

基于PLC控制的机抽井流量智能控制模式

吴登亮 丁英展 王永亮 岳彩栋 中石化西北油田分公司采油二厂

【摘要】作为一个拥有丰富石油资源的国家,从上个世纪起,我国就将石油作为主要能源开采使用。但随着能源需求上涨,石油的开采愈来愈频繁,导致出现了地层供液能力下降的问题。解决该问题的研究迅速展开,本文将通过研究PLC控制技术,保证机抽井维持在最佳状态,利用流量计法计算机抽井的泵效,避免由于抽汲参数不当而造成能源浪费,提供抽机井的工作效率,减少能源浪费。

【关键词】PLC控制技术;机抽井;流量智能控制

【DOI】10.12316/j.issn.1674-0831.2022.04.020

一、引言

随着我国经济的飞速发展,我国的对油气资源的供求也日渐增加。油气资源勘探、油气资源开发两大方面是资源开采的重要方向。然而,在资源开采的过程中,许多严重问题暴露出来:可采量紧缺、地层供液能力下降、缺乏风险勘探的投入力度等问题。为妥善解决处理好此类问题,增加石油补给,本研究将PLC技术引入到机抽井系统里面就显得尤为重要。PLC技术初步发展是在二十世纪八十年代至九十年代,是一种即时系统,拥有操作灵活、定位精度高和能更好的适应各种需求等优点,目前在多个领域被应用。将PLC技术与机抽井流量控制衔接起来,可以大大提高石油开采效率,极大地减少耗能和提高石油储备量,为后续发展提供有力支撑。

二、PLC技术控制的原理及优势

1.PLC技术的定义:PLC即可编程逻辑,因此PLC控制器就是可编程逻辑控制器,运用于工业控制,类似人类大脑,能够对程序进行储存、控制,实现逻辑运算的执行,顺序控制,定时,操作等多种功能。

2.PLC技术的原理:PLC控制器的工作内容为:输入采样—用户程序执行—输出刷新,在完成输出刷新后又回到输入采样的步骤,循环执行,这样一个循环就是一个扫描周期。在运行时,PLC控制器的CPU不会停止。以均速状态重复执行无数个周期。

(1)输入采样阶段。输入采样的过程,首先是通过扫描读入端子的数据然后将数据储到相对于的单元内。这个单元是寄存器单元。而扫描的顺序也是依次有序地扫入。在第一阶段完成以后,执行第二阶段和第三阶段,在后面两个阶段的执行过程中,尽管状态和数据有所不同,但单元内的状态和数据会因为稳定的条件而不会发生变化。因此,如果在第一阶段的数据信息为脉冲信号,脉冲信号宽度大于扫描周期,那么数据和状态

就不会出现波动,所有输入皆可被扫描输入。因此,如果刚开始输入的是脉冲信号,则该脉冲信号的宽度一定要大于一个扫描周期,这样才能保证,任何情况输入均能被读入。

(2)用户程序执行阶段。第二阶段是用户程序执行阶段。PLC控制器根据指令工作,由上而下进行用户程序扫描。首先是通过梯形图的方式,扫描左边的控制路线,该路线通常由触点组成。接着左到右,上到下依次扫描每一条梯形图,最后在控制线路上执行运算程序,通过逻辑运算根据逻辑运算的结果,再刷新该逻辑线圈在系统RAM存储区中对应位的状态,或者刷新该输出线圈在I/O映象区中对应位的状态;以此来确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。

那就是说,执行过程中,当输入点不在I/O映象区内,状态和数据会出现不同,其他输出点和软设备如果也不出现在I/O映象区或系统RAM存储区内,状态和数据将保持稳定的状态。排在上方的梯形图,排在下方的梯形图会受到程序的执行结果。当梯形图处于下方,排在上方的梯形图不受影响,但如果运行到下一个扫描周期,其被刷新的状态或数据就会对排在其上面的程序起作用,具有很明显的周期性。

(3)输出刷新阶段。结束扫描程序后,PLC控制器进入第二阶段——输出刷新阶段,输出刷新阶段实际上就是对结果的输出。CPU按照I/O映象区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路,再经输出电路驱动相应的外设。这一套完整的过程才是PLC控制器的真正输出。针对同样的若干条梯形图,排列次序不同和执行的结果是紧密相关的,扫描的顺序不同,相关结果也就不同。而采用扫描用户程序的运行结果与继电器控制装置的硬逻辑的结果是一样的吗?显然是不同的。当然,也有特殊情况出现,如果忽略扫描周期时间,那么扫描用

户程序和继电器控制时长是相似的。

通常所理解的, PLC控制器的扫描周期包括自诊断、通讯等, 相当于一个扫描周期由自诊断、通讯、输入采样、用户程序执行、输出刷新时间加起来的总和。

3. PLC的优势。了解了PLC的原理, 接下来就阐述一下PLC的优势, 这对接下来的研究具有很重要的现实意义。

(1) PLC可以对不同的工位数量及位置参数进行数据设置。包括在线监控运行过程;

(2) 设备操作性上, 灵活方便, 启动与暂停, 自动与手动模式, 计数与清零, 气缸下压时间等方面, 都能够轻松实现想要的模式, 能更好的满足不同程度的需求;

(3) 工作效率很高速, 单工位速在 1-1.5 件/秒以上。高精度定位, 且位置误差在 0.02 毫米范围内。

三、提高泵效的措施

1. 泵效的定义。了解了PLC运行过程, 接下来研究一下如何提高泵效。泵效实际是指机抽井的实际产液量与深井泵理论排量的比值。实际产量以单井油量为依据, 深井泵的理论排量是冲程乘以冲数再乘以柱塞面积。泵效其实是衡量深井泵工作状况好坏的一项重要指标。在实际生产中, 影响深井泵泵效因素有很多, 最直观的就是各种漏失、气体影响、泵充不满和各种冲程损失等因素, 一般来说, 油井实际产量都小于泵的理论排量, 泵效一般都小于1, 但也有特殊情况, 油井连抽带喷时泵效也有可能大于1, 此时泵效不能代表深井泵的实际工作效率, 而只能说明油井的生产状况, 这种情况对研究泵效没有现实意义, 一般不做研究。深井泵泵效达到70%以上属于高效, 但这种情况很少, 一般情况下泵效只有30%~50%, 甚至比这更低, 这说明泵深很深, 泵深越深、动液面越低和沉没度越小, 深井泵泵效就更低一些。

2. 泵效的计算公式

$$\eta = \frac{Q_p}{Q_r} \times 100\% \quad (1)$$

$$Q_r = \frac{1440\pi(D^2 - d^2)SN}{4} \quad (2)$$

3. 提高泵效的措施。研究发现, 影响泵效的因素是冲程损失和无效冲程。怎么能提高泵效, 是接下来研究的方向。第一步, 先实地了解藏油量, 选择适合的流量计; 第二步, 选择好流量计之后, 用流量计测量一次液体的流量, 每半小时记录一次数据; 用上述公式, 计算出实际泵效与设定泵效的差值, 差值能够反应自适应神经PID控制器自动调节开关机抽井的冲次, 让较高泵效的情况下抽井能正常运作。最好多测几组数值取平均值, 可减少误差, 避免外界因素影响; 第三步地层的供液能力在不能

供应时, 流量过低, 在自适应神经PID调整以后, 供液能力还无法达到最低要求值时, 报警器会发出警报。工作人员必须立刻停止抽油机, 否则出现空抽现象, 造成机器损耗。这个设计方案, 可以确保抽油机保持最佳状态, 节能降耗是目的, 这也是最理想的状态。

四、控制器设计

研究完泵效, 研究控制器是非常有必要的。BP神经网络优化PID控制器是将BP神经网络与数字PID控制相结合而设计的, 这种方法让数字PID的控制结果获得改进, 对研究非常有帮助。

BP神经网络优化PID控制器自动调节机抽井的冲次, 尤其是在复杂情况中。其具有较强的稳定性和适应性。本研究采用BP神经网络优化控制器来调节机抽井的冲次, 通过分析机抽井的工作环境, 使开关机抽井一直工作在最佳泵效下工作, 可以达到保护采油设备和节能降耗的目的。

1. 泵效调节原理

(1) 机抽井的冲次推导出, 再结合实际工况冲次, 通过不断调整, 寻找出机抽井正常高效的工作频率, 抽油机的泵效、系统效率在这个过程中会进一步优化。

(2) 确定好冲次, BP神经网络优化PID控制器会根据设定的最佳泵效和测得的实际泵效的差值, 自动调整抽油机的冲次, 使开关机抽井一直在设定的最佳泵效附近工作, 避免空抽和不必要的能源浪费, 大大提高机抽井的系统效率。

利用BP神经网络优化PID控制的泵效调节原理结构框图如图1所示。

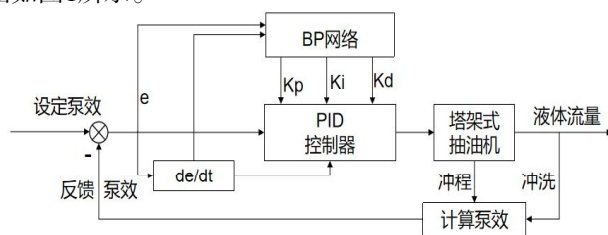


图1 基于PID的泵效调节结构图

2. BP神经网络优化PID控制。BP神经网络是误差反向传播算法的自主学习过程, 是由信号的正向传播和误差的反向传播两个过程组成。有较强的自学习和自组织能力, 可以根据需要自动调整自身的权值和阈值, 来适应当前工段的要求。同时, BP神经网络具有反应速度快、灵敏度高, 优化传统PID的控制效果较好等优势。

3. 流量传感变送器的选型。流量变送器用于检测油流量多少、位置高低, 一般情况下, 为了减少传输过程中的干扰与消耗, 在泵的出水口会出现流量变送器, 经

过多次试验后确定的是使用4-20mA 输出流量转换器。

做完上面的分析,接下来要选择流量传送器型号,一般选用电磁流量传感器 LGD、电磁流量转换器 LGD-1 来实现流量的检测、显示和变送。流量表一般测量范围为0-0.6m³/h,精确度1.0;转换器输出信号4-20mA 电流信号,传送给CPU 224 连接模拟模块EM235,作为PID调节的反馈信号。

4.泵电机的选型。在本研究中,选用主泵为15kW,辅助水泵为0.55kW的泵机。

通常选用Y系列类电机,原因是该电机适用于一般场所,无特殊要求。

Y系列类电机的特点是绝缘等级为B级,外壳防护等级为IP22。具有很强的保护作用,操作起来安全度很高,避免不必要的伤害。

泵能够输送液体以及增压液体。泵传送给液体的能量来自原动机和外部,液体能量提高,Y系列类电机可以确保系统平稳运行,也可以取得节能效果,对研究很有帮助。

5.变频器的选择。工艺方面,节能是首先要考虑的,一般情况,节能主要表现在风机的应用上。当然也会出现在泵的应用上,各种生产机械在设计配用时,保留了一部分富余量,其目的是为了保证生产的可靠性。一般要求电机在正常负荷下运行,因为多余的运转增加了电能的消耗,泵类电机等传统设备调速的方法是通过调节入口或出口的挡板,阀门开度来调节油量,使大量的能源消耗在挡板、阀门的过程中。通过降低泵的转速即可满足流量减小要求。

6.控制设备的选型。PLC控制器具有可靠性强,通用性强,编程步骤简单等优点,所以本研究选择PLC作为控制器。为了节约和方便,我们选用Siemens S7-200系列PLC,原因是该系列产品结构紧凑,性价比高,应用性较广泛。考虑实际端子数目的匹配性,本研究CPU选择Siemens CPU 224,采用交变电压为+115V进行输入,同时,模拟量扩展模块选用Siemens EM 235,该模块有4个模拟量输入模块,1个模拟量输出模块可以模拟量输入点一个,模拟量输出点一个。

五、软件设计

1. PLC的程序控制规律的选择。PID控制是被广泛应用的控制方式。拥有成熟的理论体系,简单的算法逻辑,效果明显,操作简单易上手等等优势。

PID的控制规律如下:

$$u(t) = f[e(t)] \quad (3)$$

传递函数为

$$u(t) = k_p(e(t) + \frac{1}{k_i} \int e(t)dt + k_d \frac{d}{dt} e(t)) \quad (4)$$

(1) 比例环节:通过函数反映一定的数量关系,该函数可成比例地反应该流量系统偏差信号的作用。

(2) 积分环节:确定因变量,结合控制器的输出与偏差的持续时间。

(3) 微分环节:纠正偏差,通过引入一个新的修正信号,纠正偏差信号,调节系统的动作加快时间。

六、结论

本研究简单论述了基于PLC控制的机抽井流量智能控制系统对油流量的控制,找到了计算泵效的方式,保证一定泵效,利用流量参数计算法得以实现目的,对未来应用有一定的帮助。主要原理是在保证冲程不变的情况下,根据设定泵效与实际泵效的差值,BP神经网络优化PID控制器快速调整开关磁阻电机型塔架式抽油机的冲次,以保证该抽油机一直在最佳泵效下工作,最终达到节能降耗、提高效率的目的。但研究也不是完美的,该次研究作为实验性研究,具有不足也很明显:比如天气,地质等外在条件,其次没有加入实例研究,不具有现实指导意义。希望在今后的研究中,可以通过更全面的模拟实验方案,对课题的可行性进行检验,对接下来的工作提供参考。

参考文献:

- [1]李金东.抽油机井套压控制对油井产量的影响[J].化学工程与装备,20216.
- [2]赵永杰,刘鹏,赵闯,等.油井分时优化节能技术研究与应用[J].石油石化节能,2021.
- [3]潘国辉,刘松林,张晓娟,等.抽油机动态运行辅助系统的开发应用[J].石油化工应用,2019.
- [4]赵旭.油井远程监控技术在油田自动化系统中的应用分析[J].中国石油和化工标准与质量,2018.
- [5]赵爱国.油井变频节能调控技术研究与应用[J].化工管理,2016.