

数字式备自投装置在水电厂的应用

陈 琼

(福建水口发电有限公司,福建 闽清 350800)

摘要: 水口水电厂厂用电 400 V 备用电源自动投入装置(简称备自投)由常规的电磁型继电器构成,采用可编程 NEP9808A 数字式备自投装置实施技术改造。改造时充分考虑引入到备自投装置的接入量,对控制程序进行合理的逻辑设计,实现母联互投、进线 1 恢复、进线 2 恢复 3 种备自投动作方式和过电流保护动作闭锁备自投功能。根据继电保护整定计算原则和水电厂实际情况,对整定项目进行整定计算。按照回路原理和功能,进行现场调试、回路试验。装置设计简单,现场便于维护,能够监视外部开入回路,具有通信功能,动作可靠性高。NEP9808A 数字式备自投装置投入运行 1 年来,动作成功率达到 100%。

关键词: 备自投; 控制程序; 整定; 试验

中图分类号: TM 732

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)02-0124-04

1 系统介绍

水口水电厂总装机容量 1 400 MW,单机容量 200 MW,是目前华东地区最大的常规水电厂。厂用电接线方式如图 1 所示。

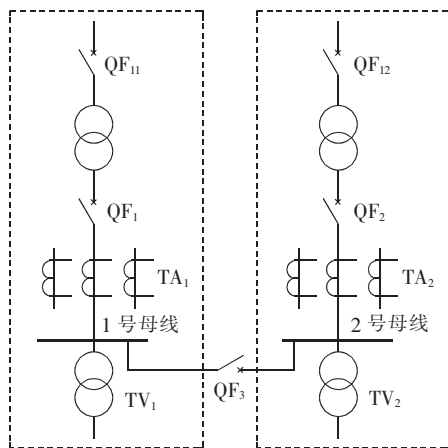


图 1 厂用电接线示意图

Fig.1 Connection diagram of power plant

该系统由 2 台 10 kV 厂用变分别供电给低压侧 2 段母线,母线分段为自动空气开关。在正常情况下,2 段母线分列运行。当某一段母线因事故或其他原因失去电源而另一段母线正常时,备用电源自动投入装置(简称备自投)动作切除该段变压器低压侧的自动空气开关,并自动投入母线分段自动空气开关。改造前,备自投由传统的电磁型继电器构成,该方式的弊端有以下几点:

a. 实现一种基本的控制功能往往需要多个继电器共同承担;

b. 由于继电器触点要经常分合动作,特别是电

压继电器处于常励状态,容易损坏,降低了备自投动作成功率和供电可靠性,且增加了设备维护工作量;

c. 对与外部有关的接点(如开关的辅助接点)是否正常不能进行监视。

上述因素都使该保护方式无法满足电站自动化对继电保护装置的要求。水口电厂采用国电南京自动化股份有限公司的可编程 NEP9808A 数字式备自投装置,接线简单、实现功能方便、维护工作量少、对外部开入回路能够监视,并具有通信功能。

2 NEP9808A 备自投装置及系统接入量

NEP9808A 数字式备自投装置由电源插件、交流插件、CPU 插件、开入量及信号插件、出口插件构成。利用软、硬件措施^[1]防止采样数据异常。采用平台化设计^[2],基于数据的面向对象的设计思想^[3],界面友好、编程简单、容易掌握。装置接入的量有:2 段 0.4 kV 母线电压量、2 条进线电流量、母联电流量,5 个开关 QF₁~QF₃、QF₁₁~QF₁₂ 位置信号量。利用电压量构成母线有压或无压元件,判断母线是否失压或有压;利用 2 条进线电流,构成过流元件,分别判断进线 1 或 2 是否流过故障电流,以避免母线故障备自投动作合于故障母线。

控制程序设计应满足的要求如下:

a. 应保证在工作电源或设备断开后,才投入备用电源或设备,严禁并列运行;

b. 工作电源或设备上的电压,不论因任何原因消失时,自动投入装置均应延时动作;

c. 自动投入装置出口应保证只动作 1 次^[4];

d. 如在设备故障时自投装置动作,如 400 V 母线故障,应采取措施,实现保护动作闭锁备自投合闸功能^[5],待故障电流消除后自动延时复归。

2.1 控制程序设计方式

控制程序按 3 种备自投方式组成,以达到预期

目的。每种备自投方式在充电条件满足充电时间后生效,如满足放电条件中任一种则瞬时放电,在充电完毕后如具备启动条件,备投装置相应动作。

2.1.1 方式 1——母联互投

正常运行方式:2 段母线分列运行,2 台变压器各带一段母线。

装置充电条件:QF₁、QF₂ 在合位,QF₃ 分位,1 号母线、2 号母线有压。

装置放电条件:QF₃ 在合位或两母无压或 1 号母线 TV 二次自动空气开关或 2 号母线 TV 二次自动空气开关在跳位或 TV 断线或开关位置错误或有外部闭锁量。

装置动作逻辑见图 2。正常运行时,2 段母线分列运行。

- a. 若 1 号母线失压,则备自投装置动作:先跳 QF₁₁,再跳 QF₁,然后合 QF₃。
- b. 若 2 号母线失压,则备自投装置动作:先跳 QF₁₂,再跳 QF₂,然后合 QF₃。
- c. 若 QF₁₁ 跳闸,则联跳 QF₁,再联合 QF₃。
- d. 若 QF₁₂ 跳闸,则联跳 QF₂,再联合 QF₃。

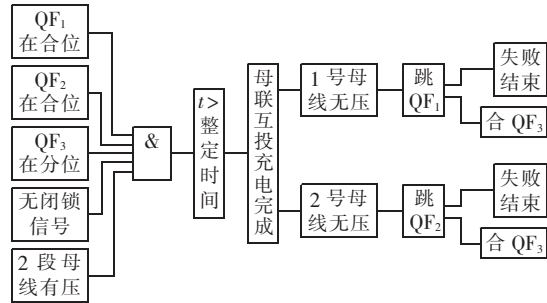


图 2 母联互投动作逻辑

Fig.2 Interconnection action logic of bus coupler

2.1.2 方式 2——进线 1 恢复

正常运行方式:进线 2 带 2 段母线,进线 1 因故障停电,QF₁₁、QF₁ 在分位,QF₁₂、QF₂、QF₃ 在合位。

充电条件:QF₁ 在分位,QF₂、QF₃ 在合位,2 段母线有压,且无闭锁条件。

放电条件:QF₁ 在合位或进线恢复软压板未投入或开关位置错误或有备投闭锁条件。

装置动作逻辑见图 3。

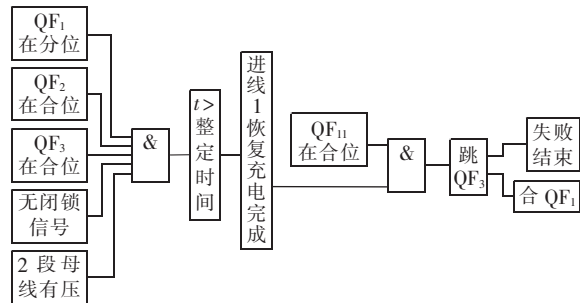


图 3 进线 1 恢复动作逻辑

Fig.3 Recovery action logic of inlet feeder 1

在此方式下,进线 2 供 2 段母线,进线 1 备用,此时 QF₁₁、QF₁ 在分位,QF₂、QF₃ 在合位,如果此时恢

复进线 1,则 QF₁₁ 在合位,联跳 QF₃、联合 QF₁。

2.1.3 方式 3——进线 2 恢复

正常运行方式:进线 1 带 2 段母线,进线 2 因故障停电,QF₂ 在分位,QF₁、QF₃ 在合位。

充电条件:QF₂ 在分位,QF₁、QF₃ 在合位,2 段母线有压且无闭锁条。

放电条件:QF₂ 在合位或进线恢复软压板未投入或开关位置错误或有备投闭锁条件。

装置动作逻辑见图 4。

若 QF₁₂ 在合位,则备自投装置动作:则先跳 QF₃,确认 QF₃ 跳开后,合 QF₂。

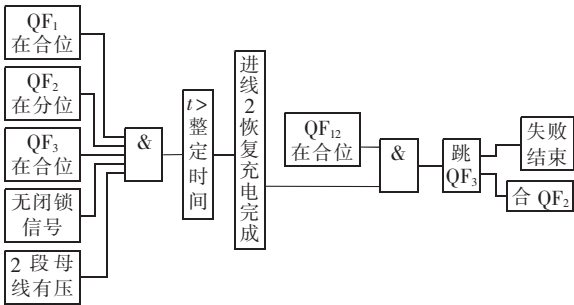


图 4 进线 2 恢复动作逻辑

Fig.4 Recovery action logic of inlet feeder 2

3 整定原则

在备自投装置整定计算时,考虑的运行方式必须从系统可能运行方式中挑出极端运行方式^[6],可保证在任何方式下定值均能满足灵敏、可靠的要求。母线无压元件的任务是反应工作母线电压的消失,其启动电压应尽可能整定低一些,启动电压的选择按以下 2 种情况考虑:躲开在集中电抗后短路时厂用电母线的残余电压;躲开由于电动机自启动时厂用电母线上残余电压。一般取额定电压的 15 %~30 %。

母线有压监视元件是用来监测工作母压是否正常,为保证电动机的自启动,元件的返回电压一般取额定电压的 60 %~70 %^[7]。

无压元件动作时间应尽可能的短些,便于电动机在电压恢复后尽快恢复运转,按以下 2 方面考虑:

- a. 躲过变压器后备保护的動作时间;
- b. 低压侧的备自投无压元件动作时间应较高压侧备自投无压元件动作时间大 1 个时限级差。

备自投投入时间可整定为 0.5s。过电流元件电流整定原则与变压器过电流保护整定原则相同,即取整定值与变压器过电流保护定值一致。

4 功能测试

装置时间校核:装置接通电源后,进入监控主菜单,选择修改时钟菜单,整定装置时间,使装置显示时间与所需标准时间一致。

装置输入回路测试:将保护退出,按接线图在电流回路中加电流。调整相应通道系数使液晶显示所加电流值,在电压回路中加电压,调整相应通道系数

使液晶显示所加电压值。要求误差不超过 3 %。

母线有压监视元件定值测试(三相均有压):整定母线有压定值,使装置其他充电条件满足,然后在线电压 U_{ab1} 、 U_{bc1} 、 U_{ca1} 或线电压 U_{ab2} 、 U_{bc2} 、 U_{ca2} 上慢加电压,使装置显示母线电压,满足充电条件充电,显示值应在整定值左右,误差不超过 3 %。

母线无压定值测试(三相均无压):将备自投投入,整定备自投延时为 0 s;整定母线无压定值,使装置其他充电条件满足,然后在 U_{ab1} 、 U_{bc1} 、 U_{ca1} 或 U_{ab2} 、 U_{bc2} 、 U_{ca2} 上慢降电压,动作值应在整定值左右,误差不超过 3 %。

备自投延时的测试:将备自投投入,整定备自投延时为 0 s;整定备自投延时,使装置充电条件满足,等备用灯亮后,使备自投动作,动作值应在整定值加 0.03 s 左右(装置固定延时为 0.03 s),误差不超过 3 %。

TV 断线功能试验:模拟三线电压的最大电压与最小电压之差大于 30 V,则延时 3 s 发断线告警。若最大电压与最小电压之差小于 30 V,且 $U_{ab} > 80$ V,则 TV 断线返回。

过电流闭锁备自投功能测试:将备自投投入并充电正常,按照定值,分别通入进线 1、进线 2 电流,使元件动作,并模拟备自投启动条件满足,应能闭锁备自投并延时发信。

通信检测:装置通过 RS-485 与水口水电厂辅助自动化控制相连。为了检测监控系统与装置通信软件的工作性能,应用继电保护测试仪模拟装置运行的所有可能情况,分不同的功能子项对通信模块进行测试。

5 现场试验

现场试验主要是进行备自投的逻辑试验,备自投装置逻辑试验不能只停留在装置本身试验,必须从电网角度进行。现场试验时如实际的开关设备无法停电,可以用模拟开关驱动,用开关模拟器模拟各个开关的分合状态。

5.1 试验前应具备的条件

- 备自投装置及回路安装工作已完成,并经检查回路正常;
- 装置单体调试(如进线过流闭锁备自投、母线低电压出口回路、充放电回路、TV 断线功能、备自投工作逻辑等)已完成并经试验正常;
- 已按最新定值单完成定值整定工作;
- 2 段母线已分段运行,母联开关处于热备用状态。

5.2 试验步骤

- 检查 0.4 kV NEP9808A 装置工作正常,充电正常;
- 投入 0.4 kV 自动切换屏所有出口压板;
- 模拟 1 号母线失压,跳 QF₁₁ 开关,联跳 QF₁ 开关,联合 QF₃ 开关,检查正常;
- 合 QF₁₁ 开关,联跳 QF₃ 开关,联合 QF₁ 开关,

检查正常;

e. 模拟 2 号母线失压,跳 QF₁₂ 开关,联跳 QF₂ 开关,联合 QF₃ 开关,检查正常;

f. 合 QF₁₂ 开关,联跳 QF₃ 开关,联合 QF₂ 开关,检查正常;

g. 试验正常后,备自投装置投入运行。

6 效果分析

NEP9808A 数字式备自投装置只需少量的外部接口,就可将各功能连接构成一个完整的备自投投入系统。与改造前采用由多个电磁继电器构成的备自投装置相比,安全性、可靠性均得到了提高,同时日常维护工作量少。配置方便灵活,实现了功能集成化及二次回路简单化。可以与水口水电厂辅助设备计算机联网系统互联,系统模块化程度高,便于运行管理,运行 1 年多时间以来,备自投动作成功率达 100 %。特别是装置引入电流参数,解决了以往变压器过电流保护动作不能闭锁备自投装置的问题,避免 0.4 kV 母线短路故障备自投动作重合造成 2 段母线均停电的技术问题,确保了厂用电安全。

7 结语

可编程的 NEP9808A 数字式备自投装置通过软件编程方式用内部逻辑关系代替实际的硬件连线,即克服了使用传统继电器所带来的弊端;同时,又可兼容基于传统继电器的设计思想和技术方案,尤其是对于逻辑关系较为复杂的触点信号处理及操作出口控制,采用软件编程能使方案设计工作变得更加简单方便。

参考文献:

- 常风然,赵自刚,周纪录,等. 微机保护采样数据异常问题的分析与对策[J]. 继电器,2005,33(1):77-79.
CHANG Feng-ran,ZHAO Zi-gang,ZHOU Ji-lu,et al. Analysis and countermeasures of problems about unusual sampling data in microprocessor-based protection[J]. Relay,2005,33(1):77-79.
- 罗海云,董慧娟. 微机保护平台研究[J]. 电力系统自动化,2005,29(8):92-95.
LUO Hai-yun,DONG Hui-juan. Microcomputer based protective relay platform[J]. Automation of Electric Power Systems,2005,29(8):92-95.
- 蔡树立. 基于面向对象的智能继电保护装置的软件设计[J]. 继电器,2005,33(6):59-61.
CAI Shu-li. Software design of intelligent protection device based on object-oriented technology[J]. Relay,2005,33(6):59-61.
- 国家电力公司. DL/T 5136-2001 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规范[S]. 北京:中国电力出版社,2002.
- 杨朝菁,高华英,李柏松,等. 一种提高对保护动作适应性的微机备用电源自投装置设计方案[J]. 继电器,2005,33(21):79-82.
YANG Zhao-jing,GAO Hua-ying,LI Bai-song,et al. Design of a new backup power automatic switch device for improving the adaptability to protective relay[J]. Relay,2005,33(21):79-82.
- 严琪,杨雄平,陈金富,等. 配电网继电保护整定计算中的运行方式搜索[J]. 继电器,2005,33(21):5-8.
YAN Qi,YANG Xiong-ping,CHEN Jin-fu,et al. Study on searching mode operating for distributed power network in relay

coordination[J]. Relay, 2005, 33(21):5 - 8.

[7] 崔家佩, 孟庆炎, 陈永芳, 等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京: 中国电力出版社, 1993.

(责任编辑: 康鲁豫)

作者简介:

陈 琼 (1971-), 男, 福建长乐人, 工程师, 现从事继电保护技术管理工作 (E-mail: chenq3348@sina.com)。

Application of digital automatic bus transfer equipment
in hydraulic power plant

CHEN Qiong

(Fujian Shuikou Generation Co., Ltd., Minqing 350800, China)

Abstract: The programmable digital NEP 9808A automatic bus transfer equipment is used for 400 V auxiliary power to replace the original one composed of normal electromagnetic relays in the retrofitting of Shuikou hydraulic power plant. With full consideration of the input quantity to automatic bus transfer equipment, the control logic is designed rationally to realize three automatic transfer modes: interconnection of bus coupler, recovery of inlet feeder 1 and recovery of inlet feeder 2. The settings are re-calculated according to protection setting calculation principles and practical operating conditions and the site test is carried out for different circuits according to their principles and functions. The equipment has simple structure and high reliability and monitors binary inputs. It has communication function and its maintenance is convenient. The equipment has been operated on site for one year and its success ratio reaches 100 %.

Key words: automatic bus transfer equipment; control program; setting; test