



《电子信息工程导论》

主讲教师：郭海松 教授

联系方式：GHS001@163.com

教学单位：信院电子信息工程系





引言：本专业如何学、学什么、为何学

第一篇（如何学）

第1章 电子信息工程发展史

第2章 电子信息工程人才培养方案

第3章 大学学习的特点及学习方法

教学目的

- (1) 了解发展史。如：发展史给了我们哪些启迪。
- (2) 了解人才培养的目标和知识体系。如：两类人才模式、应用科技大学改革试点战略研究。
- (3) 了解有效的大学学习方法特点。如：信息时代如何读书。





第二篇（学什么）

第4章 电路分析基础

第5章 模拟电子技术

第6章 数字电子技术

第7章 传感器原理及应用

第8章 微机原理与接口技术

第9章 信号与系统

第10章 单片机原理及应用

第11章 电视机原理

第12章 电磁场与微波技术

第13章 通信原理

第14章 自动控制原理

第15章 电子产品实训

教学目的

为学习本专业核心课程起导航作用。如：选课、毕业设计等。





第三篇（为何学）

第16章 电子信息工程的发展现状及趋势

教学目的

了解本发展趋势，及早确立研究方向，提高就业核心竞争力。

（1）面向社会需要。香农，21岁，硕士论文，二进制理论，被誉为有史以来最有水平的硕士论文之一。适应区域经济发展需要。

（2）面向交叉学科。比尔·盖茨《未来之路》就提出了物联网的概念。





第1章 电子信息工程发展简史

教学目的

欲了解一门学科，最好的办法就是先读读它的历史。

教学内容

- 1.1 电磁学的主要理论发现
- 1.2 电磁学理论发现给我们的启迪
- 1.3 电子学的重要发明及应用
- 1.4 电子学发明及应用给我们的启迪

思考题





1.1 电磁学的主要理论发现

1. 磁学理论

- (1) 公元前2637年，我国人祖**黄帝**，利用磁制成了罗盘针。
- (2) 公元前9世纪，**航海家**已经使用指南针导航【①罗盘】。
- (3) 1600年，英国物理学家、英王御医**吉尔伯特**，证明了磁倾角的存在，发现了磁石对铁块的吸引是相互作用的，总结了大量磁力现象建立了重要的理论体系，被世人称之为磁学之父。在研究摩擦过的琥珀可以吸引小物体现象时，首先根据希腊文“ $\eta \lambda \epsilon \kappa \tau \rho \nu \omicron \xi$ ”琥珀创造了英语中的“electricity”电这个词，为进入电学研究奠定了基础。





2. 电学理论

(1) 1749年，美国科学家**富兰克林**，在电研究方面作了大量实验，第一个科学地用正电、负电概念表示电荷的性质。并提出了电荷既不能创生、也不能消灭的思想，后人在此基础上发现了电荷守恒定律。他最先提出了避雷针的设想，由此而制造的避雷针，避免了雷击灾难，破除了迷信。他出身贫寒，但他刻苦好学，他以仅读过两年小学的学历，被哈佛大学、耶鲁大学、牛津大学、爱丁堡大学、圣安德鲁大学等七所电学录取授予硕士学位或博士学位，是自学成才的典范。





(3) 1785年，法国人**库伦**，军事工程师，主要研究工程力学，发明了扭秤实验，建立了静电学中著名的库仑定律。同年，他在给法国科学院的“电力定律”的论文中详细地介绍了他的实验装置和得出的实验结果。

(4) 1800年，意大利物理学家**伏特**，发明了第一种化学电源铜锌电池，能够把化学能连续不断地转变为电能，维持单一方向的电流持续流动，为“电生磁”的发现提供了可能，这一发明具有划时代的意义，引起了电磁学的一场革命。





3. 电磁学理论

(1) 1820年，丹麦物理学家**奥斯特**，实验发现了“电生磁”现象，即电流的磁效应。并发表了论文“关于磁针上电冲击作用的实验”，使欧洲物理学界产生了极大震动，由此开辟了物理学的新领域“电磁学”，打开了近代电磁学的突破口。

(2) 1825年，法国科学家**安培**，定量研究了电流的磁效应，提出了著名的安培定律。他在测量电流的磁效应时发现两个载流导线既可以相互吸引，又可以相互排斥。为电动机的发明奠定了理论基础【②安培定律】。





(3) 1827年，德国中学教师**欧姆**，发表的论文“电路的数学研究”，提出了今天普遍应用的欧姆定律，时年40岁。该定律揭示了电阻上电压与电流的定量关系。欧姆的研究，主要是在1817~1827年担任中学物理教师期间进行的。

(4) 1831年，英国物理学家**法拉第**，完成了电磁感应定律的研究。该定律揭示了“磁生电”的规律。这一发现成为发电机和变压器的基本原理，从而使机械能变为电能成为可能，推动了电在工业上的广泛应用，为人类迈向了电气时代奠定了理论基础【③电机】。





(5) 1847年，德国科学家**基尔霍夫**，在他还是一个21岁大学生的时候就提出了著名的基尔霍夫定律。解决了电器设计中电路方面的难题，成为电路分析的最基本的依据。直到现在，基尔霍夫电路定律仍旧是解决复杂电路问题的重要工具，因此被称为“电路求解大师”【④基尔霍夫定律】。

(6) 1864年，苏格兰科学家**麦克斯韦**，系统地总结了他的电磁学研究成果，完成了电磁场理论的经典巨著《论电和磁》，并提出一组关于电和磁共同遵守的数学方程，即麦克斯韦方程组，并由此预言了电磁波的存在。





(7) 1888年，德国物理学家**赫兹**，用实验证实了电磁波的存在，他经过艰苦的反复实验，证明麦克斯韦所预言的电磁波的确存在。

(8) 1905年，德国物理学家**爱因斯坦**，在德国《物理学年鉴》上发表了论文“论运动物体的电动力学”，这是关于狭义相对论的第一篇论文。该论文是爱因斯坦认真研究了麦克斯韦电磁理论，特别是对赫兹和洛伦兹发展和阐述的电动力学进行了深入分析，创立了狭义相对论的基本思想和基本内容。





1.2 电磁学理论发现给我们的启迪

诺贝尔奖获得者汤川秀树曾说：对以往知识的熟知和对新鲜事物及其发展前景的敏感，是一个人的创造力的源泉。

意大利科学家伽利略也曾说过：一切推理都必须从观察与实验得来。给我们的几点启迪：

- (1) 对以往知识的**熟知**；
- (2) 对新鲜事物及其发展前景的**敏感**；
- (3) 大胆的**推理**；
- (4) 对一切推理进行观察与**实验**。





四个关键词为主线：

熟知→敏感→推理→实验

四个典型理论发现为例子：

- (1) 奥斯特梦圆“电生磁”
- (2) 法拉第心系“磁生电”
- (3) 麦克斯韦预言“电磁波”
- (4) 爱因斯坦坚信“相对论”



1. 奥斯特梦圆“电生磁”

(1) 奥斯特在18世纪末和19世纪初到德国、法国游学时，与当时欧洲的科学家进行了广泛的交流，这无疑使他扩展了科学视野，**熟知**了以往科学家对磁学和电学的研究成果。





(2) 1731年，英国的一位商人发现，雷电过后他的一箱刀叉竟然有了磁性；1751年，富兰克林发现莱顿瓶放电能使缝衣针磁化；18世纪末，蒸汽机的出现表明了机械运动和热运动可相互转化；哲学家康德认为各种自然现象之间存在着相互联系和转化。奥斯特敏感到了物理学将不再是关于运动、热、空气、光、电、磁各种现象零散的罗列，我们将把整个宇宙纳在一个体系中。

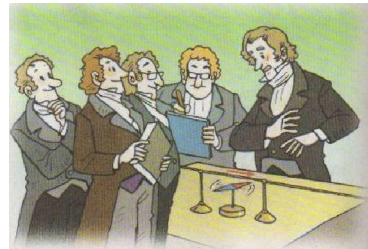
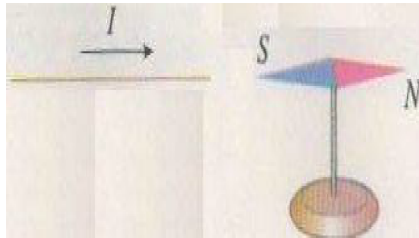




(3) 奥斯特发现，电与磁有着惊人的相似之处。如：电荷有正、负两种，磁极有N、S两个，都具有同性相持、异性相吸的性质。于是他大胆地**推理**：电与磁不应该是孤立的，应该存在着某种联系，于是就开始着手投入了大量的相关实验。



(4) 奥斯特的**实验**并非一帆风顺，当时人们普遍认为只有纵向力的存在，他总是把磁针放在通电导线延长线上，实验均告失败。终于在1820年一次讲课中，偶然把导线沿南北方向放置在一个指南针的上方，通电时磁针转动了。随后的实验证明电流的确能使磁针偏转，并把这种作用称作电流的磁效应，开辟了物理学的新领域“电磁学”，终于梦圆了“电生磁”。





2. 法拉第心系“磁生电”

(1) 1813年，经著名化学家戴维推荐，法拉第到英国皇家研究院实验室当助理研究员，作为助手随戴维到欧洲大陆考察漫游，结识了不少知名科学家，如安培、伏特等，大大扩大他的眼界。自1821年应《哲学杂志》之约，开始撰写题为《电磁学的历史概要》的述评，于是他认真研究了奥斯特、安培等人的工作，阅读了大量的文献，**熟知**了以往的研究成果。





(2) 法拉第时代，安培已定量研究了载流导线间的相互作用，为电动机的发明奠定了理论基础，电力的应用前景已初见端倪。并看到伏特电池昂贵且电流小，而自然界中的天然磁石丰富，法拉第此时别具慧眼，**敏感**到了若可以由磁产生电，就能获得廉价的电力。





(3) 特别是当法拉第读到奥斯特的“关于磁针上电冲突作用的实验”这篇论文时，引起了他对称性的思考：既然电流能够引起磁针的运动，那么为什么不能用磁铁使导线中产生电流呢？于是法拉第**推理**出了磁与电之间也应该有类似的感应，并在1822年的一篇日记中留下了“由磁产生电”这样闪光的思想，并开始投入大量的相关实验。





(4) 法拉第的**实验**道路并不平坦，他于1822、1825、1828年三次集中实验均告失败。他认为既然奥斯特实验导线中有电流就有磁场，那么有了磁场就会有电流。但他在这些实验中使用的都是恒定电流产生的磁场，结果产生不了电流。直到1831年他偶然把两个线圈绕在同一个铁环上，一个线圈接到电源上，另一个线圈接入电流表，在给一个线圈通电或断电的瞬间，另一个线圈中出现了电流。寻找了10年之久的“磁变生电”即电磁感应现象终于被发现了。



图4.1-2 法拉第用过的线圈



3. 麦克斯韦预言“电磁波”

(1) 麦克斯韦于1855年开始，就对整个电磁现象作了系统、全面的研究，熟知了库伦、安培、奥斯特、法拉第和亨利等前人研究成果，并进行了综合概括，接连发表了电磁场理论三篇论文：《论法拉第的力线》（1855年12月至1856年2月）；《论物理的力线》（1861至1862年）；《电磁场的动力学理论》（1864年12月8日）。





(2) 特别是当他潜心研究了法拉第关于电磁学方面的新理论之后，**敏感**到了法拉第的新理论包含着真理。于是抱着给法拉第理论提供数学基础的愿望，决心把法拉第的天才思想以清晰准确的数学形式表示出来。凭借他高深的数学造诣和丰富的想象力，将电磁场理论用简洁、对称、完美的数学形式表示出来，成为经典电动力学的麦克斯韦方程组。





(3) 根据麦克斯韦方程组，经推理得出了：

空间存在电磁波，
光是一种电磁波，
这一伟大的预言。

$$\oint_L \mathbf{E} \cdot d\mathbf{r} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\int_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S}$$

$$\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{r} = \mu_0 I + \frac{1}{c^2} \frac{d\Phi_\epsilon}{dt} = \mu_0 \int_S \left(\mathbf{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \cdot d\mathbf{S}$$

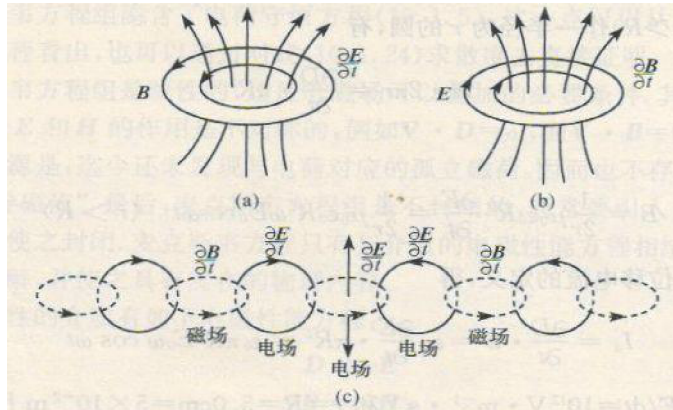


图 10.3 电磁波存在的理论预言
(a) 交变的电场会激发交变的磁场； (b) 交变磁场又会激发交变的电场；
(c) 交变电磁场自源出发向四周传播形成电磁波



(4) 遗憾的是麦克斯韦虽然与1865年就预言了电磁波的存在，但由于他英年早逝，却没能看到科学**实验**对他预言的证明。把这一伟大预言变成世人公认真理的是20多年后德国科学家赫兹。赫兹通过电磁波发送和接收实验，证明了空间电磁波的存在。

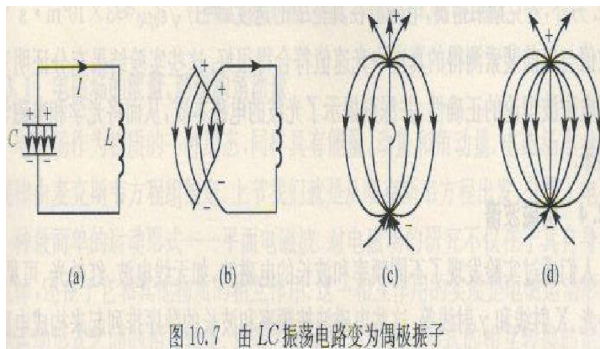


图 10.7 由 LC 振荡电路变为偶极振子

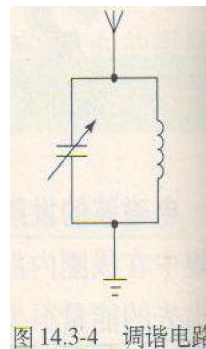


图 14.3-4 调谐电路

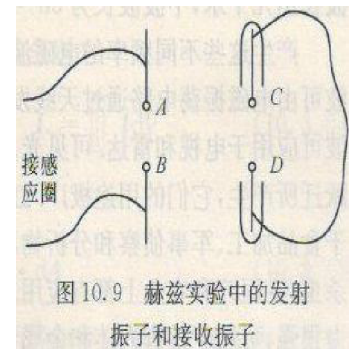


图 10.9 赫兹实验中的发射振子和接收振子





4. 爱因斯坦坚信“相对论”

(1) 爱因斯坦**熟知**了当时物理学的各种理论体系：特别是牛顿力学和麦克斯韦电动力学体系。当时困惑物理学的难题是两个力学体系的冲突：线圈静止，磁铁运动产生感生电动势；磁铁静止，线圈运动产生动生电动势。无论是低速还是高速情况下同一物理过程在不同参考系中的观察结果得到不同的描述。

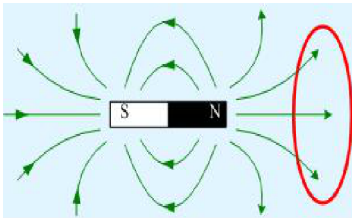


图 15.1-2 迈克耳孙—莫雷实验的模拟图

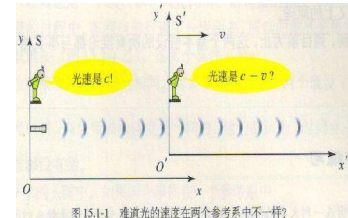


图 15.1-1 难道光的速度在两个参考系中不一样?





(2) 于是爱因斯坦认真研究了麦克斯韦的电磁理论，特别是经过赫兹和洛伦兹发展和阐述的电动力学，爱因斯坦坚信麦克斯韦的电磁理论是完全正确的。通过分析他敏感到了两个力学体系冲突的原因可能出在牛顿力学，因为牛顿力学体系是建立在绝对时空观基础之上的。他则认为，根本就不存在绝对静止的空间和绝对同一的时间，所有时间和空间都是和运动的物体联系在一起的，都是相对参照系的时间和空间。





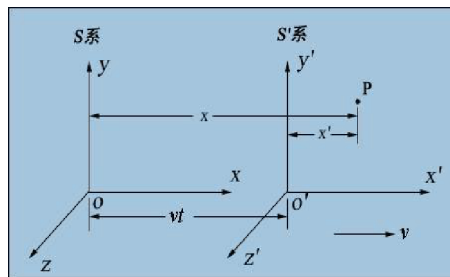
(3) 并**推理**出了：任意惯性系运用该参照系的空间和时间所表达的物理规律形式都是相同的，这就是狭义相对性原理。由此统一了牛顿力学和麦克斯韦电动力学两个体系，它们都服从相对性原理，牛顿力学只不过是物体在低速运动下很好的近似规律，高速时需考虑四维“尺缩钟慢”效应【⑤相对性原理】。

$$x' = x - vt$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$



$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$





(4) 随后他又进一步得出了对任意参照系的广义相对论。根据广义相对论，引力场可使光线偏转，而靠近地球最大引力场是太阳引力场。经推算他预言，遥远的星光如果掠过太阳表面将会发生一点七秒的偏转。1919年，英国天文学家爱丁顿通过观察日全食，星光在太阳附近的确发生了一点七秒的偏转，通过**实验**证实了广义相对论结论的正确性。

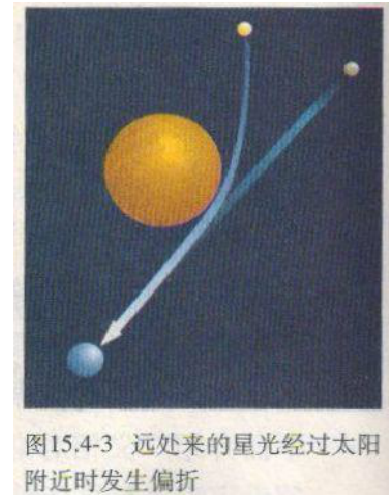
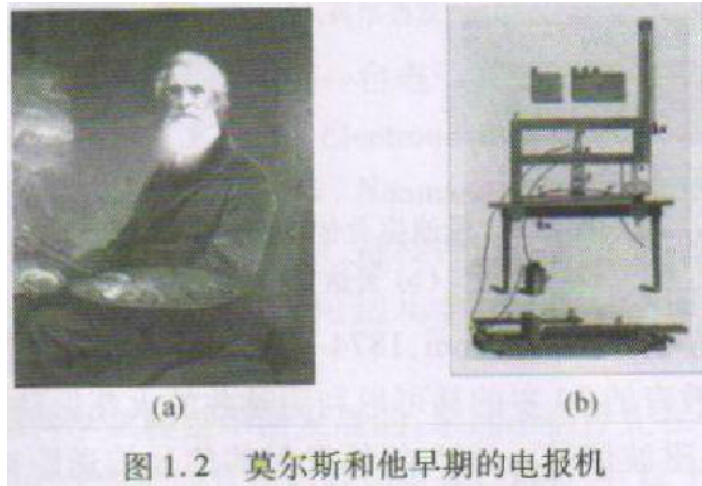


图15.4-3 远处来的星光经过太阳附近时发生偏折



1.3 电子学的重要发明及应用

(1) 1843年，美国人**莫尔斯**发明了电报，用他当时的电报机，可从华盛顿向40英里的巴尔的摩发出电文。





(2) 1866年，德国工程师**西门子**，是电动机、发电机、有轨电车和指南针式电报机的发明人，改进过海底电缆，提出平炉炼钢法，革新了炼钢工艺，西门子公司的创始人。由于电在各方面的应用日益广泛，如照明、电解电镀、电力拖动等，迫切需要更方便地获取电能，提高效率、降低成本。1882年，直流高压输电试验成功，但由于直流高压不便于用户直接使用，同年在发明变压器的基础上，又实现了远距离交流高压输电。从此，电气化时代真正开始了。





(3) 1875年，美国科学家**贝尔**发明了电话。贝尔当时仅是一名聋哑人学校的教师，经过不断改进，到1878年，他实现了从波士顿到纽约之间200英里的首次长途通话。

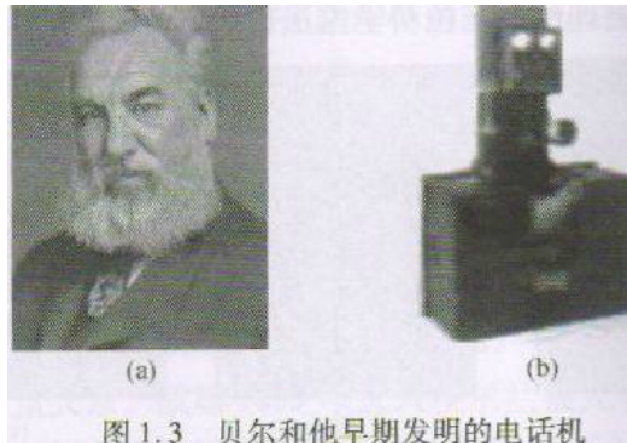


图 1.3 贝尔和他早期发明的电话机



(4) 1879年，美国发明家**爱迪生**发明了钨丝电灯。只读过三个月的书，他勤奋好学，发明了电灯、留声机、摄影机等约两千项创造发明，为人类的文明和进步做出了巨大的贡献。是举世闻名的美国电学家和发明家，被誉为“发明大王”。



图 1.4 爱迪生及他发明的电灯



(5) 1894年，意大利发明家**马可尼**，发明了无线电收发报机。没有受过正规大学教育的马可尼利用赫兹的火花振荡器作为发射器，通过电键的开、闭产生断续的电磁波信号。1895年他发射的信号传送距离可达1公里以上，1897年发射的信在20km之外接收到，从此开始了无线电通信的时代。

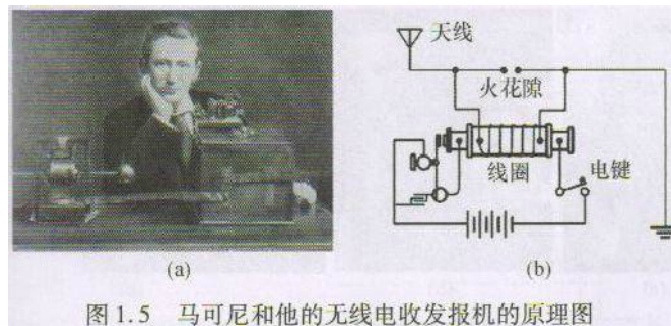


图 1.5 马可尼和他的无线电收发报机的原理图



- (6) 1895年，英国科学家**汤姆逊**，证明了电子的存在。
- (7) 1897年，英国科学家**弗莱明**，发明了真空二极管。
- (8) 1907年，美国人**福斯特**发明了真空三极管。
- (9) 1925年，英国的**贝尔德**，最早发明了电视机。



图 1.6 贝尔德等发明的早期电视



(10) 1946年，美国数学家**诺依曼**为主，设计了第一台电子计算机艾尼亚克ENIAC，这台计算机是在美国宾西法尼亚大学莫尔电子工程学院研制成功。它占地约165平方米，使用了18000只真空电子管，重30吨，每秒钟可运算5000次。





(11) 1948年，贝尔实验室的**布拉丁、巴丁、肖克利**发明了点接触式晶体管，这种全新的半导体器件，因其体积小、功耗低、性能稳定，很快就被应用于通信、计算机等领域，促进了电子工程技术的飞速发展，从此进入了固态电子学的时代。

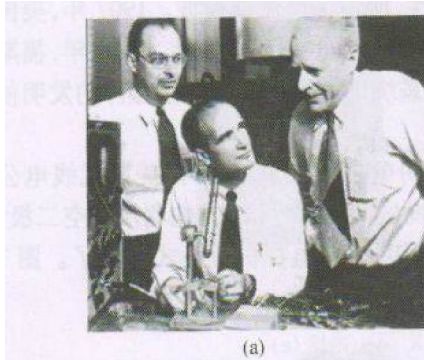


图 1.8 二极管、三极管和晶体管的发明者

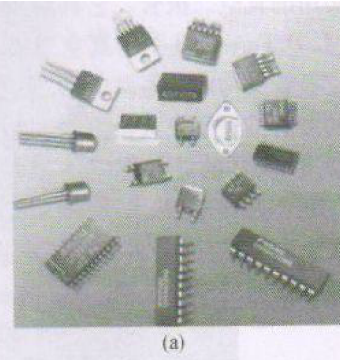


图 1.9 实际的半导体器件



(12) 1958年，世界上第一片集成电路IC在**美国**诞生，第一片商用IC在大约6.1平方厘米的小硅片上集成6800个晶体管。因其成本低、尺寸小、可靠性高、性能稳定，很快就引起了工业系统、通信系统、控制系统、计算机系统、测量系统、生物医学系统的革命性发展，从此进入了微电子学时代。



图 1.10 集成电路的设计和若干集成电路器件



1.4 电子学发明及应用给我们的启迪

电子学的发明及应用，催生了信息技术的高速发展。

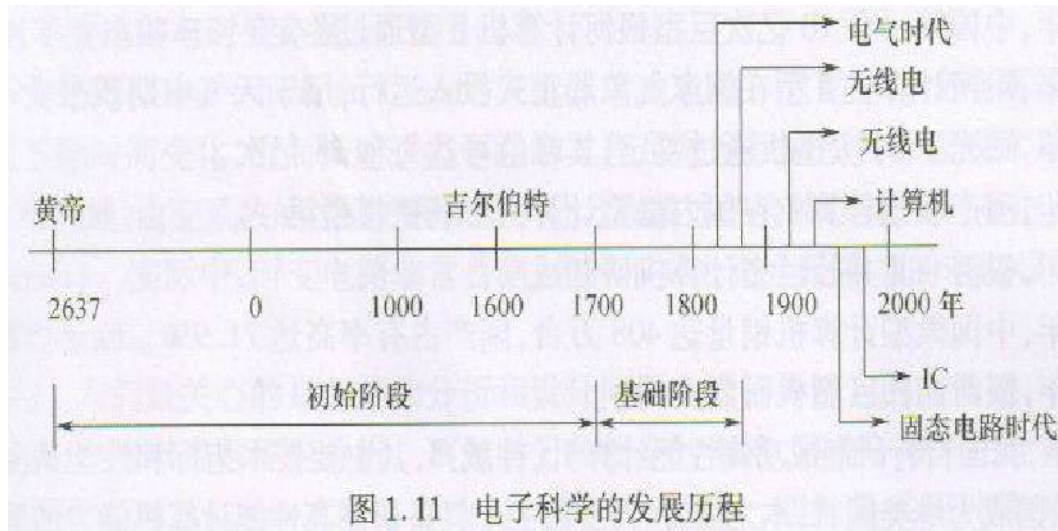


图 1.11 电子科学的发展历程



(1) Moore定律

由Intel公司创始人之一**摩尔**提出来的。其内容为：当价格不变时，集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔18个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。换言之，每一美元所能买到的电脑性能，将每隔18个月翻一倍以上。



(2) Gilder定律

由被誉为“数字时代三大思想家”之一的**吉尔德**提出来的。
其内容为：在未来25年，主干网的带宽每6个月增长一倍，
其增长速度是摩尔定律预测的CPU增长速度的3倍，并预言将来上网会免费。



(3) Shugart定律

由Shugart公司的创始人**希捷**提出来的。其内容为：磁存储器件的价格，每18个月将下降一半。



启迪:

- (1) 如何应对21世纪的信息时代。
- (2) 应对信息技术的高速发展的策略之一“知识集成”。
- (3) 数据→信息→知识→理解→智慧。
- (4) 共享信息→共享知识→创新能力提高→核心竞争力提高。

例1: 北京井盖信息系统。

例2: 沪东造船厂信息系统。





思考题

引言：以篇目为主线引出专业课如何学、学什么和为何学。

(1) 以时间为主线，讲述了电磁学发展史。

(2) 以关键词熟知、敏感、推理、实验为主线，举例说明了电磁学发展史给我们的启迪。

(3) 以时间为主线讲述了电子学的重要发明及应用。

(4) 以如何应对信息时代为主下说明电子学发明带来的启迪。

思考题：（1）看书（2）结合本课发展史学习并参考材料，谈谈作为电子信息工程专业的学生，今后自己应努力的方向。





谢谢大家！

2014年5月

