

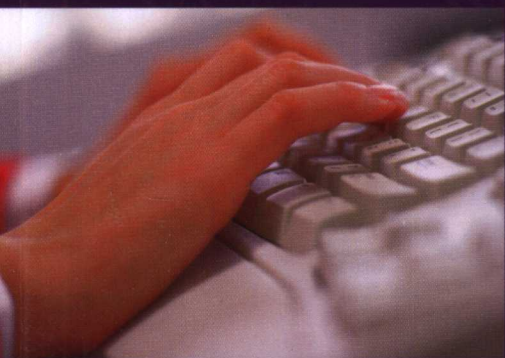
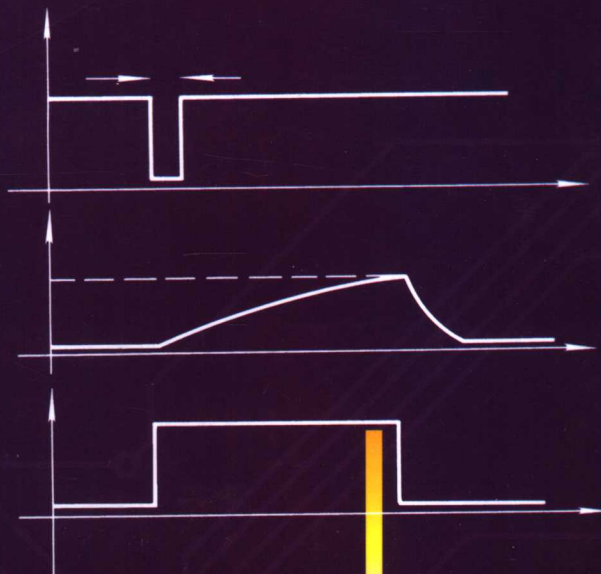
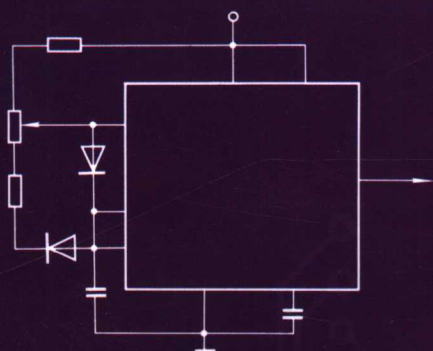


21世纪电工电子实验系列教材

总主编：秦杏荣 张保华

数字电路实验基础

主 编 崔葛瑾 副主编 沈建国 刘 磊



同济大学出版社

SHUZIDIANZIJISHU
SHIYANJICHU

21 世纪电工电子实验系列教材

总主编 秦杏荣 张保华

数字电路实验基础

主 编 崔葛瑾

副主编 沈建国 刘 磊



同济大学出版社

内 容 提 要

本书依据 2004 年教育部课程指导委员会修订的《高等学校电工电子课程教学基本要求》的基础上,加以适当放宽编写的。内容主要包括逻辑门电路特性测试、组合逻辑电路应用、时序逻辑电路应用、脉冲信号的产生与整形、数模转换和模数转换以及部分设计性、综合性实验。

本书编写注重将数字电子技术的基础理论、知识点与实际应用相结合,注重实验技能和实验方法的培养和训练,力求使实验效果具有趣味性,以提高实验者的主观能动性。

本书可作为工科大专院校电子信息类专业本科生实验教材,还可供高职、高专院校相关专业作实验教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

数字电路实验基础/崔葛瑾主编. —上海:同济大学

出版社,2006. 1

ISBN 7-5608-3051-X

I. 数… II. 崔… III. 数字电路—实验—高等学校—教材 IV. TN79-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 122747 号

21 世纪电工电子实验系列教材

数字电路实验基础

主 编 崔葛瑾 副主编 沈建国 刘 磊

责任编辑 蒯月红 责任校对 杨江淮 封面设计 李志云

出 版 行 同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂印刷

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 12.25

字 数 245 000

印 数 1—4 100

版 次 2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-3051-X/TN·12

定 价 18.00 元

《21 世纪电工电子实验系列教材》编委会

主任委员 严隽薇

总 主 编 秦杏荣 张保华

编 委 (以下以姓氏笔画为序)

冯伟国 刘锦高 李荣正 陈泉林

陈军宁 张 浩 周政新 郑晓东

杨万枫 高卫东 钱 平 钱剑敏

廖晓纬

总 主 审 朱承高

策 划 张平官 蒯月红

序

高等学校是培养社会主义建设人才的主渠道,尤其在科学技术高速发展的今天,如何培养学生的实践能力、创业能力、创新能力和国际竞争能力是我们每个教育工作者都必须认真思考的主题。传统意义上的实验教学模式显然已经不能为飞速发展的时代所接受,为此,全面推行教学改革,实施新的教学方案,编撰新的实验教材已成为我们每个致力于实验教学的教师的新课题。

本系列教材是在各参编学校多年来实验教学研究、改革和实践的基础上,吸取各兄弟院校近年来实验改革的经验编撰而成的。它是集体的智慧,更是众人的成果。

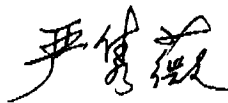
与以往形式单一、内容陈旧的实验教材不同,本系列教材中除保留了部分传统的验证性实验外,增加了设计性、研究性的实验内容和计算机仿真内容。考虑到在实施本系列教材时的学生还处在低年级阶段,其所学习和掌握的理论和实践知识的局限性,新编实验教材在其内容和形式上都按照循序渐进的要求进行。本系列实验教材既考虑到与理论课教材的衔接、呼应和配套,又不失实验教材的自身独立体系。在编写实验项目时已经顾及所用实验仪器、设备和实验器材的通用性及实验装置的开放性。

实验计划时数可参照 2004 年修定的“高等学校电工电子课程教学基本要求”适当放宽,以便于教师实施本教材时根据实际情况酌情选用。

参加本系列实验教材编纂的学校有同济大学、华东师范大学、华东理工大学、东华大学、上海海事大学、上海大学、上海电力学院、上海工程技术大学、上海应用技术学院、上海第二工业大学和安徽大学、中国人民解放军电子工程学院、中国人民解放军炮兵学院、淮南师范学院等。

本实验系列教材从筹划到出版,自始至终得到了同济大学出版社和各参编学校领导的鼎力相助和大力支持,在此我们谨以编委会的名义向他们致以崇高的敬意和衷心的感谢。

限于作者的业务水平和各校初次合作,书中难免存在一些不妥之处,敬请各使用者批评斧正。



2005 年 9 月 21 日

前 言

随着 21 世纪新知识经济时代的到来,世界范围的经济发展与科技进步已向高等教育的培养目标提出了更高的要求。人才培养正向着厚基础、宽层面、高能力的方向发展,教育的领先将推动综合国力的领先。教育的核心是素质教育,教育的重点是动手能力和创新意识的培养。实验教学环节作为促进知识结构、能力结构和科学思维产生交叉复合作用的过程受到更为集中的关注。数字电子技术实验是工科电子信息类本科专业的基础实践课程,对学生后继专业课程的学习以及专业技能的培养起着至关重要的作用。

本书的编写者总结了多年数字电子技术实验教学经验,在实验内容设计时,力图兼顾并处理好以下几个方面的关系:(1)实验内容设计努力适应目前提倡的设计性、综合性要求,同时又符合基础性教学循序渐进的规律。验证性实验的内容注重结合实验方法、实验技能的培养和训练,某些具有设计性内容的实验也尽量从基础理论开始,启发、引导实验者逐步完成设计要求;(2)实验电路设计尽量使实验结果直观、有趣,并具有一定的实用性和系统性,希望以此激发实验者的学习兴趣及主观能动性;(3)实验内容结合工程应用实践,力求使学生通过实验理解各基本知识点的互相渗透关系和工程背景,了解数字集成器件、功能单元电路的实际应用方法以及需要注意的问题。

本书可作为本科(兼顾大专、高职以及中专等)信息类专业数字电子技术实验课程的教材。考虑到各校的实验教学要求、实验课时和教学对象基础不同,部分实验内容的编排上注意了难度层次的逐步递进。实验要求从分析到设计逐步提高,实验电路从单元到系统逐步过渡,尤其是打“*”号的内容难度较高。所以,虽然实验的内容较多,但实验电路是由简至繁层层扩展的,实验者可以根据具体情况选做不同层次的内容。

本书共安排了 26 个实验,根据数字电子技术课程的基础理论划分为实验基础知识、逻辑门应用实验、组合电路应用实验、时序电路应用实验、脉冲信号产生与整形电路实验、数模和模数转换应用实验、综合实验等共 7 章。其中第 1 章由华东师范大学沈建国老师和东华大学崔葛瑾老师执笔,第 2~7 章中的实验 2.1,2.2,3.1,3.3,3.4,3.6,5.1,5.4 由安徽大学刘磊老师执笔,实验 2.3,3.2,3.5,4.1,4.5,5.2~5.4,6.3,7.4 由崔葛瑾老师执笔,实验 4.2~4.4,6.1,6.2,7.1~7.3 由沈建国老师执笔。参与本书编写工作的还有东华大学沈利芳、华东师范大学于帅珍和同济大学陈瑾等。

衷心感谢华东师范大学刘必虎老师提出的审稿意见和宝贵建议。

数字电子技术是目前发展最为迅速、渗透力最大的领域,技术换代日新月异,新器件面世层出不穷。因此,书中很难排除由于编写者知识更新能力、教学实践经验以及文字组织水平的局限性而造成的不妥甚至错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2005 年 7 月

目 录

序 前言

1 实验基础知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 常用半导体电子元器件的识别与简单测试	(3)
1.3 常用电子仪器及其测量技术的简单介绍	(10)
1.4 测量误差及数据处理	(22)
1.5 电子电路的安装与调试	(25)
2 逻辑门应用实验	(29)
2.1 TTL 集成逻辑门参数的测试实验	(29)
2.2 集电极开路门电路及三态门电路的研究实验	(35)
2.3 CMOS 传输门应用实验	(41)
3 组合电路应用实验	(47)
3.1 用小规模集成电路进行组合逻辑电路设计实验	(47)
3.2 字符编码显示电路实验	(52)
3.3 编码器和译码器实验	(57)
3.4 数据选择器应用实验	(62)
3.5 数据选择器和数据分配器应用实验	(66)
3.6 组合逻辑电路冒险现象遇见的研究实验	(71)
4 时序电路应用实验	(75)
4.1 触发器基本功能测试实验	(75)
4.2 同步时序电路逻辑设计实验	(81)
4.3 变速时钟发生器实验	(86)
4.4 任意进制分频器实验	(90)
4.5 集成移位寄存器应用实验	(97)

5 脉冲信号产生与整形实验	(100)
5.1 基本门电路产生脉冲信号实验	(100)
5.2 集成单稳触发器应用实验	(104)
5.3 集成施密特触发器应用实验	(109)
5.4 555 定时器典型应用实验	(114)
5.5 555 定时器兴趣实验	(119)
6 数模转换和模数转换实验	(123)
6.1 D/A 转换实验	(123)
6.2 数据采集原理(A/D)实验	(129)
6.3 数模转换器应用实验	(133)
7 综合实验	(140)
7.1 报时式数字时钟制作实验	(140)
7.2 按键扫描编码显示电路实验	(145)
7.3 数字式电容测试仪制作实验	(148)
7.4 生理刺激反应时间测试仪制作实验	(154)
附录 1 常用逻辑器件索引表	(158)
附录 2 部分集成逻辑器件型号对照表	(160)
附录 3 部分集成器件管脚与功能	(164)
附录 4 部分 CMOS 集成器件管脚与功能	(181)
参考文献	(185)

1 实验基础知识

1.1 概述

实验教学是高等学校教学活动的重要组成部分,是提高教学质量的重要环节,它不仅起到验证理论和对理论教学补充的作用,而且能培养学生创造能力和独立思维能力。现代科学技术的发展也离不开科学实验。因此,培养善于从事科学实验并具有创造精神的人才,是我国在 21 世纪科学技术赶上和超越世界强国,实现科学技术现代化的关键之一。

1.1.1 实验目的和意义

我国著名科学家张文裕在《著名物理学实验及其在物理学发展中的作用》一书所写的序言中,精辟地论述了科学实验的重要性。他说:“科学实验是科学的源泉,是自然科学的根本,也是工程技术的基础。”在科学技术飞速发展的今天,可以说每一项技术的进步和新理论的提出,都离不开科学的实验。他又说:“基础研究、应用研究、开发研究和生产四个方面如果结合得好,经济建设和国防建设势必兴旺发达。”要把上述四个环节紧密贯穿在一起,必须有一条红线,这条红线就是科学实验。

1990 年国家教委批准《高等学校工程专科电子技术基础教学基本要求》时明确指出,电子技术基础是一门实验性很强的课程,它的任务是使学生获得电子技术方面的基本理论,基本知识和基本技能,培养学生分析问题和解决问题的能力。因此,我们必须加强各种形式的实验环节。

电子技术基础主要由模拟电路和数字电路两门课程组成,其中数字电路是一门实践性很强的课程。数字电路的实验对于培养提高工程技术人员的素质和能力必不可少,在电子技术、计算机技术飞速发展的今天,虽然可以通过计算机设计和模拟仿真来验证电路的功能,但仍离不开调试、分析以及排除故障等实验手段。可见,实验对工程技术人员技能的培养是十分重要的。另外,通过实验还能培养学生认真、严肃、理论联系实际的优良学风。

1.1.2 数字电路实验内容的分类

数字电路的实验内容一般可分为验证性、设计性和综合性三大类。

验证性实验的内容,主要针对数字电子技术课程中的基础理论,希望学生通过实验巩固加深对这些知识点的理解和认识,或者通过实验掌握数字电路的基本实验技能、集成数字器件的基本应用以及常用电子仪器操作,提高学生对数字逻辑电路的兴

趣和爱好。例如,2.1 TTL 集成逻辑门参数的测试实验以及 5.3 集成施密特触发器应用实验等。

设计性实验针对理论课程中某一或多个知识点,提出设计要求,要求学生根据基本理论,自己设计电路并实现。例如,3.2 字符编码显示电路实验以及 4.2 同步时序电路逻辑设计实验等。其目的是培养学生综合应用所学理论的能力,训练学生正确使用电子仪器解决实际问题的能力。

综合性实验既有设计性又有探索性,它主要侧重于某些理论知识的灵活应用,需要完成特定电路的设计、仿真、安装、调试。例如,7.3 数字式电容测试仪制作实验以及 7.4 生理刺激反应时间测试仪制作实验等。这些实验要求学生在教师指导下,独立查阅资料,提出设计电路,合理选择所需器件,最后安装调试,测试电路指标,并完成实验报告。具体内容既可以由教师指定,亦可以由学生自己提出,这对于培养学生创造力和想象力,提高学生素质和科学实验能力都是十分重要和必需的。

1.1.3 数字电路实验的一般要求

数字电路实验和其他实验相似,通常分为三个部分:实验预习,实验进行,实验报告。为了使具有严肃认真的科学态度,独立完成每个实验,培养创新意识,对电子技术实验的每一部分提出如下要求。

1. 实验预习

为了提高实验的主动性,减少盲目性,认真做好实验预习非常重要。首先要明确实验目的和要求,掌握实验的有关原理,查阅相关资料,制定具体实验步骤,设计记录实验数据的表格,估计电路功能或输出波形的特性。对于设计实验或综合实验更需设计好实现功能要求的电路,然后写好预习报告。

2. 实验进行

- (1) 自觉遵守实验室一切规章制度。
- (2) 按预习报告安排电路,电路的连线要合理、整齐、美观,易于检查和测量。
- (3) 正确使用各种仪器,仔细记录波形。出现故障要根据基本原理分析出现故障的原因,排除故障,确有困难再请实验指导老师帮助解决。
- (4) 实验结束前请指导老师检查实验结果,征得指导老师同意后,再拆除实验装置。

- (5) 实验中要爱护元器件及实验设备。

3. 实验报告

- (1) 认真整理记录的数据及波形(波形需画在方格纸上)。
- (2) 对测试结果进行理论分析,找出产生误差的原因,提出减少误差的措施。
- (3) 总结实验成功的经验或失败的教训,并提出对实验改进的意见。
- (4) 实验报告的文字应通顺、简洁、明了。

(5) 做好实验思考题,在有条件的情况下,可通过实验对思考题中所提出的要求进行实验,同时记录其结果。

1.2 常用半导体电子元器件的识别与简单测试

电子电路都是由各种电子元器件组成的,主要包括电阻、电容、电感和各种半导体器件(如二极管、三极管、集成电路等)。为了正确地选择和应用这些元器件,必需了解它们的性能、结构、规格等有关知识。

1.2.1 半导体二极管

半导体二极管是在电子线路中经常使用的器件,它具有单向导电性,常用于实现检波、整流等功能。

1. 半导体二极管的分类

按二极管的特性和用途主要可以分为以下几种。

(1) 普通二极管 常用于检波和钳位电路,具有频率特性较高、功率损耗较小、允许通过的正向电流较小等特性。图 1-2-1 是普通二极管的外形图,图 1-2-1(a)为玻璃封装形式,图 1-2-1(b)为塑料封装形式。它们外壳都标有型号和极性的标记,也有用标记标注极性,有标记的一端是二极管的阴极。

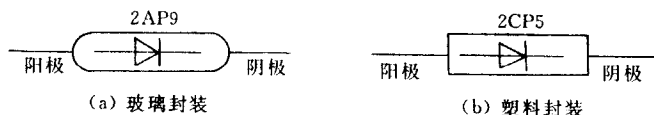


图 1-2-1 普通二极管的外形图

(2) 整流二极管 允许通过的正向导通电流较大(几百毫安、几安培甚至几千安培),功率损耗也较大,主要应用在整流电路中,把交流电压转换为脉动的直流电压。

(3) 稳压管 具有反相击穿并自动恢复特性。当稳压管反向击穿时,其端电压 U_Z 几乎不受其通过电流 I_Z 的影响,始终保持一个相对稳定的数值。所以,与其并联的电路就能在一定条件下获得稳压特性。稳压管的稳压范围可查阅器件手册,也可通过实验的方法获知。实验电路如图 1-2-2 所示,图中 R 是限流电阻。当电源电压较小时,稳压管没有被击穿,电压表指示的数值与电源电压相同。当电源电压升高到某一数值后,电压表的指示不再随电源电压升高而改变,始终保持一个恒定的数值,该数值就是稳压管的额定稳压值。需要注意的是,电源电压不能无限升高,否则通过稳压管的电流将超过其额定值使之损坏。

稳压管的外形封装有玻璃、塑料和金属等三种。图 1-2-3 是稳压管符号及外形图。图中 2CW231 由两个稳压管反向串接,其稳压特性具有温度补偿作用,受环境温度影响较小。

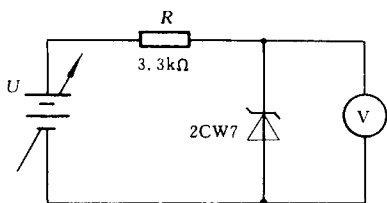


图 1-2-2 测试稳压管稳压值的电路

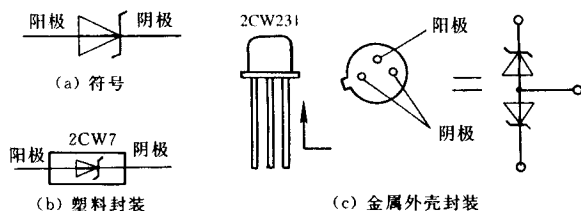


图 1-2-3 稳压管符号和外形图

(4) 发光二极管 发光二极管是一种电光转换器件,它具有工作电压低、耐振动、抗冲击、体积小、重量轻等优点,广泛应用于单点显示、7 段数码显示和点阵显示电路中,如体育场馆和广场的大型广告牌等。

发光二极管和普通二极管一样具有单向导电性,当正向导通并通过一定数值的电流时可以发出可见光,颜色有红、绿、黄等几种。当反向偏置或通过的电流过小时不发光。发光二极管形状主要有圆形和矩形两种,外形及符号如图 1-2-4 所示。

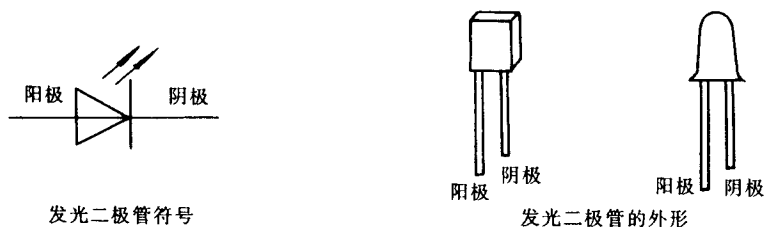


图 1-2-4 发光二极管符号及外形图

发光二极管的正向工作电压通常为 $1.5 \sim 3\text{V}$,允许通过的电流为 $2 \sim 20\text{mA}$,通过的电流与发光强度成正比,但电流超过允许范围后可能损坏器件。

二极管的种类还有很多,如变容二极管、光敏二极管、微波二极管等。限于篇幅不一一列举。

上面介绍的二极管都可以用指针型万用表的欧姆档来简单判别其极性以及是否完好。具体方法是:首先用万用表的黑、红二表棒分别接二极管的两端测量其导通电阻,然后把黑、红二表棒互换再测一次。若两次测量的电阻值有很大差别,则说明该二极管完好,其中阻值小的那次测量中黑表棒所接的二极管端为阳极。若二次测量的阻值差别不大,则说明该二极管已损坏。

1.2.2 半导体三极管

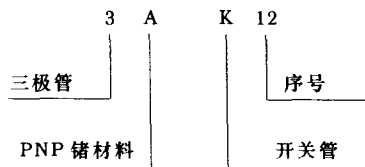
半导体三极管也是电子电路中常用的电子器件,根据工作信号允许的频率范围可分低频、高频三极管;根据允许通过的电流大小可分为小功率、中功率、大功率等类型。表 1-2-1 是二极管和三极管的命名规则。

表 1-2-1

二极管和三极管命名规则

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分		
用数字表示器件的电极数		用字母表示器件的材料和极性		用字母表示器件的类别		用数字表示器件的序号	用字母表示规格号		
符号	意义	符号	意义	符号	意义	意义	意义		
2	二极管	A	N型锗材料	P	普通管	反映了 极限参数、 直流参数 和交流参 数等的差 别	反映了 承受反向 击穿电压 的程度。 如规格号 为A、B、C、 D……其中 A承受的反 向击穿电 压最低， B次之， ……		
		B	P型锗材料	V	微波管				
		C	N型硅材料	W	稳压管				
		D	P型硅材料	C	参量管				
3	三极管	A	PNP型锗材料	Z	整流管				
		B	NPN型锗材料	L	整流堆				
		C	PNP型硅材料	S	隧道管				
		D	NPN型硅材料	N	阻尼管				
		E	化合物材料	U	光电器件				
				K	开关管				
				X	低频小功率管 ($f_a<3\text{MHz}$, $P_c<1\text{W}$)				
				G	高频小功率管 ($f_a\geq 3\text{MHz}$, $P_c<1\text{W}$)				
				D	低频大功率管 ($f_a<3\text{MHz}$, $P_c\geq 1\text{W}$)				
				A	高频大功率管 ($f_a\geq 3\text{MHz}$, $P_c>1\text{W}$)				

例如,型号为 3AK12 的三极管,其命名方式表示为



在安装三极管前最好用晶体管特性测试仪鉴别其性能是否符合要求,同时必须正确判别其三个引脚,否则电路不能正常工作,甚至器件被损坏。图 1-2-5 是两种封装的外形图和引脚图,其中图(a)是金属壳外形图;图(b)和图(c)是金属外壳三极管的三根引脚朝上时的排列图;图(d)是塑料封装三极管的外形和引脚图。

图 1-2-6 是金属外壳封装的大功率晶体管,外形如图中(a)所示,引出的管脚只

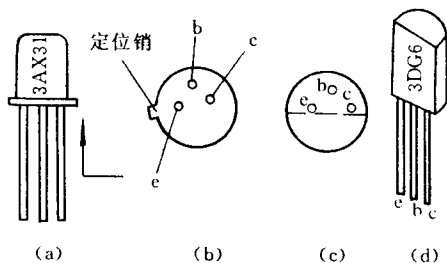


图 1-2-5 晶体三极管的外形及引脚图

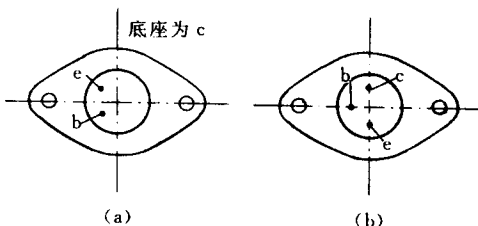


图 1-2-6 大功率三极管引脚图

有基极 b 和发射极 e 两根,金属外壳作为集电极引脚 c ;另一种封装如图(b)所示,发射极、基极和集电极从三条管脚分别引出。大功率晶体管在使用前要测试其性能,并且在安装时需要有导热的绝缘材料作衬底,形成良好的散热环境,以避免三极管因过热而损坏。

1.2.3 集成器件

随着半导体技术的发展,分立元器件,特别是分立二极管、三极管的应用已日趋减少。通用集成电路或专用集成电路已被大量使用。例如,像手机、数码相机这样能够实现复杂功能的电子设备,可能只需几片集成器件构成。几乎没有厂家再全部用分立的二极管、三极管制造产品。

1. 集成器件的分类

(1) 按功能分 有主要应用于模拟电路中的模拟集成器件,例如各种型号的运算放大器;主要应用于数字电路中的数字集成器件,例如国际上通用的 74 系列、54 系列和计算机中应用的集成器件;还有应用于各种产品(例如手机、仪表)的专用集成电路(ASIC)。此外,还有可编程集成电路,电路最终功能可由使用者自己编程设制,如可编程模拟和数字电路。

(2) 按集成度分 集成度小于 10 个门电路,称为小规模集成器件,用 SSI 表示;集成度在 10~100 个门电路之间,称为中规模集成器件,用 MSI 表示;集成度在 100~1000 个门电路之间,称为大规模集成器件,用 LSI 表示;集成度大于 1000 个门电路,称为超大规模集成器件,用 VLSI 表示。

2. 集成器件的封装形式

器件的封装是指安装半导体或集成电路芯片用的外壳,它主要起着安放、固定、密封、保护芯片和增强电热性能的作用,同时还是沟通内部芯片与外部电路的桥梁。同一型号不同封装的器件对外引脚相同。由于芯片的输入、输出端是用导线连接到封装外壳的引脚上,这些引脚又可以通过印制板上的导线与其他器件建立连接。因此,封装对集成电路起着重要的作用。衡量一个芯片封装技术先进与否的重要指标是芯片面积与封装面积之比,两者越接近说明封装效率越高。新一代集成器件的出

现常常伴随着新的封装形式的推出。

集成器件的封装技术经历了几代的变迁,从 DIP,PLCC 和 QFP,TSOP,BGA 到 CSP 再到 MCM,技术指标一代比一代先进。芯片与封装面积之比越来越趋于 1,适用频率越来越高,耐温性能越来越好,引脚数增多,引脚间距减小,重量减小,可靠性提高,使用更加方便。

(1) 双列直插封装

双列直插 DIP 封装(Dual Inline Package)是 20 世纪 70 年代流行的封装形式,外形如图 1-2-7(a)所示,其结构比较适合印刷电路板(PCB)的穿孔安装和焊接,便于产品的大规模生产和操作。大多数小、中规模的集成器件 SSI,MSI 和部分大规模的集成器件 LSI 都采用 DIP 封装形式。DIP 的封装材料有多层陶瓷、单层陶瓷、引线框架式(含玻璃陶瓷封装式,塑料包封结构式,陶瓷低熔玻璃封装式等)。

DIP 封装形式的缺点是芯片与封装面积之比很小,封装效率很低,外形尺寸远比芯片尺寸大,所以占用了许多有效印板安装面积。

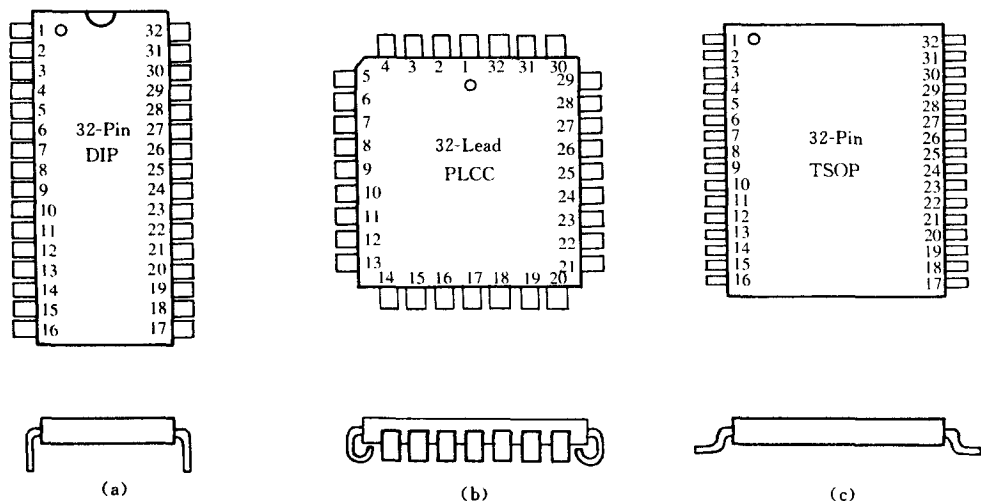


图 1-2-7 集成电路的封装形式

(2) 芯片载体封装

芯片载体封装是 20 世纪 80 年代推出的封装形式,它包括陶瓷无引线芯片载体 LCCC(Leadless Ceramic Chip Carrier)、塑料有引线片式载体 PLCC(Plastic Leaded Chip Carrier)、小尺寸封装 SOP(Small Outline Package)、塑料四边引出扁平封装 PQFP(Plastic Quad Flat Package),其中,PLCC 封装外形如图 1-2-7(b)所示。

芯片载体封装的特点是芯片与封装面积比较 DIP 封装形式略有提高;寄生参数减小,适合高频应用;可靠性提高。

(3) 薄型小尺寸封装

薄型小尺寸封装 TSOP 是“Thin Small Outline Package”的缩写,从 20 世纪 80

年代出现至今一直是计算机内存封装的主流技术。TSOP 封装是在芯片的周围做出可以直接附着在 PCB 板表面的引脚,如图 1-2-7(c)所示。由于 TSOP 封装外形尺寸较小,当电流大幅度变化时,引起输出电压扰动的寄生参数相应减小,故适合高频场合应用。TSOP 封装还具有成品率较高,价格较便宜,器件焊接采用表面安装 SMT 技术,操作方便,可靠性较高等特点。所以当产品的体积要求较小时一般采用 TSOP 封装的集成器件,如移动通讯的手机和便携式仪表等。但是由于 TSOP 封装的引脚焊点和 PCB 板的接触面积较小,使芯片向 PCB 板传热相对困难,所以必须考虑散热措施。

(4) 球栅阵列封装

20 世纪 90 年代随着集成技术的进步、设备的改进和深亚微米技术的使用,芯片集成度不断提高,对集成电路封装的要求更加严格。集成器件对外的 I/O 引脚数急剧增加,功耗也随之增大。为满足集成电路发展需要,球栅阵列封装 BGAP(Ball Grid Array Package)应运而生。

采用 BGAP 封装的集成芯片,其 I/O 端子以圆形或柱状焊点按阵列形式分布在封装的下面。因此,虽然芯片的 I/O 引脚数增加了,但引脚间距没有减小却有增大,提高了电路组装的成品率。BGAP 封装器件的其他特点是器件外形的厚度、重量、信号传输的延迟时间、电路的寄生参数都有所减小,故其信号频率可以大大提高。电路组装可采用共面焊接,可靠性较高。BGAP 封装方式还具有更加快速、有效的散热途径,封装效率也比 PLCC 和 PQFP 有所提高,但仍不够理想。

(5) 芯片尺寸封装

芯片尺寸封装 CSP(Chip Size Package 或 Chip Scale Package)是目前正在发展的封装技术,其特点是封装外形尺寸只比裸芯片稍大,所以芯片与封装面积之比大大提高;信号传输延迟时间大大缩短;同时可以满足芯片引出脚不断增加的需要;还可以解决集成电路裸芯片的交流参数测试和老化筛选问题。

(6) 多芯片组件

多芯片组件 MCM(Multi Chip Model)是将采用 CSP 封装的高集成度、高性能、高可靠的大规模集成器件 LSI 或 IC 和专用集成电路芯片(ASIC)在高密度多层互联基板上用表面安装技术(SMT)组装成多种多样的电子模块、子系统或系统。MCM 的特点是封装延迟时间缩短,整机与组件的尺寸和重量减小,容易实现组件高速化,可靠性更为提高。

目前的封装技术已从片上电路级向片上系统级 SOC(System On Chip)和片上电脑级 PCOC(PC On Chip)发展。所以,随着集成电路规模的提高,其封装形式也将相应发展,而封装形式的发展又会进一步促进芯片技术提高。

3. 集成电路型号的命名

集成电路品种繁多,表 1-2-2 为部分常见集成器件型号的命名法。

表 1-2-2

集成器件型号命名法

第零部分	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分
用字母表示 器件符号、国 家标准	用字母表示器件的 类型	用阿拉伯数字 和字母表示器 件系列品种	用字母表示器件的 工作温度	用字母表示器件的封装
C 中国制造	T: TTL 电路 H: HTL 电路 E: ECL 电路 M: 存储电路 μ : 微型机电路 F: 线性放大电路 W: 稳压器 D: 音响、电视电路 B: 非线性接口 J: 接口电路 AD: A/D 转换器 DA: D/A 转换器 SC: 通信专用电路 SS: 敏感电路 SW: 钟表电路 SJ: 机电仪电路 SF: 复印机电路 :	TTL 分为: 54/74XXX ^① 54/74HXXX ^② 54/74LXXX ^③ 54/74SXXX 54/74LSXXX ^④ 54/74ASXXX 54/74ALSXXX 54/74FXXX CMOS 为: 4000 系列 54/74HCXXX 54/74HCTXXX :	C: $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ G: $-25^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ I: $-25^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ E: $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ R: $-55^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ M: $-55^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$:	F: 多层陶瓷扁平封装 B: 塑料扁平封装 H: 黑瓷扁平封装 D: 多层陶瓷双列直插封装 J: 黑瓷双列直插封装 P: 塑料双列直插封装 S: 塑料单列直插封装 T: 金属圆壳封装 K: 金属菱形封装 C: 陶瓷芯片载体封装 E: 塑料芯片载体封装 G: 网络针栅阵列封装 : SOIC: 小引线封装 PCC: 塑料芯片载体封装 LCC: 陶瓷芯片载体封装

说明: ① 74: 国际通用 74 系列(民用); 54: 国际通用 54 系列(军用)

② H: 高速;

③ L: 低速;

④ LS: 低功耗

表中 54/74 系列是美国德克萨斯仪器公司生产的逻辑电路, 目前, 在小规模和大规模数字逻辑方面应用十分广泛, 其他公司(如摩托罗拉、日本东芝、日立等公司)生产的逻辑电路都可以参阅中外集成电路简明手册中的对照表, 找出其相应的型号。

另外还有数模转换和模数转换器件, 需要查找有关产品手册了解其型号与性能。

4. 集成电路的引脚识别

在安装和使用集成电路之前, 必须确认集成电路的电源、地和各输入输出信号端口的引脚号, 以保证电路或系统的正常工作。图 1-2-8 是双列直插式集成电路的外形图, 在其顶部标有该器件的型号。从顶端俯视可以看到长方形的一端有一半圆形槽口, 槽口向左, 下面为引脚 1(PIN₁), 然后逆时针按升序排列, 依次为 PIN₂, PIN₃, ……。部分双列直插式电路没有槽口, 以定位点标识, 定位点标识的是引脚 1(PIN₁), 其他引脚排列方法同上。PLCC 和 TSOP 封装一般以圆点标识, 如图 1-2-7