

# 1.

## 结 论

### 1.1 概述

#### 1.1.1 变电站实行无人值班是电网发展的必然趋势

随着电力体制改革的进一步深化，电网得到了迅速发展，城、乡电网加快建设和改造，越来越多地区的供电部门正积极开展变电站无人值班的实践。变电站无人值班工作的实施，使供电部门提出的“减人增效”工作得以成功实现，取得了明显的经济效益和社会效益，提高了电力企业的劳动生产率，促进了电网的安全稳定运行，推动了电力生产管理的现代化，对提高电网的安全、经济运行水平也起了积极的作用。从国内、外电网发展的情况看，变电站采取无人值班，不只是为了减少几个生产人员及其开支的问题，而是提高电网的科技发展水平和科学管理水平，加快电网发展的问题。正因为如此，无人值班变电站的电压等级已从 35~110kV 逐步提高到 220kV，甚至向更高的电压等级发展。

#### 1.1.2 变电站实行无人值班的曲折历程

变电站实行无人值班运行管理，在我国并不是个新的课题，早在 50 年代末 60 年代初，许多供电局就曾进行过变电站无人值班的试点。当时采用的远动装置是从原苏联引进的有接点的远动技术，在国内试制、定型生产后，定型号为 SF—58 并且曾风行一时。但是由于技术手段不完备，管理体制不适应，特别是认识上的种种原因，除上海、郑州等少数供电局在技术装备条件很差的情况下还在部分的 35kV 和少量的 110kV 变电站坚持无人值班外，多数地区没有坚持下去。

80 年代以来，随着自动化技术的发展和完善，特别是人们对变电站无人值班的认识的提高，郑州、深圳、大连、广州等地区出现

了大量的无人值班变电站，据有关资料介绍，到 1996 年底，全国已有 600 余座无人值班变电站，而到 1997 年底已达 1000 余座。

湖南省电力系统虽然变电站无人值班工作起步较晚，但其发展势头很好，如株洲、长沙、岳阳、常德、永州等电业局 110kV 城网变电站全部实现了无人值班。全省建立起了一整套规范无人值班变电站、集控站及调度工作的技术政策，特别是近几年，在农村 35kV 变电站普遍采用了简易电器露天布置，实行无人值班、少人值守或委托农村电工代为看守的方式，城市 110kV 变电站及 220kV 终端变电站，则利用自动化技术改造为无人值班变电站。新建的 110kV 变电站一律按无人值班的管理方式兴建。

### 1. 1. 3 变电站实行无人值班促进了电网发展

#### （一）增强了设备的可靠性

新建或改造的无人值班变电站，首先应以保证设备运行的可靠性为前提，提高设备的自动化程度。在无人值班变电站中，无论是执行正常运行操作、或者处理故障中的操作，均通过自动化系统进行，减少了人为的失误，降低了出差错的机率，因此，比有人值班变电站的手动操作更及时、准确、可靠。

#### （二）简化了生产管理环节

变电站实行无人值班，以实现远动和自动化为基础，将传统的以人的因素来保证电网安全运行的做法，变成由自动化设施来实现。为适应电网发展的需要，原有的规章制度，也要作根本的改革，使生产管理从过去繁琐、繁重的劳动中得到解放。

#### （三）降低了电力建设造价

变电站按无人值班的管理方式设计、建设，必须采用先进的远动及自动化设备，优化系统结构，从而可减小设备所占空间，减少生产占用土地面积和生产辅助及生活设施，降低工程造价。

#### （四）推动了供电网络运行科学化管理

在供电网络中，降压变电站的进线由地区网络接入，降至配电电压后经馈电网与用户相联。在某种情况下配电网中的开关站（亦称开闭站）往往又担当起降压变电站分配电能的职能，如

果将降压变电站、开关站以及相关的馈电线路综合考虑，实行自动化管理，既增强了供电系统的可靠程度，又提高了供电网络科学管理的水平。

从近几年改造和新建的无人值班变电站的实际运行情况看，不但技术可靠、经济效益十分显著，而且安全情况良好，对提高变电站的安全生产水平，起了重要作用，尤其是大大降低了由于人员过失引起的误操作事故。

#### **1.1.4 变电站无人值班的管理方式已成为电网的发展方针**

近年来，随着电网的发展，原电力工业部和国家电力公司先后颁布了有关变电站无人值班工作的意见和要求，目前有关无人值班变电站设计技术规程正在编写之中，不久即将正式颁发。这些文件的颁布与实施，必然大大推动变电站无人值班工作的更快发展。

## **1.2 无人值班变电站的有关定义**

无人值班变电站是对变电站的管理模式而言的，从定义、技术装备来说包含如下内容。

### **1.2.1 无人值班变电站**

所谓无人值班变电站，一般指没有固定值班人员在变电站就地日常监视与操作的变电站。变电站的日常操作与监视由上级调度所或集控站通过调度自动化设施的三遥或四遥功能进行。变电站无人值班是变电站运行管理的一种模式。

### **1.2.2 变电站微机监控**

通过微机和软件系统，结合变电站自动控制技术、信息处理技术及传输技术等设施，来代替人工进行变电站的各种运行作业，实现变电站的监视与控制。变电站微机监控是提高变电站运行、管理水平的一种自动化系统。

### **1.2.3 变电站综合自动化**

所谓变电站综合自动化是将变电站的二次设备（包括控制设备、信号器具、测量仪表、继电保护装置、自动装置、远动装置

等)利用微机技术,经过功能的重新组合,实现信息共享,对变电站实施自动监视、测量、控制和协调的一种综合性的自动化装置。它是变电站的一种技术装备。

变电站综合自动化可以收集到较齐全的数据和信息,经过计算机高速计算和判断,可以方便地监视和控制变电站内各种设备的运行,完成对相关设备的操作。

变电站综合自动化的主要特征是功能综合化(其综合的程度可以因采用技术的不同而不同),结构微机化,操作监视屏幕化,运行管理智能化。

### 1.2.4 分层分布式结构

所谓分层分布式结构,是将变电站信息的采集和控制分为管理级、站控级和现场级三个级次分层布置,保护单元分布式布置的一种结构形式,其结构示意图如图 1.1 所示。现场级单元按一次设备组织,使控制和故障得到分散,减少了大量的控制电缆,降低了电流互感器二次负担,减少了占地面积,从而从根本上提高了系统长期运行的能力和系统抗故障的能力。各保护单元通过总线连接到站控级设备,站控计算机工作站承担上传下达的作用,使系统现场维护过程清晰、责任明确。站控计算机工作站除完成对

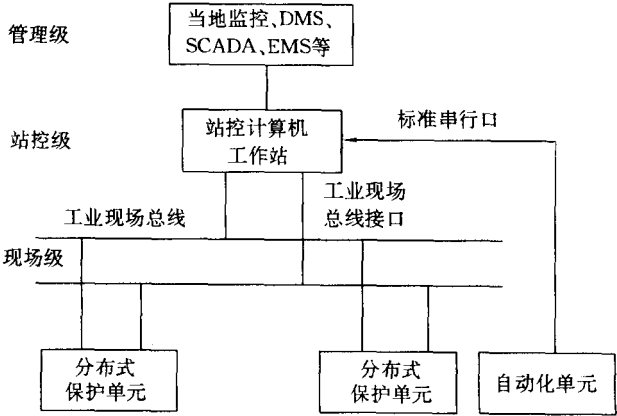


图 1.1 分层分布式结构示意图

下的保护管理功能外，还可通过现场总线完成对保护单元的自适应调整。对上则通过设立开放式结构的站级网络接口，与管理级建立联系，以充分保证系统的可互用性和可扩充性。

随着计算机通信技术的发展，变电站综合自动化技术中关于现场级通信已经采用了总线型网络而构成的多主冗余系统，这样网上每一节点均可与其他节点通信，从而大大提高了综合自动化系统的可靠性、灵活性和实时性，克服了传统的现场通信技术本身存在的通信流向单一、抗干扰性能差等致命弱点。

站级通信可以选用电源可靠、抗干扰能力强、扩充方便的工业控制微机或工作站作为站控计算机工作站。

### 1.2.5 集中式结构

采用功能较强的多 CPU 计算机，并扩展其 I/O 及外部接口，进行集中配屏，总控单元在采集全站数据后再进行集中处理、分配及传输，此种结构形式称为集中式结构。集中式结构示意图如图 1.2 所示。

### 1.2.6 保护单元与监控单元

保护单元是反应线路或元件故障并跳闸的单元，且要求功能相对独立，其可靠性只与保护装置本身有关，而与同保护装置有

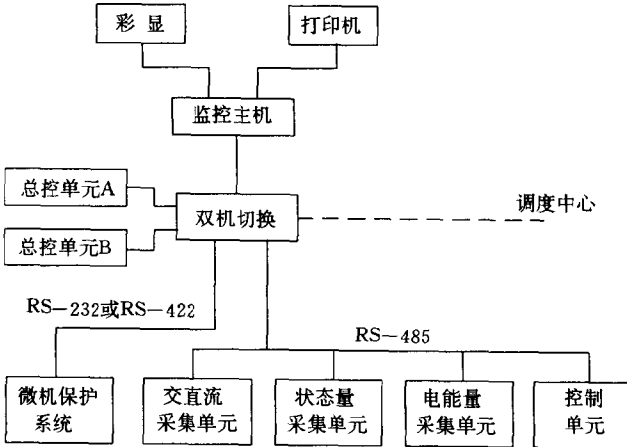


图 1.2 集中式结构示意图

关连的其他装置或单元（如通信口、网络、监控单元等）无关。

监控单元是用于检测、监视和控制无人值班变电站电气参数变化的单元。

110kV 及以上电压等级的继电保护及其安全自动装置，因其对电力系统的安全运行影响很大，在目前的技术水平条件下，要求保护单元与监控单元独立存在，同时要求各单元均具备同步合闸功能，减少屏、柜交叉接线，在间隔调整或扩建时，方便设计、安装及调试，也便于使保护与远动专业之间有明确分界。35kV 及以下电压等级的保护与监控单元合并使用。

### 1.2.7 电压无功控制装置

电压无功综合控制装置（VQC）通过采集系统潮流和母线电压，以维持电压在一定范围内波动，是达到无功的分区分层就地平衡为目标，实现无功补偿优化，并实施对有载调压变压器分接开关和无功补偿装置（SVC、并补电容器、并联电抗器等）的综合调节。在设有站内监控系统的变电站，可由站内监控系统来实现此功能。对改造成的无人值班变电站或新建变电站，当没有设置站内监控系统时，则必须配置专门的电压——无功综合控制装置。

### 1.2.8 分布式 RTU

随着电力系统自动化和变电站无人值班技术的飞速发展，电网控制系统对发电厂、变电站监控设备的要求也越来越高。国产老一代 RTU 无论从结构原理、信息处理能力及通信模式均不能适应现代电网及变电站无人值班技术发展的要求。分布式 RTU 的出现，弥补了这一缺陷。

分布式 RTU 原理图如图 1.3 所示。由于采用了多处理机技术，每个 CPU 负责一个功能单元，以通信管理单元为核心，通过远动总线与各功能单元相连，从而组成了一个功能完备的发电厂、变电站终端。

分布式 RTU 的采用，使系统配置灵活、安装方便，既可以集中布置，也可以分散布局。在测量方式上，既可以直流采样，也可以交流采样，或者二者兼之。主 CPU（通信管理单元）采用了

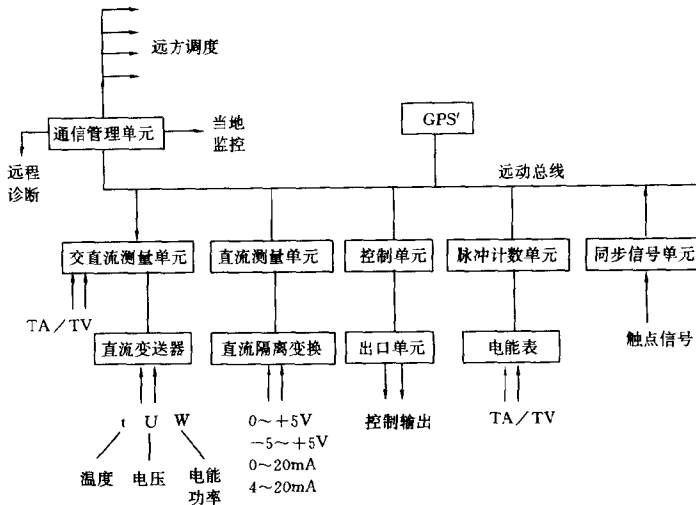


图 1.3 分布式 RTU 原理图

性能优良的嵌入式处理器，配置大容量的 EPROM 以实现完备的 RTU 常规功能，完成各种通信规约的集成。

RTU 作为电网控制的一部分，其发展水平体现了电力系统及其厂、站端自动化的发展水平。功能强大、技术先进、性能可靠、扩充方便，配置灵活，符合电网及发电厂、变电站自动化技术发展要求的 RTU 将使电力系统运行更加安全、稳定。

### 1.2.9 无人值班变电站与变电站综合自动化

变电站实施无人值班运行，是变电站运行管理的一种方式，是变电站运行技术的进步，是电力系统减人增效，提高全员劳动生产率的有效措施。变电站综合自动化则是一种新的技术装备。具有完善的综合自动化系统的变电站，既可以有人值班，也可以无人值班，还可以少人值班。无人值班变电站可以采用常规二次设备加远动装置来实现（即通称的老变电站改造为无人值班变电站的模式），也可以采用综合自动化来实现。

对于有人值班变电站的综合自动化系统而言，其服务对象很

大一部分是针对变电站内的运行值班人员的。这样的综合自动化系统能及时地向变电站值班人员提供详细的信息，甚至可以提供改变系统（或站内）运行参数的各种参考性意见，对变电站的安全、经济运行提供了强有力的技术保证。对于无人值班变电站的综合自动化系统而言，服务对象不在变电站内，而是在远方的调度中心或集控站。

综合自动化装置为变电站实现无人值班提供了可靠的技术保证，实施无人值班变电站则为综合自动化的使用和进一步完善开辟了广阔的应用场所。

### 1.3 无人值班变电站的自动化结构形式

#### 1.3.1 常规方式

常规方式无人值班变电站的自动化结构如图 1.4 所示。这种结构方式是在保留常规的电气二次设备的基础上利用普遍运用的远方终端单元（RTU）再配以变送器（采用交流采样 RTU 时，可省去变送器）、信号转接、遥控执行、不间断电源（UPS）等构成，从而实施对变电站的远方监视和操作。

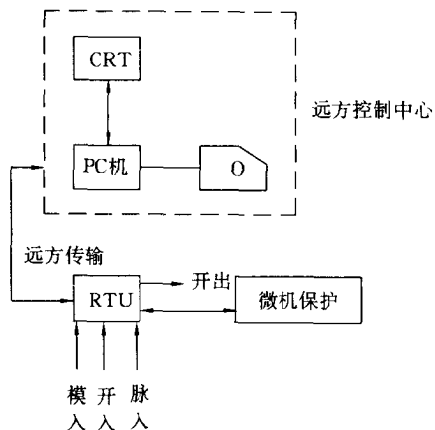


图 1.4 常规方式的无人值班变电站的自动化结构

运行中的老变电站改造为无人值班变电站，其自动化的结构形式可分为两种。一种是采用现场总线，构成分布式的 RTU 结构，如图 1.5 所示。其特点是不增加原运行变电站的屏、柜数量，不需要更换原有保护装置，不需要改动原有二次回路，比较适用于已运行的老旧变电站改造。另一种则是将分散式自动化系统的测量、控制、保护单元等分散安装在已运行变电站原有的控制、信号等屏柜上，通过总控单元汇总，并完成与调度中心（集控站）之间的通信。

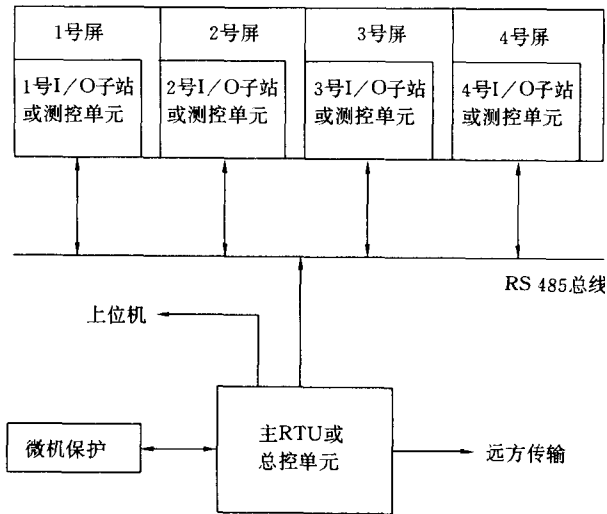


图 1.5 老变电站改造为无人值班的自动化结构

### 1.3.2 集中配屏方式

集中配屏变电站的自动化结构示意图如图 1.6 所示。这种方式是我国目前新建无人值班变电站选用自动化系统时较为广泛的一种。此方式与 1.3.1 中陈述的常规的自动化结构方式相比，最大的区别在于此模式是将 RTU 的遥控、信号、测量、电量、通信等功能分别组屏，再由一个或二个总控单元通过串行接口（RS232 或 RS485）与各功能单元（屏、柜）以及微机保护、故障

录波、上位机等通信，其保护、控制与远动等的二次回路设计大为简化。

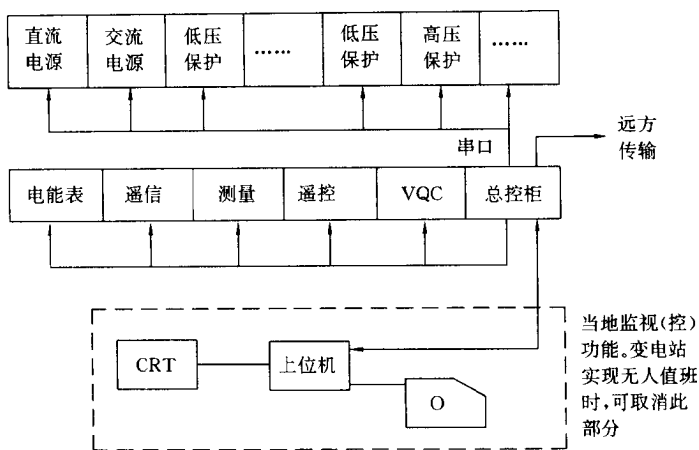


图 1.6 集中配屏变电站的自动化结构示意图

### 1.3.3 全分散式方式

全分散式配屏方案的变电站自动化结构示意图如图 1.7 所

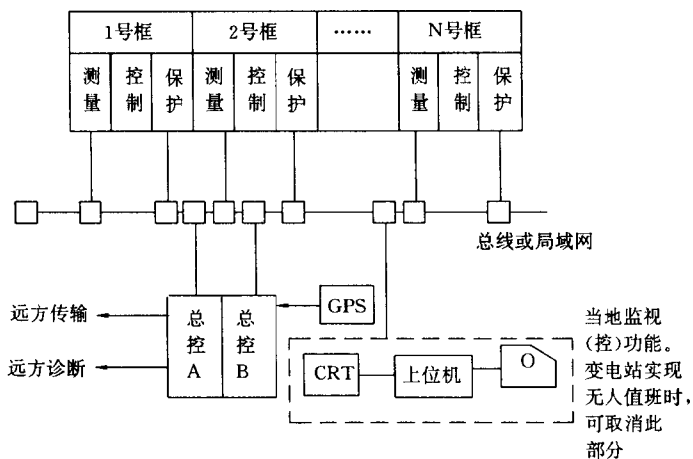


图 1.7 全分散式配屏方案的变电站自动化结构示意图

示。全分散式模式的主要特点是以一次设备（如主变压器、开关设备、母线、无功补偿装置等）为基本安装单位，将控制、测量、保护功能等单元分散就地安装在一次设备所在位置屏、柜上。变电站主控制室内的站控单元通过串行口与分散安装的各一次设备屏、柜相连，并与上位机和调度中心（集控站）通信。

## 1.4 无人值班变电站的管理模式及特点

变电站的运行管理从有人值班过渡到无人值班后，其管理模式发生了很大的变化，变电站主设备的运行、检修，通信、自动化设施的运行和维护与过去相比，有很大的不同。目前无人值班变电站的管理总的说来有三种管理模式。

### 1.4.1 地区电网调度中心集中控制

这种模式一般适用于一个地区的无人值班变电站数量比较少的情况。无人值班变电站的监视及遥控操作由地区电网调度中心直接完成。

### 1.4.2 分层管理、分级控制

这种模式适用于较大规模电网，并且已经实现了多个变电站的无人值班。这种管理模式的特点是除总调度中心外，还在区域或供电区设立若干分区调度，无人值班变电站的监视和操作由分区调度完成。

### 1.4.3 集控站管理模式

这种管理模式是建立一个或若干个集控站（集控站可建立在某一负荷中心区或某一中心变电站内）。集控站负责某一区域的无人值班变电站的监视和巡视维护，并根据调度命令完成对无人值班变电站的遥控操作。

## 1.5 开展变电站无人值班工作的目的和意义

实施变电站的无人值班工作，是电力工业转换机制，改革挖

潜，实现减人增效，提高劳动生产率的有效途径，是电力企业适应社会主义市场经济体制的需要，是电力行业建立现代企业制度的内在要求，是大、中型电力企业进一步解放和发展生产力的重要途径，世界各国特别是发达国家 220kV 及以上电压等级的变电站广泛采用了无人值班。

#### 1.5.1 变电站实施无人值班有利于提高电网管理水平

以湖南省电力系统为例，湖南省属发电装机在“八五”和“九五”期间，以前所未有的速度发展，其配套输变电容量和变电站座数也急剧增加。以全省年平均投产 3 座 220kV 变电站和 15 座 110kV 变电站的速度计算，如不实现 110kV 变电站的无人值班，则每年需增加变电运行人员 160 人左右，而且这些人在正式加入运行岗位前，均必须经过较长时间的技术学习和培训。这从客观上要求新建 110kV 及以下变电站必须实行无人值班，220kV 及以上变电站的运行人员便能从已运行的并已改造为无人值班的 110kV 及以下变电站中去调整。依靠科技进步，走变电站无人值班的道路，是实现电网可持续发展，保证电网稳定、可靠、安全供电的必由之路。

#### 1.5.2 变电站实施无人值班有利于提高电网的安全、经济运行水平

(1) 遥控操作具有较高的可靠性，完全可以满足电网安全、稳定运行的要求，并大大减少运行人员人为的误操作事故。

(2) 变电站实现无人值班，实施远方遥控操作，加快了压、送负荷的速度，实现了多售电的目标，有利于提高电网的整体经济效益。

(3) 电网及变电站实施遥控操作，并且与 AGC/EDC、负控系统、配网自动化 (DA) 等协同使用，在保持电网安全、稳定、可靠的前提下，必将使电网的安全、优质、经济运行水平达到一个崭新的高度。

#### 1.5.3 变电站实施无人值班有利于提高电力企业经济效益

随着电网技术及电网设备的进步与发展，变电站管理必须也

应该脱离传统的管理模式，把 110kV 及以下变电站的变电运行人员、甚至于终端 220kV 变电站的变电运行人员，从简单的、重复的劳动中解脱出来，去充实和补充更高电压等级的变电站的运行值班工作，或从事电力行业以外的新的经济活动，培植新的经济增长点，以实现电力系统最大可能的综合效益。

## 1.6 变电站实行无人值班的条件

### 1.6.1 优化的设计

要实施变电站的无人值班，必须有优秀的设计及最优化的方案，以实现电网的安全、可靠、经济运行作为基本出发点，保持对变电站运行参数（潮流、电压、主要设备运行状况）的监视。无论是对新建或是对运行中变电站改造为无人值班的变电站设计，都必须贯穿于设计阶段，纳入技术经济比较的范畴。

运行中变电站实现无人值班，绝不是一项简单的技术改造工作，而是与变电站运行管理方式，电网调度自动化的分层控制、以及变电站的自动化水平等一系列问题相互关联的系统工程，必须做好一个地区或一个网络内无人值班变电站工作的总体设计。总体设计工作的第一步，是要进行可行性研究和规划，进行技术条件的论证，对管理方式和管理制度的定位，进行效益分析；第二步，要确定控制方式和管理方式，即由调度控制还是由监控中心（基地站）分层分区控制；第三步是要确定实施变电站无人值班的技术装备，包括一次设备、二次设备、监控设备、调度自动化和通信设备等。

新建无人值班变电站的设计，除应按照总体方案中所确定的原则外，还必须考虑与电网（主网、配网）的配合，继电保护、自动装置、直流（操作和控制）回路、一次设备等必须满足运行方式的要求。

确定现已在运行中的变电站改造为无人值班变电站的改造方案时，既要考虑现有设备资源的有效利用，还必须考虑原有保护

及自动装置与远动的接口、信号的复归，变压器中性点接地开关的改造（使之能够远方改变接地方式）、有载调压分接开关分接位置的监视（作为遥信量）和控制等。

### 1.6.2 可靠的一、二次设备

要实现变电站的无人值班，必须有可靠的一、二次设备。新建无人值班变电站，在设计时应选用性能优良、维护工作量小，可靠性高的产品。对于运行中变电站的旧设备，在实现无人值班之前，应进行全面、彻底的检修或技术改造，使设备的性能满足变电站无人值班的要求。

#### （一）主变压器及高压配电装置

无人值班变电站主变压器及高压配电装置的选型，除应遵守国家及行业相关的技术标准外，还必须进一步考虑到在无人值班变电站内的运行维护要求。

（1）应选用可靠性高、维护工作量小、有成熟的运行经验，且通过了鉴定的定型产品。

（2）主变压器的台数和容量，除满足地区供电要求、负荷性质、用电容量和运行方式等条件外，还应考虑本变电站及相关变电站自动装置切换负荷时不致发生过负荷而损坏主变压器。

（3）城网无人值班变电站主变压器的选择，原则上应采用有载调压，其中性点接地开关一般应采用电动操动机构的单相隔离开关，其有载调压分接开关位置必须实现远传并遥控。

（4）根据城市污秽等级，城网变电站一般按半户内或全户内式布置、设计，高压配电装置必须户内安装。农网简易无人值班变电站，如果环境条件许可，在满足安全运行要求的前提下，其高压配电装置可以采用户外布置。

（5）无人值班变电站在实施扩建或改造时，同电压等级的设备应尽量一致。

（6）采用有载调压主变压器的无人值班变电站，应装设电力电容器无功补偿装置，其容量按主变容量的 10%~30%配置，以实现无功的分层分区就地平衡，减轻输电线路的无功大量输送，实

现电网的经济运行。

(7) 对于大量采用电缆馈线的无人值班变电站，当中性点不接地时，必须计算并实测其电容电流值，如超过标准（10A 及以上）时，必须装设自动跟踪补偿消弧线圈。

(8) 装设有有载调压主变压器和无功补偿电力电容器的无人值班变电站，必须装设电压一无功自动联调装置，以实现有载调压变压器的分接开关与无功补偿电力电容器经济、合理地联合自动调整。

(9) 高压配电装置的布置，除应满足 GB50060-92《3~110kV 高压配电装置设计规范》、GB50065-92 中的规定外，当相邻带电部分的额定电压不同时，应按较高的电压来考虑确定其安全净距。

## （二）继电保护及安全自动装置

(1) 无人值班变电站的继电保护和安全自动装置，应满足电网运行方式及可靠安全供电的要求。

(2) 新建无人值班变电站，其继电保护和安全自动装置应选用有成熟运行经验、质量可靠、售后服务优良、抗干扰能力强的微机型保护及自动化装置。对已运行的变电站进行无人值班改造时，其继电保护装置及安全自动装置，除应完成与站内通信网的接口外，还要将动作信号送至调度中心或集控站，且实现远方电动复归。

(3) 农网简易变电站，主变压器高压侧采用高压熔断器时，其低压馈线保护必须与高压熔断器的安-秒特性相配合。

## （三）站用电源及操作电源

(1) 对装有两台及以上主变压器的无人值班变电站，宜装设两台容量相同互为备用的站用变压器。对 35kV 变电站其中一台站用变压器宜装于 35kV 电源进线的线路侧，其低压侧负荷应具有自动投切电源的装置。对重要的城网无人值班变电站还应设外来电源（即正常运行方式下，其站用变压器不是由本站供电）。

(2) 直流操作电源的选型应满足以下要求： 直流操作电源

的容量应满足 2~3 台断路器同时合闸的要求，特别是对采用电磁操动机构的断路器，在合闸过程中，合闸线圈两端的电压应能满足 DL402 《交流高压断路器订货技术条件》的要求。②当采用交流整流浮充的直流操作电源时，其充电装置输出直流电流、电压的变动及其纹波系数均能满足继电保护及自动装置的要求。直流系统接线应满足可靠性要求。蓄电池应选用性能可靠、维护量小的产品。

(3) 无人值班变电站站用电及直流操作电源对保护及控制的要求高于有人值班变电站，其主要运行工况和异常信号应传送至远方控制中心。

(4) 无人值班变电站应装设不间断电源 (UPS)。不间断电源的容量根据继电保护、远动设备、通信设备的要求设定，且维持不间断供电时间不少于 2h。

(5) 农村无人值班变电站采用了交流操作的高压开关设备，其操作电源不应因供电范围内线路和设备发生短路而受到影响造成开关设备拒动。对于站内的自动装置、通信装置，应专门设置小容量的直流操作电源，以满足其可靠、不间断工作的要求。

#### (四) 其他

应完善无人值班变电站的消防、温感、烟感和防盗系统，并实现信号量的远传。

### 1.6.3 可靠的通信通道及站内通信系统

#### (一) 通信通道站内通信系统的重要性

无人值班变电站与有人值班变电站相比，其通信通道条件及站内通信系统不但不能降低，而且要求更高。选择先进、可靠的通信方式及站内通信系统，保证通信质量及站内通信局域网络畅通，提高遥控可靠性，是无人值班变电站建设的重要基础工作之一。

#### (二) 站内通信系统的种类

就我国目前的变电站(综合)自动化系统站内通信装置而言，变电站内的通信系统，主要有星形连接型和总线型两种(也有两

种类型组合的)

星形连接型是目前我国综合自动化产品中较为流行的一种站内通信方式，特别是当站内采用光纤通信时，因为光纤本身难于T接，因而可以说，采用站内光纤通信的变电站的综合自动化系统都是采用的星形连接通信方案。

### (三) 站内通信系统的特点

(1) 星形站内通信。星形站内通信系统具有以下特点：用于实现星形站内通信方案的连接介质为光纤，因其隔离作用强、抗干扰性能高、安全性好，特别适合于恶劣环境的变电站。各设备单元与保护单元都与控制室内的PC工控机中心独立通信，互不影响，可靠性高，可维护性能好。可以采用串行通信实现互联，方便、简洁、易行。

星形站内通信的不足之处主要是：连接线(光缆)很多，施工复杂。多设备单元(I/O单元)与保护设备之间的横向通信都必须通过站内主机进行，数据流向复杂且效率不高。

(2) 总线型站内通信。总线型站内通信系统克服了星形站内通信系统的不足。它以一条总线连接各分散的保护、监控设备(各设备单元)及站内主机，实现了各单元的互联。而且为了充分考虑可靠性及性能、维护等诸因素的影响，在一个变电站内采用二条或多条总线连接，以实现总线的冗余性，求得最大的数据传输能力。

#### 1.6.4 调度自动化实用化要求

国家电力调度中心“调自[1994]2号”文件中明确指出，要实现变电站的无人值班，必须有一个能实行远方监视和操作、稳定性好、可靠性高的调度自动化系统，用于完成遥控命令的发送、传输、返校、结果反馈。这是决定变电站能否实现无人值班的关键条件。

变电站实现无人值班后，调度中心(集控站)应完成对无人值班变电站的监视和控制，其主要内容是：

(1) 通过调度自动化系统完成对无人值班变电站的监视和操