

建筑电气消防手动直接控制 电缆截面选择问题研究

分析了电气消防手动控制电缆截面选择存在的问题，以正压送风机为例对现有标准图集中的控制电路图进行修改以解决消防手动控制电缆截面选择安全性和线路压降之间的矛盾，并对修改后的控制电路图使用注意事项进行说明。

王立光^{1,2} 魏立明^{1,2}/1. 吉林建筑大学 2. 吉林省建筑电气综合节能重点实验室



王立光/副教授

近年来，住宅产业的建设日益成为国民经济新的增长点，我国各个城市正在大量兴建智能化住宅小区，小区规模越来越大，由多栋高层建筑组成的几十万、甚至上百万平方米的住宅小区已经屡见不鲜。按照国家相关规范，小区一般均设有火灾自动报警系统^[1-2]，要保证火灾自动报警系统稳定、有效地工作，设计者除了考虑按相应的设计规范布置探测器和手动报警按钮等火灾报警装置外，更应合理选择火灾报警装置的导线电缆截面积，以确保火灾自动报警系统正常工作。本文通过实际案例分析，介绍消防手动直接控制电缆截面选择问题的经验，以此证明合理选择消防手动直接控制电缆截面积的重要性。

关键词/Keywords

电气消防·

手动控制线缆截面积·

线路压降·

中间继电器·

控制电路·

现有规范要求 and 电气消防手动控制 电缆截面选择存在的问题

目前，智能住宅小区消防系统形式一般采用集中报警系统，小区设有一个消防控制室，内设集中火灾报警控制器及消防联动控制器，各个建筑单体设有

区域火灾报警控制器。GB 50116—2013《火灾自动报警系统设计规范》中第4.1.4条规定：“消防水泵、防烟和排烟风机的控制设备，除应采用联动控制方式外，还应在消防控制室设置手动直接控制装置”。该规范中第4.1.2条规定：“消防联动控制器的电压控制输出应采用直流24 V，其电源容量应满足受控消防设备的起动，且满足消防工作的控制容量要求”。由于消防水泵及消防风机等消防设备分设于各个建筑单体内，而消防联动控制器集中设于消防控制室内，从而使得它们之间的消防手动直接控制电缆长短不一。在控制电压24 V的情况下，如何合理选择此电缆线芯的截面积就成为电气设计人员必须认真思考的问题。如果选择的截面积过大，由于此种电缆用量往往较大，则投资较大；而如果选择的截面积过小，则消防设备不能可靠起动，那可能带来更大的损失。

正压送风机控制电路分析及线路 压降的计算

本文以正压送风机控制电路为例对上述问题进行分析。参照国家标准图集14X505—1《火灾自动报警系统设计规范》图示，将国家标准图集10D303—2《常用风机控制电路图》中，正压送风机控制电路图XKY(J)F-3修改如下图所示。图中手动直接起泵按钮SF2、手动直接停泵按钮SF3设于消防控制室的手动控制盘上，而KA6、KA7两个中间继电器设于各个建筑单体的正压送风机

吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(吉教科合字[2014]第224号)。

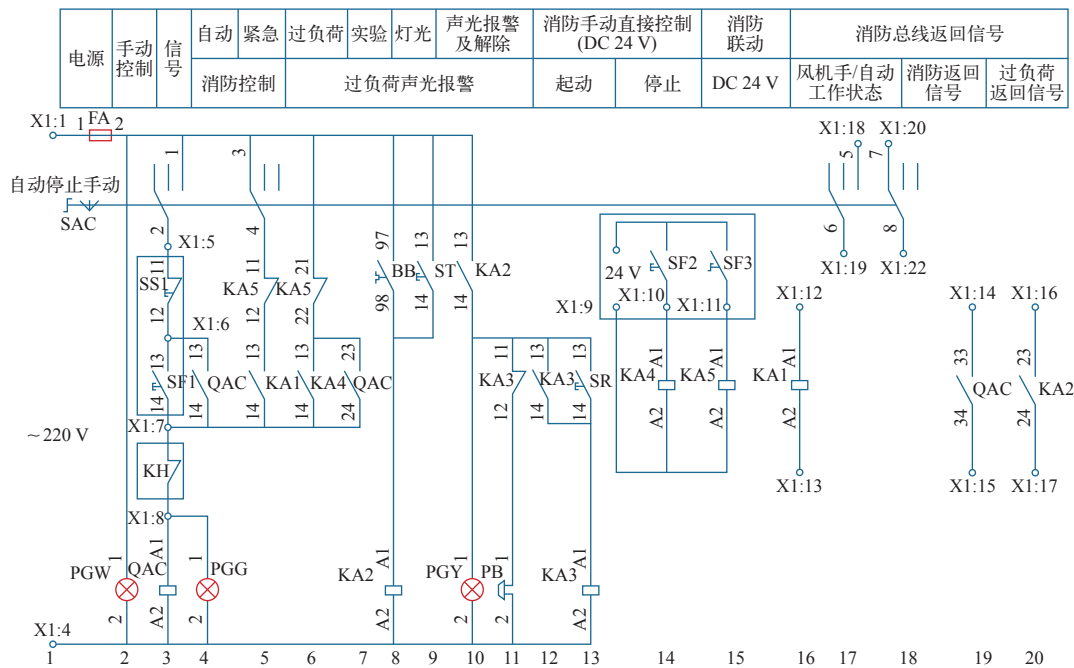


图 正压送风机控制电路图

控制箱内，DC 24 V操作电源由消防控制室的专用消防电源模块提供。如何选择它们之间的电缆线芯截面积成为建筑电气设计人员应考虑的问题之一。在满足导体力学性能的前提下，线路电压损失是否能满足中间继电器的正常工作及启动时端电压的要求成为电缆线芯截面积选择中应考虑的主要问题。查阅JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》中表7.4.2（导体最小允许截面积）得知，控制电缆线芯截面积不应小于 0.5 mm^2 。参照国家标准图集04DX101—1《建筑电气常用数据》中表3.14（不同电压损失下24 V及直流线路负荷矩），将表中数据扩展后如表1所示。

表1 不同电压损失下直流24 V铜导体线路负荷矩

（单位： $\text{W}\cdot\text{m}$ ）

截面积/ mm^2	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5
$\Delta u\%$					
1	72	109	144	217	361
5	361	542	723	1 083	1 805
10	723	1 083	1 447	2 170	3 610
15	1 083	1 625	2 170	3 249	5 415
20	1 447	2 170	2 888	4 340	7 220

依据国家标准图集10D303—2中采用的DZJ—204型中间继电器，该型号中间继电器相关数据如下：

动作电压不低于70%额定电压，线圈功耗小于5 W。若设消防控制室至正压送风机控制箱的距离为 L ，以 1.0 mm^2 导线截面积为例，电压损失 $\Delta u\%=10\%$ ，线圈功耗 $P=5\text{ W}$ ，负荷矩 $PL=2PL=1\,447\text{ W}\cdot\text{m}$ ， $L=1\,447/(2P)=1\,447/(2\times 5\text{ W})=145\text{ m}$ ，据此，在线圈功耗不大于5 W的情况下，不同电压损失下24 V铜导体线路的极限长度计算结果如表2所示。

表2 不同电压损失下直流24 V铜导体线路的极限长度

（单位：m）

截面积/ mm^2	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5
$\Delta u\%$					
1	7	11	14	22	36
5	36	54	72	108	181
10	72	108	145	217	361
15	108	163	217	325	542
20	145	217	289	434	722

实际运用时注意事项

本文所修改的控制电路解决的是正压送风机至消防控制室的手动直接控制电缆截面积选择问题。其他建筑消防设备控制电缆截面积的选择主要取决于中间继电器的功率。在实际设计时应该考虑以下几点注意事项：

1) 考虑到线缆本身规格不达标以及线缆端接引起的线路电阻增大等不利因素的影响, 本文认为应该为这些不利因素预留10%的电压损失, 即按照20%的线路压降来计算不同导体截面积的电缆极限长度较合理。

2) 尽量将消防控制室设于小区中心, 使得消防控制室至每栋单体建筑的距离均不要过长, 以降低导线截面积。

3) 从本文正压送风机的电路图中可以看出, 消防控制室到各个正压送风机之间最少要敷设3芯电缆才能满足需求, 如果考虑备用, 则选用4芯电缆为宜, 即使每个正压送风机需要的电缆芯数不多, 但由于小区正压送风机数量往往很多, 则总的控制电缆用量很大, 从经济角度看不建议采用2.5 mm²及其以上截面积的导线。

4) 如果距离超过了1.5 mm²导线供电能力, 可以从以下两个方面来解决此问题: 一方面采用小功耗的中间继电器; 另一方面提高控制电压等级, 例如采用220 V。但是为了满足《火灾自动报警系统设计规范火规》第4.1.2条规定, 在消防控制室与建筑单体之间, 则必须增设电压转换装置。

结束语

本文对建筑电气消防手动直接控制电缆截面选择问题进行了研究, 以正压送风机控制电路为例提出了消防手动直接控制电缆截面选择中, 应充分考虑中间继电器的功率问题, 给出了不同电压损失下24 V铜导体线路的极限长度, 同时给出了在实际设计时应该考虑的注意事项。

参考文献

- [1] 陈晓旭. 智能消防系统设计 [J]. 电气应用, 2014, 33 (2): 82-84.
- [2] 鞠永健. 消防栓泵远程控制分析 [J]. 建筑电气, 2014 (2): 15-22.
- [3] 中建国际设计顾问有限公司. 10D303—2常用风机控制电路图 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
- [4] 中国建筑标准设计研究院. 04DX 101—1建筑电气常用数据 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2006.
- [5] 中机中电设计研究院有限公司. GB 50054—2011低压配电设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.

(收稿日期: 2015-02-10) EA

(上接第139页)

计算: 由于 $\cos \varphi_c = 0.89$, 查上表可得 $\sin \varphi_c \tan \varphi_c = 0.2336$, 又对于6(10) kV电压的电容器, 有 $K = 0.77 \sim 0.82$; $Q_C = KP_c \sin \varphi_c \tan \varphi_c = (0.77 \sim 0.82) \times 7\,500 \times 0.2336 \text{ kvar} = 1\,349.04 \sim 1\,436.64 \text{ kvar}$ 。

应选择10 kV电容器的容量为1 300~1 400 kvar。

4. 补偿后功率因数 $\cos \varphi_c'$ 的计算

补偿后功率因数 $\cos \varphi_c'$ 按式(6)计算: 由于 $\cos \varphi_c = 0.89$, 查上表可得 $\tan \varphi_c = 0.5123$, $\tan \varphi_c' = Q_c'/P_c = (Q_c - Q_C)/P_c = \tan \varphi_c - Q_C/P_c = 0.5123 - 1\,900/7\,500 = 0.5123 - 0.2533 = 0.2590$ 。得 $\cos \varphi_c' = 0.9681$ 。

通过计算 $\cos \varphi_c' > 0.95$ (此值接近自励磁过电压点)。当电容器的容量按上述计算的投入, 感应电动机可产生自励磁过电压现象, 将直接危及感应电动机的安全运行。

另 $\tan \varphi_c' = Q_c'/P_c = (Q_c - Q_C)/P_c = \tan \varphi_c - Q_C/P_c =$

$0.5123 - (1\,300 \sim 1\,400)/7\,500 = 0.5123 - (0.1733 \sim 0.1866) = 0.3390 \sim 0.3257$ 。得 $\cos \varphi_c' = 0.9471 \sim 0.9508$ 。

5. 感应电动机就地补偿电容器容量的选择

最后选择10 kV电容器的容量为1 300 kvar, 补偿后的功率因数约为0.95。

结束语

感应电动机采用无功功率就地补偿技术具有很多优点, 接线简单, 维护管理方便, 能有效地补偿配电变压器空载无功, 使该部分无功就地平衡, 从而提高配电变压器的利用率, 降低无功网损, 同时具有较高的经济性。选用电容器时应提出订货的特殊要求, 要求电容器标称电压比原来提高10%, 即高压为6.9 kV或11.5 kV, 低压为0.45 kV, 这样做可以提高电容器的使用寿命, 同时也简化了电容器的保护, 减少了电容器的事故率。

(收稿日期: 2015-10-01) EA