

- 徐正红
- 电工电子教学实验中心
- [zhhxu@mail.xjtu.edu.cn](mailto:zhhxu@mail.xjtu.edu.cn)
- 82668671—308
- 东一楼东256室

# 0 绪 言

0.1 什么是电子技术

0.2 本课程的性质、任务和重点内容

0.3 本课程的特点和学习方法

上页

下页

后退

# 0 绪 言

## 0.1 什么是电子技术

电子技术就是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。

### 1. 电子器件

电子器件的发展

## 第一代电子器件

电真空器件 { 电子管  
离子管

### (1) 电子管







## 电子管的结构和工作原理

- a. 有密封的管壳，内部抽到高真空。
- b. 在热阴极电子管中，有一个阴极。
- c. 阴极可由灯丝加热，使温度升高，发射出电子。
- d. 电子受外加电场和磁场的作用下，在真空中运动就形成了电子管中的电流。

## 电子管的主要特点

- a. 体积大、重量重、耗电大、寿命短。
- b. 目前在一些大功率发射装置中使用。

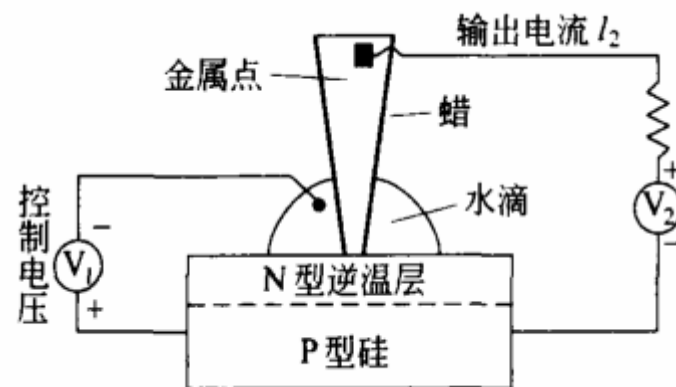
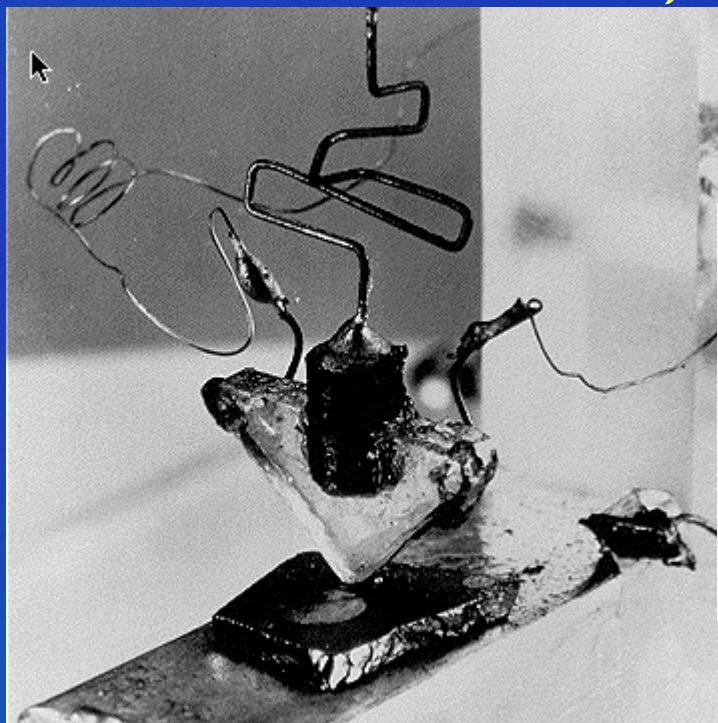
## (2) 离子管

- a. 与电子管类似,也抽成高真空。
- b. 管子中的**电流**,除了**电子**外,也有**正离子**。



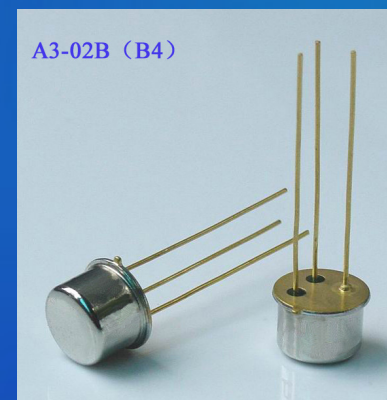
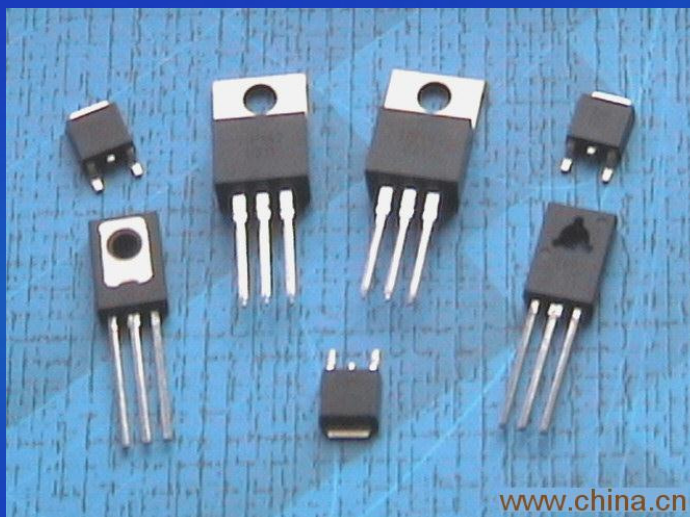
## 第二代电子器件——晶体管

1947年12月16日正式宣布“晶体管”诞生，1948年获发明专利



Bell Lab 首个晶体管





晶体管是用半导体材料制成的，也称为**半导体器件** (semiconductor device)或者**固体器件** (solidstate device)。



# 晶体管的发明人

- 巴丁 (J.Bardeen)
- 肖克利 (W.Shockley)
- 布拉顿 (W. Brattain)
- 三人1956年诺贝尔物理学奖

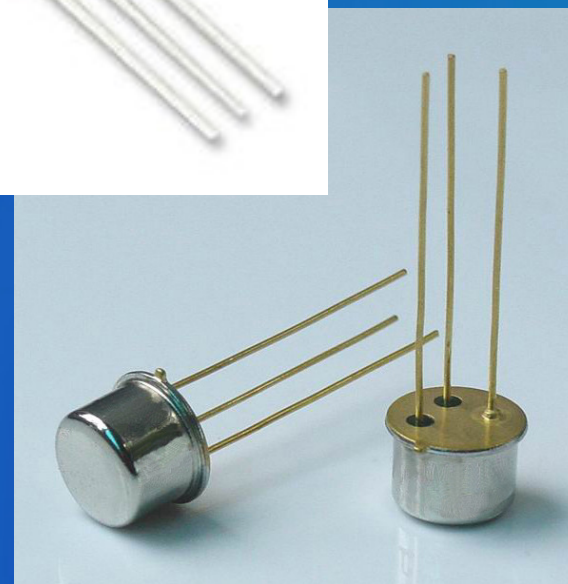


肖克利、伯莱顿（前面站者）和巴丁（后面站者）

- 巴丁后来从事超导理论研究，与中年教师库柏、研究生施里弗建立了超导理论——BCS理论，三人于1972年获得诺贝尔物理学奖，成为老、中、青合作的典范。

## 晶体管的主要特点:

- a. 体积小、重量轻。
- b. 寿命长、功耗低。
- c. 受温度变化的影响较大。
- d. 过载能力较差。
- e. 加电压不能太高。



## 2. 电子电路

电子器件与电阻器、电感器、电容器、变压器、开关等元件适当地连接起来所组成的电路。

电子电路的主要特点：

控制方便、工作灵敏、响应速度快等。





## 电子电路与普通电路的主要区别:

- (1) 电子电路包含有电子器件。
- (2) 电子器件的特性往往是非线性的。
- (3) 电子电路必须采用非线性电路的分析方法来分析。

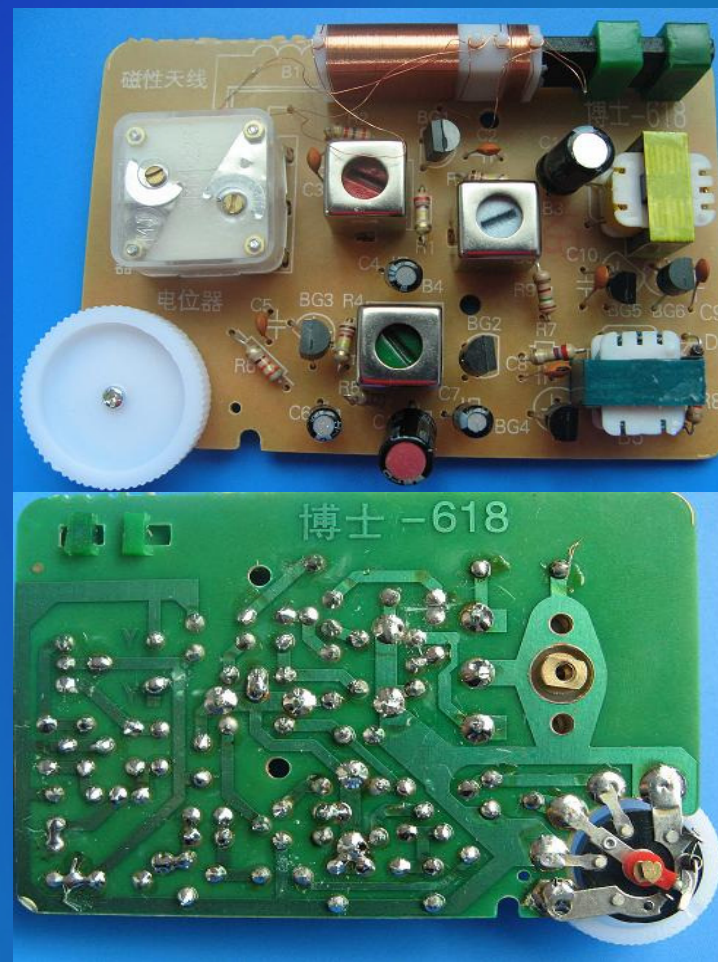
电子电路 { 分立元件电路  
                  集成电路



分立电路—由各种单个的电子器件和元件构成的电路

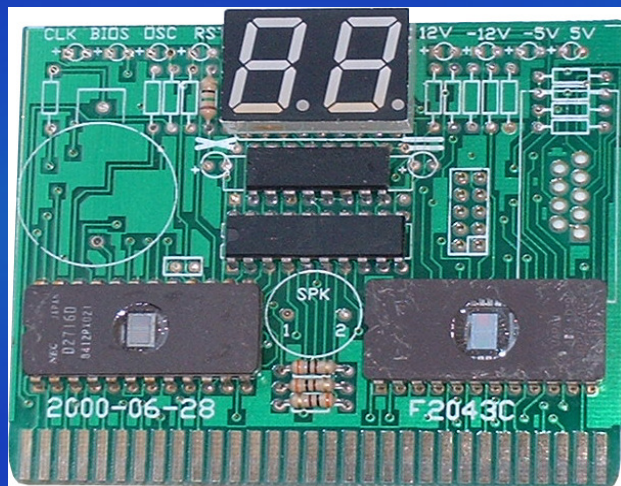
分立电路的主要特点:

- (1) 把许多元件和器件焊接在印刷电路板上组成的。
- (2) 焊点多，容易造成虚焊。
- (3) 体积大，功耗大，可靠性低。



## 集成电路（IC—integrated circuit）

集成电路是把许多晶体管与电阻等元件制作在同一块硅晶片上的电路。



集成电路的主要特点：

（1）体积小，重量轻。

（3）可靠性高。

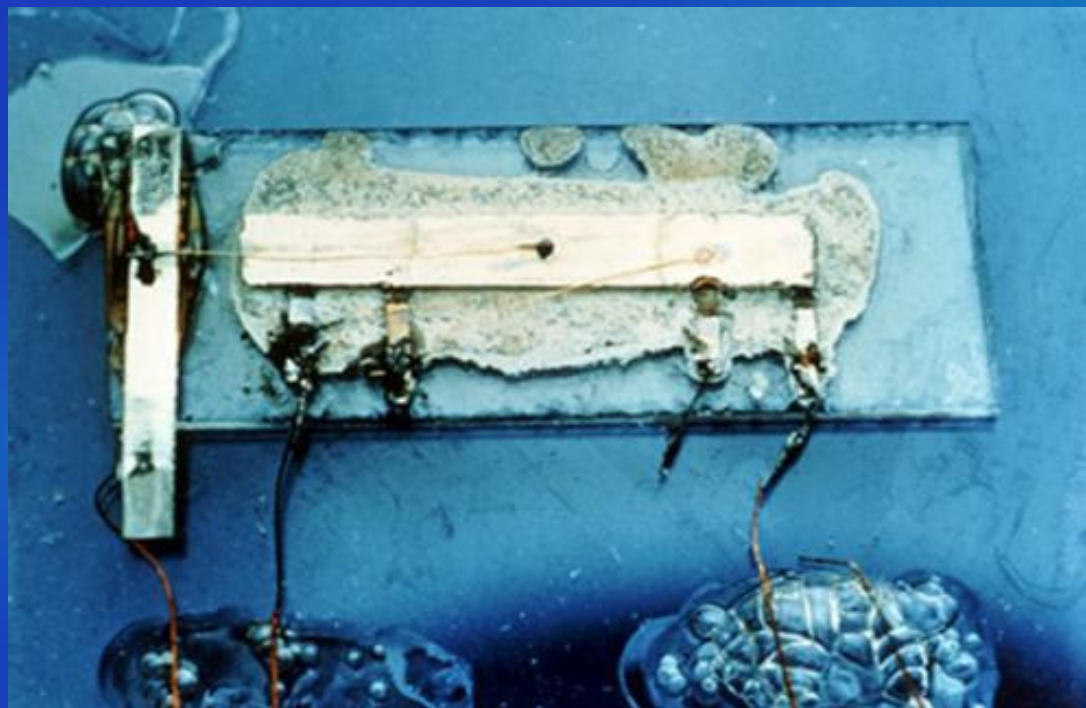
（2）功耗小。

（4）寿命长。



## 集成电路发展历程

世界上第一块集成电路在1959年美国的德州仪器公司和西屋电气公司诞生。



第一块集成电路

集成度：集成电路上只有四只晶体管。

自1958年第一块集成元件问世以来，集成电路已经跨越了小、中、大、超大、特大、巨大规模几个台阶，集成度平均每2年提高近3倍。随着集成度的提高，器件尺寸不断减小。

时 期	规 模	集成度
50年代末	小规模集成电路 (SSI)	100
60年代	中规模集成电路 (MSI)	1000
70年代	大规模集成电路 (LSI)	>1000
70年代末	超大规模集成电路 (VLSI)	10000
80年代	特大规模集成电路 (ULSI)	>100000

1985年，1兆位ULSI的集成度达到200万个元件，器件条宽仅为1微米；  
1992年，16兆位的芯片集成度达到了3200万个元件，条宽减到0.5微米，而后的64兆位芯片，其条宽仅为0.3微米。



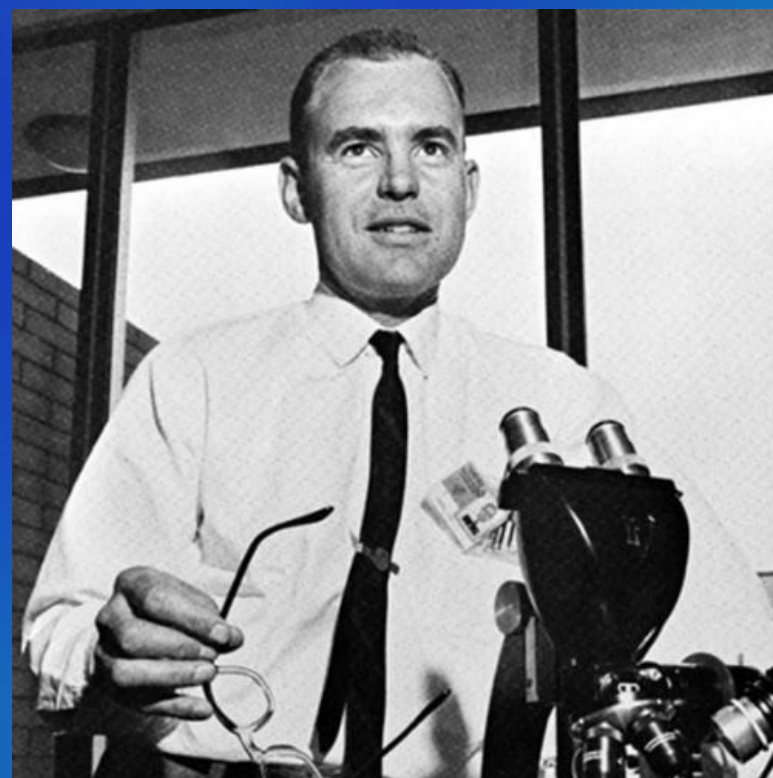
## 目前的集成电路:

- a. 已经可以在一片硅片上集成几千万只，甚至上亿只晶体管。
- b. 集成电路的性能（高速度和低功耗等）也迅速提高。
- c. 集成电路仍在高速发展。集成度每 2-4 增加一倍。
- d. 出现的系统级芯片（SOC—system on chip）。
- e. 集成电路逐步向集成系统（integrated system）的方向发展。

## 摩尔定律？

1965年戈登 摩尔在《电子学》月刊发文，认为集成电路元件数量会每18个月增加一倍，这种速度将保持10年。当时集成电路只有50-60个晶体管。后来，摩尔将这一速度修正为2-4年。

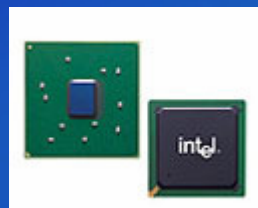
“这是一种人类的精神。正是它早就了硅谷。”



1954年，平均一个晶体管的成本是5.52美元；2004年，是一美元的十亿分之一。

# 集成电路发展

集成电路制造技术的发展日新月异，其中最具有代表性的集成电路芯片主要包括以下几类，它们构成了现代数字系统的基石。



微控制芯片 (MCU)



可编程逻辑器件 (PLD)



数字信号处理器 (DSP)



大规模存储芯片 (RAM/ROM)



## 半导体产品小型化瓶颈被突破

- 2009.2.19日《科学》杂志上刊登两项最新科研成果。
  1. 新型微型晶体管：纳米级别陶瓷材料的晶体管，可以为计算机、存储器、传感器制造原子大小的晶体管。
  2. 半导体薄膜存储：可在一枚硬币大小的面积上存储相当于250张DVD光盘数据。



### 3. 电子技术应用

#### (1) 通信系统

无线电通信（最早的应用领域）广播、电报、电视等  
有线载波通信、激光通信、光纤通信等。

#### (2) 控制

在自动化技术中，电子控制是后起之秀。

特点：快速、灵敏、精确等。

### (3) 测量方面的应用

电子测量技术和电子计量仪表的应用日益广泛。

### (4) 电力系统的应用

- a. 微机继电保护
- b. 故障测距
- c. 配变检测

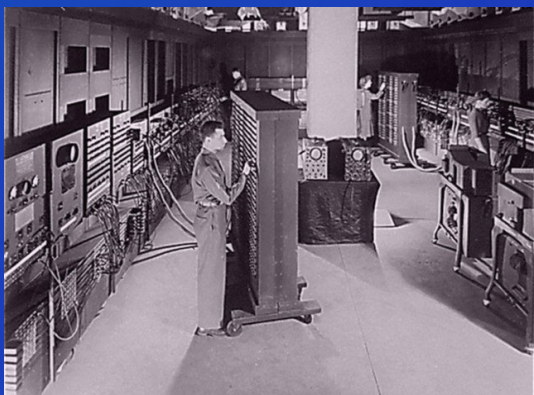


## (5) 电子技术对计算机的发展

二十世纪四十年代第一部数字电子计算机主要特点:

- a. 有一万八千个电子管。 **计算弹道的高手!**
- b. 功率130千瓦。 **30秒!!!**
- c. 重量达三十吨。
- d. 占地约150平方米。 **1946年!**
- e. 运算速度每秒仅约5000次。
- f. 并且故障率高。

# 电子计算机的发展



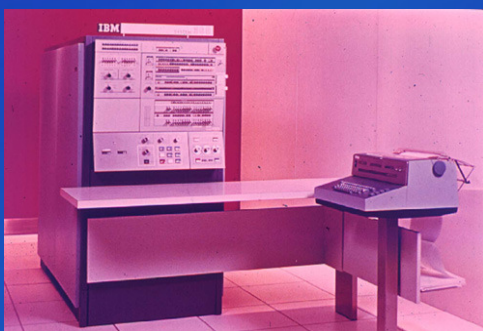
ENIAC

第一代 (1946 ~ 1957)  
电子管计算机时代

第二代 (1958 ~ 1963) 晶  
体管计算机时代



IBM 7090



IBM 360 晶体管计算机

第三代 (1964-1970) 集  
成电路计算机时代

第四代 (1971 ~ ) 大规模  
集成电路计算机时代





# 摩尔定律会一直有效吗？

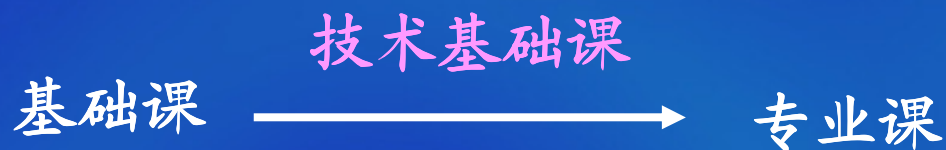
过去20年来，人们一直在说它的末日为期不远，但每项似乎不可能逾越的障碍都一一克服了。

科学界普遍认为摩尔定律不会永远有效，0.05微米或50纳米是现代半导体工艺的极限，而Intel的最新工艺是0.13微米，硅极限将在10—15年内到达。

## 0.2 本课程的性质、任务和重点内容

### 1. 本课程的性质与任务

**性质:** 是电子技术方面入门性质的技术基础课。



**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**（简称“三基”）。

“三基”:

## 基本理论:

主要是指电子电路的基本分析方法。

## 基本知识:

是指基本的电子器件和电子电路的性能及其主要应用。

## 基本技能:

是指电子测试技术、电子电路的分析计算能力和识图能力。

## 2. 课程内容的重点

本课程基本内容:

(1) 电子器件, 包括集成电路。

学习的重点:

a. 了解电子器件的外部特性。

b. 了解电子器件在电路中的应用。

注意事项:

a. 本课程只介绍常用的半导体器件。

b. 不深入讨论器件内部微观的物理过程及生产工艺。



## (2) 电路

学习的重点:

- (a) 最基本的电路结构
- (b) 电路的工作原理
- (c) 电路的分析方法
- (d) 电路的组合规律
- (e) 典型应用电路

(3) 器件、电路、应用三者学习的关系是：

管、路、用结合，管为路用，以路为主。

### 分立电路与集成电路的关系

(a) 分立电路在很多应用场合已经被集成电路所代替。

(b) 分立电路仍然是电子电路中最核心的电路。

(c) 分立电路是集成电路中的基本单元电路。

(d) 分立为基础、集成是重点，分立为集成服务。

## 电子电路的分类:

按照处理信号的不同

- 模拟电路
- 数字电路

## 两类电路的区别:

a. 电路中信号

- 模拟电路: 信号波形是连续变化的。
- 数字电路: 信号波形是跃变的。



## b. 电路中电子器件的工作状态

{ 模拟电路：器件工作在放大状态。  
数字电路：器件工作在开关状态。

## 0.3 本课程的特点和学习方法

### 1. 本课程的特点:

- a. 内容比较庞杂。
- b. 技术术语多。
- c. 基本概念多。
- d. 电路种类多。
- e. 课程的难点都集中在前几章，初学者都会有“入门难”的感觉。

模电

魔鬼电???

## 2. 本课程的学习方法

(1) 注重物理概念。

(2) 采用工程观点。

实际工程问题的特点：

a. 电子器件的特性具有分散性。

b. 元器件的实际参数值与标称值有一定的偏差。

c. 实际参数值受环境温度等因素的影响而偏离设计值。

d. 难以进行精确计算。



实际工程问题的算法:

- a. 忽略一些次要的因素。
- b. 采用简化的工程问题。

工程问题合理估算的依据:

结果所产生的误差应不超过10%。

工程估算法存在的问题:

有些问题的简化处理往往是经验数据，无章可循。

工程估算的目的:

- a. 不是为了获得精确的结果。
- b. 而是为了获得清晰的、定性的概念和结论。
- c. 利用获得概念和结论, 进一步指导电路和系统的设计和实验。

### 3. 重视实验技术 “我听到的会忘掉；我看到的能记住；我做过的才真正明白！”

- a. 通过实验才能理解基本概念，实验是理论与实践结合的桥梁。
- b. 影响电子电路工作的因素非常复杂，简单的电路模型是不能进行全面而精确的分析。
- c. 一般电子设备在设计、安装好以后，需要经过反复调试、修改。



总的要求是：

会看：看懂电路

会算：定性定量分析

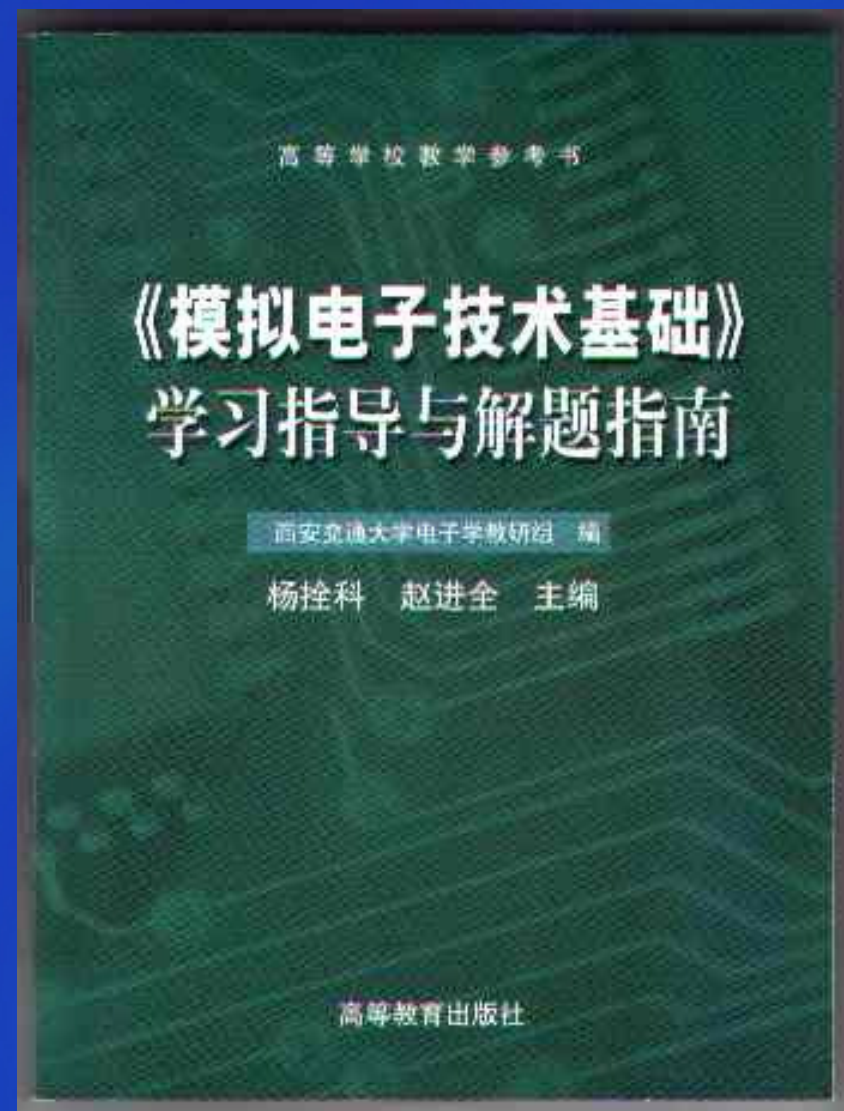
会选：会选元件

会干：到实验室进行实践

# 参考书籍



- 《模拟电子技术基础》 清华大学 童诗白 T71/51(88)  
TN01/35(2001)
- 《电子技术基础(模拟部分)》华中 康华光 TN71/24(99)/c.1
- 《模拟集成电路的分析与设计》第四版(翻译版)  
高教出版社 05年6月第一版 TN31 G283 (西区)
- Analysis and Design of Analog Integrated Circuits  
Four Edition 高教出版社 TN431.1 G781-4y
- 各种电子技术方面的期刊、学报等





## 模拟电子技术网络课堂

<http://jpkc.xjtudlc.com/mndz/>09  
年  
国  
家  
级  
网  
络  
精  
品  
课  
程



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

网络教育学院  
Internet Education School

模拟电子技术

用户名:   
密码:

课程说明



课程负责人  
杨拴科, 男, 1952  
年出生, 西安交通大学  
电气工程学院教授。  
1974-1977年在西安交通大学电器专业学  
习, 1977年毕业留校, 在电子学...  
[查看全文](#)

知识检索:  请在框内输入关键字

教师答疑  QQ: 274542319  E-mail: jqzhao@mail.xjtu.edu.cn   QQ: 69453202



### 课程介绍



模拟电子技术是电子技术方面入门性质的技术基础课。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, 为以后深入学习电子技术某些领域中的内容打好基础。主要内容包括: 半导体二极管及其应用、晶体管及放大电路基础、场效应管及其放大电路、集成运算放大器、反馈和负反馈放大电路、信号运算电路、信号检测与处理电路、信号发生器、功率放大器、直流稳压电源、在系统可编程模拟器件原理及其应用等...

[查看全部](#)



### 学习方法

查看全部

模拟电子技术基础课程是一门专业技术基础课程, 但它接近于工程实际。根据本课程的及网络教育的特点, 在学习过程中应当注意以下几点:

- ★ 注重物理概念;
- ★ 采用工程观点;
- ★ 重视实验技术;
- ★ 注意新技术的应用;
- ★ 扬长避短;



### 课程实验

[查看全部](#)



本课程是电气、电子信息类专业重要的实践性教学环节之一, 它配合模拟电子学和数字电子学两门技术基础课同期进行。本课程的主要任务是使学生获得电子电路设计、调试和测量等基本实验技能...

### 课程考核说明

模拟电子技术课程考核由两部分组成:  过程考核与终结性考核。形

上页

下页

后退





用户名:   
密码:

登录

课程说明



#### 课程负责人

杨拴科, 男, 1952  
年出生, 西安交通大学  
电气工程学院教授。

1974-1977年在西安交通大学电器专业学  
习, 1977年毕业留校, 在电子学...

[查看全文](#)



知识检索:

请在框内输入关键字

开始检索

教师答疑



QQ: 274542319



E-mail: jqrhao@mail.xjtu.edu.cn

学习交流群



QQ: 69453202



#### 课程介绍



模拟电子技术是电子技术方面入门性质的技术基础课。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, 为以后深入学习电子技术某些领域中的内容打好基础。主要内容包括: 半导体二极管及其应用、晶体管及放大电路基础、场效应管及其放大电路、集成运算放大器、反馈和负反馈放大电路、信号运算电路、信号检测与处理电路、信号发生器、功率放大器、直流稳压电源、在系统可编程模拟器件原理及其应用等...

[查看全部](#)



#### 学习方法

[查看全部](#)

模拟电子技术基础课程是一门专业技术基础课程, 但它接近于工程实际。根据本课程的及网络教育的特点, 在学习过程中应当注意以下几点:

- ★ 注重物理概念;
- ★ 采用工程观点;
- ★ 重视实验技术;
- ★ 注意新技术的应用;



#### 课程实验

[查看全部](#)



本课程是电气、电子信息类专业重要的实践性教学环节之一, 它配合模拟电子学和数学电子学两门技术基础课同期进行。本课程的主要任务是使学生获得电子电路设

# 西安交通大学教育资源共享网

- <http://202.117.16.30/index.htm>

The screenshot shows the homepage of the Xi'an Jiaotong University Education Resource Sharing Network. The header features the university's name in Chinese and English, along with its logo. Below the header is a navigation bar with links to various sections. The main content area is divided into three columns. The left column contains a 'Member Login' section with fields for username and password, and a 'Quality Courses' section listing various course categories. The middle column features a 'News Announcement' section with a list of recent news items, and a 'Site Introduction' section. The right column displays a large image of a traditional Chinese garden bridge over a pond, labeled 'East Garden'.

西安交通大学

## 西安交通大学教育资源共享网

新闻公告 :: 网站介绍 :: 精品课程 :: 名师风采 :: 优秀教材 :: 视频点播 :: 联合办学 :: 教学成果 :: 国外资源 :: 首页

### 会员登陆

用户名:   
密码:

### 精品课程 QUALITY COURSES

- ▶ 国家级精品课
- ▶ 省级精品课程
- ▶ 校级精品课程
- ▶ 国家精品课程建设网

### 新闻公告

- MIT课件使用通知
- 欢迎加入教育资源共享网
- 2007年度国家精品课程上网公示, 我校3门课程入选
- 我校王兆安、何雅玲教授荣获国家教学名师奖
- 我校与IBM成功研发“蓝天”基础教育资源共享平台
- MIT共享课程在我校建立镜像

### 站点介绍

zhucaidan.jpg

东花园

上页

下页

后退