



2014年  
第十二届Esri中国用户大会  
欢迎您

分享

快乐

创新

探索

GIS—Creating Our Future



纷享

快乐



# 地下水脆弱性评价

ArcGIS在地下水环境保护中的应用

曾瑞

创新

探索



esri China  
BEIJING

分享地理价值

# 地下水脆弱性简介

地下水脆弱性(Groundwater vulnerability)指在自然条件下或人类活动影响下，地下水系统中某一特定位置受到来自含水层以上某一位置污染物的趋势和可能性。它反映了地下水对自然或人类活动影响的应付能力，地下水脆弱性一般分为本质脆弱性和特殊脆弱性。

# 地下水脆弱性简介

地下水本质脆弱性是指在天然状态下地下水对污染所表现的内部固有的敏感属性。它与污染源或污染物的性质和类型无关，取决于地下水所处的地质与水文地质条件，是静态、不可变和人为不可控制的。

# 地下水分类

按照水文地质条件的不同，地下水可划分为孔隙潜水、孔隙承压水、裂隙潜水、裂隙承压水、岩溶潜水和岩溶承压水六类。由于岩溶是由初始的裂隙流场通过差异性溶蚀逐渐发育而来，岩溶含水介质实际上是尺寸不等的空隙构成的多级次空隙系统，既包含尺寸很大的岩溶管道，也包含各种尺寸的裂隙和孔隙，因此地下水脆弱性的研究对象设定为孔隙潜水、孔隙承压水、岩溶潜水和岩溶承压水四类

	孔隙水	岩溶水
潜水	各类松散沉积物浅部的水	裸露于地表的岩溶化岩层中的水
承压水	山间盆地即平原松散沉积物深部的水	组成构造盆地、向斜构造或单斜断块的被掩覆的岩溶化岩层中的水

# DRASTIC模型原理

DRASTIC方法由7个水文地质评价参数组成，分别为地下水埋深D、净补给量R、含水层介质A、土壤带介质S、地形T、包气带介质I以及水力传导系统C。模型中每个指标都分成几个区段（对于连续变量）或几种主要介质类型（对于文字描述性指标），每个区段根据其在指标内的相对重要性赋予评分，评分范围为1-10。

# DRASTIC模型原理

脆弱性评价指标计算-[孔隙水]

地下水埋深

点状数据  面状评分数据

源数据参数

选择图层:  浏览...

属性字段:  幂值:

分级表

单位: m

起始值	终止值	评分
30	100	1
25	30	2
20	25	3
15	20	4
10	15	5
8	10	6
6	8	7
4	6	8
2	4	9
0	2	10

取消 计算

脆弱性评价指标计算-[孔隙水]

土壤介质

源数据参数

选择图层:  浏览...

属性字段:

分级表

介质	评分
非胀缩和非凝聚性粘土	1
垃圾	2
粘土质亚粘土 (粘质壤土)	3
粉砾质亚粘土 (粉质壤土)	4
亚粘土 (壤土)	5
砾质亚粘土 (砂质壤土)	6
胀缩或凝聚性粘土	7
砂	8
卵砾石	9
薄或缺失	10

取消 计算

# DRASTIC模型原理

每个指标根据其对脆弱性影响重要性赋予相应权重，最后脆弱性指数为7个指标的加权综合，记为DI。

$$DI = D_W D_R + R_W R_R + A_W A_R + S_W S_R + T_W T_R + I_W I_R + C_W C_R$$

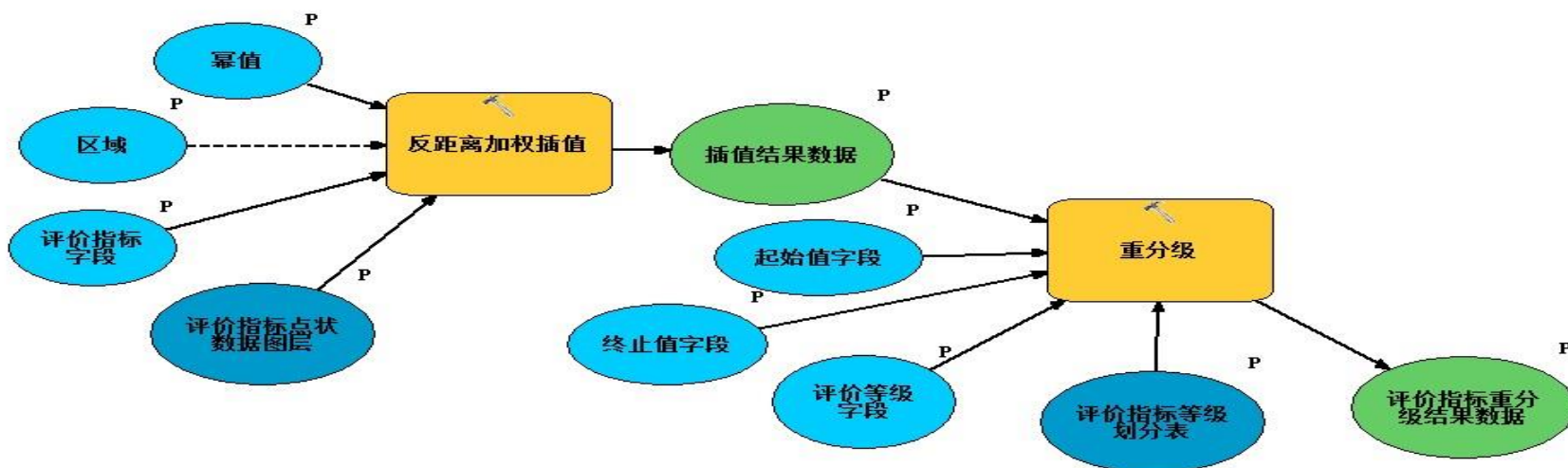
式中：下标R表示指标值，W表示指标的权重。

DI值越高，地下水脆弱性越高，反之脆弱性越低。根据DI，一般将脆弱性分为低脆弱性、中脆弱性、高脆弱性等类别。



# 利用ArcGIS进行空间插值

空间插值法分为反距离加权插值法，克里金插值法等，针对点状采样数据，如地下水位埋深、含水层厚度等，对点状矢量数据进行插值并输出栅格类型数据。对插值后的栅格数据进行重分级，得到评价指标重分级的栅格数据。

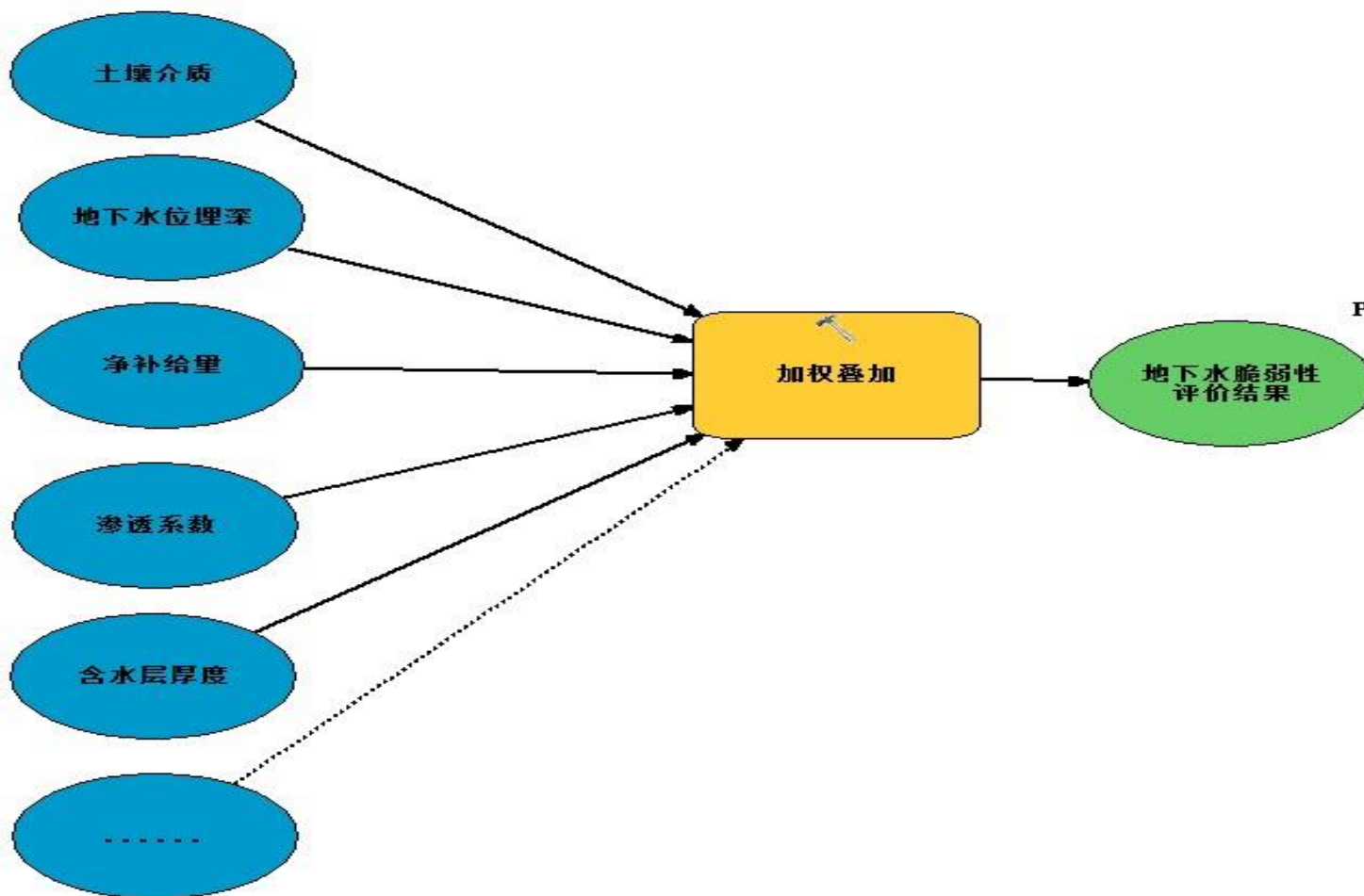


# 利用ArcGIS进行加权叠加计算



在完成了各评价指标独立评价结果并分配权重值后，将每个因子乘以权重值，得出研究区地下水脆弱性评价图，再将其按等值区间划分为5个区域：脆弱性低区、脆弱性较低区、脆弱性中等区、脆弱性较高区和脆弱性高区。

# 利用ArcGIS进行加权叠加计算

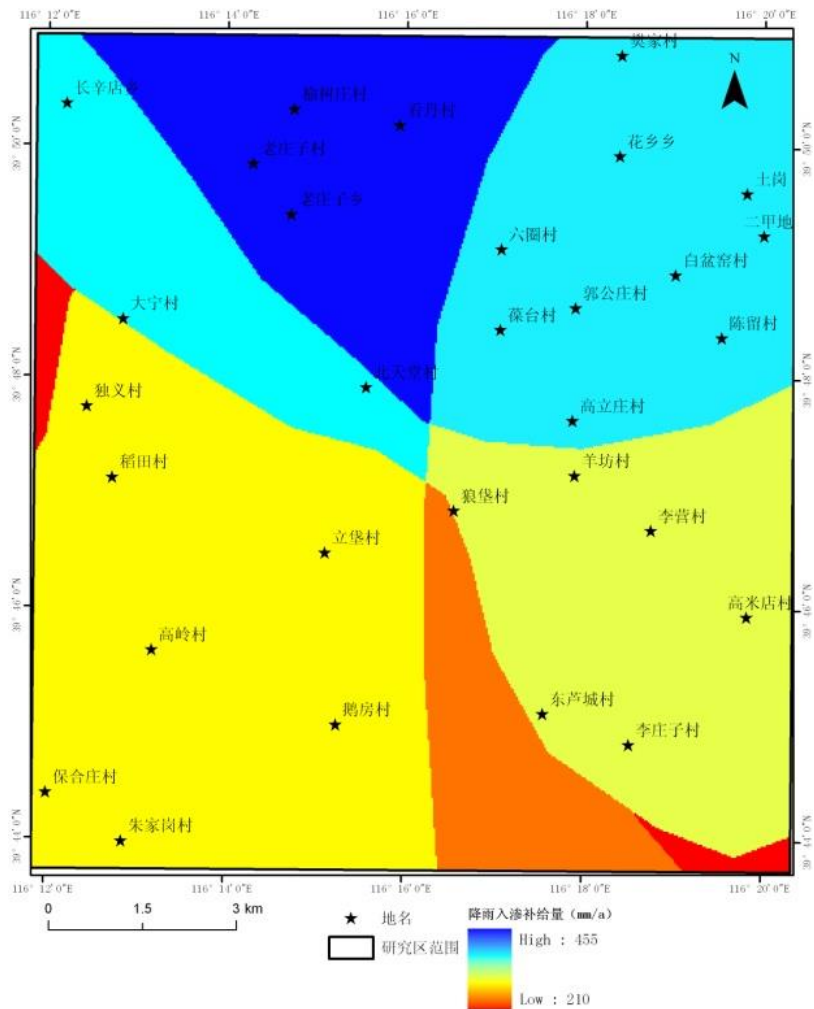


# 各指标栅格化结果图

## 降水入渗补给量分区图

降雨量减去地表径流量和蒸散量或降雨量乘以降雨入渗系数

以大气降水为区域潜水补给最主要来源时，可近似采用降雨入渗补给量代替净补给量；  
在有其他主要的补给途径时，要综合考虑各种补给来源对潜水的补给量。在农灌区需叠加灌溉回归量，在地表水和地下水有水力联系的研究区需叠加地表水渗漏量  
单位为mm/a



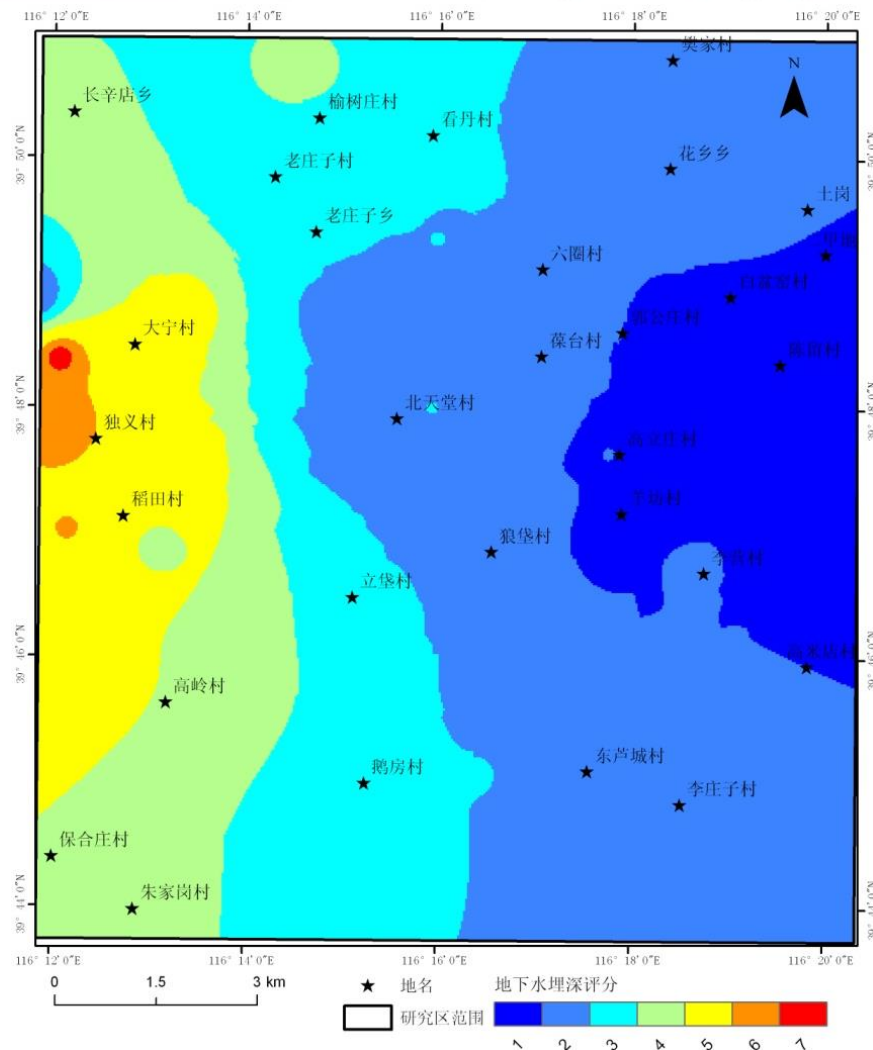
# 各指标栅格化结果图

地下水位埋深评分分区图

地下水水位统测资料

此处地下水埋深指地表到潜水面的距离。

单位为m。

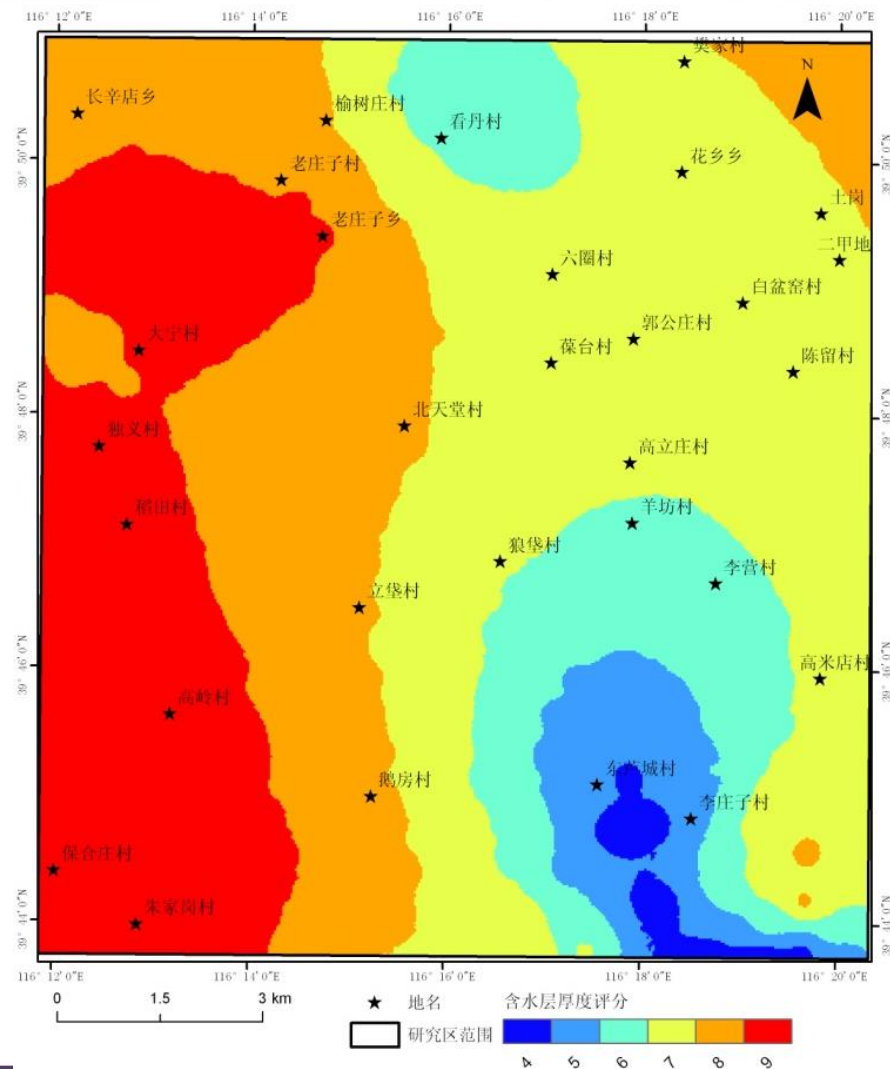


# 各指标栅格化结果图

含水层厚度评分分区图

钻孔柱状图

单位为m

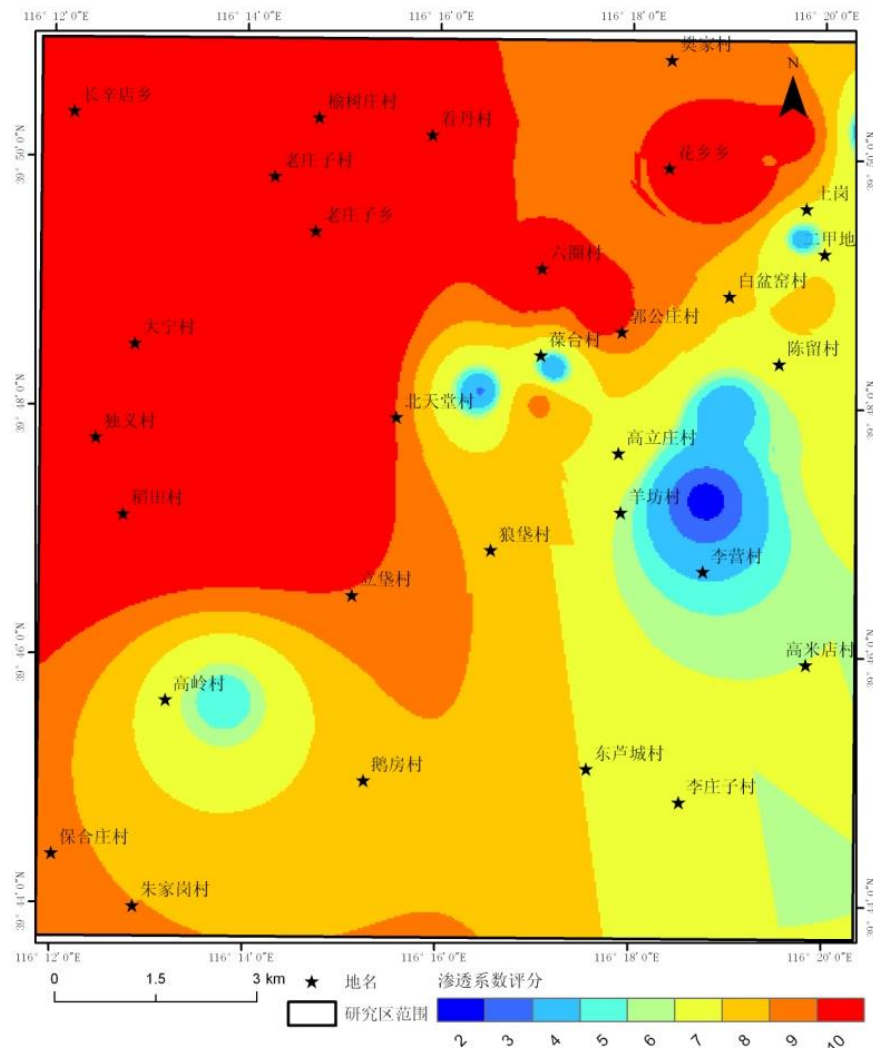


# 各指标栅格化结果图

含水层渗透系数评分图

经验值或野外抽水试验

单位为m/d

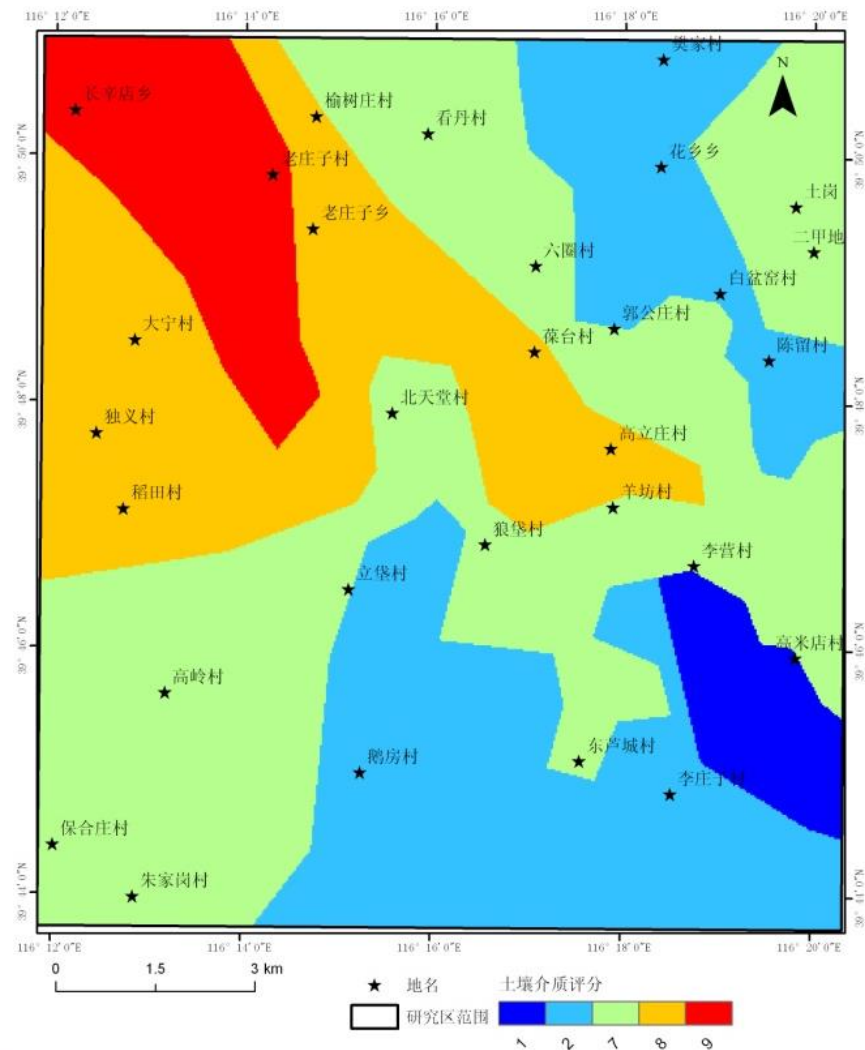


# 各指标栅格化结果图

土壤介质评分分区图

土壤介质分布图

土壤层为地表厚度 2 m 或小于  
2 m 的风化层





# 软件评价步骤-选择地下水类型

脆弱性评价向导--第一步



## 说明

脆弱性评价向导将引导您完成地下水脆弱性评价的环境设置

请选择该区域的地下水类型

- 孔隙潜水     孔隙承压水
- 北方岩溶水    南方岩溶-----  峰丛岩溶区
- 岩溶槽谷区

取消

下一步

# 软件评价步骤-选择评价指标

## 脆弱性评价向导--第二步

### 说明

1. 地下水脆弱性评价有7个指标，请选择需要评价的指标，至少选3个。
2. 地下水脆弱性评价范围是研究区域的范围，通常用一个矢量图斑表示。

### 勾选孔隙潜水脆弱性评价指标

- 地下水位埋深    净补给量    含水层厚度    土壤介质
- 地形坡度    包气带粘性土层厚度    渗透系数

### 地下水脆弱性评价范围

选择图层:

浏览...

上:

左:

下:

右:

取消

上一步

下一步

# 软件评价步骤-权重计算 AHP

脆弱性评价向导--第三步

## 矩阵设置

评价指标	土壤介质	地下水位埋深	净补给量	含水层厚度	渗透系数
土壤介质	1	2	3	4	4
地下水位埋深	0.5	1	2	3	3
净补给量	0.33	0.5	1	2	2
含水层厚度	0.25	0.33	0.5	1	1
渗透系数	0.25	0.33	0.5	1	1

使用默认权重(可手动调整)

设定最小权重 1

保存设置

权值计算

## 各指标权重

	土壤介质	地下水位埋深	净补给量	含水层厚度	渗透系数
	5	3	2	1	1

## 权重验证结果

本次计算的 $\lambda_{max}=5.03$ ,  $n=5$ ,  $RI=1.12$ ,  $CR=0.007 < 0.1$ , 权数分配合理。

## 说明

### 矩阵设置

选中单元格可对矩阵值进行编辑, 矩阵调整过程中可不保存设置, 待矩阵调好后点击保存设置。

### 权重的检验

RI为判断矩阵的平均随机一致性指标, RI由大量试验给出, 对于低阶判断矩阵, RI取值列于表2。

表2平均随机一致性指标RI (1000次随机结果)

阶数	1	2	3	4	5
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12
	6	7	8	9	10
	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

对于高于12阶的判断矩阵, 需要进一步查资料或采用近似方法。当阶数 $\leq 2$ 时, 矩阵总有完全一致性; 当阶数大于2时, 如果 $CR < 0.1$ , 即人为判断矩阵具有满意的一致性, 说明权数分配是合理的; 否则, 就需要调整判断矩阵, 直到取得满意的一致性为止。

取消

上一步

下一步

# 权重的计算-参数设置

脆弱性评价向导【孔隙潜水】--评价指标参数设置

土壤介质 地下水埋深 净补给量 含水层厚度 渗透系数

源数据参数

选择图层:  浏览...

属性字段:  请选择评分字段

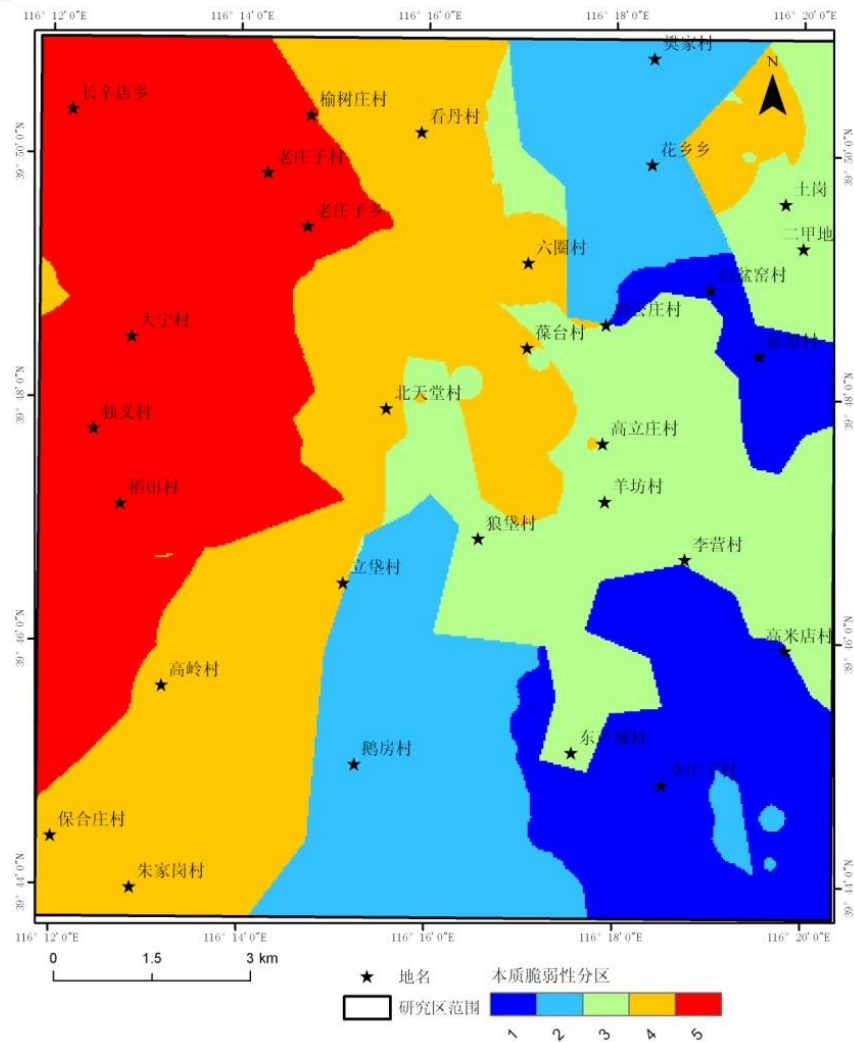
分级表

介质	评分
非胀缩和非凝聚性粘土	1
垃圾	2
粘土质亚粘土（粘质壤土）	3
粉砾质亚粘土（粉质壤土）	4
亚粘土（壤土）	5
砾质亚粘土（砂质壤土）	6
胀缩或凝聚性粘土	7
砂	8
卵石	9
薄或缺失	10

取消 上一步 下一步 计算 出图

# 地下水脆弱性分区评价结果

地下水脆弱性分区评价结果



# 思考，总结



致谢



谢谢大家！

纷享

快乐



**esri** China  
BEIJING

分 享 地 理 价 值

创新

探索