

# 备用电源自动投入装置在电网中的多元化应用

李曼岭, 黄芳

(新乡供电公司, 河南 新乡 453002)

**摘要:** 备用电源自动投入装置(简称备自投)作为提高供电可靠性的重要措施, 广泛应用于电网中。随着电网的发展和电网新技术的应用, 它的应用也呈现多元化趋势。结合备自投装置的基本要求、充电条件和闭锁条件, 介绍了备自投装置在多种电网方式下应用的一些具体作法, 以及实际应用中的局限性, 对解决备自投实施中遇到的一些问题提出了建议, 以期提供一些借鉴。

**关键词:** 备自投; 电网; 多元化; 应用

## Diversified applications of reserved auto-switch-on device in power grid

LI Man-ling, HUANG Fang

(Xinxiang Power Supply Company, Xinxiang 453002, China)

**Abstract:** The reserved auto-switch-on device is widely used for improving the reliability of power supply in power grid. With the development of power network and applications of new technology, the application of reserved auto-switch-on device indicates a diversified trend. According to the basic requirements, charging and blocking conditions, this paper introduces how to use these devices in multiple operating modes and limitations in practice usages. Some suggestions are put forward to solve the problems in implementation and to offer some references.

**Key words:** reserved auto-switch-on device; power grid; diversification; applications

中图分类号: TM762 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)18-0147-04

## 0 引言

在电力系统中, 对于供电可靠性要求较高的重要用户或变电站, 必须具备两个或多个供电电源, 但是为了减小短路容量、合理分布潮流和避免电磁环网, 一般采用由一个供电电源作为工作电源, 其余电源作为备用的运行方式。同时加装备用电源自动投入装置(简称备自投), 在工作电源因某种原因故障跳闸时, 由备自投装置主动而快速地切换到备用电源上, 使用户或变电站重新获得电源。

长期以来, 备自投装置作为提高电力系统供电可靠性的重要措施之一, 以其接线简单、动作成功率较高、节省投资、简化电网一次接线和继电保护配置等诸多优越性, 大量应用在用户变电站、系统内的终端变电站和变电站主变低压侧, 以保证向用户连续可靠地供电。

近年来, 随着电网的升级改造不断深入, 电网结构日趋合理且日益强大。作为服务于电网的自动装置, 备自投也在与时俱进, 它的应用也呈现多元

化趋势, 应用面越来越广。

本文结合备自投装置的基本要求、充电条件和闭锁条件, 介绍了备自投装置在多种电网方式下应用的一些具体作法, 以期提供一些借鉴。

## 1 备自投装置概论

### 1.1 对备自投装置的基本要求

a) 失去供电电源后(工作电源断路器已断开), 自动投入装置只允许备用电源断路器动作一次。

b) 若因设备故障(如母线), 保护动作或保护拒动而引起相邻后备保护(如变压器后备保护)动作切除工作电源的时候, 应闭锁备自投装置。

c) 备用电源不满足有压条件, 备自投装置不应动作。

d) 在以下情况之一时, 备自投装置应可靠不动作: 由人工切除工作电源; 工作电源电压互感器二次侧熔断器熔丝熔断或回路断线; 备用断路器(母线联络断路器)运行; 装有备自投装置的近区发生故障(备自投装置整定时限上应保证故障先由保护切

除)。

### 1.2 备自投装置的充电条件

a) 装置投入工作, 即装置功能硬、软压板位于投入位置;

b) 工作电源和备用电源正常, 符合有压条件;

c) 工作断路器和备用断路器(母线联络断路器)位置正常, 即工作断路器处于“合闸后”位置, 备用断路器处于“跳闸”位置;

d) 闭锁、放电条件不成立。

在满足全部充电条件后, 备自投装置应处在备投状态。

### 1.3 备自投装置的放电条件(闭锁条件)

a) 装置退出运行, 即其功能硬(或软)压板退出;

b) 备用电源不满足有压条件;

c) 工作断路器由人为(就地或远控)操作跳开或手动跳闸继电器动作;

d) 备用断路器在“合闸”位置;

e) 出现工作断路器拒跳或备用断路器拒合;

f) 母差保护或变压器后备保护动作(跳开工作电源开关)。

任一放电条件满足, 装置即放电, 不可能再动作。

## 2 备自投装置在 110 kV 及以上电网的多种应用

### 2.1 110 kV 变电站电源进线之间实现备自投

目前电网中 110 kV 变电站大多采用的是 110 kV 单母分段接线和内桥接线, 进线多为两回或三回, 正常一回运行, 另一回或两回备用, 为实现变电站进线备自投提供了有利条件。

如图 1 所示的某 110 kV 变电站, 其 110 kV 配电装置采用的是单母分段接线, 两回电源进线: 进线 1 和进线 2。正常运行方式为进线 1 运行、进线 2 备用, 此种备自投一般是判定运行线路(进线 1)失压、备用线路(进线 2)有压后, 断开运行线路开关(进线 1)、投入备用线路开关(进线 2), 从而实现备自投。

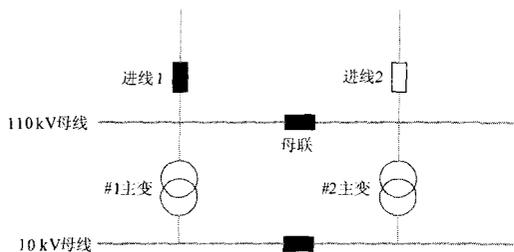


图 1 某 110 kV 变电站接线图

Fig.1 A 110 kV substation's primary wiring diagram

### 2.2 具备电厂联络线的 110 kV 变电站电源进线之间实现备自投

电厂通过 110 kV 线路并入某变电站的 110 kV 母线, 在电网中是比较常见的一种方式。在这种方式下要实现 110 kV 进线之间的备自投, 首要解决的问题是避免电厂的非同期并网。

如图 2 所示, 某 110 kV 变电站有两路电源进线: 进线 1、进线 2, 某发电厂通过两回线电联 1、电联 2 与之并网。正常进线 1 运行、进线 2 备用, 电联 1、电联 2 并列运行。

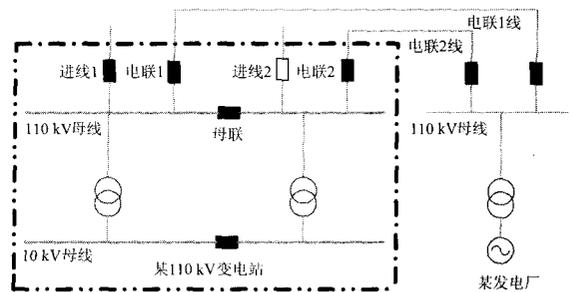


图 2 某发电厂经某变电站 110 kV 母线并网接线图

Fig.2 A power plant combined in the grid by a 110 kV bus of substation

进线 1 故障跳闸后, 可能出现两种情况: 一是电厂随之跳闸, 则变电站 110 kV 母线失压。二是电厂经电联 1、电联 2 带变电站 110 kV 母线孤网运行, 母线不失压。对于第二种情况, 可以通过人工操作, 同期合上进线 2, 使电网恢复正常方式。对于第一种情况, 可以通过备自投实现 110 kV 母线送电。对于此种备自投装置, 判断母线失压是其非常重要的一项启动条件, 同时在投入备用线路(进线 2)之前首先切除电联 1、电联 2, 避免可能出现的电厂非同期并网。

此种备自投一般是判定运行母线失压、备用线路有压后, 断开运行线路开关以及与电厂联络的线路开关, 然后投入备用线路开关, 从而实现备自投。

### 2.3 220 kV 变电站之间实现 110 kV 备自投

目前电网大多采用的是 220 kV 线路环网运行, 以 220 kV 变电站为电源点向多个 110 kV 变电站辐射供电。220 kV 变电站之间的 110 kV 联络线开环运行, 用于在特殊运行方式下转供负荷。220 kV 变电站作为某一区域的电源支撑, 一旦失压将造成这一区域的大面积停电。

对于 220 kV 变电站, 由于电网分期建设、电网改造、设备检修等, 均可能出现单台主变压器、单条 220 kV 进线或单条 220 kV 母线运行等薄弱方式,

此时若单台主变压器故障、单条 220 kV 进线故障或单条 220 kV 母线故障均会造成 220 kV 变电站全站失压。这些非 110 kV 母线故障造成 110 kV 母线失压的情况, 都可以通过装设备自投装置实现自动恢复供电, 从而避免多个 110 kV 变电站失压。这种备自投其实是进线备自投装置的一种变形。

如图 3, 220 kV 甲变电站和 220 kV 乙变电站之间有 110 kV 甲乙联络线, 对于甲变电站的 110 kV 备自投, 需要限定甲乙联络线的运行方式为: 开关甲备用、开关乙运行, 即开关乙带 110 kV 甲乙联络线充电备用。当非 110 kV 甲母线故障导致其失压时, 断开变压器进线开关, 投入备用电源“开关甲”。

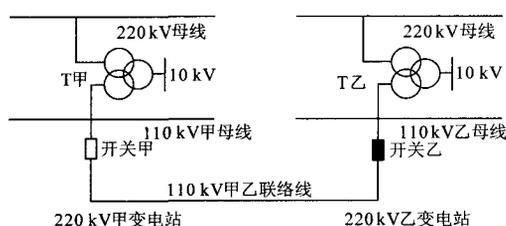


图 3 220 kV 变电站之间 110 kV 联络线接线图

Fig.3 The wiring diagram of a 110 kV tie-line connecting the 220 kV substations

此种备自投的加装条件之一是两 220 kV 变电站之间要有 110 kV 联络线, 一般是判定运行母线失压、备用线路有压, 且满足装置充电条件时, 断开主变进线开关, 然后投入备用线路开关, 从而实现备自投。

由于 220 kV 变电站之间的 110 kV 联络线资源是有限的, 实现这种备自投, 应统筹考虑联络线的选择问题。对于运行方式较为薄弱的 220 kV 变电站, 最好将联络线专用, 保证其备自投装置正常投入运行; 对于运行方式较为可靠的 220 kV 变电站, 其备自投装置正常不投入, 不需要设专用联络线, 只是在出现较为薄弱的非正常运行方式时, 由通过倒方式形成的临时联络线来实现其备自投。

## 2.4 具备过载联切功能的 220 kV 变电站之间的 110 kV 备自投

在如图 3 中, 220 kV 变电站甲的 110 kV 备自投动作后, 110 kV 甲母线的负荷转移至 110 kV 甲乙联络线供电, 转移负荷的多少主要取决于 110 kV 甲乙联络线的线路最大允许电流以及 220 kV 乙变电站的主变额定容量等。当 110 kV 甲母线的负荷大大超出允许最大负荷时, 就需要在投入备用线路开关(开关甲)之前先切除 110 kV 甲母线的部分负荷。

早期出现的这种备自投装置都是通过限制运行方式或事先安排切负荷线路来解决备用线路过载问题的, 由于线路负荷是变化的, 这样就很容易造成过切或欠切负荷, 过切负荷会导致不必要的负荷损失, 而欠切负荷会使备用线路投入后仍然存在过负荷问题, 需要通过人工操作来消除过负荷, 增大了系统风险。

随着智能化微机型备自投装置的出现, 很好地解决了上述问题。该备自投装置设有自投待投线路前的“联切负荷线路功能”和自投动作成功后的“过载切负荷线路功能”。该装置采集母线电压和母线上所有出线的电流值, 在备自投动作投入待投备用线路前, 可以根据事先整定的最大允许电流值(或有功值), 有选择性地联切负荷线路, 实现不过切。在备自投动作, 成功投入待投备用线路后, 再实时判断, 若仍过载, 就有选择性地切除负荷线路, 确保不欠切。

此种备自投实现了待投备用线路过载的事前控制和事后控制, 不受运行方式影响, 具有很大的灵活性, 而且可以跟踪负荷, 实现有选择性地切除负荷线路。

## 3 备自投装置在 10 kV 城市配电网中的应用

经过近几年的城网改造, 城市配电网基本形成了纵横交错的网格状接线, 实现了线线之间的“手拉手”供电和环形供电。随着配网自动化的发展, 备自投功能在城市配电网中也得到了越来越广泛的应用。

如图 4 所示, 是一个简单的两端供电的配电网。变电站 A 的一条 10 kV 出线经母线开关 A1、线路开关 A2 接入环网柜开关 H1, 变电站 B 的一条 10 kV 出线经母线开关 B1、线路开关 B2 接入环网柜开关 H2。正常 H1 运行、H2 备用。

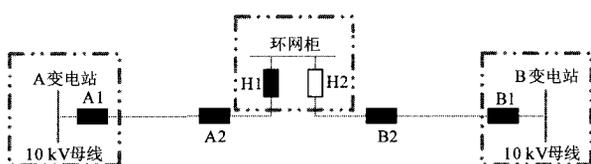


图 4 某两端供电的 10 kV 配电网

Fig.4 A double-end system in 10 kV distribution network

当开关 A1—A2 之间线路故障时, 由变电站 A1 开关保护动作断开 A1 开关, 由配网自动化系统判断故障点后断开 A2 开关隔离故障点, 然后合上 H2 开关对未故障段 A2—H1 送电, 从而实现备自投功

能。

此种备自投依靠配网自动化系统的强大功能，实现了城市配电网中各段线路间的备投。

#### 4 备自投装置应用的局限性

备自投装置在 110 kV 及以上电网中的应用可以达到变电站总数的 80%以上，但它的应用受电网接线方式、运行方式的影响，仍存在一定的局限性。如部分变电站接线因单回进线、外桥式接线、无进线开关等情况无法加装备自投；另有部分变电站其正常运行方式下，两回进线来自同一变电站，虽加装有进线备自投，但在这个供电变电站失压情况下，仍然不能实现自投后恢复供电，备自投装置不能起到应有的作用。

在 10 kV 城市配电网中，由于配电网灵活多变的互供特点，决定了其备自投功能的应用较主网更加灵活，带来的问题是各备自投之间的相互配合关系变得越来越复杂，这在一定程度上限制了备自投的应用。

所以，备自投装置应随电网一次设备统筹考虑，纳入电网变电站和城市配电网规划设计中，以减少当一次设备投运后，为配合备自投的实现而修改原接线、增加进线开关等重复工作。

#### 5 总结

本文对备自投装置在 220 kV、110 kV 电网以及 10 kV 城市配电网等几种运行情况下的具体应用和应用中的局限性做了简要介绍，对备自投实施中遇到的一些问题提出了解决建议。

可以看到，随着电网的发展和电网新技术的应用，备自投作为重要的自动装置，在电网中的应用越来越广泛，电网对其依赖性也越来越高，但归根结底，只有坚强的电网结构，再配合合理完善的自动装置，才能从根本上提高电网的供电可靠性。

#### 参考文献

[1] 纪静. 备用电源自动投入时电网动态过程分析与控制策略研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2007.  
 Ji Jing. Study on Power Network Dynamic Process and

Control Strategy When the Reserve Power Source Automatic Connecting[D]. Chongqing: Chongqing University, 2007.

[2] 陈泗贞, 潘桂昌, 张曼诗. CSB21A 型备用电源自动投入装置的改进[J]. 广东电力, 2005, 21(8): 70-73.  
 CHEN Si-zhen, PAN Gui-chang, ZHANG Man-shi. Improvement of CSB 21A Automatic Throw-in Equipment of Stand-by Power[J]. Guangdong Electric Power, 2005, 21(8): 70-73.

[3] 唐海军, 杨承卫, 姚翔, 等. 电网备用电源自动投入的实践与思考[J]. 电力自动化设备, 2005, 36(8): 99-101.  
 TANG Hai-jun, YANG Cheng-wei, YAO Xiang, et al. Practice and Thought of Automatic Bus Transfer in Power Network[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 36(8): 99-101.

[4] 马力, 宋庭会, 库永恒. 防止母线 PT 断线引起备自投不正确动作的研究与改进[J]. 继电器, 2008, 36(2): 79-81.  
 MA Li, SONG Ting-hui, KU Yong-heng. Research and Improvement Measures to Prevent the Automatic Back-up Power Supply Device Incorrect Operation Induced by Busbar PT-breaking[J]. Relay, 2008, 36(2): 79-81.

[5] 吴伟军. REF543 微机型电源备自投装置在化工厂 110kV 供电系统中的应用[J]. 电气应用, 2008, 27(2): 53-58.  
 WU Wei-jun. Application of REF543 Micro-Computer Back-up Power Automatic Device in 110kV Power Supply System in Chemical Plant[J]. Electrotechnical Application, 2008, 27(2): 53-58.

收稿日期: 2008-10-14; 修回日期: 2008-12-03

作者简介:

李曼岭(1968-)女, 本科, 高级工程师, 长期从事电网调度工作; E-mail:tongxinhnly@126.com

黄芳(1981-)女, 本科, 助理工程师, 多年从事电网调度工作。