

建筑安装企业专业管理人员岗位培训教材

通风空调工程施工技术

建设部人事教育劳动司
中国安装协会 组织编写

马克忠 杨世洪 编
林开华 姚守先 审

四川科学技术出版社

1995.成都

建筑安装企业专业管理人员岗位培训教材

通风空调工程施工技术

建设部人事教育劳动司
中国安装协会 组织编写

马克忠 杨世洪 编
林开华 姚守先 审

四川科学技术出版社

1995.成都

(川)新登字004号

建筑安装企业专业管理人员岗位培训教材

书 名/通风空调工程施工技术

编 著 者/建设部人事教育劳动司 中国安装协会 组织编写

特邀编辑·罗四维

责任编辑·刘阳青

封面设计·韩健勇

版面设计·杨璐璐

责任校对·戴 玲 刘生碧

出版发行 四川科学技术出版社

成都盐道街3号 邮编610012

经 销 新华书店重庆发行所

印 刷 内江新华印刷厂

版 次 1995年3月成都第一版

1995年3月第一次印刷

规 格 787×1092毫米 1/16

印张13 310千字

印 数 1—5000册

定 价 12.00 元

ISBN7-5364-2890-1/TU·84

目 录

绪	1
---------	---

第一章 通风空调系统

第一节 通风系统	3
第二节 空气调节系统	7
第三节 洁净空调系统	18
第四节 空调用制冷系统	22
第五节 空调自动调节系统	27
本章学习辅导	30
习题与思考题	31

第二章 通风空调工程施工技术

第一节 工厂化施工	32
第二节 通风空调工程常用材料及要求	39
第三节 金属风管的制作	43
第四节 通风空调配件的制作	54
第五节 通风空调部件的制作	64
第六节 空气处理设备的制作	67
第七节 通风管道及部件安装	71
第八节 硬聚氯乙烯塑料和玻璃钢风管的制作与安装	79
第九节 设备安装	89
第十节 空气洁净系统制作与安装	97
第十一节 制冷系统安装	105
第十二节 防腐和绝热	115
本章学习辅导	122
习题与思考题	123

第三章 通风空调系统的测定与调整

第一节 概述	125
--------------	-----

第二节 通风空调系统测试的常用仪表	127
第三节 通风空调系统风量的测定调整	140
第四节 风机性能的测定	149
第五节 空调系统空气处理过程的测定	150
第六节 室内空气参数的测定	157
第七节 洁净空调系统的测定	161
第八节 测定调整中问题的分析和改进方法	164
第九节 试验调整报告的编制	167
本章学习辅导	168
习题与思考题	169

第四章 通风空调工程施工组织与管理

第一节 施工准备工作	171
第二节 施工组织设计	172
第三节 做好施工技术管理中的基本工作	180
第四节 通风空调工程质量检验评定	184
第五节 工程交工验收	195
本章学习辅导	196
习题与思考题	197

附录 附录一 洁净室主要施工程序表	197
-------------------------	-----

附录二 法定计量单位与习用非法定计量单位换算表	198
-------------------------------	-----

参考文献	199
------------	-----

绪

一、本课程的任务与目的

《通风与空调工程施工技术》是通风空调施工员（作业队长）岗位培训的主要专业课之一。本课程主要研究如何根据工业与民用通风空调工程的设计要求，按照国家颁发的标准、规程、规范，结合施工现场实际，采用先进合理的工艺进行制作、安装、调试，以实现设计要求的技术和为实现工程的高速、优质、高效益施工所需的组织管理技术。

通过本课程的理论教学，结合生产实际，培养通风空调施工员具有岗位必备的知识 and 达到能组织管理通风空调工程施工的能力。

二、通风与空调工程施工技术的发展

通风空调工程施工技术一般分为制作、安装、调试三部分。

（一）制作技术

风管、配件、部件的制作，50年代用手工敲打成型。60年代开始能自制一些加工机械。70年代开始实现了风管的下料、成型流水线，使风管的制作实现了工厂化、机械化生产。80年代陕西省安装公司研制成功我国第一套通风管道咬口机械，建立了金属风管咬口或焊口生产工艺线。很多安装单位建立了专业化生产车间或生产厂，以系列化产品供应市场；北京开始使用电脑绘制通风空调系统制作大样图；上海引进了国外先进的铝翅片自动成型机、盘管涨管机、电脑程控下料机等，使风管、配件、部件等制作的放样及下料、换热器盘管的串片涨接工艺实现了操作自动化。

（二）安装技术

风管连接由手工铆接法兰发展为机械铆接法兰；由法兰连接发展为无法兰连接、软管连接、粘接。风管和部件的密封由无粘性垫料发展为有粘性垫料以及采用阻尼密封胶条或液态密封胶以密封。风管就位工艺由大部分高空作业发展为在地上组装成平面或立面组合件，然后将其吊装就位组装成系统；有的单位自制了各种专用设备，如4.5~7米高的液压升降工作台、8米高的简易移动式操作台、吊式操作框或脚手架等，用于风管组装就位。固定风管用的支架由型钢支吊架发展为新型支吊架（如锯齿形镀锌吊带、多孔式镀锌吊带、吊挂锁扣、轻形槽形钢板支吊架等）。风管保温工艺由捆扎式结构发展为化学粘接保温、喷涂保温等。

（三）调试技术

60年代，只能进行单机试运转及风量调整。80年代已掌握了高精度的恒温恒湿空调、洁净空调的联运试调。

可见，通风空调工程施工技术，从分散的手工劳动发展到机械化、半自动化、工厂化制作；从排风扇单机试运转发展到大型系统的多机联运调试；从无精度要求发展到超高精度洁

净系统的安装。从总体看,我国的通风空调工程施工技术水平,已跨入了世界先进行列。

三、通风空调施工员(作业队长)在企业中的作用与职责

通风空调施工员是施工生产班组的直接组织者和指挥者,不但要负责施工全过程中的各项技术工作,同时还负责施工全过程中的组织管理工作。因此施工员(作业队长)的工作关系到企业的管理水平和经济效益。

通风空调施工员的职责范围包括所属工地班组的行政事务管理、现场的施工管理、技术管理、质量管理、安全管理和经营管理等。一个好的通风空调施工员应加强现场施工管理,合理安排和组织施工,建立正常生产秩序和严格劳动纪律,随时解决施工过程中出现的问题,有节奏地、协调地进行一切施工生产活动,高速、优质、低耗、高效益地完成工程的施工任务。

四、学习要求

本课是一门实践性很强的课程。因此在学习过程中要坚持理论联系实际,努力提高分析问题和解决问题的能力。学习时最好备有《通风空调工程施工及验收规范》(GBJ243—82)、《洁净室施工及验收规范》(JGJ71—90)、《建筑安装工程质量检验评定统一标准》(GBJ300—88)、《通风与空调工程质量检验评定标准》(GBJ304—88)、《采暖通风空气调节设计规范》(GBJ19—87)、《洁净厂房设计规范》(GBJ73—84)、《采暖通风国家标准图集》,以及地方颁发的标准、规程以及上级颁发的各种施工管理文件。以教材为主,结合这些资料进行学习。

第一章 通风空调系统

本章主要介绍通风系统、空调系统、空气洁净系统、空调用制冷系统和空调自动调节系统。

作为一个通风空调工长，要得心应手地组织管理通风空调工程的施工和测试调整，则应了解通风空调系统的基本原理、空气处理方式、空气洁净方式、系统型式、系统组成和系统要求，还应了解空调用制冷系统和空调自动调节系统的基本原理和系统组成。

第一节 通风系统

工业生产中产生的有害气体、蒸汽、灰尘、余热及余湿等有害物会污染空气，恶化工作条件，危害人体健康，影响产品质量，降低劳动生产率。其次，人体在日常生活中不断散热、散湿和呼出二氧化碳，使室内空气环境变坏。还有其它因素也影响室内空气环境。因此，控制有害物对室内外空气环境的影响和破坏，无论对保障人体健康，还是保证产品质量、提高经济效益都十分重要。实践证明，通风是改善室内空气环境的有效措施之一。

所谓通风就是为改善生产和生活环境以造成卫生、安全等适宜条件，采用自然和机械的方法，对某一空间进行换气。换言之，是将充满有害物质的污浊空气，处理到排放标准，从室内排至室外，再将符合卫生要求的新鲜空气送入室内。通风的任务是控制生产过程中产生的粉尘、有害气体、余热、余湿，创造良好的生产和生活环境，保护大气环境。

通风的分类，按空气流动的动力，可分为自然通风和机械通风两种。自然通风是依靠室外风力造成的风压和室内外空气温度差所造成的热压使空气流动进行换气的；机械通风是依靠风机造成的压力使空气流动进行换气的。

按通风的作用范围，可分为局部通风和全面通风两种。局部通风是在有害物产生地点直接将它们捕集起来，经过净化处理，排至室外，或将新鲜空气仅送向局部地点。全面通风是对整个房间或车间进行通风换气，用新鲜空气将整个车间的有害物浓度稀释到容许浓度以下。

一、全面机械通风系统

全面机械通风系统是为实现整个房间（或车间）的通风换气，以稀释室内有害物浓度而设置的由通风机和通风管道等组成的系统。它包括全面机械送风系统和全面机械排风系统。

图1—1是一种全面机械送排风系统，它由送风系统与排风系统组成。送风系统由室外新鲜空气经百叶窗进入空气处理设备，再由通风机经风管送至室内。排风系统从百叶回风口经风管、除尘器，由排风机排入大气。

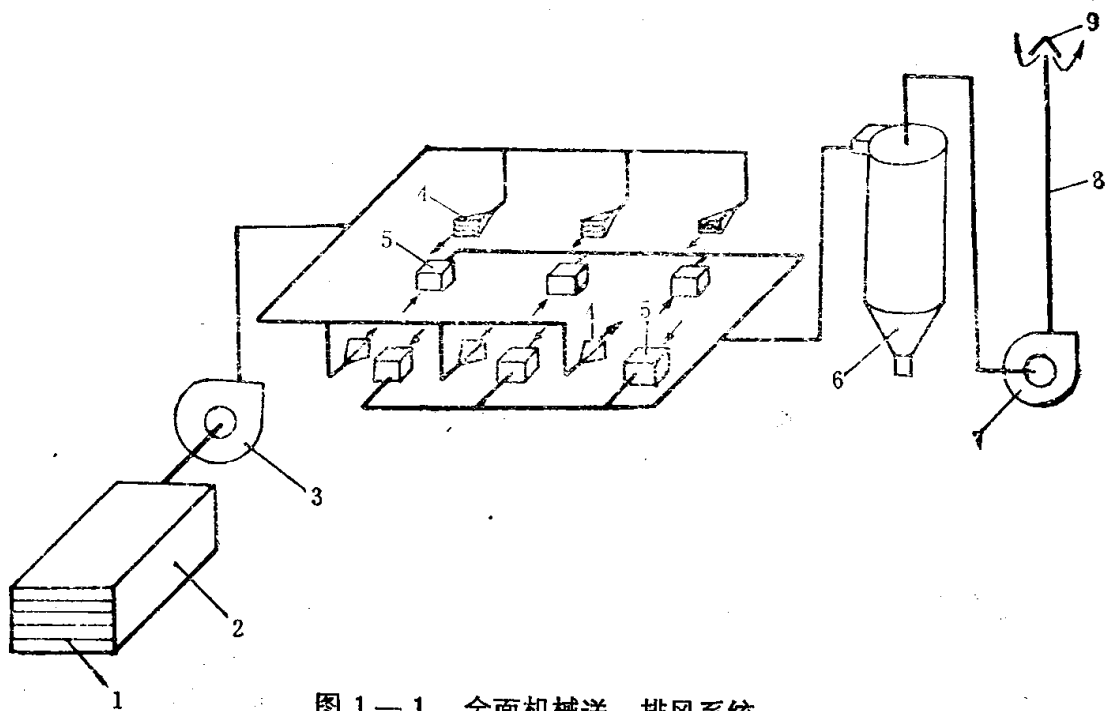


图 1—1 全面机械送、排风系统

- 1——百叶窗；2——空气处理设备；3——送风机；4——送风口；5——百叶回风口；
6——除尘器；7——排风机；8——风管；9——风帽

二、局部机械通风系统

（一）局部机械送风系统

车间面积很大，工作人员较少的生产车间，用全面通风方式改善整个车间的空气环境，既困难又不经济，也无必要对整个车间进行换气，只需在工作人员局部操作地点创造良好的空气环境。因此局部机械送风系统是指将室外清洁空气或经过处理的空气送入室内工作地点造成良好的局部气候的机械送风系统。局部送风系统分为系统式和分散式两种。

如空气淋浴（图 1—2）就是一种局部送风系统。系统中被送出的空气预先经过冷却、净化等处理，然后经过一个特制的“喷头”将空气以一定的速度吹到操作人员身体上部，在高温工作区造成一个范围不大的凉爽区域，使工人劳动条件有所改善。在操作地点辐射强度超过卫生标准，生产工艺不允许有雾滴，或因室内产生有较大量的有害气体或粉尘，不允许使用空气再循环时，则应考虑采用空气淋浴。

（二）局部排风系统

在工业生产中，将产生粉尘和有害气体。这些粉尘或有害气体将在车间内扩散，破坏车间内的空气环境，危害工人健康，影响产品质量。局部排风系统就是在有害物产生的地点直接将有害物收集起来，并加以处理，再排至室外的一种通风系统。如图 1—3 所示，它由排风罩、风管、有害物净化设备（或除尘设备）和风机等组成。

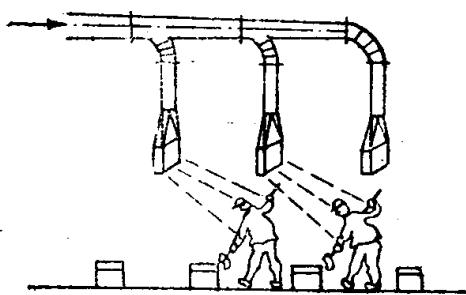


图 1—2 系统式局部送风系统示意图

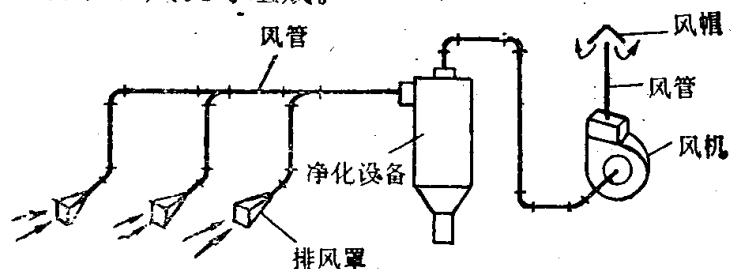


图 1—3 局部排风系统示意图

- 1——排风罩；2——风管；3——净化设备；
4——风机；5——风管；6——风帽

三、除尘系统与气力输送系统

(一) 除尘系统

除尘系统是指由局部排风罩、风管、通风机和除尘器等组成的用以捕集、输送和净化含尘空气的机械排风系统。如某耐火材料厂轮辘机的通风除尘系统（图 1—4），它主要由吸尘装置、管道、除尘器和通风机四部分组成。

除尘系统的管道有以下特点：

- 1. 除尘系统风道管壁较厚，直管段钢板厚度一般为1.5~2 mm，弯头和三通等处的管壁更厚，目的是增强耐磨。
- 2. 风管多采用圆形的，以避免粉尘沉积。
- 3. 风管多装成与地面垂直或倾斜的夹角，倾斜的夹角最好大于50°，以使风管底部的积尘能自然滑下；同时在风管的下部连接处应设置清灰斗。
- 4. 风管必须为斜三通（或裤叉三通），三通夹角宜为15~30°，避免丁字形三通。
- 5. 除尘系统的排风点不宜太多，一般不超过5~6个，且愈简愈好。
- 6. 除尘系统风管中，为防止粉尘沉降，应保持输送粉尘所必需的最低风速（常选取其经济流速）。

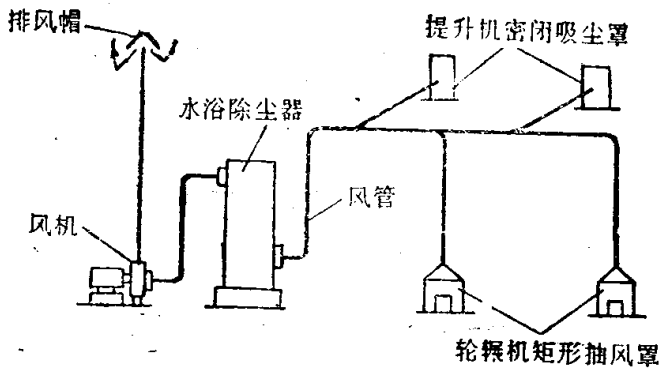


图 1—4 某耐火材料厂轮辘机通风除尘系统图
1——风机；2——水浴除尘器；3——风管；4——轮辘机矩形抽风罩；5——提升机密闭吸尘罩；6——排风帽

(二) 气力输送系统

气力输送系统是指利用具有一定速度的气流在管内输送物料的管路系统。它既具有生产工艺的作用，又具有防尘的作用，因而在铸造、轻工、化工、纺织、粮食加工等工业部门中广泛用气力来输送金属粉末、煤砂、化肥、水泥、棉花及烟叶等粉粒状、纤维状和叶片状物料。

气力输送系统与通风除尘系统相似。一般气力输送系统，按其结构形式和工作特点，可分为吸送式、压送式、混合式和循环式四类。

1. 吸送式气力输送系统

按工作压力的不同，吸送式系统可分为低压（即真空，真空度小于10KPa）吸送式系统和高真空（真空度为40~60 KPa）吸送式系统两种。

低压吸送式系统一般由受料器（喉管或吸嘴）、输料管、风管、分料器（附有卸料器又称锁气器）、除尘器和风机等组成，如图 1—5 所示。有时还装有消声器，以消除高压风机产生的噪声。由图可见，启动风机后，系统内形成负压，物料和空气一起从喉管吸入，沿输料风管送至分离器，分离出来的物料落入料仓，含尘空气经除尘器净化后由风机排入大气。

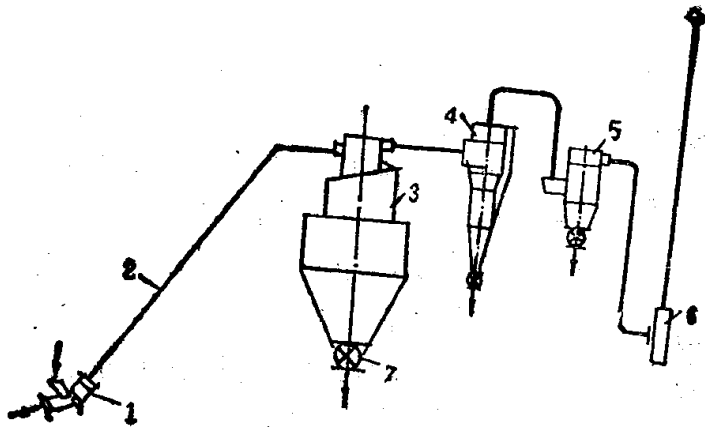


图 1—5 低压吸送式气力输送系统图

1——受料器（L型喉管）；2——输料管；3——分离器；4、5——除尘器；6——风机；7——卸料器

低压吸送式系统的优点：设备简单，使用和维修方便；吸料处无尘飞扬，系统不严密处不会冒灰；物料清洁，不会被风机或真空泵的润滑油所污染；进料处可为多个，且可于系统的低处。因此使用广泛。缺点：输送距离短，输料量小。

高真空吸送式系统如图 1—6 所示。它是以真空泵作为吸送物料的动力设备。该系统的优点：工作可靠，不易堵塞，物料对管壁磨损小，输送用的空气量少，净化设备小。缺点：要求系统有较高的机械强度和良好的气密性。

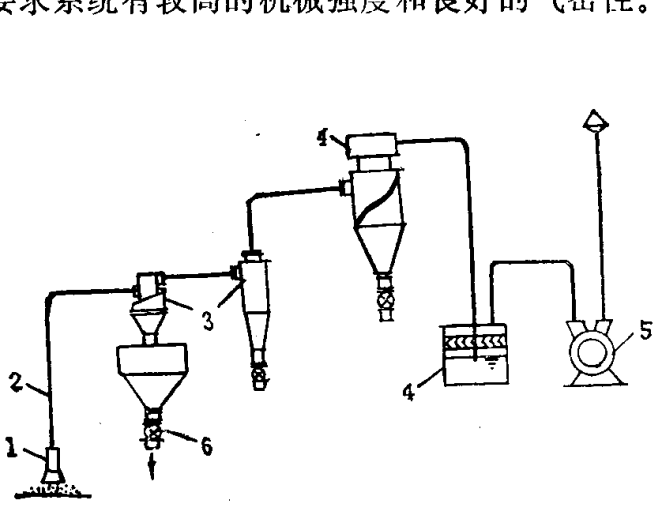


图 1—6 高真空吸送式系统图

1——受料器；2——输料管；3——两级分离器；
4——两级除尘器；5——真空泵；6——卸料器

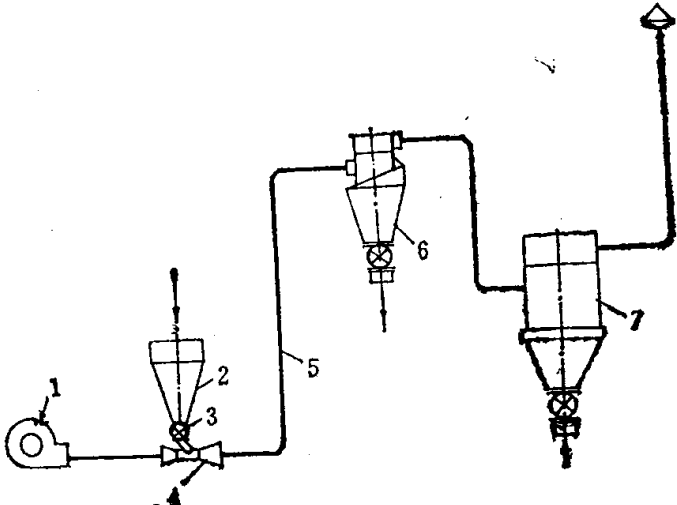


图 1—7 低压压送式系统图

1——风机；2——料斗；3——卸料器；4——受料器（文丘里型喉管）；5——输料管；6——分离器；7——除尘器

2. 压送式气力输送系统

按工作压力的不同，压送式系统也可分为低压和高压压送式系统两种。

低压压送式系统如图 1—7 所示。风机装在系统的前端，在风机为动力的作用下，物料从受料器进入被压送至分离器后，经分离器下部卸料器卸出，含尘空气则经除尘器净化后排入大气。

高压压送式系统是以压缩空气（ $P=0.1\sim0.5\text{MPa}$ ）为动力，压缩空气经油水分离器，贮气罐进入受料器以压送物料。

压送式系统有以下特点：

- 1) 适于将集中的物料向几处分配，可以向高于大气压力的容器输送物料；
- 2) 卸料结构简单，不需要气密装置；
- 3) 高压输送时，输料量大，且易调节；
- 4) 高压压送时，管内输送速度低，风管磨损轻；由于压缩空气的压力高，输送用气量小，输料管管径小；
- 5) 受料器结构复杂，物料中可能混入从风机或压缩机出来的油污和水滴。

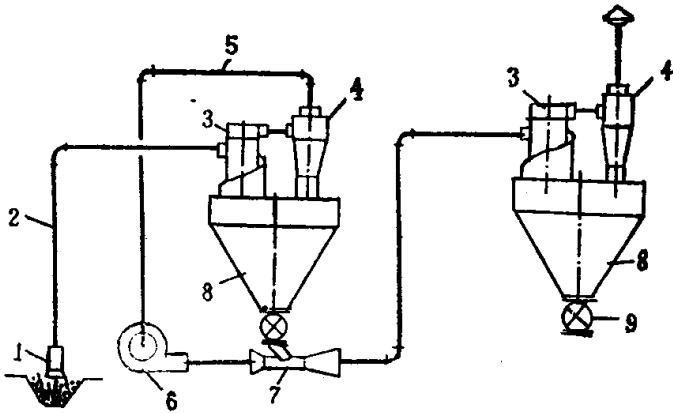


图 1—8 混合式气力输送系统图

1——受料器；2——输料管；3——分离器；4——除尘器；5——风管；6——风机；7——受料器；
8——料斗；9——卸料器

3. 混合式气力输送系统

如图 1—8 所示，它具有吸送式和压送式的特点，适用于既要集中又要配料的情况。这种系统的结构和调节较为复杂，由于含尘气流流经风机，对风机磨损较大。

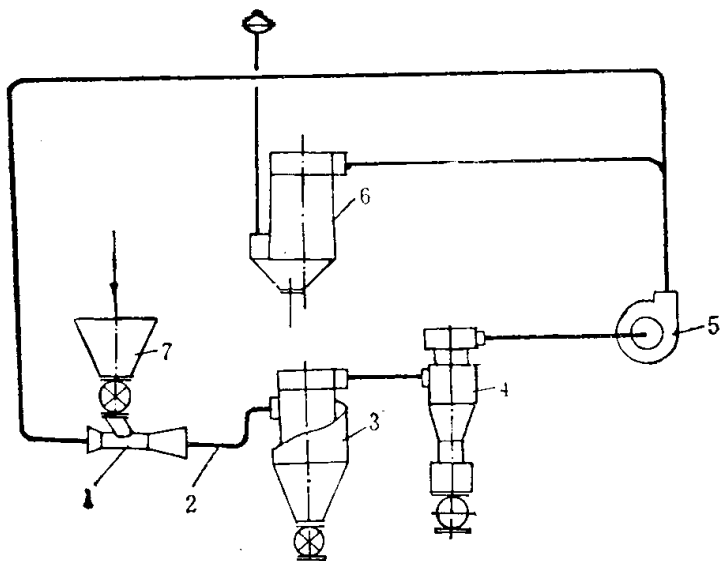


图 1—9 循环式气力输送系统图

1——受料器；2——输料管；3——分离器；4——除尘器；5——风机；6——袋式除尘器；7——料斗

4. 循环式气力输送系统

如图 1—9 所示，可见大部分空气作闭路循环，少部分空气经简易袋式除尘器净化后排入大气。它适用于输送细小、贵重或危害性大的物料。它有以下特点：

- 1) 排入大气中的含尘量小，能减少物料损失和大气污染；
- 2) 系统压损较小，节约动力消耗；
- 3) 生产效率低；在正压下工作的管道，若不严密，则易冒灰；回气管中带有部分物料，会引起回气管和风机的磨损。

第二节 空气调节系统

科学技术的发展，推动了社会生产的发展和人类生活水平的提高，人和生产对空气温度、湿度、风速以及洁净度等也都提出了相应的要求。空气调节就是指用人工的方法使房间或封闭空间的空气温度、湿度、洁净度和气流速度等状态参数达到给定要求的技术，简称空调。空气调节系统是指以空气调节为目的，对空气进行处理、输送、分配，并控制其参数的所有设备、管道及附件、仪器仪表的总称。

本节除讨论空气调节系统的基本形式外，还简略讨论空气状态变化过程及空气处理方案，以便在组织空调调试时，善于根据实际情况，分析问题，提出合理解决问题的措施。

一、湿空气焓湿图的应用

在正常情况下，空气由于空气和水蒸汽组成。含有水蒸汽的空气称为湿空气。湿空气中所含水蒸汽的质量与干空气质量之比，称为湿空气的含湿量。湿空气的含湿量是不稳定的，常随季节、气候、湿源等各种因素的变化而改变。

湿空气的状态常用压力(p)、温度(t)、含湿量(d)、相对湿度(φ)和焓(i 或 h)等参数表示，这些参数称为湿空气的状态参数。

(一) 焓湿图的构成

如图 1—10 所示，它是以焓作纵坐标，含湿量作横坐标，纵横坐标间的夹角为 135° ，由等焓线、等湿线、等温线、等相对湿度线、水蒸汽分压力线、热湿比线等组成。使

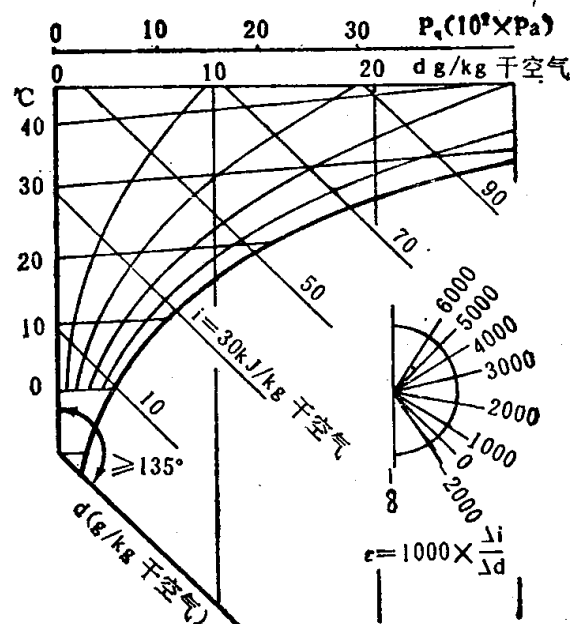


图 1—10 湿空气的焓湿图

用时注意，要选择与当地大气压相适应的焓湿图。

(二) 焓湿图的应用

1. 露点温度、湿球温度在焓湿图上的表示

空气的露点温度就是在含湿量不变的情况下，将空气冷却至其相对湿度 $\varphi=100\%$ 时所对应的温度。如图 1—11 所示，已知空气的状态为 A，从 A 点作等含湿量线垂直向下与 $\varphi=100\%$ 线相交于 C 点，则 C 点的温度即为状态 A 的露点温度。

湿球温度就是用普通温度计在感温包上裹上润湿的脱脂纱布，在空气中测量出来的温度。空气对湿纱布的温差传热等于纱布水蒸发所吸收的汽化潜热，水气化后又以潜热形式带回空气中，因而空气含湿量增加，空气的焓基本不变。如图 1—11 所示，从 A 点作等焓线与 $\varphi=100\%$ 相交于 B 点，则 B 点的温度即为状态 A 的湿球温度。

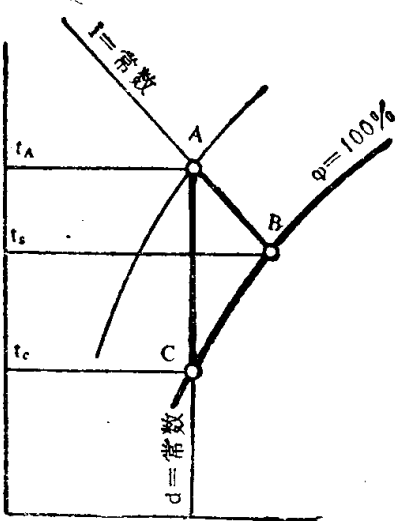


图 1—11 露点温度、湿球温度在焓湿图上的表示

2. 不同状态空气的混合

在空调系统中，经常遇到不同状态空气相混合的情况，这就需要确定混合空气的状态参数。

现有 $G_A(\text{kg/h})$ 状态为 i_A 、 d_A 的空气和 $G_B(\text{kg/h})$ 状态为 i_B 、 d_B 的空气相混合，混合后的空气量为 $G_A+G_B(\text{kg/h})$ ，现分析混合空气的状态 i_c 、 d_c 。

在混合过程中如与外界无热湿交换，根据热平衡和湿平衡原理，可列下列方程式：

$$G_A \cdot i_A + G_B \cdot i_B = (G_A + G_B) \cdot i_c \tag{1-1}$$

$$G_A \cdot d_A + G_B \cdot d_B = (G_A + G_B) \cdot d_c \tag{1-2}$$

由上两式得：

$$\frac{G_A}{G_B} = \frac{i_B - i_c}{i_c - i_A} \quad \text{和} \quad \frac{G_A}{G_B} = \frac{d_B - d_c}{d_c - d_A}$$

综合两式得：

$$\frac{G_A}{G_B} = \frac{i_B - i_c}{i_c - i_A} = \frac{d_B - d_c}{d_c - d_A} \tag{1-3}$$

$$\frac{i_B - i_c}{d_B - d_c} = \frac{i_c - i_A}{d_c - d_A} \tag{1-4}$$

显然，在*i*-*d*图中， $\frac{i_B - i_c}{d_B - d_c}$ 是直线 $\overline{BC}$ 的斜率，而 $\frac{i_c - i_A}{d_c - d_A}$ 是 $\overline{CA}$ 的斜率。两斜率相等，且 C 为公共点，则 A、B、C 必然在同一直线上，如图 1—12 所示。

根据三角形相似原理及式 (1—4)，从图 1—12 可知：

$$\frac{\overline{BC}}{\overline{CA}} = \frac{d_B - d_c}{d_c - d_A} = \frac{i_B - i_c}{i_c - i_A} = \frac{G_A}{G_B} \tag{1-5}$$

由此可见，混合点 C 将线段 $\overline{AB}$ 分成两段，两段长度之比和参与混合的两种空气质量成反比。

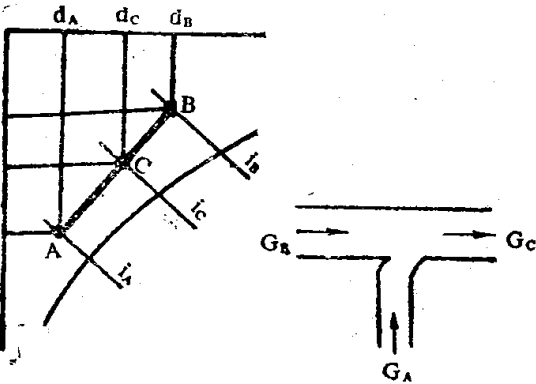


图 1—12 两种状态的空气混合过程

混合点靠近质量大的空气状态一端。欲求混合空气状态点，只要知道参与混合的两种空气状态及质量（或质量比），就可按质量反比截割其连线，截割点即为混合空气状态点，则相应的状态参数即可查*i—d*图得知。

3. 表示空气的变化过程

*i—d*图不仅能确定空气的状态参数，而更重要的是还能显示空气状态的变化过程，其变化过程的方向和特征可用热湿比值表示。图 1—13 绘制了空气状态变化的几种典型过程。

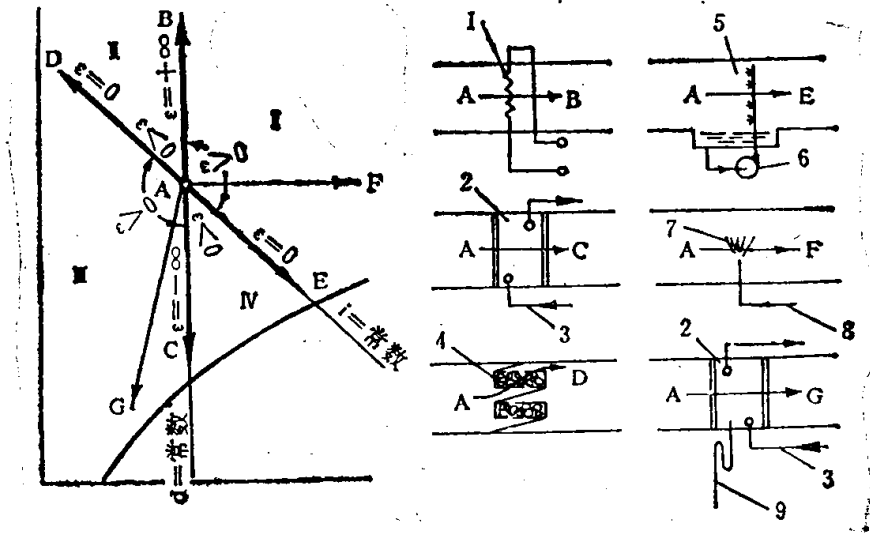


图 1—13 几种典型的空气状态变化过程

1 ——电加热器；2 ——表面式冷却器；3 ——冷媒管；4 ——固体吸湿剂；5 ——喷淋室；6 ——循环水泵；7 ——喷蒸汽；8 ——蒸汽管；9 ——冷凝水管

1) 干式加热过程

当空气通过空气加热器被加热时，其温度提高，焓增加但含湿量不变，是一个等湿增焓升温过程，过程线为 A—B。

2) 干式冷却过程

当含湿量不变，用表面式冷却器处理空气时，空气的焓减少，温度降低，这是一个等湿减焓降温过程，过程线为 A—C。

3) 等焓减湿过程

当用固体硅胶吸湿剂处理空气时，水蒸汽被吸附，空气含湿量减少，可认为是一个等焓减湿升温过程，过程线为 A—D。

4) 等焓加湿过程

当用循环水喷淋空气时，空气温度降低，相对湿度增加，但焓不变。由于与外界没有热量交换，故也称绝热加湿降温过程，过程线为 A—E。

表 1—1 空气状态变化的四个象限及特征表

象 限	热 湿 比	状 态 变 化
I	$\epsilon > 0$	增焓加湿升温（或等温、降温）
II	$\epsilon < 0$	增焓减湿升温
III	$\epsilon > 0$	减焓减湿降温（或等温、升温）
IV	$\epsilon < 0$	减焓加湿降温

以上介绍了空气的四个状态变化过程，从图 1—13 可知，代表四个过程的 $\varepsilon = \pm \infty$ 及 $\varepsilon = 0$ 两条线将 i—d 图分成四个象限，并各具其特点，见表 1—1。

二、空气调节系统

(一) 空调系统的种类

空调系统种类甚多，一般可按下列方法分为四类：

1) 按空气处理设备设置的集中程度，可分为集中空调系统、半集中空调系统及局部空调系统。

2) 按处理房间冷、热负荷所用的介质，可分为全空气式空调系统，空气——水式空调系统，全水式空调系统及制冷剂式空调系统。

全空气式空调系统中，处理房间冷、热负荷所用的介质全部是空气。如单风道系统，双风道系统、全空气诱导机组系统以及变风量系统等。

空气——水式空调系统中，处理房间冷、热负荷所用的介质，有空气有水。如水——空气式的诱导机组系统、风机盘管机组加新风系统等。

全水式空调系统中，处理房间冷、热负荷所用的介质全部是水。如不加新风的风机盘管机组系统及冷辐射板系统等。

制冷剂空调系统中，处理房间冷、热负荷所用的介质是制冷剂。如整体式空调机组、窗式空调器等。

3) 按调节系统供给冷热能力的方式，可分定风量（变温度）空调系统（该系统是当室内负荷改变时，只改变送风温度而不改变送风量来保证室温的空调系统）、变风量（定温度）空调系统（它是当室内负荷改变时，只改变送风量而不改送风温度来保证室温的空调系统）。

4) 按系统运行时风管中的风速大小，可分为高速空调系统（风管内空气流速一般为 20~35m/s）和低速空调系统（风管内风流一般为 8~12m/s）。

(二) 集中式空调系统

集中式空调系统是指集中进行空气处理、输送和分配的空调系统。

1. 单风道空调系统

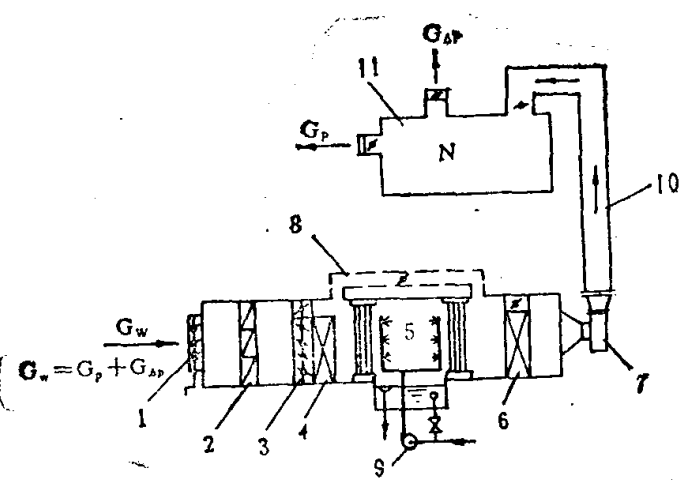


图 1—14 直流式空调系统图

1——新风风门；2——过滤器；3——复式多叶风阀；4——预热器；5——喷水室；6——二次加热器；7——送风机；8——旁通风道；9——水泵；10——风管；11——空调房间； G_w ——新风； G_p ——排风； $G_{\Delta p}$ ——维持正压风量

1) 直流式空调系统

直流式空调系统是指不使用回风的空调系统，又称全新风系统。图 1—14 所示系统全部采用新风，室外空气经过处理达到所需要的温度、湿度、洁净度后，由风机送入空调房间，吸收余热、余湿后全部经排风口排至室外。

直流式空调系统的优点在于送风洁净度高，缺点是冷热耗量大，设备投资和运行费较大。此系统一般只用于不允许使用室内回风的场合。

直流式空调系统的夏季处理方案如图 1—15 所示。图中 W 表示夏季室外空气状态点，N 表示室内要求的空气状态点。O 为夏

季送风状态点。室外新风经喷淋室进行冷却去湿处理，使其状态由W变为机器露点L（机器露点是指经喷淋室处理后，空气接近饱和状态时的终状态点。其位置在通过O点等湿线与φ=90~95%交点处），然后再等温加热至O点，其过程线如图1—15实践部分。这种处理方法可用喷淋室和加热器来实现。

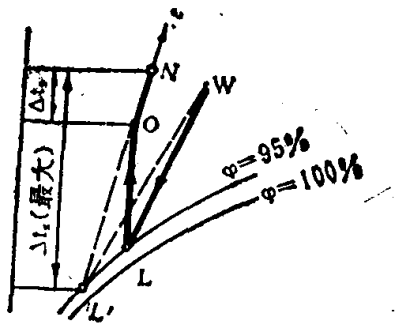


图1—15 直流式空调系统夏季处理过程

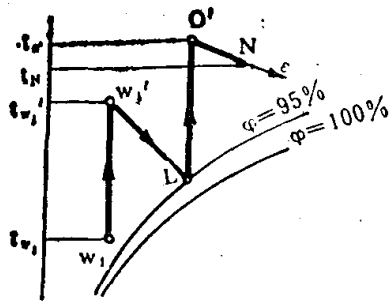


图1—16 直流式空调系统冬季处理过程

冷却去湿过程中所需的冷量为：

$$Q_o = G_L(i_w - i_L) \quad (\text{kW}) \quad (1-6)$$

加热过程中所需的热量为：

$$Q = G(i_o - i_L) \quad (\text{kW}) \quad (1-7)$$

上二式中

i_w, i_o, i_L ——分别为室外空气状态点、送风状态点、露点的焓(kJ/kg)；

G_L, G ——分别为冷媒和热媒的流量(kg/s)

夏季空气处理过程是：

$$W \xrightarrow[\text{喷水室}]{\text{降温减湿}} L \xrightarrow[\text{再加热器}]{\text{等湿加热}} O \rightarrow N$$

直流式空调系统冬季处理方案如图1—16所示。图中 W_1 为冬季室外空气状态点， O' 为送风状态点。室外空气进行第一次等湿加热使 W_1 变为 W_1' ，然后进行等焓加湿（喷淋循环水）将空气由 W_1' 处理L点，最后再对空气进行第二次等湿加热，达到冬季空气送风状态点 O' 。这种方法较夏季多了一次加热。 W_1' 和L点按下列方法确定：通过 O' 点引一条等湿线交于φ=90%~95%线即为L点，然后由L点作等焓线与由 W_1 点作等湿线交于一点即为 W_1' 点。冬季两次加热所需的热量为：

第一次加热量：

$$Q_1 = G(i_L - i_w) \quad (\text{kW}) \quad (1-8)$$

第二次加热量：

$$Q_2 = G(i_{o'} - i_L) \quad (\text{kW}) \quad (1-9)$$

冬季的空气处理过程是：

$$W_1 \xrightarrow[\text{预热器}]{\text{等湿加热}} W_1' \xrightarrow[\text{喷水室喷循环水}]{\text{绝热加湿}} L \xrightarrow[\text{再热器}]{\text{等湿加热}} O' \rightarrow N$$

达到夏、冬季送风状态点可以有很多途径，以上讲的是最常用的处理方案，它的优点是夏、冬季合用一套空气处理设备。

2) 一次回风式空调系统

为了节省系统的冷、热量，克服直流式系统冷、热量消耗较大的缺点，空调系统在工艺许可和保证人体卫生条件的前提下可采用带有回风装置的空气处理方案。一次回风式空调系

统是将室内抽一部分回风与室外新风混合处理后再送入室内。如图 1—17 所示。图中 G_W 为新风量, G_N 为回风量, G_P 为排风量, $G_{\Delta P}$ 为保持房间的正压风量, 其中: $G_W = G_P + G_{\Delta P}$, 送风量 $G = G_W + G_N$ 。

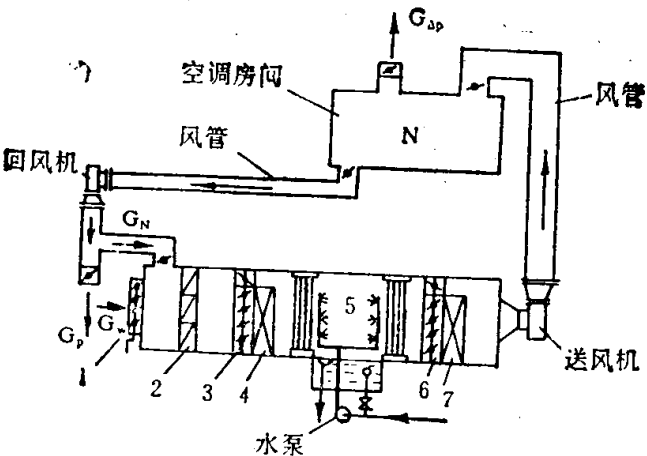


图 1—17 一次回风式空调系统

1——新风风门; 2——过滤器; 3——复式多叶阀; 4——一次加热器; 5——喷水室; 6——复式多叶阀; 7——二次加热器; 8——送风机; 9、11——风管; 10——空调房间; 12——回风机; 13——水泵

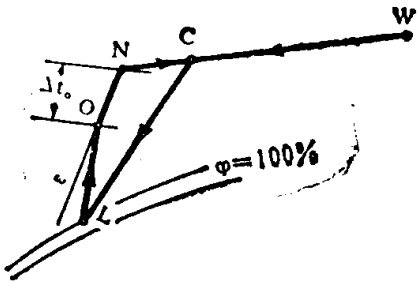


图 1—18 一次回风式空调系统
夏季处理过程

一次回风式空调系统夏季处理过程见图 1—18。N 为室内状态点, 过 N 点作室内热湿比线 (ϵ 线) 根据选定的送风温差 Δt_o , 绘出 t_o 线, 该线与 ϵ 线的交点 O 即为送风状态点。为了获得 O 点, 常用的方法是将室内、外混合状态点 C 的空气经喷水室 (或空气冷却器) 冷却减湿处理至 L 点, 再从 L 点加热到 O 点, 然后送入房间, 吸收房间的余热余湿后变为室内状态 N, 一部分室内空气直接排至室外, 另一部分回到空调室与新风混合。因此整个处理过程为:

$$\begin{array}{c} W \\ N \end{array} \begin{array}{l} \nearrow \text{混合} \\ \searrow \end{array} \rightarrow C \xrightarrow[\text{喷水室}]{\text{冷却减湿}} L \xrightarrow[\text{再热器或送风温升}]{\text{等湿加热}} O \xrightarrow{\epsilon} N$$

新风和回风混合的比例关系 (见图 1—18) 为:

$\frac{\overline{NC}}{\overline{NW}} = \frac{G_W}{G}$, 而 $\frac{G_W}{G}$ 为新风百分比 m , 如取 15%, 则 $\overline{NC} = 0.15 \overline{NW}$ 。这样 C 点的位置就确定了。

一次回风式空调系统在喷水室内处理空气所需的冷量为:

$$Q_o = G(i_c - i_L) \quad (\text{kW}) \tag{1-10}$$

一次回风式空调系统冬季处理过程见图 1—19。冬季送风状态点就是 ϵ' 线与 d_o 线的交点 O' , 此时送风温差当然与夏季不同。若冬夏季的室内余湿量 W 不变, 则 d_o 线与 $\phi = 90\%$ 线的交点 L 将与夏季相同, 如果将 i_L 与 $\overline{NW'}$ 线的交点 C' 作为冬季的混合点, 可知, 从 C' 到 L 点的过程, 采用绝热加湿法即可得到。这样, 空气的处理过程是:

$$\begin{array}{c} N \\ W' \end{array} \begin{array}{l} \nearrow \text{混合} \\ \searrow \end{array} \rightarrow C' \xrightarrow{\text{绝热加湿}} L \xrightarrow{\text{加热}} O' \xrightarrow{\epsilon'} N$$

上述处理方案中除了用绝热加湿方法达到增加含湿量外, 也可采用喷蒸汽的方法, 从 C' 等温加湿到 E 点, 然后加热到 O' 点。这两种方法实际耗热量是相同的。

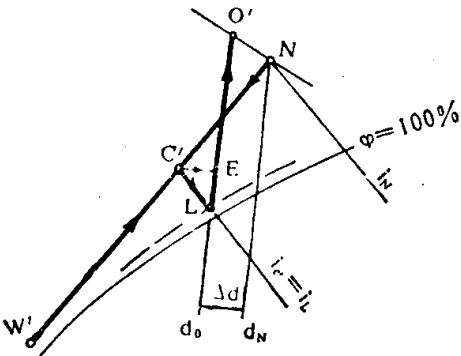


图 1—19 一次回风式空调系统
冬季处理过程

3) 二次回风式空调系统

该系统与一次回风式空调系统的设备、部件相同，如图 1—20 所示。该系统不象一次回风式系统那样将全部风量一次集中使用，而是分两次混合：第一次混合是在喷水室前面；第二次混合是在喷水室后面。这种使部分回风先同新风混合，然后使另一部分回风与露点状态的空气混合的处理过程，叫二次回风式空气处理方案。

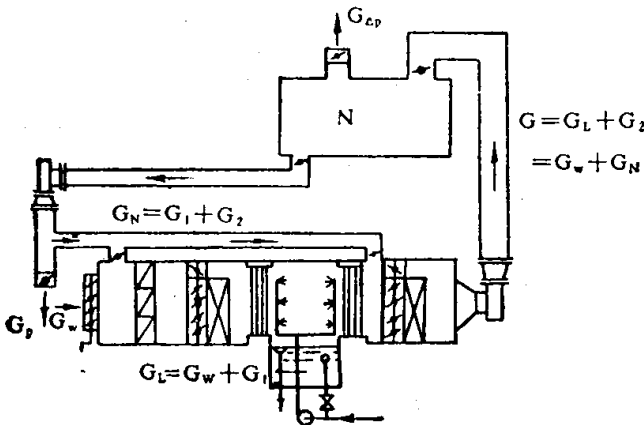


图 1—20 二次回风式空调系统图

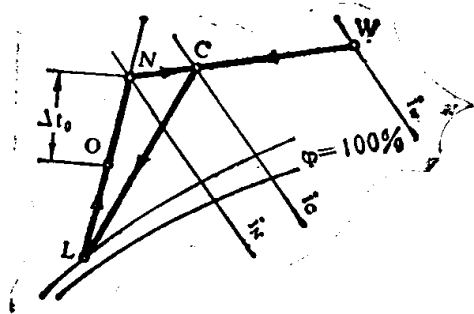


图 1—21 二次回风式空调系统夏季处理过程

二次回风式空调系统夏季空气处理过程 (见图 1—21) 为：

$$\begin{matrix} N \\ W \end{matrix} \xrightarrow{\text{一次混合}} C \xrightarrow[\text{喷淋室}]{\text{降温减湿}} L \xrightarrow{\text{二次混合}} O \xrightarrow{\varepsilon} N$$

二次回风式空调系统冬季处理过程 (见图 1—22) 有两种处理办法：

一种是先混合后加热，空气处理过程为：

$$\begin{matrix} W' \\ N \end{matrix} \xrightarrow{\text{一次混合}} C' \xrightarrow[\text{预热器}]{\text{等湿加热}} C \xrightarrow[\text{喷循环水}]{\text{绝热加湿}} N \xrightarrow{\text{二次混合}} O \xrightarrow[\text{再热器}]{\text{等湿加热}} O' \xrightarrow{\varepsilon'} N$$

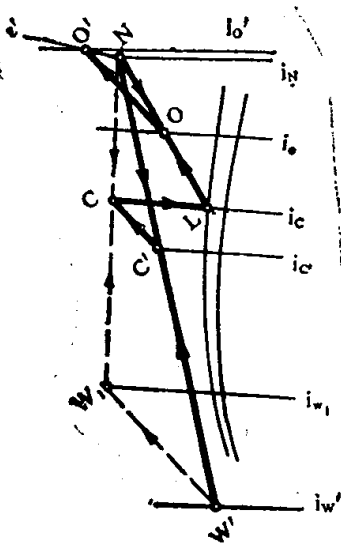


图 1—22 二次回风式空调系统冬季处理过程

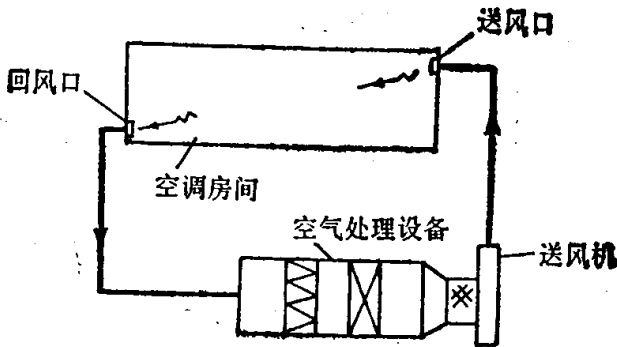


图 1—23 封闭式空调系统示意图

1——空气处理设备；2——送风机；3——送风口；4——空调房间；5——回风口

另一种是先预热后混合，空气处理过程 (图 1—22 中虚线表示) 为：

$$\begin{matrix} W' \\ N \end{matrix} \xrightarrow[\text{预热器}]{\text{等湿加热}} W_1 \xrightarrow{\text{一次混合}} C \xrightarrow[\text{喷循环水}]{\text{绝热加湿}} N \xrightarrow{\text{二次混合}} O \xrightarrow[\text{再热器}]{\text{等湿加热}} O' \xrightarrow{\varepsilon'} N$$

二次回风式系统比一次回风式系统经济，但系统构造和运行管理却较复杂。对于夏季只作降温的空调系统，若对送风温差没有限制，一般均采用一次回风式系统，而不采用二次回风式系统。