

中央空调设计与审图

◎ 李志生 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中央空调设计与审图

主 编 李志生
副主编 王晓霞
参 编 陈舒萍 廖嘉文

机械工业出版社

前 言

本书根据目前中央空调设计、施工行业的发展情况，在编者长期的教学、科研与工程实践经验积累的基础上，充分吸收国内外最新的教育、教学、科研成果编写而成。本书结合我国中央空调设计、施工的新规范和节能减排政策，深入浅出地介绍了中央空调设计、施工和审图的基本方法和具体应用。

本书在系统介绍中央空调设计与施工的基本方法、基本过程的基础上，重点介绍了相关新标准及规范的背景、意义和施行情况，同时也总结了中央空调工程设计的常见错误，系统地总结和论述了中央空调设计和施工过程中的成功经验和常见做法。

本书由李志生任主编，王晓霞任副主编，参加编写的还有陈舒萍和廖嘉文。具体编写分工如下：李志生编写第1章、第2章、第8章、第10章、第11章、第12章，王晓霞编写第3章、第4章，廖嘉文编写第6章、第9章，廖嘉文和陈舒萍共同编写第5章，李志生和王晓霞共同编写第7章。

由于编者水平有限，本书在内容取舍、章节安排和文字表述等方面一定还有许多不尽人意之处，恳请广大读者批评指正，并提出宝贵意见和建议。相关意见和建议请发送至 Chinaheat@163.com（李志生邮箱），对您的意见和建议，我们将表示由衷的感谢。

目 录

前言

第1章 概述 1

1.1 中央空调工程与设备市场的发展概况 1

1.1.1 国外发展情况概述 1

1.1.2 国内发展情况概述 1

1.1.3 中央空调工程和设备的发展趋势 ... 2

1.2 中央空调工程设计市场的发展概况 2

1.2.1 中央空调工程设计的市场现状 2

1.2.2 中央空调工程设计的发展趋势 2

1.3 中央空调工程设计规范与技术应用的新变化 3

1.3.1 节能要求方面 4

1.3.2 环保与室内环境要求方面 5

1.3.3 新设备和新材料方面 7

1.3.4 新技术应用方面 8

第2章 中央空调工程的设计规范与设计文件 10

2.1 中央空调工程设计标准与规范 10

2.2 设计原则、依据、准备与方法 10

2.2.1 设计原则与设计依据 10

2.2.2 设计准备 11

2.2.3 设计方法 11

2.3 设计内容 11

2.3.1 设计计算 11

2.3.2 设备选型 12

2.3.3 图样绘制 12

2.3.4 其他设计 12

2.4 设计步骤 12

2.4.1 明确设计任务及设计要求 12

2.4.2 熟悉原始资料 12

2.4.3 空调方案比选 13

2.4.4 设计计算 13

2.4.5 设备选型 13

2.4.6 施工图绘制 13

2.5 设计文件 14

2.5.1 初步设计或方案设计阶段 14

2.5.2 施工图设计阶段 14

2.5.3 设计文件的审批与修改 15

第3章 中央空调工程的负荷与送风量计算 16

3.1 室内外计算参数 16

3.1.1 室外空气的计算参数 16

3.1.2 室内空气的计算参数 16

3.2 空调冷负荷的计算 18

3.2.1 围护结构瞬变传热形成的冷负荷 18

3.2.2 室内热源散热形成的冷负荷 28

3.3 空调湿负荷的计算 33

3.3.1 人体散湿量 33

3.3.2 敞开水表面散湿量 33

3.4 空调热负荷的计算 34

3.5 空调负荷的计算举例 36

3.6 空调负荷的概算指标法 39

3.6.1 冷负荷概算指标 40

3.6.2 热负荷概算指标 43

3.7 送风量的确定 43

3.7.1 夏季送风状态和送风量 43

3.7.2 冬季送风状态和送风量 45

3.7.3 送风量计算举例 45

第4章 中央空调空气系统的形式及处理方案 47

4.1 中央空调系统的分类与比较 47

4.1.1 系统分类 47

4.1.2 系统比较 49

4.2 空调系统的形式选择与划分

原则	51	5.2.1 水系统的分区	82
4.2.1 系统的形式选择	51	5.2.2 水系统管网的承压和定压	85
4.2.2 系统的划分原则	52	5.3 水系统的设计计算	88
4.3 全空气空调系统	53	5.3.1 水管管径和管内流速	88
4.3.1 全空气空调系统的特点	53	5.3.2 水流阻力	89
4.3.2 全空气空调系统的空气处理过程 与计算方法	53	5.3.3 水系统的设计计算举例	97
4.3.3 集中式空调系统设计中的问题	57	5.4 水系统的管路布置	98
4.4 变风量空调系统	59	5.4.1 空调水管路的管材和阀门	99
4.4.1 变风量空调系统的特点	59	5.4.2 水系统的管路布置	100
4.4.2 变风量空调系统的空气处理过程 与计算方法	60	5.5 水系统的补水、排气和泄水	101
4.5 全新风空调系统	60	5.5.1 补水	101
4.5.1 夏季全新风空调系统的流程及 空气处理过程	61	5.5.2 排气和泄水	102
4.5.2 夏季全新风空调系统的冷量 计算	61	5.6 水系统的水质管理	102
4.5.3 冬季全新风空调系统的流程及 空气处理过程	61	5.6.1 水处理的目的	102
4.6 风机盘管加新风系统	62	5.6.2 补水的水处理	103
4.6.1 风机盘管加新风系统的特点	62	5.6.3 设备入口除污	103
4.6.2 风机盘管加新风系统中新风的 供给方式	63	5.7 冷凝水系统的设计	104
4.6.3 风机盘管加新风系统中新风终 状态的处理方式	64	5.7.1 水封设计	104
4.6.4 风机盘管机组的选择	66	5.7.2 坡度设计	104
4.6.5 风机盘管的水系统	66	5.7.3 管材选择	104
4.6.6 风机盘管加新风系统设计中应 注意的问题	68	5.7.4 管径设计	104
4.7 多联机空调系统	69	5.7.5 设计中的问题	105
4.7.1 多联机空调系统的分类	69	第6章 中央空调工程的风系统设计	106
4.7.2 多联机空调系统的特点	70	6.1 送回风方式及其应用	106
4.7.3 多联机空调系统的设计要点	70	6.1.1 气流组织的基本要求及设计 流程	106
4.7.4 多联机空调系统的设计流程	71	6.1.2 气流组织的分类及其典型形式	107
4.8 中央空调系统空气处理方案 应用实例	72	6.1.3 送风口和回风口	118
第5章 中央空调工程的水系统设计	73	6.2 风系统的设计计算	121
5.1 水系统的分类及主要形式	73	6.2.1 气流组织计算	122
5.1.1 冷冻水系统的主要形式	73	6.2.2 风管系统水力计算	132
5.1.2 冷却水系统的主要形式	79	6.2.3 风系统的计算举例	136
5.2 水系统的分区、承压和定压	82	6.3 风管系统的布置	137
		6.4 风管的保温	137
		6.4.1 保温材料	137
		6.4.2 保温结构	138
		第7章 中央空调工程设计主要设备的 选型	139
		7.1 制冷机组的选型	139

7.1.1 选型原则	139	9.1.3 AutoCAD2006 高级使用技巧与 提高	168
7.1.2 工程设计规范对制冷机组选型的 规定	140	9.2 天正暖通	172
7.1.3 设备选型和审查中的常见问题 ..	143	9.2.1 天正暖通 7.6 的功能	172
7.2 组合式空调机组与新风机组的 选型	143	9.2.2 天正暖通 7.6 使用入门	175
7.2.1 组合式空调机组的结构与性能 ..	143	9.2.3 天正暖通 7.6 的绘图操作	175
7.2.2 组合式空调机组的选型原则和 注意事项	144	9.3 鸿业暖通	176
7.2.3 新风机组的结构和性能	145	9.3.1 鸿业暖通 6.0 的工作界面	176
7.2.4 新风机组设备的选型步骤	146	9.3.2 鸿业暖通 6.0 空调冷负荷计算 ..	176
7.3 风机盘管的选型	146	第 10 章 中央空调工程设计施工图的 绘制	187
7.3.1 风机盘管的性能	146	10.1 建筑施工图的基本知识	187
7.3.2 风机盘管的选型步骤	147	10.1.1 建筑的基本构造和部件	187
7.3.3 风机盘管选型中的常见问题	148	10.1.2 建筑施工图的主要内容与 编排原则	187
7.4 冷冻水泵与冷却水泵的选型	149	10.1.3 建筑施工图的一般规定	187
7.4.1 冷冻水泵与冷却水泵扬程和流量 的确定	149	10.2 中央空调工程设计制图的标准 与规范	189
7.4.2 冷冻水泵与冷却水泵选型中的 注意事项	150	10.2.1 图样内容	189
7.5 冷却塔的选型	151	10.2.2 制图标准与规范	189
7.5.1 冷却塔的形式与结构	151	10.3 中央空调工程设计施工图的 绘制	190
7.5.2 冷却塔的技术参数	151	10.3.1 施工图的作用与特点	190
7.5.3 冷却塔选型中的注意事项	152	10.3.2 施工图的组成	190
第 8 章 中央空调工程的消防设计	153	10.3.3 施工图的基础知识	193
8.1 概述	153	10.3.4 图样画法的一般规定	197
8.1.1 消防设计的意义	153	10.3.5 施工图的绘制	198
8.1.2 防排烟系统及设施配置	153	10.4 中央空调工程设计施工图的 绘制举例	199
8.2 消防设计的相关规范与标准	154	10.4.1 空调风系统平面的绘制	200
8.3 消防设计的内容	154	10.4.2 空调水管平面图的绘制	204
8.3.1 机械排烟	155	10.5 中央空调工程设计施工图中的 常见错误	210
8.3.2 机械防烟	156	10.5.1 平面图的常见错误	210
8.4 防排烟设备的性能与设计	159	10.5.2 系统图的常见错误	211
8.4.1 防火排烟阀	159	10.5.3 剖面图的常见错误	211
8.4.2 排烟风道与排烟口	160	第 11 章 中央空调工程设计的审查 程序与相关规定	212
8.4.3 消防风机	161	11.1 中央空调工程设计文件审查的	
第 9 章 中央空调工程设计软件	162		
9.1 AutoCAD	162		
9.1.1 AutoCAD2006 的工作界面	162		
9.1.2 AutoCAD2006 初级使用	166		

概念与意义	212	规范	218
11.1.1 设计文件审查的概念	212	12.1.2 设计要求与深度	219
11.1.2 设计文件审查的意义	212	12.2 中央空调工程设计的审查	
11.2 审查机构	213	要求	223
11.3 审查程序	213	12.2.1 审查原则	223
11.3.1 审查文件报送	213	12.2.2 审查要点	223
11.3.2 审查要求	214	12.2.3 审查的主要内容	223
11.4 审查的范围及内容	214	12.2.4 审查的注意事项	226
11.4.1 审查范围	214	12.2.5 提高审查质量的途径	228
11.4.2 审查内容	215	12.3 中央空调工程设计审查中发现	
11.5 审查各方的责任	216	的常见错误	228
11.5.1 设计单位与设计人员的责任	216	12.3.1 方案不正确	229
11.5.2 审查机构及审查人员的责任	216	12.3.2 参数不正确	229
11.5.3 政府主管部门的责任	217	12.3.3 管路或设备布置不当	230
第12章 中央空调工程设计的深度与		12.3.4 防火排烟系统设计不正确	233
审图要求	218	12.3.5 设备选型不正确	235
12.1 中央空调工程设计的深度		12.3.6 设计深度不符合要求	236
要求	218	12.3.7 设计图样质量不佳	236
12.1.1 设计与审查的主要标准与		参考文献	238

第 1 章 概 述

1.1 中央空调工程与设备市场的发展概况

1.1.1 国外发展情况概述

自第一台中央空调诞生以来，中央空调已有 100 多年的历史了。中央空调在国外应用非常广泛，目前的发展速度已进入成熟期，而且其增长速度还高于全球 GDP 的发展速度。2007 年，整个暖通空调设备市场（不含中央空调工程市场）达到 1000 亿美元的容量，其中中央空调市场达 700 亿美元，供热达 300 亿美元，另外，商业制冷达到 230 亿美元。2003 ~ 2007 年，全球暖通空调市场年平均增长 8%。

2008 年，欧洲的冷水机组市场价值和数量分别下降了 1% 和 6%，主要是因为受到全球经济下滑的影响。意大利是冷水机组的主要市场，市场销量和销售额在整个欧洲市场的占有量分别为 25% 和 19%。

2008 年空气处理机的市场价值在 21 亿美元左右，相应的数量为 27.5 万台，2009 年略有下降。带热回收的空气处理机的市场份额增长表明了人们对节能的关注越来越高，因此其市场价值不断上扬。俄罗斯的空气处理机份额最大，销售量约占到 21%。

2008 年，欧洲风机盘管式产品市场份额预计为 63 亿美元，约有 160 万台。

1.1.2 国内发展情况概述

由于中国经济的持续、强劲发展，以及城市化发展和生活水平的提高，中国的中央空调市场一直在高速发展。目前，中国已成为世界上最大的家用空调生产国、出口国和使用国。从整个暖通空调市场来看，中国已成为世界上第一大生产国，第二大消费国。2008 年，中国暖通空调市场的容量达到 670 亿元，暖通空调全行业的产值达到 1800 亿元。2003 ~ 2007 年，暖通空调市场每年增长 18%，远高于我国的 GDP 增长速度。2007 年，中国的空调销售量达到了 2300 万台。2008 年，中国经济受到世界金融危机的影响，加之经过前几年的市场高速增长后，中国的中央空调行业在 2008 年有减速慢行的趋势。但是，目前乃至今后的几十年，中国经济仍将处在工业化加速发展时期，加之城市化进程发展的加快，中国的中央空调市场仍可能保持高于 GDP 的增长速度。据专家预测，到 2020 年，我国每年将新建 15 亿 ~ 20 亿 m^2 的城镇建筑。尤其是服务业的快速发展，将催生大量中央空调的市场需求。

中国的中央空调市场主要集中在气候比较炎热、潮湿的华东地区、华南地区、华中地区和成渝地区。目前，全球知名的中央空调品牌基本上已进入中国市场，如开利、约克、特灵、麦克维尔、大金、日立等知名品牌均已设立合资工厂生产和销售中央空调。2004 年，国内中央空调市场总容量已突破 100 亿元，截至 2009 年国内中央空调市场容量已扩充到 450 ~ 500 亿元。

1.1.3 中央空调工程和设备的发展趋势

近年来,以变制冷剂(VRV)为代表的多联机市场异军突起,不断蚕食传统中央空调市场的份额。2008年,全球销售多联机48万套,较2007年增长了19%,明显高于暖通空调市场的增长速度。国内也有类似的发展趋势,2008年,中国的多联机市场达到135亿元左右,约占中央空调市场的30%,多联机正逐渐被市场所接受,成为新的中央空调产品。如上海市中央空调市场的主力已被多联机所取代,2008年销售额在22.5亿元左右,一些中央空调知名企业如大金大力推广多联机式中央空调,国内也有大量厂商积极跟进。

中央空调产品市场的另外一个发展趋势是本土企业开始介入中央空调领域,这是近五六年的事。这些空调厂商原来从事家用空调生产,现在纷纷介入中央空调领域。中央空调是一个完整而复杂的系统,其最核心的技术——压缩机生产技术多掌握在美国、日本的企业手中,但这并不能阻碍本土品牌从事中央空调产品的发展。

1.2 中央空调工程设计市场的发展概况

1.2.1 中央空调工程设计的市场现状

据统计,截至2006年年底,全国共有勘察设计企业12375家,其中甲级企业1928家,乙级企业3410家。2007年,整个建筑业从业人员为3133万人,其中,从事暖通空调工程的从业人员约为150万人。截至2008年年底,约有8000所暖通空调设计院所从事设计工作,约有3万暖通空调设计师,另外,还有与之相关的设计人员约1万人。2008年,全国暖通空调市场年设计收入达到35亿元。

近年来,随着中国经济的空前发展和人民生活水平的提高,以及北京奥运会和上海世博会的强力拉动作用,特别是全球性经济危机爆发后中国加大基础设施的投资力度,使房地产、市政建设、环保产业迅猛发展,与建筑结合紧密的中央空调工程市场有了更加广阔的发展空间。一些工业厂房、综合大楼、公共设施、大型商场、体育场馆、宾馆、医院、会展中心等与中央空调紧密相关的建筑设施迅猛发展,尤其中央空调相关工程项目备受关注。

1.2.2 中央空调工程设计的发展趋势

1.2.2.1 工程设计创新成为新的动向

为缩短中央空调工程设计和建设周期,节约材料并降低能源消耗,以及提高中央空调工程的质量和综合经济效益,国家鼓励中央空调工程和工程设计采用先进技术、先进设备和现代管理方法。中央空调工程设计将不再墨守成规,创新设计已成为本土设计工程师的推动力。如国内暖通空调设计师大胆实践,推广多联机的工程设计。工程师能根据中央空调应用场所的不同,提供针对性解决方案,他们在产品以及服务的延伸上更能满足不同的需求。

1.2.2.2 设计院所与空调厂商联合设计

以前中央空调的工程设计,主要由建筑设计院承担,设计工程师接到设计任务以后先进行设计,再选择空调产品。现在,由于各空调厂商竞争激烈,设计工作已大步向前推移。一些中央空调设计单位甚至联合设备厂商,联合进行中央空调工程的设计。现在,一些中央空

调设备厂商信息非常灵通,只要大型工程有中央空调系统配套的要求,就采取紧盯工程项目的做法,甚至做到“无孔不入”,与设计院所共同进行工程设计。如海尔作为国内知名品牌和2008年北京奥运会赞助商,其旗下的海尔中央空调成功配套国家体育场、北京奥运村等23个奥运项目。格力中央空调中标北京奥运媒体村工程和中体奥林匹克花园项目,而美的中央空调击败四个国外顶级对手中标首都机场新航站楼附属工程。一些大型中央空调由“制造商”定位向“系统服务商”定位转换,全面提升中央空调制造商和总包的内涵,实现了从方案设计到施工管理、从设备选型到材料采购、从系统维护到运行管理的一体化。

1.2.2.3 与国外的差距不断缩小

由于中国教育的快速发展,以及中国加入世界贸易组织(WTO)后与国际的逐步接轨,中央空调工程设计与国际的差距在不断缩小。这种差距不仅是指在技术上,而且也包括敬业精神和服务态度方面。随着中国正式成为世贸组织成员,以及中国市场经济的深入发展,国内设计院所的压力大大增加。以往,大型工程的中央空调设计往往由大型的设计院所垄断,但现在设计院在市场面前必须面临强大的竞争对手而进行技术革新并加强自身发展。市场竞争的结果是国内的设计院在技术、服务以及个性化方面正在不断提升。

1.2.2.4 中央空调工程设计的要求越来越高

随着经济的发展和社会的进步,中央空调工程设计的要求将会越来越高。这种高要求体现在以下几个方面。

1. 对设计人员的要求越来越高 国家自从2003年实施勘察、设计执业资格注册制度以后,建设工程、勘察设计企业对设计人员的资质要求越来越高。随着执业资格注册制度的深入推进,将来进行中央空调工程设计的企业和专业技术人员,必将只能在其资质许可的范围内进行。中央空调工程设计注册执业人员,只能受聘于一个设计企业。另外,随着注册设备工程师数量的增加,将来没有注册的设备工程师可能不允许进行中央空调设计工作或没有在设计文件上签字的权力。

2. 中央空调工程本身的要求越来越高 为缩短中央空调工程设计和建设周期,节约材料降低能源消耗,提高工程质量和综合经济效益,中央空调工程和工程设计已纷纷采用先进技术和先进设备。因此,从中央空调工程本身来说,其设计要求会越来越高。相应的设计的难度和范围有增大的趋势。

3. 中央空调工程设计的规范越来越严格 为规范中央空调工程的设计,反映科技、经济发展对中央空调工程的影响,国家也会及时修改中央空调工程的设计标准和规范,这些规范总的来说会越来越严格。下面会专门论述,以后各章节中也会穿插介绍这些设计规范。

1.3 中央空调工程设计规范与技术应用的新变化

随着经济、社会的高速发展,以及人们生活水平的提高,人类对建筑环境和室内环境的要求也越来越高。在自然环境日益恶化和能源压力越来越大的今天,可持续发展已成为必然要求。作为建筑环境控制与建筑节能重要环节的中央空调,在工程设计阶段将扮演举足轻重的角色。因此,优秀的中央空调工程设计在减少建筑能耗、有效利用能源和提高室内空气质量乃至降低病态建筑特征方面,将成为重要途径。在2009年全国两会期间,温家宝总理在政府工作报告中强调,要毫不松懈地加强节能减排和生态环保工作,突出抓好工业、交通、

建筑三大领域节能,继续推进十大重点节能工程建设,落实电机、锅炉、汽车、空调、照明等方面的节能措施。

正是基于上述原因,建设部对《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19—1987)的部分内容进行了全面修订,形成了新的国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003 以下简称新规范)并于2004年4月1日实施。新的中央空调设计标准反映了社会、环境方面的变化,将原来标准的某些建议性条文规定为强制性条文。不仅如此,新标准还吸收了近年来的有关科研成果,借鉴了国外同类技术中符合我国实际的内容。新规范明确规定:采暖、通风与空气调节设计方案,应根据建筑物的用途与功能、使用要求、冷热负荷构成特点、环境条件以及能源状况等,结合国家有关安全、环保、节能、卫生方针、政策,会同有关专业通过综合技术经济比较确定,在设计中应优先采用新技术、新工艺、新设备、新材料。因此,新规范能更好地指导和规范中央空调工程的设计。

不仅如此,跟中央空调工程设计有关的相关标准也促进了中央空调工程设计的新变化,如《建筑施工图设计文件审查要点》(2008版)、JGJ 134—2010《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》、JGJ 75.3—2003《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准(附条文说明)》《建筑工程设计文件编制深度规定》(2008版)等相关规范和标准、条例等就对中央空调工程设计的节能提出了新的要求。

1.3.1 节能要求方面

如何在中央空调工程设计中实施节能设计已成为广大暖通空调设计师的迫切任务。我国的能源方针是节能与能源开发并重,并把节约能源放在优先地位。中央空调工程设计的节能要求主要包括:节电、节水、节省冷量和热量以及提高中央空调系统的能源效率。众所周知,暖通空调系统的能耗占建筑能耗的50%~60%,因此,中央空调工程设计对建筑节能有至关重要的作用。

1.3.1.1 中央空调方案给中央空调工程设计带来的变化

1. 热回收和冷回收 中央空调设计新规范增加了关于热回收系统等方面的内容。在中央空调工程设计实践中,采用热回收方案是近年来出现的新变化。事实上,诸多理论已经大量被证明,热回收能给中央空调工程节能乃至建筑节能带来明显效果。目前,热回收设计主要是利用中央空调冷凝器的排热或热泵机组的高温热源;与此相对应的是冷回收,主要利用中央空调系统的冷排风和空调末端冷凝水的冷量。不管是热回收还是冷回收,目前都有大量的工程设计应用了这方面的科技成果。由于同时使用冷、热的工程实行冷、热回收能产生最大的经济效益,因此,以宾馆、酒店、别墅、学校等中央空调设计中采用热回收和冷回收最经济,也最常见。这些工程中,都设有中央空调系统和24h热水供应系统,可以分别充分利用中央空调系统中的冷、热源,是建筑节能的一条重要途径。

2. 室内负荷与室内设计参数 中央空调工程设计新规范对室内负荷计算和室内设计参数提出了新的要求。如《建筑工程设计文件编制深度规定》(2008版)明确规定提倡使用新的能耗模拟软件核算室内负荷。《采暖通风与空气调节设计规范》对中央空调设计夏季室内参数规定为22~28℃,冬季工况室内参数为16~24℃,无疑更有利于建筑节能。在以前的一些中央空调工程设计中,在建筑负荷计算中往往采取估算或不切实际的冷负荷余量,造成了大量的冷水机组设备闲置和能源浪费,新的空调工程设计应能解决这些问题。建筑工程

设计文件编制深度规定则明确规定要提供中央空调负荷计算书进行审查。

1.3.1.2 中央空调冷热源所带来的变化

《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)对中央空调工程设计的冷热源做出了具体规定。明确提出空气调节与采暖系统的冷、热源宜采用集中设置的冷(热)水机组或供热、换热设备。机组或设备的选择应根据建筑规模、使用特征,结合当地能源结构及其价格政策、环保规定等按相关原则经综合论证后确定。鼓励在具有城市、区域供热或工厂余热条件时,作为采暖或空调的热源;在具有热电厂的地区推广利用电厂余热的供热、供冷技术;在具有多种能源(热、电、燃气等)的地区,采用复合式能源供冷、供热技术;在具有天然水资源或地热源可供利用时,宜采用水(地)源热泵供冷、供热技术;在具有充足的天然气供应的地区,推广应用分布式热电冷联供和燃气空气调节技术,实现电力和天然气的削峰填谷,提高能源的综合利用率。

1. 可再生能源与余热利用 新的中央空调工程设计中,对采用可再生能源作为中央空调冷热源做出了新的规定。如鼓励空气能热泵,鼓励使用太阳能热水系统。根据不同气候区对空气源热泵冷、热水机组的选择做出了具体规定。一些地方政府也将可再生能源与中央空调工程设计的结合进行了规定。目前,一些中央空调设备公司、暖通空调设计院所积极探讨和实施可再生能源与余热利用的研讨会,从理论上丰富了可再生能源在中央空调工程中的应用,而在实践中,也看到越来越多的中央空调工程设计使用了可再生能源。

2. 燃气空调 《公共建筑节能设计标准》明确规定:鼓励在具有充足的天然气供应的地区,推广应用分布式热电冷联供和燃气空气调节技术,并且在电力充足、供电政策支持和电价优惠地区的建筑中,或以供冷为主,采暖负荷较小且无法利用热泵提供热源的建筑,或利用可再生能源发电地区的建筑中限制使用电热锅炉、电热水器作为空气调节系统的热源。《采暖通风与空气调节设计规范》也对中央空调冷热源形式的选择、设备的选用做出了规定,对空气调节的冷热源进行了全面修订,新增了关于直燃型溴化锂吸收式冷(热)水机组的设计要求。在实践中,也有很多大型的燃气空调工程设计的例子。

3. 热泵技术 近年来,越来越多的中央空调工程设计采用了热泵作为冷热源。目前,关于中央空调设计的一个趋势是“暖气过长江,空调到东北”。根据笔者的调研,华南地区的很多别墅中冬季都由热泵作为供暖热源。热泵包括空气源、水源、地源等形式,热泵不仅可以制冷,也可以供热,特别是近年来风靡世界的所谓“户式中央空调系统”,大多使用的就是热泵形式,而一些大型的公共建筑,使用地源热泵作为制冷冷源的中央空调工程设计也不鲜见。

1.3.2 环保与室内环境要求方面

《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325—2006)对建筑环境提出了新的要求。《采暖通风与空气调节设计规范》则新增了预计平均热感觉指数(PMV)、预计不满意者的百分数(PPD)、湿球黑球温度(WBGT)等指标来指导空调设计。从这些规定可以看出,在新的中央空调工程设计中,对环保与室内舒适度提出了更高的要求,中央空调工程设计必须反映这些变化。

1.3.2.1 温湿度独立控制与干式风机盘管系统

由于在普通空调系统中,采用冷却除湿的风机盘管系统容易滋生细菌和微生物,为克服

该弊端,创造良好的室内环境,近年来出现了所谓温、湿度独立控制,表冷器无冷凝水的对流式干式风机盘管。在温、湿度独立控制系统中,干式风机盘管系统中运行在干工况下,没有冷凝水产生,因而可以使风机盘管更卫生,室内环境更舒服,没有霉味现象。同时,室内风机盘管不装凝水盘,使风机盘管的结构更紧凑,有利用设备的安装。在目前的中央空调工程设计中,已有个别工程采用了干式风机盘管系统方案,可以预见,在对室内环境质量日益重视的今天,干式风机盘管系统将有较大的发展。

1.3.2.2 地板送风与置换通风技术

地板送风空调系统首先由英国 AET 公司研发,目前已在全球进行推广。按送风方式划分,这种送风空调方式属于下送下回,在回风部位补给新风,排放废气口设在上方。地板送风空调系统继承了置换通风空调系统的主要优点,还克服了置换通风空调对用户以后改动和设备发展或调整仍然缺乏灵活适应性的缺点。通常这种地板送风空调系统与架空活动地板、可自由拆卸的组合同墙、方块地毯及综合布线系统等现代建筑业成熟的技术有机地整合,为现代商业楼宇可持续发展提供了一个坚实的技术平台。

《采暖通风与空气调节设计规范》新增了关于建筑物对利用自然通风的规范要求。与传统混合通风相比,置换通风通常以比较低的风速从房间下部送风,高位排风,气流类似层流状态缓慢地向上移动,在靠近天花板的上部空间受热源和顶板及排风气流的影响,产生紊流现象,形成紊流区。气流产生热力分层现象,从而使房间内出现两个特性明显不同的区域:下部为单向流动区,空间呈明显的垂直温度梯度和垂直的废气浓度梯度;而上部为混合区,温度和废气浓度则比较均匀。近年来,华东和华北地区在一批国内知名的暖通专家的大力倡导下,引进和消化了一种国外比较流行的置换通风空调技术并取得了较好的成果,开始成功地在商业建筑加以运用。这种送风空调方式与传统混合送风空调方式相比,具有节能和改善室内空气质量等多方面的优点。地板送风和置换通风空调系统以办公楼、体育馆等工程为主。如落成的广州新体育馆就是一个置换通风空调成功的案例。在国外,通常在工业通风系统采用置换方式较为普遍(占 50%),而在商业楼宇的采用也越来越多(占 20%)。在我国计算机和通信机房采用这种空调方式并不陌生,近年来开始在大型公共建筑、工业厂房和商业楼宇中推广。

1.3.2.3 辐射供冷与个性化送风技术

辐射供冷空调系统作为一种节能空调系统,可以很好地与低能耗或绿色建筑相结合,有着良好的应用前景。辐射供冷是指降低围护结构内表面中一个或多个表面的温度,形成冷辐射面,并依靠辐射面与人体、家具及围护结构其余表面的辐射热交换进行供冷的技术方法。辐射面可通过在围护结构中设置冷管路,也可在天花板或墙外表面加设辐射板来实现。由于辐射面及围护结构和家具表面温度的变化,导致它们和空气间的对流换热加强,增强了供冷效果。一般在气候比较温和,空气比较干燥的地区,房间的余热较少,新风本身不仅不需要除湿,还能将房间的余湿除去,冷量只用来为新风降温 and 为房间消除余热而不是除湿,辐射供冷系统更能充分发挥它的优势。因此,辐射供冷空调系统在干燥的西部地区值得尝试。

另外,个性化送风技术也是中央空调工程设计的一个变化,目前,在国外已有大量关于个性化通风的工程案例报道。个性化送风的优点是:将风口放置在人员工作区附近,使用者可以对其进行自由调节,提高了人员吸入空气的质量,既改善了局部热环境,又提高了室内空气的平均温度,使室内的冷负荷减小,从而实现节能。个性化送风技术能有效地降低冷负

荷,使空间高处的高温气体分离和送风气流能有效分离,从而减少了不必要的空间冷负荷,体现了“按需求提供”的理念。根据美国国家标准学会标准 ASHRAE 55—1992 热舒适性的要求,应减小室内温度梯度。研究表明温度梯度的大小受送风量和送风速度的影响较大,送风量增加,温度梯度减小。有研究表明,个性化送风缩短了达到设计状态的作用时间,将大大降低气流的扰动,能迅速响应使用者的热舒适性要求。个性化空调系统的温度差小于中央空调系统,能缩短同等水平的热舒适性所需的时间,比中央空调节能 45%。

1.3.2.4 低噪声空调与送风系统

空调噪声是影响室内良好环境的不利因素之一,在中央空调工程设计中,必须多方面考虑噪声的影响。《采暖通风与空气调节设计规范》对室内噪声有了更加严格的要求,这是中央空调工程设计的一个新变化。如新增了对振动控制设计的规定,以及对室外设备噪声的控制要求。尤其在送风管内气流速度、出风口气流速度和室内气流速度等几个方面进行了规定;在机组、设备、管路等环节的降噪、减振等方面也做出了具体规定。一些中央空调设备公司甚至把低噪声产品作为一个卖点加以推广。最近,大量的低噪声甚至静音空调工程设计已屡见不鲜。

1.3.3 新设备和新材料方面

新的中央空调工程设计规范鼓励采纳新技术、新材料和新设备的使用。一些地方政府也出台了优惠扶持政策,在政府采购中列入优先采购的产品目录。

1.3.3.1 新材料在中央空调工程中的大量使用

新材料在中央空调工程设计中主要有以下两个方面。

一是作为风管材料。近年来,非金属风管和复合材料风管的应用越来越广泛,如玻璃棉纤维复合风管、高分子保温复合风管、插接式无机玻璃钢保温风管、节能消声风管和金属复合软管等。这些新材料燃点低、耐腐蚀、易加工,有的还具有抗潮湿、耐酸碱等优点,是理想的风管材料。目前,这些材料在公寓、别墅及各种商业建筑中的空调工程中已被大量使用。

二是作为水管材料使用。一些新型的非金属材料,如 PVC 管(包括 PVC-U 管)、PE 管、PR 管、PB 管等,能输送一定温度的热水,它们材料轻、耐腐蚀,能承受一定的高压,在某些方面已具备钢材的性质。特别是一些塑钢复合管、铝塑复合管,具备金属和非金属的优点,适合在中央空调工程中作为冷冻水管、冷凝水管、冷却水管使用。近年来,一些地方的设计院积极探索并大胆尝试,在中央空调工程设计中大量应用了这些新材料,改变了镀锌钢管一统天下的局面。

1.3.3.2 新设备在中央空调工程中的大量使用

新设备在中央空调工程设计中已有大量的应用。

1. 变风量末端装置 变风量(VAV)末端产品是变风量(Variable Air Volume)空调系统的主要调节装置。变风量末端装置根据室内空调负荷的变化或室内参数要求的改变,通过自动改变送风量(也可在达到最小送风量时调节送风温度)来控制某一空调区域温度和保证室内空气压力的空调系统。变风量空调系统由空气处理机组(AHU)、新风/排风/送风/回风管路、变风量末端装置(VAV Box)和房间温度传感器(TE)等控制装置组成。

变风量(VAV)空调系统于 20 世纪 60 年代始创于美国,由于它的节能等优点,目前

已成为美国的主流空调系统。我国于 20 世纪 80 年代末开始应用变风量 (VAV) 空调系统, 其技术大多以引进北美的 VAV 空调系统为主。在中国香港, 1980 年以后新建的著名建筑中有 80% 以上采用了 VAV 空调系统, 比较著名的建筑如汇丰银行就采用了该系统。日本在 20 世纪 90 年代以后的新建或改建建筑基本都采用变风量 (VAV) 空调系统。目前, 变风量空调系统不仅在设计理念、空调设备、控制方法等相关环节形成一整套的独特体系, 而且已变成了成熟的应用技术, 因此, 受到了广大用户的欢迎, 特别是诱导型 VAV 空调末端特别适合对空气品质要求较高的医院病房或办公环境, 在国外尤其是欧洲国家被广泛采用。

2. 带热回收的空调机组 根据《公共建筑节能设计标准》的有关要求, 当送风量 (或新风量) 较大, 且送排风温差大于或等于 8°C 时, 建议设置热回收装置, 并要求热回收装置的额定热回收率不低于 60%。目前, 很多厂商推出了带有热回收装置的空调装置, 而一些中央空调工程设计中, 也已大量使用。

另外一种使用热回收的装置叫热回收转轮, 用在末端组合式空调机组上的。以制冷工况为例: 转轮回收回风的冷量给新风, 使新风的温度下降, 达到初次处理的效果, 从而减少了对新风处理的要求, 达到了节能和节约运行成本的效果。

3. 各种新型的冷却塔 目前, 各种新型冷却塔在中央空调工程设计中已被大量使用。如各种玻璃钢无填料喷雾冷却塔等新型冷却塔, 各种低噪声冷却塔等。

4. 各种变频、节能装置及附件 在中央空调工程设计中, 还有其他一些先进的设备被广泛使用, 如变频技术已在水泵、冷水机组、冷却塔、风机等动力设备中被广泛应用。一些防止冷冻水、冷却水污染和结垢的水处理设备大量应用于中央空调工程设计中。

1.3.4 新技术应用方面

1.3.4.1 智能建筑与中央空调控制调节

智能建筑的概念于 20 世纪末诞生于美国。第一幢智能大厦于 1984 年在美国哈特福特市建成。我国于 20 世纪 90 年代才起步, 但迅猛发展势头令世人瞩目。智能建筑主要包括通信网络系统 (Communication Network, CN)、办公室自动化 OA (Office Automation)、建筑设备管理自动化 BA (Building Automation) 及建筑环境人性化 (Ergonomics) 四种要素。中央空调的自动控制和自动调节是建筑设备自动化的重要组成部分, 也是建筑智能化的要素之一。智能建筑与中央空调控制需要应用到大量的新技术, 如自动控制技术、信息技术、互联网技术等。在中央空调工程方案设计中, 必须考虑到人性化、自动化和集成化。《采暖通风与空气调节设计规范》明确规定: 在空气调节系统中应设置监测与控制系统, 包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、设备联锁与自动保护、能量计量以及中央监控与管理等。在进行中央空调工程设计时, 要根据建筑物的功能与标准、系统类型、设备运行时间以及工艺对管理的要求等因素, 通过技术标准比较确定。

1.3.4.2 中央空调计费技术

中央空调计费技术使中央空调“分户计量”、“按量 (按使用) 收费”成为现实, 打破了小区、写字楼中央空调长期以来按面积分摊的现象。中央空调计费是在能量测量、记录基础上, 实现费用公平分开费用计算、分摊系统。正如采暖系统热量分户计量可促进节能, 集中空调系统冷量计量对于南方地区建筑节能的意义不言而喻。尽管中央空调计费装置本身并不节能, 但是, 作为一种有效的能量管理工具, 中央空调计费能改变使用者的消费行为。

一般情况下,中央空能量计费能节能 10% ~ 15%,也有学者认为可节能 20% ~ 30%。目前,通过能量计量和收费以及共享节能收益已成为能源成本管理和节能激励的主要措施之一。因此,采用合理的计费方法,使中央空调计费更为公平、合理,具有极大的现实意义。《采暖通风与空气调节设计规范》明确规定,在空气调节系统中应设置能量计量装置。《公共建筑节能设计》中提到,集中空调系统的冷量和热量计量和我国北方地区的采暖热量计量一样,是一项重要的建筑节能措施。当实际情况要求并且具备相应的条件时,推荐按不同的楼层、不同室内区域、不同用户或房间设置冷、热计量装置的做法。

一些地方也出台了针对中央空调计费的措施,如《湖南省居住建筑节能设计标准》(DBJ 43/001—2004)提到,居住建筑采用集中采暖、空调时,应设计分室(户)温度控制及分户热(冷)量计量设施。《深圳市中央空调系统节能运行维护管理暂行规定》(深贸工源字 2005)提到,应推广中央空调系统能量分户计量收费的技术,改中央空调按用户使用建筑面积平摊收费的传统方法为分户计量,使用户的经济利益与节能要求一致。在新建的建筑中,已有大量的中央空调工程设计中采用了中央空调计费系统。

1.3.4.3 蓄冷空调技术

《采暖通风与空气调节设计规范》明确规定,在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区,空气调节系统采用低谷电价时段蓄冷能明显节电及节省投资时,可采用蓄冷系统供冷。蓄冷空调技术作为调峰填谷的手段,近年来在中央空调工程中有大量的应用。比较著名的蓄冷空调,有广州大学城空调蓄冷系统。空调蓄冷还可以和大温差供水技术结合使用。

1.3.4.4 多联机与户式中央空调技术

近年来,以数码涡旋技术和变制冷剂(VRV)为代表的多联机中央空调在中央空调工程设计中异军突起。在多联机厂商、设计院的大力推动下,多联机中央空调工程设计大有取代传统中央空调之势,特别是在户式中央空调、中小办公场所中,已占据半壁江山。据统计,2008年,中国的多联机市场已达到135亿元,约占整个中央空调市场的30%。严格地讲,多联机中央空调,并不见得就是一种新技术,但是多联机式中央空调,毕竟与传统的中央空调有很大的差异,某些规范和标准还相当缺乏,是否能在中央空调工程中节能还有待进一步地研究和论证,中央空调工程设计中应该充分进行技术经济分析,以选择更好的设计方案。

第2章 中央空调工程的设计规范与设计文件

2.1 中央空调工程设计标准与规范

中央空调工程需要遵循的标准和规范很多，涉及的规范有100多个，这些规范包括从建筑、节能、消防、制图到电气、自动化控制等各个方面。表2-1列出了中央空调工程设计常用的标准与规范。

表 2-1 中央空调工程设计常用的标准与规范

序号	标准名称	标准编号	备注
1	采暖通风与空气调节设计规范	GB 50019—2003	
2	建筑制图标准	GB/T 50104—2001	
3	通风与空调工程施工质量验收规范	GB 50243—2002	
4	建筑设计防火规范	GB 50016—2006	2008年征求修改意见
5	民用建筑设计通则	GB 50352—2005	
6	智能建筑设计标准	GB/T 50314—2006	
7	高层民用建筑设计防火规范	GB 50045—2005	
8	公共建筑节能设计标准	GB 50189—2005	
9	暖通空调制图标准	GB/T 50114—2001	
10	绿色建筑评价标准	GB/T 50378—2006	
11	机械通风冷却塔工艺设计规范	GB/T 50392—2006	
12	锅炉房设计规范	GB 50041—2008	

此外，还有一些专门的标准，如《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准（附条文说明）》（JGJ 75—2003）、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》（JGJ 134—2010）、《办公建筑设计规范（附条文说明）》（JGJ 67—2006）《人民防空地下室设计规范》（GB 50038—2005）等系列规范标准。

2.2 设计原则、依据、准备与方法

2.2.1 设计原则与设计依据

2.2.1.1 设计原则

1. 遵守中央空调工程设计标准和规范 中央空调工程设计的标准和规范，是中央空调工程设计人员的“法律”，特别是其中的强制性条款，不得违反。这些规范，除了最基本的设计规范以外，还包括与中央空调工程设计相关的一些规范，如建筑防火规范也是必须遵守