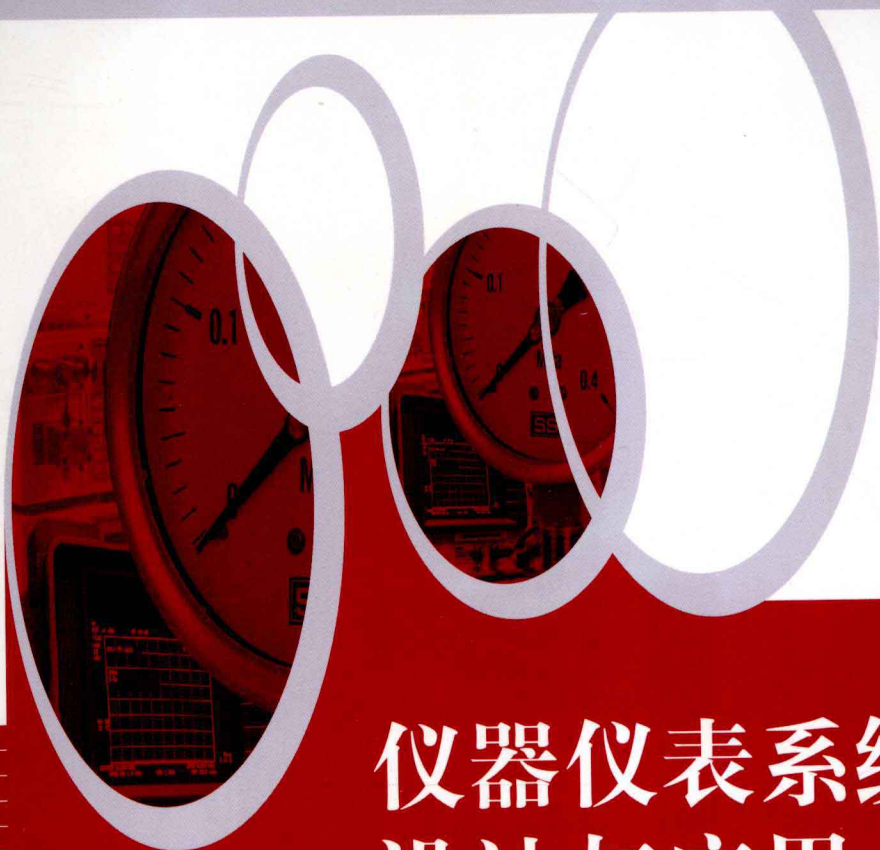




教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
仪器仪表专业师资培训包开发项目 (LBZD025)



仪器仪表系统设计与应用

教育部 财政部 组编
曾周末 主编
李一博 刘常杰 执行主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
仪器仪表专业师资培训包开发项目 (LBZD025)

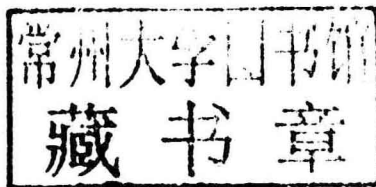
仪器仪表系统设计与应用

Yiqi Yibiao Xitong Sheji Yu Yingyong

教育部 财政部 组编

曾周末 主编

李一博 刘常杰 执行主编



机械工业出版社

本书是教育部、财政部中等职业学校教师素质提高计划中仪器仪表专业师资培训包开发项目(LBZD025)成果之一。本书以现代仪器仪表系统的典型案例为载体,以知识应用为目标,围绕仪器仪表系统智能化、网络化、集成化的发展趋势,介绍仪器仪表设计、开发和应用的新理论、新思想、新技术、新结构,分析仪器仪表技术应用的基本规律,训练仪器仪表专业技能。主要内容包括智能传感器、现场总线仪表、智能仪器、可编程控制器(PLC)、FPGA/CPLD、分布式测控系统、无线传感网络、虚拟仪器等。在各章最后,还安排了一定篇幅对相关内容进行总结和概括。

本书内容新颖、实用性强,适合作为仪器仪表、电子信息、自动化、机械电子工程等相关专业的教学或自学用书,也可供相关应用领域的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

仪器仪表系统设计与应用/曾周末主编;李一博,刘常杰执行主编;教育部,财政部组编. —北京:机械工业出版社,2011.9

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果

ISBN 978-7-111-35839-8

I. ①仪… II. ①曾…②李…③刘…④教…⑤财… III. ①仪器-系统设计-中等专业学校-师资培训-教材②仪表-系统设计-中等专业学校-师资培训-教材 IV. ①TH7

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第185222号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:高倩 责任编辑:高倩 张利萍

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17印张·418千字

0 001—2 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35839-8

ISBN 978-7-89433-237-0(光盘)

定价:46.00元(含1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

编写委员会

主任 鲁 昕
副主任 葛道凯 赵 路 王继平 孙光奇
成 员 郭春鸣 胡成玉 张禹钦 包华影 王继平(同济大学)
刘宏杰 王 征 王克杰 李新发

专家指导委员会

主任 刘来泉
副主任 王宪成 石伟平
成 员 翟海魂 史国栋 周耕夫 俞启定 姜大源
邓泽民 杨铭铎 周志刚 夏金星 沈 希
徐肇杰 卢双盈 曹 晔 陈吉红 和 震
韩亚兰

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

仪器仪表专业师资培训包开发项目 (LBZD025)

项目牵头单位 天津大学

项目负责人 曾周末

主 编 曾周末

执行主编 李一博 刘常杰

出版说明

根据 2005 年全国职业教育工作会议精神和《国务院关于大力发展职业教育的决定》（国发〔2005〕35 号），教育部、财政部 2006 年 12 月印发了《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》（教职成〔2006〕13 号），决定“十一五”期间中央财政投入 5 亿元用于实施中等职业学校师资队伍建设相关项目。其中，安排 4 000 万元，支持 39 个培训工作基础好、相关学科优势明显的全国重点建设职教师资培养培训基地牵头，联合有关高等学校、职业学校、行业企业，共同开发中等职业学校重点专业师资培训方案、课程和教材（以下简称“培训包项目”）。

经过四年多的努力，培训包项目取得了丰富成果。一是开发了中等职业学校 70 个专业的教师培训包，内容包括专业教师的教学能力标准、培训方案、专业核心课程教材、专业教学法教材和培训质量评价指标体系 5 方面成果。二是开发了中等职业学校校长资格培训、提高培训和高级研修 3 个校长培训包，内容包括校长岗位职责和能力标准、培训方案、培训教材、培训质量评价指标体系 4 方面成果。三是取得了 7 项职教师资公共基础研究成果，内容包括中等职业学校德育课教师、职业指导和心理健康教育教师培训方案、培训教材，教师培训项目体系、教师资格制度、教师培训教育类公共课程、职业教育教学法和现代教育技术、教师培训网站建设等课程教材、政策研究、制度设计和信息平台等。上述成果，共整理汇编出 300 多本正式出版物。

培训包项目的实施具有如下特点：一是系统设计框架。项目成果涵盖了从标准、方案到教材、评价的一整套内容，成果之间紧密衔接。同时，针对职教师资队伍建设的基础性问题，设计了专门的公共基础研究课题。二是坚持调研先行。项目承担单位进行了 3 000 多次调研，深度访谈 2 000 多次，发放问卷 200 多万份，调研范围覆盖了 70 多个行业和全国所有省（区、市），收集了大量翔实的一手数据和材料，为提高成果的科学性奠定了坚实基础。三是多方广泛参与。在 39 个项目牵头单位组织下，另有 110 多所国内外高等学校和科研机构、260 多个行业企业、36 个政府管理部门、277 所职业院校参加了开发工作，参与研发人员 2 100 多人，形成了政府、学校、行业、企业和科

研机构共同参与的研发模式。四是突出职教特色。项目成果打破学科体系，根据职业学校教学特点，结合产业发展实际，将行动导向、工作过程系统化、任务驱动等理念应用到项目开发中，体现了职教师资培训内容和方式方法的特殊性。五是研究实践并进。几年来，项目承担单位在职业学校进行了1 000多次成果试验。阶段性成果形成后，在中等职业学校专业骨干教师国家级培训、省级培训、企业实践等活动中先行试用，不断总结经验、修改完善，提高了项目成果的针对性、应用性。六是严格过程管理。两部成立了专家指导委员会和项目管理办公室，在项目实施过程中先后组织研讨、培训和推进会近30次，来自职业教育办学、研究和管理一线的数十位领导、专家和实践工作者对成果进行了严格把关，确保了项目开发的正确方向。

作为“十一五”期间教育部、财政部实施的中等职业学校教师素质提高计划的重要内容，培训包项目的实施及所取得的成果，对于进一步完善职业教育师资培养培训体系，推动职教师资培训工作的科学化、规范化具有基础性和开创性意义。这一系列成果，既是职教师资培养培训机构开展教师培训活动的专门教材，也是职业学校教师在职自学的重要读物，同时也将为各级职业教育管理部门加强和改进职教教师管理和培训工作提供有益借鉴。希望各级教育行政部门、职教师资培训机构和职业学校要充分利用好这些成果。

为了高质量完成项目开发任务，全体项目承担单位和项目开发人员付出了巨大努力，中等职业学校教师素质提高计划专家指导委员会、项目管理办公室及相关方面的专家和同志投入了大量心血，承担出版任务的11家出版社开展了富有成效的工作。在此，我们一并表示衷心的感谢！

编写委员会
2011年10月

前 言

随着科学技术的高速发展，仪器仪表的内涵不断扩充，从单一的机械结构发展到集光学技术、精密机械技术、电子技术、计算机技术、通信技术等于一身的高技术产品，呈现出智能化、集成化、网络化的发展趋势，使得仪器仪表从业人员的知识结构需要不断调整和更新，所需知识面越来越宽，复合程度越来越高。

本书是教育部、财政部中等职业学校教师素质提高计划中仪器仪表专业师资培训包开发项目（LBZD025）成果之一。本书力图通过培训开阔受训教师的视野，拓宽他们的思路，使其在培训期间尽可能多地了解行业信息，了解仪器仪表技术的发展动向，了解职业教育的特点与趋势，帮助教师调整教学内容和改进教学方法以提高教学质量。

本书内容主要包含三个方面：

1) 仪器仪表行业前沿技术及发展趋势：围绕智能化、网络化、集成化的发展趋势介绍仪器仪表设计、开发和应用的新技术、新思想、新结构；围绕仪器仪表的现代设计技术和前沿制造技术等，结合典型案例系统介绍本专业所需掌握的基本技能，介绍相关领域先进技术在仪器仪表中的应用。

2) 仪器仪表应用技术分析：从职业教育的需求出发，介绍应用技术创新的基本思想和基本方法，通过产品、系统开发、生产、应用案例，分析产品设计、开发、应用过程中遇到的主要技术问题等，帮助受训教师掌握有效的科学思维、方法和工具，增强集成创新素质与技能。

3) 仪器仪表专业技能训练：以现代仪器仪表系统为载体，掌握仪器仪表使用、安装与调校、检修与维护的基本技能，了解其调节控制装置和控制系统等。

本书以项目教学法为主，将上述三方面合为一体，优选内容，在反映工程实际、生产实际和发展前沿的同时，注意淡化理论，强化应用，将新技术的集成应用和技能培养贯穿其中。本教材在实例讲解和综合实例的选择上力求具有工程实用价值，以提高学习者的应用能力。全部案例均经过作者的实际应用或实验验证。

本书内容包括智能传感器、现场总线仪表、智能仪器、可编程序控制器（PLC）、

FPGA/CPLD 应用开发、无线传感器网络，分布式测控系统，虚拟仪器。建议智能传感器、现场总线仪表、智能仪器、可编程序控制器作为上岗教师培训内容，智能仪器、可编程序控制器、FPGA/CPLD 应用开发作为提高教师培训内容，分布式测控系统、无线传感器网络、虚拟仪器作为骨干教师培训内容。

本书由李一博、曾周末统稿，栗大超编写第 1 章，刘常杰编写第 2、5 章，陈世利编写第 3 章，李一博编写第 4 章，任永杰编写第 6、7 章，李健编写第 8 章。由于编者水平所限，书中难免存在缺点和错误，恳请读者提出宝贵意见，以便进一步改进完善。

注：鉴于软件限制，仿真电路图中的文字符号无法按照国家标准修改。

参加《中等职业学校仪器仪表专业师资培养培训方案、课程和教材开发》项目研究的单位有：天津大学、天津职业技术师范大学、四川仪表工业学校、上海电子工业学校、天津职业技术师范大学附属技校、天津斯波泰克技校、天津渤海职业技术学院、天津第一轻工业学校、河南平顶山煤炭高级技工学校、深圳电子技术学校、北京市仪器仪表高级技工学校、四川广元职业高级中学、天津中德职业技术学院、武汉市仪表电子学校、北京京仪集团有限责任公司、中环天仪股份有限公司、中国仪器仪表学会。

编 者

出版说明

前言

第 1 章 智能传感器

1.1 任务一：1-Wire 接口的测温系统设计	1
1.1.1 任务情景	1
1.1.2 任务分析	2
1.1.3 任务实施	4
1.1.4 知识拓展	6
1.2 任务二：I ² C 接口的测温系统设计	7
1.2.1 任务情景	7
1.2.2 任务分析	7
1.2.3 任务实施	10
1.2.4 知识拓展	11
1.3 任务三：模拟 I ² C 接口的温湿度测量系统设计	13
1.3.1 任务情景	13
1.3.2 任务分析	13
1.3.3 任务实施	15
1.3.4 知识拓展	16
1.4 任务四：RS485 接口的压力测量系统设计	18
1.4.1 任务情景	18
1.4.2 任务分析	18
1.4.3 任务实施	20
1.4.4 知识拓展	21
1.5 智能传感器回顾	23




1.5.1	智能传感器	23
1.5.2	智能传感器的结构	24
1.5.3	智能传感器的主要功能	24
1.5.4	智能传感器的特点	25
1.5.5	智能传感器的局限性	25
1.5.6	知识拓展	26

第2章 现场总线仪表

2.1	任务一：雷达物位变送器应用	27
2.1.1	任务情景	27
2.1.2	任务分析	28
2.1.3	任务实施	29
2.1.4	知识拓展	33
2.2	任务二：压力变送器应用	34
2.2.1	任务情景	34
2.2.2	任务分析	35
2.2.3	任务实施	36
2.2.4	知识拓展	39
2.3	任务三：差压变送器应用	40
2.3.1	任务情景	40
2.3.2	任务分析	40
2.3.3	任务实施	42
2.3.4	知识拓展	43
2.4	任务四：物位计应用	44
2.4.1	任务情景	44
2.4.2	任务分析	44
2.4.3	任务实施	46
2.5	现场总线仪表回顾	50
2.5.1	现场总线	50
2.5.2	现场总线的基本特征	50
2.5.3	现场总线的发展现状	52
2.5.4	现场总线仪表	52

第3章	智能仪器	54
3.1	任务一：简单输入/输出系统设计	54
3.1.1	任务情景	54
3.1.2	任务分析	54
3.1.3	任务实施	55
3.1.4	知识拓展	63
3.2	任务二：频率计设计	64
3.2.1	任务情景	64
3.2.2	任务分析	64
3.2.3	任务实施	65
3.2.4	知识拓展	69
3.3	任务三：温湿度计设计	71
3.3.1	任务情景	71
3.3.2	任务分析	71
3.3.3	任务实施	72
3.4	任务四：超声测距仪设计	75
3.4.1	任务情景	75
3.4.2	任务分析	76
3.4.3	任务实施	77
3.4.4	知识拓展	82
3.5	智能仪器回顾	83
3.5.1	智能仪器	83
3.5.2	智能仪器的基本结构	84
3.5.3	智能仪器的发展趋势	85
第4章	可编程序控制器	86
4.1	任务一：认识可编程序控制器	86
4.1.1	任务情景	86
4.1.2	任务分析	87
4.1.3	任务实施	87
4.1.4	知识拓展	93



4.2 任务二：电动机控制	94
4.2.1 任务情景	94
4.2.2 任务分析	98
4.2.3 任务实施	99
4.2.4 知识拓展	100
4.3 任务三：工业锅炉点火及熄火控制	101
4.3.1 任务情景	101
4.3.2 任务分析	103
4.3.3 任务实施	103
4.3.4 知识拓展	104
4.4 任务四：机械手控制	105
4.4.1 任务情景	105
4.4.2 任务分析	109
4.4.3 任务实施	110
4.4.4 知识拓展	113
4.5 任务五：数据采集与数据远程通信	114
4.5.1 任务情景	114
4.5.2 任务分析	115
4.5.3 任务实施	116
4.6 可编程序控制器回顾	122
4.6.1 可编程序控制器	122
4.6.2 可编程序控制器的基本硬件结构	122
4.6.3 可编程序控制器的基本工作原理	122
4.6.4 可编程序控制器的主要功能	123
4.6.5 可编程序控制器的主要特点	124
第5章  FPGA/CPLD 应用开发	126
5.1 任务一：利用 Xilinx ISE 开发环境	126
5.1.1 任务情景	126
5.1.2 流程介绍	126
5.1.3 知识拓展	132
5.2 任务二：LED 跑马灯设计	132

5.2.1	任务情景	132
5.2.2	任务分析	133
5.2.3	任务实施	134
5.2.4	知识拓展	139
5.3	任务三：数字频率计设计	141
5.3.1	任务情景	141
5.3.2	任务分析	142
5.3.3	任务实施	143
5.3.4	知识拓展	147
5.4	任务四：电子计时秒表设计	149
5.4.1	任务情景	149
5.4.2	任务分析	149
5.4.3	任务实施	150
5.4.4	知识拓展	155
5.5	任务五：RS232 接口设计	157
5.5.1	任务情景	157
5.5.2	任务分析	158
5.5.3	任务实施	158
5.5.4	知识拓展	159
5.6	FPGA/CPLD 回顾	159
第 6 章	无线传感器网络	161
6.1	任务一：ZigBee 网络灯控	161
6.1.1	任务情景	161
6.1.2	任务分析	162
6.1.3	任务实施	162
6.1.4	知识拓展	164
6.2	任务二：ZigBee 网络传输	165
6.2.1	任务情景	165
6.2.2	任务分析	166
6.2.3	任务实施	166
6.2.4	知识拓展	170



6.3	任务三：分布式无线测温系统设计	171
6.3.1	任务情景	171
6.3.2	任务分析	172
6.3.3	任务实施	172
6.3.4	知识拓展	175
6.4	任务四：基于 ZigBee 的压力监控网络设计	176
6.4.1	任务情景	176
6.4.2	任务分析	177
6.4.3	任务实施	177
6.4.4	知识拓展	178
6.5	无线传感器网络回顾	178
第 7 章	分布式测控系统	184
7.1	任务一：船舶多舱室振动测量	184
7.1.1	任务情景	184
7.1.2	任务分析	185
7.1.3	任务实施	185
7.1.4	知识拓展	196
7.2	任务二：分布式温度监测	197
7.2.1	任务情景	197
7.2.2	任务分析	198
7.2.3	任务实施	198
7.2.4	知识拓展	202
7.3	任务三：监测网络中继器设计	204
7.3.1	任务情景	204
7.3.2	任务分析	204
7.3.3	任务实施	205
7.3.4	知识拓展	206
7.4	任务四：分布式控制系统综合设计	207
7.4.1	任务情景	207
7.4.2	任务分析	207
7.4.3	任务实施	207

7.4.4 知识拓展	209
7.5 分布式测控系统回顾	209
第8章 虚拟仪器	212
8.1 任务一：虚拟仪器软件开发平台导航	212
8.1.1 任务情景	212
8.1.2 任务分析	213
8.1.3 任务实施	213
8.1.4 知识拓展	225
8.2 任务二：超低频信号发生器设计	226
8.2.1 任务情景	226
8.2.2 任务分析	227
8.2.3 任务实施	227
8.2.4 知识拓展	231
8.3 任务三：简单的双通道示波器设计	231
8.3.1 任务情景	231
8.3.2 任务分析	232
8.3.3 任务实施	232
8.4 任务四：典型测控系统设计	237
8.4.1 任务情景	237
8.4.2 任务分析	237
8.4.3 任务实施	238
8.5 虚拟仪器回顾	248
8.5.1 虚拟仪器的组成与特点	248
8.5.2 虚拟仪器的硬件支持	250
8.5.3 虚拟仪器的软件标准与开发环境	251
8.5.4 网络化虚拟仪器	253
参考文献	255

第1章 智能传感器

本章介绍智能传感器及其相关的基础知识。目前，关于智能传感器没有明确的定义，但行业内专家一致认为：与传统传感器相比，智能传感器除具有感受被测量并按一定规律转换成可用信号的功能外，还具有数据处理、自诊断、信息存储和数字通信功能，能实现自动调零、自动平衡、自动补偿、自选量程和远程通信等功能。智能传感技术是涉及微机械电子技术、计算机技术、信号处理技术、传感技术与人工智能等多种学科的综合密集型技术，它能实现传统传感器所不能完成的功能。

本章全面介绍智能传感器的相关知识和应用方法。任务一介绍基于 1-Wire 芯片级总线智能传感器的温度测量系统设计。任务二介绍基于 I²C 芯片级总线智能传感器的温度测量系统设计。任务三在温度测量系统设计的基础上，介绍一个温湿度集成传感器的具体应用，此任务中，重点学习使用单片机模拟智能传感器 I²C 接口的方法。任务四在前三个任务（芯片级智能传感器）的基础上，介绍集成度更高的模块化智能压力传感器的应用，重点学习智能传感器系统级总线 RS485。本章内容围绕智能传感器的具体应用展开，四个任务层层递进。另外，各个任务针对相应的具体内容进行了知识扩展，从而拓展了学员的知识。

本章采用项目教学法，内容适合上岗层次的教师培训使用。

1.1 任务一：1-Wire 接口的测温系统设计

1.1.1 任务情景

1.1.1.1 任务描述

温度（temperature）是表示物体冷热程度的物理量。在各种场合，往往都需要进行温度测量。智能传感器通过特定的接口技术与微控制器相连，即可构成高性能的测量系统。智能温度传感器大多采用同步串行总线接口技术。

本任务将实现简单的温度测量系统，使用 DS18B20 智能温度传感器构成测温系统，进行温度测量，重点掌握智能传感器的 1-Wire 串行总线接口技术。

1.1.1.2 任务要求

- 1) 熟悉 DS18B20 智能温度传感器的特性。
- 2) 掌握 DS18B20 的使用方法。
- 3) 掌握简单的测温系统的设计。
- 4) 掌握 1-Wire 总线接口技术。