

# 一种智能变电站备自投功能的改进设计方案

王立晶<sup>1</sup> 倪宏坤<sup>2</sup> 朱占文<sup>3</sup>

(1. 国网乌鲁木齐供电公司, 新疆 乌鲁木齐 830011;

2. 国网新疆电力公司, 新疆 乌鲁木齐 830063;

3. 国网和田供电公司, 新疆 和田 848000)

**摘要:** 传统上变电站备自投功能大多采用的独立备自投装置完成, 通过相关间隔的断路器、隔离开关位置、电流、电压等信息传给备自投装置, 由备自投装置完成运行方式的识别和动作逻辑判别, 最终完成断路器的分合闸。具体提出智能变电站备自投功能的改进设计方案。此方案能够直接应用到以 IEC 61850 标准为基础建立起来的智能化变电站中, 可使备自投功能的实现更加灵活, 在工程实践中具有较大的实用价值。

**关键词:** 智能化变电站; IEC 61850; 备自投

**Abstract:** An independent automatic throw-in equipment of emergency power supply is generally adopted to realize automatic throw-in function by the traditional substation. By means of sampling the information of the breaker, the disconnected switch, AC current and voltage and so on, the automatic throw-in equipment achieves the recognition of operating mode and the discrimination of action logic, and drives the breakers tripping. An improved design scheme of automatic throw-in function for smart substation is put forward. The proposed scheme can be directly applied to the smart substation established on the basis of IEC 61850, which can make the automatic throw-in function more flexible. And this scheme has the practical value for engineering application.

**Key words:** smart substation; IEC 61850; automatic throw-in equipment of emergency power supply

中图分类号: TM763 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2015)02-0085-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2015.02.020

## 0 引言

当前在电力系统中, 备用电源自动投入装置(以下简称备自投)作为提高供电可靠性的有效手段得到广泛的应用。在传统变电站中备自投功能的实现通常由配置专门的微机备自投装置加以完成。备自投装置通过经传统信号控制电缆传输的方式, 采集供电电源及备用电源的电流、电压、断路器位置、隔离开关位置、合闸后状态等交流输入模拟量和输入、输出开关量, 再进行相应的一次系统运行方式识别及备自投动作逻辑判别, 最后将动作逻辑输出信号经控制电缆传输给相应间隔的断路器, 完成断路器的分合闸, 达到维持供电、缩小停电范围的目的<sup>[1]</sup>。

下面所论述的方案将基于网络的 GOOSE 传输机制的理念应用于智能变电站中的备自投功能的实现中, 通过数据采集数字化和网络化, 实现数据共享、独立判断, 有效减少了变电站设备冗余而更加经济, 同

时在继电保护上又能达到备用电源自投的目的。

## 1 分布式备自投的含义

智能化变电站是以 IEC 61850 为通信标准, 在信息采集、传输、处理、输出的过程完全数字化的变电站<sup>[2, 3]</sup>。GOOSE 机制在符合 IEC 61850 的数字化变电站中具有广阔的应用前景, 除了被应用于传送实时跳闸信号、间隔逻辑闭锁、检同期等功能外<sup>[4]</sup>, 也可以实现基于 GOOSE 机制的分布式母线保护、分布式备自投、分布式低周减载等功能的继电保护及安全自动装置。

由于在传统上, 变电站的间隔划分通常以具有保护功能的断路器设备为依据, 这样备自投功能的所需信息来自三个间隔(两条线路及分段)。通常对于独立配置的微机备自投装置, 首先经电缆传输的方式完成对 I、II 母线电压、线路 I、II 电流、线路 I、II 和分段断路器分、合闸位置及合闸后位置信息

的采集;其次在备自投装置中实现对 I、II 母线电压有无电压、线路 I、II 有无电流以及线路 I、II 和分段断路器位置的相应判别;最后根据逻辑判断结果动作后以装置输出开关量节点的方式,通过信号控制电缆传输给对应的断路器完成跳、合闸操作<sup>[5]</sup>。

伴随变电站的智能化发展趋势和网络化采样技术及基于 GOOSE 机制的应用,传统的二次信号控制电缆逐渐为信息网络所取代,由此智能化变电站的各过程层装置、各间隔层装置,即可通过网络实现信息共享,传递配置和控制命令,而采用此类技术的备自投称为分布式备自投<sup>[6]</sup>。

## 2 基于 GOOSE 传输机制的分布式备自投实现方式

GOOSE 传输机制是分布式保护或分布式自动化功能赖以实现的基础,不仅可用于间隔层与过程层设备之间的纵向联系如跳闸信息等,而且还可用于间隔层设备的横向联系,保护和测控等智能 IED 设备之间可以互相交换信息,更好地满足智能化变电站的互操作和功能自由分布的要求<sup>[7]</sup>。

分布式备自投可具备以下两种实现方式<sup>[8]</sup>。

(1) 基于过程层采样值(SMV)传输的分布式备自投,此种方式要求接收采样值由各装置独立完成,备自投逻辑功能判别由单一装置独立完成;

(2) 基于间隔层 GOOSE 报文的分布式备自投,此种方式则将接收采样值(SMV)和备自投逻辑判断功能以不同的程度分散到各相关装置中加以完成。

基于间隔层 GOOSE 报文的分布式备自投功能是由不同间隔设备的间隔层装置共同完成,由各进线保护测控装置完成进线有无电压和有无电流判别,以及母线有无电压判别;由分段智能接口单元完成分段断路器分、合位置及合闸后位置采集;由线路智能接口单元完成线路断路器分、合闸位置及合闸后位置采集;将获得的信息通过网络传输给主模块,完成运行方式识别和动作逻辑判断。

此方式开入开出信息采用 IEC 61850 标准 GOOSE 报文,通过数字传输网络传输给主模块,逻辑输出结果也以 GOOSE 报文传输给分散执行单元,完成断路器的跳合。这样使备自投功能的实现更加灵活,备自投可以存在于任意间隔的保护测控装置中<sup>[9]</sup>。

如上所述,将智能变电站备自投功能改进设计方案做出了具体配置设计,如图 1 所示。

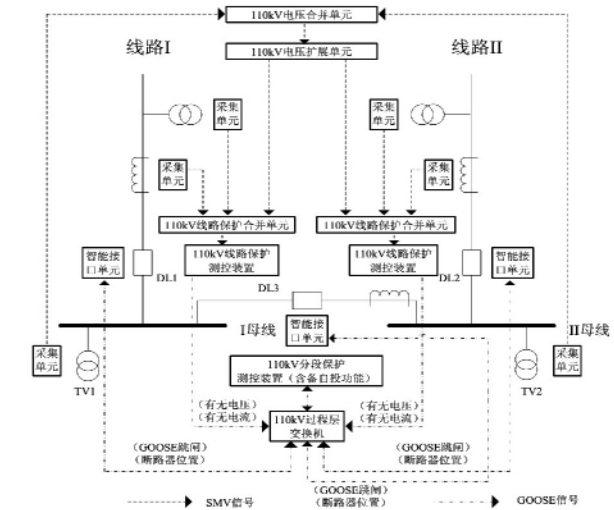


图 1 基于 GOOSE 传输机制的分布式备自投的配置方案图

### 2.1 各间隔保护测控装置配置

各间隔保护测控装置配置的备自投逻辑模块可基本分为以下两大类。

#### (1) 备自投功能主模块

需配置此模块的间隔:分段保护测控装置。

分段间隔主模块功能:识别分段断路器的分合闸位置及合闸后状态,接收各从模块发送至本模块的有无电流、有无电压、断路器分合闸位置及合闸后状态等相关信息,结合实时一次系统运行方式及所采用的相应备自投方案逻辑加以判别,最终将跳合闸出口逻辑以 GOOSE 报文形式发送至各从模块执行。

若现场需将主模块独立配置或集成于其他保护测控装置内部时,仅需将上述分段断路器的分合闸位置信息及合闸后状态,按照线路间隔从模块传输方式上送主模块即可。

#### (2) 备自投功能从模块

需配置此模块的间隔:线路 I 保护测控装置、线路 II 保护测控装置、TV1 测控装置、TV2 测控装置。

线路间隔从模块功能:根据继电保护定值整定值判别线路所经电流的实际状态,并转化为“是”或“否”的 GOOSE 报文形式传输至主模块;同时将线路所对应的断路器的分合闸位置信息及合闸后状态转化为“是”或“否”的 GOOSE 报文形式传输至主模块。

接收主模块传输的备自投 GOOSE 跳、合闸命令,作用于线路所对应的断路器实现备自投出口的

跳、合闸功能。

TV 间隔从模块功能: 根据继电保护定值整定值判别 I、II 母线所带电压的实际状态, 并转化为“是”或“否”的 GOOSE 报文形式传输至主模块; 同时结合继电保护定值完成 I、II 母线 TV 断线告警判别, 进而闭锁备自投功能以及输出告警信号值后台监控的功能。

### 2.2 采样值(SMV)的获取

I、II 母线的电压数字信号通过光纤传输至电压合并单元, 经母线电压扩展装置单元传输至两条线路各自所对应的合并单元, 实现采样值的合并处理。线路保护测控装置从线路保护合并单元获取本保护装置判别采样所需的实时电压、电流信号。

### 2.3 分布式备自投逻辑功能的实现

如前所述, 分布式备自投逻辑功能由分段保护测控装置主模块和线路保护测控装置从模块共同完成, 而分布式备自投的动作逻辑和常规备自投相同。各从模块共同承担完成备自投功能的分散执行(判断本间隔有无电流、有无电压, 再通过 GOOSE 报文将判断结果发送至主模块), 同时主模块结合由智能 IED 通过 GOOSE 报文传输的断路器分、合闸位置及合闸后状态, 完成备自投功能的集中处理<sup>[7, 10]</sup>。

备自投功能的动作执行由主模块通过 GOOSE 报文实时传输至线路或分段断路器的智能 IED 完成。

此外备自投功能还需引入一个闭锁备自投信号, 此信号通过 GOOSE 报文得到。若现场需实现过负荷减载功能, 则联跳开出信号也可通过 GOOSE 报文至相应间隔智能接口单元 IED 设备予以实现。

## 3 基于 GOOSE 传输机制的分布式备自投动作行为分析

### 3.1 采用 GOOSE 传输机制的分段备自投方式

采用 GOOSE 传输机制的分段备自投方式的逻辑框图如图 2 所示。

(1) 分段备自投方式投入工作, 即主单元相应投退把手至“投入”位置且投退型定值为“投入”;

(2) 工作电源和备用电源均正常, 即符合有压条件, TV 间隔从模块负责有无电压逻辑判别, 并将判别结果以 GOOSE 报文形式传输至分段间隔主模块;

(3) 工作和备用断路器位置正常, 即工作断路器合位且处于合闸后状态, 备用断路器跳位。线路间隔从模块检测断路器分合闸位置及合闸后状态, 并将判别结果以 GOOSE 报文形式传输至分段间隔主模块;

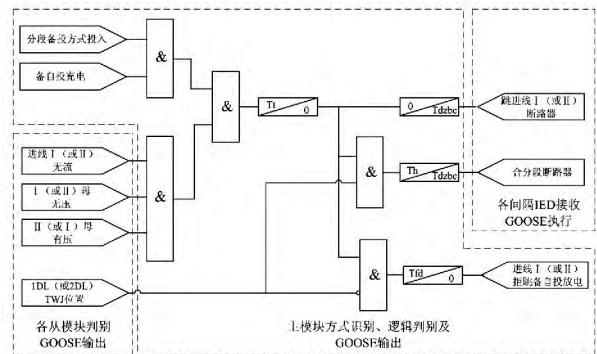


图 2 采用 GOOSE 传输机制的分段备自投方式逻辑框图

(4) 无闭锁条件、放电条件。分段间隔主模块接收母线有无电压、线路间隔断路器分合闸位置及合闸后状态等 GOOSE 报文, 结合自身断路器分合闸位置信息及合闸后状态, 判断备自投功能是否处于正常工作状态;

(5) 所有充电条件均满足经 10 s, 备自投充电正常, 完成备自投动作准备。

当备自投完成充电过程后, 若发生线路 I 失压并无法对 I 母线供电情况:

(1) TV1 间隔从模块判别 I 母无电压, 发 I 母母线无电压 GOOSE 报文至分段间隔主模块, TV2 间隔从模块判别 II 母有电压, 发 II 母母线有电压 GOOSE 报文至分段间隔主模块;

(2) 线路 I 间隔从模块判别线路 I 无流, 发线路 I 进线无电流 GOOSE 报文至分段间隔主模块;

(3) 经 Tt 跳闸延时(若有加速开入, 则不经延时)后, 分段间隔主模块发跳线路 I 断路器 GOOSE 报文至线路 I 间隔从模块, 令就地智能 IED 完成断路器跳闸, 同时就地智能 IED 发线路 I 断路器跳位 GOOSE 报文至分段间隔主模块, 判断其是否跳开。

若跳闸命令发出 5 s 后, 线路 I 断路器未跳开, 分段间隔主模块即收回跳闸 GOOSE 报文, 并终止备自投过程;

(4) 分段间隔主模块收到线路 I 跳位 GOOSE 报文并经 Th 合闸延时后, 发合分段断路器 GOOSE 报文至就地智能 IED 执行合闸, 备自投动作成功,

失压母线恢复送电,整个备自投功能全部完成。

### 3.2 采用 GOOSE 传输机制的进线备自投方式

采用 GOOSE 传输机制的进线备自投方式的逻辑框图如图 3 所示。

(1) 进线备自投方式投入工作,即主单元相应投退把手至“投入”位置且投退型定值为“投入”;

(2) 工作电源和备用电源均正常,即符合有压条件,TV 间隔从模块负责有无电压逻辑判别,并将判别结果以 GOOSE 报文形式传输至分段间隔主模块;

(3) 工作和备用断路器位置正常,即工作断路器合位且处于合闸后状态,备用断路器跳位。线路间隔从模块检测断路器分合闸位置及合闸后状态,并将判别结果以 GOOSE 报文形式传输至分段间隔主模块;

(4) 无闭锁条件、放电条件。分段间隔主模块接收母线有无电压、线路间隔断路器分合闸位置及合闸后状态等 GOOSE 报文,结合自身断路器分合闸位置信息及合闸后状态,判断备自投功能是否处于正常工作状态;

(5) 所有充电条件均满足经 10 s,备自投充电正常,完成备自投动作准备。

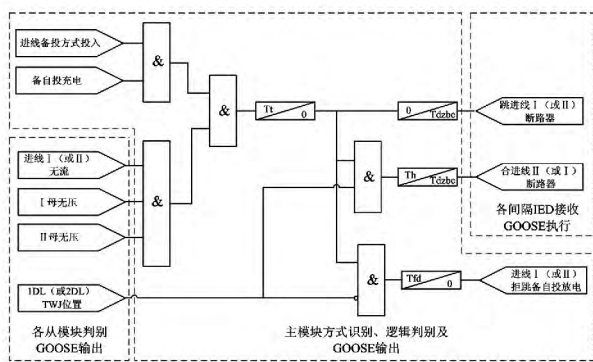


图 3 采用 GOOSE 传输机制的进线备自投方式逻辑框图

当备自投完成充电过程后,若发生线路 I 失压并无法对 I、II 母线供电情况:

(1) TV1 间隔从模块判别 I 母无电压,发 I 母母线无电压 GOOSE 报文至分段间隔主模块,TV2 间隔从模块判别 II 母有电压,发 II 母母线有电压 GOOSE 报文至分段间隔主模块;

(2) 线路 I 间隔从模块判别线路 I 无流,发线路 I 进线无电流 GOOSE 报文至分段间隔主模块;

(3) 经  $T_t$  跳闸延时(若有加速开入,则不经延

时)后,分段间隔主模块发跳线路 I 断路器 GOOSE 报文至线路 I 间隔从模块,令就地智能 IED 完成断路器跳闸,同时就地智能 IED 发线路 I 断路器跳位 GOOSE 报文至分段间隔主模块,判断其是否跳开。

若跳闸命令发出 5 s 后,线路 I 断路器未跳开,分段间隔主模块即收回跳闸 GOOSE 报文,并终止备自投过程;

(4) 分段间隔主模块收到线路 I 跳位 GOOSE 报文并经  $T_h$  合闸延时后,发合线路 II 断路器 GOOSE 报文至就地智能 IED 执行合闸,备自投动作成功,失压母线恢复送电,整个备自投功能全部完成。

## 4 改进设计方案的优点

(1) 各相关间隔保护测控装置所配置的从单元内完成电压、电流、断路器位置及合闸后位置等信息的判别,并以 GOOSE 传输机制方式传输至主单元,逻辑处理结果再以 GOOSE 报文传输机制发送至各个间隔就地智能 IED,故从变电站硬件配置方面简化了专门的备自投装置。

(2) 当运行变电站需要扩建线路间隔时,仅需将新增间隔设备相关信息接入备自投网络,再对原有备自投软件做相应修改调整即可,故无需改造或更换原有设备,可实现减少建设投资、缩短调试周期及现场施工风险的目的。

(3) 新增线路间隔或更换保护测控装置时,可利用智能化变电站已有的网络结构,任何支持 IEC 61850 通信协议的设备均可接入备自投网络<sup>[11]</sup>,无需配置专用规约转换软硬件进行规约转换。

## 5 结 语

前面设计提出一种基于 GOOSE 传输机制的分布式备自投在智能化变电站的应用方案。

本方案是由各相关间隔的保护测控装置所配置的从模块负责有无电压、有无电流、断路器位置及合闸后位置等采样和逻辑判别,判别结果以 GOOSE 报文经数字传输网络传输至主模块,输出结果也以 GOOSE 报文形式通过数字传输网络传给相应的保护测控装置令智能 IED 完成整个逻辑功能。电压电流模拟量采样值采用 IEC 61850 标准 SMV 服务

(下转第 94 页)

监控系统需要提供至少一个网络通道,同时为该变电站的视频处理单元分配一个 IP 地址,变电站通过网络与监控中心相连。系统支持带宽自动检测、控制功能,根据网络带宽情况,自动限制上传图像数量,保证网络畅通,并支持多画面复合上传功能。

#### 4.4 系统功能

完善的辅助系统综合监控系统应实现以下功能:

- ①实时监测功能,包括实时预览、云台控制、视频轮巡、OSD 叠加;
- ②录像管理功能;
- ③环境监测功能;
- ④报警功能,包含报警等级、报警联动策略设置、实时告警接收与显示、历史告警记录和查询等内容;
- ⑤电子地图功能,包括设备定位显示功能、查看视频、告警事件定位和操作、地图操作等多项内容;
- ⑥大屏管理功能;
- ⑦门禁管理功能;
- ⑧与综自系统联动。

#### 4.5 选用系统应注意的问题

通过对运行工程案例的分析对比,在智能辅助系统的设计选型中还应注意以下几个方面的问题:

- ①兼容性问题;
- ②操作模式多样化;
- ③必须支持高清全景视频接入;
- ④安全性问题;
- ⑤绿色节能问题;
- ⑥对集成商技术水平、综合协调能力的要求。同时设计方应该把好技术关,从各系统的原理、设备的配置合理性、通讯协议方面提出具体要求,以完全满足智能变电站可视化监控和调度,提高运行和维护的安全性及可靠性。

(上接第 88 页)

报文传输至保护测控装置,断路器位置、合闸后位置以及判别逻辑输出的传输采用 GOOSE 通道。

该方案从设计理论方面对分布式备自投的深层次应用做了全新的探索,具有很好的现场工程实用价值。

#### 参考文献

[1] 甘景福. 一起备自投装置拒动事故的分析[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(17): 97 - 99.

[2] 高翔, 张沛超. 数字化变电站的主要特征和关键技术[J]. 电网技术, 2006, 30(23): 67 - 71.

[3] 樊唯钦. 智能化变电站的发展与应用[J]. 电网技术, 2006, 30(5): 97 - 100.

[4] 高翔, 周健, 周红, 等. IEC 61850 标准在南桥变电站监控系统中应用[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(16): 105 - 107.

[5] 李海星, 王政涛, 王锐, 等. 基于 IEC 61850 标准的网络化备自投功能[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(14): 82 - 85.

[6] 彭磊, 杨光. 数字化变电站备自投[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(23): 58 - 61.

## 5 结 语

以上仅是讨论了智能变电站新技术的一小部分内容,对相关部分也仅仅进行了粗浅和较为表面的分析。除此之外,在诸如二次设备监控、网络结构、层次化保护系统、一体化监控系统的高级应用等方面,新技术、新设备存在广阔的研究空间和应用前景。特别对于应用成效和效益分析,还必须具备足够的工程实例、充足的投运时间来进行技术支撑,研究的技术手段也应该更加多样化、多元化和多维度,因此这项研究工作既应该是即时的,同时也应该是严肃严谨和长期的,做为智能化电网建设的参建者,有义务有责任认真科学、有条不紊地开展这项工作,进一步推动智能变电站的创新发展。

#### 参考文献

[1] 曹楠, 李刚, 王冬青. 智能变电站关键技术及其构建方式的探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(5): 63 - 68.

[2] 黄新波, 贺霞, 王宵宽, 等. 智能变电站的关键技术及应用实例[J]. 电力建设, 2012, 33(10): 27 - 33.

[3] 王鹏, 罗承沐, 张贵新, 等. 基于低功率电流互感器的电子式电流互感器[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(4): 98 - 101. (收稿日期: 2014 - 12 - 22)

[7] 宋丽君, 王若醒, 狄军峰, 等. GOOSE 机制分析、实现及其在数字化变电站中的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(14): 31 - 35.

[8] A. P. Apostolov. IEC 61850 Distributed Analog Values Applications in Substation Automation Systems [C]. IEEE Power Engineering Society General Meeting 2005(2): 1155 - 1162.

[9] 梅德冬, 黄国方. 符合 IEC 61850 标准的分布式备自投的设计[J]. 电网技术, 2006(30): 471 - 475.

[10] 余方元. 110 kV 进线备自投在数字化变电站中的应用及改进[J]. 电力自动化, 2010(9): 22 - 23.

[11] 张志鹏, 胡君慧, 刘国平, 等. 基于点对点技术的数字化变电站工程实践[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(4): 139 - 142.

#### 作者简介:

王立晶(1982), 硕士研究生, 工程师, 从事电力系统方式及稳定分析工作;

倪宏坤(1980), 硕士研究生, 工程师, 从事电力系统继电保护运行及管理工作;

朱占文(1987), 大学本科, 助理工程师, 从事继电保护定值整定计算工作。

(收稿日期: 2014 - 12 - 16)