

FANG
HU
TONG
FENG
YU
KONG
QI
TIAO
JIE

国防工程管理专业培训教材

防护通风与空气调节

刘顺波 编著

陕西科学技术出版社

责任编辑 曾珂
封面设计 高欣华



国防工程管理专业培训教材

- 柴油机使用与维修
- 发电机及控制设备
- 变配电设备
- 现代电气控制技术
- 防护通风与空气调节
- 除湿机使用与维修
- 阵地技术防范系统
- 阵地信息采集与计量技术
- 阵地给排水
- 阵地设施使用与维护
- 阵地设备管理

ISBN 7-5369-4147-1



9 787536 941472 >

ISBN 7-5369-4147-1/T · 26

定价：240.00元(全套)

国防工程管理专业培训教材

防护通风与空气调节

刘顺波 编著

陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

防护通风与空气调节/刘顺波编著. —西安:陕西科学技术出版社, 2006. 10
国防工程管理专业培训教材
ISBN 7-5369-4147-1

I. 防... II. 刘... III. ①通风设备—技术培训—教材②空气调节系统—技术培训—教材 IV. TU83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 118516 号

出版者 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮编 710003
电话(029)87211894 传真(029)87218236
<http://www.snstp.com>
发行者 陕西科学技术出版社
电话(029)87212206 87260001
印刷 西安长缨印刷厂
规格 787mm×1092mm 16 开本
印张 13.6
字数 402 千字
版次 2006 年 10 月第 1 版
2006 年 10 月第 1 次印刷
定价 240.00 元(全套)

版权所有 翻印必究

《国防工程管理专业培训教材》编委会

主 任：申福生

副主任：程德志 何增路

委 员：吴 明 姚志刚 颜景栋 付崇山

李 斌 陶玖平 黄 轶 金建平

王 锐 雷新亚 张金城 李艾华

王旭东

内容简介

本书系统地介绍了防护通风和空气调节系统的原理与设备使用。全书共9章。第1章介绍了通风与空气调节基础知识;第2、3章全面介绍了防护通风、中央空调系统工作过程与设备;第4至6章分别介绍了空调房间的气流分布、地下工程的防火排烟以及空调系统的噪声控制;第7章介绍了空调系统的测试与调整;第8、9章介绍了通风空调系统使用、维护、故障诊断及运行调节。本书附录给出了空气调节常用图表。

本书可以作为国防地下工程空调设备使用管理人员专业培训教材,亦可供人民防空工程等地下工程的有关技术人员参考。

前 言

随着中国特色军事变革的深入推进和军事斗争准备工作的不断加强,知识和技术已成为提高部队战斗力的主导因素。当前,二炮部队正处在一个建设和发展的关键时期,不能紧跟形势、抓住机遇,培养造就大批适应部队信息化建设的高素质新型军事人才,对贯彻落实军队新时期人才战略方针,全面提升部队战斗力,确保二炮部队作战使命能否顺利达成,具有十分重要的意义。

导弹阵地作为二炮作战之依托,是构成二炮战斗力的三大要素之一,良好的阵地综合保障能力是部队作战训练和武器装备安全贮存的重要基础。阵地保障专业门类多、技术复杂,保障的整体性、技术性、协同性和程序性强,对官兵的综合素质要求高。因此,抓紧抓好阵地管理专业人才培养和强化阵地管理专业技术培训,不仅是全面落实二炮人才资源开发战略的重要措施,也为驾驭未来战争、实现打赢目标和为部队作战训练提供强有力的技术保障奠定了坚实的人才基础。

阵地管理专业技术培训教材作为阵管官兵技术培训、人才队伍建设的技术基础,其培训内容和手段必须与部队阵地设施设备技术现状和实装训练需求同步,并适度超前。20世纪90年代,二炮装备部阵管通用装备部组织工程学院为部队编写了阵地管理专业培训系列教材(全套8册),在基层人才培养工作中发挥了重要的作用。时至今日,随着二炮阵地建设和专项整治工作的不断推进,技术更新已成为阵地工程配套建设的主流,大量新设备、新技术、新工艺、新材料在阵地工程中得到了应用,先进的管理理论、维修理论和科学方法也在阵地管理中得到了充分体现。设备系统的改进和智能化、自动化程度的不断提高,对阵管官兵的专业理论水平和使用维修技能相应提出了更新、更高的要求。为适应当前迅猛的军事技术变革、贯彻新的军事训练大纲精神、积极落实二炮阵管法规要求,2004年6月,二炮装备部阵管通用装备部组织工程学院阵地管理工程教研室启动了阵地管理专业培训系列教材的修编任务。

本次编写修订是在原系列教材基础上,根据部队阵地设施设备技术现状和实装训练需求,结合有关新设备、新系统、新技术、新理论的发展,删减教材中的陈旧内容,增补反映技术装备现状的新内容,优化调整内容安排,以适应二炮阵管官兵技术培训与实装训练的实际需要。新教材将原《阵地给排水系统及设备》《坑道通风与空气调节》《制冷原理与除湿机》《柴油机构造与使用》《电机电器与电工仪表》《阵地电站》《变配电设备与运行》等7本教材的名称进行了适当调整,维持原《阵地设备管理》教材名称不变,新编《阵地技术防范系统》《阵地信息采集与计量技术》《阵地设施使用与维护》等3本教材,每本修订教材在具体内容上都进行了优化调整。除技术性的优化调整外,增加了康明斯柴油机、PLC可编程控制器、阵地管理法规、新型除湿机、阵地技术防范系统、自动检测与计量、阵地设施维护、渗漏水治理等内容。修订后的教材共11册,全面系统地涵盖并有机构成了部队阵地管理专业训练所需的主要内容,也可供其他军兵种国防工程管理单位官兵学习和参考。

该套教材内容涉及水、风、电、控、管等各个方面,涵盖了阵地维护管理的全部专业,在

继承的基础上又有创新,系统性、科学性、专业性、实践性都很强。教材以基本概念为基础,以使用维修为重点,以培养技能为目的,突出了新技术、新设备在阵地工程中的应用,并具有一定的前瞻性。教材文字规范、图文并茂、简洁易懂,实用性和操作性强,便于部队官兵学习、使用和掌握。

教材参编人员认真总结了多年来阵管人才培养和专业技术培训的成功经验,消化吸收了教学、科研、学术、训练方面的研究成果,同时认真学习国家、军队有关专业技术标准和新时期阵管法规,积极查阅资料和认真组织调研,在阵管业务机关和各兄弟单位大力支持下,历时两年圆满完成了阵地管理专业技术培训系列教材的修订编写和出版任务。陕西科学技术出版社在本书出版过程中给予了大力支持、指导,在此一并表示衷心感谢!

阵地管理专业训练系列教材的修订出版,是二炮阵地管理工作中重要的基础性建设,必将对阵管工作产生全面而深远的积极影响。该套教材配发部队后,不仅为提升阵地综合保障能力提供了技术支撑,为阵管官兵实施科技练兵和立足岗位成才提供了专业指导,对部队建设和阵管人才培养也必将起到积极的促进作用。

二炮阵地管理专业人才培养工作任重道远,按照新型高素质军事人才培养的高标准、高要求衡量,系列教材难免存在不足,敬请各位专家和广大读者批评指正。

《国防工程管理专业培训教材》编委会主任 申福生

2006年9月

目 录

1 通风与空气调节基础	(1)
1.1 湿空气的组成和状态参数	(1)
1.2 湿空气焓湿图及其应用	(6)
1.3 阵地工程的热湿负荷	(11)
1.4 环境空气对人与武器装备的影响	(15)
1.5 阵地内空气环境质量	(20)
2 防护通风	(30)
2.1 通风与防护通风	(30)
2.2 防护通风系统工作原理	(31)
2.3 柴油机电站通风	(43)
2.4 防护通风设备	(47)
2.5 通风机	(60)
2.6 自然通风	(73)
3 空气调节系统及其热湿处理设备	(78)
3.1 空气调节系统的分类	(78)
3.2 集中式空调系统	(80)
3.3 风机盘管空调系统	(86)
3.4 空气热湿处理设备	(88)
3.5 空气调节设备安装	(97)
4 空调房间的气流分布	(115)
4.1 概述	(115)
4.2 送风口和回风口	(115)
4.3 典型的气流分布模式	(118)
4.4 地下工程房间的气流组织	(121)
5 地下工程火灾烟气的控制	(126)
5.1 建筑火灾的分类、特征及特点	(126)
5.2 火灾的烟气及其危害	(128)
5.3 火灾烟气的流动规律与控制原则	(130)
5.4 地下工程防火管理	(133)
6 空调系统的噪声及其控制	(134)
6.1 噪声和室内噪声标准	(134)
6.2 通风与空调系统的噪声	(139)
6.3 消声器的种类和应用	(140)

6.4	声音的隔离	(145)
6.5	噪声控制的综合措施	(149)
7	空调系统的测试与调整	(152)
7.1	空调系统常用测量仪表	(152)
7.2	空调区内空气参数的测定	(160)
7.3	空调系统试运转测试及调整内容	(163)
7.4	系统空气动力工况的测试与调整	(165)
7.5	空调系统验收报告	(171)
8	通风空调系统使用与管理	(173)
8.1	空气调节系统的启动与运行管理	(173)
8.2	风机盘管机组的启动与运行管理	(175)
8.3	风机的启动与运行管理	(177)
8.4	冷却塔的启动与运行管理	(178)
8.5	空调系统运行控制	(179)
8.6	地下工程通风除湿系统运行管理	(186)
9	通风空调设备常见故障与排除	(197)
9.1	空气调节系统的常见故障与排除	(197)
9.2	风机盘管机组的常见故障与排除	(200)
9.3	冷却塔的常见故障与排除	(202)
9.4	风机的常见故障与排除	(204)
参考文献		(206)
附录		(207)

1 通风与空气调节基础

人是生产力、战斗力诸因素中最活跃的因素,武器装备被视作战士的第二生命。然而,人的健康水平和创造能力,武器装备的使用可靠性和寿命,无不与环境条件息息相关。通风与空气调节的根本意义就在于创造一个适宜的空气环境条件,为生产、生活、科研……活动中的人和设备提供一个良好的环境保证。

本章将根据防护通风与空气调节的要求,介绍一些环境对人与武器装备的影响及学习防护通风与空气调节课程所需的基本知识。

1.1 湿空气的组成和状态参数

通风与空气调节就是改造空气和利用空气,为做好通风空调系统的使用管理,兹简单介绍空气的组成及其物理性质如下。

1.1.1 湿空气的组成

自然界中的空气是湿空气,由干空气和水蒸气组成的混合气体。干空气由氮(N_2)、氧(O_2)、二氧化碳(CO_2)和稀有气体、微量气体组成,见表 1-1。除表 1-1 所示成分及其含量比例外,空气中尚含有不同程度的灰尘、微生物等杂质,空调工程中虽把干空气当作整体看待,但杂质的处理则是主要问题之一。

表 1-1 海平面附近清洁干燥大气的标准成分

成分气体(分子式)	分子量	成分百分比%	
		体积比	质量比
氮(N_2)	28.013	78.13	75.55
氧(O_2)	31.999	20.90	23.10
氩等稀有气体		0.94	1.30
二氧化碳(CO_2)	44.010	0.03	0.05
氢(H_2)	2.016		

空气中的水蒸气,是江河湖海中的水份蒸发而形成的,含量虽少,但却异常活跃,自然界中云、雨、雾、霜、雪均由其变化而成,空调过程中的诸多处理过程也都由其含量多少而决定。

1.1.2 湿空气的状态参数

空气的物理性质,用空气的状态参数表示和衡量。与通风空气调节有密切关系的状态参数有压力、温度、湿度、焓、密度和比容等。

(1)空气的压力

1)大气压力(B)。

地球表面的空气层在地面单位面积上的压力,称作大气压力,单位以帕(Pa)或千帕(kPa)表示。帕的定义是每平方米(m^2)面积上作用1牛顿(N)的力。即

$$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2 \quad (1-1)$$

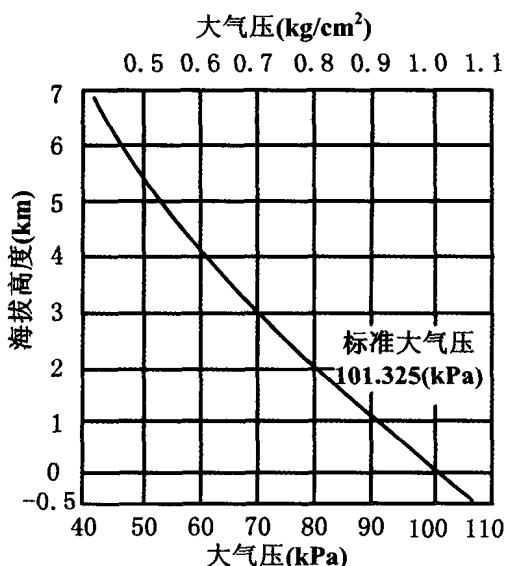


图 1-1 大气压与海拔高度的关系

大气压力不是一个定值,它随着各地海拔高度不同而存在着差异,同时,还随着季节的变化,天气的变化而稍有变化。海平面上标准大气压力为 101.325kPa;大气压力随海拔高度的变化关系如图 1-1 所示。例如上海地区海拔高度为 4.5m,夏季大气压力为 100.5kPa,冬季为 102.5kPa;西宁市海拔高度为 2261.2m,夏季大气压力值为 77.3kPa,冬季为 77.5kPa。大气压力不同,空气的状态参数也要发生变化,因此,空调系统运行中一些设计参数也就得相应变化,如不考虑当地大气压力高低的影响,就会造成一定的误差。

在空调系统中空气的压力是用压力表测出的,但压力表指示的压力不是空气的绝对压力值,而是空气的绝对压力与当地大气压力的差值,称作工作压力,也叫表

压。工作压力(即表压)不能代表空气压力的大小,只有空气的绝对压力才是空气压力的一个基本状态参数。

凡未指明工作压力的,均应理解为绝对压力。不同单位制中压力有不同单位和数值,其换算关系如表 1-2 所示。

表 1-2 大气压力单位换算表

物理大气压 (atm)	毫米水银柱 (mmHg)	毫巴 (mbar)	帕斯卡 (Pa)	毫米水柱 (mmH ₂ O)
1	760	1013.25	101325	10332
1.31579×10^{-3}	1	1.33332	133.332	13.5951
9.86923×10^{-4}	7.50062×10^{-1}	1	100	10.1972
9.86923×10^{-6}	7.50062×10^{-3}	10^{-2}	1	10.1972×10^{-2}
9.67841×10^{-5}	7.3556×10^{-2}	9.80665×10^{-2}	9.80665	1

2)水蒸气分压力(P_q)。

湿空气含有的水蒸气所产生的压力,称水蒸气分压力。由于大气是由干空气和水蒸气组成的,那么大气压力也就必然是干空气的分压力和水蒸气分压力之和,即

$$B = P_g + P_q \quad (1-2)$$

式中: B 为湿空气的压力即大气压力; P_g 为干空气的分压力; P_q 为水蒸气的分压力。

水蒸气分压力的大小,反映了空气中水蒸气含量的多少。但是空气中水蒸气的含量有一个最大的限度,这个限度决定于空气温度的高低,对应于某一温度数值,空气含有的水蒸气都存在一个最大量值,当空气中水蒸气含量达到最大值时,就再也不能容纳更多的水蒸气了,此时空气的状态叫饱和状态,饱和状态下的水蒸气分压力称饱和水蒸气分压力,用 $P_{q,b}$ 表示。不同温度下的饱和水蒸气分压力 $P_{q,b}$ 如表 1-3 所示。

表 1-3 湿空气的饱和水蒸气分压力

t (°C)	$P_{q,b}$ (mbar)	T (°C)	$P_{q,b}$ (mbar)	t (°C)	$P_{q,b}$ (mbar)	t (°C)	$P_{q,b}$ (mbar)
-20	1.02	-2	5.16	16	18.13	34	53.07
-19	1.13	-1	5.61	17	19.32	35	56.10
-18	1.25	0	6.09	18	20.59	36	59.26
-17	1.37	1	6.56	19	21.92	37	62.60
-16	1.50	2	7.04	20	23.31	38	66.09
-15	1.65	3	7.57	21	24.80	39	69.75
-14	1.81	4	8.11	22	26.37	40	73.58
-13	1.98	5	8.70	23	28.02	41	77.59
-12	2.17	6	9.32	24	29.77	42	81.80
-11	2.37	7	9.99	25	31.60	43	86.18
-10	2.59	8	10.70	26	33.53	44	90.79
-9	2.83	9	11.46	27	35.56	45	95.60
-8	3.09	10	12.25	28	37.71	46	100.61
-7	3.36	11	13.09	29	39.95	47	105.87
-6	3.67	12	13.99	30	42.32	48	111.33
-5	4.00	13	14.94	31	44.82	49	117.07
-4	4.36	14	15.05	32	47.43	50	123.04
-3	4.75	15	17.01	33	50.18	55	156.94

由于水蒸气分压力反映了空气中水蒸气含量的多少,因此,它也是空气状态的一个基本参数。气象资料中把它称作空气的绝对湿度。

(2) 空气的温度

空气的温度表示空气的冷热程度。一般用 t 表示摄氏温度(°C),用 T 表示绝对温度(K),工程计算中,采用绝对温度(K)。 T 与 t 的关系为:

$$T = 273.15 + t \approx 273 + t \quad (1-3)$$

1) 干球温度(t 或 t_g)。

用温度计直接测量出来的空气的温度,叫空气的干球温度,简称干球温度或温度。

2) 湿球温度(t' 或 t_{sh})。

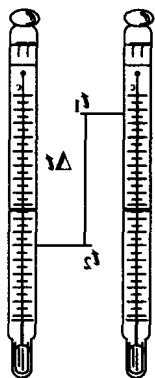


图 1-2 干湿球温度计

在温度计的温包上包以润湿的纱布时所测得的空气的温度,叫空气的湿球温度,简称湿球温度。

在同一环境下,湿球温度只能低于或等于干球温度。干湿球温度差越大,表明空气越干燥,温差越小,则说明空气越潮湿,如二者相等,则说明此时的空气已达饱和状态。干湿球温度计如图 1-2 所示。

3) 露点温度(t_l)。

保持某一状态下空气中含水蒸气的量不变而降低其温度至一定程度时,空气中便有水蒸气凝结,呈露状析出,此一开始凝露时的温度,叫该状态下空气的露点温度,简称露点。秋天的白昼草木叶上没有露水而黄昏或早晨出现露珠,

就是因空气达到露点温度而结露的现象之一。

干球温度、湿球温度及露点温度均能从一个侧面说明空气的一个性质,所以它们都是空气的状态参数。

(3) 空气的湿度

空气的湿度,有绝对湿度、相对湿度和含湿量等表示方法。

1) 绝对湿度(ρ_v)。

单位立方米湿空气中所含有的水蒸气的质量称作湿空气的绝对湿度(g/m^3)。由于湿空气中水蒸气含量不定,湿空气的体积又随温度的变化而变化,所以工程实用中很难测量和计算,故不常使用,此处仅介绍一下它的概念。有时也有称绝对湿度为绝对含湿量的。

2) 含湿量(d)。

单位质量干空气中所含水蒸气质量称为含湿量,即

$$d = m_q / m_g \quad (1-4)$$

式中: d 为湿空气中水蒸气含量, $\text{kg}/\text{kg}_{\text{干空气}}$; m_q 为湿空气中水蒸气的质量, kg ; m_g 为湿空气中干空气的质量, kg 。

如用空气的压力表示空气的含湿量时则有:

$$d = 622 \frac{p_q}{B - p_q} \quad (1-5)$$

式中: d 为湿空气中水蒸气含量, $\text{g}/\text{kg}_{\text{干空气}}$ 。

同饱和水蒸气分压力一样,某一温度下每公斤干空气的水蒸气含量也有一个极限值,此即为该温度下的饱和含湿量 d_b ,表示式如下:

$$d_b = 622 \frac{p_{qb}}{B - p_{qb}} \quad (1-5')$$

如温度发生变化,空气的饱和水蒸气分压力和饱和含湿量将相应地随着变化,如表 1-4 所示。

3) 相对湿度(φ 或 RH)

相对湿度为空气中水蒸气分压力与同温下水蒸气饱和分压力之比,即

$$\varphi = \frac{p_q}{p_{q,b}} \times 100\% \quad (1-6)$$

式中: p_q 、 $p_{q,b}$ 含义同前。

表 1-4 空气温度与饱和水蒸气分压力、饱和含湿量的关系

空气温度 $t(^{\circ}\text{C})$	饱和水蒸气分压力 $P_{q,b}(\text{Pa})$	饱和含湿量 ($B=101325\text{Pa}$) $d(\text{g/kg干空气})$
10	1225	7.63
20	2331	14.70
30	4232	27.20

由式(1-6)可知,相对湿度表示空气中实际含有水蒸气量接近饱和状态的程度, RH 值越小,说明空气离饱和状态越远,越干燥,吸湿能力越强;反之则反。当 RH 等于 100% 时,则表明空气已经饱和,不能再吸收水蒸气了。

相对湿度还可下式近似表示:

$$\varphi \approx d/d_b \times 100\% \quad (1-7)$$

式中: d 、 d_b 含义同前,用此式计算会造成 2%~3% 的误差。

用相对湿度表示空气的潮湿程度是比较方便和实用的,空调工程中频繁出现。

(4) 空气的焓 (i 或 h)

空气的焓是空气中干空气及其水蒸气所包含的总热量。定义为 $(1+d)\text{kg}$ 湿空气的总热量。由于热量是一个相对物理量,所以常取 0°C 时 1kg 干空气及其所含的水蒸气所具有的总热量为零。湿空气焓的计算式为:

$$\begin{aligned} i &= 1.01t + (2500 + 1.84t)d \\ &= (1.01 + 1.84d)t + 2500d \quad (\text{kJ/kg干空气}) \end{aligned} \quad (1-8)$$

式中: i 为对应于 1kg 干空气的湿空气的焓, (kJ/kg干空气) ; 1.01 、 1.84 分别为干空气和水蒸气的比热, $\text{kJ/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$; 2500 为水的汽化潜热, kJ/kg ; d 为空气的含湿量 kg/kg干空气 ; t 为空气的温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

式(1-8)中的 $(1.01 + 1.84d)t$ 是随温度变化而显现出来的热量,故称为“显热”,而 $2500d$ 是 0°C 时 $d\text{kg}$ 水的汽化热,它仅随含湿量 d 大小而变化,与温度无关,故称潜热。

(5) 湿空气的密度和比容

单位容积空气的质量称为空气的密度,而单位质量空气所占有的容积称为空气的比容。两者互为倒数,互不独立,所以只能视为一个状态参数。

$$\rho = m/V \quad (1-9)$$

$$v = 1/\rho = V/m \quad (1-9')$$

式中: ρ 为空气的密度, kg/m^3 ; v 为空气的比容, m^3/kg ; m 为空气的总质量, kg ; V 为空气的总容积, m^3 。

综上所述基本概念可知,湿空气各状态参数间存在着密切的内在联系。就干空气、水蒸气与其共同组成的湿空气来讲,它们的同名状态参数存在如图 1-3 所示的关系。湿空气本身各状态参数之间存在着如图 1-4 的相互关系。由图可知 t 与 $P_{q,b}$ 互相对应,不能互相独立,只能算作一个状态参数; d 与 P_q 互相对应,不能互相独立,只能算作一个状态参数,而 $t(P_{q,b})$ 、 $d(P_b)$ 、 i 及 φ (或 RH) 为相互独立的状态参数;只要知道了两个彼此独立的状态参数,空气所处的状态就被确定下来了,其余的状态参数便可以通过一定计算式子计算出来了。

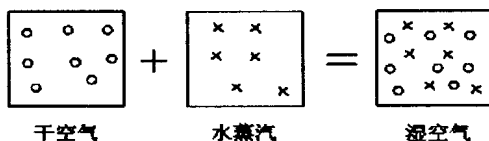


图 1-3 干空气、水蒸气及湿空气关系图

温度: $T_g = T_q = T$; 容积: $V_g = V_q = V$;

质量: $m_g + m_q = m$; 密度: $\rho_g + \rho_q = \rho$

压力: $P_g + P_q = P$; 焓: $i_g + di_q = i$

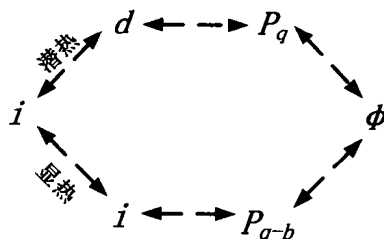


图 1-4 湿空气各状态参数间的关系

1.2 湿空气焓湿图及其应用

在空调工程的设计或使用管理中,已知一些参数,确定另外一些参数是经常需要的,虽有一些公式可以运用,但计算过程是相当繁琐的。为方便使用,利用空气状态参数之间的一些关系,针对不同大气压力,做出一些既能联系若干参数关系,又能表达空气变化过程的图线来,是很有价值的。焓-湿图(i - d 图)即属此类图线。

1.2.1 焓湿图

空气的主要参数 t 、 ϕ 、 P_q 及 ρ 、 d 、 B 为基本参数,有了它们,即可决定空气的状态。在 i - d 图中,将 B 定为已知参数;为使用方便用 i 代替 t 作纵坐标,将 d 作横坐标;为使图面清晰、开阔,将 i 与 d 间夹角作成 135° 。由此构成的 i - d 图,如图 1-5 所示。

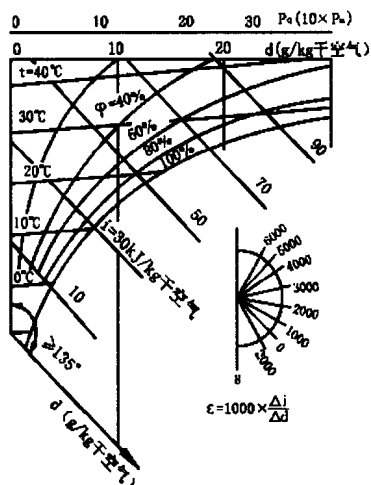


图 1-5 焓湿图(i - d 图)

图中除坐标 i 、 d 外,还有三组等值参数线:等温线为一组自左向右略向上斜的互不平行而又近似平行的直线,每条线代表一个温度值;等相对湿度线为一组由左下方斜向右上方、下密上疏、平滑下弯的曲线,每条线代表一个相对湿度值,以 $\phi=100\%$ 的相对湿度线为界,以下为过饱和区,又称“雾区”,以上为湿空气区,又称“未饱和区”;因水蒸气分压力 P_q 在 B 已知的情况下仅与 d 有关,因此,在 d 轴的上方作一水平线,标出 d 值对应的 P_q 值(也有将 P_q 值作在图的右边下半部纵坐标上的)。图中未绘等密度线(或等比容线),这是因为在空调范围内空气密度在 $1.26 \sim 1.12 \text{ kg/m}^3$ 之间,计算时常取 1.2 kg/m^3 即可满足要求了。

1.2.2 焓湿图的应用

在空调工程中 $i-d$ 图的应用十分广泛,而且也十分方便和直观。现就常用的几种情况加以介绍。

(1) 根据两个已知的互相独立的状态参数确定空气的其它状态参数

确定空气的状态及其状态参数时,往往是测得易测参数,确定难测参数。易测参数有温度 t 、湿球温度 t' 以及相对湿度 φ 等。

例 1-1 已知某工程所在地大气压力 $B=101325\text{Pa}$ (760mmHg),测得空气的 $t=23^\circ\text{C}$, $\varphi=50\%$ 。试利用 $i-d$ 图确定该状态下空气的其他状态参数。

解:(1)在 $B=101325\text{Pa}$ 的 $i-d$ 图上,根据 $t=23^\circ\text{C}$, $\varphi=55\%$,查得该状态下空气的状态点 A 。

(2)查得 A 点的其他状态参数为:

$$i=38.6\text{kJ/kg干空气}$$

$$d=7.3\text{g/kg干空气}$$

$$d_b=14.6\text{g/kg干空气}$$

$$P_q=12.7\times 102\text{Pa}$$

$$P_{q,b}=23.5\times 102\text{Pa}$$

$$t_l=9.3^\circ\text{C}$$

(查算方法示意在图 1-6 中)。

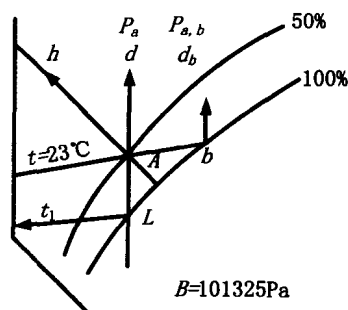


图 1-6 例 1-1 附图

(2) 确定两种不同状态空气的混合状态

假设有两种状态的空气 A 、 B ,如图 1-7 所示,其质量分别为 M_A 和 M_B 。显然,两种状态的空气混合后,其总质量 $M=M_A+M_B$;其混合状态一定是介于两种空气的状态之间。计算和实践均证明,其混合状态点在原两空气状态点的联线上,如 H 点。但是 H 点的具体位置如何确定呢?

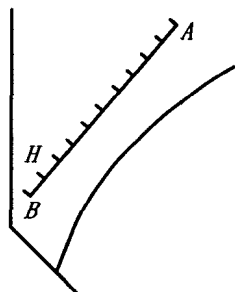


图 1-7 两种空气混合在 $i-d$ 图上表示

概略的说来,混合后空气的状态点与混合前两种空气份额有关,如 A 状态的空气份额大,其混合状态点一定靠近 A 点, B 状态空气的份额大,则混合点一定靠近 B 点,如用线段 AH 、 BH 之长短表示其份额比例则有:

$$\frac{\overline{AH}}{\overline{BH}} = \frac{M_B}{M_A} \quad (1-10)$$

即线段 $\overline{AH}$ 与 $\overline{BH}$ 之比,为两点状态下空气质量的反比。利用这个关系式, H 点的位置就被确定下来了。例如 $M_A=1000\text{kg/h}$, $M_B=9000\text{kg/h}$,

则有:

$$\frac{\overline{AH}}{\overline{BH}} = \frac{M_B}{M_A} = \frac{9000}{1000} = \frac{9}{1}$$

这表明,线段 $\overline{AH}$ 的长度为线段 $\overline{BH}$ 长度的 9 倍。把 $\overline{AB}$ 分成 10 等份,则 H 点距 A 点的距离为 9 等份,距 B 点的距离为 1 等份。