



人力资源和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

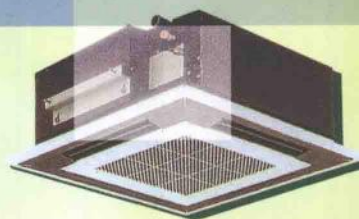
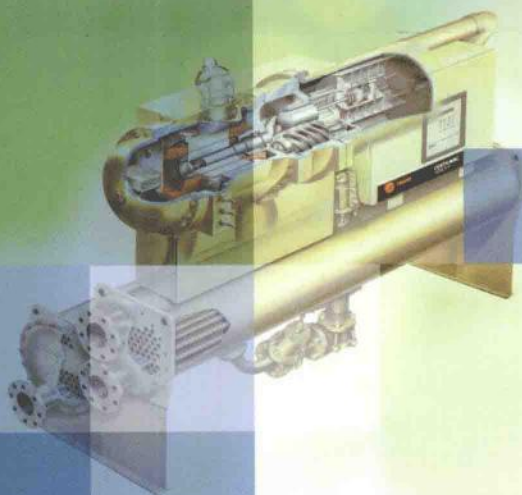
21世纪 规划教材 | 技师和高级工
高等职业教育 | 双证系列 | 应知培训教材

中央空调技师手册

主编 \ 谢 晶 陈维刚



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



人力资源和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

21 世纪 | 规划教材 | 技师和高级工
高等职业教育 | 双证系列 | 应知培训教材

中央空调技师手册

主编 谢 晶 陈维刚

主审 陈邓曼 周 海

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书详尽地介绍了中央空调的原理和系统,风系统的设备及运行管理,空气处理及水系统的维护与检修;中央空调6种冷热源机组(活塞式、螺杆式、离心式冷水机组,溴化锂吸收式冷水机组,溴化锂直燃型冷热水机组,热原型冷热水机组)的原理与结构、安装调试、运行管理、维护保养和检修的知识和技能;中央空调自动控制系统的操作和维修,中央空调的节能、清洗和消毒,以及家用中央空调的维修等。全书内容以操作管理技能为主,适合中央空调运行管理人员工作参考,也可作为中央空调技师的培训教材和高职院校制冷空调专业的双证教材。

图书在版编目(CIP)数据

中央空调技师手册/谢晶,陈维刚主编. —上海:
上海交通大学出版社,2013
ISBN 978-7-313-09777-4

I. 中... II. ①谢... ②陈... III. 集中空气
调节系统—技术手册 IV. TB657.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第111795号

中央空调技师手册

谢 晶 陈维刚 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路951号 邮政编码200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海交大印务有限公司 印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:27 字数:945千字

2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷

ISBN 978-7-313-09777-4/TB 定价:58.00元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话:021-54742979

21 世纪高等职业教育规划教材 双证系列编审委员会

制冷与空调专业委员会

主 任：匡奕珍

副主任：徐德胜 崔建宁 陈 礼 谢一风

委 员：(按姓氏笔画排序)

王一农	王 琪	王寒栋	朱 立	刘佳霓	余华明
邵长波	花严红	邹新生	林永敬	罗 伦	林 刚
郑光文	郝瑞宏	聂玉强	逯红杰	徐言生	殷 浩
隋继学	黄 敏	程瑞端	魏 龙		

秘 书：殷 浩(兼)

《中央空调技师手册》编委会成员

主 编 谢 晶 陈维刚

主 审 陈邓曼 周 海

编委成员 (排名不分先后)

袁 进 (民航华东空管局)

高增权 (上海天赐福生物工程有限公司)

贡祥元 (瑞金宾馆)

殷 浩 (苏州经贸职业技术学院)

王开元 (上海高级技工学校)

茆荣康 (上海虹桥国际机场运行保障公司)

傅秀丽 (上海市长宁科技进修学院)

罗小星 (上海银欣冷气工程安装有限公司)

吴春年 (上海春雪冷冻空调设备有限公司)

李求宝 (上海三冷冷气工程有限公司)

许伟达 (上海益盛科学仪器试验设备有限公司)

致谢人员 (排名不分先后)

刘政海 张乐平 张培青 李 伟 刘忠元 曹春喜

庄仁德 朱方平 朱诗戟 陈平龙 苏金星 邬金海

丁水冲 李树红 陈 刚 高 雄 孙继民 龚 斌

前 言

近 20 多年来,随着我国现代化建设的快速发展,在各种大中型工业和民用建筑物中,普遍使用了集中对空气进行处理的中央空调设备,极大地改善了生产、科研和居住环境,为高科技产品的研发和生产提供了可靠的外部条件。中央空调的使用同时也大大地改善和提高了人们的生活质量和健康水平。中央空调的大规模使用也为人们提供了许多工作岗位,使中央空调的安装、调试、运行管理和维修成为新兴的热门行业,需要大批的工程师、技师和技术工人为它服务。

中央空调的安装、调试、运行管理和维修是一门集制冷与空调技术运行管理和设备维修知识为一体的专业性很强的技术门类,这就要求从业人员必须具备制冷空调原理、空调设备和系统的基础知识,以及安装、调试、运行管理和维修的技能。本书正是为中高级技工、技师提供必须的知识和技能而编写的。

本书共 12 章,分为三大部分:前 3 章为空调原理和空调系统、风系统设备及运行管理;空气处理器和水系统的维护与检修;中间 6 章为中央空调的冷热源(活塞式、螺杆式、离心式冷水机组,溴化锂吸收式冷水机组、直燃型吸收式冷热水机组、热泵型中央空调机组),详细介绍了机组的原理和结构、安装调试、运行操作、维护保养和检修的知识及技能;最后 3 章为空调系统自动控制,中央空调经济技术管理,家用中央空调安装调试和维修,并重点介绍了中央空调自动控制和楼宇自动化的知识和技能、中央空调节能技术、清洗和消毒、系统操作规程制订等内容。全书在内容上覆盖了中央空调技师所必须具备的理论知识 and 操作技能,反映了目前中央空调运行管理与保养维修技术的发展水平,可作为中央空调高级工、技师的培训教材或工作手册,也可作为高职院校制冷与空调专业的双证教材。

本书由谢晶教授和陈维刚高工主编,陈邓曼和周海教授主审;殷浩副教授(苏州经贸职业技术学院制冷教研室主任)根据高职双证教材的要求,对原稿进行了认真的删改和通读定稿,并向高职院校推荐作为空调技能培训的教材;本书编者主要来自上海市制冷技师协会的技师、高级技师和生产企业的工程师,他们为本书奉献了宝贵的实践知识和操作技能。

由于编者的水平所限,书中存在的疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

目 录

第1章 空调原理和空调系统	1
1.1 空调原理与负荷计算	1
1.2 空调系统的组成与分类	13
1.3 空调系统设计中的基本问题	20
第2章 风系统的设备与运行管理	26
2.1 通风机的构造及运行管理	26
2.2 风管的匹配安装及维护	37
2.3 风管阀门的类型结构及功能	45
2.4 送回风口的类型与选用	52
2.5 空调系统的消声器与减振器	60
第3章 空气处理设备和水系统维护与检修	67
3.1 组合式空气调节机组及运行管理	67
3.2 喷水室的构造及运行管理	80
3.3 风机盘管机组的构造及运行管理	88
3.4 空调水系统的组成及运行管理	97
第4章 中央空调的冷热源(一)——活塞式冷水机组	120
4.1 活塞式冷水机组原理和结构	120
4.2 活塞式冷水机组的安装	123
4.3 活塞式冷水机组的调试	126
4.4 活塞式冷水机组的操作与运行	128
4.5 活塞式冷水机组的维护保养	131
4.6 活塞式冷水机组的故障分析与排除	132
第5章 中央空调的冷热源(二)——螺杆式冷水机组	137
5.1 螺杆式压缩机的类型与特点	137
5.2 螺杆式冷水机组的特点及系统	139

5.3	螺杆式中央空调的类型及技术参数	144
5.4	螺杆式冷水机组的安装和调试	146
5.5	螺杆式冷水机组的运行管理	157
5.6	螺杆式冷水机组的检修与保养	162
5.7	螺杆式冷水机组的故障分析与处理	168
第6章	中央空调的冷热源(三)——离心式冷水机组	174
6.1	离心式冷水机组概述	174
6.2	离心式冷水机组的选择与匹配	175
6.3	离心式冷水机组的安装	176
6.4	离心式冷水机组的调试	177
6.5	离心式冷水机组的运行管理	181
6.6	离心式冷水机组的维护、保养与检修	184
第7章	中央空调的冷热源(四)——溴化锂吸收式冷水机组	190
7.1	双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组	190
7.2	溴化锂吸收式冷水机组的安装	195
7.3	溴化锂吸收式冷水机组的调试	198
7.4	溴化锂吸收式冷水机组的操作	201
7.5	溴化锂吸收式冷水机组的保养与检修	206
7.6	溴化锂吸收式冷水机组的故障分析与排除	213
第8章	中央空调的冷热源(五)——直燃型溴化锂吸收式冷热水机组	217
8.1	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组概述	217
8.2	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的选择与匹配	222
8.3	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的安装	225
8.4	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的调试	232
8.5	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的操作	241
8.6	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的维护与检修	247
8.7	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的故障分析	252
第9章	中央空调的冷热源(六)——热泵型中央空调机组	257
9.1	热泵型空调的原理与特点	257
9.2	热泵型空调机组的选配	257
9.3	热泵型空调机组的安装实例	261

9.4	热泵型空调机组的开机调试	267
9.5	热泵型空调机组的维修指南	279
9.6	常见热泵型空调机组故障检修实例	285
第10章	空调系统的自动控制	293
10.1	空调制冷自动控制的基本知识	293
10.2	空调制冷自动控制元器件	300
10.3	空调系统的自动控制方法	322
10.4	楼宇管理自动化系统	332
第11章	中央空调系统的经济技术管理	354
11.1	中央空调系统节能技术	354
11.2	中央空调设备的清洗与消毒	373
11.3	中央空调系统运行操作规程的制定方法与内容	382
11.4	中央空调系统运行管理制度	384
11.5	中央空调系统的调试须知	387
11.6	中央空调系统设备的维护管理	388
11.7	中央空调系统设备的修理	395
11.8	中央空调设备的折旧与报废	398
第12章	家用中央空调安装调试及维修	400
12.1	家用中央空调的类型及特点	400
12.2	风管送风式(VAV)家用中央空调的安装与调试	409
12.3	水管送水式家用中央空调的安装与调试	412
12.4	直冷式(VRV)家用中央空调的安装与调试	417
参考文献		422

第1章 空调原理和空调系统

1.1 空调原理与负荷计算

1.1.1 湿空气的焓湿(h - d)图

环绕地球周围的空气称为大气。从空调的角度而言,可以将大气看作是由干空气和水蒸气组成的混合气体,称为湿空气。湿空气的物理性质与其组成成分、所处状态有关。湿空气的状态通常可以用压力、温度、相对湿度、含湿量、焓等参数表示,称为湿空气的状态参数。

湿空气在空气调节过程中所处的温度、压力范围属于热力学中的常温常压范围,可近似看作理想气体,其状态参数之间的关系可以用理想气体方程来表示。因此,湿空气参数的计算不是一件复杂的事,但是,用公式计算湿空气的状态参数却是一件十分费时和烦琐的事。在工程实际中,一般采用一种线算图,即湿空气焓湿图(h - d 图),将所有的计算工作都可转化为查图的工作,使计算工作大大简化,而获得的数据的准确度也可以满足一般工程的需要。焓湿图既能联系湿空气的各种状态参数,又能表达空气状态的各种变化过程。

湿空气的焓湿图(图 1-1)是以含湿量 d 为横坐标,比焓(即单位质量工质的焓) h 为纵坐标,两坐标轴间成 135° 的夹角。其中有 4 种基本线条:等 h 线、等 d 线、等 t 线和等 φ (相对湿度)线。对选定的大气压力 B ,等温线为一系列不平行的直线,每条线代表一温度,只有 $t=0^\circ\text{C}$ 的等温线是真正水平的,而在它上面的或下面的等温线都偏离水平,离开愈远,倾斜得愈显著。图中一系列垂直线条是等湿线。等湿线相互都是平行的。此外,还有一系列与垂直线成 45° 的、相互平行的斜线,这是等焓线。最后,还有一组曲率在变化着的曲线,称为等相对湿度线,每条线代表一相对湿度值,最低的一根曲线表示 $\varphi=100\%$,通常称它为饱和线。图中任一点代表一空气状态。饱和线以下的空气状态是不存在的,因为空气的相对湿度不可能大于 100% 。饱和线以上的区域内任一点都是可能存在的,每一点都有 4 个参数: t 、 d 、 h 和 φ 。为确定任一点的位置,只要知道两个参数就够了,其他两个可以从图上查得,因为 4 个参数中只有两个是独立的,已知两个,就能算得另外两个。

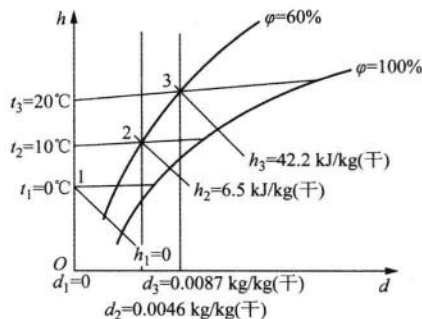


图 1-1 湿空气焓湿图

每张焓湿图都是根据某一大气压绘制的,因此在计算时应当选用压力相符的焓湿图。

[例 1—1] 从图 1-1 中已知如下列三种空气状态:

1—— $t_1=0^\circ\text{C}$, $d_1=0$ kg/kg(干);

2—— $t_2=10^\circ\text{C}$, $\varphi_2=60\%$;

3—— $t_3=20^\circ\text{C}$, $\varphi_3=60\%$ 。

求它们的其他状态参数($p=101325\text{Pa}$)。

[解] 从选用 $p=101325\text{Pa}$ 的焓湿图,并将上述三点分别定位于图中(即图 1-1 中的 1、2 和 3 三点),这样,即可从图中读得这三点各自的另外两个参数是:

1—— $h_1=0$ kJ/kg(干), $\varphi_1=0$;

2—— $d_2=0.0046$ kg/kg(干), $h_2=6.5$ kJ/kg(干);

3—— $d_3=0.0087$ kg/kg(干), $h_3=42.2$ kJ/kg(干)。

1.1.2 焓湿图的应用

焓湿图不仅能用来确定空气的状态参数,人们还广泛应用它作空调过程的分析和计算。这些工作如果借助于公式进行,有时是十分不方便的。利用焓湿图进行分析和计算工作,具有直观性强的优点。下面介绍几种常见的空气调节过程。

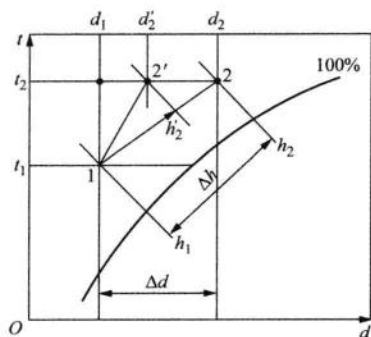


图 1-2 热湿比

1. 热湿比

由于各种原因,空气状态会发生变化。由于确定空气的状态必须要有两个参数,所以反映空气状态变化的特征也必须要有两个参数的变化值。比如说,空气的状态原来是 1,当它流经一空气处理设备后,状态变成 2。现将这两个状态表示在焓湿图中(图 1-2)。从图 1-2 可看出从 1 变化到 2 或 2',两者具有相同的温度变化值,而 2 和 2' 两点的状态却有很大的差异。例如,从 1 变到 2,知道了比焓的变化 Δh 和含湿量的变化 Δd ,那么,2 点的位置就确定了。而且,2 点是唯一的,不可能存在其他的、同时具有相同的 Δh 和 Δd 值的点。故 Δh 与 Δd 的比值描绘了空气状态变化的方向,这一比值称为热湿比(用 ϵ 表示),即

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{\Delta d}, \text{kJ/kg} \quad (1-1)$$

因为 Δh 与 Δd 有正值或负值之分,所以故 ϵ 也有正负之分。一定的热湿比值体现了一定的空气状态变化方向。在焓湿图的右下角给出了一个半圆形,圆弧上的刻度就是热湿比值 kJ/kg。热湿比线的具体作法如下:通过圆心和表示在圆弧上的热湿比值的点作一直线,将这直线平移到焓湿图中,使通过所要分析的状态点,这条线就是热湿比线。

2. 等湿加热或等湿冷却或减湿冷却

空气的加热和冷却是常见的空气处理过程。常用的设备是换热器(空气加热器和空气冷却器)。通过空气加热器时,空气是等湿加热过程;通过空气冷却器时,空气可以是等湿冷却或减湿冷却过程。

(1) 等湿加热。空气通过加热器温度升高,由于没有额外水分加入,其含湿量是不变的。因此,空气状态变化过程是沿着等 d 线上升的。同理,空气通过冷却器,如果在冷却器表面不发生结露现象,空气湿度的下降是沿着等 d 线进行的。图 1-3 是在焓湿图上表示的等湿加热和等湿冷却过程。对等湿加热过程,空气由状态 A 加热到状态 B,比焓值升高了 Δh_1 ,但是含湿量差 $\Delta d_1 = 0$,故

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta h_1}{\Delta d_1} = \frac{h_B - h_A}{0} = +\infty \quad (1-2)$$

(2) 等湿冷却。对等湿冷却过程,焓值降低了 Δh_2 ,即焓差是负值,而 $\Delta d_2 = 0$,则此过程的热湿比如下:

$$\epsilon_2 = \frac{\Delta h_2}{\Delta d_2} = \frac{h_C - h_A}{0} = -\infty \quad (1-3)$$

(3) 减湿冷却。又称为减焓减湿,是在夏季空调中常用的空气处理过程。如果用低于空气露点温度的水喷淋空气,或空气冷却器表面温度低于露点温度时,都能出现减焓减湿过程,即空气的比焓和含湿量都下降了。图 1-4 定性地表示了这一过程。其热湿比值为

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{\Delta d} = \frac{h_2 - h_1}{d_2 - d_1} = \text{正值} \quad (1-4)$$

由于上式中的分子和分母都是负值,结果得到的 ϵ 是正值。当然,对这一过程没有固定的 ϵ 值,它随空气状态变化过程的不同而不同。

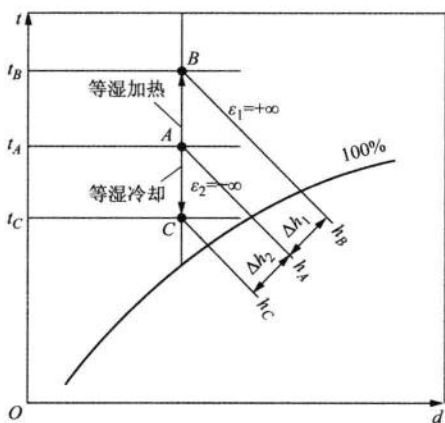


图 1-3 等湿加热过程和等湿冷却过程

3. 等焓加湿和等温加湿

(1) 等焓加湿。用循环水喷淋空气,当到达稳定状态时,水的温度等于空气的湿球温度,且维持不变。这时水与空气之间没有热交换,所以空气状态的变化是等焓的。但是,湿交换是存在的,即空气在这过程中被加湿。可见,空气由初状态1向终状态2变化是沿着等焓线下降的,见图1-5。

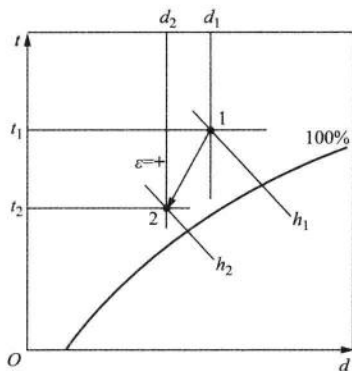


图1-4 空气的减焓减湿过程

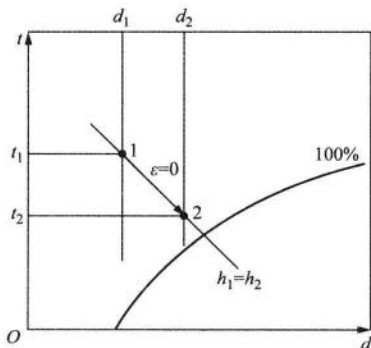


图1-5 喷循环水加湿空气

这一过程的热湿比值

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{\Delta d} = \frac{0}{d_2 - d_1} = 0 \quad (1-5)$$

(2) 等温加湿。将蒸汽喷入空气,只要控制蒸汽量,不使空气含湿量超出饱和状态,那么,空气状态的变化接近于等温度过程。设在含1kg干空气的湿空气中加入了 Δd kg水蒸气,那么,空气含湿量的增值也是 Δd kg/kg(干)。在这同时,空气的比焓也增加了,值为

$$\Delta h = \Delta d(2500 + 1.84t_q) \text{ kJ/kg 干} \quad (1-6)$$

式中 t_q 是水蒸气的温度。于是计算出表示空气状态变化过程特征的热湿比值为

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{\Delta d} = \frac{\Delta x(2500 + 1.84t_q)}{\Delta d} = 2500 + 1.84t_q \quad (1-7)$$

这里1.84 t_q 值总是有限的,比如说喷射的是低压蒸汽,其温度 t_q 为100℃左右,那么, $\epsilon \approx 2684$,因此在焓湿图上这样的热湿比线大致与等温线平行,这一处理过程称为等温加湿,也就是说将蒸汽喷入状态1的空气,后者近似地沿着等温线向右变化至2,2的具体位置取决于加入蒸汽量的多少。图1-6表示了这一过程。

4. 两种不同状态空气的混合

空调系统的送风,一般由新风和回风按一定的比例混合而成。通常室内回风与新风具有不同的状态,而混合后的空气必具有第三种状态。这里要讨论的是怎样求出混合后空气状态的参数。

现有状态A和状态B两种空气混合,它们的流量、比焓和含湿量分别是: G_1, h_1, d_1 和 G_2, h_2, d_2 。如果在混合过程中与外界没有热湿交换,则根据热平衡的原理可以写出

$$G_1 h_1 + G_2 h_2 = (G_1 + G_2) h_3 \quad (1-8)$$

根据湿平衡的原理可以写出

$$G_1 d_1 + G_2 d_2 = (G_1 + G_2) d_3 \quad (1-9)$$

上两式中, h_3 和 d_3 表示混合后空气状态的比焓和含湿量。从式(1-8)和式(1-9)中可分别导出

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{h_2 - h_3}{h_3 - h_1} \quad (1-10)$$

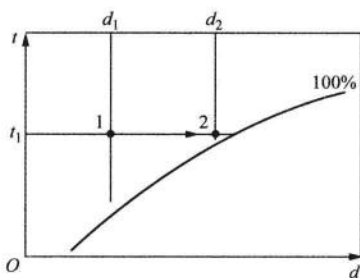


图1-6 喷蒸汽加湿空气

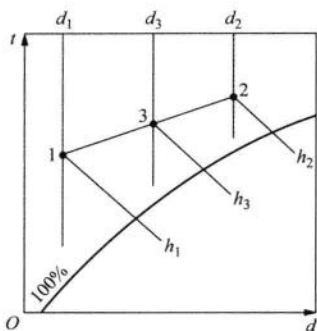


图 1-7 两种空气的混合

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{d_2 - d_3}{d_3 - d_1} \quad (1-11)$$

式(1-10)和式(1-11)两式相等,可得

$$\frac{h_2 - h_3}{h_3 - h_1} = \frac{d_2 - d_3}{d_3 - d_1} \quad (1-12)$$

式(1-12)表示的是一直线方程。即在焓湿图上通过 1 和 2 绘一条直线,混合空气 3 的状态一定是这直线上的某一点(图 1-7)。

3 点在直线上的具体位置取决 G_1/G_2 的比值。只要从式(1-10)(或式(1-11))算得 h_3 值(或 d_3 值), h_3 (或 d_3) 等值线与直线 1-2 线的交点即为 3。

1.1.3 空调热湿负荷的计算方法

1. 计算空调热湿负荷的目的

空调系统的作用是维持室内空气环境具有所要求的温、湿度,人们根据这些要求对空调设备进行运行管理。然而,建筑物的内环境中总有一些干扰因素存在,它们会改变室内的温、湿度,这些干扰因素被称为负荷。以温度为例,当室外空气温度高于室内空气温度时,就有热量从室外通过墙、屋顶、窗、门传入室内,如不采取措施消除这一热量,室内温度就会升高。反之,当室外温度低于室内时,热量从室内传向室外,这时应当向室内补充相应数量的热量,否则室温会下降。上述室内外传递的热量就是一种负荷。大阳照射空调房间也会产生负荷。太阳辐射热会通过玻璃窗直接进入室内造成负荷。太阳还能照射墙或屋顶的外表面,使其温度升高,增加了向室内的传热量,以上两种都是室外因素造成的负荷,室内也有造成负荷的因素,如人体、灯光、室内用电设备等,它们都会向室内散发热量。

使空调房间内有热量增减的负荷称为热负荷,如果由各种因素造成的热负荷总量使房间得到热量(如在夏季),则称它为“冷负荷”,这时需要由空调系统向室内提供冷量来平衡。如果各种因素的综合作用的结果使房间失去热量(如在冬季),则这一负荷称为“供热负荷”,这时空调系统应向室内补充热量。向室内空气散发的湿量称为湿负荷,只有消除湿负荷,才能保持设定的室内湿度。人体散湿、室内湿表面散湿都属湿负荷。可见,只有计算了房间的热湿负荷后,才能正确确定空调系统的送风量和进风参数,达到排除这些热量和湿量的目的。

得热量通常包括以下几方面:由室内外温差引起的围护结构传热量;由于太阳辐射进入室内的热量;室内人员、照明设备、办公用电设备及其他工艺生产用设备散入室内的热量。得湿量主要为人体散湿量和工艺过程、工艺生产设备可能散出的湿量。

以上讨论的都是发生在空调房间内的负荷,可以称为房间负荷。只有计算了房间的热、湿负荷后,才能正确确定空调系统的送风量和送风参数,才能达到排除这些热量和湿量的目的。此外,还有一些发生在空调房间外的负荷,如新风状态与室内空气状态不同引起的新风负荷、风管传热造成的负荷等,它们不直接作用于室内,但是最终也要由空调系统来承担。所以房间内的负荷和房间外的负荷合在一起,组成系统负荷。因此计算系统负荷的目的就是要确定空气处理设备的尺寸和冷热源设备的容量。

2. 空调工程设计参数的确定

要计算房间的热、湿负荷必需首先了解空调系统的室内、外设计参数。

(1) 空调室内设计参数的确定。根据空调系统目的的不同,可分为两种类型,即舒适性空调和工艺性空调。舒适性空调的作用是维持室内空气具有合适的参数,使室内人员处于舒适的状态,以保证良好的工作条件或生活条件。工艺性空调的作用是满足生产工艺过程中对空气状态的要求,以保证生产过程得以顺利进行。表 1-1 是根据国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》的规定,为舒适性空调的室内空气设计参数,该表给出的数据是概括性的,对于不同类型公共建筑的空调室内设计温、湿度可参见表 1-2。表 1-3 为工艺性空调的室内空气设计参数,要注意的是多数的工艺过程是要求恒温、恒湿的,不仅要满足温、湿度的基数,还要符合它们所规定的波动值。

表 1-1 舒适性空调的室内空气设计参数

季节	温度/℃	相对湿度/%	风速/(m/s)
夏季	24~28	40~65	<0.3
冬季	18~22	40~60	<0.2

表 1-2 不同类型的公共建筑物的空调室内设计温、湿度

建筑物类型	夏季		冬季	
	温度/℃	相对湿度/%	温度/℃	相对湿度/%
剧场	26~28	50~65	20~22	40~65
机场候机厅	27~28	50~65	18~22	40~65
车站候车厅	27~28	50~65	16~18	40~60
饭店	客房部分	50~65	22~25	40~55
	公用部分	50~65	20~25	40~55
百货商场	25~27	55~65	20~22	40~50
电视台演播厅	26~27	50~65	20~22	40~65
手术室	23~26	50~60	24~26	50~60
病房	26~27	45~65	22~23	40~60
候诊室	26~27	45~65	20~21	40~60
诊室	26~27	45~65	21~22	40~60
产房	24~26	50~60	22~24	50~60
婴儿室	25~27	55~65	25~27	50~65
药房	26~27	45~50	21~22	40~50

表 1-3 部分生产车间工艺性空调要求的室内空气设计参数

工作类别	温度/℃		相对湿度/%
	夏季	冬季	
1. 机械工业			
I 级坐标镗床	20±1	20±1	40~65
II 级坐标镗床	23±1	17±1	40~65
精密轴承精加工	16~27		40~65
高精度外圆磨床、高精度平面磨床	16~24		40~65
高精度刻线机、机械刻划法	20±(0.1~0.2)		40~65
光电瞄准并联机械刻划法	18~22		40~65
2. 各种计量室			
热学计量室:标准热电偶	20±(1~2)		< 70
压力表、真空表	20±(2~5)		< 70
力学计量室:鉴定 1~3 级天平,一等砝码	(17~23)±0.5		50~60
鉴定 4~6 级天平,二等砝码	(17~23)±2		50~60
长度计量室:鉴定一等量块	20±0.2		50~60
鉴定三等量块	20±1		50~60
鉴定五等量块	20±4		50~60
鉴定一级精度千分尺式内卡规	20±2		50~60
鉴定二级精度千分尺式内卡规	20±3		50~60
电学计量室:鉴定一、二等标准电池	20±2		< 70
鉴定直流高阻、低阻电位计	20±1		< 70
鉴定 0.01~0.02 级电桥	20±1		< 70
3. 电子工业			
电解电容器、薄膜电容器车间	≤26~28	16~28	
精缩间、翻版间、光刻间	22±1		50~60
扩散间、蒸发、钝化、外延间	23±5		60~70

(续表)

工作类别	温度/℃		相对湿度/%
	夏季	冬季	
4. 电子计算机房			
电子计算机房	(20~23)±(1~2)	(20~22)±(1~2)	50±10
卡片、磁带贮存	18~24	18 左右	40~60
5. 医药工业			
抗菌素无菌分装车间、青霉素分装、菌落试验、无菌鉴定、无菌更衣	≤22(盖瓶塞的工艺操作);≤25(灌装等发热量较大的)	20	≤55
针剂及大输液车间,调配、灌装等半无菌的操作的房间	25	18	≤65
青霉素片剂车间	一般	一般	≤55
6. 棉纺织工业			
清棉	29~31	20~22	60~65
梳棉	29~31	22~25	55~60
并粗	29~31	22~24	60~65
细纱	30~32	24~27	29~31
拈线	30~32	24~26	60~65
织布准备	29~31	20~23	55~60
织布	28~30	23~26	60~65
整理	28~30	22~24	55~60
7. 涤棉混纺织工业			
清棉	28~30	20~22	60~65
梳棉	28~30	21~23	55~60
并粗	28~30	21~23	55~60
细纱	30~32	23~25	50~55
拈线	30~32	23~25	55~60
织布准备	27~30	20~23	55~60
织布	27~30	23~25	70~75
整理	27~30	20~22	55~60

(2) 空调室外设计参数的确定。室外空气通过墙、窗和屋顶与室内空气有热量交换,造成室内冷、热负荷。室外空气状态在一年中、一月中甚至一日中都是变化的,采用什么状态作为空调设备设计的依据就成为问题。

房间冷(热)、湿负荷的计算必须以室内外空气状态参数为依据、室外空气计算参数的取值,直接影响空调设备的投资。若夏季取很多年才出现一次而且持续时间较短(如几小时)的当地室外最高干球、湿球温度作为计算温度,则会造成设备投资浪费,甚至会出现设备的有效使用期(如15年)内没有一个小时是满负荷工作的。因此,我国的《采暖通风与空气调节设计规范》中规定的设计参数是按照全年大多数时间里能满足室内参数要求而确定的。夏季空调室外计算干球、湿球温度分别采用历年平均不保证50h的干球、湿球温度。夏季空调室外计算日平均温度采用历年平均不保证5天的日平均温度,冬季空调室外计算温度采用历年平均不保证一天的日平均温度,冬季空调室外计算相对湿度采用历年最冷月平均相对湿度。

表1-4 列出由《采暖通风与空气调节设计规范》规定的、若干城市的空调室外设计参数。

表 1-4 空调室外空气设计参数

地名	气象台位置			大气压/Pa		室外计算干球温度/℃		夏季室外计算湿球温度/℃	冬季室外计算相对湿度/%	室外平均风速/(m/s)	
	北纬	东经	海拔/m	冬季	夏季	冬季	夏季			冬季	夏季
哈尔滨	45°41'	126°37'	171.7	100125	98392	-29	30.3	23.4	74	3.8	3.5

(续表)

地名	气象台位置			大气压/Pa		室外计算干球温度/℃		夏季室外计算湿球温度/℃	冬季室外计算相对湿度/%	室外平均风速/(m/s)	
	北纬	东经	海拔/m	冬季	夏季	冬季	夏季			冬季	夏季
长春	43°54'	125°13'	236.8	99458	97725	-26	30.5	24.2	68	4.2	3.5
沈阳	41°46'	123°26'	41.6	102125	99992	-22	31.4	25.4	64	3.1	2.9
大连	38°54'	121°38'	93.5	101325	99458	-14	28.4	25.0	58	5.8	4.3
西安	34°18'	108°56'	396.9	97858	95395	-8	35.2	26.0	67	1.8	2.2
北京	39°48'	116°28'	31.2	102391	100125	-12	33.2	26.4	45	2.8	1.9
天津	39°06'	117°10'	3.3	102658	100525	-11	33.4	26.9	53	3.1	2.6
济南	36°41'	116°59'	51.6	101991	99858	-10	34.8	26.7	54	3.2	2.8
青岛	36°09'	120°25'	16.8	102525	100391	-9	29.0	26.0	64	5.7	4.9
上海	31°10'	121°26'	4.5	102658	100525	-4	34.0	28.2	75	3.1	3.2
杭州	30°19'	120°12'	7.2	102525	100258	-4	35.7	28.5	77	2.3	2.2
南昌	28°40'	115°58'	46.7	101858	99858	-3	35.6	27.9	74	3.8	2.7
福州	26°05'	119°17'	48.0	101325	99592	4	35.2	28.0	74	2.7	2.9
郑州	34°43'	113°39'	110.4	101325	99192	-7	35.6	27.4	60	3.4	2.6
武汉	30°38'	114°04'	23.3	102391	100125	-5	35.2	28.2	76	2.7	2.6
长沙	28°12'	113°04'	44.9	101591	99458	-3	35.8	27.7	81	2.8	2.6
广州	23°08'	113°19'	9.3	101325	99992	5	33.5	27.7	70	2.4	1.8
海口	20°02'	110°21'	14.1	101591	100258	10	34.5	27.9	85	3.4	2.8
桂林	25°20'	110°18'	166.7	100258	98525	0	33.9	27.0	71	3.2	1.5
南宁	22°49'	108°21'	72.2	101191	99592	5	34.2	27.5	75	1.8	1.6
成都	30°40'	104°04'	505.9	96392	94792	1	31.6	26.7	80	0.9	1.1
重庆	29°31'	106°29'	351.6	97992	96392	2	36.5	27.3	82	1.2	1.4
贵阳	26°35'	106°43'	1071.2	89726	88792	-3	30.0	23.0	78	2.2	2.0
昆明	25°01'	102°41'	1891.4	81193	80793	1	25.8	19.9	68	2.5	1.8
拉萨	29°42'	91°08'	3658.0	65061	65194	-8	22.8	13.5	28	2.2	1.8

3. 送风中的新风量

一般情况下,送风空气由回风和新风组成。新风负荷通常占空调系统总负荷较大的比例,因此在设计时在卫生条件许可的情况下应尽可能减少新风量,即减少新风量的前提是要保证室内的空气品质维持在一定的范围内。

空调系统的新风量,是指冬、夏季设计工况下,应向空调房间提供的室外新鲜空气量。它的大小与室内空气品质和能量消耗有关。一般原则如下。

(1) 满足卫生要求。一般是以稀释室内产生的 CO_2 ,使室内 CO_2 含量不超过 0.1% (1 L/m^3) 为基准,由此确定常态下每人新风量约 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

对于人员密集和居留时间短暂的建筑物(如会堂、体育馆),新风量所形成的冷负荷比例甚高,确定新风量时应特别慎重。对于办公室和旅馆客房新风量设计时,实际采用的数值比我国现行规范要大。如办公室一般采用 $25 \sim 30 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$;旅馆则按等级而异,高级别的客房可用 $50 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$ 。表 1-5 给出美国 ASHRAE62 标准中每人所需室外新风量。

表 1-5 ASHRAE62 室外空气通风量

(单位: m^3/h)

应用场合	62—1973		62—1981R		62—1989
	最小新风量	推荐新风量	禁止吸烟	允许吸烟	
饭厅	18	27~36	12.6	63	36
酒吧、鸡尾酒室	54	54~72	18	90	54
旅馆、会议室	36	45~54	12.6	63	36

(续表)

应用场合	62—1973		62—1981R		62—1989
	最小新风量	推荐新风量	禁止吸烟	允许吸烟	
各类办公用房	27	27~45	9	36	36
会议室	45	54~72	12.6	63	36
零售商店	12.6	18~27	9	45	0.36~5.4m ³ /(m ² ·h)
美容店	45	54~63	36	63	45
舞厅、迪斯科舞厅	27	36~45	12.6	63	45
观众区	36	45~54	12.6	63	27
剧场大厅	9	9~18	12.6	63	27
候机(车、船)厅	27	36~45	12.6	63	27
教室	18	18~27	9	45	27
医院病房	18	27~36	12.6	63	45
住宅	9m ³ /(h·人)	12.6~18m ³ /(h·人)	18m ³ /(h·室)	18m ³ /(h·室)	0.35(次/h)

(2) 补充局部排风量。当空调房间内有排风柜等局部排风装置时,为了不使房间产生负压,在系统中必须有相应的新风量来补偿排风量。

(3) 保证空调房间的正压要求。为防止外界未经处理的空气渗入空调房间,干扰室内空调参数,在空调系统中利用一定量的新风来保持房间的正压(室内空气压力>房间周围的空气压力)。

对于一般空调确定新风量的方法如下:根据规范的规定,按如下原则确定新风量:

- ① 对工业空调,每人所需的新风量不小于 30m³/h;
- ② 对民用空调,每人最小新风量见表 1-6。

表 1-6 民用空调中每人最小新风量

建筑物名称	最小新风量/(m ³ /h)	吸烟情况
宾馆、饭店(客房)	30	不定
影剧院	8.5	不吸烟
百货大楼、商场、会堂	8.5	不吸烟
体育馆	8.0	不吸烟
办公室	18.0	不定
个人办公室	25.0	约 50 %
高级客房	30.0	少量吸烟
餐厅	20.0	少量吸烟
舞厅	18.0	少量吸烟
理发室、小卖部	13.0	不定
病房	15.0	不定
手术室、婴儿室	5 次/h 换气	不吸烟

在实际工程设计中,新风量也可按总送风量的百分数来设计,一般规定不小于 10%。为此,新风量的确定可按图 1-8 所示的框图来选定。

4. 室内热源造成的负荷

(1) 人体散热和散湿。室内的人体会同时向室内空气散发热量和湿量。散发的热量有显热和潜热两种形式。显热通过对流、传导或辐射方式散发出来,它们能影响空气的温度;潜热指人体散发的水蒸气(湿量)所包含的气化潜热。人体的散热和散湿有时会形成主要的空调负荷。居室、会场、剧院的观众厅等属这一情况。

人体的散热量和散湿量的大小受下列因素的影响:性别、年龄、活动程度和环境温度。具体数据可以按表 1-7 中的数据是按常见情况考虑了人员中男性、女性和儿童的比例后得到的平均值。

[例 1—2] 某一会场能容纳 200 人。如果会场内空气温度为 27.0℃,求该会场内的人体散热量和散湿量。

[解] 认为该会场属于表 1-7 中的第 2 类“静坐,有轻微活动”的情况,于是可查得每人的散热量和散湿