

大型火电厂生产技术人员培训系列教材

火电厂开关量控制技术及应用

李江 边立秀 何同祥 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TM621.6
L182

197365

TM621.6
L182

大型火电厂生产技术人员培训系列教材

火电厂开关量控制技术及应用

李国良 何同祥 编著

中国电力出版社
www.cespp.com.cn



内 容 提 要

本书是一本较全面地、系统地介绍现代大型火电机组热工开关量控制技术的教材。全书共分九章,主要讨论了大型火电机组热工过程控制中开关量控制系统的构成原理、系统设计及实现技术。第一~四章讲述开关量控制系统的基础知识;第五章讲述火电机组辅机顺序控制系统;第六章讲述火电机组程序控制系统;第七章讲述锅炉热工保护系统;第八章讲述炉膛安全监控系统;第九章讲述汽轮机热工保护系统。

本书的特点是紧密联系当前火电机组的实际,力求全面、系统地介绍大型火电机组热工开关量控制技术的最新发展成果。

本书可供电力、化工、冶金、石油、机械等部门从事过程自动控制专业工作的技术人员参考;也可供大、中专院校相关专业的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

火电厂开关量控制技术及应用/李江,边应秀,何国祥编著.
—北京:中国电力出版社,2000.8
大型火电厂生产技术人员培训系列教材
ISBN 7-5083-0320-2

I. 火... I. ①李... ②边... ③何... II. 火电厂-开关控制-控制设备-技术培训-教材 IV. TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 07241 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>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 9 月第一版 2000 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 309 千字

印数 0001—5000 册 定价 26.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序 言

随着科学技术的迅速发展,新技术、新材料、新工艺不断涌现并得到应用。电力生产是技术高度密集型产业,伴随科学技术及电力工业的发展,现代化电力生产也朝着“大容量、高参数、高自动化”的方向快速发展。快速发展的电力技术对电力生产技术人员和管理人员提出了更高的要求,迅速提高生产技术人员素质及观念,更新知识,已经成为当前电力生产的重要任务。

在职教育是提高劳动者素质的重要途径,高等学校发挥自身的人才优势,开展在职教育是现代高等教育发展的一大趋势。华北电力大学动力工程系经过十多年的努力与探索,在开展在职教育为电力生产企业培训高层次技术人才方面,取得了一定成绩,积累了丰富的实践经验。为满足电力生产企业培训及电力生产技术人员学习新技术、新知识的需要,华北电力大学动力工程系组织具有十多年为电力生产企业培训技术人员经验的教师,编写了这套《大型火电厂生产技术人员培训系列教材》。本套教材首批共7种:《火电厂锅炉设备及运行》、《火电厂汽机设备及运行》、《火电厂电气设备及运行》、《火电厂过程控制》、《火电厂开关量控制技术及应用》、《汽轮机控制、监视和保护》、《计算机控制系统及其在电厂中的应用》。

本套培训教材的特点:

- 一、力求反映当前电力生产的新知识、新技术。
- 二、力求理论结合实际,明确理论在生产过程、生产设备及系统中的作用。
- 三、注重解决生产过程中的实际问题。

本套教材可供电力生产企业培训生产技术人员使用,也可其他相关工程技术人员学习、参考。

这套教材的出版是编作者多年培训教学实践的积累,但不可避免地会存在一些问题和不足,热切地广大读者给予批评指正。

《大型火电厂生产技术人员培训系列教材》编委会

2000年7月

开关量控制技术是大型火电机组自动化工作的重要内容,对保证机组安全经济运行、减轻运行人员劳动强度和提高劳动生产率起着重要作用。随着火电机组不断向着大容量、高参数方向发展,以及自动化水平的不断提高,热工开关量控制技术得到了迅速发展。大型火电机组的开关量控制技术的涉及范围、复杂程度不断增大,其重要程度日益提高,但是目前有关论著还较少。为满足大型火电机组工程技术人员培训需要,我们在多年来从事火电厂热工开关量控制技术的教学、培训以及实际开发、应用研究工作的基础上,对积累的大量资料、数据和经验进行了总结,针对国家电力公司单元机组值长班培训和岗位技术培训要求,编写了《火电厂开关量控制技术及应用》一书。本书力求结合火电厂热工生产的实际情况来较全面地反映火电厂在开关量控制技术领域的发展方向和实际应用水平,使读者能更好地了解这一领域,并从中有所启发和帮助。本书可供电力、化工、冶金、石油、机械等部门从事过程自动控制专业工作的技术人员参考;也可供大、中专院校相关专业的师生学习参考。

本书共分九章。第一章为绪论,第二~四章主要介绍有关开关量控制的基本概念、主要控制系统的功能和基本原理,分析了一些主要类型的仪表和装置。第五章主要介绍火电机组辅机顺序控制系统的典型逻辑电路和若干功能组逻辑。第六章主要分析了火电机组不同类型的程序控制系统。第七章主要介绍火电机组典型锅炉热工保护系统。第八章主要介绍火电机组炉膛安全监控系统的基本概念、系统组成及工作原理。第九章主要介绍汽轮机机组的信号监测方法、监测仪表及典型保护系统。

本书力求从实际工程需要出发,理论联系实际,突出重点,在不增加篇幅的前提下,对重要章节尽量详细讲述。考虑到读者已具有一定的开关量逻辑代数的数学基础,所以对有关逻辑代数的基本概念和公式未做详细讨论。本书紧密结合火电厂大型单元机组,介绍国内外开关量控制技术的最新成果,力争做到理论与实际应用并举。

本书第一～七章由华北电力大学李江教授编写，第八章由华北电力大学边立秀教授编写，第九章由华北电力大学何同祥副教授编写。全书由天津大港发电厂李瑞欣高级工程师主审，并提出了许多有益的建议。本书在编写过程中，还得到了韩璞教授、范寒松高级工程师等同志的大力支持，在此一并表示感谢。

本书因编写时间仓促，资料有限，加上编者水平有限，不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编者

1999年9月

序言

前言

第一章 绪论	1
第一节 火电厂开关量控制技术简介	1
第二节 火电厂开关量的自动控制系统	3
第二章 开关量控制系统的基础知识	4
第一节 开关量控制系统的发展概况	4
第二节 开关量控制系统和装置分类	7
第三章 开关量变送器和执行部件	11
第一节 概述	11
第二节 开关量压力变送器（压力开关）	13
第三节 另外几种类型的开关量变送器	15
第四节 开关量信号的摄取方法	17
第五节 执行机构	21
第六节 开闭式阀门的操作及控制电路	21
第七节 转动机械的操作及控制电路	26
第八节 气动和液动执行机构	28
第四章 开关量控制装置的基本工作原理	30
第一节 综述	30
第二节 可编程序控制器基本系统构成和工作原理	32
第三节 可编程序控制器的硬件	36
第四节 可编程序控制器的软件编写	39
第五章 火电机组辅机顺序控制系统	51
第一节 顺序控制系统的典型逻辑图	52
第二节 磨煤机功能组	61
第三节 引风机功能组	65
第四节 送风机功能组	68

第五节	电动给水泵功能组	71
第六章	火电机组的程序控制系统	75
第一节	锅炉定期排污程序控制系统	75
第二节	锅炉吹灰程序控制系统	78
第三节	水处理程序控制系统	82
第四节	输煤程序控制系统	89
第五节	锅炉除灰程序控制系统	92
第七章	火电机组锅炉热工保护系统	98
第一节	概述	98
第二节	锅炉主汽压力高保护	100
第三节	锅炉水位及断水保护	104
第四节	再热器温度高保护	106
第五节	锅炉辅机的联锁保护	107
第八章	火电机组炉膛安全监控系统	110
第一节	炉膛爆燃的原因及防止	110
第二节	系统的组成与实现	116
第三节	系统的运行程序	129
第九章	火电机组汽轮机热工保护系统	174
第一节	轴向位移监测与保护	174
第二节	缸胀、胀差监测与保护	179
第三节	汽轮机振动监测与保护	182
第四节	汽轮机转速监测与保护	189
第五节	主轴偏心度监测与保护	193
第六节	轴承安全监测与保护	196
第七节	凝汽器真空监测与保护	198
第八节	防止汽轮机进水保护	199
第九节	汽轮机紧急跳闸保护系统	201
第十节	汽轮机安全监测仪表系统	203
参考文献		211

绪 论

第一节 火电厂开关量控制技术简介

随着我国电力事业的发展，火电厂单机容量的不断增大，运行参数越来越高，主辅机及其相应的热力设备和系统也更加复杂，为了保证机组安全可靠运行，提高电厂的经济性和效率，我们对热工自动化水平提出了更高的要求。因此，在电厂自动控制工作中必须采用先进的热工自动化技术，发挥各种控制技术的功能，对机组进行全面有效的管理、监控，以实现自动化操作，提高生产效率，降低运行人员劳动强度，防止发生错误操作，确保人身和设备的安全，使整个机组达到安全、经济、高效、实用的高质量运行。

大型火电机组热工自动化技术，包括四个方面的内容：控制（Control）、报警（Alarm）、监测（Monitor）、保护（Protection），简称 CAMP。在锅炉点火、汽轮机冲转、机组自动同期并网直至正常运行及事故处理的全过程中，各参数由监测装置进行自动监视，当参数出现异常时，自动发出报警信号，同时调节装置进行自动调节，实现系统或辅机的顺序控制，当设备异常或运行参数达到危险值时，能自动采取保护措施，防止事故扩大，从而保证设备和人身的安全。

大型发电机组的热工自动化水平，涉及广泛的控制理论和实践内容。如计算机监视系统（Computer Monitoring System，简称 CMS），过去习惯上称为数据采集系统（简称 DAS）；模拟量控制系统（Modulation Control System，简称 MCS），过去习惯上称为机组协调控制系统（简称 CCS）；顺序控制系统（Sequence Control System，简称 SCS 或 SEQ）；锅炉炉膛安全监视系统（Furnace Safeguard Supervisory System，FSSS），亦有叫做燃烧器管理系统（简称 BMS）；汽轮机控制系统（Turbine Control System，简称 TCS），过去习惯上叫做汽轮机数字电液调节系统（简称 DEH）；汽轮机安全监视系统（Turbine Supervisory Instrument，简称 TSI）；旁路系统（By Pass Control System，简称 BPS）；报警系统（Annunciator System，简称 ANN）等多方面的内容。

计算机监视系统的主要功能是对成百上千个运行过程参数进行高速度实时数据采集，屏幕智能集中显示（CRT），运行监视，提供完整报警信息（声、光、显示、记录、打印），跳闸事件顺序记录及事故追忆打印，机组热应力计算及寿命管理，机组效率计算，重要设备性能计算，系统运行能量损耗计算，操作指导，运行指导，制表打印和辅机运行记录等历史数据管理。

模拟量控制系统，通常也称为自动调节。其功能是在单元机组运行时，在锅炉和汽轮发电机组能力许可下，使机组功率能快速而又稳定地适应电网负荷变化的需要，同时保证机组安全经济地稳定运行，各运行参数都保持在允许的范围内，如使锅炉主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽温度、炉膛负压、汽包水位等参数维持在规定值。

汽轮机控制系统的主要功能是对汽轮机在各种运行工况下进行监视、保护、控制和实现汽轮机的自动启动与停止。汽轮机调节系统和锅炉系统除了相互交换必要的信息外，还要接受协调控制系统的指挥，共同执行电网调度的指令，完成汽轮机组的自动启停，实现并网带负荷过程中的转速、压力、负荷、汽封调节和热应力控制等；实现汽轮机主要参数的监视、自动保护等功能。

旁路系统在机组启动、停止和发生事故的情况下，对机组进行自动调节和保护。改善机组的冷、热、温态启动的特性时，自动满足滑参数启动的要求。在发电机负荷锐减或解列只带厂用电负荷，或者在主汽门关闭，汽轮机停机时，旁路阀能在 2~3s 内开启，使锅炉维持点火状态运行。当电网故障时，使锅炉逐渐调整负荷，并保持锅炉在最低负荷下稳定燃烧，汽轮机组带厂用电或维持空转运行。旁路系统具有调节蒸汽流量的作用，使主蒸汽和再热蒸汽的压力和温度维持在某一规定值，可缩短启动时间，减少汽轮机金属的疲劳损伤，保护再热器，避免锅炉安全门频繁动作。

顺序控制通常用于生产过程中主辅机的自动启动停止操作以及局部工艺系统的运行操作。它将关系密切的若干控制对象集中起来，按照一定的生产规律，按照预先拟定的顺序、时间或者条件，有计划有步骤地使生产工艺中的各有关设备自动地依次进行一系列操作。顺序控制是开关量控制领域内最主要的一种控制方式。

热工保护就是当机组在启停和运行过程中，出现了异常情况或危险工况时，发生危及设备和人身安全的故障时，能根据故障的情况和性质，自动地采取保护和联锁措施，对个别的或一部分设备，以至一系列设备进行操作处理，以消除异常和防止事故扩大，从而保护系统中有关设备和人身安全。热工保护是通过设备工作状态和机组运行参数严密监视，发生异常时，及时发出报警信号，必要时自动启动或切除某些设备和系统，使机组维持原负荷运行或减负荷运行。当发生重大故障而危及机组设备安全时，停止机组（或部分）运行，避免事故。

联锁是一种处理有关设备的控制之间的相互关系的控制技术，属于被控对象的执行级控制，是保护范畴的控制功能。联锁是利用被控对象之间相互存在的简单逻辑关系，使这些被控对象相互牵连，形成联锁效应，从而实现自动保护功能。它也是对开关量实现有规律的控制，属于开关控制技术。

炉膛安全监视系统是现代大型火电机组必须具备的一种监视系统。它能在锅炉运行的各个阶段，连续地密切监视燃烧系统的大量参数与状态，不断地按照安全规定的顺序对它们进行逻辑判断和运行，必要时发出操作指令，通过各种联锁装置，对制粉系统和众多的燃烧器以及相关设备，严格按照既定的合理程序，完成必要的操作或处理未遂性事故，如负荷的增减，自动地启动有关设备，进行紧急跳闸，切断燃料，使锅炉紧急停炉，以保证锅炉燃烧系统的安全，有效防止人为的误判断、误操作。

习惯上热工保护包括锅炉机组的热工保护、汽轮机组的热工保护以及机、炉、电大联锁保护三个方面。而 FSSS 系统，汽轮机的 TSI 系统，汽机旁路系统和辅机联锁保护等都属于热工保护的内容。

综上所述，顺序控制、热工保护和报警均属于开关量的控制范畴。在这类控制中，检

测、运算和控制用的全部信息传递和变换都是以开关量信号进行的。因此，顺序控制、热工保护和报警技术也就是用来处理热力生产过程中存在的大量开关量信息的一门控制技术。

第二节 火电厂开关量的自动控制系统

为了实现机组自动化的任务，其核心是自动控制装置，还应具有向自动化装置提供信息的测量变送器和执行自动装置控制指令的执行器，被控对象既接收自动装置的控制，也向自动装置提供信息，是整个自动化系统中的一个重要环节。对象的控制特性和运行方式等都将直接影响自动化效果，对象能否实现有效的自动化，在很大程度上是由对象本身所决定的。在某些情况下，往往将对象的结构或运行方式稍作改变就可以使自动化系统变得简单有效。例如，锅炉在配备了油燃烧器以后才能实现点火自动化，使燃烧器的顺序控制得以实现。由此可见，在考虑对象自动化时，都不能仅局限在现有的自动化系统及装置范围内，必须与主设备运行专业的同志合作，对控制对象的特性及其运行方式进行深入分析，做好精心的设计，进行精心安装和调整，合理使用，保证机组自动化的实现。其中特别在设计时，必须通盘考虑以下三个方面：

- (1) 主设备（多个关系密切的被控对象）的可控性；
- (2) 外部设备所具备的功能（如检测、执行部件的品种规格、标准化、系列化、通用化）；
- (3) 控制装置所能达到的设计功能水平，包括新理论、新技术、新工艺、新材料等的应用。

总之，为了提高开关量自动控制系统的控制水平，既要注意选择合理的自动化系统，选用先进的自动控制装置，还必须注意与机组主辅设备的配合问题。只有将它们有机地紧密联系起来，才能保证自动化，满足机组安全、经济、高效运行的要求。

第二章

开关量控制系统的基础知识

第一节 开关量控制系统的发展概况

开关量控制技术作为生产过程自动化的重要方面，是随着生产的发展和技术水平的提高而发展的。反过来，开关量控制技术又为提高过程自动化操作水平和迅速自动处理故障的能力，提供了有效的技术手段。它在火电厂自动化生产中发挥了独到的控制作用，并和其他的自动控制系统互相联系，互相补充，共同发展，共同完成整个单元机组的自动控制任务。

50年代初，单机容量小，运行参数低，机组热力系统全部为母管制系统，机组监视和操作控制全部是分散进行的，采用就地手动控制方式。它是在汽轮机、锅炉设备以及许多主要辅机附近各自安装相应的热力控制盘，设备值班人员就地进行监视和控制机组工况。通过电话和简单的联系信号手段与主控室的值长联系，接受指挥。在就地控制盘上，主要是显示和监视仪表，在锅炉盘上配有一些单回路调节装置。对机组的操作基本上由值班人员就地手动来完成。这种控制方式的特点是：分散控制，就地手动操作和记录报表，灵活性高，控制及时，故障分散，投资少。缺点是：由于控制分散，值班员设置较多，各处局部之间协调不及时；而且依靠人工监视和操作控制，脑力劳动和体力劳动强度大，事故处理时，因人的经验和操作水平不同而有较大差别，一旦发生故障时，往往容易出现判断失误，动作速度慢，联系不协调等。但在当时，由于是小机组，问题还不突出。

60年代初，中间再热机组的出现，形成了单元机组。密切了锅炉和汽轮发电机的联系，与此相应的控制方式则发展成为集中控制的方式。

集中控制方式，机组的全部指令都是由一个控制室发出，形成了远方操作控制方式。对于大容量单元机组，由于热力系统变得复杂和辅机数量的增加，这些远方操作量和保护处理量急剧增加。例如：一台500MW发电机组的主机控制设备约1600个，操作量则从开始启动直至并入电网，值班人员需要有400~600个操作开关动作，有500~700个监视仪表的动作。而且在紧张时，每5min内就要求值班人员去完成40多个动作。上述数字并不包括机组启动前的准备工作，因为机组的启停准备工作是由值班人员就地进行的。尽管如此，这样众多的远方操作量，需要操作众多的设备，即便在正常运行中，也有一定的操作项目，如运行方式的改变，负荷的增减等；而在发生事故时，还有许多需要紧急操作的项目，以便进行事故处理。据统计，在某电厂一次假设故障试验中出现故障时，第1min内出28个报警点，接着在5min内又出现50个报警点。产生故障涌至现象，以至运行人员难以判断。一台300MW单元机组，控制台的长度达15m以上，这将给机组的操作和监视带来极大的困难。仅仅依靠人工进行单元机组的直接集中控制，很难做到各处局部的控制有效协调，所以开关量控制技术发展了下述几种操作控制技术和自动保护技术。

(1) 成组控制：将几个有相同操作要求的被控对象，用一个操作开关同时操作，可适用于同时开、关某几个阀门，或者开甲阀门同时又关乙阀门的场合。

(2) 选线控制：选线控制是针对设备的一对一操作方式而言的，它遵循先选线后操作的原则。对于若干个构成一组的被控对象先用一个公共选线开关进行单个具体操作对象的选择，然后再用一个公用的控制开关进行操作，以减少操作开关的数量。

选线控制示意图如图 2-1 所示。

选线控制的优点是：减少了控制开关的数量，缩小了操作盘的面积，节省材料，接线简单，实现成组控制操作。在预操作的基础上进行，可防止误操作。

缺点是：若干个对象共用一个公共的控制开关 KK，选线开关 XK 以及控制通道，它们中任一部分故障都会影响所有对象的正常工作，即若出现一个故障，则全线崩溃。再者，操作时先经过一道选线手续，手续繁琐，不直截了当，特别在处理事故时，不能快速操作。

选线控制技术一般应用于那些操作机会不太多和不是用作主要处理紧急事故的远方操作控制方面，并且希望一组选线控制对象最好是从属于一局部工艺过程。因而选线控制的应用受到了限制。一般在锅炉的一次风挡板和二次风挡板方面应用。

(3) 程序控制：我国在 60 年代中期将程序控制技术引入到火电厂中，解决大型机组众多设备的远方操作问题，逐步取得了一定的成效。目前，程序控制系统在火电厂已广泛应用于机炉辅助设备起、停、保护系统，锅炉定期排污系统，锅炉吹灰系统，输煤系统，除灰系统，水处理系统，锅炉燃烧器系统，电气开关操作保护系统，发电机励磁同期控制系统和汽轮机组自动启动和停止系统等。

程序控制是将复杂的热力生产过程划分为若干个局部的可控系统，选配适当的程序控制装置，通过它的逻辑电路发出操作指令，使局部可控系统中的有关被控对象按照启停和运行规律自动地完成操作任务。因此控制是按照一定的顺序、条件和时间的要求，对局部工艺系统中的若干相关设备执行自动操作的一门开关量控制技术。

(4) 联动控制：联动控制是开关量领域应用得最广泛的一种控制形式，它几乎应用在火电厂的所有控制对象上。联动控制是根据火电厂生产过程中各被控对象操作流程中的必然和内在联系进行控制的。控制对象之间互相牵连，每一个控制对象的控制都与其他控制对象的工作状态以及热力系统中各部分的热工参数有着直接的关联，这种通过简单的电路连接而相互联系在一起，形成某些特定的逻辑关系，从而实现自动操作和保护的方式叫联动控制。联动控制通常都是完成机组热力过程中的单一功能，如向凝汽器提供循环水，保持凝汽器真空度，保证汽轮机润滑油等功能。

联动控制的大部分控制对象之间关系都比较直接简单。例如：工作水泵出口压力降低到规定值以后，应该启动备用水泵；水泵启动后应该开启泵的出口阀门；磨煤机事故跳闸时应该停止给煤机向该磨煤机供煤等。这种方式叫联锁控制。也有些做闭锁控制，也叫禁止反应。例如：在转动机械的润滑油压力低时，禁止机械转动；在工作电动机温升超过规定值时，必须停机等。

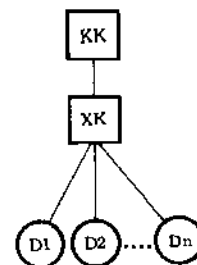


图 2-1 选线控制示意图
KK - 控制开关；XK 选线开关；D1~Dn 各个操作对象

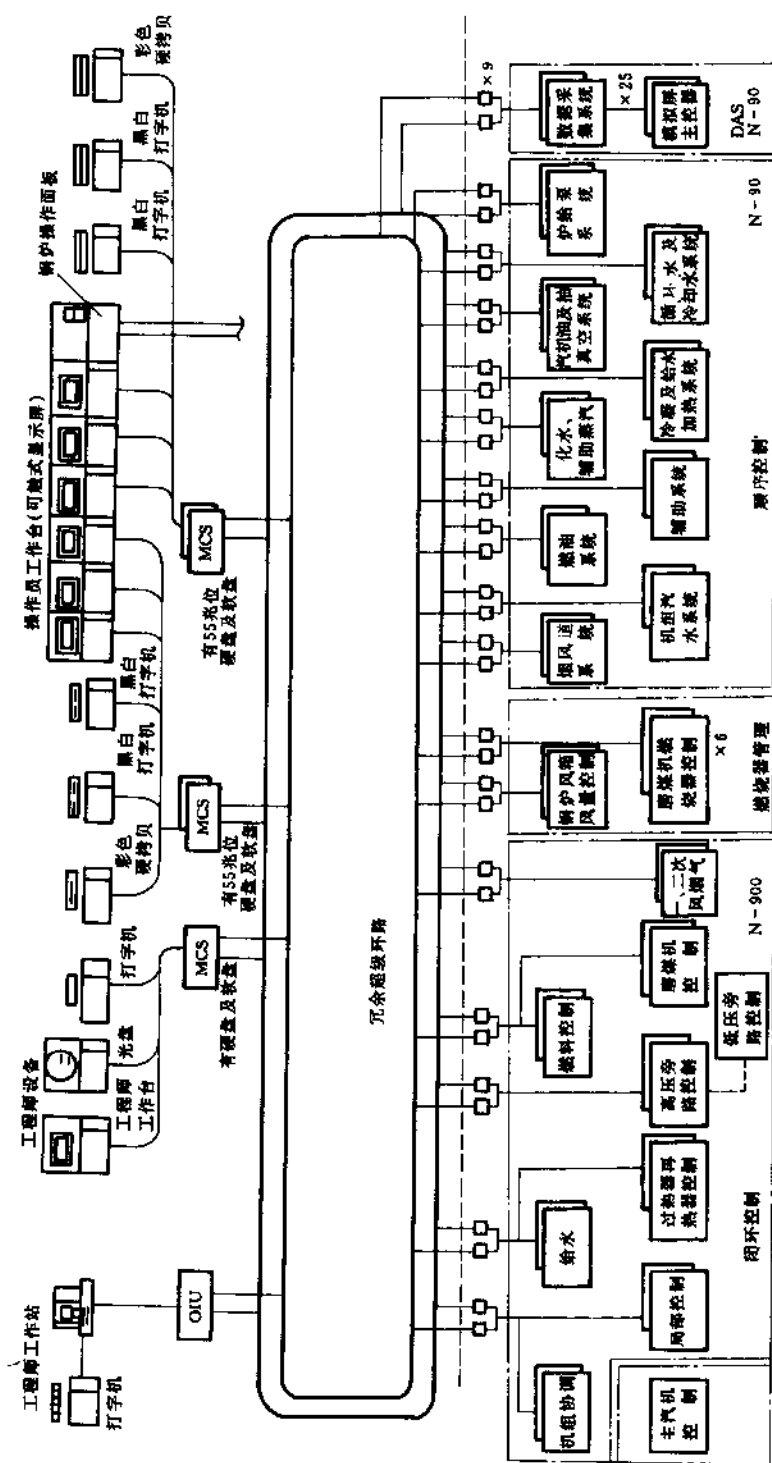


图 2-2 单元机组分散控制系统构成图

当闭锁条件存在时,禁止控制对象操作,反过来说,只有当闭锁条件不存在时,才具备了操作被控制设备的可能。联动控制所使用的控制装置比较简单,甚至可以不需要使用专用的控制装置。但是,它对于保证机组辅机在操作过程中的安全性和经济性的实效却是相当突出的。

目前,随着大型单元机组高度自动化分散型控制系统在电厂的广泛应用,使得主辅机,主辅系统之间的相互渗透,相互牵连,机、炉、电成为一个有机的整体,特别是超大规模集成电路的发展,微机芯片的性能大大提高,4C(计算机、控制、通信和图形显示)技术综合应用于分散控制系统,使得工业过程控制呈现出一派崭新的面貌。

分散型控制系统以多台微处理机为核心,构成对局部生产设备和工艺流程进行直接控制的系统,使控制功能分散,再通过数字通信网络把整个系统联系在一起,实现显示操作以至管理的高度集中,这种控制功能分散,操作显示和管理集中的兼顾,分而自治和综合协调的新型控制系统,解决了原有计算机控制危险集中,常规模拟仪表功能单一,集中监视与操作困难的局限性,因而具有结构上的先进性,同时又具备数字控制算法的多样性,系统配置的灵活性,各种复杂功能基本上由软件实现,使得系统的设计、安装、调试、维护、使用更加方便,使系统本身的自动管理水平不断提高,为火电厂安全、经济运行,提高工作效率和运行的可靠性,防止误操作,以至缩减运行值班员的数量并减轻运行人员的劳动强度,提供了可靠的保证,促进了工业技术的发展,图 2-2 为单元机组分散控制系统构成图。

第二节 开关量控制系统和装置分类

开关量控制系统是处理热力生产过程中存在的大量开关量信号的一门控制技术。在控制系统的工作过程中,信息的传递和变换都是以开关量信号进行的。在工业生产过程中开关量控制技术应用非常广泛,各种控制系统的构成方式,逻辑控制原理等有着很大的差别,开关量控制装置的类型以及用来构成控制装置所使用的逻辑元件和器件种类极为繁多,各种装置的接线方式和程序可变性也不相同,下面以程序控制系统和装置为例,从这些方面分别简单介绍。

一、典型的步进式程序控制系统

典型的步进式程序控制系统的构成和工作原理如图 2-3 所示。

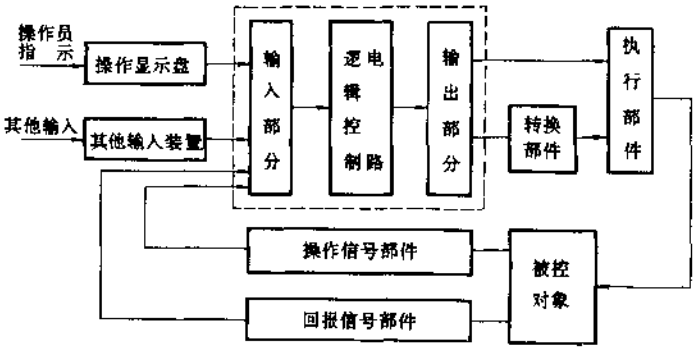


图 2-3 典型的步进式程序控制方式框图

当程序系统处于正常待机状态后，并且从对象（多个关系密切的被控对象）发出来第一程序步的操作信号已满足，同时在操作员指令或其他装置（如计算机、自动系统等）指令的控制下，程序控制装置的逻辑控制电路经过逻辑运算和判断，通过输出部分将操作的指令送入信号转换部件或直接送入执行部件，使第一个程序的被控对象动作。操作完毕后，被控对象的状态或代表状态的有关参量发生变化，并以回报信号形式返回给程序控制装置。从操作指令发出，到回报信号具备，需要一定的时间，当时间达到仍未有回报信号，则说明操作没有完成，将发生超时报警。在第二程序步的其他操作条件已满足的条件下，这个回报信号作为第二程序步运行的重要条件，才能使逻辑控制电路工作状况发生变化。转而控制第二程序步，在新的操作指令控制下，使第二程序步的控制对象动作，它的回报信号返回到程控装置。按照这样的工作过程，程序一步一步地进行下去。形成步进工作方式，直至整个程序执行完毕，从而完成一系列设备自动操作的目的。

例如：某一次风机启动程序见表 2-1。

表 2-1 某一次风机启动程序

步 序	本 步 发 出 指 令	转 入 下 步 条 件
启动条件		(1) 一次风机已投入或者传感器无故障； (2) 没有在 1h 内启动两次以上
第 01 步	一次风机出口门关 一次风机入口门关	(1) 入口门已关闭指令返回； (2) 出口门已关闭指令返回； (3) 入口调节门已关闭，或者在入口调节门已关闭时，启动首步子程序 ACS 信号送入 01 步，120s 后，直接按动台上启动按钮
第 02 步	电机加热停止	电机加热停止信号返回
第 03 步	启动一次风机	一次风机已启动
第 04 步	等待 2(s) 开一次风机入口门	一次风机调节门未关闭 “ON” 状态已返回
第 05 步	开一次风机出口门	(1) 入口门开启；(2) 出口门开启； (3) 一次风机启动；(4) 电加热器停止； (5) 入口调节门未关
第 06 步	闭锁启动状态	“ON” 信号消失，启动结束

在程序控制中，这是一种典型的控制方式，整个程序从开始到结束。每一步是一种开环控制，但是在每一步的转换中必须具备有上一步执行完毕的回报信号，作为反馈信号送回程控装置，从而又构成一种闭环系统。因此可以说，就程序而言，程序控制是一种开环控制系统，而就具体的程序步的控制而言，既可以是闭环控制系统，又可以是开环控制系统。

程序控制系统必须具备两个最基本的功能：①按程序执行所规定的操作项目和操作量；②在上步程序完成后，在规定条件下，能按次序有规律地进行程序步的转换。

在程序控制系统中，其核心是程序控制装置，它的操作显示部分是人机联系的主要手段。操作信号部件和回报信号部件用于测量开关量信号，是程控装置的输入信号。信号转

换部件和执行部件，则用于接受程序装置的输出开关量控制信号，直接操作被控对象，按规定的要求动作。

由上所述，程序控制系统所能达到的水平，取决于三个方面：

- (1) 主设备（多个关系密切的被控对象）的可控性；
- (2) 外部设备所具备的功能，（检测、执行部件的品种规格，标准化、系列化、通用化）；
- (3) 程序控制装置所能达到的设计功能水平，包括新理论、新技术、新工艺、新材料应用。

二、程序控制系统的分类

1. 按系统构成方式分类

(1) 开环工作方式：在程序控制系统工作的过程中，施控系统发出操作命令以后，不需要把被控对象执行后的回报信号反馈给施控系统，施控系统仍能自动使程序进行下去，这是开环工作方式。例如，化学水处理程序控制系统中，阀门的开闭、水泵的启停通常是按时间顺序操作的，不需要阀位或过程参数等回报信号。

(2) 闭环工作方式：施控系统发出操作命令以后，要求把被控对象执行完成后的回报信号反馈给施控系统，施控系统必须依据这些输入信号控制程序的进行，这是闭环工作方式。

2. 按程序步转换条件分类

(1) 按时间转换：根据时间进行程序步转换的控制系统采用开环工作方式。施控系统由时间发信部件（延时继电器、电气机械式的或电子式的）为主构成，并按时间顺序发出操作命令，程序步的转换完全依据时间而定。

(2) 按条件转换：根据条件进行程序步转换的控制系统采用闭环工作方式。前已述及，对某一程序步，操作前应准备充分的条件（称为操作条件），在条件满足的情况下，才能够执行该程序步的操作，操作已完成的条件称为回报信号，回报信号反馈到施控系统，作为进行下一步操作的判据。因此，在程序进展过程中，程序步的转换是依据条件而定的。

(3) 混合式转换：有的程序控制系统，其某些程序的转换是根据时间而定的，有些程序步的转换则根据条件而定，为一种混合式转换。混合式转换通常采用闭环工作方式，时间信号来自计时器，相当于一个“时间”条件，计时时间达到的回报信号要求反馈给施控系统。例如，锅炉吹灰程序控制系统，吹灰枪伸入炉内是按吹灰气压这一条件动作的，伸入到位以后，开始进行吹灰，吹灰由计时器计时，当吹灰时间到达后，吹灰枪即退出炉外。

3. 按逻辑控制原理分类

(1) 时间程序式：按照预先设定的时间顺序控制，每一程序有严格的固定时间，采用专门的时间发信部件，顺序发出时间信号。

(2) 基本逻辑式：采用基本的“与”门、“或”门、“非”门、触发电路、延时电路等逻辑电路构成具有一定的逻辑控制功能的电路，当输入信号符合预定的逻辑运算关系时，相应的输出信号成立，即基本逻辑式电路在任何时刻所产生的输出信号仅仅是该时刻电路输入信号的逻辑函数。