

暖通空调设备工程师

实务手册

《暖通空调设备工程师实务手册》编写组 编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 暖通空调设备工程师 实务手册

《暖通空调设备工程师实务手册》编写组 编



机械工业出版社

本手册内容以注册公司设备工程师暖通空调专业考试大纲为依据,遵循暖通空调专业国家规范、规程及相关技术标准的规定,针对公司设备工程师执业实务编写的。手册内容由通风、空调、制冷、采暖、供热、防排烟及燃气供应等14个部分组成。手册坚持实用性原则,在理论阐述的基础上,更加强调可操作性。

本手册供参加注册公用设备工程师考试的人员使用,也可供暖通空调等相关专业的工程技术人员、施工人员、管理人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

暖通空调设备工程师实务手册/《暖通空调设备工程师实务手册》编写组编. —北京:机械工业出版社,2006.4

ISBN 7-111-18507-2

I. 暖... II. 暖... III. ①通风设备-手册②空气调节设备-手册③制冷-设备-手册④采暖设备-手册 IV. TU83-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第009851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:何文军 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷

2006年3月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·15.5印张·3插页·605千字

0 001—4 000册

定价:49.00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

编辑热线:(010)68327259

封面无防伪标均为盗版

## 《暖通空调设备工程师实务手册》编写人员

主    编	徐荣晋			
副 主 编	刘雅梅	白雅君		
参    编	王怀斗	张光华	钱彭令	闫景连
	李国福	李玉善	范冬梅	王丽华
	霍铁平	杨永利	李晓颖	刘建华
	马  林	刘  慧	孙  博	袁  静
	侯  同	王显卓		

# 前 言

随着我国国民经济的快速发展，建筑行业的变化日新月异，暖通空调技术也得到了迅速发展。最近几年，在暖通空调技术领域出现了许多新理论、新技术、新设备，实践经验日趋全面、丰富。

本手册内容以注册公用设备工程师暖通空调专业考试大纲为依据，针对公用设备工程师执业实务编写的。手册坚持实用性原则，在理论阐述的基础上，更加强调可操作性。手册由14个部分组成。

本手册供参加注册公用设备工程师考试的人员使用，也可供暖通空调等相关专业的工程技术人员、施工人员、管理人员等参考。

由于编者水平所限，错误和缺点在所难免，恳请广大读者批评指正。在本书编写过程中，参阅了大量同行业的专业书籍，未能一一列出，在此对有关作者一并致谢并深表敬意。

编 者

# 目 录

## 前言

<b>1 常用术语</b> .....	1
1.1 室内外计算参数 .....	1
1.1.1 一般术语 .....	1
1.1.2 室内空气计算参数 .....	2
1.1.3 室外空气计算参数 .....	3
1.1.4 太阳辐射 .....	6
1.2 采暖 .....	7
1.2.1 一般术语 .....	7
1.2.2 围护结构与热负荷 .....	10
1.2.3 采暖系统 .....	13
1.2.4 管道及配件 .....	14
1.2.5 水力计算 .....	16
1.2.6 采暖设备及附件 .....	18
1.3 通风 .....	21
1.3.1 一般术语 .....	21
1.3.2 自然通风与隔热降温 .....	24
1.3.3 机械通风 .....	26
1.3.4 除尘 .....	28
1.3.5 有害气体净化及排放 .....	31
1.3.6 通风管道及附件 .....	33
1.3.7 通风与除尘设备 .....	36
1.4 空气调节 .....	38
1.4.1 一般术语 .....	38
1.4.2 负荷计算 .....	39
1.4.3 空气调节系统 .....	41
1.4.4 空气处理 .....	43
1.4.5 气流组织 .....	45
1.4.6 空气调节设备 .....	46
1.5 制冷 .....	49

1.5.1	一般术语	49
1.5.2	制冷剂与制冷循环	51
1.5.3	制冷方式与制冷系统	53
1.5.4	制冷设备及附件	53
1.6	自动控制	57
1.6.1	一般术语	57
1.6.2	控制方式与系统	60
1.6.3	控制装置及仪表	62
1.7	消声与隔振	64
1.7.1	一般术语	64
1.7.2	隔声与消声	65
1.7.3	隔振	67
1.8	检测仪表及其他	68
1.8.1	检测仪表	68
1.8.2	其他	70
<b>2</b>	<b>建筑热工及负荷计算</b>	<b>72</b>
2.1	建筑热工	72
2.1.1	建筑热工设计分区及设计要求	72
2.1.2	围护结构传热热阻	72
2.1.3	围护结构的最小传热热阻	73
2.1.4	对地面的热工要求	76
2.1.5	围护结构内部温度的计算	76
2.1.6	围护结构的防潮验算	79
2.2	热负荷计算	80
2.2.1	围护结构的耗热量	81
2.2.2	冷风渗入的耗热量计算	85
<b>3</b>	<b>采暖设备</b>	<b>90</b>
3.1	散热器	90
3.1.1	散热器选择	90
3.1.2	散热器布置	90
3.1.3	散热器的设计选择计算	91
3.1.4	散热器安装	93
3.2	减压阀与安全阀	93
3.2.1	减压阀	93
3.2.2	安全阀	95
3.3	疏水器与膨胀水箱	96

3.3.1	疏水器 .....	96
3.3.2	膨胀水箱 .....	98
<b>4</b>	<b>采暖管道 .....</b>	<b>103</b>
4.1	采暖管道的水力计算 .....	103
4.1.1	水力计算方法和要求 .....	103
4.1.2	热水采暖系统的水力计算 .....	108
4.1.3	蒸汽采暖系统的水力计算 .....	111
4.2	采暖管道设计 .....	113
<b>5</b>	<b>采暖设计 .....</b>	<b>118</b>
5.1	散热器采暖 .....	118
5.1.1	热媒的选择 .....	118
5.1.2	采暖系统分类 .....	119
5.1.3	重力循环热水采暖系统 .....	120
5.1.4	机械循环热水采暖系统 .....	122
5.1.5	高层建筑热水采暖系统 .....	125
5.1.6	低压蒸汽采暖系统 .....	126
5.2	低温热水地板辐射采暖 .....	129
5.2.1	系统组成 .....	131
5.2.2	采暖热负荷确定 .....	132
5.2.3	辐射板散热量计算 .....	132
5.2.4	设计中有关技术措施 .....	134
5.3	热风采暖 .....	137
5.3.1	集中送风 .....	138
5.3.2	空气加热器的选择 .....	138
5.3.3	暖风机的选择 .....	143
5.3.4	空气幕 .....	143
5.4	住宅分户热计量采暖 .....	144
5.4.1	热负荷计算 .....	144
5.4.2	散热器的布置与安装 .....	145
5.4.3	热水集中采暖分户热计量 .....	145
<b>6</b>	<b>小区供热 .....</b>	<b>147</b>
6.1	集中供热系统的热负荷概算 .....	147
6.2	小区供热管网 .....	150
6.2.1	集中供热系统热媒 .....	150
6.2.2	热水及蒸汽供热系统管网设计 .....	151



6.2.3	供热管网与热用户连接设计	153
6.2.4	热力站设计原则	156
6.2.5	热力管道设计	157
6.3	小区供热锅炉房	159
6.3.1	锅炉基本特性的表示	159
6.3.2	锅炉房的总体布置原则	163
6.3.3	锅炉房主机设备的选择	166
6.3.4	锅炉房辅助设备	168
<b>7</b>	<b>通风设计</b>	<b>170</b>
7.1	全面通风	170
7.1.1	全面通风设计的一般原则	170
7.1.2	全面通风的气流组织	172
7.1.3	全面通风量计算	173
7.1.4	热风平衡计算	174
7.1.5	事故通风	175
7.2	自然通风	176
7.2.1	自然通风的设计原则	176
7.2.2	自然通风的计算	177
7.2.3	避风天窗与风帽	180
7.3	局部排风	183
7.3.1	局部排风罩种类	183
7.3.2	局部排风罩的设计原则	184
7.3.3	局部排风罩的设计计算	185
<b>8</b>	<b>除尘与有害气体净化</b>	<b>191</b>
8.1	除尘	191
8.1.1	粉尘特性	191
8.1.2	除尘器的选择	193
8.1.3	典型除尘器	194
8.2	有害气体净化	198
8.2.1	有害气体分类	198
8.2.2	起始浓度或散发量	199
8.2.3	有害气体的净化处理方法	199
8.2.4	吸附法	200
8.2.5	液体吸收法	205
<b>9</b>	<b>通风管道</b>	<b>212</b>
9.1	通风管道系统	212

9.1.1	通风管道的材料与形式 .....	212
9.1.2	风管内的压力损失 .....	214
9.1.3	通风管道系统的设计计算 .....	216
9.1.4	通风除尘系统风管压力损失的估算 .....	217
9.1.5	均匀送风管道设计计算 .....	218
9.2	通风管道风压、风速、风量测定 .....	219
9.2.1	测定位置和测定点 .....	219
9.2.2	风道内压力的测定 .....	221
9.2.3	管道内风速测定 .....	223
9.2.4	风道内流量的计算 .....	224
9.2.5	局部排风罩口风速风量的测定 .....	224
<b>10</b>	<b>建筑防排烟 .....</b>	<b>227</b>
10.1	基本知识 .....	227
10.1.1	火灾定义及分类 .....	227
10.1.2	建筑物火灾危险性分类 .....	227
10.1.3	建筑分类及耐火等级 .....	229
10.2	防火 .....	231
10.2.1	防火分区 .....	231
10.2.2	通风、空气调节系统防火防爆设计要点 .....	232
10.3	防排烟 .....	234
10.3.1	防烟分区 .....	234
10.3.2	防烟、排烟设施 .....	234
10.3.3	高层建筑自然排烟 .....	236
10.3.4	高层建筑机械排烟 .....	238
10.4	防火防排烟设备及部件 .....	240
10.4.1	防火防排烟风口 .....	240
10.4.2	卷帘防火阀 .....	243
10.4.3	电动防火阀、电动防烟防火阀 .....	243
10.4.4	余压阀 .....	244
10.4.5	防、排烟通风机 .....	244
10.5	机械防排烟及空调通风系统防火控制程序 .....	245
10.5.1	不设消防控制室的机械防排烟和通风、空调系统防火控制程序 .....	245
10.5.2	设有消防控制室的机械防、排烟和空调、通风系统防火控制程序 .....	246
<b>11</b>	<b>空气调节 .....</b>	<b>248</b>
11.1	空气调节基础 .....	248
11.1.1	室内空气参数的确定 .....	248

11.1.2	空调房间围护结构建筑热工要求 .....	253
11.2	空气调节负荷计算 .....	256
11.2.1	计算空调热湿负荷的目的 .....	256
11.2.2	空调热湿负荷形成机理 .....	257
11.2.3	空调负荷计算 .....	260
11.2.4	空气的热湿平衡及送风量计算 .....	263
11.3	空调系统 .....	265
11.3.1	空调系统的分类 .....	265
11.3.2	选择空调系统的原则 .....	266
11.4	气流组织的选择及其计算 .....	267
11.4.1	送、回风口空气流动规律 .....	267
11.4.2	送、回风口的形式及气流组织形式 .....	268
11.4.3	气流组织的计算 .....	274
11.5	空调设备的选择及其计算 .....	278
11.5.1	空调设备分类 .....	278
11.5.2	空调设备的主要性能 .....	292
11.5.3	空调设备的选择和计算 .....	292
11.6	空调冷热源设备的选择 .....	301
11.6.1	空调冷热源的选择原则 .....	301
11.6.2	冷(热)水机组的主要性能比较 .....	302
11.6.3	空调冷热源能源的选择 .....	304
11.6.4	冷热源设备机房设计 .....	306
11.7	空调水系统的设计原则及计算方法 .....	307
11.7.1	空调水系统的水力计算 .....	307
11.7.2	空调水系统的形式 .....	309
11.7.3	免费供冷(Free Cooling)系统 .....	312
11.7.4	用户冷却水系统 .....	313
11.7.5	水系统部件 .....	313
11.8	空调的自动控制与运行调节 .....	315
11.8.1	自动控制系统 .....	315
11.8.2	控制器及其调节规律 .....	316
11.9	通风系统的消声隔振 .....	317
11.9.1	噪声的物理量度及室内噪声标准 .....	317
11.9.2	空调系统的噪声 .....	319
11.9.3	空调系统的噪声控制 .....	322
11.9.4	隔振与设备房的噪声控制 .....	323
<b>12</b>	<b>制冷技术 .....</b>	<b>327</b>
12.1	蒸气压缩式制冷循环的热力学原理 .....	327

12.1.1	蒸气压缩式制冷的工作原理	327
12.1.2	制冷剂的热力参数图表	327
12.1.3	理想制冷循环——逆卡诺循环	329
12.1.4	蒸气压缩式制冷的理论循环	331
12.1.5	蒸气压缩式制冷理论循环的热力计算	333
12.2	制冷剂及载冷剂	334
12.2.1	制冷剂的种类及其编号方法	335
12.2.2	对制冷剂的要求	337
12.2.3	CFC <sub>s</sub> 及 HCFC <sub>s</sub> 的限制与替代	339
12.2.4	常用制冷剂的性能	343
12.2.5	载冷剂	347
12.3	蒸发压缩式制冷(热泵)机组及其选择计算方法	348
12.3.1	蒸气压缩式制冷(热泵)机组的组成和系统流程	348
12.3.2	制冷压缩机的种类及其特点	351
12.3.3	制冷(热泵)机组的种类及其特点	357
12.3.4	各类冷水(热泵)机组的主要性能参数和选择计算方法	358
12.4	蒸气压缩式制冷系统及制冷机房设计	363
12.4.1	蒸气压缩式制冷系统的组成	363
12.4.2	制冷剂管道系统的设计	363
12.4.3	制冷系统的自动控制	367
12.4.4	冷却水系统的设计及冷却塔的选用	368
12.4.5	制冷机房设计及设备布置原则	374
12.5	溴化锂吸收式制冷的工作原理	375
12.6	蓄冷技术	377
12.6.1	蓄冷技术的基本原理及分类	377
12.6.2	蓄冷系统的组成及设置原则	381
<b>13</b>	<b>冷库设计</b>	<b>385</b>
13.1	冷库设计的基础知识	385
13.1.1	冷库的分类	385
13.1.2	食品贮藏的温、湿度要求、贮藏期限及物理性质	387
13.1.3	冷库的公称体积与库容量的计算	391
13.1.4	冷却间和冻结间的冷加工能力计算	393
13.1.5	气调贮藏	394
13.1.6	冷库围护结构的隔汽、防潮及隔热	396
13.1.7	冷库围护结构的热工计算	399
13.2	冷库制冷系统设计及设备的选择计算	404
13.2.1	冷库的冷负荷计算	404

13.2.2	装配式冷库的选用 .....	410
13.2.3	制冷系统形式及其选择 .....	410
13.2.4	制冷压缩机及辅助设备的选择计算 .....	411
13.2.5	冷库冷间冷却设备的除霜 .....	421
<b>14</b>	<b>民用建筑房屋卫生设备 .....</b>	<b>423</b>
14.1	给水 .....	423
14.1.1	室内给水 .....	423
14.1.2	热水供应 .....	436
14.1.3	饮用水 .....	445
14.1.4	室外给水 .....	447
14.2	排水 .....	448
14.2.1	室内排水 .....	448
14.2.2	室外排水 .....	456
14.3	民用建筑消防给水 .....	458
14.3.1	民用建筑防火分类和应遵循的设计规范 .....	458
14.3.2	消防用水量 .....	460
14.3.3	消防水源、水池和室外消防管网 .....	466
14.3.4	消防供水设施 .....	469
14.3.5	室内消火栓系统 .....	470
14.3.6	自动喷水灭火系统 .....	473
14.4	燃气供应 .....	475
14.4.1	概述 .....	475
14.4.2	室内燃气应用 .....	480
14.4.3	燃气用气量和计算流量 .....	481
<b>参考文献</b>	.....	<b>484</b>

# 1 常用术语

本章主要介绍采暖通风与空气调节工程中的常用术语。

## 1.1 室内外计算参数

### 1.1.1 一般术语

序号	术语	英文名称	含义
1	计算参数	design conditions	特指设计计算过程中所采用的表征空气状态或变化过程及太阳辐射的物理量。常用的计算参数有干球温度、湿球温度、含湿量、比焓、风速和压力等
2	室内外计算参数	indoor and outdoor design conditions	设计计算过程中所采用的室内空气计算参数、室外空气计算参数和太阳辐射照度等参数的统称
3	空气温度	air temperature	暴露于空气中但又不受直接辐射的温度表所指示的温度。一般指干球温度
4	干球温度	dry-bulb temperature	干球温度表所指示的温度
5	湿球温度	wet-bulb temperature	湿球温度表所指示的温度
6	黑球温度	black globe temperature	黑球温度表所指示的温度
7	露点温度	dew-point temperature	在大气压力一定、某含湿量下的未饱和空气因冷却达到饱和状态时的温度
8	空气湿度	air humidity	表征空气中水蒸气含量多少或干湿程度的物理量
9	绝对湿度	absolute humidity	单位体积的湿空气中所含水蒸气的质量
10	相对湿度	relative humidity	空气实际的水蒸气分压力与同温度下饱和状态空气的水蒸气分压力之比,用百分率表示
11	历年值	annual (value)	逐年值。特指整编气象资料时,所给出的以往一段连续年份中每一年的某一时段的平均值或极值

(续)

序号	术 语	英文名称	含 义
12	累年值	normals	多年值。特指整编气象资料时, 所给出的以往一段连续年份的某一时段的累计平均值或极值
13	历年最冷月	annual coldest month	每年逐月平均气温最低的月份
14	历年最热月	annual hottest month	每年逐月平均气温最高的月份
15	累年最冷月	normal coldest month	累年逐月平均气温最低的月份
16	累年最热月	normal hottest month	累年逐月平均气温最高的月份
17	累年最冷三个月	normal coldest 3-month period; normal three winter months	累年逐月平均气温最低的三个月
18	累年最热三个月	normal hottest 3-month period; normal three summer months	累年逐月平均气温最高的三个月
19	滑动平均	overlapping averages; running means	在一系列有序数据中, 逐个地将其中任一数据通过计算改变为包括该数据在内的一组数据的平均值, 以平滑某些随机变化和短周期变化的统计方法, 也称移动平均
20	辐射强度	radiant intensity; radiation intensity	在给定方向的立体角元内, 点辐射源或辐射源面元发射的辐射功率(辐射能通量)与该立体角元之比
21	辐射照度	irradiance	照射到表面一点处的面元上的辐射功率(辐射能通量)与该面元的面积之比

### 1.1.2 室内空气计算参数

序号	术 语	英文名称	含 义
1	室内温(湿)度	indoor temperature (humidity)	建筑物内部的空气温(湿)度
2	工作地点温度	temperature at work place; spot temperature	室内固定工作地点的空气平均温度
3	作业地带温度	temperature at work area	室内作业地带的空气平均温度
4	室内空气流速	indoor air velocity	室内空气在单位时间内沿一定方向移动的距离

(续)

序号	术 语	英文名称	含 义
5	工作地点空气流速	air velocity at work Place	室内固定工作地点的空气平均流速
6	作业地带空气 流速	air velocity at work area	室内作业地带的空气平均流速
7	室内空气计算参数	indoor air design conditions	设计计算中选取的室内温度、相对湿度和空气流速等
8	室内温湿度基数	indoor reference for air temperature and relative humidity	根据工艺要求确定的空气调节房间工作区的空气温度和相对湿度基准值
9	室内温湿度允许 波动范围	allowed indoor fluctuation of temperature and relative humidity	空气调节房间在需要保持规定参数的时间内,工作区的空气温度或相对湿度与其基数的允许差值
10	区域温差	space temperature variation	空气调节房间中,空气温度在空间各点上的差值

### 1.1.3 室外空气计算参数

序号	术 语	英文名称	含 义
1	室外温(湿)度	outdoor temperature (humidity)	建筑物周围的空气温(湿)度
2	定时温(湿)度	fixed time temperature (humidity)	特指气象站每日2、8、14、20时或1、7、13、19时所观测记录的空气温(湿)度
3	日平均温(湿)度	mean daily temperature (humidity)	每日逐时或定时温(湿)度的平均值
4	旬平均温(湿)度	mean dekad temperature (humidity); ten-days average temperature (humidity)	一旬逐日平均温(湿)度的平均值
5	月平均温(湿)度	mean monthly temperature (humidity)	一个月逐日平均温(湿)度的平均值
6	年平均温(湿)度	mean annual temperature (humidity)	一年逐月平均温(湿)度的平均值



(续)

序号	术 语	英文名称	含 义
7	月平均最高温度	mean monthly maximum temperature	一个月逐日最高温度的平均值
8	月平均最低温度	mean monthly minimum temperature	一个月逐日最低温度的平均值
9	极端最高温度	extreme maximum temperature	一定时段内, 逐日最高温度中的最大值
10	极端最低温度	extreme minimum temperature	一定时段内, 逐日最低温度中的最小值
11	日较差	daily range	一日内, 气温、气压、湿度等气候要素观测记录的最大值与最小值之差
12	大气压力	atmospheric pressure; barometric pressure	由大气的质量所产生的压强, 即单位面积所承受的大气质量所产生的压力
13	水蒸气分压力	partial pressure of water vapo [u] r	由大气中的水蒸气组分所产生的压强
14	平均相对湿度	mean relative humidity	一定时段内, 空气相对湿度的平均值
15	风速	wind speed	空气在单位时间内沿水平方向所流动的距离
16	平均风速	mean wind speed	一定时段内, 数次观测的风速的平均值
17	风向	wind direction	风的来向
18	风向频率	frequency of wind direction	一定时段内, 某风向出现的次数占总观测次数的百分率
19	最多风向	dominant wind direction	一定时段内, 风向频率最大的风向
20	日照率	percentage of possible sunshine	一定时段内, 实际日照总时数占可照总时数的百分率
21	最大冻土深度	maximum depth of frozen ground	地表土层或疏松岩石冻结的最大深度
22	室外空气计算参数	outdoor air design conditions	基于室内温湿度要求保证的程度, 并考虑经济合理等因素, 经统计确定而在设计计算中采取的室外空气参数
23	采暖室外计算温度	outdoor design temperature for heating	以日平均温度为基础, 按历年平均不保证 5d, 通过统计气象资料确定的用于采暖设计的室外空气计算参数