

全国水利水电类高职高专统编教材

水电站 微机监控与保护

福建水利电力学校 黄少敏 主编



黄河水利出版社

全国水利水电类高职高专统编教材

水电站微机监控与保护

福建水利电力学校 黄少敏 主编

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是全国水利水电类高职高专统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《水电站微机监控与保护》课程教学大纲编写而成的。全书共分八章,主要内容包括:水电站计算机监控技术;水电站计算机监控系统结构、计算机系统数据通信基础;数据采集与处理,模拟量、开关量、脉冲量的输入与输出;微机调速器、微机自动准同期、微机励磁调节器、备用电源自动投入装置;微机继电保护构成、软件原理和算法;微机现地自动控制原理与装置;水电站自动发电控制和自动电压控制;计算机监控系统设计和抗干扰措施;水泵站微机监控系统原理与结构等。本书可作为水利电力高等职业技术教育水电站电力设备、发电厂及电力系统、水电站动力设备、机电排灌等专业课程的教材,也可供从事水电站、水泵站等相关专业工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水电站微机监控与保护/黄少敏主编. —郑州:黄河水利出版社,2002. 8
全国水利水电类高职高专统编教材
ISBN 7-80621-586-7

I. 水… II. 黄… III. ①水力发电站-计算机监控-高等学校:技术学校-教材②水力发电站-继电保护-高等学校:技术学校-教材 IV. TV736

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 052230 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public2.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:10.5

字数:240 千字

印数:1—4 100

版次:2002 年 8 月第 1 版

印次:2002 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-586-7/TV·278

定价:18.00 元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,用中央财政安排的“支持示范性职业技术学院建设”项目经费组织编写的水利水电类全国统编教材。

本书是高职高专教育“水电站电力设备”专业主干课程,根据机电专业教学大纲要求编写而成。可作为水电站电力设备、发电厂及电力系统、水电站动力设备、机电排灌等专业用书,也可作为水电站、水泵站技术人员的参考用书。

本书理论教学学时建议为 66 学时,实验 12 学时,课程实习 18 学时(或现场实习 3 天)。

考虑水电站、水泵站的微机监控与保护形式基本类似,教材内容以水电站微机系统为主编写;为便于水泵站专业人员学习,水泵站微机监控部分的内容单独编写。书中有关技术规范、标准、名词术语等按照国家现行规定编写。全书对水电站微机监控与保护技术所涉及的计算机网络技术如网络通讯、网络结构等基本知识作了简要介绍,详细介绍了水电站微机监控与保护装置的原理与结构。

全书共分八章,福建水利电力学校许建安编写第三章第二、三、四节和第四章;福建水利电力学校黄丹辉编写第一章;广东水利电力职业技术学院叶德云编写第五章和第七章第二节;四川电力职业技术学院杨和平编写第二章第一节和第三章第一节;其余内容由福建水利电力学校黄少敏编写。全书由福建水利电力学校黄少敏担任主编,广西水电学校吴汉生担任主审。

书中收集的有关实例资料以国内近几年的应用实例为主。由于现代计算机控制技术应用水平的飞速发展,限于我们的水平和经验,书中内容难免存在不足之处。真诚希望同行专家和广大读者积极提出建议和意见,以利于我们不断提高和改进。

本书参考和引用了部分文献和书籍,对有关作者特此致谢!

编 者

2002 年 5 月

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一章 概 述	(5)
第一节 计算机监控系统概论	(5)
第二节 计算机网络基础知识	(13)
第三节 计算机总线技术	(26)
第四节 水电站计算机监控系统结构	(31)
第五节 计算机系统数据通信基础	(34)
第二章 数据采集和过程通道	(37)
第一节 数据采集与处理概述	(37)
第二节 模拟量的输入与输出	(46)
第三节 开关量的输入与输出	(50)
第四节 脉冲量的输入与输出	(57)
第三章 微机自动装置	(58)
第一节 微机调速器	(58)
第二节 微机自动准同期	(71)
第三节 微机励磁调节器	(79)
第四节 备用电源自动投入装置	(87)
第四章 微机继电保护	(95)
第一节 概 述	(95)
第二节 微机继电保护的构成	(96)
第三节 微机保护的软件原理	(99)
第四节 微机保护算法	(102)
第五节 WXB-11 型线路保护装置	(106)
第五章 微机现地自动控制	(123)
第一节 概 述	(123)
第二节 微机现地自动控制装置	(125)
第三节 微机现地控制实例	(133)
第六章 自动发电控制和自动电压控制	(137)
第一节 水电站自动发电控制	(137)
第二节 水电站自动电压控制	(141)
第七章 计算机监控系统设计与抗干扰	(143)
第一节 计算机监控系统设计	(143)

第二节 计算机监控系统抗干扰措施	(149)
第八章 水泵站微机监控系统简介	(155)
第一节 概 述	(155)
第二节 水泵站微机监控系统简介	(156)
参考文献	(159)

绪 论

近二十多年来,随着我国国民经济的快速增长,电力工业也得到了迅猛的发展,达到了前所未有的水平。随着电力工业的进一步发展,电力电能的生产、输送、销售突显了几个特点:一是电网的总容量大;二是电源分布更加合理,各区域网间的横向联系愈来愈多,电能的输送线路更长,如国家的西电东输计划等;三是组成电网的电能生产方式更加多样化,包括了水力发电、火力发电、热能发电、核能发电、风力发电、太阳能发电、潮汐能发电、垃圾发电、抽水蓄能发电等多样化的发电方式;四是多样化的电力用户对电力部门供电的可靠性、稳定性和电能质量提出了更高的要求。诸如这些特点,就对电力系统的生产管理提出了更高的要求,而常规的控制手段与管理方法已无法满足这些要求。特别是水电厂,由于其生产过程所具有的特点及近代水电厂规模的扩大,使得提高水电厂自动化水平变得非常必要。

一、水电厂生产过程的特点

水电厂的生产过程有以下一些特点,这些特点对水电厂的运行方式和自动化的任务与要求有很大的影响。

1. 水电厂发电计划取决于水情及水库的调度计划

水电厂能源全部储存在水库中,水能多少是由水文情况、降雨过程和上下游水利设施用水情况所决定的,不可能按照电力系统的负荷需要而给予稳定的供应。特别是水电厂除发电以外,还承担防洪、灌溉、航运、供水、养殖以及旅游等任务,而这些任务对水电厂提出的要求通常是不一样的,有时甚至是矛盾的。如汛前防洪与发电矛盾,枯水期发电与航运、发电与旅游的矛盾,梯级水电厂厂内经济运行与厂际经济运行之间的矛盾,等等。而不同调节性能的水库其运行计划的制定也不同。如何合理地完成水电厂的各项任务,结合好不同时期的不同任务对水的要求及对水情准确的预测和对水库合理准确的调度是至关重要的。

2. 水电厂的机电系统监控功能复杂,要求高

大中型水电厂特别是具有良好调节性能的水电厂或抽水蓄能电厂,通常在电力系统中承担峰荷或腰荷,有的是作为执行电力系统频率控制任务的主要电厂,有的是电力系统故障时的重要后备电源。另外,当水电厂距离负荷中心较远时,还必须考虑长距离输电的稳定性和无功功率的控制问题,这就对水电厂的机电运行管理及自动化系统提出了很高的要求。

由于水电厂生产过程的上述特点,在实现水电厂自动化时,不仅要实现机组一级的自动化,还要实现厂级自动化;既要在水电厂机电系统进行自动监控,也要考虑水力系统对运行方式的制约,实现能与水库优化调度计划相协调的优化控制;既要考虑本水电厂的运行要求,也要考虑梯级水电厂或跨流域水电厂,甚至电力系统内其他发电厂的运行方式对

本厂的影响,来实现水电厂的自动化运行。所有这些要求要得到满足,依靠传统的自动控制技术显然无法实现。而现代计算机性能的迅速提高,以及现代控制测量技术的进步,为计算机在水电厂的自动化控制中的应用提供了可靠的技术保障。

二、水电厂计算机监控技术的应用

水电厂计算机监控系统是利用数字电子计算机对水电厂的电能生产过程进行控制的一种设备集成。采用计算机控制的目的是为了提高水电厂的自动化水平,以保证水电厂的发电质量、安全运行水平、劳动生产率和经济效益。

在水电厂计算机监控系统中,人们用电子计算机代替传统自动控制中的控制器和控制方法,使控制过程更合理、更灵活、更及时。因此,计算机控制比传统的自动控制和自动化技术有更多的优越性。但是,计算机控制的实现仍然与传统的自动控制技术有着密切的联系,可以说,计算机控制系统是传统的自动控制技术与计算机技术相结合的产物。

水电厂计算机监控系统是一门涉及多个学科和新技术的综合性科学技术,近年来有了较大的进展。尤其是随着数字电子计算机(以下简称计算机)性能不断提高,价格不断降低,使得计算机在工业生产过程控制,以及水电厂自动化中的应用更为广泛。它的应用给水电厂生产带来了巨大的效益,标志着自动化技术发生的重大变革。

水电厂监控系统的发展经历了人工监控、电话调度和远动化(遥测、遥信、遥调、遥控)以及以计算机为核心、以现代数据通信为基础的计算机监控等三个阶段。20世纪60年代,美国首先将计算机用于水电厂监控系统,由于当时的计算机体积大、性能差、缺乏高级软件支持,所以监控系统只能承担电厂运行参数的记录和报警等。1974年,美国在哥伦比亚河梯级电站的大古力水电站(装机容量为600万kW)实现了闭环控制。尽管该控制系统存在许多不足,直到现在还在不断地改进,但它是水电站计算机控制发展史上的一个重要里程碑。70年代以后,随着计算机技术的不断发展,许多工业发达国家在水电站中逐步采用计算机监控系统,并取得了显著的效益。从应用的水平上看,美国、日本、法国等国家处于领先地位。

在我国,水电厂自动化应用计算机起步较晚。1979年,水利电力部在福建省古田召开了全国水电站自动化技术经验交流会,总结了我国水电厂自动化的经验,确定了水电厂自动化的试点电站。“六五”期间,开始了重点水电厂计算机监控、水轮发电机调速、励磁调节、水情自动测报等方面的科研和应用试点工作。如以浑江梯级及永定河梯级水电站、富春江及葛洲坝水电厂为代表的计算机监控系统的试点;在个别电厂进行的以微机调速和励磁调节的试点,黄龙滩的水情自动测报、松花江的水情自动测报及水库调度自动化的试点等,都取得了一定的成效。1987年10月,水利电力部在南京召开了全国水电厂自动化技术总结和规划落实工作会议,在总结经验的基础上,制定了《“七五”期间水电厂自动化计算机应用规划》。按照规划要求,“七五”期间,我国将有包括葛洲坝、鲁布革、白山、浑江、永定河等近30个水电厂实现计算机监控和经济运行,其中5个水电站梯级实现实时经济调度,一个水电厂将试点无人值班。并且明确了通过“七五”规划的实现,促使我国水电厂在自动化方面应用计算机技术从科研试验走上实用推广的战略目标。通过执行“七五”规划的近10年来,我国水电厂自动化水平有了很大的提高,先后有太平湾、长甸、下苇

甸、葛洲坝二江电厂的计算机监控系统和发电控制装置通过了原电力部主持的“无人值班(少人值守)”验收。

三、水电厂应用计算机监控技术的优点

水电厂应用计算机监控系统对提高自动化水平,保证安全运行,提高经济效益,改善劳动条件,促进技术进步都具有十分重要的意义。

首先,实施计算机监控技术有利于提高水电厂运行可靠性。水电厂机组起停频繁,工况和出力变化迅速,特别是梯级水电厂机组台数相对较多,分布范围广,运行方式复杂,这些均要求水电厂必须具有较高的自动化水平。实现全厂或全梯级的计算机监控,不仅能对影响全厂、全梯级安全运行的设备进行可靠的监视,并能对故障、事故的发生给予自动报警和登录,给出故障处理指导。这不仅有利于及时排除故障,而且可以防止误操作。对于威胁安全运行的事故则能自动实施停机保护,防止事故的扩大,保证设备的安全。

其次,实施计算机监控有利于提高水电厂的经济运行水平。经济运行是水电厂(特别是梯级水电厂)提高经济效益的重要保证。梯级水电厂的经济运行包括水库的优化调度、梯级各站的负荷优化分配和厂内机组的优化组合。监控系统的经济运行和相应的控制软件,能够根据水情测报系统提供的实时信息自动完成以上各级优化,从而大大提高了水能利用率。同时,可以减少机组起停次数和因此而引起的无益空转时间,达到节水多发电的目的。对于梯级水电厂而言,实现计算机监控经济运行,至少可提高经济效益2%。例如,法国罗纳河梯级水电厂改用计算机集中监控之后,效益增加了4%;杜朗斯河—维尔登河电厂群采用计算机监控后的效益增幅达16%。对于大中型电厂和梯级电厂,实施计算机监控的效益是极为可观的。

最后,实施计算机监控有利于提高劳动生产率。与水电开发较早和自动化水平较高的国家相比,我国水电管理模式和职工劳动生产率处于一个相对较低的层次。据统计,国际上水电装机万千瓦占用职工人数,先进的达0.1~0.7人/万kW;在我国,较好的是广州抽水蓄能电厂为0.7人/万kW,而有些水电厂则超过50人/万kW,甚至更多。为适应现代电力工业生产的需要,改革水电厂长期以来落后的管理局面,原电力工业部正式提出水电厂实现“无人值班(少人值守)”的装备政策,以此带动整个水电厂生产管理体制改革,促进水电厂的技术进步,提高水电厂的安全经济运行水平,达到提高经济效益和社会效益的目的。

从世界的范围来看,水电厂的计算机监控系统还处于不断更新、变化的阶段,还没有形成典型的系统,各国的计算机监控系统很少是完全相同的。随着计算机科学飞速的发展,硬件和软件的更新换代周期不断减小,可以预计,这将会对水电厂计算机监控系统带来新的变革,产生更为深远的影响。

四、基本名词解释

- (1) 电站级(或主控级)(Power Plant Level):指水电厂中央控制。
- (2) 数据(Data):数字量或模拟量含义的数值表示。
- (3) 比特串(Bit Rate):传送二进制位的速度,单位为每秒传送的位数。

(4)波特(Baud):信号传输速度的一种单位,它等于每秒内离散状态或信号事件的个数。在每个信号事件表示一个二进制位的情况下,波特和每秒比特数一样,在异步传输中,波特是调制串的单位,它是单位间隔的倒数。若单位间隔的宽度是 20 ms,则调制串是 50 波特。

(5)信息(Information):根据数据表示形式中所用的约定赋予数据的意义。

(6)报文(Message):用于传递信息的字符有序序列。

(7)事件(Event):系统或设备状态的离散变化。

(8)分辨率(Resolution):被测量可能被识别的最小值。

(9)事件分辨率(Event Resolution):事件发生时间的可识别的最小值。

(10)状态(State):指元件或部件所处的状态。例如,逻辑“0”或“1”。

(11)状况(Status):描述一个点或一台设备或一个软件工作状况的信息。例如,点报警状态、点禁扫状态。

(12)禁止(Disable):阻止某个特定事件处理的命令或条件。

(13)允许(Enable):允许某个特定事件处理的命令或条件。

(14)人工操作(Manual Operation):通过人机接口对被控设备进行操作。

(15)响应时间(Response Time):从起动某一操作到得到结果之间的时间。

(16)平均故障间隔时间(Mean Time Between Failures(MTBF)):工作设备的故障之间所能期望的间隔时间(小时)。

(17)平均维修时间(Mean Time to Repair(MTTR)):使故障设备恢复正常工作所能期望的时间(小时)。

(18)电磁相容性(Electromagnetically Compatibility(EMC)):设备对外界电磁场容忍能力的一种量度。

(19)电磁干扰(Electromagnetic Interference(EMI)):从设备中辐射出的电磁场的一种量度。

(20)有功功率联合控制(Joint Control of Active Power):在电厂内调整有功功率以如此方式进行,即让被控制的多台发电机组的行为同单台机组的行为一样。其发电机联合组成和执行控制规律是按照电厂控制任务特性来确定的。

(21)无功功率联合控制(Joint Control of Reactive Power):在电厂内调整无功功率以如此方式进行,即让被控制的多台发电机组的行为同单台机组的行为一样。其发电机联合组成和执行控制规律是按照电厂控制任务特性来确定的。

(22)厂内自动发电控制(Automatic Generation Control (AGC)):水电站自动发电控制是电力系统自动发电控制的一个子系统。它的任务是:在满足各项限制条件的前提下,以迅速、经济的方式控制整个电站的有功功率来满足系统的需要。

(23)厂内自动电压控制(Automatic Voltage Control):水电站自动电压控制是电力系统自动电压控制的一个子系统。它的任务是按厂内高压母线电压及全厂的无功功率进行优化实时控制,以满足电力系统的需要。

第一章 概 述

第一节 计算机监控系统概论

一、计算机监控系统基本类型

(一)按计算机在水电厂监控系统中的作用分类

根据计算机在水电厂监控系统中的作用及其与常规设备的关系,水电厂采用的计算机监控系统主要类型有:取消常规设备、以计算机为基础的监控系统;以计算机为主、常规设备为辅的监控系统;以常规设备为主、计算机为辅的监控系统。

1. 以计算机为基础的监控系统(CBSC)

以计算机为基础的监控系统可以让水电厂的主要监控功能均由计算机监控完成,常规的控制装置可以取消。但为了提高整个控制系统的可靠性,也可以保留一小部分现地操作控制设备作为在特殊情况下的备用。采用这种模式,对计算机监控系统的性能有很高的要求。随着计算机技术的迅速发展,应用冗余技术,配置双 CPU、多 CPU 的装置均能满足水电厂监控系统可靠性的要求,使监控系统的利用率接近 100%。CBSC 系统是水电厂实现计算机监控的主要发展方向。目前,国内许多大中型水电厂均采用这种系统。

2. 计算机辅助监控系统(CASC)

采用这种模式时,水电厂的控制操作主要仍由常规的自动装置来完成,计算机监控系统主要实行运行监视、数据采集、数据处理、事件记录、打印制表和经济运行计算等功能。这样可提高水电厂的安全运行和自动化管理水平,并可取得一定的经济效益。采用这种模式,运行中计算机监控部分即使发生故障,水电厂仍能维持正常运行,只是部分功能暂时不能实现。这种模式对计算机监控系统的性能要求可以低些,因而投资也较低,比较容易实现。

3. 计算机与常规装置双重监控系统(CCSC)

采用 CCSC 系统,水电厂具有两套各自独立的监控系统,相互备用。由于设置两套各自独立的监控系统,因此其可靠性高,但价格偏贵。而且随着计算机监控系统技术的日趋成熟完善,使用两套各自独立的监控系统显得多余和浪费。因此 CCSC 系统只能作为一种由 CASC 方式向 CBSC 方式过渡的一种系统。

分析以上三种系统形式可以看出,以常规自动化装置为基础的计算机辅助监控系统(CASC)的优点为当计算机系统发生故障时,仍能维持电厂的正常运行,只是暂时失掉计算机系统功能(如数据采集、处理等功能);缺点是整个系统的功能比较低,对整个水电厂自动化水平的提高有一定限制。因此这种系统只是一种过渡模式。

计算机与常规装置双重监控系统(CCSC)的最大优点是可靠性很高;缺点是由于保留

着较完善的常规控制系统,使系统复杂化,并增加了设计、安装、调试等工作量及自动化系统的造价。CCSC系统同CASC系统一样,随着计算机技术的发展,特别是计算机系统可靠性的大大提高,两者都会逐渐向CBSC系统转化。

以计算机为基础的监控系统(CBSC)是水电厂实现计算机监控的主要方向。目前,国内外大中型水电厂基本都采用这种模式。

(二)按计算机在水电厂监控系统中执行的功能分类

按照计算机在水电厂监控系统中所执行的主要不同功能来分类,水电厂计算机监控系统有计算机数据采集与监视系统,计算机直接数字控制系统,计算机监控系统。

1. 计算机数据采集监视系统

计算机在数据采集处理时,主要对水电厂生产过程大量的物理参数(包括电量 and 非电量)进行巡回检测、数据记录、数据计算、数据统计和处理,参数的越限报警及对大量的数据进行积累和实时分析,并将结果以表格或图形形式显示在显示屏(CRT)上,定时通过打印机打印一些重要参数。如图1-1所示。

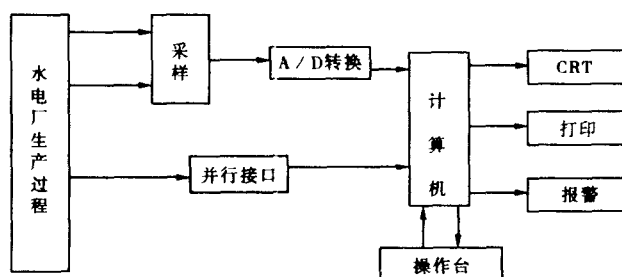


图 1-1 计算机数据采集监视系统

这种应用方式中,计算机不直接参与水电厂的生产过程控制,但其对水电厂生产过程的控制有指导作用。首先,由于计算机具有速度快等特点,在生产过程参数的测量和记录中可以代替大量的常规显示和记录仪表,对整个生产过程进行集中监视;同时由于微处理器具有运算、逻辑判断能力,可以对大量的输入数据进行必要的集中、加工处理,并能以有利于指导生产过程控制的方式表示出来,所以它能起到指导水电厂生产过程的作用。另外,计算机有存储大量数据的能力,可以预先存入一些参数的上、下限值,在数据处理过程中进行参数的越限报警等工作。例如,水情测报、大坝观测、梯级水电站的经济调度等。作为指导水电厂厂内经济运行的要求,计算机根据所采集到的有关功率和频率等信息,按最优准则,实时地计划应开机组台数,提出各台机组负荷最佳分配的数据。另外,也可根据系统给定的无功和控制测点的电压信息,按无功经济运行准则和各台机组的无功特性,确定各台机组无功分配的数据。再如报警,它可根据有事件发生前的某一瞬间对运行在一段时间的变化规律进行自动分析,来预测未来发展趋势,提出预防性措施,如安排停机检修等。

计算机数据采集与监视系统的一个优点是比较灵活和安全,它使运行人员能随时了解水电厂生产过程的状态,并可根据自己的判断对计算机系统提供的操作信息有选择地采纳。

2. 计算机直接数字控制系统(DDC)

计算机直接数字控制系统是计算机在工业应用中最普遍的一种方式。它是根据对生产过程的实际测量值与给定值相比较的偏差值作为计算机的输入,计算机按照规定的控制规律所描绘的数学模型(如 PID 控制规律)进行运算,计算出控制量后输出作用在执行元件上。在控制过程中计算机是参加闭环控制过程的。如图 1-2 所示。

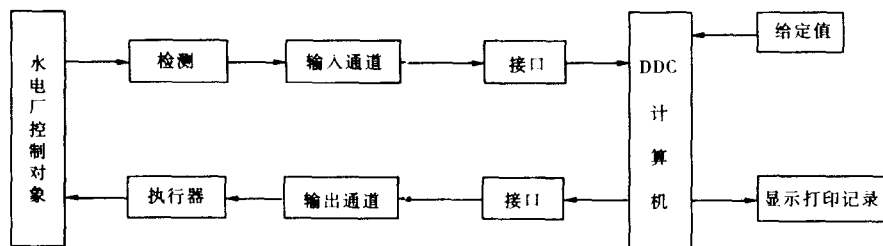


图 1-2 计算机直接数字控制系统

在 DDC 系统中,计算机不仅可完全取代模拟调节器,实现对生产过程的控制,还可以实现最优化控制和多回路的 PID 调节,并具有结构简单的优点,而且不需要改变硬件,只需通过改变软件就可以有效地实现较复杂的控制算法。一般的 DDC 系统有一个功能齐全的运行操作台,给定显示、报警等集中在此控制台上。

水电厂自动化采用 DDC 系统可以用来完成如下的功能:①作为调速器,对水轮发电机组进行有功和频率的调节;②作为励磁调节器,对机组无功和励磁电流进行调节;③进行同期并列操作;④对运行设备进行保护。

3. 计算机监督控制系统(SCC)

在计算机直接数字控制方法中,对水电厂生产过程产生直接影响的被控参数给定值是预先设定的,并直接存入计算机的内存。这个给定值不能根据过程条件和生产信息的变化及时得到修改,只能用人工的方法根据需要进行调整,因此直接数字控制方法无法实现对电厂生产过程的最优控制。计算机监督控制系统如图 1-3 所示。

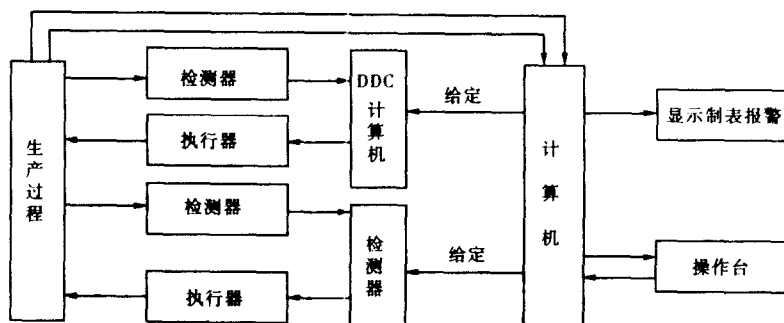


图 1-3 计算机监督控制系统

在计算机监督控制系统(SCC)中,计算机可以根据生产信息的变化和其他参数,按照描述生产过程的数学模型或其他方法自动地改变被控参数的给定值,使水电厂生产过程始终处于最优工况。如保证在系统受到扰动的情況下,使过渡过程有满意的动态响应。

SCC 控制方式的控制效果主要取决于数学模型的精度。若水电厂生产过程的数学模型能使其达到最优状态,则 SCC 控制方式就能实现最优控制。当然若数字模型不理想,控制效果则会变差。计算机监督控制系统(SCC)执行的控制任务主要有:

(1)正常运行控制。如自动发电控制(AGC)、自动电压控制(AVC),控制水轮发电机组的起动和停机操作,以及运行方式改变的操作(如发电转调相、调相转发电等)。

(2)紧急控制。当系统和设备发生异常情况时,监控计算机能作出判断,并采取相应的处理措施;当系统发生扰动时,能迅速采取校正对策,以保证运行的稳定。

(3)恢复控制。当事故发生后能尽快地处理,恢复到正常运行的状态,以尽可能地缩小事故的范围和损失。如调整机组的出力,将解列的机组重新并列等。迅速和正确地恢复控制对安全和经济运行都是很必要的。

二、计算机监控系统结构

计算机监控系统结构模式的划分,主要与其控制方式,或者说布局有关。在水电厂它涉及的因素很多,诸如电站的装机容量和机组台数,电站在电力系统中的地位,计算机在电站自动化中的功能,选用的计算机机型及性能,等等,都会对监控系统的布局方式产生影响。因此,计算机监控系统结构布局的具体实现,必须充分考虑多方面的因素,进行科学的分析论证,以保证系统运行的安全经济,管理维护方便。以水电站应用过程的实际情况来划分计算机监控系统,主要有集中式监控系统、分散式监控系统、分布式监控系统和全开放的分布式监控系统。但不管是哪一种结构模式,其过程控制的计算机系统硬件组成是基本一致的。

(一)计算机监控系统的组成

计算机监控系统包括硬件设备、控制软件和计算机通信网络 3 个部分。这里主要简单介绍硬件和软件,通信网络在下一节再具体介绍。

1. 硬件

计算机监控系统的硬件组成框图如图 1-4 所示。其中计算机装置的主要组成部分是主机,过程输入、输出通道和人机联系装置。

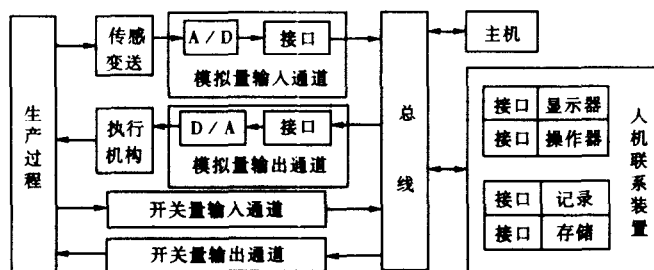


图 1-4 计算机监控系统硬件组成

1) 主机

主机由中央处理器 CPU 和内存储器 RAM、ROM 组成。

中央处理器由运算器、控制器等部分组成,它承担逐条取出程序指令、译码及执行指

令等任务。

内存储器用于存放数据采集、数据处理、控制运算等任务的程序与数据。

2) 过程输入、输出通道

计算机处理的是数字信息,而生产过程的被控参数是各种连续的物理量。物理量通过传感器、变送器转换成连续的模拟电信号,这些信号与主计算机之间需通过模拟量输入通道进行信息传输。

主机由模拟量输入通道获得生产过程的实时信息后,通过执行程序,完成数据处理与控制运算,并输出控制信息。主机输出的控制信息是数字量,它需通过模拟量输出通道提供执行机构所需的模拟信息。

开关量输入通道用于输入开关量信号或数字量信号。开关量输出通道用于输出开关量信号或数字量信号。

总之,输入、输出通道是主机与生产过程之间进行信息传输的桥梁。各种输入、输出通道均需设置合理的接口电路,方可通过总线与主机连接。

3) 人机联系装置

计算机监控系统用于对水电厂生产过程进行自动控制,系统投入运行之前的系统组态、参数设定、系统起动过程,以及系统运行过程中监视、调整等工作均要有操作人员参与。操作员与计算机装置之间的信息交换是通过人机联系装置进行的。

计算机过程控制系统的操作员分为系统操作员和生产操作员两种。前者负责编制程序和系统组态等建立控制系统的工作;后者负责保证生产过程正常运行的监视与操作。

人机联系装置包括显示、操作、记录与存储等设备。

2. 软件

计算机监控系统的硬件只是控制系统的躯体,它只有配置了必要的软件,才能针对生产过程的运行状态,按照要求进行自动控制,完成预定功能。

计算机监控系统的软件通常分为两大类:系统软件和应用软件。

1) 系统软件

系统软件是主机基本配置的软件,一般包括操作系统、监视程序、诊断程序、程序设计系统、数据库系统、通信网络软件等。系统软件由计算机装置设计者和制造厂提供。控制系统设计人员要了解并学会使用系统软件,利用系统提供的环境,针对某一控制系统的具体任务,为达到控制目的进行应用软件的设计工作。

2) 应用软件

应用软件是针对水电厂生产程序,按照系统设计人员的设计思想,为达到控制目的而设计的程序。应用软件一般包括基本运算、逻辑运算、数据采集、数据处理、控制运算、控制输出、打印输出、数据存储、操作处理、显示管理等程序。

数据采集、数据处理程序服务于过程输入通道;控制输出程序服务于过程输出通道;控制运算程序是应用软件的核心,是实施系统控制方案的关键。随着计算机硬件技术的日臻完善,软件工作的重要性日益突出。同样的硬件,配置高性能软件,可取得良好控制效果;反之,可能达不到预定控制目的。

(二) 计算机监控系统结构

计算机监控系统的结构也是其布局问题。目前水电厂计算机监控系统主要有以下几种结构模式。

1. 集中式监控系统

如图 1-5 所示。该结构是全厂只设置一台或二台计算机对整个水电厂进行集中监视、控制,构成集中式监控系统。由于水电厂所有信息都要送到计算机进行处理,所有操作、控制命令都由计算机发出,因而计算机故障,将导致全系统瘫痪;其次,生产过程所需采集的状态和参数均直接引入计算机,当机组台数较多时,使现场敷设电缆过多、过长。随着微机技术的发展,计算机价格日益降低,目前大中型水电厂均不采用集中式监控系统方式;在一些机组台数不多、控制功能要求较简单的小型水电厂中,仍然可以采用这种方式的监控系统。为了确保水电厂的安全运行,集中式监控系统一般考虑 2 种典型配置方式。

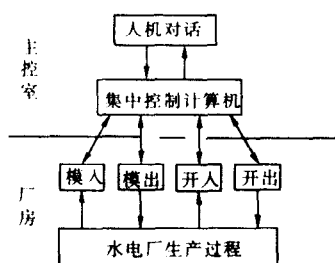


图 1-5 集中式监控系统结构

1) 以常规控制系统为备用的配置方式

这种系统多出现在现已装有常规控制设备的运行电站,为改造和提高水电站的自动控制功能,对电站进行技术改造,重新配置了一套计算机监控系统作为主要控制系统,但不淘汰原有的常规控制系统装置,将其作为计算机监控系统的备用系统,在计算机监控系统出现故障无法运行时,常规控制系统可以投入运行。

2) 双计算机控制系统

这种系统采用 2 台计算机并列设置,一台工作,一台备用。当工作机故障时,可投入备用计算机。这种系统明显提高了系统运行的可靠性。双计算机配置的计算机系统有三种备用方式。

(1) 冷备用方式。在系统正常工作时,备用计算机空闲,可用来处理一些离线的任务。当工作机故障时,备用机投入运行。因为备用机投入切换过程会造成部分信息的丢失,对控制的实时性有一定不良作用。因此,在计算机价格已有较大幅度降低的今天,该备用方式一般不用。

(2) 暖备用方式。在系统正常工作时,备用计算机也处于运转状态,但只接收输入的实时数据,不介入工作计算机的输出信息。当工作机故障时,备用机不需起动就能投入工作,避免了切换过程的信息丢失,提高了系统控制的实时性。

(3) 热备用方式。在系统正常工作时,两台计算机并列运行,确定其中一台为工作机,另一台为备用机。当工作机故障时,备用机自动投入运行控制状态,工作机退出实时监控状态。这种备用方式要求计算机系统有强的自检测判断能力,以保证正确的切换和恢复。

2. 分散式监控系统

分散式监控系统是指以功能分散为主要特征,使控制系统实现负载分散、危险分散、功能分散、地域分散。就水电厂生产过程监控系统的功能而言,主要是数据采集、控制调节和事件记录等功能,因此可以按照这些功能设立多套相应的设备,独立完成各自的功能。

功能分散式监控系统并没有解决信息过于集中的问题,某个单功能装置计算机出故障,则全厂有关这部分的功能将全部丧失,影响较大。因此,近年来,分散式监控系统多为分布

式监控系统所替代。

3. 分布式监控系统

分布式监控系统(如图 1-6 所示)是指以控制对象分散为主要特征,就水电厂而言控制对象主要是水轮发电机组、开关站、公用设备、闸门及船闸等,按控制对象为单元设置多套相应的装置,构成水电厂的现地控制单元,完成控制对象的数据采集和处理、机组等主要设备的控制和调节及装置的数据通信等功能。

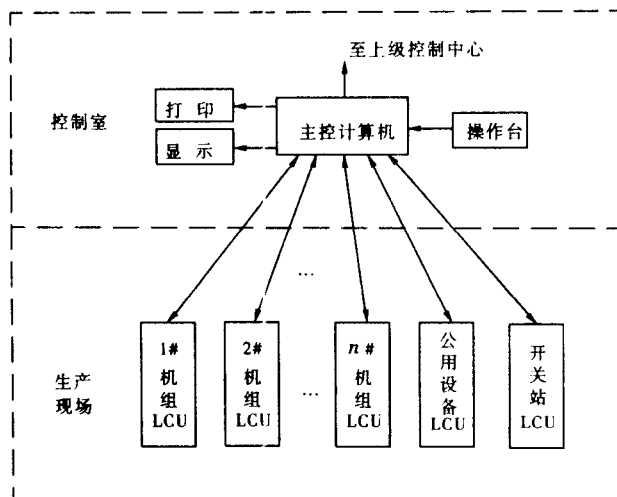


图 1-6 分布处理计算机控制系统

水电厂采用分布式处理一般与电厂分层控制结合起来,形成水电厂分层、分布式控制系统。这种模式在国内外水电厂得到日益广泛的应用。该系统有以下特点:

(1)可使水电厂受控设备大量的信息实现了就地采集处理并完成控制任务,提高了信息处理的效率和实时性,避免了因向中控室传送大量信息而使电缆线过多导致的一些不良后果。

(2)受控设备可以独立完成其功能。当某一受控设备的控制系统出现故障时,不影响全厂其他设备的正常工作,而当主控计算机出现故障时,虽说全厂的功能会受到影响,但各子系统依然能够照常工作。

4. 全开放、全分布式监控系统

这是近年来发展并得到广泛采用的一种工业控制系统。开放系统概念的形成经历过不少阶段,计算机硬件的飞速发展,致使应用系统面临淘汰的危险。为此,广大计算机用户提出了全新的开放系统观念,即:①应用软件可移植性;②不同系统之间的相互操作性;③用户的可移植性。这种新系统是围绕着应用软件接口标准、网络通信接口标准和用户操作接口标准,遵循国际组织 IEEE、ISO、IEC 等的有关标准组成一个开放式的总线网络,采用以 UNIX 操作系统为基础的操作系统;根据分布控制对象而设置的现地控制单元(LCU),也按标准通用规约接入总线网络。这样形成的系统,除了具有上述各类模式的优点外,最大的特点是具有开放性,同时系统扩展、升级更新都非常方便,其应用软件可以在新设备、新环境下运行,保护了用户的利益,实现了应用软件的移植。