

继电保护三种安全隔离措施的应用

李 鹏, 马文见, 杨福奎, 陆 伟, 袁林华

(南瑞继保电气有限公司, 南京江宁区胜太路 99 号 211106)

摘 要: 智能变电站以光电通讯技术代替了原有电磁信号, 新的技术对检修提出了新的要求, 文中总结了智能变电站中继电保护的三种安全隔离措施, 软压板, 检修机制, 断开网络一一做了分析, 并结合线路间隔一次, 二次设备检修给出了实用案例。

关键词: 智能变电站; 检修; 安全隔离措施

0 引言

智能变电站作为智能电网的坚强节点在近年来得到较快的发展, “十二五”期间, 我国将建设 110kV 及以上智能变电站 6100 座, 越来越多智能变电站的建成投产对于检修人员的技术水平提出了较高的要求, 与常规变电站相比智能变电站新增了光电通讯等许多新型的技术, 保护自动化系统发生了巨大的改变, 传统的检修安全隔离措施已经不能适应新技术的发展, 因此有必要对智能变电站继电保护安全措施进行梳理和分析。

1 安全措施的执行

按照传统的模式, 在需要执行安全措施的相关回路上必须要有明确的断开点。然而保护装置与外界的所有联络, 包括电流、电压回路, 闭锁、启动、跳闸等信号回路已不再是以往所熟悉的电缆回路了, 保护与外界的所有联络仅通过光纤来实现。显然, “短电流, 断电压, 拆跳闸”这样的安全措施已不适合智能化变电站的实际情况^[1]。

变电站检修可以分为一次设备检修和二次设备检修, 一次设备检修必须停电, 而二次设备检修可以在不停电的情况下进行, 根据智能化变电站的实际情况我们至少可以总结出三种做安全措施的方法:

1.1 软压板

在保护装置中 GOOSE 软压板分为 GOOSE 发送软压板和 GOOSE 接收软压板, GOOSE 发送软压板相当于传统变电站的二次回路的出口压板, 当其投入时实时反映了 GOOSE 发送信号的真实状态, 当其退出时隔断了 GOOSE 的变位信息, 所有的 GOOSE 数据

仅维持在“0”状态, 但为了保证 GOOSE 链路正常依然每 5s 发送一次心跳报文; GOOSE 接收压板是 GOOSE 开入信号是否有效的一个依据, 当其投入时装置才能认为 GOOSE 数据有效参与保护逻辑, 当其退出时装置认为 GOOSE 数据无效不能参与保护逻辑, 一般的在变电站实际操作中, 多统一采用 GOOSE 发送软压板作为与外界断联络的操作目标, 一方面是遵循传统变电站的操作习惯“退出口压板”, 不在运行设备上任何操作; 另一方面是由于发送压板的设计面向的是保护某个数据的出口, 即基于 DA 创建压板, 而接收压板的设计目前多采用链路压板的方式, 即基于 GOOSE 创建压板, 不能够细分保护的应用。

对于需要接收两台以上合并单元的保护必须设立 SV 接收软压板^[2], SV 接收软压板相当于传统变电站的“短电流, 断电压”, 当 SV 软压板退出时, 认为该采样数据退出保护逻辑计算, 一般只在一次设备停电检修时采用。需要特别注意的是, 由于 SV 接收软压板退出后采样不再参与逻辑计算, 为了避免因误操作而引起的保护误动, 所以保护装置需要在有流情况下屏蔽退 SV 软压板的功能, 此时即使 SV 软压板退出但是因为是有流判据的存在, 而仍然认为 SV 软压板未退出, 直到无流情况下才认为 SV 软压板真正退出。

以 3/2 接线的线路保护进行说明, 见图 1, 图中给出了保护的 GOOSE、SV 的所有软压板。

除了 GOOSE、SV 软压板, 还有同常规站一样部分功能压板也在操作内容之内, 如线路保护的差动保护软压板, 母差保护差动保护和失灵保护软压板等。

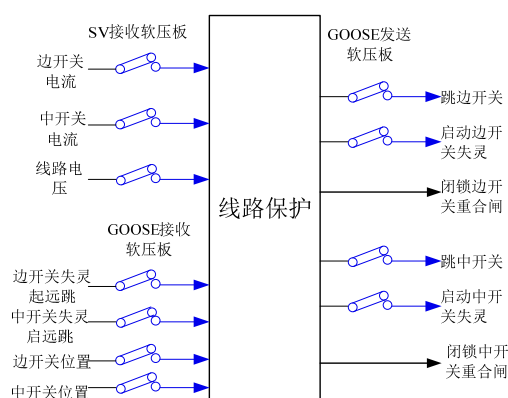


图1 线路保护 GOOSE、SV 软压板设置

1.2 检修机制

GOOSE接收端装置应该将接收的GOOSE报文test位与自身的检修压板状态进行比较，只有两者一致才将信号作为有效处理或动作；SV接收端装置应将接收的SV报文中的test与自身的检修压板状态进行比较，只有两者一致才将信号用于保护逻辑，对于不一致信号，接收端装置仍计算和显示幅值^[3]。

检修位的应用主要在于将站内设备分割成“检修域”和“运行域”，无论被检修设备进行何种操作都不会影响运行设备的正常工作，见图2。当某台装置需要检修时，可以将该装置投检修压板，其GOOSE、SV信息都将携带检修位，站内其他运行设备接收此设备信息时都将按照无效进行处理。间隔停电检修时，可以将该间隔的所有设备投入检修压板，不影响运行间隔的正常工作。

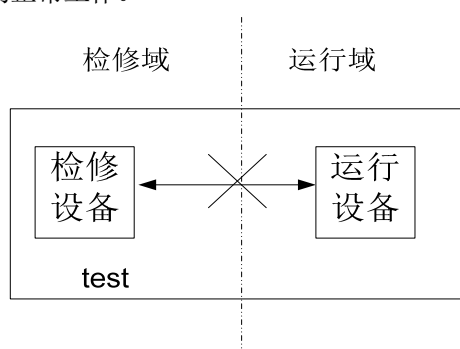


图2 “检修域”和“运行域”

1.3 断开网络

其实,根据传统模式的安全措施执行方法“有明显的断开点”这一原则,既然网络链路替代了电缆回路,那么断开网络链路的连接也就等同于在电缆回路上做的一系列隔离措施。一般而言，检修哪台设备断开哪台设备的光纤连接就可以，但是有一点需要注意的，断

开网络虽然可以可靠断开网络，但是相比于退GOOSE出口压板的方式容易造成运行设备的断链报警^[1]。

1.4 应用对比分析

退出GOOSE出口压板将屏蔽GOOSE的变位报文而无法进行系统测试，如至母差失灵回路，至智能终端的跳闸回路等；

退出SV软压板的方式必须保证在一次间隔彻底退出运行时才能操作，否则易发生保护误动，当然保护也会在有流屏蔽SV退出功能防止保护误动；

退出功能压板，一般用于退出保护的部分逻辑功能，而不全面退出时采用；

投入检修压板可以在检修机制健全的变电站可以采用，在新站投产时需要保证GOOSE、SV检修逻辑的准确无误；

断开网络需要对站内光纤的布局较为了解，评估光纤拔出后对网络的影响是在合理可控范围内才能进行，因为光纤拔出后会引发大量的异常信号。SV断链应能可靠闭锁保护装置才可进行。

以下通过常见的双母线接线方式线路间隔检修为例进行说明。

2 二次设备不停电检修

二次设备因异常，升级等原因需要进行检修，这种情况下，一次设备一般不用停电，需要处理的装置为本间隔单套一台装置。

2.1 保护装置检修

保护装置需要检修，其他装置均处于运行状态。线路保护停运可按以上三种安措方式进行安全隔离：

A) 退出线路保护GOOSE跳闸出口，GOOSE启动失灵，重合闸软压板，见表1。

表1 线路保护GOOSE出口软压板

GOOSE出口	本装置的GOOSE输出压板	对应输出装置
保护跳	跳闸GOOSE输出压板	智能操作箱
启动失灵	启动失灵GOOSE输出压板	母差
重合闸	重合闸输出压板	智能终端

B) 投入线路保护装置检修压板，利用“检修”逻辑分割“检修域”和“运行域”。

C) 将线路保护装置的出口光纤与外界全部断开。

保护装置可以因检修原因的不同可采用不同方式，可以单独采用某种方式，也可以组合采用两种或

三种方式。当仅更换插件等不需要进行保护试验时,可以采用三种的任何一种进行;当需要对装置进行单体测试时,为了测试出口功能,推荐B和C组合方式,形成闭环测试,安全性较高;当需要对母差等失灵回路进行验证时,推荐B方式进行,此时可以在母差装置的GOOSE开入看到失灵信息,但因为是带检修位,对母差保护不造成影响。

2.2 智能终端检修

智能终端需要检修,其他装置均处于运行状态。智能终端没有GOOSE出口压板,但有出口硬压板,可采用以下方式进行安全隔离:

退出跳闸出口,重合闸出口,遥控出口硬压板。

投入智能终端检修压板,利用“检修”逻辑分割“检修域”和“运行域”。

将智能终端的光纤与外界全部断开。

结合工程实际情况,智能终端的运行损坏率较低,即使损坏多以更换插件为主,由于智能终端是整个保护自动化系统最底层的执行设备,使用了大量的硬接线和继电器,不适用在设备不停电的情况下进行试验操作,正常情况下可以只按B或C方式进行,但有些地区考虑装置上电硬件损坏如继电器接点粘滞的现象存在而可能使开关勿动,因此在智能终端检修时仍采用安全度最高的A方式进行,待设备恢复运行后,测量出口电压是否正常后,即可恢复。

2.3 合并单元检修

合并单元原因需要检修,其他装置均处于运行状态。合并单元没有GOOSE出口压板,但提供了采样数据给保护装置,可采用以下方式进行安全隔离:

投入合并单元检修压板,采样数据携带检修位,相关保护被闭锁。

将合并单元的光纤与外界全部断开,相关保护闭锁。

人为判断合并单元影响了运行设备的何种保护,人工退出相关保护。

合并单元投入检修压板,间隔内的相关保护自动退出,如线路保护的电流电压全部采用同一合并单元,则全部功能闭锁;跨间隔保护如母差保护的差动保护和该支路的失灵保护闭锁。一般合并单元在不停电检修时不适于做试验,在SV检修机制闭锁功能全面无误的情况推荐采用A方式,既简单又安全;采用B方式,也是需要建立在保护设备在SV断链情况下可闭锁相关保护,但相关运行设备会报大量的SV异常信

息,影响运行监控;根据实际现场的应用总结,多数会采用C方式进行,这种情况不需要知道保护SV检修断链闭锁逻辑是否正常无误,人工判断何种保护需要退出相关运行,假设线路电压电流采自同一合并单元,在合并单元检修时,需要退出线路保护的GOOSE出口软压板,母差保护的所有功能压板或出口压板。

3 一次设备停电检修

在线路停电检修时,该间隔彻底退出母线差动计算,为了保证母线保护的正常工作,在操作时需要将该间隔的SV接收软压板,失灵功能退出。需要注意的是根据国网公司规范多数母线保护都会设计SV接收软压板,便于在间隔检修时的退出,但是对于失灵功能的退出可能做法各不一样,PCS915系列母线保护装置将SV接收软压板与该间隔的GOOSE接收软压板合并成一个软压板称为“间隔投入软压板”,当“间隔投入软压板”退出时该间隔不仅退出差动计算,也同时退出失灵逻辑计算这一方案具有较高的安全性。

为了方便间隔的试验,不再采用退出GOOSE软压板,断开网络的方式,推荐的间隔检修操作方案如下:

1) 先完成本间隔一次设备停电操作;

2) 退出母差保护与本间隔对应的“间隔投入压板”,保证母线保护装置不处理本间隔合并单元的采样数据,退出差动及该间隔失灵保护;

3) 投入本间隔线路保护,合并单元,智能终端检修压板,保证本间隔能够正常传动,同时GOOSE报文不对运行的母线保护造成影响;

4) 对本间隔的保护装置、智能操作箱、合并单元完成整组测试后,恢复到检修之前装置之间的运行连接,退出所有装置检修压板,此时本间隔的线路保护已恢复运行;

投入母差保护与本间隔对应的“间隔投入”软压板,恢复本间隔母差保护和失灵保护;

完成本间隔一次设备带电操作;

注意2、3与4、5顺序不能颠倒,即保证合并单元投检修前保证“间隔投入软压板”退出,合并单元退检修后才能恢复“间隔投入软压板”,否则母差保护将会短期内闭锁。

4 结论

以上提出的三种安全隔离措施，各有优劣，各有侧重，由于智能变电站的网络结构不固定，各个类型的组网方式非常繁多，所以如何在检修时保证运行设备的安全必须根据站内实际情况进行选择，在实际应用文中所提到的三种安全隔离措施时可以根据网络情况和试验内容进行灵活的选用，可以单独采用也可以组合采用。需要提醒的时，采用检修机制，及断开网络连接等方式必须对相关保护在投产前进行测试，尤其是SV检修机制的处理是否符合要求需要对不同型号不同厂家进行反复的试验进行验证，只有这样才能保证在生产运行时操作安全。

参考文献：

- [1] 黄汉棠.状态检修分册/数字化变电站技术丛书[M].北京:中国电力出版社,2010.
- [2] 国家电网公司.智能变电站继电保护技术规范[Z]. 2010.
- [3] 国家电网公司. IEC 61850 工程继电保护应用模型[Z]. 2009.

作者简介：

李 鹏（1984—），男，山西人，工程师，主要研究方向变电站自动化系统，IEC61850 协议相关产品的测试工作，

E-mail: lip@nari-relays.com;

马文见（1973—），男，江苏人，工程师，主要研究方向变电站自动化系统；

杨福奎（1970—），男，天津人，工程师，主要从事智能变电站技术研究；

陆 伟（1973—），男，江苏人，工程师，主要从事智能变电站技术研究及工程应用；

袁林华（1983—），男，江苏人，工程师，主要研究方向为变电站自动化系统、数字化变电站技术、IEC61850 及其支撑协议。