

水电站 10 kV 备自投设计的相关问题及解决方案

李光耀 龚林平 封孝松 闫海峰
(溪洛渡电厂,云南 永善 657300)

摘要:对溪洛渡水电站 10 kV 厂用电系统和厂用电备自投做了简单的介绍,针对备自投设计过程中遇到的问题,结合 10 kV 厂用电和备自投装置的实际情况,在备自投的投入、工作模式、闭锁和合闸闭锁等方面提出了优化的设计方案。

关键词:溪洛渡水电站;厂用电;备自投设计

Abstract: The 10 kV auxiliary power system and automatic throw-in equipment of Xiluodu Hydropower Plant are introduced briefly. For the problems encountered in the design process of automatic throw-in equipment, the optimization design scheme in aspects of input, working mode, locking and closing blocking for automatic throw-in equipment is proposed according to the actual situation of 10 kV auxiliary power and automatic throw-in equipment.

Key words: Xiluodu Hydropower Plant; auxiliary power; design of automatic throw-in equipment

中图分类号: TM736 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2012)06-0040-03

0 引言

溪洛渡水电站位于四川省雷波县和云南省永善县接壤的金沙江峡谷河段,是一座以发电为主,兼有拦沙、防洪和改善下游航运条件等综合利用效益的巨型水利工程。溪洛渡水电站在左、右两岸各设一座地下厂房,拥有世界上最大的地下洞群室。地下厂房内共安装 18 台 770 MW 混流式水轮发电机组,总装机容量为 13 860 MW。厂用电 10 kV 系统分厂内、厂外共 8 个供电点,18 条母线。厂用电系统的设计按照“无人值班”的原则进行,主要电源能通过备用进线自动投入(以下简称备自投)。厂用电保护和备自投装置全部采用厦门 ABB 开关设备有限公司生产的新一代 Relion® 615 V3.0 保护和控制继电器,型号为 REF615F。

1 10 kV 厂用电系统介绍

溪洛渡水电站规模大,机组台数多,单机容量大,厂用电设备数量多、容量大且分布范围广。根据电站的负荷分布及厂房布置情况,左右岸 10 kV 系统分别有厂内、厂外 2 个供电系统。电站左右岸厂用电完全对称布置(以下以左岸为例讲解),左岸厂

内 6 条母线形成环网,每 2 段母线为一个供电点,共 3 个供电点。左岸厂外共 3 条母线为一个供电点,其中有 2 条母线联络运行,厂外备自投逻辑较简单不做讨论。溪洛渡电站左岸厂用电 10 kV 系统联络简图如图 1 所示,图中省略厂用电负荷。

2 厂用电备自投介绍

备自投是备用电源自动投入使用装置的简称。即当工作电源因故障断开以后,能自动而迅速地将备用电源投入到工作或将用户切换到备用电源上去,从而使用户不至于被停电的一种自动装置。溪洛渡电站厂内各供电点 2 段母线间设有联络开关,2 段母线正常时分母运行,互为第一备用电源(以下简称一备);1 G、2 G、3 G 供电点之间分别设有联络线,6 段母线形成一个环网,使 1 G、2 G、3 G 供电点之间的相邻母线互为第二备用电源(以下简称二备)。如图 2 所示,以左岸 3 M 为例,主供电电源为 G03K05,一备为 G03K04,二备为 G02K03,常闭的母联开关不参与备自投。

溪洛渡电站左岸厂内 10 kV 系统每条母线设置一套备自投装置,共 6 套,安装在各母线主进线保护盘柜。左岸厂外 10 kV 系统 3 段母线设置两套备自投装置,共 2 套,安装在母联保护盘柜。

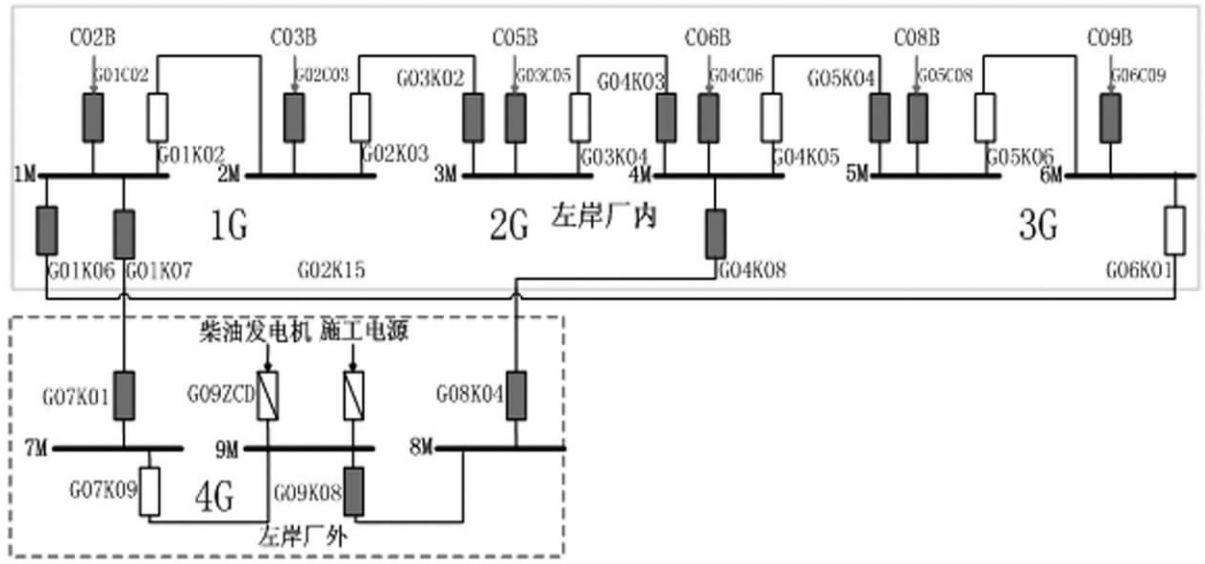


图 1 溪洛渡电站左岸厂用电系统联络简图

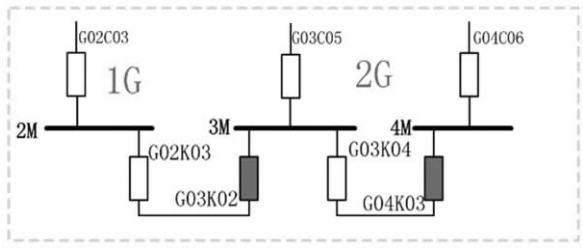


图 2 溪洛渡电站左岸 3 M、4 M 联络示意图

表 1 3 M 备自投需采集的基本信息

开 入 名	开入数量
3 M 主进线 G03C05 工作位、分位、合位	3
2 M、3 M 母联 G02K03 工作位、分位、合位	3
3 M、4 M 母联 G03K04 工作位、分位、合位	3
备自投全自动、半自动、退出 3 种模式	3
保护动作信号	1
TV 断线	1

3 备自投相关问题及解决方案

溪洛渡电站 10 kV 厂用电系统设计复杂,供电要求高,厂用电负荷大,由于一次开关容量的限制,厂内任何进线最多允许带 2 段母线。ABB 装置 REF615F 功能较强,但每一个备自投装置只有 16 个开入。在厂用电系统复杂,备自投采集信息量大,而开入有限的情况下,备自投逻辑的设计存在多个难点。以左岸 3 M 为例,分析设计过程中遇到的问题及解决方案。

3.1 备自投装置开入设计

备自投采集信息量大,备自投装置 16 个开入有限,对于开入的合理设计尤为重要。对于 3 M 备自投逻辑,需采集的基本信息如表 1 所示。

以上需要备自投装置的 14 个开入,剩 2 个开入可用。厂内任何进线最多允许带两段母线,一备和二备只有主进线带母线运行才能允许备自投合闸。备自投设计中通过一备和二备的备自投装置发出的允许备投信号实现。一备允许备投信号逻辑如图 3 所示。

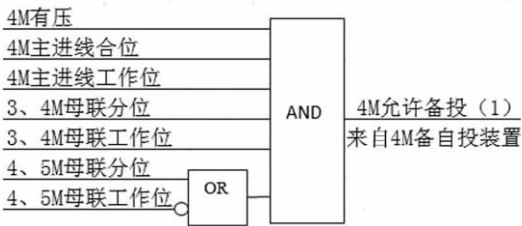


图 3 3 M 一备允许备投信号逻辑

3.2 备自投 3 种工作模式设计

备自投装置有全自动、半自动和退出 3 种工作模式。金沙江溪洛渡水电站 10 kV 开关柜设备采购合同文件中,明确要求远方监控系统可通过 I/O 实现 3 种模式的切换,现地自复式备自投切换开关可实现半自动和退出模式的切换。一般的设计通过备自投现地远方切换把手,远方 3 种模式和现地两种模式经过 5 个开入实现切换。根据开入设计,3 种工作模式只有 3 个开入。为实现完善的备自投工作模式功能,采用如图 4 所示的设计方案。该方案用一个有 3 个常开接点、4 个常闭接点的备自投现地

远方切换把手,把手切换至远方时,备自投装置只接收远方全自动/半自动/退出命令;把手切换至现地时,备自投装置只接收现地半自动/退出命令。同时,把手位置接点接至监控系统,可远方监控把手位置。

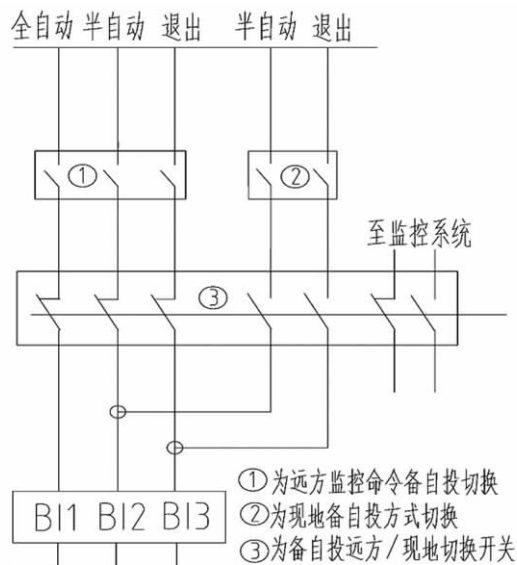


图 4 备自投远方现地工作模式的实现

3.3 备自投动作闭锁设计

当发生母线故障时,相应保护动作母线失电后,闭锁备自投动作,防止备自投动作合于故障,系统再次受到冲击。备自投一般有以下闭锁条件:母线故障、TV 断线、紧急分闸等。

溪洛渡电站距离较长的母线之间设置有两个母联开关,在正常运行时,一个开关处于常闭状态,一个开关参与备自投。由于长距离电缆和两个母联开关的存在,在多种运行方式和故障条件下,是否闭锁备自投较为复杂。如图 2 所示,分析 3 M 和 4 M 母联动作闭锁备自投情况见表 2。

根据开入设计,所有保护动作信号并联,经过一个开入闭锁备自投。对于母联保护信号,要么闭锁备自投,要么不闭锁备自投。如果闭锁备自投,当 3 M 带 3、4 M,母联间发生故障母联保护动作,闭锁 3 M 备自投,这时如果 3 M 再失电,3 M 备自投不动作,造成 3 M 失电;如果不闭锁备自投,当 4 M 带 3、4 M,3 M 发生故障母联保护动作,不闭锁 3 M 的备自投,会造成合于故障,使系统再受冲击。母联弧光保护动作也存在以上问题,这个问题可通过增加 4 个开入(两个母联常规保护和弧光保护动作信号)解决。但这种解决方案势必减少其他的开入,从而

带来其他不安全因素。

表 2 3 M 和 4 M 母联动作闭锁备自投情况分析

工况	故障状况	开关保护动作情况	闭锁备自投情况
3 M 带	3 M 故障	两母联不动	闭锁 3 M,不闭锁 4 M
3、4 M	4 M 故障	两母联动	不闭锁 3 M,闭锁 4 M
	两母联间故障	G03K04 动	不闭锁 3 M,闭锁 4 M
4 M 带	3 M 故障	两母联动	闭锁 3 M,不闭锁 4 M
3、4 M	4 M 故障	两母联动	不闭锁 3 M,闭锁 4 M
	两母联间故障	G04K03 动	闭锁 3 M,不闭锁 4 M
3 M 带	3 M 故障	两母联不动	闭锁 3 M,不闭锁 4 M
3 M	4 M 故障	两母联不动	不闭锁 3 M,闭锁 4 M
4 M 带	两母联间故障	G04K03 动	闭锁 3 M、4 M 的一备

通过以上分析,这个问题似乎很难解决,无论是闭锁还是不闭锁,都会给以后的设备运行留下安全隐患。在设计过程中,设计人员多次思考和讨论,最后通过全新的思路 RS 触发器,巧妙地解决了以上问题。3 M 备自投闭锁逻辑如图 5 所示。



图 5 3 M 通过 RS 触发器闭锁备自投逻辑

3 M 无压作为 RS 触发器的复位端,当有保护动作和 3 M 无压时,为母线故障闭锁备自投;当有保护动作和 3 M 有压时,母线无故障不闭锁备自投。具体 RS 触发器的分析结果见表 3。

表 3 3 M RS 触发器闭锁备自投情况分析

S	R	输出	动作结果
0	0	0	无动作信号,无压,不闭锁备自投
0	1	0	无动作信号,有压,不闭锁备自投
1	0	1	有动作信号,无压,闭锁备自投
1	1	0	有动作信号,有压,不闭锁备自投

3.4 常开常闭母联开关合闸闭锁设计

(下转第 51 页)

4 结 语

介绍了二滩水电站 RCS-985 发变组失磁保护配置方案,并对其采用相应判据的原因作了阐述。结合二滩水电站保护定值和实际运行参数将失磁保护不同坐标系内的判据分别映射到 $R-X$ 坐标系和 $P-Q$ 坐标系,验证了失磁保护与低励限制的配合关系符合国网公司《发电厂并网安全性评价》中低励限制优先于失磁保护动作的要求。

参考文献

- [1] DL/T 587-2007,微机继电保护装置运行管理规程[S].
- [2] 刘伟良,苟吉辉,薛玮.发电机失磁保护与低励限制的整定配合[J].电力系统自动化,2008,32(18):77-

(上接第42页)

设计初,常闭母联开关运行时默认为闭合,如图3所示,备自投允许信号中,没有考虑常闭母联开关信息。由于常闭开关配置保护具备切除故障的能力,所以在实际运行中,存在常闭开关跳开的情况。如表2所示,在3M带3M、4M带4M的工况下,如果母联电缆发生故障,跳开常闭开关,3、4M均不失电,RS触发器不闭锁备自投。这时再发生3M或4M失电,备自投合一备G03K04,常闭开关G04K03已断开,一备G03K04在合位不会启动合二备的逻辑流程,造成母线失电。通过分析,在以上工况下,RS触发器不能解决问题。

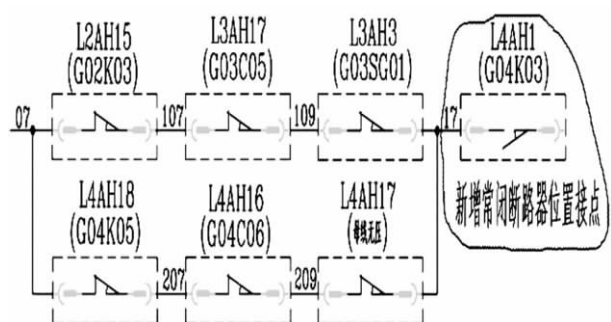


图6 G03K04 合闸闭锁回路

无论是保护动作跳开常闭开关,还是其他原因跳开常闭开关,对不同的母线,应单独闭锁与常闭开

80.

- [3] 殷建刚,彭丰,杨平,等.发电机失磁保护中系统低电压判据的探讨[J].电力自动化设备,2003,23(12):28-31.
- [4] 赵华,吴春红.两种坐标系下发电机低励限制整定与失磁保护配合[J].河南电力,2010(3):12-14.
- [5] DL/T 684-1999,大型发电机变压器继电保护整定计算导则[S].
- [6] 王维俭.电气主设备继电保护原理与应用[M].北京:中国电力出版社,2002:186-262.

作者简介:

季杰(1987),男,本科,助理工程师,从事发电厂继电保护工作;

黄建琼(1984),女,硕士,工程师,从事发电厂监控系统工作。

(收稿日期:2012-05-22)

关相连参与备自投的常开母联开关(一备或二备),而不是闭锁整个母线的备自投。要解决这个问题,必须引入常闭开关状态信息,在开入有限的情况下,在备自投逻辑里很难实现。经过研究,采用如图6所示的方案,即在常开开关硬接点合闸闭锁逻辑里,引入常闭开关位置接点。常闭开关跳开时,如果母线失电,闭锁常闭母联开关的合闸,常闭母联开关备投合闸失败,延时合其他备投电源使恢复母线供电。

4 结 语

水电站建设日新月异,厂用电接线方式日趋复杂,使备自投逻辑设计难度也相应增加。结合溪洛渡电站的实际情况,通过对备自投设计过程中,备自投的开入、工作模式、闭锁和合闸闭锁等问题的探讨,解决了备自投设计的多个问题,对保障系统安全、稳定、可靠的运行具有重要意义,同时对于其他电站备自投装置的设计有一定的实际借鉴意义。

作者简介:

李光耀(1986),男,助理工程师,从事继电保护维护管理工作。

(收稿日期:2012-05-22)