写在最前面：1.1.1 表示判断， 物理学角度 表示填空题目易出 绝对空间 表示名词解释题目易出 ， 坐标系统分类 表示 简答题易出 1.1.1 表示必看

**第一单元 地理信息系统导论**

* + 1. 数据（Data）是一种未经加工的原始资料，数字、文字、符号、图像都是数据，数据本身没有意义。

1.1.2信息（Information）是数据的内容，是经过处理的有用的数据。

信息 = 数据 + 数据处理

1.1.3信息的特点：信息的客观性、信息的适用性、信息的传输性、信息的共享性。

1.2.1空间数据：空间数据是各种地理特征和现象间关系的符号化表示，包括空间位置、属性特征（简称属性）及时域特征三部分。

1.2.2空间信息：空间信息是有关地理实体的性质、特征和运动状态的表征和一切有用的知识，它是对表达地理特征与地理现象之间关系的空间数据的解释。

1.2.3 空间信息的特性：空间分布性、具有多维结构、时序特征明显、信息丰富

1.3.1 地理信息系统（GIS）的组成：系统硬件、系统软件、空间数据、应用人员和应用模型。

1.3.2 空间分析是地理信息系统区别于其它信息系统的重要标志。

1.4.1国内地理信息系统的应用：

①资源开发、环境保护、城市规划建设、土地管理

②交通、能源、通讯、地图测绘、林业、房地产开发、金融、保险

③自然灾害的监测与评估、农作物调查与结产

④军事、犯罪分析

⑤运输与导航、110报警系统公共汽车调度等

1.4.2地理信息系统呈现出多学科交叉的特点。这些交叉的学科包括地理学、测量学、地图制图学、摄影测量与遥感学、计算机科学、数学、统计学以及一切与处理和分析空间数据有关的学科。

**第二单元 从现实世界到数字世界**

2.1.1空间认识的四个层次：感觉运动、前运算期、形象运算、形式运算

2.1.2空间认识的三个层次，感知空间，认知空间，符合空间。

2.1.3地理空间认知：指在日常生活中，人类如何逐步地理解地理空间，进行地理分析和决策，包括地理信息的知觉、编码、存储、记忆和解码等一系列心理过程。

2.2.1数据模型：数据模型是计算机中对描述和表现现实世界中感兴趣的某个方面的一组结构的集合。

2.2.2空间数据建模的基本任务：针对所研究的空间现象或问题，描述GIS的空间数据组织，设计GIS空间数据库模式，这包括定义空间实体及其相互间关系，确定数据实体或目标及其关系，设计在计算机中的物理组织、存储路径和数据库结构等。

2.3.1 GIS空间数据模型的概念模型是考虑用户需求的共性，用统一的语言描述和综合、集成各用户视图。目前广为采用的数据模型是基于平面图的矢量数据模型和基于连续铺盖的栅格数据模型。

2.4.1逻辑数据模型是根据前述的概念数据模型确定的空间数据库信息内容（空间实体及相互关系），具体地表达数据项、记录等之间的关系，因而可以有若干不同的实现方法。一般来说，可将空间逻辑数据模型分为采用结构化模型和面向操作的模型两大类。

2.4.2物理数据模型需要设计空间数据的物理组织、空间存取方法、数据库总体存储结构等。

2.5.1 地理信息流与地理信息科学三个领域：

、

**第三单元 地理信息系统的地理数学基础**

3.1.1 空间 分别在 物理学角度 、 天文学角度 、 地理学角度 、 有不同的解释 ， 其中，地理空间上至大气电离层，下至地幔莫霍面，是生命过程活跃的场所，也是宇宙过程对地球影响最大的区域。

3.1.2 地理空间被定义成 绝对空间 和 相对空间 两种形式

3.1.3 绝对空间：是具有属性描述的空间位置的集合，它由一系列不同位置的空间坐标值组成；

相对空间：是具有空间属性特征的实体的集合，它由实体间的空间关系构成。

3.1.4 地理空间：一般包括地理空间定位框架及其所连接的特征实体，地理空间定位框架即大地测量控制，由平面控制网和高程控制网组成。

3.1.5 大地水准面：假设当海水处于完全静止的平衡状态时，从平均海平面延伸到所有大陆下部，而与地球重力方向处处正交的一个连续、闭合的水准面。

3.2.1 地球是一个赤道半径(a)长、极半径(b)短的近似椭球体(a-b ≈21km)。其中，两个极半径也存在差别(几十米)，北极略突出、南极略扁平，近于梨形。

3.2.2三轴椭球体模型：是以大地水准面为基准建立起来的地球椭球体模型。设椭球体短轴上的半径记为c，它表示从极地到地心的距离；椭球体长轴上的半径和中轴上的半径记为a和b，它们分别是赤道上的两个主轴。

公式为。

3.2.3地球椭球体的逼近分为一级逼近、二级逼近和三级逼近，其中，三级逼近称为参考椭球体。

3.2.4大地基准：是指能够最佳拟合地球形状的地球椭球的参数及椭球定位和定向。椭球定位是指确定椭球中心的位置；椭球定向是指确定椭球旋转轴的方向，不论是局部定位还是地心定位，都应满足两个平行条件:①椭球短轴平行于地球自转轴；②大地起始子午面平行于天文起始子午面

3.3.1参心坐标系：以参考椭球为基准的坐标系，参考椭球中心为坐标原点。

3.3.2地心坐标系：以总地球椭球为基准的坐标系，地球质心为坐标原点。

3.3.3建立参心坐标系的工作：

①选择或求定椭球的几何参数（长短半径）；

②确定椭球中心位置（定位）；

③确定椭球短轴的指向（定向）；

④建立大地原点。

3.3.4坐标系统分类：

3.3.5球面坐标系统分为天球坐标系和参心大地坐标系

3.3.6我国的三种参心坐标系：

①1954年北京坐标系（局部平差）--参心

②1980年国家大地坐标系（整体平差） --参心

③ 新1954北京坐标系

3.3.6坐标系之间的转换

大地坐标与空间直角坐标的转换（可能出一道计算题）





3.4.1GIS是建立在地理空间坐标系基础上的

3.4.2地理坐标（经度、纬度）是描述地理空间信息最直接的方法。

3.4.3平面直角坐标系(X,Y)建立了对地理空间良好的视觉感，并易于进行距离、方向、面积等空间参数的量算，以及进一步的空间数据处理和分析。

3.4.4地理信息系统中的地理空间，通常就是指经过投影变换后放在笛卡儿坐标中的地球表层特征空间，它的理论基础在于旋转椭球体和地图投影变换。

3.4.5一个特定的地理坐标系是由一个特定的椭球体和一种特定的地图投影构成。

3.4.6投影的定义：空间任意点A与固定点S的连线AS（包括其延长线）被某面P所截，直线AS与该截面P的交点a叫做空间点A在截面P上的投影。截面P称作投影面，交点a称作投影点，直线AS称作投影线，S点称作投影中心。

3.4.7中心投影：投影面平行于地面、投影线垂直于地面（S于无穷远处）的投影。

3.4.8地图投影概念：椭球面上的各点的大地坐标，按照一定的数学法则，变换为平面上相应点的平面直角坐标，通常称为地图投影。

3.4.9 正解变换和反解变换：

一般地，我们把由地理坐标求出地图平面直角坐标的形式称为正算式，称正解变换，也称直接变换法。

把由地图直角坐标求出地理坐标的形式称为反算式，称反解变换，也称间直接变换法。

3.4.10 地图投影的分类：

①按变形的性质：等角投影、等积投影、等距投影

②按构成方法分类：（1）几何投影：按展开方式（方位投影、圆柱投影、圆锥投影）、按投影面与地球相割或相切（割投影、切投影）、轴向 （正轴、斜轴、横轴）

1. 非几何投影：按经纬线形状，分为伪方位投影、伪圆柱投影、伪圆锥投影、多圆锥投影。

3.4.11 地图投影的变形主要体现在：长度变形、面积变形、角度变形

3.4.12 地图的分类：地图按内容分类、地图按比例尺分类、地图按结构分类

3.4.13高斯—克吕格投影：是一种横轴等角切椭圆柱投影，其条件为：

中央经线和地球赤道投影成为直线且为投影的对称轴；

等角投影；

中央经线上没有长度变形。

3.4.14高斯--克吕格投影的优点

①等角性别适合系列比例尺地图的使用与编制;

②径纬网和直角坐标的偏差小，便于阅读使用;

③计算工作量小，直角坐标和子午收敛角值只需计算一个带。

④由于高斯-克吕格投影采用分带投影，各带的投影完全相同，所以各投影带的直角坐标值也完全一样，所不同的仅是中央经线或投影带号不同。为了确切表示某点的位置，需要在Y坐标值前面冠以带号。如表示某点的横坐标为米，前面两位数字“20”即表示该点所处的投影带号。、

3.5.1比例尺：表示图上距离比实地距离缩小的程度.

3.5.2比例尺的表示方法：① 文字式 ② 数字式 ③ 直线式:

3.5.3在图幅相同的情况下，地图比例尺越大，要表示的范围越小、要表示的内容越详细。

反之，地图比例尺越小，要表示的范围越大，要表示的内容越简略。 （判断题）

**第四单元 地理信息系统的空间数据结构**

4.1.1概念模型：所谓概念模型主要是指GIS研究者对研究对象的整体特性和相互关系的抽象。 仅就关系而言，就可能涉及空间位置、空间分布、空间形态、空间相关、空间趋势、空间对比、空间运动等。

4.1.2 逻辑模型：所谓逻辑模型主要是指与前述概念模型相适应的数据间的逻辑关系，用以选取相应的数据库管理系统。目前最常见的数据库结构有：层次结构、网络结构和关系结构。

4.1.3内部模型：所谓内部模型是指计算机硬件存储介质中的数据组织。

4.1.4空间数据模型：栅格数据模型、矢量数据模型、网络数据模型、时空数据模型、面向对象的数据模型、层次数据模型、关系数据模型

4.1.5 层次数据模型的特点：是将数据组织成有向的树结构，结构中的结点代表数据记录，连线则描述其隶属关系，而且只能是一对多的关系。

4.1.6层次数据模型的优点和不足：

优点是层次清楚，数据的存储、查询方便。

缺点是能表示数据据间的多对多的关系，结构缺乏灵活性；低层次的数据对象处理效率低，且难以进行反向查询；用户必须了解数据的物理结构，才能在数据操作中给出正确的路径；对多对多联系的模拟将导致物理存储上的冗余；数据独立性差；难以顾及公共点、线的数据共享和实体元素间的拓扑关系；基本不具备演绎功能和操作代数基础；层间的大量索引文件势必造成实体元素的重复存储，导致大量的数据冗余。

4.1.7网络数据模型的优缺点：

优点是网络数据模型的优点是减少了数据的冗余，数据的存储效率高于层次模型。具有一定的数据独立性和共享型。在一定程度上支持数据的重构。

缺点是指针数据增多，势必占据大量的存储、空间；数据的修改必将引起指针的变动，这就给数据的维护带来不利影响；数据操作命令具有过程型；不直接支持对层次结构的表达；增加了用户查询和定位的难度；基本不具备演绎功能和操作代数基础。

4.1.8关系数据模型的特色：关系模型的最大特色就是其描述的一致性和独立性。对象之间的联系不是用指针，而是用数据本身的公共项的值来隐含地表达，并可用布尔代数和算术运算实施数据的操作，具有严密的数学基础和操作代数基础。

4.1.9关系数据模型的优缺点：

关系模型的优点是简便、灵活、易于维护；

不足是效率不理想、难以适应复杂目标实施数据处理的要求；描述对象语义能力较差；不直接支持层次结构，因而不直接支持对于概括、分类和聚合的模拟。不允许嵌套；模型的可扩充性差；关系模型模拟和操纵复杂对象的能力较弱。

4.1.10传统数据模型的局限性：就地理信息系统而言，由于研究对象本身的复杂性，以及对空间操作的高层次要求（包括模拟、推理等），传统的数据模型往往无法适应。

4.2.1 地理空间数据的拓扑关系

拓扑邻接：同类元素之间的拓扑关系。

拓扑关联：不同类元素之间的拓扑关系。

拓扑包含：同类不同级元素之间的拓扑关系。

4.2.2地理空间数据拓扑关系应用价值：

（1）确定地理实体间的相对空间位置，无需坐标和距离

（2）利于空间要素查询

（3）重建地理实体

4.3.1地理信息空间数据结构：空间数据结构、矢量数据结构、栅格数据结构。

4.3.2矢量数据基本类型：点、线、面、区域。

4.3.3矢量数据结构优缺点：

优点：

（1）数据结构简单，直观，便于用户接受；

（2）便于系统的维护和更新。

缺点：

（1）数据冗余度大，如多边形公共边重复存储，但没有存储多边形之间的关系。相邻多边形易产生伪多边形。解决的办法是建立多边形边界表；

（2）缺乏拓扑信息，如邻域信息等，不便于拓扑分析（临时建立拓扑关系）；

（3）对岛处理能力差，无法建立外多边形的关系。

4.3.4拓扑型的数据结构优缺点：

优点：

1）描述点、线、面的空间关系不完全依赖于具体坐标位置；

2）所表达的空间关系信息丰富、简洁；

3）便于做多边形和多边形的叠合；

4）便于检查数据输入过程中的错误；

缺点：

1）拓扑关系的建立复杂；

2）数据结构本身比较复杂。

4.3.5栅格结构编码方法：直接栅格编码、链码、游程长编码、四叉树编码。

4.3.6直接栅格编码：直接编码就是将栅格数据看作一个数据矩阵，逐行（或逐列）逐个记录代码。

4.3.7链码：由起点位置和一系列在基本方向的单位矢量给出每个后续点相对其前继点的可能的8个基本方向之一表示。

4.3.8游程长度编码：(1)只在各行（或列）数据的属性发生变化时依次记录该属性以及相同属性重复的个数（游程编码）；（2）逐个记录各行（或列）属性发生变化的位置和相应属性。（ppt第四单元96.97页）

4.3.9块码：采用方形区域作为记录单元，数据编码由初始位置行列号加上半径，再加上记录单元的属性组成。

4.3.10 常规四叉树的特点：从上到下递归分割；除了记录叶结点之外，还要记录中间结点。结点之间借助指针联系，每个结点需要用六个量表达，即四个叶结点指针、一个父结点指针和一个结点的属性或灰度值。这些指针不仅增加了数据储存量，而且增加了操作的复杂性。

4.3.11 四叉树编码的优缺点：

优点：

从两维对数据进行了压缩，以表示面状地物的数量特征；

阵列各部分的分辨率是可变的，边界复杂部分四叉树分级较多，分辨率高，运算效率也高；

便于在多边形中嵌套异类小多边形的表示。

缺点：

要求图象格网必须是 2n\*2n

目前四叉树主要用在数据索引、图幅索引等，它是一种有前途的栅格编码。

4.3.12栅格数据结构的特点：

①用单元填满空间

②数据结构简单，存储方便

③有限的多重属性（栅格取值应整数）

④分辨率的提高和数据量之间呈 平方指数关系

⑤为了减少数据量，产生了多种压缩存储量的数据结构

⑥金字塔索引，加快显示

4.3.13矢量、栅格数据的优缺点比较

矢量模型：

优点：1.数据存储量小2.空间位置精度高3.空间关系描述全面，对线状、网络状事物的分析方便4.空间和属性数据综合查询与更新方便5.普通地图可直接手工数字化

缺点：

1.数据结构复杂2.多种地图叠合分析较困难3.边界复杂模糊的事物难以描述4.不能直接处理数字图象信息

栅格模型：

优点：1.数据结构简单2.多种地图叠合分析方便3.容易描述边界复杂、模糊的事物，便于处理三维连续表面4.能直接处理数字图象信息5.能直接用栅格状设备输出图形；

缺点：1.数据储存量大2.空间位置精度低3.难以表达线状、网络状的事物4.输出地图不美观5.普通地图须按矢量方式数字化。

4.3.14DTM (Digital Terrain Model)数字地形模型

50年代由MIT摄影测量实验室提出，是用数字形式描述地形表面的模型。实质上这是对地面形态和属性信息的数字表达。

4.3.15DEM(Digital Elevation Model)数字高程模型

当DTM模型中数字属性为高程时称DEM模型，即数字高程模型。

4.3.16 DEM模型是DTM模型的一种特例。

4.3.17 格网数据结构包括：

1）元数据

描述DEM数据的数据，如数据表示的时间、边界、测量单位、投影参数。

2）数据头

DEM数据的起点坐标、坐标类型、格网大小、行列数等。

3）数据体

行列数分布的数据阵列。

4.3.18规则格网的优缺点

优点：1）数据结构简单，算法实现容易，便于空间操作和存储。尤其适合在栅格数据结构的GIS系统中。

2）容易计算等高线、坡度、坡向、自动提取地域地形等。

缺点：1）数据量大，通常采用压缩存储

1. 不规则的地面特性与规则的数据表示之间本身就不协调。它对不同地形采用一律平等的规则格网，不利于表示复杂地形。

4.3.19不规则三角网模型的优缺点

不规则三角网模型的优点：

1）克服栅格数据中的数据冗余问题；

2）表示地面形态效率高，数据精度高。它能较好地表示地性线，充分表示复杂的地形特征，适应起伏不同的地形。

不规则三角网模型的缺点：

1）算法实现复杂，由于形成三角网方法不同有不同 算法；

2）对特殊的地形线要调整。

4.3.20大比例尺数据高程模型通常采用能表示地性线的不规则三角网，以便较精确地显示小区域地形特性。

4.3.21小比例尺数据高程模型通常可采用规则格网模型，以显示大区域宏观地形特性。

4.3.22等值线是DEM模型的平面表示形式，是地形表示中广泛使用的一种表示方法。

4.4.1矢量到栅格数据的转换步骤

1）选择单元的大小和形状；

2）将点和线实体角点的笛卡尔坐标转换到预定分辨率和已知位置的矩阵中；

3）利用单根扫描线（沿行或列）或一组相连接的扫描线去测试线性要素与单元边界的交叉点，并记录穿过交叉点的栅格单元个数；

4）测试多边形时，先测试角点，再对剩下线段进行二次扫描，到达边界位置时，记录其位置与属性值

4.4.2栅格数据向矢量数据转换的典型过程

（1）多边形边界提取；

（2）边界线追踪；

（3）去除多余点及曲线光滑；

（4）拓扑关系生成

4.5.1数据库阶段的特点：

（1）数据结构化是数据库与文件系统的根本区别；

（2）数据的共享性高，冗余度低，易扩展；

（3）数据独立性高；

（4）数据库系统为用户提供了方便的用户接口；

（5）数据由DBMS统一管理和控制。

4.5.2数据库：是存储在计算机中、按一定数据模型组织、可共享的数据集合，这些数据用于各种应用系统中。

4.6.1空间数据分类：根据系统功能及国家规范和标准，将具有不同属性或特征的要素区别开来的过程，以便从逻辑上将空间数据组织为不同的信息层，为数据应用做准备。

4.6.2空间数据的编码：指将数据分类的结果，用一种易于计算机和人识别的符号系统表示出来的过程。编码的结果是形成代码。

**第五单元 空间数据采集与处理（教材第五、六章）**

5.1.1数据采集的任务：①将现有的地图、外业观测成果、航空像片、遥感图片数据、文本资料等转换成GIS可以接受的数字形式②数据入库之前进行验证、修改、编辑等处理，保证数据在内容和逻辑上的一致性③不同的数据来源要用到不同的设备和方法④数据的转换装载

5.1.2数据处理：几何纠正、图幅拼接、拓扑生成等

5.1.3在扫描后处理中，需要进行栅格转矢量的运算，一般称为扫描矢量化过程。

5.1.4扫描矢量化可以自动进行，但是扫描地图中包含多种信息，系统难以自动识别分辨，所以在实际应用中，常常采用交互跟踪矢量化，或者称为半自动矢量化。

5.1.5 遥感( Remote Sensing )概念：

广义：泛指一切无接触的远距离探测，包括对电磁场、力场、机械波（声波、地震波）等的探测。

遥感定义：是从远处探测感知物体，也就是不直接接触物体，从远处通过探测仪器接收来自目标地物的电磁波信息，经过对信息的处理，判别出目标地物的属性。

5.1.6 遥感数据：太阳辐射经过大气层到达地面，一部分与地面发生作用后反射，再次经过大气层，到达传感器。传感器将这部分能量记录下来，传回地面，即为遥感数据

5.1.7传感器是收集、量测和记录遥远目标的信息的仪器，是遥感技术系统的核心。

传感器一般由信息收集、探测系统、信息处理和信息输出4部分组成。

5.1.8遥感的特性

空间特性：视域范围大，具有宏观特性。

光谱特性：探测的波段从可见光向两侧延伸,扩大了地物特性的研究范围。

时相特性：周期成像，有利于进行动态研究和环境监测。

5.1.9遥感的特点

大面积的同步观测：所取得的数据可进行大面积资源和环境调查，并且不受地形阻隔等限制。

时效性：遥感探测可以在短时间内对同一地区进行重复探测，监测地球上许多事物的动态变化。

数据的综合性和可比性：遥感获得的地物电磁波特性数据综合地反映了地球上许多自然、人文信息，客观地记录了地面的实际状况，数据综合性很强。同时，不同的卫星传感器获得的同一地区的数据以及同一传感器在不同时间获得的同一地区的数据，均具有可比性。

经济性：从投入的费用与所获取的效益看，遥感与传统的方法相比，可以大大地节省人力、物力、财力和时间。

局限性：遥感技术利用的电磁波很有限，仅仅集中在几个波段。

信息的提取方法不能满足遥感快速发展的要求。

数据的挖掘技术不完善，使得大量的遥感数据无法有效利用。

5.1.10遥感数据的应用领域

林业：清查森林资源、监测森林火灾和病虫害。

农业：作物估产、作物长势及病虫害预报。

水文与海洋：水资源调查、水资源动态研究、冰雪监控、海洋渔业。

国土资源：国土资源调查、规划和政府决策。

气象：天气预报、气候预报、全球气候演变研究。

环境监测：水污染、海洋油污染、大气污染、固体垃圾等及其预报。

测绘：航空摄影测量测绘地形图、编制各种类型的专题地图和影像地图。

城市：城市综合调查、规划及发展。

考古：遗址调查、预报。

地理信息系统：基础数据、更新数据。

5.2.1拓扑编辑：基于拓扑关系，纠正拓扑错误的空间数据的编辑。

**第六单元 空间数据质量控制**

6.1.1空间数据质量标准：数据情况说明、位置精度（定位精度）、属性精度、时间精度、逻辑一致性、完整性、表达形式的合理性

6.1.2空间数据质量评价：就是用空间数据质量标准要素对数据所描述的空间、专题和时间特征进行评价。

6.1.3空间数据的误差分析：空间数据的质量通常用误差来衡量，而误差定义为空间数据与其真值的差别。

6.1.4空间数据的误差分析有源误差和操作误差；其中源误差包括地面测量数字数据的误差、地图数字化数据的误差、遥感数据误差；操作误差包括由计算机字长引起的误差、由拓扑分析引起的误差、数据分类和内插引起的误差。

6.1.5空间数据质量的控制：

传统的手工方法

元数据方法

地理相关法

数据生产和处理的各个环节控制