

变电站自动化的功能设计原则

李国厚

(河南职业技术学院机电系,河南 新乡 453003)

摘要: 变电站自动化是电力系统发展的趋势与要求。介绍了变电站综合自动化的一般结构类型,具体讨论了自动化系统的功能要求和二次设备的设计原则。

关键词: 变电站; 自动化; 设计; 功能要求

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)01-0030-04

1 引言

随着电力工业的迅速发展,电力系统的规模不断扩大,系统的运行方式越来越复杂,对自动化水平的要求越来越高,从而促进了电力系统自动化技术的不断发展。微机保护、故障录波器、计算机监控系统、计算机调度自动化等都已成功运用到电力系统中。与自动化程度相适应,对电力系统继电保护装置的要求也随之提高。目前传统的电工式继电保护测试装置已很难对继电保护装置的各方面特性进行全面测试,不再适应技术发展的需要。为避免重复投资,提高信息资源共享的水平,须对变电站自动化系统的信息采集、处理、传输加以规范,对站内功能配置予以综合考虑。目前变电站自动化系统一般采用以 SCADA 为基础的站端计算机网络,通过综合设计,减少了二次设备的重复配置,减少了二次回路,减少了电流互感器及电压互感器的负荷,从而简化了二次回路设计,并保证了数据的一致性,在可靠性的基础上尽可能做到了软硬资源的共享,提高了变电站的运行及管理水平,达到变电站减人增效,提高

安全运行水平的目的。

2 变电站综合自动化的功能

2.1 继电保护功能^[1]

变电站综合自动化系统要具备常规变电站系统保护及元件保护设备的全部功能,而且要独立于监控系统,即当该系统网各软、硬件发生故障退出运行时,继电保护单元仍然正常运行。微机保护除了所具有的继电保护功能外,还需具有其它功能。

(1) 模拟量的显示功能。系统应能显示电流、电压、有功、无功、电度等模拟量参数,当通信网退出运行时仍能满足运行监视。

(2) 故障记录功能。系统应能显示故障时间、电流、电压大小、开关变位、保护动作状态等。

(3) 能储存多套定值,并能当地修改定值和显示定值。

(4) 与监控系统通信,能接收监控系统命令,选择并修改定值,发送故障信息、保护动作情况、当时整定值及自诊断信号等。

除当地外,还需能实现远方查询和整定保护定

[3] 陈鉴铭,等. 500kV 王店变初步设计[R]. 浙江省电力设计院,1999,9.

[4] 能源部西北电力设计院. 电力工程电气设计手册(电气二次部分)[M]. 水利电力出版社,1990,9.

收稿日期: 2001-03-07

作者简介: 冯华(1977-),男,助工,从事电力系统继电保护现场工作。

Discussion on the computer net monitoring and controlling system for a 500kV substation project

FENG Hua

(Jiaying Power Bureau, Jiaying 314000, China)

Abstract: This paper analysed the defects of the traditional monitoring and controlling system for substation. Discussed the advantage and the reality of the computer monitoring and controlling system for 500kV Wangdian substation in Zhejiang province.

Keywords: 500kV substation; computer; SCADA

值,此功能还具有远方/就地闭锁,操作权限闭锁等措施。

(5) 系统内各插件具有自诊断功能。

2.2 信息采集功能^[2]

分布式自动化系统的变电站,信息由间隔层 I/O 单元采集。常规四遥功能的变电站,信息由 RTU 采集。电能量的采集宜用单独的电能量采集装置。系统对安全运行中必要的信息进行采集,主要包括以下几个方面。

2.2.1 遥测量

(1) 主变压器:各侧的有功功率、无功功率、电流,主变压器上层油温等模拟量,模拟量均采用交流采样,以提高精度。主变压器有载分接开关位置(当用遥测方式处理时)。

(2) 线路:有功功率、无功功率、电流。

(3) 母线分段断路器相电流。

(4) 母线:母线电压、零序电压。

(5) 电容器:无功功率、电流。

(6) 消弧线圈零序电流。

(7) 直流系统:浮充电压、蓄电池端电压、控制母线电压、充电电流。

(8) 所用变:电压。

(9) 系统频率,功率因数,环境温度等。

2.2.2 遥信量

(1) 断路器闸刀位置信号。

(2) 断路器远方/就地切换信号。

(3) 断路器异常闭锁信号。

(4) 保护动作、预告信号,保护装置故障信号。

(5) 主变压器有载分接开关位置(当用遥信方式处理时),油位异常信号,冷却系统动作信号。

(6) 自动装置(功能)投切、动作、故障信号,如:电压无功综合控制、低周减载、备用电源装置等。

(7) 直流系统故障信号。

(8) 所用变故障信号。

(9) 其它有全站事故总信号、预告总信号;各段母线接地总信号;各条出线小电流接地信号;重合闸动作信号;远动终端下行通道故障信号;消防及安全防范装置动作信号等。

根据设备特点及确保安全运行需要,可增加相应的特殊信号或对一些遥信量进行合并。

2.2.3 遥控量

(1) 断路器分、合。

(2) 主变压器有载分接开关位置调整。

(3) 主变压器中性点接地闸刀分、合。

(4) 保护及安全自动装置信号的远方复归。

(5) 有条件的变电站高压侧备用电源远方投停。

(6) 有条件的变电站电压无功综控的远方投停。

(7) 有条件的变电站直流充电装置的远方投停。

2.2.4 电能量

(1) 主变压器各侧有功电能量、无功电能量及其分时电能量。

(2) 各馈电线有功电能量、无功电能量。

(3) 用户专用线有功电能量、无功电能量及其分时电能量和最大需量。

(4) 所用变有功电能量。

2.3 设备控制及闭锁功能

(1) 对断路器和刀闸进行开合控制。

(2) 投、切电容器组及调节变压器分接头。

(3) 保护设备的检查及整定值的设定。

(4) 辅助设备的退出和投入(如空调、照明、消防等)。

以上控制功能可以由运行人员通过 CRT 屏幕进行操作。在设计上保留了手动操作手段,并具有远方/就地闭锁开关,保证在微机通信系统失效时仍能够运行和操作,包括可手动准同期和捕捉同期操作。在各间隔的每个断路器设置按钮或开关式的一对“分”、“合”操作开关和简易的强电中央事故和告警信号。

为了防止误操作,操作闭锁主要包括:

操作出口具有跳、合闭锁功能和具有并发性操作闭锁功能。

CRT 屏幕操作闭锁功能,只有输入正确的操作命令和监控命令,才有权进行操作控制。

当站内通信网退出运行时,能满足非 CRT 屏幕操作、五防闭锁功能和适应一次设备现场维修操作的五防闭锁功能。

根据一次设备的实际运行状态,自动实现断路器、隔离开关操作闭锁功能。

2.4 自动装置功能

(1) 根据系统潮流进行无功自动调节控制,也可人工控制(人工操作可就地、可远方)。自动控制时可根据电压、潮流和无功负荷、变压器抽头位置信号由装置进行自动控制调节变压器抽头位置或投退电容器组。

(2) 低周减载。110kV、10kV 线路可由各自的

保护装置实现,不用单独配置低周减载装置。整定值由各条线路装置自行整定。

(3) 同期检测和同期分闸。同步检测断路器两侧电压的幅值、相位和频率,并发出同期合闸启动或闭锁信号。此功能可进行检无压同期,亦能进行手动准同期和捕捉同期。既能满足正常运行方式下的同期,亦能满足系统事故时的同期。

同期功能有手动和自动两种方式供选择,同期装置与通信网相互独立。

(4) 小电流接地选线功能。可通过采取 $3I_0$ 、 $3U_0$ 及其增量来判断是否有接地故障,也可用 5 次谐波方式分析接地故障,小电流接地选线功能与通信网相互独立,不依赖通信网的后台机检测。否则当通信网故障时该功能即失去检测报警功能。而规程规定小电流系统当单相接地后允许 2h 带故障运行,2h 后要立即切除故障线路。

据有关综合自动化站的运行记录,在雷雨季节时雷击曾击坏过站内的通信网。若此时雷击又同时造成 10kV 线路单相接地,则运行人员不能及时发现线路单相接地故障。时间长了,若不及时处理,则有可能造成故障线路由单相接地发展成为两相或三相接地短路故障。因此,小电流接地选线功能要独立于通信网。

(5) 事故录波。对于 220kV 变电站的主变、220kV 线路除了保护装置自带故障录波外,还设置了一套独立的微机录波屏,而 110kV 线路则用本身装置记录。

2.5 报警功能

对站内各种越限,开关合、跳闸,保护及装置动作,上、下行通道故障信息,装置主电源停电信号,故障及告警信号进行处理并作为事件记录及打印。输出形式有:音响告警、画面告警、语音告警、故障数据记录显示(画面)和光字牌告警(光字牌报警回路采用编码设计,主要是为了保证当通信网故障退出时站内仍能正常运行。光字牌数量控制在 20 多只)。

2.6 设备监视功能

其中包括一次设备绝缘在线监测、主变油温监测、火警监测、环境温度监测等内容。当上述各参量越过预置值时,发出音响和画面告警,并作为事件进行记录及打印。

2.7 操作票自动生成功能

根据运行方式的变化,按规范程序,自动生成正确的操作票,以减轻运行人员的劳动强度,并减少误操作的可能性。

2.8 数据处理及打印功能

中调、地调、市调、运行管理部门和继保专业要求的数据可以以历史记录存档,包括:

(1) 母线电压和频率、线路、配电线路、变压器的电流、有功功率、无功功率的最大值和最小值以及时间。

(2) 断路器动作次数及时间。

(3) 断路器切除故障时故障电流和跳闸次数的累计值。

(4) 用户专用线路的有功、无功功率及每天的峰值和最小值以及时间。

(5) 控制操作及修改整定值的记录。

(6) 实现站内日报表、月报表的生成和打印,可将历史数据进行显示、打印及转储,并可形成各类曲线、棒图、饼图、表盘图,该功能在变电站内及调度端均能实现。

2.9 人机接口功能

具有良好的人机界面,运行人员可通过屏幕了解各种运行状况,并进行必要的控制操作。人机联系的主要内容包括:

(1) 显示画面与数据。

(2) 人工控制操作。

(3) 输入数据。

(4) 诊断与维护。

当有人值班时,人机联系功能在当地监控系统的后台机上进行,运行人员利用 CRT 屏幕和键盘或鼠标器进行操作。当无人值班时,人机联系功能在上级调度中心的主机或工作站上进行。

2.10 远程通信功能

将站内运行的有关数据及信息远传至调度中心及设备运行管理单位,其中包括正常运行时的信息和故障状态时的信息,以便调度中心人员及时了解设备运行状况及进行事故处理。

可实现四遥和远方修改整定保护值、故障录波与测距信号的远传等。变电站自动化系统可与调度中心对时或采用卫星时钟 GPS。

2.11 其它功能

(1) 具有完整的规约库,可与各种 RTU 通信,满足开放性系统的要求。

(2) 可在线设置各设备的通信参数及调制解调器参数。

(3) 可进行多种仿真(遥信变位、事件记录、远动投退)。

(4) 在线诊断功能、在线帮助。

(5) 强大的数据库检索功能。

3 二次设计原则

变电站二次设备按功能分为四大模块：继电保护及自动装置。仪器仪表及测量控制。当地监控。远动。四大模块功能的各自不同的发展及其功能的相互渗透,为变电站自动化提供了多种多样的实现模式,可概括为两种基本实现模式：保护加集中 RTU 模式,面向功能。保护加分散 RTU 模式,面向对象。

3.1 电气设备控制方式

主变压器、站用变压器各侧断路器以及 10kV、110kV、220kV 断路器一般情况下均集中在控制室,通过就地监控主站的就地监控计算机进行控制操作(但网络中远动主站亦可留有接口给地调进行遥控,根据系统运行规程而定),当网络中就地监控主站退出运行时则应能分别在各元件的保护屏处进行人工控制操作。

就地监控计算机在操作时应显示该站的配电装置的运行状态、通道状态和各种电气量,在每个操作步骤前应给操作者提示,待确认后方能操作。

主变压器、站用变压器、220kV 线路、110kV 线路、10kV 设备及其母线设备保护和 10kV 母联的控制保护均采用集中保护方式,10kV 开关柜上加一个“就地/远动”选择开关,10kV 母联断路器的控制保护放在控制室,与 10kV 自投装置放在一起(当 10kV 装置能可靠地抗震、抗高温、抗电磁干扰时,也可以将 10kV 装置装配在 10kV 开关柜上,以减少电缆联接)。

10kV 隔离开关采用就地手动操作(除变低处的 10kV 隔离开关外)。主变变低 10kV 隔离开关、110kV、220kV 隔离开关采用就地电动操作方式,可进行就地和遥控操作,并设置“就地/遥控”选择开关,同时设有操作闭锁措施。专用母线接地刀闸装设母线有电闭锁操作装置(采用微机五防装置,应能与综合自动化装置接口)。用键盘或鼠标操作断路器、刀闸时靠后台机内的五防系统闭锁,现场人工操作或维护操作时则靠另一套微机五防系统闭锁。

3.2 测量

综合自动化的电气测量均按部颁《电气测量仪表设计技术规程》(SDJ9—87)的要求选择测量点及测量内容、测量精度。在主变 220kV 侧增加电流方向接法相反的分时计量的脉冲式有功电度表和无功电度表各 2 只,供关口表用。

全站的电气量测量除了通过监控主站及远动主站读取和记录存盘外,在各元件的保护装置上的液晶显示器上也应能读取有关的电气量,主要是为了保证当网络或监控、远动主站退出运行时该站所有设备的测量仍能满足安全运行。

3.3 同期并列点和同期装置

220kV 线路断路器、220kV 旁路兼母联断路器、110kV 线路断路器、110kV 旁路断路器、110kV 母联断路器及主变 220kV 侧断路器、110kV 侧断路器处设同期并列点,同期方式为集中式和分布式手动准同期,正常情况下采用就地监控计算机分布式手动准同期,当网络监控、远动主站退出运行时,上述各元件的同期并列操作应能在各自的保护屏处(或中央信号屏处)手动进行。

3.4 中央监控

设事故信号及预告信号。断路器事故跳闸启动事故音响,其它通道故障和装置故障启动预告音响,信息除了能在就地监控主站和远动主站读取及存盘外,还能在中央信号屏上读取及记录。各装置的故障信号应能在各装置上反映出来。

参考文献:

- [1] 陈玉明. 220kV 新塘变电站自动化系统的功能与设计原则[J]. 电力自动化设备, 1999, 19(5).
- [2] 沈曙明. 无人值班变电站的信息处理和功能配置[J]. 电力自动化设备, 1999, 19(4).
- [3] 王玉斌, 王广柱, 刘洪涛, 等. 微机型继电保护测试系统的研制[J]. 继电器, 2000, 28(2).

收稿日期: 2001-03-19

作者简介: 李国厚(1968-),男,讲师,主要从事自动控制的教学与应用开发工作。

The design principle of the function for the substation automation

LI Guo-hou

(Henan Vocation - Technical Teachers College, Xinxiang 453003, China)

Abstract: The automation of substation is based on the design experience of a practical 220kV substation, the function requirements and secondary device design concept of 220kV pivotal substation integrated automation system are presented.

Key words: substation; automation; design; function requirement