

云南电网“99·5·23”220kV 鲁青线事故分析

左晓铮

(云南省电力调度所继电保护科,云南 昆明 650011)

【关键词】 电网事故; 分析

1 引言

1999年5月23日,220kV 鲁青线发生发展性故障。由于故障初始鲁青线距离保护动作后正确跳开鲁布格电厂侧252#开关,而青山侧284#开关拒动,导致青山变断路器的失灵保护动作,跳开了鲁青线所在青山变220kV 段母线上连接的五个开关,部分相邻220kV 线路保护动作跳了三个开关。本文对此次事故的保护动作行为进行了详细的分析,并介绍了由事故所暴露出的有关保护问题及采取的措施。

2 云南电网的概况

云南电网经过多年的发展,结构日趋合理,1999年上半年总装机容量4938.6MW,其中水电装机2756.6MW,火电装机2182.0MW,接入220kV 电网发电装机容量为3148MW,接入500kV 电网发电装机容量为1000MW。

1997年下半年配合南昆铁路工程,在电网东部投产了四个220kV 变电站,加之阳宗海电厂、曲靖电厂的投产,使云南电网的主网架明显改善。1998年相继投产了江川、西湖、者海等7个220kV 变电站,电网结构更为坚实稳固,覆盖面进一步扩大。但是云南电网与南方电网的连接由一条220kV 鲁天线连接仍然很薄弱。东部电网的不安全因素将会影响到云南电网与南方电网联网的安全运行。此次事故发生于东部电网,对云南电网的运行非常不利。由于事故发生时鲁布格电厂全停,暂没影响到南方电网。

3 事故前电网运行方式

东部电网事故前,鲁布格电厂全停;曲靖电厂:450MW;宣威电厂:143MW;青山变220kV 的段母线连接元件为:东青 回线281#开关、青罗线285#开关、青山1#主变201#开关; 段母线连接元件为:东青 回线282#开关、青陆

线286#开关、青鲁线284#开关及2#主变202#开关。母联开关212#合闸运行。东部电网运行方式及潮流分布见图1。

4 事故现象

1999年5月23日15时19分陆良变:220kV 陆青线231#开关三相跳闸;鲁布格电厂:鲁青线252#开关三相跳闸;青山变220kV 段母线连接元件:青鲁线284#开关A、C相跳闸,东青 回线282#开关,青陆线286#开关,2#主变202#开关,母联开关212#均三相跳闸。罗平变:鲁罗双回243#、244#开关跳A相,单相重合闸动作成功。

青山变共跳5个开关、鲁布格电厂跳了1个开关、罗平变跳了2个开关、陆良变跳了1个开关,共跳开9个开关。

5 故障跳闸线路的保护配置

5.1 鲁青线配置:ABB公司的RAZFE相间和接地距离保护(以下简称RAZFE保护),RAZOA相间和接地距离保护(以下简称RAZOA保护),RAZFE、RA-

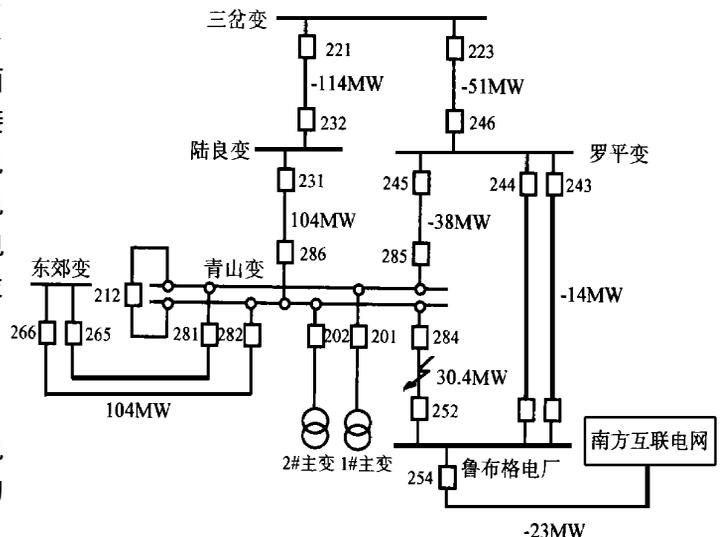


图1 事故时东部电网潮流示意图

ZOA 保护通过同一套 ETF-21 型载波机和 NSD-41 型音频接口装置构成允许式高频距离保护。但是由于 ETF-21 型载波机故障,事故发生时高频保护没有投入运行。

另外还配置了 RAAAM 综合重合闸,RANZA 故障测距,电流速断,RAICA 开关失灵起动保护回路,三相不一致保护。

5.2 鲁罗双回线保护配置和鲁青线相同。

5.3 青东回线:配置了一套 WXH-15 微机型线路保护,一套 WXH-11C 微机型线路保护,构成的不同原理的双重化高频保护,其中 WXH-15,WXH-11C 均配有距离保护,零序保护,综合重合闸。线路两侧开关还配置了 ZDS-33X 失灵开关起动及三相不一致保护。

5.4 青陆线:保护配置与青东线回的保护配置相同。

6 故障时有关保护的動作情况

6.1 陆良变 从微机保护打印报告可以看出:陆青线的 WXH-11 高频闭锁零序方向保护出口三跳 231[#]开关,WXH-15 高频零序方向保护出口三跳 231[#]开关。

6.2 青山变 282[#]开关、286[#]开关、202[#]开关、212[#]开关均由失灵保护动作出口三跳,284[#]开关 RAZFE 保护的 Z 段、I₀₄段动作,RAZOA 保护的 Z 段动作。

6.3 鲁布格电厂 从现场运行值班记录及故障录波图可见 220kV 鲁青线 252[#]开关,由距离保护 I 段动作跳闸,即 RAZFE 保护的 Z 段动作跳闸,并显示 A 相接地,RAZOA 保护 Z 段动作并显示 A、B 相接

地。

6.4 罗平变 鲁罗双回 243[#]开关、244[#]开关 RAZFE 保护的 Z 段、RAZOA 保护的 Z 段动作跳闸,单相重合闸动作成功,故障录波图也显示为 A 相接地,测距 88%。

7 跳闸线路保护动作行为分析

7.1 220kV 鲁青线保护及青山侧断路器失灵保护动作行为分析:

鲁青线故障录波图显示,开始录波后约 2ms,A 相电流突然明显增大,3I₀ 出现;随后约 254ms 时,B 相电流也突然增大,A 相电流未消失,说明发展为 A、B 相接地故障,继而到约 535ms 时出现 C 相大电流,A、B 相电流仍持续为大短路电流,说明此时故障最终发展成 A、B、C 三相短路故障。

鲁青线保护鲁厂侧为 RAZFE 保护 Z 段、RAZOA 保护 Z 段动作,正确跳开鲁厂侧 252[#]开关,青山侧 RAZFE 保护的 Z 段,I₀₄段,RAZOA 保护的 Z 段动作。但青山侧 284[#]开关接到距离保护跳闸信号未能跳开 B 相,RD32 屏保护中开关失灵起动回路动作,再次瞬时而 284[#]开关发跳闸命令,284[#]开关仍拒跳,然后经过 0.3s 由失灵保护动作将母联 212[#]开关跳开,经 0.6s 将鲁青线所在的青山变段母线上所有连接元件 282[#]开关、286[#]开关、202[#]开关全部跳开。从有关故障录波图可见 284[#]开关在失灵保护动作后电流才消失。

经后来查线发现:在鲁布格电厂青鲁线出线洞口处有 A 相均压环对树枝放电烧痕。由此可见,鲁青线保护及青山侧失灵保护均为正确动作。

文件: 05231519. AAB 长度: 5560ms 时间: 254ms 电流: 2.022A 线路名: 青鲁线 I_b: 05231519. ABB 长度: 5560ms 时间: 781ms 电流: -11.63A 线路名: 青鲁

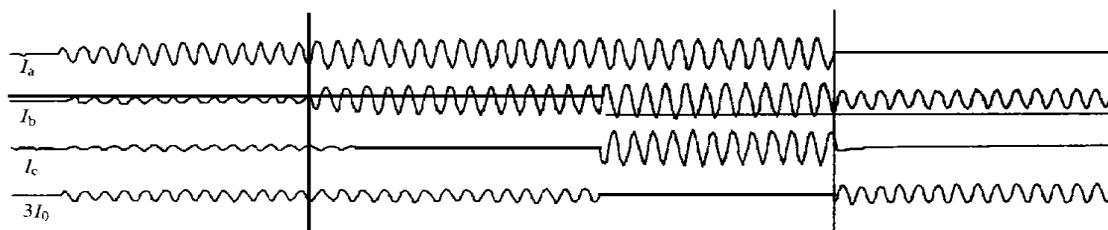


图2 青山变鲁青线故障录波图(局部)

7.2 220kV 鲁罗双回罗平侧两套进口保护的動作行为分析

220kV 鲁罗双回线从微机故障录波器及值班运行人员记录的保护动作信号来看,鲁罗双回罗平侧均为 ROAZFE、RAZOA 的距离保护 Z 段动作。由于

在鲁青线故障的初始,其故障点在鲁布格电厂出口,鲁青线双回罗平侧距离保护发生了暂态超越,而误判为区内 A 相接地故障,发出跳闸命令分别跳开 A 相,此后由单相重合闸动作补救成功。

7.3 220kV 陆青线高频保护动作行为分析

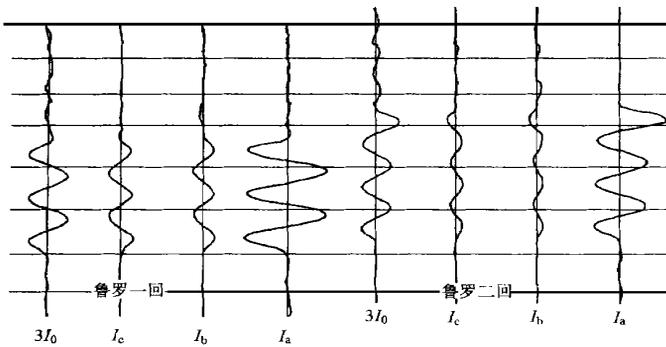


图3 220kV 鲁罗双回罗罗平侧故障录波图(局部)

鲁青线故障时,陆青线的WXH-11C、WXH-15两套高频保护均动作出口跳开了陆良侧231#开关。从微机打印报告可看出高频起动(GBQD),高频停信(GBIOTX),高频零序出口(GB₀CK)。

发生故障初始,陆青线短路电流虽然达到陆良侧微机保护起动元件定值IQD=0.8A,QDI动作,起动收发讯机发讯。但高频保护动作必须满足三个条件,第一:本侧要停信;第二:收信标志字SXB=1即表示起动后收到高频信号且收到信号按“四统一”设计要求持续时间已达5~7ms;第三:收讯机输入端子收不到对侧高频信号,即没有闭锁信号,高频保护才能出口。

在故障初始,零序电流约 $3I_0=0.67A$,陆良侧停信元件定值 $3I_0=2.0A$,此时虽然QDI起动发信,但停信元件未能动作停信,不满足出口条件。

故障发展成为多相接地故障后,零序电流增至约2.6A达到零序方向停信元件定值,保护程序已查询到SXB=1,则起动TXI控制陆良侧收发讯机停止发信。随后,青陆线青山侧由失灵保护动作将开关跳开,断路器跳闸位置继电器接点使收发讯机停讯,陆良侧微机保护进一步查询确定未收到青山侧的闭锁信号,从而满足高频保护出口的三个条件而出口动作跳闸。所以陆青线陆良侧高频保护为正确动作。

陆良变电站录波图

文件:05231519.AAA 长度:5560ms 时间:261ms
电流:2.985A 线路名:陆青线I_A

:05231519.AAA 长度:5560ms 时间:799ms
电流:1.728A 线路名:陆青线I_A

:05231519.AAA 长度:5560ms
时间:1209ms 电流:2.889A

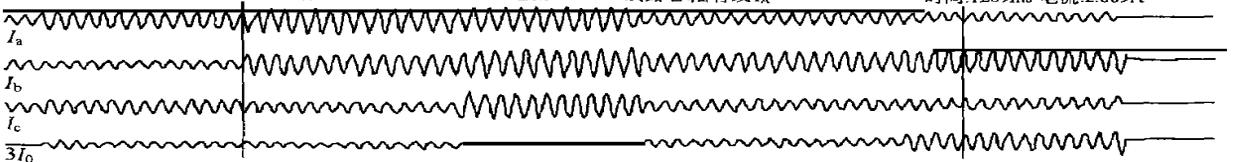


图4 陆良变陆青线故障录波图

7.4 220kV 东青线东郊侧高频保护动作行为分析

从微机打印报告可以看出东青回线微机高频保护起动但未出口跳闸。故障发生时其短路电流达到高频保护起动定值(起动元件定值IQD=0.7A),高频保护起动并发讯,从故障时录波图可以清楚看出故障初始 $3I_0$ 很小,最大值约为0.82A,东郊微机保护的停信元件定值 $3I_0=2.6A$,直到故障发展到三相短路后形成对称性故障,零序电流基本为零,后因鲁青线青山侧开关B相未能跳开,产生零序电流约2.43A,始终不能达到零序方向停信元件动作值2.6A而无法停信。所以东郊侧高频保护起动但未出口跳闸,动作行为正确。

由以上分析得知,此次事故故障点在鲁青线鲁厂侧出口,为发展型故障,由A相接地发展到多相接地故障,青山变284#开关拒动,导致青山失灵保护正确动作,切除相关线路和元件,陆青线高频保护动作出口为正确动作;东青回东郊高频保护仅起动而不出口为正确动作;鲁罗双回线双套进口保护的距一段动作为误动。

8 存在问题及采取的措施

8.1 青山变284#开关拒动原因的检查

事故发生后昆明供电局开关试验班及继电保护班人员及时赶赴现场进行事故调查分析,从继电保护动作情况及故障录波图上分析表明青山变284#开关是拒动,从理论上分析下列三个原因可能导致青山变284#开关拒动:

- (1) 开关的操作机构存在问题;
- (2) 保护装置本身存在问题;
- (3) 变电站直流系统存在问题。

事故后运行人员到开关场核实,却发现284#开关处在三相分闸状态。首先开关试验人员对284#开关操作机构进行了同期实验,接触实验并对触头进行绝缘检查,均为正常。保护班人员随后进行各

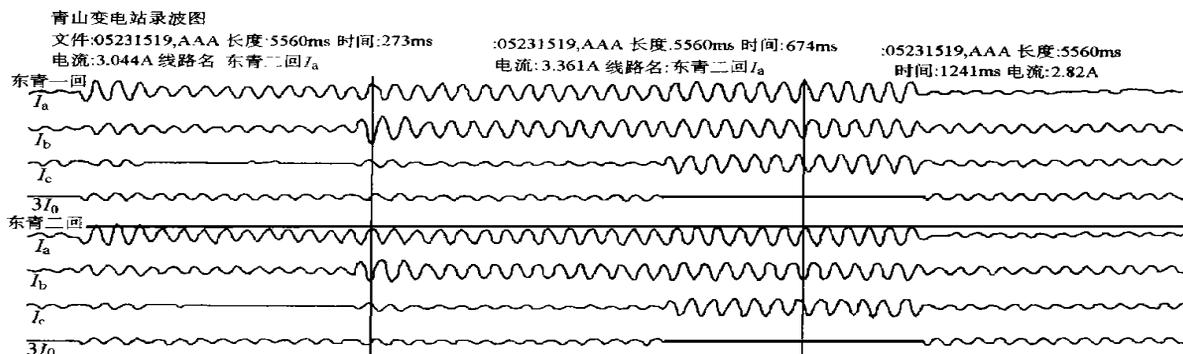


图5 青山变东青双回故障录波图

种短路的模拟试验,保护装置均能正确动作跳开关。其次对直流系统检查发现 110kV 母差保护屏有直流负极接地现象,但进行传动试验时该缺陷未影响 284# 开关跳闸,不存在容量不够的问题。

青山变 284# 开关拒动原因及 284# 开关何时三相跳闸目前检查仍没有结果。

此次故障本为鲁青线线路故障,若一、二次设备均正常运行,故障将会限制在很小的范围,仅只跳开故障线路。由于青山变设备的问题,284# 开关在保护动作发跳闸令后未能跳开 B 相,导致失灵保护动作将事故范围扩大。

在正常的运行中,应加强设备的维护监视工作,对设备的各项定检,大修,小修工作都要认真细致,防患于未然,而不能让设备带隐患工作。

8.2 鲁青线高频保护缺陷及处理

鲁青线故障时,其保护也欠完善。鲁青线配置的 ABB 公司的 RAZFE、RAZOA 两套保护都接入同一套 ETI-21 型载波机和 NSD-41 型音频接口装置构成允许式高频距离保护。由于两套保护共用一套通信设备,若载波机、音频接口装置或高频通道有问题,线路则无高频保护运行。鲁青线故障时,即使开关能正常跳闸,但因无高频保护而靠青山侧距离 Z_{II} 段, I₀₄ 段带时限保护动作,不能瞬动,也使得线路切除故障时间延长,给整个电网安全运行增加了不利因素。故障发生后,由省调、省试验研究所及昆明供电局共同组织对保护用载波机进行检查处理,现在已正常投运。

8.3 鲁罗双回线保护误动原因及改进措施

此次鲁青线发生故障时,鲁罗双回线罗平侧 Z 段越级动作。故障发生时,鲁厂为全停状态无出力。若鲁厂开机且相邻线出口发生相间故障,鲁罗双回罗平侧相间距离 I 段因暂态超越误动将开关三相跳

开,则鲁厂的电量无法送出,势必导致鲁天线过载跳闸,将会造成鲁厂孤立解列,云南电网与南方电网解列,其后果不堪设想。

针对 RAZOA、RAZFE 两套保护装置在做动模试验时就发现存在暂态超越的现象,因此在整定计算时不能严格按部颁《220~500kV 电网继电保护装置运行整定规程》中相应规定来整定,即相间距离 I 段保护的可靠系数取 $K_k = 0.8 \sim 0.85$ 之间整定,而应适当减小可靠系数,缩短保护范围,以避免在区外故障时保护发生暂态超越而误动。事故后,已将鲁罗双回线 Z 段的可靠系数按 $K_k = 0.7$ 重新整定。

8.4 故障录波器管理及运行

故障录波器是电力系统安全稳定运行的一种重要的自动装置,当电力系统发生故障、振荡或异常时记录下故障全过程中的各种电气量变化情况,利用所录波形,对系统及事故情况分析以正确判断故障发生地点、发展过程、故障类型及相别判断,积累第一手技术资料,揭示系统中存在的主要问题。这次故障后,及时向现场收集故障录波图,但有些故障录波器的录波图不清楚,录波量与其定义不相符或不确切。对故障录波器的摄入量设计时应严格按省调下发的《故障录波器的管理规定》执行,现场施工应严格按设计图纸及省调定值通知单进行安装调试。否则录波图不能真实客观地反映故障情况,更甚者有些关键量没有摄入,这样达不到安装故障录波器的目的。

为此,省调积极与厂家联系,与设计部门协商,解决故障录波器的现场问题,设置专用电话开通远传,以便省调及时掌握故障情况。

8.5 应加强各电厂、变电站的值班人员的技术培训。要求运行人员熟悉厂、站的设备及使用情况,能准确记录故障时各装置显现光字牌、面板信号及信

河南电网一次导线舞动及污闪事故继电保护动作分析

鄢安河 胡家跃 田芳

(河南电力调度通信局,河南 郑州 450052)

【摘要】 1998年12月1日和21日,河南电网相继发生两次大面积线路跳闸事故,系统保护大都正确快速切除了故障,保证了电网的安全稳定运行。文中分析了220kV线路11型、15型微机高频保护软件版本从5.1升级到5.18后动作延时的统计对比结果,显示出两种高频保护软件改进后真正达到了停信延时8ms出口,提高了保护装置的可靠性。同时也分析了事故中继电保护的動作行为和典型的不正确动作,并提出相应对策,总结了实施微机保护反措等方面的经验。

【关键词】 事故; 动作分析; 高频保护; 软件升级

1 简介

1.1 “12 01”导线舞动事故

1998年12月1日,河南全省雨加雪天气,风力3~8级,气温-5~2,此恶劣气象条件导致河南电网除洛阳、三门峡、焦作、济源外14个地市大面积导线舞动,线路跳闸663条次,其中220kV线路故障跳闸19条次。

1.2 “12 21”污闪事故

1998年12月21日,豫北地区大雾弥漫,从清晨5时50分至上午11时23分,北汤线、北新线、鹤岳线4条220kV线路故障相继跳闸15条次。虽然多个元件跳闸使系统运行方式大大超出保护的整定计算条件,但没有发生一起因定值问题引起的误动。故障线路的高频保护和某些段均正确快速切除故障,保证了系统的安全稳定运行。

2 继电保护动作统计及分析

2.1 这两次事故范围广,故障发生密度高,根据故障录波及事故后有疑点的保护装置进行的事后检验,结合各种资料总结分析,结果见表1:

在“12 21”事故中,11型、15型微机保护全部正

确动作,不仅保证了电网的安全稳定运行,也说明微机保护反措的实施取得了显著的成果。

表1

线路	单相瞬间故障(次)	单相永久故障(次)	相间故障(次)	220kV正确动作次数	正确动作率
“12 01”事故	19	13	0	129	98.4%
“12 21”事故	15	11	4	235	100%

2.2 1998年7月我省在新乡召开了微机线路保护反措会议,明确了微机线路保护装置的改进措施,主要内容为:

- (1) 更换全网11型、15型微机保护装置的软件版本,高频保护升级到5.18,其余保护升级到5.1;
- (2) 拆除保护装置开入板中用于抗干扰的电容器;
- (3) 高频收发讯机与高频通道之间串联接入用于抗工频干扰的电容器,容量为0.22 μ F,耐压不低于1000V,介质为涤纶或云母或聚脂薄膜。

我省本次更换的微机线路高频保护软件消除了原5.1版中收发信机停信后延时不准确的缺陷。5.1版软件理论上是在停信延时5ms后保护发跳闸令,但根据故障录波提供的信息和动模试验,都说明5.1版软件在停信后2ms左右就出口,难以躲过收

号继电器掉牌等情况,及时打印出完整的微机保护报告和故障录波图。同时应对值班人员分批分期进行专业培训,提高值班人员的专业素质。

收稿日期:1999-06-24

作者简介:左晓铮(1965-),女,本科,工程师,主要从事电力系统继电保护运行维护工作。

ANALYSIS ON THE EVENT OF 220kV LUQING LINE OF YUNNAN
POWER NETWORK IN MAY 23 1999

ZUO Xiao-zheng

(Relaying Section of Power Dispatch Bureau of YunNan Province, Kunming 650011, China)