



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
电子与信息技术专业师资培训包开发项目 (LBZD035)



传感器与单片机 技术实训

教育部 财政部 组编

赵犁丰 主编

谈世哲 执行主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
电子与信息技术专业师资培训包开发项目 (LBZD035)

传感器与单片机技术实训

CHUANGANQIYUDANPIANJISHUSHIXUN



赵犁丰 主 编

谈世哲 执行主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在中等职业教育教师培训基本原则和目标的指导下,通过9个项目,每个项目包含多个子任务,介绍了各类传感器的基本原理及处理电路,以及单片机硬件系统,软件开发等内容,本书注重技能训练,采用项目引导教与学,适合于提高、骨干等不同教师的培训。

本书适用于中等职业教育教师的培训,也可以作为电子信息专业课程教材,同时可作为电子产品设计、单片机技术培训的参考书。

本书内容丰富,图文并茂,与教学法贴近,体现了中职教师培训的基本特点。

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

传感器与单片机技术实训 / 教育部, 财政部组编. —北京: 电子工业出版社, 2012.5

教育部、财政部中等职业学校教师素质提高计划成果. 电子与信息技术专业师资培训包开发项目. LBZD035

ISBN 978-7-121-15397-6

I. ①传… II. ①教…②财… III. ①传感器—职业教育—师资培训—教材②单片微型计算机—职业教育—师资培训—教材 IV. ①TP212②TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第253400号

策划编辑: 白 楠

责任编辑: 张 帆

印 刷:

装 订: 涿州市京南印刷厂

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: 16.25 字数: 416千字

印 次: 2012年5月第1次印刷

定 价: 37.70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zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。



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

**电子与信息技术专业师资培训包开发项目
(LBZD035)**

项目牵头单位 中国海洋大学

项目负责人 赵犁丰

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和培训项目。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3000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



本教材按照国家中等职业教师培训的要求和目标，内容上主要体现以特点：

（1）以实训任务引导教与学：以实训项目为导向，由任务入手，引入相关知识和理论，通过技能训练引出相关概念，硬件设计和编程方法，体现在做的过程中学习，在学习训练中训练的教材编写思想。

（2）以实用为目标：教材内容融合在实训项目内容中，以够用为度，使培训在技能训练中逐渐掌握相关理论知识点，达到学以致用，提高学习效果。

（3）实训项目设计的实用性：应具有针对性，扩展性和系统性，尽可能地贴进中职培训的岗位需求，增加实训项目的可操作性。

本教材在结构框架上遵循从简单到复杂、从基础到综合、从设计到创新的原则。章节安排由简单到复杂；项目设计由基础到综合，最后给出综合性实训以期引导受训学员的创新意识。

本书由于知识水平和经验的局限性，书中难免存在缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

项目一 超声波遥控器及探测器设计制作	1
1.1 教学法建议	1
1.2 任务一 超声波遥控器电路实训	2
1.2.1 确定项目任务	2
1.2.2 制订计划	2
1.2.3 计划实施	9
1.2.4 检查评估	9
1.3 任务二 超声波探测器电路实训	10
1.3.1 确定项目任务	10
1.3.2 制订计划	10
1.3.3 计划实施	12
1.3.4 检查评估	12
1.4 相关知识要点	12
1.4.1 超声波传感器	12
1.4.2 超声波传感器常用电路	13
1.4.3 常用集成电路介绍	15
1.5 拓展练习——超声波传感器接近开关	17
1.5.1 项目任务	17
1.5.2 制订计划	17
1.6 本章小结	19
项目二 热电偶检测及数字温度计设计与制作实训	20
2.1 教学法建议	20
2.2 任务一 OP07热电偶检测放大电路实训	21
2.2.1 组织准备阶段	21
2.2.2 讲解示范阶段	22
2.2.3 模仿练习阶段	23
2.2.4 归纳总结阶段	23

2.3 任务二 采用IS1588硅开关二极管的数字温度计实训·····	23
2.3.1 组织准备阶段·····	23
2.3.2 讲解示范阶段·····	24
2.3.3 模仿练习阶段·····	26
2.3.4 归纳总结阶段·····	26
2.4 相关知识要点·····	26
2.4.1 温度传感器·····	26
2.4.2 热敏电阻处理电路·····	31
2.4.3 热电阻信号处理电路·····	32
2.4.4 热电偶处理电路·····	33
2.4.5 晶体管温度传感器·····	34
2.4.6 常用集成电路介绍·····	36
2.5 拓展练习——基于OP491的精密测电路·····	44
2.5.1 组织准备阶段·····	44
2.5.2 讲解示范阶段·····	45
2.6 本章小结·····	46
项目三 湿度测量及数字湿度计设计与制作·····	47
3.1 教学法建议·····	47
3.2 任务一 基于湿敏电阻的湿度测量实训·····	48
3.2.1 实验任务讲解·····	48
3.2.2 实验计划·····	49
3.2.3 项目实际操作·····	50
3.2.4 归纳结论·····	50
3.3 任务二 数显湿度计设计制作实训·····	50
3.3.1 实验任务讲解·····	50
3.3.2 实验计划·····	50
3.3.3 项目实际操作·····	52
3.3.4 归纳结论·····	52
3.4 相关知识要点·····	52
3.4.1 湿度传感器·····	52
3.4.2 湿度传感器常用电路·····	55
3.4.3 常用集成电路介绍·····	57

CONTENTS

3.5 拓展练习 采用HS1100湿敏电容—频率输出电路	62
3.5.1 实验任务简介	62
3.5.2 实验计划	63
3.6 本章小结	63
项目四 光敏电路设计及光控路灯项目实训	64
4.1 教学法建议	64
4.2 任务一 光敏电阻采集电路实训	65
4.2.1 组织准备阶段	65
4.2.2 讲解示范阶段	67
4.2.3 模仿练习阶段	67
4.2.4 归纳总结阶段	67
4.3 任务二 光控路灯电路设计实训	68
4.3.1 组织准备阶段	68
4.3.2 讲解示范阶段	69
4.3.3 模仿练习阶段	69
4.3.4 归纳总结阶段	69
4.4 相关知识点	70
4.4.1 光敏传感器	70
4.4.2 光敏电阻基本应用电路	73
4.4.3 光敏晶体管电路基本应用电路	73
4.4.4 常用集成电路介绍	73
4.5 拓展练习——光敏电阻火灾报警电路	75
4.5.1 组织准备阶段	75
4.5.2 讲解示范阶段	76
4.6 本章小结	76
项目五 红外光接收发送电路及红外线防盗器设计	77
5.1 教学法建议	77
5.2 任务一 红外光接收和发送电路实训	78
5.2.1 确定项目任务	78
5.2.2 制订计划	78
5.2.3 计划实施	80
5.2.4 检查评估	80

5.3 任务二 红外线防盗器实训	80
5.3.1 确定项目任务	80
5.3.2 制订计划	80
5.3.3 计划实施	82
5.3.4 检查评估	82
5.4 相关知识要点	83
5.4.1 红外传感器	83
5.4.2 红外传感器信号处理电路	83
5.4.3 常用集成电路介绍	85
5.5 拓展练习——反射式红外接近开关电路	88
5.5.1 确定项目任务	88
5.5.2 制订计划	89
5.6 本章小结	90
项目六 单片机I/O输入输出控制实训	91
6.1 教学法建议	91
6.2 任务一 单只LED发光管的闪烁控制	94
6.2.1 任务要求	94
6.2.2 硬件设计	94
6.2.3 软件设计	95
6.2.4 软件编译	99
6.2.5 ISP在系统编程调试	104
6.3 任务二 LED流水灯控制	110
6.3.1 任务要求	110
6.3.2 硬件设计	110
6.3.3 软件设计	111
6.3.4 软件编译	112
6.4 相关知识点	116
6.4.1 单片机及单片机最小系统	116
6.4.2 MCS-51系列单片机的存储器	120
6.4.3 MCS-51系列单片机的并行I/O口结构及应用	127
6.4.4 LJD-SY-5100S 学习实验开发板简介	129
6.4.5 开发环境Keil μ Vision2简介及安装	130

CONTENTS

6.4.6	STC-ISP V35烧写软件安装和操作步骤	133
6.5	本章小结	133
项目七 单片机定时器/计数器应用设计		134
7.1	教学法建议	134
7.2	任务一 LED发光管的定时控制	135
7.2.1	任务要求	135
7.2.2	任务分析及硬件设计	135
7.2.3	软件设计	135
7.3	任务二 模拟一般路口交通灯的控制	138
7.3.1	任务要求	138
7.3.2	任务分析及硬件设计	138
7.3.3	软件设计	138
7.4	相关知识点	143
7.4.1	STC89C52单片机简介	143
7.4.2	单片机内部的定时器/计数器	146
7.4.3	单片机的中断子系统	149
7.4.4	单片机C语言基本知识	153
7.4.5	C语言基本数据类型与运算	157
7.4.6	C语言函数	161
7.4.7	单片机C语言基本编程方法	164
7.5	本章小结	167
项目八 单片机人机通道配置与接口应用设计		168
8.1	教学法建议	168
8.2	任务一 独立式键盘的接口设计	170
8.2.1	任务要求	170
8.2.2	任务分析及硬件设计	170
8.2.3	软件设计	172
8.3	任务二 LED数码管的接口设计	174
8.3.1	任务要求	174
8.3.2	任务分析及硬件设计	174
8.3.3	软件设计	175
8.4	拓展练习一——PWM(脉宽调制)信号发生器	181

8.4.1 任务要求	181
8.4.2 任务分析及硬件设计	181
8.4.3 软件设计	183
8.5 拓展练习二——模拟特殊路口交通灯的控制	188
8.5.1 任务要求	188
8.5.2 任务分析及硬件设计	188
8.5.3 软件设计	189
8.6 相关知识点	198
8.6.1 键盘和接口电路的基本知识	198
8.6.2 LED显示接口技术	203
8.6.3 键盘、显示专用控制芯片CH451简介	205
8.6.4 PWM原理及应用	208
8.7 本章小结	210
项目九 温度检测仪及定量称重仪综合实训	211
9.1 教学法建议	211
9.2 任务一 温度检测仪设计实训	212
9.2.1 组织准备阶段	212
9.2.2 讲解示范阶段	215
9.2.3 模仿练习阶段	232
9.2.4 归纳总结阶段	232
9.3 任务二 定量称重仪设计实训	232
9.3.1 组织准备阶段	232
9.3.2 讲解示范阶段	234
9.3.3 模仿练习阶段	238
9.3.4 归纳总结阶段	238
9.4 相关知识点	239
9.4.1 DS18B20温度传感器基本原理介绍	239
9.4.2 智能显示/键盘芯片CH451介绍	240
9.4.3 CPU——STC89C51介绍	243
9.5 本章小结	245
参考文献	246

项目一

超声波遥控器及探测器设计制作

项目任务:

任务一: 超声波遥控器电路实训

任务二: 超声波探测器电路实训

任务培训层次:

任务一: 适合上岗层次教师培训

任务二: 适合提高、骨干层次教师培训

任务培训基本要求:

上岗教师: 掌握超声波遥控器电路原理、装配方法步骤; 提高、骨干教师: 掌握超声波探测器原理、装配方法步骤。

教学法安排: 建议在实训过程中采用项目教学法完成实训过程。

1.1 教学法建议

本项目的主要目的是通过项目实训, 掌握超声波遥控器电路原理、装配方法步骤以及掌握超声波探测器原理、装配方法, 针对这一目标, 建议项目教学法的实施过程及操作步骤描述如下:

- ▶▶ 确定项目任务: 由教师提出超声波遥控器的设计制作, 然后同学生一起讨论, 最终确定项目的目标和任务, 即完成超声波遥控器的电路设计及制作, 这里的主要任务包括超声波遥控器发送和接收单元电路设计;
- ▶▶ 制订计划: 由学生制订项目工作计划, 确定工作步骤和程序, 并最终得到教师的认可, 计划内容可包括超声波遥控器原理分析, 接收器及发送器的基本工作原理分析, 相应的接收器和发送器元器件的选择定型, 发送器和接收器硬件设计, 制作工具的准备, 最终的制作及调试;
- ▶▶ 实施计划: 学生确定在各自小组中的分工及小组成员合作形式, 然后按照已确立的工作步骤和程序工作, 建议按照超声波遥控器的接收器单元和发射单元分为两个大组, 每组包含2到3小组, 每小组3人左右;

- 检查评估: 先由学生对自己的工作结果进行自我评估, 再由教师进行检查评分。师生共同讨论、评判项目工作中出现的问题、学生解决问题的方法以及学习行动的特征。对比师生评估结果差异, 并找出产生差异的原因;
- 拓展与迁移。

1.2 任务一 超声波遥控器电路实训

1.2.1 确定项目任务

该项目由使用超声发射器件SE05-42T的超声发射电路和配对使用的超声接收器件R-40-16与S-40-16的接收电路组成。

1.2.1.1 任务的实际意义——为什么做

超声波是频率高于20kHz的机械振动波。它的波长短、绕射现象小、方向性好、传播能量集中。超声波对固体和液体的穿透性强, 在工业、国防、医学、家电等领域有着广泛应用。超声波传感器是能将超声振动转换为电量的器件。超声波传感器温度特性好、耐振动、耐冲击, 用它构成的遥控器比红外遥控器和无线遥控器的性能更加优越。

1.2.1.2 超声波遥控器电路实训任务描述——做什么

考虑到综合实训的目的, 实训内容拟具体描述如下:

- 超声波遥控器的发射电路由自激多谐振荡器和超声发射器件组成;
- 超声发射器件选用SE05-40T, 自激多谐振荡器由小功率晶体管CS9013、电阻、电容构成;
- 超声波遥控器的接收电路中超声接收器件是R-40-16与S-40-16配对使用, 其输出信号经过两级放大, 整流积分后控制触发器驱动继电器的辅助触点吸合或释放, 继电器的触点控制电路的开关。

1.2.2 制订计划

1.2.2.1 超声波遥控器电路基本原理

超声波遥控器电路分为发送电路和接收控制电路两部分。发送电路用多谐振荡器和超声发送器件产生超声波。接收控制电路将超声波接收器件的输出信号放大、整流送入触发器控制继电器的通断。

图1-1(a)为发射电路。 VT_1 、 VT_2 、 R_1 、 R_2 、 C_1 、 C_2 构成自激多谐振荡器, 超声发射器件B连接在 VT_1 和 VT_2 的基极上以推挽形式工作。 R_1 、 R_2 、 C_1 、 C_2 确定回路时间常数。超声发射器件B的共振频率使多谐振荡电路触发。

图1-1(b)为接收电路, 结型场效应管VF构成高输入阻抗放大器, 能够很好地与超声发射器件B相匹配, 可以获得较高接收灵敏度和选频特性。VF采用自给偏压方式, 改变 R_3 的值即可改变VF的工作点, 超声发射器件B将接收到的超声波转换为相应的电信号, 经VF和 VT_1 两级放大后, 再经 VD_1 和 VD_2 进行半波整流变为直流信号, 由 C_3 积分后作用于 VT_2 , 使 VT_2 由截止变为导通, 其集电极输出负脉冲, JK触发器触发, 使其反转。JK触发器Q端的电平直接驱动继电器K, 使继电器K的辅助触点吸合或释放, 继电器K的触点控制电路的开关。

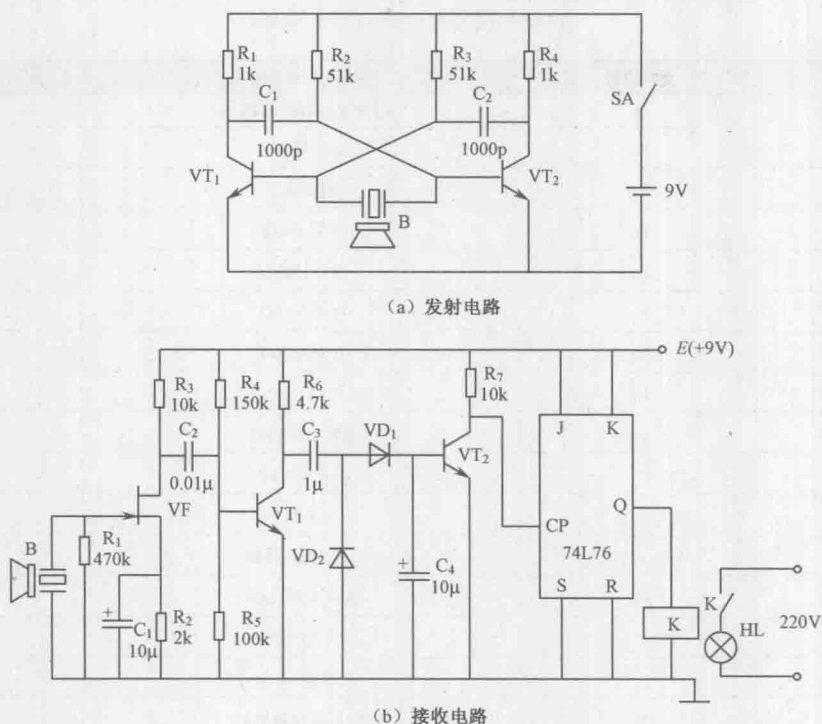


图1-1 超声波遥控电路

1.2.2.2 电路设计

考虑传感器信号调理电路的设计方法,应按照以下几个步骤展开:

- ▶▶ 任务需求分析: 对任务的需求进行详细分析,从而获取任务的功能、性能方面的要求,以便为硬件设计打下基础;
- ▶▶ 任务总体设计: 根据需求分析的结果,确定电路的实现方案;
- ▶▶ 硬件设计: 在需求分析的基础上,确定芯片的选型,按照总体设计,完成硬件电路设计;
- ▶▶ 电路装配和调试;
- ▶▶ 性能实验。

1.2.2.3 元器件选型

元器件清单见表1-1、表1-2。

表1-1 发射器元器件列表清单

序号	文字符号	元器件名称及规格	数量/个
1	B	超声发送器件SE05-40T	1
2	VT ₁ 、VT ₂	小功率三极管CS9013	2
3	R ₁ 、R ₄	电阻1kΩ	2
4	R ₂ 、R ₃	电阻51kΩ	2
5	C ₁ 、C ₂	电容1000pF	2
6	SA	开关	1