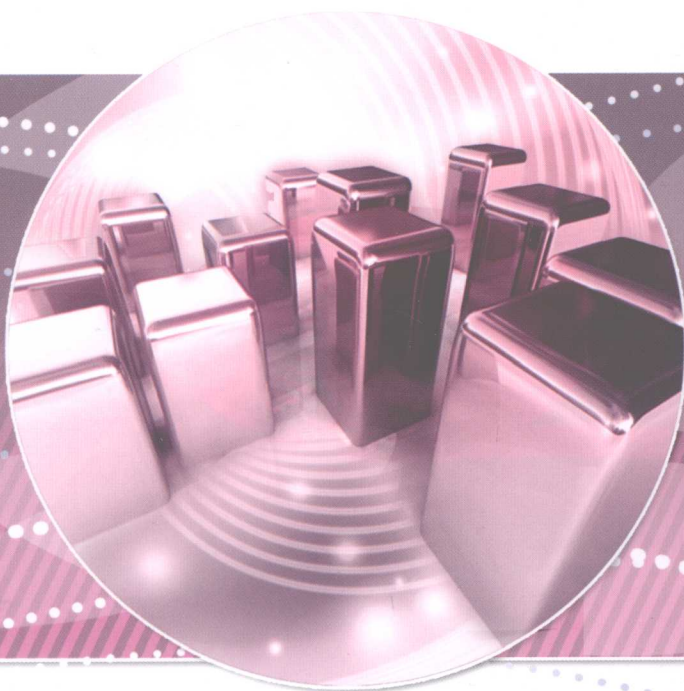


中等职业教育电类专业规划教材

电子技术基础 实验与实训

◎ 程 周 丛书主编

◎ 陈垠田 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中等职业教育电类专业规划教材

电子技术基础实验与实训

程 周 丛书主编

陈垠田 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是电子技术基础的配套实验与实训教材。内容包括：常用元器件的识别与检测、常用仪器的使用、模拟电路实验与实训、数字电路实验与实训等。

本书是中等职业学校电子信息类、计算机等专业实验与实训教材，也可供业余爱好者或从事电子技术相关工作人员参考。

本书还配有电子教学参考资料包（包括教学指南、电子教案及习题答案），详见前言。

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

电子技术基础实验与实训/陈垠田主编. —北京：电子工业出版社，2008.10

中等职业教育电类专业规划教材

ISBN 978-7-121-06988-8

I. 电… II. 陈… III. 电子技术—实验—专业学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 094046 号

策划编辑：白 楠

责任编辑：李 影 张 凌 特约编辑：李印清

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市桃园装订有限公司

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：6.75 字数：171.2 千字

印 次：2008 年 10 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：11.50 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 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

为适应 21 世纪电子技术飞速发展的需要,根据中等职业技术教育的特点和要求,从培养中职生操作能力、提高综合素质的教育目标出发,由电子工业出版社组织编写本教材。

在编写本书的过程中,我们注意到电子技术的实践性和可操作性,结合中等职业学校学生的具体情况,在内容选编上的指导思想是:

① 从中职生的知识现状和就业导向的实际出发,轻理论重实际。

② 验证性实验有助于学生对基本理论巩固和加深理解。通过实验操作,使学生掌握常用仪器的使用方法,验证基本电路的功能,学习实验要领。

③ 为了培养学生的分析和解决实际问题的能力,同时提高学生的学习兴趣,安排了一定的小制作实训内容,以激发学生的成就感。

④ 取材时充分考虑到电子技术发展的趋势,并结合学生的就业实际,强调了常用仪器的使用和元器件检测的重要性。在模拟电路实验与实训中,以集成运算放大器及通用集成电路为主要内容,在数字电路实验与实训中,则以数字集成电路应用为主要内容。

本书第 1 章为电子技术实验与实训基础,主要介绍常用元器件的识别、检测和常用仪器仪表的使用。第 2 章是模拟电路实验与实训,主要讨论了晶体管的测试、基本电路的测量,介绍了实用电路的制作。第 3 章为数字电路实验与实训,介绍了基本门电路功能的测试、常用逻辑电路和时序电路的验证,以及部分数字实用电路的制作。

本书第 1 章由安徽能源技术学校高级讲师陈垠田编写,第 2 章由安徽能源技术学校桂丽编写,第 3 章由安徽职业技术学院李彦编写,附录由陈垠田和李彦合作编写,陈垠田为主编。

本书承安徽职业技术学院程周教授主审并提出许多宝贵意见和修改建议。

在编写过程中,得到了电子工业出版社和兄弟学校教师的极大关心和支持,在此表示衷心感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在不足,恳请读者批评指正!

为了方便教师教学,本书还配有教学指南、电子教案及习题答案(电子版),请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn)免费注册后再进行下载,在遇到问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编者

2008 年 8 月



目 录

第 1 章 电子技术实验与实训基础	1
1.1 概述	1
1.2 常用元器件的识别和检测	2
1.2.1 电阻器	2
1.2.2 电容器	4
1.2.3 电感器	5
1.2.4 二极管	6
1.2.5 三极管	7
1.2.6 集成电路	9
1.3 常用仪器	10
1.3.1 双踪示波器 (YB4328 型)	10
1.3.2 函数信号发生器 (YB1602 型)	15
1.3.3 直流稳压电源 (AS1792)	18
1.3.4 交流毫伏表 (YB2172 型)	19
1.4 电路安装与调试	21
1.4.1 电路安装	21
1.4.2 电路调试	21
第 2 章 模拟电路实验与实训	23
2.1 晶体管的简易测试	23
2.2 单级放大器的测量	26
2.3 负反馈放大器性能的测量	29
2.4 集成运算放大器的应用	31
2.5 功率放大器的测量	36
2.6 整流滤波电路	40
2.7 集成稳压电路	43
2.8 充电器的制作	47
2.9 音乐门铃的制作	48
2.10 无线话筒的制作	50
第 3 章 数字电路实验与实训	52
3.1 基本门电路	52
3.2 组合逻辑电路的设计与测试	59
3.3 触发器的工作特性	62
3.4 编码/译码及数码显示	65
3.5 计数器及其应用	70

3.6 数据寄存与传输	73
3.7 抢答器制作	77
3.8 数字时钟制作实训	80
附录 A MF500 型万用表	85
附录 B 常用集成电路引脚图	88
参考文献	99

第1章 电子技术实验与实训基础

1.1 概述

1. 电子技术实验与实训概念

电子技术实验与实训是根据教学或工程实际的具体要求,进行电路设计、安装和调试。通过实验与实训,既要验证电路理论的正确性和实用性,又要从中发现理论的近似性和局限性。同时,还可以发现新问题,形成新思路,产生新设想,从而进一步促进电路理论和应用技术的发展。在这一过程中,不仅要巩固深化基础理论和基础概念并付诸于实践,更要培养理论联系实际的学风,严谨求实的科学态度和基本工程素质,其中应特别注意动手能力的培养,以适应将来实际工作的需要。

2. 重要性

随着电子技术的迅速发展,新器件、新电路不断涌现,要认识和应用门类繁多的新器件和新电路,最有效的方法就是实验与实训。可见,掌握模拟数字电路实验技能,对从事电子技术的人员是至关重要的。

3. 实验与实训目的

电子技术是一门工程技术基础性质的课程,因此实验与实训方法的学习是本门课教学过程中的一个必不可少的环节。其目的为:

- ① 依据理论课的内容对重要的原理加以验证,巩固和加深所学的理论知识,使学生更深入、形象地理解掌握所学知识。
- ② 熟悉电子电路中常用元器件的使用方法及其性能。
- ③ 熟悉电子测量技术和电路的调试方法。
- ④ 学会处理实验数据,分析实验结果,编写实验报告;培养严谨、实事求是的科学作风,并从实验结果中分析得到正确结论。
- ⑤ 学会查找实验故障,并排除。
- ⑥ 培养科学的工作态度,即按要求认真地完成操作。做到细致、周密,并勤于动手,善于思考。

4. 实验与实训要求

- ① 进入实验室或实训场地以前,必须复习和此次实验与实训有关的理论知识,了解本次实验与实训的目的、原理、内容、仪器及注意事项等,并完成理论分析与计算,做



好预习报告。

② 要亲自动手,独立操作,对实验数据与波形要认真、实事求是地做好记录,整个过程要能够善始善终。

5. 实验室或实训场地规则

① 进入实验室或实训场地后,按预先给定的小组编号进入相应实验台,自觉遵守纪律,在实施项目时不得大声喧哗和打闹,不准吸烟或做其他有碍实验与实训的活动。如违反实验室与实训场地规定,指导教师有权停止其实验与实训。

② 进入实验室或实训场地后,要首先检查所用工具、仪器仪表和器材等是否齐全完好,若发现有损坏或不全的情况,应立即报告指导老师解决,若在实验与实训过程中才提出,则由操作人员自行负责。

③ 要以主人翁的态度爱护实验设备、仪器仪表,按操作规程使用,不得无目的地乱旋乱开,不得乱动与本次实验无关的仪器、设备。对违章使用造成仪器仪表损坏者,视情节轻重按学校的有关规定严肃处理。

④ 使用电烙铁时,要注意安全。放置时,与其他器材应有一定安全距离,且操作者不易触及,使用结束应立即关断电源。在焊接 CMOS 集成电路时,电烙铁必须接地良好。

⑤ 测量数据和使用仪器时应注意设备及人身安全,要特别小心,以防触电事故发生。不得在带电情况下连接电路和拆装元器件;电路连接好,且经过指导老师允许才能接通电源;任务结束后,应先关断电源。

⑥ 接通电源之前,应先按要求调好电源电压,直流电源极性不能接反,信号线与电源线也不能接反。

⑦ 实验与实训中遇有异常气味和危险情况时,应立即切断电源并通知指导教师,只有在找出故障后方可继续。

1.2 常用元器件的识别和检测

1.2.1 电阻器

电阻器在电路中用“R”加数字表示,如:R₁表示编号为1的电阻器。电阻器在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置等。

电阻的单位为 Ω (欧姆),倍率单位有:k Ω (千欧),M Ω (兆欧)等。换算方法是:1M Ω =1 000k Ω =1 000 000 Ω 。

1. 电阻器的主要参数

电阻器的参数很多,通常主要考虑其标称值、允许误差和额定功率。有些特殊情况,还要考虑电阻器的温度系数、噪声和工作频率等。

(1) 电阻器的标称阻值和允许误差

电阻器标称阻值的标注方法有3种,即直标法、数标法和色标法。

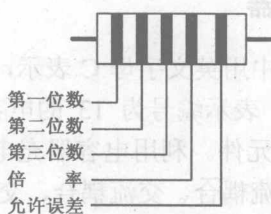
- ① 直标法：将阻值直接标在电阻器上，适用于体积比较大的电阻器。
- ② 数标法：主要用于贴片等小体积的电阻器。用三位数字表示，前两位数表示阻值，第三位数字表示倍率，如：472 表示 $47 \times 100 \Omega$ （即 $4.7 \text{k}\Omega$ ）；104 则表示 $100 \text{k}\Omega$ 。
- ③ 色环标注法：色环标注法是将不同颜色的色环画在电阻器上，以表示电阻器的标称值和允许误差，各色环的意义如表 1.1 所示。这种方法使用最多，一般分为四色环电阻（普通电阻）和五色环电阻（精密电阻），如图 1.1 所示。

表 1.1 电阻器色环符号意义

颜 色	有 效 数	倍 率	允许误差%
棕	1	10^1	± 1
红	2	10^2	± 2
橙	3	10^3	—
黄	4	10^4	—
绿	5	10^5	± 0.5
蓝	6	10^6	± 0.25
紫	7	10^7	± 0.1
灰	8	10^8	$+20 \sim 50$
白	9	10^9	—
黑	0	10^0	—
金	—	10^{-1}	± 5
银	—	10^{-2}	± 10
无色	—	—	± 20



(a) 普通电阻



(b) 精密电阻

图 1.1 电阻器色环标注

例：四环电阻的色环依次为棕、红、橙、银，则其阻值和允许误差为 $12 \text{k}\Omega$ 和 $\pm 10\%$ 。五环电阻的棕、紫、绿、金、银，则其阻值和允许误差为 17.5Ω 和 $\pm 10\%$ 。

(2) 电阻器的额定功率

电阻器的额定功率是指电阻器在长时间连续工作时所允许消耗的最大功率。电阻器额定功率的标注方法有两种：2W 以上的大功率电阻，直接用数字标在电阻器上；2W 以下的电阻器，则以本身体积大小表示其额定功率。不同功率电阻器在电路中的符号如图 1.2 所示。

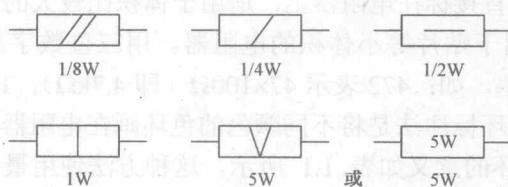


图 1.2 不同额定功率电阻器电路图符号

2. 电阻器的测量

电阻器的故障主要表现为：烧坏（表面常有烧焦痕迹）、阻值变化、引脚脱焊等。检测电阻器的方法有观察法和仪表测量法。

(1) 观察法

检测电阻器时，首先用观察法，电阻器上的标志应该清晰，保护层完好，没有烧焦和断裂现象。

(2) 仪表测量法

常用万用表的欧姆挡来测量电阻器的标称值，测量时应使电阻器的两个电极与万用表的两个表笔接触良好。测量时一定要注意：

- ① 测量者的两手不能同时触及被测电阻器的两个电极。
- ② 为了消除电路中其他元件对被测电阻器的影响，应将被测电阻器从电路中焊下，再对其进行测量。
- ③ 必须测量在线电阻器时，测量前应关断电路的电源。

1.2.2 电容器

电容器在电路中用英文字母 C 表示，同一电路中若有多个电容，则用英文字母 C 加数字表示，如 C13 表示编号为 13 的电容器。电容器是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。利用电容器充电、放电、隔直和通交的特性，在电路中，电容器主要用于隔断直流耦合、交流耦合、交流旁路、滤波和组成振荡回路等场合。

电容器容量的大小表示能储存电能的多少，电容器对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。电路中常用电容器的种类有电解电容器、瓷片电容器、涤纶电容器、独石电容器、钽电容器和贴片电容器等，如图 1.3 所示。

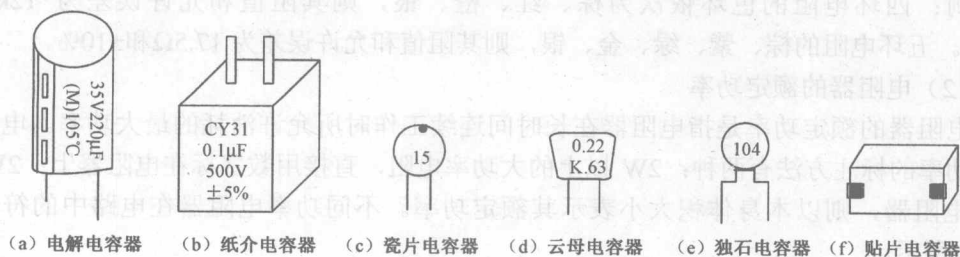


图 1.3 电容器的种类及标志

电容的基本单位用 F (法拉) 表示, 其他单位还有: mF (毫法)、 μF (微法)、nF (纳法)、pF (皮法)。

其中: $1\text{F}=10^3\text{mF}=10^6\mu\text{F}=10^9\text{nF}=10^{12}\text{pF}$ 。

1. 电容器的主要参数

(1) 电容器的标称容量和允许误差

电容器的标注方法与电阻器基本相同, 分直标法、色标法和数标法 3 种。容量大的电容器其容量值在电容上直接标明, 如 $10\mu\text{F}/16\text{V}$ 。容量小的电容器其容量值在电容器上用字母或数字表示。

字母表示法: $1\text{m}=1\,000\mu\text{F}$, $1\text{p}=1.2\text{pF}$, $1\text{n}=1\,000\text{pF}$ 。

数字表示法: 一般用三位数字表示容量大小, 前两位为有效数字, 第三位数字是倍率。如: 102 表示 $10\times 10^2\text{pF}=1\,000\text{pF}$, 224 表示 $22\times 10^4\text{pF}=0.22\mu\text{F}$ 。

电容器容量误差: 电容器容量误差等级分为 J、K、M, 分别表示允许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。如: 一瓷片电容器为 104J 表示容量为 $0.1\mu\text{F}$ 、允许误差为 $\pm 5\%$ 。

(2) 额定直流工作电压

电容器的额定直流工作电压又称其耐压值, 是指电容器在电路中长时间可靠工作时允许加的最高工作电压。如果在交流工作状态, 则交流电压峰值不得超过额定直流工作电压。特别注意是电解电容器两个电极有“+”、“-”之分, 加到两个电极的电压极性不能接反, 否则会将电容器击穿。

2. 电容器的检测

电容器的故障主要表现为: 击穿短路、断路、漏电、容量变小、变质失效 (电解电容容易出现) 和损坏等。检测电容的方法有观察法和仪表法。

(1) 观察法

要判断一只电容好坏与否, 首先观察其外表应该完好无损, 表面无污垢和腐蚀, 标志要清晰, 引脚无损有光泽等。

(2) 仪表法

仪表法是用万用表 (有的万用表有此功能) 或电容表对电容进行测量, 从而判断电容器的好坏或标称值。电容表可以比较准确地测出电容的标称值, 由此得出电容器好坏的结论。对于 $0.1\mu\text{F}$ 以上的电容, 也可以用万用表的“ $R\times 100$ ”或“ $R\times 1\text{k}$ ”电阻挡测量电容器两个电极间电阻变化, 根据电阻变化情况来判断电容器的好坏。表笔刚接触电容器的两电极时, 指针偏转 (电容器充电), 容量越大, 指针偏转角度越大, 然后指针再逐渐返回至“ $R=\infty$ ” (电容器放电)。测量前应将电容器的电极短路放电。测量开始时, 指针若不动即指向“ $R=\infty$ ”处, 说明电容器失效或内部开路; 测量稳定后, 指针不回到“ $R=\infty$ ”处, 说明有漏电阻, 指针越接近 0, 说明电容器内部越可能短路。

1.2.3 电感器

电感器常称为电感线圈, 是将外表绝缘的导线在绝缘骨架上环绕一定的圈数制成。



直流通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，电感线圈阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越高，线圈阻抗越大。电感在电路中用于滤波和组成振荡电路等。除了线圈电感器外，体积比较小的贴片电感器也得到了广泛应用。

电感器在电路中常用英文字母 L 字表示，电路中有多个电感器时，则在 L 后加数字表示，如：L6 表示编号为 6 的电感器。

电感器一般有直标法和色标法，色标法与电阻器类似。如：棕、黑、金、金表示 $1\mu\text{H}$ （误差 5%）的电感器。

电感的基本单位为：H（亨），换算单位有： $1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}$ 。

1.2.4 二极管

二极管是电子线路中经常使用的一种半导体器件，二极管的主要特性是单向导电性，在正向电压的作用下，电阻很小，二极管导通；而在反向电压作用下，电阻极大或无穷大，二极管截止。

二极管的种类很多，除了常用的整流、检波二极管外，还有稳压、光敏、发光、变容等特殊二极管。

1. 二极管的识别

(1) 二极管极性识别

二极管的识别很简单，在二极管外表一端画有色环，表示负极（N 极），则另一端的电极为正极（P 极）。有些二极管用符号标志“P”、“N”来确定二极管极性。发光二极管的正负极可从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

(2) 二极管外形和符号

常见二极管外形及符号如图 1.4 所示。

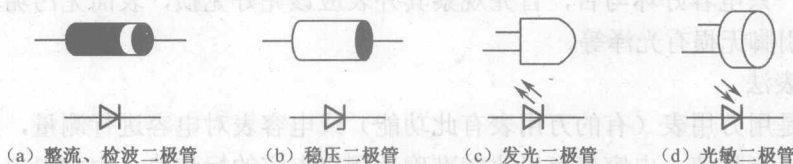


图 1.4 常见二极管外形及符号

2. 二极管的检测

(1) 二极管好坏的判断

万用表至“ $\times 100$ ”或“ $\times 1\text{k}$ ”欧姆挡（数字万用表至“PN 结”挡），将二极管正反向各测一次，若测得一个方向电阻值较小（正向电阻），约为几百欧到几千欧，另一个方向电阻值很大（反向电阻），接近 ∞ ，说明此二极管良好。否则，此二极管性能不佳或损坏。

正反向电阻都为零,说明二极管内部短路。

正反向电阻都接近 ∞ ,说明二极管内部开路。

正反向电阻值相差不大,说明二极管单向导电性不良。

(2) 二极管极性的判断

判断二极管的极性,首先应确定该二极管性能良好。判断方法是,万用表至“ $\times 100$ ”或“ $\times 1k$ ”欧姆挡,测量二极管的电阻值,若测得其电阻值较小,表明二极管导通,则与黑表笔所接电极为正极(P极),与红表笔连接的电极为负极(N极)。反之,若测得其电阻值接近 ∞ ,表明二极管截止,则与黑表笔所接电极为负极(N极),与红表笔连接的电极为正极(P极)。

值得注意的是,若采用数字万用表测量,由于其表笔极性与表内电源极性一致,所以测量结果同指针式万用表所测结果相反。

3. 二极管的选用

(1) 按参数选择二极管

二极管有两个主要参数,即最大整流电流和最高反向工作电压。根据实际情况,选择符合参数要求的二极管。在实际使用中需要更换时,最好选用同型号的二极管,若没有,则选择与原来二极管参数相近的二极管。

(2) 按用途选择二极管

用做整流,选用整流二极管;用做检波,选用普通二极管;用做稳压,选用稳压二极管;用做指示,选用发光二极管;用做光电转换,选用光敏二极管;用做开关电路,则选用开关管等。

1.2.5 三极管

三极管是放大电路中的主要元件,在电路中主要起放大作用,也可与其他元件一起构成各种实用电路。

1. 三极管的类型

三极管由两个PN结构成,按PN结的组合方式不同,分为NPN型和PNP型;按功率大小分为小功率管、中功率管和大功率管;按工作频率分为低频管和高频管;按组成材料不同分为硅管和锗管。

2. 三极管的识别和测试

(1) 三极管的管脚和管型的判断

三极管的管脚可以根据其型号查阅晶体管手册,获知各管脚排列情况,部分三极管的外形和引脚如图1.5所示(可以据此记住部分三极管引脚排列)。有些三极管的外壳上画有标记,可以很清楚地获知管脚排列情况。但实际情况往往是,身边既没有手册,三极管外壳上也没有标记,此时可以借助万用表来进行判断。

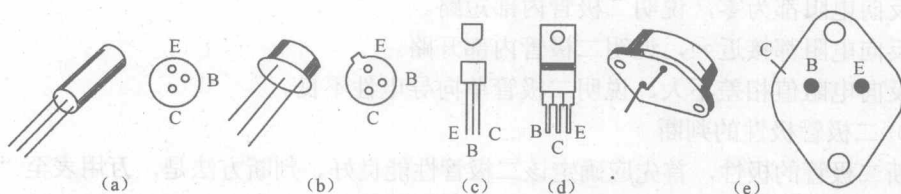


图 1.5 部分三极管外形和管脚

① 管型和基极的判断

万用表至“ $\times 100$ ”或“ $\times 1k$ ”欧姆挡，两个表笔对三极管的三个电极两两且正反各测一次，若测得某两个电极间正反电阻均接近 ∞ ，则另一电极即为基极。

在判断出基极后，万用表的黑表笔接基极，红表笔接另外任意一极，若测得阻值比较小，约几百欧到几千欧，可以判断此管为 NPN 型，反之为 PNP 型。应注意的是，若使用的是数字万用表，则结果与之相反。

② 集电极和发射极的判断

以 NPN 型三极管为例，在判断出基极和管型后，对于余下的两个电极，任意假设一个为集电极，另一个电极为发射极，万用表的黑表笔接我们假设的集电极，且通过 $100k\Omega$

电阻或手（手不能太干燥）接基极，红表笔接假设的发射极，如图 1.6 所示，若指针偏转角较大，阻值较小，说明假设与实际相符；若指针偏转角较小，阻值较大，说明假设与实际相反。因一次测量的阻值不明确，不能进行比较，所以实际中，应将假设的集电极和发射极对调，再测一次，比较两次测量的阻值，从而确定三极管的电极。

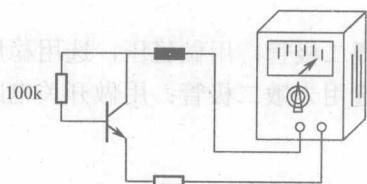


图 1.6 万用表判断集电极和发射极

(2) 三极管性能的简易测量

三极管可以看成是由两个 PN 结串联而成，据此可用万用表的电阻挡测量其三个电极间 PN 结的电阻，从而大致判断三极管性能的好坏。不管表笔怎么连接，集电极和发射极间的电阻值均很大（应接近 ∞ ），基极与集电极之间的正反向电阻一小一大，基极与发射极间的正反向电阻也是一小一大，满足此条件，说明三极管良好。否则，此三极管已经损坏或性能不良。

(3) 三极管特性参数的测量

三极管的特性参数有很多，主要有电流放大系数 β 、穿透电流 I_{CEO} 和极限参数 I_{CM} 、 $U_{(BR)CEO}$ 、 P_{CM} 。要精确测量三极管的特性参数，必需使用晶体管图示仪。图示仪能显示三极管的特性曲线和各种参数，测量时，可参阅晶体管图示仪的使用说明书。有的万用表具有测量三极管 β 的功能，只要将三极管的三个管脚插入万用表对应的三个测试孔，即可获取 β 值。

3. 三极管的选用和代换

(1) 三极管的选用

在实际应用中,一般先根据用途选择三极管的类型,再按参数,查阅《晶体管手册》,从而确定具体三极管型号。

(2) 三极管的代换

在实际中遇有三极管损坏需要更换时,最好选用同型号的三极管,若没有,则需要查阅《晶体管手册》,选择与原来三极管参数相近的三极管。安装时,管脚不能接错;若电路中有电,应先接通基极,然后接通集电极,最后接通发射极,拆下时次序应与安装时相反。

1.2.6 集成电路

集成电路采用半导体制作工艺,在一块较小的单晶硅片上制作进去许多晶体管及电阻器、电容器等元器件,并按照多层布线或隧道布线的方法将元器件组合成完整的电子电路。它在电路中用字母“IC”表示。

1. 集成电路的分类

(1) 按功能结构分类

集成电路按其功能、结构的不同,可以分为模拟集成电路和数字集成电路两大类。

模拟集成电路用来产生、放大和处理各种模拟信号(指幅度随时间连续变化的信号。例如半导体收音机的音频信号、录放机的磁带信号等)。而数字集成电路用来产生、放大和处理各种数字信号(指在时间上和幅度上离散取值的信号。例如 VCD、DVD 播放的音频和视频信号)。

(2) 按制作工艺分类

集成电路按制作工艺可分为半导体集成电路和膜集成电路。膜集成电路又分为厚膜集成电路和薄膜集成电路。

(3) 按集成度高低分类

集成电路按集成度高低的不同可分为小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路。

(4) 按导电类型分类

集成电路按导电类型可分为双极型集成电路和单极型集成电路。双极型集成电路的制作工艺复杂,功耗较大,有 TTL、ECL、HTL、LST-TL、STTL 等类型。单极型集成电路的制作工艺简单,功耗也较低,易于制成大规模集成电路,有 CMOS、NMOS、PMOS 等类型。

(5) 按用途分类

集成电路按用途可分为电视机用集成电路、音响用集成电路、影碟机用集成电路、录像机用集成电路、电脑(微机)用集成电路、电子琴用集成电路、通信用集成电路、照相机用集成电路、遥控用集成电路、语音集成电路、报警器用集成电路及各种专用集



成电路。

(6) 按封装分类

集成电路按其封装不同主要分为双列直插 (DIP)、小型封装贴片 (SOP) 和方形四列 (PLCC) 等。

2. 集成电路的引脚

在安装或更换集成电路时,一定要仔细核对其引脚,不能搞错,否则电路不能正常工作,甚至烧坏集成电路。另外,由于集成电路的引脚很多,若安装出错,不易更换,反复焊接,也容易损坏集成电路。

(1) 单列集成电路

单列集成电路的引脚是按一字排成一行,其引脚顺序是从有标记(如缺口)处开始向后编号 1、2、3、...,集成电路的引脚示意图如图 1.7 所示。

(2) 双列集成电路

双列集成电路的引脚为两列对称排开,引脚向下,从上面有标记缺口处逆时针编号 1、2、3、...,集成电路的引脚示意图如图 1.8 所示。

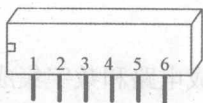


图 1.7 单列集成电路引脚示意图

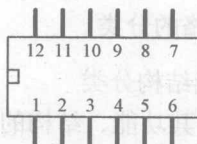


图 1.8 双列集成电路引脚示意图

1.3 常用仪器

1.3.1 双踪示波器 (YB4328 型)

YB4328 型双踪示波器可以测量电压、时间、频率、脉冲宽度以及两个同频率信号的相位差等;可以观察、比较和叠加波形。有的示波器还具有相位光标读出功能,正确运用光标可以便捷地得到更准确的测量结果。

1. 主要质量指标

- (1) 灵敏度高,最高偏转系数 1mV/div 。
- (2) 具有通用示波器的相关功能。
- (3) 扫描时间系数: $0.1\mu\text{s/div} \sim 0.2\text{s/div}$,按 1—2 (2.5)—5 进位共分 20 挡,误差为 $\pm 5\%$ 。
- (4) 带宽: $\text{DC} \sim 20\text{MHz} (-3\text{db})$ 。
- (5) Y 轴偏转系数: $5\text{mV/div} \sim 5\text{V/div}$ 。
- (6) 上升时间: $\leq 18\text{ns}$,扩展后 $\leq 70\text{ns}$ 。
- (7) 最大输入电压: $400\text{V} (\text{DC} + \text{ACp-p})$ 。

- (8) 触发源: CH1、CH2、交替、电源、外接。
- (9) 触发方式: 自动、触发、锁定、单次。
- (10) 频率响应: AC: 10Hz~1MHz (-3dB), DC: 0~1MHz (-3dB)。
- (11) 最小同步电平: 触发 (5Hz~20MHz), 内 1div, 外 0.2V_{p-p}; TV 内 2div, 外 0.3V_{p-p}; 触发锁定时 (20Hz~10MHz), 内 2div。
- (12) 最小输出电平: TTL 电平 (负电平加亮)。
- (13) 波形: 方波。
- (14) 幅度: $0.5 \pm 2\% V_{p-p}$ 。
- (15) 频率: $1\text{kHz} \pm 2\%$ 。
- (16) 面板设定显示: V/div、垂直方式、反相、交替/断续、非校准、叠加 (相减)、 $\times 10$ 扩展、探极 ($\times 1 \times 10$)、X-Y、AT/D、TV-V/H。
- (17) 电源: AC, 220V $\pm 10\%$ 。

2. 面板介绍

YB4328 型双踪示波器面板布局分为显示系统、X 轴系统和 Y 轴系统三个部分。如图 1.9 所示。

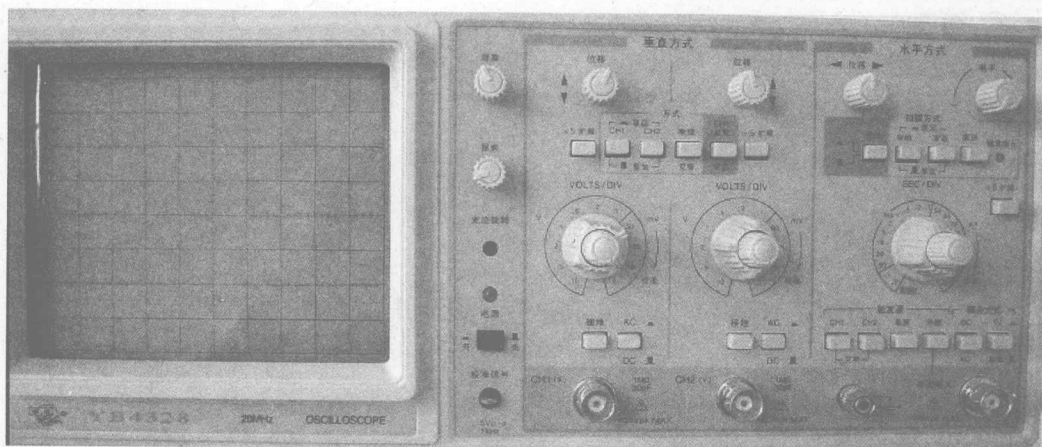


图 1.9 YB4328 型双踪示波器面板图

(1) 显示系统

① 电源开关

按下“ON”时, 电源接通, 指示灯亮; 弹出“OFF”时, 电源断开, 指示灯灭。

② 辉度 (☆)

旋转此旋钮, 辉度亮暗随之改变。

③ 聚焦 (⊙)

旋转此旋钮, 可以调节光点成为一个清晰的圆点。

④ 光迹旋转

调节光迹与水平线平行。