



全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

校级精品课
配套教材

传感器与检测技术 项目式教程

◎ 陈晓军 主编

◎ 蒋琦娟 副主编

◎ 贲礼进 主审

- 测量数据处理
- 传感器认知及选用
- 电阻电桥电路设计
- 压力检测
- 速度检测
- 温度检测
- 现代检测系统设计
- 物联网系统及应用
- 位移检测
- 物位检测
- 环境量检测



- ◆ 以培养职业岗位应用技能为目标，以常见物理量检测为主线，采用项目化教学方式设置课程内容
- ◆ 每个项目任务均选自工业生产和实际生活实践，具有较强的代表性、实用性和可操作性
- ◆ 设置有8个项目、22个任务，注重传感器性能和选用等技能培养，易于安排教学
- ◆ 配有免费的电子教学课件、练习题参考答案和精品课网站，详见前言



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

校级精品课
配套教材

传感器与检测技术 项目式教程

陈晓军 主 编

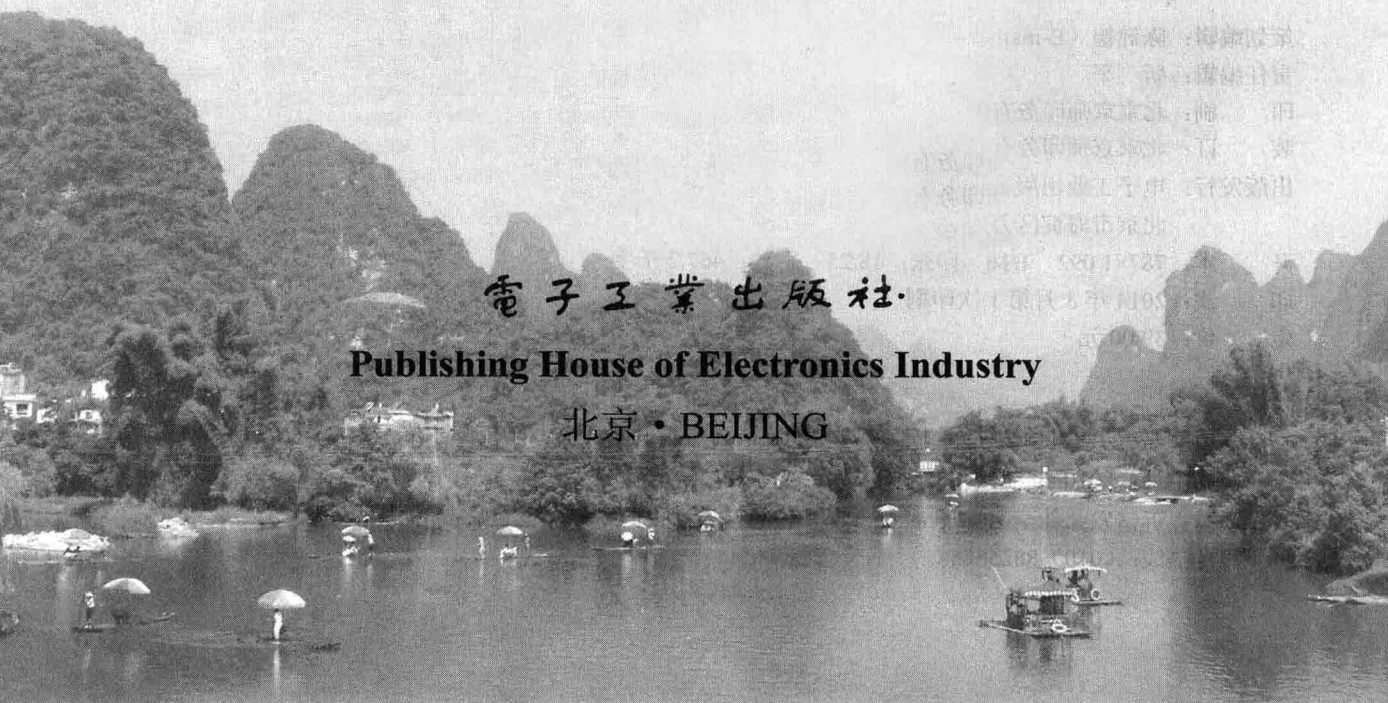
蒋琦娟 副主编

贲礼进 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



内 容 简 介

本书根据教育部最新的教学改革要求,结合专业建设和课程改革成果进行编写。本书以工业生产中的参数检测为主线,采用项目引导、任务驱动的形式,着重体现“学做合一”的职业教育理念。全书共分为8个项目22个任务,主要内容包括检测技术基础、压力检测、位移检测、速度检测、物位检测、温度检测、环境量检测及检测技术综合应用。通过项目任务的实施和测量电路调试,介绍常见物理量的检测方法和传感器的基本原理、参数性能及应用电路设计技巧等。本书内容由工业生产和实际生活中的应用实例引入,注重传感器的性能和选用等方面的技能培养,理论以够用为度,减少复杂公式的推导,实例参考电路具有较强的操作性,易于安排教学。

本书体系新颖、内容丰富、图文并茂、实用性突出,可作为高职高专院校自动化类、机电类、电子信息类、仪器仪表类、机械制造类等专业的教材,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、开放大学、中职学校和培训班的教材,以及工程技术人员的参考工具书。

本书配有免费的电子教学课件、练习题参考答案和精品课网站,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

传感器与检测技术项目式教程 / 陈晓军主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.3

全国高职高专院校规划教材. 精品与示范系列

ISBN 978-7-121-22415-7

I. ①传… II. ①陈… III. ①传感器—检测—高等职业教育—教材 IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 015296 号

策划编辑: 陈健德 (E-mail: chenjd@phei.com.cn)

责任编辑: 靳 平

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 18.25 字数: 467.2 千字

印 次: 2014 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

职业教育 继往开来 (序)

我国经济在 21 世纪快速发展以来, 各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高, 教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说, 近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下, 高职院校以服务为宗旨、以就业为导向, 开展工学结合与校企合作, 进行了较大范围的专业建设和课程改革, 涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下, 逐步加大校内生产性实训比例, 引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下, 教学以育人为目标, 以掌握知识和技能为根本, 克服了以学科体系进行教学的缺点和不足, 为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位, 为行业教育事业的改革和发展, 为实施“科教兴国”战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社, 具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验, 有义务和能力与广大的高职院校密切合作, 探索创新职业教育的新方法, 出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作, 在职业教育新的教学模式下, 将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”, 具有以下几个突出特点, 特向全国的职业教育院校进行推荐。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市区评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确, 并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验, 能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计, 能够把握创新型教材的出版方向。

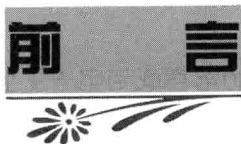
(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础, 体现“重点突出、实用为主、够用为度”的原则, 采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置, 项目实例较多, 应用范围较广, 图片数量较大, 还引入了一些经验性的公式、表格等, 文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性, 对全国许多职业教育院校具有较大的适用性, 同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点, 本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容, 有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程, 也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点, 为教材配备了相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革, 创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务, 殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议和撰写精品教材(联系邮箱:chenjd@phei.com.cn, 电话:010-88254585), 共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

中国电子教育学会



随着工业自动化技术的迅猛发展,传感器与检测技术得到了越来越广泛的应用,各高职院校逐渐将本课程作为自动化类、机电类、电子信息类、仪器仪表类、机械制造类等专业的专业课程。传感器与检测技术是一门多学科融合的技术,编者根据教育部最新的教学改革要求,结合多年的专业建设和课程改革实践与成果,以培养技能应用型人才为目标,采用项目引导、任务驱动的形式编写了本书。

本书着重体现“学做合一”的职业教育理念,注重传感器性能、选用等方面的技能培养,同时广泛参考和吸取国内外优秀教材的特点,体现“淡化理论,够用为度,培养技能,重在运用”的指导思想,由工业生产和实际生活中的应用实例引入,精简理论知识和公式推导,重点突出实用技术的掌握和运用。全书共分为8个项目:项目1介绍检测技术基础知识;项目2~项目7介绍常用物理量的检测方法和各传感器的典型应用;项目8介绍检测技术综合应用技能。每个项目设有多个任务,并配有一定量的思考与练习题,以供学生复习、巩固所学内容。

每个项目任务均选自工业生产和实际生活实践,具有较强的代表性和实用性,包括“任务描述”、“相关知识”、“任务实施”和“知识拓展”4个栏目,以常见物理量的检测为主线,介绍传感器的工作原理、类型、测量电路和具体应用方法。任务的设计和实施主要从传感器选型、测量电路设计和模拟调试三个环节完成,有较强的指导性和可操作性,易于安排教学,能够有效提高学生的传感器实际应用技能。

本书体系新颖、内容丰富、图文并茂、实用性突出,可作为高职高专院校传感器与检测技术课程的教材,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、开放大学、中职学校和培训班的教材,以及工程技术人员的参考工具书。

本书由江苏城市职业学院陈晓军副教授任主编并统稿,蒋琦娟任副主编。具体编写分工为:陈晓军编写项目1、5、6、8;朱云开编写项目2和3;李雪峰编写项目4和7;其中,刘宪鹏编写任务1.3和4.1,蒋琦娟编写任务2.3和8.2,季建华参与部分插图的绘制。本书由南通纺织职业技术学院贲礼进研究员主审。在编写过程中得到黄道华高工和张鹰副教授的指导,同时还参阅了同行专家们的论文著作及文献和相关网络资源,在此一并真诚致谢。

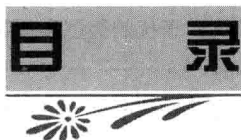
限于编者的学识水平和实践经验,书中不妥之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

为了方便教师教学,本书还配有免费的电子教学课件、练习题参考答案,请有此需要的教师登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)免费注册后再进行下载,有问题

时请在网站留言或与电子工业出版社联系 (E-mail: hxedu@phei.com.cn)。读者也可通过该精品课网站 (<http://jpkc.jscvc.cn/course/CourseSite.htm?id=1fd27f87-68f5-4e00-9cd2-09f68375c621>) 浏览和参考更多的教学资源。

编 者





项目 1 检测技术基础	(1)
教学导航	(1)
项目背景	(2)
任务 1.1 测量数据处理	(2)
任务描述	(2)
相关知识	(2)
1.1.1 检测及自动检测系统	(2)
1.1.2 测量及测量方法	(4)
1.1.3 测量误差及分析	(5)
1.1.4 测量数据处理	(8)
任务实施	(8)
知识拓展	(9)
1.1.5 测量误差的估计和校正	(9)
1.1.6 测量结果的数学处理	(11)
任务 1.2 传感器认知及选用	(11)
任务描述	(12)
相关知识	(12)
1.2.1 传感器的定义和组成	(12)
1.2.2 传感器的分类	(13)
1.2.3 传感器的基本特性	(14)
1.2.4 传感器的选用	(17)
任务实施	(18)
知识拓展	(18)
1.2.5 传感器中弹性元件形式	(18)
1.2.6 传感器的命名与代号	(21)
任务 1.3 电阻电桥电路设计	(22)
任务描述	(23)
相关知识	(23)
1.3.1 电桥电路	(23)
1.3.2 调制电路	(26)
1.3.3 滤波电路	(27)
任务实施	(31)
知识拓展	(32)

1.3.4 干扰的类型和抑制措施	(32)
项目小结	(35)
思考与练习 1	(35)
项目 2 压力检测	(38)
教学导航	(38)
项目背景	(39)
任务 2.1 重量检测	(39)
任务描述	(39)
相关知识	(39)
2.1.1 电阻应变片的原理及类型	(40)
2.1.2 应变片的主要特性	(42)
2.1.3 应变式传感器测量电路	(44)
任务实施	(44)
知识拓展	(46)
2.1.4 电阻应变式传感器的温度误差及补偿方法	(46)
2.1.5 电阻应变式传感器的典型应用	(47)
任务 2.2 汽车发动机吸气压力检测	(51)
任务描述	(51)
相关知识	(51)
2.2.1 半导体材料的压阻效应	(51)
2.2.2 压阻式传感器的结构与特性	(52)
2.2.3 压阻式传感器的测量电路	(53)
任务实施	(54)
知识拓展	(55)
2.2.4 压阻式传感器的典型应用	(55)
2.2.5 电位器式传感器及其应用	(56)
任务 2.3 大气压检测	(58)
任务描述	(59)
相关知识	(59)
2.3.1 压电式传感器的工作原理	(59)
2.3.2 压电材料	(61)
2.3.3 压电式传感器的测量电路	(63)
任务实施	(66)
知识拓展	(68)
2.3.4 玻璃破碎报警装置	(68)
2.3.5 压电式振动加速度传感器	(68)
2.3.6 压电式测力传感器	(69)
项目小结	(70)
思考与练习 2	(70)

项目 3 位移检测	(72)
教学导航	(72)
项目背景	(73)
任务 3.1 电机转轴直径的检测	(73)
任务描述	(73)
相关知识	(74)
3.1.1 自感式传感器	(74)
3.1.2 差动变压器式传感器	(81)
任务实施	(85)
知识拓展	(86)
3.1.3 自感式传感器的典型应用	(86)
3.1.4 差动变压器式传感器的典型应用	(88)
任务 3.2 金属表面镀膜厚度测量	(90)
任务描述	(90)
相关知识	(91)
3.2.1 电涡流式传感器工作原理	(91)
3.2.2 电涡流式传感器基本特性	(93)
3.2.3 电涡流式传感器测量电路	(94)
任务实施	(96)
知识拓展	(97)
3.2.4 电涡流式传感器典型应用	(97)
任务 3.3 数控机床工作台位移检测	(99)
任务描述	(99)
相关知识	(99)
3.3.1 光栅的基本结构	(99)
3.3.2 光栅式传感器工作原理	(101)
3.3.3 光栅辨向及细分	(102)
任务实施	(104)
知识拓展	(106)
3.3.4 光栅数显表及应用	(106)
项目小结	(108)
思考与练习 3	(109)
项目 4 速度检测	(111)
教学导航	(111)
项目背景	(112)
任务 4.1 动感单车速度检测	(112)
任务描述	(112)
相关知识	(113)
4.1.1 霍尔传感器工作原理	(113)

4.1.2 霍尔传感器基本测量电路	(116)
4.1.3 霍尔集成传感器	(118)
4.1.4 霍尔元件的误差及其补偿	(120)
任务实施	(121)
知识拓展	(123)
4.1.5 其他霍尔传感器的工作原理	(123)
任务 4.2 机床主轴转速检测	(125)
任务描述	(125)
相关知识	(125)
4.2.1 增量式编码器	(126)
4.2.2 绝对式编码器	(128)
4.2.3 光电编码器测速	(132)
任务实施	(133)
知识拓展	(135)
4.2.4 转盘工位编码原理	(135)
4.2.5 交流伺服电动机控制原理	(136)
任务 4.3 直流电机转速检测	(137)
任务描述	(137)
相关知识	(137)
4.3.1 光纤结构及其传光原理	(137)
4.3.2 光纤传感器的分类	(140)
4.3.3 光纤传感器的工作原理	(141)
任务实施	(143)
知识拓展	(144)
4.3.4 光纤传感器测液位	(144)
4.3.5 光纤传感器测温	(145)
项目小结	(146)
思考与练习 4	(146)
项目 5 物位检测	(148)
教学导航	(148)
项目背景	(149)
任务 5.1 汽车油箱油位检测	(149)
任务描述	(149)
相关知识	(150)
5.1.1 电容传感器的工作原理	(150)
5.1.2 电容传感器的类型及特性	(151)
5.1.3 电容传感器的测量电路	(154)
5.1.4 电容传感器应用中的注意事项	(159)
任务实施	(161)

知识拓展.....	(162)
5.1.5 电容传感器其他参数测量.....	(162)
任务 5.2 液化气罐液位检测.....	(165)
任务描述.....	(165)
相关知识.....	(165)
5.2.1 声波与超声波.....	(165)
5.2.2 超声波的传播特性.....	(166)
5.2.3 超声波传感器.....	(169)
5.2.4 超声波物位传感器.....	(170)
任务实施.....	(172)
知识拓展.....	(174)
5.2.5 超声波其他参数测量.....	(174)
项目小结.....	(177)
思考与练习 5.....	(178)
项目 6 温度检测.....	(179)
教学导航.....	(179)
项目背景.....	(180)
任务 6.1 冶金加热炉温度检测.....	(180)
任务描述.....	(180)
相关知识.....	(181)
6.1.1 热电偶的工作原理.....	(181)
6.1.2 热电偶的结构及类型.....	(184)
6.1.3 热电偶的温度补偿.....	(188)
6.1.4 热电偶的实用测温电路.....	(191)
任务实施.....	(193)
知识拓展.....	(194)
6.1.5 与热电偶配套的仪表.....	(194)
任务 6.2 汽车空调温度控制器设计.....	(196)
任务描述.....	(196)
相关知识.....	(196)
6.2.1 金属热电阻.....	(197)
6.2.2 半导体热敏电阻.....	(198)
6.2.3 测量与转换电路.....	(200)
任务实施.....	(201)
知识拓展.....	(202)
6.2.4 基于金属热电阻的流量检测.....	(202)
6.2.5 基于热敏电阻的电机过载保护.....	(203)
任务 6.3 红外体温计设计.....	(203)
任务描述.....	(203)

相关知识.....	(204)
6.3.1 红外辐射.....	(204)
6.3.2 红外探测器.....	(205)
6.3.3 红外体温计的工作原理.....	(206)
任务实施.....	(207)
知识拓展.....	(208)
6.3.4 红外自动干手器工作原理.....	(208)
6.3.5 红外线气体分析仪工作原理.....	(209)
项目小结.....	(210)
思考与练习 6.....	(211)
项目 7 环境量检测	(212)
教学导航.....	(212)
项目背景.....	(213)
任务 7.1 有毒气体浓度检测.....	(213)
任务描述.....	(213)
相关知识.....	(214)
7.1.1 半导体气敏传感器.....	(214)
7.1.2 气敏传感器的主要特性参数.....	(217)
7.1.3 气敏传感器的应用.....	(217)
7.1.4 气敏传感器的选用原则.....	(218)
任务实施.....	(218)
知识拓展.....	(219)
7.1.5 酒精检测报警器工作原理.....	(219)
7.1.6 家用煤气(CO)安全报警器工作原理.....	(220)
7.1.7 火灾烟雾报警器工作原理.....	(221)
任务 7.2 蔬菜大棚湿度检测.....	(221)
任务描述.....	(221)
相关知识.....	(222)
7.2.1 湿度.....	(222)
7.2.2 湿敏传感器的性能.....	(223)
7.2.3 常用的湿敏传感器.....	(225)
任务实施.....	(228)
知识拓展.....	(230)
7.2.4 浴室镜面水汽清除器工作原理.....	(230)
7.2.5 婴儿尿湿报警电路工作原理.....	(231)
任务 7.3 公路夜间电子路标.....	(231)
任务描述.....	(231)
相关知识.....	(232)
7.3.1 光电效应及参数.....	(232)

7.3.2 光电器件·····	(234)
7.3.3 光电传感器·····	(238)
任务实施·····	(238)
知识拓展·····	(240)
7.3.4 火焰探测报警器工作原理·····	(240)
7.3.5 光电式纬线探测器工作原理·····	(240)
7.3.6 燃气器具的点火控制·····	(241)
项目小结·····	(241)
思考与练习 7·····	(242)
项目 8 检测技术综合应用 ·····	(244)
教学导航·····	(244)
项目背景·····	(245)
任务 8.1 简易智能电动小车·····	(245)
任务描述·····	(245)
相关知识·····	(247)
8.1.1 现代检测系统·····	(247)
8.1.2 现代检测系统设计·····	(250)
任务实施·····	(251)
知识拓展·····	(257)
8.1.3 现代检测系统设计的关键技术·····	(257)
任务 8.2 智能家居系统·····	(258)
任务描述·····	(258)
相关知识·····	(259)
8.2.1 物联网系统·····	(259)
8.2.2 传感网技术·····	(261)
8.2.3 物联网的主要应用领域·····	(263)
任务实施·····	(265)
知识拓展·····	(269)
8.2.4 物联网的形成与发展·····	(269)
项目小结·····	(270)
思考与练习 8·····	(271)
附录 A 热电偶分度表 ·····	(272)
附录 B 热电阻分度表 ·····	(275)
参考文献 ·····	(276)

项目 1 检测技术基础

教学导航

知识目标	(1) 熟悉测量的基本概念与测量的方法。 (2) 掌握测量的基本误差与分析方法。 (3) 掌握传感器的定义、组成及类型。 (4) 了解传感器的基本特性与性能指标。 (5) 掌握电桥电路的工作原理及应用。 (6) 了解调制电路、滤波电路的工作原理及作用。
能力目标	(1) 能够进行测量数据的处理。 (2) 能够根据实际要求选用传感器。 (3) 能够根据需要设计合适的测量电路。

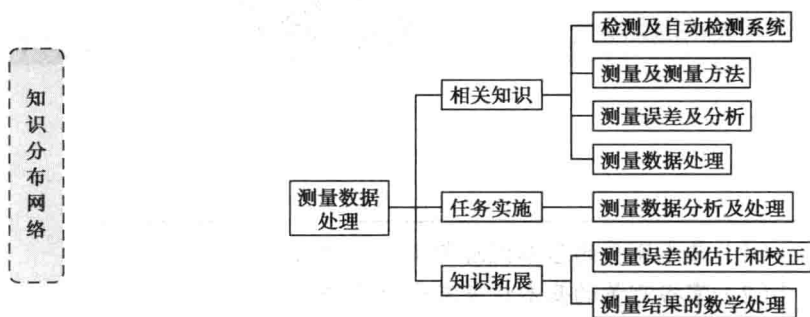


项目背景

对于工业生产而言,采用各种先进的检测技术对生产过程进行检查、监测,对确保安全生产、保证产品质量、提高产品合格率、降低能源和原材料消耗,提高企业的劳动生产率和经济效益是必不可少的。

生产过程中有各种各样的参数要进行检测和控制。检测是指在各类生产、科研、试验及服务各个领域,为及时获得被测、被控对象的有关信息而实时或非实时地对一些参量进行定性检查和定量测量。能从被检测的参量中提取有用信息(它往往是电量),并且有时还将它转换成易于传递和处理的电信号,称之为传感器。检测系统的主要组成部分之一是测量,人们采用各种测量手段来获取所研究对象在数量上的信息,从而通过测量得到定量的结果。检测系统的终端设备应该包括各种指示、显示装置和记录仪表,以及各种控制用的伺服机构或元件。

任务 1.1 测量数据处理



任务描述

对某一零件长度等精度测量 16 次,得到如下数据(单位为 cm): 27.774, 27.778, 27.771, 27.780, 27.772, 27.777, 27.773, 27.775, 27.774, 27.772, 27.774, 27.776, 27.775, 27.777, 27.777, 27.779。假定该测量数据不存在固定的系统误差,请计算出该零件长度。

相关知识

1.1.1 检测及自动检测系统

1. 检测技术的概念与作用

检测技术是人们为了对被测对象所包含的信息进行定性了解和定量掌握所采取的一系列技术措施。检测包含检查和测量两方面,是将生产、科研、生活等方面的相关信息通过选择合适的检测方法 with 装置进行分析或定量计算,以发现事物的规律性。在自动化系统中,首先要通过检测获取生产流程中的各种有关信息,然后对它们进行分析、判断,以便



进行自动控制。

检测技术也是自动化系统中不可缺少的组成部分,检测技术的完善和发展推动着现代科学技术的进步。检测技术几乎渗透到人类的一切活动领域,发挥着越来越大的作用。检测技术是产品检验和质量控制的重要手段,借助于检测工具对产品进行质量评价,这是检测技术最重要的应用领域。另外,随着新型检测技术不断地成熟和发展,它在大型设备安全经济运行和监测中得到了越来越广泛的应用。例如,电力、石油、化工、机械等行业的一些大型设备,通常都在高温、高压、高速和大功率状态下运行,保证这些关键设备的安全运行具有十分重要的意义。为此,通常设置故障监测系统以对温度、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。这样做可以避免严重的突发事件,保证设备和人员安全,提高经济效益。随着计算机技术的发展,这类监测系统已经发展成故障自诊断系统,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对策。

2. 自动检测系统

自动检测系统是指在物理量的测试中,能自动地按照一定的程序选择测量对象,获得测量数据,并对数据进行分析 and 处理,最后将结果显示或记录下来的系统。一个完整的检测系统通常由传感器、测量电路、显示记录装置、数据处理装置和执行机构等几部分组成,分别完成信息获取、转换、显示、处理和等功能。自动检测系统组成如图 1-1 所示。

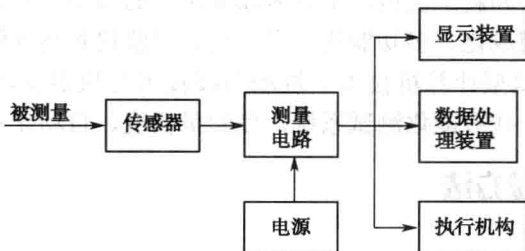


图 1-1 自动检测系统组成

1) 传感器

传感器是把被测量转换为与之有确定对应关系,且便于应用的某些物理量(通常为电量)的测量装置。传感器是检测系统与被测对象直接发生联系的部件,也是检测系统最重要的环节,检测系统获取信息的质量往往是由传感器的性能确定的。

2) 测量电路

测量电路的作用是将传感器的输出信号转换成易于测量的电压或电流信号。通常传感器输出信号是微弱的,就需要由测量电路加以放大,以满足显示记录装置的要求。根据需要测量电路还能进行阻抗匹配、微分、积分、线性化补偿等信号处理工作。

3) 显示记录装置

显示记录装置是检测人员和检测系统联系的主要环节,主要作用是使人们了解被测量的大小或变化的过程。常用的有模拟显示、数字显示和图像显示三种。



模拟式显示是利用指针对标尺的相对位置来表示被测量的大小,其特点是读数方便、直观,结构简单、价格低廉,在检测系统中一直被大量应用;数字式显示则直接以十进制数字形式来显示读数,实际上是专用的数字电压表,它可以附加打印机,打印记录测量数值;图像显示是将输出信号送至记录仪,从而描绘出被测量随时间变化的曲线,作为检测结果,供分析使用。

4) 数据处理装置

数据处理装置是用来对测试所得的实验数据进行处理、运算、分析,对动态测试结果做出频谱分析、相关分析等,完成这些任务主要采用计算机技术。

5) 执行机构

执行机构是运动部件,通常采用电力驱动、气压驱动和液压驱动等几种方式。电力执行器包括各种继电器、接触器、电磁铁、电磁阀门、电磁调节阀、伺服电动机等;气动执行器包括汽缸、气动阀门等;液压执行器包括液压缸、液压马达等。许多检测系统能输出与被测量相关的电流或电压信号,作为自动控制系统的控制信号,来驱动这些执行机构。

3. 检测技术的发展

检测技术的发展趋势主要有以下几个方面:

- (1) 不断提高仪器的性能、可靠性,扩大应用范围。
- (2) 新原理、新材料和新工艺将产生更多品质优良的新型传感器。
- (3) 开发小型化、集成化、多功能化、多维化、智能化和高性能、大量程装置。
- (4) 微电子技术、微型计算机技术、现场总线技术与仪器仪表和传感器相结合,扩大了检测领域,构成了新一代智能化测试系统,使测量精度、自动化水平进一步提高。

1.1.2 测量及测量方法

1. 测量的定义

测量就是借助于专门的技术工具或手段,通过实验的方法把被测量与同性质的标准量进行比较,求取二者比值从而得到被测量数值大小的过程。其数学表达式为

$$x = A_x A_e \quad (1-1)$$

式中 x ——被测量;

A_e ——测量的单位名称;

A_x ——被测量的数据。

式(1-1)称为测量的基本方程式。它说明被测量值的大小与测量单位有关,单位越小数值越大。因此,一个完整的测量结果应包含测量值 A_x 和所选测量单位 A_e 两部分内容。

2. 测量方法及分类

测量方法是指测量时所采用的测量原理、测量器具和测量条件的总和。按不同的分类方法进行分类可得到不同的分类结果。

- (1) 根据测量的手段分类,可分为直接测量和间接测量。

直接测量就是用仪表测量,测量值就是被测值。例如,用电流表测量电流,用电桥测