

# 第7章 建筑空气调节工程

## 学习目标：

通过本章的学习，掌握空调系统的组成与分类；掌握空调负荷的计算方法与送风量的确定方法；掌握各种空气处理设备的基本原理；了解空调系统的冷热源；掌握制冷系统的基本原理。

冷源

热源

空调系统

空气处理设备

空气调节

## 7.1 空调系统概述

### 7.1.1 空气调节的任务和作用

**空气调节是指通过控制室内空气的温度、湿度、压力、流速、洁净度和噪声等参数来满足人们生活和工作需要的工程技术通风是改善室内空气环境的一种重要手段。**

人们习惯上把满足人体舒适要求的空调称为舒适性空调，它不严格要求温度、湿度的恒定，主要目的是创造舒适的生活和工作环境。

根据工艺、生产的要求而将温度、湿度等参数严格控制一定范围内的空调称为工艺性空调。

# 7.1 空调系统概述

## 7.1.2 空气系统的分类

### 1、按空气处理设备的集中程度划分

空调系统按空气处理设备的集中程度，可分为**集中式空调系统**、**半集中式空调系统**和**分散式空调系统**。

**(1) 集中式空调系统**由冷热源、冷热媒管道、空气处理设备、送风管道和风口组成，属于典型的全空气系统。

根据送风量是否变化，集中式空调系统可分为**定风量系统**与**变风量系统**。

根据送入各被调房间的风道数目，集中式空调系统可分为**单风道系统**与**双风道系统**。

# 7.1 空调系统概述

## 7.1.2 空气系统的分类

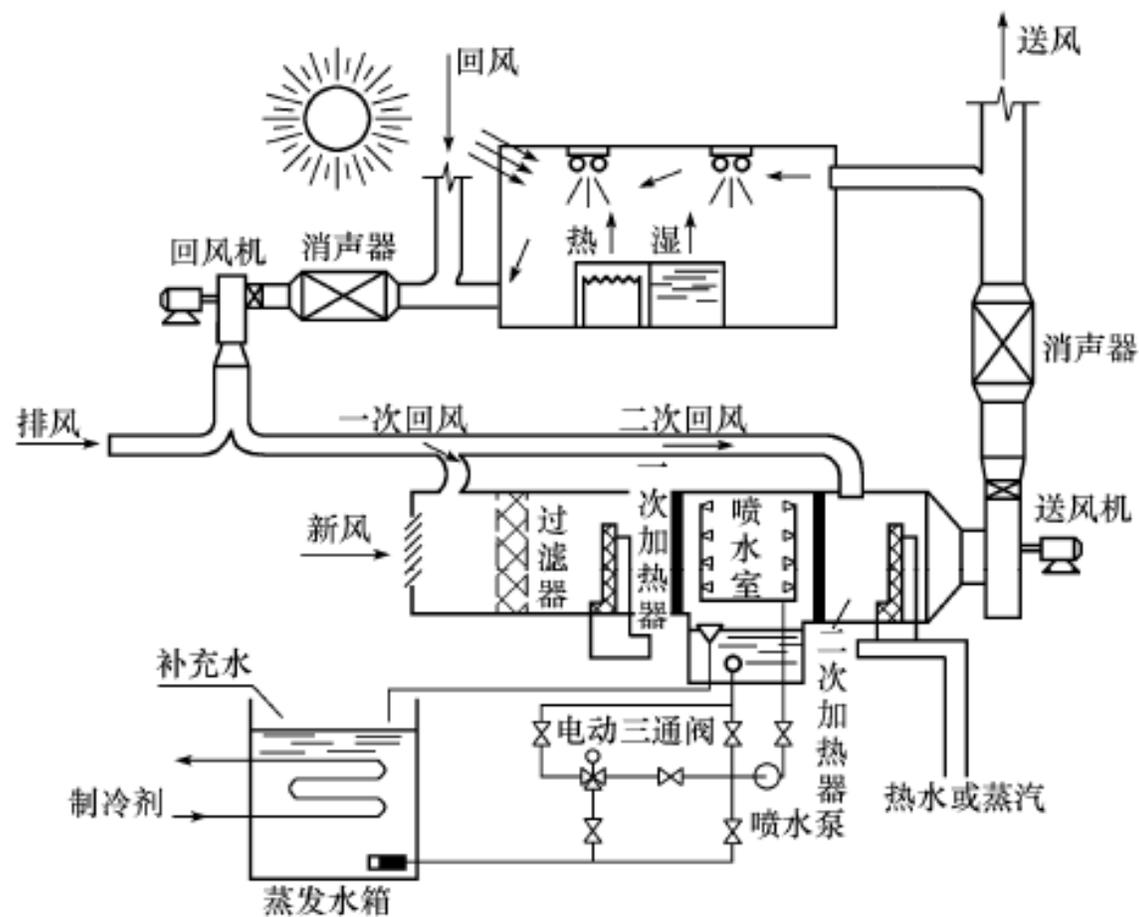


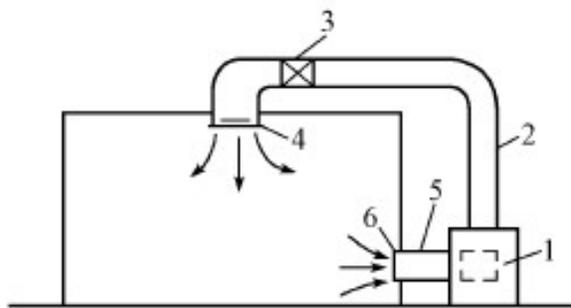
图 7-1 集中工空调系统

## 7.1 空调系统概述

### 7.1.2 空气系统的分类

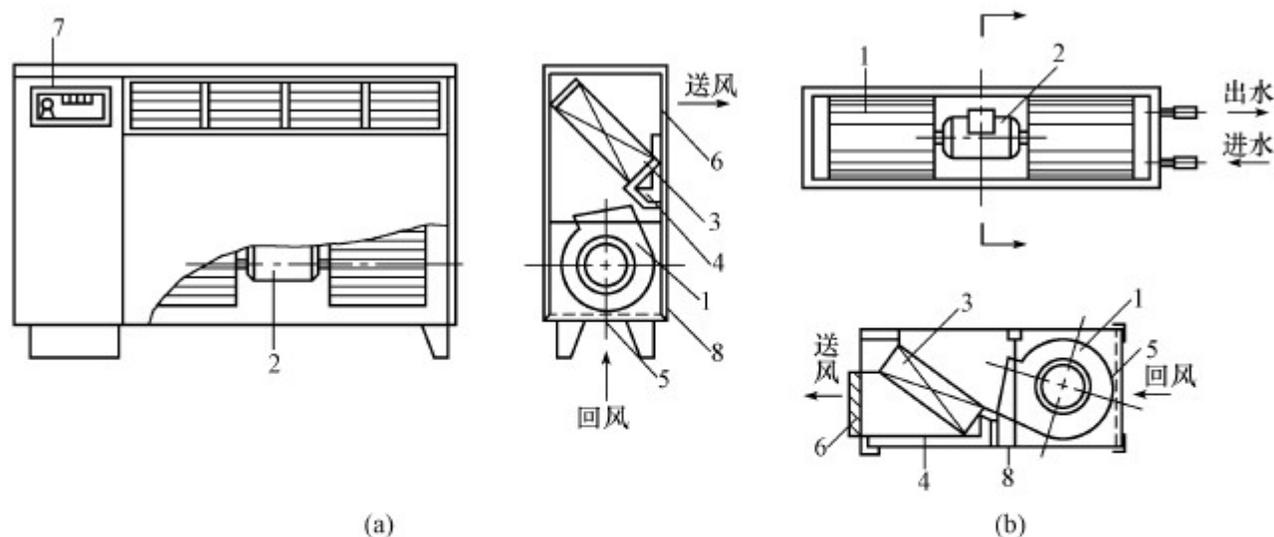
(2)、半集中式空调系统由冷热源、冷热媒管道、空气处理设备、送风管道和风口组成。

(3)、分散式空调系统。



1—空调机组;2—送风管道;3—电加热器  
4—送风口;5—回风管道;6—回风口

图 7-3 分散式空调系统原理示意图



(a)立式明装;(b)卧式暗装

1—双进风多叶离心式风机;2—低噪声电动机;3—盘管;4—凝水盘;  
5—空气过滤器;6—出风格栅;7—控制器(电动阀);8—箱体

图 7-2 风机盘管机组

# 7.1 空调系统概述

## 7.1.2 空气系统的分类

### 2、按空气调节的用途划分

#### (1) 舒适性空调系统

舒适性空调系统，简称舒适空调，是为室内人员创造舒适健康环境的空调系统。

#### (2) 工艺性空调系统

工艺性空调系统又称工业空调，是为生产工艺过程或设备运行创造必要环境条件的空调系统，工作人员的舒适要求有条件时也可兼顾

## 7.1 空调系统概述

### 7.1.3 空气系统的组成

空调系统一般由**被调房间**、**能量输配系统**、**空气处理设备**和**冷热源**四个部分组成。

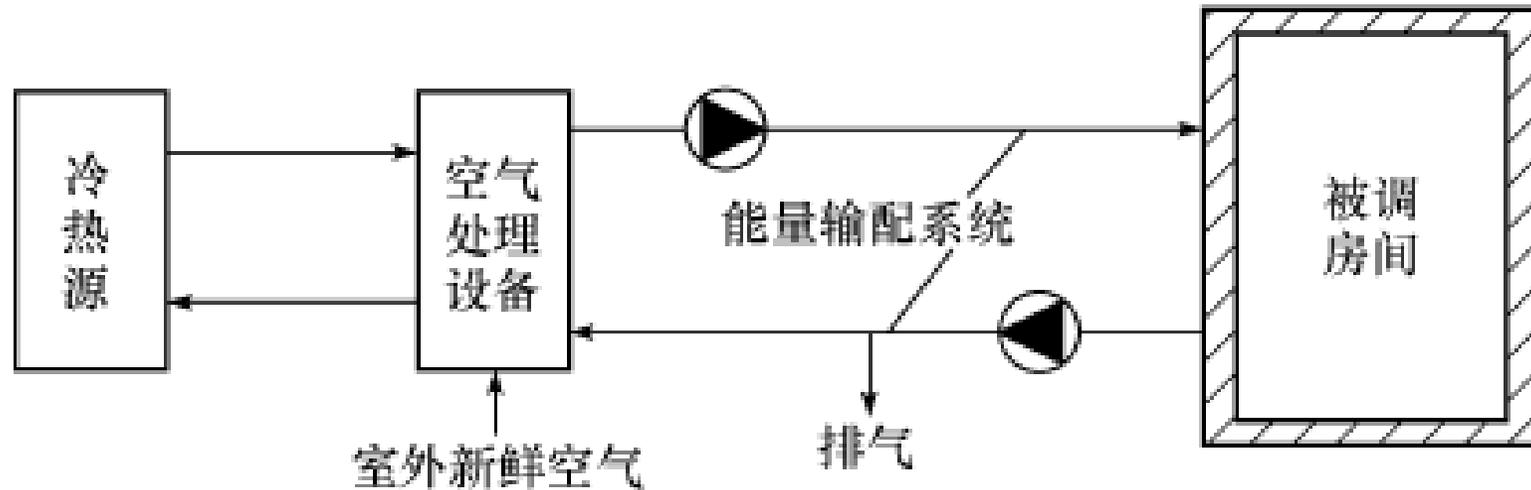


图 7-4 空调系统的组成

## 7.1 空调系统概述

### 7.1.4 空气系统的选择

空调系统选择的因素：

- ( 1 ) 建筑物的类型及使用功能，如民用建筑或工业建筑等。
- ( 2 ) 建筑物的使用特点，如使用时间段与人员活动规律等。
- ( 3 ) 空调负荷特点，如建筑物周边与内部区划分情况、玻璃窗面积与墙壁面积之比、建筑物的内部结构等。
- ( 4 ) 对温、湿度调节性能的要求。
- ( 5 ) 一次投资费用、运行费用、维护管理费用等。
- ( 6 ) 对空调机房面积和位置的要求。
- ( 7 ) 对风道、管道或管井的要求。
- ( 8 ) 与土建、水电等的配合关系等。

## 7.2 空调负荷的计算与送风量的确定

### 7.2.1 空气负荷的计算

#### 1、空调室内空气计算参数

空调室内空气计算参数包括室内温、湿度基数及其允许波动的范围，室内空气的流速、洁净度、噪声、压力以及振动等。

舒适性空气调节室内计算参数

参 数	室内温度 $t/^\circ\text{C}$	室内相对湿度 $\phi/\%$	室内空气流速 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
夏季	22~28	40~65	$\leq 0.3$
冬季	18~24	30~60	$\leq 0.2$

## 7.2 空调负荷的计算与送风量的确定

### 7.2.1 空气负荷的计算

#### 2、空调室外空气计算参数

( 1 ) 冬季空气调节室外计算温度：采用历年平均不保证 1 天的日平均温度。( 2 ) 冬季空气调节室外计算相对湿度：采用累年最冷月平均相对湿度。( 3 ) 夏季空气调节室外计算干球温度：采用历年平均不保证 5 0 h 的干球温度。( 4 ) 夏季空气调节室外计算湿球温度：采用历年平均不保证 5 0 h 的湿球温度。( 5 ) 夏季空气调节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。

#### 3、空调负荷

空调房间的冷（热）、湿负荷计算是确定空调系统送风量和空调设备容量的基本依据。

## 7.2 空调负荷的计算与送风量的确定

### 7.2.2 送风量的确定

对于集中空调系统，空调系统的总处理风量取决于空调负荷以及送风与室内空气的温差，按下式计算：

$$L = \frac{Q}{\rho c_p (t_n - t_0)}$$

式中  $L$ ——送风量( $\text{m}^3/\text{s}$ )；

$Q$ ——空调湿热负荷(W)；

$\rho$ ——空气的密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$c_p$ ——空气的定压比热[ $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ]；

$t_n$ ——室内设计温度基数( $^\circ\text{C}$ )；

$t_0$ ——送风温度( $^\circ\text{C}$ )。

**空气调节房间送风量应能消除室内最大余热，按夏季最大的室内冷负荷计算确定。**

## 7.3 空气处理设备

### 7.3.1 空气加热设备

在空调工程中，空调系统经常需要对送风进行加热处理。例如，冬季用空调来取暖等。目前广泛使用的空气加热设备主要有**表面式空气加热器**和**电加热器**两种。

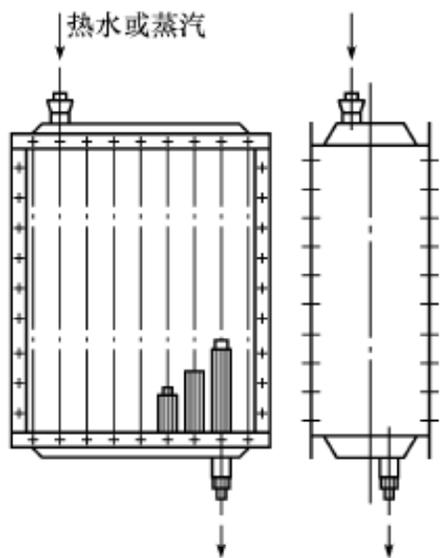


图 7-5 表面式空气加热器

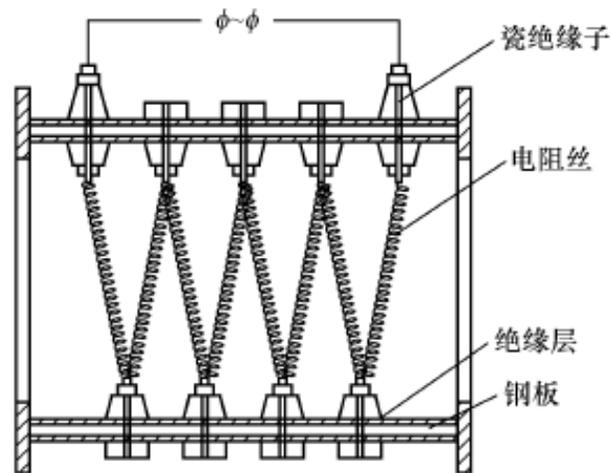
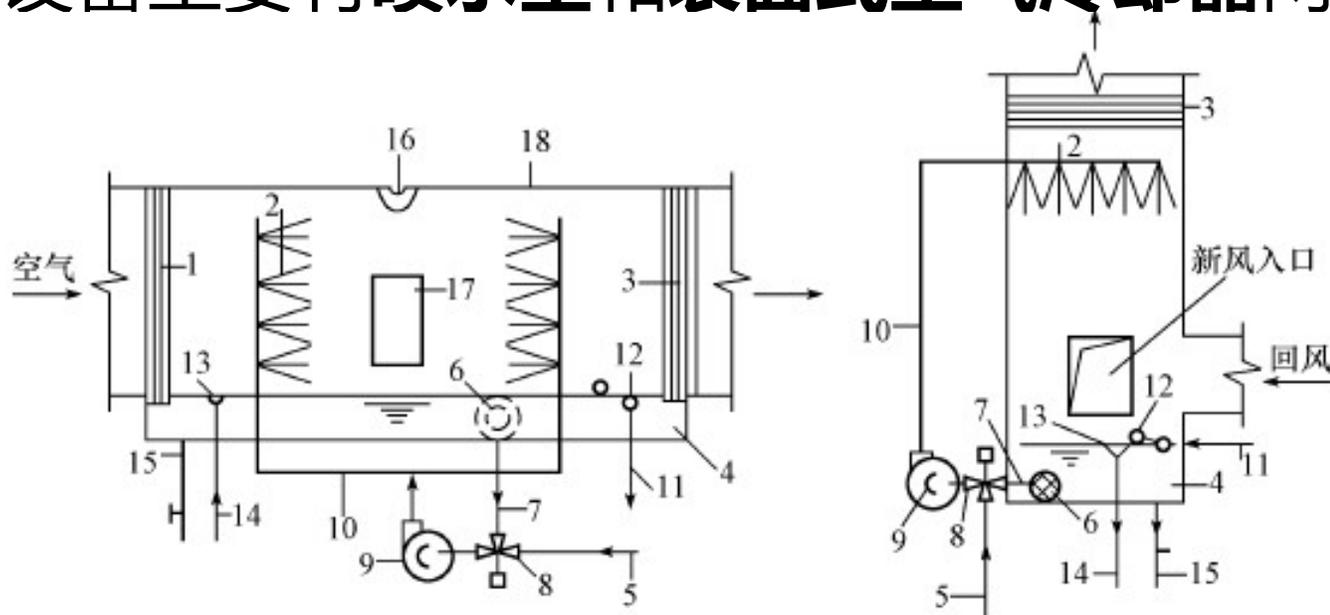


图 7-6 裸线式加热器

## 7.3 空气处理设备

### 7.3.2 空气冷却设备

空气冷却设备主要有**喷水室**和**表面式空气冷却器**两种



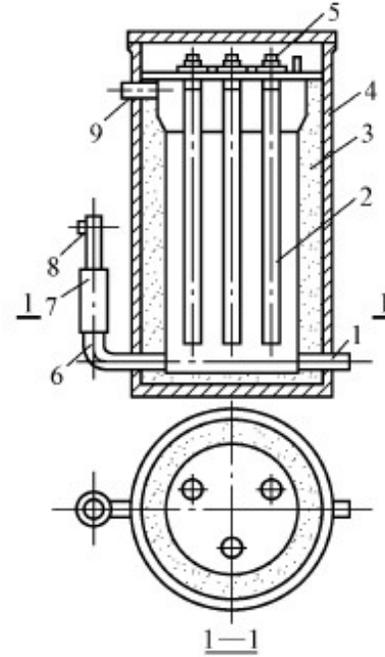
- 1—前挡水板;2—喷嘴与排管;3—后挡水板;4—底池;5—冷水管;6—滤水器;  
7—循环水管;8—三通混合阀;9—水泵;10—供水管;11—补水管;12—浮球阀;  
13—溢水器;14—溢水管;15—泄水管;16—防水灯;17—检查门;18—外壳

图 7-7 喷水室的构造

## 7.3 空气处理设备

### 7.3.3 空气加湿设备

- 1、蒸汽喷管
- 2、干式蒸汽加湿器
- 3、电加湿器



1—进水管;2—电极;3—保温层;4—外壳;5—接线柱;6—溢水管;7—橡皮短管;8—溢水嘴;9—蒸汽出口

图 7-9 电极式加湿器

## 7.3 空气处理设备

### 7.3.4 空气减湿设备

空气的减湿可以采用专门的冷却除湿设备，即冷冻除湿机，亦称除湿机。

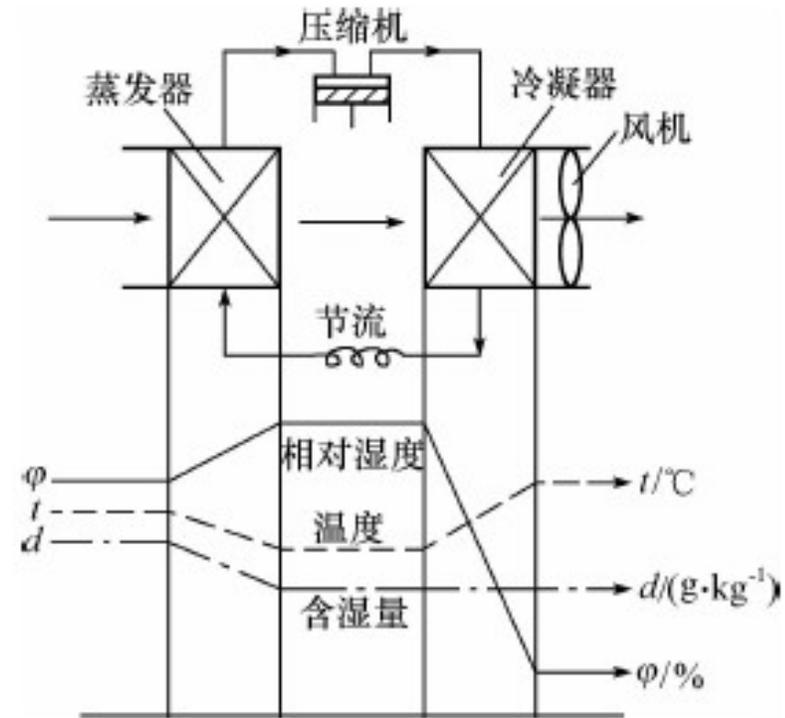
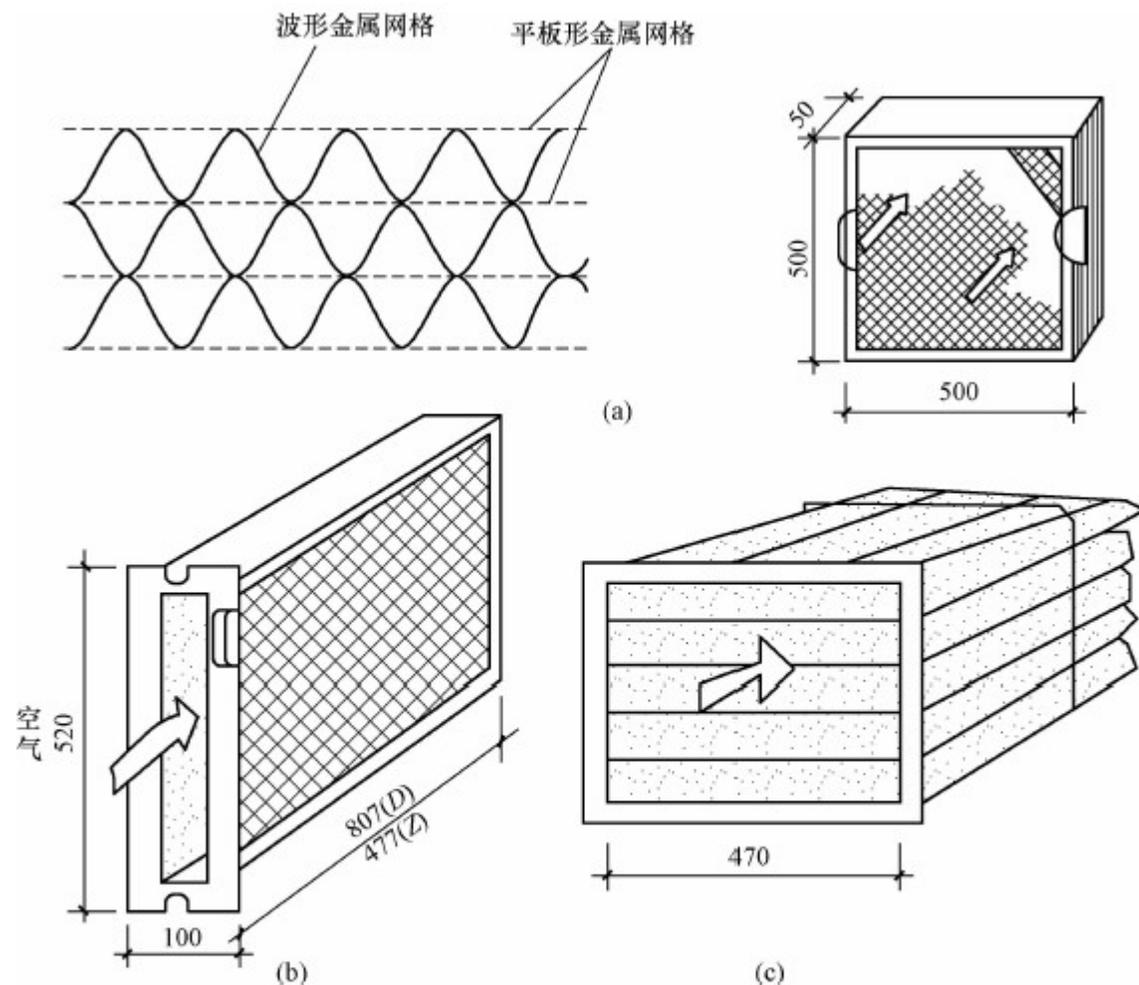


图 7-10 冷冻除湿机工作原理示意图

## 7.3 空气处理设备

### 7.3.5 空气过滤器

空气过滤器是对空气进行净化过滤的设备，按其过滤效果分为**初效过滤器**、**中效过滤器**和**高效过滤器**三类



(a)块状过滤网；(b)抽屉式过滤器；(c)袋式过滤器

## 7.3 空气处理设备

### 7.3.6 空气处理室

空气处理室又称空调箱或空调器，是指能够将空气吸入、加以各种处理再输送出去的装置，包括风机在内的空气处理室，也称为空调机组。

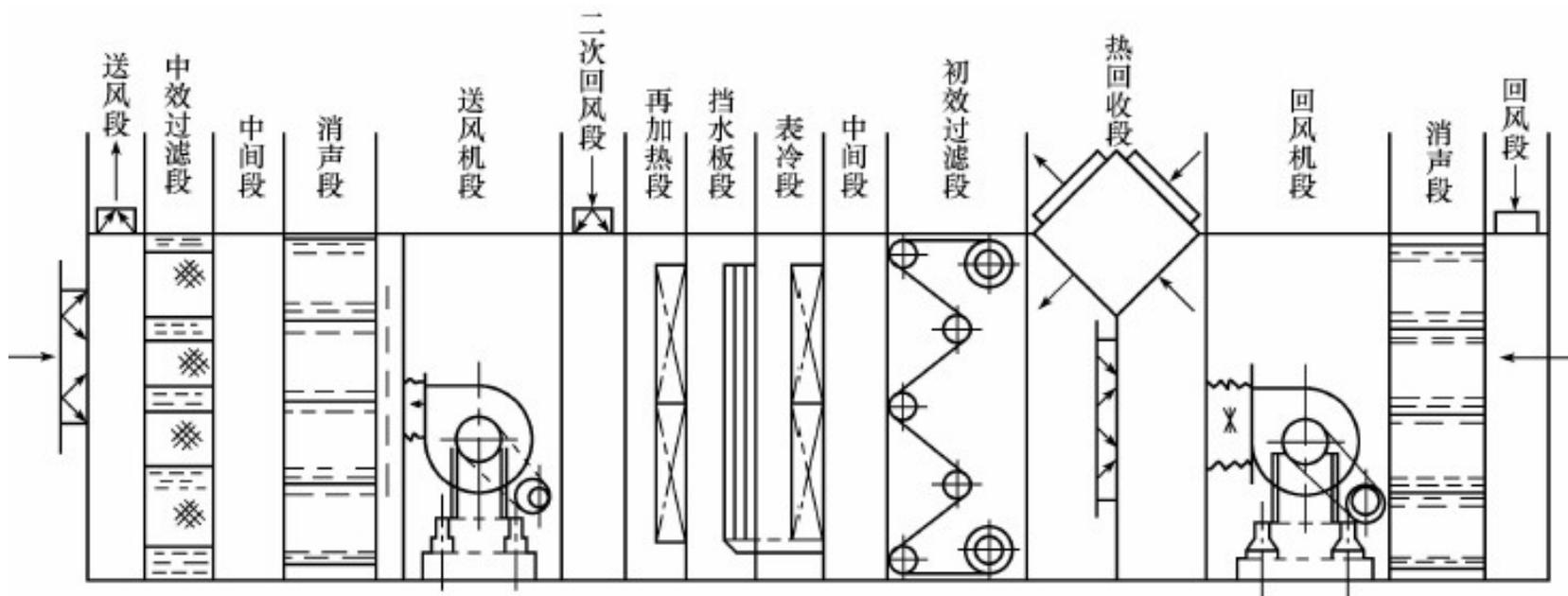


图 7-12 装配式空调箱示意图

## 7.4 空调系统的控制

### 7.4.1 空调系统的自动调节

#### 1、自动调节系统的内容

空调系统的工作状况有赖于自动调节系统的运作。自动调节主要包括**温度调节、湿度调节、气流速度调节**和**空气洁净度调节**四个方面的内容。

#### 2、自动调节系统的分类

根据调节参数给定值变化的规律，调节系统可分为**自动锁定系统、程序调节系统**和**随动调节系统**。

#### 3、自动调节系统调节对象的特征

调节对象是自动调节系统的服务对象，它的特性主要包括**对象的负荷、对象的传递系数**和**对象的时间常数**。

## 7.4 空调系统的控制

### 7.4.1 空调系统的自动调节

#### 4、空调系统自动控制环节

空调自动调节，主要是温度和湿度的调节。调节的方法是分部控制。各个控制部分称为控制环节。为保证室内恒湿要求，有室温控制环节（电加热控制环节）和送风温度控制环节（二次加热和二次回风控制环节）；为保证室内恒温要求，有露点温度控制环节；为保证夏季喷水室能正常回水，有回水泵自动控制环节。

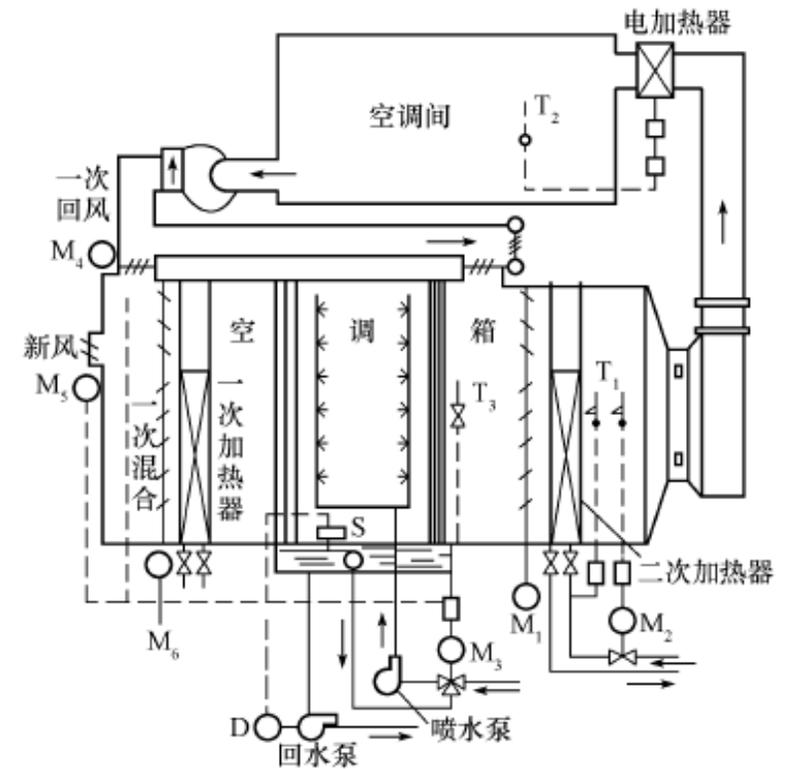


图 7-13 空调自动控制各环节示意图

#### 5、控制方式和调节器的选择

# 7.4 空调系统的控制

## 7.4.2 空调系统的计算机控制

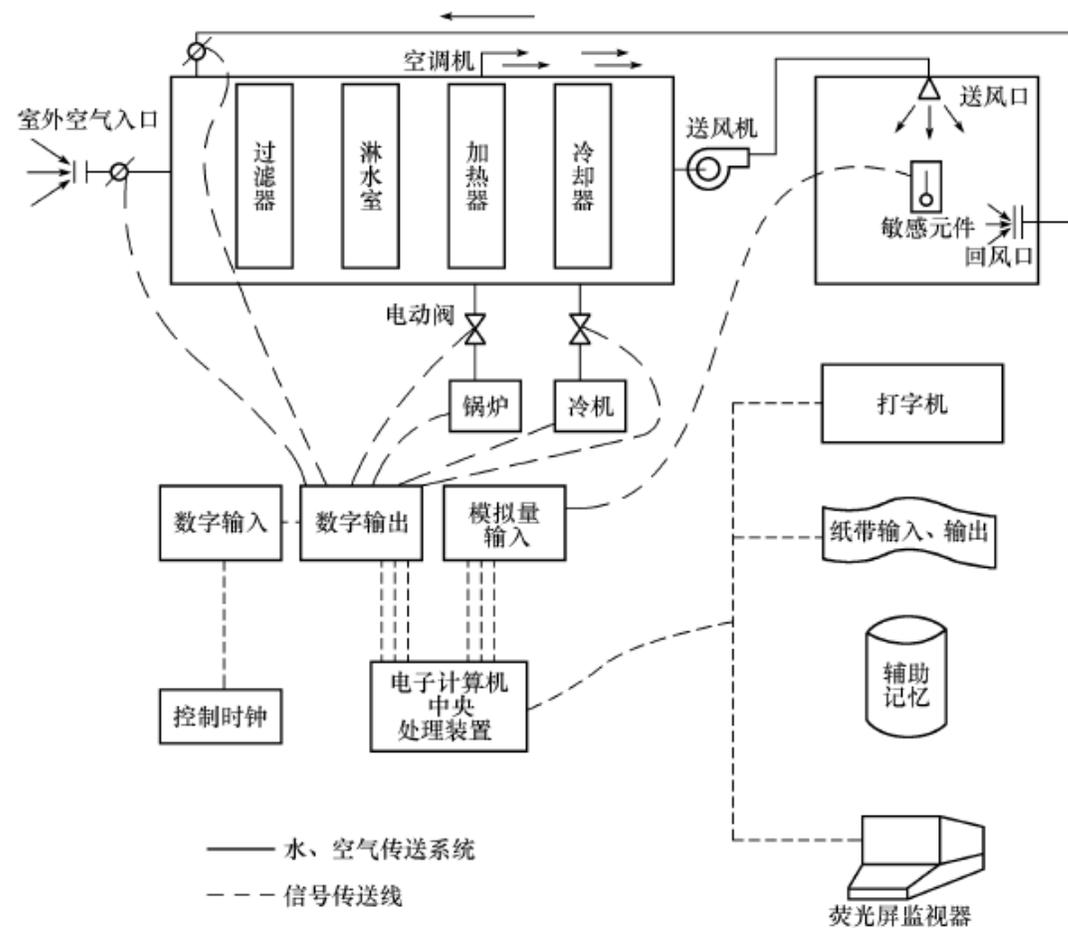


图 7-14 计算机控制空调系统示意图

## 7.5 空调系统的冷源和热源

### 7.5.1 空调系统的冷源

“制冷”就是使自然界的物体或空间达到低于周围环境的温度，并使之维持这个温度。

#### 1、冷源的分类

空调系统中使用的冷源，有**天然冷源**和**人工冷源**两类。

##### (1)、天然冷源

天然冷源包括一切可能提供低于正常环境温度的天然事物，如天然水、深湖水、地下水等。

##### (2)、人工冷源

当天然冷源不能满足空调需要时，便需采用人工冷源，即用人工的方法制取冷量。实现人工制冷的方法有很多种，按物理过程的不同可分为液体汽化法、气体膨胀法、电热法、固体绝热去磁法等，不同的制冷方法适用于获取不同的温度。

## 7.5 空调系统的冷源和热源

### 7.5.1 空调系统的冷源

#### 2、制冷系统的工作原理

制冷的本质是从被冷却的物体移走热量并传递给另一个物体，使被冷却物体的温度低于环境温度，实现制冷的过程。根据**能量守恒定律**，这些传递出来的热量不可能消失，因此制冷过程必定是一个**热量转移过程**。

**制冷过程的实现一般需要借助制冷剂来实现。**利用“**液体汽化要吸收热量**”这一物理性质把热量从要排出热量的物体中吸收到制冷剂中来，又利用“**气体液化要放出热量**”的物理性质把制冷剂中的热量排放到环境或其他物体中去。

根据实现这种压力变化过程的途径不同，制冷形式主要可分为**压缩式、吸收式和蒸汽喷射式**三种。

## 7.5 空调系统的冷源和热源

### 7.5.1 空调系统的冷源

(1)、压缩式制冷

(2)、吸收式制冷

压缩式制冷是以消耗机械能（即电能）作为补偿；吸收式制冷是以消耗热能作为补偿，它是利用二元溶液在不同压力和温度下能够释放和吸收制冷剂的原理来进行循环的。

该系统中需要有两种工艺介质：制冷剂和吸收剂。对工艺介质之间应具备两个基本条件：  
(1) 在相同压力下，制冷剂的沸点应低于吸收剂。

(2) 在相同温度条件下，吸收剂应能强烈吸收制冷剂。

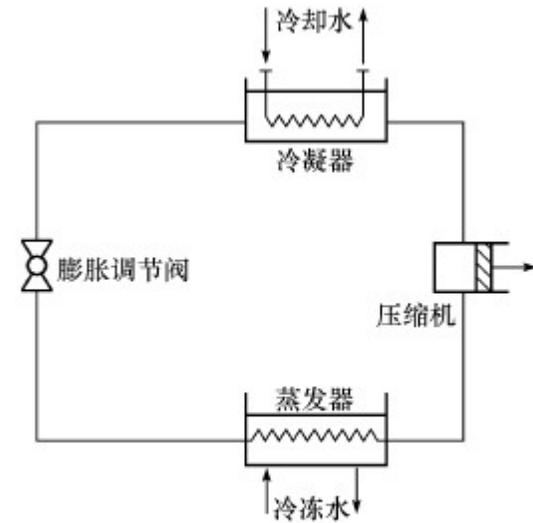


图 7-15 蒸汽压缩式制冷原理

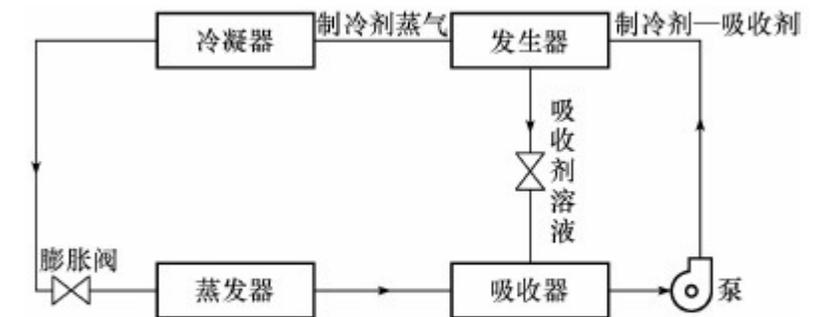


图 7-16 吸收式制冷工作原理图

## 7.5 空调系统的冷源和热源

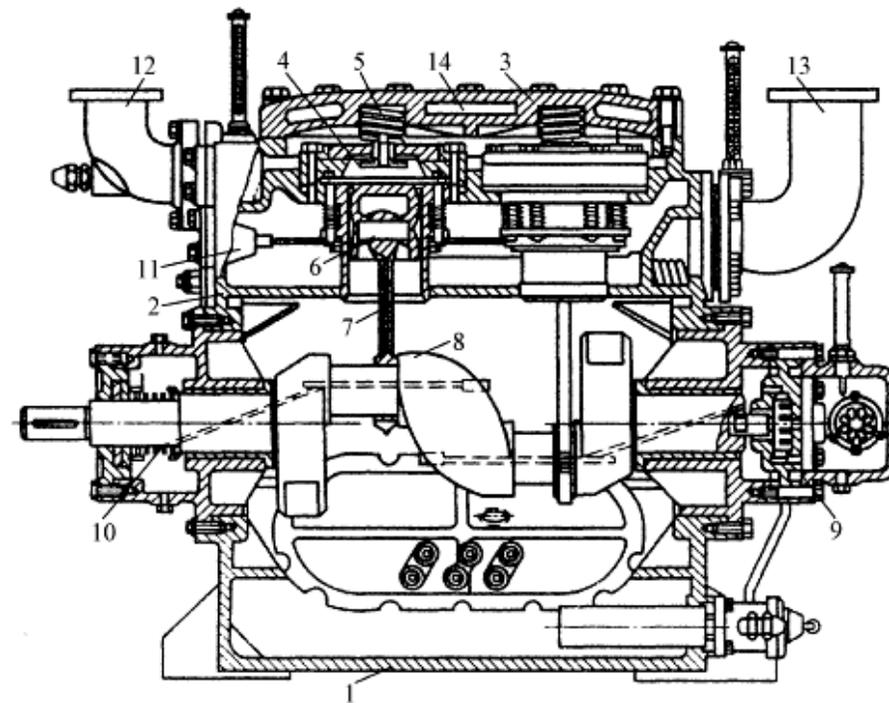
### 7.5.1 空调系统的冷源

## 3、制冷机组的分类和选择

### (1)、制冷机组的分类

#### 压缩式制冷机组：

制冷压缩机，根据其工作原理的不同，可分为容积型和离心型两大类。



1—曲轴箱；2—进气腔；3—气缸盖；4—气缸套及进排气阀组合件；5—缓冲弹簧；  
6—活塞；7—连杆；8—曲轴；9—油泵；10—轴封；11—油压推杆机构；12—排气管；13—进气管；14—水套

图 7-17 活塞制冷压缩机工作原理

## 7.5 空调系统的冷源和热源

### 7.5.1 空调系统的冷源

#### 3、制冷机组的分类和选择

##### (1)、制冷机组的分类

##### **吸收式制冷机组：**

适用于空调制冷使用的吸收式制冷机组是溴化锂吸收式制冷机。该机组是以热源为动力，可以制取 5℃ 以上的冷水的制冷设备，按热能类型分为热水型、蒸汽型、直燃型。

##### (2)、制冷机组的选择

## 7.5 空调系统的冷源和热源

### 7.5.2 空调系统的热源

#### 1、热泵的种类

- (1) 按热泵的工作原理分：机械压缩式、吸收式、蒸汽喷射式。
- (2) 按应用场合及大小分：小型（家用）、中型（商业或农业用）、大型（工业或区域用）。
- (3) 按低温热源分：空气、地表水、地下水、土壤、太阳能和各种废热。
- (4) 按热输出类型分：热空气、热水。

#### 2、热泵的应用

## 7.5 空调系统的冷源和热源

### 7.5.2 空调系统的热源

#### 3、热泵的节能

- (1) 热泵作为暖通空调热源的能源利用系数要比传统的热源方式高。
- (2) 热泵系统合理地利用了高位能。
- (3) 热泵热源是解决传统热源中矿物燃料燃烧对生态环境污染的有效途径。
- (4) 暖通空调是热泵应用中的理想用户。



## 知识回顾

### 思考与练习答案



### 识记

1. 空气调节是指通过控制室内空气的温度、湿度、压力、流速、洁净度和噪声等参数来满足人们生活和工作需要的工程技术。
2. 空调系统一般由被调房间、能量输配系统、空气处理设备和冷热源四个部分组成。
3. 按空气处理设备的集中程度，空调系统可分为集中式空调系统、半集中式空调系统和分散式空调系统。
4. 空调系统中使用的冷源，有天然冷源和人工冷源两类。
5. 空调系统的热源有集中供热，自备燃油、燃气、燃煤锅炉，直燃式（燃油、燃气）溴化锂吸收式冷热机组（夏季制冷水、冬季生产空调热水），各种热泵机组（利用各种废热如工厂余热、垃圾焚烧热或空气、水、太阳能、地热等可再生能源热）。