

Discussion on the Application of PLC to the Automatic Vacuum Degree of Coal Mine Pump

Wei Fang Xiaogang He Jinzhong Zhang

Shandong Energy Yankuang Energy Group Co., Ltd. Xinglongzhuang Coal Mine Transportation Area, Jinan, Shandong, 272100, China

Abstract

PLC has been widely used in the field of electrical automatic control. This paper introduces the method of using PLC to realize the automatic pumping degree of centrifugal pump and accurately reach the full vacuum degree of water. These two methods are economical, practical, safe and reliable, and achieve good control effect.

Keywords

PLC; vacuum degree; water pump

浅谈 PLC 对煤矿水泵自动化真空度的应用

房伟 贺小刚 张金中

山东能源兖矿能源集团股份有限公司兴隆庄煤矿运搬工区, 中国·山东 济南 272100

摘要

PLC已在电气自动控制领域广泛应用, 论文介绍利用PLC实现离心式水泵的自动抽真空度, 并能准确到达满水真空度的方法。这两种方法经济适用, 安全可靠, 实现了良好的控制效果。

关键词

PLC; 真空度; 水泵

1 引言

近年来, PLC已经大量运用于各种型号水泵的自动控制系统。通过多年的现场使用, PLC控制系统得到了不断的提高和完善, 已逐渐替代了过去的继电器控制系统。PLC自动控制系统, 保证了系统的稳定性和可靠性, 对提高煤矿排水系统的稳定性和可靠性有着重要的作用。他的关键核心是泵体内部只有达到一定的真空度, 使其叶轮完全淹没于水中, 才能实现正常的排水。

2 讨论真空度判定的方法

水泵在控制程序中, 作为水泵抽真空的判据成为水泵能否正常运行的关键, 因为水泵在启动时, 必须保证泵腔中充满水, 才能保证启动后水泵正常上水。过去, PLC控制的方法大多采用方法大致分为三种^[1]。

第一, 设置一定的时间抽真空。通过稍长一点时间抽真空后, 水泵将自动开泵, 此种方法编程简单, 控制方便。但耗时, 耗能, 只能适用于工作环境比较平稳的地方使用。

第二, 真空压力开关控制, 先将压力开关设置一定范围, 水泵真空度达设定值后, 向 PLC 发出一个布尔量的信号启动水泵; 该方法必须经常调整设定值, 设外部环境影响较大。

第三, 正压排水, 这种方法常采用的自灌式吸水方式, 使水泵轴线标高低于水池的工作水位高度, 适应于水泵低于排水水位的排水方式。PLC 只需直接开启排水闸门和启动水泵就可以完成抽真空工作。

在煤矿的工作环境中, 矿井水含有大量煤粒和煤泥等杂质, 对安装在泵体上面的传感器有着相当高的质量和精度要求, 为了增加煤矿的安全, 更不能采用正压排水方式来开泵, 因此以上的方法都不适应于煤矿用水泵。

那么什么方法才是适合煤矿用的 PLC 控制系统呢? 以下是两种真空度的设定方法。

2.1 PLC 根据水位判断满水真空度

水泵在真空泵抽真空的运行情况受水仓水位、水泵的密封性、水泵盘根的压紧状态的限制, 各泵之间及同一台泵在不同时期的满水真空度值不同, 特别是在自动开泵时, 由于水位的影响较大, 有时造成真空度达不到设定值, 造成启动失败。PLC 控制是根据水仓水位不同的真空度的值作为开泵条件的依据^[2]。

【作者简介】房伟(1982-), 男, 中国山东淄博人, 本科, 高级技师, 从事机电运输研究。

要实现这一功能，首先要根据水泵的外部条件设定真空度的值，然后与水泵运行时实际抽真空度的值进行比较，当水泵实际真空度的值超过设定的值后，PLC 就认为满水真空度已经达到，可以发出开泵命令。找出不同的水仓水位对应的不同的真空度的值 就可以进行 PLC 编程工作。表 1 为水位与满水真空度的关系。

表 1 水仓水位与满水真空度的关系

水泵水位 m (离水仓底距离)	1# 水泵满水 真空度 kPa	2# 水泵满水 真空度 kPa
2.5	28.6	31.8
2.6	27.9	31.2
2.7	26.0	30.7
2.8	25.7	30.4
2.9	24.5	29.1
3.0	22.8	28.2
3.1	21.6	26.9
3.2	20.0	25.1
3.3	18.2	23.5
3.4	16.9	22.1
3.5	15.2	21
3.6	14	18.7

从表 1 中可以看出不同的水位,满水真空度是不一样的。水仓水位与满水真空度成反比,即水仓水位越高,满水真空度就越低;水仓水位越低,满水真空度反而越高,因此只要将表中的数据写进 PLC 的程序内,就可以实现开泵满水真空度的条件。

作为 PLC 控制,最好按达到设定的真空度值后再加一个延时时间,来判定水泵是否充满水,是最简单的控制方法。如果只是设定一个真空度值来作为标准,可能会由于水仓的水位高,水泵已充满水而水泵的真空度上不去,无法满足水泵启动的真空度条件。如果以曲线的斜率加上实际水位高度来综合考虑,即用设定的真空度乘上水位高度系数和斜率系数,作为水泵是否充满水的判据,或者是直接采集真空度,根据真空度的上升及波动情况来作为判据,这是可靠的手段。

2.2 PLC 根据动态比较法判断满水真空度

如果只是设定一个真空度值来作为标准,可能会由于水仓的水位模拟量精度不高,水泵已充满水而水泵的真空度上不去,无法满足水泵启动的真空度条件。我们可以采用动态检测法判断满水真空度和,同样也能实现开泵满水真空度的条件。

通过在水泵上进行抽真空试验,对数据进行处理汇总,不同的泵具有不同的性质。

图 1 的曲线 1、2、3、4、5 分别代表水泵填料不同松紧程度时抽真空的实际情况,水位高度是指水位到水泵吸水口的距离,从下图的曲线不难看出,曲线 1 是填料太松,真空泵的抽气量最后与填料的漏气几乎平衡,最终不可能使水泵充满水;曲线 3、4 代表同一台水泵在水泵填料及状态相同的情况下,水位的高低不一样时的抽真空曲线。水泵在抽真空的开始阶段,时间与真空度的值成线性比例关系,随着抽真空时间的延长,真空度的值不断升高。当水泵内满水后,水泵的真空度就不会继续上升,也不会下降,而是在 Y 轴一个很窄的范围内上下波动,变化的真空度的值在 0.1kPa 内稳定不变。根据水泵这一物理特性,我们设计出了一套程序。

现结合图 2 说明真空度比较的工作原理。

水泵电动闸门关闭,真空泵启动后,M11.0 泵启动中间变量闭合,经 T17 延时确认无误后,启动真空泵电磁阀,T18 与 M13.1 共同作用,15 秒闭合一次进行真空度的比较,真空度实际值 DB4.DBD72 首先送到临时变量 lrea10,与上一次的真空度的值 MD14 比较,如果大于 0.1kPa,那么临时变量 lrea10 的值送入 MD14,经过下一次 15 秒后,再进行比较。如果临时变量 lrea10 与 MD14 的比较值小于 0.1kPa,说明水泵的满水真空度已达到,经过三次小于 0.1kPa 的比较,T10 闭合,M11.2 置位,启动水泵电机命令发出,至此 PLC 抽真空工作结束。

为了防止水泵的填料装置太松,使真空度的值也在 0.1kPa 范围内变化时,在程序内加入一先决条件,真空度实际值 DB4.DBD72 与人为设定的 10kPa 值进行比较,若真空

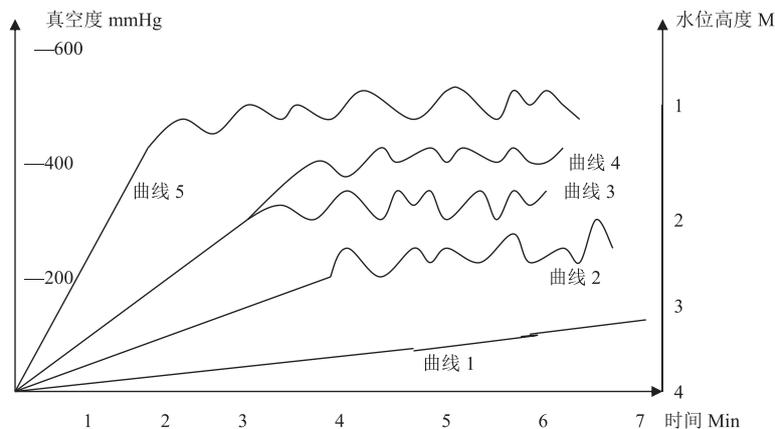


图 1 水泵抽真空时的真空度与水位、填料之间的关系

度的值大于 10KP 时,水泵真空度的值将自动进行比较,若真空度的值小于 10KP 时,PLC 停止真空度比较,并报告“水泵抽真空故障”,结束抽真空工作。

化非常缓慢,所以真空度的比较时间不宜设置过短,否则会出现准确度差。更不能将时间放置过长,延误开泵时间,对排水设备造成损害,因此 PLC 每经过 15 秒进行一次真空度的比较,此时间是通过延时控制 T18 与中间变量 M13.1 共同完成,两个量比较完之后,再加入一个延时 10 秒的 T10 控制,确定水泵的真空度已经达到开泵条件。

以上两种满水真空度的判断方法都在煤矿经过试验并取得了成功。

3 判断满水真空度两种方法的比较

根据水位判断满水真空度的方法,PLC 编程时,方法比较简单,只要对应好不同水位真空度的值写入 PLC 里面就基本可以实现此功能。如果外部环境有所变化时,如填料松紧程度,水泵的更换等。我们可以从人机界面里随时修改真空度的参数。以达到满水真空度的要求^[3]。

根据动态比较法判断满水真空度的方法;PLC 编程比较复杂,但操作非常简便,不受水位高低和填料松紧程度影响,甚至是水泵更换后也不用再去修改程序,能够真正地实现全自动开泵,停泵动作。

4 应用总结

通过两种方法的现场工作比较,结合煤矿实际。我们认为根据动态比较法判断满水真空度的方法更适合于煤矿的安全生产,实现了电控系统的免维护,保证了系统的稳定性和可靠性。

参考文献

- [1] 刘莹.电气自动化中的PLC控制系统的应用[J].南方农机,2019,50(1):164.
- [2] 尹文波,张鲁花,张惠民.煤矿井下中央水泵房自动化控制系统设计[J].煤矿机电,2010(2).
- [3] 肖明耀.可编程控制技术[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2004.

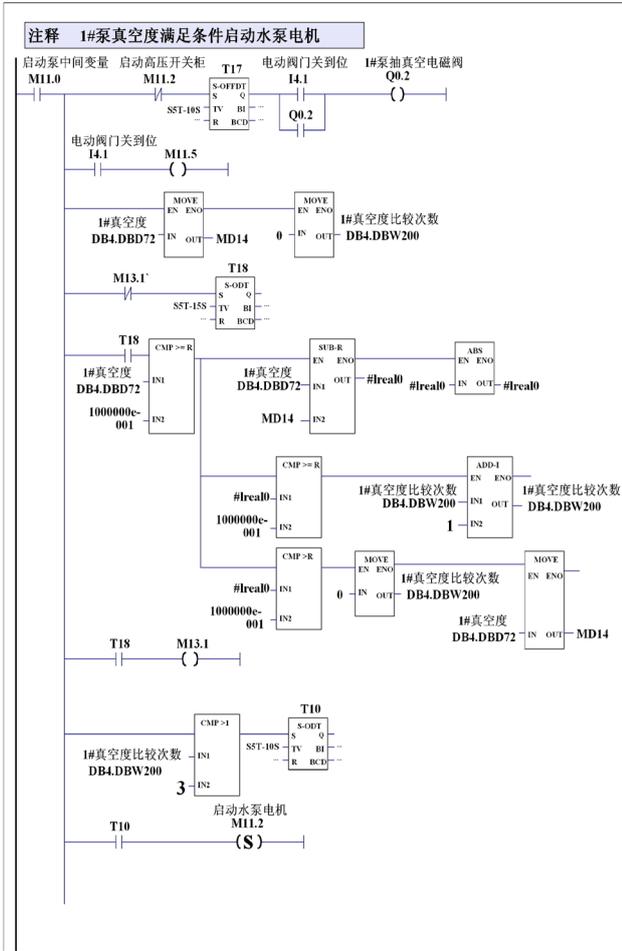


图 2 程序

在图 2 中,加入了两个时间断的保护,以保证 PLC 比较的准确性。因为在水泵的抽真空最后阶段,真空度的值变