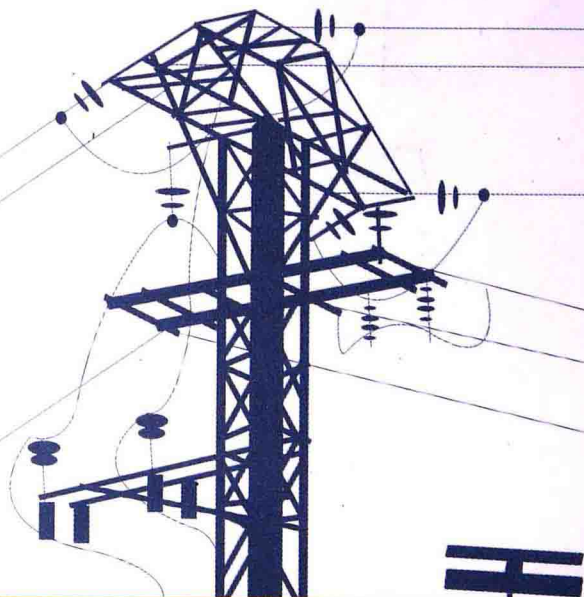




电力系统生产技术丛书



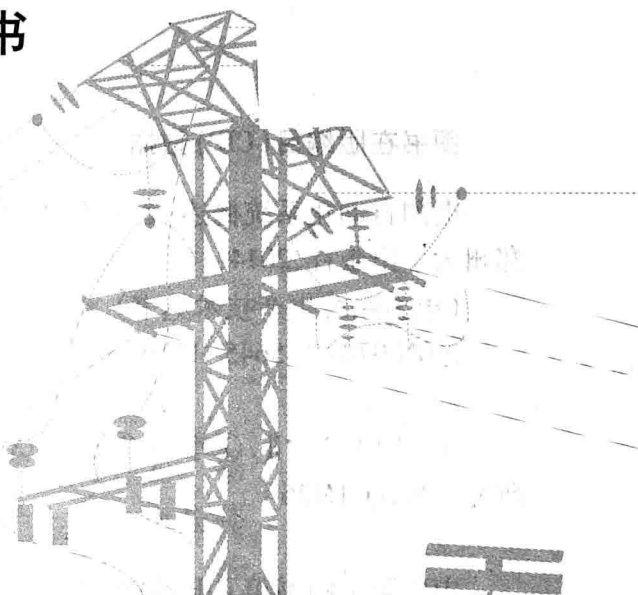
DIANWANG ZIDONGHUA XITONG GAISHU

电网 自动化系统概述

●主编 李智敏 林 慧 郑 琰

 郑州大学出版社

 电力系统生产技术丛书



DIANWANG ZIDONGHUA XITONG GAISHU

电 网 自动化系统概述

● 主编 李智敏 林 慧 郑 琰

 郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电网自动化系统概述/李智敏,林慧,郑琰主编. —郑州:
郑州大学出版社,2014. 1
(电力系统生产技术丛书)
ISBN 978-7-5645-1609-3

I. ①电… II. ①李… ②林… ③郑… III. ①电网-自动化系统-
研究 IV. ①TM76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 252335 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

郑州市金汇彩印有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:8.5

字数:201 千字

版次:2014 年 1 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2014 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-1609-3

定价:35.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

作者名单

主 编 李智敏 林 慧 郑 琰

副主编 张 栋 石 峰 吴 晖

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁同奎 王建刚 车志超 左 杨 孙 佳

苏 迪 李 京 李 翔 李宏伟 李宏华

李朝阳 杨 琳 张 卓 陈 昕 陈志刚

郑远潼 赵晓东 胡 昊 钟 浩 景中熠

程生安

内 容 提 要

本书从电网主站和厂站自动化系统原理和基本应用入手,理论联系实际,既包含自动化基础知识,又结合规程、规定、反措,讲解自动化基本知识、概念及原理。全书共分7章。第一章介绍电力调度自动化系统概念、作用及其相关结构与功能;第二章介绍能量管理系统体系结构,各重要子系统的功能,各主要模块功能;第三章介绍安全防护系统、分区原则、基本原理及策略;第四章介绍综合自动化系统的发展、概况及体系结构;第五章介绍智能电网技术;第六章介绍常用远动通信规约;第七章介绍自动化系统关于智能电网新技术的研究及发展。

本书可作为电力系统自动化专业生产人员的培训教材,还可作为从事自动化专业人员的参考书。

目 录

第一章 概述	1
第一节 电力系统远动技术概述	1
第二节 调度自动化系统的概念与作用	2
第三节 调度自动化系统的结构与功能	6
第二章 能量管理系统(EMS)介绍	8
第一节 EMS 的体系结构	8
第二节 EMS 主要子系统的功能	10
第三节 EMS 高级应用	13
第四节 调度员培训仿真系统	16
第五节 电网电压无功优化	18
第三章 电力二次系统安全防护	20
第一节 电力二次系统安全防护概述	20
第二节 典型安全防护系统设备介绍	27
第三节 电力调度数据专网	30
第四章 变电站综合自动化系统	31
第一节 变电站综合自动化概念	31
第二节 变电站综合自动化特点及基本功能	32
第三节 变电站综合自动化结构	37
第三节 国内典型的变电站综合自动化系统发展及现状	40
第五章 电网自动化系统常用规约	45
第一节 变电站综合自动化系统通信的分类及作用	45
第二节 DL451-91 CDT 规约	46
第三节 IEC 60870-5-101 规约	58
第四节 IEC 60870-5-104 规约	78

第六章 智能变电站技术介绍 90

 第一节 自动化系统的发展和智能变电站概述 90

 第二节 智能变电站的技术特点 93

 第三节 智能化变电站的结构体系 100

 第四节 智能变电站的远动测控系统及智能设备 102

 第五节 智能变电站配置方案和运行管理 112

第七章 新技术及智能电网技术介绍 121

 第一节 自动化系统的新技术和发展趋势 121

 第二节 自动化系统在智能电网中的应用 122

参考文献 124

第一章 概 述

第一节 电力系统远动技术概述

电网调度自动化系统厂站自动化设备是指常规的远动终端设备(RTU)、电厂发电机监控系统、变电站综合自动化系统等。厂站自动化设备通常设置多个通信接口来满足省调和地调或地调和县调等不同级别的调度机构的需要。远动信息是指远动主站发给 RTU 的各种指令,以及 RTU 上送主站的所有信息的总称。按照远动信息传输的方式,可分为问答式和自发式两种。问答式即主站发出一个主动的询问或操作命令,然后 RTU 回答一个被动的信息或响应,由此一问一答构成一个完整的传输过程。自发式即 RTU 主动地向主站发出有关的信息,主站在需要操作时也主动发出操作指令给 RTU。

发电厂、变电站应直接向调度主站传送的遥信量包括:①厂、站事故总信号。②调度范围的断路器位置信号、隔离刀闸信号、变压器中性点信号、有载调压变压器抽头位置等。③110 kV 联络线主要保护(一般为高频、距离、零序保护)和重合闸动作信号。

根据调度需要和设备可能,调度可向直接控制的发电厂、变电站传送以下遥控、遥调命令:①重要的 110 kV 以下断路器的分合。②成组控制装置的投切。③无功补偿装置断路器的投切(包括电容器组、电抗器等)。④有载调压变压器抽头位置调整。⑤成组控制装置整定值调节。

遥测的采集过程是对模拟量进行采集,将现场模拟量转换为直流信号或直接进行离散采样后再经 A/D 转换将其转换为二进制数据,经处理后变换为生数据发送到主站。主站系统接收到生数据后根据一定的比例关系将其转换为被测电气量的实际值。遥信的采集过程是对状态量进行采集,将现场状态量经光电耦合转换后存入锁存器,经采集读取后转换为二进制数据。直流采样是将交流模拟量变换为直流量后进行采集的采样方式。RTU 一般通过变送器将交流电气量的数值变换为 $\pm 5\text{ V}$ 或 $4\sim 20\text{ mA}$ 直流信号后通过 A/D 转换来完成对交流模拟量的采样。直流采样所需的采样频率较低。交流采样是将交流模拟量变换为低电压小电流信号后同时进行直接高速采集的采样方式。RTU 一般通过 PT/CT 将交流电气量变换为低电压小电流信号后通过高速 A/D 转换来完成对交流模拟量的采样,然后通过软件运算得出采集量的数值。为不失真采集到模拟量数值的变化,交流采样所需的采样频率较高。

变电站综合自动化系统主要有集中式结构、分散式结构和集中与分散结合式结构三种结构形式,各有如下优缺点:

(1)集中式结构。将设备按其不同功能进行归类划分,形成若干个独立系统,各个系统



分别采用集中装置来完成自身的功能。优点是构成简单、响应速度快、节省投资;缺点是主机系统负担重、可靠性不高,为了提高可靠性,一般采用双机系统互为备用。

(2)分散式结构。将设备按一次安装单位划分成若干单元,将控制单元、微机保护单元、数据采集单元安装在户外高压断路器附近或户内开关柜内,并将各分布单元用网络电缆互联,构成一个完整的分散式综合自动化系统。分散式结构有许多优点:各个功能单元既相对独立,又有通信联系,便于系统扩展和维护管理,当某一环节发生故障时,不至于相互影响;另外在二次系统设计上能最大限度地减少二次设备的占地面积并节省大量的电缆和接线。

(3)集中与分散结合式结构。这种结构形式介于集中式和分散式两种结构之间,形式较多。目前国内应用较多的是分散式结构集中式组屏。这种形式具有分散式结构的优点,由于采用了集中式组屏,有利于系统的设计、安装和维护管理,比较适用于中低压变电站,因为中低压变电站的一次设备比较集中。

所谓变电站综合自动化系统,即将保护、监视、远动等二次设备经过功能的组合和优化设计,利用先进的计算机技术、现代电子技术、通信技术和信号处理技术,实现对变电站主要设备和输配电线路的自动监视、测量、控制、保护以及调度通信等综合性功能的自动化系统。变电站实现综合自动化采用一体化设计思想,可以减少变电站二次部分的重复配置,简化二次接线,具体体现在以下五个方面:

- (1)减少二次电缆,缩小占地面积,降低变电站造价;
- (2)提高变电站的安全和可运行水平;
- (3)为变电站实现无人值班提供可靠的技术条件;
- (4)专业综合,易于事故分析与事故恢复;
- (5)运行管理的自动化水平高。

第二节 调度自动化系统的概念与作用

一、电力系统的构成

发电、输电、变电、配电、用电设备及相应的辅助系统组成电能的生产、输送、分配、使用的统一整体称为电力系统。由输电、变电、配电设备及相应的辅助系统组成的联系发电与用电的统一整体称为电力网。如图 1-1 所示。

(1)电力系统的运行控制分为:正常运行状态、警戒状态、紧急状态、崩溃状态、恢复状态。运行控制目标为安全、优质、经济、环保。

调度自动化是实现控制目标的基本保障。

(2)电力系统调度的控制包括:①集中控制,把电力系统所有的发电厂和变电站的信息都集中在一个调度控制中心,有一个调度控制中心对整个电力系统进行调度控制。②分层控制,按照我国行政划分的层次,电网调度管理实行“统一调度、分级管理”的原则。

分层控制的优点:信息分层采集,重要信息转发上级调度、各层的调度自动化系统相对

独立,提高了运行可靠性、降低信息流,减少计算机负荷及通信设备的投资,减低成本、自动化系统结构灵活,更加适应电力系统的发展。

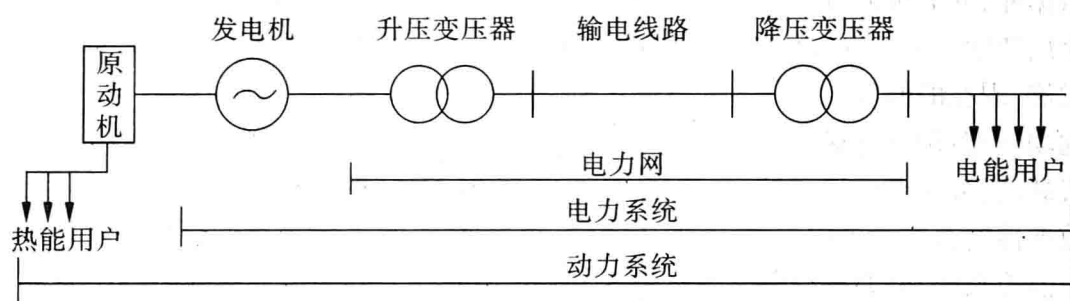


图 1-1 电网、电力系统和动力系统示意图

二、电力系统调度自动化的基本概念

电力系统调度自动化是应用各种具有自动检测、反馈、决策和控制功能的装置,并通过信号、数据传输系统对电力系统各元件、局部系统或全系统进行就地或远方的自动监视、协调、调节和控制,目的是保证电力系统的供电质量和安全、经济运行。

SCADA(supervisory control and data acquisition)系统,即数据采集与监视控制系统。SCADA 系统的应用领域很广,它可以应用于电力系统、给水系统、石油、化工以及过程控制等诸多领域的数据采集与监视控制。在电力系统以及电气化铁道上又称远动系统。SCADA 系统是以计算机为基础的生产过程控制与调度自动化系统。它可以对现场的运行设备进行监视和控制,以实现数据采集、设备控制、测量、参数调节以及各类信号报警等各项功能。由于各个应用领域对 SCADA 的要求不同,所以不同应用领域的 SCADA 系统发展也不完全相同。

电力系统调度自动化的作用:对电网安全运行状态实现监控、对电网运行实现经济调度、安全分析和事故处理。基本要求:迅速而正确地收集、检测和处理电力系统各元件、局部系统或全系统的运行参数。根据电力系统的实际运行状态和系统各元件的技术、经济和安全要求为运行人员提供调节和控制的决策,或者直接对各元件进行调节和控制。实现全系统各层次、各局部系统和各元件间的综合协调,寻求电力系统电能质量合格和安全经济运行。提高供电可靠性,减少电力系统事故、延长设备寿命,提高运行水平,节省人力,减轻劳动强度。

三、电力系统调度自动化的主要内容和现状

(1)电力系统调度自动化。电力系统调度自动化系统的一般构成分为远动终端、主站系统;按功能划分,电力调度自动化系统由下列 4 个子系统所组成:信息收集和执行子系统、信息传输子系统、信息处理子系统、人机联系子系统。

远动终端的基本功能概括为遥测、遥信、事件顺序记录、遥控、遥调、当地监控等。



主站系统由通信控制器、数据库和数据处理、人机交互等子系统构成。主站系统中的通信控制器与各远动终端通信取得信息,数据处理子系统对信息进行加工、计算处理,将结果存入数据库,并通过人机交互(屏幕或模拟屏)子系统向调度员报告。主站将经过处理的信息向上层调度中心转发,通常通过数据通信网进行。由于计算机网络技术,特别是局域网技术的发展,现在的调度自动化主站系统几乎全部采用网络分布式结构。

远动通道:调度自动化系统主站与远动终端之间进行数据通信的设备。其主要方式是电力线载波、数字或模拟微波、有线通信、卫星通信、特高频无线电通信,以及光纤通信等。远动数据传输有三种工作方式:全双工通信、单工通信、半双工通信。能量管理系统与数据采集与监控系统:电力系统调度自动化系统依其功能分为数据采集与监控(SCADA)系统和能量管理系统(EMS)。电力系统应用软件:网络拓扑、状态估计、潮流计算、负荷预测、外网等值、无功优化、无功电压控制、短路电流计算、静态安全分析、安全约束调度、调度员培训仿真等。

(2)火电厂自动化。应用计算机来代替常规调节仪表对单项参数的控制或用一些相对独立的自动控制系统来完成局部设备的控制或者在传统的仪表和控制器的基础上增加电子计算机的协调和控制。

(3)水电厂自动化。水电厂除了本身机组和电器设备监视和控制外。还要考虑水力系统(上、下游,以至跨流域)对水电厂的约束,实现水库长、中、短期的优化调度,以及防洪、灌溉、航运、供水、养殖的综合利用。定时收集全流域的气象和水文(包括降雨,上、下游用水情况等)实时数据,经过处理后可以得到未来时段水库的入水流量变化过程及洪水预报。也应用自动测量和数据处理系统观察大坝各项变量(如温度、应变、应力、坝缝开度、渗透压力等)。

(4)配电网自动化。配电网是电力系统生产和供应电能的最后一个环节,其自动化的主要任务是保证经济安全供电和负荷供需平衡的控制和管理,使用户得到一定数量优质、廉价的电力供应,所以配电网自动化的主要功能为:对配电网和无人值班变电所的监视和自动操作,如通过远方投切电网中联络断路器或分段断路器,以便切除故障或调整潮流;在系统频率下降时切除负荷,在电压变动时自动投切静电电容器或者调整变压器分接头;通过对负荷的直接控制来调节负荷曲线和保持电能供需平衡。

电网调度自动化系统是确保电网安全、优质、经济地发供电,提高调度运行管理水平的重要手段。自动化系统是由主站系统、子站设备和数据传输通道构成的整体。电网调度自动化系统又称作能量管理系统,是以计算机技术为基础的现代电力综合自动化系统。其主要功能由基础功能和应用功能两个部分组成。基础功能包括:计算机、操作系统和EMS支撑系统。应用功能包括:数据采集与监视(SCADA)、自动发电控制(AGC)与计划、网络应用分析三部分组成。广义的EMS还应包括调度员培训模拟系统(DTS)。电网调度自动化系统软件可分为系统软件、支持软件和应用软件。

电网调度自动化系统是现代电力自动化系统的主要组成部分和核心内容,它是信息技术、计算机技术、通信技术和自动控制技术在电力系统中的应用。互联大电网的发展是调度自动化系统不断向前发展的原动力,其发展离不开三大驱动因素:技术因素、政策因素和市场因素。这三者是相辅相成的。



能量管理系统功能的发展经历了以下4个阶段:

- 1) 计算机技术与运动技术相结合,出现了电网调度数据采集和监视控制(SCADA)系统;
- 2) 具有电网自动调频和机组功率经济分配,包括线损修正的AGC(自动发电控制)功能的SCADA/AGC系统;
- 3) 具备电网运行安全预测的实时网络分析(NA)的高级应用软件(PAS),其中包括网络拓扑、外部网络等值、可观测性分析到状态估计、调度员培训仿真器(DTS)等功能的能量管理系统;
- 4) 增加发电计划功能,包括负荷预报、开停机计划、优化潮流计算、无功电压优化、水电计划、水火电联合经济调度等功能新型能量管理系统。

调度自动化系统应统筹考虑电力调度中心各自动化系统的数据及应用需求,以面向服务的体系结构,按照应用和数据集成的理念,构造统一支撑的数据平台和应用服务总线,实现数据整合和应用功能整合,达到数据共享、数据一致、应用功能增值的目的,并为调度自动化的运行和开发提供功能强大、方便易用的集成支撑环境。

能量管理系统(EMS)是一套为电力系统控制中心提供数据采集、监视、控制和优化,以及为电力市场提供交易计划安全分析服务的计算机应用系统的总称,它包括为上层电力应用提供服务的支撑软件平台和为发电和输电设备安全监视和控制、安全经济运行提供支持的电力应用软件,其目的是用最小成本保证电网的供电安全性。

到目前为止,电网能量管理系统的发展已历经三代,第一代系统为20世纪70年代基于专用机和专用操作系统的SCADA系统;第二代系统为20世纪80年代基于通用计算机和集中式的SCADA/EMS系统,部分EMS应用软件开始进入实用化;第三代系统为20世纪90年代基于RISC/UNIX的开放分布式EMS系统(含SCADA应用),采用的是商用关系型数据库和先进的图形显示技术,EMS应用软件更加丰富和完善,第三代系统已经有10年以上的发展历史。

调度自动化系统收集、处理电网运行实时信息,通过人机联系系统把电网运行状况集中而有选择的显示出来进行监控。运行人员可借此统观全局,集中全力指挥全网安全、经济和优质运行。

随着电力系统规模的不断扩大,电网管理自动化水平的不断提高,电网能量管理系统的实用化应用水平不断深入,EMS已从传统的SCADA/AGC实用化提高到电网能量管理系统的负荷预测、状态估计、调度员潮流、安全分析、电压无功优化、最优潮流等电力应用软件的实用化。特别是近年来,随着电力企业由集中“管制(regulation)”走向“取消管制(deregulation)”的电力市场化进程的不断加快,电力企业越来越面临着这样的问题:原有的电网能量管理系统是否能够适应电力市场交易以及安全调度的需要,如何改造才能适应电力市场化进程的需求?新建的电网能量管理系统怎样才能以最小的投资跟上迅速发展的计算机软硬件水平更新换代的步伐,适应电力企业信息化系统(电网能量管理系统——EMS、电力市场技术支持系统——TMS、电能量计量系统——AMR、配电管理系统——DMS、水库电力调度自动化系统——RDS、调度员模拟培训系统——DTS等)集成总线(Utility Integrated Bus——UIB)建设的需要,同时能够满足不同时期建设、不同厂商开发的各个应用系统之间



的系统互连、信息共享、软件互操作的要求？面对 Internet 飞速发展的步伐，新一代电网能量管理系统的建设应该如何应对才能满足移动环境的需要？

近年来，随着计算机通信技术、网络技术、数据库技术、面向对象技术、Internet 技术以及软件标准化技术的飞速发展，电网调度自动化系统作为电力生产、输送、分配、消费一体化监视、控制的系统，其更高的开放性、可移植性、可扩展性以及可靠性要求有了技术上的保证。此外，在电力系统内部，随着电力系统新技术的发展和以安全为主的一体化经营的电力生产、输送、分配和消费过程，逐步走向以安全和经济为同等目标的开放电力市场的要求，

第三节 调度自动化系统的结构与功能

电网自动化系统应包括为电网安全、经济、优质运行提供强大技术支持的所有自动化系统及相关基础设施。内容主要包括：EMS 系统、预警预控系统、综合数据平台、电能量计量系统、调度生产管理系统、电力调度数据专网、调度管理及实时调度系统、电力二次系统安全防护、厂站自动化系统等部分。随着坚强智能电网及自动化、通信、信息技术的不断发展，将出现更多为电网运行提供技术支持的自动化系统。

调度自动化系统主站系统的配置：一个典型的调度自动化系统主站系统一般包括以下部分：数据采集服务器和前置处理设备、调度员和程序员等人机接口工作站、电网高级应用服务器、历史数据服务器、计算机数据通信服务器、调度员模拟培训 workstation（包括教员台和学员台）、网络连接设备和终端服务器、调度模拟盘和时钟系统等。

调度员培训模拟系统主要用于调度员培训，它可以提供一个电网的模拟系统，调度员通过它可以进行模拟现场操作及系统反事故演习，从而提高调度员培训效果，积累电网操作及事故处理的经验。

总体构架——硬件配置结构示意图如图 1-2 所示。

调度中心包括能量管理系统（EMS）、广域向量测量系统（WAMS）、动态预警系统（DSA）、调度计划系统（PIM）、电能量计量系统（TMR）、水情水调自动化系统（HYA）、保护管理与故障信息系统（WF）、雷电定位监测系统（LM）、调度管理系统（OMS）等十余套独立应用系统，我们将其安全集成为一体化平台和实时监控与预警、调度计划、安全校核、调度管理等四大类应用，实现调度中心内部应用的横向集成，支持电网稳态、动态、暂态等多种运行信息的全景监视与分析。

通过调度数据网双平面实现厂站和调度中心之间、调度中心之间数据采集和交换的可靠运行。

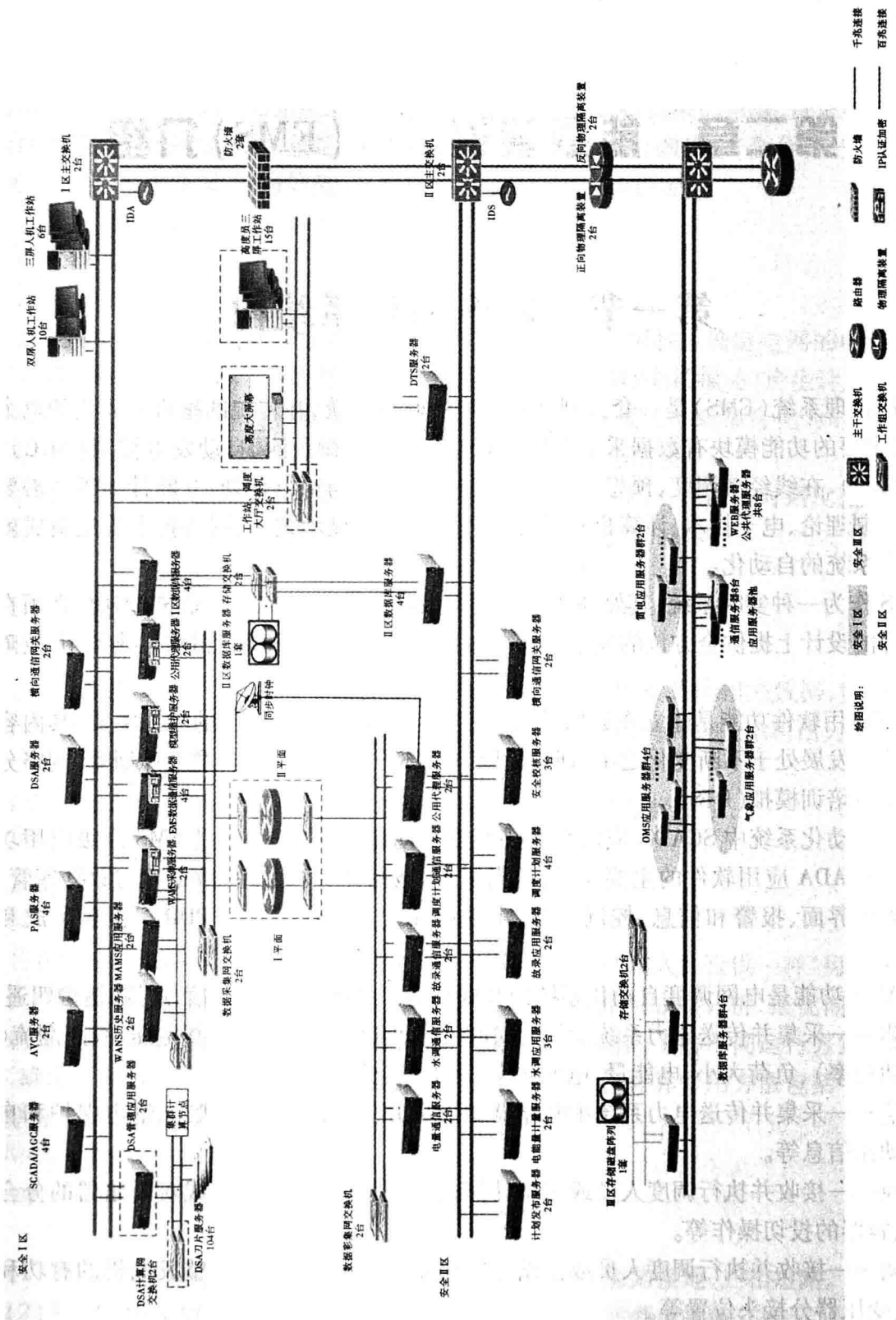


图1-2 智能电网调度技术支持系统硬件配置结构示意图（I、II、III区）

虚框内设备为已有设备或项目考虑。

第二章 能量管理系统(EMS)介绍

第一节 EMS 的体系结构

能量管理系统(EMS)是一套大型计算机应用软件系统,在传统的垂直一体化的电力系统中,其主要的功能模块有数据采集与监视(SCADA)、负荷预测、自动发电控制(AGC)、网络分析(NA)、在线经济调度、预想事故与潮流分析、发电与输电计划、开断计划等。需要应用现代控制理论、电子技术、计算机技术、通信技术、图像显示技术、网络技术等最新成就来实现电力系统的自动化。

EMS 作为一种实时系统,其处理速度和可靠性高于其他非实时的系统,因此,必须在硬件和软件的设计上提供全方位的安全保证。包括双网、主要服务器采用双机热备用、故障自动恢复等。

EMS 应用软件功能是建立在数据采集和监控(SCADA)基础之上的功能集成,其内容组成随着技术发展处于不断变化之中,现分为以下四部分:发电控制类、发电计划类、网络分析类和调度员培训模拟(DTS)。

调度自动化系统中 SCADA 应用软件是调度自动化系统的核心,是 EMS 高级应用功能的基础。SCADA 应用软件的主要功能:数据采集、数据计算和处理、数据库与数据库管理、监视和人机界面、报警和信息、控制操作、事件顺序记录、事故追忆(PDR)、报表生成和打印等。

SCADA 功能是电网调度自动化系统的基础功能。功能有遥测、遥信、遥控、遥调四遥。

遥测——采集并传送电力系统运行的实时信息,如发电机出力、母线电压、线路潮流(有功和无功功率)、负荷大小、电能量、电网频率、水库水位等。

遥信——采集并传送电力系统中断路器和隔离开关等的分合闸状态、继电保护和自动装置的动作信息等。

遥控——接收并执行调度人员或主站计算机系统发出的命令,完成对断路器的分合闸操作、电容器的投切操作等。

遥调——接收并执行调度人员或主站计算机系统发出的命令,调整发电机的有功和无功出力、变压器分接头位置等。

网络拓扑、状态估计、调度员潮流是 EMS 应用功能中最基本的功能,也是其他应用功能的基础。因此,在进行地区电网调度自动化系统应用功能选用时,应把上述三个功能作为基本功能。



能量管理系统(EMS)是现代电网调度自动化系统硬件和软件的总称,包括 SCADA、AGC/EDC 以及高级应用功能,是建立在 SCADA 基础之上重要的电网应用软件,其功能主要是利用电力系统的各种信息,在实时态和研究态模式下,对电力系统的运行状态进行分析,帮助调度员了解和掌握电力系统运行状态的变化,并提供分析决策的依据,保证电网运行的安全性并提高运行的经济性,包括网络拓扑、状态估计、调度员潮流、安全分析、安全约束调度、无功优化、最优潮流、网络等值、短路计算、暂态稳定、电压稳定。

一、网络拓扑

根据网络建模时生成的设备连接关系和实时的开关、刀闸状态确定电网的电气连接状态称为网络拓扑,由网络物理模型(称为母线模型,是对网络的原始描述)产生计算用数学模型(称为节点模型,与网络方程联系在一起),并将有电气连接的母线集合化为电气岛,用于状态估计、潮流计算、安全分析、经济调度、调度员模拟培训等功能。

因此,网络拓扑是整个网络分析应用软件的基础。外部网络等值是对调度范围或计算范围以外的网络进行简化,以便考虑这部分网络对本区域电网的影响。

二、EMS 系统中状态估计功能的作用

(1)根据 SCADA 提供的实时信息和网络拓扑的分析结果及其他相关数据,实时的给出电网内的各母线电压,各线路、变压器等支路潮流,各母线的负荷和各发电机出力。

(2)对不良数据进行检测和辨识。

(3)对母线负荷预测模型的维护、量测误差统计、网络状态监视等。

三、调度员潮流

是在给定的条件下,计算整个电网运行的状态,为运行计划人员提供一种“可能方式”下的电网功率分布,节点的电压幅值和相角的状况。潮流计算向故障分析、最优潮流、短路计算等应用提供假想运行方式,使调度员很方便地进行各种操作,了解不同运行方式下系统的状态,确定合理的电网运行方式,降低电网的运行费用。潮流计算常用方法包括牛顿拉夫逊法、PQ 分解法、最优乘子法。

四、短路电流计算

(1)简单短路故障类型:单相短路接地、两相短路、两相短路接地、三相短路。

(2)复杂故障类型:不同地点多处故障,按串联型故障、并联型故障分析。

(3)故障位置:母线故障、线路任意点故障、变压器出口故障及内部故障、发电机机端故障。

(4)短路电流计算功能:短路电流计算是在指定的故障条件下的故障电流及其电压,用



以检查保护定值、分析保护的動作行为、校核开关遮断容量。不需单独输入网络参数(包括零序网参数),只需在接线图的相应设备上点击然后选择故障定义等。

第二节 EMS 主要子系统的功能

一、网络拓扑分析

电网的拓扑结构描述电网中各电气元件的图形连接关系。电网是由若干个带电的电气岛组成的,每个电气岛又由许多母线及母线间相连的电气元件组成。母线间由若干个母线路元素通过开关、刀闸相连而成。网络拓扑分析是根据电网中各开关、闸刀的遥信状态,通过一定的搜索算法,将各母线路元素连成某个母线,并将母线与相连的各电气元件组成电气岛,进行网络接线辨识与分析。网络拓扑的功能是根据电网中断路器、隔离开关等设备的状态及各电气元件的连接关系生成电网分析用的母线和网络模型。

二、状态估计的功能

根据 SCADA 提供的实时信息和网络拓扑的分析结果及其他相关数据,实时地给出电网内的各母线电压,各线路、变压器等支路潮流,各母线的负荷和各发电机出力,并对不良数据进行检测和辨识。

三、自动发电控制(AGC)的功能

在预定地区内,当电力系统频率或联络线负荷发生变化时,远距离调节发电机功率,以维持电网频率或确保地区间预定的功率交换。

四、调度员潮流的功能

调度员潮流的作用是:①给定的(历史、当前、预想)运行方式下,进行设定操作,改变运行方式,分析系统的潮流分布。②设定操作可以是一次接线图上模拟断路器的开合、线路或变压器的投退、变压器分接头的调整、无功补偿装置的投切及发电机出力和负荷特性的调整。

潮流计算有以下几个目的:①在电网规划阶段,通过潮流计算,合理规划电源容量及接入点,合理规划网架,选择无功补偿方案,满足规划水平年的大、小方式下潮流交换控制、调峰、调相、调压的要求。②在编制年运行方式时,在预计负荷增长及新设备投运基础上,选择典型方式进行潮流计算,发现电网中薄弱环节,供调度员日常调度控制参考,并对规划、基建部门提出改进网架结构,加快基建进度的建议。③正常检修及特殊运行方式下的潮流计算,