



全国技工院校“十二五”系列规划教材

中国机械工业教育协会推荐教材

维修电工 综合实训教程

◎ 张静之 刘建华 主编

Weixiu Diangong Zonghe Shixun Jiaocheng



免费下载

www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国技工院校“十二五”系列规划教材

中国机械工业教育协会推荐教材

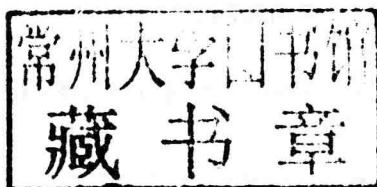
维修电工综合实训教程

主 编 张静之 刘建华

副主编 朱彩萍 孙鹏涛

参 编 郑 昊 牟智刚

陈晓婷 黄 颖



机械工业出版社

本书以职业能力为核心,整合了中级维修电工所需掌握的基本知识和技能实践,按任务驱动模式编写。本书共分为4个单元36个项目,单元1为电子技术,讲述了常用电子元器件及其应用电路;单元2为电气控制电路的安装与调试,讲述了常见的液压控制机床滑台运动及机床滑台工作电气控制电路、双速电动机自动控制电路、正反转起动能耗制动控制电路、通电延时带直流能耗制动控制电路、减压起动控制电路等;单元3为机床电气控制电路故障分析与排除,讲述了M7130型平面磨床、Z3040型摇臂钻床电气控制电路故障分析与排除;单元4为可编程序控制器,以三菱FX_{2N}系列PLC为例讲述了其应用,并给出了利用其实现各种功能的实际应用电路。

本书可作为技工院校与中等职业学校电气运行与控制、机电一体化技术,高等职业院校机电自动化、电气工程、机电一体化等专业中级维修电工的技能鉴定实训课程用书,也可作为中级维修电工职业技能培训教材,还可作为电气工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工综合实训教程/张静之,刘建华主编. —北京:机械工业出版社,2013.1

全国技工院校“十二五”系列规划教材
ISBN 978-7-111-41140-6

I. ①维… II. ①张… ②刘… III. 电工—维修—技工学校—教材
IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第008976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:陈玉芝 责任编辑:陈玉芝

版式设计:霍永明 责任校对:闫玥红

封面设计:张静 责任印制:乔宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2013年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15印张·365千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-41140-6

定价:33.00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

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

全国技工院校“十二五”系列规划教材 编审委员会

顾 问：郝广发

主 任：陈晓明 李 奇 季连海

副主任：（按姓氏笔画排序）

丁建庆	王 臣	冯跃虹	刘启中	刘亚琴	刘治伟
李长江	李京平	李俊玲	李晓庆	李晓毅	佟 伟
沈炳生	陈建文	黄 志	章振周	董 宁	景平利
曾 剑	魏 葳				

委 员：（按姓氏笔画排序）

于新秋	王 军	王 珂	王小波	王占林	王良优
王志珍	王栋玉	王洪章	王惠民	方 斌	孔令刚
白 鹏	乔本新	朱 泉	许红平	汤建江	刘 军
刘大力	刘永祥	刘志怀	毕晓峰	李 华	李成飞
李成延	李志刚	李国诚	吴 岭	何立辉	汪哲能
宋燕琴	陈光华	陈志军	张 迎	张卫军	张廷彩
张敬柱	林仕发	孟广斌	孟利华	荆宏智	姜方辉
贾维亮	袁 红	阎新波	展同军	黄 樱	黄锋章
董旭梅	谢蔚明	雷自南	鲍 伟	潘有崇	薛 军

总策划：李俊玲 张敬柱 荆宏智



序

“十二五”期间，加速转变生产方式，调整产业结构，将是我国国民经济和社会发展的重中之重。而要完成这种转变和调整，就必须有一大批高素质的技能型人才作为后盾。根据《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》的要求，至2020年，我国高技能人才占技能劳动者的比例将由2008年的24.4%上升到28%（目前一些发达国家的这个比例已达到40%）。可以预见，作为高技能人才培养重要组成部分的高级技工教育，在未来的10年必将会迎来一个高速发展的黄金期。近几年来，各职业院校都在积极开展高级工培养的试点工作，并取得了较好的效果。但由于起步较晚，课程体系、教学模式都还有待完善与提高，教材建设也相对滞后，至今还没有一套适合高级技工教育快速发展需要的成体系、高质量的教材。即使一些专业（工种）有高级工教材也不是很完善，或是内容陈旧、实用性不强，或是形式单一、无法突出高技能人才培养的特色，更没有形成合理的体系。因此，开发一套体系完整、特色鲜明、适合理论实践一体化教学、反映企业最新技术与工艺的高级工教材，就成为高级技工教育亟待解决的课题。

鉴于高级技工教材短缺的现状，机械工业出版社与中国机械工业教育协会从2010年10月开始，组织相关人员，采用走访、问卷调查、座谈等方式，对全国有代表性的机电行业企业、部分省市的职业院校进行了历时6个月的深入调研。对目前企业对高级工的知识、技能要求，各学校高级工教育教学现状、教学和课程改革情况以及对教材的需求等有了比较清晰的认识。在此基础上，他们紧紧依托行业优势，为企业输送满足其岗位需求的合格人才为最终目标，组织了行业和技能教育方面的专家精心规划了教材书目，对编写内容、编写模式等进行了深入探讨，形成了本系列教材的基本编写框架。为保证教材的编写质量、编写队伍的专业性和权威性，2011年5月，他们面向全国技工院校公开征稿，共收到来自全国22个省（直辖市）的110多所学校的600多份申报材料。在组织专家对作者及教材编写大纲进行了严格的评审后，决定首批启动编写机械加工制造类专业、电工电子类专业、汽车检测与维修专业、计算机技术相关专业教材以及部分公共基础课教材等，共计80余种。

本系列教材的编写指导思想明确，坚持以达到国家职业技能鉴定标准和就业能力为目标，以各专业的工作内容为主线，以工作任务为引领，由浅入深，循序渐进，精简理论，突出核心技能与实操能力，使理论与实践融为一体，充分体现“教、学、做合一”的教学思想，致力于构建符合当前教学改革方向的，以培养应用型、技术型、创新型人才为目标的教材体系。

本系列教材重点突出了如下三个特色：一是“新”字当头，即体系新、模式新、内容新。体系新是把教材以学科体系为主转变为以专业技术体系为主；模式新是把教材传统章节模式转变为以工作过程的项目为主；内容新是教材充分反映了新材料、新工艺、新技术、新方法。二是注重科学性。教材从体系、模式到内容符合教学规律，符合国内外制造技术水平实际情况。在具体任务和实例的选取上，突出先进性、实用性和典型性，便于组织教学，以提高学生的学习效率。三是体现普适性。由于当前高级工生源既有中职毕业生，又有高中生，各自学制也不同，还要考虑到在职人群，教材内容安排上尽量照顾到了不同的求学者，适用面比较广泛。

此外，本系列教材还配备了电子教学课件，以及相应的习题集，实验、实习教程，现场操作视频等，初步实现教材的立体化。

我相信，本系列教材的出版，对深化职业技术教育改革，提高高级工培养的质量，都会起到积极的作用。在此，我谨向各位作者和所在单位及为这套教材出力的学者表示衷心的感谢。

原机械工业部教育司副司长
中国机械工业教育协会高级顾问

郝广发



前言

为了适应我国职业教育的迅速发展,“以就业为导向”的教学改革不断深化,以职业能力为依据组织课程内容逐渐取代了以往的实验和认知课程。目前,图书市场上有关维修电工的教材及参考书籍虽然不少,但大多数是面向工人培训和社会培训的教材。近几年“以就业为导向”的教材有所发展,但很多也是将原有的较为成熟的实验进行整合,存在着教材理论性较深、缺乏实际应用实例、与工业生产实际脱节等问题,并不完全适用于职业技能教学。

本书以职业能力为核心,整合了维修电工所需掌握的基本知识和技能实践,按任务驱动模式编写。在内容上,力求做到理论与实际相结合,课题安排遵循人的认知规律和技能养成规律,一个项目即为一项职业能力,项目之间相对独立,又相互关联,符合循序渐进的教学要求,突出机电类职业院校生产实习教学的特点;职业技能教育依据由浅入深、由易到难的教学原则,力求培养出基本功好、灵活运用能力强的学生,使他们能得心应手地运用所学知识,为今后学习设备的装配、修理等技能打下扎实的基础,同时有助于学生通过技能鉴定考核,真正掌握本职业的实用技术与操作技能。

本书由上海工程技术大学高职学院张静之、刘建华主编。其中单元1的项目1、2、4、5由郑昊编写,项目3、项目6~10由刘建华编写;单元2的项目1~3由朱彩萍编写,项目4~11由张静之编写;单元3由孙鹏涛编写;单元4的项目1、项目4~7由陈晓婷编写,项目3、项目8~10由黄颖编写,项目2、项目11~13由牟智刚编写;全书由张静之负责统稿。在本书编写过程中,参考了一些书刊并引用了一些资料,难以一一列举,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误在所难免,恳请使用本书的师生和读者提出宝贵的意见。

编者

目 录

序

前言

单元 1 电子技术	1
项目 1 RC 阻容放大电路的安装与调试	1
任务 1 电阻的识别与检测	1
任务 2 RC 阻容放大电路的安装	4
任务 3 RC 阻容放大电路的调试	6
项目 2 RC 桥式振荡电路的安装和调试	13
任务 1 晶体管的识别与检测	13
任务 2 RC 桥式振荡电路的安装	15
任务 3 RC 桥式振荡电路的调试	17
项目 3 单结晶体管触发电路的安装与调试	20
任务 1 单结晶体管的识别与检测	21
任务 2 单结晶体管触发电路的安装	24
任务 3 单结晶体管触发电路的调试	26
项目 4 晶闸管调光电路的安装与调试	30
任务 1 晶闸管的识别与检测	31
任务 2 晶闸管调光电路的安装	33
任务 3 晶闸管调光电路的调试	35
项目 5 晶闸管延时电路的安装与调试	39
任务 1 通信继电器的识别	40
任务 2 晶闸管延时电路的安装	42
任务 3 晶闸管延时电路的调试	44
项目 6 晶体管稳压电路的安装与调试	47
任务 1 稳压二极管的识别与检测	48
任务 2 晶体管稳压电路的安装	50
任务 3 晶体管稳压电路的调试	52
项目 7 78/79 系列正负稳压电源电路的安装与调试	57
任务 1 78/79 系列三端稳压器的识别与检测	58
任务 2 78/79 系列正负稳压电源电路的安装	60

任务3	78/79 系列正负稳压电源电路的调试	61
项目8	可调式正负稳压电源电路的安装与调试	63
任务1	三端可调稳压器的识别	64
任务2	可调式正负稳压电源电路的安装	66
任务3	可调式正负稳压电源电路的调试	67
项目9	OTL 功率放大电路的安装与调试	68
任务1	OTL 功率放大电路的安装	69
任务2	OTL 功率放大电路的调试	71
项目10	集成功率放大电路的安装与调试	75
任务1	集成功率放大芯片 LA4112 的识别与检测	75
任务2	集成功率放大电路的安装	76
任务3	集成功率放大电路的调试	77
单元2	电气控制电路的安装与调试	81
项目1	认识低压电器	82
任务1	认识低压断路器和熔断器	82
任务2	认识交流接触器和中间继电器	85
任务3	认识时间继电器和热继电器	88
任务4	认识按钮和行程开关	91
项目2	液压控制机床滑台运动及机床滑台工作电气控制电路	92
项目3	双速电动机自动控制电路	96
项目4	三相异步电动机双重联锁正反转起动能耗制动控制电路	99
项目5	通电延时带直流能耗制动的Y- Δ 起动控制电路	102
项目6	断电延时带直流能耗制动的Y- Δ 起动控制电路	106
项目7	三相异步电动机减压起动反接制动控制电路	109
项目8	自耦变压器减压起动控制电路	112
项目9	延边三角形减压起动控制电路	115
项目10	带桥式整流的正反转能耗制动控制电路	118
项目11	绕线式交流异步电动机自动起动控制电路	121
单元3	机床电气控制电路故障分析与排除	125
项目1	M7130 型平面磨床电气控制电路故障分析与排除	125
任务1	认识 M7130 型平面磨床	125
任务2	M7130 型平面磨床电气原理图的阅读	128
任务3	M7130 型平面磨床电气控制电路的调试	132
任务4	M7130 型平面磨床控制电路故障分析与排除	133
项目2	Z3040 型摇臂钻床电气控制电路故障分析与排除	136
任务1	认识 Z3040 型摇臂钻床	136
任务2	Z3040 型摇臂钻床电气原理图的阅读	139
任务3	Z3040 型摇臂钻床电气控制电路的调试	141
任务4	Z3040 型摇臂钻床控制电路故障分析与排除	144

单元 4 可编程序控制器	148
项目 1 认识可编程序控制器	148
任务 1 认识不同类型的可编程序控制器	149
任务 2 认识 FX _{2N} 系列 PLC 面板	151
任务 3 认识 FX _{2N} 系列 PLC 的输入/输出继电器	154
项目 2 编程软件的使用	159
项目 3 PLC 的基本指令	167
任务 1 认识连接驱动指令	167
任务 2 认识多路输出指令	171
任务 3 认识置位、复位等指令	173
项目 4 PLC 控制三相异步电动机 Y- Δ 起动主电路控制	180
项目 5 PLC 控制 4/2 极双速电动机控制电路	183
项目 6 PLC 控制水塔水位自动控制电路	185
项目 7 PLC 控制装卸料小车的自动控制电路	189
项目 8 PLC 控制彩灯闪烁控制电路	192
项目 9 PLC 控制传送带电动机的控制电路	195
项目 10 PLC 控制智力竞赛抢答装置电路	198
项目 11 PLC 控制加热炉自动上料控制电路	201
项目 12 PLC 控制钻孔动力头控制电路	206
项目 13 PLC 控制仓库门自动开闭控制电路	209
附录	214
附录 A 单元 1 评分表	214
附录 B 单元 2 评分表	216
附录 C 单元 3 评分表	218
附录 D 单元 4 评分表	222
参考文献	225

单元1 电子技术

知识目标

- 1) 能识别电路元器件的符号。
- 2) 能知道元器件的性能、工作原理及使用方法。
- 3) 能理解所安装电路的控制原理。

技能目标

- 1) 能阅读电路图。
- 2) 能够识别电路所涉及的元器件的外形，并能够对它们进行检测。
- 3) 能够独立安装电路接线。
- 4) 会使用电工电子仪表进行电路调试。

项目操作准备

- 1) 穿好工作服、电工鞋，佩戴好学生证或工位证。
- 2) 安全教育。
- 3) 配备安装使用的设备、工具：电工常用工具；电烙铁及焊锡；万用表；示波器；直流稳压电源；信号发生器；晶体管图示仪；晶体管毫伏表；220V/12V 变压器；焊接电路板；连接导线若干。
- 4) 检查相关仪器仪表，确保能够正常工作。
- 5) 准备好有关书籍及学习用品。

项目1 RC 阻容放大电路的安装与调试

图 1-1a 所示是 RC 阻容放大电路的原理图，在完成如图 1-1b 所示实物焊接的基础上，进行电路的测试。

任务1 电阻的识别与检测

任务描述

电子电路中常用的元器件包括电阻、电容、二极管、晶体管、晶闸管、轻触开关、液晶、发光二极管、蜂鸣器、传感器、芯片、继电器、变压器、压敏电阻、熔断器、光耦合器、滤波器、接插件、电动机和天线等。从本次任务开始将逐步讲解相关的内容，读者可在

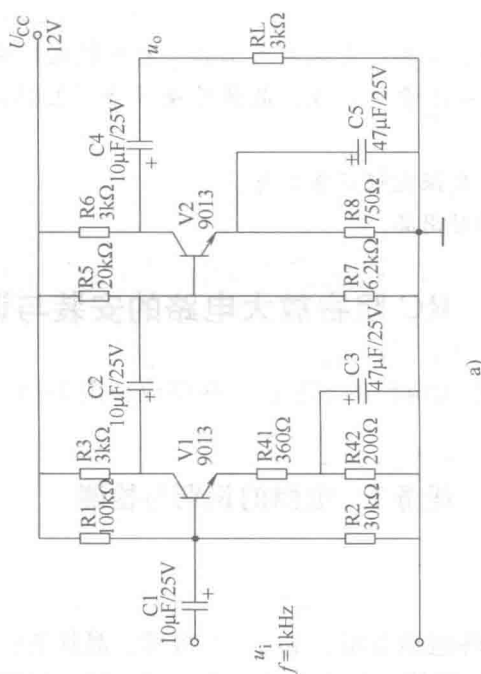
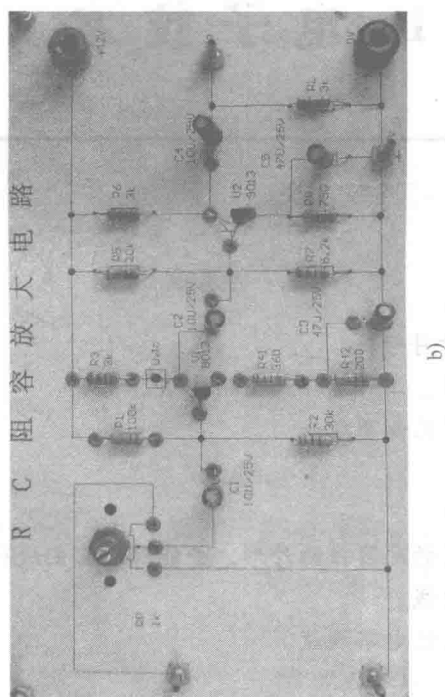


图 1-1 RC 阻容放大电路

a) 原理图 b) 焊接实物图



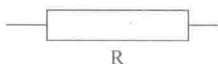
往后的项目中注意积累相关知识。

- 1) 能够对电阻进行简单的判别。掌握电阻的标称及识别方法。
- 2) 能够用万用表对电阻进行测量，从而判断电阻的好坏与阻值。

相关知识

1. 电阻的符号与外形

作为电路中最常用的元件，电阻器通常简称为电阻（文字符号为“R”），如图 1-2a 所示。电阻几乎是任何一个电子电路中不可缺少的一种元件，顾名思义，电阻的作用是阻碍电流的运动。在电路中主要有缓冲、负载、分压、分流、保护等作用。本次任务中大多用的是碳膜电阻，它是目前在电子、电器、通信产品中使用量最大、价格最便宜、品质稳定性、信赖度最高的固定电阻。



a)



b)

图 1-2 电阻的符号与外形

a) 符号 b) 外形

2. 电阻的标称及识别方法

(1) 直标法 直标法对电阻的电阻值进行直接标注，并根据阻值数量级的不同规定如下：

- 1) 1Ω 以下的电阻，在阻值数的后面加上“ Ω ”符号，如 0.5Ω 。
- 2) $1k\Omega$ 以下的电阻，可以只写数字，不写单位，如 47、330、750。
- 3) $1k\Omega \sim 1M\Omega$ 的电阻，以千欧为单位，符号是“k”，如 6.8k、82k、680k。
- 4) $1M\Omega$ 以上的电阻，以兆欧为单位，符号是“M”，如 1M、10M。

(2) 色环法 本任务电阻阻值的标称一般使用色环法表示。色环法指的是用不同颜色的色带或色点标注在电阻的表面上，以表示电阻的标称阻值和允许误差。其中有四环和五环之分，四环电阻误差比五环电阻要大，一般用于普通电子产品上，五环电阻一般都是金属氧化膜电阻，主要用于精密设备或仪器上。电阻色环法各种颜色所表示的意义如图 1-3 所示。

颜色	第一段	第二段	第三段	乘数	误差
黑色	0	0	0	1	
棕色	1	1	1	10	$\pm 1\%$ F
红色	2	2	2	100	$\pm 2\%$ G
橙色	3	3	3	1k	
黄色	4	4	4	10k	
绿色	5	5	5	100k	$\pm 0.5\%$ D
蓝色	6	6	6	1M	$\pm 0.25\%$ C
紫色	7	7	7	10M	$\pm 0.10\%$ B
灰色	8	8	8		$\pm 0.05\%$ A
白色	9	9	9		
金色				0.1	$\pm 5\%$ J
银色				0.01	$\pm 10\%$ K
无					$\pm 20\%$ M

图 1-3 电阻色环法各种颜色所表示的意义

例如,一个电阻器上面的四条色带的颜色从左到右为红、紫、橙、金,则根据图 1-2 中的规定,可知其阻值为 $27 \times 10^3 \Omega = 27\text{k}\Omega$,允许误差为 $\pm 5\%$ 。

想一想

一个电阻五条色带的颜色从左到右为棕、紫、绿、金、银,该电阻的阻值是多少?



任务实施

- 1) 不同阻值的电阻若干。
- 2) 用色环法读出每个电阻的阻值。
- 3) 利用万用表对不同阻值的电阻进行测量,判断电阻的好坏,并与色环标示的阻值进行对比。



检查评议

检查评议的内容分为万用表的正确使用和电阻判别检测两个主要部分,检测评分表见附录表 A-1。

- 1) 万用表的正确使用方法,分析教师提出的无法正常使用情况的原因。
- 2) 用万用表对电阻正常与否进行简单测试,剔除不合格元件,简要说明情况;合格的电阻读出相应的阻值。

任务2 RC 阻容放大电路的安装



任务描述

RC 阻容放大电路的原理图如图 1-1a 所示,要求学生在对元器件进行简单判别基础上,在安全操作的前提下,按照焊接工艺的要求独立完成电路元器件的安装和电路的连接,在安装过程中理解电子元器件的焊接工艺,掌握元器件的焊接安装方法,同时确保安装的元器件无损坏、电路正确无短路。



相关知识

1. 焊接工具

电烙铁是手工焊接主要使用的焊接工具,最常用的是单一焊接使用的直热式电烙铁,它又可以分为内热式和外热式两种,如图 1-4 所示。常见规格有 25W、45W、75W、100W 和 300W 等。

2. 焊接材料

铅锡合金是常用的钎料,形状有锭状和丝状两种,丝状钎料通常在中心包含着松香,在焊接中使用较为方便,如图 1-5 所示。焊锡丝的直径规格有 0.5mm、0.8mm、1mm、1.2mm、2.5mm、3mm、4mm、5mm 等多种。电子电路焊接时常采用熔点低、流动性能好、机械强度高、直径为 1mm、含锡量为 61% 的松香芯焊锡丝。

助焊剂在焊接过程中熔化金属表面氧化物,起到保护作用,使钎料能尽快浸润到焊件金

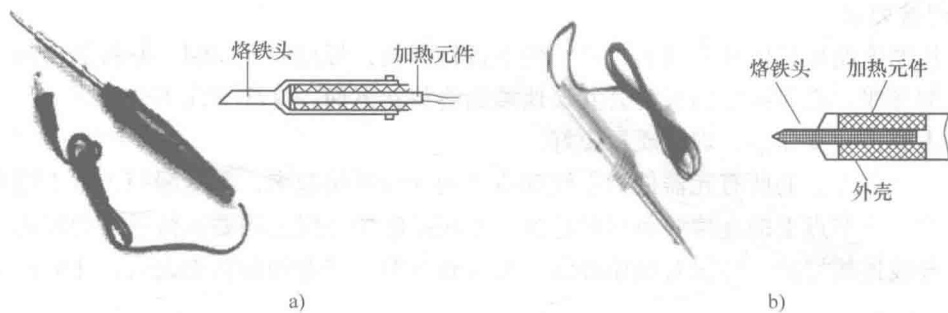


图 1-4 电烙铁

a) 内热式电烙铁 b) 外热式电烙铁

属体上,以达到助焊的功能。助焊剂的种类很多,通常电子电路焊接一般使用松香作为助焊剂,如图 1-6 所示。



图 1-5 焊锡丝



图 1-6 松香



任务实施

1. 元器件明细表

RC 阻容放大电路元器件明细见表 1-1。

表 1-1 RC 阻容放大电路元器件明细表

序 号	符 号	名 称	型号与规格	数 量
1	V1 ~ V2	晶体管	9013	2
2	C1、C2、C4	电容	10 μ F/25V	3
3	C3、C5	电容	47 μ F/25V	2
4	R1	电阻	RT、100 k Ω 、0.125W	1
5	R2	电阻	RT、30 k Ω 、0.125W	1
6	R3	电阻	RT、3k Ω 、0.125W	1
7	R41	电阻	RT、360 Ω 、0.125W	1
8	R42	电阻	RT、200 Ω 、0.125W	1
9	R5	电阻	RT、20 k Ω 、0.125W	1
10	R6	电阻	RT、3k Ω 、0.125W	1
11	R7	电阻	RT、6.2 Ω 、0.125W	1
12	R8	电阻	RT、750 Ω 、0.125W	1
13	RL	电阻	RT、3 k Ω 、0.25W	1

2. 焊接要求

- 1) 按照电路原理图从左到右、从上到下进行焊接, 焊点应在印制电路板的反面。
- 2) 焊接时, 把印制电路板的公共接地端始终放在下面, 这样方向不会错。
- 3) 电路连接要简洁, 焊接质量要好。
- 4) 一个节点上的所有元器件的引线都应该用导线连接起来, 不能漏掉, 也不能多连。
- 5) 在一个节点上的连接线要尽量连贯, 不应接触的导线之间要保持适当的距离。
- 6) 导线连接好后, 应该对照原理图, 多检查几遍, 经老师确认无误后, 才能通电。

检查评议

检查评议的内容分为电路安装操作和焊接工艺要求的复习两个主要部分, 检测评分表见附录表 A-2。

- 1) 独立完成电路的安装。
- 2) 简述电烙铁使用的注意事项。

任务3 RC 阻容放大电路的调试

任务描述

RC 阻容放大电路是两级放大电路, 为了使电路正常工作, 应分别对两级进行调试, 使整个电路都能工作在稳定状态, 输出不失真的电压波形。本次任务就是要在完成安装的基础上用示波器完成电路直流工作点的测试和输入、输出信号波形的测量。万用表测量输入、输出电压, 计算放大倍数, 并对电压放大倍数进行理论分析。

相关知识

1. 晶体管的结构与符号

晶体管俗称三极管。常见晶体管的外形如图 1-7a 所示。在半导体锗或硅的单晶上制备两个能相互影响的 PN 结, 组成一个 NPN 型晶体管结构如图 1-7b 所示, 也可以构成 PNP 型晶体管结构如图 1-7c 所示。中间的 N 区 (或 P 区) 叫基区, 两边的区域叫发射区和集电区, 这三部分各有一条电极引线, 分别叫基极 (B)、发射极 (E) 和集电极 (C)。晶体管是能起放大、振荡或开关等作用的半导体电子器件。晶体管的种类很多, 按材料来分有硅材料和锗材料, 本项目选用硅材料 NPN 型晶体管。

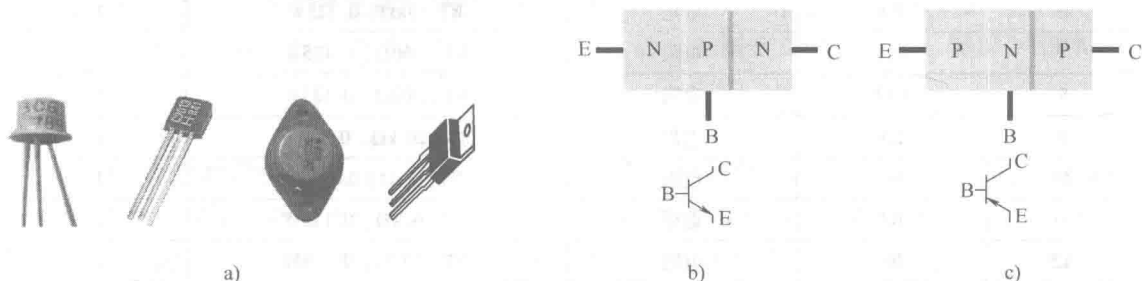


图 1-7 晶体管的结构与符号

a) 常见晶体管的外形 b) NPN 型晶体管结构 c) PNP 型晶体管结构

2. 晶体管的工作状态及静态工作点

一般晶体管都有三种工作状态：放大状态、截止状态、饱和状态。在放大状态下，晶体管处于线性放大状态，当有交流信号输入时，晶体管便对信号进行放大，输出放大信号。在饱和状态下，晶体管处于非线性工作状态，此时晶体管的电流很大，当有交流信号输入时便进入饱和区，其信号便会产生非线性失真。在截止状态下，晶体管的各极电流都很小或为零，此时输入给晶体管的信号便进入截止区，其输出的信号产生很大的非线性失真。

晶体管是放大电路的核心器件，要使晶体管正常发挥作用，必须使晶体管处于合适的工作状态，即要设置合理的静态工作点。

当 $u_i = 0$ 时，放大电路中没有交流成分，称为静态或直流工作状态。静态工作点可以用晶体管的电流和电压的一组数值来表示，分别是基极电流 I_{BQ} 、集电极电流 I_{CQ} 和集射极电压 U_{CEQ} 。它们在晶体管特性曲线上所确定的一个点，称为静态工作点，习惯上常用 Q 表示，又称为 Q 点。

I_{BQ} 太小，交流信号 u_i 的负半波的全部或部分会使发射结进入“死区”，电路处于截止状态，失去对负半波的正常放大作用。 I_{BQ} 过大，当输入信号正半周到来时，电路会进入饱和区，同样不能正常放大，由此可见 I_{BQ} 的值对放大电路工作好坏起着重要作用。此外，还有 I_{CQ} 和 U_{CEQ} ， Q 点是由三者共同决定。

RC 阻容放大电路是由两级分压式负反馈放大电路构成的，其电路如图 1-8a 所示，图 1-8b 所示为电路的直流通路，简要介绍一下该电路静态工作点的计算。

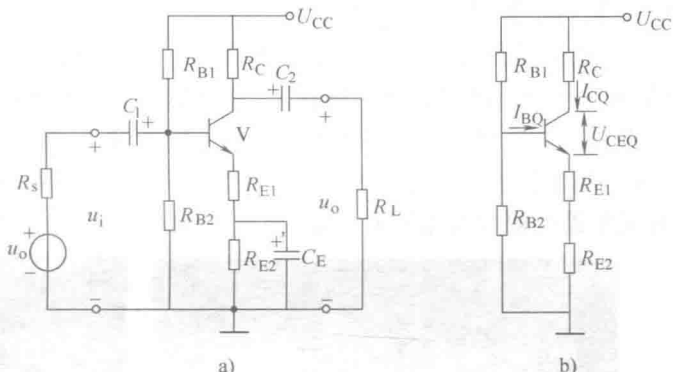


图 1-8 分压式负反馈放大电路

a) 电路 b) 直流通路

$$U_{BQ} = \frac{U_{CC} R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

$$I_{BQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{(1 + \beta) R_E} \quad R_E = R_{E1} + R_{E2}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{CEQ} = U_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E)$$

3. 两级放大电路的放大倍数

如图 1-1a 所示，RC 阻容放大电路的两级之间通过耦合电容 C_2 及下级输入电阻连接，故称为阻容耦合。电容有隔直通交作用，它可以不影响前、后级之间的直流工作状态，故各级放大电路静态工作点可单独考虑。信号频率越低，电容阻值应越大。 C_1 为信号源与第一级放大电路之间的耦合电容， C_4 为第二级放大电路与负载之间的耦合电容。信号源或前级放大电路的输出信号在耦合电阻上产生电压降，作为后级放大电路的输入信号。 R_{d1} 为交直流负反馈电阻， C_3 、 C_5 为旁路电容，它提供交流通道，第二级采用分压偏置共射级放大电路。图中为两级电压放大电路，第一级的输出电压即为第二级的输入电压，所以两级放大电路电压放大倍数为