



BIANDIANZHAN ZONGHE ZIDONGHUA MOKUAIHUA PEIXUN ZHIDAO

变电站综合自动化 模块化培训指导

湖北省电力公司生产技能培训中心 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

BIANDIANZHAN ZONGHE ZIDONGHUA MOKUAIHUA PEIXUN ZHIDAO

变电站综合自动化 模块化培训指导

湖北省电力公司生产技能培训中心 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《变电站综合自动化模块化培训指导》系统地阐述了变电站综合自动化系统的功能、原理、理论基础,变电站综合自动化在实际应用中常见问题的发现、处理以及相关的技术问题。

全书共分九个模块,主要内容包括:认识变电站综合自动化、微机保护知识、基本元件的继电保护原理、自动装置及辅助装置介绍、变电站综合自动化防误闭锁介绍、变电站综合自动化系统其他设备介绍、变电站综合自动化系统的通信、综合自动化系统的管理与维护、认识数字化变电站。

本书理论联系实际,图文并茂,具有先进、系统和实用的特点,可作为“变电站综合自动化”的专题培训教材,也可供从事电力系统自动化工作的人员、电力行业相关人员和高等院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

变电站综合自动化模块化培训指导/湖北省电力建设技工学校
编. —北京:中国电力出版社,2009

ISBN 978-7-5083-9071-0

I. 变… II. 湖… III. 变电所-自动化技术 IV. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 110199 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 296 千字

印数 0001—3000 册 定价 24.00 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

《变电站综合自动化模块化培训指导》

编 审 委 员 会

主 任 易旺青

副主任 熊东川

编 委 刘树林 王碧聪 李建平 胡 刚

代 伟 张 翼 王端红 高 勇

主 编 周立红

副主编 陈利军

参 编 郭志东 侯 斌 周文 明 洁

赵 亮 黄光林 方 芳 江忠耀

崔艳艳

前 言

经过十多年的发展,我国变电站自动化技术已经达到一定的水平。在城乡电网改造与建设中,不仅中低压变电站采用了自动化技术,实现无人值班,在220kV以上的超高压变电站建设中也大量采用自动化新技术,从而大大提高了电网建设的现代化水平,增强了输配电和电网调度自动化的能力,降低了变电站建设的总造价。变电站综合自动化的发展推动了我国电力事业的发展。变电站综合自动化是微型机计算技术、数字信号处理技术、大规模集成电路技术和通信技术等高科技的集中应用,是对传统变电站二次系统及技术管理的一次重大变革。

针对电力行业的发展状况和要求,编者经过一年时间编成了实用性较强的《变电站综合自动化模块化培训指导》,其内容涵盖了变电站综合自动化的基础知识、专业知识和相关应用。全书共分九个模块,是一本涵盖电力系统变电站综合自动化技术较全面的现场培训教材。本书由浅入深,可全面学习,也可按模块拆分学习,是专业技术人员学习培训的理想教材。

本书由湖北省电力培训中心高级讲师周立红主编。其中,模块二由方芳和黄光林编写,模块三和模块八由周文编写,模块四由赵亮和明洁编写,模块五和模块六由明洁编写,模块七由江忠耀和崔艳艳编写,其他内容则由周立红编写。

本书在写作的过程中,得到了湖北省电力公司的大力支持,由湖北省电力培训中心副校长王碧聪亲自组织编写与审查。同时,本书的编写还得到了兄弟单位的大力支持,武汉国测科技股份有限公司的陈利军博士后审阅了全书,在此表示深深的感谢。

由于编者水平所限,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2009.6

目 录

前言

模块一	认识变电站综合自动化	1
第一章	变电站综合自动化的概念	1
第二章	变电站综合自动化系统的功能和特点	5
第三章	变电站综合自动化系统的结构	7
第四章	变电站综合自动化系统与现场接口	14
模块二	微机保护知识	21
第一章	微机保护概况	21
第二章	微机保护基本硬件原理	26
第三章	微机保护软件知识	33
第四章	微机保护的抗干扰措施	38
第五章	微机保护装置的调试	42
模块三	基本元件的继电保护原理	47
第一章	基础电路原理	47
第二章	线路保护	49
第三章	变压器保护	66
第四章	电容器保护	78
第五章	小电流接地选线	83
模块四	自动装置及辅助装置介绍	88
第一章	备用电源自投入装置	88
第二章	变电站电压与无功自动控制	95
第三章	同期装置	99
模块五	变电站综合自动化防误闭锁介绍	105
模块六	变电站综合自动化系统其他设备介绍	114
第一章	直流屏	114
第二章	交流屏	120

第三章	模拟屏	120
第四章	独立故障录波装置	125
模块七	变电站综合自动化系统的通信	129
第一章	基本知识	129
第二章	系统通信概念	152
模块八	综合自动化系统的管理与维护	158
第一章	变电站综合自动化系统人机界面	158
第二章	常见问题的发现和处理	174
模块九	认识数字化变电站	198
第一章	了解数字化变电站的概念	198
第二章	了解数字化变电站的结构	203



模块一

认识变电站综合自动化

第一章 变电站综合自动化的概念

学习目标：了解变电站综合自动化系统的发展过程，熟悉变电站综合自动化系统发展方向，掌握变电站综合自动化系统的概念。

入门引导：变电站综合自动化是指应用自动控制技术、信息处理和传输技术，通过计算机系统或自动装置代替人工进行各种运行作业，提高变电站运行、管理水平的一种自动化系统。从1971年美国Intel公司的第一片微处理器问世到16位、32位、64位单片机及Pentium微处理器的开发和应用，给变电站综合自动化系统技术的发展提供了广阔的发展和开拓的空间。

一、变电站综合自动化的发展

20世纪80年代末90年代初期，随着计算机工业的飞速发展，以单片机为主导的保护与监控装置逐渐在电力系统中获得应用，特别是自动化技术融入电力系统使得变电站自动化系统开始完善和迅速发展。

20世纪90年代中后期，全国大多数110kV变电站的保护与监控都采用了变电站自动化系统，基本上实现了无人值班或少人值班。

变电站综合自动化技术的发展经历了以下几个阶段：

20世纪70年代，由研究单位和制造厂家生产出的各种功能的自动装置，如自动重合闸装置，低频自动减负荷装置，备用电源自动投入和各种继电保护装置等，主要采用由晶体管等分立元件构成的自动装置阶段。随着计算机技术的发展，变电站综合自动化的研究工作得以迅速发展。20世纪70年代末期，布线逻辑型远动装置已开始淘汰，微处理器技术的应用使微处理器技术的微机型远动装置问世。微机型远动装置相对于晶体管布线逻辑型设备具有两个明显的优势：①采用数字通信技术取代了原来的编码传输，硬件回路得到极大简化；②用微处理器的软件编程来实现各种逻辑和控制，大大提高了灵活性。这一时期供电网的监控功能以综合自动化为目标迅速发展。在这一时期，日本



电子电气公司成功研究配电变电站的数字控制系统 SCDS-1。

20 世纪 80~90 年代，在变电站自动化方面，大规模集成电路或微处理机代替了原来晶体管等分立元件组成的自动装置，微处理器的智能和计算能力，大规模集成电路的应用使自动装置设备可以发展和应用新的算法，提高了测量的准确度和可靠性，能扩充新的功能，尤其是装置本身的故障自诊断功能。这一时期为以微处理器为核心的智能化自动装置阶段。在这一阶段，国外的变电站综合自动化系统的研究越来越多。美国研究出了 SPCS 变电站保护和控制综合自动化系统。德国的西门子公司也推出了变电站综合自动化系统 LSA 678。我国的清华大学研制的 35kV 变电站微机保护、监测自动化系统在威海投入运行，南京自动化研究院也开发出了 220kV 梅河口变电站综合自动化系统。

20 世纪 90 年代末~21 世纪是变电站综合自动化系统的发展阶段。微机保护广泛应用，使变电站综合自动化技术取得快速进展。我国变电站综合自动化研究取得了很大的进展。北京四方公司的 CSC 2000 系列综合自动化系统，南京南瑞集团公司的 BSJ-220 计算机监控系统，南京南瑞继电保护电气有限公司的 PCS 9000 系列综合自动化系统，上海惠安 Power Comm 2000 变电站自动化监控系统，国电南自 PS 6000 系列综合自动化系统，许昌继电器自动化公司的 CBZ 8000 系列综合自动化系统等，都成功生产并投入运行。变电站综合自动化技术发展的过程如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 变电站综合自动化技术的发展

时间	20 世纪 70 年代	20 世纪 80~90 年代中期	20 世纪 90 年代末期~21 世纪
发展状况	由晶体管等分立元件构成的自动装置阶段	以微处理器为核心的智能化自动装置阶段	变电站自动化系统的发展阶段
代表系统的特点	日本综合数字式保护和控制系统 SDCS-I，其功能如下： (1) 继电保护子系统。 (2) 测量子系统。 (3) 控制子系统	山东威海望岛变电站，其功能如下： (1) 安全监控系统。 (2) 微机保护子系统。 (3) 电压、无功子系统。 (4) 中央信息系统	北京四方公司的 CSC 2000 系列综合自动化系统，其特点如下： (1) 分层式间隔隔离层设备。 (2) 站内通信网。 (3) 变电站层的监控及通信系统。 (4) 监控主站。 (5) 远动工作站

智能化开关、光电式互感器、一次运行设备在线状态检测、变电站运行操作培训仿真等技术日趋成熟，以及计算机高速网络在实时系统中的开发应用，对已有的变电站自动化技术产生了深刻的影响，全数字化的变电站自动化系统已经开始使用。

二、变电站综合自动化的概念

变电站综合自动化是指应用自动控制技术、信息处理和传输技术，通过计算机硬软件系统或自动装置代替人工进行各种运行作业，提高变电站运行、管理水平的一种自动化系统。变电站综合自动化系统是利用先进的计算机技术、现代电子技术、通信技术和信息处理技术等实现对变电站二次设备（包括继电保护、控制、测量、信号、故障录波、自动装置及远动装置等）的功能进行重新组合、优化设计，对变电站全部设备的运行情况执行监视、测量、控制和协调的一种综合性的自动化系统。变电站综合自动化系

统通过内部各设备间相互交换信息、数据共享，完成对变电站的运行监视和控制任务。

国际电工委员会 IEC 对变电站自动化的定义：“变电站自动化系统就是变电站内提供包括通信基础设施在内的自动化，变电站自动化系统的功能是指变电站必须完成的任务。”这些功能包括控制、监视和保护变电站的设备及其馈线；同时，还包括变电站自动化系统的维护功能，即系统组态、通信管理和软件管理等 63 种功能。这些功能可分为 7 个功能组，如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 变电站自动化系统的 7 个功能组

主要功能	远动功能	自动控制功能	计量功能	继电保护功能	保护相关功能	接口功能	系统功能
详细功能	遥信、遥控、遥调、遥测、遥视	VQC、备用电源的自动投入、故障隔离、网络重组等	采用脉冲电能表、机电一体化电能表、软件计算方法	微机保护、变压器保护、母线保护、电容器保护、各种线路保护等	接地选取线、低频减载、故障录波和故障测距	微机防误、GPS、站内空调和火警等其他系统功能	就地监控、调度通信等功能

变电站综合自动化将变电站的一次设备、二次设备、计算机和通信系统以一定的方式连接起来，形成一个综合自动化系统。双以太网变电站综合自动化系统的结构如图 1-1-1 所示。

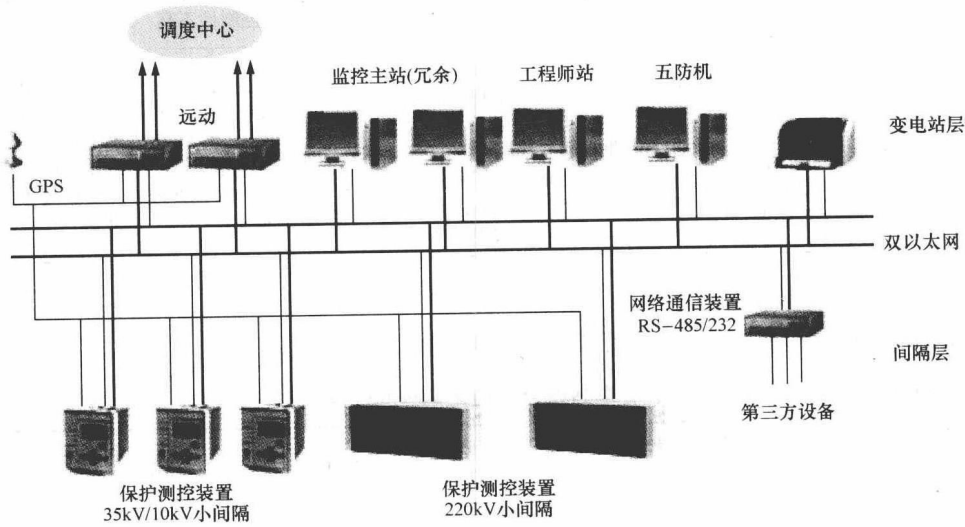


图 1-1-1 双以太网变电站综合自动化系统的结构图

变电站综合自动化系统的形成和发展是现代科学技术、计算机技术和通信技术快速发展的必然。随着计算机软件技术的开发，变电站的继电保护和自动装置得到根本的改进和完善。利用微机技术实现的微机保护、微机监控、微机远动、微机录波装置等技术的应用，为变电站综合自动化系统提供了更广阔的发展空间。

三、常规变电站与综合自动化变电站的比较

(一) 常规变电站

常规变电站有控制室、设备区、配电室、电容器室等部分。其中控制室有中央信号屏、

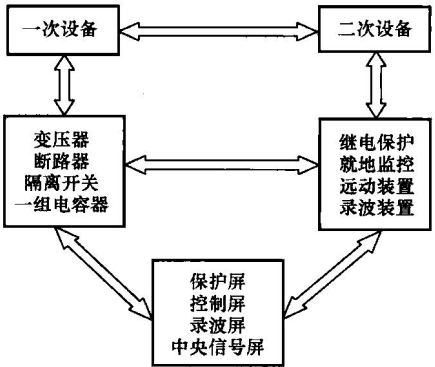


图 1-1-2 常规变电站的连接框图

控制屏、录波屏、保护屏、直流屏等设备系统。每一台一次设备都与这些屏有关，每个设备的电流互感器都要分别引到这些屏上。

(1) 常规变电站一、二次设备继电保护与主控室之间的关系，即常规变电站的连接框图如图 1-1-2 所示。

(2) 常规变电站存在的不足。
现代大容量发电机组的不断投入和超高压远距离输电和大电网的出现，使电力系统的安全控制更加复杂化，常规变电站若依然按照原来的方式运行，人工抄表、记录，人工操作原来变电站的旧设备，必然不能满足安全、稳定运行的要求。常规变电站存在的不足包括：信息难以共享；设备之间不具备互操作性；系统的可扩展性差；系统的可靠性受二次电缆的影响较大。具体不足之处如表1-1-3所示。

表 1-1-3 常规变电站存在的不足

不足之处	安全性、可靠性不高	占地面积大	电能质量可控性不高	实时计算和控制性不高	维护工作量大
具体情况	继电保护、自动装置、远动装置等结构复杂，可靠性不高，自身没有诊断能力，主要靠检修和拒动或误动来发现问题	传统变电站二次设备体积大、笨重，继电保护屏和控制屏占地面积大	电能质量主要指标是电压、频率和波形。而常规站衡量电能质量主要指标只是电压和频率，不能对谐波进行有效考虑和监视	不能向调度中心及时提供运行参数；一些遥测、遥信信息无法实时送往调度中心	常规的继电保护和自动装置易受环境温度的影响，继电保护的整定值必须停电检查，工作量大

(二) 综合自动化变电站

变电站综合自动化系统的优点如表 1-1-4 所示。

表 1-1-4 变电站综合自动化系统的优点

系统优点	在线运行可靠性高	减少控制电缆，占地面积小	电能质量好，可控性高	运行管理自动化水平高	维护调试方便
具体情况	用软件实现在线实时的对有关硬件电路自检，具有故障诊断功能。具有很强的综合判断分析能力，微机自动装置具有故障自诊断功能	(1) 采用计算和通信技术，实现了资源共享的信息共享。 (2) 采用大规模集成电路，结构紧凑、体积小、功能强、占地面积小	有电压、无功自动控制功能，能保证电力系统设备和各种电器的安全，使无功潮流合理调节分配、降低网损，节约电能损耗	(1) 监视、测量、记录、抄表等工作都由计算机自动进行，既提高了精确度，又避免了人为的干预。各种操作记录都有事件记录。 (2) 具有与上级调度通信功能，可随时将检测到的数据及时送往调度中心，使调度员及时掌握各变电站的运行情况，还能对它进行必要的调节和控制	(1) 各子系统有故障判断能力，系统内部有故障时能自检出故障部位，缩短了检修时间。 (2) 微机保护和自动装置的定值可在线读出，节约定期对定值时间

与变电站传统电磁式二次系统相比，在体系结构上，变电站综合自动化系统增添了“变电站主计算机系统”和“通信控制管理”两部分。在二次系统具体装置和功能实现



上, 计算机化的二次设备代替和简化了非计算机设备, 数字化的处理和逻辑运算代替了模拟运算和继电器逻辑运算; 在信号传递上, 数字化信号传递代替了电压、电流模拟信号传递。数字化使变电站综合自动化系统与传统变电站二次系统相比, 数据采集更精确、传递更方便、处理更灵活、运行维护更可靠、扩展更容易。

较为典型的变电站综合自动化系统结构体系为:

(1) 在低压无人值班变电站里, 取消或者简化变电站主计算机系统。

(2) 在实际的系统中, 更为常见的是将部分变电站自动化设备(如微机保护、RTU)与变电站二次系统中电磁式设备(如模拟式指针仪表、中央信号系统)揉在一起, 组成一个系统运行。这样, 既提高了变电站二次系统的自动化水平, 改进了常规系统的性能, 又不需投入更多的财力和物力。

四、能力训练

(一) 判断题

1. 20 世纪 70 年代是由晶体管等分立元件构成的自动装置阶段。 ()
2. 20 世纪 70 年代末期, 主要采用布线逻辑型远动装置。 ()
3. 20 世纪 80~90 年代是以微处理器为核心的智能化自动装置阶段。 ()
4. 国际电工委员会 IEC 对变电站自动化的定义: “变电站自动化系统就是变电站内提供包括通信基础设施在内的自动化, 变电站自动化系统的功能是指变电站必须完成的任务。” ()
5. 常规变电站的优点是安全稳定, 但是信息难以共享, 设备之间不具备互操作性, 系统的可扩展性差。 ()

6. 综合自动化变电站最大的优点是存在在线实时对软件的自检查功能。 ()

(二) 问答题

1. 常规变电站有哪些不足之处?
2. 简述综合自动化变电站的概念。
3. 变电站的综合自动化系统有哪 7 个功能组?

第(二)章 变电站综合自动化系统的功能和特点

学习目标: 了解变电站综合自动化系统的内容, 熟悉变电站综合自动化系统的要求, 掌握变电站综合自动化系统的功能和特点。

入门引导: 变电站综合自动化是一门多专业的综合技术, 它以微型计算机为基础, 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。

一、变电站综合自动化系统的要求

变电站作为整个电网中的一个节点, 担负着电能传输、分配的监测、控制和管理任务。变电站继电保护、监控自动化系统是保证上述任务完成的基础。在电网统一指挥



和协调下，电网各节点（如变电站、发电厂）具体实施，保障电网安全、稳定、可靠运行。因此，变电站综合自动化系统是电网自动化系统的一个重要组成部分。变电站自动化系统应满足的要求如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 变电站综合自动化系统应满足的要求	
要 求	具 体 情 况
变电站综合自动化系统应能全面代替常规的二次设备	微机保护子系统、测量子系统、各种功能的控制子系统代替常规继电保护、仪表、中央信号、模拟屏、控制屏和运行控制装置
变电站综合自动化系统的功能和配置应满足无人值班的需要	变电站综合自动化系统的功能设计，要从安全、稳定运行、提高经济效益考虑和提高电网基础自动化水平出发，其软、硬件的配置必须考虑与上级调度通信的能力，向集控站的方向发展，以满足和促进无人值班的实施
微机保护的软、硬件符合变电站综合自动化系统的要求	(1) 变电站的微机保护的软、硬件既要与监控系统相对独立，又要相互协调。任何部分故障只影响局部，不影响保护子系统的正常工作。 (2) 微机保护装置应用串行接口或现场总线接口，向计算机监控系统或 RTU 提供保护动作信息、继电保护定值等信息
具有较高的可靠性和较强的抗干扰能力，并能检测电网故障，尽快隔离故障部分	变电站综合自动化系统各子系统要相对独立，并具有自诊断和自恢复功能，任一部发生分故障时，应通知监控主机发出告警指示，并能迅速将自诊断信息送往调度中心
具有可靠、先进的通信网络和合理的通信协议	具有可靠、先进的通信网络和合理的通信协议并能利用数字通信的优势，实现数据共享
具有优质的实时数据管理系统	实时数据管理是计算机监控系统的核心，系统数据采集处理是整个综合自动化系统性能的关键
系统的标准化程度高，可扩展性和适应性好	各种产品应符合国家或部颁标准，系统的开放性好，便于扩展或升级，与原有设备以及各站之间有较好的协作性，能根据不同要求，组成不同规模 and 不同技术等级的系统

二、变电站综合自动化系统的基本功能

变电站综合自动化系统包含多专业的综合性技术，它以微机为基础来实现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，实现对电网运行管理的变革。变电站从一次设备、二次设备、继电保护、自动装置、载波通信等与现代的计算机硬、软件系统和微波通信以及 GIS 组合电器等相结合，使变电站走向综合自动化和小型化。变电站综合自动化系统的基本功能主要体现在六个方面，如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 变电站综合自动化系统的基本功能						
功能	监控子系统功能	微机保护子系统功能	自动装置子系统功能	远动和通信功能	变电站系统综合功能	系统在线自诊断功能
具体功能	数据采集、事件顺序记录、故障测距和录波、控制功能、安全监视和人机联系功能	通信与测控方面的故障应不影响保护正常工作。微机保护还要求保护的 CPU 及电源均保持独立	备用电源自动投入装置、故障录波（系统动态故障录波）装置等与微机保护子系统应具有各自的独立性	变电站与各间隔之间的通信功能；综合自动化系统与上级调度之间的通信功能，即监控系统与调度之间通信，故障录波与测距的远方传输功能	通过信息共享实现变电站 VQC（电压无功控制）功能、小电流接地选线功能、自动减载功能、主变压器经济运行控制功能	系统应具有自诊断到各设备的插件级和通信网络的功能

三、变电站综合自动化系统的特点

从前述的变电站综合自动化系统基本功能的介绍可以看出，变电站综合自动化系统

具有：功能综合化（其综合的程度可以因不同的技术而异）、结构微机化、测量显示数字化、操作监视屏幕化、运行管理智能化等特点，如表 1-2-3 所示。

表 1-2-3 变电站综合自动化系统的特点

特点	功能综合化	结构微机化	测量显示数字化	操作监视屏幕化	运行管理智能化
具体特点	(1) 微机监控系统综合了原来的仪表、控制屏、模拟屏、变送屏、远动装置、中央信号系统功能。 (2) 微机保护子系统综合了全部自动装置、故障录波、故障测距及小电流选线功能	变电站综合自动化系统由各个不同的子系统组成，通过网络将微机监控、微机保护、自动装置等各子系统连接起来	用 CRT 显示器表示仪表数字，或由计算机软件代替原来的常规仪表	监视系统由 CRT 画面显示运行的实时数据的一次主接线图表示，设备异常或事故时用语音报警及文字提示	运行管理采用的是计算机软件，对变电运行班组管理系统、继电保护、自动装置、定值管理系统、倒闸操作、模拟仿真系统、故障诊断及事故恢复的专家系统等实现了智能化的管理

四、能力训练

1. 变电站综合自动化系统有哪些要求？
2. 变电站综合自动化系统有哪些功能？
3. 变电站综合自动化系统有哪些特点？

第 ③ 章 变电站综合自动化系统的结构

学习目标：了解变电站综合自动化系统的几种模式，掌握变电站综合自动化的几种结构。

入门引导：变电站综合自动化系统结构从变电站监控系统网络结构的角度分析，目前变电站综合自动化系统结构类型主要分为集中式、分层布式和分散分布与集中相结合三大类。结合面向对象的分层分布式结构设计，提出了一种新型的变电站自动化系统体系四层结构，重点是解决通信管理层中的电力通信规约转换问题和信息管理层中的变电站信息综合管理问题。

变电站自动化系统结构的发展进程经历三个阶段：第一阶段由集中配屏，以装置为核心的方式分散下放到开关柜，以系统为核心的方向发展。第二阶段由单一功能、相对独立向多功能、一体化过渡。第三阶段由传统的一次、二次设备相对分离向相互融合方向发展，如表 1-3-1。

表 1-3-1 变电站综合自动化系统的几种模式

模式	传统型模式	“就地”、“小间”模式	智能型集成式开关设备
具体情况	继电器屏、控制屏全部集中布置在控制室、继电器室内。整个微机监控系统的所有设备全部设在一起，就地连接成一个完整的系统	继电保护及监控设备直接布置到被控对象附近。可分为全下放和半下放两种方式。全下放布置将保护和监控设备一一对应，直接安装在其服务的主设备旁。半下放布置将保护和监控设备布置到主设备附近即开关场内	以 PASS 系统为例，二次设备与一次设备联系简洁，每相仅有三根光缆，无须隔离变压器、变流器及大量的继电器



续表

模式	传统型模式	“就地”、“小间”模式	智能型集成式开关设备
主要优点	便于巡视和维护	(1) 减少占地及建筑面积。 (2) 大幅度的缩短电缆及减少相关投资	(1) 变电站内二次设备全部微机化。 (2) 新型 TV、TA 的输出是数字信号，并以光纤引出，节省投资，提高系统的电磁兼容(EMC) 水平。 (3) 很好地解决了绝缘问题。GIS 采用 SF ₆ 绝缘，TV 采用分压器，TA 采用“Rogowski”线圈，它们仅提供信号，不提供能量。 (4) 通信采用“星型光纤耦合器”，采用通用的通信规约，构成开放性体系。 (5) 节省占地面积 50%，价格与原产品相当

一、变电站综合自动化的结构

(一) 集中式网络结构的综合自动化系统

1. 集中式网络结构

集中式就是集中采集信息，集中运算处理。集中式结构的微机保护、微机监控与调度通信功能是由不同的微机来完成的。集中式自动化的综合结构是以监控主机为中心，向各保护和测控端口伸延所形成的网络结构。系统的硬件装置、数据处理均集中配置，采用由前置机和后台机构成的集控式结构，由前置机完成数据输入/输出、保护、控制及监测等功能，后台机完成数据处理、显示、打印及远方通信等功能。集中式结构自动化的综合自动化系统结构框图如图 1-3-1 所示。

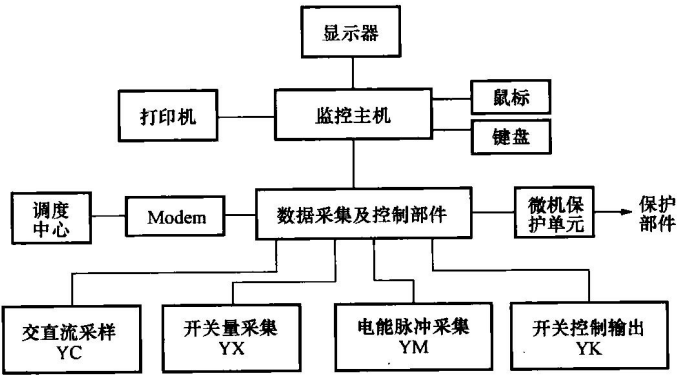


图 1-3-1 集中式变电站综合自动化系统结构框图

2. 集中式结构的优、缺点（见表 1-3-2）

表 1-3-2 集中式结构的优、缺点

优点	能实时采集变电站中各种设备的模拟量、脉冲量、开关状态量，并建立实时数据库，处理和产生所需要的信息	通过 CRT 显示负荷曲线，变电站的主接线图、自动显示事故点的画面信息	系统或某一条线路发生故障时，能自动记录故障前后的信息	造价低，适合小型变电站的新建或改造
缺点	一台计算机故障，影响面大，需采用双机系统来提高可靠性	软件复杂，修改工作量大，调试麻烦	组态不灵活，对不同接线或规模不同的变电站，软、硬件都必须另行设计	集中式保护，不直观，不利于运行人员监护，调试和维护不方便。有一定的局限性

集中式结构前置机管理任务繁重、引线多，形成了信息“瓶颈”，降低了整个系统的可靠性。在前置机故障的情况下，将失去当地及远方的所有信息及功能、软件复杂、系统调试麻烦、精度低、维护工作量大、易受干扰、扩容灵活性差。

(二) 分层分布式结构的综合自动化系统

1. 分层分布式结构

分层分布结构分布、分层化是指综合自动化系统是一个分布式系统，其中微机保护、数据采集和控制以及其他智能设备等子系统都是按功能模块结构设计的，采用主从CPU 协同工作方式，各功能系统之间是不能通信的，监控主机与各功能子系统的通信采用总线方式实现。每个子系统可能有多个 CPU 分别完成不同功能，多 CPU 系统提高了处理并行多发事件的能力。这样一个庞大 CPU 群构成一个完整的、高度协调的有机综合系统，往往有几十个甚至更多的 CPU 同时并列运行，以实现变电站自动化的所有功能。

分层分布式结构共分三层：管理层、站控层和间隔层，其示意图如图 1-3-2 所示。

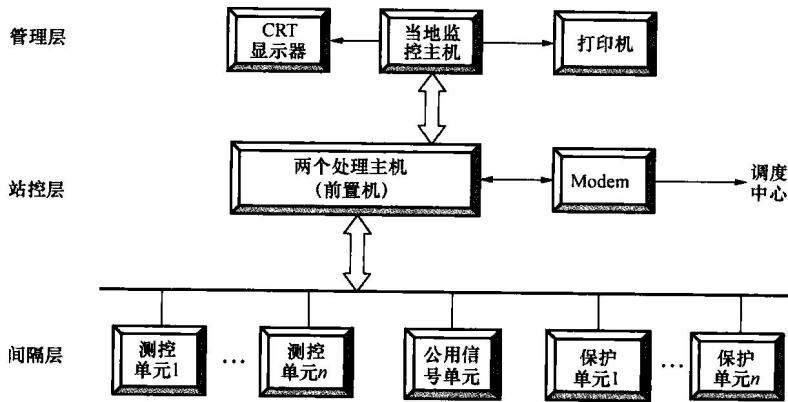


图 1-3-2 变电站的分层分布系统结构示意图

管理层：由一台或多台微机组成，其主要功能是数据处理、画面显示、打印和谐波分析计算功能。

站控层：由一、两个主处理机和通信控制器组成。主要功能是：作为数据集中处理和保护管理，担负着上传下达的重要任务。

间隔层：测量、监视、断路器的操作控制和连锁及事件顺序记录等。

2. 分层分布式结构的优、缺点（见表 1-3-3）

表 1-3-3 分层分布式结构的优、缺点			
优点	方便系统运行维护与扩展	局部故障不影响其他屏柜的正常运行	数据传输瓶颈问题得以解决，提高了系统的实时性
缺点	按同一种功能组屏，屏内可能装有多 个不同的间隔的装置，给维修带来不方便	同一间隔层内的测控装置被放在不同屏柜、不同位置，使连接电缆繁杂而增多	组态不灵活，对不同接线或规模不同的变电站，软、硬件都必须另行设计



(三) 分散分布式与集中相结合的综合自动化系统

1. 分散分布式与集中相结合结构

分散分布式结构是将功能分布和物理分散两者有机结合，分布是指按功能组屏；分散是就设备而言，是按层分散。分散分布与集中相结合的方式能在间隔层内完成的功能一般不依赖通信网络，如保护功能本身不依赖于通信网络。采用“面向对象”即面向电气一次回路或电气间隔（如一条出线、两台变压器、一组电容器等）的方法进行设计的，间隔层中各数据采集、监控单元和保护单独做在一起，设计在同一机箱中，并将这种机箱就地分散网络由站控机对它们进行管理和交换信息。安装在开关柜上或其他一次设备附近。这样各间隔单元的设备相互独立，仅通过光纤或电缆联系。

这种组态模式集中了分布式的全部优点，此外还最大限度地压缩了二次设备及其繁杂的二次电缆，节省土地投资。这种结构形式本身配置灵活，从安装配置上除了能分散安装在间隔开关柜上以外，还可实现在控制室内集中组屏，即一部分集中在低压开关室内分别组屏（如 6~35kV 的配电线路）等。这种配电线路的保护和测控单元分散安装在开关柜内，而高压线路保护和主变压器保护装置等采用集中组屏的系统结构称为分散和集中相结合的结构。分散分布式和集中相结合结构示意图如图 1-3-3 所示。

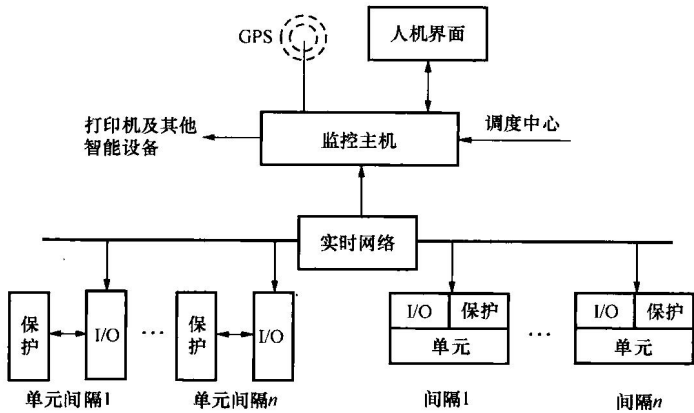


图 1-3-3 分散分布式和集中相结合结构示意图

2. 分散分布式与集中相结合结构的优点

分散分布式结构是按每个电网元件为对象，集测量、保护、控制为一体，设计在同一机箱中。对于 6~35kV 的配电线路，可以将这个一体化的保护、测量、控制单元分散安装在控制室内，如表 1-3-4 所示。

表 1-3-4 分散分布式与集中相结合结构的优点

优点	便于调试与安装	缩小了主控室占地面积	经济效益好	可靠性高、组态灵活、检修方便
具体优点	各间隔单元数据采集和开关量 I/O 的测控及保护装置分别就地安装在一次设备附近的小保护室内，调试工期短，减少了安装的工程量	由于配电线路和保护测控单元分散安装在各开关柜内，且就地安装，因此主控室的面积大大减小	各小保护室的建立减少了与二次设备联系的二次电缆，节省投资，也因而减少了事故发生的概率	在间隔层内可独立完成保护和监控功能，而不依赖通信网络