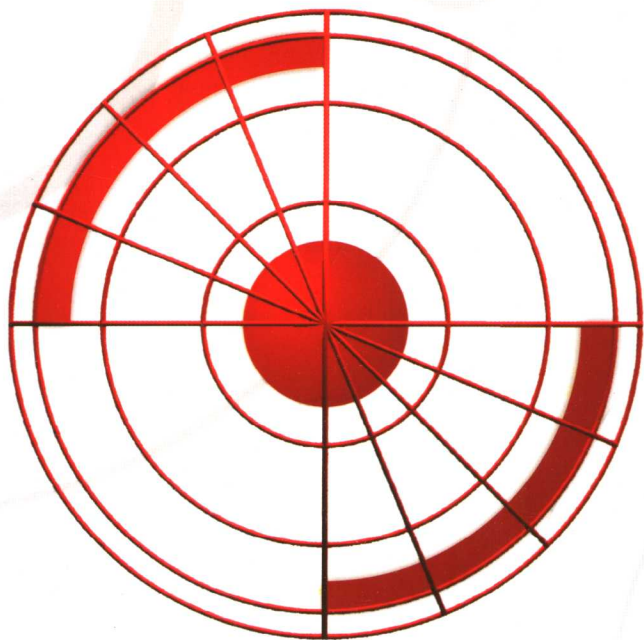


楼宇电气系统安装运行维护丛书

空调系统的 电气运行维护

孟宪章 罗晓梅 编著

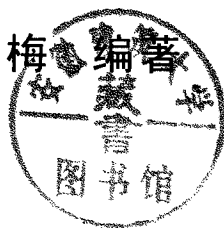


中国电力出版社
www.cepp.com.cn

楼宇电气系统安装运行维护丛书

空调系统的电气运行维护

孟宪章 罗晓梅



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内容提要

本书主要讲述了中央式空调系统、风机盘管空调系统、房间式空调器的运行、工艺流程及其电气控制,以及中央式空调器、风机盘管空调系统所用的冷水源、热水源的生产工艺流程及其电气控制。本书共分三章,主要包括:空调系统的电气控制;冷水系统的电气控制;热水系统的电气控制。

本书适用于楼宇电气安装、运行维修电工,物业管理者及相关技术人员。

图书在版编目(CIP)数据

空调系统的电气运行维护/孟宪章,罗晓梅编著.

北京:中国电力出版社,2006

(楼宇电气系统安装运行维护丛书)

ISBN 7-5083-4558-4

I. 空... II. ①孟... ②罗... III. 房屋建筑
设备:空气调节设备:电气设备 IV. TU83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 077829 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月北京第一次印刷

700 毫米×1000 毫米 B5 开本 16 印张 326 千字

印数 0001—4000 册 定价 27.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言



随着国民经济的发展，城市里建起了许多高楼大厦和建筑群，工厂生产自动化进一步加强。长期工作在楼宇环境的人们及自动化设备的运行需要一个恒温恒湿的工作环境。空气调节系统（即空调）的作用是根据生产工艺和人体舒适条件的要求，在楼宇中或生产厂房中创造出相应的气候条件，比如恒温、恒湿、超净等。使人们工作于该环境中，感到冬季温暖如春，夏季凉爽宜人。

由于空调系统的运行、维修、技术管理是一门综合性技术，需要具有空调、机械、水系统及供电、电气自控等多方面的技术知识，管理起来比较复杂，尤其是电气运行维修、技术管理人员更是如此，因此，特编写此书以飨读者。

本书通过具体实例分析了空调系统、冷水系统、热水系统的生产工艺流程及其电气控制和设备运行故障分析、处理，可使电气运行、维修人员较全面地了解空调系统情况。

本书引用的标准、绘制的电路图及符号，均采用 GB 4728 国家标准。对于国外的电气设备，为了使读者在安装、运行维修时读图方便，保持了原文图样，并给出了中英文名词对照，提供了实用性的数据，同时分析了设备在运行系统中的工作流程，以及微机监控的程序。

本书在编写过程中，得到了有关部门领导的大力支持，许多同志和朋友也给予了鼓励和帮助，在此，谨致深切的谢意和敬意！由于水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正！

编 者

2006 年 4 月

目 录



前言

第一章 空调系统的电气控制	1
第一节 概述	1
第二节 中央式空调器	2
第三节 风机盘管空调器	80
第四节 小型中央式空调系统	89
第五节 房间式空调器	102
第二章 冷水系统的电气控制	122
第一节 冷水系统的微机监控	122
第二节 螺杆式冷水机组	124
第三节 约克 (Millennium) YK 型冷水机组	136
第四节 开利 EVERGREENTM (常青树) 冷水机组	159
第五节 19XL 冷水机组集总控制 (PIC)	163
第六节 IX 型直燃机	172
第三章 热水系统的电气控制	205
第一节 热水系统的微机监控	205
第二节 德国威索牌 (WEISHAUP) 锅炉用燃烧器	206
第三节 燃气、燃油锅炉燃烧器控制器	208
第四节 燃烧机的故障与处理	215
附录 中英文名词对照	223
参考文献	250

第一章 空调系统的电气控制

第一节 概 述

空调系统为高楼大厦、建筑群、现代化的生产厂房提供了一个舒适的生活环境和工作环境。空调系统控制的舒适环境参数见表 1-1。

表 1-1 空调器舒适环境参数

范围	温度/℃		相对湿度 (%)	空气流速 (m/s)	噪声 /dB (A)	振动 /mm	换气 / (m ³ /min)	CO ₂ 浓度 (%)
	夏季	冬季						
舒适	22~27	15~18	30~70	0.075~0.2	45	0.2	0.6	0.03
不舒适	27~43	0~14	<30, >70	0.4	65	1.5	0.35	0.3
有害	>43	<0	<15	>0.4	120	2	0.14	10

表 1-2 《室内空气质量标准》的主要控制指标

序号	参 数	标 准 值		备 注
		夏季空调	冬季采暖	
1	温度/℃	22~28	16~24	
2	相对湿度 (%)	40~80	30~60	
3	空气流速 (m/s)	0.3	0.2	
4	新风量/ (m ³ /h·p)	30		
5	二氧化硫/ (mg/m ³)	0.5		1h 均值
6	二氧化氮/ (mg/m ³)	0.24		1h 均值
7	一氧化碳/ (mg/m ³)	10		1h 均值
8	二氧化碳 (%)	0.1		日平均值
9	氨/ (mg/m ³)	0.2		1h 均值
10	臭氧/ (mg/m ³)	0.16		1h 均值
11	甲醛/ (mg/m ³)	0.10		1h 均值
12	苯/ (mg/m ³)	0.11		1h 均值
13	甲苯/ (mg/m ³)	0.20		1h 均值
14	二甲苯/ (mg/m ³)	0.20		1h 均值
15	苯并 [a] 芘/ (mg/m ³)	0.10		日平均值

续表

序号	参 数	标 准 值		备 注
		夏季空调	冬季采暖	
16	可吸入颗粒/(mg/m^3)	0.15		日平均值
17	总挥发性有机物/(mg/m^3)	0.60		8h 均值
18	细菌总数/(cfu/m^3)	2500		依据仪器定
19	氡/(Bq/m^3)	400		年平均值(行动水平)

表 1-1 中,所列各技术参数是对各种空调控制的室内环境的要求。表 1-2 中,所列各技术参数摘自我国第 1 部《室内空气质量标准》,该标准于 2003 年 3 月 1 日正式实施。《室内空气质量标准》控制的是人们在正常活动情况下的室内环境质量,它不但对空调送风质量有要求,而且对房屋装修后所形成的环境质量也有要求。

《室内空气质量标准》是用来评价人们在正常活动情况下的室内空气质量。要求每日至少监测一次,每日早晨和傍晚采样,早晨采样时不开窗通风。

《室内空气质量标准》是国家的推荐性标准,技术参数的取得,要由有监测资质的单位进行监测,并必须具备:

- (1) 省级以上计量监督部门的计量认证,出示的检测报告应有“CMA”标志。
- (2) 计量认证书规定检测的项目应有“室内环境检测”。
- (3) 应使用国家规定的检测方法和仪器。
- (4) 检测人应有国家劳动部门和质量监督部门颁发的室内环境检测职业资格证书。
- (5) 应有独立的室内环境实验室。

为了节省能源,应使空调系统的各种参数根据本地区不同季节的周围环境、气候特点控制在最佳点。最佳点的控制与建筑的形式布局有很大关系。向阳、自然通风好的房间,一年中空调系统运行的时间就比较短,如北京地区每年 5、6、9、10 月份就可以根据情况停止空调系统的运行。

空调器主要有中央式空调器、中央式风机盘管空调器、小型中央式空调器、分体式空调器、窗式空调器等形式。



第二节 中央式空调器

一、简介

中央式空调系统又叫公共空调系统,适用于高层建筑、写字楼、旅游宾馆、体育馆、商厦、影剧院、工厂车间等大面积的降温、供热,并配有制冷设备和供暖设备,一般有空调机房、冷冻站、锅炉房、冷却塔、控制室等设备。空调机房一般设在高层建筑的地下室,个别设在屋顶。该系统把经系统处理后的空气,用保温的风

道分别送到需要空调的场所。

中央式空调系统的特点有：

- (1) 用风场所整齐、干净。
- (2) 不影响用风场所周围的环境温度。
- (3) 节约电能。
- (4) 安装设备的机房造价，比空调房间的造价低得多。
- (5) 对于大负载的空调系统，其设备成本低廉。
- (6) 中央式空调系统维护和修理时，不干扰空调区域内人员的正常活动。
- (7) 中央式空调系统可以利用部分回风，能够节能，明显地节省了降温 and 供热的运行费用。
- (8) 用风场所的温、湿度统一控制。

二、温、湿度控制

中央式空调系统，采用加热或冷却的手段，使温、湿度保持在设定的舒适范围内。

在中央式空调器内，装有两组热交换器，一组用于夏季降温，另一组用于冬季供热。热水或蒸汽都可以作为热媒，热水或蒸汽流经热交换器的盘管使空气加热。通常用恒温器控制热水或蒸汽的温度，因而，可以控制空气的温度。也有用盘管形电加热器，使通过的空气加热，控制电加热器的电压，也就控制了空气的温度。另一种方法是调节风门，控制未经处理的空气流量，使加热过的和未加热过的空气混合。另一组用于夏季降温，冷水、盐水或者直接膨胀的制冷剂都可作为冷媒（冷却介质）。未经处理的空气经冷水淋水室，进行降温。

室外空气先用蒸汽盘管或电加热器加热，再根据需要加湿或去湿，用风机把过滤后的空气经保温风道送至各空调房间，以保证所需要的空气温度和湿度。

三、空气处理设备的构成

中央式空调空气处理设备是由新风、回风混合段和空气过滤段、表面冷却段、二次回风段、去湿段及加湿段淋水段等各种组件构成，每段由标准元件组成框架式箱体。使用时，可按需要任意分段组合，以满足不同空调系统的要求。

1. 新风、回风混合段

又叫空气处理设备密闭式混合段，混合后进入下一个功能段。该段主要由送风机、风道、新风阀、回风阀组成。风量可以调节，调节新风、回风阀门或风速。电动机采用变频调速也可达到此目的。一般新风、回风阀门采用对开式有橡皮边缘的大叶片调节阀。新风阀阀叶可保温，并可兼作保温阀门。回风阀的阀叶不保温，该阀利用手轮带动丝杆，调节回风阀全开或全关。另外也有利用手柄带动连杆使调节阀全开或全关的新风、回风阀。并可以配气动执行机构或电动执行机构。百叶窗调

阀门的阻力小，调节性能好。但由于新风阀直接和室外大气接触，天长日久，阀门叶片上的橡皮边缘容易老化、脆裂，经风吹后，很容易脱落。回风阀叶片也如此。因此，运行3~5年后，应检查橡皮边缘，如有老化、破损，应立即更换，否则阀门无法封闭严实。

新风、回风阀门的叶片与外框连接处都采用铜轴与钢套的连接。由于在夏季新风、回风混合处的相对湿度较高，轴与轴套处极易锈蚀。

如果新风、回风阀配以电动执行机构，新风、回风阀的开度就可按PID调节规律自动调节新风和回风的比例。

2. 空气处理设备过滤段

过滤的目的就是把空气中的尘埃滞留在过滤器上，使通过过滤器的空气更加清新、干净。过滤器一般分粗效过滤、中效过滤、高效过滤。一般生活工作的环境用粗效过滤或中效过滤就可以了。电子器件生产的环境要求高，除粗效、中效过滤外，还需要增加高效过滤。

(1) 袋式(D型)过滤器。袋式过滤器骨架采用2mm厚的镀锌钢板折成角形，与 $\phi 4\text{mm}$ 、 $\phi 6\text{mm}$ 镀锌钢棒焊接而成，滤料为无纺布。粗效过滤器采用WP-CP-9型，厚为10~15mm；中效过滤器采用WZ-CP-2型，厚为10~15mm，滤料制成袋形安装在框架上。这种过滤器投资费用较低，但滤料更换时间不好控制，当通过过滤器的风速 $v \leq 0.3\text{m/s}$ 时，其初阻力为0.0898Pa，当容尘量在800~1000g/m时，就应对过滤器进行清洗或更换。

(2) 粗效泡沫塑料过滤器。粗效泡沫塑料过滤器采用的是厚25mm的聚胺脂泡沫塑料。与其他过滤器相比，具有结构简单、质量轻、加工方便、便于安装等优点。但由于泡沫塑料在生产过程中需添加发泡剂，由于发泡剂混合不均匀，造成发泡的密度不同，且泡的大小不一致，使过滤时的初阻力相差较多。当过滤器终阻力达到初阻力的2~3倍时，需更换清洗，但清洗比较困难。技术数据见表1-3。

表 1-3 粗效泡沫塑料过滤器的主要技术数据

型号	额定风量 / (m^3/h)	外形尺寸 /mm	过滤面积 / m^2	初阻力 /Pa	大气尘计重 效率 (%)	质 量 /kg
YX-01	350	410×390×130	0.57	0.023	>45	4.0
YX-02	350	410×415×130	0.46	0.019	>45	4.2
YX-03	350	530×340×80	0.6	0.025	>45	3.0
YX-04	500	300×300×300	0.9	0.055	>45	5.0

3. 空气处理表冷段

又叫表冷段。它是由带翅片的铜管或钢管表面式冷却器组成。表冷段有冷水表面处理和直接蒸发表面处理两种。直接蒸发式是采用冷水系统的蒸发器，直接作为空气冷却器，其设备简单，体积小，初投资也少，但一台冷冻机的蒸发器，只能供一台空调机，且冷量不易调节，也不容易保持严格的相对湿度。一般只适用于相对

湿度要求不严格的环境。

冷水式表面冷却器（又叫表冷器），通过低温冷水，可以形成封闭式冷水系统。与淋水室相比，体积小，安装方便。向表冷器上淋水，可以增加表冷器的传热效率，淋水可起加湿作用。表冷器在冬季通入热水可作加热器使用，但热水温度应控制在 65°C 以下，应是软化水。因表冷器在过滤器后面，一般积灰尘不会太严重。为了保证表冷器的传热效率，所以在设备大修或更换过滤器时，用压缩空气吹除叶片上的积灰即可。

4. 二次回风段

中央式空调系统，空调房间的回风要和室外的新鲜空气混合后再循环，有的采用排出一部分回风，并补充一部分新鲜空气。用于系统再循环的回风，经过空调器重新冷却或加热，重新加湿或去湿。有些空调场所空气污染轻微，回风不必再次净化，而新风要经过滤器净化才能进入空调系统。空气污染严重的空调场所，新风和回风都要过滤净化。有些场所，甚至连废气都要先经净化，才能排放到大气中去。

新风是通过风机吸入室外新鲜空气。由于空气的新鲜程度相差很大，因此，新风的过滤净化问题是很重要的。

5. 去湿段和加湿段

空气处理设备加热段，用于新风部分预热及送风状态的加热，即去湿。加热器为钢管绕片式。加热可用蒸汽或热水，也有用电加热器的。当采用电加热器时，采用控制加热电压的办法，控制新风预热温度。当采用蒸汽或热水加热时，采用自动调节阀控制热媒流量，保证新风预热温度。

空气处理设备一般采用蒸汽加湿，加湿迅速、均匀、稳定、不带水滴、不带细菌。采用蒸汽加湿时，应在供蒸汽的支管上安装电动阀，该电动阀与风机联锁，避免风机停止运转后，蒸汽加湿器继续工作。

四、中央式空调系统技术指标

中央式空调系统技术参数见表 1-4。该数据，仅作为修理和故障判断时的参考。

表 1-4 中央式空调系统技术指标

名 称	范 围	名 称	范 围
冷凝器进水温度	$15\sim 35^{\circ}\text{C}$	冷却排管出口空气温度	$10\sim 21^{\circ}\text{C}$
冷凝器出水温度	$29\sim 46^{\circ}\text{C}$	每冷吨制冷量的空气循环量	$500\sim 1000\text{m}^3/\text{h}$
冷凝器冷却水温升	$8\sim 14^{\circ}\text{C}$	舒适性降温的室内温度	$25\sim 30^{\circ}\text{C}$
制冷剂 R12 的排出压力	$0.7\sim 1.05\text{MPa}$	每冷吨制冷量的冷凝器耗水量	$0.7\sim 1.1\text{m}^3/\text{h}$
制冷剂 R12 的吸入压力	$0.18\sim 0.33\text{MPa}$	冷水器进水温度	$10\sim 18^{\circ}\text{C}$
冷却盘管入口空气温度	$24\sim 32^{\circ}\text{C}$	冷水器出水温度	$4\sim 10^{\circ}\text{C}$
空气经冷却盘管后的温度降	$7\sim 14^{\circ}\text{C}$		

五、中央空调系统的微机监控

(一) 应具备的控制功能

1. 空气处理系统应具备的功能

- (1) 风机状态显示：风机的运行、停止信号显示。
- (2) 送风、回风的温度测量。
- (3) 室内（用风场所）温、湿度测量。
- (4) 过滤器状态显示及报警。
- (5) 风道风压测量。
- (6) 风机启停控制。
- (7) 风机过载报警。
- (8) 冷、热水流量调节。
- (9) 加湿控制。
- (10) 风门控制。
- (11) 风机转速控制。
- (12) 风机、风门、调节阀之间的联锁控制。
- (13) 防火阀的信号显示。
- (14) 室内 CO_2 浓度监测。
- (15) 寒冷地区换热器防冻控制。
- (16) 送、回风机与消防系统的联动控制。

2. 变风量（VAV）系统应具备的功能

- (1) 系统总风量调节。
- (2) 最小风量控制。
- (3) 最小新风量控制。
- (4) 再加热控制。
- (5) 变风量（VAV）系统的控制装置应有通信接口。

3. 排风系统应具备的功能

- (1) 风机状态显示。
- (2) 起停控制。
- (3) 过载报警。

4. 风机盘管应具备的控制功能

- (1) 室内温度测量。
- (2) 冷、热水阀开关控制。
- (3) 风机变速与启停控制。

5. 整体式空调机应具备的功能

- (1) 室内温、湿度测量。

续表

名 称	温度控制		风机控制	过滤器报警	安全控制	加 湿
	夏季制冷	冬季制热				
变风量三通阀 双管制系统的控制（见图1-12）	DCU 根据其内部时钟，确定夏季的设定温度，比较水管温度传感器采集的送风温度，采用PID算法控制，调节热交换盘管二通调节阀，以达到送风温度与设定温度相同	DCU 根据其内部时钟，确定冬季的设定温度，比较水管温度传感器采集的送风温度，采用PID算法控制，调节热交换盘管二通调节阀，以达到送风温度与设定温度相同	DCU 根据其内部的软件及时钟设置，按时间程序或事件，启动或停止风机（闭合或断开控制回路）	风机启动后，过滤网前后将有一个压差。如果过滤器干净，压差小，干接点会断开。如果过滤器太脏，过滤网前后的压差变大，干接点闭合。DCU 将会发出过滤网需清洗的报警信号	只有风机确实启动，关空气流量开风压后，温度才会工作	DCU 根据湿度探测器测试回风的湿度，并与设定湿度比较，以控制加湿阀门的开启或关闭
变风量三通阀 双管制加湿系统的控制（见图1-13）						
变风量三通阀 四管制系统的控制（见图1-14、图1-16）						
变风量三通阀 四管制加湿系统的控制（见图1-15）						

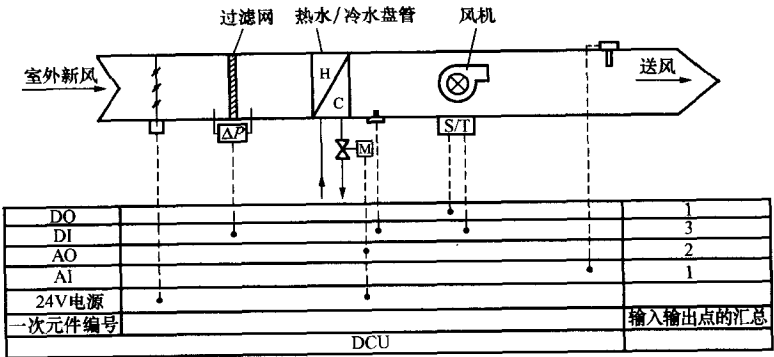


图 1-1 中央空调器全新风送风机微机监控示意图

AI—模拟量输入接口；DO—开关量输出接口；M—伺服电动机；
DI—开关量输入接口；DCU—分散控制单元；H/C—热水/冷水盘管；
AO—模拟量输出接口； ΔP —过滤网前后的压差；S/T—风机控制装置

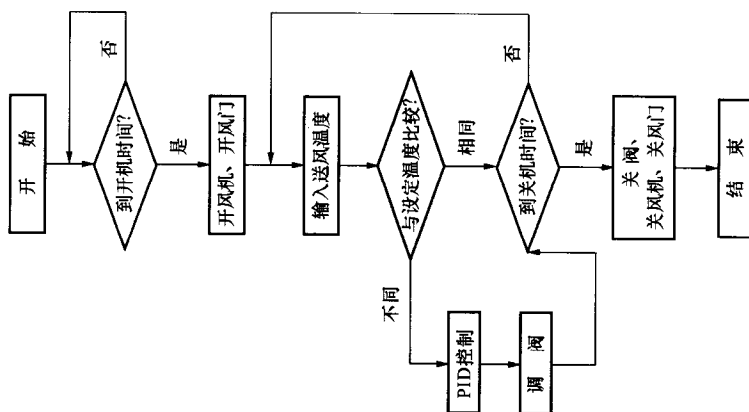


图 1-2 中央空调器全新风送风工作流程图/
中央式空调器变风量送风风机工作流程图
PID 控制—比例积分微分控制 (proportional
integral differential)

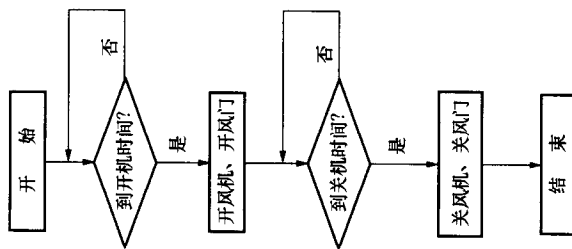


图 1-3 新风风机工作流程图

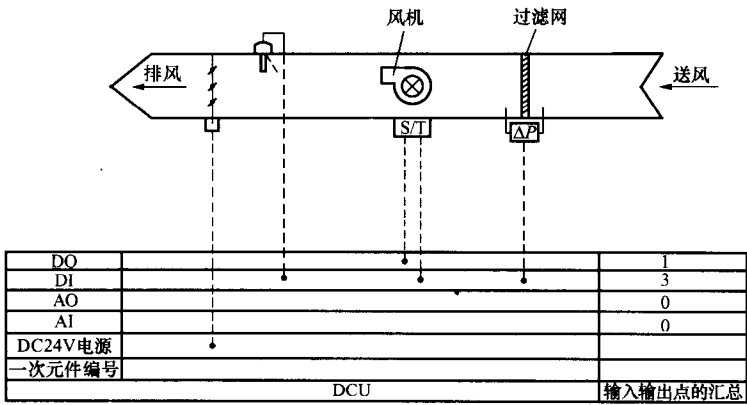
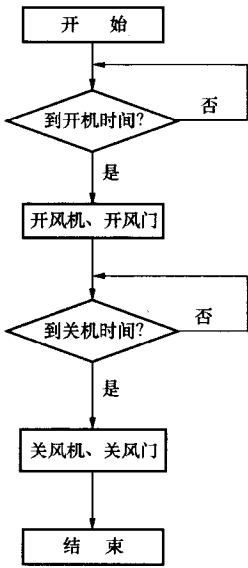


图 1-4 排风机微机监控示意图

DO—开关量输出接口；AI—模拟量输入接口；DCU—分散控制单元；
DI—开关量输入接口； ΔP —过滤网前后的压差；
AO—模拟量输出接口；S/T—风机控制装置

空气处理机的 DCU 具有以下监控功能：

(1) 就地启停控制；



- (2) 程序启停控制；
- (3) 运行状态；
- (4) 故障报警；
- (5) 运行时间累计；
- (6) 送风温度显示；
- (7) 回风温度显示；
- (8) 过滤器报警；
- (9) 烟感报警；
- (10) 冷水阀模拟控制；
- (11) 冷水阀开度模拟显示；
- (12) 冷水送水温度显示；
- (13) 冷水回水温度显示；
- (14) 温度设定点调整；
- (15) 空间温度显示；
- (16) 表冷器温度显示。

图 1-5 排风风机工作流程图

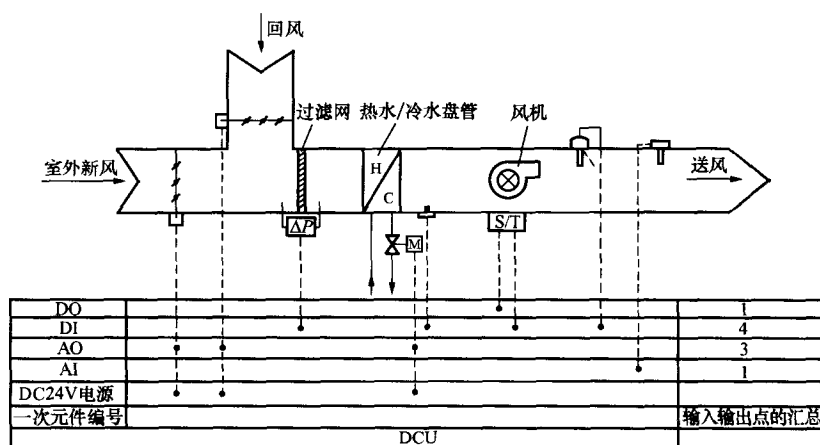


图 1-6 中央空调系统常风量空气处理机微机监控示意图

(二通阀双管制系统)

DO—开关量输出接口；AI—模拟量输入接口；S/T—风机控制装置；
 DI—开关量输入接口；DCU—分散控制单元；H/C—热水/冷水盘管；
 AO—模拟量输出接口；M—伺服电动机； ΔP —过滤器前后的压差

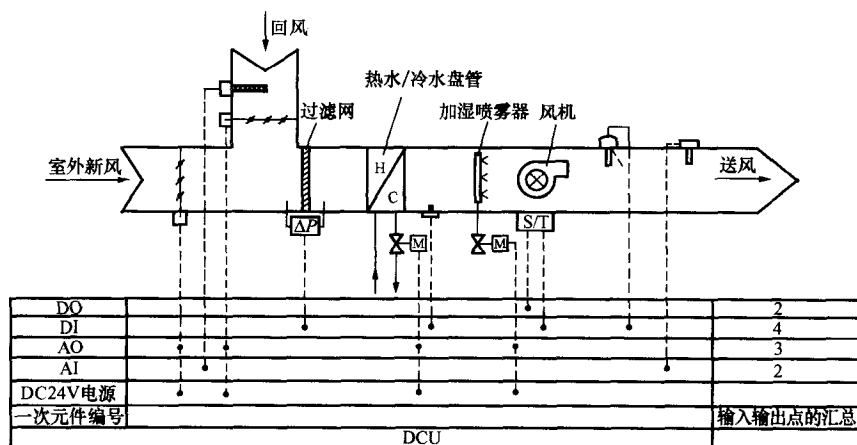


图 1-7 中央空调系统常风量空气处理机微机监控示意图

(二通阀双管制加湿系统)

DO—开关量输出接口；AI—模拟量输入接口；S/T—风机控制装置；
 DI—开关量输入接口；DCU—分散控制单元；H/C—热水/冷水盘管；
 AO—模拟量输出接口；M—伺服电动机； ΔP —过滤器前后的压差

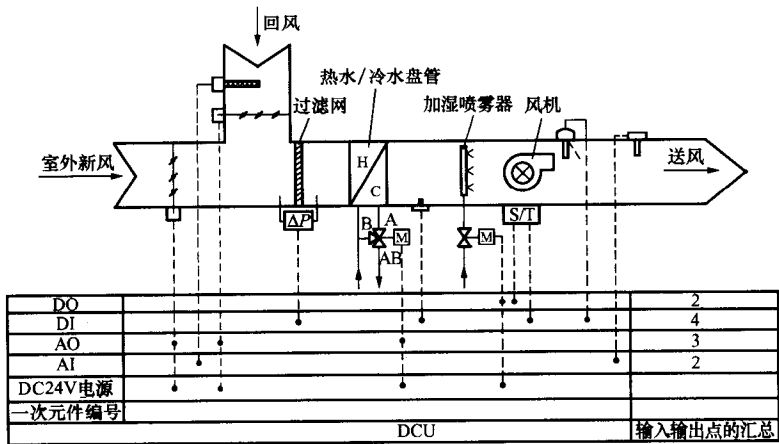


图 1-8 中央空调系统常风量空气处理机微机监控示意图
(三通阀双管制加湿系统)

DO—开关量输出接口；AI—模拟量输入接口；S/T—风机控制装置；
A、B、AB—三通阀导向；DI—开关量输入接口；DCU—分散控制单元；
H/C—热水/冷水盘管；AO—模拟量输出接口；M—伺服电动机；
 ΔP —过滤网前后的压差

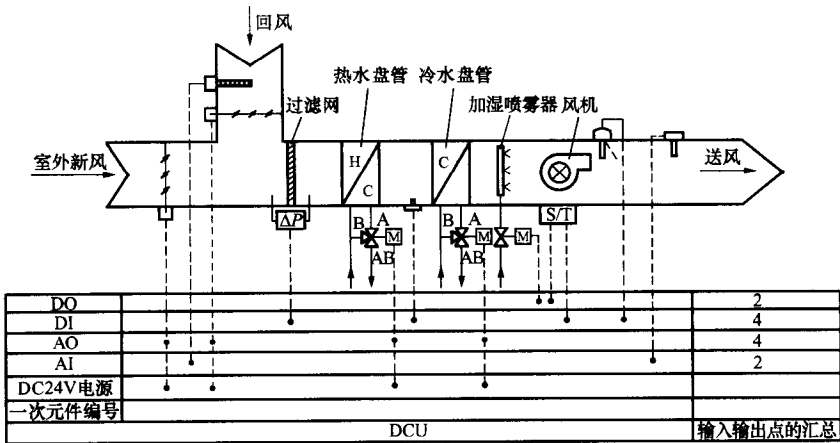


图 1-9 中央空调系统常风量送风机微机监控示意图
(三通阀四管制加湿系统)

DO—开关量输出接口；AI—模拟量输入接口；S/T—风机控制装置； ΔP —过滤网前后的压差；
DI—开关量输入接口；DCU—分散控制单元；H—热水盘管；A、B、AB—三通阀导向；
AO—模拟量输出接口；M—伺服电动机；C—冷水盘管