

# 以控制模块实现中央空调配电控制

马志溪<sup>①</sup> 张贵明<sup>②</sup>

(① 华侨大学信息科学与工程学院, 泉州 362011; ② 泉州市万泉电气设备有限公司, 泉州 362000)

**摘要** 根据中央空调的工艺要求并结合低压配电特点,从配电系统、控制与保护的要求及控制系统的构成3个方面,详述以控制模块实现中央空调系统的配电控制。实践证明,以模块控制能增强系统设备运行的可靠性,简化二次线路,方便检修维护,从而大大提高空调机组系统运行效率。

**关键词** 中央空调, 闭式起动, 控制模块

**中图分类号** TB 657.2; TM 762

**文献标识码** A

某集团总部大楼共17层,空调机组设在地下层。它由两台制冷机及外部设备组成,其外部设备有4台冷却塔(风机功率为5.5 kW)、3台冷却水泵和3台冷冻水泵。冷却水泵和冷冻水泵按‘两台工作,1台备用’配置,电机功率均为30 kW。

## 1 配电系统和控制及保护的要求

由于空调机组中的主机(即制冷机)已带有起动控制设备,所以只要给它提供电源即可。2台主机由低压配电柜供电。根据工艺程序要求,只有当冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵,依次起动运行一段时间才能起动主机。因此,要求在主机电源控制回路加设电气联锁。主机的外部设备,如冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵的一次系统配置,见图1所示。它由3台控制柜组成,控制柜电源由低压配电盘引入。中央空调机组的控制要求,分自动和手动两种控制方式。手动控制时,主机与各外部设备以及外部设备之间,无电气联锁关系,各设备均可单独起动或停止。此时,主机由内部保护电路进行保护。此种状态主要是为了机组的调试和维修。自动控制时,主机与外部设备之间有电气联锁关系,机组的起动、停止均按暖通专业的工艺要求进行。开机只要按下自动工作按钮,即可按设定的系统开机程序完成;停机也只要按下自动停止按钮,即可按停机程序完成。

### 1.1 冷却塔控制

冷却塔风机保护线路,由断路器QF、接触器KM和热继电器KH组成。断路器采用DZ2系列,它的瞬动保护功能保护电动机的短路;接触器采用CJ20系列,用来起、停电机;热继电器采用JR16系列,以防电动机的过载。

## 1.2 冷却水泵、冷冻水泵的控制

由于水泵电机直接全压起动电流高达 4~7 倍额定电流, 会引起配电系统的电压骤降, 因

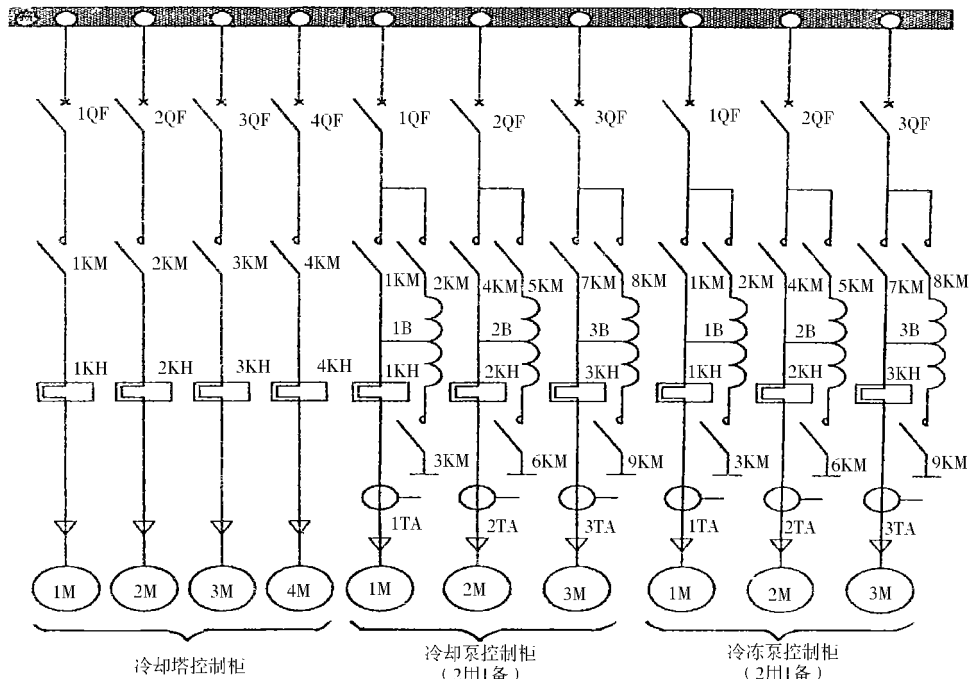


图 1 空调系统一次方案图

此, 采用自藕降压起动方式, 以避免因启动电流过大而造成的越级跳闸<sup>[1]</sup>.

## 1.3 空调机组的起动

空调机组的起动顺序: 冷却塔风机 冷却水泵 冷冻水泵 主机. 首先, 起动冷却塔风机. 经延时一段时间后, 起动冷却水泵. 再经 30 s 左右延时, 冷却水泵稳定运行. 再按顺序起动冷冻水泵, 延时 30 s 后冷冻水泵起动完毕, 延时 5 min 左右, 接通主机电源. 由冷冻水泵的联锁触点和主机的起动回路接通, 主机按其内部控制逻辑起动. 至此, 空调机组起动完毕.

## 1.4 空调机组的停机

空调机组的停机顺序与起动顺序相反. 主机停机经延时 15 min 左右, 冷冻水泵停机. 然后, 按停机顺序每隔 10 s 依次停止相应的外部设备<sup>[2,3]</sup>.

## 2 控制系统的构成

控制系统的手动和自动控制方式, 由万能转换开关 SA 来转换. 左 45 时为自动状态, 右 45 为手动状态, 中间位置为停止状态. 冷却水泵和冷冻水泵的二次回路电源也由转换开关 SA 引入, 以便于系统集中控制. 当系统处于手动状态时, 4 台冷却塔风机可任意起动或停止(图 2); 3 台冷却水泵和 3 台冷冻水泵也可任意起动或停止(图 3). 冷却水泵和冷冻水泵起动柜的中心控制部分, 由 5 只控制模块组成其中 M1, M2, M3 为起动模块, M4 为信号模块, M5 为主控模块.

### 2.1 信号模块

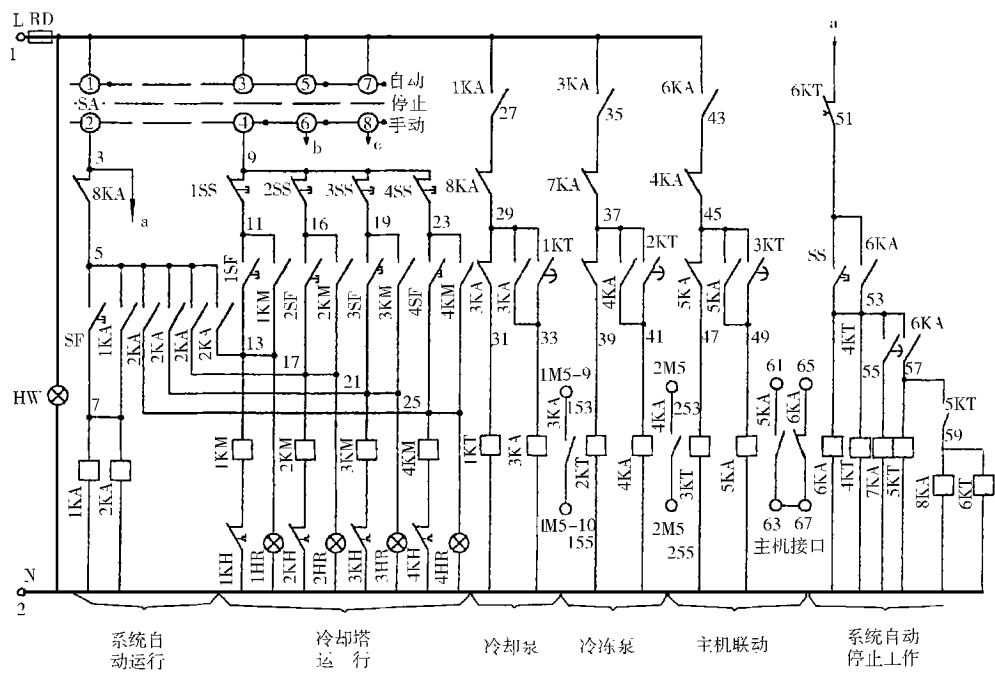


图 2 空调机组系统控制原理图

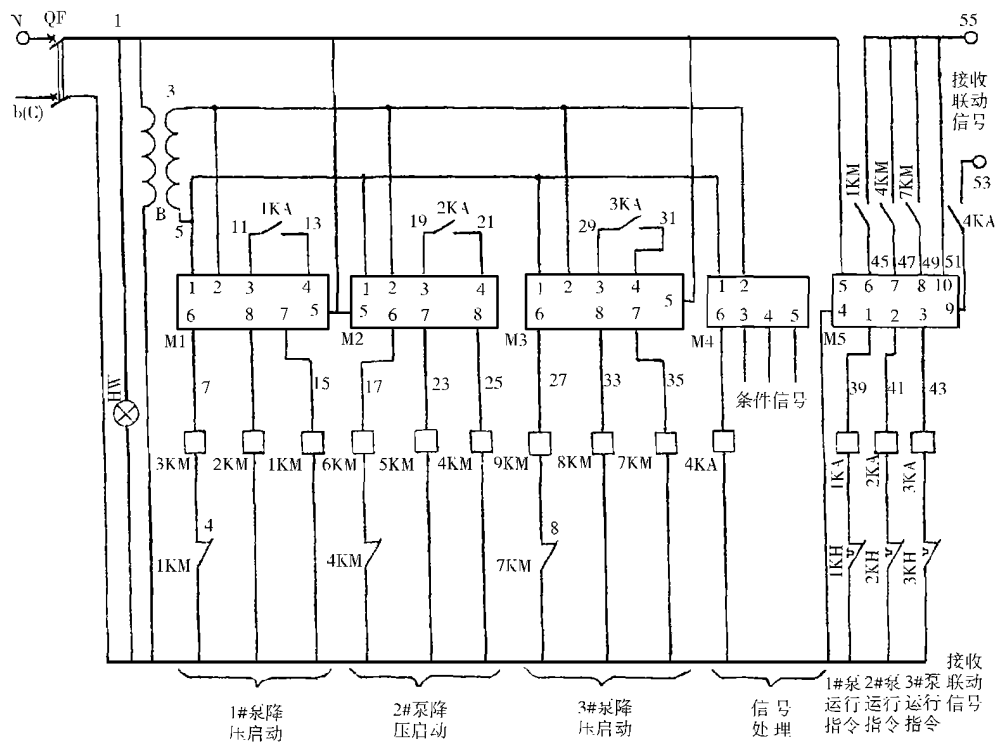


图 3 冷却水泵和冷冻水泵的控制原理图

信号模块 M4 为轨道式插座,外形底座 8 个脚.其模块可接收水位、压力等信号,经处理后,由中间继电器 4KA 发出可启动指令.

## 2.2 起动模块

起动模块 M1, M2, M3 均为轨道式插座外,形底座 8 个脚.模块内部结构类似于单片机.当模块接收起动信号后,6# 脚和 8# 脚输出电压,两只接触器吸合实现 60% 降压.经延时电路延时后,6# 脚失电,7# 脚输出电压,主接触器吸合,从而实现闭式起动.再延时 2 s 后,8# 脚失电,此时转入全压工作,降压起动过程完毕.

## 2.3 主控模块

主控模块 M5 为面板式,安装于冷却水泵、冷冻水泵控制柜的面板上.面板设置:(1)手动和自动转换开关;(2)工况选择按钮 1 只,相对应有 3 台泵的工况数码显示;(3)3 台泵的起动、停止按钮 3 只,及对应工作指示灯 3 只.工况选择有 1,2 工作 3 备用;1,3 工作 2 备用;2,3 工作 1 备用,可根据实际需要选择工况.

置于手动位置时可直接按动 M5 面板按钮,起动或停止任何一台水泵.例如,需 1# 泵工作,按下 1# 泵工作按钮,主控模块 M5 输出开关信号,中间继电器 1KA 工作,起动模块 M1 得电工作.此时 2KM, 3KM 线圈得电,由自藕变压器实施 60% 降压.经模块 M1 延时电路后,3KM 失电,1KM 线圈得电工作,再延时 2 s 后 2KM 失电,从而实现到全压工作状态的切换,相对应的工作指示灯亮.至此,1# 泵起动结束.其它水泵起动也是如此.

如图 2 所示,当系统置于自动位置(即转换开关 SA 为左 45°)时,冷却水泵、冷冻水泵的主控模块 M5 也需在“自动”位置.这时按下自动起动按钮 SF,继电器 1KA, 2KA 得电,4 对常开点闭合.1KM ~ 4KM 线圈同时得电,1# ~ 4# 冷却塔风机工作.同时 1KA 常开点闭合,1KT 线圈得电延时约 30 s 左右,延时闭合.继电器 3KA 得电,常开点闭合,送出冷却水泵可起动信号.冷却水泵柜上主控模块 M5 接此信号后,根据所选择的工况输出相应的开关信号,由执行继电器 1KA, 2KA, 3KA 输出起动信号到起动模块 M1 ~ M3.例如,工况选择为 1,3 工作 2 备用,则主控模块 M5 输出的开关信号,使 1KA, 3KA 线圈得电.起动模块 M1, M3 得电工作,2KM, 3KM, 8KM, 9KM 线圈得电,1# 泵、3# 泵降压起动.经起动模块延时后,2KM, 3KM, 8KM, 9KM 线圈失电,1KM, 7KM 线圈得电吸合,此时 1# 泵、3# 泵全压工作.若 1# 泵或 3# 泵电路发生故障时,主控模块 M5 接收到故障信号后,输出开关信号继电器 2KA 闭合,起动模块 M2 工作,2# 备用泵起动投入运行.冷却水泵起动的同时,3KA 常开点闭合,时间继电器 2KT 得电延时 30 s.中间继电器 4KA 线圈得电,2KT 线圈断电退出,4KA 常开闭合自锁.同时向冷冻水泵柜上主控模块 M5 发出起动信号,M5 接收信号起动冷冻水泵,起动程序与冷却水泵相同.冷冻水泵起动的同时,4KA 常开点闭合,时间继电器 3KT 得电延时 5 min 左右闭合自锁.同时向主机电源开关控制回路发出合闸信号,主机投入运行.空调机组自动起动完毕.当系统需自动停止时,按下自动停止按钮 SS,中间继电器 6KA 线圈得电,断开主机电源开关控制回路,主机停止运行.同时时间继电器 4KT 线圈得电延时 15 min 后,中间继电器 7KA 线圈得电断开冷冻水泵自动控制回路,冷冻水泵停止工作.同时时间继电器的 5KT 得电延时 10 s 左右,中间继电器 8KA 线圈得电,断开冷却水泵控制回路,冷却水泵停止工作.同时时间继电器 6KT 线圈得电延时约 10 s,断开冷却塔风机,同时断开整个系统自动停止回路.至此,空调机组自动停机程序结束.

### 3 实际应用

以控制模块实现配电控制早在 1998 年便开始采用. 例如, 恒安集团总部大楼以(美)特灵为主机的整个空调系统、安溪联谊大厦空调、消防水泵、生活水泵及循环水泵均用此方式. 其使用至今运行状态良好, 综合性能指标均达到设计要求. 可归纳为 3 点. (1) 简化二次线路, 价格合理, 经济效益显著. (2) 减少维护, 故障率平均减少 50%, 而使用周期平均延长 2/3. (3) 因“水锤效应”导致阀门漏水, 原平均几年左右修一次. 采用此方法至今, 未出现阀门漏水.

目前, 泉州不少专业设计人员正密切关注此技术, 已纷纷打算在工程设计中予以采用.

### 4 结束语

空调机组的配电控制是一个较为复杂的控制系统, 它以前主要有两种控制方式. (1) 由继电器组合的控制电路. 这种线路配置较为复杂, 安装、维护不便, 故障率也较高. (2) 采用 PLC 可编程序控制器. 这种方案虽较为先进, 但造价较高, 一般用户难以接受. 我们采用这种控制模块的控制方式, 不仅工程造价低廉, 而且简化了二次线路, 方便检修维护. 特别是起动模式采用闭式起动方式, 可以避免由于突加全压而产生的二次冲击电流, 阀门和水泵也不会因产生“水锤效应”而造成损坏. 中心控制部分大都集中在控制模块上, 如有故障, 只需重新插入备用模块即可投入使用. 同时, 这种模块组合起动方式不仅适合空调水泵, 而且稍加改动后还适合于消防水泵、生活水泵、循环水泵等, 具有广阔的发展空间.

### 参 考 文 献

- 1 吕光大. 建筑电气安装工程图集: 第 1 集[M]. 第 2 版. 北京: 中国电力出版社, 1994. 36 ~ 44
- 2 路延魁. 空气调节设计手册: 第 2 册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995. 793 ~ 811
- 3 哈奈斯 R W 著. 采暖通风及空气调节的控制系统[M]. 周祖毅译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1980. 174 ~ 224

## Power Distribution Control of Central Air-Conditioning System Realized by Controlling Module

Ma Zhixi<sup>①</sup> Zhang Guiming<sup>②</sup>

(<sup>①</sup> College of Info. Sci. & Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou;

<sup>②</sup> Wanquan Electric Apparatus Co. Ltd., 362000, Quanzhou)

**Abstract** From technological demand of power distribution system, demand of control and protection, and constitution of control system, the authors explain the power distribution control of central air-conditioning system by controlling module. It is realized in line with technological demand of central air-conditioning and in combination with the characteristic of low-voltage power distribution. As proved by practice, control of module will enhance the reliability of the operation of system and equipment, and simplify the secondary circuit, and convenient for overhaul and maintenance. Thus it will greatly improve the operational efficiency of air-conditioning sets and system.

**Key words** central air-conditioning, closed-type start, controlling module