

江西理工大学

2016 年硕士研究生入学考试试题

考试科目代码及名称：821 地理信息系统基础

要求：答案一律写在考点发放的答题纸上，写在试题上无效。

一、名词解释(任选 10 个小题，每小题 4 分，共 40 分)

- | | |
|-----------------|---|
| 1. 地理信息科学 | 8. SaaS、IaaS |
| 2. 空间元数据 | 9. 众源地理数据(Crowd Sourcing Geographic Data) |
| 3. 正高 | 10. 空间媒体数据 |
| 4. 空间叠置分析 | 11. NoSQL |
| 5. 格网索引 | 12. ArcGIS Online |
| 6. 属性域 | |
| 7. 点要素(交汇点)连通策略 | |

二、阐述矢量栅格一体化数据结构的基本思想及存储结构。(10 分)

三、阐述空间数据质量的内涵及空间数据质量标准的主要内容。(10 分)

四、阐述空间数据模型的概念并举例说明空间数据模型的三个组成部分。(10 分)

五、空间数据在对象关系数据库管理系统中有哪几种存储方式及如何存储？(10 分)

六、阐述四叉树数据结构的基本思想？写出图 1 所示栅格数据的线性四叉树数据结构。(10 分)

七、聚集容差及坐标精度等级对拓扑校验、空间分析结果有何影响？(10 分)

八、Geodatabase 中在哪些情况下需要使用要素数据集(FeatureDataset)？(10 分)

九、阐述网络分析的主要功能。在构建非定向网络时，可以设置哪些网络属性？(10 分)

十、数字高程模型有哪些表达方式并阐述每种表达方式的基本思想。数字地形分析有哪些主要功能？(10 分)

十一、大数据时代，地理信息技术将面临哪些机遇与挑战？(20 分)

江西理工大学

2016 年硕士研究生入学考试试题

σ_1	1	u_1	1	2	2	2	2
1	1	1	1	2	2	2	2
δ_1	1	u_1	3	4	4	5	5
1	1	3	3	4	4	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5

图 1 栅格数据

2016 地理信息系统基础知识点

一、 名词解释

1. 地理信息科学

地理信息科学是一门从信息流的角度研究地球表层人地关系系统的学科。其目的在于揭示地理信息发生、采集、传输、表达和应用的机理，研制开发各种地信技术系统，为人地系统的认知、研究与调控提供科学依据和手段，促进人地系统的持续发展。

2. 地理信息系统

地理信息系统是一种采集与处理、存储管理、显示与输出、分析与应用、传输与发布空间数据的计算机系统。

3. 正高

正高是指从一地面点沿过此点的重力线到大地水准面的距离。

4. 正常高

正常高是指从一地面点沿过此点的正常重力线到似大地水准面的距离。我国规定采用的高程系统是正常高系统。如果不是进行科学研究，只是一般使用，正常高系统在国内也可以称为海拔高度。

5. 空间数据模型

空间数据模型是关于现实世界中空间实体及其相互间联系的组织形式，它为描述空间数据的组织和设计空间数据库模式提供基本方法。它包括空间数据结构、空间数据操作和空间完整性约束条件三部分。

6. 空间元数据

元数据 (Metadata) 是描述数据的数据。在地理空间数据中，元数据是说明空间数据内容、质量、状况和其他有关特征的背景信息。

7. 四叉树数据结构

四叉树结构的基本思想是将一幅栅格地图或图像等分为四部分，逐块检查其格网属性值(或灰度)，如果某个子区的所有格网值都具有相同的值，则这个子区就不再继续分割，否则还要把这个子区再分割成四个子区。这样依次地分割，直到每个子块都只含有相同的属性值或灰度为止。

8. 属性域

属性域是描述一个字段类型的合法值的规则,用于限制在表、要素类、或子类型的任何具体属性字段内允许的值。有两种类型的属性域：范围属性域(Range domain): 从最小值到最大值，例如：杆高=10 米到 15 米；编码值属性域(Coded value domain): 一组值的列表，例如土地利用类型：居住, 商用, 或工业用

9. 要素数据集

要素数据集是具有相同空间参考系(Spatial Reference) 的地理数据集 (要素类) 的集合。

10. 网络数据集

在 Geodatabase 中使用网络数据集(Network dataset)对非定向网络进行建模,由线、点、转弯(turns)要素创建网络数据集。

11. 影像金字塔

影像金字塔(image pyramid)是由原始影像按一定规则生成的由细到粗多种不同分辨率的影像集。

12. 地形数据集(Terrain Dataset)

地形数据集(Terrain Dataset)是 Geodatabase 中的一种多分辨率的基于 TIN 的表面(surface)数据结构,它引用源要素类,并不实际将表面存储为栅格或 TIN,而是对数据进行有效组织,动态生成 TIN 表面。这种数据组织涉及创建地形金字塔,地形金字塔是根据不同比例尺条件下动态生成详细程度不同的 TIN 表面,即不同的显示比例生成相应金字塔等级的 TIN 表面。当地图显示范围较大、比例尺较小时,则使用较少的点构建粗粒度的 TIN 表面;当地图显示范围较小、比例尺较大时,则使用较多的点构建详细程度更高的 TIN 表面。

13. 四叉树索引

四叉树索引的基本思想是对研究区域进行一分为四的递归分割,直到每个节点容纳的地理要素数量不超过规定数目,并记录每个叶节点包含的地理要素的概要信息。查询时,从四叉树的根节点开始,沿四叉树结构找到查询对象所在的叶节点,并根据该叶节点中记录的概要信息,快速定位到存储设备找到所需的地理要素。

14. 格网索引

将研究区域用横竖划分为大小相等或不等的格网,记录每一个网格所包含的空间要素的概要信息。当用户进行空间查询时,首先计算出查询空间要素所在的网格,然后通过该网格快速定位到所选择的要素。

15. 叠加分析

叠加分析是将同一地区的两组或两组以上的要素进行叠加,产生新的要素的空间分析方法。

16. 属性连接

基于两个表的公用字段可以将属性从一个表追加到另一个表上。通常可将一个普通的表的属性连接到一个图层上,然后对普通表的属性进行可视化、标注等。

17. 空间连接(Spatial Join)

空间连接(Spatial Join)将在所涉及的图层之间使用空间关系将一个图层中的属性追加到另一个图层。

18. Symmetrical Difference 叠加分析

Symmetrical Difference 叠加分析先计算输入要素与更新要素的交集,删除公共部分,保留其余部分。

19. 空间媒体数据

包含位置因素的数字化的文字、图形、图像、声音、视频影像和动画等媒体数据,主要来源于移动社交网络、微博等新型互联网应用。

20. 众源地理数据(Crowd Sourcing Geographic Data)、自发地理信息(Volunteered Geographic Information)

Web2.0的兴起,UGC (User Generated Content, 用户贡献、创建内容)的广泛应用,催生了UGCC (User Generated Geographic Content)、众源地理数据、自发地理信息,大众用户可以生产、传播各种地理数据。

21. 地理编码(Geocoding)

地理编码(geocoding)是指将坐标对、地址或地名等位置描述转换为地球表面上某位置的过程。

22. 线性参考(Linear Referencing)

用沿着已存在的线性要素的相对位置来简化数据的记录。就是说,位置是根据一个已知的线性要素和一个沿该要素的位置或度量值给定的。例如昌赣高速 221.6 公里处,唯一地标识了地理空间中的一个位置,而不必用 x, y 表示。

23. 线要素(边线) 连通策略

“端点(Endpoints)” 连通策略: 边线只能在端点处与其它边线或交汇点连通, 即线要素将变成仅在重合端点处进行连接的边。

“任意节点(Any vertexes)” 连通策略: 一条边线可以与其它边线或交汇点的任意节点处连通, 即线要素将在重合节点处被分成多条边线。但这种策略也并不是把所有相交的线都在相交处打断, 如果在相交处没有重叠的节点, 那么它并不会自动创建节点把线打断。

24. 点要素(交汇点) 连通策略

依边线连通(Honor): 根据边线元素的连通性策略决定交汇点与边线的连通性。

交汇点处连通(Override): 交汇点与边线的连通策略为任意节点处连通, 忽略边线的连通策略。

25. NoSQL

Not only SQL, No SQL, 不仅仅是结构化数据, 还有大量半结构化、非结构化数据; 不仅仅只有RDBMS, 还需要有非关系数据库管理系统。

26. ArcGIS Online

ArcGIS Online 是一个面向全球用户的公有云 GIS 平台, 是一种全新的 GIS 软件应用模式, 为用户提供了按需的、安全的、可配置的 GIS 服务。ArcGIS Online 包含了全球范围内的底图、地图数据、应用程序, 以及可配置的应用模板和开发人员使用的 GIS 工具和 API, 可用于创建 Web 地图、发布 GIS 服务、共享地图、数据 and 应用程序, 以及管理组织的内容和多个用户。

27. SaaS

软件即服务, 是一种通过 Internet 提供软件的模式, 厂商将应用软件统一部署在自己的服务器上, 客户可以根据自己实际需求, 通过互联网向厂商定购所需的应用软件服务, 按定购的服务多少和时间长短向厂商支付费用, 并通过互联网获得厂商提供的服务。

28. PaaS

平台即服务, 把服务器平台作为一种服务提供的商业模式, 实际上是指将软件研发的平台作为一种服务, 以 SaaS 的模式提交给用户。

29. IaaS

基础架构即服务，是一种基础架构交付模式，通过互联网的形式向用户交付基础架构服务，如服务器（物理或虚拟）、存储、数据库、网络宽带等，并收取一定的租用费。

二、 主要知识点

1. 地理空间的矢量表达与栅格表达的基本思想，以及如何应用？矢量栅格一体化数据结构的基本思想。

矢量表达：用一系列有序点的 X、Y（、Z）坐标来精确表达点、线、面实体。主要用来模拟具有精确形状和边界的离散要素。

栅格表达：以规则的像元阵列来表示地理实体或现象的分布。它将研究区域按一定分辨率作行和列的规则划分，形成由网格单元组成的矩阵，每个网格单元称为像素或像元（Cell 或 Pixel）。栅格中的每个像元是栅格数据中最基本的信息存储单元，其坐标位置可以用行号和列号确定，像元的值表示地理实体或现象的某种属性特征。主要用来模拟连续的现象和地球的影像。

矢量表达优点：

- （1）它是面向目标的，不仅能表达属性编码，而且容易定义和操作单个空间实体。
- （2）能完整地描述拓扑关系；
- （3）表示地理数据的精度较高；
- （4）图形输出精确美观；
- （5）严密的数据结构，数据量小；
- （6）图形数据和属性数据的恢复、更新、综合都能实现；

矢量表达缺点：

- （1）数据结构复杂；
- （2）矢量多边形的叠置算法较为复杂；
- （3）数学模拟比较困难；
- （4）技术复杂，特别是更加复杂的硬、软件。

栅格表达优点：

1) 属性明显，定位隐含：即数据直接记录每个栅格所代表的地理要素或现象的属性，而根据行列号可以计算相应的坐标。

- 2) 数据结构简单；
- 3) 空间数据的叠置和组合十分容易方便；
- 4) 各类空间分析都很容易于进行；数学模拟方便。

栅格表达缺点：

- 1) 当分辨率低时，表达的误差大，计算面积、距离等误差大；
- 2) 当分辨率高时，数据量大；
- 3) 数据组织不是面向实体的，没有表达拓扑关系；
- 4) 地图输出不精美。

要表达要素之间的拓扑关系，应该选择矢量表达。

对于地形表面的高低起伏，可采用规则格网（栅格表达）、TIN、地形数据集和等高线 4 种方式表达。

矢量栅格一体化数据结构的基本思想：

一体化数据结构的基本概念：无论是点状要素、线状要素、还是面状要素均采用面向目标的描述方法，因而它可以完全保持矢量的特性，而元子空间充填表达建立了位置与要素的联系，使之具有栅格的性质。

线性二叉树编码和细分格网法为建立矢栅一体化的数据结构奠定了基础。线性二叉树是基本数据格式；细分格网法保证足够精度，在有点、线通过的基本格网内再细分成 256×256 细格网（精度要求低时，可细分为 16×16 个细格网）。基本格网和细格网均采用十进制线性二叉树编码，将采样点和线性目标与基本格网的交点用两个 Morton 码表示。前一 M1 表示该点（采样点或附加的交叉点）所在基本格网的地址码，后者 M2 表示该点对应的细分格网的 Morton 码，亦即将一对 X,Y 坐标用两个 Morton 码代替。

每个线状目标除记录原始取样点外，还记录路径所通过的栅格；

每个面状要素除记录它的多边形周边以外，还包括中间的面域栅格。

采用细分格网来确保栅格表达的精度，采用循环指针来表达面域。

2. 栅格数据结构

二叉树编码：将一幅栅格地图或图像等分为四部分，逐块检查其格网属性值(或灰度)，如果某个子区的所有格网值都具有相同的值，则这个子区就不再继续分割，否则还要把这个子区再分割成四个子区。这样依次地分割，直到每个子块都只含有相同的属性值或灰度为止。

二叉树结构：就是将空间区域不断地分解为八个大小相同的子区域，直到同一区域的属性单一为止。

1	1	1	1	2	2	2	2
1	1	1	1	2	2	2	2
3	3	6	6	4	4	5	5
3	6	6	6	4	4	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5
6	6	6	6	5	5	5	5

3. 空间数据质量

空间位置、属性特征以及时间是表达现实世界空间变化的三个基本要素。空间数据是有关空间位置、属性特征以及时间信息的符号记录。而数据质量则是空间数据在表达这三个基本要素时，所能够达到的准确性、一致性、完整性，以及它们三者之间统一性的程度。

空间数据质量标准的内容如下：

① 数据情况说明：要求对地理数据的来源、数据内容及其处理过程等作出准确、全面和详尽的说明。

② 位置精度或称定位精度：为空间实体的坐标数据与实体真实位置的接近程度，常表现为空间三维坐标数据精度。它包括数学基础精度、平面精度、高程精度、接边精度、形状再现精度（形状保真度）、像元定位精度（图像分辨率）等。平面精度和高程精度又可分为相对精度和绝对精度。

③ 属性精度：指空间实体的属性值与其真值相符的程度。通常取决于地理数据的类型，且常常与位置精度有关，包括要素分类与代码的正确性、要素属性值的准确性及其名称的正确性等。

④ 时间精度：指数据的现势性。可以通过数据更新的时间和频度来表现。

⑤ 逻辑一致性：指地理数据关系上的可靠性，包括数据结构、数据内容（包括空间特征、专题特征和时间特征），以及拓扑性质上的内在一致性。

⑥ 数据完整性：指地理数据在范围、内容及结构等方面满足所有要求的完整程度，包括数据范围、空间实体类型、空间关系分类、属性特征分类等方面的完整性。

⑦ 表达形式的合理性：主要指数据抽象、数据表达与真实地理世界的吻合性，包括空间特征、专题特征和时间特征表达的合理性等。

空间数据质量问题的主要来源：

空间现象自身存在的不稳定性

空间现象的表达

空间数据处理中的误差

空间数据使用中的误差

4. 空间数据存储管理的主要方式。

1) 基于文件管理的方式

几何图形数据和属性数据由操作系统的文件进行管理，GIS 应用程序依赖于数据文件的存储结构，数据文件修改时，应用程序也随之需要改变。数据独立性差，且冗余度大，容易造成数据的不一致性，给数据的修改和维护带来了困难。

2) 文件与关系数据库混合管理模式

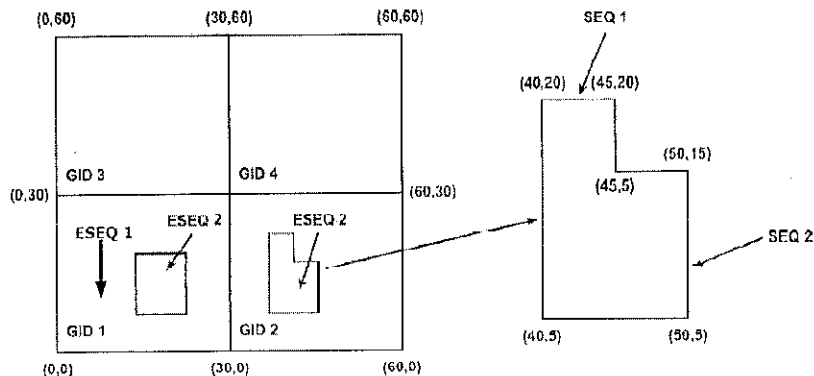
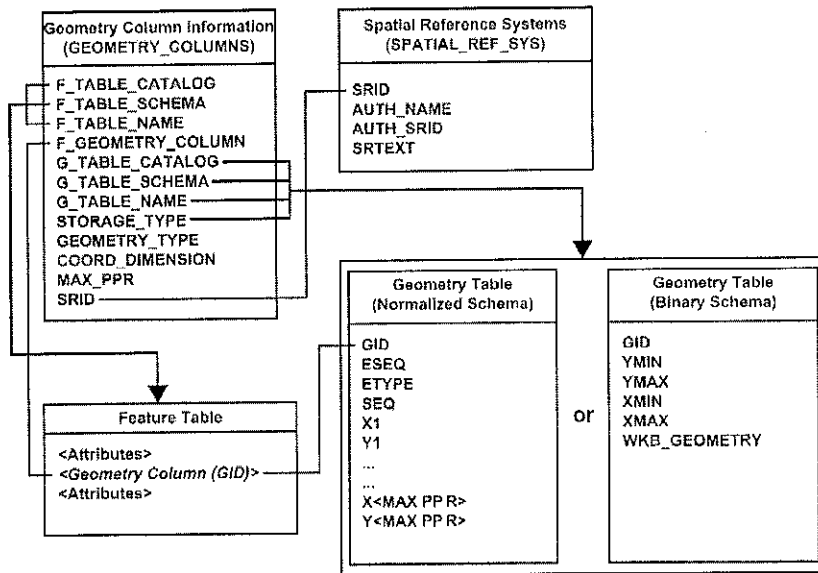
用文件系统管理几何图形数据，用关系数据库管理系统管理属性数据，它们之间的联系通过公共的目标标识 OID 进行连接。

3) 全关系型空间数据库管理模式

几何图形数据和属性数据都用关系数据库管理系统管理，具体实现有 3 种方式：用常规数值类型或二进制字段类型(BLOB)存储管理坐标数据，Geometry 扩展类型的实现模式。

常规数值类型：要素几何形状(坐标数据)单独存储在几何表(Geometry Table)中，要素表(Feature Table)的几何列只存储几何对象在几何表中的 GID (Geometry ID)。每个地理要素由一系列点坐标对来描述，其坐标值用 SQL 预定义的数值类型来存储。当地理要素的坐标对数超过了每行的定长坐标对数时，就采用分行存储。

几何存储模式将几何对象的坐标以预定义 SQL 数值类型存储。在几何表中，一个或多个坐标点(X, Y, 可选的 Z、M 值)可以用数值对表达。每个几何对象由关键字(GID)标识并且由一个或多个按顺序(ESEQ)排列的基本元素组成。几何对象中的每个基本元素可能被分配到几何表的一行或多个行中，跨多行时按序列号(SEQ)排序，元素的几何类型由 ETYPE 标识。



GID	ESEQ	ETYPE	SEQ	X0	Y0	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
1	1	3	1	0	0	0	30	30	30	30	0	0	0
1	2	3	1	10	10	10	20	20	20	20	10	10	10
2	1	3	1	30	0	30	30	60	30	60	0	30	0
2	2	3	1	40	5	40	20	45	20	45	15	50	15
2	2	3	2	50	15	50	5	40	5	Nil	Nil	Nil	Nil
3	1	3	1	0	30	0	60	30	60	30	30	0	30
4	1	3	1	30	30	30	60	60	60	60	30	30	30

将图形数据处理成二进制字段（如 BLOB）的管理方式：目前大部分关系数据库管理系统都提供了二进制块的字段域，以适应管理多媒体数据或可变长文本数据。GIS 利用这种功能，通常把图形的坐标数据，当作一个二进制块，交由关系数据库管理系统进行存储和管理。这种存储方式，虽然省去了前面所述的大量关系连接操作，但是二进制块的读写效率要比定长的属性字段慢得多。

Geometry 扩展类型的实现模式使用 UDT(User Defined Type)扩展 SQL 的类型系统，通过 UDT 提供扩展的 Geometry 类型和相关函数(方法)，从而为 SQL 提供空间数据访问功能。这种实现模式下，几何对象直接存储在要素表 Geometry 类型列(Geometry Column)中，不需要单独的几何表来存储。

4) 面向对象数据库管理系统

使用面向对象的数据库管理系统存储管理空间数据(几何图形数据和属性数据)。面向对象模型最适用于空间数据的表达和管理,它不仅支持变长记录,而且支持对象的嵌套、信息的继承与聚集。

5) 对象--关系的空间数据库管理系统

使用用户自定义类型(User Defined Type, UDT)扩展 SQL 的类型系统,即将几何类型作为对象扩展关系数据库管理系统,使用扩展的几何类型存储管理要素的几何形状,这种扩展后的数据库称为对象-关系数据库。这是目前空间数据存储管理的主流方式。

5. 空间数据库管理系统的完整性约束措施。

空间数据模型是关于现实世界中空间实体及其相互间联系的组织形式,它为描述空间数据的组织和设计空间数据库模式提供基本方法。它包括空间数据结构、空间数据操作和空间完整性约束条件三部分。

SDBMS 应该提供的完整性类型包括:

- (1) 实体完整性(Entity Integrity): 通过定义表的主关键字(如 ObjectID)确保表中记录的唯一性。
- (2) 参照完整性(Referential Integrity): 通过定义表的外关键字引用其它表的主关键字,确保两个表之间引用的一致性。
- (3) 域完整性(Domain Integrity): 包括常规数据类型约束、空间数据类型约束、字段取值约束(非空约束 NOT NULL、列值唯一约束 UNIQUE、属性域)
- (4) 专题语义完整性(Thematic Semantic Integrity): 如能通航的河流,水深一定要达到规定的最小深度;房屋的楼层数必须大于等于 1;地块的面积必须大于 0 等。又如赣州、吉安、九江等属于江西省的地级市,不能出现“赣州是广东省的地级市”,否则属性语义不一致;工业用地上不能出现居民住宅等。
- (5) 时态语义完整性(Temporal Semantic Integrity): 如:一座桥梁有修建时间、通车时间 2 个时态属性,其隐含的时态语义:桥梁修建时间必须在通车时间之前。通过时态语义完整性约束可以发现不符合时态语义的数据,如“桥梁修建时间在通车时间之后”。
- (6) 空间语义完整性(Spatial Semantic Integrity): 包括拓扑语义完整性约束(确保地理要素之间空间关系的完整性,如宗地之间不能有重叠)、方位语义完整性约束(如,道路指示牌应该朝向行车方向,城市地下管线应该沿街道布设,天桥应该与道路垂直)、度量语义完整性约束(如对一地块进行分割,分割后的地块面积之和应该等于原始地块的面积)。
- (7) 关系类完整性约束(Relationship Integrity): 建立关系类可在修改对象时自动地更新其相关对象。例如,可以建立关系来确保当移动电线杆时,电线杆上的变压器和其他设备也随之一起移动。
- (8) 组合语义完整性约束(Combination Semantic Integrity): 由以上多个语义完整性约束组合而成的约束。
- (9) 空间数据多版本约束(Multiversions Constraint): 当两个编辑用户在同一版本或不同版本中对同一数据进行操作可能会产生冲突。空间数据多版本约束需要提供检测和解决冲突的机制。
- (10) 触发器(Triple): 通过触发器在多个表之间维护数据的一致性。

6. Geodatabase 中的数据有哪些? 使用要素数据集的场合:

Using feature datasets

- | | |
|---|---|
| 1. To add a topology | classes |
| 2. To add a network dataset | 7. To organize data access based on database privileges |
| 3. To add a geometric network | |
| 4. To add a terrain dataset | 8. To organize feature classes for data sharing |
| 5. To add a parcel fabric | |
| 6. To organize thematically related feature | |

7. ArcGIS 中拓扑关系与拓扑处理的基本思想。

空间拓扑关系是指拓扑变换下保持不变的空间关系，如空间实体间的相离、相交、相接、包含、有重叠等空间关系。空间拓扑关系及其处理方法在高级的空间分析处理和空间数据库数据质量保证方面具有相当重要的作用。

Geodatabase 提供了全新的拓扑模型，通过拓扑规则来表达拓扑关系，它并不像 Coverage 那样来保存简单的拓扑关系，不同要素类之间的公共点、公共边等是在拓扑编辑过程中动态地检测到的。在拓扑关系中，除了拓扑关系规则外，还要指定：参与拓扑约束的各要素类、容差值（cluster tolerance）、坐标精度等级（rank）。

ArcGIS 提供了一套完整的拓扑模型和拓扑工具来维护要素几何及空间关系的完整性。在数据编辑时，使用拓扑编辑工具，确保要素几何及空间关系的完整性。此外，ArcGIS 还提供了一组用于拓扑查询、拓扑验证以及拓扑错误改正的工具。

8. 拓扑聚集容差及坐标精度等级对拓扑校验、空间分析结果的影响

聚集容差：指落在以此值为半径的圆形区域内的所有点被看成是一致的，会被捕捉（snap）到一起。X,Y 容差用于聚集 XY 平面内的顶点；Z 容差用于区分顶点的 Z 高度或高程是否处于彼此容差范围内，以及是否应进行聚集。不同的聚集容差大小可能会导致不同的拓扑聚集结果以及不同的空间分析结果。

每个参与拓扑约束的要素类都可以人为地赋予一个坐标精度级别，精度级别越高，在容差范围内需要移动时就越稳定，即：级别低的要向级别高的靠拢。当不同的要素类数据精度不一致时，通常应将精度较高者设定为较高级别。精度级别可以设置为 1-50 的整数，级别 1 表示的精度最高，级别 50 精度最低。

所有落在聚集容差范围中的顶点在验证处理中会轻微移动。坐标精度等级有助于控制顶点在处于彼此拓扑容差范围内时的移动方式。在拓扑验证过程中，精度较低的坐标移动到精度较高的坐标位置，或按照聚集中各坐标间的加权平均距离计算一个新位置；在这些情况下，加权平均距离基于聚集坐标的精度等级。当同级顶点处于彼此拓扑容差范围内时，对这些顶点的位置从几何上进行平均。

9. 网络分析的主要功能。网络的连通性及网络属性。

网络分析是基于网络模型的一种空间分析方法，它的主要功能包括：路径分析、资源分配、连通分析、流分析和选址。

网络的连通性设置：

边线连通策略：端点处连通、任意节点处连通；交汇点连通策略：依边线连通、交汇点处连通。

网络属性：

成本(Cost)属性：如距离、行驶时间、通行费用等。

约束(限制)(Restriction)属性：如车辆高度限制（立交桥路段或隧道的净空）、转弯限制、单行道限制等。

等级 (Hierarchy) 属性: 不同等级的道路通车成本不一样。

描述符 (Descriptor) 属性: 用于描述网络元素的整体特征。如: 车道数、材 质、速度限制等。

带参数的属性: 网络属性的取值有时随条件而定, 条件不同取值也不一样。例如: 车辆的高度能够确定一个立交桥路段或隧道是否可以通行; 天气条件不同, 车辆行驶的速度也不一样, 进而影响网络的时间成本; 可以使用带参数(如车辆高度、速度缩放比例)的网络属性来模拟这种情况。

考虑交通流量的网络属性: 不同日期、不同时间段的交通流量差异较大, 导致通行成本差异较大, 考虑交通流量的通行成本更能逼真模拟现实交通情况。

10. 数字高程模型的内涵及数字地形分析的主要功能

数字高程模型(Digital Elevation Model), 简称 DEM, 是表示某一区域 D 上地形三维向量的有限序列 $\{V_i = (X_i, Y_i, Z_i), i = 1, 2, \dots, n\}$, 通常表示为 $Z = f(X, Y)$ 。

数字高程模型的四种表达方式: 栅格 (规则格网)、不规则三角网、地形数据集(地形金字塔)及等高线。

其主要应用如下:

- (1) 地形曲面拟合
- (2) 剖面分析
- (3) 立体透视图
- (4) 计算地形属性: 坡度、坡向、阴影图
- (5) 计算面积体积(工程填挖方量)
- (6) 等高线绘制
- (7) 可视性分析
- (8) 创建最陡路径
- (9) 提取地形特征(山顶点、山谷点、山脊线、山谷线)
- (10) 提取汇水区、河网信息

.....

11. 大数据时代, GIS 面临哪些机遇与挑战?

结合空间大数据、云计算技术及 GIS 的功能, 可从以下几方面展开:

- (1) 空间大数据来源的广泛性
- (2) 大数据 GIS 框架体系结构
- (3) 大数据 GIS 的数据存储与管理
- (4) 大数据 GIS 的数据分析处理