

高等学校教材

智能检测技术与系统

胡向东 徐洋 冯志宇 等编著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

高等学校教材 智能检测技术与系统

胡向东 徐洋 冯志宇 崔屏 张开碧 等 编著

编者：北京... 高等教育出版社，2008.6
ISBN 978-7-04-023927-7

I. ①胡... II. 胡... III. ①自动检测—高等学校—教材 IV. TP274 TP216
中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第070398号

策划编辑：... 责任编辑：... 封面设计：... 版式设计：... 印刷：... 发行：... 地址：... 电话：... 邮编：... 网址：... 电子邮箱：... 印刷厂：... 印刷日期：... 印数：... 定价：...

出版发行	高等教育出版社	地址	北京市西城区德胜大街4号	邮编	100120	电话	010-28781000	网址	http://www.hep.com.cn	电子邮箱	http://www.hep.com.cn
编辑	北京蓝空印刷有限公司	印刷	北京市蓝空印刷有限公司	开本	787×960 1/16	印张	21	字数	390 000	版次	2008年6月第1版
印刷	北京蓝空印刷有限公司	印张	21	字数	390 000	版次	2008年6月第1版	定价	26.30元	网址	http://www.jbdc.com.cn
编辑	北京蓝空印刷有限公司	印刷	北京蓝空印刷有限公司	开本	787×960 1/16	印张	21	字数	390 000	版次	2008年6月第1版

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

高等教育出版社

物料号 23927-00

内容提要

智能检测技术与系统是当前测控领域研究和应用的热点,本书全面系统地介绍了智能检测的实现技术及其最新进展。在结构上分为绪论、非电量检测基础、智能仪器、虚拟仪器、检测仪器接口与总线、图像检测、微弱信号检测、抗干扰技术、信号调理与转换、测量误差与数据处理、智能检测系统和智能检测前沿技术。本书系统性强,重点突出,内容先进、新颖、实用,可读性好。

本书可作为高等院校自动化、测控技术与仪器、电气工程与自动化、机械设计制造及其自动化、计算机应用、通信工程等专业本科生或研究生教材,也可供从事智能检测技术与系统相关领域应用和设计开发的研究人员、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能检测技术与系统/胡向东等编著. —北京:高等教育出版社,2008.6

ISBN 978-7-04-023957-7

I. 智… II. 胡… III. ① 自动检测-高等学校-教材 ② 智能仪器-高等学校-教材 IV. TP274 TP216

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 070298 号

策划编辑 韩颖 责任编辑 曲文利 封面设计 于涛 责任绘图 尹莉
版式设计 马敬茹 责任校对 刘莉 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000
经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市鑫霸印务有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 21
字 数 390 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008年6月第1版
印 次 2008年6月第1次印刷
定 价 26.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23957-00

前 言

检测技术早已渗透到科学研究、工农业生产、环境保护、医学诊断、宇宙开发、海洋探测等极其广泛的领域。随着应用需求的推动和科学技术的快速发展,特别是计算机技术、智能化信息处理技术与自动化和检测技术等深层次融合,智能检测技术与系统正在成长为推动科学技术进步和国民经济发展的一项重要重要的支撑性、引领性技术。

智能检测技术与系统是21世纪检测技术的主要发展方向,本书主要从“智能化”和“系统”的视角来解读检测技术及其最新发展,是作者根据自己多年的教学和科研工作实践,在学习、总结众多国内外有关智能检测技术与系统科学文献基础上,结合当前智能检测技术的最新发展成果编著完成的。本书全面系统地介绍了智能检测的实现技术及其最新进展,在结构上分为绪论、非电量检测基础、智能仪器、虚拟仪器、检测仪器接口与总线、图像检测、微弱信号检测、抗干扰技术、信号调理与转换、测量误差与数据处理、智能检测系统和智能检测前沿技术。本书系统性强,重点突出,内容先进、新颖、实用,文字描述简洁易懂,可读性好,非常容易理解和接受。

本书可作为高等院校自动化、测控技术与仪器、电气工程与自动化、机械设计制造及其自动化、计算机应用、通信工程等专业的本科生或研究生教材,也可供从事智能检测技术与系统相关领域应用和设计开发的研究人员、工程技术人员参考。

本书由胡向东教授组织编著并负责全书的统稿,胡向东、徐洋、冯志宇、崔屏、张开碧、蔡军、彭向华、李学勤等参加了全部或部分内容的撰写、案例总结和资料整理工作。本书作者要特别感谢参考文献中所列各位作者,包括众多未能在参考文献中一一列出资料的作者,正是因为他们各自领域的独到见解和特别的贡献为作者提供了宝贵的参考资料和丰富的写作源泉,使作者能够在总结现有成果基础上,汲取各家之长,形成这本具有自身特色的智能检测技术与系统。上海交通大学电子信息与电气工程学院仪器科学与工程系的蔡萍教授十分认真细致地审阅了本书的全稿并提供了十分宝贵的修改意见和建议,使本书的编著臻于完善并增色不少;高等教育出版社的编辑为本书的高质量出版付出了辛勤劳动,在此一并表示衷心感谢。

本书的编写得到了重庆市科委自然科学基金研究项目(2006BB2430)、重庆市教委科技研究项目(KJ070518)和重庆邮电大学博士基金项目(A2007-03)的

资助,并得到国家“863”高技术研究计划 RFID 重大专题(2006AA04A123)的部分资助。在本书编著期间,作者所领导的“测控技术与仪器教学团队”被评为重庆市级优秀教学团队,所负责建设的“传感器与自动检测技术”课程被评为重庆市级精品课程,作为专业负责人所带头建设的“自动化专业”被列为重庆市特色专业建设点。

智能检测是一门正在快速发展的技术,其“智能性”与“系统性”特征日益强化,涉及的内容丰富、应用广泛。对本书的编著是作者在此领域的一次努力尝试,限于作者的水平 and 学识,书中难免存在疏漏和错误之处,诚望读者批评指正,让更多的读者获益。联系的电子邮箱是:huxd@cqupt.edu.cn。

作者

2008年2月

82	.....	器对组管	章7第
68	.....	组册	1.2
74	.....	表代组器对组管	1.1.5
52	.....	组册组器对组管	2.1.2
32	.....	组册组器对组管	2.1.3
第1章 绪论	.....		1
06	1.1 概述	.....	1
58	1.2 智能检测系统的形成、发展与特点	.....	2
38	1.3 智能检测技术的地位和作用	.....	5
58	1.4 参数检测的智能化方法	.....	6
18	1.5 智能检测装置的主要形式	.....	7
18	思考题与习题	.....	11
第2章 非电量检测基础	.....		12
46	2.1 温度检测	.....	12
78	2.1.1 热电式传感器	.....	12
78	2.1.2 光纤温度传感器	.....	26
17	2.1.3 红外测温仪	.....	28
37	2.1.4 微波测温仪	.....	31
77	2.2 压力检测	.....	32
77	2.2.1 应变式压力计	.....	32
77	2.2.2 压电式压力计	.....	34
87	2.2.3 电容式压力计	.....	38
97	2.2.4 霍尔式压力计	.....	40
08	2.3 流量检测	.....	42
18	2.3.1 电磁流量计	.....	42
28	2.3.2 超声波流量传感器	.....	43
28	2.3.3 光纤旋涡流量传感器	.....	45
28	2.4 物位检测	.....	46
18	2.4.1 电容式液位传感器	.....	46
18	2.4.2 超声波物位传感器	.....	48
18	2.4.3 微波界位计	.....	49
28	2.5 成分检测	.....	50
28	2.5.1 红外线气体分析仪	.....	50
28	2.5.2 半导体式气敏传感器	.....	51
28	思考题与习题	.....	55

第 3 章 智能仪器	56
3.1 概述	56
3.1.1 智能仪器的分类	57
3.1.2 智能仪器的构成	57
3.1.3 智能仪器的功能	58
3.1.4 智能仪器的特点	59
3.1.5 智能仪器的发展	60
3.2 非集成智能仪器	62
3.2.1 实现方式	62
3.2.2 典型应用	62
3.3 集成智能仪器	64
3.3.1 实现方式	64
3.3.2 典型应用	64
3.4 智能仪器的人机接口	66
3.4.1 输入接口	67
3.4.2 输出接口	67
3.5 智能仪器的软件构成	74
思考题与习题	75
第 4 章 虚拟仪器	77
4.1 概述	77
4.1.1 虚拟仪器的概念	77
4.1.2 虚拟仪器的特性	78
4.1.3 虚拟仪器的发展	79
4.2 虚拟仪器的构成	80
4.3 虚拟仪器的软件开发平台	81
4.4 虚拟仪器的关键技术	83
4.4.1 虚拟仪器系统集成	83
4.4.2 虚拟仪器的总线技术	83
4.4.3 虚拟仪器软面板设计技术	84
4.4.4 虚拟仪器驱动程序设计	84
4.5 虚拟仪器的数据采集原理	84
4.6 虚拟仪器的实现实例	85
4.6.1 虚拟仪器设计的基本步骤	85
4.6.2 温度测量系统的硬件设计	86
4.6.3 网络化温度监控系统实现	88

781	思考题与习题	92
第 5 章 检测仪器接口与总线		
841	5.1 串行通信接口	93
841	5.1.1 RS-232C	93
881	5.1.2 可编程串行通信接口 8251A	98
121	5.2 GPIB 接口总线	100
461	5.2.1 GPIB 概述	100
661	5.2.2 GPIB 消息	101
821	5.2.3 GPIB 设备和连接	103
881	5.2.4 GPIB 接口功能	104
881	5.3 VXI 总线	106
721	5.4 通用串行总线(USB)	107
821	5.4.1 USB 概述	107
131	5.4.2 USB 总线的硬件	108
181	5.4.3 USB 的系统结构	109
651	5.4.4 USB 的编码方案	110
851	5.4.5 USB 的数据格式	110
851	5.4.6 USB 的标识码	114
851	5.4.7 USB 接口设计实例	114
751	5.5 现场总线	118
751	5.5.1 概述	118
851	5.5.2 现场总线的含义	118
251	5.5.3 现场总线的特点与优势	119
081	5.5.4 现场总线的通信协议	121
081	5.5.5 现场总线的网络拓扑结构	122
981	5.5.6 现场总线的数据通信模式	123
781	5.5.7 典型的现场总线简介	123
981	思考题与习题	127
第 6 章 图像检测		
801	6.1 概述	128
801	6.2 图像采集	129
881	6.2.1 CCD 的工作原理	130
801	6.2.2 CCD 固体图像传感器的分类	133
908	6.2.3 基于 CCD 的图像采集系统	135
108	6.3 图像处理	137

59	6.3.1 图像的数字化	137
60	6.3.2 图像的平滑和滤波	139
68	6.3.3 图像的分割	142
69	6.3.4 图像的特征选择与提取	149
20	6.4 图像检测结论的智能推断方法	150
001	6.4.1 BP神经网络	151
001	6.4.2 BP神经网络法测温标定模型	154
101	思考题与习题	155
	第7章 微弱信号检测	156
101	7.1 概述	156
301	7.2 噪声	156
701	7.2.1 噪声的类型	157
701	7.2.2 噪声的度量	159
801	7.3 微弱信号检测方法	161
901	7.3.1 相关检测法	161
011	7.3.2 同步积累法	170
011	思考题与习题	175
	第8章 抗干扰技术	176
111	8.1 干扰的危害	176
311	8.2 干扰的来源	177
311	8.2.1 内部干扰	177
311	8.2.2 外部干扰	178
611	8.3 干扰的耦合方式	178
131	8.4 干扰的抑制方法	180
231	8.4.1 抗干扰设计的基本原则	180
331	8.4.2 硬件抗干扰	182
631	8.4.3 软件抗干扰	187
731	思考题与习题	192
	第9章 信号调理与转换	193
831	9.1 信号放大	193
931	9.1.1 运算放大器	193
031	9.1.2 仪用放大器	196
331	9.1.3 程控增益放大器	198
631	9.1.4 隔离放大器	202
731	9.2 信号滤波	204

878	9.2.1 滤波器的分类	204
878	9.2.2 模拟滤波器	205
878	9.3 信号转换	210
878	9.3.1 A/D 转换	210
878	9.3.2 D/A 转换	221
878	9.3.3 电压/电流转换	225
878	9.3.4 电流/电压转换	226
878	9.3.5 电压/频率转换	227
878	9.3.6 频率/电压转换	229
878	9.4 调制与解调	230
878	9.4.1 连续波调制与解调	230
878	9.4.2 脉冲波调制与解调	239
878	思考题与习题	242
	第 10 章 测量误差与数据处理	243
878	10.1 测量误差	243
878	10.1.1 测量误差的表示方法	243
878	10.1.2 误差的性质	244
878	10.1.3 精度	245
878	10.2 测量误差的数据处理方法	246
878	10.2.1 粗大误差的处理准则	246
878	10.2.2 随机误差的统计处理	247
878	10.2.3 系统误差的判别与处理	251
878	10.2.4 不等精度测量的权与误差	252
878	10.2.5 测量误差的合成	253
878	10.2.6 测量误差的分配	254
878	10.2.7 最小二乘法与回归分析	255
878	10.3 测量不确定度	258
878	思考题与习题	261
	第 11 章 智能检测系统	263
	11.1 智能检测系统的组成	263
	11.1.1 数据采集系统	263
	11.1.2 输入输出通道	271
	11.1.3 智能检测系统中的软件	272
	11.2 智能检测系统的设计	275
	11.2.1 系统需求分析	276

103	11.2.2	系统总体设计	276
203	11.2.3	采样速率的确定	277
013	11.2.4	硬件设计	277
013	11.2.5	软件设计	278
133	11.2.6	系统集成与维护	278
232	11.3	典型智能检测系统举例	278
332	11.3.1	智能温度测量系统	278
432	11.3.2	智能机器人	281
032	11.4	智能检测系统的发展	284
083		思考题与习题	287
	第 12 章	智能检测前沿技术	288
083	12.1	软测量技术	288
143	12.1.1	概述	288
312	12.1.2	软测量的方法	289
242	12.1.3	软测量的意义及其适用条件	294
342	12.2	多传感器信息融合	295
442	12.2.1	概述	295
542	12.2.2	信息融合的基本原理	298
642	12.2.3	信息融合的方法	304
842	12.2.4	信息融合系统的应用	307
742	12.3	无线传感器网络	308
132	12.3.1	传感器网络体系结构	309
232	12.3.2	传感器结点体系结构	310
332	12.3.3	无线传感器网络的特点	310
432	12.3.4	无线传感器网络信息获取关键技术	312
532	12.3.5	无线传感器网络的应用	315
632		思考题与习题	316
	参考文献		317
	附录		319
632		附录 A 智能检测系统	319
732		附录 B 智能检测系统	319
832		附录 C 智能检测系统	319
932		附录 D 智能检测系统	319
032		附录 E 智能检测系统	319
132		附录 F 智能检测系统	319
232		附录 G 智能检测系统	319
332		附录 H 智能检测系统	319
432		附录 I 智能检测系统	319
532		附录 J 智能检测系统	319
632		附录 K 智能检测系统	319
732		附录 L 智能检测系统	319
832		附录 M 智能检测系统	319
932		附录 N 智能检测系统	319
032		附录 O 智能检测系统	319
132		附录 P 智能检测系统	319
232		附录 Q 智能检测系统	319
332		附录 R 智能检测系统	319
432		附录 S 智能检测系统	319
532		附录 T 智能检测系统	319
632		附录 U 智能检测系统	319
732		附录 V 智能检测系统	319
832		附录 W 智能检测系统	319
932		附录 X 智能检测系统	319
032		附录 Y 智能检测系统	319
132		附录 Z 智能检测系统	319

第1章 绪论

1.1 概述

检测技术是人类在认识自然和改造自然的过程中,离不开检测技术以实现对信息的把握。一方面,人们利用已知的规律对观测、试验的结果进行概括、推理,从而对所研究的对象取得定量的数据并发现它的规律性,然后上升为理论;另一方面,理论研究成果需要通过实验或观测以验证其正确性。检测技术与仪器是人们认识世界的方法与工具,是现代科学技术和工业生产的重要组成部分。远古时代的商品交换,促成了最初的度、量、衡具的出现,现代的人类基因组测定、原子迁移等现代科技成果的实现更是以精密检测仪器为基础的。检测仪器扩大了人的视野、听觉和触觉,使人们可以间接感知五官所不能感知的事物,成为科学研究的工具和重要的技术基础。历史经验表明,现代化检测手段所达到的水平很大程度上决定了科学研究的深度和广度,从某种意义上讲,没有现代检测技术就没有现代的科学发展和现代的科技成就。

现在,检测技术早已渗透到科学研究、工业生产、环境保护、资源调查、医学诊断、生物工程、宇宙开发、海洋探测甚至文物保护等极其广泛的领域,在发展国民经济、推动社会进步方面起到了极为重要的作用,而且随着人类认识范围的扩大,这种作用将愈加重要。现代任何生产过程都可以看做物流、能量流和信息流的结合,其中信息流是控制和管理物流和能量流的依据,而生产过程中的各种信息,例如物料的物理属性信息、设备的状态信息、能耗信息等都必须通过适宜的检测方法和检测设备获取,将检测到的信息经过分析、判断和决策,得出相应的控制指令,用于指示和驱动执行机构实现过程控制。随着生产设备机械化、自动化水平的提高,控制对象日益复杂;由于系统中表征设备工作状态的状态参数多、参数变化快、子系统不确定性大等特点,从而使人们对检测技术的要求不断提高;同时,科学技术的新发现、新成果和智能化方法不断地应用于检测技术中,促进了智能检测技术与系统的发展。

1.2 智能检测系统的形成、发展与特点

科学发展观的核心是“以人为本”，随着“以人为本”的应用需求的推动，智能检测技术与系统已成为当前检测技术与系统发展的主流方向。所谓“智能”是一种能随外界条件的变化自主确定正确应对行动的能力，即智能是随外界条件的变化自动而正确地进行分析判断和决策的能力，这有助于减少或不需要人的参与而使其能从事更具创造性的劳动。例如，在炎热的夏天或寒冷的冬天，人们回到家后空调会很快自动开启，这就是智能空调，它可以根据房间内是否有人和人数的变化确定空调的开、关或运行状态；人在房间内活动时，灯具会自动调节其明暗程度，而人离开房间后，灯具会自动地熄灭；如此等等。这就是“智能家居”的概念，将能应对环境变化的信息自动获取与利用有机结合起来，体现出“智能”特征。所谓系统，是按照某种规则或要求组织起来的，具有某种功能，并能与外界进行信息交换的集合体。智能检测系统应当包含测量、检验、故障诊断、信息处理和决策输出等多项内容，是检测设备模仿测量专家完成信息检测与综合处理的现代化检测系统。智能检测系统充分开发利用了计算机资源，在人工最少参与的前提下尽量以软件实现系统功能。目前，典型的智能检测系统包括以单片机为核心的智能仪器和以PC机为核心的自动测试系统。

从信息科学的角度来看，信息技术的发展可以分为“信息化”、“自动化”、“最优化”、“智能化”四个层次。“信息化”是把客观事物模型化、抽象化，用计算机可以识别的编码表示事物，以便于数据的存储和处理。“自动化”则是按照一定的逻辑顺序或规则进行重复的处理。“最优化”是按照某一个或几个预定的目标，通过一定的算法求出使目标函数最大或最小的解答。而“智能化”则应包括理解、推理、判断、分析等一系列功能，是数值逻辑与知识的综合分析能力。

检测系统的智能化归功于计算机技术的发展。电子计算机的出现为现代智能检测系统(Intelligent Measuring System)的发展提供了有效的手段，1971年，美国Intel公司研究出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处理成为现实；微电子技术，特别是微计算机技术、嵌入式系统等的迅猛发展，使检测仪器在测量过程自动化、测量结果的智能化处理和仪器功能仿人化等方面都取得了巨大的进展。总体上说，检测技术与系统的智能化可分为三个层次，即初级智能化、中级智能化及高级智能化。

一、初级智能化

初级智能化只是把微处理器或微型计算机与传统的检测方法结合起来，它

的主要特征是:① 实现数据的自动采集、存储与记录。② 利用计算机的数据处理功能进行简单的测量数据的处理。例如,进行被测量的单位换算和传感器非线性补偿;利用多次测量和平均化处理消除随机噪声干扰,提高测量精度。③ 采用按键式面板通过按键输入各种参数及控制信息。

二、中级智能化

中级智能化是检测系统或仪器具有部分自治功能,它除了具有初级智能化的功能外还具有自动校正、自补偿、自动量程转换、自诊断、自学习功能,具有自动进行指标判断及进行逻辑操作、极限控制及程序控制的功能。目前大部分智能仪器或智能检测系统属于这一类。

三、高级智能化

高级智能化是检测技术与人工智能原理的结合,利用人工智能的原理和方法改善传统的检测方法,其主要特征为:① 有知识处理功能。利用领域知识和经验知识通过人工神经网络和专家系统解决检测中的问题,具有特征提取、自动识别、故障消除和决策能力。② 有多维检测和数据融合功能,可实现检测系统的高度集成并通过环境因素补偿提高检测精度。③ 具有“变尺度窗口”。通过动态过程参数预测,可自动实时调整增益与偏置量,实现自适应检测。④ 具有网络通信和远程控制功能,可实现分布式测量与控制。⑤ 具有视觉、听觉等高级检测功能。例如德国 PTB 的坐标测量机和意大利的专家坐标测量机是具有部分高级智能的坐标测量机,可以根据被测零件图纸自行确定测量策略,自动实现编程和测量方案优化,实现信息自动化和决策智能化。智能坐标测量机具有 CAD 文件特征识别系统、零件位置识别系统、测量路径规划系统和数据库、知识库及人机交互接口。CAD 文件特征识别系统根据 CAD 设计图形文件提取测量信息,生成零件定义模型。零件位置识别系统利用计算机视觉处理零件图像,完成零件在测量机中的位姿测量,建立零件坐标系。测量路径规划系统根据坐标测量机知识库的知识自动规划测量顺序、选择测头及附件、设计测量点分布。系统采用统一的数据结构、统一的数据库便于数据的传输和数据库、知识库的维护。

智能检测系统从系统的角度出发,将被测对象看做具有复杂内部组成的系统,通过构筑智能化、多方位的测量、处理、分析部件,完成对被测对象高速度、高精度度、多参数、多功能的测试任务。智能检测系统具有以下特点。

1. 测量过程软件控制

智能检测系统可实现自稳零放大、自动极性判断、自动量程切换、自动报警、过载保护、非线性补偿、多功能测试和自动巡回检测。这些功能的实现都以计算机为平台,采用软件控制和实现。测量过程的软件控制可以提高检测系统的可

靠性和自动化程度。

2. 高度的灵活性

传统的硬件检测系统,生产工艺复杂,参数分散性较大,每次更改都牵涉到元器件和仪器结构的改变。智能检测系统以软件为工作核心,开发、修改、复制都较容易,功能和性能指标更改方便,具有高度的灵活性。

3. 测量速度快

高速测量是智能检测系统追求的目标之一。测量速度是指从测量开始,经过信号放大、整形滤波、数据处理和结果输出的全过程所需的时间。随着电子技术的迅猛发展,高速 A/D 转换、高速计算机数据处理、高速显示、高速打印、高速绘图设备不断出现,这些都为智能检测系统的快速检测提供了条件。

4. 智能化功能强

智能检测系统典型的智能功能包括:

(1) 测量自主选择功能
智能检测系统能够实现量程转换、信号通道和采样方式的自动选择,使系统具有对被测对象的最优化跟踪检测能力。

(2) 智能化数据处理功能
智能化数据处理是智能检测系统最突出的特点。智能检测系统中的计算机可以方便地用软件实现线性处理、算术平均值处理、数据融合计算、快速傅里叶变换、相关分析等各种信息处理功能,因此,智能检测系统可用软件对测量结果进行及时、在线的处理,提高测量精度。另一方面,智能检测系统可以对测量结果进行再加工,获得并提供更多、更可靠的高质量信息。

(3) 多参数检测与信息融合功能
智能检测系统配备多个测量通道,可以由计算机对多路测量通道进行高速扫描采样。因此,智能检测系统可以对多种测量参数进行检测。在进行多参数检测的基础上,依据各路信息的相关特性,可以实现多传感器信息融合,从而提高检测系统的准确性、可靠性和容错性。

(4) 故障自诊断功能
智能检测系统结构复杂,功能较多,系统本身的故障诊断尤为重要。系统可以根据检测通道的特性和计算机本身的自诊断能力,检查各单元故障,显示故障部位、故障原因和应采取的故障排除方法。

(5) 其他智能功能

智能检测系统还可以具备人机对话、自校准、打印、绘图、通信、专家知识查询和控制输出等智能功能。

由此可见,以计算机为信息处理核心的智能检测系统具有较强的智能功能,可以满足不同应用的需要。

1.3 智能检测技术的地位和作用

随着人类社会进入信息时代,信息在人类社会生活中的作用显得越来越重要,智能检测技术是帮助人们获取信息的基本方法和途径。衡量一个国家的现代化水平很大程度上要看其工农业生产和现代服务业等所能达到的自动化水平,而自动化水平是用检测、控制仪表的种类、数量和智能化程度来衡量的。科技越发达,自动化水平越高,对智能检测技术的依赖也就越强烈。智能检测技术的重要地位和作用主要体现在以下四个方面。

一、智能检测技术是实现产品检验和质量控制的重要手段

智能检测技术使检测和生产加工同时进行,能够及时、主动地用检测结果对生产过程进行控制,使之适应生产条件的变化或自动地调整到最佳状态,从而实现质量控制的目的。例如,在机械制造过程中,为了保证加工零件的质量而进行的材质检测、缺陷检测、尺寸及表面质量检测等。

二、智能检测技术有助于更好地监测系统安全经济运行

确保系统的正常运行在国民经济中具有重大的意义。通常设置监测系统对温度、压力、流量、转速、振动和噪声等多种参数进行长期动态监测,以便及时发现异常情况,加强故障预防,达到早期诊断的目的。这有助于避免严重的突发事件,保证设备和人员的安全,提高经济效益。即使设备发生故障,也可从监测系统提供的数据找出故障原因,缩短检修周期,提高检修质量。随着计算机技术的发展,这类监测系统已发展为智能故障自主诊断系统,即采用计算机来处理检测信息,进行分析、判断,及时诊断出设备故障并自动报警或采取相应的处理对策。

例如,为了保证机电设备安全可靠地运行,经常要求对主要参数进行监测,如对电源电压、电机功耗或负载电流、润滑油温度的监测等,其目的是防止过载造成损坏,这是一种保护性检测。但是随着预防性维修的发展,对一些大型关键设备要求进行以故障诊断为目的的状态检测。例如,利用检测振动信号监视动力机械轴承或齿轮的故障,并通过频率分析确定故障的部位,区分出轴承内环、外环或滚珠的故障;数控加工机床可利用切削力信号、振动信号或声发射信号监测刀具的工作状态,当刀具破损或发生严重磨损时,及时发出报警。

三、智能检测技术是综合自动化系统不可缺少的组成部分

自动化就是用各种技术工具与方法代替人来完成检测、分析、判断和控制工

作。一个综合自动化系统通常由多个环节组成,分别完成信息获取、信息转换、信息处理、信息传送、控制决策和信息综合利用等功能。在实现自动化的过程中,信息的获取与转换是其重要的组成环节,只有精确及时地将被控对象的各项参数检测出来并转换成易于传送和处理的信号,整个系统才能正常地工作。因此,智能检测技术及装置是综合自动化系统中不可缺少的组成部分。

四、智能检测技术是推动现代科学技术进步的重要手段

俄罗斯著名科学家门捷列夫曾说:“科学自测量开始,没有测量,便没有精密的科学。”这句话高度概括了测量对科学的意义。智能检测技术的应用是现代科学技术研究的前提条件和基本特征,检测技术达到的智能化水平越高,获取的信息越丰富、精确、可靠,科学研究取得突破性进展的可能性就越大,如我国最新实施的“嫦娥探月工程”就涉及众多智能检测与控制技术的应用。智能检测技术是推动现代科学技术进步的重要手段,智能检测技术与现代化生产和科学技术的密切联系,使它成为一门十分活跃的技术学科,发挥着越来越重要的作用。

1.4 参数检测的智能化方法

参数检测智能化的水平和实现方法因检测对象、检测要求和应用环境的不同而异。不同的检测应用对智能化水平的要求也不相同,片面追求高智能化可能会增加不必要的系统开发成本与维护费用。因此检测系统智能化功能的确定应根据参数检测的目标要求与应用环境而定。对检测精度要求较高、自动化水平较高或在环境恶劣条件下工作的检测系统,其智能化水平要求相应较高;在一般的检测系统中,则可以采用较初级或简洁的智能化实现,以提高性能价格比。

参数检测的智能化方法大致可以分为两类:一类是传感信号处理方法;一类是以知识为基础的决策处理方法。智能检测系统往往是这两种方法的混合。图1.1给出了智能检测系统功能框图。传感信号处理系统以传感信号调理为主,主要通过硬件和软件实现;敏感元件感受被测参数,经信号调理电路实现量程自动切换、自校正、自补偿等功能。知识处理系统涉及知识库、数据库与推理机,利用显式或隐式存储知识及数据,通过专家系统、人工神经网络、模式识别等人工智能的方法,实现环境识别处理和信息融合,从而达到高级智能化水平。

智能传感器通常是传感器与信号调理器和微处理器的集成,因此其智能化主要是用传感信号处理方法实现的,采用硬件方式实现传感器本身的性能补偿和优化,一般还不能实现整个仪器的补偿和智能化。

智能仪器和虚拟仪器是从不同的思路实现仪器与微处理器融合的两种方