

中央空调维护保养 实用技术

张林华 曲云霞 主编
方肇洪 主审

- 空调水系统清洗保养
- 空调风系统维护
- 制冷机组维护保养

中国建筑工程工业出版社

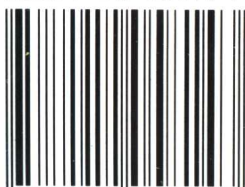
TU831

54

责任编辑 齐庆梅

封面设计 谭 克

ISBN 7-112-05814-7



9 787112 058143 >

(11453)定价:21.00 元



中央空调维护保养实用技术

张林华 曲云霞 主编
洪 笔 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中央空调维护保养实用技术/张林华,曲云霞主编.
—北京:中国建筑工业出版社,2003
ISBN 7-112-05814-7

I.中… II.①张…②曲… III.集中空气调节系统
—维修 IV.TU831.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 031738 号

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,中央空调已被广泛应用于工业及民用建筑中。由于从事中央空调维护管理的人员越来越多,加之专业基础不同,因此需要对中央空调系统作全面的了解。

本书对中央空调系统作了较为详细的阐述,如系统的构成、主机及辅助设备的工作原理。并重点介绍了系统及设备的维护保养知识;中央空调水系统中的污垢、腐蚀和微生物产生的机理及控制、清洗方法;风系统的清洁维护等。本书还给出了中央空调维护保养的工程实例。

本书力求系统、简明、实用,可作为从事中央空调运行维护、管理人员的培训教材,也可供建筑环境与设备工程专业学生及有关工程技术人员参考。

中央空调维护保养实用技术

张林华 曲云霞 主编

方肇洪 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市铁成印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:16 字数:385千字

2003年7月第一版 2003年7月第一次印刷

印数:1—3000册 定价:21.00元

ISBN 7-112-05814-7

TU·5110(11453)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址:<http://www.china-abp.com.cn>

网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

前 言

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,中央空调已被广泛应用于工业及民用建筑中,极大地改善了生产及生活条件。从事中央空调维护管理的人员越来越多,使中央空调运行管理和维护保养成为新兴的热门行业。为了适应这种形势的需要,我们编写了此书。

中央空调维护保养技术是一门集制冷技术、空气调节技术、水处理技术及运行管理知识为一体的专业性很强的技术。本书正是从这几方面出发,力求做到系统性、综合性、实用性,可作为从事中央空调操作、养护、管理人员的培训教材,也可供建筑环境与设备工程专业学生及有关工程技术人员参考。

全书共分十章,第一章介绍了空调的基本知识;第二、三、四章介绍了中央空调的系统分类、冷源形式及空气处理设备;第五章介绍了空调用水的水质指标及标准;第六章介绍了中央空调水系统的类型及设计;第七章介绍了中央空调水系统中污垢、腐蚀和微生物产生的机理以及它们的控制及清洗方法;第八章介绍了水系统辅助设备的维护保养;第九、十章介绍了空调风系统和冷水机组的采用、维护及保养;本书还给出了中央空调系统维护保养工程实例。

本书由方肇洪教授主审。在编写过程中得到了许多同志的支持,周伟和范向国两位研究生也参与了本书部分章节的编写和文稿的录入工作,在此谨致谢意。由于编写人员水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 空气调节基本概念	1
第一节 空气调节的概念	1
第二节 空气的焓湿图及应用	4
第三节 空气调节负荷估算	8
第二章 空气调节系统的组成	10
第一节 空气调节系统的分类	10
第二节 集中式空调系统的组成	11
第三节 风机盘管空调系统	13
第四节 变风量空调系统	15
第三章 中央空调系统冷源	19
第一节 制冷剂、载冷剂和润滑油	19
第二节 中央空调系统冷源	27
第三节 活塞式冷水机组	30
第四节 螺杆式冷水机组	35
第五节 离心式冷水机组	40
第六节 模块式冷水机组	44
第七节 溴化锂吸收式冷水机组	48
第八节 水源热泵机组	57
第四章 空气的热湿处理设备	62
第一节 表面式空气换热器	62
第二节 喷水室	63
第三节 电加热器	66
第四节 空气的加湿和减湿设备	67
第五节 空气的净化设备	70
第六节 空气的输送与分配设备	82
第七节 消声设备	86
第五章 水及中央空调水质标准	89
第一节 水中杂质及水质指标	89
第二节 硬度及碱度	91
第三节 水质指标的单位	93
第四节 中央空调水质标准	95
第六章 中央空调水系统	96
第一节 水系统的类型及特点	96
第二节 冷却水系统及设备	97
第三节 冷冻水系统及设备	107

第七章 中央空调的水质处理	114
第一节 空调冷冻水的水质处理	114
第二节 空调冷却水中的沉积物及其控制	115
第三节 空调冷却水中的金属腐蚀及其控制	118
第四节 空调冷却水中的微生物及其控制	134
第八章 中央空调水系统的清洗和辅助设备保养	147
第一节 中央空调水系统的清洗方法	147
第二节 循环水系统停机化学清洗的程序	148
第三节 循环水系统化学清洗药剂	150
第四节 循环水系统不停机清洗	161
第五节 制冷剂系统的化学清洗	163
第六节 冷却塔与循环水泵的维护保养	164
第七节 中央空调清洗实例	168
第九章 风系统的操作与维护	171
第一节 中央空调系统的测定	171
第二节 风系统的调整	177
第三节 风系统的使用与操作	181
第四节 风系统的日常维护及故障分析、处理	184
第五节 风系统设备的维护和保养	191
第十章 制冷机组的维护及保养	195
第一节 制冷系统的密封性试验和制冷剂充灌	195
第二节 系统中空气和水分的排除与润滑油添加	199
第三节 制冷系统的调试	201
第四节 制冷设备的管理	203
第五节 制冷机组的维护和保养	206
第六节 制冷机组的故障分析及处理	235
参考文献	248

第一章 空气调节基本概念

第一节 空气调节的概念

一、空气调节的定义

空气调节就是指在某一特定空间内，对空气的温度、湿度、空气的流动速度及清洁度进行人工调节，以满足工艺生产过程和人体舒适的要求。现代技术的发展有时还要求对空气的压力、成分、气味及噪声等进行调节与控制。因此，采用现代技术手段，创造并保持满足一定要求的空气环境是空气调节的任务。

通常用两组指标来规定室内空调参数，即空调基数和空调精度。空调基数是指空调房间所要求的基准温度和相对湿度。空调精度是指在空调区域内，在工件附近所设测温（或相对湿度）点在要求的持续时间内，所测的空气温度（或相对湿度）偏离室内温湿度基数的最大值。例如，某空调房间温度夏季室内参数为 $t_n = 26 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $\Phi_n = 50\% \pm 10\%$ ，则表示空调房间的温度基数为 26°C 、湿度基数为 50% ，空调温度精度为 $\Delta t = \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度精度为 $\Delta \Phi = \pm 10\%$ ，即空调房间的温度应在 $25 \sim 27^\circ\text{C}$ 之间、相对湿度应在 $40\% \sim 60\%$ 之间。只要在这个范围内，空调系统的运行就是合格的。

根据空调系统服务的对象不同，可分为舒适性空调和工艺性空调。前者主要从舒适感出发，确定室内温湿度设计标准，对空调精度无严格要求；后者主要满足工艺过程对温湿度的要求，同时兼顾人体的卫生要求。

二、湿空气的物理性质

创造满足人类生产、生活和科学实验所要求的空气环境是空气调节的任务。湿空气是空气环境的主题又是空气调节的处理对象，因此熟悉湿空气的物理性质及焓湿图是掌握空气调节技术的必要基础。

（一）湿空气的组成

大气是由于干空气和一定量的水蒸气混合而成的，我们称其为湿空气。干空气的成分主要是氮、氧、氩、二氧化碳及其他微量气体；多数成分比较稳定，少数随季节变化有所波动，但从总体上可将干空气作为一个稳定的混合物来看待。

在湿空气中水蒸气的含量虽少，通常只占空气质量比的千分之几到千分之二十几，但其变化较大。它随季节、天气、水汽的来源情况而经常变化，而且对空气环境的干燥和潮湿程度有重要影响。随着水蒸气量的变化，湿空气的物理性质随之而改变。

（二）湿空气的物理性质

湿空气的物理性质除和它的组成成分有关外，还决定于它所处的状态。湿空气的状态通常可用压力、温度、湿度、比容、焓值等参数来表示，这些参数我们均称为湿空气的状态参数。

1. 压力

(1) 大气压力

地球表面的空气层在单位面积上所形成的压力称为大气压力，它的单位用帕 (Pa) 或千帕 (kPa) 表示。常用的压力单位有三种：工程制单位 (非法定计量单位)， kgf/cm^2 ；国际制单位，帕 (Pa) 或千帕 (kPa)；液柱高单位 (非法定计量单位)，毫米汞柱 (mmHg) 或毫米水柱 (mmH_2O)。除此之外，大气压还有许多使用单位，如气象上习惯以巴或毫巴表示，物理上习惯以大气压或物理大气压表示，上述各单位之间的关系见表 1-1。

大气压力换算表

表 1-1

帕 (Pa)	千帕 (kPa)	巴 (bar)	毫巴 (mbar)	物理大气压 (atm)	毫米水柱 (mmHg)
1	10^{-3}	10^{-5}	10^{-2}	9.86923×10^{-6}	7.50062×10^{-3}
10^3	1	10^{-2}	10	9.86923×10^{-3}	7.50062
10^5	10^2	1	10^3	9.86923×10^{-1}	7.50062×10^2
10^2	10^{-1}	10^{-3}	1	9.86923×10^{-4}	0.750062×10^{-1}
101325	101.325	1.01325	1013.25	1	760
133.332	0.133332	1.33×10^{-3}	1.33332	1.31579×10^{-3}	1

大气压力不是一个定值，它随着各个地区海拔高度的不同而存在差异，同时还随季节、天气的变化而有所不同。我国自东向西，随着海拔高度的增加，大气压力逐渐降低。例如，上海市的海拔高度 4.5m，夏季大气压力为 1005mbar、冬季为 1025mbar；而位于西部青海高原的西宁市海拔 2261.2m，夏季压力为 773mbar、冬季压力为 775mbar、气压比东部沿海城市低很多。

在空调系统中，空气的压力是用仪表测出的，但仪表指示的压力不是空气的绝对压力，而是与当地大气压力的差值，称之为工作压力或表压力。工作压力与绝对压力的关系为：

$$\text{空气的绝对压力} = \text{当地大气压} + \text{工作压力}$$

(2) 水蒸气分压力

正如空气是由干空气和水蒸气两部分组成一样，空气的压力也是由干空气的压力和水蒸气的分压力组成的。即

$$p = p_g + p_q$$

式中 p_g ——干空气的分压力；

p_q ——水蒸气的分压力。

空气中水蒸气是由水蒸发而来的，在一定温度下，如果水蒸发越多，空气中的水蒸气就越多，水蒸气的分压力就越大，所以水蒸气的分压力是反映空气所含水蒸气量的一个指标，也是空调技术中常用的一个参数。

2. 温度

温度是描述空气冷热程度的物理量。为了度量温度的高低，必须有一个公认的标尺，简称温标。常用的温标有三种：即摄氏温标、华氏温标和绝对温标（又叫热力学温标或开

氏温标)。

摄氏温标用符号 t 表示, 单位是 $^{\circ}\text{C}$; 华氏温标用符号 t_{F} 表示, 单位是 $^{\circ}\text{F}$ (华氏温标为非法定计量单位); 绝对温标用符号 T 表示, 单位是 K。

三种温标间的换算关系如下:

$$\begin{aligned}T &= t + 273 \\t &= T - 273 \\t_{\text{F}} &= \frac{9}{5} \times t + 32 \\t &= \frac{5}{9} \times (t_{\text{F}} - 32)\end{aligned}$$

因为水蒸气是均匀混合在干空气中的, 所以我们用温度计所测得的空气温度既是干空气的温度又是水蒸气的温度。

3. 湿度

空气湿度就是指空气中含有的水蒸气量的多少, 常用的表示方法有绝对湿度、相对湿度和含湿量。

绝对湿度就是指单位体积空气中含有的水蒸气质量 (kg/m^3), 但绝对湿度用起来并不方便, 因为在水分蒸发和凝结时, 湿空气中的水蒸气量是变化的, 而且湿空气的容积还随温度而变。因此, 即使水蒸气质量不变, 由于湿空气容积的改变, 绝对湿度也将发生变化, 因而绝对湿度不能准确地反映湿空气中水蒸气含量的多少, 在工程中很少使用。

在一定的温度下, 湿空气所含的水蒸气量有一个最大限度, 超过这一限度, 多余的水蒸气就会从湿空气中凝结出来, 这种含有最大限度水蒸气量的湿空气称为饱和空气。饱和空气所具有水蒸气分压力和含湿量, 叫做该温度下湿空气的饱和水蒸气分压力和饱和含湿量。如果温度发生变化, 它们也将发生相应变化。相对湿度就是空气中水蒸气分压力和同温度下饱和水蒸气分压力之比, 用 Φ 表示:

$$\Phi = \frac{P_{\text{q}}}{P_{\text{qb}}} \times 100\%$$

式中 P_{q} ——湿空气中水蒸气的分压力;

P_{qb} ——同温度下饱和水蒸气分压力。

相对湿度 Φ 表明了空气中水蒸气的含量接近饱和的程度。显然, Φ 值越小, 表明空气越干燥, 吸收水分的能力越强; Φ 值越大, 表明空气越潮湿, 吸收水分的能力越弱。相对湿度的取值范围在 0~100% 之间, $\Phi = 0$ 为干空气, $\Phi = 100\%$ 为饱和空气。因此只要知道了 Φ 值的大小, 即可得知空气的干湿程度, 从而判断是否对空气进行加湿。

含湿量指每千克干空气中所含有的水蒸气质量, 用符号 d 表示, 单位是 g/kg 干空气或 kg/kg 干空气, 即:

$$d = \frac{m_{\text{q}}}{m_{\text{g}}} = 0.622 \frac{P_{\text{q}}}{B - P_{\text{q}}}$$

式中 m_{q} ——湿空气中水蒸气质量, kg;

m_{g} ——湿空气中干空气质量, kg;

B ——当地大气压力, Pa;

P_q ——水蒸气分压力, Pa。

在空气调节中, 含湿量是用来反映对空气进行加湿或减湿处理过程中水蒸气量的增减情况的。之所以用 1kg 干空气作为标准, 是因为对空气进行加湿或减湿处理时, 干空气的质量是保持不变的, 仅水蒸气含量发生变化, 所以在空调工程计算中, 常用含湿量的变化来表达加湿和减湿程度。

4. 焓

空气的焓值是指空气含有的总热量。1kg 干空气的焓和 dkg 水蒸气焓的总和称为湿空气的焓, 用符号 i 表示。在空调工程中, 湿空气的状态经常发生变化, 常需要确定状态变化过程中热量的交换量。例如对空气进行加热或冷却时, 常需要确定空气所吸收或放出的热量。在压力不变的情况下, 空气的焓差值等于热交换量。在空调过程中, 湿空气的状态变化可看成是在定压下进行的, 所以能够用湿空气状态变化前后的焓差值来计算空气得到或失去的热量。

5. 密度和比容

单位容积空气所具有的质量称为空气的密度, 常用符号 ρ 表示, 单位是 kg/m^3 。而单位质量的空气所占有的容积称为空气的比容, 常用符号 ν 表示, 单位是 m^3/kg 。两者互为倒数, 因此只能视为一个状态参数。湿空气为干空气与水蒸气的混合物, 两者混合占有相同的体积, 因此空气的密度为干空气的密度和水蒸气的密度之和。

第二节 空气的焓湿图及应用

一、焓湿图的组成

在上一节中, 介绍了空气的主要状态参数, 如温度、压力、含湿量、相对湿度、焓值、水蒸气分压力及密度。其中温度、含湿量和大气压力为基本参数, 它们决定了空气的状态参数, 并由此可计算出其余的空气状态参数。但这些计算是相当繁琐的, 为了避免繁琐的计算, 人们把一定大气压下空气参数间的关系用线算图表示出来, 这就是焓湿图, 也称 i - d 图。焓湿图既能表达空气的状态参数, 也能表达空气状态的各种变化过程。

焓湿图有多种形式, 我国目前使用的是以焓和含湿量为纵横坐标的焓湿图 (见图 1-1)。为了使图面开阔, 线条清晰, 两坐标轴之间的夹角为 135° 。图中, 除了两个坐标轴以外, 还有等温线、等相对湿度线、水蒸气分压力线和热湿比线。因此焓湿图主要由等焓线、等含湿量线、等温线、等相对湿度线、水蒸气分压力线和热湿比线组成。

等焓线是一组与纵坐标成 135° 夹角的相

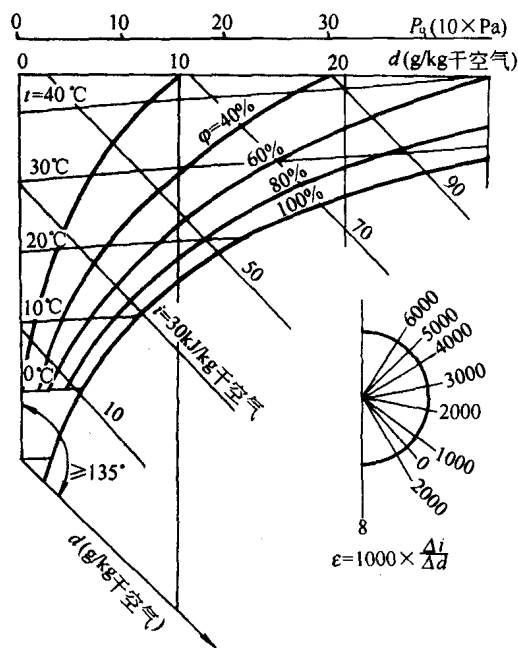


图 1-1 湿空气的焓湿图

互平行的斜线，每条斜线代表一焓值且每条线上各点的焓值都相等。

等含湿量线是一组垂直于水平轴的直线，每条线代表一含湿量且每条线上各点的含湿量值都相等。

等温线是一组斜线，每条线代表一温度且每条线上各点的温度值都相等，但这些等温线之间彼此并不平行，温度越高等温线斜率越大。在空调范围（ $-10\sim 40^{\circ}\text{C}$ ）内，温度对等温线斜率的影响并不明显，所以等温线又近似平行。

等相对湿度线是一组向上延伸的发散形曲线，每条线代表一相对湿度且每条线上各点的相对湿度相等。 $\Phi = 100\%$ 曲线称为饱和空气状态线，该曲线把焓湿图分为两部分：曲线上方为空气的未饱和部分；曲线的下方为过饱和状态部分，过饱和状态的空气是不稳定的，往往出现凝露部分，形成水雾，故这部分也称为雾状区。

当大气压力一定时，水蒸气分压力与含湿量为——对应关系，也即水蒸气分压力取决于含湿量，因此可在水平 d 轴的上方设一水平线，标上含湿量对应的水蒸气分压力即可。等水蒸气分压力线与等含湿量线平行。

在空调过程中，被处理的空气常常是由一个状态变为另一个状态。在整个过程中，为了说明空气状态变化的方向和特征，常用状态变化前后焓差和含湿量差的比值来表示，称为热湿比 ϵ ，又名角系数。斜率与起始位置无关，因此起始状态不同的空气只要斜率相同，其变化过程线必定相互平行。根据这一特性，就可以在焓湿图上以任意点为中心作出一系列不同值的热湿比线。实际应用时，只需把等值的热湿比线平移到空气状态点，就可绘出该空气状态的变化过程了。

二、湿球温度和露点温度

（一）湿球温度

湿球温度的概念在空气调节中至关重要。在理论上，湿球温度是在定压绝热条件下，空气与水直接接触时达到稳定热湿平衡时的绝热饱和温度。实际工程中，湿球温度是通过干湿球温度计测量出来的。干湿球温度计是由两个相同的温度计组成的，它的构造如图 1-2 所示。使用时放在通风处，其中一个放在空气中直接测量，测得的温度称为干球温度；另一个温度计的感温部分用湿纱布包裹起来，纱布下端放在水槽里，水槽里盛满水，测得的温度称为湿球温度，用符号 t_s 表示。

湿球温度的形成过程是由于纱布上的水分不断蒸发，湿球表面形成一层很薄的饱和空气层，当达到稳定时，这层饱和空气的温度就是湿球温度。这时，空气传给水的热量又全部由水蒸气返回空气中，所以湿球温度的形成可近似认为是一个等焓过程。求湿球温度的方法就是沿等焓线下行与 $\Phi = 100\%$ 饱和线的交点所对应的温度即为湿球温度 t_s 。（见图 1-3）。

【例 1-1】 在标准大气压下，空气的温度 $t = 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\Phi = 40\%$ ，求空气的湿球温度。

【解】 首先根据 $t = 35^{\circ}\text{C}$ 、 $\Phi = 40\%$ 的交点，确定出空气的状态点 A ，过 A 点沿等焓线与 $\Phi = 100\%$ 的交点相交于 B 点， B 点对应的温度即为 A 点所对应的湿球温度，查 $i-d$ 图得到 $t_s = 23.9^{\circ}\text{C}$ 。

（二）露点温度

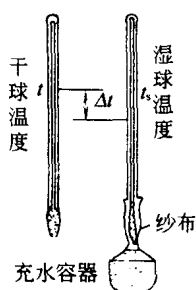


图 1-2 干湿球温度计

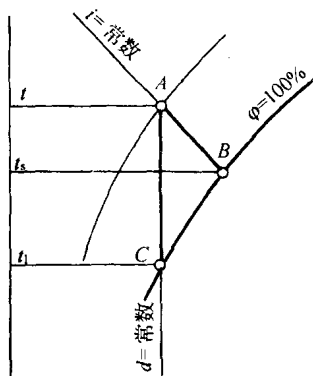


图 1-3 空气的湿球温度和露点温度

在一定温度下，饱和空气有一个容纳水蒸气的极限值，这个值会随着温度的降低而减少。利用这一原理，我们可以通过降温的方法，使不饱和空气达到饱和，再由饱和空气凝结出水珠，即结露。在结露之前，空气的含湿量保持不变。因此，我们把一定大气压下，湿空气在含湿量 d 不变的情况下，冷却到饱和时（相对湿度 $\Phi = 100\%$ ）所对应的温度，称为露点温度，并用符号 t_l 表示。

在 $i-d$ 图上（见图 1-3），A 状态湿空气的露点温度即为由 A 点沿等 d 线向下与 $\Phi = 100\%$ 线交点的温度。显然当湿空气被冷却时，只要湿空气的温度大于或等于露点温度，则不会出现结露现象。因此湿空气的露点温度也是判断是否结露的依据。

三、焓湿图的应用

焓湿图不仅能确定空气的状态参数，而且还能显示空气状态的变化过程，并能方便地求得两种或多种湿空气的混合状态点。

（一）空气状态参数的确定

焓湿图上的每一个点都代表了空气的状态，只要已知焓值 i 、含湿量 d 、温度 t 、相对湿度 Φ 中的任意两个参数，即可利用焓-湿图确定其他参数。

（二）空气状态变化过程在焓湿图上的表示

空气的处理过程主要包括空气的加热、冷却、加湿、减湿四种处理方法，如图 1-4 所示。

1. 等湿加热过程。

在空调中，常用电加热器或热水（蒸汽）加热器来处理空气。当空气经过加热器时，空气的温度升高，但含湿量没有发生变化，因此空气状态呈等湿升温过程，即处理过程如图 1-4 中 A-B 所示。

2. 等湿冷却过程。

用表面冷却器或蒸发器冷却空气时，如果表冷器或蒸发器的表面温度低于所处理空气的温度，但又高于空气的露点温度，就可以使湿空气冷却降温但不结露，空气的含湿量仍保持不变，这个过程就称为等湿冷却过程。处理过程见图 1-4 中 A-C 所示。

3. 减湿冷却过程。

用表面冷却器或蒸发器冷却空气时，如果表冷器或蒸发器的表面温度低于所处理空气的露点温度，则空气的温度下降，并有水蒸气凝结，因此空气的含湿量降低。此过程称为

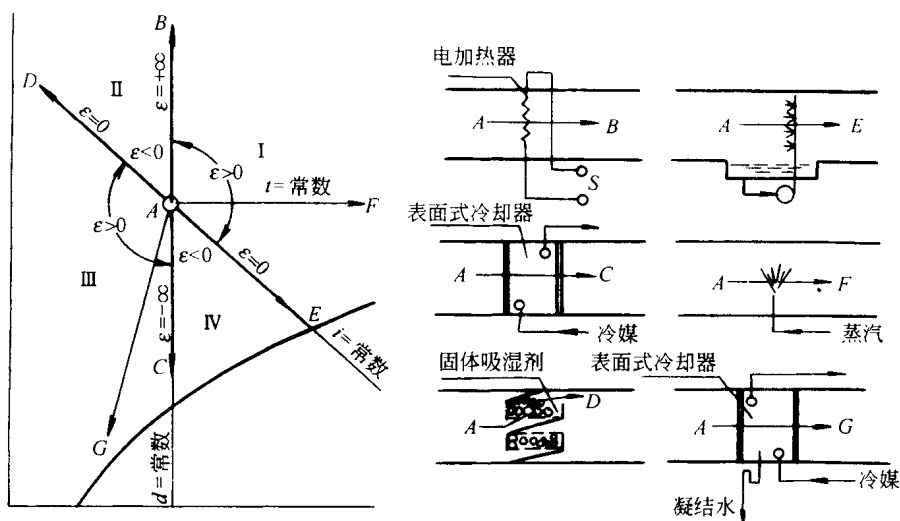


图 1-4 几种典型的空气处理过程

减湿冷却过程，见图 1-4 中 A-G 所示。

4. 等温加湿过程。

在冬季，室外大气的含湿量一般比室内空气低，为了保证相对湿度的要求，往往要对空气进行加湿。等温加湿可以通过向空气中喷水蒸气而实现。当向空气中喷水蒸气以后，空气的含湿量增加，但温度近似保持不变。处理过程如图 1-4 中 A-F 所示。

5. 等焓加湿过程。

在某些集中空调系统中，常采用喷水室喷循环水对空气进行加湿处理。在此过程中，空气的温度降低，相对湿度增加，但空气的焓值近似保持不变。处理过程如图 1-4 中 A-E 所示。

6. 等焓减湿过程。

用固体吸湿剂（硅胶或氯化钙）处理空气时，空气中的水蒸气被吸附，含湿量降低，而水蒸气凝结所放出的汽化热使得空气的温度升高，所以空气的焓值基本保持不变。处理过程如图 1-4 中 A-D 所示。

（三）确定不同状态空气的混合状态

在集中空调系统中，为了节约能量，常采用空调房间的一部分空气作为回风，与室外新风或集中处理后空气进行混合。利用焓湿图即可确定混合以后的空气状态参数。

现有状态为 A 的空气和状态为 B 的空气混合，其质量分别为 G_A 和 G_B ，混合后空气的质量为 $(G_A + G_B)$ ，现在分析混合后空气的状态点 C 的状态参数 i_c 、 d_c 。在混合过程中，如果与外界没有热湿交换，则混合前后空气的热量和含湿量保持不变，即：

$$G_A i_B + G_B i_B = (G_A + G_B) i_c$$

$$G_A d_B + G_B d_B = (G_A + G_B) d_c$$

根据以上两式，可得

$$\frac{G_A}{G_B} = \frac{i_C - i_B}{i_A - i_C} = \frac{d_C - d_B}{d_A - d_C}$$

$$\frac{i_C - i_B}{d_C - d_B} = \frac{i_A - i_C}{d_A - d_C}$$

在 $i-d$ 图上 (见图 1-5) A 、 B 为两个状态点, C 为混合状态点, 根据上式可知, 直线 AC 与直线 CB 的斜率相同, 而且两线段的长度之比与混合点的空气质量成反比, 这说明混合点 C 必在直线 AB 的连线上。若已知要混合的空气状态的质量和状态参数, 即可通过焓湿图确定混合后的空气状态参数。

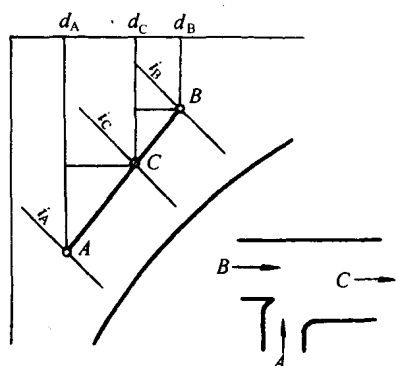


图 1-5 两种状态空气的混合

第三节 空气调节负荷估算

一、空调负荷的构成

空调房间的冷负荷是指为了维持房间温度恒定而在任一瞬时应从房间除去的热量, 即向房间提供的冷量。空调房间的热负荷是指为补偿房间失热而需向空调房间提供的热量。

1. 冷负荷的构成

空调房间的冷负荷由以下几个部分组成: 透过窗玻璃日射得热形成的冷负荷; 墙体、屋顶或窗户温差传热形成的冷负荷; 工艺设备散热形成的冷负荷; 照明设备散热形成的冷负荷; 人体散热形成的冷负荷。

2. 空调湿负荷的构成

空调房间的湿负荷是由以下因素构成的:

- (1) 房间内人体的散湿量;
- (2) 房间内各种设备、器具的散湿量;
- (3) 各种潮湿物体表面的散湿量;
- (4) 各种物料的散湿量。

空调系统冷(热)负荷包括房间冷(热)负荷与新风冷(热)负荷。

二、降低空调房间冷负荷的方法

在设计初期, 有效地降低空调冷负荷不仅可以节省大量的初投资, 而且可以节省运行期间的能源消耗和费用。在运行管理期间, 掌握降低房间冷负荷的方法一方面可以弥补由于设计考虑不周而引起的室温偏高问题, 另一方面还可以在保证室温的前提下适当缩短空调系统的运行时间或部分负荷运行, 节省运行费用和能耗。降低空调房间冷负荷一般可以采用以下方法:

(1) 降低透过玻璃窗日射得热形成的冷负荷。透过玻璃窗日射得热形成的冷负荷占整个房间冷负荷的很大比例, 有时可高达 40% 左右。因此, 有效地降低透过玻璃窗日射得热形成的冷负荷对降低整个房间的冷负荷有着非常重要的意义。降低透过玻璃窗日射得热形成的冷负荷可以采用以下三种方法:

首先采用各种外遮阳措施, 避免太阳光线直接射入室内。这是降低日射得热冷负荷的最有效方法。它是利用建筑物自身的某些设施(如墙垛、窗侧壁、屋檐、阳台、窗顶壁、

遮阳罩等)将一部分窗子遮挡起来,避免太阳直射。采用外遮阳不仅可以减少室内冷负荷,而且可以避免太阳光线直接射到室内工作人员的身上,以提高舒适感。

其次采用内遮阳设施(如在室内挂各种浅颜色的窗帘),可以将部分进入室内的光线反射至室外或被窗帘所吸收,从而也可以达到理想的降低室内冷负荷的目的。

最后采用吸热玻璃、反射玻璃或双层玻璃减少进入室内的日射得热量。

(2) 提高墙体、屋面或窗户的保温性能,降低温差传热形成的冷负荷。

(3) 采用各种隔热措施,减少设备散热形成的冷负荷。

(4) 合理选择室内设计计算参数。空调室内设计计算参数是根据工艺要求和人体的舒适感而确定的。在可能的条件下,提高夏季室内计算温度,降低冬季室内计算温度,不仅可以节约系统的初投资,而且可以节约系统所消耗的能量。

三、空调负荷的估算

对舒适性空调建筑,在方案设计阶段,往往需要粗略估算系统的冷负荷、热负荷、耗电量、耗水量、机房的占地面积等。在有条件时应根据资料计算;无条件时可按下列指标粗略估算:

1. 夏季冷负荷的估算

办公楼	84~115	W/m^2
超高层办公楼	105~115	W/m^2
旅馆	95~115	W/m^2
餐厅	290~350	W/m^2
百货商场	210~240	W/m^2
医院	105~130	W/m^2
剧院	230~350	W/m^2

2. 冬季热负荷的估算

办公楼	60~80	W/m^2
旅馆	60~70	W/m^2
餐厅	115~140	W/m^2
医院	65~80	W/m^2
剧院	95~115	W/m^2

第二章 空气调节系统的组成

第一节 空气调节系统的分类

空气调节系统一般均由空气处理设备和空气输送管道以及空气分配装置组成, 根据需要, 它能组成许多种不同形式的系统。在工程上应考虑建筑物的用途和性质、热湿负荷特点、温湿度调节和控制的要求、空调机房的面积和位置、初投资和运行维修费用等许多方面的因素, 选择合理的空调系统。因此, 首先要研究一下空调系统的分类。

一、按空气处理设备的设置情况来分

(一) 集中式空调系统

集中式空调系统的所有空气处理机组及风机都设在集中的空调机房内。集中式空调系统的优点是作用面积大, 便于集中管理与控制。其缺点是占用建筑面积与空间, 且当各被调房间负荷变化较大时, 不易精确调节。集中式空调系统适用于建筑空间较大, 各房间负荷变化规律类似的大型工艺性和舒适性空调。

(二) 半集中式空调系统

半集中式空调系统除设有集中空调机房外, 还设有分散在各房间内的二次设备(又称末端装置), 其中多半设有冷热交换装置(也称二次盘管), 其功能主要是处理那些未经集中空调设备处理的室内空气, 例如风机盘管空调系统和诱导器空调系统就属于半集中系统。半集中式空调系统的主要优点是易于分散控制和管理, 设备占用建筑面积或空间少、安装方便。其缺点是无法常年维持室内温湿度恒定, 维修量较大。这种系统多半用于大型旅馆和办公楼等多房间建筑物的舒适性空调。

(三) 分散式系统

分散式系统是将冷热源和空气处理设备、风机以及自控设备等组装在一起的机组, 分别对各被调房间进行调节。这种机组一般设在被调房间或其邻室内, 因此不需要集中空调机房。分散式系统使用灵活, 布置方便, 但维修工作量较大, 室内卫生条件有时较差。常用的局部空调机组有:

(1) 恒温恒湿机组。它能自动地调节空气的温湿度, 维持室内温湿度恒定。

(2) 普通空调器。有窗式、分体式和柜式空调器等几种形式。它与恒温恒湿机组的差别在于无自动控制和电加热、加湿设备, 只是用于房间降温除湿。

(3) 热泵式空调器。有窗式和柜式等几种形式。该机组夏季可用来降温, 冬季用来加热。

二、按负担室内负荷所用的介质种类来分

(一) 全空气空调系统

空调房间的热湿负荷全部由经过处理的空气来承担的空调系统称为全空气空调系统。