

220kV 双母线方式断路器失灵保护运行分析

朱 江¹，董余凡²，李 晔¹

(1. 徐州供电公司，江苏 徐州 221003；2. 丹阳供电公司，江苏 丹阳 212300)

摘 要：分析双母线接线方式下线路失灵保护的应用，在说明出线断路器失灵保护原理的基础上，分析了继电保护“六统一”前后失灵保护的运行工况及操作过程中运行注意事项，对现场不同保护配置的失灵保护运行状况进行了分析探讨，探讨并提出了统一前后失灵保护在实际运行工况中的差异，对 220kV 变电站进行类似的失灵保护二次等方面的工作具有指导参考作用。

关键词：双母线；失灵保护；运行分析

0 引言

在220kV双母线运行方式下，断路器按接线回路的不同，可分为线路断路器、主变高压侧断路器、母联或分段断路器。变电站值班员对一次设备操作较为熟悉，但对失灵保护二次回路操作的原理、方法以及应用等认识不够，特别是新继电保护六统一后，新投入二次设备与现有已运行的二次设备存在差异。为避免发生二次误操作事故，保护电气设备免受破坏，保证电网安全稳定运行，提高二次操作应用的正确性、可靠性尤为重要。特别是线路断路器失灵保护与母线保护的相关二次回路，在实际应用中有具体的要求。新老设备二次回路的不同，对操作的要求也不同。本文就线路断路器失灵保护与六统一标准的对比，分析了其运行工况，探讨研究并提出失灵保护在运行中的注意事项和保证电力系统安全运行的具体措施。

1 线路断路器失灵保护

1.1 线路出线失灵保护

220kV双母线方式，线路保护配置以PSL602、RCS931、PSL631A、CZX-12R为例，出线断路器均配置了PSL631A，其中断路器失灵保护，其动作原理如图1。

(1) 正常运行工况下，保护屏上1LP7~LP9失灵启动A(B、C)三块压板均投入，当线路出线故障，PSL602保护的TJA~TJC接点闭合，RCS931保护的TJA~TJC接点闭合，与压板LP7~LP9失灵启动A(B、C)串联，分别沟通PSL631装置中的三对失灵

保护的电流接点，值得注意的是，线路故障602、931保护出口跳闸后，若出线断路器拒动，故障电流仍然维持，失灵保护是否启动出口其电流由PSL631保护装置来判别，即装置中的LJA~LJC、LJ3接点闭合，此时无论单相故障还是三相故障，均励磁启动失灵继电器QSLJ，继电器常开接点闭合经保护屏上的本出线间隔失灵启动母差的15LP13压板，与母差保护屏上的该线路断路器失灵启动母差保护的压板LP6沟通，完成启动母差保护装置，如图2所示。

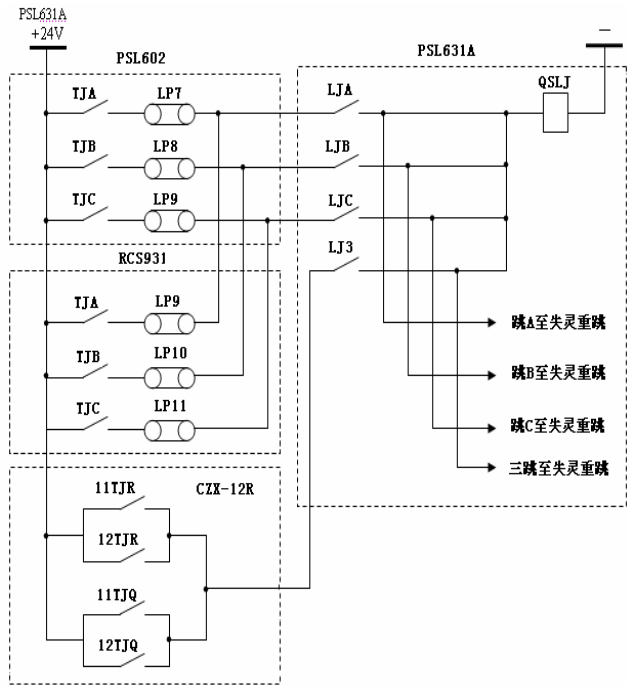


图1 220kV线路失灵启动回路

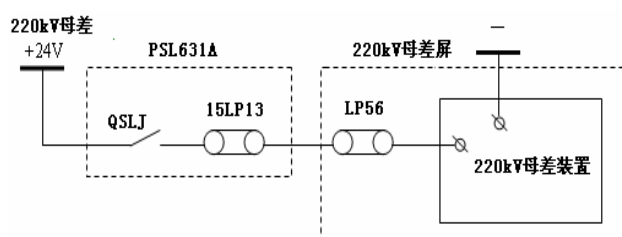


图2 631失灵启动母差二次回路

母差保护启动后，经故障母线的复合电压闭锁动作，驱动跳闸出口，TJ1经短延时0.3s跳母联断路器；TJ2经长延时0.6s跳开连接在故障母线的全部出线断路器，如图3所示。

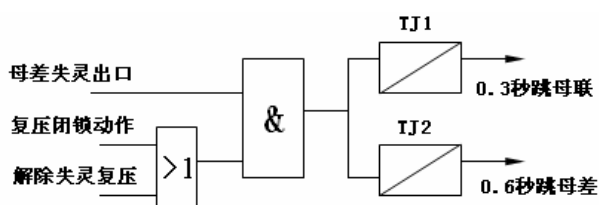


图3 母差保护跳闸出口逻辑

(2) 220kV线路重合闸运行方式大多为单相运行方式，即线路出现单相故障时，保护跳单相，重合闸重合单相，重合不成，跳开三相断路器。而当线路出现相间短路故障时，由外部保护三跳出口，分别经CZX-12R操作箱的两组TJQ、TJR三相跳闸出口接点启动断路器失灵保护，若发生故障的出线断路器失灵，故障电流仍然维持，经PSL631装置判别故障电流，其电流LJ3接点闭合不返回，启动继电器QSLJ和母差保护装置，见图1。

(3) 断路器检修，失灵保护的停用操作方法。220kV双母线接线的断路器检修试验时，特别是继电保护二次校验时，为防止失灵保护误启动其它运行的相邻间隔的设备，造成母差保护误出口跳闸事故发生，停用失灵保护是断路器检修的重要安全措施之一。在断路器由运行改为冷备用后，变电站现场工作人员根据工作票要求，执行工作票的安全措施票，正确停用失灵保护的第一种方法：将PSL602保护屏上的失灵启动A(B、C)LP7、LP8、LP9，RCS931保护屏上的失灵启动A(B、C)LP9、LP10、LP11共计六块压板退出（见图1），以及PSL631A保护屏上的本出线间隔失灵启动母差的15LP13压板退出，最重要的是，一定要将母差保护屏上的本出线间隔失灵启动母差的LP56压板退出（见图2）；第二种方法，PSL602、RCS931保护屏上的失

灵启动A(B、C)的压板不退，只将母差保护屏上的本出线间隔失灵启动母差的LP56压板退出，即切断由于断路器检修保护试验，误启动运行的母线设备。

1.2 继保六统一后线路出线失灵保护

按照国家电网公司发布的《线路保护及辅助装置标准化设计规范》，线路保护提供失灵保护启动的跳闸接点，来启动微机型母线保护装置中的失灵保护。220kV双母线正常运行方式下线路保护组屏（柜）原则或方案，两面屏组屏方案：①线路保护屏1：线路保护1注1、重合闸+分相双跳圈操作箱+（就地判别装置1注2）+（收发信机1注3）；②线路保护屏2：线路保护2、重合闸+充电过流保护及失灵启动装置+（就地判别装置2注2）+（收发信机2注3或光纤接口装置注4），并无断路器保护配置，而在实际工程应用中还是配置了单独的断路器保护，例如2012年1月份投产的徐州220kV鑫能变电站220kV坡鑫4W37/38线路保护配置：PSL603U、PCS931、PSL631U、CZX-12G。

注1：当采用光纤通道时，线路保护1采用分相电流差动保护；

注2：适用于发变线组接线形式的电厂侧保护；

注3：适用于高频保护；

注4：适用于光纤距离保护。

(1) 220kV双母线，线路保护配置以PSL603G、RCS931、PSL631U、CZX-12R为例，出线断路器仍然配置了断路器失灵保护，其工作原理如图4所示。

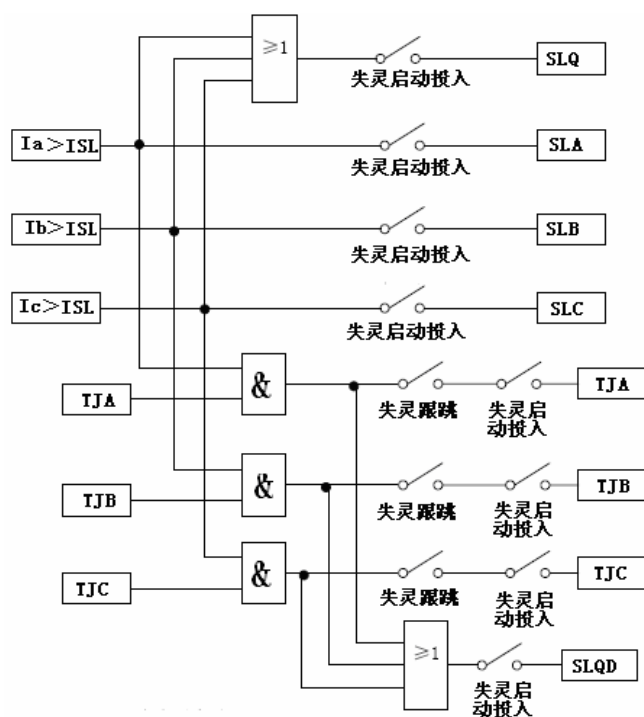


图4 PSL631U断路器失灵保护启动回路

这种失灵保护的启动方式有两种：第一种为线路保护出口跳闸+故障相电流启动方式，第二中为断路器故障相电流启动方式。

线路保护出口跳闸+故障相电流启动方式，当失灵保护装置收到线路保护PSL603U、PCS931跳闸命令，TJA~TJC动作，且故障相电流大于失灵启动电流值 $I_a > I_{sl} \sim I_c > I_{sl}$ 的其中一相或三相动作，经逻辑与输出跳闸脉冲，若失灵保护装置中失灵跟跳及失灵启动投入控制字投入，则允许保护装置再跳一次故障相或据动相，经TJA~TJC再跳一次故障断路器，同时启动失灵保护SLQD（图4），输出至母差跳闸出口，经母差保护判断故障电流支路，且失灵跳闸出口与母差保护跳闸出口共用跳闸出口，切除故障。

线路断路器故障相电流启动方式，当线路出线故障跳闸，线路保护PSL603U、PCS931出口跳闸后，断路器A、B、C相或三相拒动，故障电流仍然维持时，保护装置的失灵启动投入的控制字投入，其中的SLA~SLC电流启动，且故障相电流大于失灵启动电流值 $I_a > I_{sl} \sim I_c > I_{sl}$ 的其中一相或三相，经失灵启动投入的控制字启动SLQ，输出至母差跳闸出口，经母差保护判断故障电流支路，且失灵跳闸出口与母差保护跳闸出口共用跳闸出口，切除故障。

2 继保“六统一”前后出线失灵保护的差异

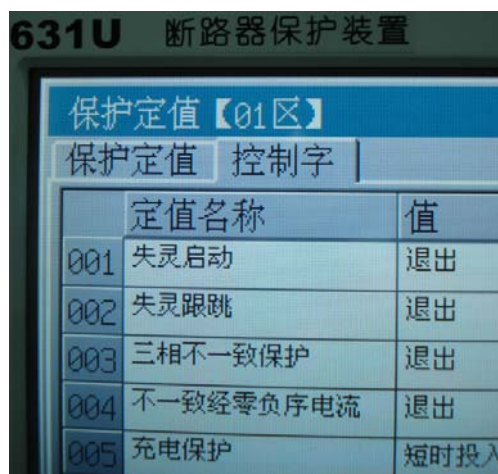
当母线保护按“六统一”保护原则设计时，母线保护设置双套保护配置。失灵保护功能由母线保护来实现，而线路保护仅提供启动失灵保护跳闸接点，启动母差保护的失灵保护，失灵保护的电流判别由母差保护来判别，满足判据后，延时跳开断路器。

2.1 失灵保护的电流判别

“六统一”前当线路出线故障，保护动作跳闸后，而断路器出现拒跳时，PSL602保护屏上的失灵启动A(B、C)LP7、LP8、LP9，RCS931保护屏上的失灵启动A(B、C)LP9、LP10、LP11六块压板，经PSL631A保护中的失灵保护电流判别，即PSL631A装置来判别故障电流，LJA~LJC电流接点闭合，启动QSLJ（见图1）。

新建或改造后的220kV双母线接线的变电站，按继电保护新的“六统一”标准执行，其中作为出线断路器的PSL631U保护装置中失灵、三相不一致、死区、充电过流(控制字短时投入，外部压板退出)

保护功能中，失灵保护已无实际作用，见图5。



631U 断路器保护装置		
保护定值【01区】		
保护定值		控制字
	定值名称	值
001	失灵启动	退出
002	失灵跟跳	退出
003	三相不一致保护	退出
004	不一致经零序电流	退出
005	充电保护	短时投入

图5 PSL631U断路器保护控制字设置

线路故障断路器拒动时，由母差保护的失灵保护启动，线路保护PSL603U、PCS931提供跳闸接点，母线差动保护自身判别故障电流。母差的电流仍为原来的电流回路，即：原线路出线CT的不同二次绕组中，有一组专为母差保护提供电流。而失灵保护的电流由CT不同的次级提供，两者的电流来自不同的绕组。区别于PSL631A判故障电流，而PSL631U失灵保护启动母线差动，故障电流由母差保护来判别故障电流。

2.2 失灵保护的其它差异

除了双母线接线的断路器失灵保护采用母线保护的电流判别功能外，“六统一”后新建或改造后的变电站线路失灵保护还有以下的不同：

①线路保护提供失灵保护启动的跳闸接点，启动微型母线保护装置中的失灵保护装置，母线保护经复合电压闭锁出口后，母差失灵出口，为了缩短失灵出口跳闸时间，失灵保护跳母联断路器与跳开连接在母线上的其它全部断路器共用一段时限，整组动作时间10~15ms，区别以往0.3s先跳母联断路器，0.6s再跳母线上的其它断路器。

②母线集中配置的断路器失灵保护，在电力系统出现某些故障时，失灵保护电压闭锁元件的灵敏度可能不足，当主变中、低压侧发生短路故障时，220kV母线电压可能降低不会太大，达不到复合电压的动作启动值，若不解除母差保护的复合电压闭锁，失灵启动后，经复合电压闭锁出口的母差保护有可能拒动，故障将无法切除。所以对于变压器高压侧断路器应使用独立于失灵启动的解除电压闭锁的开入回路，“解除电压闭锁”长期开入时，发出告

警信号。采用变压器保护装置的“动作接点”来解除失灵保护的电压闭锁,不再采用变压器保护装置“各侧复合电压动作接点”解除失灵保护的电压闭锁。同时启动失灵和解除失灵电压闭锁采用了变压器保护装置不同继电器的跳闸接点。

③220kV 双母线正(副)母线故障时,母线保护出口跳闸,主变高压侧断路器拒动失灵时,除跳开失灵断路器相邻的断路器外,还应跳开本变压器连接其他电源的断路器,失灵电流的再判别元件由变压器保护来完成。不再采用主变保护装置中的高压侧后备保护,经后备保护的第二时限段跳开主变各侧断路器。

④母线保护柜不设置每个间隔的启动失灵开入压板,只设置总的投退断路器失灵保护功能压板 1LP2,见图 6。

220kV 双母线接线的断路器检修试验时,特别是继电保护二次校验时,防止失灵保护误启动其它运行的相邻间隔的设备,造成母差保护误出口跳闸事故发生,按照“六统一”后,保护配置一体化,压板设置简约化的原则。停用检修断路器失灵保护的操作,布置好安全措施同样重要。正确停用失灵保护的方法是:只将线路第一主保护 PSL603U 屏上的失灵启动 A(B、C)三块压板和线路第二主保护 PCS931 屏上的失灵启动 A(B、C)三块压板退出。而母差保护屏上的失灵启动压板是连接在母线上的各出线间隔共用的启动母差保护的功能压板。所以特别注意母线差动保护屏上的“投断路器失灵保护”的一块 1LP2 压板在断路器检修时不能停用(图 6)。

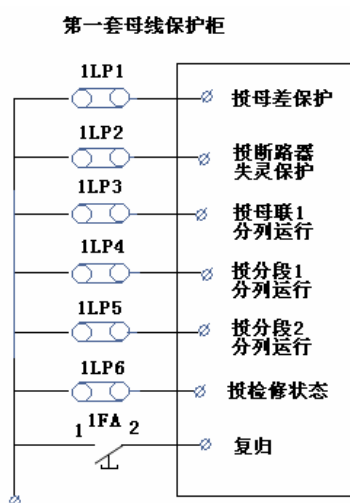


图 6 母差保护屏压板

⑤若母差保护双重配置时,每套母线保护装置

均配置了失灵保护功能。每套线路保护及主变电气量保护各启动一套失灵保护装置。母联及分段保护启动两套母线保护的失灵保护装置。

3 结束语

220kV双母线运行方式下,线路断路器失灵保护应用特别重要,“六统一”先后,现场变电工程应用上差异较大,正确理解、使用,对提高运行管理水平有宜,并使得继电保护二次设备运行与检修的安全性,可靠性得到增强,是我们在变电站安全生产运行,断路器检修,特别是线路断路器检修,失灵保护校验时误启动母差等相邻设备事故的发生,防范的类似事故的发生。通过分析与探讨,说明了失灵保护的技术应用的方法要求,对正确操作和有针对性的布置二次设备的安全措施提出了具体的方法。有助于继电保护工作人员和变电站值班员在线路断路器失灵保护的操作、工作中做到原理清楚,心中有数,确保二次变电设备安全运行。

参考文献:

- [1] 线路保护及辅助装置标准化设计规范(国家电科网[2007]885号)[Z].北京:国家电网公司,2007: 3-5.
- [2] 国电南自. PSL631U说明书-V2.10(国网版)[Z]. 南京: 国电南自, 2008: 5.
- [3] 国家电网公司.220kV~750kV母线保护通用技术规范[S]. 北京:国家电网公司,2009: 110-113.
- [4] 江苏省电力公司.江苏省电网继电保护“六统一”技术原则[Z].南京:江苏省电力公司,2010.

作者简介:

朱 江(1968-),男,江苏徐州人,工程师,主要从事电力系统继电保护工作;

董余凡(1975-),女,江苏丹阳人,助理工程师,主要从事电力设计工作;

李 晔(1964-),男,江苏徐州人,变电技术专家,高级工程师,高级技师,主要从事电力系统技术培训工作,
E-mail: xzly2008@163.com。