

安谷水电站 10 kV 厂用电备自投系统的设计

李 由¹, 姚 坤¹, 何国珍²

(1. 四川省水利水电勘测设计研究院, 四川 成都 610072; 2. 中国水电建设集团圣达水电有限公司, 四川 乐山 614013)

摘 要:安谷水电站厂用电系统较为复杂, 运行工况较多。为满足电站厂用电运行要求, 结合电站主接线形式和实际运行方式, 对 10 kV 备自投实现功能及闭锁条件进行了优化设计。

关键词:安谷水电站; 厂用电; 10 kV 备自投; 设计

中图分类号:TV7;TV735;TV22

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)01-0075-04

1 概 述

安谷水电站是大渡河干流水电梯级开发中的最后一级, 坝址位于乐山市安谷河段的生姜坡, 距上游沙湾水电站约 35 km, 下游距乐山市区约 15 km, 有省道 S103 从枢纽区左岸通过, 对外交通较方便, 可将设备运至主厂房安装间。电站装机容量为 772 MW, 装设 4 台单机容量为 190 MW 的轴流转桨式水轮发电机组(1~4#机组)和 1 台 12 MW 的轴流转桨式水轮发电机组(5#机组, 生态机组)。电站以 220 kV 电压等级接入电力系统, 按无人值班(少人值守)设计。该电站全部机组已于 2015 年 9 月投入商业运行。

安谷水电站厂用电系统采用两级电压供电, 分别为 10 kV 高压厂用电系统和 400 V 低压厂用电系统, 其组成形式及作用为:

(1) 10 kV 高压厂用电系统: 由五段母线组成,

第一、二段母线进线电源分别引自 1#、3#机组离相封闭母线, 经厂变降压至 10 kV; 第三段母线进线电缆引自 5#机组 10 kV 开关柜(5#机组出口电压为 10 kV); 第四、五段母线位于电站大坝集控房内, 进线电源分别引自 35 kV 外电源和柴油发电机。10 kV 高压厂用电系统为机组自用变、全厂公用变、照明用变、检修排水深井泵、坝区配电变、船闸及库尾等提供电源。

(2) 400 V 低压厂用电系统: 由机组 400 V 自用电系统、全厂 400 V 公用电系统、照明 400 V 用电系统及坝区 400 V 配电系统组成, 各 400 V 系统均为两段母线, 为全厂机组辅助设备和公用设备等提供动力及辅助电源。

2 安谷水电站 10 kV 厂用电备自投

2.1 安谷水电站 10 kV 厂用电系统的运行方式
安谷水电站 10 kV 厂用电系统见图 1。

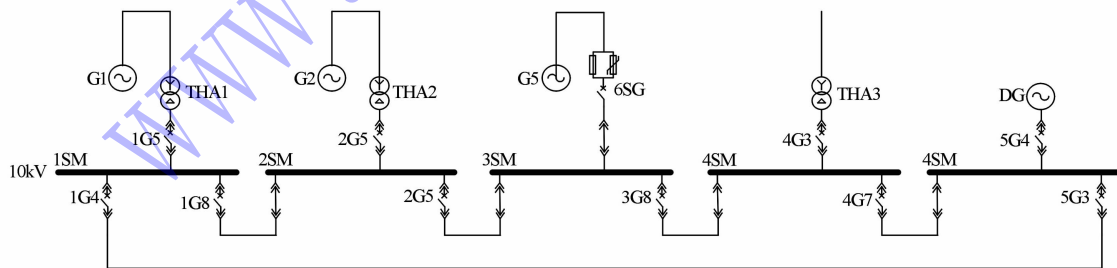


图 1 10 kV 厂用电系统结构图

10 kV 厂用电系统正常运行时, 1SM、2SM、3SM 分别独立运行, 即 1G8、2G5 母联开关断开, 4G3、5G4 断开。坝区供电(4SM、5SM)由 3SM 提供, 即 3G8、4G7 为常闭。1SM 与 5SM 通过 1G4、5G3 的连接回路不纳入 10 kV 备自投控制范围,

但需进行相关闭锁接线。

当 10 kV 厂用电系统发生故障时, 故障运行方式为:

① 10 kV 母线 1SM 失电, 判断 2SM 母线是否有电? 若有, 则断开 1G5, 合上 1G8。

② 10 kV 母线 2SM 失电, 判断 3SM 母线是否

- 有电?若有,则断开 2G3,合上 2G5。
- ③10 kV 母线 3SM 失电,判断 2SM 母线是否有电?若有,则合上 2G5。
- ④10 kV 母线 1SM、2SM 失电,判断 3SM 母线是否有电?若有,则断开 1G5、2G3,合上 1G8、2G5。其他两段母线失电情况同理。
- ⑤10 kV 母线 1SM、2SM、3SM 同时失电,则断开 1G5、2G3、6SG,合上 4G3、1G8、2G5,由外来电源供电。
- ⑥10 kV 母线 1SM、2SM、3SM、4SM 同时失电,则断开 1G5、2G3、4G3、3G8、6SG、5G3,合上

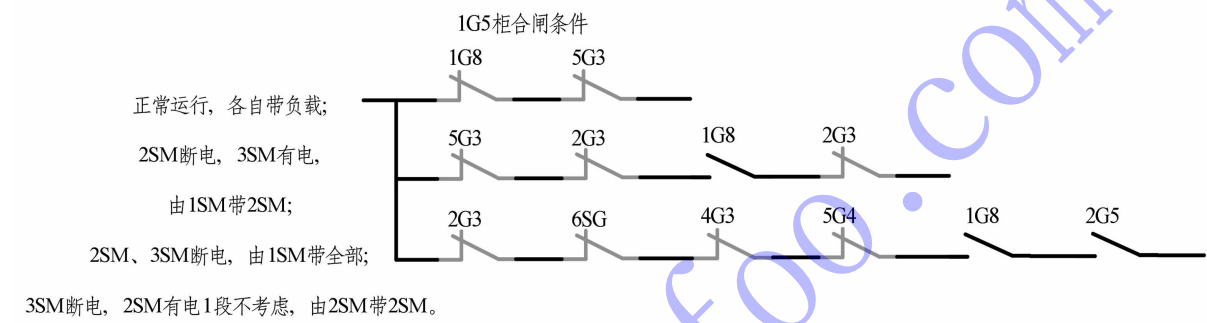


图 2 10 kV 厂用电系统 1G5 合闸闭锁条件示意图

如图 2 所示,1G5 断路器闭锁条件由三部分组成:

(1)正常运行时,1SM 母线相关的母联断路器必须全部断开 1G5 才能合闸,由 THA1 为 1SM 母线供电;

(2)当 2SM 母线发生供电故障且 3SM 正常运行、需要由 1SM 母线带 2SM 母线时,2SM 母线与 3SM 相关的母联断路器及 2SM 母线进线断路器必须全部断开,且 1SM 母线与 2SM 母联断路器合闸及 1SM 母线与 3SM 母线无关联,1G5 才能合闸,由 1SM 母线带 2SM 母线;

(3)当 2SM 母线和 3SM 母线同时发生故障、需由 1SM 母线带 2SM/3SM 母线时,与 2SM/3SM 母线相关的进线断路器必须全部断开,且 4SM/5SM 母线均无外来电源,1SM/2SM 及 2SM/3SM 的母联断路器合闸后 1G5 才能合闸,由 1SM 母线带 2SM、3SM 母线。

由此可见,该闭锁条件考虑运行工况较多,各个闭锁条件亦非常繁琐,并且由正常运行转变至故障运行时逻辑判断亦较多,不利于备自投程序的简洁化。过多的判据反而可能导致备自投逻辑判断进入死循环,从而导致备自投装置无法满足

4G7、5G4,以保证大坝供电。

其中柴油发电机(DG)采用手动启动方式。

2.2 备自投运行方式及闭锁条件

安谷水电站 10 kV 厂用电系统采用 1 台由太原合创生产的 WBT196D-IV 分段备用电源自投装置以实现备自投功能。

设计初期,断路器合闸闭锁条件按照厂用电正常运行及各种故障运行方式设计。其闭锁方式较为复杂,例如 1G5 进线断路器,考虑到正常运行及故障运行时,其闭锁条件见图 2。

电厂的实际运行要求。

经过与备自投厂家和业主方多次沟通探讨后决定,各个断路器的闭锁条件不再基于正常以及故障运行工况设计,仅考虑是否非同期合闸作为断路器的合闸条件。因为无论是在正常工况运行或在故障情况运行,断路器合闸的基准都是避免出现非同期合闸,所以,只要能保证断路器合闸时一段母线仅有一路电源进入,即能避免出现非同期合闸。1G5 断路器合闸闭锁条件优化后的情况见图 3。



图 3 优化后 10 kV 厂用电系统 1G5 合闸闭锁条件图

1G5 断路器优化闭锁条件后,只需当 1SM 母线相关的母联断路器全部处于分闸状况,1G5 进线断路器即可以进线合闸操作,由 THA1 带 1SM 母线的所有负荷。如此实施,不仅大大减少了断路器合闸回路的闭锁接线,同时亦能满足正常以及故障运行时 1G5 断路器的闭锁条件。

同时,对于备自投的逻辑控制,我们在与业主沟通并满足闭锁条件的情况下亦进行了相应优化,仅保留 1G5 备自投且考虑四种动作逻辑,具体情况见图 4、5、6、7。

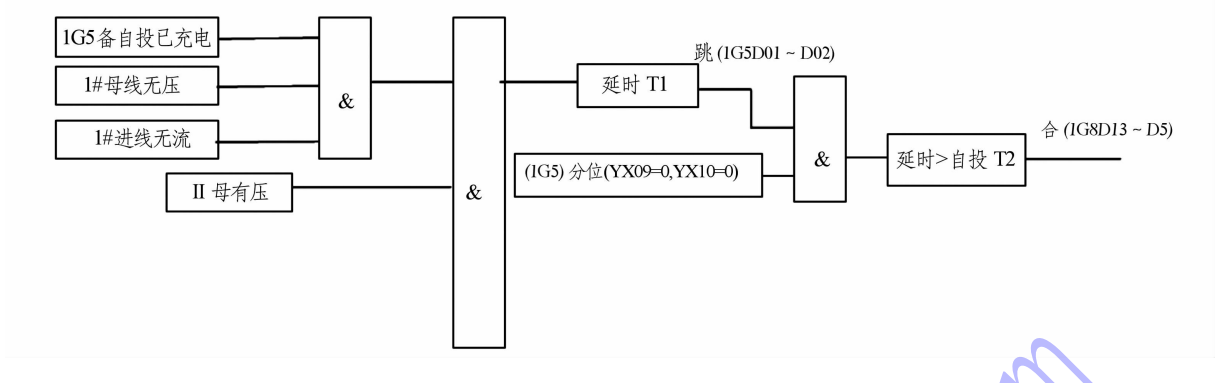


图 4 2 母备用 1 母动作逻辑图

- (1) 第一种动作逻辑:2 母备用 1 母(注:1 母备用 2 母与之类似)。
- (2) 第二种动作逻辑:3 母备用 1 母、2 母。

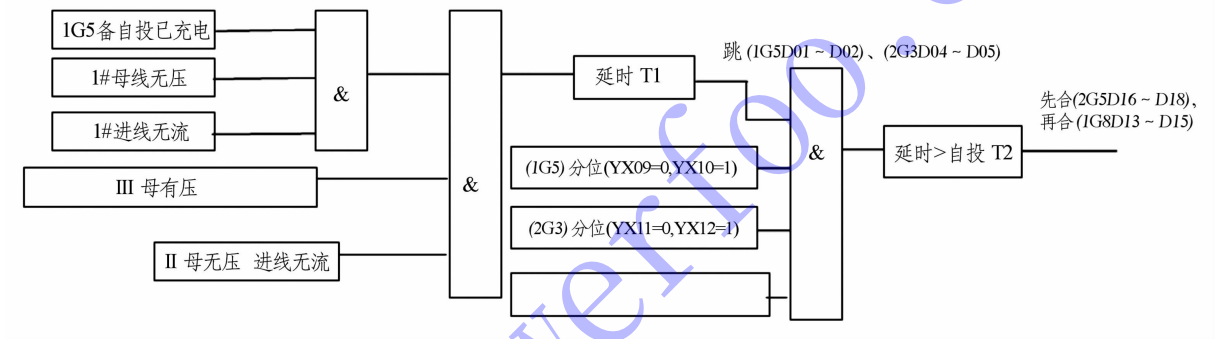


图 5 3 母备用 1 母、2 母动作逻辑图

- (3) 第三种动作逻辑:4 进备用带 3、4、5 母。

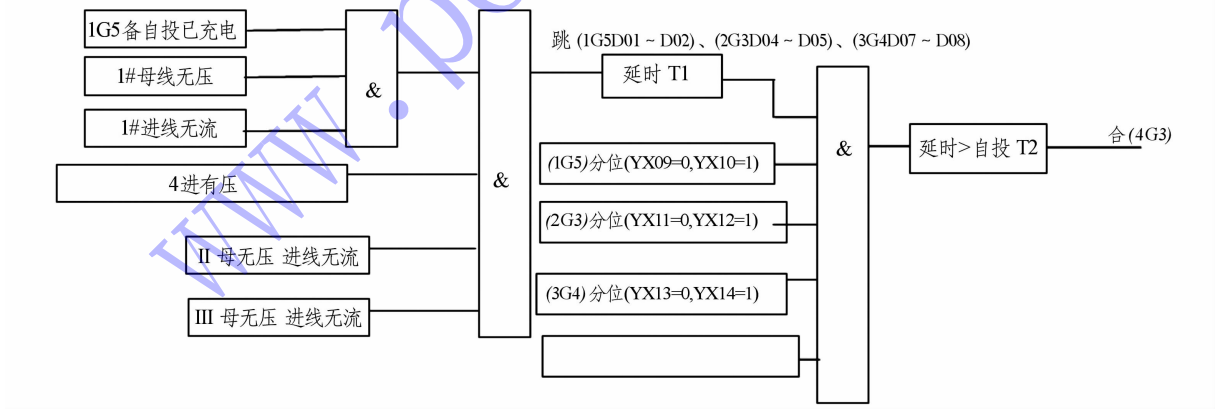


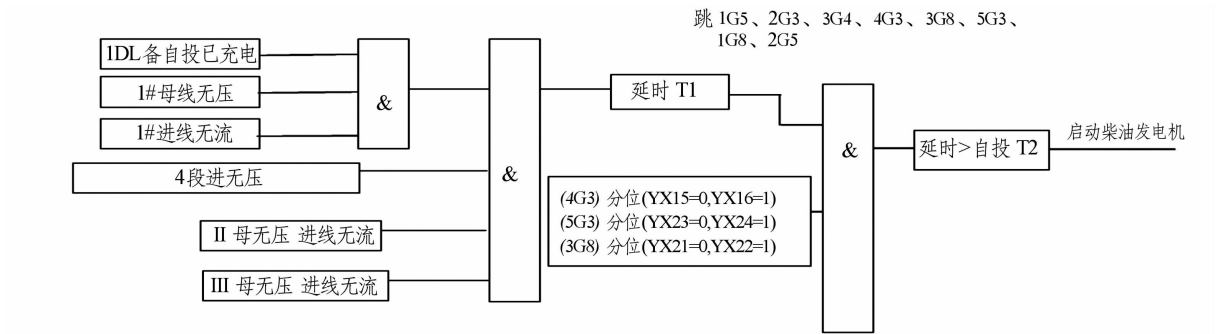
图 6 4 进备用带 3、4、5 母动作逻辑图

- (4) 第四种动作逻辑:启动柴油发电机。

3 结 语

安谷水电站 10 kV 厂用电系统按照优化后的备自投及闭锁条件方案投运后,据电站运行人员

反馈信息得知,备自投运行状况良好,其厂用电系统可靠性高。总之,对于电站的厂用电备自投系统设计,应基于可靠、简洁、逻辑清晰等因素,以利于电站的安全稳定运行及后期的运行维护。



(1)以上逻辑图中的 3G4 开关等同于 6SG 开关。(2)经与业主沟通,除以上逻辑外,增加了一种备自投方式:Ⅲ段母线失电、Ⅳ段母线进线有电,断开 6SG、2G5 开关,由外来电源 4G3 开关自投带Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ段母线,此处不再列出其逻辑图。

图 7 启动柴油发电机动作逻辑图

作者简介:
李 由(1985-),男,四川成都人,工程师,从事水利水电工程电气设计与研究工作;
姚 坤(1976-),男,四川成都人,高级工程师,从事水利水电工程

电气设计与研究工作;
何国珍(1974-),男,湖北通城人,工程师,从事水电站运维技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 57 页)
压腔压力并及时泄压。

表 1 转轮油压试验的主要检查项目及基本要求表				
序号	检查项目	技术规范	说明	
1	油质、油温	规范要求	油质应合格,油温不应低于 5℃	
2	试验压力	规范要求	最大试验压力下保持 16 h	
3	保压时间及压力	厂家要求	符合厂家技术要求	
4	全行程开关次数	规范要求	每小时操作叶片全行程开关 2~3 次	
5	各组合缝及各叶片密封漏油量	规范要求	每个叶片密封装置在无压力和有压力情况下均不得漏油	
6	开启和关闭的最低油压	规范要求	叶片动作平稳,叶片开启和关闭的最低油压不超过工作压力的 15%	
7	动作平稳性	规范要求		
8	接力器行程和桨叶转角关系曲线	厂家要求	与理论曲线比较	

3 结 语

轴流转桨式转轮组装的最大特点是部件数量多、空间狭小,组装后需进行压力试验与动作试验。首先,在转轮体倒置的情况下安装活塞杆、活塞缸、拐臂、枢轴,在转轮翻身后,连接转轮体与泄水锥,安装叶片与叶片密封,然后进行对泄水锥和

转轮轮毂的密封保压试验及转轮叶片动作试验。
在安装过程中,对于清洁卫生一直需要特别关注,一方面是设备本身的毛刺、高点要剔除,另一方面是施工人员自带的工器具、手机、钥匙等物品一旦掉入不易被发现,因此,转轮安装人员不得携带不必要的物品进入转轮内部。由于转轮零部件多、运动部件多,转轮内部螺栓的稳定性尤为重要,必须按厂家要求的锁定或点焊固定。转轮密封是转轮安装成败的关键因素,随着材料科学的发展,密封的形式更新换代很快,因此,密封安装一定要遵循厂家技术人员的指导,正确安装。
该工艺以大渡河安谷水电站为蓝本,总结和归纳了超大型转轮安装过程中遇到的一些重点、难点和注意事项,同时吸取了水电前辈们的成功经验,希望对今后的轴流转桨式机组安装提供一些力所能及的帮助。

作者简介:
黄金龙(1983-),男,四川德阳人,工程师,学士,从事水电站机械设备安装与调试工作;
何仕明(1964-),男,四川西充人,高级工程师,学士,从事水电站机电设备安装管理工作.

(责任编辑:李燕辉)