

7SJ686在LNG接收站电动机保护中的应用与配置

文/中原供电服务中心 陈 莉
中石化天津液化天然气公司 徐晓燧

高压电动机起动过程中，保护定值的整定直接影响电动机的正常起动或是运行。针对接收站潜液泵的特殊要求，利用7SJ686对继电保护配置进行完善实现特殊保护功能，经过了实际的检验可以在工程中对类似的设备进行复制推广。

化工企业，电动机作为唯一提供动力源的设备，对生产起着举足轻重的作用。随着微机保护技术的不断进步，电动机的起动、运行、停止和保护等都可以以远程、联锁的形式实现。高压异步电动机在起动、运行过程常发生一些异常情况，如电动机内部线圈或绕组短路、开路、接地和电动机过负荷等。继电保护整定计算不合理，除造成设备损坏、带来重大经济损失外，甚至波及整个供电系统，影响供电可靠性。本文着重介绍西门子7SJ686微机型高压电动机保护装置在接收站调试及保护配置中的应用。

基本情况

LNG接收站主要生产设备包含高压电动机30余台，有罐内泵、外输泵、BOG压缩机、海水泵和SCV助燃风机等重要高压电动机，根据生产设计要求设备连续可靠运行，高压柜均采用10-VPR型真空断路器和西门子综合保护装置7SJ686。

西门子7SJ686型微机保护功能全面，提供了大屏幕显示、全中文人机界面、操作箱功能、独立的测量TA和冗余星形网络通信方式。传承了西门子保护严谨和灵活的风格，是一款极具性价比的产品。该系列保护适用于110 kV及以下电压等级的不同接地方式的配电系统，能对馈线、电容器、电抗器、电动机及变压器提供保护、控制和监视功能。应用于电动机保护中主要有三段式过电流保护、一段反时限过电流保护、热过负荷及负序过电流保护、零序过电流(接地)保护和低电压保护等。高压外输版电动机参数见表1，最初版保护定值见表2。

表1 高压外输泵电动机参数

项目	参数	项目	参数
额定电压/kV	6	保护TA	300/1
额定功率/kW	1 875	零序TA	50/1
额定电流/A	226.9	功率因数	0.9
额定转速/(r/min)	3 000	起动方式	直接起动

表2 最初版保护定值

序号	保护类型	保护参数	起动电流/A	动作时间/s	动作方式	备注
1	定时限过电流I段	投入	9.07	0.0	跳闸	
2	定时限过电流II段	投入	1.13	6		
3	定时限零序过电流I段	投入	1.2	0.0	跳闸	
4	定时限零序过电流II段	投入	0.2	0.25	跳闸	
5	反时限过流保护	投入	0.96	0.23S (27.6/2Ie)	跳闸	长反时限
6	过负荷	投入	0.88	20	发信	

保护配置暴露及存在的问题

1. 保护配置暴露的问题

微机保护应用已经很成熟、普遍，设计对6 kV设备及保护都是按常规保护设定。施工期间只按照原设计进行了整定和整组试验，一切正常。随着现场工艺设备的试机、联调及运行，暴露出发生工艺联锁保护动作、复位后断路器无法再合闸、罐内泵和高压泵保护配置不满足厂家的要求及高压泵运行中过电流保护动作等问题。

2. 保护配置存在问题

在LNG接收站无论罐内泵还是外输泵，泵和电动机都浸没在低温LNG液体中，属于潜液电泵。但原设计在回路设计时仅按规范设计了常规电动机所需要的保护。

不同高压电动机根据运行程序与运行环境的要求，需要设置特定的保护。罐内泵、高低压外输泵在调试前与泵厂家技术交流时，发现因为运行环境、运行条件与其他高压电动机特性和运行工况不同，需要增加欠电流保护、过电流保护。但是7SJ686只配置三段过电流保护和反时限过电流保护。要满足潜液泵工况保护，需对综保增加相应逻辑保护。

由于高压泵电动机完全浸没在LNG中，被其所输送的低温LNG直接冷却，因此冷却效果好，电动机效率高，绝缘不会因温度升高而恶化。潜液式LNG泵的电动机转矩与普通泵的电动机有所不同，在低温状态下，转矩有较大降低。同样功率的电动机从起动到加速至全速运转，由于电阻和磁力特性的变化使得低温下电动机的电力特性发生改变，因

而在低温环境下转矩有较大的降低。若电压降低，起动转矩随之大幅降低。经查阅跳闸记录和电能质量监控记录，过电流保护动作都发生在电网波动时，但低电压保护并未起动。

运行中高压外输泵在电网电压暂降时，常发生过电流保护跳闸，引起外输中断事故。

3. 保护配置方案及整定

经查阅厂家的随机资料并与综保厂家的结合讨论，采取措施对综合保护装置的保护类型进行定义并写入后，计算并设定相应的保护定值以保护电动机运行过程中异常情况能可靠保护动作。电动机起动及运行电流曲线如图1所示。

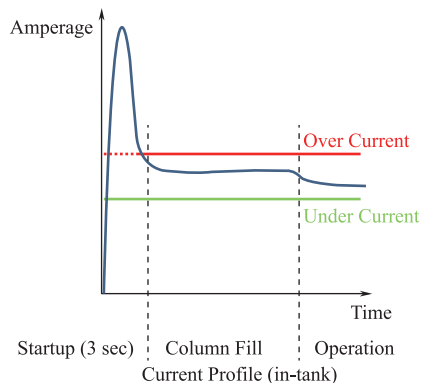


图1 电动机起动及运行电流曲线图

(1) 欠电流保护设置

西门子综合保护器的说明书明确指出，欠电流保护可以按默认程序修改逻辑进行设定。但运行中瞬间过电流保护无法实现。

欠电流逻辑如图2所示。

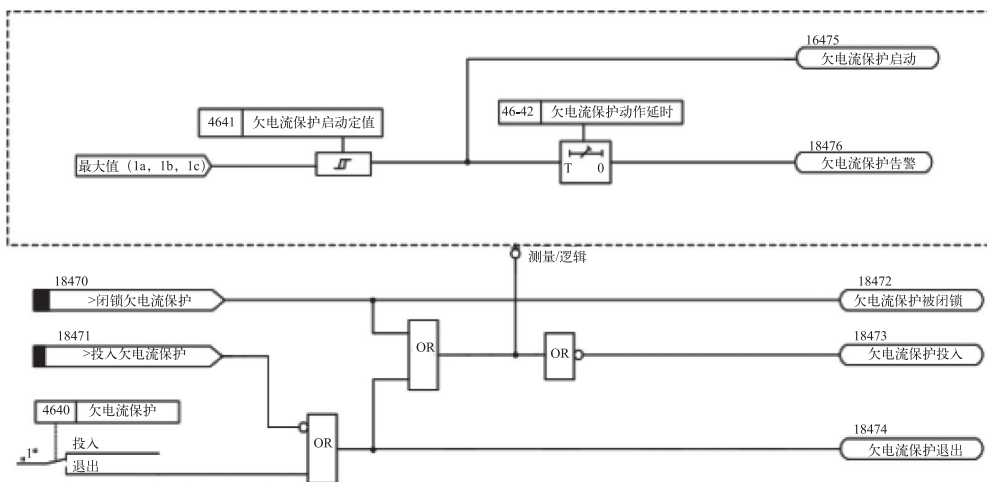


图2 欠电流逻辑图

当电动机的三相电流都低于欠电流定值时，欠电流保护起动，经整定延时发告警信号。电动机停止时，欠电流告警。

综保装置配置说明如下：

- 1) 功能配置中→地址157欠电流保护：启用。
- 2) A组定值中→地址4640欠电流保护：投入。
- 3) 矩阵中→地址4641欠电流保护起动定值和1942欠电流保护动作延时需按实际情况设置。
- 4) 矩阵中→编号18470 >闭锁欠电流保护配置为断路器分闸位置（选配），开入高电位触发。
- 5) 矩阵中→编号18471 >投入欠电流保护配置为断路器合闸位置（必配），开入高电位触发。
- 6) 矩阵中→编号18476 >欠电流保护告警配置为LED灯并上传监控系统和DCS。触发器T设置为IO。
- 7) 欠电流动作信息配置到故障录波中。
- 8) 矩阵中→编号18476 欠电流保护告警右键属性→标记信息→在故障记录中选择信息勾选✓即可实现本信号在故障录波中显示。

编号18476 > 欠电流保护告警选择目标C选择已配置。

编号00004 > 触发录波源信息C选择已配置。

通过CFC功能块基本模块里Connect（链接模块）编译CFC即可。

左端目标C进入，右端源信息C接出。

9) 矩阵中→欠电流保护B里后台设置1 064（规约：网络103）。

设定后的欠电流及过电流保护定值为厂家推荐的欠电流值107.3 A

$$I_{qdz}=I_q/n_{ct}=107.3\text{ A}/300=0.36\text{ A}$$

$$t_3=5.0\text{ s}$$

(2) 运行中过电流保护设置

西门子综保装置内过电流保护提供三段定时限过电流保护和一段反时限过电流保护，每段都可单独投退，方便整定配合。由于运行期间的过电流值较小，经过反复讨论得出初步调整方案：保证启动时电流很大，瞬时过电流保护投入肯定躲不过，而在运行期间过电流保护必须可靠动作，建议厂家增加瞬时过电流保护，逻辑上在启动期间闭锁，延时投入瞬时过电流保护，而在正常运行中起保护作用。西门子综保厂家认为此方案可行，进入现场进行了逻辑程序编程及写入。现场测试满足要求，与美方工程师交流后同意该方案并执行。

运行中过电流保护逻辑如图3所示。

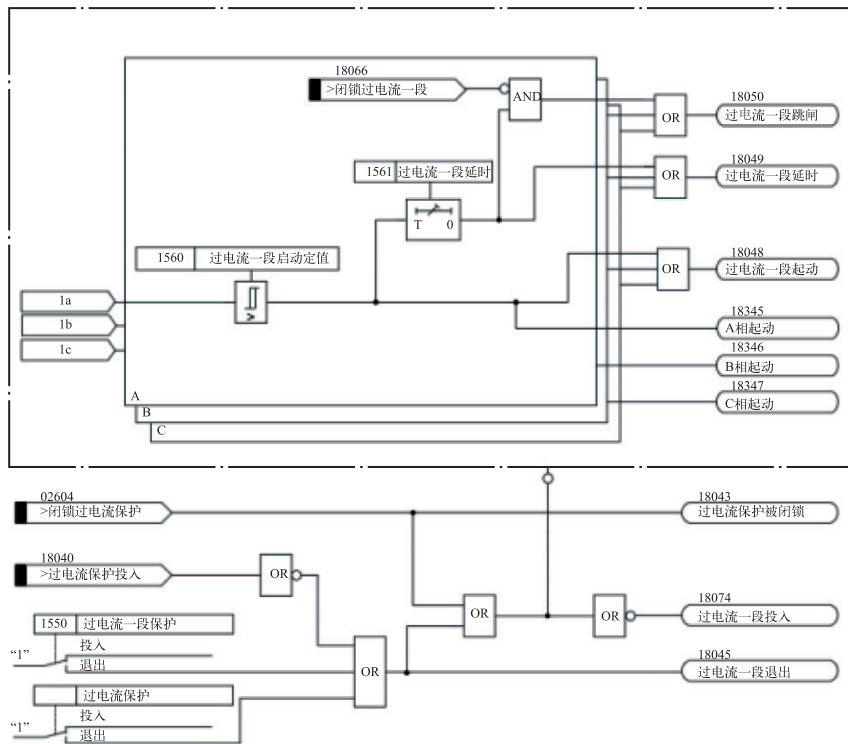


图3 运行中过电流逻辑程序

由于电动机起动电流远大于过电流定值，所以瞬时过电流在起动中闭锁7 s，使瞬时过电流保护在电动机起动后，再解除闭锁投入运行过电流保护。投入后发生过电流超过定值，0 s动作于跳闸。

点画线框内逻辑为综保本身三段过电程序，在此基础上增加闭锁延时逻辑。

1) 矩阵中→编号02604 > 闭锁延时过电流保护配置为断路器合闸位置，开入高电位触发。

2) 矩阵中→编号18040 > 投入三段过电流保护配置为断路器合闸位置，开入高电位触发。

3) 矩阵中→编号18066 > 闭锁延时过电流保护配置为断路器合闸位置，开入低电位触发。

$$I_{\text{gdz}} = I_{\text{g}} / n_{\text{ct}} = 249 \text{ A} / 300 = 0.83 \text{ A}$$

$$t_4 = 0 - 0.3 \text{ s}$$

厂家要求的运行中过电流保护值时限0 s是为了保护泵本身运行异常，所以一旦电网暂降，潜液泵电动机动态转矩下降，电流增大，引起过电流保护动作（其他高压电动机运行正常），但泵本身并无异常。

运行情况

投产后高压外输泵运行正常，但在电压波动时，运行中过电流延时为0 s的高压泵出现过电流保护动作跳闸现象。据此对厂家要求的运行中过电流保护均增加0.3 s延时。此后再没发生电网暂降时运行中过电流跳闸现象。电压暂降图如图4所示。高压泵保护重新配置后定值见表3。

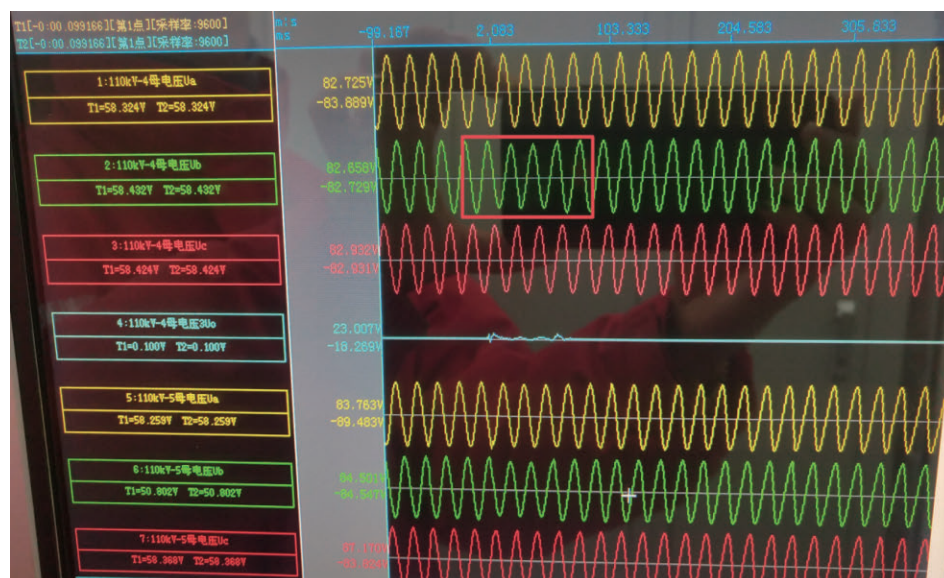


图4 电压暂降图

表3 高压泵保护重新配置后定值

序号	保护类型	保护参数	起动电流/A	动作时间/s	动作方式	备注
1	定时限过电流I段	投入	9.07	0.0	跳闸	
2	定时限过电流II段	投入	0.83	5	跳闸	
3	定时限过电流III段	投入	0.83	0.3	跳闸	起动闭锁7 s
4	定时限零序过电流I段	投入	1.2	0.0	跳闸	
5	定时限零序过电流II段	投入	0.2	0.25	跳闸	
6	反时限过电流保护	投入	0.96	0.23 (27.6/2 I_e)	跳闸	长反时限
7	欠电流保护	投入	0.36	5	跳闸	

针对此类潜液泵保护配置情况，在接收站内低压外输泵、罐内泵等保护配置中进行复制推

广，经投产后实际运行至目前各设备运行可靠。EA