

# 低压侧分支型变压器备自投逻辑实施方案

王莉<sup>1</sup>, 马瑞萍<sup>1</sup>, 吴进宝<sup>1</sup>, 张丽萍<sup>1</sup>, 李立杰<sup>2</sup>

(1. 郑州供电公司试验所, 河南 郑州 450006; 2. 河南电力物资公司, 河南 郑州 450000)

**摘要:** 近年来, 低压分支变压器得到了广泛使用, 该类型变压器对限制低压短路电流, 提高母线残压都有很大的帮助, 且对低压侧断路器的选型提供了更大的选择空间, 提高了变电站运行的灵活性。随着低压分支变压器的运行, 与之相适应的备自投问题也日益突出, 如何解决低压分支变压器的备自投问题逐渐成为提高该类型变电站供电可靠性的关键点。

**关键词:** 备用电源自投; 低压分支变压器; 备自投逻辑; 供电可靠性

## Automatic switch-in scheme for low side branches type transformer

WANG Li<sup>1</sup>, MA Rui-ping<sup>1</sup>, WU Jin-bao<sup>1</sup>, ZHANG Li-ping<sup>1</sup>, LI Li-jie<sup>2</sup>

(1. Zhengzhou Power Supply Laboratory of Henan Power Company; Zhengzhou 45006, China;  
2. Henan Electric Power Material Co., Zhengzhou 450000, China)

**Abstract:** In recent years, low-voltage branch transformer has been widely used, the type low-voltage transformer has a lot of help to limit short-circuit current and improve bus residual pressure, and provide a greater selection of options to improve the substation run flexibility. With the operation of low-voltage branch transformer, the corresponding automatic switch-in problem has become more prominent, how to solve those problems is becoming more and more important.

**Key words:** automatic switch-in; low side branches type transformer; automatic switching logic; power supply reliability

中图分类号: TM762 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)23-0121-04

## 0 引言

在现代电力系统中, 为满足电网经济运行及可靠供电, 常采用备用电源自动投入装置。备自投装置使系统自动装置与继电保护装置相结合, 是一种对用户不间断供电的经济而又有效的技术措施。从安全的角度分析, 增加了供电的可靠性; 从经济的角度分析, 减少了对用户的停电, 其效益十分明显。通过调查发现近年来备自投装置作为变电站电源进线故障的一项补救措施, 大大地提高了供电可靠性, 为实现供电可靠性大于 99.96%、创建一流的供电企业提供了有力的保障。

## 1 低压侧分支双圈变压器运行情况

从郑州供电公司近几年新建变电站的建站模式来看, 一次系统多采用如图 1 所示接线。

变电站远期规划设计为三台变压器运行, 初期设计考虑负荷情况, 一般为两台变压器运行, 3#变为远期扩建工程。

在投运两台变压器的情况下, 可能出现的运行

方式如下:

运行方式一: 1#变运行, 2#变备用, 分段断路器 120 合位。运行时由进线 1 给各段母线供电。

运行方式二: 1#变备用, 2#变双分支运行, 隔离开关 G 于断开位置, 分段断路器 120 合位。运行时由进线 2 给各段母线供电。

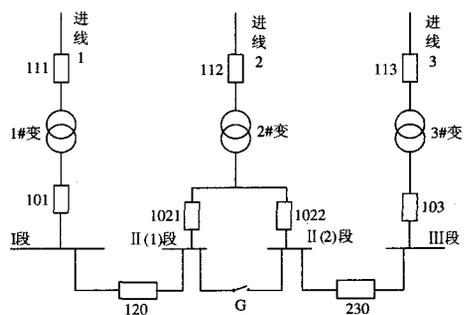


图 1 一次系统常规接线图

Fig.1 Conventional connection of primary system

运行方式三: 1#变运行, 2#变带低压分支运行 (1021 合位、1022 分位), 隔离开关 G 于工作

位置, 分段断路器 120 分位。

运行方式四: 1# 变运行, 2# 变带低压分支二运行 (1021 分位、1022 合位), 隔离开关 G 于工作位置, 分段断路器 120 分位。

以上几种为常见运行方式, 其中方式一、方式二备自投的实现方案为变压器自投, 方式三、四则称之为分段备自投。

## 2 适应不同运行方式的备自投逻辑要求

要想设计出适应不同运行方式的备自投逻辑, 必须充分了解低压侧双分支的变压器的运行特点及在不同运行方式下对备自投逻辑的特殊要求, 并根据设计出的备自投动作逻辑进行现场实际试验检验其正确性以便推广使用。

备自投逻辑尽管很复杂, 但仍有规律可循。一般说来, 备自投的行为逻辑分为以下 4 个逻辑进程:

1) 备自投充电。当工作电源运行在正常供电状态、备用电源工作在热备用状态(明备用), 或两者均在正常供电状态(暗备用)时, 备自投装置根据所采集的电压、电流及开关位置信号来判断一次设备是否处于这一状态, 经过 10~15s 延时后, 完成充电过程。

2) 备自投放电。当备自投退出运行, 工作断路器由人为操作跳开, 备用断路器不在备用状态, 断路器拒跳、拒合, 备用对象故障等不允许备自投动作的情况下, 将备自投放电, 使其行为终止。

3) 备自投充电后, 满足其启动条件, 经或不经延时执行其跳闸逻辑(可能断路器已跳开), 跳闸对象可能有多个。

4) 备自投执行完跳闸逻辑后, 满足其合闸条件, 经或不经延时执行其合闸逻辑, 合闸对象也可能有多个。

针对以上备自投逻辑进程, 可分析出低压分支变压器备自投逻辑设计的几个重点问题, 即影响逻辑设计的原因:

1) 针对低压分支变压器备自投逻辑设计无现成设计技术标准以及现场运行管理规定, 需要专业人员讨论拟订, 并经上级批准、标准化。

2) 一个完整可靠的备自投方案, 应能根据不同工况及故障情况, 尽可能避免全所失电的发生, 从而最大限度地保障供电可靠性。备自投装置应能自动识别一次运行方式。

3) 复杂的接线带来了多种复杂的备自投方式, 这就要求备自投装置能主动适应一次系统运行方式, 自动选择相应的备自投方案。

4) 备用电源只能自投一次。

5) 工作电压不论因何种原因消失时, 自动投入装置均应动作, 但应防止电压回路断线时误动。

6) 虽然备自投装置可增加供电的可靠性, 但如果在设备故障时自投装置动作, 将自投在故障设备上, 反而造成事故扩大。为此, 现在电网运行的备自投装置都设有保护动作闭锁回路, 当设备发生故障, 保护启动发出跳闸脉冲跳开关的同时, 闭锁备自投装置, 禁止备自投装置动作, 从而避免了事故的扩大。然而若保护闭锁备自投设计不合理, 则会造成变电所全所停电的事故。

7) 备自投动作时间应尽可能短。

## 3 低压侧分支型备自投的设计难点与解决措施

### 3.1 一次方式变化时, 备自投装置自动识别运行方式

不同厂家对运行方式的识别都有其特定的方式, 必须充分了解各生产厂家用于判别运行位置的开入量的具体要求, 结合现场设备的实际情况, 按需接入。有些生产厂家需要接入的是断路器的辅助常开(常闭)触点; 而有些厂家接入的合位继 HWJ 或是跳位继 TWJ。

作为判断一次设备运行状态的断路器位置接点, 从可靠性的角度出发, 应该接入的是断路器的辅助触点, 避免由于操作电源熔断或 HWJ、TWJ 触点异常所造成的误判。但是, 从现场使用的情况来看常存在以下矛盾:

1) 部分断路器的辅助触点提供不足, 导致无法引出;

2) 改造工程中引至断路器位置电缆芯数不够, 造成无法接入辅助触点。

综上所述在进行备自投逻辑设计时综合考虑, 合理安排, 对那些能够接入辅助触点的断路器位置按照实际位置接入, 现场不满足要求的则从保护屏操作箱引用 HWJ 或 TWJ。这些开关量引入微机装置后, 备自投逻辑自动判断开关的状态, 结合电流电压等模拟量, 经综合判断识别出运行方式。

对于低压侧分支变压器在断路器位置输入回路与常规两卷变压器存在差别, 按照不同厂家接线要求, 提出两种设计思路: 对于能够独立输入开关位置的备自投装置例如北京四方 CSC-246 系列, 将各位置接点独立接入; 对于开入端子不能分别输入的例如南瑞公司的 RCS-9651 系列, 则采用低压两分支跳闸位置接点串连实现, 只要低压侧任一分支运行, 就能满足备自投充电要求。具体接线见图 2、3。

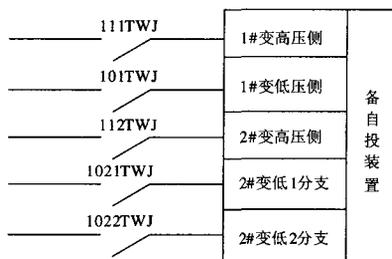


图2 CSC系列备自投位置输入示意图

Fig.2 The automatic switching device position of CSC

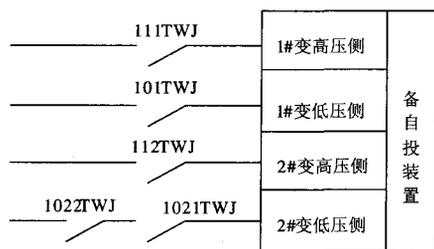


图3 RCS-9651型备自投位置输入示意图

Fig.3 The automatic switching device position of RCS-9651

表1 运行方式与备自投逻辑对应表

Tab.1 The corresponding table of operation mode and automatic switching logic

序号	断路器位置	运行方式	备自投功能	定值区
1	111、101 合位, 112、1021、1022 分位, 120 合位	1#变运行, 2#变备用	主变自投	1
2	111、101 分位, 112、1021 (1022) 合位, 120 合位	2#变运行, 1#变备用	主变自投	2
3	111、101、112、1021 (1022) 合位, 120 分位	1#、2#主变分裂运行	分段自投	3

### 3.3 合理确定备自投动作时间

为了保证备自投动作的选择性, 其动作时间必须和网络中的相关保护配合, 传统动作时间的整定方案为:

$$t_0 = t_{0.} Z_0 + \Delta t \quad (1)$$

式中:  $t_{0.}$   $Z_0$  为工作线路对端保护最大动作时间, 一般为保护III段的时间定值;  $\Delta t$  为时间裕度, 用以保证重合闸能够在重合于永久性故障后加速跳开, 一般取 0.5 s。

另一方面, 备自投动作时间还应以对用户停电时间尽可能短为原则。在本文所提到的一次系统接线方式中, 一般还装设有 110 kV 桥自投, 为实现与桥自投的配合, 综合考虑 10 kV 分段自投其动作于跳闸时间按 5~6 s、合闸时间按 2 s 考虑。

按照上述原则设置备自投动作时间后, 通过一次实际模拟进线瞬时性故障, 进线保护跳闸, 母线失压, 备自投装置开始计时, 在进线保护重合闸对进线进行合闸后, 母线电压恢复至正常值, 备自投装置因延时未到而不动作。模拟进线永久性故障,

### 3.2 根据微机装置所识别出的运行方式, 逻辑上应能做到完全适应

鉴于带有分支的变压器运行方式的多样性, 备自投也有多种运行方式, 作为综合性备自投在进行逻辑设计时应该具备主变自投及分段备自投两大功能。根据不同变电站负荷情况, 对于某一固定时间段内, 备自投的工作方式是一定的。按照这一特点, 可以通过设置不同的定值区来解决问题, 具体方法就是在变电站的运行方式发生变化时, 由值班人员手动切换定值区。这种方法实现手段简单、操作简便, 在程序上把复杂的逻辑功能简化, 细化成为相对独立的程序块, 从而极大地提高了备自投成功率。

从表 1 中, 可以比较清晰地看出备自投逻辑流程, 首先从微机装置接入的各个断路器的位置接点状态来判断一次设备的运行状态; 其次根据运行方式决定备自投方式; 最后配合人工切换定值区完成整个备自投功能。

进线保护跳闸——重合——加速跳, 此时备自投装置因达到一定的延时而动作。

### 3.4 电流量的合理引入以实现 PT 断线判断

为防止母线二次 PT 断线, 特别是三相失压造成备自投装置误动作, 必须接入变压器低压侧电流对其进行闭锁。常见的方案就是接入任一相电流, 当电压小于无压值而电流值大于无流判据时, 认为是 PT 失压则闭锁备自投。考虑到低压侧分支的特殊性, 可将 1021 与 1022 的进线电流并联接入, 即可满足 1021、1022 在不同方式下的判别要求。



图4 备自投装置电流输入示意图

Fig.4 The current input of automatic switching device

### 3.5 根据运行规定合理接入闭锁备自投的开入量, 完善备自投功能

结合实际运行情况, 备自投装置需接入开关闭锁量主要有开关手跳闭锁以及变压器后备保护动作闭锁。

针对不同厂家的备自投装置, 手跳闭锁的开关量接入稍有差异。对于变压器操作箱能够提供手跳继 STJ 的装置, 可直接将 STJ 常开触点接入备自投闭锁开入端子, 当进行开关手跳或遥跳操作时, STJ 常开触点闭合, 闭锁备自投; 对于变压器操作箱无法提供 STJ 触点, 只能依靠合后继 KKJ 判断开关正常操作和事故跳闸, 当开关手合时 KKJ 励磁动作, 开关手跳或遥跳时 KKJ 返回, 事故跳闸时 KKJ 不返回, 利用 KKJ 这一特点, 对于分段自投可将两台变压器低压侧开关的 KKJ 串联接入, KKJ=0 时闭锁。由于低压分支变压器的运行方式较为灵活, 低压侧两分支不一定同时运行, 考虑到常见运行方式为 2# 变 1021 带 II 段负荷, 1022 备用, 因此可将 101 和 1021 的 KKJ 串联接入合后闭锁自投输入, 1022 的 KKJ 可串接压板后与 1021 的 KKJ 并联接入, 在 2# 变 1022 带 II 段负荷时投入压板, 1021 带 II 段负荷时断开压板。具体接线如图 5 所示。

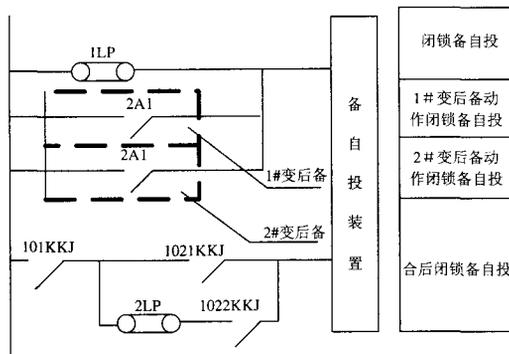


图 5 备自投装置闭锁量接入示意图

Fig.5 The blocking switch of automatic switching device

## 4 结语

本文归纳总结了低压侧带分支变压器常见运行

方式, 在此基础上有针对性地完成了相应备自投的逻辑设计, 该设计方案已成功运用于多座变电站, 并取得了良好的运行效果。该设计方案“简单实用、通用性强”, 并且在变电站扩建 3# 变压器后, 只需进行较小的回路改造即可满足 120、230 备自投的现场使用, 具有很强的推广性。

## 参考文献

[1] 江苏省电力公司. 电力系统继电保护原理与实用技术 [M]. 中国电力出版社 2006 年 6 月  
Jiangsu Electric Power Company. The Principle and Practical Technology of Relay Protection of Power System[M]. China Electric Power Press. 2006.

[2] 郭开禄; 吴克谦. 备自投装置在电网中的应用和改进 [M]. 中国电力出版社, 2006.  
GUO Kai-lu, WU Ke-qian. Application and Improvement of Line Auto-switch-on Device Based on the Power Network[M]. Jiangxi Electric Power, 2006.

[3] 唐慧珍. 几种备自投典型接线方式的改进探讨 [J]. 中国电力出版社, 2007.  
TANG Hui-zhen. Improvement Discussion on Several Typical Connection Modes of Automatic Backup Power Source Transfer System[J]. Guangxi Electric Power. 2007.

[4] 古卫婷, 刘晓波, 古卫涛. 变电站备自投装置存在问题及改进措施 [J]. 继电器, 2007.  
GU Wei-ting, LIU Xiao-bo, GU Wei-tao. Problems Existing in Bus-bar Automatic Transfer Switch and Measures for Improvement[J]. Relay, 2007.

收稿日期: 2008-10-28; 修回日期: 2008-11-12

### 作者简介:

王 莉 (1976-), 女, 工程师, 从事继电保护方面工作;  
E-mail: guanyujia2004@163.com

马瑞萍 (1982-), 女, 助理工程师, 从事继电保护方面工作;

吴进宝 (1962-), 男, 高级技师, 从事继电保护方面工作。