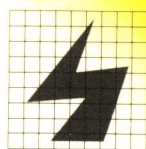


火电厂计算机监控与监测



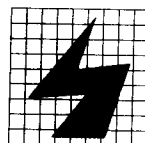
HUODIANCHANG JISUANJI JIANKONG YU JIANCE

韩璞 等著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

火电厂计算机监控与监测



HUODIANCHANG JISUANJI JIANKONG YU JIANCE

韩 璞 王东风 周黎辉 焦嵩鸣 董 泽
翟永杰 姚万业 刘长良 张 君 黄孝彬 合著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 简 介

本书比较系统、全面地论述了计算机技术在火力发电厂中各种应用的理论和实现方法,包括目前在火电厂中使用的控制设备与系统、管理信息系统、监控信息系统、智能检测等;计算机技术在火电厂中的辅助应用,包括火电站仿真机、控制系统优化、仪表自动校验、煤场盘煤与管理等。

本书涉及多交叉学科,内容广泛,体系完整,深入浅出。书中的大多数素材来自作者所从事的工程项目和发表的论文,是作者多年研究工作的结晶和经验的总结,这是一部理论与实际结合比较紧密的著作,对从事火力发电的工程技术人员、管理人员、研究人员、高校的硕士和博士研究生都有较高的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

火电厂计算机监控与监测/韩璞等著. —北京: 中国水利水电出版社, 2005
ISBN 7-5084-2945-1

I. 火... II. 韩... III. 火电厂—计算机监控
IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 048483 号

书 名	火电厂计算机监控与监测
作 者	韩璞 等著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales @ waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售	
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 31.25 印张 741 千字
版 次	2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—4300 册
定 价	68.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

自 1982 年 1 月大学毕业以后，有幸一直从事火电厂计算机控制、监测与管理的教学与科研工作。在这 20 多年里，我目睹了计算机技术、控制技术、通信技术和 CRT 技术的飞跃发展。正是这些技术的发展，才有了今天的火电厂计算机控制、监测与管理系统，也正是这些系统，大大地提高了火电厂运行的经济性和安全性。不断发展和完善这些系统，才能满足现代电力发展的需要。

多年来，我们课题组在分散控制系统（DCS）、管理信息系统（MIS）、监控信息系统（SIS）、火电厂仿真训练系统等方面都做了大量的研究、设计与开发工作，也取得了许多可喜的成果。在控制理论、软测量技术、故障诊断、模式识别与图像处理等方面，也作了较深入的理论研究，发表了 160 余篇论文。正因为有了这些工作基础，当中国水利水电出版社计划出版一部全面论述火电厂计算机监控与监测方面的书籍时，我愉快地接受了这一任务。

计算机在火电厂中的应用已有 40 年的历史，虽然它的应用不是一帆风顺的，但经过科技工作者们的努力，现在计算机在火电厂运行与管理中已得到了普遍的应用。此外，发电企业也正面临着前所未有的深刻变化，如：电力市场化、业务流程重组、管控一体化等。这些变化改变了电厂企业运作的规律，促使我们必须利用计算机和信息技术来提升电厂的竞争力，即建设数字化电厂。在电厂先进控制设备和安全高效的网络平台、数据库平台基础上，基于国际上最新的理论和应用研究成果，设计电厂管控一体化系统，用先进的管理思想和信息技术对电厂的经营和生产管理系统进行综合设计，使信息技术与工业技术、管理技术全面融合，全面提高电厂的生产和管理水平，增强企业竞争能力。

因此，我们以火电厂中的实际问题为背景，将理论研究与工程特点结合起来，并根据作者近年来所取得的计算机在火电厂中的应用成果和发表的论文及著作，撰写了这部《火电厂计算机监控与监测》专著。希望能够通过本书给读者提供有关计算机在火电厂中应用的理论和实现方法，对感兴趣的读者起到抛砖引玉的作用。

本书比较系统全面地论述了计算机在火电厂中应用的理论和实现方法,全书共分18章。第1章概述了计算机在火电厂中应用的发展过程及其应用的各个方面。第2章论述了智能数据检测理论及方法,包括智能传感器系统的组成及检测算法、数据融合的原理与应用、虚拟仪器、软测量技术、模糊传感器等。第3章结合我们研制的LN2000分散控制系统详细地介绍了分散控制系统的结构、软件与硬件系统、网络与通信以及分散控制系统的工程应用。第4章结合国际上流行的现场总线控制系统介绍了现场总线控制系统的沿革、结构、特点、通信协议以及发展趋势等。第5章介绍了可编程逻辑控制器的结构、功能、特点、工作原理、指令系统、编程方法等,并结合我们承担的工程项目,介绍了可编程逻辑控制器在电厂化学水处理系统中的应用。第6章论述了热工控制系统模型辨识及其控制器参数的优化方法,包括建立被控对象数学模型的各种方法及算法、优化时目标函数的选取、各种优化策略,结合我们研制的计算机辅助工程CAE2000系统,介绍了热工控制系统模型辨识及其参数优化的工程实现方法。第7章介绍了管理信息系统的组成、特点、结构及其涉及到的技术基础,并详细论述了管理信息系统的战略规划、系统分析、系统设计及系统实施方法。第8章介绍了目前在发电厂中刚兴起的厂级监控信息系统的概念、结构、功能和特点,结合我们从事的科研项目,详细论述了厂级监控信息系统的核心——实时/历史数据库及其工程应用。第9章介绍了火电厂高温、高压部件的寿命评估技术,结合我们从事的科研课题,详细论述了某火电厂过热器、再热器寿命评估系统的设计方法及应用。第10章介绍了火电机组性能在线监测国内外现状与发展趋势,详细论述了火电机组主要性能指标的在线确定方法、火电机组变工况下运行指标应达值的分析方法、运行工况能损的耗差分析方法,结合工程实际给出了几种热力性能在线监视及能损分析系统的设计方案。第11章介绍了汽轮发电机组故障诊断与检测技术,包括国内外发展现状、故障诊断方法、汽轮机组的振动测试技术与方法等,结合工程实际和在实验室的实验结果,详细论述了汽轮机组振动信号的处理、汽轮机组故障特征的提取技术、汽轮机组常见的横向振动故障的诊断技术、汽轮发电机组轴系扭振故障分析方法等。第12章结合我们从事的工程项目详细地论述了火电厂燃料管理信息系统建立的必要性和重要性;系统的结构、功能与设计方法,最后介绍了一种方便、实用的便携式激光盘煤系统。第13章结合我们从事的工程项目详细地论述了火电厂备品配件管理系统建立的必要性和重要性、备件的技术管理工作内容和方法、备件的定额管理技术和库存管理技术、备品配件管理指标体系结构,最后介绍了我们开发的备品

配件管理信息系统的结构、功能、特点和应用。第14章介绍了图像处理的基本理论,在此基础上讨论了仪表自动校验时的读值原理,结合我们从事的科研课题,介绍了指针型仪表自动校验系统的硬、软件构成及应用。第15章详细地介绍了火电厂锅炉炉膛火焰检测系统的发展及研究现状,对数字图像处理技术在锅炉炉膛火焰监测系统中的应用范围、内容、方式及算法进行了深入分析,对数字图像锅炉炉膛火焰监测系统的构成、特点、功能和应用进行了详细的介绍。第16章结合工程实际深入地论述了火电厂控制系统的故障检测、诊断技术与方法,以及工程应用。第17章介绍了20世纪90年代中期兴起的数据挖掘技术,包括数据挖掘的基本方法、处理过程和分析方法等,结合工程实际论述了数据挖掘技术在火电厂过程控制中的应用技术以及基于数据挖掘的热工控制系统故障诊断技术。第18章结合我们的科研课题详细地介绍了目前在发电厂中普遍应用的火电站仿真机系统,包括仿真机系统的基本概念、构成和分类、发展过程、基本能力与功能、逼真度与精度概念、培训经济效益分析及其应用等。

本书以计算机在火电厂中的应用为主线展开论述,系统全面地对计算机在电厂中的每项应用的理论基础都进行了详细论述,同时也给出了工程应用方法。因此,这是一部理论与实际结合比较强的书。对从事火力发电的工程技术人员、管理人员、研究人员、高校的硕士和博士研究生都有参考价值。

本书的第1、6、18章由韩璞教授撰写,第2、17章由王东风博士撰写,第3、5章由周黎辉博士撰写,第4、12章由姚万业博士撰写,第8、9章由董泽博士撰写,第13、15章由翟永杰博士撰写,第7、14章由焦嵩鸣博士撰写,第10章由刘长良博士撰写,第11章由张君博士撰写,第16章由黄孝彬博士撰写。全书由韩璞教授统稿和主审。

本书的大多数材料来自我们课题组在火电厂中从事的工程项目、发表的论文以及我的博士生和硕士生们撰写的学位论文。我们课题组参加项目研发的成员除了上面提到的撰写人员外,还有郭鹏、王国玉博士,林碧华、于萍、周世良、刘红军、孙海蓉博士研究生,周强、刘娜、任青、刘莉、王朝辉、毛继佩、王剑东、彭道刚硕士,韩伟、尚雪莲、王国鹏、尹喜超、李小珂、苏烨、张萍萍、李玉红、王宁玲、李建波、张悦、刘磊、黄旭明、张德利、黄宇、刘丽、付静娇、记国瑞、毛新静、杨玉婷硕士研究生。而在这些工程项目中,工程项目单位也投入了大量的人力,由于涉及的人员太多,这里无法一一列出。上面提到的和没提到的所有参与项目的成员对项目的完成和著

作的出版都做出了重要的贡献，在此向他们表示衷心的感谢。

此外，书中部分内容引用了国内外专家、学者的论文和著作，在每章后面的参考文献中都已列出，在此谨向他们致以诚挚的谢意。

由于本书涉及多交叉学科，许多内容都是近期才在工程中得到应用，还有些内容仅仅是在试验应用阶段，加之作者学识有限，写作时间又十分仓促，因此，本书一定存在许多不足之处，诚望同行、读者批评指正。

韩 璞

2005年3月9日于华北电力大学

目 录

前 言

第 1 章 绪论	1
参考文献	4
第 2 章 智能数据检测	5
2.1 概述	5
2.2 智能传感器系统的检测算法	7
2.3 数据融合的原理与应用	12
2.4 虚拟仪器	21
2.5 软测量	26
2.6 模糊传感器	33
参考文献	37
第 3 章 分散控制系统	39
3.1 概述	39
3.2 分散控制系统的硬件	42
3.3 分散控制系统的网络与通信	48
3.4 控制级的软件	60
3.5 监控级的软件	66
3.6 LN2000 分散控制系统的应用示例	68
参考文献	77
第 4 章 现场总线控制系统	78
4.1 概述	78
4.2 几种典型的现场总线	81
4.3 现场总线控制系统的构成	85
4.4 现场总线技术特点	88
4.5 现场总线技术展望与发展趋势	89
4.6 通信协议原理	90
参考文献	96
第 5 章 可编程逻辑控制器	97
5.1 概述	97
5.2 PLC 的基本结构	102

5.3 PLC 的工作原理	106
5.4 PLC 的分类	108
5.5 PLC 的指令系统	109
5.6 PLC 编程方法	112
5.7 应用举例	115
参考文献	119
第 6 章 热工控制系统控制器参数优化	120
6.1 概述	120
6.2 热工对象数学模型的求取方法	120
6.3 目标函数的选取	128
6.4 最优化方法	131
6.5 热工控制系统模型辨识及其参数优化系统	143
参考文献	151
第 7 章 管理信息系统	152
7.1 概述	152
7.2 管理信息系统技术基础	156
7.3 管理信息系统的战略规划	165
7.4 管理信息系统的系统分析	169
7.5 管理信息系统的系统设计	173
7.6 管理信息系统的系统实施	184
参考文献	195
第 8 章 厂级监控信息系统	196
8.1 SIS 概述	196
8.2 SIS 的结构	198
8.3 SIS 的功能应用	200
8.4 实时/历史数据库	203
8.5 厂级监控信息系统的应用设计	213
参考文献	220
第 9 章 热力设备寿命评估技术	221
9.1 概述	221
9.2 蠕变寿命损耗的估算	225
9.3 疲劳寿命损耗的估算	230
9.4 疲劳和蠕变交互作用下的寿命估算	235
9.5 火电厂过热器、再热器寿命评估系统设计	236
参考文献	240
第 10 章 火电机组热力性能在线监视及能损分析	242
10.1 概述	242
10.2 火电机组主要性能指标的在线确定	245

10.3	火电机组变工况下运行指标应达值的分析	251
10.4	运行工况能损的耗差分析	256
10.5	热力性能在线监视及能损分析系统设计	261
	参考文献	269
第 11 章	汽轮机故障诊断与检测	271
11.1	概述	271
11.2	国内外故障诊断技术发展及应用概况	272
11.3	故障诊断方法分类	274
11.4	汽轮机组的振动测试	282
11.5	汽轮机组振动信号的分析与处理	285
11.6	汽轮机组故障特征的提取	292
11.7	汽轮机组常见的横向振动故障的诊断	308
11.8	汽轮发电机组轴系扭振故障分析	322
11.9	基于小波分析技术的汽轮机故障诊断系统	332
	参考文献	339
第 12 章	燃料管理信息系统	340
12.1	概述	340
12.2	燃料管理信息系统的设计与构成	341
12.3	燃料管理信息系统的主要功能模块	349
12.4	燃料管理信息系统小结	359
12.5	煤场存煤盘点系统	359
	参考文献	365
第 13 章	备品配件管理系统	367
13.1	概述	367
13.2	备件的技术管理	374
13.3	备件的定额管理	376
13.4	备件的库存管理	380
13.5	备品配件管理指标体系	382
13.6	备品配件管理信息系统	384
13.7	应用范例	391
	参考文献	397
第 14 章	指针型仪表自动校验	398
14.1	图像处理的基本理论	398
14.2	仪表自动校验读值原理	406
14.3	系统的构成	408
	参考文献	409
第 15 章	数字图像锅炉炉膛火焰监测	410
15.1	概述	410

15.2	国内外的研究现状	412
15.3	数字图像锅炉炉膛火焰监测系统组成	423
15.4	温度测量	427
15.5	三维温度分布检测	430
15.6	其他应用	431
15.7	本章小结	434
	参考文献	434
第 16 章	火电厂控制系统故障检测与诊断	436
16.1	热工控制系统的可靠性	436
16.2	热工控制系统故障检测与诊断的任务	438
16.3	控制系统故障诊断的基本方法	439
16.4	热工控制过程故障诊断系统的工程应用	444
16.5	本章小结	449
	参考文献	449
第 17 章	数据挖掘及其在电力系统中的应用	450
17.1	数据挖掘技术简介	450
17.2	数据挖掘的基本方法、处理过程和分析方法	452
17.3	数据挖掘技术在火电厂过程控制中的应用	458
17.4	基于数据挖掘的热工控制系统的故障诊断	460
	参考文献	462
第 18 章	火电站仿真机	464
18.1	仿真机的基本概念	464
18.2	火电站仿真机的分类	465
18.3	火电站仿真机的发展过程	467
18.4	火电站仿真机的基本能力与功能	472
18.5	火电站仿真机的应用	476
18.6	仿真机的逼真度与精度	478
18.7	火电站仿真机培训经济效益分析	481
	参考文献	484
附录	华北电力大学控制系统工程研究中心	486
附录一	先进分散控制系统	486
附录二	厂级监控信息系统 (SIS) 项目简介	487
附录三	管理信息系统 (MIS) 项目简介	488
附录四	基于虚拟 DCS 的激励式仿真系统	489

第 1 章 绪 论

20 世纪人类最伟大的发明是计算机，而现在人类最离不开的是电。人类对电的依赖已超出我们的想象。

自从 200 年前电能被应用以来，今天电能的应用及生产都发生了翻天覆地的变化。计算机的出现，推动了科学技术的发展，乃至改变了人们的生活方式和行为方式。在我们的现代生活中很难想象哪里不用电，哪里不用计算机。电和计算机已是人们日常生活中两件必不可少的物品。电能的耗费已成为一个国家技术和经济发展水平高低的重要标志之一。

因此，电力工业能否高速发展，对整个国民经济的发展有着直接的影响。世界各国发展国民经济正、反两方面的经验都证明了电力工业必须以更快的速度向前发展，国民经济才有可能迅速的发展，电力生产已成为国民经济发展的先行军。

有目共睹的是，我国的电力工业发展速度是相当惊人的。1949 年全国装机容量仅 185 万 kW，1979 年全国发电设备的容量已达 5712 万 kW，而到了 2000 年，全国发电设备的容量竟高达 31900 万 kW。权威人士预计，到 2010 年全国发电设备的容量将高达 49000 万 kW。在这些发电设备中，火力发电机组约占 73%。

由于对发电量的要求以及科学技术的发展，现代化大型火力发电机组普遍采用大容量、高参数单元机组。这些单元机组由锅炉、汽轮发电机组及辅机等庞大的设备群组成。为了保证机组安全可靠运行，提高电厂的经济性和效率，对机组的自动化水平提出了更高的要求。

在我国，火电厂生产过程自动化水平的发展速度是相当快的。在 20 世纪 60、70 年代，我国的火力发电基本上采用低参数、中小容量机组，其自动控制装置采用以晶体管为核心的电动单元组合式仪表，构成若干局部的模拟控制系统，主辅机设备的程序控制与保护系统考虑的并不全，主要采用继电器设备实现。由于该仪表自身的局限性，那时的机组运行自动化水平并不高。

在 20 世纪 70 年代末，我国火力发电厂中引入了组装式电子综合控制仪表。这种仪表采用了集成电路，体积小、可靠性高。其功能被分成许多不同的“功能组件”，整套装置由这些不同的功能组件插接而成，因此，可灵活地组成各种复杂的调节系统，还能与计算机联用。

组装式仪表并没有从本质上改变控制仪表的性能，也仅仅是缩小了控制系统安装所占用的空间。

过程控制技术发展过程中的重要里程碑是计算机的应用。早在 20 世纪 60 年代中期，国外一些发达国家已开始应用小型工业控制计算机代替模拟控制仪表，实现直接数字控制与监视。在 20 世纪 70 年代初，我国也在火电机组控制中进行了试验性的计算机控制工程

应用。与模拟仪表相比，虽然计算机控制系统的特点是显著的：可以实现除 PID 调节规律以外的各种调节算法；运算精度高，避免了模拟系统中元器件老化、特性漂移对运算精度的影响；可方便实现常规指示、记录、声光报警，还可实现其他的各种直观显示方式，如总貌显示、参数一览显示、流程图显示、趋势显示、报警显示等；可以实现管理与控制一体化。但是，限于当时的计算机发展水平，只能采用集中式的控制方式，无论是计算机的性能、价格，还是整个系统的可靠性，都存在许多问题，难以达到预期的效果和普遍应用的程度。因此，在 20 世纪 70、80 年代，计算机在火电厂中的应用还仅限于开环使用，即所谓的数据采集系统 DAS (Data Acquisition System)。

DAS 是一个实时的多通道系统，是电站综合自动化系统的一个重要组成部分。它主要完成对火发电机组的锅炉、汽机、发电机及其辅助设备进行在线实时参数监测和运行状态变化处理，包括对机组的启动和安全经济运行有关的测量参数实行巡回检测、数据处理、事故追忆、自动报警、制表打印、历史数据存储以及操作指导、性能指标计算等，以 CRT 画面的形式提供运行人员对生产过程进行监视。

20 世纪 70 年代初，微处理器的出现标志着计算机技术发展中的突破性进展。在充分利用微处理器技术特点的基础上，研制出了以微处理器为核心的新型仪表控制系统，即分散控制系统 DCS (Distributed Control System)。DCS 采用了先进的控制功能分散、显示操作和管理集中的设计原则，运用了计算机技术、控制技术、通信技术和 CRT 显示技术方面的最新成果，构成一种适合工业过程自动化要求、具有高度可靠性、灵活性及先进控制功能的新一代仪表控制系统。

最初的 DCS 的系统功能还不很成熟，可靠性也不是很高。我国 DCS 在火电厂中大范围使用还是在 20 世纪 90 年代末。在 20 世纪 80 年代末和 90 年代初我国开始在单元机组上使用 DCS 控制。经过大约 7、8 年的时间，DCS 应用技术开始成熟。DCS 的应用功能不断地扩大，电气控制和汽轮机数字电液控制 DEH (Digital Electr - Hydraulic Control System) 已纳入 DCS。由于人们对计算机控制认识的提高，现在使用 DCS 的机组已取消了后备硬手操，即取消了机组控制室的重复设备。在老厂自动化技术改造工程中也纷纷使用了 DCS。

在 20 世纪 80 年代，即 DCS 被广泛应用以前，在火电厂热工控制中出现了单回路调节器。与 DCS 相比，单回路调节器更像 DCS 中完成连续控制的过程控制单元。其硬件通常由微处理器、ROM、RAM、面板接口、A/D、D/A、DI、DO 通道、通信接口等组成，是一个微型的微机系统。其软件系统由系统程序和用户程序组成，可以完成系统组态、模块功能运算、面板功能监控等。通过通信接口与总线，多台单回路调节器可与集中监视操作站或上位机进行信息交换，组成计算机多级控制系统，实现各种高级控制以及集中管理。

与模拟仪表相比，虽然单回路调节器有许多优点，但它毕竟是分立式仪表，要构成复杂的控制系统时，需要多台单回路调节器，这给安装带来很多麻烦，也降低了系统的可靠性。因此，单回路调节器并没有在火电厂中大范围使用。

与 DCS 同时出现的新型控制设备还有可编程控制器，它起源于 20 世纪 60 年代末，当时仅能用于逻辑运算，故也称为可编程逻辑控制器 PLC (Programmable Logic Control-

ler)。

PLC 本质上是一台用于控制的专用计算机，它与一般的控制机（如 STD 总线的控制机）在结构上有很大的相似性。PLC 的主要特点是与控制对象有更强的接口能力，也就是说，它的基本结构主要是围绕着适于过程控制（即过程中数据的采集和控制信号的输出以及数据的处理）的要求来进行设计。

随着微电子技术的快速发展，PLC 的发展速度是相当快的。PLC 的制造成本不断下降，而其功能却大大增强。目前的 PLC 可用于逻辑控制、运动控制、过程控制、数据处理、多级控制等。现在有些厂家在火电厂自动控制中，采用 PLC 构成分散控制系统。

今天，计算机控制在火电厂中的应用已走向成熟阶段。与此同时，人们对计算机在火电厂管理中的应用也提出了更高的要求。火电厂管理信息系统 MIS (Management Information System) 是在 20 世纪 80 年代发展起来的。MIS 采用关系型数据库，主要适合于为全厂运营、生产和行政管理工作服务，完成设备和维修管理、生产经营管理、财务管理、办公自动化等。

电力企业生产和管理一般分为三个层次：即下层的控制操作层，面向运行操作者；中间的生产管理层，面向生产和技术管理者；上层的经营管理层，面向行政和经营管理者。目前，我国的面向运行操作者的 DCS 和面向经营管理层的 MIS 都已成熟，现在缺少的是面向生产管理层的自动化网络。

火电厂厂级监控信息系统 SIS (Supervisory Information System) 正是面向生产管理层的自动化管理软件，它以实时数据库为基础，是实现厂内各个机组和全厂生产过程最优控制和管理的系统，也是一个联系发电厂各生产过程控制系统以及 MIS 的纽带，SIS 可以综合全厂各单元机组、辅助车间有关实时信息，通过计算、优化和分析，对各单元机组的运行和设备维护提供在线的运行指导，并进行发电厂各单元机组间的负荷经济分配。通过其计算机和通信设施，可以实现全厂各生产部门的实时信息上网共享。

至今，还没有清晰完整的 SIS 定义，SIS 的功能也众说纷纭。目前，我国电力行业标准《火力发电厂厂级监控信息系统技术条件》的编制工作正在进行，它将是我国第一部 SIS 标准，它将成为编制工程技术规范书的依据。

事实上，在没有 SIS 概念以前，SIS 的许多功能已在许多电厂中实现。那时，通过自行设计的程序，与 DCS 进行通信，实现了诸如全厂各生产系统实时信息显示、机组的性能计算与经济性分析、机组在线性能监测与分析、设备寿命管理等多项现在 SIS 应具有的功能。由于当时没有使用通用的实时数据库，自行设计的程序与 DCS 通信速度是比较慢的，从 DCS 中得到的实时数很少，因此，用这种方式实现的 SIS 功能也是有限的。

由于生产层的 DCS 和 PLC 以及管理层的 MIS 和 SIS 的广泛应用，使得火电厂厂级和机组级已全部数字化，在全厂形成了一个信息共享的数字化网络。但是现场设备级，包括成百上千的变送器、执行器、电动门、电气开关柜等均采用一对一的模拟量信号或开关量信号传送，能采集到的信息量也很少。在此情况下，如果使火电厂全厂信息化，即火电厂生产过程监控和企业管理所需的所有必要信息均能采集到，并能通过数字网络共享，那么就必须使现场设备级实现数字化。

在 20 世纪 90 年代，日益走向成熟的现场总线控制系统 FCS (Fieldbus Control Sys-

tem) 是继 DCS 之后的新一代控制系统。现场总线 (Fieldbus) 是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传输、多分支结构的通信网络。在 FCS 中, 每台现场仪表 (如变送器、执行器、电动门和开关柜等) 就是一台微处理器, 既有 CPU、内存、接口和通信等数字信号处理功能, 还有非电量信号检测、变换和放大等模拟信号处理功能。因此, 实现现场设备数字化, FCS 是最理想的控制设备。

计算机在火电厂监控与监测中的应用还不止于此。早在 20 世纪 80 年代个人计算机 PC (Personal Computer) 刚出现的时候, 人们就试图把 PC 计算机应用到火电厂中。早期人们用工业个人计算机 IPC (Industrial Personal Computer) 进行数据采集、系统辨识、控制器参数优化等, 后来人们又用 IPC 进行机组运行时的各种性能监测与控制, 如: 滚筒式钢球磨煤机模糊控制、过热器与再热器自适应控制、锅炉高温部件寿命计算与分析、汽轮机轴系状态检测与故障诊断、炉膛火焰检测、烟气监测、风粉在线监测等。当 DCS 在火电厂中普遍应用时, 这些功能才逐渐被纳入到 DCS 中。

火电站仿真机的出现, 开辟了计算机在火电厂中应用的另一领域。火电站仿真机综合了多门学科的专业技术, 由火电厂运行操作员台、计算机系统、教练员台组成一个与实际电厂相似的系统来培训运行操作人员和管理人员。仿真机的应用大大提高了火电厂运行的安全性和经济效益。

计算机在火电厂监控与监测中已得到了普遍的应用, 本书将对计算机在火电厂监控与监测应用的主要方面进行详细论述。

参 考 文 献

- 1 瞿家同等. 热力发电厂. 北京: 电力出版社, 1981
- 2 叶昌仁等. 火电厂热力设备及系统. 北京: 电力工业出版社, 1980
- 3 韩璞, 刘长良, 李长青. 火电站仿真机原理及应用. 天津: 天津科学技术出版社, 1998
- 4 刘吉臻, 韩璞. 现代过程控制技术的发展及应用. 中国电力, 1993 (12)
- 5 牛玉广, 范寒松. 计算机控制系统及其在火电厂中的应用. 北京: 中国电力出版社, 2002
- 6 侯子良. 火电厂全面实现数字化应成为我们当前的目标. 热工自动化信息, 2003 (4)
- 7 曹文亮等. 厂级监控信息系统 (SIS) 的现状与发展前景. 热工自动化信息, 2002 (4)
- 8 王树青等. 工业过程控制工程. 北京: 化学工业出版社, 2002
- 9 朱德森. 微型计算机 (80486) 原理及接口技术. 北京: 化学工业出版社, 2003
- 10 [瑞典] Jonas Berge. 过程控制现场总线——工程、运行与维护. 北京: 清华大学出版社, 2003
- 11 白焰, 吴鸿, 杨国田. 分散控制系统与现场总线控制系统——基础、评选、设计和应用. 北京: 中国电力出版社, 2003
- 12 李遵基. 智能回路控制器 (TCS) 原理及应用. 天津: 天津科学技术出版社, 1995
- 13 游景玉. 论数字化钢球磨煤机制粉系统的实现. 热工自动化信息, 2003 (3)
- 14 刘清亮等. 汽轮机防进水监测保护系统在 WDPF 系统中实现. 热工自动化信息, 2003 (3)
- 15 顾人一. 大型火电厂负荷经济分配的探讨. 热工自动化信息, 2000 (3)
- 16 朱法华等. 全国火电厂烟气连续监测系统运行状况调研及分析. 热工自动化信息, 2002 (2)

第2章 智能数据检测

2.1 概述

2.1.1 智能数据检测系统的发展、作用及特点

检测是人类认识物质世界、改造物质世界的重要手段。检测技术的发展标志着人类技术的进步和人类社会的繁荣,而检测的智能化则归功于计算机技术的发展。1946年,在美国学者冯·诺依曼的设计思想指导下研制出世界上第一台电子计算机,为现代智能检测系统的发展提供了有效的手段。1971年,Intel公司研究出4004型4位微处理芯片,使传统的检测仪器采用计算机进行数据分析成为现实。微电子技术,特别是微计算机技术的迅猛发展,使检测仪表在测量过程自动化、检测结果的智能化处理和仪器功能仿人化等方面都有了巨大的进展。从广义上说,智能检测系统(Intelligent Measuring System)包括以单片机为核心的智能仪器、以PC机为核心的自动测试系统和当前发展势头迅猛的专家系统。

所谓智能检测,应当包含测量、检验、故障诊断、信息处理和决策输出等多种内容,具有比传统的“测量”远远丰富的范畴,是检测设备模仿人类专家信息综合能力的结晶。

智能检测系统充分开发利用计算机资源,在人工最少参与的前提下尽量以软件实现系统功能。因此智能检测系统具有以下特点:测量过程软件控制、智能化数据处理、高度的灵活性、实现多参数检测与信息融合、测量速度快和智能化功能强等。

2.1.2 智能数据检测系统的基本结构

2.1.2.1 智能数据检测的结构

典型的智能检测系统由上位机(主机,一般为PC工控机)、下位机(分机,以单片机为核心,带有标准接口的仪器)和相应的软件组成。下位机根据上位机命令,实现传感器测量采样、初级数据处理以及数据传送。上位机负责系统的协调工作,输出对分机的命令,对下位机传送的测量数据进行分析处理,输出智能检测系统的测量、控制和故障检测结果。智能检测系统的硬件基本结构如图2.1所示。图中不同种类的被测信号由各种传感器转换成相应的电信号,这是任何检测系统都必不可少的环节。传感器输出的电信号经调节放大(包括交流放大、整流滤波和线性化处理)后,变成0~5V直流电压信号,经A/D转换后送下位机进行数据处理。下位机通过信息电路将数据传输到上位机,实现检测系统的数据分析和测量结果的存储、显示、打印、绘图以及与其他计算机系统的联网通信。

2.1.2.2 智能数据检测系统的设计原则

1. 硬件设计的基本原则

如图2.1所示,智能检测系统的硬件包括上位机、下位机(包括传感器)和接口三大部分。硬件组成决定一个系统的主要技术与经济指标。智能检测系统的硬件系统应遵循下列原

则：简化电路设计，低功耗设计，通用化、标准化设计，可扩展性设计和采用通用化接口。

2. 软件设计的基本原则

智能检测系统的软件包括应用软件和系统软件。应用软件与被测对象直接有关，它包括测试程序、控制程序、数据处理程序、系统界面生成程序等。系统软件是计算机实现其运行的软件，如 Dos、Windows 等。智能检测系统的软件系统应遵循下列原则：优化界面设计、方便用户使用，使用编制、修改、调试、运行和升级方便的应用软件，丰富软件功能，提高设备智能化程度。

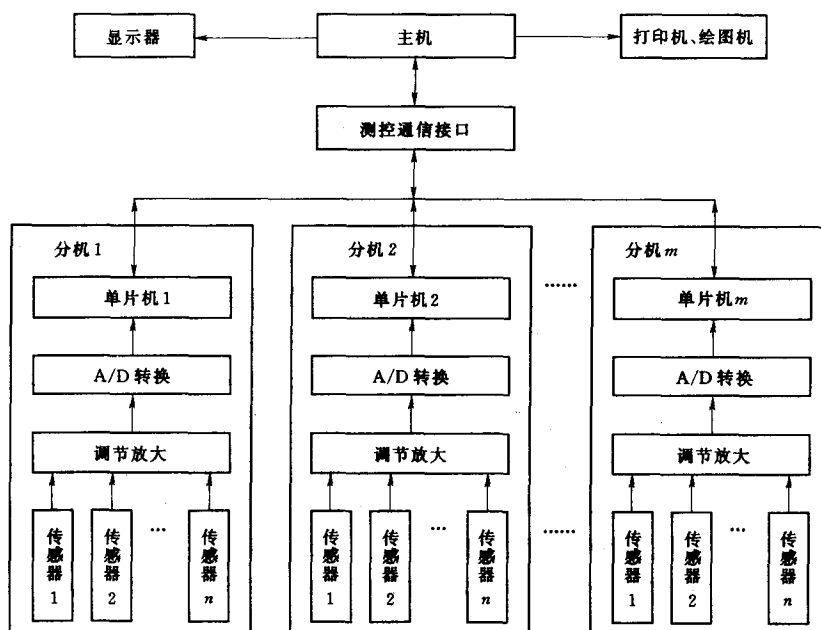


图 2.1 智能检测系统硬件结构

2.1.2.3 下位机间的连接

下位机（即分机）由传感器、调节放大电路、A/D 转换、单片机等部分组成，将它们连接成智能检测系统的基本单元，是决定系统检测性能的重要环节。在智能检测系统中，由于各分机的作用与功能不同，传感器和电路的结构也各不相同。在系统设计时，不可能设计成通用的电路，但各个分机必须符合智能检测系统规定的统一的接口电路。通过接口电路，可以实现分机与主机、分机与其他分机的连接。因此，各分机的接口必须满足统一的电气规格、统一的机械特性、统一的命令系统和统一的编码格式，才能连接起来组成智能检测系统。

2.1.2.4 标准接口系统

接口系统实现计算机与计算机之间、计算机与外部设备之间的连接。配有标准接口的仪器可单独使用，也可作为智能检测系统的分机使用。使用标准接口，可以大大简化智能检测系统的设计与实现，可使智能检测系统在结构上通用化、积木化，增强可扩展性与可缩小性，使用户容易地更改系统的结构与功能。目前标准的接口系统有 IEC—625 系统、