

# 基于MMS与GOOSE网合一的数字化网络保护设计

杜振华<sup>1</sup>, 王建勇<sup>2</sup>, 罗奕飞<sup>2</sup>, 王彦辉<sup>1</sup>, 郑磊<sup>1</sup>

(1. 北京四方继保自动化股份有限公司, 北京 100085; 2. 广东电网珠海供电局, 广东 珠海 519002)

**摘要:** 综述了国内GOOSE的几种实现方法, 并分析了其优缺点及具体适用场合。在此基础上, 针对变电站低压10 kV保护的实际情况, 设计了一种基于MMS监控网的GOOSE信息传送方案, 很好地兼顾了实时性、可靠性及经济性因素。并依据此方案结合具体的工程实践详细说明了10 kV网络化保护的实现方法, 从现场应用情况来看效果良好。

**关键词:** IEC61850; GOOSE; MMS; ECT; EVT; 母线快速保护; 备用电源自动投入; 集中式低频减载装置

## A design of digital substation network protection based on combination of MMS and GOOSE network

DU Zhen-hua<sup>1</sup>, WANG Jian-yong<sup>2</sup>, LUO Yi-fei<sup>2</sup>, WANG Yan-hui<sup>1</sup>, ZHENG Lei<sup>1</sup>

(1. Beijing Sifang Automation Co., Ltd, Beijing 100085, China;

2. Zhuhai Guangdong Power Grid Company, Zhuhai 519002, China)

**Abstract:** This paper lists some implementation solutions of domestic GOOSE, and analyzes their merits, drawbacks and specific application condition. According to practical condition of low voltage 10 kV protection system, it designs a scheme to transfer GOOSE information by MMS network, and gives attention to two or more factors, such as real-time performance, reliability, and economical cost. Combined with practical projects, it illustrates several realization methods of 10 kV network protection. On-site application result is good.

**Key words:** IEC61850; GOOSE; MMS; ECT; EVT; bus fast protection; standby power automation equipment; centralized LFLS device

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)24-0178-04

## 0 引言

数字化变电站由智能化一次设备和网络化二次设备分层构建, 一、二次设备的互联、互通是以集成通信技术为基础的, 而要实现集成通信, 必须使用通用的标准<sup>[1]</sup>。以IEC61850标准为基础的通信体系, 具有突出的技术特点: 使用面向对象建模技术, 使用分布、分层体系, 使用ACSI、SCSM技术, 使用MMS技术, 具有互操作性, 具有面向未来的开放的体系结构, 因此能够实现数字化变电站内智能电气设备间信息共享和互操作<sup>[2]</sup>。

IEC61850所支持的互操作性是指自动化功能模块之间的互操作性。面向通用对象的变电站事件(Generic Object Oriented Substation Event, GOOSE)的出发点是功能的分布式实现, 它以高速点对点(P2P)通信为基础, 实现了间隔间横向通信, 为逻辑节点间的通信提供了快速且高效可靠的方法, 替代了传统智能电子设备(IED)间硬接线的通信

方式, 使二次接线大大简化, 任一IED与其他IED通过以太网相联, 可作为订阅方接收数据, 也可为其他IED提供发布数据<sup>[3]</sup>。

## 1 监控网与GOOSE网合一的思路

GOOSE是一种实时应用, 主要传送间隔闭锁信号和实时跳闸信号。目前国内GOOSE实现的方式多种多样, 主要概括为以下两类。

### 1.1 基于专用GOOSE网的过程层跳闸方式

根据IEC61850标准的规定, GOOSE跳闸信号的通信延迟应小于4 ms。由于GOOSE所传信号的重要性, 在实现时既要保证实时性, 又要保证可靠性<sup>[4]</sup>, 因此国内大多厂家都采用GOOSE单独组网的方式。图1为一个220 kV变电站典型的通信组网图, 最下面的部分为过程层, GOOSE网由专用光纤以太网和过程层交换机组成, 装置的GOOSE信号通过专用GOOSE插件来完成。上面的为监控层, 采用以太

网来完成,主要用于监控数据通信。

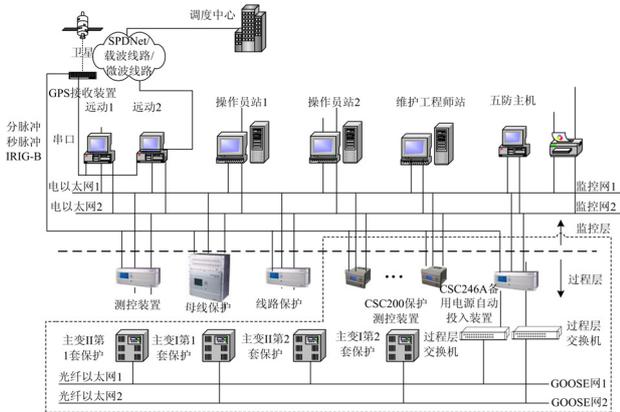


图1 变电站典型通信组网方式

Fig.1 Typical communication network of substation

该方案在保证实时性及可靠性的情况下,同时带来的是通信网造价的昂贵。一方面,保护装置的成本会增加;另一方面,大量昂贵过程层交换机的使用,大幅增加了成本,这对于低压变电站来说,用户是不能接受的。

该 GOOSE 实现方式主要应用在变电站 110 kV 及以上电压等级的网络,智能变电站设计规范中规定,对于 110 (66) kV 及以上电压等级的过程层宜配置双 GOOSE 网。

### 1.2 基于监控网 MMS 的间隔层闭锁方式

对于高压监控装置的闭锁信号传递,主要用于五防逻辑闭锁等,实时性要求不是很高。因此,对于监控来说,可以取消专用 GOOSE 网,与监控数据共用监控网。

### 1.3 基于 MMS 与 GOOSE 网合一的方式

通过上面的两种实现方式可见,对于第 1 种,造价太高,对于低压保护来说不太现实,而第 2 种方法对于低压保护的实时性又不满足要求。针对低压 10 kV 网络保护等的具体情况,本文设计了一种监控网与 GOOSE 网合一的方案,综合考虑了成本与实时性的因素。智能变电站设计规范中也有规定:35 kV 及以下不宜设置独立的 GOOSE 网络,GOOSE 报文可通过站控层网络传输。

#### 1.3.1 典型组网图

由图 2 可见,该方式取消了专用 GOOSE 网,GOOSE 信号通过监控网来传送。

#### 1.3.2 对于 GOOSE 信号可靠性及实时性的保证措施<sup>[5-8]</sup>

##### (1) 可靠性

GOOSE 信号重发机制,保证发送数据的可靠性,发送过程分为三步。

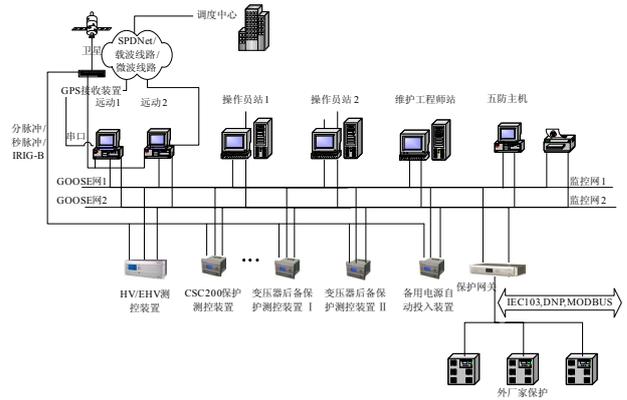


图 2 监控网与 GOOSE 网合一的典型组网图

Fig.2 Typical communication network of MMS and GOOSE network combination

1) 当GOOSE控制块所监视的数据集发生变化时进行变化发送,此部分属事件驱动方式;

2) 随后进行快速重发,以较短的间隔 $2*N$ (即 2, 4, 8等)ms进行一定次数的重发,由于低压保护装置只有一个CPU,且采用多任务操作系统,为保证其他任务的正常运行,GOOSE发送任务的重发间隔设为2 ms。

3) 以较长间隔进行定时重传。当发生数据变化时,阶段2)和阶段3)可以被突发的阶段1)打断而自行终止,重新由阶段1)开始进入下一个发送流程。

##### (2) 实时性

1) GOOSE信号传送只用了国际标准化组织开放系统互联(IsO/OsI)中的4层(如图3所示),其目的是提高可靠性和降低传输延时。

2) 适当提高GOOSE发送和接收任务的优先级。



图 3 GOOSE 通信协议栈

Fig.3 The protocol stack diagram of GOOSE communication

## 2 基于监控网 MMS 与 GOOSE 网合一的典型应用方案

### 2.1 利用 GOOSE 网实现 10 kV 母线快速保护

对于低压 10 kV 母线,一般不会配置专用的母

线保护装置。这样对于母线故障就只能由主变低压侧后备保护来完成，缺少了速动性。为解决这个问题，又不增加设计成本，于是采用了网络保护的概念，由出线保护与主变低压侧保护来共同完成，本文定义为母线快速保护，也有称为不完全母线保护、简易母差保护等。

### 2.1.1 电气主接线图

变电站电气主接线图如图 4 所示。

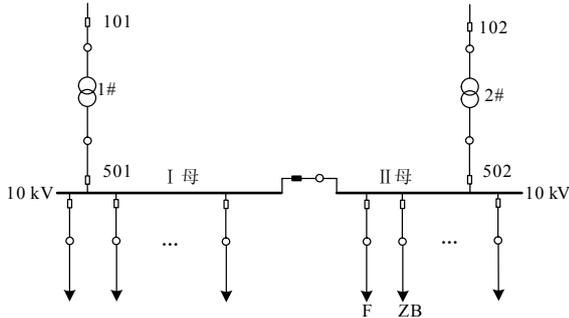


图 4 变电站电气主接线图

Fig.4 Main electrical diagram of substation

### 2.1.2 原理及构成

电流闭锁式 10 kV 母线快速保护系统（以下简称 10 kV 母线快速保护）不是单独的保护装置，由图 4 可见，它由两部分组成，即嵌入在主变低压侧后备保护装置（501 开关）中的动作元件（母线快速保护）和嵌入在 10 kV 出线（包括 10 kV 馈线、站用变、接地变、电容器等，下同）保护装置中的闭锁元件组成。

动作元件是反应流经主变低压侧开关电流增大而动作的，10 kV 母线上发生任何相间短路，都能够反应。闭锁元件是反应 10 kV 出线电流增大而动作瞬时发出闭锁信号，该信号被瞬时传送到主变低压侧后备保护装置中 10 kV 母线快速保护的逻辑回路中，以闭锁 10 kV 母线快速保护。

10 kV 母线快速保护功能设置为投入和 10 kV 分段开关处于断开状态时，10 kV 母线故障时，动作元件动作，无 10 kV 母线快速保护闭锁信号输入，则 10 kV 母线快速保护经一小延时  $T$  跳开主变低压侧开关，同时闭锁 10 kV 备自投。

当 10 kV 出线保护范围内故障时，闭锁元件瞬时发出闭锁信号并传送至主变低压侧后备保护装置，闭锁 10 kV 母线快速保护。

10 kV 分段开关投入时，闭锁 10 kV 母线快速保护。

出线装置处于检修状态时，该出线装置退出母线快速保护闭锁功能。

### 2.1.3 传统的母线快速保护

传统的 10 kV 母线快速保护动作逻辑关系如图 5 所示。

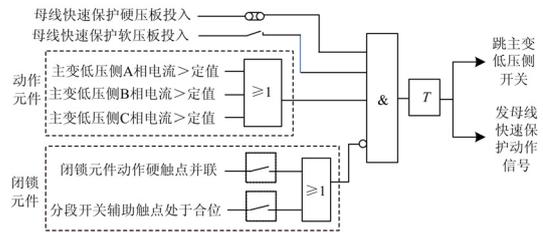


图 5 母线快速保护动作逻辑图

Fig.5 Logic diagram of instantaneous bus protection

所有 10 kV 出线单元保护装置中的闭锁元件瞬时动作出口触点并联以后，接入主变低压侧后备保护装置的 10 kV 母线快速保护开入闭锁回路，以闭锁主变低压侧后备保护装置中的 10 kV 母线快速保护。现场需要铺设大量电缆，并且闭锁信号电缆的状态检修比较困难。

### 2.1.4 基于 GOOSE 的母线快速保护

#### (1) 利用 GOOSE 进行信号传输的优点

由于传统的保护闭锁信号传送需要引大量电缆线路，导致接线比较复杂，施工难度较大。

通过 GOOSE 网实现间隔间横向通信，交换各个间隔开关量状态信息，且间隔间的 GOOSE 信息可以实时校验，状态信息异常可以报警，方便检修。而传统的电缆闭锁方式对于闭锁信号线的状态检测比较难实现。

基于 GOOSE 的 10 kV 母线快速保护动作逻辑关系，取消了图 5 中的闭锁元件动作触点及分段开关辅助触点，这部分信号通过 MMS 网络以 GOOSE 报文的方式传到变压器低压侧后备保护装置，闭锁母线快速保护。该方案使二次接线大大简化，避免铺设大量电缆，并为系统增容提供了便利。

通过 GOOSE 传送间隔间跳闸信号后，其重要性是不言而喻的，因此建议 GOOSE 要双网配置，当母线快速保护检测到任一出线间隔发生 GOOSE 双网通信中断后闭锁该功能，防止误动。

#### (2) 基于 GOOSE 的母线快速保护系统组网方式

母线快速保护的闭锁元件由变压器低压侧后备保护来完成，闭锁元件由 10 kV 母线各出线保护装置完成。

当母线快速保护装置检测出任一出线保护装置发生双网 GOOSE 通信中断时，为保证母线快速保护的可靠性，闭锁母线快速保护功能，防止误动。

鉴于母线快速保护传送的是间隔间闭锁信号，不属于过程层跳闸，因此可以不用专用 GOOSE 网。

GOOSE 信号与监控信号共用监控通信网络,与监控信号共用 CSC200 装置的两路电以太网,作为热备份。该方案在满足功能需求的情况下,有效地降低网络成本。下面的备投方案及低频减载方案均以此网络构架为基础。系统组网图如图 2 所示。

### 2.1.5 应用情况

由现场运行情况来看,原来变压器低压侧后备保护的整定延时一般为 1.2 s,现在采用基于 GOOSE 的母线快速保护,整定延时一般为 0.3 s,有效地缩短母线故障变压器承受短路电流的冲击时间,提高 10 kV 母线故障的选择性,减少变压器损坏的几率。

## 2.2 其他基于 GOOSE 的典型应用

### 2.2.1 网络化备自投及过负荷联切功能

与母线快速保护的实现方式类似,通过监控网实现 GOOSE 信号传输,由 2 台备自投装置实现 3 台主变 4 段母线的均衡负荷备投方案。

通过 GOOSE 网传送位置、闭锁信号及发送跳、合闸命令,取消了硬触点连线,降低设计成本,减少施工难度。

集中式负荷控制功能由备投装置及 10 kV 母线各出线保护装置共同完成。备投装置作为启动装置,检测进线电流,满足条件即向 10 kV 母线各出线保护装置发 GOOSE 跳闸命令,10 kV 母线各出线保护装置作为跳闸执行单元,接收到 GOOSE 跳闸命令后出口切除本线路负荷。

备投装置提供 2 轮过负荷联切功能,最大联切线路数为 16 条,联切 GOOSE 信号采用跳闸矩阵的方式,通过跳闸矩阵可以灵活地调整联切线路的轮次,无需更改模型文件,极大地方便了现场运行工况的调整。

### 2.2.2 集中式低周减载功能

随着以 IEC61850 标准为基础的数字化变电站的推广,数字网络的搭建为网络化实现低频减载功能提供了可能。

集中式低周减载功能由集中式低频减载装置及 10 kV 母线各出线保护装置共同完成。集中式低周低频减载装置作为启动装置,集中完成本变电站频率测量、母线电压检测、滑差检测和主逻辑判别,满足条件即向 10 kV 母线各出线保护装置发 GOOSE 跳闸命令,10 kV 母线各出线保护装置作为跳闸执行单元,用于切除本线路负荷。

集中式低周减载装置提供 5 轮减载功能,最大切除线路数为 25 条,减载 GOOSE 信号采用跳闸矩阵的方式,通过跳闸矩阵可以灵活地调整减载线路的轮次,无需更改模型文件,极大地方便了现场运行工况的调整。

集中式低周低频减载装置与各 10 kV 母线各出线保护装置之间的跳闸命令通过 GOOSE 信号来实现,无须铺设电缆,方便系统扩容。

## 3 结论

本文对数字化变电站及 IEC61850 的应用情况进行了概述,对目前国内 GOOSE 的实现方式进行了总结。同时结合低压保护装置的实际情况,提出了一种兼顾实时性与成本的 GOOSE 网与监控 MMS 网合一的方案。针对广东珠海兰埔变的工程实例,对低压 10 kV 几种网络保护应用进行了详细的介绍,现场运行情况良好。本工程的实施对于数字化变电站低压 10 kV 网络保护的应用具有一定的参考意义。

## 参考文献

- [1] 殷志良,刘万顺,杨奇逊,等.基于 IEC 61850 标准的过程总线通信研究与实现[J].中国电机工程学报,2005,25(8):84-88.  
YIN Zhi-liang, LIU Wan-shun, YANG Qi-xun, et al. Research and implementation of the communication of process bus based on IEC61850[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(8): 84-88.
- [2] 孙一民,李延新,黎强.分阶段实现数字化变电站系统的工程方案[J].电力系统自动化,2007,31(5):90-93.  
SUN Yi-min, LI Yan-xin, LI Qiang. A grading solution for building digital substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(5): 90-93.
- [3] 刘青,王增平,徐岩,等.光学电流互感器对继电保护系统的影响研究[J].电网技术,2005,29(1):11-14.  
LIU Qing, WANG Zeng-ping, XU Yan, et al. Research on the influence of optical current transducer on protective relaying system[J]. Power System Technology, 2005, 29(1): 11-14.
- [4] 徐成斌,孙一民.数字化变电站过程层 GOOSE 通信方案[J].电力系统自动化,2007,31(19):91-94.  
XU Cheng-bin, SUN Yi-min. A communication solution of process layer GOOSE in digitized substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(19): 91-94.
- [5] 窦晓波,周旭峰,胡敏强,等. IEC 61850 快速报文传输服务在 VxWorks 中的实现[J].电力系统自动化,2008,32(12):41-47.  
DOU Xiao-bo, ZHOU Xu-feng, HU Min-qiang, et al. Realization of fast message transmission services based on IEC 61850 in VxWorks[J]. Automation of electric Power Systems, 2008, 32(12): 41-47.
- [6] 李晓朋,赵成功,李刚,等.基于 IEC 61850 的数字化继电保护 GOOSE 功能测试[J].继电器,2008,36(7):59-61.

(下转第 221 页 continued on page 221)

## 5 结束语

重合闸装置是保证电网可靠供电的重要装置, 正常运行中不仅要求正确动作提高供电可靠性<sup>[7]</sup>, 更要保证不得误动和拒动。通过对这起重合闸误动作事件的原因分析, 让我们对微机型重合闸装置的充电条件、启动条件、出口条件的设置有了更进一步的认识, 对重合闸二次回路的组成结构更加明晰。通过将提出的改进措施在现场落实, 使得重合闸装置的运行可靠性有了进一步提高, 保障了电网的安全稳定运行。

### 参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 二版. 北京: 中国电力出版社, 2002.  
State Power Dispatching and Communication Center. Practical technology on relaying protection of electric power system[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.
- [2] 王宏茹, 甘庆红, 郭剑黎, 等. 一起开关偷跳重合闸不动作的分析及改进[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(24): 201-202.  
WANG Hong-ru, GAN Qing-hong, GUO Jian-li, et al. Analysis and improvement about a case of recloser miss operation when switch secret tip[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(23): 201-202.
- [3] 路改强, 刘敏. 浅析 500 kV 系统中 3/2 接线方式线路重合闸[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(23): 141-144.  
LU Gai-qiang, LIU Min. Analysis of 3/2 connection mode line reclosing in 500 kV system[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(23): 141-144.
- [4] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编

[M]. 二版. 北京: 中国电力出版社, 2001.

- State Power Dispatching and Communication Center. Regulations collection on relaying protection of electric power system[M]. Second edition. Beijing: China Electric Power Press, 2001.
- [5] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1981.  
ZHU Sheng-shi. Principle and technology of relay protection in high voltage grid[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1981.
- [6] 江苏省电力公司. 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.  
Jiangsu Electricity Company. Principle and application technology of relay protection in power supply system[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.
- [7] 杜书平, 吴俊芳, 赵敏, 等. FS6 弹簧操作机构断路器与重合闸配合问题的浅析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(19): 122-123.  
DU Shu-ping, WU Jun-fang, ZHAO Min, et al. Analysis of SF6 circuit breaker with spring operating mechanism fitting for reclosure[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(19): 122-123.

收稿日期: 2010-08-31; 修回日期: 2010-10-21

作者简介:

韩 潇 (1976-), 女, 高级工程师, 高级技师, 长期从事电力系统继电保护及自动装置管理维护工作; E-mail: hanxiao900@sohu.com

赵国宇 (1965-), 男, 工程师, 长期从事电力系统电网运行管理工作;

韩 洁 (1979-), 女, 工程师, 长期从事电力系统电网运行工作。

(上接第 181 页 continued from page 181)

- LI Xiao-peng, ZHAO Cheng-gong, LI Gang, et al. GOOSE test of digital relays based on IEC61850[J]. Relay, 2008, 36(7): 59-61.
- [7] IEC61850-7-2 basic communication structure for substation and feeder equipment—abstract communication service interface (ACSI) [S].
- [8] IEC61850-8-1 specific communication service mapping (SCSM)—mappings to MMS[S].

收稿日期: 2009-12-10; 修回日期: 2010-01-14

作者简介:

杜振华 (1974-), 男, 高级工程师, 长期从事电力系统数字化微机保护装置研发; E-mail: duzhenhua@sf-auto.com

王建勇 (1971-), 男, 长期从事继电保护运行与管理工

作;

罗奕飞 (1972-), 男, 长期从事继电保护运行与管理工