

浅析消防水泵星三角降压启动控制系统设计

洪健 辛永祥

(中机中联工程有限公司 重庆 400039)

摘要:近年来大型物流、大空间展馆项目比比皆是,两用一备的消防泵组经常被使用,但是在《16D303-3 常用水泵控制电路图》中没有相适用的二次控制原理图。本文主要对16D303-3中消防泵组二次控制原理图进行解析、完善,并设计了消防水泵两用一备星三角降压启动控制的原理图供参考。

关键词:消防水泵;星三角降压启动;备泵自投

0 引言

目前,在建筑工程设计中,消火栓和喷淋系统是最直接有效的灭火工具。因此,在临时高压给水系统中,消防水泵是非常重要的消防设备,保障水灭火设备在发生火灾时能够快速得到足够的水源。可靠的控制则是保证消防水泵正常工作的基础之一,在消防设计中应该予以足够的重视。

本文结合《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019^[1],对《16D303-3 常用水泵控制电路图》^[2]中消防水泵一用一备星三角降压启动控制电路进行分析,并完成消防水泵两用一备星三角降压启动控制系统的设计。

1 消防水泵星三角降压启动控制系统分析

1.1 消防水泵的几种控制方式

《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019^[1]、《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013^[3]相关章节,将消防水泵启动控制的方式分为三种:联锁控制、联动控制和手动控制。

1.1.1 消防水泵的联锁控制

联锁控制:消防系统传感器动作信号(例如消防系统压力开关、流量开关等)直连消防水泵控制柜控制端、启动消防水泵。

依照《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013^[3]要求,消防水泵的联锁启动,应由消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关或报警阀压力开关等信号作为触发信号,直接控制启动消防水泵,且不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。三种动作信号分别

传送至消防水泵控制柜,采用“或”逻辑关系通过中间继电器直接控制启动水泵。

因消火栓内按钮直接启泵的情况很少,在设计两用一备星三角降压启动控制的原理图时将该控制电路取消,不再作为直接启动消防水泵的条件。

1.1.2 消防水泵的联动控制

联动控制:将火灾现场所设传感器动作信号(例如消火栓报警按钮、湿式自动喷水灭火系统中火灾探测器等)传送至消防控制室,经消防联动控制器间接启动消防水泵。

依照《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013^[3]要求,当设置消火栓按钮时,消火栓按钮的动作信号应作为报警信号及启动消火栓泵的联动触发信号,由消防联动控制器联动控制消火栓泵的启动。湿式自动喷水灭火系统喷淋消防泵的联动控制,应由湿式报警阀压力开关信号与一个火灾探测器或一个手动报警按钮的报警信号的“与”逻辑信号作为启动喷淋消防泵的联动触发信号。

消防联动控制器接收火灾现场报警信号后发出启泵命令,并传送至消防水泵控制柜中间继电器,控制启动水泵。

1.1.3 手动控制

手动控制分为两种。第一种是在消防控制室手动控制盘设置启动、停止按钮,采用专用线路连接至消防水泵控制柜,远程控制启、停消防水泵。第二种是在消防水泵控制柜操作面板上设置启动、停止按钮,就地直接启、停消防水泵。两种手动控制线路各自独立,互不影响。

前者在消防水泵控制柜选择开关位于自动启泵时有效,后者在选择开关位于手动启泵时有效。两

者优先级不宜比较，规范中明确要求消防水泵控制柜在平时应使消防水泵处于自动启泵状态，此时消防水泵房就地所设启 / 停按钮无效。消防水泵房所设启动、停止按钮是在自动启泵控制系统失效时使用，平时消防控制室启 / 停按钮无效。

以上三种消防水泵控制方式相对独立，并列运行。

1.2 主、备泵及控制方式的选择

《16D303-3 常用水泵控制电路图》^[2] 中消防水泵二次控制采用多路选择开关 SAC 切换主泵、备泵和手自动控制，如图 1 所示。

《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019^[1] 第 9.2.13 条第 8 款对消防泵组补充了控制要求：“对于设有固定备用泵的消防泵类设备，其工作泵的过负荷保护应动作于跳闸，备用泵过负荷保护时应仅动作于信号，且声光警示信号送至消防控制室。此时固定备用泵也可不装设过负荷保护。” 如图 1、2 所示，当水泵作为主泵时，选择开关 1、2 连通，BB1 热继电器动断触点投入工作；如主泵过负荷，常闭触点断开，控制回路断开，水泵停止，且不能再次启动，必须由专业人员手动操作复位。同时，过负荷

报警回路中 BB1 常开触点闭合，KA9 通电，触发警铃报警并将此信号传送至消防控制室，作为过负荷报警信号。当水泵作为备泵时，选择开关 5、6 连通，此回路中没有热继保护装置，热继电器过负荷时，主控回路不断开，但过负荷报警回路中 BB2 常开触点闭合，KA9 通电，触发警铃报警并

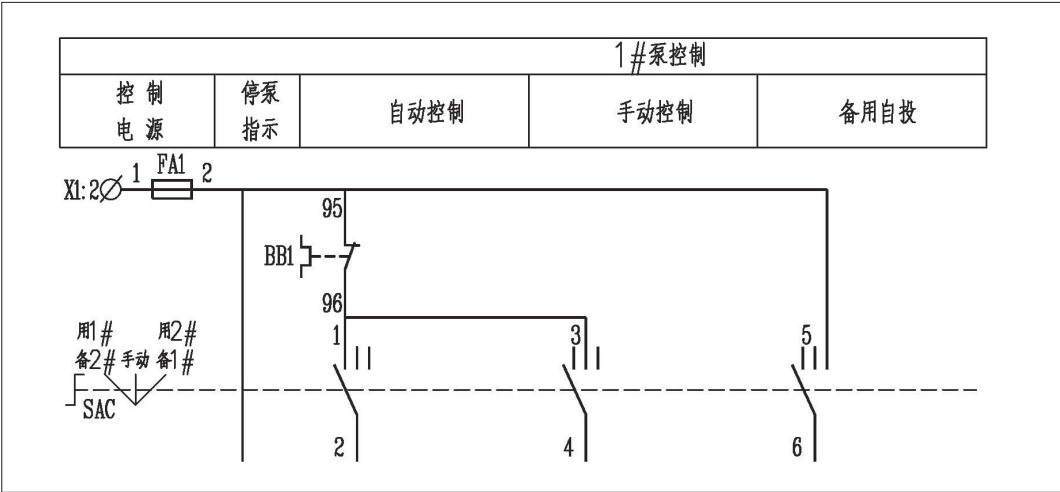


图 1 主、备泵及手自动控制选择原理图

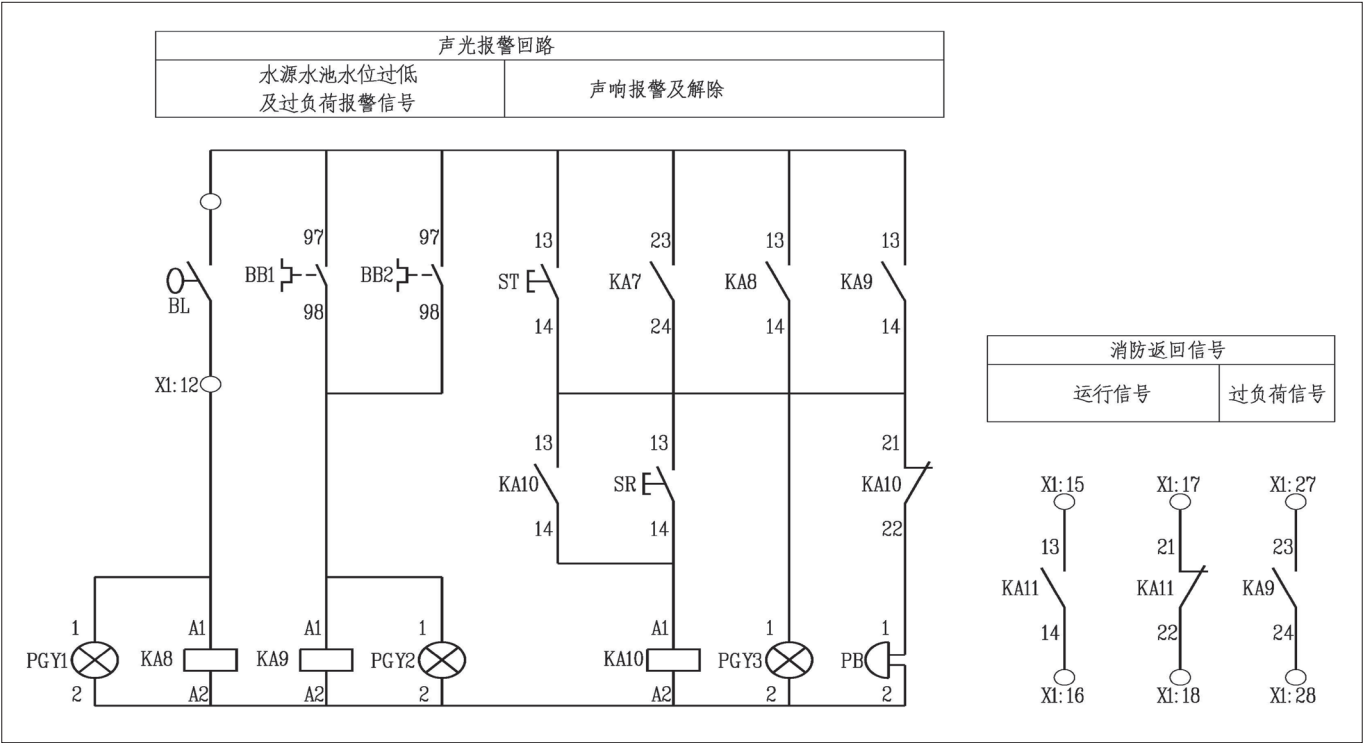


图 2 消防水泵过负荷保护及报警原理图

将此信号传送至消防控制室，作为过负荷报警信号。

因此，现有图集中，不管是主令开关选择 1# 泵主用、2# 泵备用，还是选择 2# 泵主用、1# 泵备用，都能满足《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019^[1] 第 9.2.13 条第 8 款对消防泵组的控制要求。

1.3 消防水泵的启动

消防水泵电动机选择应用最为广泛的三相交流异步电动机，采用三角型接线形式。其启动方式主要有直接启动、星三角降压启动、自耦降压启动和软启动。对于功率较小的设备，采用全压直接启动，而消防水泵功率一般都较大，在消防给水系统中大多数采用传统的星三角降压启动方式。该启动方式具有启动电流小、启动转矩小、对电能质量影响较小、对使用环境要求不高等特点，如图 3 所示。

图 3 中启动信号输入后，QAC3、QAC1 先后通电闭合，电动机处于星型接线启动状态，此时 QAC1 自锁开关闭合，不论 QAC3 处于何种状态，QAC1 都将一直通电。时间继电器 KF1 延时结束后，KF1 闭合，KA1 通电；QAC3 回路中 KA1 常闭触点打开，QAC3 断电；QAC2 回路中 KA1 常开触点闭合，QAC3 常闭触点复位，QAC2 通电并自锁，完成三角型切换，电动机正常运行。QAC2、QAC3 两个回路中的常闭触点成互锁关系，防止星三角同时接线，出现

故障。

1.4 消防水泵备用自投

备用泵，顾名思义，和主泵功能一样，在主泵出现故障时自动投入使用，避免因设备故障导致消防水系统在火灾时无法正常使用。图集 16D303-3 已设计消防水泵一用一备星三角降压启动备用自投控制电路。本文先阐述其工作原理，再分析其能否满足规范要求，并在此基础上优化设计两用一备的备用自投控制电路。

如图 4 所示，星三角转换电路中星型或三角型连接接触器（QAC3、QAC2）出现故障时，经过延时判断接触器状态，备用泵自投。控制电路中，KA4-1、KA5-1 为自动启泵控制常开触点，触点闭合时，消防水泵处于启泵状态。此时，若主回路接触器 QAC3 或 QAC2 正常工作，备用自投控制电路常闭触点 QAC3 或 QAC2 断开，备用自投控制电路断开。反之，时间继电器 KF6 计时结束后，备用泵自投。

经分析，关于一用一备泵组，备用泵自投控制电路存在无法自投的可能性，如下：

(1) 图 3 中 KF1 或 KA1 出现故障，主接触器 QAC3、QAC1 触点闭合时，QAC3 和 QAC2 将无法切换。此时，备用自投控制电路 QAC3 辅助常闭触点已断开，

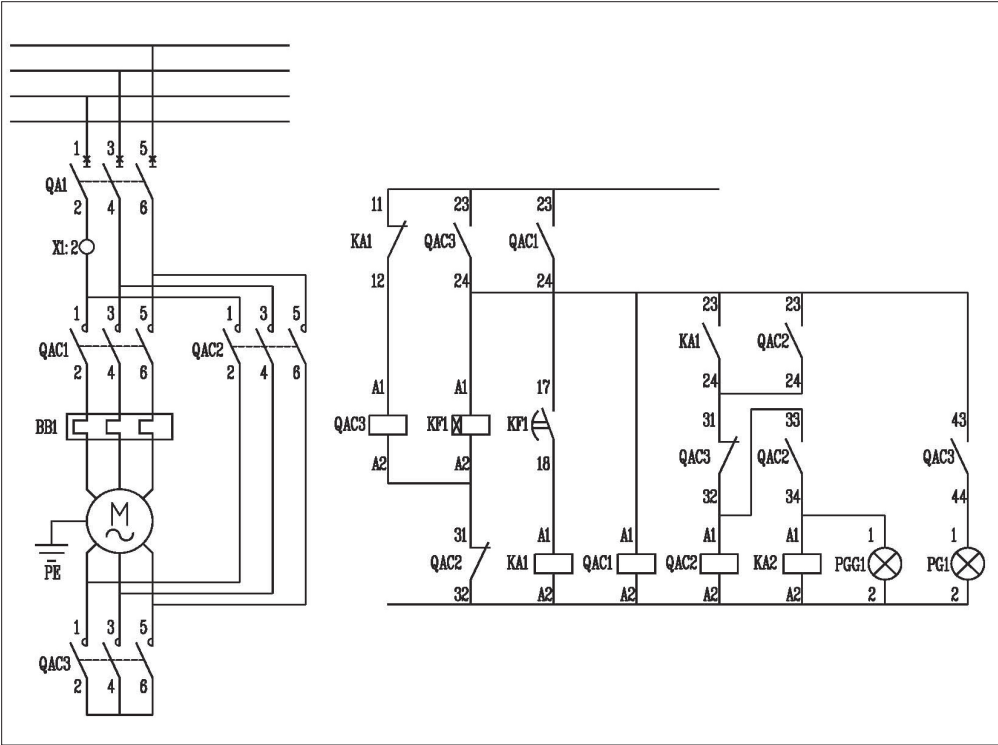


图 3 消防水泵星三角降压启动控制图

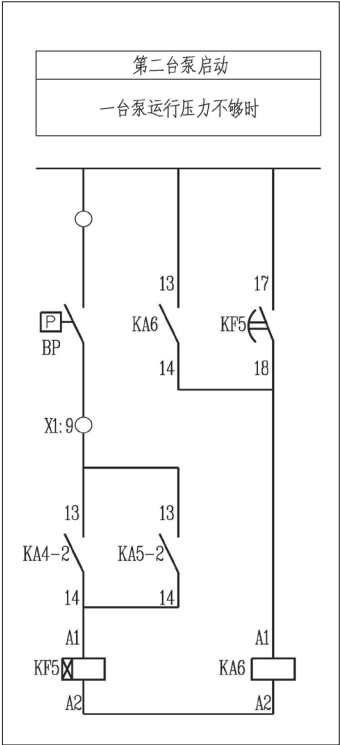


图 4 消防水泵备用自投控制图

消防水泵处于星型连接运行状态，不能转换至三角型连接运行状态，就无法实现备用自投。

(2) 图 3 中 QAC1 出现故障，主接触器 QAC3 触点闭合，星型连接不正常，无法正常启动。计时结束后，主回路 QAC3 断开，循环往复，水泵一直处于启动状态。此时，备用自投控制电路 QAC3 辅助常闭触点处于打开、闭合循环状态，也无法实现备用自投。

如果备用自投控制电路仅采用主回路三角型连接接触器 QAC2 的状态作为备用自投的条件，无论中间环节正常与否，在设定时间内主回路 QAC2 没有正常闭合，都判断为故障状态，延时结束后就实现备用自投。另外，备用自投环节时间继电器 KF6 的延时时间应大于 KF1，因规范要求消防水泵从接到启泵信号到水泵正常运转的自动启动时间不应大于 2min，所以 KF6 的延时时间应小于 60s，以留给备用泵足够的启动时间。

1.5 两用一备第二台泵自投控制

随着大型物流、大空间展厅项目的陆续建设，常用一用一备的消防水泵配置已无法满足使用要求，且单台水泵过大也会带来搬运困难、电源造价更高等不利影响，两用一备的消防水泵配置越来越多，其自投控制图见图 5。消防泵组工作时，当单台水泵流量、扬程不足时，则需要启动第二台水泵。第二台泵的启动，图集中采用 BP 压力传感器作为触发信号。如图 6 所示，通过压力传感器实时监测出口干管管

道压力，如果压力值低于设定值，常开触点 BP 闭合，经过一定的延时后，KA6 通电，第二台泵自动投入。

此时须注意：时间继电器 KF5 的延时时间一定要大于 KF6，以避免消防水系统管道压力突变时，BP 触点与消防水泵启动控制触点同时闭合，第一台和第二台泵同时启动。

1.6 其他

(1) 信号反馈。依据规范要求，消防水泵的动作信号及过负荷信号应反馈至消防联动控制器。通过中间继电器触点，动作信号传送至消防联动控制器。如图 2 所示，KA11 为消防水泵运行的反馈信号，KA9 为过负荷信号。

(2) 声光报警。通过液位传感器检测水池液位，水池液位过低时 BL 常开触点闭合，KA8 通电，触发警铃，如图 2 所示。

2 消防水泵两用一备星三角降压启动控制电路设计

本文在总结相关规范要求和图集的基础上，对消防水泵星三角降压启动的控制方式和存在的一些问题进行了分析，并设计了消防水泵两用一备星三角降压启动控制电路供参考，如图 7 所示。

3 结语

本文对消防水泵星三角降压启动的控制方式和一

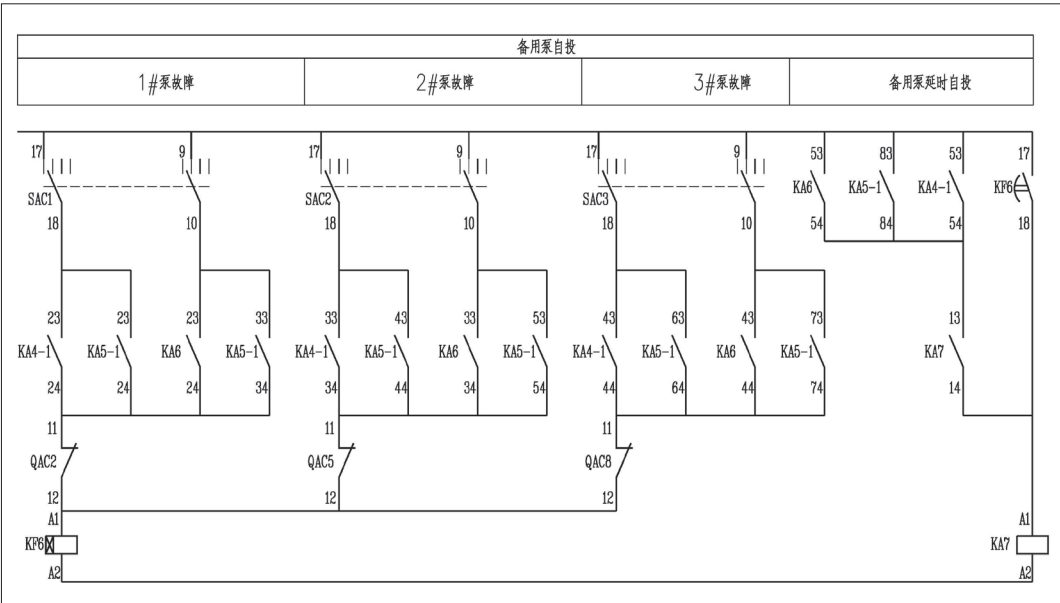


图 5 消防水泵两用一备备用自投控制图

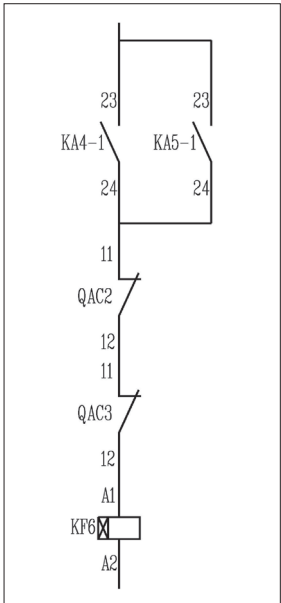


图 6 第二台泵自投控制图

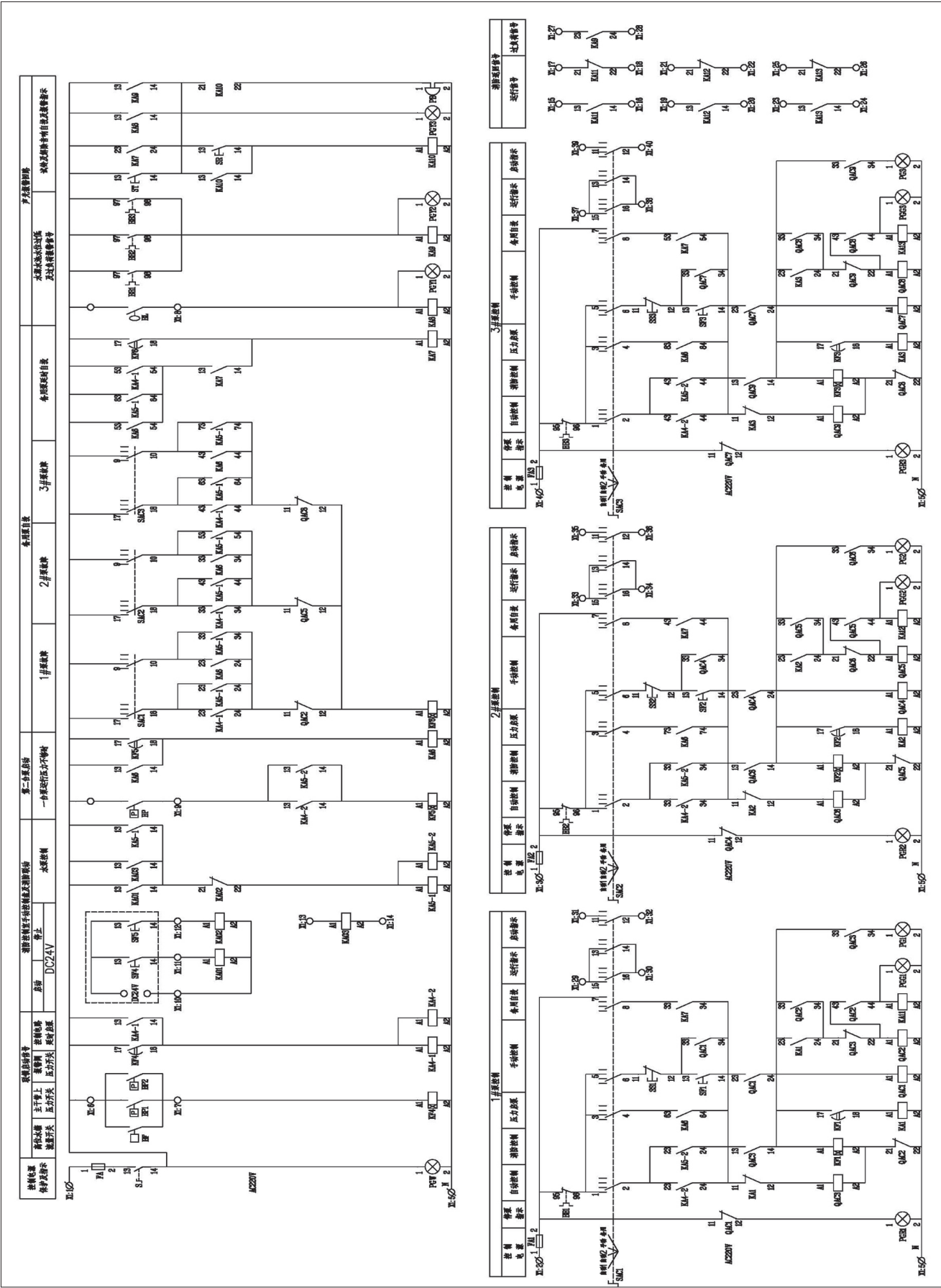


图 7 消防水泵两用一备星三角降压启动控制图

用一备星三角降压启动控制电路进行了分析,并设计了消防水泵两用一备星三角降压启动控制电路。二次控制的可靠性是消防水泵长期安全运行的保障,倡议相关主管部门及时对相关图集进行修订,提高消防水泵控制设计的合理性,使得消防水泵的运行更加可靠。

参考文献:

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,国家市场监督管理总局. 民用建筑电气设计标准:GB 51348-2019[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2020.

[2] 中国建筑标准设计研究院. 16D303-3 常用水泵控制电路图[M]. 北京:中国计划出版社,2016:37-44.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 火灾自动报警系统设计规范:GB 50116-2013[S]. 北京:中国计划出版社,2014.

作者简介: 洪健(1983.01-),男,汉族,安徽安庆人,本科,高级工程师,研究方向:内燃机、工程机械工程设计;辛永祥(1987.10-),男,汉族,安徽淮北人,本科,高级工程师,研究方向:锂电池工厂工程设计。

广告征订



版位 Format	价格 Price (RMB)
特殊版位 Specified Ads. Position	
封面	25,000
封二	16,000
封三	12,000
封底	18,000
扉一	15,000
扉二	10,000
后扉一	12,000
后扉二	9,000

优惠说明:

在原价格基础上,连续预定3期,优惠**8%**;连续预定6期,优惠**15%**;连续预定12期,优惠**20%**;连续预定18期,优惠**30%**;连续预定36期,优惠**40%**。另,如提前一次性付款,可在享受优惠的基础上享受**8%**的额外折扣。

版位 Format	价格 Price (RMB)
正常版位 Editorial Page	
编辑页	10,000
编辑页跨页	15,000
1/2编辑页	5,000
1/3编辑页	3,500
1/4编辑页	2,500

注:所有特殊版位广告均为4C广告,正常版位广告均为黑白色;所有广告需提供成熟设计稿,如需编辑部制作需单独收费。

广告预定热线: 010-6741 0664 / 1368 332 6370