致，实现按需供热。

**6.2.18** 冷热源运行策略是指冷热源系统在整个制冷季或供热季的运行方式，是影响空调系统能耗的重要因素。应根据历年冷热源系统运行的记录，对建筑物在不同季节、不同月份和不同时间的冷热负荷进行分析，并根据建筑物负荷的变化情况，确定合理的冷热源运行策略。冷热源运行策略既应体现设备随建筑负荷的变化进行调节的性能，也应保证冷热源系统在较高的效率下运行。

## 6.3 输配系统

**6.3.4** 通风机的节能评价价值按表 3～表 5 确定。

表 3 离心通风机节能评价价值

| 压力系数    | 比转速 $n_s$          | 使用区最高通风机效率 $\eta$ (%) |                         |              |
|---------|--------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|
|         |                    | $2 < \text{机号} < 5$   | $5 \leq \text{机号} < 10$ | 机号 $\geq 10$ |
| 1.4~1.5 | $45 < n_s \leq 65$ | 61                    | 65                      | —            |
| 1.1~1.3 | $35 < n_s \leq 55$ | 65                    | 69                      | —            |
| 1.0     | $10 \leq n_s < 20$ | 69                    | 72                      | 75           |
|         | $20 \leq n_s < 30$ | 71                    | 74                      | 77           |

续表 3

| 压力系数 | 比转速 $n_s$          |    | 使用区最高通风机效率 $\eta_t$ (%) |              |       |
|------|--------------------|----|-------------------------|--------------|-------|
|      |                    |    | 2<机号<5                  | 5≤机号<10      | 机号≥10 |
| 0.9  | $5 \leq n_s < 15$  |    | 72                      | 75           | 78    |
|      | $15 \leq n_s < 30$ |    | 74                      | 77           | 80    |
|      | $30 \leq n_s < 45$ |    | 76                      | 79           | 82    |
| 0.8  | $5 \leq n_s < 15$  |    | 72                      | 75           | 78    |
|      | $15 \leq n_s < 30$ |    | 75                      | 78           | 81    |
|      | $30 \leq n_s < 45$ |    | 77                      | 80           | 82    |
| 0.7  | $10 \leq n_s < 30$ |    | 74                      | 76           | 78    |
|      | $30 \leq n_s < 50$ |    | 76                      | 78           | 80    |
| 0.6  | $20 \leq n_s < 45$ | 翼型 | 77                      | 79           | 81    |
|      |                    | 板型 | 74                      | 76           | 78    |
|      | $45 \leq n_s < 70$ | 翼型 | 78                      | 80           | 82    |
|      |                    | 板型 | 75                      | 77           | 79    |
| 0.5  | $10 \leq n_s < 30$ | 翼型 | 76                      | 78           | 80    |
|      |                    | 板型 | 73                      | 75           | 77    |
|      | $30 \leq n_s < 50$ | 翼型 | 79                      | 81           | 83    |
|      |                    | 板型 | 76                      | 77           | 80    |
|      | $50 \leq n_s < 70$ | 翼型 | 80                      | 82           | 84    |
|      |                    | 板型 | 77                      | 79           | 81    |
| 0.4  | $50 \leq n_s < 65$ | 翼型 | 81                      | 83           | 85    |
|      |                    | 板型 | 78                      | 80           | 82    |
|      | $65 \leq n_s < 80$ | /  | 机号<br><3.5              | 3.5≤<br>机号<5 | —     |
|      |                    | 翼型 | 75                      | 80           | 84    |
|      |                    | 板型 | 72                      | 77           | 81    |
| 0.3  | $65 \leq n_s < 85$ | 翼型 | —                       | 81           | 83    |
|      |                    | 板型 | —                       | 78           | 80    |

表 4 轴流通风机节能评价

| 轂比 $\gamma$               | 使用区最高通风机效率 $\eta_e$ (%)  |                         |              |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
|                           | $2.5 \leq \text{机号} < 5$ | $5 \leq \text{机号} < 10$ | 机号 $\geq 10$ |
| $\gamma < 0.3$            | 66                       | 69                      | 72           |
| $0.3 \leq \gamma < 0.4$   | 68                       | 71                      | 74           |
| $0.4 \leq \gamma < 0.55$  | 70                       | 73                      | 76           |
| $0.55 \leq \gamma < 0.75$ | 72                       | 75                      | 78           |

注: 1  $\gamma = d/D$ ,  $\gamma$ ——轴流通风机轂比;  $d$ ——叶轮的轂外径;  $D$ ——叶轮的叶片外径。

2 子午加速轴流通风机轂比按轂出口直径计算。

3 轴流通风机出口面积按圆面积计算。

表 5 采用外转子电动机的空调离心通风机节能评价

| 压力系数    | 比转数<br>$n_s$       | 使用区最高总效率 $\eta_e$ (%) |                          |                         |                               |               |
|---------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------|
|         |                    | 机号 $\leq 2$           | $2 < \text{机号} \leq 2.5$ | $2.5 < \text{机号} < 3.5$ | $3.5 \leq \text{机号} \leq 4.5$ | 机号 $\geq 4.5$ |
| 1.0~1.4 | $40 < n_s \leq 65$ | 43                    | —                        | —                       | —                             | —             |
| 1.1~1.3 | $40 < n_s \leq 65$ | —                     | 49                       | —                       | —                             | —             |
| 1.0~1.2 | $40 < n_s \leq 65$ | —                     | —                        | 50                      | —                             | —             |
| 1.3~1.5 | $40 < n_s \leq 65$ | —                     | —                        | 48                      | —                             | —             |
| 1.2~1.4 | $40 < n_s \leq 65$ | —                     | —                        | —                       | 55                            | 59            |
| 1.0~1.4 | $40 < n_s \leq 65$ | —                     | —                        | —                       | —                             | —             |

水泵的节能评价按现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762 中规定的方法确定。

**6.3.5 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。故变风量系统比较适合多房间且负荷有一定变化和全年需要送冷风的场合,如办公、会议、展厅等;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。

变风量系统的形式和控制方式较多,系统的运行状态复杂,设计和调试的难度较大。因此在选择设计和调试单位时应慎重。

另外，在变风量空调系统的实际运行过程中，随着送风量的变化，送至空调区域的新风量也相应改变。为了确保新风量能符合卫生标准的要求，应采取必要的措施，确保室内的最小新风量。

**6.3.6 水泵的配用功率过大**，是目前空调系统中普遍存在的问题。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。

**6.3.7 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。

**6.3.8 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，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，应根据系统历年来的运行记录，进行系统全年运行能耗的分析和对比，否则可能造成改造后系统的能耗反而增加。

### **6.3.9 对冷却水系统采取的节能控制方式有：**

- 1 冷却塔风机根据冷却水温度进行台数或变速控制；**
- 2 冷却水泵台数或变速控制。**

冷却水系统改造时应考虑对主机性能的影响，确保水系统能耗的节省大于冷机增加的耗能，达到节能改造的效果。

**6.3.10** 为了适应建筑负荷的变化，目前大多数建筑物制冷系统都采用多台冷水机组、冷水泵、冷却水泵和冷却塔并联运行，并联系统的最大优势是可根据建筑负荷的变化情况，确定冷水机组开启的台数，保证冷水机组在较高的效率下运行，以达到节能运行的目的。对于并联系统，一般要求冷水机组与冷水泵、冷却水泵和冷却塔采用一对一运行，即开启一台冷水机组时，只需开启与其对应的冷水泵、冷却水泵和冷却塔。而目前大多数建筑的实际运行情况是冷水机组与冷水泵、冷却水泵和冷却塔采用一对多运行，即开启一台冷水机组时，同时开启多台冷水泵、冷却水泵和冷却塔，冷水和冷却水旁通导致的能耗浪费比较严重。造成冷水、冷却水旁通的主要原因是未开启冷水机组的进出口阀门未关闭或空调水系统未进行平衡调试，系统水量分配不平衡，开启单台水泵时，末端散热设备水量降低，系统水力失调现象加重，部分区域空调效果无法保证。因此在改造设计时，应采取连锁控制和水量平衡等必要的手段，防止系统在运行过程中发生冷水和冷却水旁通现象。

### **6.3.11 系统的平衡装置一般采用静态平衡阀。**

**6.3.12** 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、回水温度、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。

## 6.4 末端系统

**6.4.1** 在过渡季,空调系统采用全新风或增大新风比的运行方式,既可以节省空气处理所消耗的能量,也可有效地改善空调区域内的空气品质。但要实现全新风运行,必须在设备的选择、新风口和新风管的设置、新风和排风之间的相互匹配等方面进行全面的考虑,以保证系统全新风和可调新风比的运行能够真正实现。

**6.4.2** 公共建筑,特别是大型公共建筑,由于其外围护结构负荷所占比例较小,因此其内外区和不同使用功能的区域之间冷热负荷需求相差较大。对于人员、设备和灯光较为密集的内区存在过渡季或供暖季节需要供冷的情况,为了节约能源,推迟或减少人工冷源的使用时间,对于过渡季节或供暖季节局部房间需要供冷时,宜优先采用直接利用室外空气进行降温的方式。

**6.4.3** 空调区域排风中所含的能量十分可观,排风热回收装置通过回收排风中的冷热量来对新风进行预处理,具有很好的节能效益和环境效益。目前常用的排风热回收装置主要有转轮式热回收、板式式热回收和热管式热回收等几种方式。在进行热回收系统的设计时,应根据当地的气候条件、使用环境等选用不同的热回收方式。不同热回收装置的主要优缺点详见表6。

表6 不同热回收装置的主要优缺点

| 热回收方式  | 优 点                                                                                                           | 缺 点                                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 转轮式热回收 | 1 能同时回收潜热和显热;<br>2 排风和新风逆向交替过程中具有一定的自净作用;<br>3 通过转速控制,能适应不同室内外空气参数;<br>4 回收效率高,可达到70%~80%;<br>5 能适用于较高温度的排风系统 | 1 接管位置固定,配管的灵活性差;<br>2 有传动设备,自身需要消耗动力;<br>3 压力损失较大,易脏堵,维护成本高;<br>4 有渗漏,无法完全避免交叉污染 |

续表 6

| 热回收方式  | 优 点                                                                          | 缺 点                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 板翅式热回收 | 1 传热效率高;<br>2 结构紧凑;<br>3 没有传动设备, 不需要消耗电力;<br>4 设备初投资低, 经济性好                  | 1 换热效率低于转轮式热回收;<br>2 设备体积较大, 占用建筑面积和空间多;<br>3 压力损失较大, 易脏堵, 维护成本高 |
| 热管式热回收 | 1 结构紧凑, 单位面积的传热面积大;<br>2 没有传动设备, 不需要消耗电力;<br>3 不易脏堵, 便于更换, 维护成本低;<br>4 使用寿命长 | 1 只能回收显热, 不能回收潜热;<br>2 接管位置固定, 配管的灵活性差                           |

由于使用排风热回收装置时, 装置自身要消耗能量, 因此应本着回收能量高于其自身消耗能量的原则进行选择计算, 表 7 和表 8 给出了我国不同气候分区代表城市办公建筑中排风热回收装置回收能量与装置自身消耗能量相等时热回收效率的限定值, 只有排风热回收装置的效率高于限定值时, 集中空调系统使用该装置才能实现节能。

表 7 代表城市显热效率限定值

| 状态 | 哈尔滨  | 乌鲁木齐 | 北京   | 上海   | 广州   | 昆明   |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 制热 | 0.09 | 0.10 | 0.14 | 0.20 | 0.44 | 0.26 |

表 8 代表城市全热效率限定值

| 状态 | 哈尔滨  | 乌鲁木齐 | 北京   | 上海   | 广州   | 昆明   |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 制热 | 0.06 | 0.09 | 0.11 | 0.18 | 0.42 | 0.18 |
| 制冷 | —    | 0.31 | 0.30 | 0.26 | 0.21 | —    |

注: 表中“—”表示不建议采用。

**6.4.4 新风直接送入吊顶或新风与回风混合后再进入风机盘管**  
是目前风机盘管加新风系统普遍采用的设置方式。前者会导致新

风的再次污染、新风利用率降低、不同房间和区域互相串味等问题；后者风机盘管的运行与否对新风量的变化有较大影响，易造成浪费或新风不足；并且采用这种方式增加了风机盘管中风机的风量，不利于节能。因此建议将处理后的新风直接送入空调区域。

**6.4.5** 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。而且在过渡季，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。

## 7 供配电与照明系统改造

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 进行改造之前,施工方要提前制定详细的施工方案,方案中应包括进度计划、应急方案等。

**7.1.2** 尤其是配电系统改造,当变压器、配电柜中元器件等仍然使用国家淘汰产品时,要考虑更换。

**7.1.3** 应采用国家有关部门推荐的绿色节能产品和设备。照明灯具的选择应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 中规定的光源和灯具。

**7.1.4** 此条规定了改造施工应满足的质量标准。

### 7.2 供配电系统

**7.2.1** 配电系统改造设计要认真核查负荷增减情况,避免因用电设备功率变化引起断路器、继电器及保护元件参数的不匹配。

**7.2.2** 供配电系统改造线路敷设非常重要,一定要进行现场踏勘,对原有路由需要仔细考虑,一些老建筑的配电线路很多都经过二次以上的改造,有些图纸与实际情况根本不符,如果不认真进行现场踏勘会严重影响改造施工的顺利进行。

**7.2.3** 目前建筑供配电设计容量是一个比较矛盾的问题,既需要考虑长久用电负荷的增长又要考虑变压器容量的合理性,如果没有充分考虑负荷的增长就会造成运行一段时间后变压器容量不能满足用电要求,而如果变压器容量选择太大又会造成变压器损耗的增加,不利于建筑节能,这两者之间应该有一个比较合理的平衡点,需要电气设计人员与业主充分讨论并对未来用电设备发展有较深入的了解。随着可再生能源的运用和节能型用电设备的推广,变压器容量的预留应合理。若变压器改造后,变压器容量

有所改变，则需按照国家规定的要求重新进行报审。

**7.2.4** 设置电能分项计量可以使管理者清楚了解各种用电设备的耗电情况，进行准确的分类统计，制定科学的用电管理规定，从而节约电能。建筑面积超过 2 万  $\text{m}^2$  的为大型公共建筑，这类建筑的用电分项计量应采用具有远传功能的监测系统，合理设置用电分项计量是指采用直接计量和间接计量相结合的方式，在满足分项计量要求的基础上尽量减少安装表计的回路，以最少的投资获取数据。电能分项计量监测系统应包括下列回路的分项计量：

- 1 变压器进出线回路；
- 2 制冷机组主供电回路；
- 3 单独供电的冷热源系统附泵回路；
- 4 集中供电的分体空调回路；
- 5 给水排水系统供电回路；
- 6 照明插座主回路；
- 7 电子信息系统机房
- 8 单独计量的外供电回路；
- 9 特殊区供电回路；
- 10 电梯回路；
- 11 其他需要单独计量的用电回路。

安装表计回路设置应根据常规电气设计而定。需要注意的是对变压器损耗的计量，但是否能在变压器进线回路上增加计量需要确定变配电室产权是属于业主还是属于供电部门，并与当地供电部门协商，是否具有增加表计的可能，需要特别注意的是在供电局计量柜中只能取其电压互感器的值，不能改动计量柜内的电流互感器，电流值需要取自变压器进线柜内单独设置 10kV 电流互感器，不要与原电流互感器串接。

**7.2.5** 无功补偿是电气系统节能和合理运行的重要因素，有些建筑虽然设计了无功补偿设备但不投入运行，或运行方式不合理，若补偿设备确实无法达到要求时，经过投资回收分析后可更

换设备。

**7.2.6** 一般对谐波的治理可采用滤波器、增加电抗器等方法，采用何种方法需要对谐波源进行分析，最可靠的方法是首先对谐波源进行治理，例如节能灯是谐波源时，可对比直接改造灯具和增加各种谐波治理装置方案的优劣，最终确定改造方案。当照明回路的电压偏高时，有些节电设备的节能原理是利用智能化技术降低供电电压，既达到节电的目的又可延长灯管的使用寿命。

## 7.3 照明系统

**7.3.1** 照明回路配电设计应重新根据现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中规定的功率密度值进行负荷计算，并核查原配电回路的断路器、电线电缆等技术参数。

**7.3.2** 面积较小且要求不高的公共区照明一般采用就地控制方式，这种控制方式价格便宜，能起到事半功倍的效果；大面积且要求较高公共区可根据需要设置集中监控系统，如已经具备楼宇自控系统的建筑可将此部分纳入其监控系统。

**7.3.3** 照明配电系统改造设计时要预留足够的接口，如果接口预留数量不足或不符合监测与控制系统要求，就无法实施对照明系统的控制，照明配电箱做成后若再增加接口，一是位置空间可能不合适，二是需要现场更改增加很多麻烦。在大型建筑内，照明控制系统应采用分支配电方式。在这种情况下，可以在过道内分布若干个同样类型的分支配电装置，由楼层配电箱负责分支配电装置的供电。由此可以使线路敷设简单而且层次分明。

**7.3.4** 除对靠近窗户附近的照明灯具单独设置开关外，还可以在条件具备的情况下，通过光导管技术，将太阳光直接导入室内。

## 8 监测与控制系统改造

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 此条规定了监测与控制系统改造的总原则。

**8.1.2** 节能改造时最重要的是根据改造前后的数据对比，判断节能量，因此涉及节能运行的关键数据必须经过 1 个供暖季、供冷季和过渡季，所以至少需要 12 个月的时间。由于数据的重要性，本条文规定，无论系统停电与否，与节能相关的数据应都能至少保存 12 个月。

**8.1.3** 此条分别规定了改造时需遵循的原则。尤其是当进行节能优化控制时需要修改其他机电设备运行参数，如进行变冷水量调节等，尤其需要做好保护措施，避免冷机出现故障。

**8.1.4** 监测与控制系统的节能调试不同于其他系统，调试和验收是非常重要的环节，且这个系统是否能够合理运行并起到节能作用与其涉及的空调、照明、配电等系统密切相关，因此必须在这些系统手动运行正常的情况下才能投入自控运行，否则会使原系统运行更加混乱，反而造成系统振荡。当工艺达到要求时，方可进行自控调试。

### 8.2 采暖通风空调及生活热水供应系统的监测与控制

**8.2.3** 主要考虑公共区人员复杂，每个人要求的温度不尽相同；温控器容易被人频繁改动，例如医院就诊等候区等，曾发现病人频繁改变温度设定值，造成温度较大波动，温控器损坏，因此在公共区设置联网控制有利于系统的稳定运行和延长设备使用寿命。

**8.2.4** 此条给出生活热水的基本监控要求，但不限于此种监控。

### 8.3 供配电与照明系统的监测与控制

**8.3.1** 一般供配电系统会单独设置其监测系统，可采用数据网关的形式和监测与控制系统相连，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再设置低压配电系统传感器采集数据的方式，费时费力，不可能在所有重要回路设置传感器，造成数据不全，不能满足用电分项计量的要求。

**8.3.2** 照明系统有两种控制方式，一种是照明系统单独设置的监控系统，一般用于大型照明调光系统，如体育场馆等，这种系统以满足照明功能需求为主要条件，这种系统一般不和监测与控制系统相连。另一种照明系统只是单纯满足照度要求，不进行调光控制，这种系统一般应用于办公楼、酒店等一般建筑，这类建筑的公共区照明宜纳入监测与控制系统。

## 9 可再生能源利用

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 在《中华人民共和国可再生能源法》中，国家将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域，因此，本条文规定了公共建筑进行节能改造时，有条件的场所应优先利用可再生能源。可再生能源包括风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源，其中与建筑用能紧密关联的主要有地热能和太阳能。目前，利用地热能的技术主要有地源热泵供热、制冷技术；利用太阳能的技术主要有被动式太阳房、太阳能热水、太阳能采暖与制冷、太阳能光伏发电及光导管技术等。

**9.1.2** 可再生能源的应用与其他常规能源相比，初投资较高，因此在利用可再生能源时，围护结构达到节能标准要求，可降低建筑物本身的冷、热负荷值，从而降低初投资及减少运行费用。可再生能源的应用与建筑外围护结构的节能改造相结合，可以最大限度地发挥可再生能源的节能、环保优势。

### 9.2 地源热泵系统

**9.2.1** 地源热泵系统包括地埋管、地下水及地表水地源热泵系统。工程场地状况调查及浅层地热能资源勘察的内容应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的相关规定。地源热泵系统技术可行性主要包括：

1 地埋管地源热泵系统：当地岩土体温度适宜，热物性参数适合地埋管换热器换热，冬、夏取热量和排热量基本平衡；

2 地下水地源热泵系统：当地政策法规允许抽灌地下水、水温适宜、地下水量丰富、取水稳定充足、水质符合热泵机组或换热设备使用要求、可实现同层回灌；

**3 地表水地源热泵系统：**地表水源水温适宜、水量充足、水质符合热泵机组或换热设备使用要求。

改造的可实施性应综合考虑各类地源热泵系统的性能特点进行分析：

**1 地埋管地源热泵系统：**是否具备足够的地埋管换热器设置空间、项目所在地地质条件是否适合地埋管换热器钻孔、成孔的施工；

**2 地下水地源热泵系统：**是否具备进行地下水钻井的条件、取排水管道的位置、钻井是否会对建筑基础结构或防水造成影响、是否会破坏地下管道或构筑物；

**3 地表水地源热泵系统：**调查当地水务部门是否允许建造取水和排水设施，是否具备设置取排水管道和取水泵站的位置；

**4 进行改造可实施性分析时，**还应同时考虑建筑物现有系统（如既有空调末端系统是否适应地源热泵系统的改造、供配电是否可以满足要求、机房面积和高度是否足够放置改造设备、穿墙孔洞及设备入口是否具备等）能否与改造后的地源热泵系统相适应。

改造的经济性分析应以全年为周期的动态负荷计算为基础，以建筑规模和功能适宜采用的常规空调的冷热源方式和当地能源价格为计算依据，综合考虑改造前后能源、电力、水资源、占地面积和管理人员的需求变化。

**9.2.3 原有空调系统的冷热源设备，**当与地源热泵系统可以较高的效率联合运行时，可以予以保留，构成复合式系统。在复合式系统中，地源热泵系统宜承担基础负荷，原有设备作为调峰或备用措施。另外，原有机房内补水定压设备和管道接口等能够满足改造后系统使用要求的也宜予以保留和再利用。

**9.2.4 由于建筑节能改造，**建筑物的空调负荷降低。因此，在进行地源热泵系统设计时，冬季可以适当降低供水温度，夏季可以适当提高供水温度，以提高地源热泵机组效率，减少主机电耗。供水温度提高或降低的程度应通过末端设备性能衰减情况和

改造后空调负荷情况综合确定。

9.2.5 在有生活热水需求的项目中可将夏季供冷、冬季供暖和供应生活热水结合起来改造，并积极采用热回收技术在供冷季利用热泵机组的排热提供或预热生活热水。

9.2.6 当地埋管换热器的出水温度、地下水或地表水的温度可以满足末端需求时，应优先采用上述低位冷（热）源直接供冷（供热），而不应启动热泵机组，以降低系统的运行费用，当负荷增大，水温不能满足末端进水温度需求时，再启动热泵机组供冷（供热）。

### 9.3 太阳能利用

9.3.1 在太阳能资源丰富或较丰富的地区应充分利用太阳能；在太阳能资源一般的地区，宜结合建筑实际情况确定是否利用太阳能；在太阳能资源贫乏的地区，不推荐利用太阳能。各地区太阳能资源情况如表 9 所示。

表 9 太阳能资源表

| 等级 | 太阳能条件      | 年日照时数<br>(h)  | 水平面上年<br>太阳辐照量<br>[MJ/(m <sup>2</sup> ·a)] | 地 区                                 |
|----|------------|---------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| 一  | 资源丰富区      | 3200~<br>3300 | >6700                                      | 宁夏北、甘肃西、新疆东南、青海西、西藏西                |
| 二  | 资源较<br>丰富区 | 3000~<br>3200 | 5400~6700                                  | 冀西北、京、津、晋北、内蒙古及宁夏南、甘肃中东、青海东、西藏南、新疆南 |
| 三  | 资源<br>一般区  | 2200~<br>3000 | 5000~5400                                  | 鲁、豫、冀东南、晋南、新疆北、吉林、辽宁、云南、陕北、甘肃东南、粤南  |
|    |            | 1400~<br>2200 | 4200~5000                                  | 湘、桂、赣、苏、浙、沪、皖、鄂、闽北、粤北、陕南、黑龙江        |
| 四  | 资源贫乏区      | 1000~1400     | <4200                                      | 川、黔、渝                               |

**9.3.2** 目前,利用太阳能的技术主要有被动式太阳房、太阳能热水、太阳能采暖与制冷、太阳能光伏发电及光导管技术等。为了最大限度发挥太阳能的节能作用,太阳能应能实现全年综合利用。

**9.3.3** 太阳能热水系统设计、安装与验收等方面要符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 的规定。

**9.3.5** 电能质量包括电压偏差、频率、谐波和波形畸变、功率因数、电压不平衡度及直流分量等。

## 10 节能改造综合评估

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 建筑物室内环境检测的内容包括室内温度、相对湿度和风速。检测方法参见《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。

**10.1.2** 这样做便于发现改造前后运行工况或建筑使用等的变化。一旦发生变化，应对改造前或改造后的能耗进行调整。

**10.1.3** 被改造系统或设备的检测方法参见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ 177，评估方法按本规范 10.2 节的规定进行。在相同的运行工况下采取相同的检测方法进行检测主要是为了保证测试结果的一致性。

**10.1.4** 定期对节能效果进行评估，是为了保证节能量的持续性，定期评估的时间一般为 1 年。节能效果不应是短期的，而应至少在回收期内保持同样的节能效果。

### 10.2 节能改造效果检测与评估

**10.2.1** 调整量的产生是因为测量基准能耗和当前能耗时，两者的外部条件不同造成的。外部条件包括：天气、入住率、设备容量或运行时间等，这些因素的变化跟节能措施无关，但却会影响建筑的能耗。为了公正科学地评价节能措施的节能效果，应把两个时间段的能耗量放到“同等条件”下考察，而将这些非节能措施因素造成的影响作为“调整量”。调整量可正可负。

“同等条件”是指一套标准条件或工况，可以是改造前的工况、改造后的工况或典型年的工况。通常把改造后的工况作为标准工况，这样将改造前的能耗调整至改造后工况下，即为不采取节能措施时建筑当前状况下的能耗（图 1 中调整后的基准能耗），通过比较该值与改造后实际能耗即可得到节能量，见图 1。

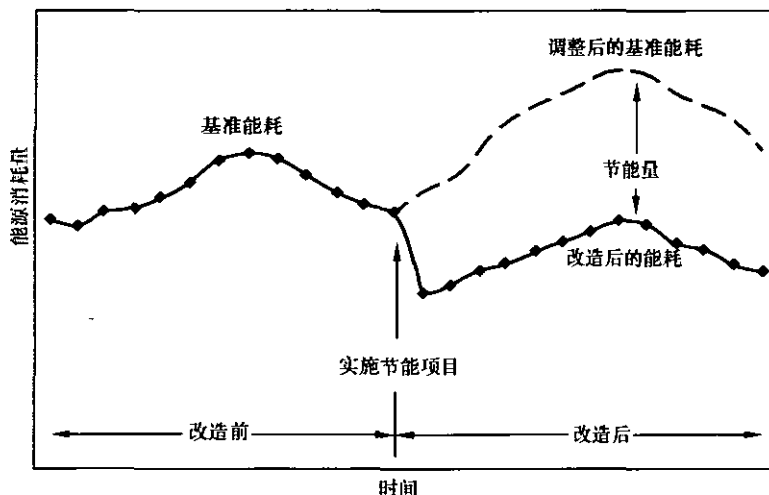


图1 节能量的确定方法

10.2.2 节能改造项目实施前应编写节能效果检测与评估方案，节能检测和评估方案应精确、透明，具有可重复性。主要包括下列内容：

- 1 节能目标；
- 2 节能改造项目概况；
- 3 确定测量边界；
- 4 测量的参数、测点的布置、测量时间的长短、测量仪器的精度等；
- 5 采用的评估方法；
- 6 基准能耗及运行工况；
- 7 改造后的能耗及其运行工况；
- 8 建立标准工况；
- 9 明确影响能耗的各个因素的来源、说明调整情况；
- 10 能耗的计算方法和步骤、相关的假设等；
- 11 规定节能量的计算精度，建立不确定性控制目标。

10.2.3 测量法是将被改造的系统或设备的能耗与建筑其他部分

的能耗隔离开，设定一个测量边界，然后用仪表或其他测量装置分别测量改造前后该系统或设备与能耗相关的参数，以计算得到改造前后的能耗从而确定节能量。可根据节能项目实际需要测量部分参数或者对所有的参数进行测量。

一般来说，对运行负荷恒定或变化较小的设备进行节能改造可以只测量某些关键参数，其他的参数可进行估算，如，对定速水泵改造，可以只测量改造前后的功率，而对水泵的运行时间进行估算，假定改造前后运行时间不变。对运行负荷变化较大的设备改造，如冷机改造，则要对所有与能耗相关的参数进行测量。参数的测量方法参见《公共建筑节能检验标准》JGJ 177。

账单分析法是用电力公司或燃气公司的计量表及建筑内的分项计量表等对改造前后整幢大楼的能耗数据进行采集，通过分析账单和表计数据，计算得到改造前后整幢大楼的能耗，从而确定改造措施的节能量。

校准化模拟法是对采取节能改造措施的建筑，用能耗模拟软件建立模型（模型的输入参数应通过现场调研和测量得到），并对其改造前后的能耗和运行状况进行校准化模拟，对模拟结果进行分析从而计算得到改造措施的节能量。

测量法主要测量建筑中受节能措施影响部分的能耗量，因此该法侧重于评估具体节能措施的节能效果；账单分析法的研究对象是整幢建筑，主要用来评估建筑水平的节能效果。校准化模拟法既可以用来评估具体系统或设备的改造效果，也可用来评估建筑综合改造的节能效果，一般在前两种方法不适用的情况下才使用。

**10.2.6** 一般当测量法和账单分析法不适用时才使用校准化模拟法来计算节能效果。这主要是考虑到能耗模拟软件的局限性，目前很多建筑结构、空调系统形式、节能措施都无法进行模拟，如具有复杂外部形状的建筑、新型的空调系统形式等。

**10.2.7** 当设备的运行负荷较稳定或变化较小时（如照明灯具或定速水泵改造），可只测量影响能耗的关键参数，对其他参数进

行估算，估算值可以基于历史数据、厂家样本或工程实际情况来判定。应确保估算值符合实际情况，估算的参数值及其对节能效果的影响程度应包含在节能效果评估报告中。如果参数估算导致误差较大，则应根据项目需要对其进行测量或采用账单分析法和校准化模拟法。对被改造的设备进行抽样测量时，抽样应能够代表总体情况，且测量结果具备统计意义的精确度。

**10.2.8 校准化模拟方案应包括：**采用的模拟软件的名称及版本、模拟结果与实际能耗数据的比对方法、比对误差。

“相同的输入条件”主要指改造前后的建筑模型、气象参数、运行时间、人员密度等参数应一致，这些数据应通过调研收集。此外，还应对主要用能系统和设备进行调研和测试。

校准化模拟法的模拟过程和节能量的计算过程应进行记录并以文件的形式保存。文件应详细记录建模和校准化的过程，包括输入数据和气象数据，以便其他人可以核查模拟过程和结果。

**10.2.9 三种评估方法都涉及一些不确定因素，**如测量法中对某些参数进行估算、抽样测量等会给计算结果引入误差，账单分析法用账单或表计数据对综合节能改造效果进行评估时，非节能措施的影响是主要的误差，一般会对主要影响因素（天气、入住率、运行时间等）进行分析和调整。以天气为例，可以根据采暖能耗与采暖度日数之间的线性关系，见式（2），将改造前的采暖能耗调整至改造后的气象工况下、或将改造前和改造后的采暖能耗均调整至典型气象年工况下：

$$E_{(h)adjusted} = \frac{HDD}{HDD_0} \times E_{t0} \quad (2)$$

式中  $E_{t0}$  ——改造前的采暖能耗；

$E_{(h)adjusted}$  ——调整后的改造前的采暖能耗；

$HDD_0$  ——改造前的采暖度日数；

$HDD$  ——改造后的采暖度日数。

相应地，也可以建立能耗与入住率和运行时间等参数的关系式，对非节能措施的影响进行调整。这些关系式本身存在一定的

误差，而且被忽略的影响因素也是账单分析法的误差来源之一。校准化模拟法的误差主要来源于模拟软件、输入数据与实际情况不一致等因素。因此，对节能量进行计算和评估时，必须考虑到计算过程存在的不确定性并建立正确、合理的不确定性控制目标。

## 附录 A 冷热源设备性能参数选择

**A.0.1** 现行国家标准《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577-2004 中,将产品分成 1、2、3、4、5 五个等级。能效等级的含义,1 级是企业努力的目标;2 级代表节能型产品的门槛;3、4 级代表我国的平均水平,5 级产品是未来淘汰的产品。本条文对冷水或热泵机组制冷性能系数的规定高于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 的规定,其中,水冷离心式机组以 2 级作为选择的依据;水冷螺杆式、风冷或蒸发冷却螺杆式机组以 3 级作为选择的依据;水冷活塞式/涡旋式、风冷或蒸发冷却活塞式/涡旋式机组以 4 级作为选择的依据。

**A.0.3** 本条文采用现行国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB 19576-2004 中规定的 3 级产品的能效比。

**A.0.5** 本条文采用现行国家标准《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454-2008 中的 3 级标准,其他级别具体指标如表 10 所示。

表 10 多联式空调(热泵)机组的制冷综合性能系数

| 名义制冷量 CC (W)            | 能 效 等 级 |      |      |      |      |
|-------------------------|---------|------|------|------|------|
|                         | 5       | 4    | 3    | 2    | 1    |
| $CC \leq 28000$         | 2.80    | 3.00 | 3.20 | 3.40 | 3.60 |
| $28000 < CC \leq 84000$ | 2.75    | 2.95 | 3.15 | 3.35 | 3.55 |
| $CC > 84000$            | 2.70    | 2.90 | 3.10 | 3.30 | 3.50 |

**A.0.6** 本条文的房间空调器适用于采用空气冷却冷凝器、全封闭型电动机-压缩机,制冷量在 14000W 及以下的空气调节器,不适用于移动式、变频式、多联式空调机组。本条文采用现行国家标准

《房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 12021.3-2004中的2级标准。其他级别具体指标如表11所示。

表 11 房间空调器能效等级

| 类型  | 额定制冷量<br>CC (W)        | 能 效 等 级 |      |      |      |      |
|-----|------------------------|---------|------|------|------|------|
|     |                        | 5       | 4    | 3    | 2    | 1    |
| 整体式 | —                      | 2.30    | 2.50 | 2.70 | 2.90 | 3.10 |
| 分体式 | $CC \leq 4500$         | 2.60    | 2.80 | 3.00 | 3.20 | 3.40 |
|     | $4500 < CC \leq 7100$  | 2.50    | 2.70 | 2.90 | 3.10 | 3.30 |
|     | $7100 < CC \leq 14000$ | 2.40    | 2.60 | 2.80 | 3.00 | 3.20 |

A.0.7 本条文采用现行国家标准《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 21455-2008中的3级标准，其他级别具体指标如表12所示。

表 12 转速可控型房间空调器能效等级

| 类型  | 额定制冷量<br>CC (W)        | 能 效 等 级 |      |      |      |      |
|-----|------------------------|---------|------|------|------|------|
|     |                        | 5       | 4    | 3    | 2    | 1    |
| 分体式 | $CC \leq 4500$         | 3.00    | 3.40 | 3.90 | 4.50 | 5.20 |
|     | $4500 < CC \leq 7100$  | 2.90    | 3.20 | 3.60 | 4.10 | 4.70 |
|     | $7100 < CC \leq 14000$ | 2.80    | 3.00 | 3.30 | 3.70 | 4.20 |