

大中型水电站电气防误系统设计

刘秋华

(中国水电顾问集团 华东勘测设计研究院,浙江 杭州 310014)

摘要:结合水电站电气“五防”设计要求,在分析了传统电气防误闭锁和微机防误闭锁方式的特点后,提出了在大中型水电站电气防误系统设计中将电气二次防误闭锁和微机防误闭锁相结合的必要性。微机防误闭锁系统结构分为站控层、间隔层、过程层3层;运行模式有隔离、实时在线、混合等多种模式。详细介绍了系统的闭锁方案及其功能等;结合工程实际应用说明了所设计的电气防误操作系统为电站的安全稳定运行提供了有力的保障。

关键词:水电站;电气“五防”;微机防误闭锁系统;电气二次防误闭锁;计算机监控系统

中图分类号: TM 612;TM 76

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2010)03-0103-04

大中型水电站在系统中占有重要地位,对电气操作的可靠性和安全性也提出了更高的要求。因此,在大中型水电站设计过程中就要充分考虑电气“五防”的要求,为电站设计一套安全可靠、操作简便的电气防误操作系统来确保人身和设备安全^[1-2]。

1 水电站“五防”设计要求

目前,电力系统各种规程、规定、文件中所提及的电气“五防”是指^[2]:防止误分、合断路器;防止带负荷分、合隔离开关;防止带电挂(合)接地线(接地刀闸);防止带地线(接地刀闸)合断路器(隔离开关);防止误入带电间隔。为了防止这些误操作的出现,大部分电站都设计采用了防误装置,但是由于种种原因仍出现各种误操作^[3-6]。

电力系统不断发展,操作方式也发生了很大变化:远方操作、就地操作、检修操作、事故操作、多地

收稿日期:2009-06-06;修回日期:2009-11-24

点操作、解锁操作等^[7-10]。要防止上述操作方式下的各种误操作,强制性闭锁措施是必不可少的,而当前很多电站的电气防误措施都不能完全满足要求。因此,需要为电站设计配置一套功能完善、理念先进的电气防误操作系统。

2 传统电气防误闭锁与微机防误闭锁分析

传统电气防误闭锁回路是建立在二次操作回路上的一种防误功能,一般通过开关和刀闸的辅助接点联锁来实现^[11-12]。这是电气防误闭锁最基本的形式,闭锁可靠。但这种方式需要接入大量的二次电缆,接线方式较为复杂,运行维护较为困难,还有辅助接点接触不可靠等缺点。另外,传统电气闭锁回路一般只能防止断路器、隔离开关和接地开关的误操作,对误入带电间隔、接地线的挂线(拆除)等电气二次闭锁接线复杂,尤其是带电间隔网门对外部开关的操作闭锁,实现起来逻辑比较复杂,拆除比较困难。

微机防误闭锁系统不直接采用现场设备的辅助接点,接线简单,它通过防误闭锁系统及软件规则库和现场锁具来实现防误操作闭锁。微机防误闭锁系统可根据现场实际情况,编写相应的“五防”规则程序,可以实现较为完整的“五防”功能和杜绝不正常的操作行为发生,但是在微机系统故障而解除闭锁时,“五防”功能完全失去^[13-15]。

3 水电站电气防误系统设计思路

通过对传统电气防误闭锁和微机防误闭锁的分析可知,将传统电气防误闭锁和微机防误闭锁系统相结合才是全面可靠的电气闭锁方案。针对不同的防误操作设备来设计可靠并且有针对性的电气防误闭锁方案。

3.1 线路、主变间隔断路器、刀闸防误操作闭锁

由于大中型水电站,机组容量大,进出线回路多,为了防止对电站高压设备的误操作,需将传统电气防误闭锁和微机防误闭锁相结合,设置双重闭锁,确保操作安全。在设计过程中,有多种方式,其中一种是将微机防误闭锁系统遥控闭锁继电器的接点和电气二次闭锁接点串联接入各断路器、刀闸机构操作回路中。对于敞开式开关站,为了避免引接过多的二次电缆,电气二次闭锁接点通常只引本间隔的开关接点。这种串联闭锁方案,实现方便,闭锁可靠,解锁方便,拆除任何一种防误闭锁,都可以采用连接片进行短接。同时也避免了在微机防误闭锁系统故障而解除闭锁时,“五防”功能完全丧失的情况。

3.2 厂内开关柜柜门的操作闭锁

通常,发电机出口电压互感器柜和主变低压侧电压互感器及避雷器柜都是直接和母线相连,传统“五防”措施是在各开关柜装带电显示器,利用带电显示器的接点闭锁开关柜的柜门。但是,实现柜门位置对其他开关的操作闭锁比较困难。因此,就需要在柜门装设电编码锁或机械编码锁。当带电时,柜门锁无法打开;在不带电情况下,打开柜门进行检修时,通过微机防误操作系统的规则库可闭锁其他开关的操作,从而确保人身和设备的安全。

3.3 对误入主变高压侧避雷器外围栏带电间隔的闭锁

主变高压侧避雷器处于升压站主变本体处,在避雷器围栏内,如果有人在其间工作,一旦主变送电,将可能对避雷器围栏内的工作人员造成伤害。针对这种情况就需要在主变低压侧相关设备加装五防锁,对高压侧避雷器的网门加装“五防”机械锁(带网门位置记忆功能),实现网门强制闭锁。通过跟监控后台通信的方式,对发电机出口隔离开关遥控设备实行“五防”软闭锁,也即监控系统对发电机出口隔离开关进行遥控时,必须通过“五防”软件判断,得到“五防”允许的命令后方可遥控出口。发电机出口隔离开关的操作逻辑中包含避雷器围栏状态判断,防止围栏打开有人在内工作时误合相关设备导致围

栏内带电。主变高压侧设备只要在相关隔离开关操作闭锁回路中加避雷器围栏状态即可。

3.4 人工挂接地线的闭锁设计

对于零时接地线监控系统无法通过辅助接点采集其状态信号,故采用智能锁具来采集其状态并闭锁,或者采用机械编码锁来进行闭锁。

4 微机防误闭锁系统结构、操作流程及运行模式

微机防误闭锁系统结构上分为站控层、间隔层、过程层3层。站控层由防误主机构成,完成操作票的模拟、防误逻辑的判断、实时状态的采集等功能。间隔层由网络控制器、分布式控制器、无线路由器、无线电脑钥匙构成,完成有线和无线网络的通信、解闭锁控制等功能。过程层由智能锁具、普通编码锁等组成,完成闭锁各种设备的功能。微机防误系统结构如图1所示。

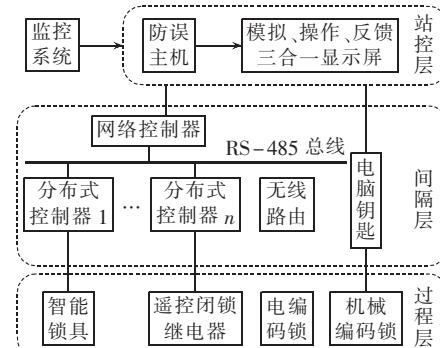


图1 微机防误系统结构图

Fig.1 Block diagram of microcomputer anti-maloperation interlocking system

在中控室设置综合操作屏,将信号返回屏、模拟屏和控制屏的功能集于一屏。与监控系统接口后,能够将各电气设备的电量参数、全站的设备状态、事故和故障信息在屏上实时显示和报警,能够对设备倒闸操作进行防误模拟预演,可以在屏上对设备直接进行倒闸操作,既节省了空间,又满足“两票三制”的安全管理流程。微机防误闭锁操作流程如图2所示。

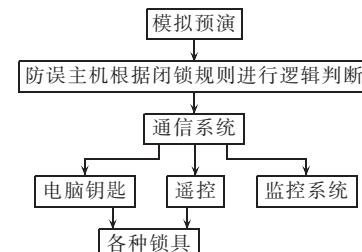


图2 微机防误闭锁操作流程

Fig.2 Flowchart of anti-maloperation interlocking operations

微机防误操作系统具有多种运行模式:离线模式、实时在线模式、混合模式。在常规状态下,由无线网络构建实时数据传输系统,保证系统状态的实时

刷新、操作过程的全程实时跟踪等功能;系统不仅支持脱离实时网络的离线运行模式,还具备离线、实时混合操作模式,为操作人员提供灵活方便的操作手段,保证运行操作顺利进行。

无线网络是由网络控制器、无线网络路由器、无线电脑钥匙构成的无线蜂窝局域网,结构简单,性能可靠,具有微功耗、抗干扰、智能组网、大容量等特点。电脑钥匙作为一个无线节点在网内漫游,实现站控层设备和操作终端之间的实时信息交互。

无线电脑钥匙包含无线通信、红外传输2种通信方式,在正常情况下,网络控制器、无线路由器、无线电脑钥匙之间通过无线方式通信,它们之间在站内搭建一个实时网络系统,防误主机通过网络控制器可与电脑钥匙保持实时在线通信。当出现网络故障的情况,电脑钥匙与主机之间仍然采用IrDA红外方式进行通信。

5 微机防误操作闭锁方案及系统功能

5.1 闭锁范围

以中控室为中心建立集控系统,对电站220kV及以上开关站的断路器、隔离开关及接地刀闸、主变避雷器网门以及厂内发电机出口断路器、隔离开关、高压开关柜设备、干式变柜门等实现闭锁。

5.2 闭锁方式

a. 断路器由监控系统控制,采用遥控闭锁控制器对其进行闭锁。

b. 220kV及以上隔离开关由监控系统控制,采用遥控闭锁控制器对其进行闭锁。

c. 手动接地刀闸采用机械编码锁进行闭锁,就地操作。

d. 主变避雷器网门及其他各设备网门加装机械编码锁(带网门位置记忆功能),实现网门强制闭锁。

e. 通过和监控后台通信的方式,对发电机隔离开关实行“五防”软闭锁,即监控操作发电机隔离开关时,必须通过微机防误软件判断,得到微机防误系统允许的命令后方可遥控出口。

5.3 强制性五防闭锁

通过微机防误操作系统的计算机预演,检验和传输操作票,模拟预演后运行人员可按照各种操作票的顺序对设备进行操作,避免正常情况下由于操作顺序不当而引起各种电气设备误操作,实现部颁“五防”要求,同时还可实现母线倒闸、线路侧验电等复杂操作闭锁功能。

5.4 在线离线对位

微机防误操作系统通过串口与电站计算机监控系统实行单向通信,接收监控系统的电气设备状态实时信息,在综合操作屏上直观地反映系统和设备的工作状态。在离线方式时,运行人员利用电脑钥匙对电气设备操作完毕后,将电脑钥匙插回传输口,通过电脑钥匙反馈现场信息给系统主机,检测操作屏

上各元件的状态是否与实际设备的运行状态一致,若不一致时则告警并显示设备名称,提示操作人员进行对位。

5.5 防误闭锁操作

操作过程实时跟踪,电脑钥匙作为移动操作终端,具备无线接口,可与防误主机实时通信。防误系统在各种工作模式下都支持多任务并行操作。在操作过程中,“五防”主机结合电站计算机监控系统的实时遥信、遥测信号,如果发现现场设备误动或跳闸,“五防”主机对实时在线的电脑钥匙及时提供解决措施,有效防止可能产生的误操作。系统可实现遥控闭锁功能,遥控闭锁与微机防误操作系统主机配合使用,具有下列主要功能及性能:

a. 由微机防误操作系统的“五防”主机控制遥控闭锁装置导通遥控操作设备的控制回路;

b. 通过把遥控闭锁继电器的常开接点串联在遥控、就地操作的控制回路中,实现对受控设备操作的强制闭锁;

c. 系统采用冷备用闭锁,在非工作状态下,系统总线处于接地状态,遥控闭锁继电器处于断电模式,有效地杜绝雷击或其他干扰对系统的影响;

d. 遥控闭锁继电器可实现对遥控和就地操作单独闭锁或共同闭锁,闭锁方式应灵活多样。

5.6 操作票模拟预演及控制

能开出并打印包括一、二次设备操作内容及检查、测量、验电、提示等特殊操作在内的完整操作票,所开出的操作票必须经过系统“五防”闭锁逻辑条件自动判断其正确性。所开操作票整洁、规范、格式化。操作权限实行分级管理制度,可根据需要决定是否将某种操作的操作权限开放给某一操作人员。能按班组、开票人、开票时间、完成时间、完成情况等对已完成的操作票进行检索,对人员登录情况进行检索。

运行人员通过综合操作屏模拟预演操作,微机防误操作系统根据预先编写好的防误规则对每项模拟操作进行判断,检验操作票是否正确,对违反“五防”原则的模拟操作拒绝执行,并发出音响告警信号,避免各种误操作。对正确的模拟操作步骤(一次操作票)自动存储生成和打印操作票,并根据操作票的顺序及设备闭锁属性,把正确的操作票传输给电脑钥匙或遥控闭锁控制器。同时也可作为仿真系统,模拟对设备的操作情况,方便运行人员培训。

6 结语

从当前大中型水电站“五防”设计情况看,有必要建立一套功能完善的微机防误操作系统,针对重要的高压开关设备,采用将微机防误闭锁系统接点与电气二次闭锁串联建立双重防误是比较安全可靠的电气防误闭锁措施。

设计一套功能完善、安全可靠、操作方便的电气防误系统,是电站电气设计中的一项重要内容。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国能源部. 能源安保(1990)1110号 防止电气误操作装置管理规定[S]. 北京: 能源部, 1991.
- [2] 中华人民共和国国家电力公司. 国电发[2000]589号 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求[S]. 北京: 国家电力公司, 2000.
- [3] 马镇威, 杨建华, 周华敏. 浅议当前电气操作中“五防”装置的不足[J]. 华中电力, 2001, 14(2): 68-69.
- MA Zhenwei, YANG Jianhua, ZHOU Huamin. Shortage of "five-proof" equipment in electrical operation[J]. Central China Electric Power, 2001, 14(2): 68-69.
- [4] 汤晓华, 瞿万军, 宁圻, 等. 水电站计算机监控系统与微机五防的整合设计[J]. 继电器, 2007, 35(增刊): 285-288.
- TANG Xiaohua, QU Wanjun, NING Qi, et al. Integrate design for embedding microcomputer-based misoperation-proof lockout device into computer supervisory and control system in hydropower plant[J]. Relay, 2007, 35(Supplement): 285-288.
- [5] 代姚. 电气防误与微机防误的探索[J]. 贵州电力技术, 2003(3): 19-20.
- DAI Yao. Study on electric misoperation prevention system and microcomputer-based misoperation prevention system[J]. Guizhou Electric, 2003(3): 19-20.
- [6] 戴宇. 浅谈电气防误闭锁问题[J]. 贵州电力技术, 2003(11): 26-27.
- DAI Yu. Analysis of electric misoperation prevention[J]. Guizhou Electric, 2003(11): 26-27.
- [7] 王兴建. 传统电气闭锁防误与现代微机五防问题研究[J]. 电工技术天地, 2001(10): 21-22.
- WANG Xingjian. Traditional anti-mistake defense and microcomputer-based program anti-mistake defense[J]. Power Technology, 2001(10): 21-22.
- [8] 邓其军, 周洪, 吴昌博, 等. 一种新型配电网倒闸操作票生成及防误系统[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(6): 123-126.
- DENG Qijun, ZHOU Hong, WU Changbo, et al. Switch operation ticket generation and misoperation prevention system for distribution network[J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(6): 123-126.
- [9] 牟媛. 适用于500kV变电站的全站闭锁式监控系统[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(19): 55-57.
- MOU Yuan. Supervisory control system with full station interlock for 500 kV substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(19): 55-57.
- [10] 黄金生. 220kV综合自动化变电所防误闭锁装置浅析[J]. 浙江电力, 2001(3): 62-64.
- HUANG Jinshen. Analysis of anti-mal-blocking equipment in 220 kV comprehensive substation[J]. Zhejiang Electric Power, 2001(3): 62-64.
- [11] 刘雪飞, 刘国亮. 关于变电站五防装置的探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(19): 77-80.
- LIU Xuefei, LIU Guoliang. A discussion on miss operation blocking device in substation [J]. Power System Protection and Control, 2008, 36(19): 77-80.
- [12] 孙一民, 侯林, 揭萍, 等. 间隔层保护测控装置误操作实现方法[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(11): 81-85.
- SUN Yimin, HOU Lin, JIE Ping, et al. Implementation of mal-operation proof platforms of relay and control units between bays[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(11): 81-85.
- [13] 顾拥军, 皮卫华, 杨乘胜, 等. 变电站防误闭锁应用分析[J]. 继电器, 2005, 33(2): 66-70.
- GU Yongjun, PI Weihua, YANG Chengsheng, et al. Application analysis of anti-mistake defense system in substation[J]. Relay, 2005, 33(2): 66-70.
- [14] 王晴. 微机防误闭锁装置运行分析与探讨[J]. 中国电力, 1996, 29(1): 62-64, 70.
- WANG Qing. Analysis and discussion on microcomputer based anti-maloperate blocking device [J]. Electric Power, 1996, 29(1): 62-64, 70.
- [15] 李东. UT-2000微机防误装置在自动化变电站应用[J]. 广西工学院学报, 2007, 18(4): 63-64.
- LI Dong. Application of the UT-2000 closed-end equipment for microcomputer guard against misoperation in synthetic automated subsation[J]. Journal of Guangxi University of Technology, 2007, 18(4): 63-64.

(责任编辑: 汪仪珍)

作者简介:

刘秋华(1981-), 男, 湖北黄石人, 工程师, 硕士, 主要研究方向为水电站电气防误、计算机监控、继电保护等(E-mail: liu_qh2@ecidi.com)。

Discussion on electric anti-maloperation interlocking system design for large and medium hydropower stations

LIU Qiuhua

(HydroChina Huadong Engineering Corporation, Hangzhou 310014, China)

Abstract: After the characteristics of traditional and microcomputer anti-maloperation interlocking are analyzed, the necessity of combining the secondary electric interlocking with the microcomputer anti-maloperation interlocking in the design of hydropower station electric anti-maloperation system is introduced according to the requirements of hydropower station electric "five-preventions" design. The structure of microcomputer anti-maloperation interlocking system is divided into the station control layer, cell layer and process layer and its operating modes are the isolation mode, real-time online mode, hybrid mode, etc. Its interlocking programs and functions are detailed. Practical applications prove its importance in the safe and stable operation of hydropower stations.

Key words: hydropower station; electric "five-preventions"; microcomputer anti-maloperation interlocking system; secondary electric interlocking; SCADA system