

# 开闭所配电自动化方案的设计分析

林育明

(清远电力工业局,广东 清远 511500)

**摘要:** 分析配电自动化系统的功能和模式,简单介绍了一种开闭所配电自动化设计方案的设计思路和实现方法,实践证明该方案能够满足开闭所的各种运行方式要求,做到功能完善节省投资,值得推广。

**关键词:** 配电自动化; 方案; 设计思路

**中图分类号:** TM76

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1003-4897(2000)12-0038-04

## 1 概述

随着电力系统体制改革和电力市场的发展,用户对供电可靠性和运行的经济性要求的不断提高,从国内配网的整体状况来看,由于现有的配电网的自动化程度还比较低,基础和结构薄弱,供电部门对配电自动化模式和资金投入缺乏深刻的认识,而且尚未有统一的行业标准和规范,从而要在较大范围内实施高层次的自动化还必须经过一定时期的发展,因此在这方面值得进行一些必要的探讨和思考。

## 2 配电自动化系统的功能和实施

### 2.1 配电自动化系统的功能

一般来说,配电自动化系统最根本目标首先是实现配电网的自动故障诊断、隔离并快速恢复供电,达到自动控制、保护和监视的基本功能,再结合现代计算机和通讯技术,逐渐实现全面的自动化功能,最终达到提高供电可靠性、改善电能质量并提供优质服务的目标。

配电自动化要求系统能够实现配电网正常运行时的控制和监测,以及事故状态下的快速故障处理及供电恢复,并提供配电网的信息管理。整个系统应采用分层布置,并应具有良好的开放性和互联性。

### 2.2 配电自动化的实施

从现有的系统网络和设备情况综合来看,配电自动化的实施应因地制宜、结合国情,不宜硬套国外的标准,也不宜全面铺开,可以通过分析各种实际运行系统的客观实际条件和特点的基础上,结合本地实际进行一些代表性试点,在取得一定的运行经验后,再扩大实施的范围,其实施过程应结合城网改造工作而开展,在改造现有网络和发展规划中应考虑配网结构、设备选型、通讯和自动化系统等方面的发展和配合,做到统筹规划,既要简化一次的接线,考虑二次设备保护功能的灵活可靠配合,又要充分利

用 SCADA 系统和 MIS 系统的现有信息资源,实现信息共享。

## 3 实现故障诊断、隔离、恢复供电功能的基本模式分析

目前国内一些地区和城市已建立了不同模式的自动化系统,大多采用在馈电线上安装故障指示器、重合器、分段器或者其它智能型开关设备等模式实现,简单分析如下:

a. 在线路上装设故障指示器,通过人工查找和柱上开关隔离故障区段,人为地恢复正常段线路的供电,此方式停电时间长,自动化程度低。

b. 采用重合器、分段器等智能化的设备,通过开关的多次跳、合隔离故障区段,缩小停电范围和时间,不需要通讯通道,但给系统造成多次冲击,该方式不能按负荷情况自动进行必要的负荷转移。

c. 利用由单片机构成的馈线终端(Feeder Terminal Unit 简称 FTU)通过专用通道将配电网的各种信息送到配电子站的站端后台进行处理,由后台计算机进行数据分析,再下发命令由 FTU 来实现各种故障处理和控制在,从而构成自动化程度较高的系统(如图 1 示),但结构复杂并受到 FTU 的可靠性、通道的抗干扰性能等因素的影响,估计造价太高,不易普遍在低压电网上使用。

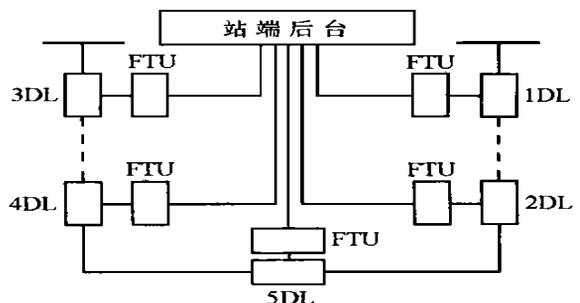


图 1

总之,配电自动化依靠新技术的发展和新技术的应用而不断发展,目前国内许多生产和科研单位正在致力于系统实用化方面的研究。

#### 4 开闭所配电自动化方案的实现

对于负荷比较集中的配电系统,为缩小线路检修和事故停电范围,可以根据负荷的大小和线路的长短,沿配电干线建立一定数量的开闭所。开闭所的结线和设备配置方式决定了其自动化方案的特点,下面介绍一种根据本地区实际,在充分考虑开闭所各种运行方式基础上而制定开闭所配电自动化方案。

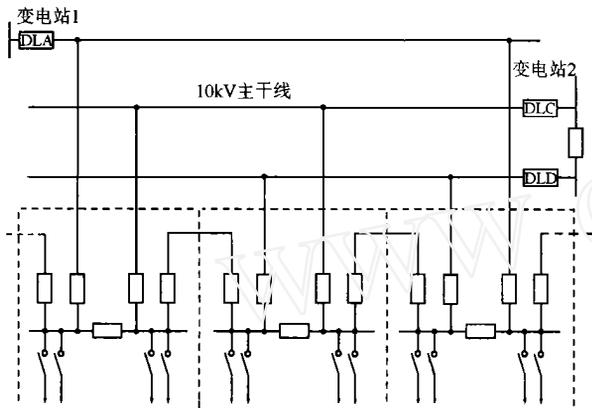


图2 正常情况开环运行方式

##### 4.1 开闭所的结线方式

本地区现有的开闭所通常采用单母线分段结线,每段母线的进线电源取于不同变电站或不同母

线上的10kV主干线,对负荷较重或比较重要的开闭所,在开闭所间设置环网作为备用电源进线,采用环网结构,正常情况下开环运行的运行方式(如图2示)。

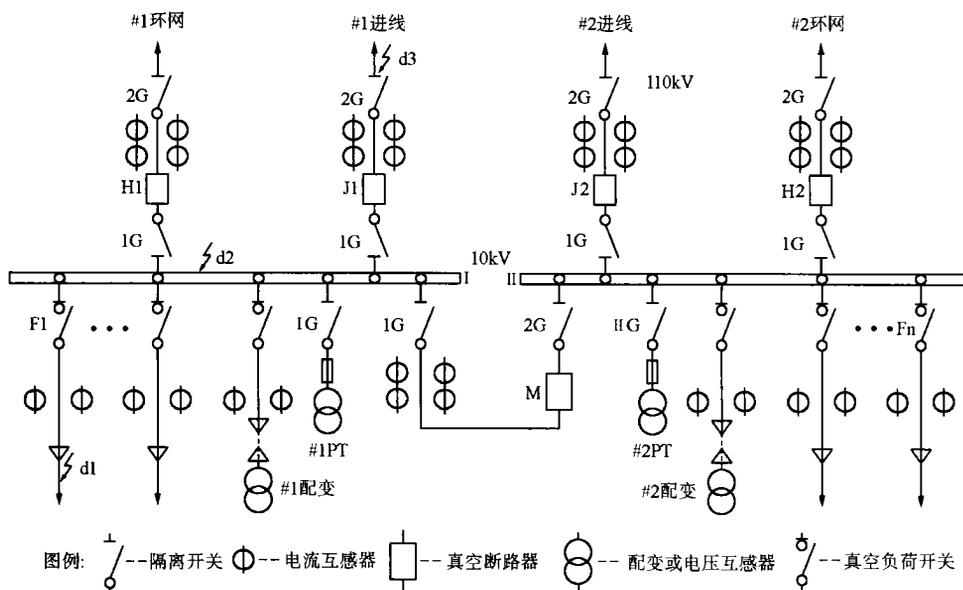
开闭所的每段母线上配有5~6回负荷出线以及给开闭所附近负荷供电的就地配电变压器,负荷出线采用全电缆馈电线,常见的一次结线具体如图3所示。为节省投资,进线、分段和环网开关选用上下侧带隔离开关的真空断路器,而负荷出线选用不能直接开断故障电流的真空负荷开关。

##### 4.2 方案的设计要求

由于开闭所一次设备中负荷出线采用的真空负荷开关不能切故障电流,二次保护设备不能象一般开关站进行简单的配置,所以本方案根据开闭所本身的结构和特点,结合开闭所的各种运行方式和故障类型,按系统环网结构、开环运行的原则确定的以下设计要求。

4.2.1 在正常运行方式( $J_1$ 、 $J_2$  开关运行在合闸位置, $M$  开关在分闸位置)时:

a. 若某段母线上的某负荷出线发生故障,首先该段母线的进线保护动作出口开关分闸,当故障出线的保护装置检测到: 该段母线无电压; 该段进线开关保护出口且确已在分位; 故障负荷开关当前已无电流通过后,将该故障出线的开关跳开,以确保负荷开关不切故障电流,然后向进线开关保护装置发出启动重合闸的命令,进线开关合上,快速恢复正常部分的供电,最后各保护装置自动复归。例



如:如图3所示  $d_1$  点故障, $J_1$  开关动作跳闸后,故障出线装置在检测到以上条件满足后动作将  $F_1$  开关跳开, $J_1$  开关重合恢复供电,停电时间基本由重合的时间决定,不会超过2s。

b. 若某段母线发生故障,虽然该段母线的进线保护装置动作出口开关分闸,但该保护装置在一定时间段内没有检测到出线的保护装置发来的启动重合闸命令,装置经固定延时后保护装置自复归,开关不会误重

图3 常见开闭所的一次结线

合。例如:若图3所示 $d_2$ 点故障, $J_1$ 开关保护动作跳闸,其保护装置经固定延时后装置自复归。

c. 备自投装置在投入状态时,当某段进线发生外部原因而造成失压时,若备自投装置检测到:该段母线无压、另外一段母线有压;该段进线开关合位、M开关处于热备用状态,则备自投装置经延时动作跳开该段进线开关,再合上M开关,并自动退出备自投功能。例如:若图3所示 $d_3$ 点发生永久性故障,上一级开关跳闸后重合闸不成功,一段母线失压而另一段母线正常,备自投装置动作跳开 $J_1$ 开关,再合上M开关,恢复一段母线的供电。为避免发生母线或出线故障而进线开关拒动时越级跳闸的情况下备自投装置误动作,若装置检测到进线开关流过故障电流并记忆故障电流流过时间超过 $T$ 时间(时间 $T$ 整定为:进线开关保护动作出口时间 $< T <$ 线路上一级保护动作出口时间),则装置自动退出备自投功能直到人工复归为止。

d. 对运行中任何进线开关在无保护动作且没有手跳或遥控分闸等外部操作变为分位(即开关偷跳),而且该开关确已无电流通过,则该进线保护装置对开关发出一次合闸命令,恢复正常供电。

4.2.2 当某一进线开关在分位,另一进线开关和分段开关M在合位运行时:

a. 若进线开关在分闸位置的母线段上任一馈线发生故障时,类似于4.2.1中情况a的分析,此时分段开关M起到了该进线开关的作用,分段开关M的保护功能完全类似于进线开关保护,只是为保证保护的选择性,分段开关M的保护整定时间应比进线开关保护短一个时间阶梯,在动作过程中,仅该母线上的其它正常馈线受到瞬时的影响,而另一母线上的出线保持正常的运行。

b. 若进线开关在分闸位置的母线上发生故障时,类似于4.2.1中情况b的分析,分段开关M保护动作后,装置经固定延时后保护装置自复归,不会发生误重合。

c. 若进线开关在合位的母线上任一馈线故障或母线故障时,该段母线的进线开关动作过程与4.2.1中的各种分析一致,本文不再重复分析,但此过程中另外一段母线上的正常馈线将受到瞬时或长期的影响。

4.2.3 当环网开关 $H_1$ 或 $H_2$ 代替进线开关 $J_1$ 或 $J_2$ 作为开闭所电源进线时,其保护装置功能与进线保护装置功能应该是统一的;而备自投装置对环网开关 $H_1$ 或 $H_2$ 与进线开关 $J_1$ 或 $J_2$ 应有同等对应的功

能,因此备自投装置应为进线和环网开关设置一定的转换功能,因篇幅所限在此不能作详细分析。

4.2.4 开闭所及配电站要配置有一定功能的通讯管理装置,完成整个系统各单元装置的数据采集和通讯管理,以构成完整的自动化功能,由于只完成数据采集与一般测控,对时间要求不高,可以考虑使用商用电话线路构成通讯通道。

4.2.5 控制保护和通讯装置采用可靠的电源系统,配置20A时的电池组或采用1kVA的UPS作为工作电源;为节省位置空间和电缆,保护装置分散式安装于开关柜保护室内。

### 4.3 设备选型和配置

该方案的实施结合设计要求进行设备选型,具体情况如下:

#### 4.3.1 一次设备的选型和配置

开闭所一般距离电网的枢纽变电站或主电源较近,在设备选型上宜选用能够直接开断故障电流的真空断路器作为进线、环网、分段开关;而在馈线和配变出线上选用开断容量较小而价格适中的真空负荷开关,配置电动跳闸回路;同时要求其它设备安全可靠,可以满足自动化的运行要求。

#### 4.3.2 二次控制设备的选型和配置

虽然整个动作过程看来比较简单,但由于实现的方法多样,不同方法的实际效果和优缺点也不同,为了保证设备人身安全,具体动作闭锁条件和过程比较繁琐,例如:故障出线的动作条件要求出线保护装置具有故障记忆功能、进线重合闸的启动条件等方面与常规保护要求不同,因此在方案确定和设备选型过程中经历了一定的时间和阶段。

为了全面、可靠而经济地实现方案,笔者曾进行过详细的分析和研究,并不同程度地尝试应用常规继电器、微机保护、集中工控机以及国内外的配电设备等不同手段来构造有关的逻辑回路。若采用常规继电器构造方案,装置间的逻辑和接线非常复杂,功能配置不灵活,不能全面地实现自动化功能和通讯功能,性能价格比和可靠性较差;若应用现有定型的微机保护设备,则必须对装置的软硬件进行较大的改动,而且作为试点产量不大,必然会增加成本;若以集中的互为备用的两台工控机来实现整个方案,需要计算机软硬件和通讯技术的支持,还要采取切实可行的可靠性措施,需花费较大的时间和投资;若通过国内目前常用的配电终端FTU设备,采用信息分散采集然后集中处理的方法来实现,对开闭所自动化而言会造成硬件资源的浪费,还必须依赖于可

靠的站内通讯手段,无法实现真正意义上的分层、分散式自动化结构。经过以上分析可知:无论采用上述哪一种方法都存在一定的缺陷或不足。

经过综合的技术和经济比较,本方案最终采用了美国 SEL 公司生产的具有逻辑控制方程功能的微机保护装置来实现,既充分利用了装置的各种有关功能和硬件资源,又灵活地应用逻辑控制方程构造保护动作过程,同时装置具有良好的通讯能力,使自动化方案简单而快捷地实现分层、分散式布置,避免了以上的种种不足,做到简化二次接线、缩短工期和节省投资。

按最终建设规模的配置方案如下:

- a. 进线、环网和分段开关柜上配 SEL - 551 型装置各一套,作为控制保护自动装置;
- b. 分段开关柜上另配 SEL - 551 型装置一套,作为分段备自投装置;
- c. 出线采用 SEL - 501 - 2 型装置,根据装置结构和模拟量、开入量和开出量配置,每两回出线共用一套装置,作为控制保护自动装置;
- d. 配 SEL - 2020 型通讯管理机一套,实现以上各装置与子站的后台计算机之间的通讯和自动化功能;
- e. 电压互感器的二次回路采用电磁继电器和电压表监视方式,保留必要的预告信号和灯光告警信号;
- f. 采用高性能、小容量的高频开关电源系统作为工作电源,使保护装置和通讯设备的正常工作得到保证。

以上配置方案中,若按进线、环网保护装置各两套、分段保护装置和备自投装置各一套,负荷出线保护装置六套(按 12 回出线计算),通讯管理机一套考虑,保护装置部分总投资约 20 万元。

#### 4.4 开闭所配电自动化方案的特点

经过综合比较和分析,该方案有以下几个主要的特点:

- a. 接线简单,一般采用单母线分段接线、两路进线、出线不宜太多,从可靠性考虑,对重要的开闭所装设环网开关;
- b. 降低工程造价和合理分配资金的投入,采用真空断路器以及价格适中的真空负荷开关配合,保护装置的软硬件资源得到充分的利用;
- c. 方案中采用了先进的技术和控制保护设备,保护装置具有面向用户的功能强大的逻辑控制方程,提供了充分的软硬件支持,能够方便灵活地根据

具体的设计要求进行定义和组合,使动作过程逻辑更严密,并且实现了出线保护故障记忆的功能,优化了设计方案;保护之间的整定配合方便,功能配置较目前常规保护更灵活;

d. 提高了系统的抗干扰能力,整个控制保护动作过程通过装置的开入和开出较直观地实现,无需依靠通道和后台来实现,避免因通讯通道的干扰等因素而影响系统的安全可靠性,适用于实现国内现有技术条件下的开闭所配电自动化;

e. 考虑到系统各装置的独立性,该方案通过装置的逻辑闭锁软件功能、开关柜上设置的“运行和检修”切换开关以及压板的投退等方法排除了不同运行状态下装置间的相互影响;所选用的装置为工业级产品,实现了开关柜就地分散安装,便于工程逐期扩建,节省了材料和空间;

f. 全面地实现了自动化的综合系统功能,各装置具有“三遥”功能及通讯接口,有关信息通过通讯管理机(SEL - 2020 型装置)和通道即可上传到站端后台,该通讯管理机集多端口通讯、数据库储存处理、时间保持和同步、报警监视及辅助控制功能于一体,相当于一个功能强大、使用方便而可靠的 RTU,为调度系统提供快速、实时的数据信息和控制手段,并为继保工程师和运行维护人员提供了装置整定值查询和修改、故障动作报告和录波数据分析等远方维护工具,能够适应各种常用的通讯规约,是经济实用的通讯处理设备,为系统安全运行提供了有力的硬件保障。

#### 5 开闭所配电自动化方案的综合评价

该方案结合开闭所的特点,通过对国内外配电自动化设备进行比较和分析的基础上,依靠并应用先进的技术设备而确定的切实可行的实施方案,该方案功能完备配置科学,已通过了试验并被现场所采用,实践证明:作为试点而采用如此的配置方案是完全合理且可行的,值得进一步推广。

#### 6 结束语

国内外的配电自动化技术在不断发展中,只有在实践中通过结合各地的实际情况不断摸索和研究,才能逐步建立起功能完善而且满足运行实际要求的自动化系统,相信随着科学技术的发展,实现配电自动化的步伐将迈得更大并逐步趋向成熟。

(下转第 55 页)

于提高机、炉工况的稳定程度,提高机组安全运行和自动控制水平,提高大型火电机组的经济效益。但对于不同的机炉形式、蒸汽工况、辅机及电动机特性等,以及不同类型的厂用一次系统接线,切换允许最长时间肯定不同,要考虑如最佳快切时机、慢速切换时要不要甩负荷、辅机转速恢复快慢、继电保护定值最佳配合等等因素,这些都应视现场具体情况取得第一手资料后确定。因此,对以最合适方式实现厂用电自动切换的问题,有必要进行更深入地探讨。

#### 参考文献:

- [1] 西北电力设计院. 电力工程设计手册/电气二次部分

[M]. 中国电力出版社,1996.

- [2] 梁世康. 厂用电力系统保护[M]. 中国电力出版社, 1995.

收稿日期: 2000-05-02

作者简介: 刘峻(1972-),男,本科,工程师,主要从事继电保护的研究工作; 郑伟(1973-),男,本科,工程师,主要从事继电保护的研究工作。

### Discussion on house-service power switching for high rate generation unit

LIU Jun, ZHENG Wei

(Gansu Power Test Institute, Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** There are some problems in HV house - service power switching in high rate power thermal power generation unit in some power plants in Gansu, China. The problems have brought difficulty for stably transforming house - service load and damage for large sized auxiliary machine. It has possibility to extend the event in house - service power. In this paper, some problems in protection 6kVBZT and its circuit wiring are analyzed based on the security, reliability, economy and stable operation of generation equipment, and its solving scheme is proposed for discussion.

**Keywords:** 6kV house - service power; device BZT; fast switching; microprocessor based; improvement

(上接第 41 页)

#### 参考文献:

- [1] 范明天,张祖平. 探讨国内实现配电自动化的一些基本问题. 中国电力, 1999,32(3):41~44.  
[2] 厉吉文,李红梅,等. 配电系统自动化实施过程中的几点建议. 电网技术,1999,23(10):68~70.  
[3] 王章启,潘思谦. 当前配电自动化建设中的几个问题.

电网技术,1999,23(10):65~67.

- [4] 苏宏勋,白菊花,等. 配电自动化浅析. 继电器, 1999, 27(4):34~37.

收稿日期: 2000-05-22

作者简介: 林育明(1972-),男,本科,主要从事电气一次、二次设计工作。

### A design plan analysis on the switch power distribution automation

LIU Yu - ming

(Qingyuan Electric Power Bureau, Qingyuan 511500, China)

**Abstract:** The function and schemes of power distribution Automation system are analysed, and a design plan analysis on the switch power distribution automation is presented in this paper including the design idea and the realization method. The practice proved that the plan could satisfy the request of the switch power distribution automation system. The system possesses complete functions and could decrease investment, will be popular.

**Keywords:** power distribution automation; plan; design idea