



世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

空调冷热源工程

KONG TIAO LENG RE YUAN
GONG CHENG

刘泽华 彭梦珑 周湘江 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

工程热力学

流体力学

传热学

建筑环境学

建筑环境测量

流体输配管网

热质交换原理与设备

通风工程

工业锅炉设备

空调工程

建筑节能技术

建筑设备自动化

建筑电气工程

空气洁净技术

◎ 空调冷热源工程

制冷技术

供热工程

燃气输配

能源利用

建筑消防

建筑设备工程CAD制图与识图

建筑设备施工安装技术

建筑环境与设备工程专业毕业设计指南

刘宝兴 主编

荣先成 赵静野 主编

王秋旺 主编

黄晨 主编

陈刚 主编

龚光彩 主编

闫全英 刘迎云 主编

王汉青 主编

丁崇功 寇广孝 主编

黄翔 主编

李德英 主编

李玉云 主编

段春丽 黄仕元 主编

王海桥 李锐 主编

刘泽华 彭梦珑 周湘江 主编

解国珍 姜守忠 罗勇 主编

王随林 田玉卓 赵秉文 主编

黄玉桥 主编

冯国会 敖永安 胡俊生 端木琳 编

张培红 王增欣 主编

于国清 主编

曹兴 邵宗义 邹声华 主编

邵宗义 主编

ISBN 7-111-17134-9



9 787111 171348 >

● ISBN 7-111-17134-9/TU·777(课)

● 封面设计 / 电脑制作 : 王伟光

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037
联系电话: (010) 68326294 网址: <http://www.cmpbook.com>
E-mail: online@cmpbook.com

定价: 32.00 元

21 世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

空调冷热源工程

主编 刘泽华 彭梦珑 周湘江
参编 彭小勇 郝小礼 顾小松 宁勇飞
主审 丁力行



机械工业出版社

本书为“建筑环境与设备工程”专业的技术平台课程教材，目的是使学生通过本课程的学习，获得建筑空调冷热源设备选择、冷热源系统的设计及运行管理等方面的基本知识与设计能力，逐步树立技术与经济协调、能源与环境可持续发展的工程观念。本书主要阐述空调冷热源设备的选用决策方法、空调冷热源的工程应用及供应系统设计。内容包括：空调冷热源方案的选择与评价、冷（热）源设备及辅助设施、冷热源机房与系统设计、冷热源系统的监测与控制、冷热源系统的调试与运行管理，以及蓄冷（热）、天然能源利用、冷热电联供等新技术。

本书适合作为建筑环境与设备工程专业的教学用书，也可供暖通空调设计、施工与运行管理人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

空调冷热源工程/刘泽华等主编. —北京：机械工业出版社，2005.8

（21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材）

ISBN 7-111-17134-9

I. 空... II. 刘... III. ①空气调节器—制冷工程—高等学校—教材②空气调节器—热力工程—高等学校—教材 IV. TM925.1

中国版本图书馆CIP数据核字（2005）第089435号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

责任编辑：刘涛 版式设计：冉晓华 责任校对：陈延翔

封面设计：王伟光 责任印制：杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2005年9月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mm B5·12.5印张·484千字

定价：32.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68326294

封面无防伪标均为盗版

序

建筑环境与设备工程专业是1998年教育部新颁布的全国普通高等学校本科专业目录，将原“供热通风与空调工程”专业和“城市燃气供应”专业进行调整、拓宽而组建的新专业。专业的调整不是简单的名称的变化，而是学科科研与技术发展，以及随着经济的发展和人民生活水平的提高，赋予了这个专业新的内涵和新的元素，创造健康、舒适、安全、方便的人居环境是21世纪本专业的任务。同时，节约能源、保护环境是这个专业及相关产业可持续发展的基本条件，因而它们和建筑环境与设备工程专业的学科科研与技术发展总是密切相关，不可忽视。

作为一个新专业的组建及其内涵的定位，它首先是社会需求所决定，也是和社会经济状况及科学技术的发展水平相关的。我国的经济持续高速发展和大规模建设需要大批高素质的本专业人才，专业的发展和重新定位必然导致培养目标的调整和整个课程体系的改革。培养“厚基础、宽口径、富有创新能力”能符合注册公用设备工程师执业资格并能与国际接轨的多规格的专业人才以满足需要，是本专业教学改革的目的。

机械工业出版社本着为教学服务，为国家建设事业培养专业技术人才，特别是为培养工程应用型和技术管理型人才作贡献的思想，积极探索本专业调整和过渡期的教材建设，组织有关院校具有丰富教学经验的教授、副教授主编了这套建筑环境与设备工程专业系列教材。

这套系列教材的编写以“概念准确、基础扎实、突出应用、淡化过程”为基本原则，突出特点是既照顾学科体系的完整，保证学生有坚实的数理科学基础，又重视工程教育，加强工程实践的训练环节，培养学生正确判断和解决工程实际问题的能力，同时注重加强学生综

合能力和素质的培养，以满足 21 世纪我国建设事业对专业人才的要求。

我深信，这套系列教材的出版，将对我国建筑环境与设备工程专业人才的培养产生积极的作用，会为我国建设事业作出一定的贡献。

陈在康

2005 年 1 月于长沙

前 言

冷热源作为中央空调系统的“主机”在建筑空调系统的投资和运行能耗中扮演主要角色，空调系统的冷热源设备也是中央空调产业的主力军。空调冷热源工程是建筑热能供应系统的重要部分，其应用和发展受制于建筑、气候、能源及环境等多方面因素。

单就冷热源设备本身来说，用能源利用效率就可以评价其性能高低；但对冷热源工程来说，要选择适应特定地域的气候特征、能源状况及环境要求，同时满足特定建筑使用功能特点的冷热源方案，则是一个复杂的决策过程，其方案的优劣往往具有时间性、空间性和不确定性，呈现出动态和模糊特征。

作为建筑环境与设备工程专业的专业平台课程，“空调用制冷技术”与“锅炉与锅炉房设备”主要讲述冷热源设备的原理与结构；“空气调节”主要讲述建筑冷热负荷的调节系统；而“空调冷热源工程”的目的则是讲述如何选用冷（热）源设备构筑成系统为建筑空气调节系统提供冷（热）媒介。也就是说，空调冷热源工程的任务是为特定地区、特定建筑的空调系统优化配置冷热源设备，并使之能高效、稳定地运行。因此，本书主要阐述空调冷（热）源设备的选用决策方法、空调冷（热）源的工程应用及供应系统设计，力求突出应用性、先进性；在系统全面地阐述空调冷热源方案的选择与评价、冷（热）源设备、冷热源的辅助设施、冷热源机房与系统设计、冷热源系统的监测与控制、冷热源系统的调试与运行管理等内容的基础上，介绍了蓄冷（热）技术、天然能源利用技术、冷热电联供技术等空调冷热源工程新技术。

本书由中南大学丁力行教授主审。

本书由刘泽华、彭梦珑、周湘江任主编，各部分的编者为：刘泽

华编写第1章、第2章和11.2节，周湘江编写第3章、第5章和11.1节，彭梦琰编写第4章、第6章和第10章，彭小勇编写7.1节、7.2节和7.3节，顾小松编写7.4节和第9章，宁勇飞编写7.5节，郝小礼编写第8章和第12章。

本书在编写过程中参考和引用了许多教材、专著和论文，在此我们向相关作者表示衷心的感谢。限于编者水平，书中错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 能源、环境与建筑	1
1.2 空调冷热源工程的新进展	5
1.3 本书的内容	6
第 2 章 空调冷热源的选择与评价	7
2.1 空调冷热源的选型原则及常用组合方式	7
2.2 空调冷热源评价与选择的基础计算	10
2.2.1 空调冷热源的负荷计算与机组数量的确定	10
2.2.2 空调冷热源的初投资	11
2.2.3 空调冷热源的运行能耗计算	11
2.3 空调冷热源方案的评价方法	13
2.3.1 经济评价法	14
2.3.2 价值分析法	16
2.3.3 层次分析法 (AHP 方法)	17
2.3.4 灰色优选法	19
2.3.5 多指标决策法	21
2.4 空调冷热源方案选择实例	22
2.4.1 经济评价法在工程中的应用	23
2.4.2 价值分析法在工程中的应用	26
2.4.3 层次分析法在工程中的应用	30
2.4.4 灰色优选法在工程中的应用	32
2.4.5 多指标决策法在工程中的应用	34
第 3 章 冷源设备	36
3.1 蒸气压缩式制冷的工作原理	36
3.1.1 蒸气压缩式制冷的热力循环	36
3.1.2 蒸气压缩式制冷循环的分析与评价	41
3.2 蒸气压缩式制冷机组	44
3.2.1 压缩机	44
3.2.2 冷凝器和蒸发器	50

3.2.3 节流阀与辅助设备	56
3.2.4 蒸气压缩式制冷机组的保护和控制	58
3.2.5 制冷剂	61
3.3 溴化锂吸收式制冷的工作原理	65
3.3.1 单效溴化锂吸收式制冷机的制冷原理	66
3.3.2 双效溴化锂吸收式制冷机的制冷原理	68
3.4 溴化锂吸收式制冷机的形式和结构	70
3.4.1 溴化锂吸收式制冷机的分类	70
3.4.2 溴化锂吸收式制冷机的主机设备	74
3.4.3 溴化锂吸收式制冷机的附属设备	78
3.4.4 溴化锂吸收式制冷机的安全装置	80
3.5 空调用冷水机组的工程选型	83
3.5.1 冷水机组的分类及特点	83
3.5.2 空调系统的冷量需求	87
3.5.3 空调用冷水机组的选型	88
3.5.4 制冷站的设计原则	89
第4章 热源设备	91
4.1 空调热源及热源设备	91
4.2 锅炉的基本知识	91
4.2.1 锅炉的定义	91
4.2.2 锅炉的基本构成和工作过程	92
4.2.3 锅炉房设备	94
4.2.4 锅炉的基本特性表示	96
4.3 供热锅炉	99
4.3.1 锅炉的燃料	99
4.3.2 燃料的燃烧计算	103
4.3.3 锅炉的热平衡	109
4.3.4 锅炉的燃烧方式及设备	112
4.3.5 炉子的工作强度	127
4.3.6 锅炉受热面的布置形式	128
4.3.7 锅炉水循环及汽水分离	137
4.4 中央热水机组	143
4.4.1 电热式中央热水机组	143
4.4.2 燃油(气)常压中央热水机组	144
4.4.3 真空中央热水机组	147
4.5 热源设备的工程选型	148
第5章 冷热水机组	149
5.1 热泵机组	149

5.1.1	热泵的低位热源	149
5.1.2	热量储存	152
5.1.3	空气源热泵机组	153
5.1.4	水源热泵机组	158
5.2	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组	160
5.2.1	直燃型高压发生器	162
5.2.2	烟气换热器	164
5.2.3	燃烧器	165
5.3	冷热水机组的工程选型	168
5.3.1	冷热水机组的特点	169
5.3.2	负荷的确定	170
5.3.3	台数的确定	171
5.3.4	燃料的确定	171
第 6 章	冷热源辅助设施	172
6.1	水泵	172
6.1.1	空调系统常用水泵的形式和结构	172
6.1.2	水泵的性能参数和性能曲线	173
6.1.3	水泵的选择	175
6.1.4	水泵的安装要求	176
6.1.5	水泵常见故障及处理方法	176
6.2	水冷却装置	177
6.2.1	概述	177
6.2.2	自然通风冷却塔	178
6.2.3	机械通风冷却塔	179
6.2.4	冷却水装置的布置和安装	182
6.2.5	冷却塔的常见故障及处理方法	183
6.3	水质处理设施	184
6.3.1	水中杂质和水质标准	184
6.3.2	水过滤设备	189
6.3.3	离子交换法	190
6.3.4	其他水处理方法	199
6.3.5	水的除氧	201
6.3.6	锅炉的排污及排污量计算	204
6.4	其他辅助设备	205
6.4.1	膨胀水箱	205
6.4.2	分水器和集水器	206
6.4.3	减振隔振装置	207
第 7 章	冷热源机房与系统设计	209

7.1 冷热源机房设计	209
7.1.1 机房建筑设计	209
7.1.2 机房设备安装设计	211
7.1.3 机房的供暖、空调、通风与防火设计	213
7.2 冷热源燃料供应系统设计	214
7.2.1 燃油系统设计	214
7.2.2 燃气系统设计	221
7.3 排烟气系统设计	231
7.3.1 烟气排放标准和系统设计依据	231
7.3.2 排烟气系统设计	232
7.4 冷热源水(汽)系统设计	235
7.4.1 冷(热)水系统	236
7.4.2 冷却水系统	240
7.4.3 锅炉的汽水系统	240
7.5 冷热源系统供配电设计要点	245
7.5.1 机房供电负荷等级和供电要求	245
7.5.2 机房设备的运行控制	246
7.5.3 设备、导线选择和敷设	247
7.5.4 机房电气安全	247
第8章 冷热源设备(系统)的监测与控制	248
8.1 冷源设备(系统)的监测与控制	248
8.1.1 蒸气压缩式制冷机的保护与控制	248
8.1.2 吸收式制冷机的监测与控制	252
8.1.3 冷冻水系统的监测与控制	254
8.1.4 冷却水系统的监测与控制	257
8.2 热源设备(系统)的监测与控制	259
8.2.1 锅炉机组的监测与控制	259
8.2.2 热水制备系统的监测与控制	267
第9章 冷热源系统的调试、运行与维护	270
9.1 制冷机组的调试、运行与维护	270
9.1.1 制冷系统运行操作规程的制定	270
9.1.2 活塞式冷水机组的调试、运行与维护	273
9.1.3 螺杆式冷水机组的调试、运行与维护	275
9.1.4 离心式冷水机组的调试、运行与维护	279
9.1.5 溴化锂吸收式冷水机组的调试、运行与维护	283
9.2 锅炉与辅助设备的运行管理和维护	287
9.2.1 锅炉在运行前应具备的条件	287
9.2.2 锅炉运行点火前的检查	288
9.2.3 锅炉的经济运行及管理	289

9.2.4 锅炉与辅助设备运行中常见故障及处理方法	292
第 10 章 蓄冷(热)技术	295
10.1 概述	295
10.1.1 基本概念	295
10.1.2 蓄冷系统的运行策略和控制策略	296
10.1.3 冰蓄冷空调技术发展状况	299
10.2 水蓄冷(热)技术	300
10.2.1 水蓄冷(热)技术的特点和应用形式	300
10.2.2 分层式水蓄冷系统	301
10.2.3 隔膜式水蓄冷系统	303
10.2.4 空槽式水蓄冷系统	303
10.2.5 迷宫式水蓄冷系统	305
10.2.6 水蓄冷槽的设计	306
10.3 冰蓄冷技术	307
10.3.1 基本概念	307
10.3.2 冰蓄冷系统技术类型	308
10.3.3 冰蓄冷系统设备及辅件的选择	313
10.3.4 冰蓄冷系统运行模式	315
10.4 共晶盐蓄冷技术	316
10.4.1 基本概念	316
10.4.2 共晶盐蓄冷技术特点	317
第 11 章 天然能源利用技术	319
11.1 太阳能利用技术	319
11.1.1 太阳能和太阳能集热器	319
11.1.2 太阳能集热供热系统	330
11.1.3 太阳能制冷	337
11.2 低温地能利用——地源热泵技术	346
11.2.1 概述	346
11.2.2 地源热泵系统的设计方法及其应用	347
11.2.3 复合式地源热泵系统	363
第 12 章 冷热电联供技术	365
12.1 概述	365
12.2 集中式冷热电联供技术	367
12.2.1 集中式冷热电联供系统的形式	368
12.2.2 集中式冷热电联供系统的冷热媒及冷热量调节	372
12.2.3 集中式冷热电联供的输配系统	373
12.3 建筑冷热电联供技术	374
12.3.1 建筑冷热电联供系统的组成形式	375
12.3.2 建筑冷热电联供系统的发展现状及应用前景	381
参考文献	385

第 1 章

绪 论

1.1 能源、环境与建筑

1. 背景

2005年2月16日,旨在遏制全球气候变暖的《京都议定书》正式生效。这是人类历史上首次以法规的形式限制温室气体排放。为了人类免受气候变暖的威胁,1997年12月,在日本京都召开的《联合国气候变化框架公约》缔约方第三次会议通过了旨在限制发达国家温室气体排放量以抑制全球变暖的《京都议定书》。《京都议定书》规定,到2010年,所有发达国家二氧化碳等6种温室气体的排放量,要比1990年减少5.2%。中国也于1998年5月签署了该协议。

在国民经济的各个方面中,能源工业和能源消耗是影响温室气体排放的主要因素。能源消耗主要的三个方面是:工业、交通和民用。其中工业耗能包括工业生产过程和发电,而发电是最主要的,因为许多工业过程都要消耗电力;交通耗能主要的方面是汽车燃料;民用耗能主要是建筑耗能,包括建筑设备系统的耗能和家用设备如炊具等的燃料消耗。不同类型的能源,散发的温室气体是不同的。从宏观角度看,煤、石油、天然气、电力(包括水电、核电、风力发电等)、可再生能源(地热、太阳能、生物质能等)是主要的能源种类。在不影响工业生产和人民生活的前提下,要减少温室气体排放,提高能源利用效率而减少能源消耗总量,以及改变能源种类在总能源消耗中所占的比例,或者说调整能源结构,是两个重要途径。

进入21世纪,科技的迅猛发展带动了各行各业的腾飞,人们的生活水平得到了极大的提高。对我国而言,在经济高速发展的同时,也使得在能源及环境上的压力不断增大,特别是在建筑耗能方面,随着人们对居住环境要求的提高,即要求建筑有适宜的热环境、光环境、声环境和空气环境,空调作为能够很好地调节室内的热环境和空气环境的有效手段,得到了广泛的应用,但它带来了大量的

能源消耗和对环境的污染问题。由于能源危机的存在,对空调系统的要求在于更少的能源浪费,因此建筑设计越来越追求高能效,其绝热效果越来越好,但建筑物的通透性却越来越差,同时大量的合成物质被用于建筑和装饰,这些均导致了室内空气污染物的积累,由此导致的空气质量问题也越来越突出,严重威胁着人们的身体健康。建筑、环境与能源三者应该如何健康协调发展已成为急需解决的问题。

2. 能源、环境与建筑能耗

(1) 能源结构与现状 作为世界上最大的发展中国家,我国目前能源生产量仅次于美国和俄罗斯,居世界第3位;基本能源消费占世界总消费量的10.4%,仅次于美国,居世界第2位,可见我国已经成为一个能源生产和消费大国。

我国原煤的生产消费在总量中所占的比例大约是70%,石油大约是20%,天然气大约是2.3%,水电大约是6.5%。而上述种类能源的世界平均水平分别是:26.7%,41.0%,23.8%,8.5%。也就是说,我国的煤炭的生产及消费约是世界平均水平的2.6倍,石油不足世界平均水平的50%,天然气更是不足世界平均水平的10%。一次电力略低于世界平均水平。通过以上分析,我们可以清楚地看出我国优质能源在能源总量中所占的比例是非常低的。

再有我国是世界第一人口大国,人口数量占世界总人口的20%,这就导致了我国人均占有资源量少,能源资源相对匮乏,即使是资源最丰富的煤炭,人均资源量也只有世界平均值的42.5%,人均石油资源为世界平均值的17.1%,人均天然气资源为世界平均值的13.2%,人均能源资源占有量还不到世界平均水平的一半。目前,我国年人均能源消耗是1000kg标煤,而世界平均水平为2000~3000kg,英、法、德等发达国家是5000~6000kg,美国则高达11000kg。有专家预测,在2030~2050年期间,我国年人均能源消耗最多可能达到目前世界的平均水平,届时能源总消耗量也将高达40亿t标煤以上,消费和生产之间的缺口粗略估算可达到消费总量的50%。从这个角度来看,我国的能源资源严重短缺。

我国总的能源状况是优质能源比例很低(富煤缺油少气)、人均能源资源占有量低。能源生产和消费的结构不合理、能源资源的短缺,一定程度上制约了我国经济的总体发展。

(2) 能源的利用与环境污染 能源消耗是影响全球环境的最重要的方面之一。在众多的环境中,最重要的有生态环境、水环境和大气环境等。而在大气环境中,重要指标有CO₂、SO₂、NO₂、TSP以及对臭氧层的破坏等。其中CO₂排放造成的温室效应、氟里昂排放造成的臭氧层破坏已经成为最重要的全球性的环境问题。CO₂排放主要由能源消耗产生,氟里昂排放与建筑能源消耗系统——制冷空调系统紧密相连,因此,空调冷热源方式的选择不仅与能源结构、能源消耗

密切相关，而且与氟里昂排放密切相关。

一次能源在利用过程中，产生大量的 SO_2 、 NO_x 、烟尘、 CO_2 、CO、微量元素及多种芳烃化合物等污染物，对环境产生严重影响。我国巨大的能源消费规模、以煤为主的能源消费结构引起的环境污染已不堪重负。1999 年，全国排放烟尘 1159 万 t， SO_2 1857 万 t，其中燃煤排放的分别占 70% 和 85% 以上。我国的环境污染为典型的能源消费性污染。 SO_2 含量年平均值超过国家二级标准的城市占统计城市的 28.4%，中国是世界上继北美和欧洲后的第三大酸雨污染区，目前全国酸雨区面积约占国土总面积的 30%。据专家估算，全国每年因酸雨造成的直接经济损失约为当年 GNP 的 1% ~ 2%，其潜在的损失有可能在 3% 以上。大规模的能源消费所产生的 CO_2 等温室气体对全球气候变化的潜在威胁，已经成为国际社会关注的焦点。由于我国大规模的能源消费和以煤炭为主的能源消费结构，目前每年 CO_2 排放量已占全球总排放量的 13% 以上；是仅次于美国的第二排放大国。我国的能源环境问题，已经成为国际能源环境问题的一个重要部分。

(3) 建筑能耗 在国家能源消耗中，建筑能源占有相当大的比例。据统计，我国历年建筑能耗在总能耗中的比例为 20% 左右，平均值为 19.8%。其中，用于暖通空调的能耗（主要是冷热源的能耗）约占建筑能耗的 65%。美国能源部在就京都协议对美国能源市场和国民经济的影响向美国国会所作的研究报告中指出，建筑中最大的能耗系统是暖通空调系统、照明系统和建筑围护结构系统。而且与工业、交通能耗不同，建筑能耗比较难以提高能源价格的方法来降低，原因在于家用空调等建筑能耗不是作为生产成本，而作为商品生产过程目标和利润与成本紧密相关，提高能源价格难以控制不是生产成本的家用空调等建筑能耗，而对于工业空调等系统，能源价格应该是一个有效的控制方法。控制建筑能耗的最有效方法是技术进步，包括选择适当的系统和高效设备等。

据统计，美国建筑空调耗电占全国总耗电量的 12%，其中集中式空调系统占 83%。72% 的美国建筑装有空调系统，其中的 47% 为集中式空调系统，25% 为单元式空调系统，1% 同时设有集中式空调系统和单元式空调系统。

建筑能耗具有季节性。在暖通空调系统中的耗能设备中，包含有冷热源设备、泵、风机、空气处理机、冷却塔等，它们有的季节性消耗电能，有的季节性消耗热能。对建筑能源消费形式的分类，可表示为如下（暖通空调设备耗能）：

消耗电能的主要设备（二次能源）：

- 1) 泵、风机等通用机械。
- 2) 电制冷机及制冷装置、电锅炉。
- 3) 使用电力的空气处理机、冷却塔、空气加热器等换热器，热泵等。

消耗热能的主要设备（使用一次能源如煤、天然气或余热）：

- 1) 溴化锂直燃式制冷机。
- 2) 溴化锂蒸气/热水式制冷机。
- 3) 燃煤(油、气)锅炉。

3. 暖通空调与建筑环境

(1) 建筑外环境 建筑行业本身在发展过程中,需要大量的材料、能源,并且在建造过程中带来大量的噪声及空气污染。集中的建筑群使得在城市中央产生热岛效应,对于一个大中城市,城市中心的平均温度普遍比郊区的平均温度要高 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。由于在空调过程中,牺牲了大环境,满足了小环境,在空调季节,空调系统把室内热量排到室外,这也是城市中热岛效应的一个影响因素。同时,空调系统中冷却塔给局部环境带来的是 LD 问题。冷却塔中的水容易滋生一种细菌,它会随着冷却塔中溢出的水雾扩散于大气。这种细菌一旦被人体吸入,就会引发肺炎,称之为 LD (Legionnaires Disease)。同时,空调系统在运行过程中带来的噪声,也是对室外环境的一种污染。

(2) 建筑内环境 建筑设计越来越追求高效率,绝热效果变好的同时却使建筑物的通透性变得越来越差;对于高层建筑来说,由于在高层不宜开窗,使得内部环境完全由人工控制,这其中就包括声、光、热及空气流速的控制等。同时随着建筑行业的发展,人们更多的在追求室内美观,这带来的问题就是大量合成物质被用于建筑装饰。这些因素导致了室内污染物的积累,现代人有 80% 以上的时间是在室内度过的,病态建筑综合症“Sick Building Syndrome”(SBS)由此产生。随着社会的发展,室内环境的污染已经成为迫在眉睫的事情。而且,室内的污染程度比室外污染更为严重,往往是室外的 $2\sim 5$ 倍,有时可能是上百倍。因此,室内的空气污染在国际上已被列为危害人体健康的五大因素之一。

(3) 未来建筑的发展趋势 结合建筑、环境、能源三者的相互协调及可持续发展,未来建筑的发展趋势是“健康建筑”、“绿色建筑”,这两种建筑主要体现建筑的节能与环保。

“健康建筑”就是指能使使用者“在身体上、精神上、社会上完全处于良好的状态的建筑”。“健康建筑”概念的出现体现的是人类对于自己生活的环境提出的更高的要求,而对于“健康建筑”影响最大的当属暖通空调系统,因此,未来建筑暖通空调系统的设计应体现以人为本的理念。

“绿色建筑”是指资源有效利用的建筑,也称“4R”建筑,即减少建筑材料对各种资源和不可再生的能源的使用;利用可再生能源和材料;利用回收材料和排水,设置废弃物回收系统;在结构允许的条件下重新使用旧材料。“绿色建筑”强调的主要是:环境、节能、资源和材料的有效利用。其中的环境包括建筑外的生态环境和室内环境,室外强调的是环境的保护和传统文化的保护,室内环境强调的则是居住者的舒适感、身心健康和室内空气品质;其中的节能包括提高效率