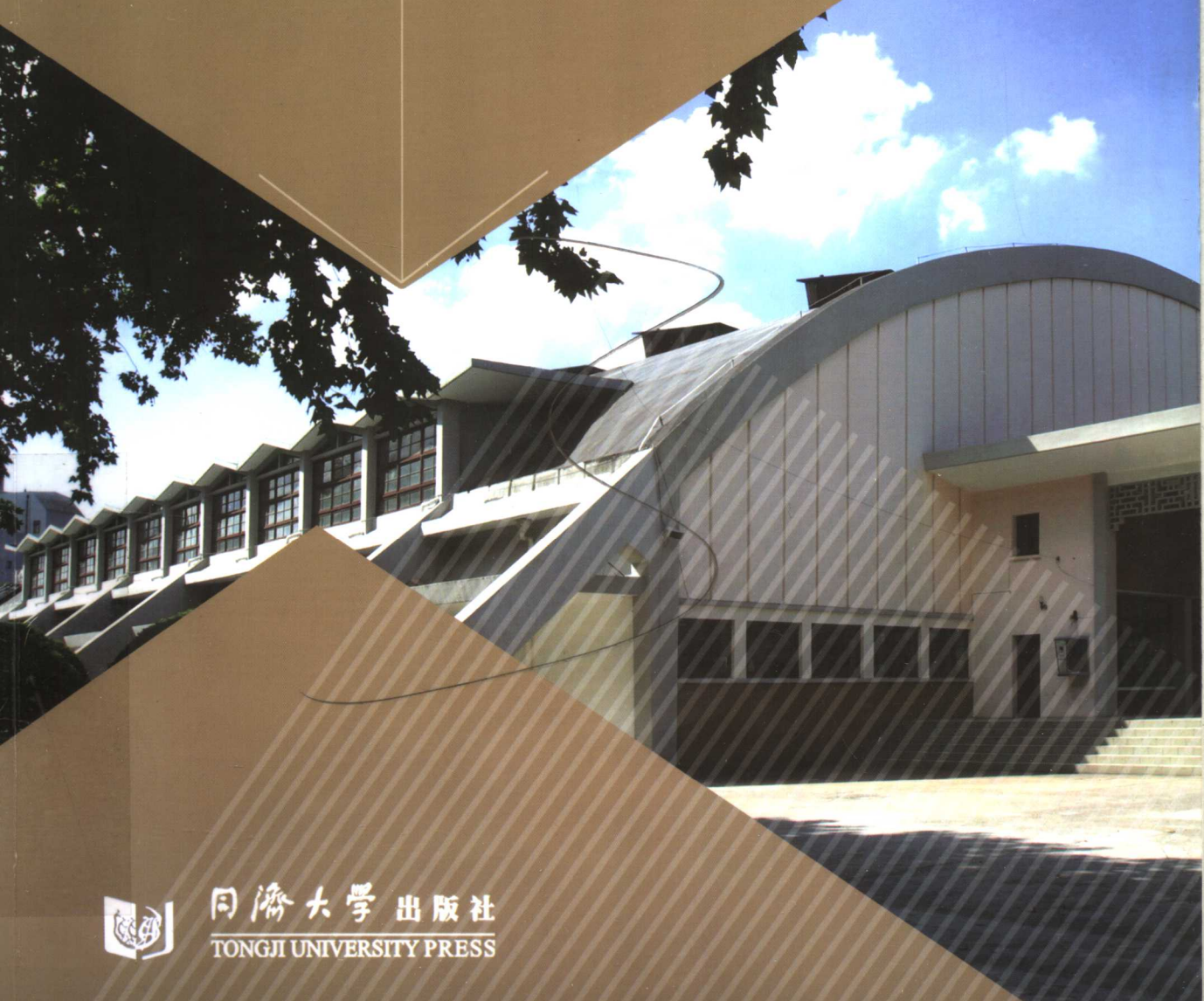


GONGGONG  
JIANZHU  
JIENENG  
SHEJI  
ZHINAN

# 公共建筑 节能设计指南

徐吉浣 寿炜炜 主编



同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS

TU242/29

2008

# 公共建筑节能设计指南

徐吉浣 寿炜炜 主编

 同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS

**图书在版编目(CIP)数据**

公共建筑节能设计指南/徐吉浣,寿炜炜主编. —上海:  
同济大学出版社,2007.12  
ISBN 978-7-5608-3637-9

I. 公… II. ①徐…②寿… III. 公共建筑—节能—建筑  
设计—指南 IV. TU242-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 200549 号

---

---

## 公共建筑节能设计指南

徐吉浣 寿炜炜 主编

责任编辑 江岱 责任校对 谢惠云 封面设计 陈益平

---

出版发行 同济大学出版社 [www.tongjipress.com.cn](http://www.tongjipress.com.cn)

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市华顺印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 21

印 数 1—4100

字 数 530000

版 次 2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-3637-9/TU·763

---

定 价 48.00 元

---

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

# 前 言

为了尽快推动《公共建筑节能设计标准》的实施,上海市建设与交通管理委员会工程标准定额管理总站和建筑节能办公室共同立项,组织大专院校、科研机构 and 设计院有关专家共同编制《公共建筑节能设计指南》,为公共建筑节能设计提供参考,并要求以国家标准为依据,反映上海地区的实际情况和特点。

本指南首先着力于建筑设计的节能,包括建筑方案阶段的节能考虑、围护结构的保温隔热措施、遮阳技术和自然通风设计等,以求提高建筑物本身的热舒适性,降低空调的冷、热负荷。

在空调系统设计和冷、热源选择方面,提供了较多的方案作为参考,热泵空调方式的使用将促进可再生能源的利用,降低一次能源和电力消费,减少对环境的污染。

由于上海天然气价格较高,而市区又限制了用煤,如何选择加热设备降低运行费用是必须考虑的问题。本指南介绍了一些高效节能的加热设备,每种设备都给出了设计要点和应用实例。为了减少电负荷的峰谷差,提高总体用能效率,上海市已经推出了“分时电价”政策。本指南在空调冷、热源一章中,增加了“蓄冷技术”的内容。

公共建筑的能耗,除了空调以外其他能耗也占相当比例。例如,商业建筑中的照明、旅馆建筑中的热水供应、各种电力驱动设备和加热设备等。本指南对这部分设备的节能设计也进行了论述。最后介绍了建筑模拟与能耗分析,采用建筑物综合能耗费用评估法,便可以对建筑物是否节能作出全面的评价,并有利于对低谷电的利用和方案的经济性进行比较。

本指南共 10 章,包括总论、建筑设计的节能、室内环境设计参数、围护结构的热工设计、通风与空气调节、采暖与热水供应、空调冷热源、照明工程、电力及自控、建筑模拟与能耗分析。

本书各章主要编写人员为:第 1 章,徐吉浣;第 2 章,徐吉浣,杨星虎;第 3 章,徐吉浣,寿炜炜;第 4 章,杨星虎;第 5 章,寿炜炜,何焰;第 6 章,徐吉浣;第 7 章,徐吉浣,寿炜炜;第 8 章,杨公侠;第 9 章,陈众励;第 10 章,李峥嵘,唐德超,孙大明。

在本指南的编写过程中还得到范存养,林在豪,林志年,陈怀琴,陈逸平等专家的热情帮助,有的提出宝贵意见,有的还提供了自己多年积累的资料和数据,在此特向他们致以诚挚的谢意。

建筑节能是一个综合性课题,在本指南中收录了公共建筑各个用能方面的节能技术,力图达到节能的综合效果。由于时间仓促、水平有限,错误之处在所难免,敬请读者予以指正。

编者

2007 年 12 月

## 编 委 会

**主编单位** 同济大学

**参编单位** 上海建筑设计研究院有限公司

上海市建筑科学研究院

上海太平洋能源中心

华东建筑设计研究院有限公司

上海市照明协会

中国建筑科学研究院上海分院

**主 编** 徐吉浣 寿炜炜

**编写人员** 徐吉浣 杨星虎 寿炜炜 何 焰 曹叔维 杨国荣 胡仰耆

杨公侠 陈众励 周惠黎 高小平 李峥嵘 唐德超 孙大明

祝毓宗 刘 瑾

**参加单位** 欧文斯科宁(中国)投资有限公司

上海广顺涂料科技有限公司

上海晓宝轻质建材有限公司

陶氏化学中国投资有限公司(上海)分公司

上海邦奇电子科技发展有限公司

特灵空调系统(江苏)有限公司

联合开利空调(上海)有限公司

三菱电机空调影像设备(上海)有限公司

永成建筑创艺有限公司

康居化学建材有限公司

# 目 录

## 前 言

<b>1 总 论</b> .....	(1)
1.1 背景 .....	(1)
1.2 适用范围 .....	(1)
1.3 集成设计 .....	(2)
1.4 全寿命周期费用 .....	(3)
<b>2 建筑设计的节能</b> .....	(4)
2.1 建筑方案设计 .....	(4)
2.1.1 集成设计的组织 .....	(4)
2.1.2 建筑总平面设计 .....	(5)
2.1.3 建筑的体形系数 .....	(7)
2.2 太阳能利用 .....	(9)
2.2.1 太阳与建筑 .....	(10)
2.2.2 被动式太阳能系统 .....	(11)
2.2.3 主动式太阳能系统 .....	(13)
2.3 遮阳 .....	(16)
2.3.1 开窗的策略 .....	(16)
2.3.2 固定式遮阳 .....	(17)
2.3.3 活动式遮阳 .....	(19)
2.3.4 玻璃的遮阳 .....	(21)
2.3.5 遮阳设计要点 .....	(22)
2.4 自然通风 .....	(22)
2.4.1 穿堂风 .....	(23)
2.4.2 烟囱效应 .....	(25)
2.4.3 中庭通风 .....	(25)
2.4.4 夜间通风 .....	(26)
2.5 自然采光 .....	(28)
2.5.1 能效比最高的光源 .....	(29)
2.5.2 采光系数 .....	(29)
2.5.3 自然采光的设计目标和要点 .....	(30)
<b>3 室内环境设计参数</b> .....	(32)
3.1 建筑热环境 .....	(32)

3.2	热舒适	(32)
3.3	空气调节系统室内计算参数	(35)
3.4	新风量	(36)
3.4.1	新风量的确定	(36)
3.4.2	公共建筑的设计新风量	(36)
3.5	常用室内环境设计参数	(39)
<b>4</b>	<b>围护结构的热工设计</b>	<b>(43)</b>
4.1	建筑热工性能指标及其计算方法	(43)
4.1.1	传热系数( $K$ )与外墙平均传热系数 $K_m$	(43)
4.1.2	热阻( $R$ )与传热阻( $R_0$ )	(45)
4.1.3	热惰性指标( $D$ )	(46)
4.1.4	围护结构外表面对太阳辐射的吸收系数( $\rho$ )	(47)
4.2	外墙构造的节能设计	(47)
4.2.1	外墙外保温设计	(48)
4.2.2	外墙内保温设计	(64)
4.2.3	外墙中保温设计	(71)
4.2.4	外墙自保温设计	(73)
4.3	屋面构造的节能设计	(76)
4.3.1	坡屋面的设计	(76)
4.3.2	平屋面的设计	(79)
4.4	外窗的节能设计	(82)
4.5	架空或外挑楼板、地面和地下室外墙节能设计	(86)
4.5.1	架空或外挑楼板	(86)
4.5.2	地面	(87)
4.5.3	地下室外墙	(87)
4.5.4	分隔墙	(88)
4.6	建筑幕墙节能设计	(88)
4.6.1	基本要求	(88)
4.6.2	非透明幕墙节能设计	(89)
4.6.3	透明幕墙节能设计	(92)
<b>5</b>	<b>通风与空气调节工程</b>	<b>(98)</b>
5.1	空调负荷的确定	(98)
5.1.1	空调负荷的计算方法	(98)
5.1.2	空调系统冷、热源容量的确定	(99)
5.2	空气调节系统的合理选择	(99)
5.2.1	空气调节系统分区	(100)
5.2.2	空调方式的选择和方案优化	(102)
5.3	空调风系统节能设计	(105)

5.3.1	空调风系统节能设计的重要性	(105)
5.3.2	空调风系统节能设计有关规定	(105)
5.3.3	空调风系统节能设计要点	(108)
5.3.4	空调风系统节能设计方法	(109)
5.4	空调水系统的节能设计	(122)
5.4.1	空调水系统节能设计的重要性	(122)
5.4.2	空调水系统节能设计有关规定	(123)
5.4.3	空调水系统节能设计要点	(124)
5.5	热绝缘	(135)
5.5.1	基本原则	(135)
5.5.2	绝热层厚度计算公式	(136)
5.5.3	计算原则	(140)
5.5.4	绝热层最小厚度	(141)
<b>6</b>	<b>采暖与热水供应</b>	(145)
6.1	概述	(145)
6.2	热负荷曲线与设计热负荷的确定	(146)
6.2.1	采暖热负荷的确定	(146)
6.2.2	热水供应负荷的确定	(148)
6.3	采暖-生活热水联合加热系统	(150)
6.3.1	系统的构成	(150)
6.3.2	特点和适用场合	(152)
6.3.3	应用实例	(152)
6.4	制冷余热回收式热水供应系统	(153)
6.4.1	蒸气压缩式制冷循环的排热	(153)
6.4.2	冷水机组的热回收	(154)
6.4.3	热泵机组的热回收	(156)
6.5	低温辐射板采暖系统	(157)
6.5.1	概述	(157)
6.5.2	低温辐射板装置	(158)
6.5.3	辐射板的传热计算	(162)
6.5.4	低温辐射板采暖系统的设计	(170)
6.6	太阳能热水系统	(174)
6.6.1	太阳能热水系统的分类	(174)
6.6.2	太阳能热水系统设计要点	(176)
<b>7</b>	<b>空调与供热的冷、热源</b>	(179)
7.1	概述	(179)
7.1.1	选择冷、热源的基本原则	(179)
7.1.2	相关规定和政策	(179)



7.1.3	蓄冷(热)的重要性 .....	(180)
7.2	燃气驱动的空调 .....	(182)
7.2.1	燃气空调的优越性 .....	(182)
7.2.2	燃气空调的分类 .....	(183)
7.2.3	燃气发动机热泵 .....	(184)
7.2.4	分布式能源系统 .....	(190)
7.3	热泵技术与可再生能源利用 .....	(194)
7.3.1	热泵及其冷、热源 .....	(194)
7.3.2	空气源热泵 .....	(195)
7.3.3	水源热泵 .....	(199)
7.3.4	土壤源热泵 .....	(209)
7.3.5	太阳集热器 .....	(216)
7.4	高效率加热装置 .....	(225)
7.4.1	洁净煤锅炉 .....	(225)
7.4.2	真空热水机组 .....	(229)
7.4.3	模块组合式热水锅炉 .....	(230)
7.4.4	冷凝式锅炉 .....	(233)
7.5	蓄冷技术 .....	(237)
7.5.1	应用蓄冷技术的前提 .....	(237)
7.5.2	蓄冷技术的分类和特点 .....	(238)
7.5.3	蓄冷系统设计要点 .....	(245)
7.5.4	蓄冷技术应用实例 .....	(251)
<b>8</b>	<b>照明工程</b> .....	<b>(253)</b>
8.1	一般规定 .....	(254)
8.1.1	照明方式的确定 .....	(254)
8.1.2	光源的选择 .....	(255)
8.1.3	灯具及其附属装置的选择 .....	(257)
8.2	照明数量和质量 .....	(259)
8.2.1	照度标准值上限 .....	(259)
8.2.2	照度标准值下限 .....	(259)
8.2.3	执行照度标准的具体建议 .....	(259)
8.2.4	作业面邻近周围照度 .....	(260)
8.2.5	维护系数 .....	(260)
8.3	照明节能的评价指标 .....	(261)
8.3.1	办公建筑的照明功率密度值 .....	(261)
8.3.2	商业建筑的照明功率密度值 .....	(262)
8.3.3	旅馆建筑的照明功率密度值 .....	(263)
8.3.4	额外的照明 .....	(263)
8.3.5	设计要点和举例 .....	(263)

8.4	自然采光和照明控制 .....	(267)
8.4.1	自然采光的控制 .....	(270)
8.4.2	人工照明的控制 .....	(271)
8.5	照明自动控制 .....	(272)
<b>9</b>	<b>电力及自控 .....</b>	<b>(274)</b>
9.1	一般原则 .....	(274)
9.2	负荷计算 .....	(274)
9.3	供配电系统设计 .....	(276)
9.4	变压器的选型 .....	(283)
9.5	按经济电流的密度选择供电线路的截面面积 .....	(285)
9.6	应用实例 .....	(288)
9.7	电动机的能效 .....	(290)
9.8	建筑设备自动监控系统 .....	(292)
<b>10</b>	<b>建筑模拟与能耗分析 .....</b>	<b>(296)</b>
10.1	围护结构热工性能的权衡判断 .....	(296)
10.2	计算机模拟遮阳特性 .....	(304)
10.2.1	概述 .....	(304)
10.2.2	遮阳系数 .....	(304)
10.2.3	计算机模拟遮阳系数实例 .....	(305)
10.3	建筑物能耗综合评定 .....	(310)
10.3.1	概述 .....	(310)
10.3.2	参照建筑 .....	(311)
10.3.3	设计建筑 .....	(321)
10.3.4	建筑全年能耗模拟方法 .....	(321)
10.3.5	建筑物能耗综合评定 .....	(322)
	<b>参考文献 .....</b>	<b>(324)</b>

# 1 总 论

## 1.1 背景

在过去的 300 年中,人类生产的快速发展和社会文明的不断进步都离不开能源。可以说,没有能源就没有今天我们生活中的一切。

20 世纪,石油被称为各国经济发展的命脉。特别是到了经济全球化的今天,石油供应链上任何一处的波动都会影响全局。然而,常规矿物能源正在不断减少。随着主要油田产量逐年下降,开采和运输成本越来越高,加上政治原因,油价也呈越来越高的趋势。为了石油而明争暗斗,甚至发动战争,这已是众所周知的事实。

随着我国工业化、城镇化和现代化建设快速推进,资源需求大幅度增加。2003 年中国已成为仅次于美国的世界第二大石油进口国和消费国。对上海来说,经济发展每年以两位数的百分比递增,能源问题已经成为持续发展的一个瓶颈。

另一方面,至今我们主要依靠的能源是煤和油。化石燃料的燃烧会向大气中排放大量温室气体(Greenhouse Gas,GHG)。2007 年,大气中二氧化碳浓度达到了 370ppm,是地球历史上 65 万年以来的最高值。

在本书即将出版之际,2007 年 12 月 3 日至 14 日于印度尼西亚召开了气候变化大会,在会上联合国环境规划署发布了《气候变化的影响和适应评估报告》,呼吁各国采取行动应对气候变化。

中国政府已经采取了很多积极措施应对气候变化,努力推进节能减排工作。国务院成立了节能减排工作领导小组,温家宝总理亲任组长;从中央到地方节能减排政策和制度稳步推进。

21 世纪初,在我国经济高速发展的同时,中央及时提出了科学发展观,“坚持实施可持续发展战略,大力发展循环经济,建设资源节约型、环境友好型社会”。国家发展与改革委员会继《节约能源法》之后,于 2005 年 2 月颁布了《中华人民共和国可再生能源法》。

2004—2005 年,建设部颁布了《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)和《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004),并于 2005 年 10 月 28 日发布了第 143 号令“民用建筑节能管理规定”。其中,第 11 条明确提出“新建民用建筑应当严格执行建筑节能标准要求,民用建筑工程扩建和改建时,应当对原建筑进行节能改造”。

为了更好地贯彻执行上述国家法规和节能标准,由上海市建设委员会支持并组织专家编写了本指南。

## 1.2 适用范围

本书在编写过程中,注重反映国内外公共建筑的最新节能技术,同时也考虑对本地区的实用性。

本设计指南适用于上海地区公共建筑的新建、改建和扩建工程,也可供附近地区的公共建

筑设计时参考。

最近几年正是上海地区建筑业快速增长时期。据统计,2004年各类房屋竣工面积为4672.53万 $m^2$ ,而2005年竣工面积为5648.85万 $m^2$ ,比2004年增长了20%。

根据建设部2005年第143号令,新建民用建筑应当严格执行建筑节能标准的要求,也就是至少节能50%。

对于一个新的建设项目来说,最初的方案和设计阶段的工作,对今后建筑物的性能好坏影响最大(图1-1)。例如,建筑朝向、能源系统方案的选定就已基本确定了空调设备的能耗大小。项目建成后,可以在运行中注意节能,但其影响力远低于设计方案的影响力。

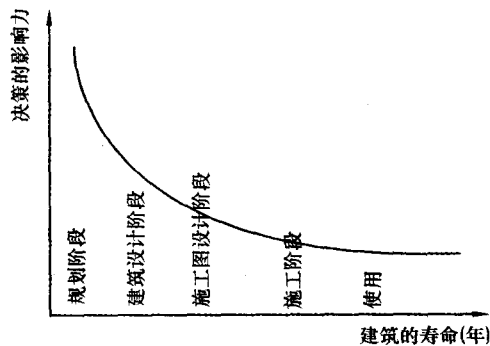


图 1-1 决策的影响力

对既有建筑的节能改造,也是一个十分重要的领域。据统计,2005年上海地区既有建筑的总建筑面积约为6.5亿 $m^2$ 左右,其中公共建筑的面积约为14681万 $m^2$ ,可谓量大面广。由于2004年以前一些节能设计标准还没有付诸实施,因此它们之中大部分都是能耗比较大的。另外,随着经济结构的调整和工业布局的改变,市区内许多工业厂房得到了很好的利用,被改造成办公楼、旅馆、文化设施、商场超市等公共建筑。根据建设部2005年第143号令,民用建筑工程扩建和改建时,应当对原建筑进行节能改造。

在本指南中,引用了新建与改建项目中,一些节能技术的应用实例,以供设计人员参考。

### 1.3 集成设计

公共建筑节能是一个综合性的课题,本设计指南提倡集成设计的理念。

长期以来,在技术进步的同时,设计过程的专业分工也日趋明显。建筑设计往往很少考虑建筑方位、气候影响、阳光控制、室内环境和能源节约等因素之间的相互关系。通过集成设计可以解决上述问题。

现代建筑物是一个完整的体系,它是由许多相互协调、运行高效、环境友好的部件、产品和系统组成的联合体系。设计人员可以事先确定节能目标,通过多种多样的技术集成,进行方案的经济比较,从而确定某一套方案,以获得最优化的效果。

技术集成的设计效果,在被动式太阳能系统的设计中得到了很好的体现。该系统集合了规划、建筑、机械和电气多个专业的努力,将日光利用和建筑设计相结合,以减少人工照明的电力。随之而来的是用电量和内部发热量的减少,从而使空调系统的负荷减少。于是,建筑物的能源消费可以降低。由于改善了室内的光照条件和舒适度,室内人员满意度增加,工作效率也

相应得到提高。

为了开展集成设计,一个多学科的、协同工作的设计团队是十分重要的。从方案设计开始,建筑、结构、暖通、给排水、电气和经济分析等各专业人员就要紧密合作,共同努力,应用先进技术和现代工具不断优化方案,进行设计创新,为节约能源、保护环境作出贡献。

## 1.4 全寿命周期费用

本设计指南的目标是:改善公共建筑的室内环境,提高能源利用效率,降低建筑物全寿命周期的费用。

我国建筑能耗已经超过全国能源消费总量的 1/4,随着人民生活水平的不断提高,建筑能耗将逐步增加到 1/3 以上。据调查,目前公共建筑单位面积的能耗约为居住建筑单位面积能耗的 2~3 倍,用能数量巨大,浪费现象普遍存在。

为了实施国家节约能源和保护环境的战略方针,认真贯彻《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)和《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004),改善公共建筑的室内环境,提高能源利用效率,是每个设计人员的责任。

在节能设计过程中,由于采用新技术和新产品,项目的初始投资成本可能高于常规设计的建筑投资。然而,由于能效的提高,建筑物使用过程中的运行费用必然下降。为了合理评估节能设计的效果,应当从全寿命周期的角度出发进行考虑。

一个建筑物的“寿命”,从它的选址、规划开始,经过设计、施工和使用、运行,直到它最终的再利用或拆除,通常为几十年甚至更长。有人分析过,一个 30 年寿命的公共建筑,建设初的投资大约只占其“一生”所耗总费用的 2%,运行和维护费用占 6%,而人员费用占了 92%。设计一座室内环境好、节约能源的建筑,可以节省运行费用,同时提高人员的劳动生产率。因此,从全寿命周期来分析,能够最好地揭示建筑物的经济性。

在节能设计过程中,对于关键技术的选用往往需要进行评价,作为技术方案选择时的依据。其中一种评价方法是净现值法,即以节约的能耗支出作为节能收益,将其与后期费用以某一折现率折算到评价初期,和初始投资求差值,从而判断此项关键技术是否具有经济合理性。但是,折现率的数值如何确定尚待进一步研究。

另外一种更加直观的方法是计算投资增额回收期。它是以关键技术运行过程中节约的能源支出抵偿建筑物采用该项技术的投资增额所需的时间。由于尽快回收投资是投资者极为关注的问题,此法简单易懂,得到了普遍采用。其计算公式可参考式(1-1):

$$Pd(k) = n - 1 + \left| \frac{\sum_{t=1}^{n-1} NCF_t}{NCF_n} \right| \quad (1-1)$$

式中  $Pd(k)$ ——某项关键技术的投资增额回收期;

$n$ ——累计净现金流量出现正值的年份数;

$\sum_{t=1}^{n-1} NCF_t$ ——第  $n-1$  年累计净现金流量;

$NCF_n$ ——第  $n$  年净现金流量

所谓现金流量是指该年,某项关键技术节约能耗费用与其增加的投资成本的差额。投资增额回收期越短,说明采用此项关键技术所增加的投资用节约能耗费用来弥补所需的时间越短。

## 2 建筑设计的节能

### 2.1 建筑方案设计

建筑方案设计越来越受到人们的关注,因为这一阶段会作出一些关键性的决策,例如,建筑的规模、布局、朝向、形态、高度和总平面布置等。这些决策对建设造价、资源需求和周围环境将产生巨大影响。

我们熟悉的联合国总部大厦,是一座宏伟气派的建筑。然而它那东、西向的主立面和大玻璃让里面的使用者不那么舒适,而且大大增加了能源消耗。这一点已经成为建筑师的一大遗憾。

建筑属于一种艺术创造,然而建筑又具有其本身的特点。梁思成先生曾经说过:“建筑的艺术和其他艺术有所不同,它是不能脱离适用、工程结构和经济的问题而独立存在的。”是的,建筑是为人的使用而设计的,如果建筑只追求形态美而不顾其实用性和经济性就不能符合使用者的要求,最终它将被社会和历史所否定。

#### 2.1.1 集成设计的组织

在 21 世纪的今天,为了可持续发展,建筑设计面临着一场变革,建筑师的任务显得更为重要和艰巨。从方案阶段开始就要考虑热舒适、光舒适、声舒适等问题,并把采暖、降温 and 照明等方面的问题进行综合考虑:①怎样使建筑物夏天的冷负荷减少,冬天的热负荷降低?②怎样进行自然能源的利用而尽量减少对化石燃料和电能的需求?作为项目的负责人,建筑师可以通过组织集成设计来解决好上述问题。

集成设计(IDP)是一种新的设计过程,它是以满足建筑的功能、形态、节能与环保的要求为前提的各工种协调互动并逐步优化设计的过程。在此过程中,从方案设计开始,建筑师就和各专业的工程师紧密合作,共同探讨。结构师、电气工程师和水、暖工程师的经验和思路可以汇集到设计中去,使设计不断完善和优化。

各工种的专家们合作和探讨的重点在以下几个方面:

- (1) 通过建筑朝向、建筑体形、围护结构的性能和仔细考虑开窗的策略,以减少采暖和制冷的负荷;如果使用玻璃幕墙,应考虑如何解决好保温、隔热和通风问题;
- (2) 在建筑设计中最大限度利用可再生能源,如太阳能和风能等;
- (3) 选择合理而高效的采暖通风、空调系统,包括被动式采暖和供冷系统,以满足室内热环境的要求;
- (4) 共同做好多个方案,进行技术经济比较;
- (5) 应用计算机和现代工具进行能耗分析和运行费用计算,通过技术经济比较最终确定方案。

国内外实践证明,一个精心设计的建筑,可以自身解决大部分所需的热量、冷量、光照和新鲜空气,从而大大降低对外部能源的需求,减少整个寿命周期的费用。

## 2.1.2 建筑总平面设计

建筑总平面的布置和设计,宜利用冬季日照并避开冬季主导风向,利用夏季自然通风。

### 1. 总平面布置

在总平面设计阶段,应当根据建筑所在地区的气候条件,分析太阳辐射、自然通风等对建筑物的影响,将建筑设计与自然通风的利用相结合,优化建筑的总平面布置,建筑平、立面形式,在冬季最大限度地利用日照,多获得能量,避开主导风向以减少建筑物和场地外表面热损失;夏季最大限度地减少太阳辐射热,并利用自然通风来降温冷却,以达到节能的目的。

在夏热冬冷地区,强调建筑的自然通风有三个理由:首先,本地区春、秋季节时间较长,夏季还有室外凉爽时段,自然通风能够提高室内舒适性,减少使用空调的时间,从而降低建筑物的实际使用能耗;第二,公共建筑人员集中,自然通风引入新鲜空气,可以作为室内换气的一种手段,改善室内空气品质;第三,自然通风还可以提高空调设备的效率,从而节省设备的运行能耗。因此,在公共建筑的节能设计中,自然通风的利用十分重要。

在总平面设计阶段关于风资源的利用应注意以下几点:

(1) 充分利用附近构筑物和树木绿化等地形、地貌形成的导风作用,创造本小区良好的风环境,为建筑物自然通风提供条件;

(2) 在基地内应创造条件让夏季主导风向的风吹向建筑物,因此,南侧或东南侧需留出较开阔的室外空间;

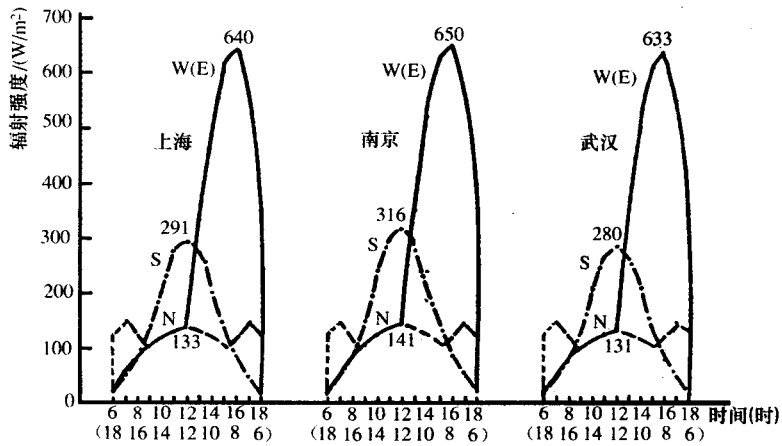
(3) 通过总平面图合理布局,应尽量避免大面积围护结构外表面朝向冬季主导风向,在迎风面宜减少开门、开窗或其他孔洞,以防止大量冷风渗入。

### 2. 建筑朝向

朝向是指建筑物主立面(或正面)的方位。选择有利的朝向,是降低建筑物冬季采暖和夏季空调能耗的一种重要设计手段。因为建筑物的朝向直接关系到太阳辐射、日照、自然通风等诸多方面。在夏热冬冷地区,节能建筑应该重视冬季和夏季对太阳辐射的不同需要。南向的建筑冬季可以获得最多的太阳辐射热,夏季可以避免强烈日射(南向在夏季是以散射和环境反射辐射为主,其强度仅大于北向)。因此,南北向的建筑是比较舒适的,对节能也比较有利。而且,在建筑表面积相等的情况下,南北朝向的面积越大,其节能越明显。图 2-1 所示为夏热冬冷地区的三座城市上海、南京、武汉夏季不同朝向墙面的太阳辐射强度变化曲线。

除了对太阳辐射的利用之外,南北向建筑的主要房间在冬季能避开主导风向,减少门窗缝隙的冷风渗透耗热,夏季可利用自然通风使室内降温,并可防止暴风雨袭击。另外,南向的日照时间长,采光条件好,不仅可节约照明用能,而且还能温暖和干燥环境,增强杀菌抗病能力,有利于室内卫生和人体健康,因而是最佳朝向。

在可能的情况下,主体建筑应选择最佳朝向或适宜朝向。我国夏热冬冷地区部分城市建筑物的朝向选择参见表 2-1。



E—东向墙面 S—南向墙面 N—北向墙面 W—西向墙面

图 2-1 夏季不同朝向墙面太阳辐射强度变化曲线(6:00—18:00)

表 2-1 夏热冬冷地区部分城市建筑物的朝向选择

地区	最佳朝向	适宜朝向	不宜朝向
上海	南~南偏东 15°	南偏东 15°~南偏东 30° 南~南偏西 30°	北、西北
南京	南~南偏东 15°	南偏东 15°~南偏东 30° 南~南偏西 30°	西、北
杭州	南~南偏东 15°	南偏东 15°~30°	西、北
武汉	南偏东 10°~南偏西 10°	南偏东 10°~南偏东 35° 南偏西 10°~南偏西 30°	西、西北
长沙	南~南偏东 10°	南~南偏西 10°	西、西北
南昌	南~南偏东 15°	南偏东 15°~25° 南~南偏西 10°	西、西北
重庆	南偏东 10°~南偏西 10°	南偏东 10°~30° 南偏西 10°~20°	西、东
成都	南偏东 10°~南偏西 20°	南偏东 10°~30° 南偏西 20°~45°	西、东、北

不同建筑体形对朝向的敏感程度不同。以南北为主朝向的条式建筑在冬季得热最多；点式建筑与条式建筑相仿，但总得热量较少；Y形建筑总辐射面积小于上述两种，但在不同角度的Y形中，以正Y形和倒Y形最优。

在规定的日照标准下，采用适宜朝向(南偏东或偏西 15°~30°)可缩小建筑物之间的日照距离。



### 3. 实例

上海地区许多公共建筑的朝向符合最佳朝向或适宜朝向,如上海商城、上海宾馆、虹桥宾馆、银河宾馆以及早期建造的上大、和平饭店、国际饭店、华侨饭店(南京路)等,但也有不少因需要面向道路而不得不牺牲朝向的。

## 2.1.3 建筑的体形系数

### 1. 体形系数

体形系数( $S$ )是指建筑物和室外大气接触的外表面积( $F_0$ )与其所包围的体积( $V_0$ )之比值( $S=F_0/V_0$ )。外表面积中不包括建筑基底面积。

控制体形系数有利于降低能耗。一般来说,建筑单位容积对应的外表面积越小,外围护结构的热损失越少。因此,从降低建筑能耗的角度出发,应该将体形系数控制在一个较低的水平。但是,体形系数还与建筑造型、平面布局、采光通风等条件相关,如何合理地确定建筑形状,必须考虑本地区气候条件,如冬、夏季太阳辐射强度与风环境,以及围护结构构造形式等方面的因素,尽可能使体形不要太复杂,凹凸面不要过多,以减少房间的外围护面积,从而达到节能的目的。

在我国,不同地区的气候差异很大。在严寒和寒冷地区,建筑能耗主要是冬季采暖能耗,建筑室内外温差相当大,外围护结构传热损失占主导地位,建筑体形对建筑采暖能耗的影响很大。在夏热冬冷和夏热冬暖地区,建筑体形系数对空调和采暖能耗也有一定的影响。但无论是冬季还是夏季,这一地区的建筑室内外温差要小于严寒和寒冷地区,体形系数大小引起的外围护结构传热损失影响也小于严寒和寒冷地区。

然而,在夏热冬冷地区,公共建筑采暖与空调使用的时间长、能耗大。由于冬季使用锅炉,其热效率普遍小于1,因此,虽然热负荷不太大,但冬季能耗也出现了高峰。有关研究表明,体形系数每增大0.01,能耗指标约增加2.5%。因此,上海市《公共建筑节能设计标准》(DGJ 08—107—2004)提出了体形系数的指标要求。

2007《全国民用建筑工程设计技术措施 节能专篇》第2.3.1条明确提出对夏热冬冷地区的要求:条式建筑的体形系数应不大于0.35,点式建筑的体形系数应不大于0.40。

### 2. 体形系数与建筑形状的关系

(1) 当建筑物的高度和平面面积相同(即体积 $V_0$ 相同)时,其平面形式以圆形为最小,依次为正方形、长方形以及其他组合形式。

表2-2为一平面面积为 $500\text{m}^2$ 、高度16.8m的建筑,在各面外围护结构的材料与构造相同(传热能力相同)时,不同平面形式的体形系数以及单位面积耗热量比值的计算结果。

(2) 当体积( $V_0$ )相同时,以立方体与长方体相比,其体形系数以立方体为最小。表2-3为上述两种体形不同放置情况下体形系数的计算结果。而且,当立方体的边长增大时,其体积会比表面积增加得更快。

(3) 建筑物的深度和高度相同时,体形系数随长墙长度增加而减小(表2-4)。因为与点式建筑相比,条式建筑长墙增长,节省了山墙面积。

(4) 建筑物平面尺寸相同时,体形系数随建筑高度增加而减小。