

新编

电力工作实务全书

主编 戴俊良

XIN BIAN DIAN LI GONG ZUO SHI WU GUAN SHU



企业管理出版社

EMPH ENTERPRISE MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

新编

电力工作实务全书

（第2版）

中国电力出版社

新编电力工作实务全书

主编 戴俊良

第三卷

企业管理出版社

目 录

第五节 电气信息技术创新	(1211)
一、电力系统自动化技术创新	(1211)
二、超导技术在电力系统中的应用前景	(1236)
三、21 世纪电力通信发展战略	(1257)
四、电子信息技术与电力信息化	(1276)
第六节 热机与核电技术	(1301)
一、概论	(1301)
二、高效发电新技术	(1303)
三、煤炭洁净燃烧发电技术	(1310)
四、烟气净化技术	(1323)
五、可再生能源和新能源发电技术	(1326)
第七节 核电发展的现状和前景	(1329)
一、核电商业化出现高潮的时期	(1329)
二、核电在电力生产中的位置	(1333)
三、应予珍视的国际经验	(1335)
四、近十余年来不同国家为重振核工业做出的努力	(1345)
五、前景展望	(1347)
第八节 洁净煤燃烧发电技术	(1347)
一、中国能源与环境的现状与未来	(1347)
二、洁净煤技术	(1350)
三、生物质和废弃物的能源化利用技术	(1357)
四、污染物控制方法	(1360)
第九节 燃煤的燃气—蒸汽联合循环发电技术	(1363)
一、概述	(1363)
二、整体煤气化燃气—蒸汽联合循环发电系统 (IGCC)	(1365)
三、增压流化床燃气—蒸汽联合循环发电系统 (PFBC-CC)	(1375)
四、发展前景	(1381)
五、超临界机组的发展和关键技术	(1382)
六、超临界机组的关键技术	(1390)

六、大容量热电联产机组技术	(1399)
七、大型火力发电机组自动控制技术	(1420)
第十节 水力发电技术创新	(1439)
一、中国水电资源开发的现状与展望	(1439)
二、大型水轮发电机组的现状与展望	(1454)
三、抽水蓄能电站	(1470)
四、水利水电建设中的泥沙问题	(1481)
五、水电厂综合自动化及“无人值班”(少人值守)技术	(1503)
第十一节 中国电力发展与改革前瞻性思考	(1514)
一、我国电业改革的前沿理论思考	(1514)
二、对我国煤电联营的前景分析	(1522)
三、中国电价改革纲要	(1524)
四、新一轮电价改革的特点和难点分析	(1528)
五、全面建设小康社会与电力工业发展	(1531)
六、我国电力科技和装备的发展方向	(1538)
七、电力改革旨在建立有效的市场运营机制	(1542)
八、关于“网厂分开”后电力发展规划的思考	(1546)

四、实践篇

第一章 中国电力改革发展历程经验交流

电荒警示	(1555)
农电工管理中应重视的几个问题	(1559)
抓点带面加快农网改造步伐	(1560)
以市场为导向 以创新为动力让农电企业迈出发展新步伐	(1563)
纷丰城农电：在改革中重获新生	(1566)
500 千伏接入荆州电网之后	(1568)
英国的电力改革与煤炭业的兴衰	(1573)
建设“一强三优”县级电网企业侧记	(1577)
国内外电力市场辅助服务新发展状况综述	(1588)
活力来自改革	(1594)
与光明同行	(1595)
春风化雨芳菲	(1600)

第二章 电力企业经营与管理

让电力之光更闪亮	(1604)
市场经济中的营销管理新体制	(1607)
孟村电力局——铺就特色发展之路	(1608)
趸售电力企业改革带来的思考	(1613)
重庆市云阳县水电农村电气化县建设情况	(1615)
新疆喀克电网加快建设步伐	(1619)
洪泽湖畔写风流	(1620)
安全管理过程控制的三个关键环节	(1623)
电气火灾居高不下的成因分析与可控途径探议	(1626)
加大安全生产监督管理力度 确保供电企业安全长治久安	(1629)
打造服务金品牌诚信为农谋发展	(1633)
实施“标杆班组”管理模式 建设“一强三优”供电企业	(1636)
实施一流管理模式 提高企业整体素质	(1640)
农村电网无功就地补偿的作用	(1645)
对电力企业催收电费的探讨	(1647)
如何做好电力市场的经营工作	(1649)
“土专家”	(1660)
规范供用电管理, 打击扰乱供用电秩序行为	(1673)
诚信服务规范管理	(1681)
安全管理过程控制的三个关键环节	(1702)
融会电力文化 设计职业人生	(1709)
浅谈供电企业新闻宣传的三大误区	(1713)
莆田电业局创建学习型组织初探	(1716)
农电工管理中应重视的几个问题	(1732)
县级供电企业依法供电之刍议	(1739)
浅论电力企业建立现代企业制度	(1749)
思想政治工作在企业改制过程中的重要作用	(1758)
电力市场中的交易模式和交易管理	(1763)
乳山电业建和谐企业	(1766)
企业精神在供电企业营销管理中的作用	(1773)
加强电网建设 加快联网步伐 促进地区经济发展	(1779)

第三章 电力行业技术创新

UG75/3.82 - M23 锅炉系统综合优化研究改造	(1799)
------------------------------------	--------

内蒙古风力发电回顾与展望	(1806)
常规变电所的改造技术概述	(1809)
基于现代信息技术与物流零库理论的电力 材料采购研究	(1814)
循环流化床床下点火技术的探讨	(1815)
6MW 机组运行不稳定分析	(1819)
预分解窑余热电站的技改实践与效益	(1823)
柳电公司粉煤灰的综合利用	(1826)
分段管理、落实责任 抓好配电网建设改造工程安全管理	(1831)
35kV/16.5MVA 炉变直阻不合格吊芯检查故障分析	(1833)
电力发展新举措, 能源生态两兼顾	(1835)
浅谈漏电断路器的安装与使用	(1840)
未来中压配电网建设规划方向	(1845)
根据试验结果判断设备绝缘状况	(1847)
低压电网调度自动化系统的研究	(1852)

第四章 电力行业改革精英

把才智献给恭城电力事业	(1855)
用实干注解“传奇”	(1857)
标杆与旗帜的力量	(1859)
“领头雁”王振东	(1861)
平凡岗位创不凡业绩	(1864)
疆南逢灾 电力援手	(1867)
为了万家灯火	(1869)
黄龙府的“先行官”	(1871)

第五节 电气信息技术创新

一、电力系统自动化技术创新

我国电力系统正处在特殊的发展阶段。我国总装机容量已达 235GW, 发电量突破 1 万亿 kWh, 绝对量已跃居世界第二位。但要若实现人均 1kW 的目标, 尚需增加 1270GW。虽然我国已建成了多个千万千瓦级的现代化区域电网和省级电网, 但网络还较薄弱, 安全稳定水平还比较低, 过去 20 多年曾发生过 300 多次稳定事故, 严重的缺电决定了我们必须保持高的电力增长速度, 而资金不足又决定了我们必须采用适合中国国情的高新技术, 在加强一次系统——电源和电网建设的同时, 要比发达国家更多地靠“二次”——新的控制和自动化设备来弥补“一次”的不足。因此, 电力系统自动化技术在我国电力系统发展中占有十分重要的地位。

本节着重介绍未来电力系统自动化领域中具有变革性重大影响的三项新技术: 电力系统的智能控制、FACTS 和 DFACTS 技术以及基于 GPS 统一时钟的新一代动态安全监测系统。

(一) 蓬勃发展的电力系统自动化技术

电力系统的根本任务是“安全、可靠、充足、经济、优质、灵活”地供应电能, 上述的多目标要求是靠电力系统的一次主设备(发电、输电、配电的主设备)和二次自动化设备(控制、保护、监测、通信等设备)在调度运行人员的统一调度和管理下协同工作来实现的。

经过半个多世纪的发展, 电力系统自动化的内容已发生了质的飞跃。在 50 年代高等学校的课本里电力系统自动化仅包含励磁调节器、调速器、水车自动化、低频减载等很少的内容, 那时电力系统的自动化水平也大抵如此。中国实现电网的功率总加还是 20 世纪 70 年代初期的事。然而, 20 多年随着计算机技术、通信技术、控制技术的发展, 电力系统自动化技术无论其内涵还是外延都发生了巨大的变化。如今电力系统自动化处理的信息量越来越大, 考虑的因素越来越多, 直接可观可测的范围越来越广, 能够闭环控制的对象越来越丰富。

从实现自动化的角度来讲, 现代电力系统是有别于其他工业自动化系统的对自动化要求非常高的动态大系统:

元件众多, 地域分布非常广阔的动态大系统(例如, 西欧联合电力系统, 俄罗斯及东欧电力系统, 中国的几大区域电力系统)。

整个生产过程要求高度自动化。

电能的“发、输、供、用”必须在时空两方面都达到“瞬时平衡”; 局部平衡就会引起电能质量问题(闪变)。

“瞬间激烈”失衡后果可能是灾难性的。

具有分层、分散的结构（发输配系统及自动装置）见图 3-111 电力系统分散、分层控制系统图。

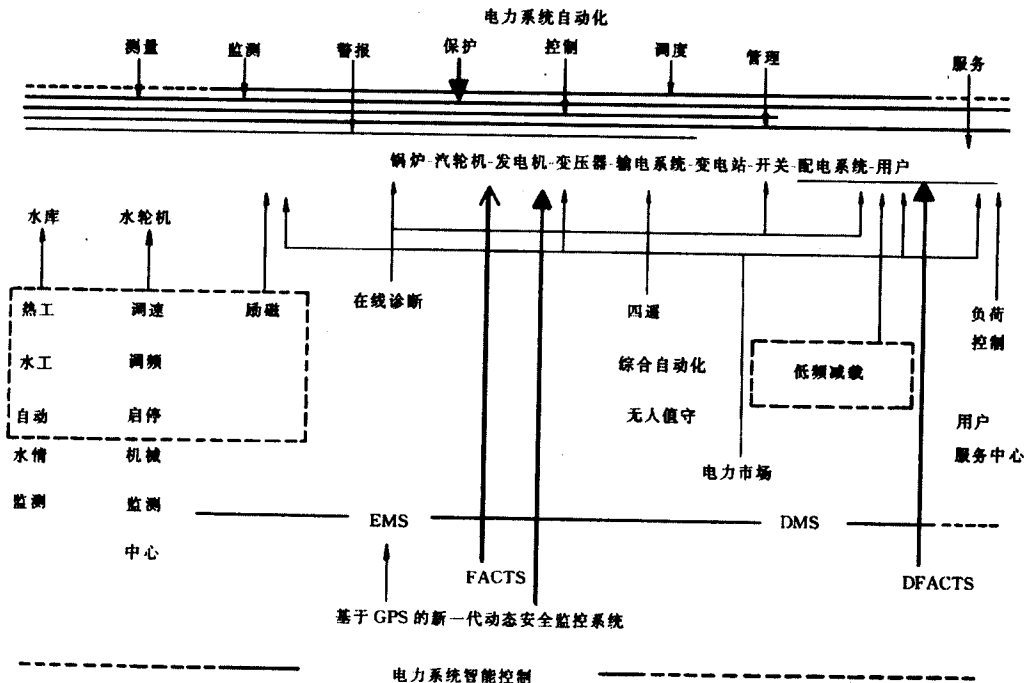


图 3-111 电力系统分散、分层控制系统

具有多种运行状态（见图 3-112 电力系统各种运行状态图）。

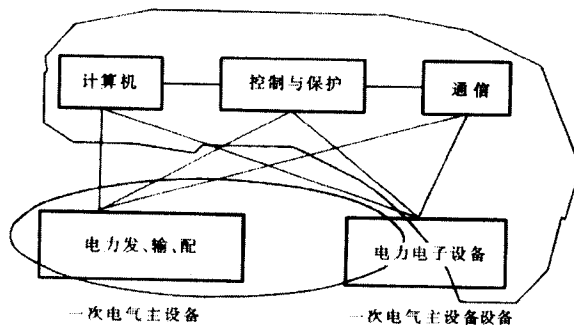


图 3-112 电力系统各种运行状态图

具有多种时间响应和控制特性的控制器。

具有多目标的控制要求。

要求遥测、遥信、遥控、保护及各种自动装置在多时段、多状态下协调动作。

现代电力系统已经是一个“CCCP”，即计算机（Computer）、控制（Control）、通信（Communication）和电力电子（Power electronics）的统一体，见图 3-113，其内涵不断深入，外延不断扩展。

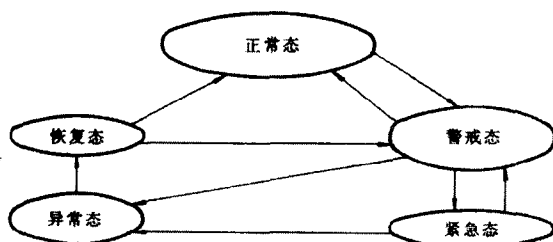


图 3-113 现代电力系统的一、二次设备

面对如此广阔的领域，若想用很小的篇幅和很有限的时间讲清它的走向是困难的；面对如此广阔而发展又如此迅速的领域强不知为知是不行的，所以本文只介绍作者比较熟悉的与电力系统控制与监测有关的很局部的情况。

（二）电力系统自动化发展总趋势

现代社会对其电能供应的“安全、可靠、经济、优质”等各项指标的要求越来越高，相应地，电力系统也不断地向自动化提出更高的要求。电力系统自动化技术沿着元件——局部——子系统（岛）——管理系统的道路发展。理论发展可以分为 3 个阶段：20 世纪 60 年代以前处在经典理论阶段；70~80 年代注入了控制论形成了以计算机为基础的现代理论阶段；90 年代以后注入经济理论而到达电力市场理论阶段。70 年代中期运用系统工程理论将现代理论的技术成果有机地组织在一起便形成了 EMS，并随电力工业的改革而发展。

电力系统自动化既然已成为 CCCP 的统一体，它就必然会随着这几个领域的发展而发展（并反过来给它们以推动）。相应地不难看出，当今电力系统的控制措施正趋向于：

- （1）在控制策略上日益向最优化、适应化、智能化、协调化、区域化发展。
- （2）在设计分析上日益要求面对多机系统模型来处理问题。
- （3）在理论工具上越来越多地借助于现代控制理论。
- （4）在控制手段上日益增多了微机，电力电子器件和远程通信的应用。
- （5）在研究人员的构成上日益需要多“兵种”的联合作战。

整个电力系统自动化的发展则趋向于：

- （1）由开环监测向闭环控制发展，例如从系统功率总加到 AGC。
- （2）由高电压等级向低电压扩展，例如从 EMS 到 DMS。

（1）由单个元件向部分区域及全系统发展，例如 SCADA 的发展和区域稳定控制的发展。

- （2）由单一功能向多功能、一体化发展，例如变电站综合自动化的发展。

- （3）装置性能向数字化、快速化、灵活化发展，例如继电保护技术的演变。

(4) 追求的目标向最优化、协调化、智能化发展,例如励磁控制,潮流控制。

由提高运行的安全、经济、效率为宗旨向管理、服务的自动化扩展,例如 MIS 系统在电力系统中的应用。

电力系统自动化设备在电力系统中所占的投资比例虽然不大,但根据等强度的概念,它对系统安全可靠性的影响方面的重要性,丝毫不亚于电力系统的主设备。而且先进的自动装置不仅可以改善一次主设备的运行状况、提高其运行的安全性和经济性,甚至可以推迟或避免新建一些主设备,节省数额可观的一次设备投资。

目前电力系统产生的电能仍然必须与消费的电能实时平衡,而迄今与电力系统的容量相比可以储存和实时吞吐的电能还很小,只能靠自动调节和控制装置来维持电能——有功和无功的平衡。这种平衡不仅要在电力系统正常的稳态运行时能够达到,而且要在各种扰动或事故造成的不同状态下也必须迅速地实现。显然对于电力系统这样一个元件的地域分布非常广阔,元件的时间特性从毫秒级到分钟级差别非常巨大的动态大系统来讲,这一要求的实现是非常困难的。随着人们对电力系统供电质量要求越来越高,电力系统自动化所面临的任务也越来越艰巨。

世界上的一些著名的大停电事故(见表 3-28)也表明现代电力系统在一定意义上讲还是相当脆弱的动态大系统。因此防止大面积停电事故的措施除搞好电网结构外,基于实时数据信息收集和交换的连续在线监测和安全性分析,及时调整运行方式以消除隐患,切除可能导致连锁反应的链,协调集中调度与分散控制,配备各种自动控制装置,制定电网安全解列计划和措施。探索新一代的监测控制手段把现代电力系统的安全性推向新的历史阶段势在必行。

表 3-28 国外一些系统大停电事故表 (1960~1970 年)

序号	国家	事故发生时间	事故名称	停电规模 (MW)	停电时间	事故原因
1	英国	1961 年 5 月 15 日	英国东北部大停电	220 万用户 1500	最长 2h 55min	输电线路过 负荷跳闸,连 锁反应,频率 下降
2	美国	1961 年 6 月 13 日	纽约市大停电	约 4000	2h30min ~4h30min	输电线路过 负荷跳闸,连 锁反应,频率 下降

续表

序号	国家	事故发生时间	事故名称	停电规模 (MW)	停电时间	事故原因
3	美国	1965 年 1 月 28 日	美国中部大停电 (5 个州、35 万 km ²)	约 2000	最长 2h 30min	输电线路过负荷跳闸, 连锁反应, 频率下降
4	日本	1965 年 6 月 22 日	日本关西大停电 (关西大部分、北陆、中部、九州、中国、四国的一部分)	约 3400	最长 2h 7min	稳定破坏
5	美国	1965 年 11 月 9 日	美国东北部大停电 (8 个州和加拿大魁北克一部分、约 20 万 km ²), 系统瓦解为 5 部分	2100	最长 13h 12min	输电线路过负荷连锁跳闸, 系统稳定破坏, 频率下降
6	美国	1967 年 6 月 5 日	美国东部大停电 (三个州, 约 20 万 km ² 、3000 万人口) (PIM 系统)	约 10000	最长 12h	输电线路过负荷跳闸, 连锁反应系统失稳

(三) 具有变革性重要影响的三项新技术

如能靠二次设备解决问题则比靠增加或改善一次设备更快, 更省。专家预言: 21 世纪初电力系统主要元件如发电机、变压器将无大的改观, 而电力系统控制将有突飞猛进地发展。下面, 分别对三项将具有变革性重要影响的新技术进行介绍。

1. 电力系统的智能控制

电力系统控制面临的主要技术困难有:

具有强非线性的、变参数 (包含多种随机的和不确定的因素的、多种运行方式和故障方式并存) 的动态大系统;

具有多目标寻优和在多种运行方式和故障方式下的鲁棒性要求;

不仅需要本地不同控制器间协调, 也需要异地不同控制器间协调控制。

上述这些要求在控制理论界也是难题, 尽管人们已经作了长时间的努力, 但是到目前为止这些问题仍然是仅靠解析的众多控制流派所无法解决的。为了最大限度地满足工程实际的需要, 控制工程师们在千方百计地作出一些尽量逼近实际的工程近似的同时, 总是尽量采用“先进”的控制方法。然而, 任何“先进”的控制方法终归脱不开他赖以产生和生存, 发展的年代的特征——生产需求的特征, 同时期数学发展的特征以及计算工具的特征

电力系统的控制研究与应用在过去 40 年中大体上可分为三个阶段: 基于传递函数的单输入单输出控制阶段; 线性最优控制、非线性控制及多机系统协调控制阶段; 智能控制阶段。

由于受认识水平和计算条件的局限, 60 年代以前, 电力系统控制基本上是基于传

递函数的单输入单输出控制的一统天下。

60年代后期加籍华人教授余耀南先生最早将线性最优控制理论引入电力系统控制研究,用来解决多参量反馈的控制问题,并做过动模试验。

粉碎四人帮以后,清华大学电机系的言茂松教授(现在上海工业大学任教)最先在本教研组做了关于线性最优控制的文献系列讲座,并由清华出版社出版了有关的编著。随后清华大学的有关研究组在这方面做了系统、深入和持续的工作,并于1986年在世界上率先把LOEC(线性最优励磁控制)用于碧口水电站的100MW的工业大机组,并取得巨大运行效益;到90年代初,LOEC已运用在数台百万千瓦发电机组上,成为深受产业部门欢迎的,具有自主知识产权的新技术,文献[7]则是这一阶段工作的系统总结。

LOEC的工业实际应用所面临的最大的问题是如何解决多机系统设计和多机系统中控制器的配置和控制器间协调动作的问题,文献[8]给予了系统地解决。至此,电力系统在线性化意义上的控制问题可以说得到了比较好地解决。

80年代后期以来,人们在考虑平滑非线性的“非线性控制”方面做了不少研究工作,如:反馈线性化,变结构控制,微分几何法等。这些“非线性控制”在严格的工程允许限度内,是否能对诸如运行点变化时的阻尼及暂态稳定的改善具有显著的工程实际的效果还需要进行认真科学的专业考核。控制器的限幅是普遍存在的强非线性,是不容忽略的因素,因此,从严格的意义上讲,不考虑限幅的“非线性控制”实际上还不能说是真正的非线性控制器。

智能控制是当今控制理论发展的新的阶段,主要用来解决那些用传统方法难以解决的复杂系统的控制问题;特别适于那些具有模型不确定性、具有强非线性、要求高度适应性和鲁棒性的复杂系统。

智能控制系统所具有的新的功能有:

自适应功能;

自学习功能;

自组织功能等。

智能控制的主要设计手段包括专家系统、人工神经网络、模糊集、自学习控制等。

近年来,智能控制已开始进入一些工业领域,如轧钢行业等。

(1) 快关汽门的人工神经网络适应控制。

人工神经网络是模仿生物神经系统的工作原理而建立的一种信息处理系统。目前人工神经网络较为成功的应用领域包括模式识别、信号处理、视觉图像处理、智能控制、机器人等。

生物神经元模型;

人工神经元模型(见图3-114);

人工神经网络和它的本质;

人工神经网络的新的特点。

人工神经网络是由大量人工神经元广泛联结所构成的,并且绝大部分信息为并行处理方式,一旦用硬件实现,就可实现快速的决策和控制,这对实时控制十分有利。人工

神经网络可根据需要设置众多的神经元,因此适用于具有大量变参数的场合,克服了现有自适应控制方法参数不能太多的弊病。同时,由于硬件采用并行处理方式,神经元个数的增加并不增加实时计算时间。人工神经网络通过学习可实现非常复杂的非线性映射,其学习通过样本集的训练进行,不需要给出任何显式的规律,可以克服目前对于强非线性或非平滑非线性系统控制器设计所遭遇的困难。

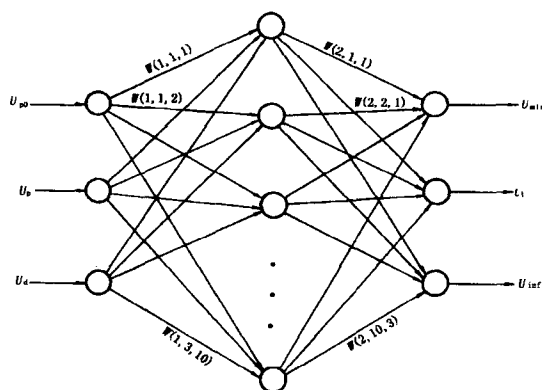


图 3-114 人工神经元模型

快控汽门是提高远端火电厂暂态稳定的十分有效的措施。快关规律主要分为开环逻辑控制和闭环控制两大类,目前世界上已投入工业运行的快控装置都还采用开环逻辑控制,闭环控制的快速汽门控制器由于其设计和实现两方面的困难,还未达到工业实用化水平。

实现快关汽门适应控制的困难包括:

1) 强非线性。

近年来,随着控制理论的发展,一些学者曾先后尝试将线性最优控制理论、非线性控制理论用于汽门控制规律的设计。由于汽门快控属于强非线性的断续控制,又要求有很高的适应性,理论上面临许多难点,一些简化的假设还不能充分地描述这一控制系统,因此尚不能达到实用阶段。快控汽门控制的动作特性见图 3-115。

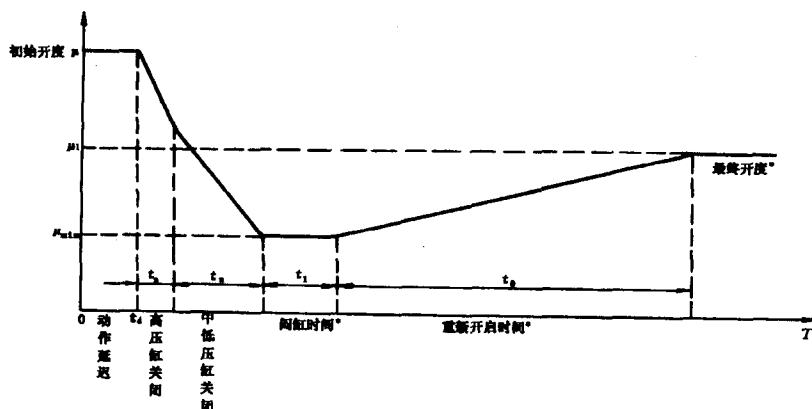


图 3-115 快速汽门控制的动作特性

运行方式和故障严重程度多变

由于通常汽轮机的汽门难以进行多次大幅度的开关控制,因此实现快控汽门的闭环控制有结构上的困难。一般开环逻辑控制存在的问题是这类控制一旦在逻辑控制程序设定之后,就不再改变,因而难以很好地适应运行方式、故障地点、故障类型的变化,难以最大限度地发挥汽门快控应有的作用,在某些情况下,甚至可能因过制动使发电机在

第二摆失去同步。

2) ANN 的物理实现。

图 3-116 为汽轮发电机的结构原理图。图 3-117 为元宝山电厂 300MW 机组快关汽门试验结果。选取表征系统运行方式和故障方式的特征量作为人工神经网络的输入, 汽门动作的可控参量(最小开度、汽门关闭持续时间、最终开度)作为神经网络的输出。所要解决的主要问题包括: 输入特征量的选取及采样, 样本集的构成, 人工神经网络结构的选定及其学习训练。

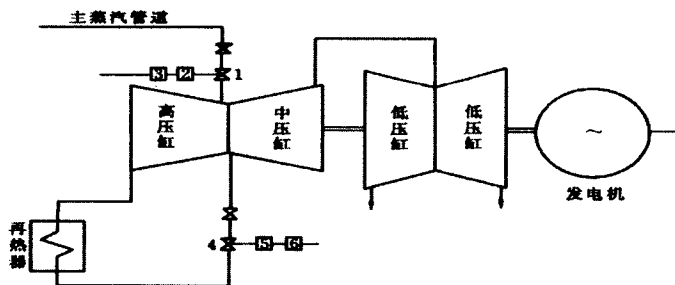


图 3-116 汽轮发电机的结构原理图

1—高压调节阀; 2—高压调节阀油动机; 3—高压调节阀伺服阀;
4—中压调节阀; 5—中压调节阀油动机; 6—中压调节阀伺服阀

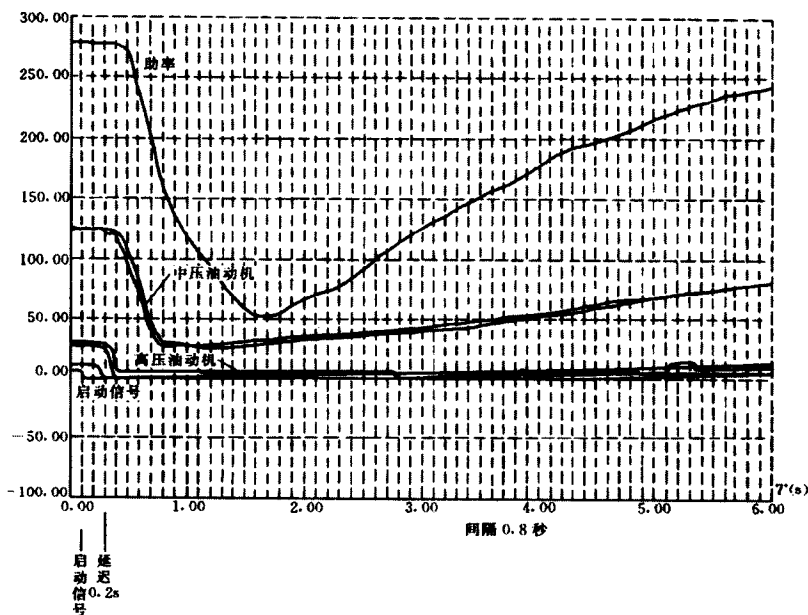


图 3-117 元宝山电厂 300MW 机组快关汽门试验结果

3) 基于 ANN 的快关汽门控制的系统结构

动态模拟试验系统为单机经双回线与无穷大母线相连接的系统结构。控制系统的总体结构如图 3-118 所示。图中变送器的作用是将发电机出力及频率变成电压信号; 接

口电路的作用是将变送器送出的电压信号变换成人工神经网络所要求的范围,以便充分利用神经网络的输入范围提高分辨率;神经网络的硬件电路为一个两层(不包括输入层)前馈网,其功能是根据输入状态量输出控制汽门动作的参数;故障检测及启动装置的作用是根据三相电流检验电网内是否有故障发生,若有故障发生则送出启动信号及故障后的采样及保持信号;汽门模拟装置的作用是模拟汽门的开关动作。

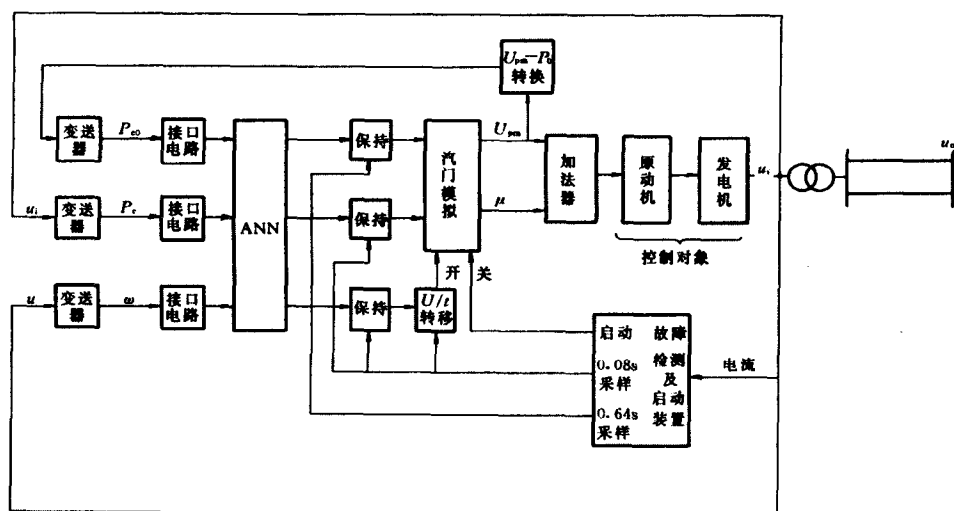


图 3-118 ANN 快关汽门控制系统接线

4) 基于 ANN 的快关汽门控制的动模实验结果

图 3-119 (a) 所示录波曲线为单相永久接地故障、人工神经网络汽门控制器的控制结果。图 3-119 (b) 所示录波曲线为固定模式快控在单相永久故障时的控制效果。可见基于 ANN 的快关汽门控制比固定逻辑控制有较好的适应性。

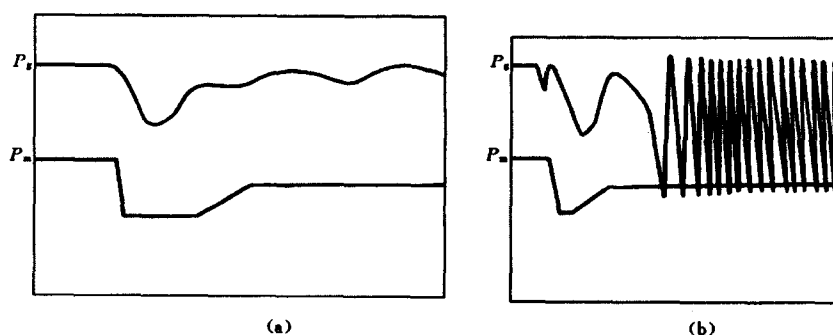


图 3-119 ANN 的快关汽门控制的动模实验结果

(2) 基于人工神经网络的励磁、电掣动、快关综合(协调)控制。

固定增益的 LOEC 可以大幅度提高远距离输电系统的静稳极限。它的不足是它在设计时无法精确考虑励磁限幅这一强非线性的影响,其大干扰和小干扰的动态特性只能用折中的办法来兼顾,因而可能使快速励磁对提高暂态稳定的贡献未能充分发挥。采用人工

神经网络自适应励磁控制可使上述励磁控制的性能大为改进。基于 ANN 的快控汽门由于可以按照故障的性质和严重程度来改变汽门的最终开度所以用来提高暂态稳定特别是永久性故障的暂态稳定极限非常有效。由于电阻制动所能持续的工作时间很短,通常它只对提高瞬时故障的暂稳极限起明显作用。电阻制动可以用来弥补快控汽门时汽门关闭速度的不足。国外电阻制动的容量已达到 1400MW,国内也有广泛的运行与制造经验。显然三者的协调控制必定会大幅度提高远距离输电系统的稳定水平。

然而,快速励磁控制、快控汽门及电阻制动是三种不同类型又都具有不可微的强非线性的控制,用现有解析的方法均无法求得三者的最佳协调。人工神经网络以它强的并行处理、自学习、处理非线性的能力用来解决上述三种控制器的最佳协调问题,具有突出的优点。

1) 基于人工神经网络的励磁、电掣动、快关综合(协调)控制系统结构。

所研究的单机一无穷大系统及神经网络协调控制器结构如图 3-126 所示。基于人工神经网络的自适应励磁控制是在线性最优控制的基础上加上人工神经网络辨识器,其中控制器输入量分别为发电机励磁电压、输出功率、机组转速及机端电压的有效值,输出为快速静态励磁控制器的控制电压。人工神经网络辨识器根据输入的状态量及其变化分辨出发电机的运行方式和干扰种类(是大干扰还是小干扰),然后去改变线性最优控制的反馈矩阵 K ,使之能够适应不同的运行点和不同的干扰种类。适应不同运行方式和干扰种类的不同 K 矩阵是按照线性最优控制理论求出的,然后再经电力系统非线性模型校核来确定,从而使系统静稳极限达到机端电压恒定的线路极限,并且无论大小干扰下都有好的动态响应。

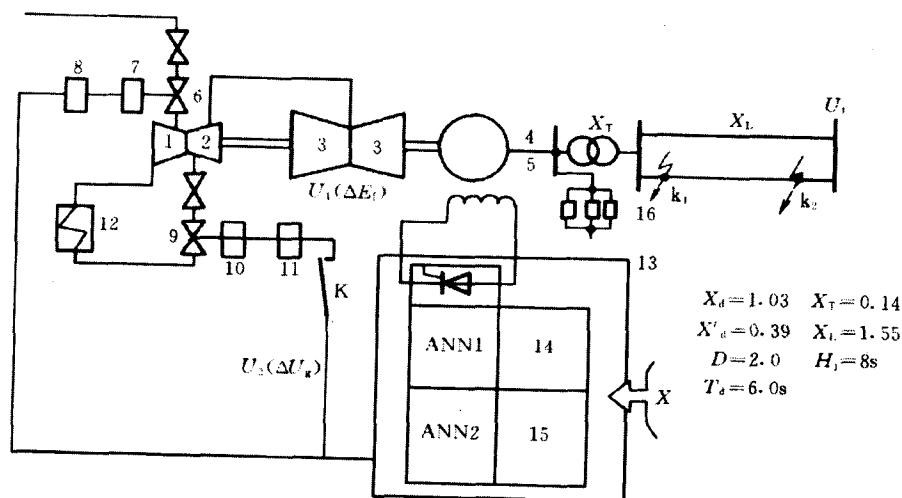


图 3-120 人工神经网络协调控制器结构示意图

通常的电阻制动所整定的投入和退出时间是固定的,这就容易在故障严重程度不同时,引起欠制动或过制动。用人工神经网络辨识器来改变电阻制动的投入和退出时间可使其能够与单相重合闸很好地配合,使单相瞬间故障的暂稳极限逼近静稳极限,且不发生制动或欠制动。