

变电站 综合自动化 实操培训教程

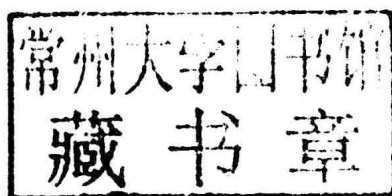
武汉供电公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

变电站 综合自动化 实操培训教程

武汉供电公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为实施“人才强企”战略,培养和造就一支结构合理、素质优秀、能力突出的高素质员工队伍。武汉供电公司人力资源部与培训中心,在广泛调研的基础上,针对电力行业的发展状况和要求,经过近一年的时间编写了本书。

本书共分三篇,第一篇详细介绍变电站综合自动化基本知识、通信知识,以及实际变电站的结构、接线方式等基本概念;第二篇是针对继电保护人员编写的综合自动化系统实操部分,详细介绍了日常工作中继电保护人员所需要使用的功能和常见故障的分析及处理;第三篇是针对变电运行人员编写的综合自动化实操部分,包括综合自动化后台信息调看、遥控操作等。

本书可作为地市级电网企业从事继电保护专业维护人员及变电运行人员的培训教材,也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

变电站综合自动化实操培训教程/武汉供电公司组编. —北京:
中国电力出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-5123-3347-5

I. ①变… II. ①武… III. ①变电所-自动化技术-教材 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 170295 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 16 印张 282 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

编 委 会

主 任	畅 刚	傅景伟		
副 主 任	冷玉奇	梅 欣	张若锋	靖晓平
	彭泽君	张小平	彭小华	余晓锋
委 员	张 宁	宋跃华	程 皞	张丽鸣
	郭 伟			
编写人员	曾令岳	王 彦	周革胜	贺志锋
	肖乾兴	丁 俊	王学民	李 豪
	杨 晖	杨 帆	杨 峰	康 明
	欧阳路军	艾艳荣	陈 雄	
审稿人员	杨丙权	张丽鸣	姚 勇	李 刚
	乐望梅	蔡俊峰	曾令岳	贺志锋
	张 杰	(北京四方继保自动化股份有限公司)		
	王晓斌	(许继电气股份有限公司)		

前 言



随着计算机在电力工业的深化应用,综合自动化变电站的广泛普及,我国变电站自动化技术已经达到一定水平,不仅在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,降低了投资,推动了我国电力事业的发展。同时对电力系统变电运行、继电保护及自动化维护人员的素质提出了更高的要求。

企业发展,人才为本,教育培训是关键。

为实施“人才强企”战略,培养和造就一支结构合理、素质优秀、能力突出的高素质员工队伍。武汉供电公司人力资源部与培训中心,在广泛调研的基础上,经过近一年的时间编写了实用性、针对性较强的《变电站综合自动化实操培训教程》。本书在对综合自动化系统原理、系统结构与接线,综合自动化系统的通信及应用规程进行深入讲解的基础上,以实际变电站为操作对象,对综合自动化系统的操作与维护进一步详细讲解。本书强调系统、简捷、实用,着重解决目前综合自动化变电站运行的实际问题,为综合自动化变电站运行、操作及事故处理等提供指导和帮助。

本书共分三篇,第一篇是基础知识,详细介绍变电站综合自动化基本知识、通信知识,以及实际变电站的结构、接线方式等基本概念,使读者对变电站综合自动化建立一个初步概念。第二篇是针对继电保护人员编写的综合自动化系统实操部分,以北京四方继保自动化股份有限公司和许继电气股份有限公司两个厂家的变电站综合自动化系统为例,详细介绍了日常工作中继电保护人员所需要使用的功能和常见故障的分析及处理。第三篇是针对变电运行人员编写的综合自动化实操部分,包括综合自动化后台信息调看、遥控操作等。

本书采用模块化结构编制,针对实际工作中的不同工作性质将培训内容共分两大模块单元(继电保护检修人员和变电运行人员,其侧重点各不相同)和

若干个培训子模块，主要针对继电保护岗位和变电运行岗位的普通员工、工作负责人、班站长三个层次必备的知识要求、技能要求、综合素质要求与培训考核要求。本书层次分明，目标明确，内容具体，具有较强的实践性、适用性和可操作性。

本书是在武汉供电公司多年从事继电保护和变电运行方面有关专家、技术骨干和内训师的共同努力下完成的。按照简单、适用、可靠的原则，编者对本书进行了多次修改完善。衷心希望本书的推出，能规范变电站综合自动化系统及设备的操作方法和执行标准，能为供电企业变电站运行、检修、维护和事故处理工作提供有益的帮助。

尽管编写人员付出了很大的努力，但由于各供电企业的管理模式及装备水平不尽相同，加之编写人员的实际工作经验和技术水平有限，不妥之处在所难免。编者真诚希望使用本书的各类人员不吝批评指正，以便进一步修改完善。

编 者

2012 年 2 月

目 录

前言

第一篇 基础知识

第一章 变电站综合自动化基本知识	3
第一节 变电站综合自动化基本概念	3
第二节 变电站综合自动化的功能	4
第三节 变电站综合自动化的结构模式	7
第四节 变电站综合自动化的网络结构模式	10
第二章 通信技术基础	15
第一节 通信基本概念	15
第二节 通信网的组成及分类	16
第三节 现代通信网特点	17
第四节 以太网的工作原理	27
第五节 IEC 60870—5—104 远动规约简介	33
第三章 某培训变电站综合自动化系统简介	43
第一节 硬件设备	43
第二节 综合自动化系统	44

第二篇 综合自动化实操培训——继保人员

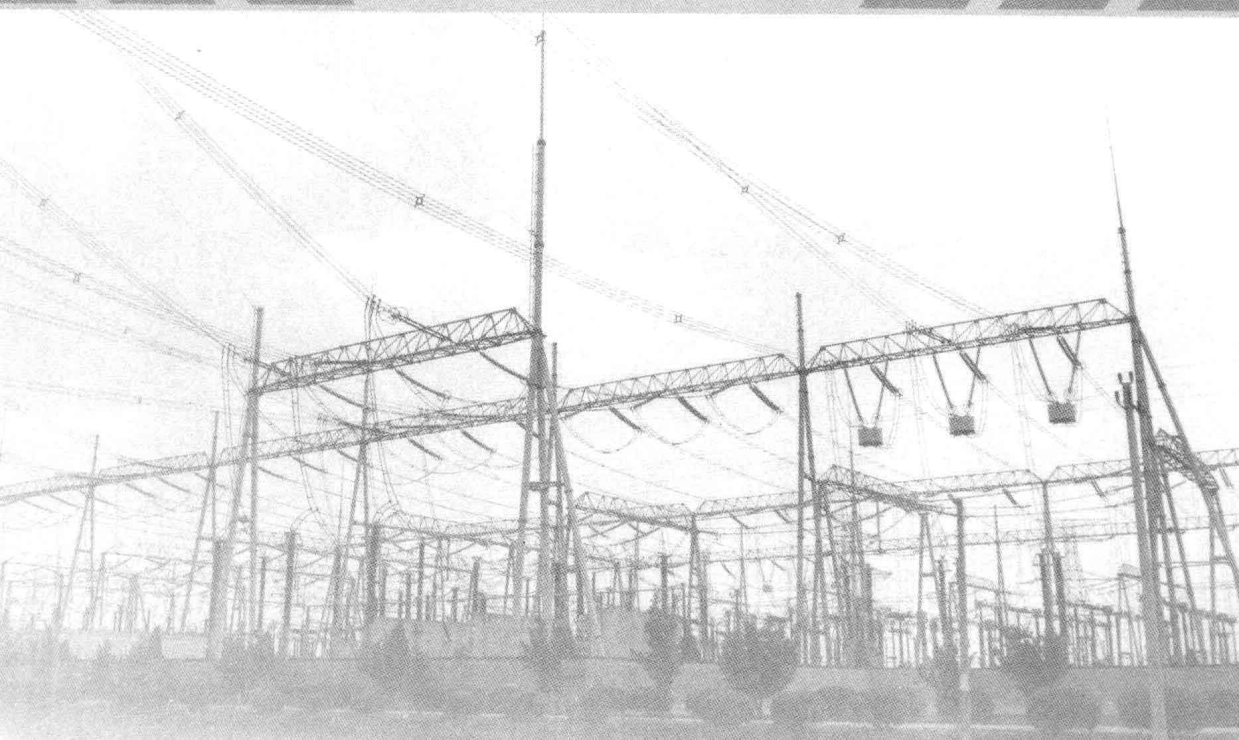
第一章 后台操作	51
第一节 许继后台监控系统介绍	51
第二节 四方综合自动化系统	75
第二章 保护装置校验	100
第一节 许继保护装置校验	100
第二节 许继测控装置校验	106
第三节 四方保护装置校验	108

第四节	CSI200E 测控装置校验	126
第五节	变压器 CSI200E 测控装置校验	145
第六节	公用 CSI200E 测控装置校验	147

第三篇 综合自动化实操培训——运行人员

第一章	变电站综合自动化后台信息查询	151
第一节	信息量	151
第二节	报警查询	152
第二章	报表及曲线管理	158
第一节	报表管理	158
第二节	曲线管理	208
第三章	综合自动化与五防的联系以及综合自动化系统的巡视检查	215
第一节	综合自动化与五防的联系	215
第二节	综合自动化系统的巡视检查	217
第四章	操作	220
第一节	CBZ8000 遥控操作	220
第二节	CSC2000 (V2) 遥控操作	222
第三节	CSC2000 遥控操作	223
第五章	综合自动化部分的验收	225
第一节	间隔层功能验收	225
第二节	变电站层功能验收	225
第三节	与监控中心传输功能验收	226
第四节	技术资料及附件交接	226
第六章	CBZ8000 常见故障分析及处理	227
第七章	故障录波的调看	232
第一节	许继录波调用	232
第二节	四方录波调用	233
第八章	保护定值的查看	240
第一节	许继定值的调看、打印	240
第二节	四方定值的调看、打印	242
参考文献		248

第一篇 基础知识



第一章

变电站综合自动化基本知识

第一节 变电站综合自动化基本概念

一、变电站综合自动化的发展

变电站自动化是在计算机技术和网络通信技术的基础上发展起来的。中国的变电站自动化工作起步较晚，大约从 20 世纪 90 年代开始。初始阶段主要研制和生产集中式的变电站自动化系统，20 世纪 90 年代中期开始研制分散式变电站自动化系统，与国外先进水平相比，约有 10 年的差距。许多高校、科研单位、制造厂家以及规划设计、基建和运行部门在学习和借鉴国外先进技术的同时，共同努力继续开发更加符合中国国情的变电站自动化系统。

二、变电站综合自动化系统的基本概念

变电站自动化是将变电站的二次设备（包括继电保护、控制、测量、信号、自动装置及远动装置等），经过功能组合和优化设计，利用先进的计算机技术、现代通信技术和信息处理技术，对变电站全部设备的运行实施自动监视、测量、控制和协调的一种综合性自动化系统，它为变电站无人值班提供了强有力的现场数据采集及监控支持，实现了高水平的无人值班管理。

变电站综合自动化系统体系由数据采集和控制、继电保护、直流电源系统三大块构成。通信控制管理是桥梁，联系变电站内部各部分之间、变电站与调度控制中心之间的数据交换。

三、术语和定义

变电站自动化系统（Substation Automation System，简称 SAS），是指运行、保护和监视控制变电站一次系统的系统，实现变电站内自动化，包括智能电子设备和通信网络设施。

互操作性（Interoperability），是指来自同一或不同制造商的两个以上智能电子设备交换信息、使用信息以正确执行规定功能的能力。

开入、开出，统称为开关量，开出量是保护装置向外部提供的空接点（不带电位），供给外部设备使用的；开入量是来自保护装置外部的空接点，由其他装置或设备提供（供保护装置使用），由保护装置提供电源，如开关跳闸等。

事件顺序记录系统 (Sequence of Event, 简称 SOE, 可以记录故障发生的时间和事件的类型, 比如某开关××时××分××秒××毫秒发生什么类型的故障等。

数据采集与监视控制系统 (Supervisory Control And Data Acquisition, 简称 SCADA), 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。作为能量管理系统 (EMS 系统) 的一个最主要的子系统, 有着信息完整、提高效率、正确掌握系统运行状态、加快决策、能帮助快速诊断出系统故障状态等优势, 现已经成为电力调度不可缺少的工具。

制造报文规范系统 (Manufacturing Message Specification, 简称 MMS), 是 ISO/IEC9506 标准所定义的一套用于工业控制系统的通信协议。MMS 规范了工业领域具有通信能力的智能传感器、智能电子设备 (IED)、智能控制设备的通信行为, 使出自不同制造商的设备之间具有互操作性。

设备状态监测 (On-Line Monitoring of Equipment), 是指通过传感器、计算机、通信网络等技术, 获取设备的各种特征参量并结合专家系统分析, 及早发现设备潜在故障。

局域网和广域网。网络技术可划分为以下两组基本技术: 局域网 (LAN) 技术, 可在相对较近的距离内 (通常在同一个建筑物内) 将许多设备连接在一起; 广域网 (WAN) 技术, 可将相距几十千米的设备连接在一起, 但能够连接的设备数量较少。例如, 如果两个位于城市两端的图书馆希望共享图书目录信息, 那么便可以使用广域网技术进行连接, 这可能需要从当地电话公司租用一条专线来专门传输它们的数据。与广域网相比, 局域网的速度更快, 也更为可靠, 但是技术的不断发展已经使它们之间的界限变得越来越模糊。借助光纤, 可使用局域网技术连接相距数十千米远的设备, 同时还能极大地提升广域网的速度和可靠性。

第二节 变电站综合自动化的功能

变电站自动化系统功能很多, 除了必须保证所选系统功能满足变电站的需要之外, 还要求技术有一定的先进性, 防止由于功能欠缺影响系统以后的安全运行或很快过时。变电站自动化系统所应具备的功能概括如下。

一、微机保护功能

微机保护功能是指对变电站内所有的电气设备进行保护,包括线路保护、变压器保护、母线保护、电容器保护及备用电源自动投入装置、低频减负荷等安全自动装置。各类保护应具有下列功能:①故障记录;②存储多套定值;③显示和当地修改定值;④与监控系统通信。根据监控系统命令发送故障信息,动作序列。当前整定值及自诊断信号。接收监控系统选择或修改定值,校对时钟等命令。通信应采用标准规约。

二、数据采集功能

数据采集功能包括状态数据、模拟数据和脉冲数据。

1. 状态量采集

状态量包括断路器状态、隔离开关状态、变压器分接头信号及变电站一次设备告警信号等。目前这些信号大部分采用光电隔离方式输入系统,也可通过通信方式获得。

保护动作信号则采用串行口(RS232 或 RS485)或计算机局域网通过通信方式获得。

2. 模拟量采集

常规变电站采集的典型模拟量包括各段母线电压、线路电压、电流和功率值,馈线电流、电压和功率值、频率、相位等。此外还有变压器油温、变电站室温等非电量的采集。

模拟量采集精度应能满足 SCADA 系统的需要。

3. 脉冲量

脉冲量主要是脉冲电能表的输出脉冲,也采用光电隔离方式与系统连接,内部用计数器统计脉冲个数,实现电能测量。

三、事件记录和故障录波测距功能

事件记录应包含保护动作序列记录和开关跳合记录。其 SOE 分辨率一般为 1~10ms,以满足不同电压等级对 SOE 的要求。

变电站故障录波可根据需要采用两种方式实现:一种是集中式配置专用故障录波器,并能与监控系统通信;另一种是分散型,即由微机保护装置兼作记录及测距计算,再将数字化的波型及测距结果送监控系统由监控系统存储和分析。

四、控制和操作闭锁功能

操作人员可通过键盘在屏幕所显示的画面上对断路器、隔离开关、变压器分接头、电容器组投切进行远方操作。为了防止系统故障时无法操作被控设

备，在系统设计时应保留人工直接跳合闸手段。操作闭锁应具有以下内容：

- (1) 电脑五防及闭锁系统。
- (2) 根据实时状态信息，自动实现断路器、隔离开关的操作闭锁功能。
- (3) 操作出口应具有同时操作闭锁功能。
- (4) 操作出口应具有跳合闭锁功能。

五、同期检测和同期合闸功能

由于实现电网互联是必然趋势，故负责系统联络线、联络变压器的枢纽变电站仍需配置自动同期装置。该功能可以分为手动和自动两种方式实现。可选择独立的同期设备实现，也可以由微机保护软件模块实现，使待并列的两个系统在电压、频率、相位角都能满足条件的情况下对其进行并列操作，这部分功能也应纳入自动化系统。

六、电压和无功的就地控制

无功和电压控制一般采用调整变压器分接头、投切电容器组、电抗器组、同步调相机等方式实现。操作方式可手动可自动，人工操作可就地控制或远方控制。

无功控制可由专门的无功控制设备实现，也可由监控系统根据保护装置测量的电压、无功和变压器抽头信号通过专用软件实现。

七、数据处理和记录

历史数据的形成和存储是数据处理的主要内容，它包括上一级调度中心，变电管理和保护专业要求的数据，主要有：

- (1) 断路器动作次数。
- (2) 断路器切除故障时截断容量和跳闸操作次数的累计数。
- (3) 输电线路的有功、无功；变压器的有功、无功；母线电压定时记录的最大值、最小值及其时间。
- (4) 独立负荷有功、无功，每天的峰谷值及其时间。
- (5) 控制操作及修改整定值的记录。

根据需要，该功能可在变电站当地全部实现，也可在远动操作中心或调度中心实现。

八、人机联系

人机联系是指计算机操作人员或用户与计算机之间通过控制台或终端显示屏幕，以对话方式进行联系的一种工作方式，也称人机对话。变电站操作人员或调度员可以面对显示器的屏幕，通过鼠标和键盘来了解全站的运行情况和运行参数，也可对全站的断路器和隔离开关等进行分、合操作。



九、系统的自诊断功能

系统内各插件应具有自诊断功能, 自诊断信息也像被采集的数据一样周期性地送往后台机和远方调度中心或操作控制中心。

十、与远方控制中心的通信

与远方控制中心的通信功能在常规远动“四遥”的基础上增加了远方修改整定保护定值、故障录波与测距信号的远传等, 其信息量远大于传统的远动系统。

根据现场的要求, 系统应具有通信通道的备用及切换功能, 保证通信的可靠性, 同时应具备同多个调度中心不同方式的通信接口, 且各通信口及 Modem 应相互独立。保护和故障录波信息可采用独立的通信与调度中心连接, 通信规约应适应调度中心的要求, 符合国标及 IEC 标准。

十一、对时系统

对时要求是变电站自动化系统的最基本要求。110kV 枢纽变电站和 220kV 变电站要求系统具有 GPS 对时功能, 要求对变电站层设备和间隔层 IED 设备(包括智能电能表等)均实现 GPS 对时。并具有时钟同步网络传输校正措施。110kV 终端站、35kV 变电站不要求 GPS 对时功能, 但要求具有一定精度的站内系统对时功能, 定时完成由系统主机或由调度端发出的对站内间隔层设备的对时功能。

十二、防火、保安系统

由于值班人员的减少和自动化系统功能的完善, 消防、保卫自动监视设备也应纳入变电站自动化系统一并考虑, 要求能及时将烟雾、温度、案情等报警信息传送给值班人员或上级调度中心。对于按无人值班设计的变电站, 更应该重视这部分功能的实现。

第三节 变电站综合自动化的结构模式

目前国内应用较广泛的变电站自动化系统的结构形式主要有三种类型, 即集中式、全分散式、分散与集中式。

一、集中式

集中式结构的变电站自动化系统是指采用不同档次的计算机, 扩展其外围接口电路, 集中采集变电站的模拟量、开关量和数字量等信息, 集中进行计算与处理, 分别完成微机控制、微机保护和一些自动控制等功能。这种系统结构紧凑, 体积小, 可减少占地面积, 造价低, 适用于 35kV 或规模较小的变电

站，但运行可靠性较差，组态不灵活，其模型如图 1-1-1 所示。

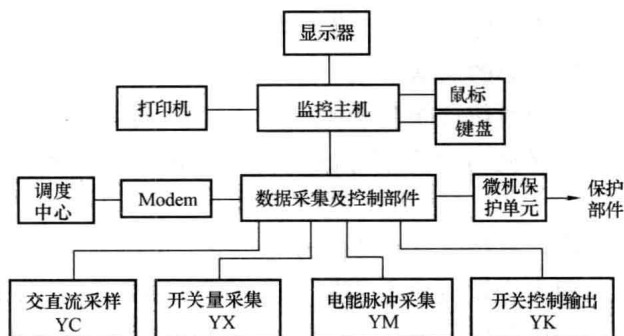


图 1-1-1 集中式结构的变电站自动化系统模型

二、全分散式

全分散式的变电站自动化是以一次主设备如断路器、变压器、母线等为安装单位，将控制、I/O、闭锁、保护等单元分散，就地安装在一次主设备（屏柜）上。站控单元通过串行口与各一次设备相连，并与管理机和远方调度中心通信。它的特点有：

- (1) 简化了变电站二次部分的配置，大大缩小了控制室的面积。
- (2) 减少了施工和设备安装工程量。由于安装在开关柜的保护和测控单元在开关柜出厂前已由厂家安装和调试完毕，再加上敷设电缆的数量大大减少，因此现场施工、安装和调试的工期随之缩短。
- (3) 简化了变电站二次设备之间的互连线，节省了大量连接电缆。
- (4) 全分散式结构可靠性高，组态灵活，检修方便，且抗干扰能力强，可靠性高，其模型如图 1-1-2 所示。

三、分散与集中式

分散与集中相结合的变电站自动化系统是将配电线路的保护和测控单元分散安装在开关柜内，而高压线路和主变压器保护装置等采用集中组屏的系统结构。此结构形式较常用，它的特点有：

- (1) 10~35kV 馈线保护采用分散式结构，就地安装，可节约控制电缆，通过现场总线与保护管理机交换信息。
- (2) 高压线路保护和变压器保护采用集中组屏结构，保护屏安装在控制室或保护室中，同样通过现场总线与保护管理机通信，使这些重要的保护装置处于比较好的工作环境，对可靠性较为有利。

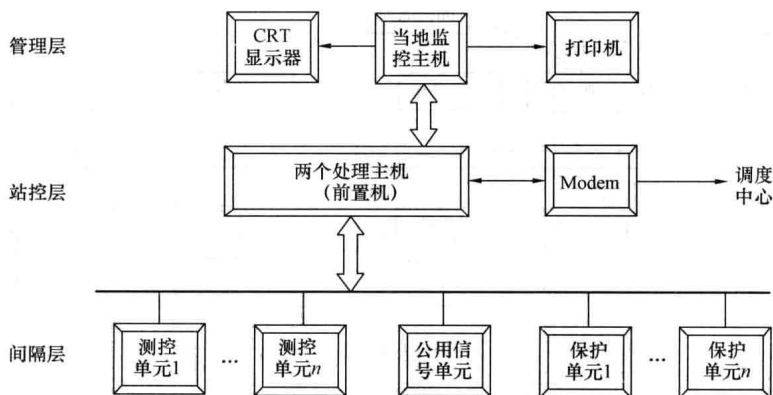


图 1-1-2 全分散式的变电站自动化系统模型

(3) 其他自动装置中，备用电源自投控制装置和电压、无功综合控制装置采用集中组屏结构，安装于控制室或保护室中，其模型如图 1-1-3 所示。

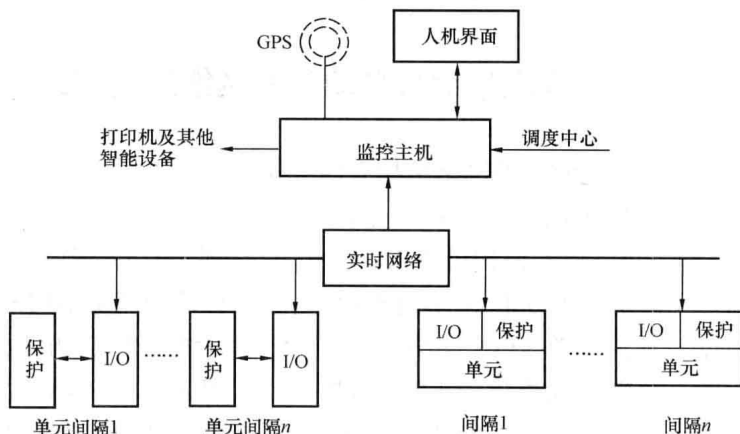


图 1-1-3 分散与集中相结合的变电站自动化系统模型

四、新型变电站综合自动化系统结构

针对上述结构存在的优缺点，目前提出了一种新型的变电站自动化体系 4 层结构，即信息管理层、通信管理层、分散设备控制层和生产过程层，其模型如图 1-1-4 所示。