

建筑节能智能化 技术导则

(试 行)

JIANZHU JIENENG
ZHINENGHUA
JISHU DAOZE

中国建筑业协会智能建筑专业委员会
建设部科技委智能建筑技术开发推广中心

主编

中国建筑工业出版社

建筑节能智能化技术导则 (试行)

中国建筑业协会智能建筑专业委员会 主编
建设部科技委智能建筑技术开发推广中心

中国建筑工业出版社

建筑节能智能化技术导则

(试行)

中国建筑业协会智能建筑专业委员会 主编
建设部科技委智能建筑技术开发推广中心

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 2¼ 字数: 62 千字

2008 年 6 月第一版 2008 年 7 月第二次印刷

印数: 3,001—5,500 册 定价: 10.00 元

统一书号: 15112 · 16836

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

编写人员名单

主 编 单 位： 建设部科技委智能建筑技术开发推广中心

中国建筑业协会智能建筑专业委员会

主要起草人： 赵哲身 龚延风 毛剑瑛 黄久松

徐 伟 汪 浩 王汝琳 梁苏军

杜晓通 敖顺荣 孙述濮 郑清明

刘 磅

统 稿 人： 王汝琳 赵哲身 毛剑瑛

评 审 人 员： 徐正忠 郭维钧

参 编 单 位： 施耐德电气（中国）投资有限公司

中信国安信息科技有限公司

南京东大智能化系统有限公司

深圳太极软件有限公司

深圳达实智能股份有限公司

前 言

为贯彻落实国家建设资源节约型、环境友好型社会的指示精神，为了实施建筑节能工程，建设部已经颁布了建筑节能的相应政策法规。建筑智能化技术应用与建筑节能的关系密切，是提高建筑节能的重要技术手段之一，它在提高建筑设备运行效率、降低能耗和提高运营管理水平方面的作用是其他技术所不能替代的。

当前，建筑智能化技术在实际工程应用中的节能策略、方法、管理模式等还没有统一的标准规范。为了促使建筑智能化技术在建筑节能中发挥作用，以指导建筑设计单位、系统集成商、产品供应商及物业管理企业科学地实施建筑节能工程，我们组织了智能建筑行业的企业和专家编写了《建筑节能智能化技术导则》，力求对建筑节能工程的建设及管理起到指导作用。本导则为建设部 2007 年科研开发计划项目。

《建筑节能智能化技术导则》编委会

2007 年 11 月 2 日

目 录

1 总则	1
1.1 适用范围	1
1.2 建筑节能工程现状	2
1.3 要点	2
2 采暖通风与空调系统节能策略	4
2.1 空调负荷的设计	4
2.2 集中（热水）采暖系统的节能控制设计	5
2.3 设备的选取	5
2.4 室内环境参数（温度、湿度、CO ₂ 、新风量等） 的合理设定	7
2.5 空调系统的优化	7
2.6 冷源的群控	10
2.7 变风量、变水量技术运用	12
2.8 暖通空调系统管理节能	13
3 供配电系统的节能设计与运行优化	15
3.1 供配电系统的节能设计	15
3.2 供配电系统的运行优化	18
4 照明系统的节能设计与运行优化	19
4.1 照明的分区设计	19
4.2 采用节能灯具	21
4.3 智能照明控制系统	21

5	电梯系统的节能	23
5.1	选用电梯本身是节能设备	23
5.2	根据不同梯型确定电梯运行模式	23
5.3	根据不同类型建筑使用功能制定电梯工作模式	23
6	系统集成与运营管理	24
6.1	概述	24
6.2	集成管理系统的构成	25
6.3	集成与节能管理	27
7	能耗计量	31
7.1	建筑能耗分类	31
7.2	能耗计量的实施	32
8	建筑设备系统的能效评价	34
8.1	能效评价方法	34
8.2	计算方法	36
8.3	能耗监测	36
8.4	能效标准	39
8.5	楼宇自动化系统（BAS）节能效果的评测	39
8.6	建筑物能源评测的实施方法	40
9	可再生能源利用	45
9.1	太阳能的光电利用	45
9.2	通过对围护结构的控制，充分利用太阳能、 风能等可再生能源	46
9.3	太阳能光热利用	47
9.4	可再生能源的综合利用	49
10	既有建筑节能改造	50

10.1 既有建筑能耗状况的检测分析	50
10.2 既有建筑智能化系统节能措施	52
结束语	53
附录	54
附录 1 建筑节能相关政策法规和标准规范	54
附录 2 建筑物的空调负荷计算	54
附录 3 BAS 管理下的节能效果计算	57
附录 4 相关的建筑物能耗指标	59
附录 5 德国建筑能耗效率标准	60

1 总 则

1.1 适用范围

建筑节能工程涉及建筑材料、围护结构、建筑设备及运营管理。因此，建筑物节能应贯穿建筑物的整个生命周期，包括规划、设计、施工、管理等环节。在建设阶段，建筑节能工程以建筑主体为主，多采用仿真技术，在此阶段，设备配置及控制的节能策略将为运营期的节能奠定基础；建筑节能的第二个环节是建筑设备的调试，采用建筑智能化技术进行调试及优化控制是关键；建筑节能的第三个重要环节是运营期，采用智能化技术提高科学管理水平，能大幅度地节省运营期的能耗费用。

虽然建筑围护结构和各建筑能耗设备系统的设计和节能是建筑节能实现的前提和基本条件，但建筑智能化技术在节能中的作用是不可低估和替代的。另外，在当前建筑节能工作中对具体项目的能耗计量、能耗诊断与评估、能耗监测等进行动态管理也需要智能建筑技术的支持。

在建筑运营管理阶段，对能耗设备各种运行参数进行监管，根据建筑各个空间实际需要实时地进行系统优化调控；根据需求适时对原智能化系统进行局部整改；分析运行数据库和能耗的关系，进行数据挖掘；定期评估设备能耗性能并加以改进，使各建筑能耗设备系统在不同工况下高效运行，实现进一步优化节能的目标。物业管理公司的智能化管理系统技术人员，在全面、深入地掌握智能化系统的同时要不断挖掘建筑节能潜力，创造经济效益。即使在节能方面已经取得成效的建筑物，仍然有节能潜力

可控。

建筑智能化技术还可支撑再生资源（太阳能热水、采暖、太阳能发电、地温热泵、沼气等）的利用和节能管理。

本导则将对建筑工程单位、设计单位、系统集成商、设备供应商和物业管理公司等节能实施起到指导作用。正确运用建筑智能化技术，合理采用节能策略，进一步提高建筑节能效果是本导则的目的。

1.2 建筑节能工程现状

目前，建筑节能标准十分重视建筑围护结构和各建筑能耗设备系统的节能，但尚没有包括相应的建筑智能化节能部分。

以前建筑工程建设中业主很少强调节能，也没有足够的资金投入，导致建筑智能化系统投运后，几乎没有实现运行的优化，建筑运营管理也普遍薄弱，建筑智能化技术的节能策略和技术措施很少在工程中得以实现。其中主要原因有建筑工程建设的投资与长期运营管理脱节、暖通空调设备的设计与施工脱节、设备配置不合理、缺乏相应法规的配合和技术手段、某些设备质量存在问题等等。例如：过低的建筑物设备监控系统造价无法保障集成商进行反复调试和系统优化整改的成本；传感器普遍存在不准确的问题；暖通空调冬天设置温度过高、夏天设置温度过低等问题。由于没有相应国家政策法规的限制，很难彻底解决这些问题。

为此，特制订本导则，以总结经验，力求指导工程节能实践，为国家制定建筑节能智能化技术标准做准备，使我国的建筑节能达到更高的水平。

1.3 要点

本导则的要点：一是采用建筑智能化技术实现建筑机电设备

（包括空调、照明、供配电、电梯、给排水等设备）的优化控制，提高设备运行效率，以达到节能目的；二是采用建筑智能化系统集成平台实现切实可行的节能策略，达到精细管理的目的，不断挖掘建筑节能潜力，提升建筑节能管理水平；三是运用建筑智能化技术实现建筑能耗计量及设备能效分析的研究，为提供科学的管理策略以及制定建筑的节能标准提供更加科学的依据。

2 采暖通风与空调系统节能策略

采暖通风与空调系统节能优化控制的前提是要满足建筑物的使用功能，否则不仅失去了通风空调系统投资的意义，而且会引起建筑物居住者或使用者的不满。

另外，根据统计资料，自动控制系统即使是不够完善，但与手动控制相比，仍可以降低大约 10% 以上的能耗。

2.1 空调负荷的设计

2.1.1 采用先进的空调负荷仿真软件

空调设计应采用先进的仿真软件，尽可能精确地计算逐时空调负荷，提供详细的计算书。应计算出各朝向房间一年中超过 28℃ 的天数，然后与建筑师、结构工程师一起进行优化，使超过 28℃ 的天数减少到最小值。

宜采用计算机仿真程序估计建筑物每年运行的能耗，并在建筑物建成后评估最初 12 个月运行的能耗。

2.1.2 尽可能减小正常负荷的安全放大系数

对空调总负荷，应在积累经验的基础之上尽可能减小负荷计算后放大的安全系数。在国内外冷热源的设计中，主辅冷冻机组规模设计过大是造成能源浪费的普遍原因。冷冻机容量选得过大，使能效降低，运行价格高，还会影响舒适，导致湿度过低、温度波动。冷冻机容量过大，导致附属设备费用增加，冷冻能力价格每千瓦 114 美元，冷冻机及附属风扇、输送管道费用每吨 3000 美元，冷冻机维护费也按吨位计，因而选择合理的冷冻机规模可节约维护费用。

2.1.3 对 24 小时的轻负荷必须独立设计处理

对 24 小时的轻负荷必须独立设计处理，故冷水机组设计宜选用大小搭配的方法，小冷水机组用于轻负荷，以实现节能。

2.2 集中（热水）采暖系统的节能控制设计

(1) 集中热水采暖系统宜按南、北分区设置室温控制系统，其对应的集中热水采暖系统也应按南、北向分区供热原则进行设计和布置，以解决采暖建筑中普遍存在各朝向房间冷、暖不均衡的问题。

(2) 集中采暖系统的热源宜根据室外气象条件自动调节供水温度。当采用换热器集中供热时，应配置二次侧供水温度自动控制系统，同样，二次侧供水温度设定值宜随室外气象条件进行有规则的变化。同时应综合考虑锅炉的热效率及使用寿命。

2.3 设备的选取

2.3.1 选取效率高的冷热源设备

空气调节与采暖系统的冷热源宜采用集中设置的冷水机或供热、换热设备。机组的选择应根据建筑规模、使用特征并结合当地能源结构及其价格政策、环保规定确定，采用在额定负荷和部分负荷下效率高的冷热源设备。

制冷机组选型时应根据容量大小尽量选择能效比高的机组，如螺杆式、离心式冷水机组等。吸收式溴化锂机组本身的能效比较低，但由于使用一次能源，综合能效比仍是较高的，且能解决电力负荷不能充分配置的场合的供冷和供热，目前也得到了广泛的应用。根据计算的负荷大小选择容量相匹配的机组，而不选用容量过大的主机。容量过大的主机不能全负荷运转，却会增加设备投资、浪费运转能耗。

2.3.2 空调机的选取

同样的，在选用楼层空调机时，也应选用合适的高效率空调系统，配置高效的风机。安装和调试时应注意解决空调机组的漏风问题。

2.3.3 水泵的选取

水系统应选择高效的水泵。设计时，应避免采用过大的水量安全系数，致使水量偏大，水温差过小；水泵扬程避免选配过高或采用过于保守的附加系数；当水系统实际水阻较小时，导致流量变大，严重时甚至会烧毁电机。

2.3.4 锅炉的选择

锅炉的选择及其额定热效率应符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189—2005 的 5.4.3 和 5.4.4 条款的规定。锅炉的效率问题及其保障体系不仅对新建筑物很重要，而且对已建建筑物也十分重要。实际上，大量正在使用的旧锅炉的低效率导致能耗过大。一千万个使用年限已经超过 20 年的锅炉，它们的效率与新锅炉相比甚至要低 35%，把它们更换一下便可以获得 5% 的节能。提高锅炉的年总效率可以通过正确匹配锅炉和加热装置（散热器）来实现。根据气候、建筑物的规模和正确地选择锅炉的大小，应用自动控制装置，减小辅助设备的热损耗都可以提高锅炉的总效率。

(1) 锅炉容量与实际用热负荷匹配合理。配置锅炉时，必须选用国家有关部门推荐的节能产品，禁止选用国家明令淘汰的锅炉及换能设备。

(2) 应选取高效的换热设备。

(3) 宜考虑和解决夏天锅炉效率低的问题。

2.3.5 温度传感器和流量计的选择

(1) 在很多楼宇自控系统中，温度传感器选用了半导体热电阻，这给温度的标定带来了问题。由于半导体热电阻的电阻—温度值有一定的离散性，香港特区关于行政楼暖通系统和中央监控系统的规范中规定，半导体热电阻必须进行工厂标定。集成商称在现场进行标定的做法是不可取的，因为工程进度紧，他们常常

不做，而且热电阻位于封装中，现场标定时周围干扰条件与实验室不一样，很难达到精确的结果。故推荐温度传感器多采用铂电阻产品。如选择半导体热电阻，必须附有出厂整定数据。

(2) 在需要计算冷冻供回水温差和流量之积来确定冷源加减机控制策略的场合，为保证建筑物空调负荷的计算精度，供回水温度传感器应当选取误差为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的铂电阻，流量计宜选用精度为1%FS（满量程）以上的电磁流量计。

2.4 室内环境参数(温度、湿度、CO₂、新风量等)的合理设定

暖通空调自控系统应将建筑物室内环境控制在节能的参数状态下，室内环境参数包括室内的温度、湿度、新风量等，应合理设定。自控系统宜根据室外季节工况的变化，自动修订室内环境节能设定参数。

我国当前的建筑物室内温度常常存在夏天设定过低，冬天设定过高的现象，造成能源的大量浪费。因为冬天室内温度设定值每升高一度、夏天室内温度设定值每降低一度，将平均增加近10%的能耗。一些发达国家对夏季集中供冷、冬季集中采暖的建筑物室内温度常常作了限制，这是很有针对性的。推荐温度是夏天26~28℃，冬季18~20℃，远低于国内的室温标准。

为确保室内设定值的合理选取，建议国家制定相应的物业管理的强制性节能条款，以利于执行。

博物馆、档案馆、计量室、手术室等特殊建筑的特殊区域的室内温湿度设定值应严格按照规范的规定设定，过大的偏离设定值会导致能源的浪费。

2.5 空调系统的优化

2.5.1 送风系统和空调系统

(1) 减少风系统阻力

送风系统优化内容之一是降低风道风速、减少系统阻力，降低风道风速仅与设计有关。一般欧美设计的风系统风速较高，日本则较多地采用低风速系统，此时减少风系统阻力则与设计、安装有关。

①与设计有关的因素

有的开发商为了增加建筑面积而降低了层高，导致风管高度变小，增加了风管内侧面积，从而增加了风的阻力。

风管在突缩过程中，锥度太大，即突缩太快，造成风的阻力增加。

设计不合理，在变风量系统中终端到出风口的软管长度太长。

②与安装有关的因素

变风量终端出风口的软管多次扭曲，有的甚至扭曲三次以上，导致风阻增加。

风管在安装时为避开圈梁，发生移位，人为增加了风阻；或者为了避开在变风量终端和风管之间的管道和桥架，连接风管采用软管。上述因素均应避免。

(2) 控制性能的优化策略

为了优化空调系统各子系统的控制性能，必须对控制回路的比例、积分和微分参数（P、I、D）做现场调试，而且应当经过两年的反复调试和优化。目前大部分智能建筑对 P、I、D 参数不做调节的做法使水阀和风阀控制的静态误差大，动态响应时间长或不稳定，导致能源的浪费、执行机构的磨损。P、I、D（目前实际上只用到 P、I）参数调节可采用经验法，即 Zigler-Nichols 法。

(3) 掌握空调各子系统对象模型

在掌握空调各子系统对象模型的基础上，可以快速地调试出各控制回路优化的 P、I、D 参数，故应鼓励研究和推广使用空调子系统的模型。

(4) 应推广使用“需求能量极限限制法”

推广“需求能量极限限制法”可以大幅度地节约能耗。首先应分析电费、油费和水费等能耗账单的构成，对建筑物各部位、各设备的能耗做一个调查，对它的重要性做排序，分为五个等级。为此在各重要部位应做能耗的计量。每隔一段时间测量建筑物的平均峰值能耗，设定卸载荷值，当峰值超过卸载荷值时，即按优先级别先拉掉优先级低的载荷，提高（夏天）或降低（冬天）室内温度。在没有全面掌握建筑物的节能手段之前，甚至在掌握节能方法之后，这都是强制节能，实现节能目标控制的有效方法。

（5）借助自然环境

充分利用室外新风自然冷源，合理控制新风量，可大幅度降低冷热能源消耗，最大限度缩短冷水机组运行周期。

2.5.2 空调末端控制系统的优化

（1）强行限制温度面板的设定范围

考虑使用者为追求舒适，常常将室内温度面板的设定温度调到不适合处，宜利用建筑物设备监控系统的中央控制功能将温度面板的设定强行限制在临界值。如夏天最低温度边界值为26℃等。

（2）对部分末端风机盘管的控制

对于空调系统的末端设计为风机盘管的系统，一般为了限制设备的初期投入，风机盘管总是采用本地控制方式，独立于楼宇自控系统之外。但为了考虑节能，可将末端的控制连入楼宇自控系统。

为了节省初期投入，可以将大厅、会议室等没有人专门负责的地方的部分风机盘管连入控制系统。因为在这些地方常常没有人关闭空调终端，而导致无人时继续使用的浪费。在建筑物设备监控系统的设计中，会议室应设置移动传感器，大厅可设计下班时的强制关闭程序。

（3）对于以辐射采暖为主的高大空间，或装有冷吊顶板的空调房间，辐射温度对人体舒适度的影响比重加大，自控系统应根