

文章编号:1671-6833(2004)03-0093-05

基于调度自动化的备用电源自动投入专家系统

杨宛辉¹, 张居团², 王克文¹, 申 年²

(1. 郑州大学电气工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 南阳市电业局, 河南 南阳 473009)

摘要: 为提高电网供电可靠性, 电力系统中广泛使用备用电源自动投入装置。目前运行的该类型装置不论是模拟式还是数字式, 大多数还是一种独立的、元件式的装置。本文分析了元件式装置的不足, 详细介绍了利用调度自动化SCADA 系统采集的数据资源所开发的, 综合全网运行信息的智能型备用电源自动投入装置的流程及其备用装置自动投入模块和变压器经济运行模块。该新型装置可以方便地实现电源、变压器等不同形式备用电源的自动投入, 还能对变压器的经济运行进行监视。综合全网运行信息的智能型备用电源自动投入装置的采用, 不仅提高了动作的准确率, 还对提高电网运行的安全性与经济性有一定作用。

关键词: 电网; 调度自动化; 备用电源; 自动投入
中图分类号: TM 762.1 **文献标识码:** A

0 引言

随着国民经济飞速发展, 人民生活水平的不断提高, 对电网供电可靠性的要求越来越高。目前, 我国大部分供电企业的平均供电可靠率达到99.724%, 个别较好的供电企业达到了99.8%以上。但是与发达国家相比还是有比较大的差距, 如巴黎、伦敦的供电可靠性达到99.989%, 而东京达99.997%, 东京每年对用户的停电时间仅有10多分钟。为提高各地区的供电可靠性和连续性, 电力系统采取了许多措施, 安装备用电源自动投入装置(以下简称“备自投”)就是其中的一种。

顾名思义, 备自投装置是当工作电源因故障被断开后, 能迅速、自动地将备用电源投入, 保证用户不停电的一种装置。它在电力系统的变电站、发电厂以及部分重要的用户中得到广泛应用^{1, 3}。

目前电力系统中安装于变电站的备自投装置, 许多已经采用计算机构成, 尽管克服了原电磁式备自投装置的许多不足, 但它们大部分仍然是一种独立的、元件式的装置。在变电站中, 常常以母线失去电压为启动标志, 进而投入该站的备用电源^{3~3}。由于没有从全电网的运行状态综合考

虑, 从而备自投装置在某些情况下存在死区。目前, 电力系统调度自动化系统在国调、网调、省调、地调甚至县级调度都得到了广泛应用, 调度自动化SCADA 系统的数据资源, 为开发综合全网运行信息、智能型的“备用电源自动投入专家系统”提供了可能。

1 元件式备用电源自动投入装置工作状态分析

备自投的安装方式有很多种, 如电源备自投、两段母线分列运行时的母联开关备自投、备用变压器的备自投等。以图1为例分析独立、元件式变电站电源的“备自投”装置工作状态。

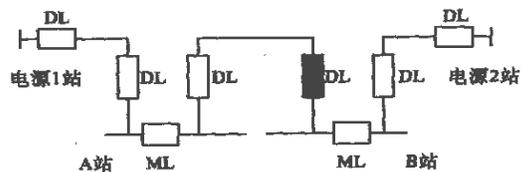


图1 电源备自投示意图

Fig. 1 Sketch map of the auxiliary power switchover device

图1的两个变电站A和B以单线联络, 它们正常的运行方式是: 电源1给A变电站供电, 电源

收稿日期: 2004-04-16; 修订日期: 2004-06-10

基金项目: 河南省科技攻关项目(0224330010)

作者简介: 杨宛辉(1943-), 女, 河北省保定市人, 郑州大学教授, 主要从事电力系统运行与控制方面的研究。

2 给变电站B 供电.A 站与B 站之间由联络线相连,正常时在A 站的DL² 断路器投入运行,为该联络线充电,而在B 站的断路器DL³ 断开.当B 站的电源² 失电时,安装在B 站的“备自投”装置检测到B 站母线失去电压,自动投入断路器DL³,使B 站从A 站重新获得电源.但是,当A 站的电源¹ 失电时,变电站A 无法投入在B 站的断路器DL³,A 站不能从B 站获得电源而存在“备自投”的死区.变电站B 的“备自投”装置是根据其母线是否失压启动的,它也无法判断是否为B 站的母线故障造成的失压、变电站A 是否有电压等,显然这些现象存在时B 站的“备自投”动作无效.

造成上述死区或者备自投无效动作的原因是,备自投装置的启动信息仅由本站提供,而没有从全网运行状态考虑.建立在调度自动化SCADA 系统上的“备用电源自动投入专家系统”能够获取全网的遥信(YX)、遥测(YC)、事故告警信息(SOE)等,利用专家系统综合分析这些信息后实施备自投,可以比较好地解决这个问题.

2 备用电源自动投入专家系统的工作流程

备用电源自动投入专家系统与调度自动化的SCADA 系统共享数据资源,它对从SCADA 系统获取的全网YC、YX 和事故告警SOE 信息进行综合判断分析后发出备自投的遥控操作命令.同时它能够对变电站的主变经济运行进行分析,并按照经济要求确定主变需要并列还是分列运行.图2 为备用电源自动投入专家系统的工作流程图.

由图2 可见,当系统发生故障或者运行方式发生变化后,系统以TCP/IP 协议,通过网络从调度自动化SCADA 系统取得相应的数据.经过数据的管理与分配,分析电网运行的状态,以确定是否需要启动相应的电源备自投或变压器的备自投,或对变电站的变压器经济运行进行分析.若经过分析确定需要操作某断路器实行备自投,或对某主变实行并列运行、分列运行的操作,再通过调度SCADA 系统向相应断路器发出遥控命令,完成操作.

3 电源备自投功能模块介绍

图3 所示为电源备自投动作流程图.故障发生后,备自投的动作区域肯定在失电区内,为减少系统的搜索范围,提高搜索速度,故障发生后备自投系统启动.它首先将系统故障前后的电网拓扑关系记录下来,进而对其进行快速故障区域的识别,确定备自投的动作区域,在这个区域内,系统

对故障前后的运行状态分析,最后确定备自投的动作行为.故障区域的识别以及运行状态分析,在许多文章中已经有详细论述,本文不再赘述,重点论述备自投的动作行为.

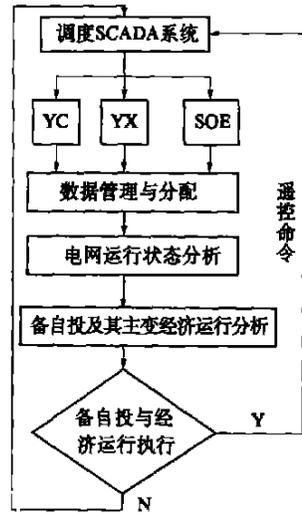


图2 备自投专家系统的工作流程图
Fig.2 Flow chart of the expert system for the auxiliary power switchover device

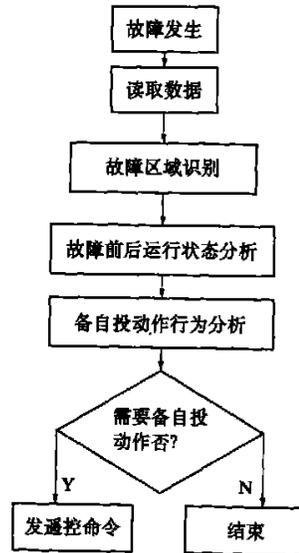


图3 备投动作流程图
Fig.3 Flow chart of the operation of the auxiliary power switchover device

变电站的备自投可以分为:电源备自投、备用变压器的备自投和母联开关备自投等.根据故障前后运行状态分析,系统首先确定备自投的类型,而后系统根据采集的数据分析确定该备自投是否允许动作.

以图1 所示电源备自投为例分析.系统采集的数据有:图1 中各断路器故障前后的状态遥信

信息和它们的电流遥测值;A、B 变电站以及电源 1 和电源 2 相应母线电压的遥测值;保护动作的 SOE 信息等.系统提取相关信息后,按照以下条件进行逻辑判断.

如果变电站 B 的母线失压,变电站 B 的母联 MLB 跳闸,有变电站 B 的母联保护动作信息,则备自投闭锁断路器 DL 3.

如果变电站 B 的母线失压,电源 2 的断路器 DL 6 跳闸,有变电站 B 电源 2 线路保护动作信息,与变电站 A 的联络线 DL 2 侧母线有电压,则备自投投入断路器 DL 3.

如果变电站 A 的母线失压,变电站 B 的母线有电压,有变电站 A 的电源 1 线路保护动作信息,则备自投投入断路器 DL 3.

如果变电站 B 的母线失压,电源 2 的断路器 DL 6 跳闸,有变电站 B 电源 2 线路保护动作信息,与变电站 A 的联络线 DL 2 侧母没有有电压,则备自投闭锁断路器 DL 3.

如果变电站 A 的母线失压,变电站 B 的母线没有电压,则备自投闭锁断路器 DL 3 等.

由此可见,上述条件是根据电网的全局信息判断备自投的动作行为,克服了备自投的死区,有效地提高了备自投动作的成功率.系统还采取遥测、遥信值相互纠错,以及遥控操作命令返校正等措施,提高从 SCADA 系统提取信息的准确率和备自投动作的正确率.

4 主变经济运行和备自投功能模块介绍

目前多数变电站的主变都有一定备用容量,在负荷轻载情况下为减少变压器的运行损耗,常常采用停止一台主变运行而将变电站低压侧母线并列运行的运行方式.当负荷比较重时,又采用两台主变同时运行而低压侧母线分列运行的运行方式.一台还是两台主变运行,是按照最佳经济负荷点判定的.即当负荷大于最佳经济负荷点的负荷值并持续一定时间后,应该采用两台主变运行的方式;当负荷小于最佳经济负荷点且持续一定时间后,应该采用一台变压器运行的方式.在这些运行方式中也存在主变备自投的问题.当一台主变运行时另一台主变作为备用,若运行的主变发生故障而使变电站低压母线失去电压,作为备用的变压器应该自动投入运行,恢复低压母线的电源.当两台主变运行而低压侧分列运行方式时,若一台主变故障使本主变所带低压母线失电,备自投装置应该自动投入低压母线的母联开关,使失电

的母线从正常运行的主变重新获得电源.上述的各种操作,也存在智能处理问题.如两台主变分列运行时,若为母线故障而使该母线失压,则低压母线的母联开关应该被闭锁,即备自投不应动作.同样,在一台主变运行另一台备用的运行方式中,若为运行的主变所在低压母线故障,那么在备用变压器投入运行前,应该首先断开母联开关等.这些智能处理程序,也只能建立在对该变电站信息综合分析的基础上.

图 4 为主变经济运行与备自投的主接线示意图.备自投装置在该模块对变电站的数据采集量有:变电站高、低压母线的电压值;两台主变的高压侧电流值;高、低压母线母联开关的电流值;两台主变高、低压侧和母联开关的状态;主变保护动作的 SOE 信息等.

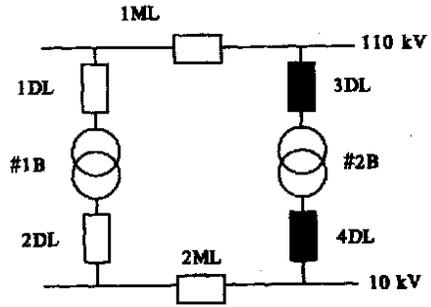


图 4 主变经济运行与备自投示意图
Fig. 4 Sketch map chart for the transformer economic operation and the switchover device

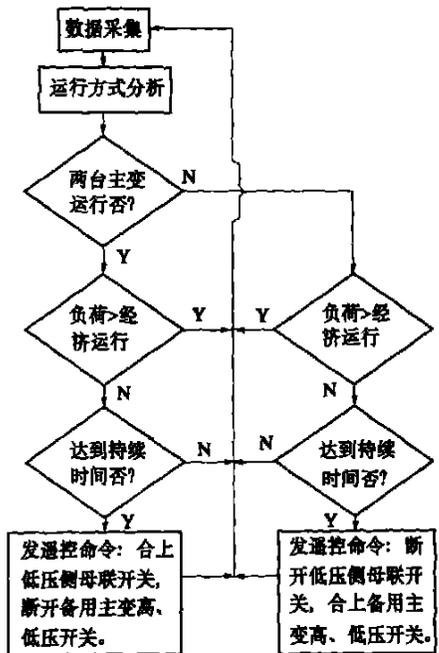


图 5 主变经济运行流程图
Fig. 5 How chart for the economic operation of transformers

主变经济运行流程图如图5所示.系统根据对该变电站采集数据分析,判断当前是一台主变运行还是两台主变运行,而后根据主变的运行方式将当前的负荷与主变经济运行点进行比较.若在两台主变运行时,当前的负荷值小于经济点负荷,且达到持续时间,系统将自动切除事先设置好的一台主变作为备用,并投入低压母线的母联开关.若在一台主变运行时,当前的负荷大于经济点负荷,且达到持续时间,系统自动将备用的主变投入运行,并断开低压母线的母联开关.

若发生故障,变电站的低压侧母线失压,系统将转入变压器备自投工作模块.以图4所示运行方式,即1#主变运行、2#主变备用的运行方式下发生低压母线失压,备自投工作模块的流程图(图6)为例说明其工作过程.故障发生后备自投系统启动,经过系统对故障前后运行状态分析,首先确定该变电站故障前的运行方式,如确定为图4所示的运行方式.而后再根据系统采集的数据对故障性质进行分析.若采集数据为:低压母线失压,1#主变高、低压开关自动分闸,变电站高压侧母联开关1ML和低压侧母联开关2ML为合闸状态,有1主变差动或重瓦斯保护动作信号.那么,可以判定此故障性质为1#主变故障,备自投装置将自动将备用的2#主变的高、低压开关投入运行,使两段低压母线恢复供电.若采集的数据为:低压母线失压,1#主变低压开关自动分闸,高压母联开关1ML处于合闸状态,低压母联2ML开关自动跳闸,有1#主变1kV保护过流保护动作信号.那么,可以判定此故障性质为1#主变低压母线故障,备自投装置将自动投入备用的2#主变高、低压侧开关,使2#主变侧的低压母线恢复供电.若采集的数据为:2#主变侧低压母线失压,高压母联开关1ML处于合闸状态,低压母联2ML开关自动跳闸,有2ML过流保护动作信号.那么,可以判定此故障性质为2#主变低压母线故障,备自投装置将被闭锁不动作,由1#主变运行带1#主变低压母线运行.可见,备自投加入智能判别后其动作准确率得到提高.

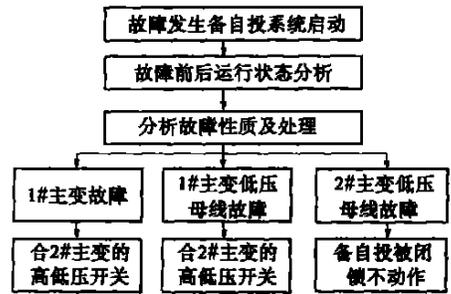


图6 主变备自投工程流程图

Fig.6 How chart for the operation of the auxiliary switchover device on transformers

5 结论

该装置的部分功能已经在南阳城市电网投入运行,从半年多运行状况看效果比较理想.电网正常运行时,备自投装置没有发生过误动作,其中变压器经济运行动作53次,由于遥信、遥测信息与实际不符而闭锁备自投装置5次,事后经分析均为正确动作.由此可见,基于调度自动化的备用电源自动投入装置,利用从调度自动化的SCADA系统采集的数据资源,对全电网运行状态进行信息综合分析,使备自投装置智能化,提高了备自投动作和变压器经济运行的准确率,为电网的安全经济运行提供了有利的保证.

参考文献:

- [1] 丁书文. 变电站综合自动化原理及应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002. 175~181.
- [2] 黄梅. 电力系统自动装置[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999. 3~11.
- [3] 陈松林, 吴银福. 利用微机实现的自动判别自投方式的备用电源自投方案[J]. 电力自动化设备, 1997, 17(1): 51~53.
- [4] 王元昌, 梁志珊. 基于微机的DEP-541备用电源自动投入装置及其应用[J]. 电网技术, 2001, 25(8): 80~82.
- [5] 王西平. 一种设置灵活可靠的微机备自投装置[J]. 电力自动化装置, 2000, 20(1): 18~20.

Expert System for the Automation Switchover of Auxiliary Power Supply Based on Dispatch Automation

YANG Wan-hui¹, ZHANG Ju-tuan², WANG Ke-wen¹, SHEN Nan²

(1. College of Electric Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou, 450002, China; 2. Nanyang Electric Power Bureau, Nanyang, 473009, China)

Abstract : The automation switchover device for the auxiliary power supply has been widely used in power systems to enhance the power supply reliability. Now such devices analog or digital, are still in the isolated component mode. With the analysis of the shortage of the component mode devices the intelligence auxiliary power switchover device is presented in detail in this paper. The proposed device is based on the data resource collected by the SCADA system with full network information considered. This device can arrive at the automation switch on for different types of auxiliary power supply, such as the generator and transformer type, and can also provide monitor for the economic operation of transformers. Therefore, the developed device will enhance the accuracy of device operation, and improve the economy and security for power system operation.

Key words : power network; dispatch automatization; auxiliary power supply; automation switch on

(上接第76页)

Preparation of SiC/Cu Coated Powders and Cermet Composites

ZHANG Rui¹, WANG Hai-long¹, FU Yuan-zhong¹, GUAN Shao-kang¹, GUO Jing-kun²

(1. College of Materials Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200050, China)

Abstract : Sub-micron SiC particles are commercially available. Cu nano particles are prepared by a cementation reaction. A reduction rotation precipitation method is used to prepare SiC/Cu coated powders. Compacts are sintered in N₂ atmosphere. AES, XRD, SEM techniques are carried out to characterize original SiC, the coated particles, and the sintered compacts. It is found that a core shell structure is constructed in the coated particles. Cu₂O is detected in the coated composite particles due to the instantaneous oxidation of Cu particles. The grain growth of Cu grains during the sintering process is suppressed by the SiC particles. The special coating structure results in the nano structure in the sintered SiC/Cu composites.

Key words : SiC/Cu; coating; cermet; composite; nano structure