

# 震后 110 kV 变电站备自投方案的研究

王祖峰, 彭海

(西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031)

**摘要:** 在 5.12 汶川大地震后, 四川部分电网和电厂受到损害, 其中四川金马站备用电源受损。由于此站负荷极其重要, 在这种特殊情况下, 为保证金马站的可靠供电, 考虑了为该站配置一个备用电源的方案。由于新津、金马和临邛三站为 T 型接线, 常规的备自投不能解决当前问题, 结合新津、金马站的具体情况, 提出了用 RCS-9651 备自投装置来实现一种 T 型接线的远方备自投方案, 并用 RCS-9651 方式 6 在金马站实现了备投时甩负荷的功能。对在新津、金马站使用 RCS-9651 远方备自投装置存在的缺陷进行了分析, 并得出整套远方备自投方案在临邛站故障或其他原因使临金线失电的情况下能够备投成功的结论。

**关键词:** 远方备自投; 汶川地震; 电力系统; 可靠供电

## Research of auto-switch-in device of stand-by power supply for 110kV substation after earthquake

WANG Zu-feng, PENG Hai

(School of Electric Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Partial Sichuan power grids and power plants damaged in Wenchuan earthquake, including Jinma power grids, whose standby power stations was destroyed. Considering burden's importance and power's reliability of the station, this paper gives advice of supplying standby electrical source. As Xinjin, Jinma and Linqi three points were the T-connection configuration, normal auto-switch-in device of stand-by power supply can't resolve current problems. So, this paper introduces a new plan, which uses RCS-9651 remote auto-switch-in device of stand-by power supply to actualize standby power supply and load rejection function. At last, the deficiencies of using RCS-9651 in Xinjin and Jinma are analyzed, and conclusion that Linqi or Linjin's fault has no influence on remote auto-switch-in device of stand-by power supply's normal working is reached.

**Key words:** remote auto-switch-in device of stand-by power supply; Wenchuan earthquake; power system; power supply reliability

中图分类号: TM762 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)10-0125-04

## 0 引言

目前 110 kV 变电站的备用电源自动投入(以下简称备自投)装置作为提高供电可靠性的有效手段得到了广泛应用。电力系统 110 kV 电网结构多数是手拉手环网接线, 采用开环运行方式。如图 1 所示, 对 1 号变电站, 常规备自投的运行方式是 1、2 号进线互为备用, 运行方式原理大致相同。如采用 2 号线备 1 号线的方式, 即 1DL 和 3DL 在合闸状态, 2DL 断开, 当 1 号线路电源因故障或其他原因被断开后 2 号线路备用电源自动投入保证了供电的可靠性。但在有些特殊的运行方式或电网结构下, 常规的备自投运行方式则不能满足失电备用的作用。下文将以一实例分析讨论一种 T 型电网结构采用远方备自投的方案。

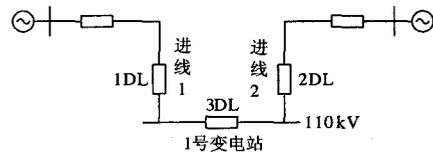


图 1 常规带备自投 110 kV 站进线图

Fig.1 Incoming line of auto-switch-in device of stand-by power supply for 110 kV transformer substation

## 1 问题的提出

新津站和金马站 110 kV 电网接线如图 2 所示。新津站为单母线接线方式, 有两条 110 kV 线路, 金马站为内桥接线方式。新津、金马和临邛三站为一个 T 型结构的接线, 分别为临新支线和临金支线。徐家渡和临邛均为 220 kV 变电站, 其余三站为 110

kV 变电站。

5月12日汶川地震之前,系统运行方式为:181和134在分闸状态,其余开关都在合闸状态。即新津站由220kV徐家渡站单电源供电,金马站由临金支线单电源供电。新津站和金马站均装设有各自站的各自投装置,新津站用临新支线备徐新线,金马站用东马线备临金支线。

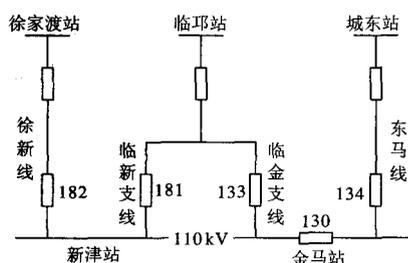


图2 新津、金马站110kV电网接线图

Fig.2 110kV electrical connection of Xinjin and Jinma substation

5月12日汶川地震后,由于地震波及面较广,四川地区部分电厂及电网受到严重损害,新津站徐新线由于线路故障跳开,各自投备投成功改由临新支线供新津全站。金马站电源临金支线无故障,但备用电源东马线对侧城东站全站失电,需金马倒供到对侧。经短时抢修,徐新线问题不大可以继续投入运行,但城东站无电源的情况短时间内不能解决。这就引出以下三个问题:

1) 本来东马线为金马站的备用电源,而现在需要金马反供电给城东站。

2) 金马站现为单电源站,无备用电源可用,一旦临金支线发生故障或因某种原因失电,金马站也将面临全站失电的危险。

3) 浦江县的负荷非常重要,而金马站是浦江县唯一的一个110kV变电站,可以说金马站支撑着整个浦江县的用电,所以金马站如果失电对于浦江县的损失将会非常严重。

因此我们考虑到是否可以给金马站提供一个备用电源来解决当前的困难。

## 2 解决方案分析

由于金马站东马线对侧已经没有电源,所以东马线也就失去了备用电源的作用,因此无法从这条线路考虑备用电源的问题。但如图2所示,新津、金马和临邛站为T型接线非常特殊,原有运行方式是以临邛站作为金马的主电源站和新津的备用电源站,但在此特殊情况下其实也可以由新津站通过T

线供电到金马站,因徐新线已经抢修完善完全可以作为新津站电源投入使用。所以金马站其实可有二个电源点,但T接成一条进线进来。

根据上述分析,把新津站也作为金马站的一个电源点,使新津也来供金马站,则会出现一个新的问题,如果新津、临邛两站同时供金马站,那不需要任何备投方式,一个电源失电还有另一个电源继续供电(在T线路上发生短路故障除外)。但由于徐家渡站和临邛站都是220kV站,两站经过110kV线路过来的电源不能保证同步,所以并不能两站同时给金马供电,只能以一主一备的方式运行。

预想运行方式为:以临邛站主供金马站,新津站作为金马站备用电源的方式来运行。即181断开,其余开关都在合闸状态,新津站靠徐家渡供电,金马站靠临金支线站供电,同时金马还要供城东站。当临金支线失电(非T线故障)导致金马站全站失电时,新津站利用本站远方各自投装置合上181开关向金马站供电,实现远方备用电源自动投入功能。

## 3 方案的实现

根据预想运行方式分析,我们需要解决一个重要的问题,在此种运行方式下如何在新津站实现远方各自投功能。因为常规各自投判据和逻辑肯定是不能满足以上运行方式的,而且新型RCS-9651远方各自投装置也不是为这种T型电网接线所设计,国内还没有以这样的接线和运行方式采用远方各自投的先例,那么RCS-9651是否可以用在新津、金马站来解决当前的问题。

### 3.1 RCS-9651远方各自投装置分析

RCS-9651有6种运行方式,其中方式1—4都是常规各自投原理,方式5、6为远方各自投。如图3所示为110kV典型手拉手电网接线,运行方式为4DL在断开位置,其余开关都在合闸状态。假设在1号变电站装设一台RCS-9651运行方式5,在2号变电站装设一台RCS-9651运行方式6。RCS-9651各自投方式5、6运行的基本原理是:当3号线路因故障或其他原因失电后,2号变电站各自投先断开7DL,然后由1号变电站各自投合上3DL,完成2号线路备用电源自动投入。

自投方式5(联络线开环点自投给对侧供电)工作原理:

充电条件:1)1号变电站I、II母线三相有压,2号线路(Ux2)有电压;2)2DL、3DL在合位,4DL在分位。

动作过程:当充电完成后,4DL所在母线有压,2号线路(Ux2)无压,则启动,经延时Th5合4DL。

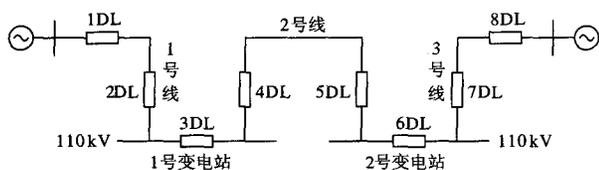


图3 110 kV 手拉电网接线

Fig.3 110 kV hand-in-hand power supply network wiring

自投方式6(联络线合环点处动作)工作原理:

充电条件: 1) 2号变电站 I、II 母线三相有压, 3号线路 ( $U_{x3}$ ) 有电压; 2) 5DL、6DL、7DL 均在合位。

动作过程: 当充电完成后, 2号变电站 I、II 母线均无电压, 3号线路无电流, 3号线路无电压 ( $U_{x3}$ ), 则启动, 经延时  $Tt6$  跳开 7DL。

可见方式5与方式6是配合使用的, 要运行远方备自投方案须在 1、2号变电站各装设一台 RCS—9651, 1号变运行方式5, 2号变运行方式6。

方式6的主要作用: 当3号线路发生短路故障时, 8DL侧的保护可以启动跳开本侧断路器, 但7DL侧无短路电流, 故保护不能动作跳开此断路器。此时若2号变电站的备自投不及时跳开7DL, 因2号变电站失电, 1号变电站远方备自投装置动作将使4DL正好合闸于3号故障线路上, 后加速会马上跳开4DL直接导致备用电源投入失败, 而且会对设备产生严重冲击。

通过以上分析可知, RCS—9651的远方备自投应用原理与新津金马站的实际情况确有差异:

1) 比较图2与图3, 图3的电网接线方式是可运用 RCS—9651 实现远方备自投功能的典型接线, 图2新津、金马和临邛三站为 T 接线, 即在新津与金马的联络线上 T 了一条支线到临邛, 且临邛站还是金马站的电源端。

2) 图3所述 RCS—9651 原理在2号变电站是以3号线路为电源端, 对比图2, 与3号线路对应的是东马线, 但预想运行方式东马线并不是金马站的电源, 反而金马通过东马线要送电到城东站。

3) 如图3所示, RCS—9651 的动作原理是3号线失电断开7DL, 合上4DL。而(图2)新津金马站的动作原理是临金支线失电断开134, 合上181。两图比较可见动作原理并不对应。

仔细分析 RCS—9651 远方备自投功能的判据和逻辑, 该装置应该可以运用到新津、金马站来满足之前分析的预想运行方式。只是在此运用的实际原理作用与 RCS—9651 的常规运用有一些不同。

### 3.2 新津、金马站运用 RCS—9651 远方备自投分析 在新津站装设一台 RCS—9651 运行自投方式

5, 在金马站装设一台 RCS—9651 运行方式6。正常运行方式为: 181 断开, 其余开关都在合闸状态, 徐家渡供新津站, 临邛站供金马站, 金马站供城东站。当临邛站因故障或其他原因导致临金线失电(非 T 线故障), 那么金马站则全站失电, 在这个过程中新津站 181 侧线路 PT 是从有压到无压的一个过程, 只要 4DL 侧线路 PT 无压, 就可以判定金马站失电, 同时只要新津站 I、II 母有压, 就满足新津投 4DL 来备金马站的逻辑。因此新津站远方备自投需要的动作判据与之前分析的 RCS—9651 的完全相同, I、II 母有压, 4DL 线路无压。新津站需满足的充电条件为 I、II 母有压, 4DL 线路有压, 同时 182 在合位, 181 在分位, 也与 RCS—9651 装置基本吻合, 唯一一点不同的是新津站少一个桥开关位置, 因新津站为单母线接线没有桥开关, 故需短接一个桥开关的开入量到备自投装置便可解决此问题。通过以上分析可知, 在新津站使用 RCS—9651 备自投方式5的动作逻辑判据符合实际情况, 完全可以投用。

在金马站运行备自投方式6则有特殊作用。

RCS—9651 方式6的设计本意 134 所在的线路应该是金马站电源端, 跳 134 的目的是怕备用电源合闸于故障线路上而使备投失败。现在实际运行方式与之不同, 供金马的电源进线开关是与新津和临邛站 T 接的 133, 并不是 134, 134 线路对侧没有电源, 故完全没有必要在金马站失电时跳开 134。那是否应该跳开电源进线的开关 133 呢? 若金马站失电时跳开 133 的话, 备用电源无法投到金马站, 所以 133 更不应该跳。那么金马站装设 RCS—9651 装置来运行方式6完全就不能起到切开故障线路避免备投失败的作用。此处运用该装置其实有别的用途, 因为城东站由于地震影响失去其他电源, 只有依靠金马站供电, 临邛站同时供金马和城东站是没有负荷负担的, 但徐家渡站不能够同时支撑金马及城东站负荷, 故在金马站运行方式6与新津站方式5配合的目的其实是在新津站作为备用电源供金马站时甩掉金马站的部分负荷以保证金马站的供电, 避免徐家渡站被拖垮。即当金马站母线失电时, 金马备自投跳开 134 开关切断与城东站联络线。这其实是运用 RCS—9651 方式6的逻辑和判据实现了金马站特殊的运行方式, 金马站的充放电条件和动作过程跟 RCS—9651 完全一致, 但起到的作用却大不相同。新津、金马站运行远方备自投方式充放电及动作过程逻辑如图4所示。

## 4 存在的问题

由于该方案是为解决地震后出现的紧急情况而实施的, 所以不免会存在一些问题。以下将对新津、

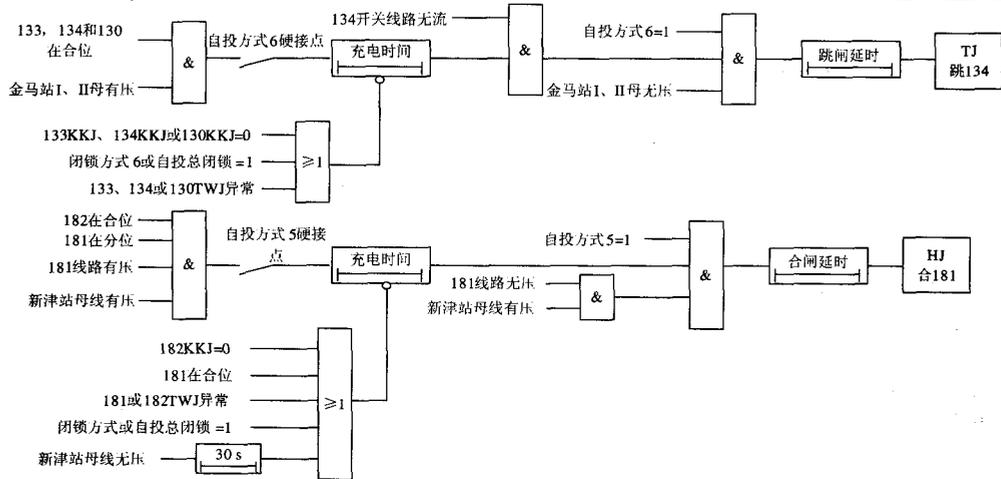


图4 新津、金马站远方备自投充放电及动作逻辑图

Fig.4 Charge-discharge and action logic of remote auto-switch-in device of stand-by power supply in Xinjin and Jinma substation

金马站在预想运行方式下出现故障远方备自投动作情况进行分析,如图5所示。

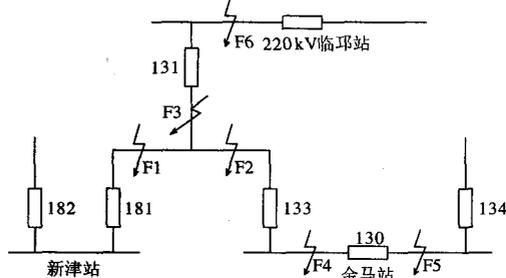


图5 故障分析图 Fig.5 Fault analysis

1) 当 F1、F2 和 F3 任意一点短路时, 临邛站侧保护会跳开 131 开关, 此时金马站失电。由于金马失电满足新津站备自投动作判据, 故备自投启动经延时合上 181 开关, 此时 181 是合闸于故障线路, 保护会马上跳开 181 开关, 备投失败。此例说明, 当故障发生在 T 线上时, 新津站备自投会动作, 把电源直接合闸于故障线路上。

2) 当 F4 和 F5 任意一点短路时, 临邛站侧保护动作跳开 131 开关, 金马站失电, 由于金马侧 133 开关没有短路电流经过, 保护未动作, 133 一直处于合闸状态, 与此同时新津站备自投启动合上 181 开关, 正好使电源合闸与故障线路上。此例说明, 当故障发生在金马站母线时, 新津备自投也会动作使 181 合闸于故障线路。

3) 当 F6 处故障时有两种情况: ①临邛站 110 kV 无母差保护, 此时 131 开关无短路电流流过, 临邛站无保护装置能跳开 131 开关。金马站失电启动新津站备自投合上 181 开关, 因 131 在合位, 故 181 合闸于故障 F6 上。②临邛站 110 kV 有母差保护, 此时母差保护会跳开 131 开关, 金马失电启动新津备

自投合 181 开关, 此时故障点 F6 与新津站电源已经 131 隔离, 金马站 133 处无短路电流保护不会动作, 电源备投成功。由于临邛站 110 kV 配置有母差保护, 所以当 F6 处故障时整个备自投方案能够备投成功。

通过以上分析可得, 当故障发生在 T 线和金马站 110 kV 母线上时, 新津站备自投装置都会动作使电源合闸于故障线路上。因为新津备自投都是按判据和逻辑正常动作的, 这种情况下装置的动作并不是误动, 而是在此处运用 RCS—9651 存在的缺陷和不合理的地方。因此, 只有当故障发生在 F6 及其以上范围时, 金马站失电, 新津站备用电源才能远方备投成功; 或者说只有当临邛站故障或其他原因使临邛金线失电, 新津站备投才能成功。此方案是在短时间用于应急时提出且实施的, 长期处于这种运行方式是不可靠的。笔者认为, 对于方案存在的一些问题, 可以通过广域保护的理论来解决, 使远方备自投的原理、逻辑和作用更加完善。

参考文献

[1] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理[M].北京:中国电力出版社,1994.  
HE Jia-li,SONG Cong-ju. Scheme of Protective Relaying in Power Systems[M]. Beijing: China Electric Power Press,1994.

[2] DL/T 584-1995, 3—110kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].

[3] RCS—9651 备用电源自投装置技术说明书[Z].南京:南瑞继保电气有限公司.

收稿日期: 2008-06-25

作者简介:

王祖峰 (1960-), 男, 博士研究生, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统及其自动化;

彭海 (1981-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为微机保护及变电站综合自动化。E-mail: phjj116@sina.com