

# 基于 IEC61850 标准数字化与传统继电保护的比较

杜浩良, 李有春, 盛继光, 马 骁

(金华电业局, 浙江 金华 321017)

**摘要:** 基于 IEC61850 国际标准通讯规约的 500 kV 数字化变电站, 采用了 GOOSE 跳闸技术和户外布置的智能终端装置, 引起了继电保护实现方式上的变革。从工程设计与实施、状态检修实施、程序化操作、智能终端装置、500 kV 保护装置、主变保护装置、220 kV 保护装置等方面, 对 500 kV 数字化变电站与传统 500 kV 变电站进行分析比较, 浅谈两者的区别, 使广大继电保护专业技术人员更快、更好地了解新技术。

**关键词:** IEC61850; 传统; 继电保护; 比较

## Comparison between standard digital on the IEC61850 and traditional protective relay

DU Hao-liang, LI You-chun, SHENG Ji-guang, MA Xiao  
(Jinhua Power Supply Bureau, Jinhua 321017, China)

**Abstract:** Zhiyan, Jinhua, Zhejiang 500 kV power transmission project is the first digital substation adopted the international standard communication protocol-IEC61850 in our country. And it is the experimental and exemplary project of 500kV digital substation in the State Grid Corporation, in which the technology of tripping by the GOOSE network is used for the first time. The paper preliminarily discusses the dissimilarity of protective relay between 500kV Zhiyan digital substation and traditional substations, by comparing this substation with traditional one on the aspects of designing, implementing, state checking and repairing, procedure operation, intellect terminals and protection devices etc.

**Key words:** IEC61850; tradition; protective relay; comparison

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)24-0172-05

## 0 引言

传统变电站的保护装置、测控装置等与传统互感器、一次设备之间通过二次电缆连接, 如图 1 所示。数字化变电站是由智能化一次设备(电子式互感器、智能化开关等)和网络化二次设备分层(过程层、间隔层、站控层)构建, 建立在 IEC61850 通信规范基础上, 能够实现变电站内智能电气设备间信息共享和互操作的现代化变电站, 如图 2 所示。

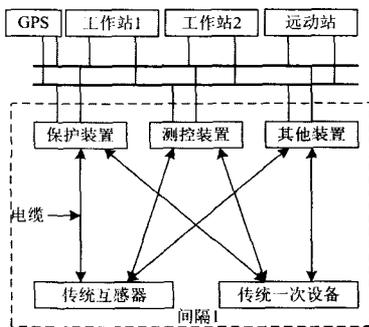


图 1 传统变电站结构图

Fig.1 Routine substation frame

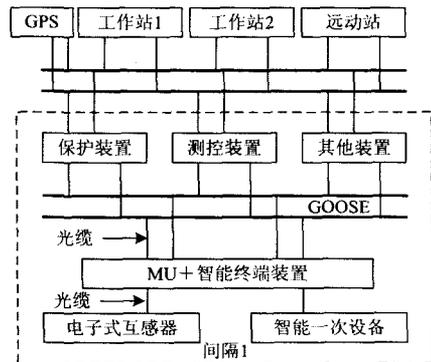


图 2 数字化变电站结构图

Fig.2 Digital substation frame

浙江金华 500 kV 芝堰输变电工程是全国首座采用 IEC61850 国际通信规约的数字化变电所, 是国家电网公司 500 kV 数字化变电站试点工程, 首次采用了 GOOSE 跳闸技术, 工程计划于 2009 年 7 月 7 日投产。芝堰变一次设备仍采用传统的开关、电磁式电压电流互感器等, 而仅仅采用了网络化的二次设备, 继电保护装置之间的信息交互完全由

GOOSE 报文取代,取消传统的二次直流回路电缆接线,引起继电保护实现方式上的飞跃。但 500 kV 芝堰变的二次电流、电压等模拟量仍与传统变电站保持一致,严格意义上说芝堰变仅是一个半数字化的变电站,如图 3 所示。

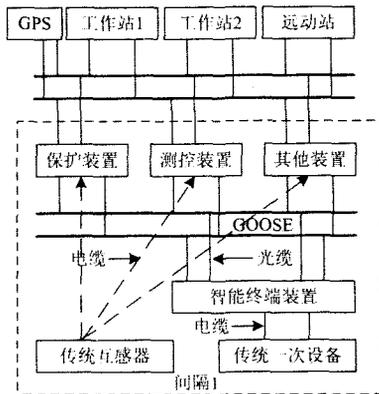


图3 芝堰变结构图

Fig.3 Yanzhi substation frame

本文就 500 kV 芝堰数字化变电站与传统变电站继电保护进行比较,浅谈其中的不同之处。

## 1 二次设计和实施过程

IEC61850 标准的实现主要分为三个部分: MMS 服务、GOOSE 服务、SMV 服务。其中, MMS 服务用于装置和后台之间的数据交互, GOOSE 服务用于装置之间的通信, SMV 服务用于采样值传输。500 kV 芝堰变工程只应用 MMS 和 GOOSE 服务, GOOSE 的应用改变了传统二次设计和实施的过程。

传统二次设计的过程如图 4, 各厂家装置研发人员设计和定义装置背板端子, 工程设计人员根据用户或设计院的要求将装置背板端子引到屏柜的端子排, 并根据需要在端子排和装置之间加入压板; 电力设计院设计各个屏柜的端子排之间的二次电缆连线; 施工单位根据设计院的设计图纸进行屏柜间接线; 调试单位测试装置功能及二次回路。

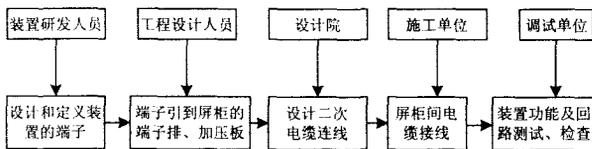


图4 传统设计与实施过程

Fig.4 Traditional design and actually course

采用 GOOSE 后, 二次回路的设计和连接工作变成了 GOOSE 通信组态和 GOOSE 配置文件下载的工作。如图 5, 各二次设备厂家可以根据传统设计规范提供出装置的 GOOSE 输入输出端子定义; 设计院根据

该定义设计 GOOSE 连线, 以表格的方式提供; 工程集成商通过 GOOSE 组态工具和设计院的设计文件, 组态形成项目 SCD 文件; 各二次设备厂家使用装置配置工具和全站统一的 SCD 文件, 提取 GOOSE 收发配置信息并下载到装置; 调试人员测试装置功能及全站 GOOSE 联调等。

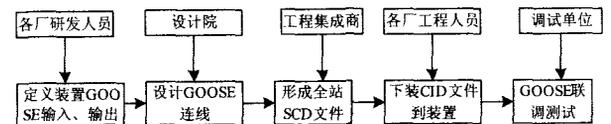


图5 采用 GOOSE 后设计与实施过程

Fig.5 Design and actually course of adopting GOOSE

从上述过程可知采用 GOOSE 后, 将大大减少传统的信号电缆, 降低电缆成本及管道面积、简化设计, 屏柜内接线大量减少, 屏柜间接线也大量减少, 减少了现场施工、调试的工作量, 有利于提高变电站的建设调试速度。

## 2 二次设备程序化操作

传统二次设备压板投退操作需要两位运行人员, 监护人对着操作票读“操作内容”, 工作班成员核对压板命名并复述核对正确后操作, 操作完毕后由监护人检查压板投退是否正确, 操作一块压板需要一到两分钟。多块压板的投退操作需要重复多次, 效率低下且容易发生误操作。

采用 IEC61850 标准后, 保护屏上只保留一块“投检修状态”硬压板, 取消其全部硬压板、其功能由软压板实现, 实现了二次设备程序化操作, 具有远方投退保护软压板、实现远方切换保护定值区。可以在后台一次性同时操作多块软压板, 缩短操作时间、防止误操作的发生, 提高操作效率, 提高变电站的安全运行水平。

## 3 继电保护状态检修

传统 500 kV 变电站内往往有多个厂家的设备, 站内通信规约不统一, 通信接口不一致, 需要大量的规约转换设备, 通信层次多、存在通信瓶颈、现场联调工作量大, 不同厂家间对通信规约的理解不尽相同, 容易出现问題, 不能在线监视保护装置的健康状况。保护装置通过二次电缆实现跳合闸以及保护之间相互启动或闭锁, 控制回路发生二次回路接线接触不可靠时, 装置能发出控制回路断线告警信号。但保护装置之间的相互启动或闭锁回路接线发生断线时不能及时发现, 往往只能等到年检或发生故障保护动作行为不正确时才能发现。



跳本开关及中开关,并闭锁中开关重合闸,同时启动线路远跳、启动母线保护;中开关失灵瞬跳本开关,延时跳本开关及边开关,并闭锁两个边开关重合闸,同时启动两线路远跳、或主变跳三侧开关。第二套保护逻辑相同。开关保护与母线保护(线路或主变保护)为一一对应,芝堰变中相关的第一、第二保护不能交叉停役,否则开关需陪停。

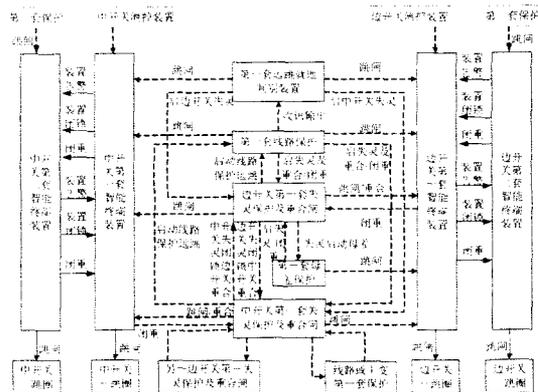


图7 芝堰变 500 kV 线路保护 GOOSE 原理图

Fig.7 500kV line protective relay of Yanzhi substation

GOOSE theory

## 6 主变保护

目前浙江电网已运行的 500 kV 主变保护多为国外厂家,非电量保护与主变电气量保护集中组屏,差动保护两套、500 kV 和 220 kV 后备保护各一套。

500 kV 开关失灵或主变 220 kV 开关失灵,通过非电量保护出口继电器重动后联跳主变两侧三开关,500 kV 开关失灵判别元件配置在开关保护内,220 kV 开关失灵保护判别元件配置在主变保护屏内。主变保护小室与 220 kV 母联(分段)开关保护小室往往相距较远,主变后备保护联跳 220 kV 母联(分段)开关二次回路电缆过长,为防止直流接地或交流串入直流,可能导致母联或分段开关误跳闸,在主变保护屏以及母联(分段)开关操作箱屏上分别串联联跳隔离压板。

芝堰变工程采用国电南自的 PST1200U 型主变保护,差动保护及后备保护均为双重化配置;非电量保护单重化配置,与智能终端装置一同安装于户外主变非电量智能终端柜,采用二次电缆跳闸。主变保护设置了三块 GOOSE 联跳软压板:主变 500 kV 边失灵启主变联跳、主变 500 kV 中开关失灵启主变联跳、主变 220 kV 开关失灵启主变联跳,500 kV 开关或 220 kV 开关失灵通过主变保护实现联跳三侧功能。

由于芝堰变虚化了二次回路,解决了信号电缆

传输过程中受电磁、对地电容干扰的问题,只需在主变保护屏单侧配置 GOOSE 发送软压板,而不需要在母联(分段)开关保护侧配置 GOOSE 接受软压板。

## 7 220 kV 保护

传统变电所的 220 kV 正、副母线各安装三相电压互感器,线路安装单相电压互感器用于检无压或检同期重合闸;考虑母线压变检修时保护不退出运行,设计相连母线的二次电压并列回路;根据运行方式不同设计正、副母二次电压切换回路。

原 220 kV 开关失灵保护启动原理如图 8,失灵判别元件配置在线路保护,单相故障开关失灵判别元件 La(Lb、Lc)动作不返回,且第一套线路保护 1TJ 或第二套线路保护 2TJ 动作不返回,按相启动母线失灵保护;相间故障时失灵判别元件 Labc 动作不返回,且三跳 TJQ 或永跳 TJR 触点动作不返回,启动母线失灵保护,通过母差保护出口回路动作跳闸。

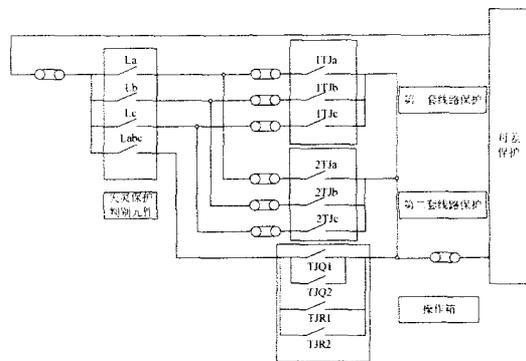


图8 原 220 kV 开关失灵保护启动原理图

Fig.8 Failure protection of routine 220kV switch startup theory

220 kV 线路采用保护动作启动及开关位置不对应启动重合闸方式。如图 9 所示,原操作箱回路中存在双位置继电器 KKJ,手分或遥分开关时 KKJ 动断触点闭合,启动 2ZJ 重动继电器,接通闭锁重合闸回路,装置放电。

芝堰变工程中 220 kV 母线、线路均安装三相电压互感器,取消母线二次电压并列及切换回路。线路或主变保护直接取用压变二次电压;220 kV 母差保护同时接入正副母电压,当某一母线压变检修时,母差保护屏上的切换把手切至运行母线即可。

芝堰变 220 kV 开关失灵保护启动原理如图 10,失灵判别元件配置在母线保护中,线路保护动作按相发送启动失灵 GOOSE 报文,母线保护接受后检查接收报文中的检修位与其本身的检修压板状态一致,结合同一间隔的失灵判别元件按相动作情况,

经整定延时启动母线保护中的失灵保护功能。

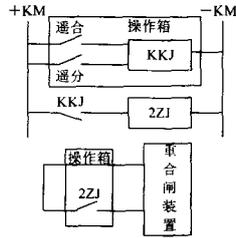


图9 手分时重合闸放电原理图

Fig.9 Discharge theory of superposition switch in hand-disconnection time

芝堰变工程中智能终端装置中取消了KKJ双位置继电器，后台或测控装置遥分开关通过第一套智能终端装置实现。220 kV线路投入保护动作启动重合闸及单相位置不对应启动重合闸，退出三相位置不对应启动重合闸功能，遥分开关时开关三相跳闸位置分别闭锁第一套、第二套重合闸，不设计遥分开关闭锁重合闸功能。

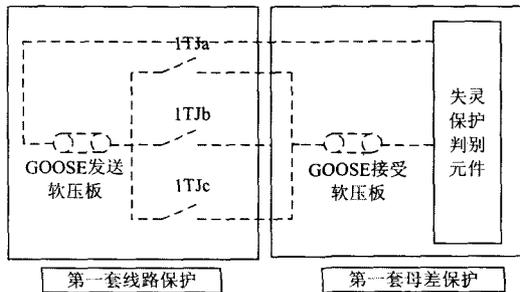


图10 新220 kV开关失灵保护启动原理图

Fig.10 Digital protection of routine 220 kV switch startup theory

另外，兰溪变220 kV线路投三相重合闸方式，且220 kV第二套母差保护停役时母线故障，第一套母差保护动作通过第一套智能终端装置三跳开关第一跳圈并闭锁第一套线路重合闸；如果投入某线路

三相位置不对应启动重合闸功能，开关跳开后第二套线路保护三相位置不对应启动重合闸，合上开关，对故障母线进行又一次冲击，引起事故扩大，因此芝堰变的220 kV线路停用三跳位置不对应启动重合闸功能。

### 8 结论

数字化变电站是一个全新的课题，也是未来变电站的发展方向，依托现代计算机技术的快速发展，自动化、网络化和智能化水平将不断创新和提高，需要广大电力技术人员不断探索、不断积累经验。500 kV芝堰变只是一个过渡阶段的数字化变电站，下一步将会采用合并单元MU，开关场就地将二次电流、二次电压转换为光信号，通过光缆接入保护、测控装置；再下一步会采用光CT、光PT、智能一次设备，实现真正的数字化。将不同发展阶段的继电保护进行分析比较，总结归纳其中的不同点并在实际工作中加以应用，有助于广大电力技术人员更快、更好地了解、掌握新技术。

### 参考文献

[1] 冯亚栋.数字化变电所培训材料[Z].南京:南京南瑞继保电气有限公司.  
 [2] 高翔.数字化变电站应用技术[M].北京:中国电力出版社, 2008.

收稿日期: 2009-05-12

作者简介:

- 杜浩良(1977-),男,本科,工程师,长期从事继电保护整定计算及运行管理工作; E-mail: panding@xjgc.com  
 李有春(1968-),男,本科,高级工程师,长期从事电力系统继电保护管理工作;  
 盛继光(1960-),男,本科,工程师,长期从事电力系统继电保护管理工作。

(上接第171页 continued from page 171)

[9] 李世林,刘军成.电能质量国家标准应用手册[M].北京:中国标准出版社, 2007.  
 [10] 福禄克工业测试产品应用文集—电能质量测试应用案例[Z].福禄克公司内部资料, 2006.  
 [11] Arrillaga J, Medina A, Lisboa M, et al. The Harmonic Domain: a Frame of Reference for Power System Harmonic Analysis[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1995, 10(1): 433-440.  
 [12] Emanuel A E. On the Assessment of Harmonic Pollution. IEEE Trans on Power Delivery, 1995, 10(3): 1693-1698.

收稿日期: 2009-01-16; 修回日期: 2009-04-09

作者简介:

- 曾江(1972-),男,讲师,博士,主要研究领域为电力电子在电力系统中的应用研究; E-mail: zengxy@scut.edu.cn  
 于文俊(1986-),男,硕士研究生,主要研究方向为电力系统谐波分析;  
 余涛(1974-),男,副教授,博士,主要研究领域为复杂电力系统的非线性控制理论和仿真、电能质量等。