

农业信息技术

第一章 农业信息技术概述

信息技术：（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。（对应人体信息器官功能为感觉器官、传导神经网络、思维器官、效应器官）

物联网：是指通过射频识别、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。包括感知层、网络层、应用层。

农业信息技术：（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。

***数字农作的关键技术：**农作信息管理技术、农作过程模拟技术、农作信息监测技术、农作管理决策技术、数字农作平台技术

云计算：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

三、数字农作的发展展望

1. 数字农作发展的总体趋势

数字农作的未来发展将需要综合运用信息管理、自动监测、动态模拟、虚拟现实、知识

工程、精确控制、网络通信等现代信息技术，以农业生产要素与生产过程的信息化与数字化为主要研究目标，发展农业资源的信息化管理、农作状态的自动化监测、农作过程的数字化模拟、农作系统的可视化设计、农作知识的模型化表达、农作管理的精确化控制等关键技术，进一步构建综合型数字农作技术平台与应用系统，并研制出相关支撑设备和仪器。对于种植业而言，今后的研究重点将是提高数字农作关键技术与应用系统的机制性、数字化、可靠性和通用性水平，并研制出具有较强综合性和科学性的大型数字农业技术平台及软硬件产品。

2. 数字农作关键技术的发展趋势

为了实施对农业生产的监测、诊断、评估、预报和规划等，需要研制和建立专门领域的农学模型库，建立网络化和综合性的数据库管理系统和信息管理系统，实现科学合理的定量化决策支持。有关农作系统模型的构建发展趋势表现出由局部到整体，由经验性到机制性，由智能化到数字化，由功能化到可视化的发展态势，重点是提高农作系统模拟模型的完整性和解释性，改善农作管理决策的广适性和准确性。其中，农作过程模拟，微观水平上要与作物生理生化及遗传模型结合，进行作物适宜性状组合或基因型的设计和评价；在宏观水平上要与“3S”技术结合，进行农田水平的精确生产设计与管理；同时，结合决策支持系统，构建综合性与构件化的农作管理决策支持系统，为进一步发展数字化农作技术平台和应用系统奠定基础。

农业遥感技术的发展趋势表现为多传感器、高分辨率、多时相、广应用，由遥感估产到品质监测，由生长特征到生理参数，由空中遥感到空间遥感和地面遥感结合，重点是提高农情信息无损获取的有效性、精确度及诊断调控的数字化和指导性。管理决策系统的研制则需要综合过程模型的动态预测功能，管理模型的优化决策功能，遥感技术的实时监测功能，GIS的空间信息管理功能，进一步结合农作生态区划与生产力分析技术以及数据库和网络通信技术等，建立综合性、定量化和智能化的数字农作技术平台和应用系统，以实现农作系统监测、预测、设计、管理、控制的数字化、精确化、可视化、网络化，从而提升农业生产系统的综合管理水平和核心生产力，带动农业的信息化和现代化。

第二章 农业信息采集

农田生物信息的类型：农作物生理功能信息、农作物结构信息、农作物病虫害信息

土壤含水量的监测方法：TDR 土壤水分测定系统、负压计土壤湿度监测系统、中子土壤湿度仪、电阻/电容式土壤湿度监测系统、FDR 土壤水分测定系统、土壤水分遥感监测

机器视觉：也称为计算机视觉,是指利用计算机模拟人眼的视觉功能，从图像或图像序列中提取信息,对客观世界的三维景物和物体进行形态和运动识别，最终用于实际检测、测量和控制。

机器视觉的农业应用

水果自动分选、种子和粮食品质检测、农产品中异物检测、农业机械自动化作业、植物生长状况监测、动物生长状况监测

机器视觉系统构成及其关键技术

- 1.图像采集技术 光源、相机、图像采集卡
- 2.图像预处理技术 图像增强、几何变换、图像复原
- 3.图像特征提取技术 形状特征提取、颜色特征提取、纹理特征提取、图像特征优化
- 4.视觉信息的模式识别技术

第三章 农业数据库系统

数据库系统：以数据为中心的计算机系统，主要应用于大量数据的管理，其目的是存储和产生所需要的有用信息。

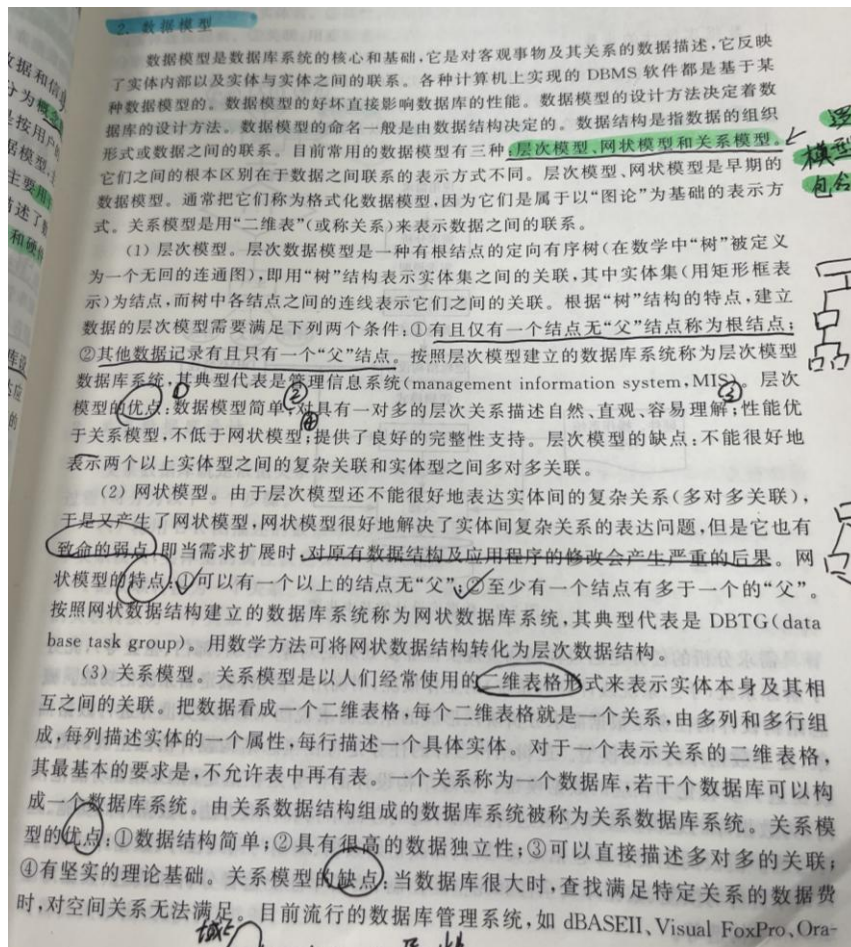
数据库中的数据模型的类型：

按照应用层次，数据模型分为概念数据模型、逻辑数据模型和物理数据模型三类。

② 概念数据模型也称信息模型，它是按用户的观点来对数据和信息建模,主要用于数据库设计。

② 逻辑数据模型又被简称为数据模型，主要包括**网状模型、层次模型、关系模型（各自的特点）**等,它是按计算机系统的观点对数据建模,主要用于 DBMS 的实现。

③ 物理数据模型简称物理模型，是面向计算机物理表示的模型,描述了数据在储存介质上的组织结构，它不但与具体的 DBMS 有关，而且还与操作系统和硬件有关。



农业数据库的类型

农业资源数据库——主要包括地理资源数据库、种质资源数据库、基因资源数据库和人力资源数据库等。

农业技术数据库

农业统计数据库

农业生产数据库

农业政策法规数据库

农业科技文献数据库

第四章农业遥感检测

(重点)

遥感技术：是指从不同高度的平台上，使用不同的传感器，收集地球表层各类地物的电磁波谱信息，并对这些信息进行分析处理，提取各类地物的特征，探测和识别各类地物的综合技术。

遥感：是一种远距离的、非接触的目标探测技术和方法。通过对目标进行探测，获取目标的信息，然后对所获取的信息进行加工处理，从而实现对目标进行定位、定性或定量的描述。

遥感技术系统的组成：

① 空间信息获取技术②遥感数据传输与接收③遥感图像处理④遥感信息提取与分析

遥感技术的类型：（可能选择，易混淆）

(1) 按照遥感平台划分：

类别	平台	举例（说明）
地面遥感	地面平台地面 (分辨率高，观测范围小)	车载、船载、手提、固定或活动高架平台等
航空遥感	航空器 (分辨率中等，观测范围较广)	飞机、气球
航天遥感	环地球的航天器 (分辨率低，覆盖范围广)	人造地球卫星、航天飞机、空间站、火箭等
航宇遥感	星际飞船	对地月系统外目标的探测

(2) 按照传感器的探测波段划分：

- ① 紫外遥感，探测波段 0.01~0.4um
- ② 可见光遥感，探测波段 0.4~0.7um
- ③ 红外遥感，探测波段 0.7um~1mm
- ④ 微波遥感，探测波段 0.001~1m
- ⑤ 多波段遥感，探测波段在可见光波段和红外波段范围内，再分成若干窄波段来探测目标。

(3) 按照工作方式划分：

类别	工作方式
主动遥感 被动遥感	主动遥感由探测器主动发射一定电磁波能量并接收目标的后向散射信号（微波受大气干扰少，不受光照等条件的限制，能全天时全天候遥感，一般为主动遥感。） 被动遥感的传感器不向目标发射电磁波，仅被动接收目标物的自身发射和对自然辐射源的反射能量
成像遥感 非成像遥感	前者传感器接收的目标电磁辐射信号可转换成（数字或模拟）图像 后者传感器接收的目标电磁辐射信号不能形成图像

(4) 按照遥感的应用领域划分：

- 按照大的研究领域，可分为外层空间遥感大气层遥感陆地遥感、海洋遥感等；
- 按照具体应用领域，可分为资源遥感、环境遥感、农业遥感、林业遥感、渔业遥感、地质遥感、气象遥感、水文遥感、城市遥感、工程遥感、灾害遥感及军事遥感等。

(5) 按照遥感光谱分辨率划分：

- ① 常规遥感，又称宽波段遥感,波段宽度一般大于 100nm,且波段在波谱上不连续,并不

完全覆盖整个可见光至红外光光谱范围,属于二维遥感。

②高光谱遥感。利用多种波段宽度小于 10nm 的电磁波波段从目标物体获取连续光谱信息,达到光谱和图像合一的三维遥感方法。

遥感图像的特征:

- ①空间分辨率(几何特征):指像素所代表的地面范围的大小,即扫描仪的瞬时视场,或地面物体能分辨的最小单元;
- ②波谱分辨率(物理特征):指传感器在接收目标辐射的波谱时能分辨的最小波长间隔。间隔愈小,分辨率愈高。
- ③时间分辨率(时间特征):指对同一地点进行遥感采样的时间间隔,即采样的时间频率,也称重访周期。遥感的时间分辨率范围较大。

遥感图像校正处理:

在遥感图像使用前通常要对图像存在的某些误差和偏差进行校正。对像元位置误差进行的几何校正,对图像灰度值偏差进行的辐射校正。

遥感影像目视判读方法:根据遥感影像目视解译标志和解译经验,识别目标地物的办法与技巧。

(1) 遥感图像校正处理

- ①几何校正:针对几何畸变(像元相对于地面目标实际位置发生挤压、扭曲、伸展和偏移等)进行的误差校正。
- ②辐射校正:是指对由于外界因素,数据获取和传输系统产生的系统的、随机的辐射失真或畸变进行的校正,消除或改正因辐射误差而引起影像畸变的过程。

(2) 遥感图像变换处理

- ①遥感图像增强②遥感图像特征提取

(3) 遥感图像分类处理

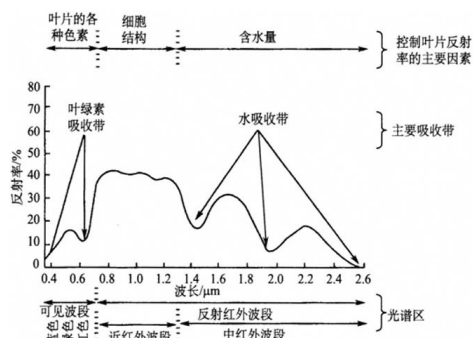
- ①监督分类:从研究区域选择有代表性的训练场地作为样本,根据已知样本选择特征参数,建立判别函数,据此对数字图像待分像元进行分类,依据样本类别的特征来识别非样本像元的归属类别。

- ②非监督分类

二者的主要区别:是否有训练样本

(4) 遥感图像处理系统: ENVI

植被光谱反射特征(图是重点):



- (1)400~700nm 波段。可见光波段是植物叶片强烈吸收波段.反射和透射率很低,由于叶

绿素 a 和叶绿素 b 的强烈吸收作用，在 450nm 蓝光和 660nm 红光附近形成了两个吸收谷，在 550nm 绿光处形成了一个反射峰，表现出“蓝边”、“绿峰”“黄边”、“红谷”等独特光谱特征，明显区别于土壤、岩石、水体的光谱特征。

(2)700~780nm 波段。700~780nm 波段是叶绿素在红波段强烈吸收到近红外波段多次散射形成的高反射平台过渡波段，称为植被反射率“红边”，是植物营养、长势、水分、叶面积等农学参数的指示特征。红边位置随叶绿素含量、生物量、叶片内部结构参数的变化而变化。

(3) 780~1350nm 波段。780~1350nm 波段是与叶片内部结构有关的光谱波段。该波段反射率平台(反射率红肩)的光谱反射率强度取决于叶片细胞形状细胞层数叶肉与细胞间空隙等内部结构，而叶片色素、纤维素、水分含量对其影响较小。部分研究表明，该段的光谱反射率或光谱指数与叶片含水量有显著的相关特性。

(4) 1350~ 2500nm 波段。1350~ 2500nm 波段是叶片水分吸收主导波段，在 1450nm 、1940nm 和 2700nm 处形成 8 个强吸收谷，在 1650nm 和 2200nm 处形成 2 个反射峰。

第五章 地理信息系统

地理信息系统 (GIS)：是以地理空间数据库为基础,在计算机软硬件的支持下，运用系统工程和信息科学的理论，实现空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示等功能，以提供管理、决策等所需信息的技术系统。以处理空间数据为主是其区别于其他信息系统的一个关键特征。**类型包括：**专题信息系统、区域信息系统、地理信息系统工具

GIS 的空间数据结构 (数据类型)：适合计算机系统存储、管理和处理的地学图形的逻辑结构，是地理实体的空间排列方式和相互关系的抽象描述，分矢量数据结构和栅格数据结构

类型	定义	优点	缺点
矢量数据结构	用在坐标参考系中的坐标来定义点、线、面等地理要素的空间位置	数据结构紧凑、冗余度低，有利于网络和检索分析，图形显示质量好、精度高	数据结构复杂，多边形叠加分析比较困难
栅格数据结构	将地球表面划分为大小均匀紧密相邻的网格阵列，以规则阵列来表示空间地物或者现象分布的数据组织	数据结构简单，便于空间分析和地表模拟，显示性较强	数据量大，投影转换比较复杂

GIS 空间数据的分析与处理：

- (1) 空间插值：
- (2) 缓冲区分析
- (3) 叠加分析
- (4) DEM 分析/数字高程模型

3S

- ①GIS (处理空间数据的工具)
- ②RS (空间数据获取的来源)
- ③GPS (定位、导航功能)

第六章 作物模拟模型

作物生长模型的特点（也是其明显区别于一些经验模型和一些统计模型的典型特征）：

- ① 系统性:能对作物的生理过程和生态环境系统进行系统的全面的分析与描述。
- ② 动态性:逐时或逐日的描述各种生理生态过程和状态的动态变化。
- ③ 机制性:能对主要的生理过程进行较为真实的机制性描述。
- ④ 预测性:能在给定条件下对作物系统的未来发展动态进行定量描述。
- ⑤ 通用性:适用于任何地点、时间和作物品种，不受地区、时间、作物品种和栽培技术的限制。

作物生长模型结构

第一部分为气候数据、土壤数据、作物数据和栽培管理措施输入模块

第二部分为模拟模块，包含了主要生理生态过程的模拟模型

第三部分为模拟结果的数据或图形输出与分析模块

作物生长模型的研制步骤：

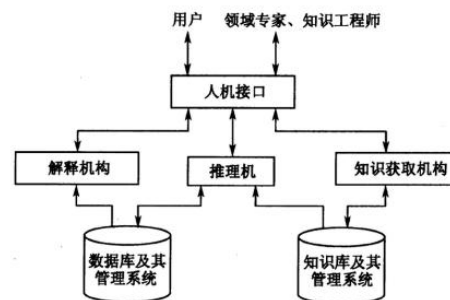
- ① 模拟系统定义与分析
- ② 数据获取与量化处理
- ③ 数学模型构造与程序编写
- ④ 模型验证、检验与改进

第七章 农业专家系统

人工智能（AI）：是指研究人类智能活动的规律，利用计算机构造一个人工系统来模拟人类思考问题，使计算机具有人类智能行为，以实现人类脑力劳动自动化的技术。

专家系统的结构：

- ① 人机接口
- ② 知识获取机构
- ③ 知识库及其管理系统
- ④ 推理机（区别于其他系统的重要结构）
- ⑤ 数据库及其管理系统
- ⑥ 解释机构



专家系统的一般结构

决策支持系统（DSS）：是利用知识和数学模型,通过计算机分析或模拟，协助解决多样化和不确定性问题，如对计划、管理调度、作战指挥和方案寻优等应用问题进行辅助决策的计算机程序系统。

决策支持系统决策过程：①问题识别②建立模型③执行模型④评判决策⑤修改模型

第八章 精确农业技术

狭义精确农业：是指单纯的种植业,即面向大田作物生产的“精确农作”技术,是基于农业信息技术与机械装备技术集成的现代农田“精耕细作”技术。

精确农业目前存在的问题：

① GPS定位准确度差, GIS软件复杂, 产量计量不准, 农户对精确农业技术难以掌握;

② 已开发的多为谷物产量传感器, 缺少棉花、果树、蔬菜等高附加值作物产量监视器, 利用遥感技术管理作物生产尚不成熟;

③ 精确农业技术应用成本较高, 网格土壤取样、产量计量、GPS接收、VRT使用等项目花费较大, 可能超过精确施肥所节约的化肥成本, 经济效益不明显。

近年来, 国际上精确农业技术的推广应用处于徘徊期, 普遍推广的还是一些单项技术, 如DGPS定位下的精确播种、精确喷药等。

澳大利亚精确农业研究中心的研究人员对基于产量变异和土壤养分变异的变量施肥技术的效果进行研究后认为, 变量施肥并没有导致增产, 只是降低了施肥量。

④ 所能考虑的农田变异的空间尺度太大, 通常在1hm²以上

⑤ 支持精确农业实施的决策支持系统还没有完善

精确农业发展主攻重点：

(1) 农田信息采集、分析与处方图生成技术研究：

- ① 农田信息快速高效
- ② 基于 GIS 的农田信息管理技术研究
- ③ 基于地统计学的农田采样信息空间插值方法研究
- ④ 农学参数空间反演方法和遥感填图技术研究
- ⑤ 基于模型的变量决策分析技术研究
- ⑥ 变量作业处方生成技术研究

(2) 精确农业田间变量实施技术研究

- ① 变量施肥技术研究
- ② 变量施药技术研究
- ③ 作业导航技术研究

全球卫星定位系统 (GPS) 的组成部分：

① 导航卫星 (24 颗地球卫星和 3 颗备用卫星。4 星定位) ② 地面站组 ③ 用户接收机

目前全球四大卫星导航定位系统：

- ① 美国——GPS
- ② 中国——北斗卫星导航系统
- ③ 俄罗斯/前苏联——GLONASS 系统
- ④ 欧洲——伽利略定位系统

GPS 定位原理：根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据, 采用空间距离后方交会的方法, 确定待测点的位置。

- 1、下列内容不属于近代信息技术的是 (C)
A.摄影技术 B.电话技术 C.印刷技术 D. 电视技术
- 2、现代信息存储技术则包括 (A)
A.光存储技术 B.电存储技术 C.纸存储技术 D.人工存储技术
- 3、数字农业的核心问题不包括 (D)
A.数字化统一处理农业问题 B.最大限度地开发农业信息资源
C.农业信息的集成与共享 D.农业经济分析与利用
- 4、TDR 土壤水分测定系统的 TDR 指的是 (B)
A.频域反射仪 B.时域反射仪 C.传导仪 D.电磁辐射仪
- 5、FDR 土壤水分测定系统的 FDR 是指 (C)
A.脉冲仪 B.电导仪 C. 频域反射仪 D. 时域反射仪
- 6、数据库系统是计算机应用系统中的一种专门管理数据资源的系统，由____数据库管理系统和数据库管理员三部分组成 (A)
A.数据库 B.信息 C.计算机 D.应用程序
- 7、文件系统管理数据存在的主要不足是 (C)
A.不能保存在外存中 B.无法使用专门的数据管理软件
C.数据冗余度大 D.数据与程序之间具有独立性
- 8、使用表格(二维表)形式来表示实体本身及其相互之间关联的数据模型称为 (D)
A.层次模型 B.网状模型 C.阶梯模型 D.关系模型
- 9、ACCESS 数据库表之间的约束和参照完整性是通过建立表与表之间的____来实现的 (B)
A.查询 B.关联 C.排序 D.索引
- 10、联合国粮农组织(FAO)所属的国际农业科技信息系统建立的农业书目数据库是 (A)
A.AGRIS B.AGRICOLA C.CABI D.IFIS
- 11、国内信息量最大、文摘率最高、文献时间跨度最长的综合性中文数据库是 (B)
A.作物种质资源信息系统 B.农业科技文献数据库
C.农业标准数据库 D.农业灾害查询数据库
- 12、下列不属于 Microsoft Office Excel 软件基本功能的是 (D)
A.数据分析功能 B.图表处理功能 C.数据库管理功能 D.文本编辑功能
- 13、第一颗人造地球卫星的发射成功是在 (A)
A.1957 年 B.1958 年 C.1959 年 D.1960 年
- 14、不受光照等条件的限制，白天晚上均可进行遥感成像的波段是 (D)
A.紫外线 B.可见光 C.红外线 D.微波
- 15、遥感图像的基本特征不包括 (C)
A.几何特征 B.物理特征 C.波长特征 D.时间特征
- 16、以某一局部范围的综合研究和全面的信息服务为目标的系统称为 (B)
A.专题信息系统 B.区域信息系统 C.开放信息系统 D.综合信息系统
- 17、GIS 的分析结果输出在纸上、摄影胶片或类似的材料上叫做 (A)
A.硬拷贝输出 B.软拷贝输出 C.屏幕输出 D. 格式化输出
- 18、描述一定地物特征的定性或定量指标的数据叫 (C)
A.空间数据 B.时态数据 C.属性数据 D.图像数据
- 19、在 3S 技术集成中，能提高图像处理功能的集成是 (B)
A.GIS 与 GPS B.GIS 与 RS C.RS 与 GPS D.GIS 与 DSS
- 20、按照模型所描述的作物种类，作物生长模型可分为 (A)

- A.单作物专用模型和多作物通用模型 B.经验模型和机理模型
C.描述性模型和解释性模型 D.统计模型和过程模型
- 21、下列属于虚拟植物的关键技术的是 (D)
A.数据库管理技术 B.坐标转换技术 C.拓扑形成技术 D.三维数字化技术
- 22、专家系统中一种称作“假设-测试”的策略属于 (C)
A.正向推理 B.混合推理 C.反向推理 D.不确定性推理
- 23、我国经过多年努力研制成功的导航和个人通信技术结合的卫星定位系统是 (C)
A.GLONASS 系统 B.GPS 系统 C.北斗双星系统 D.EGNOS 系统
- 24、计算机网络最主要的功能是 (B)
A.数据通信 B.资源共享 C.负荷与分布处理 D.综合信息服务
- 25、由一中心主节点和一些与它相连的从节点组成的网络拓扑结构为 (A)
A.星型结构 B.总线型结构 C.环型结构 D.网状结构
- 26、TCP/IP 协议的基本传输单位是 (B)
A.数据帧 B.数据包 C.比特流 D.字符
- 27、下列 IP 地址中表达正确的是 (C)
A.192.168.26.9 B.202.195.50.257
C.202.195.48.10 D.192.168.5
- 28、用于表示非盈利组织的域名为 (D)
A..com B..net C..int D..org
- 29、当前计算机通过 Internet 网络登录到另一台远程计算机上所用的协议为 (A)
A.Telnet B.FTP C.BBS D.www
- 30、企业与消费者间的电子商务表示为 (B) 淘宝?
A.B to B B.B to C C.C to C D.B to G

三、填空题

- 1、信息技术的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。
- 2、信息处理技术分为信息识别技术、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。
- 3、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。
- 4、数据采集系统所采集的信号可以分为模拟信号和数字信号两类。
- 5、农田生物信息的类型包括农作物生理功能信息、农作物结构信息和农作物病虫害信息。
- 6、农田气候信息采集处理系统是一个功能扩展的单片机应用系统，由气候信息采集输入通道、数据通信输出通道和单片机功能扩展系统三部分组成。
- 7、土壤养分的连续流动分析系统可将样品的显色与检测合为一体，从而提高效率。
- 8、数据模型分成两个不同的层次：概念模型和数据模型
- 9、数据库设计过程可以分为五个阶段：需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理结构设计以及数据库的实施、运行与维护。
- 10、农业数据库系统主要包括：农业资源信息数据库、农业生产资料信息数据库、农业技术信息数据库、农产品市场信息数据库、农业政策法规数据库和农业机构数据库等。
- 11、数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。
- 12、文本编辑软件的基本功能是使用基本文本格式创建和编辑文本文件。
- 13、SAS 系统的四大任务是数据访问、数据管理、数据分析和数据呈现。

14、遥感技术系统包括空间信息获取、遥感数据传输与接收、遥感图像处理、遥感信息提取与分析四部分。

15、按照遥感平台高度，遥感技术可分为地面遥感、航空遥感和航天遥感。

16、遥感技术的主要特点有综合性、宏观性、时效性、经济性、客观性、局限性。

17、气象卫星的轨道分为低轨和高轨两种，低轨是近极地太阳同步轨道，高轨是地球同步轨道。

18、按照遥感信息收集和记录原理差异，常见的遥感器类型如下光学成像类型、扫描成像类型、成像光谱仪和微波成像系统。

19、遥感图像校正包括辐射校正、大气校正和几何校正。

20、GIS 软件系统的数据输入功能包括图形数据输入、图像数据输入和属性数据输入。

21、地球是个椭圆形的球体，经度和纬度常用于表示地球表面上任何一点的位置，其单位为度、分、秒。

22、GIS 中的数据结构主要有两种类型：基于矢量的数据结构和基于栅格的数据结构。

23、虚拟现实技术有三个特征，即沉浸性、交互性和想像性。

24、专家系统的关键技术是知识获取、知识表示与知识运用技术。

25、农业专家系统具有智能性、继承性、集成性、复杂性和便捷性等特点。

26、精确农业是一种基于作物及资源环境的时空差异特征而实施变量投入的农业战略思想和农业生产方式。

27、计算机网络根据其所涉及范围的大小和计算机之间距离的不同，通常可分为局域网和广域网两种。

28、TCP/IP 协议的 4 层结构为应用层、传输层、网络层和接口层。