



国家电网  
STATE GRID

国家电网公司  
生产技能人员职业能力培训通用教材

# 变电站综合自动化

国家电网公司人力资源部 组编

GUOJIADIANWANGGONGSI  
SHENGCHANJINENG RENYUAN  
ZHIYENENGLI PEIXUN  
TONGYONG JIAOCAI



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



国家电网  
STATE GRID

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

# 变电站综合自动化

---

国家电网公司人力资源部 组编  
姬三杰 主编



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训教材》是按照国家电网公司生产技能人员标准化培训课程体系的要求,依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(简称《培训规范》),结合生产实际编写而成。

本套教材作为《培训规范》的配套教材,共72册。本册为通用教材的《变电站综合自动化》,全书共八章、43个模块,主要内容包括变电站综合自动化系统概述,变电站综合自动化信息的测量和采集,变电站综合自动化系统中的通信技术,变电站综合自动化系统中的新技术应用,变电站运行的自动控制与调节,变电站综合自动化系统的运行、维护及调试,提高综合自动化系统可靠性的措施,变电站综合自动化的监控系统。

本书是供电企业生产技能人员的培训教学用书,也可以作为电力职业院校教学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

变电站综合自动化 / 国家电网公司人力资源部组编. —北京: 中国电力出版社, 2010

国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材  
ISBN 978-7-5083-9628-6

I. 变… II. 国… III. 变电所-自动化技术-技术培训-教材 IV. TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第197648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

\*

2010年5月第一版 2010年5月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 11印张 199千字

印数0001—3000册 定价20.00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

# 《国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材》

## 编 委 会

主 任 刘振亚

副 主 任 郑宝森 陈月明 舒印彪 曹志安 栾 军  
李汝革 潘晓军

成 员 许世辉 王凤雷 张启平 王相勤 孙吉昌  
王益民 张智刚 王颖杰

编写组组长 许世辉

副 组 长 方国元 张辉明 凌绍雄

成 员 姬三杰 付红艳 张玉峰 鞠宇平 倪 春  
江振宇 李群雄 曹爱民 焦银凯 孙永阁  
薛如桂



国家电网公司  
STATE GRID  
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

## 前 言

为大力实施“人才强企”战略，加快培养高素质技能人才队伍，国家电网公司按照“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的工作要求，充分发挥集团化优势，组织公司系统一大批优秀管理、技术、技能和培训教学专家，历时两年多，按照统一标准，开发了覆盖电网企业输电、变电、配电、营销、调度等34个职业种类的生产技能人员系列培训教材，形成了国内首套面向供电企业一线生产人员的模块化培训教材体系。

本套培训教材以《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(Q/GDW 232—2008)为依据，在编写原则上，突出以岗位能力为核心；在内容定位上，遵循“知识够用、为技能服务”的原则，突出针对性和实用性，并涵盖了电力行业最新的政策、标准、规程、规定及新设备、新技术、新知识、新工艺；在写作方式上，做到深入浅出，避免烦琐的理论推导和论证；在编写模式上，采用模块化结构，便于灵活施教。

本套培训教材包括通用教材和专用教材两类，共72个分册、5018个模块，每个培训模块均配有详细的模块描述，对该模块的培训目标、内容、方式及考核要求进行说明。其中：通用教材涵盖了供电企业多个职业种类共同使用的基础知识、基本技能及职业素养等内容，包括《电工基础》、《电力生产安全及防护》等38个分册、1705个模块，主要作为供电企业员工全面系统学习基础理论和基本技能的自学教材；专用教材涵盖了相应职业种类所有的专业知识和专业技能，按职业种类单独成册，包括《变电检修》、《继电保护》等34个分册、3313个模块，根据培训规范职业能力要求，I、II、III三个级别的模块分别作为供电企业生产一线辅助作业人员、熟练作业人员和高级作业人员的岗位技能培训教材。

本套培训教材的出版是贯彻落实国家人才队伍建设总体战略，充分发挥企业培养高技能人才主体作用的重要举措，是加快推进国家电网公司发展方式和电网发展方式转变的具体实践，也是有效开展电网企业教育培训和人才培养工作的重要基础，必将对改进生产技能人员培训模式，推进培训工作由理论灌输向能力培养转型，提高培训的针对性和有效性，全面提升员工队伍素质，保证电网安全稳定运行、支

撑和促进国家电网公司可持续发展起到积极的推动作用。

本册为通用教材部分的《变电站综合自动化》，由河南省电力公司具体组织编写。

全书第一章，第五章由河南省电力公司姬三杰编写；第二章，第三章，第七章由河南省电力公司付红艳编写；第四章，第六章，第八章由河南省电力公司张玉峰编写。全书由姬三杰担任主编。湖北省电力公司李火元担任主审，湖北省电力公司余楚银、周立红参审。

由于编写时间仓促，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。



国家电网公司  
STATE GRID  
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司  
生产技能人员职业能力培训通用教材

# 目 录

## 前言

<b>第一章 变电站综合自动化系统概述</b> .....	1
模块 1 综合自动化的基本概念 (TYBZ01801001) .....	1
模块 2 综合自动化的优越性 (TYBZ01801002) .....	4
模块 3 综合自动化系统的主要内容和基本功能 (TYBZ01801003) .....	6
模块 4 综合自动化系统的设计原则与要求 (TYBZ01801004) .....	11
模块 5 综合自动化系统的硬件结构 (结构形式和配置) (TYBZ01801005) .....	12
模块 6 变电站综合自动化与无人值班变电站 (TYBZ01801006) .....	17
模块 7 变电站综合自动化技术的发展方向 (TYBZ01801007) .....	20
<b>第二章 变电站综合自动化信息的测量和采集</b> .....	23
模块 1 变电站综合自动化信息 (TYBZ01802001) .....	23
模块 2 变电站综合自动化信息的体系结构 (TYBZ01802002) .....	24
模块 3 变电站模拟量信息的变送器测量及采集 (TYBZ01802003) .....	26
模块 4 交流采样技术及其应用 (TYBZ01802004) .....	32
模块 5 变电站油温的采集 (TYBZ01802005) .....	36
模块 6 变电站状态信息的采集 (TYBZ01802006) .....	38
模块 7 变电站实时时钟的建立和应用 (TYBZ01802007) .....	42
<b>第三章 变电站综合自动化系统中的通信技术</b> .....	46
模块 1 数据通信基础 (TYBZ01803001) .....	46
模块 2 数据交换技术 (TYBZ01803002) .....	50
模块 3 计算机网络基础知识 (TYBZ01803003) .....	55
模块 4 网络体系结构及 OSI 基本参考模型 (TYBZ01803004) .....	58

模块 5	计算机局域网 (TYBZ01803005)	60
模块 6	现场总线技术 (TYBZ01803006)	63
<b>第四章</b>	<b>变电站综合自动化系统中的新技术应用</b>	<b>66</b>
模块 1	VQC 知识 (TYBZ01804001)	66
模块 2	程序化操作 (TYBZ01804002)	69
模块 3	IEC 61850 简介 (TYBZ01804003)	73
<b>第五章</b>	<b>变电站运行的自动控制与调节</b>	
	(变电站综合自动化系统的智能装置)	79
模块 1	变电站低频减负荷控制 (TYBZ01805001)	79
模块 2	变电站电压和无功功率控制 (TYBZ01805002)	84
模块 3	变电站“五防”的基本概念及实现方法 (TYBZ01805003)	89
模块 4	同期知识 (TYBZ01805004)	93
模块 5	备用电源自动投入装置 (TYBZ01805005)	99
模块 6	变电站主设备的遥控 (TYBZ01805006)	102
模块 7	微机故障录波原理 (TYBZ01805007)	105
模块 8	微机故障录波实例 (TYBZ01805008)	111
<b>第六章</b>	<b>变电站综合自动化系统的运行、维护及调试</b>	<b>116</b>
模块 1	综合自动化系统人机联系与操作 (TYBZ01806001)	116
模块 2	综合自动化系统运行与维护 (TYBZ01806002)	120
模块 3	综合自动化系统的调试 (TYBZ01806003)	125
<b>第七章</b>	<b>提高综合自动化系统可靠性的措施</b>	<b>132</b>
模块 1	综合自动化可靠性概述 (TYBZ01807001)	132
模块 2	干扰来源和干扰的影响 (TYBZ01807002)	133
模块 3	抗干扰措施 (TYBZ01807003)	137
模块 4	综合自动化系统的自动检测技术 (TYBZ01807004)	141
<b>第八章</b>	<b>变电站综合自动化的监控系统</b>	<b>145</b>
模块 1	综合自动化监控系统的基本功能 (TYBZ01808001)	145
模块 2	综合自动化监控系统的基本结构 (TYBZ01808002)	150
模块 3	综合自动化监控系统基本要求及特点 (TYBZ01808003)	153



模块 4	综合自动化监控系统界面及监控操作 (TYBZ01808004)	156
模块 5	综合自动化监控系统的附属部分 (TYBZ01808005)	160
参考文献		164



# 第一章 变电站综合自动化系统概述

## 模块 1 综合自动化的基本概念 (TYBZ01801001)

**【模块描述】**本模块介绍了变电站综合自动化系统的概念和特点。通过概念描述,装置介绍,初步了解变电站综合自动化系统。

### 【正文】

#### 一、变电站综合自动化概念

常规变电站的二次系统主要由继电保护、故障录波、当地监控和远动四部分组成。这四个部分的功能各不相同,所采用的硬件设备和使用的技术也完全不同,因此存在一些缺点,主要是:第一,继电保护、故障录波、当地监控和远动装置的硬件设备,它们按各自的功能配置,彼此之间相关性小,设备之间互不兼容。第二,二次系统的硬件设备型号、类别多,很难达到标准化。第三,大量电线电缆及端子排的使用,增加了投资,且又要花费大量人力进行众多装置相互之间联系的设计、安装、调试、维护等。第四,常规二次系统无自检功能,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,有时甚至影响对一次系统的监视和控制。

所谓变电站综合自动化是将变电站的二次设备(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型计算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,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。

变电站综合自动化，所谓“综合”主要包括两个方面：

(1) 横向综合，是指利用计算机将不同厂家的设备连在一起，替代或升级老设备的功能。

(2) 纵向综合，是指在变电站层这一级，提供信息、优化、综合处理分析信息和增加新的功能，增强变电站内部、各控制中心间的协调能力。

## 二、变电站综合自动化系统的特点

变电站综合自动化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控制。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传输功能的自动监控系统。

变电站综合自动化系统具有以下几个特征：

(1) 功能综合化。变电站综合自动化技术，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。在综合自动化系统中，微机监控系统综合了变电站的仪表盘、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。

综合自动化的综合功能，对于中央信号系统、仪表及对设备控制操作的功能综合是通过监控系统的全面综合，而对于微机保护及一些重要的自动装置（如备用电源自动投入）是接口功能综合，是在保证其独立的基础上，通过远方自动监视与控制来实现的。例如对微机保护装置仍然要求保证其功能的独立性，但通过对保护状态及动作信息的监视及对保护整定值查询修改，保护的投退、录波远传、信号复归等远方控制来实现其对外接口功能的综合。这种综合的监控方式，既保证了保护和一些重要自动装置的独立性和可靠性，又把保护和自动装置的自动化性能提高到一个更高的水平。

(2) 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、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，它是一个由 CPU 群构成的完整的、高度协调的综合系统。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。随着技术的发展，自动化装置已经部分实现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。

(3) 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。常规的模拟屏被 CRT 屏幕上的实时主接线画面取代;常规在断路器安装处或控制屏进行的跳、合闸操作,被 CRT 屏幕上的鼠标操作或键盘操作所取代;常规的光字牌报警信号,被 CRT 屏幕画面闪烁和文字提示或语言报警所取代,即通过计算机上的 CRT 显示器,可以监视整个变电站的实时运行情况和对各开关设备进行操作控制。

(4) 通信局域网络化、光缆化。计算机局域网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,而且简化了常规变电站的各种电缆,方便施工。

(5) 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。综合自动化系统不仅监测一次设备,还能时刻监测本身是否有故障。

(6) 测量显示数字化。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,克服了指针式仪表准确度低、读数不方便的缺点。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强度,而且提高了测量精度和管理的科学性。

### 三、变电站综合自动化系统简单举例

RCS-9600 系列分布变电站综合自动化系统是集保护、测控功能为一体的新型变电站综合自动化系统,满足 35~500kV 各种电压等级变电站综合自动化的需要。

RCS-9600 变电站综合自动化系统从整体上分为三层,即变电站层、通信层和间隔层,硬件主要由保护测控单元、通信控制单元及后台监控系统组成。

RCS-9600 系列变电站综合自动化系统典型结构如图 TYBZ01801001-1 所示。

RCS-9600 系列保护测控单元作为变电站综合自动化系统一个基本部分,它是以前变电站基本元件为对象进行数据采集,完成保护和控制等功能的。其主要功能有:模拟量数据采集、转换与计算,开关量数据采集、滤波,继电保护,自动控制功能,事件顺序记录,控制输出,对时,数据通信。

通信控制单元在变电站自动化系统中,承担着保护测控单元、自动化设备和辅助设备、变电站计算机系统及电网自动化系统通信的控制、协调、监视和管理作用。通过通信控制单元的控制和管理,保证各保护测控单元、相关智能电子设备可实时、有序、可靠地与变电站计算机系统、电网自动化系统交换信息,传递变电站各种运行数据、设备状态及保护动作情况;接收各种控制命令,完成变电站计算机系统和

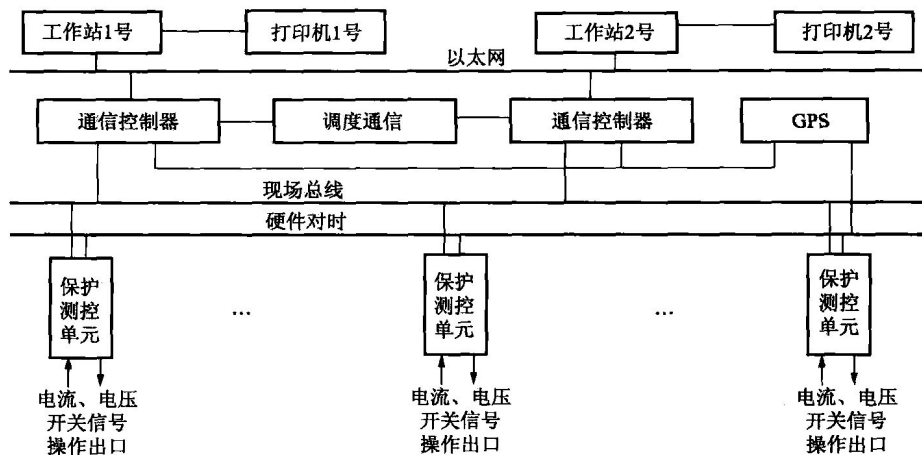


图 TYBZ01801001-1 RSC-9600 系列变电站综合自动化系统结构图

电网自动化系统所要求的各种操作和控制。在它的监视和管理下，能够随时了解各设备、单元通信状态以及通信网络状态，若有异常发生时，能及时报警，并尽力维持系统的正常通信。

通信控制单元具体有以下功能：实施并管理各种微机保护、自动装置通信，各种测控装置、智能电能表通信，变电站智能辅助设备通信，变电站主计算机系统通信，远动通信，与集控中心通信；通过 GPS 自动对时；对各设备、装置通信状态进行检查和监测；转发信息编辑与合成；通过网络，联机维护和监测；实现双通道监视和自动切换；自我诊断；支持多种通信规约。

后台监控系统通过测控装置、保护装置和其他智能设备，采集和处理变电站运行的各种数据，对变电站的运行进行监视；依照运行人员的控制命令和预先编制的控制条件对设备进行控制。这样不仅减轻了运行人员的劳动强度，也极大地提高了变电站运行的稳定、可靠性。

### 【思考与练习】

1. 什么是变电站综合自动化？所谓“综合”主要包括哪两个方面？
2. 变电站综合自动化系统具有哪几个最明显的特征？

## 模块 2 综合自动化的优越性 (TYBZ01801002)

【模块描述】本模块介绍了传统变电站存在的问题和综合自动化系统的优越性。通过对比分析，进一步了解变电站综合自动化系统。

## 【正文】

### 一、传统变电站存在的问题

(1) 安全性、可靠性不能满足现代电力系统的要求。传统的变电站采用的常规设备,尤其是二次设备中的继电保护和自动装置、远动装置等,结构复杂、可靠性不高,本身又没有故障自诊断的能力,只能靠校验发现问题后才进行调整与检修,有时直到保护装置发生拒动或误动后才能发现问题。

(2) 供电质量缺乏保证。随着经济的发展,人民的生活水平和生活质量在提高,不同用户的各种电器越来越多,供电质量的要求也越来越高。发、供电企业必须保证电能质量,作为变电站,应该通过调节变压器分接头位置和控制无功补偿设备进行调整,使电压运行在合格范围内。但传统的变电站,有些不具备调压手段,或调压手段不完善,至于谐波污染造成的危害,还没有引起足够的重视和采取有力的解决措施,满足不了电力市场的需求。

(3) 设备可靠性差,维护工作量大,不利于提高运行管理水平和自动化水平。常规的保护装置和自动装置多为电磁型或晶体管型,其工作易受环境影响,整定值必须定期停电校验,每年校验保护定值的工作量相当大。

(4) 难以适应电力系统实时控制的要求。电力系统要想做到优质、安全、经济运行,必须及时掌握系统的运行工况,进而采取一系列的自动控制和调节手段。但传统的变电站不能满足这样的要求,例如:由于远动功能不全,反映系统运行工况的一些遥测、遥信无法实时送到调度中心,或者参数采集不齐、不准确,变电站本身的自动控制和调控手段又不完善,因此没法进行实时控制,不利于电力系统的安全、稳定运行。

### 二、变电站实现综合自动化的优越性

与常规变电站二次系统相比,变电站实现综合自动化可以在以下几方面体现出独特的优越性:

(1) 运行的可靠性高。变电站综合自动化系统利用软件,可以实现在线实时的对有关硬件电路中各个环节进行自检;利用有关的技术,可有效防止干扰进入微机系统;系统中的各子系统如微机保护装置和微机自动装置具有故障自诊断功能,使变电站的一次、二次设备运行的可靠性大为提高。

(2) 供电电能质量高。由于在变电站综合自动化系统中包括有电压无功自动控制功能,对于具有有载调压变压器和无功补偿电容器的变电站,可以大大提高电压合格率,保证电力系统主要设备和各种电器设备的安全,使无功潮流合理,降低网损,节约电能损耗。

(3) 专业综合,易于发现隐患,处理事故迅速。实现综合自动化以后,各专业综合考虑,可以收集众多需要的数据和信号,将数据和信号经计算机处理后,以综



合的结果反映给值班人员，还可提供事件分析的结果以及如何处理的参考意见。

(4) 变电站运行管理的自动化水平高。变电站实现自动化后，监视、测量、记录、抄表等工作都由计算机自动进行，既提高了测量的精度，又体现了客观性。运行人员可通过观看 CRT 屏幕，就对变电站主要设备和各输、配电线路的运行工况和运行参数一目了然。综合自动化具有与上级调度通信功能，可将检测到的数据及时送往调度中心，使调度员能及时掌握各变电站的运行情况，也能对它进行必要的调节和控制，且各种操作都有事件记录可供查阅，提高了运行管理水平。

(5) 减少控制电缆，缩小占地面积。变电站实现综合自动化以后，电力系统测量数据和运行信息的各个部分都可以统一考虑和规划，数据和信号共享，这样就可以节省大量的控制电缆。变电站综合自动化系统实现了资源和信息共享，由于硬件电路多采用大规模集成电路，结构紧凑、体积小、功能强，可以大大缩小变电站的占地面积。

(6) 维护调试方便。由于综合自动化系统中，各子系统有故障自诊断能力，系统内部有故障时能自检出故障部位，缩短了维修时间。微机保护和自动装置的定值又可在线读出检查，可节约定期核对定值的时间。

(7) 为变电站实现无人值班提供了可靠的技术条件。变电站综合自动化系统可以收集到非常齐全的数据信息。有强大的计算机计算能力和逻辑判断功能，可以极方便地监视和控制变电站的各种设备，如果配置了与上级调度的通信功能，能实现遥测、遥信、遥控、遥调。因此，不仅可以全面提高无人值班变电站的技术水平，也可为变电站安全稳定运行提供可靠保证。

### 【思考与练习】

1. 传统变电站存在有哪些问题？
2. 变电站实现综合自动化的优越性有哪些？

## 模块 3 综合自动化系统的主要内容和基本功能 (TYBZ01801003)

**【模块描述】**本模块介绍了变电站综合自动化系统的主要内容和监控、保护、自动控制、通信及自动切换等基本功能。通过功能描述和分析，熟悉变电站综合自动化系统。

### 【正文】

#### 一、变电站综合自动化系统的主要内容

通过对变电站的二次设备进行全面的技术升级，采用新的保护技术和控制方

式,促进各专业在技术上的协调,实现综合自动化,以全面提高变电站的技术水平和运行管理水平。

此外,变电站综合自动化的内容还应包括监视高压电气设备本身的运行,并将变电站所采集的信息传送给调度中心等部门,以便为电气设备监视和制订检修计划提供原始数据。

总的应包括:

(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遥控调整。

## 二、变电站综合自动化系统的基本功能

### (一) 监视和控制功能

#### 1. 数据采集

(1) 模拟量的采集。变电站综合自动化系统需采集的模拟量主要是:变电站各段母线电压,线路电压、电流、有功功率、无功功率,主变压器电流、有功功率和无功功率,电容器的电流、无功功率,馈线的电流、电压、功率以及频率、相位、功率因数等。此外,模拟量还包括主变压器油温、直流电源电压、站用变压器电压等。

(2) 状态量的采集。综合自动化系统采集的状态量有:变电站断路器位置状态、隔离开关位置状态、继电保护动作状态、同期检测状态、有载调压变压器分接头的位置状态、变电站一次设备运行告警信号、网门及接地信号等。

(3) 脉冲量的采集。脉冲量指电能表输出的一种反映电能流量的脉冲信号,这种信号的采集在硬件接口上与状态量的采集相同。

#### 2. 事件顺序记录 SOE

事件顺序记录 SOE 包括断路器跳、合闸记录,保护动作顺序记录。微机保护或监控系统有足够的存储空间,能存放足够数量或足够长时段的事件顺序记录信息,确保当后台监控系统或远方集中控制主站通信中断时,不丢失事件信息。

#### 3. 故障记录、故障录波和故障测距

(1) 故障录波与故障测距。110kV 及以上的重要输电线路距离长,发生故障影响大,必须尽快处理,故障录波和故障测距能提供很好的帮助。变电站的故障录波和故障测距可采用两种方法实现:一是由微机保护装置兼作故障记录和故障测距,





将记录和测距的结果送监控机存储、打印输出或直接送调度主站；另一种方法是采用专用的微机故障录波器。

(2) 故障记录。故障记录就是记录继电保护动作前后与故障有关的电流量和母线电压。具体情况是：如果微机保护子系统具有故障记录功能，则该保护单元在保护启动的同时，便启动故障记录，直接记录发生事故的线路或设备在事故前后的短路电流和相关的母线电压的变化过程；若保护单元不具备故障记录功能，则可以采用保护启动监控机数据采集系统，记录主变压器电流和高压母线电压。

#### 4. 操作控制功能

变电站运行人员可通过人机接口对断路器、隔离开关的开合进行操作，对变压器分接头进行调节，可对电容器组进行投切。

#### 5. 安全监视功能

在监控系统运行过程中，对采集的电流、电压、主变压器温度、频率等量进行越限监视，如发现越限，立刻发出告警信号，并记录和显示越限时间和越限值。另外，还要监视保护装置、自控装置工作是否正常等。

#### 6. 人机联系功能

当变电站有人值班时，人机联系功能在当地监控系统的后台机（或称主机）上实现；当变电站无人值班时，人机联系功能在远方的调度中心或操作控制中心的主机或工作站上实现。

主要内容是：① 显示画面与数据；② 输入数据；③ 人工控制操作；④ 诊断与维护。

#### 7. 打印功能

定时打印报表和运行日志；开关操作记录打印；事件顺序记录打印；越限打印；召唤打印；抄屏打印；事故追忆打印。

#### 8. 数据处理与记录功能

历史数据的形成和存储是数据处理的主要内容，它包括上级调度中心、变电管理和继电保护要求的数据。这些数据主要包括：断路器动作次数；断路器切除故障时故障电流和跳闸操作次数的累计数；输电线路的有功功率、无功功率，变压器的有功功率、无功功率，母线电压定时记录的最大值、最小值及其时间；独立负荷有功功率、无功功率每天的最大值和最小值，并标以时间；指定模拟点上的趋势、平均值、积分值和其他计算值；控制操作及修改整定值的记录。

#### 9. 谐波监测与控制

(1) 谐波源分析。电力系统的电力变压器和高压直流输电中的换流站是系统本身的谐波源。电网中的电气化铁路、地铁、电弧炉炼钢、大型整流设备等非线性不平衡负荷是负载注入电网的大谐波源。此外，多种家用电器是小谐波源。