

教材、实验指导书

| 序号 | 作者 | 名称 | 涉及成果主要完成人及位次 | 出版社（合作单位） |
|----|------------------------|-------------------|---|------------------------|
| 1 | 刘春晖 顾雅青 | 教材：图解汽车传感器结构原理与检修 | 顾雅青 2/10 | 机械工业出版社 |
| 2 | 朱国军 顾雅青 王文杰 | 教材：单片机控制技术应用项目化教程 | 顾雅青 2/10 | 化学工业出版社 |
| 3 | 钟苏丽 顾雅青 | 教材：传感器与检测技术 | 顾雅青 2/10 | 西北工业大学出版社 |
| 4 | 曹薇 郝文琦 顾雅青 陈龙 | 教材：电气控制与 PLC 应用 | 顾雅青 2/10 | 西北工业大学出版社 |
| 5 | 元增民 | 教材：模拟电子学的创新之路 | | 清华大学出版社 |
| 6 | 元增民 | 教材：电工学（电子技术）（修订版） | | 清华大学出版社 |
| 7 | 王平 乔绪杰 | 校企合作教材：电路 | 王平 1/10 | 德州亚太集团 |
| 8 | 编写组 | 电气工程及其自动化专业实验指导书 | 王平 1/10 顾雅青 2/10 邓蕾 3/10 赵静 4/10 张文志 5/10 | 电气工程学院 |
| 9 | 编写组 | 电气工程及其自动化专业实训指导书 | 王平 1/10 顾雅青 2/10 邓蕾 3/10 赵静 4/10 张文志 5/10 | 电气工程学院 |
| 10 | 张钦衡 高迪 | 校企合作教材：电工基本操作技能实训 | | 电气工程学院 兰剑物流科技股份有限公司 |
| 11 | 张钦衡 刘义田 | 校企合作教材：电力电子技术 | | 电气工程学院 德州亚太集团 |

1.教材：图解汽车传感器结构原理与检修



本书以汽车传感器为研究对象,系统讲述了位置和角度传感器、气体和液体流量传感器、气体和液体压力传感器、气体浓度传感器、速度传感器、温度传感器、爆燃和碰撞传感器以及其他类型传感器等不同类型的传感器的安装位置、结构原理及检测方法,同时对汽车传感器常见故障诊断方法进行了系统的总结。

本书最大的特点是“以图进行讲解”,减少了不必要的文字叙述。同时具有内容新颖、系统性强、实用性强等优点,适合汽车维修人员、汽车维修类专业的师生使用,也适合汽车维修企业相关的管理人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

图解汽车传感器结构原理与检修/刘春晖,顾雅青主编. —北京:机械工业出版社,2019.6

(汽车电气维修技能进阶丛书)

ISBN 978-7-111-62053-2

I. ①图… II. ①刘… ②顾… III. ①汽车-传感器-图解 IV. ①U463.6-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第031669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:杜凡如 责任编辑:杜凡如 韩静

责任校对:樊钟英 责任印制:李昂

北京机工印刷厂印刷

2019年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15印张·6插页·371千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-62053-2

定价:49.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

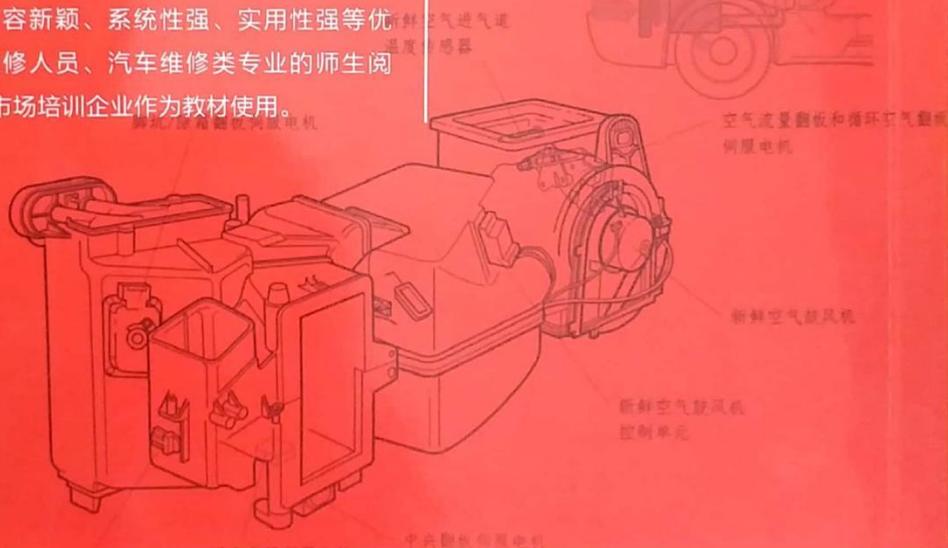
教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

本书以汽车传感器为研究对象，系统讲述了位置和角度传感器、气体和液体流量传感器、气体和液体压力传感器、气体浓度传感器、速度传感器、温度传感器、爆燃和碰撞传感器等不同类型的传感器的安装位置、结构原理及检测方法，同时对汽车传感器常见故障诊断方法进行了系统的总结。

本书最大的特点是“图解”，减少了不必要的文字叙述。同时具有内容新颖、系统性强、实用性强等优点，既适合汽车维修人员、汽车维修类专业的师生阅读，也适合汽车后市场培训企业作为教材使用。

图解汽车 传感器结构 原理与检修



扫一扫，加入汽车维修技师之家，
免费领取汽车维修视频。



机械工业出版社
微信公众号

上架指导 交通运输/汽车维修

ISBN 978-7-111-62051-2



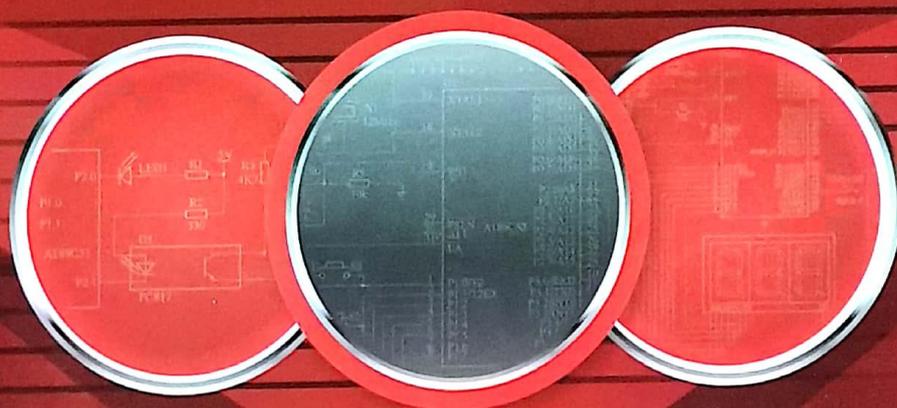
定价：49.90 元

2.教材：单片机控制技术应用项目化教程

普通高等教育“十三五”规划教材

单片机控制技术应用 项目化教程

朱国军 主编



 化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

单片机控制技术应用 项目化教程

朱国军 主 编
王文海 周欢喜 顾雅青 副主编
王文杰 主 审



化学工业出版社

· 北京 ·

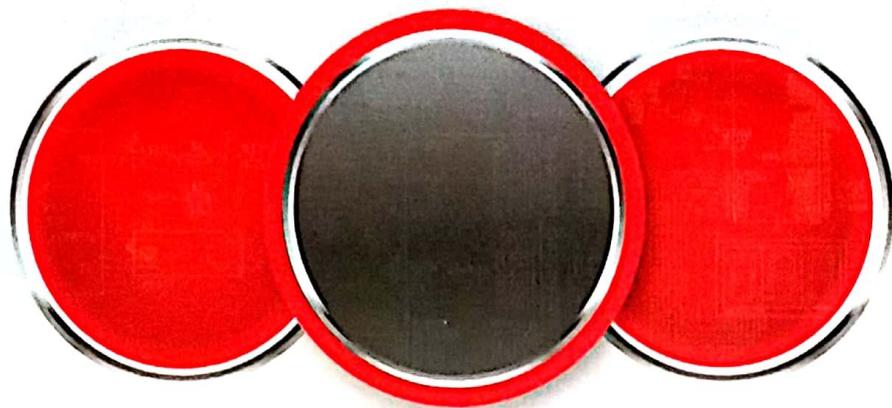
目录

| | |
|---------------------------|-----------|
| 项目 1 设计制作广告灯 | 1 |
| 1.1 学习目标 | 1 |
| 1.2 项目任务 | 1 |
| 1.3 相关知识 | 1 |
| 1.3.1 单片机简介 | 1 |
| 1.3.2 数制与编码 | 2 |
| 1.3.3 MCS-51 单片机 | 5 |
| 1.3.4 MCS-51 单片机常用开发工具及使用 | 16 |
| 1.3.5 Keil C51 程序设计 | 29 |
| 1.3.6 单片机程序设计 | 56 |
| 1.4 项目实施 | 60 |
| 1.4.1 总体设计思路 | 60 |
| 1.4.2 设计广告灯电路 | 60 |
| 1.4.3 设计广告灯程序 | 61 |
| 1.4.4 调试仿真广告灯 | 64 |
| 1.4.5 安装元器件, 烧录、调试样机 | 65 |
| 1.5 拓展训练 | 66 |
| 项目 2 设计制作楼道计数器 | 67 |
| 2.1 学习目标 | 67 |
| 2.2 项目任务 | 67 |
| 2.3 相关知识 | 67 |
| 2.3.1 数组 | 67 |
| 2.3.2 LED 显示 | 70 |
| 2.3.3 MCS-51 单片机中断系统 | 76 |
| 2.3.4 外部中断源 | 81 |
| 2.4 项目实施 | 84 |
| 2.4.1 楼道人数计数器总体设计思路 | 84 |
| 2.4.2 设计楼道人数计数器电路 | 84 |

| | | |
|-----------------------------|--------------------|------------|
| 2.4.3 | 设计楼道人数计数器程序 | 84 |
| 2.4.4 | 仿真楼道人数计数器 | 88 |
| 2.4.5 | 调试楼道人数计数器 | 89 |
| 2.5 | 拓展训练 | 89 |
| 项目3 设计制作数字频率计 | | 90 |
| 3.1 | 学习目标 | 90 |
| 3.2 | 项目任务 | 90 |
| 3.3 | 相关知识 | 90 |
| 3.3.1 | 指针 | 90 |
| 3.3.2 | 定时/计数器 | 95 |
| 3.4 | 项目实施 | 104 |
| 3.4.1 | 数字频率计总体设计思路 | 104 |
| 3.4.2 | 设计数字频率计电路 | 104 |
| 3.4.3 | 设计数字频率计程序 | 105 |
| 3.4.4 | 仿真数字频率计 | 109 |
| 3.4.5 | 调试数字频率计 | 109 |
| 3.5 | 拓展训练 | 110 |
| 项目4 设计制作升降控制装置 | | 111 |
| 4.1 | 学习目标 | 111 |
| 4.2 | 项目任务 | 111 |
| 4.3 | 相关知识 | 111 |
| 4.3.1 | 键盘与消除键盘抖动 | 111 |
| 4.3.2 | 独立键盘结构 | 112 |
| 4.4 | 项目实施 | 124 |
| 4.4.1 | 升降控制装置总体设计思路 | 124 |
| 4.4.2 | 设计升降控制装置电路 | 124 |
| 4.4.3 | 设计升降控制装置程序 | 124 |
| 4.4.4 | 仿真升降控制装置 | 128 |
| 4.4.5 | 调试升降控制装置 | 128 |
| 4.5 | 拓展训练 | 128 |
| 项目5 设计制作抢答器 | | 129 |
| 5.1 | 学习目标 | 129 |
| 5.2 | 项目任务 | 129 |
| 5.3 | 相关知识 | 129 |

| | | |
|-------------------------|------------------------|------------|
| 5.4 | 项目实施 | 138 |
| 5.5 | 拓展训练 | 144 |
| 项目 6 设计制作电压数据采样器 | | 146 |
| 6.1 | 学习目标 | 146 |
| 6.2 | 项目任务 | 146 |
| 6.3 | 相关知识 | 146 |
| 6.3.1 | A/D 转换器主要性能指标及选型 | 146 |
| 6.3.2 | ADC0809 A/D 转换器 | 147 |
| 6.4 | 项目实施 | 152 |
| 6.5 | 拓展训练 | 158 |
| 项目 7 设计制作信号发生器 | | 159 |
| 7.1 | 学习目标 | 159 |
| 7.2 | 项目任务 | 159 |
| 7.3 | 相关知识 | 159 |
| 7.3.1 | MCS-51 单片机三总线结构及绝对地址访问 | 159 |
| 7.3.2 | D/A 转换器的主要性能指标 | 160 |
| 7.3.3 | DAC0832 D/A 转换器 | 162 |
| 7.3.4 | 液晶 LCD1602 应用 | 166 |
| 7.4 | 项目实施 | 173 |
| 7.4.1 | 总体设计思路 | 173 |
| 7.4.2 | 设计信号发生器硬件电路 | 173 |
| 7.4.3 | 设计信号发生器程序 | 174 |
| 7.4.4 | 仿真调试信号发生器 | 178 |
| 7.4.5 | 调试信号发生器 | 178 |
| 7.5 | 拓展训练 | 178 |
| 项目 8 设计制作数据收发器 | | 180 |
| 8.1 | 学习目标 | 180 |
| 8.2 | 项目任务 | 180 |
| 8.3 | 相关知识 | 180 |
| 8.3.1 | 串行通信 | 180 |
| 8.3.2 | 串行通信总线标准及其接口 | 183 |
| 8.3.3 | MCS-51 的串行口 | 185 |
| 8.3.4 | MCS-51 单片机之间通信 | 193 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| 8.4 项目实施 | 208 |
| 8.4.1 总体设计思路 | 208 |
| 8.4.2 设计硬件电路 | 208 |
| 8.4.3 程序设计 | 208 |
| 8.4.4 调试仿真 | 213 |
| 8.4.5 安装元器件、烧录、调试样机 | 213 |
| 8.5 拓展训练 | 214 |
| 项目 9 设计制作温度报警器 | 215 |
| 9.1 学习目标 | 215 |
| 9.2 项目任务 | 215 |
| 9.3 相关知识 | 215 |
| 9.3.1 DS18B20 应用 | 215 |
| 9.3.2 AT24C02 应用 | 224 |
| 9.4 项目实施 | 234 |
| 9.4.1 温度报警器总体设计思路 | 234 |
| 9.4.2 设计温度报警器硬件电路 | 235 |
| 9.4.3 设计温度报警器程序 | 235 |
| 9.4.4 仿真温度报警器 | 240 |
| 9.4.5 调试温度报警器 | 240 |
| 9.5 拓展训练 | 240 |
| 附录 | 241 |
| 附录 1 ASCII 码字符表 | 241 |
| 附录 2 Keil C51 常用库函数 | 243 |
| 附录 3 PROTEUS 常用元件名称 | 244 |
| 附录 4 LCD1602 常用字符对照表 | 245 |
| 参考文献 | 247 |



单片机控制技术应用 项目化教程



www.cip.com.cn
读科技图书 上化工社网

ISBN 978-7-122-31721-6

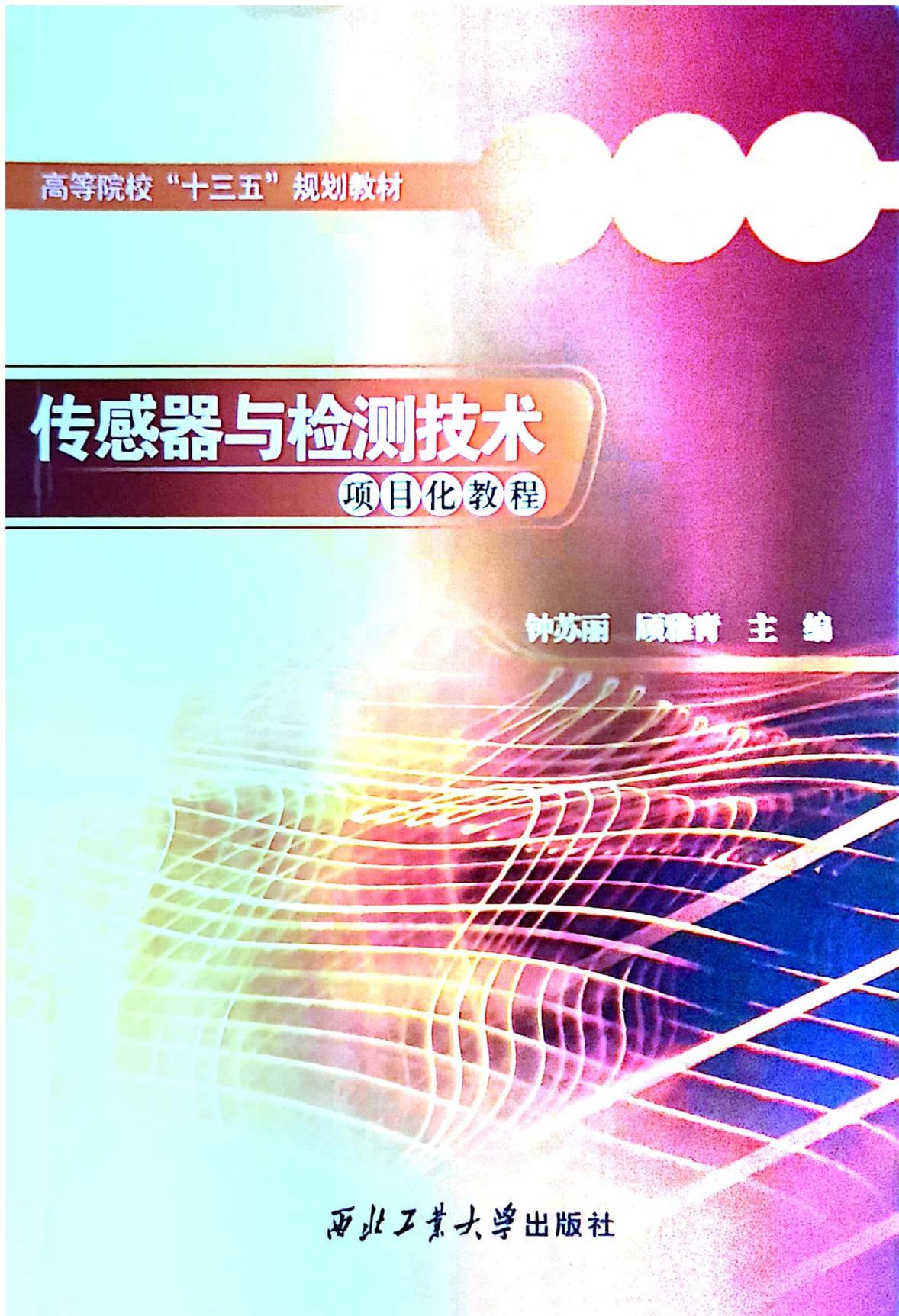


9 787122 317216 >

销售分类建议：电气控制

定价：36.00 元

3.教材：传感器与检测技术



高等院校“十三五”规划教材

CHUANGANQI YU JIANCE JISHU XIANGMUHUA JIAOCHENG
传感器与检测技术项目化教程

主 编 钟苏丽 顾雅青
副主编 侯卫平 黄志辉

西北工业大学出版社

目 录

| | |
|------------------------|-----|
| 项目一 传感器检测技术基础知识 | 1 |
| 任务一 传感器的基本概念 | 2 |
| 任务二 传感器静态、动态特性 | 14 |
| 任务三 传感器的技术性能指标及改善性能的途径 | 24 |
| 任务四 传感器检测技术发展趋势 | 28 |
| 思考与练习 | 34 |
| 项目二 电阻式传感器 | 35 |
| 任务一 电位器式传感器 | 35 |
| 任务二 应变式传感器 | 40 |
| 任务三 压阻式传感器 | 66 |
| 思考与练习 | 76 |
| 项目三 电感式传感器 | 78 |
| 任务一 自感式电感传感器 | 78 |
| 任务二 差动变压器式传感器 | 82 |
| 任务三 了解零点残余电压 | 85 |
| 任务四 电涡流式传感器 | 86 |
| 任务五 压磁式传感器 | 90 |
| 思考与练习 | 94 |
| 项目四 电容式传感器 | 96 |
| 任务一 电容式传感器的结构类型和特征 | 96 |
| 任务二 电容式传感器的测量转换电路 | 104 |
| 任务三 测量误差及改进措施 | 112 |
| 任务四 电容式传感器的应用 | 116 |
| 任务五 了解容栅式传感器 | 122 |
| 思考与练习 | 126 |
| 项目五 磁电式传感器 | 127 |
| 任务一 霍尔式传感器 | 127 |
| 任务二 磁阻式传感器及磁敏二、三极管 | 137 |
| 思考与练习 | 143 |
| 项目六 压电式传感器 | 145 |
| 任务一 压电效应及常数、电荷的计算 | 145 |
| 任务二 了解压电材料 | 152 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 任务三 了解压电元件的组合形式····· | 155 |
| 任务四 压电式传感器的等效电路····· | 156 |
| 任务五 压电、电荷放大器····· | 157 |
| 任务六 加速度传感器和力传感器····· | 162 |
| 任务七 压电式传感器精度的影响因素····· | 171 |
| 思考与练习····· | 174 |
| 项目七 热电式传感器····· | 175 |
| 任务一 热电阻式传感器····· | 175 |
| 任务二 了解热电偶····· | 181 |
| 任务三 半导体式传感器····· | 192 |
| 任务四 温度传感器、仪表的选用····· | 197 |
| 思考与练习····· | 200 |
| 项目八 光电式传感器····· | 202 |
| 任务一 光电效应与光电元件····· | 202 |
| 任务二 光电式传感器的应用····· | 216 |
| 任务三 光纤传感器····· | 219 |
| 任务四 红外传感器····· | 223 |
| 思考与练习····· | 227 |
| 项目九 数字式传感器····· | 229 |
| 任务一 光栅传感器····· | 229 |
| 任务二 感应同步器····· | 237 |
| 任务三 绝对编码器与增量编码器····· | 243 |
| 思考与练习····· | 250 |
| 项目十 传感器的标定与选用····· | 252 |
| 任务一 传感器的标定与校准····· | 252 |
| 任务二 传感器的选用原则····· | 263 |
| 思考与练习····· | 265 |
| 项目十一 传感器抗干扰技术、微机接口技术····· | 266 |
| 任务一 传感器抗干扰技术····· | 266 |
| 任务二 微机接口技术····· | 272 |
| 思考与练习····· | 279 |
| 参考文献····· | 281 |

策划编辑：刘庆保
责任编辑：季 强
封面设计：华盛英才



ISBN 978-7-5612-5960-3



9 787561 259603 >

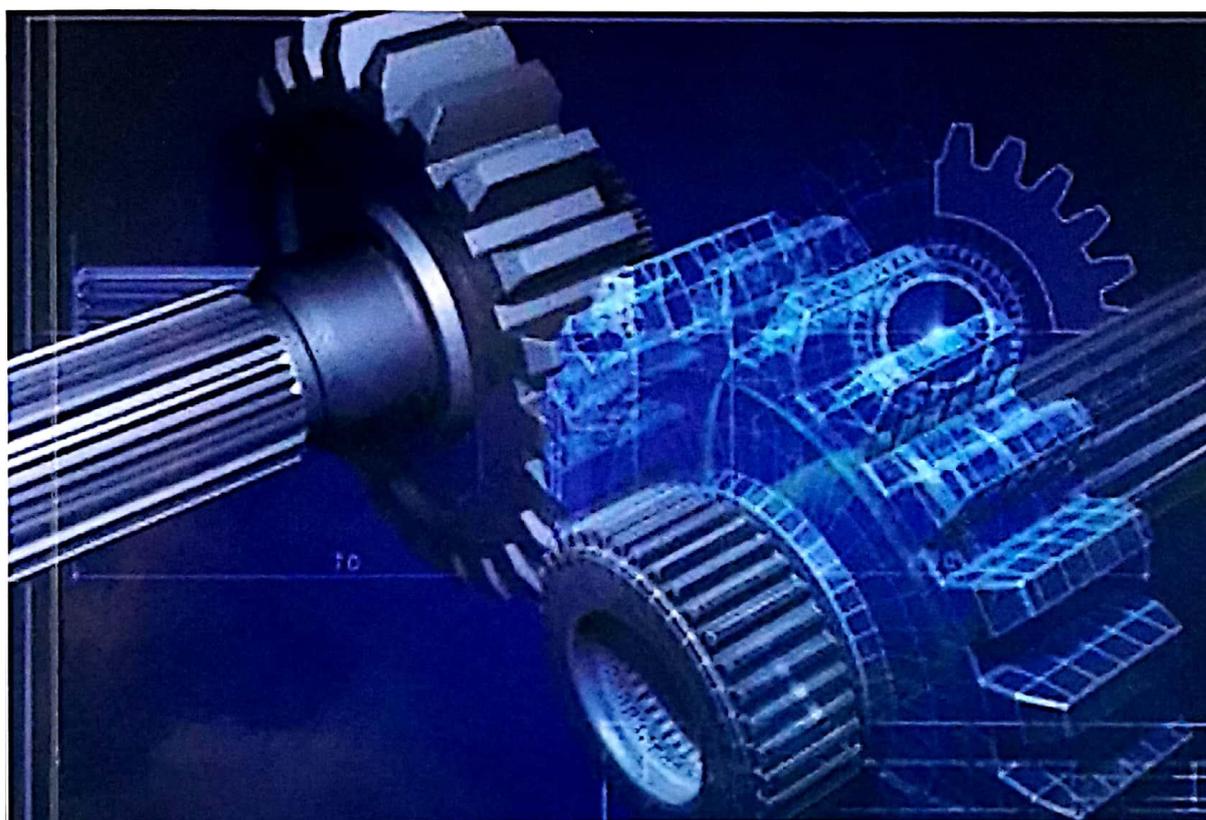
定价：45.00元

4.教材：电气控制与 PLC 应用

高等院校“十三五”规划教材

电气控制与PLC应用

主编 曹 薇 郝文琦



西北工业大学出版社

高等院校“十三五”规划教材

电气控制与 PLC 应用

主 编 曹 薇 郝文琦
副主编 顾雅青 陈 龙

西北工业大学出版社

目 录

| | |
|--|-----|
| 第一章 常用低压电器 | 1 |
| 第一节 低压配电电器 | 1 |
| 第二节 低压控制电器 | 13 |
| 第三节 电动机 | 28 |
| 第四节 拓展项目：新型低压器件认识 | 35 |
| 思考与练习 | 36 |
| 第二章 继电器—接触器式控制电路 | 38 |
| 第一节 电气控制系统图的绘制规则 | 38 |
| 第二节 三相异步电动机启动控制线路 | 51 |
| 第三节 三相异步电动机正反转控制线路 | 68 |
| 第四节 三相异步电动机调速控制线路 | 73 |
| 第五节 三相异步电动机的制动控制线路 | 81 |
| 第六节 控制电路安装工艺 | 92 |
| 第七节 拓展项目：Y- Δ 降压启动控制线路装调及考核 | 99 |
| 思考与练习 | 103 |
| 第三章 典型设备电气控制系统 | 105 |
| 第一节 电气系统识图、分析及设计 | 105 |
| 第二节 车床电气控制系统原理与维修 | 115 |
| 第三节 摇臂钻床电气控制系统原理与维修 | 118 |
| 第四节 万能铣床电气控制系统原理与维修 | 125 |
| 第五节 T68 卧式镗床电气控制系统原理与维修 | 134 |
| 第六节 拓展项目：电气施工系统图识读 | 143 |
| 思考与练习 | 149 |
| 第四章 可编程控制器工作原理及结构 | 151 |
| 第一节 PLC 的发展、分类及应用 | 151 |
| 第二节 PLC 的结构和工作原理 | 156 |
| 第三节 三菱 FX _{2N} 可编程控制器 | 162 |
| 第四节 拓展项目：PLC 的工程应用 | 170 |
| 思考与练习 | 187 |
| 第五章 可编程控制器指令系统 | 189 |
| 第一节 可编程基本逻辑指令使用 | 189 |
| 第二节 可编程步进顺控指令使用 | 203 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 第三节 | 可编程控制器功能指令使用 | 219 |
| 第四节 | 特殊功能模块 (Specific Function Module) 及应用 | 260 |
| 第五节 | 拓展项目 | 266 |
| 思考与练习 | | 267 |
| 第六章 | 电气控制系统与可编程典型应用 | 272 |
| 第一节 | 电气系统设计 | 272 |
| 第二节 | 可编程典型应用项目举例 | 276 |
| 第三节 | 可编程控制器与变频器综合应用 | 289 |
| 第四节 | 拓展项目：三菱触摸屏与 PLC 应用 | 294 |
| 思考与练习 | | 306 |
| 附录 | | 308 |
| 参考文献 | | 318 |

主编：刘洪波
副主编：李 强
编委：李 强



电气控制与PLC应用



第 4 版

5.教材：模拟电子学的创新之路



THE INNOVATIVE ROAD
OF ANALOG ELECTRONICS
105 MISTAKES AND 110 TRUTHS
IN ANALOG ELECTRONICS

模拟电子学的 创新之路

模拟电子学的
105项错漏及110项求真

元增民 著

请顾雅青主任斧正。

元增民 2021.11.4

清华大学出版社
北京

前言

FOREWORD

模拟电子学主要研究放大、反馈、滤波、振荡及电源等。“模拟电子技术”是一门专业基础课。高校中“模拟电子技术”课程开设之多、影响之广、重视之大，均鲜见其二。

1. 传统模拟电子学的起源及错误

当代模拟电子学自 1947 年才开始建立，相比高等数学大约四百年的历史，其历史较短，学科发展需要时日。传统模拟电子学存在很多错误和漏洞。

例如，尽管学界都知道通常少数只有多子的大约 10 亿分之一，传统模拟电子学却认为自由 PN 结内电场势垒大小是由少数漂移电流与多数扩散电流的平衡来决定的。虽然 70 年过去了，但在旧模式下，这个电流平衡式及自由 PN 结内电场势垒仍是悬案。

不仅平衡 PN 结内电场及内建电势大小至今没有任何结论，而且晶体管放大电路的技术参数指标十之有七讨论不全，在两个时间常数相等或接近的典型情况下没有计算下限频率，尤其是没有截止工作点的概念，这导致最大不失真输出电压幅度（输出范围）没有计算；反馈系统丢失合成环节相移。集成移相器高器所需 RC 移相电路本来只需两节就是矣，传统却误认为至少需要三节……据统计，传统模拟电子学的各种错误不下百处。

2. 传统模拟电子学错误的后果

虽然传统模拟电子学的错误如此之多，但很多著作依然一版接一版地出版。几十年前国内模拟电子学著作只有几朵金花，现在有几个版本，但大多囿于传统的教科书，就连知识点的编排顺序都不敢进行些许调整。传统模拟电子学著作被戏称为“天书”“玄学”。

“模拟电子技术”课程为教师最难教、学生最难学的课程。

传统模拟电子学的错误，已经使有关课程教学严重畸形。

如 β 是三极管的第一参数，设计、制造及维修时都需要，但高校的理论课对其一带而过，实验课更是鲜见。

模拟电子学的错误不仅影响专业技术教学，而且影响电子工程技术。理论缺陷使得很多现象难以解释，很多参数难以计算，很多设计依赖经验。例如，光电二极管传感器没有电阻时仍有相当高的灵敏度的现象就难以解释。放大器工作点稳定性设计依赖落后的经验手段，输出范围难以最大化，设备潜力难以充分发掘，可靠性难以保证。

很多设备都离不开模拟电子技术。模拟电子学等学科有关基础理论的缺陷是设备带病工作的重要原因之一。没有人敢说世界各地的空难等事故与模拟电子学理论体系的缺陷没有关系。模拟电子学基础理论的不足、缺陷及错误，对于学生是一只只拦路虎，对于工程师是一块块绊脚石，对于产品是一个个隐患，对于飞行员是一个个杀手。

3. 笔者的指导思想、研究工作及初步成果

教的一方是主动的，学的一方是被动的。笔者认为，学科要发展，教学质量要提高，关键

是教的一方。不应该片面责怪学的一方,首先教的一方要反思。知识技能是内涵,教学手段只是一种传统工具。漏洞不填补,错误不纠正,就是无源之水,无本之木,再好的教学手段,PPT 抑或 MOOC,都不可能从根本上解决问题。

坚持真理,纠正错误,填补漏洞,发新知识,是做学问的根本。为此,笔者首先注重正确处理创新与继承的关系,择善而继承,敢于创新,并以此作为工作总方针。笔者的研究工作大体上分为三方面:一是揭示模拟电子学传统理论中的漏洞及错误;二是探讨如何解决传统理论不能解决的问题;三是寻求新的更高效计算方法。

研究工作最初重要的规则是发现 PN 结自由电子扩散势,放大器临界工作点及输入、输出范围,自 2013 年开始,开始优化算法。当年还发现反馈系统的合成环节亦有瑕疵,并创建反馈分析与设计通吃的 3π 法。至今,求真创新举措已达数百项。

经过 20 多年的不断研究,原先不能计算的很多项目现在能计算了;原来能验计算的项目现在上升到理论计算了;原先能计算但费力缓慢的项目现在计算起来有力快捷了。

笔者的研究结果与吴运昌、杨控科、高伟、赖家胜、冯永强、陶春平、常世刚、陈苑生、曾本耀花、Sergio Franco(赛尔吉欧·佛朗哥)等国内外同行以及美国犹他州立大学的有关学者都非常一致。国内外不同肤色的人们不约而同就很多问题得出相同的结论,真是殊途同归!与前辈及同行比较起来,笔者的研究工作主要是时间更长,范围更广,内容更多,程度更深。

模拟电子学基础理论的研究成果不仅有益于有关科学研究及工程技术设计,其更现实、直接、广泛的价值表现在可用于改善和提高“模拟电子技术”课程的教学质量,可以及响教学,把千千万万学生从知识漏洞和错误造成的苦闷中解放出来。

至今笔者已经出版新体系特色《模拟电子技术》教科书(2000年,中国电力出版社),《模拟电子技术》修订版(2013年,清华大学出版社),《模拟电子技术简明教程》(2014年,清华大学出版社),总计三个版本,已有浙江海洋大学等 30 多所高校选用。

2003 年,笔者的科研项目“模拟电子学基础理论的研究”在长沙大学(长沙学院)正式立项,支持经费 12 万元,已经发表研究论文 19 篇,出版著作 2 种 3 个版本,2017 年,本书获得长沙大学年度优秀学术专著称号及出版资助。

2000 年以来,本课题得到清华大学王家宝、中国电子科技集团公司第十三研究所高1 峰等同志,长沙大学(长沙学院)李峻、刘松、李咏芳、詹小平、韦成龙、李云光、刘世昌、吴1 平、张秋英、魏磊、张丹、陈威兵、建立辉、张斌,以及卢雪松、赵鹤翔、施树林、张国融、周智1 等同志,还有山东华宇工学院的大力支持。本课题还得到全国各地有关方面及人员的积极响应,很多朋友提出不少宝贵建议或意见。上述单位和有关人员给予笔者的支持像雪中1 炭一样弥足珍贵,使笔者的研究工作能在 20 年的时间里一直坚持进行!在此一并表示衷1 感谢!

由于笔者水平有限,书中定有不妥之处,希望大家继续对笔者批评指正。

笔 者

2020 年 6 月

目 录

CONTENTS

上篇 传统理论的错误漏洞及研究动态

| | |
|-----------------------------------|----|
| 第1章 传统理论的105项错误及漏洞 | 3 |
| 1.1 电路理论及方法的错误及漏洞 | 4 |
| 1.1.1 电路概念、计算方法的欠缺及错误(17项) | 4 |
| 1.1.2 表达方法不足——借用符号及对曲线特性认识不足(3项) | 8 |
| 1.2 半导体物理学PN结理论的错误及漏洞 | 10 |
| 1.2.1 正离子丢失物质电中性被歪曲,空穴被强行带上正电(3项) | 10 |
| 1.2.2 忽视扩散势,造成平衡PN结内电场计算多处错误(4项) | 16 |
| 1.3 晶体管理论的错误及漏洞 | 18 |
| 1.3.1 晶体管理论的错误及漏洞(11项) | 18 |
| 1.3.2 BJT及FET晶体管理论的错误及漏洞(9项) | 19 |
| 1.4 放大理论的漏洞及错误 | 21 |
| 1.4.1 还没有解决的问题(25页) | 21 |
| 1.4.2 人为制造的错误(10项) | 24 |
| 1.5 反馈及振荡理论的错误与漏洞 | 27 |
| 1.5.1 反馈理论的错误与漏洞(13项) | 28 |
| 1.5.2 振荡理论的错误与漏洞(10项) | 31 |
| 1.6 模拟电子学理论缺陷的影响及原因 | 34 |
| 第2章 探索创新如火如荼 | 37 |
| 2.1 学术界相关动态 | 37 |
| 2.2 “百度知道”网页关于模拟电子学的论述 | 41 |
| 2.3 作者的创新之路——110项求真 | 42 |

下篇 研究进展

| | |
|---------------------------|----|
| 第3章 电路理论及方法的创新 | 49 |
| 3.1 电路分析计算方法 | 49 |
| 3.2 RLC电路幅频特性曲线在对数频率坐标下对称 | 63 |

6.教材：电工学（电子技术）（修订版）



全国普通高等院校电子信息与电气学科基础规划教材

电工学(电工技术) 修订版

无增民 编著

清华大学出版社
北京

修订版前言

2007年以来,作者使用电工技术讲义及本书(第1版于2011年由国防科技大学出版社出版)组织教学,学生积极性高,课堂纪律性好,作业交稿率高,即使在洪水围卷,他人阅卷,教考分离的条件下,课程考试及格率也都稳定在90%以上。因为学生高兴,家长满意,校长放心,作者被誉为“人民的好老师”。

2016年,本书第2版由清华大学出版社出版,2016年第一次重印,并进行了8项优化,今年第二次加印,优化项目又有4项。列举如下:

(1) 积极响应习近平总书记对科技创新发展的指导以及教育部关于教育要面向应用、面向未来、面向世界的要求,介绍更多的典型电路及典型装置。

(2) 推出德仔爬山电压升计算法,屠虎下山电压降计算法,中点电压法等新方法。

(3) 除了R、L、C电压电流关联之外,又推出电压源电流与电动势极性的关联假设。

(4) 强调RL串联电路及RC串联电路的阻抗三角形、电压三角形及功率三角形为三个相似的直角三角形,RL并联电路及RC并联电路的导纳三角形、电流三角形及功率三角形为三个相似的直角三角形,RLC串联谐振与RLC并联谐振特性曲线相似,很多知识点可以合三为一或合二为一,降低了学习难度。

(5) 除了电流源理想内阻为 ∞ 与电压源理想内阻为0等众多对偶关系之外,又陆续发现了电流源的锯刀形外特性曲线与电压源的锯头形外特性曲线等对偶关系。

(6) 本书如实相告,相电压、相电流难测量,线电压、线电流好测量,作为额定参数的也是线电压、线电流。用线电压、线电流乘 $\sqrt{3}$ 计算三相功率的公式,真好似长沙臭豆腐于闻香臭吃香香。学员不再被动,而是积极主动使用这些公式,何愁学不好呢!

(7) 不是简单罗列方法,而是任意比较各种电路分析方法的优缺点及适应性,引导读者灵活运用科学通用,以求事半功倍。如2.4节所述,“若说支流法好像是步行,则网流法就好似自行车,节点电压法弥尔曼公式就好似电动车,中点电压法就好似摩托车,节点电压法兵不血刃最强,迭加法及等效电源法就好似独轮的偏方……”。

(8) 开发新功能,让传统老算法焕发青春。如使用两瓦特表测量三相功率的方法推算负载无功功率及功率因数,判断三相电源相序。

(9) 从理论的高度对电路分析方法进行科学梳理。如支流法实质是KCL、KVL的同时运用,网流法是先用KVL再用KCL,节点电压法是先KCL再用KVL, KCL、KVL同时应用,就好似胡子眉毛一把乱抓,没有次序。支流法效率低,根本原因在于无序。网流法与节点电压法好用,根本原因在于井然有序。人类社会向有序发展,科学方法也不例外。人们喜欢网流法胜于支流法,原因如此。没有无缘无故的爱,并非人类社会的专利,自然科学也没有无缘无故的爱。

(10) 电路中的电压、电流、功率三大平衡分析计算,是电路分析的最高境界。实践是检验真理的唯一标准,什么概念,什么方法便捷、准、快地验证电路的电压、电流及功率三大平衡,达到这个最高境界,什么概念才是适用概念,什么方法才是好方法。

(11) 用 RLC 串联谐振, 电容与电感无功补偿及电容电流与负载电流的感性分量补偿等三种方法推导出功率因数补偿电容计算公式, 不仅演绎了一题多解的思路及方法, 而且进一步以理服人, 证明功率因数补偿与并联谐振是一回事儿。

(12) 科学有序编排内容。将同步发电机、同步电动机与异步电动机共有的定子构造, 以及同步电动机与异步电动机共有的旋转磁场单列为一节。用同样篇幅, 不仅介绍了异步电动机, 而且顺势简介了同步电动机, 以及同步发电机。适应了当今社会绿色、环保、节能的发展趋势, 以及随着电力电子技术的发展, 同步电动机应用日益广泛的大趋势。

杨东堂先生以实业报国, 以教育报国。他一手创办的亚太中央空调集团作为民族企业, 敢与国外品牌一较高下。他创兴办的山东华宇工学院朝气蓬勃, 锐意进取。笔者愿以本书, 为山东华宇工学院的发展壮大锦上添花。

本书配有电子课件, 登录清华大学出版社网站 www.tup.com.cn 可下载。

编排应如涓涓细流滋润于攀登, 写书要做涓涓细流引人入胜。书不惊人誓不休, 为读者提供最好的服务, 是作者毕生的追求, 但因水平、精力及视野等都有限, 欢迎广大读者踴躍地提、批评及指正。联系信箱为 yandd@138.com。

作者

2021 年初春于山东德州

第一版前言

目前电工技术教科书数量很多,数量虽然很多,但是很多教科书含混不清,分类不妥,主次颠倒,内容陈旧,脱离实际等缺陷很明显,已经成为影响教学质量的绊脚石。

(1) 未知电压电流本来只有假设方向,传统却是说成“参考方向”,电压电流的假设方向本来是关联的,传统却说“既可关联又可非关联,可选一致也可不一致”,使学生如丈二和尚摸不着头脑。磁感应强度与磁场强度等概念更容易混淆。

(2) 电源等效转换法与戴维宁法则属于解析等效电源法。RLC电路处于并联谐振时线路总电流减小,感性负载并联电容进行功率因数补偿时线路总电流亦减小,也是趋于并联谐振。目前很多教科书把这些本是同根生的知识点都人为地隔开了。

(3) 漏磁有多有少,漏磁少时完全可以忽略不计,但目前电路分析不管漏磁多少,都要大谈漏磁、漏磁感抗和漏磁电压等,没有漏磁不成书,担事实,就乱思维。

(4) 一些产品从开始流行到最终淘汰,在很多电工技术教科书中辟难至踪影。内容与实际严重脱节,书呆子气十足。用感应磁钢控制的机械式电饭锅就是一例。

(5) 缺乏概念定义,读者无所适从。2010年作者应邀阅卷一批电工技术试卷,其中三相电动功率计算题竟然全员覆没,原因就是缺乏额定功率定义,令人困惑。

科学之本来没有路,九曲十八弯的科学之路还是前辈们开辟的。除了感谢前辈,关键是不能坐享其成,学者有责任有义务拉直拓宽科学之路,使其愈加平坦,使后人走起来更顺畅。教科书如棵棵长被垫子垫着,写书要似滔滔潮流引人入胜。

为改进教学效果并有利于读者自学,本书采取了以下措施。注意纠正错误概念,合理分门别类,理顺内容关系;抓住主要矛盾,分清主次关系;介绍流行产品,跟进新型电路;注意扬长避短,理论结合实际;注重教例并用,始终把握脉络。

(1) 采用电压电流的假设方向及关联假设方向来处理未设定电流电压解方程。

把根据液气流 Q 的假设方向确定液气压 P 的关联假设方向的方法引申,根据电流 I 的假设方向来确定电压 U 的关联假设方向,根据电容电荷 Q 的假设方向确定电容电压 U 的关联假设方向,根据电容电荷增加率 dq/dt 确定电容电流 I 的关联假设方向,根据电感电流 I 的假设方向确定感应电压 $w_L=L(di/dt)$ 的关联假设方向,根据磁通 Φ 的假设方向依次确定线圈感应电流 I 及感应电压 U 的假设方向。

(2) 注意到额定功率定义的重要性,指出不同元器件、不同产品额定功率定义的不同,特别是电机额定功率指的是输出功率,灯具额定功率指的是输入电功率。

(3) 用清晰的磁动势线密度,磁通密度概念代替模糊的磁场强度、磁感应强度概念。

(4) 把戴维宁法与诺顿法归类为解析等效电源法,又将附原等效电源法(等效变换法)与解析等效电源法归类为等效电源法。还将并联谐振与最佳功率因数补偿结合在一起讨论,理顺思路方便学习。合理的分门别类好似四两拨千斤,能使读者事半功倍。

(5) 注意介绍新型元件,如贴片电阻、电感、电容等,新型电路如单片机启动电路,双向二极管电子开关保护电路、反激式开关稳压电源及正激式开关稳压电源,机械零件的磁电

路、单相电动机换向电路、无刷直流电动机、电容式异步调速器等,以及新型磁路,如环形磁路、C形磁路、R形磁路、立体三柱磁路等。

(6) 讨论电路分析计算方法时注意扬长避短。指出节点电压法的优势在于针对双节点电路的弥尔曼公式,网孔电流法相比支路电流法的优势在于电流未知数少得多,还讨论了相量法加法、交流电路新分析方法等。

(7) 注重分析计算步骤,注重单位换算及量纲分析。把电路及磁路所有参数的量纲都分解表达为伏特(V)、安培(A)、欧姆(Ω)、秒(s)、米(m)等基本量纲的组合,让量纲参与列数值运算过程中,随着数值运算自然得出结果的单位,使人口服心服。

(8) 注重理论与实践相结合。讲过暂态过程理论后立即用RC充电理论解释计算机(单片机)复位启动电路工作原理。讲过自感系数计算方法后旋即指出该方法是电感式传感器分析计算的理论基础。结合实际讲解深奥的原理,如结合CRT消磁方法和交流继电器线圈损坏原因介绍磁路基本知识。

(9) 注意到磁通量不能突变的本质是磁通不能突变,单线圈电感电流不能突变是磁通不能突变的连锁反应。多线圈电感线圈电流可以转移,实际表现为既可以瞬间停止,也可以瞬间产生,并用多线圈电感模型很好地解释了开关稳压电源工作原理。

(10) 分析计算注意实事求是,抓住主要矛盾。例如,漏磁较小时注意忽略漏磁,磁芯磁阻远小于空气磁阻时,注意这时忽略磁芯磁阻。

(11) 倡导一题多解的思路和做法。用多种方法解决同一个问题,可以巩固概念、熟悉方法、提高分析解决问题的能力。

作者在2006年出版了《单片机原理与应用基础》,2009年出版了《模拟电子技术》。连续超高强度工作等因素使作者身心倍感疲惫。本来短期内不打算再写书,但2010年底所任长沙大学土木系2008级建筑1、2班及土建1、2班四个班电工技术课程由于采用任课教师的电工技术讲义而使考试卷面/总评及格率各达96%/99%,学生欢呼雀跃,强烈呼吁将电工技术讲义出版修订,长沙大学为学生着想而全力支持。主课上学生的期待和学校的支持,客观上电工技术讲义已经多年使用多次修改日趋充实,使得本书出版或能在纸上不得不发之势。民意不可欺,作者唯有再会命拼搏一次。

作者执教的长沙大学机电系2005级机械5~8班学员在暂态过程计算中不仅使用了传统的等效电源法,而且自主使用了节点电压法、叠加法,还把电容等效为电压源,把电感等效为电流源,发挥得出神入化,娓娓道来淋漓尽致,说明作者的思路及做法已如春风化雨扎根于学生中。为此本书第3章专门编写了3.8节内容,以做后人。

长沙大学、国防科技大学出版社给予大力支持,徐建英、杨军老师等提出了许多宝贵建议,在此一并表示诚挚感谢。

教材建设是一项浩大的系统工程。由于作者水平和学识所限,本书难免存在不足之处,衷心希望大家多多指正,以使本书不断完善,更好地为读者服务。建议和意见请发到作者电子邮箱 yzmhb@126.com。

元增氏

2011年仲夏于长沙浏阳河畔

目 录

| | |
|--|----|
| 第 1 章 电路基础知识 | 1 |
| 1.1 电路参数量纲及定律 | 2 |
| 1.1.1 电路参数量纲、定律、电压极性 & 电流方向的关联假设 | 2 |
| 1.1.2 元件参数单位及其表达方式 | 7 |
| 1.1.3 载流导线中电子的平均运动速度* | 11 |
| 1.2 电源特性、电路组成及工作状态 | 14 |
| 1.2.1 电源特性 | 14 |
| 1.2.2 最大功率传输定理及其适用场合 | 18 |
| 1.2.3 电源的连接与电路的三种基本工作状态 | 19 |
| 1.3 元件串/并联及星/角连接总阻值计算 | 22 |
| 1.4 星-角等效变换——总电阻等效时对分电阻的要求* | 26 |
| 1.5 电源与元件的额定参数 | 31 |
| 习题 1 | 31 |
| 第 2 章 电路分析设计方法 | 37 |
| 2.1 支路电流法与网孔电流法 | 37 |
| 2.2 节点电压法 | 42 |
| 2.2.1 双节点电路直接计算节点电压(弥尔曼公式) | 43 |
| 2.2.2 多节点电路列方程组计算节点电压* | 46 |
| 2.3 叠加法 | 49 |
| 2.3.1 透光叠加 | 49 |
| 2.3.2 暗箱叠加 | 52 |
| 2.4 网解等效电源法 | 55 |
| 2.4.1 电压源与电流源的等效变换法 | 55 |
| 2.4.2 网解等效电源法(等效变换法) | 57 |
| 2.5 网析等效电源法——戴维宁法与诺顿法 | 60 |
| 2.5.1 戴维宁法 | 60 |
| 2.5.2 诺顿法 | 63 |
| 2.5.3 等效电源法解题步骤及技巧 | 64 |
| 2.6 电路分析设计方法汇总对比 | 67 |
| 习题 2 | 73 |

注：带*号*号的内容为选讲部分，难度较大，可以不讲。

7.校企合作教材：电路



校企合作开发教材

电 路

主编：王 平(华宇) 乔绪杰(亚太)

山东华宇工学院

德州亚太集团有限公司

8. 电气工程及其自动化专业实验指导书



山東華宇工學院
SHANDONG HUAYU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

电气工程及其自动化专业 实验指导书

电气工程学院
二〇二一年一月

9. 电气工程及其自动化专业实训指导书



山東華宇工學院
SHANDONG HUAYU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

电气工程及其自动化专业 实训指导书

电气工程学院

二〇二一年一月

10.校企合作教材：电工基本操作技能实训



山东华宇工学院

BlueSword
兰剑物流科技创新

校企合作开发教材

电工基本操作技能实训

主编：张钦衡(华宇) 高迪(兰剑)

山东华宇工学院

山东兰剑物流科技股份有限公司

11.校企合作教材：电力电子技术实训



山东华宇工学院
SHANDONG HUAYU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



亚太集团
YATAI GROUP

校企合作专用教材

电力电子技术实训

主编：张钦衡（华宇） 刘义田（亚太）

山东华宇工学院
德州亚太集团有限公司