

江苏高校品牌专业建设工程资助项目



普通高等教育“十三五”规划教材



电子信息类专业 创新实践教程

范瑜 徐健 钱斌 编著
潘启勇 冀宏 张根华



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

电子信息类专业创新实践教学教程

范瑜 徐健 钱斌 编著
潘启勇 冀宏 张根华

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以生产生活和工程应用为背景,理论结合实践,理解电子系统构建的基本思想和方法,掌握电子制作与设计的基本方法和基本技能,通过课题设计实践,启发学生创新思维,提高学生的实践创新能力。本书主要内容包括声音信号的产生和观测、灰度传感器的原理和应用、电机驱动和简易小车制作、红外测距传感器和避障应用电路,以及两个综合案例设计。

本书可作为普通高校电子信息类专业本科一年级学生的教材,也可作为大学生创新课程和学科竞赛的辅导书,还可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子信息类专业创新实践教程/范瑜等编著. —北京:科学出版社, 2016.12

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-03-051305-2

I. ①电… II. ①范… III. ①电子信息-高等学校-教材 IV. ①G203

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 313593 号

责任编辑:余 江 张丽花 / 责任校对:桂伟利

责任印制:张 伟 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 12 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016 年 12 月第一次印刷 印张:12 1/4

字数:247 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

创新教育是以培养大学生创新意识、创新精神、创新思维、创造力或创新人格等创新素质为目的的一切教育活动。联合国教科文组织在“21 世纪的高等教育：展望与行动”中提出“要有以学生为中心的新视角和新模式，使学生能够以批判精神思考和分析社会问题，寻求解决的办法；重新设置课程，立足学生获得技能、才干和交往的能力”，明确了创新能力培养在高等教育中的重要性。教育部《关于全面提高高等教育质量的若干意见》明确要求创新人才培养模式，将创新教育贯穿本科人才培养全过程，制定创新教育教学基本要求，开发创新类课程，纳入学分管理，鼓励和支持本科生参与科研活动，早进课题，早进实验室，早进团队，完善国家、地方、高校三级创新项目资助体系，重点建设一批高校学生科技创新创业实习基地。高校创新教育的实施是社会主义核心价值体系的明确要求，是促进自身可持续发展的现实需要，是提高大学生综合素质的关键所在。

本书主要关注的是电子信息类本科专业的创新教育，当您翻开这本书，一个丰富、充满活力和创造性思维的电子科学创新世界已向您敞开。在这里，通过课题知识点的拆分和组合，您将领略到电子创新技术和创造性思维。

电子信息产业是国民经济的战略性、基础性、先导性产业，是加快工业转型升级及国民经济和社会信息化建设的技术支撑与物质基础。同时，电子信息产业也是整个国家推动创新驱动发展的最主要方向，无论是德国工业 4.0 还是中国制造 2025，无不是依靠电子信息领域的创新发展来驱动的。经过几十年的发展，电子信息产业早已是名副其实的国民经济第一大支柱产业，也是国家重点发展的六大战略性支柱产业之一。在通信、高性能计算机、数字电视等领域也取得一系列重大技术突破，形成一批国际知名的信息技术企业，如联想、华为、阿里巴巴等，成为推动我国经济转型、结构优化的中坚力量。

虽然创新教育开始逐步进入本科生培养方案，但相关的专业教材仍然稀缺，为此，我们综合各方资料和课程自编讲义，历时两年编撰了本书。其内容来源于我们在专业创新教学中多年的积累，根据内容的层次递进与培养能力的逐级提升，将会有电子信息类专业创新课程的一个完整系列教材。您目前看到的是本系列第

一本教材，主要面向本科一年级的学生，适用于电子科学与技术、电子信息工程等相关专业，同样适合于对电子技术感兴趣的初学者。

本书前 3 章讲解一些基础的元器件、典型的仪器仪表和必要的 CAD 软件知识，作为基础的铺垫，供学生参考自学。读者最好配合实践环节，根据需要选择阅读，在实践中学习。

本书第 4 章开始讲述具体的实践内容。第 4 章主要介绍声音信号的产生和观测，带领初学者窥探声音信号在电子技术中的基本形式，通过对声音信号的观测，学习和了解电子信号的基本知识，学会利用基本的电子测量仪器进行信号测量，揭开电子技术的第一层面纱。

第 5 章介绍灰度传感器的原理和应用，学会这个就可以开始自己制作智能小车了，当然这只是万里长征的第一步。

第 6 章介绍电机驱动和简易小车制作，学生可以了解小车的动力部件，并且通过实践，搭建一部简易小车。

第 7 章介绍红外测距传感器和避障应用电路，带领学生去了解以红线测距传感器为基础的测距原理，并把它用于实际的障碍物检测中。

第 8、9 章中给出两个完整的综合课题案例。这两章实际上是前面章节的综合应用，通过知识点的拆分和重组，要求学生面对实际的应用环境设计课题。希望学生能够按照步骤亲手做一遍，肯定会有很多收获。

在本书最后，通过附录的形式，给出了相关学科竞赛的介绍和常熟理工学院 2013~2015 年校内大学生电子设计竞赛的试题，希望对读者起到开拓思路和巩固电子技术的作用。

在总的课时分配上，建议本课程按照 32 学时授课，第 4~7 章每章安排 4 个学时，大体 1 个学时理论，3 个学时实践，第 8 章和第 9 章每章 8 个学时，2 个学时理论，6 个学时实践，形成理论实践一体的授课方式。第 1~3 章及书中的仿宋字体内容、带*号的章节和习题，作为自学内容，由读者根据需要参阅学习。

本书涉及的创新课程体系及内容由范瑜、徐健、钱斌、潘启勇、冀宏、张根华等策划、制定和校审，本书内容主要由徐健编写并统稿。

作为一个完整的教育体系，大学生创新教育总体看还处于起步阶段，无论是教学内容还是教育方法都在不断地探索和完善中。我们将多年的积累编撰成书出版，无非是想抛砖引玉，让更多老师参与到大学生创新教育中来，更呼吁我们的学生积极参加创新活动。

多年来的大学生创新课程和学科竞赛活动得到了常熟理工学院各级领导的大力支持，在本书的素材选取、编辑、定稿成书的全过程中，学院和学校教务处领导多次关心工作进度，给予了极大帮助，没有他们的督促本书是很难完成的，在此表示衷心感谢。

特别感谢多年来参加学科竞赛的学生，他们为本书积累了丰富的第一手资料。感谢几年来选修创新课程的学生，他们对知识的无限渴求时时激励着我们不敢有丝毫懈怠。

由于时间紧迫，加上作者水平所限，书中难免存在不足与疏漏，恳请读者批评指正。

作 者

2016年11月

于常熟理工学院东湖校区

目 录

前言

第一篇 实践前的准备工作

第 1 章	认识器件和材料	3
1.1	搜集电子元器件的信息	3
1.1.1	逛元器件市场	3
1.1.2	网络平台	4
1.1.3	电子展会	6
1.1.4	官方网站和论坛	9
1.2	认识常规元器件	11
1.2.1	电阻器、电位器	11
1.2.2	电容器	20
1.2.3	电感器	27
1.2.4	半导体器件	29
1.3	常用材料和工具	38
1.3.1	实验用面包板	38
1.3.2	万用板	39
1.3.3	印制电路板	42
1.3.4	焊接材料和工具	43
第 2 章	典型测量仪表的使用	46
2.1	数字万用表	46
2.1.1	了解数字万用表	46
2.1.2	认识数字万用表的挡位和测量	46
2.2	函数信号发生器	49
2.3	电子示波器	51
2.4	直流稳压电源	53
2.4.1	直流稳压电源功能	53
2.4.2	给电子系统进行供电	54

2.4.3 注意共地	55
第3章 学习电路 CAD 软件	57
3.1 了解常用的电路 CAD 软件	57
3.1.1 电路 CAD 软件概述	57
3.1.2 常用电路 CAD 软件比较	58
3.2 Multisim 仿真软件使用	62
3.3 OrCAD Capture CIS 原理图设计	74

第二篇 电子初学者的创新实验

第4章 声音信号的产生和观测	95
4.1 声音信号与电子信号	95
4.1.1 认识典型电子信号	95
4.1.2 MP3 发出的声音信号	99
4.2 声音信号的产生	101
4.2.1 电子系统中声音信号的产生	102
4.2.2 声音信号的接收和声电转换	105
4.3 本章实验和要求	107
4.3.1 电子信号的产生和观测实验	107
4.3.2 声音的产生实验	108
4.3.3 声音的接收实验	108
课后思考和作业	109
第5章 灰度传感器的原理和应用	110
5.1 进一步了解电子信号和测量设备	110
5.1.1 模拟信号、直流信号和交流信号	110
5.1.2 进一步使用信号发生器、示波器	114
5.2 光敏电阻	116
5.2.1 光敏电阻简介	116
5.2.2 光敏电阻的主要参数和基本特性	117
5.3 可见光光敏电阻构成的灰度传感器	119
5.3.1 灰度传感器简介	119
5.3.2 灰度传感器的构成(光敏电阻)	120
5.4 红外二极管构成的灰度传感器	121
5.4.1 红外灰度传感器的构成	121

5.4.2 集成灰度传感器 TCRT5000	122
5.4.3 红外灰度传感器应用电路	122
5.4.4 仍需改进的灰度传感器应用电路*	125
5.5 实验内容和要求	126
5.5.1 信号的产生和观测	126
5.5.2 光敏电阻性能的定性测量	126
5.5.3 灰度传感器的测试	126
课后思考和作业	127
第 6 章 电机驱动和简易小车制作	128
6.1 小车的动力部件——直流电机	128
6.1.1 小型直流电机简介	128
6.1.2 直流电机的运转	130
6.2 用三极管驱动直流电机	131
6.2.1 三极管	131
6.2.2 三极管作为电子开关	132
6.2.3 电机的调速原理*	134
6.2.4 H 桥驱动电路实现完整驱动	135
6.3 H 桥驱动电路应用原理图	137
6.4 简易小车的搭建	138
6.5 实验内容和要求	139
6.5.1 LED 的控制	139
6.5.2 H 桥制作	140
6.5.3 简易小车搭建	140
课后思考和作业	140
第 7 章 红外测距传感器和避障应用电路	141
7.1 红外测距传感器介绍	141
7.1.1 红外传感器简介	141
7.1.2 红外测距传感器基本原理	142
7.1.3 GP2Y0A21YK 红外测距传感器的参数	144
7.2 利用电压比较器来检测电压	145
7.2.1 电压比较器实现测距的基本方法	145
7.2.2 认识电压比较器芯片	146
7.2.3 LM393 电压比较器典型电路	147
7.3 障碍检测和报警应用电路的构成	149

7.4 实验内容和要求	150
7.4.1 红外测距传感器测距实验	150
7.4.2 红外测距和报警电路设计	150
课后思考和作业	150
第8章 综合课题——简易寻迹小车设计	151
8.1 寻迹小车的设计要求与规则	151
8.2 寻迹小车设计的基本原理	152
8.2.1 小车基本原理概述	152
8.2.2 小车电路模块的基本方案	152
8.2.3 需要再次确认的细节	155
8.3 电源和动力	156
8.4 小车预览	156
8.5 实验内容和要求	156
8.5.1 寻迹小车设计	156
8.5.2 提高要求*	157
课后思考和作业	157
第9章 综合课题——导盲避障游戏设计	158
9.1 导盲避障游戏要求与规则	158
9.2 设计原理	161
9.2.1 红外测距传感器特性概述	161
9.2.2 避障电路功能和原理分析	161
9.3 实验内容和要求	163
课后思考和作业	163
附录A 电子信息类专业主要创新创业竞赛	164
A.1 全国大学生电子设计竞赛	164
A.2 全国大学生智能汽车竞赛	166
A.3 中国机器人大赛	168
A.4 国际大学生 iCAN 创新创业大赛	172
A.5 全国软件和信息技术专业人才大赛	174
附录B 常熟理工学院校内电子设计竞赛试题	176
B.1 2013 年决赛试题	176
B.2 2014 年决赛试题	178
B.3 2015 年决赛试题	182
参考文献	186

第一篇

实践前的准备工作

第 1 章 认识器件和材料

在学习本书之前，必须花一些时间做准备，包括认识和熟悉元器件、测量仪器以及它们的基本使用规范。不仅如此，还要了解元器件在电路里的画法，学会看懂基本的电路原理图。另外，简要地掌握一些常规的电路设计软件也是非常必要的。

1.1 搜集电子元器件的信息

1.1.1 逛元器件市场

如果要了解较多的元器件知识，实体的元器件卖场是一个很好的认识实践场所，在上海和苏州可以到当地著名的赛格电子市场(图 1.1)，南京有华龙电子商城，图 1.2 是电子市场内部的展柜，这些地方几乎可以找到你需要的任何元器件。还有很多不知名的电子商店，都是当地电子爱好者淘宝的场所。



图 1.1 上海赛格电子市场

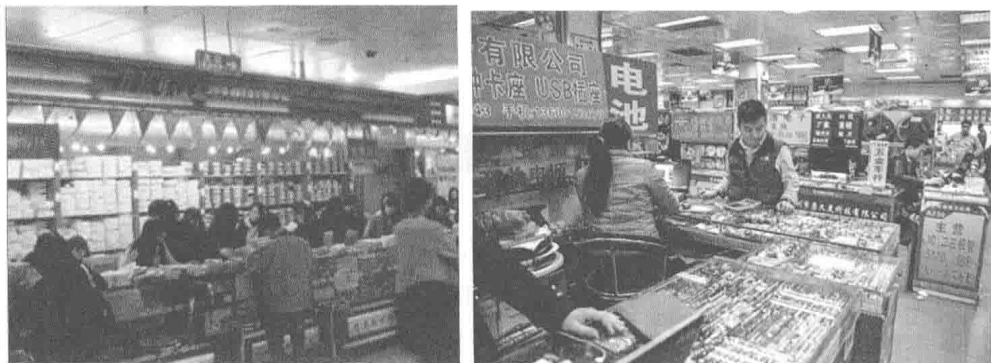


图 1.2 电子市场柜台

1.1.2 网络平台

在网络交易平台上, 电子商品卖家将元器件信息悉数归类, 方便客户选购, 在“货架”上提供了快捷获取元器件的种类、外形、价格、参数等多种信息, 是快速了解元器件的一种好途径。图 1.3 是淘宝网站上的电子店铺, 分类齐全; 图 1.4 是著名的一站式采购平台贸泽电子, 互联网上还有很多类似的交易平台值得浏览和学习。

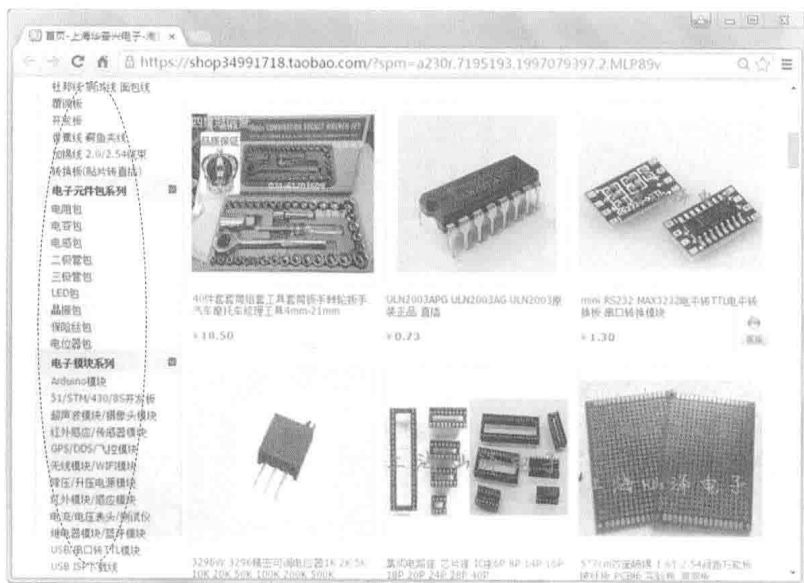


图 1.3 淘宝网站的电子店铺, 有非常全的元器件分类



图 1.4 贸泽电子采购平台

电子网络平台获得的元器件信息直观简明,要想进一步了解电子元件和器材的信息,有时候还需要借助搜索引擎,从互联网搜索更多的综合信息。百度、必应等都是知名的搜索引擎,另外百度百科(图 1.5)和维基百科(图 1.6)都有丰富的知识集合,可以帮助读者更好地了解所需知识的背景和发展过程。



图 1.5 百度搜索和百度百科

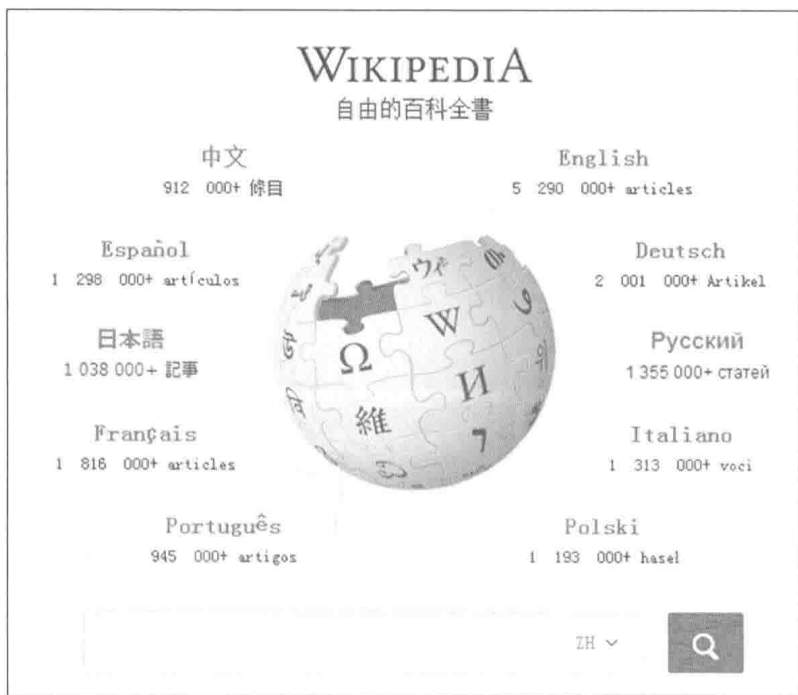


图 1.6 维基百科

1.1.3 电子展会

通过参加电子展，与电子企业零距离接触，能及时了解最前沿的元器件及电子技术动态。例如，中国电子展，每年会在上海、成都、深圳等地举办为期几天的展会，云集各类电子设计与制造商，展示最先进电子技术和产品信息，同期举办多种技术论坛，是一个学习提高的良好机会。图 1.7 是中国电子展的网站，可以查看相关的电子展信息。中国电子展针对团体参展有团队接待服务，组织非常有序。图 1.8 是组织学生参加 2016 年中国电子展时的合影。

直击“中电展”

中国电子展(中电展)始于 1964 年，是中国历史最悠久、最权威的电子行业展会。中国电子展以领先的基础电子技术，促进中国电子产业自主创新，与中国电子产业共同成长。中国电子展春、夏、秋三季配合，布局华南—中西部—华东，全年展览规模达到 $1.5 \times 10^5 \text{m}^2$ ，服务于 3C、工业和国防等应用行业。

中国电子展(CEF)是亚洲电子展览联盟(AEECC)五大成员之一，与日本电子展(CEATEC JAPAN)、韩国电子展(KES)、中国台湾电子展(Taitronics)、中国香港电子展(HK Electronics Fair)并称为亚洲五大电子展。成员之间的相互协作极大

地提高了 CEF 在国际上的影响力。



图 1.7 中国电子展网站



图 1.8 组织学生参加第 88 届中国电子展(上海)

中国电子展展区有电阻电容器展区、连接器展区、集成电路展区、仪器仪表展区、新能源汽车电子展区、虚拟现实与增强现实展区、嵌入式系统展区、智能家居及智慧社区展区等。图 1.9 是中电展的展区集锦，参展产品除了元器件本身，也涉及航空、安防、医疗、汽车、照明等十多个领域的产品和技术(图 1.10)。