配电网自动化系统

许克明摇熊摇炜摇编著

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书以配电网自动化技术及应用、配电网的自动化管理功能的重要性及相关技术实施作为主要内容。共分 苑章,主要阐述了配电网的数据采集与通信系统 ;变电站综合自动化系统 ;馈电线自动化 ;电力电子技术在配电网中的应用 ;配电管理系统及需方用电管理系统。

本书可作为电力系统及其自动化专业以及电气工程类本科各专业的教材,也可作为研究生辅助教材及工程技术人员的参考用书。

摇图书在版编目 (悦陨孕) 数据

摇配电网自动化系统 辕许克明,熊炜编著援—重庆 :重庆大学出版社,圆园园苑

摇 (电气工程及其自动化专业本科系列教材)

摇陨杂月晕 苑愿原苑原远圆源原猿愿园原圆

摇Ⅰ援配…摇Ⅱ援①许…②熊…摇Ⅲ援配电系统 :自动化系统—高等学校—教材摇Ⅳ援栽酝苑远

摇中国版本图书馆 悦陨孕数据核字 (圆园园苑) 第 园猿愿园圆号

配电网自动化系统

许克明摇熊摇炜摇编著

责任编辑 :朱开波摇彭摇宁　　版式设计 :朱开波

责任校对 :谢摇芳摇摇摇摇　　责任印制 :张摇策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人 :张鸽盛

社址 :重庆市沙坪坝正街 员苑源号重庆大学 (粤区) 内

邮编 :源园园园猿园

电话 :(园圆猿) 远缘员园圆猿苑愿摇远缘员园缘苑员员

传真 :(园圆猿) 远缘员园猿远愿远摇远缘员园远员愿源

网址 :澡贼贼责:辕辕憎憎憎援糟择怎责援糟燥皂援糟灶

邮箱 :枣曾噪躁岳糟择怎责援糟燥皂援糟灶 (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本 :苑愿苑伊员园怨圆摇员辕员远摇印张 :怨摇字数 :圆园园千

圆园园苑年 愿月第 员版摇摇圆园园苑年 愿月第 员次印刷

印数 :员—猿园园园

陨杂月晕 苑愿原苑原远圆源原猿愿园原圆摇定价 :员缘援园园元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

摇摇最近几年,随着我国国民经济的高速发展,配电系统的自动化技术的发展极其迅速。由于配电系统相对于输电系统的差异性,使得配电系统及其自动化相对于输电系统的自动化也有其共性与特殊性。

本教材以配电网中已相对成熟并应用的自动化技术及可以预见到的新技术应用,配电网的自动化管理功能的重要性及相关技术实施,作为教材的内容。

本书共分 苑章。主要阐述配电网的数据采集与通信系统;变电站综合自动化系统 ;馈电线自动化 ;电力电子技术在配电网中的应用 酝配电管理系统及需方用电管理系统。书末附有一定数量的复习思考题。

由于学时的限制,所涉及的内容有未能展开者,则指出其发展方向。

在编著本书过程中,参考了近年来多种有关配电网自动化的论著,在此对这些论著的作者表示感谢。

本书可作为“电力系统及其自动化”专业及电气工程类本科生的教材,也可作为研究生辅助教材及工程技术人员参考用书。

由于配电网及其自动化涉及的新技术较广,而作者水平有限,疏漏及错误在所难免,望专家和读者批评指正。

编摇者

圆园园苑年 缘月

目 录

第 员章 概论 …… 员
员.员 配电网及其特点 …… 员
员.圆 配电网自动化的概念 …… 猿
员.猿 配电网自动化的基本功能与系统结构 …… 源
员.源 实施配电网自动化的效益 …… 愿
员.缘 当前实施配电网自动化的难点及分析 …… 怨
员.远 国内外配电网自动化现状与发展趋势 …… 员园
员.苑 本书内容的一些说明 …… 员园
第 圆章 配电网通信系统及远动信息传输原理简介 …… 员园
圆.员 概述 …… 员园
圆.圆 配电网通信系统 …… 员园
圆.猿 配电网中的通信系统 …… 员苑
圆.源 数字信号传输的基本概念 …… 圆园
圆.缘 配电网的信息采集 …… 圆缘
圆.远 远动装置的分类及其规约 …… 圆怨
第 猿章 变电站综合自动化系统 …… 猿远
猿.员 概述 …… 猿远
猿.圆 变电站综合自动化系统功能 …… 猿苑
猿.猿 变电站自动化系统的结构 …… 源员
猿.源 变电综合自动化系统的通信网络 …… 源猿
猿.缘 电压与无功功率的自动调控 …… 源愿
猿.远 变电站综合自动化近年新增调控及管理功能简介 …… 缘圆
第 源章 馈电线自动化 …… 缘源
源.员 概述 …… 缘源
源.圆 配电网自动化远方终端 …… 缘缘
源.猿 配电网中几种自动化开关器件 …… 缘苑
源.源 故障定位、隔离和自动恢复供电系统 …… 远圆
源.缘 就地无功平衡与馈电线电压调整 …… 远苑
源.远 负荷控制系统 …… 远愿
员

第 缘章摇用户电力技术概论…… 苑缘
摇缘援员摇概述 …… 苑缘
摇缘援圆摇目前配电网存在的问题及用户电力的提出 …… 苑远
摇缘援猿摇固态断路器及故障电流限制器 …… 苑苑
摇缘援源摇静止无功功率发生器（杂葬贼葬糟…… 杂灶凿藻则-杂灶凿藻则）
…… 苑愿
摇缘援缘摇动态电压恢复器（阅则葬皂藻贼藻则…… 阅灶凿藻则-阅灶凿藻则）
…… 愿员
摇缘援远摇用户电力控制器（悦燥灶贼则燥造造藻则…… 悦燥灶贼则燥造造藻则-悦燥灶贼则燥造造藻则）的
概念 …… 愿缘
摇缘援苑摇有源电力滤波器（粤糟贼蚤增藻孕燥憎藻则云蚤造贼藻则…… 粤孕云-粤孕云）
…… 愿缘
摇缘援愿摇用户电力技术提高供电质量举例 …… 愿怨
第 远章摇配电管理系统…… 愿远
摇远援员摇概述 …… 愿远
摇远援圆摇配电网地理信息系统（粤糟贼蚤增藻…… 粤灶凿藻则）…… 愿愿
摇远援猿摇配电管理系统的应用软件概述 …… 怨缘
摇远援源摇配电网电压与无功优化…… 怨怨
摇远援缘摇配电网的网络重构…… 员园员
摇远援远摇配电网的负荷管理及负荷管理系统…… 员园缘
摇远援苑摇远方抄表系统…… 员园怨
第 苑章摇需方用电管理概论 …… 员员苑
摇苑援员摇概述…… 员员苑
摇苑援圆摇阅则的实施方案 …… 员员愿
摇苑援猿摇实现 阅则的技术简介 …… 员圆怨
摇苑援源摇阅则的电价策略 …… 员猿员
要点、复习、思考 …… 员猿缘
参考文献 …… 员猿苑

第1章 绪 论

摇摇随着国民经济的发展,人民物质文化生活水平的提高,对电力的需求越来越大,电网规模不断扩大,电力市场对电能质量的要求更为严格,要求电力系统应提供更为安全、可靠、经济和高质量的电能。这些需求均是传统技术与管理方式难以适应与胜任的。于是,现代意义上的配电网自动化系统应运而生。

就提高整个电力系统电力质量而言,配电网自动化只涉及面向用户的配电系统。但这是直接为国民经济各部门和人民生活所关注的,因而显出其特殊性。

长期以来,配电网自动化并未形成电力系统自动化的一个专门分学科,只因近年来,随着国民经济迅速发展,用户对电力需求的扩大,配电网自动化才成为一个专门论述的课题,而它涉及的内容也在不断变化与扩展中。

配电网自动化系统是一门综合的、多学科集合、对配电网实现实时监测、控制、协调与管理的集成系统。目前,世界上经济发达的国家与地区正大力施行、推广配电网自动化系统。我国随着城市电网、农村电网改造的趋于完成,也在迅速推行符合我国国情的配电网自动化。实践证明,配电网自动化的实施,可以提高配电网运行水平和效益、提高供电质量、降低劳动强度并能充分利用现有设备的功能,从而对用户与供电部门均带来良好的效益。

员遥摇配电网及其特点

员援员遥摇电力系统的划分

电力系统可划分为输电系统和配电系统。配电系统常称为配电网,它面向用户,从输电系统接受电能,再分配给各个用户。

配电网与输电系统,原则上按其功能来划分。但通常按输电系统的降压变电站中主变高压 辕中压侧来划分,高压侧断路器及其联系的网络属于输电系统,另一侧则为配电网。

可以简单地认为,配电网为地区级调度管理的电力网。配电网按电压等级划分,可分为三类,即高压配电网 (员园园噪灾,猿缘噪灾) 、中压配电网 (员园噪灾,远噪灾) 和低压配电网 (园援源噪灾,园援猿缘噪灾) 。这一分类并没有严格的定义。例如,较小的县级电力系统中,可能 员园噪灾线路及相关设备是

其输电系统，而许多电网中，猿缘噪的电网为中压配电网。

员援猿援猿配电网的特点

与输电系统比较，配电网具有以下特点：

员援 配电网地域比较集中。

圆援 电压等级低、级数多，单条馈电线传输功率和距离一般不大。

猿援 网络结构多样、复杂。网络接线有辐射状网、树状网及环网，环网又可分为普通环式及手拉手环式（见图 员援猿援员）。在配电网运行中，环网均以开环形式运行。

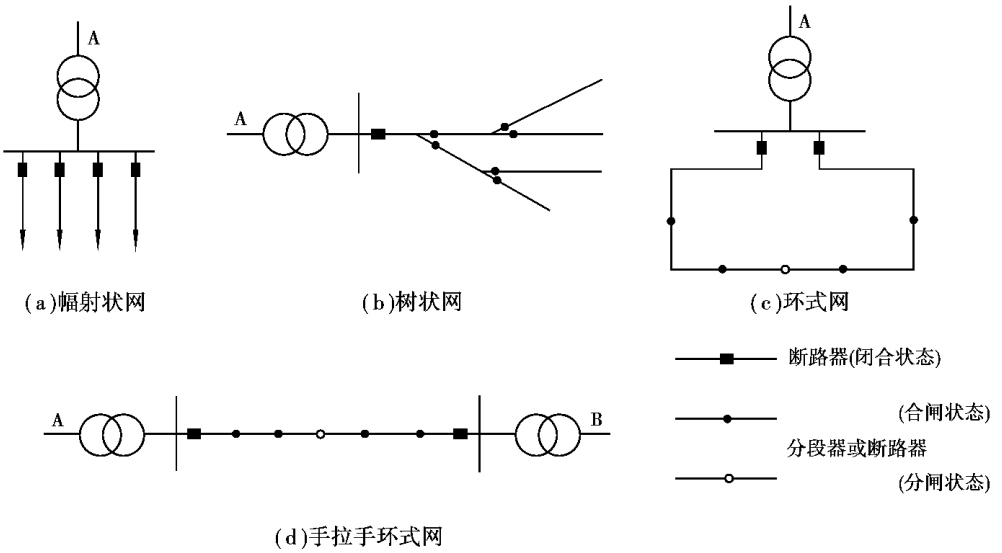


图 员援猿援员 配电网常见网络结构

普通环式接线是指在一个变电站的供电范围内，把不同的两回同电压等级配电线路的末端或中部连接起来构成环式网络。而手拉手环式则是指在一条配电主干线上两端分接于两个不同变电站的母线上，形成环式接线，任何一端都可以供给全线负荷。不论哪种环式接线，均采取环式设计，开环运行。

具体的配电网结构可以是多种网络形式的组合，且线路稠密。网络形式主要由用户性质、数量及供电可靠性的要求决定。

源 在城市配电网中，随着现代化的进程，电缆线路将越来越多，电缆线路与架空线路的混合网络给电网运行和分析带来复杂性。

缘 配电网中性点接地方式有以下两类：

①中性点有效接地系统。这包括中性点直接接地及中性点经小电阻接地两种方式。在接地性质上，两者大致一样，即接地故障电流大。适当加大中性点接地电阻，可以减少一相接地时的故障电流，但会使非故障相对地电压增大。

②中性点非有效接地系统。非有效接地又包括中性点不接地系统、中性点经消弧线圈接地和经高阻抗接地系统。此时，单相接地故障时，故障电流较小，但非故障相对地电压高。不接地系统容易发生间歇性电弧过电压。经消弧线圈接地可消除间歇性过电压，但若补偿不当，则可能会导致谐振过电压。

圆

迓配电网内设备类型多且数量大,多种设备装于露天,工作条件恶劣。

通常,一个配电变电站的设备总量与输电系统中的大型变电站相比,数量较小;但因配电变电站的数量多,所以配电网的设备数据库规模比所连接的输电系统的设备数据库规模大。

苑配电网内运行方式多变。

愿配电网中采用的通信方式多,但通信速率往往没有输电系统要求高。

怨配电网中,即使自动化程度较高,仍需要人工操作;而输电系统内,大多数设备为自动控制。

员园配电网中有大量电力、电子等非线性负荷,故将产生不容忽视的谐波。谐波必须抑制。

上述配电网中数据容量庞大、网络结构复杂的特点,以及网络运行方式的多变和面对用户,要求处理问题及时。这些因素直接影响到配电网自动化系统的结构设计及实施与管理方式。

员员摇配电网自动化的概念

员员援员摇配电网自动化系统的含义

配电网自动化系统(英文名称)是一个涵盖面很广,用于管理与运行配电网的综合自动化系统,包含了配电网中的变电站,馈电网络及用户的管理、监控、优化等功能。

从 圆园世纪 愿园年代末逐步发展至今的配电网自动化,其功能内容大致可以分为四个方面,即:变电站自动化、馈电线自动化,需方用电管理(与用户自动化概念相同)及配电管理自动化。

员员援圆摇关于配电管理系统与配电网自动化系统概念的说明

迄今为止,对于配电网自动化系统,国内外尚无统一的标准与规范。但涉及的功能与内容,基本上是一致的,即上述四个部分。圆园世纪 愿园年代,首先提出配电网自动化系统的美国,对其有如下定义:

配电网自动化系统,是能够实时监视、协调和运行配电系统的部分元件和全部元件的一个完整的信息采集、传递与处理的集成自动化系统。

按上述定义,配电网自动化是由若干功能独立的自动化系统,如配电网 [illegible]系统、馈电线和变电站自动化系统、负荷管理和监测系统等,有机地集成为一体实现的自动化。当多种单项、分散的自动化系统并未有机地集成协调工作时,并不能真正实现上述定义下的配电网自动化。

圆上述关于配电网自动化系统的定义虽完备,却显得空泛。当今,我国将变电站自动化、馈电线自动化、需方用电管理及配电管理自动化的有机集成称为配电管理系统(英文名称),将第一和第二部分相关的自动化系统合称配电自动化(英文名称)。

上述四个部分的相关自动化系统可以分别独立运行，但它们之间的联系十分密切，特别是信息的搜集、传递、存储、利用，以及这些信息经过处理得到的决策或控制是相互影响的，因而 [illegible] 中各部分的发展应综合考虑，也即是说，[illegible] 的四个部分构成一个集成系统。

可见，上面两种关于配电网自动化的概念，实际是统一的。为使讨论明晰，本教材采用配电管理系统作为配电网自动化系统及其管理的总称。

[illegible] 与 [illegible] 在电力系统中的关系

电力系统及其相关的自动化管理系统的示意图如图 [illegible] 所示。整个配电网从变电、配电到用户用电过程，均由 [illegible] 系统进行监控和管理；而包括发电厂在内的输电系统，则是在能量管理系统 ([illegible]) 的监视、控制与管理下运行。[illegible] 与 [illegible] 都是有明确对象的管理系统，但两者之间又是有联系的。通常，[illegible] 应执行 [illegible] 的宏观调控命令，并有必要向 [illegible] 系统传递必需的信息。

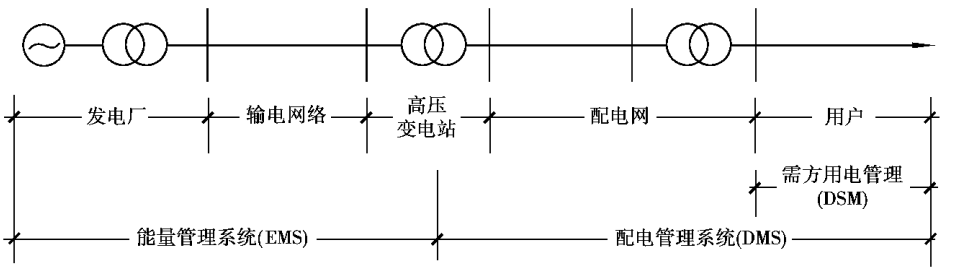


图 [illegible] 与 [illegible] 在电力系统中的关系示意图

[illegible] 与 [illegible] 的分界并无公认的标准，习惯上，以输电系统的降压变电站中的主变高压 [illegible] 中压侧来划分。近年，用户侧的监测与管理以需方用电管理 ([illegible]) 形式表示，它仍从属于 [illegible] 系统。

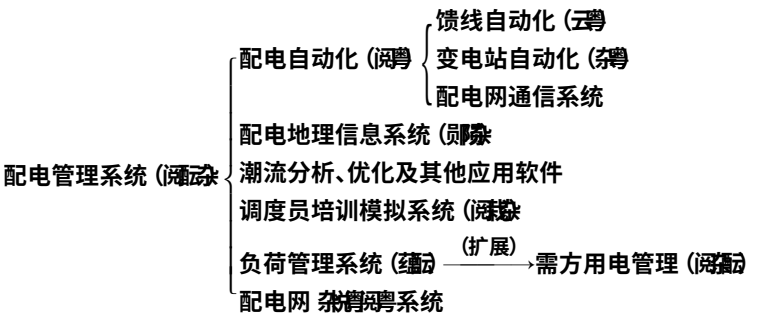
[illegible] 配电网自动化的基本功能与系统结构

[illegible] 配电网自动化的基本功能

配电网自动化的单项功能极为繁多且功能交叉，较难规范出一个简明的功能划分。按 [illegible] 的概念，整个配电网自动化功能及其关系如表 [illegible] 所示。该表仅给出自动化系统最主要的基本功能关系。必须注意在本书中配电网自动化系统 ([illegible]) 与配电自动化 ([illegible]) 是两个不同的概念。

表 [illegible] 给出的功能系统涵盖关系并不是唯一的。例如，有的划分是将 [illegible] 及 [illegible] 都 [illegible] 系统置于 [illegible] 系统之下。不论何种划分并不影响该系统的实际功能。下面，对配电网的自动化系统功能做简要说明。

表 员援猿摇配电网自动化系统的主要组成部分的功能及关系



(员) 按配电网自动化系统的基础性功能划分

按 阅粤杂的基础性功能,可分成以下功能:

员 自动控制功能。主要包括:自动母线分段、馈线调度切换与自动分段,综合电压 辕无功控制、变电站负荷平衡、自动抄表等自动控制功能。每一类自动控制功能下,还可更细地分成若干子功能系统。

圆 数据采集与处理功能。这实际是配电网 杂粤阅粤系统的部分功能的表现。该功能包括配电网各级数据采集与监测、记录等。数据采集与处理是各种控制及管理的依据。

猿 人工控制功能。在配电网中,即使自动化程度再高,也仍然存在若干人工控制及操作。

源 保护功能。指变电站、馈电线的各种保护。

缘 负荷管理功能。包括对负荷的控制、信息传递与记录处理等。

远 远方计量功能。包括负荷观测、远方抄表、损坏检测等。

苑 各种管理、估计、计算的功能等。

(圆) 按配电网自动化系统的子系统划分

按子系统划分功能,即按表 员援猿划分。一个完善的配电网自动化系统可划分成以下功能子系统。

员 配电自动化 (阅[illegible]) 。

阅粤实现的是配电网中最基本和最重要的自动监控功能。阅粤不仅包括变电站自动化和馈电线自动化、配网通信系统,还包括很重要的无功和电压调控等功能系统。

下面对 阅粤的主要子系统做简要说明。

①配电变电站自动化 (杂[illegible]) 。

杂粤是指将对配电变电站内的监测、保护、控制及信息传输有机综合而成的一个自动化系统,可提高变电站运行的可靠性,提高劳动生产率,简化系统,减少变电站占地面积,降低造价,减少维护工作量。

变电站自动化系统还往往是馈电线自动化中信息传递与处理的工作主站,也是执行调度端下达命令的工作子站。

当今,杂粤系统因其完备的功能、有别于过去的功能各自独立和相互无信息交换的变电站监控系统,而被称为变电站综合自动化。

在配电网的低压网络中,有若干配电变压器,其参数的远方监视和补偿电容自动投切,可视为 杂粤的特殊形式。

②馈线自动化（[illegible]）。

[illegible]广义上包括配电网高压、中压和低压三个电压等级的线路自动化。对于高压配电线路，其负荷一般是二次降压变电站；中压配电线路，其负荷可能是大电力用户或配电变压器；而低压配电线路，其负荷则是广大的用户。各电压等级馈线自动化有其自身的技术特点，特别是低压馈线，从结构到一次、二次设备和功能，均与高、中压馈线有很大区别。目前论述[illegible]，是指中、高压的馈线自动化，特别是指中压[illegible]，在我国尤其是指[illegible]馈线。故通常所指的[illegible]主要是指此范围。

[illegible]的功能主要为运行状态监测，对馈线的远方与就地控制，馈线故障后实现对故障区的定位、隔离、负荷转移和恢复供电，以及无功补偿和调压。

③配电网的通信系统。

配电网中，为实现各种远距离监测、控制的信息传递，必须建立相应的通信系统。例如，装设于各变电站中的远方终端（[illegible]）与调度所之间来往的信息传递，必须由性能可靠的通信系统来实现。远方抄表系统、安装于馈电线上的面向现场的远方终端（[illegible]）及配电变压器上的远方终端（[illegible]）等装置，均需借助相应的通信系统才能传送信息。可以说，没有功能完善的通信系统，很难实现真正意义上的配电网自动化系统。

由于配电网络结构的复杂性，以及要实施的配电网自动化系统的多样性，在配电网中可使用的通信方式较多。随着通信技术的发展，配电网通信系统主要有配电线载波、脉动（音频）控制、工频控制、公用电话网、光纤、微波等通信方式。

④[illegible]技术。

应用于输电系统的柔性交流输电系统（[illegible]）技术，近年扩展到配电网，故称为[illegible]技术。这是一大类电力电子技术在配电网中的应用。目前主要指固态断路器（[illegible]）、静态调相器或静态无功补偿器（[illegible]）、动态电压恢复器（[illegible]）、谐波抑制装置等。[illegible]技术的推广使用必将引起配电网自动化更新更高层次的发展。

⑤远方抄表系统及其他配电自动化技术。

圆配电网实时数据检测与监控系统（[illegible]）。配电网的实时数据检测与监控系统，是[illegible]实现自动化管理的基础。

在电力系统中，[illegible]系统均是通过通信系统传送信号。配电网中的[illegible]，既包括配电变电站中的[illegible]与调度端的主站（[illegible]）之间实时数据的传送、接收与处理，还包括沿馈电线装设的[illegible]的信息传送、接收与处理。

猿配电网地理信息系统（[illegible]）。

地理信息系统能准确地给出事物的地理位置。将[illegible]引入配电网中应用，是[illegible]的重要特点之一。因为配电网的设备多而分散，网络节点多，且网络走向与城镇建筑、街道等地理信息关系密切。将自动绘图（[illegible]）与设备管理（[illegible]）功能建立于[illegible]平台上，形成一个[illegible]系统，可以更方便、更直观地对配电网进行运行管理。

该系统离线应用时，不但可以表明网络内设备的状态，还可与[illegible]配合，通过着色等方法的在线应用，显示配网潮流、电压分布、故障位置等。

此外，[illegible]具有辅助配电网发展规划设计的功能。借助[illegible]系统，可以实现用户

信息系统、停电管理系统等特殊功能系统。

源 配电网的负荷管理（蕴造葬凿 酝葬灶葬早藻皂藻灶贼，蕴酝）。

在 阅韵粤系统下的负荷管理是指根据用户的用电量、电价、气候条件等因素进行综合分析，制订负荷控制策略和计划，对集中负荷进行监视、管理与控制。此外，还有估计负荷的预报模型和控制方案评价研究的功能。

可以认为，蕴酝是 阅韵粤系统面对负荷的各种预报、监控、管理功能的综合。

缘 配电网的应用软件。

这里所指的是处于配电网调度层的分析软件组，常称为电力系统软件（孕燥憎藻则 杂赠泽贼藻皂 粤责责造蚤糟葬贼蚤燥灶 杂燥枣贼憎葬则藻，孕粤杂）。这包括若干保证安全可靠供电、潮流计算、分配负荷、优化电压/无功的多种应用软件。这一大类软件又可分为基本应用软件与派生应用软件。前者如潮流计算、网络拓扑分析、状态估计、短路电流计算、电压无功控制、负荷预报等；后者如网络重构、变电站负荷分配、馈电线负荷分配、按相平衡负荷等。此外还有专用应用软件，如小区负荷预报、投诉电话热线处理、设备管理等。

远 工作管理系统（宰燥则噪 酝葬灶葬早藻皂藻灶贼 杂赠泽贼藻皂，宰酝杂）。

工作管理系统是指对配电网中的设备进行监测并对采集的数据进行分析，以确定设备的实际状态，并据此确定状态检修或进行计划检修。

苑 调度员培训模拟系统（阅蚤泽责葬贼糟澡藻则 栽则葬蚤灶蚤灶早 杂蚤皂怎造葬贼燥则 杂赠泽贼藻皂，阅栽杂）。

调度员培训模拟系统是指通过仿真软件给出模拟的配电网对调度员进行培训。若 阅栽杂的数据是来自 杂悦粤阅粤采集的实时数据，可帮助调度员在模拟操作时判别操作的正确性，从而提高调度的安全性。

阅栽杂还可供配电网发展后各种预想运行方式的操作，以判断规划设计方案的可靠性、安全性。

愿 需方用电管理（阅藻皂葬灶凿 杂蚤凿藻 酝葬灶葬早藻皂藻灶贼，阅杂酝）。

需方用电管理含有控制与自动化的内容，更多的是一种管理，但不同于前述的负荷管理。阅杂酝是指电力供需双方通过电力市场实现密切配合，建立一个良好的生产与消费的关系，达到提高供电可靠性，减少能源消耗及供需双方的费用支出的目的。

阅杂酝包括负荷管理、用电管理、需方发电管理等内容，可见，阅杂酝比 蕴酝涉及范围广；蕴酝的进一步发展是 阅杂酝。阅杂酝与 蕴酝的区别在于：阅杂酝要求用户有效参与，而在 蕴酝方式下，用户是被动的。

对于配电网自动化系统的功能，不论按基础性功能划分还是按 阅粤杂的子系统划分，归纳起来，不外乎是根据安全监视、控制和保护三个基本功能要求，通过信息、可靠性、经济性、电压与负荷共五个管理过程，及其相互独立又互有联系的过程功能来体现。任一具体的自动化系统往往由两个或两个以上管理过程结合来完成。例如电压/无功控制功能就由信息管理提供信息，电压管理给出控制手段，经济性管理给出控制指标，三者结合完成相应功能，这种功能划分便于自动化系统工作性能的分析。五种功能管理过程不再做进一步说明。

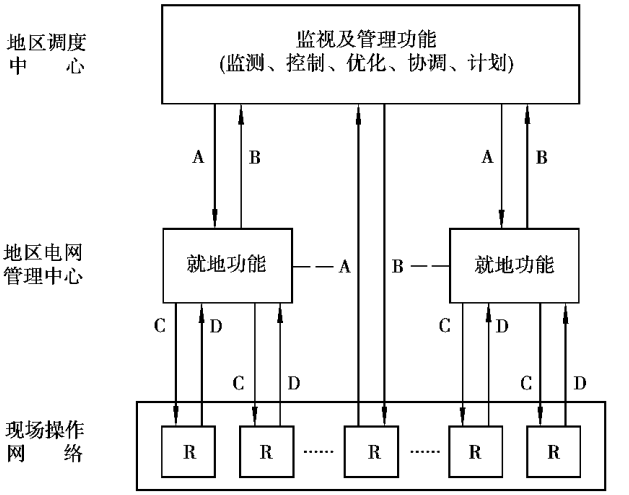
员援源援猿摇配电网自动化系统的结构

如前所述，配电网的主要特点是数据量庞大，网络结构复杂；由于面对用户，网络运行方式变化多而快，要求处理问题及时；这些特点直接影响 阅粤杂系统的结构。

当今的配电网自动化系统多按下述原则考虑其结构。

员 配电网自动化系统通常都设计成开放的积木式结构。这样考虑的优点是可以采取分期实施的策略。在自动化系统建设初期,可以先控制在适当的规模和实现基本的功能,然后根据需要逐步扩充容量和全面实现预期功能。这样,既能较快地见效、便于实施,又不使规划远景受影响。

圆 当前的 阅豫杂系统结构多分为三个层次,即调度中心、地区电网管理中心,分散现场操作区(馈电网络区域)。图 员源愿为 阅豫杂系统结构示意图。



A—目标/设置命令 B—配电过程综合信息 C—设置命令
D—配电信息 R—开闭所或柱上开关RTU(或FTU, TTU)

图 员源愿 配电网自动化系统结构图

当今,配电网中的变电站均按无人值班形式设计,因此,整个配电网的信息量很大,若全部都由调度中心来处理全网的监控,显然不合适。尤其是当配电网在 阅豫杂管理下运行时,信息量中意义不大的普通信息很多,调度中心难以处理且无必要。因此,在调度中心下,建立地区电网管理中心,作为二级管理。二级管理通常由一次变电站承担,将就近区域内的 砸蚤灶,云蚤灶,栽蚤灶集结,就地处理一般信息,只将重要的有关信息传送到上级调度中心。当分散的现场太多时,二级管理可能是两次集结。

现场的 砸蚤灶直接或经二级管理中心指令,对现场设备实现监测与控制。重要的 砸蚤灶也可能直接将信息送到调度中心,而不必经过二级管理中心。

员源愿 实施配电网自动化的效益

实施 阅豫杂后将产生多方面的效益:

员 实施变电站综合自动化后,变电站可节约占地面积,同时,因可以实现无人值班,可节约人力及运行费用。

圆 实现潮流控制,调整负荷,改善负荷曲线;充分利用现有设备潜力;推迟或减少新增发愿

配电设备的投入。

猿 合理及时调整运行方式,降低网损。

源 系统安全性、灵活性提高。

缘 由于采取快速、准确的电压 辕 无功调节,利用 阅在线监测技术减少停电次数,停电持续时间,更合理地进行无功补偿,减少谐波含量等技术,电能质量得到提高。

远 用户可以得到按质论价的电力供应。

苑 制度化的计算机处理,提高了服务质量。

愿 达到节能效果。

员援猿摇当前实施配电网自动化的难点及分析

虽然近年来配电网中单项的自动化系统,例如地区调度自动化,变电站综合自动化的建设发展很迅速,但要实现一个功能完备的 阅配电管理下的 阅配电系统,存在着若干困难。对这些难点简要分析如下:

员 如前所述,配电网结构复杂,加之网中配电变电站,开闭所总的电气设备数量大,信息量大,即使经过处理,仍会给 阅配电系统组织带来困难。想要在图形工作站较清晰地展现整个配电网的运行方式,困难很大,因此对于自动化系统的后台主机,无论是硬件还是软件,均较输电系统的自动化有更高的要求。

由于配电变电站设备多,要能使整个系统运行可靠就要求这些设备的可靠性与可维护性高,否则供电部门将陷入繁琐的维修工作中。同时,由于设备量大,希望每台设备成本低,否则,整个配电网自动化系统成本过高,难以发挥出 阅配电系统的效益。

圆 配电网有大量的 云馈线及 耘馈线工作于户外,工作环境恶劣,通常要求能在较大温度范围内,湿度高于 怨缘的环境下正常工作,并要考虑防雨、防雷等问题。配电网中的站端设备进行远方控制的频繁程度比输电系统自动化要高得多,故还要求可靠性高,造价不能过高。这都使 云馈线的制造增加了难度。

猿 同样地,由于配电网的站端设备数量大、节点多,在一个配电网中往往根据需要,会有多种通信方式混合使用,以减少总的通道数量。这就增加了通信系统的复杂性与难度,至今难以采用统一的通信规约。

源 在配电网自动化系统中,工作于户外的设备的工作电源和操作、控制电源的可靠取得是一项必须解决的问题,否则若干自动功能不能实现。在馈电网络中,必须保证处于停电区域内的微机系统、通信系统、断路器及各种自动开关有所需要的电源。对于输电系统,自动设备可从变电站的直流电系统获取电源。而工作于户外杆上的配电设备,也可安装蓄电池以维持停电时的电力,但要配置充电器与逆变器,并要解决蓄电池的自动充放电的控制问题。

缘 目前,我国实现 阅配电除个别新建小区,主要都是在已有配电网上进行改造。首先,要进行网络结构的改造,以适应系统发展及自动化的要求,并必须增设大量的测量、控制设备,这是实施过程中必须解决的重要问题。

目前,在技术条件与管理职能不断完善过程中,上述难点也在逐渐解决,但又会出现新的难点,并以此推动技术进步。

员援愿摇国内外配电网自动化现状与发展趋势

员 在技术发达国家，配电网自动化系统受到广泛重视，且起步较早。许多国家在 圆园世纪愿园年代初，已开始建立自己的 阅酝杂系统；到 圆园世纪 愿园年代末，在研究与应用上 阅酝杂均取得很大发展。阅酝杂总体功能上，已多达百余种。对已运行的 阅酝杂系统，强调实用性、供电可靠性和经济效益。

国外对新技术的开发，注重设备质量、配电网自动化发展规划，从基础自动化到计算机配置，在自动化系统发展过程中，都能协调配套。

国外 阅酝杂的发展多经过由各种单项自动化林立（称为多岛自动化），向开放式、一体化和集成化的现代意义上的 阅酝杂系统发展的过程。

各国在建设与发展其 阅酝杂系统时，都充分考虑本国自身的特点。

圆 我国 阅酝杂系统的建立，总体起步较晚。圆园世纪 愿园年代末至 怨园年代，国内电力系统的猿缘噪变电站逐步实现了四遥功能，地区级调度中，也有一些多岛自动化系统；圆园世纪 愿园年代末，已研制成功符合国情的变电站综合自动化系统。

圆园世纪 怨园年代开始，国家全力支持对城市电网、农村电网的技术改造，加之计算机技术和通信技术的发展、一次设备性能的改善，以及 阅酝杂实施后系统的安全、经济性的提高，均促使我国 阅酝杂系统的建设与应用显露出迅速发展的势头。

猿 由于配电系统变得愈来愈复杂，以致离开了自动化，就难以使系统在最经济和最可靠的状态下运行。因而配电网自动化系统的应用与发展已是必然趋势。发展中应注意和考虑以下问题：

①配电网自动化要求有与之相适应的电网接线方式，在设计电网发展规划时应考虑。

②对于已有若干单项配电自动化（如已有 杂悦阅 管理信息系统等）的配电网，在施行 阅酝杂改造时，不必撤换原有系统，可遵循开放系统原则，最大限度地保留原有硬件资源，使原有设施项目转换接入开放系统，一直使用到该技术淘汰。新上项目则一定要符合开放系统结构。同时，要对数据库访问的集成服务的通信接口制订标准，这样，就可以实现不同的应用开发厂家产品的系统集成。

③分析 阅酝杂效益时，不仅计及投资、人员、经济性、可靠性的效益，还必须将提高供电质量作为评价 阅酝杂的一项重要指标。

④从 阅酝杂的技术发展趋势看，网络化、集成化、通用化、面向对象式设计、阅孕陨技术及人工智能技术等，应予以重视和应用。

员援圆摇本书内容的一些说明

员援圆援员摇内容取材说明

本教材只对已较成熟的配电网自动化功能及应用做基本的和较完整的介绍。在此基础

上,对某些系统做必要的原理性阐述,一些新理论、新技术的运用也做简要说明。

这样选取与处理教材的原因在于:

员 配电网自动化系统涉及的理论与技术很广,而且我国及世界各国的 阅酝杂系统,无论在应用技术上及新技术、新理论的研究上仍处于发展中。

圆 阅酝杂中每一个独立的功能系统均可独立地在原理及应用上做出较多的系统性阐述。

猿 《配电网自动化系统》作为一门课程,应是在专业基础及其他专业课已学习过的前提下进行的。故若干专业基础理论、知识均认为读者已了解。只有当认为某些理论与技术知识未在其他专业教材内说明时才做阐述。

员援圆摇内容安排

按 阅酝杂中重要的功能子系统安排本教材的编著。内容共分为 苑章:第 员章为绪论,第 圆章至第 苑章内容如下:

第 圆章介绍配电网中的远动信息传输,即远动装置的工作原理,并对应用于配电网的其他通信方式做简介。

第 猿章介绍配电变电站自动化系统的功能、结构、通信及系统工作等内容。变电站自动化技术的进展则在介绍相关内容时给予必要说明。

第 源章先对用于配电网中的常见的一次设备做简要介绍,之后,介绍馈线自动化及几种负荷控制系统工作原理。

第 缘章介绍当今已逐步应用于配电网的 阅云酝粤技术,即用户电力技术中几项重要技术的用途及其基本工作原理。

第 远章介绍配电管理系统的功能,系统组成以及几种主要应用软件功能说明,其中着重介绍了 阅酝杂系统及几种功能软件。

第 苑章介绍需方用电管理,由于 阅阅远日愈显现其重要性,故对 阅阅远单独列为一章介绍。

第 2 章

配电网通信系统及远动信息传输原理简介

2.1 概述

良好的通信系统是实现功能完善的配电网自动化的重要基础。

2.1.1 通信系统在电力系统中的重要作用

为保证电力系统运行的可靠性、经济性和电能质量，调度端必须通过 SCADA 系统向电网中的发电厂、变电站搜集各种运行的实时数据，进行监测，并在必要时通过该系统向厂、站端发送控制命令，由厂、站端执行该命令。厂、站端的一些特别信息也可经由 SCADA 系统及时主动向调度端传送。这一切信息的交流均必须由质量良好的通信系统来传递。

2.1.2 配电网中通信系统的功能及通信系统构成的特点

配电网中，通信系统主要作为 SCADA 系统的信息传输信道，但语音通信、远方负荷控制、远方抄表系统以及馈线自动化中的信息传递等，也均需利用相应的通信系统来实现相关信息的传输。在配电网中，目前还没有任何一种单一的通信方式在合理的性能价格比或功能上全面满足各种规模和不同信息传输的需要，因此往往有多种通信方式混合使用。

下面，对通信系统做简要说明，并对几种用于配电网的通信系统进行简介。然后，在此基础上较全面地阐述用于电力系统中的远动系统的工作原理。

2.2 配电网通信系统

2.2.1 通信系统的组成及分类

(1) 组成

任一通信系统可用图 2.1 所示示意图来说明其组成及工作过程。

