

# 基于 GOOSE 服务的电流选跳保护

姚 亮

(南京国电南自电网自动化有限公司, 江苏 南京 211100)

**摘 要:** 介绍在国内轨道交通工程中应用的基于数字化微机保护装置间的通信设计的一种保护方案。阐述方案的回路构成, 联跳工作原理, 分析方案设计过程中的疑难问题, 并提出要求及给出解决方法。与传统保护方案进行综合比较, 具有更好的选择性和可靠性。

**关键词:** 轨道交通; 数字化; 光纤

## 1 研究背景

城市轨道交通供电系统可采用集中供电方式和分散供电方式, 而为了节省综合成本, 现在新建地铁线路更多地是采用了环网供电的方式, 如图 2 所示, 一个总降压站可能要挂接 5~6 座变电站负荷。在此种方式下, 当运行区间内发生故障时, 相邻的两个牵引变电所需同时跳开相应断路器切除故障线路, 以保证能将故障区段彻底从运行线路中切除; 而在故障区间外对应的保护不应误动作。但是在实际运行中, 故障发生后由于各个变电所开关保护配合问题往往会发生越级跳闸以及多级跳闸等现象, 而且在永久性故障和瞬时性故障判别方面也存在困难。

针对以上现象如果用传统的电流选跳保护, 则后备过流保护在定值和时限上以及联跳方案都要进行配合, 而随着区间变电站数量的增加, 后备过流的动作时间定值需要相应增加, 联跳方案也需多重考虑; 在现有供电系统下, 为了减少故障电流对系统的冲击, 不影响上级保护的整定值, 往往能够预留出的级差时间很短, 很容易出现几个变电所级差时间相同的情况, 故而在大区间供电方式下的后备过流保护的时间级差设定以及联跳闭锁方案就很难很好地满足保护选择性和速动性的要求, 很可能在故障时出现误跳扩大停电范围甚至引起全线短暂停电的事故。

基于以上分析, 我们引入数字通信电流选跳保护的概念, 此保护是基于微机保护装置间的网络通信功能提出的一种新的保护方案。由于采用基于 61850 规约的数字化技术, 区间内变电所保护装置

通过 GOOSE 网络互联, 故当任意一台保护装置检测到异常状态时, 即可向整个网络发送信息, 网络内的其余智能设备皆可即时共享所有实时数据, 从而可通过逻辑编程, 对线路两端微机保护装置的电流保护动作与否进行比选, 实施逻辑判断, 快速判别线路故障区段, 实现选择性地快速切除故障线路。

## 2 保护系统网络方案

为实现以上数字通信保护功能, 保护装置需采用通信方式传递过零流和失灵保护的启动信号, 故要求 CPU 可接入过程层 GOOSE 网, 站控层仍可采用传统的 103 规约。

保护系统组网方案如图 1 所示。

### (1) 过程层所间网络

过程层所与所之间通信采用双通道模式, 架设专用的 2 路 2 芯通信光缆, 通信介质采用单模光缆, 光缆通过所内 GOOSE 网交换机连接, 实现所间保护装置之间的信息共享和闭锁功能等。

### (2) 所内网络

过程层网络: 支持双 GOOSE 网, 保护装置通过 GOOSE 网实现保护装置之间的信息共享和闭锁功能等。

站控层网络: 采用双网电口模式, 支持 103 通信规约。

## 3 数字通信电流选跳保护工作原理

如图 2 所示为城市轨道环网供电系统及故障分析示意图。根据区间线路沿线各开关是否流过故障电流, 可判断出故障区段。假设区间线路上出现单一的故障, 则故障区段位于从电源侧到末梢方向最

后一个经历了故障电流的开关和第一个未经历故障电流的开关之间的区段。

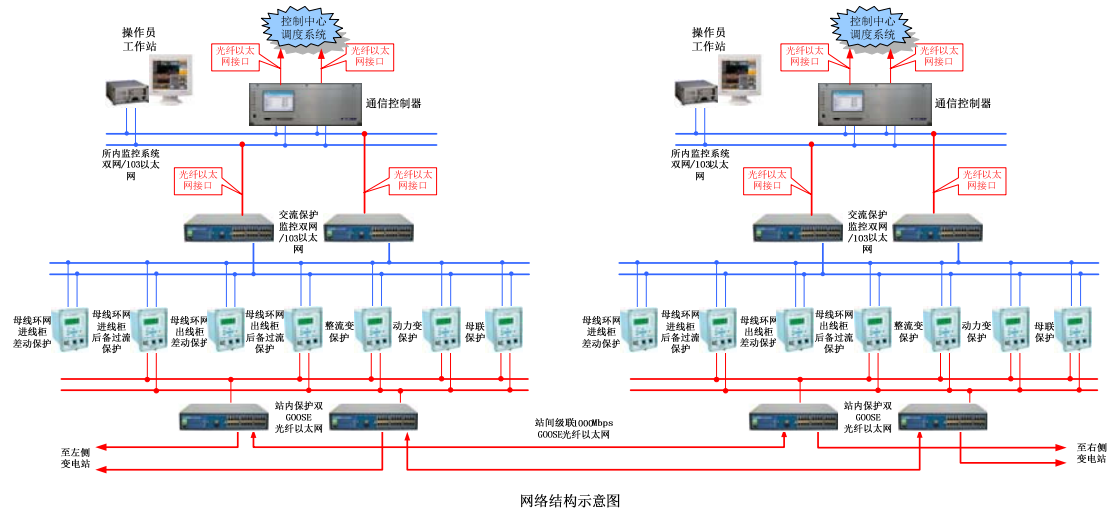


图 1 保护系统组网方案

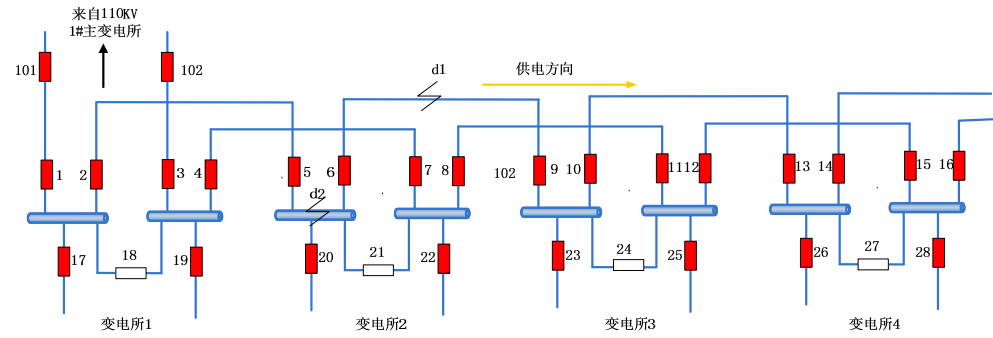


图 2 城市轨道交通环网供电系统及故障分析示意图

在图 2 中，根据供电方向，当 d1 点出现故障时，1,2,5,6 点都检测到故障电流，而 9 点未检测到故障电流。由此就可以判断，故障点在 6,9 之间，为电缆故障，则可根据数字通信电流保护逻辑跳开 6、9 号开关；当 d2 点出现故障时，1,2,5 点都检测到故障电流，而 6,20,21,9 点未检测到故障电流。由此就可以判断，故障点在母线上之间，为母线故障，则可根据数字通信电流保护逻辑跳开 5,6,21 号开关。

3.1 正常故障行为分析

以进出线保护装置为例：GOOSE 网络中每一台保护装置皆通过配置文件手动分配一个唯一的地址，故而进出线保护装置可通过 GOOSE 网接收相邻变电所同一线路开关的过电流保护的启动信号及本变电所同一母线上其它所有开关的过电流保护的启动信号，再通过逻辑判断是电缆故障或者是母线故障。数字通信电流保护中电缆故障判断条件为：

- a) 本线路开关过电流保护启动；
  - b) 相邻变电所同一线路开关的过电流保护未启动；
  - c) 数字通信电流保护延时时间到 T1。
- 数字通信电流保护中母线故障的判断条件为：
- a) 本线路开关过电流保护启动；
  - b) 相邻变电所同一线路开关的过电流保护启动；
  - c) 本变电所同一母线上其他所有开关的过电流保护均未启动；
  - d) 数字通信电流保护延时时间到 T1。

当保护装置判断为电缆故障时跳本线路开关，并发信号通过 GOOSE 网络联跳相邻变电所同一线路开关。当保护装置判断为母线故障时跳本线路开关，并发信号联跳本变电所的其他进出线开关及母联开关。

3.2 异常故障行为分析

在相关开关保护装置出现异常运行情况时，比如保护装置检测到与相关装置通信异常或接收到相关装置告警闭锁保护时，保护装置可通过控制字预先设置将数字通信电流保护延时时间抬升到一个时限再出口或者是将数字通信过电流保护闭锁。通过抬升动作时限或者闭锁数字通信过流保护功能，可最大限度地避免在异常情况下保护的无序动作。

## 4 与传统方案的比较

传统电缆联跳分为开量和闭量两种方案，开量方案在正常运行中的联跳回路处于闭合状态，只有在联跳信号发出时回路才断开，因而当联跳回路本身出现故障，比如断线或者有接触不良的状态时，可能出现误动作；而闭量方案在正常运行中的联跳回路处于断开状态，只有在联跳信号发出时回路才闭合，因而当联跳回路本身出现故障时，保护可能拒动。而现阶段针对于电缆回路断线或者接触不良的监测还不完善，故而此种误动或拒动的问题无法很好地解决。

与电缆联跳方案比较，基于 61850 规约的数字化方案由于采用光纤通道，故而抗干扰性很好，对不同的环境都有很好的适应性；由于采用数字通信，取消了大量的电缆连线，减少了保护装置的输入输出接口，大大节省了成本；而且数字通信通道可随时处于监测状态中，一旦出现异常情况可立即切换故障跳闸方案，防止因为通道异常或者装置异常造成的保护拒动等现象。

按照传统的级差配合方案，为了在故障时尽量达到不误跳的要求，则需通过给每个变电所配置级差延时来达到目的；故而在变电所增多的情况下末端变电所的延时时间增大，不利于保护的速动性要求。而数字通信电流保护功能无需逐级配合的动作时间，可有目的的直接快速判定出故障区段，有针对性地切除故障区段。

## 5 数字通信电流保护方案在工程运用中的难点

a) GOOSE 网络中保护装置之间通信中断的判别需要一定的延时。由于数字通信电流保护是基于 IEC61850 规约建立的 GOOSE 网络的，而在

IEC61850 规约中，限于数据量，通信链接报文并不能频繁发送，故而通信中断只能通过延时来判别，这个判别延时一般配置为 5s。若在判别通信中断的过程中发生故障，则保护不能按预设方案正确动作。

b) 在保护装置本身出现故障的情况下，GOOSE 网络中的此保护装置对应节点处于一个不正常运行状态，为了防止保护误动，此时需要与之有联系的保护装置对此情况进行处理。比如要求每一台保护装置在正常运行时不间断的向网络发送运行正常的报文，而与之有联系的保护装置则可以不间断的收到此报文；一旦某一个保护装置有异常，则与之有联系的保护装置接受到的监视报文必然有所变化，据此就可进行相应的逻辑判断，同时执行预先设定的保护动作方案。

## 6 结束语

现如今，大区间环网供电方式已经成为地铁供电系统的主要方式，而基于 GOOSE 网络的数字通信电流选跳方案由于具有结构简单，综合投资少，维护方便，具有更好的选择性和速动性等优点，相比传统方案更符合大区间环网供电方式的要求。在现阶段，数字化技术的优势已经体现了出来，随着数字化技术的发展，必然会有更多更好的保护方案涌现。

### 参考文献：

- [1] 黄德胜.地铁牵引供电系统保护[J].都市轨道交通, 2005,18(6):65-67.
- [2] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理[M].北京:水利电力出版社,1994.
- [3] 谭文恕.变电站通信网络和系统协议 IEC61850 介绍[J].电网技术, 2001,25(9):8-11.