

无人值班变电站 运行技术

赵国喜 张海峰 彭 勇 等 编著

WUREN ZHIBAN BIANDIANZHAN
YUNXING JISHU



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

无人值班变电站 运行技术

赵国喜 张海峰 彭 勇 等 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书共分十章,全面介绍了无人值班变电站的构成,运行管理、安全管理、调度管理、缺陷管理、倒闸操作、维护与检修、缺陷管理、安全管理、故障处理,特别是结合无人值班变电站的特点,介绍了无人值班变电站在运行及维护上的特点和要求。

本书可作为变电运行和检修维护人员的培训教材,亦可作为高等院校相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无人值班变电站运行技术/赵国喜等编著. —北京:
中国电力出版社, 2010

ISBN 978-7-5083-9751-1

I. ①无… II. ①赵… III. ①无人值守-变电
所-电力系统运行 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 211462 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>)

北京丰源印刷厂印刷

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 15.5 印张 377 千字

印数 0001—3000 册 定价 35.00 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

编 委 会

主 编 赵国喜 张海峰 彭 勇

策划审核 李景禄

参 编 王志新 董 泉 刘 刚 李 新
刘承惠 陈国盛 杨 鑫 曹 斌
高新智 甘凌霞 彭利强 申 元
杨德龙 邓文斌 靳新建 周怀民
李 强 汪 磊 黄 欢 袁 斌
孙春雷 陈照强 张 凌 李 军
熊 炬 魏丽芳

前言 >>

随着国家经济的快速发展,近几年来我国城乡电网改造和电网规模的扩大,微电子技术、计算机技术和通信技术的发展,变电站综合自动化技术得到了迅速发展。电力系统中实现综合自动化的变电站日渐增多,一些大、中城市的电网中,变电站的综合自动化覆盖率已超过了60%,这为电网调度自动化、配电自动化和电网的现代化管理打下了良好的基础。为了提高电力企业的经济效益,最大可能地解放人的劳动,达到“减人增效”的目的,现在越来越多的新建变电站采用综合自动化设计,并且许多老的变电站也进行了综合自动化改造,实现了计算机远程监控、远程操作,逐步用无人值班取代了有人值班。

无人值班是随着电力工业发展探索出的一种新型的值班方式,其中先进技术成分含量大,包含工业自动化、人工智能分析等多个先进技术的结晶。毋庸置疑,变电站实行无人值班,大大提高了生产效率,促进了设备质量的改进及科技水平的发展。但任何新模式在发展的过程中,必然存在一些与实际情况相冲突的地方,需要在改进中不断完善。电力系统正经历着一次空前的技术革新,对日益增多的无人值班变电站,如何保证供电质量,保证电力系统运行的安全性、可靠性,是电力部门非常关心的问题,这也对从事电力运行维护的工程技术人員提出了更高的要求,必须不断学习,才能更好地掌握并运用新技术,这正是编写本书的目的。

本书结合无人值班变电站的特点,对无人值班变电站运行管理、调度管理、安全管理、设备管理、缺陷管理等进行了全面的阐述。在介绍传统变电站一、二次设备及其运行维护管理的基础上,对无人值班变电站应具备的基本条件以及新变电站建设和旧变电站改造,如何加强无人值班变电站运行操作、设备检修以及安全管理等方面作了较深入的探讨。

本书是由河南省电力公司信阳供电公司总经理赵国喜、副总经理张海峰、总工程师彭勇主持编著,信阳供电公司王志新高级工程师、刘刚高级工程师、李新工程师、刘承惠工程师等对该书的编写、校对做了大量的工作。长沙理工大学的杨鑫讲师、研究生陈国盛、甘凌霞、高新志、曹斌、申元、杨德龙、彭利强、邓文斌、刘源等参与了本书部分章节的编写和校对工作。长沙理工大学的李景禄教授负责了本书的策划和审稿工作。在该书的编著过程中参考了信阳供电公司在无人值守变电所运行管理方面的规章制度,管理经验,同时参考了国内外大专院校等科研机构近年来在计算机远程控制、变电站综合自动化等方面的科研成果、著作、论文及兄弟供电企业在无人值班变电站的运行经验,在此,一并给予诚挚的感谢!由于编著者水平有限,再加上成书时间仓促,书中缺陷在所难免,因此欢迎读者进行批评指正。

编者

2009年11月于长沙

目 录 >>

前言

第一章 绪论	1
第一节 无人值班变电站需求和发展.....	1
第二节 无人值班变电站基本构成和特点.....	3
第三节 无人值班变电站模式和要求.....	5
第二章 无人值班变电站综合自动化系统	9
第一节 无人值班变电站综合自动化基本功能.....	9
第二节 无人值班变电站综合自动化系统基本原则	13
第三节 无人值班变电站综合自动化系统构成	15
第四节 无人值班变电站微机综合保护装置	21
第五节 无人值班变电站通信网络	27
第三章 无人值班变电站一次设备	32
第一节 无人值班变电站主变压器	32
第二节 无人值班变电站高压断路器	40
第三节 无人值班变电站互感器	45
第四节 无人值班变电站 GIS 组合电器	50
第五节 电容器与电抗器	55
第六节 其他设备	58
第四章 无人值班变电站运行管理	60
第一节 无人值班变电站运行特点	60
第二节 无人值班变电站运行基本要求	61
第三节 无人值班变电站巡视检查	63
第四节 无人值班变电站设备远方监督	76
第五节 无人值班变电站运行参数监督	80
第六节 无人值班变电站设备管理	81
第五章 无人值班变电站倒闸操作	87
第一节 无人值班变电站倒闸操作规章制度	87
第二节 无人值班变电站倒闸操作方式与要求	89
第三节 无人值班变电站倒闸操作过程监控	94
第四节 无人值班变电站倒闸操作标准	97
第五节 值班变电站倒闸操作实例分析.....	103

第六章 无人值班变电站缺陷管理..... 112

第一节 无人值班变电站缺陷管理目的与重要性..... 112

第二节 无人值班变电站设备缺陷定级..... 113

第三节 无人值班变电站设备缺陷巡检及其处理..... 121

第四节 无人值班变电站设备状态管理..... 125

第七章 无人值班变电站维护与检修..... 126

第一节 无人值班变电站设备维护..... 126

第二节 无人值班变电站设备试验..... 142

第三节 无人值班变电站设备检修..... 154

第四节 无人值班变电站状态检修..... 168

第八章 无人值班变电站安全管理..... 172

第一节 无人值班变电站安全保卫..... 172

第二节 无人值班变电站运行安全管理..... 177

第三节 无人值班变电站消防安全管理..... 183

第四节 无人值班变电站危险点预测与控制..... 189

第五节 无人值班变电站小动物防护..... 192

第九章 无人值班变电站调度及集控中心管理..... 194

第一节 无人值班变电站调度的特点与要求..... 194

第二节 无人值班变电站调度及集控中心操作..... 198

第三节 无人值班变电站集控系统..... 201

第四节 无人值班变电站调度及集控中心通信方式..... 206

第十章 无人值班变电站故障处理..... 212

第一节 无人值班变电站故障处理原则及任务..... 212

第二节 无人值班变电站变压器故障处理..... 213

第三节 无人值班变电站开关设备故障处理..... 220

第四节 无人值班变电站互感器故障处理..... 227

第五节 无人值班变电站电容器故障处理..... 229

第六节 无人值班变电站二次系统故障处理..... 230

第七节 无人值班变电站输电线路故障处理..... 231

第八节 无人值班变电站母线故障处理..... 234

第九节 无人值班变电站其他电气设备故障处理..... 236

参考文献..... 239

第一章

绪 论

变电站是电力系统的重要组成部分，是电网的枢纽，是联系电厂和用户的中间环节，起着变换调整电压、接受分配电能、控制电力功率流向的作用。

变电站按其分类方法不同可划分不同类型。按电压等级可分为特高压、超高压、高压及中低压四种类型。特高压变电站的电压等级为 1000kV 和 750kV；超高压变电站的电压等级为 500kV 和 330kV；高压变电站为 220kV、110kV、35kV；中低压变电站（又称配电所）为 10kV 及以下电压等级。变电站按在电网中的地位可分为枢纽站、区域站和终端站三种类型。枢纽站是汇集多个电源和联络线或不同电力系统的重要变电站，枢纽站在电网中无论是网架结构还是负荷水平都处于举足轻重的位置，枢纽站电压等级一般为三个；终端站一般是直接接到用户，只有高压进线，且位于电网的线路末端；区域站则介于枢纽站、终端站两者之间。变电站按运行维护管理模式划分为有人值班和无人值班两种模式；有人值班是目前最常见的运行模式。无人值班变电站一般是指没有固定值班人员在变电站就地进行日常监视与操作的变电站，变电站日常操作与监视由上级调度或集控站通过各种自动化设施进行，如在一些发达的西方国家，美国、加拿大等较为常见。

随着科学技术的迅速发展，无人值班变电站将逐渐普及，并推广至 220、500kV 等超高压变电站。综合自动化系统的进一步完善，设备智能化水平的不断提高，以及遥视技术的加入将使无人值班站的运行和管理提高到新的水平，无人值班变电站的设计和配置将更加简化，实现的功能将更加强大。

实施变电站无人值班，是提高运行管理水平，实现减员增效，提高生产效率的有效途径。但是实施变电站的无人值班后，电网值班通过综合自动化系统由集控中心值班人员来完成，隔离开关操作由新组建的操作队人员来完成，跟以往的模式不一样，一些局部的故障要依靠操作队人员 3~4 天 1 次的巡视进行排查，特别是设备及接头发热引起的小范围的火险、外人非法进入、进水、小动物进入等情况。因此，对无人值班变电站的运行管理，要有新的探索，要更加严格，才能保证变电站的安全可靠运行。

第一节 无人值班变电站需求和发展

变电站综合自动化和无人值班是当今电网调度自动化领域的热门课题，随着综合自动化技术的不断发展与进步，变电站综合自动化系统取代或更新传统的变电站二次系统，继而实现无人值班变电站，已成为 20 世纪 90 年代以后电力系统发展的方向与趋势，无人值班是电力工业随着科学技术的发展而产生的新型的变电站运行方式，在这种运行方式里，先进技术成分含量大，它集中包含了工业自动化、人工智能分析、通信等多学科先进技术的结晶，这

是科学发展一般规律所直接导致的必然结果。它之所以受到电力系统的欢迎是由于其自身的许多优越性。

1. 能更好地适应工业对电能质量的要求

现代工业,尤其是高新技术产业,对电能的电压水平、频率、纹波系数、供电连续性等指标都有较高的要求,而无人值班变电站与之相应的变电站自动化有着信息加工量大、信息反馈快等人力不能超越的优点。其传送负荷和限电速度快、电压调整迅速的特点,改善了电网电压质量,保证了电网可靠运行。因此,在变电站中引入工业自动化,实现无人值班是科学的选择。

2. 电力企业安全运行的要求

统计表明,在电力行业的事故中,由人为因素造成的占有一定的比重,国外有一种观点认为,人容易受环境、情绪、性格、疾病等诸多因素影响,因此本身就是一个不可靠因素。确实有不少事故是由人为误操作引起的,而无人值班变电站由于预告信号、事故信号、各种越限信号可以及时提供上级调度分析,可以及时采取措施预防事故发生,事故跳闸后,调度员直接判断并做遥控操作,加快事故处理,可避免事故扩大,缩短事故处理时间。遥控由调度员直接执行,无中间环节,因此不易发生误操作,如郑州地区调度早在1959年就开始采用遥控技术,40多年从未发生过误操作,深圳供电局实现变电站无人值班后,误操作事故率降低了60%。

3. 提高经济效益的要求

当无人值班变电站达到一定数量时,就可以大量减少运行值班人员,从而达到实现减人增效,降低成本,提高企业劳动生产率的目的。

无人值班变电站的发展是伴随变电站自动化技术的发展而不断发展的。20世纪末到21世纪初,由于半导体芯片技术、通信技术以及计算机技术的飞速发展,变电站自动化技术也已从早期、中期发展到当前的变电站自动化技术阶段。

国外变电站自动化技术是从20世纪80年代开始的,以西门子公司为例,该公司第一套全分散式变电站自动化系统LSA678早在1985年就在德国汉诺威正式投入运行,至1993年初,已有300多套系统在德国和欧洲的各种电压等级的变电站运行。在中国,1995年也投运了该公司的LSA678变电站自动化系统。LSA678的系统结构有两类,一类是全分散式,另一类是集中和分散相结合,这两类系统均由6MB测控系统、7S/7U保护系统、8TK开关闭锁系统三部分构成。

日本在20世纪90年代也新建和扩建了多座高压变电站,采用了以计算机监控系统为基础的运行支持系统,其主要特点是继电保护装置下放到开关现场,并设置微机控制终端,采集测量值和开关触点信息,通过光纤传输至主控制室的后台计算机系统,断路器及隔离开关操作命令同样是由主控制室通过光纤下达至终端执行。保护下放有直接置于各高压开关密闭箱内的(内有除湿用加热器,但不设置空调降温),有置于开关场附近保护室内的两种形式。

美国变电站综合自动化系统目前投运的有三类:①以RTU为基础进行实时数据采集,配置微机作为当地功能,并和上级调度中心通信;②以通用计算机为数据采集设备,不但采集实时数据;而且建立历史数据库,并通过计算机网(以太网)与远程工作站联络;③采用MODBUS-PLUS(1Mb/s)、保护监控I/O等部件均通过规约转换器接入该网,并通过RTU与调度中心联系,网上标准计算机建立实时、历史数据库和提供人机联系画面等。近

年来,ABB公司、三菱公司相继推出了智能化变电站系统。智能化变电站是把一体化的GIS设备和变电站计算机监控系统综合在一起,采用新型的光电传感器取代传统的电流、电压互感器,由光纤接口替代了微机测控保护装置的输入/输出回路,使变电站自动化系统向过程层延伸和发展。智能变电站应用了计算机技术、现代通信技术和光电技术,使变电站自动化得到进一步提高,其分层分布技术、智能化控制技术、光通信技术使变电站控制电缆大幅度减少,安装周期缩短,运行维护工作量减少,可靠性大大提高,是变电站技术发展的必然方向。

我国是从20世纪60年代开始研制变电站自动化技术。到20世纪70年代初,便先后研制出电气集中控制装置和集保护、控制、信号为一体的装置。在20世纪80年代中期,由清华大学研制的35kV变电站微机保护、监测自动化系统在威海望岛变电站投入运行。与此同时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。此外,国内许多高等院校及科研单位也在这方面做了大量的工作,推出一些不同类型、功能各异的自动化系统。为国内的变电站自动化技术的发展起到了卓有成效的推动作用。进入20世纪90年代,变电站综合自动化已成为热门话题,研究单位和产品如雨后春笋般的发展,具有代表性的公司和产品有:北京四方公司的CSC2000系列综合自动化系统,南京南瑞集团公司的BSJ-2200计算机监控系统,南京南瑞继电保护电气有限公司的RCS-9000系列综合自动化系统,国电南自PS-6000系列综合自动化系统,许继电气公司的CBZ-8000系列综合自动化系统,武汉国测GCSIA变电站综合自动化系统,南瑞城乡DSA变电站综合自动化系统。

当今,由于微处理器和通信技术的迅猛发展,变电站自动化系统的技术水平有了更大的提高,结构体系不断完善,其重要特点是:以分层分布结构取代了传统的集中式;把变电站分为变电站层和间隔层两个层次,在设计理念上不是以整个变电站作为所要面对的目标,而是以间隔和元件作为设计依据,在中低压系统采用物理结构和电器特性完全独立,功能上既考虑测控又涉及继电保护,这样的测控保护综合单元对应一次系统中的间隔出线,在高压、超高压系统,则以独立的测控单元对应高压或超高压系统中的间隔设备;变电站层主单元的硬件以高档32位工业级模件作为核心,配大容量内存、闪存以及电子固态盘和嵌入式软件系统;现场总线以及光纤通信的应用为功能上的分布和地理上的分散提供了技术基础;网络尤其是基于TCP/IP的以太网在变电站自动化系统中得到应用;智能电子设备(IED)的大量应用,诸如继电保护装置、自动装置、电源、“五防”、电子电能表等可视为IED而纳入一个统一的变电站自动化系统中,从而构成一种服务于电网安全与监测控制,全分散、全数字化和可操作的自动控制系统。全分布式自动化系统的出现为系统的推广提供了一个更为广阔的选择余地。伴随着变电站自动化系统应用增多,无论是新建、扩建或技改工程,变电站自动化系统的选型力求简单化、规范化。变电站自动化不仅技术成熟,而且产品齐全、价格也越来越低,系统产品的可选择性、扩展性和适用性也越来越好,也给电力系统应用和实施打下了坚实的基础。

第二节 无人值班变电站基本构成和特点

无人值班变电站按照《无人值班变电站自动化系统设计技术规定》中定义:“无人值班变电站是指在当地无固定值班人员进行日常监视和操作的变电站,它属于变电站的一种运行

管理模式。”其中，规定无人值班变电站包括的功能有：①数据采集与处理；②控制与电压无功功率调节；③保护；④人机联系；⑤通信与接口；⑥安全防误操作闭锁；⑦管理；⑧电源与保安设备监视。

无人值班变电站的运行状态数据（包括必须的各种量值、潮流方向、开关电器位置、变压器分接头位置、补偿电容器投切组数等）通过设置在各厂、站远动终端（RTU）实时采集处理，通过信息传输到主站（上一级调度中心或中心集控站），以便主站依据全网的信息对电网运行状态进行安全分析、负荷预测以及进行自动控制及调整。

一、无人值班变电站应具有的基本构成

（1）电力变压器应装设自动调整调压分接头装置，具备遥信、遥控接口，并在其周围和开关室内装设自动报警灭火装置。

（2）各种受控电器（断路器、隔离开关、消弧线圈等）必须装设电动操动机构，以便实现遥控功能。

（3）各种电量和非电量变送器或传感器的测量精度和可靠性应在允许范围内，防止误差超限。

（4）各种开关电器的位置信号和补偿电容器组的投切数目等，应能准确采集出来。

（5）具备完善可靠的防误闭锁自动化系统。

（6）配置必要工业电视监视系统，变电站门、控制室门、高压室门等应装设外人进入报警装置。

（7）变电站应装设功能足够的远动终端装置（RTU），能够准确接收发送、接收和转换的各种远动信号。

（8）在变电站和上一级调度中心或中心集控站之间架设具有抗干扰性能可靠的远动通道，确保远动通信系统安全稳定运行。

（9）上一级调度中心或中心集控站必须具有功能齐全的计算机自动监控系统，保证主站的控制操作命令得以及时可靠执行。

（10）具备一支精干的运行检修维护队伍，能熟练掌握有关设备系统安装调试和运行管理技能，能保证变电站的安全可靠运行。

二、无人值班变电站具有的基本特点

无人值班变电站是通过变电站综合自动化实现的，变电站综合自动化是变电站内微机实现运行功能的多机系统，包括测量、监控、保护、远动、信号等部分，实现变电站的日常运行和事故处理。它利用了计算机的技术综合、统一进行处理、促进各环节的功能协调，其主要特点有以下几点：

（1）克服了传统变电站信息容量大、速度慢的缺点。其微机系统、保护信息串行通信采用交流采样，大大提高了信息总量，能够根据事件优先级迅速远传变电信息。

（2）无人值班变电站占地面积小，基建投资省。变电站实现综合自动化可以极大地减小主控室面积，取消传统变电站必需的值班室、更衣室，取消模拟屏、控制台和单独的小电流接地系统与无功电压自动调节装置等，既减小了征地，也大大减少了投资。

（3）变电站综合自动化采用交流采样，速度快、精度高，克服了直流变送器的弱点。变电站综合自动化系统采用微机采样，微机变送器输入由 TA、TV 提供，直接输入计算机编码并与数据采集微机通信，可传送多种计算量，速度较快、精度较高，是目前数据采集的最

佳选择。

(4) 变电站综合自动化采用微机保护与监控部分通信可在调度端查看和修改保护整定值。微机保护与监控部分串行通信不仅可以传送保护信息,而且还可以传送保护整定值和测量值,并可由调度端远方修改和下发保护定值。

(5) 变电站综合自动化具有对装置本身实时自检功能,方便维护与维修的特点。综合自动化系统可对其各部分采用查询标准输入检测等方法实时检查,能快速发现装置内部的故障及缺陷,并给出提示,指出故障位置。

第三节 无人值班变电站模式和要求

一、无人值班变电站模式

无人值班变电站带来了运行管理模式的变革,已实现无人值班的变电站主要有两种做法:一种是建造无人值班变电站,一开始就按照此目标进行设计;另一种是在原有基础上进行改造充实,使其达到无人值班变电站的条件。

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,是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。

对新建变电站实施无人值班,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。无论是对新建还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。

确定将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. 无人值班集中监控实现模式

目前,220kV及以下变电站实施无人值班集中监控一般有以下三种管理模式:

(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。

(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。

(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。

监控中心对无人值班站具有“四遥”功能，接受调度指挥。无人值班变电站较多或含有220kV变电站时，不提倡监控中心与调度合设在一起。各单位可根据实际情况采取合适的方式，建议监控中心与操作队合并，实行分片集中监视与控制的方式。

2. 无人值班的运行巡检模式

对于监控中心设在变电站的方式，操作队人员既负责本站的运行巡检，又负责集中监控范围内变电站的运行巡检。操作队人员既是控制者，又是集中监控范围内变电站的运行巡检者，24h有人值班，并接受调度指挥。

对于监控中心为一个独立集中控制中心的方式，监控中心24h有人值班，负责无人值班站的远方控制与监视，并接受调度指挥，操作队人员负责无人值班站的巡检，并接受调度和监控中心指挥。

对于监控中心设在相应调度的方式，调度人员负责无人值班站的远方控制与监视，操作队24h有人值班，操作队人员负责无人值班站的巡检，并接受调度指挥。

3. 技术实现方式

新建变电站二次设备一般采取分散安装方式，即以一个电气回路为一个控制单元，每个单元的微机模块分散就地安装在设备的控制柜中，对前置机赋予测量、控制、保护功能，并配I/O单元接口与中央通信处理机以光缆串行连接；或采用分散集中的方式，即以一个电气连接为一个控制单元，进行相对集中控制。

旧变电站改造应立足设备现状，通过简易改造，实现无人值班；改造应以实现变电站综合自动化为目标，用计算机局域网或串口通信代替信号（部分直至全部）的电缆连接，逐步取消传统的控制屏、中央信号屏、变送器屏等。

4. 无人值班对信息量配置原则要求

各变电站信息采集数据要满足供电可靠性、设备可用率、电压合格率、电能损耗、电能量等生产管理的要求，做到全方位、实时监控，确保电网、设备安全运行，这其中包括变电站各种单元〔线路（旁路）单元、主变压器单元、母线单元、电容器单元、中央信号及其他单元〕的遥信、遥测、遥控、遥调、遥视信号。

二、无人值班对设备选择与改造的要求

无人值班变电站设备选择应遵循“安全、高效、环保”原则，优先采用技术成熟、结构简单、自动化程度高、少维护（免维护）的高效、高可靠性产品。

1. 一次设备

新建无人值班变电站主接线应满足供电可靠、运行灵活、操作检修方便、节约投资、便于扩建和利于远方控制的要求。一次设备要选用性能优良、运行稳定的免维护或少维护产品。对于旧变电站改造，对事故频发、影响运行的设备，必须更换。在保证电网可靠运行的基础上，应适当简化一次接线方式。同一地区在同一电压等级上宜采用统一的接线方式。

不采用或少采用充油设备,逐步提高设备无油化率。新建站选用真空或 SF₆ 断路器。

断路器和 220kV 隔离开关具备就地、远方电动操作和就地手动操作功能, GIS 设备隔离开关具备就地和远方电动操作功能,就地和远方操作能相互闭锁。

110kV 及以下和 220kV 带 10kV 出线的变电站选用有载调压主变压器,满足无功电压管理的要求。

2. 继电保护及辅助设备

无人值班变电站继电保护及辅助设备应选用全微机式、性能稳定、质量可靠的产品。产品的技术性能必须满足电网有关继电保护配置原则以及电网继电保护及安全自动装置入网管理办法等有关规定的要求。继电保护除本身功能外,还应具备以下功能:

- (1) 故障记录报告,且停电保持;
- (2) 时钟校对(中断式或广播式或其他方式);
- (3) 实时显示保护主要状态(功能投入情况及输入量值等);
- (4) 与监控系统采用标准规约通信,主动上传故障信息、动作信息、动作值、诊断信息及历史事件,接收监控系统命令。

故障录波器应选用有远传功能的设备,自动将录波图传送到调度。

无人值班站交、直流电源设备的配置应满足国家电网公司配置及反事故措施要求,并应具备远方监视和控制功能。站用电系统有备用电源自动投入装置,双电源应互为备用,保证电源消失及设备故障时能自动投入备用电源。

选用高频开关直流电源系统,能够实现工作电源与备用电源无缝自动投切。能自动稳压运行,并有交流电源自恢复功能;采用免维护蓄电池,容量满足事故放电 3h 以上。

220kV 无人值班变电站应具备站用电“备自投”功能。

3. 监控系统

变电站的监控系统应具备完善的“四遥”功能,并配备数据通信接口。变电站监控系统和电网调度自动化系统主站的各项技术指标至少应满足《地区电网调度自动化功能规范》的要求。通信规约为 IEC 870—5-DNP3.0 等具有主动上报功能的规约或主站可接收的规约。网络传输协议应满足 DL 476—1992 实时数据应用层协议或国际标准。可以实现远方查询、投停保护和自动装置的功能,此功能应具有远方/当地闭锁措施。对一些固定操作(停母线、变压器等)应逐步实现自动操作功能。

4. 通信系统

无人值班变电站应具备与上级调度、集控中心、操作队可靠的通信。通信设备配置应能满足无人值班变电站继电保护、自动化、防误闭锁、视频、安防、生产管理等各类系统对通信的需要。通道应具备两条独立的通信传输路径或两种通信方式传送自动化等信息;应装设维修人员电话通道;应根据系统保护的要求配置保护通道。应将光纤通信的中心站建在各地的通信网管中心,并建立相应的网管系统。在地区网管中心与各个监控中心建立相应容量的光纤通信通道;或将监控中心规划在光纤自愈环内。

5. 无功调压系统

110、35kV 无人值班站必须装设就地无功电压综合自动调整装置,考虑到通道及遥测量正确率等因素,调度自动化系统中的调压方式为备用措施,就地无功电压自动调整与调度自动化调压能互相闭锁。220kV 变电站也应逐步实现就地自动调整。

6. 防火、防盗系统

无人值班站应具备完善的防火、防盗等措施，站内建筑应满足安全工器具存放要求，必须装设火灾报警装置。监控中心有火警电话，必须保证能及时与消防部门取得联系，防火及火灾探测报警装置应符合 GB 50229—2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》的规定，主变压器消防装置采用排油充氮灭火装置。

无人值班站应配置相应的视频安防、消防、环境监测等图像监视系统，并能够实现远方监视，装设远方监视系统（工业电视监视系统），实现变电站非盲监视。以技术措施为主，如摄像系统、红外探测、门磁开关等。对旧变电站要进行改造，加防盗门窗等，并达到防盗目的。新建变电站，都要按无人值班的标准设计，不留窗、少设门等。无人值班变电站还应保留必要的基本生活设施，应适当考虑变电站大型检修以及保电、防灾等特殊需要。

第二章

无人值班变电站综合自动化系统

第一节 无人值班变电站综合自动化基本功能

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对变电站二次设备（包括控制设备、信号传输、故障录波、继电保护及自动装置、远动装置等）的功能进行重新组合、优化设计和信息共享，对变电站的主要设备的运行情况自动进行自动监控、测量、控制和保护的一种综合性的自动化系统。

变电站综合自动化系统除了实现对现场的监测、控制和保护之外，更重要的是能实现当地和远方对现场的监控、调节和保护，概括起来即为遥测、遥信、遥控、遥调的“四遥”功能和对保护定值的远方整定，最终达到变电站少人值班或无人值班的目的。

无人值班变电站综合自动化系统的功能和配置，应满足无人值班的总体要求，利用优化的结构和强大的自动化功能，及时向集控中心、操作队和调度人员提供详细的信息，同时满足正常的运行操作、安全监视和自动控制等功能。

无人值班变电站的综合自动化系统是利用计算机和数据通信网络组成的自动化系统，代替常规的测量和监视仪器仪表，取消常规的控制屏、中央信号系统和远动屏，利用微机保护代替常规的继电保护屏，改变常规的继电保护装置不能与外界通信的缺陷。无人值班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。无人值班变电站综合自动化系统具有功能综合化、结构微机化、操作监视屏幕化、运行管理智能化等特征。无人值班变电站综合自动化系统的主要功能如下。

一、继电保护功能

根据无人值班变电站设计要求配置各种保护功能，包括输电线路保护、电力变压器保护、母线保护、电容器保护及自动重合闸等。由于继电保护的重要性，综合自动化系统不能降低继电保护的可靠性。

(1) 继电保护装置按保护的电力设备单元（间隔）分别独立设置，直接由相关的电流互感器和电压互感器输入电气量，然后由触点输出，直接操作相应断路器的跳闸线圈。

(2) 保护装置设有通信接口，供接入站内通信网，在保护动作后向变电站层的微机设备提供报告等，但继电保护功能完全不依赖通信网。

(3) 为提高系统可靠性和降低造价，避免不必要的硬件重复，对 35kV 及以下设备、保护装置可以具备其他一些功能，但不应因此而降低保护装置的可靠性。

(4) 其他一些重要控制设备，例如备用电源自动投入装置、控制电容器投切和变压器分接头有载切换的无功电压控制装置等，也不依赖通信网，而设置专用的装置放在相应间隔

屏上。

继电保护是无人值班变电站综合自动化系统的关键环节，其功能的安全可靠性，直接影响整个系统，因此还必须具备以下附加功能：

- (1) 继电保护的通信功能和信息量；
- (2) 具有与系统统一的时钟对时功能；
- (3) 存储各种保护整定值功能；
- (4) 当地显示与远方查看、修改保护定值；
- (5) 设置保护管理机和通信控制机，负责对各保护单元的管理；
- (6) 故障自诊断、自闭锁和自恢复功能；
- (7) 自动重合闸功能。

二、监视和控制功能

1. 实时数据采集

对变电站运行实时数据采集和电气设备状态监视、控制调节，包括模拟量、开关量、电能、数字量等数据的采集，并将这些采集到的数据存于数据库供计算机处理使用。

(1) 模拟量的采集。

变电站采集的典型模拟量有：各段母线电压；线路电流、电压和功率值；馈线电流电压和功率值；主变压器电流、功率值；电容器的电流、无功功率及频率、相位、功率因数。此外，还有主变压器的油温、变电站室温、直流电源电压、站用电电压和功率等。

(2) 状态量的采集。

变电站采集的典型状态量有：断路器的状态；隔离开关状态；有载调压变压器分接头的位置；同期检查状态；继电保护动作信号；运行告警信号等。

(3) 脉冲量的采集。

变电站采集的典型脉冲量是脉冲电能表输出的电能量。对电能量的采集主要采用电能脉冲计量法和软件计算法来实现。对电能量（包括有功电能和无功电能）的采集在硬件接口上与状态量的采集一样经光电隔离后输入微机系统。

(4) 数字量的采集。

变电站采集的典型数字量主要是指采集变电站内由计算机构成的保护和自动装置的信息。它主要有以下几类：

- 1) 通过监控系统与保护系统通信直接采集的各种保护信号，如保护装置发送的测量值及定值、故障动作信息、自诊断信息、跳闸报告、波形等；
- 2) 全球定位系统（GPS）信息；
- 3) 通过与电能计费系统通信采集的电能量等。

2. 运行监视功能

运行监视功能主要是指对变电站的运行工况和设备状态进行自动监视，即对变电站各种状态量变位情况的监视和各种模拟量的数值监视。通过状态量变位监视，可监视变电站各种断路器、隔离开关、接地开关、变压器分接头的位置和动作情况，继电保护和自动装置的动作情况以及它们的动作顺序等。模拟量的监视分为正常的测量和超过限定值的报警、事故模拟量变化的追忆等。

当变电站有非正常状态发生或设备异常时，监控系统能及时在当地或远方发出事故音响