

基于 PLC 和电液阀的油库精确发油系统

曲晓俊 郑金吾 石油大学信息与控制工程学院(257061)

Abstract

This paper introduced the control method of accurate fuel delivery in the tank farm supervisory system. It mainly controls the Smith 210 digital electro-hydraulic valve by the program writing in the SIEMENS S7-300 PLC system. By running in tank farm, it obtains the lower cost and the higher accuracy.

Keywords: PLC, electro-hydraulic valve, control program

摘要

本文介绍了油库发油监控系统精确发油的控制方式,采用西门子 S7-300 PLC 系统进行编程控制史密斯 210 型数控电液阀,通过油库实际运行,达到了低投入、高精度的目的。

关键词: 可编程控制器,电液阀,控制程序

实现油库成品油精确的贸易交接是油库占领成品油销售市场的重要基础。本文介绍的系统通过西门子 PLC 控制多级关断数控电液阀,实现了成品油销售高精度、低投入的控制目的。

1 系统构成

油库监控系统包括自动发油子系统、罐区监控系统、自动卸油子系统、可燃气体报警子系统等子系统,其中发油子系统包括自动发油控制、油品温度监控、温度补偿计算、静电溢油报警控制等,如图 1。

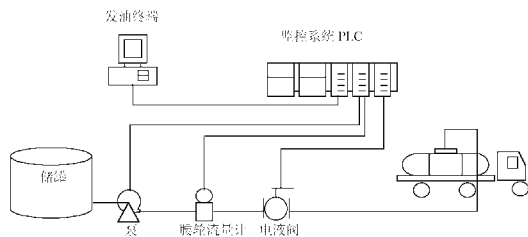


图 1 发油系统主要组成示意图

本套系统采用德国西门子公司的 SIMATIC S7-300 PLC 作为控制核心,发油流量计量采用 FR 系列罗茨(腰轮)流量计,采用 Smith 多级关断数控电液阀进行成品油精确控制和准确关断,它们是整个油库监控系统的一部分。

1.1 SIMATIC S7-300 PLC

SIMATIC S7-300 是一种通用型的 PLC,能适合自动化工程中的各种应用场合。模块化、无排风扇结构、易于实现分布式的配置、以及用户易于掌握等特点。在油库监控系统中完成罐区监控、自动发油、可燃气体报警等等任务。

1.2 Smith 多级关断数控电液阀

发油阀采用 Smith 流量仪表公司的 Smith 210 型多级关断数控电液阀。从控制角度讲,各类控制阀门如气动阀、电动阀、电磁阀等均可作为装车控制阀。而装车发油工艺要求尽量减小由于控制阀的突然开关而产生的水击现象,尽量保证鹤管内油品流速在一定的范

围内。发油阀是控制鹤管发油或关闭的关键设备,本方案设计采用的 Smith 多级关断数控电液阀基于压力平衡原理工作,适用于油气产品的精确控制和准确关断。

电液阀主要结构如图 2 所示。

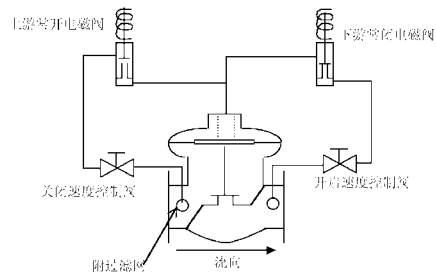


图 2 电液阀结构示意图

Smith 210 型多级关断数控电液阀可用于以可编程逻辑控制器(PLC)作为控制器的定量发油监控系统中,使发油过程得到精确控制,即电液阀可以接收系统控制器发出的数字信号,分两级开启、多级关断,保证平稳精确开启与关断,避免产生管线振动、水击、泡沫、喷溅、静电等。

1.3 流量计

本系统中流量计量采用的 FR 系列罗茨流量计是一种高精度容积式流量计,由计量部和计数部组成。基型罗茨流量计能就地指示累积流量,配以光电式无触点脉冲发讯器,可实现远距离测量。在控制方案中,每一个流量计的脉冲发讯器所发出的脉冲信号输入 PLC 监控系统的脉冲模板 FM350-2 的八路通道中的一路,由脉冲模板 FM350-2 对接收到的脉冲信号进行累加,再经过 PLC 编程乘以相应的脉冲系数,从而得出相应的累积流量值。

2 方案特点

2.1 系统成本低

本系统是通过西门子 PLC 编程直接史密斯 210 型多级关断数控电液阀,实现发油的精确控制。与直接采用成套的定量自动发油控制系统相比较,不需要格

外添加电子可设定发油机,而是通过在 PLC 中编程,充分挖掘 PLC 的功能,代替电子可设定发油机,完成对电液阀的控制,极大地减少了硬件设备的资金投入,是一种比较经济的方案。

2.2 发油精度高

采用本系统进行发油控制可以把误差控制在 1~2 升/次的范围内,即这一误差是每次发油的误差,与此次发油量的多少无关。普通油罐车可装载成品油 6 千升以上,通过计算,可以得出其误差远远小于油库发油误差 30/00 的要求。因此,本系统精度是很高的。

3 控制程序分析

根据图 3 所示的电液阀开启/关闭曲线,在整个开启/关闭过程中,电液阀执行两级开启,多级关断。

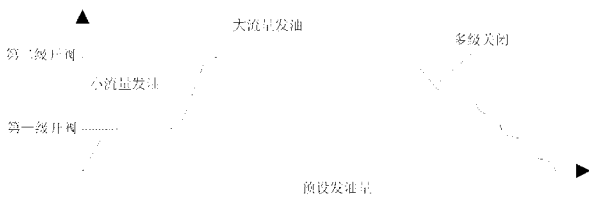


图 3 电液阀开启/关闭曲线

开阀操作共分为两级,当接收到开阀命令时,电液阀首先开启到小开度,以小流量进行发油,使发油管道中的流体仅仅对管道产生较小的冲击,当发油平稳并且各类相关设备适应第一级开阀后,进行第二级开阀操作,第二级开阀操作使电液阀开启到最大开度,以最大流量进行发油,在未接收到关阀命令之前,电液阀保持最大开度,以最大流量平稳快速地发油。

210 型多级关断数控电液阀两级开启的目的是避免产生管线振动、水击、泡沫、喷溅、静电等;由于发油结束时,电磁阀的关闭具有一定的滞后性,若等到实际的发油量等于预设发油量时再一次性关闭电液阀,使实际发油量多于预设发油量,不能精确控制,因此,电液阀多级关断除了避免产生管线振动等不良现象外,还有实现精确发油的目的,最终 PLC 监控系统的控制目的是电液阀在 PLC 程序控制下,逐级关闭,使流量随之逐渐减小,在发油剩余量到达一定数值时,管道中的流体的流量极小,可以轻易关断电液阀而不出现实际发

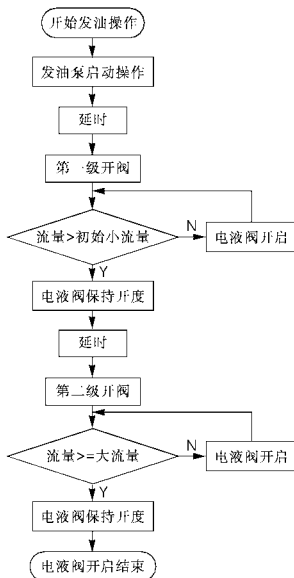


图 4 电液阀开阀控制程序框图

油量多于预设发油量的现象,完成精确发油操作。

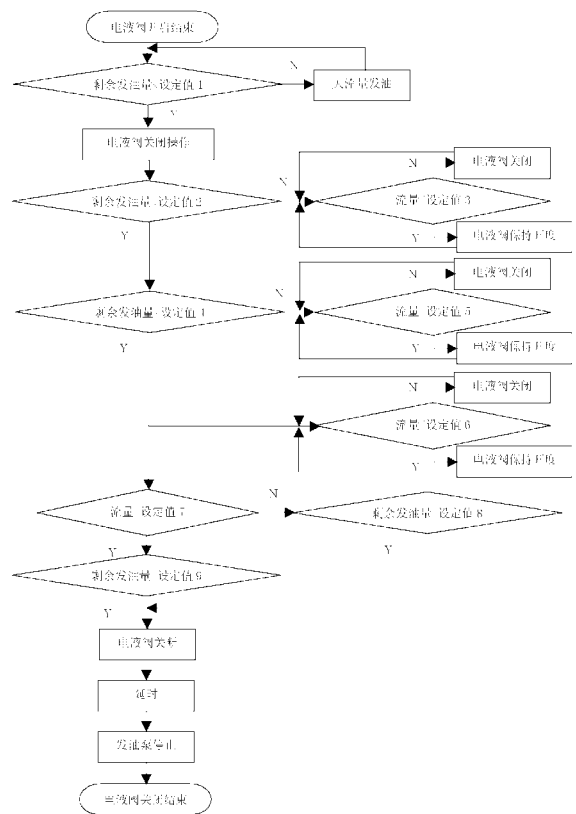


图 5 电液阀关阀控制程序框图

根据电液阀的开启/关闭曲线进行编程,编程工具采用的是德国西门子的 SIMATIC S7-300 的配套软件 STEP7, 可使用以下任何一种编程语言:STL, FBD 和 LADDER; 并且可以从一种语言切换到另一种。本系统中编程使用的是梯行图(LADDER)语言,电液阀开阀程序框图、关阀程序框图如图 4、5 所示。

如图 4 电液阀开阀程序框图所示,当 PLC 监控系统接收到发油信息和发油命令后,PLC 监控系统首先发出命令,自动开启发油泵,使管道中流体的压力增加,为电液阀开启提供足够的压力,延时之后,进行第一级开启电液阀的操作,即 PLC 监控系统对上游常开电磁阀、下游常闭电磁阀同时加电,电液阀开始开启,此时 PLC 监控系统自动检测管道中的流量,当流量等于预先设定的小流量值时,发出命令保持电液阀的开启度,即上游常开电磁阀加电、下游常闭电磁阀掉电;小流量发油控制保持较长的时间,使发油时管道振动、水击、泡沫、喷溅、静电等影响降低到最低的程度;延时之后,PLC 监控系统开始第二级开启电液阀的操作,既上游常开电磁阀、下游常闭电磁阀又同时加电,电液阀再度开启,当 PLC 监控系统自动检测计算的流量等于或大于预先设定的大流量值时,对上游常开电磁阀加电、下游常闭电磁阀掉电,保持电液阀的开启度,进行大流量发油,这是电液阀自动开阀的控制过程,在此程序中小流量值、大流量值及时间间隔等参数都是可

调的,可以根据现场实际情况进行调整。

如图 5 所示的电液阀关阀程序框图所示,关阀程序比开阀程序复杂得多,控制目标不单是避免产生管道振动等不良影响,还要有效的逐级降低流量,实现精确发油。首先,PLC 监控系统自动进行比较,在发油剩余量达到一定数值(即程序框图中的设定值 1)时,开始第一次降低流量的控制,PLC 监控系统检测管道中流体的流量,与程序中的预设值 3 相比较,如果流量大于预设值,PLC 监控系统就发出命令,使上游常开电磁阀、下游常闭电磁阀同时掉电,减小电液阀的开度;如果流量小于预设值,PLC 监控系统就发出命令,使上游常开电磁阀加电、下游常闭电磁阀掉电,保持电液阀的开度,通过以上控制,PLC 监控系统可以自动根据管道中流体流量变化进行关闭或保持的操作。与此相同,进行框图中以下几步的关阀控制,PLC 监控系统可以有效的将流体流量逐级降低,最终使管道中的流体降低到较小流量,准确关断电液阀。PLC 监控系统关断电液阀后,进行一段时间的延时,保证电液阀已经完全关闭后,发出关闭发油泵的命令。

很明显,开阀和关阀程序存在着差异,这是由于 PLC 监控系统对流量检测计算的结果和控制要求导致的。在本系统中需要 PLC 监控系统根据罗茨流量计的累计流量计算出流量,这一步是比较困难的,只能通过 PLC 进行编程,采用固定时间段后的累计流量减去固定时间段前的累计流量,得出近似的瞬时流量。计算流量要求这个固定时间段越小越好,但是从控制角度来说,不仅需要这个固定时间段比较小,避免出现流量差还未计算出来,电液阀已经全开或全闭的现象,而且需要流量差比较大,使得在开启/关闭操作中的的每一阶段里,流量都有明显的范围区别,所以设定固定时间段大一些。

在实际计算流量时,由于采用的罗茨流量计光电式无触点脉冲发讯器是 1 升/脉冲、油库管道实际存在着压力变化、PLC 计算时间间隔等因素,计算出的流量差不是一个固定值,它不停产生跳跃变化。因此,在编程控制时,采用在一个剩余发油量段中,程序自动根据计算出的流量,大于设定流量就关电液阀,小于设定流量就保持电液阀的开度,这样经过逐级限制,可以把流量降低到一个很小的数量上,保证了在最终的关断时可以准确顺利关断。

参考文献

- 1 冯涛.成品油外运高精度贸易交接的自动控制.石油工程建设,1997(1)
- 2 温阳东,祖伟,刘友翔,江兵.油库发油控制及管理系统的研究.合肥工业大学学报(自然科学版),1998(1)

[收稿日期:2002.10.4]

(上接第 49 页)

刷新用户界面是没有切实意义的,所以采用非高精度定时(如 1s)刷新方式,系统运行数据记录线程则按照一定的时间间隔存储系统工况。显而易见,显示、存储和数据的采集计算部分都利用到同一系统状态量,为防止冲突,加入两个布尔型标志量 UIFlag、ARFlag 表示是否处在显示刷新、存储状态,并且相应使用两组全局变量(标识为 UIData、ARData)临时存储系统最新状态。显示和存储的预期耗时明显要高于计算周期,尤其是存储文件采用 2 分钟一次,为避免不必要的更新 ARData 造成时间上的浪费,对 ARData 与 UIData 的刷新采用不同方式,流程如图 4。

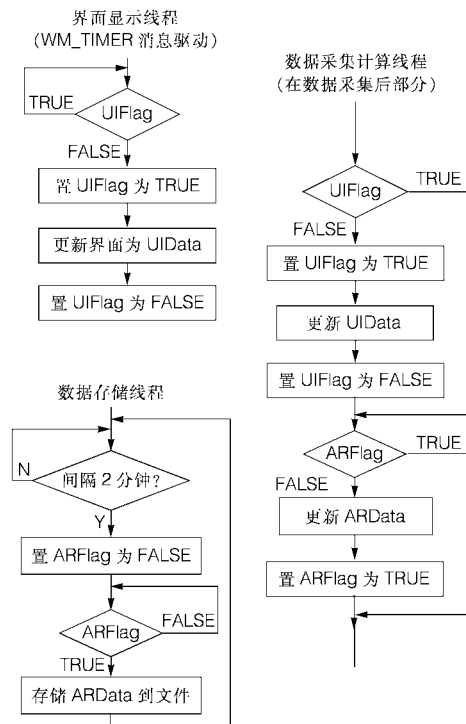


图 4 采集计算、显示、存储线程的数据处理流程

本系统工作环境比较恶劣,电磁干扰比较严重,保证系统的抗干扰与可靠性需采用看门狗和软件陷阱技术,及时排除微电子硬件发生的暂时性故障。使用的半长板上自带看门狗电路,由主板跳线设定定时器时间和工作方式,启动和刷新看门狗均是对 0x0444H 地址单元进行一次读操作,即 `_inpw(0x0444)`,即是以以后刷新仍然是使用同一语句,当在设定时间内没有进行刷新是看门狗将发生自动复位计算机动作,停止看门狗则对 0x0044H 单元进行一次读操作,即 `_inpw(0x0044)`。对于串口、采集卡故障并不需要复位计算机,只需要设置一些标志计数器,在系统定时器线程中进行累加计数,而在相应的串口、采集卡处理线程中予以清零,程序死锁时必然导致一些标志量得不到刷新,系统定时器计数便会超过某预设阈值,然后通过停止再重启对应该标志量的设备即可。

[收稿日期:2002.9.20]