

三乙酸甘油酯自动供给PLC监控系统设计

文/高阔 程勇 段青娜 沙利波 钱思娜 王宇航 唐博
红云红河烟草（集团）有限责任公司

三乙酸甘油酯施加是滤棒生产过程中的重要工艺流程，其供给和喷洒稳定性是滤棒成型的关键因素之一。设计了一套基于可编程序控制器（PLC）的三乙酸甘油酯自动供给监控系统，实现对车间三乙酸甘油酯供给设备的运行状态远程监控和高效管理。

三乙酸甘油酯俗称甘油酯，其作为烟用滤棒添加剂在烟草滤棒生产过程中广泛使用。通过在烟用丝束上均匀施加甘油酯，可以使丝束增塑固化具有适当硬度、弹性和透气性，是烟用滤棒生产过程中不可或缺的重要工艺原料。甘油酯是一种无色无味的粘稠油状液体，无毒无刺激性，分子式 $C_9H_{14}O_6$ ，熔点 4°C ，沸点 $258\sim 260^{\circ}\text{C}$ 。在滤棒成型生产过程中，甘油酯的使用一般采取分布式设计，存储和流通使用过程独立且全封闭。这种方式在确保甘油酯纯净度的同时，也避免了油脂类物质在生产车间内积聚。正是由于其分布式的特点，使得对存储和使用过程的监控与维护变得困难，巡检时长和点检范围增大。针对此种情况，在设计甘油酯自动供给系统时，不仅要满足生产现场控制与监测要求，还要满足数字化集控中心实时监控系统的需要^[1-2]。

甘油酯自动供给系统设计

1. 甘油酯存储系统结构

甘油酯存储系统分为低位槽和高位槽，低位槽由A、B两个罐体组成，分别存储不同品牌的甘油酯，以方便切换不同滤棒规格生产工艺所要求的不同品牌甘油酯。低位槽位于远离生产车间的原料仓储区，体型较大，用于大规模存储；高位槽位于生产车间顶部钢格栅内，体型较小，直接供

给各滤棒成型设备的内置甘油酯箱。低位槽与高位槽由于距离较远，管道敷设较长，另配有甘油酯泵，用于将低位槽内甘油酯送至高位槽，高位槽则利用势能差将甘油酯送至各成型设备，其原理如图1所示。

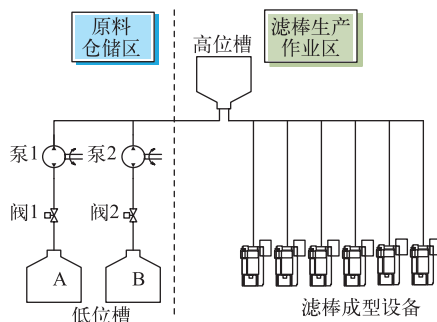


图1 甘油酯存储系统结构

2. 控制系统工艺流程

甘油酯自动供给系统采用博图V16进行设计，利用丹佛斯（VLT-FC302）变频器实现对泵转速的远程控制，配合西门子精致面板（TP-1200）和各部位电磁阀，实现现场可视化监控和操作。控制系统的工艺流程是采用液位传感器对高位槽的液位进行监控，当液位低于设定低液位值时，启动泵并打开对应支路的电磁阀，实现对高位槽甘油酯的补给；当液位高于设定高液位值时，回路电磁阀关闭

泵停止；当液位高于设定最高液位值时，回流支路电磁阀打开，甘油酯回流至低位槽。工艺流程如图2所示。

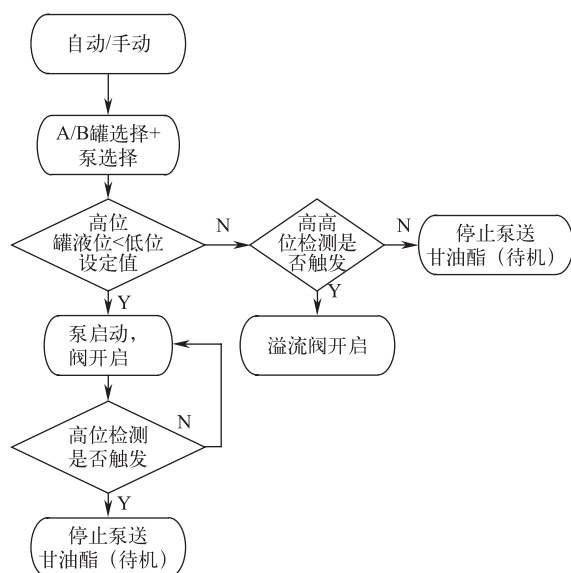


图2 甘油酯控制系统工艺流程

3. 电气原理图

为了保证高位槽甘油酯存储的稳定性，特别是对供应回路进行冗余设计，采用双泵和双管路模式，避免一条支路或泵故障导致甘油酯供应不足。在硬件电路中通过接触器的辅助触点进行控制，同时在PLC程序中对辅助触点进行互锁保护，不仅能确保双泵有且只有一台处于工作状态，还可以自动实现故障泵与冗余泵之间的自动切换，从而避免双泵同时运行导致泵体出现过热现象。系统电气原理图如图3所示。泵故障自动切换控制功能PLC梯形图如图4所示。

由于低位槽由两个不同品牌的甘油酯独立存储，为了避免A、B罐内甘油酯混合供给，因此需要对A、B罐出口处的电磁阀进行逻辑互锁控制。同时，考虑到泵在打开和关闭的瞬间液体存在巨大冲击，因此泵前端的电磁阀不能与泵同时开合，电磁阀要设定相应延时控制。以A罐出口YV1电磁阀为例，控制回路中串联B罐出口YV2的常闭触点，

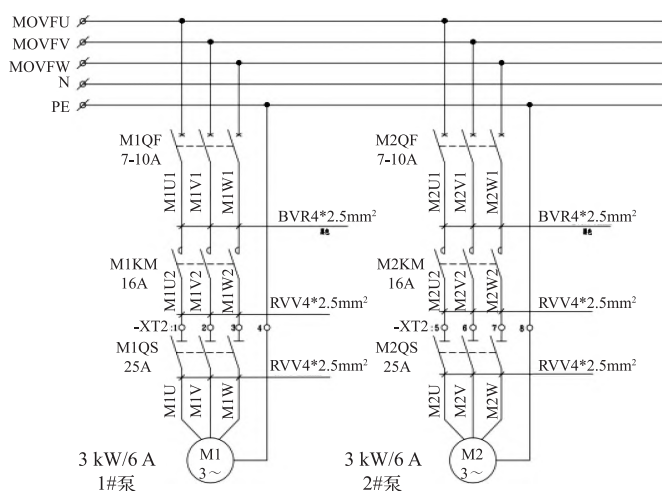


图3 系统电气原理图及硬件电路

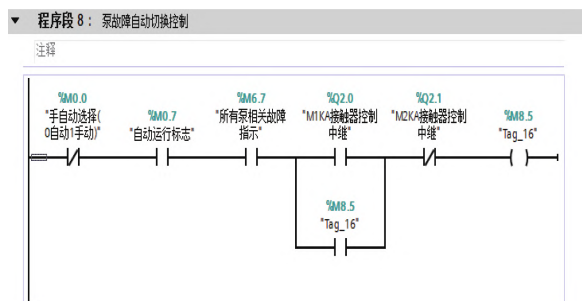


图4 泵故障自动切换控制功能PLC梯形图

以实现自锁。同时，在触发泵启动和停止的控制节点并联两个泵前端电磁阀YV3和YV4的延时关闭触点，避免泵与阀同时关闭导致管壁内甘油酯的冲击。PLC程序块YV1出油互锁程序如图5所示。

4. HMI界面设计

根据硬件连接设计甘油酯自动供给系统HMI控

制界面，如图6所示。其中冗余设计包括1#和2#泵回路，FT1和FT2流量计回路。输出端通过YV7至YV14电磁阀分别接至成型设备，由成型设备的甘油酯储箱内液位计控制阀动作，YV15和YV16分别对应为A、B罐甘油酯溢流回路，由高位槽内高液位触发。

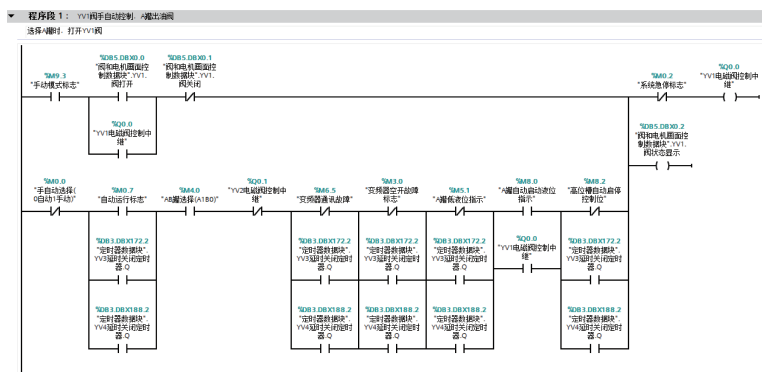


图5 YV1出油阀控制梯形图

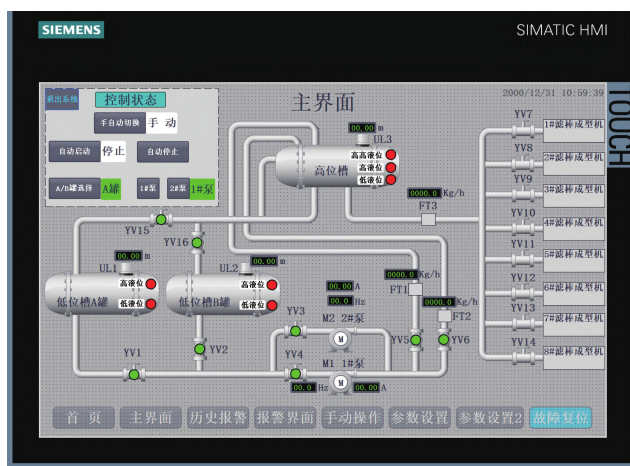


图6 HMI主控界面

上位数采及集控系统

为了便于在不同计算机设备上对甘油自动供给系统进行监控，上位数采系统设计采用B/S (Browser/Server, 浏览器/服务器) 架构，相较于C/S (Client/Server, 客户端/服务器) 架构基于客户端的请求模式，其优势在于B/S架构通过浏览器与后端进行交互，可以通过不同的设备或移动设备进行远程监控。上位系统的结构框架如图7所示，首先通过5G模块与PLC连接，使得上位系统通过S7标准协议能够与PLC建立TCP/IP连接，然后对DB块的数据进行读取并存储于实时数据库中。构建用户界面的渐进式框架通过读取RTDBS内的变量

value在H5页面中可视化，用户可以通过计算机或移动设备访问服务器，以达到远程监控的目的。

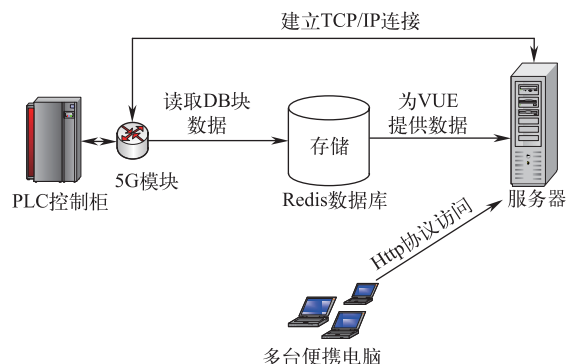


图7 上位系统结构框架

1. 数据库

本项目采用缓存数据库技术，由于其灵活多样的数据类型，可以方便地对数据需求进行拓展，对key-value中的String、List、Set、ZSet、Hash等数据结构可以很好地存储。同时远程字典服务具有AOF和RDB两种数据持久化的方法，可以把存在内存中的各种数据异步写入并持久保存，这些特征使得实时数据库具有高度灵活性。在本项目中，远程字典服务将读取到的甘油自动供给系统的关键参数进行存储，界面框架开发工具通过数据库的API接口，将采集到的数据进行展示，用户通过http协议与前端展示画面连接，实时显示整个系统的运行状态。

2. 数据通信

本项目中本地PLC与上位服务器间采用5G技术进行通信连接。通过在PLC模块附近安装5G数据终端与PLC通信模块连接。上位服务器通过S7通信协议SiemensS7Net siemensTcpNet获取本地PLC的地址，并建立PLC的TCP/IP连接，并将连接状态作为返回值。通过循环读取PLC内部DB块的存储数值，将结果存储至实时数据库。

3. 监控画面

通过甘油酯自动供给系统的工艺流程，绘制简易监控画面如图8所示，将各罐体液位值、电磁阀和泵通断情况通过图例表示。通过监控界面，可以实时监测各罐体甘油酯的库存量，方便对甘油酯存储情况进行动态监控和设备维护。

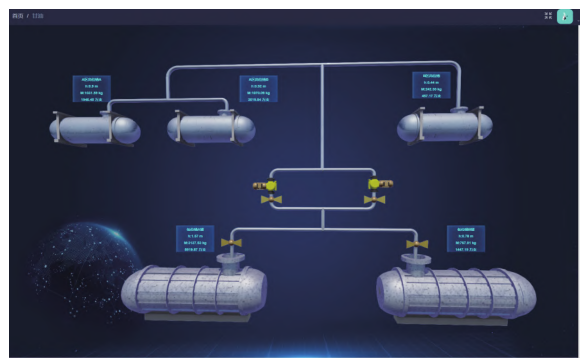


图8 甘油酯自动供给系统远程监控界面

在单台成型设备甘油酯使用过程中，通过对成型设备甘油箱各参数如甘油喷洒压力、温度的实时动态监控、数据分析和参数优化，为改进滤棒质量、提升设备效率提供了数据支持和改进依据，如图9所示。



图9 成型单机设备甘油酯监控界面

结束语

本文设计了一套基于PLC的甘油酯自动供给与远程监控系统，自动供给系统通过PLC梯形图编程将供给回路设计成为双泵双管路的冗余结构，不仅提高了整个系统甘油酯供给的稳定性，也使得维修保养更加方便与高效。远程监控系统通过5G模块与生产现场PLC通信模块连接，将PLC内部数据传输至服务器，通过H5技术方便直观地将整个甘油酯自动供给系统的关键参数进行实时监控，大大降低了巡检与维护成本，为原料仓储管理与设备维护提供了强大的数据依据和决策基础。EA

参考文献

- [1] 郭晓丽，吴晓．基于 PLC 的甘油酯液位控制系统设计[J]．化工自动化及仪表，2012，39(12)：1567-1570．
- [2] 彭天好，刘海斌，张晓转，等．基于 PLC 和触摸屏的井下喷浆料搅拌系统设计[J]．液压与气动，2015(2)：112-115．
- [3] 王诚，梅霆，李琴．Java 编程技术与项目实战[M]．北京：人民邮电出版社，2015．
- [4] 刘云生．实时数据库系统[M]．北京：科学出版社，2012．