

SHUIDIANCHANG JISUANJI JIANKONG
JI LIUYU JIKONG JISHU

水电厂计算机监控 及流域集控技术

主 编 徐 洁

副主编 王惠民 戎 刚



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

SHUIDIANCHANG JISUANJI JIANKONG
JI LIUYU JIKONG JISHU

水电厂计算机监控 及流域集控技术

主 编 徐 洁

副主编 王惠民 戎 刚



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书对水电厂监控及流域集控系统建设和运行的关键技术进行了探讨, 主要内容包括水电厂监控技术发展历程, 水电厂计算机监控系统基础、系统构成、硬件设备、软件系统、高级应用。针对常规水电厂监控系统、抽水蓄能电厂监控系统、梯级集控中心监控系统、小水电厂综合自动化系统应用进行了讲解, 对目前常见的监控系统改造、日常运维及实验和验收也有相应讲解, 最后对智能化水电厂的概念及实施进行了详细介绍。

本书理论与技术相结合, 内容全面、通俗易懂、指导性强, 可供电力系统水电厂、流域水电开发公司的运行人员、维护人员、管理人员, 以及设计单位相关设计人员以及高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水电厂计算机监控及流域集控技术/徐洁主编. —北京:
中国电力出版社, 2016. 12
ISBN 978-7-5198-0171-7

I. ①水… II. ①徐… III. ①水力发电站-计算机监控
IV. ①TV736

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 308470 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>)

三河市航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 12 月第一版 2016 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28.5 印张 622 千字

印数 0001—2000 册 定价 98.00 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

《水电厂计算机监控及流域集控技术》

编写委员会

主 编：徐 洁

副 主 编：王惠民 戎 刚

编写指导专家委员会：徐 洁 吴正义 王惠民 何 云 朱 辰

邵圣平 戎 刚 尤万方 祁 新 孙尔军

徐 麟 单鹏珠

统 稿：戎 刚

各 章 编 写 人 员：第一章，戎 刚，姜海军；第二章，程国清，孙尔军；
第三章，戎 刚，刁东海；第四章，关鸿耀，温 柳；
第五章，陈 龙，陈 鹏；第六章，邢晓博，祁 新；
第七章，单鹏珠，徐 麟；第八章，刘林兴，谢敏杰；
第九章，姜海军，喻洋洋；第十章，仓义东，刘 强；
第十一章，谢传萍，赵雪飞；第十二章，徐 松，聂旭旺；
第十三章，贺 洁，邵圣平；第十四章，殷召生，尤万方；
第十五章，程国清，张 柏；第十六章，贾小飞，杜晨辉；
第十七章，陈伏高，蔡守辉；第十八章，芮 均，王惠民；
第十九章，钱 刚，孙晋东；第二十章，姜海军，单鹏珠；
第二十一章，阎应飞，丁东华。

经过电力领域几代人的不懈努力,2015年我国电力总装机容量超过15亿kW。水电作为清洁、可再生能源,已成为国民经济发展的绿色动力,总装机容量已达3.19亿kW,约占全球水电装机容量的1/4;风电、光电、核电等新能源的规模化发展和特高压电网建设的全面提速,为抽水蓄能电站的发展注入了新的活力,2015年我国抽水蓄能投产123万kW,总装机容量2306万kW,为电网大范围优化配置资源、促进新能源消纳提供了强有力的保障;在国家“一带一路”发展战略引领下,中国水电企业“走出去”的步伐更加雄迈而稳健,已逐步成为引领和推动世界水电发展的巨大力量,中国水电产业已迈入自动化、信息化、智能化的全新时代,中国的水电自动化技术也已走在世界前列。值此之际,作者谨献本书以飨读者。

我国水电自动化技术自20世纪80年代初起步,经过30余年的发展,已经形成了以现地自动化、厂站监控系统、流域梯级集控、流域水情测报、流域水调自动化和大坝工程安全监测为主的基本满足业务应用需求的水电自动化技术体系及产品系列,基本满足水电厂“无人值班(少人值守)”的运行要求,在水电企业的运行管理中发挥着越来越重要的作用。

本书的主要特点是内容非常丰富,涵盖了水电厂监控系统所涉及的各种新技术,对我国水电自动化发展历程、水电厂监控技术发展的主要过程、不同时期各种技术发展及监控方式的情况、代表产品和应用现状进行了全面的介绍。除了常规水电厂外还论述了流域梯级、抽水蓄能、小水电综合自动化,智能化水电厂,监控系统试验与验收等各个方面。

本书对分布式系统、分层控制、开放系统、面向对象、统一平台等在理论上进行了探讨,并对监控系统软硬件技术、系统架构及功能、小水电厂自动化、系统升级改造、系统运行维护、智能化水电厂等进行了讨论。同时概括了各种常用的系统配置和应用情况,分类给出了典型案例。还总结了丰富的工程实践经验,做到理论结合实际。

该书的编写充分体现了为水电自动化服务的思想,是对国内水电自动化系统研究和建设的技术总结,兼顾学术性、系统性、参考性、实用性和前瞻性,对国内各水电企业相关人员、水电设计单位及其他从业人员具有很好的指导意义。

朱辰

前言

我国水能资源十分丰富,总量居世界第一。根据最新复查数据,水能资源理论蕴藏量 6.94 亿 kW,年发电量 6.08 万亿 kW·h;技术可开发量 5.4 亿 kW,年发电量 2.47 万亿 kW·h;经济可开发量 4.02 亿 kW,年发电量 1.75 万亿 kW。至 2010 年底,我国水电装机规模达到 2.11 亿 kW,其中小水电 5800 万 kW 左右,当年新增核准水电规模 1322 万 kW,在建规模 7700 万 kW。我国水电的开发程度,按国际惯例使用的发电量计算的话,约为 25%;按装机容量算的话,也只占到技术可开发量的 37%左右,与发达国家 60%~70%的平均水平还有较大差距。

“十二五”期间,我国常规水电新增装机约 9800 万 kW,2015 年底总装机达到 2.97 亿 kW,完成率达 115%。发电量同样高于规划目标,约 1.1 万亿 kW·h,占全国发电量的 19.9%,在非化石能源中的比重达到 73.9%。近期国家《水电发展“十三五”规划》发布。规划 2020 年水电总装机容量达到 3.8 亿 kW,其中常规水电 3.4 亿 kW,抽水蓄能 4000 万 kW。规划新增大中型水电站 3849 万 kW,抽水蓄能电站 1697 万 kW,小水电 500 万 kW。“十三五”期间,我国将坚持积极发展水电的方针,做好生态环境保护和移民安置工作,以西南地区金沙江、雅砻江、大渡河、澜沧江等河流为重点,积极有序推进大型水电基地建设;统筹规划,合理布局,适度加快抽水蓄能电站建设;加强水电科技创新和国际合作,积极推动水电开发技术和重大装备走出去。水电事业的快速发展将继续为国民经济社会又好又快发展做出了积极贡献。

近年水电厂厂站级监控技术进步主要体现在两个方面,一是一大批以三峡、龙滩为代表的等特大型水电厂的投运,使得水电厂监控对巨型电站的控制技术日益成熟,监控系统的数据采集,安全容错等技术手段越发完善,保障了电厂安全稳定运行,二是抽水蓄能电厂监控系统的全面国产化,抽水蓄能机组控制逻辑关系复杂,其自动控制难度大,其监控系统长期由国外供应商提供,20 世纪 90 年代开始,我国也开始了抽水蓄能电厂计算机监控系统的研制工作,2004 年 8 月南瑞集团公司、华北电网有限公司和北京十三陵抽水蓄能电厂共同承担国家电网公司科技项目“SGKJ〔2004〕403 号大型抽水蓄能电厂计算机监控系统国产化技术研究”取得了成功,标志着我国大型抽水蓄能电厂计算机监控系统国产化取得了历史性突破,打破了国外的技术垄断,填补了国内空白。该系统荣获国家电网公司 2007 年度科技进步一等奖等众多奖项。其后,蒲石河抽水蓄能电厂计算机监控系统、响水涧抽水蓄能电厂计算机监控系统的成功投运已得到了业界的认可和肯定,技术达到世界先进水平。

水电站流域集控方面近年也是全面铺开, 在我国的大江大河中, 通过近 20 年的开发, 形成了多个大型梯级水电厂发电基地, 如三峡梯级、澜沧江梯级、乌江梯级、大渡河梯级、黄河梯级等, 具有电站级数多、装机容量大等特点。梯级开发在水资源综合利用, 推进节能减排、改善大气环境, 推进“西部大开发”战略实施, 发展区域经济、建设社会主义新农村, 实现“西电东送”、改善电力结构、保障电网安全经济运行, 减少河道泥沙淤积、改善水质, 以及在防洪、航运、灌溉、供水、养殖等方面都发挥了重要作用。随着测控技术、计算机应用技术、通信技术和工业控制技术的不断发展, 各梯级电厂控制的集中化和自动化程度越来越高, 流域梯级电厂所有的工作基本上都可以在一个集中控制中心远距离完成, 全面实现了远程计算机控制, 产生了巨大的社会效益和经济效益, 为流域电站安全、经济和高效运行作出了重要贡献。

《水电厂计算机监控及流域集控技术》是在国家提出节能发电调度, 充分利用水电等可再生能源, 实行节能减排战略的背景之下, 作者根据所取得的水电厂计算机监控及流域集控建设成果和经验成果编著而成。

本书以水电厂计算机监控及流域集控系统建设为主线, 系统阐述了监控系统的发展历程、应用现状、业务特点、方法原理、系统设计与构成、实例以及应用展望等内容, 力求清晰完整、严谨有序。在编写过程中吸取了多个系统的研究和工程实践取得的成果, 对于目前尚未成熟的理论和技术, 进行了适度的前瞻性描述。本书具有如下几大主要特点:

(1) 全面性。介绍了水电厂计算机监控及流域集控系统建设所涵盖的内容, 涉及计算机技术、系统设计、系统平台、数据库设计、应用案例等, 内容丰富, 信息量大, 既有理论和方法、技术的介绍, 又有具体案例的分析, 非常全面。

(2) 实用性。内容紧密结合实际应用, 通篇围绕水电厂计算机监控及流域集控实际生产业务展开, 相关技术、原理方法和系统设计的内容让读者对监控系统的建设中涉及的技术有了全面的认识, 极具参考性; 通过两个案例的详实介绍和分析, 让读者对实际系统有了更深入的认识, 实用性很强。

(3) 前沿性。本文展望篇对智能化水电厂的发展趋势进行展望, 具有较好的前瞻性。

我们特别感谢长期以来奋斗在水电厂计算机监控、流域集控行业的专家、前辈和同仁们, 没有他们的辛勤劳动和积累, 监控系统不会有今天的成绩。另外, 书中参阅和引用了不少国内外文献资料, 作者对书中所列主要参考文献的作者表示谢意, 对未能列出的其他参考文献和资料的作者也一并致谢。

水电厂计算机监控及流域集控技术是一个非常复杂庞大的系统, 涉及多个学科。尽管我们在编写和研究过程中做了很大努力, 但由于问题的复杂性, 以及时间的限制, 书中难免有疏漏之处, 敬请批评指正。

作者

2016 年 12 月

目 录

序
前言

第一篇 基 础

第一章 概述	3
第一节 水电自动化发展过程	3
第二节 水电监控技术发展过程	4
第三节 抽水蓄能监控技术发展过程	8
第二章 水电厂主要设备运行控制	11
第一节 概述	11
第二节 机组单元设备及控制对象	12
第三节 开关站单元设备及控制对象	26
第四节 厂用电设备及控制对象	27
第五节 辅助设备及控制对象	27
第六节 坝区和闸门设备及控制对象	29
第三章 水电厂计算机监控系统基础	31
第一节 概述	31
第二节 监控系统主要构成	31
第三节 监控系统主要功能	31
第四节 监控系统性能指标	37

第二篇 技 术

第四章 厂站层	41
第一节 概述	41
第二节 节点	45

第三节	网络	48
第四节	通信	50
第五节	电源	55
第六节	时钟同步	57
第七节	安全防护	59
第五章	现地层	65
第一节	概述	65
第二节	LCU 功能和分类	65
第三节	可编程控制器 (PLC)	66
第四节	测控装置	71
第五节	水机保护	74
第六节	LCU 的发展趋势	75
第六章	监控系统软件	78
第一节	概述	78
第二节	实时数据库	79
第三节	历史数据库	81
第四节	画面及报表	82
第五节	控制操作	85
第六节	智能报警	86
第七节	事故追忆	86
第八节	Web 发布	87
第九节	外部通信	89
第七章	高级应用	90
第一节	概述	90
第二节	自动发电控制	90
第三节	自动电压控制	95
第四节	经济调度与控制	98
第五节	生产数据分析	102
第六节	培训仿真	107
第七节	事故反演	108



第三篇 应 用

第八章	常规水电厂监控系统	113
第一节	概述	113

第二节	系统配置	113
第三节	系统功能	120
第四节	厂站层功能	120
第五节	现地层功能	129
第六节	其他常用设备	132
第七节	典型案例	154
第九章	抽水蓄能电厂监控系统	176
第一节	概述	176
第二节	系统配置	178
第三节	系统功能	182
第四节	高级应用功能	186
第五节	其他常用设备	189
第六节	典型案例	193
第十章	梯级集控中心监控系统	203
第一节	概述	203
第二节	梯级集控中心系统架构	205
第三节	梯级集控计算机监控系统功能	207
第四节	梯级集控计算机监控系统配置	210
第五节	集控与电站监控	213
第六节	典型案例	216



第四篇 小水电自动化

第十一章	小水电综合自动化系统	221
第一节	概述	221
第二节	系统配置	222
第三节	系统功能	226
第四节	主要性能指标	228
第五节	典型案例	230
第十二章	低压机组一体化	232
第一节	概述	232
第二节	系统配置	232
第三节	系统功能	234
第四节	主要性能指标	235
第五节	典型案例	237



第五篇 升级改造

第十三章 水电厂计算机监控系统升级改造	241
第一节 概述	241
第二节 改造模式	243
第三节 改造案例	244
第十四章 梯级集控监控系统改造	259
第一节 概述	259
第二节 改造原则和目标	259
第三节 改造技术方案	261
第四节 改造案例	266
第十五章 国外监控系统改造	269
第一节 概述	269
第二节 国外与国内监控系统对比	269
第三节 改造案例	270



第六篇 日常运维

第十六章 日常运行操作	277
第一节 系统登录	277
第二节 画面与简报	280
第三节 报表、一览表与曲线	284
第四节 光字	289
第五节 设备操作	290
第六节 控制权	294
第十七章 监控系统日常维护	295
第一节 概述	295
第二节 站控层设备维护	295
第三节 厂站层设备维护	297
第四节 集控中心设备维护	299
第五节 常见监控系统故障处理	300
第六节 AGC/AVC 维护	302



第七篇 智能化水电厂

第十八章 智能化水电厂	307
第一节 概述	307
第二节 IEC 61850 原理及应用	308
第三节 总体构架	324
第四节 现地智能设备	332
第五节 一体化管控平台	338
第六节 智能应用组件	346
第七节 工程示范应用	385



第八篇 监控系统试验与验收

第十九章 水电厂监控系统试验与验收	391
第一节 概述	391
第二节 型式试验	393
第三节 工厂试验和检验	394
第四节 出厂试验与验收	402
第五节 现场试验与验收	409
第二十章 抽水蓄能监控系统试验与验收	417
第一节 概述	417
第二节 出厂验收试验	418
第三节 现场验收试验	421
第四节 现场性能试验验收	426
第二十一章 集控监控系统试验与验收	428
第一节 概述	428
第二节 出厂验收试验	429
第三节 现场验收试验	431
第四节 现场性能试验验收	435
参考文献	437

第一篇 基础



第一章 概 述

第一节 水电自动化发展过程

1979 年,原电力部组织在福建古田水电厂召开了“全国水电厂自动化技术经验交流会”,就我国当时水电厂自动化水平进行了分析和讨论。会议认为我国当时的水电厂自动化水平较为落后,提出了 1979~1985 年水电厂自动化发展规划,确定了葛洲坝、富春江、浑江梯级和永定河梯级四个水电厂开展现代化自动化技术试点工作,同时开展励磁、调速、自动化原件等研究研制工作。

为了更好地开展水电厂自动化方面的工作,1986 年先后分别成立了水轮机调速器和水电厂自动化两个标准化委员会,并相继于 1987 年、1988 年、1989 年分别成立了水轮机调速器专业委员会、励磁专业委员会和计算机控制专业委员会,并相继颁布了《水电厂计算机监控系统基本技术条件》(DL/T 578—1995)、《水力发电厂计算机监控系统设计规定》(DL/T 5065—1996)等行业标准。

1993 年 5 月,在成都召开了“全国水电厂计算机监控系统工作会议”,会议对当时全国水电厂计算机监控系统情况进行了统计。据当时不完全统计,全国共有 24 个水电厂和梯级水电厂基本实现了计算机监控系统投入运行,监控系统产品已基本实现了工业化生产和达到实用化水平。会议认为我国水电厂计算机监控系统已达到国外 20 世纪 80 年代水平,具备了推广和普及应用的条件。会议制定了“八五”规划目标:“八五”期间应有 43 个水电厂实现计算机监控和经济运行,同时还制定了相应的技术政策和措施,如新建的大型水电厂及有条件的梯级水电厂都要坚持采用计算机监控系统,已运行的水电厂也要有相应的改造政策。

1994 年 10 月,原电力部会同中国水力发电工程学会在东北太平洋水电厂召开了水电厂“无人值班(少人值守)”专题研讨会,会议提出了水电厂值班方式改革的三个渐进步骤,即先“机电合一”值班,然后“中控室少人”值班,最后实现“无人值班(少人值守)”。1996 年安生司颁布的《电力行业一流水力发电厂考核标准(试行)》中规定一流水力发电厂必须实现“无人值班(少人值守)”,这有力地推动了“无人值班(少人值守)”工作在我国水电厂的推广。1996 年 11 月采用全套引进国外设备和管理方式的广州抽水蓄能电厂通过了“一流电厂”验收,随后东北太平洋梯级长甸水电厂于同年 12 月通过了“无人值班(少人值守)”验收,这是第一个由国内厂家(南瑞集团公司)提供计算机监控系统并通过验收的水电厂,标志着国产监控系统已能满足水电厂“无人值班(少人值守)”的技术及运行管理要求。随后,葛洲坝、隔河岩、鲁布革、漫湾、莲花灯多个水电厂也都通过了“无人值班(少人值守)”验收。截至 2002 年下半年,我国已有 30 座水电厂通过了电力部或国家电网公司组织的“无人值班(少人值守)”验

收,有力地促进了我国水电厂自动化水平的提高,实现了监控系统的推广普及。

“无人值班(少人值守)”是水电厂计算机监控系统技术发展到现在水平的产品,它对监控系统的功能、稳定性、可靠性、操作成功率、通信水平、AGC投入等都有了严格的要求。水电厂实现“无人值班(少人值守)”也是水电厂监控系统和其他自动化系统达到较高水平的标志。

第二节 水电监控技术发展过程

我国水电厂监控技术发展经历了四个阶段。

第一阶段:机旁监视控制。此阶段设备的控制和操作均在设备旁完成,自动化水平较低。

第二阶段:全厂集中和机旁两级监控。此阶段在全厂设置集中监控系统,但受当时自动化原件和设备的性能水平限制,尚不能完全满足自动化控制要求,机旁仍需设值班人员并完成相关设备的现地人工操作。

第三阶段:全厂集中监视和控制。在电厂设立中控室,通过计算机监控系统实现全厂设备的监视和控制,可以实现自动开停机、事故停机、负荷调整等功能。在机旁及其他设备旁均不再设立值班和运行人员。

第四阶段:集控(远控)运行。随着水电厂自动化水平的进一步提高,水电厂仅需很少的值班人员,在远程监视集控或远控中心,日常的监视控制由集控(远控)运行人员完成。这是目前较高水平的水电厂自动运行方式。

随着上述几个阶段的发展,计算机监控系统也有了较大发展。早在20世纪70年代,计算机已开始应用于水电厂,起初用于各项离线计算和工况的监测,后来逐渐进入控制领域。它经历了一段从低级到高级,从顺序控制到闭环调节控制,从局部控制到全厂控制,从电能生产领域扩展到水情测报、水工建筑物的监控、航运管理控制等各个方面,从监控到实现经济运行,从个别电厂监控到整个梯级和流域监控的发展过程。出现了一批用微机构成的调速器、励磁调节器、同期装置和继电保护装置等。多媒体技术应用使电厂中控室的设计发生了巨大的变化。巨大的模拟显示屏正在逐渐被计算机显示器所代替;常规操作盘基本上已被计算机监控系统的值班员控制台所取代;运行人员的操作已从过去的扭把手、按开关转为计算机键盘和鼠标操作。运行人员的工作性质也发生了质的变化,从过去的日常监盘和频繁操作转变为巡视,经常的监测和控制调节工作都由计算机系统去完成。运行人员的劳动强度大大减轻,人数也大大减少,甚至出现了“无人值班”(少人值守)的水电厂。总之,采用计算机监控已成了水电厂自动化的主流。

一、国内外发展现状

从20世纪70年代起,计算机监控在国外一些水电厂上取得了实质性的进展,出现了用计算机控制的水电厂。最初,由于计算机价格比较昂贵,全厂只用一台计算机实现对主要工况的监视和操作,通常采用开环调节控制。后来,随着计算机性能改善和价格

下降,出现了采用多台计算机实现闭环调节控制的水电厂。高性能微机的出现使微机在水电厂监控系统中得到普遍的应用。现在,新投入的水电厂大都采用由多台计算机构成的计算机监控系统。世界各国的发展是不平衡的,目前关于水电厂实现计算机监控的情况还缺乏完整统计资料。就国家来说,美国、法国、日本和加拿大等国在这方面是比较领先的。国外研制水电厂计算机监控系统的有许多公司,其中比较著名的有加拿大的 CAE 公司、瑞士的 ABB 公司、德国的西门子公司、法国的 ALSTOM 公司(原 CEGELEC 公司)、日本的日立公司和东芝公司、美国和加拿大的贝利公司、奥地利的依林(ELIN)公司等。各公司都推出自己的系列产品,在世界各地得到了广泛的应用。

我国水电厂计算机监控系统的研制工作起步并不晚。早在 20 世纪 70 年代末,原水电部就组织了南京水利水文自动化研究所(现改为南瑞集团公司/国网电力科学研究院)、长江流域规划办公室(现改为水利部长江水利委员会)和华中工学院(现改为华中科技大学)研究葛洲坝水电厂采用计算机监控系统的问题。随后,中国水利水电科学研究院(简称水科院)自动化研究所开始了富春江水电厂计算机监控系统的研制工作。天津电气传动设计研究所(简称天津电传所)也开始了永定河梯级水电厂计算机监控系统的研制工作。这些监控系统于 20 世纪 80 年代中期先后投入运行。

与此同时,我国也引进了一些国外研制的监控系统。采用 CAE 公司产品的有葛洲坝大江电厂、隔河岩水电厂和龚嘴梯调;采用西门子公司产品的有鲁布格水电厂(厂站层系统已改为南瑞集团公司 NC V3.0)、广州抽水蓄能电厂 C 二期、龚嘴水电厂(自 2010 年后现已陆续改为南瑞集团公司 SSJ-3000 系统);采用 ABB 公司产品的有潘家口、天生桥二级(厂站层系统已改为南瑞集团公司 NC 2000)、溪口、宝兴河梯级和二滩(已改为安德里茨监控系统)等水电厂;采用贝利公司产品的有十三陵抽水蓄能电厂和天荒坪抽水蓄能电厂;采用 CEGELEC 公司产品的有广州抽水蓄能电厂(一期)、高坝洲水电厂;采用依林公司产品的有小浪底水电厂。十多年来,国内的研制单位也取得了很大的成就。已投运的几十个计算机监控系统中绝大多数是由国内单位研制的。技术水平也有了很大的提高,达到了国外 20 世纪 90 年代的水平。许多新技术,如分层分布处理、分布式数据库、开放系统、网络、多媒体、专家系统等,都得到了相应的应用。电力自动化研究院和水科院自动化研究所还推出了自己的系列产品,不仅在国内水电厂得到广泛的应用,甚至还出口到国外。根据近年来的实践,新建的大中型水电厂已基本采用计算机监控系统,不采用的已是少数。

二、水电厂计算机监控方式的演变

随着计算机技术的不断发展,水电厂监控的方式也随之改变,计算机系统在水电厂监控系统中的作用及其与常规设备的关系也发生了变化,其演变过程大致如下。

1. 以常规控制装置为主、计算机为辅的监控方式(Computer-Aided Supervisory Control,简称 CASC)

早期由于计算机价格比较昂贵,而且人们对它的可靠性不够信任,因此,计算机只起监视、记录打印、经济运行计算、运行指导等作用,水电厂的直接控制功能仍由常规控制装置来完成。采用此方式时,对计算机可靠性的要求不是很高,即使计算机局部发