

软启动器在立式离心泵的应用

王震

国家能源准能集团选煤厂

[摘要]由于国内软启动器行业的快速发展,使得软启动器的售价已不那么昂贵,不但可以有效地克服电动机起动过程中的大脉冲电流问题,而且还可以节约能源,所以一度流行起来的软式启动器,现在却显得有点式微,渐渐没有了声响。不过,软式启动设备所面对的压力确实日益增加,尤其在中国。中国的工业技术相对滞后,十几年以前中国还处于发展阶段,还没有形成一定的价格优势,国外的产品大多被国外的厂商垄断,所以价格也比较昂贵。在我国,目前我国的鼠笼式异步电机多为直接起动或自耦、星三角起动等。90年代,由MCU为核心、半导体晶闸管作为执行器的智能软启动器,在中国市场迅速发展,2000年之后,其市场份额已达20亿左右。根据工程实例,介绍了PSD软启动器的工作机理和在抽油机中的作用。对软启动器的各种技术指标进行了详细的阐述。结果表明:采用软启动器对离心泵进行起动是最优方案。

[关键词]软启动;软停止;额定电压;额定电流;自检和保护

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.1455

引言

在二十世纪七十年代后期和八十年代初期,软启动器的出现,弥补了星-三角型起动机与变频起动机在功能性和价格上的差距。采用软启动器,能在起动时对电机的电压进行控制,从而使起动电流由低到高的程度,从而实现对起动电流的自动控制。因此,软启动器已被广泛地应用于市场,软启动器的软刹车功能可以有效地防止“水锤效应”的发生。由于其性能优异、不需要维修等优点,异步电机已被广泛地用于各个行业。但是,它在启动过程中会产生很大的冲击电流(通常是额定电流的5~8倍),并且会因为启动应力过大而缩短负荷装置的使用寿命。我国相关部门早就制定了关于电动机启动的规范,要求电动机在启动时的电网电压不得高于15%。解决方案有两个:增加配电网容量,增加启动装置的启动电流,增加启动装置;

随着驱动控制自动化水平的提高,晶闸管作为主要元件;以单片机为核心的智能电机启动装置——软启动器,在各个行业中都有广泛的应用。该系统体积小,重量轻,智能控制,各种保护功能,各种启动参数均可调节,对负荷的适应性非常好。随着电力电子技术的迅速发展,智能软启动器的使用越来越普遍。智能软启动器是一种新型的电动机控制设备,它具有软启动,停车,轻载节能,多功能保护等特点。

该系统不但能使起动机在启动过程中平稳、无碰撞,还能根据电机的负荷特点调整启动参数,例如限流值、启动时间等。

一、软启动器主要特点

该控制系统以电机软启动器的机构为控制和输出的执行器,通过PLC进行控制,使整个控制系统的结构更加简洁,并通过单片机进行了智能化控制,可无极调压至最佳启动电流,增加了控制的稳定性。并具备外部端子控制,可按实际应用要求进行联机,实现自动控制,智能控制。该电机软启动器为电机实现平稳、逐步的启动,降低了启动电流对电力网的冲击,使启动电流处于安全的状态,从而避免了原有的启动电流大对工厂供电电网造成的冲击,造成其他电气设备

不能正常工作。软启动器是目前最先进、最流行的电动机启动器,对电网几乎没有什么冲击。

软启动器采用软速制动,减小设备的震动、噪音,减小机器的应力,提高动力装置和传动装置的使用年限。它具备过流、过压、欠压、断相、过热、接地等多种保护功能,并能够对诸如循环水泵等负荷的各种故障进行探测,从而保证了装置的正常使用。开放式用户操作显示键盘,方便设置操作灵活进行全面掌握。该系统具有直观、方便、省时的功能。

二、相关原理

软启动器是一种新型的笼型异步电动机控制设备,它具有软启动、软停车、轻载节能以及各种智能保护等特点,在国际上被称作软件启动。软启动装置以三个反向并联式可控硅为电子调压器,串接在电源和电机的定子端接上。它是一种三相的全控桥整流器。采用软启动器启动电动机时,可控硅的输出电压逐步升高,电动机逐步加速直至可控硅完全接通,电动机工作在额定电压下,达到平稳启动,减少启动电流,防止启动过流。

电动机转速达到标准转速后,启动程序就会终止,软启动器会用一个旁通触点代替已经工作完毕的可控硅,从而保证电机的工作性能,从而减少可控硅的热损失,从而延长其运行周期,并减少电力系统的共振。软启动器不仅用于电机启动过程控制,而且还能用于停止过程的控制也叫减速软停止,叫减速软停止控制相当于启动过程的逆过程,当电机需要停机时,通过调节晶闸管的导通角,从全导通状态逐渐减小,使电动机的端电压逐渐降低至切断电源,从而实现电机软停止,有效地防止了空载产生的力矩撞击,停车时间可以根据实际负载调整。

三、软启动器启动方式

通过连接到电源和受控电动机的软启动器,对其内部可控硅的导通角度进行控制,使得电动机的输入电压由0开始按预定的函数关系逐步升高,直到启动完成为止。软启动通常有以下的启动方法。

3.1 斜坡升压软启动器

该方法最简便，无电流闭环控制，只需调节可控硅的导通角度，随时间的变化而增大。但其不足之处在于，在电动机启动时，因不限制流量，会造成大量的冲击电流而损坏晶闸管，对电网造成严重的影响，因此在实际中很少使用。

3.2 斜坡恒流软启动器

该启动模式是在电机启动的初期阶段逐步增大启动电流，并在达到预定的电流后维持不变（相位 $t_1 \sim t_2$ ），直到启动完成。在启动期间，可以根据电机负荷来调节电流升高改变的速度。高的电流提升速度会导致启动力矩大，启动时间缩短。这种启动模式是目前使用最广泛的，特别是风机、泵类负载的启动。

3.3 阶跃启动

在最短的时间内，快速地将启动电流调至设定值，称为阶跃启动。通过调整启动电流的设置，可以实现快速启动。

3.4 脉冲冲击启动

在启动初期，先让可控硅在很小的一段时间里，用更大的电流进行导电，然后在一定的时间后下降，然后按照原来的设置直线向上，这种启动方式在普通负荷下比较少见，特别适合于需要解决大静态摩擦力的重型启动。笼型电动机减压起动的常规方法有Y- Δ 启动、自耦减压启动、定子绕组串电阻启动等。它们均为有阶启动，具有显著的缺陷，即启动时会产生二次冲击。软启动器与常规降压启动模式的区别在于：当启动电动机时，软启动器会逐步增加可控硅的导通角度，从而将电动机的启动电压由零直线升高到一个预定的电压。采用了电流闭合的方法，实现了电动机启动时的恒定流量，保证了电动机的启动稳定。可依据负荷条件和网络继电器的特点，任意调节到最优启动电压，适合于需要克服大静态摩擦力的重型启动工况

3.5 电压双斜坡启动

在启动时，电动机的输出扭矩会随着所述的电压而增大，从而在启动时产生一个起始的启动电压 U_s ，然后 U_s 会随着负荷的变化而调整 U_s ，从而使得负荷能够立刻启动。此时，从 U_s 起，输出电压以一种特定的倾斜度升高（倾斜度），马达持续地加快。在达速电压 U_r 的情况下，电动机的速度也基本上是正常的。软启动器能在启动时对达速进行自动监测，并在电动机达到标称速度时将其输出端的电压提升至标称。

四、软启动器轻载节能运行模式

通过相位控制使晶闸管的导通角发生变化，在电机非重载情况下，软启动器打开环保节能功能时，软启动器可以根据电动机功率因数的高低，自动判断电动机的负载率，当电动机处于空载或负载很低时，通过电流闭环反馈，使晶闸管的导通角发生变化，自动使电机的电压下降。从而改变输入电动机的功率，以达到节能的目的。

五、软启动器控制原理

软启动器是利用晶闸管的导电角度来实现对输出电压

的调节。所以，软启动器实质上是一种具有自控功能的起动机，它可以随意调整输出的电压，实现闭合的电流，所以它具有较常规的启动（例如串联电阻启动、自耦联启动）等。比如，在全负荷下，如风扇水泵等可变扭矩负载，实现电机软停止，应用于水泵可彻底排除水锤作用等。

六、软启动器在立式离心泵的应用情况

由于启动力矩大，会对负荷造成冲击，增大了传动元件的磨损，并进行了额外的维修。因此，在电动机的大容量（通常为20%~30%的功率）下，采用降压启动。传统的降压启动方式主要有 Y/ Δ 变换启动和自耦变压器降压启动。尽管两者都能减小启动电流，但在降压启动结束后的分档投切和加满电压的一刹那，仍然会出现几倍额定电流的峰值（二次脉冲电流），这种脉冲电流会影响到分配系统，同时会产生毁灭性的动力力矩，导致离心泵电机的机械振动，对电机的转子、输出轴、三角带等造成损害，增加电源消耗。软启动器又称降压启动装置。该装置采用先进的微处理器，对大功率可控硅元件进行合理、有序的接通，从而产生逐渐增大的平稳交流电压，从而达到软启动的目的。

可见，使用软启动器能实现大电机平稳、均匀、稳定的启动，避免大电机启动时对电网造成的冲击，降低机器振动、噪声，降低电力系统的功耗。依据水泵马达的负荷，现场技术参数设置见表1。

技术指标	设定范围	现场设定值
额定电压 V	230~690	380
额定电流 A	280~470	440
额定电流限幅%	70~100	90
初始电压%	10~60	60
脉冲突跳%	30~100	100
电流限幅倍数	2~5	4.5
加速斜坡时间 s	0.5~60	10
线性软停机 s	0.5~240	2.5

九、结语

软启动器能无冲击，平滑的启动和软停，对泵、电机及相关的水系统等辅助装置的影响显著减小；同时，软启动器具有自检及多种防护，基本上实现了无维修，提高了水泵机组的运行可靠性，适合于大型垂直泵的最优启动。

参考文献

[1] 张宝良. 变频调压软启动器在煤矿综采刮板输送机上的应用[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊). 2009(02)

[2] 甘宜民. PS1智能软启动器在空气压缩机上的应用[J]. 山东建材. 2000(01)

[3] 金谷香, 张宏伟. 基于PLC的多皮带顺序控制系统设计[J]. 电子世界. 2018(19)