

空 调 设 计 方 法

北京市建筑设计研究院

吴 · 志 棠

建设部科技信息研究所编

前 言

《空调设计方法》，这是一个总题目，主要介绍一般舒适性空调工程的设计步骤与设计方法，共讲十个题目：一、空调设计过程；二、空调负荷计算；三、空调送风量的计算；四、空气冬夏季处理过程；五、空调水系统设备的选择；六、空调水系统设计；七、空调风系统管道设计；八、空调系统的消声与隔振；九、空调工程设计深度与绘图方法；十、空调设计参考书籍和资料。

所以称之为一般，是因为《空调设计方法》这个题目太大，讲稿中不是把所涉及空调设计方面的内容全面包括进去，有些内容如空调自控、防排烟、制冷等属专项内容没有包括。此外，由于讲课时间有限，加之听讲人系初做空调设计的工程技术人员及刚刚走上设计岗位的大专学生，所以不需面面俱到。讲稿中重点讲在设计过程中经常遇到的相关问题，凡未提到讲到的内容，可在有关的书籍资料中查找。

自改革开放以来，国家基本建设发展很快，空调技术也得到了大发展，国内外有关空调方面的技术书籍资料繁多，可供空调设计选用的设备也十分丰富，在设计过程中，可供学习、采用的内容很多。本人在设计院工作多年，一直从事暖通设计工作，但是，由于经验和水平都有限，讲稿中定会有谬误之处，请同志们指正。

为了叙述上的方便，讲课中仍采用老的工程单位。

目 录

一、空调设计过程	(1)
1. 设计前的调研工作	(1)
2. 方案初步设计	(3)
3. 空调的节能设计问题	(15)
4. 空调施工图设计过程	(16)
二、空调负荷计算	(17)
1. 空调负荷分类与计算方法	(17)
2. 室外设计参数	(18)
3. 室内设计参数	(19)
4. 计算例题	(21)
5. 新风量	(21)
三、空调送风量的计算	(22)
1. 风量计算条件	(22)
2. 送风量的计算	(22)
四、空气冬夏季处理过程	(23)
1. 焓湿图(又称 $i-d$ 图)	(23)
2. 空气冬夏季处理过程	(24)
五、空调水系统设备的选择	(26)
1. 表冷器的选择	(26)
2. 加热器选择	(28)
3. 喷水室设计	(29)
4. 热交换器的选择	(30)
5. 风机盘管的选择	(30)
6. 冷水机组的选择	(30)

7. 冷却塔的选择.....	(31)
8. 锅炉选择.....	(31)
六、空调水系统设计.....	(31)
1. 管道系统形式.....	(31)
2. 管道设计步骤.....	(32)
3. 管道压力损失计算.....	(34)
4. 膨胀水箱.....	(40)
5. 冷凝水管.....	(41)
七、空调风系统管道设计.....	(42)
1. 风道设计的基本原则.....	(42)
2. 风道设计步骤.....	(42)
3. 送风口与回风口设计.....	(42)
4. 风道的阻力计算.....	(43)
八、空调系统的消声与隔振.....	(44)
1. 噪声的基本概念.....	(44)
2. 空调房间的允许噪声.....	(47)
3. 空调系统的噪声.....	(50)
4. 消声设计步骤.....	(50)
5. 消声计算及消声器的选择.....	(50)
6. 空调设备的隔振.....	(56)
九、空调工程设计深度与绘图方法.....	(61)
1. 设计深度.....	(61)
2. 绘图方法.....	(64)
十、空调工程设计参考书籍及资料.....	(64)

一、空调设计过程

1. 设计前的调研工作

在建设部设计院总工程师李娥飞编著的《暖通空调设计通病分析手册》一书中的上篇,专门讲了暖通空调设计问题,其中就怎样做好暖通空调设计及设计方法设计深度等,结合多年的工作实践,做了专门的分析和介绍,对初做空调设计的同志,有指导意义。

(1) 设计过程中所涉单位

设计单位做工程设计,画图出图,似乎仅和图纸打交道,其实不然,一个工程施工图到最后出图,在整个周期中,往往是花在设计画图外的时间比画图时间还多,越大越复杂的工程常常有这种情况。经常听设计人员抱怨,设计周期太长,各种问题错综复杂,不及时解决处理,设计便难以下笔。一项设计任务从下达到出图要涉及不少相关单位和人员,少了那一个环节,工程设计都可能进行不下去。所以,一个好的设计人员,不仅熟悉明了本专业知识,设计技术,还要通晓在设计过程中需要找那些相关的主管单位和协作配合单位,和那些人员联系,打交道。(此项工作也可与甲方一道进行)所以,设计人员还要懂点公关学,学点工作方法,以期提高工作效率。图1表示了设计过程中根据工程特点可能要涉及的相关单位。

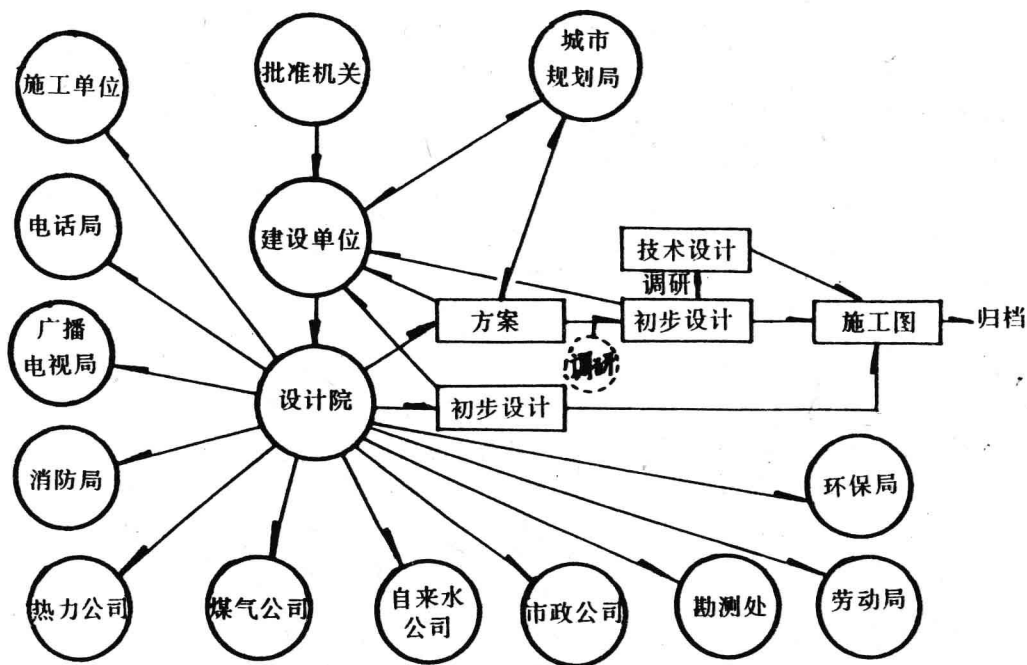


图1 设计过程所涉单位

(2) 设计过程中专业之间关系

一个好的工程设计,是各专业密切配合、协调一致共同完成的,接到任务后,在工程主持人(也称工程总负责人)的主持下,召开计划会,制定配合进度表,互提资料时间,及时解决设计过程中出现的技术与配合问题,使设计符合国家方针政策,符合规范要求,满足建设单位的要求,最后图纸会审、会签、归档出图,保质保量按期完成设计任务。暖通专业若工程专业内容多时,

给电气的资料应该以书面形式,最好按设备编号列表并提出控制要求,如果风道穿结构墙板多,最好和结构专业一道商定,并标注在结构作业图上。图 2 表示设计过程中专业之间的配合关系。

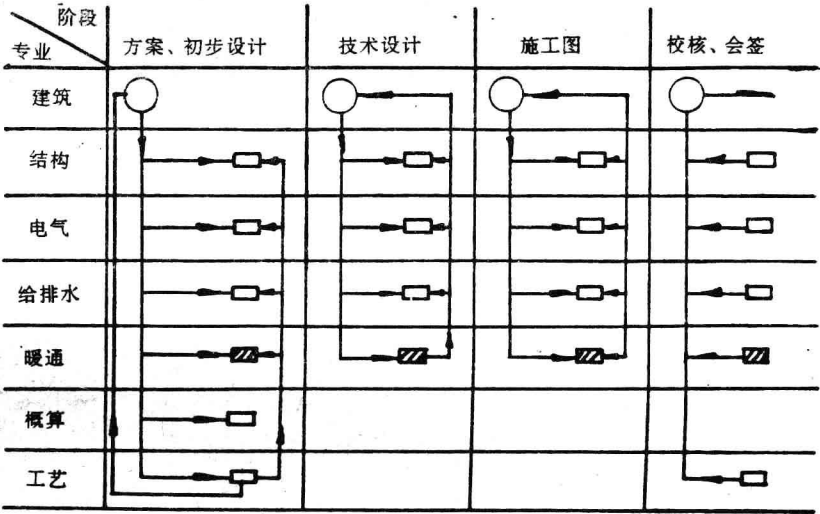


图 2 设计过程中专业之间关系

(3)设计前的调研工作

如果我们把空调设计概略过程用方块表示(图 3),其中调研掌握基础资料是十分重要阶段。“没有调查就没有发言权”,设计也一样,不充分掌握第一手资料,设计就无法进行。我们

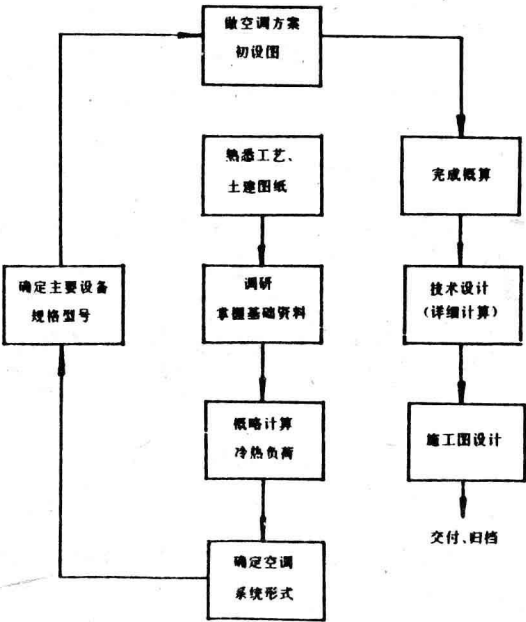


图 3 空调设计概略过程

把调研分为外部和内部两部分,外部属于设计要了解、掌握的内容,是设计依据条件,内部是指设计人专业上准备、考虑的内容。

所谓外部,主要指了解建设单位设计任务书中所提的设计内容和要求,弄清楚建筑物的名称、规模、用途、批准造价及对暖通设计的要求等。此外,了解现场的环境条件(包括当地气象条件,市政管道条件及环境条件等),了解当地有关法规、规范、技措等;对内主要根据建筑平剖图及结构形式考虑风、水系统设备从冷热源、管道系统到末端设备的概略规划,为日后设计方案、初设做准备。

我们把图3的方块,用文字表达可以叙述成:首先对建设单位所提基础资料进行了解和分析,并同时熟悉建筑设计图纸,对尚不清楚的问题则需进行必要的内外调研。要调研掌握的资料主要包括室内外气象条件,室内散热、散湿设备,人员数量及照明负荷等,同时调查供建筑物的能源、市政条件及了解掌握有关法令法规等。有条件时,对已建成使用的相类似的建筑物进行参观调研。上述工作结束后,接下来进行冷、热负荷的概略计算并决定采用的空调方式,计算确定主要空调设备(注意进行经济比较以提高设备利用率和节省能源)规格数量,对土建专业提出机房位置大小,管道间尺寸及设备层等有关资料,然后着手做初步设计图和概算书。在初设报批期间可做技术设计和施工图的准备工作。

由于种种原因,设计过程往往不大可能按部就班的进行,多数情况是交错进行,但无论工程进度紧与松,都不应任意省略设计步骤,在计算选择系统设备、管径时采用“夯”的办法是不可取的,经验数据和“夯”不可相提并论,因为前者是多数人实践经验的积累,而“夯”则是无根据的做法。设计取经验数据时,要以国内的数据或相近的国外资料为准,完全照搬国外数据不妥,由于地理位置,国情,生活习惯的不同,对国外资料要有分析有鉴别的取舍。

2. 方案、初步设计

这里讲的方案、初设,不是指设计文件编制深度中所应具备的内容,这一内容写在第九个题目中。下面要讲的是作为空调专业,在方案初设阶段应该考虑的问题:首先要知道当前空调系统的各种形式及其特点,然后考虑你在设计中采用何种方式,其次是在没有或不能详细进行冷热负荷计算时,确定其冷热负荷的估算指标及其他指标。

1) 空调系统分类

当前,工程中所采用的空调系统,通常是根据冷热源供给方式不同而归结为集中和分散式两大类,如表1所示。设计者在做方案时应根据所设计建筑物的用途、规模、使用要求、环境要求、投资及节能等诸条件来选择确定经济适用、合理的空调系统。表2列出了各类空调系统的综合比较及在高、中档民用建筑中的适用情况。图4系不同空调系统的综合比较及其工程费用指数(以5000m²办公楼采用空调机加新风系统为100时,与其他空调方式的指数比较)。

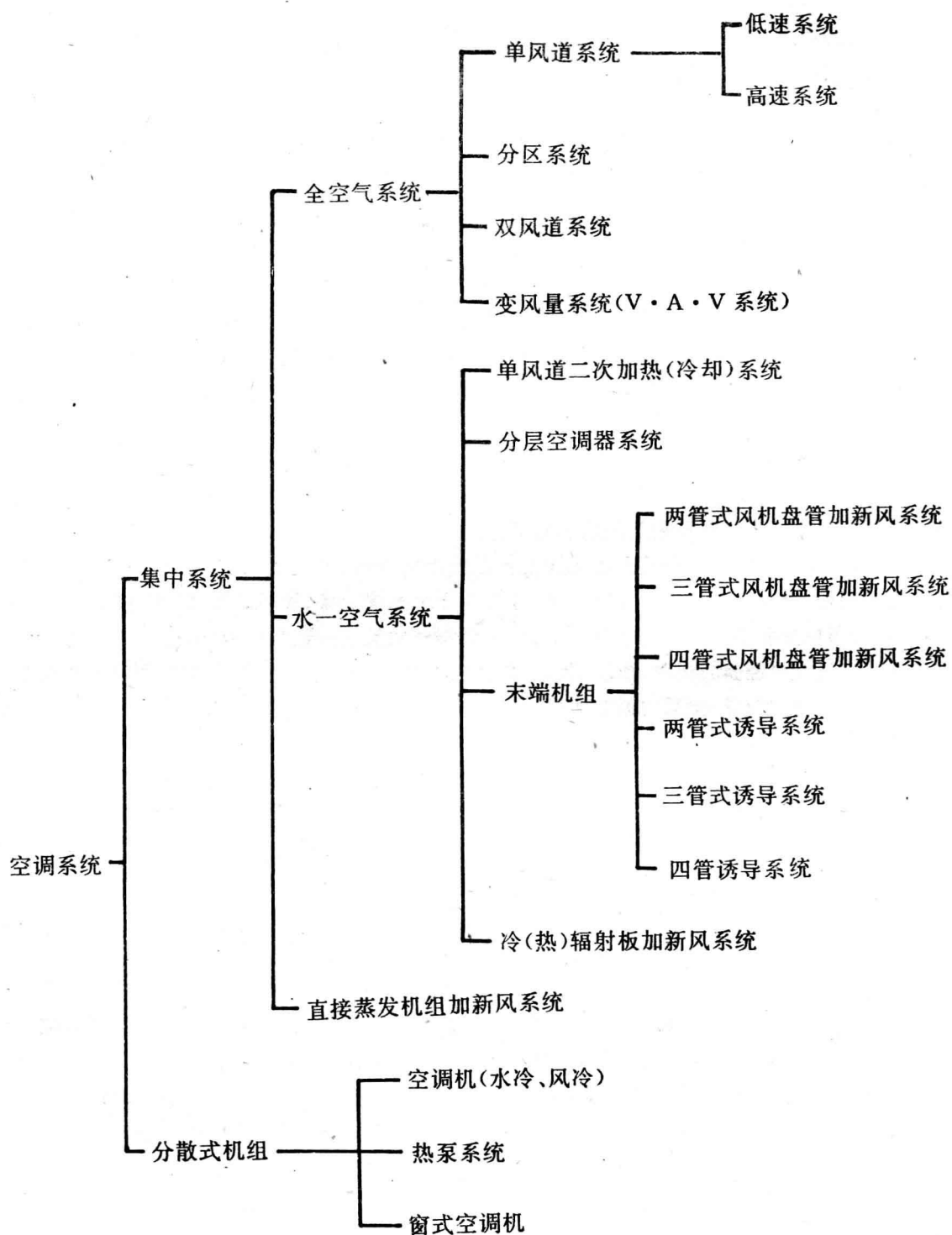


表 1 空调系统分类

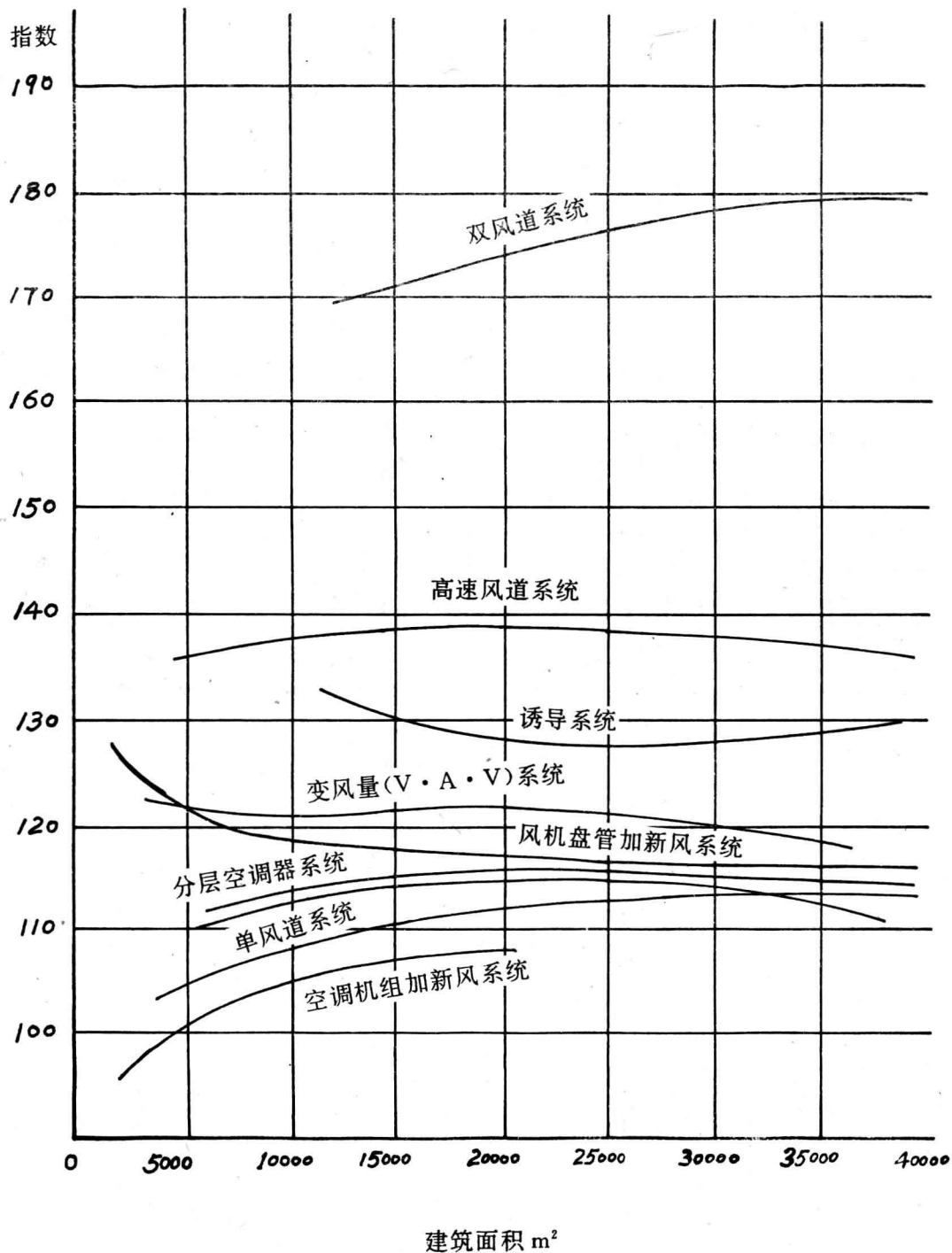


图4 把5000m²空调机组系统为100,和其它空调方式的比较

空 调 系 统 比 较

表 2

比较项目	设备费	能量损耗	风机水泵电费	维护管理人工费	机房占地	风道水管管道间	个别控制	管理易难	设备更新	施工技术	高级建筑	中档建筑
空调系统												
单风道系统	小~(中)	小	中~(大)	小	大	(中)~大	—	一般	一般	一般	—	▲
分区系统	中	大	大	中	大	大	可	一般	一般	一般	△	△
双风道系统	中~大	大	大	中	大	大	可	较易	一般	高	▲	—
单风道再热系统	(中)~大	中	中	中	大	大	可	较易	一般	高	▲	—
各层空调器系统	中	小	小	中	大	大	—	较易	一般	一般	▲	▲
两管风机盘管加新风	中	中	小	中~[大]	小	小	可	较易	一般	一般	△	▲
三管风机盘管加新风	中~(大)	小	小	中~[大]	小	小	可	较易	一般	高	▲	▲
两管诱导器系统	中	中	中	中~[大]	中	中	可	较易	一般	高	△	▲
三管诱导器系统	中~(大)	小	中	中~[大]	中	中	可	较易	一般	高	▲	▲
辐射板加新风系统	大	小	小	小	中	中	可	较易	一般	高	△	—
空调机系统	小~(大)	小	小	小~[大]	小	小	—	易	短	一般	—	(△)
注:1.速()者表示也有此类情况; 2.带[]者表示更换过滤器较多时; 3.“—”表示一般情况下不采用; 4.△表示可以但划▲者表示更合适。												

2) 空调系统图示及 i—d 图

(1) 单风道系统

单风道系统的基本图示及空气处理过程中各点参数如图 5 所示。

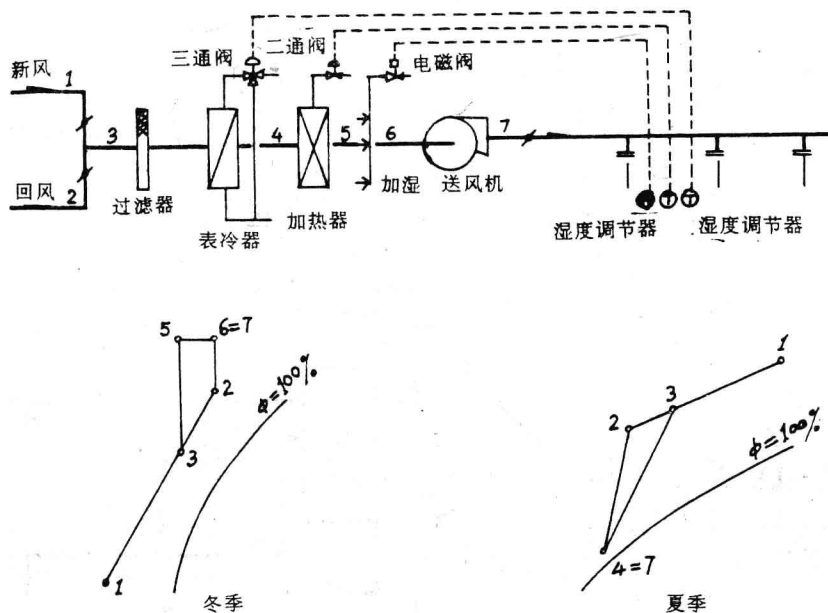


图 5 单风道系统

如果在单风道系统中采用二次加热或冷却,其系统图示如图 6。

单风道系统的优点是显而易见的,该系统设备简单,投资省,易于管理,空调器选择灵活,但这类系统不能按房间进行负荷调节,风道占建筑空间大,虽然可以用提高空气流速来减小风道尺寸,但又带来系统噪声的增加和提高了运行费用。

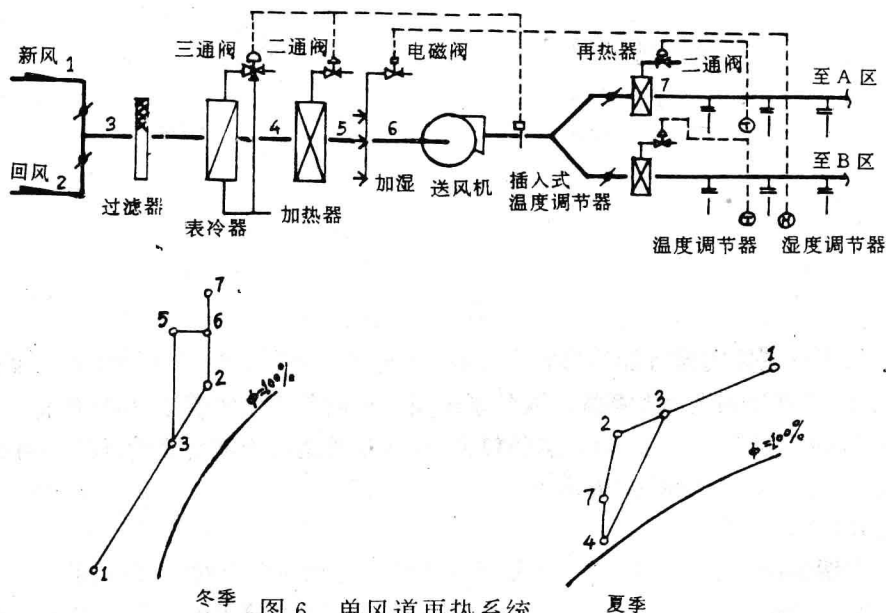


图 6 单风道再热系统

单风道系统适用于大空间或各间温湿度变化不大,可允许有一定波动范围的建筑。单风道系统是设计者采用较多的系统,虽然不能进行负荷变化时的调节,但可以在风口处进行不很严格的调节。

(2)分区系统

图 7 为分区系统图式。

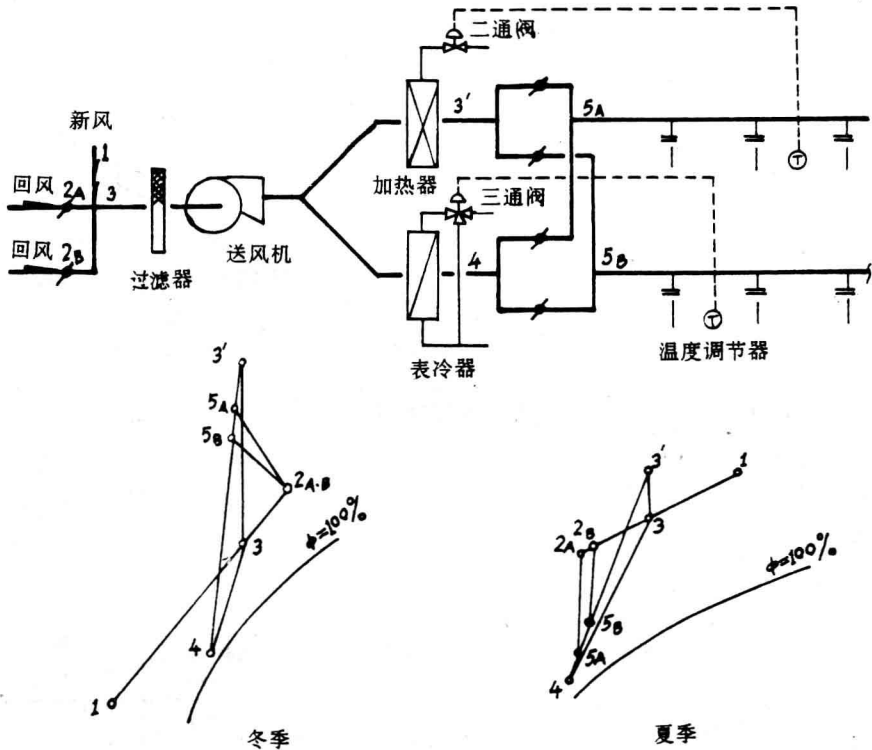


图 7 分区系统

该系统空调器内设有加热器和表冷器,空气同时分别通过加热器和表冷器并在空调器混合,然后由风道分别送至各系统。这种系统相当于简单的双风道系统,它的特点是可以按区进行控制,但和单风道一样,风道占空间较大,分区系统适用于需要分别进行控制的中、小规模民用建筑,当前采用这种系统的很少。

(3)双风道系统

在空调器内的加热器和表冷器分别对空气进行加热和冷却,处理后的空气又分别用风道送至冷热混合箱,混合后的空气由送风口送至室内。混合箱内的温度由室内温控器控制,如图 8 所示。

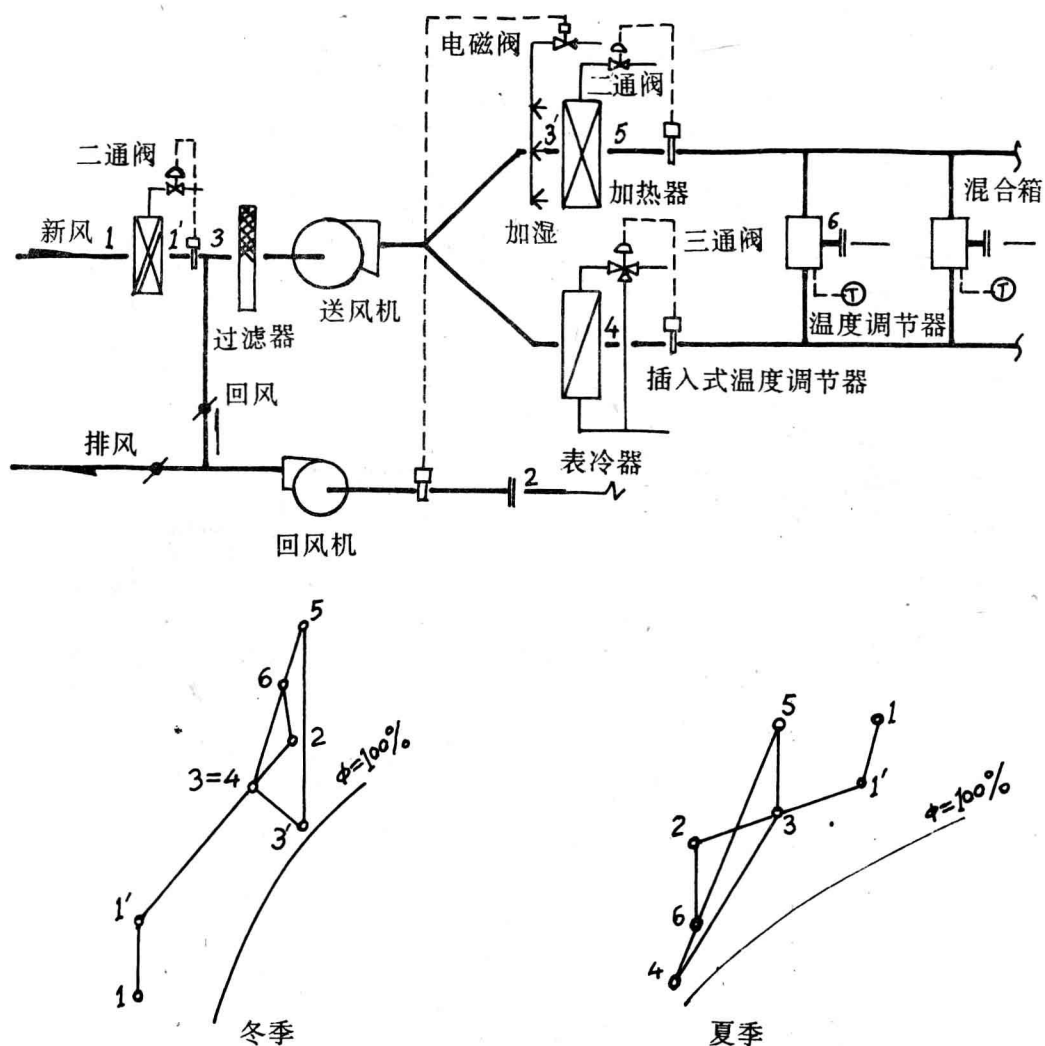


图 8 双风道系统

双风道系统由于对空气同时进行加热和冷却,所以设备费及运行费均高。该系统在国内应用较少,在要求高又特殊的建筑及同一时间各房间温湿度条件要求不同可采用双风道系统。

(4) 分层空调器系统

图 9 及图 10 为分层空调器的两种图示及冬夏季空气处理过程的 $i-d$ 图。

分层空调器系统适用于各层冷负荷不同而且面积较大的空调房间,分层设空调器可以按层进行控制和管理,每层设空调机房在管理上比单风道系统麻烦,此外,由于机房靠近空调房间,在设计时要注意系统的消声和空调器的隔振。

分层空调器系统在工程中应用较多,北京市隆福大厦就是采用了分层空调器系统。

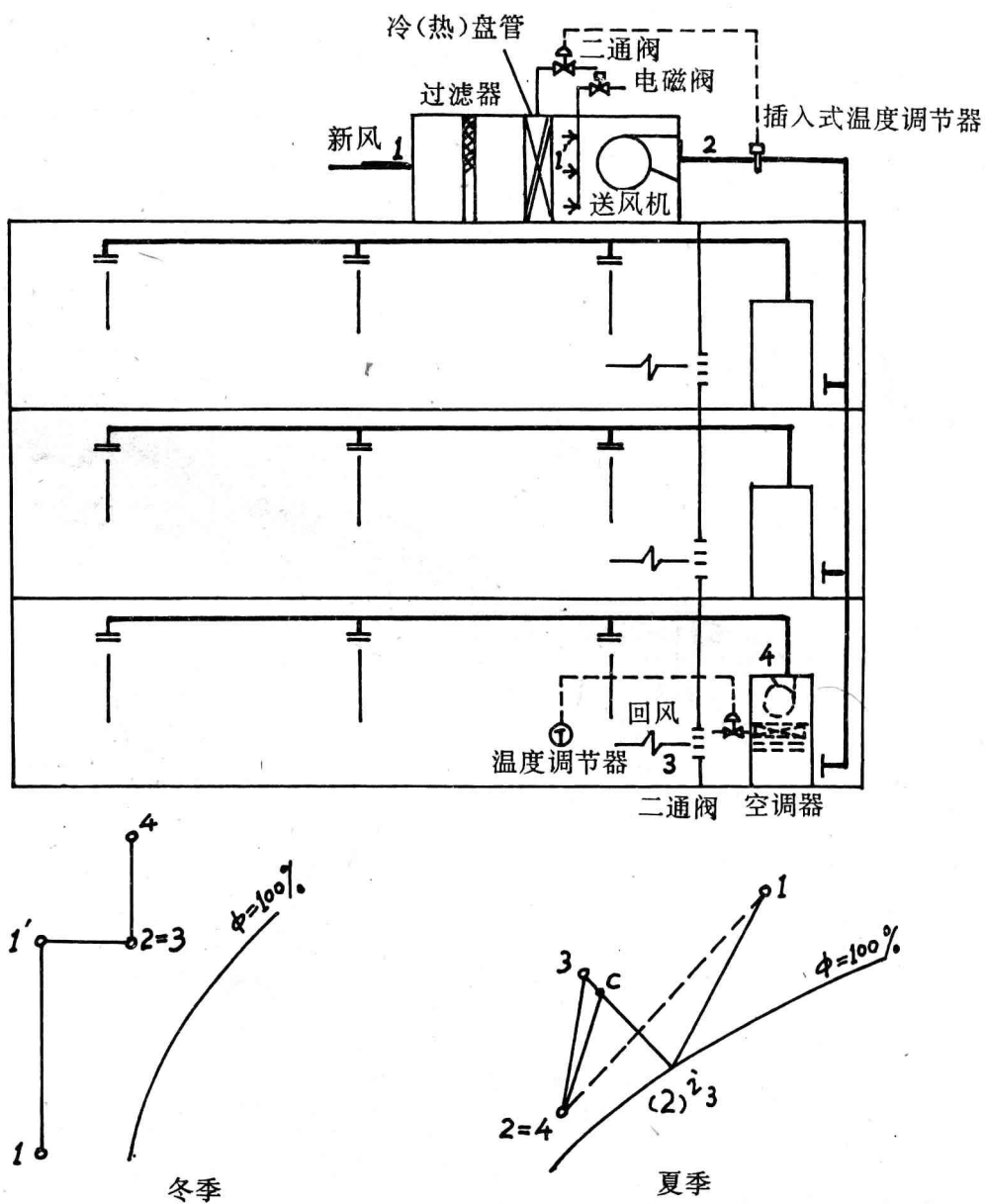


图 9 分层空调器系统(一)

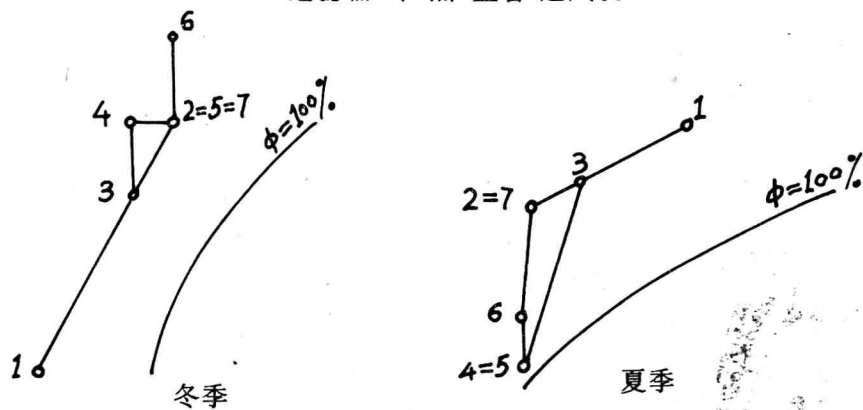
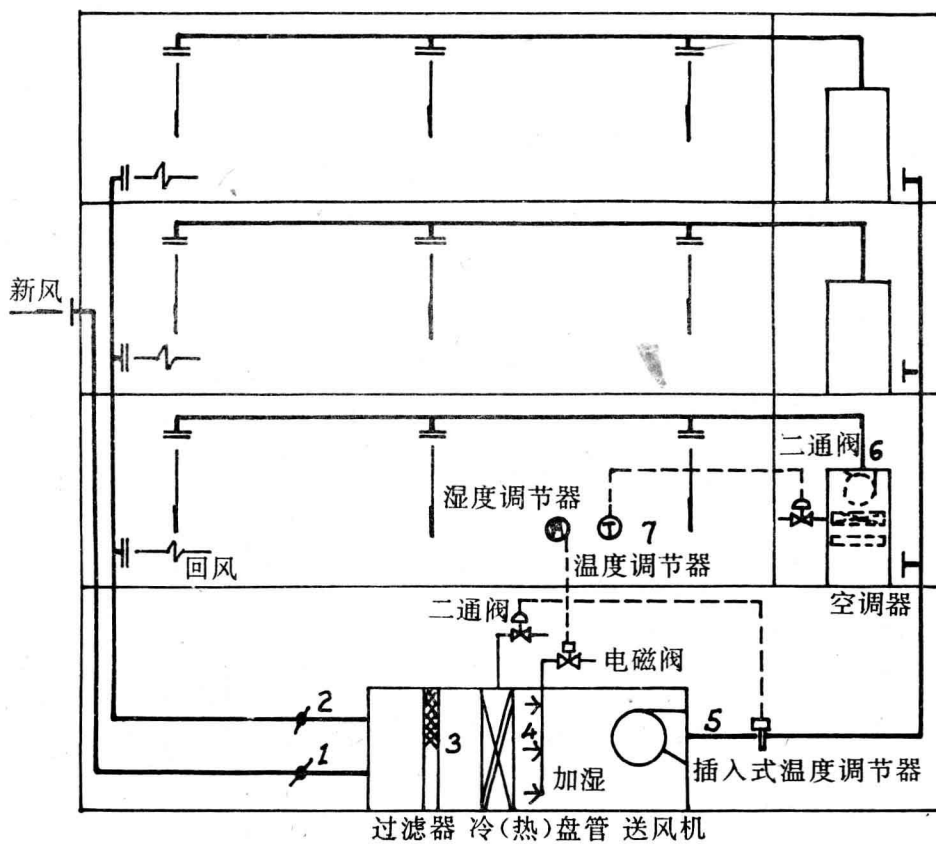


图 10 分层空调器系统(二)

(5) 风机盘管系统

风机盘管系统一般指风机盘管加新风系统,如图 11 所示。

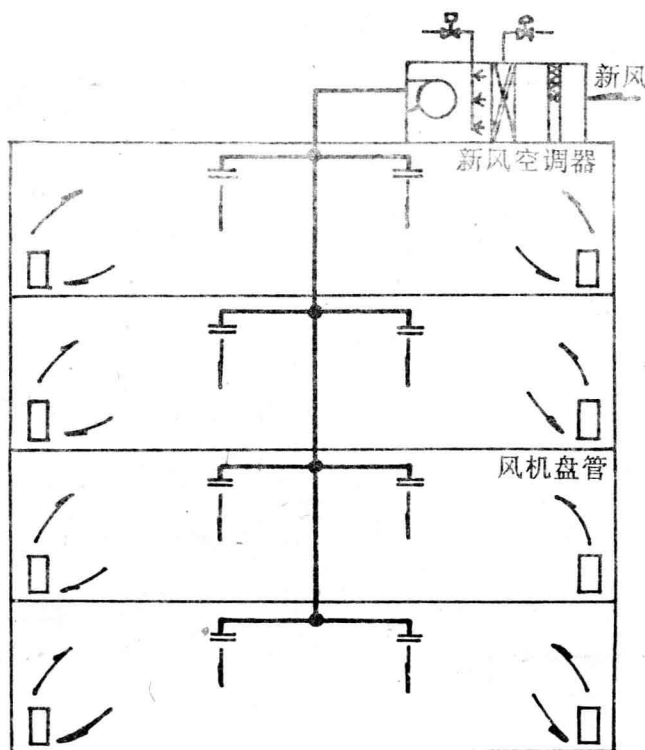


图 11 风机盘管系统

设计时,通常是风机盘管负担全部计算冷负荷,而新风系统加热器、表冷器只负担新风负荷,冬季加热到室温,夏季表冷器处理到室内等焓饱和线上。

由于风机盘管可以进行单个的手动或自动控制,所以在分散房间采用风机盘管是非常合适的,象饭店客房、公寓、办公室等多采用这种系统,由于风机盘管风机设有三档风速开关,对夜间负荷小又需要安静的房间也可以满足。风机盘管水路系统根据需要可设计成三管或四管式系统,一般多采用二管式冬夏两用系统,室内温度调节除风机三速控制外,可在水路上设二通阀或三通阀,由室内温度控制器进行水量调节。

(6) 诱导系统

图 12 为诱导系统示意图。诱导系统的优点是可以由诱导器进行分别控制,不象风机盘管那样经常耗电。诱导系统新风道可采用高速,这样风道断面减小,少占建筑空间,但诱导系统一次投资高,过渡季无法利用新风,管道安装复杂,采用该系统的工程,国内很少,在设计诱导系统时,要注意一次风喷嘴处产生的气流噪声要低于房间的允许噪声。

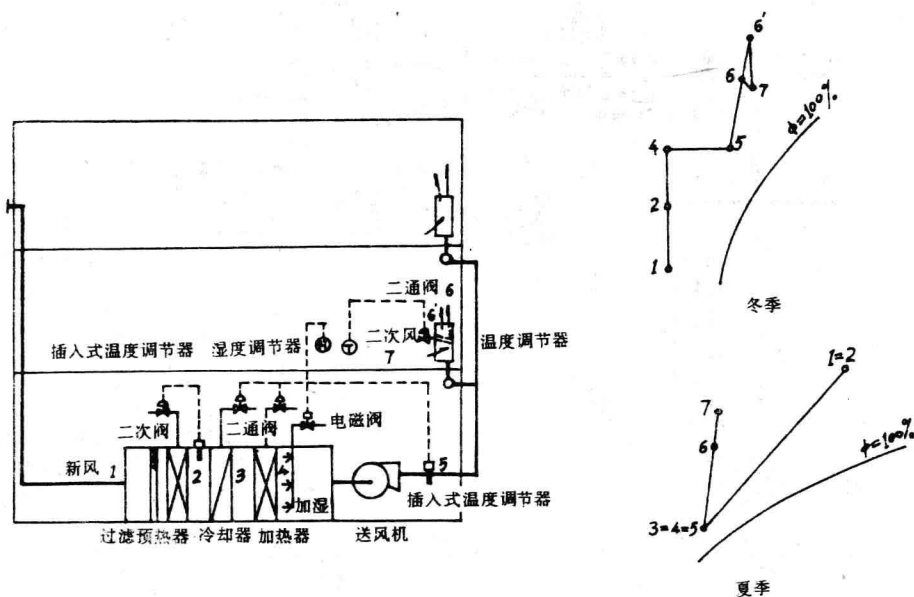


图 12 诱导系统

(7) 变风量系统(或称 VAV 系统)

变风量系统在发达国家采用较多,国内采用较少,北京发展大厦设计为变风量系统。变风量系统最大优点是节能,即在系统运行过程中,根据房间负荷的变化而改变系统冷、热负荷和耗电量。由于系统风量是可变的,系统的压力也是随之改变,所以变风量系统自控要求较高,对风机及末端设备性能要求也高,使该系统设备造价相应提高。图 13 及图 14 为变风量系统的两种形式及空气处理过程 $i-d$ 图。

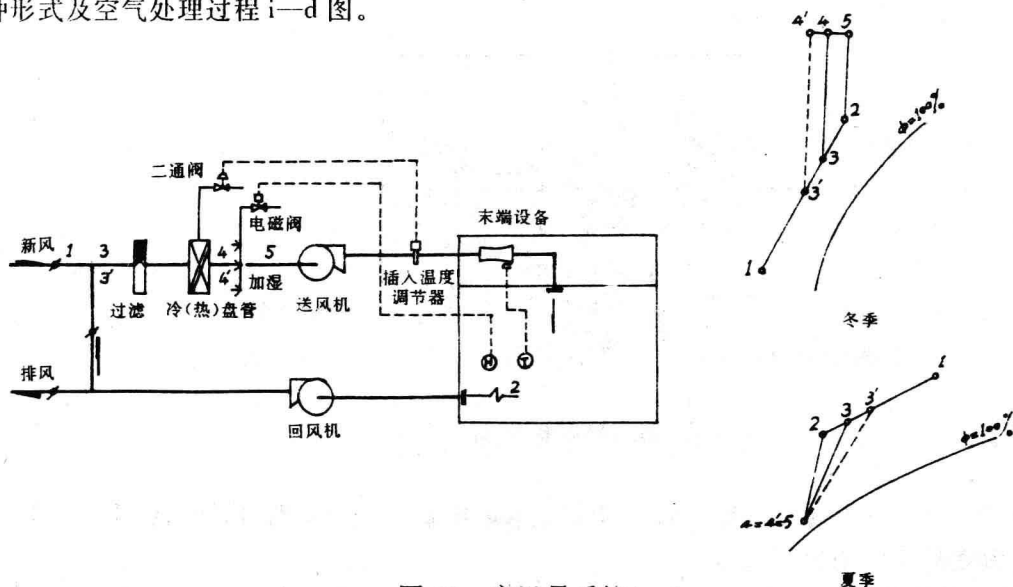


图 13 变风量系统(一)