



# 中央空调 运行管理与维修 一本通

张国东 主编

ZHONGYANG KONGTIAO  
YUNXING GUANLI YU WEIXIU  
YIBENTONG



化学工业出版社



# 中央空调 运行管理与维修 一本通

张国东 主编



化学工业出版社

·北京·

本书涵盖了中央空调基础知识，并重点介绍了中央空调常见机组（活塞式、螺杆式、离心式和溴化锂吸收式）系统调试、运行操作、维护保养等运行管理和故障维修，以及中央空调水系统和风系统的运行管理和故障维修。本书在强化理论的基础上，更注重实践应用能力的提高。

本书可作为教育、劳动社会保障系统以及其他培训机构或社会力量办学和企业所举办的职业技能培训教学，也可作为职业技术学院的技能实训教材，还可供从事中央空调工作的人员参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

中央空调运行管理与维修一本通/张国东主编. —北京: 化学工业出版社, 2013.6  
ISBN 978-7-122-17147-4

I. ①中… II. ①张… III. ①集中空气调节系统-运行-管理②集中空气调节系统-维修 IV. ①TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 084142 号

---

责任编辑: 辛 田  
责任校对: 吴 静

文字编辑: 冯国庆  
装帧设计: 尹琳琳

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 装: 三河市延风印装厂  
787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 509 千字 2013 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

随着社会的不断进步，国民经济的快速发展，人们生活水平的不断提高，中央空调技术显示出越来越重要的作用，已广泛应用于商业、工业、农业、国防、医药卫生、建筑工程、生物工程及人们生活等各个领域。中央空调在经济发达国家应用非常广泛，目前在我国的发展已进入成熟期，而且其增长速度还高于全球 GDP 的发展速度。我国中央空调行业的发展有两个显著特点：一是社会需求持续增长；二是新技术、新设备的应用和更新不断加快。这意味着今后需要大量掌握新技术、新设备的中央空调运行操作、维护保养、调试、故障排除与检修技能人员。为了满足社会需要，提高广大技术工人的操作技能，我们编写了本书。

本书依据中华人民共和国劳动和社会保障部制定的《中央空调系统操作员》国家职业标准，以职业技能鉴定要求为尺度，以满足本职业对从业人员的要求为目标，同时结合培训的实际情况进行编写。全书共 6 章，内容主要包括中央空调基础知识，并着重介绍了中央空调常见机组（活塞式、螺杆式、离心式和溴化锂吸收式）系统调试、运行操作、维护保养等运行管理与故障维修，以及中央空调水系统和风系统的运行管理与故障维修。

本书从强化培养高职、中职学生及相关专业技术人员职业技能，考取职业资格或技术等级证书的角度出发，在强调实用性的前提下，充分重视内容的先进性，较好地体现了本职业当前最新的实用操作技能，对于提高学生及相关专业技术人员职业素质，掌握中央空调运行管理与维修的职业技能有较大的帮助和指导作用。

本书除适用于高职、中职制冷与空调专业作为实训教学的教材外，还可用于劳动社会保障系统，社会力量办学以及其他培训机构所举办的培训教学，也适用于各级各类职业技术学校举办的中短期培训教学以及企业内部的培训教学。

本书由张国东担任主编，魏龙担任副主编。编写分工如下：第 1、5 章由魏龙编写，第 2、3、4、6 章由张国东编写。本书在编写过程中，得到了张桂娥协助进行文字和插图的校对工作，同时还得到戴路玲、陶洁、蒋李斌、冯飞、张蕾、金良等的大力帮助，在此一并表示衷心的感谢。

限于作者的水平，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

## 第 1 章 中央空调基础知识

/1

1.1 中央空调系统的分类与结构原理	1	1.3 空气调节机组	61
1.1.1 空气调节系统的分类	1	1.3.1 组合式空调机组	61
1.1.2 中央空调系统的类型与结构原理	4	1.3.2 整体式空调机组	64
1.2 制冷机组	14	1.3.3 风机盘管机组	69
1.2.1 活塞式冷水机组	14	1.4 冷媒水和冷却水系统	74
1.2.2 螺杆式冷水机组	41	1.4.1 冷媒水系统	74
1.2.3 离心式冷水机组	54	1.4.2 冷却水系统	81
1.2.4 溴化锂吸收式制冷机组	57	1.4.3 水系统的主要设备和附件	82

## 第 2 章 活塞式中央空调

/91

2.1 活塞式中央空调调试	91	2.3.1 日常运行时的维护保养	98
2.1.1 试车前的准备	92	2.3.2 年度停机时的维护保养	99
2.1.2 试运行	92	2.4 活塞式中央空调故障分析与排除	100
2.2 活塞式中央空调运行操作	94	2.4.1 活塞式中央空调检修操作工艺	100
2.2.1 开机前的检查与准备	94	2.4.2 活塞式制冷机组常见故障分析	110
2.2.2 系统的启动	95	2.4.3 活塞式制冷机组的检修	118
2.2.3 系统的运行调节	96		
2.2.4 系统的停机	96		
2.3 活塞式制冷压缩机的维护保养	97		

## 第 3 章 螺杆式中央空调

/134

3.1 螺杆式中央空调调试	134	3.3.1 日常运行时的维护保养	139
3.1.1 试车前的准备	134	3.3.2 年度停机时的维护保养	140
3.1.2 试运行	136	3.4 螺杆式中央空调故障分析与排除	144
3.2 螺杆式中央空调运行操作	137	3.4.1 螺杆式中央空调检修操作工艺	144
3.2.1 开机前的检查与准备	137	3.4.2 螺杆式制冷机组常见故障分析	145
3.2.2 系统的启动	137	3.4.3 螺杆式制冷机组的检修	146
3.2.3 系统的运行调节	137		
3.2.4 系统的停机	138		
3.3 螺杆式制冷压缩机的维护保养	139		

4.1 离心式中央空调调试 .....	164	4.3.1 日常运行时的维护保养 .....	170
4.1.1 试车前的准备 .....	164	4.3.2 年度停机时的维护保养 .....	174
4.1.2 试运行 .....	166	4.4 离心式中央空调故障分析与排除 .....	176
4.2 离心式中央空调运行操作 .....	167	4.4.1 离心式中央空调检修操作工艺 .....	176
4.2.1 开机前的检查与准备 .....	167	4.4.2 离心式制冷机组常见故障分析 .....	179
4.2.2 系统的启动 .....	168	4.4.3 离心式制冷机组的检修 .....	185
4.2.3 系统的运行调节 .....	169		
4.2.4 系统的停机 .....	169		
4.3 离心式制冷压缩机的维护保养 .....	170		

5.1 溴化锂吸收式中央空调调试 .....	197	保养 .....	221
5.1.1 试车前的准备 .....	197	5.3.1 机组的停机保养 .....	222
5.1.2 试运行 .....	207	5.3.2 机组的定期检查和保养 .....	223
5.2 溴化锂吸收式中央空调运行操作 .....	211	5.4 溴化锂吸收式中央空调故障分析与检修 .....	230
5.2.1 开机前的检查与准备 .....	211	5.4.1 溴化锂吸收式制冷机组常见故障分析与排除 .....	230
5.2.2 系统的启动 .....	212	5.4.2 溴化锂吸收式制冷机组的检修 .....	247
5.2.3 系统的运行调节 .....	213		
5.2.4 系统的停机 .....	219		
5.3 溴化锂吸收式制冷机的维护			

6.1 中央空调水系统 .....	254	6.2 中央空调风系统 .....	278
6.1.1 中央空调水系统调试 .....	254	6.2.1 中央空调风系统调试 .....	278
6.1.2 中央空调水系统的运行操作 .....	258	6.2.2 中央空调风系统的运行操作 .....	283
6.1.3 中央空调水系统的维护保养 .....	263	6.2.3 中央空调风系统的维护保养 .....	285
6.1.4 中央空调水系统的检修 .....	275	6.2.4 中央空调风系统的检修 .....	288

附录一 单位换算 .....	290	记录表 .....	291
附录二 常用运行、维护保养与检修			

空气调节系统，简称空调，就是把经过一定处理后的空气，以一定的方式送入室内，将室内空气的温度、湿度、清洁度和流动速度等控制在适当的范围内以满足生活舒适和生产工艺需要的一种专门设备。空调调节系统是用一台主机（一套制冷系统或供风系统）通过风道送风或冷热水源带动多个末端的方式来达到室内空气调节目的的。根据需要，它能组成许多种不同形式的系统。

## 1.1 中央空调系统的分类与结构原理

### 1.1.1 空气调节系统的分类

#### (1) 按空气处理设备的设置情况分类

① 集中式空调系统 它是将空气处理设备及冷热源集中在专用机房内，经处理后的空气经风道分别送往各个空调房间。这样的空调系统称为集中式系统，这是一种出现最早、迄今仍然广泛应用的最基本的系统形式。

② 半集中式空调系统 又称为混合式空调系统。它是建立在集中式空调系统的基础上，除有集中空调系统的空气处理设备处理部分空气外，还有分散在被调节房间的空气处理设备，对其室内空气进行就地处理，或对来自集中处理设备的空气再进行补充处理。风机盘管加新风空调系统是目前应用最广、最具生命力的系统形式，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。

③ 全分散空调系统 又称为局部式或整体式空调系统。它是将空气处理设备、冷热源设备和风机紧凑地组合成为一个整体空调机组，可将它直接安装在空调房间或者安装在邻室，通过较短的风道将它与空调房间联系在一起。例如恒温恒湿机组、窗式空调器、分体式空调机及机房专用空调机等。

集中式空调系统和半集中式空调系统通常可以称为中央空调系统。

#### (2) 按负担室内负荷所用介质分类

① 全空气式空调系统 全空气式空调系统是指空调房间内的热湿负荷全部由经过处理的空气负担的空调系统，如图 1-1 (a) 所示。空气经空调设备处理后，在风机的作用下，通过风管和风口送入各个空调房间或区域，吸热吸湿或放热放湿后排出房间，也可通过回风管道，部分返回空调设备再处理使用。

全空气式空调系统的优点是配置简单，初始投资较小，可以引入新风，能够提高空气质量 and 人体舒适度。但它的缺点也比较明显：安装难度大，空气输配系统所占用的建筑物空间较大，一般要求住宅要有较大的层高，还应考虑风管穿越墙体问题。而且它采用统一送风的

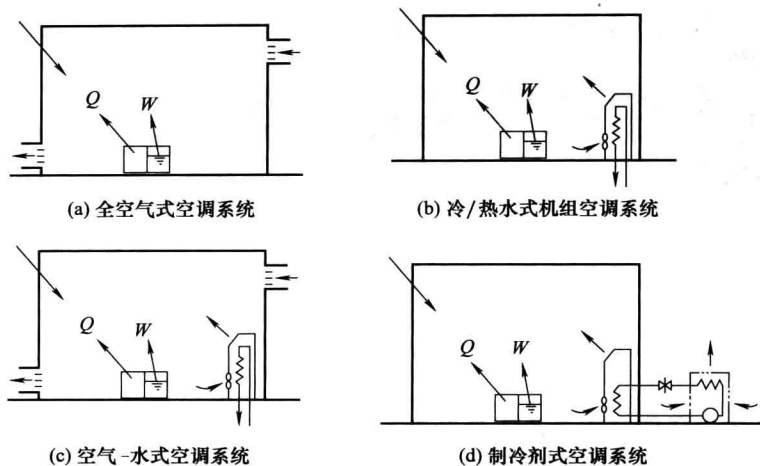


图 1-1 按负担室内负荷所用介质的种类对空调系统分类示意

$Q$ —空调系统产生的制冷或制热量； $W$ —空调系统消耗的功

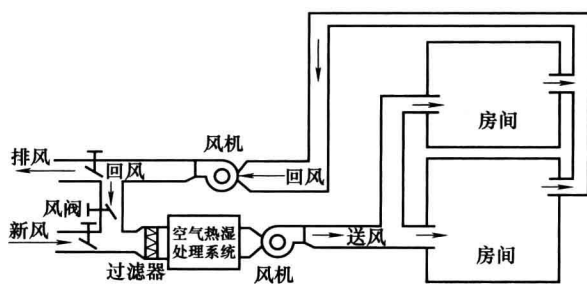


图 1-2 风管式中央空调系统

方式，在没有变风量末端的情况下，难以满足不同房间、不同空调负荷的要求。风管式中央空调系统就是典型的全空气式空调系统，如图 1-2 所示。

② 冷/热水式机组空调系统 空调房间内的热湿负荷全部由水负担的空调系统，称为冷/热水式机组空调系统，如图 1-1 (b) 所示，也称为全水系统。冷/热水式机组空调系统的输送介质通常为水或乙二醇溶液。它通过室外主机

产生出空调冷/热水，由管路系统输送至室内的各末端装置，在末端装置处冷/热水与室内空气进行热量交换，产生冷/热风，从而消除房间内空调的冷/热负荷。该系统的室内末端装置通常为风机盘管。水管式空调系统就是典型的冷/热水机组空调系统，如图 1-3 所示。

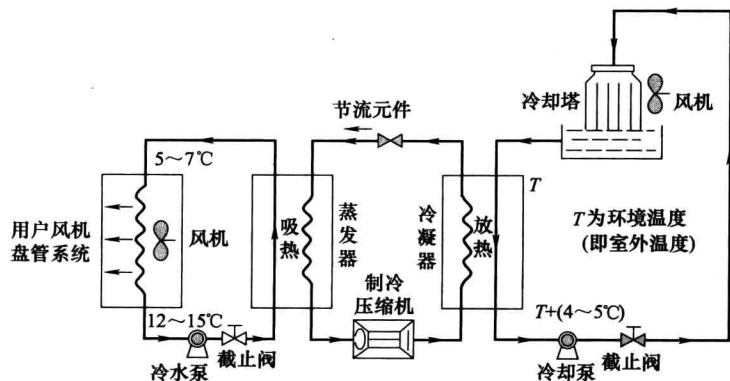


图 1-3 水管式空调系统

由于水的比热容比空气大得多，在相同情况下只需要较少的水量即可满足要求。因此，全水系统的水管管网所占建筑空间要比全空气系统的风管网小得多。但是，由于这种系统是靠水来负担空调房间或区域的热湿负荷，显然解决不了通风换气的问题，因此室内空气质



量没有保障，通常不单独采用。

③ 空气-水式空调系统 空调房间内的热湿负荷由水和空气共同负担的空调系统，称为空气-水式空调系统，如图 1-1 (c) 所示。目前，广泛采用的空气-水式空调系统是风机盘管加新风系统，如图 1-4 所示。在这种系统中，冷热源提供的冷水或热水由水管分送到各个空调房间或区域的风机盘管，通过盘管与吸入风机盘管的空气就地进行热湿交换，从而达到控制风机盘管所在房间或作用区域温、湿度的目的。与此同时，冷热源提供的冷水或热水也送到专门的新风机组中以处理室外空气。经过新风机组处理后的室外空气再通过新风管网送到各个空调房间或区域，以满足人体生理等的需要。

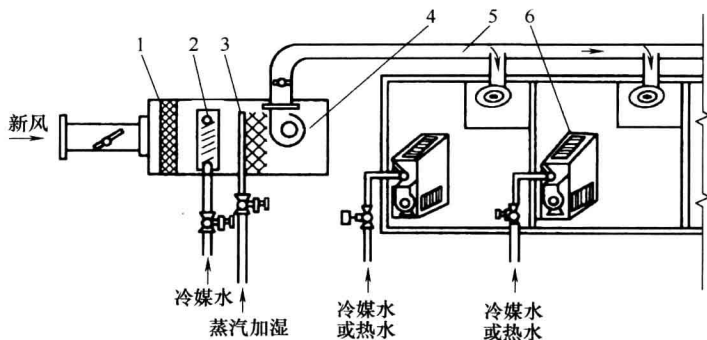


图 1-4 空气-水式空调系统示意

1—过滤器；2—冷却器；3—加湿器；4—风机；5—风管；6—风机盘管

空气-水式空调系统解决了冷/热水式空调系统无法通风换气的困难，又克服了全空气系统要求风道面积比较大、占用建筑空间多的缺点。

④ 制冷剂式空调系统 制冷剂式空调系统是把制冷或热泵装置的蒸发器（冷凝器）直接放在室内，由制冷剂来负担空调房间或区域的热湿负荷，如图 1-1 (d) 所示。VRV 空调系统（变制冷剂流量空调系统）就是典型的这种系统，如图 1-5 所示。

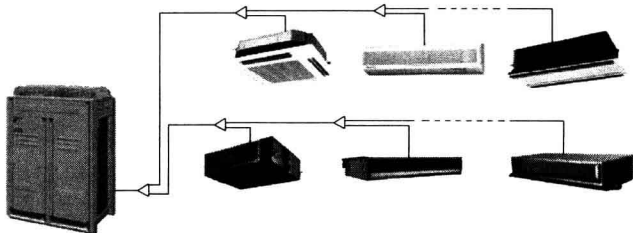


图 1-5 VRV 空调系统

制冷剂式空调系统具有节能、舒适、运转平稳等诸多优点，而且各房间可独立调节，能满足不同房间不同空调负荷的需求。但该系统控制复杂，对管道材质、制造工艺、现场焊接等方面要求非常高，初投资比较高。

### (3) 按处理空气的来源分类

① 封闭式空调系统 封闭式空调系统所处理的空气全部来源于房间本身，没有室外空气补充，全部为再循环空气，又称为循环式空调系统，如图 1-6 (a) 所示。封闭式空调系统用于密闭空间且无法或无需采用室外空气的场合。这种系统冷量消耗最少，但卫生效果差。只适用于无人或很少有人进入但又需保持一定温、湿度的库房等场所。

② 直流式空调系统 直流式空调系统又称为全新风空调系统，是指系统在运行过程中

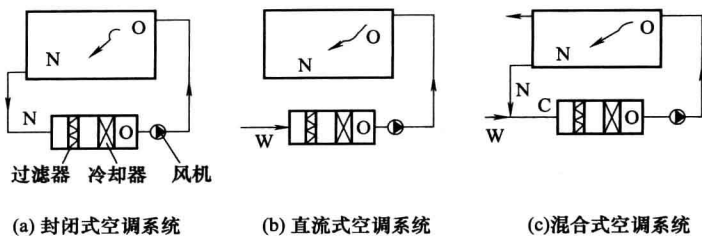


图 1-6 按处理空气来源对空调系统分类示意

N—室内空气；W—室外空气；C—混合空气；O—冷却后空气状态

全部采用新风作风源，经处理达到送风状态参数后再送入空调房间内，吸收室内空气的热湿负荷后又全部被排掉，不用室内空气作为回风使用的空调系统，如图 1-6（b）所示。直流式空调系统卫生条件好，但能耗大、经济性差，多用于需要严格保证空气质量的场所或产生有毒或有害气体、不宜采用回风的场所，如放射性实验室、无菌手术室、散发大量有害物的车间等。

③ 混合式空调系统 混合式空调系统处理的空气来源一部分是新鲜空气，一部分是室内回风，如图 1-6（c）所示。混合式空调系统是实际工程中最常用的空调系统，根据回风混合次数可以分为一次回风系统和二次回风系统。一次回风系统是将新风和室内回风混合后，再经过空调机组进行处理，然后通过风机送入室内。一次回风系统应用较为广泛，被大多数空调系统采用。二次回风系统是在一次回风系统的基础上将室内回风分为两部分，分别引入空调箱中，一部分回风在新回风混合室混合，经过冷却或加热处理后与另一部分回风再一次进行混合。二次回风系统比一次回风系统更节省能源。

以上三种空调系统均属于集中式空调系统的范畴。

#### （4）其他分类方法

除了上面介绍的分类方法外，空调系统还可以按另外一些方法进行分类，如下所示。

- ① 根据系统的风量是否固定，可分为定风量空调系统和变风量空调系统。
- ② 根据系统主风管内空气流速的高低，可分为低速（民用建筑低于 10m/s；工业建筑低于 15m/s）空调系统和高速（民用建筑高于 12m/s，工业建筑高于 15m/s，通常采用 20~35m/s）空调系统。
- ③ 根据系统的用途不同，可分为工艺性空调系统和舒适性空调系统。
- ④ 根据系统的控制要求不同，可分为一般性空调系统和恒温、恒湿空调系统。
- ⑤ 根据系统送风管数量的不同，可分为单风道空调系统和双风道空调系统。

### 1.1.2 中央空调系统的类型与结构原理

#### （1）集中式中央空调系统

集中式中央空调系统是典型的全空气式系统，是工程中最常用、最基本的系统。它广泛应用于舒适性或工艺性的各类空调工程中，例如会堂、影剧院和体育馆等大型公共建筑，学校、医院、商场、高层宾馆的餐厅或多功能厅等。

① 集中式中央空调系统的组成 典型的集中式中央空调系统主要由下列部分组成，如图 1-7 所示。

a. 空气处理设备（即空调机组） 主要包括各种处理设备的集中空气处理室，一般由空气过滤器 6、空气冷却器 7、空气加热器 9、喷水室 11 等组成。它的作用是把空气经处理后达到预定的温度、湿度和洁净度。

b. 空气输送设备 主要包括风机 14、送风管 19、新风进口 25 等风道系统和必要的调

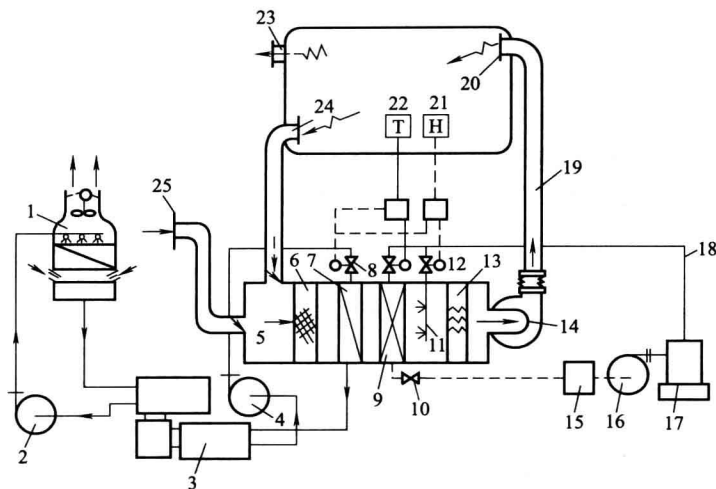


图 1-7 集中式中央空调系统组成示意

- 1—冷却塔；2—冷却水泵；3—制冷机组；4—冷水循环泵；5—空气混合室；6—空气过滤器；  
7—空气冷却器；8—冷水调节阀；9—空气加热器；10—疏水器；11—喷水室；  
12—蒸汽调节阀；13—挡水板；14—风机；15—回水过滤器；16—锅炉给水泵；  
17—锅炉；18—蒸汽管；19—送风管；20—送风口；21—湿度感应控制元件；  
22—温度感应控制元件；23—排风口；24—回风口；25—新风进口

节风量装置等。它的作用是将经过处理的空气按照预定要求输送到各个空调房间，并从各个空调房间抽回或排出一定量的室内空气。

c. 空气分配装置 主要包括设置在不同位置的各种类型的送风口 20、排风口 23、回风口 24 等。它的作用是合理地组织室内气流，以保证工作区（通常指离地 2m 以下的空间）内有均匀的温度、湿度、气流速度和洁净度。

除以上三部分，还有为空气处理设备服务的冷热源、冷热媒管道系统，以及自动控制和自动检测系统等。

### ② 集中式中央空调系统特点

- a. 空气处理设备和制冷设备集中布置在机房，便于集中管理和集中调节。
- b. 过渡季节可充分利用室外新风，减少制冷机运行时间。
- c. 室内温、湿度和空气清洁度可以严格控制。
- d. 使用寿命较长。
- e. 空调系统可以采取有效的防振消声措施。
- f. 机房面积较大，层高较高。风管布置复杂且较多，安装工作量大，施工周期较长。
- g. 当不同房间热湿负荷变化不一致或运行时间不一致时，系统运行不经济。
- h. 风管系统各支路和风口的风量不易平衡，各房间之间由风道连通，不利于防火。

### ③ 集中式中央空调系统空气处理的基本方法

a. 直流式空调系统 直流式空调系统全部使用室外新风，空气从百叶栅进入，经处理后达到送风状态，送入房间，其结构示意图如图 1-8 所示。

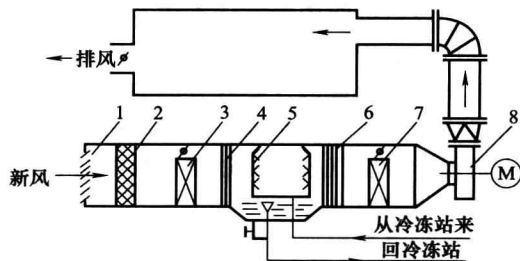


图 1-8 直流式空调系统结构示意图

- 1—百叶栅；2—空气过滤器；3—预热器；4—前挡水板；  
5—喷水排管及喷嘴；6—后挡水板；7—再热器；8—风机

④ 直流式空调系统的夏季处理过程 室外的新风经空气过滤器过滤后进入喷水室冷却去湿，达到机器露点状态（习惯上称相对湿度为 90%~95% 的空气状态为“机器露点”状态），然后经过再热器加热至所需的送风状态，送入室内去除室内余热、余湿，使室内空气维持在稳定状态，然后被排出室外。

⑤ 直流式空调系统的冬季处理过程 冬季室外空气温度低，含湿量小，要把这样的空气处理到送风状态必须进行加热和加湿处理。室外的新风经空气过滤器过滤后由预热器等湿加热到机器露点状态，然后进入喷水室进行绝热加湿处理，最后经再热器加热至所需的送风状态点送入室内，在空调房间放热达到加热、加湿目的后被排出室外。

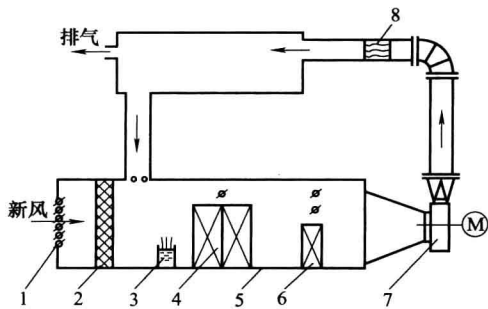


图 1-9 一次回风式空调系统结构示意图

- 1—新风口；2—空气过滤器；3—加湿器；  
4—表面冷却器；5—排水口；  
6—再热器；7—风机；8—精加热器

b. 一次回风式空调系统 一次回风式空调系统是将一部分回风与室外新风在喷水室（或表面冷却器）前混合，经处理再送到室内的空调系统。由于这种系统兼顾了卫生与经济两个方面，故应用最广泛。一般规定，空调系统中的新风量占送风量的百分数（即新风百分比）不低于 10%。一次回风式空调系统结构示意图如图 1-9 所示。

⑥ 一次回风式空调系统的夏季处理过程 室外新风与来自空调房间的回风混合后进入表面冷却器（或喷水室）冷却减湿，然后经过再热器加热至所需的送风状态后，送入室内，吸收房间的余热和余湿变成室内状态后，一部分被排出室外，另一部分回到空调箱再和新风混合。

⑦ 一次回风式空调系统的冬季处理过程 冬季室外新风与室内空气的回风混合后，进入喷水室绝热加湿（喷循环水），然后经过再热器加热至送风状态后，送入室内。在室内放热湿，达到室内设计的空气参数后，一部分被排出室外，另一部分回到空调箱再和新风混合。

c. 二次回风式空调系统 在夏季，一次回风系统仍需要再热器来解决送风温差受限制的问题。为了加热送风，必须通过再热器来提供热量。再热器所提供的热量又抵消了与热量相等的冷量。显然这样做在能量的利用上不够合理。二次回风正是基于这一考虑，在喷水室（或空气冷却器）前后两次引入室内回风，以冷却减湿设备后的回风代替再热器对空气的再加热，节省了热量和冷量。由于这一过程中采用了两次回风，所以称为二次回风空调系统。其系统结构示意图如图 1-10（a）所示。

## （2）风机盘管中央空调系统

风机盘管中央空调系统是为了克服集中式空调系统在系统大、风道粗、占用建筑面积和空间较多、系统灵活性差等方面的缺点而发展起来的一种半集中式空气-水系统。它是将主要由风机和盘管（换热器）组成的机组，直接设在空调房间内，开动风机后，可将室内空气吸入机组，经空气过滤器过滤，再经盘管冷却或加热处理后，就地送入房间，以达到调节室内空气的目的。

风机盘管机组所用的冷媒水或热媒水，是由制冷机房或热交换站集中供应的。室内所需的新鲜空气，是由新风处理机组将室外空气进行集中处理后，经风道送入各个房间的。通常所说的风机盘管空调系统，一般指的是风机盘管机组加独立新风的系统，如图 1-10 所示。不设新风的风机盘管系统，由于卫生条件差，很少采用。

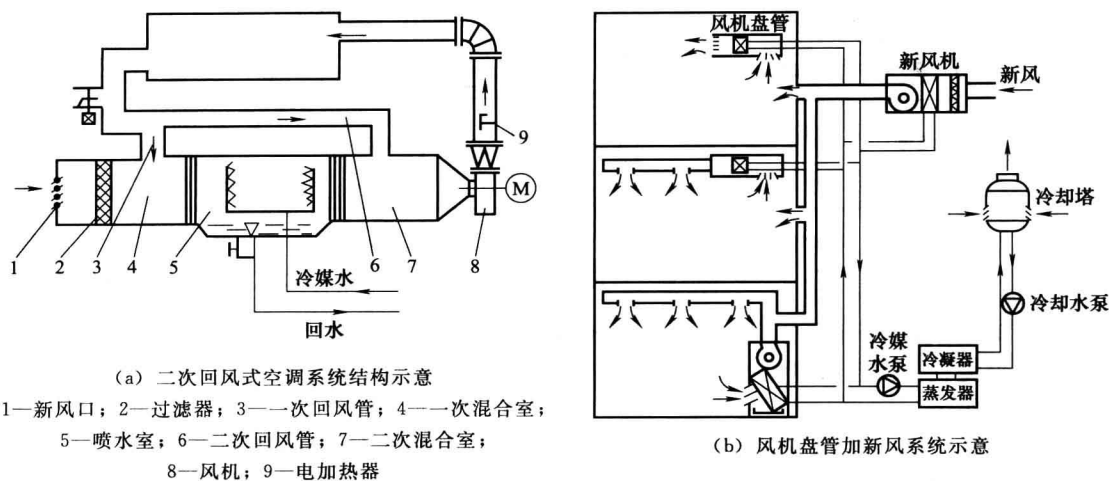


图 1-10 二次回风式空调系统结构与风机盘管加新风系统

风机盘管空调系统是目前我国多层或高层民用建筑中采用最为普遍的一种空调方式。它具有噪声较小、可以个别控制、系统分区进行调节控制容易、布置安装方便、占建筑空间小等优点，目前在国内外广泛应用于宾馆、公寓、医院、办公楼等高层建筑物中，而且其应用越来越广泛。

① 风机盘管中央空调系统的新风供给方式 风机盘管中央空调系统的新风供给主要有如图 1-11 所示的几种方式。

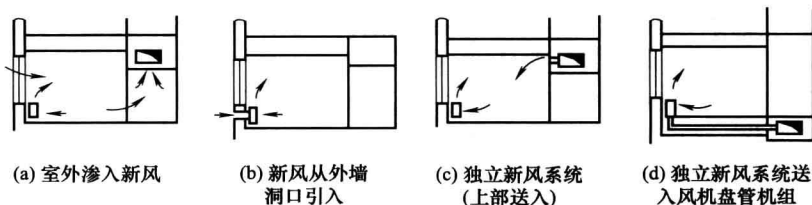


图 1-11 风机盘管中央空调系统的新风供给方式

a. 借助室外空气的渗入和室内机械排风以补给新风 [图 1-11 (a)] 机组基本上只处理室内再循环空气。系统的特点是初期投资和运行费用都较低，但因靠渗透补风，受到风向、热压等影响，新风量无法控制，且当室外大气污染严重时，不经过滤而渗入的新风洁净度很差，在卫生间排风时又常常发生短路，室外新风不能正常补入室内，故难以保证室内卫生。因此，这种方式只适用于人员少的情况，特别适用于旧建筑物增设风机盘管空调系统且布新风管有困难时。

b. 墙洞引入新风直接进入机组 [图 1-11 (b)] 如果风机盘管靠外墙安装，则可以采用此种方式。此时应在外墙上开洞口（设格栅或防雨板），设短管将新风引入机组。该方式投资小，节约建筑空间。这种方式虽然使新风得到比较好保证，但随着新风负荷的变化，室内参数将直接受到影响，它不适用于高层建筑，只适用于对室内空气参数要求不太严格的建筑物。而且新风口会破坏建筑立面，增加污染和噪声。

c. 由独立的新风系统供给新风 [图 1-11 (c)、(d)] 这种方式要求有一个集中式空调系统处理新风，并可让新风负担一部分空调负荷。由于新负担了一部分负荷，夏季风机盘管要求的冷水温度可以高些，水管表面结露问题会得到改善，所以应该推广这种风机盘管加新风系统。

采用这种系统时，当风机盘管机组卧式暗装时，工程上常采用如图 1-12 所示两种方式。

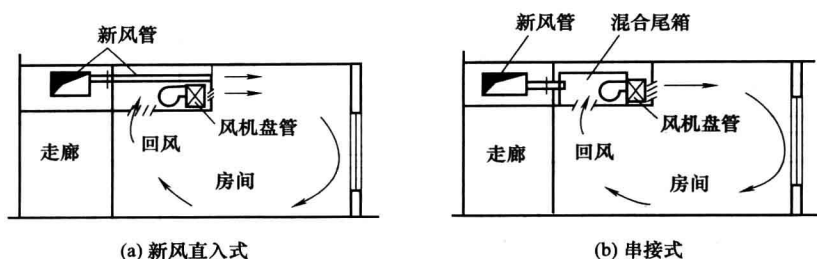


图 1-12 新风直入式与串接式

如图 1-12 (a) 所示是新风直入式, 是将风机盘管出风口与新风口并列, 上罩一个整体格栅, 外表美观。由于新风直接送入房间, 风机盘管机组只承担处理和送出回风, 两者混合后才进入工作区。

如图 1-12 (b) 所示是新风与回风串接式, 即将新风机组处理过的室外新风送入风机盘管尾箱, 让经新风机组处理后的新风在尾箱中与风混合, 再经风机盘管处理送入房间。

② 风机盘管的供水形式 风机盘管机组的供水系统有下列三种形式。

- a. 双管制 一根为供水管, 冬季供热水, 夏季供冷水; 另一根为公共回水管。
- b. 三管制 一根为供冷水管, 另一根为供热水管, 第三根为公共回水管。
- c. 四管制 冷水供、回水各一根, 热水供、回水各一根。

我国兴建的各类高层建筑空调工程中, 多采用双管制供水系统。对于舒适性要求很高的建筑物, 在有可靠的自控元件时, 也有少数工程是采用四管制的。

③ 风机盘管中央空调系统的特点 风机盘管中央空调系统的优点如下。

- a. 布置灵活, 各房间能单独调节温度, 房间不住人时可关掉机组, 不影响其他房间的使用。
- b. 节省运行费用, 运行费用与单风道系统相比少 20%~30%, 比诱导器系统少 10%~20%, 而综合费用大体相同, 甚至略低。

c. 与全空气系统比较, 节省空间。

d. 机组定型化、规范化, 易于选择安装。

风机盘管中央空调系统的缺点如下。

a. 机组分散设置, 维护管理不便。

b. 过渡季节不能使用全新风。

c. 对机组制作有较高的要求。在对噪声有严格要求的地方, 由于风机转速不能过高, 风机的剩余压头较小, 使气流分布受到限制。

d. 在没有新风系统的加湿配合时, 冬季空调房间的湿度低, 对空气的净化能力较差。

e. 夏季室内空气湿度往往无法保证, 使室内湿度较高。

### (3) 变风量中央空调系统

当室内热负荷发生变化而又要使室内温度保持不变时, 可使房间送风量保持不变, 靠改变送风温度来适应; 也可将送风温度固定不变, 通过改变送风量来适应。保持全年送风量不变, 靠改变送风温度来适应空调负荷变化的全空气系统称为定风量 (constant air volume, CAV) 系统; 而保持送风温度或参数不变, 靠改变送风量来适应空调负荷变化的系统则称为变风量 (variable air volume, VAV) 系统。我国国家标准 GB 50189—2005《公共建筑节能设计标准》规定: 同一个空气调节系统中, 各空调区的负荷差异和变化大、低负荷运行时间较长, 且需要分别控制各空调区温度; 或者建筑内全年需要送冷风的情况下全空气空调系统宜采用 VAV 系统。

变风量中央空调系统根据空调负荷的变化以及室内要求参数的变化来自动调节各末端及空调机组风机的送风量及排风量, 是一种全空气系统。室内空气的送入与排出按设计要求进

行平衡,换气次数高,能及时地将室内人员呼出的废气排走,最大程度地保证空调环境的品质,将二氧化碳的浓度真正地控制在 $900 \times 10^{-6}$ 以下,提高人的舒适性,降低空调机组的运行能耗。如图 1-13 所示为变风量空调简图。

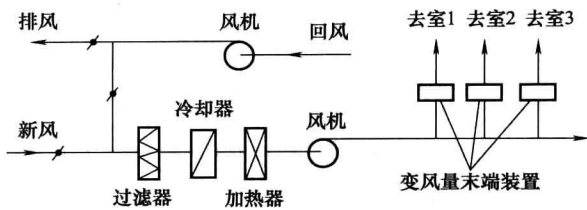


图 1-13 变风量空调系统简图

① 变风量中央空调系统形式 根据是否有变风量末端装置,变风量中央

空调系统可分为两种:一种是只能改变系统总送风量,送风末端为普通送风口的系统;另一种是不仅系统总送风量可以改变,而且各送风末端还加装有变风量末端装置的系统。

a. 只能改变系统总送风量的变风量中央空调系统 对系统总送风量进行调节以适应房间负荷变化的变风量中央空调系统主要适用于有同一温、湿度控制要求的大型空调房间,如影剧院、候机(车、船)厅、展览馆、生产车间等。

对于系统总送风量的调节,可采用风机电动机调速、调传动装置(如更换带轮、调液力耦合器等)等方法来实现,其中以电动机变频无级调速方法在技术经济方面的综合效能最高,应用也最广泛。

b. 加装变风量末端装置系统的变风量中央空调系统 对于服务多个空调房间或区域,且有可调节性差异控制要求的全空气系统,通常采用加装变风量末端装置的变风量系统。利用分设在各个空调房间或区域的变风量末端装置,来适应相应房间或区域热湿负荷的变化,保证其温、湿度在要求的范围内。

加装变风量末端装置的变风量系统有如下一些特点。

① 由于末端装置可以随所服务房间或区域实际负荷的变化而改变送风量,因此,整个空调系统的供冷(热)量可以在各个空调房间或区域之间自动合理分配,并能转移。这充分利用了在同一时刻,各个空调房间或区域在朝向、位置、功能和使用时间上的不一致,负荷参差不齐这一特点,化不利条件为有利因素,减少了整个系统的负荷总量(包括总送风量和处理空气所需的总冷热量)。从而使设备的安装容量减小,设备、管道尺寸减小,能源消耗降低,机房占用面积也相应减少,初期投资和运行费用也都可以减少。

② 配以合理的自动控制,空调设备和冷热源设备只按实际需要运行,耗电降低,运行费还可进一步减少。

③ 每个空调房间或区域的送风量调节,直接受装在室内的恒温器控制,故可实现单个房间或区域的温度自动控制,当然也可以独立地选择自己要求的控制温度。

④ 这种系统尤其适合于建筑物的改建和扩建,例如大型民用建筑的裙房部分,其用途和布置隔断经常发生变化,只要在系统设备容量范围之内,一般都不需要对系统做太大的改动,只需要重调设定值即可。

⑤ 由于增加了变风量末端装置及系统静压、室内最大送风量和最小送风量、室外新风量值等控制环节,整个系统的造价会有所提高。但由于系统的总装机容量和管道尺寸可以减小,综合投资费用不一定增加,甚至会降低。

② 变风量末端装置 变风量末端装置又称为变风量箱(VAV box),是变风量系统的关键设备,通过它来调节送入房间的风量,适应室内负荷的变化,维持室内温度。变风量箱通常由进风短管、箱体(消声腔)、风量调节器、控制阀等几个基本部分组成。变风量末端装置的种类很多,构造各异,有的还和送风散流器连成一体,但都具有以下基本功能。

a. 接受房间温控器的指令,根据室温的高低,自动调节送风量。

b. 当系统压力升高时,能自动维持房间送风量不超过设计最大值。

- c. 当房间负荷降低时, 能保证最小送风量, 以满足最小新风量和室内气流组织的要求。
- d. 具有一定的消声功能。
- e. 当不使用时, 能完全关闭。

目前常用的变风量末端装置主要有以下三种。

a. 单风管型 单风管型变风量末端装置是最基本的变风量末端装置。它通过改变空气流通截面积达到调节送风量的目的, 它是一种节流型变风量末端装置。节流型变风量末端装置根据室温偏差, 接受室温控制器的指令, 调节送入房间的一次风送风量。

单风管型变风量末端装置的构造如图 1-14 所示。它由圆形进气管 1、蝶形风阀 2、风阀执行器及其联动装置 3、箱体 4 以及与控制配套的电气元件和测量元件(如风量、温度传感器及控制器等)组成。其结构简单, 工作可靠, 控制也较为容易, 因此是目前应用较多的一种变风量末端装置。

在夏季, 当室温升高时, 需冷量增大, 通过温控器的作用使风阀执行机构将风阀由小开大, 增加送入室内的冷风量; 当室温降低时, 则温控器又使风阀关小, 减少冷风的送风量。由于温控器具有冬夏反向作用的功能, 因此冬季变风量末端装置的工作情况与夏季正好相反, 即在冬季, 室温过高时关小风阀, 室温过低时开大风阀。

b. 单风管再热型 单风管再热型变风量末端装置也是目前常用的一种变风量末端装置形式, 通常用于建筑的外区部分, 其构造如图 1-15 所示。与普通单风管型末端装置相比, 再热型装置增加了一个空气加热器 5, 该加热器既可以是热盘管, 也可以是电加热器。因此, 对所服务的房间而言, 它提供了一个独立的加热功能, 可以使每个变风量末端装置能独立地加热空气而不受整个系统空气参数变化的影响。显然, 这种形式的变风量末端装置适用范围和控制精度均超过普通单风管型, 对使用者来说是更加具有灵活性和方便性的产品, 但因此也增加了再热器的费用。

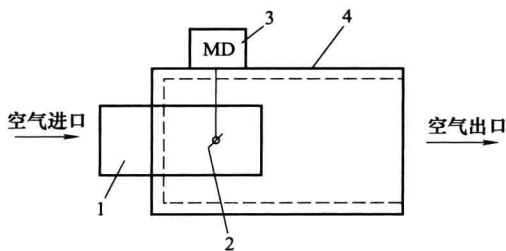


图 1-14 单风管型变风量末端装置的构造

1—圆形进气管; 2—蝶形风阀; 3—风阀执行器及联动装置; 4—箱体

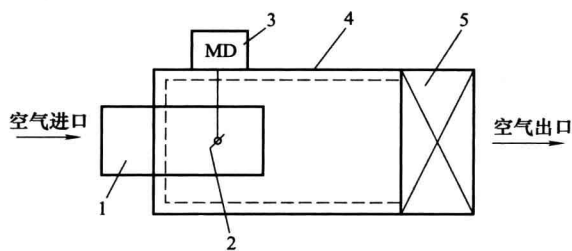


图 1-15 单风管再热型变风量末端装置的构造

1—圆形进气管; 2—蝶形风阀; 3—风阀执行器及联动装置; 4—箱体; 5—空气加热器

单风管再热型变风量末端装置在夏季时的控制方式与普通单风管型相同, 但冬季则要求既控制风阀, 又控制再热器, 以实现室温的控制。通常是优先控制风量, 在送风量不能满足室温要求时再调节再热量。

c. 风机动力型 风机动力型末端装置 (fan powered box, FPB) 是在箱体内设置一台离心式增压风机, 又称为风机加型末端装置。根据增压风机与一次风风阀的排列位置的不同, 风机动力型 VAV 末端装置可以分成并联式和串联式两种形式, 如图 1-16 所示。

并联型 FPB 是指增压风机与一次风风阀并排设置, 经集中式空气处理机组处理后的一次风只通过一次风风阀而不通过增压风机。并联型 FPB 的增压风机仅在为了保持最小循环风量或加热时运行。因此, 其风机能耗小于串联型 FPB。并联型 FPB 的增压风机是根据空调房间所需最小循环空气量或按串联型 FPB 设计风量的 50%~80% 选型。在大多数项目中,



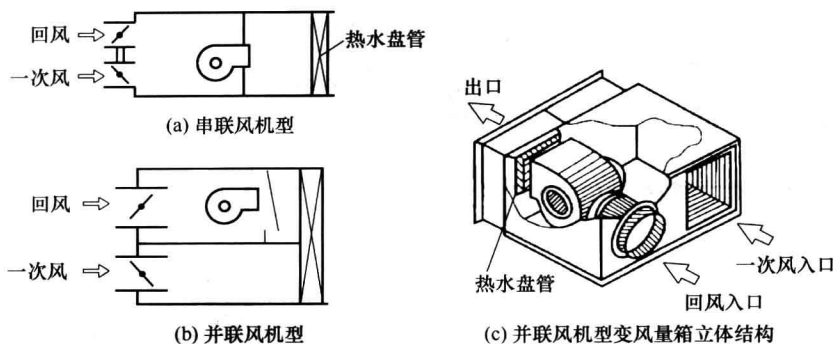


图 1-16 风机动力型变风量末端装置

并联型 FPB 的增压风机每年运行在 500~2500h 之间。

串联型 FPB 是指在该变风量箱内一次风既通过一次风风阀，又通过增压风机。串联型 FPB 一般用于一次送风低温送风空调系统或冰蓄冷空调系统中，它将较低温度的一次风与顶棚内空气混合成所需温度的空气送到空调房间内。采用大温差、低温送风系统具有集中式空气处理机组较小、可减小送回风管及其配件的尺寸、节省设备初投资费用和降低吊顶空间等优点。

串联型 FPB 始终以恒定风量运行，因此该变风量箱还可用于需要一定换气次数的场所，如民用建筑中的大堂、休息室、会议室、商场及高大空间等场所。现在，国内外各种串联型 FPB 的静压值一般为 75~150Pa，设计风量为 160~5000m<sup>3</sup>/h。正常情况下串联型 FPB 的增压风机每年运行 3000~6000h。

一般来说，变风量中央空调系统具有以下特点。

a. 舒适性 能够实现各个空调区域的灵活控制，可以根据负荷变化或个人的要求自行设定环境温度。

b. 节能 由于空调系统绝大部分时间在部分负荷下运行，而变风量中央空调系统是通过改变送风量来调节室温的，因此能够合理地分配气量，减少空调机组的风机能耗。这种方式与定风量、改变送风温差调节负荷的空调方式相比，有着显著的运行经济性和节能效果，全年可节约总能耗 30%~50%，并可降低空调机组的总装机容量。

c. 不会发生过冷或过热 由于温度控制的灵活、有效，可以避免常规空调常见的局部区域过冷或过热，既提高了舒适度，又节约了能量。

d. 系统噪声低 如果风量减小是通过风机转速降低实现的，则会使系统噪声大幅降低。

e. 无冷凝水烦恼 变风量系统是全空气系统，冷水管路不经过吊顶空间，可以避免冷冻水、冷凝水滴漏污染吊顶，没有凝水盘，避免了霉菌污染。

f. 系统灵活性好 其送风管与风口之间采用软管，送风口的位置可以根据房间分隔的变化而任意改变，也可根据需要适当增减风口，使系统结构变得十分灵活。

#### (4) 变制冷剂流量中央空调系统

变制冷剂流量 (varied refrigerant volume, VRV) 中央空调系统是一种制冷剂式空调系统，它以制冷剂为输送介质，室外主机由室外侧换热器、压缩机和其他制冷附件组成，末端装置是由直接蒸发式换热器和风机组成的室内机。VRV 中央空调系统如图 1-17 所示，一台室外机通过管路能够向若干个室内机输送制冷剂液体。通过控制压缩机的制冷剂循环量和进入室内各换热器的制冷剂流量，可以适时地满足室内冷、热负荷要求。由于制冷剂的热容量是水的 10 倍，空气的 20 倍，采用制冷剂作为冷量的输送介质可以极大地节省冷媒输送管