

江苏电网 220 kV 备用线路运行的若干问题

许栋栋,张 勇,秦旭东,汪志成
(江苏电力调度通信中心,江苏南京 210024)

摘要:对江苏电网 220 kV 备用线路运行存在的问题进行了探讨,并对 220 kV 备用线路的功能、一次运行方式、保护选择及自动装置配置应用等作了介绍,提出了相应的解决方案及建议。加强对备用线路的运行管理与研究,充分发挥备用线路的作用,做到可靠、快速、灵活备用,将大大提高电网运行的质量。

关键词:备用线路;分相电流差动保护;备自投;同期并列装置

中图分类号:TM76

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2010)03-0035-04

随着江苏 220 kV 电网分层分区运行,220 kV 备用线路逐渐增多。备用线路将彼此割裂的分区电网联系起来,让各分区既各自独立,又互通互济。针对 220 kV 备用线路的运行方式,江苏省调曾对备用线路充电端的选择原则、继电保护投运原则以及运行管理和事故处理要求作了初步规范。伴随省公司“电网生命线工程”课题的提出,220 kV 备用线路将承担更多的功能。然而,在实际运行中发现,江苏省 220 kV 备用线路的一次运行方式与保护、自动装置的配置已经不能满足电网的要求。一系列新的问题,促使重新思考 220 kV 备用线路的运行方式、保护的选择、自动装置的配置与应用。

1 备用线路需实现的功能

根据目前电网的实际情况和要求,备用线路需主要承担以下功能:

(1) 作为系统联络通道,在 500 kV 主变检修或故障时,将 2 个相邻分区合环运行;

(2) 作为分区间调整负荷的备用线路,当某一分区出现大机组跳闸等原因造成分区供电能力不足时,由相邻分区通过备用线路转供负荷;

(3) 作为单电源变电所的备用电源,当工作电源因故障或其他原因消失后,迅速地将备用线路投入工作,保证持续可靠供电;

(4) 作为电网的“生命线”,在系统发生灾难性故障时,确保电网快速恢复和同期并列。

2 目前存在的问题

(1) 分区间负荷的频繁转供导致备用通道的操作频繁,随着无人值班变电所的增多,调度正常操作尤其是事故下的操作的及时性不能得到有效保证,给调度安全运行造成极大的安全隐患。

(2) 部分备用线路的线路保护装置与部分继电保护运行规定已不能适应当前备用线路运行的需

要,频繁的保护启停与定值切换操作,影响了事故处理时的速度,增加了现场人员及调度人员对设备二次状态把握的难度。

(3) 部分备用通道上的变电所单电源供电,供电可靠性差。如某 220 kV 变电所 I 段母线有 2 条进线,进线 1 运行,供 1 号主变;进线 2 作为分区间备用线路,本侧开关热备用,母联开关 DL 热备用。220 kV 侧未装设备自投装置。如图 1 所示。

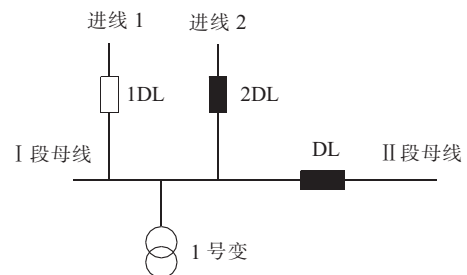


图 1 变电站接线

2009 年 7 月,当运行的进线 1 发生永久性故障,重合不成功时,1 号主变失电约 1 h。进线 2 没能起到备用线路的迅速恢复供电的作用。

(4) 多数备用线路未装设同期装置,当某一分区发生灾难性故障,很难迅速找到最佳并列点并通过 220 kV 与大系统实现同期并列。

(5) 部分备用线路设计标准低,载流量低,当分区间合解环潮流大时,无法满足合解环要求。在恶劣条件下,自身生存能力差,难以承担“电网生命线”的重任。

3 一次运行方式

备用线路需实现的功能决定备用线路的运行方式与二次配置。备用线路以上的各项功能都要求备用线路处于运行状态,或在系统需要时能快速投入运行,即热备用状态。

备用线路的 2 种运行状态即:A,线路合环运行;B,线路馈供负荷。

备用线路的 2 种热备用状态即:A,一侧开关充电运行,一侧开关热备用;B,两侧开关运行,其中一侧空充母线。

在决定或影响备用线路的一次运行方式时,还需考虑以下几个问题。

(1) 考虑供电可靠性。尽量安排双线并馈方式^[1];或在单电源供电时,通过备用电源投入装置,当工作电源因故障或其他原因消失后,迅速地将备用电源投入工作,并断开工作电源,保证连续供电。

(2) 考虑电力线路防盗。充电线路比冷备用线路更利于电力线路防盗。

(3) 考虑雷季运行方式。线路断路器在雷雨季节开断而线路侧又带有工频电压(热备用状态)时,沿线袭来的雷电波(其幅值最高可达绝缘子 50%冲击放电电压 $U_{50\%}$) 在此处发生开路末端反射升到 $2U_{50\%}$,这远超过断路器雷电冲击绝缘水平而使其放电并继发生工频电弧。220 kV 断路器纵绝缘的额定雷电冲击耐受电压一般等于相对地绝缘的耐压值而不考虑反极性的工频电压。考虑到经济性,目前 220 kV 等级不大可能靠提高断路器断口耐压水平来避免事故发生。总之,因可能存在反极性工频电压,故断路器在雷电波袭来时完全可能不对地闪络而在极间闪络即断口击穿,随后由工频电弧引起爆炸^[2]。因此,为保证热备用开关在雷雨季节的安全运行,在线路开关热备用侧应装设避雷器进行保护。为适应将来运行方式和充电端的变化,建议在两侧均装设避雷器。

4 保护及重合闸方式

4.1 纵联保护的选择

(1) 采用不同的纵联保护对单侧电源运行方式线路的影响。线路的纵联保护主要有高频保护与分相电流差动保护。对于单侧电源运行方式的备用线路,如果采用高频闭锁保护,当线路上出现故障时,电源侧高频保护启动,给自己和对侧发信,然后自己判断区内故障停信。而非电源侧虽然收到电源侧的远方启讯也启动收发信机,但因没有故障电流,无法停信。两侧都收到闭锁信号,线路无法快速跳闸。

分相电流差动保护原理简单,不受单侧电源运行方式的影响。在分相电流差动保护中,除了有两相电流差突变量和零序电流启动元件外,增加了一个低压差流启动元件。该启动元件的启动条件为:①差流元件动作;②差流元件的动作相或动作相间的电压小于 0.6 倍的额定电压;③收到对侧“差动动作”的允许信号。同时满足上述 3 个条件该启动元件启动。当线路上出现故障时,弱电侧尽管三相电

流均是 0,但电源侧有短路电流,所以弱电侧的差流元件可以动作,满足第一个条件。因为差流元件的动作相或动作相间是故障相或是 2 个故障相间,所以弱电侧测量到的故障相或者故障相间的电压就是短路点的电压,这个电压是较低的,所以第二个条件满足。这第二个条件实际上说明线路上发生了短路。电源侧由于差动继电器是动作的,所以可向弱电侧发“差动动作”的允许信号,故而弱电侧第三个条件也能满足。于是弱电侧的低压差流启动元件启动,开始进行差动继电器的计算。因为线路充电一侧有电流,另一侧无电流所以差动继电器动作,向对侧发“差动动作”的允许信号。这样电源侧的分相电流差动保护可以发跳闸命令。对于区内故障,分相电流差动保护能够快速正确动作^[3]。

(2) 采用不同的纵联保护对供电可靠性的影响。分相电流差动保护的应用使得双线并馈这种运行方式得以实施,提高了供电可靠性。

(3) 采用不同的纵联保护对快速调整负荷的影响。图 2 是某变电站 220 kV 接线示意图。进线 1 与进线 2 为 2 个分区间备用线路,电源侧在 2 个不同分区,分别馈供 1,2 号主变,母联开关 DL 热备用。

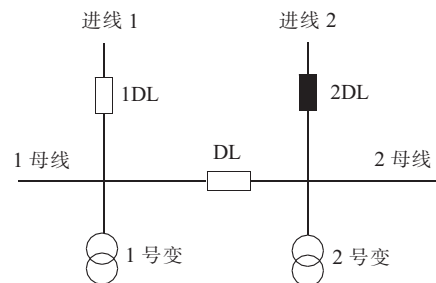


图 2 变电站主接线

进线 1 与进线 2 均配置 2 套高频保护时,进线 1 与进线 2 高频保护均接信号,送端采用三相一次重合闸方式,受端距离、方向零序保护,重合闸停用。此时分区间如需调整负荷,母联 DL 短时合环,这就需要受端保护启用。实际运行中,现场操作保护启用将耗费很多时间,特别是当该变电所是无人值班变电所时,监控中心目前无法远控操作保护启停,使得调整负荷无法做到快速,影响事故处理。

进线 1 与进线 2 均配置 2 套分相电流差动保护时,进线 1 与进线 2 分相电流差动保护均接跳闸,两侧重合闸停用,受端距离、方向零序保护启用。此时分区间如需调整负荷,母联 DL 短时合环,保护不需做调整,这就大大缩短了现场操作时间,即使变电所是无人值班变电所时,监控中心也可以远控操作开关,能够实现分区间负荷的快速调整。

(4) 采用不同的纵联保护对现场操作影响。备

用线路采用高频闭锁保护时,高频保护状态随运行方式变化需做频繁调整。而分相电流差动保护能自行适应备用线路运行方式的变化,无论备用线路作为联络线还是馈供线,分相电流差动保护均接跳闸状态,减少了现场操作。

(5) 采用不同的纵联保护对备自投装置的影响。在装设备自投的变电所,备用线路纵联保护采用分相电流差动保护,更利于故障线路的可靠隔离和简化备自投动作时间整定。

4.2 重合闸方式的选择

对于合环的备用线路,启用单相慢速重合闸。对于空充备用线路,选择重合闸停用,避免重合于永久故障时对系统增加一次不必要的冲击且不影响供电可靠性。对于单线馈供负荷的备用线路,如果采用 2 套分相电流差动保护,也选择重合闸停用。通过备自投装置来提高供电可靠性,因为不需与重合闸时间相配合,简化了备自投动作时间的整定。

5 自动装置的配置与应用

5.1 备用电源自动投入装置在备用通道上的应用

220 kV 电网的分层分区造成部分分区备用通道上的变电所存在单电源供电的情况,如图 1、图 2 这 2 种运行方式,供电可靠性不高。当 220 kV 某一进线永久性故障或远方停电时,与之相连的母线往往发生停电,而停电母线的恢复大多需要人工操作完成。所以在此类型变电所迫切需要引入备用电源自动投入装置自动快速恢复供电,缩短事故停电时间。

以图 2 所示的变电所接线为例,备自投有 3 种运行方式^[4]。

(1) 进线 1 供 I 母,进线 2 供 II 母,母联开关热备用。任一进线故障,隔离该进线,合上母联开关,恢复供电。

(2) 进线 1 供 I 母、II 母,母联开关运行,进线 2 热备用。进线 1 故障或失电时,合上进线 2,恢复对 I 母、II 母供电。

(3) 进线 2 供 I 母、II 母,母联开关运行,进线 1 热备用。进线 2 故障或失电时,合上进线 1,恢复对 I 母、II 母供电。

220 kV 备用通道上的备自投装置一些问题的处理。

(1) 备自投动作后不应导致另一分区 500 kV 主变过负荷。在计算分区 500 kV 主变稳定限额时,将进线故障作为 $N-1$ 故障考虑,计算备自投动作后转移负荷容量情况,必要时将备自投装置短时停用。

(2) 进线故障的判断与可靠隔离。如果进线采用 2 套高频保护接信号,受端保护全停这种保护投

入方案,则进线故障时,因受端保护停用,进线开关跳不开,备自投无法可靠隔离故障。如果进线采用 2 套分相电流差动保护接信号,受端保护启用,两侧重合闸停用这种保护投入方案,则进线故障时,主保护能正确动作,将故障进线可靠隔离。

(3) 母线故障时闭锁备自投。因 220 kV 变电所均装用母差保护,母线故障时,可通过母差保护动作后输出一副接点,闭锁备自投动作逻辑。

5.2 同期装置在备用通道上的应用

当电网发生灾难性故障时,该分区发生 500 kV 系统全停且短时无恢复时,该分区形成小系统,在低频低压切负荷装置等的作用下,小系统虽能保持稳定但方式薄弱,需通过 220 kV 与大系统尽快实现同期并列。如 2008 年初贵州电网遭受冰冻自然灾害,分解成 4 片孤立的电网运行^[5]。

目前分区间的 220 kV 备用线路作为电网“生命线”,是小系统与大系统之间的最佳同期并列点。它具有并列点容易找到、不需空出通道、不需倒排操作等优点,这些对加速系统同期并列尤为重要。但江苏省多数 220 kV 备用线路还未装设同期装置。要实现变电所全部断路器的同期操作自动化将带来同期接线设计和布线的复杂化。

选线器的诞生,大大简化了同一变电所多并列点共用一台同期装置的同期接线设计,也减少了现场二次线的施工工作量。选线器可接受上位计算机发送的选线控制命令实现并列点的切换,也可接受上位机一对一的点动开出量控制,完成并列点的切换^[6]。

对于无人值班变电所,同期装置应能实现让操作人员在监控中心就能调动 RTU 装置内部的同期操作软件模块来进行线路断路器同期合闸,从而能够加速事故处理。

6 结束语

(1) 在备用线路两侧加装避雷器。

(2) 选择 2 套分相电流差动保护作为备用线路主保护。简化保护操作,减少保护启停与定值切换,能够在监控中心通过远控操作实现备用线路运行方式的改变。

(3) 在有备用线路的单电源供电变电所加装备自投装置,提高供电可靠性。

(4) 备用线路两侧变电所加装同期并列装置,加强“电网生命线工程”建设。

(5) 更换线路导线或有针对性的选择分区间备用线路,提高恶劣条件下备用线路的生存能力,满足各种情况下分区间合解环潮流的要求。

参考文献:

- [1] 黄 坚,王 亮,尤承佳. 双线并馈运行方式的实践[J]. 江苏电机工程,2008,27(3):37-39.
- [2] 谢幸生. 线路热备用断路器防雷探讨[J]. 高电压技术,2004,30(2):26-28.
- [3] 肖开进,鲁庭瑞. 电力系统继电保护原理及实用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [4] 刘金官,王 展,汪献忠. 220 kV 微机型备用电源自动投入装置研究[J]. 电力自动化设备,2005(1).
- [5] 周 伟,张建侠,陈建国,等. 同期功能在冰灾后电网恢复中的应用[J]. 贵州电力技术,2008(4):1-4.
- [6] 申乐友,叶念国. 微机型自动准同步装置的设计和应用[M]. 北京:中国电力出版社,2002.

作者简介:

许栋栋(1980-),男,江苏丹阳人,工程师,主要从事电网调度运行工作;

张 勇(1968-),男,江苏南京人,高级工程师,主要从事电网调度运行工作;

秦旭东(1974-),男,江苏扬州人,工程师,主要从事电网调度运行工作;

汪志成(1979-),男,安徽黄山人,工程师,主要从事电网调度运行工作。

Discussion about Some Questions of the Operation of 220 kV Backup Lines in Jiangsu Power Grid

XU Dong-dong, ZHANG Yong, QIN Xu-dong, WANG Zhi-cheng

(Jiangsu Electric Power Dispatching and Communication Center, Nanjing 210024, China)

Abstract: This paper discusses the problems in the operation of 220 kV backup lines in Jiangsu power grid, the functions, primary operation modes, protective selection and the application of automatic device configuration of 220 kV backup lines are introduced, and the corresponding solutions and recommendations are proposed. It will greatly improve the quality of power grid operation through the enhancement of the operation management and research of backup lines, giving the backup lines full play to a role, having reliable, fast and flexible stand-by.

Key words: backup line; split-phase current differential protection; automatic switch device; synchronization device

(上接第 34 页)

Distribution Network Reactive Optimation Based on Improved Artificial Fish Swarm Algorithm

YUAN Yuan¹, CHEN Jin-cao², ZHANG Jun-fang²

(1. Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210008, China;

2. Nanjing Science and Technology University, Nanjing 210009, China)

Abstract: The artificial fish swarm algorithm, which is combined with the mutation operator and simulated annealing algorithm is researched. We have improved the mutation operator and presented a method to tentative determining of mutation probability, and The economic objective function and security objective function is combined to improve the established optimization models of reactive power distribution network. The artificial fish algorithm which combined the improved mutation operator and simulated annealing algorithm is applied to the reactive power optimization, the actual system is taken as an example to calculate, The result shows that the improved algorithm for reactive power distribution network optimization can be reasonable and feasible.

Key words: artificial fish swarm algorithm; distribution network; reactive optimation

赵小均的“新花招”

国家电网世博企业馆的设计师是包揽了水立方在内的 6 个奥运场馆的赵小均先生。赵小均自称此次的展馆设计是他的又一次“创新”的挑战和“梦想”的追求,希望它“可以没有那么澎湃和张扬,却一定昭示着一种内敛的活力和激情”。而“环保、节能、亲民”是赵小均倾注在此次展馆设计中的全新建筑气质。赵小均这次的绝招是“建筑网格表皮”。

展馆两侧的建筑上,覆盖着颇为神秘的网格状的肌理,看上去粗细交错、虚实相间,很抽象,很现代,又绝对能让人耳目一新。据悉,这是从城市网络肌理和供电系统网络结构得来的灵感,暗喻着安全、优质、清洁、可靠供电的电网创新之路。更有意思的是,除了这些神秘网格,展馆建筑表面还密密麻麻地布满了大大小小的圆孔,简直有点童话世界的味道,颇有趣味。据赵小均设计师解释,这些圆形的穿孔不仅是亮丽的摆设,同时,它还是一个简单又奥妙的环保装置——能满足展馆内部分区域的自然采光需求。