智能保护器在油田潜油电泵控制系统中的应用

徐　敏

（安科瑞电气股份有限公司，上海　201801）

摘要　介绍了油田潜油电泵控制系统中电机保护器的功能、软件及应用，说明了电机保护器应用于潜油电泵的必要性。

关键词：智能保护器；功能；油田潜油电泵；应用

随着我国石油工业的发展和油田开发的需要，为了提高油田采油速度和最终采收率，应用机械采油方法是整个油田开发过程中的一个重要步骤。潜油电泵作为一种重要的机械采油设备在油田的开采上起着越来越重要的作用。

潜油电泵控制系统由潜油电泵控制柜、GPRS收发装置、监控软件等组成。潜油电泵控制柜用于油田潜油电泵控制，供交流频率50Hz、60Hz，电压380～2500V，电流至200A及以下的潜油电泵使用，其核心元件为潜油电泵智能保护器。GPRS收发装置用于将电泵控制柜测得的电参数、其它仪表的工艺参数上传给控制系统。监控软件用于HMI操作使用。

1　智能保护器

智能保护器对潜油电泵实现保护、测量、控制功能。安科瑞公司的 ARD3T 电动机保护器就是针对潜油电泵的专属保护产品。ARD3T 产品包括主体模块、测量模块、开关量模块、模拟量模块、温度模块、通讯模块，并配以触摸屏用以实时显示测量及保护参数。ARD3T潜油泵智能保护器如图1所示。



图 1　ARD3T 潜油电泵智能保护器

1.1　测量功能

智能保护器配合保护型电流互感器可实现三相电流测量、电流曲线实时显示，电流互感器可达到10 倍过载。通过外部变压器可实现三相电压测量、电压曲线实时显示。保护器中电流互感器、电压互感器的倍数可根据实际参数任意设置。同时保护器可测量频率、功率并可统计使用的电能值，通过温度传感器可测量潜油电泵的温度值。这些参数为潜油电泵的保护提供了依据。

1.2　保护功能

油田用潜油电泵在运行过程中，由于其工作环境等因素，故障率很高，传统的保护仪在电机出现故障时一般不能及时有效地对电机加以保护，常导致电机电泵烧坏，造成停产事故。ARD3T 智能型保护器是根据我国油田电泵现状及油井实际生产需要而设计的，能对电泵实施综合保护的产品。它可以检测和控制电机的运行状况，防止电机因不正常运行而引起的损坏。

1）过载保护

导致潜油电泵过载的原因有许多，包括保护器失效或电缆头结构不合理造成井液进入电机；电机绝缘性能在频繁电压波动、启停泵过程中损坏；出砂导致长时间高负荷运行，造成运行电流过大使电缆芯线产生高温，破坏绝缘；井下作业过程中潜油电缆损伤；因砂或杂质导致泵卡等。各种原因最终都表现为运行电流过大。电机在过负载情况下，长时间超过其额定电流运行时，会导致电机过热，绝缘降低而烧毁，保护器根据电机的发热特性，计算电机的热容量，模拟电机发热特性对电机进行保护。过载保护的延时时间随着电流过载倍数的增加按反时限减少。

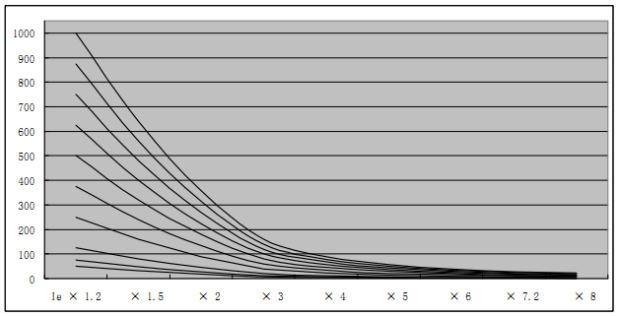


图 2　过载特征曲线图

表 1　过载保护电流—时间对照表

可选择的脱扣曲线等级 K	2	3	5	10	15	20	25	30	35	40
脱扣延时（S）	三相平衡的负载，自冷态始									
额定值 Ie ×1.2	50	75	125	250	375	500	625	750	875	1000
×1.5	32	48	80	160	240	320	400	480	560	640
×2	18	27	45	90	135	180	225	270	315	360
×3	8	12	20	40	60	80	100	120	140	160
×4	4.52	6.78	11.3	22.5	33.8	45	56.3	67.5	78.8	90
×5	2.88	4.32	7.2	14.4	21.6	28.8	36	43.2	50.4	57.6
×6	2	3	5	10	15	20	25	30	35	40
×7.2	1.4	2.1	3.5	6.9	10.4	13.9	17.4	20.8	24.3	27.8
×8	1.12	1.68	2.8	5.6	8.4	11.3	14.1	16.9	19.7	22.5

2）欠载保护

当电动机所带负载为泵式负载时，电动机空载或欠载运转会产生危害，保护器提供欠载保护。导致潜油电泵欠载的原因主要包括油管刺穿、泄油阀漏、沉砂管漏导致的管柱漏失；地层供液差、防砂筛管异物堵导致的供液不足；泵、管柱砂堵、泥浆堵；泵轴、分离器轴断等等。当三相的平均电流与额定电流的百分比低于欠载设定值时，保护器将在动作（延时）设定时间内动作。欠载保护的延时时间随着电流欠载倍数的增加按反时限减少。

3）其他功能

产品还具有电流不平衡、过电压、欠电压、电压不平衡等反时限保护功能；具有断相、堵转、阻塞、外部故障等定时限保护功能；电流历史数据导出、电压历史数据导出功能；客户打卡签到功能；具有故障记录功能；参数掉电不丢失。

表 2　欠载保护动作时间对照表

倍率	脱扣时间/s
1	60
0.9	49.59
0.83	41.67
0.67	26.67
0.5	速断

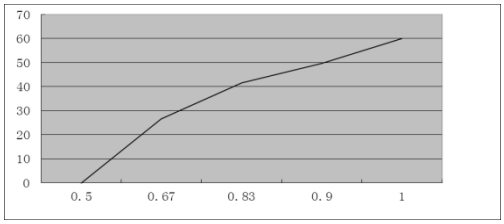


图 3　欠载特征曲线图

1.3　技术参数

表 3　技术参数表

技术参数	指　标	
潜油电泵工作电源	380～2500V	
频率	50Hz、60Hz	
ARD3T 辅助电源	AC/DC 110/220V，功耗≤15VA	
触摸屏辅助电源	DC 24V	
电动机额定工作电流	6.3（1.2～3150A）	采用外置电流互感器+测量模块 CT、PT 可设置
漏电	50mA～1A	采用测量模块 + 漏电流互感器
	3～30A	
继电器输出触点容量	阻性负载	AC250V、6A；DC24V、6A
	感性负载	AC250V、2A；DC24V、2A
主体开关量输入、输出	4DI、4DO，DI 可以为干节点或湿节点	
开关量模块	4DI、3DO，DI 可以为干节点或湿节点	
温度模块	外接传感器类型：PT100、PT1000、Cu50、PTC、NTC 传感器路数：3 路 传感器对应测量范围： PT100/PT1000：−50～+500 ℃ Cu50：−50～+150 ℃ PTC/NTC：100Ω～30kΩ	
技术参数	指　标	

（续）

模拟量模块	可实现：2 路 4～20mA 输入测量，2 路 4～20mA 变送输出 4～20mA 输入测量精度 ±0.5% 4～20mA 输出最大带载能力为≤500Ω	
主体通信	RS485：Modbus-RTU	
通讯模块	RS485：双 Modbus-RTU、Profibus	
环境	工作温度	−10～55 ℃
	贮存温度	−25～65 ℃
	相对湿度	≤95%不结露，无腐蚀性气体
	海拔	≤2000m
污染等级	3 级	
防护等级	主体 IP20，分体显示模块 IP45（安装在柜体上）	
安装类别	III 级	

2 触摸屏

触摸屏使用昆仑通泰产品，辅以专属软件可实时显示电泵的运行状态，方便运维人员观察和掌握现场电泵工作情况。

软件界面如下。

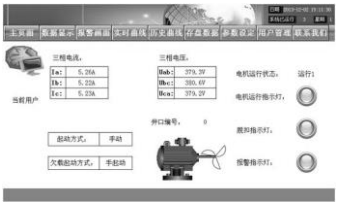


图 4 主界面

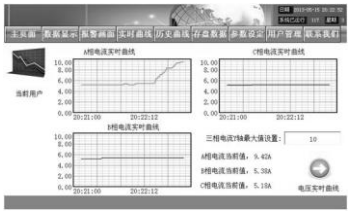


图 5 电流实时曲线

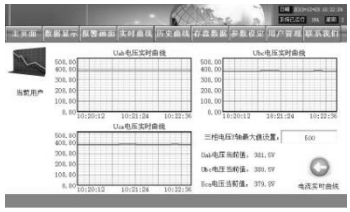


图 6 电压实时曲线



图 7 事件记录

3 潜油电泵控制系统结构图

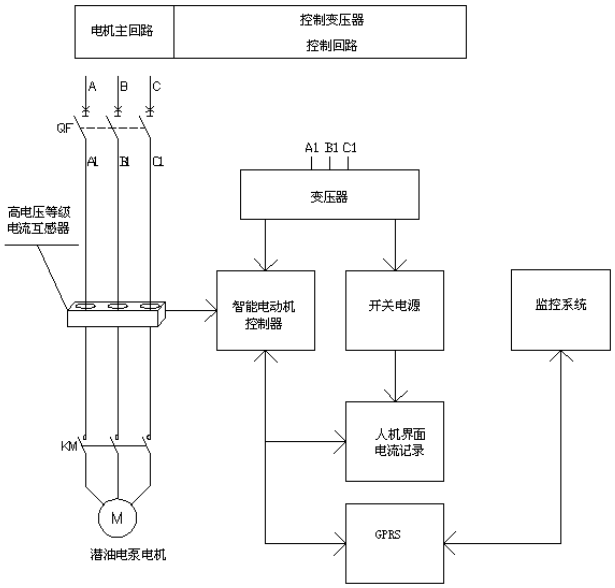


图 8　系统结构图

4　结论

本文介绍了安科瑞油田潜油电泵用电机保护器的功能及监测界面，采用该综合保护器可以减少电机运行中的电器故障，可以检测和控制电机的运行状况，并防止电机因不正常运行引起的损坏。