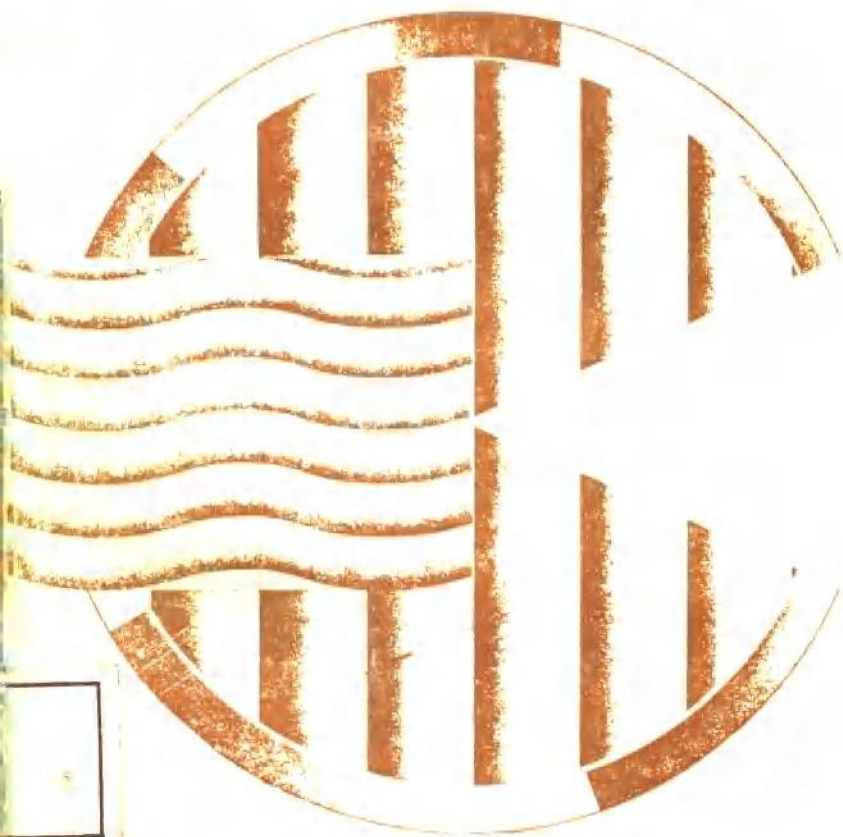


制冷与空调

〔美〕 W. F. 斯托克 J. W. 琼斯 著



机械工业出版社

前 言

《制冷与空调》一书的再版既有一般的原因,也有特殊的原因。一般的原因是自从本书第一版问世以来的 24 年中,某些设备与系统已显得不那么重要了,同时又出现了新的产品和概念。因此,本书内容的更新是适时的。特殊的原因是能量的有效利用对加热与冷却系统所带来的影响。能量的重要性已经使制冷与空调的设备和设计概念发生了明显的变化。此外,大多数工程技术人员预见到廉价能源的时代已经一去不复返了,因此节能永远是一项战略性措施。

第二版与第一版的不同之处主要有以下几个方面。空气调节系统的内容大为增加,但蒸气压缩系统的技术重点不仅仍然保留,而且有所增强。删去了低温工程、蒸气射流和空气循环等章;增加了有关建筑物空气调节新材料的章节。删去的这些章节虽然也很重要,但就专业范围而言,这些系统的工程问题通常应由其它专业的工程技术人员而不是由从事舒适空调、工业制冷和空调的工程技术人员来处理。现在,数字计算机已成为工程技术人员的基本工具,本书中的计算与习题也适当地应用计算机求解。

第一版的某些章节,特别是其格式依然保持不变。第一版在一定程度上得到了全世界的承认。一些读者希望有一本不只是纯叙述而且有定量分析的有关制冷与空调的技术书籍,本书第一版显然满足了这一要求。第二版还力求保持定性分析与发展趋势这一重点。除了那些有利于加深理解的内容外,并没有增加本书更大的复杂性。

作者感谢对本书的选题、重点和技术表达做过帮助的许多本行同事(略)。

W.F. 斯托克 J.W. 琼斯

译者的话

制冷与空调技术几乎与国民经济的所有部门紧密联系,与人民生活密切相关。人类生产活动中,越来越多地利用制冷与空调技术来保证生产的进行和产品质量的要求;人类日常生活中,越来越多地食用冻结和冷藏食品,人为制造舒适环境以保障人身健康。

近年来,国内制冷与空调技术获得了很大发展。专业的和非专业的各种冷藏库、冷冻机、电冰箱和空调器的生产厂大量新建,专业的和非专业的从事制冷与空调技术的人员队伍迅速壮大。在人们的学习制冷与空调技术知识产生越来越迫切的要求的同时,也必然对于相应的专业书籍不仅在数量上而且在质量上提出更高的要求。鉴于上述这些情况,我们翻译了《制冷与空调》一书,谨供从事空调与制冷工作的技术人员学习和参考。

本书是一本介绍制冷与空调技术的大学教科书,1958年出版后深受读者欢迎。本书译自1983年再版的经作者全面修改补充的修订本。修订本反映了制冷与空调行业的最新成就和技术进展,突出了能源问题所导致的制冷与空调设备的设计概念的变化,采用了计算机辅助求解的方法。因此修订本同时也是一本出色的技术专著。

本书内容丰富、文字简练、层次清楚、具有较好的系统性。全书共二十一章,在简单阐述了制冷与空调技术的热力学、传热学和流体力学基础之后,以主要篇幅介绍了制冷与空调系统的组成及其设备的构造和设计。此外还对太阳能、噪声控制等内容作了简述。全书采用SI单位制,各章都有计算例题、习题和答案。因此本书不仅适用于制冷和空调专业的大专院校师生,而且对于从事制冷和空调行业的研究、设计和生产的工程技术人员也有较大的参考价值。

参加本书初稿翻译的有浙江大学低温工程教研室胡熊飞、黄志秀、陈国邦、郑建耀、张法高、邵敦荣和李式谟等同志,由陈国邦和胡熊飞同志负责对全书初译稿进行修改,最后由浙江大学化工系吴平东教授校稿。由于我们水平的限制,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

陈国邦 胡熊飞

1985年5月于浙江大学

目 录

译者的话

前言

第一章 制冷和空调的应用1

1-1 主要应用1

1-2 大中型建筑物的空调2

1-3 工业空调3

1-4 住宅空调5

1-5 车辆空调5

1-6 食品贮存和分配6

1-7 食品加工8

1-8 化学和加工工业10

1-9 制冷的特殊应用12

1-10 小结13

参考文献13

第二章 热学原理15

2-1 制冷和空调的基础15

2-2 概念、模型和定律15

2-3 热力学性质16

2-4 热力学过程21

2-5 质量守恒22

2-6 稳定流动能量方程23

2-7 加热和冷却24

2-8 绝热过程25

2-9 压缩功25

2-10 等熵压缩25

2-11 柏努利方程26

2-12 传热27

2-13 热传导28

2-14 热辐射29

VI

2-15	对流传热	30
2-16	热阻	32
2-17	圆筒壁	37
2-18	换热器	37
2-19	人体的传热过程	39
2-20	新陈代谢	40
2-21	对流	41
2-22	辐射	41
2-23	蒸发	41
	习题	43
	参考文献	44
第三章	测湿学和湿表面传热	45
3-1	重要性	45
3-2	温湿图	45
3-3	饱和曲线	46
3-4	相对湿度	47
3-5	湿度比	48
3-6	焓	49
3-7	比容	51
3-8	传热与传质相结合的传递过程, 直线定律	52
3-9	绝热饱和与热力学湿球温度	53
3-10	等焓线与湿球温度线之间的差别	55
3-11	湿球温度计	55
3-12	过程	56
3-13	基准取 1 kg 干空气的说明	59
3-14	空气与湿表面间的显热和潜热传递	59
3-15	焓势	60
3-16	焓势作为判断传热的准则	61
	习题	62
	参考文献	64
第四章	加热负荷和冷却负荷计算	65
4-1	引言	65
4-2	卫生和舒适的标准	65
4-3	热舒适环境	65

4-4 空气质量	67
4-5 热损失和得热量的估算	69
4-6 设计条件	71
4-7 传热	73
4-8 渗透和通风负荷	76
4-9 估算加热负荷方法的小结	78
4-10 冷却负荷的组成	79
4-11 内部负荷	79
4-12 通过透明表面的太阳负荷	83
4-13 不透明表面的太阳负荷	88
4-14 估算冷却负荷方法的小结	94
习题	95
参考文献	97
第五章 空调系统	98
5-1 热量分配系统	98
5-2 典型的单区系统	98
5-3 新风(室外空气)量的控制	100
5-4 单区系统的设计计算	102
5-5 集中式系统	105
5-6 终端再热系统	106
5-7 双风管系统和多区系统	106
5-8 变风量系统	108
5-9 水系统	111
5-10 整套系统	112
习题	113
参考文献	114
第六章 风机和管道系统	115
6-1 空气输送	115
6-2 直管中的压力降	115
6-3 矩形风管的压力降	119
6-4 管件的压力降	121
6-5 $V^2\rho/2$ 项	122
6-6 突然扩大	122
6-7 突然收缩	124

VIII

6-8 弯头	125
6-9 分支	127
6-10 汇合	128
6-11 风管系统设计	129
6-12 速度法	130
6-13 等摩擦法	131
6-14 风管系统的最优化	132
6-15 系统的平衡	133
6-16 离心式风机及其特性	134
6-17 风机定律	136
6-18 空气在室内的分配	138
6-19 圆形喷射流和平面喷射流	139
6-20 散流器和诱导作用	140
习题	141
参考文献	143
第七章 泵和管路系统	144
7-1 水管和制冷剂管路系统	144
7-2 水和空气作载热体的比较	144
7-3 水加热器	146
7-4 热水系统的热量分配	147
7-5 高温水系统	148
7-6 管子的规格	149
7-7 水在管内流动时的压降	150
7-8 管件中的压降	153
7-9 制冷剂管路	153
7-10 泵的特性及其选择	155
7-11 水分配系统的设计	157
7-12 缓冲罐尺寸的设计	159
习题	160
参考文献	161
第八章 冷却和减湿盘管	162
8-1 冷却和减湿盘管的型式	162
8-2 术语	163
8-3 流过盘管的空气的理想状态	163

8-4 热量和质量传递	164
8-5 盘管表面积计算	166
8-6 减湿	169
8-7 实际的盘管状态曲线	169
8-8 计算空气出口状态	170
8-9 部分干燥盘管	171
8-10 产品样本中的盘管特性	173
习题	175
参考文献	176
第九章 空调系统的调节	177
9-1 调节系统的作用	177
9-2 气动、电动和电子的调节器	178
9-3 气动调节环节	178
9-4 正作用和反作用温度调节器	179
9-5 带有功率放大器的温度变送器	180
9-6 液体阀	181
9-7 事故和安全设计	184
9-8 调节范围	185
9-9 风阀	186
9-10 室外空气的调节	188
9-11 防止冻结	189
9-12 操作程序	189
9-13 其它阀门、开关及调节器	191
9-14 调节系统的设计	192
9-15 湿度调节器和增湿器	194
9-16 主温度调节器和副温度调节器	195
9-17 夏季-冬季的转换	197
9-18 阀门特性和选择	198
9-19 空气温度调节回路的稳定性	200
9-20 根据区域负荷重新设定温度	201
9-21 电动、电子和计算机的调节系统	203
习题	203
参考文献	205

第十章 蒸气压缩循环	206
10-1 最重要的制冷循环	206
10-2 卡诺制冷循环	206
10-3 制冷系数	208
10-4 制冷剂	208
10-5 最大制冷系数的条件	209
10-6 对温度的限制	209
10-7 卡诺热泵	211
10-8 蒸气制冷剂	212
10-9 卡诺循环的修改	213
10-10 湿压缩与干压缩	213
10-11 膨胀过程	214
10-12 蒸气-压缩理论循环	215
10-13 制冷剂性质	215
10-14 蒸气-压缩理论循环的性能	217
10-15 换热器	220
10-16 蒸气-压缩实际循环	222
习题	223
参考文献	224
第十一章 压缩机	225
11-1 压缩机的类型	225
第 I 部分 往复式压缩机	225
11-2 封闭式压缩机	226
11-3 压缩冷凝机组	228
11-4 性能	228
11-5 容积效率	228
11-6 理想压缩机的性能	230
11-7 需用功率	231
11-8 产冷量	233
11-9 制冷系数和每千瓦制冷量的体积流量	234
11-10 冷凝温度的影响	234
11-11 实际往复式压缩机的性能	237
11-12 实际容积效率	238
11-13 压缩效率	239

11-14	压缩机的排气温度	240
11-15	产冷量调节	241
第 II 部分 螺杆式压缩机		242
11-16	螺杆式压缩机的作用原理	242
11-17	螺杆式压缩机的特性	243
11-18	产冷量调节	244
第 III 部分 叶片式压缩机		244
11-19	叶片式压缩机	244
第 IV 部分 离心式压缩机		246
11-20	离心式压缩机的作用	246
11-21	工作原理	247
11-22	闪蒸气体的排除	247
11-23	工作特性	247
11-24	圆周速度与增压	248
11-25	叶轮与制冷剂选择	249
11-26	喘振	250
11-27	产冷量调节	251
11-28	各类压缩机的使用范围	252
习题		253
参考文献		254
第十二章 冷凝器与蒸发器		255
12-1	冷凝器与蒸发器	255
12-2	总传热系数	256
12-3	液体流经管子时的传热和压降	258
12-4	液体在壳体内流动时的传热和压降	260
12-5	扩展表面, 翅片	261
12-6	气体流过翅片管时的给热和压降	265
12-7	冷凝器	366
12-8	冷凝放热量	267
12-9	冷凝给热系数	268
12-10	污垢系数	270
12-11	预冷	270
12-12	冷凝器设计	271
12-13	威尔逊(Wilson)图	274

12-14	空气与不凝性气体	275
12-15	蒸发器	275
12-16	壳体內的沸腾	277
12-17	管内沸腾	279
12-18	蒸发器的性能	279
12-19	管内压降	280
12-20	结霜	280
	习题	281
	参考文献	283
第十三章 膨胀装置		284
13-1	膨胀装置的用途与分类	284
13-2	毛细管	284
13-3	毛细管的选择	287
13-4	毛细管中压降的理论计算	288
13-5	微元长度的计算	290
13-6	扼流	293
13-7	选择毛细管的图解法	295
13-8	等压膨胀阀	296
13-9	浮球阀	297
13-10	过热控制(热力)膨胀阀	298
13-11	热力膨胀阀的产品规格	301
13-12	电动膨胀阀	303
13-13	应用	303
	习题	304
	参考文献	305
第十四章 蒸气压缩系统分析		306
14-1	平衡点与系统模拟	306
14-2	往复式压缩机	307
14-3	冷凝器的特性	309
14-4	压缩冷凝机组分系统, 图解分析法	310
14-5	压缩冷凝机组分系统, 数学分析法	312
14-6	蒸发器特性	314
14-7	全系统特性, 图解分析法	315
14-8	全系统模拟, 数学分析法	316

14-9 性能变化的规律	317
14-10 膨胀装置	317
14-11 敏感度分析	318
习题	319
参考文献	320
第十五章 制冷剂	321
15-1 制冷剂和载冷剂	321
15-2 卤代烃	321
15-3 无机化合物	322
15-4 碳氢化合物	322
15-5 共沸混合物	322
15-6 一些常用的制冷剂的热力学特性比较	323
15-7 物理和化学性质比较	324
15-8 制冷剂的导热系数和粘度	326
15-9 对臭氧的破坏	326
15-10 选择制冷剂的依据	326
15-11 载冷剂	327
习题	332
参考文献	333
第十六章 多级压缩系统	334
16-1 多级压缩工业制冷系统	334
16-2 闪蒸气体的分离	334
16-3 中间冷却	336
16-4 有一台蒸发器和一台压缩机的制冷系统	340
16-5 有两台蒸发器和一台压缩机的制冷系统	341
16-6 有两台压缩机和一台蒸发器的制冷系统	344
16-7 有两台压缩机和两台蒸发器的制冷系统	347
16-8 辅助设备	350
16-9 两级式压缩机	351
16-10 液体再循环系统	351
16-11 小结	352
习题	353
第十七章 吸收式制冷	356
17-1 吸收式循环与蒸汽压缩循环的关系	356

17-2 吸收式循环	357
17-3 理想吸收式循环的热力系数	357
17-4 溴化锂水溶液的温度-压力-浓度性质	359
17-5 吸收式循环中质量流量的计算	361
17-6 溴化锂溶液的焓	363
17-7 简单吸收式系统的热分析	364
17-8 带有换热器的吸收式循环	365
17-9 工业用吸收式装置的布置	367
17-10 结晶	368
17-11 产冷量调节	370
17-12 双效系统	374
17-13 用蒸气作动力并与蒸气压缩相结合的吸收式装置	375
17-14 氨-水系统	376
17-15 吸收装置在制冷中的地位	377
习题	378
参考文献	379
第十八章 热泵	380
18-1 热泵的类型	380
18-2 两用循环的组装式热泵	380
18-3 组装型两用热泵的热源和冷源	381
18-4 空气源热泵的供热性能	382
18-5 供热成本比较	384
18-6 供热能力与供热负荷的匹配	385
18-7 热泵容量的确定	386
18-8 分散布置的热泵	387
18-9 双管束冷凝器	388
18-10 工业热泵	390
18-11 热泵的前景	391
习题	392
参考文献	393
第十九章 凉水塔和蒸发式冷凝器	394
19-1 向大气排热	394
19-2 凉水塔	394
19-3 逆流式凉水塔分析	395

19-4	分段积分	396
19-5	验收试验	400
19-6	塔出口状态的计算	400
19-7	通过凉水塔的空气状态	401
19-8	错流式凉水塔	403
19-9	蒸发式冷凝器和冷却器	405
19-10	凉水塔、蒸发式冷凝器或冷却器的使用条件	406
	习题	407
	参考文献	407
第二十章 太阳能		408
20-1	太阳能的研究领域	408
20-2	辐射强度概述	408
20-3	太阳几何学	409
20-4	太阳的直接辐射, I_{DA}	413
20-5	盖板透光特性	413
20-6	太阳能集热器	414
20-7	贮热器	419
20-8	太阳能和建筑物系统的一体化	423
20-9	被动式太阳能装置的设计	424
20-10	太阳能装置的经济效益	428
	习题	428
	参考文献	429
第二十一章 声学 and 噪声控制		430
21-1	声音和声学	430
21-2	一维声波	430
21-3	驻波	431
21-4	声波能	433
21-5	声强、声功率和声压	433
21-6	声功率级	434
21-7	声强级和声压级	435
21-8	声谱	436
21-9	多声源的叠加	437
21-10	吸收率	439
21-11	房间特性	440

21-12	建筑物的音响设计	441
21-13	风机噪声和空气噪声在风管中的传播	443
21-14	结束语	443
	习题	444
	参考文献	444
	附录	446
附表 1	水: 液体和饱和蒸气的性质	446
附表 2	湿空气: 饱和空气的热力学性质($P=101.325\text{kPa}$)	448
附表 3	氨: 液体和饱和蒸气的性质	450
附表 4	制冷剂 R11: 液体和饱和蒸气的性质	452
附表 5	制冷剂 R12: 液体和饱和蒸气的性质	453
附表 6	制冷剂 R22: 液体和饱和蒸气的性质	456
附表 7	制冷剂 R22: 过热蒸气的性质	459
附表 8	制冷剂 R502: 液体和饱和蒸气的性质	462
附图 1	过热氨蒸气的压-焓图	464
附图 2	过热制冷剂 R11 蒸气的压-焓图	465
附图 3	过热制冷剂 R12 蒸气的压-焓图	466
附图 4	过热制冷剂 R22 蒸气的压-焓图	467
附图 5	过热制冷剂 R502 蒸气的压-焓图	468
	参考文献	469
	索引	470

第一章 制冷和空调的应用

1-1 主要应用

制冷和空调是相互联系的两个领域,但它们也各有其范围。这种相互联系又相互独立的关系,可用图 1-1 的图解表示。制冷是一种冷却过程,其最大的应用是空调。除此之外,制冷还包括工业制冷过程:食品的加工和贮藏;从化工、石油、石油化工厂的物质中移去热量,以及诸如制造工业和建筑工业等部门中的许多特殊应用。

同样地,空调中既有冷却,但也包含着别的内容。舒适空调的定义^[1]是:同时调节空气温度、湿度、洁净度和进行分配的空气处理过程,使其满足空调场所居住者的舒适要求。因此,空调包括整个供暖操作(除热泵外,不涉及制冷),以及速度、热辐射和空气质量的调节,包括去除尘埃和蒸气杂质。

一些工程师从事这些领域的产品的研究、改进和应用,另一些则负责设计应用这些产品的系统。对于工程师来说,虽然并不存在如图 1-1 所示范围的严格界线,但是各工业公司的主要兴趣 因而也是它们的工程师们的工作重点,不是空调就是工业制冷。工

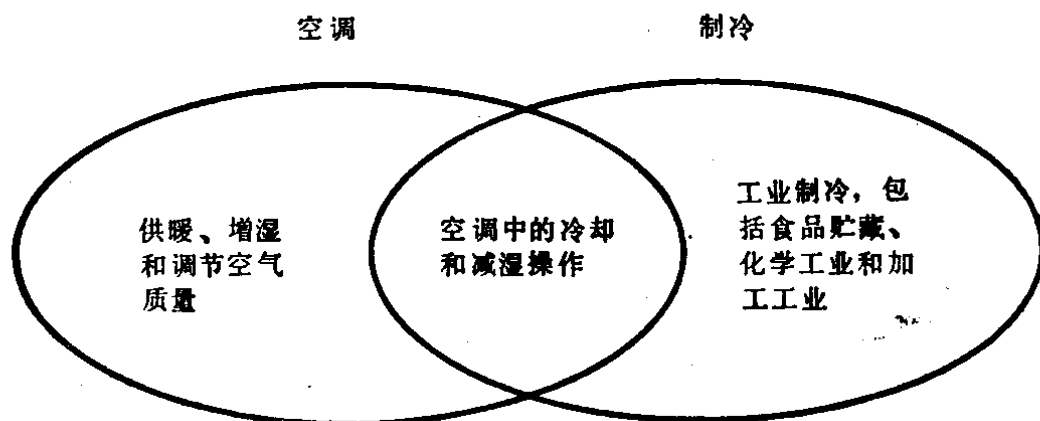


图 1-1 制冷与空调的关系