

空气调节设计手册

(第三版)

中国电子工程设计院 主编

中国建筑工业出版社

暖通 (91.7) 暖通空调工程

暖通 (91.7) 暖通空调工程

暖通 (91.7) 暖通空调工程

暖通 (91.7) 暖通空调工程

空调设计手册

(第三版)

中国电子工程设计院 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

空气调节设计手册/中国电子工程设计院主编. —3
版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 4
ISBN 978-7-112-20229-4

I. ①空… II. ①中… III. ①空气调节系统-设计-技术手册 IV. ①TU831.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 004272 号

本版手册在第二版的基础上, 增加了许多节能的新技术, 如低温送风系统、温湿度独立控制空调系统、蒸发冷却空调系统等。又如空调蓄冷技术及热泵技术在第二版虽有提及, 但不足以供设计计算使用, 本版有了较详细的介绍, 又如燃气冷热电联供分布式能源系统, 也作了更深入的介绍。新技术方面增加了吊顶辐射供冷系统、旋流风口送风、地板送风、置换通风、岗位空调、高大空间分层空调技术、CFD 方法简介。加湿器新增加介绍了五种新型加湿器。制冷方面增加了润滑油及漩涡式制冷压缩机及冷水机组。消声增加了微穿孔板消声器及复合消声器。隔振增加了冷却塔的隔振, 去掉使用较少的软木和空气弹簧隔振器。空气净化和洁净室则增加了设计步骤等内容。三甘醇除湿机由于已无产品, 本版已取消。

本手册可供空调设计人员使用, 亦可供空调教学、施工及管理人员参考。

责任编辑: 吴文侯

责任校对: 王宇枢 关 健

空气调节设计手册 (第三版)

中国电子工程设计院 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 73 插页: 1 字数: 1772 千字

2017 年 6 月第三版 2017 年 6 月第十八次印刷

定价: 168.00 元

ISBN 978-7-112-20229-4

(29532)

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)

主 编：秦学礼

编写单位及编写人员：

中国电子工程设计院

秦学礼 赵凤羽 肖红梅 张利群 陈霖新

白桂华 钟景华 俞渭雄 贺继行

清华大学建筑学院建筑技术科学系

李先庭 马晓钧 燕 达 邵晓亮 刘晓华

中国建筑科学研究院空气调节研究所

曹 阳 邹月琴

中国航空工业规划设计研究院

董秀芳 张海飞 顾乃新

中国建筑科学研究院建筑物理研究所

徐 春

西安工程大学

黄 翔

三菱电机空调影像设备（上海）有限公司

范海燕

广东申菱环境系统股份有限公司

潘展华

前 言

在党的改革开放方针指引下,我国国民经济迅速发展,人民生活水平逐步提高。在工业和民用新建、扩建和改建的工程中,对空气调节的需求越来越多,空气调节技术和工程已成为基本建设中必不可少的内容。

我们在1970年曾编写出版《空气调节与制冷设计手册》,1983年又出版了《空气调节设计手册》,均受到了读者的欢迎。仅《空气调节设计手册》就印刷了四次,发行量超过5万册。1995年出版了《空气调节设计手册》第二版,印刷了五次,发行量超过6万册。

随着空气调节技术的发展,第二版手册中的一部分内容已不能适应当前的需要,因此重新修订编写了本手册。

本手册对第二版《空气调节设计手册》的内容作了较大的修改,根据阅读习惯和编制内容,调整了手册的章节数量及名称,各章均根据技术发展作了很多修改和补充。第一章中的室外气象参数选用《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》,民用建筑的室外气象参数请参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》,本手册未再单独列入,与国家标准发展保持一致。重视环保节能思想,多个章节对节能相关内容从不同角度做了统计和分析。应出版社要求,制冷站和新型空调冷热源技术内容在第二版的基础上做了较大补充。鉴于空气调节所用的产品门类规格很多,变化很快,本手册减少了产品的内容(仅有代表性的举例)。湿空气焓湿图由于无变化,本次修订不再列入,以简化装订。

本手册所列的内容力求做到明确、简练、易于使用、数据和方法可靠,有实践依据为原则。除可满足本行业设计人员使用外,也可供教学、施工人员参考,并适用于初学人员使用。

本手册编写、审校具体分工如下:

第一章,第二章第一、二节,第五章第八、九、十二节:李先庭、马晓钧、燕达、邵晓亮 编写,龙惟定、黄翔 审校

第二章第三~六节:肖红梅、白桂华 编写,龙惟定、黄翔 审校

第三章第一节至第五节、第八节至第十节:秦学礼 编写,王天富、马最良 审校

第三章第六节:刘晓华 编写,王天富、马最良 审校

第三章第七节:黄翔 编写,王天富、马最良 审校

第三章第十一节:钟景华 编写,王天富、马最良 审校

第四章:曹阳 编写,王天富、马最良 审校

第五章(除第八、九、十二节外):邹月琴 编写,李向东、伍小亭 审校

第六章:贺继行、肖红梅 编写,刘朝贤、贾晶 审校

第七章第七节:刘晓华 编写,李向东、贾晶 审校

第七章(除第七节外):董秀芳、张海飞、顾乃新 编写,李向东、贾晶 审校

第八章：肖红梅、曹阳、贺继行 编写，王天富、马最良、刘朝贤、贾晶 审校

第九章：张利群 编写

第十章、十一章：陈霖新编写，贾晶 蔡敬琅、曹伟生 审校

第十二章：赵凤羽 编写，李向东、伍小亭 审校

第十三章：徐春 编写，林杰、龙惟定、黄翔 审校

第十四章：俞渭雄 编写，王天富、马最良 审校

全书稿件由主编秦学礼校核最后定稿，王江标协助整理。

手册中很多内容是采用了很多同行的研究成果，有些同志提供了他们掌握的资料和数据，在此，特向他们致以诚挚的谢意。

中国建筑工业出版社吴文侯编审在编写过程中给予大力支持和帮助，并在最后审查定稿时付出辛勤的劳动，在此表示感谢。

限于编写人员的水平，本手册中的错误和不足之处，请读者将意见和建议寄到北京市海淀区西四环北路 160 号玲珑天地 C 座 秦学礼/王江标（邮编 100142），以便再版时订正。

目 录

第一章 基础知识和基础资料	1
第一节 空气调节概述	1
第二节 空气的 $h-d$ 图 (焓湿图) 及常见空气处理过程	1
一、湿空气的物理性质	1
二、湿空气的 $h-d$ (焓湿图)	4
三、常见空气处理过程	5
第三节 室外气象参数	8
一、空调室外气象参数的确定	9
二、夏季太阳辐射照度	12
三、设计用室外气象参数	12
四、空调室外计算参数的简化统计方法	12
第四节 室内计算参数	110
一、建筑节能及其对室内参数的要求	110
二、民用建筑的室内参数	110
三、工业建筑的室内参数	116
第五节 建筑基础资料	122
一、环境资料	123
二、土建资料	123
三、动力资料	123
四、空调通风设备资料	123
五、作息及工艺资料	123
第六节 常用计量单位及换算	124
一、法定计量单位及使用规则	124
二、常用计量单位及换算	127
第二章 室内负荷及风量计算	129
第一节 建筑布置和热工要求	129
一、空调房间的位置选择	129
二、空调房间建筑布置和热工要求	130
三、围护结构的经济传热系数	132
第二节 围护结构的负荷计算	136
一、透过玻璃窗的日射得热和冷负荷	136

二、玻璃窗传热的冷负荷	148
三、外墙和屋盖的得热和冷负荷	150
四、内墙、内窗、楼板、地面的冷负荷	168
五、围护结构的总冷负荷	169
六、高层建筑冷负荷特点	181
七、间歇和轻型结构附加	182
八、围护结构温度波衰减度 ν 和延迟时间 ξ 的计算	183
九、空气渗透的冷负荷	186
十、能耗模拟计算	187
第三节 设备、化学反应、人体、照明等的负荷计算	212
一、设备冷负荷	213
二、照明冷负荷	218
三、人体的冷负荷和湿负荷	219
四、化学反应的冷负荷和湿负荷	221
五、水槽、设备、食品的湿负荷和潜热冷负荷	222
第三章 空调系统	224
第一节 空调系统的分类	224
一、按空气处理设备的设置情况分	224
二、按处理空调负荷的输送介质分	225
三、按送风管风速分	225
四、按送风温度分	225
五、按使用目的分	226
六、按新风量的多少来分	226
七、按热量传递(移动)的原理来分	226
第二节 空调系统的比较和选择	226
一、确定空调系统方案的因素	226
二、各种空调方式的比较和选择	227
第三节 单风管集中式系统	228
一、系统划分	229
二、系统分类及其使用条件	230
三、各类系统的特点	231
四、系统的调节方法	238
第四节 单风管再热系统和分区机组系统	247
一、单风管再热系统	247
二、分区机组系统	248
第五节 低温送风系统	249
一、低温送风系统的优点及局限性	250
二、低温送风系统的设计原则	251

第六节 温湿度独立控制空调系统	255
一、系统基本形式	255
二、核心部件：高温冷源设备	258
三、核心部件：干燥新风的制备装置	261
四、系统设计与性能分析	262
第七节 蒸发冷却空调系统	263
一、概述	263
二、蒸发冷却空调系统热工计算	264
第八节 空气调节的风系统	282
一、风机	282
二、风管	284
三、风管阀门	286
四、新风入口	289
五、空调机房	289
六、检查、调试和维修	290
第九节 空气调节的水系统	291
一、水系统的分类	291
二、高层建筑水系统分区	293
三、管路设计	294
四、水系统设计	295
第十节 管道和设备的保温及冷热损耗	298
一、管道和设备的保温	298
二、空调系统的冷热损耗	302
第十一节 空调自动控制和调节	305
一、自动控制和调节的内容和目的	305
二、自动调节	306
三、检测、信号与连锁	311
四、敏感元件的装设位置	312
五、VAV 变风量空调控制系统	312
第四章 空气调节末端系统	315
第一节 风机盘管系统	315
一、风机盘管机组空调方式的特点	315
二、风机盘管机组构造、分类及特点	316
三、风机盘管机组产品标准及技术性能要求	317
四、风机盘管机组空调系统方案及控制	320
五、风机盘管机组选择计算	326
六、风机盘管机组空调方式在设计、安装和运行中的注意事项	327
第二节 变风量末端系统	327

一、变风量末端空调方式的特点	327
二、变风量末端装置的构造、基本参数、主要组成部件	329
三、变风量末端装置的产品标准及技术特性	336
四、变风量系统方案及设计	338
五、变风量末端装置系统自动控制	359
第三节 诱导器系统	363
一、诱导器和诱导器系统	363
二、诱导器各种工况的特点及判别式	367
三、诱导器系统的计算	369
四、诱导器系统的全年运行调节	370
第四节 吊顶辐射供冷系统	374
一、吊顶辐射空调方式的特点	374
二、吊顶辐射空调末端的分类及特点	375
三、辐射冷吊顶的性能参数	376
四、辐射冷吊顶的传热量	379
五、效果衡量与应用中需注意的问题	381
第五节 组合式空调机组系统	382
一、组合式空调机组空调系统	382
二、组合式空调机组的构造、基本参数	382
三、组合式空调机组空调方式的特点	384
四、组合式空调机组在设计、安装和运行时应注意的问题	385
第五章 气流组织	388
第一节 气流组织基本要求	388
一、基本要求	388
二、常用风口形式、特征和适用范围	389
第二节 气流组织的方式和适用范围	389
一、侧送	390
二、孔板送风	391
三、散流器平送和下送	391
四、喷口送风	391
五、条缝送风	391
六、旋流风口送风	391
第三节 侧送	392
一、侧送方式	392
二、侧送方式设计要点	392
三、侧送气流组织设计方法	397
第四节 孔板送风	399
一、孔板送风分类与气流流型	399

二、孔板送风设计计算	400
第五节 散流器送风	406
一、散流器平送	406
二、散流器下送	410
第六节 喷口送风	412
一、喷口送风方式	412
二、喷口送风设计方法	413
第七节 条缝送风	419
一、条缝送风口构造形式	419
二、条缝送风设计计算	420
第八节 地板送风	425
一、常见静压箱类型和送风口类型	425
二、气流组织设计方法	428
第九节 置换通风与岗位空调	431
一、通风原理	431
二、置换通风设计方法	432
三、岗位空调设计方法	434
第十节 回风口	436
一、回风口的布置	436
二、回风口的回风速度与型式	437
第十一节 高大空间分层空调	438
一、分层空调基本原理和空调方式	438
二、分层空调负荷计算	438
三、分层空调气流组织	443
四、分层空调系统	446
第十二节 CFD 方法简介	449
一、CFD 方法及其在暖通空调工程中的适用性	450
二、CFD 进行气流组织设计的流程	451
三、常用的 CFD 软件	454
第六章 空气的冷却和加热	457
第一节 表冷器处理空气的优、缺点	457
一、表冷器处理空气的优、缺点	457
二、直接蒸发表冷器处理空气的优、缺点	457
第二节 表冷器和加热器的应用	458
一、表冷器和加热器的选用	458
二、表冷器和加热器的安装	461
第三节 表冷器的结构与规格	462
一、表冷器结构特性	462

二、几种冷水表冷器的外形、规格、尺寸	463
第四节 冷水表冷器的计算	467
一、冷水表冷器作湿式冷却干燥（减焓除湿）用时的热工计算	467
二、冷水表冷器作干式冷却（等湿减焓）和加热的热工计算	489
三、冷水表冷器空气阻力和水阻力计算	491
四、采用盐水为冷媒时的计算	494
第五节 喷水式空气处理	496
一、喷水式空调处理的优点、缺点、过程及分类	496
二、喷水室的构造和构件	498
三、喷水室的热工计算	502
四、喷水室的空气阻力	514
第七章 空气除湿和加湿	516
第一节 除湿方法分类及特点	516
一、升温通风除湿	517
二、冷却除湿	518
三、吸湿剂除湿	519
四、联合除湿	522
第二节 降湿用气象资料	523
一、温度、水汽压、焓分布及分类	523
二、降湿用气象参数	526
三、简化统计法	528
第三节 升温通风降湿	528
一、应用状况	529
二、温湿度设计参数	532
三、通风量、加热量	533
第四节 冷冻除湿机通风降温	535
一、冷冻除湿机除湿原理	535
二、各类除湿机	536
三、冷冻除湿机的选择计算	540
第五节 固体吸湿剂通风降温	544
一、氯化钙静态吸湿	544
二、氯化钙动态吸湿	545
三、氯化钙的再生	550
四、硅胶静态吸湿	551
五、硅胶动态吸湿	551
六、动态吸湿的计算	553
第六节 干燥转轮除湿机	554
一、干燥转轮除湿机的除湿原理、特点和用途	554

二、工作原理及构造	556
三、主要技术性能	563
四、转轮除湿机的计算程序	566
五、MT 系列除湿机的除湿性能图	570
六、除湿系统设计注意事项	571
第七节 溶液除湿机	572
一、吸湿溶液的性质	572
二、溶液除湿机的基本单元模块	574
三、热泵驱动的溶液除湿机	575
四、余热驱动的溶液除湿机	576
第八节 空气加湿	579
一、概述	579
二、蒸汽式加湿器	581
三、间接蒸汽式加湿器	583
四、燃气加湿器	584
五、电热式、电极式加湿器	586
六、高压喷雾式加湿器	588
七、超声波加湿器	589
八、高压微雾式加湿器	590
九、PTC 蒸汽加湿器	591
十、湿膜蒸发式加湿器	592
十一、红外线加湿器	594
十二、二流体加湿	594
第八章 空气处理装置	597
第一节 组合式空调机组系统	597
一、组合式空调机组空调系统	597
二、组合式空调机组的构造、基本参数	597
三、组合式空调机组空调方式的特点	598
四、组合式空调机组在设计、安装和运行时应注意的问题	600
第二节 直接蒸发式空调机组设备	602
一、直接蒸发表冷式空调机组	602
二、恒温恒湿空调机组和冷风空调机组	604
三、屋顶式空调机组	607
四、多联机空调系统	613
第三节 空调机组的应用	624
一、空调机组的热平衡计算	624
二、空调机组的选择图和计算程序	632
第四节 直接蒸发表冷式空调系统的调节方法和调节计算	635

一、直接蒸发表冷式空调系统的调节方法	635
二、直接蒸发表冷式空调系统的调节计算	636
三、空调机组常用调节方法	639
第五节 扩大空调机组的应用范围	640
一、“循环混合”方法的处理过程	640
二、计算例题	642
第九章 空气净化和洁净室	645
第一节 概述	645
第二节 洁净室的基础知识及其分类	645
一、洁净室的定义	645
二、洁净室四大技术要素	646
三、洁净室的洁净度等级	646
四、洁净室的应用及其分类	647
五、洁净室的占有状态	657
六、洁净室的污染源及其控制	657
七、洁净室与一般空调的差别	658
八、工业洁净室与生物洁净室的差别	658
九、洁净室的设计和建造特点	658
第三节 设计阶段和总体规划	661
一、洁净室的设计原则和设计特点	661
二、洁净室的设计阶段和各设计阶段的任务	662
三、洁净室的厂址选择和总平面规划	665
四、洁净室布置	666
五、洁净室的建筑防火和人员疏散	668
第四节 洁净室的净化空调设计	670
一、洁净室净化空调设计的重要性	670
二、洁净室净化空调系统的特点	670
第五节 洁净室净化空调系统的设计步骤和工作任务	671
一、设计前的准备工作及应收集的有关数据和资料	671
二、工艺平面和建筑平面的规划	672
三、净化空调系统和排风系统的划分原则	672
四、净化空调系统的设计计算	673
五、净化空调系统空气处理过程的选择和优化	678
六、洁净室净化空调的冷、热源	688
七、空调和净化设备的选择	688
八、设计中应重视的问题	696
九、竣工验收调试、性能测试和洁净室的综合评价	698
第六节 洁净室净化空调系统的节能	703

一、洁净室净化空调系统节能的重要性	703
二、洁净室净化空调系统的节能的措施	703
第十章 制冷站	706
第一节 制冷剂、载冷剂和润滑油	706
一、分类与命名	706
二、制冷工质的化学、安全和环境特性	709
三、常用制冷剂	714
四、载冷剂	729
五、润滑油	734
第二节 制冷机	736
一、制冷机类型、基本参数	736
二、活塞式制冷压缩机及冷水机组	738
三、涡旋式制冷压缩机及冷水机组	746
四、螺杆式制冷压缩机及冷水机组	750
五、离心式制冷压缩机及冷水机组	766
六、溴化锂吸收式制冷机	781
第三节 蒸发器和冷凝器	797
一、冷凝器	797
二、蒸发器	802
第四节 制冷站设计	805
一、制冷站设计的原始资料	805
二、制冷站的位置选择、布置和有关专业的要求	806
三、制冷站规模的确定	809
四、冷冻水系统	810
五、冷却水系统	822
六、制冷剂管道	834
七、制冷站设计实例	839
第十一章 新型空调冷热源技术	847
第一节 概述	847
一、空调工程的冷源	847
二、空调工程的热源	848
第二节 空调蓄冷	849
一、蓄冷方式	849
二、空调蓄冷供冷负荷和运行策略	853
三、水蓄冷系统与蓄冷装置	858
四、蓄冰系统与蓄冰装置	868
五、空调蓄冷系统的自动控制	882

第三节 空调工程用热泵	886
一、热泵的应用与分类	886
二、热源和驱动能源	887
三、热泵性能评价指标与经济性分析	890
四、空气源热泵	892
五、土壤源热泵	898
六、水源热泵	908
七、其他热泵	930
第四节 燃气冷热电联供分布式能源系统	933
一、分布能源系统	933
二、燃气冷热电联供分布式能源系统的类型	935
三、燃气发电装置	937
四、燃气冷热电联供分布式能源系统和设备的配置	943
五、燃气冷热电联供的一次能源消耗	949
六、燃气冷热电联供的工程设计要点	952
第五节 空调工程中低位热能的应用	956
一、空调工程对供冷供热的要求	956
二、空调工程中低位热能的回收利用	958
三、“自然冷却”的应用	965
第十二章 空调节能与热回收设备	969
第一节 空调系统节能评价	969
第二节 空调系统节能措施	971
一、改善围护结构的保温性能	971
二、合理降低室内温、湿度标准	971
三、控制和正确合理地利用室外新风	972
四、减少输送系统的能耗	972
五、对空调系统采用自动控制	973
第三节 选择合理的节能空调系统	973
一、全空气变风量系统	973
二、变水量空调系统	973
三、冷水机组热回收系统	974
第四节 天然能源的利用	975
一、太阳能供暖与制冷	975
二、地热能的利用	977
三、地源热泵系统	978
四、水环热泵空调系统	981
五、地下含水层蓄能	982
六、地道风的利用	982

七、蒸发冷却空调系统	983
第五节 热回收系统	983
一、转轮全热交换器	984
二、板式显热交换器	987
三、板翅式全热交换器	991
四、中间热媒式热交换器	993
五、热管换热器	998
六、板式换热器	1004
七、壳管式换热器	1007
八、热泵	1011
第十三章 空调系统的消声设计	1012
第一节 噪声的计量与评价	1012
一、噪声的计量	1012
二、噪声的评价	1015
第二节 空调系统消声设计的程序及相关噪声标准	1020
一、空调系统消声设计的程序	1020
二、室内噪声标准	1022
三、结构传播固定设备室内噪声排放限值	1026
四、环境噪声标准	1026
第三节 空调系统设备的噪声	1027
一、通风机噪声	1027
二、电机噪声	1033
三、空调设备噪声	1034
第四节 空调系统的气流噪声	1037
一、直管道的气流噪声	1037
二、弯头的气流噪声	1038
三、三通的气流噪声	1038
四、变径管的气流噪声	1039
五、阀门的气流噪声	1040
六、风口的气流噪声	1041
第五节 空调系统的噪声自然衰减	1042
一、管道系统的噪声自然衰减	1043
二、房间声衰减	1046
三、管道壁的透射损失	1046
第六节 空调系统的消声器	1048
一、消声器的分类及性能评价	1048
二、阻性消声器	1050
三、抗性消声器	1067