



全国高等农林院校教材

李军◎主编

农业信息技术



科学出版社
www.sciencep.com

全国高等农林院校教材

农业信息技术

李 军 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

农业信息技术是现代信息技术与农业科学相结合的新兴交叉学科,主要研究现代信息技术在农业领域的应用。全书共分为10章,主要内容有农业信息技术发展概述,农业信息采集,农业数据库系统,农业数据处理,农业遥感监测,地理信息系统,作物模拟模型,农业专家系统,精确农业技术和农业信息网络的技术原理、应用现状与发展趋势,为农业生产、经营管理、科学研究和技术推广提供新的思路、管理技术、试验手段和传播途径,促进传统经验型农业向现代精确型农业转变。

本书适合高等农林院校植物生产类专业和相关专业的本科生和研究生教学使用,也可供农业管理人员和技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

农业信息技术/李军主编. —北京:科学出版社,2006

(全国高等农林院校教材)

ISBN 7-03-016365-6

I. 农… II. 李… III. 信息技术-应用-农业-高等学校-教材
IV. S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 119402 号

责任编辑:甄文全 李久进 沈晓晶/责任校对:包志虹

责任印制:安春生/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2006年1月第一次印刷 印张:23

印数:1—4 000 字数:523 000

定价:30.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

编写委员会

主 编: 李 军

副主编: 刘景辉 王长发 褚庆全 马新明 廖桂平 任安祥

编 者: 李 军 王长发 闵安成 胡希远 (西北农林科技大学)

刘景辉 郝拉柱 (内蒙古农业大学)

褚庆全 朱 虹 郑丽敏 (中国农业大学)

马新明 席 磊 (河南农业大学)

蒋桂英 刘建国 (石河子大学)

徐文修 单洪森 (新疆农业大学)

段宏平 (云南农业大学)

廖桂平 (湖南农业大学)

任安祥 陈晓远 (韶关学院)

前 言

农业信息技术是现代信息技术与农业科学相结合的新兴交叉学科，主要研究现代信息技术在农业领域应用的理论与方法，利用高新技术改造传统农业，为农业生产、经营管理、科学研究和技术推广提供新的思路、管理技术、试验手段和传播途径，促进传统经验型农业向现代精确型农业转变。在美、英等发达国家，农业信息技术的研究与推广历经近半个世纪的发展，在农业科学研究和农业生产管理上已经发挥十分重要的作用，并显示出巨大的应用潜力，成为农业生产领域中与农业生物技术并列的两大前沿科学领域。我国农业信息技术研究起步较晚，只有 20 多年的研究和历史，与国外相比，基础研究和应用条件都比较薄弱，研究和应用水平远落后于西方发达国家。由于涉及农业科学、信息技术和工程技术等众多学科的交叉与融合，农业信息技术研究内容十分庞杂，有关概念、理论和技术尚处于构想、创建和发展之中，一些相对成熟的技术在生产应用中处于试验示范阶段，所以至今尚未形成完善的学科内容体系，学科发展总体上仍处于起步发展阶段，但其发展速度很快，应用前景十分广阔。

农业信息技术作为 21 世纪农业科技创新的前沿领域，不仅为农业科学研究提供了先进的思想方法和试验手段，受到农业科学家的高度评价和广泛重视，而且作为农业高新技术成果推广应用的先进技术工具和高效传播载体，能够向各级农业生产人员和管理干部传播各类实用的农业知识、管理知识和各种经济信息，受到农业生产管理和经营者的普遍欢迎。为了促进我国农业信息技术的快速发展和生产应用，首先需要在高等农业院校开设农业信息技术课程，开展农业信息技术教学与研究，使学生具备现代信息技术带来的新思想、新方法和新技术来改造传统农业的研究、示范、生产、经营和管理的能力。因此，农业信息技术可以作为植物生产类专业的专业基础拓展课程，在系统学习相关专业基础课和专业课的基础上学习本课程，有利于促进农艺学、信息技术、农业工程等学科的相互融合，改进传统植物生产类专业的研究手段，拓宽专业研究领域，加深专业自身内涵，提升专业竞争能力。同时，本课程也可以作为高等农林院校其他专业的公共选修课，达到“厚基础、宽口径、强能力、高素质”的人才培养目标。

1999 年农业信息技术课程作为农学专业必修课，被列入西北农林科技大学农学专业培养计划之中。2001 年由李军、王长发、闵安成三人编写完成了《农业信息技术概论》教材，分为信息技术发展概述、农业信息采集、农业数据分析、地理信息系统、作物生长模型、农业专家系统、精确农业技术和农业信息网络等 8 章内容，作为西北农林科技大学校内自编教材印刷，已经在农学、植物科学与技术等专业连续使用 5 届，自 2002 年春季起又列入全校公共选修课，面向全校不同专业开设，受到学生们的普遍欢迎。另外，该教材也作为西北农林科技大学作物栽培学与耕作学专业和农业生态学专业研究生相关学位课程的参考书。2003 年年底，农业信息技术教材建设获得西北农林科技大学教学改革研究项目资助。2004 年在西北农林科技大学教务处和科学出版社的大力支持下，由西北农林科技大学牵头，组织内蒙古农业大学、中国农业大学、河南农业

大学等全国九所高等农业院校的相关任课教师，对西北农林科技大学编写的《农业信息技术概论》教材进行扩充和修订，教材内容由原来的 8 章扩充为 10 章，“农业遥感监测”由原来的一节扩展为一章，增加了“农业数据库系统”一章，其他各章也做了相应扩充修订，取名为《农业信息技术》。

本书共分为 10 章：第一章为农业信息技术概述，介绍信息技术和农业信息技术的概念、主要研究内容、国内外发展概况与未来发展前景；第二章为农业信息采集，系统介绍了农田生物信息、农田气候信息、农田土壤信息和设施农业环境等计算机自动化信息采集、处理（调控）的基本方法和技术原理；第三章为农业数据库系统，主要介绍了数据库系统的基本概念、数据库设计、SQL 语言、MS Access 数据库应用以及农业数据库发展概况；第四章为农业数据分析，简要介绍农业数据处理常用软件、基本数据结构、采用 SAS 软件进行农业数据管理和分析的方法；第五章为农业遥感监测，系统介绍了遥感技术发展概况、电磁波谱与地物波谱特征、遥感影像获取、解译与处理、高光谱遥感技术、农业遥感监测技术原理和应用实例；第六章为地理信息系统，介绍了地理信息系统（GIS）的概念、功能、构成和基本原理，GIS 软件系统，GIS、RS 和 GPS 的集成技术以及 GIS 在农业中的应用；第七章为作物模拟模型，主要介绍了作物生长模型和虚拟植物模型的研究与应用概况，作物生长与产量形成的数学模拟原理以及作物生长模型的实际应用示例；第八章为农业专家系统，介绍了专家系统的概念、类型、结构和原理，农业专家系统发展状况与典型示例，决策支持系统及其农业应用；第九章为精确农业技术，系统介绍了精确农业的概念、技术体系和关键技术，以及全球卫星定位系统 GPS 和智能化农业机械装备技术的技术原理；第十章为农业信息网络，介绍了计算机网络的基本原理、农业信息的网络获取与发布方法以及农业电子商务的发展概况。

由于本教材的主要使用对象为植物生产类专业本科生，及作物栽培学与耕作学、农业生态学等相关专业的研究生，根据其专业背景知识和学科发展需要，在本教材编写过程中我们遵循了四个基本原则：一是尝试建立完善的教材内容体系，能够尽可能涵盖国内外农业信息技术发展的主要领域；二是力求内容比较新颖，能够反映当前农业信息技术发展的最新动态；三是教材内容难度适中，重点介绍农业信息技术的原理、应用现状和发展趋势，对于复杂的计算机技术和农业工程设计细节不做过多考虑；四是强调图文并茂和文字简练，增加教材的信息量和生动性。其中，某些相对复杂和描述细致的内容，是为了帮助对相关内容的理解而编写的，只供学生学习时参考，在实际教学时可以由学生自学或舍去不用。

如前所述，由于农业信息技术学科尚处于起步发展阶段，学科内容体系尚未建立，许多理论和技术尚不成熟，加之涉及内容十分广泛，属于高度交叉和综合性学科，限于编者的学术水平，书中不妥和错误之处难免，恳请使用本教材的有关院校师生和农业信息技术专家给予批评指正。在本教材编写过程中，参阅了相关领域专家学者的大量文献资料，在此对各位作者表示衷心感谢。

李 军

2005 年 8 月于杨凌

目 录

前言

第一章 农业信息技术概述	1
第一节 信息技术发展概述	1
一、信息技术的概念	1
二、信息技术的发展历程	2
三、现代信息技术内容	3
四、数字地球构想	5
第二节 农业信息技术发展	7
一、农业信息技术的概念	7
二、国外农业信息技术发展现状	7
三、我国农业信息技术发展现状	9
四、数字农业技术	10
第三节 作物智能栽培学	11
一、作物智能栽培学的形成和定义	11
二、作物智能栽培学的基本特征	12
三、作物智能栽培学的研究内容	12
思考题	15
第二章 农业信息采集	16
第一节 计算机数据采集管理系统概述	16
一、数据采集管理系统的典型结构	16
二、数据采集管理系统的基本功能	18
第二节 农田生物信息的采集与处理	18
一、农田生物系统的信息	19
二、农田生物信息采集与处理系统	20
三、农田生物弱信息的增强技术	24
四、农田生物多元信息的提取技术	24
五、农田生物宏观形态结构信息的提取	25
第三节 农田气候信息的采集与处理	26
一、农田气候信息采集与处理系统的一般构成	27
二、农田气候信息采集处理系统的硬件构成	27
三、农田气候信息采集处理系统应用软件	30
第四节 土壤信息的采集与处理	30
一、土壤含水量的监测	30
二、土壤养分的监测	33

三、智能化农田节水灌溉监控系统	36
第五节 设施农业环境监控与管理	37
一、温室环境监控与管理	37
二、果蔬储藏环境监控与管理	40
三、农产品加工过程中的质量监测	41
思考题	43
第三章 农业数据库系统	44
第一节 数据库系统概述	44
一、信息、数据与数据处理	44
二、数据库系统的构成	46
三、数据库管理系统	48
四、数据模型	48
第二节 数据库设计	51
一、需求分析	52
二、概念结构设计	52
三、逻辑结构设计	54
四、物理结构设计	54
五、数据库的实施、运行与维护	55
六、关系数据库设计	55
第三节 关系数据库标准语言——SQL	60
一、SQL 语言概述	61
二、示例数据库	62
三、用于数据定义的 SQL 语句	63
四、SQL 查询语句	65
第四节 使用 Microsoft Access 数据库	69
一、果王饮料厂（原材料采购）数据库模式	70
二、用 Access 创建表和联系	72
三、创建查询和 SQL 语句	75
第五节 农业数据库简介	76
一、国外农业数据库的开发建设现状	77
二、国内农业数据库的开发建设现状	78
思考题	79
第四章 农业数据分析	80
第一节 农业数据处理常用软件概述	80
一、文本编辑软件	80
二、电子表格软件	81
三、统计分析软件	82
第二节 统计分析软件需要的基本数据结构	85
一、数据文件的基本结构	85

二、将复杂数据转换为适宜的结构形式	86
第三节 采用统计分析软件 SAS 进行数据管理	88
一、SAS 基本概念	88
二、SAS 数据步	91
三、SAS 过程步	97
四、SAS 服务过程	99
第四节 采用统计分析软件 SAS 进行数据分析	101
一、描述性统计	101
二、 t 检验和方差分析	107
三、相关和回归分析	116
思考题	124
第五章 农业遥感监测	126
第一节 遥感技术概述	126
一、遥感技术的概念	126
二、遥感技术系统	127
三、遥感技术的类型	129
四、遥感技术的特点	130
五、遥感技术发展展望	131
第二节 电磁波谱与地物波谱特征	131
一、电磁波谱	132
二、大气窗口	133
三、物体的电磁波反射特性	134
第三节 遥感影像获取、解译与处理	138
一、遥感影像获取	138
二、遥感图像目视判读	144
三、遥感影像计算机处理	146
第四节 高光谱遥感技术	151
一、高光谱遥感的概念与特点	151
二、高光谱遥感技术的发展	152
三、植被的光谱反射率特性	153
四、高光谱遥感数据处理技术	154
第五节 农业遥感监测技术原理	155
一、农业遥感监测领域	155
二、作物长势长相指标的动态监测	155
三、农作物遥感估产	159
四、农作物病虫害遥感监测	162
五、农业灾害监测	164
第六节 农业遥感监测实例	165
一、农业资源调查和变化监测系统	165

二、农作物遥感估产系统	167
三、农业灾害监测和评估系统	168
思考题	169
第六章 地理信息系统	170
第一节 地理信息系统的基本概念	170
一、地理信息系统的定义	170
二、GIS的产生与发展	170
三、GIS的主要功能	172
四、GIS的类型	172
五、GIS的主要用途	173
第二节 GIS的构成	174
一、计算机硬件系统	174
二、计算机软件系统	177
三、地理空间数据	181
四、系统开发、管理和使用人员	182
第三节 GIS的基本原理	182
一、地理空间数据与地图	183
二、地图的基本原理	183
三、数字地图的存储、显示与输出	185
四、GIS的数据组织与处理方法	189
五、GIS的数据来源	193
第四节 GIS的软件系统	193
一、GIS软件的结构及其功能	193
二、国内外常用的GIS工具软件	195
第五节 GIS与RS、GPS的集成技术	201
一、GIS与RS的集成	201
二、GIS与GPS的集成	202
三、RS、GIS、GPS的集成	203
第六节 GIS在农业中的应用	204
一、GIS在农业中的应用层次和领域	204
二、GIS农业应用实例分析	207
思考题	210
第七章 作物模拟模型	212
第一节 作物生长模型研究及应用	212
一、作物生长模型原理	212
二、作物生长模型研究与应用进展	217
第二节 虚拟植物模型研究及其应用	221
一、虚拟现实与虚拟农业	221
二、虚拟植物模型研究原理	223

三、虚拟植物研究方法 with 模型软件	225
四、虚拟植物模型的研究应用现状	228
五、虚拟植物研究中存在的问题与前景展望	230
第三节 作物生长与产量形成的数学模拟原理——以 EPIC 模型为例	230
一、EPIC 模型简介	230
二、作物生长和产量形成过程的数学模拟	231
三、环境胁迫对作物生长与产量形成制约的数学模拟	235
第四节 作物生长模拟模型应用示例	238
一、DSSAT 模型简介	238
二、作物生长模型数据库组建	239
三、作物生产潜力模拟研究	241
四、作物栽培方案优化模拟研究	241
五、种植模式的模拟与优化选择研究	242
六、作物轮作方式的模拟与优化选择	243
七、农田土壤水分动态的模拟研究	243
思考题	244
第八章 农业专家系统	245
第一节 专家系统技术概述	245
一、人工智能与专家系统	245
二、专家系统基本原理	247
三、专家系统基本结构	250
四、知识表示技术	252
五、推理策略	253
六、知识获取	255
七、专家系统开发工具	258
第二节 农业专家系统概述	260
一、农业专家系统发展概况	260
二、农业专家系统研究的必要性	262
三、农业专家系统的特点	263
四、农业专家系统的类型	264
五、农业专家系统研究和应用中存在的问题	265
第三节 农业专家系统研究示例——小麦综合管理专家系统	266
一、工作基础	266
二、研究方法	266
三、总体设计	267
四、小麦管理专家系统数据库、知识库、模型库的建立	267
五、小麦管理专家系统的知识获取	271
六、小麦管理专家系统的推理机制	273
七、小麦管理专家系统的功能和特点	273

第四节	决策支持系统及其农业应用	274
一、	决策支持系统概述	274
二、	智能决策支持系统 IDSS	277
三、	决策支持系统在农业中的应用实例	277
思考题		279
第九章	精确农业技术	280
第一节	精确农业技术概述	280
一、	精确农业的概念	280
二、	精确农业的产生与发展	281
三、	精确农业技术体系	283
四、	精确农业关键技术	285
五、	精确农业发展的主要问题与发展方向	289
第二节	全球卫星定位系统 GPS	290
一、	GPS 系统组成	290
二、	GPS 系统定位原理	293
三、	DGPS 定位原理	294
四、	其他卫星定位系统简介	295
第三节	智能化农业机械装备技术	296
一、	DGPS 农机定位与导航要求和误差	296
二、	生成作物产量分布图的智能收获机	297
三、	作物处方图的生成与智能变量控制农业机械	300
四、	农机监控系统	302
五、	农业机器人	304
思考题		307
第十章	农业信息网络	308
第一节	计算机网络概述	308
一、	计算机网络的定义和功能	308
二、	计算机网络的分类和拓扑结构	309
三、	局域网基础	312
四、	Internet 基础	314
第二节	农业网络信息的获取	320
一、	互联网上的主要农业信息资源	320
二、	农业信息资源的检索	326
第三节	农业信息的网络发布	332
一、	网站建设技术	332
二、	网页制作技术	339
第四节	农业电子商务	342
一、	电子商务的概念与类型	343
二、	农业电子商务发展现状与特点	345

三、我国发展农业电子商务的作用与意义	347
四、我国发展农业电子商务的工作重点	348
思考题	349
参考文献	350

第一章 农业信息技术概述

21 世纪是生物技术与信息技术时代。以基因工程、生物芯片等新型技术为代表的现代生物技术,正在引发医学、农业等领域新的科技革命,形成新的生物产业浪潮。而以计算机技术和通讯技术为代表的现代信息技术,更是迅速渗透到国民经济的各个部门,改变着人们的生活方式、工作方式和思维方式,继而引发许多传统技术思想和观念的革命。

生物技术和信息技术作为 21 世纪农业科技发展的两大前沿领域,对未来农业科技革命和农业生产经营的影响更是不可估量。农业生物技术通过突破自然遗传对生物个体生产力的限制,培育超级农业生物品种,显示出未来农业的巨大生产潜力。农业信息技术则为改善与调节生物与环境关系提供最佳技术手段,促进农业生产潜力的最大可能发挥。所以,农业生物技术和农业信息技术是 21 世纪农业科技创新与农业发展缺一不可的两大核心支撑技术体系。

农业信息技术是农业科学与现代信息技术相结合的新兴交叉学科,主要研究现代信息技术在农业领域应用的理论与技术。本章简要介绍现代信息技术发展及其农业应用状况。

第一节 信息技术发展概述

信息技术是指对信息的采集、加工、存储、交流、应用的手段和方法的体系,即通过各种物化形态的信息媒体手段,对各种信息进行采集、加工、存储、交流、应用的方法。通常所说的信息技术是指以微电子技术、计算机技术和通信技术为主要手段开发和利用信息资源的高技术群。

一、信息技术的概念

信息 (information) 是信息源所发出的各种信号和消息经过传递被人们所感知、接收、认识和理解的内容的统称。信息有物质信息和精神信息。信息现象无时无刻不在,信息广泛分布于自然界、人类社会和人的思维活动过程中,信息现象是永存的,超越人类社会的发展过程。

信息技术 (information technology, IT) 是指获取、处理、传递、存储、使用信息的技术,是能够扩展人们的信息功能的技术。它集通信 (communication)、计算机 (computer) 和控制 (control) 技术于一体,国外又称之为“3C”技术,其内容包括信息采集技术、信息传递技术、信息处理技术及信息控制技术,其功能对应着人体信息器官的功能,即感觉器官、传导神经网络、思维器官和效应器官。

(一) 信息采集技术

信息采集技术指能有效地扩展人类感觉器官的感知域、灵敏度、分辨力和作用范围

的技术，包括传感、测量、识别和遥感遥测技术等，但目前广泛使用的主要是传感技术、遥测技术、遥感技术。传感技术也称传感器技术，主要是开发和研究能感知外界信息的人造器官；遥测技术是对被测对象的某些参数进行远距离测量的一种信息获取技术；遥感技术是指从远距离高空及外层空间的各种运载工具上，利用各种传感器接收来自地球表面各类地物的电磁波信息，并对这些信息进行扫描和摄影、传输和处理，从而对地表各类地物和现象进行远距离探测和识别的现代综合技术。

（二）信息传递技术

信息传递技术也称通信技术，是传导神经网络功能的延伸，包括数字程控交换技术、综合业务数字通信网、光纤通信、数字移动通信、卫星通信、信息高速公路等，用于快速、准确、有效地传递信息。

（三）信息处理技术

信息处理技术就是应用计算机硬件、软件及数字传输网，对信息进行文字、图形、特征识别，信息与交换码之间的转换，信息的整理、加工、生成，以及利用数据库、知识库实现信息存储和积累的技术。它又分为信息识别技术、信息转换技术、信息加工技术、信息存储技术等四大组成部分，是人脑思维器官功能的扩展与延伸，能更好地存储、加工和再生信息。

（四）信息控制技术

信息控制技术的功能是根据输入的指令信息（决策信息）对外部事物的运动状态和方式实施干预，是效应器官功能的扩展延伸。

信息技术的四大内容中，信息传递技术和信息处理技术是整个信息技术的核心，而信息采集技术、信息控制技术是核心与外部世界的接口，四者构成一个完整的功能体系，并与人的信息器官及其功能系统相对应。其内容互相综合，已形成多项应用开发技术，如数据库技术、人工智能、专家系统、遥感技术、地理信息系统、全球定位系统、计算机辅助决策系统、自动控制技术、多媒体技术、计算机网络技术等。

二、信息技术的发展历程

信息技术并不是当代社会发展的独创产品，其产生和发展经历了由古代到现代、由简单到复杂的漫长历史过程。

（一）古代信息技术

在远古时代，人类以手势、喊叫、形体动作来沟通信息。此后，人类开始在石器、陶器、甲骨、竹片、丝帛等载体上刻画、书写各种符号和文字，交流、传播、保存信息。后来，我国发明了造纸术和印刷术，造纸技术使得信息的记载和传递有了轻便好用的信息载体，印刷技术使得世界范围内书籍数量激增，极大地促进了信息交流的速度和范围。这些可以称为信息技术史上的一次革命，对科学技术的传播和世界文化交流产生了巨大的作用。此外，视觉通信和听觉通信是古代的通信方法。中国古代利用烽火、击

鼓传递紧急军情，通过邮驿传递文书和各类邮件，还利用信鸽传递信件和特殊信息。

（二）近代信息技术

近代信息技术的典型包括摄影技术、电影技术、电报与电话技术、广播与电视技术等。发明于19世纪中期的摄影技术，使人类活动和自然界变化过程中的图景得以留存，克服了只能依赖文字、符号、绘画等手段记录信息的不足。在19世纪末期，电影的诞生使人类掌握了一种全新的传播媒体，获得了一种新的娱乐形式。19世纪中后期，电报的发明、无线电通信技术的应用，使得人类远距离高速信息传播进入新境界，电话的发明使人的声音可以跨越万水千山和远隔重洋传播，延长了人的口与耳的功能，使“顺风耳”的神话变为现实。20世纪初期，无线电广播的发明，实现了一点对多点的声音信息传播，使众多新闻信息及时传达到人们的耳畔，成为最早的电子大众传媒。20世纪中期，电视的发明和发展，又是信息技术的一项重大成果。电视传播声像并茂，色彩生动，能够远距离传送，将世界上正在发生的事情原本展现在观众面前，使得人们获取信息的方式发生了巨大的变化，对人类的社会生活产生着广泛而深刻的影响。

（三）现代信息技术

20世纪中叶以来，现代信息技术发展迅猛，它以微电子技术为基础技术，以计算机技术和现代通信技术为主要代表，包括信息获取技术、信息处理技术、信息传递技术、信息存储技术等方面。20世纪80年代以来，计算机网络的出现和使用，改变了人们传统的生产和生活的方式，利用网络可以查阅大洋彼岸的计算机中的文件、资料和文献，在家中上班、就医和购物，真正的信息时代已经到来。

三、现代信息技术内容

现代信息技术是指20世纪70年代以来，随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展，围绕着信息的产生、收集、存储、处理、检索和传递，形成的一个全新的、用以开发和利用信息资源的高技术群，包括微电子技术、新型元器件技术、通信技术、计算机技术、各类软件及系统集成技术、光盘技术、传感技术、机器人技术、高清晰度电视技术等，其中以微电子技术、计算机技术、软件技术、通信技术为主导。

（一）微电子技术

微电子技术是随着集成电路技术发展起来的一门新兴技术，包括系统与电路设计、器件物理、工艺技术、材料制备、自动测试与封装等一系列专门技术，以芯片和集成电路为研究重点，发展趋势是不断缩小电路元件的尺寸，提高集成度，使集成电路体积小、重量更轻、耗电更少、功能更强。微电子产品已经广泛地应用于生产和生活的各个领域。

（二）传感技术

现代传感技术就是人们采集获取信息的技术，包括传感器技术、雷达技术、遥测技术和遥感技术等。

传感器是将非电物理量（如压力、温度、湿度、流量等）转换为电量的装置，可以对某些物理量进行测试或处理。传感器包括力敏传感器、热敏传感器、离子敏传感器、光传感器、生物传感器等多种类型。

雷达技术主要用于对飞行物的方位和距离进行测定，包括微波发射机、接收机和信息处理系统三部分，广泛的应用于军事与民用领域。

遥测技术是对被测对象的某些参数实施远距离测量的技术，通过传感器获得被测对象的某些参数后，通过信号变换、传输、记录和处理，获得信息。在国民经济的许多部门中，如石油、气象、电力、交通等，由于距离遥远或其他原因，人们无法靠近被测对象进行测定，需要应用遥测技术。

遥感技术是利用传感器探测被测物体的电磁波谱信息，获取物体的数量、质量和运动变化的信息，在生态环境、天文研究、资源利用及军事等多种领域广泛应用。

（三）信息存储技术

信息存储技术是人们记录保存信息的技术。最原始的信息存储技术或许是结绳记事，后来用文字符号在石板、木片、树叶、纸等介质上记录信息，而现代信息存储技术则包括磁存储技术、光存储技术、微缩存储技术等。

（四）计算机技术

计算机是一种能自动、快速、精确进行信息处理的电子设备。它是 20 世纪最重大的发明之一，促进了人类社会从工业化向信息化的转变。计算机在科学计算、数据采集和处理、信息传输和处理、实时控制、计算机辅助教育、计算机辅助设计、人工智能与机器人等方面应用广泛。

计算机技术包括计算机硬件技术和计算机软件技术。计算机硬件系统包括主机和外部设备。主机由 CPU 和内存储器（随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM 和高速缓冲存储器 CACHE）组成，外部设备包括输入输出设备（显示器、键盘、鼠标器、打印机、扫描仪）和外存储器（软盘、硬盘和光盘），在机器内部，各部件通过总线（数据总线、地址总线和控制总线）和接口电路连接。

计算机软件是计算机程序，实现此程序功能所采用的方法、规则和相关联的文档以及运行程序所需要的数据的集合。软件可分为系统软件、支持软件和应用软件三类。系统软件的核心是操作系统，其主要功能是实施对硬件资源和软件资源的管理，此外系统诊断程序、网络通信软件也可列在系统软件中。支持软件是介于系统软件和应用软件之间的一种软件，其功能是支持用户开发或运行自己的应用软件，如语言处理软件、数据库管理系统、软件工具及服务性的实用程序、软件开发与运行环境等。应用软件是指计算机应用于各种行业的数据处理工作时所采用的软件，如文字处理、会计业务、统计分析、科学计算、信息管理、过程控制等应用软件。支持软件和应用软件都需要系统软件的支持。

（五）多媒体技术

多媒体技术是指能对音乐、声音、文字、图像、照片、动画、电影、电视等多种形