

# 中央空调 变流量控制节能技术



梁春生 智勇 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

# 中央空调变流量控制 节能技术

梁春生 智 勇 等编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了中央空调变流量节能原理与系统控制技术，首次公开发表了编著者及其研发团队近 6 年来研究开发的最新科技成果及其产品技术。本书内容新颖、语言通俗。全书图文并茂、内容丰富、可读性强，具有较高的实用价值。

本书可作为建筑暖通、中央空调、自动控制和建筑节能等技术专业研究生、本科生的教学参考用书，也可作为从事中央空调系统节能技术的研发、设计、维护和管理人员的培训教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

中央空调变流量控制节能技术/梁春生, 智勇等编著. —北京: 电子工业出版社, 2005.6

ISBN 7-121-01320-7

I. 中… II. ①梁… ②智… III. 集中空气调节系统—节能 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 052839 号

责任编辑: 赵丽松 张剑

印 刷: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23.75 字数: 608 千字

印 次: 2005 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 40.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

## 作者简介

梁春生 1962年8月毕业于武汉大学物理系。高级工程师，享受国务院政府特殊津贴专家。原任贵州华城楼宇科技有限公司总工程师。现任中国电子信息产业集团公司（CEC）中电博达节能科技有限公司总工程师。

1987年—1991年曾任国务院《电力负荷控制技术与设备》专家组成员。主持过多种大型项目产品的研制开发工作。参与国家重点“331”工程卫星地球站建设，荣立电子工业部三等功；1988年主持国家试点工程研发《音频电力负荷控制系统》，荣获机械电子工业部科技进步三等奖；1992年主持编制《音频电力负荷控制系统行业标准》（8种）荣获机械电子工业部科技进步三等奖；研发《音频电力负荷控制系统》荣获贵州省科技进步二等奖。

从1996年起，主持过许多楼宇智能系统工程项目设计与施工，主持过中央空调节能技术与产品的研制开发；联合其他专家共同编写了《现代建筑布线技术》、《中央空调变流量控制节能技术》两部书。

# 前 言

节约能源是我国经济和社会发展的一项战略任务。建设节能型社会，促进经济可持续发展，是实现全面建设小康社会宏伟目标，构建和谐社会的重要基础保障。我国的能源利用效率很低，单位产值能耗是世界平均水平的 2.4 倍，是日本的 8.7 倍。《节能中长期规划》中指出，我国能源效率低下的主要原因是粗放型经济增长方式，结构不合理，技术装备落后，管理水平低。

我国节能工作面临的形势严峻，任务艰巨。随着人口的增加，工业化和城镇化进程的加快，特别是重化工业和交通运输的快速发展，我国经济发展面临的能源约束矛盾和能源使用带来的环境污染问题更加突出。因此，加快建设节能型社会，以能源的有效利用促进经济社会的发展，是我国经济和社会发展的必然选择，也是科学发展观的重要内容之一。

节能必须依靠技术进步，用高新技术和先进适用技术来改造传统的能耗运行系统，用以信息技术为代表的新兴技术来提升传统的能耗运行设备的技术层次和技术水平，促进产业结构升级和优化，提高产业整体装备水平，最终形成节能产业和国家产业链中的节能环节，是一条符合中国国情的跨越式节能道路。

建筑节能是节能应用的重要领域。我国单位面积采暖能耗相当于气候条件相近的发达国家的 2~3 倍。据有关专家分析，如果大力开发和推广应用先进的建筑节能技术，可以使我国公共建筑和居住建筑节能 50% 以上。中央空调是现代建筑中不可缺少的能耗运行系统。中央空调系统在给人们提供舒适的生活和工作环境的同时，又消耗掉了大量的能源。据统计，我国建筑物能耗约占能源总消耗量的 30%。在有中央空调的建筑物中，中央空调的能耗约占总能耗的 70%，而且呈逐年增长的趋势。由此可见，对中央空调的能耗系统进行控制，可以减少无效能耗、减少热量排放，对于提高能源利用效率具有重要的经济效益和社会效益。

传统的中央空调系统是基于定流量运行和传输能量的原理、基于传统的工程设计方法进行冷热负荷计算和设备选型的。这种设计原理和工程方法经过工程界多年的实践证明是正确的，完全可以保证建筑物内的冷热能量交换并造就舒适的空气环境。但由于建筑物的外部环境温度随季节和昼夜的变化是动态的，建筑物内部对冷热负荷的需求变化将导致对中央空调能量负荷需求的动态变化。长期的试验结果表明，由于外界温度和内部负荷的动态变化，中央空调系统普遍存在着 30% 以上的无效能耗，有些中央空调系统的无效能耗甚至可以高达 50% 以上。换句话说，中央空调系统存在着最少 30% 以上的节能空间。

暖通工程界的学者和工程技术专家们长期以来一直在寻求降低这种系统无效能耗的工程技术方案，有效的解决办法就是选择多台主机和二次泵水系统并联运行的设计方案。

随着自动控制技术、信息技术、变频调速技术和计算机技术、特别是软件工程技术的发展及应用性产品的成熟，在中央空调系统中以变流量运行方式替代传统的定流量运行方式已经成为可能。上述这些技术的系统集成可以实现对传统的中央空调系统各个环节进行智能化控制，从而达到变流量节能的目的。

在此之前，随着变频调速技术的推广应用，国内外已经在中央空调系统中加装变频调速

器，以改变中央空调系统的定流状态。但当我们正式提出了“中央空调变流量控制节能技术”以及“系统优化”的构想和技术方案时，仍然在国内引起了较强烈的反响。许多专家对我们提出的构想和技术方案提出了各种不同的意见和建议，这些意见和建议促使我们更加深入地进行试验和研究，也推动着我们从更深层次去认识这项技术的原理和技术路线。

本项目的技术研发和产品化实施得到了国家科技部、原国家经贸委、贵州省科技厅、贵州省经贸委等部门给予的专项资助，其应用性成果被建设部列入重点推广应用项目，借此谨表示衷心的感谢。

从 1999 年正式启动中央空调变流量控制节能技术的研发已有 6 个年头，从 2001 年正式启动中央空调变流量控制节能装置的商品化和市场化实践也有 4 个年头了。我们这个开发团队走过了概念创新、原创性技术研发、产品研发、商品化设计、市场化设计、产业化实施等技术创新与推广应用的全过程。令人高兴的是，这项技术及成果正在全国推广。目前进入这个领域的企业已有 10 余家，国内已经安装并运行的产品已有百余套，在实际运行中收到了奇迹般的节能效果。中央空调系统中冷却水泵、冷温水泵、冷却塔风机等平均节电达 60%~80%；压缩式空调主机优化运行平均节电 10%以上，直燃型吸收式空调主机优化运行平均节省燃料 10%以上。这种智能控制装备在我国的华南、华东及华中的部分地区推广，平均节能投资回收期为 1~2 年，在我国的西南、西北和华北的部分地区推广、平均节能投资回收期为 2~3 年。

从事本项目产品的系统技术研发和产品研发的主要单位有：（1）中国电子信息产业集团公司（CEC）中电博达节能科技有限公司，研发基于 PC 控制的分布式中央空调变流量节能控制系统，已向中国知识产权局申请了三项发明专利（申请号：200410040255.7，200410040256.1，200410040257.6）；（2）贵州华城楼宇科技有限公司，研发基于 PLC 的分布式中央空调变流量节能控制系统，已获得中国知识产权局二项发明专利（专利号：01107228.8，02133684.9）；（3）贵州汇通华城楼宇科技有限公司，研发集中式中央空调变流量节能控制系统，已向中国知识产权局申请了六项发明专利（申请号：03117543.0，03117540.6，03117539.2，03117541.4，03117542.2，03135207.3）；（4）桂林三环永成电子有限公司和上海科节路电子节能设备有限公司，研发集中式中央空调变流量节能控制系统，已向中国知识产权局申请了一项实用新型专利（申请号：ZL032496257）。这些研发项目产品的基本技术原理都是将定流量运行方式改变为变流量运行方式，其差异在于技术路线和技术设计方法不同，但均达到了高效节能目的。

在中央空调变流量控制节能技术的研发团队中，主要技术骨干来自祖国西南部的贵州大三线军工基地。他们以满腔热情，积极参与并承担许多国家级重大科技项目和重大攻关项目的研发与制造，一方面他们奉献了自己的青春年华，另一方面也造就了这样一批国家级水平的系统工程专家。这批人的技术功底深厚，原创性研发能力与自学能力很强，工作认真，干事业执著，具有奉献精神。在改革开放和市场经济的条件下，这批人仍然努力奋斗，继续研发满足市场需要的各类产品。

本书由梁春生高级工程师（原任贵州华城楼宇科技有限公司总工程师，现任中国电子信息产业集团公司[CEC]中电博达节能科技有限公司总工程师）执笔编写，由智勇博士修改、审核定稿。参与本项目技术课题研究、产品开发和本书编写的人员还有陈明全、史颂平、张黔阳、黄臻、刘于雷等，参与本项目技术及产品开发的贵州华城楼宇科技有限公司人员还有

蔡小兵、顾见龙、陈志顺、郭林、王琪玮、智刚、徐世斌、张保和、魏成发、龙安华、冯存农、郁金昌、吴明全、阎峰、汪琴、吴洁、陆群、曹斌、舒宇、张治华、王亦斌、张思靖等。

在本书编写过程中，中国电子信息产业集团[CEC]中电博达节能科技有限公司和贵州华城楼宇科技有限公司提供了全部技术文件和设计图纸；刘春萍、欧茂莉、秦黎明等对文字编辑、插图绘制等做了大量的工作，在此谨表示衷心的感谢。

愿本书的出版能为国家节能事业和节能产业的发展做出一定的贡献。

编 著 者

# 目 录

<b>第 1 章 现代建筑与建筑节能</b> .....	(1)
1.1 现代建筑特点 .....	(1)
1.1.1 概述 .....	(1)
1.1.2 现代建筑特点 .....	(1)
1.2 现代建筑与可持续发展 .....	(6)
1.2.1 现代建筑的基本要求 .....	(6)
1.2.2 现代建筑对环境可能引起的影响 .....	(7)
1.2.3 可持续发展 .....	(11)
1.3 现代建筑的功能 .....	(13)
1.3.1 现代建筑提供给人的使用功能 .....	(13)
1.3.2 现代建筑提供环保功能 .....	(16)
1.3.3 现代建筑具有艺术形象造型的功能 .....	(17)
1.4 建筑节能 .....	(19)
1.4.1 建筑节能法规 .....	(19)
1.4.2 建筑节能标准 .....	(20)
1.4.3 建筑节能的技术措施 .....	(21)
<b>第 2 章 中央空调变流量节能原理与实现方法</b> .....	(46)
2.1 变流量节能原理与应用 .....	(46)
2.1.1 变流量节能原理 .....	(46)
2.1.2 变流量节能原理在工业过程的应用 .....	(49)
2.2 中央空调系统变流量节能原理 .....	(51)
2.2.1 中央空调主机节能原理 .....	(51)
2.2.2 冷温水系统变流量节能原理 .....	(52)
2.2.3 冷却水系统变流量节能原理 .....	(52)
2.2.4 冷却塔风机系统变流量节能原理 .....	(52)
2.2.5 中央空调系统变流量节能原理 .....	(53)
2.3 中央空调系统的节能空间分析 .....	(54)
2.3.1 空调冷热负荷的计算 .....	(54)
2.3.2 空调主机的节能空间 .....	(56)
2.3.3 水系统的节能空间 .....	(56)
2.3.4 空调负荷的时变性 .....	(57)
2.4 中央空调系统变流量节能技术原理及实现方法 .....	(57)
2.4.1 中央空调系统变流量节能技术原理 .....	(57)



2.4.2	中央空调系统变流量节能的实现方法	(58)
<b>第3章</b>	<b>中央空调系统控制与节能技术概述</b>	(60)
3.1	中央空调系统控制技术概述	(60)
3.1.1	中央空调监控技术	(60)
3.1.2	变频调速技术	(77)
3.2	中央空调系统节能技术概述	(86)
3.2.1	中央空调拖动系统节能技术	(86)
3.2.2	中央空调输送系统节能技术	(103)
3.2.3	中央空调终端节能技术	(107)
3.2.4	中央空调系统节能技术	(109)
<b>第4章</b>	<b>中央空调系统基本技术原理</b>	(119)
4.1	空气调节的基本知识	(119)
4.1.1	空气的组成与状态参数	(119)
4.1.2	湿空气的焓( $h$ )-湿( $d$ )图及其应用	(122)
4.1.3	空调系统的分类	(126)
4.2	空调负荷计算	(128)
4.2.1	计算空调负荷的目的	(128)
4.2.2	空气调节室内外空气计算参数的确定	(128)
4.2.3	空调室内冷(热)、湿负荷计算	(132)
4.2.4	空调房间的送风量和新风量	(135)
4.2.5	冷(热)负荷简化计算方法	(137)
4.3	中央空调系统的冷热源	(138)
4.3.1	中央空调系统的冷源	(138)
4.3.2	中央空调系统的热源	(151)
4.3.3	直燃型溴化锂吸收式冷温水机	(154)
4.3.4	冷水机组的选用	(159)
4.4	空调水系统	(160)
4.4.1	冷冻(热)水系统	(160)
4.4.2	冷却水系统	(172)
4.5	空调风系统	(176)
4.5.1	空调风系统的分类	(176)
4.5.2	一次回风系统	(176)
4.5.3	二次回风系统	(179)
4.5.4	变新风比系统	(181)
4.5.5	变风量系统	(184)
4.5.6	风机盘管加新风空调系统	(190)
<b>第5章</b>	<b>中央空调自动控制系统</b>	(197)
5.1	中央空调自动控制系统的组成	(197)
5.1.1	中央空调自动控制系统的基本概念	(197)

5.1.2	中央空调自动控制的基本内容	(199)
5.1.3	空调自动控制系统中控制对象的数学描述	(200)
5.2	调节器的特性及对调节过程的影响	(203)
5.2.1	比例调节器的特性及其对调节质量的影响	(204)
5.2.2	积分调节器的特性及其对调节质量的影响	(205)
5.2.3	比例积分微分调节器的特性及其对调节过程的影响	(206)
5.3	空调控制系统中常用的传感器和变送器	(208)
5.3.1	传感器和变送器的特性	(208)
5.3.2	常用的温度传感器和温度变送器	(211)
5.3.3	常用的湿度传感器和湿度变送器	(213)
5.3.4	压力传感器	(214)
5.3.5	流量传感器	(215)
5.3.6	空气质量传感器	(217)
5.4	中央空调监控系统	(217)
5.4.1	概述	(217)
5.4.2	直接数字控制系统	(222)
5.4.3	直接数字控制系统对中央空调系统的监控	(223)
<b>第6章</b>	<b>变频调速技术</b>	<b>(233)</b>
6.1	变频调速技术原理	(233)
6.1.1	通用变频器	(233)
6.1.2	变频器的运行功能	(237)
6.2	可编程控制器	(257)
6.2.1	PLC的主要功能及特点	(258)
6.2.2	PLC的性能指标及设计选型	(268)
6.3	PLC与变频器联合应用	(273)
6.3.1	PLC连接变频器的输入与输出电路	(273)
6.3.2	PLC连接变频调节系统中的其他电路	(275)
<b>第7章</b>	<b>集中式中央空调节能控制系统</b>	<b>(277)</b>
7.1	概述	(277)
7.2	集中式中央空调节能系统结构	(279)
7.2.1	集中式中央空调节能控制系统结构原理	(279)
7.2.2	控制系统的模拟量输入输出通道	(280)
7.2.3	控制系统的数字量输入输出通道	(289)
7.3	变频器拖动电动机	(292)
7.3.1	变频器拖动电动机的简单方法	(292)
7.3.2	变频器拖动电动机时常用的输入输出信号	(296)
7.4	集中式中央空调变流量节能控制系统	(297)
7.4.1	集中式中央空调变流量节能控制系统的设计	(297)
7.4.2	集中式中央空调变流量节能控制系统的主要技术参数	(308)

<b>第 8 章 分布式中央空调节能控制系统</b> .....	(314)
8.1 分布式控制系统的基本结构与特点 .....	(314)
8.1.1 分布式控制系统的基本结构 .....	(314)
8.1.2 分布式控制系统的特点 .....	(317)
8.1.3 现场控制器 .....	(317)
8.1.4 工作站 .....	(319)
8.1.5 通信网络 .....	(322)
8.1.6 分布式控制系统组态 .....	(324)
8.1.7 现场总线技术 .....	(326)
8.1.8 分布式控制系统主要性能指标 .....	(328)
8.2 基于 PLC 的分布式中央空调节能控制系统 .....	(329)
8.2.1 概述 .....	(329)
8.2.2 控制系统组成 .....	(330)
8.3 基于 PC 控制的分布式中央空调变流量节能控制系统 .....	(339)
8.3.1 分布式控制系统组成框图 .....	(339)
8.3.2 模糊控制 .....	(349)
8.3.3 中央空调变流量节能控制装置的实际运行 .....	(364)
<b>参考文献</b> .....	(367)

# 第1章 现代建筑与建筑节能

## 1.1 现代建筑特点

### 1.1.1 概述

在中国建筑史著作中，都把 1840 年鸦片战争作为近代建筑史的起点，将 1949 年新中国成立作为近代建筑史的终点（也是现代建筑史的起点）。研究表明，1949 年之前的近代建筑体系中，已经存在着明确的现代建筑特征，而且与 1949 年之后的中国现代建筑现象一脉相承。

现代建筑有现代社会所要求的全新内容，既有现代科学所产生的新结构、新材料、新设备和新技术所支持的全新建筑形式，也有现代观念所启发的全新的自由设计思想和方法。现代建筑的原型（或者说传统建筑所没有的、不完善的建筑类型）是高层建筑，大跨度建筑，以及全新自由设计思想、方法产生的新建筑。

中国建筑与世界建筑之间的关系，可以在国家性建筑和国际性建筑的框架中定位。国家性建筑是一个国家根据自身的条件所发展的具有特殊意义的建筑，通常说的“民族风格”，“地域性建筑”就是国家性建筑之一。国际性建筑是可能或者已经被国际广泛吸收的具有普遍意义的某种国家性建筑，所谓“国际风格”建筑就是国际性建筑之一。国家性建筑和国际性建筑不存在谁先进谁落后的问题，它们的关系是特殊性和普遍性之间的关系。

创造国际性建筑的工作，是建立在当时社会共同需求和经济基础之上，利用科学技术的发展所带来的新生产力（含新材料、新技术）和新观念进行的工作，产生的是一种国际性或全球性的建筑文化，应该说国际性建筑的概念原本是中性的。

中国现代建筑经过了初始期以后，工业化设计思想也成为该时期中国建筑活动的主流，以非工业化设计思想为基础的非“摩登”建筑乃至复古的建筑，是它的支流。虽然有后者的存在，但并不能改变已经处在现代建筑阶段的总体性质。这是因为，某些非工业化思想，是针对工业化带来的问题而产生的，比如希望回归传统、主张建筑的地域性和人情味等。今天的非工业化思想，业已成为工业化思想的积极补充，升华为现代意识的一个组成部分。即便有一些复古建筑出台，实际上它们也都在广泛地运用着现代建筑的成果，特别是技术成果。非工业化思想与工业化思想的现代建筑主流并存，主流、支流百川汇集，形成了完整意义的中国现代建筑。

### 1.1.2 现代建筑特点

众所周知，人类进化过程中，经历了狩猎畜牧文明、农业文明、工业文明及现代的后工业文明。每一次生产革命都伴随着人类对自然界的更进一步破坏，同时也是人类生活舒适、便利的巨大增长，以及人口的剧烈膨胀。人口无节制的增长和人们追求生活舒适无节制，是

以牺牲自然界的其他物种和自然资源为代价的。水土流失、森林破坏、土地荒芜等，早已在工业文明出现以前便已存在，只是在现代社会更加速其进程而已。

自 20 世纪 90 年代起，由于人类自身的负效行为和天灾引起的自然环境对人类的惩罚，使全球不得不一致公认：各行各业都必须可持续发展。

1987 年联合国环境与开发世界委员会报告《我们共同的未来》中提出，所谓可持续发展的开发，是指在“不损害将来人类社会经济利益的基础上，能够满足现在需要的开发”，强调发展的长期性，而创造“既满足当代人的需求，又不危及后代人生存及其发展的环境”是可持续发展对建筑的要求。

建筑是为了一定的使用目的，采用技术方法和物质手段构筑的限定空间，供人们进行各种特定的、具体的生产活动或（和）生活活动。因此，建筑是人造物质实体与人类活动空间的统一。建筑与社会、时代有关，与生产方式、思想意识有关，与周边的自然地理、气候条件有关。不同的社会、时代、观念、文化和外部条件，必然产生不同的建筑形态和建筑结构。每座建筑物的环境、对象、文化、应用的各种差别，组合成千姿百态的建筑。

现代建筑是人类政治、经济、历史、文化和科学技术发展的结晶，有着时代的特征和民族风格的烙印，是一个国家民族政治、经济、文化和社会发展的物化记录。20 世纪的建筑科学进步，为人类生产、生活提供了更丰富的物质基础，创造了新一代的物质文明。现代建筑与智能技术的结合是建筑科技水平创新发展和综合效益优化提高的最好表现，也是当代信息发展的必然趋势，是 21 世纪创造物质财富和提高生活质量的重要内容。

现代建筑的发展，要从可持续发展的战略高度出发，注重促进生态平衡，保护环境，合理利用资源和节约能源，这是建筑业发展的永恒主题。

现代建筑工业在为人类提供大量的居住空间的同时，不仅使人们的生活远离自然环境，而且造成了耕地面积的大量减少、资源能源紧张、生态破坏和环境污染。据统计，人类从自然界中所获得 50% 以上的物质原料是用来建造满足人们生产、生活的各种类型的建筑及其附属设施的，这些建筑又消耗了人类从自然界所获得能源的 40%。据日本学者的研究，与建筑业有关的环境污染占环境总体污染的 34%，包括空气污染、光污染、电磁污染等。这些研究表明，作为现代社会支柱产业的建筑业是污染环境的“大户”，对自然生态平衡起着较大的破坏作用。因此，现代建筑应该是节能的，节约资源的，不污染环境的，保持生态平衡的，以体现出可持续发展战略这一当今人类的理智决策，在这个意义上现代建筑一定应是绿色的、生态的建筑。

传统建筑与技术在许多方面也体现了可持续发展的精神。例如，充分利用气候环境因素，尽可能利用气候条件进行自然采光和通风。传统建筑技术所依据的往往是最基本的自然规律，它是人类在适应环境的过程中逐步摸索形成的。随着时间的推移，有些技术变得不合时宜。传统建筑也有许多地方是不利于可持续发展的，列举如下：

迄今绝大多数全国城乡传统建筑仍使用煤、气、油、柴等污染性能源，这是环境污染的最大来源之一。应大力发展太阳能、沼气等可持续能源炊事、供热、发电等，对传统建筑用能进行改造。

许多装饰材料，如喷涂类、黏贴类、块材类等，有致癌性、过敏性、燃烧窒息性、放射污染性等物质，但在广大建筑现场、建材市场、环境部门均无方便易行的检测手段。

长期以来采用的夏季空调系统，尽管已采用无氟系统，但仍然是“热、湿搬家设备”，

即利用无氟冷媒将室内的热量搬到室外，同时将冷凝水排至室外。加上机电设备运转产生的热量后，室外环境总热量不仅未减少，反而增多，室外环境湿度也同时增大，致使城市热岛效应加剧。同时，全国每天浪费的冷凝水，不下千万吨。

21 世纪的信息社会，人类经济的发展和社会的进步将产生质的飞跃。我国同世界各国一样，都面临资源短缺、环境恶化和人口增长的压力。要缓解这种压力，只有努力改变落后的生产力、生活方式，发展高新技术产业，加速产业创新的进程，有效地保护环境，合理利用和节约资源，改善人们的生存空间和生活质量，使社会进步与生态环节相协调。未来的若干年，我国仍处于建设的高峰时期，必然要投入相当大的人力、物力。因此，建筑发展还需与相关的高新技术相结合，提高建筑最终产品的科技含量。一些新技术、新成果、新材料、新工艺的涌现将逐步改造传统建筑业，为人们提供更为安全、舒适、便捷、高效的工作与生活环境。

今后建筑科技的发展，将进一步围绕如何为保护环境，节省资源，降低能耗，改善人类社会生产、生活条件而开展，而建筑智能技术的发展可为节能、生态、太阳能等在各种类型现代建筑中应用提供技术支持，以充分发挥现代建筑的复合功能和提高经济、社会效益，满足社会各层次消费者的需求。近几年，全国建成的几千座公共建筑中都程度不同地提出了建筑智能化的需求，并逐步成为建筑设施配套必不可少的内容。而且，这种需求也逐步向住宅小区移植和延伸，构成了广阔的智能建筑市场。

21 世纪人类运用已掌握的高新科技，探寻人类生存、生产和生活环境空间可持续发展的模式。可持续发展的现代建筑包括绿色建筑、生态建筑和生态高科技建筑。

### 1.1.2.1 绿色建筑

这里的绿色不仅是指具有光合作用的植物的绿色，还包括节约能源或相同能耗条件下效率最高，充分利用自然条件如阳光、水与空气等，对动植物和人类有益或无害，促进人类健康，有利于人类和其他动植物繁衍生息共同繁荣及有利于可持续发展等含义。

绿色建筑并不仅仅是一种流行趋势，亦不是单指某一类型的建筑。实质上是指一种基本的设计思路与观念，这种思路与观念可以引入到任何一个建筑中。从根本上来说，它是指重视人、自然、建筑三者互动关系的产物。在现代建筑设计中，主要体现在：从微观角度来看，为居住者提供健康的物理环境，如清洁、流通的空气，宜人的温湿度环境、光环境、声环境及灵活开敞的空间等；从宏观的角度来看，合理有效利用自然资源，减少对自然界及周围环境的负荷。

在城市规划时就应引入绿色建筑理论，从总体规划到量化指标均应加以控制。城市开发的建筑应与当地的自然环境、资源、社会经济背景相结合。在发展建设的同时，创造性地保护和利用已有条件，一方面改变不合理的布局模式、区域划分、空间结构和资源配置，另一方面让城市的社会历史文脉、自然地理特征得以沿袭，并以此成为城市的个性标志。

在任何一个系统中，每一个构成系统的要素的特性都将对整体产生影响。构成绿色建筑系统的各个建筑单体的特征也要符合整体的要求。首先，建筑的体型系数与建筑的热工性能的关系密不可分。研究表明：曲面建筑的热耗要小于直面建筑的热耗；而在相同体积时，分散的布局模式要比集中布局的建筑物热耗大。具体设计中，应减少建筑外墙面积，控制层高，减少体型凹凸变化，尽量采用规则平面形式。其次，在满足自然采光和通风的前提下，适当减少外墙上的门窗面积，这样也可提高室内环境的热稳定性。同时，依靠物理学原理，

利用风压和热压，在室内组织自然通风，既能减少对空调设备的依赖，又能防潮、除湿、换气、改善空气质量。

为减少建筑对环境的负荷，可以通过减少建筑的 CO<sub>2</sub> 等温室气体的排放，延长建筑的生命期限，提高结构的初期性能和设备的易更换性，并提高建筑空间使用的灵活性，使建筑有可持续发展的可能性。

建筑外部的土壤、绿化、水及空气等因素为绿色建筑提供了多种可能性，外界空气和气流连同它的能源潜力是未来综合设计的最主要组成部分之一。原则上建筑物应减少由于升温、加温、冷却所需的机械通风时间。为了使建筑物自然通风，根据建筑物的形状及高度，使建筑的正压和负压区得到利用，同时在建筑物中充分利用热功原理。

应充分利用可再生能源，如风能、太阳能、水能等。从长远观点出发，可再生能源的运用，可缓解全球能源危机；建筑材料也应尽可能选用可再生资源，回收物，以及无害化、无污染的材料，这样才可能为人类提供更加健康舒适的生存环境。

### 1.1.2.2 生态建筑

生态包括人类和动植物所离不开的自然环境的生态；人类身边的环境生态，有利于人类生存和发展的生态；因地制宜、就地取材保护自然的生态；重视风土人情水文地理气候的生态；具有仿生学性质的生态；具有调节微小气候不受外界气候干扰而舒适生活的生态及与当时当地的社会家庭技术审美生活相适应的生态。

生态本质上是指人与自然的关系。生态建筑应该处理好人、建筑和自然三者之间的关系，既要为人创造一个舒适的空间小环境，同时又要保护好周围的大环境（自然环境）。具体来说，小环境的创造包括健康宜人的温度、湿度、清洁的空气、好的光环境、声环境及具有长效舒适的灵活开敞的空间等。对大环境的保护主要反映在两方面，一方面对自然界索取要少，即对自然资源少费多用，包括节约土地，在能源和材料的选择上贯彻减少使用、重复使用、循环使用及用可再生资源代替不可再生资源等原则；另一方面对自然环境的负面影响要小，主要是减少排放和妥善处理废弃物及减少光污染、声污染等。对小环境的创造主要体现在建筑的使用阶段，而对大环境的保护则体现在从建筑物的建造、使用，直到寿命终结的全过程。

生态建筑设计在可持续环境方面的考虑归纳为以下 5 个方面，即建筑与自然环境共生、应用减轻环境负荷的建筑节能新技术、保持建筑生涯的可循环再生性、创造健康舒适的室内环境及使建筑融入历史与地域的人文环境中等，见表 1.1。

表 1.1 生态建筑的可持续环境

与自然环境共生	保护自然	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 保护全球生态环境</li> <li>• 保持建筑周边环境生态系统的平衡</li> <li>• 对气候条件、国土资源的重视</li> </ul>
	利用自然	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 充分利用阳光、太阳能</li> <li>• 充分利用风能</li> <li>• 有效使用水资源</li> <li>• 活用绿化植栽</li> <li>• 利用其他无害自然资源</li> </ul>
	防御自然	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 隔热、防寒、直射阳光遮蔽</li> <li>• 建筑防灾规则</li> </ul>

续表

建筑节能及环境 新技术应用	降低能源消耗	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能源使用的高效节约化</li> <li>• 能源的循环使用</li> </ul>
	长寿命化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建筑长寿命化</li> </ul>
	环境亲和材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 无环境污染材料</li> <li>• 本地材料运用</li> <li>• 可循环利用材料</li> <li>• 再生材料运用</li> </ul>
	无污染化施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 降低环境影响的施工方法</li> <li>• 建设副产品的妥善处理</li> </ul>
循环再生性的建 筑生涯	建筑使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用经济性</li> <li>• 使用无公害性</li> </ul>
	建筑再生	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建筑更新</li> <li>• 建筑再利用</li> </ul>
	建筑废弃	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 无害性解体</li> <li>• 解体材料再利用</li> </ul>
舒适健康的室内 环境	健康的环境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 健康持久的生活环境</li> <li>• 优良的空气质量</li> </ul>
	舒适的环境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 优良的温湿度环境</li> <li>• 优良的光、视线环境</li> <li>• 优良的声环境</li> </ul>
融入历史与地域的人 文环境	继承历史	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 对城市历史地段的继承</li> <li>• 与乡土的有机结合</li> </ul>
	融入城市	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 与城市肌理的融合</li> <li>• 对风景、地景、水景的继承</li> </ul>
	活化地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 保持居民原有的生活方式</li> <li>• 居民参与建筑设计与街区更新</li> <li>• 保持城市的恒久魅力与活力</li> </ul>

### 1.1.2.3 生态高科技建筑

21 世纪, 人类运用已掌握的高新科学技术成果, 探寻人类生存、生产和生活环境空间可持续发展的模式。可持续发展的智能建筑包括: 绿色建筑, 即节能、无垃圾、无污水、无废气、无电磁污染、立体绿色; 生态建筑, 即回归自然生态、良性循环、资源可持续利用; 生态高科技建筑, 即优化配置建筑物理性质、合理组织建筑与环境的联系, 构建有机、互动的整体。21 世纪人类与自然的共生, 将最终体现在具有可持续发展功能的高度智能化的人工环境之中。

智能建筑是传统的建筑技术和现代信息技术、现代计算机技术相结合的产物, 为智能化系统提供优良的环境是智能建筑设计的首要任务。智能建筑的设计要遵循都市化、生活化和媒体空间化等原则。都市化就是建筑物中都市的功能较完备。室内设计应体现家庭式气氛, 使工作人员有亲切感, 可以提高工作效率。室内设计应体现企业形象, 即宣传媒体空间化。就建筑设计本身来说, 由于智能建筑的特殊性, 建筑师更加重视建筑环境的舒适性, 结构的通融性及空间的开放性。例如, 智能建筑是人、机与环境三者相结合的系统, 在设计时尤其不能忽视环境的舒适性。在智能建筑的设计中, 要处理好建筑空间的导入空间、通行和短暂



停留空间、业务空间、决策空间、休闲空间和空间设备等。

智能化建筑是信息时代的产物，不论其智能化程度多高，都是在建筑物上安装一些信息通信、自动控制等设备。这些设备的功能深入齐全，只能反映出人们对信息变化的要求，而不能反映出建筑物本身各部分结构文化的信息。随着新技术、新材料的出现，建筑物各有关部位安装了各种传感器，用于测量监视所需要的各种参数。这些数值传送到控制中心的计算机后，计算机可以通过声光图像把传感器输入信号记录下来。由于采用了结构自动监测报警系统、自动化抗震系统等新技术，智能建筑中的结构系统更加安全、可靠、经济。

智能建筑应向人们提供舒适、高效的环境。智能建筑的环境设计主要考虑的问题有：建筑物空间应有高度适应性、灵活性和空间宽敞性；有良好的环境，视觉环境如建筑造型、色彩、室内装饰及家具应该协调，不可视环境如声音、温度、湿度及心理环境应适应；空气和热环境应该符合舒适要求；照明应该能满足人们对视觉的美感需求，确保人们生理和心理的舒适。

智能建筑由于大量使用计算机、网络通信设备及其他各种自动化设施，因而有对供电、配线、空调、照明、防火、楼层负重及一系列不同于常规建筑的新要求，必须安排较多的弱电管线空间。对建筑物的整体格局、平面设计、结构强度、墙体选材、管线走向等都有相应的要求。

智能建筑应改善人居环境，为人服务，以人为本。智能建筑不应失去人的主观能动性。任何有生命力的系统都应发挥人的主观能动性提供充分条件。对于智能建筑的设备系统来说，就是应当提供更好的人机界面，使人们能为创造和改进环境的舒适性充分发挥作用。智能建筑应能协调人和环境的关系，有益于人的身心健康。

## 1.2 现代建筑与可持续发展

### 1.2.1 现代建筑的基本要求

现代建筑应确保健康、安全、坚固、节省能源和减少噪声，其最基本要求包含下述的 6 个方面：

(1) 具有机械抵抗力和稳定性 现代建筑物在重压之下不会倒塌、变形和导致工程或者设备的损坏。

(2) 具有安全防火能力 现代建筑物必须考虑到防火安全。在火灾发生时，建筑物的承载能力可以支撑一定时间；火势和烟雾的蔓延应当被限定在内部和相邻的部分；建筑物内的人员可以安全逃离现场，救援人员也可以进入火灾现场。

(3) 具有良好的卫生、健康和环境条件 现代建筑物一定不能危害到在其内部工作和居住人们或者周围人群的卫生、健康，也不能破坏环境。不能排放有毒气体；不能出现危险颗粒或者气体；不能泄漏放射性物质；不能污染或者毒害水和土壤；不能不合理排放水、烟尘、固体和液体垃圾；不能使建筑物内部变得潮湿。

(4) 具有使用中的安全性 现代建筑物应当能够防止意外事故的发生。

(5) 减少噪声 现代建筑物必须能够把噪声降低到不会危及到内部工作人员或者临近居民健康的程度，使他们可以在满意的条件下睡眠、休息和工作。