

Technology
实用技术

百万人的 空调技术

[日]小原淳平 主编 刘军 王春生 译

畅销日本36年，重印43次
空调技术也能讲得像故事一样生动



科学出版社

百万人的空调技术

〔日〕小原淳平 主编

刘 军 王春生 译

科学出版社

北 京

图字:01-2011-3131 号

内 容 简 介

本书以简单易懂的比喻,通俗的语言,穿插许多有趣的漫画,把专业性极强的空调技术完整地呈现给读者,使读者可以在轻松愉快的阅读中,自然而然地理解其中的奥秘。

本书以空气特性为切入点,详细介绍了空气调节的原理、空气调节方式、空调系统各个环节在空气调节中所扮演的角色、空调方式的选择、设备的选型、运行费用等相关问题。

本书对于从事空调设备设计、施工、管理及维护的技术人员来说,都是一部极具实用价值的参考书,也适合作为广大工院校师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

百万人的空调技术/(日)小原淳平主编;刘军,王春生译. —北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-032418-4

I. 百… II. ①小…②刘…③王… III. 空调技术 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 194779 号

责任编辑:喻永光 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:郝建宝

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 1 月第一次印刷 印张: 31

印数: 1—5 000 字数: 583 000

定 价: 68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

Original Japanese language edition

100Mannin no KuKi Chouwa

by Junpei Ohara, et al.

Copyright © 1975 by Junpei Ohara

Published by Ohmsha, Ltd.

Original Japanese language edition

Zoku 100Mannin no Kuki Chouwa

by Junpei Ohara, et al.

Copyright © 1976 by Junpei Ohara

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Under license from Ohmsha, Ltd.

Copyright © 2010

All rights reserved

100万人の空気調和

小原淳平 オーム社 2009

続100万人の空気調和

小原淳平 オーム社 2008

著者简介

小原淳平

1947年 进入日本东洋开利工业株式会社技术部

1969年 进入新日本空调株式会社

1977年 担任新日本空调株式会社董事、技术部长

1987年 担任新日本空调株式会社顾问

1995年 退休

技术职称:工程师(卫生工程专业)

主要著作:

100万人の空気調和		OHM社
続100万人の空気調和		OHM社
空気調和と換気設備の施工		山海堂
实用冷冻空调便覧	(部分执笔)	OHM社
空気調和装置の施工と保守	(部分执笔)	朝仓书店
建築設計資料集成(6)	(部分执笔)	丸善
暖房空気調和工事ポケットブック(部分执笔)		裳华房

编委会成员

- 主 编** 小原淳平 (前新日本空调株式会社)
- 执笔者** 小原淳平 (前新日本空调株式会社)
- 针ヶ谷纯吉 (前新日本空调株式会社)
- 平泽恒雄 (前新日本空调株式会社)
- 小山信次 ((株)EF 综合计画)
- 立田敏明 (前新日本空调株式会社)
- 近藤清作 (前新日本空调株式会社)
- 笠置 徹 ((有)日本空调系统)
- 广濑正二 (前新日本空调株式会社)
- 村上公识 (前新日本空调株式会社)

推 荐 寄 语



近年来,空调的普及程度非常广泛,半个世纪前,做梦也想不到一般住宅内空调的使用量会快速地增加到今天的程度。然而,除专家外,普通人对于空调的原理和设备几乎没有多少了解。产生这种状况的原因之一是现有的有关空调的书籍或读本过于深奥,没有简单易懂的书籍。

该书作者小原淳平,针对这一状况,把空调入门知识在《设备与管理》杂志上长期连载,深受读者喜欢,连小学生也喜欢阅读。通过简单易懂的比喻,简明的讲解,穿插许多有趣的漫画等方式,把空调的原理和设备等专业技术呈现给读者,使读者在轻松愉快的阅读中,自然而然地理解深奥的空调技术。

高兴的是,作者在这一连载的基础上重新进行了改写,增补了一些新内容,以单行本出版。对于很多与空调有关的人员,特别是学生、空调管理技术人员、物业的空调从业人员来说,这是一本非常好的空调入门书籍。

早稻田大学教授·工学博士 井上宇市

前言

自从能够用手使用工具,人类的历史就开始了。我们的祖先在长期的历史进程中,为了提高生活水平,发明了各种先进工具。其中重要的一个,就是人类智慧的结晶——空气调节(简称空调)设备,直到今天它都与我们的生活密不可分。

本书曾在 OHM 社出版的月刊——《设备与管理》杂志上以“空气调节的遐想”为题予以发表,连续登载了大约两年半的时间,获得了出乎预料的好评。今天,笔者又将上述文章充实了一些新的内容,以单行本出版。

本书的特点是,在介绍空气调节方面注重连贯、简明、不刻板。所有的章节,即便是初次接触的中学生读起来,只要从头至尾认真地读,自然会理解并能够掌握一定的专业知识。

本书适用范围:

- (1) 学习空调知识的入门书籍;
- (2) 工科院校的参考书籍;
- (3) 对空调专业以外技术人员的常识性帮助;
- (4) 对初中级空调专业人员的知识补充。

小原淳平

前言

毕达哥拉斯在眺望寺院的大理石地砖时,发现了有名的“毕达哥拉斯定理”。对于一些伟大的发现,围绕着发现者(或发明者)发生过许多轶事。20世纪之初,美国的机械师加利安,一边等待着末班车,一边在被夜雾环绕的站台上来回踱步,突然之中,他找到了从空气中除去水分的方法。这是一个期盼已久的重大发现,它一举突破了长时间挡在开发空调技术面前的科学壁垒。

近年来,空调取得了飞跃的发展,今天它时刻伴随着我们,与我们的生活密不可分。像这样,随着空调的普及,以及人们关心程度的深入,人们期待着有一部不拘泥于理论、讲解简明、透彻、实用的技术书籍。

本书就是为了顺应各方面的希望,在 OHM 社出版的月刊——《设备与管理》连载大约两年半的“空气调节的遐想”的基础上修订、改写,并且增加了空气气流分布和自动控制等内容,对原有的内容进行了充实。

本书发行以来,获得了出乎意料的反响,空调行业自不必说,建筑、电气、卫生等技术领域,以及各方面的管理领域,都给予了赞誉和鼓励。期望本书能够在理解空调的基本知识与技术、工程实践等方面对读者有所帮助。

小原淳平

SI 单位换算表

量	SI 单位	重力单位 (以往使用的单位)	重力单位→SI 单位	SI 单位→重力单位
质量	kg	t(吨)	1t=10 ³ kg	1kg=10 ⁻³ t
力	N(牛顿) (kg·m/s ²)	kgf(千克力) dyn(达因)	1kgf=9.806 65N 1dyn=10 ⁻⁵ N	1N=0.101 972kgf 1N=10 ⁵ dyn
扭矩	N·m (牛·米)	kgf·m	1kgf·m =9.806 65N·m	1N·m=0.101 972kgf·m
压力	Pa(帕斯卡) (N/m ²)	kgf/cm ² mmAq(mmH ₂ O) mmHg(Torr) bar(巴)	1kgf/cm ² =9.806 65×10 ⁴ Pa 1mmAq=9.806 65Pa 1mmHg=133.322Pa 1bar=10 ⁵ Pa	1Pa=1.019 72×10 ⁻⁵ kgf/cm ² 1Pa=0.101 972mmAq 1Pa=7.500 6×10 ⁻³ mmHg 1Pa=10 ⁻⁵ bar
应力	Pa(N/m ²)	kgf/mm ²	1kgf/mm ² = 9.806 65×10 ⁶ Pa	1Pa =1.019 72×10 ⁻⁷ kgf/mm ²
功 热能 电能	J(焦耳) (N·m)	kcal kgf·m kW·h	1kcal=4.186 05kJ 1kgf·m=9.806 65J 1kW·h=3.6×10 ⁶ J	1kJ=0.239kcal 1J=0.101 972kgf·m 1J=(1/3.6)×10 ⁻⁶ kW·h
热流量 动力 电力	W(瓦特) (J/s)	kcal/h kgf·m/s PS(美制马力)	1kcal/h=1.163W 1kgf·m/s=9.806 65W 1PS=7.355×10 ² W	1W=0.859 8kcal/h 1W=0.101 972kgf·m/s 1W=1.359 6×10 ⁻³ PS
热流密度	W/m ²	kcal/(h·m ²)	1kcal/(h·m ²) =1.163W/m ²	1W/m ² =0.859 8kcal/(h·m ²)
热容	J/K	kcal/°C	1kcal/°C =4.186 05kJ/K	1kJ/K=0.239kcal/°C
比热容	J/(kg·K)	kcal/(kgf·°C)	1kcal/(kgf·°C) =4.186 05kJ/(kg·K)	1kJ/(kg·K) =0.239kcal/(kgf·°C)
比热焓	J/kg	kcal/kgf	1kcal/kgf =4.186 05kJ/kg	1kJ/kg=0.239kcal/kgf
热传导率	W/(m·K)	kcal/(m·h·°C)	1kcal/(m·h·°C) =1.163W/(m·K)	1W/(m·K) =0.859 8kcal/(m·h·°C)
热传递率 传热系数	W/(m ² ·K)	kcal/(m ² ·h·°C)	1kcal/(m ² ·h·°C) =1.163W/(m ² ·K)	1W/(m ² ·K) =0.859 8kcal/(m ² ·h·°C)
旋转数	Hz(赫兹)	r/min	1r/min=60Hz	1Hz=1.667×10 ⁻² r/min
温度	K(开尔文)	°C(摄氏度)	T(K)=t(°C)+273.15	t(°C)=T(K)-273.15

注:① 在国际单位中,1kcal=4.186 8kJ。

② 质量:1kg(SI单位)=1/9.806 65kgf·s²/m;

重量:1kgf(重力单位)=9.806 65kg·m/s²(SI单位);

标准大气压:760mmHg(重力单位)=101 325Pa(SI单位);

1日本冷吨:3 320kcal/h(重力单位)=3.861kW(SI单位);

1美国冷吨:3 024kcal/h(重力单位)=3.517kW(SI单位)。

③ 本书中使用质量(kg)来取代重量(kgf)作为历来使用的单位。

目 录

第 0 章 序 言

● 从树上下来的猿猴	1
● 空调的发展步伐	1
● 空调学没有捷径	3

第 1 章 空气与人类

1.1 空气的性质	5
● 在空气的海洋中	5
● 没有空气的世界	6
● 空气的危机	7
1.2 解剖空气	8
● 空气的构成	8
● 氧气和氮气的作用	10
● 水分子的免费旅行	11
● 水分子的混杂状态	11
● 绝对湿度与相对湿度	12
● 干球温度和湿球温度	13
● 显热和潜热	14
1.3 空气的另一个重要职能	14
● 空气的味道	14
● 人类的生活与气温的关系	15
1.4 散发热量的人体	16
● 人体锅炉	16
● 体温下降会如何	16

● 关于 MET	16
● 从体重知道发热量	17
● 热量的散发方式	18
● 由显热引起的热量散失	18
● 由潜热引起的热量散失	19
1.5 由周围空气引起热散失的区别	20
● 热量的散失比例	20
● 温度的影响	21
● 湿度的影响	21
● 气流的影响	21
1.6 舒适的空气	22
● 温湿度与人体舒适度的关系	22
● 不快指数	23
● 有效温度	23
1.7 创造一个舒适的环境	24
● 改善环境	24
● 环境与动物	24
● 衣服的作用	25
● 建筑物的作用	25
● 影响热传导的第一个要素	26
● 影响热传导的第二个要素	26
● 供热的进步	26
● 制冷的进步	27
● 湿度调整的方法	27
● 似是而非的制冷/供热与空调	28

第 2 章 谈谈焓湿图

2.1 焓湿图的产生	31
● 芝麻盐与空气	31
● 决定空气状态的温度和水分	32
● 关于焓湿图	32
● 抓住空气的状态	33

● 如果气压变化,空气状态会如何	33
● 冷凝温度和露点温度	34
● 如何作出相对湿度线	35
● 湿球温度的本质	36
● 焓湿图的作用	37
● 这样使用比体积	37
● 登山与焓	38
● 焓湿图与美女	39
● $\triangle ABC$ 的意义	40
● 关于显热比	40
● 空气说明书	43
2.2 空气基本状态的变化	43
● 潜热的变化和显热的变化	43
● 空气加热加湿后如何变化	44
● 空气冷却减湿后如何变化	45
● 再谈显热比	45
● 空气的物理变化与化学变化	46
● 混合空气	46
● 房间中也会起雾	47
2.3 追踪空气的实际状态变化	48
● 加 热	48
● 干冷却	49
● 冷却减湿	49
● 不同的伴侣	50
● 循环水喷雾	52
● 热水喷雾	53
● 蒸汽喷雾	54
● 化学减湿法	56
● 制冷与焓湿图	57
● 供热与焓湿图	58
● 焓湿图的灵活运用	59
● 焓湿图的方方面面	59

● $t-x$ 与 $i-x$ 的区别	61
第 3 章 谈谈热负荷	
3.1 关于热负荷	63
● 汗的作用	63
● 关于制冷能力	64
● 室内空调负荷	64
3.2 热的传播方式	66
3.3 热负荷的方方面面	67
● 从冰到水蒸气	67
● 水分的随身礼品	68
● 火箭与水蒸气	68
3.4 制冷负荷	69
● 从太阳投来的球	69
● 由室内外温差而产生的传导热	71
● 室内产生的热量	72
● 侵入室内的室外空气	73
● 摄取新风	74
3.5 供热负荷	74
● 由室内外温差引起的传导热	75
● 侵入室外的外部空气	75
● 摄取新风	76
3.6 全年负荷	76
3.7 热从室外到室内的旅行	77
● 易热易冷的墙壁	77
● 若蓄热量小会如何	78
● 穿着防热服的墙壁	78
● 热传导率与热传递率	79
● 看不见的光线	80
● 热辐射的单向性	81
● 等效室外温度	81

第 4 章 热负荷的计算方法

4.1 制冷负荷的计算方法	83
● 室内显热比与有效室内显热比的区别	90
● 机器露点温度与送风温度	91
● 计算送风量	92
4.2 供热负荷的计算方法	92
● 为什么要计算负荷	95
● 负荷计算公式中的单位	95
4.3 负荷计算案例	95

第 5 章 空调设备及其应用

5.1 由各行业合作制造的空调设备	101
● 房檐下的大力士	101
● 探索热的流通机制	102
● 热的移动规律	103
5.2 生产热量的设备	104
● 冷源与热源	104
● 热源设备	104
● 如何表示锅炉能力	107
● 冷源设备	107
● 如何表示冷冻机能力	110
5.3 运输热量的设备	110
● 输送空气的设备——送风机	111
● 送风机的特性曲线	112
● 如何表达送风机能力	113
● 输送水的设备——水泵	113
● 如何表示水泵能力	114
5.4 交换热量的设备——热交换器	114
● 热量的交换	114
● 最简单的热交换器	115
● 热交换器的种类	115

● 如何表示热交换器能力	117
--------------------	-----

第 6 章 各种空调系统

6.1 最简单的空调方式	119
● 空调的基本方式——整体式空调机	119
● 百叶窗式送风口的作用	120
● 送风机的作用	121
● 冷却盘管的作用	122
● 电加热器的作用	123
● 空气过滤器的作用	123
● 制冷系统的作用	123
● 热负荷与室温的关系	123
● 温控器的作用	125
6.2 输送热的方式选择	126
● 各种空调系统的大致区别	126
● 热负荷就像货物	126
● 关于手推车与大卡车	127
● 货物(热负荷)的实质内容	128
6.3 搬运负荷的路线	130
● 全空气空调系统的构成	130
● 全空气空调系统与整体式空调机的比较	131
● 全水空调系统的构成	131
● 空气-水空调系统的构成	133
● 空气-水空调系统与整体式空调机的比较	133
6.4 空调系统的组成与控制	135
● 整体控制方式	135
● 区域控制方式	135
● 独立控制方式	137
6.5 单热源方式与复热源方式	139
● 一手准备还是两手准备	139
● 削平建筑物内的热负荷峰值	139
● 蓄热槽的作用	140

6.6	空调方式的分类	141
6.7	全空气方式的控制	142
	● 烈马的缰绳	142
	● 查明空气的去向	142
	● 送风空气的行踪	144
	● 再谈空气的混合	145
	● 输送什么状态的空气好呢	147
	● 为什么要再加热	148
6.8	全空气空调系统的各种形式	150
	● 单风道-定风量	150
	● 单风道-定风量的变形	151
	● 单风道-可变风量	152
	● 单风道-末端再热方式	155
	● 双风道方式 1	156
	● 双风道方式 2	157
	● 多区域方式	158
6.9	全水空调系统的各种形式	158
	● 二管式	159
	● 三管式	159
	● 四管式	160
6.10	空气-水空调系统的各种形式	161
	● 诱导单元方式	161
	● 关于 A/T 比	163
	● 关于转换	164
	● 一次空气+风机盘管方式	165
	● 一次空气+辐射冷暖方式	165
6.11	冷媒空调系统	166
	● 房间空调器	166
	● 小型热泵机组	167
	● 整体式空调机	167
6.12	如何选择空调方式	168
	● 欲速则不达	168

● 这个内容为什么这样复杂	168
● 空调方式的选择技巧	169
6.13 关于大厦专用多联式空调系统	170

第 7 章 冷冻机及制冷原理

7.1 冷冻机的重要功能	173
7.2 揭开热的本来面目	174
● 关于热的热烈探讨	174
● 测量热的尺子	174
● 热的移动	174
● 热改变了水的状态	176
● 关于潜热	176
● 为什么高处的沸点反而降低	177
● 在冰点以下沸腾的液体	178
● 决定冷媒状态的温度和压力	179
7.3 研究冷冻机的奥秘	180
● 最简单的冰箱	180
● 为什么需要压缩机	181
● 冷凝器中抛掉的热量 \neq 蒸发器中吸入的热量	182
● 膨胀阀的作用	182
● 封闭循环	182
7.4 冷媒的七种变化	183
● 冷媒的变化轨迹——压焓图	183
● 压焓图的基本构成	184
● 在压焓图上追踪冷媒的轨迹	186
7.5 冷冻机的构成	187
● 压缩机	187
● 蒸发器	189
● 冷凝器	189
7.6 冷冻机的工作评价	189
● 能效比	189
● 表达冷冻机能力的方法	190