




普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材

# 电子信息工程导论

DIANZI XINXI GONGCHENG DAOLUN

杨方 邓铭辉◎主编

 中国农业出版社

普通高等教育农林部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材

---

# 电子信息工程导论

---

杨 方 邓铭辉 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电子信息工程导论/杨方, 邓铭辉主编. —北京:  
中国农业出版社, 2014. 7

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等  
农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-19409-0

I. ①电… II. ①杨… ②邓… III. ①电子信息—高  
等学校—教材 IV. ①G203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 172962 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 马颀晨

文字编辑 李国忠

---

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行  
2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月北京第 1 次印刷

---

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 18.5

字数: 326 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 杨 方 邓铭辉

副主编 张 妤 刘羽楠 王立地 王艳春

编 者 (按姓名笔画排序)

王立地 王艳春 王润涛 邓铭辉

刘 宏 刘羽楠 李玉贤 杨 方

杨巨庆 张 妤 高 飞

主 审 任守华

本书系普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材，主要为电子信息工程专业的本科生开设的电子信息工程导论课程所用，同时在多个学校的电子信息工程专业的教学实际中得到了应用和验证。本课程是电子信息工程专业学生的第一门与所学专业有关的入门课程。作为一名电子信息工程专业的学生，进入大学校门时就有着对这门学科所学内容的无限向往。但是，到底电子信息工程学科是什么？在未来的学习生涯中有哪些专业知识要学？电子信息工程专业的学生将来应该成为怎样的人？他们将来可以从事哪些工作？对这些问题在本课程中都有比较详细的阐述。

本书介绍了电子信息工程学科中有关电子系统、信息工程等专业知识的知识点以及与信息技术有关的专业知识、社会人文知识等，力求使学生对所学专业有比较深入的了解，树立专业学习的责任感和自豪感；使学生建立电子系统的概念，掌握获取信息、分析信息的基础知识；树立理论联系实际的工程观点；了解电子信息工程的基本概念；掌握电子信息工程的研究范畴及其应用；提高学生专业技术素养，培养学生分析问题能力、解决问题能力、实践动手能力、编程能力、自学能力、创新能力等。

本书主要介绍电子信息技术发展史、传感器技术、电子技术基础、信号的分析及处理技术、信息传输技术、信息交换及网络技术、计算机科学与技术 and 自动控制系统，还介绍电子信息工程在工业、农业、国防和交通领域的应用。本书可作为信息类专业的专业导论课程和非信息类专业公共选修课程的教材，也可作为普及电子信息技术的科普读物。

本书注重内容的先进性和系统性，深入浅出，条理清晰，概念

明确, 推导准确, 使教材有实践性和实用性, 内容力求通俗易懂, 便于学生掌握理论知识, 同时能够在现实中得到应用。借助于形象化图示手段, 淡化证明、深化形象, 用通俗易懂的语言讲明电子信息理论和技术内容, 使学生在轻松愉快中掌握相关知识与方法; 通过介绍电子信息技术, 用简单易懂的实例引领学生入门, 重点培养学生的自学能力, 培养学生解决实际问题以及创新的能力; 重点突出专业应用, 服务专业学习, 提高学生专业素质。

本书由东北农业大学杨方教授和邓铭辉副教授担任主编, 东北林业大学张好、黑龙江八一农垦大学刘羽楠、沈阳农业大学王立地和齐齐哈尔大学王艳春担任副主编, 黑龙江八一农垦大学任守华担任主审, 参加编写的还有哈尔滨学院刘宏、黑龙江八一农垦大学高飞、黑龙江农业工程职业技术学院李玉贤、东北农业大学王润涛和哈尔滨师范大学杨巨庆。其中杨方编写绪论, 邓铭辉编写第一章、第四章和第九章, 张好编写第二章和第八章, 刘羽楠编写第三章, 高飞编写第六章, 刘羽楠和高飞编写第七章, 王立地、王艳春、刘宏、王润涛、杨巨庆和李玉贤编写第五章。

本书的编写得到了农业部教材办公室、东北农业大学教务处和电气与信息学院电子信息工程系的资助与支持, 编者在此表示衷心感谢! 本书得到黑龙江省高等教育学会高等教育科学研究“十二五”规划课题《团队学习模式在 DSP 应用技术课程中的研究》(HGJXHB2110447) 的资助。

由于作者水平有限, 书中难免存在缺点和疏漏之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 2 月

## 前言

绪论 .....	1
第一节 电子信息工程学科的主要发展历程 .....	1
第二节 电子信息工程专业教育的历史、现状和发展 .....	4
第三节 电子信息工程专业的内涵和主干学科 .....	6
第一章 电子信息技术发展史 .....	8
第一节 电的发现与发展 .....	8
一、电的发现 .....	8
二、电的效应 .....	10
三、欧姆定律实验 .....	13
四、电磁波的发现 .....	14
第二节 电子线路元件的发展 .....	15
一、电子的发现 .....	15
二、电子管 .....	16
三、晶体管 .....	18
四、集成电路 .....	20
第三节 通信技术的发展 .....	22
一、早期通信方式 .....	22
二、近代通信技术 .....	23
三、现代通信技术 .....	24
四、未来通信技术发展方向 .....	26
第四节 计算机的发展 .....	27
一、电子计算机诞生 .....	28
二、集成电路计算机的发展 .....	30
三、电子计算机智能化趋势 .....	31
第五节 自动控制理论的发展 .....	32
一、经典控制理论 .....	32
二、现代控制理论的形成和发展 .....	33

三、控制理论的几个重要分支·····	35
<b>第二章 物理学和数学基础</b> ·····	<b>38</b>
<b>第一节 物理学的基本内容</b> ·····	<b>38</b>
一、物理学在电子信息工程中的作用·····	38
二、物理光学·····	39
三、物理电学·····	40
四、量子力学·····	40
五、固体物理学·····	41
六、半导体物理学·····	42
<b>第二节 物理信号的表达</b> ·····	<b>43</b>
一、物理信号·····	44
二、物理信号的数学描述·····	47
<b>第三节 物理电学基本理论</b> ·····	<b>48</b>
一、麦克斯韦方程与电荷守恒定律·····	48
二、电动力学·····	49
三、物理电学基本定律与概念·····	50
<b>第四节 工程中的逻辑思维</b> ·····	<b>51</b>
一、工程技术人员的思维方式·····	52
二、工程中逻辑思维的基本方法·····	53
<b>第五节 电子信息工程的数学基础</b> ·····	<b>54</b>
一、数学分析·····	54
二、微分方程·····	57
三、场论·····	59
四、线性代数·····	61
五、积分变换·····	62
六、复变函数·····	63
七、概率论与数理统计·····	64
<b>第六节 电子信息工程中的数学模型</b> ·····	<b>64</b>
一、数学模型的作用·····	65
二、数学模型在电子信息工程中的应用·····	65
<b>第三章 电子技术基础</b> ·····	<b>67</b>
<b>第一节 电路基础</b> ·····	<b>67</b>
一、电路的基本概念·····	67
二、基尔霍夫定律·····	70
三、电路分析中常用的基本定理·····	70



第二节 模拟电子技术 .....	72
一、半导体基础知识 .....	72
二、PN 结工作原理 .....	74
三、半导体二极管 .....	76
四、半导体三极管 .....	79
五、场效应管 .....	82
第三节 数字电子技术 .....	82
一、数字电路的基本概念与特征 .....	82
二、数字电路分类及发展趋势 .....	85
三、基本逻辑电路 .....	86
第四节 集成电路技术 .....	87
一、集成电路的发展历程 .....	87
二、集成电路的分类 .....	88
三、集成电路设计方法 .....	89
第五节 可编程逻辑器件 .....	91
一、存储器 .....	91
二、门阵列 .....	92
三、可编程逻辑阵列 .....	93
四、可编程阵列逻辑 .....	93
五、通用阵列逻辑 .....	93
六、复杂可编程逻辑器件和现场可编程门阵列 .....	94
七、可编程逻辑器件的设计 .....	95
第四章 信号的分析及处理技术 .....	98
第一节 信号分析基础 .....	99
一、信号的定义与描述 .....	99
二、信号的分类 .....	100
三、信号分析和处理方法 .....	102
第二节 数字信号处理 .....	104
一、数字信号处理理论基础 .....	104
二、数字信号处理研究的主要内容 .....	109
三、数字信号处理的应用领域 .....	110
第三节 语音信号处理 .....	113
一、语音信号处理概论 .....	113
二、语音信号处理的基本概念 .....	114
三、语音信号处理的基本内容 .....	116
四、语音信号处理的基本方法 .....	118

第四节	数字图像处理 .....	119
一、	数字图像处理概述 .....	119
二、	数字图像处理基本内容 .....	120
三、	数字图像处理的应用 .....	123
第五章	信息传输技术 .....	128
第一节	信息传输基础 .....	128
一、	通信的定义 .....	128
二、	通信系统一般模型 .....	129
三、	通信系统分类 .....	130
四、	多路复用技术 .....	132
第二节	信号的编码与解码 .....	134
一、	信源编码 .....	134
二、	信道编码 .....	135
第三节	信号的调制与解调 .....	137
一、	调制与解调 .....	137
二、	模拟调制 .....	141
三、	数字调制 .....	143
第四节	信号的传输通道 .....	145
一、	有线传输 .....	145
二、	无线传输 .....	151
第六章	信息交换及网络技术 .....	157
第一节	信息交换基础 .....	157
一、	交换机 .....	157
二、	通信网 .....	158
三、	面向连接网络和无连接网络 .....	160
四、	信息在网络中的传送方式 .....	160
第二节	信息交换方式 .....	161
一、	7号信令系统 .....	162
二、	电路交换 .....	163
三、	报文交换 .....	163
四、	分组交换 .....	164
五、	ATM交换 .....	165
六、	帧中继 .....	165
七、	光交换 .....	166
第三节	计算机网络 .....	167

一、计算机网络的定义 .....	167
二、计算机网络的发展 .....	167
三、计算机网络系统的功能与组成 .....	168
四、计算机网络分类 .....	170
第四节 计算机网络体系结构 .....	173
一、网络体系结构的产生 .....	173
二、OSI 参考模型 .....	174
第五节 局域网和广域网 .....	175
一、局域网 .....	175
二、广域网 .....	176
第六节 网络的连接设备 .....	179
一、中继器 .....	179
二、网桥 .....	179
三、集线器与交换机 .....	180
四、路由器 .....	180
五、网关 .....	181
六、调制解调器 .....	181
第七节 计算机网络协议 .....	182
一、TCP/IP 协议的发展 .....	182
二、TCP/IP 协议的层次结构 .....	182
第八节 网络信息安全技术 .....	184
一、网络信息安全问题 .....	184
二、网络安全防范体系层次 .....	185
三、网络信息安全技术 .....	185
第七章 计算机科学与技术 .....	189
第一节 计算机科学与计算机技术及其主要内容 .....	189
一、计算机科学 .....	189
二、计算机技术 .....	192
第二节 计算机的组成与工作原理 .....	193
一、计算机的硬件系统 .....	193
二、计算机的软件系统 .....	196
三、计算机的工作原理 .....	197
第三节 软件工程 .....	198
一、软件的特点 .....	198
二、软件的发展 .....	199

三、软件危机 .....	199
四、软件工程 .....	201
五、软件生存周期 .....	203
第四节 计算机应用技术 .....	208
一、计算机指令系统 .....	208
二、计算机语言 .....	213
三、计算机操作系统 .....	214
四、计算机的应用领域 .....	216
<b>第八章 自动控制技术 .....</b>	<b>218</b>
第一节 自动控制系统基础 .....	218
一、自动控制的控制方式 .....	220
二、自动控制系统的设计流程 .....	225
第二节 自动控制系统的分类 .....	225
一、按照参考输入形式分类 .....	226
二、按组成系统的元件特性分类 .....	227
三、按照系统内信号的传递形式分类 .....	228
四、按照信号的多少分类 .....	229
五、定常系统和时变系统 .....	229
第三节 自动控制系统分析方法 .....	230
一、时域分析法 .....	230
二、频域分析法 .....	237
第四节 自动控制系统的性能指标 .....	240
一、系统的稳定性 .....	241
二、系统的稳态性能指标 .....	242
三、系统的动态性能指标 .....	242
第五节 自动控制技术的应用 .....	243
一、智能移动机器人 .....	244
二、数控机床 .....	244
三、集散控制系统 .....	245
四、载人航天工程 .....	246
五、嫦娥探月工程 .....	248
<b>第九章 电子信息技术的应用与展望 .....</b>	<b>249</b>
第一节 电子信息技术在电子商务中的应用 .....	249
一、网络在电子商务中的作用 .....	249
二、主要运用到的信息网络技术 .....	250

---

三、信息网络在电子商务应用的实例 .....	251
第二节 电子信息技术在医疗中的应用 .....	252
一、医疗设备数字化 .....	252
二、医疗机构信息化 .....	253
三、医疗诊断治疗远程化 .....	254
第三节 电子信息技术在交通运输中的应用 .....	254
一、电子信息技术在汽车上的应用 .....	254
二、电子信息技术在智能交通系统中的应用 .....	258
第四节 电子信息技术在工业中的应用 .....	260
一、工业自动化 .....	260
二、智能电网 .....	261
第五节 电子信息技术在军事中的应用 .....	263
一、电子信息技术与军事 .....	263
二、电子信息技术与军事革命 .....	264
三、信息技术对军事的影响 .....	264
第六节 电子信息技术在农业现代化中的应用 .....	268
一、电子信息技术在农业机械化中的应用 .....	268
二、电子信息技术在农业信息化中的应用 .....	270
三、电子信息技术在新农村建设中的应用 .....	274
第七节 电子信息技术发展趋势 .....	275
一、微电子技术发展趋势 .....	275
二、计算机技术发展趋势 .....	276
三、通信技术发展趋势 .....	277
四、软件技术发展趋势 .....	277
五、存储显示技术发展趋势 .....	277
主要参考文献 .....	279

# 绪 论

## 第一节 电子信息工程学科的主要发展历程

人类电子信息技术的进步，是从电和磁的应用开始起步、电子技术的出现奠定了基础、半导体集成电路技术和现代计算机技术的应用迅猛加速而形成今天蓬勃兴旺的局面的。电和磁是亲密的伙伴，人们经历2 000多年的观察探索与实践逐步对其有了不断深入的了解。我国古代首先发现了磁现象，早在2 000多年前我们的祖先就运用磁石发明了指南针。早在公元10世纪，航海家就用指南针来进行导航。

1600年，英国科学家吉尔伯特（W. Gilbert, 1544—1603）首次探讨了电与磁的关系，被世人称为电磁学之父。

1660年，德国科学家库里克（O. V. Guericke）发明了第一台静电发生器。

1747年，美国科学家富兰克林（B. Franklin, 1706—1790）提出了正负电荷的概念。

1785年，法国科学家库仑（C. A. Coulomb, 1736—1806）定量研究了电荷体间的相互作用关系，提出了最早的电学定律——库仑定律。

1800年，意大利物理学家伏特（A. Volta, 1745—1827）发明了第一种化学电源——铜锌电池。首次把化学能转变成直流电能，保持单一方向电流。

1820年，丹麦科学家奥斯特（H. C. Oersted, 1777—1851）发现了电流的磁效应，将电与磁紧密地联系在了一起。

1825年，法国科学家安培（A. M. Ampere, 1775—1836）提出了著名的安培定律，成为研究电磁学的基本定律，为电动机的发明奠定了理论基础。

1827年，德国科学家欧姆（G. S. Ohm, 1787—1854）提出了著名的欧姆定律。

1831年，英国科学家法拉第（M. Faraday, 1791—1867）发现了电磁感应现象，阐明了电动机与变压器的基本原理，推动人类迈向电气时代。

1838年,美国科学家莫尔斯(S. F. B. Morse, 1791—1872)发明了第一台电报收发机。

1862年,苏格兰科学家麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831—1879)提出了电与磁共同遵守的麦克斯韦方程,并预言空间一定存在电磁波。

1866年,德国工程师西门子(E. W. Siemens, 1816—1892)将电动原理应用在发电机的改进上。

1876年,美国科学家贝尔(A. G. Bell, 1847—1922)发明了第一台电话机,开创了语音信息传递的新纪元。

1879年,美国发明家爱迪生(T. A. Edison, 1847—1931)发明了钨丝电灯,用电照亮了黑暗的世界。

1887年,德国科学家赫兹(H. R. Hertz, 1857—1894)经过艰苦的实验,证明了麦克斯韦预言的电磁波真实存在。

1894意大利科学家马可尼(G. Marconi, 1874—1937)发明了无线电通信。到1895年通信距离已达1 km以上,1897年通信距离已达20 km。

1897年,英国科学家汤姆逊(J. Thomson, 1856—1940)证明了电子的存在。

1900年,德国物理学家普朗克(Max Planck, 1858—1947)成了量子物理学的开创者和奠基人,创立了量子理论,这是物理学史上的一次巨大变革。从此结束了经典物理学一统天下的局面。

1904年,英国科学家弗莱明(J. A. Fleming)在爱迪生的热二极管的基础上发明了实用的真空二极管。

1907年,美国科学家德福雷斯特(L. D. Forest)发明了真空三极管,能够对微弱的电信号进行放大。

1916年,德国科学家爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955)发表了《关于辐射的量子理论》一文,这篇论文总结了量子论的成果,论证了辐射的量子特性。

1925年,英国科学家贝尔德(J. L. Barid)首先发明了电视。与此同时美国工程师诺基(V. K. Zworykin)发明了电视显像管,1933年他运用真空二极管、三极管、显像管等发明了电视机。

1946年,美国宾夕法尼亚大学莫尔电子工程学院数学家纽曼(J. V. Neumann)主持设计了第一台电子计算机ENIAC,使用了18 800只真空电子管,占地约165 m<sup>2</sup>,重量达30 t,每秒可运算5 000次。

1947年,美国贝尔实验室的科学家布拉丁(Walter Bratain)、巴丁(John Bardeen)与肖克利(William Shockley)发明了第一只点接触晶体三极

管。其体积小，功耗低，电气性能稳定，促进了电气与电子工程技术的飞跃发展。

1948年，美国数学家香农（C. E. Shannon）的《通信的数学理论》和《在噪声中的通信》成为信息论诞生的里程碑。

美国数学家维纳（N. Wiener）出版了《控制论——关于在动物和机器中控制与通信的科学》论述了控制理论的一般方法，推广了反馈的概念，为控制理论这门学科奠定了基础。

1954年，中国科学家钱学森发表了《工业控制论》对我国空间信息技术的发展具有指导性意义。

1957年，苏联发射了第一颗人造地球卫星，开创了人类探索宇宙的新纪元。

1958年，美国得克萨斯仪器公司（Texas Instruments）产生了第一块半导体集成电路。

1960年，美国加利福尼亚休斯研究实验室的梅曼（T. Maiman）研制出了世界上第一台红宝石激光器，为光纤通信奠定了基础。

1965年，美国发明了世界上第一台程控交换机 ESS No. 1。

1966年，美籍华人高锟（C. K. Kao）和霍克哈姆（C. A. Hockham）发表论文，预见了低损耗的光纤能够用于通信，敲开了光纤通信的大门。1970年，美国康宁公司首次研制成功损耗为 20 dB/km 的光纤，光纤通信时代由此开始。

1972年，美国加利福尼亚州大学伯克利分校首先研制出 SPICE 电路仿真分析软件。

1973年，美国摩托罗拉公司的马丁·库珀先生，发明了世界上第一部便携式蜂窝移动电话。

1969年，由美国国防部高级研究计划署研制的第一个计算机网络是阿帕网（ARPANet），它是因特网的前身 IP 网络。

综上所述，电学理论与电子信息技术经历了几百年的发展。尤其是近 100 年来电子信息技术已经在电气电子、计算机、通信、生物、海洋、航天等各个领域取得了前所未有的成就，未来必将有更为广阔的发展。电子信息学科是当今世界上发展最快的学科之一，属于技术科学范畴。所谓技术科学，是应用技术中一些有普遍规律性的知识体系，是介于基础科学和应用技术之间的一种科学，是应用技术的理论基础，在人类的技术发展中起着重要的作用。电子信息学科是应用电子学和信息技术科学的知识、技术进行设计、制造和使用电子与信息产品的学科。它包括众多的子学科，如电子科学和技术、电子信息工程、通信工程、微波工程等。美国加利福尼亚州大学伯克利分校的 Edward A.



Lee 教授认为,电子电气和计算机工程领域在 20 世纪经历了 4 次重大的技术重点转移:①由电力传输与旋转机械向电子学转移;②由电子管向半导体以及由分立元件向集成电路转移;③由模拟电子向数字电子转移;④由固定的向可编程的数字硬件转移。这些技术重点的转移对学校的教学包括基本知识、基本技能和实验设计都产生了重大影响。综观近 30 多年来的电子信息技术的发展,软件规模越来越大,结构越来越复杂;集成电路和电子系统的复杂度大幅上升,技术生命周期越来越短;电路设计、系统设计、体系结构设计、硬件设计和软件设计已经不可分割,并进入了系统芯片时代。因此,一些世界著名的大学在教学中均越来越重视大规模复杂系统的分析、设计与管理,即掌握复杂的方法学和现代设计工具。

## 第二节 电子信息工程专业教育的历史、现状和发展

电子信息工程的历史可以追溯到 19 世纪上半叶,安培发现电流的磁效应和法拉第发现电磁感应定律。1837 年莫尔斯电报的诞生和 1875 年贝尔电话的发明是电子信息工程学科发展历史上的重要里程碑。从 19 世纪末到 20 世纪初,西方国家的大学陆续设置了电气工程系,电子信息工程是其中的一个重要专业方向。

我国电子信息工程专业高等教育已有百年历史。1908 年(清光绪三十三年),清朝邮传部侍郎唐文治先生督官办学,担任了上海高等实业学堂(上海交通大学前身)的监督,在我国首先创设了电机专科,为我国电子信息专业教育之始,至今已有一个多世纪。1917 年,在电机工程专业内设立“无线电门”,此后于 1921 年设立“有线通信与无线通信门”。1921 年,国民政府交通部将所属上海工业专门学校(上海交通大学前身)、唐山工业专门学校(西南交通大学前身)、北京铁路管理学校和北京邮电学校(北京交通大学前身)4 所学校合成交通大学,设置了电机工程科(系)。1923 年,东南大学开设了电机工程系,下设电机制造门、荷电铁道门和无线电门,该系的无线电门发展成为了后来的东南大学的无线电系。1927 年,浙江大学将成立电机系,之后逐步分为电力和电信两个组,为浙江大学通信工程专业的最初形式。1932 年,清华大学设置了电机系,下设电信组;1934 年,又开始筹建无线电研究所。1933 年,位于天津的北洋大学设立电机工程学系,下设电力和电信两个组,电信组既是天津大学电子信息工程学院的前身,也是北京邮电大学的前身。1931 年,中央红军总部无线电队在江西宁都开办第一期无线电训练班,可以