

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，它是研究现代信息技术在农业领域应用的理论与技术，利用高新技术改造传统农业，为农业的生产管理、经营决策、科学研究和技术推广等提供新的管理方法、决策技术、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。在美国、英国、澳大利亚和加拿大等发达国家，农业信息技术的研究与推广历经半个多世纪的发展历程，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前沿科学领域。我国农业信息技术研究起步较晚，研究历史不足 30 年，基础研究和应用条件都比较薄弱。“十五”至“十一五”期间，我国农业信息技术的科学研究和应用示范均取得了明显进展。我国建立了一批农业信息技术研究机构和示范基地，出版和发表了一批农业信息技术方面的研究专著和学术论文，在国内外产生了较大的学术影响，并初步显现出良好的生产应用前景。但由于涉及农业科学、信息技术和工程技术等众多学科的交叉与融合，农业信息技术的研究内容十分庞杂，许多概念、理论和技术尚处于构想、创建和发展之中，一些相对较为成熟技术的生产应用也仍处于试验示范和小规模应用阶段，学科发展总体上仍处于初中期阶段，学科内容体系也还在初步形成和发展完善之中。

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，改进农业生产管理方法和经营决策手段，提高农业生产效率和经济效益，因而也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，使学生具备利用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，深化专业自身内涵，提升专业竞争能力。同时，本课程也可以作为高等农业院校其他专业的公共选修课，以便实现“厚基础、宽口径、强能力、高素质”的人才培养目标。目前，越来越多的高等农业院校在植物生产类专业相继开设了农业信息技术课程，促进了农业信息技术的不断发展与普及。

农业信息技术教材建设已历经 10 年的发展过程。1999 年农业信息技术课程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、闵安成等编写了校内教材《农业信息技术概论》，相继在农学、植物科学与技术等本科专业使用。经过

对该教材的扩充和修订，由李军主编、全国 9 所农业院校 10 多位任课教师参编的全国高等农林院校教材《农业信息技术》于 2006 年由科学出版社出版发行，在全国 10 多所高等农业院校的农学、植物科学与技术、信息技术等本科专业，以及作物栽培学与耕作学、农业生态学、农业推广等研究生专业使用。2006 年《农业信息技术》教材入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材行列。经过几年来对教材内容的教学实践检验，为了适应教学改革后课程教学学时缩短的要求，减少与其他课程有关内容的重复，编写框架体系全面、内容精练的概论性教材，本次编写组织了全国 14 所高等农业院校 20 多位任课教师，在 2006 年版《农业信息技术》教材框架和内容的基础上，结合国内外农业信息技术研究新进展，进一步完善了教材框架体系并精练内容，压缩和合并了部分章节，扩充和增添了部分章节，编写完成了国家“十一五”规划教材——《农业信息技术》。在初稿完成后，进一步精练了文字描述，删减了部分文字和图表，并把第三章第四节“农业数据统计分析方法”、第四章第六节“农业遥感监测示例”、第六章第三节“EPIC 模型应用示例”、第六章第四节“作物生长与产量形成的数学模拟原理”、第七章第五节“小麦生产管理决策系统”、第八章第四节“农业机器人”、第九章第四节“计算机网络概述”及第九章第五节“电子农务工程”8 节内容制作为电子版，储存于随书附赠的光盘中，供教学参考或者学生自学之用，以帮助读者理解相关内容。

本教材主要作为植物生产类本科专业学生使用的概论性教材，兼顾作物栽培学与耕作学、农业生态学等相关专业研究生教学需求。根据读者专业背景知识和学科发展需要，本教材的主要编写特点是：①体系较为完善。能够涵盖国内外农业信息技术发展的主要领域。②内容较为新颖。能够反映当前国内外农业信息技术发展的最新进展。③内容难度适中。充分考虑到学生的专业背景和课程学时的设置情况，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原理和农业工程设计细节未做过细的介绍。④注重图文并茂。通过精练的文字叙述和大量的插图展示，尽量增加教材内容的信息量和直观性。⑤配套多媒体课件。制作与教材内容配套的多媒体课件，增加了相关内容的彩色图片和视频资料，有利于学生学习和教师授课。

本书共分为 9 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，系统介绍农田生物信息，农田气候信息，农田土壤信息，设施农业环境，农业感官智能分析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，主要介绍数据库系统的基本概念与设计方法，农业数据库发展概况，农业管理信息系统；第四章为农业遥感监测，系统介绍遥感技术发展概况，电磁波谱与地物波谱特征，遥感影像获取、解译与处理，高光谱遥感与定量遥感基础，农业遥感监测应用；第五章为地理信息系统，介绍地理信息系统（GIS）的概念、功能、构成与基本原理，GIS 软件系统，“3S”集成技术以及 GIS 在农业应用领域的示例；第六章为作物模拟模型，主要介绍作物生长模型、虚拟植物模型的研究与应用概况以及作物生长模型的研究应用示例；第七章为农业专家系统，介绍专家系统的概念、类型、结构和原理，农业专家系统发展状况与典型示例，作物管理知识模型，农业决策支持系统；第八章为精确农业技术，系统介绍精确农业的概念、技术体系和关键技术，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以及农业机器人的概念、类型和基本原理；第九章为农业信息网络，介绍计算机网络的基本原理，农业网络信息的获取与发布，农业电子商务，农业电子政务和电子农务的概念、技术体系和应用发展概况。

如前所述，由于农业信息技术学科尚处于初中期发展阶段，学科内容体系还在形成之中，许多理论和技术尚不成熟，加之涉及内容十分宽泛，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

2010年4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
五、“智慧地球”愿景	6
第二节 农业信息技术发展概述	8
一、农业信息技术的概念	9
二、国外农业信息技术发展现状	9
三、我国农业信息技术发展现状	10
四、“数字农业”技术	12
第三节 数字农作技术展望	13
一、数字农作的含义与内容	13
二、数字农作的关键技术	14
三、数字农作的发展展望	15
思考题	16
第二章 农业信息采集	18
第一节 计算机数据采集管理系统概述	18
一、数据采集管理系统的典型结构	18
二、数据采集管理系统的基本功能	20
第二节 农田生物信息的采集与处理	20
一、农田生物信息	20
二、农田生物信息采集与处理系统	21
三、农田生物信息增强与提取技术	24
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硬件构成	26
二、农田气候信息采集处理系统应用软件	29
第四节 土壤信息的采集与处理	29
一、土壤含水量的监测	29
二、土壤养分成分的监测	33
三、智能化农田节水灌溉监控系统	37

第五节 设施农业环境监控与管理	38
一、温室环境监控与管理	38
二、果蔬储藏环境监控与管理	41
第六节 农业感官智能分析技术	42
一、机器视觉技术及其应用	43
二、电子鼻技术及其应用	47
三、电子舌技术及其应用	49
思考题	52
第三章 农业数据库系统	53
第一节 数据库系统概述	53
一、数据库系统的构成与特点	53
二、数据库管理系统	55
三、数据库中的数据模型	56
四、数据库设计	58
第二节 农业数据库建设	60
一、农业数据库的类型	60
二、国外农业数据库	60
三、中国农业数据库	63
第三节 农业管理信息系统	64
一、农业管理信息系统的类型	64
二、农业管理信息系统的构成与开发流程	65
三、农业管理信息系统的设计与实现	66
思考题	67
第四章 农业遥感监测	68
第一节 遥感技术概述	68
一、遥感技术的概念	68
二、遥感技术系统	69
三、遥感技术的类型	70
四、遥感技术的特点	71
五、遥感技术发展与展望	72
第二节 电磁波谱与地物波谱特征	73
一、电磁波谱与大气窗口	73
二、物体的电磁波反射特性	75
第三节 遥感影像获取、解译与处理	79
一、遥感影像获取	79
二、遥感图像目视判读	86
三、遥感影像计算机处理	88
第四节 高光谱遥感与定量遥感基础	92

一、高光谱遥感的概念与特点	92
二、地物的高光谱反射特征	94
三、高光谱遥感数据处理技术	96
四、农业定量遥感基础	97
第五节 农业遥感监测的应用	100
一、农业资源调查与监测	100
二、农作物长势遥感监测	101
三、土壤水分遥感监测	108
四、农作物遥感估产	111
五、作物品质遥感监测	114
六、农业灾害遥感监测	115
思考题	121
第五章 地理信息系统	123
第一节 地理信息系统概念	123
一、地理信息系统含义及发展历程	123
二、GIS的基本特征	124
三、GIS的类型	124
四、GIS的主要用途	125
第二节 GIS的构成	125
一、硬件系统	125
二、软件系统	128
三、地理空间数据	128
四、系统开发、管理和使用人员	129
第三节 GIS的基本原理	130
一、地理空间数据与地图	130
二、地图的基本原理	131
三、数字地图的存储、显示与输出	132
四、GIS的空间数据管理	136
五、GIS的空间数据分析与处理	140
第四节 GIS的软件系统	142
一、GIS软件的结构与功能	142
二、国内外常用的GIS工具软件	145
第五节 “3S”集成与农业应用	147
一、GIS与RS的集成	147
二、GIS与GPS的集成	148
三、RS、GIS、GPS的集成	148
四、GIS在农业中的应用与发展	149
五、GIS农业应用示例	151

思考题·····	153
第六章 作物模拟模型 ·····	155
第一节 作物生长模型研究及其应用 ·····	155
一、作物生长模型的概念与特点·····	155
二、作物生长模型的类型与结构·····	156
三、作物生长模拟原理·····	160
四、作物生长模型的研制步骤·····	161
五、作物生长模型研究进展·····	164
六、著名作物生长模型简介·····	165
七、作物生长模型的应用领域·····	172
八、作物生长模型研究发展趋势·····	173
第二节 虚拟植物模型研究及其应用 ·····	175
一、虚拟现实与虚拟农业·····	175
二、虚拟植物模型研究简介·····	177
三、虚拟植物研究方法与模型软件·····	180
四、虚拟植物模型的研究应用现状·····	183
五、虚拟植物研究发展趋势·····	186
思考题·····	187
第七章 农业专家系统 ·····	188
第一节 专家系统技术概述 ·····	188
一、人工智能与专家系统·····	188
二、专家系统基本特征·····	190
三、专家系统基本结构·····	191
四、知识表示技术·····	192
五、推理策略·····	196
六、知识获取技术·····	198
七、专家系统开发工具·····	199
第二节 农业专家系统概述 ·····	200
一、农业专家系统发展概况·····	201
二、农业专家系统的类型·····	202
三、农业专家系统发展趋势·····	205
第三节 作物管理知识模型 ·····	206
一、作物管理知识模型的概念、特征与作用·····	206
二、作物管理知识模型的构建·····	208
三、基于知识模型的作物管理方案设计·····	212
第四节 农业决策支持系统 ·····	212
一、决策支持系统概述·····	213
二、农业决策支持系统示例·····	215

思考题·····	216
第八章 精确农业技术 ·····	217
第一节 精确农业技术概述 ·····	217
一、精确农业的概念·····	217
二、精确农业的产生与发展·····	218
三、精确农业技术体系·····	223
四、精确农业关键技术·····	225
五、精确农业发展的主要问题与发展方向·····	232
第二节 全球卫星定位系统 GPS ·····	234
一、GPS 系统组成·····	234
二、GPS 系统定位原理·····	239
三、差分 GPS 定位原理·····	240
四、其他卫星定位系统简介·····	241
第三节 智能化农业机械装备技术 ·····	243
一、DGPS 农机定位与导航要求与误差·····	243
二、生成作物产量分布图智能收获机·····	243
三、作物处方图的生成与智能变量控制农业机械·····	249
四、农机监控系统·····	254
思考题·····	256
第九章 农业信息网络 ·····	257
第一节 农业网络信息获取与发布 ·····	257
一、网上的主要农业信息资源及其检索·····	257
二、农业信息服务网站建设与信息发 布·····	260
第二节 农业电子商务 ·····	263
一、电子商务的概念与类型·····	263
二、农业电子商务概念及国外发展现状·····	267
三、我国农业电子商务发展现状与对策·····	268
第三节 农业(农村)电子政务 ·····	270
一、电子政务概念及其发展·····	270
二、农业(农村)电子政务发展·····	272
三、农村电子政务系统·····	273
四、农村电子政务建设模式·····	274
思考题·····	275
参考文献 ·····	276

第一章 农业信息技术概述

21 世纪是生物技术与信息技术的时代。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信技术为代表的现代信息技术,正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。

农业生物技术和农业信息技术作为 21 世纪农业科技发展的两大前沿技术,对未来农业科技革命和农业生产经营的影响不可估量。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,这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发挥。因而,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。

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)是信息源所发生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)技术、计算机(computer)技术和控制(control)技术于一体,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。

1. 信息采集技术

信息采集技术是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、识别和遥感遥测等技术,但目前广泛使用的主要是传感技术、遥测技术、遥感技术和全球卫星定位技术等。传感技术也称传感器技术,主要是开发和研制能感知外界环境信息的人造感觉器官(各类传感器),实现对生物及其环境因子的检测,如

机器视觉、电子鼻和电子舌等。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,其系统一般由传感器、通信设备和数据处理设备三部分构成。遥感技术是指从不同高度的平台上(包括近地面、远距离高空及外层空间),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及识别的现代综合技术。全球卫星定位技术是利用人造地球卫星进行点位测量的技术,使用它可以标示出农业信息采集点的精确空间位置。

2. 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,用于迅速、准确、有效地传递信息。

3. 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。计算机技术是现代信息处理技术的主体或核心。

4. 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。主要包括显现技术、人机接口技术、遥控技术、自动控制技术、机器人技术等。

在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,四者构成了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。

1. 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的书籍数量激增,极大地促进了信息交流的速度和范围,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,通过邮驿传递政府文书和各类邮件,还利用信鸽传递信件和特殊信息。

2. 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。19 世纪中后期,电报的发明、无线电技术的应用,使得人类远距离高速信息传播进入到新境界,电话的发明使人的声音可以跨越万水千山,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。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。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,并且能够远距离传送,将世界上正在发生的事情原本展现在观众面前,这使得人们获取信息的方式发生了巨大的变化,并对人类的社会生活产生了广泛而深刻的影响。

3. 现代信息技术

20 世纪中叶以来,现代信息技术发展迅猛,它是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。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方式,利用网络就可以查阅大洋彼岸的计算机中的文件、资料和文献,可以在家中上班、就医和购物,这说明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。

1. 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,使集成电路体积更小、质量更轻、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。

2. 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。传感器是将非电的物理量(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。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。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。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,广泛应用于生态环境、天文研究、资源利用及军事等多个领域。

3. 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。

4. 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,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。计算机硬件包括主机和外部设备。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。

5. 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、电视等多种形式信息进行处理和传输的技术,能使用户获得图像、声音、文字并茂的计算机画面。多媒体技术是集计算机技术、声像技术和通信技术于一体的综合技术,包括数据压缩技术、光盘存储技术、数据库技术、网络通信技术等。多媒体技术在远程教育及培训、商业宣传、图书资料管理、监视系统、办公自动化、医疗诊断、电子出版、仪器仪表、农业管理、虚拟现实技术等方面得到了广泛的应用。

6. 通信技术

通信就是信息的传输与交换,也就是将语言、文字、符号、音乐、图像等信息从发送者传输给另一个时空点的收集者。通信系统是指实现这一通信过程的全部技术设备和信道(传输媒介)的总和。通信系统种类很多,包括长途和本地的有线电话网(包括光缆、同轴电缆网)、无线电话网(包括卫星通信、微波中继通信网)、有线电视网和计算机数据网,由它们组成的现代通信网,通过多媒体技术,可为家庭、办公室、医院、学校等提供文化、娱

乐、教育、卫生、金融等方面广泛的信息服务。

7. 计算机网络技术

计算机网络是一些相互连接、自治的计算机的集合,由计算机和通信网络两部分组成,计算机是通信网络的终端或信息源,通信网络为计算机的数据传输与交换提供了通道。计算机网络按照作用范围可分为局域网(local area network, LAN)、城域网(metropolitan area network, MAN)和广域网(wide area network, WAN)。因特网(Internet)是世界上规模最大、用户最多、影响最大的广域网,能提供匿名文件传送服务(FTP)、电子图书阅览、新闻浏览、电子邮件服务、远程登录和文件查询服务等。

四、“数字地球”构想

现代信息技术发展十分迅猛,技术进步日新月异,人们对未来信息技术发展前景的描绘也层出不穷,提出了“数字地球”的构想。数字地球(digital earth)的概念是前美国副总统戈尔于1998年发表题为“数字地球——21世纪人类认识地球的方式”演讲时提出的。“数字地球”的核心思想是用数字化的手段整体性地解决地球问题(与空间位置相关的问题)和最大限度地利用信息资源。

1. “数字地球”的含义与特点

所谓数字地球,可以理解为对真实地球及其相关现象统一的数字化重现和认识,是以地球为对象,以地理坐标为依据,以计算机技术、多媒体技术和大规模存储技术为基础,以宽带网络为纽带,由海量地球信息组成的多分辨率、多尺度、多时空,并能用多维空间描述的虚拟地球。“数字地球”的核心是基于遥感、地理信息系统、全球定位系统、宽带网络、仿真与虚拟技术的全球信息化,是一个以计算机、海量地球信息与通信网络为主体的、具有数字化、网络化、智能化和可视化特征的全球性综合信息系统。

作为一个超巨大的海量信息系统,与其他传统信息系统相比,数字地球具有如下特点:①数字地球具有空间性、数字性和整体性,三者融合形成了与其他信息系统的根本区别;②数字地球的数据具有无边无缝的分布式数据层结构,包括多源、多比例尺、多分辨率、历史和现时、矢量格式和栅格格式的海量数据;③数字地球具有迅速充实、联网的地理数据库;④数字地球以图像、图形、文本报告等形式提供服务;⑤数字地球采用开放平台、构件技术、动态互操作等最先进的技术方案;⑥任何用户都可以在宽带网上根据自己的权限实时查询和调用数字地球中的信息,运用具有传感器功能的特制数据手套,还可以对数字地球进行各类可视化操作;⑦数字地球的服务对象覆盖整个社会层面,无论政府机关还是科教、生产单位,无论专业技术人员还是普通老百姓,都可以找到自己所需要的信息。

2. 数字地球的技术基础

数字地球涉及的多学科信息支撑技术主要包括如下几个方面。

(1) 信息高速公路和计算机宽带高速网。数字地球系统多个数据库服务器是由高速网络来连接的,被称为信息高速公路,由计算机服务器、网络 and 计算机终端组成。远程宽

带通信网络已达 10Gb/s,而未来数字地球的互联网可达每秒 10^{15} byte。

(2) 高分辨率卫星影像。获取优于 0.5m 空间分辨率影像已经实现。高光谱遥感的光谱分辨率已达到 5~6nm 量级和 400 多个波段。对地观测卫星重访周期可以达到 3~5 天。

(3) 空间信息技术与空间数据基础设施。信息空间技术是指实现影像数据库、矢量图形库和数字高程模型(DEM)三库一体化管理的 GIS 软件和网络 GPS。空间数据基础设施包括空间数据协调管理与分发体系和机构、空间数据交换网站、空间数据交换标准及数字地球空间数据框架等。空间数据共享机制是使数字地球能够运转的关键之一。

(4) 大容量数据存储及元数据。数字地球需要存储海量遥感影像数据信息。为了在海量数据中迅速找到需要的数据,需要建设元数据(metadata)库,它描述了有关数据的名称、位置、属性等信息,从而大大减少了用户寻找所需数据的时间。

(5) 科学计算。在高速计算机上利用数据挖掘(data mining)技术,能够认识和分析所观测到的海量数据,从中找出规律和知识。科学计算将突破实验和理论的限制,通过建模和模拟技术,能更加深入地探索所搜集到的地球数据。

(6) 可视化和虚拟现实技术。可视化是实现数字地球与人交互的窗口和工具,没有可视化技术,计算机中的一堆数字是无任何意义的。运用虚拟现实技术,建立数字地球的三维虚拟世界以后,用户戴上显示头盔就可以走进视听效果逼真的虚拟世界,实现对各种地球现象的研究。

3. 我国“数字地球”的发展

我国也提出了发展“数字中国”的初步构想,构建“数字中国”地理空间基础框架,建立由组织管理、基础测绘生产、信息分发服务和科技创新机构或实体等组成的运行机构体系。发射对地观测小卫星,建设“三网(电信网、广播电视网和计算机通信网)合一”的高速宽带网,建设地理空间数据基础设施,建立标准化、规范化、数字化的三维、动态空间数据库。近年来,我国在“数字地球”领域的研究也正在深入和拓展,我国“十五发展纲要”中已把数字化、信息化的内容列入重中之重的项目中。“数字地球”概念和技术也在我国农业生产与经营、城市规划与建设、区域经济发展、流域研究与开发、校园信息化建设、交通管理信息化等相关领域得到应用,形成了诸如“数字农业”、“数字省区”、“数字城市”、“数字流域”、“数字校园”、“数字社区”、“数字交通”等相关应用实例。

五、“智慧地球”愿景

1995 年克林顿政府提出“信息高速公路”战略,通过发展互联网,推动了全球信息产业革命。2008 年 11 月美国 IBM 公司发布了“智慧地球”(smarter planet, SP)战略,这是一种运用先进信息技术手段构建新的世界运行模型的“愿景”构想。“智慧地球”战略被奥巴马政府借鉴和列入美国经济振兴计划,已批准投资 300 亿美元在美国发展“智慧电网”和“智慧医疗”。

1. “智慧地球”的含义

IBM 认为,“智慧地球”的核心内容是基于信息基础架构与高度整合的基础设施之间

的完美结合,能够以一种更智慧的方法通过利用新一代信息技术来改变政府、公司和人们相互交互的方式,以便提高交互的明确性、高效性、灵活性和响应速度,使得政府、企业和市民可以做出更明智的决策。智慧方法包括更透彻的感知、更广泛的互联互通和更深入的智能化等三个特征。更透彻的感知是指利用任何可以随时随地感知、测量、捕获和传递信息的设备、系统或流程;更广泛的互联互通是指先进的系统可按新的方式协同工作;更深入的智能化是指利用先进技术获取更智能的洞察并付诸实践,进而创造新的价值。

“智慧地球”可以分为地球部分和智慧部分,地球部分主要包括人、企业、机构、社会团体、生态系统等,智慧部分主要包括电力、通信、IT 三方面,三者的融合效应产生了“智慧”。对“智慧地球”认知可以用“3I”表示:物联化(instrumented),即更透彻的感知;互联化(interconnected),即更全面的互联互通;智能化(intelligent),即更深入的智能分析。“智慧地球”由新锐洞察(new intelligence)、智慧运作(smart work)、动态构架(dynamic infrastructure)和绿色未来(green and beyond)四大领域构成。对一个企业而言,新锐洞察即建立对信息智能归类和分析的信息架构;智慧运作即构建科学的业务流程架构;动态构架即搭建能动态调整的基础设施架构;绿色未来即建立应对环境保护和可持续发展的资源架构。

IBM 认为建设智慧地球需要三个步骤:第一步,各种创新的感应科技开始被嵌入各种物体和设施中,从而令物质世界极大程度地数据化;第二步,随着网络的高度发达,人、数据和各种事物都将以不同方式联入网络;第三步,先进的技术和超级计算机则可以对这些堆积如山的数据进行整理、加工和分析,将生硬的数据转化成实实在在的洞察,并帮助人们做出正确的行动决策。IBM 提出将在六大领域建立智慧行动方案:智慧的电力、智慧的医疗、智慧的城市、智慧的交通、智慧的供应链和智慧的银行。

简单地讲,“智慧地球”就是把互联网和“物联网”结合起来,即互联网+物联网=智慧地球。具体来讲,“智慧地球”是把各类传感器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道、家用电器等各种物品中,并且被普遍连接而形成“物联网”,并通过超级计算机和“云计算”来处理所有网络数据,实现人类社会与物理系统的整合,实时管理和控制人员、机器、设备和基础设施,以更加智慧、精细和动态的方式管理生产和生活,提高资源利用率和生产力水平,改善人与自然间的关系。

2. 物联网

物联网(the Internet of things)是指通过射频识别(radio frequency identification, RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网就是“物物相连的互联网”,它有两层含义:第一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络;第二,其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间,进行信息交换和通信。

从结构上,物联网可分为感知层、网络层和应用层。感知层是物联网的皮肤和五官,主要作用是识别物体和采集信息,包括二维码标签和识读器、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、传感器、终端、传感器网络等。网络层是物联网的神经中枢和大脑信息传递和处

理,主要作用是对感知层获取的信息进行传递和处理,包括通信与互联网的融合网络、网络管理中心、信息中心和智能处理中心等。应用层是物联网的“社会分工”与行业需求结合,实现广泛智能化,是物联网与行业专业技术的深度融合,与行业需求结合,实现行业智能化,这类似于人的社会分工,最终构成人类社会。

建立物联网的步骤:①对物体属性进行标识,属性包括静态和动态的属性,静态属性可以直接存储在标签中,动态属性需要先由传感器实时探测;②需要识别设备完成对物体属性的读取,并将信息转换为适合网络传输的数据格式;③将物体的信息通过网络传输到信息处理中心,完成物体通信的相关计算。

3. 云计算

云计算(cloud computing)是一种新兴的共享基础架构方法和商业计算模型,也是一种IT基础设施的交付和使用模式,是将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上,使各种应用系统能够根据需要获取计算力、存储空间和各种软件服务,用户通过网络以按需、易扩展的方式获得所需的资源(硬件、平台、软件)。提供资源的网络被称为“云”,“云”是一些可以自我维护 and 管理的虚拟计算资源,通常是由计算服务器、存储服务器、宽带资源等组成的大型服务器集群。之所以称为“云”,是因为其具有现实中云的特征:规模较大、动态伸缩、边界模糊、飘忽不定、难以定位、无处不在。

云计算是分布式处理(distributed computing)、并行处理(parallel computing)和网格计算(grid computing)的发展及其概念的商业实现。“云计算”被其吹捧者视为“革命性的计算模型”,它使得超级计算能力通过互联网自由流通成为可能。“云计算”将所有的计算资源集中起来,并由软件实现自动管理。企业与个人用户无须投入昂贵的硬件购置成本,只需要通过互联网来购买和租赁计算力。在使用者看来“云”中的资源是可以无限扩展的,并且可以随时获取,按需使用,随时扩展,按使用付费。这种特性经常被称为像水电一样使用IT基础设施。云计算具有超大规模、虚拟化、高可靠性、通用性、高可扩展性、按需服务、极其廉价等特点。

4. “智慧地球”的意义

“智慧地球”的目标就是将智能信息技术应用到生产的各行各业和生活的方方面面。IBM希望地球上的每种信息都能被充分地利用,每个企业都具备智慧,它们之间有越来越广泛与深入的联系。如果把网络看做是神经,那么遍布全球的这些网络就可以看成是地球的神经,按照有条理的、繁杂的、可控的、灵活的规则去运转,让地球上的信息互联互通,让每个企业、每个设备都能发挥出自己最大的能量与能力,从而让这个星球充满智慧,并越发的繁荣。

第二节 农业信息技术发展概述

农业作为国民经济中分布区域最广泛、经营项目最复杂、受自然条件和社会经济因素双重影响最大的基础产业部门,对信息技术的需求和依赖日趋强烈。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,它主要研究现代信息技术在农业领域应用的理论与技术,是信息技术学科最重要的应用分支。

一、农业信息的概念

农业信息技术(information technology in agriculture 或 agricultural information technology, AIT)是指利用信息技术对农业生产、经营管理、战略决策过程中的自然、经济和社会信息进行采集、存储、传递、处理和分析,为农业研究者、生产者、经营者和管理者提供资料查询、技术咨询、辅助决策和自动调控等多项服务的技术的总称。它是信息技术和农业技术发展相结合的边缘交叉学科,是信息技术在农业领域的应用分支,是利用现代高新技术改造传统农业的重要途径。

农业信息技术是传感器、计算机和通信技术在农业上的综合应用,其内容主要包括农业数据库与管理信息系统、地理信息系统、农业遥感监测、全球定位系统、农业决策支持系统、农业专家系统、作物模拟模型、农业信息网络、农业智能控制技术等。目前在农业中应用比较广泛的有农业信息数据库、农业专家系统、作物模拟模型及其集成系统、精确农业技术体系等。

农业信息技术为农业生产和经营管理、科学研究和技术推广提供了新的思想方法、管理技术、试验手段和传播途径,可应用于农业资源与环境监测、农业生产管理决策、农田精细化管理、农业技术推广、农业经济管理、农业灾害防治、农业教育与培训等领域,能够促进传统经验型农业向现代精确型农业转变。

二、国外农业信息技术发展现状

20世纪50年代以来,信息技术以其广泛的影响和巨大的生命力风靡全球。信息技术的突破性进展为世界农业科技革命和农业的飞跃发展带来了契机,也为世界农业科技革命拉开了序幕。90年代以来,由于信息产业的发展,促进了各类农业技术的发展及应用,使美国、日本、西欧等发达国家的农业生产率得到很大的提高,农产品、工业品要比以往的农业社会、工业社会时期更加丰富。

世界农业信息技术的发展大致经历了三个阶段:第一阶段是20世纪五六十年代的广播、电话、电视通信信息化和计算机科学计算,即以广播、电话和电视传播农业科技,利用计算机研究饲料配合问题;第二阶段是七八十年代的数据处理和知识处理,以开始农业数据库建设、作物生长模型、农业专家系统和自动控制技术研究为标志;第三阶段是90年代以来精确农业技术的产生与发展,是地理信息系统、遥感技术、全球定位系统、智能化农业控制机械技术的系统集成与实践应用。进入90年代以来,美国、日本、西欧等发达国家在农业信息化方面发展很快,应用范围很广,应用成效显著,大幅度提高了农业生产率。目前,欧美国家农业信息技术发展已进入产业化阶段。以美国、德国和日本为代表的发达国家在完成了农业工业化和农业机械化后,已经进入了农业信息化时代。

美国是农业信息技术研究起步早、发展速度快、应用也较为广泛的国家。早在20世纪70年代初期,美国就开始建立农业技术信息数据库,建成了美国国家农业数据库 AGRICOLA,并较早地通过互联网来传播农业技术。据美国农业部相关报告,2007年美国

拥有电脑或租用电脑的农场数量达 59%，配有互联网接口的农场数量为 55%；互联网的普及刺激了农业电子商务的发展，2003 年以来美国农业电子商务的销售额以每年 25% 的速度增长，而同期全美零售额的增长速度仅为 6.8%；2007 年美国从事在线交易的农场数量已经达到 35%。美国农业卫星数据传输系统 AgDaily 和 FarmData 的应用也非常广泛，从用户观察点获得数据，连续不断地把数据从卫星传送到租用的数据终端并自动存储，能提供最新的市场价格、气象图表、美国农业部有关市场发展报告、长短期天气预测以及产品信息和保险服务方案。美国农业专家系统、作物模拟模型、智能信息系统的研究处于世界领先水平，已研制出一大批作物模拟模型、作物生产管理系统或病虫害管理系统。以“3S”为主要支撑技术的精确农业技术也率先在美国产生，其研究水平和应用程度都居于世界首位。

日本依靠计算机为主的信息处理技术和通信技术，来增加农村地区的活力，发展农业、农村的信息化。日本已将计算机广泛应用于耕作、作物育种、农作物与森林保护、蚕业与昆虫利用、农业气象、农业经营、农产品加工等方面。20 世纪 90 年代建立了农业技术信息服务全国联机网络，即电信电话公司的实时管理系统，其大型电子计算机可收集、处理、储存和传递来自全国各地的农业技术信息。近两年开发的农业技术情报网络系统，借助公用电话网、专用通信网、无线寻呼网，把大容量处理计算机和大型数据库系统、Internet 网络系统、气象情报系统、温室无人管理系统、高效农业生产管理系统、个人计算机用户等联结起来。政府公务员、研究和推广人员、农协和农户等各类用户，可随时查询和利用入网的农业技术、文献摘要、市场信息、病虫害情况与预报、天气状况与预报、世界或本国地图、电子报刊、音像节目、公用应用软件等各种数据。最近开发的 Field Server 更为农民提供了无处不在的网络环境，农民可以随时获得实时的小气候数据，更可以通过 Field Server 所提供的网络环境直接访问决策支持系统，获得实时的支持。

德国农业行政管理机构、科研机关、大专院校、农业技术服务单位等，都普遍配备计算机。计算机在农业上扮演科学计算、数据处理、自动控制、模拟模型等多方面的角色。德国已实现了农业网络与欧洲、北美、日本等国网络的连接；国内网络更是通过联邦中央、州及各区县的网络系统遍布全国各个角落。农业信息服务体系加紧数据库的建设，不断扩大数据存储，增加信息资源，通过网络连接实现资源共享。德国的农业技术信息服务主要通过三种类型的计算机网络来实施。一是各州农业局开发和运营的电子数据管理系统，用户可随时获得作物生长情况、病虫害预防、防治技术以及农业生产资料市场信息等。二是邮电局开发运营的电视文本显示服务系统，用户可通过邮局的通信网络，获得农业技术信息服务。三是德国农林生物研究中心开发建设的植物保护数据库系统(PHYTOMED)，可联机检索有关农业技术信息。在信息技术应用方面，德国利用计算机模拟农作物生长和杂草竞争状态，对农作物进行优化控制和病虫害的预测预报，以及利用遥感资料，在计算机上预测生产性状和绘制森林树木分布评价图等。

三、我国农业信息技术发展现状

我国对农业信息技术的研究和应用起步较晚。在农业领域引进计算机技术起始于