



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

变电站综合自动化技术

全国电力职业教育教材编审委员会 组 编

丁书文 贺军荪 主 编

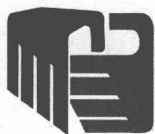
宋庆烁 孙耀芹 郭晓敏 副主编



配套课件



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

变电站综合自动化技术

全国电力职业教育教材编审委员会	组 编
丁书文 贺军荪	主 编
宋庆烁 孙耀芹 郭晓敏	副主编
侯 娟 王 玲	编 写
路文梅	主 审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书采用情境教学、任务驱动模式,基于工作过程的教学体系,结合变电站综合自动化系统的概念、结构、原理、功能以及实际应用编写而成。

书中设计8个学习情境,内容包括:认识变电站综合自动化系统;间隔层 IED 装置的安装调试及运行维护;变电站综合自动化系统二次回路接线及使用;变电站综合自动化的监控系统构成及使用;站内通信及远动功能调试;变电站操作电源的运行及维护;变电站综合自动化系统的异常和故障检查与处理;认识智能变电站。

本书在阐述变电站综合自动化系统原理和技术的同时,密切结合实际,内容系统、实用性强、通俗易懂,是实训操作与理论学习的指导教材。

本书适合作为高职高专教材及函授教材,也可作为变电站综合自动化系统生产人员、技术人员和管理干部的技能培训教材和电力工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

变电站综合自动化技术/丁书文,贺军荪主编;全国电力职业教育教材编审委员会组编. —北京:中国电力出版社,2015.8

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-5123-8054-7

I. ①变… II. ①丁…②贺…③全… III. ①变电所—自动化技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第160880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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年8月第一版 — 2015年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15.5印张 379千字

定价 31.00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

❖ 前言

根据高等职业教育人才培养目标和电力行业人才需求,按照“项目导向、任务驱动、理实一体、突出特色”的原则,以岗位分析为基础,以课程标准为依据,充分体现高等职业教育教学规律,本书是本着这样的原则应运而生的一本行动导向教材。

根据工学结合、项目导向、任务驱动的教学模式,本书设计了8个学习情境,每个学习情境中设计了多项学习任务,营造全真的学习情境,内容丰富。每个学习任务由教学目标、任务描述、任务准备、任务实施、相关知识等部分构成,适合于开展理实一体教学。各部分分别加入相应的知识点,用通俗易懂的语言阐述了变电站综合自动化的专业知识。内容突出能力培养为核心的教学理念,科学合理设计任务或项目,充分考虑学生认知规律,体现任务驱动的特征,调动学生学习积极性。学生通过任务的实施,可将理论与实际联系起来,并在实践中引发学生的思考,从而加深学生对理论、规程、规范的理解和把握,来实现学生学习任务明确化,学习流程条理化,学习内容简明化,解决问题步骤化。

教学全过程遵照资讯→计划→决策→实施→检查→评估等环节来组织实施。资讯环节,教师下发项目任务书,描述学习目标和任务;学生查阅相关资料,进行任务准备。计划与决策环节,学生进行人员分配,制订工作计划及实施方案,列出所需的工具、仪器仪表、装置清单;教师审核工作计划及实施方案,引导学生确定最终实施方案。实施环节,学生练习,进行系统操作。检查与评估环节,学生汇报计划与实施过程,回答同学与教师的问题。教师与学生共同对学生的工作结果进行评价;自评环节是学生对本项目的整体实施过程进行评价;互评环节是以小组为单位,分别对其他组的工作结果进行评价和建议;教师评价环节是教师对互评结果进行评价,指出每个小组成员的优点,并提出改进建议。

本书采用了多所高职高专学校联合开发模式,学习情境是根据编写组各位老师的擅长内容分工独立编写,体现了多个学校的教学实践成果。学习情境一由郑州电力高等专科学校丁书文和侯娟共同编写;学习情境二由保定电力职业技术学院孙耀芹编写;学习情境三由山西电力职业技术学院郭晓敏编写;学习情境四由江西电力职业技术学院宋庆烁编写;学习情境五、七由西安电力高等专科学校贺军荪编写;学习情境六由西安电力高等专科学校王玲编写;学习情境八由丁书文编写;丁书文和贺军荪担任主编。

由于编者水平所限,书中不当处在所难免,诚请各位读者批评指正。

作者

2015年8月

目 录

前言

学习情境一

认识变电站综合自动化系统 1

任务一 变电站综合自动化系统展示 1

任务二 变电站综合自动化系统结构展示 13

任务三 变电站综合自动化系统配置实例 19

学习情境二

间隔层 IED 装置安装调试及运行维护 28

任务一 间隔层 IED 装置硬件展示 28

任务二 线路保护柜调试及运行维护 40

任务三 变压器保护柜的安装调试及运行维护 53

任务四 母线保护柜的安装调试及运行维护 65

学习情境三

变电站综合自动化系统二次回路接线及使用 77

任务一 6~35kV 线路的保护、测量、控制二次回路调试 78

任务二 110kV 输电线路的保护、测量、控制二次回路调试 92

任务三 主变压器的保护、测量、控制二次回路调试 105

学习情境四

变电站综合自动化的监控系统构成及使用 115

任务一 监控主站的硬件及软件配置展示 115

任务二 数据库定义与系统配置 123

任务三 监控系统的界面编辑 128

任务四 监控系统功能与运行操作 141

任务五 变电站监控系统的调试与维护 153

学习情境五

站内通信及远动功能调试 168

任务一 站内通信测试与使用 168

任务二 远动规约认知 174

任务三 远动装置功能调试 180

学习情境六

变电站操作电源的运行及维护 187

任务一 直流系统接线的运行与维护 187

任务二 直流系统监控系统的运行与维护 195

学习情境七

变电站综合自动化系统的异常和故障检查与处理 203

任务一 变电站综合自动化系统遥信、遥测、遥控异常
检查及处理 203

任务二 监控系统的故障检查及处理 210

学习情境八

认识智能变电站 215

任务一 智能变电站关键技术应用 215

任务二 智能变电站高级应用 231

学习情境一 认识变电站综合自动化系统



情境描述

变电站作为电力系统中的一个重要环节,其一次设备的安全、经济运行,离不开对变电站一次设备进行综合调节和控制的二次设备。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)经过功能的组合和优化设计,利用先进技术,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,就构成了变电站综合自动化系统。

本学习情境,以目前电网系统变电站中普遍应用的综合自动化系统为载体,选取变电站综合自动化系统展示、变电站综合自动化系统结构展示、变电站综合自动化系统配置实例作为三个学习任务。通过实施具体任务,引导学生初步认知变电站综合自动化系统的构成、作用、功能,以及初步对一座变电站的综合自动化系统简单配置,训练学生独立学习、获取新知识技能、处理信息的能力。



教学目标

理解什么是变电站综合自动化,了解变电站综合自动化的结构、基本功能;了解变电站实现综合自动化的优越性,具备识别综合自动化变电站的能力。能够描述当前普遍应用的变电站自动化系统实例,以达到初步认知变电站综合自动化系统的目的。



学习环境

建议实施小班上课,在变电站自动化系统实训室进行教学,便于“教、学、做”一体化教学模式的具体实施。配备需求:白板、一定数量的电脑、一套多媒体投影设备。多媒体教室应能保证教师播放教学课件、教学录像及图片。

任务一 变电站综合自动化系统展示



教学目标

- (1) 列举变电站包含的一次设备。
- (2) 列举变电站包含的二次设备。
- (3) 描述变电站包含的二次设备的主要作用。
- (4) 理解变电站综合自动化的含义。

- (5) 说明变电站综合自动化系统的技术特点。
- (6) 说明变电站综合自动化技术在电力系统中的应用情况。



任务描述

描述所看到的变电站二次设备，能够列举变电站综合自动化系统主要构成设备，归纳设备的重要性及特点。通过实物参观，初步了解变电站综合自动化系统，能描述变电站综合自动化技术在变电站中的应用，为后续学习情境做充分准备。



任务准备

教师说明完成该任务需具备的知识、技能、态度，说明观看设备的注意事项，说明观看设备的关注重点。帮助学生确定学习目标，明确学习重点。将学生分成若干小组，学生以小组为单位分析学习项目、任务解析和任务单，明确学习任务、工作方法、工作内容和可使用的助学材料。



任务实施

观察变电站综合自动化系统设备。

1. 实施地点

综合自动化变电站或变电站自动化系统实训室。

2. 实施所需器材

(1) 多媒体设备。

(2) 一套变电站自动化系统实物，可以利用变电站自动化系统实训室装置，或去典型综合自动化变电站参观。

(3) 变电站自动化系统音像视频材料。

3. 实施内容与步骤

(1) 学员分组：3~4 人一组，指定小组长。

(2) 资讯：根据指导教师下发的项目任务书，描述项目学习目标，布置工作任务，讲解变电站综合自动化系统的构成、功能及特点；了解工作内容，明确工作目标，查阅相关资料。

(3) 计划与决策：分别制订工作计划及实施方案，列出工具、仪器仪表、装置的需要清单。教师审核工作计划及实施方案，与学生共同确定最终实施方案。

(4) 实施：不同小组分别观察系统的不同环节，循环进行，仔细观察、认真记录，小组讨论、研讨，指导教师及时指导，进行变电站综合自动化系统的认识。

1) 观察变电站综合自动化系统外形，观察结果记录在表 1-1~表 1-4 中。

表 1-1

变电站综合自动化系统观察记录表

序号	变电站综合自动化系统所观察的环节	包括的主要设备	设备间的连接描述	主要设备作用描述	主要设备特点描述	备注
1						
2						

续表

序号	变电站综合自动化系统所观察的环节	包括的主要设备	设备间的连接描述	主要设备作用描述	主要设备特点描述	备注
3						
⋮						
不明白的地方或问题						
询问指导教师后对疑问理解情况						

表 1-2 变电站综合自动化系统基本特征记录表

序号	1	2	3	4	5	6	7
基本特征							
特征详细描述							
不明白的地方或问题							
询问指导教师后对疑问理解情况							

表 1-3 监控系统观察记录表

序号	监控系统硬件所看到的设备	监控系统界面所看到的设备	设备间的连接描述	主要设备作用描述	备注
1					
2					
3					
⋮					
不明白的地方或问题					
询问指导教师后对疑问理解情况					

表 1-4 变电站综合自动化系统基本功能记录表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	...
功能									
具体功能描述									
不明白的地方或问题									
询问指导教师后对疑问理解情况									

2) 注意事项：①认真观察，记录完整；②有疑问及时向指导教师提问；③注意安全，保护设备，不能触摸到设备。

(5) 检查与评估：学生汇报计划与实施过程，回答同学与教师的问题。重点检查变电站综合自动化系统的基本知识。教师与学生共同对学生的工作结果进行评价。

- 1) 自评：学生对本项目的整体实施过程进行评价。
- 2) 互评：以小组为单位，分别对其他组的工作结果进行评价和建议。
- 3) 教师评价：教师指出每个小组成员的优点与不足，并提出改进建议。



相关知识

变电站是电力网中线路的连接点,起到变换电压、变换功率和汇集、分配电能的作用,它的运行情况直接影响到整个电力系统的安全、可靠、经济运行。然而一个变电站运行情况的优劣,在很大程度上取决于其二次设备的工作性能。

目前,电力网的变电站大部分是二次设备全面微机化的综合自动化变电站,集继电保护、控制、监测及远动等功能为一体,实现了设备共享,信息资源共享,使变电站的设计简洁、布局紧凑,实现了变电站更加安全可靠的运行。同时系统二次接线简单,减少了二次设备占地面积,使变电站二次设备以崭新的面貌出现。

一、变电站综合自动化的概念

常规变电站二次系统应用的特点是变电站采用单元间隔的布置形式,其主要包括四个部分,即继电保护、故障录波、当地监控以及远动部分。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,装置之间相对独立,装置间缺乏整体的协调和功能优化,存在输入信息不能共享、接线比较复杂、系统扩展复杂、维护工作量大等问题。

随着电子技术、计算机技术的迅猛发展,微机在电力系统自动化中得到了广泛的应用,先后出现了微型机继电保护装置、微型机故障录波器、微机监控和微机远动装置。这些装置尽管功能不一样,但其硬件配置却大体相同,主要由计算机系统、状态量、模拟量的输入和输出电路等组成。

变电站综合自动化系统的核心就是利用自动控制技术、信息处理和传输技术,通过计算机软硬件系统或自动装置代替人工进行各种变电站运行操作,对变电站执行自动监视、测量、控制和协调的一种综合性的自动化系统。变电站综合自动化的范畴包括二次设备,如控制、保护、测量、信号、自动装置和运动装置等。变电站综合自动化系统在二次系统具体装置和功能实现上,用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。

变电站综合自动化可以描述为: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。也可以说是包含传统的自动化监控系统、继电保护、自动装置等设备,是集保护、测量、监视、控制、远传等功能为一体,通过数字通信及网络技术来实现信息共享的一套微机化的二次设备及系统。

可以说,变电站自动化系统就是由基于微电子技术的智能电子装置(intelligent electronic device, IED)和后台控制系统所组成的变电站运行控制系统,包括监控、保护、电能质量自动控制等多个子系统。在各子系统中往往又由多个智能电子装置组成,例如:在微机保护子系统中包含各种线路保护、变压器保护、电容器保护、母线保护等。这里提到的智能电子装置,可以描述为“由一个或多个处理器组成,具有从外部源接收和传送数据或控制外部源的任何设备,即电子多功能仪表、微机保护、控制器,特定环境下在接口所限定范围内能够执行一个或多个逻辑接点任务的实体”。

110kV 变电站综合自动化系统的基本配置如图 1-1 所示。

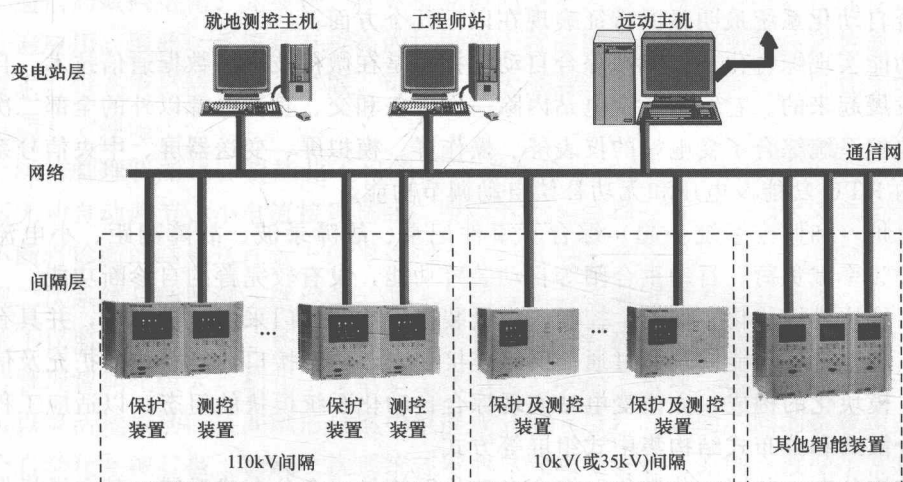


图 1-1 110kV 变电站综合自动化系统的基本配置

在图 1-1 中，就地监控主机用于有人值班变电站的就地运行监视与控制，同时具有运行管理的功能，如生成报表、打印报表等。远动主机收集本变电站信息上传至调度端（或者控制中心），同时调度端下发的控制、调节命令通过远动主机分送给相应间隔层的测控装置，完成控制或调节任务。工程师站用于软件开发与管理功能，如用于监视全厂继保装置的运行状态，收集保护事件记录及报警信息，收集保护装置内的故障录波数据并进行显示和分析，查询全厂保护配置，按权限设置修改保护定值，进行保护信号复归，投、退保护等。110kV 线路按间隔分别配置保护装置与测控装置。10kV（或 35kV）线路按间隔分别配置保护测控综合装置。每一个保护、测控装置或保护测控综合装置都集成了 TCP/IP 协议，具备网络通信的功能。其他智能设备（如电能表）一般采用 RS-485 通信，通过智能设备接口接入以太网。图 1-2 展示了一套在线运行的变电站综合自动化系统。

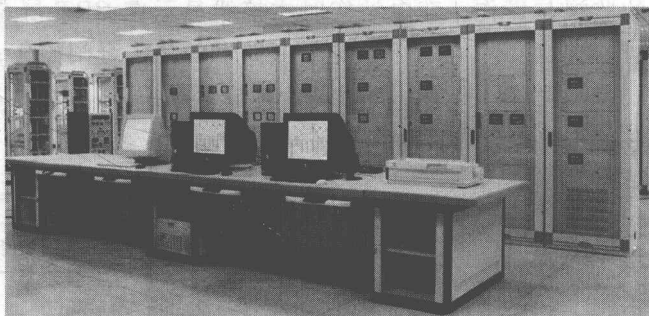


图 1-2 一套在线运行的变电站综合自动化系统

二、变电站综合自动化系统的基本特征

变电站综合自动化就是通过监控系统的局域网通信，将微机保护、微机自动装置、微机远动装置采集的模拟量、开关量、状态量、脉冲量及一些非电量信号，经过数据处理及功能的重新组合，按照预定的程序和要求，对变电站实现综合性的监视和调度。因此，综合自动化的核心是自动监控系统，而综合自动化的纽带是监控系统的局域通信网络，它把微机保护、微机自动装置、微机远动功能综合在一起形成一个具有远方数据功能的自动监控系统。

变电站综合自动化系统最明显的特征表现在以下几个方面：

(1) 功能实现综合化。变电站综合自动化技术是在微机技术、数据通信技术、自动化技术基础上发展起来的。它综合了变电站内除一次设备和交、直流电源以外的全部二次设备。

微机监控系统综合了变电站的仪表屏、操作屏、模拟屏、变送器屏、中央信号系统等功能、远动的 RTU 功能及电压和无功补偿自动调节功能。

微机保护（和监控系统一起）综合了事件记录、故障录波、故障测距、小电流接地选线、自动按频率减负荷、自动重合闸等自动装置功能，设有较完善的自诊断功能。

(2) 系统构成模块化。保护、控制、测量装置的数字化门采用微机实现，并具有数字化通信能力，利于把各功能模块通过通信网络连接起来，便于接口功能模块的扩充及信息的共享。另外，模块化的构成，方便变电站实现综合自动化系统模块的组态，以适应工程的集中式、分布分散式和分布式结构集中式组屏等方式。

(3) 结构分布、分层、分散化。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分布式结构设计的，每个子系统可能有多个 CPU 分别完成不同功能，由庞大的 CPU 群构成了一个完整的、高度协调的有机综合（集成）系统。这样的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。

另外，按照变电站物理位置和各子系统功能分工的不同，综合自动化系统的总体结构又按分层原则来组成。按 IEC（国际电工委员会）标准，典型的分层原则是将变电站自动化系统分为两层，即变电站层和间隔层，如图 1-1 所示。

随着技术的发展，自动化装置逐步按照一次设备的位置实行就地分散安装，由此可构成分散（层）分布式综合自动化系统。

(4) 操作监视屏幕化。变电站实现综合自动化后，不论是有人值班还是无人值班，操作人员不是在变电站内，就是在主控站或调度室内，面对彩色屏幕显示器，对变电站的设备和输电线路进行全方位的监视与操作。变电站实时主接线显示在 CRT 屏幕上（如图 1-3 所示）；计算机的鼠标操作或键盘操作能控制变电站断路器的跳、合闸操作；CRT 屏幕画面闪烁和文字提示或语言报警实现信号报警。即通过计算机上的 CRT 显示器，可以监视全变电站的实时运行情况和对各开关设备进行操作控制。



图 1-3 变电站综合自动化系统实时监视与操作主界面

(5) 通信局域网络化、光缆化。计算机局域网络技术和光纤通信技术在综合自动化系统中得到普遍应用。因此,系统具有较高的抗电磁干扰的能力,能够实现高速数据传送,满足实时性要求,组态更灵活,易于扩展,可靠性大大提高,而且大大简化了常规变电站中繁杂量大的电缆,方便施工。

(6) 运行管理智能化。智能化不仅表现在常规的自动化功能上,如自动报警、自动报表、电压无功自动调节、小电流接地选线、事故判别与处理等方面,还表现在能够在线自诊断,并不断将诊断的结果送往远方的主控端。这是区别于常规二次系统的重要特征。简而言之,常规二次系统只能监测一次设备,而本身的故障必须靠维护人员去检查、发现。综合自动化系统不仅监测一次设备,还每时每刻检测自己是否有故障,这就充分体现了其智能性。

运行管理智能化极大地简化了变电站二次系统,取消了常规二次设备,功能庞大,信息齐全,可以灵活地按功能或间隔形成集中组屏或分散(层)安装的不同的系统组态。进一步说,综合自动化系统打破了传统二次系统各专业界限和设备划分原则,改变了常规保护装置不能与调度(控制)中心通信的缺陷。

(7) 测量显示数字化。长期以来,变电站采用指针式仪表作为测量仪器,其准确度低,读数不方便。采用微机监控系统后,彻底改变了原来的测量手段,常规指针式仪表全被 CRT 显示器上的数字显示所代替,直观明了。而原来的人工抄表记录则完全由打印机打印、报表所代替。这不仅减轻了值班员的劳动,而且提高了测量精确度和管理的科学性。

三、变电站综合自动化的监控系统简述

变电站综合自动化的监控系统负责完成收集站内各间隔层装置采集的信息,完成分析、处理、显示、报警、记录、控制等功能,完成远方数据通信以及各种自动、手动智能控制等任务。其主要由数据采集与数据处理、人机联系、远方通信和时钟同步等环节组成,实现变电站的实时监控功能。

变电站综合自动化系统一般由三部分组成:①间隔层的分布式综合设备。它们把模拟量、开关量数字化,实现保护功能,上送测量量和保护信息、接受控制命令和定值参数,是系统与一次设备接口。②站内通信网。它的任务是搜索各综合设备的上传信息,下达控制命令及定值参数。③变电站层的监控系统及通信系统。它的任务是向下与站内通信网相连,使全站信息顺利进入数据库,并根据需要向上送往调度中心和控制中心,实现远方通信功能;此外,通过友好的人机界面和强大的数据处理能力实现就地监视、控制功能,是系统与运行人员的接口。监控系统及通信系统是信息利用和流动的枢纽,是变电站综合自动化系统优劣的重要指标。

1. 监控系统的典型结构

在变电站综合自动化系统中,较简单的监控系统由监控机、网络管理单元、测控单元、远动接口、打印机等部分组成。监控机也称上位机,在无人值班的变电站,主要负责与调度中心的通信,使变电站综合自动化系统具有 RTU 的功能,完成“四遥”(遥信、遥测、遥控、遥调)的任务;在有人值班的变电站,除了仍然负责与调度中心通信外,还负责人机联系,使综合自动化系统通过监控机完成当地显示、制表打印、开关操作等功能。有的监控系统是由网络管理单元负责完成与调度通信的任务,监控机只负责进行人机联系;也有的监控系统不设置网络管理单元,监控机通过通信网络直接与测控终端相连。

规模较大的变电站,会以工作站的形式设有当地维护工作站、工程师工作站,以及远动

通信服务控制器等,专门用来完成系统维护与操作、软件开发与管理、与调度中心通信等任务。因此,监控系统可以是单机系统,也可以是多机系统。一个 110kV 变电站监控系统的典型配置如图 1-4 所示。整个系统由变电站层与间隔层两层设备构成。变电站主站采用分布式平等结构,就地监控主站、工程师站、远动主站等相互独立,任一损坏,不影响其他部分工作。间隔层设备按站内一次设备分布式配置,除 10kV 间隔测控与保护一体化外,其余测控装置按间隔布置,而保护完全独立,维护与扩建极为方便。

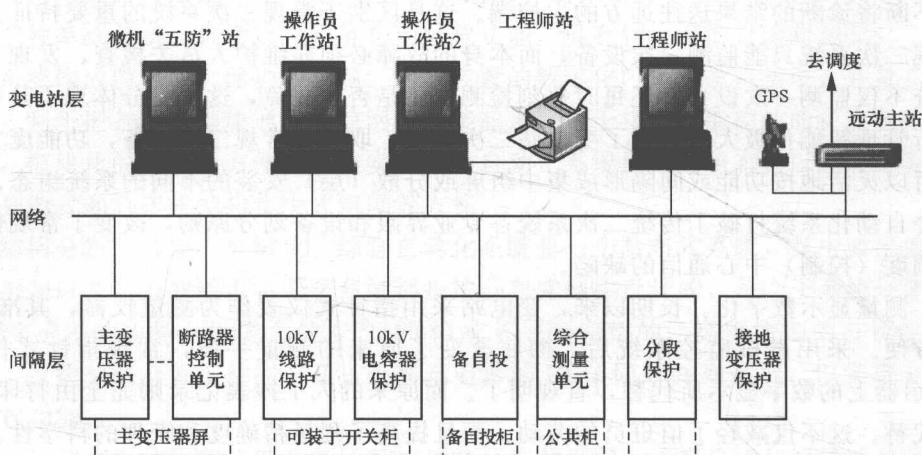


图 1-4 一个 110kV 变电站监控系统的典型配置

间隔层主要是指现场与一次设备相连的采集终端装置,所有智能装置如备自投装置、微机综合保护装置、智能型直流系统和干式变压器温控仪、智能测控仪表、出线开关回路采用的信号采集器等设备均为间隔层的主要组成部分。间隔层采集各种反映电力系统运行状态的实时信息,并根据运行需要将有关信息传送到监控主站或调度中心。这些信息既包括反映系统运行状态的各种电气量,如频率、电压、功率等,也包括某些与系统运行有关的非电气量,如反映周围环境的温度、湿度等,所传送的既可以是直接采集的原始数据,也可以是经过终端装置加工处理过的信息。同时还接收来自监控主站或上一级调度中心根据运行需要而发出的操作、调节和控制命令。

通信层主要是指通信管理机,由通信管理机硬件装置和通信管理机、通信线路、通信接入软件组成。通信管理机的任务是实现与现场智能设备的通信及与监控后台及调度主站的通信。一方面,通信管理机可独立实现对现场智能装置通信采集,如保护或测控装置,同时把采集的信息选择性的转发到与通信管理机相连的监控后台系统或远方调度系统;另一方面,把监控后台系统或远方调度主站的信息命令解释并转发到现场连接的智能设备,达到对现场智能设备的控制操作。通信管理机在整个系统中起到关键枢纽的重要作用。通信管理机的规约接入支持能力直接影响系统的拓展能力,影响系统在工程中的应对能力。

监控层的任务是实时采集全站的数据并存入实时数据库和历史数据库,通过各种功能界面实现实时监测、远程控制、数据汇总查询统计、报表查询打印等功能,是监控系统与工作人员的人机接口,所有通过计算机对配电网的操作控制全部在监控层进行。

操作员工作站是直接提供给操作员进行监控和各种操作的界面,是站内计算机监控系统的人机接口设备。其配置原则:220kV 及以上变电站由两套双屏计算机组成,并配置两台

打印机；110kV 及以下变电站由一套单屏计算机组成，并配置一台打印机。操作员工作站用于图形显示及报表打印、事件记录、报警状态显示和查询、设备状态和参数的查询、操作指导、操作控制命令的解释和下达等。通过该工作站，运行值班人员能实现对全站生产设备的运行监测和操作控制。

继保工程师站（又叫保护管理机系统）一般配置原则：220kV 及以上变电站一般独立配置，由一套计算机组成；110kV 及以下变电站一般不单独配置，与人机工作站合用。主要用于监视全厂继保装置的运行状态，收集保护事件记录及报警信息，收集保护装置内的故障录波数据并进行显示和分析，查询全厂保护配置，按权限设置修改保护定值，进行保护信号复归、投退保护等。

远动主站作为变电站对外的通信控制器，要求双机配置，负责站内变电站计算机监控系统 and 站外监控中心、各级调度中心进行数据通信，实现远方实时监控的通信功能。远动主站直接连接到以太网上，同间隔层的测量和保护设备直接通信，通过周期扫描和突发上送等方式采集变电站数据，创建实时数据库作为数据处理中枢，能够满足调度主站对数据的实时性要求。

微机“五防”工作站的主要功能是对遥控命令进行防误闭锁检查，系统内嵌“五防”软件，并可与不同厂家的“五防”设备进行接口实现操作防误和闭锁功能；根据用户定义的防误规则，进行规则校验，并闭锁相关操作；根据操作规则和用户定义的模板开列操作票，并可在在线模拟校核；此外，“五防”工作站通常还提供编码/电磁锁具，确保手动操作的正确性。大型变电站的综合自动化系统一般都要配置微机“五防”工作站。中小型变电站一般不单独配置，与操作员工作站或工程师工作站合用。通常，220kV 及以上变电站配置“五防”软件及其电脑钥匙，110kV 及以下变电站一般不配置该功能。图 1-5 为一个变电站监控室的实际图片。



图 1-5 某变电站监控室

GPS 时钟同步部分由时钟接收器、主时钟等组成，完成全站各智能装置的时钟同步功能。时钟接收器由天线及接口模块组成，有独立装置和内置于主时钟装置两种方式，负责接收 GPS 等天文时钟的时钟同步信号。主时钟装置包括时钟信号输入单元、主 CPU、时钟信号输出单元等组成。通常，500kV 变电站要求双主时钟配置；220kV 及以下变电站一般配置单个主时钟，负责接收时钟接收器发来的标准时钟，并通过各种接口与各站控层及间隔层各设备通信及定时。

2. 监控系统软件

变电站计算机监控系统的软件应由系统软件、支持软件和应用软件组成。

系统软件指操作系统和必要的程序开发工具（如编译系统、诊断系统以及各种编程语言、维护软件等），所采用的操作系统一般为 Unix 操作系统和 Windows 操作系统。

支持软件主要包括数据库软件和系统组态软件等。目前变电站监控系统所采用的数据库一般分为实时数据库和历史数据库。系统组态软件用于画面编程和数据库生成。

应用软件则是在上述通用开发平台上，根据变电站特定功能要求所开发的软件系统。人机联系部分的应用软件主要有 SCADA 软件、AVQC 软件和“五防”闭锁软件。

变电站综合自动化系统监控系统软件结构如图 1-6 所示。

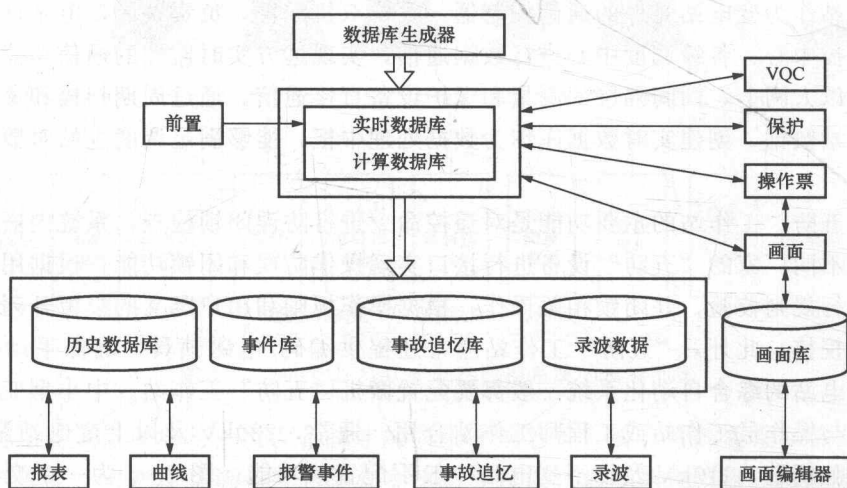


图 1-6 变电站综合自动化的典型监控系统软件结构图

四、变电站综合自动化系统的基本功能

一般来说，变电站综合自动化的内容应包括变电站电气量的采集和电气设备（如断路器）的状态监视、控制和调节，实现变电站正常运行的监视和操作，保证变电站的正常运行和安全。当发生事故时，由继电保护和故障录波等完成瞬态电气量的采集、监视和控制，并迅速切除故障，完成事故后的恢复操作。从长远的观点来看，还应包括高压电气设备本身的监视信息（如断路器、变压器、避雷器等绝缘和状态监视等）。

变电站综合自动化系统实现的内容应包括：

- (1) 随时在线监视电网运行参数、设备运行状况、自检、自诊断设备本身的异常运行，发现变电站设备异常变化或装置内部异常时，立即自动报警并使相应的闭锁出口动作，以防止事故扩大；
- (2) 电网出现事故时，快速采样、判断、决策，迅速隔离和消除事故，将故障限制在最小范围；
- (3) 完成变电站运行参数在线计算、存储、统计、分析报表、远传和保证电能质量的自动和遥控调整。

实现变电站组合自动化的目标是提高变电站全面的技术水平和管理水平，提高安全、可靠、稳定运行水平，降低运行维护成本，提高经济效益，提高供电质量，促进配电系统自动

化。实现变电站组合自动化是实现以上目标的一项重要技术措施。

综合自动化系统的基本功能主要有以下几个方面。

1. 测量、监视、控制功能

综合自动化系统应取代常规的测量装置,如变送器、录波器、指针式仪表等;取代常规的告警、报警装置,如中央信号系统、光字牌等。

变电站的各段母线电压、线路电压、电流、有功及无功功率、温度等参数均属模拟量,将其通过模拟量输入通道转换成数字量,由计算机进行识别和分析处理,最后所有参数均可在自动化装置的面板上或当地监控主机上随时进行查询。在变电站的运行过程中,监控系统对采集到的电压、电流、频率、主变压器油温等量不断地进行越限监视,如有越限立即发出告警信号,同时记录和显示越限时间和越限值;出现电压互感器或电流互感器断线、差动回路电流过大、单相接地、控制回路断线等情况时也发出报警信号;另外,还要监视自控装置本身工作是否正常。

2. 继电保护功能

变电站综合自动化系统中的继电保护主要包括输电线路保护、电力变压器保护、母线保护、电容器保护等。微机保护是综合自动化系统的关键环节,它的功能和可靠性如何,在很大程度上影响了整个系统的性能。各类装置能存储多套保护定值,能远方修改整定值,并根据要求可以选配有自带故障录波和测距系统。

3. 自动控制智能装置的功能

变电站综合自动化系统必须具有保证安全、可靠供电和提高电能质量的自动控制功能,为此,典型的变电站综合自动化系统都配置了相应的自动控制装置,变电站的自动控制功能有系统接地保护、备用电源自投、低频减载、同期检测和同期合闸、电压和无功控制(此功能可分自动和手动两种方式实现)、小电流接地选线控制。当在调度中心直接控制时,变压器分接开关调整和电容器组的切换直接接受远方控制,当调度中心给定电压曲线或无功曲线的情况下,可由变电站自动化系统就地进行控制。下面介绍其中的几种功能。

(1) 电压、无功综合控制。变电站电压、无功综合控制是利用有载调压变压器和母线无功补偿电容器及电抗器进行局部的电压及无功补偿的自动调节,使负荷侧母线电压偏差在规定范围以内。在调度(控制)中心直接控制时,变压器的分接头开关调整和电容器组的投切直接接受远方控制,当调度(控制)中心给定电压曲线或无功曲线的情况下,则由变电站综合自动化系统就地进行控制。有关电压、无功综合控制的目的、要求、原理等详细技术问题,请参考本书第六章。

(2) 低频减载控制。当电力系统因事故导致功率缺额而引起系统频率下降时,低频率减载装置应能及时自动断开一部分负荷,防止频率进一步降低,以保证电力系统稳定运行和重要负荷(用户)的正常工作。当系统频率恢复到正常值之后,被切除的负荷可逐步远方(或就地)手动恢复,或可选择延时分级自动恢复。

(3) 备用电源自投控制。当工作电源因故障不能供电时,自动装置应能迅速将备用电源自动投入使用或将用户切换到备用电源上去。典型的备自投有单母线进线备自投、分段断路器备自投、变压器备自投、进线及桥路器备自投、旁跳断路器备自投。

(4) 小电流接地选线控制。小电流接地系统中发生单相接地时,接地保护应能正确的选