

第一章

1、什么是地理信息系统（GIS）？它具有什么特点？

答：地理信息系统是由计算机硬件、软件和不同方法组成的处理海量空间数据的一种技术系统，设计支持空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示，以便解决复杂的规划和管理问题，它是地理信息科学的重要组成部分。

地理信息系统具有以下基本特点：

（1）以计算机系统为支撑。地理信息系统是建立在计算机系统架构上的信息系统，由若干相互关联的子系统构成。

（2）操作对象是地理空间数据。地理信息系统操作具有空间位置和空间形态特征并能很好表达地理对象的数据。

（3）能够进行空间分析、评价、可视化和模拟。地理信息系统具有极强的数据综合、模拟与分析评价能力，可以得到常规方法或普通信息系统难以得到的重要信息。

（4）多学科交叉性的工程体系。地理信息系统涉及多学科的知识和技术，具有一定的工程组织和人员结构的科学体系要求。

2、简述地理信息系统的主要功能和基本构成。

答：地理信息系统的主要功能包括基本功能和应用功能两个部分。

地理信息系统的基本功能有五个方面：

（1）数据采集，即通过各种采集设备（如数字化仪、全站仪、野外调查等）来获取现实世界的描述数据并输入 GIS 系统。

（2）数据编辑与处理，包括图形编辑、数据变换、数据重构、拼接剪切、拓扑建立、数据压缩、图形数据与属性数据的关联等内容，以保证数据内容、逻辑、数值上的一致性和完整性。

（3）数据存储与管理，包括数据库定义、数据库的建立与维护、数据库操作等，通过数据库技术来实现。

（4）空间分析，主要包括空间查询分析、空间叠加分析、空间缓冲区分析、空间网络分析、数字地形分析等，实现空间数据综合、模拟与分析评价。

（5）空间信息表达与输出，通过计算机屏幕或以地图、表格、报告、决策方案等显示空间数据及分析结果，包括地图符号的设计、配置与符号化、地图注记、图幅整饰、统计图表制作、图例与布局等项内容。

地理信息系统的应用功能主要有两个方面：

(1) 地学分析应用，通过对空间数据的采集、编辑、存储、管理、分析及表达等处理过程，在地学应用方面解决特殊的或专门的实际问题。

(2) 应用模型与系统开发，利用系统提供的专门语言开发环境或者将某些应用模型功能做成专门的控件以供用户开发调用，通过二次开发满足各类应用需求。

一个完整的地理信息系统，由以下五个部分组成：

(1) 系统硬件，包括计算机、数字化仪、扫描仪、绘图仪、磁带机等物理设备或装置，是构成地理信息系统的物质基础。

(2) GIS 软件，是地理信息系统运行所必需的各种程序，通常包括 GIS 支撑软件、GIS 平台软件和 GIS 应用软件三类。

(3) 地理空间数据，由图形、图像、文件、表格和数字等构成的空间图形数据和属性数据，是地理信息系统的核心内容和应用基础。

(4) 应用人员，包括一般用户和高级用户两类，是地理信息系统中的灵魂及灵活性的体现。

(5) 应用模型和方法，包括 GIS 应用和操作的相关技术和理论以及为此构建的专门应用模型，用以解决客户需求的专门性问题。

第二章

1、什么是地理空间？怎样表达一个地理空间？

答：地理空间一般指人类生存的地球表层空间，在 GIS 中通常指经过投影变换后放在笛卡儿平面坐标中的地球表层特征空间，一般包括地理空间定位框架及其所联结的空间特征实体，分为绝对空间和相对空间两种形式。

地理空间的表达是通过图形、图像等抽象化的空间实体来表达的，最基本的表达方式有以下两种绝对空间的表达：

(1) 矢量表达法。采用没有大小的点（坐标）表示基本的点元素，主要表现了空间实体的几何形状特征。

(2) 栅格表达法。采用有固定大小的点（面元）表达基本点元素，主要描述空间实体的级别分布特征。

空间特征实体还包括相对空间的表达，主要有顺序关系、度量关系和拓扑关系，其中最重要的是拓扑关系表达。

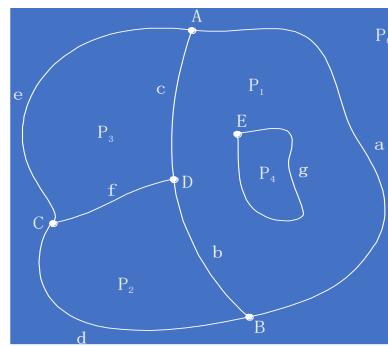
3、举例说明最基本的拓扑空间关系有哪些，它们对于 GIS 的数据处理和空间分析具有什么重要意义？

答：最基本的拓扑关系有如下三种：

(1) 拓扑邻接。描述同类元素之间的拓扑关系，如图中的多边形 P1 和 P2，弧段 b、d 和 f 以及节点 A 与 B。

(2) 拓扑关联。描述不同类元素之间的拓扑关系，如图中的节点 D 与弧段 b、c 和 f，多边形 P1 与弧段 a、b、c 和 g。

(3) 拓扑包含。描述不同等级元素之间的拓扑关系，如图中的多边形 P1 包含多边形 P4，多边形 P2 包含点 F，弧段 c 包含点 G。



拓扑空间关系清楚地反映了空间实体之间的逻辑结构关系，它比几何关系具有更大的稳定性且不随地图投影而变化，在 GIS 的数据处理、空间分析以及数据库的查询与检索中，具有如下重要的意义：

(1) 便于确定空间实体相对位置。拓扑关系根据拓扑关系，不需要利用坐标或者计算距离，就可以确定一种地理实体相对于另一种地理实体的空间位置关系（如吉林省与辽宁省和黑龙江省相邻）；

(2) 有利于空间要素查询。由于拓扑关系可以确定空间实体之间的相对位置关系，因此可以利用拓扑关系进行各种空间要素的相对位置查询，解决许多实际问题（如分析河流为哪些地区居民提供水源）；

(3) 可以重建空间实体。根据拓扑关系，可以利用拓扑数据构建空间实体之间的逻辑结构，重建地理实体（如根据弧段构建多边形）。

4、地理空间数据的基本特征是什么？

答：地理空间数据的基本特征，表现在以下三个方面：

(1) 空间特征：描述空间实体的分布位置、几何特征以及空间相互关系。前者用经纬度、坐标表示，称为几何特征和定位特征；后者用空间关系，特别是拓扑关系表示，又称拓扑特征。

(2) 属性特征：也称为专题属性特征，描述空间实体的非几何特性，用来说明空间实体“是什么”或“怎么样”（如对象的类别、等级、名称、数量等），常以数字、符号、文本和图像等形式来表示。

(3) 时间特征：也称为时间属性特征，描述空间实体随时间的变化特性。

对于绝大多数 GIS 的应用来说，专题属性和时间属性结合在一起共同作为属性特征，因此，空间数据的基本特征可以概括为空间特征和属性特征。

6、结合学过的基于栅格数据的压缩编码算法，用你熟悉的一种高级语言（如 C 语言）编程实现如下栅格数据的游程长度编码。

A	A	A	B
A	B	B	B
A	A	B	B
A	A	B	B

答：参考程序——

```
#include<stdio.h>
void main()
{
    int i,m=1,b=1,x=1;
    char j='A',k='B';
    for(;x<=4;x++,m=1,b=1)
    {
        scanf("%d",&i);
        for(;m<=i;m++)
            printf("%c ",j);
        for(;b<=4-i;b++)
            printf("%c ",k);
        printf(" \n");
    }
}
```

8、按照自下而上（起点 0 行 0 列为左下角）的编码顺序给出下图红色栅格点的莫顿定位码以及整个区域的线性四叉树编码（定位码采用莫顿码）。

1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0

答：线性四叉树自下而上（起点 0 行 0 列为左下角）的行列号排序如下：

7	1	1	1	1	0	0	0	0
6	1	1	1	1	0	0	0	0
5	1	1	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	1	0	0	0	0
3	1	1	1	1	0	0	0	0
2	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	1	0
行	1	1	1	1	0	0	0	0
列	0	1	2	3	4	5	6	7

答：Morton 码对每一个栅格点位置进行唯一的标识。由于红色栅格点分别对应 1 行 2 列、2 行 5 列和 4 行 3 列，将它们的行列二进制按照先列后行进行从右到左的交替，分别获得二进制的 Morton 码为 0110、011001 和 011111，再将二进制 Morton 码转成十进制，得到最终的莫顿定位码分别是 6、25 和 37（注意：如果行列号不同，M 码也就不同）。

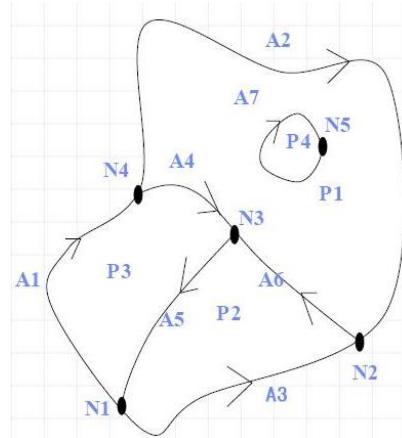
按照上述莫顿码的位运算生成规律，整个区域的 Morton 码计算结果如下：

7	42	43	46	47	58	59	62	63
6	40	41	44	45	56	57	60	61
5	34	35	38	39	50	51	54	55
4	32	33	36	37	48	49	52	53
3	10	11	14	15	26	27	30	31
2	8	9	12	13	24	25	28	29
1	2	3	6	7	18	19	22	23
0	0	4	5	16	17	20	21	
行	1	2	3	4	5	6	7	8
列	0	1	2	3	4	5	6	7

结合深度和结点属性值，该区域的线性四叉树编码结果如下：

Morton 定位码	深度（结点大小）	属性值
0	4×4	1
22	1×1	1
25	1×1	1
32	2×2	1
37	1×1	1
40	2×2	1
44	2×2	1

9、写出下图链状 DIME 编码的拓扑关系数据文件表。



答：ArcGIS 中的链状双重独立式编码（DIME）中，拓扑数据结构由弧段坐标文件、节点文件、弧段文件和多边形文件等一系列含拓扑关系的数据文件组成。其中，弧段坐标文件存储组成弧段的点坐标，节点文件存储每个节点的节点号、节点坐标及与该节点相连接的弧段，弧段文件存储弧段的起止节点号和左右多边形号，多边形文件存储多边形号、组成多边形的弧段号以及相关属性等。

(1) 弧段坐标文件

拓扑弧段坐标文件	
弧段号	坐标串
A1	(x1,y1) (x4,y4)
A2	(x4,y4) (x2,y2)
A3	(x1,y1) (x2,y2)
A4	(x4,y4) (x3,y3)
A5	(x3,y3) (x1,y1)
A6	(x2,y2) (x3,y3)
A7	(x5,y5) (x5,y5)

(2) 拓扑编码的结点文件

拓扑节点坐标文件		
节点号	节点坐标	连接弧段
N1	x1,y1	A1,A3,A5
N2	x2,y2	A2,A3,A6
N3	x3,y3	A4,A5,A6
N4	x4,y4	A1,A2,A4
N5	x5,y5	A7

(3) 拓扑编码的弧段文件

拓扑弧段文件				
弧段号	起始点	终止点	左多边形	右多边形
A1	N1	N4	∅	P3
A2	N4	N2	∅	P1
A3	N1	N2	P2	∅
A4	N4	N3	P1	P3
A5	N3	N1	P2	P3
A6	N2	N3	P2	P1
A7	N5	N5	P1	P4

(4) 拓扑编码的多边形文件

拓扑多边形文件		
多边形号	弧段号
P1	A2,A4,A6,-A7	
P2	A3,A5,A6	
P3	A1,A4,A5	
P4	A7	

第三章

1、纸张上的地图如何进入计算机系统？从地图上能得到 GIS 需要的所有数据吗？请举例说明。

答：纸张上的地图进入计算机系统，实际上是地图数字化的过程，其主要包括地图扫描矢量化和屏幕跟踪矢量化两种方式。

①地图扫描矢量化：先通过扫描仪将纸质地图以栅格数据形式输入计算机，再利用栅格数据矢量化的技术追踪出线和面。

②屏幕跟踪矢量化：直接在计算机屏幕上完成纸质地图的图-数转换和矢量化跟踪。

不能从地图上得到 GIS 所需要的所有数据。因为 GIS 的数据包括空间数据和属性数据，空间数据一般可以得到，但是很多属性数据是不能从地图上直接得到的。例如宗地的权属数据必须经过实际调查才可以获取，区域各个年份的经济、文化、教育、卫生等各项指标数据在地图上也是无法得到的。

2、为什么数字化地图进行编辑处理后才能进入 GIS 数据库？数字化过程中有哪些主要错误形式？

答：由于各种空间数据源本身的误差以及数据采集过程中人为因素导致的错误，使得数字化地图会不可避免地出现包括图形数据和属性数据在内的各种错误。为了满足空间分析和应用的需要，数字化地图必须进行必要的检查和编辑处理，才能进入 GIS 数据库，以便决策分析应用时能够访问到正确的数据。

数字化过程中常见的错误有以下几种形式：

- (1) 线条连接过头。当一条线与另一条线连接时，接头超过了被连接线。
- (2) 线条连接不及。当一条线与另一条线连接时，接头未达到被连接线。
- (3) 伪结点。当一条线没有一次录入完毕，使一条完整的线变成两段。
- (4) 悬挂结点。当一个结点只与一条线相连接，出现线条过头、线条不及、多边形不封闭、结点不重合等情况。
- (5) 碎屑多边形。前后两次录入同一条线的位置不完全一致（重复录入）或用不同比例尺的地图进行数据更新而产生的条带多边形。

(6) 不正规多边形。在输入线时，点的次序倒置或位置不准确出现的不规则多边形。

3、如何发现进入 GIS 中的数据有错误？如果两个作业小组各自从数字化仪上得到两张相邻图幅的地图数据，在 GIS 中不能准确对接该怎么办？

答：对于进入 GIS 中的数据，可以通过建立拓扑关系等方法进行检查是否有错误：

- (1) 在屏幕上用地图要素对应的符号显示数字化的结果，对照原图检查错误；
- (2) 通过图形实体与其属性的联合显示，发现数字化中的遗漏、重复和不匹配等操作；
- (3) 把数字化的结果绘图输出在透明的材料上，与原图叠加发现遗漏；
- (4) 对于面状要素，可在建立拓扑关系时，根据多边形是否闭合或多边形内点的匹配来检查；
- (5) 对于图形变形引起的错误，应使用几何校正来处理；
- (6) 对于属性数据，通常是在屏幕上逐表、逐行检查或打印出来检查；
- (7) 对于属性赋值数据，还可以通过编写检核程序或软件进行检查。

如果两个作业小组各自从数字化仪上得到两张相邻图幅的地图数据，但在 GIS 中不能准确对接，需要将两张分幅的数据拼接在一起，组成统一的数据文件，进行图幅数据边沿匹配处理：

- (1) 逻辑一致性检查。使用交互编辑的方法，使两张相邻图幅的相邻图斑属性相同，保证逻辑一致性；
- (2) 识别和检索相邻图幅的数据。通过编号与分幅数字化的数据联系起来进行图幅的识别，再通过几何纠正和投影转换使两图实现坐标系一致。
- (3) 相邻图幅边界点坐标数据的匹配。如果相邻图幅边界两条线段或弧段的左右码各自相反或相同，或相邻图幅同名边界点坐标在某一许可定植的范围内，则采用追踪拼接法进行点坐标数据的匹配；
- (4) 相同属性多边形公共界限的删除。对数据库的数据作定向处理，包括数据属性的重新分类和空间图形的化简。

第四章

2、什么是空间数据库？它是如何组织和管理空间数据的？

答：空间数据库是某一区域内关于一定地理要素特征的数据集合，是 GIS 在计算机物理存储介质上的地理空间数据总和。

空间数据一般是按不同的比例尺进行纵向分层和横向分块来组织的。分层的方法主要有：①专题分层。每个图层对应一个专题，包含某一种或某一类数据，如地貌层、水系层、道路层、居民地层；②时间序列分层。把不同时间或不同时期的数据作为一个数据层；③地面垂直高度分层。把不同垂直高度的数据作为一个数据层。分块的方式主要有：①按标准经纬度分幅。根据经纬线将空间数据划分成多个数据块，常用于基本比例尺地图，是当前世界各国地形图和大区域小比例尺分幅地图所采用的主要分幅形式；②矩形分幅。按照一定大小的矩形将空间数据划分成多个数据块，是大型地图、地图集经常采用的形式（例如我国 1：5000 比例尺的地形图）；③任意区域多边形分幅。按任意多边形将空间数据划分为多个数据块。

空间数据的管理主要包括矢量数据管理、栅格数据管理和时空大数据管理，目前一般通过文件和数据库的方式进行。基于文件管理的方式将数据组织保存在数据文件中，由操作系统中的文件管理系统进行数据管理，数据按文件名访问、按记录进行存取，是遥感图像的主要管理方式；基于数据库管理的方式由数据库管理系统对数据进行组织、操作和维护，其中的文件-数据库管理方式和对象-数据库管理方式将每个文件在关系数据库中通过唯一标识号（ID）来识别，是矢量数据的主要管理方式，而全关系型数据库管理方式将变长数据和元数据存储在二进制字段中，是空间数据管理的发展方向，时空大数据的管理更要考虑数据的组织和协调。

3、GIS 矢量数据和栅格数据的管理方式分别有哪些，它们各有什么优缺点？

答：矢量数据的管理主要有基于文件的、基于文件-数据库混合的、基于全关系数据库的、基于对象-关系数据库的和面向对象数据库的等几种管理方案。

基于文件的管理方案中，各个 GIS 应用程序对应各自的空间和属性数据文件，其特点是程序依赖于数据，不能达到真正的共享；基于文件-关系数据库混合的管理方案中，文件系统和商用 RDBMS 两个子系统分别存储和检索空间图形数据和属性数据，使用一种目标标识符（OID）或内部连接码将两者联系起来，其优点是属性数据建立在 RDBMS 上，数据存储和检索可靠、有效，缺点是属性数据与图形数据分别管理，在数据的运算及安全性、一致性、完整性、并发控制等方面，功能较弱；基于全关系数据库的管理方案中，几何数据和属性数据都采用关系型数据库进行管理，通过在标准 DBMS 上增加空间数据管理层，将地理结构查询语言（GeoSQL）转化成标准的 SQL 查询，借助索引数据的辅助关系实施空间索引操作，其特点是图形数据和属性数据不必进行繁琐的连接，数据存取较快，但是属性间接存取效率比 DBMS 的直接存取低，特别是涉及空间查询、对象嵌套等复杂的空间操作时；基于对象-关系数据库的管理方案是在开放型 DBMS 基础上对现有 RDBMS 扩展，将复杂的空间数据类型作为对象引入进来，以扩充空间数据的表达功能，特点是解决了空间数据变长记录的管理问题，相对于全关系型的二进制块效率较高（由软件商开发），但没有解决对象的嵌套问题，空间数据结构不能由用户定义，用户也不能根据 GIS 要求进行空间对象的再定义，因而不能将设计的拓扑结构进行存储，使用上仍然受到一定限制；面向对象数据库的管理方案通过用户定义对象和对象的数据结构及其操作，根据 GIS 的需要将空间对象定义出合适的数据结构和一组操作，实现空间数据的管理，特点是不仅支持变长记录，还支持对象的嵌套、信息的集成和聚集，适合于空间数据的表达和管理，可以根据 GIS 的需要将空间对象定义出合适的数据结构和一组操作。

栅格数据的管理主要有文件方式、文件-数据库方式和关系数据库方式等几种方案。文件管理方式通过数据文件进行栅格数据管理，优点是简单、直接、方便，缺点主要是：①大量的图像元数据信息（如图像类型、摄影日期、摄影比例尺等）需要单独建立文件；②多数据源、多时相的遥感图像数据间关系无法反映；③无法应付数据的安全性、并发控制和数据共享问题；文件-数据库方式下，影像数据仍按照文件方式组织管理，每个文件在关系数据库中都通过唯一的标识号（ID）对应影像信息，其优点是检索效率提高，缺点同文件管理方

式；关系数据库管理方式是将影像等栅格数据存储在二进制变长字段中，然后应用程序通过数据访问接口来访问数据库中的影像栅格数据，其特点是：①所有数据集中存储，数据安全，易于共享；②多数据源和多时态数据管理较为方便；③支持事务处理和并发控制，有利于多用户的访问与共享；④栅格影像数据与元数据集成管理，便于进行交互式查询；⑤较好地支持 C/S 的分布式应用，网络性能和数据传输速度有很大提高；⑥只能通过数据库驱动接口访问影像栅格数据，有利于数据的一致性和完整性控制，数据不会被随意移动、修改和删除；⑦支持异构的网络模式，即应用程序和后台数据库服务器可以在不同操作系统平台下运行。

6、请简要说明层次模型、网状模型和关系模型的结构特点。

答：层次模型将数据组织成一对多关系的结构，采用关键字来访问其中每一层次的每一部分，特点是结构清晰、存取方便、数据冗余大。

网状模型将数据组织成有向图结构，结点代表数据记录，连线描述不同结点数据间的关系，用连接指令或指针来确定数据间的显式连接关系，是具有多对多类型的数据组织方式，特点是结构复杂、数据冗余小。

关系模型将数据的逻辑结构归结为满足一定条件的二维表（亦称关系）形式，实体间采用关系描述或运算建立，特点是便于运算、模型扩充困难。

第五章

6、解释空间缓冲区分析与空间叠加分析的概念，并举例说明这两种空间分析方法的用途。

答：空间缓冲区分析是指根据分析对象的点、线、面实体，自动建立它们周围一定距离的带状区，用以识别这些实体或主体邻近对象的辐射范围或影响程度，从而为某项分析或决策提供依据的信息分析方法。

空间缓冲区分析主要用于空间邻近性或影响度分析，常见的应用有从单线河生成双线河，从道路中心线生成双线道路，城市噪音污染源影响范围、危险源爆炸波及范围、道路两侧绿化带、道路拓宽需拆除范围，森林禁伐区域，水源保护区、核电站周围紧急疏散区、沿海国家领海区、我国沿边沿江开发区

等。

空间叠加分析包括基于栅格数据的叠加分析和基于矢量数据的叠加分析两种。栅格数据叠加分析是指对两个或多个相同地区、相同行列数、相同栅格大小的栅格数据进行叠合并通过计算产生新的栅格数据（即提取感兴趣数据）的空间分析方法，其典型的应用是把土壤可蚀性、坡度、降雨侵蚀力等栅格数据通过数学运算得到土壤侵蚀强度分布图；矢量数据的叠加分析是把同一地区两幅或两幅以上的矢量图层重叠在一起进行图形和属性关系运算，产生新的空间图形和属性的空间分析方法，其典型应用是提取某行政区范围内的河流、道路并计算其长度。

11、公园选址的标准如下：a. 公园的位置既要交通便利又要环境安静，也就是说距主要公路的距离要适当；b. 公园应设计成环绕一个天然的小河流；c. 使公园的可利用面积最大，公园中应很少或没有沿河流分布的沼泽地。假设已经准备好了下面几层数据：穿过研究区的公路（线要素层）、位于研究区内的河段（线要素层，用分类级别 CLASS 标识，CLASS 为 2 的河段适合于建立公园）、位于研究区内的沼泽地（面要素层）。我们的目的是确定一些具体的河段，作为建立公共郊游公园的可能位置。为了达到上述三条选址标准，应进行哪些空间操作？

答：为了达到上述三条选址标准，应进行如下空间操作：（1）利用 SQL 查询条件检索出 CLASS 为 2 的河段，对满足条件的河段进行提取；（2）对满足条件的河段建立缓冲区并进行空间缓冲区分析，求得环绕 CLASS 为 2 的河段区域；（3）建立公路的缓冲区并进行空间缓冲区分析，求得与公路适当距离的区域；（4）将满足条件的河段区域、公路缓冲区图层与研究区行政边界图层、沼泽地分布图层进行拓扑叠加分析，提取出不包含沼泽地的、与公路适当距离的 CLASS 为 2 的河段区域。

如果该题目要求用“GIS 解决方案”或“GIS 技术方法”，则需要以下完整的六大步骤：

(1) 确定选址分析的目的和标准。1) 目的：确定建立公共郊游公园的可能河段位置；2) 标准：距主要公路的距离要适当，河流环绕，很少或没有沿河流分布的沼泽地。

(2) 准备进行选址分析的数据。1) 研究区公路线状图层；2) 研究区河流线状图层；3) 研究区沼泽地面状图层；4) 研究区行政边界图。

(3) 进行空间操作和特征提取。1)，利用 SQL 查询条件检索出 CLASS 为 2 的河段，对满足条件的河段进行提取；2) 对满足条件的河段建立缓冲区，进行空间缓冲区分析，求得环绕 CLASS 为 2 的河段区域；3) 建立公路的缓冲区，进行空间缓冲区分析，求得与公路适当距离的区域；4) 将满足条件的河段区域、公路缓冲区图层与研究区行政边界图层、沼泽地分布图层进行拓扑叠加分析，提取出不包含沼泽地的、与公路适当距离的 CLASS 为 2 的河段区域。

(4) 进行属性信息统计分析。

(5) 利用地图和表格对结果进行简要分析、解释和评价。

(6) 将分析结果以地图或表格的形式打印输出。