

# 基于 GOOSE 方式的网络化母线保护

王锐<sup>1</sup>, 王政涛<sup>1</sup>, 李海星<sup>1</sup>, 曹丽璐<sup>2</sup>

(1. 河南省电力公司, 河南 郑州 450052; 2. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 在电力系统中, 35 kV 及以下电压等级的母线由于没有稳定问题, 一般未装设专用母线保护。但由于高压变电站的 35 kV 及以下电压等级系统出线多、操作频繁、容易受小动物危害、设备绝缘老化和机械磨损等原因, 仍然有母线发生故障的情况。基于 IEC61850 通信规范基础的数字化变电站, 可以实现二次设备之间互操作及信息共享, 并实现一次设备智能化、二次设备网络化。提出的基于 GOOSE 方式的网络化母线保护, 能够直接应用到数字化变电站中, 具有较大的实用价值。

**关键词:** GOOSE; 母线保护; IEC61850; 数字化变电站; 网络化保护

## Bus protection based on the GOOSE type network

WANG Rui<sup>1</sup>, WANG Zheng-tao<sup>1</sup>, LI Hai-xing<sup>1</sup>, CAO Li-lu<sup>2</sup>

(1. Henan Power Grid Group Co., Ltd, Zhengzhou 450052, China; 2. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** In the power system, it does not install special protection generally on voltage of 35 kV and below levels bus. However, it's still found that the voltage of 35 kV and below levels bus of high-voltage substation have some problems. For instance, animal problems, more frequent operation, equipment insulation aging and mechanical wear abrasion and so on. But the digital substations based on IEC 61850 communication protocol don't have those problems, the intelligent primary device and the network of secondary device are implemented in the digital substation based on IEC61850 communications. Bus protection based on the GOOSE type network can be applied to digital substation directly, thus it has great practical value.

**Key words:** GOOSE; bus protection; IEC61850; digital substation; network protection

中图分类号: TM773 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)14-0051-04

## 0 引言

在电力系统中, 35 kV 及以下电压等级的母线由于没有稳定问题, 一般未装设专用母线保护。但由于高压变电站的 35 kV 及以下电压等级系统出线多、操作频繁、容易受小动物危害、设备绝缘老化和机械磨损等原因, 仍然有母线发生故障的情况。35 kV 及以下电压等级的母线故障要靠主变压器低压侧的后备保护来切除, 这种设计方案的弊端是一旦发生母线短路故障时, 故障不能被快速切除, 而只能等到过流后备保护动作。因后备过流保护动作时间一般整定为 1.2~2.0 s, 所以在切除故障时将会加大设备的损坏程度, 引发相邻设备的大面积烧毁, 甚至波及到变压器, 造成变压器的烧毁<sup>[1]</sup>。为了解决在 35 kV 及以下电压等级的系统发生母线故障时没有快速保护的问题, 当前国内外提出的保护方案就是配置常规的母线差动保护, 把母线段上各回路的电流引入差动保护装置(或差动继电器), 但需增加的二次电缆较多, 电缆投资大, 现场施工

工作量大, 因此很难得到运行单位的认可。本文提出一种 35 kV 及以下电压等级的母线保护新方法, 克服 35 kV 及以下电压等级的母线未装保护和传统保护方案采集、控制电缆较多且无法直接应用到数字化变电站中的缺点, 在继电保护上实现快速切除 35 kV 及以下电压等级母线故障的目的。

## 1 GOOSE 方式母线保护实现方法

本文采用一种由相关母线段上的所有出线保护测控装置、分段断路器保护测控装置、进线保护测控装置(包括变压器低压侧的接口单元)协调完成的母线保护, 当电力网络发生故障时通过分散的各个保护单元(测控装置)判断出故障电流方向以区分是否为母线故障。当母线外部故障时, 故障电流方向背离母线, 故障近端保护单元功率方向继电器反方向动作, 发闭锁跳闸信号, 闭锁母线保护<sup>[2]</sup>。当母线内部故障时, 功率方向继电器反方向不动作, 不发闭锁跳闸信号, 各故障启动的保护单元没有接收到闭锁跳闸的信号就跳开本间隔断路器。本文中

提到的闭锁跳闸信息采用 IEC61850 标准(变电站通信网络和系统标准)为基础的 GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) 信号<sup>[3]</sup>。开关量传输采用 GOOSE 通道, 模拟量的采集采用 IEC61850 标准 SMV (Sampled Measured Values) 服务报文传输<sup>[4,5]</sup>。本方案能直接应用于以 IEC61850 标准为基础建立起来的数字化变电站中, 具有实际应用价值<sup>[6]</sup>。

## 2 GOOSE 方式母线保护内容

### 2.1 启动元件

通过实时检测各相电流采样的瞬时值变化情况, 来判断系统是否发生故障的一种手段, 该元件在母线发生相间故障的情况下均能灵敏启动, 为保护的主要启动元件, 用于开放母线故障动作逻辑, 同时用于故障计时。

启动元件的动作方程为:

$$\Delta I_{\phi} > k_1 \Delta I_T + \Delta I_{dz} \quad (1)$$

$$I_{\phi} > I_k \quad (2)$$

两个条件同时满足则启动成立。

其中: 式 (1) 中  $\Delta I_{dz}$  为电流突变量启动定值, 固定取值 (参考取  $0.15 \sim 0.3I_n$ )。  $\Delta I_T$  为浮动门槛, 随着变化量输出增大而逐步自动提高, 取  $K_1$  倍可靠系数 ( $K_1$  参考取  $1.1 \sim 1.3$ ) 保证门槛电流始终略高于不平衡输出。

式 (2) 中为相电流有效值大于固定值  $I_k$  (参考取  $0.15 \sim 0.3I_n$ )

启动元件按相启动, 任何一相启动则保护功能启动。

### 2.2 功率反方向元件

用于识别正方向故障; 方向元件采用  $90^\circ$  接线, 按相起动作; 为消除死区, 当故障后线电压小于固定门槛 (参考取  $20V$ ) 时, 方向判别电压采用记忆电压, 记忆电压取故障前三周的电压, 方向判别电流仍采用故障后的电流, 动作判据不变。方向背离母线时最大灵敏角固定为  $-30^\circ$ , 动作范围  $150^\circ$ 。

反方向判据动作后, 如任一相间电压小于  $60V$  则保持方向状态。任一相判为反方向则认为该支路功率方向为反方向。对母线上的进线出线等连接元件电压取自所连接母线的电压; 对分段元件, 其对 I 母线的方向判别用 I 母线电压, 对 II 母线的方向判别用 II 母线电压。

### 2.3 保护的配置

如图 1, 2DL 进线保护装置中配置母线保护模

块。当进线故障时, 发闭锁 II 段母线保护 GOOSE 信息; 当 II 段母线内部故障时, 利用过流元件启动, 实现跳闸切除进线。

3DL 分段保护装置中配置母线保护模块。当 I 段母线故障时, 发闭锁 II 段母线保护 GOOSE 信息; 当 II 段母线内部故障时, 利用过流元件启动, 实现跳闸断开分段断路器。

6DL 和 7DL 出线保护装置中配置母线保护模块。当出线故障时, 发闭锁 II 段母线保护 GOOSE 信号。

## 3 本保护方法的动作行为分析

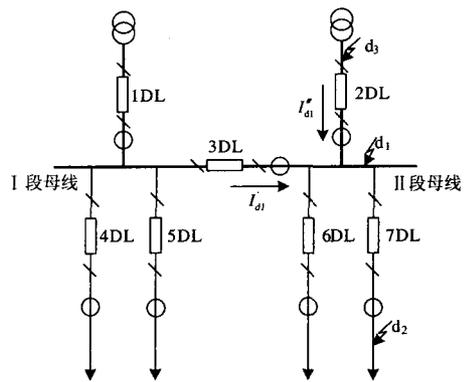


图 1 母线故障原理分析图

Fig.1 Fault analysis of bus

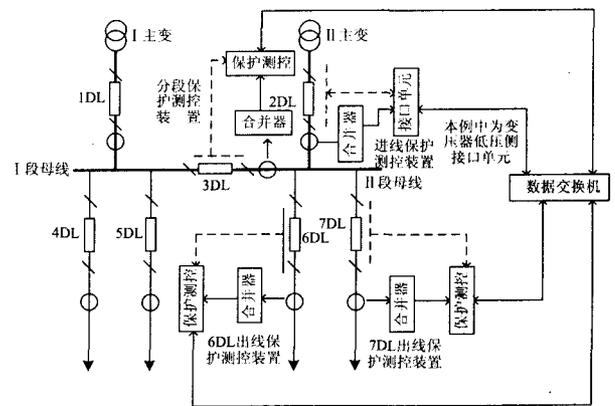


图 2 保护配置原理图

Fig.2 Principle of protection configuration

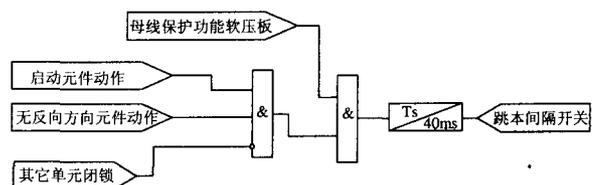


图 3 母线保护动作逻辑图

Fig.3 Logic of bus protection

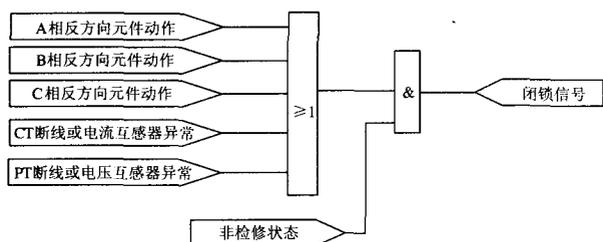


图4 闭锁信号逻辑图

Fig.4 Logic of block signal

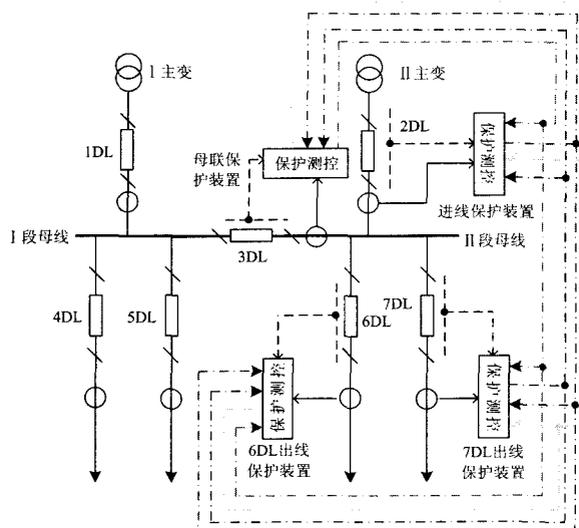


图5 传统保护方案原理图

Fig.5 Principle of traditional bus protection

图5中点画线为故障时，由对应保护装置发出的闭锁II段母线保护信号。闭锁信号的传输通过信号电缆，以接点形式传输给相关的其它分散单元。

### 3.1 母线内部故障

如图1的 $d_1$ 点发生A相接地故障（母线内部短路），流过的故障电流如图1中所示。对于3DL分段保护装置中母线保护单元，电流方向为I段母线流向II段母线，图4中反方向元件不动作，不发闭锁GOOSE信号，电流启动元件启动，且收不到相关元件的闭锁信号，保护跳闸，3DL断开。对于2DL进线保护装置中的母线保护单元，电流方向为线路指向母线，图4中反方向元件不动作，不发闭锁GOOSE信号，电流启动元件启动，且收不到相关元件的闭锁信号，保护跳闸，2DL断开。对于6DL与7DL出线保护装置中的母线保护单元，图4中反方向元件不动作，不发闭锁GOOSE信号。

### 3.2 出线故障

如图1的 $d_2$ 点发生A相接地故障（母线外部短

路），对于3DL分段保护装置中母线保护单元，电流方向为I段母线流向II段母线，图4中反方向元件不动作，不发闭锁GOOSE信号，电流启动元件启动，但收到7DL出线保护装置发出的闭锁信号，保护不动作。对于2DL进线保护装置中的母线保护单元，电流方向为线路指向母线，图4中反方向元件不动作，不发闭锁GOOSE信号，电流启动元件启动，但收到7DL出线保护装置发出的闭锁信号，保护不动作。对于6DL出线保护装置中的母线保护单元，图4中反方向元件不动作，不发出闭锁GOOSE信号。对于7DL出线保护装置中的母线保护单元，图4中A相反方向元件动作，发出闭锁GOOSE信号。

### 3.3 进线故障

如图1的 $d_3$ 点发生A相接地故障（母线外部短路），对于3DL分段保护装置中母线保护单元，电流方向为I段母线流向II段母线，图4中反方向元件不动作，不发闭锁GOOSE信号，电流启动元件启动，但收到2DL进线保护装置发出的闭锁信号，保护不动作。对于2DL进线保护装置中的母线保护单元，电流方向为母线指向线路，图4中反方向元件动作，发闭锁GOOSE信号，电流启动元件启动，但收到本单元发出的闭锁信号，保护不动作。对于6DL和7DL出线保护装置中的母线保护单元，图4中反方向元件不动作，不发出闭锁GOOSE信号。

### 3.4 与传统方案比较

比较图2所示的本方案保护配置原理图和图5所示的传统保护方案配置原理图。可以清晰地看出，在传统方案中，需要设置较多的信号电缆，复杂的电缆接线对保护安装和检修带来不便。传统方案中，采用常规的互感器，开关量的采集仍然采用继电器接点形式，与数字化变电站中采用先进的电子互感器和智能开关差别较大，因此无法应用。参考图2，在数字化变电站建设中，3DL母联保护装置、2DL进线保护装置、6DL和7DL出线保护装置中已经完成了开关量和模拟量的数字采集，数据传输网络已经建立，仅仅需要引入本方案，在分散单元中，完成故障方向判别，并输出结果信号，即可完成母线保护功能（参看方案内容中的保护配置），且输出的闭锁和跳闸信号是IEC61850为标准的GOOSE信息，可以直接在数字化变电站中应用，这是本方案的创新点，具有实用价值。

## 4 结束语

本文提出了一种基于GOOSE方式的网络化母线保护新方法，充分利用数字化变电站中的数字网络，利用不同保护对象的间隔层装置共同完成 35

kV 及以下电压等级的母线保护, 逻辑信号采用 IEC61850 为标准的 GOOSE 信息。本方法已经成功在河南金谷园 110 kV 变电站改造工程中应用。

参考文献

[1] 梁晓亮, 王波, 张勇. 几起 10LV 母线故障分析及其保护装置的研发和应用[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(17):97-99.

[2] 李韶涛, 常胜. 高压变电站 10 kV 母线保护的分析和研究[J]. 继电器, 2003, 31(8):30-32.  
LI Shao-tao, CHANG Sheng. Analysis and Study on 10 kV Busbar Protection of HV Substation[J]. Relay, 2003, 31(8):30-32.

[3] IEC61850-7-2:2003.IDT 变电站通信网络和系统 第 7-2 部分: 变电站和馈线设备的基本通信结构 抽象通信服务接口 (ACSI) [S].  
IEC 61850-7-2:2003. IDT Communication Networks and Systems in Substations Part7-2:Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment Abstract Communication Service Interfaces[S].

[4] IEC61850-9-1:2003.IDT 变电站通信网络和系统 第 9-1 部分: 特定通信服务映射 (SCSM) 通过单向多路点对点串行通信链路的采样值[S].  
IEC 61850-9-1:2003. IDT Communication Networks and Systems in Substations Part9-1:Specific Communication

Service Mapping(SCSM) Sampled Values over Serial Unidirectional Multidrop Point to Point Link[S].

[5] IEC61850-9-2:2003.IDT 变电站通信网络和系统 第 9-2 部分: 特定通信服务映射 (SCSM) 通过 ISO/IEC8802-3 的采样值[S].  
IEC 61850-9-1:2003. IDT Communication Networks and Systems in Substations Part9-2:Specific Communication Service Mapping(SCSM) Sampled Values over ISO/IEC 8802-3 Link[S].

[6] 宋小舟, 余锐, 操丰梅, 等. 基于 IEC61850 功能分层的母线保护方案研究[J]. 电网技术, 2006, 30 (S) :229-332 .  
SONG Xiao-zhou, YU Rui, CAO Feng-mei, et al. A Scheme of Bus Protection in Substation Communication Network and System IEC61850[J]. Power System Technology, 2006, 30 (S) :229-332.

收稿日期: 2008-09-04

作者简介:

王锐 (1957-), 女, 高级工程师, 长期从事继电保护技术研究与管理; E-mail:hndlwr@tom.com

王政涛 (1962-), 男, 高级工程师, 长期从事电力技术继电保护研究与技术管理工作;

李海星 (1963-), 男, 高级工程师, 长期从事电力系统变电技术管理工作。

(上接第 50 页 continued from page 50)

ZHANG Wen-liang, ZHOU Xiao-xin, GUO Jian-bo, et al. Feasibility of  $\pm 1000$  kV Ultra HVDC in the Power Grid of China[J]. Proceedings of the CSEE, 2007, 27(8):1-5(in Chinese).

[8] 陈维贤, 陈禾, 鲁铁成. 关于特高压可控并联电抗器[J]. 高电压技术, 2005, 31(11):26-27.  
CHEN Wei-xian, CHEN He, LU Tie-cheng. Ultra-high Voltage Controllable Shunt Reactor[J]. High Voltage Engineering, 2005, 31(11):26-27.

[9] SU Jian-bo, QIU Wen-bin, MA Hong-yu, et al. Calibrationfree Robotic Eye-hand Coordination Based on an Auto Disturbance-rejection Controller[J]. IEEE Trans Robotics, 2004, 20(5):899-907.

[10] 韩京清. 自抗扰控制器及其应用[J]. 控制与决策, 1998, 13(1):19-23.  
HAN Jing-qing. Auto-disturbances-rejection Controller and Its Applications[J]. Control and Decision, 1998, 13(1):19-23.

[11] 屠黎明, 苏毅, 于坤山. 微机可控高压并联电抗器保护的研制[J]. 电力系统及其自动化, 2007, 31(24):94-99.  
TU Li-ming, SU Yi, YU Kun-shan. Development of Microcomputer Protection for a Controllable High Voltage Shunt Reactor[J]. Automation of Electric Power

Systems, 2007, 31(24):94-99.

[12] 李达义, 陈乔夫, 贾正春. 基于磁通可控的可调电抗器的新原理[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(2):116-120.

LI Da-yi, CHEN Qiao-fu, JIA Zheng-chun. A Novel Principle of Adjustable Reactor Based on Magnetic Flux Controllable[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(2): 116-120.

[13] FENG Gui-hong, WANG Feng-xiang, ZHANG Bing-yi. Modeling and Characteristics of a Novel Magnet Saturation Controllable Reactor[A]. in: The Fifth International Conference[C]. 2003. 313-315.

[14] 薛定宇, 陈阳泉. 基于 MATLAB/Simulink 的系统仿真技术与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2002. 353-360.

收稿日期: 2008-09-02; 修回日期: 2008-12-10

作者简介:

王晓雷 (1963-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为电机电器与电力电子;

吴必瑞 (1982-), 男, 硕士, 助教, 研究方向为电气自动控制系统; E-mail:waterok007@yahoo.com.cn

毋炳鑫 (1983-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电气自动控制系统。