

某用户变电站10kV电动机馈线柜电流互感器配置的改造方案分析

施留英

正泰国际工程有限公司 上海 201600

摘要: 某用户变电站10kV馈线的少部分直馈线电动机回路的电流互感器由于配置不当,在保护整定阶段整定值太小,超过电流保护启动原件的电流下限,定值不能输入保护装置、满足不了继电保护整定和测量精度的需求。为保证保护的可靠性,应对直馈线电动机回路的电流互感器进行改造,通过分析电动机保护的配置和整定原则,针对改造回路负荷计算出电流互感器变比和额定短时热电流,提出了电流互感器改造方案,改造后,整定值可以输入,确保了保护的可靠性。

关键词: 电流互感器;电动机馈线回路;变比;整定值不能输入;改造方案

1 引言

在做某新能源硅制造企业220kV变电站设计中,10kV负荷出线含有少部分直馈线电动机回路(以下简称电动机馈线回路),设计阶段配置的保护用电磁式电流互感器变比1200/1A,准确级5P40;计量和测量用电磁式电流互感器变比600/1A,0.2S/0.5。施工调试阶段输入整定定值时发现,所有五回电动机馈线回路,计算额定电流仅几安到十几安,过流保护的整定值超过电流保护启动原件的电流下限,整定值不能输入。因此如何对几个回路电动机馈线回路进行电流互感器重新选择和快速改造更换成为设计人员的一个重大课题。本文结合实际改造案例,对设计中容易忽略的馈线电流互感器配置做出总结,供设计同行参考。

2 分析原因

总结分析得出设计的失误根本原因在于在设计前期和设计过程中未收集到该用户站10kV所有馈线回路的性质和负荷,按照经验值做设计,忽略了输入条件的重要性。工程工期紧,对接的业主方未告知设计方10kV侧有小容量直馈电动机回路,为赶工期设计超前完成设备确认和施工图设计,按业主要求所有馈线回路均按大电流馈线考虑,馈线均采用大电流2500A、2000A断路器,相应配置得电流互感器变比较大。业主方在下级工艺设计院实际负荷出来之后未提给变电站设计人员,设计负责人也未做到闭环处理负荷资料,问题没有能及时发现。直到调试阶段,才由调试单位发现并告知设计该新能源硅制造企业的10kV负荷侧有循环水泵、消防泵、维持机组10kV电机等直馈线回路,这些电动机馈线回路需要连接容量仅仅300kW左右的电动机,计算额定电流仅十几安,速断和过流整定值很小,保护绕组超过了保护装

置厂家的设计最小识别精度,保护定值不能输入保护装置,计量测量绕组的精度不够,测不出电流值。而近期新能源行业十分火爆,生产任务迫在眉睫,投运时间不可推迟,该变电站的投运时间节点已经十分靠近,需要设计给出方案能快速少代价的更换正确的电流互感器。

3 保护及测量的配置原则

根据系统专业提资,该工程主变10kV母线要在一台主变检修、故障时,另一台主变接带两台主变10kV侧所有负荷,每段10kV母线运行最大短路电流有效值18.56kA,下游提供的反馈短路电流为每段分支母线5kA,叠加后,合成短路电流为38.56kA。短路电流较大,短路故障时电流互感器保护绕组承受超过其准确限值系数倍数的短路电流产生过饱和造成很大的暂态误差。

根据DL/T866-2015《电流互感器和电压互感器选择及计算规程》第10.2.2条第四款及其条文解释可知:当最大限值电流小于系统短路电流时,在保证装置可靠动作的前提下,允许有较大误差,准确限值电流大于微机保护整定值2倍,可保证装置可靠^[1]。

综合分析该工程所有电动机馈线回路额定电流均在十几安左右,若为了测量和保护整定,按照其工作电流确定电流互感器的变比则电流测量准确,此时要求电流互感器变比很小;但是同时考虑短路电流,保护能在电流互感器深度饱和之前快速可靠切除电动机馈线回路,电流互感器变比不能选择太小;因此这就要求电流互感器的配置需要保证既能在短路发生时避免深度饱和,监测出较大的短路电流,又要在小电流过负荷时准确监测,经过过电流保护能延时切除故障,保证电动机回路的安全可靠运行,因此变比的选择十分重要。

分析可得,变比选择按照电动机馈线回路电流互感

器变比选择需要根据过流保护得出的变比的上限,根据速断保护要求电流互感器额定最大限值电流确定变比的下限,并同时校验短路时的电流互感器热稳定,校验测量计量绕组的精度来配置保护及测量电流互感器变比。

4 保护及测量的配置过程

4.1 整定计算

根据GB/T50062-2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第9.0.2条可知3kV及以上2MW及以下的电动机馈线回路配置的保护用于切除电动机内部及馈线柜至电动机之前线路的故障,主保护为电流速断保护,后备保护为过流保护^[2]。

(1) 电流速断保护应躲过电动机最大起动电流,动作电流为 $I_{\text{opI}} = K_k K_{\text{st}} I_e$,电动机起动电流按照启动电流倍数 $K_{\text{st}}=5$ 倍, K_k 可靠系数取1.4倍计算, I_e 为电动机工作额定电流。除应躲过启动电流外,还应躲过外部短路时电动机输出的最大反馈短路电流, $I_D = K_{\text{q,D}} I_{\text{e,D}}$ 。

(2) 过流保护躲过电动机额定电流下可靠返回条件整定,动作电流 $I_{\text{opII}} = K_k / K_f I_e$, K_k 可靠系数取1.4倍,返回系数 K_f 取0.85, I_e 为电动机工作额定电流, $1.4/0.85 * I_e$ 计算,并需校验灵敏度。

根据上述整定值的计算方法,该变电站所有需要整改电动机馈线回路的整定值如下表4.1-1所示。

表4.1-1 需改造回路额定电流、过电流保护及速断保护电流整定值表

序号	名称	负荷情况 (kW)	额定一次电流 I_e (A)	电流速断保护整定值 (A) I_{opI}	过流整定值 (A) I_{opII}
1	10kV保安I母 电机馈出柜 9102断路器	315 (备用)	19.25	134.72	31.70
2	10kV保安I母 维持机组 (10kV电机) 9103断路器	280	17.11	119.75	28.18
3	10kV保安II母 消防泵 (馈线) 9201断路器	315	19.25	134.72	31.70
4	10kV保安II母 10kV电机馈出柜 9202断路器	280 (备用)	17.11	119.75	28.18
5	10kV保安II母 450B循环水泵 (10kV电机) 9203断路器	315	19.25	134.72	31.70

4.2 变比选取

在分析发电机馈线回路保护配置和整定的基础上,考虑电动机容量很小,正常工作时电流很小,因而CT变比不可选择过大,保护和测量计量的绕组选择不同变比,其比值不宜过大,一般采用保护变比:测量变比为2:1;一方面,馈线断路器配置的保护装置有其精确工作范围,本工程的配置变比过大,导致因为整定值很小,保护测量装置测不出电流值;再者,系统发生短路后,短路电流较大,电流变比如果太小,保护装置不能可靠动作。

本工程前期已经选定的电流互感器二次额定电流为

1A (I_2),保护厂家为国电南京自动化股份有限公司,保护装置过电流整定的范围为 $0.1I_n \sim 20I_n$,整定的最小精度为0.1 (K_1),准确限值系数为40 (K_{alf}),根据上述本工程配置电流互感器和保护装置厂家提供的厂家资料为前提条件,变比需要满足的条件为:

(1) 电流变比上限值:变比最大值(上限)为 $I_{\text{opII}} / (K_1 I_2)$ 。

(2) 电流变比下限值:变比最小值(下限)为 $2I_{\text{opI}} / K_{\text{alf}}$ 。

根据上述限值计算方法,计算出本站电动机馈线回路的速断保护整定值和过流保护整定值,如下表4.2-1所示。

表4.2-1 需改造回路电流互感器变比一次电流值范围表

序号	名称	负荷情况 (kW)	额定一次电流 I_e (A)	变比一次值上限 (A) 按照过流保护 I_{opII}	变比一次值下限 (A) 按照速断保护 I_{opI}
1	10kV保安I母 电机馈出柜 9102断路器	315 (备用)	19.25	316.99	6.74
2	10kV保安I母 维持机组 (10kV电机) 9103断路器	280	17.11	281.77	5.99
3	10kV保安II母 消防泵 (馈线) 9201断路器	315	19.25	316.99	6.74
4	10kV保安II母 10kV电机馈出柜 9202断路器	280 (备用)	17.11	281.77	5.99
5	10kV保安II母 450B循环水泵 (10kV电机) 9203断路器	315	19.25	316.99	6.74

过流保护的灵敏度校验公式为 $K_{sen} = I_{d.min} / I_{opII}$ ，其中 $I_{d.min}$ 为最小运行方式下的两相短路电流，短路电流较大，改灵敏度远大于灵敏度要求值1.5，因此过流保护的整定值满足要求，如果该值提高，变比上限提高也不会影响灵敏度。

(4) 综合推荐保护绕组电流变比

结合上表额定一次电流量限值计算结果，推荐电流互感器保护绕组200/1A 5P40，小于所计算得变比一次值上限，大于变比一次值下限，可满足变比上下限值的要求。

4.3 热稳定校验

由于前期未收到负荷具体资料就开始设计，电流互感器变选择1200/1A时可以按照40kA/4S的热稳定与开关柜热稳定要求值一致，满足热稳定的要求，现在改造后

变比额定一次电流减小，相应热稳定电流也会减小，需要满足原来要求制造有困难，咨询电流互感器厂家制造不出。通过该工程整定计算阶段的结论，10kV侧后备保护动作时间小于0.25S，开断时间小于0.1S，电流互感器热稳定要求按照40kA/0.4S（25kA/1S）配置能满足，经过厂家核定，该值得电流互感器可以制造。

4.4 测量及计量精度校验

根据DL/T866-2015《电流互感器和电压互感器选择及计算规程》第4.3.2条第二款，对S级电能计量仪表，工作电流不应小于其额定电流的20%，可知工作电流应为计量测量变比额定值的20%~100%作为上限和下限计算如下表4.4-1所示。

4.4-1 需改造回路计量精度要求值范围表

序号	名称	负荷情况 (kW)	额定一次电流 Ie (A)	变比按照计量精度要求, 工作电流占额定电流的 20%-100%要求上限(A)	变比按照计量精度要求, 工作电流占额定电流的 20%-100%要求下限(A)
1	10kV保安I母 电机馈出柜 9102断路器	315 (备用)	19.25	96.23	19.25
2	10kV保安I母 维持机组 (10kV电机) 9103断路器	280	17.11	85.54	17.11
3	10kV保安II母 消防泵 (馈线) 9201断路器	315	19.25	96.23	19.25
4	10kV保安II母 10kV电机馈出柜 9202断路器	280 (备用)	17.11	85.54	17.11
5	10kV保安II母 450B循环水泵 (10kV电机) 9203断路器	315	19.25	96.23	19.25

结合上表精度要求的计算结果，推荐电流互感器测量计量绕组变比为50-100/1A 0.5（测量）/0.2S（计量），变比小于所计算得变比一次值上限，大于变比一次值下限，满足精度要求。

5 现场整改方案

整定值阶段现场安装调试人员发现问题，及时通知设计人员，设计人员立马组织核实计算，10kV共五台开关柜拆除原电流互感器，更换为保护绕组200/1A 5P40，测量计量绕组变比为50-100/1A 0.5（测量）/0.2S（计量），热稳定40kA/0.4S（25kA/1S）的原厂家电流互感器，沟通电流互感器厂家和开关柜厂家核实需要更换的电流互感器外形尺寸可以在原开关柜原位置进行拆除替换，在未带负荷阶段给出改造更换方案，无需进行停电进行了改造，未影响该工程投运送电。

现场整改情况如下图所示：

6 结束语

通过保护整定计算并结合保护装置厂家和电流互感器厂家给出的制造厂现有工艺能做到的电流精度、准确限值系数、热稳定等能达到的值，得到了电动机馈线回

路保护及测量计量的变比的上下限值，在保证装置灵敏动作和精确计量的原则下选定了电流互感器变比，在不影响投运送电时间节点的情况下对不能输入整定值的五组电流互感器进行更换调试，保证工程按时投运。

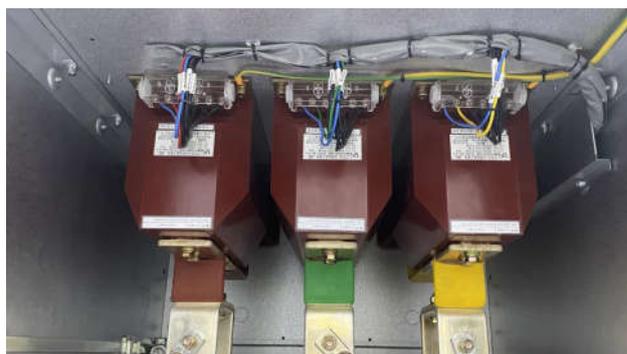


图1 现场电流互感器整改图

参考文献

[1] DL/T866-2015《电流互感器和电压互感器选择及计算规程》
 [2] GB/T50062-2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》