

化工装置消防水控制系统的组成及应用

钟彦禄

中海石油建滔化工有限公司 海南 东方 572600

摘要: 化工生产行业属于高危作业, 火灾险情的防范属重中之重, 消防系统的稳定运行为化工装置的安全运行提供了重要保障。本文详细地阐述了消防水控制系统的工作原理, 着重讲述了消防水的整体架构, 并介绍了整个系统的运行及其日常维护保养, 为读者提高学习借鉴意义。

关键词: 化工行业; 消防水; 控制系统; 维护保养

Composition and application of fire water control system in chemical plant

Zhong Yanlu

Zhonghai ShiyouJiantao Chemical Co., LTD. Hainan Oriental 572600

Abstract: The chemical production industry is a high-risk operation, and the prevention of fire danger is the top priority. The stable operation of fire protection system provides an important guarantee for the safe operation of chemical equipment. This paper describes the working principle of fire water control system in detail, focuses on the overall structure of fire water, and introduces the operation of the whole system and its daily maintenance, for readers to improve learning significance.

Keywords: chemical industry; Fire water; Control system; maintenance

化工生产是公认的最具危险性的行业之一, 在世界范围内, 每年化学物品事故造成的直接损失、间接损失、间接影响实在难以计算。化工生产的危险性主要表现在火灾危险, 毒害危险, 污染危险。因此, 有一套完善的消防水控制系统是很有必要的。海南东方年产 60 万吨甲醇装置的消防水控制系统采用成熟的 PLC 控制技术, 由可靠的元器件组成。该系统采用西门子 S7-300 PLC 可编程序控制器, 根据实际需要编制程序, 自动控制多台消防泵组。通过监视消防水管网压力变化, 实现消防泵组的启动和自动切换、自动检测并调整消防泵的运行参数, 保证火灾时消防水管网的压力稳定。该系统技术含量高, 自动化程度高, 性能完善, 对火警消防起着重要保障作用。

1 系统工作原理

海南东方 60 万吨甲醇装置的消防水控制系统主要作用是监视消防水管网的压力, 消防供水管网平常因为稳定水压设备而保持系统中水压的稳定性, 从而确保水压能够在发生火灾时达到灭火供水的标准[1]。同时消防水系统当中还设置了消防水泵系统, 正常运行时消防水系统以稳压泵和消防水泵的组合运行方式保证管网压力满足灭火需要[2]。在发生火灾之后, 系统会按照自动的压力装置将消防水泵打开保证管网压力, 以便火灾时随时能有充足的消防水及时救火。

整个系统工作原理为: 当消防水管网压力降至 P_2 ($P_1 > P_2 > P_3$) 以下时, 自动控制系统立即启动主稳压泵, 延时 30s (时间可以调节) 或者主稳压泵故障时自动启动备用稳压泵。当管网压力上升至 P_1 以上, 经过延时后, 稳压泵自动停止工作; 当管网压力下降至 P_3 以下或者接到火警信号, 自动控制系统立即启动电动消防泵组, 如果此时电网故障或者电动消防泵组故障, 10s 后自动启动 1#柴油机组, 如果管网压力仍未达到压力值, 10s 后再启动 2#柴油机组, 机组启动后实时不停对机组运行参数进行监控, 出现故障自动进行声光报警。3#柴油机组为备用, 1#、2#柴油机组故障时或者管网压力不够时可启动紧急 3#柴油机组。

P_1 、 P_2 、 P_3 根据实际需要设定。稳压泵为日常补给消防用水, 消防稳压泵一台运行一台备用, 交替启动。消防水泵机组用在火警发生时消防水用量很大时启动, 以保证消防水压力。消防水泵机组共有 4 台, 1 台电泵和 3 台柴油机组。消防水泵为多台运行, 火灾发生时应首先启动电动消防水泵, 然后依次启动第一台柴油机组及第二台机组, 第三台柴油机组备用。当电动消防泵失电或发生故障, 能自动切换到启动备用柴油机组。无论哪种运行工况, 柴油机组均在高效区运行。当消防泵或柴油机组启动后, 管网压力达到设定值时, 将自动停止消防稳压泵运行。整个系统运行控制如图 1 所示。

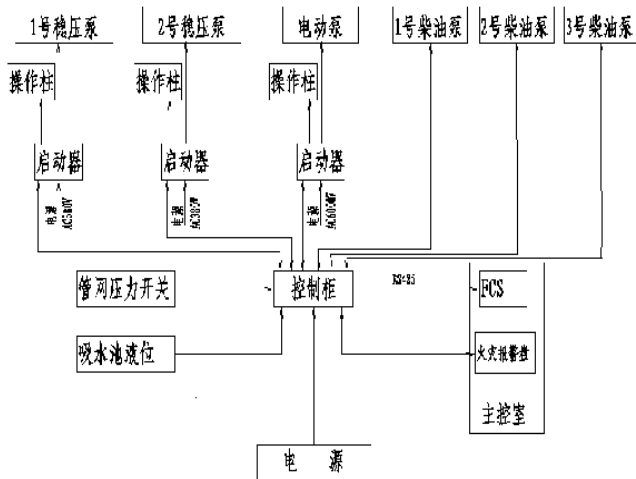


图 1 消防水控制系统示意图

2 控制柜系统架构

为了保证安全，整个消防水控制系统采用冗余控制，使用了两套 PLC 控制器及冗余接口模块，PLC 采用西门子 S7-300，两套控制系统构成冗余系统，当运行中主控制器 PLC 发生故障时自动切换至备用控制器 PLC，保证整个系统的安全可靠运行。系统运行过程中，可以通过盘柜上的手动自动切换按钮，操作人员随时可以通过手动控制，实现主备系统切换，这种手动切换过程，对于控制系统的软硬件调整、更换、设备维修非常使用。整个控制柜系统架构如图 2 所示。

控制柜上配有一块触摸屏，触摸屏通过 MPI 方式与 S7-300 相连，操作员可在触摸屏上实时查看消防水管网压力及各机泵的运行数据。自动控制屏选择开关可置于“远程”和“本地”两种状态。“远程”状态时，消防泵组可由远程信号控制启动，并可实现全部自动控制功能；“本地”状态时，消防泵组可由自动控制屏面板按钮控制启动，并可实现本地自动控制功能。除稳压泵可由自动控制屏控制停止外，考虑到实际运行情况，电动消防泵及柴油消防泵只能在自动控制屏手动停车。

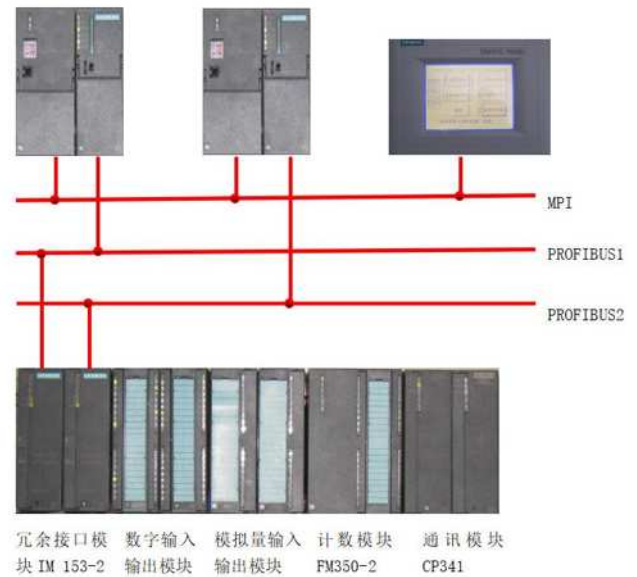


图 2 控制柜系统架构

冗余接口模块 IM 153-2 与两套 PLC 组成冗余系统[3]，保证一套系统有问题时，备用系统能继续工作。数字输入输出模块主要采集现场各机泵的运行状态，并控制各机泵的启停。模拟量输入输出模块主要采集消防水管网参数及各机泵的运行参数。两块通讯卡件 CP341 与 FCS 系统构成冗余通讯，以便中央控制室能实时监控消防水管网压力。

控制机柜配备有蜂鸣报警装置，系统设备故障或者未按要求启停水泵时将发出报警声，提醒操作维护人员及检查设备运行状况，及时解决故障点保证系统的安全运行。

整个系统还必须配有 UPS（不间断电源）供电，以便正常电网失电时也可以 24 小时保证消防水系统的正常运行，避免化工生产装置发生紧急情况时无法使用消防水情况的发生。

3 控制功能

3.1 起动

消防泵组的起动方式有三种（自动、手动、机旁）。当设置为“手动”时，操作人员可在机旁或者通过控制柜面板触摸屏根据需要对电动泵和柴油机组进行分别起动和停止；当设置为“自动”启动方式时，控制柜可在监控室按下启动按钮启动相应泵组或根据管网压力的变化情况在必要时自动启动电动泵，当电动泵故障或电网失电无法启动时可自动启动柴油机组。

3.2 停机

消防泵的停机可在机旁或者通过控制柜面板触摸屏对

电动泵和柴油机组进行停止操作, 为保证安全, 无论在“手动”还是在“自动”状态下, 停车按钮都保持有效。但是在停机前要注意, 如果在“自动”状态下要注意管网压力是否满足要求, 否则会造成停机后管网压力过低而再次启动现象。

3.3 仪表指示

控制柜可实时对柴油机的转速、冷却水的温度和消防水管网的压力等指标进行指示, 并对柴油机的运行时间进行记录, 当设备故障时可发出报警。

3.4 状态指示

控制柜面板上触摸屏可实时显示各泵的运行状态, 并对自动/手动状态, 柴油泵机组发生启动失败(启动3次)、超速(高于1725r/min)、润滑油压力低(低于83kPa)、冷却水温度高(高于106℃)等故障进行报警指示。

3.5 信号接口

系统配备标准的 modbus 通讯模块, 并将各种实时状态信号(运行、故障、管网压力、柴油机转速、柴油机冷却水温度、自动/手动状态等)以 modbus 通讯方式远程传送至主控中央控制室, 实时监控消防水系统。控制柜机架预留扩展接口, 可方便后续扩容及接入其他设备系统。

4 消防水控制系统的运行

本系统设计为无人值守, 正常情况下系统保持在自动模式下。系统将实时监控消防水管网压力, 保证管网压力充足。当消防水管网压力下降至 0.55MPa 以下时, 消防水控制系统会立即启动 1 号稳压泵, 延时 30s 或者 1 号稳压泵故障时, 自动启动 2 号稳压泵并停止 1 号稳压泵。这样 1 号、2 号两台稳压泵交替运行, 直至管网压力上升达到 0.8MPa 以上后, 延时 15s, 两台稳压泵自动停止工作。这样做的目的是充分验证两台稳压泵的正常运行, 保证两台稳压泵运行完好, 如果发现有一台稳压泵出故障马上下线进行检修, 降低两台稳压泵同时出故障的概率, 从而影响系统稳定。当日常消防水管网压力下降不大时, 两台稳压泵的运行即可维持消防水管网压力。

当消防水管网压力下降至 0.45MPa 以下或者接到火灾险情消防用水量很大时, 自动控制屏立即启动高压电动消防泵组, 并且在 10s 后启动第一台柴油消防泵组, 此时两台消防泵组可以维持消防水管网的压力, 不需要再启动柴油消防泵组, 另外两台柴油消防泵组作为备用机组。如果消防水管网压力下降至 0.45MPa 以下或者接到火灾险情, 并且此时

电网故障或者电动消防泵组故障无法启动, 则在 10s 后启动第一台柴油消防泵组, 延时 10s 再启动第二台柴油消防泵组, 第三台柴油消防泵组作为备用。如果消防水管网压力下降太快, 可手动启动备用柴油消防泵组同时对管网补充消防水, 保证消防水的安全补给。

整个消防水系统设计四台消防水泵组, 两台备用机组裕量, 即使同时出现两台消防水泵组故障亦可满足消防水管网压力的稳定。并且系统对机组运行状态进行实时监控, 一台消防水泵机组出现故障可以立即切除下线检修, 检修完毕可以马上再次并入系统运行, 保证消防水系统的安全运行。

5 消防水控制系统的维护

5.1 消防水泵泵房的温度应须保持在 0℃ 以上, 否则会冻裂水泵和柴油机的外壳。像在海南四季如夏不会出现 0℃ 及以下气温, 如果在北方则必须加装加热保温系统以避免设备出现冻裂而损坏。

5.2 柴油消防水泵机组应每月至少启动一次, 每次试验运行 5 分钟, 以检验柴油消防水泵机组的完好性, 避免长期备用状态需紧急状态启动时存在故障无法启动。由于是空载启动, 试验运行时间不宜过长, 避免轻载燃烧不完全造成排烟管积油渗漏。

5.3 柴油消防水泵机组每次运行时, 应定时观察其运行状态, 并对转速、压力、温度等数据做好运行记录, 综合判断机组性能的完好性。

5.4 出现火灾险情时, 由于消防工作的特别重要性, 所以火警时必须有专职人员在泵房以监视系统运行情况, 保证消防水控制系统的稳定运行。

5.5 消防水控制系统长期工作在自动状态, 应定期试验系统的功能, 包括手自动切换功能, 自动、手动模式下消防水控制系统的各项功能。控制柜内各元器件定期检查紧固缺失, 易损件建议按 20% 的使用量提前采购以备随时更换, 保证控制系统的稳定运行。

5.6 消防水柴油机组的启动蓄电池应时常测量电压内阻, 出现性能下降时应及时购买更换, 考虑到蓄电池的使用寿命及故障的突发性, 建议每三年更换一次消防水柴油机组的蓄电池, 避免紧急状况下消防水柴油机组因电池故障无法启动。

5.7 柴油消防机组如不能启动, 可紧急先按以下方法检查: ①在柴油机本体按动启动按钮, 若按下按钮时启动机无反应, 先检查柴油机接线箱里面的保险丝; 若保险丝完好,

可用手动盘车器对柴油机盘车,确定柴油机组无法启动是电气故障还是机械故障;②柴油泵启动机有反应但是无法启动成功,可以听一下启动机的旋转是否有力,若无力说明需对柴油机蓄电池组进行充电或者更换;③启动机运转有力但是启动不成功,检查柴油机进油管路是否漏气,对进油管路进行排气后再进行启动[4]。

5.8 考虑到电子元器件的使用寿命,建议 8-10 年对重要卡件进行更换,控制柜的使用环境应保持良好的,控制系统的 PLC 程序应定期备份避免丢失。

结束语

消防水控制系统是化工生产行业非常重要的一个系统,担负着救灾抢险的重要使命,消防水系统的稳定运行是化工

生产装置的重要安全保障。海南东方 60 万吨甲醇装置消防水控制系统自投入运行以来,稳定可靠,自动化程度高,无需专人值守,是现代消防技术很重要的一环,也是危险化工生产装置最后的安全保障。

参考文献

[1]杨琦. 稳高压与临时高压消防给水系统的主要区别[J]. 中国给水排水, 2003, 19(10):71-73。

[2]云继征. 浅析消防临时高压供水系统中增压稳压泵的设计[J]. 内蒙古石油化工, 2007, 33(4):49-50。

[3]SIEMENS SIMATIC ET 200M IM 153-2 接口模块使用说明书。

[4]康明斯柴油机组维护保养手册。