

抽水蓄能电站机组保护配置方案的探讨

韦磊磊

华东天荒坪抽水蓄能有限责任公司 浙江湖州 313300

摘要: 抽水蓄能电站作为电力系统调节平衡的重要组成部分,并且发挥着提高电能质量、促进电能安全稳定的作用。抽水蓄能电站利用电力负荷低谷时的电能抽水至上水库,在电力负荷高峰期再放水至下水库发电的水电站。对于抽水蓄能电站的大容量机组,目前有不同的保护配置方案。

关键词: 水蓄能电站; 机组保护; 配置方案

Discussion on configuration scheme of generator protection of pumped storage power station

Leilei Wei

East China Tianhuangping Pumped Storage Co., LTD., Huzhou, Zhejiang 313300

Abstract: The pumped storage power station, as an important part of the power system regulation and balance, plays a role in improving electric power quality and promoting electric energy safety and stability. The pumped storage power station uses the electric energy at the low power load to pump water to the reservoir and then releases the hydropower station to the lower reservoir during the peak power load. For the large-capacity units of pumped storage power stations, there are different protection and configuration schemes.

Keywords: water storage power station; generator protection; configuration scheme

引言:

目前随着我国经济和社会的快速发展,电力负荷迅速增长,峰谷差不断加大,用户对供电的要求也越来越高。因此抽水蓄能电站作为我国电源结构中一种新型电源,以其调峰填谷的独特运行特性,在电力系统中发挥着调节负荷、促进电力系统节能和维护电网安全稳定运行的功能。抽水蓄能电站将成为水电建设的主流。因此,科学合理的规划抽水蓄能电站势在必行。

1. 抽水蓄电站的作用

抽水蓄能电站既有静态功能,又有动态功能。静态功能是指抽水蓄能电站在低谷时段利用电网多余的电力和电量抽水,在高峰时段利用低谷所抽的水量发电,起到了削峰填谷的作用。若抽水电量是由汛期的水电站提供,可以减少水电站的弃水,提高水电站的利用率和利用小时数。同时,又降低了电网高峰时段的运行成本,缓解了电网调峰的困难。若抽水电量由火电机组或核电机组提供,可以使这部分机组以较平稳的出力运行,缓解这些机组低谷时段深度压负荷、频繁调整负荷、启停

调峰的困难,降低由于调峰运行对机组设备带来的不利影响,因此增加了这部分机组的负荷率、年利用小时数、发电量,延长了机组的寿命,降低了相应电厂的燃料运行费用、检修维护费用、厂用电率等,给这部分电厂带来经济上的效益^[1]。动态功能是指其运行灵活、易调节、易转换的特点,可快速爬坡,跟踪负荷变化,调节频率。可利用其空闲容量及备用水量作系统的旋转备用。也可作发电调相、抽水调相运行,稳定系统电压。由于蓄能电站具有以上功能,在电网中运行提高了电力系统供电的安全性、可靠性、经济性,减少了系统的停电损失,为电网和用户都带来了巨大的经济效益。

2. 抽水蓄能机组保护的特点

2.1 抽水蓄能机组保护的换相

目前大型抽水蓄能机组普遍采用可逆式机组,它在发电工况和抽水工况时的转向是相反的。机组在运行中利用发电/电动机出口侧的换相闸刀改变一次接线的相序,从而实现转向的不同。机组保护的电压、电流量一般采集自机端的压变和流变,因此,在机组作为电动机

运行时采集至机端的电压、电流的相序与作为发电机运行时的相序相反^[2]。此时机组保护的电压、电流量也必须进行换相,使之调整为电动机保护。否则,机组的大差动保护、功率型保护、阻抗型保护、相序检查保护等与相序有关的保护都不能正常工作。

2.2 抽水蓄能机组保护对运行工况的识别

抽水蓄能机组具有发电、发电调相、抽水调相、抽水、变频器启动和背靠背启动等多种工况。为了保证机组在不同工况下的稳定可靠运行,必须根据各种工况的特点配置不同的保护,即按照不同工况投入、切除或闭锁相应的保护。如:机组在变频启动过程中,为防止负序过流保护和大差动保护的误动需将其闭锁,而为了在此期间能快速切除启动回路的相间故障需投入此工况下特有的低频过流保护。因此,必须在正确识别机组的运行工况的前提下,才能保证保护装置的可靠运行^[3]。

3. 抽水蓄能机组保护的换相方式和配置

目前抽水蓄能机组保护装置采用的换相方式主要有采样通道换相方式和软件换相方式。根据换相方式的不同,对机组的保护配置也有较大的不同。

3.1 软件换相及保护配置

软件换相是指保护装置根据采集的状态信号判断机组所处工况或直接采集工况信号后直接在软件中改变相序设置,以使相关的保护计算不受换相的影响。通常保护装置根据换相闸刀位置信号(合于发电方向或抽水方向)来进行换相。采用此方式时同一套保护既能用于发电工况又能用于抽水工况,不需增加硬件的投资,因此,保护装置可采用完全双重化配置方式^[1]。

3.2 采样通道换相及保护配置

采样通道换相方式是指保护装置的二次回路接线以正序连接引入采样模块,发电工况保护与采样通道正常连接,抽水工况保护与采样通道换相连接。采用这种换相方式的保护装置需对发电工况和抽水工况各配置一套保护。根据保护的双重化配置原则,如对保护进行完全双重化配置将导致硬件投资大大增加。因此,保护装置一般采用主要保护双重化配置,后备保护根据其保护原理的不同分别配置于两套保护中。

4. 合理配置高压厂用变压器和励磁变压器的主保护

大部分水电站,尤其是抽水蓄能电站,高压厂用变压器和励磁变压器的容量达不到6.3MVA,所以大部分水电站的高压厂用变压器和励磁变压器的保护都采用电流速断,这对于三相绕组共用油箱的油浸式的变压器是

合理的。经统计表明,即使大型电力变压器,相间短路的概率也远低于匝间短路的概率,三个独立的干式单相变压器绕组和高压侧引出线相间短路故障的机会更是微乎其微。相对而言,匝间短路成为高压厂用变压器和励磁变压器主要的故障类型^[1]。鉴于上述情况,合理的方案是采用差动保护作为变压器绕组和高压侧引出线相间短路故障的主保护。经研究表明,差动保护对变压器绕组的各种匝间短路有很好的灵敏度。采用差动保护并不违背NB/T35010《水力发电厂继电保护设计规范》的规定,该规定对于容量达不到6.3MVA高压厂用变压器和励磁变压器的保护设置均有一句补充:当电流速断保护灵敏度不满足要求时,也可装设纵联差动保护。

5. 机组保护跳闸矩阵的配置

与早期保护设计不同,抽水蓄能电站每套机组保护配置硬件跳闸矩阵,发电电动机、主变压器等保护系统应分别接入相关的跳闸矩阵中,运行人员可以通过跳闸矩阵选择保护的投退,也可选择保护执行动作后果,如可选择断开机组断路器、励磁开关等重要设备。硬件跳闸矩阵的优点体现在逻辑清晰:各保护的投入、闭锁、动作后果一目了然,同时,运行人员维护操作方便。

6. 电站机组保护配置方案的特点

6.1 机组护案

早期的机组保护配置方案主要依据GB/T14285-2006《继电保护和安全自动装置技术规程》中的规定,100MW及以上容量发电机变压器组装设双重主保护。因此,早期的抽蓄机组一般仅设双重主保护(主要包括差保护和单一的后备保护,同时采用主保护与后备保护相互独立(包括保护装置、电流互感器、电压互感器的二次回路均独立)。例如,广州抽水蓄能电站一期,未改造前)按上述原则进行保护配置,采用两主一备方式,而且主保护及后备保护的保护装置、电流互感器、电压互感器的二次回路均独立设置^[2]。目前,国内仍有部分抽蓄电站机组采用这种方式配置,或者采取更为保守的方式是两主两备方式,即两主两备的保护装置、电流互感器、电压互感器的二次回路均独立设置。

6.2 发电电动机的保护配管

由于发电电动机定子绕组拟采用7分支路,国内采用7分支路的机组目前相对较少,一般推荐委托科研单位根据接线方式进行短路故障分析计算,并且根据计算结果提出保护的最优方案。参考国内相似机组发电电动机的保护配置中综合差动保护推荐采用不完全纵差、裂相横差、单元件差动保护。对于轴电流保护,因国内机

组保护将其划为非电气量保护，一般也只设一套。对于95%定子接地保护和100%定子接地保护，因能为同类制保护，一般也各设一套，除此之外的生他发电电动机保护按双套配置，按A、B套分别组屏^[3]。

7. 保护电流互感器及电压互感器的配置

7.1 电压互感器

在机组15.75kV侧配置4组电压互感器，其中3组在发电电动机与换向开关之间，另一组在换向开关与主变压器之间，以满足保护和测量等要求。主变压器高压侧主接线形式为五角形接线（两进三出，500kV出线为一主两备），联合单元的主变压器高压侧及500kV出线各配置一组电压互感器，以满足保护和测量等要求^[4]。

7.2 电流互感器

一般来说，对于300MW级及以上发电变压器组用的电流互感器，由于系统一次时间常数较大，电流互感器暂态饱和严重，由此可能导致保护误动或拒动的严重后果。因此，目前相关规程推荐采用TP类电流互感器，一般采用TPY型，此类电流互感器对在指定的暂态工作循环中的峰值瞬时误差有准确限值的规定，剩磁不超过饱和磁通的10%。目前，在实际配置中，有两种不同的方案，一种将发电机变压器组差动保护用电流互感器均配置为TPY型，另一种仅将主变压器高压侧的差动保护用电流互感器配置为TPY型，将主变压器低压侧的差动保护用电流互感器配置为5P30型，在后种配置中，可考虑将低压侧电流互感器的容量增大，对暂态饱和亦有抑制

作用，同时由于目前的微机保护装置也有抑制暂态饱和的功能，因此这两种配置都能满足要求，抽水蓄能电站机组保护用电流互感器按后者配置。目前已由早期的硬件换向过渡到软件换向，不再在换向开关内装设电流互感器，由保护装置根据不同的工况来实现软件换向^[1]。

8. 结束语

抽水蓄能电站和常规水电站的继电保护设计中，有些广泛采用的习惯做法经不起认真地分析推敲。找出这些习惯做法的问题所在，采用更加合理的配置方案和计算方法，会使继电保护为主设备安全运行起到更好的保障作用。在进行抽水蓄能电站进行电力的利用过程，更多的进行电力资源的使用情况的部署，同时降低发展的成本并提高资源的使用效率，会使我国抽水蓄能电站的建设更好的发挥自身的潜能，造福民众。

参考文献：

- [1]罗文雄.关于水电站发电机变压器继电保护的探讨[J].黑龙江水利科技, 2017, 45(04): 101-102+122.
- [2]陈俊, 王凯, 袁江伟, 王光, 石祥建, 沈全荣.大型抽水蓄能机组控制保护关键技术研究进展[J].水电与抽水蓄能, 2016, 2(04): 3-9.
- [3]王光, 陈俊, 姬生飞, 王凯, 季遥遥.300MW级抽水蓄能机组继电保护原理优化研究[J].水电与抽水蓄能, 2016, 2(04): 10-16.
- [4]姜树德.抽水蓄能电站继电保护的几个常见问题[J].水电与抽水蓄能, 2018(3).