

铜街子电站220kV线路继电保护设计

朱丽明

(水电部成都勘测设计院)

一、前言

铜街子电站设计容量为 4×15 万kW, 220 kV电压送电, 采用双母线带旁路结线, 六回出线。两回至自贡, 一回至龚嘴, 一回至向家岭, 两回备用。设专用旁路断路器。铜街子电站接入系统后, 由于网架结构紧密, 稳定计算结果表明, 只要继电保护装置能正确、可靠地动作, 暂态稳定水平较高, 能满足稳定导则对保持稳定运行和电网正常供电的要求。故本电站每回出线均配置了两套全线速动保护。

目前, 我国线路保护装置有整流型、晶体管型、集成电路及微机保护。在电网中, 这四种保护均有采用。根据铜街子电站的特点、电网中的地位, 为了保证系统的安全运行, 从保护装置的可靠、快速、灵敏出发, 并考虑经济性及采用新技术的可行性, 进行保护配置及设备选型方案比较。在确定保护配置及设备选型工作中, 与西南电力设计院系统室和四川省电力局总调所多次协商, 广泛征求运行单位的意见, 并收集了大量的继电保护装置有关资料, 经分析比较, 最后确定了铜街子电站的220kV系统保护配置及设备选型。本文针对铜街子电站220kV线路的保护配置和设备选型, 并着重对旁路微机线路保护装置及其和线路接口问题的解决方法作一简单的介绍。

二、保护装置

1. 220 kV 线路保护

按照《稳定导则》的精神, 电力系统安全稳定应建立三道防线: 第一道防线由系统网架结构给予保证, 即系统发生概率较大的单一性故障保护、重合闸和断路器正确动作时, 必须保持电力系统稳定运行和电网正常供电, 且不损失负荷。若网架结构很薄弱或不合理, 不能保证发生概率较大的单一性故障时系统的暂态稳定, 而要靠安全自动装置来保证系统的暂态稳定, 不仅要花费极大的代价, 而且有时是不可能实现的; 第二道防线是电力系统发生概率较小的单一故障, 当保护、重合闸和断路器正确动作时, 允许损失部分负荷来保持电力系统稳定; 第三道防线是系统发生稀少的多重故障或因其它预料不到的因素导致系统稳定破坏时, 防止系统全面崩溃。

铜街子电站接入系统后, 网架结构较为紧密。从大量的稳定计算可知: 本电站出线发生概率较大的单一故障时, 只要保护装置正确动作, 系统不会失去暂态稳定, 即使发

生概率较小的单一故障，若保护装置正确动作，也可以靠损失部分负荷来保持电力系统稳定。因此，加强线路主保护，对建立电力系统稳定的第一、第二道防线起极其重要的作用，故铜街子电站每回出线均配置了两套全线速动保护。220kV线路保护自动装置配置如下：

- (1) 高频相差；
- (2) 高频闭锁的距离、零序方向保护；
- (3) 综合重合闸装置。

2.220kV旁路

220 kV 旁路保护及自动装置配置如下。

- (1) 距离、零序方向保护；
- (2) 综合重合闸装置。

旁路代线路断路器，线路的高频闭锁装置要切至旁路，构成高频闭锁的距离、零序方向保护。

三、设备选型

整流型和晶体管型保护，在我国已积累了丰富的运行经验，已形成一套完整的、适合我国电力系统特点的设计体系。为了总结我国高压线路保护多年来的设计、制造和运行经验，1982年在原水电部及机械委的直接领导下，组成了统一设计工作组，完成了高压线路保护装置的统一原理、统一主要技术指标、统一符号、统一屏上端子排的“四统一”工作。经样机试制及动模试验表明：“四统一”产品完全能满足110 kV、220 kV系统对继电保护的要求。1986年已通过两部鉴定，可投入系统运行。80年代开发的集成电路保护，总结了模拟式保护几十年的经验。无论从整体方案规划、测量元件原理、还是电路设计及逻辑回路构成等，都首先考虑安全性和可靠性。采用了先进的模拟、数字集成电路，解决了整流型及分立元件晶体管型保护不易解决的难题，大大改善了暂态特性，性能指标尤为优越。尤其南京电力自动化设备厂研制、生产的微机线路保护采用先进的计算机技术，具有功能强、调试维修方便，改变定值容易等优点并具有故障测距等功能。该装置已经过了试运行考验，完全能满足系统安全、可靠运行要求。运行单位反映良好，已于1987年通过了两部的鉴定。

铜街子水电站出线对侧系统较为复杂，整定配合困难，为了便于今后的整定配合，只有采用保护整定范围较宽的晶体管分立元件或集成电路保护装置。集成电路保护装置技术先进，性能优越，但价格昂贵，约为晶体管保护的1.8倍。晶体管分立元件保护已完全能满足220kV系统运行的要求，故本电站220kV线路采用了南京电力自动化设备厂生产的晶体管“四统一”保护屏。微机保护具有保护整定范围较广及改变定值容易等突出优点，特别适合在旁路断路器上采用，它又是今后保护发展的方向，但其价格比晶体管“四统一”保护略高一些，故仅在本电站旁路上采用微机线路保护装置。

四、微机线路保护装置简介

微机线路保护装置是由微型计算机实现的新型成套保护装置。装置包括三段相间距离、二段接地距离、四段零序电流方向及综合重合闸，配合收发讯机可构成高频闭锁距离、零序方向保护。

在系统故障时，能通过打印机打印出故障类型，短路点距离，故障时刻（年、月、日、时、分、秒）各元件动作情况和时间顺序以及故障前后一段时间的各相电压和电流采样值。

本装置软件设有在线自动检测程序，能自动发现大部分硬件芯片损坏及插接不良等故障，一旦查出装置异常，保护装置将立即屏蔽中断，停止执行保护程序而转向监控程序，同时打印机打印出故障部位及原因，并能发出信号。

由于软件自检只能在 CPV 正确执行程序的前提下工作，因此一些硬件损坏自检程序就不起作用，为了能及时发现这种故障并发出警报，还设有硬件自检系统。

由于自检功能的完善，使调试工作十分简单。

本装置系高压输电线路成套保护，需整定的项目繁多。因此本装置采用将全部定值固化在 EPROM 以及填写 EPROM 的未使用区以修改定值的方法，整定及修改定值十分方便，此特点使本装置用在旁路上尤为方便。

五、线路接口的解决

线路采用的是晶体管“四统一”保护屏，若旁路也采用晶体管“四统一”保护屏时的设计原则为：当旁路代役时，线路上的高频闭锁连同其收发讯机一起切换至旁路上，由旁路上设置的距离、零序的发信、停信接点来起动作线路上的高频闭锁装置，从而构成了高频闭锁的距离、零序保护。在“四统一”线路保护屏上装有切换开关，当旁路代役时，只需将切换开关切至旁路代役位置，高频闭锁的一切信号均切至旁路，运行操作十分方便。

本电站旁路采用的是微机线路保护装置，它配合收发讯机即可构成高频闭锁的距离、零序保护。即在旁路代线路时，只要将收发讯机切至旁路。“四统一”线路保护屏一般配 GSF-3 型收发讯机，而微机线路保护的高频闭锁需要配 YBX-1 型收发讯机，接口问题不好解决。经反复研究和与厂家多次联系，最后确定“四统一”线路保护屏的高频闭锁改配 YBX-1 型收发讯机，并利用线路“四统一”屏上的切换开关，将微机保护的收信、发信、停信接点接至 YBX-1 收发讯机。这样，当旁路代线路时，也只需将线路“四统一”屏上的切换开关切至旁路代役位置，即可将线路的收发讯机切至旁路，构成高频闭锁的距离、零序保护，运行、操作同样方便，完满地解决了旁路微机保护与“四统一”线路保护接口的问题。

（下转71页）

计算退出飞逸的逸转时间 T

$$T = \frac{\sqrt{H_R} - 1.15n_H D_1 / n'_{1R}}{K} = \frac{\sqrt{127} - 1.15 \times 750 \times 1 / 99.5}{0.0273} = 95 \text{ s} < 120 \text{ s}$$

由计算可知该电站水轮机前不设进口阀, 只要虹吸迅速中断, 机组的逸转时间不会超过两分钟。

四、结 语

单管进水式虹吸电站, 当压力钢管较长, 水轮机前又未设进口阀时, 可按本文推导的简便公式来校验机组甩负荷后, 调速器失灵, 导水叶不能关闭时的逸转时间是否超过厂家保证的飞逸时间。这里的逸转时间是指机组退出飞逸的时间, 即从某一导水叶开度下的最高飞逸转速降至 115% 额定转速时的逸转历时, 而厂家保证的飞逸时间是指在最大飞逸转速下, 保证机组另部件不发生有害变形的飞逸时间。长时间的超额定转速运转, 也会造成机组另部件的疲劳损坏和事故隐患, 故对长压力钢管的电站进行前述校验计算是完全必要的。当然, 其计算下限尚可进一步斟酌, 不一定局限在 115% 额定转速。

虹吸真空破坏阀多采用电动蝶阀, 其全开时间一般达十多秒, 很不理想。比较适合的直接启闭式电磁阀, 该阀几乎是瞬时全开。但目前口径都较小, 满足不了要求的补气量。为使用负荷后虹吸迅速中断, 今后应设法提高虹吸真空破坏阀及其自动控制系统的可靠性和速动性, 是确保无进口阀单管虹吸进水式电站机组迅速退出飞逸的关键技术问题, 也有待进一步研究。

(上接74页)

六、结 论

1. 铜街子电站接入系统后, 网架结构较为紧密, 为提高暂态稳定水平及电网过负荷能力, 继电保护装置正确动作尤为重要, 因此每回线配置了两套全线速动保护的方案是正确的。

2. 铜街子 220 kV 系统继电保护设备选型, 结合铜街子电站的特点, 既考虑了安全、可靠、快速、灵敏, 又考虑了经济性及采用新技术的可行性, 经认真分析比较, 最后确定线路采用晶体管“四统一”线路保护屏, 旁路采用微型计算机线路保护屏是合适的。

3. 在设计中, 采用将线路“四统一”屏改为配 YBX-1 型收发讯机, 旁路代役时, 只将收发讯机切至旁路的方式, 完满地解决了旁路微机线路保护与“四统一”线路保护屏的接口问题。