

# 配电自动化浅析

苏宏勋, 白菊花, 黄利军, 张敬安, 赵伟杰, 李国杰

(许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

**【摘要】** 对配电自动化的内容、功能做了简单分析,并结合目前国内外配电自动化的发展状况,对配电网的类型做了归纳,提出了配电自动化的几种方案,并对其做了比较。

**【关键词】** 配电自动化; 重合器; 分段器; 馈线自动化; 配电网

## 1 配电自动化的概述

配电系统的最大特点是由大量的配电设备以一定的关系联成网络,直接为电力用户服务。配电自动化的目的在于改进电能质量,提高运行管理水平,降低运行费用,提高生产效率,与用户建立更密切更负责的关系。

配电自动化系统在电力系统自动化中的位置如图1所示,其监视、控制对象包括变电站的一部分及配电系统和用户。

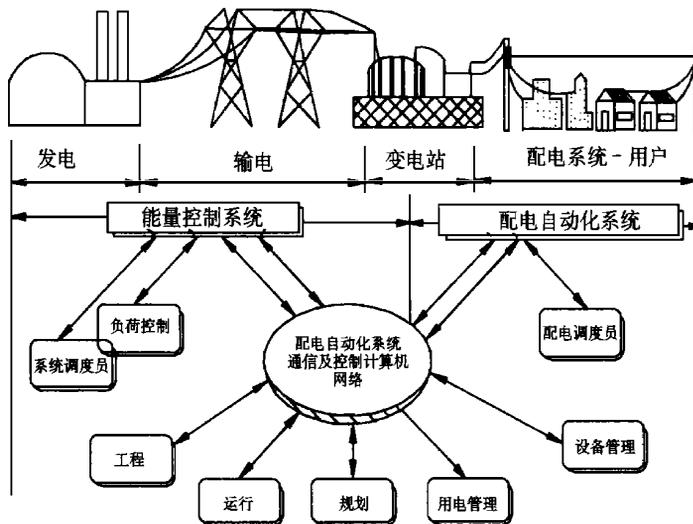


图1 具有配电自动化的电力系统

## 2 配电自动化功能

配电自动化系统应具有三项基本功能:监视、控制和保护。

## 3 国内外配电自动化的现状

国外早在50年代初就利用重合器、分段器、环网开关柜等设备在配电网中实现故障控制,现已将

配电网的检测计量、故障探测定位、自动控制、规划、数据统计管理集为一体,出现了配电网自动化方案。各国配电网的要求及发展有所不同,但可归结为以下几点:

一次设备技术性能、可靠性高,不检修周期长。

利用先进的电子技术,对设备进行自动化控制,以实现机电一体化。

一次与二次控制设备相结合,以提高配电网供电可靠性。

快速故障定位,采用智能化设备,对故障线路自行判断和隔离,以最快、最简单的方式恢复正常供电。

加强配电设备数据库管理和负荷管理,在调度中心对负荷潮流进行控制和调配。

利用计算机网络技术,加强电力企业各部门之间的信息共享,由配电自动化(DA)发展为配电管理自动化系统(DMS)。

多年来,我国重发电,轻用电,对配电网用电质量及可靠性重视不够,忽视了配电网的重要性和特殊性,造成了配电网供电可靠性差、设备落后、不安全因素较多的状况。

随着我国电网的发展,对配电网的可靠性要求提高了,意识到配电网的安全、可靠性和自动化也直接影响大电网的运行和经济效益。因此,提高配电网的供电质量和供电可靠性,更好地为用户服务,成了电力部门关注的焦点。当然供电质量及可靠性受多方面的影响,有关配电自动化产品的研制开发尚处于初级阶段,还没有统一标准。

我国的配电网按传统的观念可分为城网和农网。城网短路容量大,在200~300MVA左右,供电负荷相对集中,供电环境比较好;而农网短路容量较小,一般在100~200MVA,供电范围大,线路路径较差,威胁供电的安全不利因素较多。

我国的配电网按传统的观念可分为城网和农网。城网短路容量大,在200~300MVA左右,供电负荷相对集中,供电环境比较好;而农网短路容量较小,一般在100~200MVA,供电范围大,线路路径较差,威胁供电的安全不利因素较多。

## 4 配电自动化的几种方式

### 4.1 馈线自动化

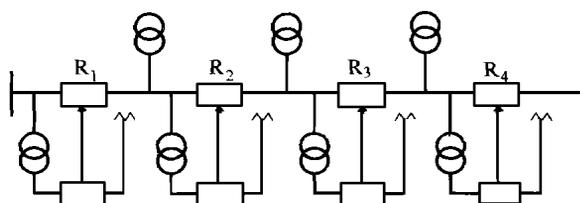
馈线自动化一般称为 FA (Feeder Automation), 主要功能包括:

- \* 状态监视
- \* 无功补偿和调压
- \* 故障的开断、隔离和网络重构。

对架空线系统来说, 在没有通讯手段情况下, 故障的开断、隔离及网络重构为馈线自动化的主要功能。根据配电设备的不同配置可构成不同的方案, 主要可归为如下几种:

#### 重合器方案

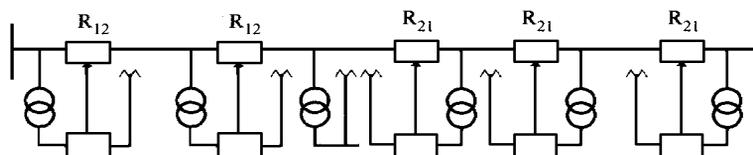
在辐射型的长配线路中, 以多级重合器配合, 利用动作电流值不同, 时间的差异实现较好的配合, 如图 2 所示。



$R_1, R_2, R_3, R_4$  ——重合器

图 2 辐射线路多级重合器供电方式

重合器也可用于环网供电方式, 如图 3 所示。

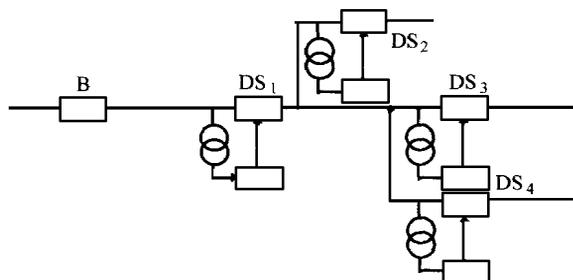


$R_{11}, R_{12}, R_{21}, R_{22}, R_0$  ——重合器

图 3 多级重合器环网供电方式

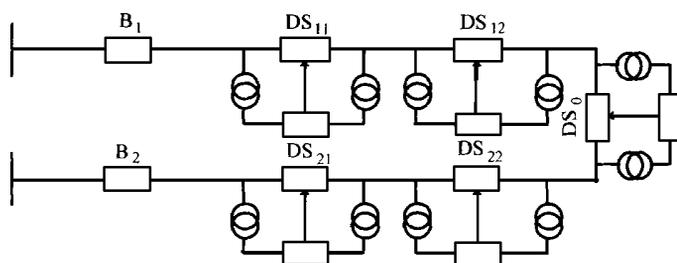
#### 重合断路器与电压时限型分段器配合方案

重合断路器安装在变电站内, 用作保护开关, 具



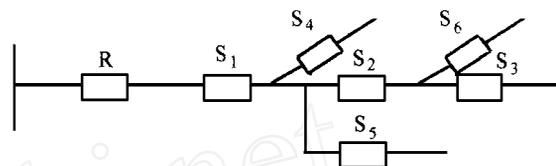
B 为站内断路器,  $DS_1, DS_2, DS_3, DS_4$  为电压时限型分段器

图 4 辐射型配电网



$B_1, B_2$  为站内断路器,  $DS_{11}, DS_{12}, DS_{21}, DS_{22}, DS_0$  为电压时限型分段器

图 5 电压时限型分段器构成的环型配电网有二次重合闸功能。电压时限型分段器安装在户外线路上, 有电压时自动延时合闸。利用二者的配合, 可以构成辐射型或环网型馈线自动化, 如图 4、图 5 所示。



R 为重合器,  $S_1, \dots, S_6$  为故障电流计数型分段器

图 6 重合器与故障电流计数型分段器

#### 相配合构成的辐射型配电网

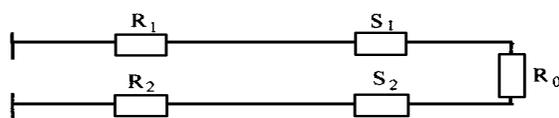
电压时限型分段器是一种智能化的负荷开关, 它采用电压检测控制原理, 即加压或失压时间的长短来控制其动作, 失压后分闸, 加压后合闸或闭锁。

#### 重合器与故障电流计数型分段器

##### 配合方案

重合器与故障电流计数型分段器相配合, 是配电网比较常用的方案之一。重合器具备多次重合功能, 分段器没有安秒特性, 以动作次数及动作电流值来实现相互间的配合。

重合器与故障电流计数型分段器相配合的方式, 既可用于辐射型配电网, 如图 6 所示, 也可用于环型配电网, 如图 7 所示。

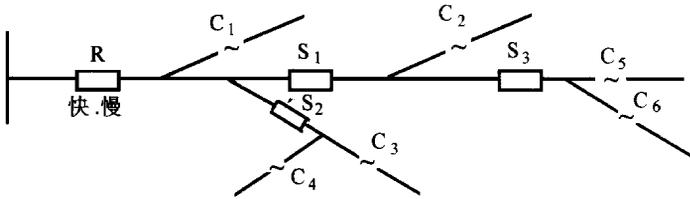


$R_1, R_2, R_0$  为重合器,  $S_1, S_2$  为故障电流计数型分段器

图 7 重合器与故障电流计数型分段器构成的环型配电网

#### 重合器、分段器、熔断器的配电方案

采用重合器、分段器、熔断器配合的线路, 其最大优点是克服了由于瞬间故障造成的停电, 同时把



R 为重合器, S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 为分段器, C<sub>1</sub>……C<sub>6</sub> 为熔断器

图8 重合器、分段器、熔断器构成的配电网方案永久故障隔离在最小范围内。这种方式的配合原则,是充分发挥各个层次开关设备的作用,尽量由故障点最近的设备隔离故障,缩小故障停电范围。用户也可根据自己的线路结构特点,采用不同的配合方式,增加或减少各层次设备。

这种配合方案是馈线自动化最基本的方案,既适用于辐射网,又适用于环网,图8为用于辐射网的方案。

这几种方式各自的优点与不足见表1。

#### 4.2 变电站级配电自动化

变电站是各种信息的主要来源和枢纽,对站内设备的监视、控制放在地区电网调度系统,还是放在配电网自动化系统有着不同的观点,但可以在变电站设置监控后台,在户外配电线上各测控点设置RTU,通过有线、无线、载波等通信手段将户外配电设备的信息送至变电站监控后台,在站内后台机上可实现对户外配电设备的监视和控制。图9为这种方式的示意图。

根据对配电线故障时处理方式的不同,现有变电站级配电自动化分下面两种模式:

配电线发生故障时,对故障的检测、隔离及  
表1 几种馈线自动化方案比较

方案	优点	不足
重合器方案	(1) 基本消除瞬时故障造成的停电; (2) 就近开断短路电流,影响范围小; (3) 减轻变电站断路器负担; (4) 处理故障快; (5) 没有通讯通道也可工作。	(1) 需改动变电站断路器速断保护范围; (2) 短线路上下级重合器在快速动作上缺乏选择性; (3) 造价相对较高。
重合器 + 故障电流计数型分段器方案	(1) 基本消除瞬时故障造成的停电; (2) 无通讯通道也可工作; (3) 无时限配合; (4) 造价相对较低。	(1) 需改动变电站断路器速断保护范围及重合次数; (2) 手动复位,恢复供电时间长。
重合器 + 电压时限型分段器开关方案	(1) 无需改动变电站断路器速断保护范围; (2) 配合简便,选择性较好; (3) 无通讯通道也可工作。	(1) 处理故障时间较长,影响范围大; (2) 需改变变电站断路器重合次数; (3) 变电站断路器负担较重。

恢复供电不依赖于监控后台,而是依靠配电设备之间的配合来实现,监控后台主要用于远方监视和操作。

这种方式的优点在于对故障的处理不依赖于通信手段,简单可靠,但其缺点是非故障线段停电时间过长,配电设备负荷过重等。

配电线发生故障时,RTU 将故障信息送至后台,监控后台不但实现远方监视和操作,还能根据 RTU 上送的故障信息,判断出故障点,并自动发出控制命令,实现故障的隔离和网络重构。

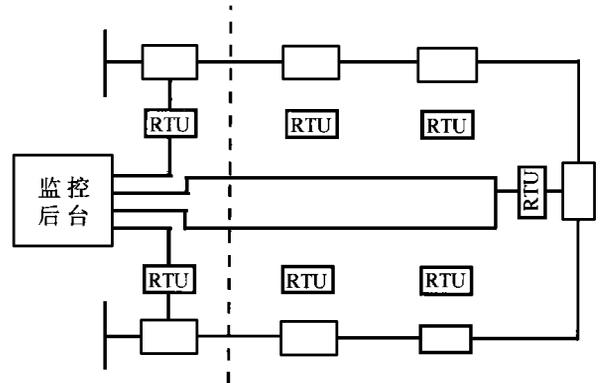


图9 变电站级配电自动化

这种方式的优点是可实现故障一次定位,减少配电设备的动作次数,故障处理时间较短。其不足之处在于所有的功能均依赖于通信手段,对瞬时性故障仍没有较好的处理手段。

笔者正在设计第三种方式,即将上面两种方式结合起来,吸取两种方式的优点,在通信正常时依靠后台处理故障,在通信异常时自动切换,由配电设备之间的配合来切除故障。

#### 4.3 配电自动化系统

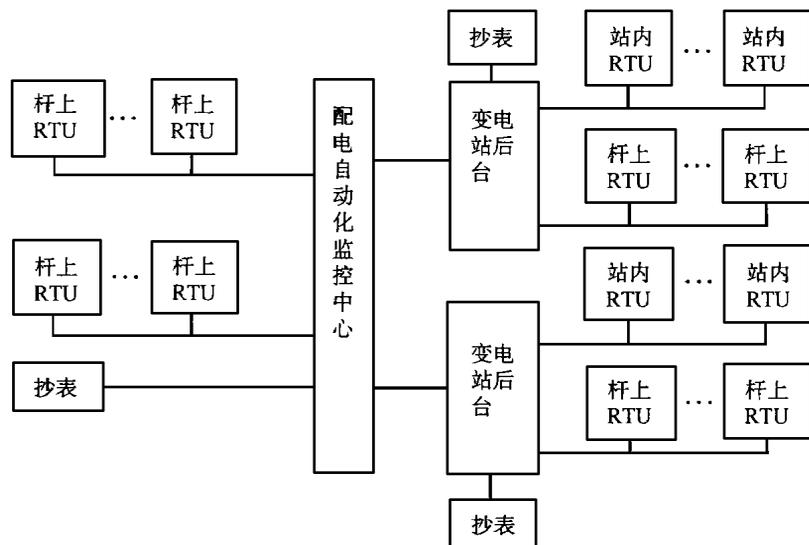
简单地说,配电自动化系统的构成就是建立一个监控中心,通过不同的通信方式将某一城市或地区配电网的有关信息送至监控中心,在监控中心实现对整个配电网的远方监视和控制。

图10为配电网自动化系统构成的示意图。

由图10可看出,该系统基本上是在变电站级配电自动化基础之上组建起来的,因此,变电站级配电自动化是配电自动化的重要组成部分,其抄表、杆上 RTU 与变电站后台及配电监控中心间的

通信可根据用户的实际情况采用不同的方式,如光缆、专用通信线、载波、微波等。

故障的自动诊断、隔离及网络重构。  
电压无功优化及控制。



负荷控制和管理。  
配网仿真系统。  
基于地理信息的远方抄表。  
基于地理信息的用户电话投诉处理。  
基于 Internet 技术的系统集成和信息共享。  
总之,我国的配电自动化正处在起步和发展阶段,是电力系统的一场技术革命,它的发展完善将给电力企业带来巨大的经济效益和社会效益。

[参考文献]

- [1] 配电自动化. 美国电气电子工程师学会继续工程教育教材.
- [2] 徐腊元. 配电网自动化设备优选指南. 水利水电出版社.

图 10 配电网自动化示意图

配电自动化系统应结合其设备种类多、数量大、数据信息传输繁重等特点,突出其基于地理信息的应用功能,做到简单、实用、可靠,其基本功能如下:

地理信息系统:实现对所有配电设备及供电负荷、用户和供电区域的综合地理信息管理。

基于地理信息的配电网运行监控系统(SCADA/ GIS)。

收稿日期:1998—12—23

作者简介:苏宏勋(1963 - ),男,高级工程师,现从事电力系统自动化产品的设计研究工作;白菊花(1965 - ),女,工程师,现从事电力系统自动化、线路保护、主设备保护等产品的标准化工作;黄利军(1969 - ),男,工程师,现从事电力系统自动化产品的设计研究工作。

ANALYSIS ON DISTRIBUTION AUTOMATION

SU Hong-xun, BAI Ju-hua, HUANG Li-jun, ZHANG Jing-an, ZHAO Wei-jie, LI Guo-jie

(Xuchang Relay Research Institute, Henan Xuchang 461000, China)

**Abstract** This paper analyzes the content and functions of distribution automation, summarises the types of distribution network, presents and compares some schemes of distribution automation in connection with the developing state of distribution automation at home and abroad.

**Keywords** distribution automation; recloser; sectionalizer; feeder automation; distribution network

(上接第 33 页)

收稿日期:1998—12—11

作者简介:唐艳茹(1962 - ),女,大学本科,高级工程师,研究方向为电力系统继电保护及电力系统安全自动装置。

STUDY REPORT ON THE REGIONAL SYSTEM SECURITY AUTOMATIC DEVICE

TANG Yan-ru

(Northwest Electric Power Design Institute, Xi an 710032, China)

**Abstract** It is a primary summa on the design of regional system security automatic device, which is divided into four main parts: system research, stability calculation, security automatic device arrangement, and communication channel organization.

**Keywords** regional system; security automation device; research; report