

变电站自动化系统信号的标准化管理

张国平¹, 黄巍², 华建卫³

(1. 福州电业局检修部, 福建 福州 350005; 2. 福建电力调度通信中心, 福建 福州 350003;
3. 福建省电力试验研究院, 福建 福州 350007)

摘要: 变电站综自系统不断普及, 无人值班及集控所运行模式逐步建立, 为了确保运行人员及时掌握第一手信息, 必须强化信号管理。目前变电站自动化系统信号管理工作还不完善, 因信号合并不当、运行监控不到位等原因导致保护装置误动、断路器跳闸的事故已有发生。通过对事故案例的研究和分析, 认为变电站自动化系统信号管理应明确各部门管理职责, 采用标准化工作流程, 才能避免出现管理死区, 并介绍了采用的变电站自动化系统信号标准化管理技术和模式。

关键词: 信号; 标准化; 管理; 变电站自动化系统

Standard signal management of substation automation system

ZHANG Guo-ping¹, HUANG Wei², HUA Jian-wei³

(1. Fuzhou Power Supply Bureau, Fuzhou 350005, China; 2. Fujian Power Dispatching and Communication Center, Fuzhou 350003, China; 3. Fujian Electric Power Test & Research Institute, Fuzhou 350007, China)

Abstract: Substation automation system is developed, operation model of unattended and centralized control substation is created, and data size of signal is tremendous, but signal manage job is not perfect. Some accidents happened because of wrong signal merge method and careless monitor, such as protective devices wrong action or circuit breaker wrong trip. Signal of substation automation system must be indicated with correct classification and merge method, which can help operation workers to know the correct information. Dead manage space can be avoided if we adopt standardized job flow and definite duty. Technique and manage model about signal standard classification and merge manage of substation automation system are discussed in this paper.

Key words: information; standardized; management; substation automation system

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)01-0120-05

0 引言

随着变电站综自系统的普及、无人值班及集控所运行模式的建立, 综自信号数据量急速增大。区外事故发生时, 大量信号传送到后台机或集控站, 造成网络堵塞, 影响运行人员的事故判断, 同时不适当的信号合并造成运行人员对保护设备出现缺陷时麻痹大意, 没有及时处理而酿成惨痛事故。

本文从事故案例分析出发反思变电站综自信号管理工作方面存在的问题, 针对变电站综自信号标准化管理工作作一些技术和管理模式探讨。

1 事故案例分析

1.1 BP-2A 失灵保护误动案例分析

2004 年 1 月 15 日, 220 kV 某变 220 kV 失灵保护 I 母动作出口, 跳开 I 母上所有运行间隔。事故

发生时保护装置报“差动异常、通讯异常”信号, 失灵保护 CPU 插件中无任何动作记录, 无录波记录。事故发生后, 经检查差动元件和闭锁元件的采样数据, 发现在不同的时间内出现负序电压异常现象。现场试验和检查情况如下所述: (1) BP-232 模数转换板上一块-15 V 滤波电容 EC4 炸毁, 其损伤造成模拟量采样有偏差, 导致失灵输出要求的失灵复合电压开放; (2) 失灵插件总线板焊点存在虚焊现象, 造成开入开出量有误, 在闭锁开放的情况下导致出口; (3) 电压闭锁板时序回路有问题, 电压正常情况下出现负序电压, 导致闭锁输出要求的电压开放条件满足。三个条件满足时, 失灵保护直接出口跳闸, 造成保护误动出口^[1]。

在该站的 220 kV BP-2A 失灵保护信号告警回路中, 设计部门将“CT 断线”、“PT 断线”、“失灵异常”、“闭锁异常”、“直流消失和刀闸变位”信号

合并为“220 kV 公用 BP-2A (S) 柜异常”一并发信到监控系统。事故发生后, 查阅 SOE 纪录发现从 14 日到 15 日事故发生前监控系统中曾有四次“220 kV 公用 BP-2A (S) 柜异常”信号发生和复归信号告警记录。现场运行纪录表明在此时间段均没有开关倒闸操作, 同时双母线均正常运行, 可排除“CT 断线”、“PT 断线”、“直流消失和刀闸变位”信号发生的可能性, 基本上为失灵保护装置的“失灵异常”、“闭锁异常”信号, 且该信号维持达 14 h。由于信号不适当的合并造成在正常倒闸操作时也出现异常信号, 造成运行人员麻痹大意, 影响其对于装置发生缺陷时的判断, 酿成了本次事故。

1.2 PSL 603G 线路保护误动案例分析

PSL 603G 保护采用双 AD 模式, 差动保护、距离保护和重合闸共享 AD 模件的体系设计, 并设有独立的启动模件, 装置判“CT 断线”时瞬时闭锁保护, 延时 1 s 发出“CT 断线”事件^[2]。

2008 年 9 月 22 日, 220 kV 某站 PSL 603G 电流差动保护在区外故障时动作跳闸。事故发生时装置的差动保护模件、距离零序保护模件、重合闸模件的采样数据相互一致, 但与启动模件的采样数据不一致, 而启动模件的采样数据与专用故障录波装置的采样数据相符。检查历史报告发现 2007 年 12 月 31 日各 CPU 均有启动报文, 距离 CPU 模件有“CT 断线”报文, 对启动报告进行分析发现保护模件所用采样数据启动前正常, 启动后异常, 同本次跳闸时录波数据一样。经分析, 该事故原因为: 保护装置的保护用 AD 转换回路发生故障, 保护采样数据异常, 装置未发出告警信号, 当区外扰动时, 启动模件开放, 造成保护装置误动作; 运行人员对报文的“CT 断线”信号忽视, 造成设备重要缺陷没有及时发现, 也是此次事故的原因。

从以上事故案例分析可见变电站综自系统信号管理工作方面还存在问题。变电站综自系统信号繁多, 在故障时大量信息应分类显示, 并将部分信号合并, 才能确保运行人员及时掌握第一手信息; 明确各部门的管理职责, 采用标准化的工作流程, 才能避免出现推诿扯皮和管理死区, 因此本文就变电站综自信号分类显示、合并、选取、标准化工作等方面作一些技术和管理模式探讨。

2 系统信号分类显示原则

变电站综自信号是反映站内一、二次电气设备运行状态的信号, 可从四个角度出发进行分类显示:

1) 建议按性质信号分为三类^[3]: 一类事故信号, 主要反映由于非正常操作和设备故障导致电网发生

重大变化而引起断路器跳闸、重合闸和保护动作的信号以及影响全站安全运行的信号, 需立即进行处理; 二类异常信号, 主要反映电网一、二次电气设备状态异常及设备健康水平变化的信号, 如控制回路断线、主变过负荷、装置闭锁等信号, 需立即进行处理; 三类状态信号, 主要反映电气设备运行状态, 如模拟量越限、压板投退、控制开关切换情况等, 可稍缓处理。

2) 按信号告警时限分为瞬时信号和延时信号, 一般要求如下: 一类事故信号, 0 s 瞬时告警; 二类异常信号, 9 s 延时告警; 三类状态信号, 遥信信号 9 s 延时告警, 遥测信号 60 s 延时告警。

3) 按信号自保持特性, 装置信号分为自保持信号、非自保持信号, 非自保持的事故信号和异常信号 (比如 CT 断线) 反映装置存在的缺陷, 且动作后迅速自动复归, 必须在后台增设只能手动复归的光字牌报警, 否则运行人员若没有及时发现该信号, 将严重影响装置的正常运行。

4) 按信号的表现形式分为三类, 包括: 闪光信号, 发生告警事件时, 监控系统上的对应信号闪光, 确认后停止闪光; 音响信号, 不同信号采用不同音响告警, 事故音响采用警笛声, 异常音响采用警铃声, 状态音响采用短声; 语音信号、事故信号应设有语音提示, 其他信号可不采用语音提示。

3 信号合并原则

信号合并应本着精简信息量而不掩盖严重的设备及电网缺陷为基本原则, 不同等级的保护信号不得合并, 对于保护同一设备的一套或多套保护装置, 其相同类型的信号可合并^[4]; 220 kV 双重化配置的两套装置的异常、缺陷、闭锁信号 (比如装置异常及闭锁、CT 断线等) 严禁合并, 保护动作、重合闸动作等信号可以合并; 电网正常运行时由于一、二次设备方式变换产生的保护信号、区外故障保护启动信号与保护装置动作、故障、闭锁触点严禁合并; 一次设备或保护装置在检修、检验过程中产生许多频繁变位、动作的信息, 在设备停役检修时应屏蔽这些无效的信息, 其他无效信号经专业会议讨论通过后也应屏蔽。

4 信号选取原则

变电站就地综自后台需具备所有三类信号, 集控站应具备辖区各站经专业会议讨论后确定需要选取的一、二、三类信号。对于一类事故、二类异常及部分三类硬触点信号 (如远方就地切换) 应在就地或集控站综自系统中以光字牌画面显示, 并做颜

色改变、闪烁等处理，同时启动音响信号。一类信号、二类信号、三类信号在事项报警窗口中应以不同颜色、不同窗口加以区分，报文应包括站名、线路双编号、报文内容，就地综自后台事项报警窗口中需显示 SOE 信息，集控站不显示 SOE 信息。

5 标准化工作

变电站综自信号虽然数据量庞大，但是其信息是相对固定的，因此可通过实施标准化工作来改善目前综自信号管理方面工作的现状，主要分三方面内容：信息内容标准化、作业流程标准化和验收标准化。

5.1 明确职责分工

职责分工明确是信号标准化管理的关键。信号管理工作由生技部门牵头，负责信息表审核的协调工作；设计部门按照标准化要求负责信号模型的设计；综自厂家负责信号初步分类、选取和现场调试；运行部门负责信号的审查和运行正确性反馈；调度部门负责信息表的审查和验收；检修部门负责信息的审查验收和日常运行缺陷处理，确保综自后台信号正确性。

5.2 信息内容标准化

对于各类保护装置，生技部牵头在技术协议中要求保护厂家和设计部门提供标准化信息表。标准化信息表由软报文信息表和硬触点信息表组成。

保护厂家应提供软报文信息表，详见表 1，包括：1) 保护装置的信息，如装置型号、软件版本号、软件校验码、程序形成时间、通讯规约相关信息（波特率、通讯规约）等；2) 软报文相关信息，如保护厂家提供的报文信号名称（不同保护厂家有不同名称，应统一规范名称）、信号类型（告警、动作、自检等）；3) 软报文特性说明或解释，需解释信号可能导致的后果，建议运行人员应采取相应的措施，有助于运行部门编写运行规程。

表 1 软报文信息表

Tab.1 Message information chart

| | | | | |
|-------|------|------|---------|--------|
| 装置型号 | | 形成时间 | | |
| 软件版本号 | | 波特率 | | |
| 软件校验码 | | 通讯规约 | | |
| 序号 | 信号名称 | 信号类型 | 可能导致的后果 | 应采取的措施 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

设计部门应提供硬触点信息表，详见表 2，包括：1) 保护装置归属的间隔类型、装置型号等；2)

硬触点相关信息，如设计部门提供的硬触点信号名称、信号类型（告警、动作、自检等）以及硬触点是否具有自保持特性等；3) 硬触点特性说明或解释，需解释信号可能导致的后果，建议运行人员应采取相应的措施，有助于运行部门编写运行规程。

表 2 硬触点信息表

Tab.2 Junction information chart

| | | | | | |
|------|------|------|--------|---------|--------|
| 装置型号 | | 间隔类型 | | | |
| 序号 | 信号名称 | 信号类型 | 是/否自保持 | 可能导致的后果 | 应采取的措施 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |

图纸设计阶段，设计部门应将硬触点信息表和保护厂家的软报文信息表整合处理，完成标准化信息表中基础信息内容。标准化信息表中的专业信息由生技部牵头，协调调度、运行、检修、综自厂家开展信号分类、合并、选取等工作，并规范信号名称、屏蔽无效信号，经各方共同审核、确定后形成最终的标准化信息表，详见表 3。

表 3 标准化信息表

Tab.3 Standardized information chart

| | | | | | | | |
|----------------------|---------|------|-------|-----|---------|--------|------|
| 间隔类型 | 装置型号 | | 软件版本号 | | | | |
| | 软件校验码 | | 形成时间 | | | | |
| | 通讯规约 | | 波特率 | | | | |
| 基础信息（设计部门提供） | | | | | | | |
| 序号 | 信号名称 | 信号类型 | 软报文 | 硬触点 | 可能导致的后果 | 应采取的措施 | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 专业信息（生技、调度、运行、检修、综自） | | | | | | | |
| 序号 | 合并后信号名称 | 信号分类 | | | 信号选取 | 告警提示 | 事件描述 |
| | | I | II | III | 当地 | 集控 | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

5.3 作业流程标准化

1) 在签技术协议阶段，生技部要求保护厂家和设计部门按照标准化格式提供软报文信息表和硬触点信息表，详见图 1；

2) 保护厂家根据保护装置的最大化软报文内

容以合同形式提供软报文信息表;

3) 设计部门根据设备运行需要设计硬触点信息, 以合同形式提供硬触点信息表;

4) 设计部门将所有软报文信息表和硬触点信息整合处理, 完善标准化信息表中基础信息内容;

5) 在图纸会审阶段, 生技部牵头, 综自厂家负责完成信号合并、分类、选取、屏蔽工作, 增加标准化信息表中专业管理内容, 形成标准化信息表初稿;

6) 生技部将标准化信息表初稿发送给调度、运行和检修, 由各个部门对标准化信息表初稿再次审查, 如有异议, 将意见反馈生技部, 由综自厂家修改标准化信息表;

7) 保护装置标准化信息表进入保护装置标准化信息库, 成为规范设计部门、综自厂家、保护厂家、检修人员验收和维护工作的依据;

8) 综自厂家按照标准化信息表配置后台信息库、进行联调测试, 确保现场执行正确, 并出具经各方认可的调试报告和与综自系统相关的配置文件。

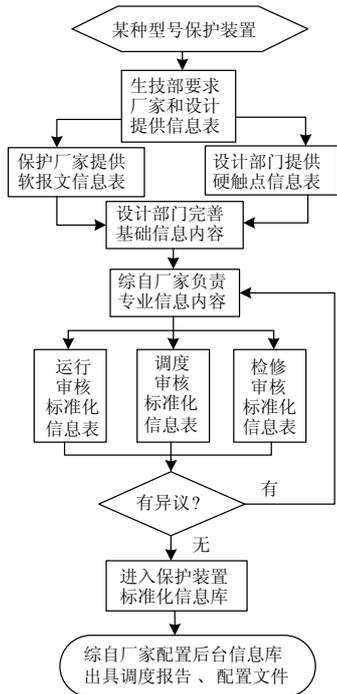


图1 标准化作业流程图

Fig.1 Flow chart of standardized job

5.4 验收标准化

目前工作中信号验收缺乏标准化, 工作质量不佳。为了提高现场信号的准确性和工程质量, 建议按如图2所示标准化流程开展工作: 1) 验收人员对标准化信息表进行初步验收, 审核标准化信息表的

完整性, 检查其是否与工程实际情况一致; 2) 现场验收时, 检修人员对遥信信号按照 I 类、II 类、III 类进行逐项验收, 验证信号类别的正确性及告警提示和事件描述是否正确, 验收时运行部门应派人员协助验收、熟悉信号; 3) 现场验收时, 运行人员负责对遥控、遥调、遥测等功能进行验收, 主要验收操作方法、核对开关及刀闸等位置是否正确, 验收时检修部门应派人员协助验收; 4) 现场验收过程中凡有发现信号错误则应向生技部反馈, 由生技部协调解决, 禁止未经同意擅自修改; 5) 问题信号经生技部协调解决后, 综自厂家根据修改通知单进行修改, 验收人员对整改情况再次验收; 6) 验收合格后, 标准化信息表由生技部归档, 该表是综自系统现场运行、维护的唯一标准。

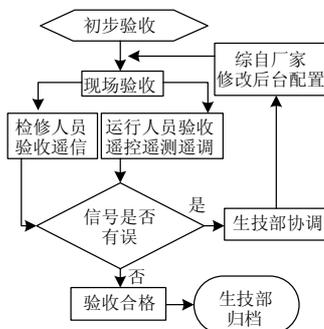


图2 标准化验收流程图

Fig.2 Flow chart of standardized check

6 运行和消缺采用闭环管理模式

运行人员在监控时首先应关注主接线图上开关的变位以及潮流分布, 不能纯粹靠信号进行事故判别, 应加以辅助判别, 保护动作、开关跳闸情况应以现场设备为准, 综自信号作为参考。监控时, 运行人员要认真检查综自系统运行情况, 对发生的缺陷要及时汇报相关部门; 检修人员收到消缺任务后要及时前往现场进行处理, 现场核实后经同意方可修改后台配置; 若对信息表有修改之处, 检修人员应以书面形式向生技部反馈, 由生技部更新标准化信息表, 确保信息表与现场保持一致。

7 结束语

综自信号合并不当、管理不善等原因已经造成运行人员监控不力, 酿成严重事故。本文对变电站综自信号标准化管理工作方面作了一些技术和模式的探讨。随着变电站综自系统不断发展, 按照标准化流程开展综自信号管理工作, 有利于运行人员及时掌握第一手信息, 避免出现管理死区。

参考文献

[1] BP-2A 微机母线保护装置技术说明书[Z]. 深圳:深圳南京自动化研究院, 1997.
Technique Instruction Manual of BP-2A Serial Busbar Protective Devices[Z]. Shenzhen: Shenzhen Nanjing Automation Research Institute, 1997.

[2] PSL 603 (G) 数字式线路保护装置技术说明书[Z]. 国电南京自动化股份有限公司, 2004.
Technique Instruction Manual of PSL 603 (G) Serial Digital Line Protective Devices[Z]. Guodian Nanjing Automation co.Ltd, 2004.

[3] 变电站综自系统保护信号分类及传输原则[Z]. 福州:福州电业局, 2004.
Protective Signal Classification and Transmission Standard of Integrated Substation Automation System[Z]. Fuzhou: Fuzhou Power Supply Bureau, 2004.

[4] 变电站综合自动化系统信号分类和传输规范[Z]. 福建:福建省电力有限公司, 2006.
Signal Classification and Transmission Standard of Integrated Substation Automation System[Z]. Fujian: Fujian Electric Power Company Limited, 2006.

收稿日期: 2009-01-09

作者简介:

张国平(1979-), 男, 工程师, 工学硕士, 主要从事电力系统继电保护和变电站综合自动化工作; E-mail: zh_guoping@126.com

黄巍(1969-), 男, 高级工程师, 工学硕士, 长期从事电力系统整定计算和继电保护管理工作;

华建卫(1966-), 男, 高级工程师, 长期从事电力系统继电保护管理工作。

(上接第 78 页 continued from page 78)

[4] 王兆安, 杨君, 刘进军. 谐波抑制和无功功率补偿[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
WANG Zhao-an, YANG Jun, LIU Jin-jun. Harmonics Suppression and Reactive Power Compensation[M]. Beijing: China Machine Press, 2005.

[5] 李海鹏, 牛培峰. 基于DSP的新型静止无功发生器控制器的研制[J]. 继电器, 2005, 33 (10): 57-61.
LI Hai-peng, NIU Pei-feng. Design of a Static VAR Generator Controller based on Digital Signal Processor[J]. Relay, 2005, 33 (10): 57-61.

[6] 洪乃刚, 等. 电力电子和电力拖动控制系统的MATLAB 仿真[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

HONG Nai-gang, et al. MATLAB Simulation of Power Electronics and Electric Drive Control System[M]. Beijing: China Machine Press, 2006.

收稿日期: 2009-01-05; 修回日期: 2009-02-28

作者简介:

李付亮(1974-), 男, 副教授, 硕士, 主要从事教学与电气信息、电力系统微机保护及水电站自动化方面的研究;

E-mail: lfliang_@163.com

周有庆(1944-), 男, 教授, 博士生导师, 从事电气信息、电力系统微机保护及变电站自动化方面的研究;

吴涛(1984-), 男, 硕士, 研究方向为电气信息、电力系统微机保护及变电站自动化。

(上接第 119 页 continued from page 119)

[10] LIU Hong-tai, LIN Rui. Analysis of On-Load Tap Changer Operation and Harmonic Condition of Shenzhen Converter Station's Y/Y Converter Transformer Substitute Zhaoqing Converter Station's Converter Transformer[A]. in: The 17th Conference of Electric Power Supply Industry[C]. 2008.

[11] Rudervall R, Charpentier J P, Sharma R. High Voltage Direct Current (HVDC) Transmission Systems[R]. in:

Technology Review Paper Presented at Energy Week[C]. Washington DC (USA) [s.n.]: 2000.

收稿日期: 2009-02-02; 修回日期: 2009-03-23

作者简介:

汲广(1976-), 男, 工程师, 目前从事直流输电管理工作;

朱韬析(1980-), 男, 工程师, 目前从事直流输电维护工作。E-mail: taoxi_zhu@hotmail.com