

变电站综合自动化系统

后台信息分析

● 主编 郜勇琴



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

变电站综合自动化系统

后台信息分析

主编 郜勇琴

参编 袁 滨 崔淑萍 郭建伟



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从综合自动化系统后台信息入手,结合变电站现场设备,系统地阐述了变电站综合自动化的运行知识,并对变电站的常见事故和异常信息进行了分析。

全书共两篇。第一篇为变电站综合自动化系统及后台信息,共分四章,主要包括:变电站综合自动化的发展、变电站综合自动化系统、常用综合自动化系统、综合自动化系统信息。

第二篇为变电站现场典型事故后台信息分析实例,共分八章,主要包括:变电站系统异常分析、变压器异常分析与处理、500kV 母线及输电线路事故与异常分析、220kV 母线及出线异常分析与处理、断路器异常分析与处理、无功补偿装置异常分析与处理、站用交直流系统异常分析与处理、变电站附属设施后台监控。

本书系统性、实用性较强,注重解决现场运行问题,不仅可作为变电运行人员和技术维护人员的现场培训用书,也可作为相关电力管理人员和电力工程类大专院校学生的技术参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电站综合自动化系统后台信息分析/郜勇琴主编. —北京:
中国电力出版社, 2009

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8812 - 0

I. 变… II. 郜… III. 变电所—自动化系统 IV. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 070534 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 7 月第一版 2009 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 327 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

随着国民经济的持续、高速发展，电力系统迎来了一个发展的新时代。特高压电网的运行及大量新技术、新设备的广泛应用，对电力系统运行队伍的素质提出了更高的要求。

为了迅速提高变电运行人员的技术素质，全面掌握变电站综合自动化系统的运行维护知识和技能，我们撰写了本书。本书从综合自动化系统后台信息入手，结合变电站现场设备，对变电站的常见事故和异常信息进行了分析。

本书以电力行业技术规程为依据，着眼于电力新技术、新设备的应用，从打好基础出发，力求既有一定的专业理论知识，又具有一定的现场实际技能。本书系统性、实用性较强，注重解决现场运行问题，不仅可作为变电运行人员和技术维护人员的现场培训用书，也可作为相关电力管理人员和电力工程类大专院校学生的技术参考书。

全书由郜勇琴同志主编。第一篇由郜勇琴同志执笔。第二篇第五章由崔淑萍同志执笔；第八章由崔淑萍、郜勇琴同志执笔；第六、十章由袁滨同志执笔；第七、十二章由郭建伟同志执笔；第九、十一章由郭建伟、郜勇琴同志执笔。

本书编写过程中得到山西省电力公司及所属基层单位多位工程技术人员的大力支持和帮助，参考了许多相关教材和资料，在此一并表示衷心的感谢。由于编写时间较短，作者的理论水平有限，书中难免有不妥之处，敬请批评指正。

作 者

2009年4月

目 录

前 言

第一篇 变电站综合自动化系统及后台信息

第一章 变电站综合自动化的发展	1
第一节 电力系统运行及自动化发展	1
第二节 变电站及其自动化的发展	3
第二章 变电站综合自动化系统	8
第一节 基本概念	8
第二节 设计原则和要求	10
第三节 体系结构	11
第三章 常用综合自动化系统	14
第一节 RSC-9700型变电站综合自动化系统	14
第二节 CSC2000型变电站综合自动化系统	17
第三节 NS2000型变电站综合自动化系统	18
第四章 综合自动化系统信息	21
第一节 信息的分类	21
第二节 信息的采集	23
第三节 信息的传输	44
第四节 信息异常处理	52
第五节 综合自动化系统调试及信息验收	58

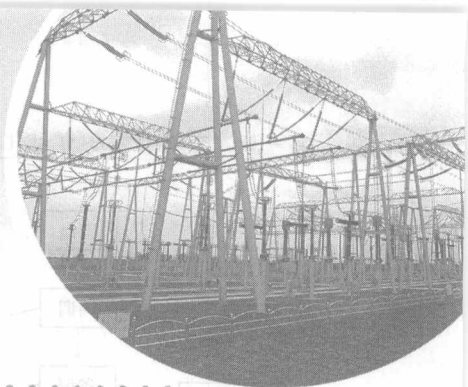
第二篇 变电站现场典型事故后台信息分析实例

第五章 变电站系统异常分析	66
第一节 变电站的配置	66
第二节 系统振荡	66
第三节 系统电压异常	71
第四节 小电流接地系统接地	72
第五节 小电流接地系统谐振	74
第六章 变压器异常分析与处理	78
第一节 变压器的保护配置	78

第二节	变压器的差动保护	78
第三节	变压器分差保护	85
第四节	变压器的瓦斯保护	90
第五节	变压器的后备保护	99
第六节	变压器的冷却器异常	105
第七节	变压器的油位、油温异常	118
第八节	变压器的其他异常	123
第七章	500kV 母线及输电线路事故与异常分析	129
第一节	概述	129
第二节	线路单相接地故障重合复跳	134
第三节	线路单相瞬时接地故障重合成功	139
第四节	500kV 互感器的异常分析与处理	144
第五节	500kV 母线异常分析与处理	150
第八章	220kV 母线及出线异常分析与处理	154
第一节	220kV 母线异常分析与处理	154
第二节	220kV 出线异常分析与处理	157
第三节	220kV 出线故障、断路器拒动	159
第四节	220kV 电压互感器异常	161
第五节	220kV 电流互感器异常	162
第九章	断路器异常分析与处理	166
第一节	断路器控制回路断线	166
第二节	断路器非全相运行	172
第三节	断路器 SF ₆ 压力异常	174
第十章	无功补偿装置异常分析与处理	178
第一节	500kV 高压并联电抗器异常分析与处理	178
第二节	500kV 可控高抗异常分析与处理	183
第三节	35kV 电力电容器异常分析与处理	186
第四节	低压电抗器异常分析与处理	196
第十一章	站用交直流系统异常分析与处理	199
第一节	站用交流电压消失	199
第二节	站用直流电压消失	201
第三节	直流系统接地	204
第四节	UPS 装置故障	208
第十二章	变电站附属设施后台监控	213
参考文献		214



第一篇



变电站综合自动化系统及后台信息

第一章

变电站综合自动化的发展



第一节 电力系统运行及自动化发展

一、电能生产的特点

电力系统是由电能的生产、输送、分配和使用各个环节构成的一个整体，与其他的工业系统相比较，电力系统的运行具有以下三个明显特点：

1. 电能不能大量存储

电能的生产、输送、分配和消费同时进行，电力系统中任何时刻，各发电厂发出的功率必须等于该时刻各用电设备所需的功率和输送、分配各环节中损耗功率之和，因而对电能生产的协调和管理提出很高的要求。

2. 电磁过程的快速性

电力系统中任何一个地方运行状态的改变或故障，都会快速影响到整个电力系统的各个地方，仅仅依靠手动操作是无法保证电力系统的正常和稳定运行，所以电力系统运行必须依靠信息就地处理的继电保护和自动装置，以及信息全局处理的调度自动化系统。

3. 影响面广

电力与国民经济的各部门、人民的日常生活等都有着密切的联系。供电的突然中断会产生严重的政治和经济影响。

二、电力系统运行的基本要求

为了保证电力系统的安全、稳定、经济运行，对电力系统的运行有以下基本要求：

(1) 保证安全可靠的供电。

(2) 要有合乎要求的电能质量。

(3) 要有良好的经济性。

要实现这些基本要求，除了提高电力设备的可靠性水平，配备足够的备用容量，提高运行人员的素质，采用性能优良的继电保护和自动装置等外，采用电网调度自动化系统也是一个极为重要的手段。

三、电力系统分层控制

电能生产、输送、分配均在电力系统中进行。目前，我国已建成华北电网、东北电网、

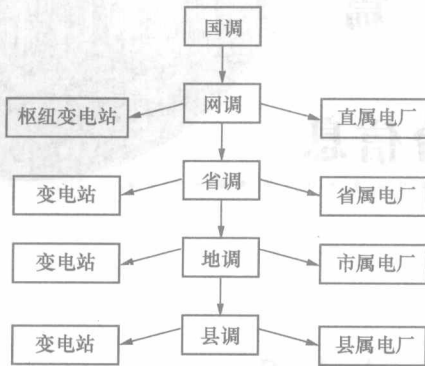


图 1-1 电网分层控制示意图

华东电网、华中电网、西北电网、南方电网和各省、市、县电力系统的运行管理分层并均有其管辖范围，其出力及负荷分配受上一级电力部门管理，同时管理下一级电力部门。

我国电网调度管理分五级：国家电力调度通信中心、大区域电网调度通信中心、省电网调度通信中心、市和县电网调度通信中心，图 1-1 所示为电网分层控制示意图。

各级调度管理实行分层控制，因而其相应的调度自动化必须与之相适应，信息分层采集，逐级传送，命令也按层次逐级下达。

四、电力自动化系统的作用

电力系统的自动化系统由信息就地处理和信息集中处理两个自动化系统构成。

1. 信息就地处理自动化系统

信息就地处理自动化系统主要指继电保护和自动装置，可对电力系统的情况作出快速反应，尤其在电力系统发生故障时，其作用更为明显。例如，高压输电线上发生短路故障时，要求继电保护在 20ms 左右动作快速切除故障；同步发电机的励磁自动控制系统在电力系统正常运行时，可保证系统电压质量和无功出力的分配，故障时可提高系统的稳定水平；有功功率自动调节装置能跟踪系统负荷的随机波动，保证电能的频率质量。按频率自动减负荷装置能在系统事故情况、电力系统出现严重的有功缺额时，快速切除不重要负荷，防止造成系统频率崩溃。

但是，信息就地处理自动化系统有其局限性，主要表现在以下两个方面：

- (1) 只能事后处理出现的事件，不能事先对系统的安全性作出评价。
- (2) 所获得的信息有局限性，不能从全局角度处理问题。例如，通过自动频率调节，虽可跟踪负荷变化，但还存在与额定频率的偏差，不能实现处理的经济分配。

2. 信息集中处理自动化系统

信息集中处理自动化系统即电网调度自动化系统，可通过设置在各厂、站的 RTU 采集电网运行的实时信息，通过信道传输到主站，主站根据全网的信息，对电网的运行状态进行相应的控制，如安全性分析、负荷预测、自动发电控制、经济调度等。

当系统发生故障，继电保护动作切除故障线路后，调度自动化系统可将保护动作情况和断路器状态采集后，送到调度员的监视屏幕和调度模拟屏显示器上，调度员在掌握这些信息后可知道故障的情况和原因，并采取相应的措施，使电网迅速恢复正常供电。

但由于信息的采集、传输需要一定的时间，所以系统的故障不可能依靠信息集中处理自动化系统作为切除故障的手段。

信息就地处理和信息集中处理两个自动化系统各有其特点，互相不能替代，相互独立，联系很少。

变电站综合自动化系统就是要实现这两个自动化系统之间的互相渗透、资源共享（这些微机装置尽管功能不同，但硬件均大同小异，所采集的量和所控制的对象许多是共同的），

打破常规变电站的“二次设备”框框，从全局出发，优化变电站二次部分。



第二节 变电站及其自动化的发展

一、变电站概述

电力系统是由电力生产、传输、分配、消耗的发电机、变压器、电力线、并联电容器、电抗器和各种用电设备组成的有机整体。发电机生产出的电能，通过变压器、输电线路和配电线路传送、分配到各个电力用户，为生产和消费服务。由于电能从生产到消耗必须时刻保持平衡，电力系统的发电量必须跟随电力负荷的变化而变化。

变电站是介于发电厂和电力用户之间的中间环节。变电站由主变压器、母线、断路器、隔离开关、避雷器、并联电容器、互感器等设备或元件集合而成。它具有汇集电源、变换电压等级、分配电能等功能。电力系统内的继电保护、自动装置、调度控制的远动设备等也安装在变电站内。因此，变电站是电力系统的重要组成部分。

根据变电站在电力系统中的地位和作用，可将其划分为系统枢纽变电站、地区重要变电站和一般变电站。

系统枢纽变电站汇集多个大电源和大容量的联络线，担负着巨大的电能分配任务，在系统中处于枢纽地位。枢纽变电站的电压等级一般在 220kV 及以上。

地区重要变电站位于地区电网的枢纽点上，高压侧以交换或接受功率为主，中压侧对地区供电，低压侧则直接向邻近的工矿企业和居民负荷供电。

一般变电站位于电网的分支或末端，主要完成降压并向附近的工矿企业和居民负荷供电的任务，其电压等级较低。

发电厂发出的电能需要传输到电力用户。为了提高传输效率，需要将电压提高，而用户实际只能接受低压供电。根据输送的需要，还可将变电站划分为升压变电站和降压变电站。

升压变电站一般设置在发电厂内，其主要功能是通过升压变电站将发电机发出的电源电压升高，以便把大量的电能送到远离发电厂的负荷中心。

降压变电站则设置在负荷中心，通过降压变压器将输电线路上的高压电能转变为低压电能，并把电能分配给高压用户、次一级电压的变电站或配电站。

如上所述，在电力系统的正常运行中，变电站是一个重要环节，它完成电能的传输、电压的变换和电能分配等多方面的功能，在电力系统中起着十分重要的作用。

二、变电站自动化

电力系统是一个连续运行的系统，电能的生产、传输、分配和使用需同时完成。因此，变电站的运行也是连续的。为了掌握变电运行状态，需要对有关电气量进行连续测量，供运行监视、记录；为了保障变压器、输电线路的安全运行，需要实现对过流、过压、短路等故障的瞬间处理；为了向电网调度提供系统运行状态，需要将表征电网运行的有关信息向上级调度传送；为了向用户提供合格的电能，需要进行有关的控制和调节。所有这些，绝大部分是不可能由人工来完成，需要采用自动化技术。

变电站作为电力系统的一个重要环节，其运行具有电力系统中电能快速变化和电气过程快速传播的特点。因此，当系统运行中出现异常情况时，变电站必须作出快速的反应，及时

处理，这是人工手动操作所不能及的，必须采用自动化技术。

三、变电站综合自动化及其系统

变电站主要包括一次系统和二次系统两大部分。

一次系统完成电能的传输、分配和电压变换工作，二次系统完成对一次设备及其流经电能的测量、监视和故障告警、控制、保护以及闭锁等工作；实现对变电站运行工况的测量、监视、控制、信息显示。信息远传的变电站（发电厂）远动系统已显示出越来越重要的作用。通常，也将厂站远动系统纳入二次系统的范畴。

常规变电站的二次系统主要包括四个部分，即继电保护、测量、当地监控（信号系统）以及远动部分。这四个部分不仅完成的功能各不相同，其设备（装置）所采用的硬件和技术也完全不同。长期以来，围绕着变电站二次系统，存在着不同的专业和相应的技术管理部门。本质上的同一个系统在技术管理上的条块分割，已越来越不适应变电技术发展的要求。其主要缺点是：

（1）继电保护、故障录波、当地监控和远动装置的硬件设备，基本上按各自的功能配置，彼此之间相关性小，设备之间互不兼容。

（2）二次系统的硬件设备型号多、类别杂，很难达到标准化。

（3）大量导线、电缆及端子排的使用，既增加了投资，又得花费大量人力从事众多装置间联系的设计、配线、安装、调试、修改或扩充。

（4）常规二次系统是一个被动的系统，不能正常地反映其自身内部故障，因而必须定期对设备功能加以测试和校验。这不仅加重了维护工作量，更重要的是不能及时了解系统的工作状态，有时甚至会影响对一次系统的监视和控制。

随着微机在电力系统自动化中得到广泛的应用，先后出现了微机型继电保护装置、微机型故障录波器、微机监控和微机远动装置。这些微机装置尽管功能不一样，但其硬件配置却大体相同，主要由微机系统，状态量、模拟量的输入和输出电路等组成。由于这些装置都是从变电站主设备和二次回路中采集信号，并对这些信号进行检测和处理，这使得设备重复、增加了投资，并使接线复杂化，影响了系统的可靠性。

变电站综合自动化是将变电站的二次设备（包括测量仪表、信号系统、继电保护、自动装置和远动装置等）经过功能的重新组合和优化设计，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，实现对全变电站的主要设备和输、配电线路的自动监视、测量、自动控制和微机保护，以及与调度通信等综合性的自动化功能。

变电站综合自动化系统是利用多台微机和大规模集成电路组成的自动化系统，该系统代替常规的测量和监视仪表，替代了常规控制屏、中央信号系统和远动屏。用微机保护代替常规的继电保护屏，克服了常规的继电保护不能与外界通信的缺点。

变电站综合自动化是自动化技术、计算机技术和通信技术等高科技在变电站领域的综合应用。变电站综合自动化系统可以采集到比较齐全的数据和信息，利用计算机的高速计算能力和逻辑判断功能，可方便地监视和控制变电站内各种设备的运行和操作。从当前实现的功能和计划水平上衡量，变电站综合自动化系统具有功能综合化、结构微机化、操作监视屏幕化、运行管理智能化等特点。

尽管变电站综合自动化是一种全新的变电站自动化概念，但很快得到了各方面专业人员的认可。目前，变电站综合自动化技术正势如破竹，发展异常迅猛。

四、变电站综合自动化的发展

(一) 由分立元件构成的自动装置阶段

20 世纪 70 年代前出现的自动重合闸装置、低频减载装置、备自投装置、各种继电保护装置等主要采用模拟电路,由晶体管等分立元件组成,在一定程度上提高了变电站的自动化水平,但这些自动装置相互之间独立运行,互不相干,缺乏智能,没有故障自诊断能力,在运行中若装置出现故障,不能提供告警信息,有的甚至会影响电网运行安全;而且分立元件的装置体积大、可靠性不高、维护工作量大、不经济,因此很快被更高性能的装置所替代。

(二) 以微处理器为核心的智能化自动装置阶段

1971 年,世界上第一片微处理器问世。20 世纪 70 年代的 10 年中更新了三代,随后几乎每 2~4 年更新换代一次,现已进入第五代即 64 位高档微处理器阶段。

我国的微处理器技术是 20 世纪 80 年代引入各行业的。变电站自动化方面,用大规模集成电路或微处理器代替原来晶体管等分立元件组成的自动装置,利用微处理器的智能和计算能力,可发展和应用新的算法,提高测量的精度和控制的可靠性,还扩充了新的功能,尤其是装置本身的故障自诊断能力,对提高自动装置的可靠性和缩短维修时间很有意义。

微机型的自动装置基本上还是维持原有的功能和逻辑关系,只是组成的硬件结构由微处理器及其接口电路代替,多数仍然是各自独立运行,不能互相通信和共享资源,形成了变电站中多个自动化孤岛,变电站设计和运行中存在的问题没有得到根本的解决。

随着数字技术和微机技术的发展及对变电站内各自动化孤岛问题的研究,变电站综合自动化成为可能,这是科学技术发展和变电站自动控制技术发展的必然结果。

(三) 变电站综合自动化系统的发展阶段

1. 早期变电站远动技术

早期变电站远动技术设备组成,如表 1-1 所示。

表 1-1

早期变电站远动技术设备组成

早期变电站远动 技术设备组成	被控站远动设备	远动主设备	
		调制解调器	
		过程设备	信息输入设备(变送器)
			信息输出设备(执行盘)
	控制站(主站) 远动设备	远动主设备	
		调制解调器	
		人机设备	模拟屏
			数字显示设备
			打印机
			记录仪表
	远动通道	被控站调制解调器	
		控制站(主站)调制解调器	
传输线路			

过程设备的作用，如图 1-2 所示。

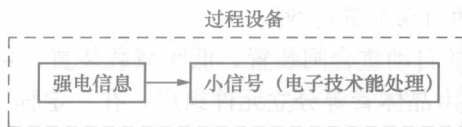


图 1-2 过程设备的作用

远动四遥功能的实现过程，如图 1-3 所示。

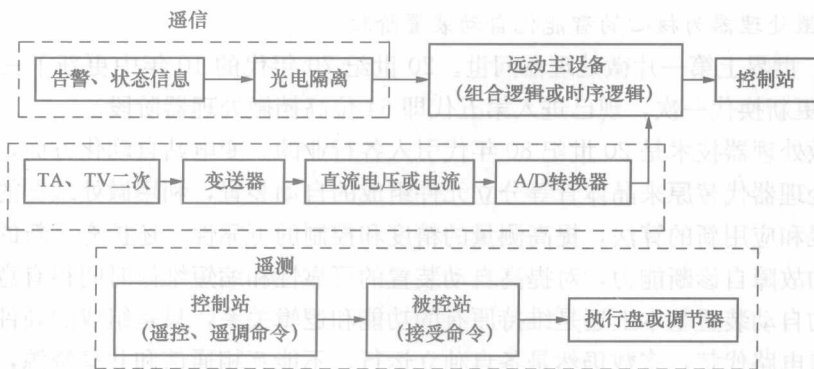


图 1-3 远动四遥功能的实现过程

2. 中期变电站远动技术（监控技术）

20 世纪 90 年代初，由于微处理器芯片（CPU）和各种作为外围电路的大规模集成电路的出现与运用，远动设备和个人计算机（PC）的结合，出现了数据采集与监控系统（SCADA）。广义的 SCADA 系统不仅包括远动设备，也包括调度自动化中完整的主站系统。“远动”一词被“监控”取代。这意味着中期远动技术的发展方向，主要做了以下工作：

- (1) 提高了传输速度。
- (2) 提高了编译码的检错和纠错能力。
- (3) 应用智能控制技术对所采集的数据进行预处理和正确性校验。

中期远动技术具有以下特点：

- (1) 以单或多 CPU 和嵌入式软件为核心。
- (2) PC 机的应用极大地提高了远动设备的应用水平，拓宽了人机联系和远动技术的应用空间。
- (3) 在采用多 CPU 设计时，设备内部逐渐从并行接口技术转向以串行接口技术为主。
- (4) 设计理念仍然面向全站，所以仍然采用集中组屏方式。
- (5) 厂站端内的终端设备与远方控制中心或调度中心的接收设备，逐步从一对一方式发展为对 N 方式。即一台或两台前置接收设备可接收多达 32 个以上变电站端设备的信息。
- (6) 与远方控制中心或调度中心之间的通信方式，除了电力线载波外，还有微波、特高频、公共电信网、光纤等多种方式。
- (7) 远动功能由“二遥”发展到“四遥”，并增添了若干附加功能。
- (8) 设备输入、输出接口具有符合标准规定的物理特点。

远动接口有三种：被控站的远动设备与过程设备的接口；远动设备与调制解调器接口；

主站的远动设备与人机设备接口。

3. 当前的变电站自动化技术

21世纪初,随着半导体芯片技术、通信技术以及计算机技术的飞速发展,分层分布式的自动化系统结构被广泛采用。由于传统上相对独立的远动和继电保护的逐步统一,远动技术上升到了一个完全崭新的高度,其传统概念与内涵也有了质的不同。这样的技术被称为厂站自动化技术。由此而诞生的系统称为厂站自动化系统。厂站自动化系统广义上不仅包含传统的远动(监控)系统,也包含继电保护装置与系统及若干附属设备。

当前厂站自动化技术具有以下主要特点:

(1) 以国际电工委员会关于变电站的结构规范为准,真正以分层分布式结构取代传统的集中式。

(2) 把变电站分为变电站层、间隔层和过程层三层。在设计理念上不是以整个站作为设备所要面对的目标,而是以间隔和元件作为设计的依据。在中低压系统中,采用物理结构和电气特性完全独立,功能上既考虑测控又涉及继电保护,这样的测控保护综合单元对应一次系统中的间隔出线或发电机、变压器、电容器、电抗器等电气元件;而高压与超高压系统,则以独立的测控单元对应高压或超高压系统中的间隔和元件。

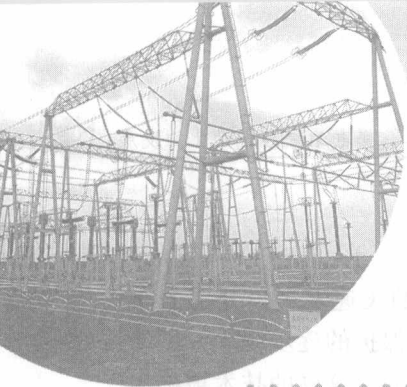
(3) 变电站层主单元的硬件以高档模件为核心,配有大容量内存、闪存以及电子固态盘和嵌入式软件,构成嵌入式系统。

(4) 现场总线的兴起和光纤通信的应用为功能上的分布和地理上的分散提供了物质基础。

(5) 网络,尤其是基于 TCP/IP 的以太网,在厂站自动化系统中广泛应用。

(6) 智能电子装置(IED)的大量运用,如保护装置、自动装置、五防、电子电能表等可视为 IED 而纳入统一的变电站自动化系统中。

(7) 与继电保护、各种 IED、远方调度控制中心交换数据所使用的通信协议更加与国际接轨。



第二章



变电站综合自动化系统



第一节 基本概念

一、变电站综合自动化系统的定义

变电站综合自动化系统是以计算机技术为核心,将变电站的保护、仪表、中央信号、运动装置等二次设备的系统和功能重新分解、组合、互联、计算机化而形成,通过系统内各设备间相互信息交换、数据共享,完成变电站的运行监视和控制。

二、变电站综合自动化系统的内容

变电站综合自动化的内容包括变电站电气量的采集和电气设备的状态监视、控制和调节。

220kV 及以下变电站利用计算机和通信技术,对变电站的二次设备进行全面的技术改造,取消常规的保护、监视、测量、控制屏,实现综合自动化,逐步实行无人值班或减人增效。

220kV 及以上变电站主要是采用计算机监控系统、新的保护技术和控制方式,促进各专业在技术上的协调,提高自动化水平和运行、管理水平。

三、技术特点

综合自动化变电站与常规变电站有以下的区别:

1. 功能综合化

- (1) 技术密集,多种专业技术相互交叉、相互配合。
- (2) 在计算机、数据通信技术的基础上发展起来的。
- (3) 综合了变电站内的全部二次设备(除一次设备和交、直流电源外)。
- (4) 微机监控子系统综合了常规变电站的仪表屏、操作屏、模拟屏和变送器柜、运动装置、中央信号系统等功能。
- (5) 微机保护子系统代替了常规变电站的电磁式或晶体管式的保护。
- (6) 微机保护子系统和监控子系统结合起来,综合了常规变电站的故障录波、故障测距和小电流接地等子系统的功能。

2. 分级分布式、微机化的系统结构

综合自动化变电站各子系统和各功能模块由不同配置的单片机或微型计算机组成,采用分布式结构,通过网络、总线将微机保护、数据采集、控制等各子系统连接起来,构成一个分级分布式的系统。一个综合自动化系统可以有十几个甚至几十个微处理器同时并行工作,实现各种功能。

3. 测量显示数字化

常规变电站采用的指针式仪表准确度低, 读数不方便。综合自动化变电站微机监控系统 CRT 显示器上的数字显示直观、明了、准确。

(1) 常规变电站: 人工抄表。

(2) 综合自动化变电站: 打印机打印。不仅减轻了值班员的劳动强度, 而且提高了测量的精度和管理的科学性。

4. 操作监视屏幕化

(1) 综合自动化变电站通过计算机 CRT 显示器可对全站的设备进行全方位的监视与操作。

(2) 常规变电站庞大的模拟屏被 CRT 屏幕上的实时的主接线画面取代; 常规变电站在断路器安装处或控制屏上进行的分、合闸操作, 被 CRT 屏幕上的鼠标或键盘操作所代替; 常规变电站的光字牌报警信号, 被 CRT 屏幕画面闪烁和文字提示或语言报警所取代。

5. 运行管理智能化

(1) 能实现许多自动化的功能, 如电压、无功自动调节 (VQC); 不完全接地系统单相接地自动选线等。

(2) 能实现自动判别事故和记录事故。

(3) 能实现故障分析和故障恢复操作智能化。

(4) 常规的二次设备只能监控一次设备, 而本身的故障必须靠维护人员去检查, 本身不具备自诊断能力。综合自动化变电站能实现综合自动化系统本身的故障自诊断、自闭锁和自恢复等功能。这对于提高变电站的运行管理水平和安全可靠是非常重要的, 也是常规的二次系统所无法实现的。

总之, 变电站实现综合自动化全面提高了变电站的技术水平和运行管理水平。

四、基本功能

在变电站自动化系统的研究和发展过程中, 对变电站综合自动化应包括哪些功能和要求曾经有不同的看法, 经过多年来实践的结果和发展趋势, 目前这些看法已逐步接近。

变电站自动化是多专业性的综合技术, 它以微机为基础, 实现了对变电站传统的继电保护、控制方式、测量手段、通信和管理模式的全面技术改造, 实现了电网运行管理的一次变革。国际大电网会议 WG34.03 工作组在研究变电站的数据流时, 分析了变电站自动化需完成的功能大概有 63 种, 归纳起来可分为以下七种功能组:

(1) 控制、监视功能;

(2) 自动控制功能;

(3) 测量表计功能;

(4) 继电保护功能;

(5) 与继电保护有关的功能;

(6) 接口功能;

(7) 系统功能。

结合我国的情况, 变电站综合自动化系统的基本功能体现在下述三个子系统的功能中: 监控子系统功能、微机保护系统功能、后备控制和紧急控制功能。详细功能配置见表 2-1。

表 2-1 变电站综合自动化系统的基本功能表

子系统		具体功能	
基本功能	1 监控子系统功能	(1)	数据采集
		(2)	数据库的建立与维护
		(3)	事件顺序记录 SOE
		(4)	故障记录、故障录波和测距
		(5)	操作控制功能
		(6)	安全监视功能
		(7)	人机联系功能
		(8)	打印功能
		(9)	数据处理与记录功能
		(10)	谐波的分析与监视
		(11)	报警处理
		(12)	画面生成及显示
		(13)	在线计算及制表功能
		(14)	电能量处理
		(15)	远动功能
		(16)	运行管理功能
2	微机保护系统功能	(1)	保护功能
		(2)	事件记录功能
		(3)	存储多种保护定值
		(4)	当地人机接口
		(5)	通信功能
		(6)	故障自诊断
3	后备控制和紧急控制功能	(1)	人工操作控制
		(2)	低频减载
		(3)	备用电源自投
		(4)	稳定控制



第二节 设计原则和要求

为了达到变电站综合自动化的总体目标，在设计变电站综合自动化时，必须考虑以下原则要求。

一、综合性

集变电站的保护、测量、监视、运行控制和通信于一个分级分布式的系统中，系统由多个微机保护子系统、测量子系统、各种功能的控制子系统组成，替代常规继电保护、仪表、中央信号、模拟屏、控制屏和运行控制装置。



二、安全性

变电站微机保护的软、硬件既要与监控系统相对独立，又要相互协调。即在系统运行中，继电保护的動作行为仅与继电保护装置有关，不依赖于监控系统和其他环节，保证综合自动化系统中任何其他环节故障只影响局部功能的实现，不影响继电保护子系统的正常工作。微机保护与监控系统保持紧密的通信联系。

三、可靠性和抗干扰能力

变电站安全运行是系统设计的基本要求。在考虑系统总体结构时，要注意主、次分清，关键环节要有冗余。各子系统要具有独立的故障诊断和自恢复能力，任一部分故障时，应通知监控主机发出告警，并迅速将自诊断信息送往控制中心。

四、通信可靠性

要有可靠先进的通信网络和合理的通信协议。

五、扩展性和适应性

新建变电站和老变电站改造的基础不同，要求自动化设备根据变电站不同的要求，组成不同规模 and 不同技术等级的系统。

六、标准化和开放性

符合国标或部颁标准，使系统开放性好，便于升级。

七、数据共享

简化自动化系统结构，减少设备重复，降低造价。如微机保护装置应具有串行接口或现场总线接口，向计算机监控系统或 RTU 提供继电保护动作信息或继电保护定值等信息。要从根本上解决信息多重测量问题，例如反映变电站发生事件顺序记录应由继电保护系统直接产生，由通信网络传输给监控系统。

八、技术先进性

变电站综合自动化系统的功能和配置应满足无人值班的总体要求。其功能设计，要从电力系统的安全稳定运行、提高经济效益等综合指标以及提高电网基础自动化水平的综合要求出发，其软、硬件的配置必须具备 RTU 的全部功能，必须具备与上级调度通信的能力。

九、运行模式的适应性

变电站综合自动化系统应能灵活地提供监控操作手段，满足有人或无人值班的需要。



第三节 体系结构

变电站综合自动化采用自动控制和计算机技术实现变电站二次系统的部分或全部功能。为达到这一目的，满足电网运行对变电站的要求，变电站自动化体系结构一般采用分级分布式，如图 2-1 所示。

一、体系结构

变电站主计算机系统对整个自动化系统进行协调、管理和控制，并向运行人员提供变电站运行的各种数据、接线图、表格等画面，使运行人员可远方控制断路器的分、合，还提供运行和维护人员对自动化系统进行监控和干预的手段。

变电站主计算机系统代替了很多过去由运行人员完成的简单、重复、烦琐的工作，如收