

变电站计算机监控系统技术丛书

变电站计算机监控系统 及其应用

浙江省电力公司 组 编
朱松林 主 编
张 劲 吴国威 副主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



变电站计算机监控系统技术丛书

变电站计算机监控系统 及其应用

浙江省电力公司 组 编

朱松林 主 编

张 劲 吴国威 副主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书系统介绍了变电站计算机监控系统的发展、功能、结构及各硬件设备的工作原理。其内容主要围绕分层分布式计算机监控系统展开,包括间隔层设备的组成及测控装置的工作原理、站控层的组成及其各部分功能的实现、变电站计算机监控系统数据通信的相关知识及其通信的实现、变电站计算机监控系统的基本结构及其电磁兼容,以及基于 IEC 61850 的变电站自动化。第八章还介绍了四套变电站计算机监控系统的产品及其应用。

本书论述严谨、内容新颖、图文并茂。既重视基本原理,又重视系统化和实用化。章后附有思考题,便于读者理解和掌握本章重点内容。

本书适用于从事变电站计算机监控系统安装、调试、维护的工程技术人员和变电运行人员,也可作为大中专学生和电力系统相关专业员工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

变电站计算机监控系统及其应用 / 朱松林主编; 浙江省电力公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2008

(变电站计算机监控系统技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 7006 - 4

I. 变… II. ①朱…②浙… III. 变电所 - 计算机监控 - 研究 IV. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 070934 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 6 月第一版 2008 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 470 千字

印数 0001—3000 册 定价 36.00 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 任：赵义亮

副主任：张怀宇 李海翔

委 员：朱松林 董国伦 张旭升 张 劲
徐嘉龙 潘光华

主 编：朱松林

副主编：张 劲 吴国威

编 委：乐全明 王岳忠 徐 明 黄晓明
吴栋萁 宋 勤 许伟国 蒋吉荪
彭宝永 钱 肖 楼 平 姚集新
黄文涛 朱炳铨 吴志力 钟 晖
潘 泉 曹文杰 叶海明 谢 慧

序

由浙江省电力公司组织编写的《变电站计算机监控系统技术丛书》即将出版，这是一件很有意义的事情。

这套技术丛书，是十几年来浙江电网变电站计算机监控系统技术和应用的总结。20世纪90年代初，我国开始自主研发、应用变电站计算机监控系统并逐步引进国外产品。1997年年底，随着浙江省金华500kV双龙变电站计算机监控系统的成功投运，标志着我国变电站计算机监控系统的应用和开发达到了一个新的高度，基本确定了我国超高压变电站计算机监控系统的发展方向和技术标准。在以后的岁月里，我国变电站计算机监控系统的应用迅速步入高潮。在促进电网技术进步，不断提高电网自动化水平的同时，也有力地促进和提高了我国变电站计算机监控系统的开发能力和技术水平。

变电站计算机监控系统涉及多个学科，包括测量、监视和控制技术，计算机及网络通信、继电保护及安全自动控制、全球卫星定位系统和对时等技术，是现代科技在电力系统综合应用的体现，并已发展成一个相对独立的电力系统技术领域。变电站计算机监控系统的应用更是涉及电网、变电一次设备和二次回路、变电运行、调度自动化等专业，成为一个比较复杂的系统工程，对传统的二次系统观念形成强大的冲击，使二次系统发生了深刻的变革。随着科学技术的不断发展，这种变革将会进一步深入和拓展。

变电站计算机监控系统的应用，一方面提高了变电站的自动化水平，在给电网安全稳定经济运行提供保障的同时，也减少了运行人员的劳动强度；另一方面，由于变电站计算机监控系统是一门综合性的新技术，对管理、运行和检修人员的整体技术水平和管理水平要求很高，所以需要培养一批与该新技术的应用相适应的高素质人才。

浙江省电力公司一直高度重视变电站计算机监控系统的应用和发展，更是高度重视高能人才的培养。为此，在原有技术培训教材的基础上，组织编写这套融理论、实践、应用于一体的《变电站计算机监控系统技术丛书》。本丛书分为《变电站计算机监控系统及其应用》、《变电站计算机监控系统相关技术》及《变电站计算机监控系统运行维护》三册，顾及了不同专业、不同岗位人员培训的需求，是一套技术全面、实用性很强的技术丛书。

在丛书的编写过程中，各位编写人员不辞辛苦，以高度负责的精神和严谨的治学态度，反复讨论和修改，灌注了满腔的热情。在丛书即将出版之际，我谨代表浙江省电力公司对所有参与和支持本书撰写、审阅、编辑出版的同志表示衷心的感谢！

郑新亮

前言

变电站计算机监控系统是现代变电站的重要组成部分,其技术水平、安全可靠性及其运行维护水平对电网的安全稳定与经济运行密切相关。20 世纪 90 年代中期以来,变电站计算机监控系统在我国电网中得到广泛应用,总体水平不断提高。随着现代电网的快速发展,变电站计算机监控系统作为电网安全稳定运行的基础技术支撑和监视控制平台的作用和地位更加突出。

目前,我国变电站计算机监控系统主要采用面向对象的分层分布式技术,本书即以此为中心内容进行编写。本书是在原培训教材的基础上,充分吸取学员的意见和建议,进行了较大的修改和重新编排而成。与目前已经出版的同类书籍相比,本书重视变电站计算机监控系统特点的有机连接,在对变电站计算机监控系统做概述的基础上,分别就分层分布式中的间隔层、站控层、数据通信及系统结构展开讨论,以数据流为主线,从系统的最底层逐渐往上阐述,将变电站计算机监控系统组成分解又有机结合,总体结构清晰,力求在每一层、每一部分将其讲细、讲透,不囿于理论,重视理论与工程实践密切结合以及新技术的应用和发展。考虑到电磁兼容在变电站计算机监控系统中的重要性,专门用一章来对其进行介绍。结合新技术的发展,第七章对基于 IEC61850 的变电站自动化作了较详尽的介绍。最后一章介绍了四套常用的典型的变电站计算机监控系统产品。每章后面附有思考题以供学员思考、检查用。

变电站计算机监控系统技术繁杂,涉及自动化、继电保护、测量和控制以及通信等多个专业,管理应用有变电运行、检修、调度等多个部门。对于在电力一线从事变电站计算机监控系统安装、维护与检修的生产技术人员和变电站运行人员而言,限于所学的传统专业知识和所从事的专业工作,很难全面掌握现代变电站计算机监控系统的技术与要求,因此本书很适合现场工作人员学习。

本书由浙江省电力公司组织编写,副总工程师朱松林担任主编,浙江省电力公司生产部张劲、吴国威担任副主编,由具有丰富现场经验的技术人员、丰富教学经验的专业教师共同编写。其中,第一章由浙江省电力教育培训中心蒋吉荪、浙江省电力公司生产部乐全明编写,第二章由浙江省电力试验研究院吴栋其编写,第三章由衢州电力局王岳忠、浙江省电力公司生产部吴国威编写,第四章由浙江省电力教育培训中心宋勤编写,第五章由嘉兴电力局徐明编写,第六章由浙江省电力教育培训中心宋勤、浙江省电力试验研究院黄晓明编写,第七章由绍兴电力局许伟国编写,第八章由浙江电力调通中心彭宝永、金华电业局钱肖、湖州电力局楼平、绍兴电力局许伟国编写。浙江省电力公司钟晖、朱炳铨、黄文涛、吴志力、叶海明、潘泉、曹文杰、姚集新等有关章节进行审核。全书由朱松林、吴国威、乐全明、宋勤统稿。

本书在编写过程中得到许多同仁的支持和帮助，得到了国电南瑞科技股份有限公司、南瑞继保电气有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、西门子公司、浙江创维公司专家的大力支持和帮助，在此一并致以衷心的感谢！在本书的写作过程中，引用了参考文献所列论著和论文的有关部分，在此谨向以上作者表示衷心的感谢！

由于编写人员水平有限，书中的错误与缺点在所难免，恳请读者指正。

编者
2008 年 4 月

目 录

序
前言

第一章 变电站计算机监控系统概述	1
第一节 变电站计算机监控系统的基本概念	1
第二节 变电站计算机监控系统的主要功能	3
第三节 变电站计算机监控系统的基本结构	8
思考题	13
第二章 变电站计算机监控系统间隔层	14
第一节 概述	14
第二节 测控装置工作原理	16
第三节 典型装置介绍	52
第四节 间隔层设备参数化	60
思考题	62
第三章 变电站计算机监控系统站控层	64
第一节 概述	64
第二节 数据采集通信子系统	66
第三节 主机及人机联系子系统	69
第四节 远方通信子系统	89
第五节 时钟同步子系统	92
思考题	100
第四章 变电站计算机监控系统数据通信	101
第一节 变电站计算机监控系统数据通信的基础知识	101
第二节 变电站监控系统常用通信技术	115
第三节 变电站常用通信规约及其应用	127
第四节 变电站计算机监控系统通信的实现	156
思考题	162
第五章 变电站计算机监控系统基本结构	163
第一节 概述	163
第二节 分层分布式变电站计算机监控系统的网络结构	164

第三节	不同电压等级变电站计算机监控系统常见结构与特点	176
思考题		186
└─ 第六章	变电站计算机监控系统电磁兼容	187
第一节	电磁兼容概述	187
第二节	变电站电磁干扰及对计算机监控系统的影响	191
第三节	变电站计算机监控系统抑制电磁干扰的措施	197
思考题		205
└─ 第七章	基于 IEC 61850 标准的变电站自动化系统	206
第一节	变电站自动化系统现状	206
第二节	IEC 61850 系列标准简述	207
第三节	基于 IEC 61850 的变电站自动化系统	214
第四节	前景与挑战	217
思考题		218
└─ 第八章	变电站计算机监控系统产品介绍	219
第一节	NS-2000 变电站计算机监控系统	219
第二节	RCS 系列变电站计算机监控系统	238
第三节	CSC-2000 变电站计算机监控系统	255
第四节	ECS-800 变电站计算机监控系统	272
└─ 参考文献		297

第一章

变电站计算机监控系统概述



本章主要介绍了变电站计算机监控系统的形成和发展过程,变电站计算机监控系统的基本概念与特点,变电站计算机监控系统的主要功能,变电站集中式和分层分布式计算机监控系统的基本结构、功能与特点。

第一节 变电站计算机监控系统的基本概念

一、变电站监控系统的形成和发展

为保证变电站的安全与经济运行,须建立变电站的监视、测量、控制和保护系统,以实现
对变电站电气一次设备和电网运行状况的监视,以及对电气一次设备的控制,并在电气一次设备及电网发生故障时能使故障设备迅速退出运行,同时为运行值班人员提供信号,以便采取有效措施及时处理。

1. 变电站计算机监控系统主要发展阶段

变电站监视、测量和控制系统的形成和发展主要经历了以下三个阶段。

(1) 变电站传统的监视、测量和控制系统阶段

由各种继电器、测量仪表、控制开关、光字牌、信号灯、警铃、喇叭及相关一次设备的辅助触点通过导线,并根据特定逻辑关系连接,构成变电站的二次回路,实现变电站的监视、测量、告警和控制功能。变电站值班人员定时记录盘表测量值,并用电话告知远方调度值班人员。

(2) 变电站传统的监视、测量和控制系统的改进阶段

随着电网的发展,变电站传统的监视、测量和控制系统已经不能满足安全稳定运行的要求。远方传输系统(简称远动系统)应运而生。除传统的监视、测量和控制系统外,变电站增加了一套远动终端装置(RTU)。变电站端 RTU 自动采集相关的测量量、主要设备的状态量和信号量,通过电力通信网将这些量传送给远方调度端的远动装置,并在调度屏上显示,实现对变电站的遥测和遥信功能。远方调度值班人员也可通过远动系统,将控制和调节命令传送给变电站端 RTU,实现对断路器和变压器有载分接开关的“遥控”和“遥调”。

随着远动技术的发展,远动装置的技术性能不断提高,应用功能不断扩展,出现了以 RTU 设备为中心的监控系统。它是在增强型 RTU 设备基础上增设了后台监视、测量显示和控制功能。其优点是功能简单,造价较低;缺点是控制和高级应用功能较弱,扩展性能较差。

(3) 变电站计算机监视、测量和控制系统阶段

随着计算机技术、通信网络技术和现代控制技术的快速发展,变电站计算机监视、测量

和控制系统（简称计算机监控系统）异军突起。计算机监控系统应用计算机技术、自动控制技术、信息处理和传输等技术，对变电站监控系统功能进行重新组合和优化设计，取代了传统的监控系统，而且与变电站端 RTU 合二为一，实现了软硬件和信息资源共享。

根据设计思想的不同，变电站计算机监控系统分为两种模式：面向功能设计的计算机监控系统和面向对象的分层分布式监控系统。

1) 面向功能设计的分布式监控系统。该系统曾在国内电网广泛应用，其系统结构由后台机、总控单元及遥测、遥信和遥控装置组成，集中组屏安装。该系统的电压互感器、电流互感器二次电压和电流的测量采用交流采样技术；其相关测量量，如有功功率、无功功率、功率因数及频率等模拟量均采用数值计算方式，减少了变送器数量及变送器的种类。该系统具备较完善的监视、测量功能，其高级应用功能有所增强。缺点是可扩展性和控制功能不强，主要用于 110kV 及以下电压等级变电站。

2) 面向间隔和面向对象的分层分布式监控系统。该系统由站控层和间隔层两部分组成，并用分层分布、开放式网络实现连接。间隔层集测量、监视和控制功能于一体，由若干按间隔配置的测控装置等设备组成，并采用面向对象设计。各测控装置对应于本间隔设备的电量采集和测量、状态量采集和判别、相关设备的监测及对开关设备的控制等功能。站控层由主机、操作员站和各种功能站构成，提供站内运行的人机联系界面，通过计算机网络与间隔层通信，实现管理控制间隔层设备等功能，形成全站监控、管理中心，并通过远动通信设备和远方调度实现遥测、遥信、遥控和遥调功能，具有配置清晰、灵活、可扩展性好等优点。

该类系统的国外产品有西门子的 LSA 和 SICAM、ABB 的 SCS 等，国内有 RCS9000、NS2000、CSC2000、CBZ8000 等。其间隔层测控装置可以分散安装，也可集中组屏；单个装置的缺陷不会影响到整个系统的运行，可靠性高；系统控制功能强；可以灵活嵌入高级应用软件，增加系统的应用功能。目前，新建 110kV 及以上电压等级变电站基本采用该类系统。

2. 变电站计算机监控系统发展趋势

随着智能化开关、光电式电流互感器、光电式电压互感器、一次运行设备在线状态检测和变电站运行操作仿真等技术日趋成熟，以及计算机高速网络在实时系统中的开发应用，变电站自动化系统正在逐步向全数字化方向发展。

为适应未来数字化变电站发展的趋势，国际电工委员会 TC57 制定了 IEC 61850《变电站通信网络和系统》系列标准。该标准是基于网络通信平台的变电站自动化系统唯一国际标准，也是国家电力行业相关标准的基础。

IEC 61850 按通信体系及设备功能，将变电站自动化系统分为 3 层：变电站层、间隔层和过程层。变电站层设备由带数据库的计算机、操作员工作台、远方通信接口等组成；间隔层设备由每个间隔的控制、保护或监视单元组成；过程层设备为远方 I/O (input/output)、智能传感器和执行器等。IEC 61850 的发展方向是实现面向对象、自我描述、即插即用和无缝通信连接，在工业控制通信上最终实现“一个世界、一种技术、一个标准”。

二、变电站计算机监控系统的基本概念及特点

1. 变电站计算机监控系统的基本概念

变电站自动化系统包括计算机监控系统、继电保护及自动装置和通信装置等设备。其中，计算机监控系统作为自动化系统的重要组成部分，通过网络接口设备与变电站各自动化

设备（包括继电保护及自动装置等其他智能装置）相连接，以完成变电站运行与管理的各项工作。

变电站计算机监控系统是指在变电站内应用自动控制技术、信息处理、传输技术和计算机软硬件等技术实现对变电站二次设备（包括测量仪表、控制系统、信号系统及远动装置等）的功能进行重新组合和优化设计，对变电站内主要电气设备的运行情况进行监视、测量、控制和协调，部分代替或取代变电站常规二次系统，减少或代替运行值班员对变电站运行情况的监视和控制操作，使变电站更加安全、稳定、可靠运行的一种综合性的自动化系统。

2. 变电站计算机监控系统的主要特点

变电站计算机监控系统以较高测量精度采集到相对完整的电力系统有关数据和信息；利用计算机的高速计算能力和逻辑判断功能，不仅可以完成对变电站设备和电网运行状态的监视、测量和控制任务，而且进一步扩大了监视的覆盖面和应用功能；可使变电运行人员和系统调度员把握安全控制、事故处理的主动性，减少或避免误操作、误判断，缩短事故停电时间，最终提高运行人员的工作效率和变电站安全稳定运行水平。

变电站计算机监控系统具有以下基本特点：

1) 变电站计算机监控系统的输入回路将各类信息转换为数字量，并通过计算机通信网络进行数据交换，实现信息共享。各种功能在微机硬件支持下，由软件和人机接口设备、输入和输出等设备协调完成。

2) 采用模数变换、数字滤波和处理技术，能保证各种量值的测量精度要求。采用防抖技术、冗余技术以及在线自检、自诊断等技术，提高了监视、控制的准确度和可靠性。

3) 变电站设备和电网运行状态、故障信息、设备操作等采用屏幕显示，值班员可通过计算机进行全面监视与操作，取代了常规中央信号屏、控制屏等有关设备，为值班人员提供了方便直观的监控条件。

4) 计算机监控系统可提供电压无功自动调节控制、电气操作防误闭锁及统计报表自动生成等高级应用功能。

5) 能减少重复性硬件设备，节约大量控制电缆，缩小控制室建筑面积，具有较好的经济性。

6) 站内温度、湿度、污染、振动，特别是强电磁干扰都对计算机监控系统的正常运行带来不利影响，必须采用有效技术措施，使监控系统满足现场运行环境和电磁兼容技术标准的相关要求。

总之，变电站计算机监控系统是提高变电站安全稳定运行水平、降低运行维护成本、提高经济效益、向用户提供高质量电能的重要技术措施之一，具有功能综合化、结构微机化、操作监视屏幕化、运行管理智能化的基本特征，为电网调度自动化、配电自动化和电网的现代化管理奠定了良好的基础。

第二节 变电站计算机监控系统的主要功能

分层分布式变电站计算机监控系统是多专业性的综合技术系统，它以计算机、通信、

网络等技术为基础,实现对变电站的监视和控制。监控系统的主要功能可分为以下几类:

① 数据采集与处理功能;② 控制操作功能;③ 报警及处理功能;④ 事件顺序记录及事故追忆功能;⑤ 远动功能;⑥ 时钟同步功能;⑦ 人机联系与运行管理功能;⑧ 与其他设备接口功能等。

一、数据采集与处理功能

该功能主要是对模拟量、开关量、电能量以及来自其他智能电子装置数据的采集与处理,是变电站计算机监控系统得以执行其他功能的前提和基础。

数据采集有两种方式。一种是通过测控装置获取数据,即面向一次设备采集模拟量和开关量(如电压互感器、电流互感器的电压和电流信号,变压器油温及断路器辅助触点,一次设备状态信号等),经间隔层设备处理后,最终导入实时数据库;另一种是通过通信接口获取数据,即面向其他智能装置直接获取计算机数据(如电能量数据、直流母线电压信号、保护动作信号等),经统一处理后导入数据库。

1. 模拟量采集与处理

计算机监控系统通过对相关模拟量的采集、处理、显示和远方传输,完成对变电站设备和电网的测量功能。其采集信号包括电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数、频率以及油温等。

模拟量采集分交流和直流两种形式。交流采样是将交流电压、交流电流信号直接接入数据采集单元,而未经过变送器;直流采样是将温度、气体压力、交流电压、交流电流等外部信号,经变送器转换成适合数据采集单元处理的直流电压信号后,再接入数据采集单元。

对模拟量的输出处理功能主要有“零漂”抑制、“越死区”传送和“全遥测”三种。

2. 开关量采集与处理

计算机监控系统通过对相关设备开关量的采集、处理、判别、显示或触发相应的告警声光信号,实现对设备运行状态的显示及异常状态的告警和记录功能。

开关量包括断路器、隔离开关以及接地开关的位置信号、继电保护装置和安全自动装置动作及报警信号、运行监视信号、有载调压变压器分接头位置信号等。这些信号都以开关量的形式,通过光隔离电路输入至计算机。

考虑到变压器分接头位置信号的重要性,一般采用硬接线点对点采集方式,可采用二十进制码(即BCD码),它用固定长度二进制所对应的十进制来表示变压器分接头位置,用代码形式输入到间隔层的测控装置。

开关量的输出处理功能主要有“变位”传送和“全遥信”传送两种。

3. 电能量采集与处理

电能量的采集与处理是指获取有功、无功电能量数据,并实现分时累加、电能量平衡统计等功能。

计算机监控系统可处理不同方式采集的电能量数据,并可对电能量进行分时段统计计算。电能表测量量的输出有脉冲量输出和串口通信输出两种方式;监控系统对电能量的采集方式也有两种:直接脉冲计数和通过与ERTU通信方式间接采集。

随着电能量采集精度及管理要求的提高,专用的电能量采集系统已投入实际应用,而计算机监控系统的电能量采集和统计功能有被弱化或取消的趋势。

4. 通过通信接口采集

通过数据通信接口采集到的各类智能设备的信息,由计算机监控系统分别对这些数据进行处理。如来自电能量远方传输装置(ERTU)的电能量、直流监测装置的直流系统绝缘电阻、微机保护装置及自动装置的信息等。

二、控制操作功能

变电站计算机监控系统控制操作对象一般包括各电压等级的断路器、可电动操作的隔离开关和接地开关、主变压器及站用变压器有载分接开关、站内其他相关设备的启动/停止、保护和自动装置的复归等。除此之外,还可通过运行自动控制应用软件实现对相关设备的自动控制,如电压无功自动控制(AVQC)等。为保证操作控制的正确可靠,计算机监控系统同时只能对一个对象进行控制操作。

控制操作分为手动控制和自动控制两种方式。

手动控制包括调度通信中心控制、站内主控制室控制和就地控制,并具备调度通信中心/站内主控室、站内主控室/就地手动的控制切换功能。控制级别由高到低顺序为就地、站内主控、远程调度中心。三种控制级别之间应相互闭锁,同一时刻只允许一级控制。当计算机监控系统站控层及网络停运时,能在间隔层对断路器进行一对一操作。

自动控制包括顺序控制和调节控制。顺序控制是指按设定步骤顺序进行操作,即将旁路代、倒母线等成组的操作在操作员站(或调度通信中心)上预先选择、组合,经校验正确后,按要求发令自动执行。调节控制是指对电压、无功的控制目标值等进行设定后,计算机监控系统自动按要求对“电压一无功”进行联合调节,其中包括自动投切无功补偿设备和调节主变压器分接头位置。

三、报警及处理功能

当电网及变电站设备发生各种类型故障,且断路器、继电保护及安全自动装置动作时,应立即启动相应的报警和显示事故信息,即报“事故信号”。而反映站内一、二次设备的各类缺陷或障碍的“预告信号”也应及时正确地告警和显示,使运行值班人员能够查明原因并进行相应处理,或采取有效措施防止事件的扩大。

根据告警信号紧急程度和信号来源的不同,计算机监控系统报警内容可分为设备状态异常或故障、测量值越限、计算机监控系统的软/硬件自诊断告警、通信接口及网络故障信号等。

报警处理一方面是通过对各种采集方式获取的相关数据进行逻辑组合,并对组合结果进行判别,然后输出异常报警信息;另一方面是对报警信息的分类和分层管理,以利于查阅和检索。海量报警信息会导致运行人员无法有效识别和处理,以致重要信息被淹没。查阅和检索功能方便了运行人员监视和事后故障分析。

报警输出信息直观、醒目,并伴有声、光、色效果,信息组合方式根据需要设定,报警条文用语规范符合变电运行习惯,报警信息的处理格式满足调度通信中心、站控层主机、操作员工作站等方面的要求。报警信息输出一般在屏幕上设一固定报警区域,以便专门显示,并对当前信息做颜色改变、闪烁等处理。操作员工作站具备声音报警功能,当前报警的输出一直持续到操作员进行确认操作后为止。

四、事件顺序记录(SOE)及事故追忆功能

计算机监控系统的SOE是以带时标信息的方式记录重要状态信息的变化,为分析电网

故障提供依据。当电网发生复杂故障和变电站设备发生异常时,会引起断路器多台或多次跳闸,并产生大量的保护动作信息,如果不能掌握相关设备的动作顺序和次数,则往往因为故障的复杂性使原因分析面临很大的困难,有时甚至无法正确分析和判断。SOE 记录了重要信息动作的变化时间,并按发生时间的先后进行排序,这样可以掌握相关设备的动作顺序和次数,有利于故障分析,排查原因,消除隐患。

SOE 的内容主要包括断路器跳、合闸记录,保护及自动装置的动作顺序记录。变电站断路器、继电保护及自动装置的动作速度都非常快,通常均在毫秒级水平,所以要求 SOE 具有很高的时间分辨率,一般要求不大于 2ms。SOE 信息保存在站控层的主机,可随时调用和显示在计算机屏幕上或进行打印输出。为了方便快速查询 SOE 信息,一般在站控层主机中专门设立 SOE 信息区,以便与其他监视、告警信息分开。通过对 SOE 信息的查询,也可及时核对断路器、继电保护及安全自动装置的动作是否正确。

事故追忆功能则是当电网发生长时间持续异常运行或故障时(如长时间未能切除故障、失去同步、电压或频率崩溃等),要求监控系统能够完整的记录相关事故信息,便于事后查询和分析。事故追忆范围为事故前 1min 至事故后 2min 时段内的所有相关模拟量值,其采样周期与实时系统采样周期一致。为实现较好的事故追忆,则应准确选择事故记忆功能触发量和相应被记录的事故信息,同时应限定事故追忆时间范围。

五、远动(RTU)功能

远动是调度自动化系统的重要组成部分之一,该功能为电力调度中心提供电网的相关运行数据和设备状态,为调度中心实时掌握电网的运行状况,并根据电网负荷的需求和电力设备的容量合理分配各发电机组的功率,控制负荷在可供电力容量以内,以保持发用电平衡,科学调整电力潮流,确保电力设备不过载,及时发现和处理电网的异常现象和故障,为电网安全、稳定和经济运行提供可靠保证。

变电站计算机监控系统的信息采集覆盖面广,拥有的电网运行数据完整。远动通信工作站可以从实时数据库或直接从间隔层的测控装置上获取相关信息并远传至电力调度中心,满足调度值班员及时掌握电网运行状况的需求。

对于无人值班变电站而言,远动工作站直接与集控中心建立数据传输,实现数据远传和遥控命令的执行;而集控中心要求传输的信息更完整,对控制的可靠性要求更高。

六、时钟同步功能

变电站甚至电网时钟的准确同步是保证设备及电网安全、可靠运行的基本前提,全电网的自动调节控制和运行事件记录都需要有一个统一的、精确的时钟。监控系统主机负责系统设备的时钟同步,不仅要向其他操作站发出校时信号,还需向各继电小室的子系统发送校时信号。远动通信工作站具备接收调度时钟同步的能力,但传统的远方对时方式难以满足全电网各变电站统一时钟精度的要求。目前,变电站计算机监控系统一般采用全球定位系统(GPS)标准授时信号进行时钟校正。GPS 自身的授时精度为纳秒级,可以满足变电站各间隔层子系统标准时钟误差不大于 1ms 的要求。

七、人一机联系与运行管理功能

1. 人一机联系功能

变电站采用计算机监控系统后,运行值班人员通过操作员工作站上的鼠标或键盘可了解全站运行工况和参数,同时可对全站断路器和隔离开关进行分、合操作,彻底改变了传统依

靠指针式仪表和模拟屏或操作屏进行操作的格局。操作员工作站和工程师工作站分别为运行人员和专职维护人员提供人一机联系功能。

操作员工作站是运行人员与变电站计算机监控系统联系的主界面。操作员工作站为运行人员所提供的人一机联系包括：调用、显示和拷贝各种图形、曲线、报表；发出操作控制命令；查看历史数值及各项定值；图形及报表的生成、修改；报警确认，报警点的退出/恢复；操作票的显示、在线编辑和打印；运行文件的编辑、制作等。

工程师工作站是专职维护人员与变电站计算机监控系统联系的主界面，它提供的人一机联系包括：数据库定义和修改，各种应用程序的参数定义和修改，必要时的二次开发，以及操作员站上的其他功能。

2. 运行管理功能

对变电站内设备运行状况的管理是采用计算机监控系统，提高运行水平的一个重要方面。计算机监控系统可根据运行要求，实现各种管理功能。

计算机监控系统将已获得的各种数据进行二次加工，挖掘出大量高端应用信息，以满足运行要求的各种管理功能。这是计算机监控系统区别于传统电气监控的一个重要方面。而如何有效利用计算机监控系统已拥有的资源，实现对电网运行状况的高效管理，需要一个不断探索、不断完善、不断创新的实践过程。

运行管理功能一般包括运行操作指导、事故记录检索、在线设备管理、操作票开列、模拟操作、运行记录及交接班记录等。该功能在操作员工作站得以实现，且直接与生产过程密切相关。管理功能也包括各种数据的存储、检索、编辑、显示和打印。管理功能的数据来自实时数据库和其他输入，数据类型多，重复量大，其数据存储要求有一定的特点，通常从实时数据和历史数据两个方面考虑，在转入历史数据库或写入光盘时做适当的选择、处理。

八、与其他设备接口功能

计算机监控系统通过通信接口与其他智能设备（如微机保护及安全自动装置、变电站直流系统监测装置、ERTU等）建立数据通信连接，获取更多详实的信息。为实现该功能，通常需配置专用公共信息管理机。变电站智能设备首先与公共信息管理机进行通信，由公共信息管理机通过站控层局域网（如以太网等）与主机进行信息交换。下面介绍几种主要通信接口功能。

1. 与继电保护及安全自动装置通信接口功能

其主要功能包括：读取继电保护及安全自动装置的启动、动作、重合闸、测距等记录报告，供专业人员分析；读取继电保护及安全自动装置的定值，供检查核对；读取继电保护及安全自动装置的实时测量值，供检查核对；远方修改继电保护及安全自动装置的定值等。

2. 与变电站直流系统绝缘检测装置的通信接口

该接口用于读取和显示直流系统的电源电压，直流电源正、负极对地电压，直流系统绝缘告警，直流感地选线结果显示等。

3. 变电站直流蓄电池巡检装置的通信接口

该接口主要用于读取和显示直流电池巡检装置的监测结果。

4. ERTU的通信接口

读取 ERTU 采集到的电能，供变电站电能统计和平衡率计算。

此外，变电站计算机监控系统还具备与小电流接地选线装置及消弧线圈自动调谐装置、

微机“五防”等智能设备的通信接口。除上述功能外,计算机监控系统还具有画面生成及显示、在线计算及制表、系统自诊断与恢复等功能。不同电压等级、不同规模变电站对自动化水平的要求不尽相同,因此各变电站监控系统在具备各项基本功能的同时又各具特色。

第三节 变电站计算机监控系统的基本结构

变电站计算机监控系统随着电子技术、计算机技术、通信技术和网络技术的发展,其体系结构在不断发生变化,其性能、功能及可靠性得以不断提升。根据变电站计算机监控系统目前的应用情况,其基本结构可分为集中式和分层分布式。其中,分层分布式计算机监控系统已成为变电站计算机监控技术发展的主流。

一、集中式计算机监控系统的结构及特点

1. 集中式计算机监控系统的基本概念

以变电站为对象,面向功能设计的计算机监控系统,称之为集中式计算机监控系统。即各系统功能都以整个变电站为一个对象相对集中设计,而不是以变电站内部的某元件或间隔为对象独立配置的方式。

2. 集中式计算机监控系统的基本结构与特点

(1) 基本结构及组成

集中式计算机监控系统的基本架构如图1-1所示。集中式结构并非指由一台计算机完成保护、监控等全部功能。多数集中式结构的微机保护、计算机监控和远动通信的功能也由不同的计算机来完成,例如,数据采集、数据处理、远动、开关操作和人机联系功能可分别由不同计算机完成。该结构形式主要出现在变电站计算机监控系统问世初期。

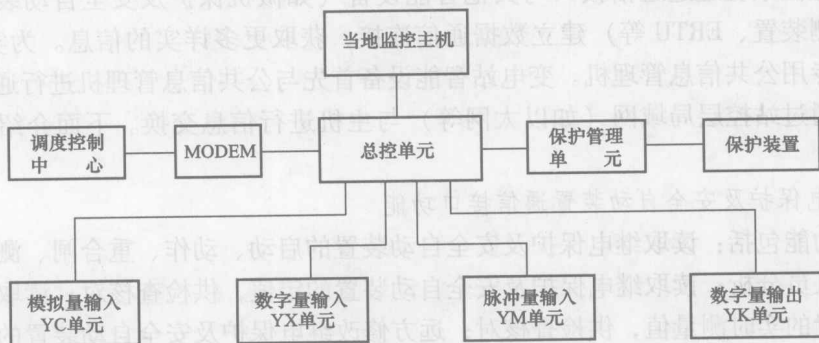


图 1-1 集中式变电站计算机监控系统架构

集中式变电站计算机监控系统构成如下:

1) 模拟量输入单元。根据输入方式的不同,又分为直流采样和交流采样两种模式。直流采样是把来自电流互感器(TA)、电压互感器(TV)的输入信号经过变送器变换为小信号的直流电压或电流之后,再输入监控系统的模拟量输入模件;交流采样则是把TA、TV输入信号直接接入监控系统中的交流模拟量输入模件进行采样,通过模/数转换将其转换为数字量,并通过计算获得相应的电气量,省去了直流模拟量输入所需的电量变送器的中间环