

基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术

英文名称: GIS for Planning(La+City Plan)

课程编号: GIS_Plan

课程类型: 技术基础课程

学时: 逐步更新 学分: 3

全部课程预计结束日: 2016. 02. 31

适用对象: 建筑、风景园林、城乡规划领域设计师

程序更新地址: caDesign程序库

教材: 《地理信息系统(GIS)在风景园林和城乡规划中的应用》, 包瑞清编著, 纸质版出版日期待定

教学目的、要求(分掌握、理解、了解三个层次):

1. 掌握GIS辅助规划设计的方法;
2. 获知地理信息数据的获取途径;
3. 掌握地理空间参考与地图投影;
4. 掌握基本的遥感影像处理技术;
5. 掌握地理信息数据的基本处理方法;
6. 掌握基于地理信息数据的现状分析、网络分析、生物栖息地适宜性评价的方法;
7. 掌握基本空间分析的方法;
8. 掌握基本的地理统计方法;
9. 学会GIS辅助城市绿地系统规划的方法;
10. 学会GIS下基于生态安全格局的规划方法;
11. 了解地理信息数据库;
12. 了解大数据处理的基本方式;
13. 了解数据可视化;
14. 了解复杂系统;
15. 了解地形图涉密。

教学内容(包括基本内容、重点、难点):

1. 课堂讲授

本课程的学习是面向建筑、风景园林、城乡规划设计领域设计师, 系统化讲授GIS辅助规划设计的方法, 从零开始进入GIS领域, 通过课程讲授逐步搭建起应用GIS辅助规划系统的能力结构。并涉及到一般基于GIS规划方法以及针对城市绿地系统和生态安全格局的规划方法, 同时涉及到目前大数据处理与规划设计关系的探讨, 及数据库和数据可视化等问题。

2. 作业方面

实际跟随操作并完成每次课程内容。

3. 考核方式

结课后，实践应用。

教学内容(初步设定，更新调整):

GIS与规划

地理信息数据的获取

地理空间参考与地图投影

地理坐标系统与投影坐标系统

GPS全球定位系统与WGS84大地坐标系

遥感图像数据与UTM投影坐标系统

北京54，西安80坐标系统和高斯•克吕格

遥感影像数据的基本处理技术

ENVI与ERDAS IMAGINHG

基于ENVI的遥感数字图像处理

地理信息数据的基本处理

组织项目数据库_遥感影像与基础地理信息

DWG格式文件的地理信息化

现状分析+网络分析+生物栖息地适宜性评价

地理信息数据的录入与分析

生物栖息地适宜性评价

调研者路线

空间分析

坡度、坡向、水文、太阳辐射

3D Analyst

基于GIS的城市绿地系统规划

基于GIS的生态安全格局

地理信息数据库与大数据

数据可视化

复杂系统

地形图涉密

第1次课

授课题目：GIS与规划（建筑+风景园林+城乡规划）

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 了解什么是GIS；
2. 理解GIS与规划设计之间的关系；
3. 了解GIS相关软件平台和选择ArcGIS的原因。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 什么是GIS；
2. 从伊恩·伦诺克斯·麦克哈格的《设计结合自然》到俞孔坚的《“反规划”途径》，再到大数据发掘；
3. GIS软件平台与ArcGIS的选择。

讨论、思考题、作业：

1. 阅读《看漫画学地理资讯系统入门》；
2. 阅读《设计结合自然》；
3. 阅读《“反规划”途径》；
4. 浏览大数据的研究机构之一，BCL(Beijing City Lab, <http://www.beijingcitylab.com/>)。

教学过程设计：

授新课

拓展阅读：

- [1] Michael J.de Smith、Michael F.Goodchild、Paul A.Longley编著. 《地理空间分析—原理、技术与软件工具》[M]. 北京：电子工业出版社，2009.03
[2]modeling our world

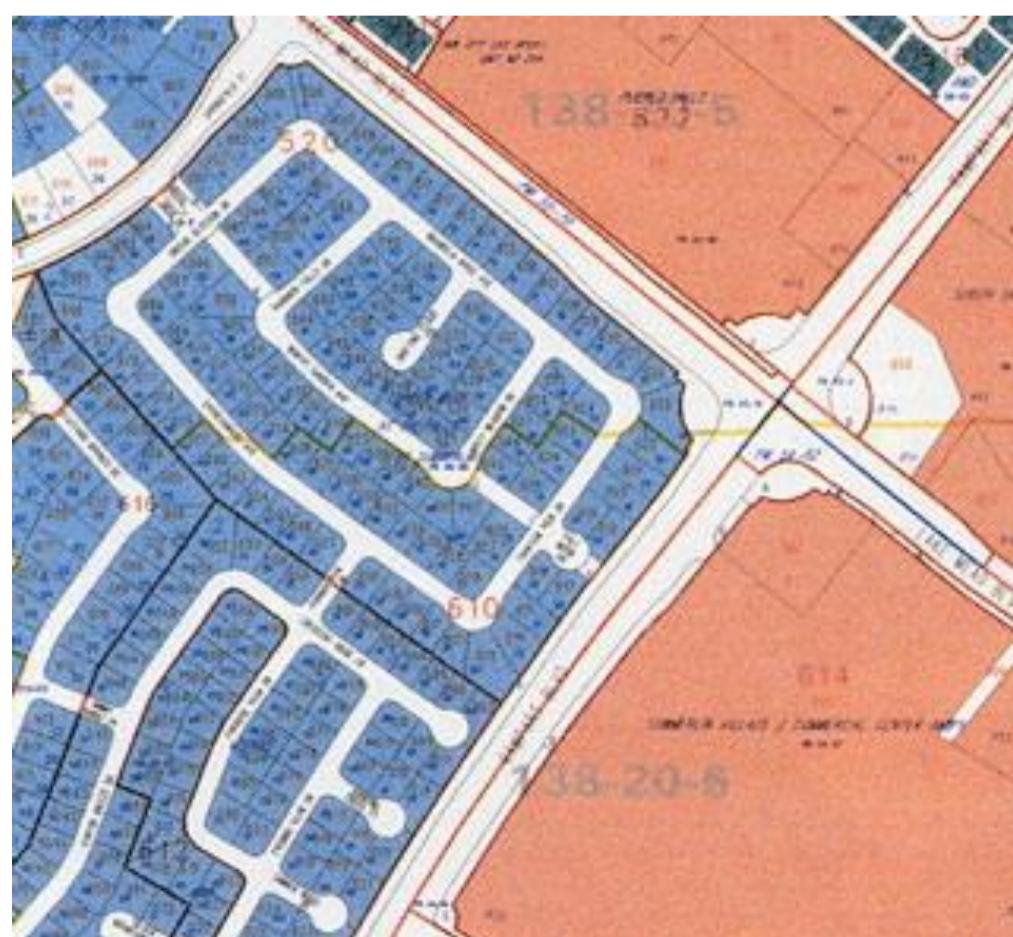


什么是GIS

从ArcGIS开始认识

- 《What is ArcGIS》
- 《Getting Started with ArcGIS》
- 《Using ArcToolbox》
- 《Using ArcMap》
- 《Using ArcGIS Spatial Analyst》
- 《Using ArcGIS Geostatistical Analyst》
- 《Using ArcGIS 3D Analyst》
- 《Using ArcCatalog》
- 《Understanding Map Projections》
- 《Understanding ArcSDE》
- 《Managing ArcSDE Services》
- 《Editing in ArcMap》
- 《config tuning guide SQLServer》
- 《config tuning guide oracle》
- 《Building a Geodatabase》
- 《Modeling Our World》

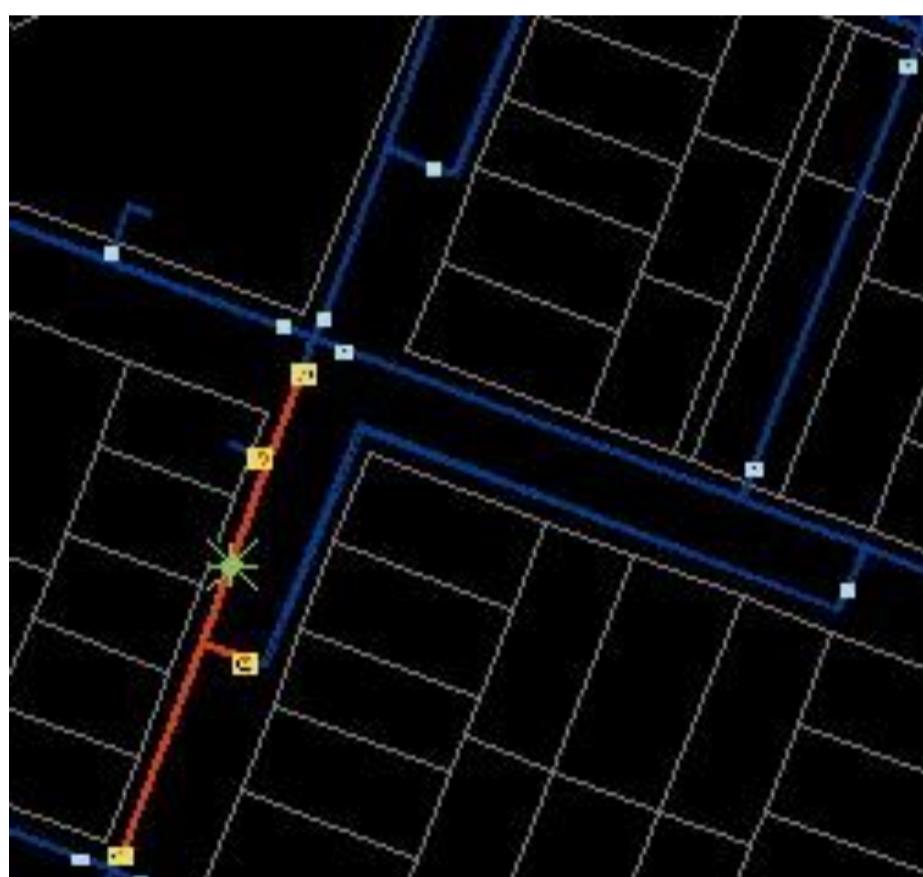
《看漫画学地理资讯系统入门》



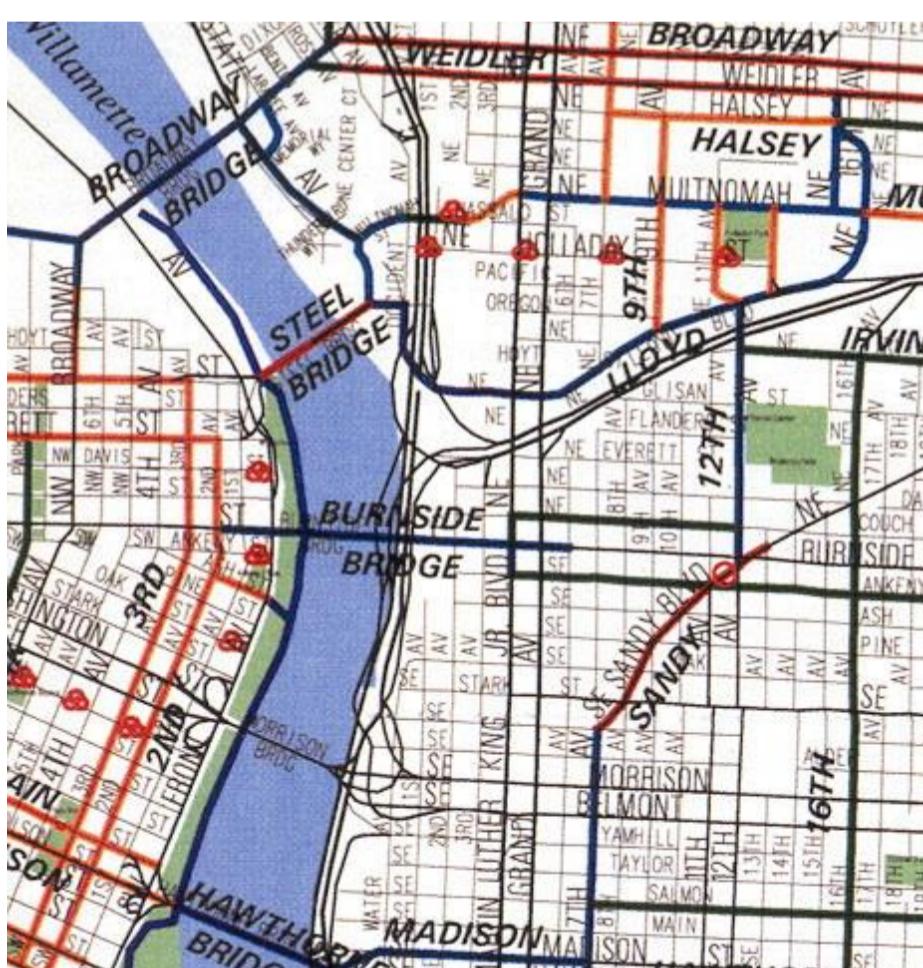
税务机关为土地评估部门和土地规划部门编制土地利用图。



工程部门监控道路和桥梁运行情况，编制预防自然灾害的规划方案。



水利部门寻找切断爆裂水管的阀门。



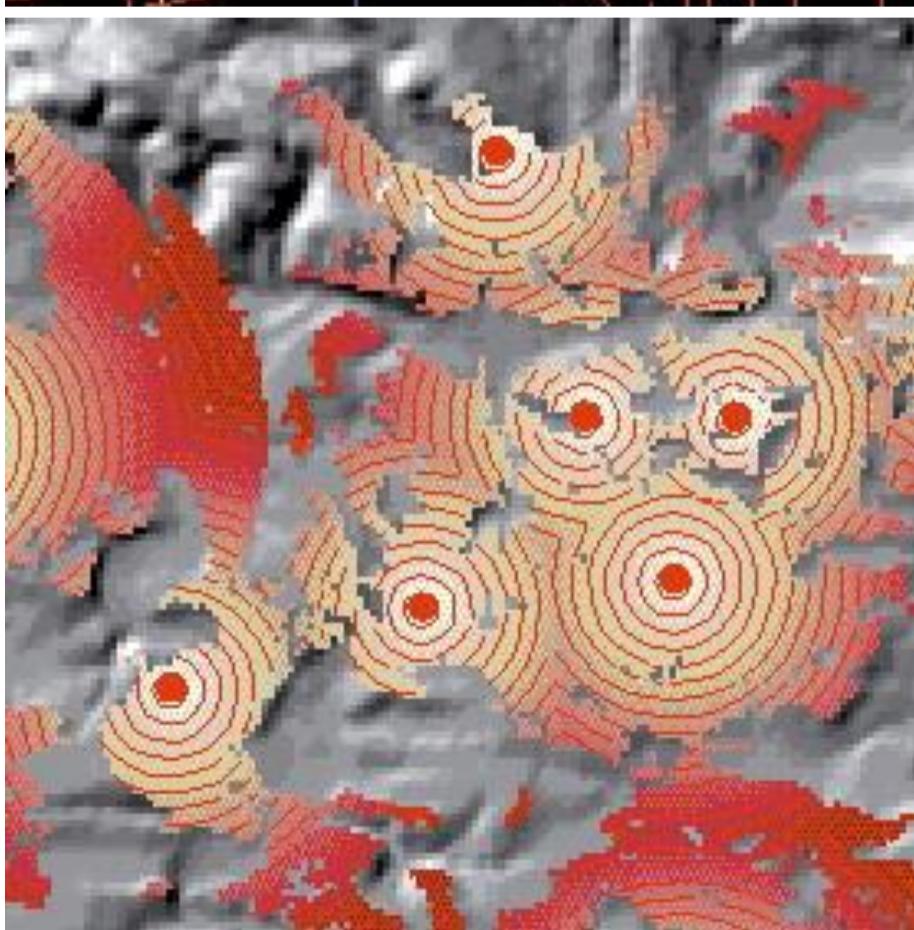
交通部门为通勤人员编制自行车的行车路线图。



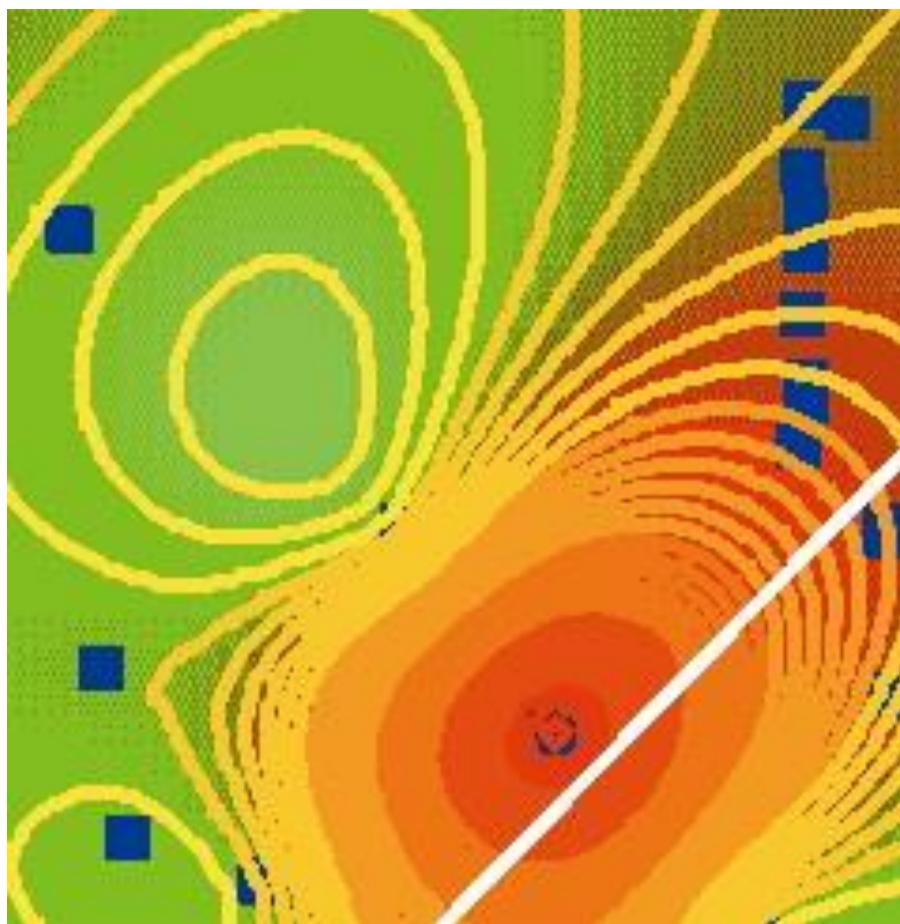
警察机构研究犯罪模式，以便更合理地布置警力和了解街道巡查的效果。



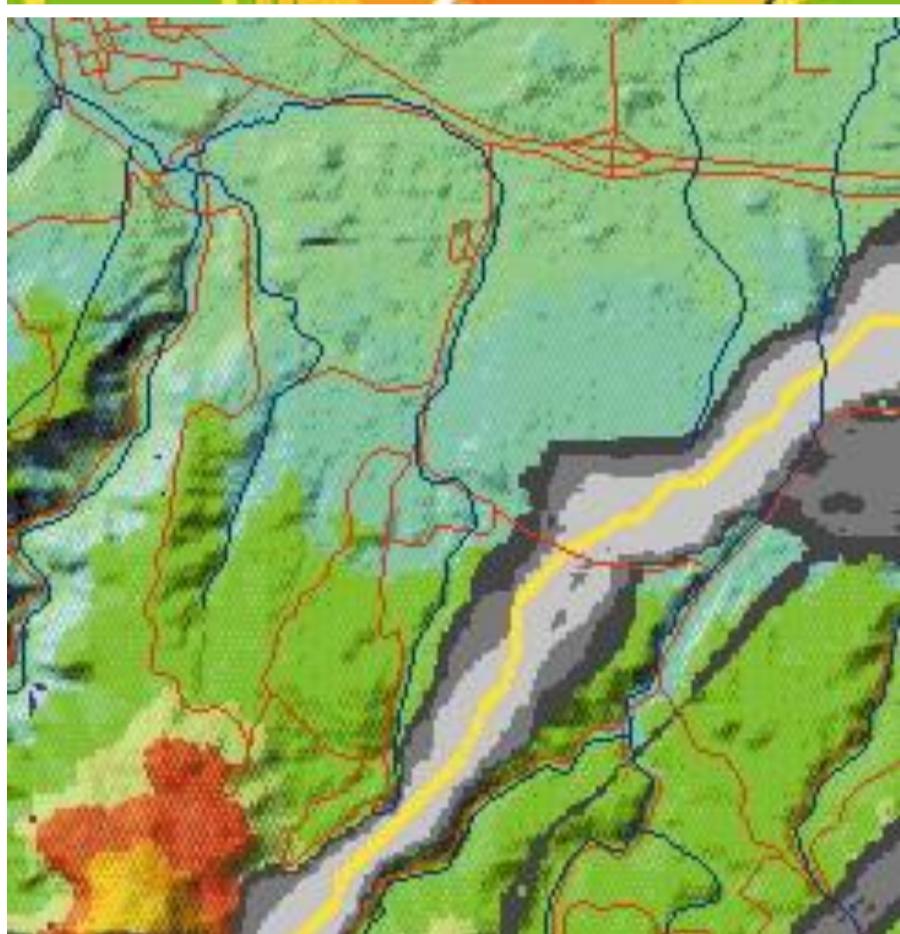
污水处理部门确定地震发生后需要优先抢修的地方。



电信公司研究地形，寻找新增手机信号塔的站点位置。



水文专家监控水质情况以保护公众健康。



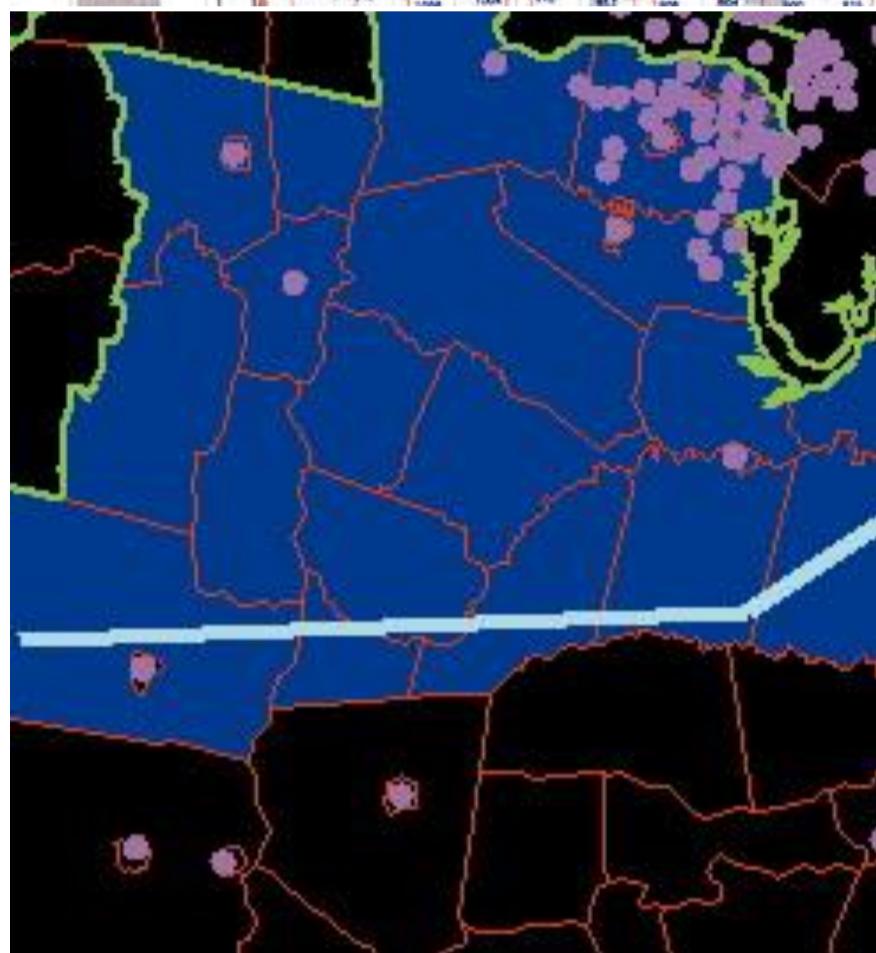
管道公司寻找铺设新管道投资最少的最佳路线。



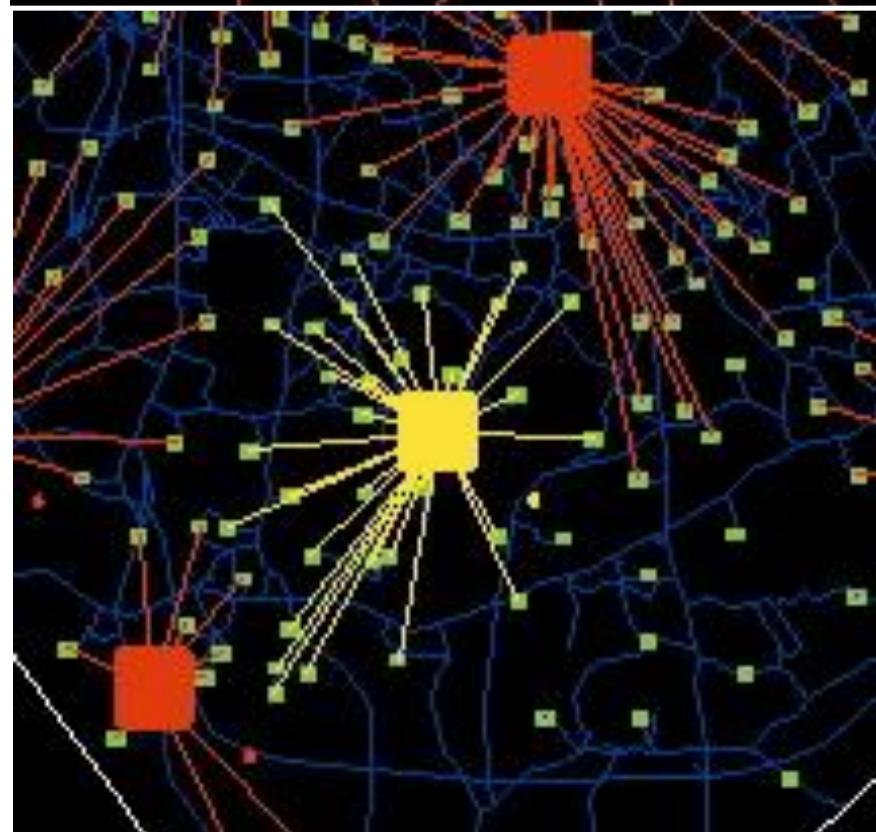
生态专家研究在分水岭地带施工对环境可能造成的影响。



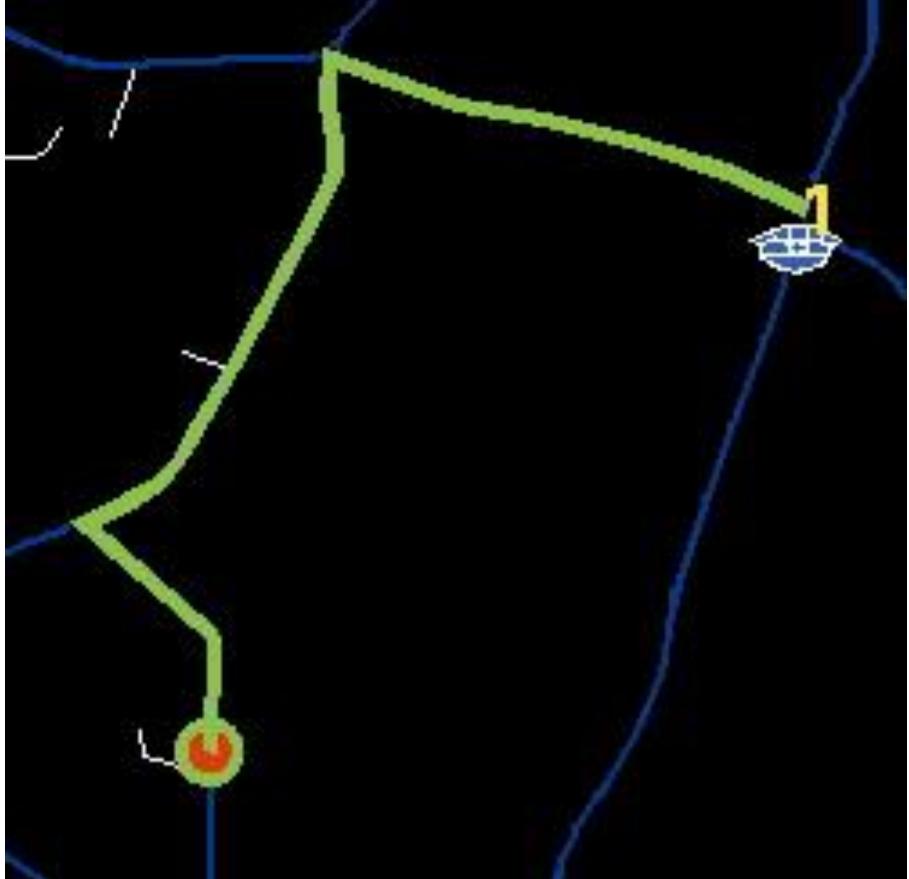
电力部门构建电力线路模型图，以便使电力损耗最小化，同时规划新增设备的配置方位。



气象专家向风暴可能经过的城镇发布警报。



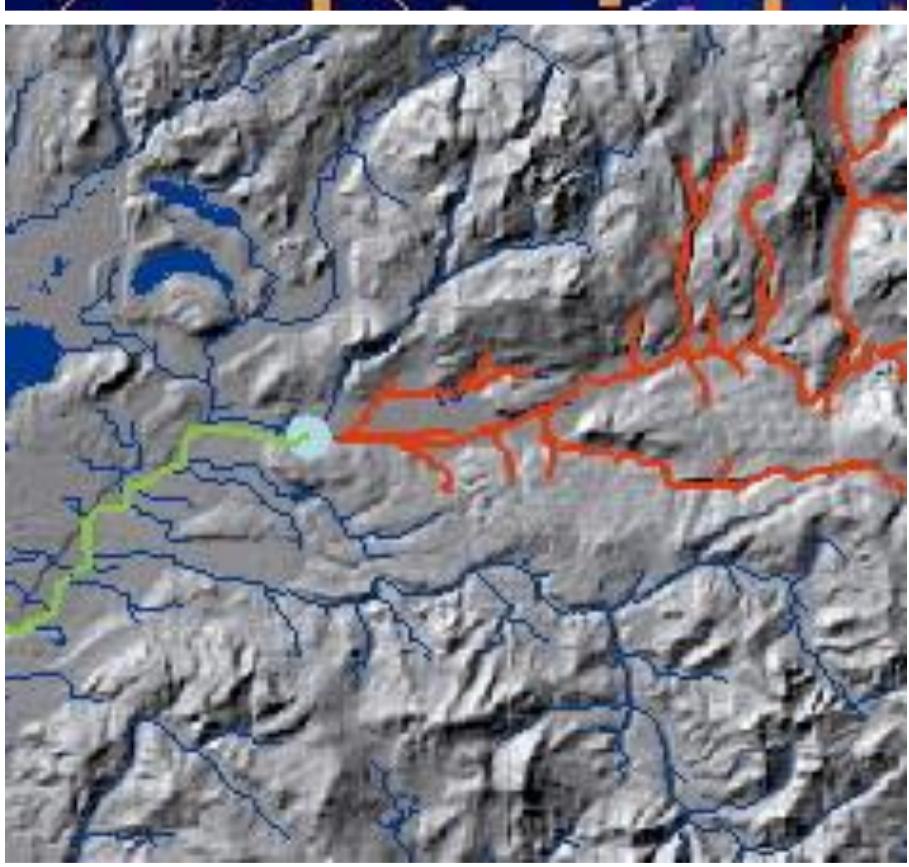
商家通过分析附近地区居民点的密集程度，对新增零售网点的选址进行评估。



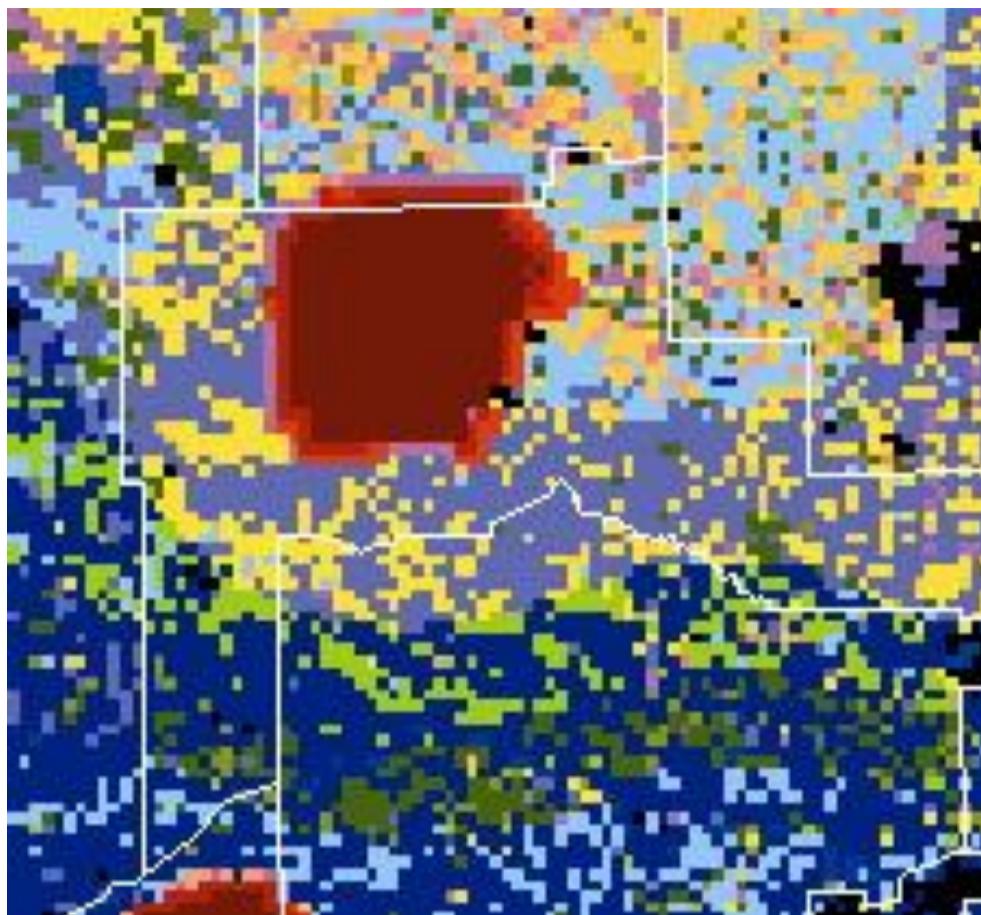
警察部门寻找到事故现场的最快路径。



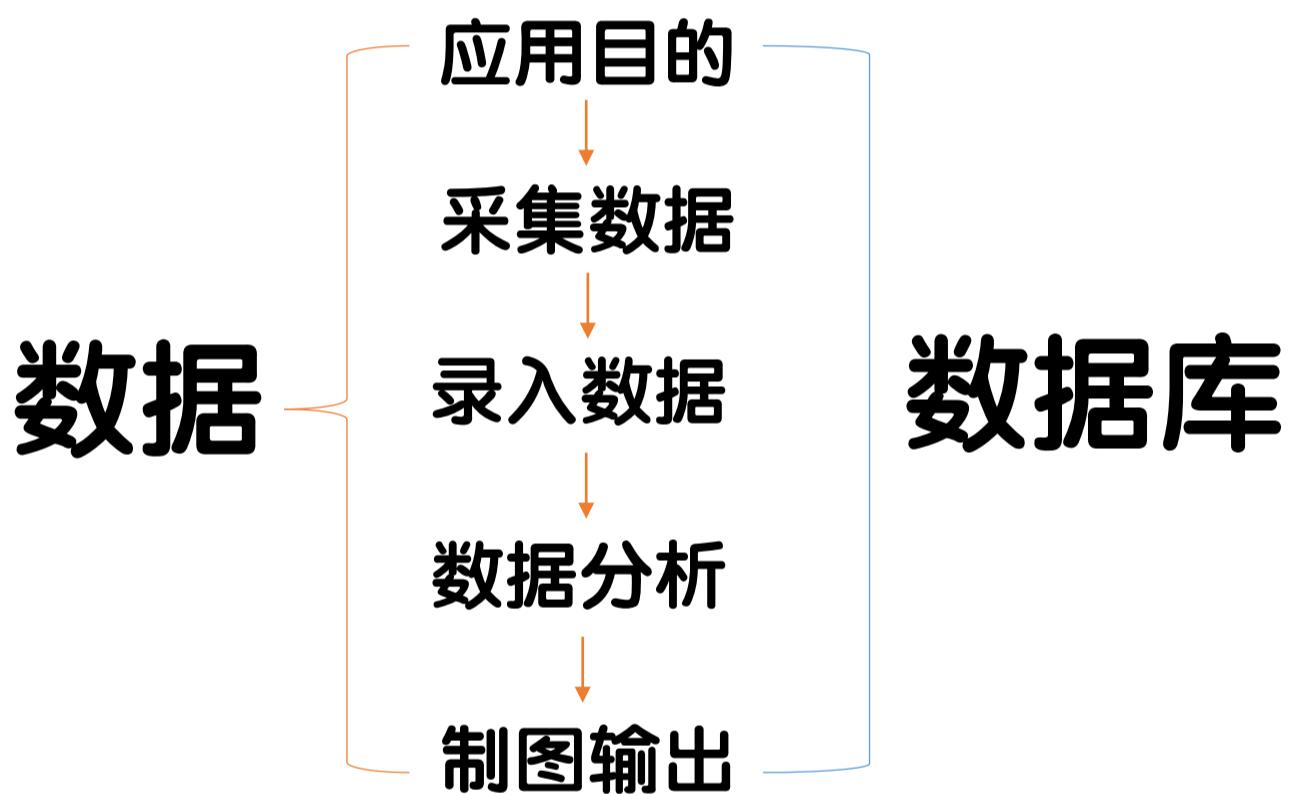
急救部门根据模拟结果和交通的易通达性安排紧急救护设施。



水资源管理人员监视上游水质情况，以便寻找可能的污染源。



消防队根据地形和气象资料预测森林火灾的蔓延范围。



从伊恩·伦诺克斯·麦克哈格的《设计结合自然》到俞孔坚的《“反规划”途径》，再到大数据发掘

《设计结合自然》

绪言

城市与乡村

海洋与生存

——沙丘的形成与新泽西海岸的研究

困境

——东西方对人与自然的关系的态度

前进一步

——里士满林园大路选线方案研究

万物和地球

——环境和环境的形成

都市里的的自然

——费城大城市地区开放空间和空气库的研究

价值观

对价值观的回应

——沃辛顿河谷地区研究

世界好比是一个宇宙舱

视发展过程为价值

——纽约斯塔滕岛环境评价研究

自然主义者

流域

——波托马克河流域的研究

大都市区

——华盛顿西北部地区自然要素和土地利用的研究

发展过程和形式

城市：发展过程和形式

——华盛顿特区的分析研究

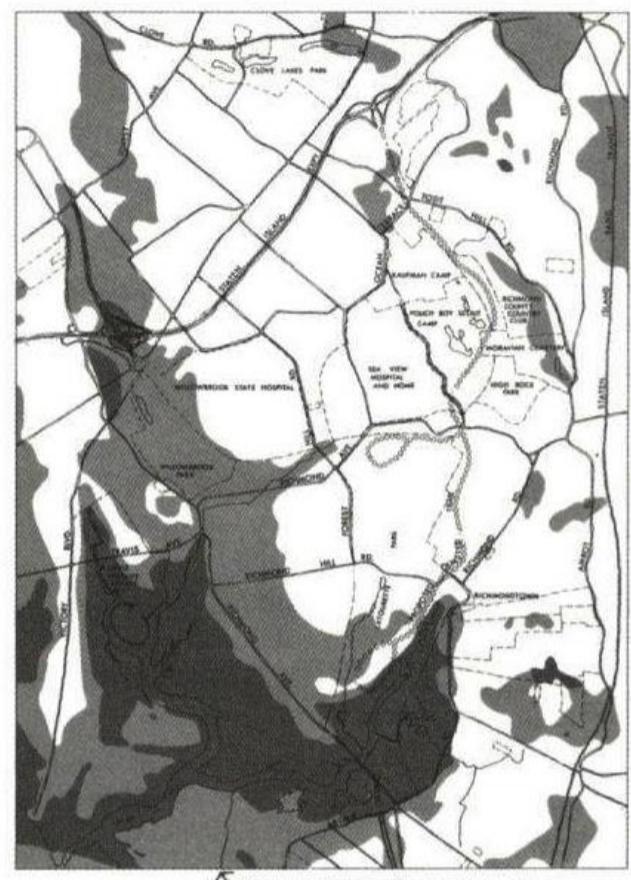
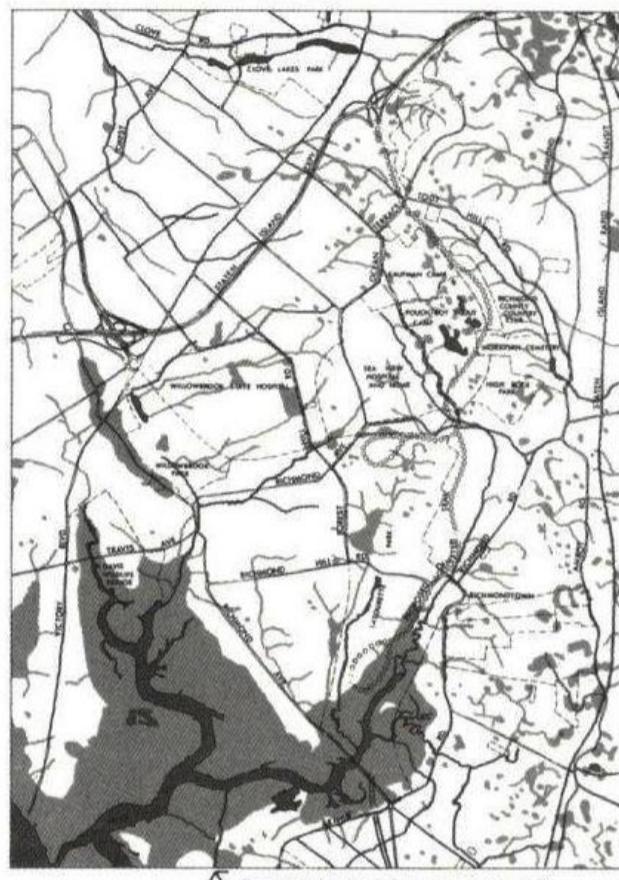
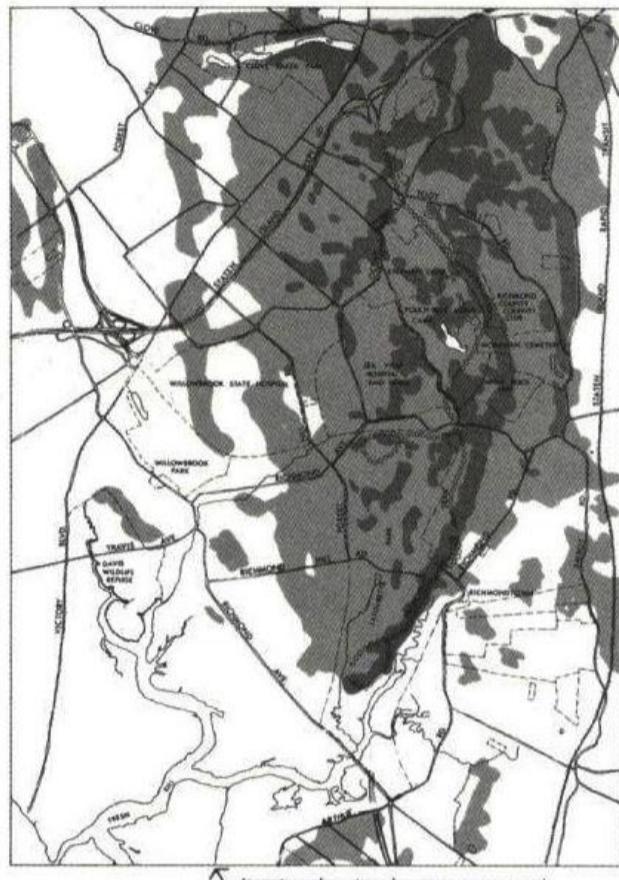
城市：健康和病理

——费城的健康和病理调查研究

展望

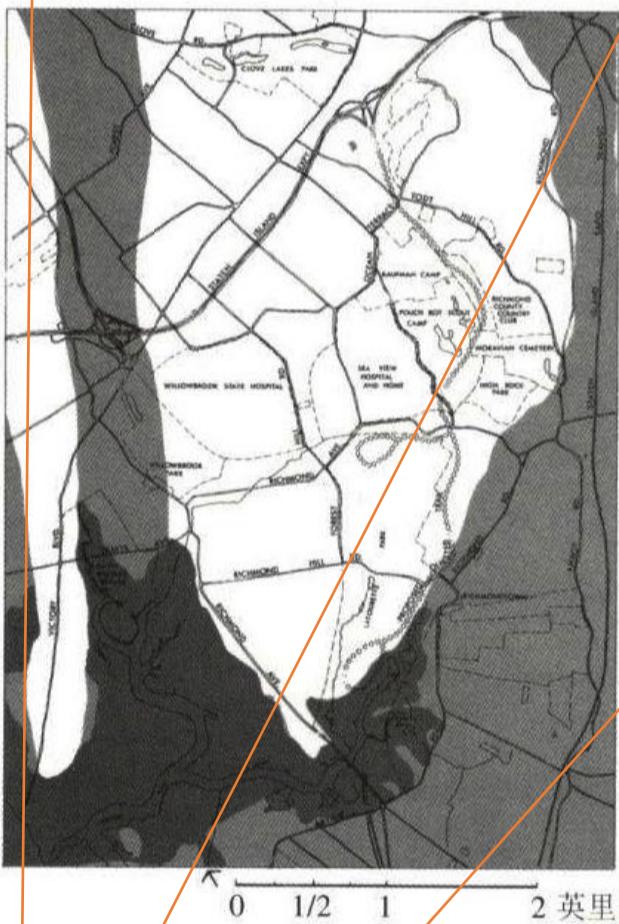
译后记

里士满公园大道选线方案研究



工程技术评价标准

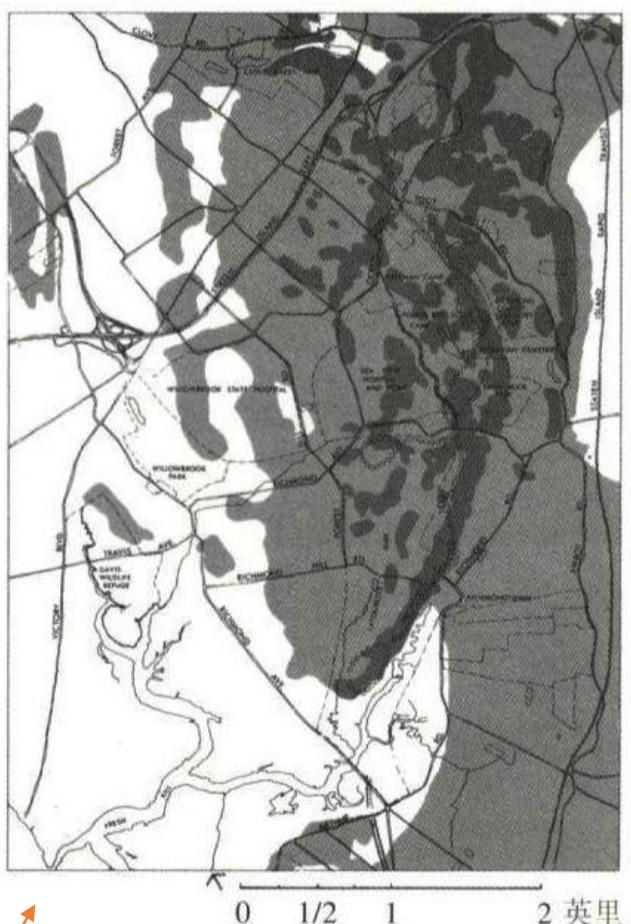
基岩地基



土壤地基



易冲蚀程度



坡度

地带1 坡度超过10%的地区。

地带2 坡度小于10%，但超过2.5%的地区。

地带3 坡度小于2.5%的地区。

地表排水

地表1 地表水——河流、湖泊和池塘。

地表2 自然排水渠道和排水不畅的地区。

地表3 缺乏地表水或缺乏明显的排水渠道的地区。

土壤排水

地带1 盐沼（盐碱滩）、微咸水沼泽，树沼等和其他排水条件差的低洼地区。

地带2 高水位地区。

地带3 土壤内部排水条件良好的地区。

基岩地基

地带1 像沼泽地一样，抗压强度极低，是公路交通障碍最大的地区。

地带2 白垩纪的沉积物：沙、黏土、砾石和页岩。

地带3 蛇纹岩和辉绿岩等结晶岩，最适用的地基。

土壤地基

地带1 粉沙土和黏土，稳定性差，抗压强度低，是公路主要的障碍。

地带2 沙壤土和砾质沙至细沙壤土。

地带3 砾质沙或粉沙壤土和砾质至石质沙壤土。

易冲蚀程度

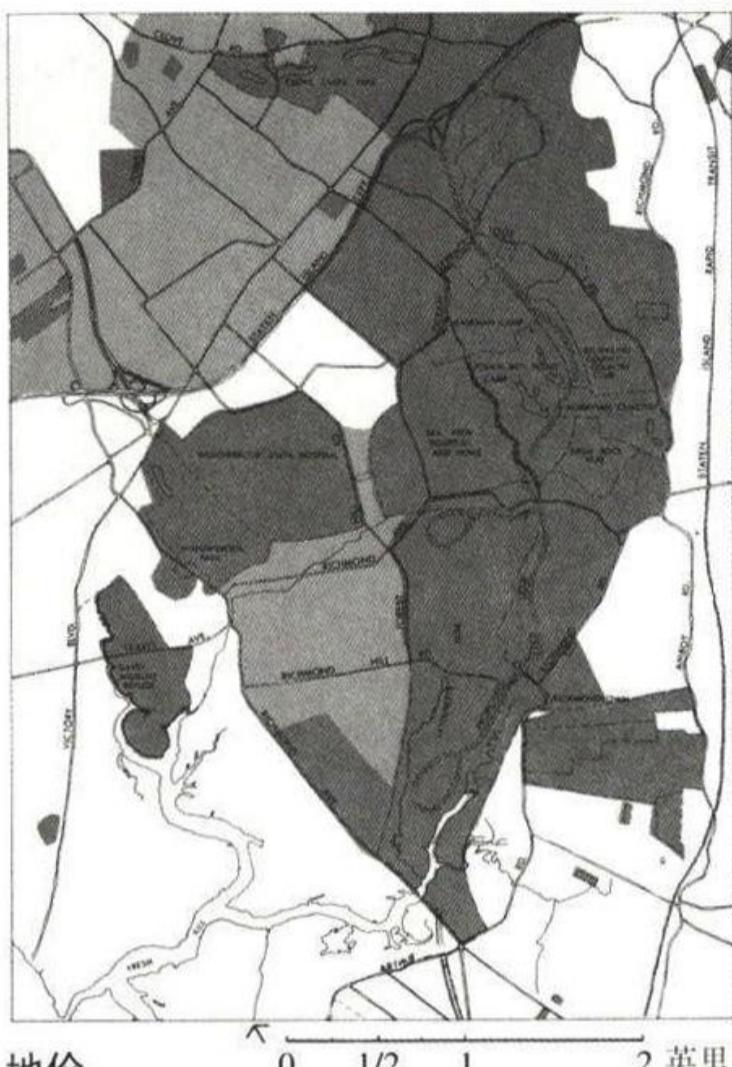
地带1 坡度均超过10%，由砾质沙至细沙壤土组成。

地带2 砾质沙或粉沙壤土和坡度超过2.5%的砾质壤土至石质壤土。

地带3 其他结构较细密的土壤和平坦的地形。



工程技术评价标准-叠合图

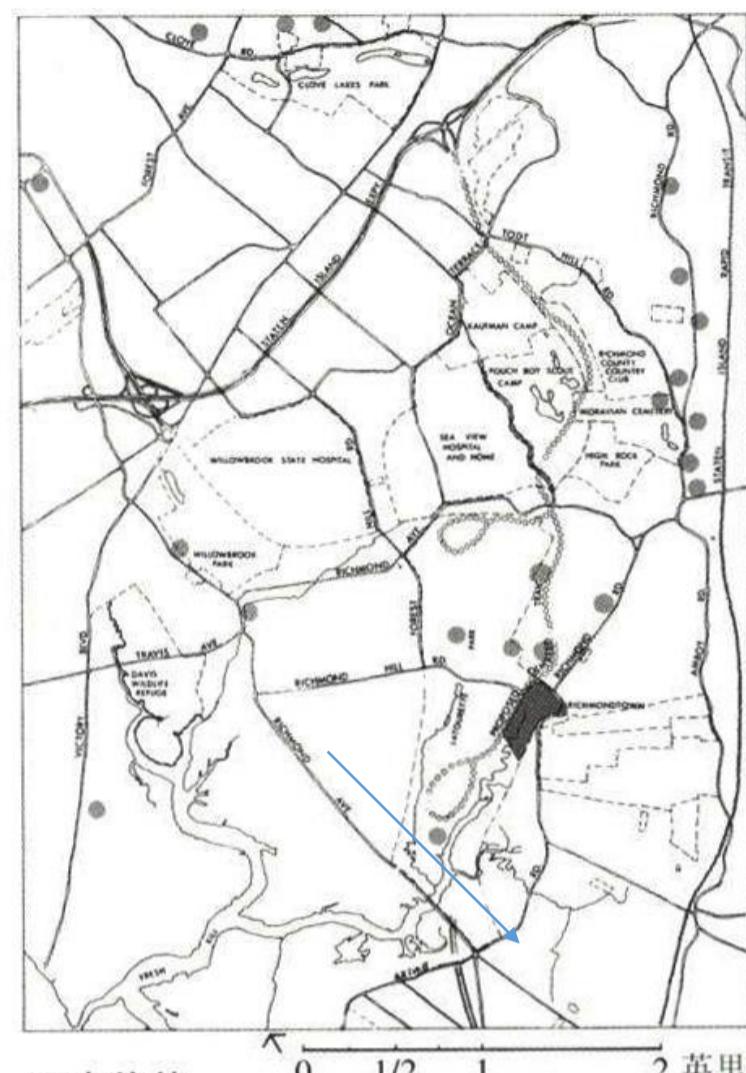


社会价值评价标准 潮汐淹没



地价
地带1 每平方英尺等于或超过3.5美元。
地带2 每平方英尺2.5美元~3.5美元。
地带3 每平方英尺低于2.5美元。

潮汐淹没
地带1 1962年刮飓风时的淹没区。
地带2 刮飓风时洪水波及地区。
地带3 高于淹没线以上的地区。



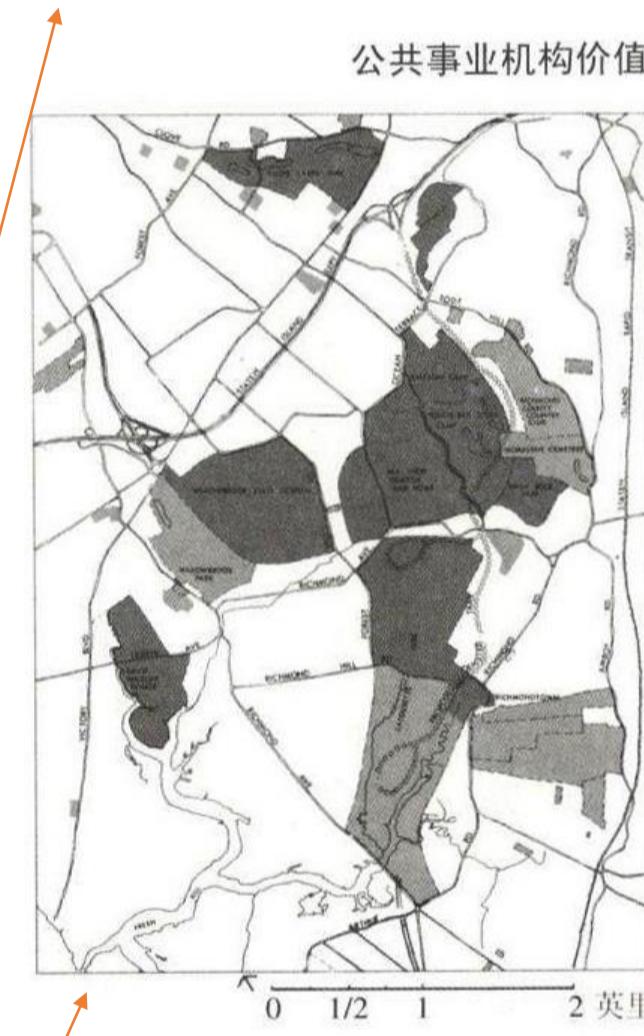
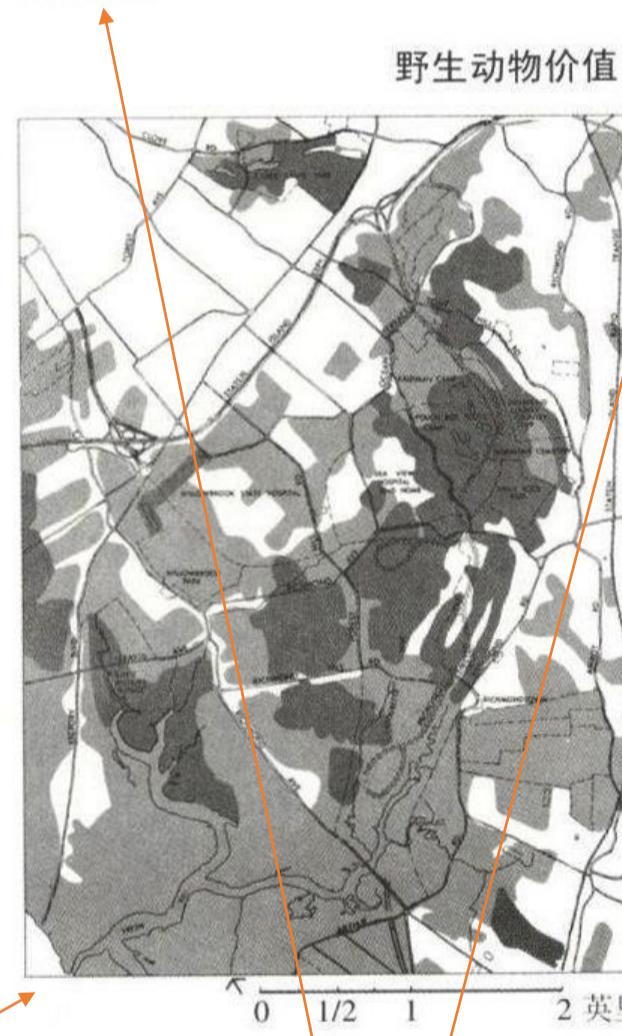
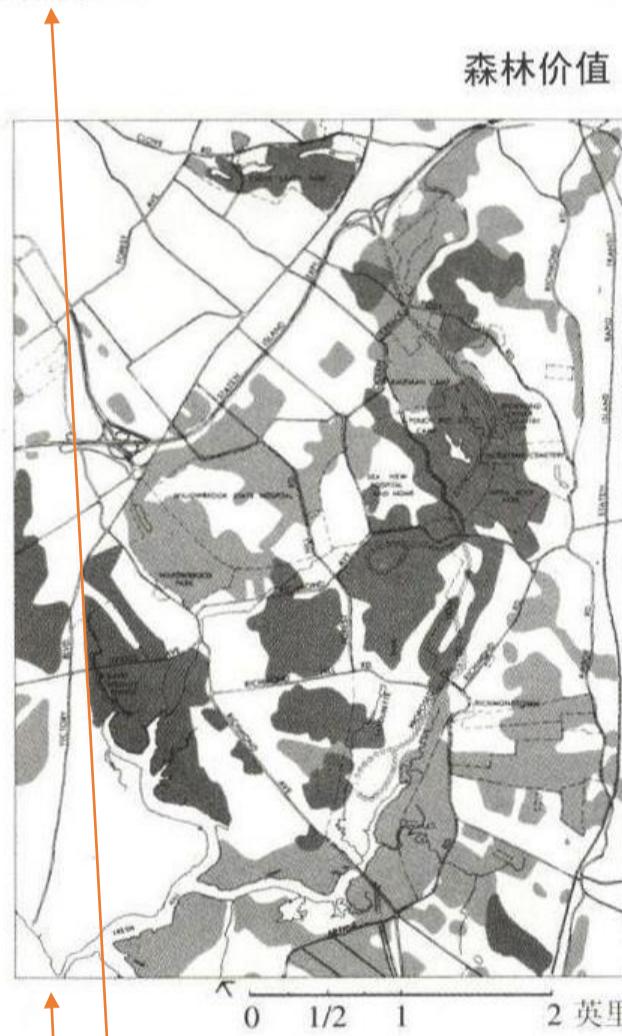
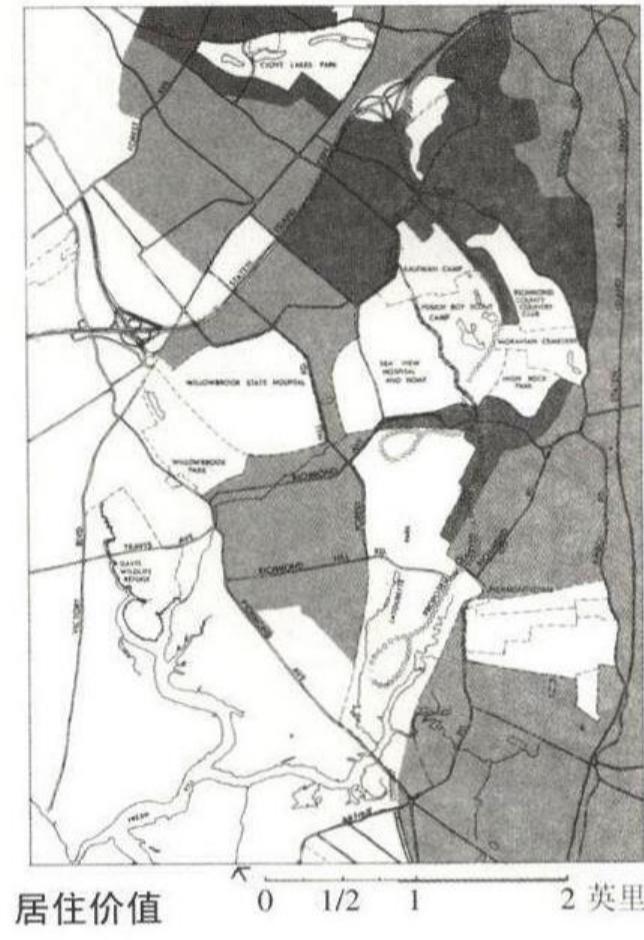
水的价值



历史价值
地带1 里士满城有历史意义的地区。
地带2 地标性文物古建保护地点。
地带3 缺乏历史遗址的地区。

水的价值
地带1 湖泊、池塘、河流和沼泽。
地带2 主要的含水层和重要河流的集水区。
地带3 次要的含水层和城市化地区的河流。

社会价值评价标准



森林价值

- 地带1 高质量的森林和沼泽地。
- 地带2 其他现有的森林和沼泽地。
- 地带3 非森林地。

野生动物价值

- 地带1 质量最好的栖息地。
- 地带2 质量一般的栖息地。
- 地带3 质量差的栖息地。

风景价值

- 地带1 具有各种风景要素的地区。
- 地带2 具有较高风景价值的空旷地区。
- 地带3 风景价值低的城市化地区。

居住价值

- 地带1 市场价高于50 000美元。
- 地带2 市场价在25 000美元~50 000美元之间。
- 地带3 市场价低于25 000美元。

公共事业机构价值

- 地带1 价值最高。
- 地带2 价值中等。
- 地带3 价值最低。

游憩价值

- 地带1 公共绿地和公共事业机构用地。
- 地带2 潜力大的非城市化地区。
- 地带3 游憩潜力小的地区。



0

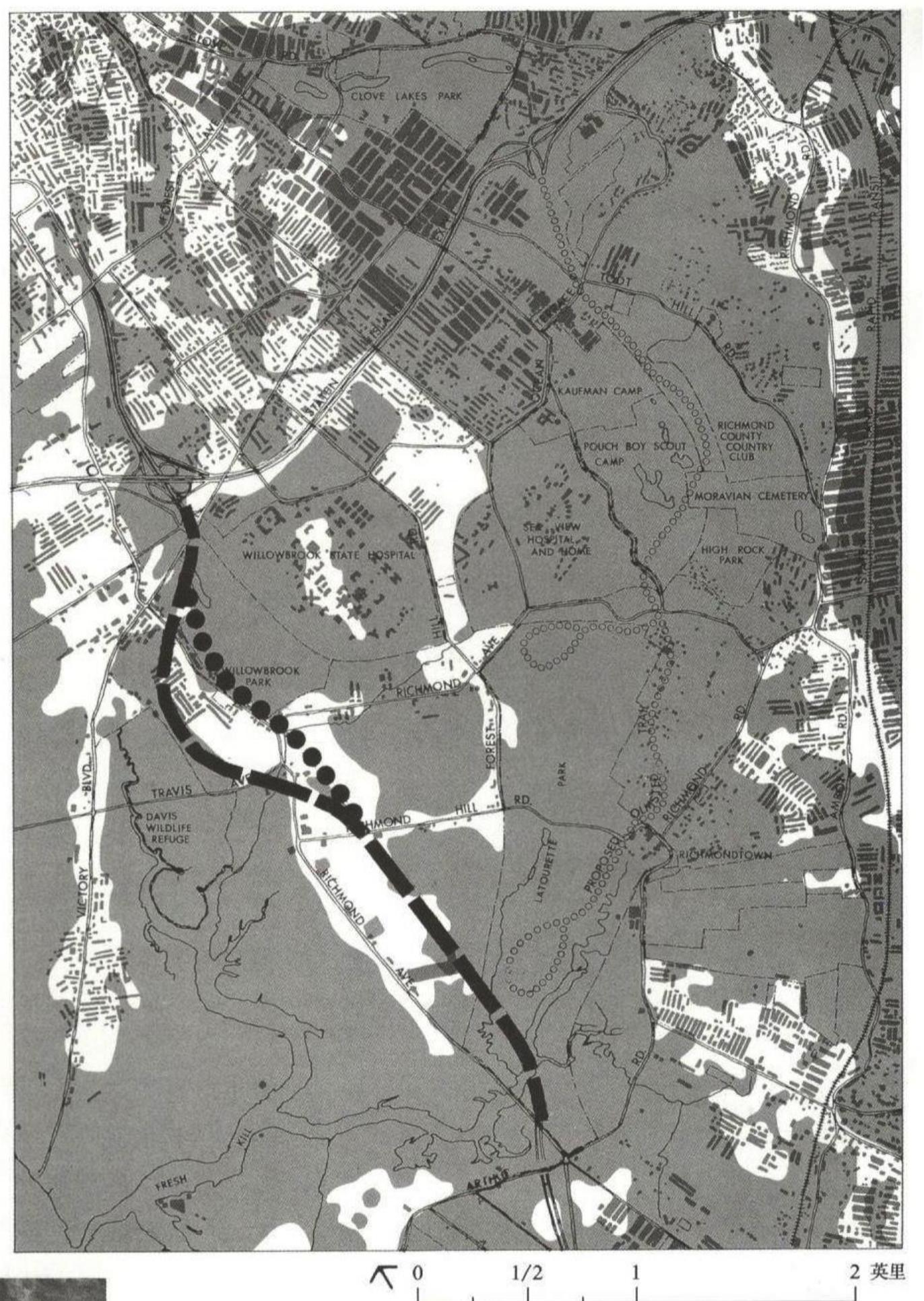
1/2

1

2 英里

社会价值评价标准-叠合图

全部社会价值复合图



推荐的、社会损失最小的路线
得出成本最小路径

- Distance
- Corridor
- Cost Allocation
- Cost Back Link
- Cost Distance**
- Cost Path**
- Euclidean Allocation
- Euclidean Direction
- Euclidean Distance
- Path Distance
- Path Distance Allocation
- Path Distance Back Link



路线的评估

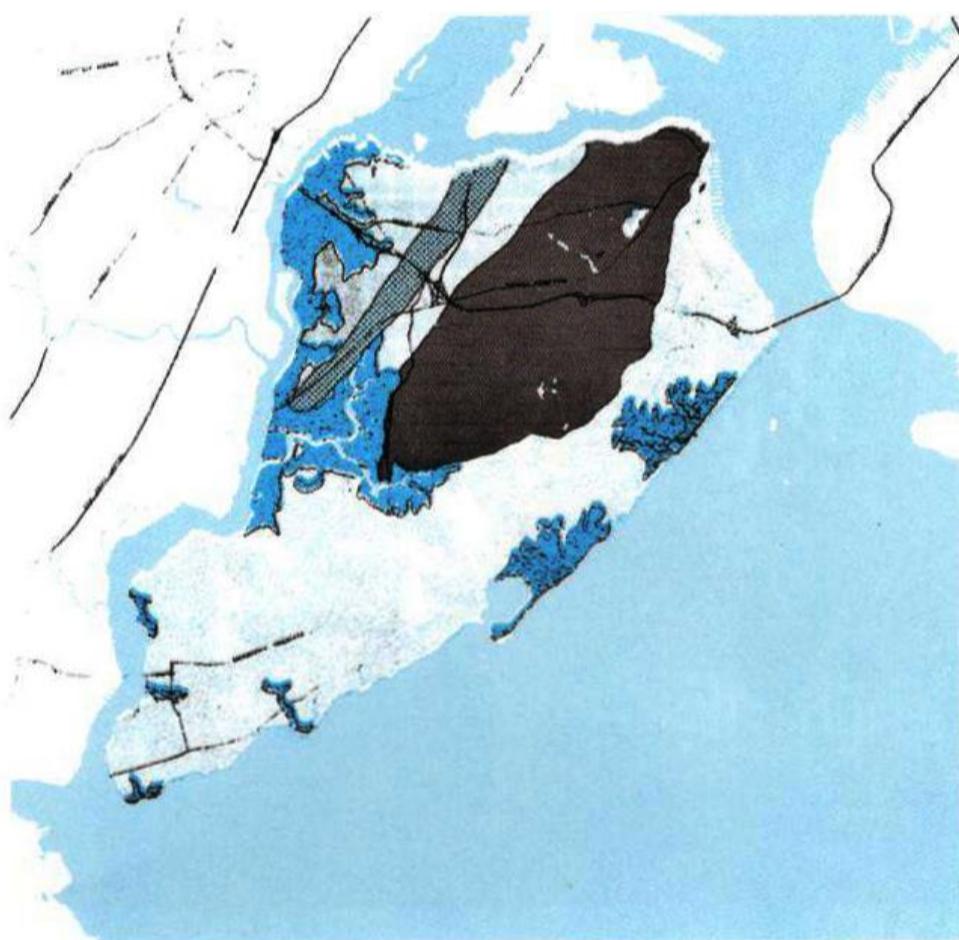
里士纽约斯塔滕岛环境评价研究

生态的因素	等级标准	现象序列					土地利用价值				
		I	II	III	IV	V	C	P	A	R	I
气候											
空气污染	发生率: 最高→最低	高	中	低		最低			●	●	●
潮汐泛滥淹没	发生率: 最高→最低	最高 (记录的)	最高 (预测的)			洪水线以上		●	●	●	●
地质											
地质独特, 具有科学和教学意义的地貌	稀有程度: 最高→最低	1. 古湖床 2. 排水出口	1. 终(冰)碛 2. 冰川范界 3. 漂砾痕迹	蛇纹岩山丘	外露的岩壁	1. 海滩 2. 埋藏谷 3. 黏土坑 4. 砾石坑	●	●		●	
基础条件	压力强度: 最大→最小	1. 蛇纹岩 2. 辉绿岩	页岩	白垩纪沉积物	淤填沼泽	草沼和木沼		●	●	●	●
地貌											
地质独特, 具有科学和教学意义的地貌	稀有程度: 最高→最低	终冰碛中的冰丘和锅穴	外露的岩壁	沿湾滨的冰堆石崖和冰迹湖	蛇纹岩山脊间的断裂		●	●			
有风景价值的地貌	独特性: 最突出→一般	蛇纹岩山脊和海岬	海滩	1. 悬崖 2. 封闭的谷地	1. 崖径 2. 海岬 3. 圆丘	无差别和特点	●	●	●	●	
有风景价值的水景	独特性: 最突出→一般	海湾	湖泊	1. 池塘 2. 河流	沼泽地	1. 纳罗斯河(The Narrows) 2. 基尔范克尔河(Kill Van Kull) 3. 阿瑟基尔河(Arthur Kill)	●	●	●		
带有水色风光的河岸土地	易受损坏的程度: 最容易→一般	沼泽	1. 河流 2. 池塘	湖泊	海湾(河湾)	1. 纳罗斯河(The Narrows) 2. 基尔范克尔河(Kill Van Kull) 3. 阿瑟基尔河(Arthur Kill)	●	●	●	●	
沿海湾的海滩	易受损坏的程度: 最容易→一般	冰堆石崖	小海湾	沙滩			●	●	●	●	
地表排水	地表水和陆地面积之比: 最大→一般	草沼和木沼	有限的排水面	稠密的河流和洼地网	中等密度的河流和洼地网	稀少的河流洼地网	●	●	●	●	
坡度	倾斜率: 高→低	大于 25%	25%~10%	10%~5%	5%~2.5%	2.5%~0%		●	●	●	
水文											
水上活动	通航水道: 最深→最浅	纳罗斯河(The Narrows)	基尔范克尔河	阿瑟基尔河	弗雷什基尔河(Fresh Kill)	拉里坦湾(Raritan Bay)		●			●
商用船舶	可自由活动的水域范围: 最大→最小	拉里坦湾	弗雷什基尔河	纳罗斯河	阿瑟基尔河	基尔范克尔河		●	●	●	
游乐用船舶											
新鲜水(淡水)	积极的游憩活动(游泳、划船、游艇航行等)	银湖(Silver Lake)	1. 克劳夫湖(Clove Lake) 2. 格拉斯米尔湖(Grass-mere Lake) 3. 俄贝奇湖(Ohrbach Lake) 4. 阿比特斯湖(Arbutus Lake) 5. 沃尔夫斯塘(Wolfe's Pond)	其他池塘	河流						
C: 保护											
P: 消极性娱乐游憩活动											
A: 积极性娱乐游憩活动											
R: 居住建设											
I: 工业与商业发展											

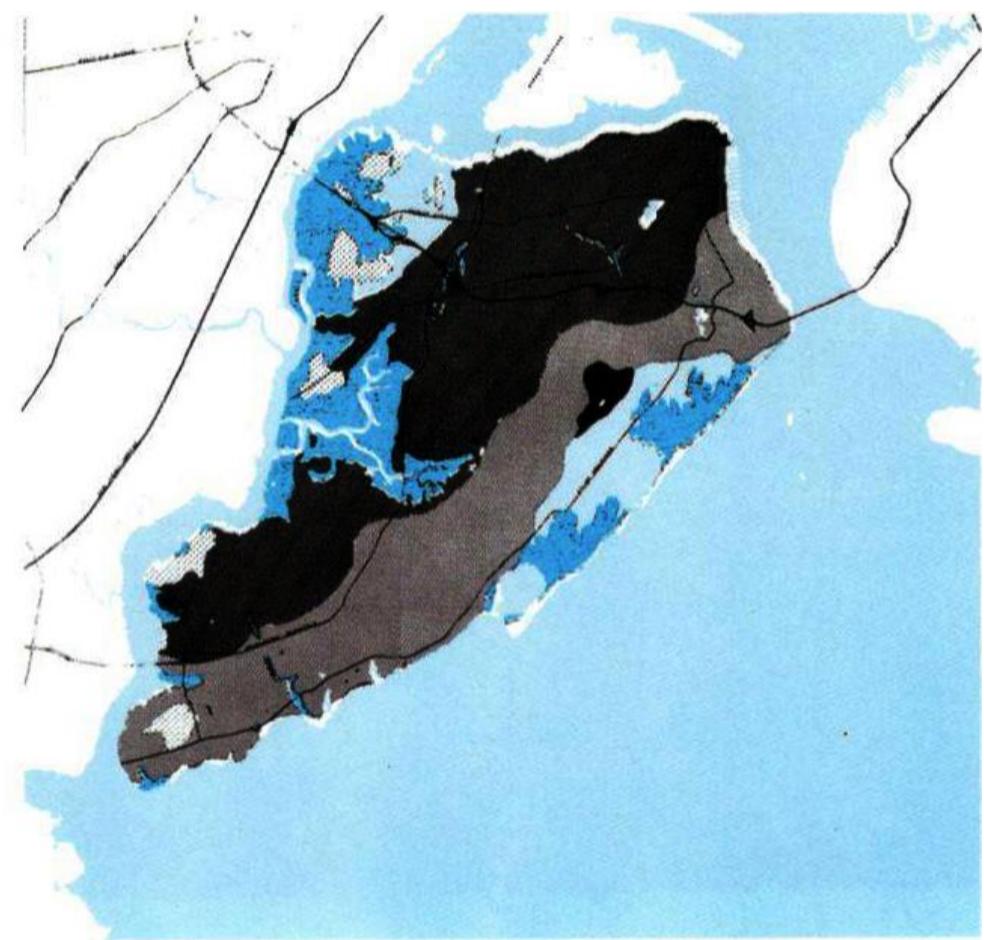
生态的因素	等级标准	现象序列					土地利用价值				
		I	II	III	IV	V	C	P	A	R	I
河边游憩 (钓鱼、打猎等)	景色: 最好→一般	非城市化地区终年的河流	非城市化地区间歇性的河流	半城市化地区的河流	城市地区的河流		●	●			
保护河流质量的流域	风景优美的河流: 最佳→一般	非城市化地区终年的河流	非城市化地区间歇性的河流	半城市化地区的河流	城市地区的河流		●	●	●	●	
含水层	含水量: 最高→最低	埋藏谷		白垩纪沉积物	结晶岩		●				
地下水回灌地带	含水层的重要性: 最重要→一般	埋藏谷		白垩纪沉积物	结晶岩		●				
土壤学											
土壤排水	由地下水位高度来表示的渗透性: 最好→一般	极好	较好	较差	差	没有	●	●	●	●	
基础条件	耐压强度和稳定性: 最大→最小	由砾质土至石质土至砂壤土	砾质土或粉砂壤土	砾质土或细砂壤土	1. 砂壤土 2. 砾石 3. 海滩砂	1. 冲积层 2. 沼泽泥土 3. 潮沼地 4. 人造土地 其他土壤		●	●	●	
冲蚀	易受冲蚀程度: 最大→最小	超过 10% 的陡坡	在砾质土至细砂壤土上的任何坡度	坡度适中 2.5%~10% 1. 在砾质土或粉砂壤土上 2. 在砾质土至石质砂壤土上	坡度在 0~2.5% 之间在砾质土或粉砂壤土		●	●	●	●	
植被											
现有森林	质量: 最好→最差	极好	好	差	已遭破坏	无	●	●	●	●	●
森林的类型	稀有程度: 最大→一般	1. 低地 2. 干燥的高地	沼泽地	高地	湿润的高地	无	●	●	●	●	●
现有的沼泽	质量: 最好→最差	好	较好		差(已填满)	无	●	●	●	●	●
野生生物											
现有的生长环境	稀有程度: 最少→一般	潮间地带	与水有关的地带	陆地和森林	城市	海洋	●	●	●	●	
潮间地带的物种	以海岸活动强度为基础的环境质量: 活动强度最低→最高	1	2	3	4	5	●	●	●	●	
伴水而生的物种	以城市化程度为基础的环境质量: 非城市化→完全城市化	1	2	3	4	5	●	●	●	●	
陆地和森林的物种	森林质量: 最好→最差	1	2	3	4	5	●	●	●	●	
与城市有关的物种	树木的外貌: 多→无	1		2	3	3					
土地利用											
地质独特, 具有教学与历史价值的地貌	重要性: 最大→一般	里士满城(Richmond Twon)	1. 安博伊路(Amboy Road) 2. 托腾维尔联合会(Tottenville Conference)	文物富有地区	少量文物地区	缺少文物地区	●	●	●	●	

生态的因素	等级标准	现象序列					土地利用价值				
		I	II	III	IV	V	C	P	A	R	I
具有风景价值的地貌	独特性: 最大→最小	维拉萨诺桥 (The Verazzano Bridge)	海岸线水道 (海岬)(Ocean Liner Channel)	曼哈顿轮渡 (Manhattan Ferry)	1. 戈赛尔斯 桥 (The Goethals Bridge) 2. 外桥渡口 (the Out- erbridge Crossing) 3. 贝永桥 (The Bayonne Bridge)	缺少	●	●	●	●	●
现有的和潜在娱乐游憩资源	可利用的程度: 最高→最低	1. 现有的公共空地 2. 现有的公共机构	未城市化的、潜在的娱乐游憩地区	城市化的、潜在的娱乐游憩地区	空地 (较低的娱乐活动的潜力)	城市化地区	●	●	●	●	●

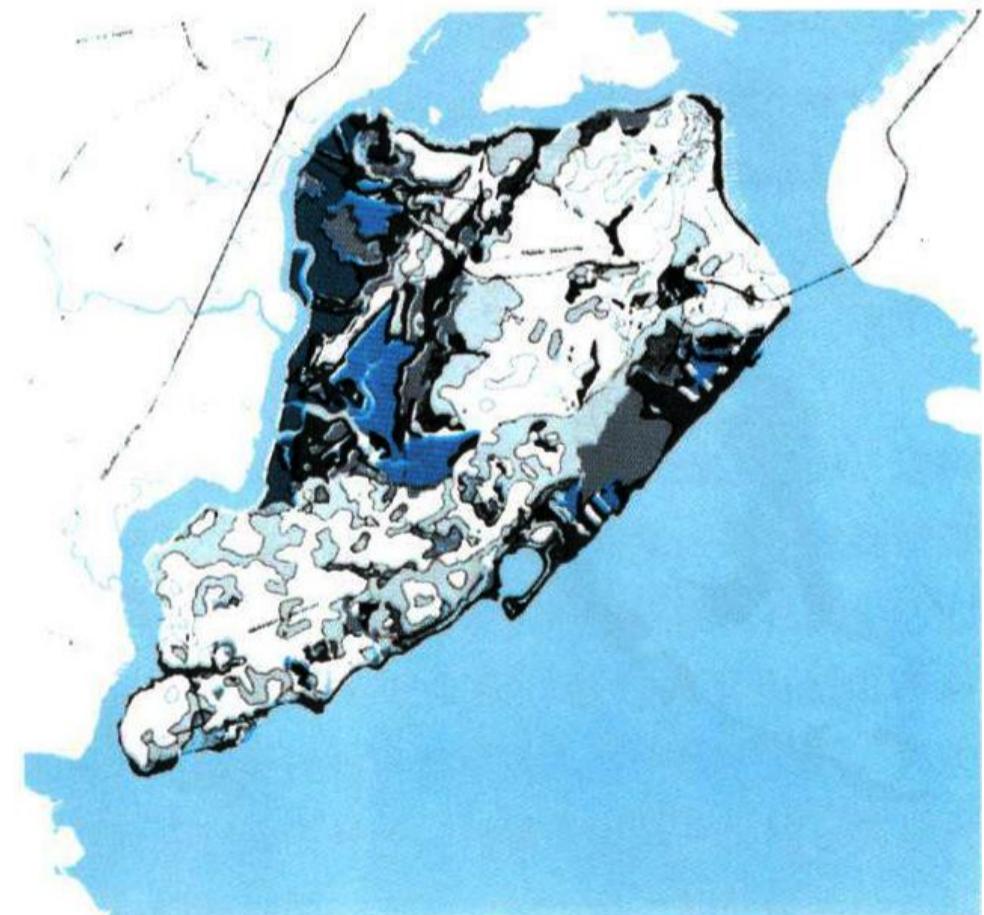
C:保护; P:消极性娱乐游憩活动; A:积极性娱乐游憩活动; R:居住建设; I:工业与商业开发



基岩地质



地表地质



土壤排水环境



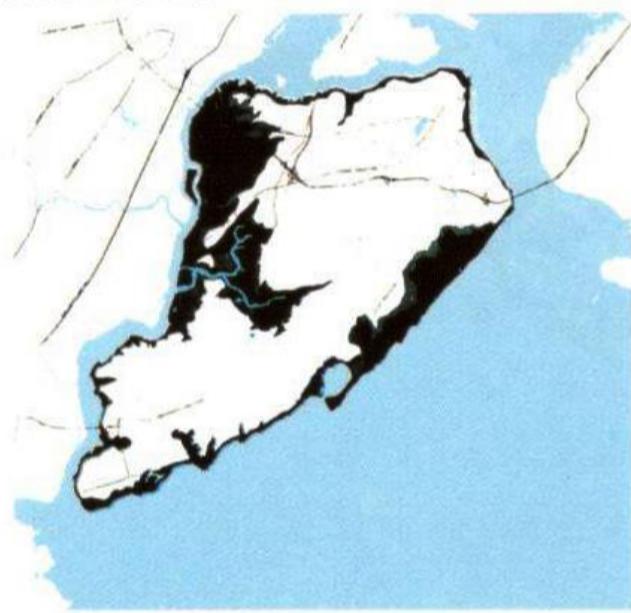
土地利用现状



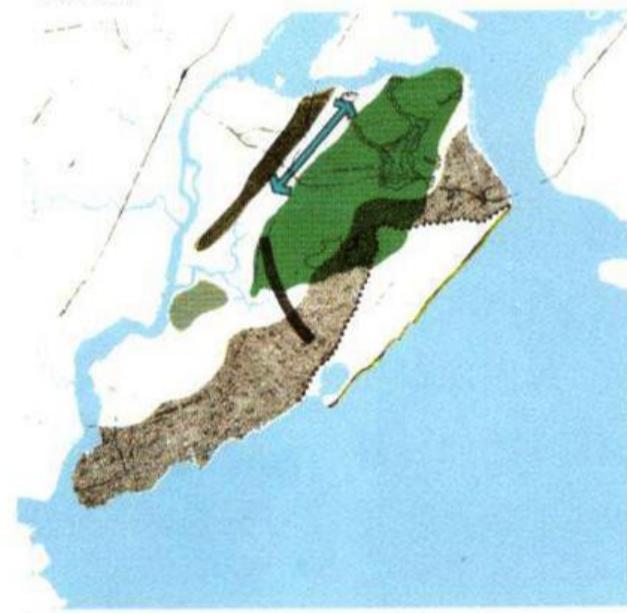
历史上的地标



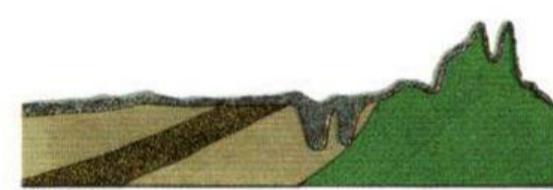
地貌特征



潮汐侵蚀区域

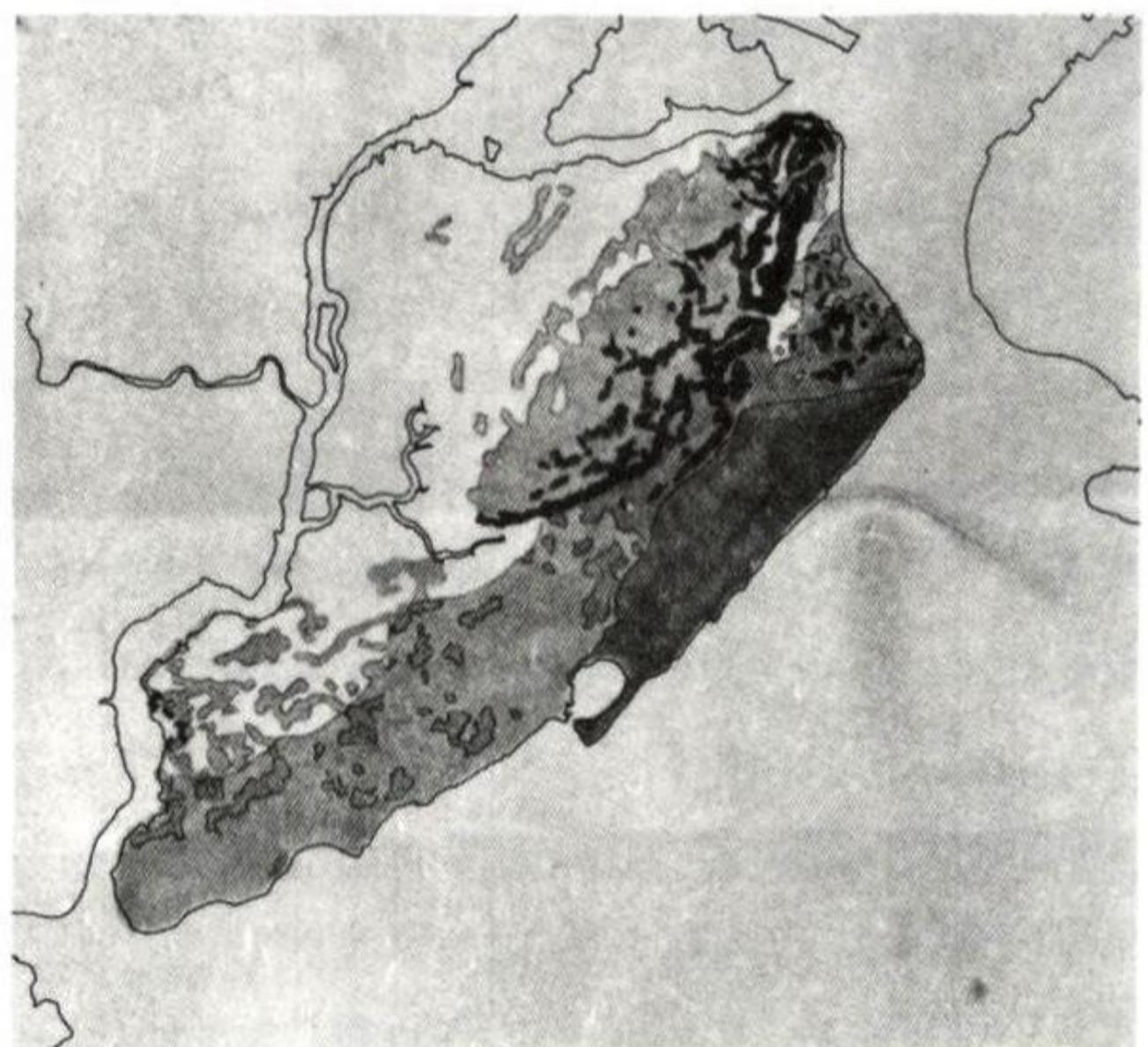


地质特征

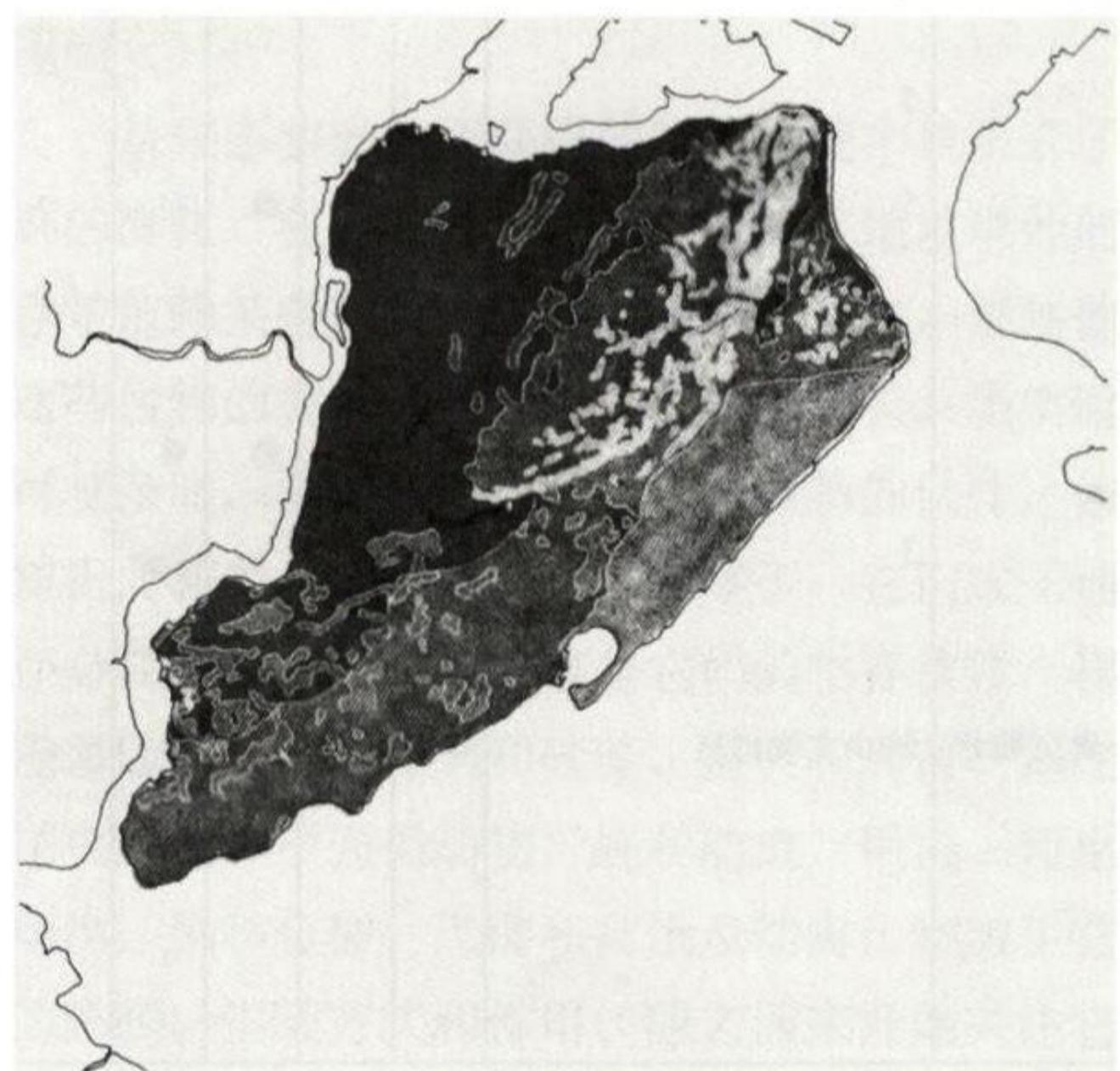


地质剖面





土壤：最大—最小冲蚀

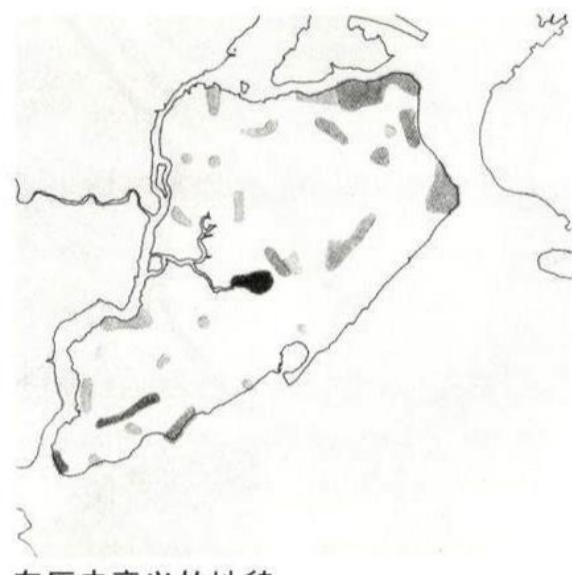


土壤：最小—最大冲蚀

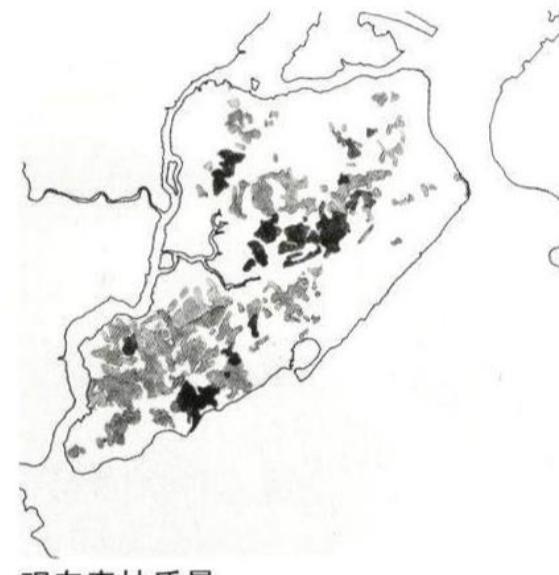
C: 保护_遴选因素 (影响因子)

历史价值特征
高质量的森林
高质量的沼泽
湾滩
河流
滨水而生的野生生物和生存环境

潮汐间野生生物生存环境
独特的地址特征
独特的地形地貌
风景优美的地貌
风景优美的水面风光
稀有的生态群落



有历史意义的地貌



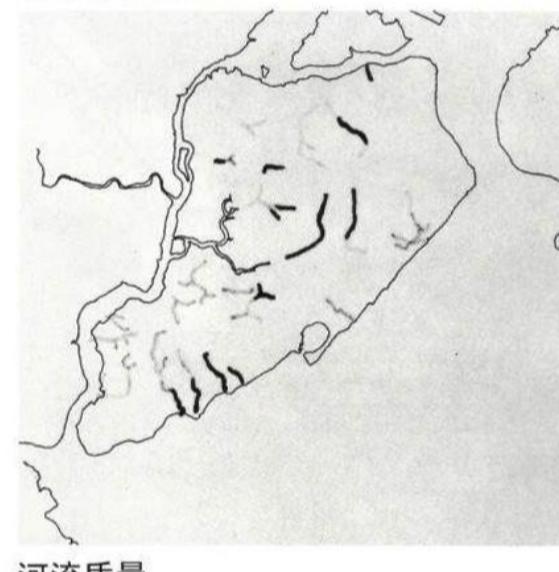
现有森林质量



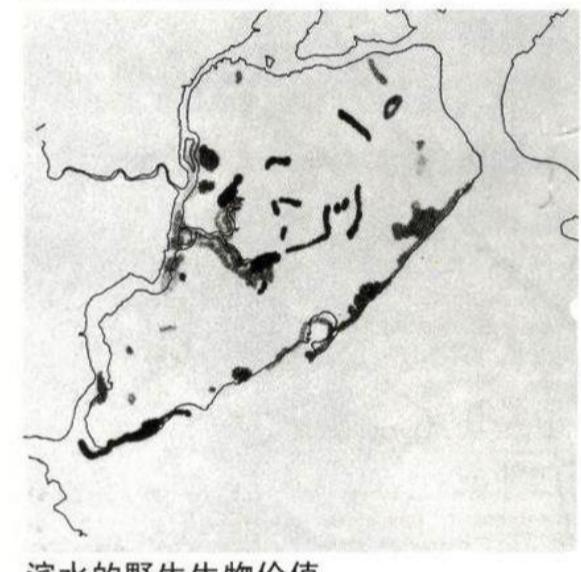
自然沼泽地质量



海滩质量



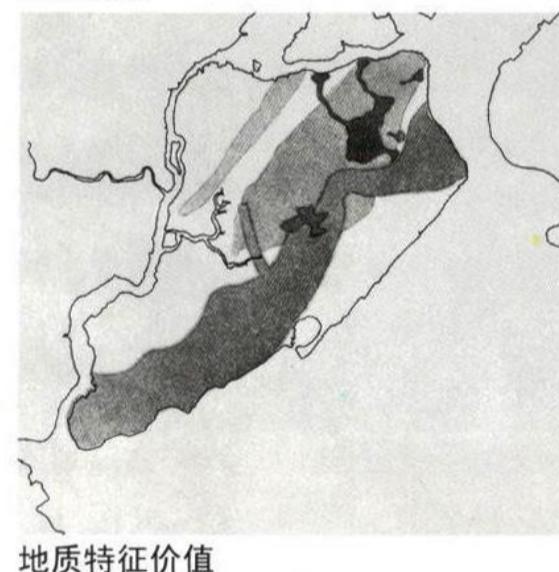
河流质量



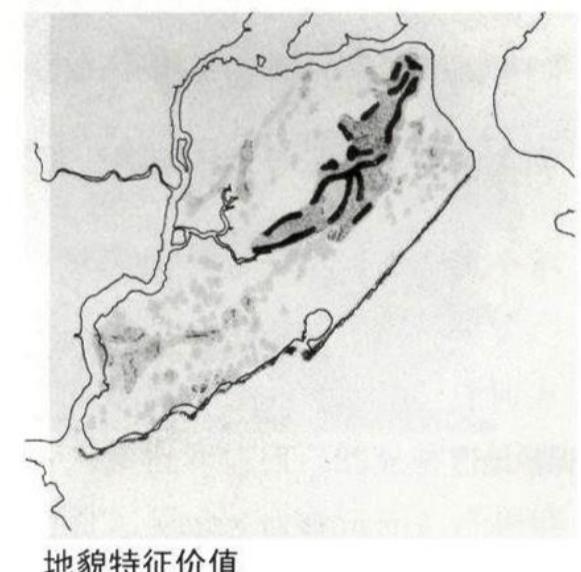
滨水的野生生物价值



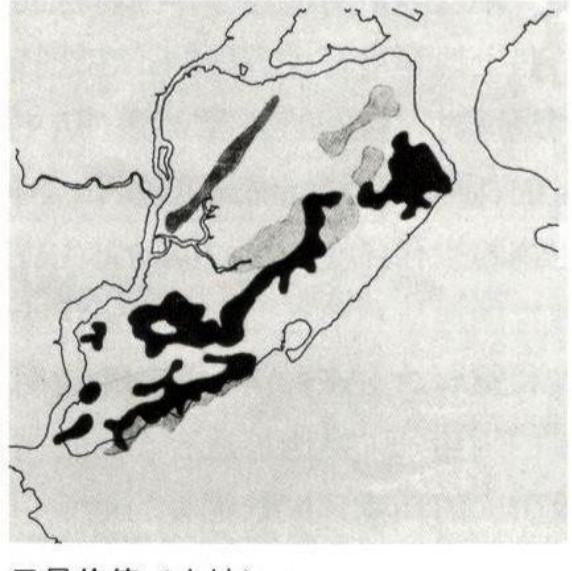
潮间生长环境价值



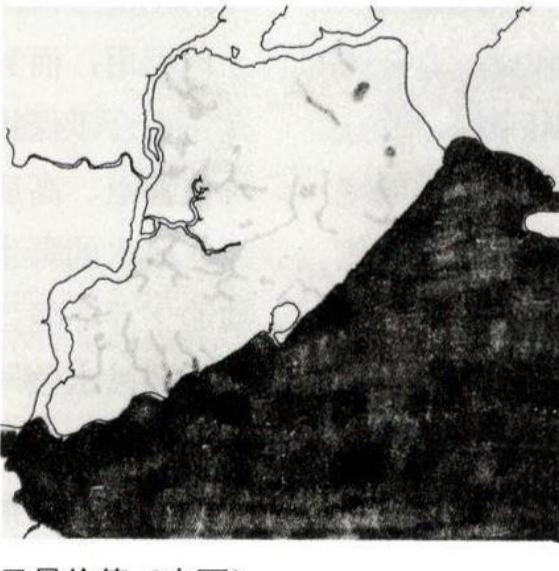
地质特征价值



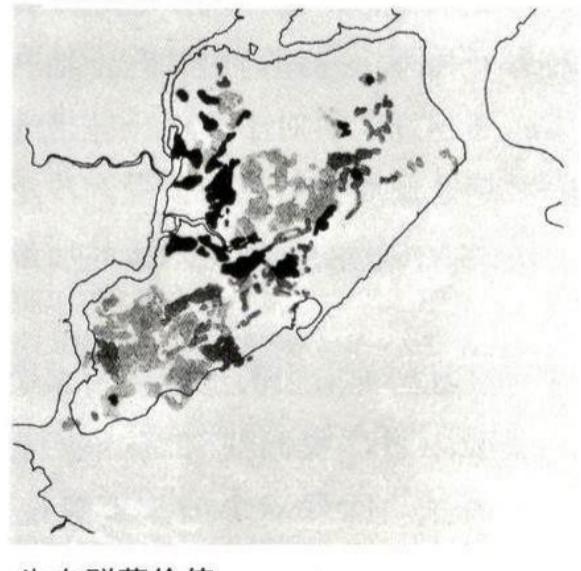
地貌特征价值



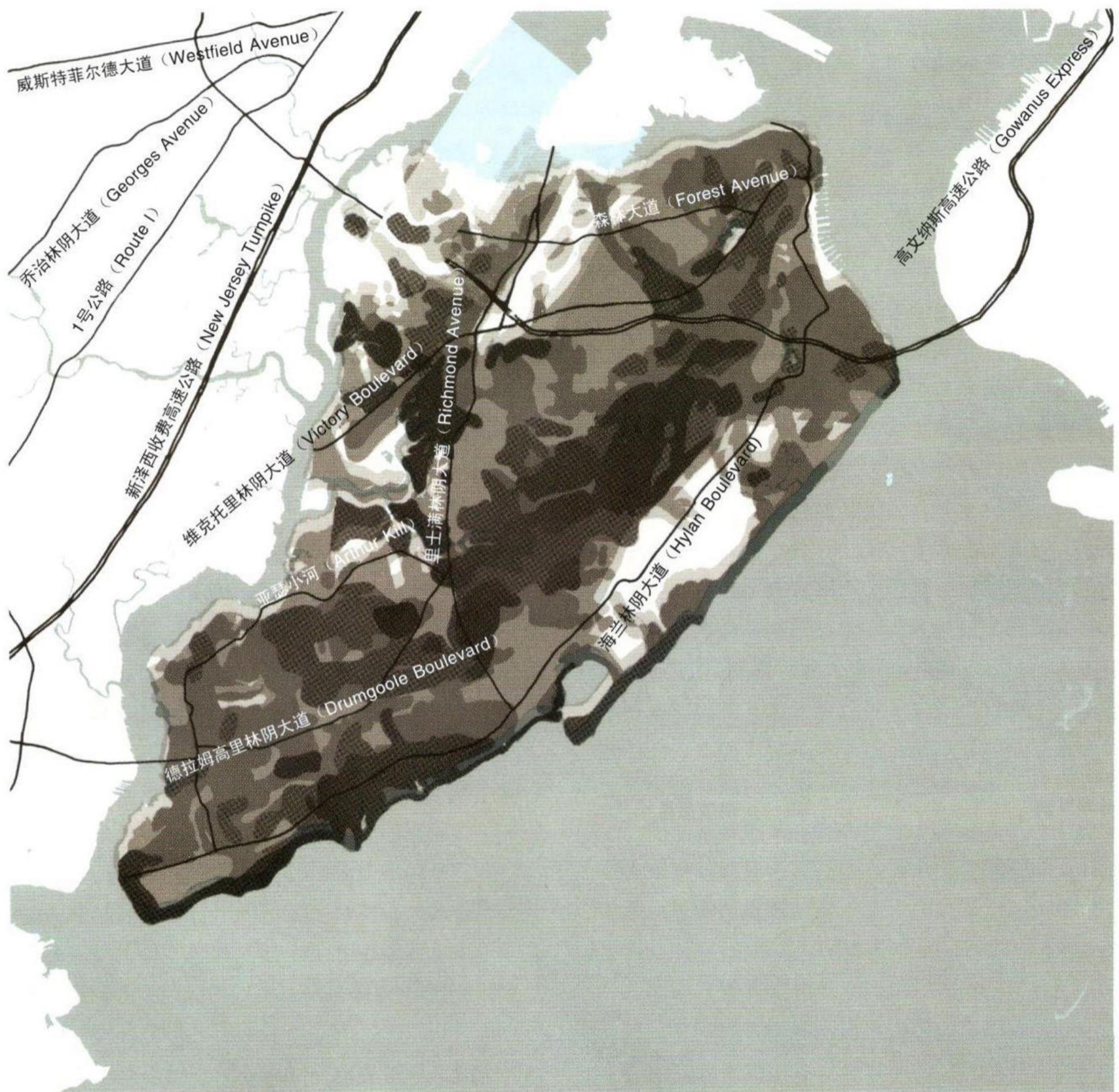
风景价值 (土地)



风景价值 (水面)



生态群落价值



保护地区

P: 消极性娱乐游憩活动_遴选因素

独特的自然地理地貌
风景优美的河光水色
历史价值特色
高质量的森林
高质量的沼泽
风景优美的地貌
优美的文化特色
独特的地址特征
稀有的生态群落
滨水野生动植物生存环境
田野和森林的野生动植物生存环境

A: 积极性娱乐游憩活动_遴选因素

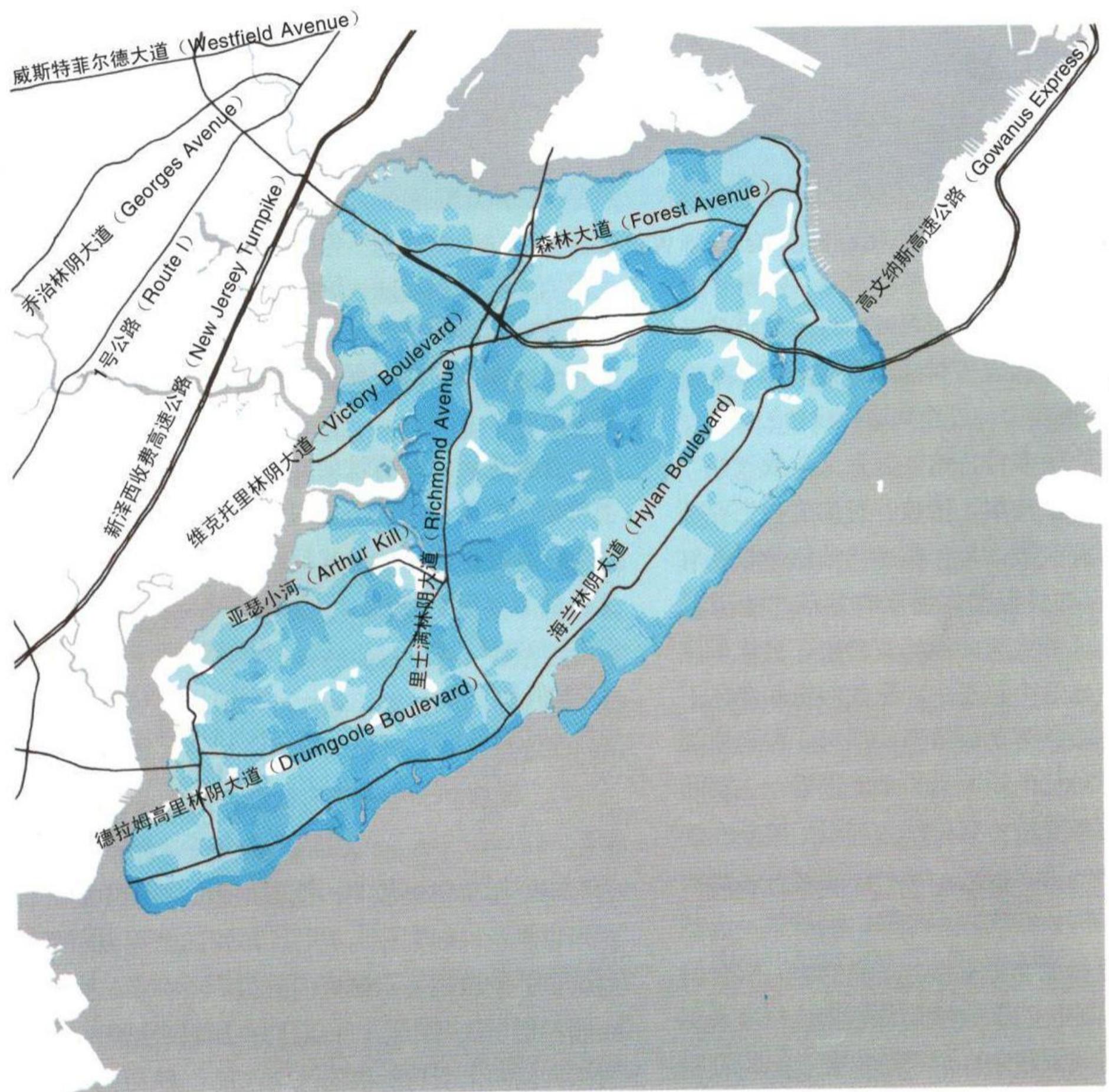
湾滩
可容游艇航行的辽阔水面
新鲜(淡)水地区
岸边的土地
平坦的土地
现有和未开发的游憩地区



积极性游憩适合度



消极性游憩适合度



游憩地区

R: 居住建设_遴选因素

风景优美的地貌
河边的土地
优美的文化特色
好的岩石基础
好的土壤基础

I: 工业与商业发展_遴选因素

好的土壤基础
好的岩石基础
通航的水道

所有开发建设共同的主要限制因素

坡度
森林地区
地表排水不良
土壤排水不良
易受冲蚀地区
易遭洪泛地区



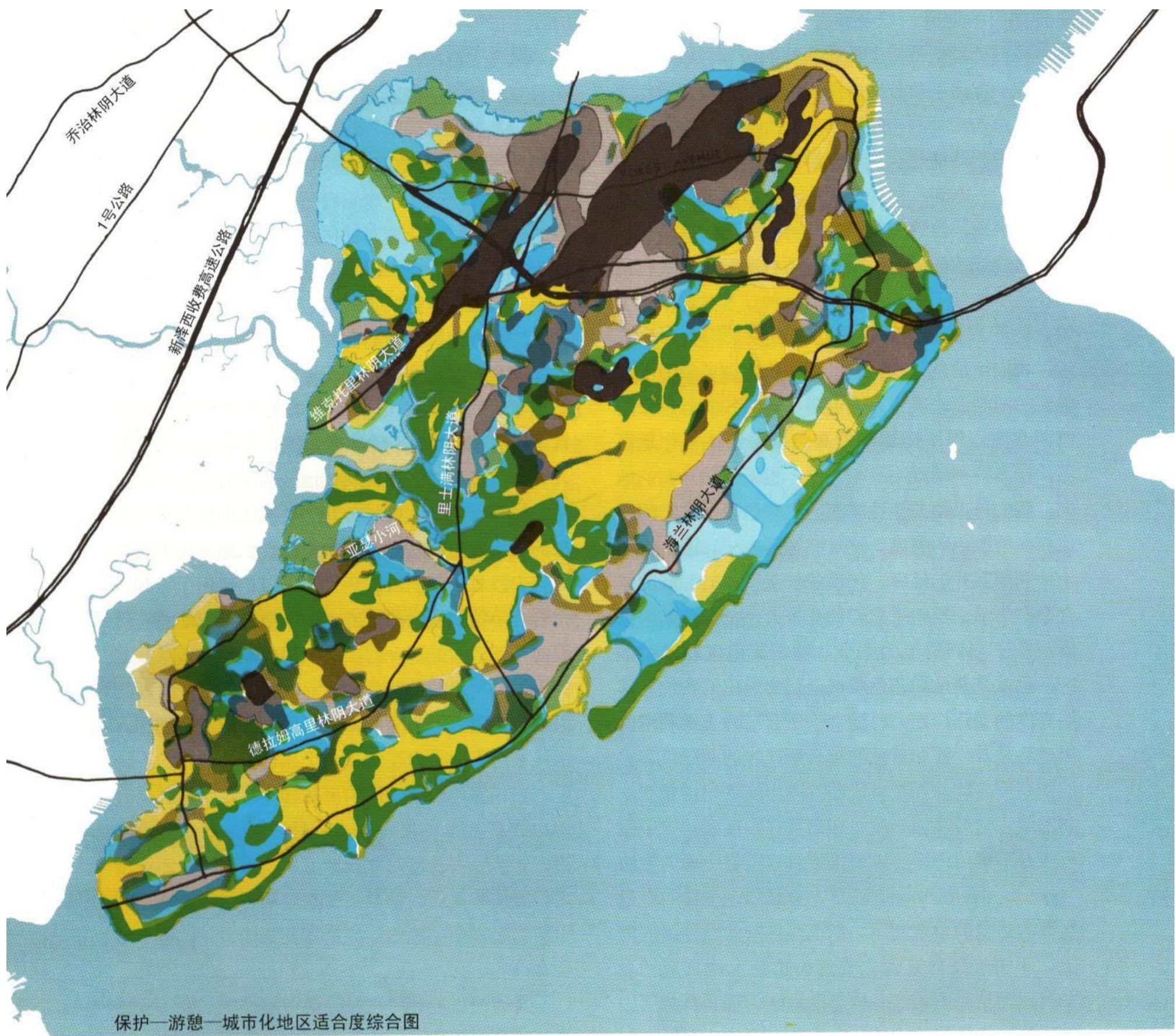
居住适合度



城市化不适合度



城市化地区



《“反规划”途径》

引言 寻找“土地之神”

0.1 四点思考

0.2 充满“神灵”的土地——灾难经验演绎文化景观

0.3 放下斩杀大地“女神”的屠刀，重构新的土地伦理

0.4 “超人”的力量不能替代自然系统的生态服务

0.5 再造秀美山川，五千年难得之机遇——“反规划”途径建立生态安全格局

0.6 视洪水为“朋友”的伦理——“反规划”实践

0.7 “神”的复活，人也将永续—

上篇 理论与方法——“反规划”、景观安全格局与生态基础设施

1 一种思想方法——“反规划”与生态基础设施

1.1 关于“反规划”

1.1.1 反思中国城市状态

1.1.2 反思规划方法——理性建设规划的谬误

1.1.3 “逆”向的规划程序——让理性复活

1.1.4 “负”的规划成果——生态基础设施

1.2 关于生态基础设施

1.2.1 生态基础设施作为自然系统的基础结构

1.2.2 生态基础设施作为生态化的人工基础设施

1.2.3 廊道作为生态基础设施的主要结构

1.2.4 生态基础设施作为健全和保障生态服务功能的基础性景观格局

2 一种途径——景观安全格局

2.1 景观安全格局途径是景观生态学与城乡物质空间规划之间的一座桥梁

2.2 景观安全格局作为景观生态规划的途径

2.2.1 关于景观生态规划

2.2.2 景观安全格局途径作为景观生态规划的发展

2.3 景观安全格局途径和生态基础设施规划的基本步骤

2.3.1 第一步景观表述

2.3.2 第二步过程分析

2.3.3 第三步景观评价

2.3.4 第四步景观改变

2.3.5 第五步影响评估

2.3.6 第六步景观决策

3 三种尺度上的生态基础设施——宏观—中观—微观

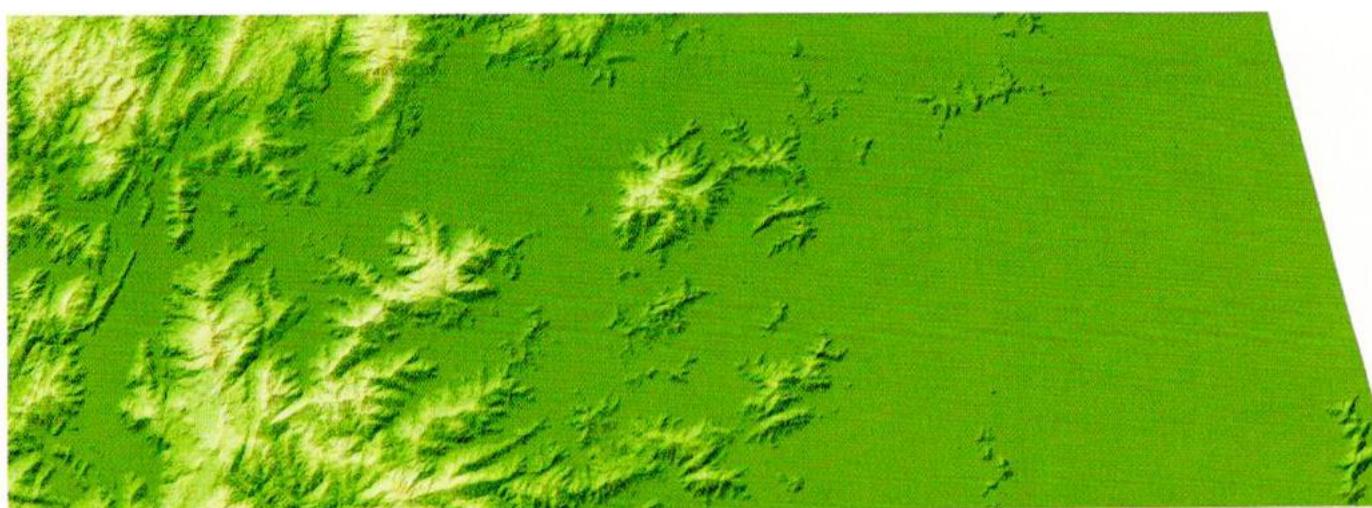
3.1 宏观——生态基础设施总体规划

3.2 中观——生态基础设施控制性规划

3.3 微观——EI修建性规划及基于EI的城市地段开发模式

下篇 台州案例

- 4 台州“反规划”研究框架
- 5 宏观——台州市区域EI及基于EI的城市空间发展格局
 - 5.1 景观表述——台州区域现状
 - 5.1.1 自然景观特征
 - 5.1.2 生物景观特征
 - 5.1.3 人文景观特征
 - 5.2 景观过程分析——台州区域的自然、生物与人文过程
 - 5.2.1 自然过程分析
 - 5.2.2 生物过程分析
 - 5.2.3 人文过程分析
 - 5.3 景观评价——台州现状区域景观生态服务功能评价
 - 5.3.1 河流自然过程受到严重干扰
 - 5.3.2 区域生物过程的安全和健康面临威胁
 - 5.3.3 乡土文化景观保护及游憩过程前景堪忧
 - 5.4 景观改变——台州区域EI总体规划
 - 5.4.1 防洪安全格局
 - 5.4.2 生物保护安全格局
 - 5.4.3 乡土文化景观安全格局
 - 5.4.4 游憩安全格局
 - 5.4.5 视觉安全格局
 - 5.4.6 区域整体生态基础设施与实施导则
 - 5.5 评估与决策：基于区域EI的城市空间发展格局预景
 - 5.5.1 不同EI标准下的城市发展规模和空间格局
 - 5.5.2 基于EI的城市空间发展格局多解比较
- 6 中观——分区生态基础设施及重要廊道控制性规划
 - 6.1 永宁江、椒江生态廊道规划
 - 6.1.1 景观表述
 - 6.1.2 过程分析



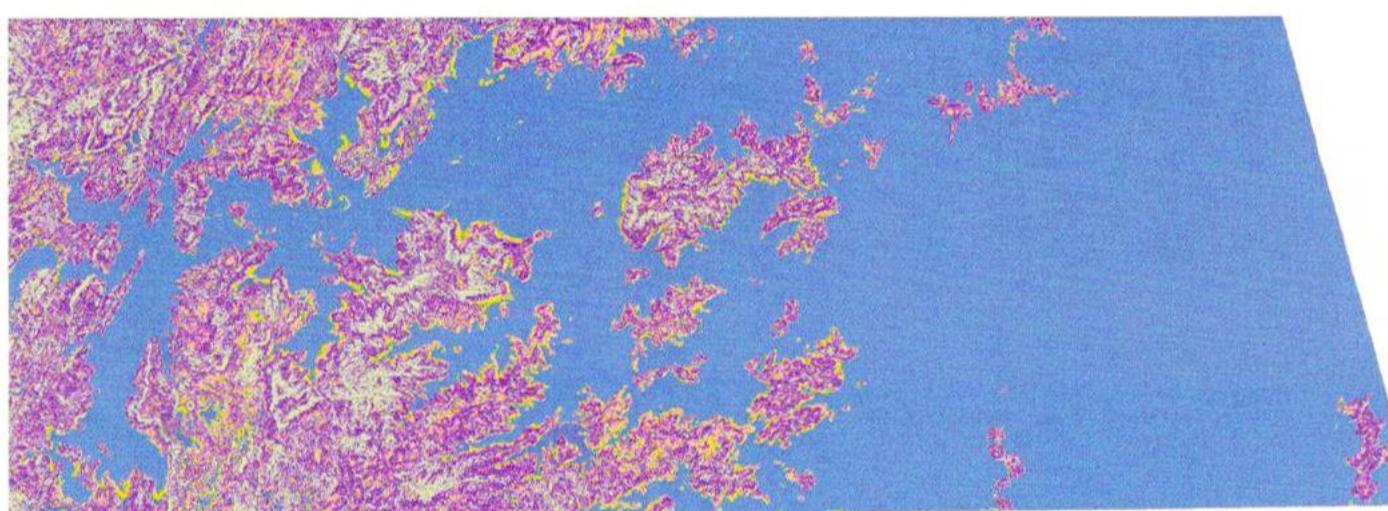
10000 0 10000m

0 ~ 100m	700 ~ 800m
100 ~ 200m	800 ~ 900m
200 ~ 300m	900 ~ 1000m
300 ~ 400m	1000 ~ 1100m
400 ~ 500m	1100 ~ 1200m
500 ~ 600m	
600 ~ 700m	

高程
坡度
坡向
(起伏度)
(太阳辐射量)

地形相关基本影响因子

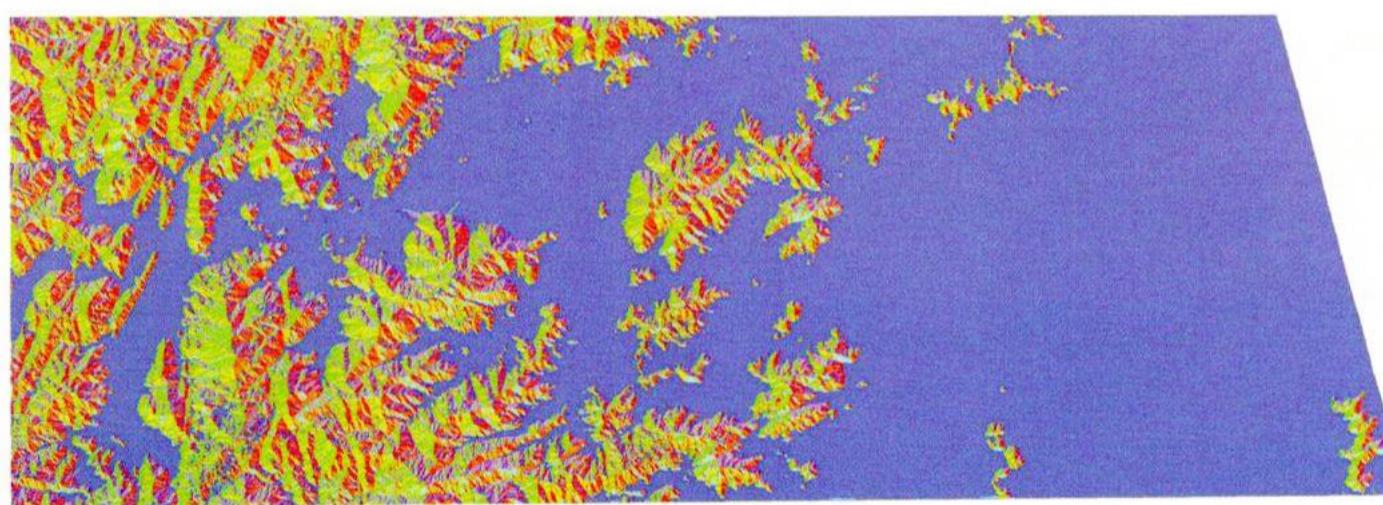
彩图1
地形高程 Altitude



10000 0 10000m

0 ~ 5°
5 ~ 10°
10 ~ 20°
20 ~ 35°
35 ~ 90°

彩图2
坡度 Slope



10000 0 10000m

南	平地
西南	北
西	东北
西北	东
东南	东南

彩图3
坡向 Aspect



彩图4
坡向比例分析 Classification of aspect

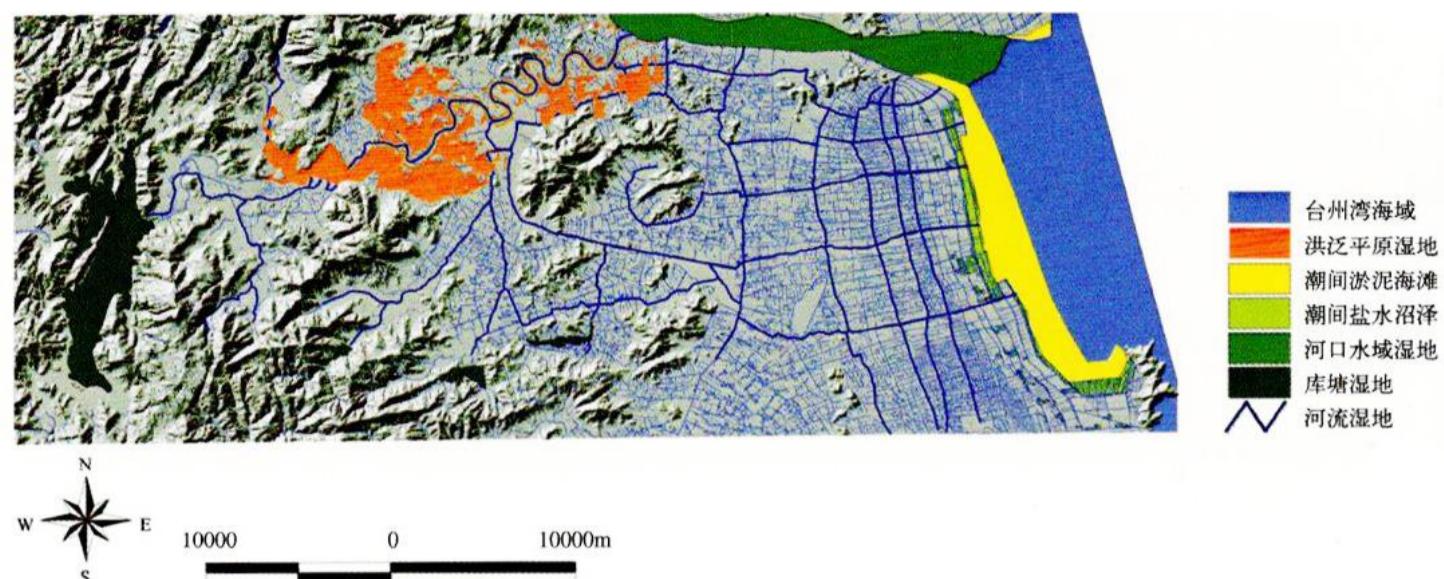
相关地物影响因子

湿地分布
土地覆盖类型
文物保护单位
乡土文化景观

彩图5

湿地分布

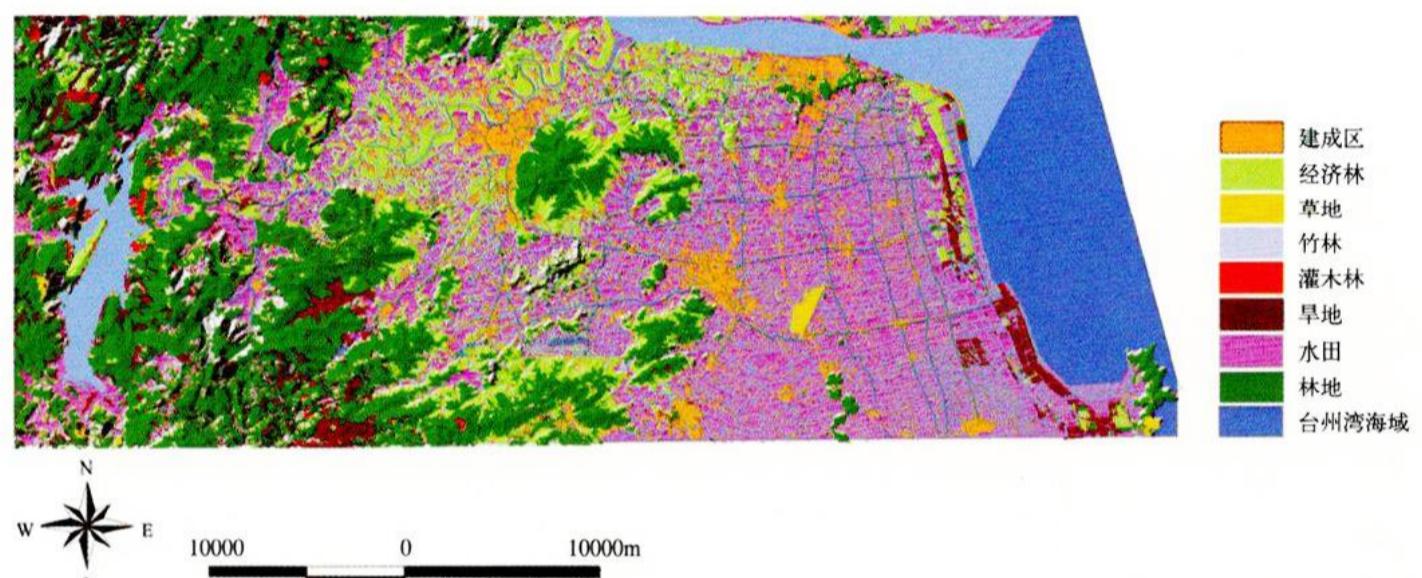
Wetland system



彩图6

土地覆盖类型

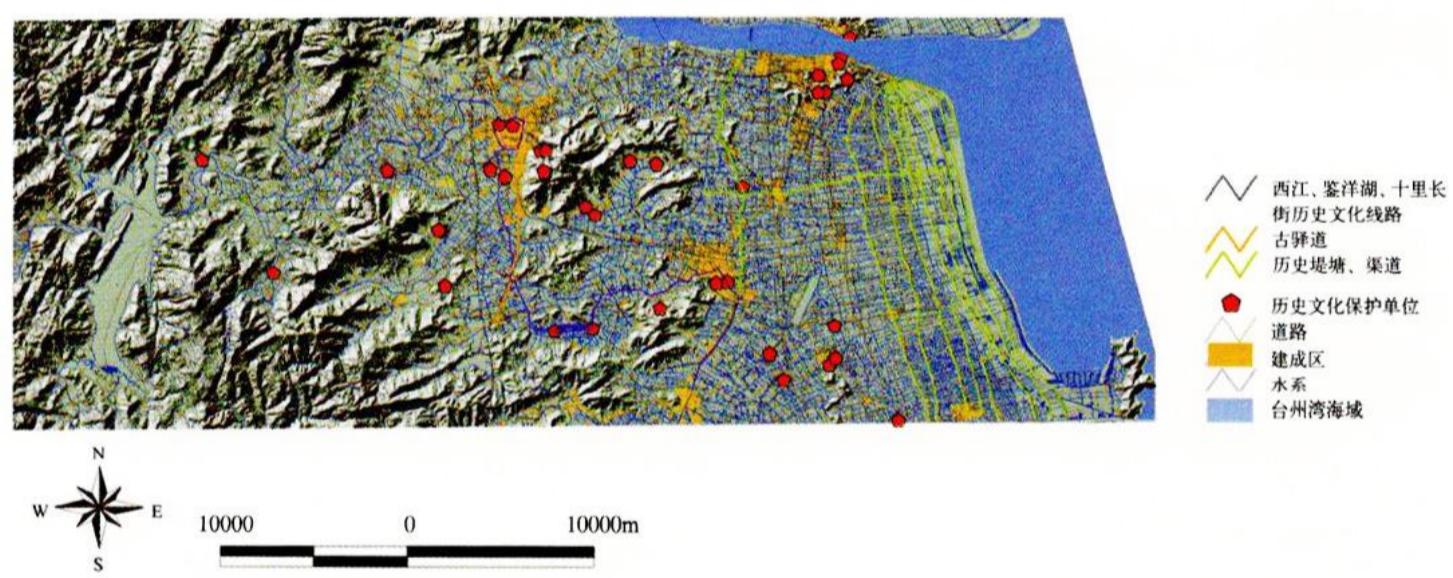
Land cover



彩图7

文物保护单位 Historical

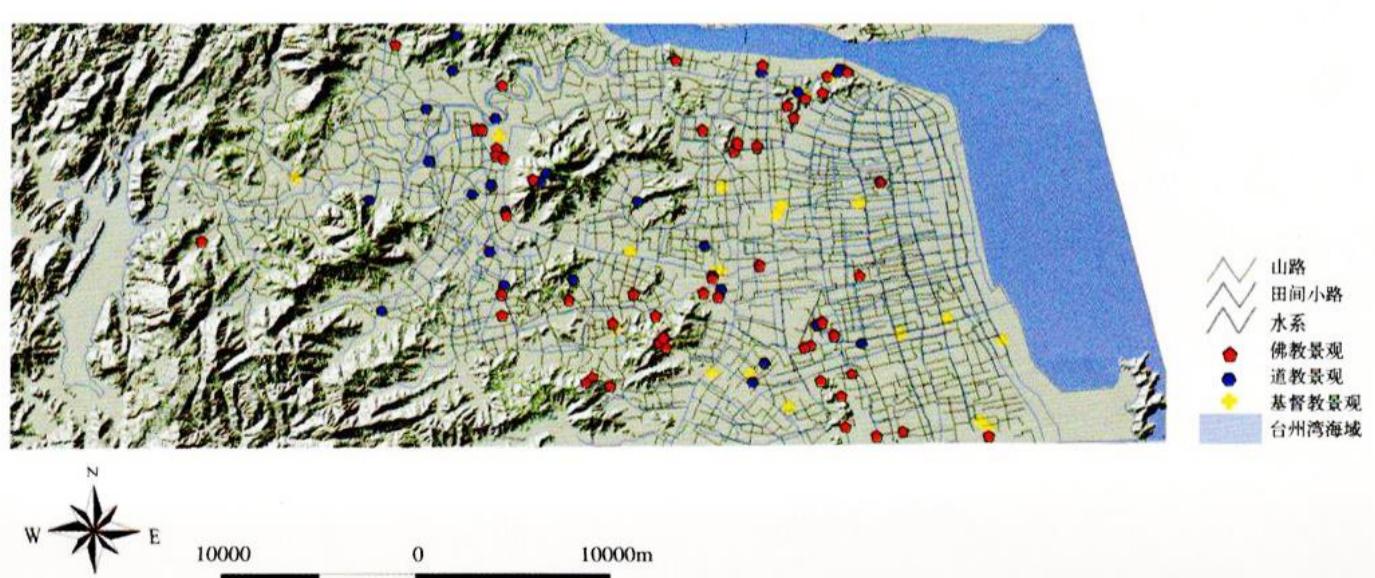
relics and sites

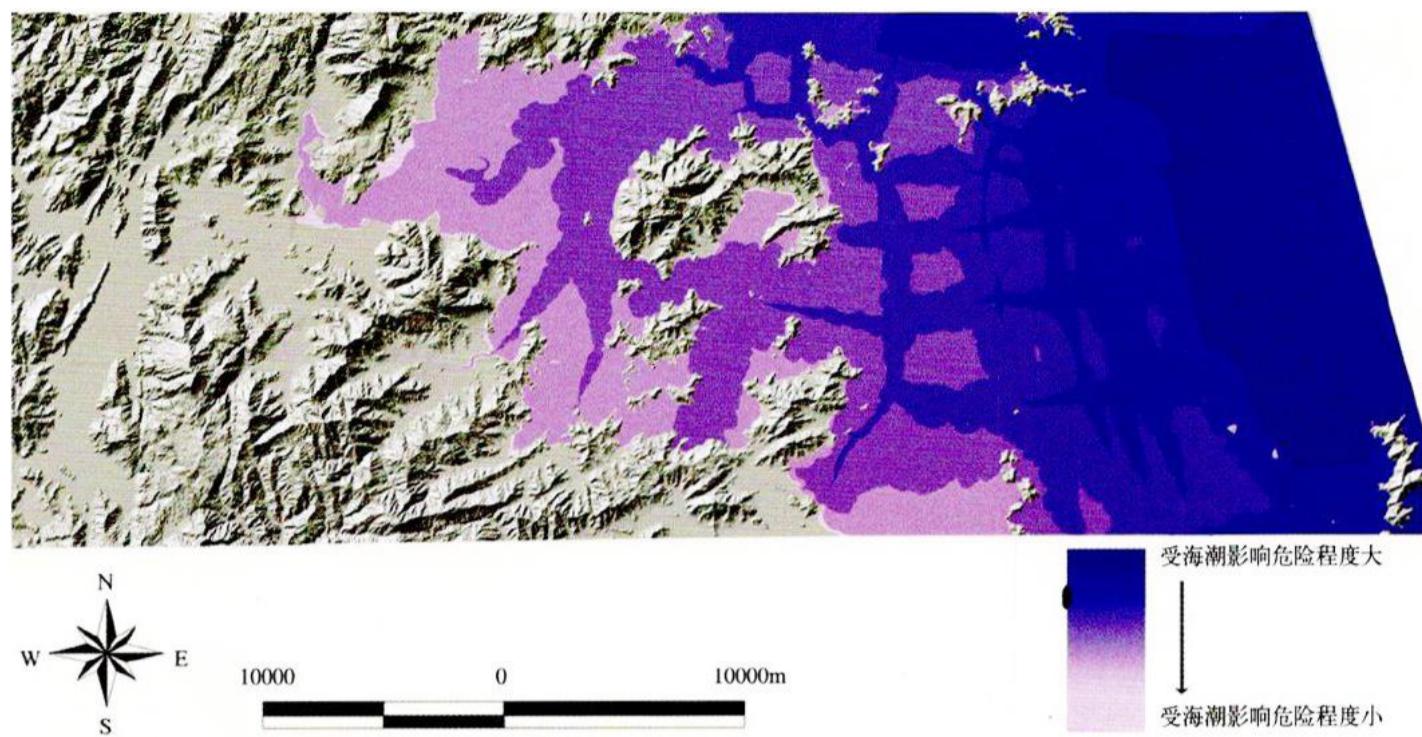


彩图8

乡土文化景观 Vernacu-

lar cultural landscape

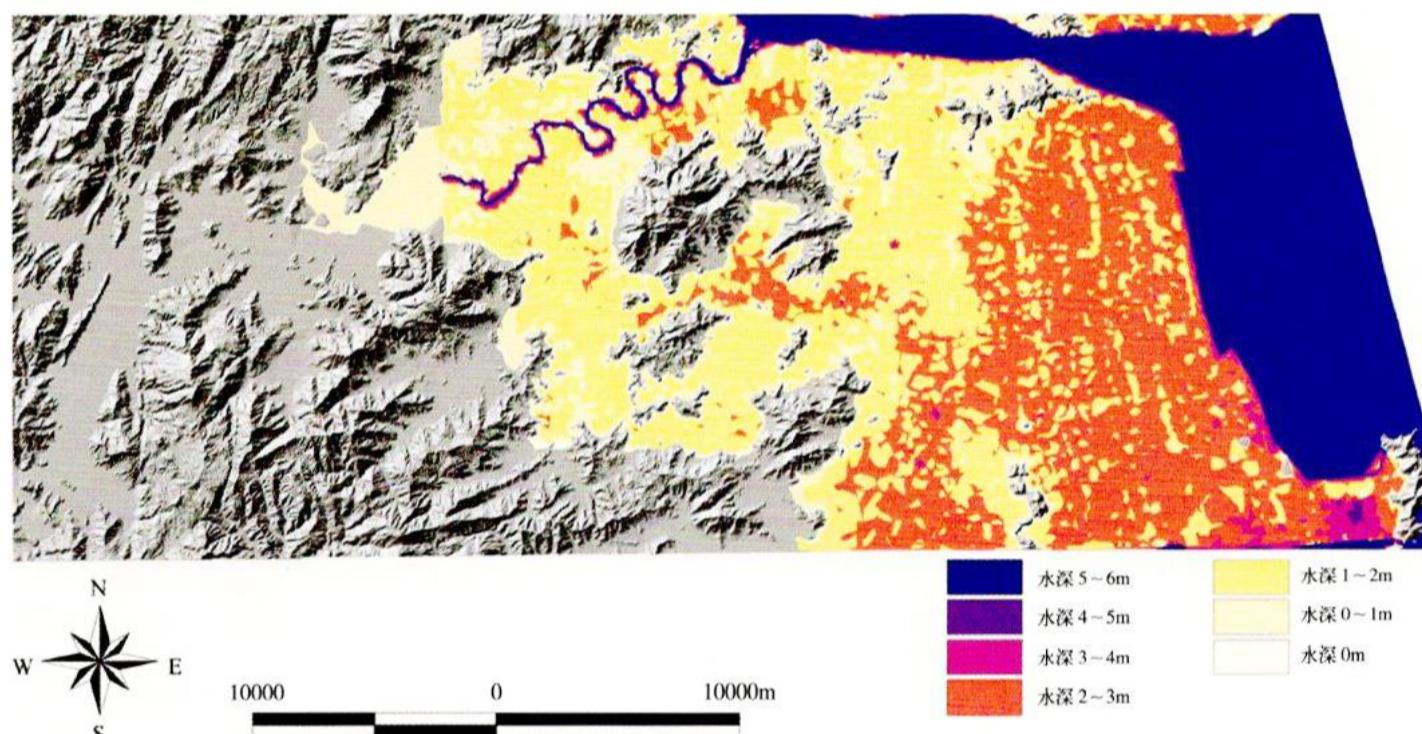




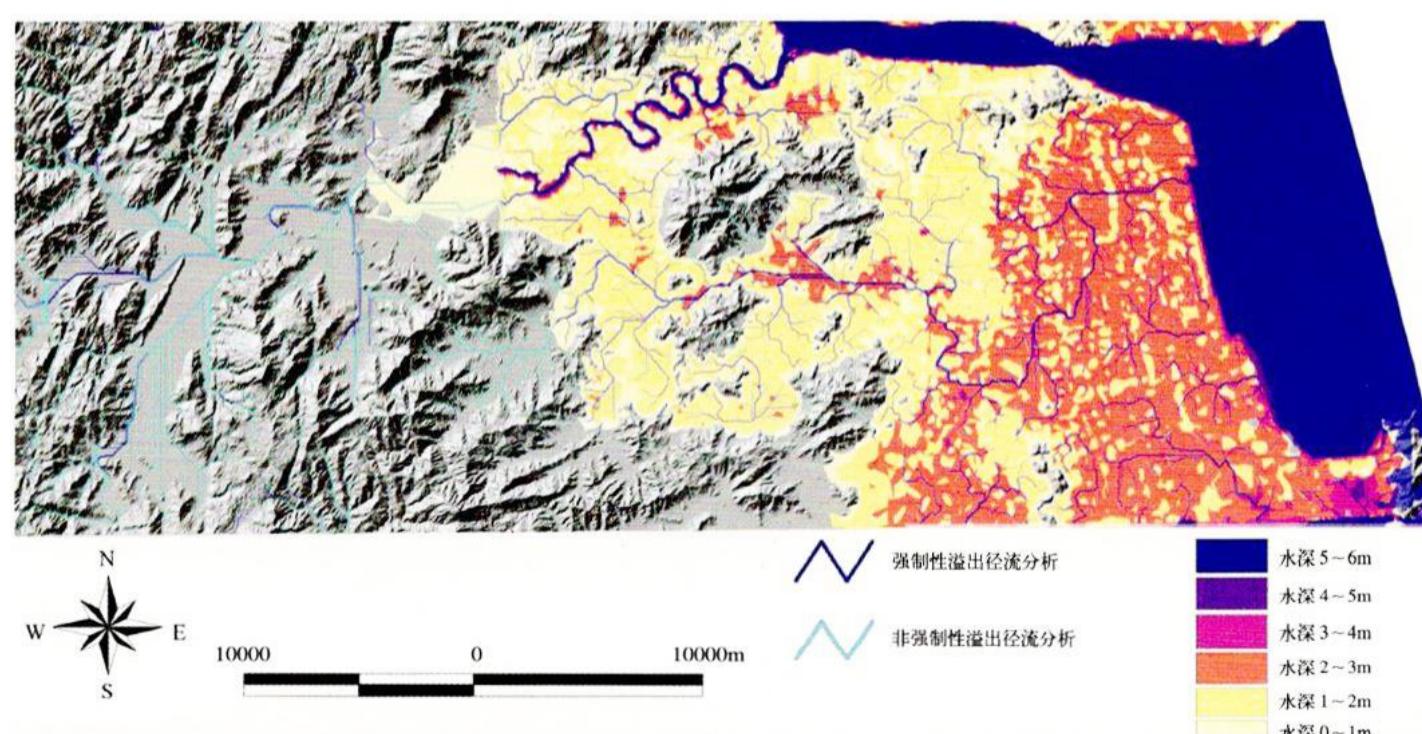
海潮淹没区
积水及低地
积水及径流

海潮影响因子

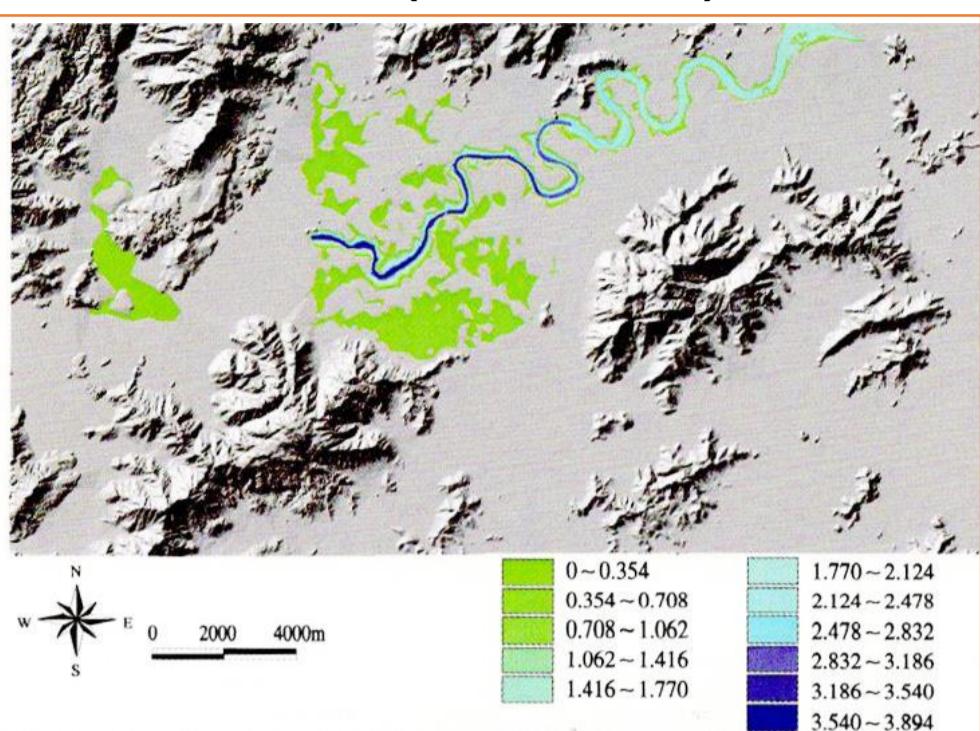
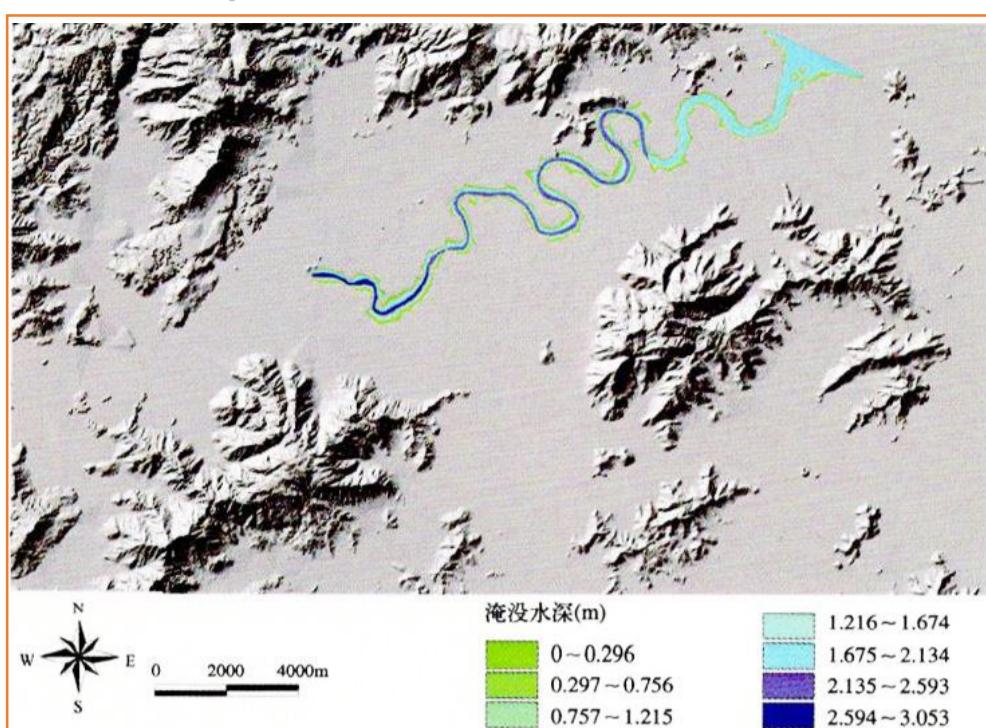
彩图9
海潮淹没分析 Tide sub-
merge analysis



彩图10
积水及低地分析 Lowlands
and seeper analysis

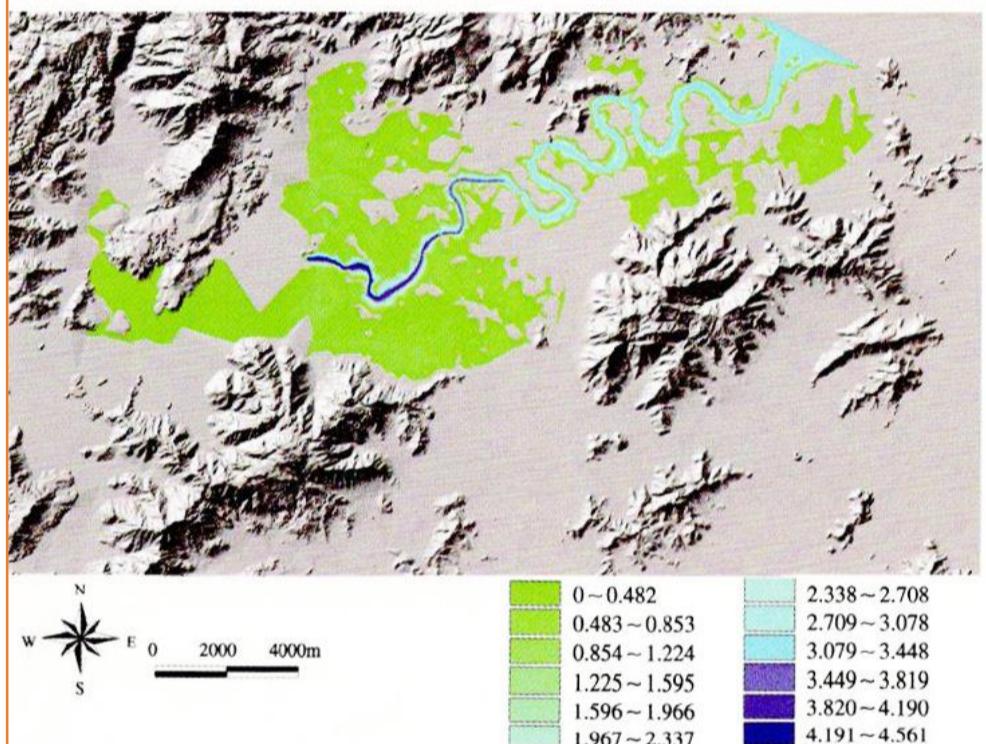


彩图11
积水与径流分析 Seeper
and surface flow analysis



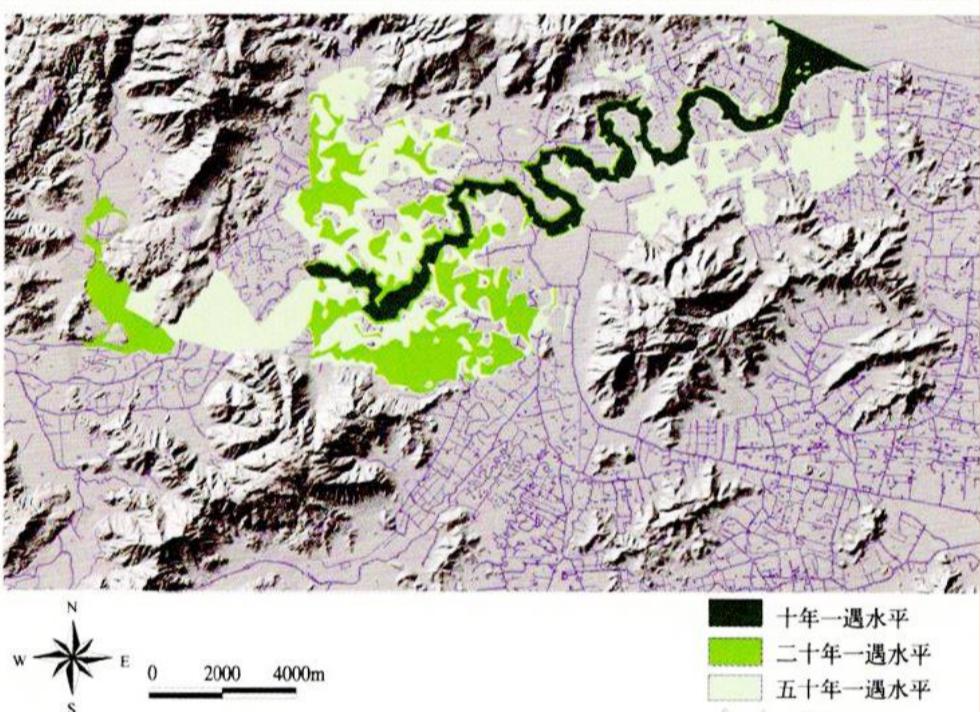
彩图 12

永宁江防洪安全格局 (10年一遇) Yongning River flood Security pattern SP at a lower secure level



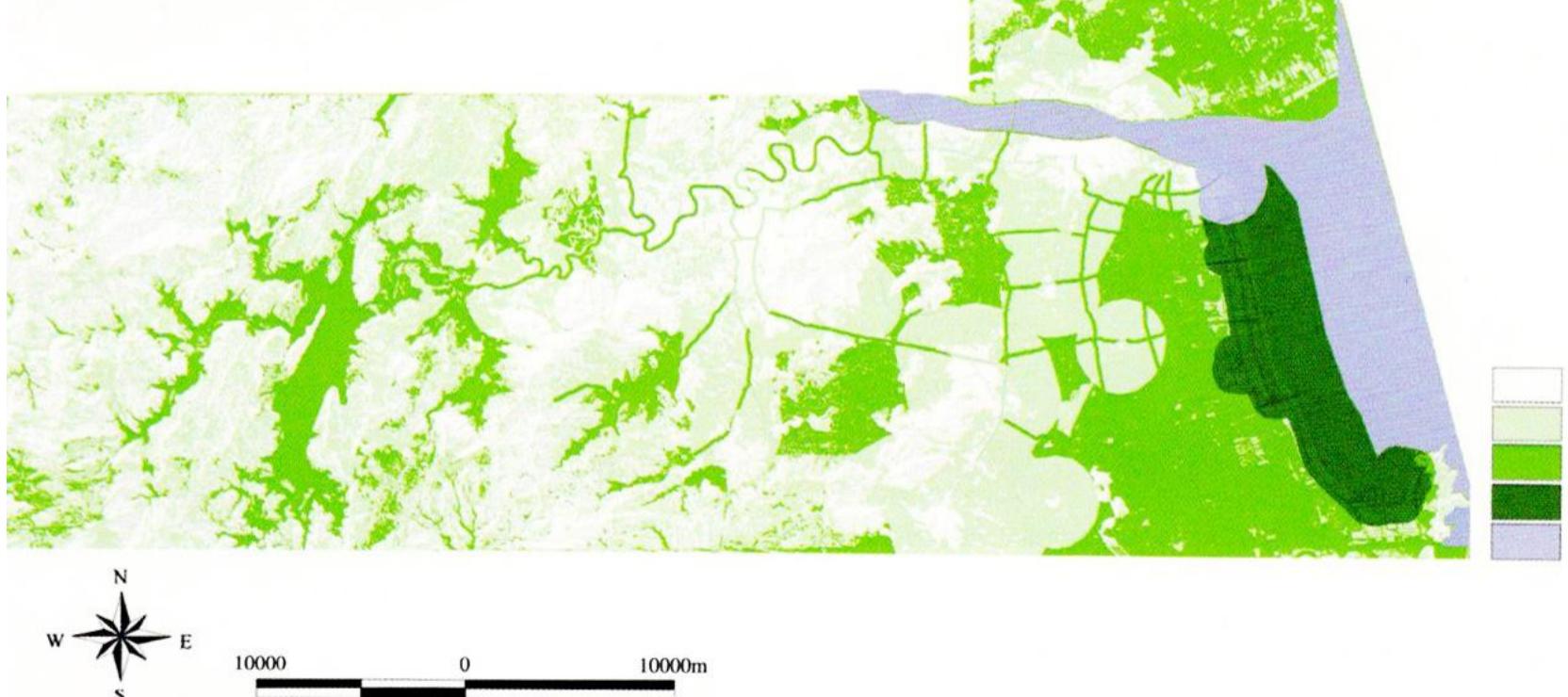
彩图 14

永宁江防洪安全格局 (50年一遇) Yongning River flood Security pattern at a higher secure level



彩图 15

永宁江防洪安全格局 (三种级别叠加) Overlapped flood SP of various secure levele for Yongning River

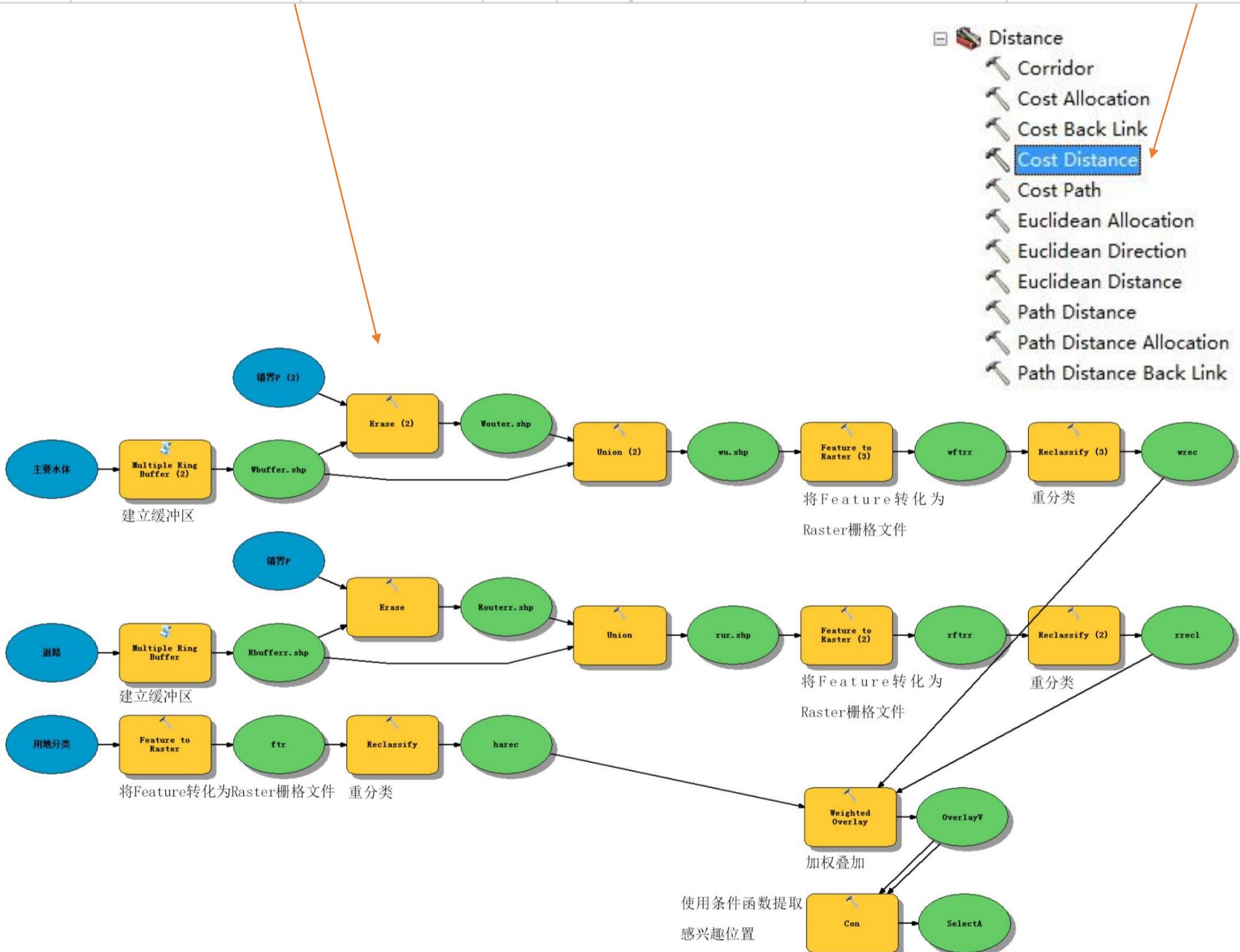


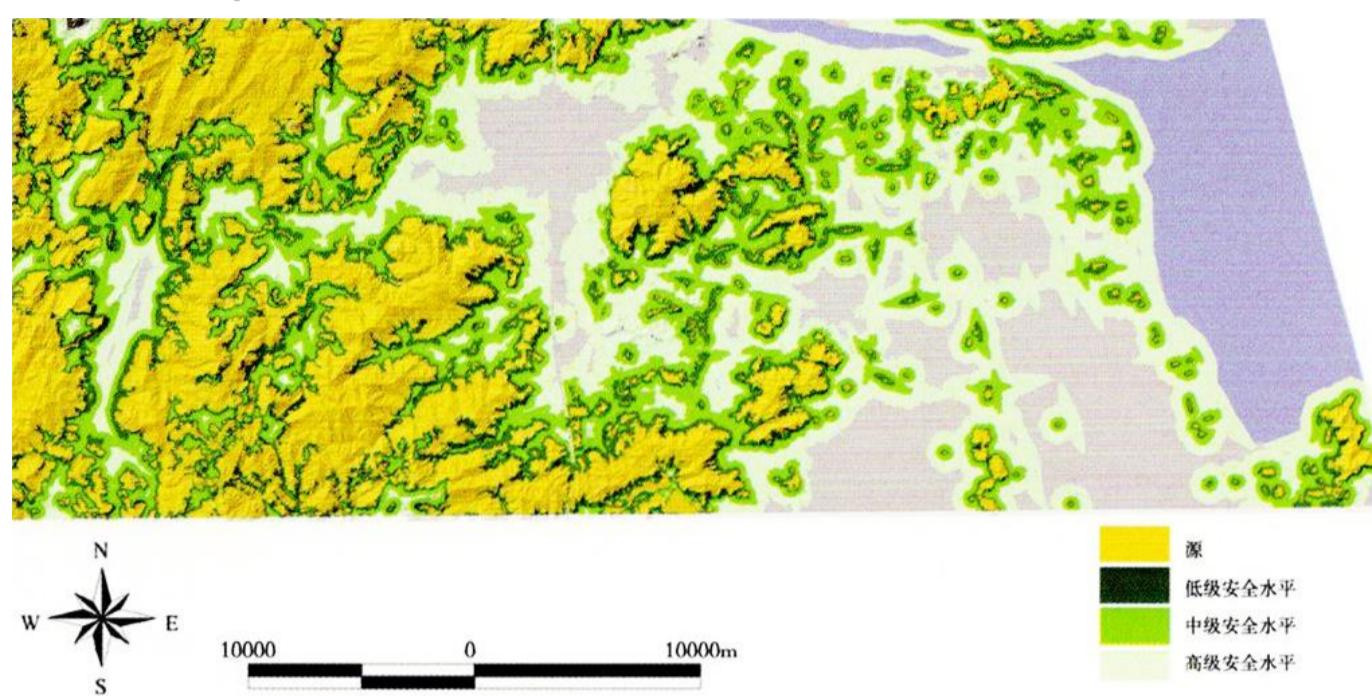
彩图 16

黑嘴鸥栖息地适宜性分析 Habitat suitability analysis for *Larus saundersi*

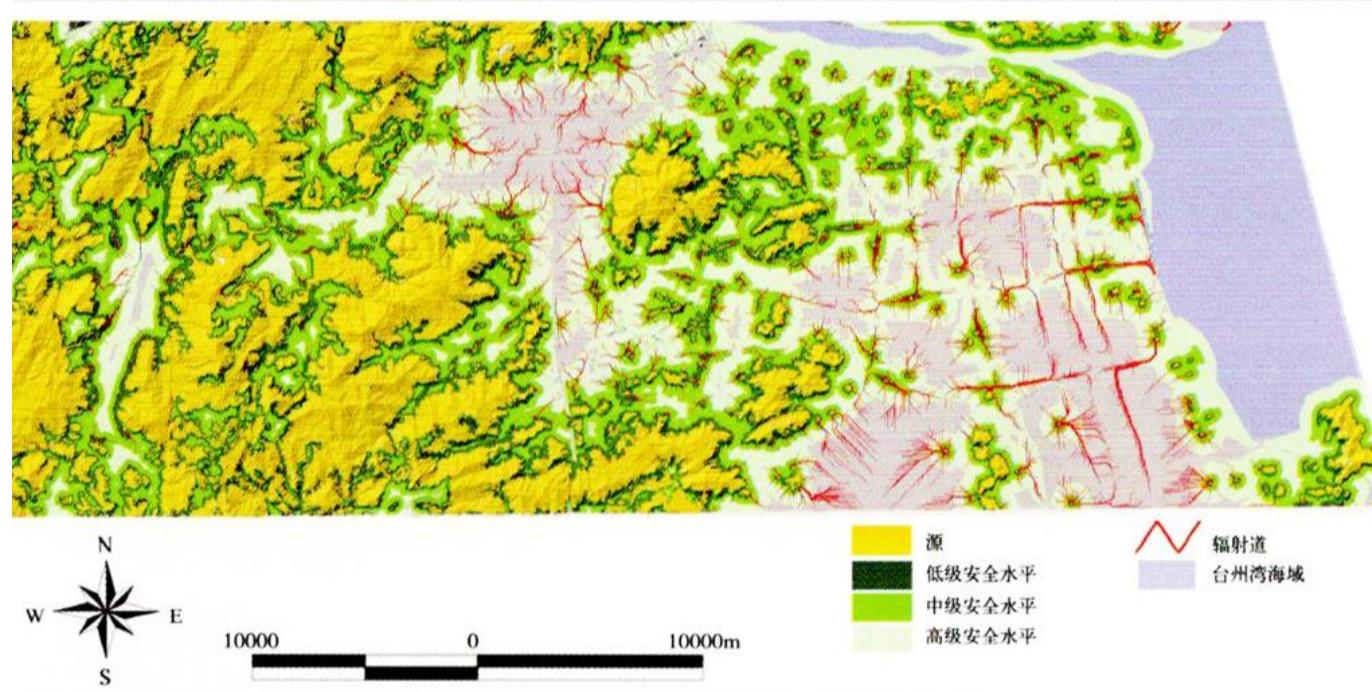
黑嘴鸭栖息地适宜性分析				
类型	生态因子	分级	分值	权重
1	土地覆盖类型	滩涂、沼泽	10	0.5
		水系、水库	8	
		水田	6	
		林地	4	
		经济林、竹林	3	
		草地、灌木林	2	
		旱地	1	
2	坡度(°)	建成区	0	0.3
		0~5	10	
		5~15	8	
		15~30	4	
		30~60	2	
		60~90	1	
3	距建成区距离(m)	>3000	10	0.2
		2000~3000	6	
		1000~2000	3	
		0~1000	1	
		0	0	

雉类空间运动阻力因子与阻力系数		
阻力因子	分类	阻力系数(0~500)
	林地	0
	水系	10
	灌木林、竹林	10
	经济林、草地	30
	水田	100
	旱地	300
	建成区	400
	高速公路、道路	500

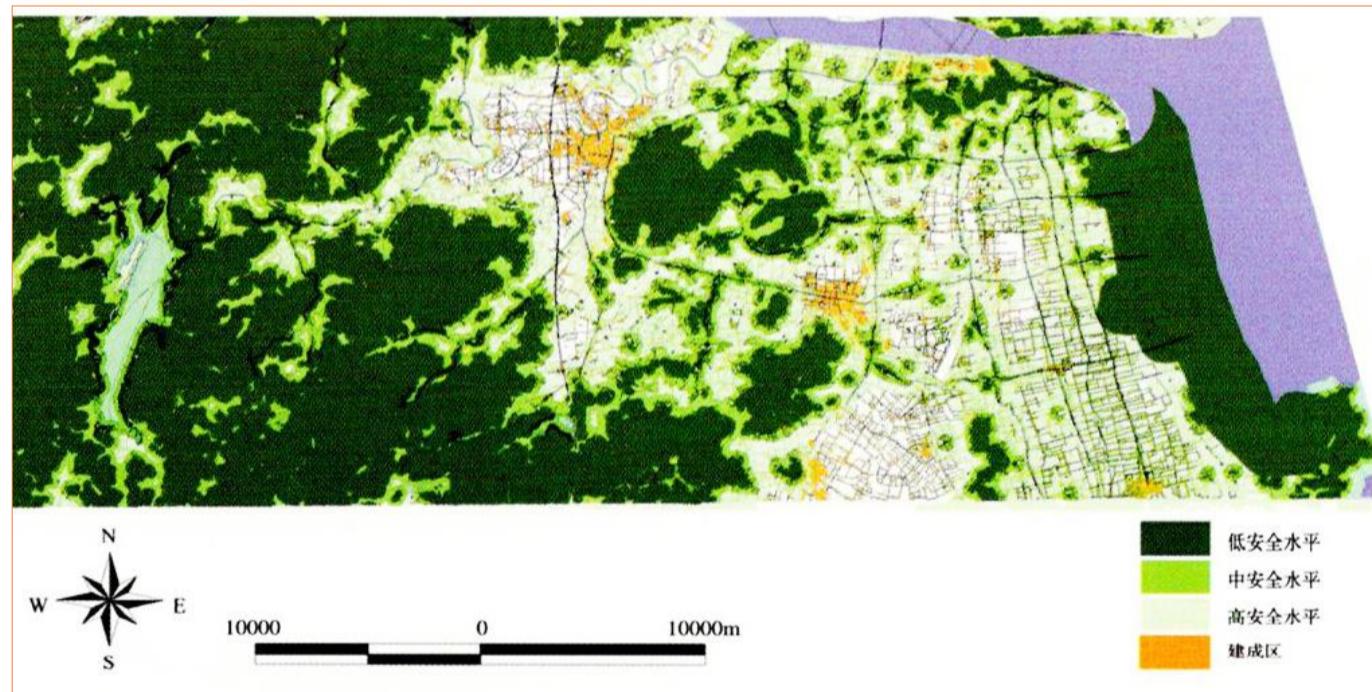




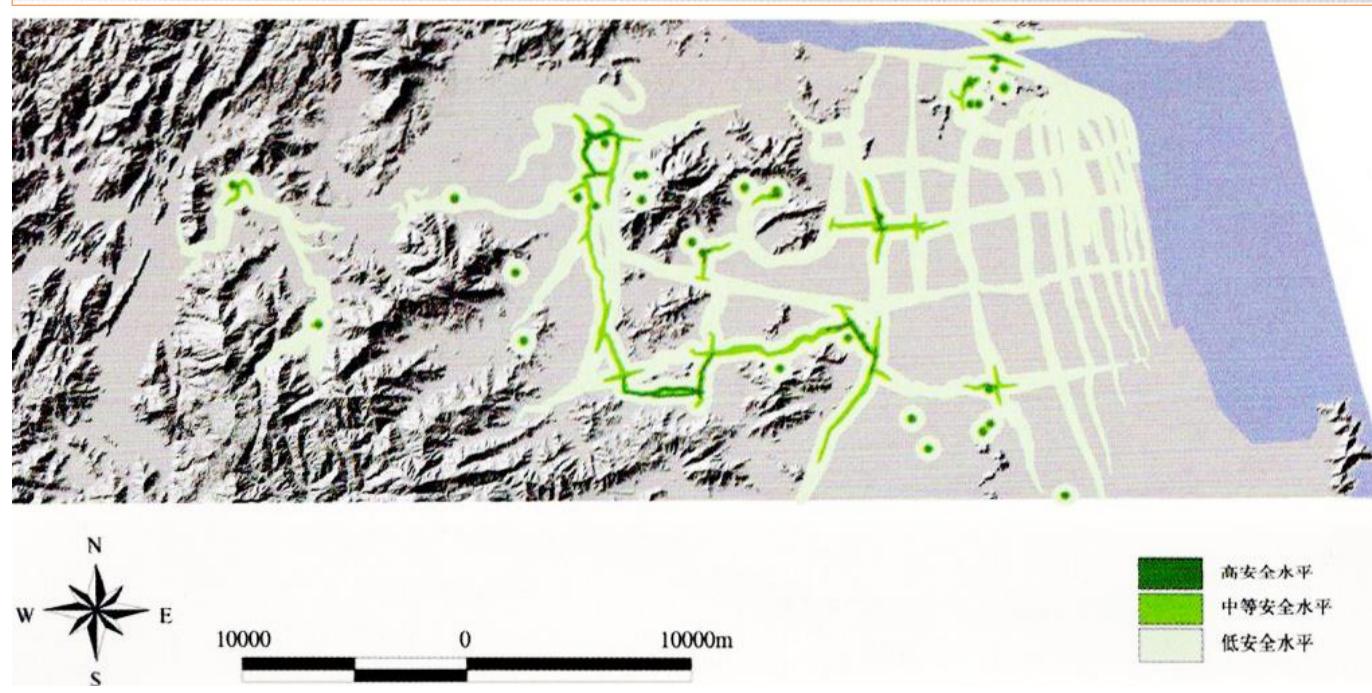
彩图 17
雉类生物保护安全格局分析
The ecological SP for
Syrmaticus ellioti



彩图 18
雉类生物安全格局组分析
The components of the
ecological SP for
Syrmaticus ellioti



彩图 19
台州综合生物安全格局——
候鸟(黑嘴鸥)与留鸟(雉类)
The comprehensive bio-
logical Security pattern of
Taizhou-resident birds
(*Syrmaticus ellioti*)and
migratory bird(*Larus
saundersi*)

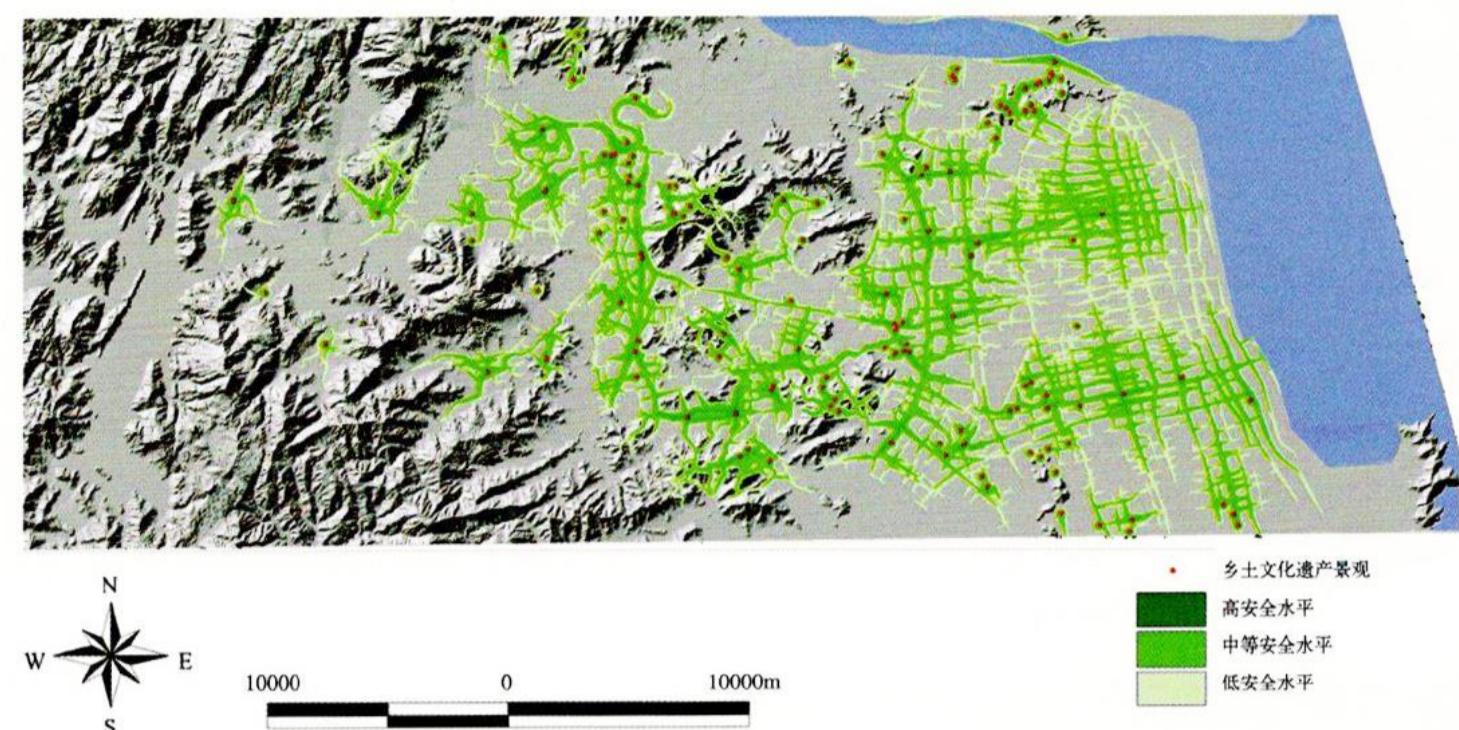


彩图 20
文物保护单位景观安全格局
SP for officially inscribed
cultural heritages

乡土文化景观安全格局

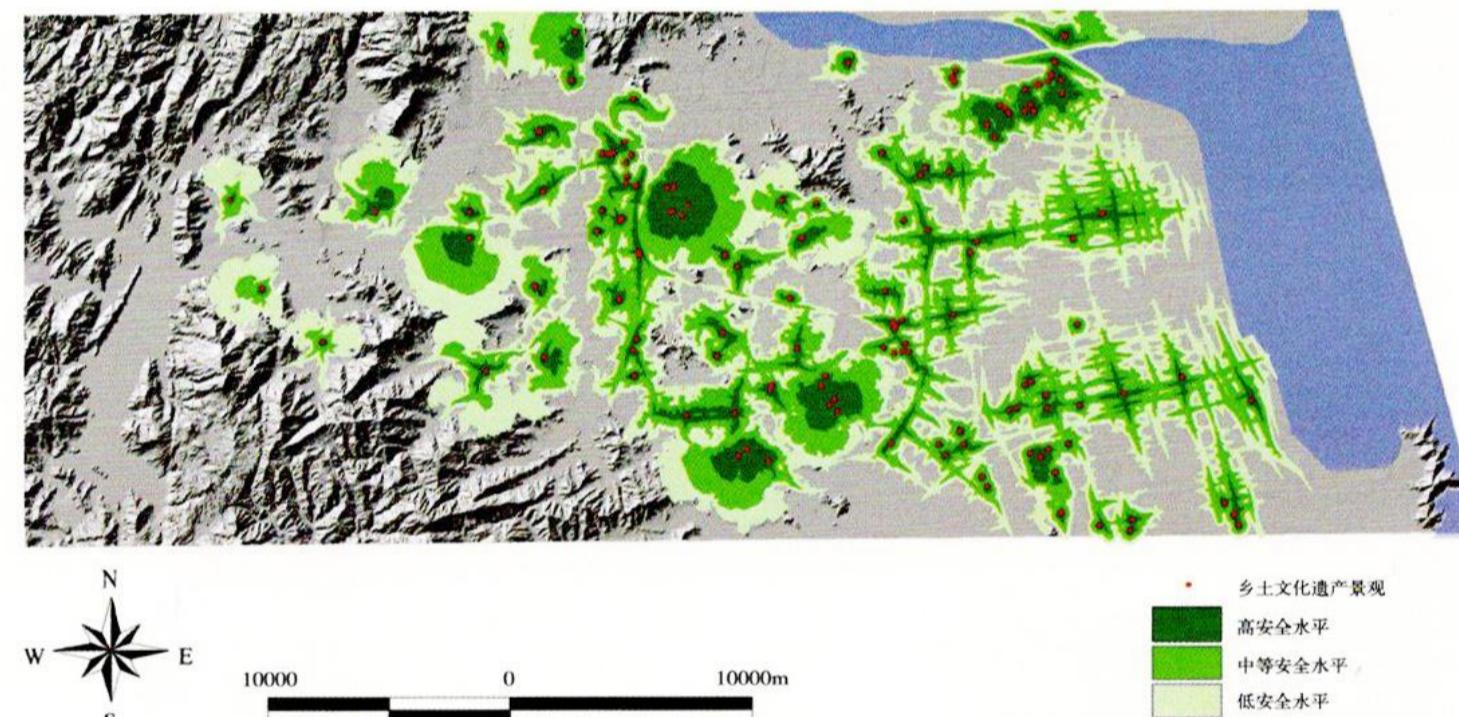
彩图 21

乡土文化景观安全格局 (基于线性景观元素) SP for the vernacular cultural landscapes (based on linear landscape elements)



彩图 22

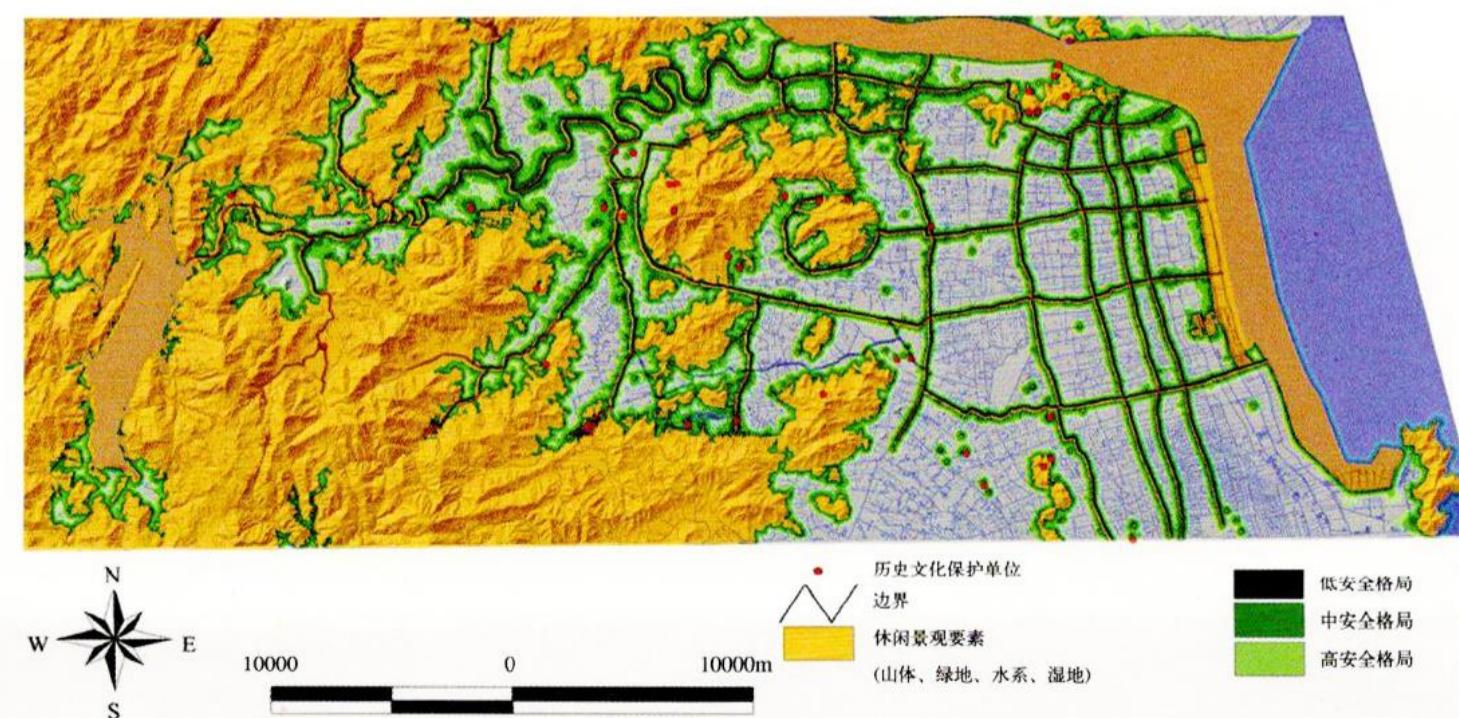
乡土文化景观安全格局 (基于线性景观元素和土地覆盖) SP for the vernacular cultural landscapes (based on linear landscape elements and landcover)



游憩安全格局

彩图 23

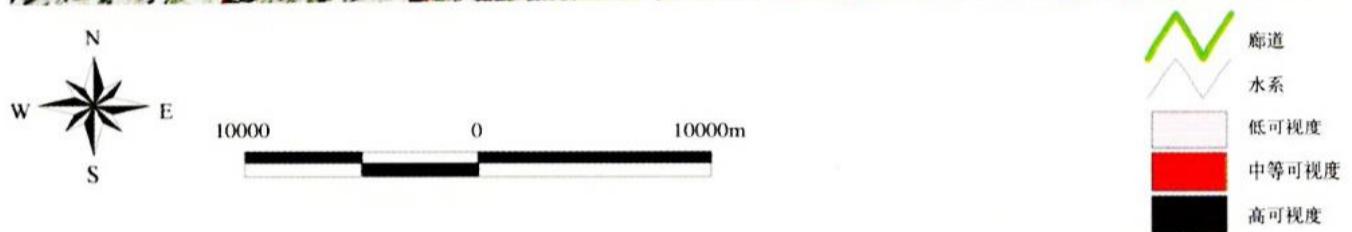
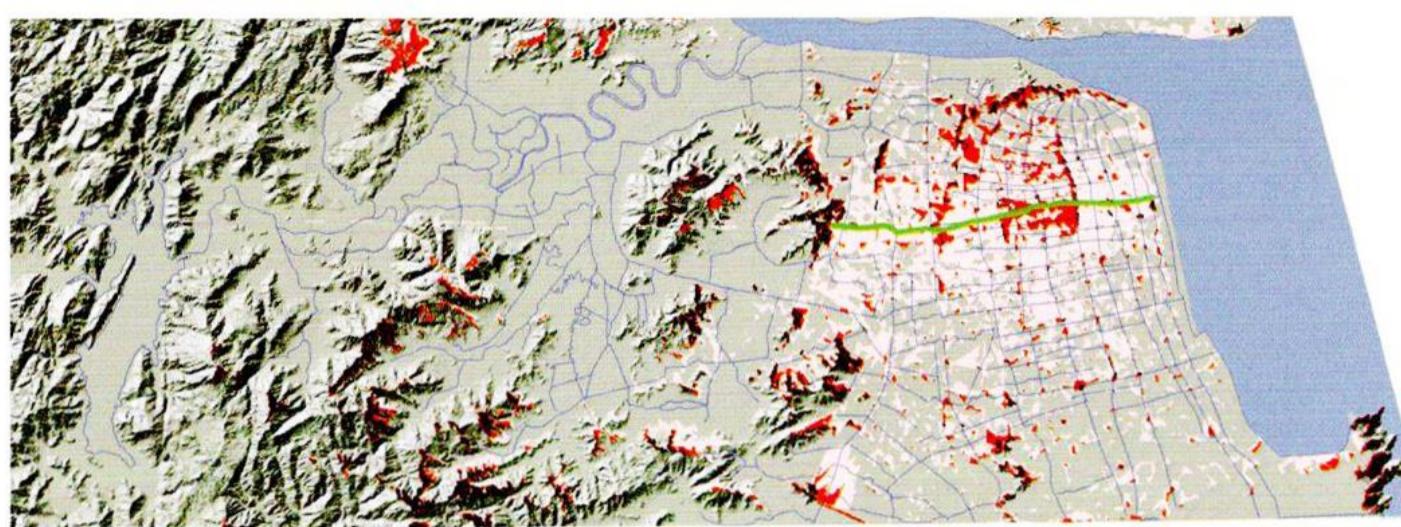
游憩安全格局 Recreation SP



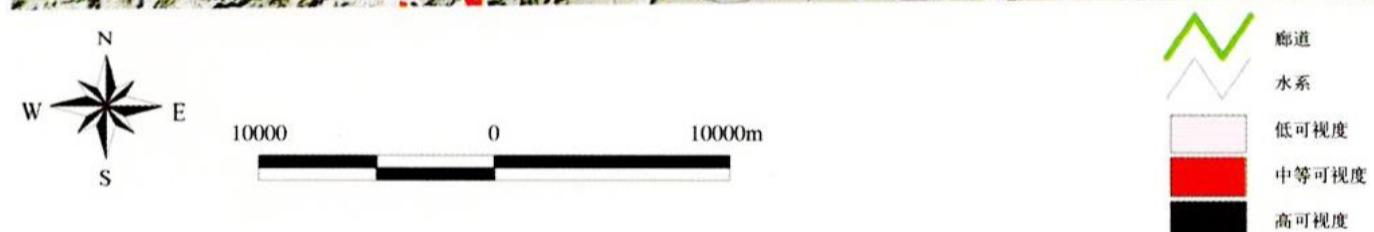
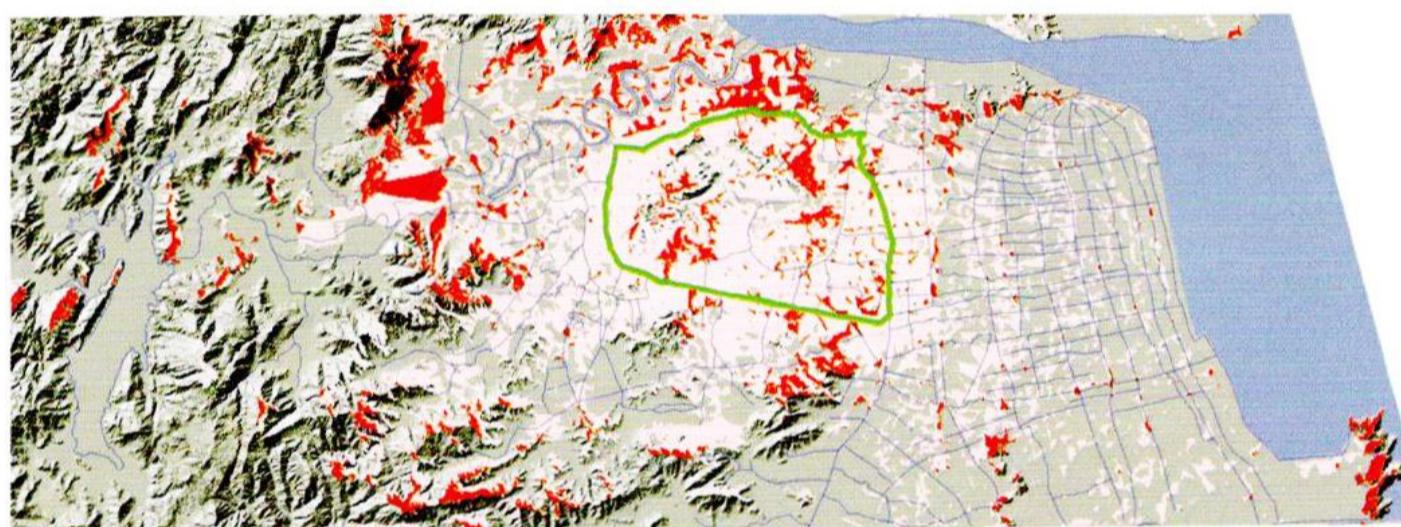
乡土文化景观体验的阻力因子与阻力系数(线性要素)	
阻力因子	阻力系数
古海塘、古驿道	10
水系	20
山路	20
田间小路	50
机动交通道路	200
高速公路	50
空白	400

乡土文化景观体验的阻力因子与阻力系数(线性要素+土地覆盖类型)		
土地覆盖类型	灌木、林地	20
	旱地、水田	150
	经济林、草地、竹林	100
	建成区	200
线性要素	古海塘、古驿道	10
	水系	20
	山路	20
	田间小路	50
	机动交通道路	300
	高速公路	500
	空白(看作水田)	150

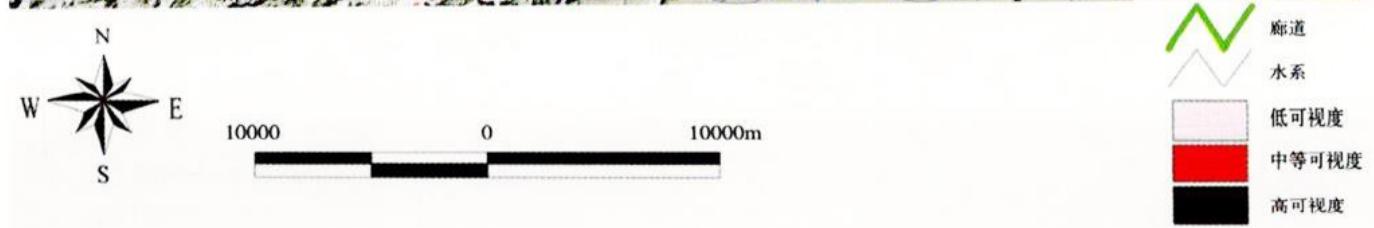
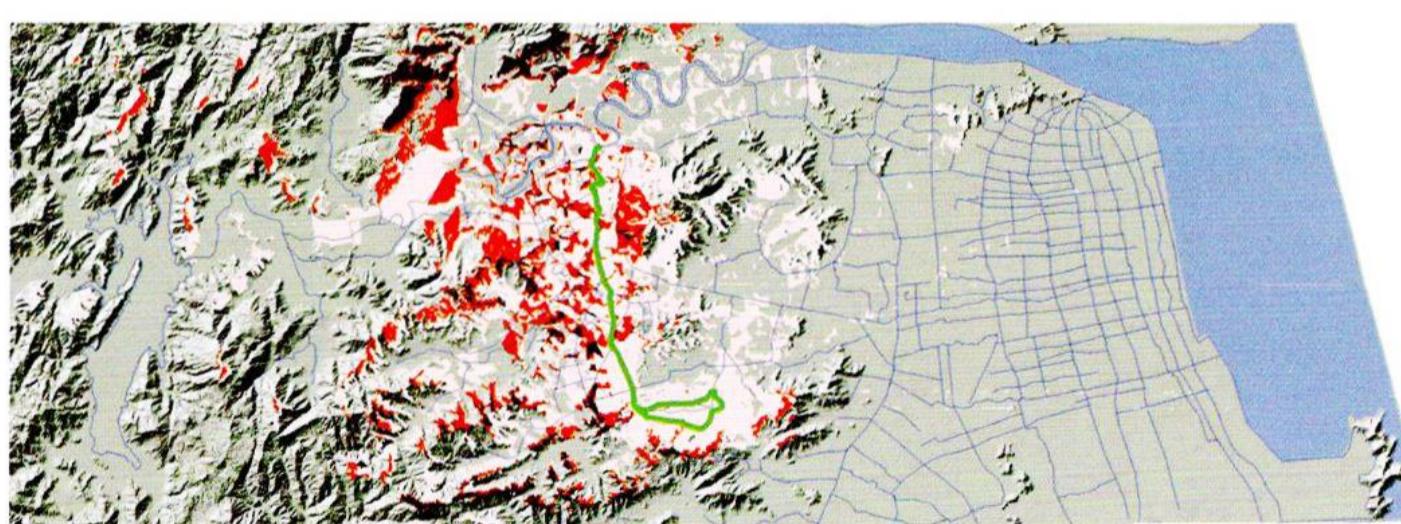
与游憩过程相关的自然要素和阻力系数表		
相关要素	分类	阻力系数(0~500)
土地覆盖	经济林	100
	竹林	100
	灌丛	150
	草地	200
	农业水田	300
	农业旱地	300
	建成区	500
	水系、湿地	0
历史文化景观		0



彩图 24
洪家场浦视觉安全格局 Visual SP of Hongjiachangpu corridor



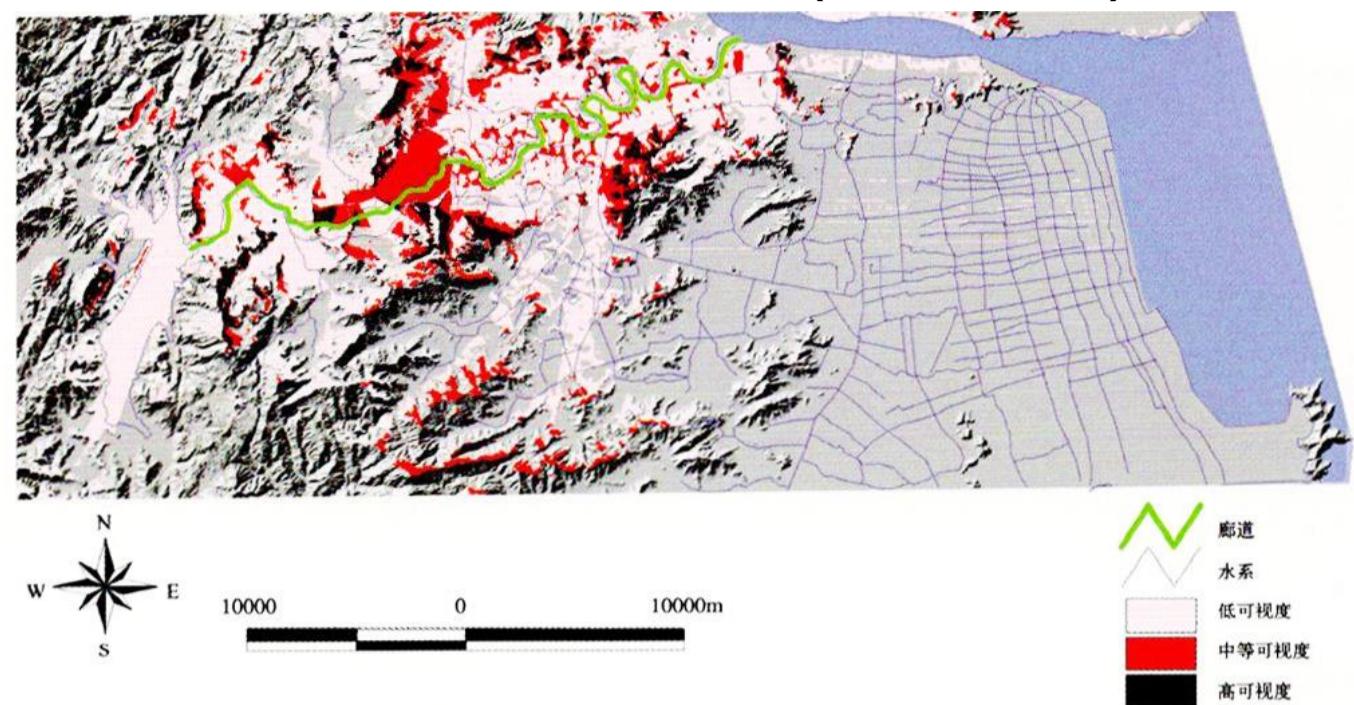
彩图 25
绿心环河视觉安全格局 Visual SP of ring corridor of greenheart



彩图 26
西江—鉴洋湖廊道视觉安全格局 Visual SP of Xijiang-Jianyanghu corridor

彩图 27

永宁江视觉安全格局 Visual SP of Yongningjiang corridor

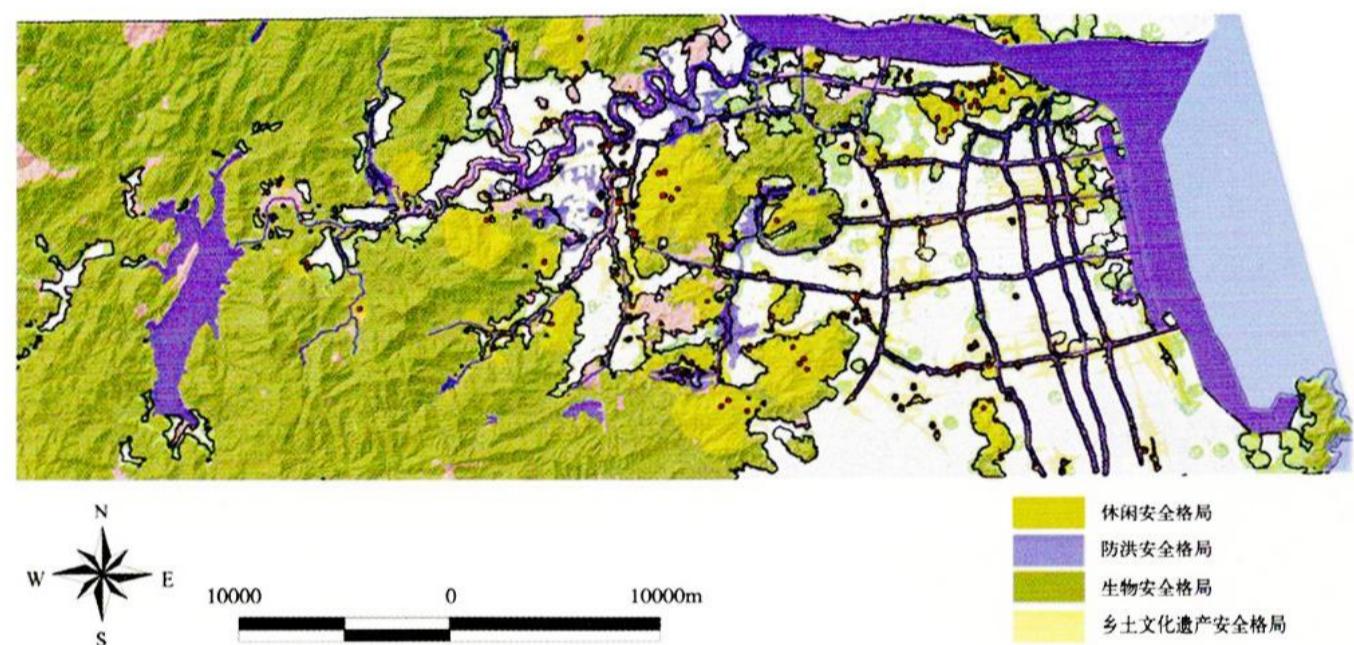


防洪SP
生物保护SP
文化遗产SP
休闲SP
视觉SP

多解(II)生态基础设施

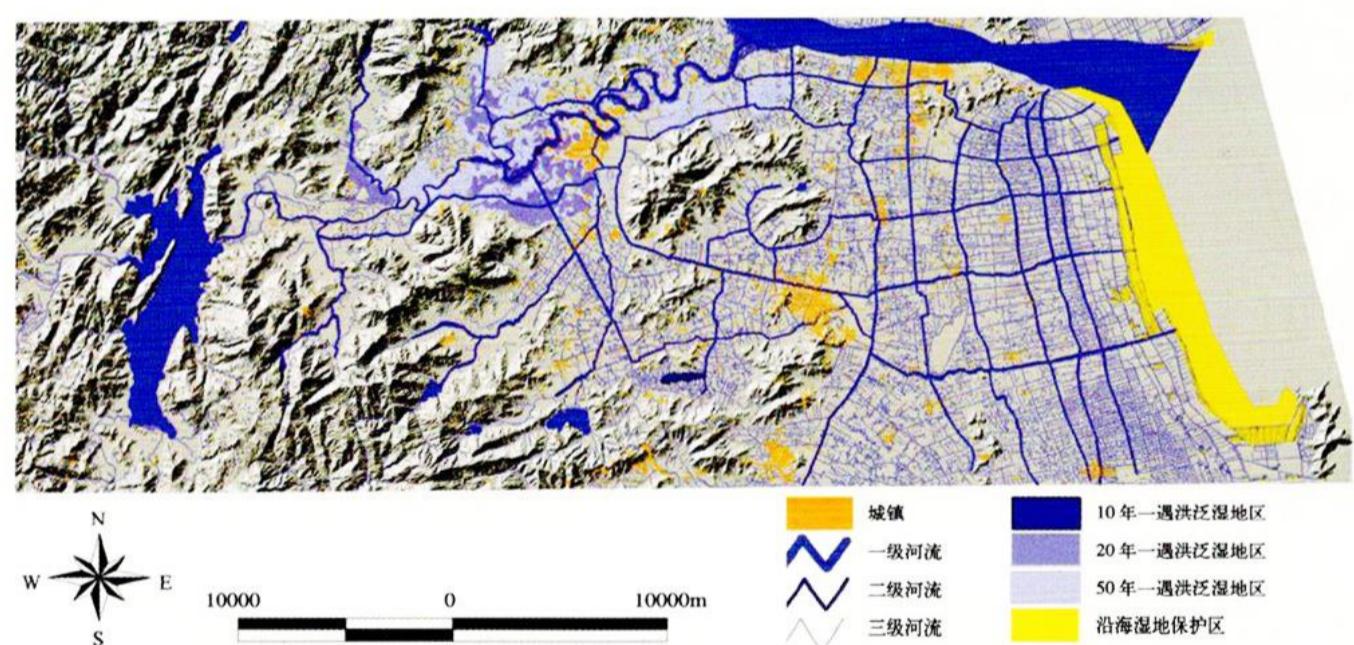
彩图 28

景观安全格局叠加
Overlay of SP



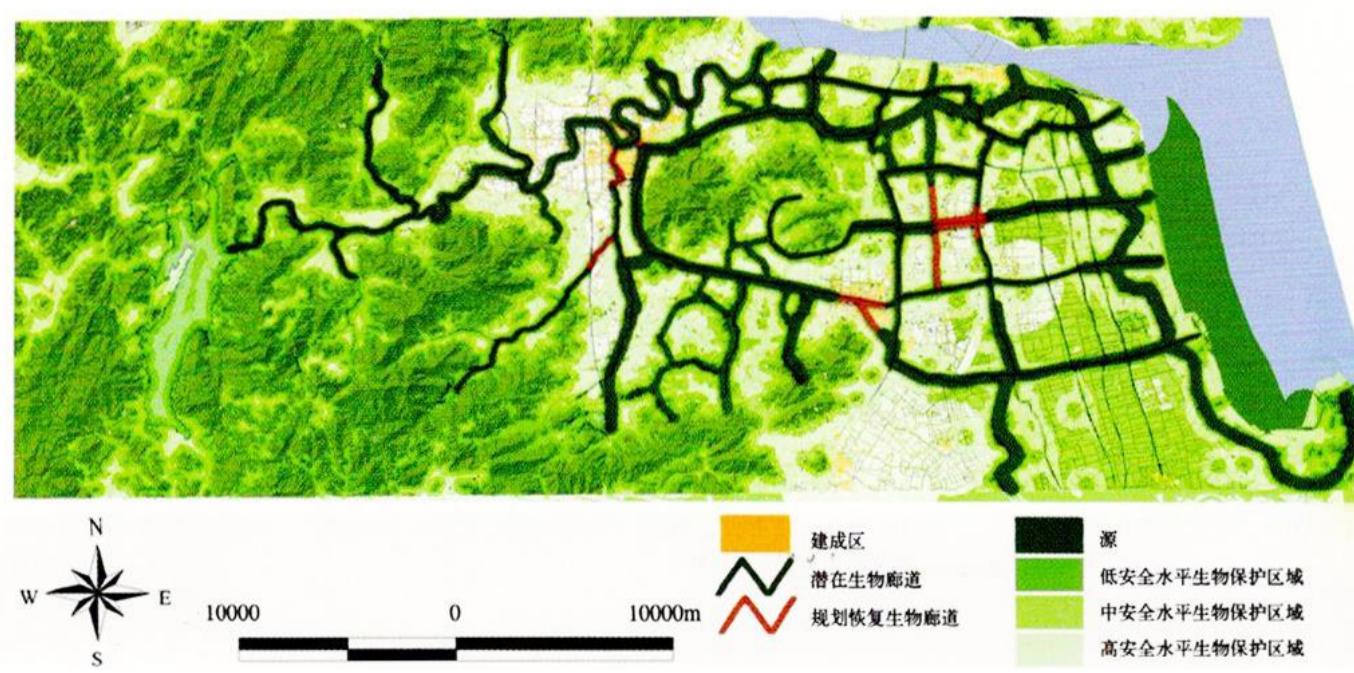
彩图 29

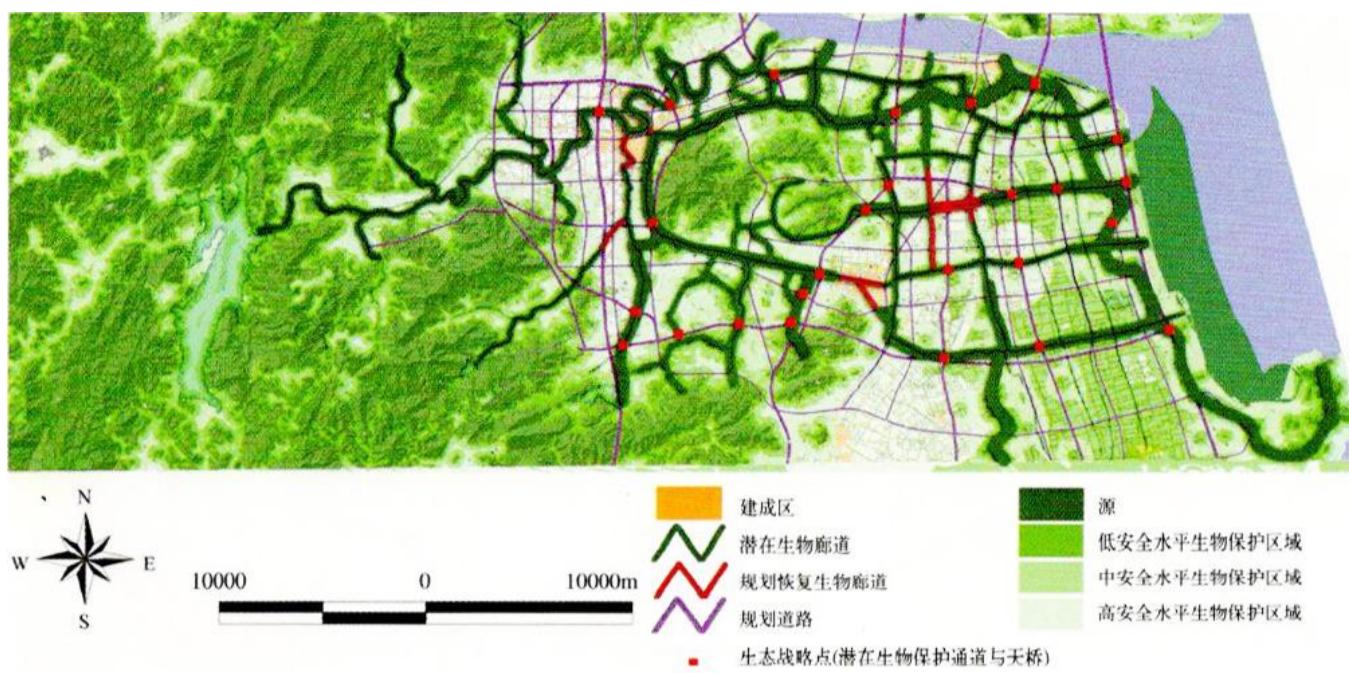
基于区域防洪SP的水系格局
规划 Water and wetland system of Taizhou based on flood SP



彩图 30

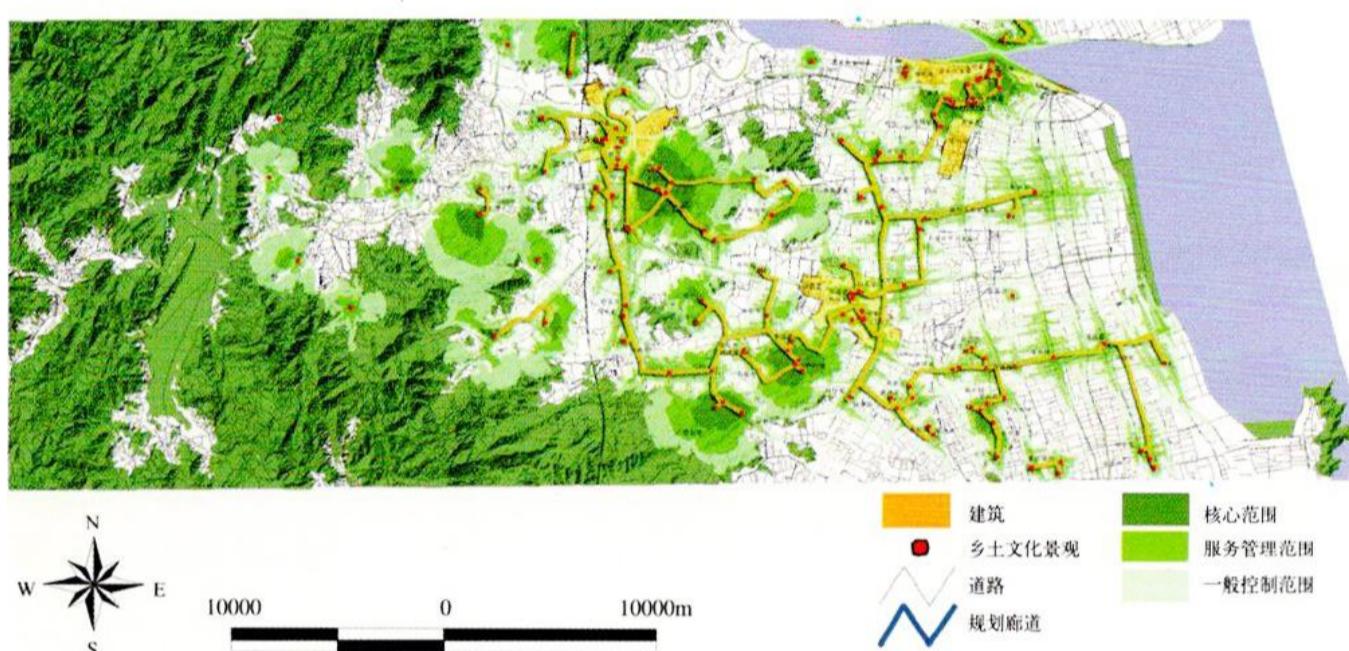
基于 SP 的台州生物保护廊道规划 Potential ecological corridors of Taizhou based on biological SP





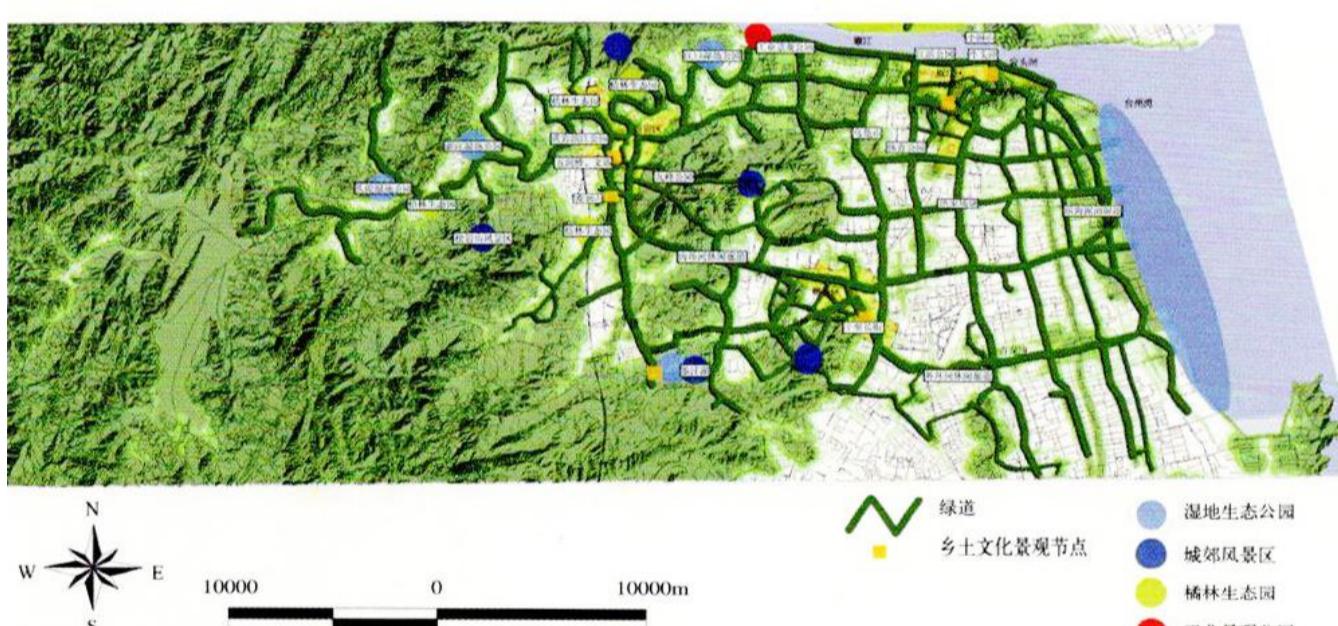
彩图 31

基于SP的台州生物保护廊道与战略点规划 Potential ecological corridors and strategic points of Taizhou based on biological SP



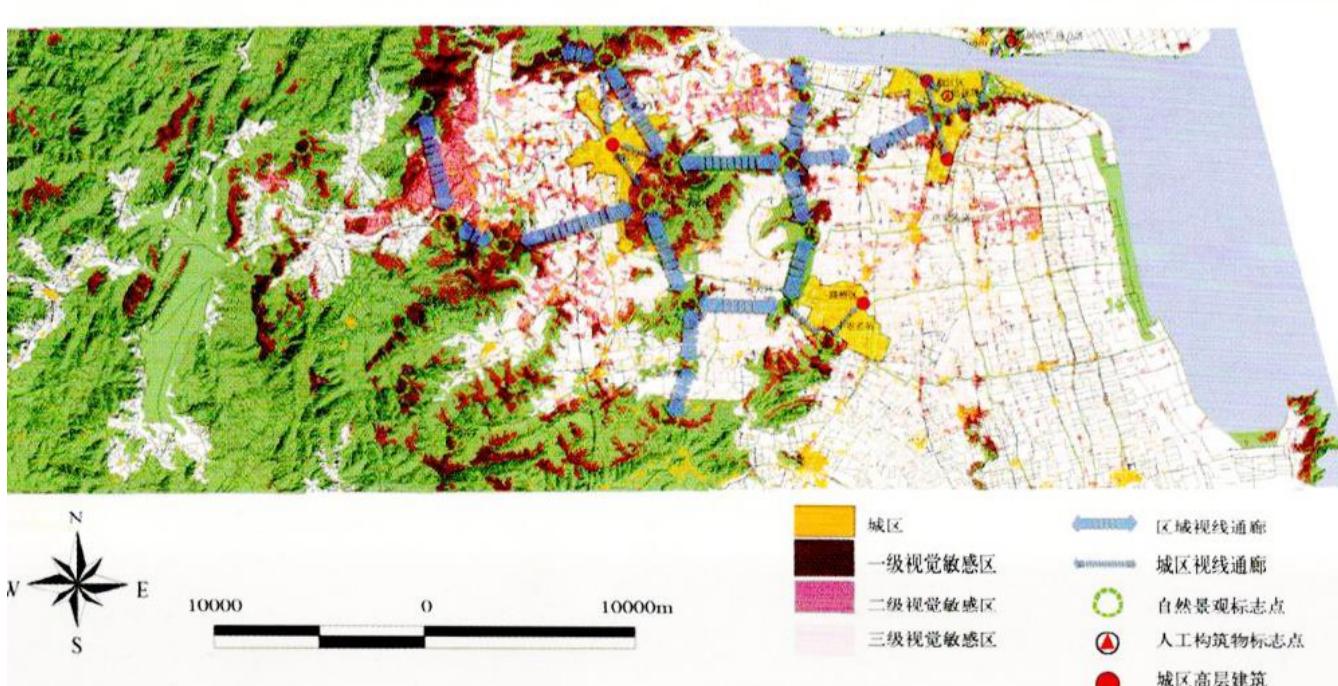
彩图 32

基于SP的乡土文化遗产廊道格局规划 Potential vernacular cultural heritage corridors of Taizhou based on recreation SP



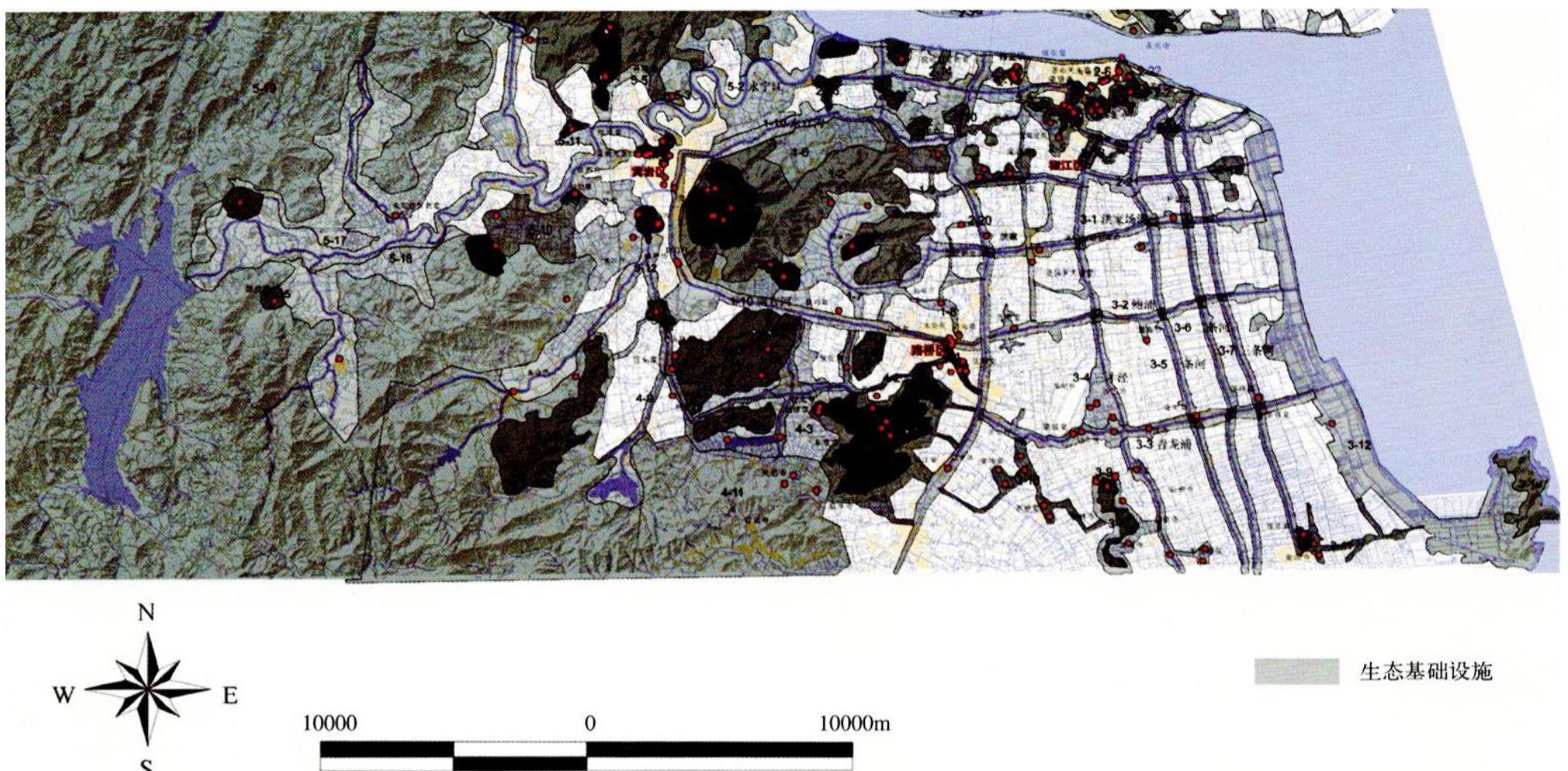
彩图 33

基于SP的休闲廊道规划 Potential recreational corridors of Taizhou based on recreation SP

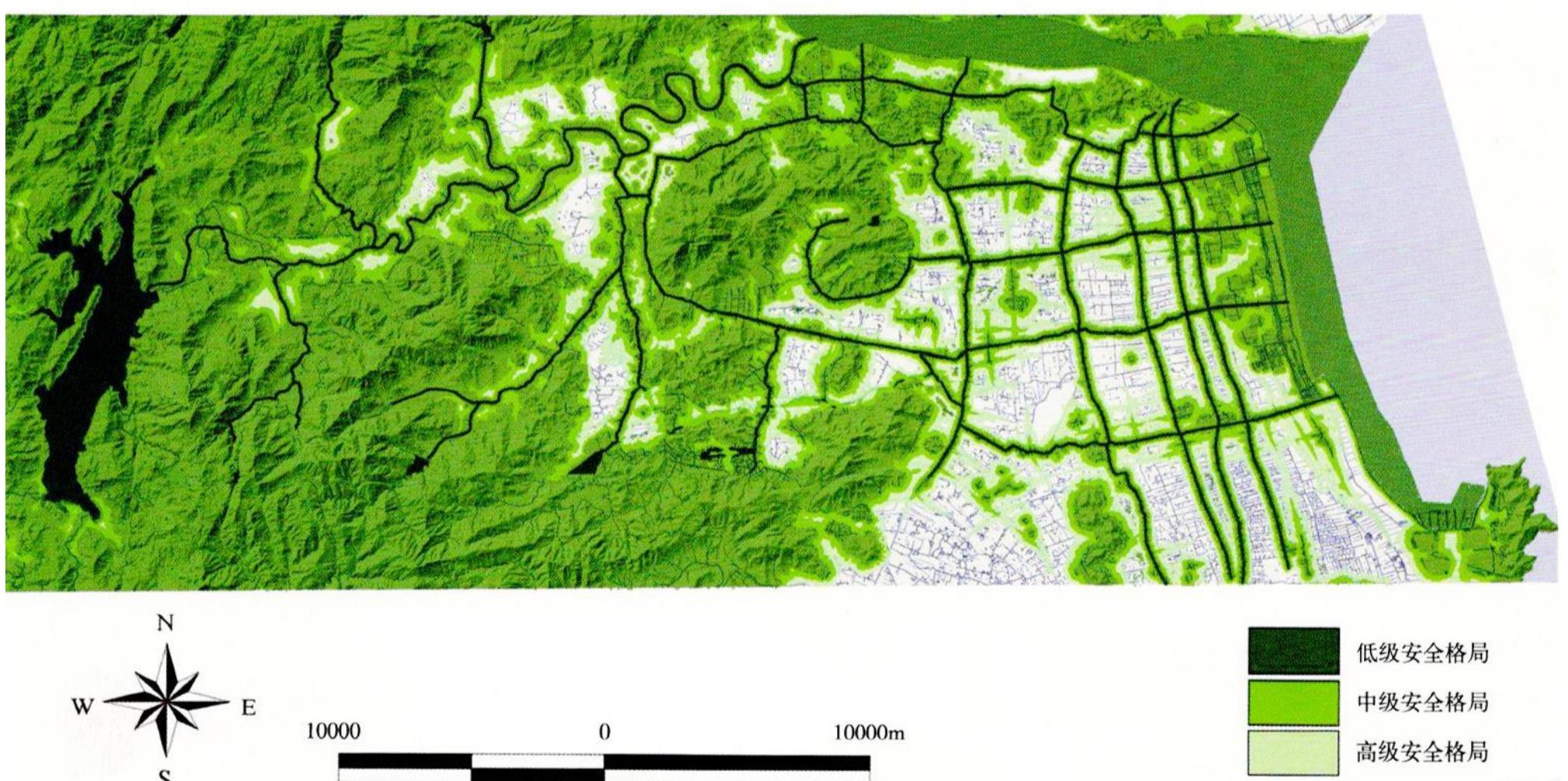


彩图 34

基于视觉SP的视线廊道规划 Potential visual corridors of Taizhou based on visual SP



彩图 35
生态基础设施功能分区 The zoning of EI

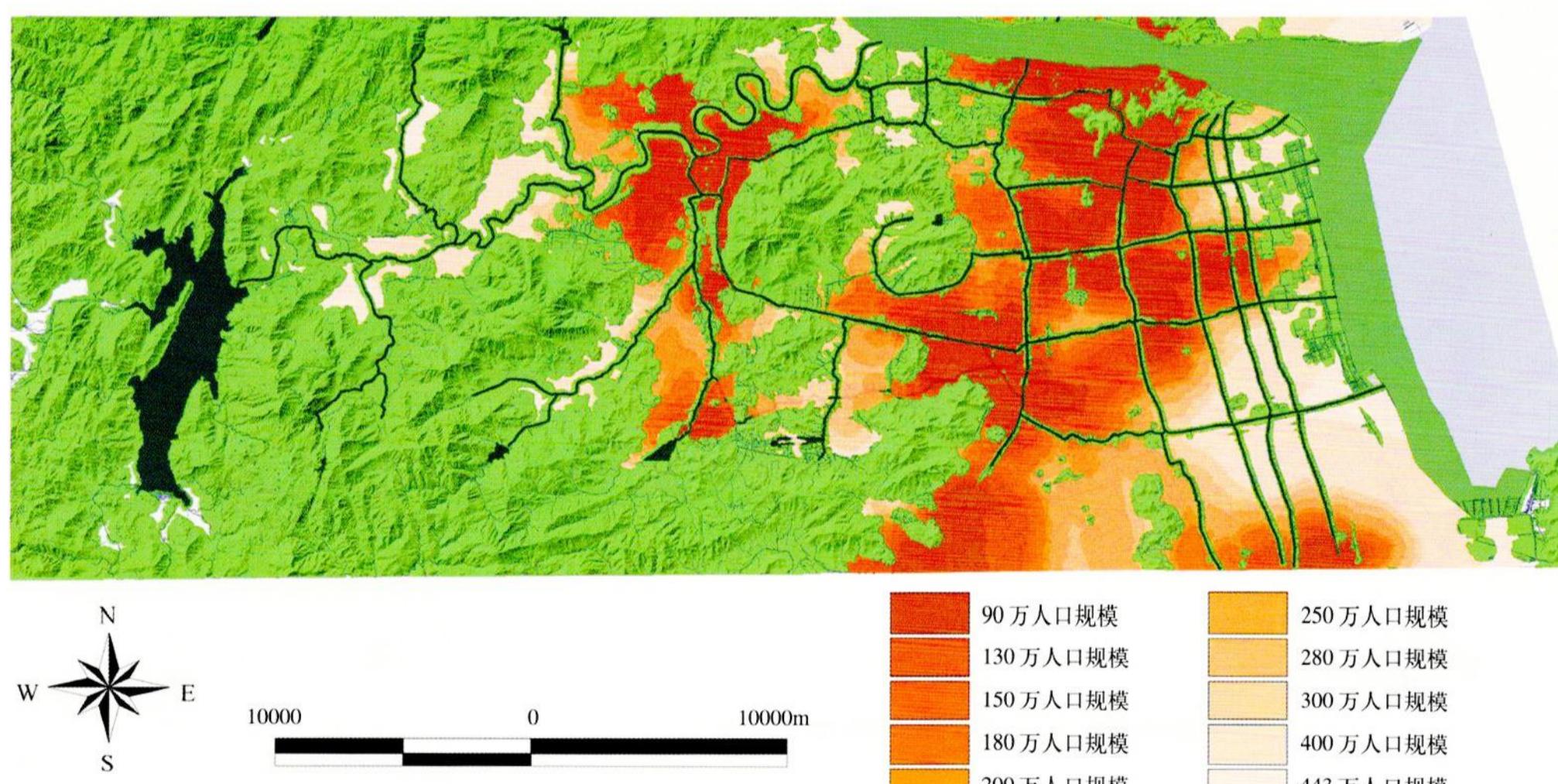
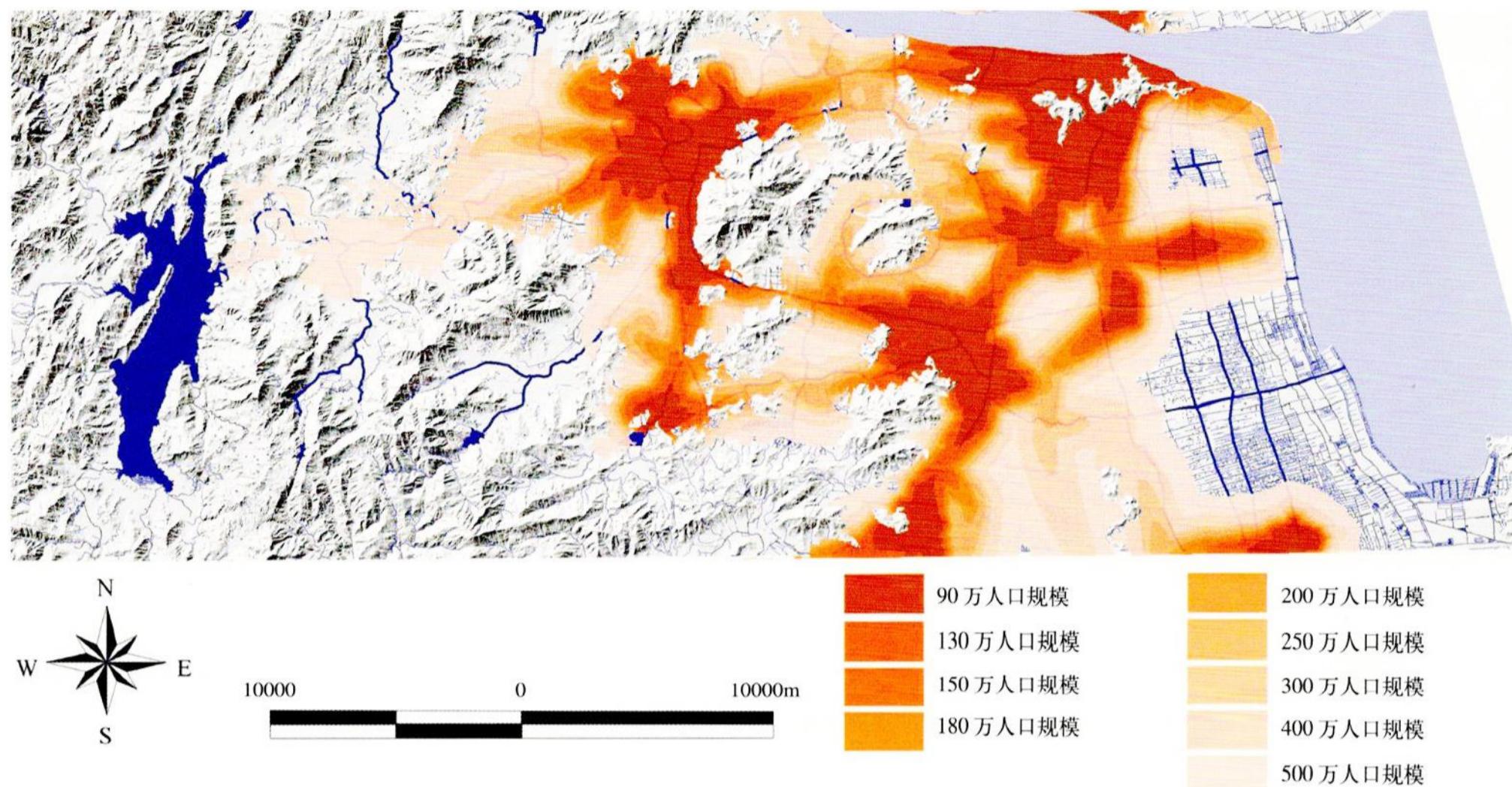


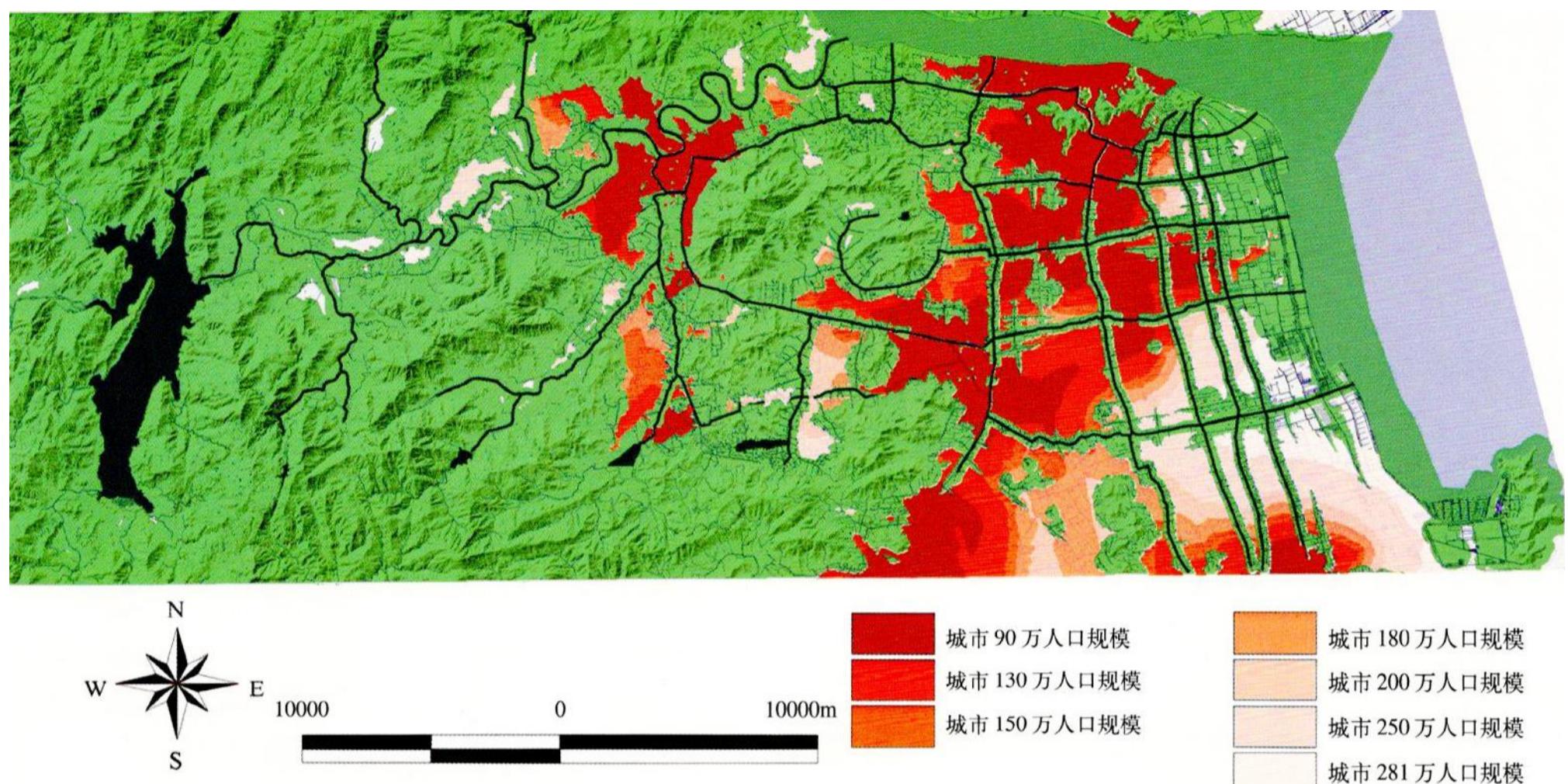
彩图 36
生态基础设施综合成果 Master plan of EI

城镇扩张安全格局阻力表

阻力因子	等级	阻力值(0~500)
游憩、生物、历史文化、综合安全格局	核心区	500
	低安全	300
	中安全	125
	高安全	50
洪水	核心区	400
	20年一遇水平	100
主要道路(依据垂直道路向外的距离)	0~100	10
	100~200	20
	200~300	30

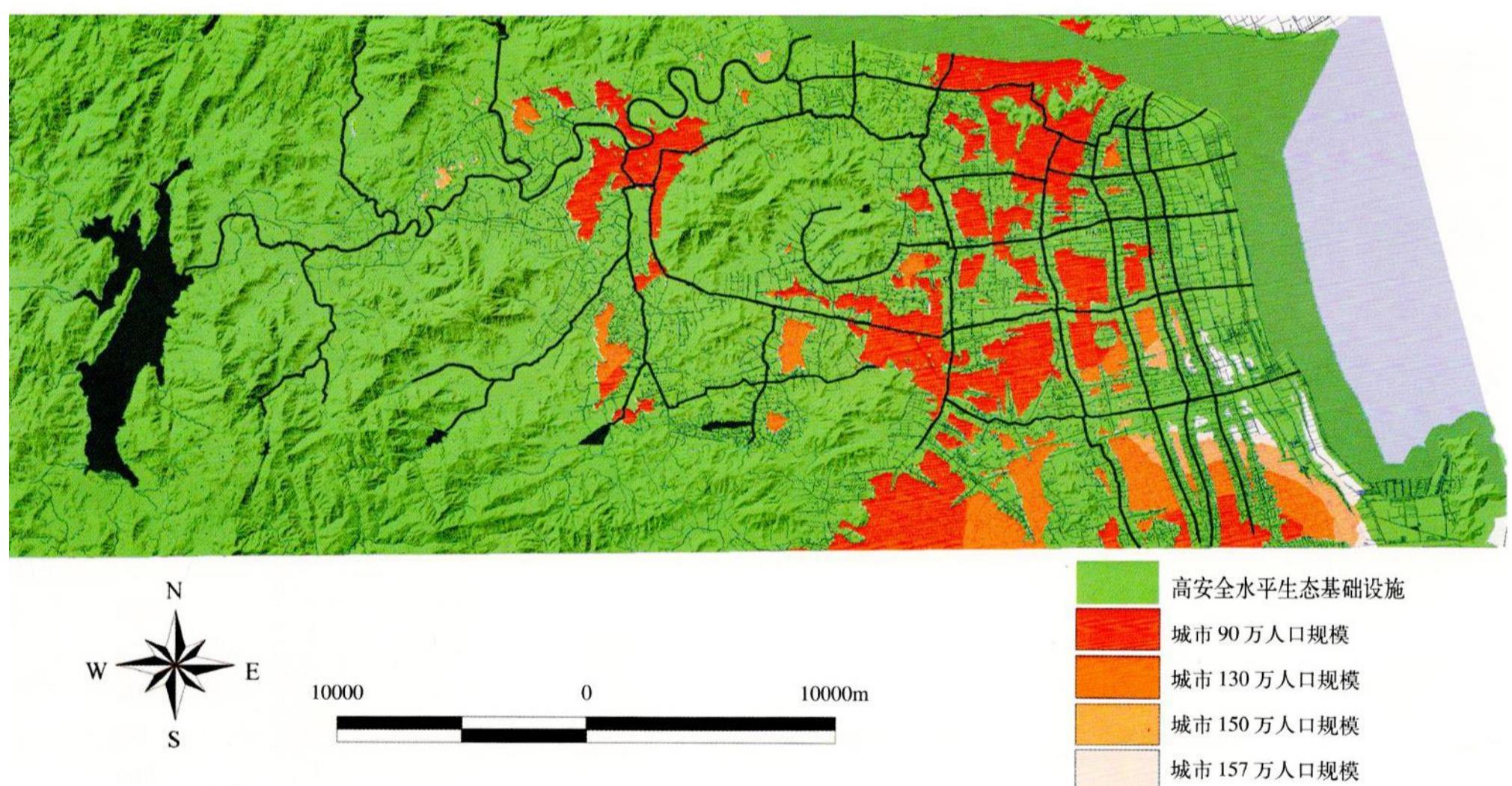
	7900~8000	500
主要水系		150
现有建成区		25
坡度	5 °	0
	5 °~10 °	25
	10 °~25 °	100
	25 °以上	500





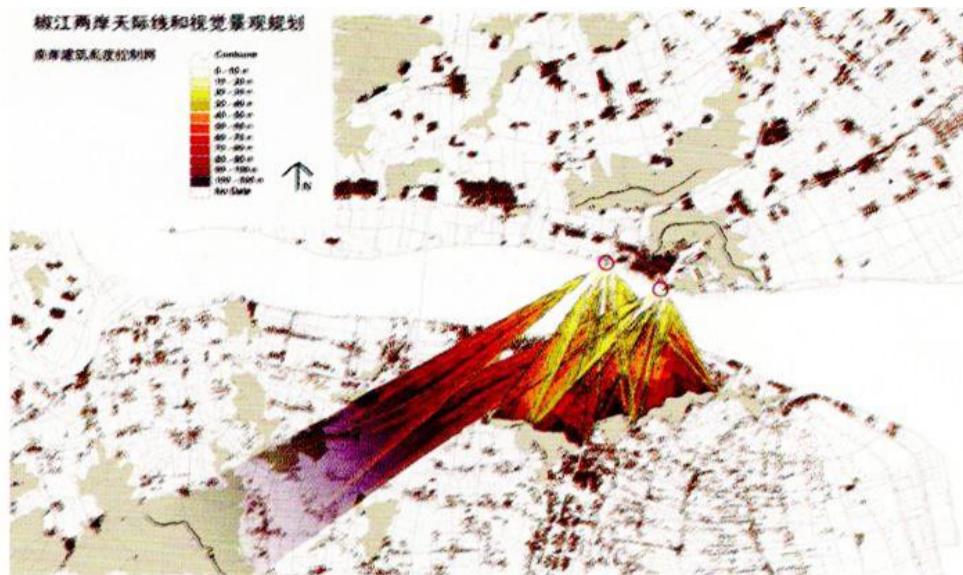
彩图 39

中水平生态基础设施与不同人口规模下的城市格局 A moderate level EI framing a city of various populations



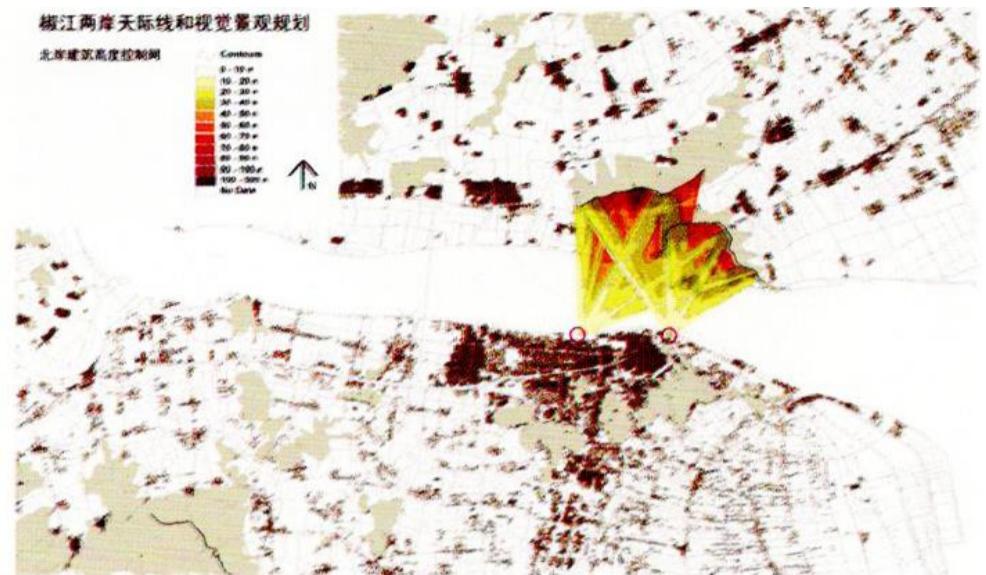
彩图 40

高水平生态基础设施与不同人口规模下的城市格局 A higher level EI framing a city of various populations



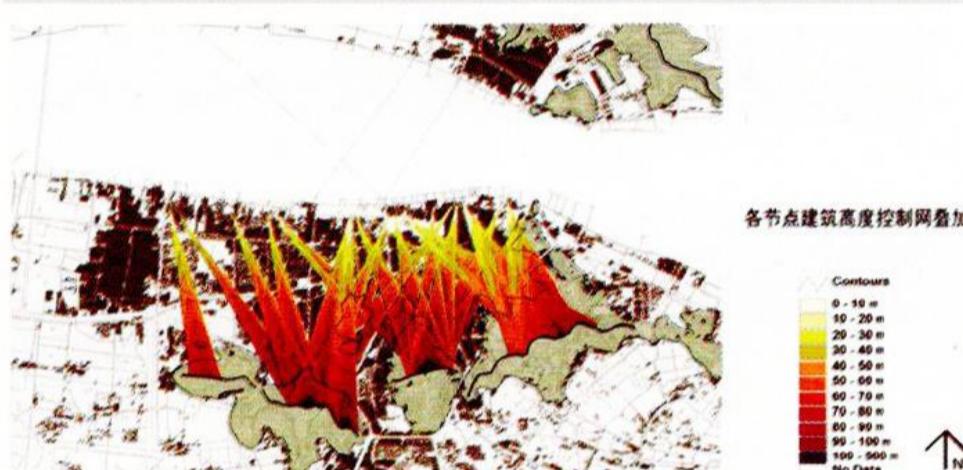
彩图41

椒江南岸建筑高度控制网 The building height control network of southern bank of Jiaojiang River



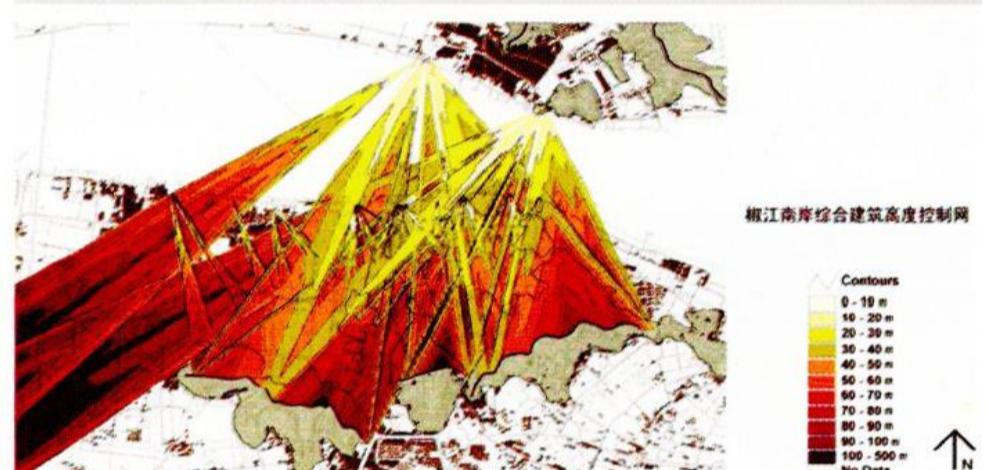
彩图42

椒江北岸建筑高度控制网 The building height control network of northern bank of Jiaojiang River



彩图43

各节点建筑高度控制网叠加 Overlapped building height control networks at various nodes



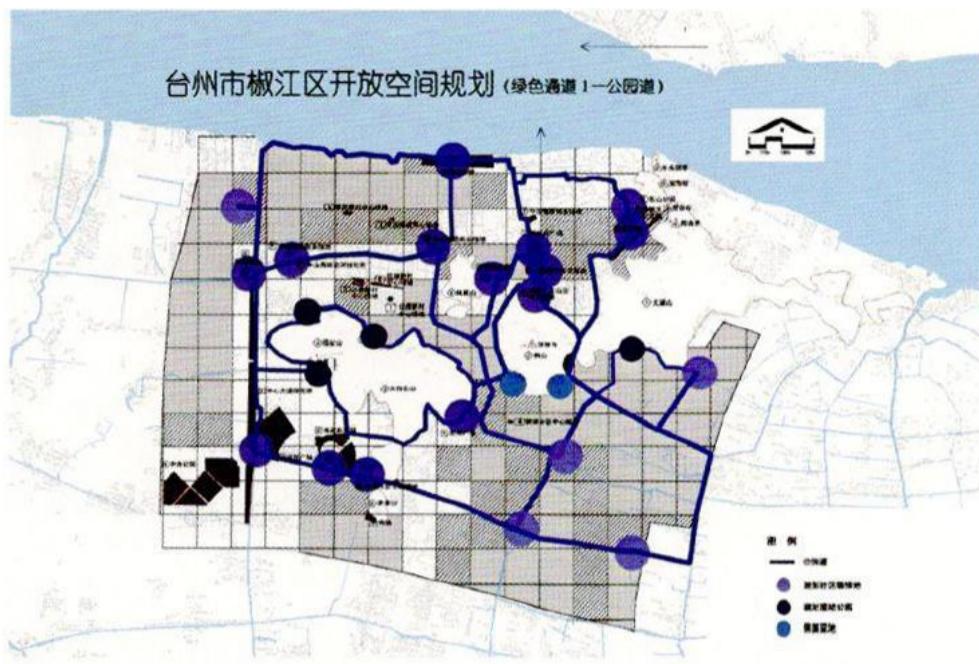
彩图44

椒江南岸综合建筑高度控制网 Integrated networks for building height control of southern bank of Jiaojiang river



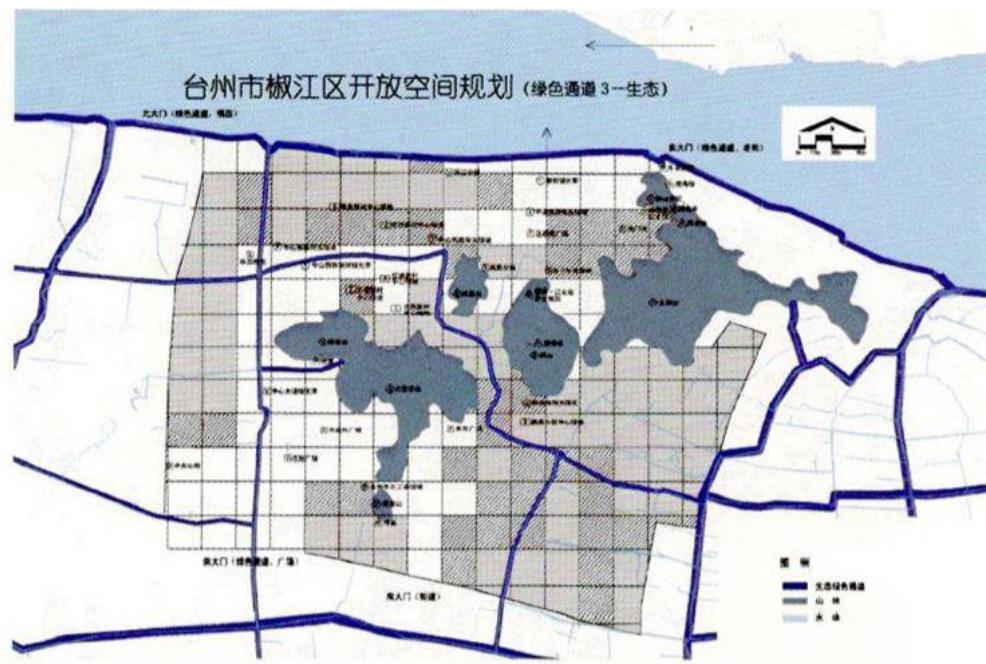
彩图45

椒江区开放空间总体规划概念结构 The concept of open space planning of Jiaojiang District



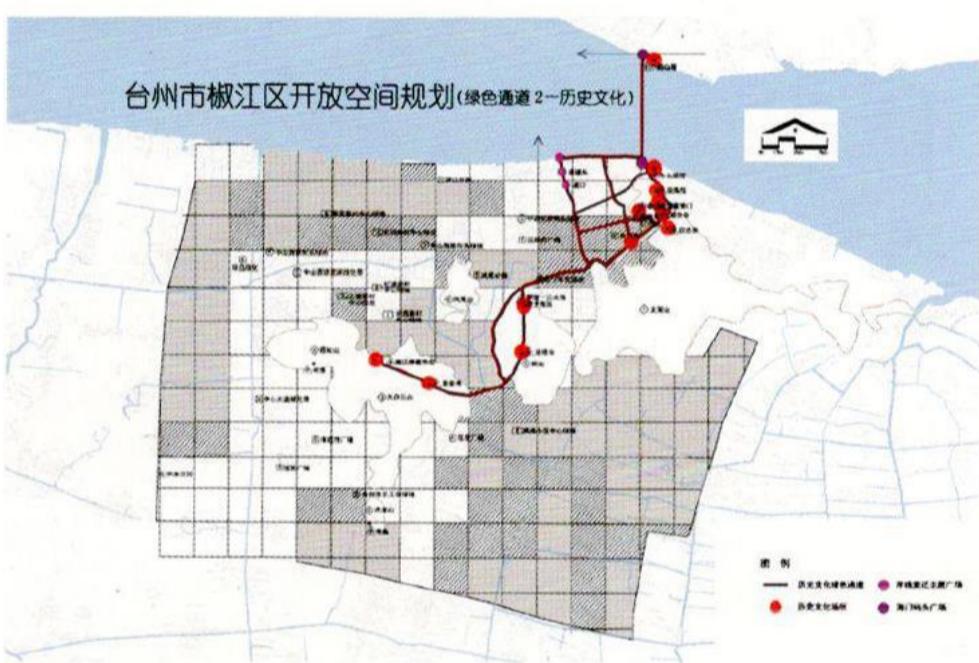
彩图 46

椒江区绿道——公园道 The parkway of Jiaojiang District



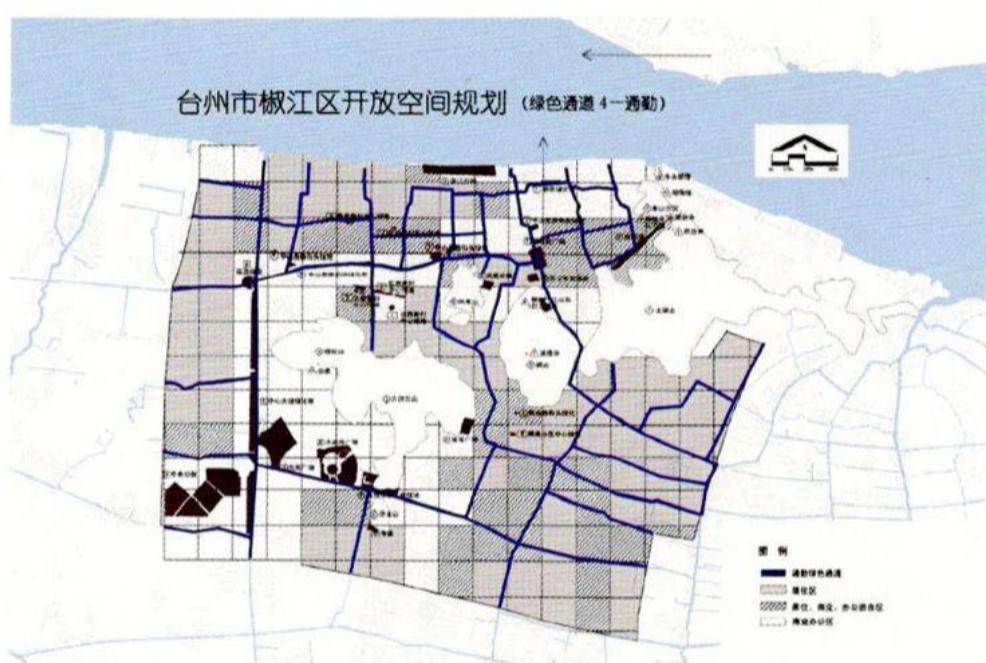
彩图 47

椒江区绿道——历史文化廊道 The heritage corridor of Jiaojiang District



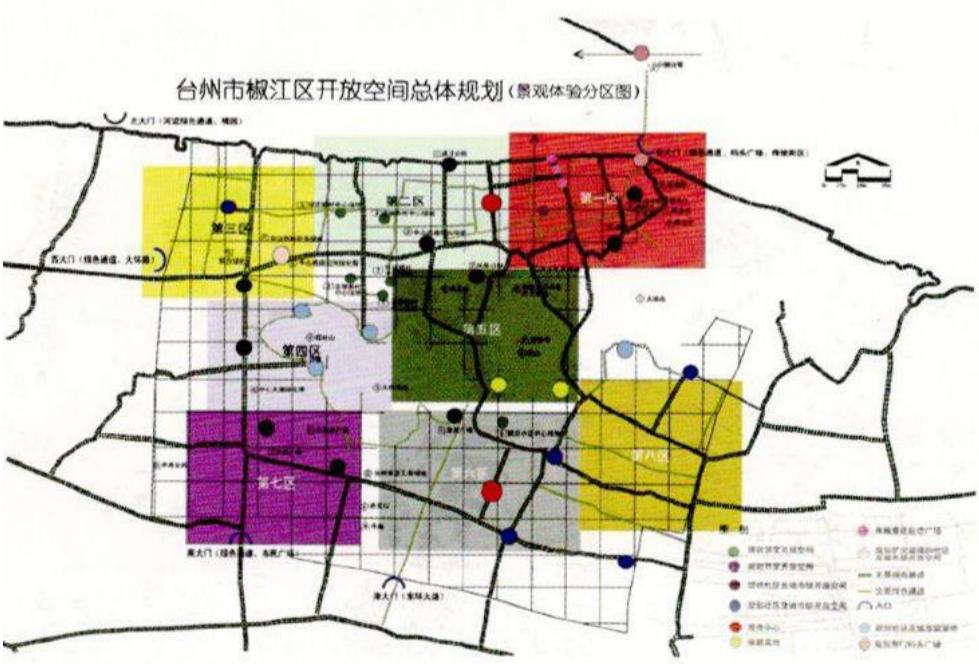
彩图 48

椒江区绿道——生态廊道 The ecological corridor of Jiaojiang District



彩图 49

椒江区绿道——通勤廊道 The commuting corridor of Jiaojiang District



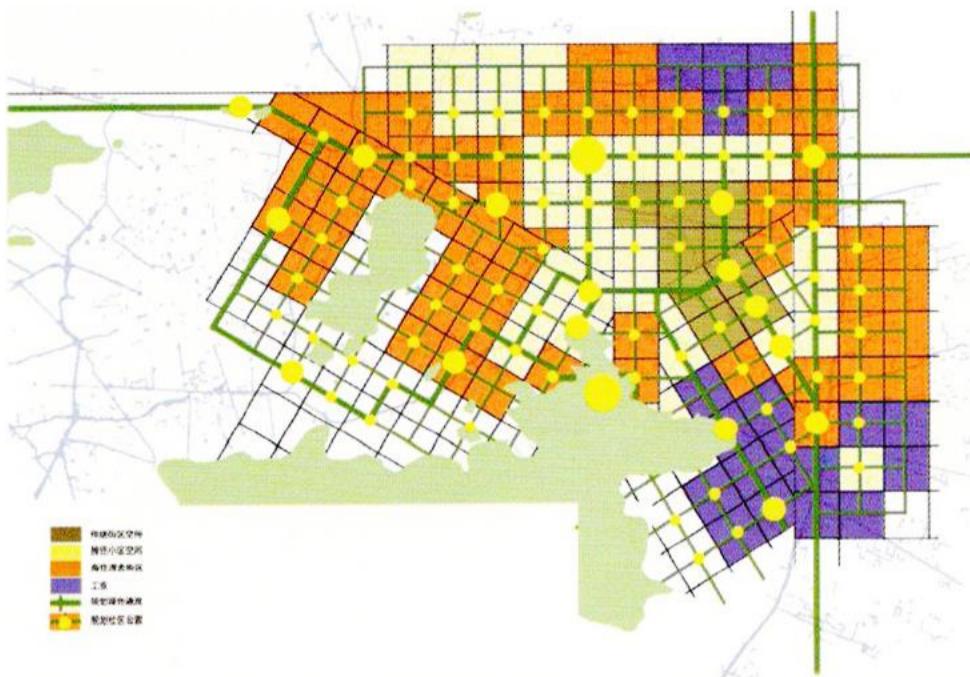
彩图 50

椒江区开放空间景观体验分区 The zoning map of the open space for human experience of Jiaojiang District



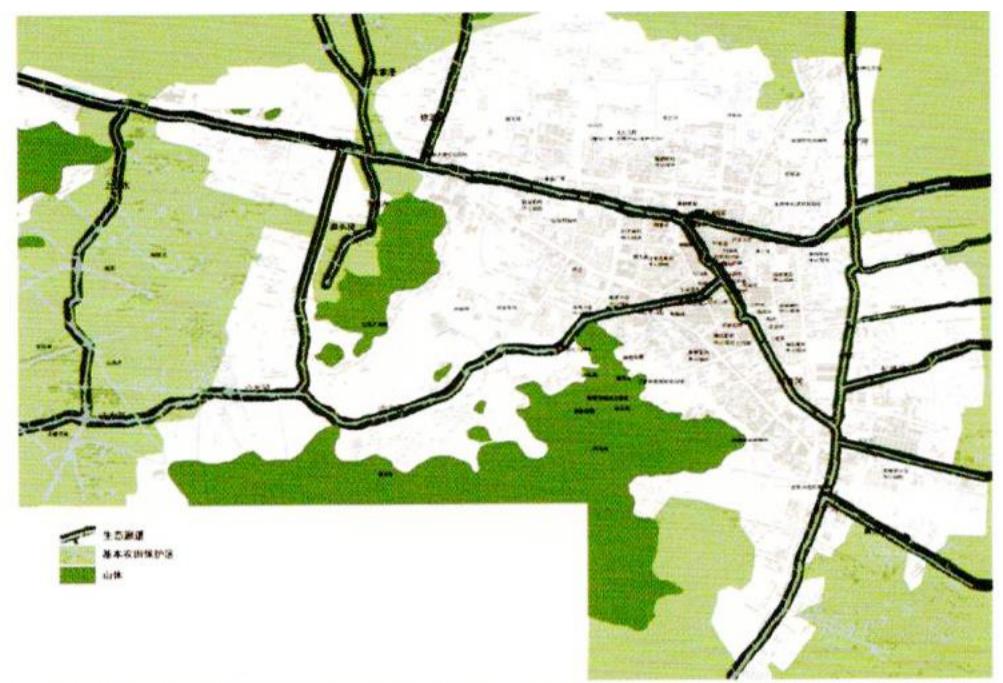
彩图 51

椒江区E暨开放空间总平面 The master plan of open space of Jiaojiang District



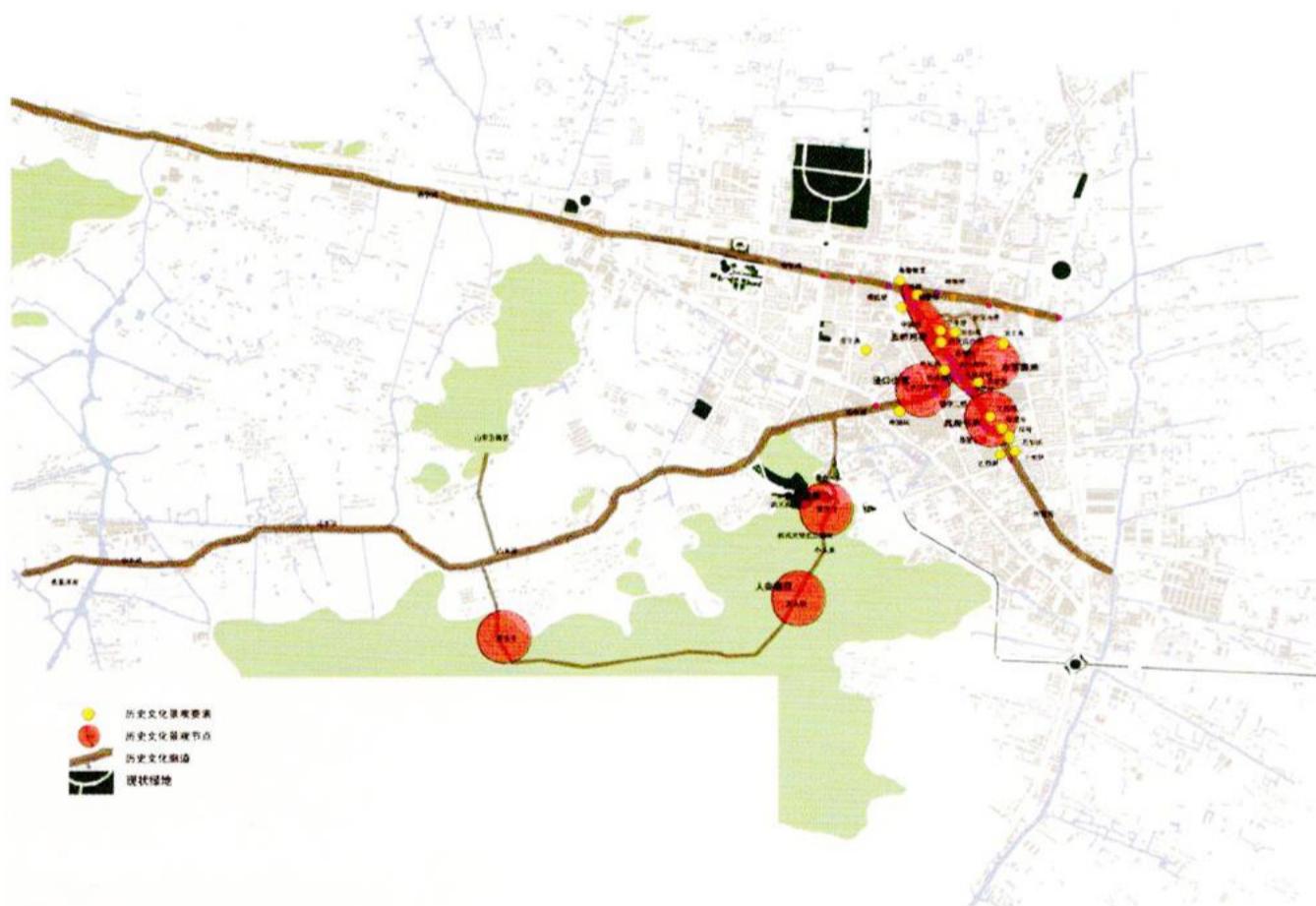
彩图 52

路桥区开放空间总体规划概念结构 The concept of open space planning of Luqiao District



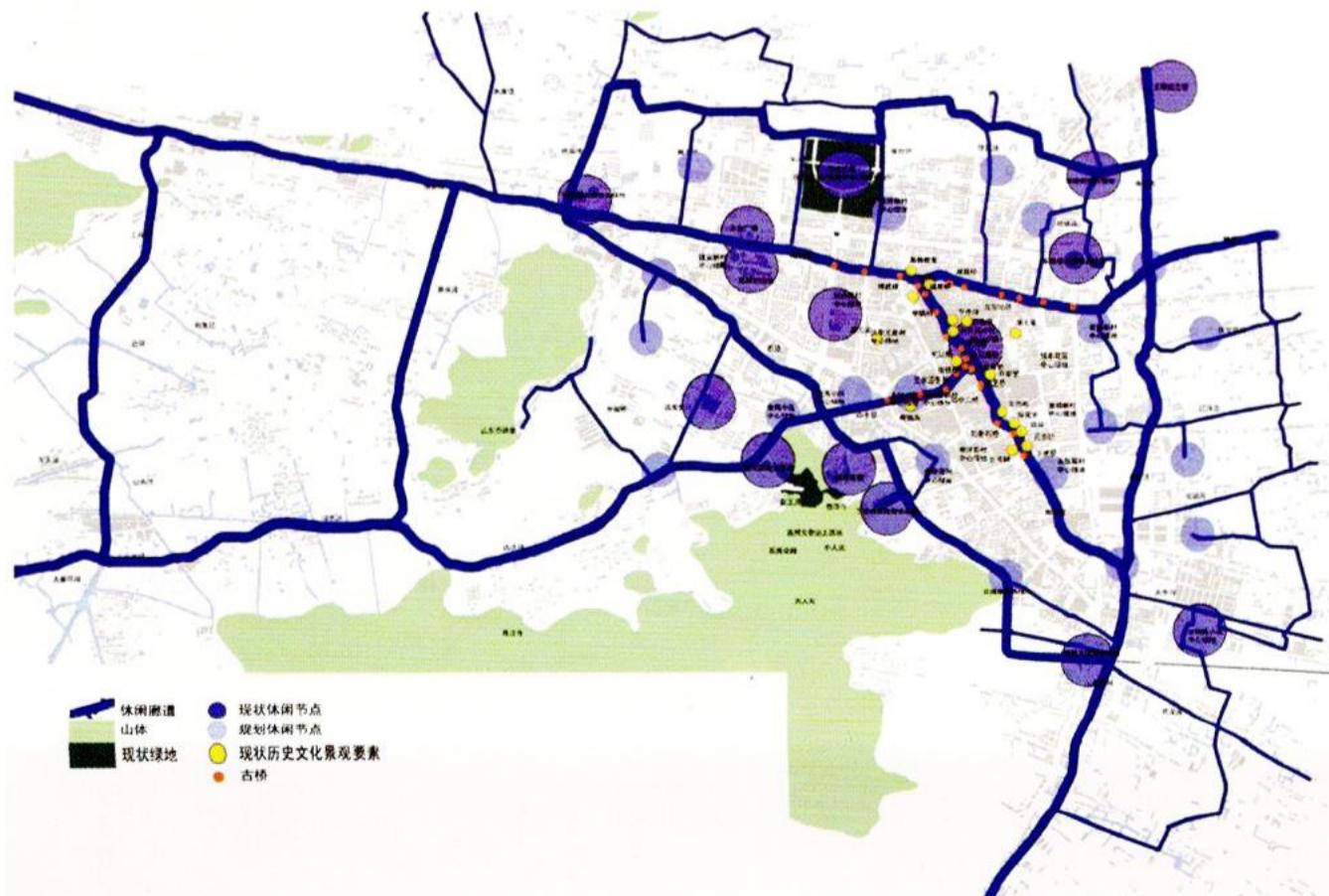
彩图 53

路桥区绿道——生态廊道 The ecological corridor of Luqiao District



彩图 54

路桥区绿道——历史文化廊道 The heritage corridor of Luqiao District

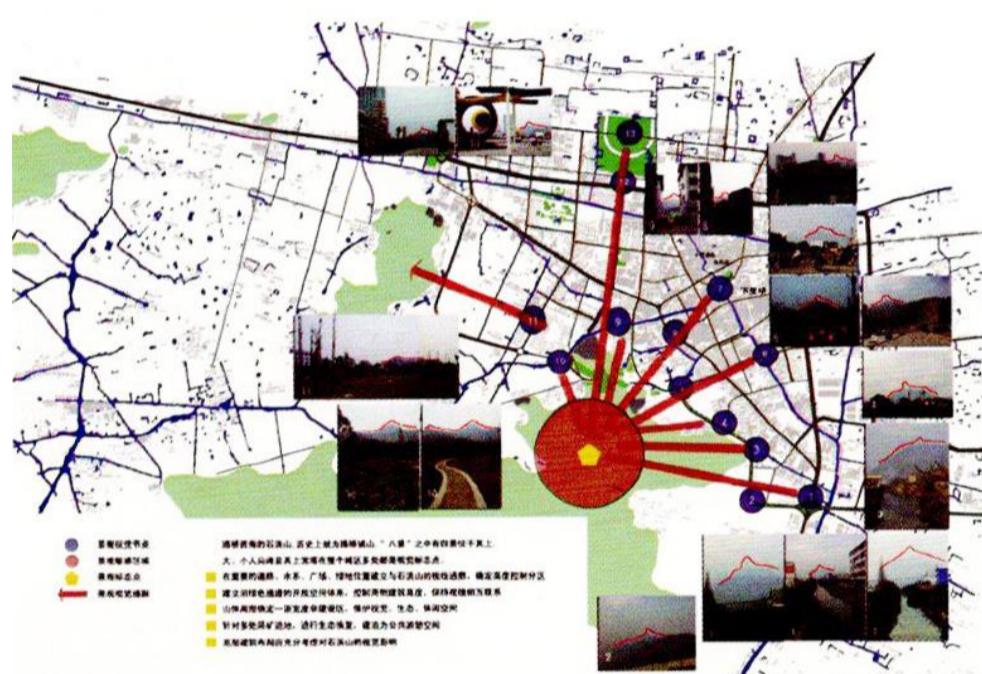


彩图 55

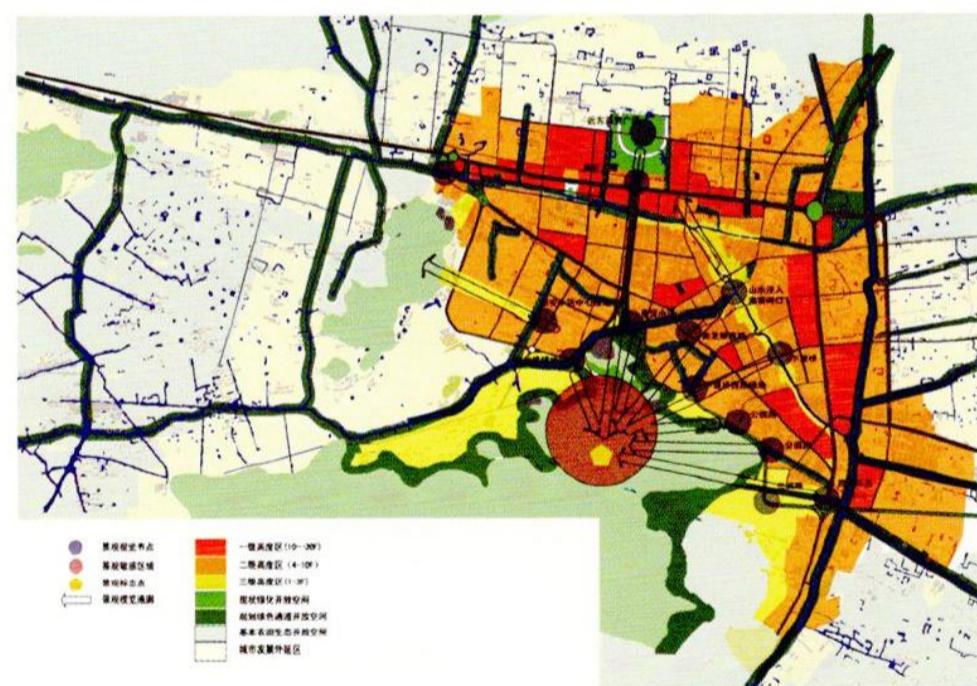
路桥区绿道——游憩廊道 The recreation corridor of Luqiao District



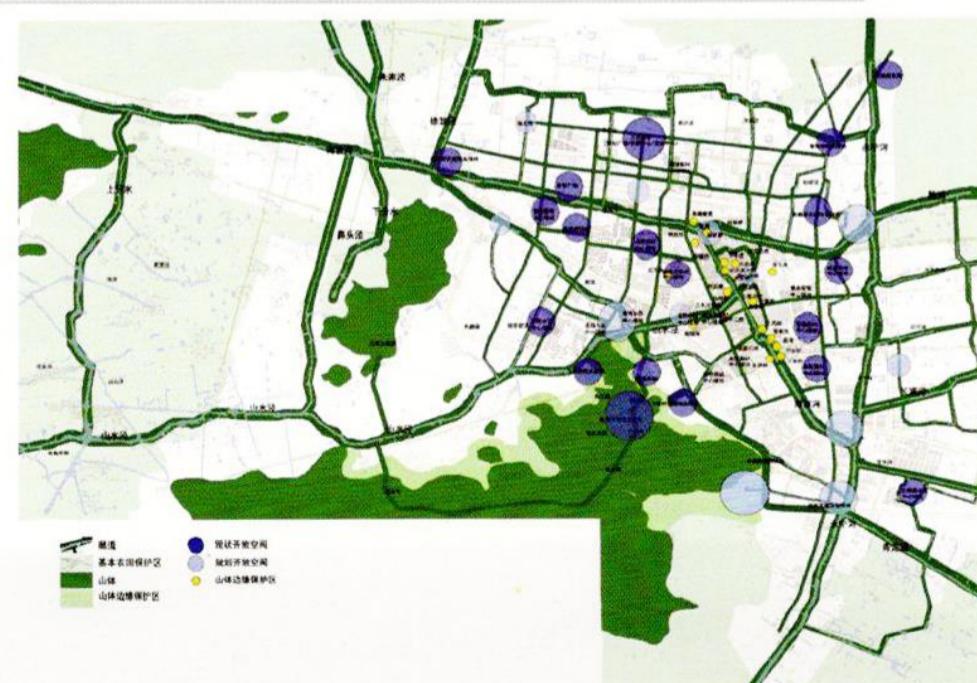
彩图 56
路桥区绿道——通勤廊道
The commuting corridor of Luqiao District



彩图 57
路桥区绿道——视线廊道
The visual corridor of Luqiao District



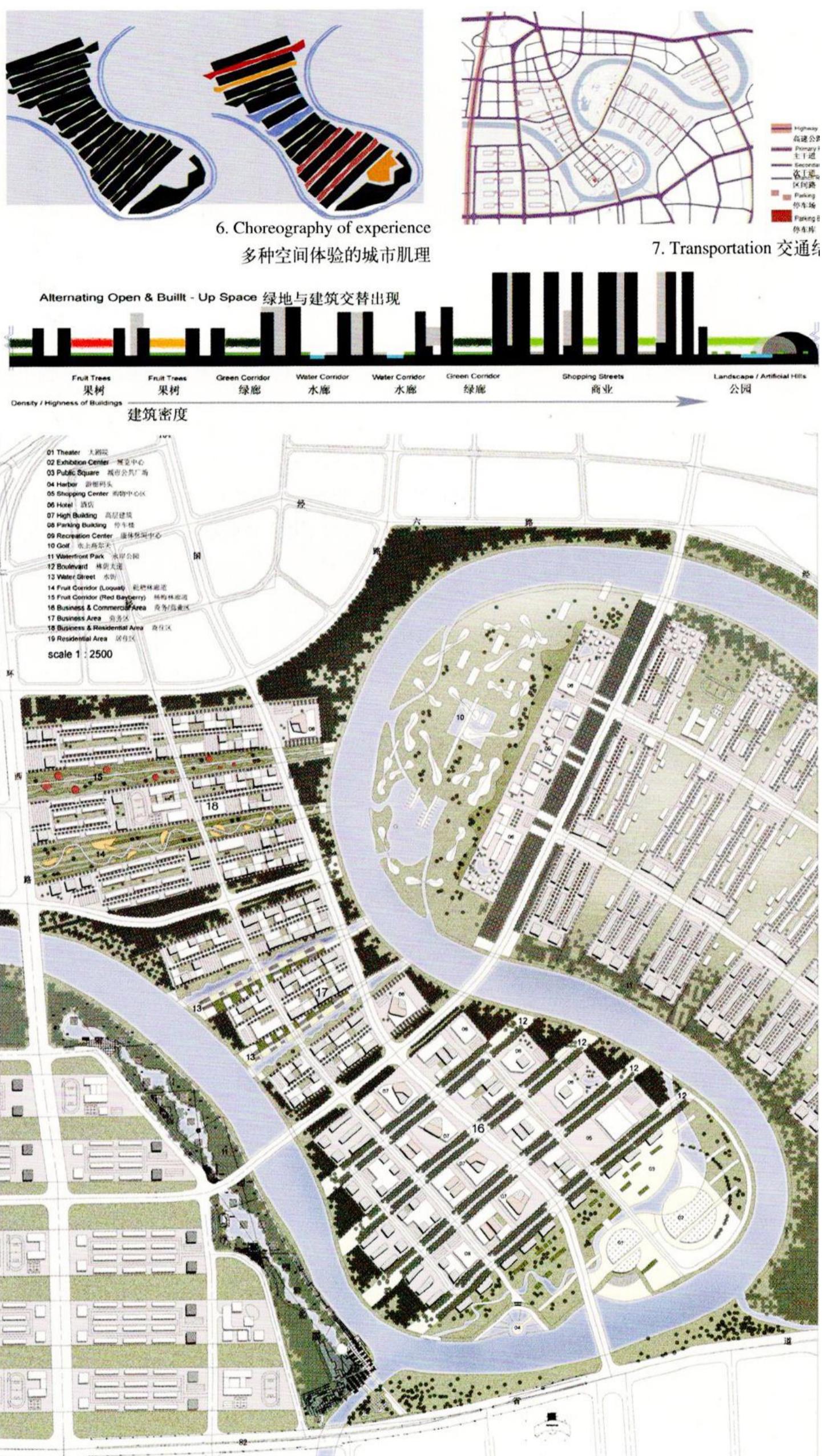
彩图 58
路桥区高度控制分区 The building height control network of Luqiao District



彩图 59
路桥区EI暨开放空间总平面 The master plan of the EI and open space of Luqiao District

片层模式

片层模式通过建筑—绿带“三明治”式的结构，将区域生态基础设施的服务功能，通过廊道导引入社区和城市肌体



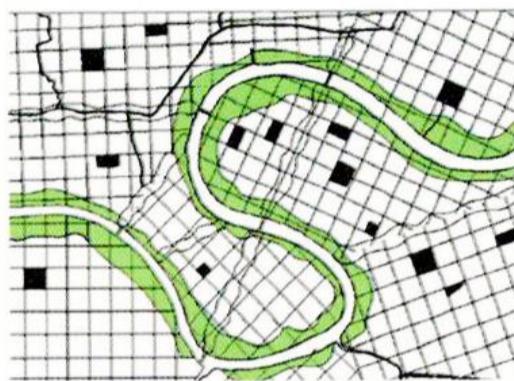
彩图 60

基于EI的城市地段开发模式之一：片层模式 The EI based land development model: the slice model

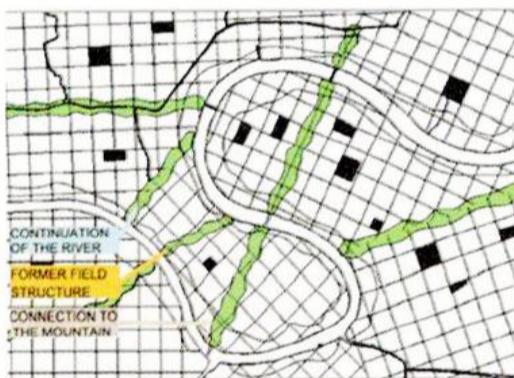
The Grid Model

网格模式

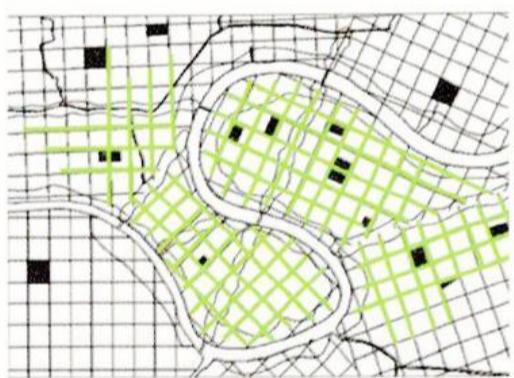
网格模式通过不同级别的绿干、绿枝、绿脉和绿叶网（斑块），将区域生态基础设施的服务功能导入城市肌体。



1. green trunk (regional EI)
绿干 (区域EI廊道)



2. green stems (connected to regional EI)
绿枝 (与区域EI相连接的绿带)



3. green vein (let ecosystem services penetrate into the urban fabric)
绿脉 (将生态系统的服务功能导入城市肌体)

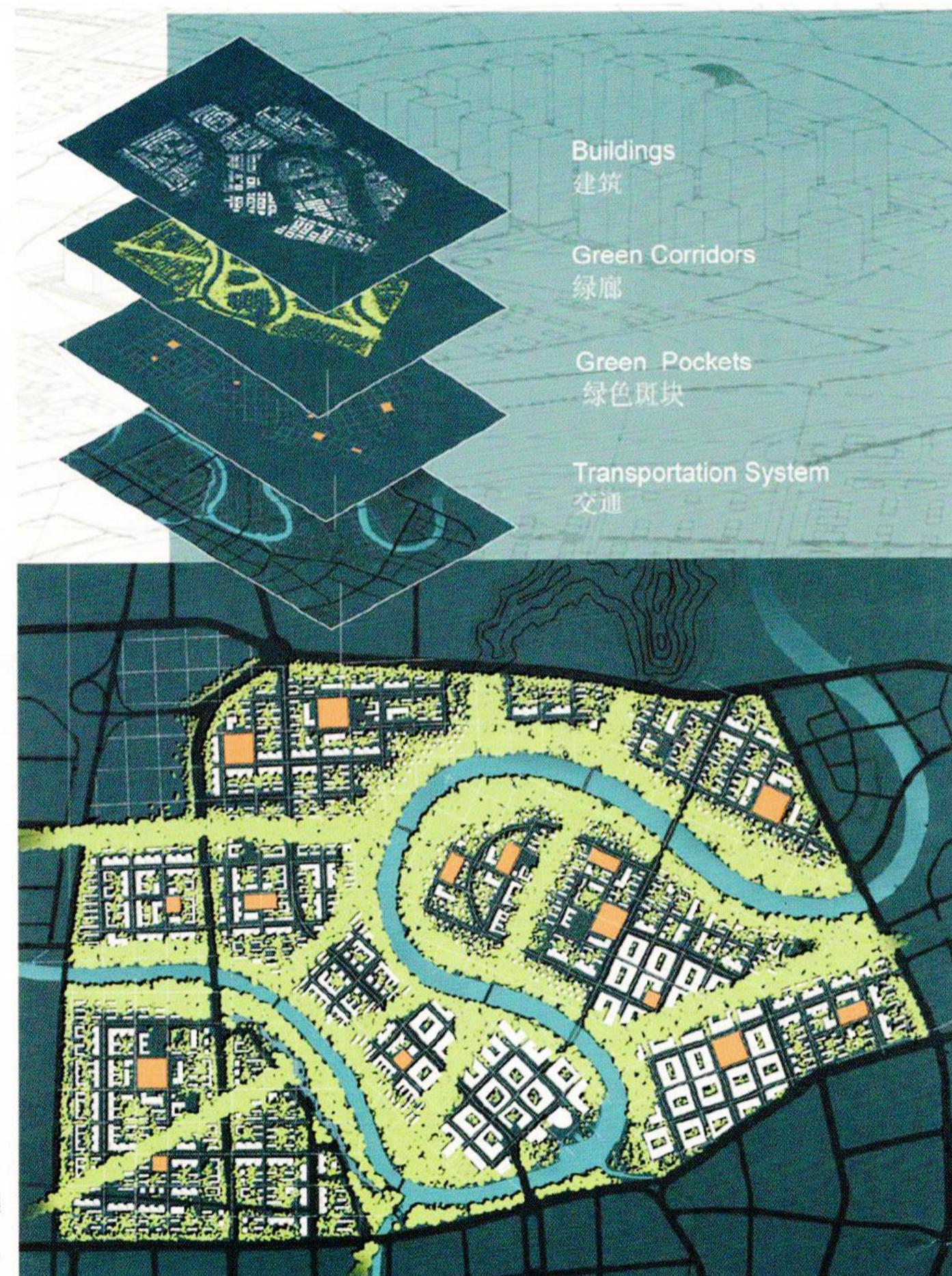


4. green leaves (pocket parks to retain and deliver ecosystem services)
绿叶 (公园绿地斑块，配送和滞留生态服务功能)



6. landuse plan based on EI
基于EI的土地利用规划

7. transportation system based on EI
基于EI的交通系统

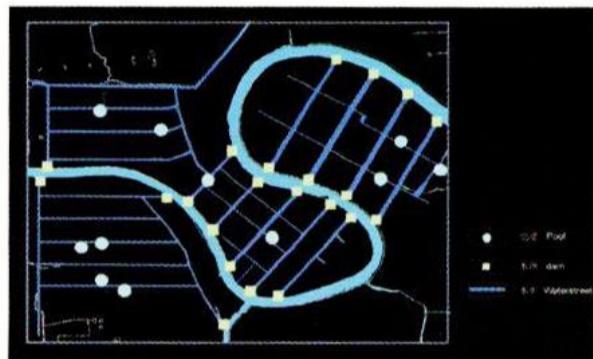


彩图 61

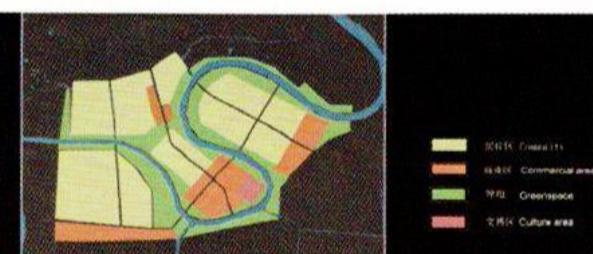
基于EI的城市地段开发模式之二，网格模式 The EI based land development model: the grid model

The Water Town Model 水乡模式

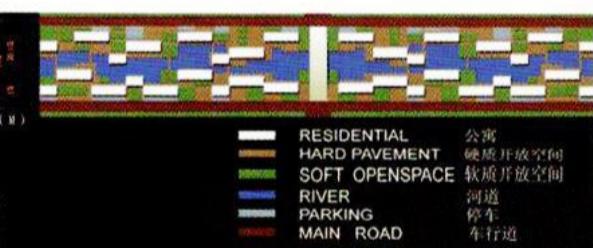
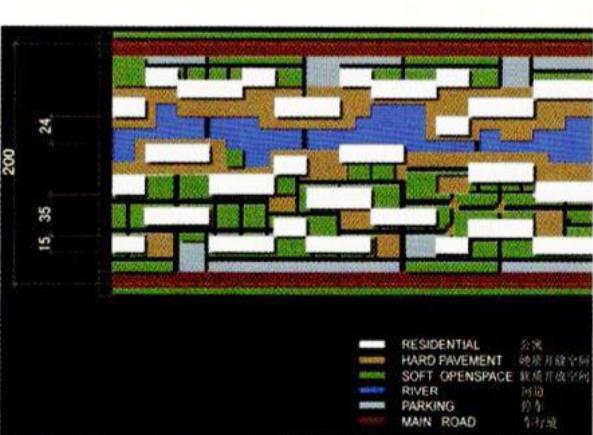
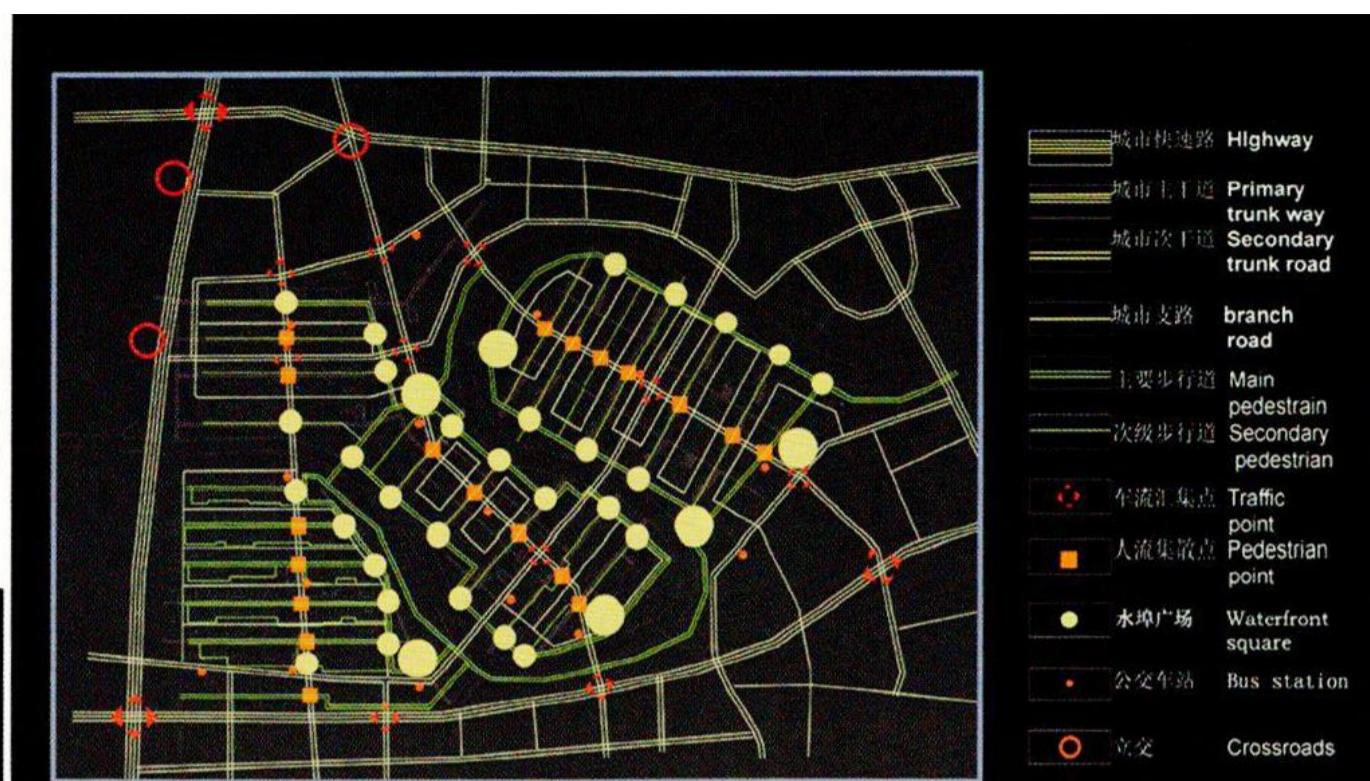
通过水的分流而不是渠化和高堤来防洪和进行雨洪管理，使一条大河变为十条小溪，并使小溪成为配送生态服务功能的廊道，使区域EI的生态服务功能进入每家每户



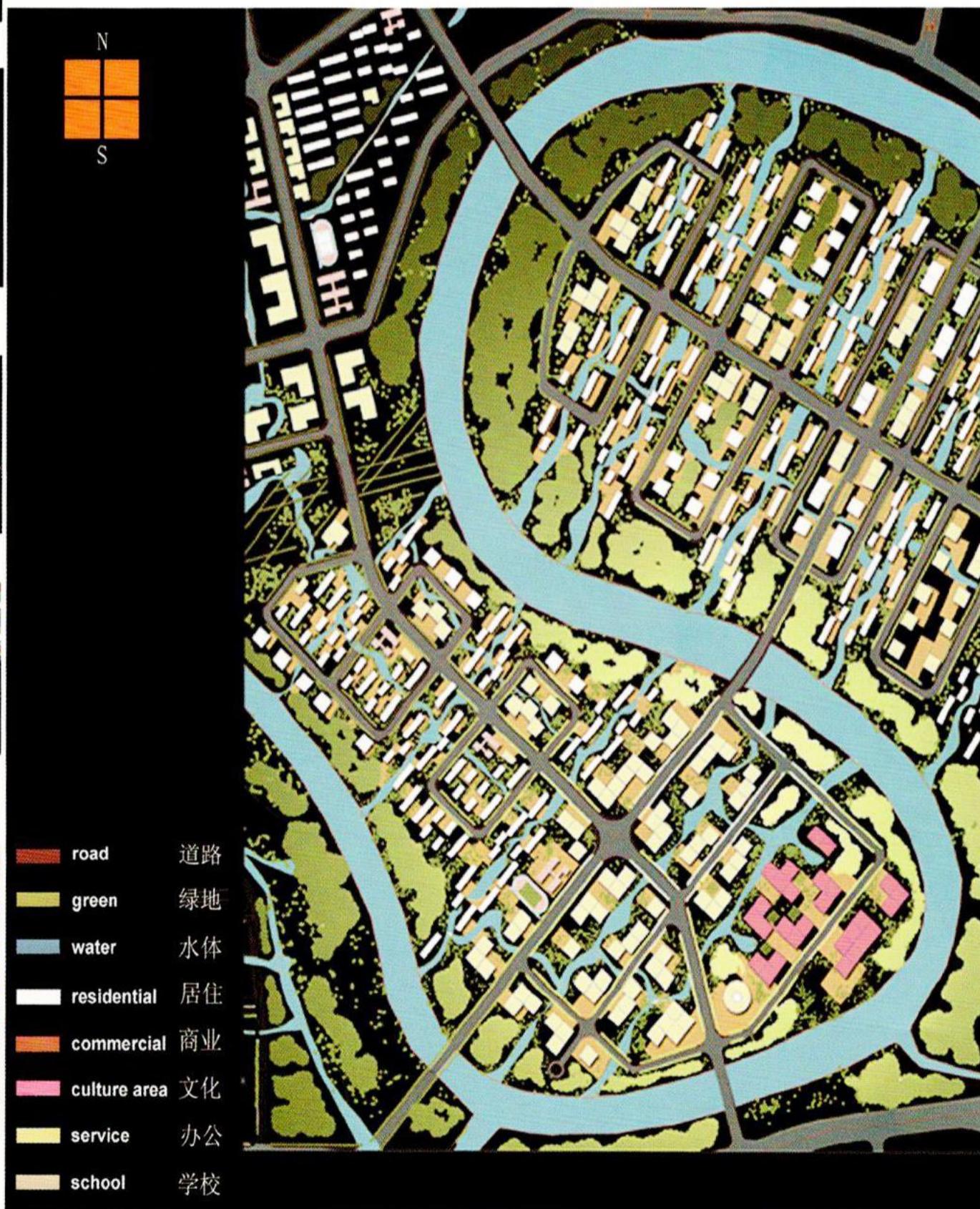
1. Water network 水网

2. EI based on water network
基于水网的场地EI

3. Land use 土地利用

4. Water street-1
水巷模式之一5. Water street-2
水巷模式之二

6. Transportation 交通模式



彩图 62

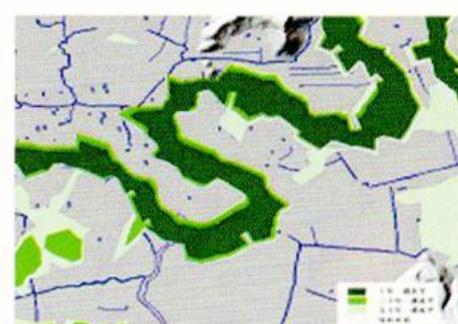
基于EI的城市地段开发模式之三，水乡模式 The EI based land development model: the water town model

The Necklace Model 串珠模式

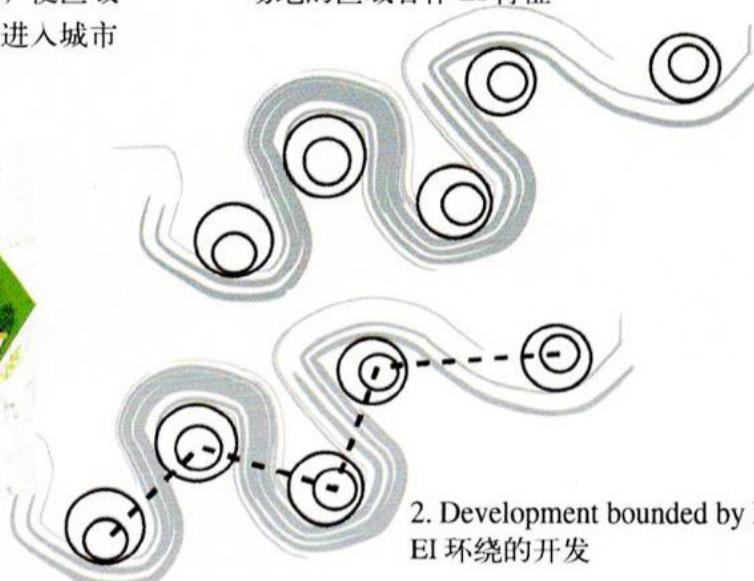
利用永宁走廊蜿蜒曲折等特点，在每个半岛的中心建立中央公园，并使之与永宁和EI廊道建立辐射状联系，围绕每个绿心，进行城市开发，使区域EI的生态服务功能通过绿心进入城市肌体



3. Central park
围绕绿心的建筑



1. Regional EI on the site
场地的区域合作 EI 特征



2. Development bounded by EI
EI 环绕的开发



4. Land use 土地利用



5. Transportation 交通

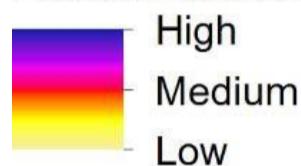


彩图 63

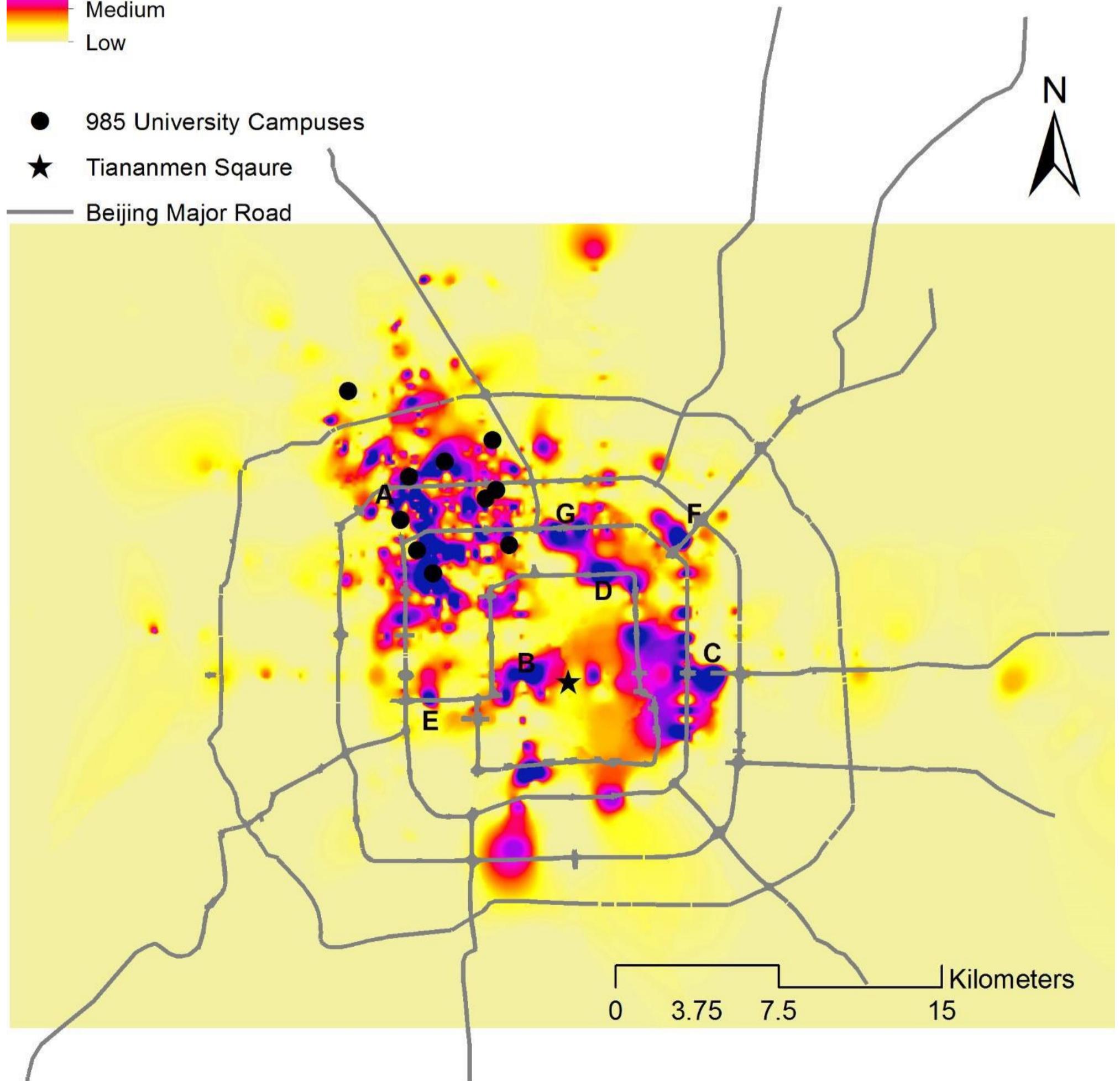
基于EI的城市地段开发模式之四，串珠模式 The EI based land development model: the necklace model

大数据

Destination Hotspots



- 985 University Campuses
- ★ Tiananmen Sqaure
- Beijing Major Road



面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术



Home

Projects

Members

Working papers

WP21_40

WP1_20

Slides

Data released

Ranking

Blogs

Links&Partners

About

For any issue related to BCL,
please address your email to:
BeijingCityLab(at)gmail(dot)com



Newsletter

Email Address

sign up



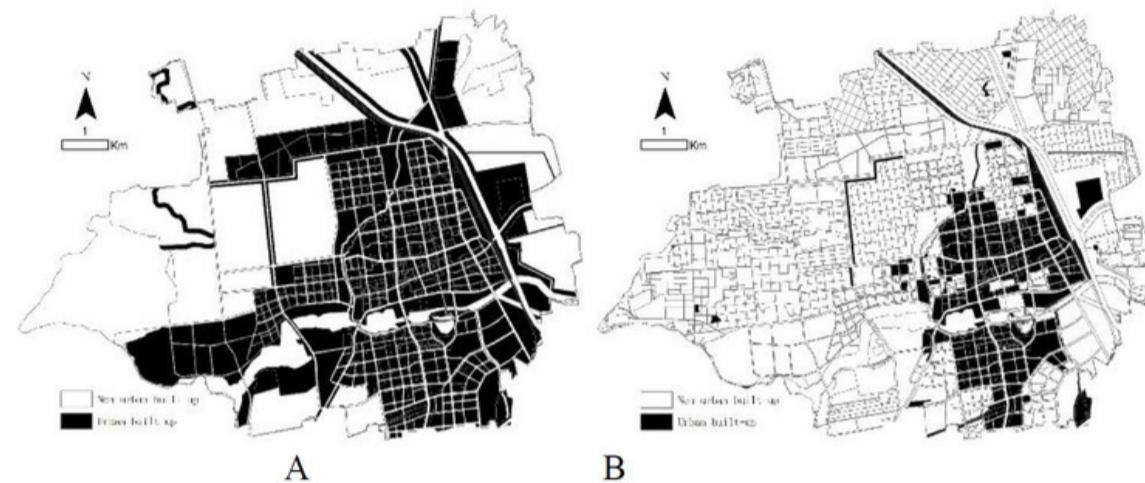
Researchers are invited to use our working paper series to disseminate their research about Beijing. Please email Dr. Xingjian Liu (xliu36@unc.edu) (1) your paper as a single file; and (2) a message indicating the journal to which the working paper has been submitted (this information will not be posted until the paper gets accepted). Please use the following file as your first page in the working paper.



WP_BCL_Cover.docx
Microsoft Word Document [17.1 KB]
[Download](#)

Working paper navigation: [1-20](#), [21-40](#), [Latest](#)**60 V-BUDEM: a vector-based Beijing urban development model for simulating urban growth**

ZHANG Yongping, LONG Ying

**Fig. 5. Yanqing's land use pattern in 2010 and land use plan in 2020**

BUDEM (Beijing Urban Development Model) is a raster-based Cellular Automata (CA) model for supporting city planning and policies evaluation in Beijing. In this paper, we developed a vector-based version of BUDEM (V-BUDEM). In this model, urban space consists of irregular parcels, and a parcel's neighborhood is defined as all parcels surrounding it within a certain distance. Additionally, a framework of parcel subdivision was adopted to subdivide existing parcels. After describing the conceptual model of V-BUDEM, including the parcel subdivision framework, we tested it in Beijing's Yanqing Town for simulating urban growth from 2010 to 2020. Results show the V-BUDEM can be used to predict urban growth scenario, and prove the validity of our parcel subdivision framework. The main contributions of this study are as follows: (1) the model adopts a vector-based CA method using land parcels to represent urban space, composing the landscape a user would perceive as meaningful, and can simulate urban growth in a way more close to real world situation; (2) the model integrates a process of parcel subdivision, and the proposed parcel subdivision framework comprehensively considered the impacts of existing parcel boundaries in the existing land use map and planned parcel boundaries in the urban plan, and developed a straight-forward and automatic parcel subdivision tool, included in the framework as the fourth step, to partition existing large parcels; (3) compared with other urban models, V-BUDEM is developed specifically to identify policies required for implementing the planned urban form desired by planners and decision makers.



WP60.pdf
Adobe Acrobat Document [1.8 MB]
[Download](#)

59 Finding public transportation community structure based on large-scale smart card records in Beijing

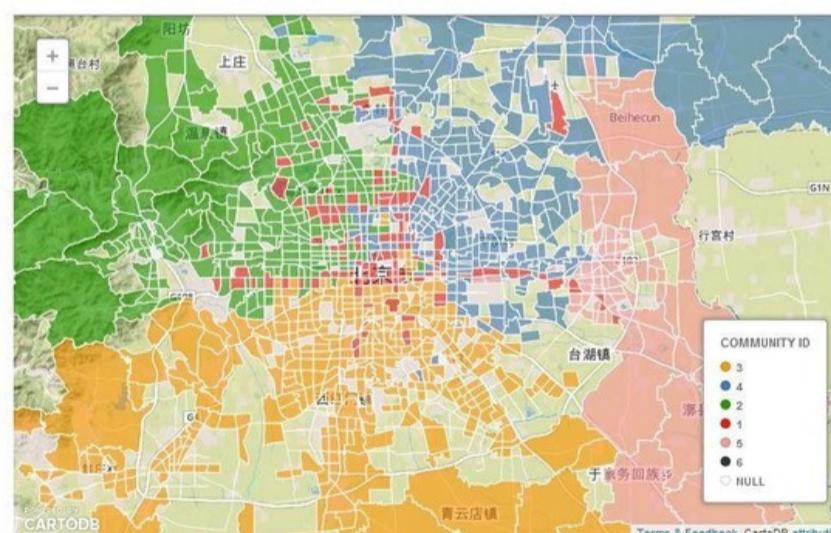
GAO Song, LONG Ying

for urban planning and governance, and ultimately producing the science of cities required for sustainable urban development. The lab's current mix of planners, architects, geographers, economists, and policy analysts lends unique research strength.

Communities of public transportation in Beijing

Communities detected by the bus/metro smartcard records of Beijing in 2010 (Wed, a typical weekday). By Song Gao and Ying Long. longying1980@gmail.com

SHARE



Public transportation in big cities is a crucial part of urban transportation infrastructures. Exploring the spatiotemporal patterns of public trips can help us to understand dynamic transportation patterns and the complex urban systems thus supporting better urban planning and design. The availability of large-scale smart card data (SCD) offers new opportunities to study intra-urban structure and spatial interaction dynamics. In this research, we applied the novel community detection methods from the study of complex networks to examine the dynamic spatial interaction structures of public transportation communities in the Beijing Metropolitan Area. It can help to find the ground-truth community structure of strongly connected traffic analysis zones by public transportation, which may yield insights for urban planners on land use patterns or for transportation engineers on traffic congestion. We also found that the daily community detection results using SCD are different from that using household travel surveys. The SCD results match better with the planned urban area boundary, which means that the actual operation data of public transportation might be a good source to validate the urban planning and development.



WP59.pdf
Adobe Acrobat Document [1.5 MB]
[Download](#)

《大数据分析：方法与应用》

第1章 大数据分析概述

- 1.1 大数据概述
 - 1.1.1 什么是大数据
 - 1.1.2 数据、信息与认知
 - 1.1.3 数据管理与数据库
 - 1.1.4 数据仓库
 - 1.1.5 数据挖掘的内涵和基本特征
 - 1.2 数据挖掘的产生与功能
 - 1.2.1 数据挖掘的历史
 - 1.2.2 数据挖掘的功能
 - 1.3 数据挖掘与相关领域之间的关系
 - 1.3.1 数据挖掘与机器学习
 - 1.3.2 数据挖掘与数据仓库
 - 1.3.3 数据挖掘与统计学
 - 1.3.4 数据挖掘与智能决策
 - 1.3.5 数据挖掘与云计算
 - 1.4 大数据研究方法
 - 1.5 讨论题目
 - 1.6 推荐阅读
- 第2章 数据挖掘流程**
- 2.1 数据挖掘流程概述
 - 2.1.1 **问题识别**
 - 2.1.2 **数据理解**
 - 2.1.3 **数据准备**
 - 2.1.4 **建立模型**
 - 2.1.5 **模型评价**
 - 2.1.6 **部署应用**
 - 2.2 离群点发现
 - 2.2.1 基于统计的离群点检测
 - 2.2.2 基于距离的离群点检测
 - 2.2.3 局部离群点算法
 - 2.3 不平衡数据级联算法
 - 2.4 讨论题目
 - 2.5 推荐阅读
- 第3章 有指导的学习**
- 3.1 有指导的学习概述
 - 3.2 **K—近邻**
 - 3.3 **决策树**
 - 3.3.1 决策树的基本概念
 - 3.3.2 分类回归树
 - 3.3.3 决策树的剪枝
 - 3.4 提升方法
 - 3.5 随机森林树
 - 3.5.1 随机森林树算法的定义
 - 3.5.2 如何确定随机森林树算法中树的节点分裂变量
 - 3.5.3 随机森林树的回归算法
 - 3.6 **人工神经网络**
 - 3.6.1 人工神经网络基本概念
 - 3.6.2 感知器算法

- 3.6.3 LMS算法
 - 3.6.4 反向传播算法
 - 3.6.5 神经网络相关问题讨论
 - 3.7 **支持向量机**
 - 3.7.1 最大边距分类
 - 3.7.2 支持向量机问题的求解
 - 3.7.3 支持向量机的核方法
 - 3.8 多元自适应回归样条
 - 3.9 讨论题目
 - 3.10 推荐阅读
- 第4章 无指导的学习**
- 4.1 关联规则
 - 4.1.1 静态关联规则算法 Apriori 算法
 - 4.1.2 动态关联规则算法 Carma 算法
 - 4.1.3 序列规则挖掘算法
 - 4.2 **聚类分析**
 - 4.2.1 聚类分析的含义及作用
 - 4.2.2 距离的定义
 - 4.2.3 系统层次聚类法
 - 4.2.4 K—均值算法
 - 4.2.5 BIRCH 算法
 - 4.2.6 基于密度的聚类算法
 - 4.3 基于预测强度的聚类方法
 - 4.3.1 预测强度
 - 4.3.2 预测强度方法的应用
 - 4.3.3 案例分析
 - 4.4 聚类问题的变量选择
 - 4.4.1 高斯成对罚模型聚类
 - 4.4.2 各类异方差成对罚模型聚类
 - 4.4.3 几种聚类变量选择的比较
 - 4.5 讨论题目
 - 4.6 推荐阅读
- 第5章 贝叶斯分类和因果学习**
- 5.1 贝叶斯分类
 - 5.2 决策论与统计决策论
 - 5.2.1 决策与风险
 - 5.2.2 统计决策
 - 5.3 线性判别函数和二次判别函数
 - 5.4 朴素贝叶斯分类
 - 5.5 贝叶斯网络
 - 5.5.1 基本概念
 - 5.5.2 贝叶斯网络的应用
 - 5.5.3 贝叶斯网络的构建
 - 5.6 案例：贝叶斯网络模型在信用卡违约概率建模中的应用
 - 5.7 讨论题目
 - 5.8 推荐阅读

统计学+计算机科学

第6章高维回归及变量选择

- 6.1线性回归模型
- 6.2模型选择
 - 6.2.1模型选择概述
 - 6.2.2偏差，方差分解
 - 6.2.3模型选择准则
 - 6.2.4回归变量选择
- 6.3广义线性模型
 - 6.3.1二点分布回归
 - 6.3.2指数族概率分布
 - 6.3.3广义线性模型
 - 6.3.4模型估计
 - 6.3.5模型检验与诊断
- 6.4高维回归系数压缩
 - 6.4.1岭回归
 - 6.4.1LASSO
 - 6.4.3Shooting算法
 - 6.4.4路径算法
 - 6.4.5其他惩罚项及Oracle性质
 - 6.4.6软件实现
- 6.5总结
- 6.6讨论题目
- 6.7推荐阅读

第7章图模型

- 7.1图模型基本概念和性质
 - 7.1.1图矩阵
 - 7.1.2概率图模型概念和性质
- 7.2协方差选择
 - 7.2.1用回归估计图模型
 - 7.2.2基于最大似然框架的方法
- 7.3指数族图模型
 - 7.3.1基本定义
 - 7.3.2参数估计及假设检验
- 7.4谱聚类
 - 7.4.1聚类和图划分
 - 7.4.2谱聚类

7.5总结

7.6讨论题目

7.7推荐阅读

第8章客户关系管理

- 8.1协同推荐模型
 - 8.1.1基于邻域的算法
 - 8.1.2矩阵分解模型
- 8.2客户价值随机模型
 - 8.2.1客户价值的定义
 - 8.2.2客户价值分析模型
 - 8.2.3客户购买状态转移矩阵
 - 8.2.4利润矩阵
 - 8.2.5客户价值的计算
- 8.3案例：银行卡消费客户价值模型
- 8.4推荐阅读

第9章社会网络分析

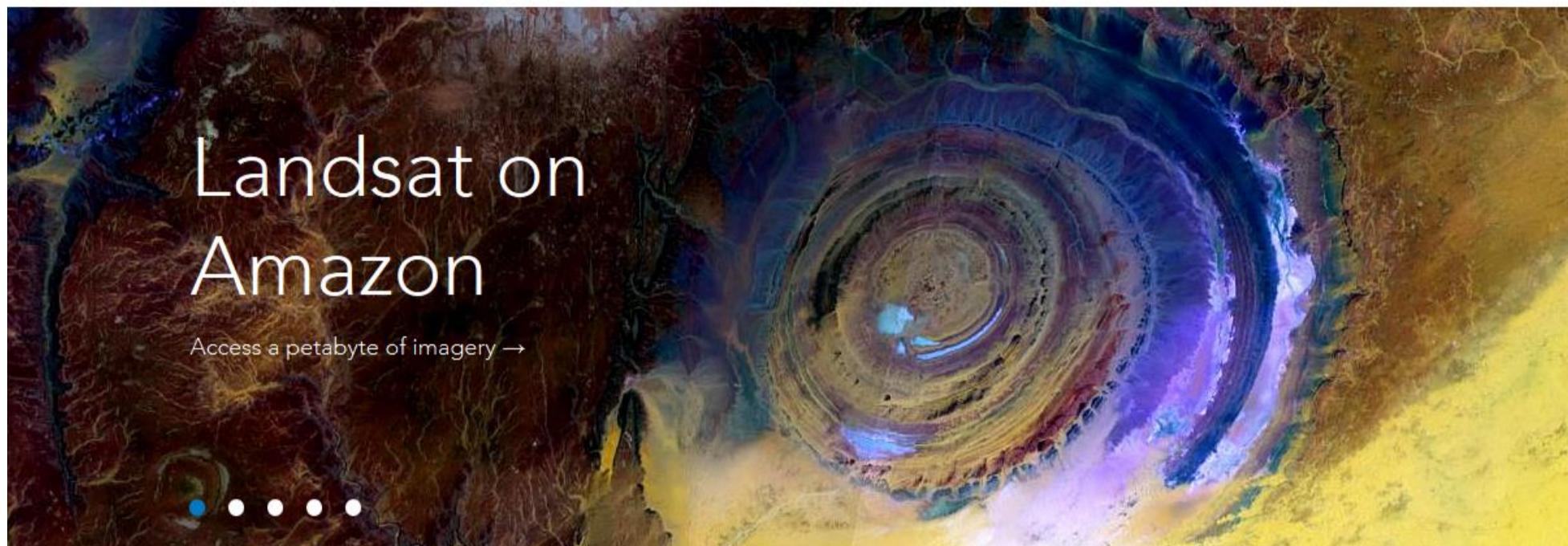
- 9.1社会网络概述
 - 9.1.1社会网络概念与发展
 - 9.1.2社会网络的基本特征
 - 9.1.3社群挖掘算法
 - 9.1.4模型的评价
- 9.2案例：社会网络在学术机构合作关系上的研究
- 9.3讨论题目
- 9.4推荐阅读
- 附录A本章R程序
- 第10章自然语言模型和文本挖掘
 - 10.1向量空间模型
 - 10.1.1向量空间模型基本概念
 - 10.1.2特征选择准则
 - 10.2统计语言模型
 - 10.2.1n—gram模型
 - 10.2.2主题n—元模型
 - 10.3LDA模型
 - 10.4案例：LDA模型的热点新闻发现
 - 10.5推荐阅读

规划师如何面对跨学科？

GIS软件平台与ArcGIS的选择

序号	产品	类型/关键部分 (括号中为其作者)	是否免费
1	AgentSheets	基于智能体模拟的简单商业软件包	
2	Anylogic	基于智能体模拟的通用商业软件包	
3	ArcGIS	通用的、综合的且具有大量扩展工具集的软件，重点是矢量但提供全面的栅格支持。跨行业，与OGC(Open Geospatial Consortium)标准兼容	
4	ANUDEM	M.F.Hutchinson的DEM格网生成程序。采用不规则点集、等高线和矢量流数据作为输入，生成与水文学研究一致的格网DEM输出(在ArcGIS中实现)	
5	CASE	犯罪分析空间扩展包(ArcGIS 9.1中的扩展包，包括以前由USGS开发的ArcView中的动物迁移工具包)。	Y
6	CCMaps	条件地区分布制图。就Java的交互式制图与可视化工具，针对健康研究和有关分析、环境和教育研究开发	Y
7	CMAP	犯罪制图何分析程序软件包及文档(包括程序、数据集、训练材料和文档)	Y
8	CommonGIS	基于java的GIS软件包，具有强大的专题制图何探测性数据分析功能(是Des cartes软件的继续)	(Y)
9	Concorde	对称TSP网络问题的高性能求解软件	Y
10	CPLEX	线性规划/混合整数规划求解软件(ILOG优化套件的部分)	
11	Crimestat III	犯罪事件分析，矢量格式。	Y
12	ENVI	可视化图像环境(Environment for Visualising Images)，为遥感图像数据提供强大的分析功能，支持矢量格式的输入和叠加	
13	Fragstats	生态栅格数据分析	Y
14	GAM	Geographic Analysis Machine，地理分析机-聚类捕获软件	Y
15	GeoDa	探测性数据分析，矢量(L.Anselin)	Y
16	Geomedia	数据库驱动的通用GIS软件包	
17	GRASS	Geographic Resources Analysis Support System，地理资源分析支持系统。支持栅格和矢量的开源GIS。用于地球科学、政府和学术界	Y
18	GS+	地理统计分析	
19	GWR	地理加权回归(S.Fotheringham,C.Brunson,M.Charlton)	
20	Hawth's Tools	ArcGIS空间分析扩展，尤其是生态应用。即将被空间建模环境(Spatial Modelling Environment)升级或取代	Y
21	Idrisi	基于栅格的产品，尤其适用于环境科学、遥感和土地管理	
22	ILOG		
23	Dispatcher	车辆路线选择、时间计划和调度(物流)工具包	
24	ISATIS	用于地球科学的地质统计软件	
25	Landserf	基于java的表面分析软件包，可跨平台(J.Wood)	Y
26	LEDA	包括大量图形(网络)分析功能的算法集合。为至少一个GIS软件包提供商提供网络分析核心算法	
27	LOLA	位置分析	Y
28	Manifold	使用广泛的通用工具集，以矢量为主，同时支持栅格。与工业结合，OGC兼容	
29	MapCalc	基于栅格的制图和分析软件包，成本低，适用于教学	
30	MapInfo	通用软件，以矢量为主，同时支持栅格。与工业/市场等结合；HotSpot Detective (J.Ratcliffe) 用于犯罪分析	
31	MASON	Multi Agent Simulation Of Neighbourhood，邻域多智能体模拟。基于智能体模拟的开源软件包，跨平台	Y
32	MATLAB	具有可选制图工具箱、图形处理工具箱和统计工具箱的矩阵/数学软件包；提供免费空间统计工具箱(L.Pace)	

		基于C.Dana Tomlin的地图代数开发的栅格分析工具。由Keigan Systems提供和支持，但以不再发展	
32	MFWorks		
33	NetLab	针对MATLAB的神经网络软件库(Nabney)	Y
34	NetLogo	开源多智能体模拟软件包，跨平台(Wilensky)	Y
35	NuMAP	提供MLP、SOM和其它不同模型的神经网络软件	(Y)
36	OBEUS	.NET环境下基于智能体的模拟软件包，目标在于城市建模	Y
37	Oriana	循环数据集统计分析	
38	PCRaster	基于栅格的分析，具有强大的水文建模功能，许多方面来自Tomlin的地图代数，用于水文学/土壤学	
39	Repast	基于智能体模拟的开源软件包，跨平台	
40	RiverTools	水文分析软件包，用IDL编程，与ENVI兼容	
41	Rookcase	Excel插件，计算简单空间自相关(M.Sawade)	Y
42	SAGA	以地球科学为主设计的开源GIS软件，主要针对地形和水文分析。具有强大的栅格分析和编程能力	Y
43	SANET	网络上的空间分析(A.Okabe等)-一个ArcGIS工具包	Y
44	S-Distance	网路和位置分析	Y
45	SaTScan	地理数据的时间、空间和时空分析。主要设计用于疾病格局分析和监测	Y
46	SITATION	设施位置软件(M.Daskin)	Y
47	SPLANCS	点格局空间分析(R-Plus版免费)	(Y)
48	StarLogo	基于智能体模拟的开源软件包，跨平台	Y
49	STARS	区域系统的时空分析。一些技术与GeoDa中的技术对应	Y
50	Surfer	表面建立和建模软件包，具有非常强的格网化，地学统计学和可视化功能。主要用于地球科学	
51	SWARM	基于智能体模拟的开源软件包	Y
52	TAS	地形分析统计，是一个简单的、可独立运行的程序。提供丰富的地形分析/水文分析功能和指数计算	Y
53	TAUDEM	应用数字高程模型进行地形分析-ArcGIS插件/工具栏。提供丰富的地形分析/水文分析功能和指数计算	Y
54	Terraseer	商业化时空和统计分析软件包(STIS-V 1.5, Clusterseer V2 用于聚类分析, Boundaryseer 用于边界探测和分析)。用于健康领域	
55	TNTMips	由Image Processing Background开发的商业通用跨平台GIS系统。具有大量分析工具集，为非商业用途提供免费的Lite版	(Y)
TransCAD/Maptitude		Maptitude软件包针对运输的实现，具有非常强的网络分析和相关设施管理功能。用于运输、销售	
56	aptitude		
57	Vincenty	用于计算椭圆距离的Excel电子制表软件	Y
WinBUGS/G			
58	eoBUGS	应用马尔可夫链蒙特卡罗方法的贝叶斯统计分析软件包。用于健康领域	Y
59	Xpress-MP	通用建模和优化套件(免费学生版)	(Y)
60	ZDES	区域设计系统。英国利兹大学	Y
61	GeoSOS	GeoSOS由三个重要模块组成：地理元胞自动机（CA）、多智能体系统（MAS）、生物智能（SI）。	Y


[Industries](#) [Products](#) [Support & Services](#) [About](#) [Community](#)
[Sign In](#)
[Access a petabyte of imagery →](#)


Expert Knowledge. One Event.

[Esri UC | July 20 – 24, 2015 | Register Today](#)


Dive into Open Data

[Explore and share open data with the ArcGIS Open Data portal.](#)


Use ArcGIS with Salesforce

New integration puts the power of location inside Salesforce.



Google & Esri

Google Earth Enterprise & Google Maps Engine Alternatives from Esri.



Map Like a Pro

64-bit. Multiple layouts. 2D/3D. ArcGIS Pro has arrived.

ArcGIS Platform

- [ArcGIS Online](#)
- [ArcGIS for Desktop](#)
- [ArcGIS for Server](#)
- [ArcGIS for Developers](#)
- [ArcGIS Solutions](#)
- [ArcGIS Marketplace](#)

Map Gallery



Map Your Milestone

Celebrate Women's History month with the Women in Tech story map.

[More maps →](#)
[Esri Home](#)
[Follow Us](#)

Understanding GIS

- [What is GIS?](#)
- [Map Book Gallery](#)
- [Video Library](#)

Company Information

- [About Esri](#)
- [Careers](#)
- [Esri Insider Blog](#)
- [Esri User Conference](#)
- [Trust ArcGIS](#)

Services

- [Professional Services](#)
- [Project Services](#)
- [Implementation Services](#)
- [Premium Support Services](#)

Partners

- [Learn About Partners](#)
- [Partner Directory](#)
- [Hardware Promotions](#)

Special Programs

- [Nonprofit Program](#)
- [ArcGIS for Home Use](#)
- [Disaster Response](#)
- [Esri-Sponsored Grants](#)

GIS “看似”一个庞大的系统



“却只能”慢慢 抽丝剥茧



事在人为

第1次课结束

第2次课

授课题目：引例-初识GIS处理技术-基于POIs数据土地利用结构信息熵

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 掌握GIS处理技术的一般流程；
2. 掌握学习ArcGIS的方法；
3. 了解信息熵；
4. 了解ArcGIS的界面和基本组成。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 重点讲述GIS处理技术，从提出问题，数据收集、数据录入、数据处理、到基于数据信息基本分析、数据可视化的一般流程；
2. 基于GIS处理技术的一般流程，讲述学习GIS的一般方法；
3. 讲述信息熵；
4. 讲述ArcGIS界面与基本组成。

讨论、思考题、作业：

1. 完成本次课程中的案例。

教学过程设计：

授新课

拓展阅读：

[1]维克托·迈尔-舍恩伯格 (Viktor Mayer-Schönberger)编著，盛杨燕 周涛译.《大数据时代:生活、工作与思维的大变革》[M].浙江人民出版社，2013.01



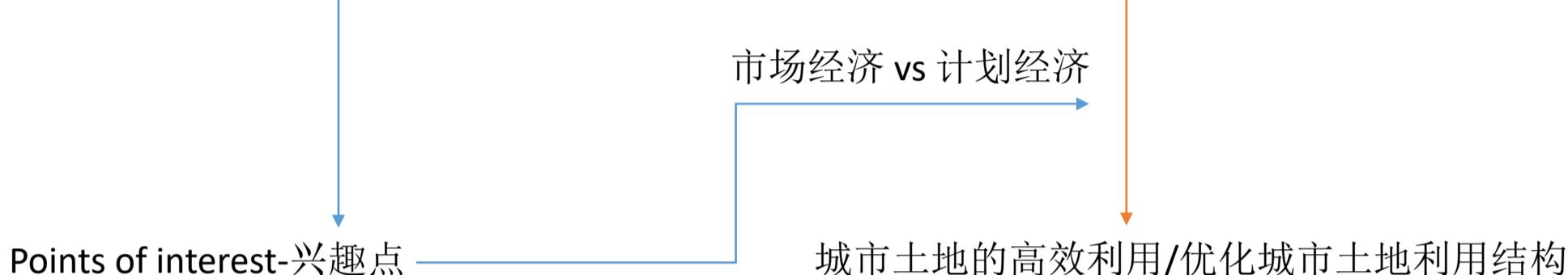
“样本=总体” \leftrightarrow 随机样本 “相关关系” \leftrightarrow 因果关系 “混杂性” \leftrightarrow 精确性



提出问题->数据收集->数据录入->数据处理->基于数据信息基本分析->数据可视化

提出问题

基于POIs数据土地利用结构信息熵



数据收集- (caDesign数据库 下载)

- POIs-新浪微博-2013年北京市143,576条登陆信息-<cite> Long Y, Liu X, 2013, "How mixed is Beijing, China? A visual exploration of mixed land use" Environment and Planning A 45: 2797–2798</cite>
- 北京市区域-省界区域-<cite> 未知</cite>
- 北京市遥感影像- Landsat-5-TM (2009/9/22 2:43:22) LT51230322009265IKR00 Landsat-5-TM (2007/5/12 0:00:00) LT51230332007132IKR00 -<cite> 地理空间数据云-<http://www.gscloud.cn/></cite>
- Dem高程(北京区域)- 融合(ASTGTM2_N39E115+ ASTGTM2_N39E116+ ASTGTM2_N40E115+ ASTGTM2_N40E116+ ASTGTM2_N40E117+ ASTGTM2_N41E116)-<cite> 地理空间数据云-<http://www.gscloud.cn/></cite>
- 城市扩张-1992-2012年城市扩张.shp文件-<cite> Jiang B. (2015), Head/tail breaks for visualization of city structure and dynamics, Cities, 43, 69-77. </cite>
- 北京道路网络数据-<cite> 数据堂-<http://www.datatang.com/data/43855></cite>

Add Data

数据录入+数据处理

- 加载遥感影像(.TIF)与确定data frame properties(数据框(组)属性)中的Coordinate System(坐标系统)

创建新图层并向其中加载数据层时，第一个被加载的数据层所具有的坐标系统会被默认为该数据集组默认的坐标系统，随后加载的数据层，都会被自动转换成该数据集的坐标系统，这种转换不影响数据层所对应的数据文件自身。

也可以自行在Data Frame Properties/Coordinate System中设置，系统都将对数据组进行动态投影，而原始数据不受影响。

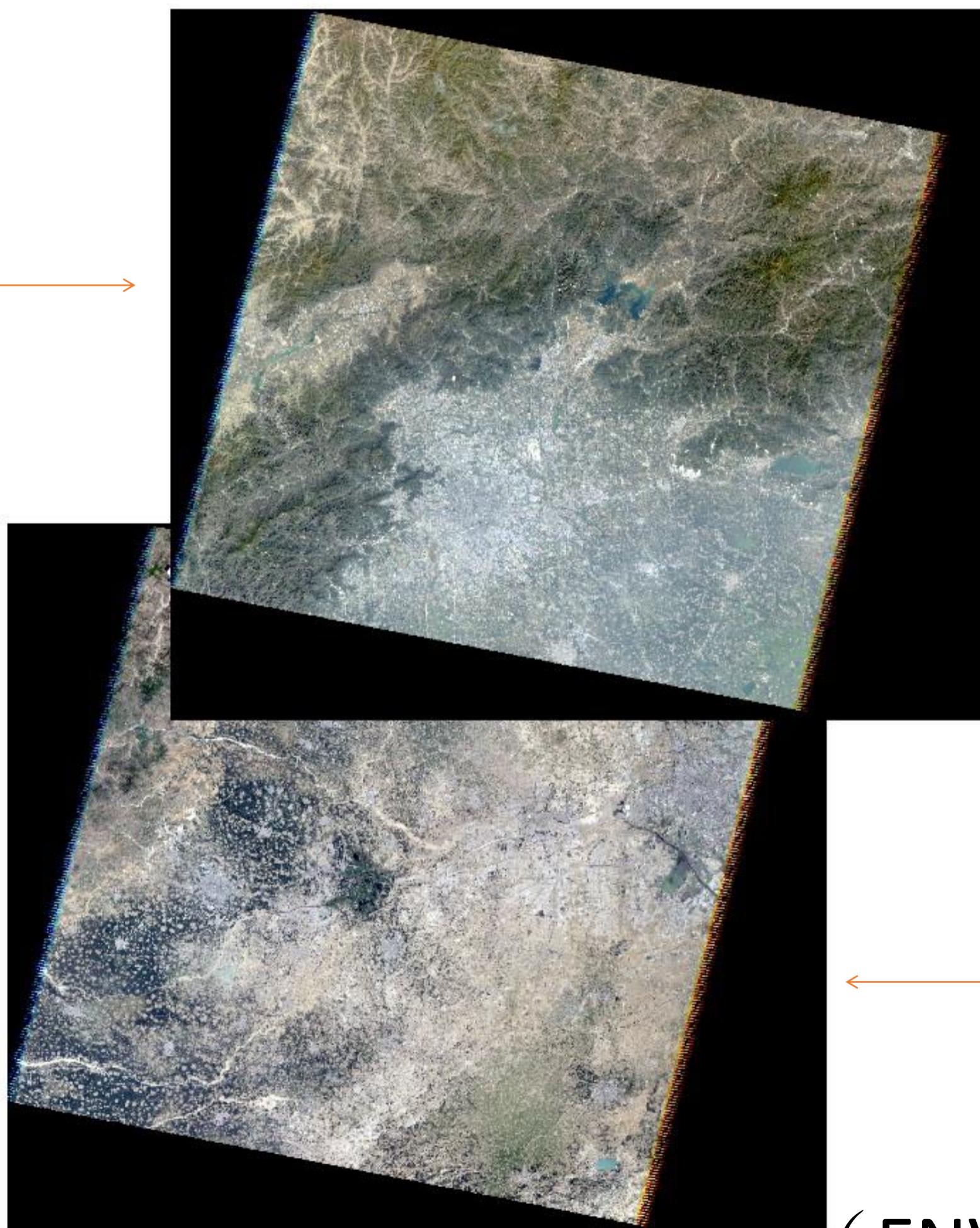
数据组坐标系统是建立新ArcMap文件时，建议一开始就需要考虑的内容，虽然会将第一个加载的数据层具有的坐标系统作为默认，但是这个坐标系统可能不是通用或者出图预计的坐标系统，而不得不再次对坐标系统进行变换。

LT51230322009265IKR00

L5123032_03220090922_B10.TIF
L5123032_03220090922_B20.TIF
L5123032_03220090922_B30.TIF
L5123032_03220090922_B40.TIF
L5123032_03220090922_B50.TIF
L5123032_03220090922_B60.TIF
L5123032_03220090922_B70.TIF
L5123032_03220090922_GCP.txt
L5123032_03220090922_MTL.txt
README.GTF

LT51230332007132IKR00

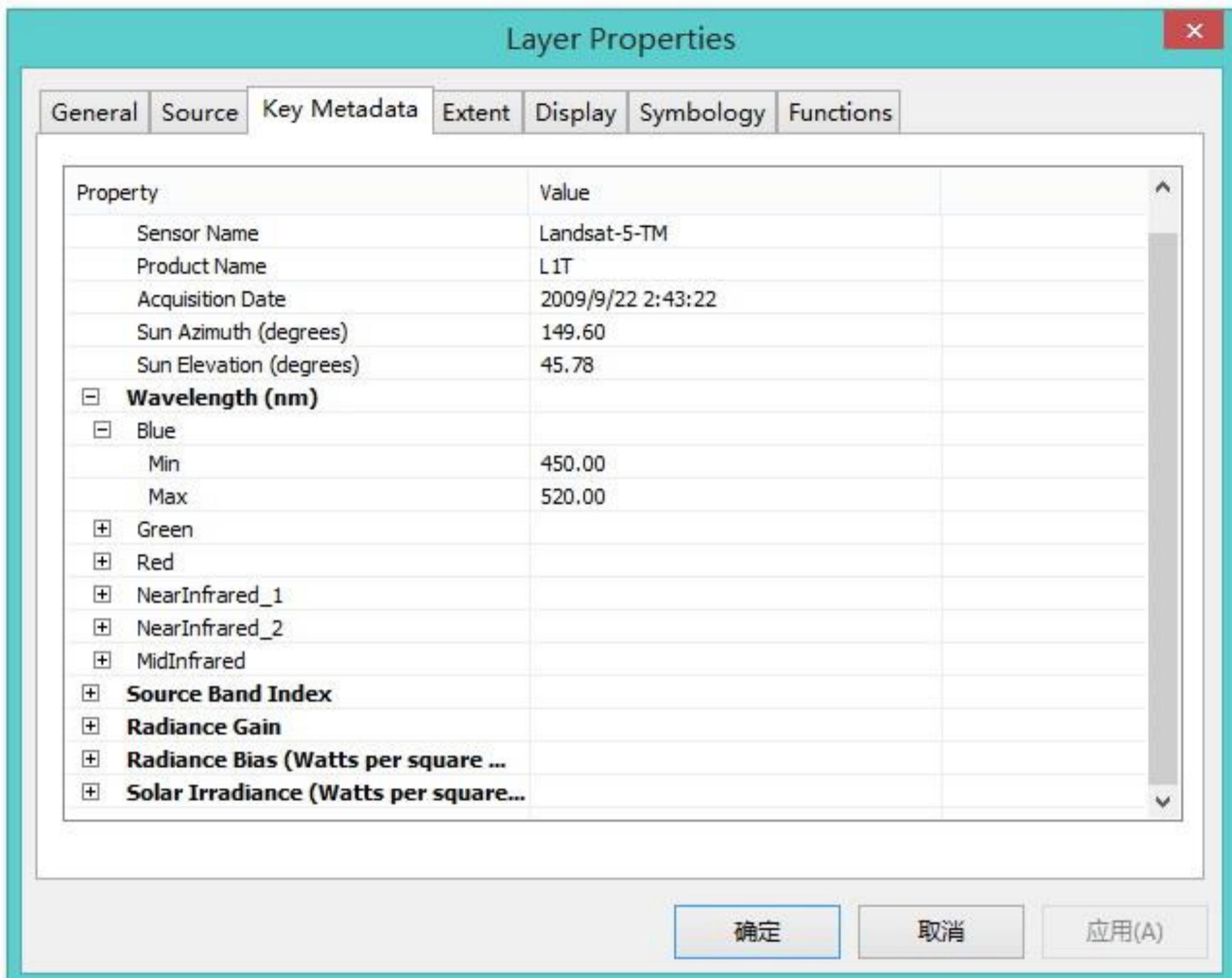
L5123033_03320070512_B10.TIF
L5123033_03320070512_B20.TIF
L5123033_03320070512_B30.TIF
L5123033_03320070512_B40.TIF
L5123033_03320070512_B50.TIF
L5123033_03320070512_B60.TIF
L5123033_03320070512_B70.TIF
L5123033_03320070512_GCP.txt
L5123033_03320070512_MTL.txt
README.GTF



(ENVI)

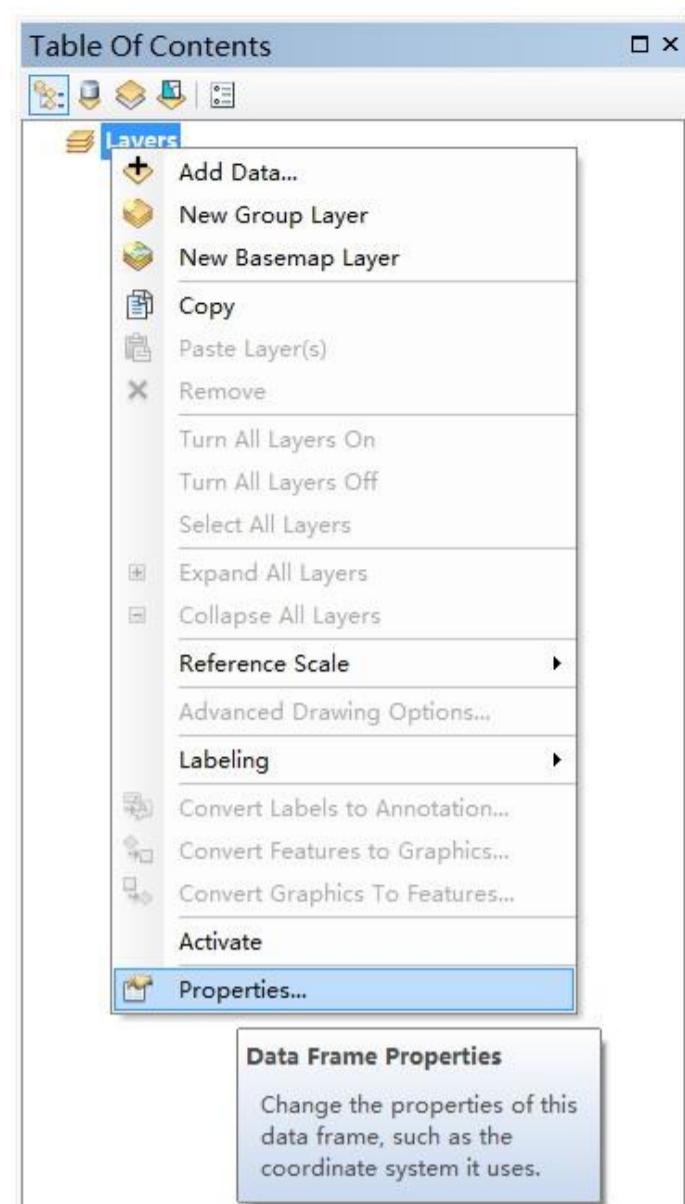
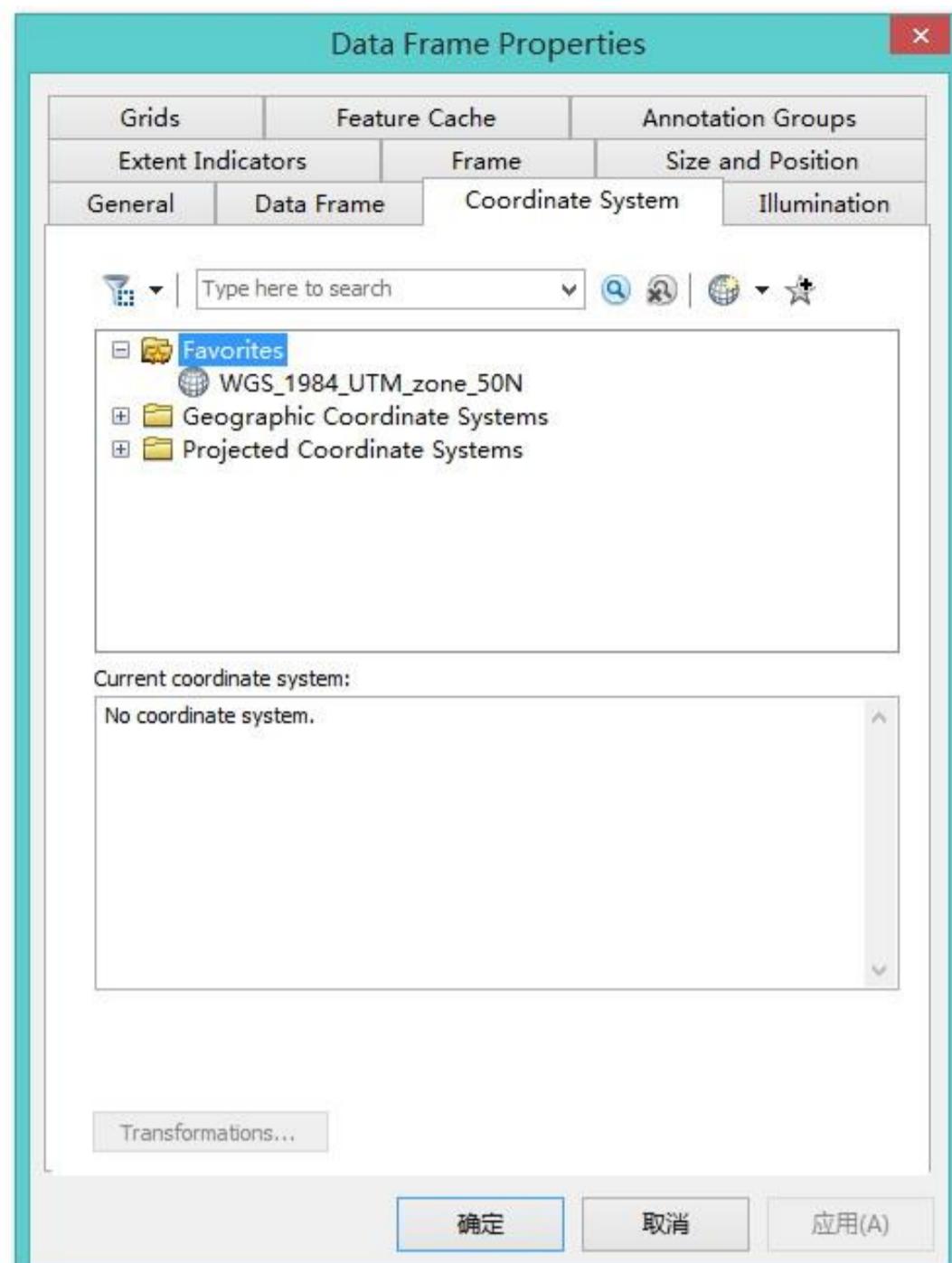
• 查看层属性 Layer Properties

在层上双击，或者右键/Properties，打开Layer Properties层属性，查看相关属性。

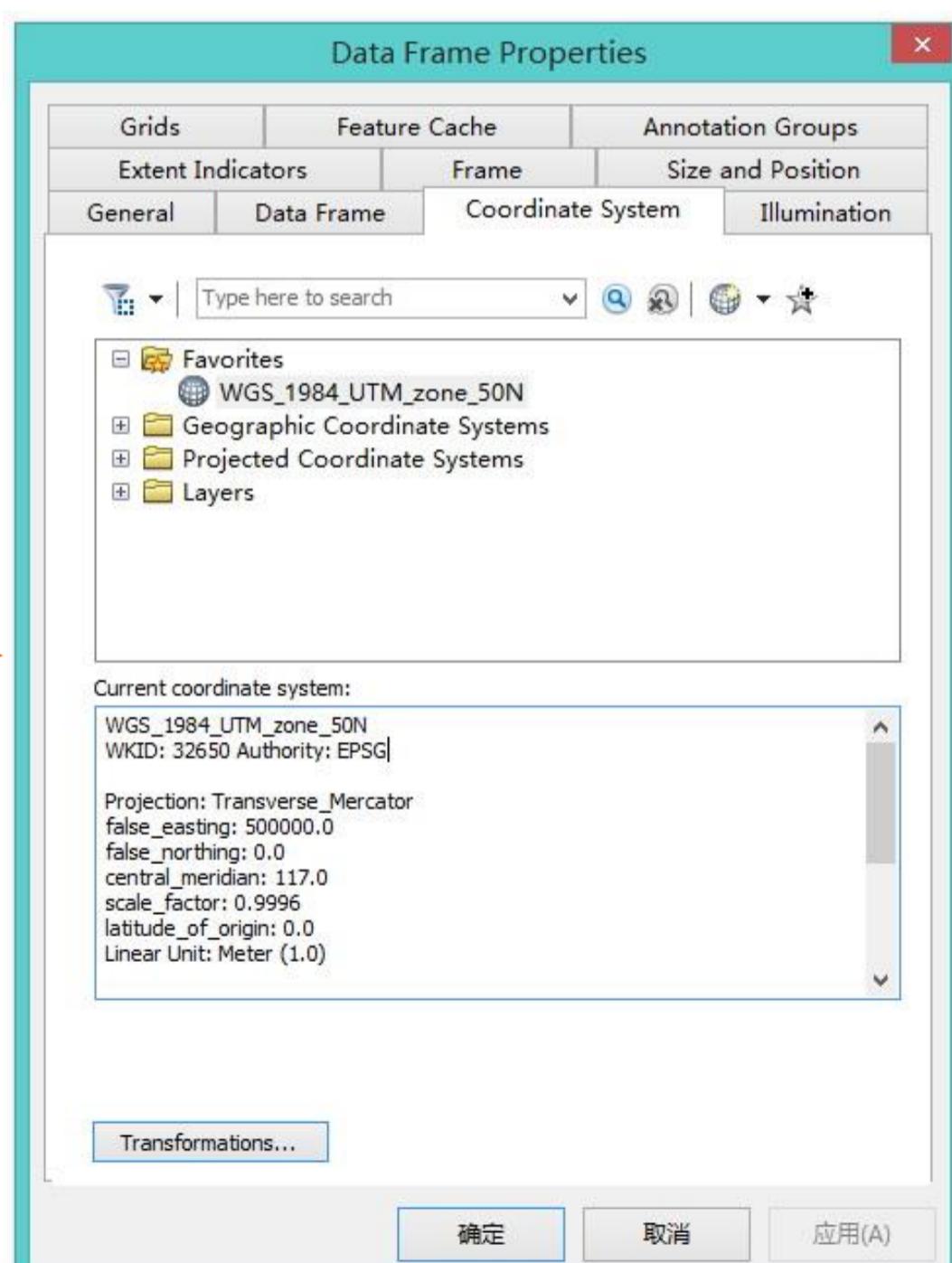


• 设置Workspace工作路径





View/Data Frame Properties/Coordinate System, 或者双击Table Of Contents以及其上右键选择properties



WGS_1984_UTM_zone_50N

WKID: 32650 Authority: EPSG

Projection: Transverse_Mercator

false_easting: 500000.0

false_northing: 0.0

central_meridian: 117.0

scale_factor: 0.9996

latitude_of_origin: 0.0

Linear Unit: Meter (1.0)

Geographic Coordinate System:

GCS_WGS_1984

Angular Unit: Degree (0.0174532925199433)

Prime Meridian: Greenwich (0.0)

Datum: D_WGS_1984

Spheroid: WGS_1984

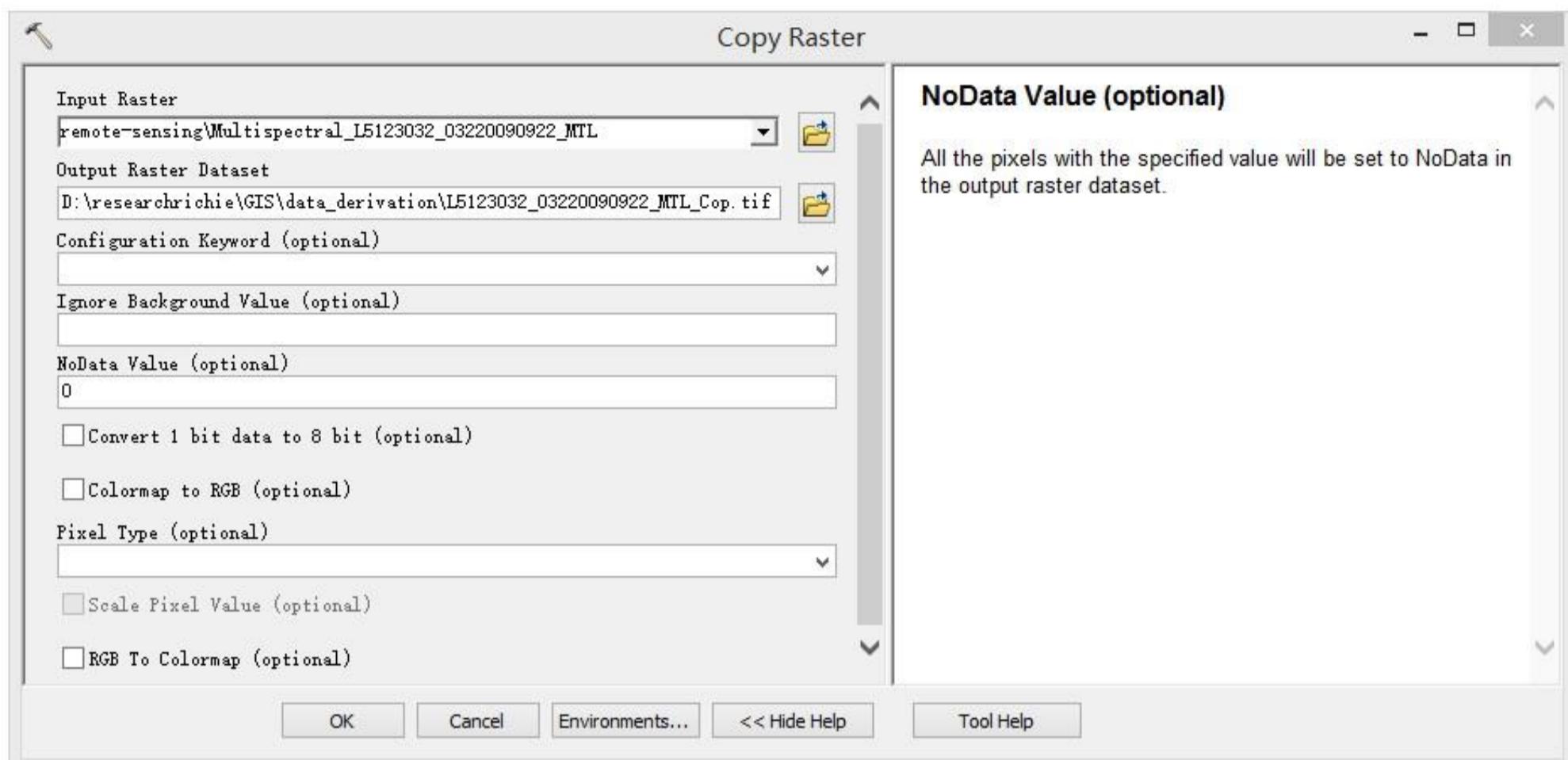
Semimajor Axis: 6378137.0

Seminminor Axis: 6356752.314245179

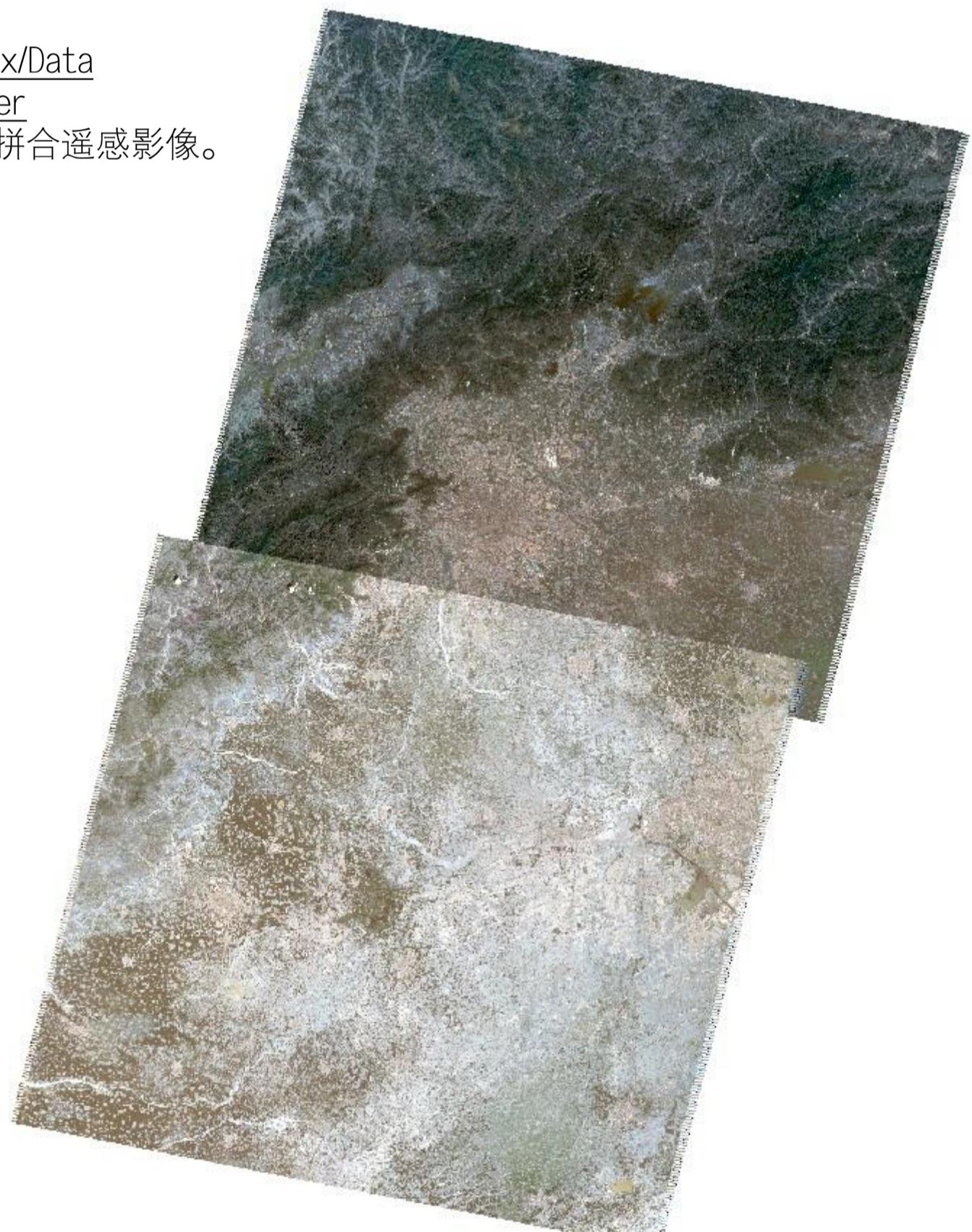
Inverse Flattening: 298.257223563

面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术

移除黑色无数据部分(NoData)，使用ArcToolbox/Data management Tools/Raster/Raster Dataset/Copy Raster，设置NoData Value值为0.



合并遥感影像，使用ArcToolbox/Data management Tools/Raster/Raster Dataset/Mosaic To New Raster拼合遥感影像。



• 加载“省界区域”(.shp-polygon), 并提取北京部分界限

加载任何新数据层, 第一件事是在其层上右键查看是否存在属性表(Table)<Open Attribute Table>, 存在则打开查看有哪些字段(field)及其值。

Table

省界区域_Project

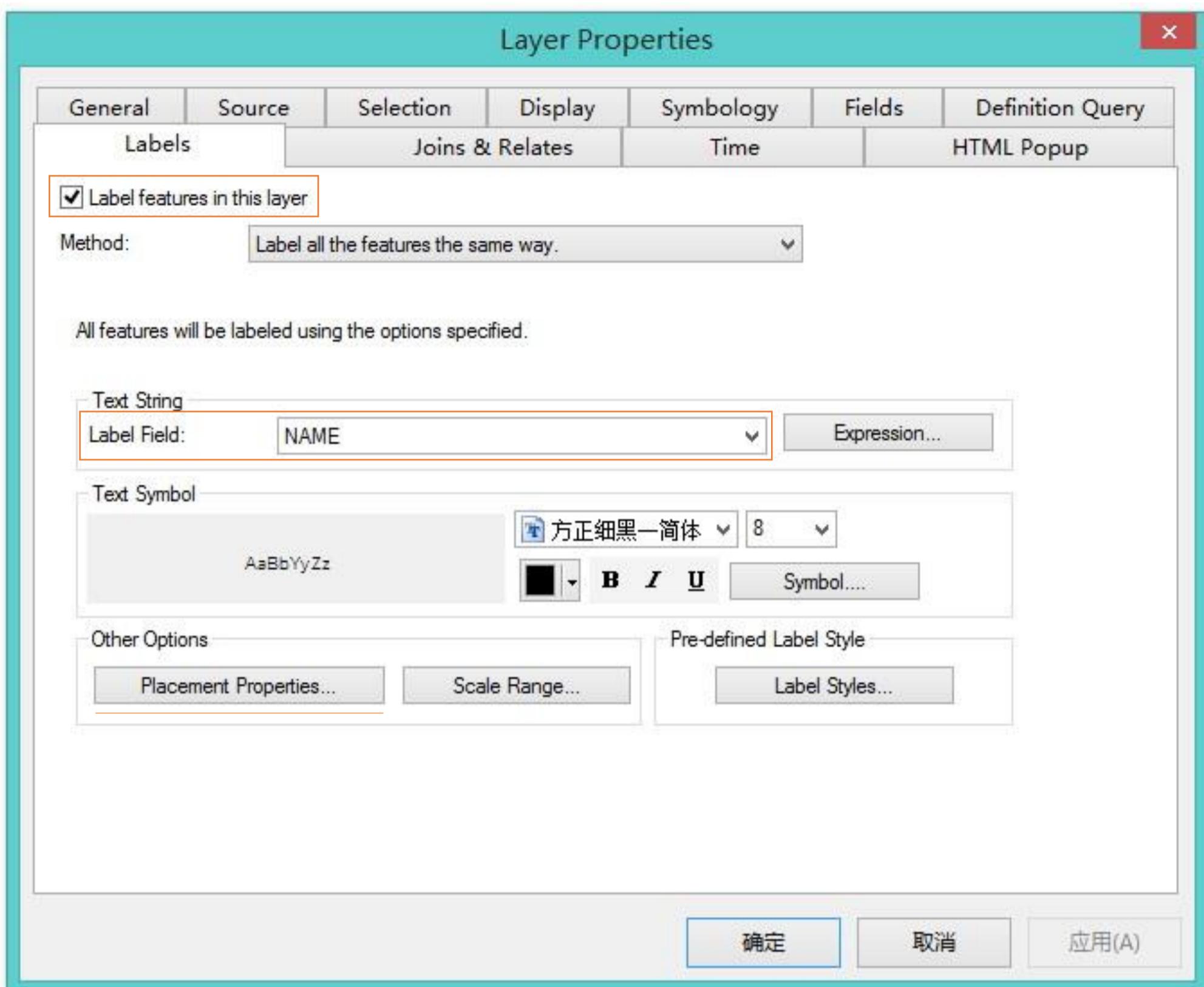
FID	Shape *	AREA	PERIMETER	BOU2_4M	BOU2_4M_ID	ADCODE93	ADCODE99	NAME
898	Polygon	.148	7.707	900	3033	0	0	
204	Polygon	13.365	29.492	206	34	340000	340000	安徽省
7	Polygon	1.733	8.498	9	11	110000	110000	北京市
356	Polygon	10.898	41.459	358	35	350000	350000	福建省
404	Polygon	0	.052	406	2326	350000	350000	福建省
405	Polygon	0	.052	407	2326	350000	350000	福建省
409	Polygon	0	.048	411	2368	350000	350000	福建省
410	Polygon	0	.022	412	2370	350000	350000	福建省
411	Polygon	0	.022	413	2379	350000	350000	福建省
412	Polygon	0	.054	414	2381	350000	350000	福建省
413	Polygon	0	.050	415	2382	350000	350000	福建省
414	Polygon	0	.027	416	3326	350000	350000	福建省
415	Polygon	.002	.19	417	2387	350000	350000	福建省

0 | (0 out of 925 Selected)

省界区域_Project

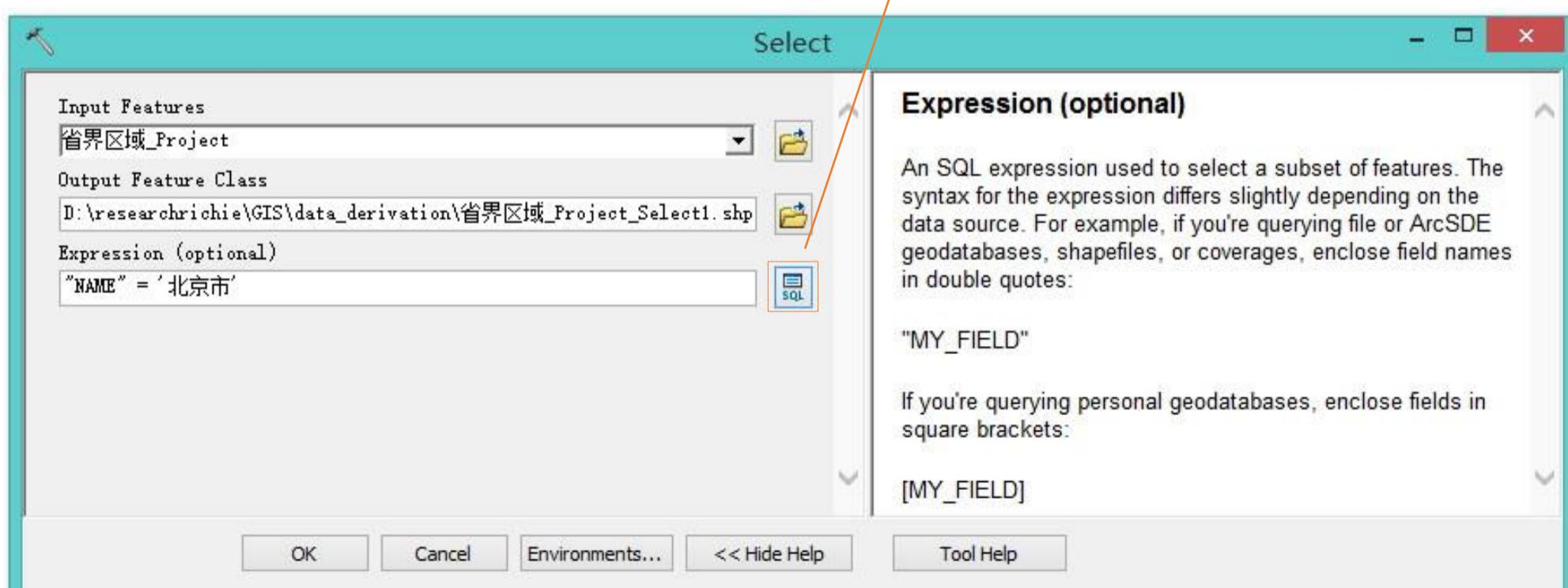


在层上双击, 或者右键/Properties, 打开Layer Properties层属性, 设置Labels标签。



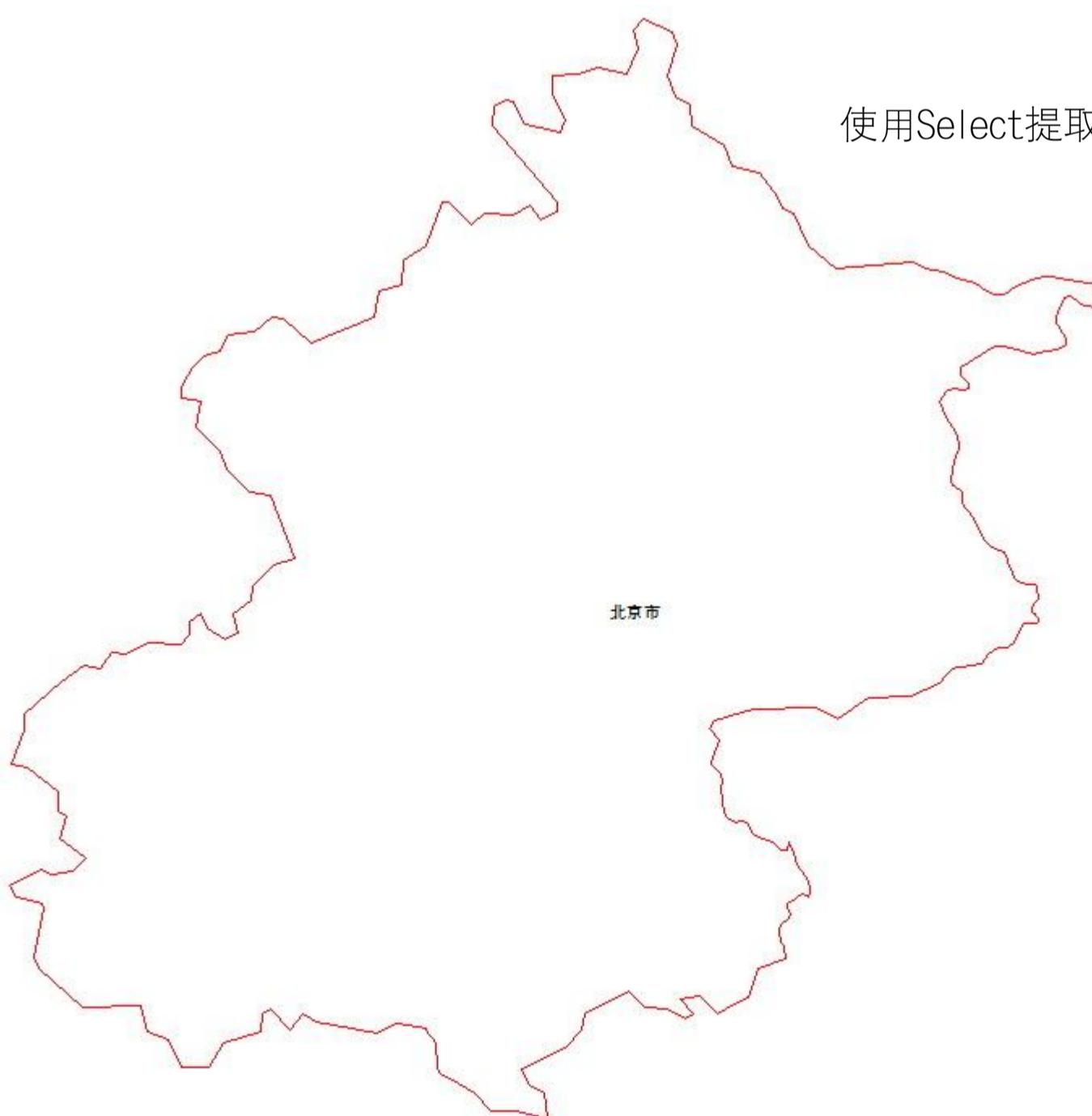
Structured Query Language 结构化查询语言

ArcToolbox/Analysis Tools/select





Query Builder(查询构造器)



使用Select提取后北京区域的polygon

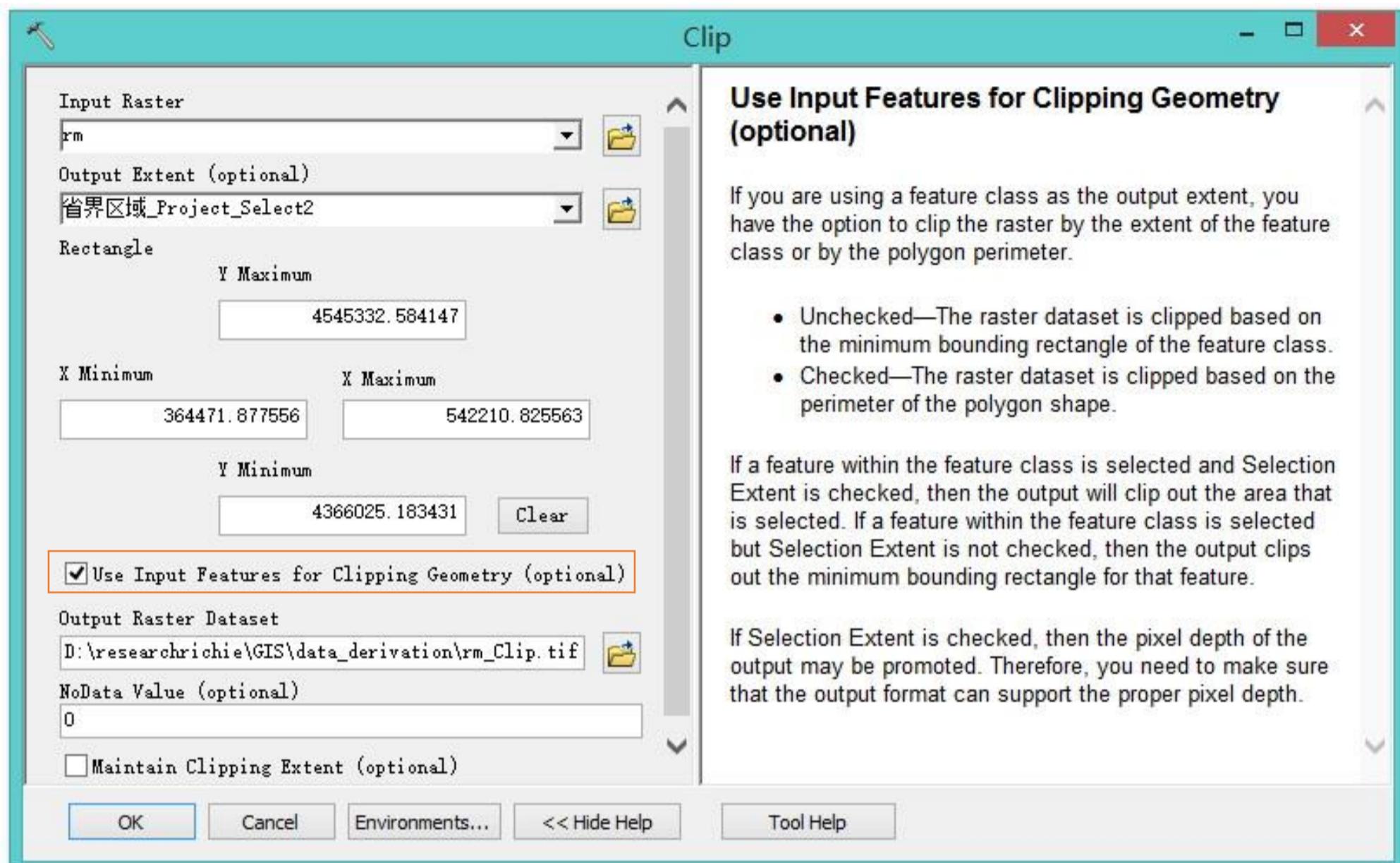
文件组成

- 省界区域_Project_Select.dbf
- 省界区域_Project_Select.prj
- 省界区域_Project_Select.sbn
- 省界区域_Project_Select.sbx
- 省界区域_Project_Select.shp
- 省界区域_Project_Select.shp.xml
- 省界区域_Project_Select.shx

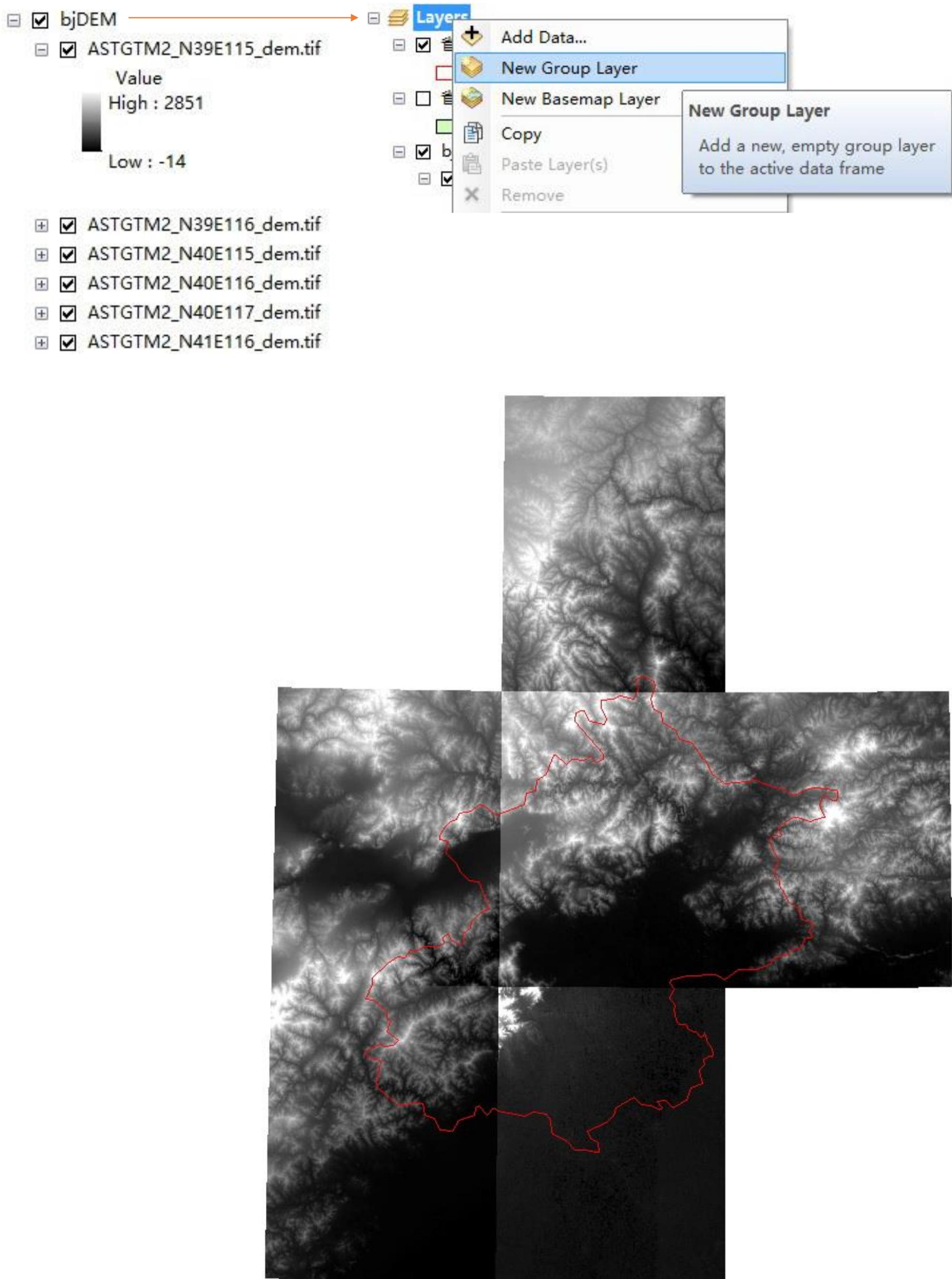
	FID	Shape *	ARBA	PERIMETER	BOU2_4M_	BOU2_4M_ID	ADCODE93	ADCODE99	NAME
▶	0	Polygon	1.733	8.498	9	11	110000	110000	北京市

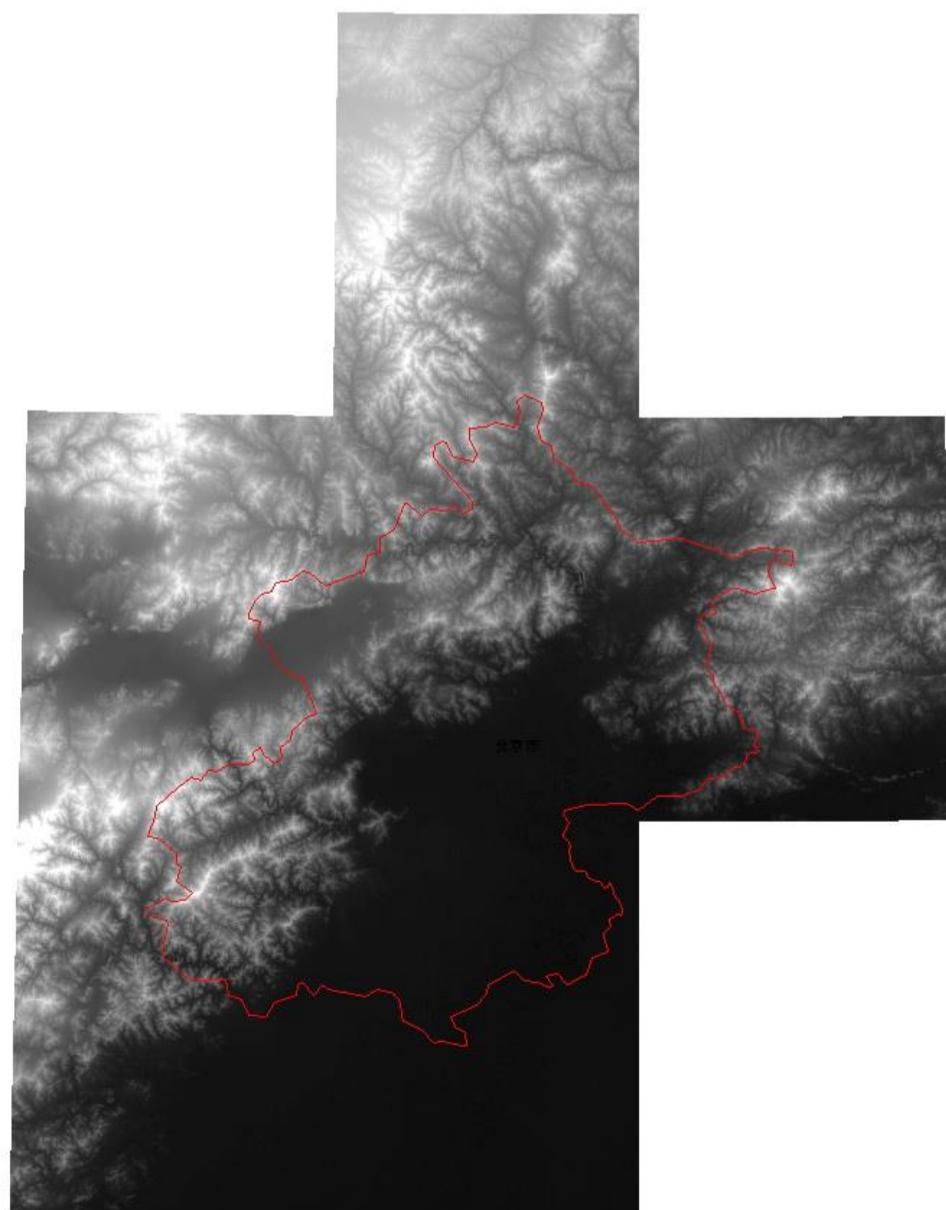
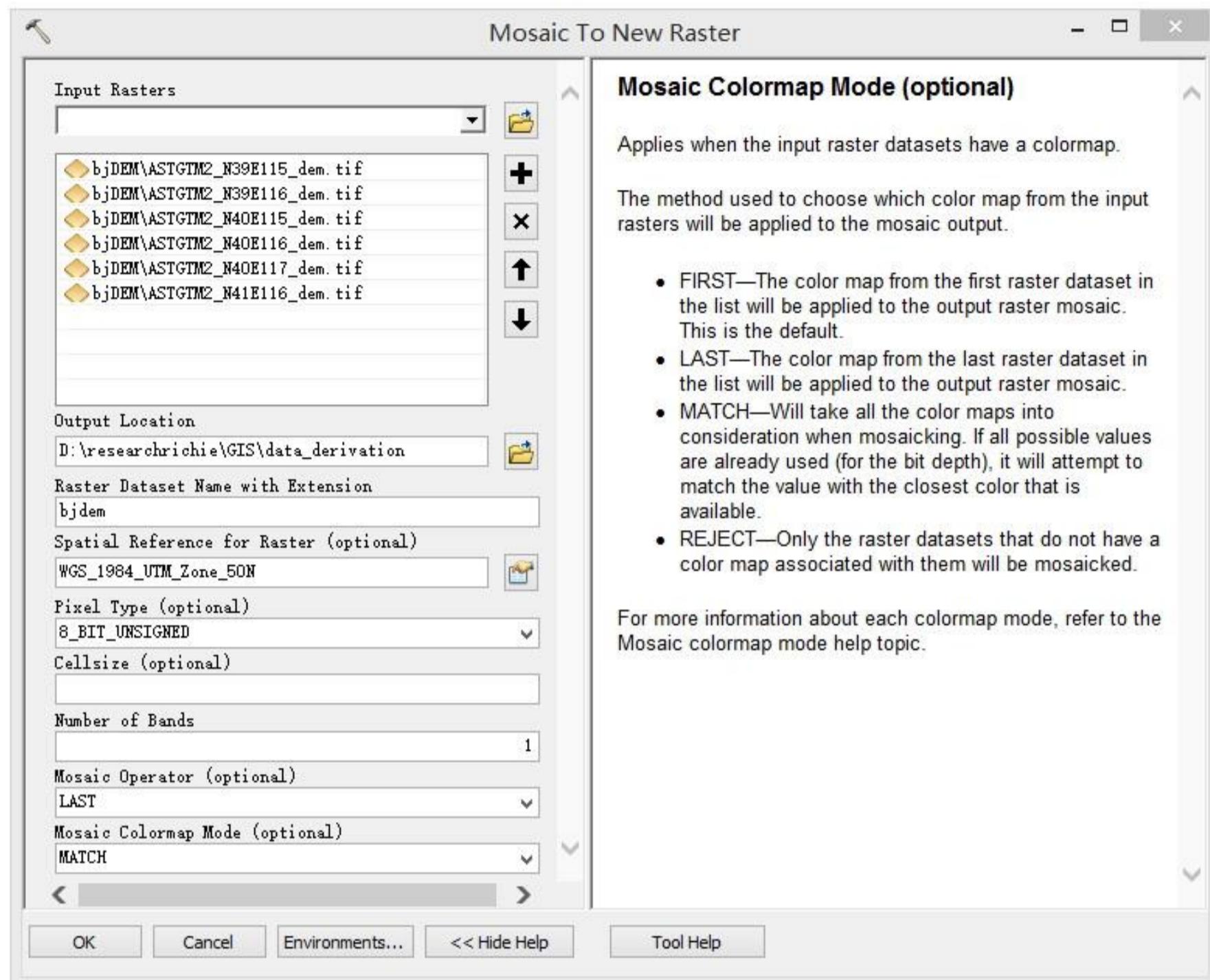
• 按照北京市区域范围裁切遥感影像

使用ArcToolbox/Data management Tools/Raster/Raster Processing/Clip，按照北京市区域范围裁切遥感影像数据。

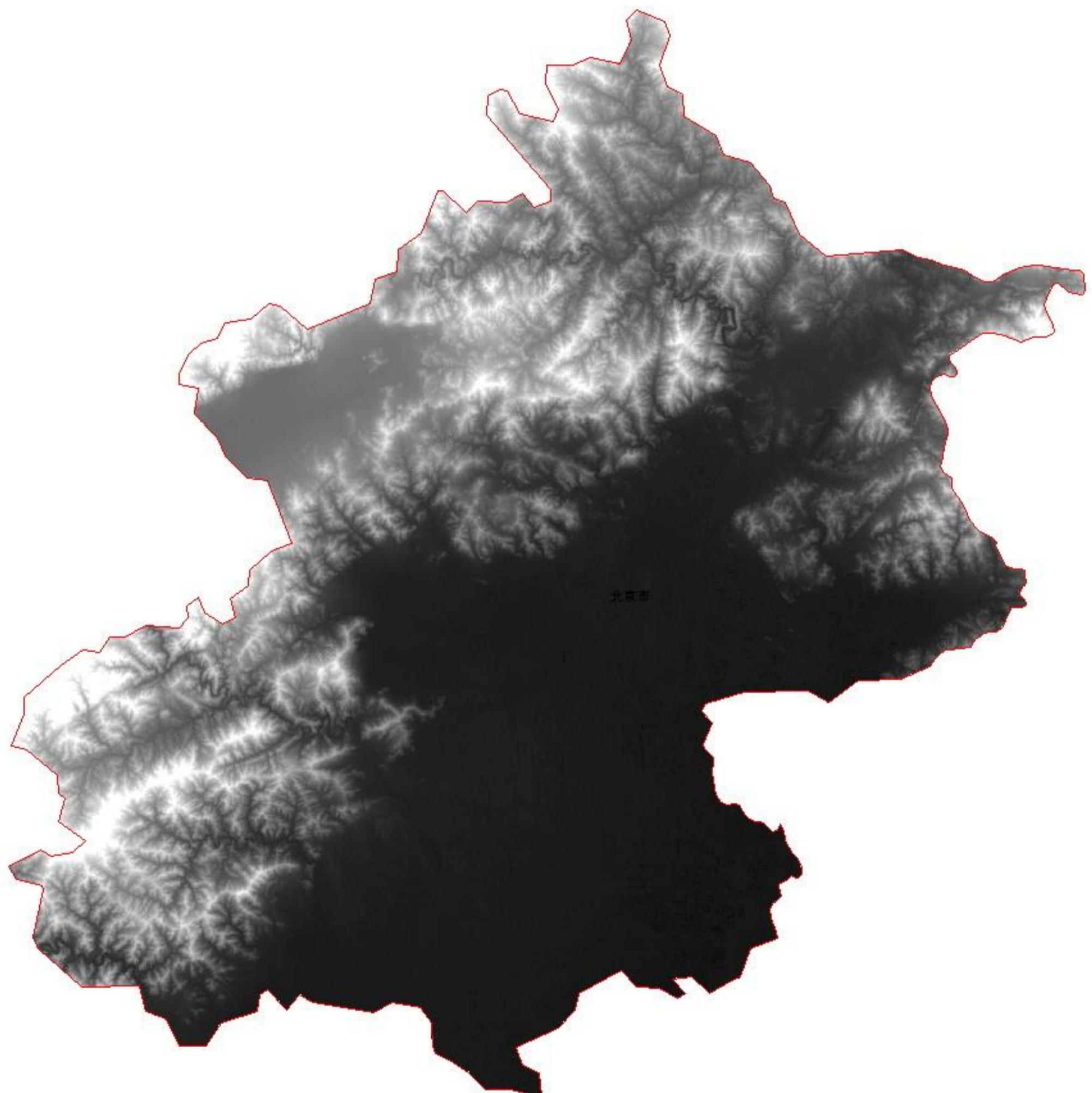


- 加载北京区域DEM高程数据，融合与裁切



ArcToolBox/Data Management Tools/Raster/Raster Dataset/Mosaic To New Raster

使用ArcToolbox/Data management Tools/Raster/Raster Processing/Clip, 按照北京市区域范围裁切融合的DEM高程数据。

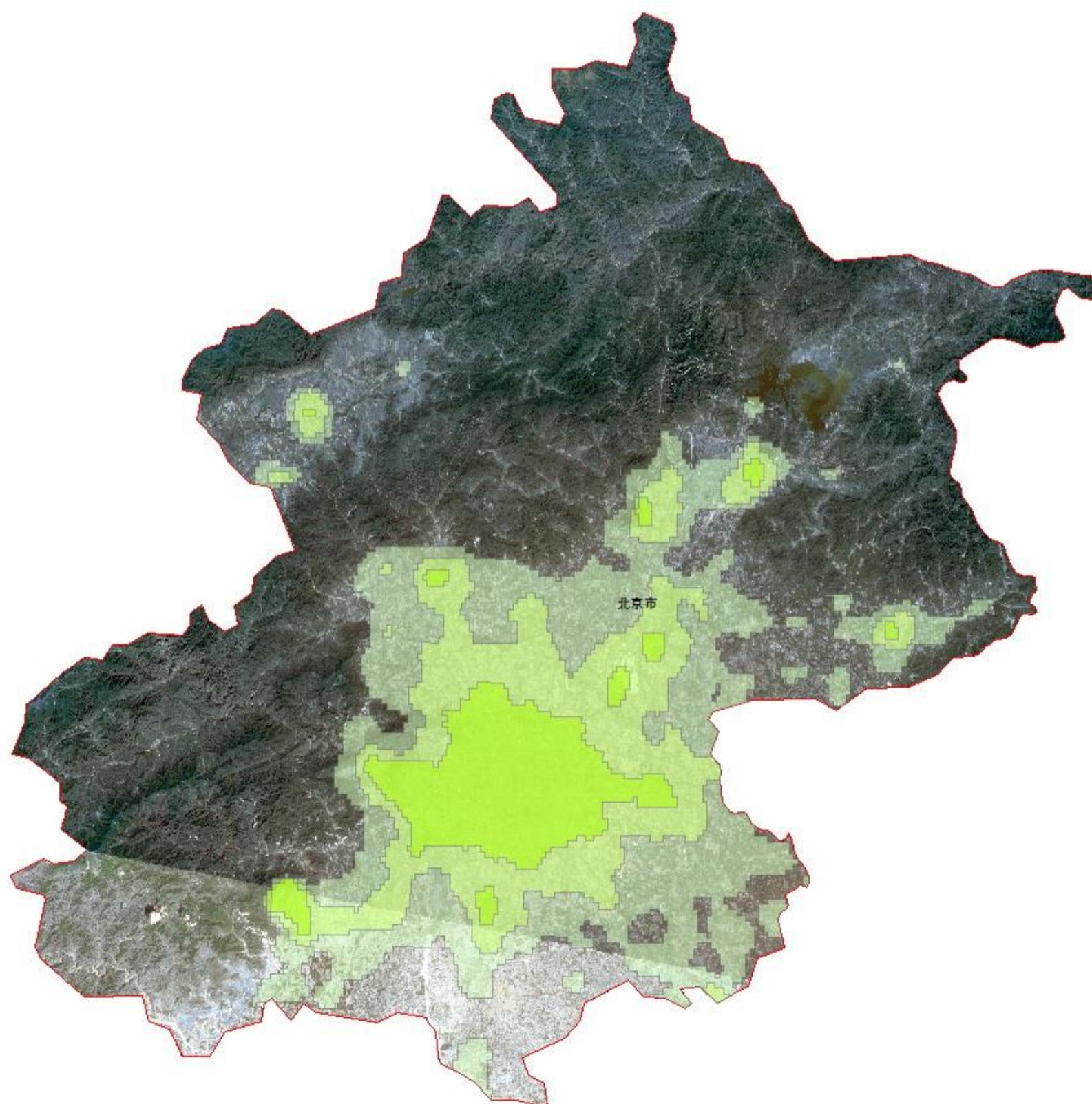
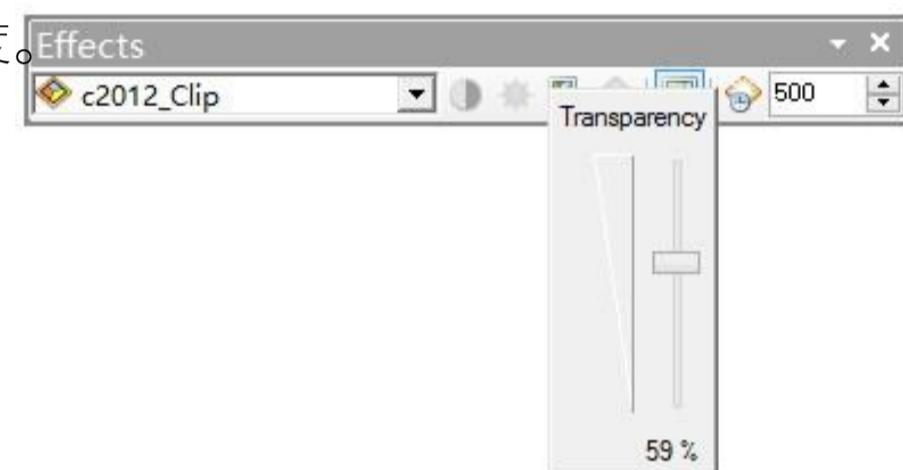


- 加载城市扩张.shp文件，选择1992、2001、2012数据，并按北京区域提取

使用ArcToolBox/Analysis Tools/Extract/Clip工具，裁切.shp格式文件。



使用Effects工具，调整层透明度。



- 加载POIs数据，并裁切到北京区域部分。

Table

BJ_CHECKINS_SINA_WEIBO

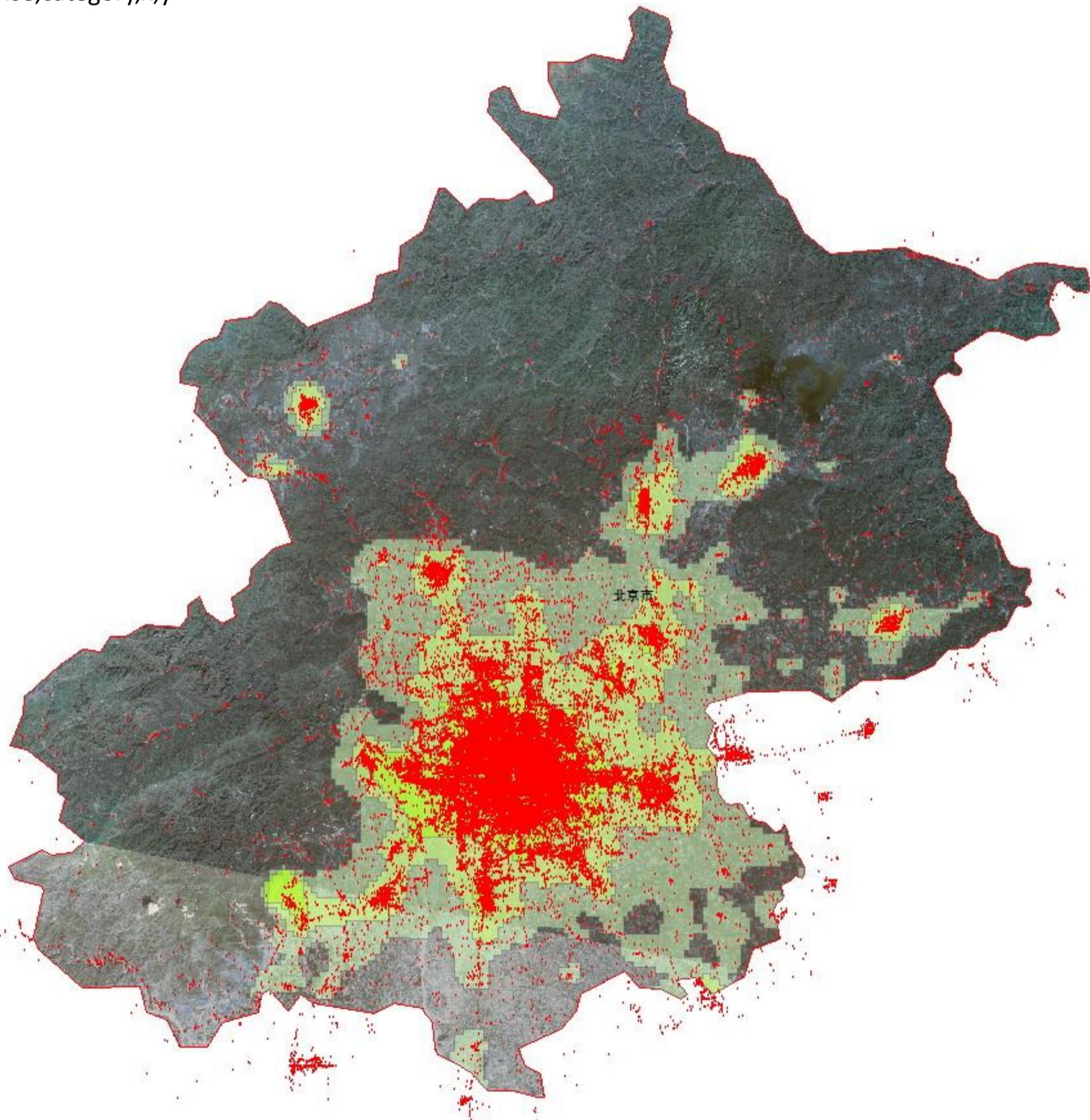
FID	Shape *	OBJECTID	poiid	CTYPE	checkin_nu	categorys	category_n	photo_num	todo_num	herenow_us	checkin_us	postcode	title
0	Point	38	B2094654D065A3FE409E	169	1	169 171	台球厅	0	0	0	1	100000	康美乐台球俱乐部(北大店)
1	Point	39	B2094654D064A2F44292	64	5	64 93 94	西餐厅	3	0	0	5	100000	维康姆西餐厅
2	Point	40	B2094654D064A2F44299	169	0	169 185	会展中心	0	0	0	0	100000	外贸商品展览展示厅
3	Point	41	B2094654D064AOF4419F	115	2	115 141	服装鞋帽皮具	2	0	0	2	100000	Palaispa贝黎诗
4	Point	42	B2094654D064AOF44293	64	2	64 69 257	中餐厅	0	0	0	2	100000	圆元缘美食娱乐城
5	Point	43	B2094654D064AOF4429B	64	0	64 69 257	中餐厅	0	0	0	0	100000	北京惠泰园烤鸭店
6	Point	44	B2094654D064AOF4429C	64	0	64 69 70	综合酒楼	0	0	0	0	100000	仕源酒楼

(0 out of 143576 Selected)

BJ_CHECKINS_SINA_WEIBO

包含字段：

FID,Shape,OBJECTID,poiid,CTYPE,checkin_nu,categorys,category_n,photo_num,todo_num,herenow_us,checkin_us,postcode,title,map,address,phone,tip_num,distance,weibo_id,poi_street,pintu,enterprise,category,x,y



已加载原生数据及衍生的数据

Table Of Contents

Layers	
<input checked="" type="checkbox"/>	BJ_CHECKINS_SINA_WEIBO_Clip
<input type="checkbox"/>	BJ_CHECKINS_SINA_WEIBO
<input checked="" type="checkbox"/>	ncocclip
<input checked="" type="checkbox"/>	c1992_Clip
<input checked="" type="checkbox"/>	c2001f15_Clip
<input checked="" type="checkbox"/>	c2012_Clip
<input type="checkbox"/>	naturalcitiesofchina
<input checked="" type="checkbox"/>	1992
<input checked="" type="checkbox"/>	2001f15
<input checked="" type="checkbox"/>	2012
<input checked="" type="checkbox"/>	省界区域_Project_Select2
<input type="checkbox"/>	rm_Clip.tif
<input checked="" type="checkbox"/>	bjdemm_Clip.tif
<input type="checkbox"/>	rm
<input type="checkbox"/>	bjdemm
<input type="checkbox"/>	bjDEM
<input checked="" type="checkbox"/>	ASTGTM2_N39E115_dem.tif
<input checked="" type="checkbox"/>	ASTGTM2_N39E116_dem.tif
<input checked="" type="checkbox"/>	ASTGTM2_N40E115_dem.tif
<input checked="" type="checkbox"/>	ASTGTM2_N40E116_dem.tif
<input checked="" type="checkbox"/>	ASTGTM2_N40E117_dem.tif
<input checked="" type="checkbox"/>	ASTGTM2_N41E116_dem.tif
<input type="checkbox"/>	省界区域_Project
<input type="checkbox"/>	remote-nodata
<input checked="" type="checkbox"/>	L5123033_03320070512_MTL_Cop6.tif
<input checked="" type="checkbox"/>	L5123032_03220090922_MTL_Cop.tif
<input type="checkbox"/>	remote-sensing
<input checked="" type="checkbox"/>	Multispectral_L5123032_03220090922_MTL
<input checked="" type="checkbox"/>	Multispectral_L5123033_03320070512_MTL

<提取POIs北京区域>

POIs

<提取扩张北京区域>

城市扩张

<融合DEM裁切>

<融合DEM>

Dem高程

<提取北京区域>

北京市区域

<去除黑色无数据>

北京市遥感影像

<融合遥感裁切>

<融合遥感>

基于数据信息基本分析

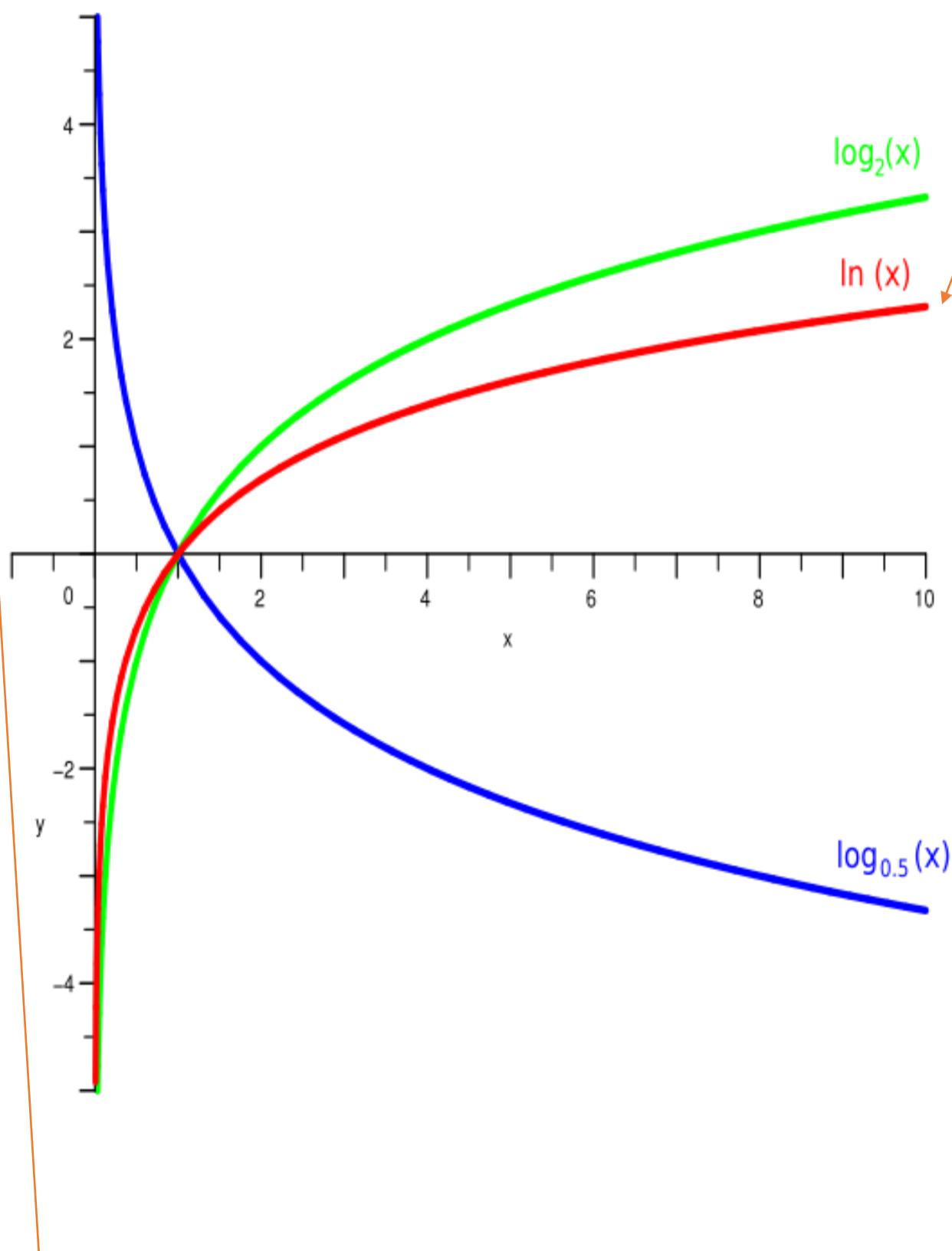
信息熵 均衡度

$$(LUM = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i / \ln n),$$

↓ ↓
实际熵值 最大熵值

Frank, L., Andresen, M., Schmid, T. 2004. “Obesity Relationships with Community Design, Physical Activity, and Time Spent in Cars”, American Journal of Preventive Medicine, v 27 (2): pp 87-96.

赵晶,徐建华,梅安新,吴健平,周坚华,上海市土地利用结构和形态演变的信息熵与分维分析(J).地理研究,v 23(2):2003.04,p137-145



研究土地利用结构，分析功能的融合程度，信息熵的高低可以反映城市土地利用的均衡程度，熵值越高，表明不同职能的土地利用类型数越多。计划(规划)经济和市场经济中，计划经济是宏观的指引，而真正实实在在发生的是市场经济引导下的复杂系统，借助POIs数据，可以更加真实的反映当前城市土地利用的情况。

- 通过python程序，阐述香农熵(Shannon entropy)和均衡度公式计算过程

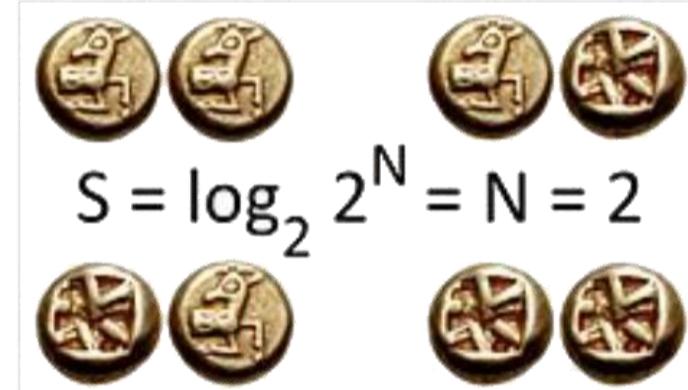
$$S = -K \sum_{i=1}^n p_i \log(p_i) \quad (LUM = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i / \ln n),$$

```

import math
def createdataset():
    dataset=[['Olympic park','park'],['Purple Jade Villas','park'],['Jing Shi','resident'],['Guo
Ao','resident'],['Olympic Center','commerce'],['Bei Chen','commerce']]
    return dataset

def cal_shannon_entropy(dataset):
    num_entries=len(dataset)
    label_counts={}
    for i in dataset:
        current_label=i[-1]
        if current_label not in label_counts.keys():
            label_counts[current_label]=0
        label_counts[current_label]+=1
    shannon_ent=0.0
    maxv=0.0
    n=len(label_counts.keys())
    for key in label_counts:
        prob=float(label_counts[key])/num_entries
        shannon_ent-=prob*math.log(prob)
        maxv-=1/n*math.log(1/n)
    frank_p=shannon_ent/math.log(n)
    return shannon_ent,frank_p,maxv
dataset=createdataset()
print(cal_shannon_entropy(dataset))

```



2 bit的熵。

Cite:wiki

在[信息论](#)中，熵是接收的每条消息中包含的信息的平均量，又被称为信息熵、信源熵、平均自信息量。这里，消息代表来自分布或数据流中的事件、样本或特征。（熵最好理解为不确定性的量度而不是确定性的量度，因为越随机的信源的熵越大。）来自信源的另一个特征是样本的概率分布。这里的看法是，比较不可能发生的事情，当它发生了，会提供更多的[信息](#)。由于一些其他的原因（下面会有解释），把信息（熵）定义为概率分布的对数的相反数是有道理的。事件的概率分布和每个事件的信息量构成了一个随机变量，这个随机变量的均值（即[期望](#)）就是这个分布产生的信息量的平均值（即熵）。熵的单位通常为比特，但也用Sh、nat、Hart计量，取决于定义用到对数的底。

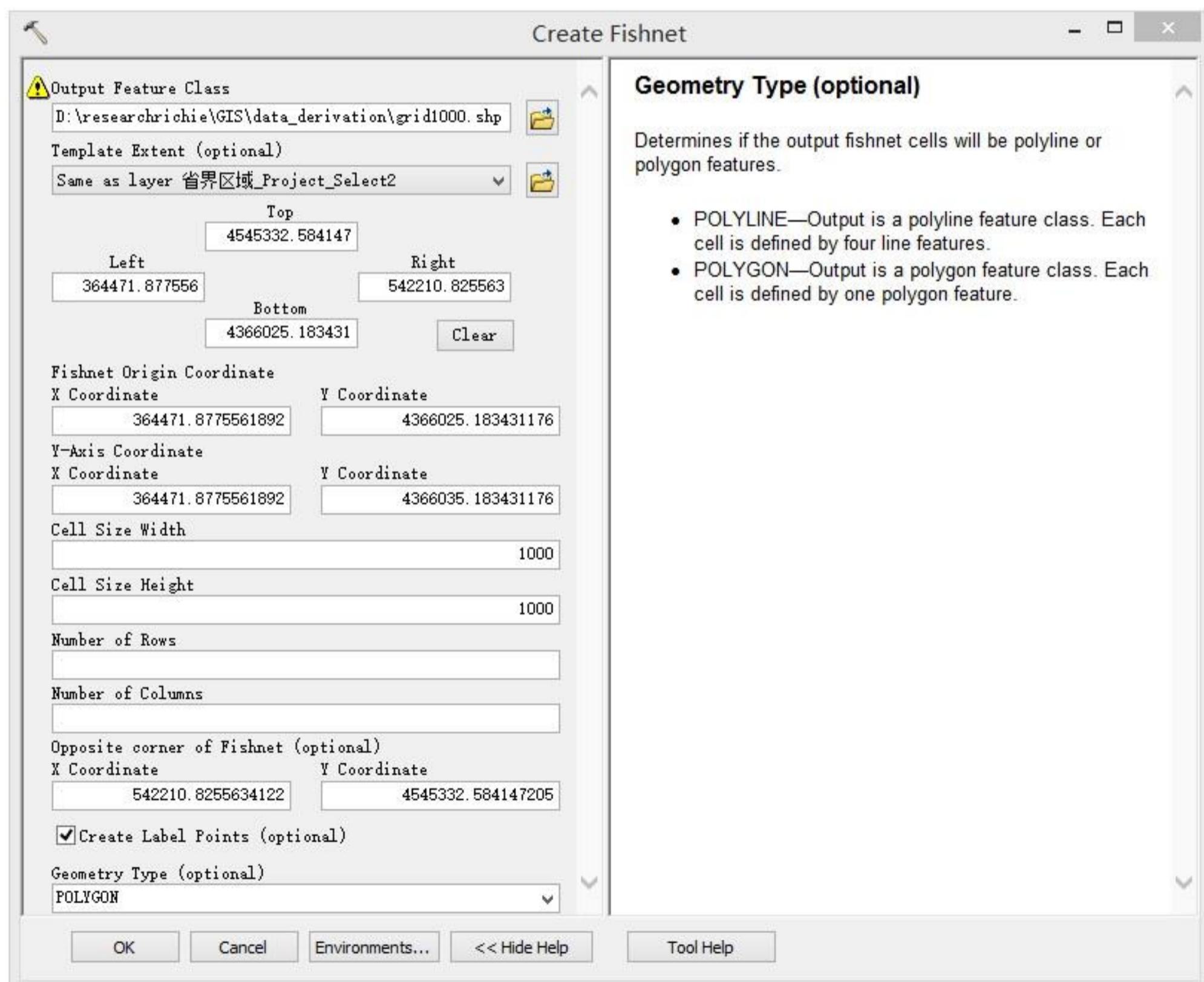
采用概率分布的对数作为信息的量度的原因是其可加性。例如，投掷一次硬币提供了1 Sh的信息，而掷 m 次就为 m 位。更一般地，你需要用 $\log_2(n)$ 位来表示一个可以取 n 个值的变量。在1948年，[克劳德·艾尔伍德·香农](#)将热力学的熵，引入到[信息论](#)，因此它又被称为香农熵。

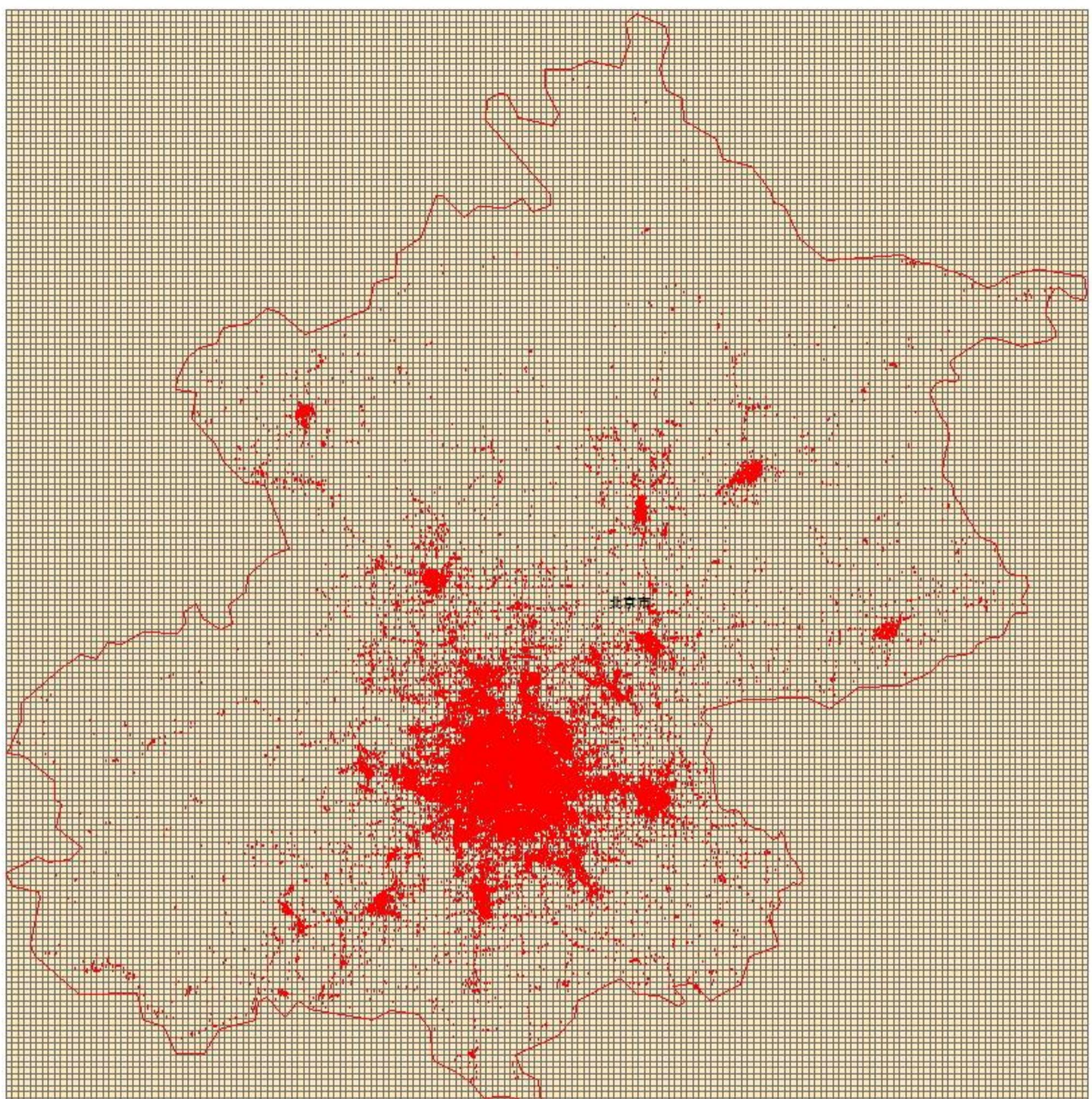
• 建立分析格网

使用ArcToolbox/Data Management Tools/Feature Class/Create Fishnet工具建立polygon单元格

FID	Shape *	Id
0	Polygon	0
1	Polygon	0
2	Polygon	0
3	Polygon	0
4	Polygon	0
5	Polygon	0

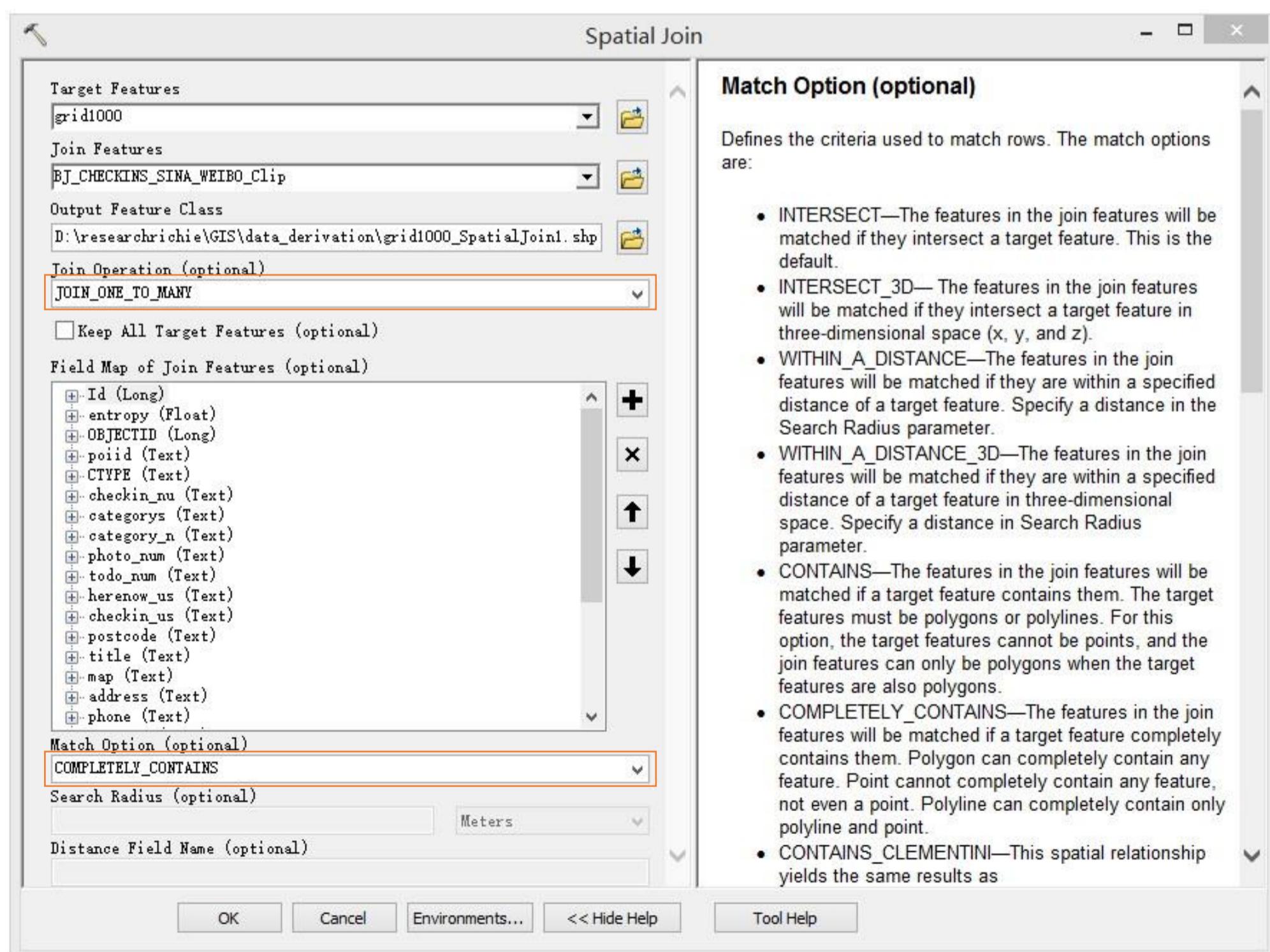
Table(部分)





• 建立空间连接

使用ArcToolbox/Analysis/Overlay/Spatial Join工具建立空间连接，将裁切后的POIs微博点属性表数据按照分析格网各个单元包含点的关系连接传递。

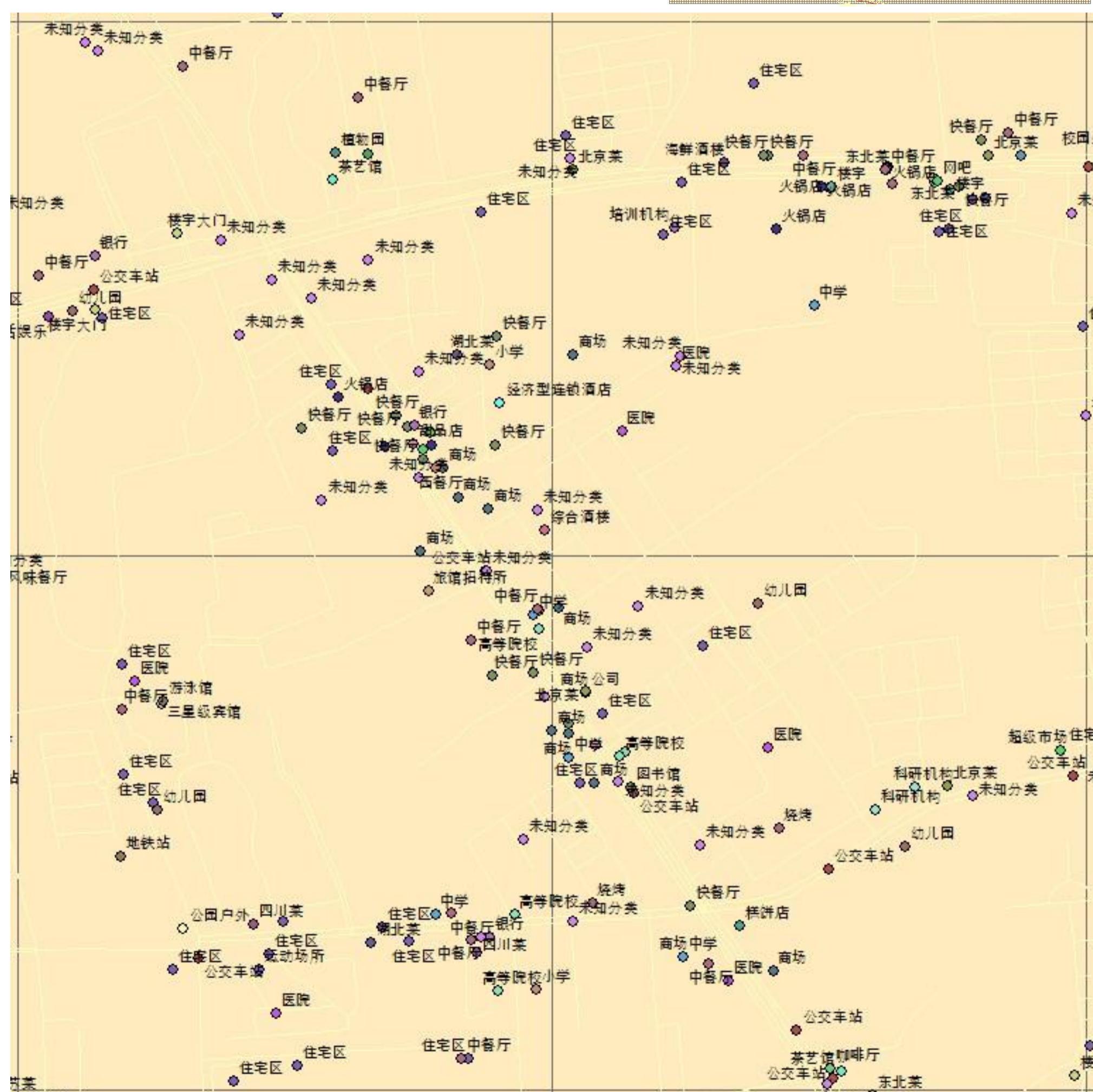
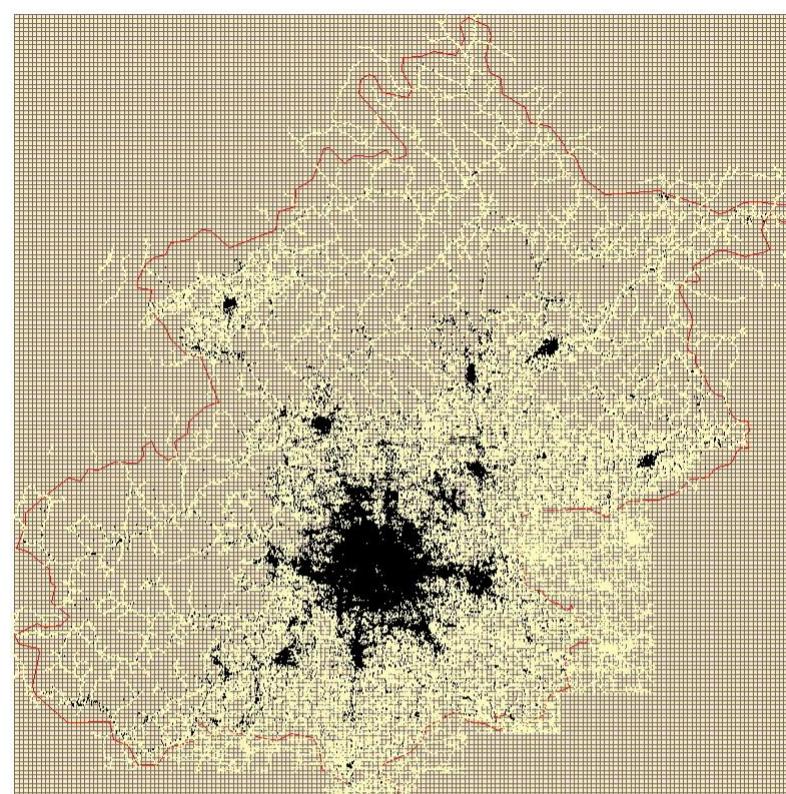


FID	Shape *	TARGET_FID	categorys	CTYPE	category	category_n
111076	Polygon	2708	44	44	0	楼宇机构
78597	Polygon	2446	64 93 100	64	100	地中海风格菜品
80075	Polygon	2446	64 93 100	64	100	地中海风格菜品
81955	Polygon	2447	64 93 100	64	100	地中海风格菜品
42531	Polygon	2267	64 93 101	64	101	美式风味
44280	Polygon	2268	64 93 101	64	101	美式风味
44351	Polygon	2268	64 93 101	64	101	美式风味
59057	Polygon	2356	64 93 101	64	101	美式风味
80238	Polygon	2447	64 93 101	64	101	美式风味
80745	Polygon	2447	64 93 101	64	101	美式风味
82528	Polygon	2448	64 93 101	64	101	美式风味
83606	Polygon	2449	64 93 101	64	101	美式风味
111554	Polygon	2709	64 93 101	64	101	美式风味
139736	Polygon	4676	64 93 101	64	101	美式风味
44473	Polygon	2269	64 93 102	64	102	印度风味
44814	Polygon	2269	64 93 102	64	102	印度风味
46025	Polygon	2269	64 93 102	64	102	印度风味
46362	Polygon	2269	64 93 102	64	102	印度风味
46407	Polygon	2269	64 93 102	64	102	印度风味
46549	Polygon	2269	64 93 102	64	102	印度风味
46649	Polygon	2269	64 93 102	64	102	印度风味
59798	Polygon	2357	64 93 102	64	102	印度风味
60756	Polygon	2357	64 93 102	64	102	印度风味
62401	Polygon	2358	64 93 102	64	102	印度风味
76630	Polygon	2444	64 93 102	64	102	印度风味
77405	Polygon	2445	64 93 102	64	102	印度风味
78466	Polygon	2445	64 93 102	64	102	印度风味
79898	Polygon	2446	64 93 102	64	102	印度风味
80230	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
80705	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
81095	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
81154	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
81215	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
81450	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
81766	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
81839	Polygon	2447	64 93 102	64	102	印度风味
96567	Polygon	2537	64 93 102	64	102	印度风味

FID	Shape *	Id	FID	categorys	CTYPE	category	category_n
0	Polygon	0	83424	44	44	0	楼宇机构
1	Polygon	0	8144	64 93 100	64	100	地中海风格菜品
2	Polygon	0	96058	64 93 100	64	100	地中海风格菜品
3	Polygon	0	117936	64 93 100	64	100	地中海风格菜品
4	Polygon	0	3158	64 93 101	64	101	美式风味
5	Polygon	0					

• 加载北京道路网络数据

Note : the coordinates of this data have been modified officially (火星坐标系). Additional georeferencing might be needed.

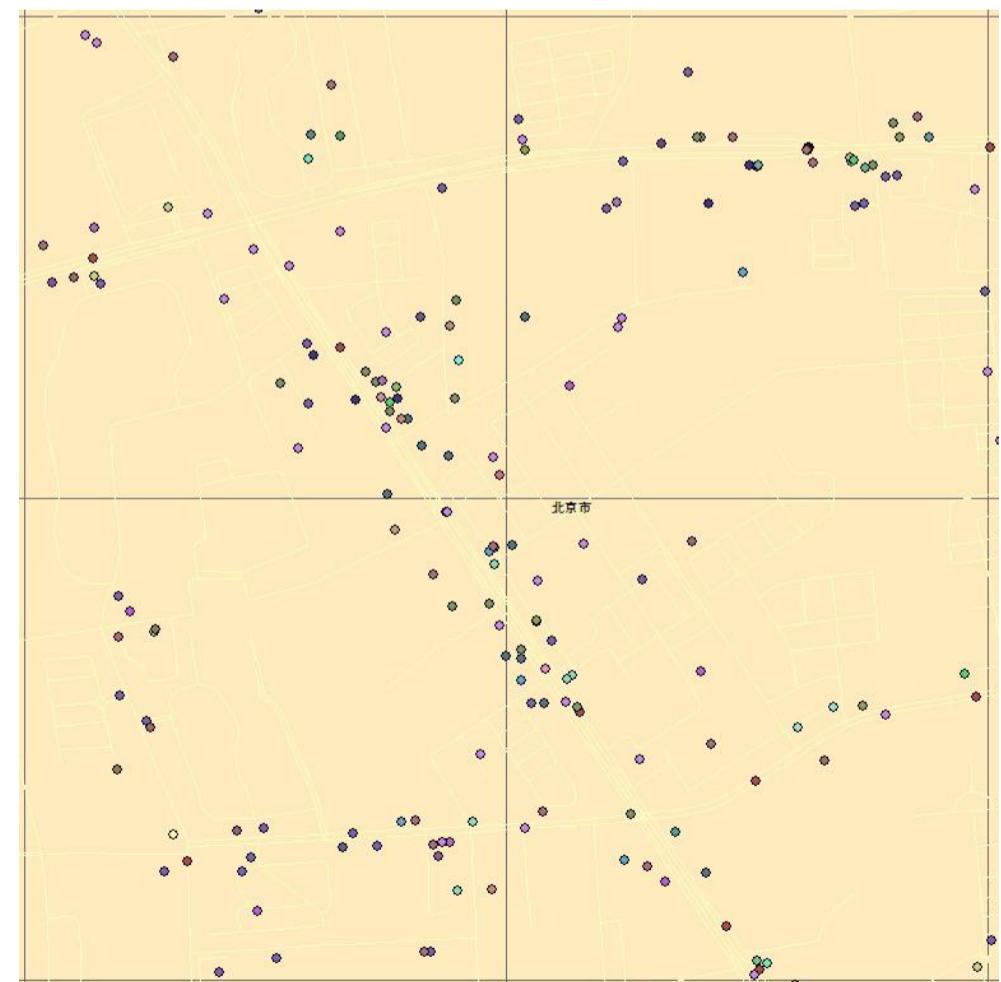


• 使用ArcGIS脚本python建立信息熵计算流程

```

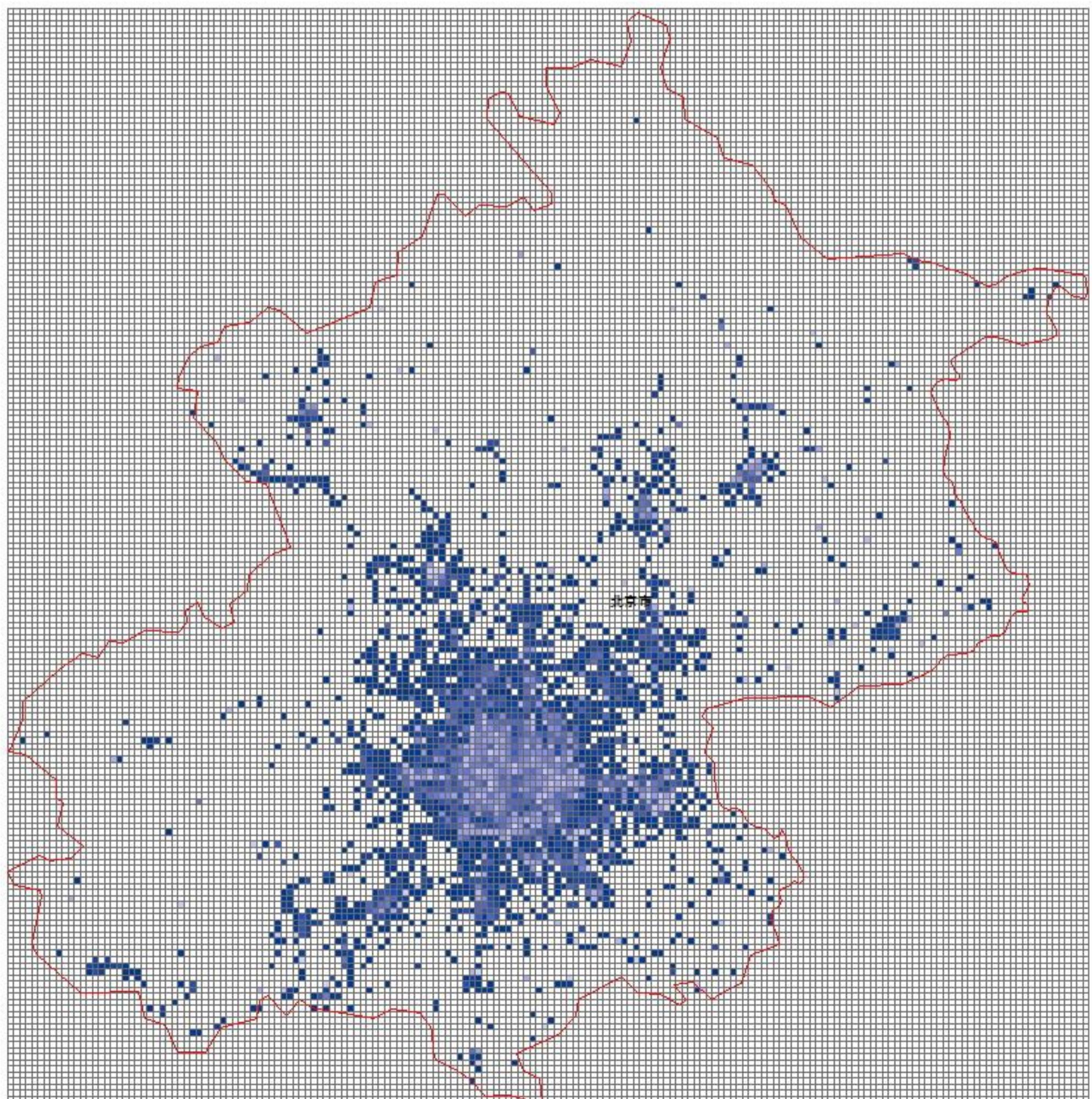
import arcpy
from arcpy import env
from arcpy import da
from collections import Counter
import math
● path='D:\researchrichie\GIS\data_derivation'
env.workspace=path
env.overwriteOutput=True
● grid_net_join='grid1000_SpatialJoin'
dic={}
target=[]
category=[]
for row in
arcpy.da.SearchCursor(grid_net_join,['TARGET_FI
D','category']):
    target.append(row[0])
    category.append(row[1])
    dic.setdefault(row[0],[]).append(row[1])
total=sum(target)
dic_len={}
for key in dic.keys():
    dic_len[key]=len(dic[key])
category={}
for key in dic.keys():
    category[key]=Counter(dic[key])
entropy={}
for key in category.keys():
    s_entropy=0.0
    sum_v=dic_len[key]
    for i in category[key].keys():
        prob=category[key][i]*1.000/sum_v
        s_entropy-=prob*math.log(prob)
    category_num=len(category[key].keys())
    max_entropy=math.log(category_num)
    if max_entropy==0:
        entropy[key]=0.01
    else:
        frank_e=(s_entropy/max_entropy)* sum_v
        entropy[key]=frank_e
gridnet='grid1000'
fields=arcpy.ListFields(gridnet)
field_name=[]
for field in fields:
    field_name.append(field.name)
add_field_name= 'entropy'
if add_field_name not in field_name:
    arcpy.AddField_management(gridnet,'entropy','fl
oat')
else:pass
cursor=da.UpdateCursor(gridnet,['FID','entropy'])
for row in cursor:
    if row[0] in entropy.keys():
        row[1]=entropy[row[0]]
    else:row[1]=0
    cursor.updateRow(row)
del cursor,row

```



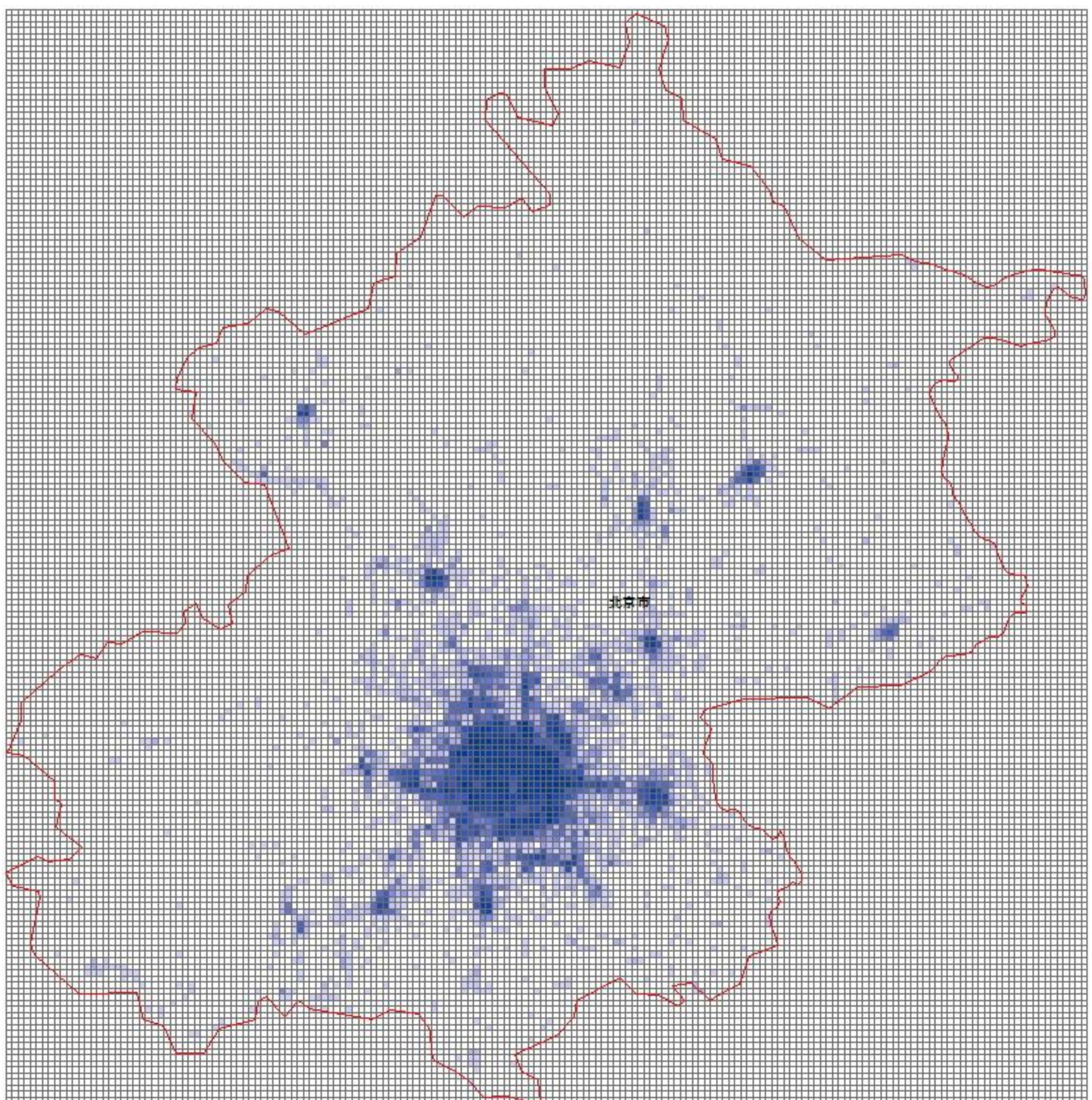
	FID	Shape *	Id	entropy
	10029	Polygon	0	.948450
	10030	Polygon	0	1
	10031	Polygon	0	.01
	10032	Polygon	0	.01
	10033	Polygon	0	1
	10034	Polygon	0	.965418
	10035	Polygon	0	.926982
	10036	Polygon	0	.913865
	10037	Polygon	0	.906212

frank_e=s_entropy/max_entropy

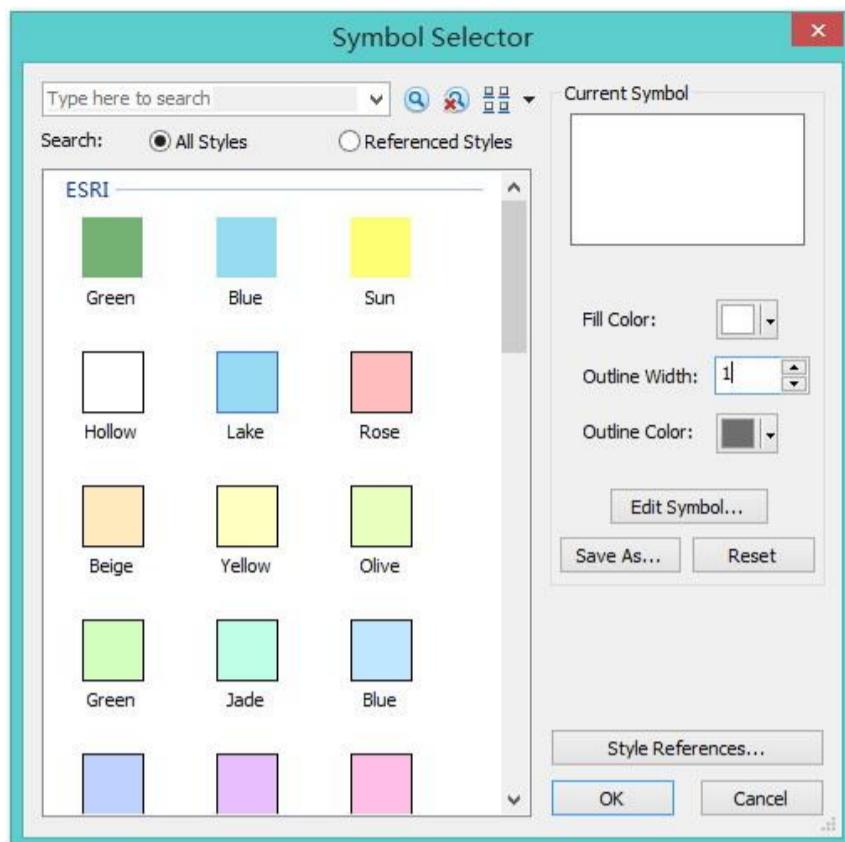


	FID	Shape *	Id	entropy
	10027	Polygon	0	6.82853
	10028	Polygon	0	12.6751
	10029	Polygon	0	10.433
	10030	Polygon	0	3
	10031	Polygon	0	.01
	10032	Polygon	0	.01
	10033	Polygon	0	4
	10034	Polygon	0	16.4121
	10035	Polygon	0	28.7364

frank_e=(s_entropy/max_entropy)* sum_v



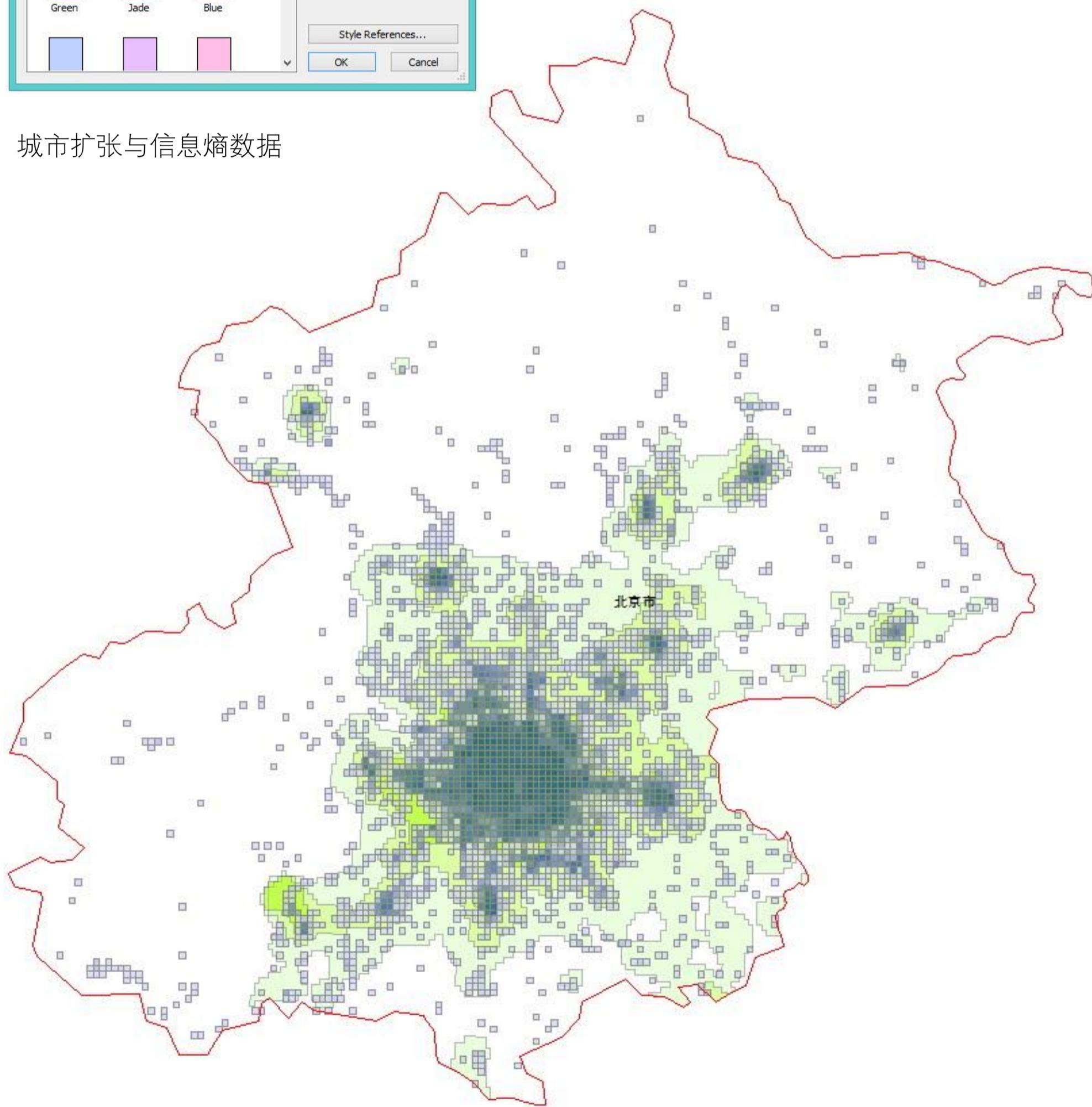
• 不同数据层叠加观察



调出Symbol Selector，符号编辑器(选择器)，根据提示可以选择和设置符号。

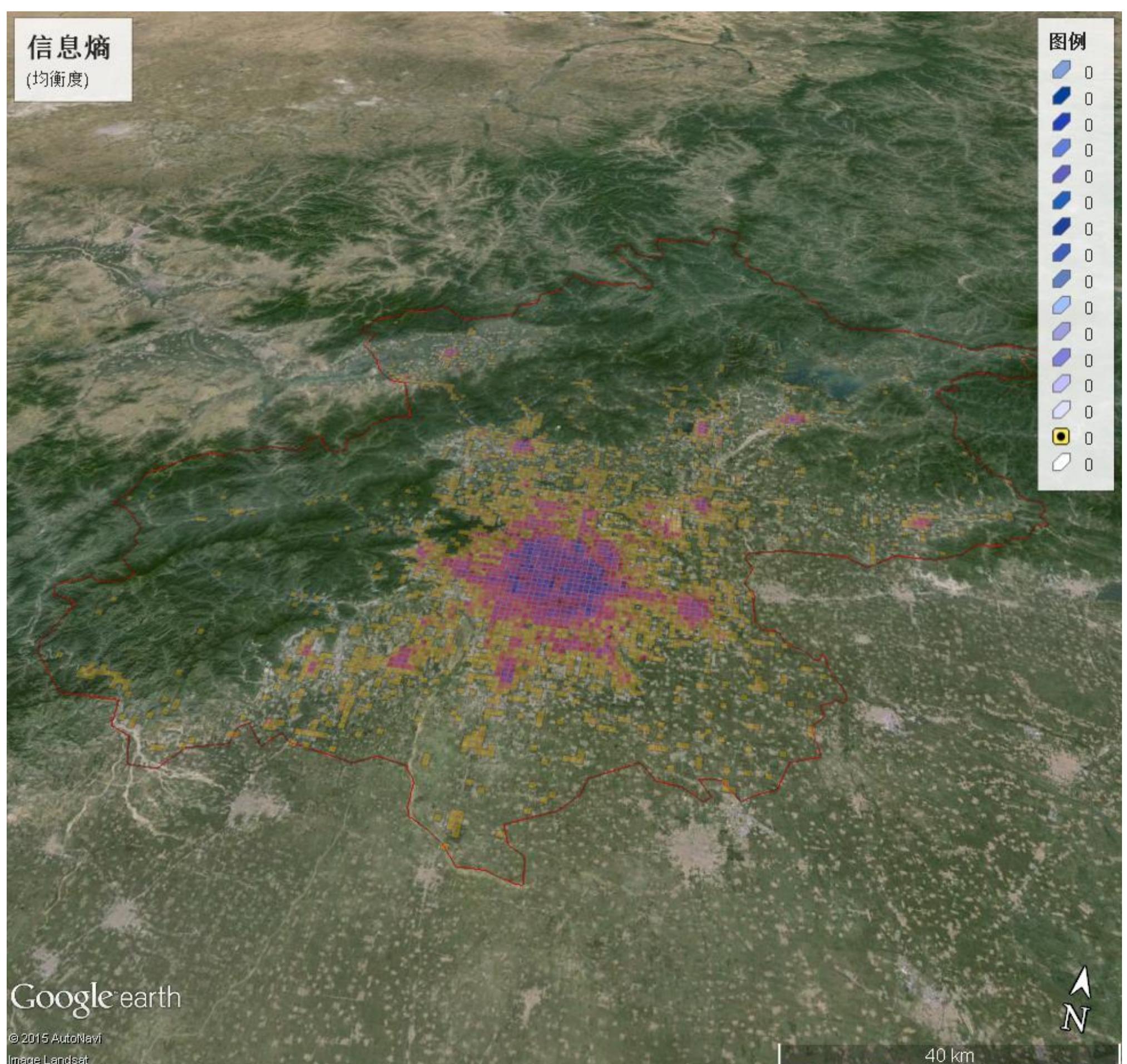
可以在Table Of Contents栏中双击或右键单个符号进入编辑器；如果对一个层的所有图例符号进行编辑，可以双击数据层或者右键Properties，在Layer Properties/Symbology中，点击Symbol标签/Properties for All Symbols，对所有符号同一编辑。

城市扩张与信息熵数据



- 转换为.kmz (kml) 文件，在Google Earth中加载

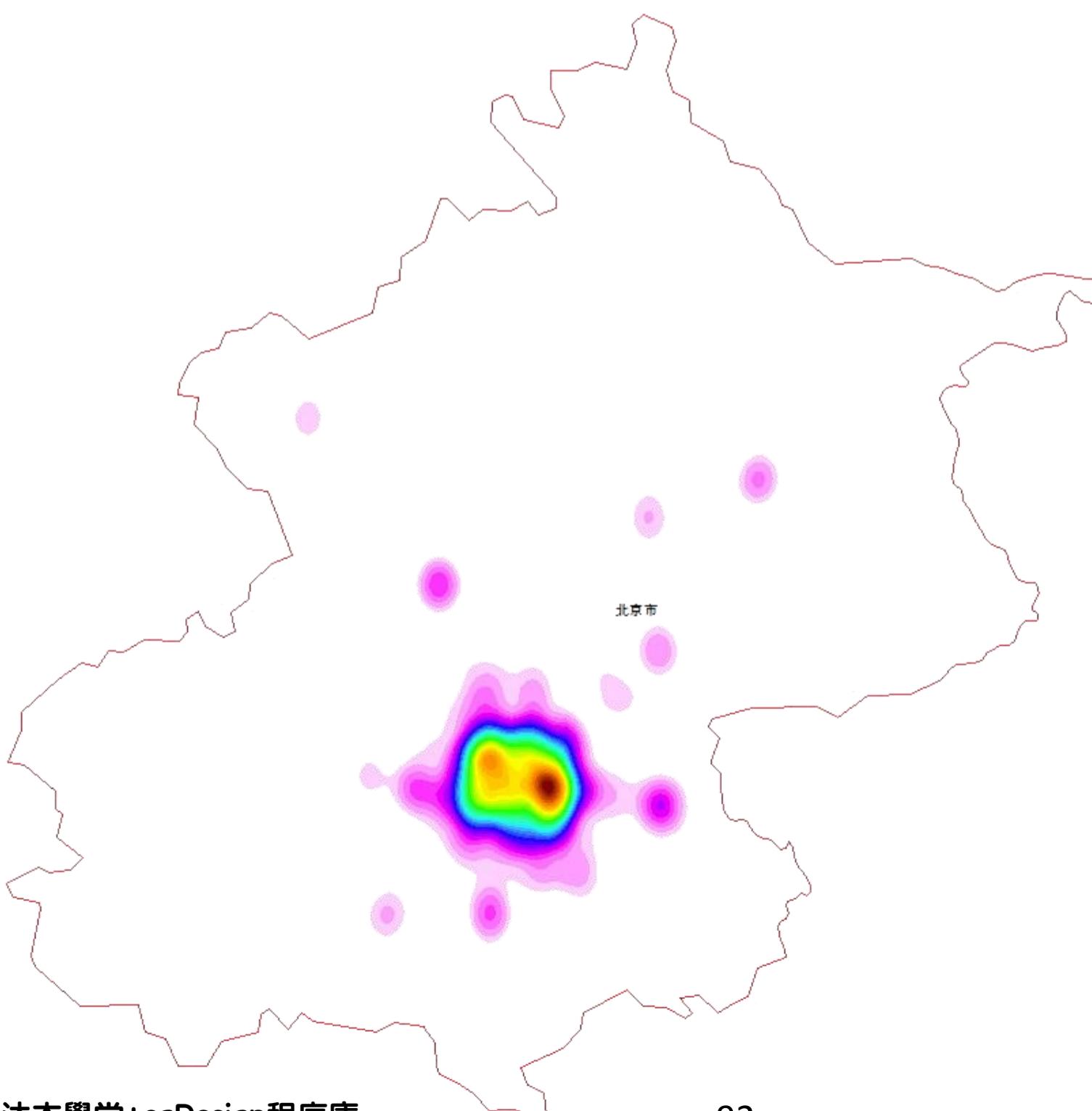
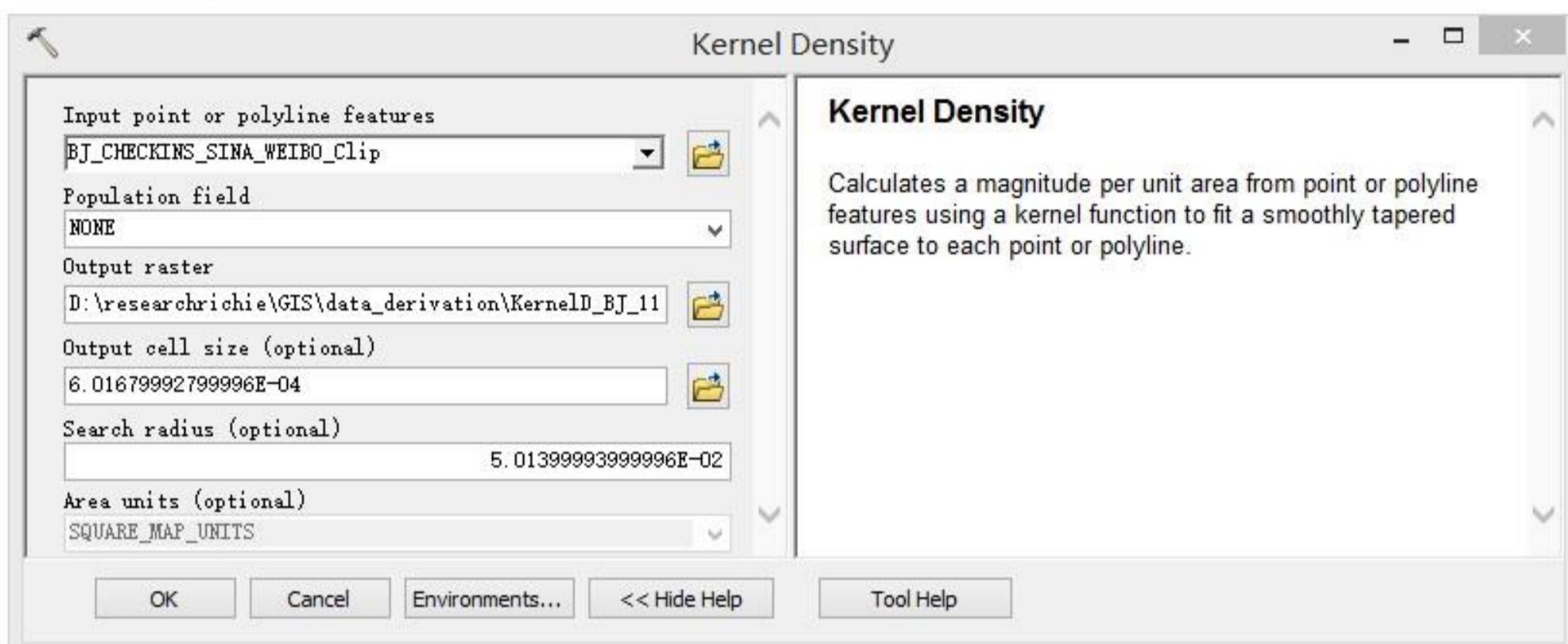
使用ArcToolbox/Conversion Tools/To KML/Layer To KML工具，将信息熵层数据转换为.kmz地标文件，并在Google Earth中打开加载，观察基于POIs（微博）数据记录信息，所计算信息熵(均衡度)城市土地利用结构与地图位置之间的关系。



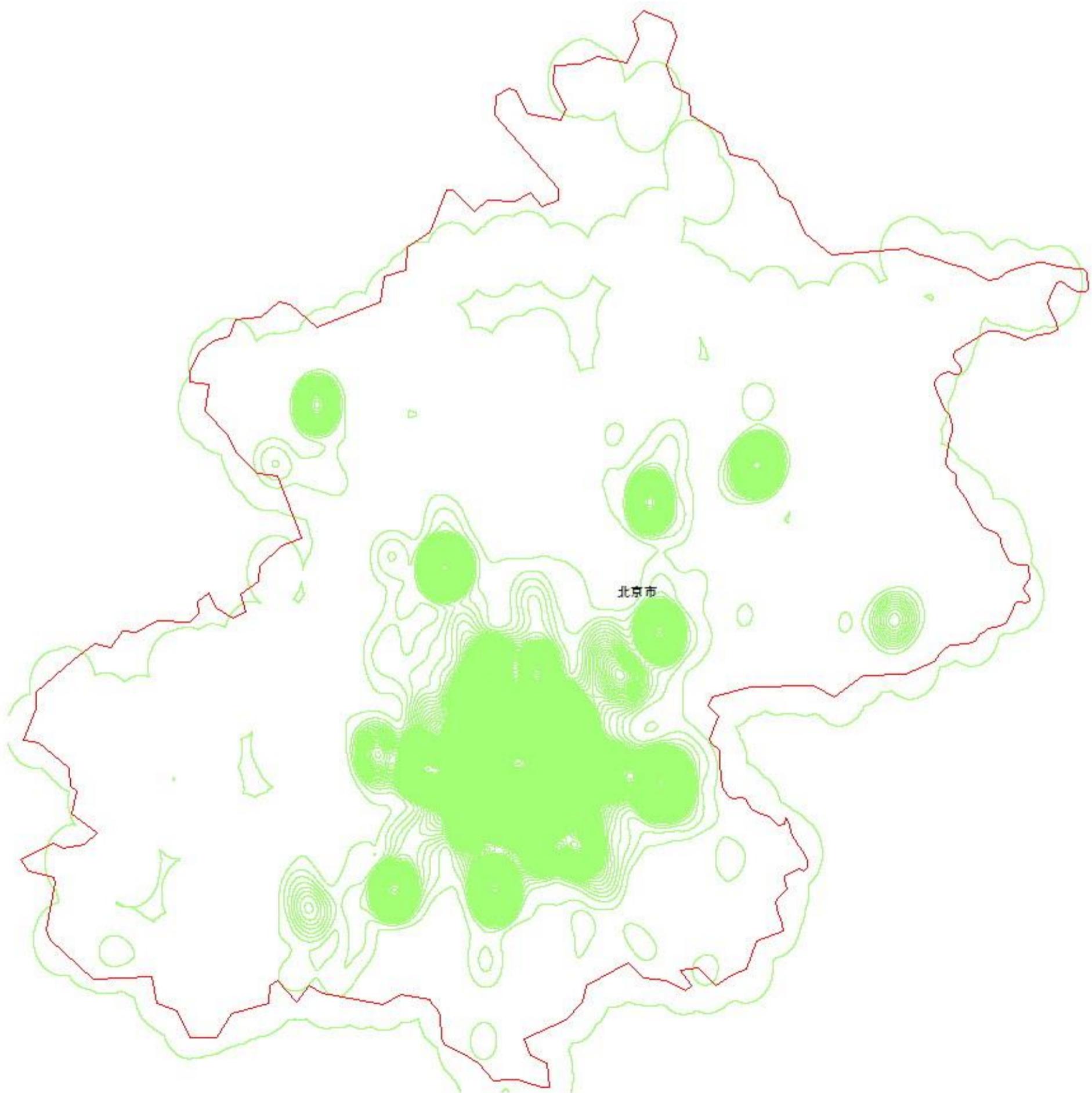
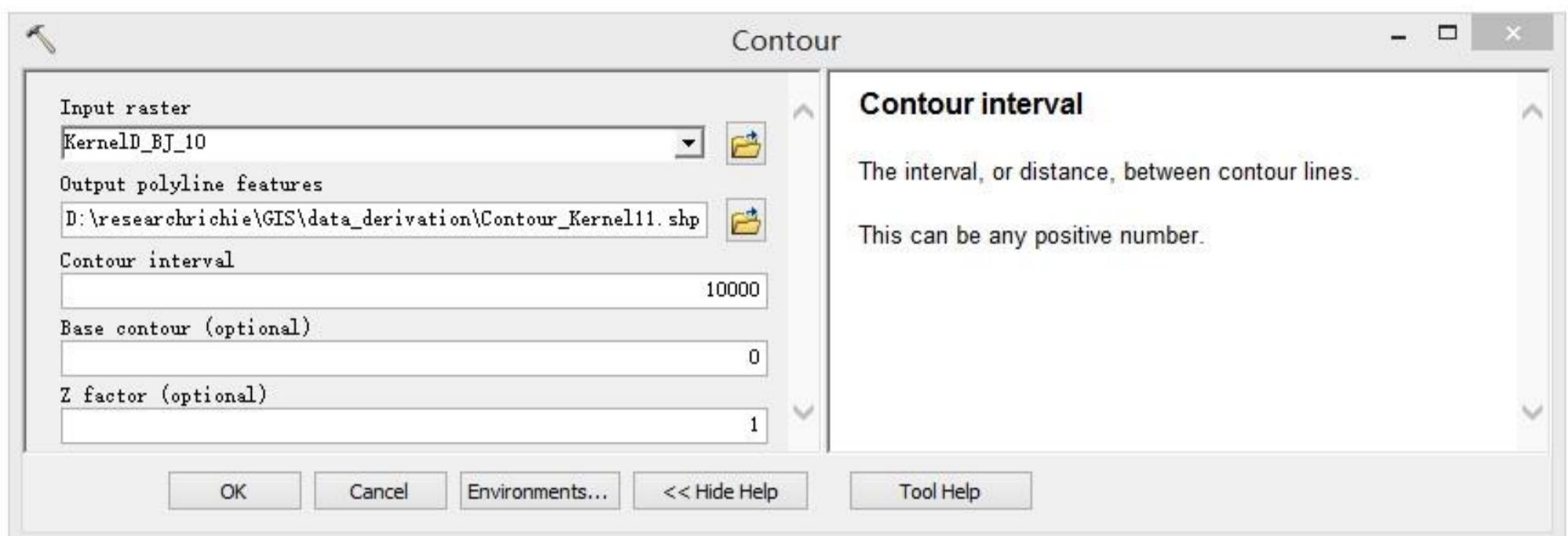
• 计算POIs点密度与提取等值线

使用ArcToolbox/Spatial Analysis Tools/Density/Kernel Density计算

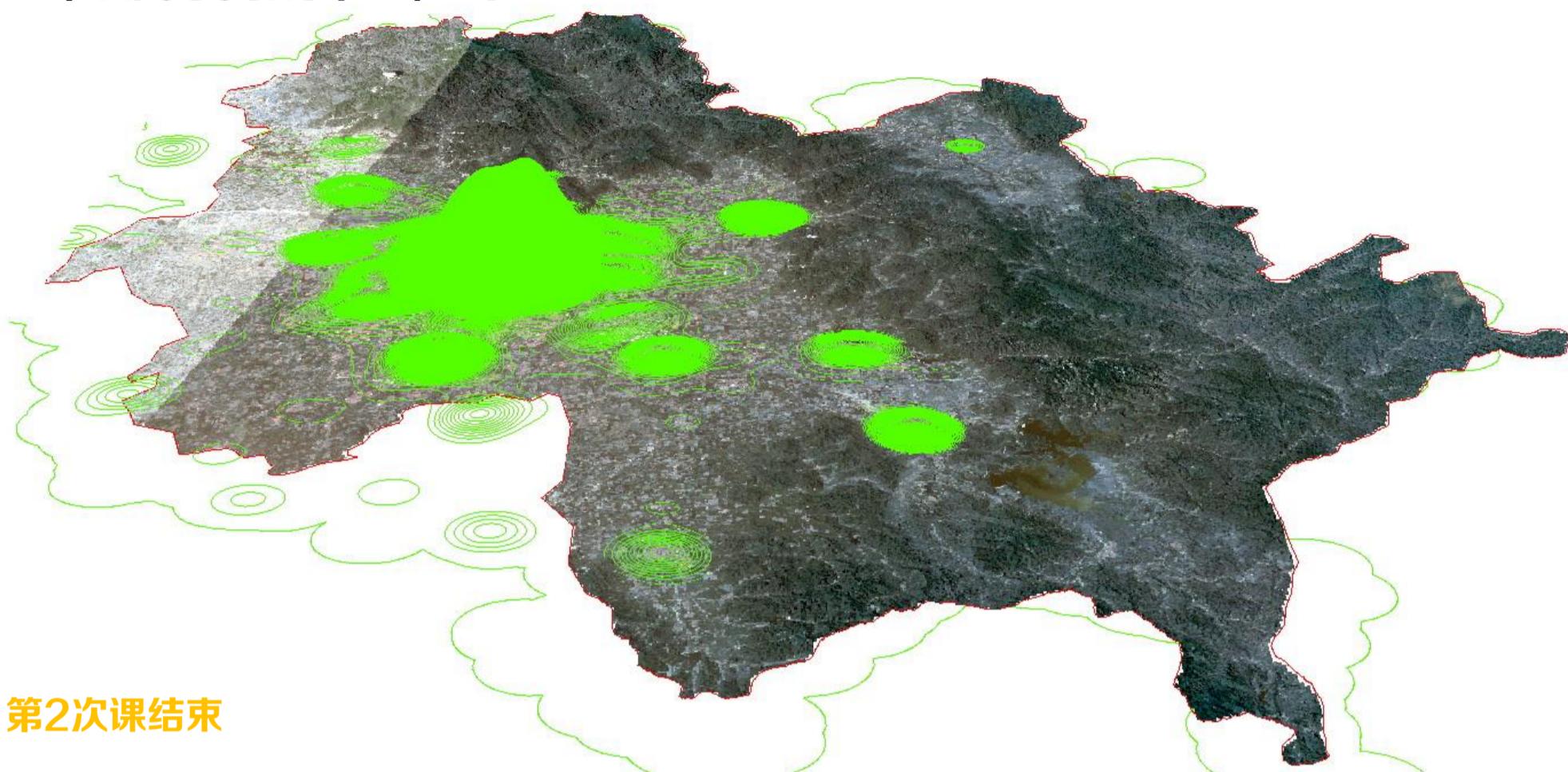
密度分析是通过离散点数据或者线数据进行内插的过程，根据插值原理不同，主要是分为核密度分析和普通的点\线密度分析。核密度分心中，落入搜索区的点具有不同的权重，靠近搜索中心的点或线会被赋予较大的权重，反之，权重较小，它的计算结果分布较平滑。在普通的点\线密度分析中，落在搜索区域内的点或线有相同的权重，先对其进行求和，再除以搜索区域的大小，从而得到每个点的密度值。



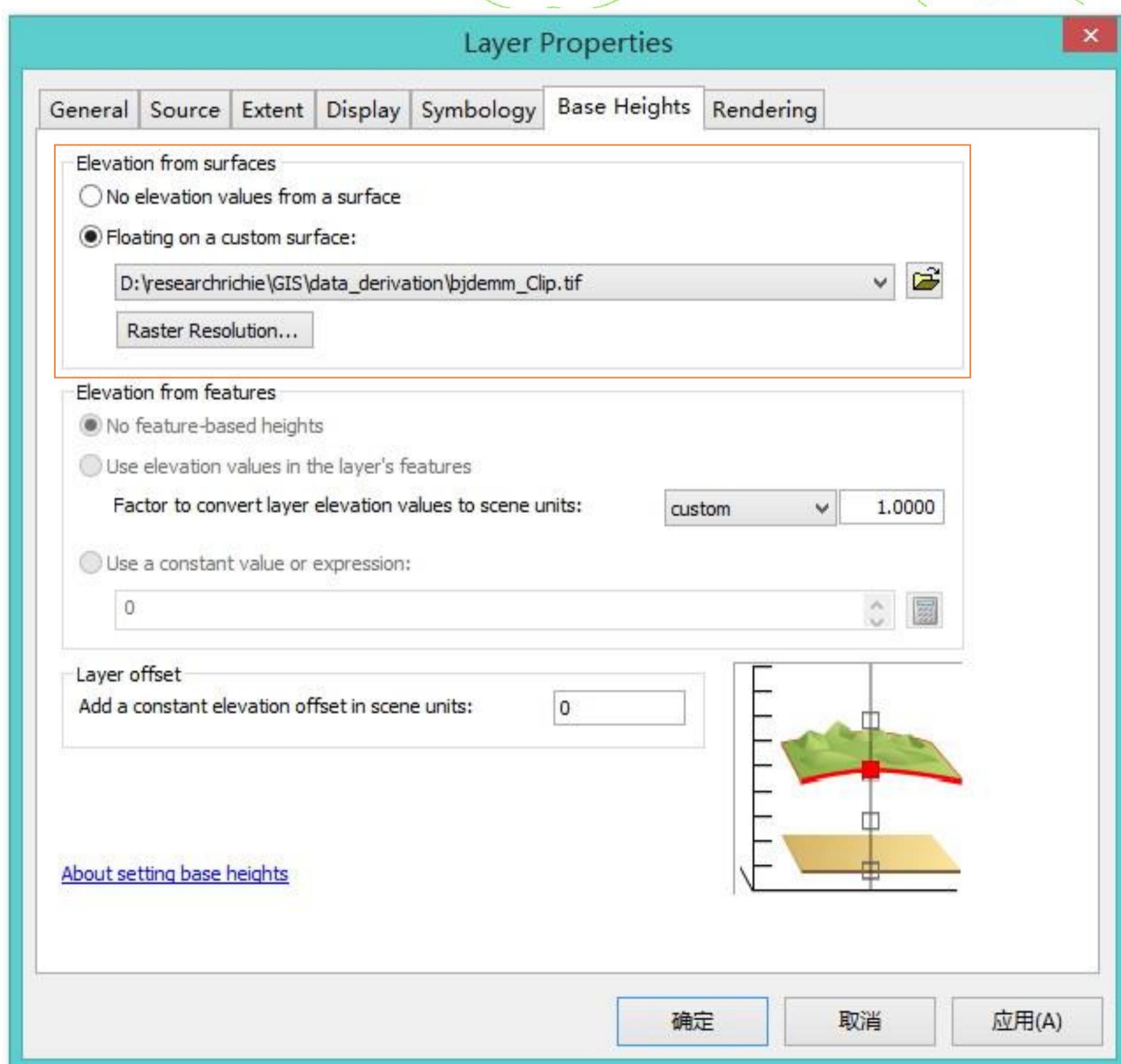
使用ArcToolbox/Spatial Analysis Tools/Surface/Contour计算



- 在ArcScene中三维显示



第2次课结束



第3次课

授课题目：地理空间参考与地图投影

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 理解地理坐标系统和投影坐标系统；
2. 在ENVI中查看坐标系统并掌握ArcGIS下地理和投影坐标系统的设置。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 重点讲述地理空间参考与地图投影的基本原理；
2. 讲述地图投影的分类和常用地图投影；
3. 讲述ArcGIS下地理坐标和投影坐标的设置。

讨论、思考题、作业：

1. 复习本次课程讲述内容。

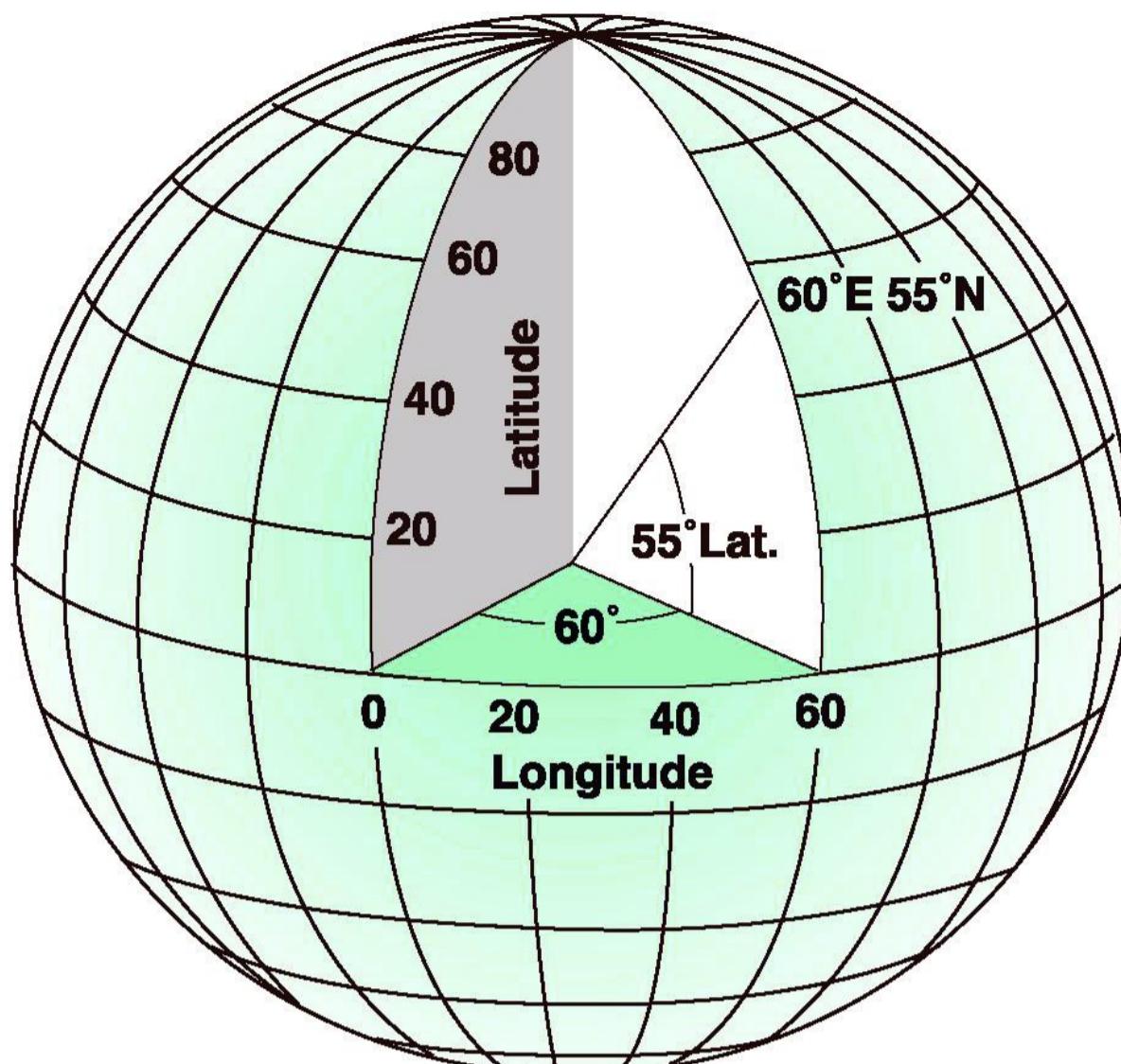
教学过程设计：

授新课



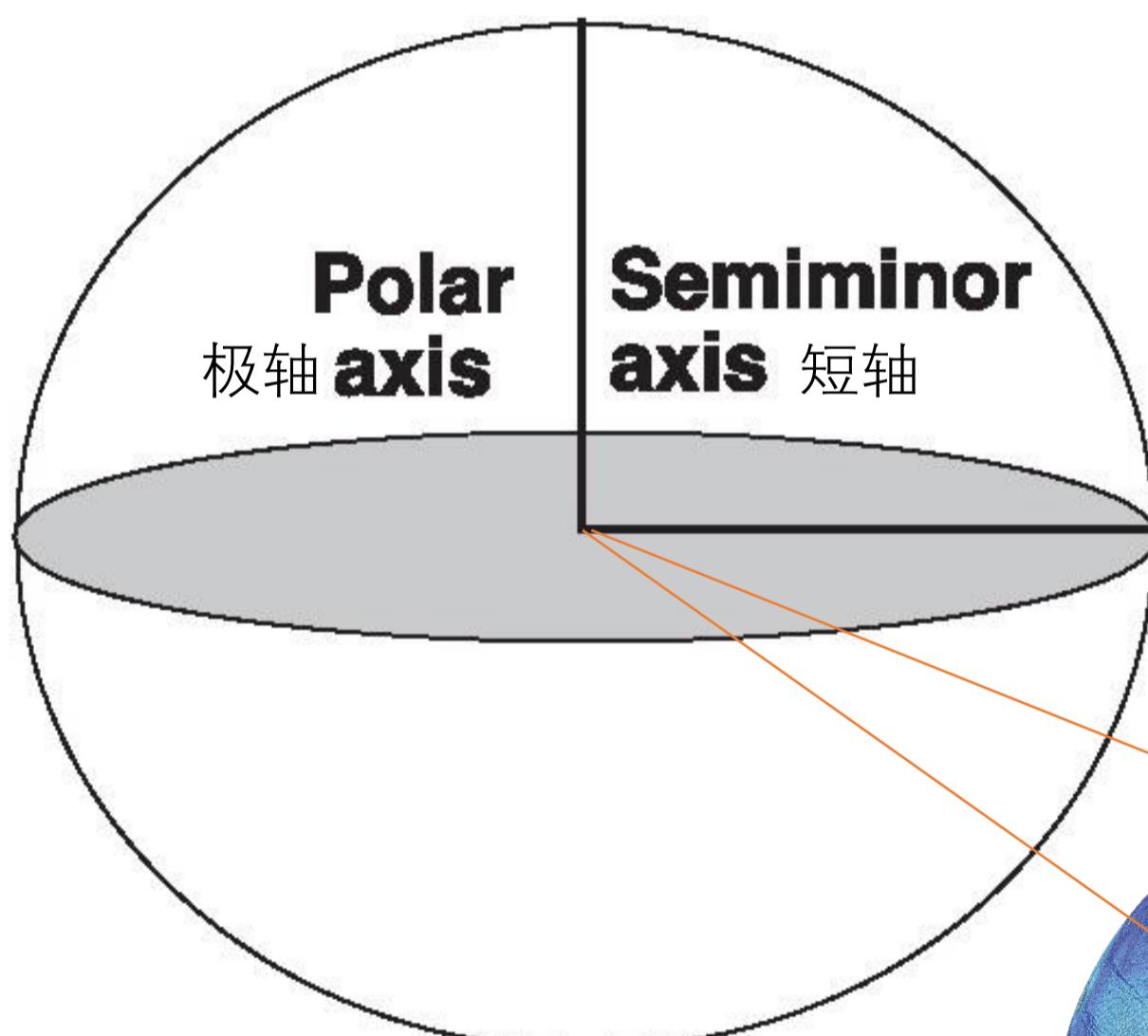
地理坐标系统Geographic Coordinate System(GCS)





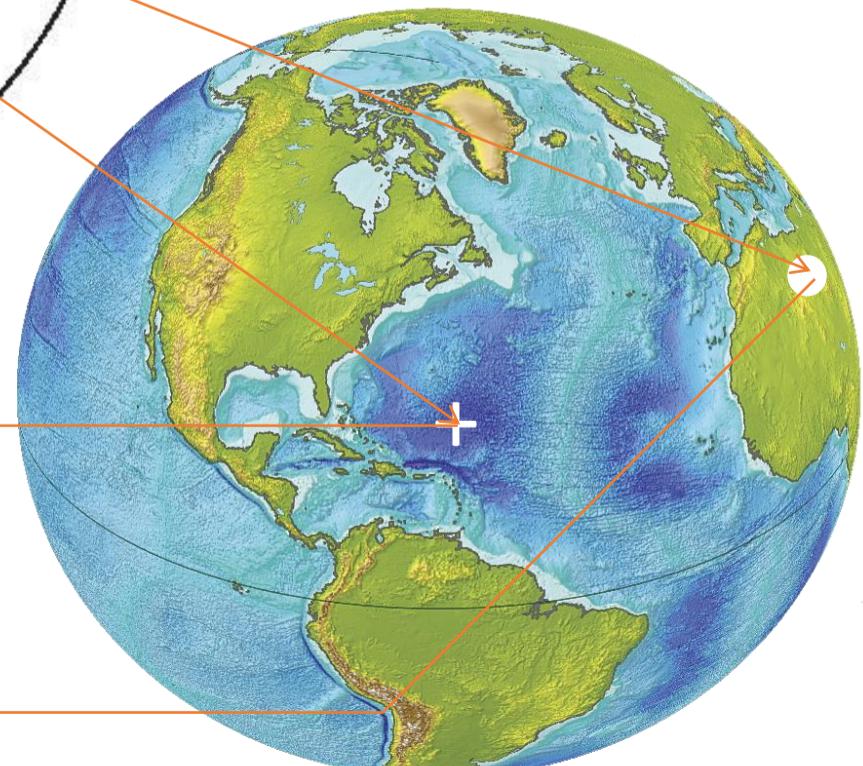
**椭球体
(Spheroid)**

数学公式表达



**Equatorial axis
(Semimajor axis)**

长轴

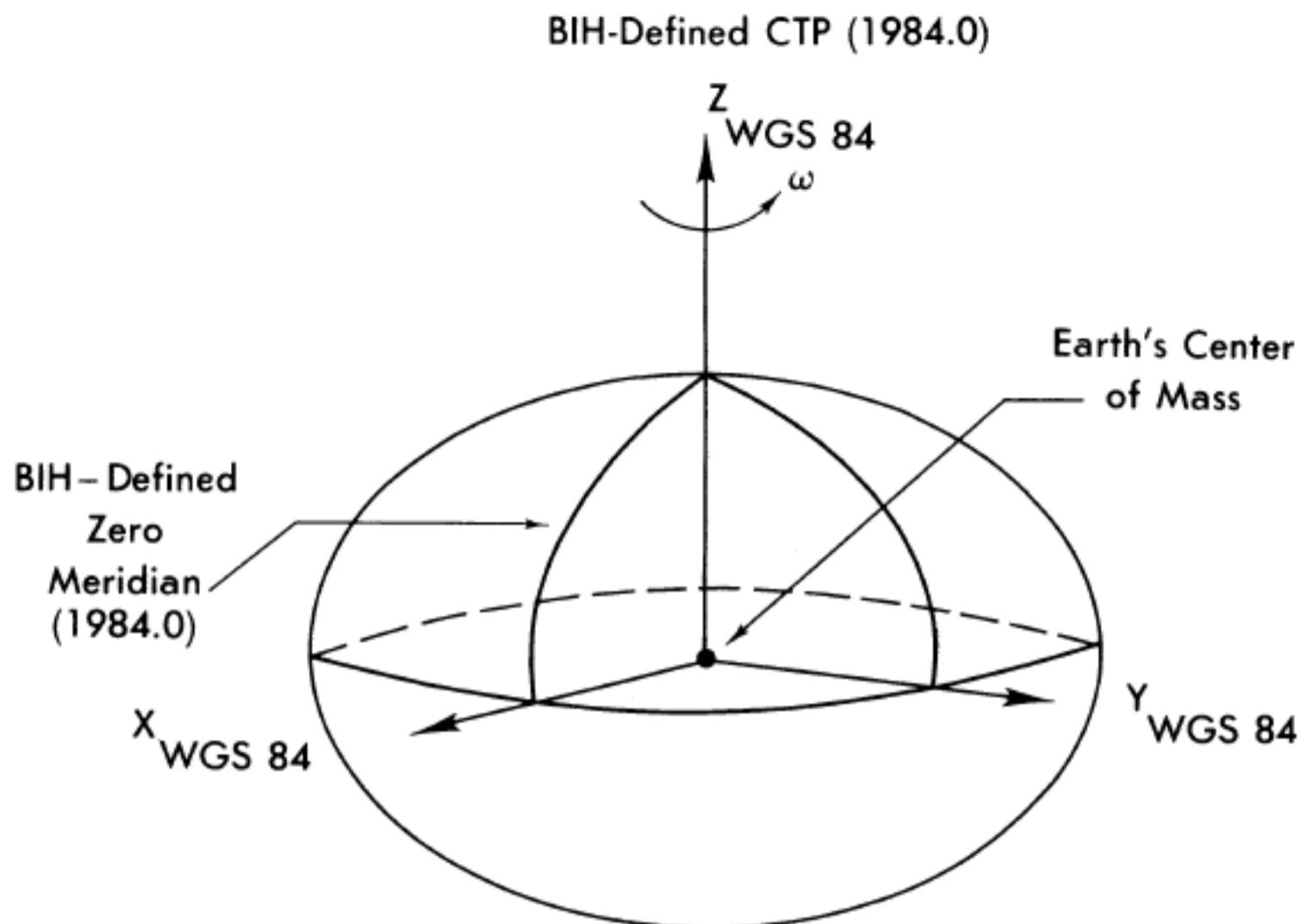


大地基准(Datum)

地心
WGS1984

本地
西安1980, 北京1954

WGS84大地坐标系 World Geodetic System 1984



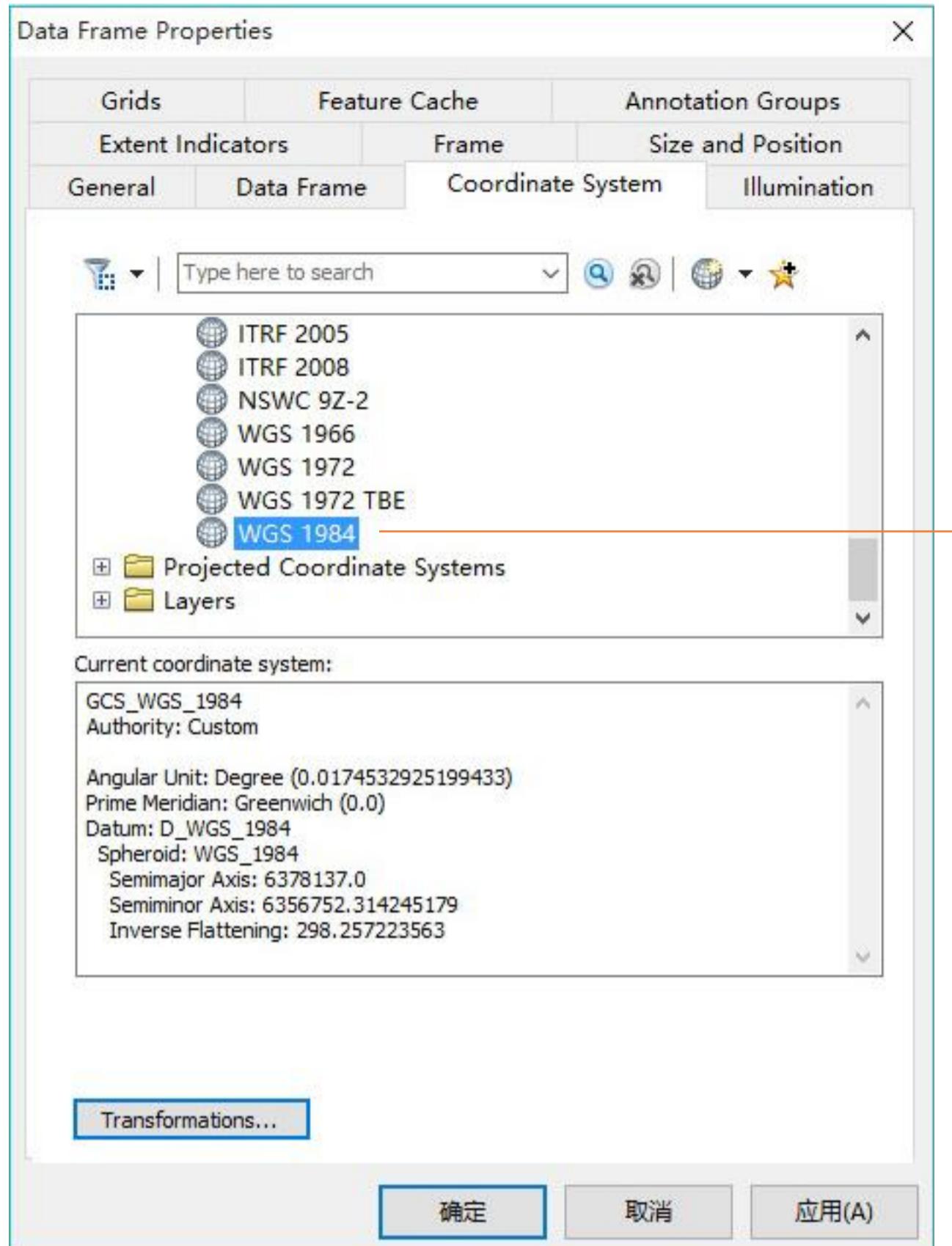
WGS – 84坐标系是一种国际上采用的地心坐标系。坐标原点为地球质心，其地心空间直角坐标系的Z轴指向国际时间局（BIH）1984.0定义的协议地极（CTP）方向，X轴指向BIH1984.0的协议子午面和CTP赤道的交点，Y轴与Z轴、X轴垂直构成右手坐标系，称为1984年世界大地坐标系。这是一个国际协议地球参考系统（ITRS），是目前国际上统一采用的大地坐标系。

- 长半轴: $6378137 \pm 2(m)$
- 扁率: 1: 298.257223563

the Earth's Conventional Terrestrial Pole (CTP)

(French: Bureau International de l'Heure, abbreviated BIH)

为使用GPS全球定位系统而建立的坐标系统。



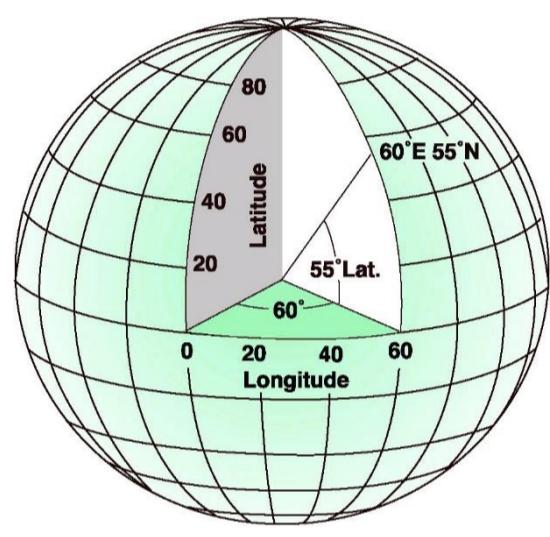
View/Data Frame Properties /Coordinate System/Geographic Coordinate Systems/Word/WGS1984

投影坐标系统Projected Coordinate System(PCS)

遥感影像



椭球体



地理坐标系统(3D)

Geographic Coordinate System:
GCS_WGS_1984

Angular Unit: Degree (0.0174532925199433)

Prime Meridian: Greenwich (0.0)

Datum: D_WGS_1984

Spheroid: WGS_1984

Semimajor Axis: 6378137.0

Semiminor Axis: 6356752.314245179

Inverse Flattening: 298.257223563

World Geodetic System

角度单位

本初子午线

基准

椭球体

长半轴

短半轴

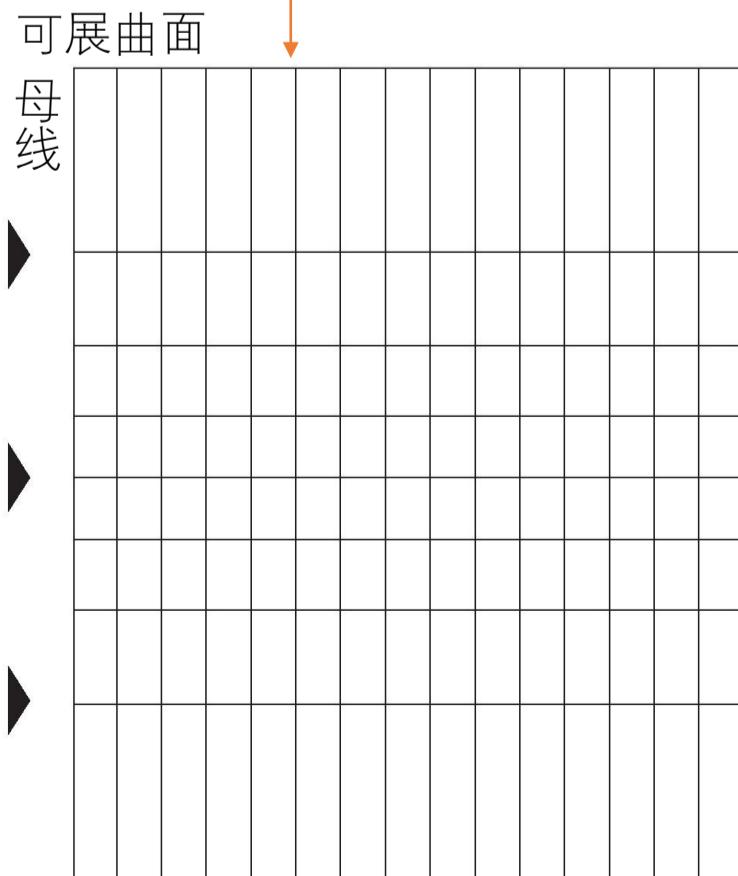
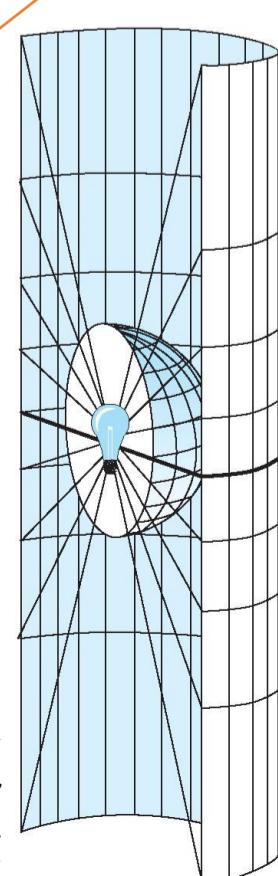
反扁率

投影坐标系统(2D)

X<0 Y>0	X>0 Y>0 (0,0)
X<0 Y<0	X>0 Y<0

直角坐标
大地坐标

$F(\varphi, \lambda) = f(x, y)$



地图投影分类

- 投影面与地球表面的关系

正轴切投影

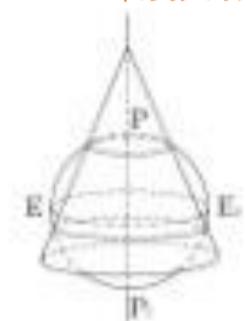
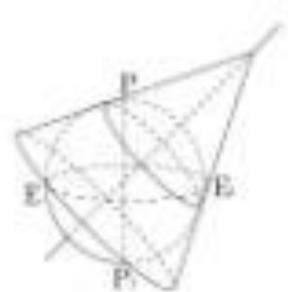
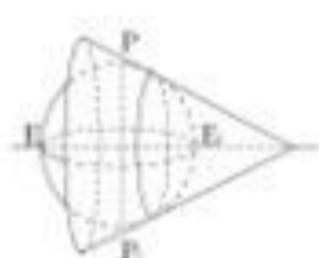
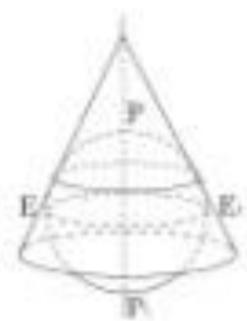
横轴切投影

斜轴切投影

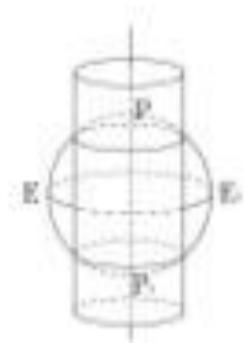
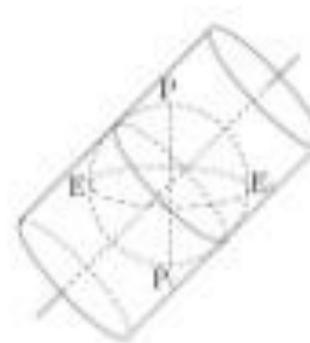
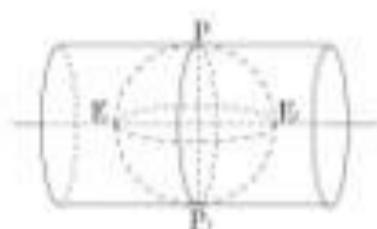
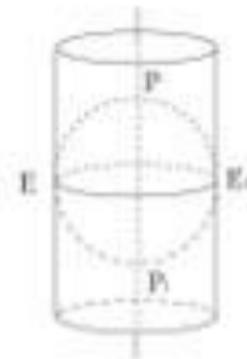
正轴割投影

- 投影面几何形状

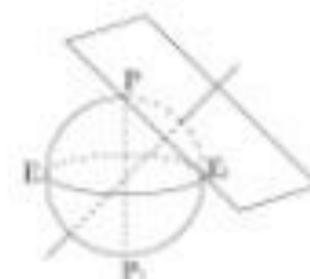
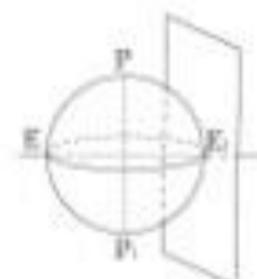
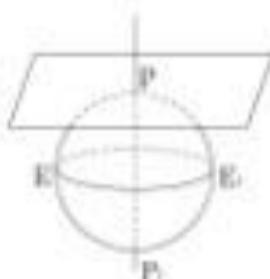
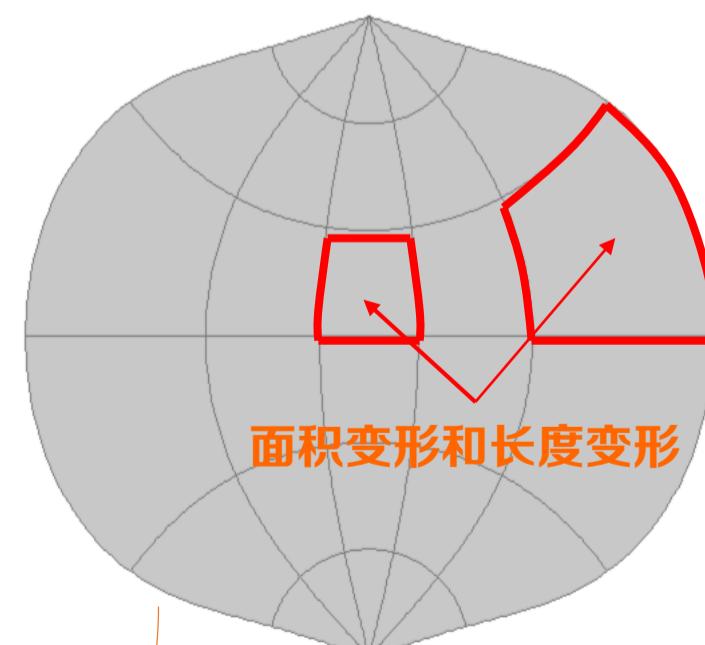
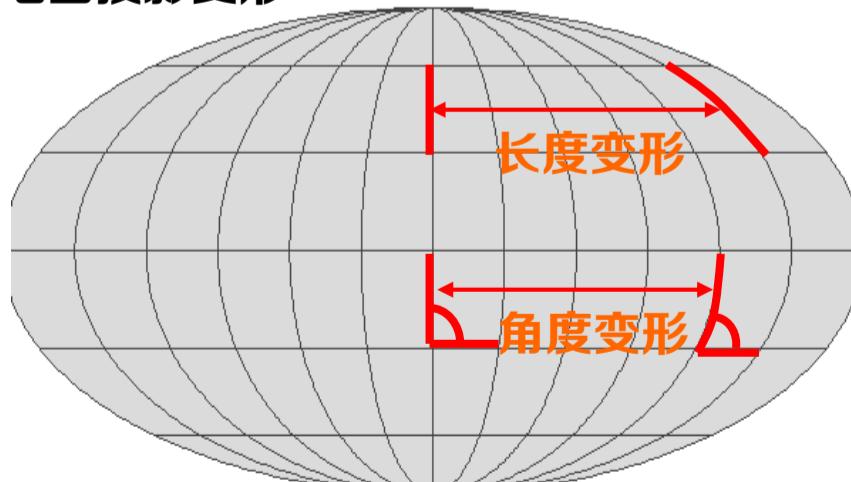
圆锥投影



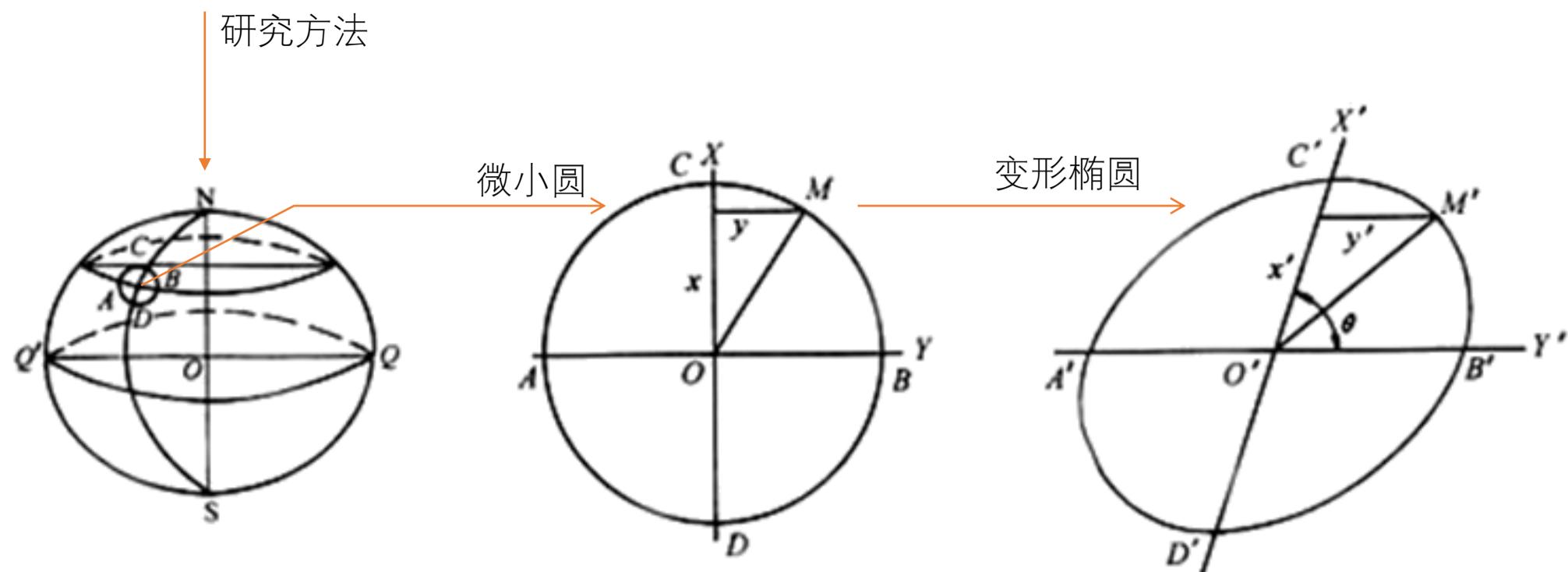
圆柱投影



方位投影

**地图投影变形**

研究方法



取地面上一个小到可忽略地球曲面的影响，把它当作平面看待的微分圆，它投影到平面上通常会变为椭圆，通过对这个椭圆的研究，分析地图投影的变形状况。

$$\frac{x'}{x} = m \text{ 经线长度比}$$

$$\frac{y'}{y} = m \text{ 纬线长度比}$$

等角投影
(便于测量方位)

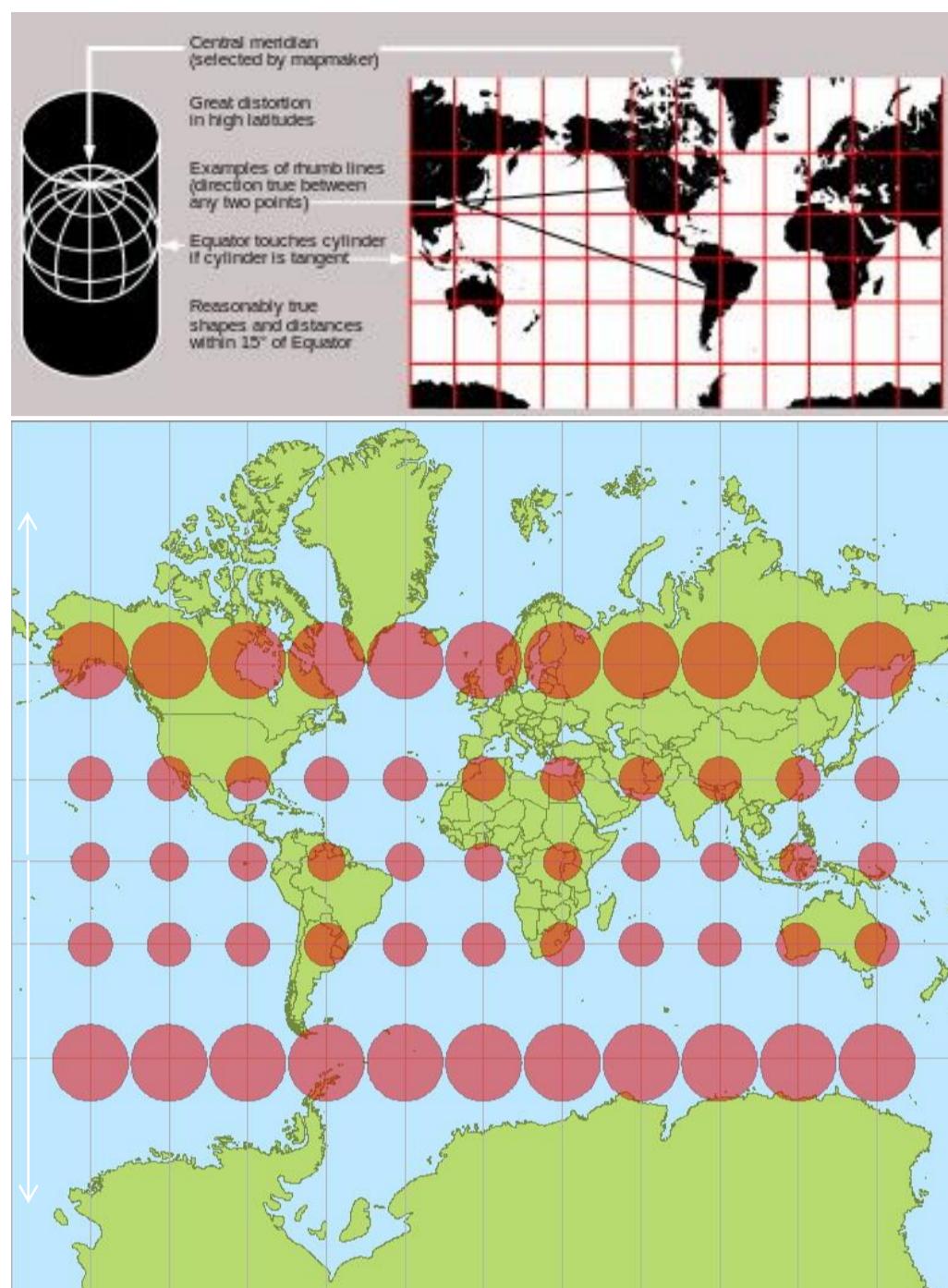
等距投影
(便于测量距离)

等积投影
(政区、人口密度、土地利用、森林、矿藏分布、自然和经济地图)

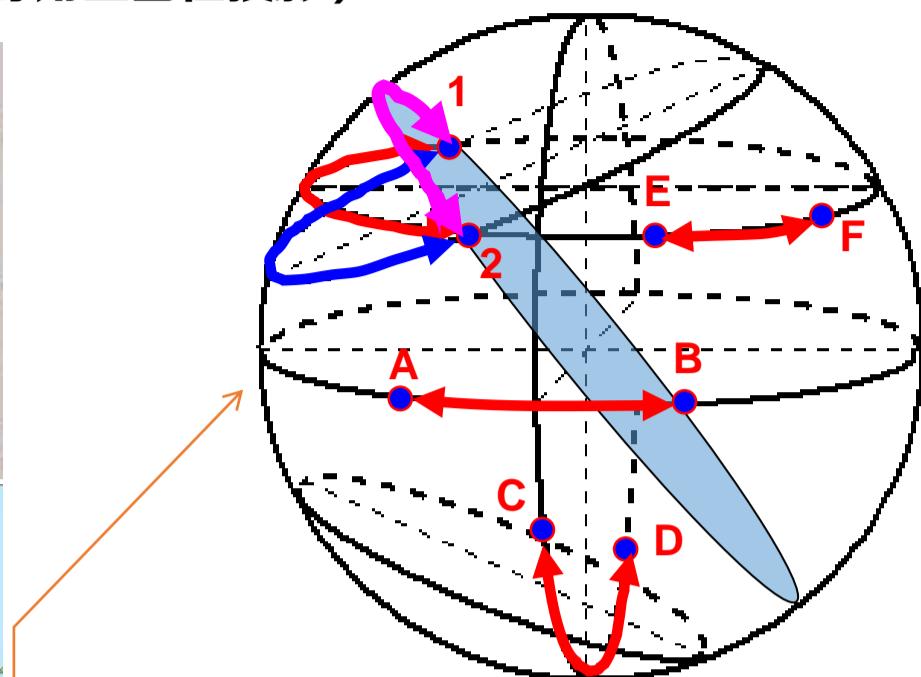
任意投影
(三种失真都控制在较小的范围内)

常用地图投影

1. 墨卡托投影 (等角正圆柱投影)



(wiki)



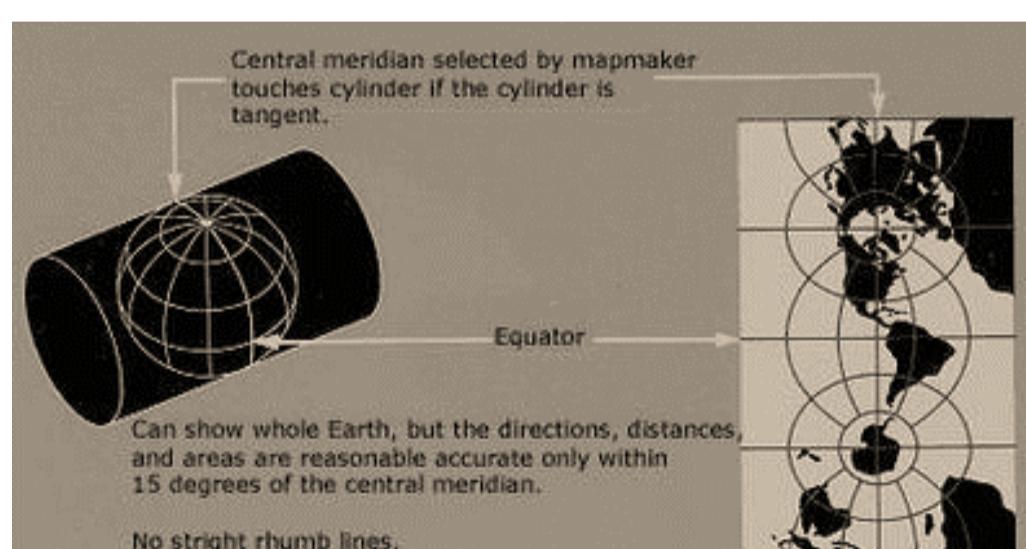
墨卡托投影特点:

- 经线相互平行，间隔相等；纬线垂直于经线，越向两极，间隔越大；
- 赤道上无任何失真；
- 地图等角，不等积，不等距（不能用统一的比例尺量取航线距离）
- 面积失真随纬度增加明显变大。
- 大圆航线凸向两极；等角航线是直线（任意两点相连的直线为等角航线）。

用途:

- 赤道附近领航；海上领航；世界时区图；卫星轨迹图
- 绘制较长距离的等角航线时的辅助用图。

2. 横墨卡托投影 (等角横圆柱投影)



约束条件

- 中央经线与投影面相切，投影后保持长度不变
- 投影后等角

等角横圆柱投影特点:

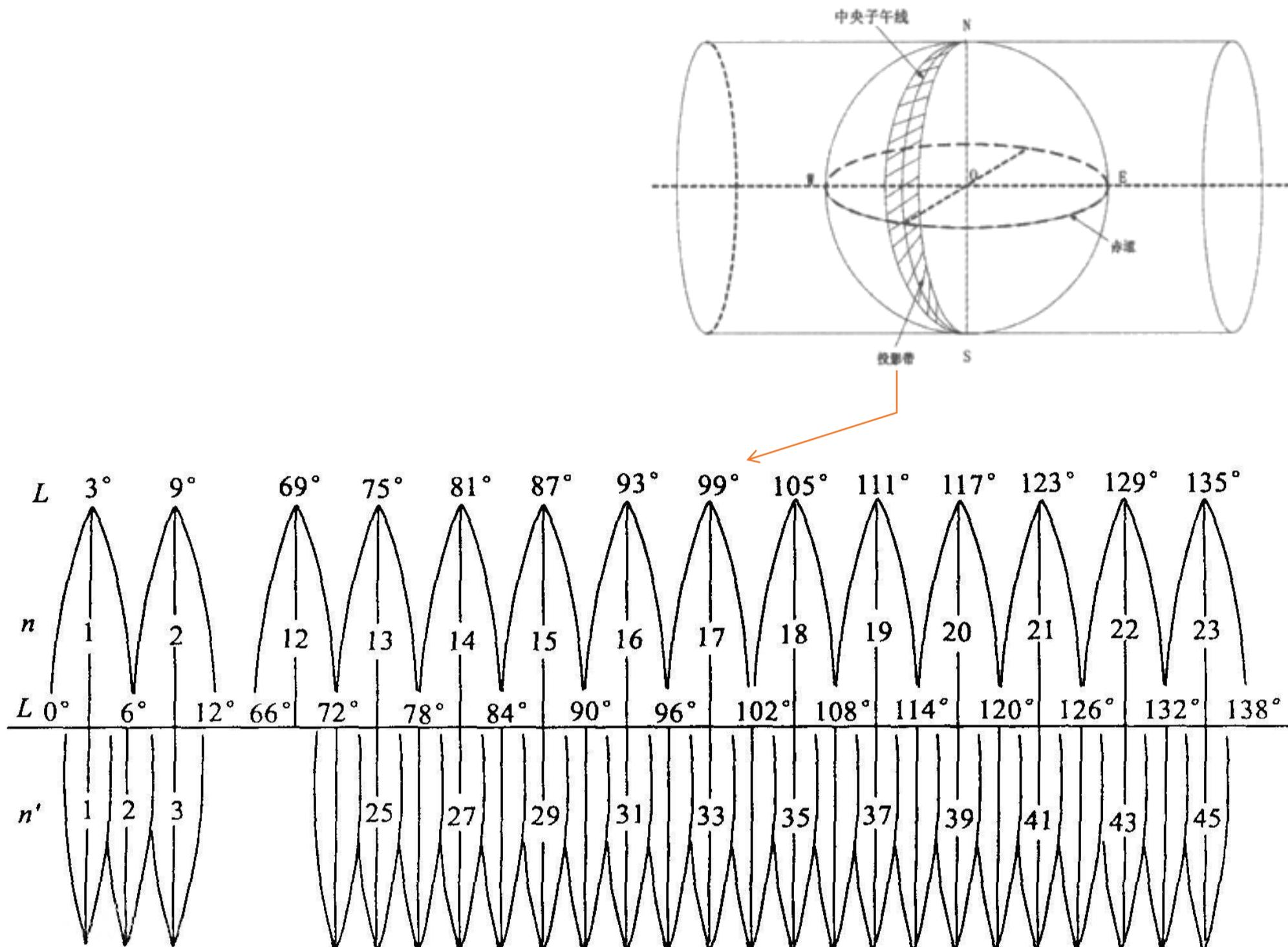
- 赤道为直线，与切经线相差 90° 的经线是直线，其他经线凹向切经线；
- 地图等角；
- 切经线上无失真（切经线左右各 3° 。范围长度失真 0.137% ，面积失真 0.27% ）；同一条纬线上，离开切经线越远，失真越大；
- 同一条经线上，纬度越低，变形越大。
- 大圆航线凹向切经线，等角航线是螺旋曲线。

用途:

- 极地领航
- 国家大地测量和五十万分之一及更大比例尺的国家基本地形图的数学基础。

3. 高斯-克吕格投影

根据横墨卡托投影的特点，取可以限制投影的经度范围，将地球表面按照经度差分成不同的投影带单独投影，各自建立坐标网，就可以将失真限制在较小的范围内。



6 °分带法从格林尼治0 °经线起算，每6 °分为一个投影带，全球共分为60个投影带。3 °分带从东经 $1^{\circ}30'$ 起算，每3 °为一个投影带，全球共分为120个投影带。投影后坐标值可能分布在2, 3, 4象限负值，增加了计算的复杂度，为了避免横坐标出现负值，把纵轴向西偏移500000m，为假东偏，避免南半球纵坐标出现负值，横轴向南偏移，为假北偏。

高斯-克吕格投影特点：

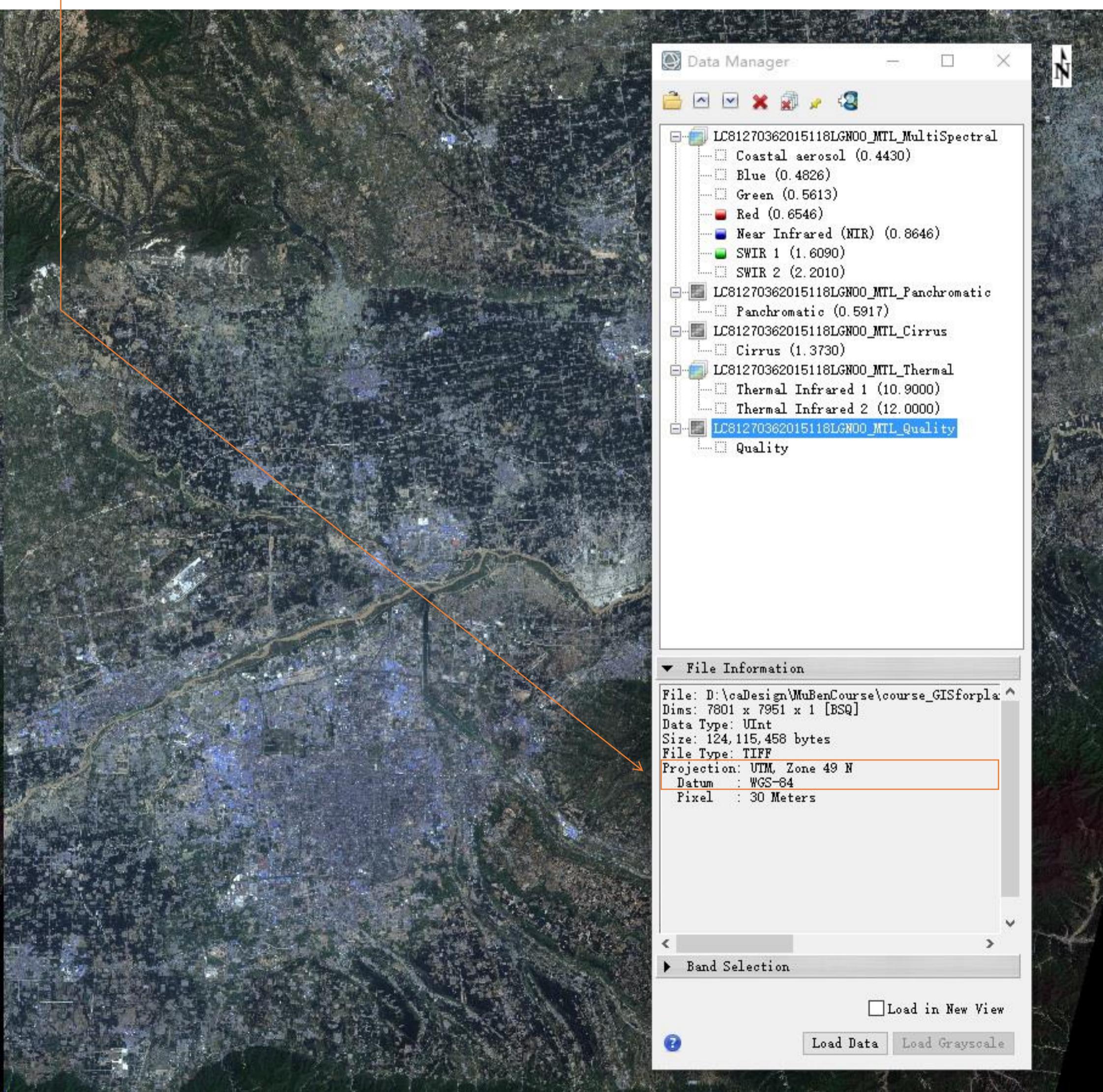
- 每个投影带上，中央经线和赤道为直线；其他经线关于中央经线对称，凹向中央经线；纬线凸向赤道；
- 等角；中央经线上无失真，最大长度失真为0.137%；
- 大圆航线近似为直线；等角航线是曲率极小的螺旋曲线，领航实施中近距离可以近似认为直线。

用途：

- 大比例尺航图多为此种投影，常用于研究地面目标，在通用航空飞行领域内应用广泛；
- 绘制机场专用航图和涉及仪表飞行程序的基础用图；
- 国家大地测量和五十万分之一及更大比例尺的国家基本地形图

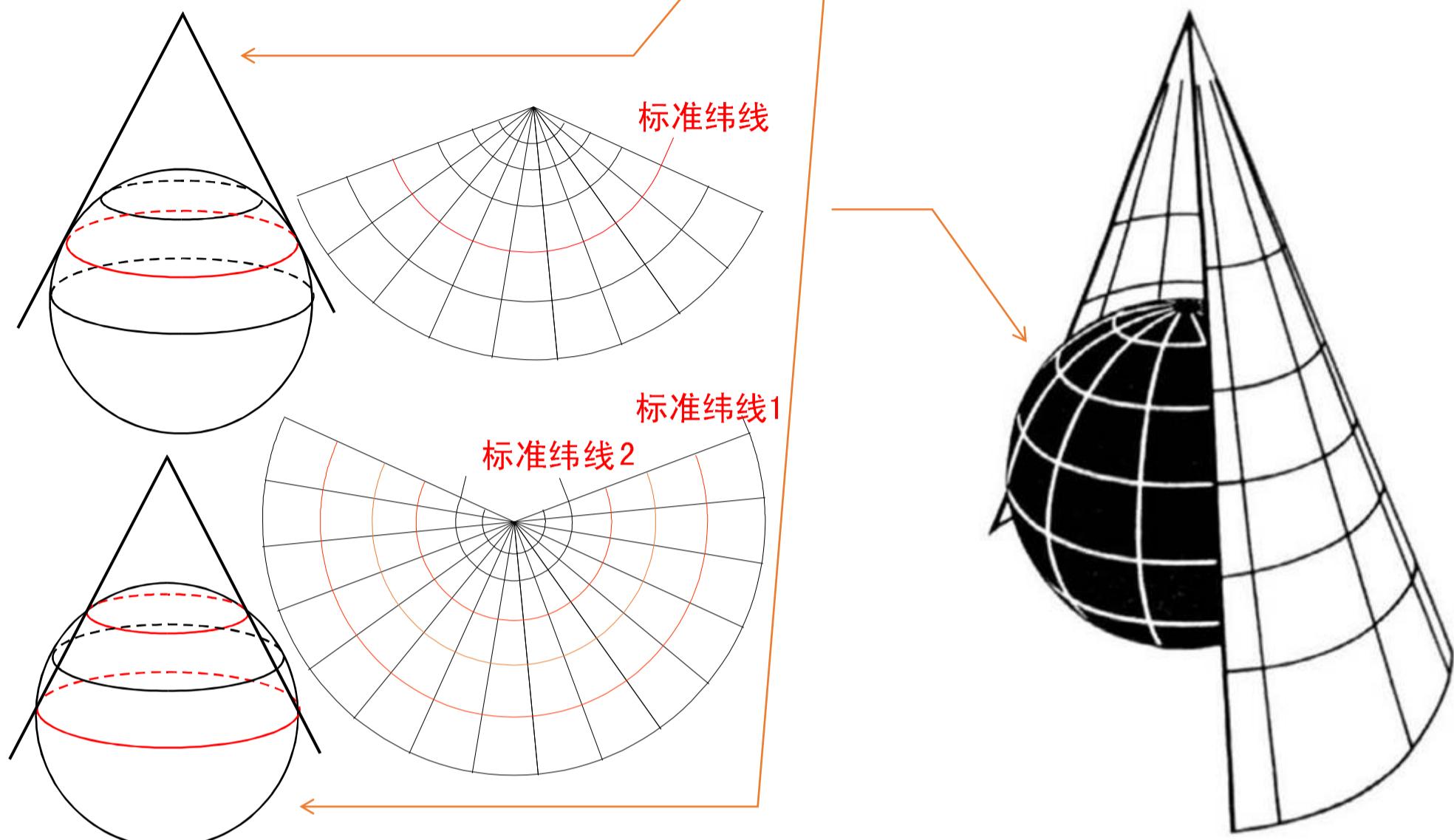
我国现行大于1: 50万比例尺的各种地形图都采用高斯-克吕格 (Gauss-KrÜger) 投影。常用的北京1954和西安1980的投影坐标系统都是高斯-克吕格投影。该投影属于等角投影，没有角度变形。为了克服距离中央经线越远的地方发生较大形变的问题，采用分带投影的方法。我国1: 2.5万~1: 50万地形图均采用6 °分带投影，1: 1万及更大比例尺地形图采用3 °分带投影，保证地图必要的精度。

UTM投影 (Universal Transverse Mercator Projection--通用横轴墨卡托投影)
-横轴等角割椭圆柱面投影



4. 兰伯特投影(等角切(割)正圆锥投影)

将地球视为一透明球体，球心置一点光源，投影面为圆锥面，通过两条(一条)标准纬线与地球相割。



兰伯特投影特点:

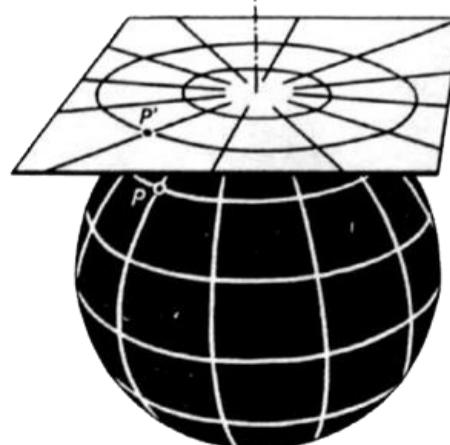
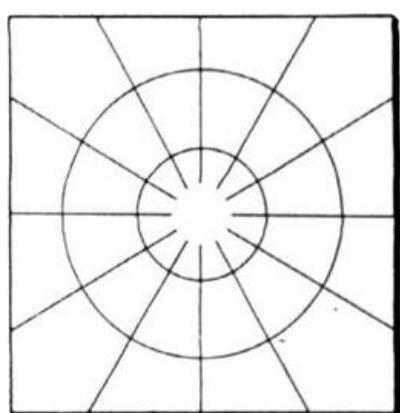
- 经线是以极点为圆心的放射直线，纬线是以极点为中心的同心圆。
- 两条标准纬线之间有一条最小比例尺纬线；两条标准纬线之间的地区长度缩短，比例尺变小；两条标准纬线之外的地区长度伸长，比例尺变大。
- 地图等角；标准纬线上无失真。
- 大圆航线凸向大比例尺一方；等角航线凹向极点。

用途:

- 世界百万普通地图和百万航图的主要投影方法

5. 极地方位投影

将地球视为一透明球体，球心置一点光源，投影面为平面，投影面通过极点与地球相切，地球表面的经纬网格投射在平面上。



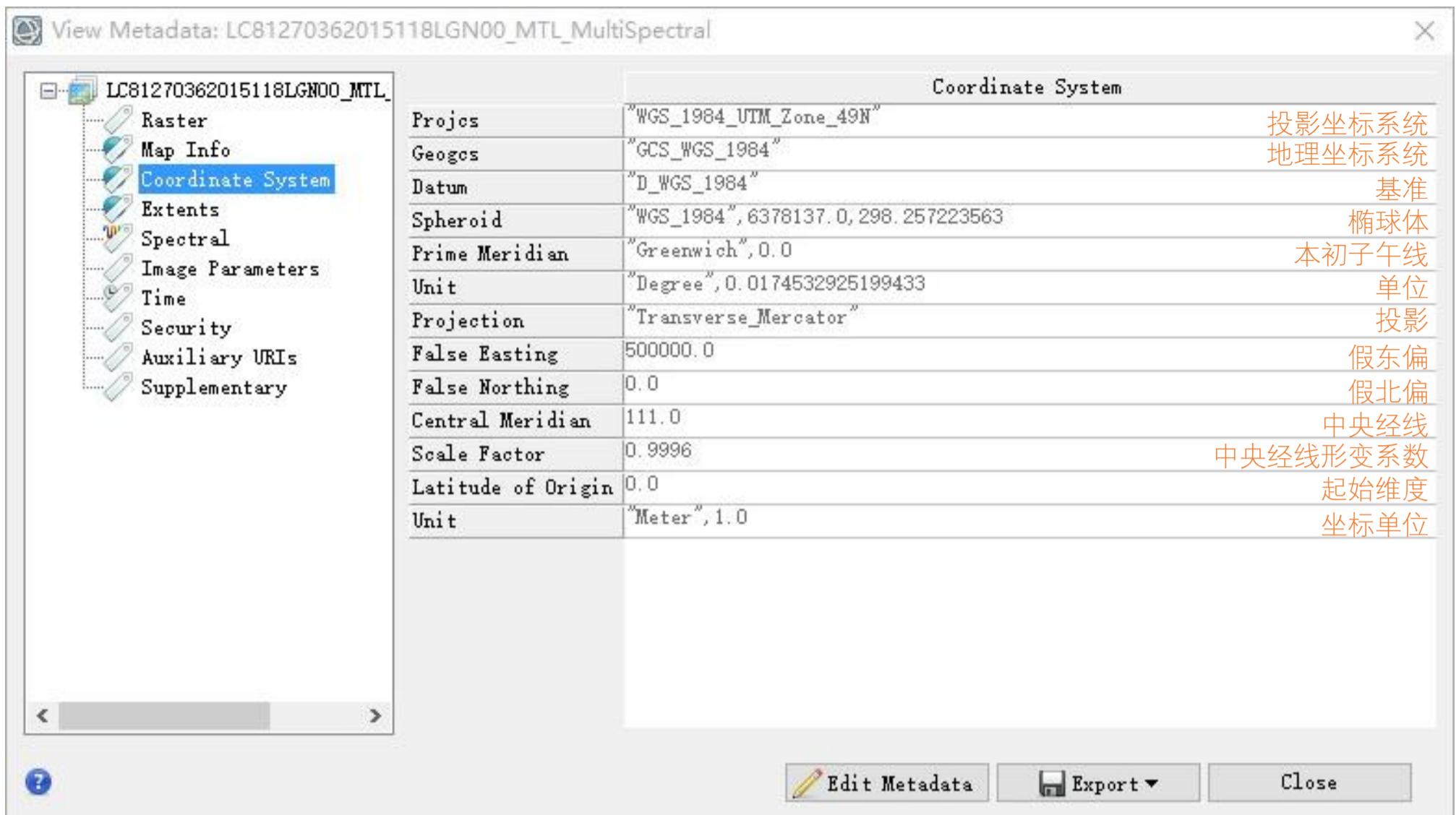
极地方位投影特点

- 经线是以极点为圆心的放射直线，纬线是以极点为圆心的同心圆弧；纬差相等，纬度越低，间隔越大。
- 大圆航线为直线，等角航线为凹向极点的螺旋曲线

用途

极地领航用图

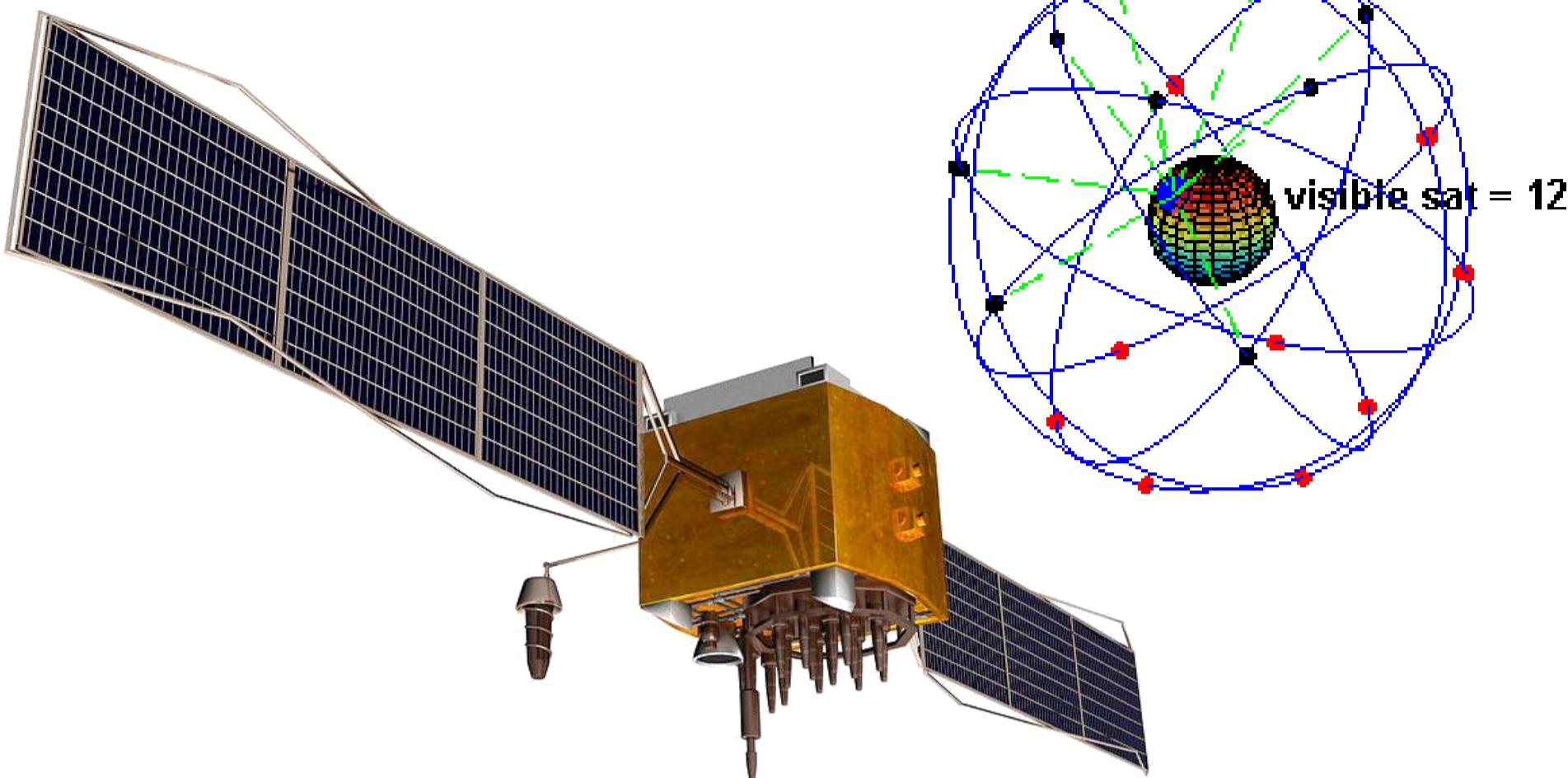
- 标画大圆航线的辅助用图



<ENVI>

GPS全球定位系统

GPS(Global Positioning System)全球(卫星)定位系统

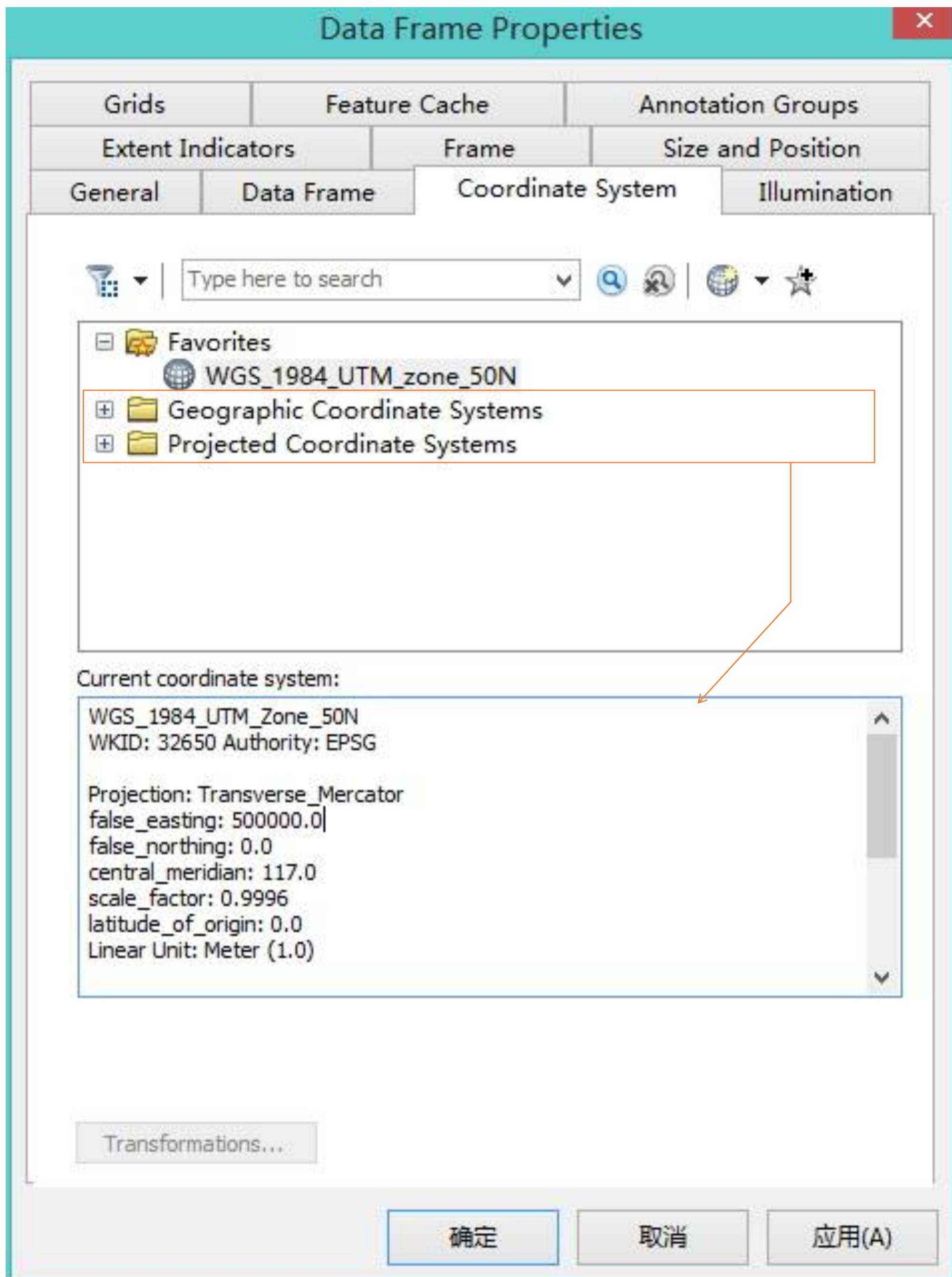


GPS卫星星座由24颗卫星组成，其中21颗为工作卫星，3颗为备用卫星。24颗卫星均匀分布在6个轨道平面上，即每个轨道面上有4颗卫星。卫星轨道面相对于地球赤道面的轨道倾角为 55° ，各轨道平面的升交点的赤经相差 60° ，一个轨道平面上的卫星比西边相邻轨道平面上的相应卫星升交角距超前 30° 。这种布局的目的是保证在全球任何地点、任何时刻至少可以观测到4颗卫星。

美国国防部研制和维护的中距离圆型轨道卫星导航系统。它可以为地球表面绝大部分地区（98%）提供准确的定位、测速和高精度的时间标准。全球定位系统可满足位于全球任何地方或近地空间的军事用户连续精确的确定三维位置、三维运动和时间的需要。该系统包括太空中的24颗GPS卫星；地面上1个主控站、3个数据注入站和5个监测站及作为用户端的GPS接收机。最少只需其中3颗卫星，就能迅速确定用户端在地球上所处的位置及海拔高度；所能收联接到的卫星数越多，解码出来的位置就越精确。

该系统由美国政府于1970年代开始进行研制并于1994年全面建成。使用者只需拥有GPS接收机即可使用该服务，无需另外付费。GPS信号分为民用的标准定位服务（SPS, Standard Positioning Service）和军规的精确定位服务（PPS, Precise Positioning Service）两类。由于SPS无须任何授权即可任意使用，原本美国因为担心敌对国家或组织会利用SPS对美国发动攻击，故在民用讯号中人为地加入选择性误差（即SA政策，Selective Availability）以降低其精确度，使其最终定位精确度大概在100米左右；军规的精度在十米以下。2000年以后，克林顿政府决定取消对民用讯号的干扰。因此，现在民用GPS也可以达到十米左右的定位精度。^[1]

GPS系统拥有如下多种优点：使用低频讯号，纵使天候不佳仍能保持相当的讯号穿透性；全球覆盖（高达98%）；三维定速定时高精度；快速、省时、高效率；应用广泛、多功能；可移动定位；不同于双星定位系统，使用过程中接收机不需要发出任何信号增加了隐蔽性，提高了其军事应用效能。（wiki）



第3次课结束

第4次课

授课题目：地理信息数据_遥感影像(RemoteSensing)_电磁波谱

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 了解什么是遥感影像；
2. 了解电磁波谱及相关属性；
3. 了解传感器以及与电磁波谱的关系；
4. 理解波段和光谱响应模式；
5. 理解光谱分辨率、空间分辨率、辐射分辨率和时间分辨率；
6. 掌握辐射定标和大气校正。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 讲述遥感影像获取的途径以及传感器与电磁波谱；
2. 讲述遥感影像的波段和光谱响应模式及波谱曲线；
3. 讲述光谱分辨率、空间分辨率、辐射分辨率和时间分辨率；
4. 讲述辐射校正中辐射定标和大气校正的含义和具体操作演示，解释数字量化值(DN)、辐射亮度值、大气表观反射率和地表反射率。

讨论、思考题、作业：

1. 完成本次课程中的案例。

教学过程设计：

授新课

拓展阅读：

[1]邓书斌 陈秋锦 社会建 徐恩惠编著.《ENVI遥感图像处理方法(第二版)》[M].高等教育出版社, 2015.07



遥感影像(RS)释义

RS: 使用传感器探测非接触目标特征信息的技术。



Orbital platform 轨道飞行

轨道+卫星(传感器)



Suborbital platform
亚轨道飞行

Remote sensing instrument
传感器

H
altitude above
ground level
(AGL)
地面海拔高度

β
instantaneous-
field-of-view (IFOV)
of the sensor system
瞬时视场角

Object, area, or
materials within the
ground-projected IFOV
瞬时视场角地面投影
内对象

diameter of the
ground-projected IFOV
瞬时视场角地面投影直径

100 km(62 miles)

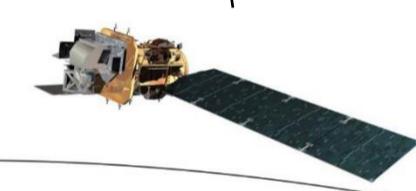
80 km(50 miles)

16 km(10 miles)



Earth 地球表面

111



Orbital spaceflight 轨道飞行

240km(150 miles)

Space 太空

Suborbital spaceflight 亚轨道飞行

Upper Atmosphere
大气上层

Air Traffic 航空

电磁波谱 electromagnetic spectrum

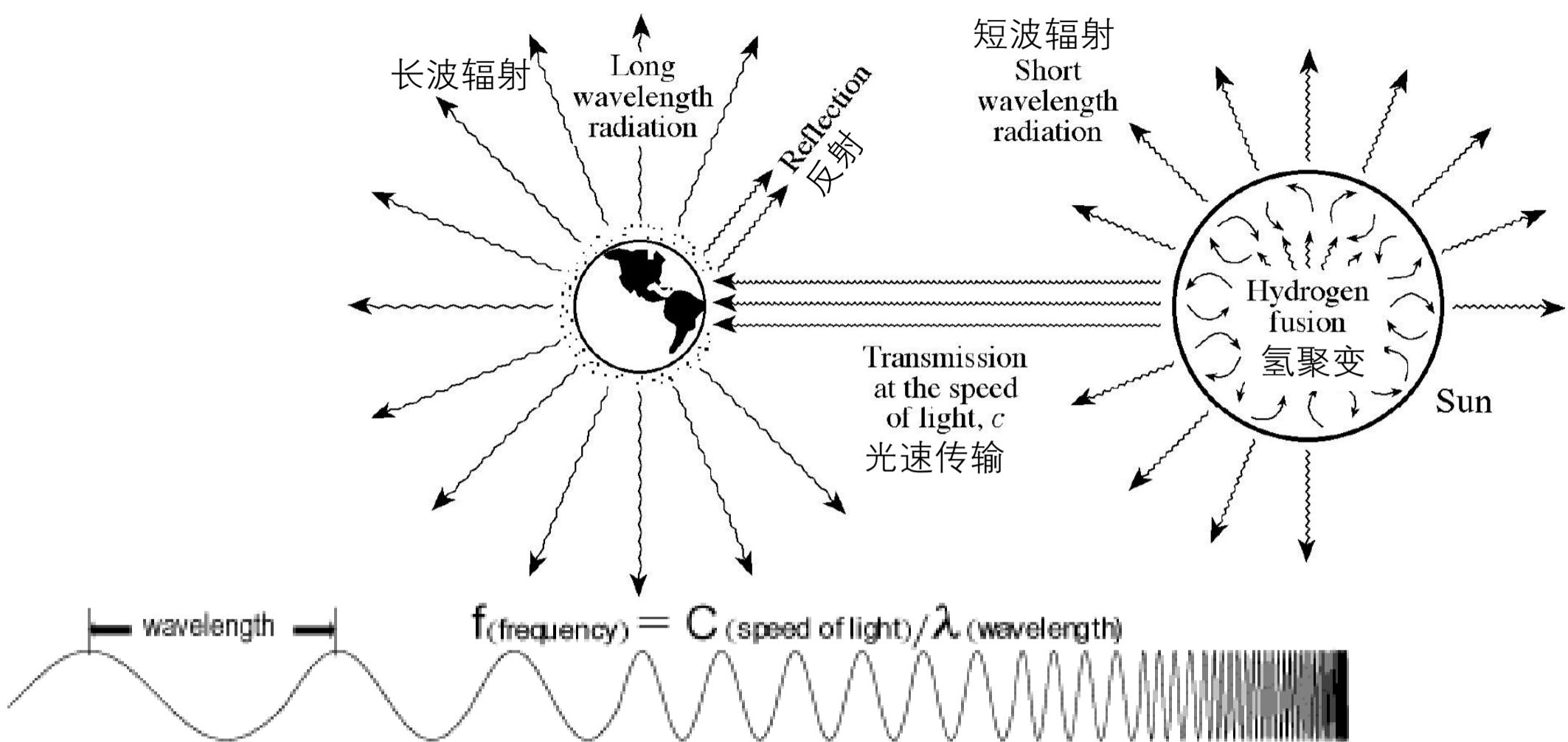
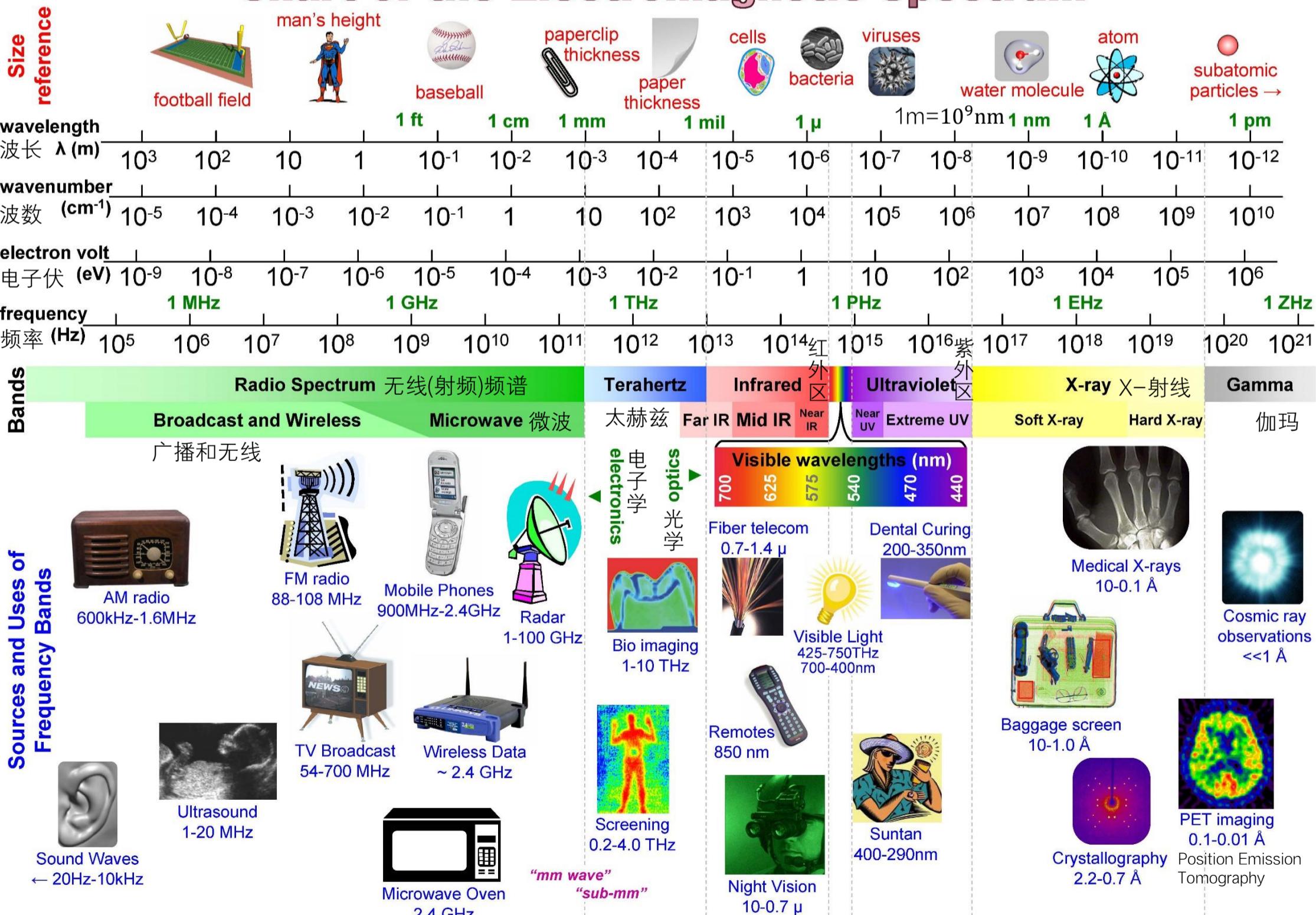
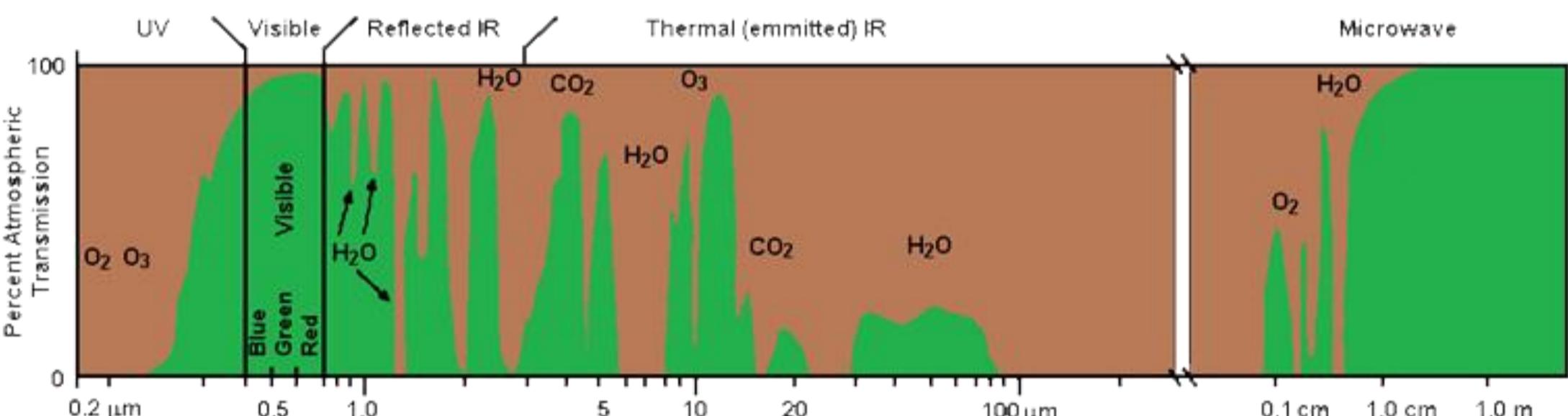
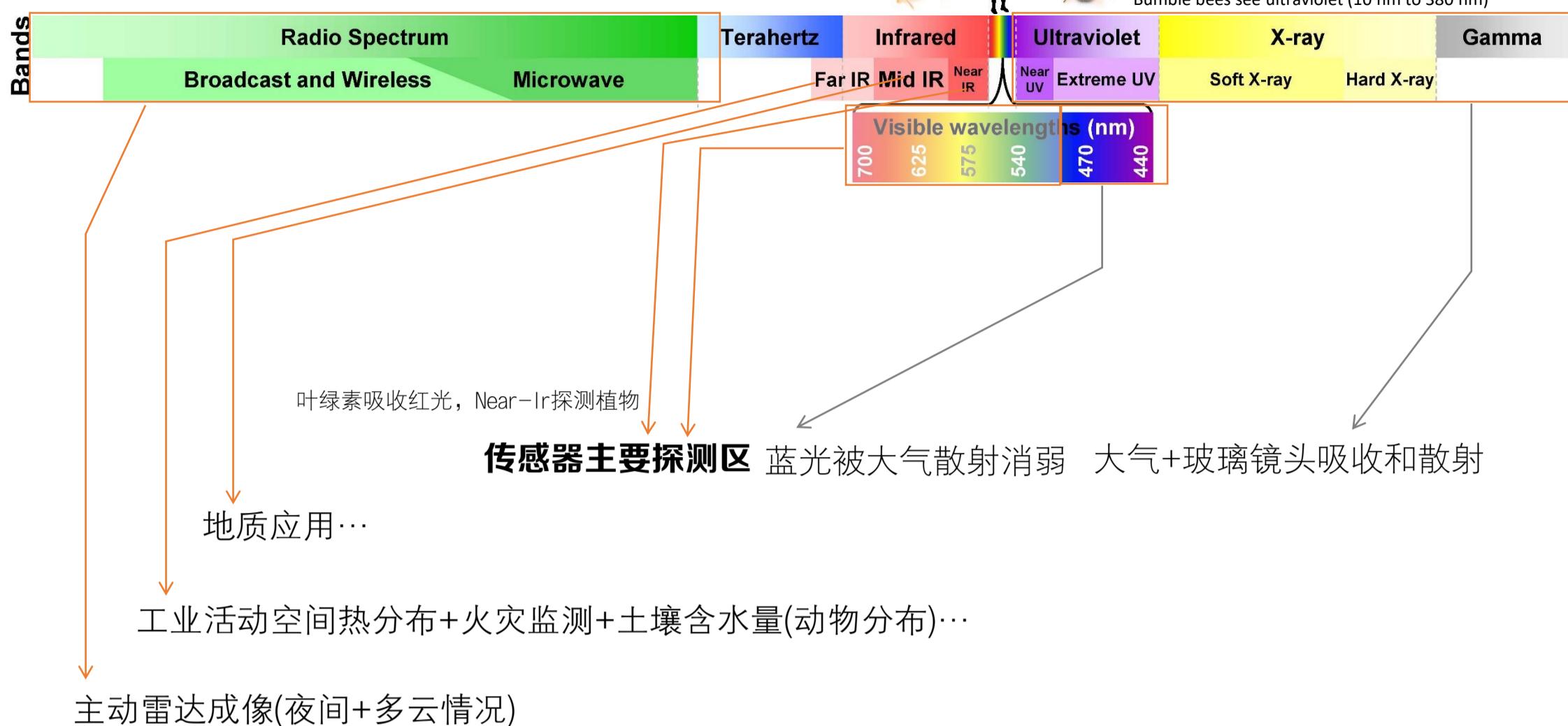
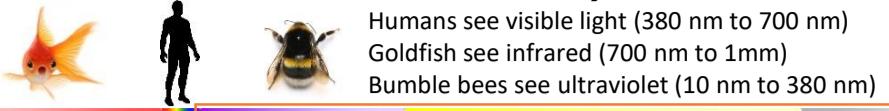


Chart of the Electromagnetic Spectrum



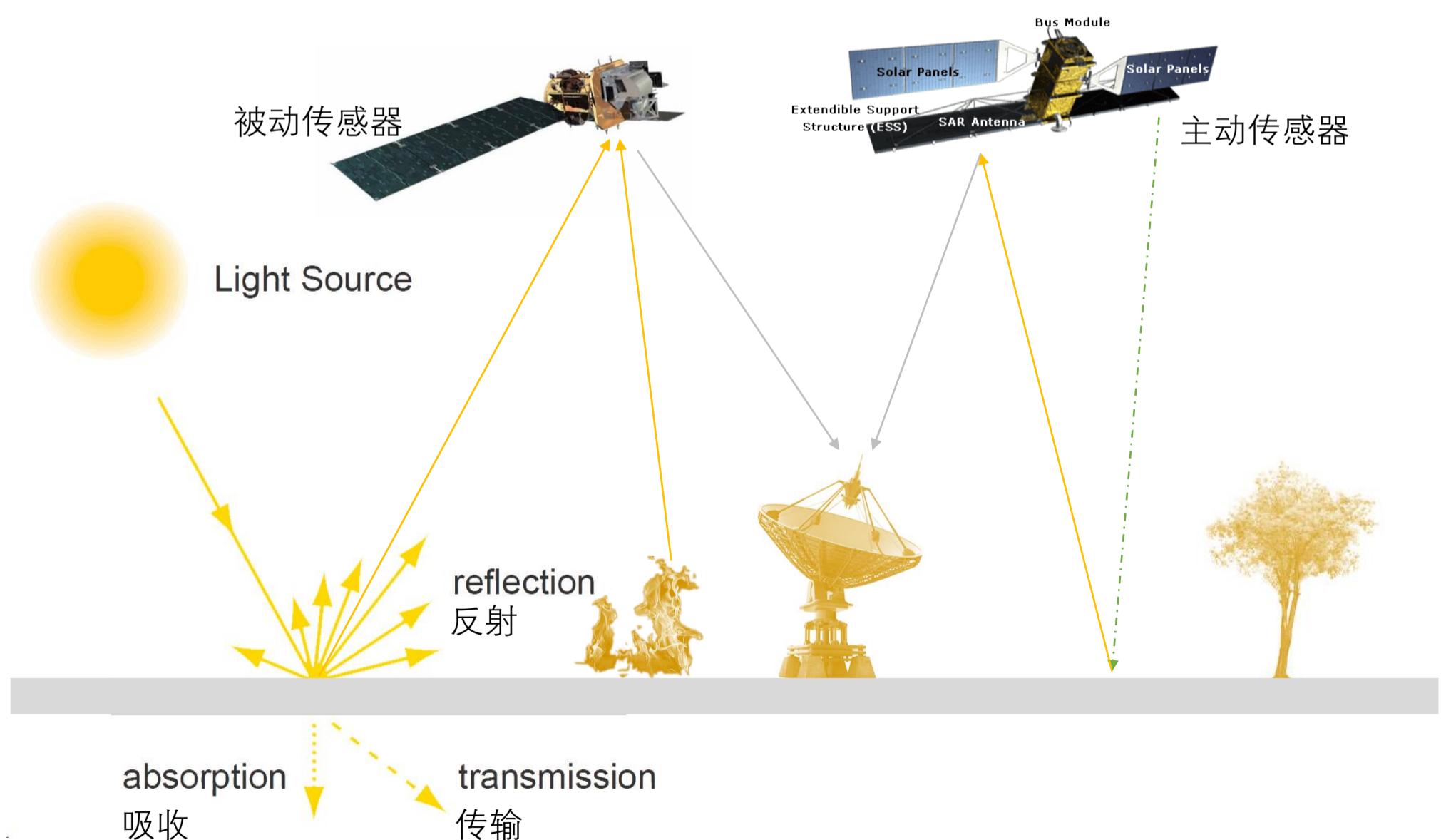
$$\lambda = 3 \times 10^8 / \text{freq} = 1 / (\text{wn} * 100) = 1.24 \times 10^{-6} / \text{eV}$$

波长与遥感



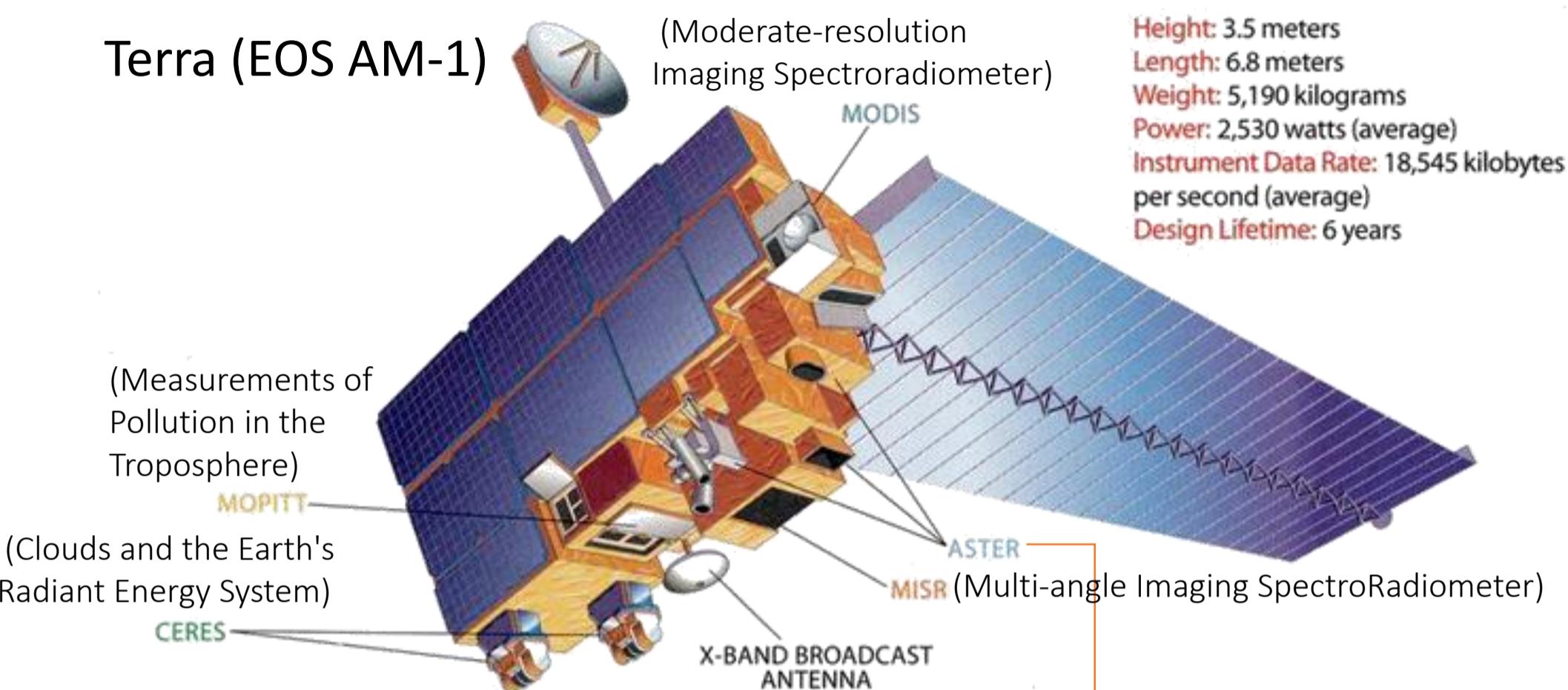
Region Name	Wavelength	Comments
Gamma Ray	<0.03 nanometers	Entirely absorbed by the Earth's atmosphere and not available for remote sensing.
X-ray	0.03 to 30 nanometers	Entirely absorbed by the Earth's atmosphere and not available for remote sensing.
Ultraviolet	0.03 to 0.4 micrometers	Wavelengths from 0.03 to 0.3 micrometers absorbed by ozone in the Earth's atmosphere.
Photographic Ultraviolet	0.3 to 0.4 micrometers	Available for remote sensing the Earth. Can be imaged with cameras and sensors.
Visible	0.4 to 0.7 micrometers	Available for remote sensing the Earth. Can be imaged with cameras and sensors.
Near and Mid Infrared	0.7 to 3.0 micrometers	Available for remote sensing the Earth. Can be imaged with cameras and sensors.
Thermal Infrared	<0.7 to 3.0 micrometers	Available for remote sensing the Earth. This wavelength cannot be captured by film cameras. Sensors are used to image this wavelength band
Microwave or Radar	0.1 to 100 centimeters	Longer wavelengths of this band can pass through clouds, fog, and rain. Images using this band can be made with sensors that actively emit microwaves.
Radio	>100 centimeters	Not normally used for remote sensing the Earth.

被动|主动传感器(Passive and Active Sensor Systems) +交互作用机制



Terra (EOS AM-1) is a multi-national NASA scientific research satellite in a Sun-synchronous orbit around the Earth. It is the flagship of the Earth Observing System (EOS). The name "Terra" comes from the Latin word for Earth.

Terra (EOS AM-1)



Mission type

Climate research

Operator

NASA

COSPAR ID

1999-068A

SATCAT №

25994

Website

terra.nasa.gov

Spacecraft properties

Manufacturer

NASA

Launch mass

4,864 kilograms (10,723 lb)

Start of mission

the Visible and Near Infrared

Launch date

December 18, 1999,
18:57:39 UTC

Rocket

Atlas IIAS AC-141

Launch site

Vandenberg SLC-3E

Contractor

ILS

Orbital parameters

Reference system

Geocentric

Regime

LEO

Semi-major axis

7,077.7 kilometers (4,397.9 mi)

Eccentricity

0.0001463

Perigee

705 kilometers (438 mi)

Apogee

725 kilometers (450 mi)

Inclination

98.1991°

Period

98.8 minutes

RAAN

347.8576 degrees

Argument of perigee

94.9883 degrees

Mean anomaly

265.1483 degrees

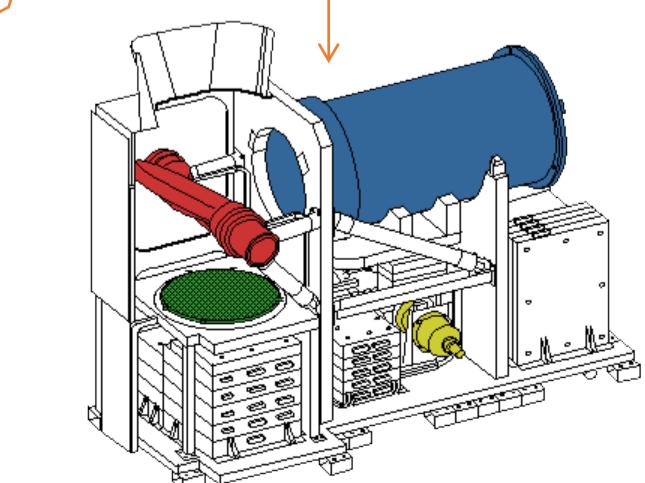
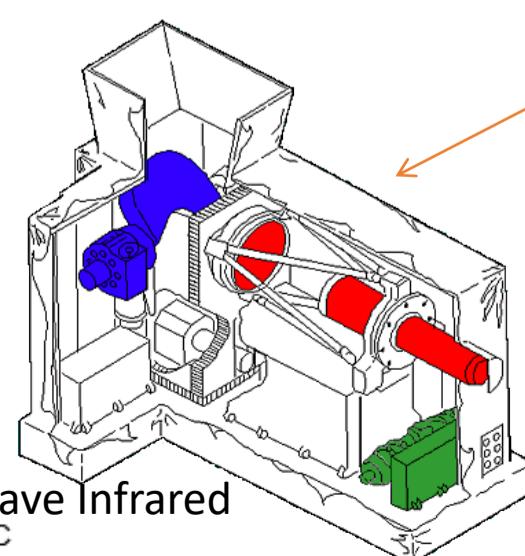
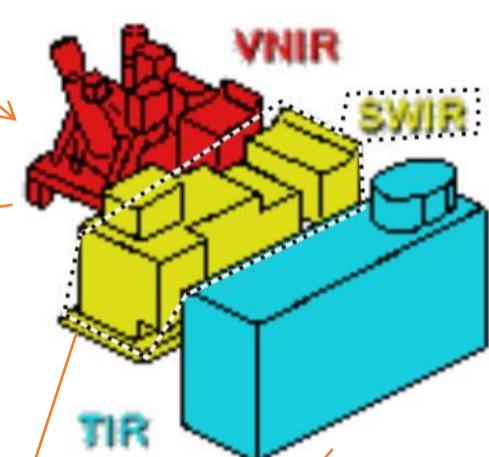
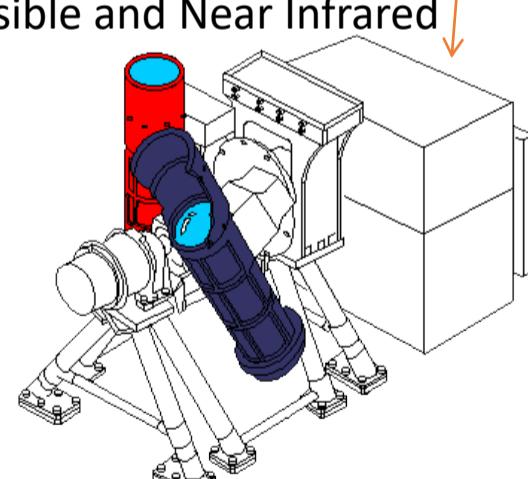
Mean motion

14.57127432

Epoch

01 October 2013 11:49:00 UTC

ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)
高级星载热发射和反射辐射器



Band	Label	Wavelength (μm)	Resolution (m)	Nadir or Backward	Description
VNIR	B1	VNIR_Band1	0.520–0.600	15	Visible green/yellow
	B2	VNIR_Band2	0.630–0.690	15	Visible red
	B3	VNIR_Band3N	0.760–0.860	15	Nadir
	B4	VNIR_Band3B	0.760–0.860	15	Backward Near infrared
SWIR	B5	SWIR_Band4	1.600–1.700	30	Nadir
	B6	SWIR_Band5	2.145–2.185	30	Nadir
	B7	SWIR_Band6	2.185–2.225	30	Nadir
	B8	SWIR_Band7	2.235–2.285	30	Nadir
	B9	SWIR_Band8	2.295–2.365	30	Nadir
	B10	SWIR_Band9	2.360–2.430	30	Nadir
TIR	B11	TIR_Band10	8.125–8.475	90	Nadir
	B12	TIR_Band11	8.475–8.825	90	Nadir
	B13	TIR_Band12	8.925–9.275	90	Nadir
	B14	TIR_Band13	10.250–10.950	90	Nadir
	B15	TIR_Band14	10.950–11.650	90	Nadir Long-wave infrared or thermal IR

ASTER Global Digital Elevation Model

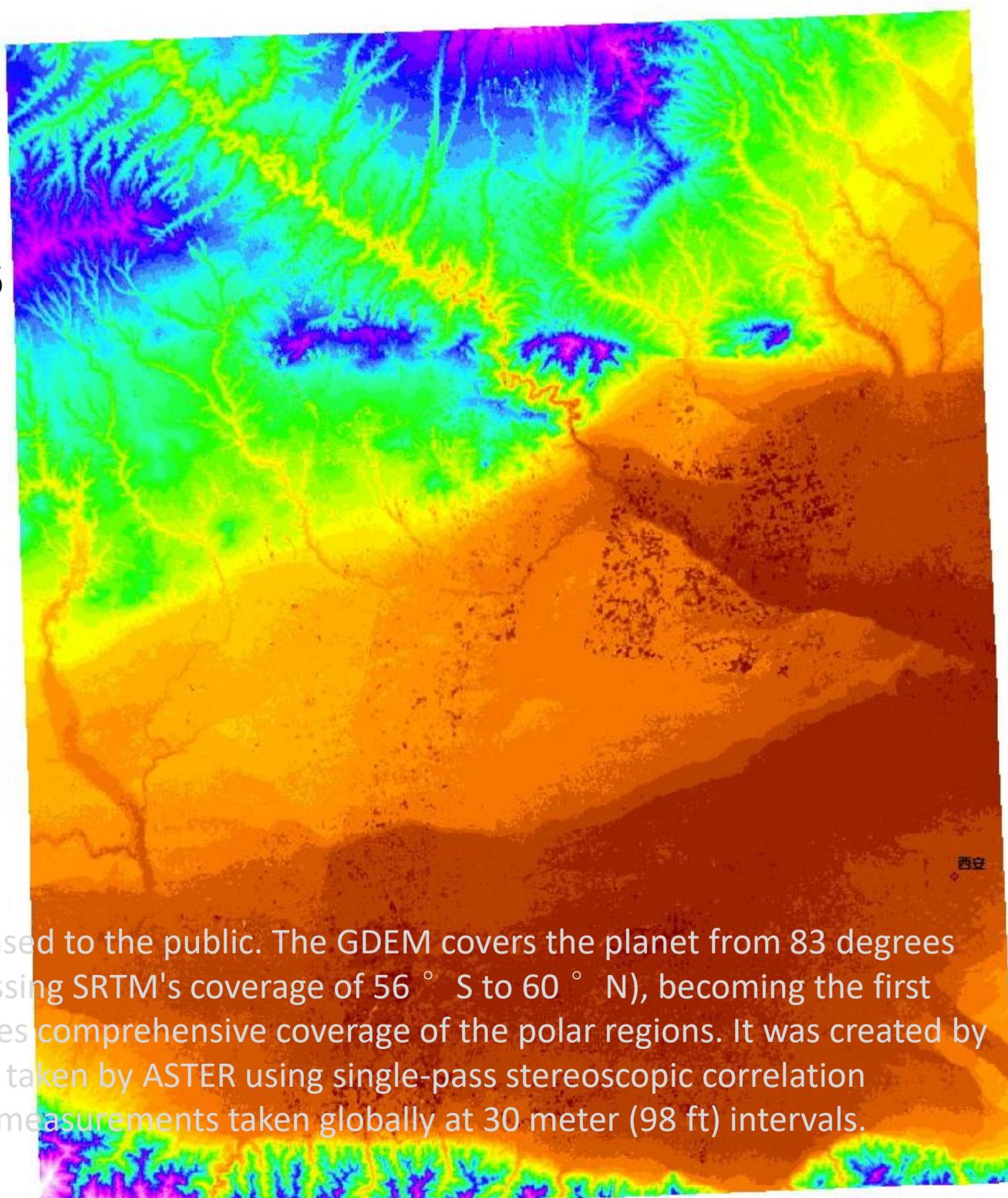
基本信息

数据标识 ASTGTM_N34E108
 条带号 108 行编号 34
 水平分辨率 2.777777778E-4
 垂直分辨率 -2.777777778E-4

空间信息

中心经度 108.5 中心纬度 34.5
 左上角经度 107.9998
 左上角纬度 35.0001
 右上角经度 109.0001
 右上角纬度 35.0001
 右下角经度 109.0001
 右下角纬度 33.9998
 左下角经度 107.9998
 左下角纬度 33.9998

ASTGTM_N34E108G.img

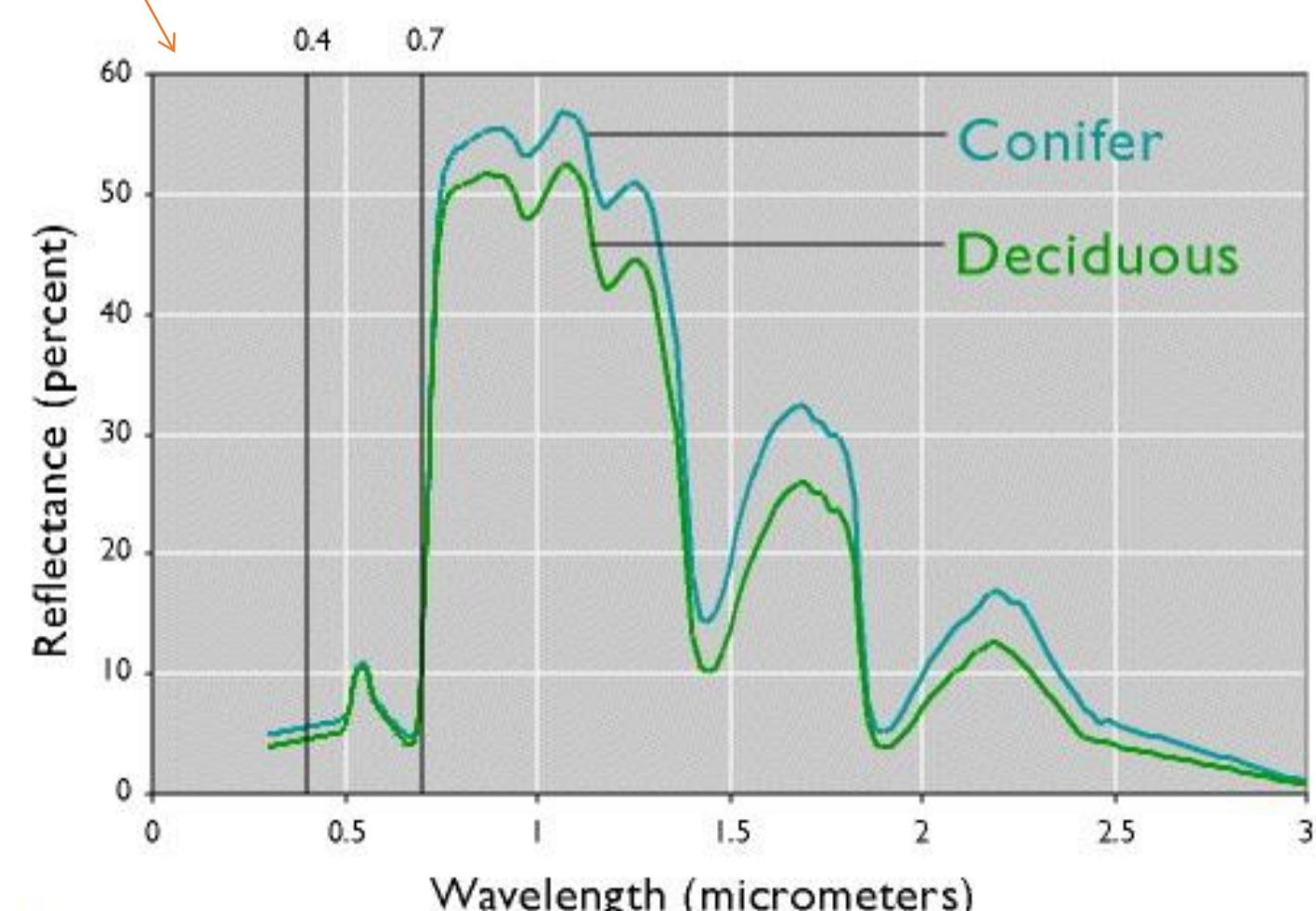
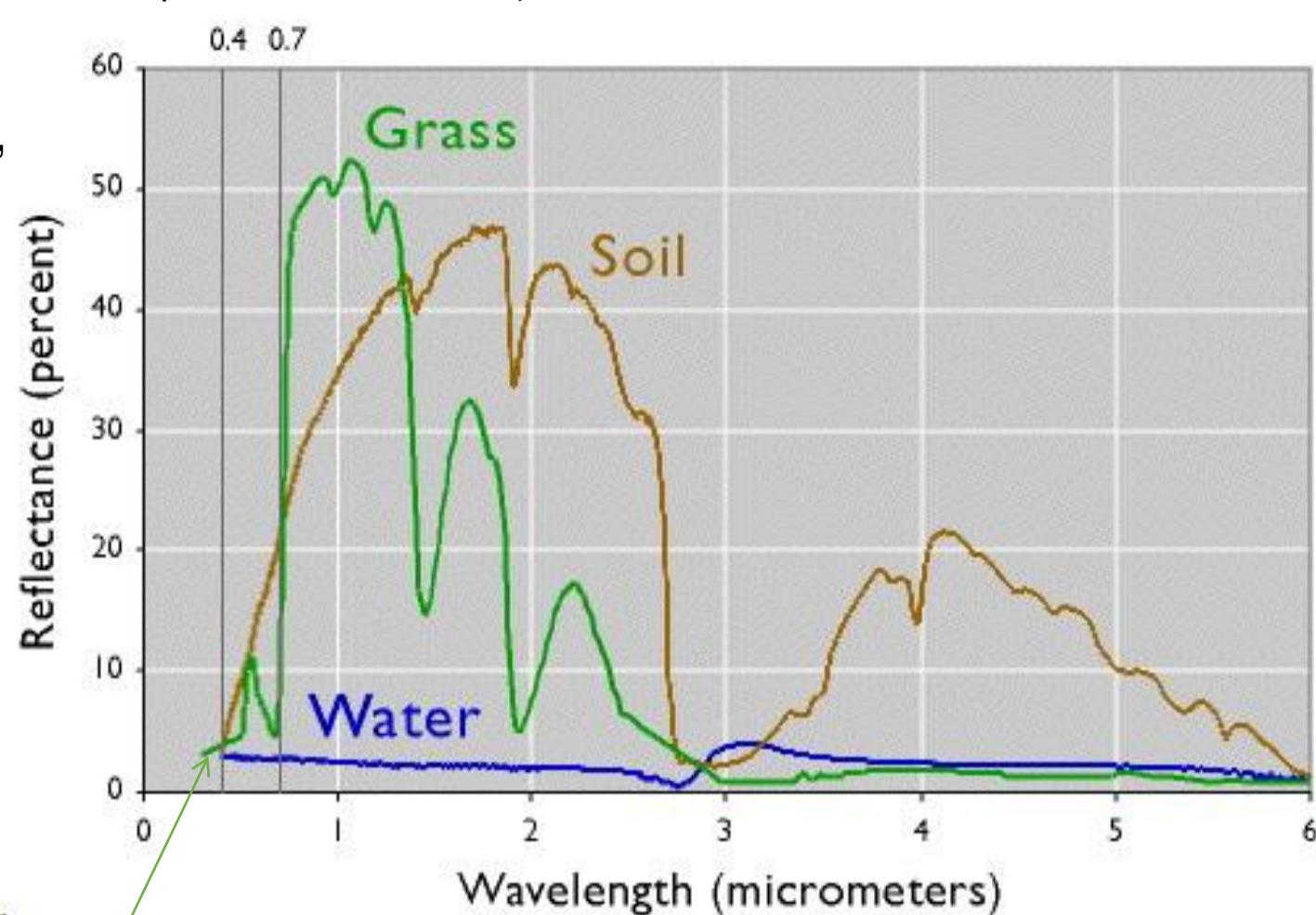
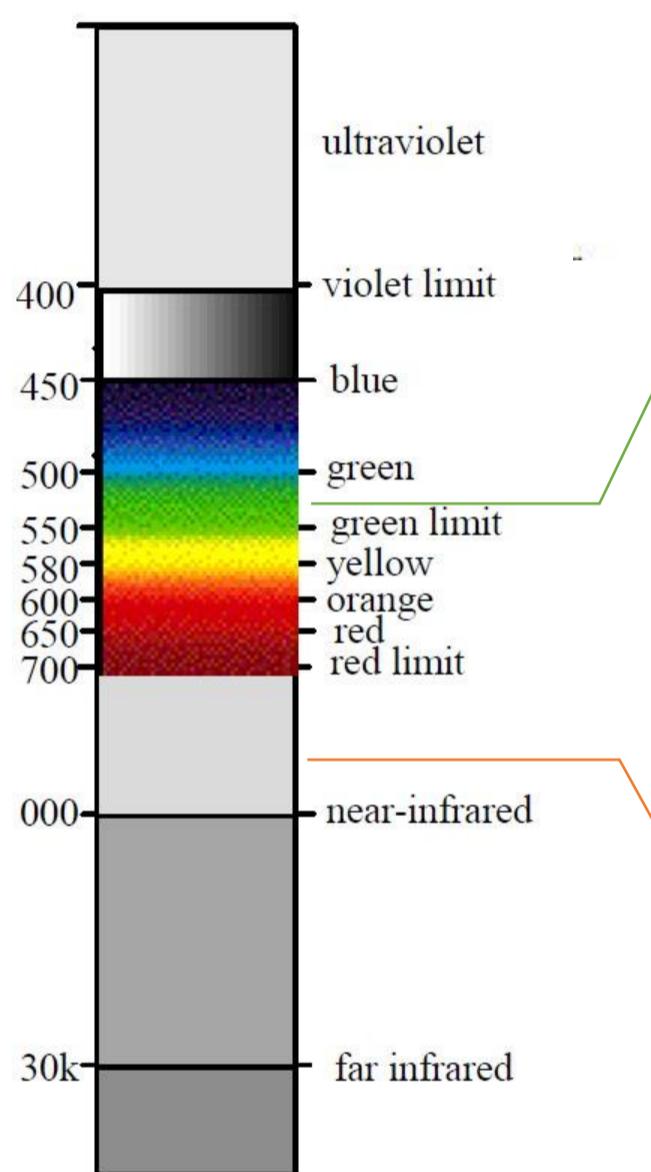


On 29 June 2009, GDEM was released to the public. The GDEM covers the planet from 83 degrees North to 83 degrees South (surpassing SRTM's coverage of 56 ° S to 60 ° N), becoming the first earth mapping system that provides comprehensive coverage of the polar regions. It was created by compiling 1.3 million VNIR images taken by ASTER using single-pass stereoscopic correlation techniques, with terrain elevation measurements taken globally at 30 meter (98 ft) intervals.

光谱响应模式(Spectral Response Patterns)

对象反射或者发射一定范围波长的电磁波能量大小，为光谱响应模式。

The magnitude of energy that an object reflects or emits across a range of wavelengths is called spectral response pattern.



ASTER Spectral Library <http://speclib.jpl.nasa.gov/>

Navigation
Home
News
Documents
Order
Search

Search

The ASTER spectral library includes a comprehensive search tool which allows you to search the library database for your material. The search returns a list of materials that match your search criteria, you can click on any of the items in the returned list to see a scaled plot of the spectrum and the ancillary information for the spectrum, you can also download the spectral data.

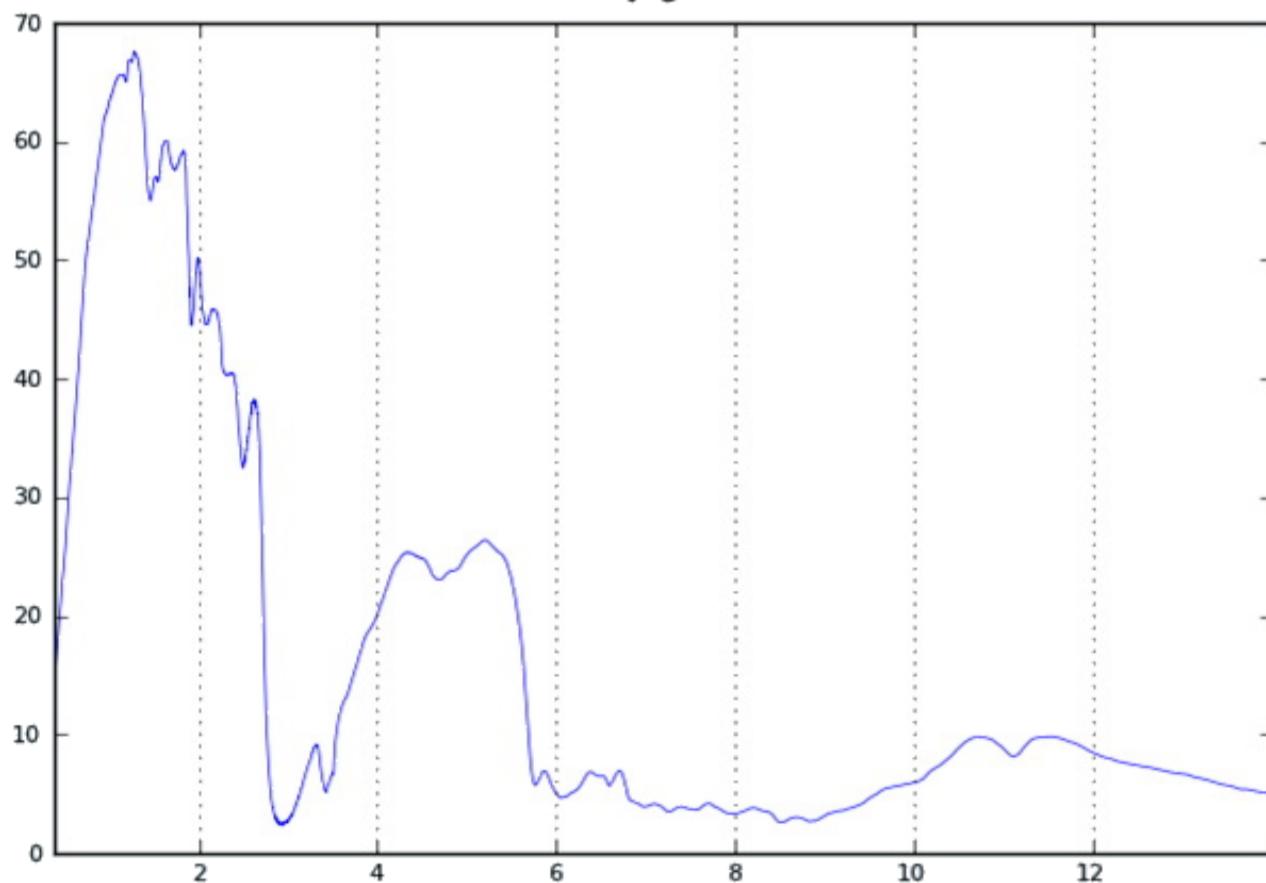
Select a class of materials to search from the list below:

[Minerals \(1748\)](#) [Lunar \(17\)](#) [Vegetation\(4\)](#)
[Rocks\(473\)](#) [Meteorites \(60\)](#) [Water/Snow/Ice\(9\)](#)
[Soils \(69\)](#) [Man-Made \(84\)](#)

« October 2015 »						
Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
				1	2	3
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

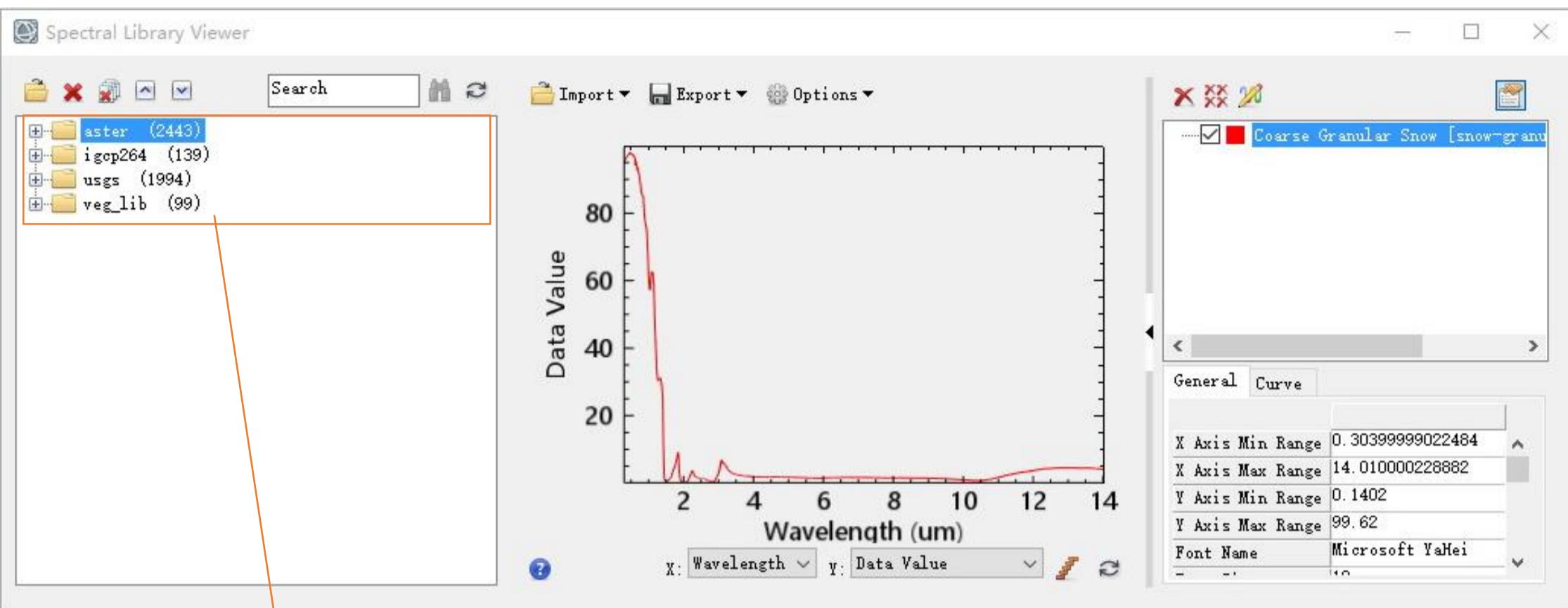
矿物质、岩石、土壤、陨石、植被、水/雪/冰、人造物质、月球

ALL RIGHTS RESERVED Copyright California Institute of Technology U.S. Government Sponsorship Acknowledged under NAS CL#00-1236

Dry grass

Name: Dry grass
Type: Vegetation
Class: Grasses
Subclass: Dry grass
Particle Size: Solid
Sample No.: drygrass.doc
Owner: JHU
Wavelength Range: All
Origin: The entire spectral range was measured at Johns Hopkins University.
Description: Dry grass. Spectra were assembled from two segments; the bidirectional VNIR and SWIR comprising segment one, and the hemispherical MWIR and TIR comprising segment two. The VNIR/SWIR spectrum was measured in the laboratory at JHU with a GER IRIS Mark IV, using a large piece of sod. The grass was illuminated from directly above and measured at a reflectance angle of 60 degrees to avoid viewing the thatch.
Measurement: Bidirectional and directional hemispherical reflectance.

Cite:Baldridge, A. M., S.J. Hook, C.I. Grove and G. Rivera, 2009.. The ASTER Spectral Library Version 2.0. *Remote Sensing of Environment*, vol 113, pp. 711-715.



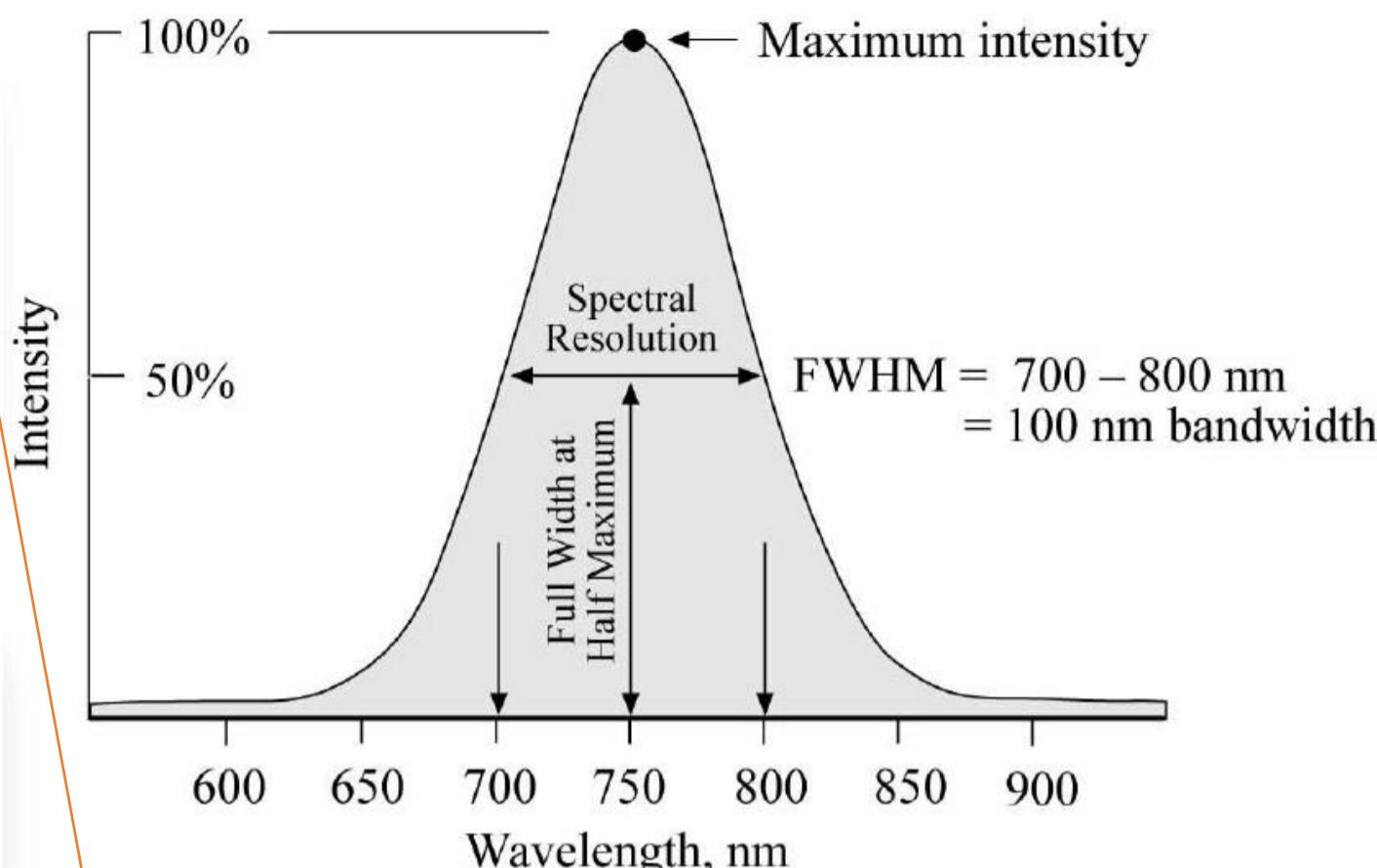
ASTER Spectral Library Version 2
2443种

IGCP波谱库
26+种

USGS
1994种

植物波谱库
99种

光谱分辨率(Spectral Resolution)



定义1：遥感器能分辨的最小波长间隔，是遥感器的性能指标。遥感器的波段划分得越细，光谱的分辨率就越高，遥感影像区分不同地物的能力越强。

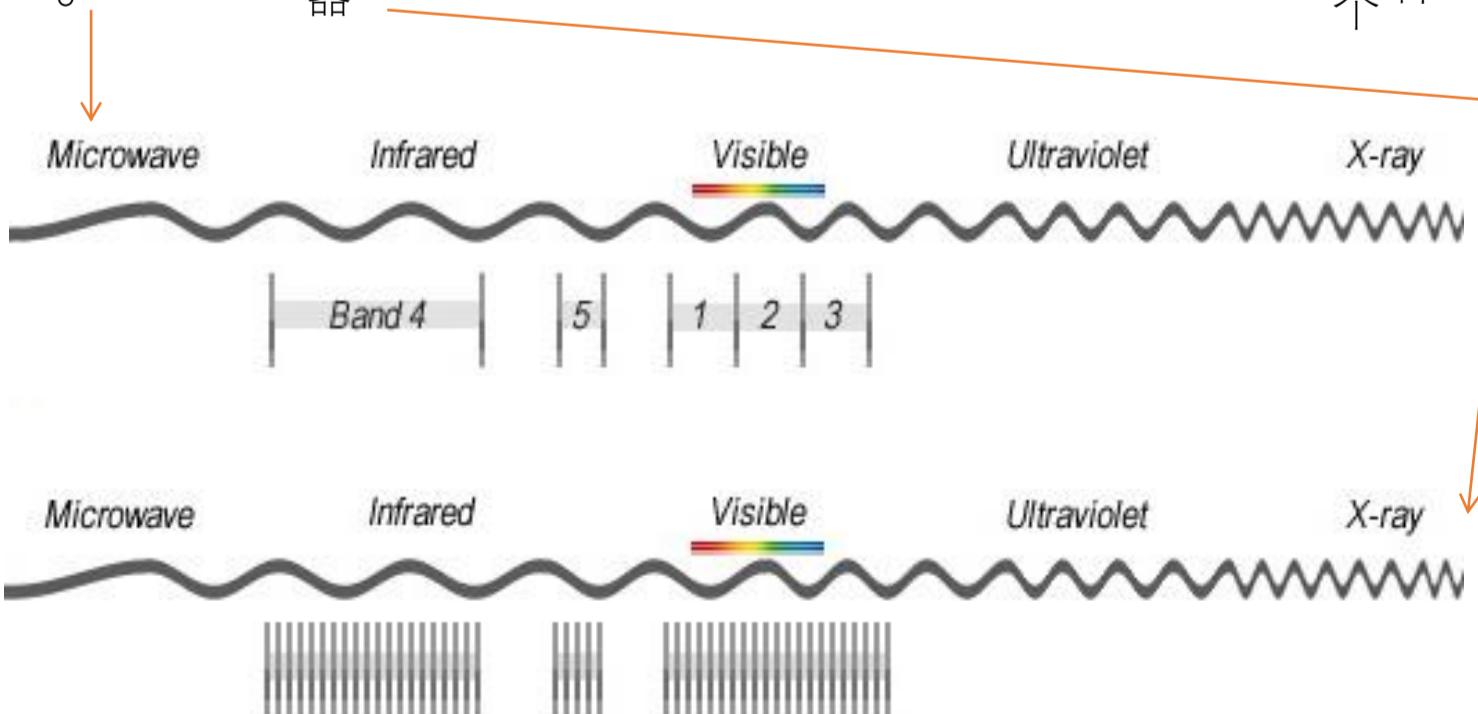
定义2：多光谱遥感器接收目标辐射信号时所能分辨的最小波长间隔。

传感器的波段数越多波段宽度越窄，地面物体的信息越容易区分和识别，针对性越强，相应光谱分辨率高。

多光谱 | 高光谱(Multispectral | Hyperspectral remote sensing) | 超光谱

在光谱分辨率0.1mm数量级，这样的传感器可见光和近红外区域一般只有几个波段。

波段。光谱分辨率在0.001mm=1nm数量级，这样



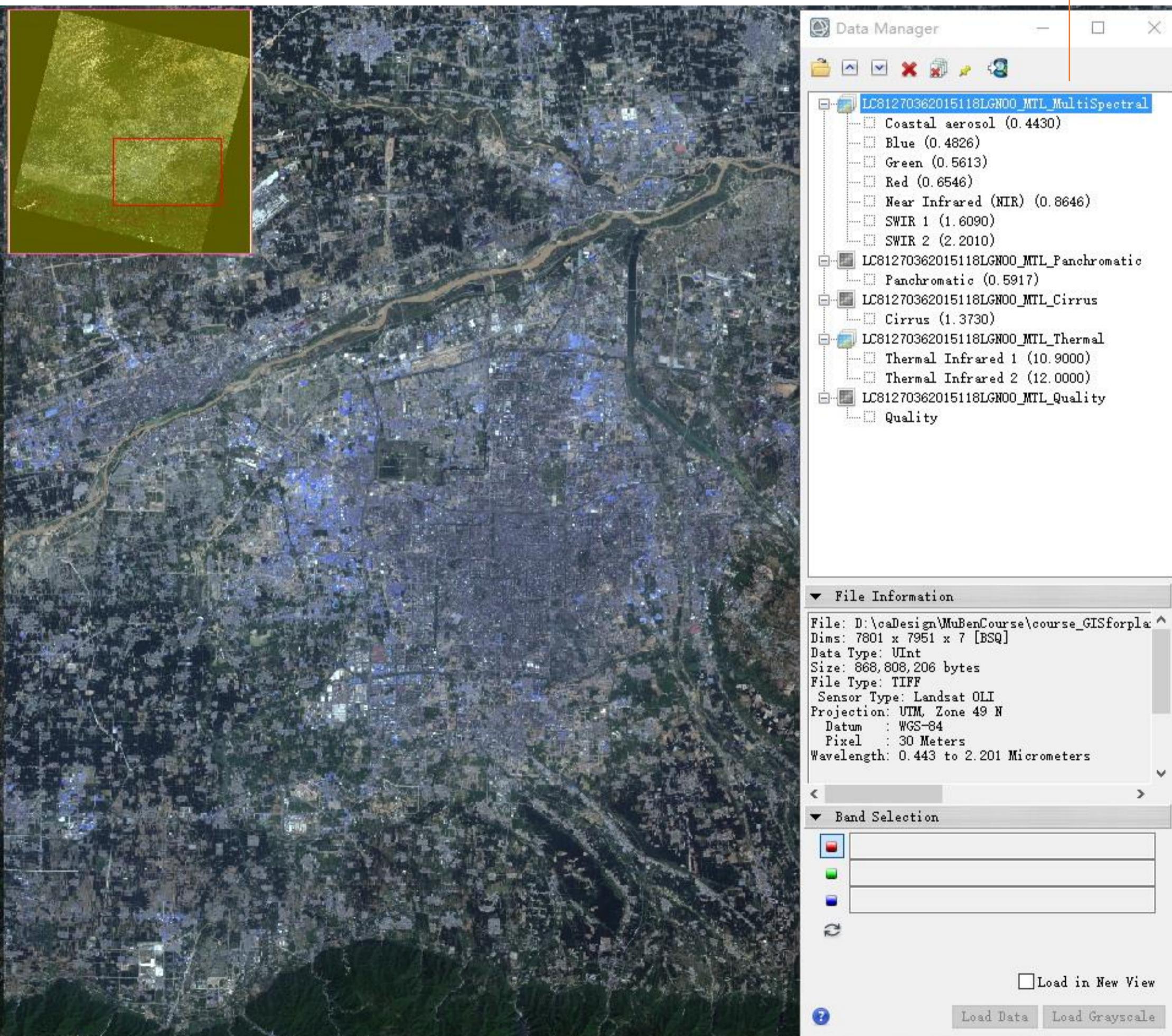
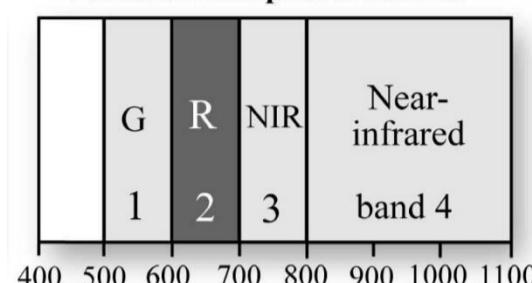
主要用于海岸带观测

更好区分植被和无植被特征
包含水汽强吸收特征，云检测

多光谱_Landsat 8

海蓝波段 Band 1: Coastal aerosol (0.43-0.45 um)
 Band 2: Blue (0.45-0.51 um)
 Band 3: Green (0.53-0.59 um)
 Band 4: Red (0.64-0.67 um)
 Band 5: Near infrared NIR (0.85-0.88 um)
 Band 6: Short-wave Infrared SWIR 1 (1.57-1.65 um)
 Band 7: Short-wave Infrared SWIR 2 (2.11-2.29 um)
 全色波段 Band 8: Panchromatic (0.50-0.68 um)
 卷云波段 Band 9: Cirrus (1.36-1.38 um)
 Band 10: Thermal Infrared TIRS 1 (10.60-11.19 um)
 Band 11: Thermal Infrared TIRS 2 (11.50-12.51 um)

Landsat Multispectral Scanner



View Metadata: EO1H1230322006166110PU_MTL_HyperSpectral

Raster	
Dataset	D:\caDesign\MuBenCourse\course_GISforplan\gis_data\EO1H1230322006166110PU\
Size	1,813,152,330 bytes
Type	TIFF
Columns	1081
Rows	3461
Bands	242
Interleave	BSQ
Data Type	Integer
Data Ignore Value	0.0
Sensor Type	Hyperion

?

Edit Metadata Export Close

高光谱_EO-1_Hyperion L1G

The main image shows a satellite view of a mountainous landscape with various land cover types, including green forests, brownish areas, and some urban or developed land. A yellow rectangular inset on the left side provides a detailed view of a forested area, with a red rectangular box highlighting a specific region within it.

Data Manager

- EO1H1230322006166110PU_MTL_HyperSpectral
- B1 (355.5900)
- B2 (365.7600)
- B3 (375.9400)
- B4 (386.1100)
- B5 (396.2900)
- B6 (406.4600)
- B7 (416.6400)
- B8 (426.8200)
- B9 (436.9900)
- B10 (447.1700)
- B11 (457.3400)
- B12 (467.5200)**
- B13 (477.6900)
- B14 (487.8700)
- B15 (498.0400)
- B16 (508.2200)
- B17 (518.3900)
- B18 (528.5700)
- B19 (538.7400)
- B20 (548.9200)
- B21 (559.0900)
- B22 (569.2700)
- B23 (579.4500)

File Information

File: D:\caDesign\MuBenCourse\course_GISforpla
Dims: 1081 x 3461 x 242 [BSQ]
Data Type: Integer
Size: 1,813,152,330 bytes
File Type: TIFF
Sensor Type: Hyperion
Projection: UTM, Zone 50 N
Datum: WGS-84
Pixel: 30 Meters
Wavelength: 355.59 to 2577.08 Nanometers

Band Selection

- B29 (640.5000) [EO1H12303220061...]
- B20 (548.9200) [EO1H12303220061...]
- B12 (467.5200) [EO1H12303220061...]

Load in New View

?

Load Data Load Grayscale

空间分辨率(Spatial Resolution)

Imagery of Harbor Town in Hilton Head, SC, at Various Nominal Spatial Resolutions



a. 0.5×0.5 m.



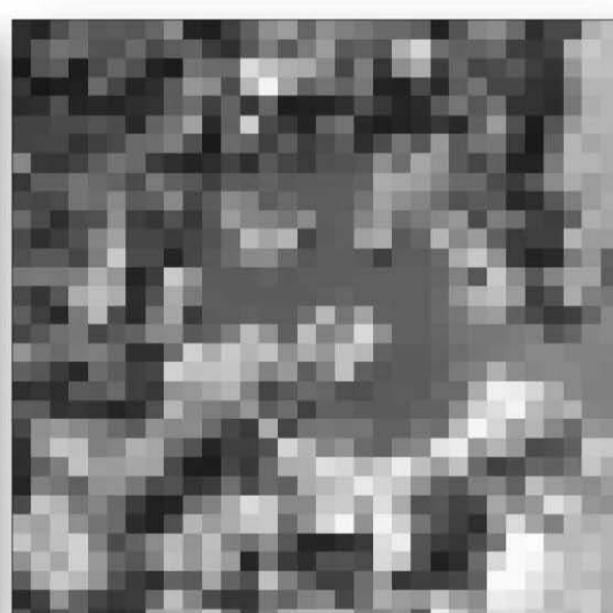
b. 1×1 m.



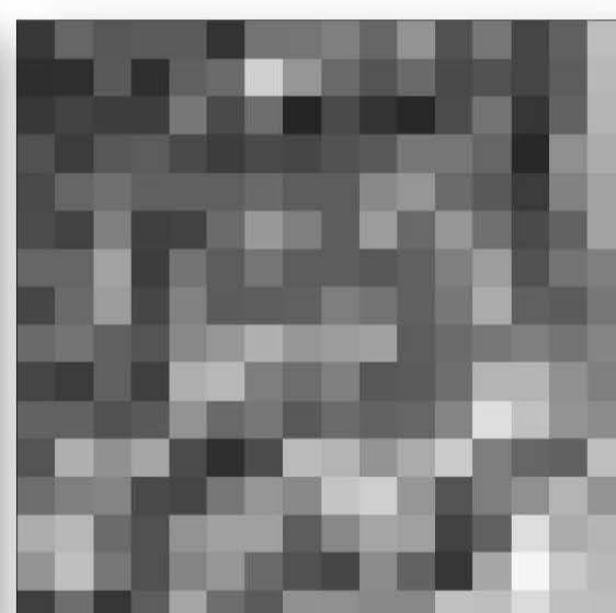
c. 2.5×2.5 m.



d. 5×5 m.



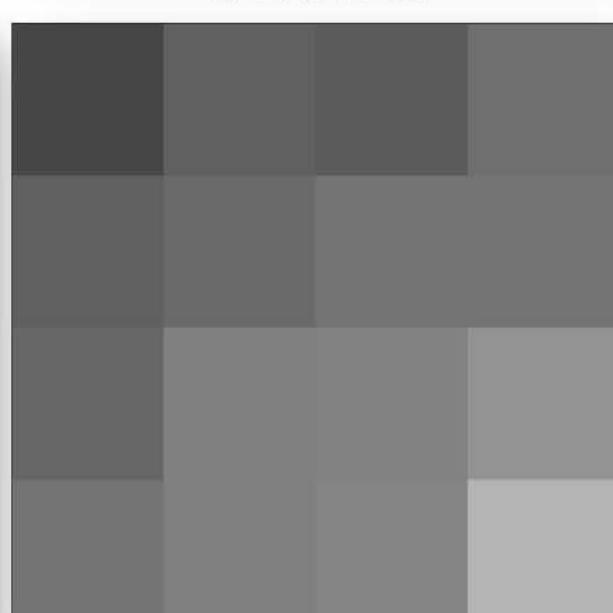
e. 10×10 m.



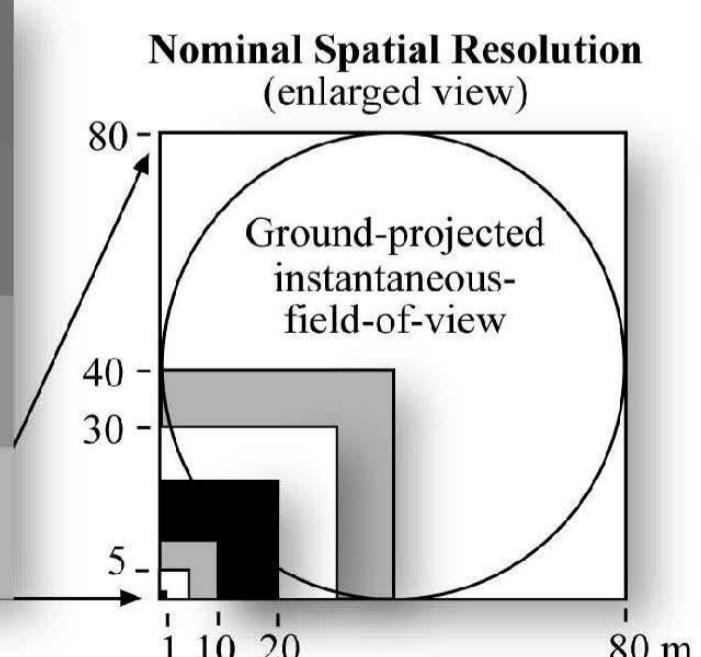
f. 20×20 m.



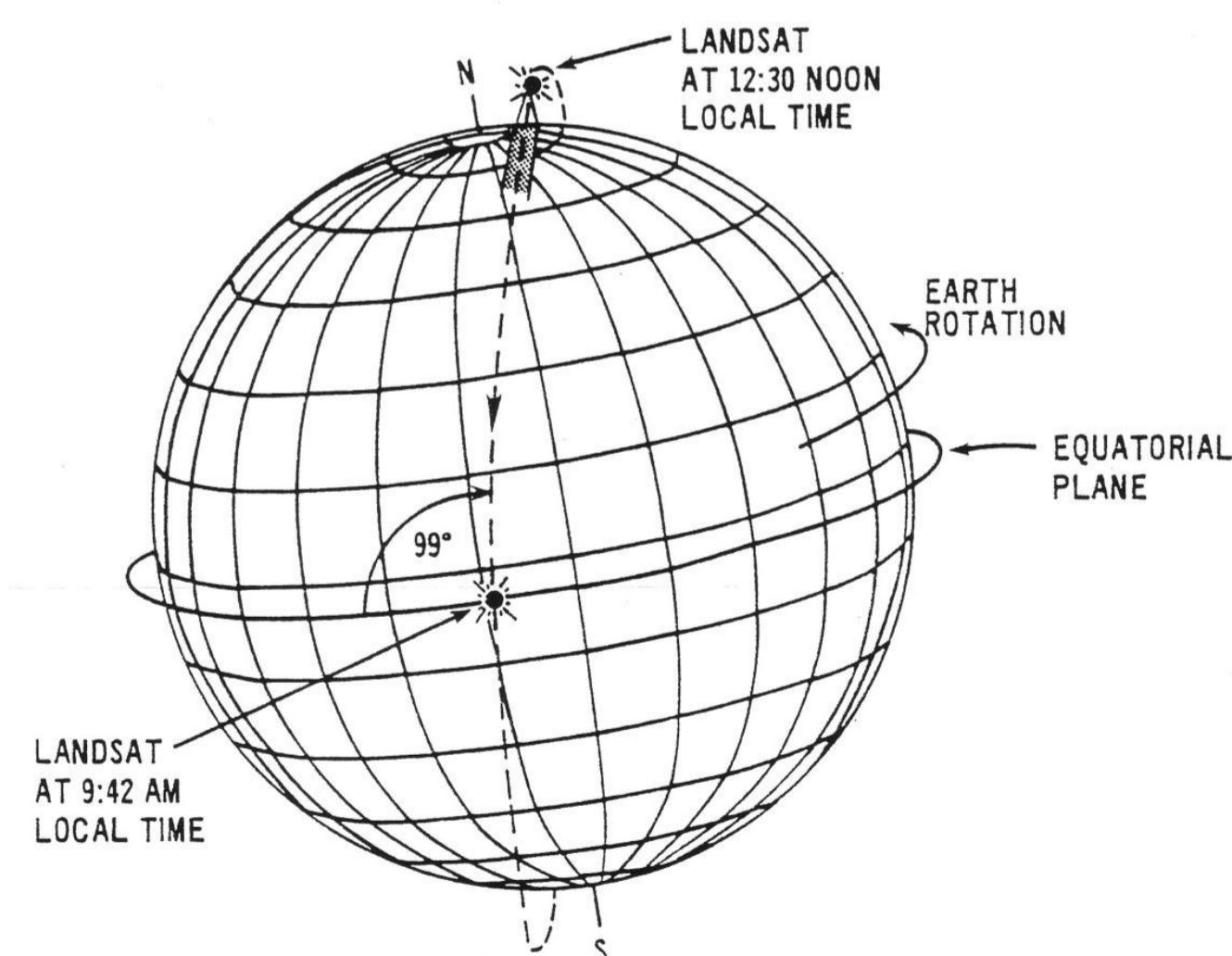
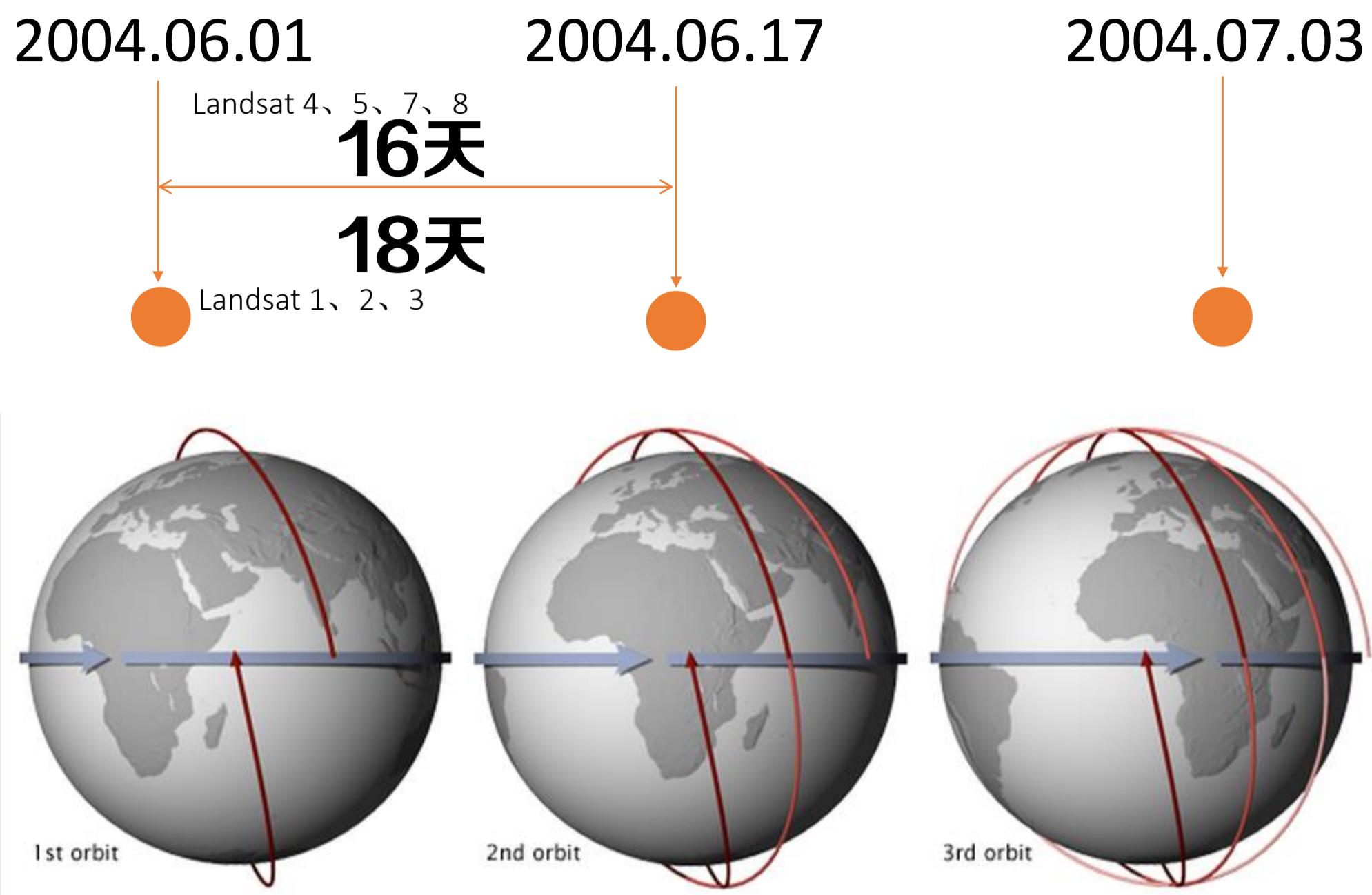
g. 40×40 m.



h. 80×80 m.



时间分辨率(Temporal Resolution)覆盖周期



辐射分辨率(Radiometric Resolution)

The **radiometric resolution** specifies how well the differences in brightness in an image can be perceived; this is measured through the number of the grey value levels. The maximum number of values is defined by the number of bits (binary numbers). An 8 bit representation has 256 grey values, a 16 bit (ERS satellites) representation 65.536 grey values. The finer or the higher the radiometric resolution is, the better small differences in reflected or emitted radiation can be measured, and the larger the volume of measured data will.

7-bit	<0-127>
8-bit	<0-255>
9-bit	<0-511>
10-bit	<0-1023>

<http://www.rapidtables.com/convert/number/binary-to-decimal.htm>

Binary to decimal converter

Enter a binary number and press *Convert* button:

Enter binary number:
2

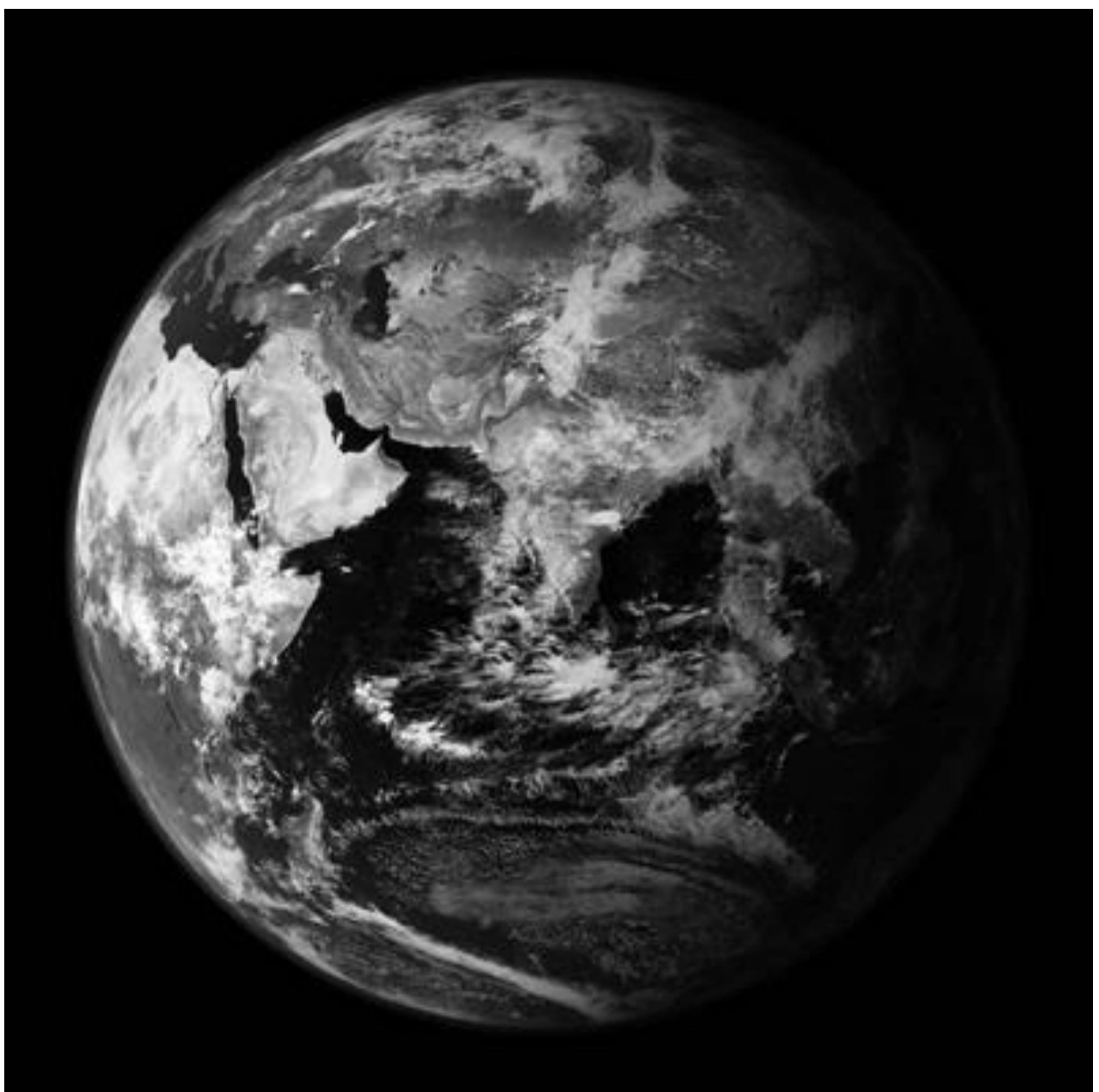
Convert
Reset

Decimal result:
10

Binary = 1111111111
 Decimal =

$$1 \times 2^9 + 1 \times 2^8 + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1023$$
 Signed decimal = 1023
 Hex = 3FF

Grey scale 4 Grey scale 16 Grey scale 256





Landsat Program

<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>

1972—⁴⁰⁺至今

Satellite	Sensor	Swath	Bits	VNIR					SWIR			TIR	
L8	OLI	185km	12										
	TIRS											100m 100m	
Landsat 7	ETM+	185km	8	30m	30m	30m	30m	15m	30m	30m	30m	60m	
Landsat 4 & 5	MSS	185km	8	82m	82m	82m	82m	82m	30m	30m	30m	120m	
Landsat 1-2	RBV	183km		80m	80m	80m							
Landsat 3	RBV	183km			40m								
Landsat 1-3	MSS	183km	8	79m	79m	79m	79m	79m				240m (L3 Only)	

反束光导摄像管
多光谱扫描仪
主题成像仪
增强型主题成像仪
陆地成像仪
热红外传感器

a return beam vidicon (RBV)
multispectral scanner (MSS)
the Thematic Mapper (TM)
the Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)
The Operational Land Imager (OLI)
the Thermal Infrared Sensor (TIRS)

卫星参数	LandSat1	LandSat2	LandSat3	LandSat4	LandSat5	LandSat6	LandSat7	LandSat8
发射时间	1972.7.23	1975.1.22	1978.3.5	1982.7.16	1984.3.1	1993.10.5	1999.4.15	2013.2.11
卫星高度	920km	920km	920km	705km	705km	发射失败	705km	705km
半主轴	7285.438km	7285.989km	7285.776km	7083.465km	7285.438km	7285.438km		
倾角	99.125度	99.125度	99.125度	98.22度	98.22度	98.2度		98.2度 (轻微右倾)
经过赤道的时间	8:50a.m.	9:03a.m.	6:31a.m.	9:45a.m.	9:30a.m.	10:00a.m.		10:00a.m. 15分 ^[4]
覆盖周期	18天	18天	18天	16天	16天	16天	16天	16天
扫幅宽度	185km	185km	185km	185km	185km	185km	185×170	170km 180km
波段数	4	4	4	7	7	8	8	11
机载传感器	MSS	MSS	MSS	MSS、TM	MSS、TM	ETM+	ETM+	OLI、 TIRS
运行情况	1978退役	1976年失灵，1980年修复，1982退役	1983退役	2001.6.15T M传感器失效，退役	即将退役 (仍在运行， 数据时有损坏) (2011年11月18日 USGS已宣布停止获取	发射失败	2005年出现故障， 退役 (2003年5月故障)	正常运行至今

MSS传感器

Landsat-1 ~ 3	Landsat-4 ~ 5	波长范围/ μm	分辨率/米
MSS-4	MSS-1	0.5 ~ 0.6	78米
MSS-5	MSS-2	0.6 ~ 0.7	78米
MSS-6	MSS-3	0.7 ~ 0.8	78米
MSS-7	MSS-4	0.8 ~ 1.1	78米

TM传感器

波段	波长范围(μm)	分辨率/米
1	0.45 ~ 0.52	30米
2	0.52 ~ 0.60	30米
3	0.63 ~ 0.69	30米
4	0.76 ~ 0.90	30米
5	1.55 ~ 1.75	30米
6	10.40 ~ 12.50	120>米
7	2.08 ~ 2.35	30米

ETM+传感器

波段	波长范围(μm)	地面分辨率/米
1	0.450 ~ 0.515	30米
2	0.525 ~ 0.605	30米
3	0.630 ~ 0.690	30米
4	0.775 ~ 0.900	30米
5	1.550 ~ 1.750	30米
6	10.40 ~ 12.50	60米
7	2.090 ~ 2.350	30米
8	0.520 ~ 0.900	15米

OLI传感器

LandSat 8	类型	波长 (微米)	分辨率/米
Band1	蓝色波段	0.433 - 0.453	30
Band2	蓝绿波段	0.450 - 0.515	30
Band3	绿波段	0.525 - 0.600	30
Band4	红波段	0.630 - 0.680	30
Band5	近红外	0.845 - 0.885	30
Band6	中红外	1.560 - 1.660	30
Band7	中红外	2.100 - 2.300	30
Band8	微米全色	0.500 - 0.680	15
Band9	短波红外波段	1.360 - 1.390	30

TIRS传感器

LandSat 8	中心波长 (微米)	波长范围 (微米)	分辨率 (米)
Band10	10.9	10.6~11.2	100
Band11	12.0	11.5~12.5	100

波段主要作用

MSS传感器						
主题成像仪	Landsat1–3	Landsat4–5	类型	波长(微米)	分辨率(米)	主要作用
MSS	Band 4	Band 1	绿色波段	0.5–0.6	80	对水体由一定透射能力，清洁水体中透射深度可达10–20米，可判别地形和近海海水泥沙，可探测健康绿色植被反射率。
	Band 5	Band 2	红色波段	0.6–0.7	80	用于城市研究，对道路、大型建筑工地、沙砾场和采矿区反映明显。可用于地质研究、水中泥沙含量研究，植被分类。
	Band 6	Band 3	近红外	0.7–0.8	80	用于区分健康与病虫害植被，水陆分界土壤含水量研究。
	Band 7	Band 4	近红外	0.8–1.1	80	用于测定生物量和监测作物长势，水陆分界，地质研究。

TM传感器					
主题成像仪	Landsat 4–5	波段	波长(微米)	分辨率(米)	主要作用
TM	Band 1	蓝绿波段	0.45–0.52	30	用于水体穿透，分辨土壤和植被
	Band 2	绿色波段	0.52–0.60	30	分辨植被
	Band 3	红色波段	0.63–0.69	30	处于叶绿素吸收区域，用于观测道路，裸露土壤，植被种类等
	Band 4	近红外波段	0.76–0.90	30	用于估算生物量
	Band 5	中红外波段	1.55–1.75	30	用于分辨道路，裸露土壤，水，在不同植被之间有好的对比度，并且有好的穿透云雾的能力。
	Band 6	热红外波段	10.40–12.50	120	感应发出热辐射的目标
	Band 7	中红外波段	2.08–2.35	30	对于岩石，矿物的分辨很有用，也可用于辨识植被覆盖和湿润土壤。

ETM传感器					
主题成像仪	Landsat 4–5	波段	波长(微米)	分辨率(米)	主要作用
ETM+	Band 1	蓝绿波段	0.45–0.52	30	用于水体穿透，分辨土壤植被
	Band 2	绿色波段	0.52–0.60	30	用于分辨植被
	Band 3	红色波段	0.63–0.90	30	处于叶绿素吸收区，用于观测道路，裸露土壤，植被种类等
	Band 4	近红外	0.76–0.90	30	用于估算生物量，分辨潮湿土壤
	Band 5	中红外	1.55–1.75	30	用于分辨道路，裸露土壤，水，还能在不同植被之间有好的对比度，并且有较好的大气、云雾分辨能力
	Band 6	热红外	10.40–12.50	60	感应出热辐射的目标
	Band 7	中红外	2.09–2.35	30	用于岩石，矿物的分辨很有用，也可用于辨识植被覆盖和湿润土壤
	Band 8	微米全色	0.52–0.90	15	为15米分辨率的黑白图像，用于增强分辨率，提供分辨能力

Cite:中国科学院计算机网络信息中心

http://www.cnic.cn/zcfw/sjfw/gjkxsjjx/dxal_sdb05/201007/t20100729_2915158.html

辐射校正(Radiometric Correction)

辐射定标(Radiometric Calibration)

大气校正(Atmosphere Correction)



Radiometric calibration is a very important step for getting a good remote sensing image data, especially in the fields of remote sensing and astronomy.

There are usually three main parts of the **CCD** output to be considered; **dark current**, **vignetting** and **Quantum efficiency**. After a set of precise laboratory experiments and essential parameters determination, the radiance of the observed object can be retrieved from the **DN** value of the camera's CCD array.<wiki>

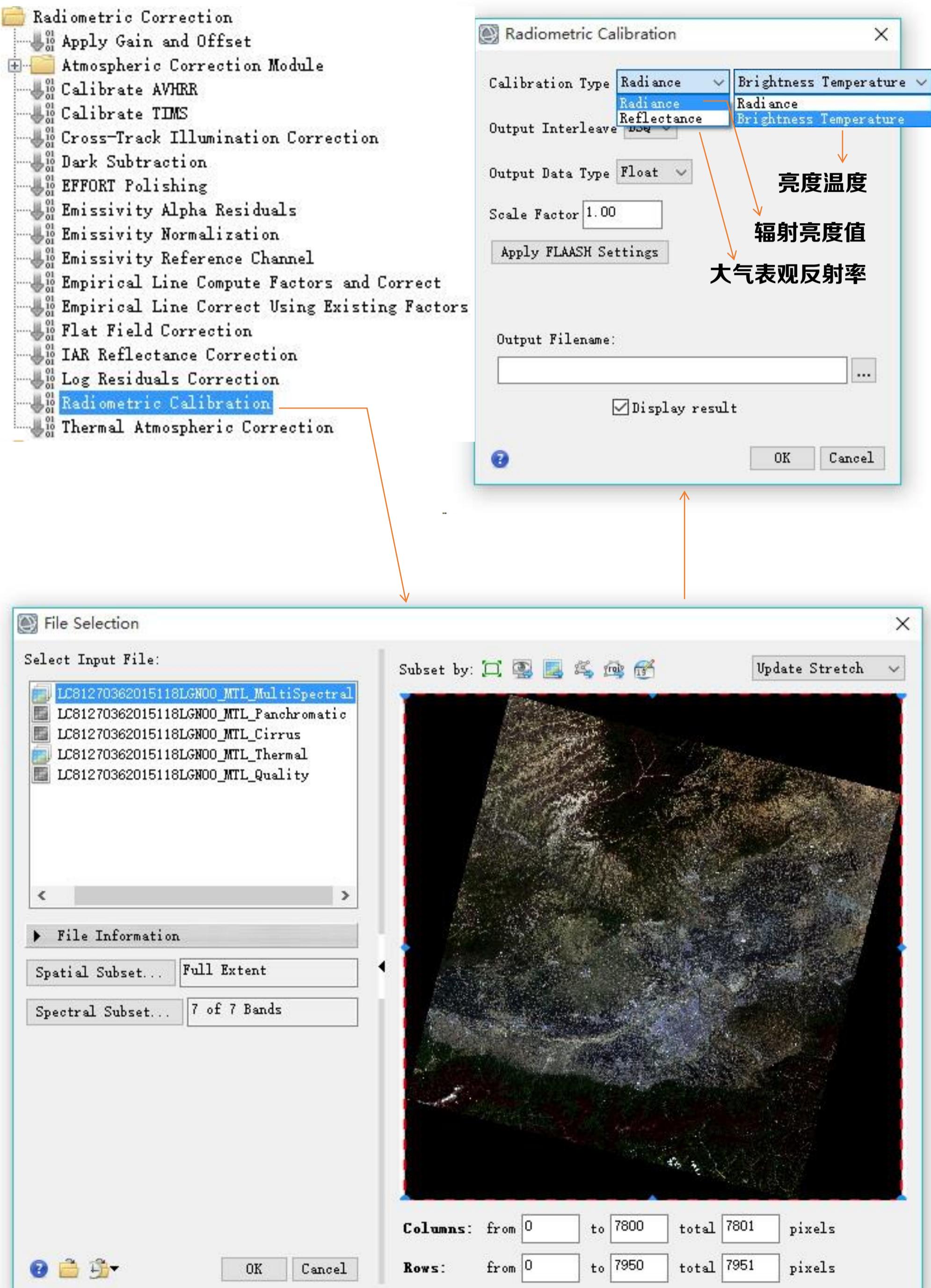
暗角一词属于摄影术语。对着亮度均匀景物，画面四角有变暗的现象，叫做「失光」，俗称「暗角」。暗角对于任何镜头都不可避免。

当CCD感应器表面没有受到光子撞击时，像素单元会残存某些有害电荷。该电荷是CCD芯片内部通电产生热量后，随机产生的噪音电荷。这种有害电荷在未被光子撞击时，将残存在该像素单元内，称之为**暗电流**。暗电流将限制CCD曝光的实际时间长度：如果暗电流电荷充斥所有的像素单元，则无法再对光子撞击感知产生电荷。因此暗电流越低，CCD曝光时间才能越长，从而获得理想的太空图像。

幸运的是暗电流可以检测出来。将天文望远镜光学部分遮盖（有意延长曝光时间），由于没有光线到达CCD芯片，就有可能检测出暗电流值——即所谓漆黑中像素单元里的电荷量。然后从每个像素单元的电荷值里减去暗电流值，即可获得无暗电流的电荷净值。虽然这种从光电感应总量中减去暗电流的处理方法是非常有意义的，但无法解决像素单元暗电流饱和问题。解决此问题的唯一途径是设法降低所用CCD芯片的暗电流值。

DN: 像素值的通用术语是数字量化值或DN值，它通常被用来描述还没有校准到具有意义单位的像素值。如果只是想看一个图像，和不打算解释像素值的物理意义，那么就可以以DN值的方式保存。

量子效率是器件对光敏感性的精确测量。由于光子的能量与波长的倒数成比例，量子效率的测量通常是在一段波长范围内进行。底片的量子效率通常少于10%，而感光耦合元件在某些波长位置具有超过90%的效率。



BSQ(band sequential):按波段顺序存储

BIP(band interleaved by pixel):按波段像元交叉存储

BIL(band interleaved by line):按波段行交叉存储

浮点型(float)

双精度浮点型(Double)

无符号16位整型(unit)

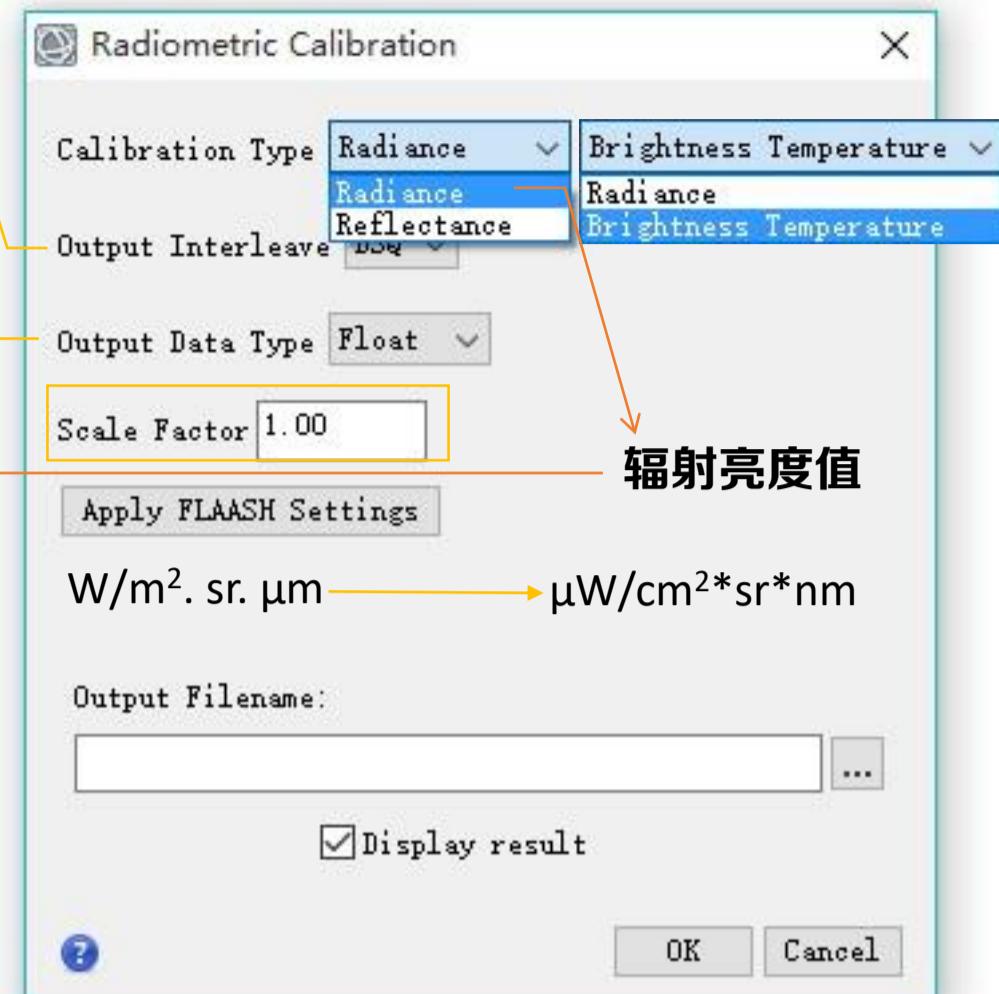
输出储存顺序

$$L_\lambda = Gain * Pixel\ value + Offset$$

(DN)

增益

偏移



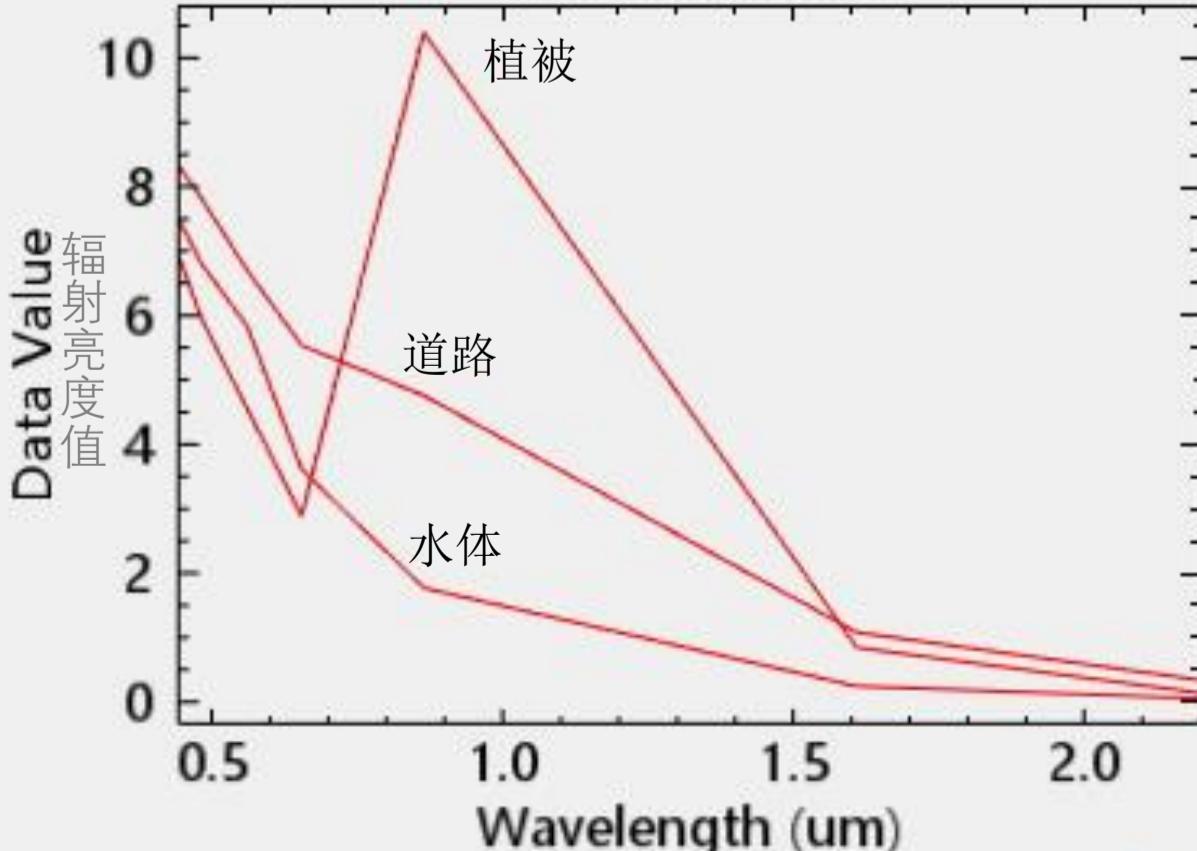
View Metadata: LC81270362015118LGN00_MTL_MultiSpectral

	Band Names	Wavelengths	FWHM	Radiance Gains	Reflectance Offsets	Irradiance	BBL
1	Coastal aerosol	0.443	0.016	0.012391	-0.113145291805		
2	Blue	0.4826	0.0601	0.012688	-0.113145291805		
3	Green	0.5613	0.0574	0.011692	-0.113145291805		
4	Red	0.6546	0.0375	0.0098595	-0.113145291805		
5	Near Infrared (NIR)	0.8646	0.0282	0.0060335	-0.113145291805		
6	SWIR 1	1.609	0.0847	0.0015005	-0.113145291805		
7	SWIR 2	2.201	0.1867	0.00050574	-0.113145291805		

ENVI Plot

Import Export Options

Spectral Profile



X XX

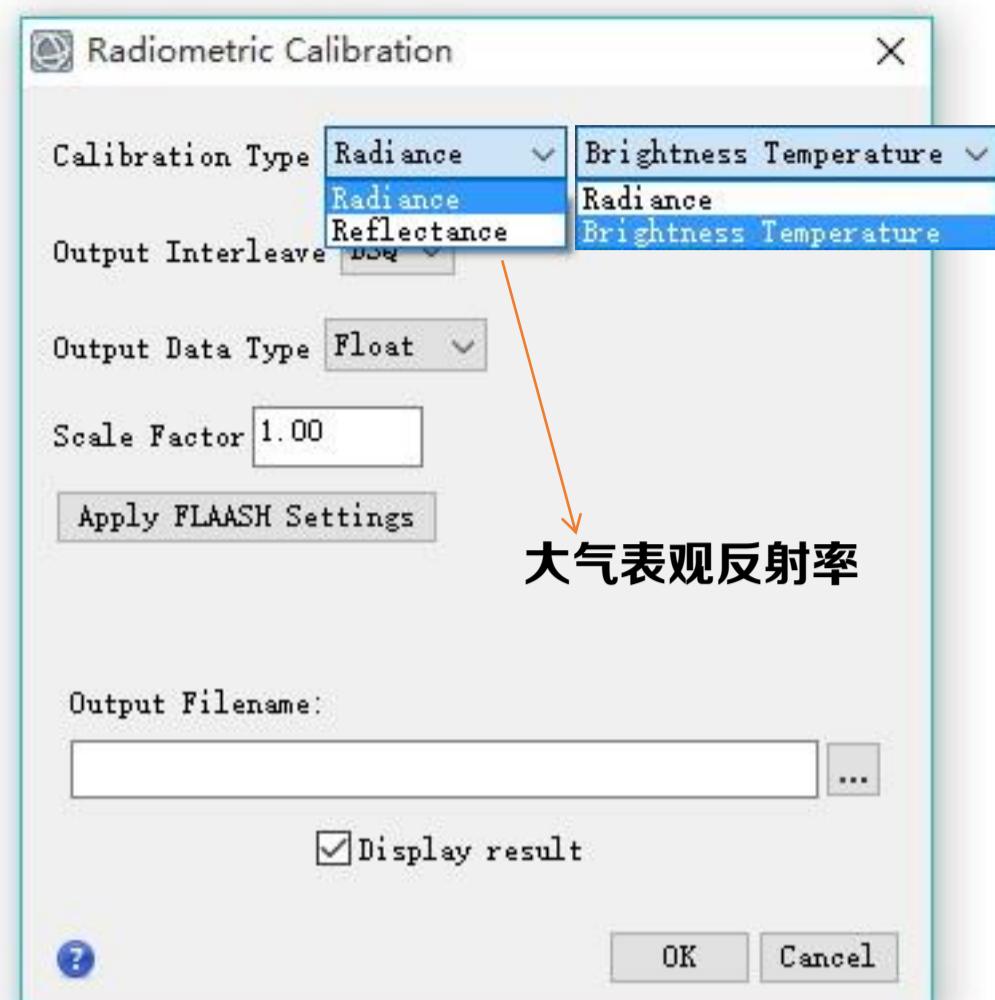
- 18LGN00_M_RC.TIF.dat (4947, 4976)
- 18LGN00_M_RC.TIF.dat (4757, 5071)
- 18LGN00_M_RC.TIF.dat (4901, 5098)

General Curve

反射率

大气表观反射率

地表反射率



$$\text{大气表观反射率 } \rho_\lambda = \frac{\pi L_\lambda d^2}{E_{\text{SUN}} N_\lambda \sin \theta}$$

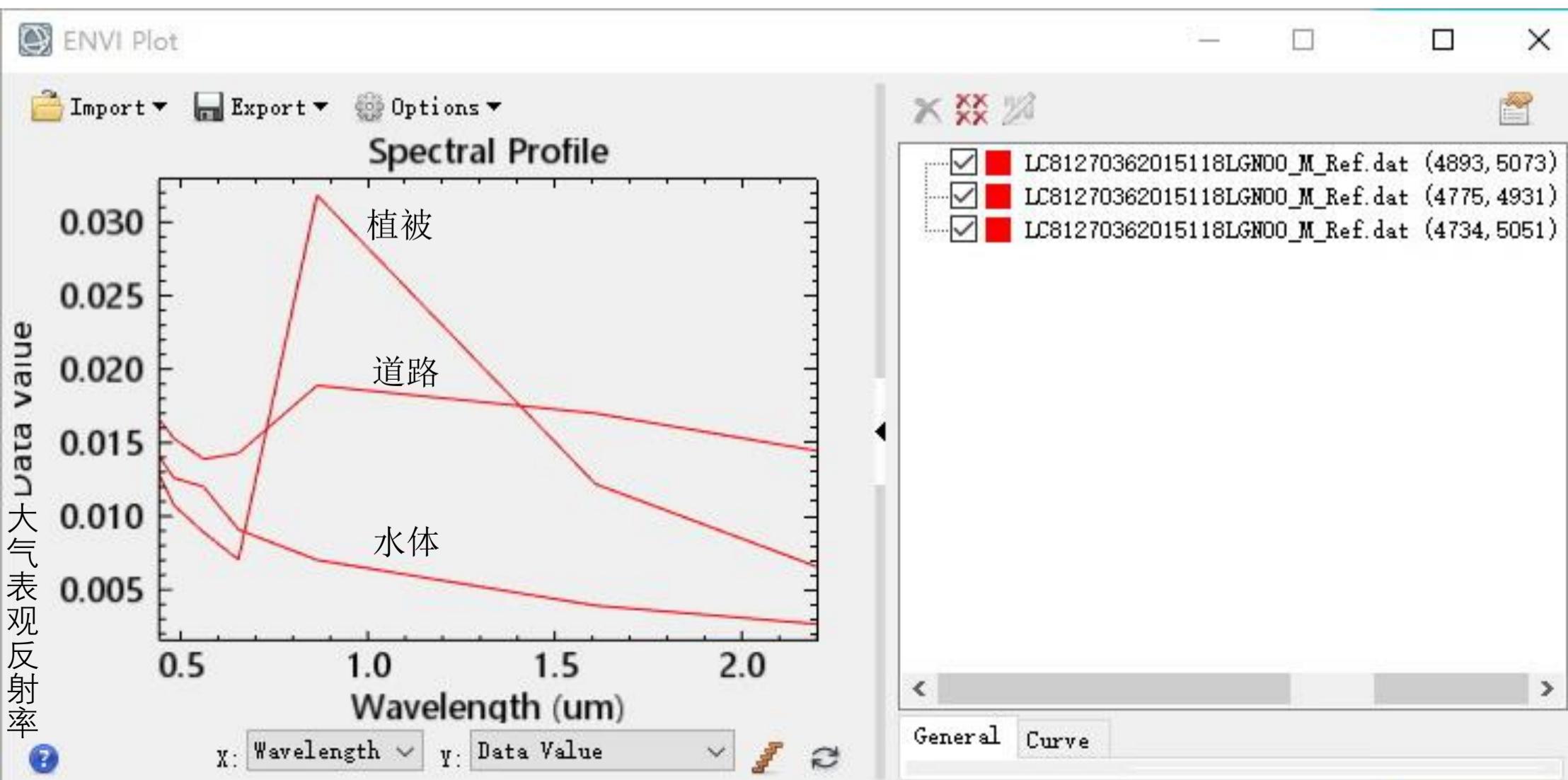
辐射亮度值 $\text{W/m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$

以天文单位的地球-太阳距离

以度为单位的太阳高度角

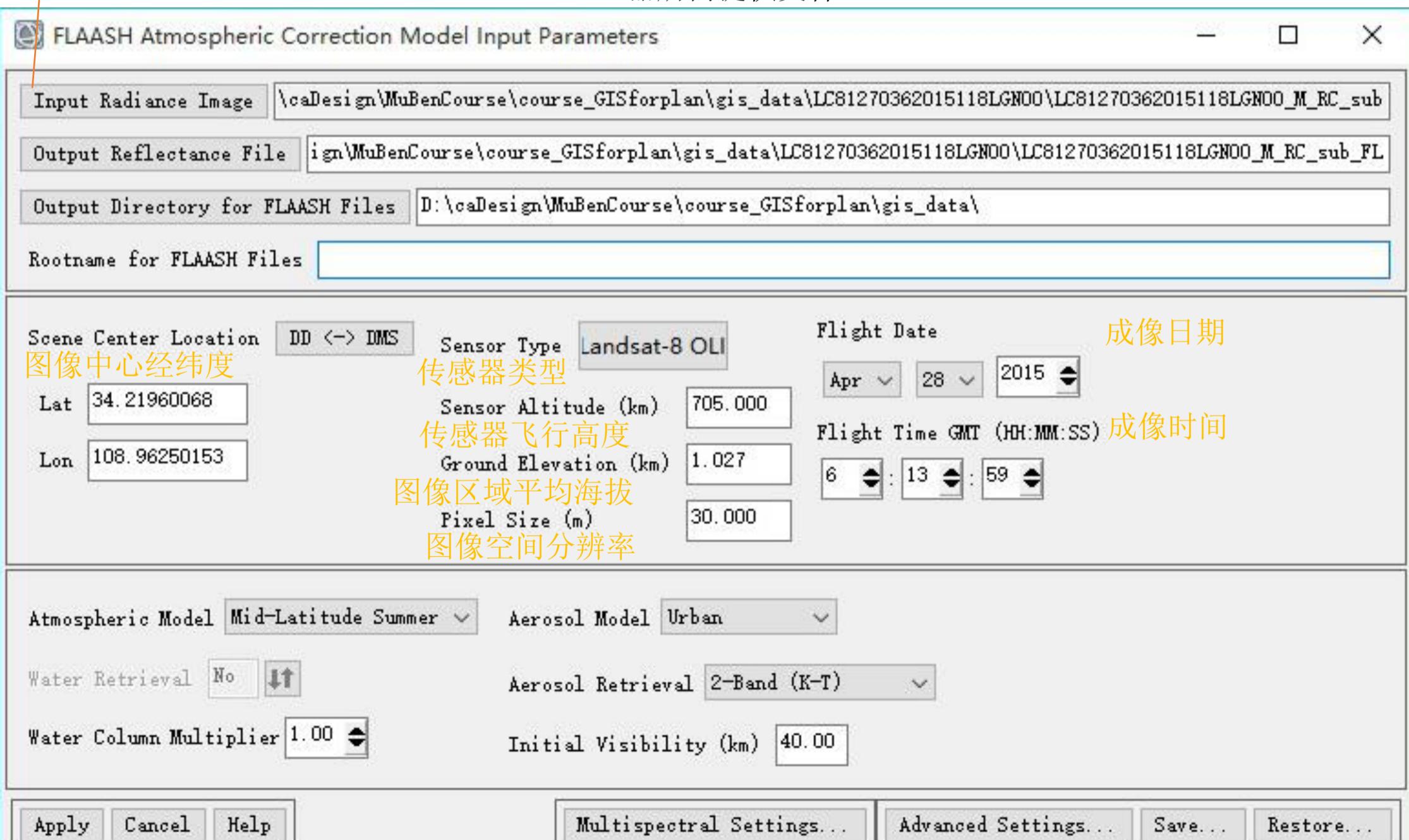
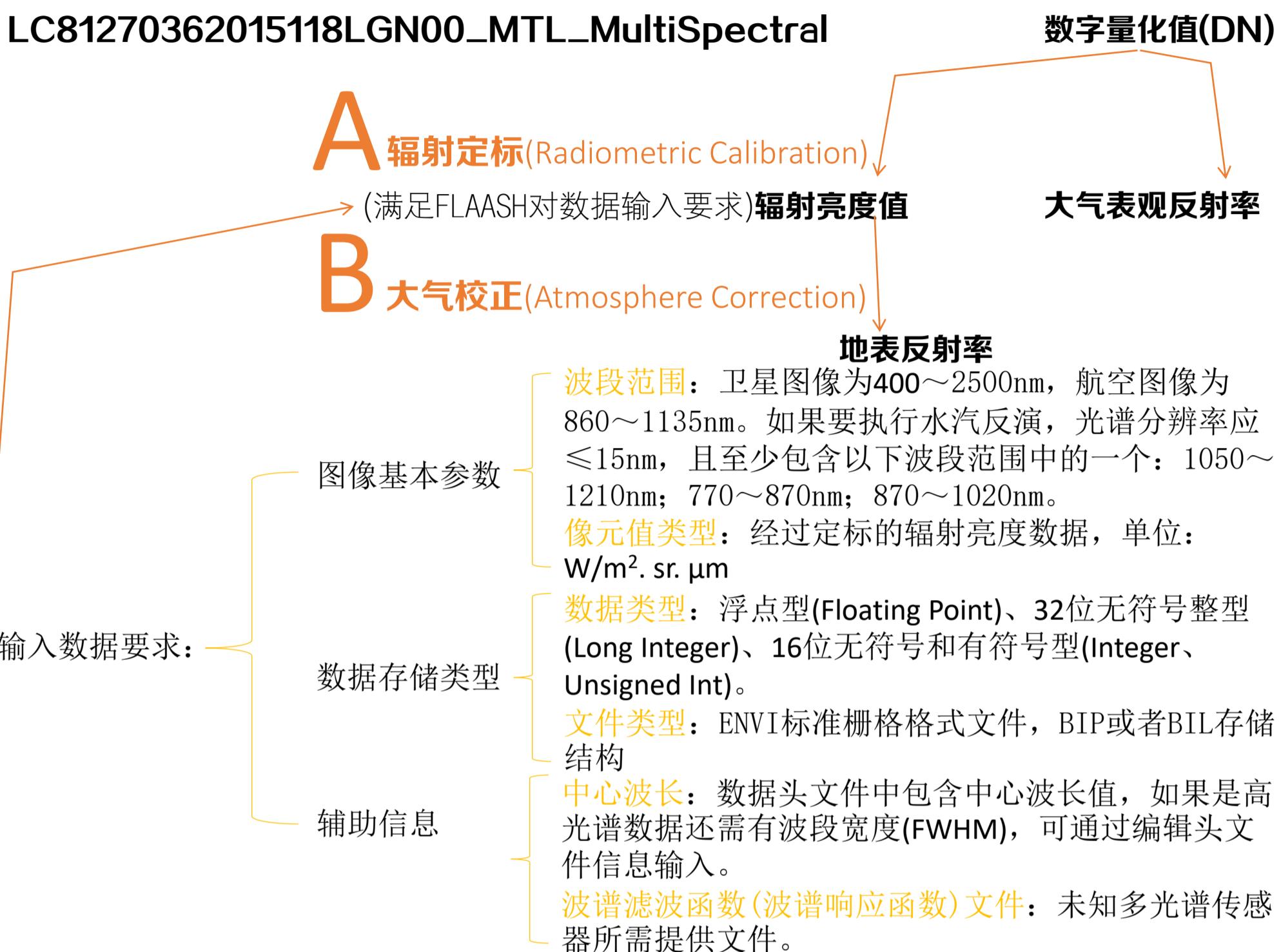
太阳辐照度 $\text{W/m}^2 \cdot \mu\text{m}$

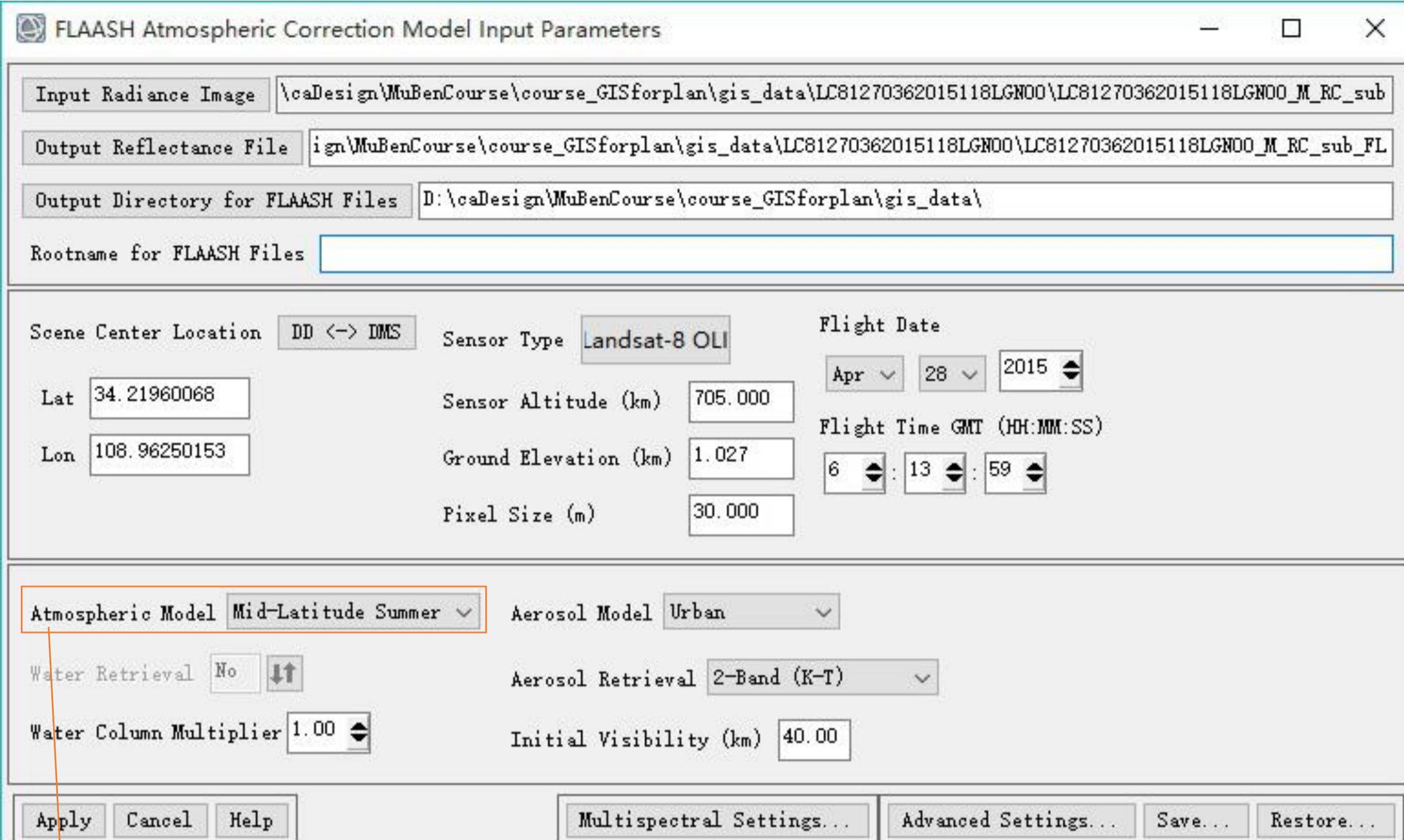
辐射亮度值 $\xrightarrow{\text{大气校正}}$ 地表反射率



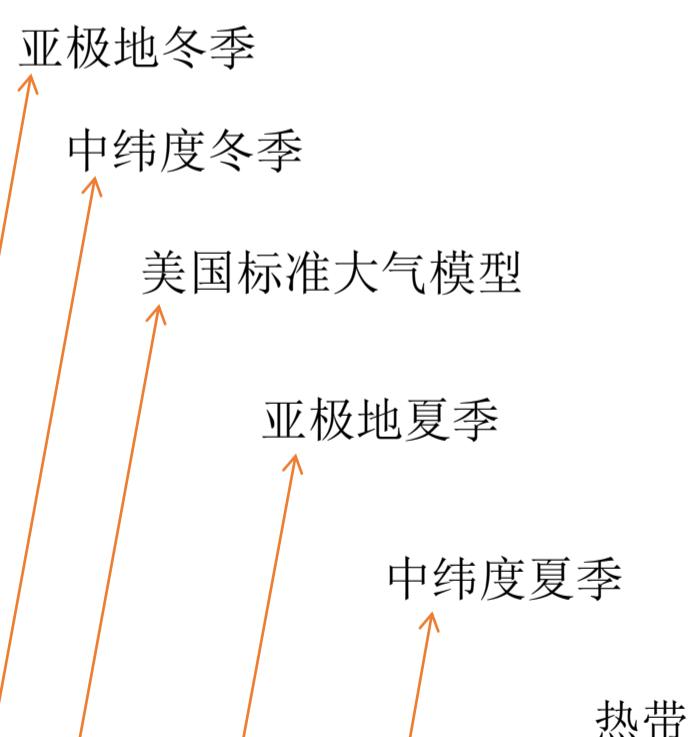
面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术
(Landsat 8 FLAASH) **大气校正**(Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes)

LC81270362015118LGN00_MTL_MultiSpectral





大气模型



MODTRAN在各个大气模型中水汽含量和表面大气温度(从海平面起算)

大气模型	水汽柱(std atm-cm)	水汽柱(g/cm ²)	表面大气温度
Sub-Arctic Winter(SAW)	518	0.42	-16°C或3°F
Mid-Latitude Winter(MLW)	1060	0.85	-1°C或30°F
U.S.Standard(US)	1762	1.42	15°C或59°F
Sub-Arctic Summer(SAS)	2589	2.08	14°C或57°F
Mid-Latitude Summer(MLS)	3636	2.92	21°C或70°F
Tropical(T)	5119	4.11	27°C或80°F

维度范围(° N)	1月	3月	5月	7月	9月	11月
80	SAW	SAW	SAW	MLW	MLW	SAW
70	SAW	SAW	MLW	MLW	MLW	SAW
60	MLW	MLW	MLW	SAS	SAS	MLW
50	MLW	MLW	SAS	SAS	SAS	SAS
40	SAS	SAS	SAS	MLS	MLS	SAS
30	MLS	MLS	MLS	T	T	MLS
20	T	T	T	T	T	T
10	T	T	T	T	T	T
0	T	T	T	T	T	T
-10	T	T	T	T	T	T
-20	T	T	T	MLS	MLS	T
-30	MLS	MLS	MLS	MLS	MLS	MLS
-40	SAS	SAS	SAS	SAS	SAS	SAS
-50	SAS	SAS	SAS	MLW	MLW	SAS
-60	MLW	MLW	MLW	MLW	MLW	MLW
-70	MLW	MLW	MLW	MLW	MLW	MLW
-80	MLW	MLW	MLW	MLW	MLW	MLW

基于季节-维度选择MODTRAN大气模型

水汽反演

FLAASH Atmospheric Correction Model Input Parameters

Input Radiance Image: \caDesign\MuBenCourse\course_GISforplan\gis_data\LC81270362015118LGN00\LC81270362015118LGN00_M_RC_sub

Output Reflectance File: ign\MuBenCourse\course_GISforplan\gis_data\LC81270362015118LGN00\LC81270362015118LGN00_M_RC_sub_FL

Output Directory for FLAASH Files: D:\caDesign\MuBenCourse\course_GISforplan\gis_data\

Rootname for FLAASH Files:

Scene Center Location: DD <-> DMS Sensor Type: Landsat-8 OLI Flight Date: Apr 28 2015

Lat: 34.21960068 Sensor Altitude (km): 705.000 Flight Time GMT (HH:MM:SS): 6:13:59

Lon: 108.96250153 Ground Elevation (km): 1.027

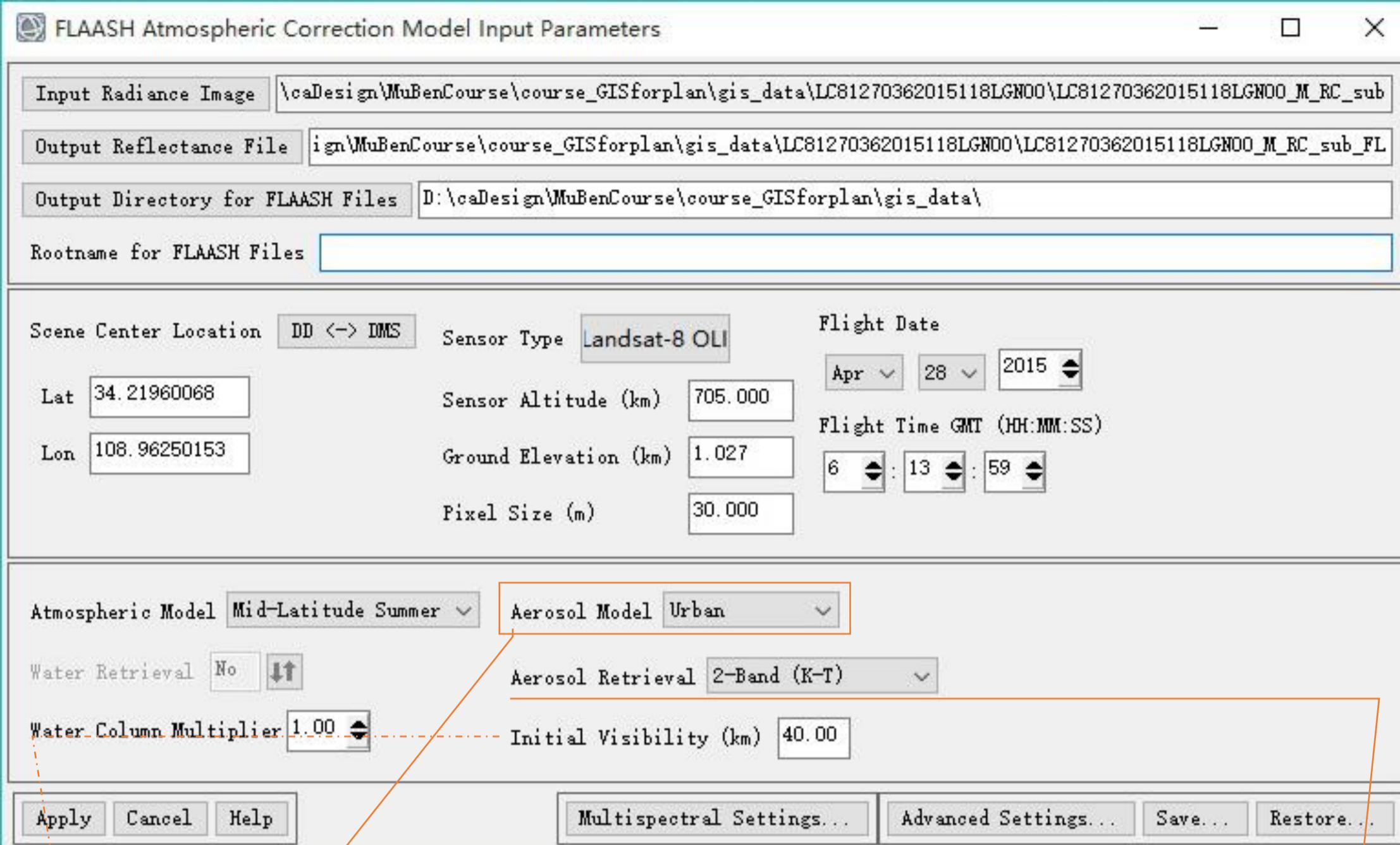
Pixel Size (m): 30.000

Atmospheric Model: Mid-Latitude Summer Aerosol Model: Urban

Water Retrieval: No Aerosol Retrieval: 2-Band (K-T)

Water Column Multiplier: 1.00 Initial Visibility (km): 40.00

Apply Cancel Help Multispectral Settings... Advanced Settings... Save... Restore...



气溶胶模型

- 无气溶胶(No Aerosol): 不考虑气溶胶影响;
- 乡村(Rural): 没有城市和工业影响的地区;
- 城市(Urban): 混合80%乡村和20%烟尘气溶胶, 适合高密度城市或工业地区;
- 海面(Maritime): 海平面或者受海风影响的大陆大区, 混合了海雾和小粒乡村气溶胶;
- 对流层(Tropospheric): 应用于平静、干净条件下 (能见度大于40km) 的陆地, 只包含微小成分的乡村气溶胶。

气溶胶反演

初始能见度

天气条件	估算能见度
晴朗	40~100
薄雾天气	20~30
大雾天气	≤15km

- None : 选择此选项时, 初始能见度(Initial Visibility)值将用于气溶胶反演模型;
- 2-Band(K-T) : 使用K-T气溶胶反演方法, 当没有找到合适的黑暗像元时, 初始能见度值将用于气溶胶反演模型。
- 2-Band Over Water : 用于海面上的图像。

FLAASH Atmospheric Correction Model Input Parameters

Input Radiance Image: \caDesign\MuBenCourse\course_GISforplan\gis_data\LC81270362015118LGN00\LC81270362015118LGN00_M_RC_sub

Output Reflectance File: \caDesign\MuBenCourse\course_GISforplan\gis_data\LC81270362015118LGN00\LC81270362015118LGN00_M_RC_sub_FL

Output Directory for FLAASH Files: D:\caDesign\MuBenCourse\course_GISforplan\gis_data\

Rootname for FLAASH Files:

Scene Center Location: DD <-> DMS Sensor Type: Landsat-8 OLI Flight Date: Apr 28 2015

Lat: 34.21960068 Sensor Altitude (km): 705.000 Flight Time GMT (HH:MM:SS): 06:13:59

Lon: 108.96250153 Ground Elevation (km): 1.027

Pixel Size (m): 30.000

Atmospheric Model: Mid-Latitude Summer Aerosol Model: Urban

Water Retrieval: No Aerosol Retrieval: 2-Band (K-T)

Water Column Multiplier: 1.00 Initial Visibility (km): 40.00

Buttons: Apply, Cancel, Help, Multispectral Settings..., Advanced Settings..., Save..., Restore...

多光谱设置

Multispectral Settings

Select Channel Definitions by: File GUI

Water Retrieval: Kaufman-Tanre Aerosol Retrieval

Assign Default Values Based on Retrieval Conditions

KT Upper Channel: ROI Resize (SWIR 2:LC81270) Defaults-> Over-Land Retrieval standard (660:2100 nm)
KT Lower Channel: ROI Resize (Red:LC81270362) Over-Land Retrieval alternate (460:2100 nm)
Maximum Upper Channel Reflectance: 0.08 Reflectance Ratio: 0.50
Cirrus Channel (optional): Undefined

Filter Function File: C:\Program Files\Exelis\ENVI53\classic\filt_func\landsat8_oli.sli

Index to first band: 0

Buttons: OK, Cancel, Help



Cursor Value

Geo: 34° 9' 46.40"N, 108° 41' 18.99"E
Map: 286934.8828, 3782631.2256
MGRS: 49SBT8693582631
Proj: UTM, Zone 49 N, WGS-84

LC81270362015118LGN00_M_RC_sub_FL

File: 1939.9961, 1838.7925

Data: [396, 613, 494]

LC81270362015118LGN00_M_RC_sub

File: 3624.9961, 5612.7925

Data: [2.712343, 4.433514, 5.944164]

LC81270362015118LGN00_M_Ref.dat

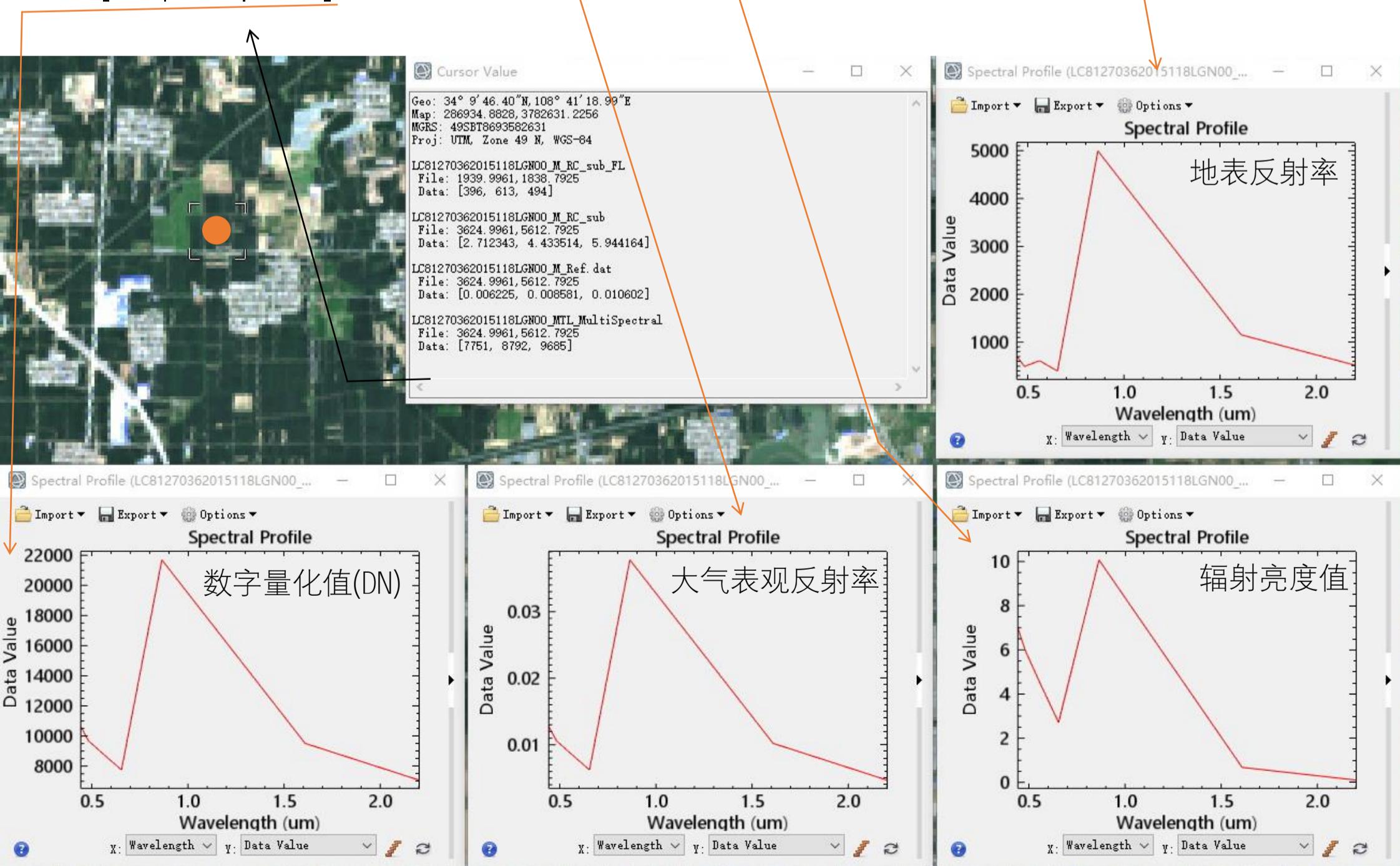
File: 3624.9961, 5612.7925

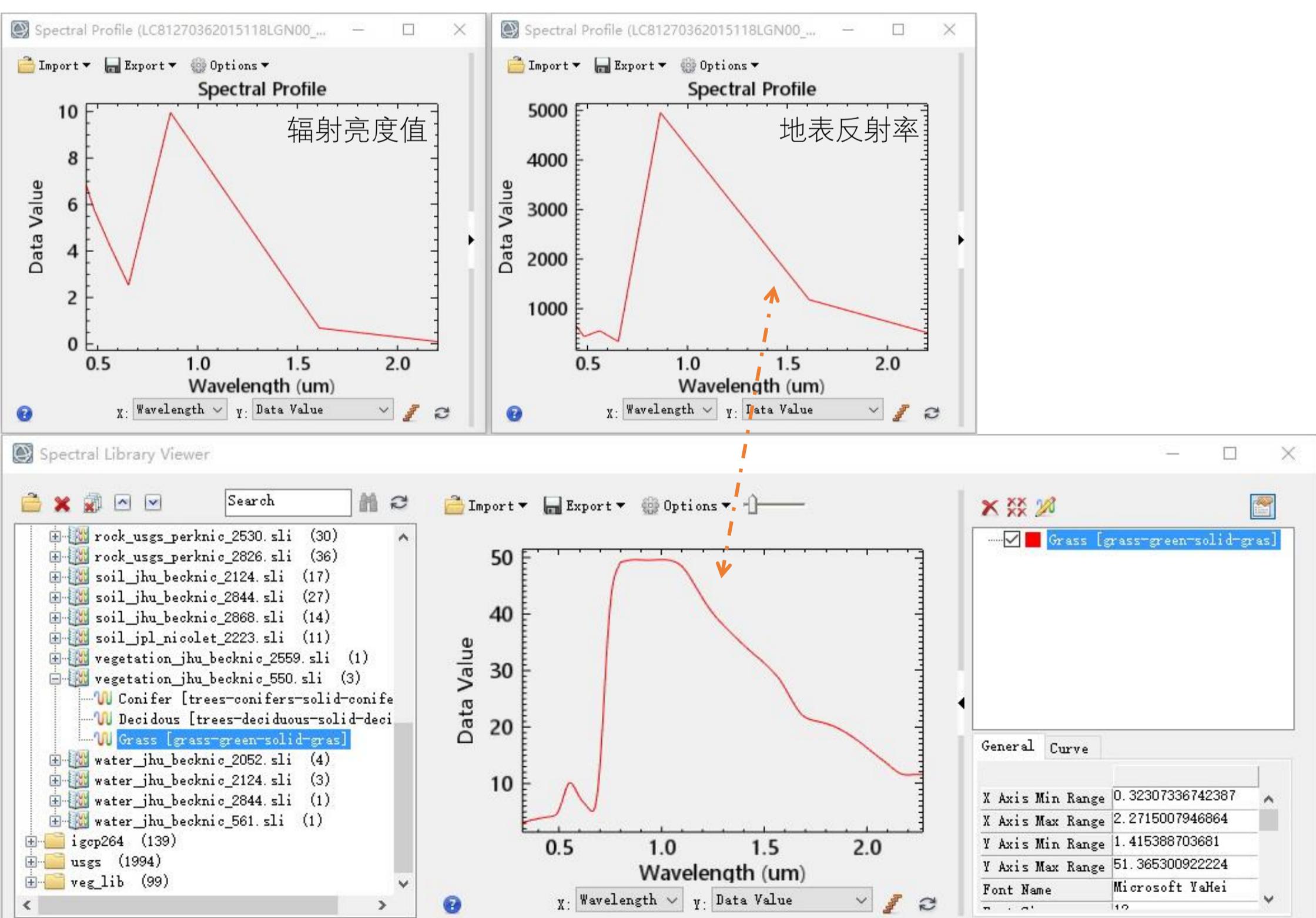
Data: [0.006225, 0.008581, 0.010602]

LC81270362015118LGN00_MTL_MultiSpectral

File: 3624.9961, 5612.7925

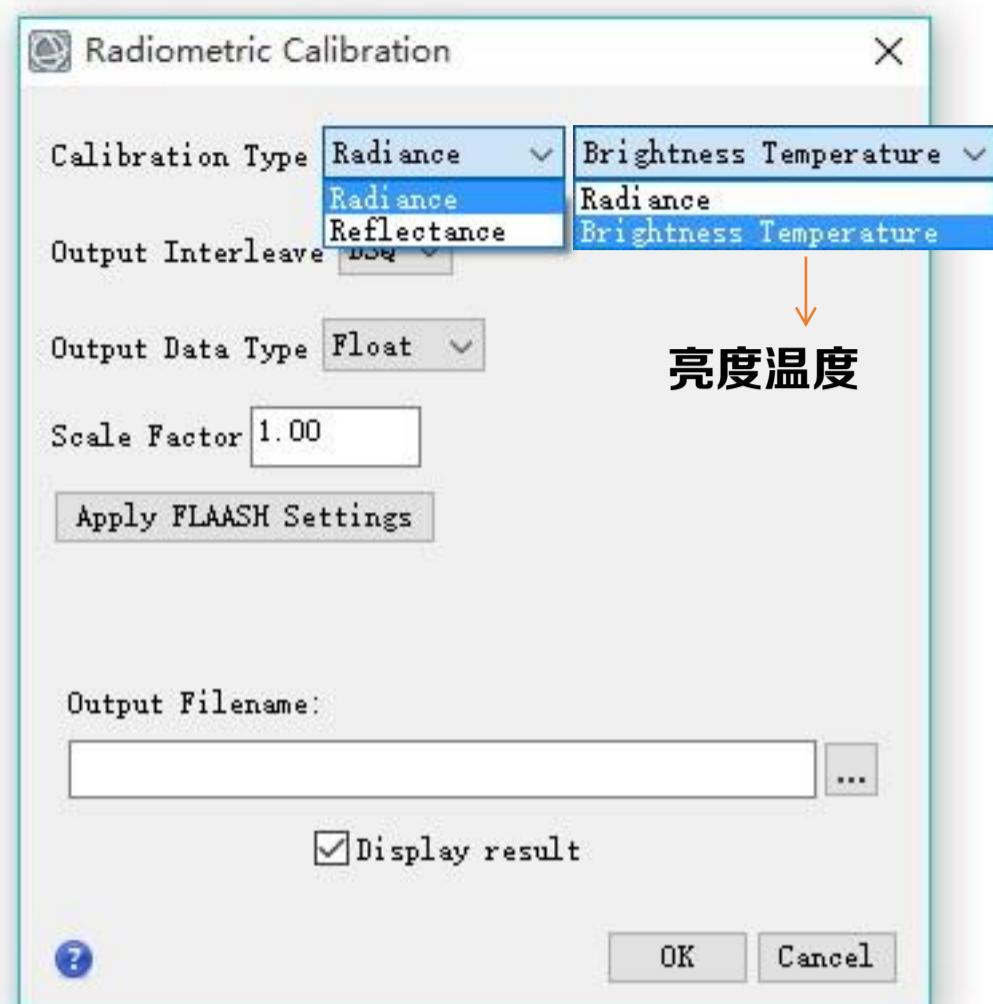
Data: [7751, 8792, 9685]



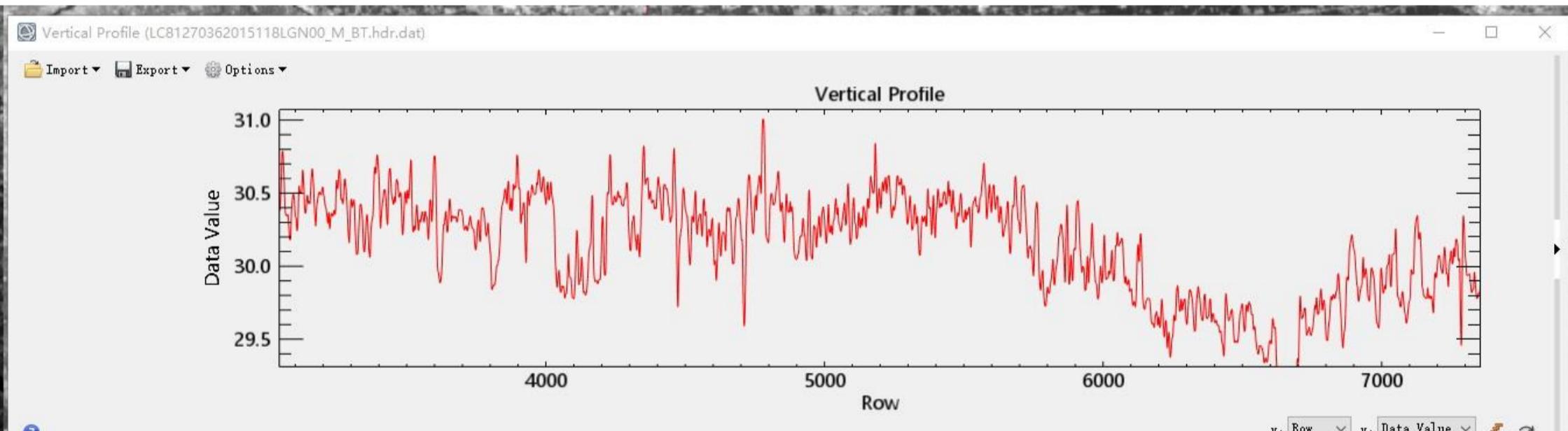


$$\text{亮度温度 } T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

常量
辐射亮度值



第4次课结束



第5次课

授课题目：地理信息数据_遥感影像(RemoteSensing)_城市热岛效应_反演地表温度+NDVI+波段运算(BandMath)

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 理解城市热岛效应；
2. 掌握反演地表温度的基本流程；
3. 掌握植被覆盖度计算的方法；
4. 掌握波段计算；
5. 掌握重分类的方法。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 概述城市热岛效应；
2. 讲述反演地表温度的方法；
3. 讲述波段计算的基本知识；
4. 讲述植被覆盖度的计算流程；
5. 讲述重分类工具。

讨论、思考题、作业：

1. 完成本次课程中的案例。

教学过程设计：

授新课

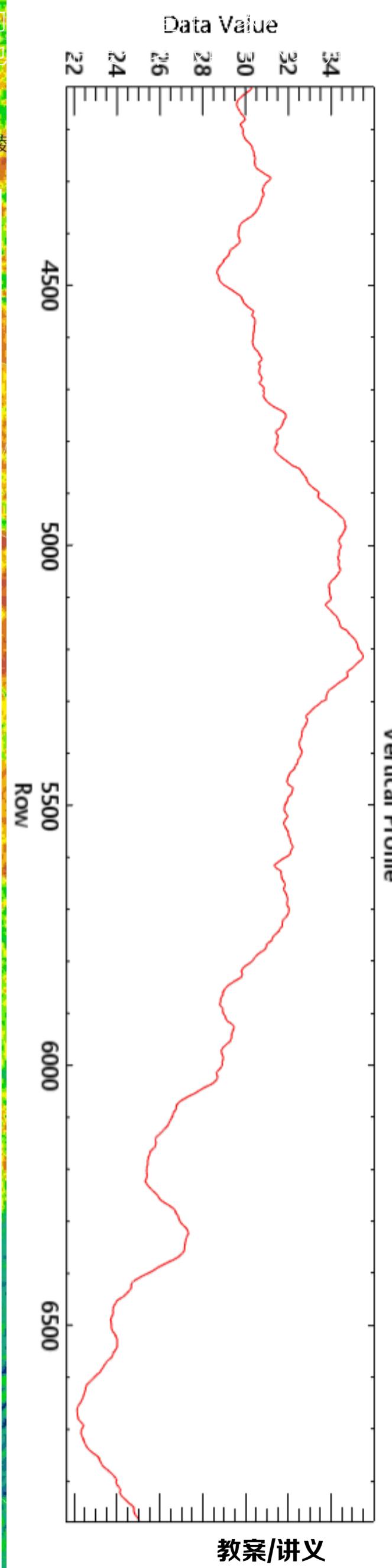
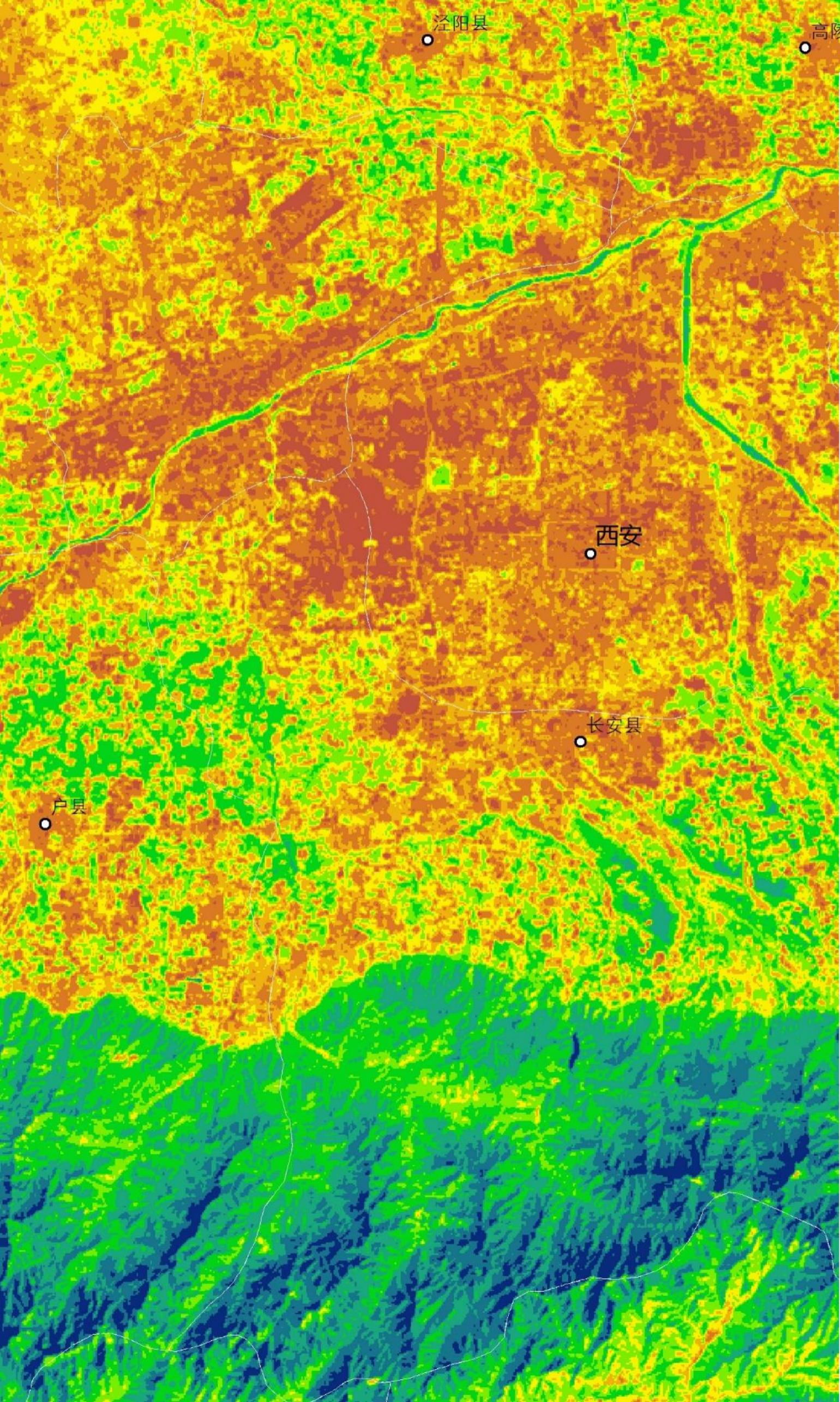
拓展阅读：

- [1]徐涵秋. 2015. 新型Landsat 8卫星影像的反射率和地表温度反演. 地球物理学报, 58(3): 741-747
- [2]冯晓刚. 基于“3S”技术的城市热岛景观格局、演变趋势及对策分析[M]. 西安: 西安交通大学出版社. 2015.



城市热岛

热岛效应:是一个自1960年代开始，在世界各地大城市所发现的一个地区。早上到日落以后，城市的气温都比周边地区来得高，并容易产生雾气。这的出现，使人类得以利用人造卫星从高空以红外线拍摄地球。这种拍摄的用以分析雨云的构成。可是，后来人类从红外线影像中发现城市与周边地起来城市就好像在周边地区中间的一个浮岛。



反演地表温度

Google

反演地表温度

学术搜索 找到约 12,800 条结果 (用时0.03秒)

文章

我的图书馆

时间不限
2015以来
2014以来
2011以来
自定义范围...

按相关性排序
按日期排序

搜索所有网页
中文网页
简体中文网页

包括专利
 包含引用

✉ 创建快讯

用MODIS 数据反演地表温度的基本参数估计方法
高懋芳, 覃志豪, 徐斌 - 干旱区研究, 2007 - cqvip.com
利用MODIS 数据反演地表温度所需的2个基本参数(大气透过率和地表比辐射率)的估计方法, 由MODIS 的可见光近红外波段计算得到大气水汽含量, 根据大气透过率与大气水汽含量的关系, 用辐射传输模型MODTRAN 模拟得到大气透过率. 由于MODIS 的扫描带宽为2330km, 遥感 ...
被引用次数: 42 相关文章 所有 5 个版本 引用 保存

利用Landsat/TM 热红外通道反演地表温度的三种方法比较
黄妙芬, 邢旭峰, 王培娟, 王昌佐 - 干旱区地理, 2006 - cqvip.com
利用北京2004年1月28日, 4月1日, 4月17日, 5月19日和7月6日过境的5景LANDSAT/TM 影像和实测探空数据, 分别运用大气辐射传输模型, 覃志豪(2001)单窗算法和Jimenez-Muñoz&Sobrino (2003)单窗算法反演北京城区地表温度. 通过对反演结果进行对比分析, ...
被引用次数: 38 相关文章 所有 5 个版本 引用 保存

利用Landsat TM6 反演地表温度所需地表辐射率参数的估计方法
覃志豪, 李文娟, 徐斌, 张万昌 - 海洋科学进展, 2005 - cqvip.com
地表温度是地球资源环境动态分析的重要指标. 从热红外遥感数据中反演地表温度通常需要地表比辐射率为已知. 因此, 地表比辐射率的估计是地表温度遥感反演的关键. 陆地卫星Landsat TM 有一个热波段(TM6), 可以用来反演地表温度. 目前共有3种算法可以用来从TM6波段数据中 ...
被引用次数: 31 相关文章 所有 4 个版本 引用 保存

[PDF] 农业旱灾监测中的地表温度遥感反演方法
覃志豪, 高懋芳, 秦晓敏, 李文娟, 徐斌 - 自然灾害学报, 2005 - essi.nju.edu.cn
摘要: 以目前农业旱灾监测中应用较广泛的多波段MODIS 卫星遥感数据为例, 探讨农业旱灾遥感监测中所需要的地表温度反演问题, 尤其是反演算法的选择, 基本参数的估计和具体反演中的工作流程, 为快速地进行农业旱灾监测中的水热遥感参数估计 ...
被引用次数: 117 相关文章 所有 6 个版本 引用 保存 更多

[PDF] 利用MODIS 数据反演地表温度的研究
郭广猛, 杨青生 - 遥感技术与应用, 2004 - sourcedb.cas.cn
摘要: 地表温度(LST)是气象, 水文, 生态等研究中一个重要的参数. 目前国内的研究大多使用NOAA AVHRR 数据来获取地表温度, 应用MODIS 数据获取LST 基本上还是空白. MODIS LST 反演算法精度较高但是计算复杂, 在很大程度上限制了其应用. 采用简单的统计方法和神经 ...
被引用次数: 38 相关文章 所有 4 个版本 引用 保存 更多

利用多源遥感数据反演城市地表温度
厉华, 曾永年, 负培东, 黄健柏, 杨凯, 邹杰 - 遥感学报, 2008 - cqvip.com
目前利用单通道热红外遥感数据反演地表温度的方法有大气校正法, 单窗算法和普适性单通道算法, 使用这3种算法反演地表温度时的一个关键问题是需要获取大气参数. 目前大气参数的获取主要根据近地表(地表2m左右的高度)的大气水分含量或湿度和平均气温 ...
被引用次数: 24 相关文章 所有 4 个版本 引用 保存

MODIS 数据反演地表温度的参数敏感性分析
高懋芳, 覃志豪, 刘三超 - 遥感信息, 2006 - cqvip.com
在利用MODIS 卫星遥感数据进行地表温度反演过程中, 有两个基本参数需要确定, 即地表比辐射率和大气透过率, 尽管采用了比较合理的参数估计方法, 但仍会有一些不可避免的因素导致误差的产生. 为了进一步研究可能的参数误差对地表温度反演精度的影响, 我们对该 ...
被引用次数: 20 相关文章 所有 4 个版本 引用 保存

[PDF] 一个从ASTER 数据中反演地表温度的劈窗算法
毛克彪, 唐华俊, 陈仲新, 邱玉宝, 覃志豪, 李满春 - 遥感信息, 2006 - blog.sciencenet.cn
摘要: 根据EOS/Terra 多传感器的特点, 提出了一个适合于ASTER 数据的劈窗算法, 该算法包括两个必要的参数大气透过率和比辐射率. 大气透过率是通过利用MODIS 的3个近红外波段反演大气水汽含量并根据大气水汽含量与热红外波段的统计关系计算得到. 由于 ...
被引用次数: 26 相关文章 所有 9 个版本 引用 保存 更多

[PDF] 热红外遥感反演地表温度研究现状
朱怀松, 刘晓锰, 裴欢 - 干旱气象, 2007 - chinaam.com.cn
摘要: 地球表面温度是一个重要的水文, 气象参数. 它影响着大气, 海, 陆之间的感热和潜热交换, 是诸多研究领域不可或缺的基础资料. 精确定量反演陆面温度的成果将推动旱灾预报和作物缺水研究, 农作物产量估算, 数值天气预报, 全球气候变化和全球碳平衡等领域研究的进展. 因此, ...
被引用次数: 26 相关文章 所有 6 个版本 引用 保存 更多

一个针对被动微波AMSR-E 数据反演地表温度的物理统计算法
毛克彪, 施建成, 李召良, 覃志豪... - 中国科学地球科学(中文 ..., 2006 - sciencemeta.com
摘要用MODIS 的地表温度产品和AMSR-E 不同通道之间的亮度温度回归分析表明用89GHzV 做地表温度反演主通道的精度最高. 用AIEM 模型模拟表明, 土壤粗糙度和土壤水分变化引起土壤辐射率变化可以通过不同极化波段的差值得到有效的消除. 从而克服了被动微波反演地表温度 ...
被引用次数: 20 相关文章 所有 12 个版本 引用 保存

✉ 创建快讯

规划设计行业

应用结论

遥感信息工程专业
研究算法

學術搜尋

約有 101,000 項結果 (0.09 秒)

文章

我的圖書館

不限時間

2015 以後

2014 以後

2011 以後

自訂範圍...

按照相關性排序

按日期排序

搜尋所有網站

搜尋所有中文網頁

搜尋繁體中文網頁

 包含專利 只包含書目/引用資料

建立快訊

提示：如只要搜尋中文（繁體）的結果，可使用學術搜尋設定，指定搜尋語言。

[A generalized split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from space](#)
 Z Wan, J Dozier - ... and Remote Sensing, IEEE Transactions on, 1996 - ieeexplore.ieee.org

Abstract—We propose a generalized split-window method for retrieving land-surface temperature (LST) from AVHRR and MODIS data. Accurate radiative transfer simulations show that the coefficients in the split-window algorithm for LST must vary with the viewing ...

被引用 858 次 相關文章 全部共 15 個版本 引用 儲存

[Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5](#)

JA Sobrino, JC Jiménez-Muñoz, L Paolini - Remote Sensing of environment, 2004 - Elsevier
 In this paper, three methods to retrieve the land surface temperature (LST) from thermal infrared data supplied by band 6 of the Thematic Mapper (TM) sensor onboard the Landsat 5 satellite are compared. The first of them lies on the estimation of the land surface ...

被引用 587 次 相關文章 全部共 11 個版本 引用 儲存

[HTML] [A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data](#)

JC Jiménez-Muñoz, JA Sobrino - Journal of Geophysical ..., 2003 - Wiley Online Library
 [2] The importance of land surface temperature (LST) for environmental studies has been highlighted by several authors: Barton [1992], Lagouarde et al.[1995], Qin and Karnieli [1999], Dash et al.[2002], Schmugge et al.[2002], etc. Various algorithms have been ...

被引用 435 次 相關文章 全部共 9 個版本 引用 儲存

[Land surface temperature measurements from the split window channels of the NOAA 7 Advanced Very High Resolution Radiometer](#)

JC Price - ... of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012 ..., 1984 - Wiley Online Library
 ... Price, JC (1984), Land surface temperature measurements from the split window channels of the NOAA 7 Advanced Very High Resolution Radiometer, J ... Get PDF (853K). ... of order 2–3°C, which if neglected would cause errors in the derivation of surface thermal characteristics. ...

被引用 760 次 相關文章 全部共 6 個版本 引用 儲存

[A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region](#)

Z Qin, A Karnieli, P Berliner - International Journal of Remote ..., 2001 - Taylor & Francis
 Remote sensing of land surface temperature (LST) from the thermal band data of Landsat Thematic Mapper (TM) still remains unused in comparison with the extensive studies of its visible and near-infrared (NIR) bands for various applications. The brightness temperature ...

被引用 611 次 相關文章 全部共 8 個版本 引用 儲存

[Validation of the land-surface temperature products retrieved from Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer data](#)

Z Wan, Y Zhang, Q Zhang, Z Li - Remote sensing of Environment, 2002 - Elsevier
 This paper presents the status of land-surface temperature (LST) standard products retrieved from Earth Observing System (EOS) Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data. Based on estimates of the channel-dependence error ...

被引用 551 次 相關文章 全部共 11 個版本 引用 儲存

[Accurate land surface temperature retrieval from AVHRR data with use of an improved split window algorithm](#)

YH Kerr, JP Lagouarde, J Imbernon - Remote Sensing of Environment, 1992 - Elsevier
 Abstract In order to retrieve accurate values of land surface temperatures from satellite thermal infrared data, it is necessary to perform atmospheric corrections. This paper describes how a differential absorption method, similar to the split window technique used ...

被引用 295 次 相關文章 全部共 6 個版本 引用 儲存

[A physics-based algorithm for retrieving land-surface emissivity and temperature from EOS/MODIS data](#)

Z Wan, Z Li - ... and Remote Sensing, IEEE Transactions on, 1997 - ieeexplore.ieee.org
 Abstract—We have developed a physics-based land-surface temperature (LST) algorithm for simultaneously retrieving surface band-averaged emissivities and temperatures from day/night pairs of MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) data in seven ...

被引用 585 次 相關文章 全部共 8 個版本 引用 儲存

[Quality assessment and validation of the MODIS global land surface temperature](#)

Z Wan, Y Zhang, Q Zhang, Z Li - International Journal of Remote ..., 2004 - Taylor & Francis
 ... Web of Science ®, [CSA] View all references) was developed to retrieve surface spectral emissivity ... may result in large errors in the atmospheric temperature/water vapour retrieval (Plokhenko and ... These errors could exist in the shape of the retrieved temperature/humidity profile ...

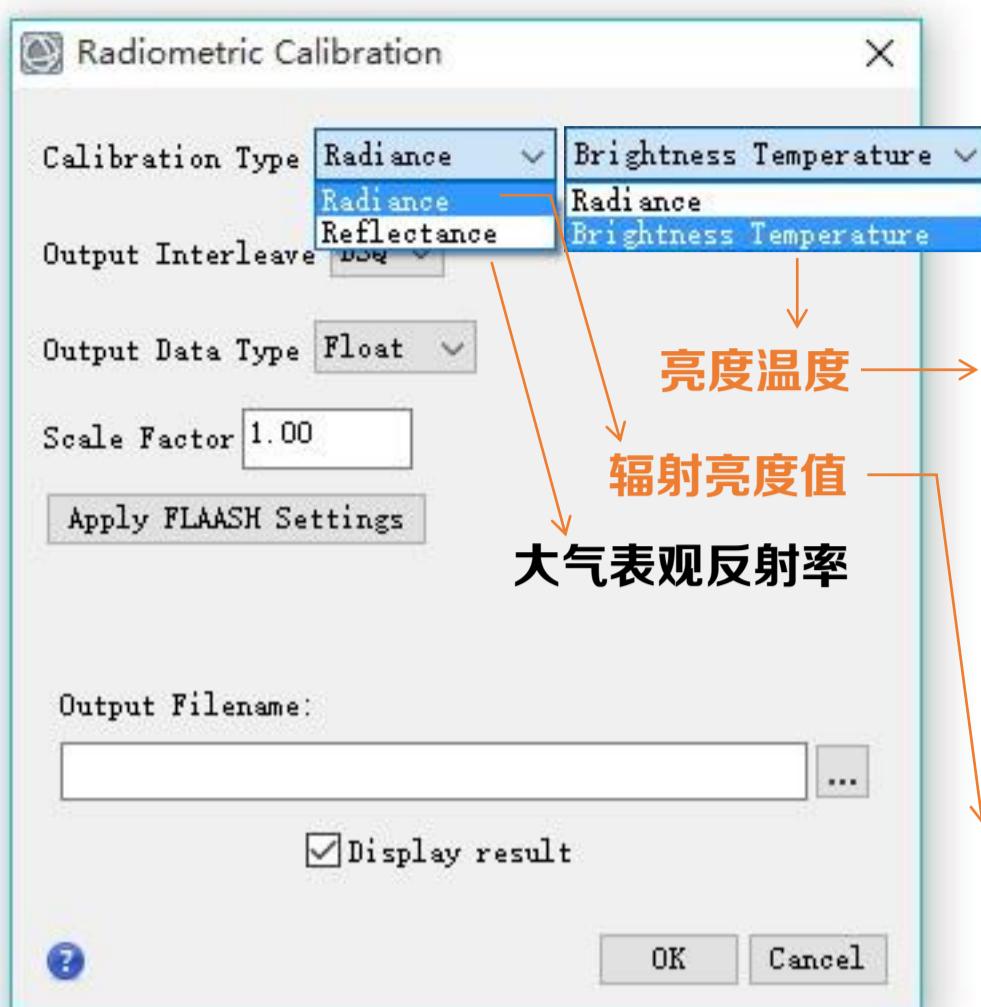
被引用 439 次 相關文章 全部共 8 個版本 引用 儲存

[New refinements and validation of the MODIS land-surface temperature/emissivity products](#)

Z Wan - Remote Sensing of Environment, 2008 - Elsevier
 ... profile in MOD07 because Surface_Temperature in new MOD07 has been changed to regression-based retrieval of (land ... V5 PGE16B code, the day/night algorithm becomes less reliable and the errors in the retrieved emissivities and temperatures get larger, the ...

被引用 473 次 相關文章 全部共 7 個版本 引用 儲存

建立快訊



辐射出射度: 单位时间内从单位面积上辐射的辐射能量，单位W/m²

比辐射率: 发射率，物体的辐射出射度与同温度黑体辐射出射度的比值。如果物体是地表，则为地表比辐射率。

当一个物体的辐射亮度与某一黑体的辐射亮度相等时，该黑体的物理温度就被称为该物体的“亮度温度”，所以亮度温度具有温度的量纲，但是不具有温度的物理含义，它是一个物体辐射亮度的代表名词。

大气透射率: 通过大气(或某气层)后的辐射强度与入射前辐射强度其比值。

辐射源在某一方向上单位投影表面、单位立体角内的**辐射通量**，单位W/m². sr. μm

在辐射度学中，辐射通量或辐射功率是对单位时间内通过某一面积的所有电磁辐射(包括红外、紫外和可见光)总功率的度量，既可以指一辐射源发出辐射的功率，也可以指到达某一特定表面的辐射能量的功率。

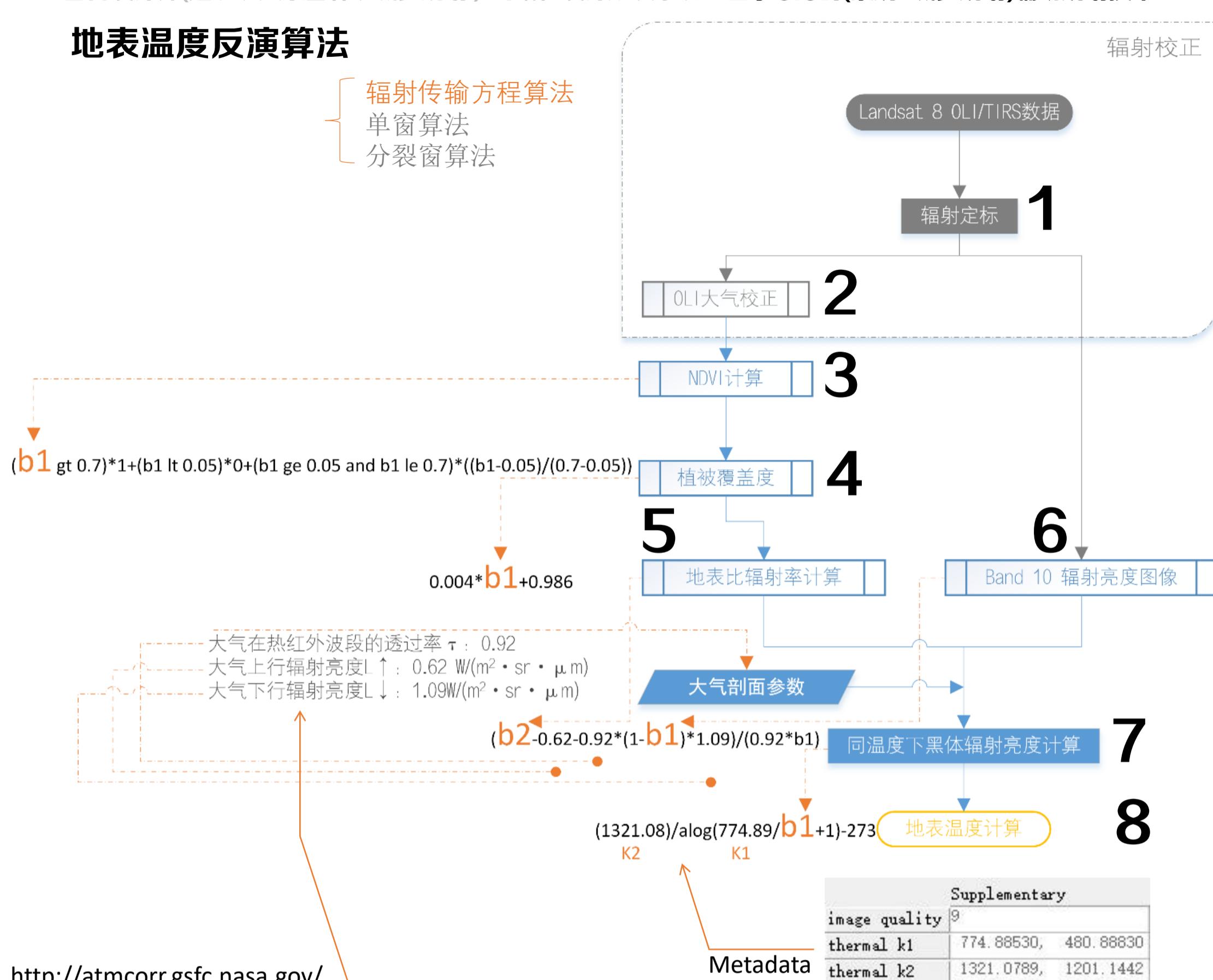
國際單位制的輻射量單位

物理量	符號	國際單位制	單位符號	注釋
辐射出射度 (Radiant exitance)	M _e	瓦特每平方米	W·m ⁻²	表面出射的辐射通量
辐射度 (Radiosity)	J _e or J _{eλ}	瓦特每平方米	W·m ⁻²	表面出射及反射的辐射通量總和
辐射率 (Radiance)	L _e	瓦特每球面度每平方米	W·sr ⁻¹ ·m ⁻²	每單位立體角每單位投射表面的辐射通量。
辐射能 (Radiant energy)	Q _e	焦耳	J	能量。
辐射能量密度 (Radiant energy density)	ω _e	焦耳每米 ³	J·m ⁻³	
辐射强度 (Radiant intensity)	I _e	瓦特每球面度	W·sr ⁻¹	每單位立體角的辐射通量。
辐射曝光量 (Radiant exposure)	H _e	焦耳每平方米	J·m ⁻²	
辐射通量 (Radiant flux)	Φ _e	瓦特	W	每單位時間的辐射能量，亦作「辐射功率」。
辐照度 (Irradiance)	E _e	瓦特每平方米	W·m ⁻²	入射表面的辐射通量。
光譜輻射出射度 (Spectral radiant emittance)	M _{eλ} 或 M _{ev}	瓦特每米 ³ 或 瓦特每平方米每赫茲	W·m ⁻³ or W·m ⁻² ·Hz ⁻¹	表面出射的辐射通量的波長或頻率的分布
光譜輻射率 (Spectral radiance)	L _{eλ} 或 L _{ev}	瓦特每球面度每米 ³ 或 瓦特每球面度每平方米每赫茲	W·sr ⁻¹ ·m ⁻³ 或 W·sr ⁻¹ ·m ⁻² ·Hz ⁻¹	常用W·sr ⁻¹ ·m ⁻² ·nm ⁻¹
光譜辐照度 (Spectral irradiance)	E _λ 或 E _v	瓦特每立方米 或 瓦特每平方米每赫茲	W·m ⁻³ 或 W·m ⁻² ·Hz ⁻¹	通常測量單位為 W·m ⁻² ·nm ⁻¹
光譜功率 (Spectral power)	Φ _{eλ}	瓦特每米	W·m ⁻¹	辐射通量的波長分布
光譜強度 (Spectral intensity)	I _{eλ}	瓦特每球面度每米	W·sr ⁻¹ ·m ⁻¹	辐射強度的波長分布

地表温度反演算法

辐射校正

辐射传输方程算法
单窗算法
分裂窗算法



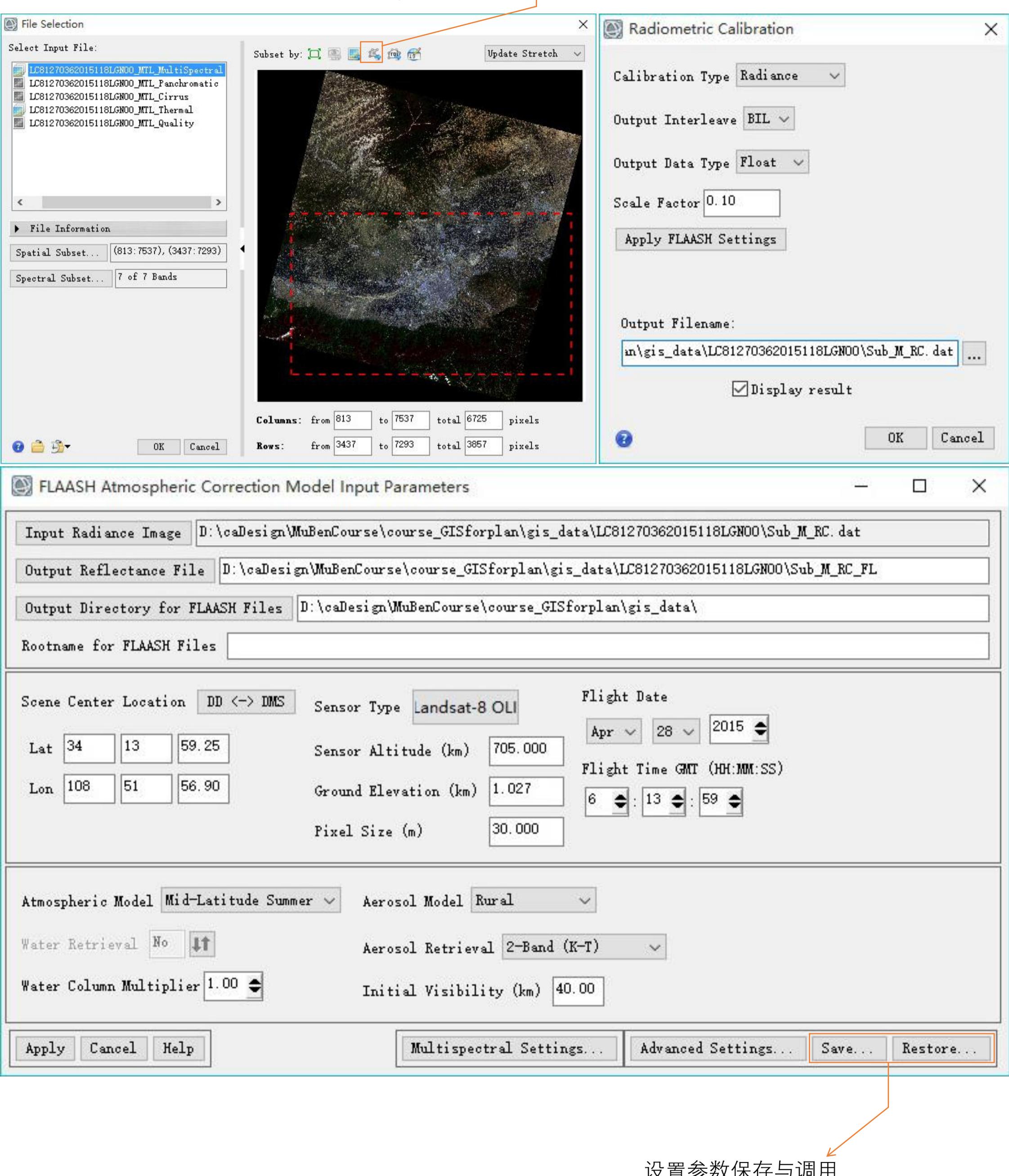
<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>

Year: 2015	Month: 4	Day: 28
GMT Hour: 6	Minute: 14	
Latitude: 34.21960 + is North, - is South	Longitude: 108.9625 + is East, - is West	
<input type="radio"/> Use atmospheric profile for closest integer lat/long help <input checked="" type="radio"/> Use interpolated atmospheric profile for given lat/long help <input type="radio"/> Use mid-latitude summer standard atmosphere for upper atmospheric profile help <input type="radio"/> Use mid-latitude winter standard atmosphere for upper atmospheric profile help <input checked="" type="radio"/> Use Landsat-8 TIRS Band 10 spectral response curve <input type="radio"/> Use Landsat-7 Band 6 spectral response curve <input type="radio"/> Use Landsat-5 Band 6 spectral response curve <input type="radio"/> Output only atmospheric profile, do not calculate effective radiances		
Optional: Surface Conditions <small>(If you do not enter surface conditions, model predicted surface conditions will be used.)</small> <small>(If you do enter surface conditions, all four conditions must be entered.)</small>		
Altitude (km):	Pressure (mb):	
Temperature (C):	Relative Humidity (%):	
Results will be sent to the following address: Email: <input type="text" value="richieball@outlook.com"/>		
<input type="button" value="Calculate"/> <input type="button" value="Clear Fields"/>		

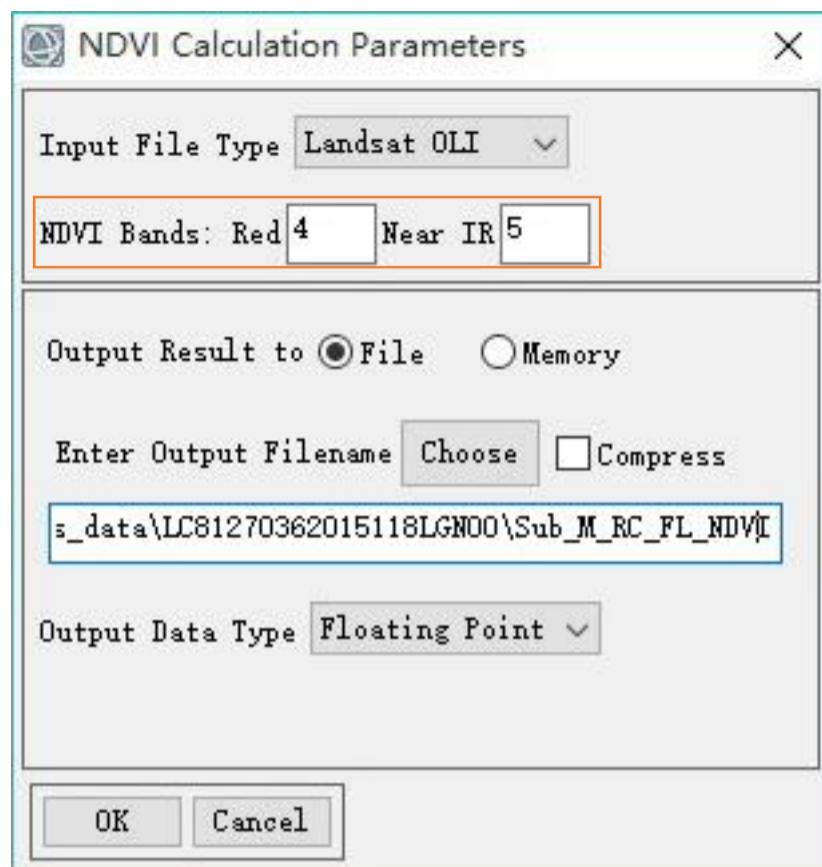
Date (yyyy-mm-dd): 2015-04-28
Input Lat/Long: 34.220/ 108.963
GMT Time: 6:14
L8 TIRS Band 10 Spectral Response Curve
Mid-latitude summer standard atmosphere
User input surface conditions
Surface altitude (km): -999.000
Surface pressure (mb): -999.000
Surface temperature (C): -999.000
Surface relative humidity (%): -999.000

Band average atmospheric transmission: 0.92
Effective bandpass upwelling radiance: 0.62 W/m^2/sr/um
Effective bandpass downwelling radiance: 1.09 W/m^2/sr/um

1+2 辐射定标+大气校正(Multispectral)



3 NDVI



NDVI归一化植被指数

(Normalized Difference Vegetation Index)

Geo: 34° 12'33.85"N, 108° 43'14.65"E
Map: 290012.2778, 3787723.5425
MGRS: 49SBT9001287724
Proj: UTM, Zone 49 N, WGS-84

Sub_M_RC_FL_NDVI
File: 2914.5759, 2006.0486
Data: [0.809988]

[1] Sub_M_RC_FL
File: 2914.5759, 2006.0486
Data: [3715]

Sub_M_RC_FL
File: 2914.5759, 2006.0486
Data: [390]

Sub_M_RC.dat
File: 2914.5759, 2006.0486
Data: [3.179684, 4.897686, 6.353986]

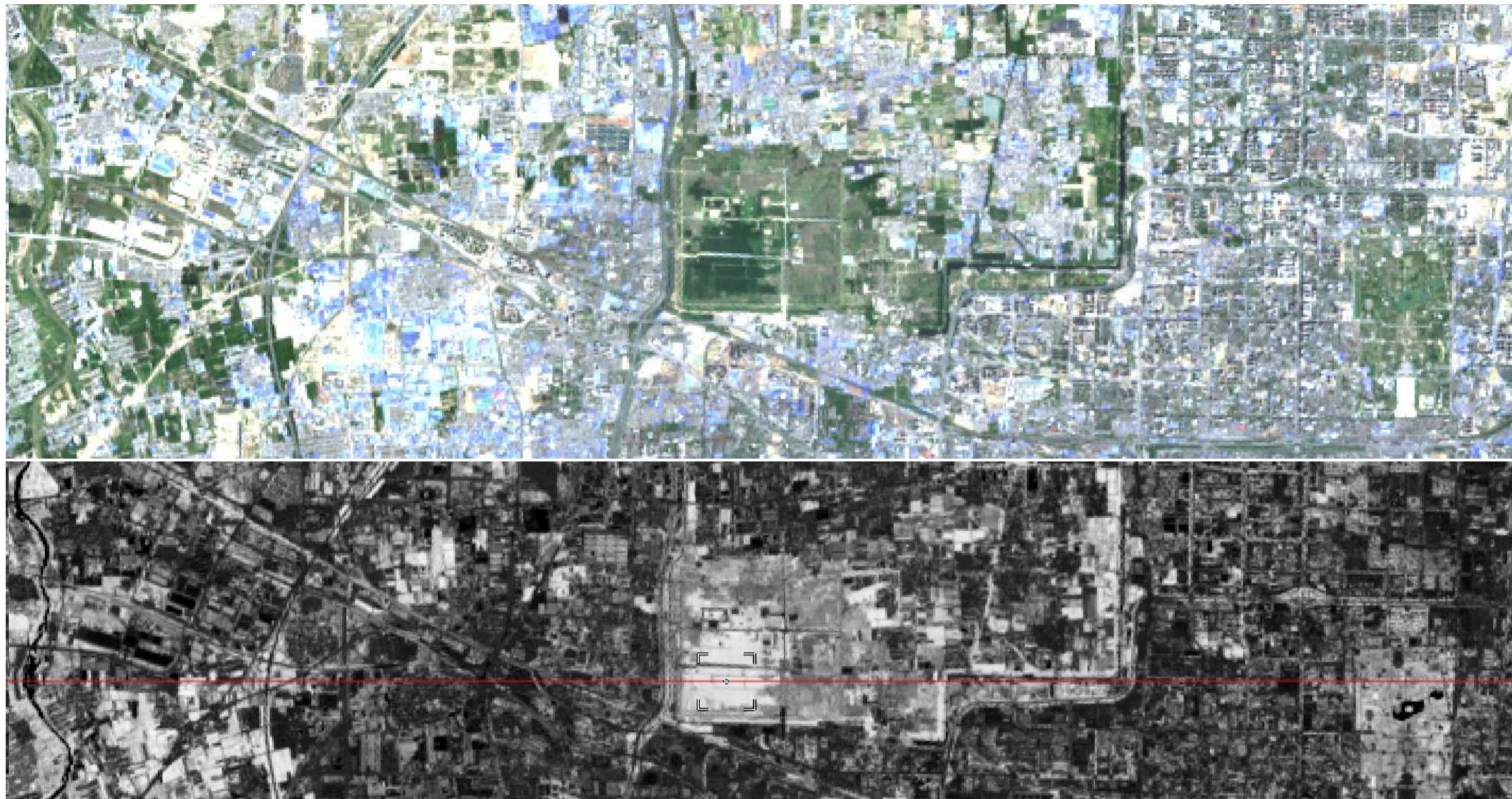
ENVI的NDVI标准算法:
 $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$

NIR-近红外波段, Red-红光波段

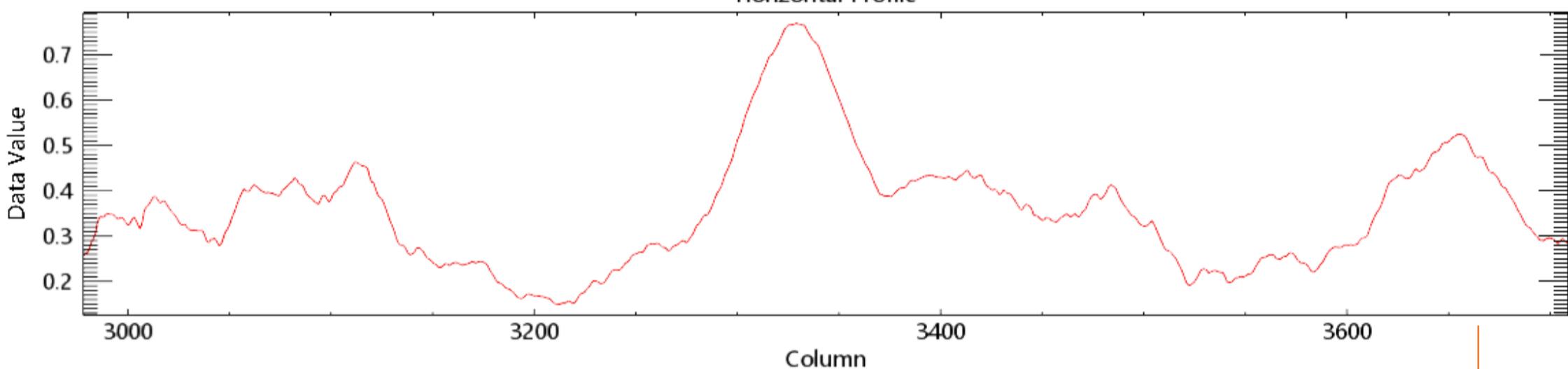
将多光谱数据变换为一个单独的图像波段, 用于显示植被分布。较高的NDVI值预示着包含较多的绿色植被;

NDVI 归一化植被指数法:

植被指数是遥感监测地面植物生长和分布的一种方法。不同绿色植物对不同波长光的吸收率不同, 光线照射在植物上, 近红外波段的光大部分被植物反射, 而可见光波段的光大部分被植物吸收, 通过对近红外和红波段反射率的线性或非线性组合, 消除地物光谱产生的影响。根据地物光谱反射率的差异做比值运算可以突出图像中植被的特征, 提取植被类别或估算绿色生物量, 能够提取植被的算法称为植被指数 (Vegetation Index, VI) 植被指数是代数运算增强的典型应用。在遥感应用领域, 广泛用来定性和定量评价植被覆盖及其生长活力。应用于土地利用覆盖探测, 植被覆盖密度评价, 作物识别和作物预报



Horizontal Profile



4 植被覆盖度

Band Math

$(b1 \text{ gt } 0.7) * 1 + (b1 \text{ lt } 0.05) * 0 + (b1 \geq 0.05 \text{ and } b1 \leq 0.7) * ((b1 - 0.05) / (0.7 - 0.05))$

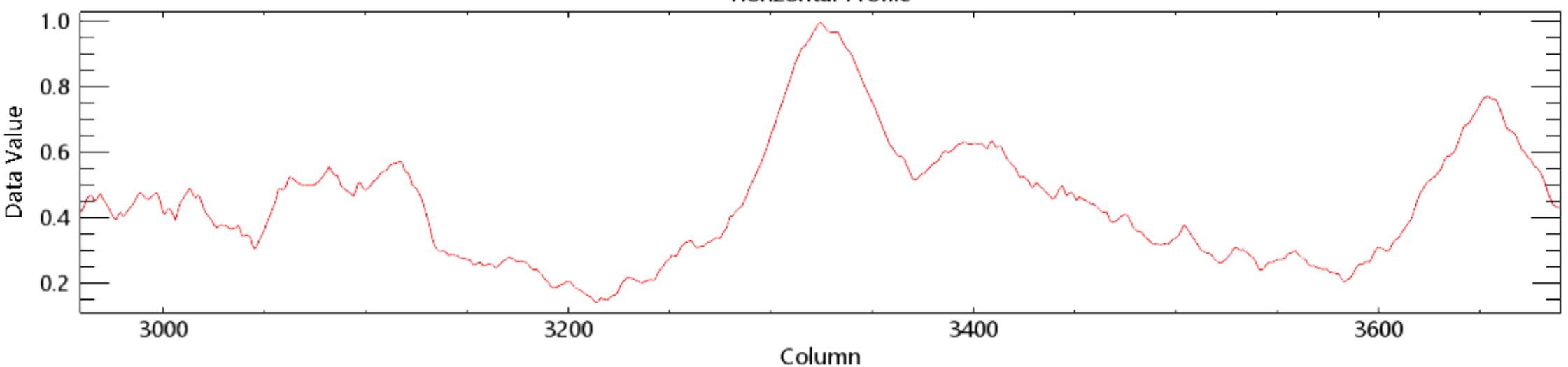
NDVI

$NDVI_{Soil}$

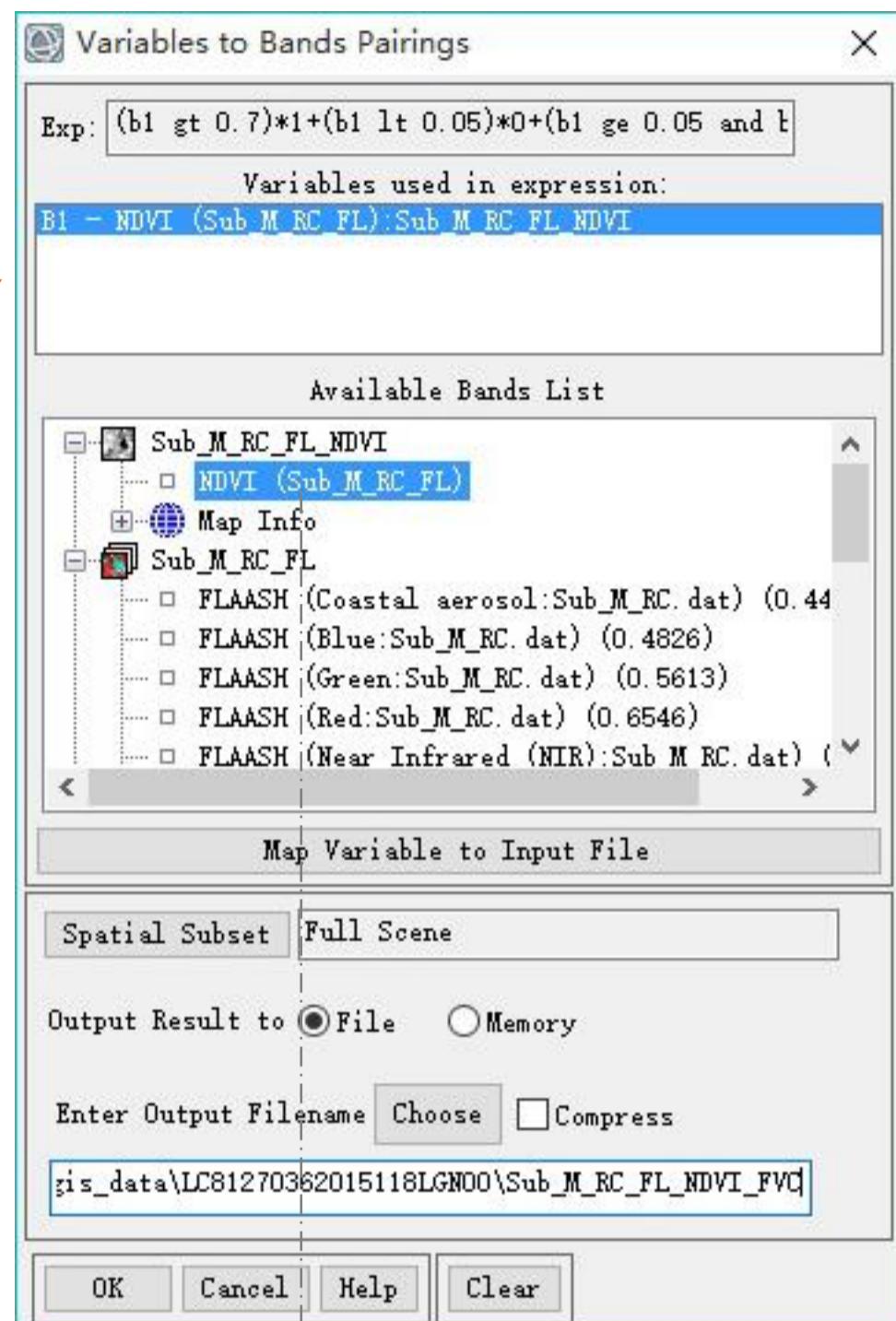
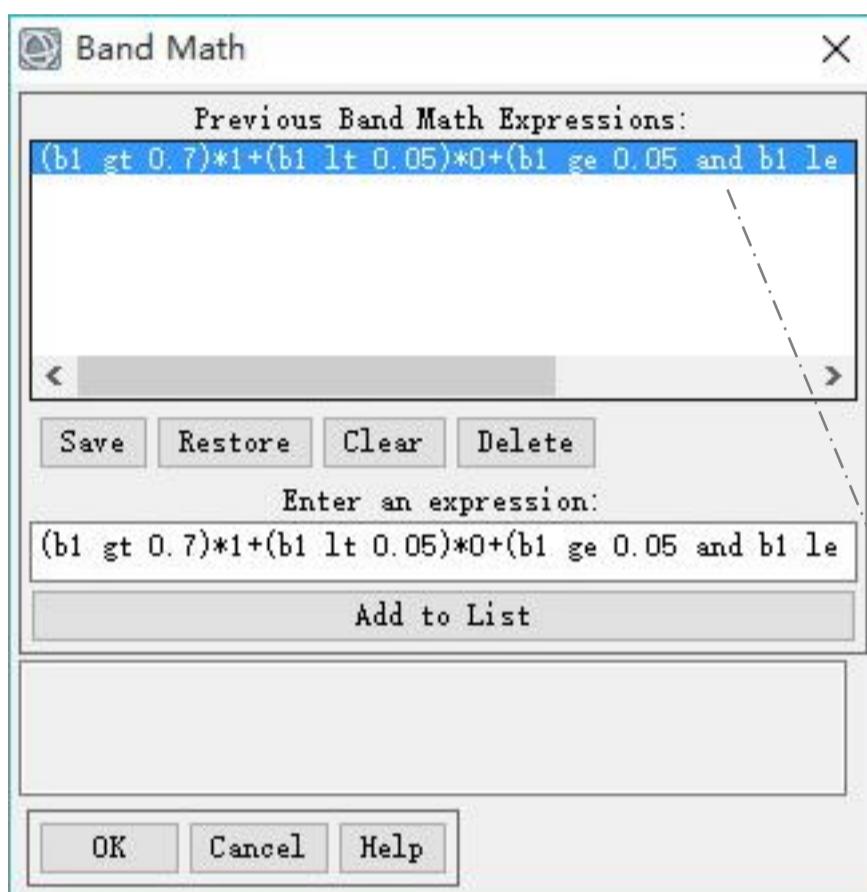
$NDVI_{Veg}$

经验值

Horizontal Profile



Band Math



波段数据

b1-7	b1-8	b1-9						
b1-4	b1-5	b1-6 b2-7	b2-8	b2-9				
b1-1	b1-2	b1-3 b2-4	b2-5	b2-6 b3-7	b3-8	b3-9		
		b2-1	b2-2	b2-3 b3-4	b3-5	b3-6		
				b3-1	b3-2	b3-3		

b1+b2+b3

运算表达式

运算结果数据

21	24	27
12	15	18
3	6	9



Contents
Index
What's New in This Release
Explore Imagery
Preprocessing
Band Math and Spectral Indices
Band Math
Band Ratios
Spectral Indices
Reference
Burn Indices Background
Geology Indices Background
Miscellaneous Indices Background
Vegetation Indices Background
Mosaic
Georectification
Anomaly, Change, and Target Detection
Classification
Feature Extraction
ENVI LiDAR
Filters
Radar Tools
Spectral Tools
Topographic Tools
ROIs, Vectors, Annotations
Vegetation Analysis
Programming
Tutorials
About ENVI
Application Shortcuts
Supported Data Types
Preferences

Requirements

The Band Math tool has four basic requirements:

1. **The Band Math expression must be a single IDL statement:** The syntax for defining your processing algorithm, or Band Math expression, is that of IDL. However, simple Band Math expressions do not require prior knowledge of IDL. If you plan to perform complex processing, refer to IDL Tips for Use in Band Math.
A Band Math expression must be a single IDL statement in the form of a function:
`result = expression`
In the Band Math dialog, enter only the `expression` part of the function. Your expression can include any valid IDL function, including those that you write yourself.
2. **All input bands must have identical dimensions:** The expression is applied on a simple pixel-by-pixel basis. Therefore, the input bands (to which your expression is applied) must all have the same spatial dimensions in samples and lines. Furthermore, Band Math does not automatically coregister images that are georeferenced.
3. **All variables in the expression must be named `Bn` (or `bn`):** The variables in the expression that represent input bands must begin with the character "b" or "B" followed by up to 5 numeric characters. For example, all of the following expressions are valid when adding three bands:
`b1 + b2 + b3`
`B1 + B11 + B111`
`B1 + b2 + B3`
4. The result must be a band of the same dimension as the input bands: The expression must produce a result with the same spatial dimensions in samples and lines as the input bands.

Enter Mathematical Expressions

1. From the Toolbox, select **Band Algebra > Band Math**. The Band Math dialog appears.
2. In the Band Math dialog, enter the desired mathematical description, including variable names, into the **Enter an expression** field. Use variables in place of band names or filenames (the variables will be assigned in the next step). Variable names must begin with the character "b" or "B" followed by up to 5 numeric characters.

For example, to calculate the average of three bands, use the following equation:

```
float(b1)+float(b2)+float(b3))/3.0
```

Three variables are used in this expression: B1, B2, and B3. Note that, in this example, the IDL function `float()` is used to prevent byte overflow errors during calculation.

© 2015 Exelis Visual Information Solutions, Inc., a subsidiary of Harris Corporation. All Rights Reserved. This information is not subject to the controls of the International Traffic in Arms Regulations (ITAR) or the Export Administration Regulations (EAR). However, this information may be restricted from transfer to various embargoed countries under U.S. laws and regulations.

结果波段空间大小与输入波段相同

表达式中的所有变量必须以Bn或者bn命名

所有输入的波段必需有相同的空间分辨率

波段运算表达式必需满足IDL语法

Band Math-数据类型

数据类型	转换函数	缩写	数据范围	Bytes/ Pixel
8-bit字节型 (Byte)	byte ()	B	0-255	1
16-bit整型 (Integer)	fix ()		-32768-32767	2
16-bit无符号整型 (Unsigned Int)	unit ()	U	0-65535	2
32-bit长整型 (Long Integer)	long ()	L	大约+/-20亿	4
32-bit无符号长整型 (Unsigned Long)	ulong ()	UL	0-大约40亿	4
32-bit浮点型 (Floating Point)	float ()	.	+/-1e38	4
64-bit双精度浮点型 (Double Precision)	double ()	D	+/-1e308	8
64-bit整型 (64-bit Integer)	long64 ()	LL	大约+/-9e18	8
无符号64-bit整型 (Unsigned 64-bit)	ulong64 ()	ULL	0-大约2e19	8
复数型 (Complex)	complex ()		+/-1e38	8
双精度复数型 (Double Complex)	dcomplex ()		+/-1e308	16

- 当一个值大于某个数据类型所能容纳值得范围，该值将会溢出，并从头计算。避免溢出应写为fix(b1)+b2，式中b1、b2为8-bit字节型
- ENVI能够将表达式中数据类型提升为它在表达式中所遇到的最高数据类型。为保持数据类型应写为b1+byte(5)或者b1+5B，式中b1为8-bit字节型

Band Math-运算符

种类	操作函数
基本运算	加 (+)、减 (-)、乘 (*)、除 (/)
三角函数	正弦sin (x)、余弦cos (x)、正切tan (x) 反正弦asin (x)、反余弦acos (x)、反正切atan (x)
关系和逻辑运算符	双曲正弦sinh (x)、双曲余弦cosh (x)、双曲正切tanh (x) 小于 (LT)、小于等于 (LE)、等于 (EQ)、不等于 (NE)、大于等于 (GE)、大于 (GT)
其他数学函数	AND、OR、NOT、XOR 最小值运算符 (<) 和最大值运算符 (>) 指数 (^) 和自然指数 (exp (x)) 自然对数 (alog (x)) 以10为底的对数 (alog10 (x)) 整型取整—round (x)、ceil (x)、和floor (x) 平方根 (sqrt (x)) 绝对值 (abs (x))

- 关系运算中，为真时返回值为1，为假时返回值为0

→ b1即NDVI，当单元像素值大于0.7为真时，返回值为1，当不满足要求时返回值为0，再乘以1，即大于0.7的像素值计算结果为 $1 \times 1 = 1$ ，否则为 $0 \times 1 = 0$

(b1 gt 0.7)*1+(b1 lt 0.05)*0+(b1 ge 0.05 and b1 le 0.7)*((b1-0.05)/(0.7-0.05))

Band Math-运算符优先级

优先级顺序	运算符	描述
1	()	用圆括号将表达式分开
2	^	指数
3	*	乘法
	#和##	矩阵相乘
	/	除法
	MOD	求模
	+	加法
	-	减法
4	<	最小值运算符
	>	最大值运算符
	NOT	Boolean negation
	EQ	等于
	NE	不等于
5	LE	小于或等于
	LT	小于
	GE	大于或等于
	GT	大于
	AND	Boolean AND
6	OR	Boolean OR
	XOR	Boolean exclusive OR
7	? :	条件表达式（在波段运算中很少使用）

- 避免整型数据除法，理解 $\text{float}(5)+10/3=8.0$ VS $5+10/\text{float}(3)=8.3$ ，因此应写为 $\text{b1}/\text{float}(\text{b2})$ ，如果想将除法数据结果保持为整形，最好先将数据转换为浮点型进行除法计算，再转换为所需的数据类型， $\text{fix}(\text{ceil}(\text{b1}/\text{float}(\text{b2})))$
- 避免整型运算溢出， $\text{uint}(\text{b1}) \times \text{b2}$
- 生成混合图像， $\text{byte}(\text{round}((0.2 \times \text{b1}) + (0.8 \times \text{b2})))$ ， b1 所占权重为0.2， b2 所占权重为0.8
- 对图像进行选择性更改，例如 $(\text{b1} > 200) \times \text{b2} + (\text{b1} \leq 200) \times \text{b1}$ ，可理解为图像 b1 中，像元值大于200的像元是云，用图像 b2 中的相应像元对其进行替换，小于等于200的像元保持自身值不变； $(\text{b1} \neq 0) \times 255 + (\text{b1} \neq 0) \times \text{b1}$ ，可理解为将一幅图像的黑色背景变成白色背景
- 最小值和最大值运算符，返回实际的最小和最大值， $\text{b1} + (0 > \text{b2} > \text{b3})$ ，对于图像中的每一个像元，0、 b1 或 b2 中的最大值加到 b1 中； $0 > \text{b1} < 1$ ，最大值和最小值运算符同时运用， b1 被限制在0和1之间，即 b1 中的值不会大于1或者小于0，最后得到的结果在[0,1]之间；
- 利用波段运算修改NaN值，NaN全称Not a Number，即异常值。修改0值为NaN， $\text{float}(\text{b1}) \times \text{b1}/\text{b1}$ ，分母为0是，返回NaN；修改特定值(如250)为NaN， $\text{b1} \times \text{float}(\text{b1} \neq 250)/(\text{b1} \neq 250)$ ，分母为0，返回NaN；修改NaN为特定值(-999)， $\text{finite}(\text{b1}, \text{nan}) \times (-999) \text{or} (\neg \text{finite}(\text{b1}, \text{nan})) \times \text{b1}$ ， $\text{finite}()$ 是IDL函数，获取无效值的下标；修改NaN为0值，首先修改为-999，再使用 $(\text{b1} \neq -999) \times \text{b1}$ 修改-990为0

5 地表比辐射率

$$0.004 * b1 + 0.986$$

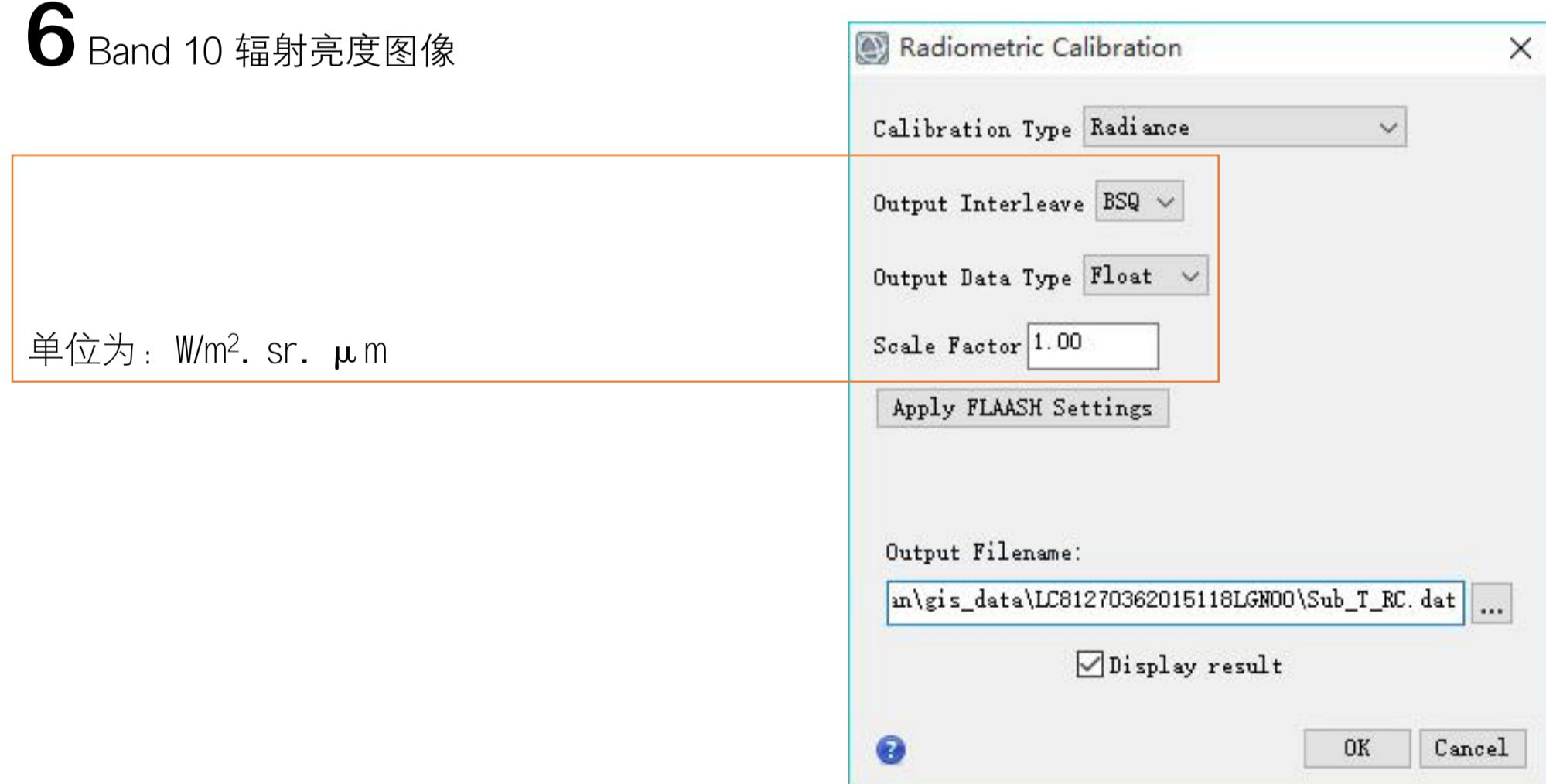
植被覆盖度

徐涵秋. 2015. 新型Landsat 8卫星影像的反射率和地表温度反演. 地球物理学报, 58(3): 741–747, doi: 10.6038/cjg20150304

林	草	土壤	建筑物	水体
TIRS 10	0.9813	0.9823	0.9212	0.9908
TIRS 11	0.9820	0.9884	0.9337	0.9902

通过ASTER光谱库获得主要地物在TIRS 10、11波段的比辐射率，综合ASTER光谱库和Nichol(2009)的研究成果计算的比辐射率

6 Band 10 辐射亮度图像



7 同温度下黑体辐射亮度

$$(b2 - 0.62 - 0.92 * (1 - b1) * 1.09) / (0.92 * b1)$$

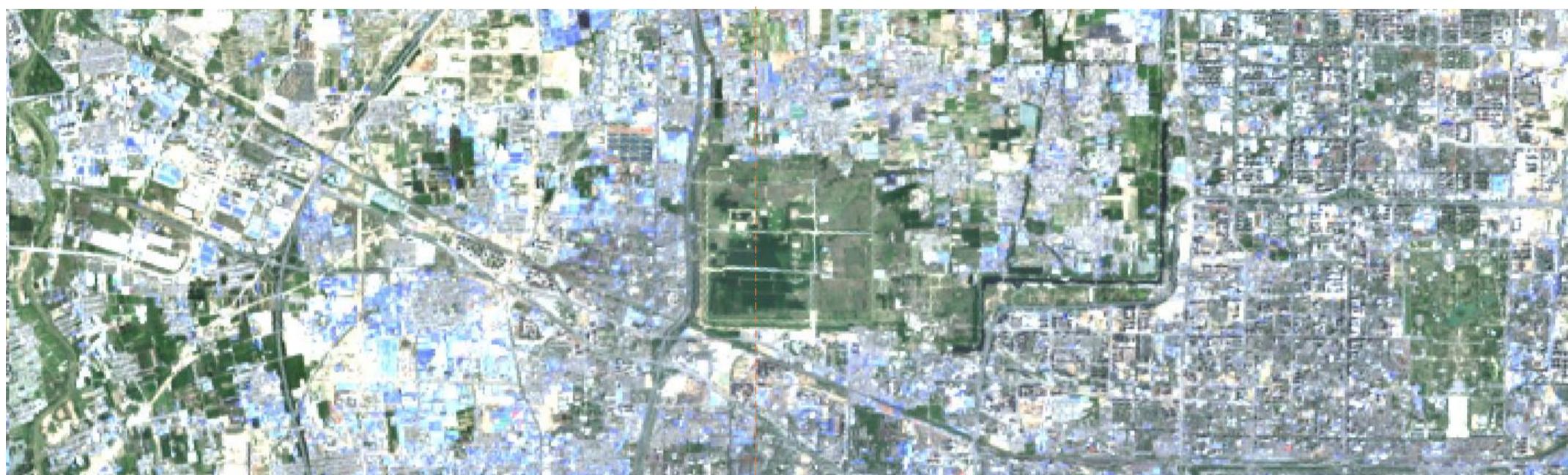
Band 10的辐射亮度

地表比辐射率

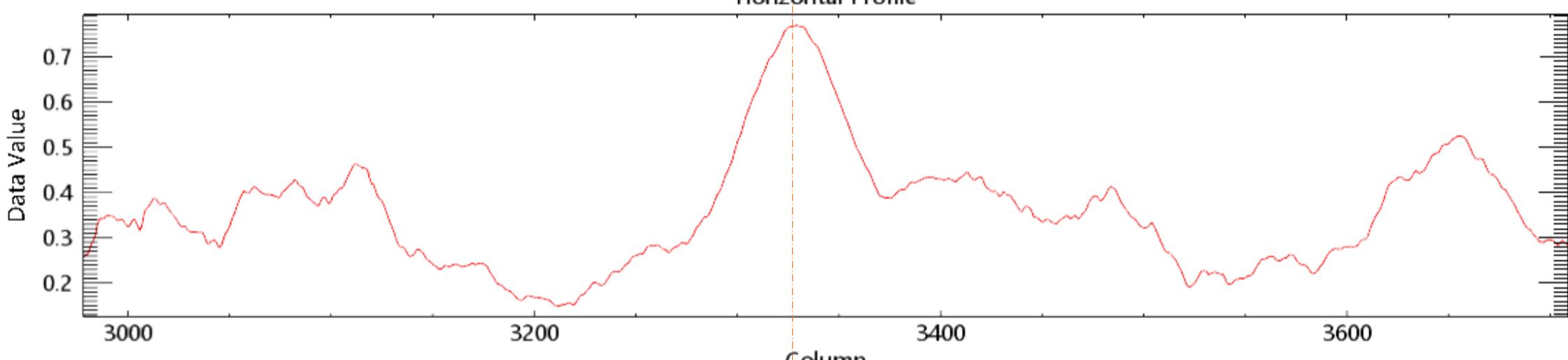
8 地表温度

$$(1321.08)/\text{alog}(774.89/\text{b1}+1)-273$$

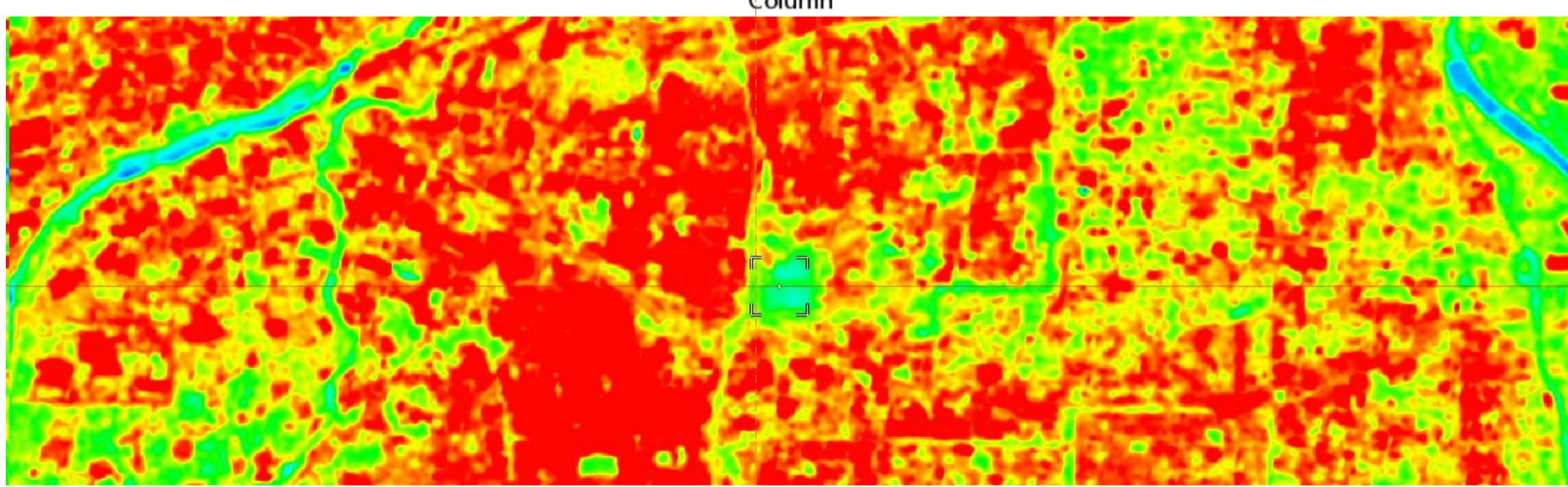
黑体辐射亮度



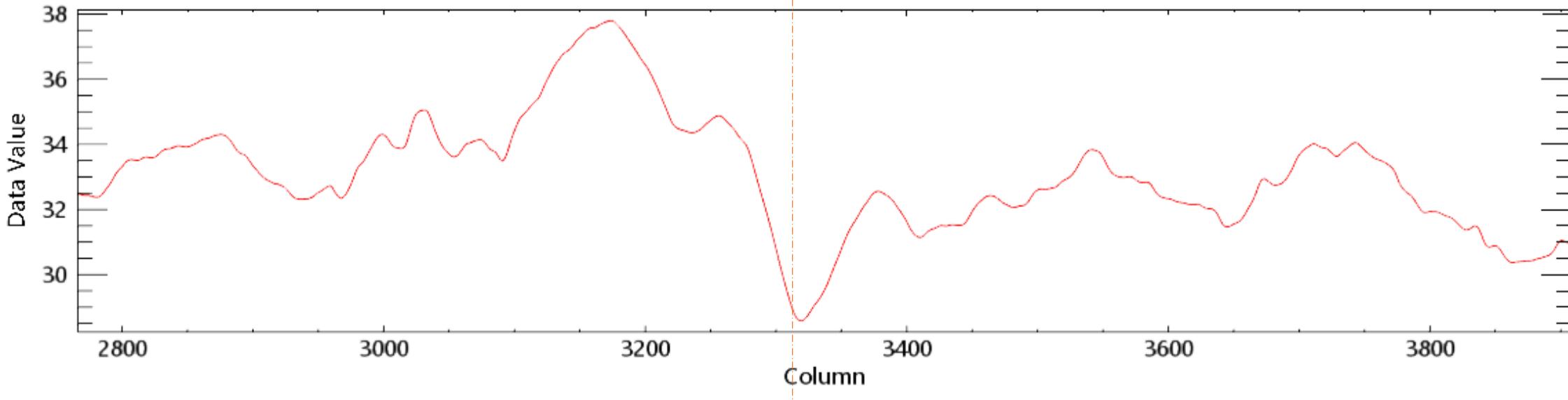
Horizontal Profile



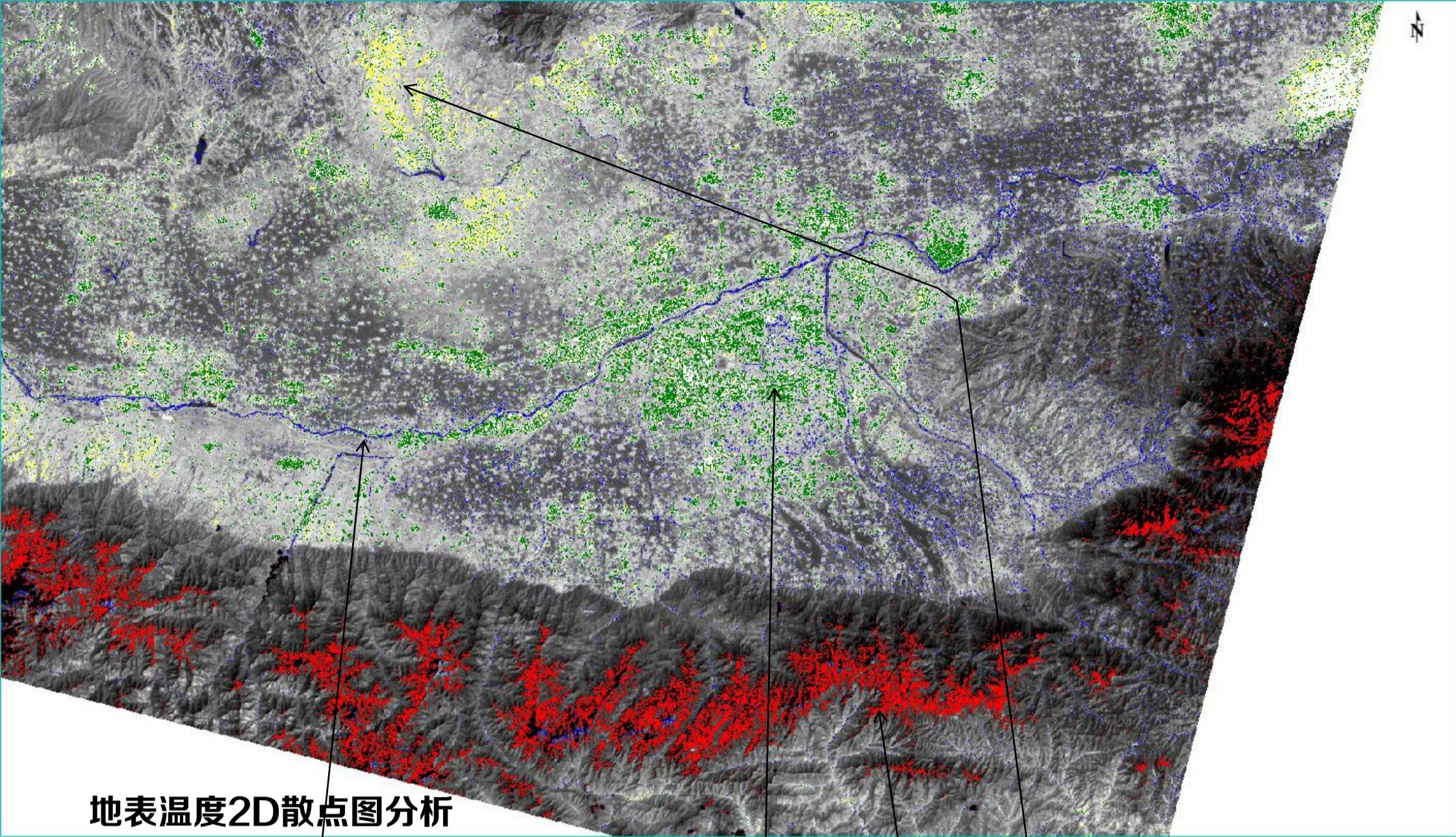
Column



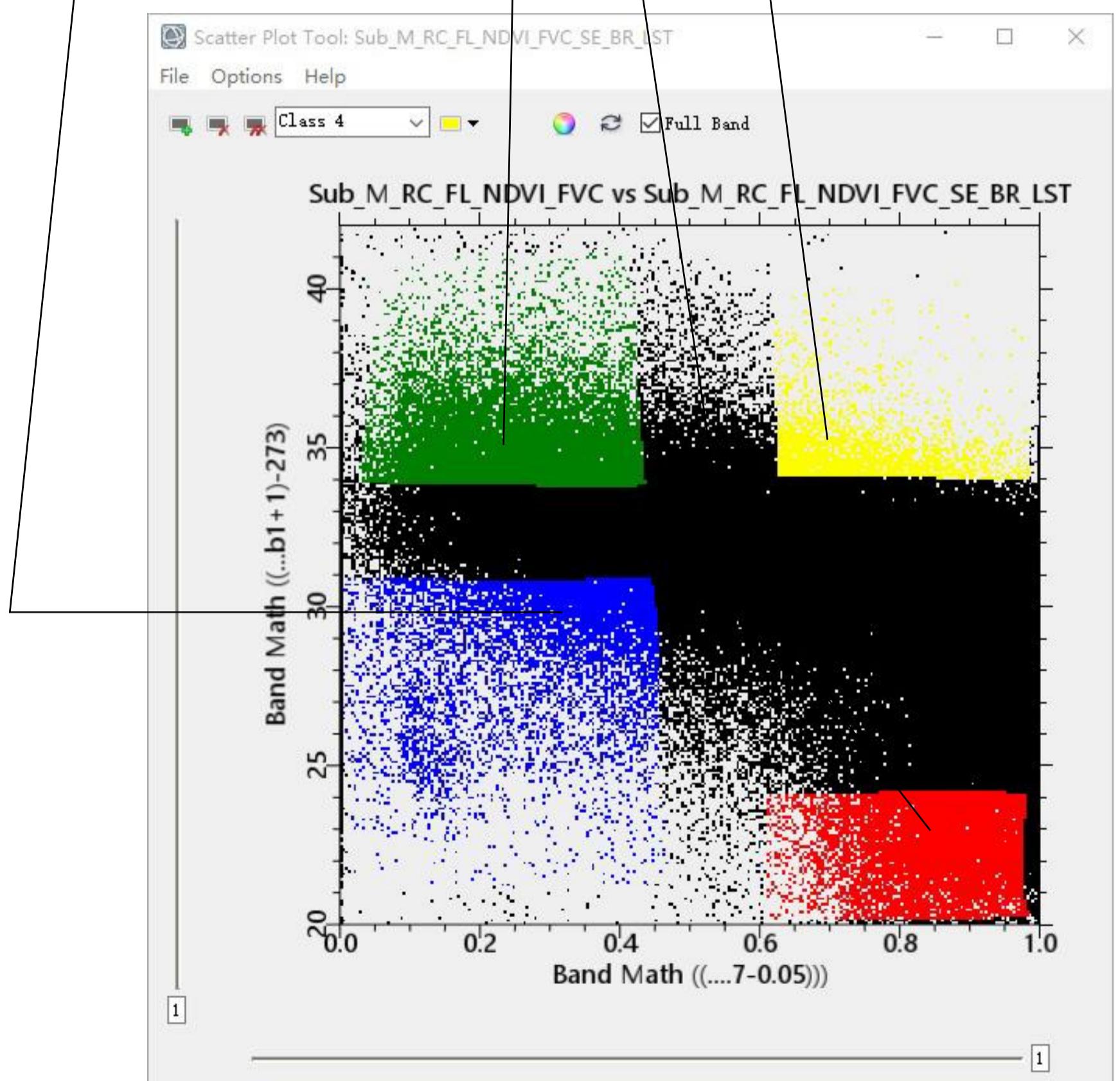
Horizontal Profile

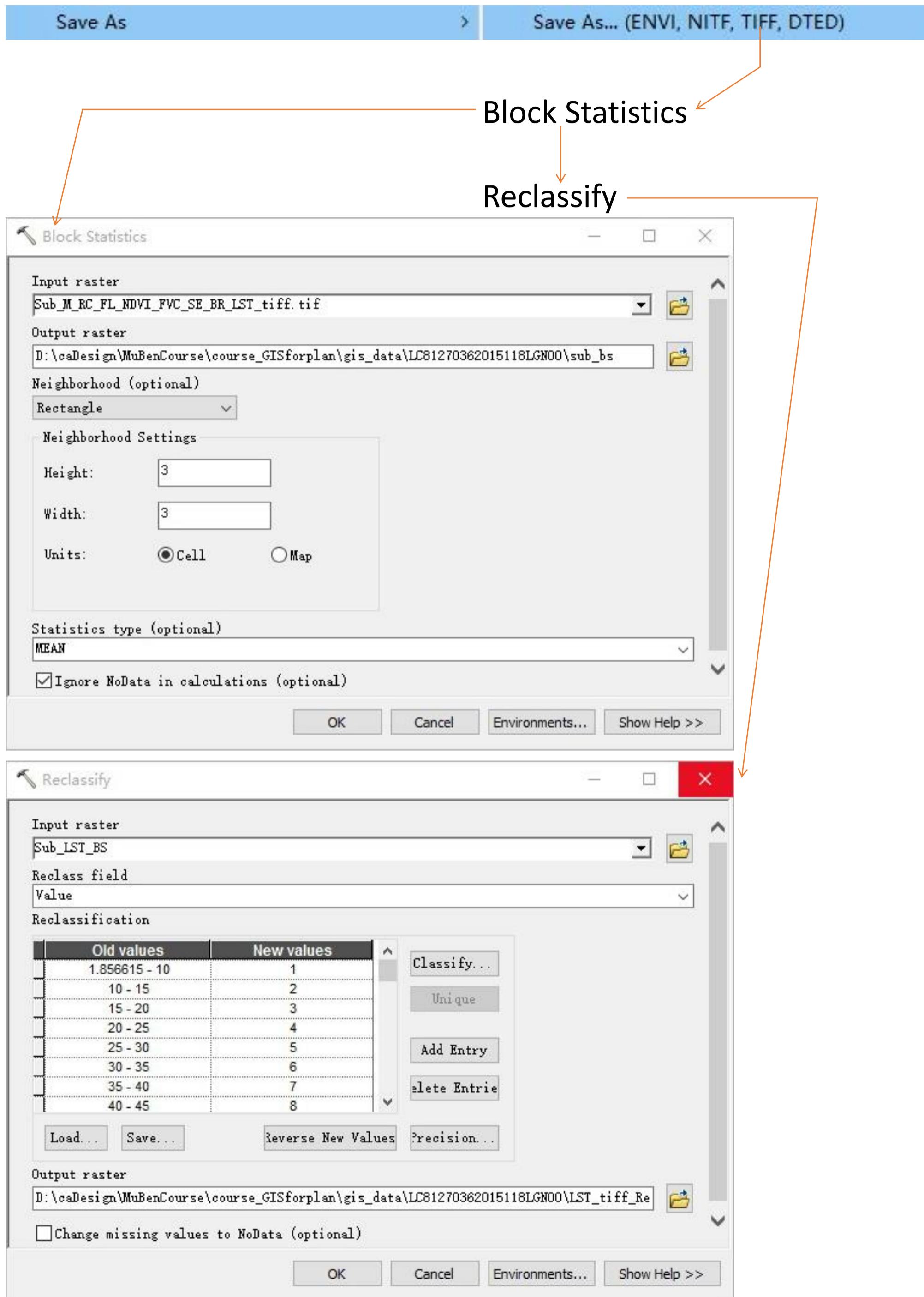


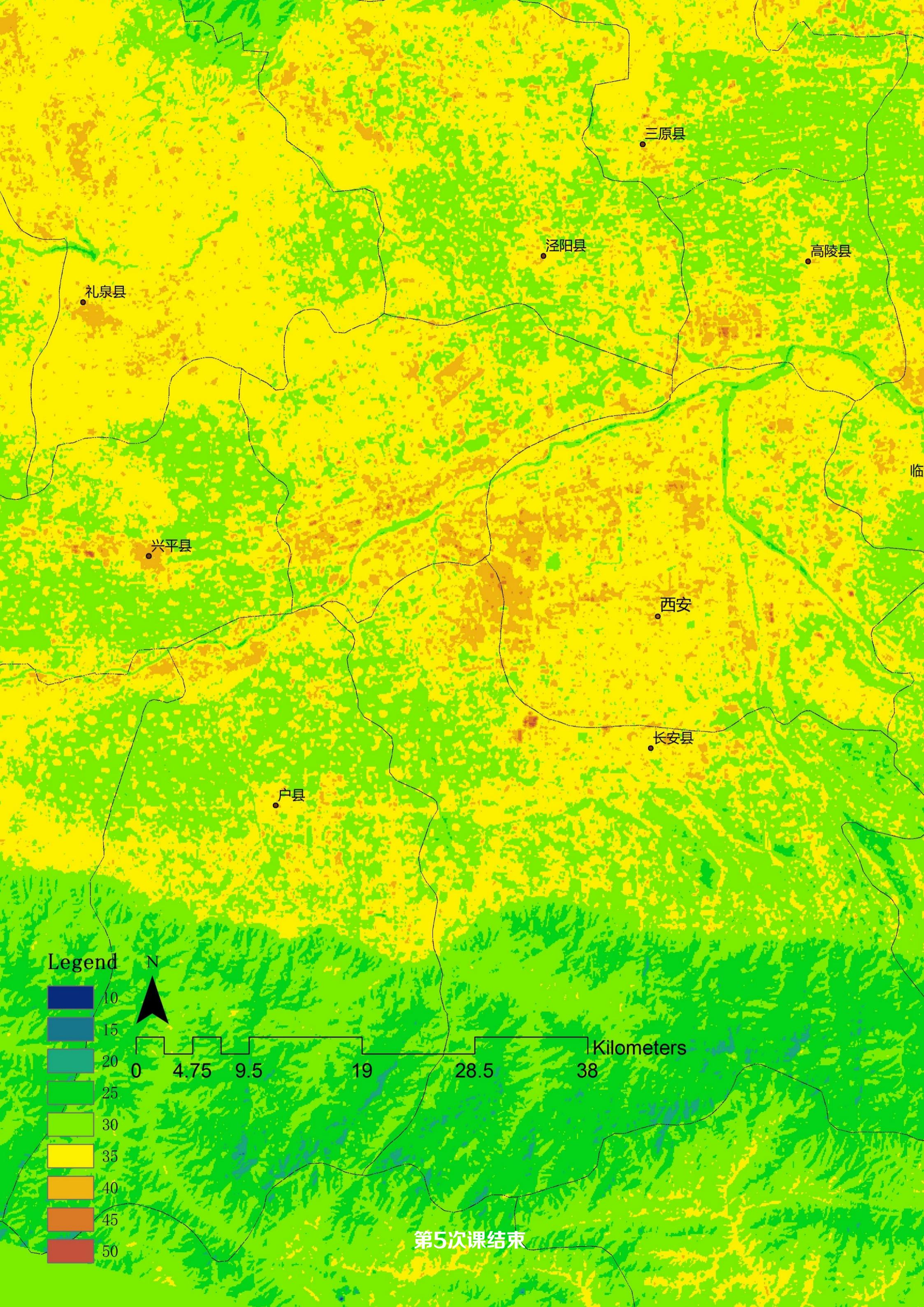
Column



地表温度2D散点图分析







第6次课

授课题目：地理信息数据_遥感影像(RemoteSensing)_波段组合+图像融合

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 掌握波段组合图像增强及意义；
2. 掌握主成分分析(PCA)；
3. 掌握图像融合。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 讲述不同波段组合以及主要应用价值；
2. 讲述主成分分析方法；
3. 讲述图像融合，分辨率调整为15m高空分辨率。

讨论、思考题、作业：

1. 完成本次课程中的案例。

教学过程设计：

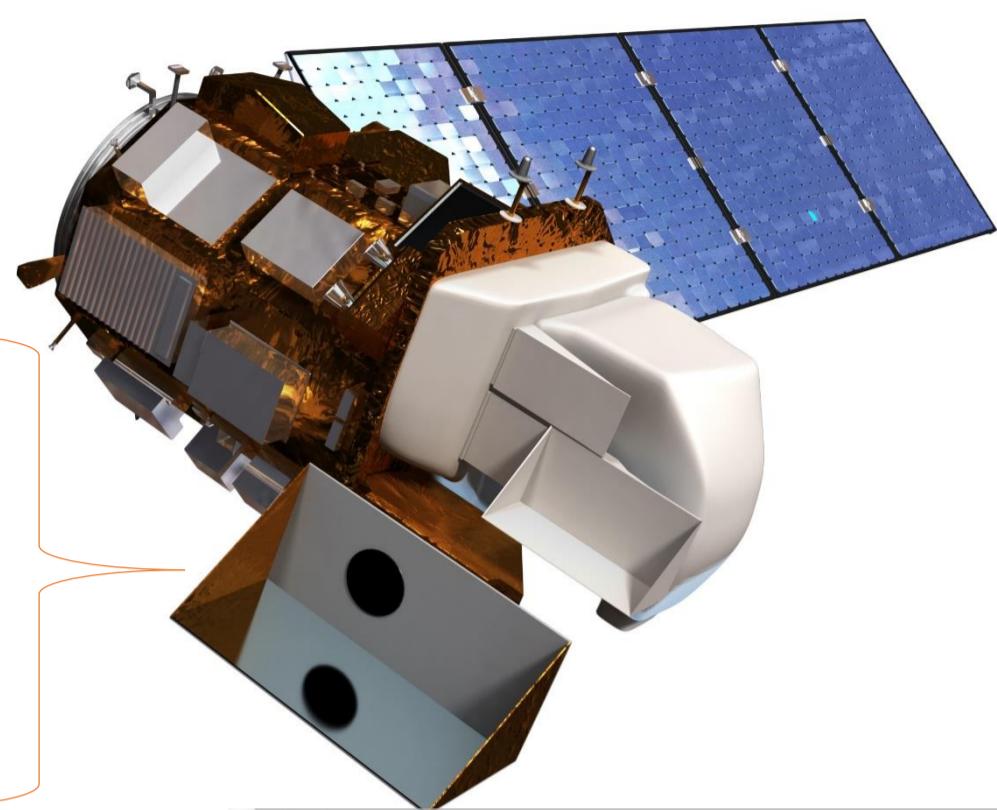
授新课

拓展阅读：

[1]USGS. LANDSAT 8 (L8) DATA USERS HANDBOOK.Version1.0,June 2015



Landsat 8



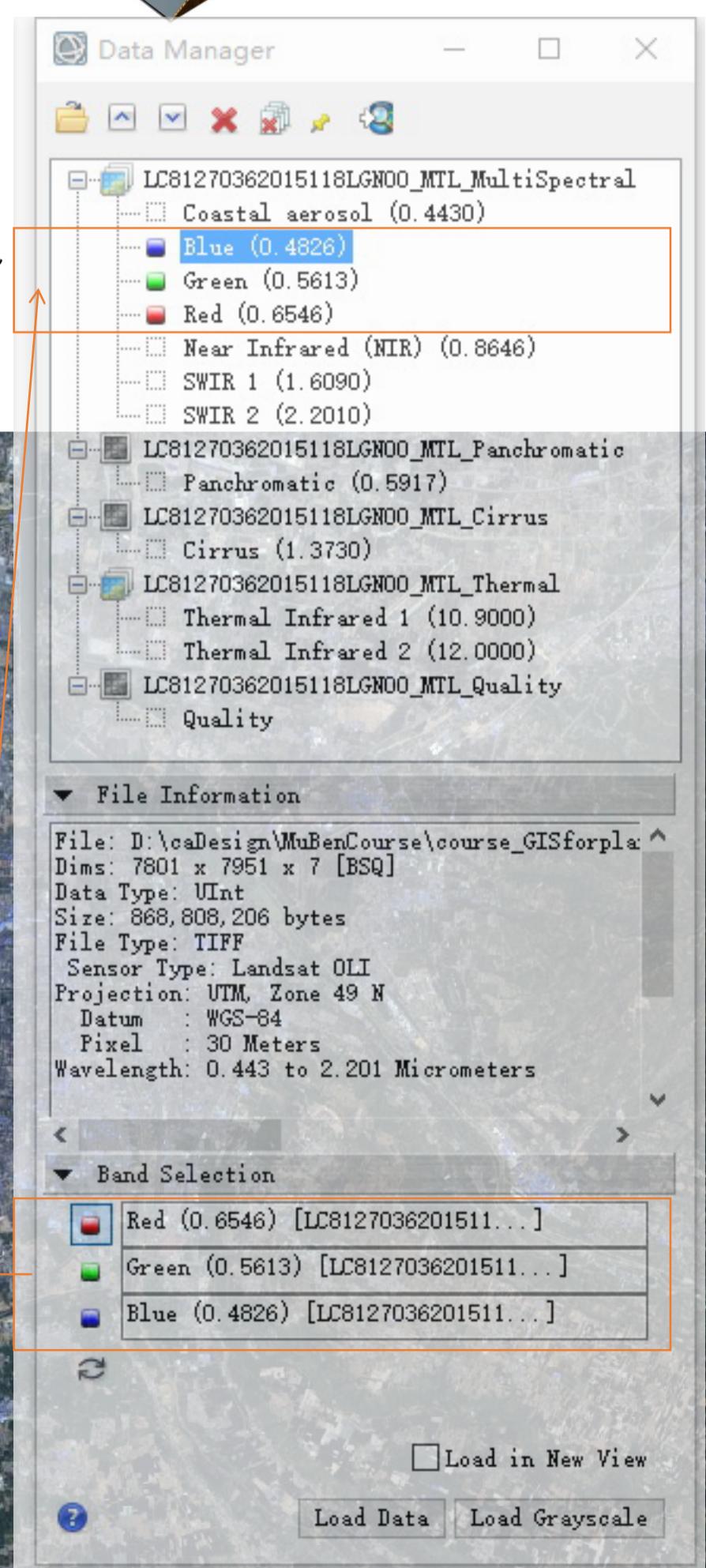
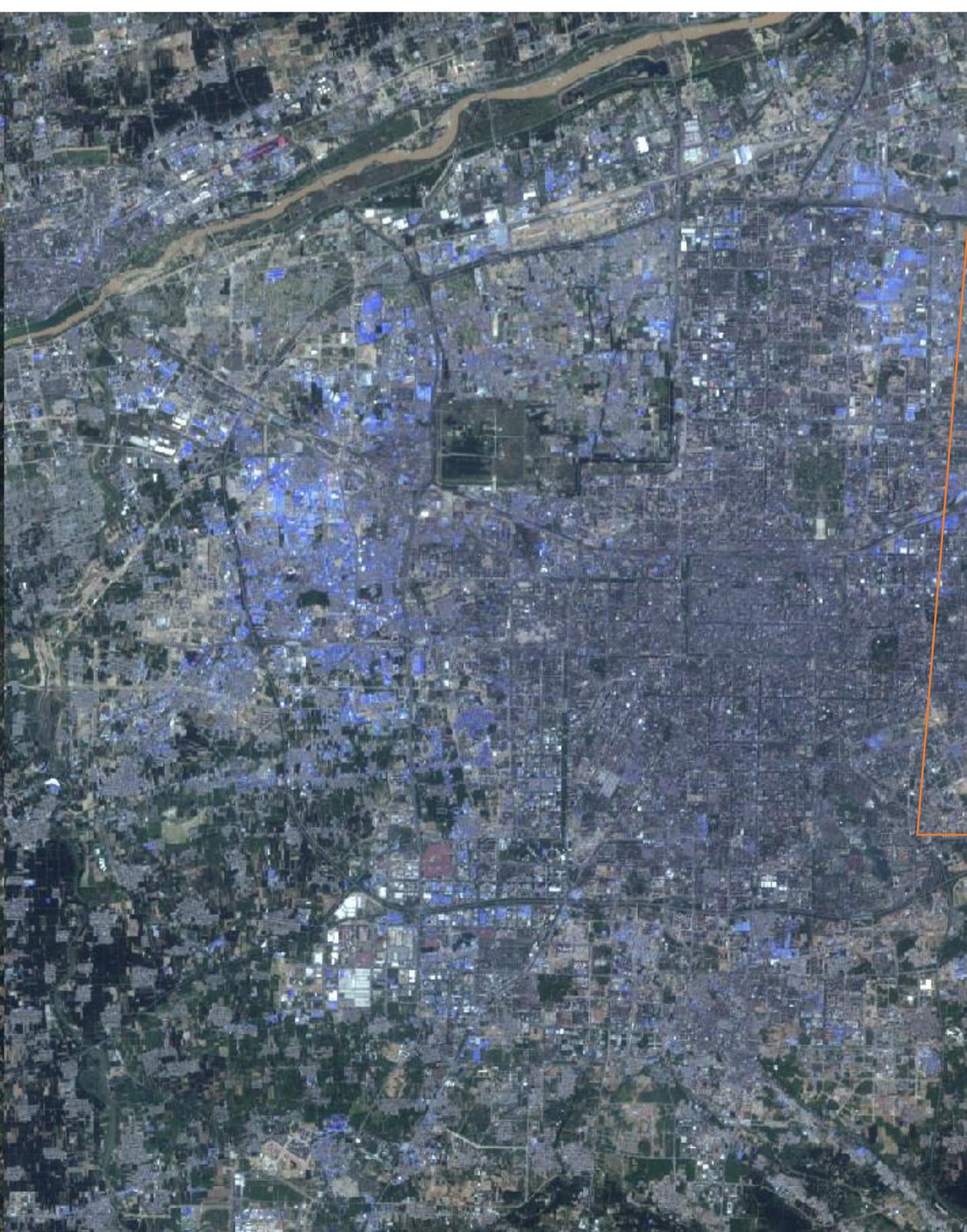
OLI
(Operational Land Imager 陆地成像仪)

TIRS

(Thermal Infrared Sensor 热红外传感器)

the true-color image 真彩色

Bands_4+3+2 未辐射校正



Landsat 7 VS Landsat 8

Landsat 7			Landsat 8		
Band Name	Band Width(μm)	Resolution(m)	Band Name	Band Width(μm)	Resolution(m)
			Band 1 Coastal	0.43~0.45	30
Band 1 Blue	0.45~0.52	30	Band 2 Blue	0.45~0.51	30
Band 2 Green	0.52~0.60	30	Band 3 Green	0.53~0.59	30
Band 3 Red	0.63~0.69	30	Band 4 Red	0.64~0.67	30
Band 4 NIR	0.77~0.90	30	Band 5 NIR	0.85~0.88	30
Band 5 SWIR 1	1.55~1.75	30	Band 6 SWIR 1	1.57~1.65	30
Band 7 SWIR 2	2.09~2.35	30	Band 7 SWIR 2	2.11~2.29	30
Band 8 Pan	0.52~0.90	15	Band 8 Pan	0.50~0.68	15
			Band 9 Cirrus	1.36~1.38	30
Band 6 TIR	10.40~12.50	30/60	Band 10 TIRS 1	10.6~11.19	100
			Band 11 TIRS 2	11.5~12.51	100

Landsat 7 TM 波段合成

R、G、B	类型	特点
3、2、1	真彩色图像	用于各种地类识别。图像平淡、色调灰暗、彩色不饱和、信息量相对减少。
4、3、2	标准假彩色图像	地物图像丰富，鲜明、层次好，用于植被分类、水体识别，植被显示红色。
7、4、3	模拟真彩色图像	用于居民地、水体识别
7、5、4	非标准假彩色图像	画面偏蓝色，用于特殊的地质构造调查。
5、4、1	非标准假彩色图像	植物类型较丰富，用于研究植物分类。
4、5、3	非标准假彩色图像	(1) 利用了一个红波段、两个红外波段，因此凡是与水有关的地物在图像中都会比较清楚； (2) 强调显示水体，特别是水体边界很清晰，益于区分河渠与道路； (3) 由于采用的都是红波段或红外波段，对其它地物的清晰显示不够，但对海岸及其滩涂的调查比较适合； (4) 具备标准假彩色图像的某些点，但色彩不会很饱和，图像看上去不够明亮； (5) 水浇地与旱地的区分容易。居民地的外围边界虽不十分清晰，但内部的街区结构特征清楚； (6) 植物会有较好的显示，但是植物类型的细分会有困难。
3、4、5	非标准接近于真色的假彩色图像	对水系、居民点及其市容街道和公园水体、林地的图像判读是比较有利的。

Landsat 8 OLI 波段合成

R、G、B	主要用途
4、3、2 Red、Green、Blue	自然真彩色
7、6、4 SWIR2、SWIR1、Red	城市
5、4、3 NIR、Red、Green	标准假彩色图像，植被
6、5、2 SWIR1、NIR、Blue	农业
7、6、5 SWIR2、SWIR1、NIR	穿透大气层
5、6、2 NIR、SWIR1、Blue	健康植被
5、6、4 NIR、SWIR1、Red	陆地/水
7、5、3 SWIR2、NIR、Green	移除大气影响的自然表面
7、5、4 SWIR2、NIR、Red	短波红外
6、5、4 SWIR1、NIR、Red	植被分析

4+3+2

Red+Green+Blue 已辐射校正

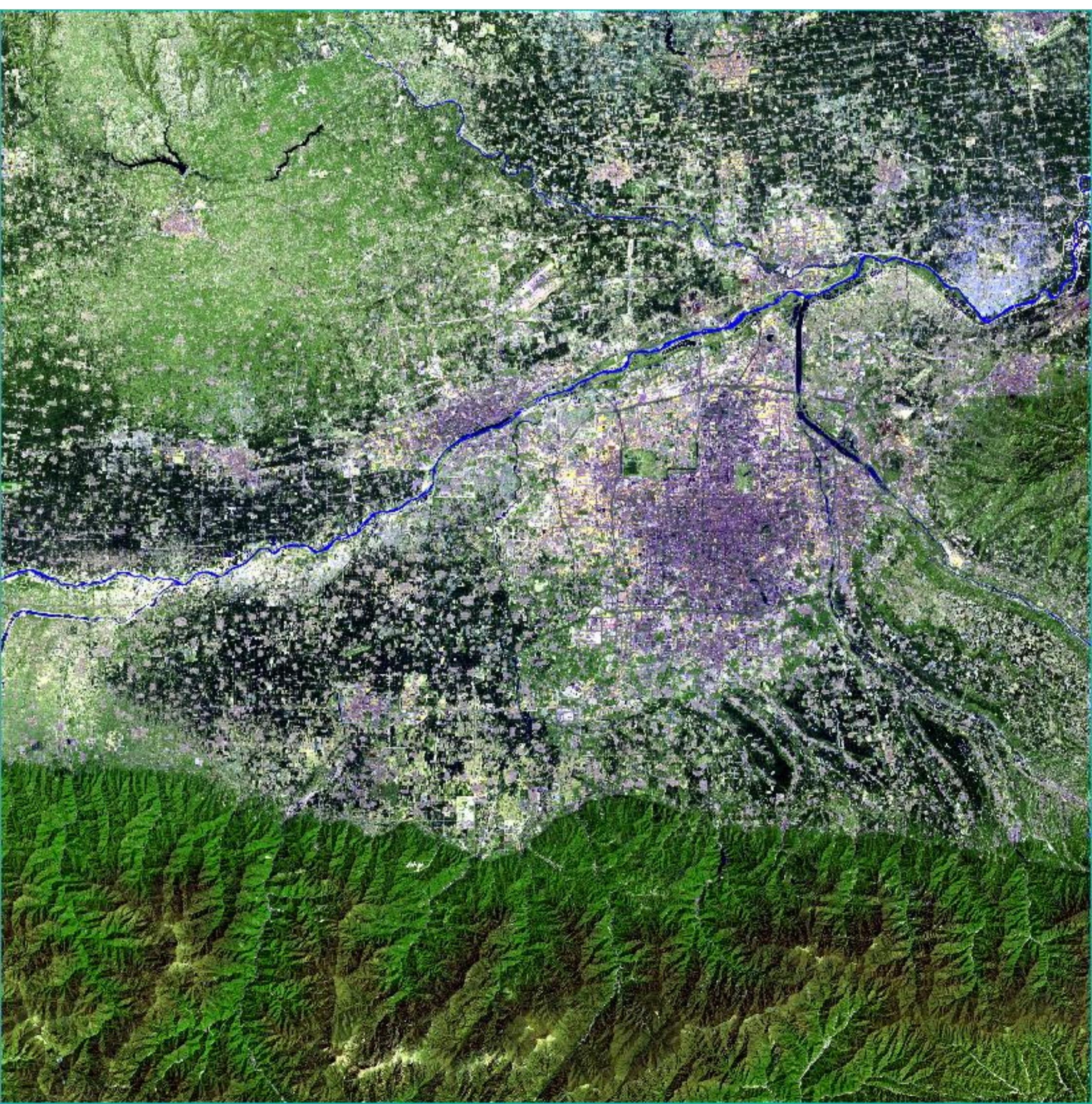
波段合成真彩色图像，接近地物真实色彩，图像平淡，色调灰暗



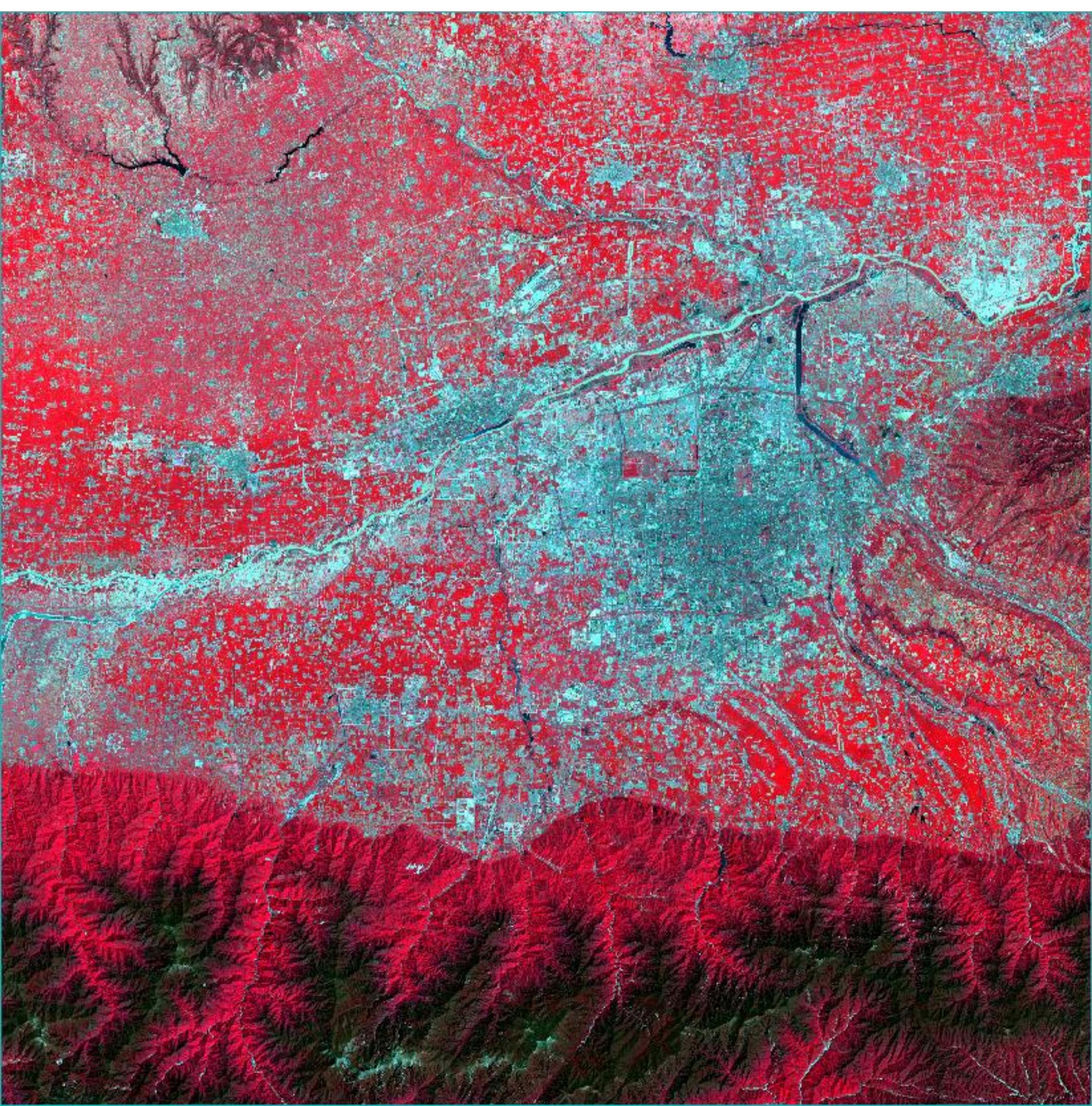
7+6+4

SWIR2+SWIR1+Red

能够较好的分辨出城市区域，同时水体也有较好区分



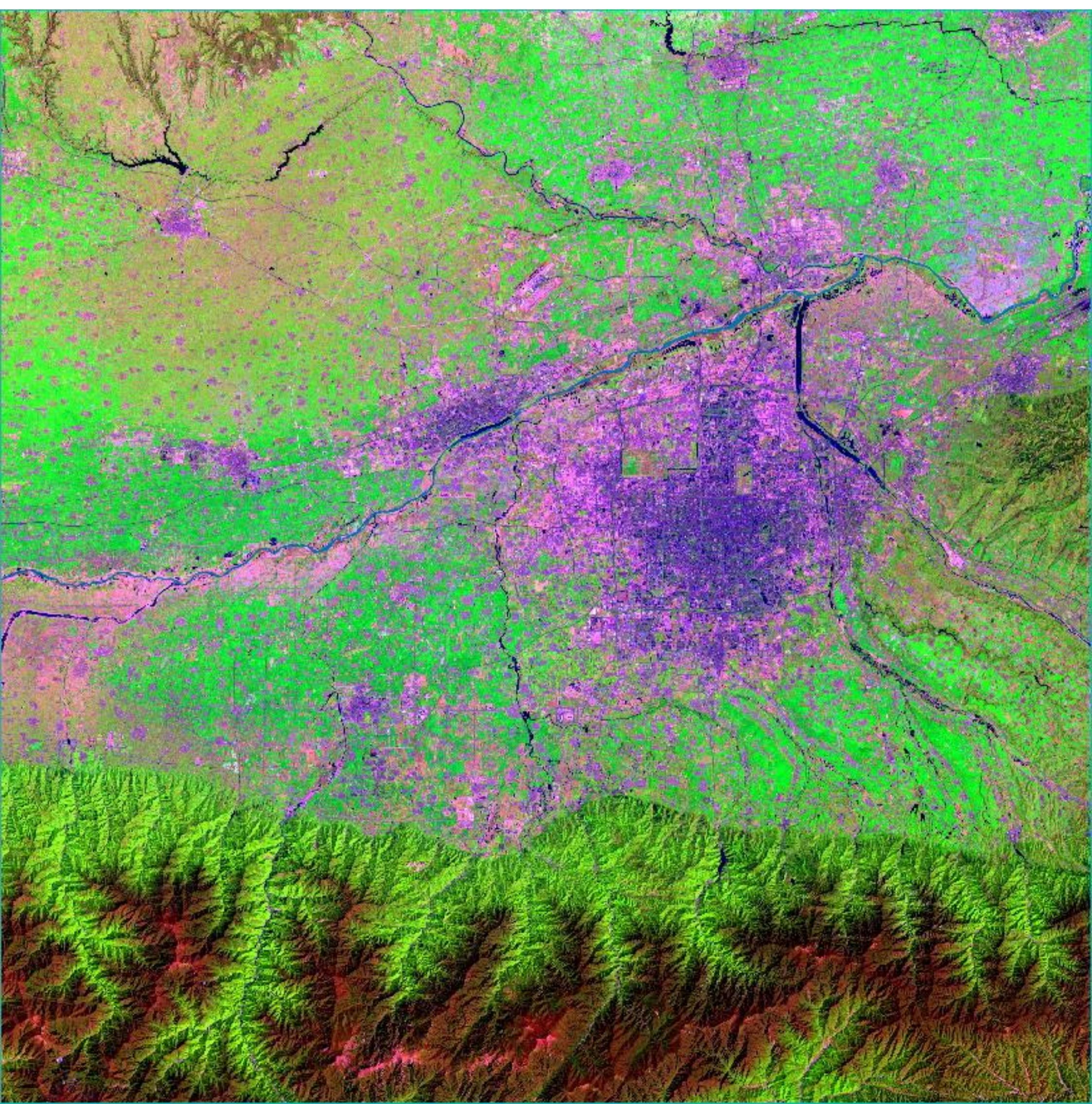
5+4+3 波段合成标准假彩色图像，地物色彩鲜明，有利于植被（红色）分类，水体识别
NIR+Red+Green



6+5+2

SWIR1+NIR+Blue

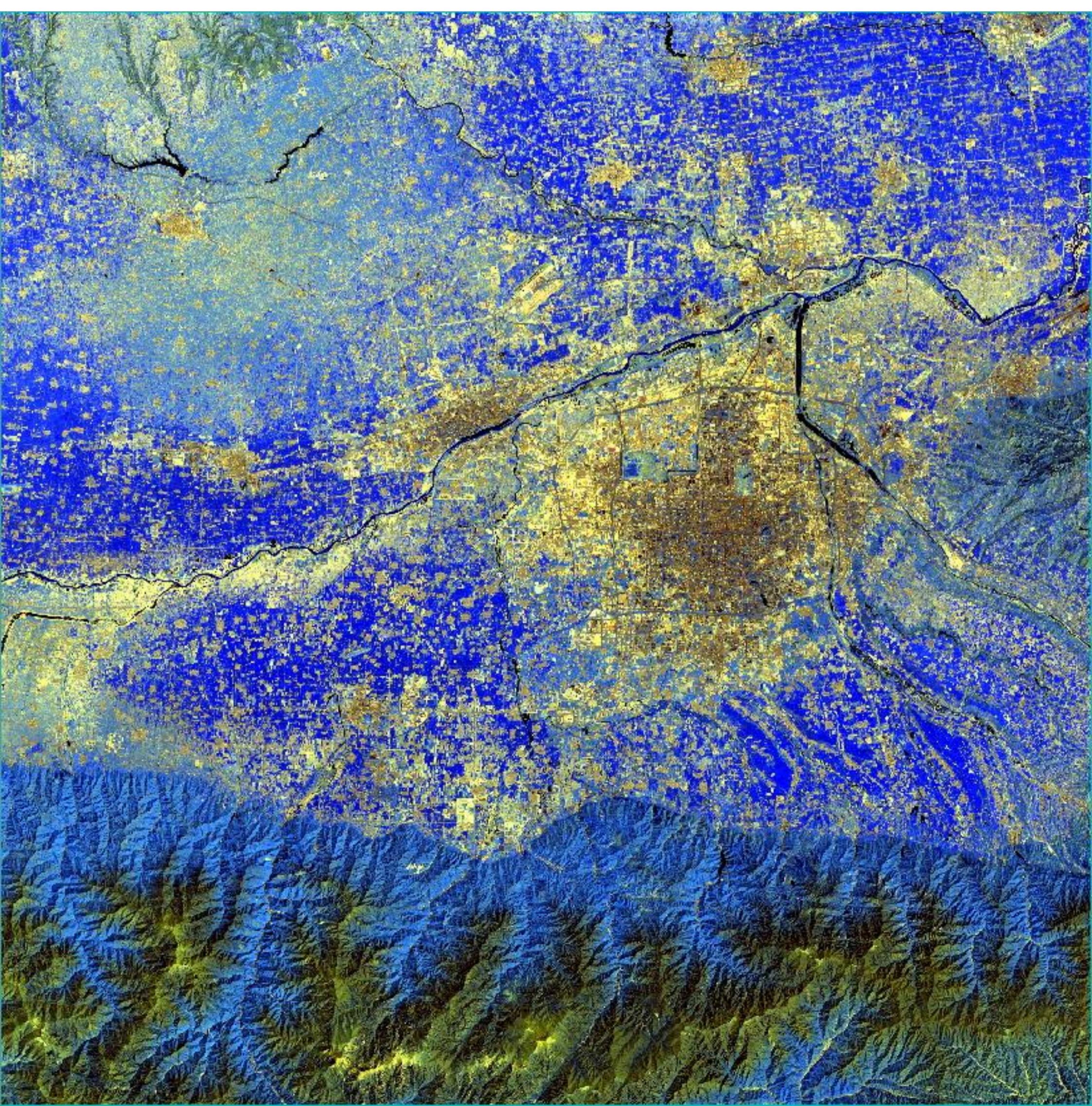
植被类型丰富，便于植被分类



7+6+5

SWIR2+SWIR1+NIR

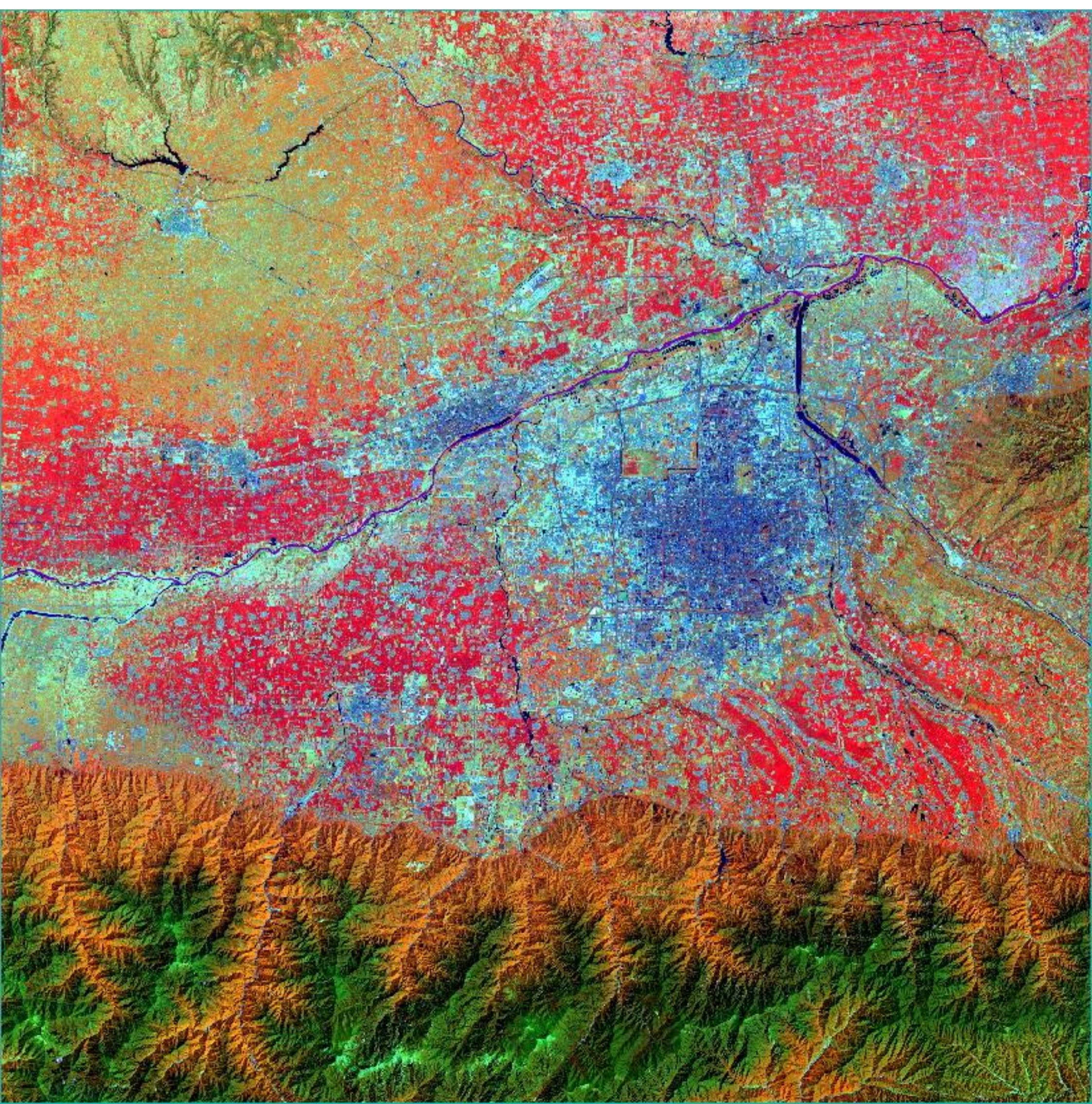
对大气层穿透能力较强



5+6+2

NIR+SWIR1+Blue

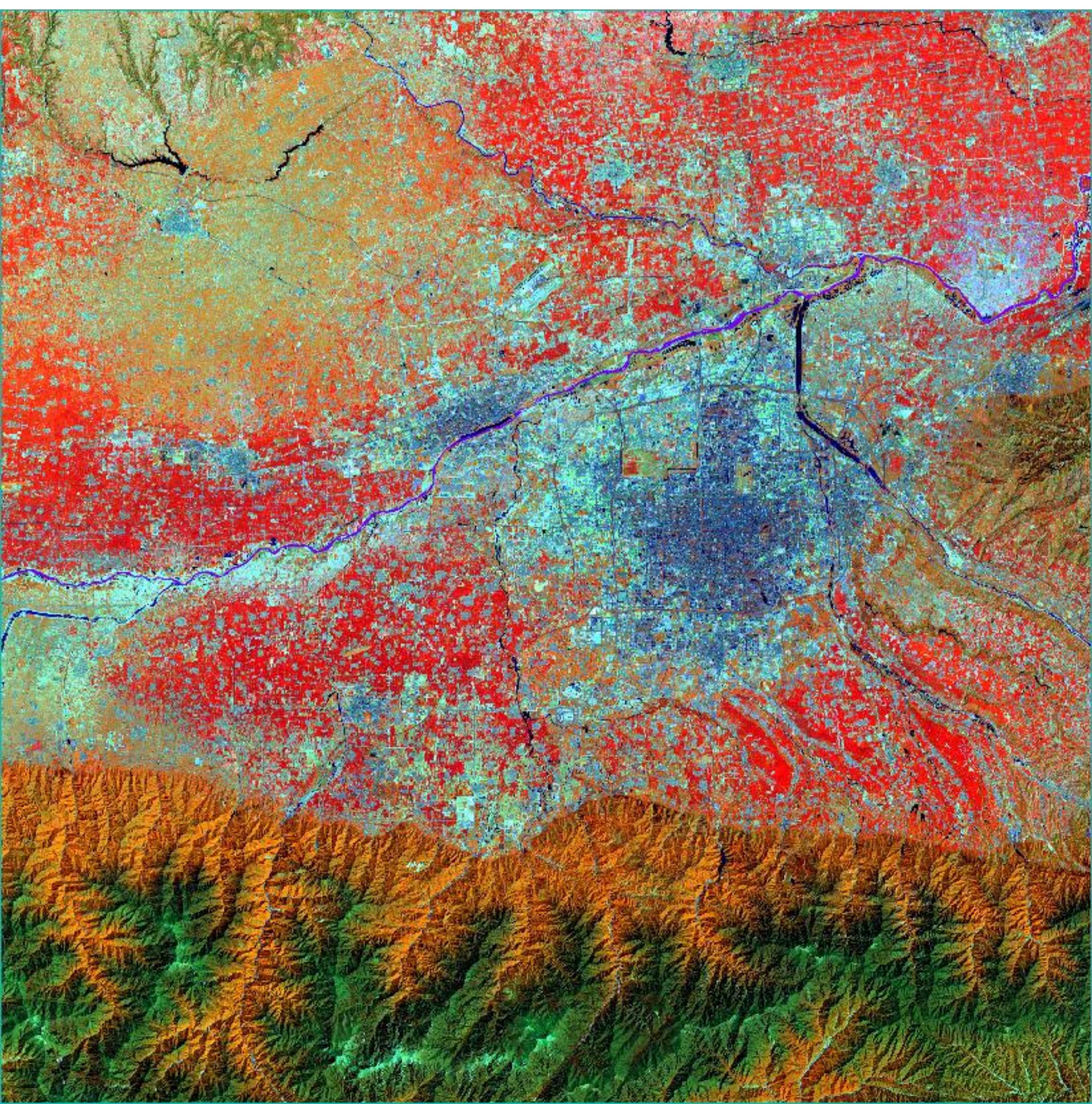
健康植被



5+6+4

NIR+SWIR1+Red

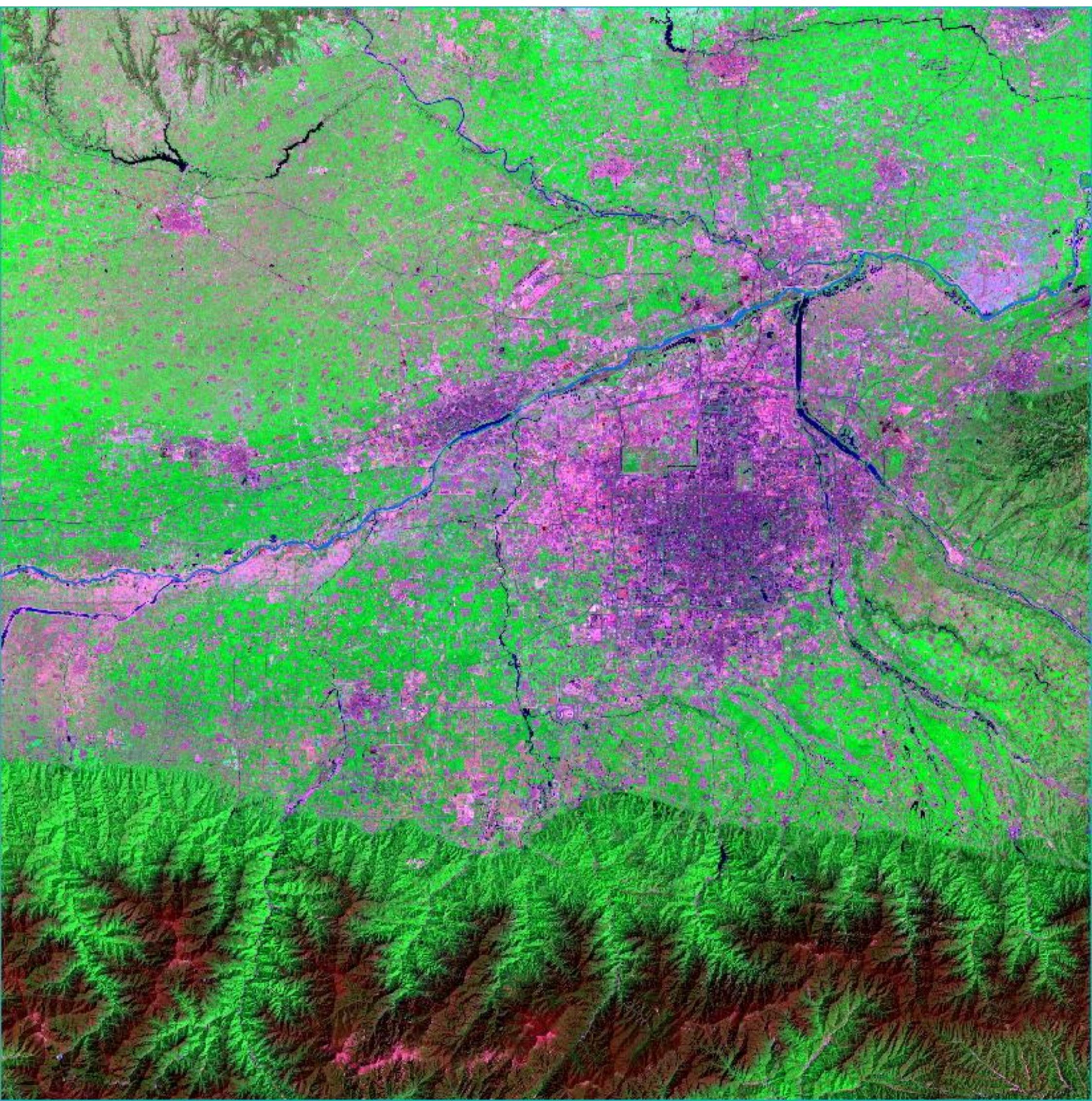
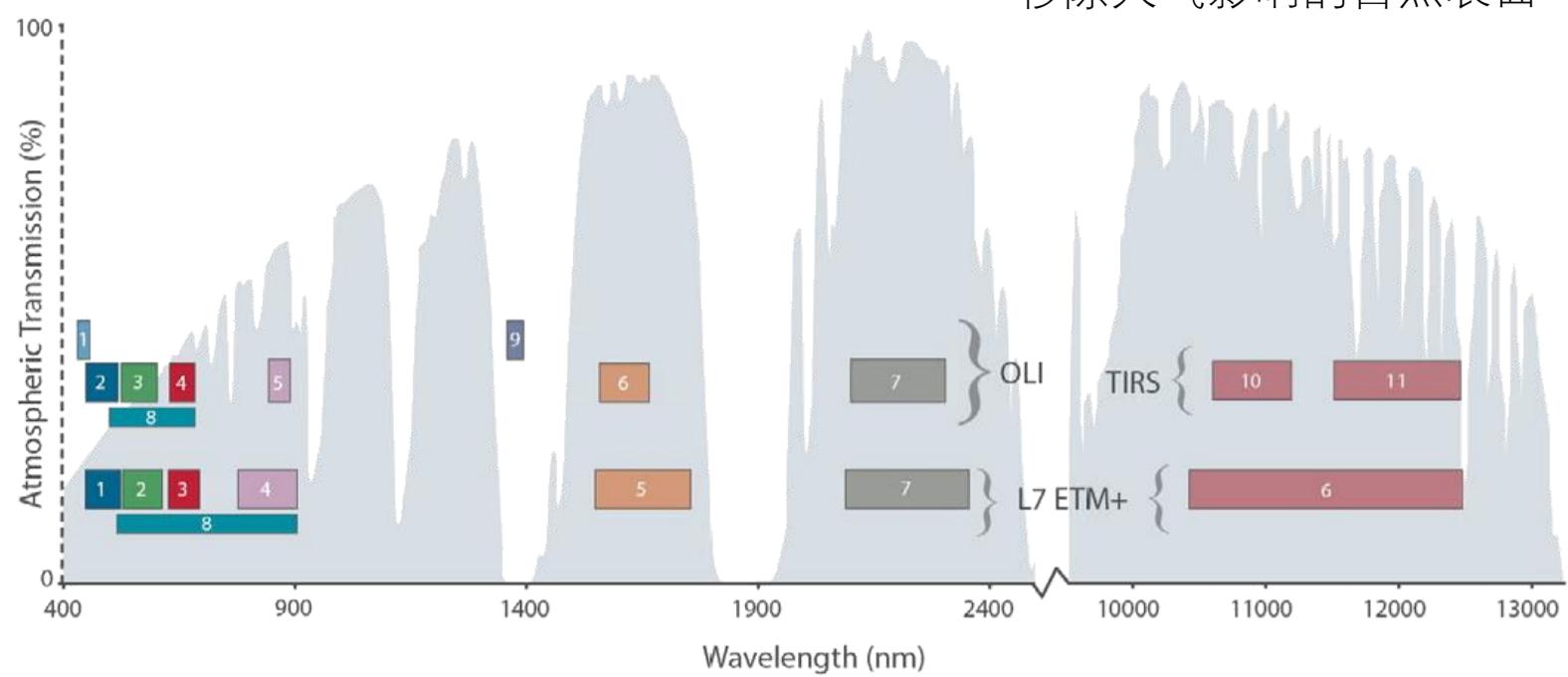
波段合成非标准假彩色图像，红外波段与红色波段合成，水体边界清晰，利于海岸识别；植被有较好显示，但不利于区分具体植被类别



7+5+3

SWIR2+NIR+Green

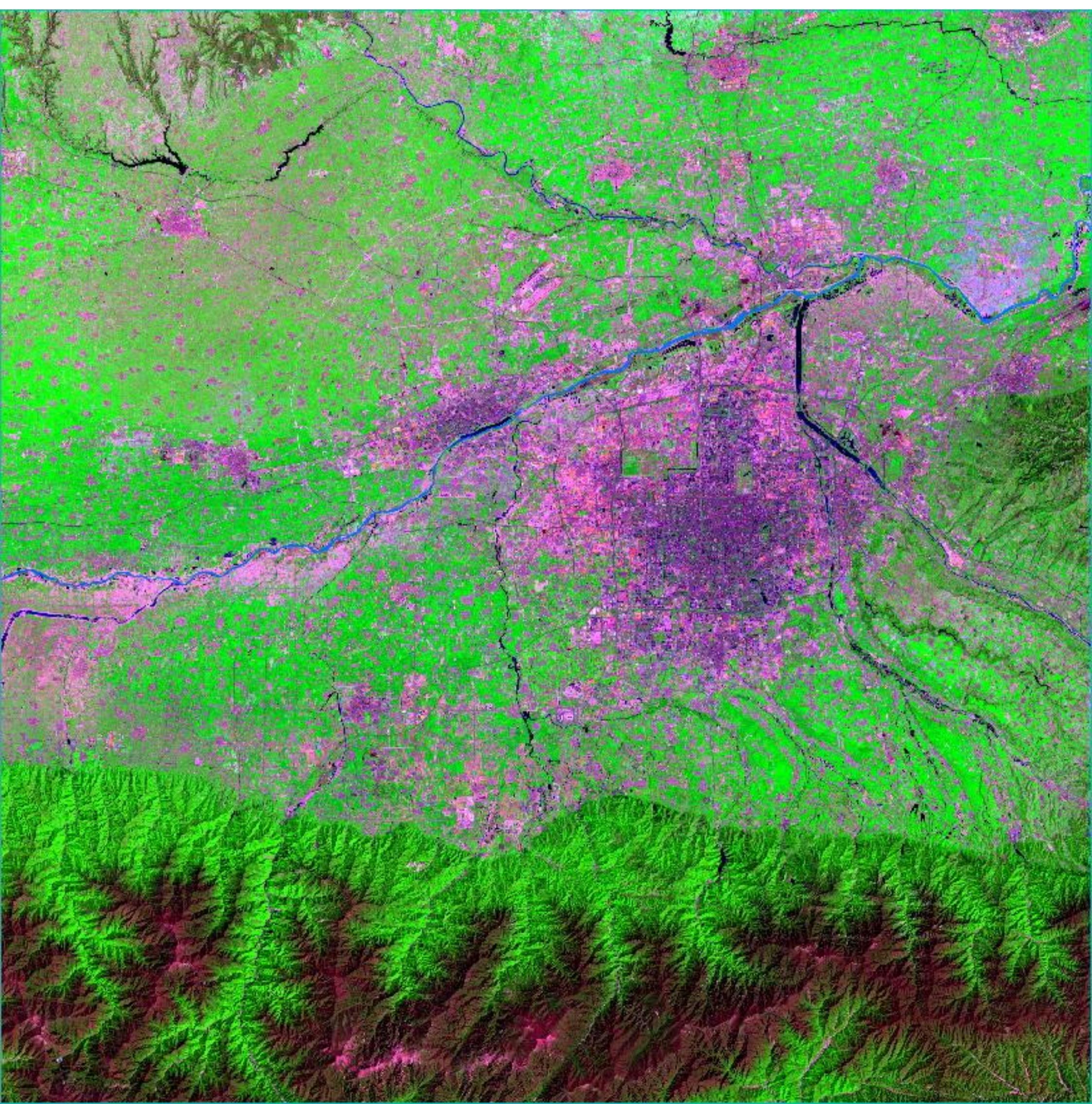
移除大气影响的自然表面



7+5+4

SWIR2+NIR+Red

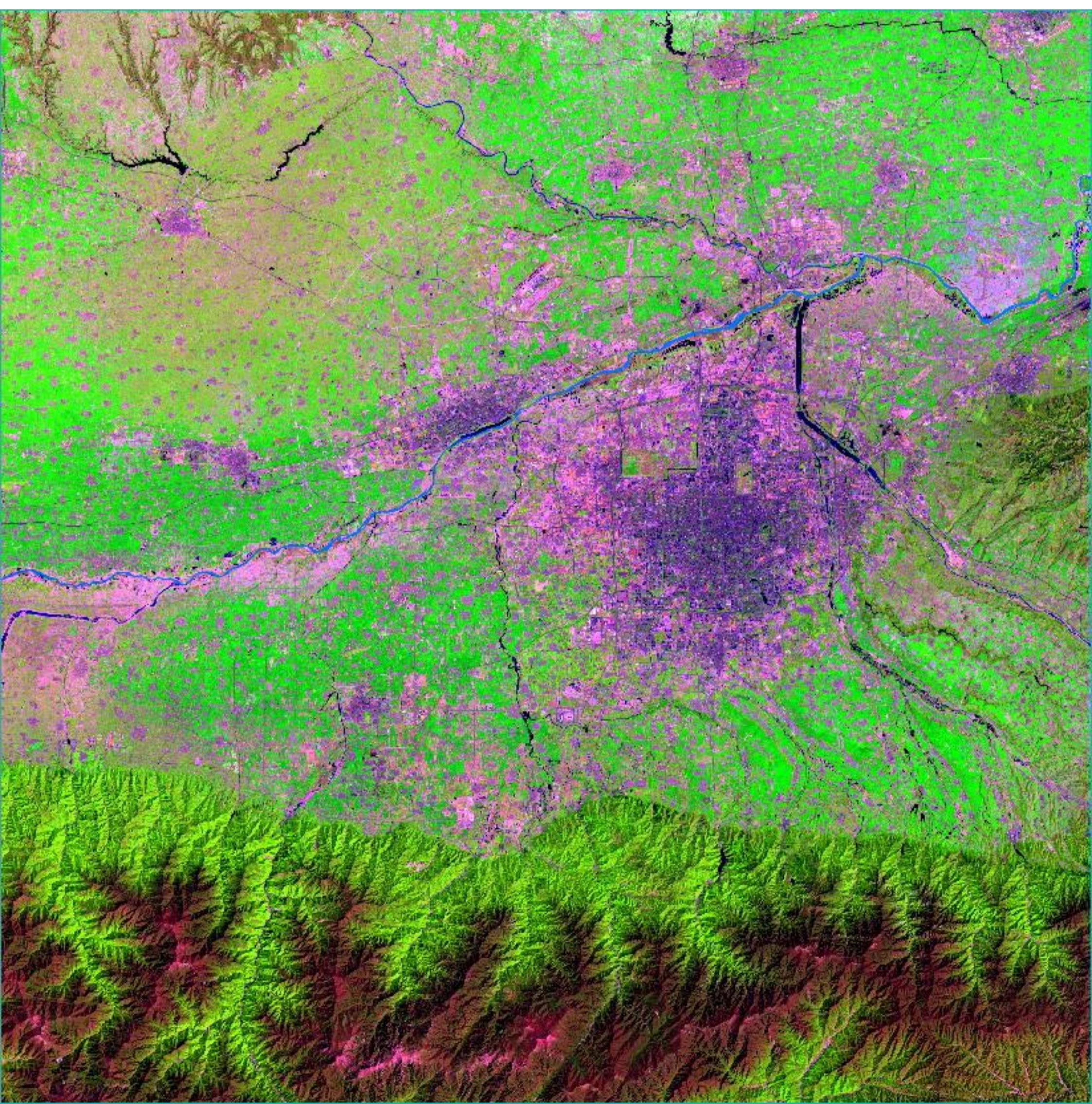
短波红外

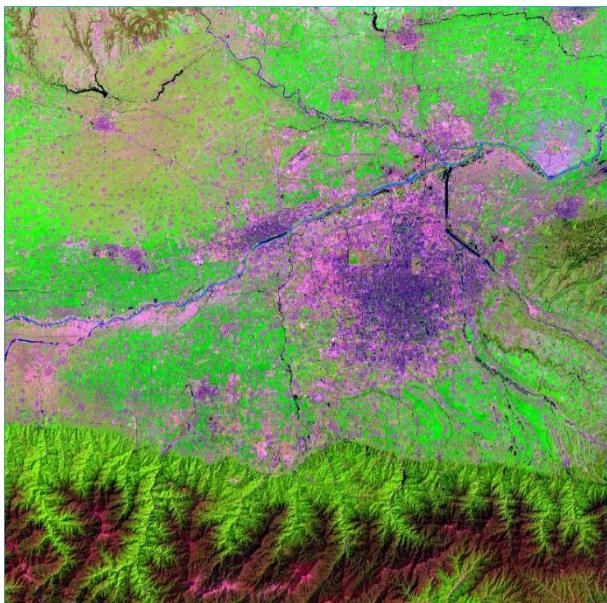


6+5+4

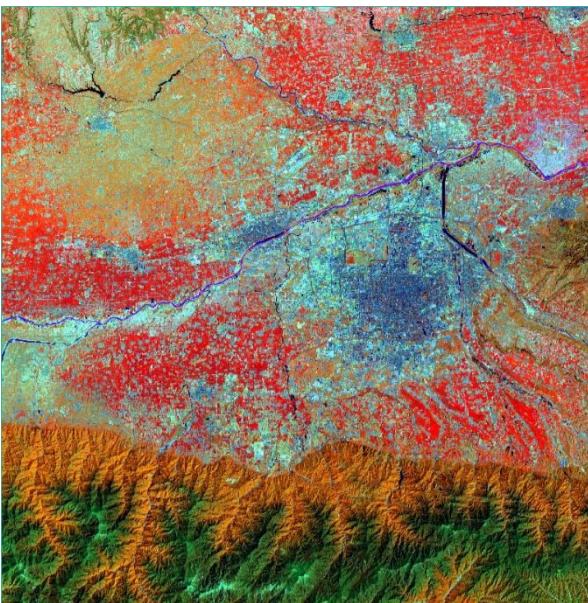
SWIR1+NIR+Red

植被分析

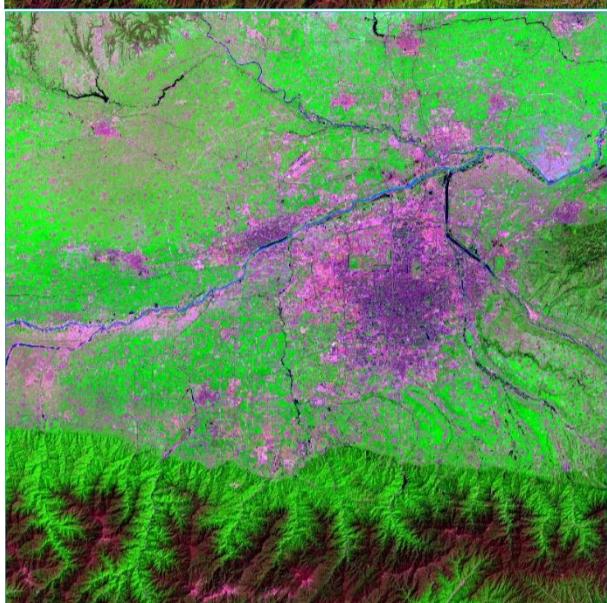




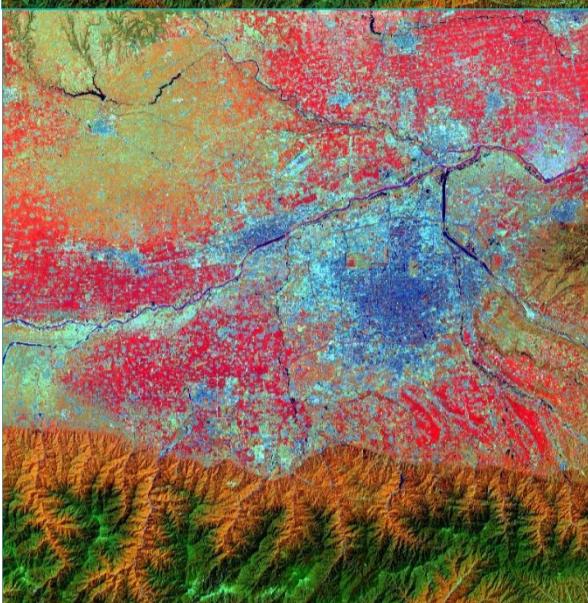
6+5+4
SWIR1+NIR+Red



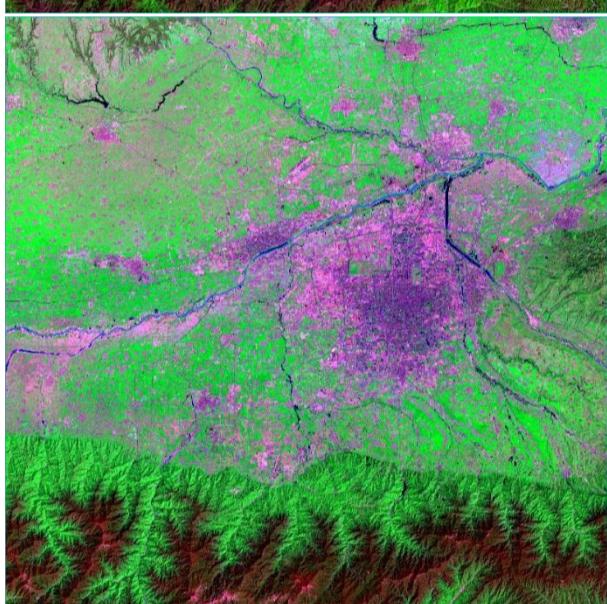
5+6+4
NIR+SWIR1+Red



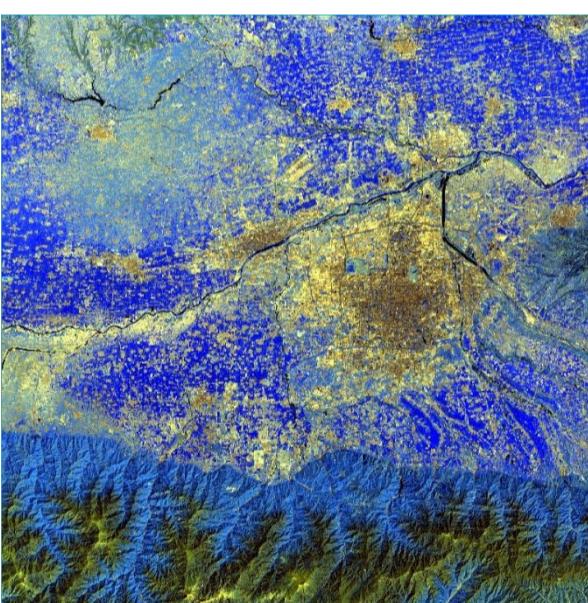
7+5+4
SWIR2+NIR+Red



5+6+2
NIR+SWIR1+Blue



7+5+3
SWIR2+NIR+Green



7+6+5
SWIR2+SWIR1+NIR

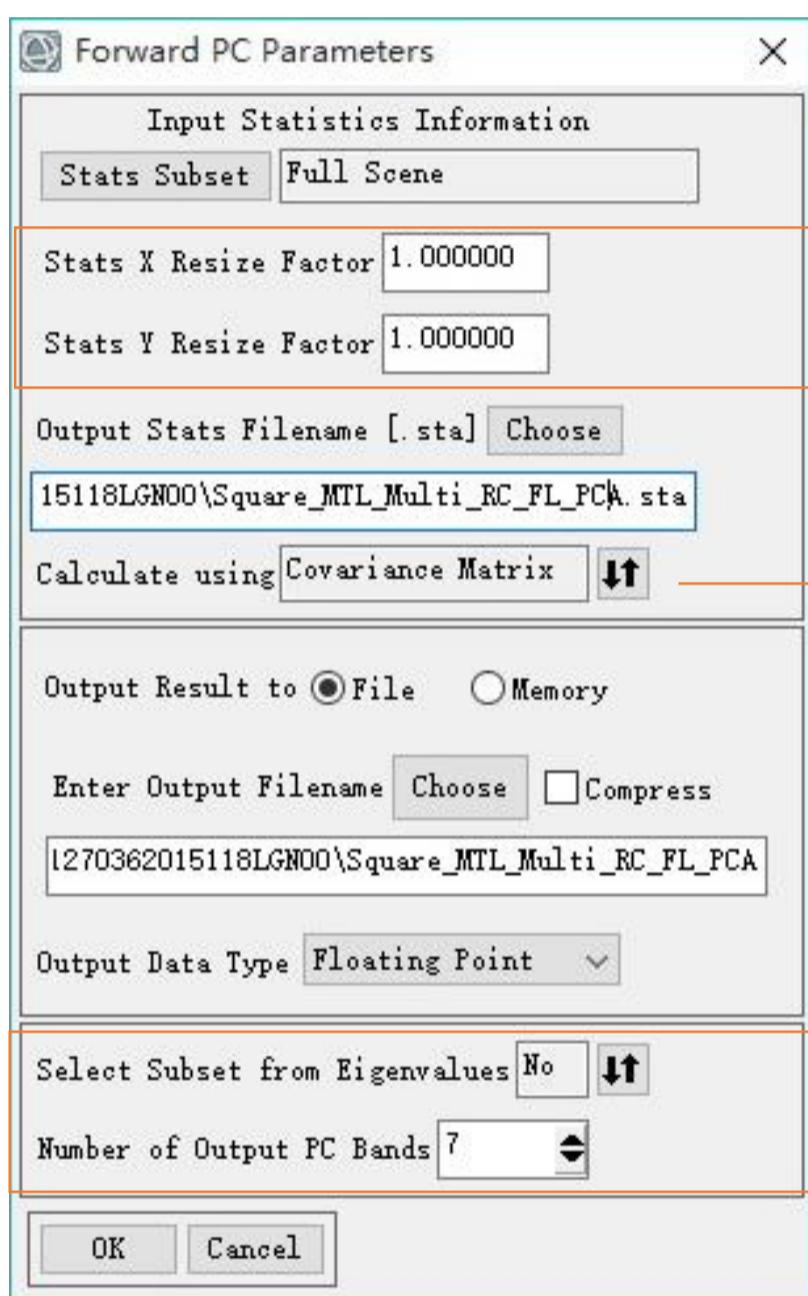
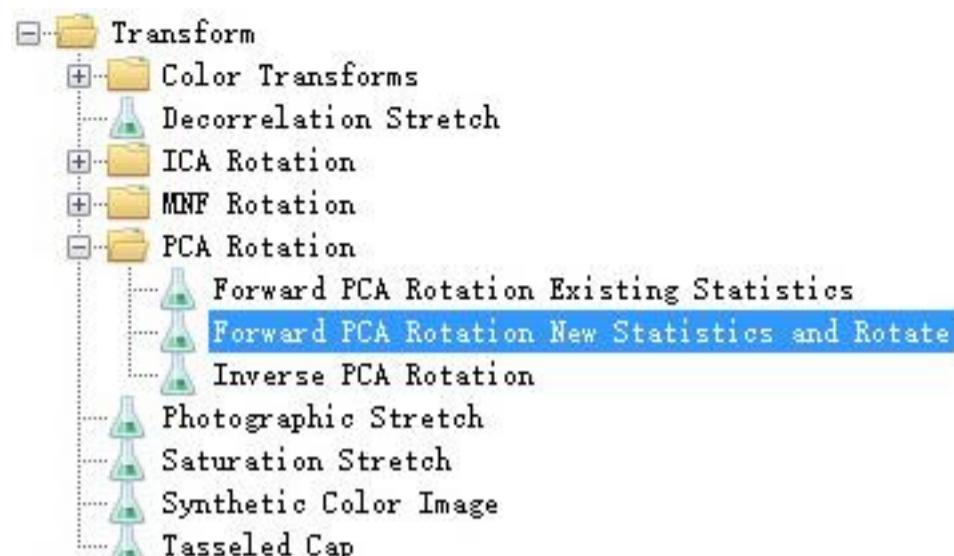
4+3+2
Red+Green+Blue



7+6+4
SWIR2+SWIR1+Red

→ 主成分分析(PCA, Principal Component Analysis)

主成分分析(PCA, Principal Component Analysis)

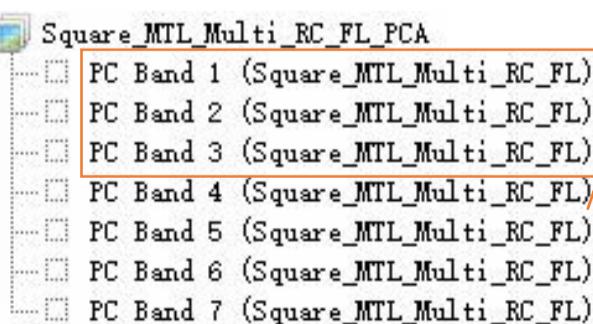


小于等于1的调整系数，用于计算统计值时数据二次采样。例如为0.1，统计计算时将只用到十分之一的像元，提高统计计算速度。

包括两个选项：
Covariance Matrix 协方差矩阵
Correlation Matrix 相关系数矩阵
一般选择协方差矩阵，当波段之间数据范围差异较大时，选择相关系数矩阵

获取统计信息，列出波段及特征值。

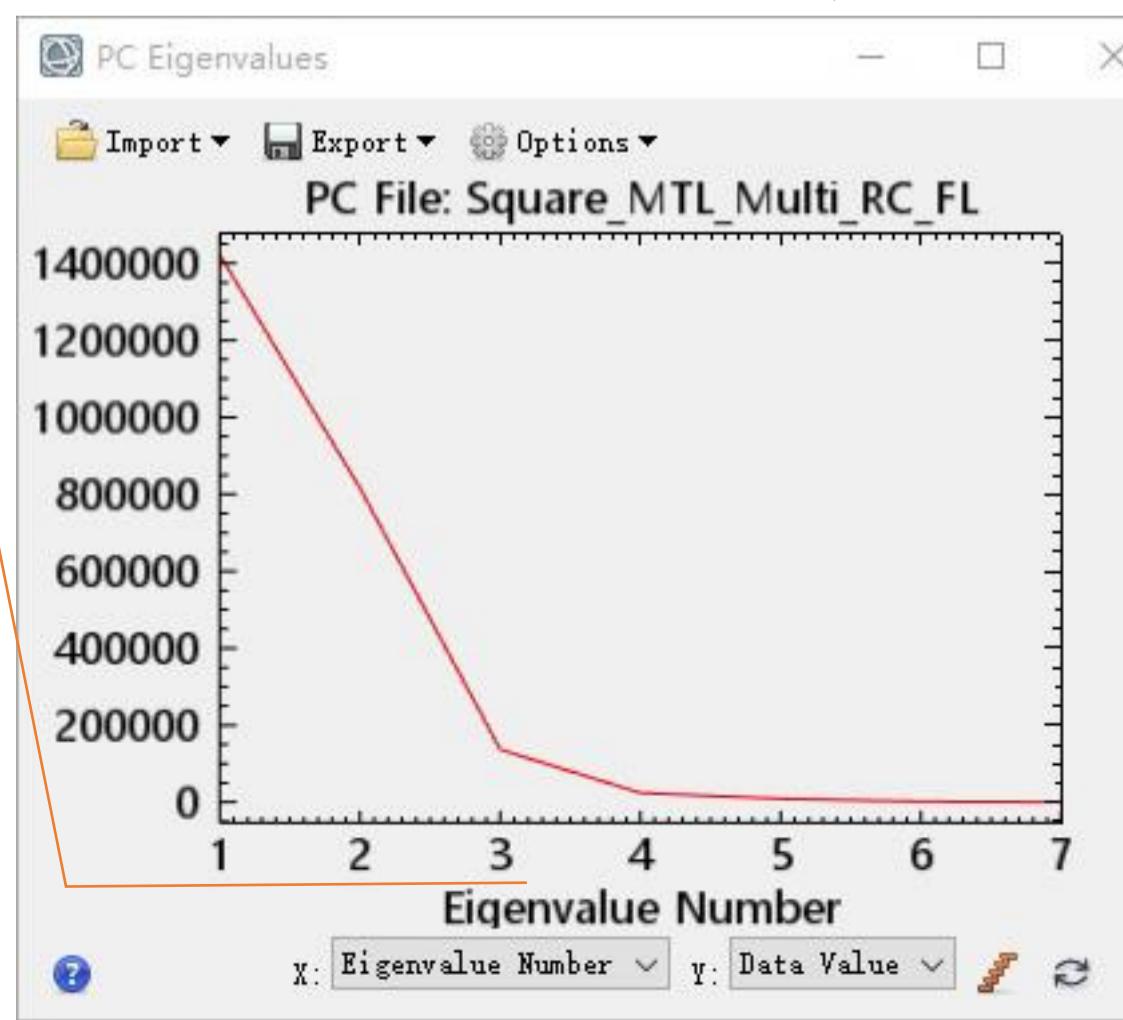
从图像以及PC Eigenvalues中可以明显的看到PC1、2、3具有很大的特征值。PC4、5、6噪声明显。

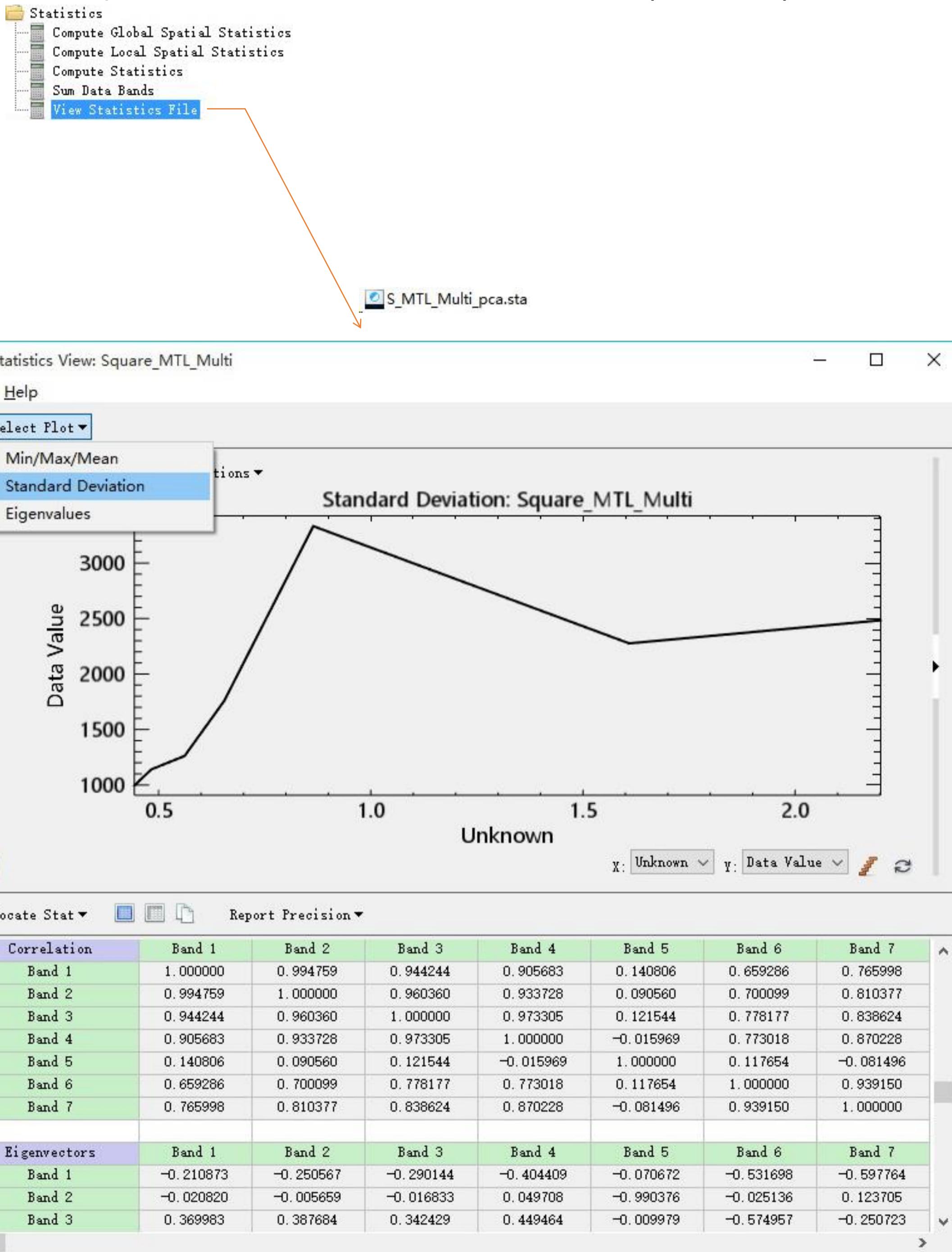


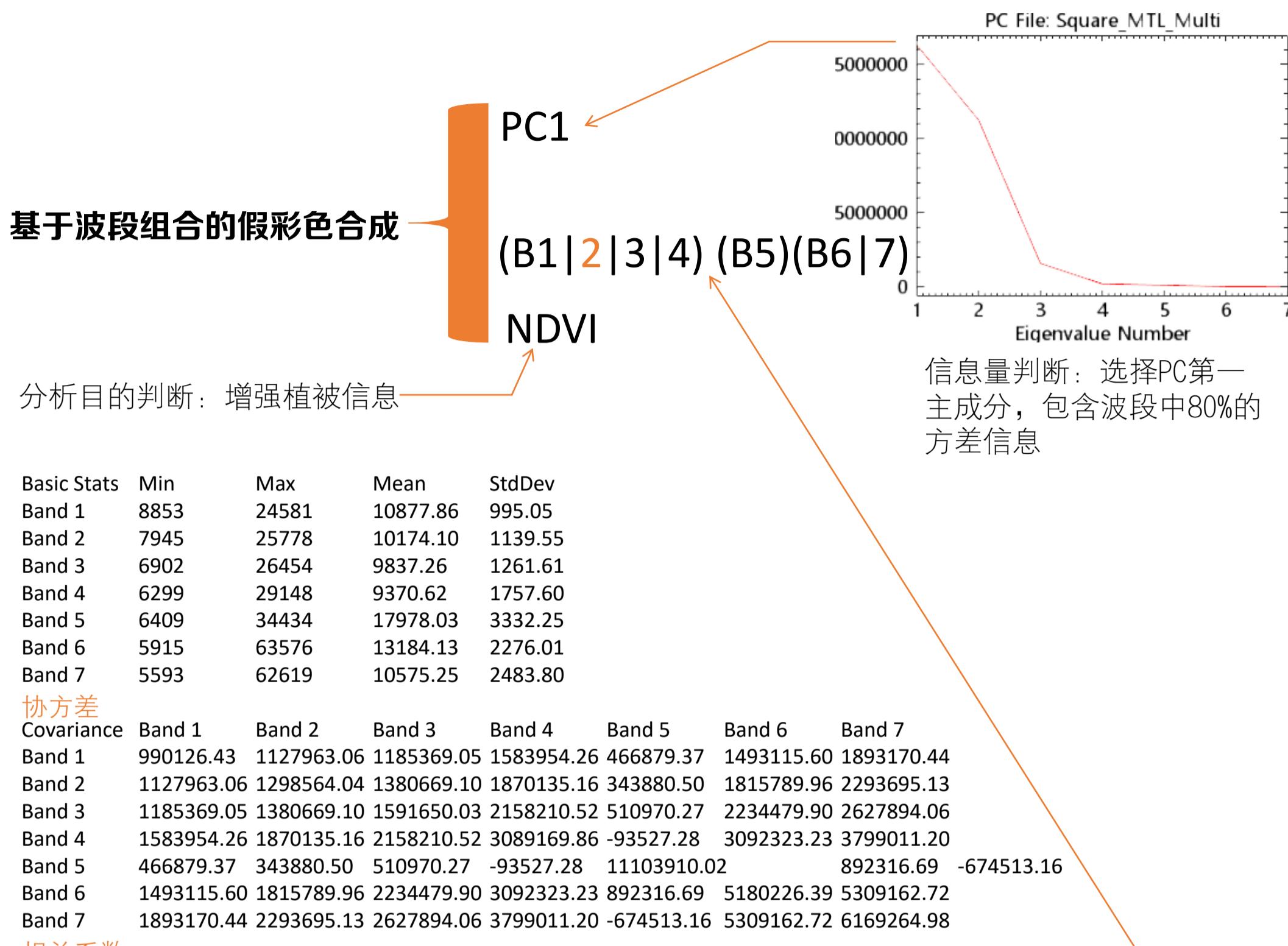
辐射校正

将多波段的图像信息压缩到比原波段更有效地少数几个转换波段上

	LC81270362015118LGN00_MTL_MultiSpectral
Coastal aerosol (0.4430)	
Blue (0.4826)	
Green (0.5613)	
Red (0.6546)	
Near Infrared (NIR) (0.8646)	
SWIR 1 (1.6090)	
SWIR 2 (2.2010)	







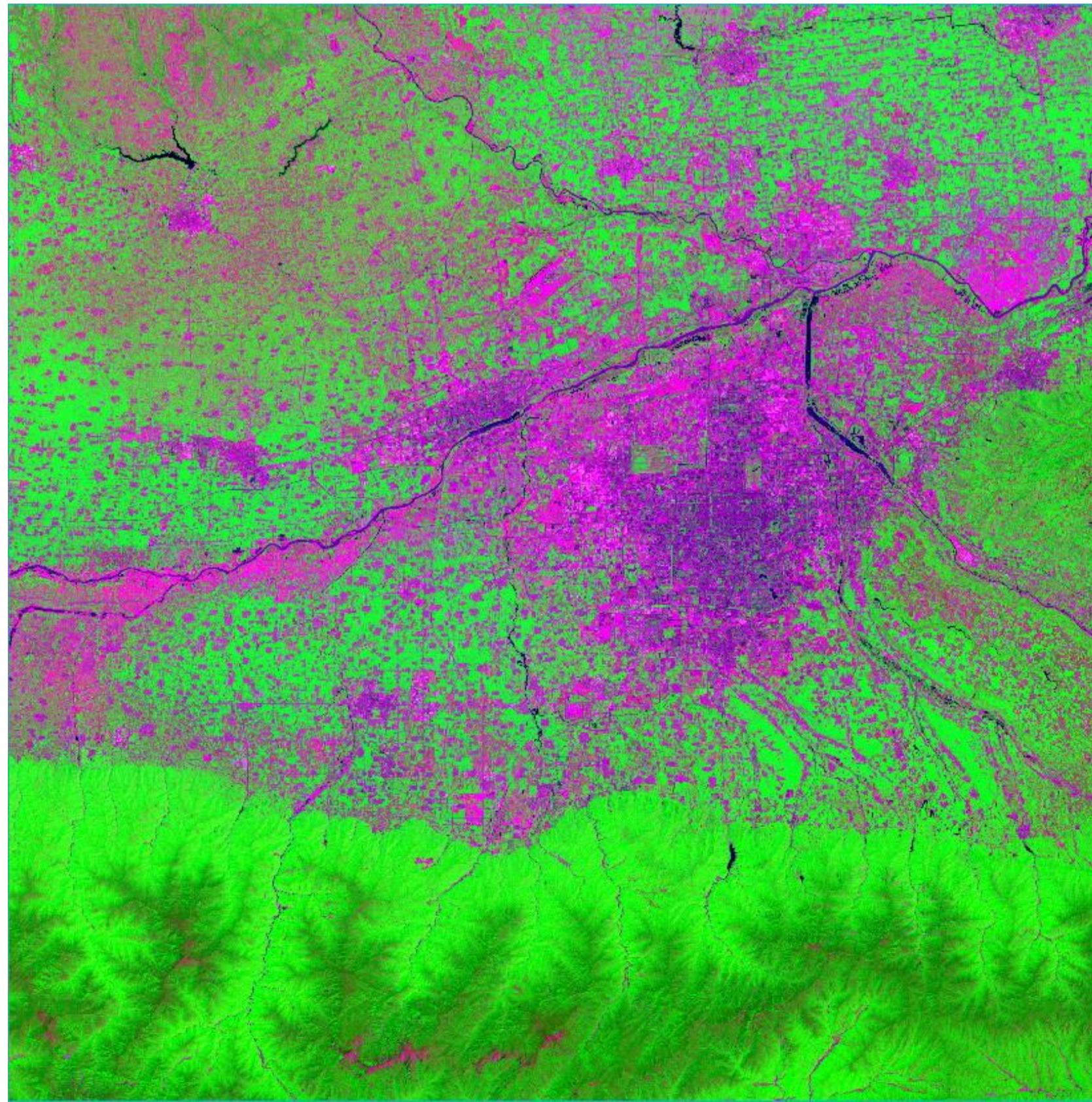
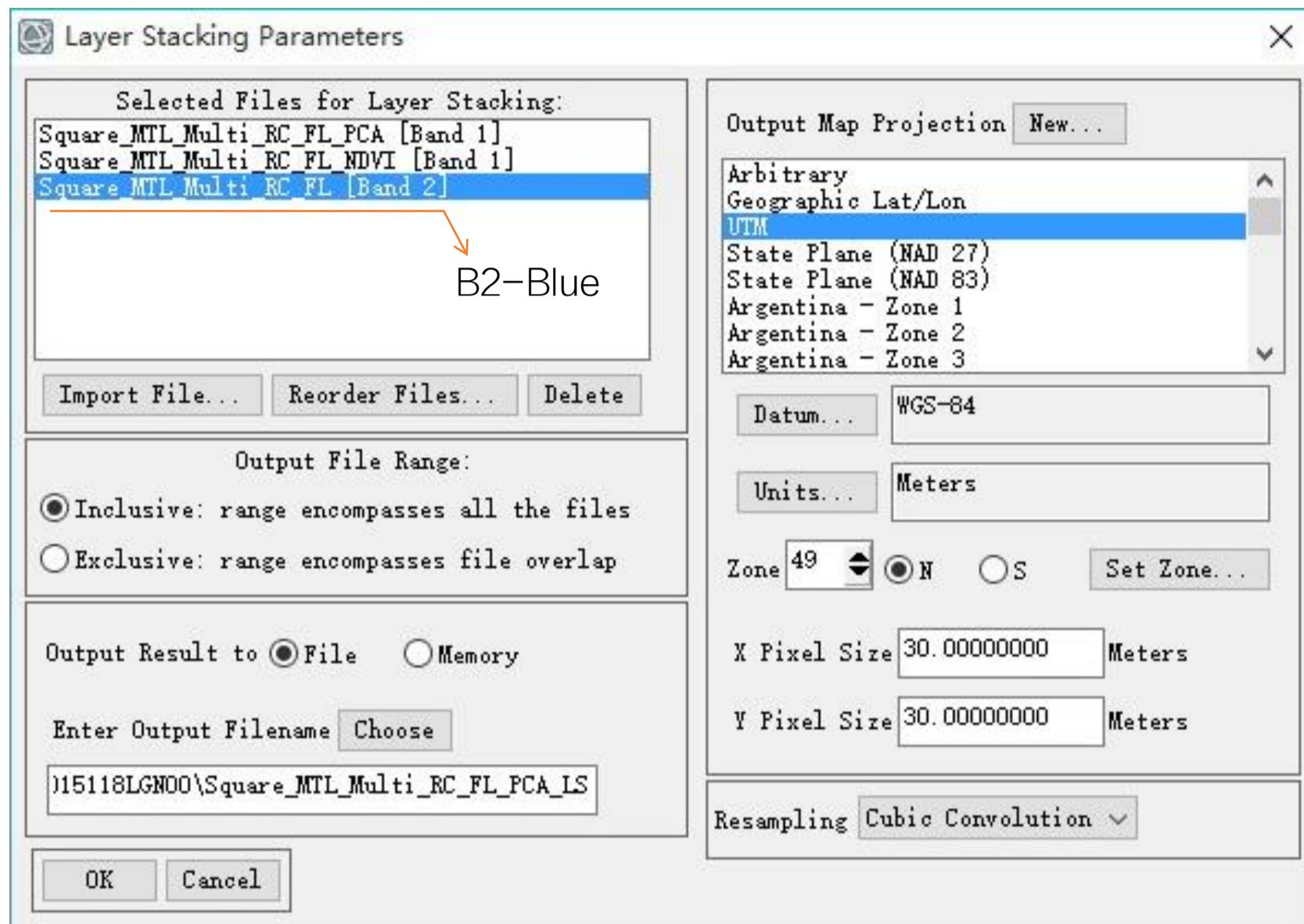
特征向量

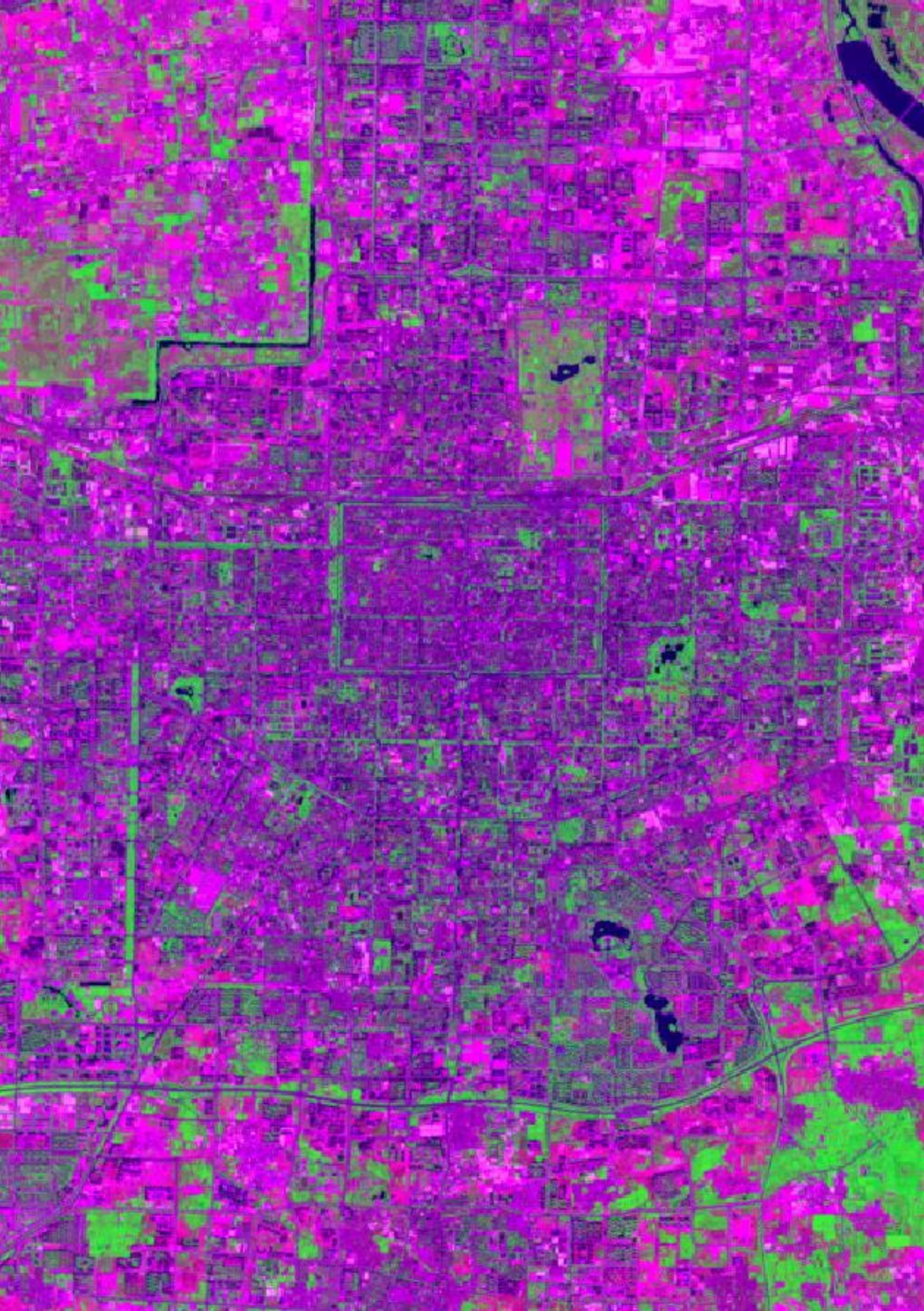
Eigenvectors	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6	Band 7
Band 1	-0.21	-0.25	-0.29	-0.40	-0.07	-0.53	-0.60
Band 2	-0.02	-0.01	-0.02	0.05	-0.99	-0.03	0.12
Band 3	0.37	0.39	0.34	0.45	-0.01	-0.57	-0.25
Band 4	0.38	0.36	-0.28	-0.54	0.04	-0.32	0.50
Band 5	0.37	0.33	0.23	-0.42	-0.11	0.49	-0.52
Band 6	-0.24	-0.18	0.81	-0.40	0.00	-0.20	0.22
Band 7	-0.69	0.72	-0.05	-0.02	0.01	0.01	-0.03

特征值

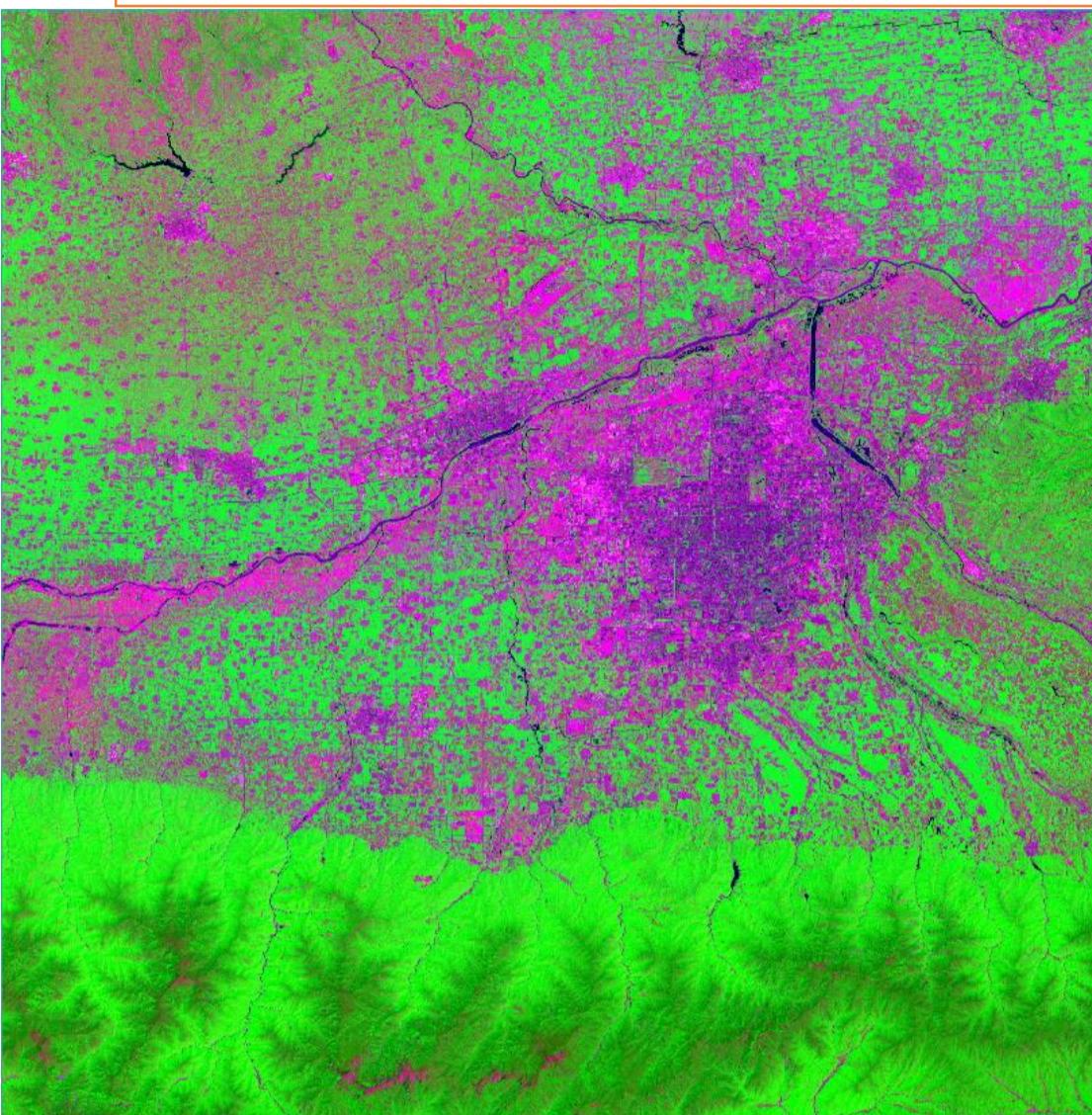
Eigenvalues
Num 1 16286918.38
Num 2 11235968.53
Num 3 1577539.01
Num 4 194605.47
Num 5 109925.02
Num 6 16094.47
Num 7 1860.88

基于波段组合的假彩色合成

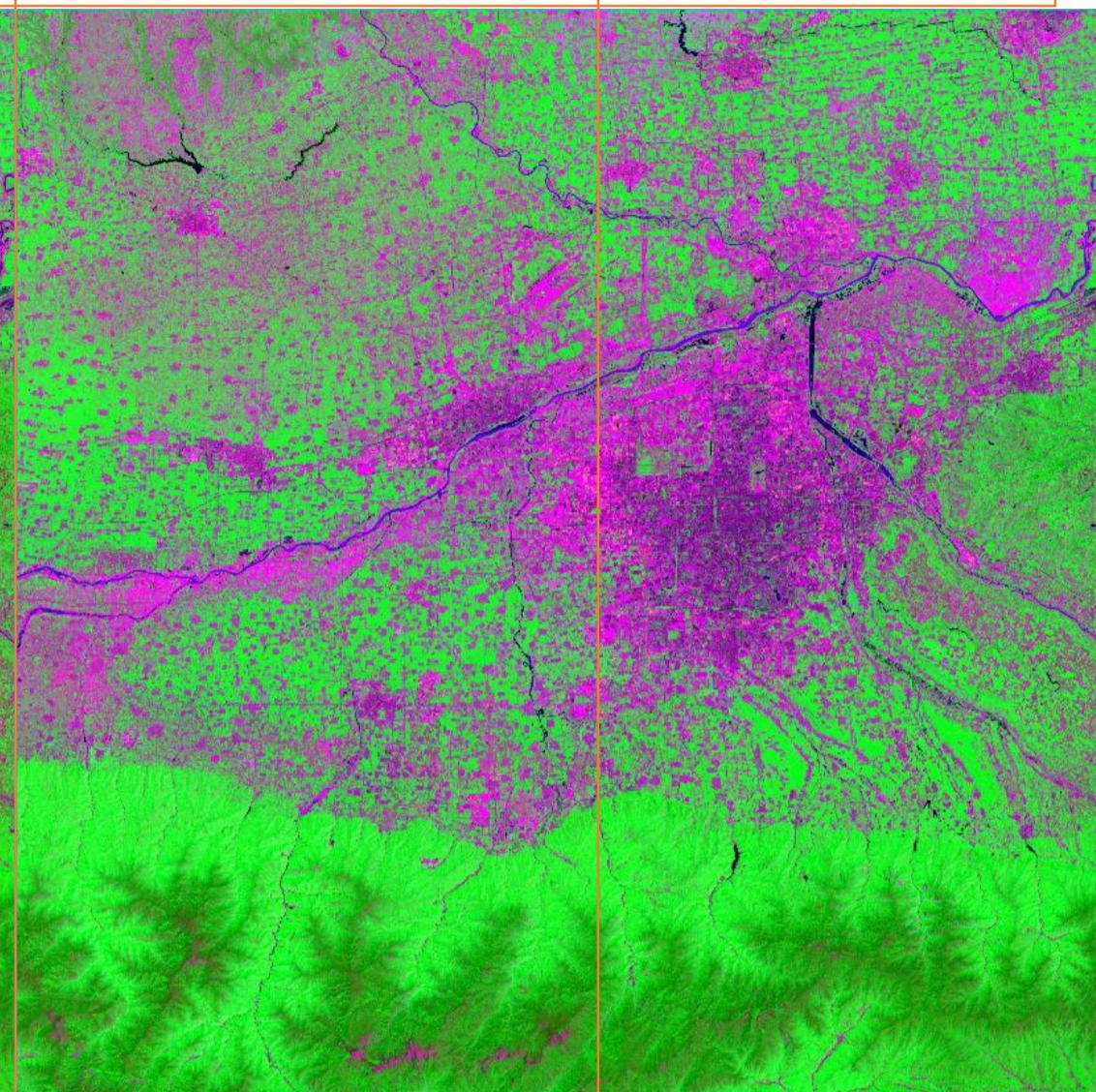




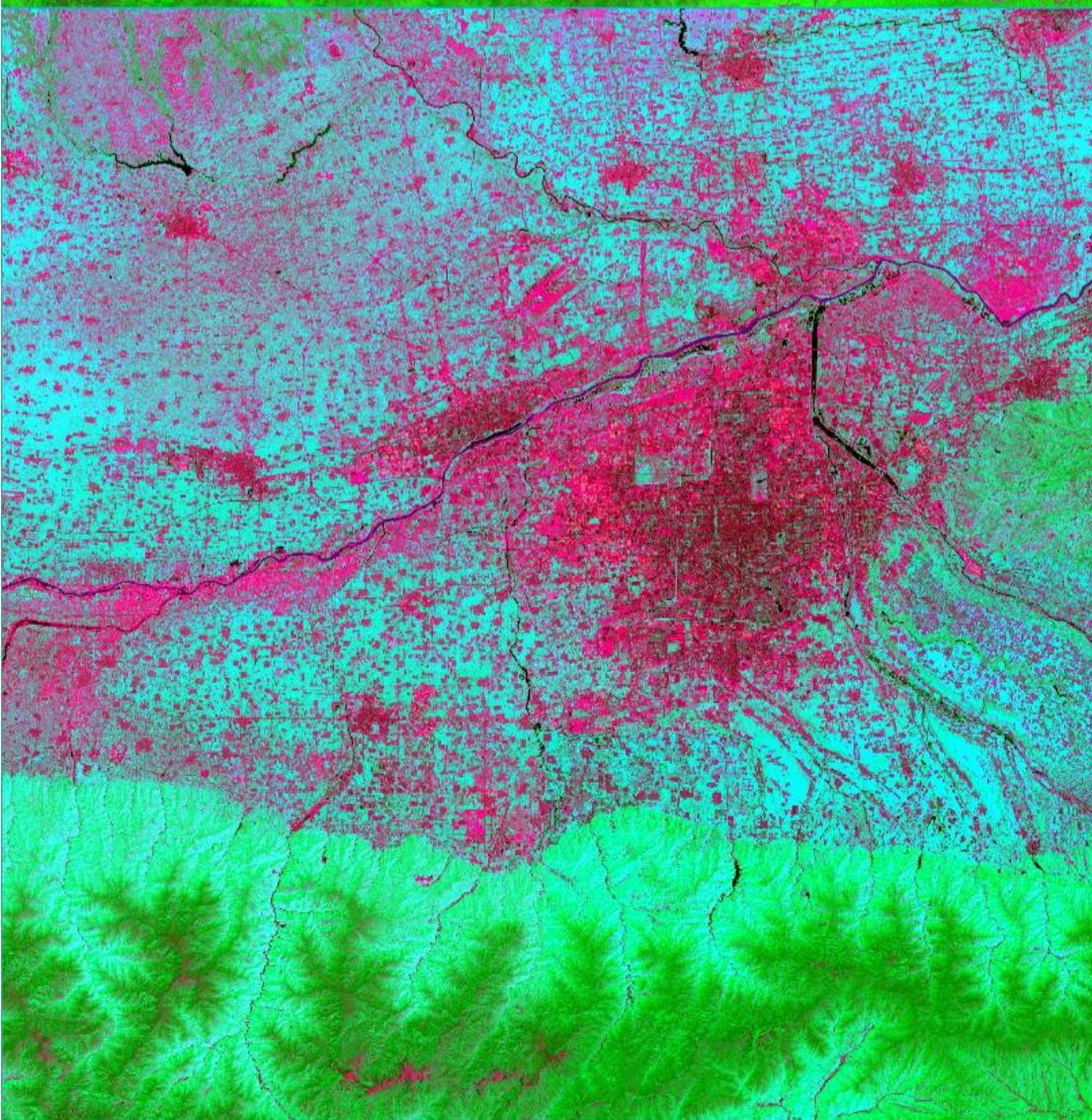
PC1+NVDI+B2(blue)



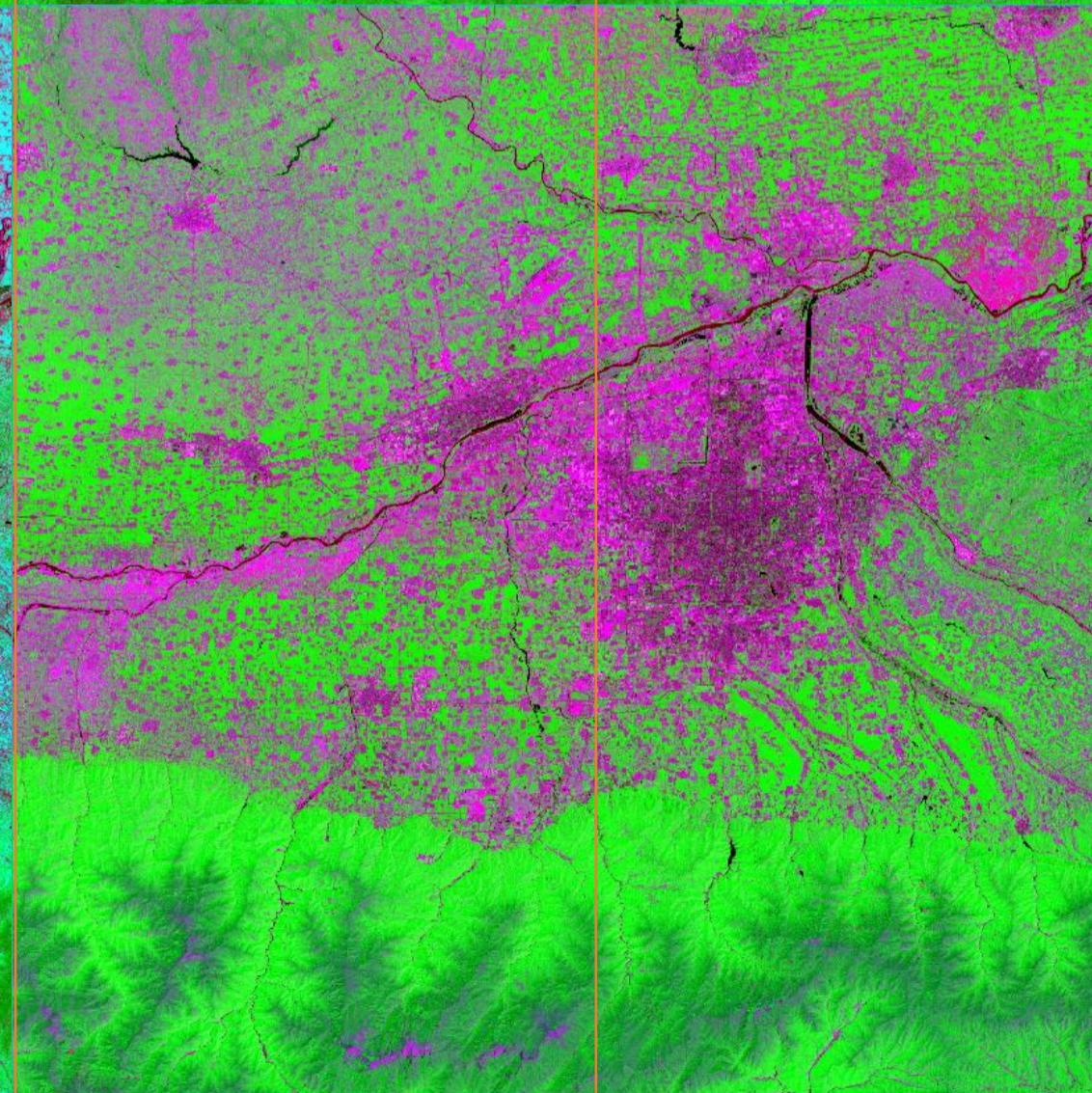
PC1+NVDI+B3(green)

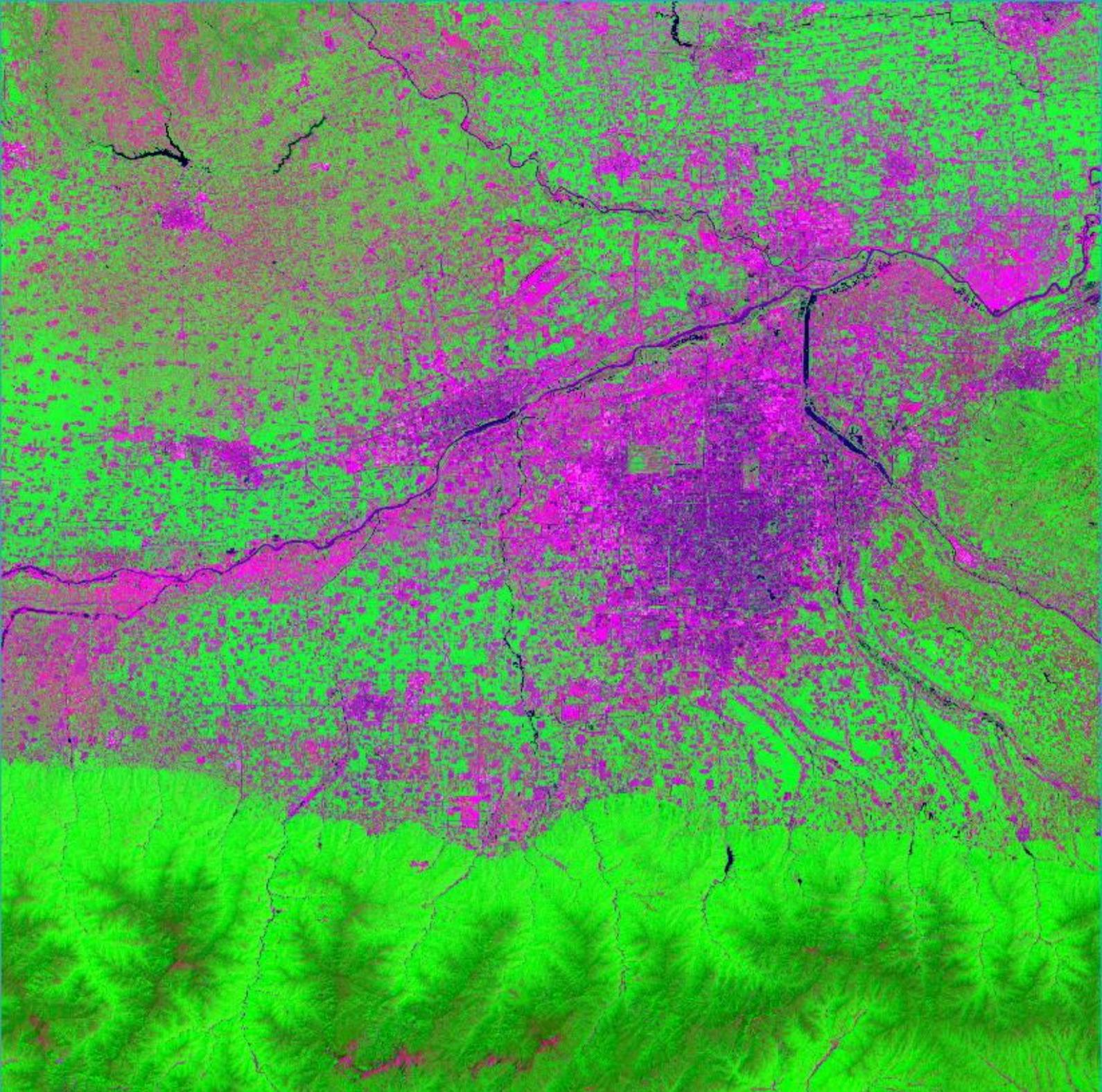


PC1+NVDI+B5(NIR)



PC1+NVDI+B7(SWIR2)

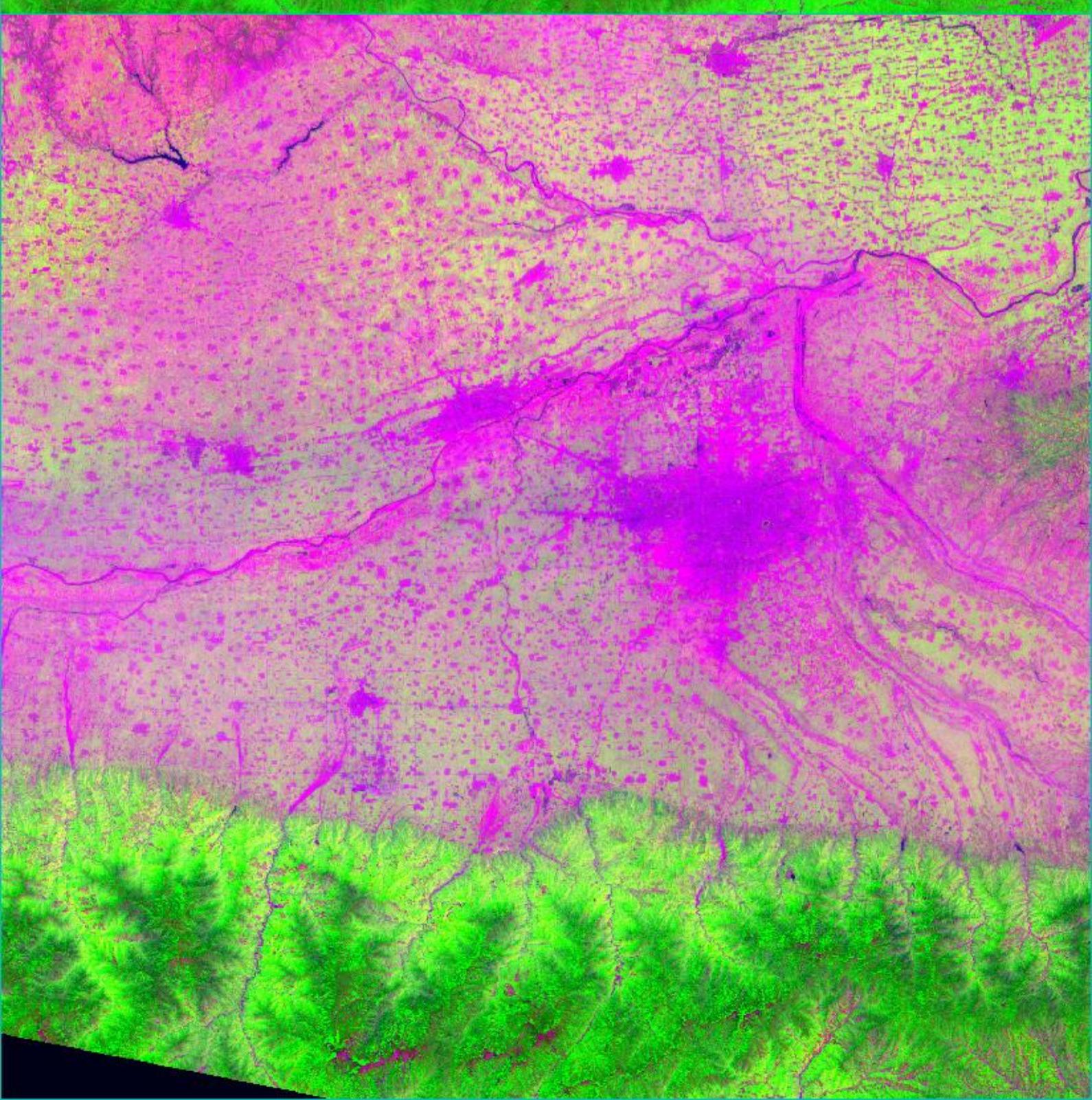




Landsat-8(2015)

PC1+NVDI+blue

Landsat-7(2000)



教案/讲义

DATE_ACQUIRED = 2015-04-28 SCENE_CENTER_TIME = "03:19:06.8588949Z" DATE_ACQUIRED = 2000-04-26 SCENE_CENTER_TIME = 03:12:09.0805357Z



图像融合

- 📁 Image Sharpening
 - ⠀ CN Spectral Sharpening
 - ⠀ Color Normalized (Brovey) Sharpening
 - ⠀ Gram-Schmidt Pan Sharpening
 - ⠀ HSV Sharpening
 - ⠀ NNDiffuse Pan Sharpening
 - ⠀ PC Spectral Sharpening

融合方法

HSV变换

Brovey变换

乘积运算 (CN)

PCA变换

Gram-schmidt Pan Sharpening (GS)

适用范围

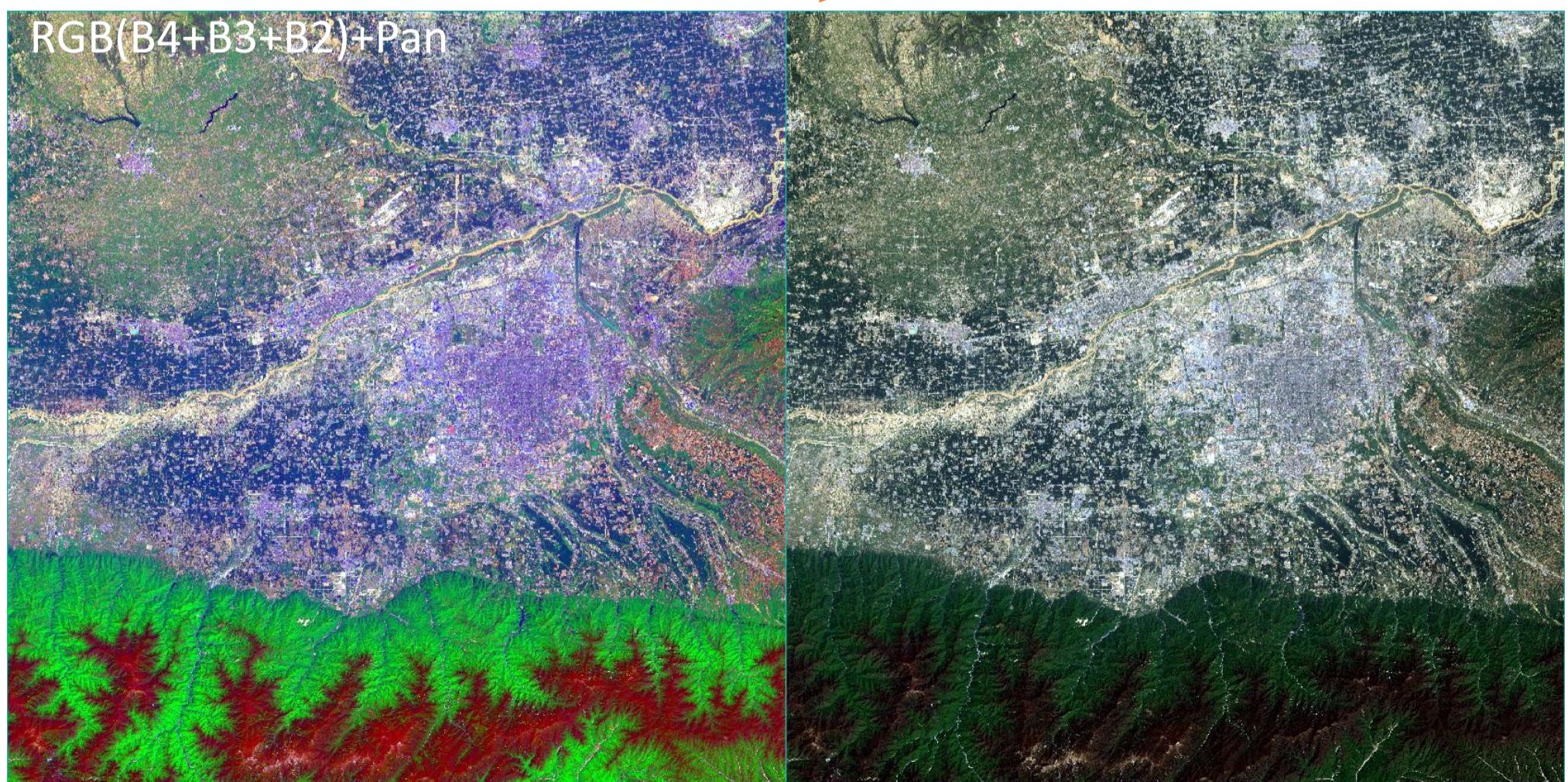
纹理改善，空间保持较好。光谱信息损失较大大，受波段限制。

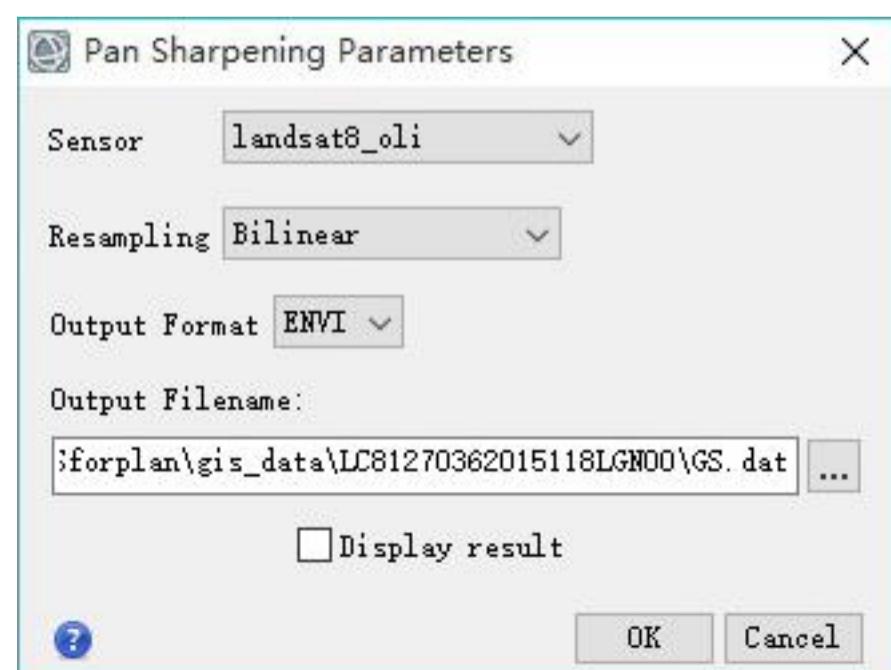
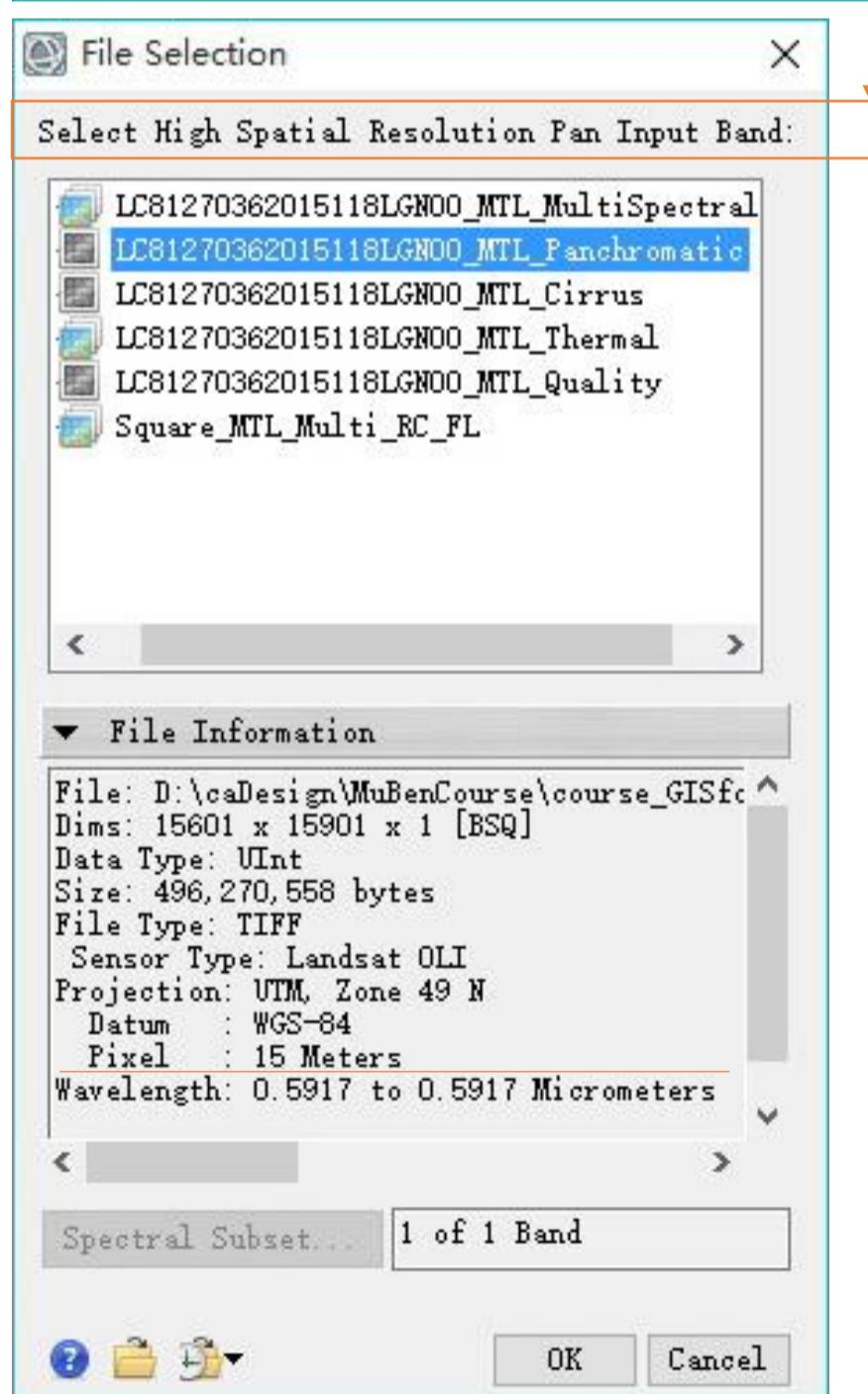
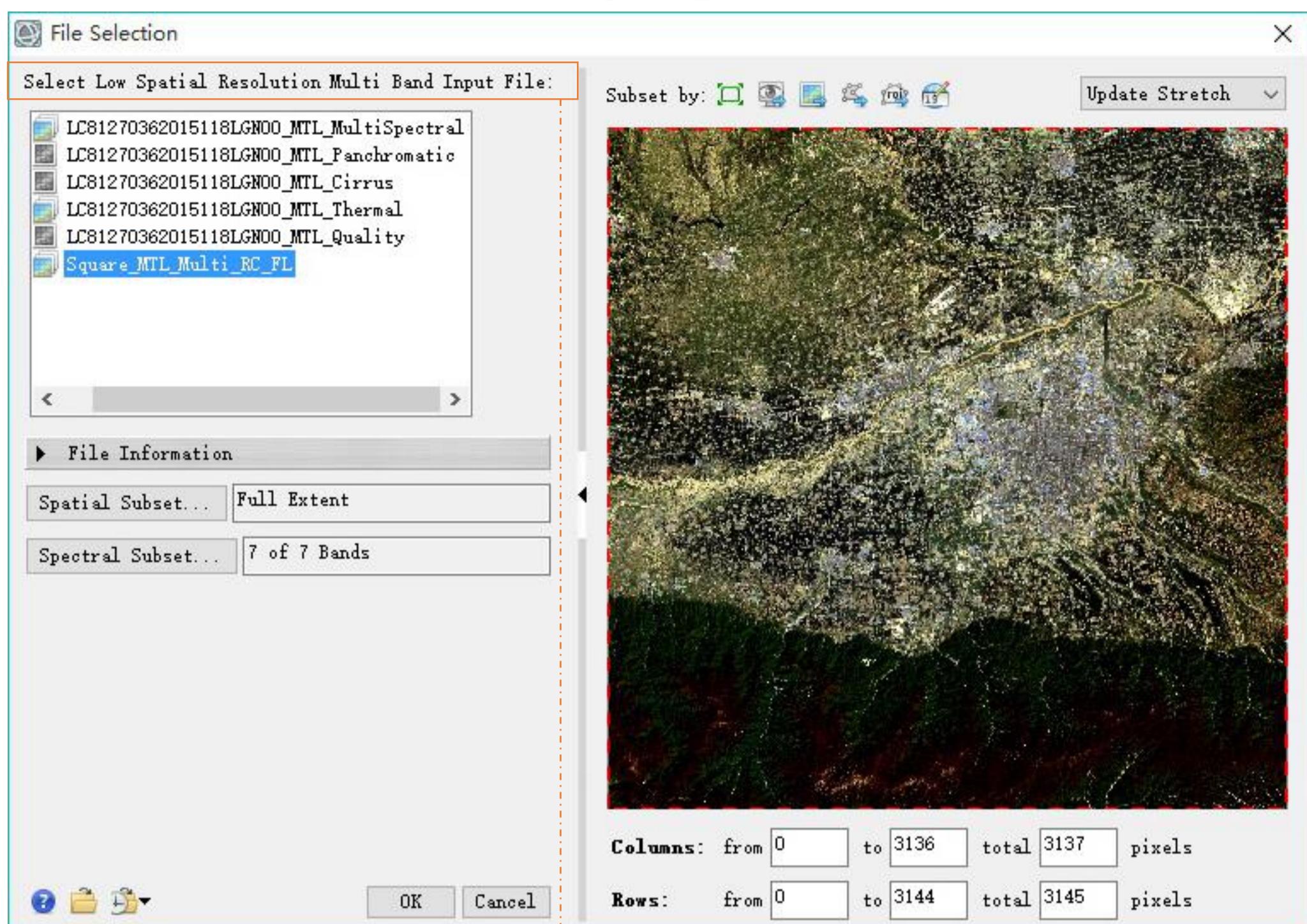
光谱信息保持较好，受波段限制。

对大的地貌类型效果好，同时可用于多光谱与高光谱的融合。

无波段限制，光谱保持好。第一主成分信息高度集中，色调发生较大变化。

改进了PCA中信息过分集中的问题，不受波段限制，较好的保持空间纹理信息，尤其能高保真保持光谱特征。专为最新高空间分辨率影像设计，能较好保持影像的纹理和光谱信息。





第6次课结束

第7次课

授课题目：地理信息数据_遥感影像监督分类+RuleGen决策树分类+非监督分类+分类后比较(动态监测)

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 掌握监督分类和非监督分类的方法；
2. 掌握RuleGen决策树分类；
3. 掌握遥感动态监测。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 讲述监督分类，及各分类器的解释；
2. 讲述RuleGen决策树分类模块的安装，和基本处理流程，；
3. 讲述非监督分类的基本参数和操作。

讨论、思考题、作业：

1. 完成本次课程中的案例。

教学过程设计：

授新课

拓展阅读：

[1]RuleGen Instructions

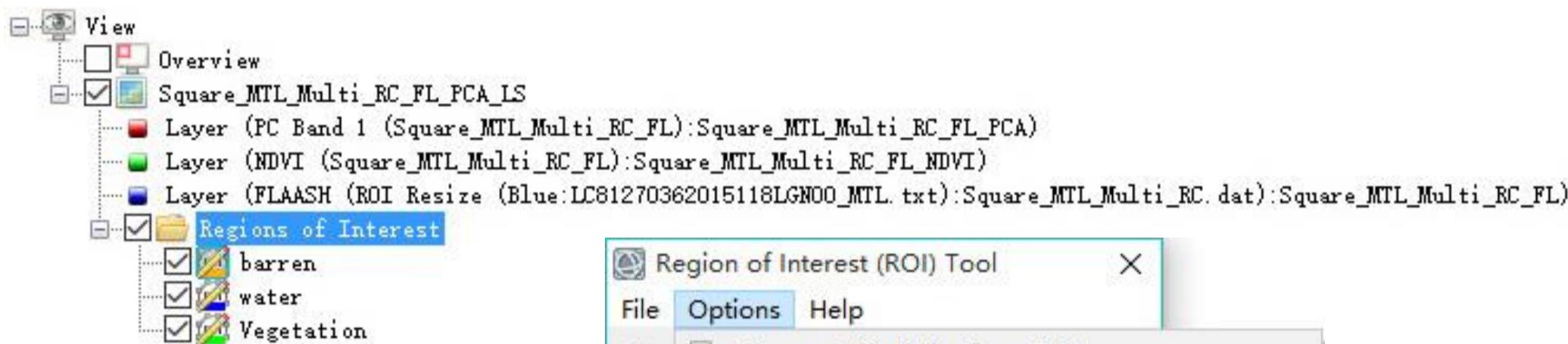


图像分类

监督分类(Supervised Classification)

- 定义训练样本
- 执行监督分类
- 评价分类结果
- 分类后处理

• 定义训练样本



使用ROI Tool创建感兴趣区，定义训练样本

使用Compute ROI Separability计算ROI可分离性，确定训练样本间差异性程度。

获得的参数值位于0~2之间，大于1.9，具有较好的分离性，属于合格样本；小于1.8，需要重新选择样本；小于1，需要考虑将两类样本合成为一类样本。

本例中获取参数值，基本满足要求

```

ROI Separability Report
File
Input File: Square_MTL_Multi_RC_FL_PCA_LS
ROI Name: (Jeffries-Matusita, Transformed Divergence)

Vegetation:
    water: (1.99999460 2.00000000)
    barren: (1.99907964 1.99999999)

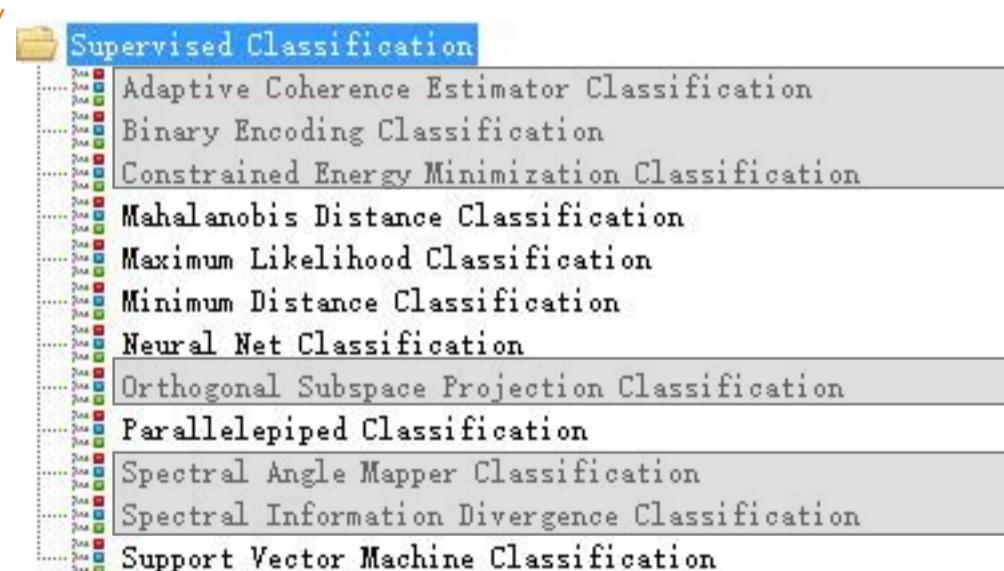
water:
    Vegetation: (1.99999460 2.00000000)
    barren: (1.89203407 2.00000000)

barren:
    Vegetation: (1.99907964 1.99999999)
    water: (1.89203407 2.00000000)

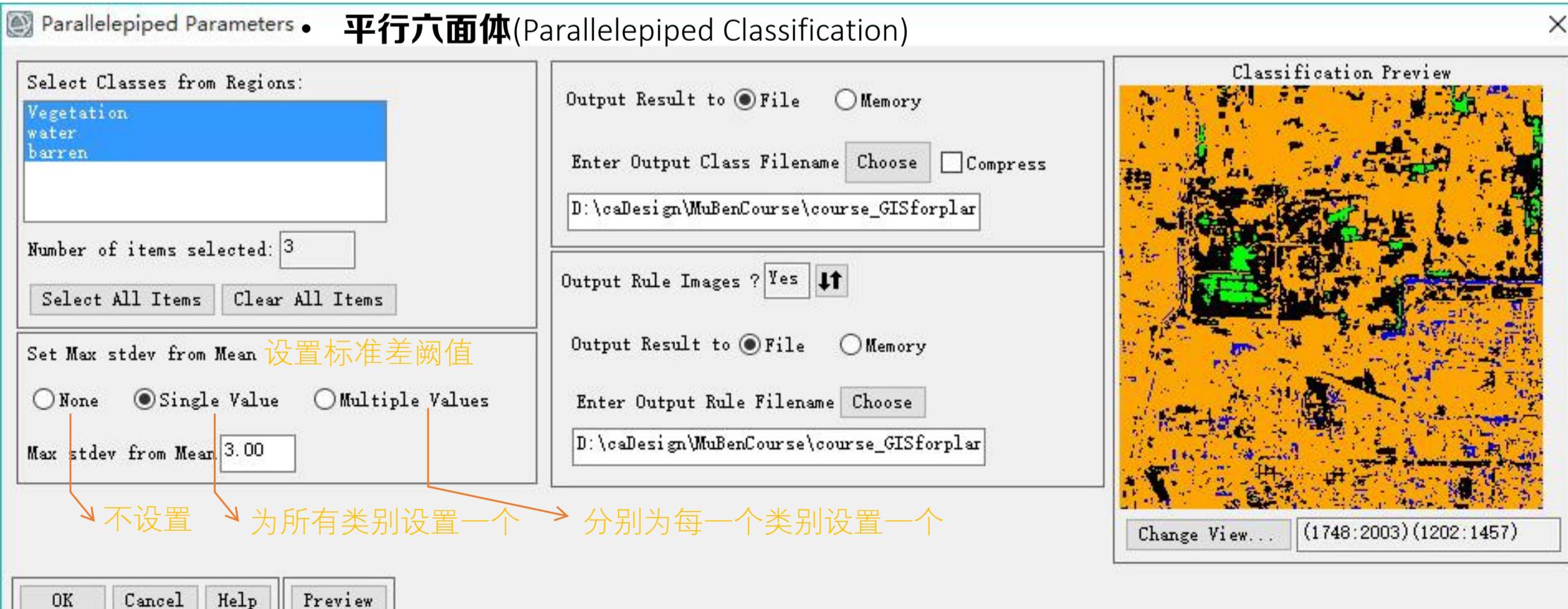
Pair Separation (least to most):
water and barren - 1.89203407
Vegetation and barren - 1.99907964
Vegetation and water - 1.99999460
  
```

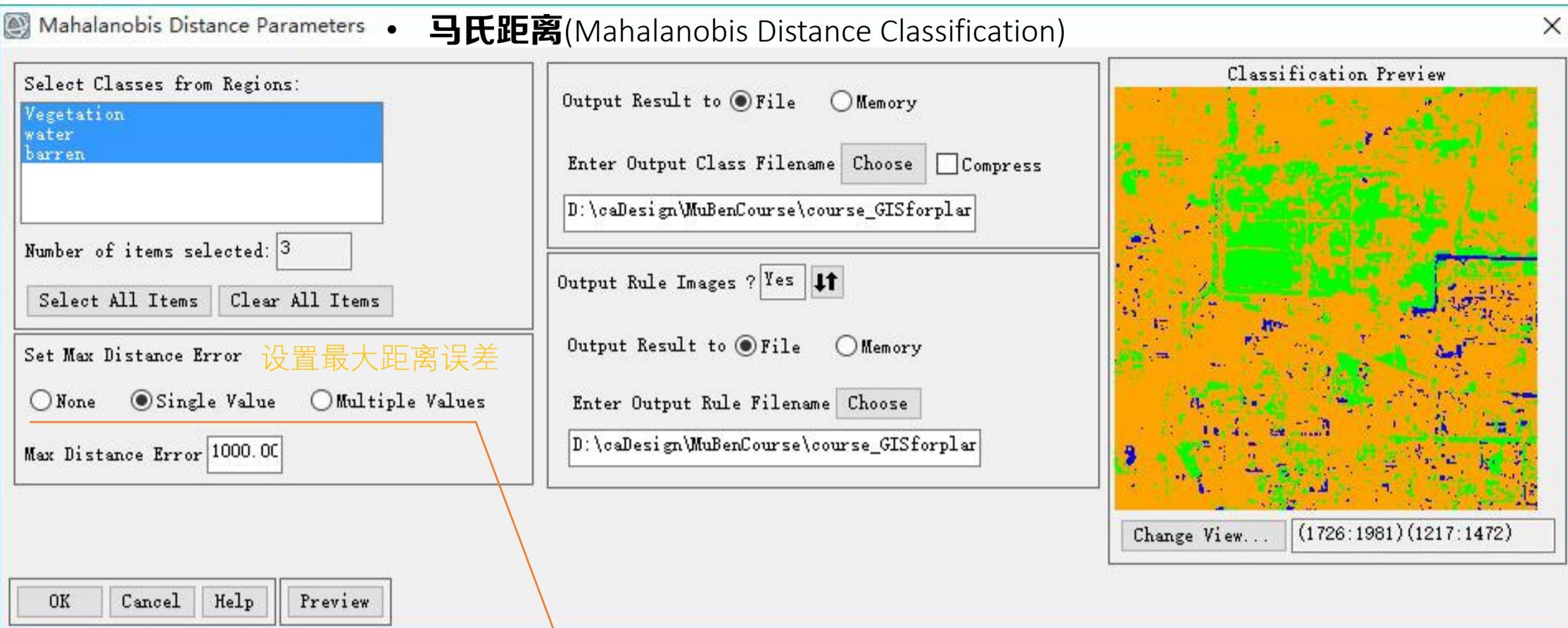
- 执行监督分类

分类器	说明
平行六面体 (Parallelepiped)	根据训练样本的亮度值形成一个n维的平行六面体数据空间，其他像元的光谱值如果落在平行六面体任何一个训练样本所对应的区域，就被划分其对应的类别中。平行六面体的尺度是由标准差阈值所确定的，而该标准差阈值则是根据所选类的均值求出。
最小距离 (Minimum Distance)	利用训练样本数据计算出每一类的均值向量和标准差向量，然后以均值向量作为该类在特征空间中的中心位置，计算输入图像中每个像元到各类中心的距离，到哪一类中心的距离最小，该像元就归入到哪一类。
马氏距离 (Mahalanobis Distance)	计算输入图像到各训练样本的马氏距离（一种有效的计算两个未知样本集的相似度的方法），最终统计马氏距离最小的，即为此类别。
最大似然 (Likelihood Classification)	假设每一个波段的每一类统计都呈正态分布，计算给定像元属于某一训练样本的似然度，像元最终被归并到似然度最大的一类当中。
神经网络 (Neural Net Classification)	指用计算机模拟人脑的结构，用许多小的处理单元模拟生物的神经元，用算法实现人脑的识别、记忆、思考过程应用于图像分类。
支持向量机 (Support Vector Machine Classification)	支持向量机分类 (SVM) 是一种建立在统计学习理论 (Statistical Learning Theory或SLT) 基础上的机器学习方法。SVM可以自动寻找那些对分类有较大区分能力的支持向量，由此构造出分类器，可以将类与类之间的间隔最大化，因而有较好的推广性和较高的分类准确率。

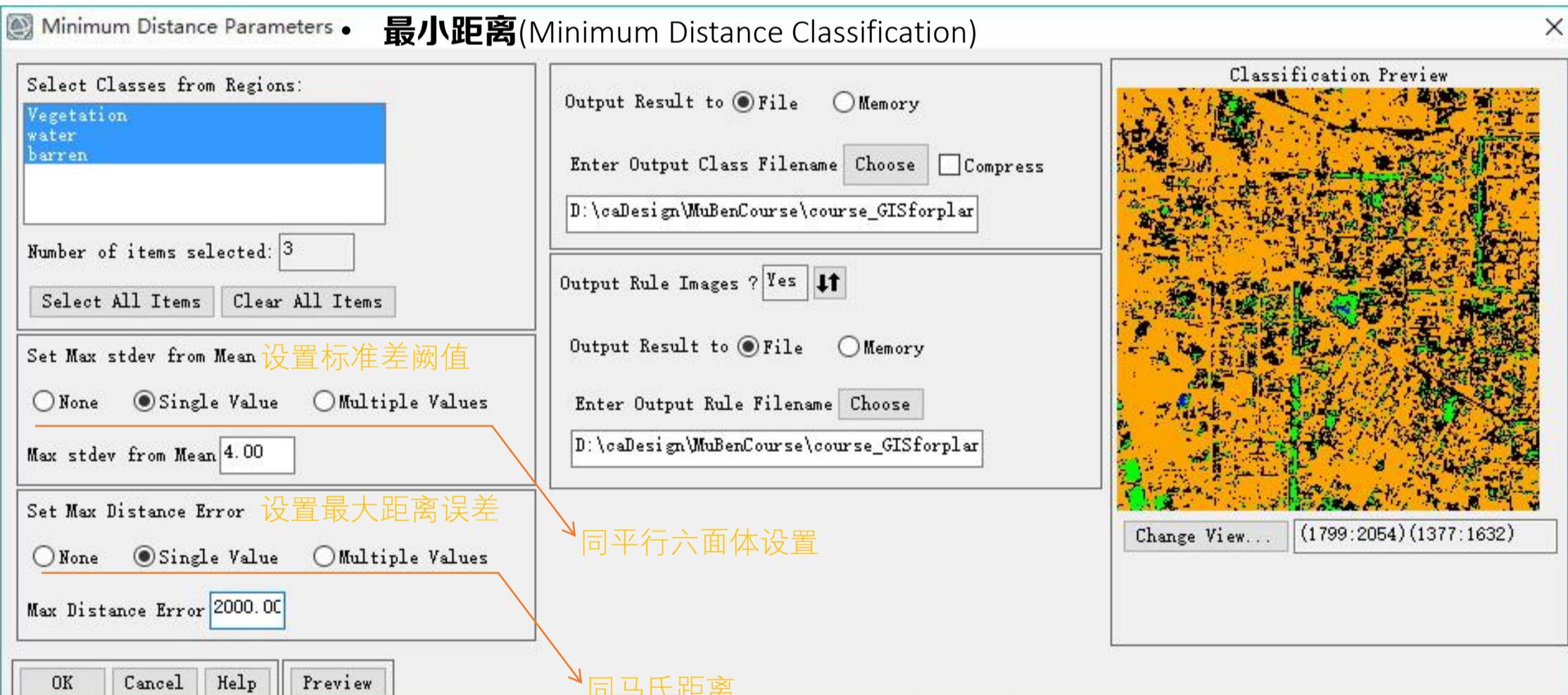


用于高光谱数据的分类方法



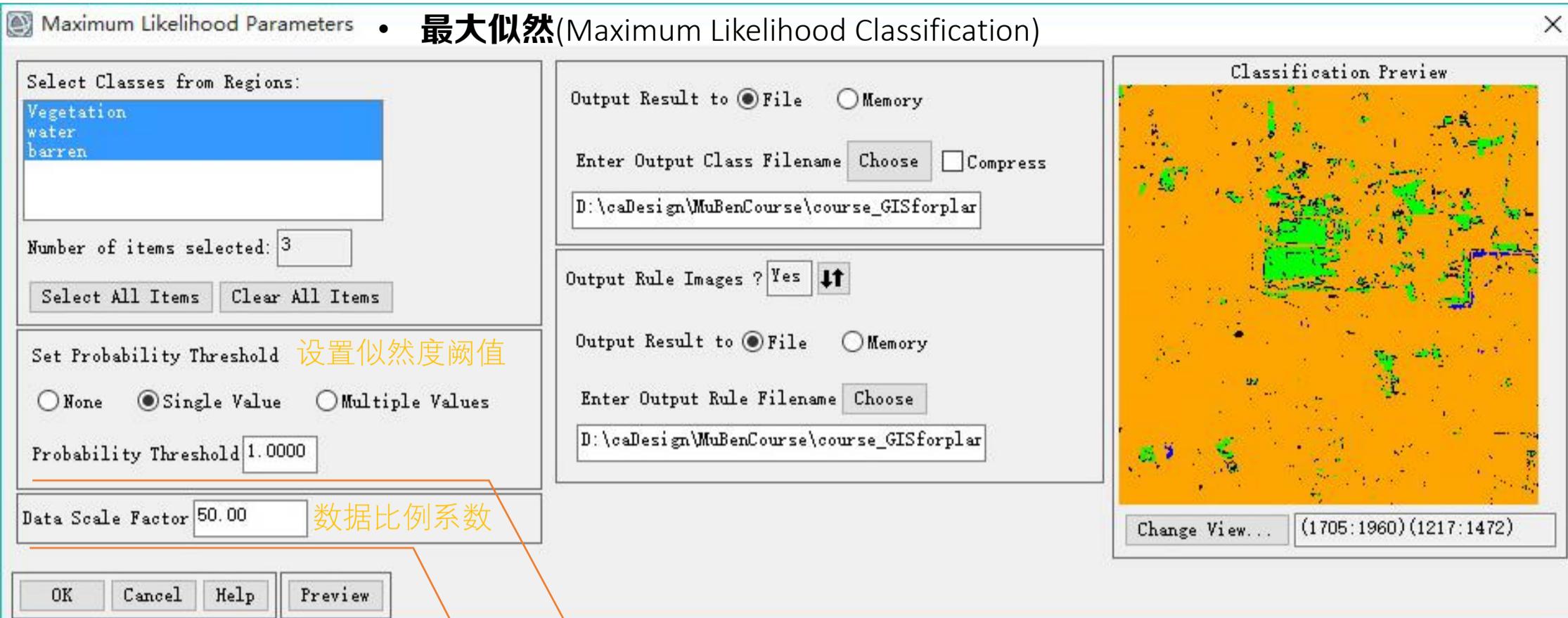


以DN值方式输入一个值(可以预先从Cursor Value工具查看DN值)，距离大于该值的像元不被分入该类。如果不满足所有类别的最大距离误差，该DN值所对应的像元会被归类为未分类



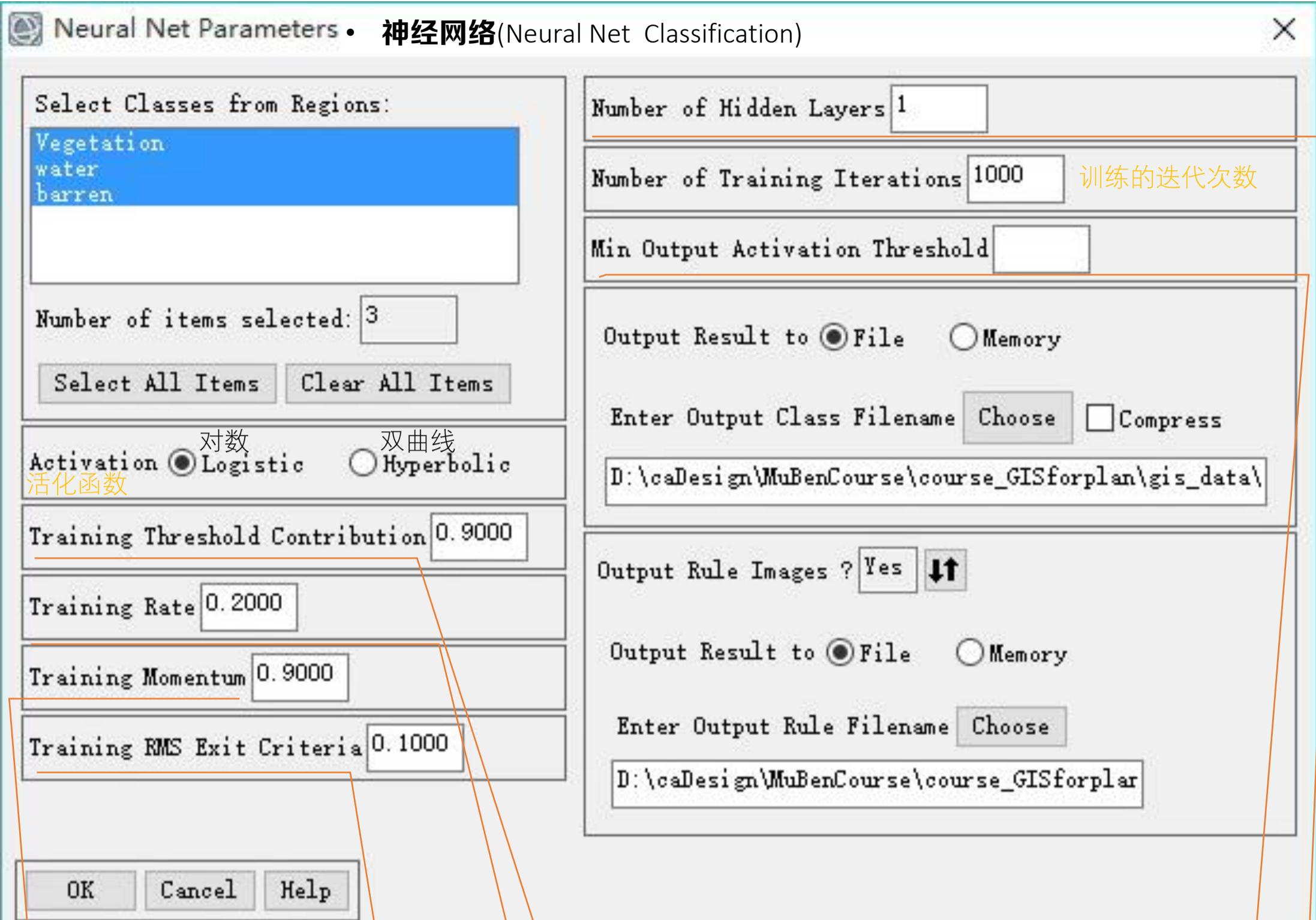
同平行六面体设置

同马氏距离



值为0~1，似然度小于该阙值则不被分入该类

比值系数，用于将整形反射率或辐射率数据转化为浮点型数据



指定RMS误差为何值时，训练应该停止。RMS误差值在训练过程中将显示在图表中，当该值小于输入值时，即使还没有达到迭代次数，训练也会停止，然后开始进行分类。

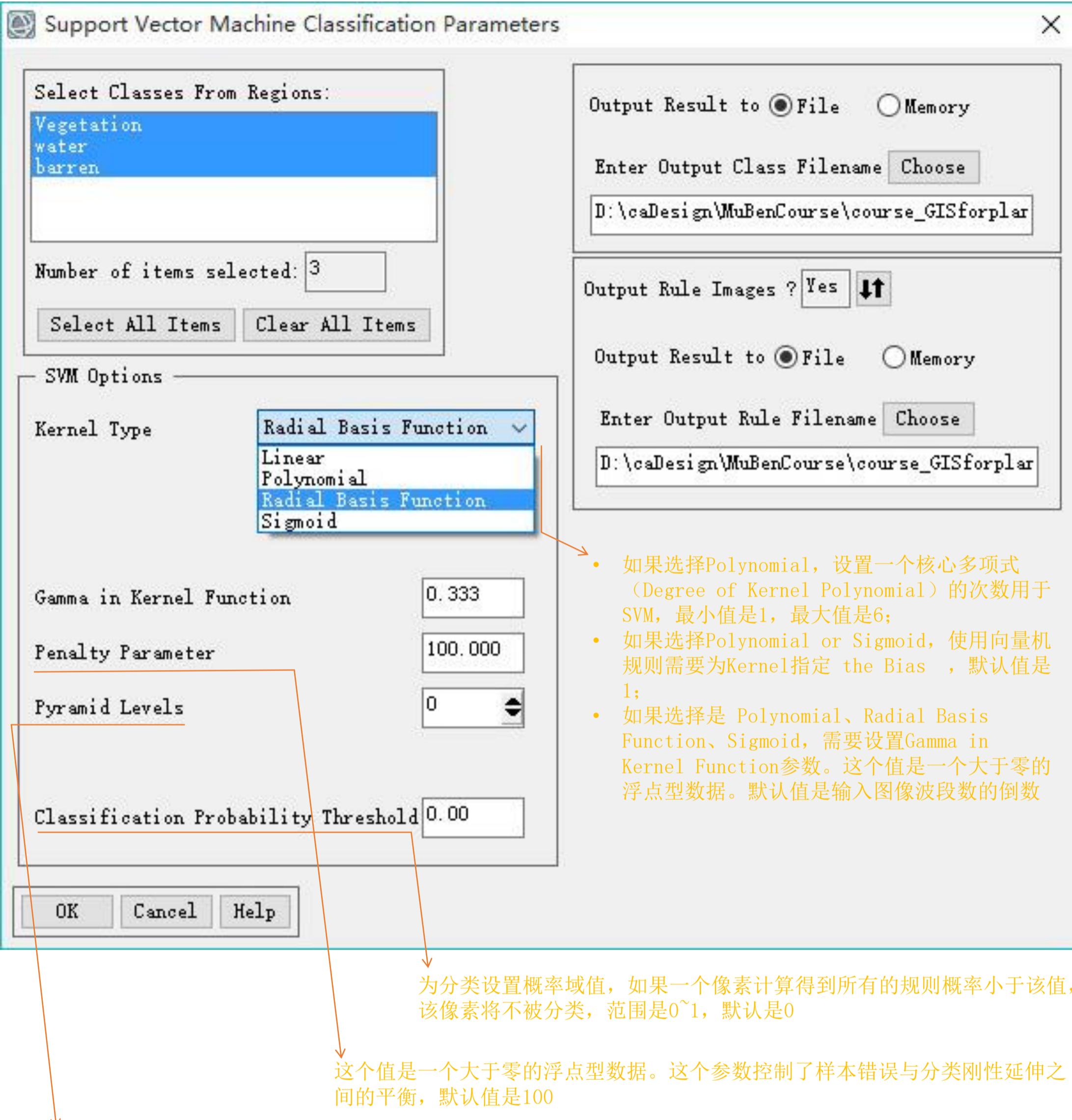
输入一个最小输出活化阈值。如果被分类像元的活化值小于该阈值，在输出的分类中，该像元将被归入未分类中（unclassified）。

键入所用隐藏层的数量。要进行线性分类，键入值为0。没有隐藏层，不同的输入区域必须与一个单独的超平面线性分离。要进行非线性分类，输入值应该大于或等于1，当输入的区域并非线性分离或需要两个超平面才能区分类别时，必须拥有至少一个隐藏层才能解决这个问题。两个隐藏层用于区分输入空间，空间中的不同要素不临近也不相连。

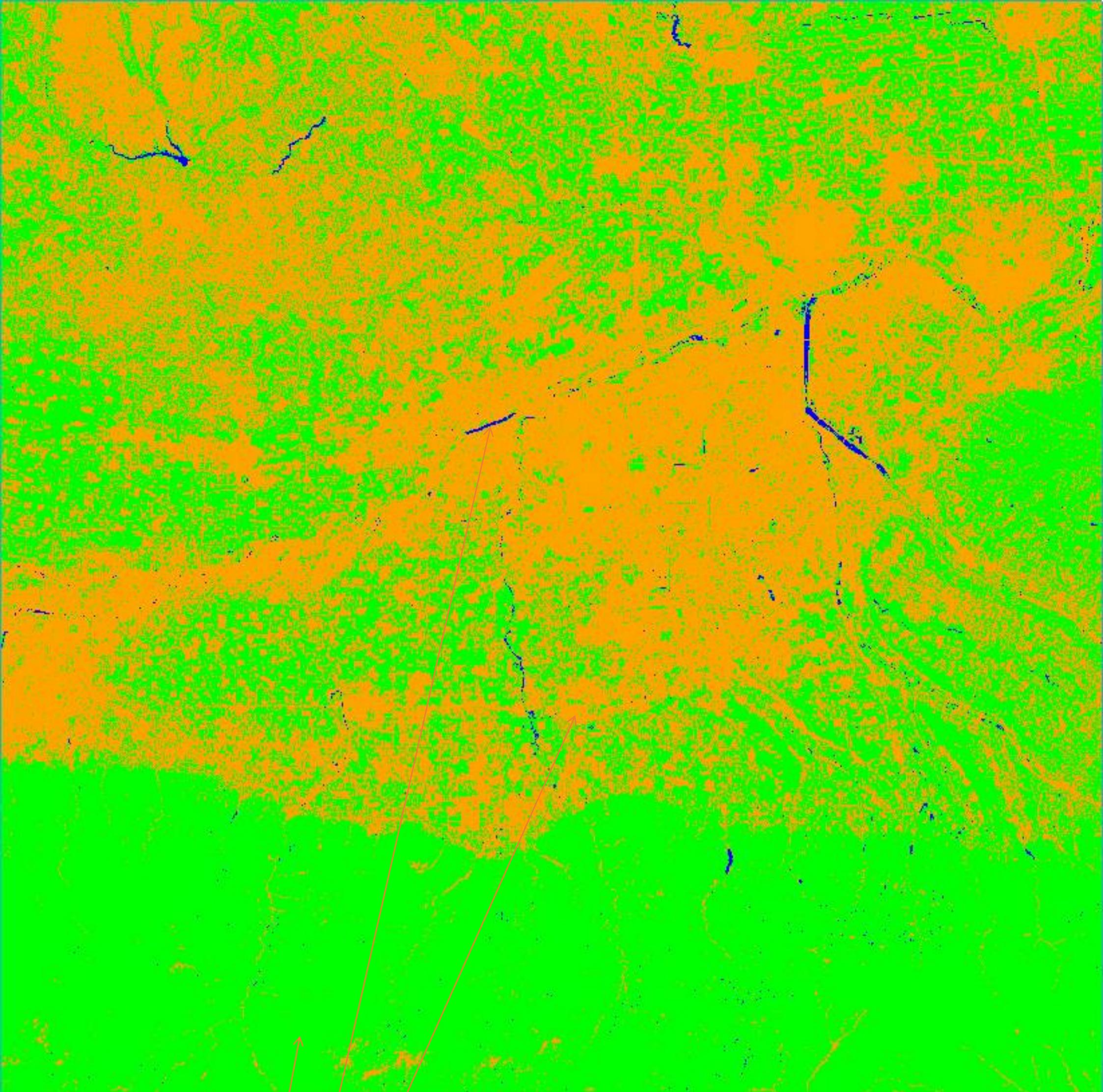
输入训练贡献阈值（0~1）。该参数决定了与活化节点级别相关的内部权重的贡献量。它用于调节节点内部权重的变化。训练算法交互式地调整节点间的权重和节点阈值，从而使输出层和响应误差达到最小。将该参数设置为0不会调整节点的内部权重。适当调整节点的内部权重可以生成一幅较好的分类图像，但是如果设置的权重太大，对分类结果也会产生不良影响。

输入一个0~1的值。该值大于0时，在“Training Rate”文本框中键入较大值不会引起摆动。该值越大，越快，但也增加摆动或者使训练结果不收敛。训练的步幅越大。该参数的作用是促使权重沿当前方向改变。

设置权重调节速度（0~1）。参数值越大则使训练速度



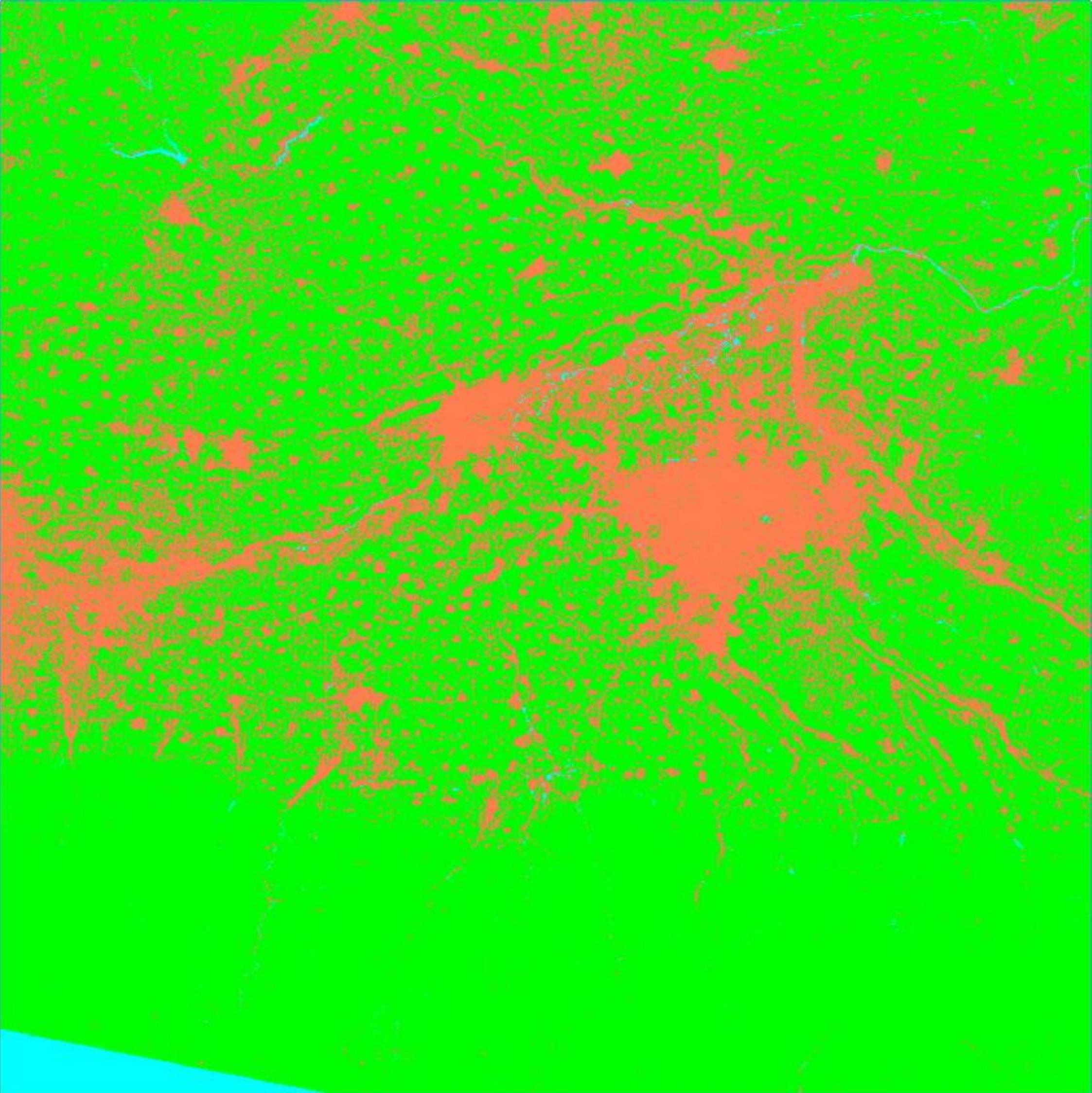
设置分级处理等级, 用于SVM训练和分类处理过程。如果这个值为0, 将以原始分辨率处理; 最大值随着图像的大小而改变



Landsat-8(2015)

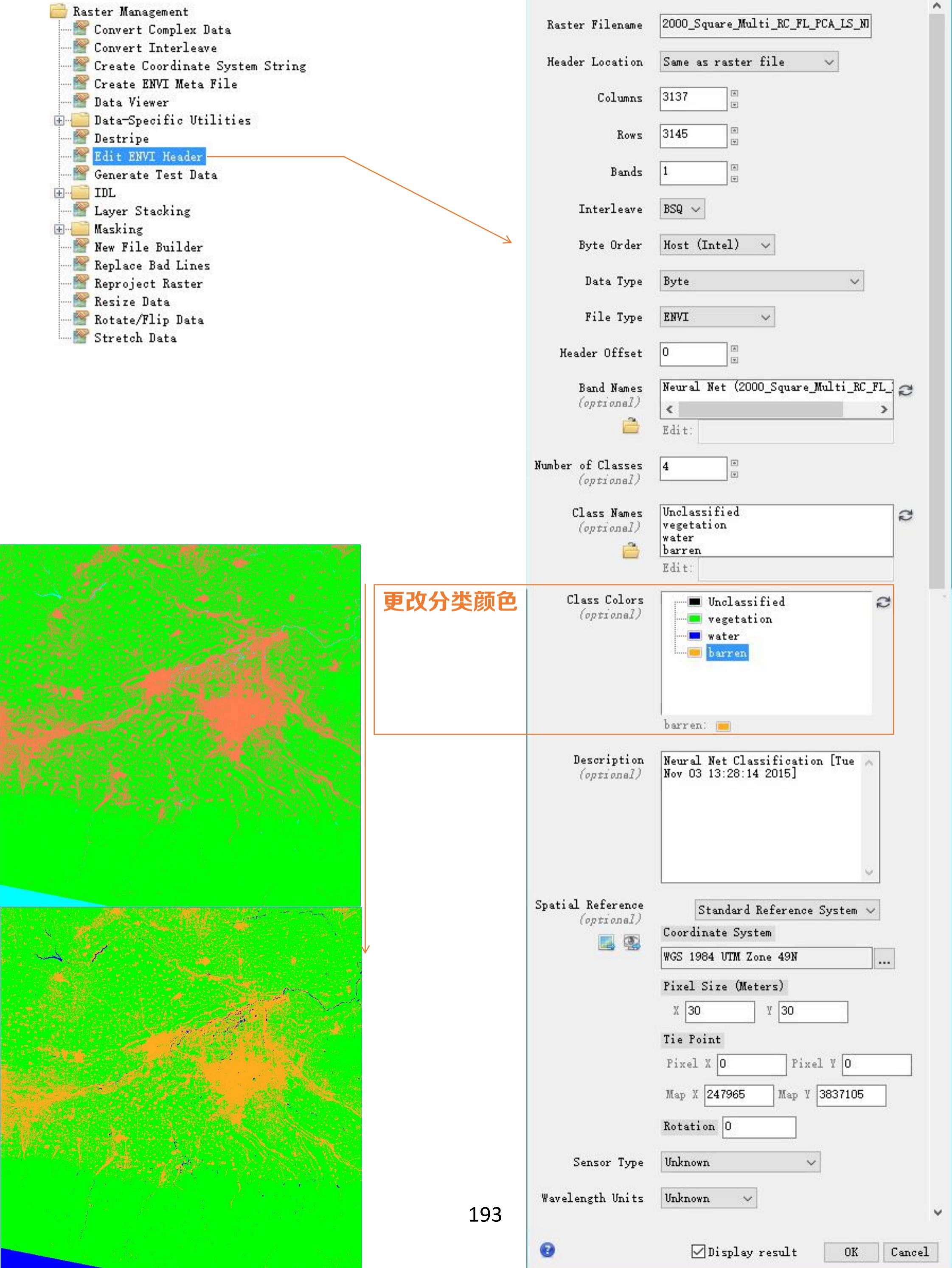
Classes
<input checked="" type="checkbox"/> 0: Unclassified
<input checked="" type="checkbox"/> 1: Vegetation
<input checked="" type="checkbox"/> 2: water
<input checked="" type="checkbox"/> 3: barren

- 评价分类结果
 - 分类结果叠加 → 目视判断
 - 混淆矩阵(Confusion Matrices)
 - ROC曲线(ROC Curves)
 - 需要地表真实图像或地表真实感兴趣区



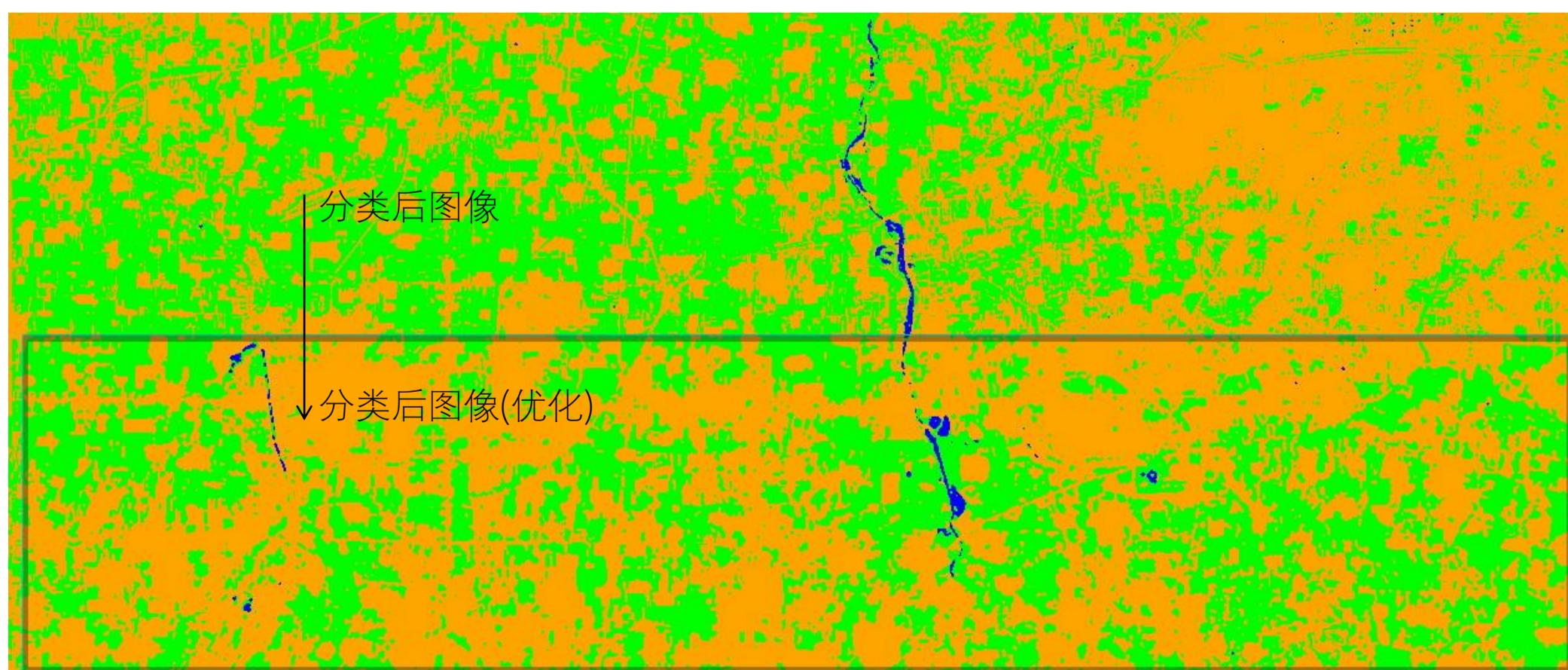
Landsat-7(2000)

- 分类后处理
 - 更改分类颜色
 - 小图斑处理
 - 分类统计
 - Majority/Minority分析
 - Clump聚类处理
 - Sieve过滤处理
 - 分类叠加
 - 分类结果矢量化

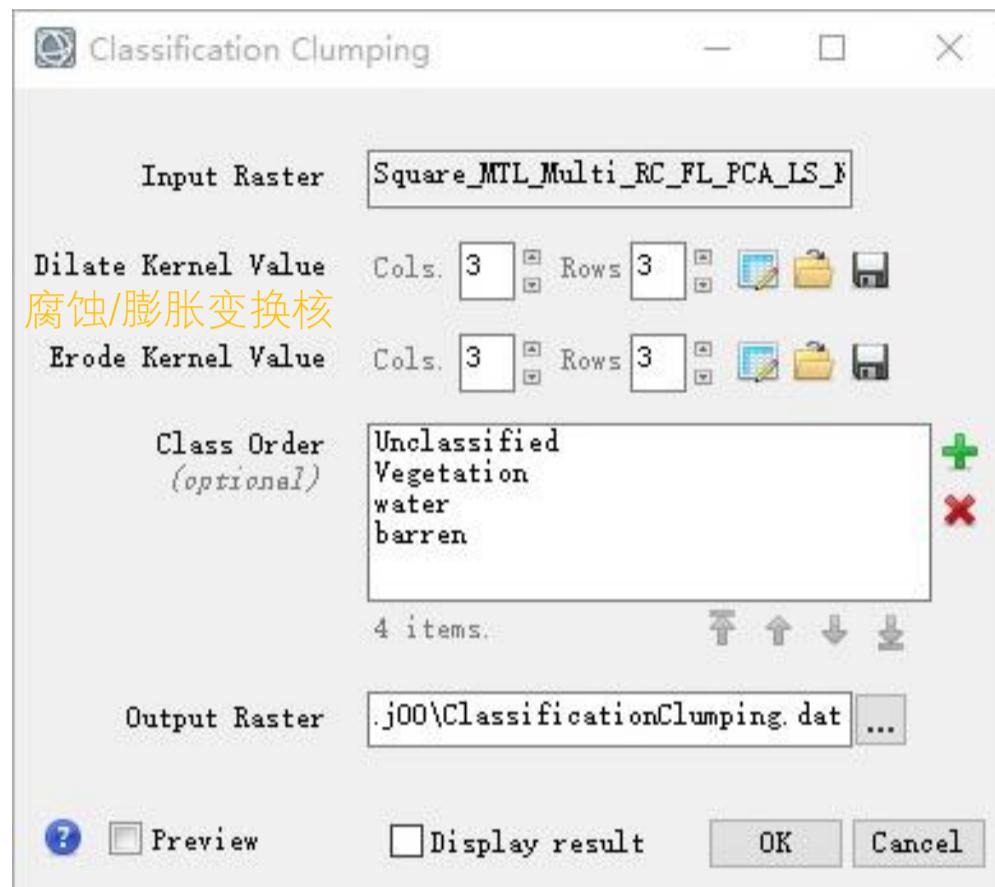




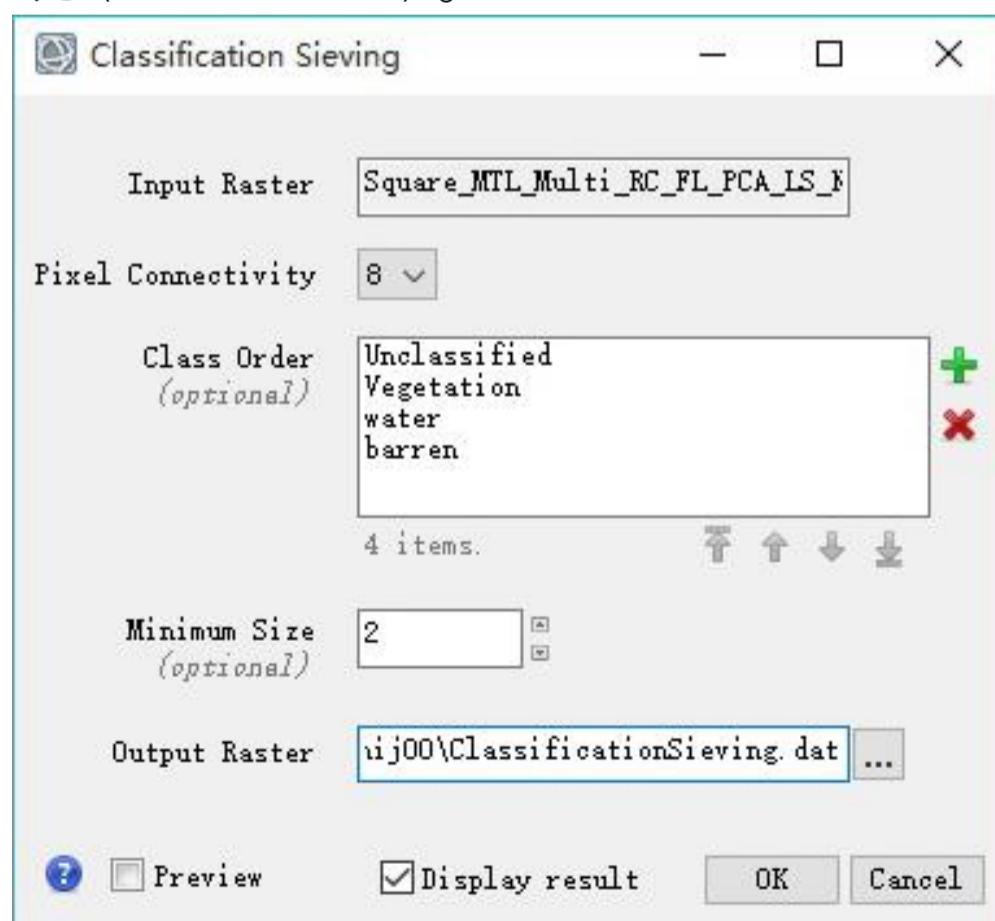
Majority/Minority分析采用类似于卷积滤波的方法将较大类别中的虚假像元归到该类中，定义一个变换核尺寸，主要分析（Majority Analysis）用变换核中占主要地位（像元数最多）的像元类别代替中心像元的类别。如果使用次要分析（Minority Analysis），将用变换核中占次要地位的像元的类别代替中心像元的类别



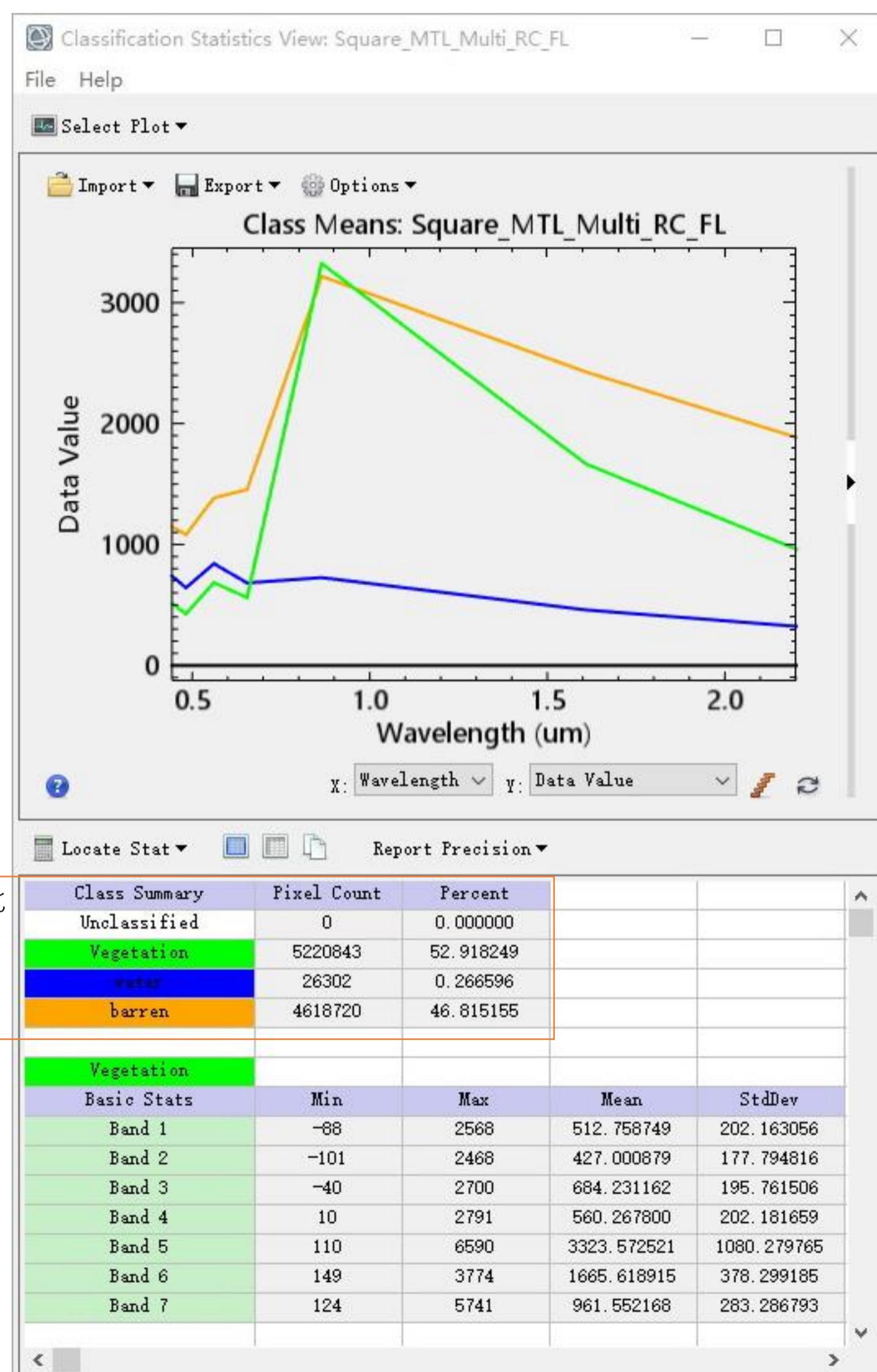
聚类处理 (clump) 是运用数学形态学算子(腐蚀和膨胀)将临近的类似分类区域聚类并进行合并。分类图像经常缺少空间连续性(分类区域中斑点或洞的存在)。低通滤波虽然可以用来平滑这些图像,但是类别信息常常会被临近类别的编码干扰,聚类处理解决了这个问题。首先将被选的分类用一个膨胀操作合并到一块,然后用变换核对分类图像进行腐蚀操作。



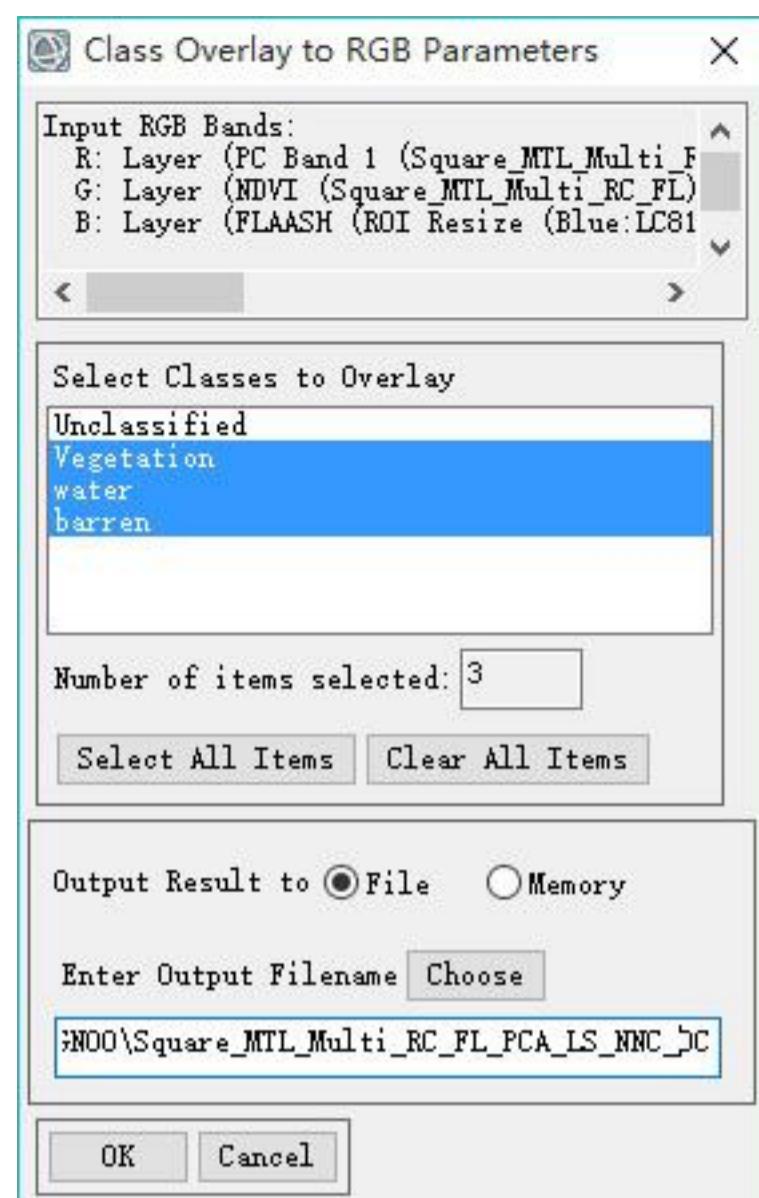
过滤处理 (Sieve) 解决分类图像中出现的孤岛问题。过滤处理使用斑点分组方法来消除这些被隔离的分类像元。类别筛选方法通过分析周围的4个或8个像元,判定一个像元是否与周围的像元同组。如果一类中被分析的像元数少于输入的阈值,这些像元就会被从该类中删除,删除的像元归为未分类的像元 (Unclassified)。



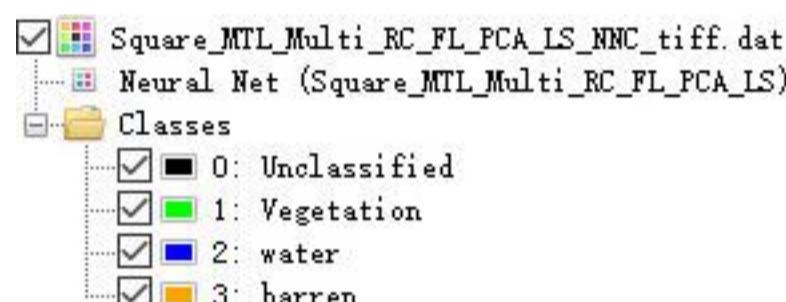
分类统计(Class statistics)可以基于分类结果计算源分类图像的统计信息。基本统计包括：类别中的像元数、最小值、最大值、平均值以及类中每个波段的标准差等。可以绘制每一类对应源分类图像像元值的最小值、最大值、平均值以及标准差，还可以记录每类的直方图，以及计算协方差矩阵、相关矩阵、特征值和特征向量，并显示所有分类的总结记录。



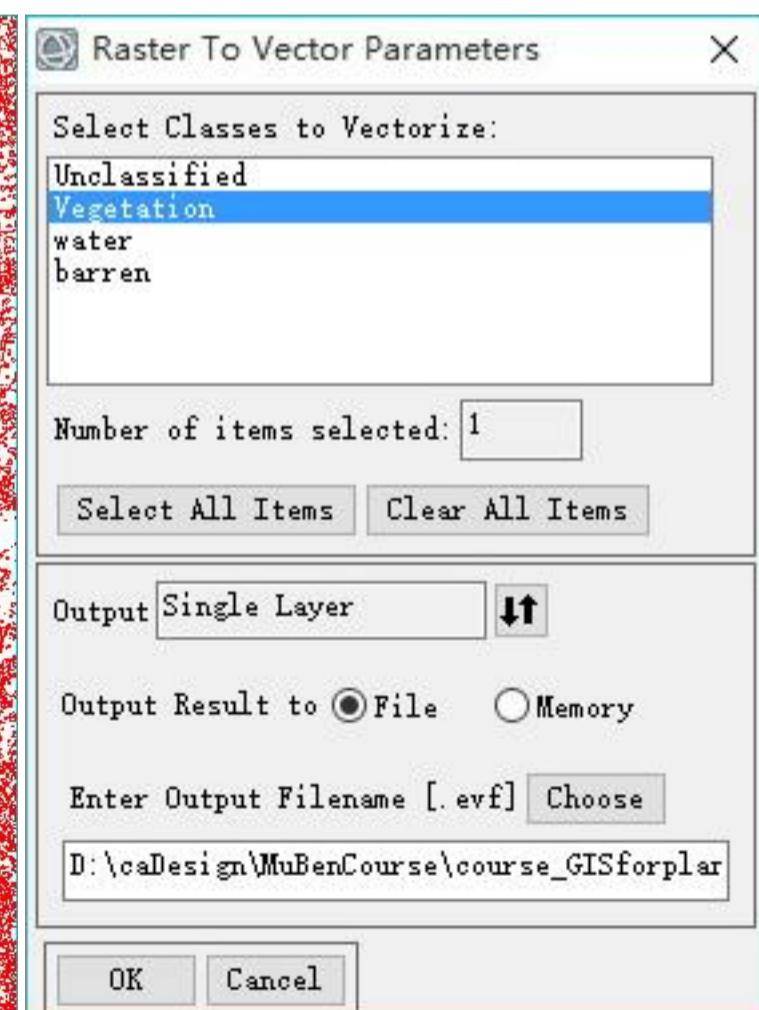
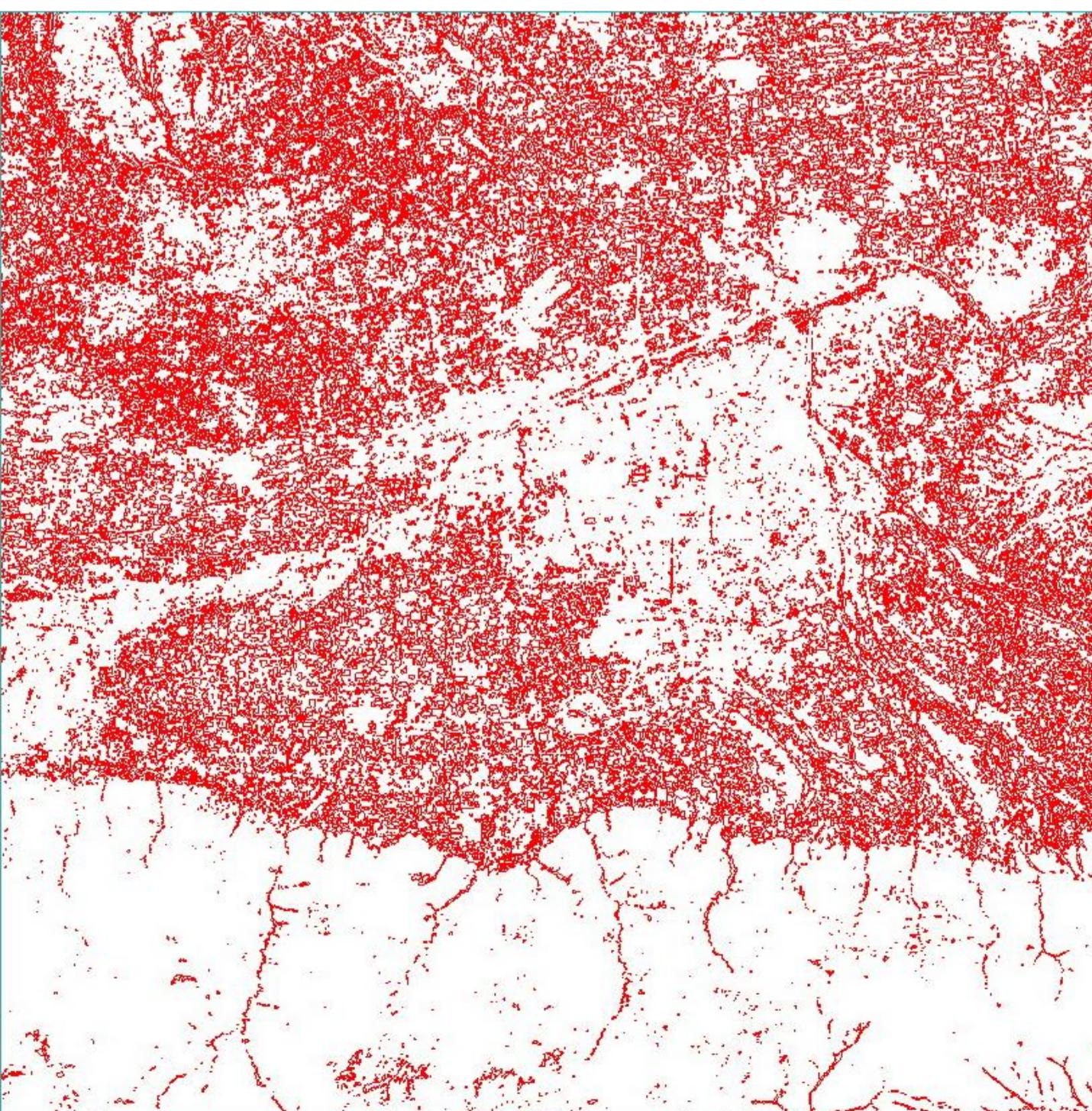
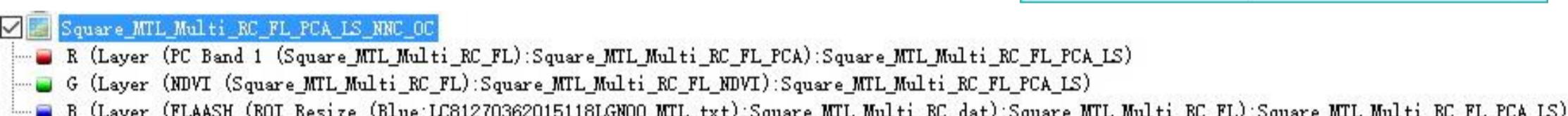
分类叠加 (Overlay Classes) 功能，可以将分类结果的各种类别叠加在一幅RGB彩色合成图或者灰度图像上，从而生成一幅RGB 图像。如果要想得到较好的效果，在叠加之前，背景图像经过拉伸并保存为字节型 (8bit) 图像



分类后图像



由分类后图像生成RGB图像



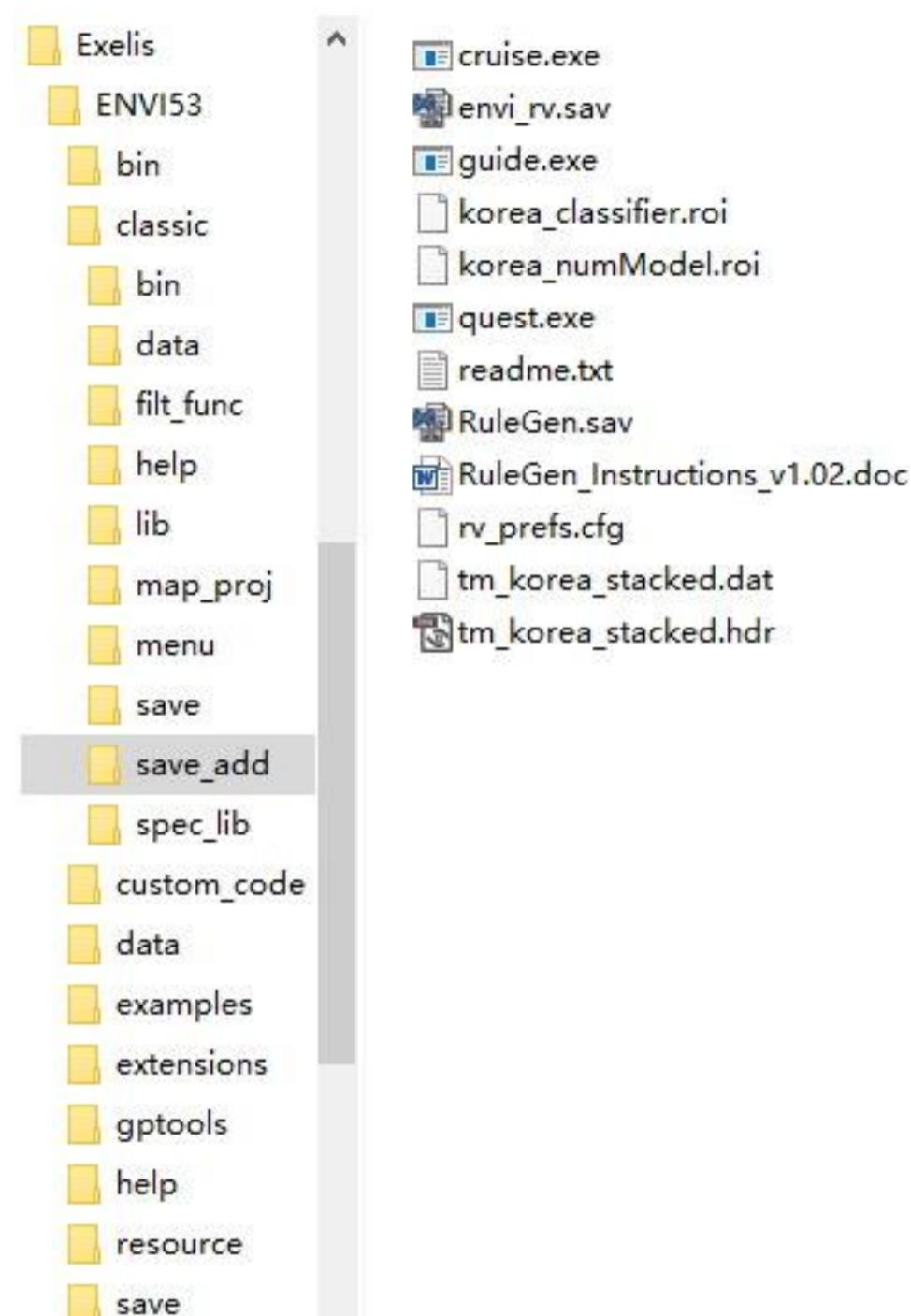
分类结果矢量化

教案/讲义

RuleGen(erator)决策树分类

RuleGen is an implementation of classification and regression trees (CART) making use ENVI's native Decision Tree tool. CART algorithms have variously been referred to as machine learning or expert systems, and provide a means to non-parametrically determine statistical relationships between many data layers in order to produce a binary decision tree.

- 安装RuleGen



- 准备数据
- 绘制训练样本
- 运行RuleGen，获取决策树
- 运行决策树，获取分类

- 准备数据

Layer stack your data (Basic Tools > Layer Stacking). You may include any datasets you wish (spectral data, transformed data (NDVI, PC, MNF, etc.), classifications, rasterized vectors (including buffers), DEMs, slopes, etc.).

B2_Blue
B3_Green
B4_Red
B5_NIR

归一化差分植被指数

NDVI

ISODATA

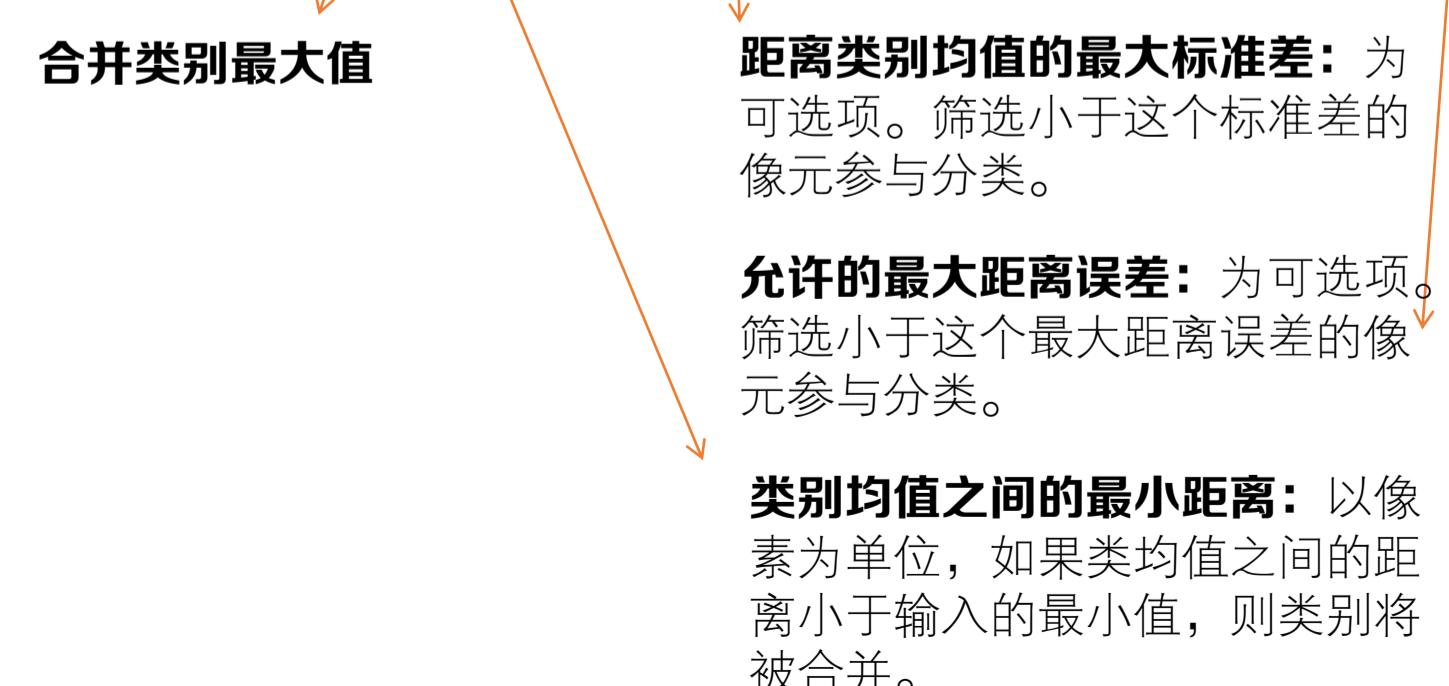
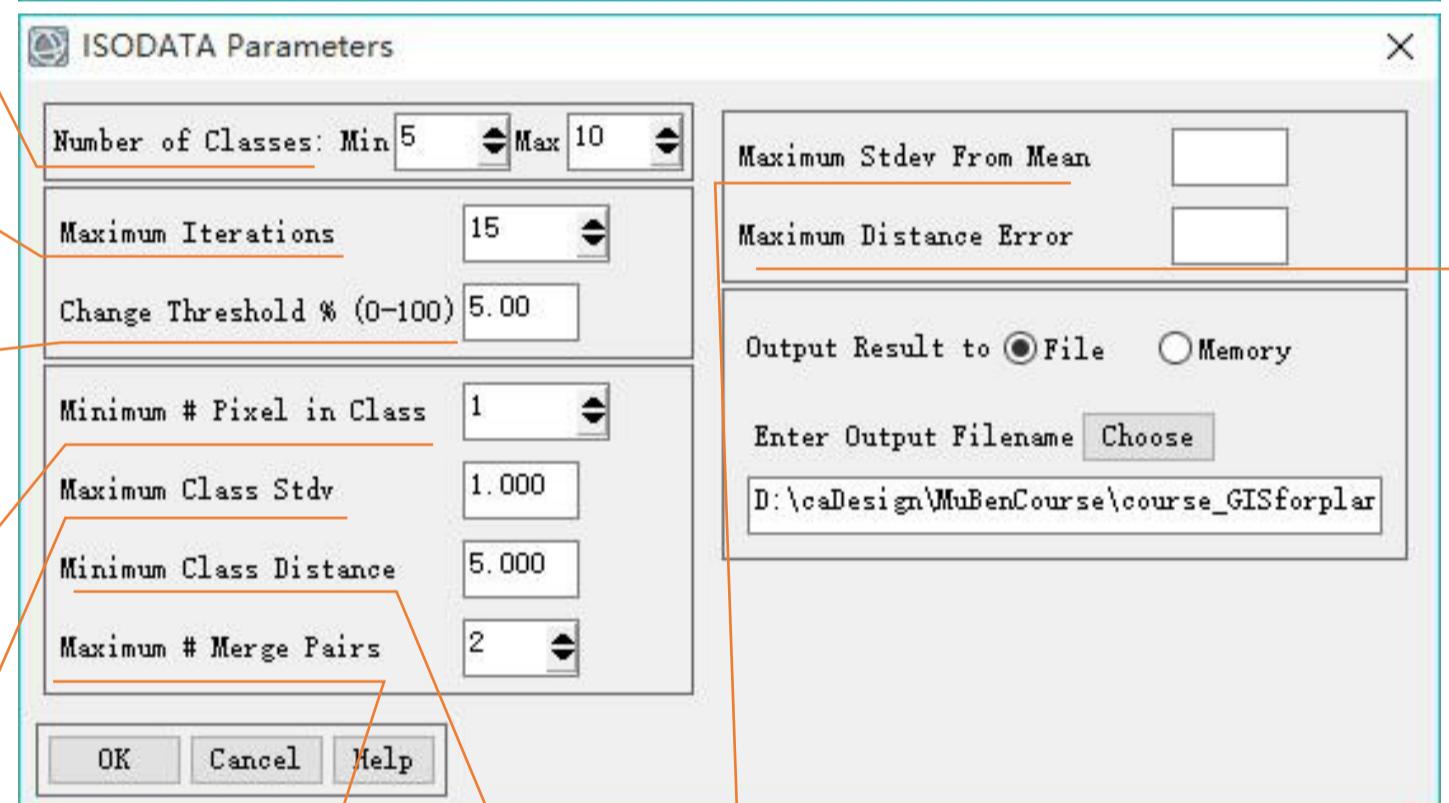
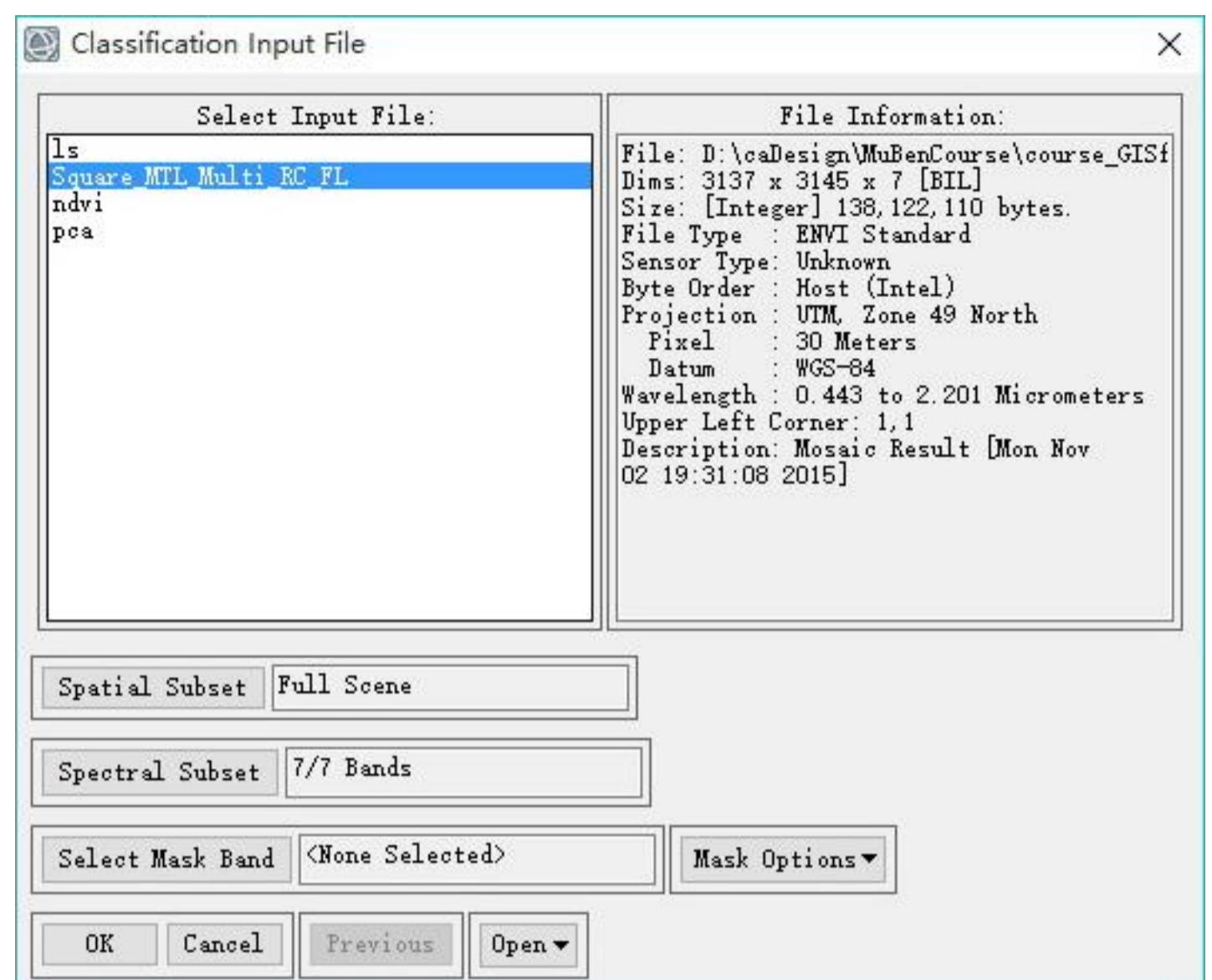
GDEM

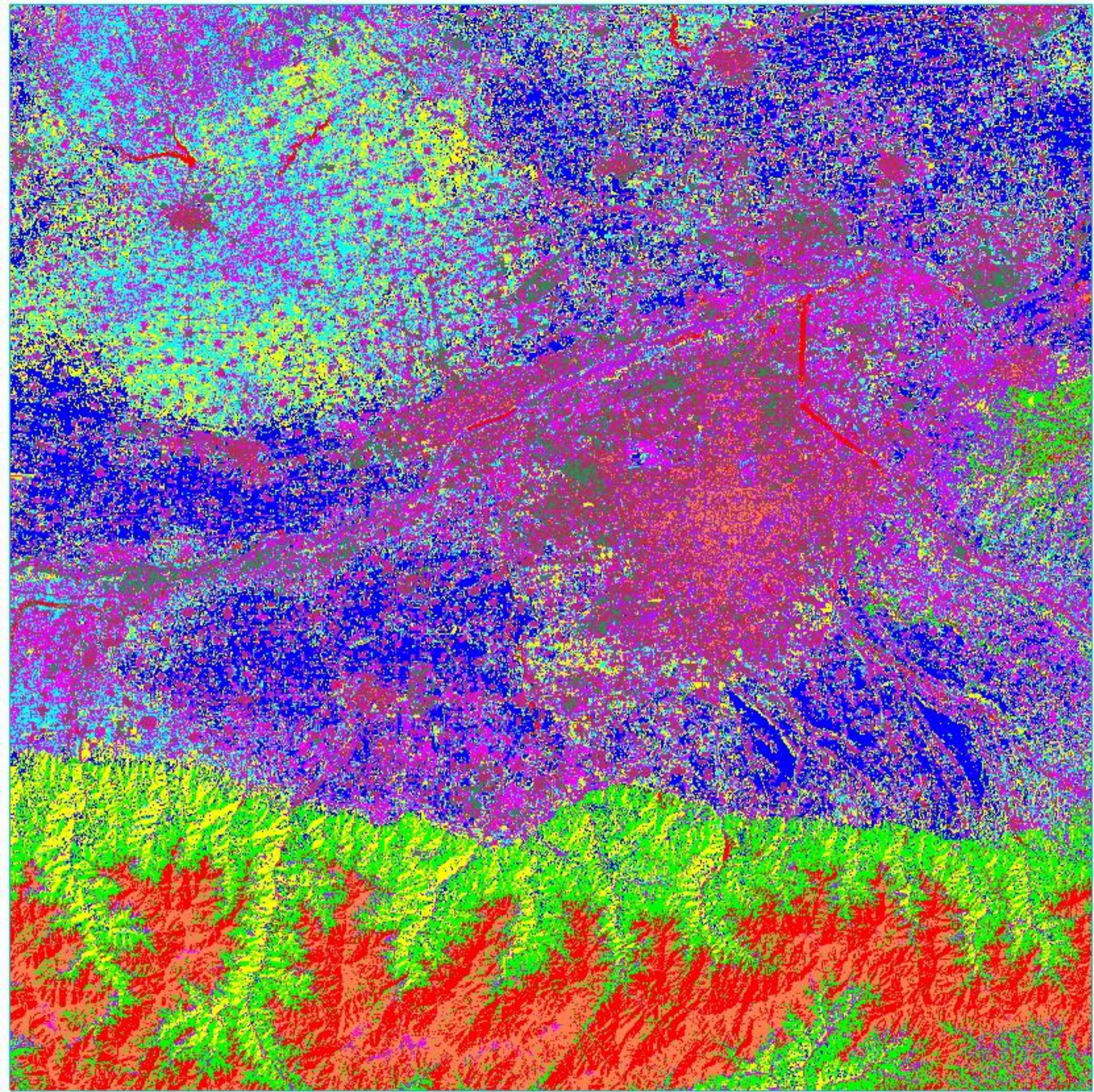
非监督分类：

Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique

重复自组织数据分析技术

非监督分类: ISODATA





Classes

- 0: Unclassified
- 1: Class 1
- 2: Class 2
- 3: Class 3
- 4: Class 4
- 5: Class 5
- 6: Class 6
- 7: Class 7
- 8: Class 8
- 9: Class 9
- 10: Class 10

B2_Blue

B3_Green

B4_Red

B5_NIR

NDVI

ISODATA

GDEM

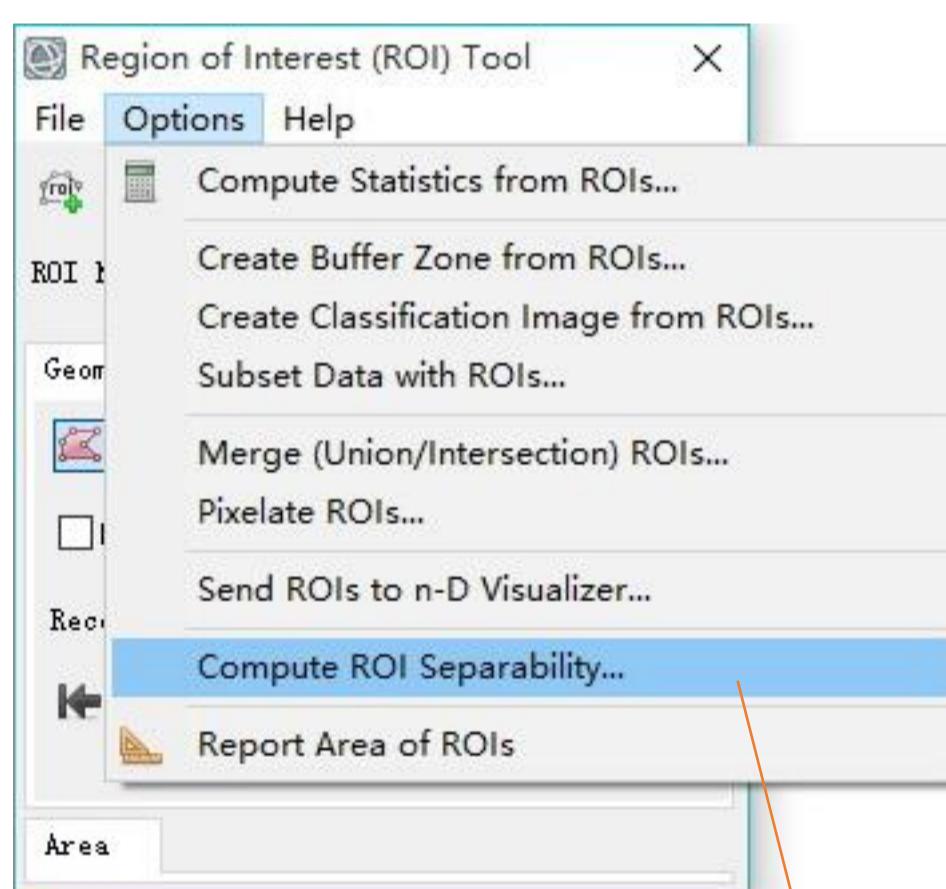
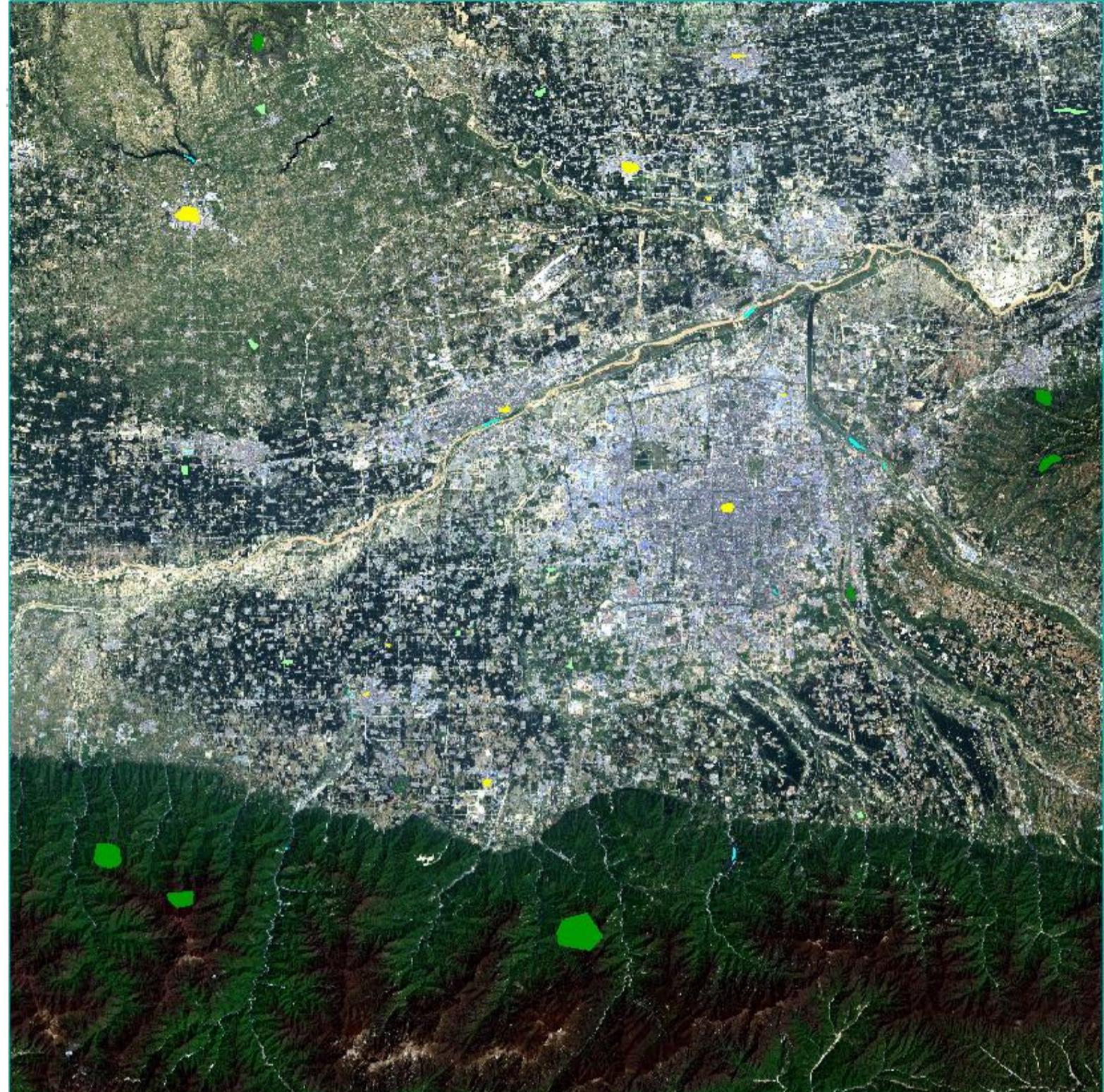
Layer Stacking

ls_rulegen

- Layer (ROI Resize (Band 1:xian_gdem_49.tif):xian_gdem_S_49)
- Layer (ISODATA (Square_MTL_Multi_RC_FL):isodata)
- Layer (NDVI (Square_MTL_Multi_RC_FL):ndvi)
- Layer (FLAASH (ROI Resize (Blue:LC81270362015118LGN00_MTL.txt):Square_MTL_Multi_RC.dat):Square_MTL_Multi_RC_FL)
- Layer (FLAASH (ROI Resize (Green:LC81270362015118LGN00_MTL.txt):Square_MTL_Multi_RC.dat):Square_MTL_Multi_RC_FL)
- Layer (FLAASH (ROI Resize (Red:LC81270362015118LGN00_MTL.txt):Square_MTL_Multi_RC.dat):Square_MTL_Multi_RC_FL)
- Layer (FLAASH (ROI Resize (Near Infrared (NIR):LC81270362015118LGN00_MTL.txt):Square_MTL_Multi_RC.dat):Square_MTL_Multi_RC_FL)

面向设计师(建筑、风景园林、

- 绘制训练样本



```
ROI Separability Report
```

File

Input File: ls_rulegen
ROI Name: (Jeffries-Matusita, Transformed Divergence)

urban:

water	(1.91123290 2.00000000)
agriculture	(1.99989434 2.00000000)
forest	(1.99997065 2.00000000)
bare	(1.85649298 1.97792659)

water:

urban	(1.91123290 2.00000000)
agriculture	(1.99997879 2.00000000)
forest	(1.99975178 2.00000000)
bare	(1.96275341 2.00000000)

agriculture:

urban	(1.99989434 2.00000000)
water	(1.99997879 2.00000000)
forest	(1.97957114 2.00000000)
bare	(1.99994157 2.00000000)

forest:

urban	(1.99997065 2.00000000)
water	(1.99975178 2.00000000)
agriculture	(1.97957114 2.00000000)
bare	(1.99999511 2.00000000)

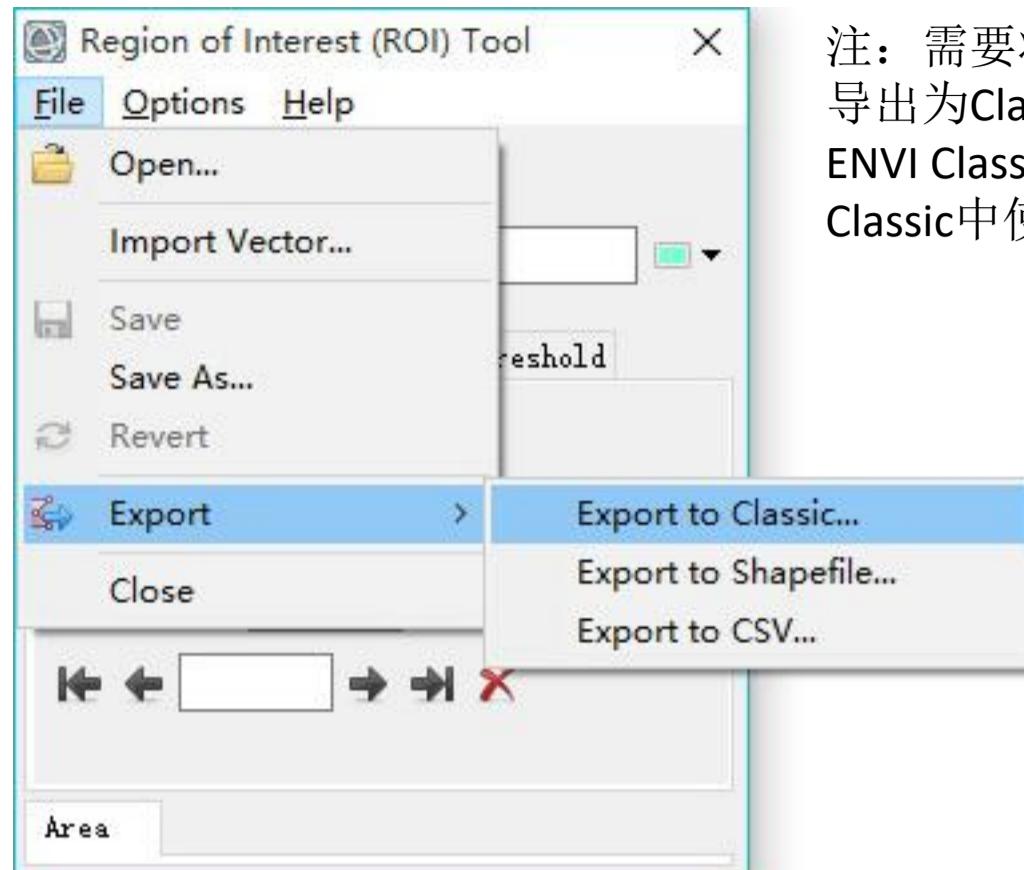
bare:

urban	(1.85649298 1.97792659)
water	(1.96275341 2.00000000)
agriculture	(1.99994157 2.00000000)
forest	(1.99999511 2.00000000)

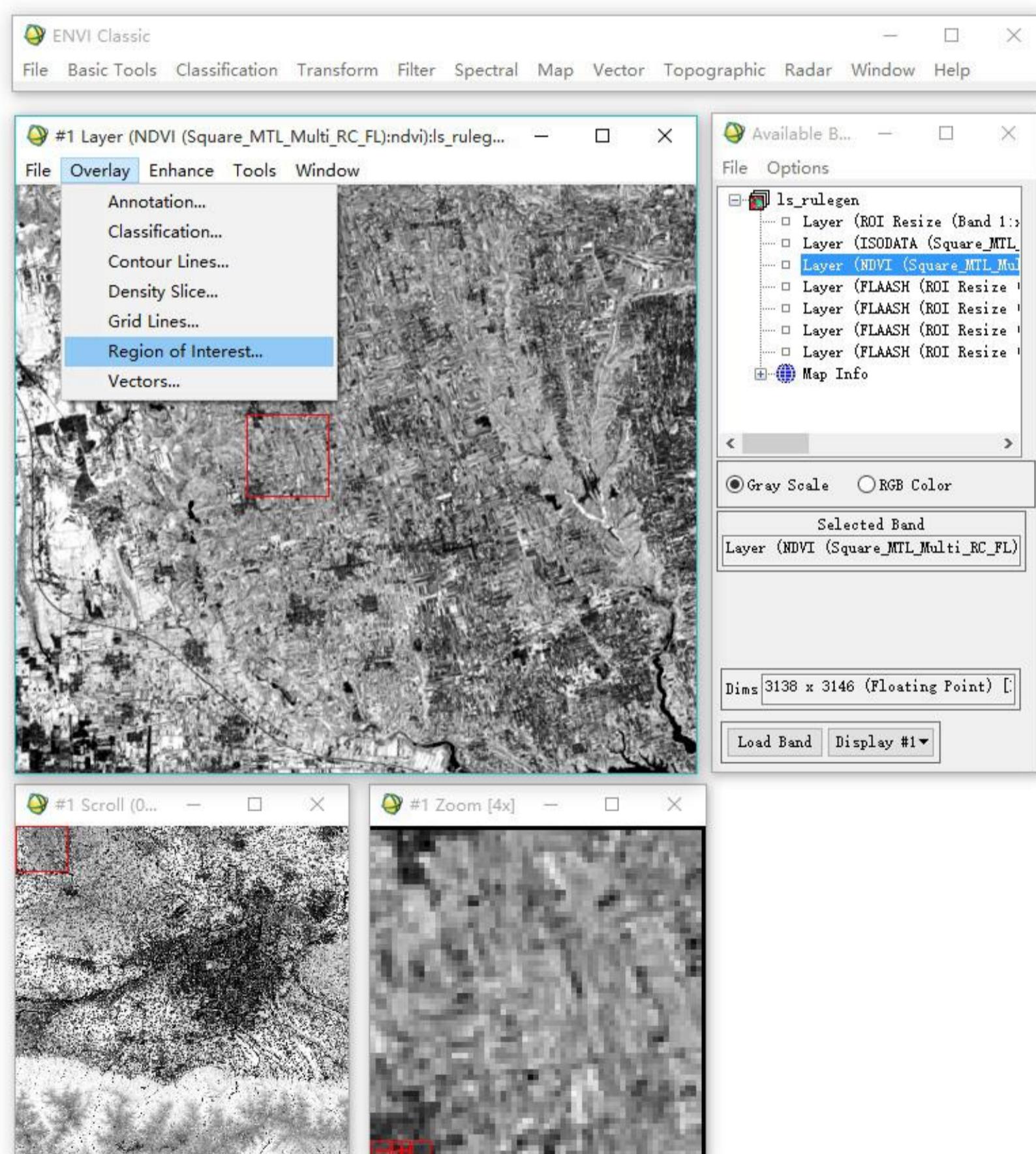
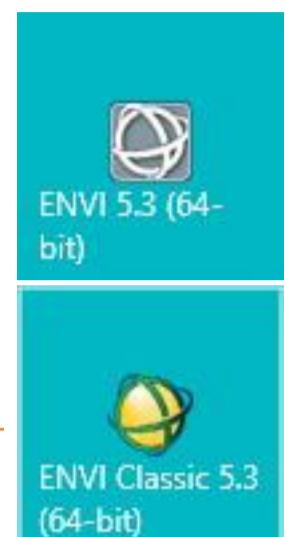
Pair Separation (least to most):

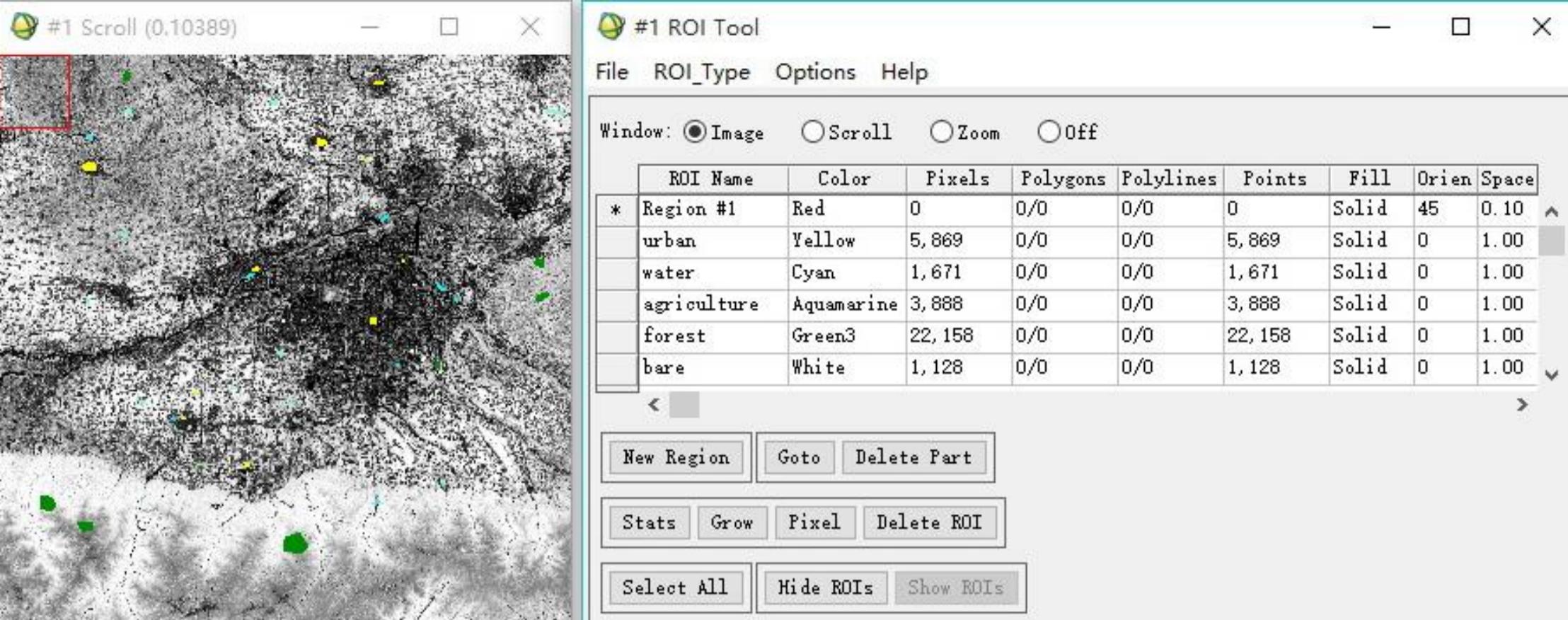
- urban and bare - 1.85649298
- urban and water - 1.91123290
- water and bare - 1.96275341
- agriculture and forest - 1.97957114
- water and forest - 1.99975178
- urban and agriculture - 1.99989434
- agriculture and bare - 1.99994157
- urban and forest - 1.99997065
- water and agriculture - 1.99997879
- forest and bare - 1.99999511

面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术

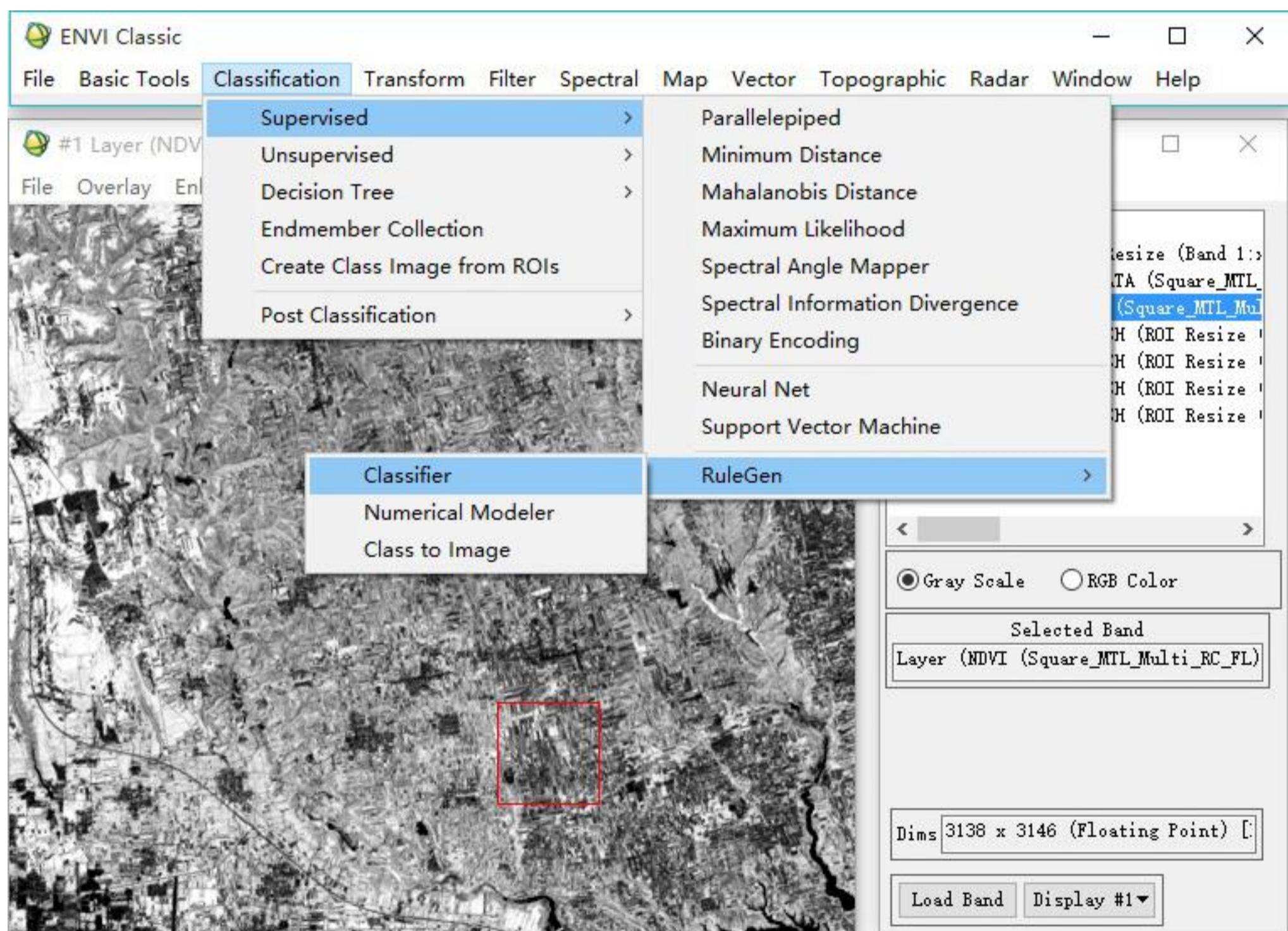


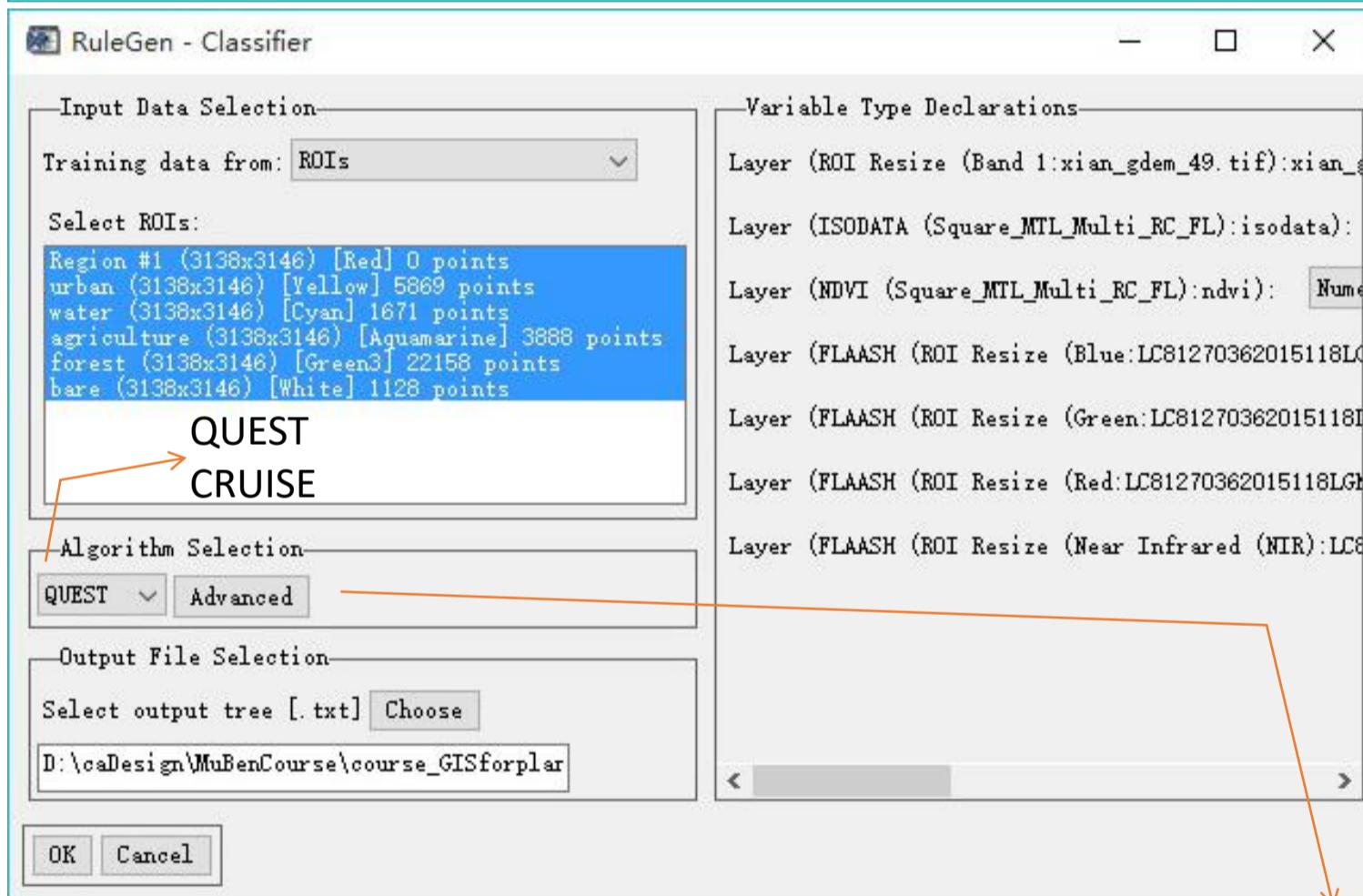
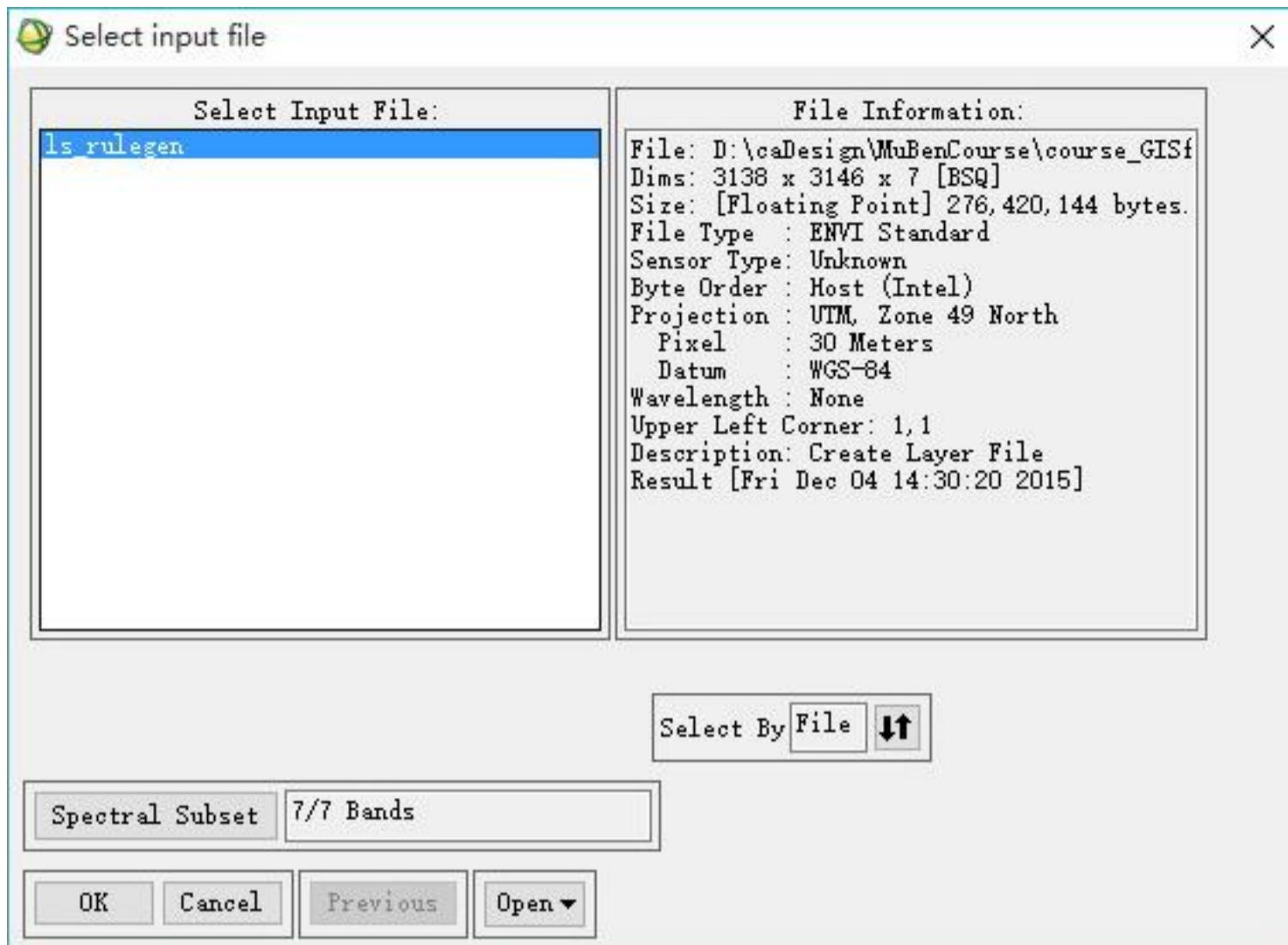
注：需要将ROI链接到使用Layer Stacking建立的图层上，并导出为Classic格式(Export ROIs for Output)。使其能够在ENVI Classic中加载。(因为RuleGen工具目前只能在ENVI Classic中使用)





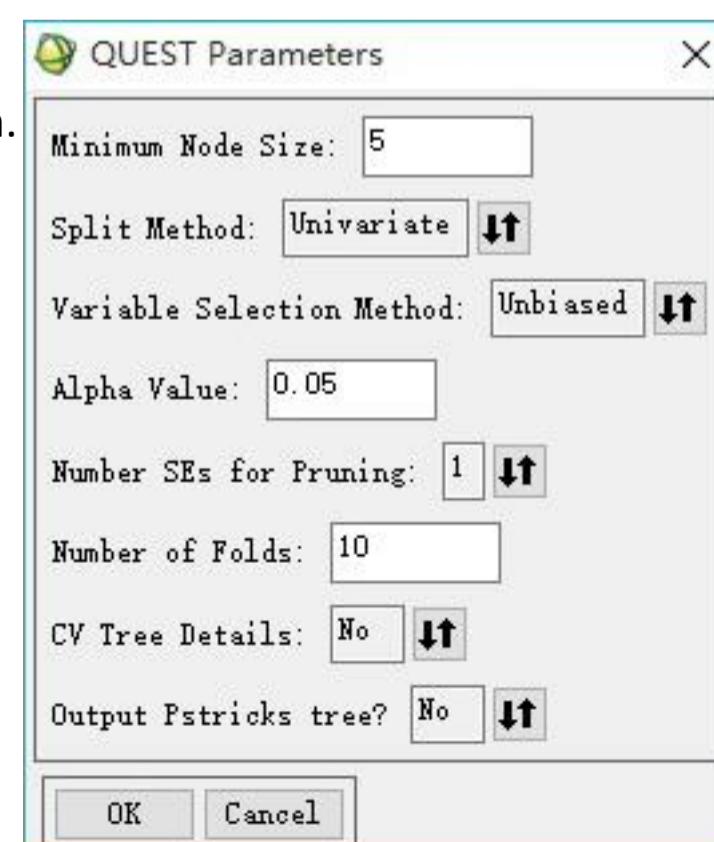
- RuleGen

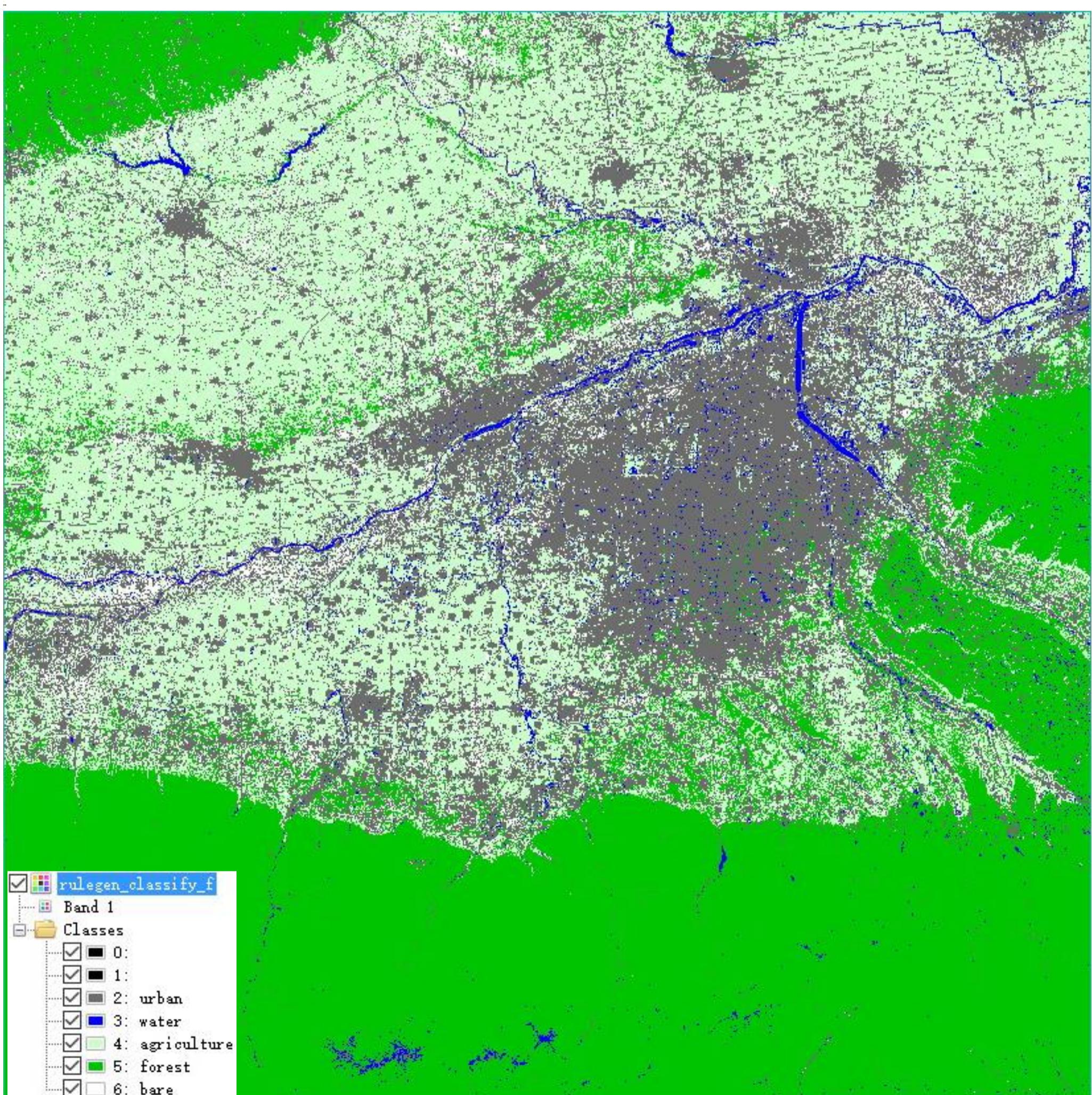
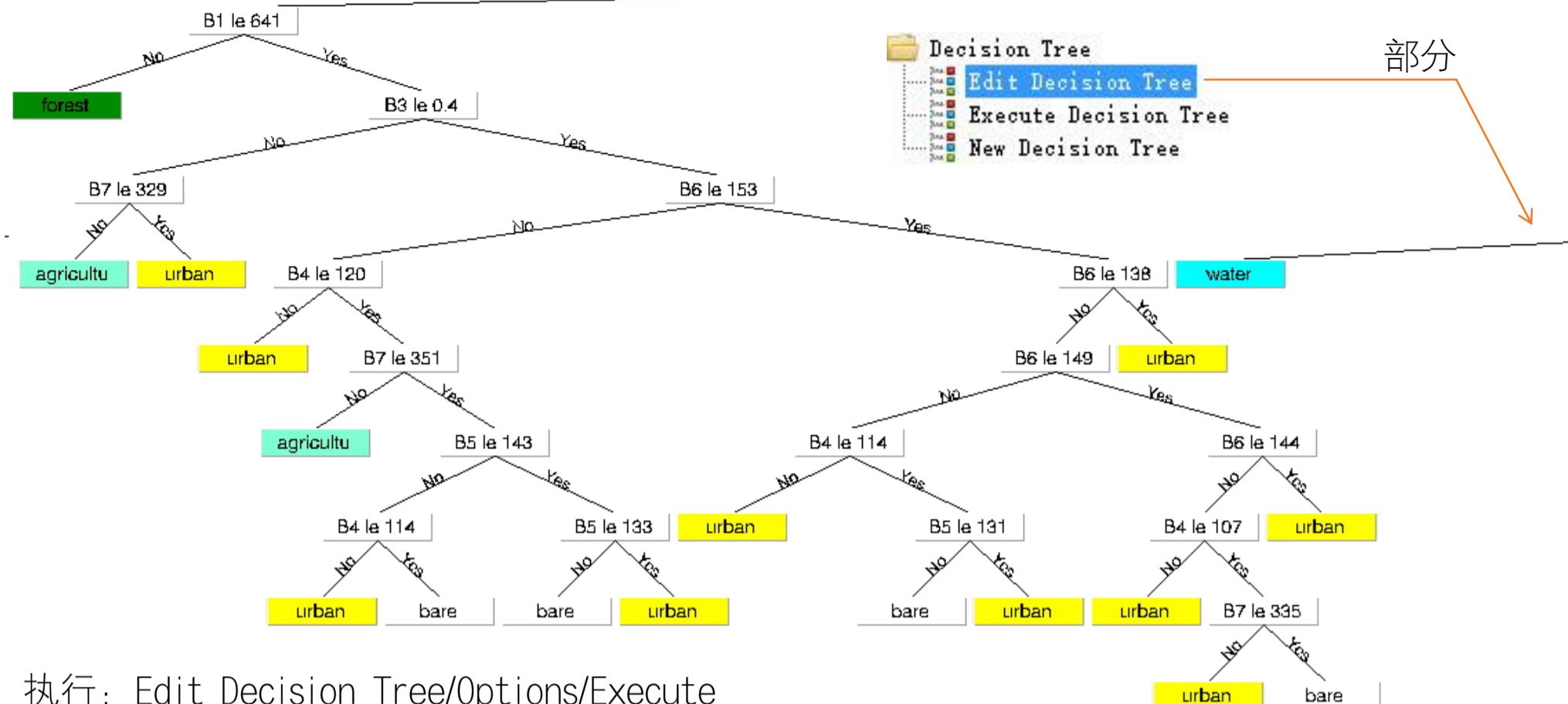




Algorithm Selection

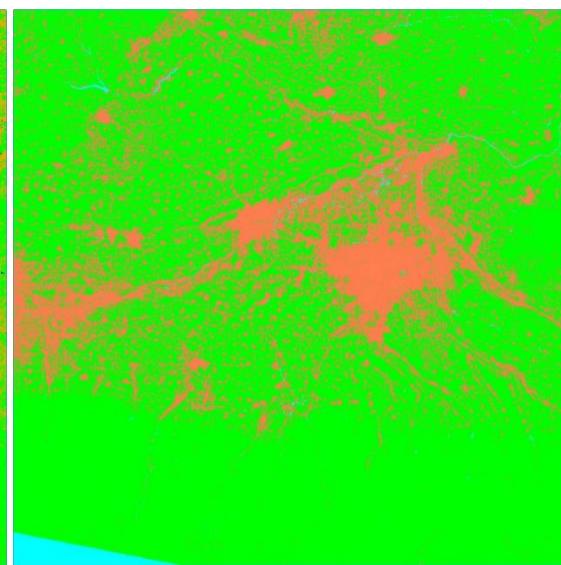
This box lets you select whether to use the QUEST or CRUISE algorithm. Click the “Advanced” button for advanced options. Unless you really know what you’re doing, leave the advanced settings set to their default values. Note that I haven’t tested all the different combinations of these and it’s entirely possible that some combinations will cause the program to break. For QUEST, try using both “Univariate” and “Linear Combination” split methods.





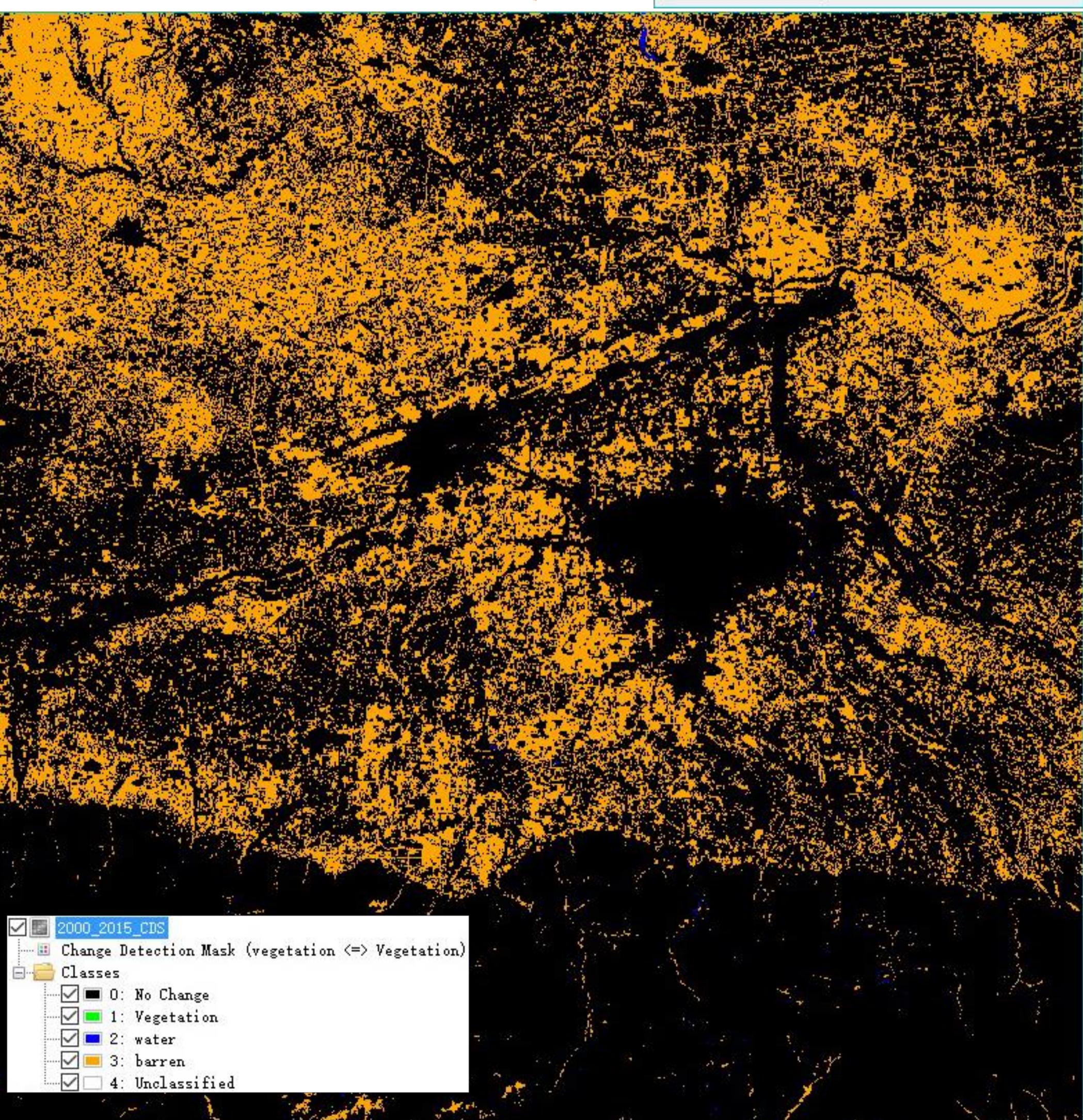
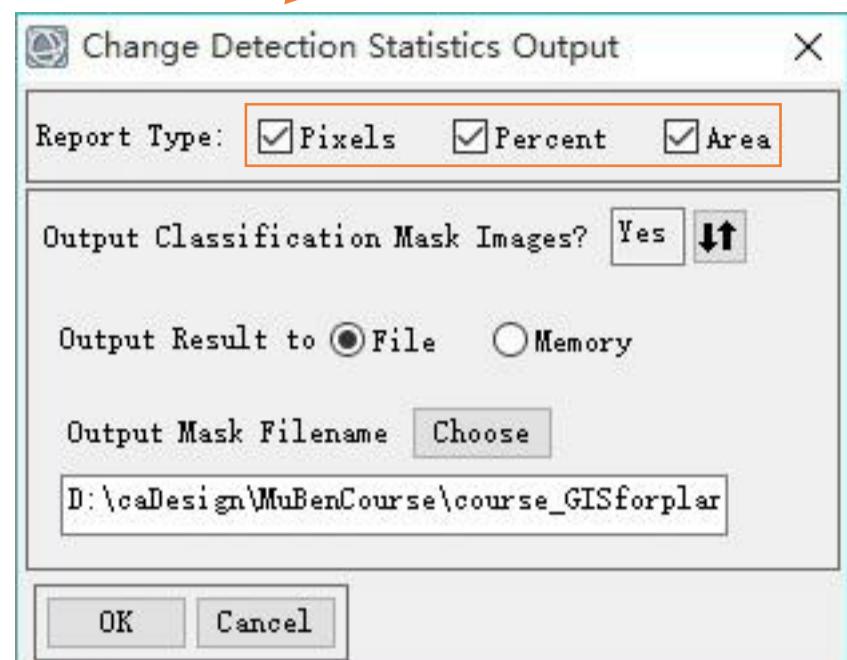
遥感动态监测(Supervised Classification)

分类后比较



Landsat-8(2015)

Landsat-7(2000)



Change Detection Statistics (Initial State: 2000_Square_Multi_RC_FL_PCA_LS_NNC_MMP, Final Stat...)

File Options Help

Pixel Count Percentage Area (Square Meters) Reference

Initial State						
	vegetation	water	barren	Unclassified	Row Total	Class Total
Final State	Unclassified	0	0	0	0	0
	Vegetation	4887722	96081	237040	0	5220843
	water	4507	7179	14616	0	26302
	barren	2711611	12512	1894597	0	4618720
	Class Total	7603840	115772	2146253	0	
	Class Changes	2716118	108593	251656	0	
	Image Difference	-2382997	-89470	2472467	0	

第7次课结束

Change Detection Statistics (Initial State: 2000_Square_Multi_RC_FL_PCA_LS_NNC_MMP, Final Stat...)

File Options Help

Pixel Count Percentage Area (Square Meters) Reference

Initial State						
	vegetation	water	barren	Unclassified	Row Total	Class Total
Final State	Unclassified	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vegetation	64.280	82.992	11.044	0.000	100.000
	water	0.059	6.201	0.681	0.000	100.000
	barren	35.661	10.807	88.275	0.000	100.000
	Class Total	100.000	100.000	100.000	0.000	
	Class Changes	35.720	93.799	11.725	0.000	
	Image Difference	-31.339	-77.281	115.199	0.000	

Change Detection Statistics (Initial State: 2000_Square_Multi_RC_FL_PCA_LS_NNC_MMP, Final Stat...)

File Options Help

Pixel Count Percentage Area (Square Meters) Reference

Initial State						
	vegetation	water	barren	Unclassified	Row Total	Class Total
Final State	Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vegetation	4398949800.00	86472900.00	213336000.00	0.00	4698758700.00
	water	4056300.00	6461100.00	13154400.00	0.00	23671800.00
	barren	2440449900.00	11260800.00	1705137300.00	0.00	4156848000.00
	Class Total	6843456000.00	104194800.00	1931627700.00	0.00	
	Class Changes	2444506200.00	97733700.00	226490400.00	0.00	
	Image Difference	-2144697300.00	-80523000.00	2225220300.00	0.00	

第8次课

授课题目：景观生态学空间形式结构

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 了解景观生态学；
2. 掌握景观生态学空间形式结构。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 讲述景观生态学的基本概念和理论；
2. 讲述景观生态学空间形式结构。

讨论、思考题、作业：

1. 熟悉与理解景观生态学空间形式结构。

教学过程设计：

授新课

拓展阅读：

- [1]Richard T. T. Forman , Michel Godron : Land-scape ecology[M].1986
- [2] Wenche Dramstad,James D. Olson, Richard T.T. Forman:Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning [M].Washington:Island Press,1996
- [3]邬建国.景观生态学-概念与理论[J].生态学杂志, 2000, 19(1)42-52



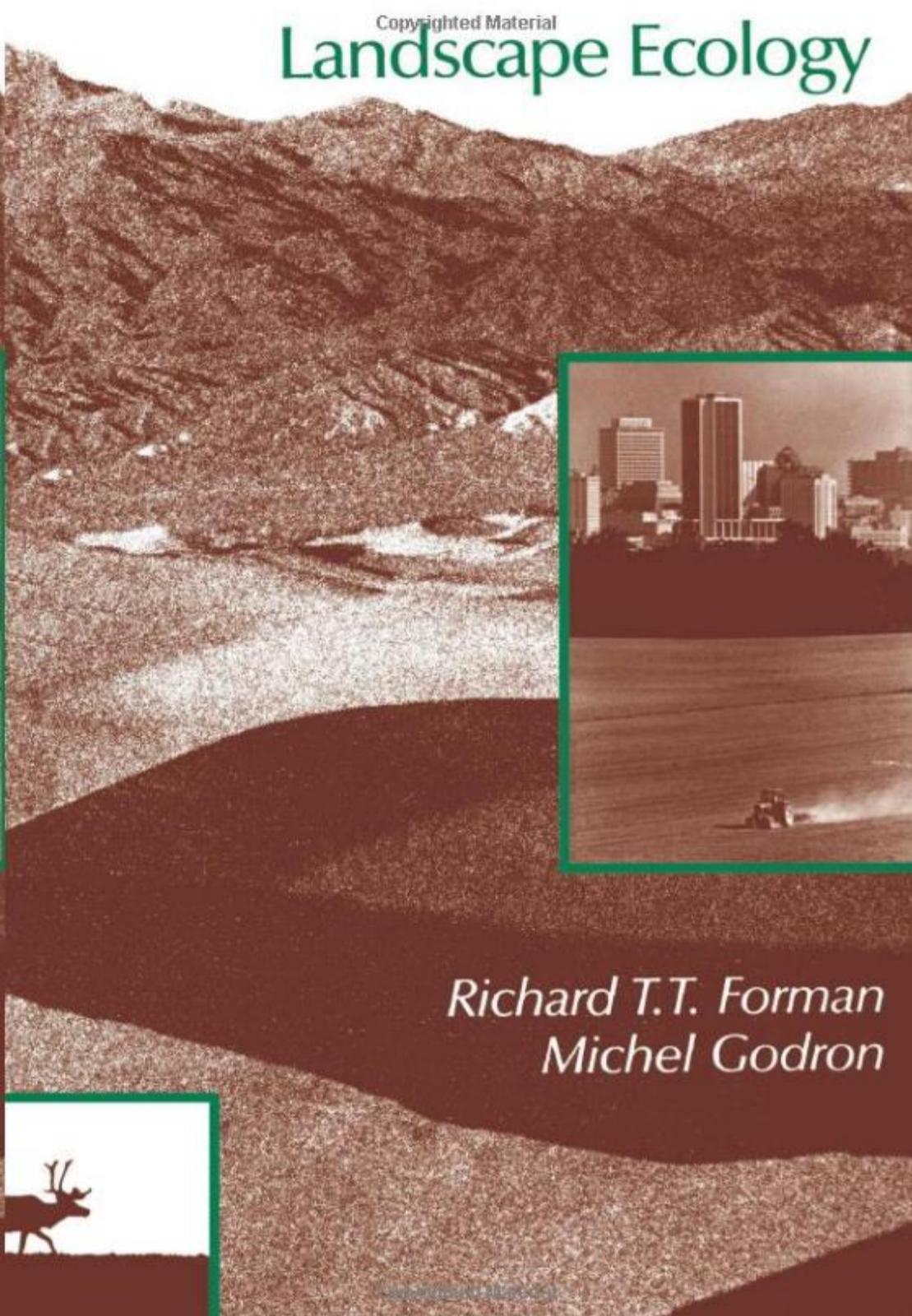
景观生态学是研究景观单元的类型组成、空间格局及其与生态学过程相互作用的综合性学科。强调空间格局,生态学过程与尺度之间的相互作用是景观生态学研究的核心所在。



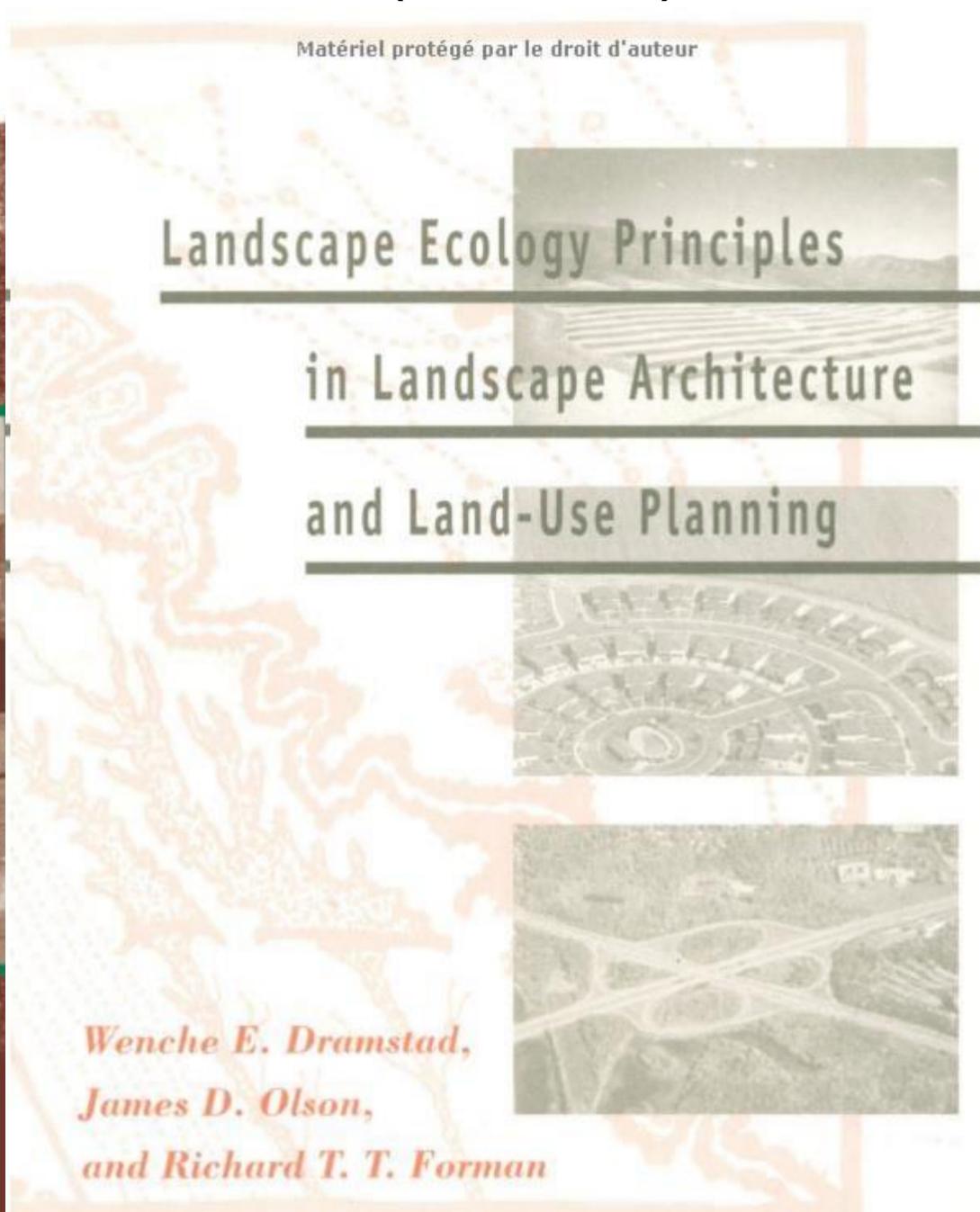
斑块(缀块)是指与周围环境在外貌或性质上不同,但又具有一定内部均质性(homogeneity)的空间部分。这种所谓的内部均质性,是相对于其周围环境而言的。斑块包括植物群落、湖泊、草原、农田、居民区等。因而其大小、类型、形状、边界以及内部均质程度都会显现出很大的不同。

廊道是指景观中与相邻两边环境不同的线性或带状结构。常见的廊道包括农田间的防风林带、河流、道路、峡谷、和输电线路等。廊道类型的多样性,导致了其结构和功能方法的多样化。其重要结构特征包括:宽度、组成内容、内部环境、形状、连续性以及与周围斑块或基质的作用关系。廊道常常相互交叉形成网络(network),使廊道与斑块和基质的相互作用复杂化。

基质是指景观中分布最广、连续性也最大的背景结构,常见的有森林基质、草原基质、农田基质、城市用地基质等。在许多景观中,其总体动态常常受基质所支配。

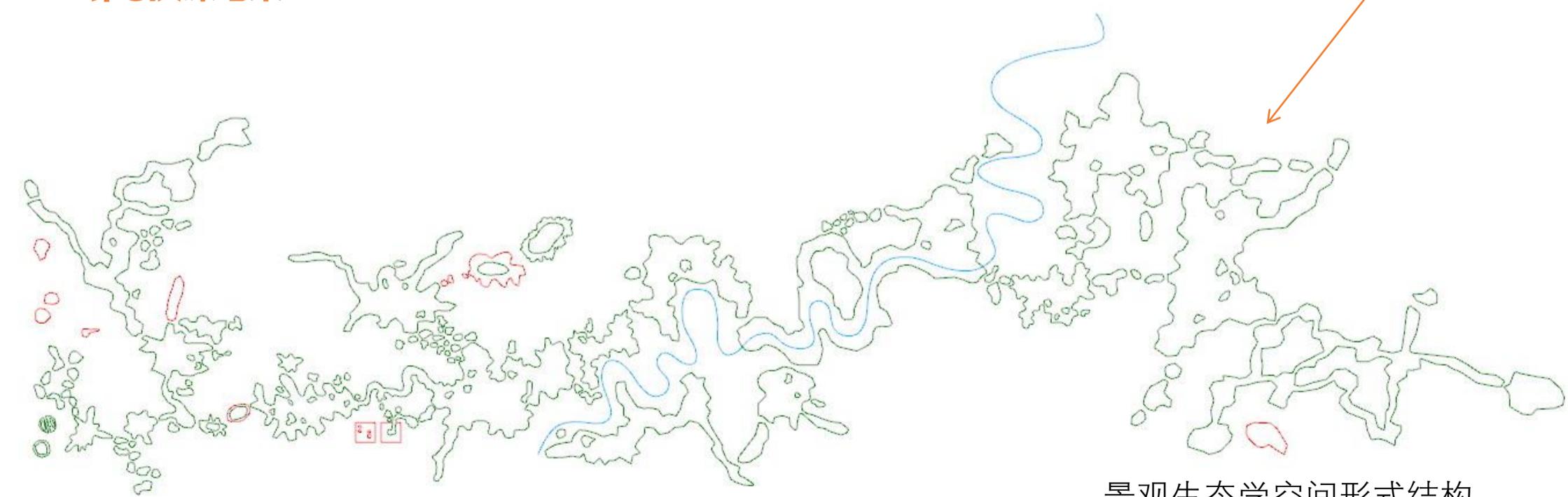


Richard T. T. Forman , Michel Godron : Landscape ecology[M].1986



Matériel protégé par le droit d'auteur
Wenche Dramstad,James D. Olson, Richard T.T. Forman:Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning [M].Washington:Island Press,1996

第8次课结束



第9次课

授课题目：.dwg到.shp+字段计算(Field Calculator)

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 掌握.dwg格式文件在ArcGIS中加载的方法；
2. 掌握检查拓扑与修正几何；
3. 掌握.shp文件转换为栅格文件；
4. 掌握字段计算的方法。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 讲述.dwg格式文件加载到ArcGIS，转换为.shp格式文件，检查拓扑，修正几何错误，转换为栅格图像的方法；
2. 讲述字段计算。

讨论、思考题、作业：

1. 完成课程操作。

教学过程设计：

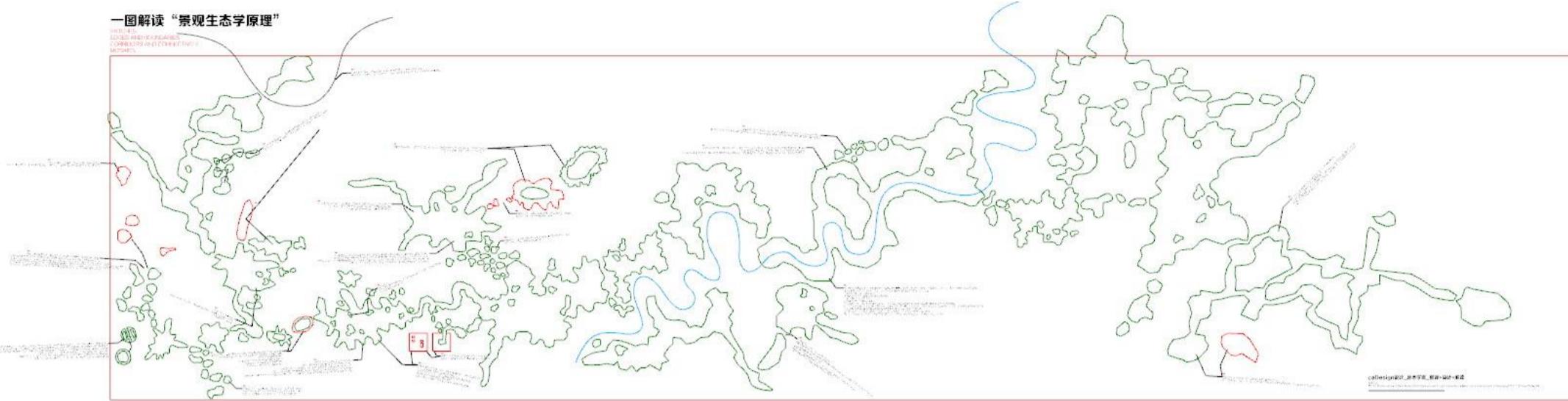
授新课

拓展阅读：

[1]包瑞清.ArcGIS下的Python编程[M].南京：江苏凤凰科学技术出版社，2015.6

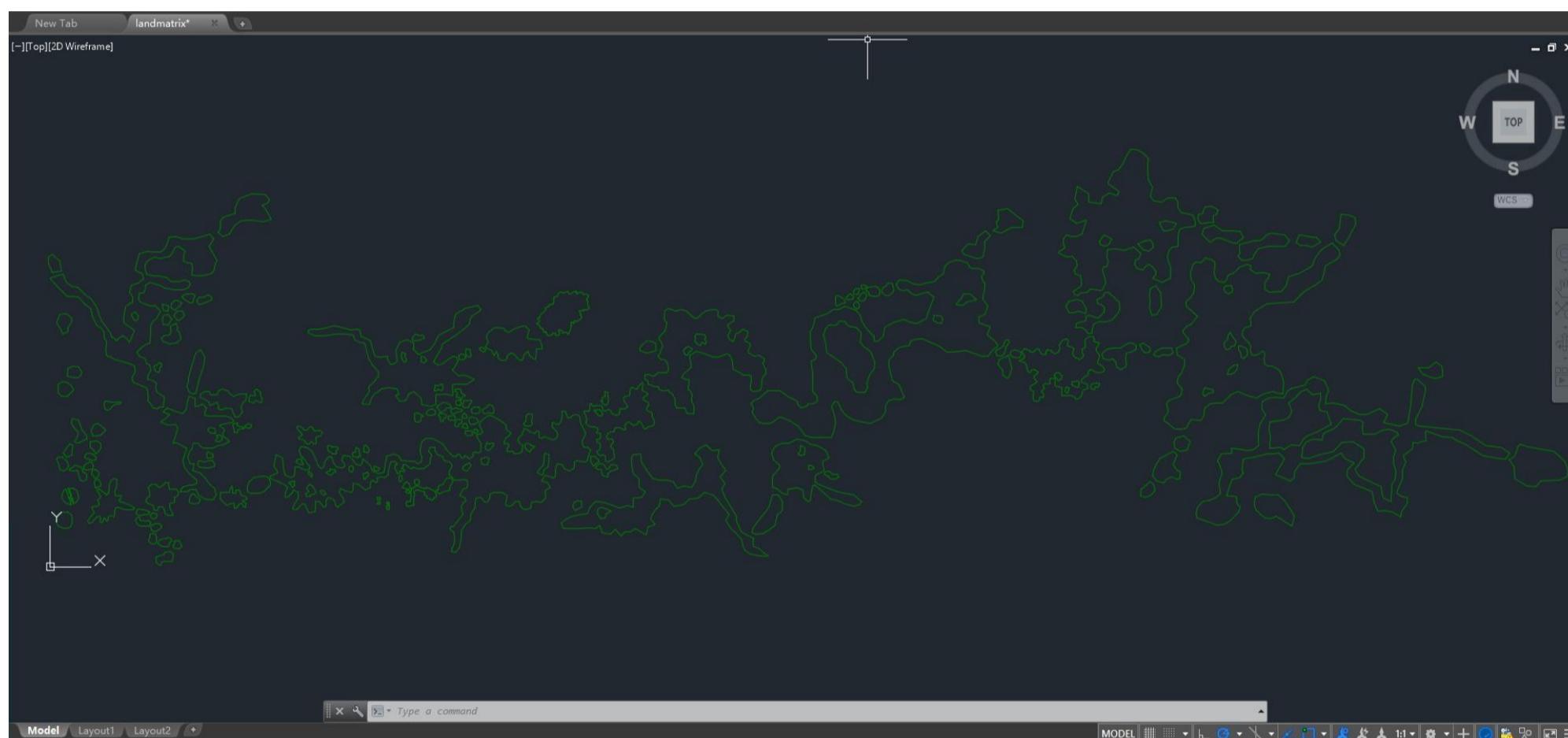


从.3dm到.shp格式文件的转换及栅格化

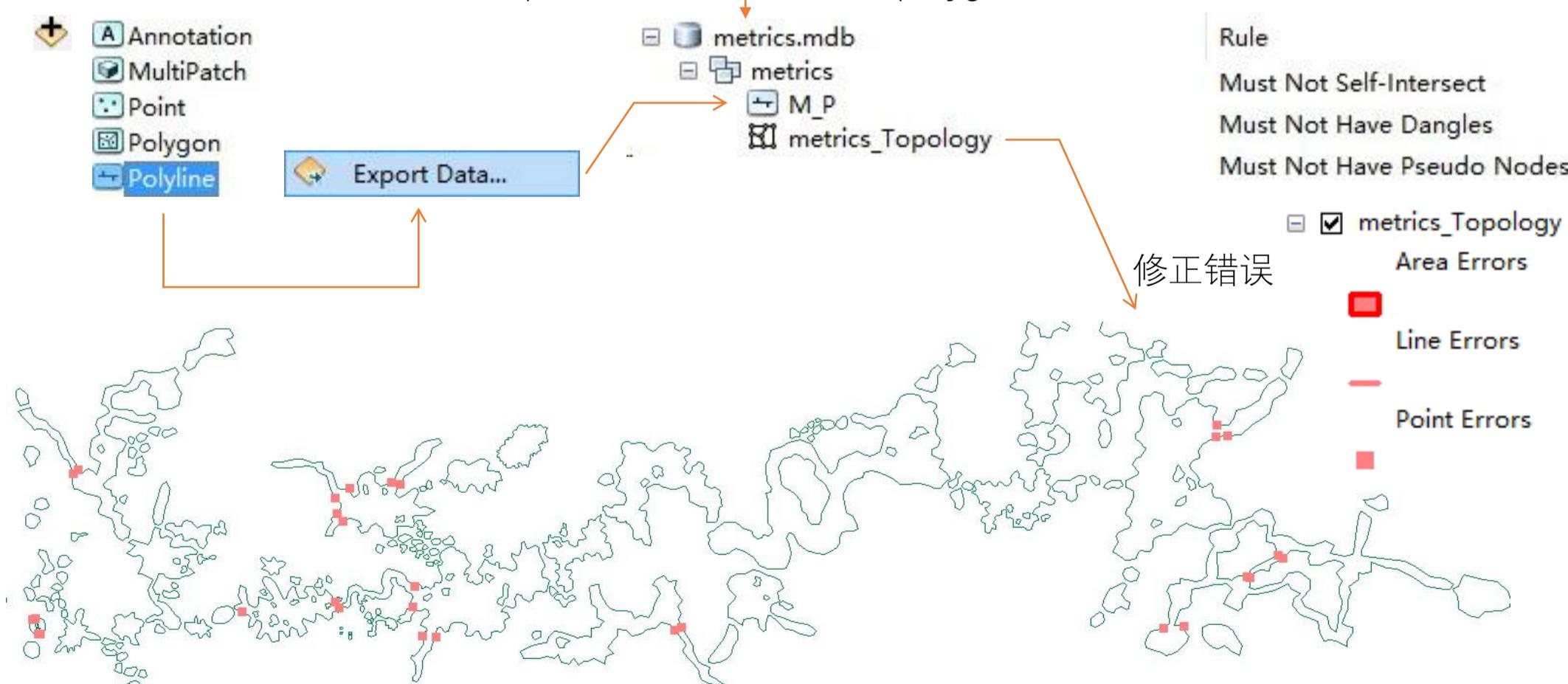


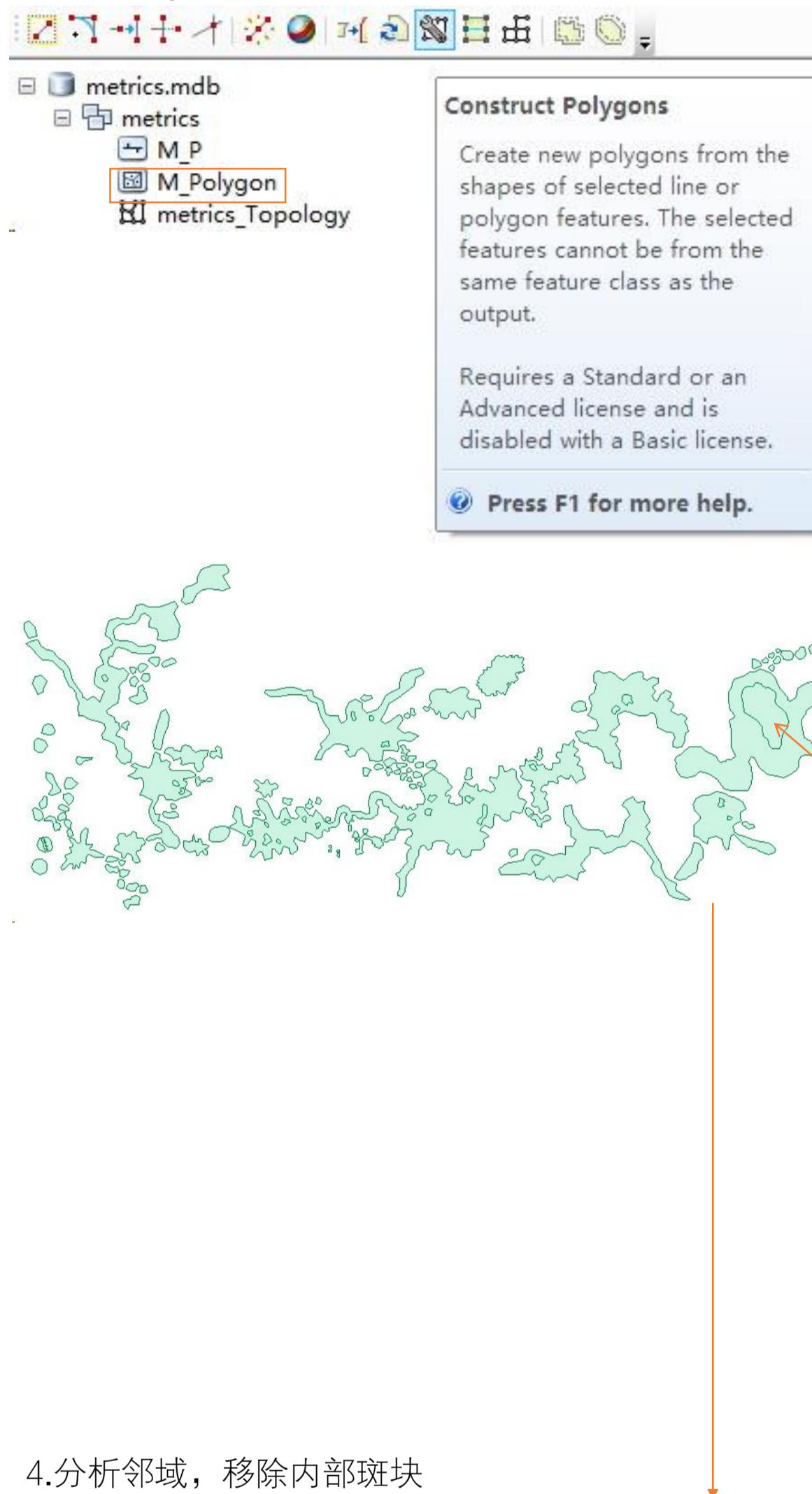
1.rhinoceros绘制的.3dm文件

2.另存为.dwg格式文件(仅保留森林斑块)



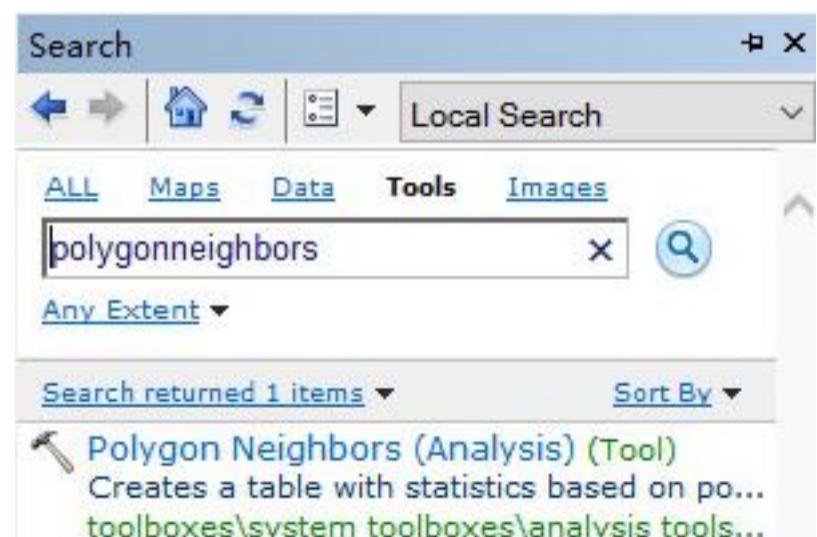
3.ArcGIS中加载，转换为.shp，检查拓扑，再转换为polygon面格式



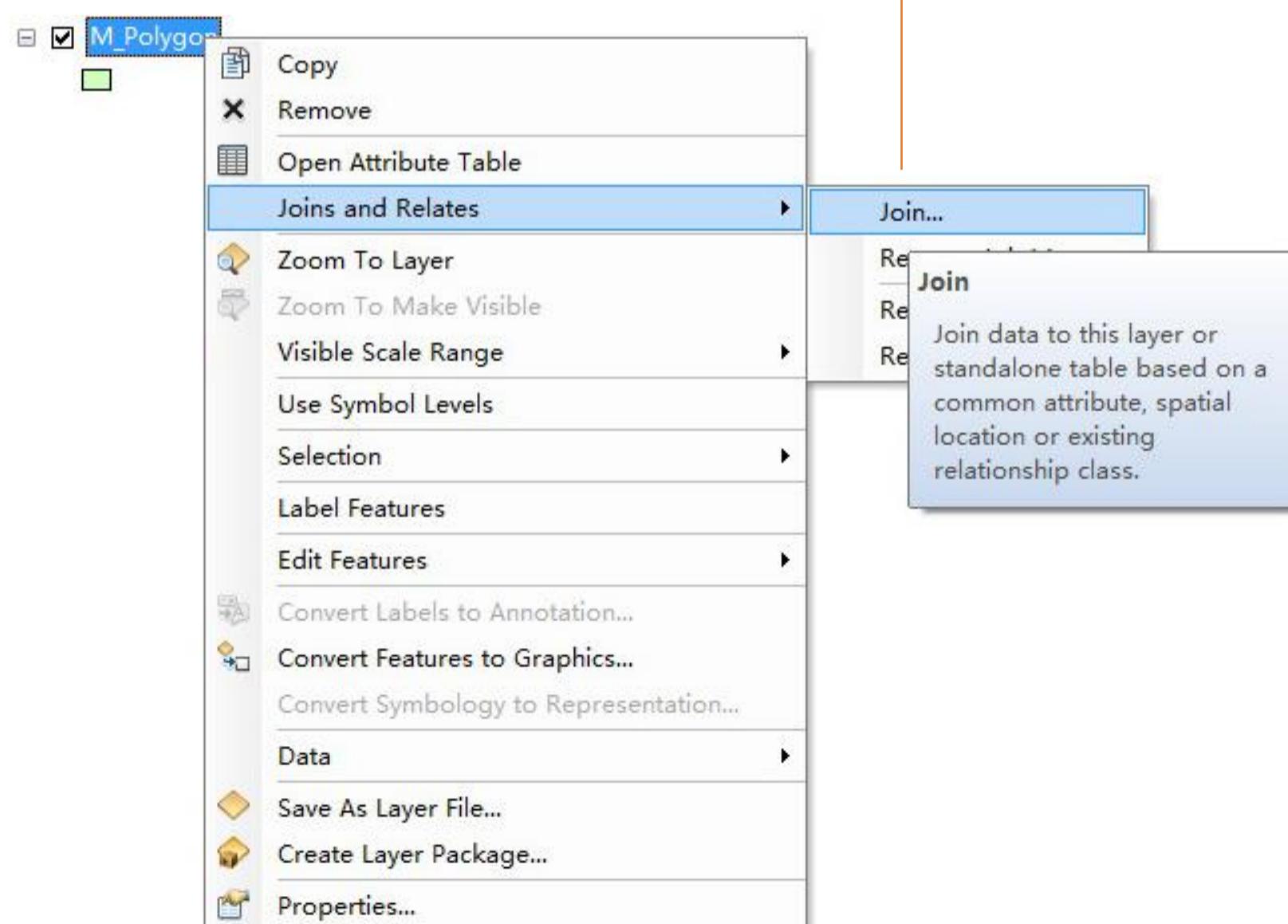


4. 分析邻域，移除内部斑块

PolygonNeighbors_analysis (in_features, out_table, {in_fields}, {area_overlap}, {both_sides}, {cluster_tolerance}, {out_linear_units}, {out_area_units})

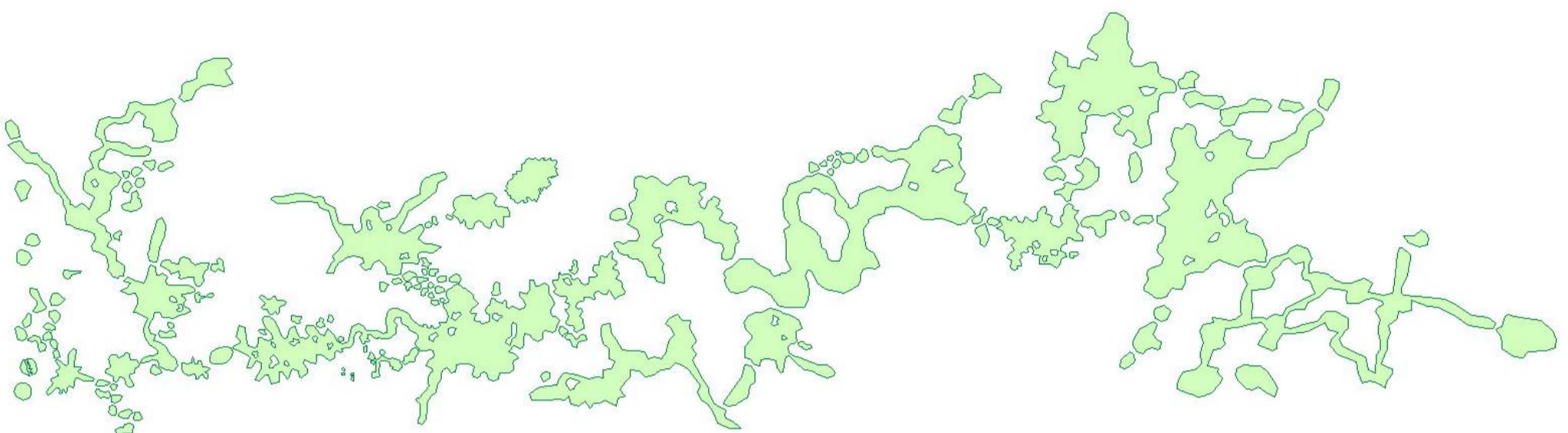


OID	src_OBJECT	nbr_OBJECT	AREA	LENGTH	NODE_COUNT
0	10	60	0	319.234719	0
1	19	87	0	126.404449	0
2	25	87	0	302.183752	0
3	29	87	0	169.808468	0
4	36	87	0	163.728305	0
5	37	87	0	130.281639	0
6	40	87	0	210.908206	0
7	42	87	0	143.004926	0
8	44	67	0	132.551207	0
9	46	87	0	205.689102	0
10	50	87	0	209.946411	0
11	53	87	0	445.139686	0
12	58	67	0	233.486441	0
13	64	87	0	226.232952	0
14	65	87	0	213.033871	0
15	69	97	0	191.240179	0
16	72	97	0	178.698314	0
17	79	110	0	2859.172361	0
18	88	107	0	192.677006	0
19	99	110	0	1695.968943	0
20	103	● 165	0	248.136978	0
21	104	131	0	134.531506	0
22	105	144	0	237.477652	0
23	109	131	0	192.499266	0
24	111	131	0	193.642572	0
25	113	● 165	0	262.24376	0
26	116	144	0	152.813878	0
27	119	144	0	197.851718	0
28	125	143	0	207.56486	0
29	126	● 165	0	285.362081	0
30	133	143	0	336.583696	0
31	134	● 165	0	359.643716	0
32	137	163	0	1586.873282	0
33	138	163	0	239.367363	0
34	141	169	0	182.571399	0
35	153	163	0	404.726045	0
36	160	● 165	0	222.434418	0
37	166	178	0	318.132492	0
38	167	178	0	284.745521	0
39	173	178	0	340.124068	0



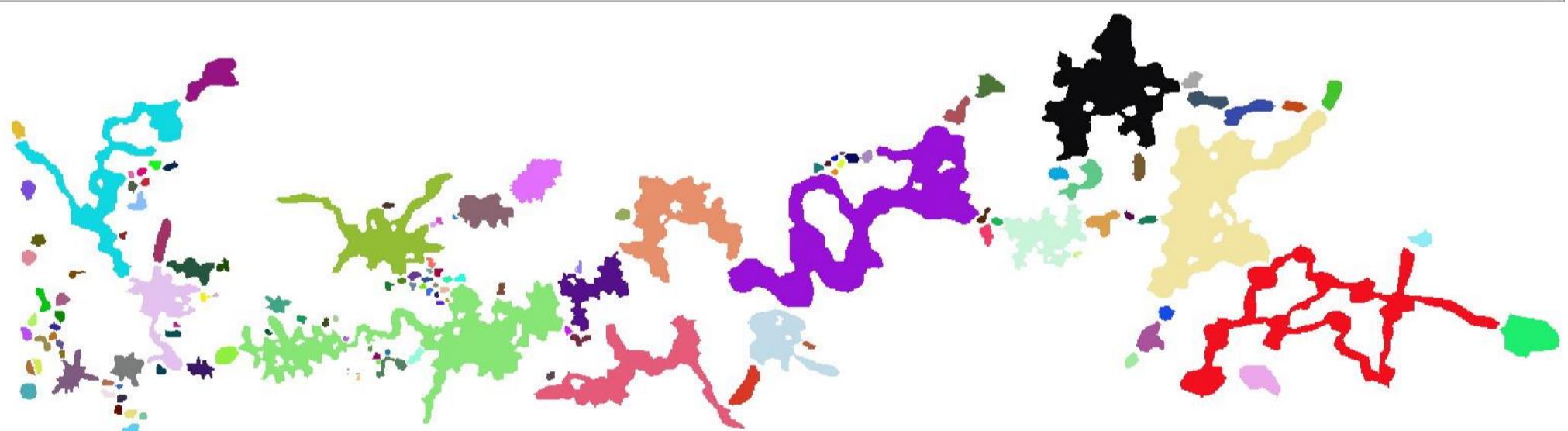
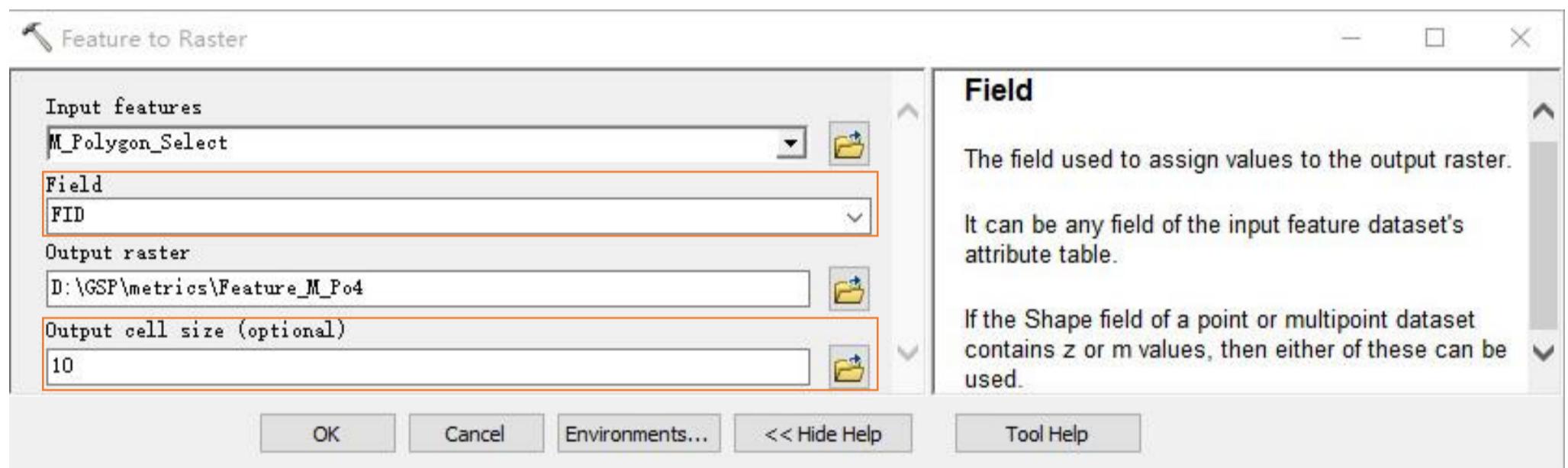
Select_analysis (in_features, out_feature_class, {where_clause})

"M_Polygon_PolygonNeighbors1.src_OBJECT" IS NULL

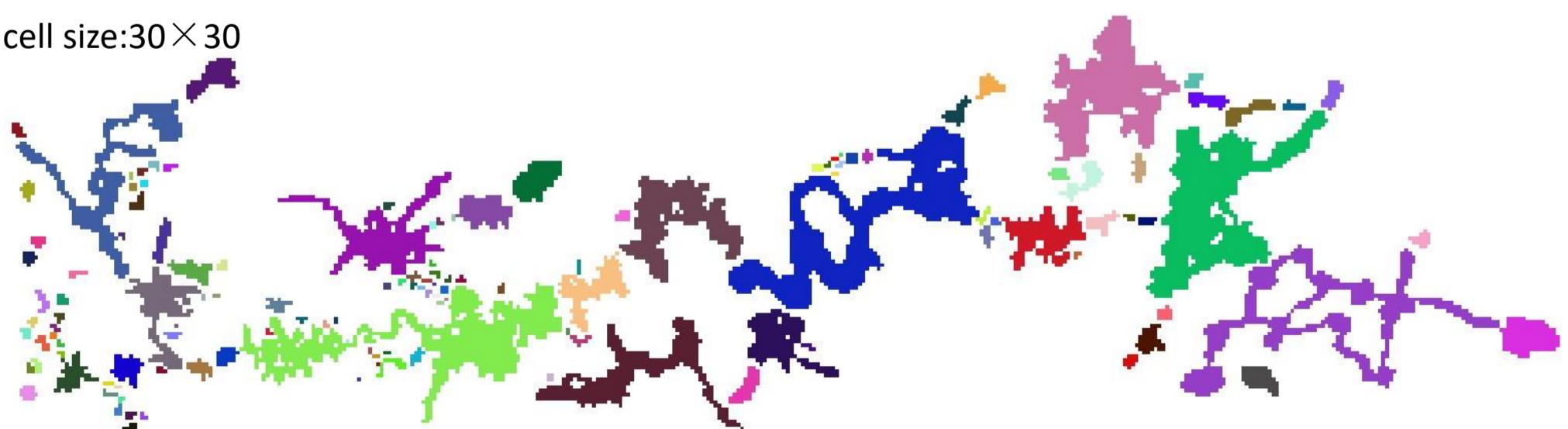


5.栅格化

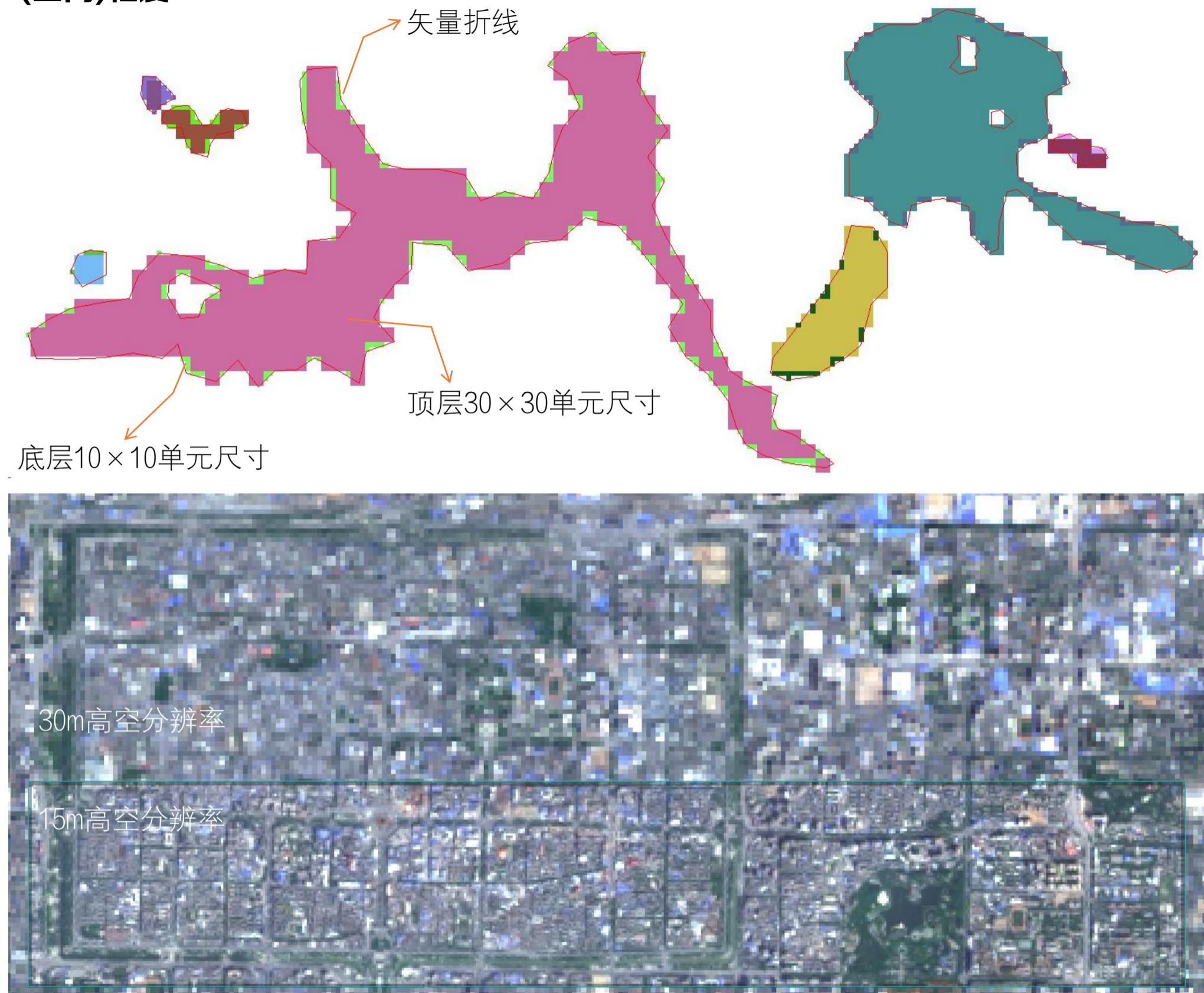
FeatureToRaster_conversion (in_features, field, out_raster, {cell_size})



cell size:30×30

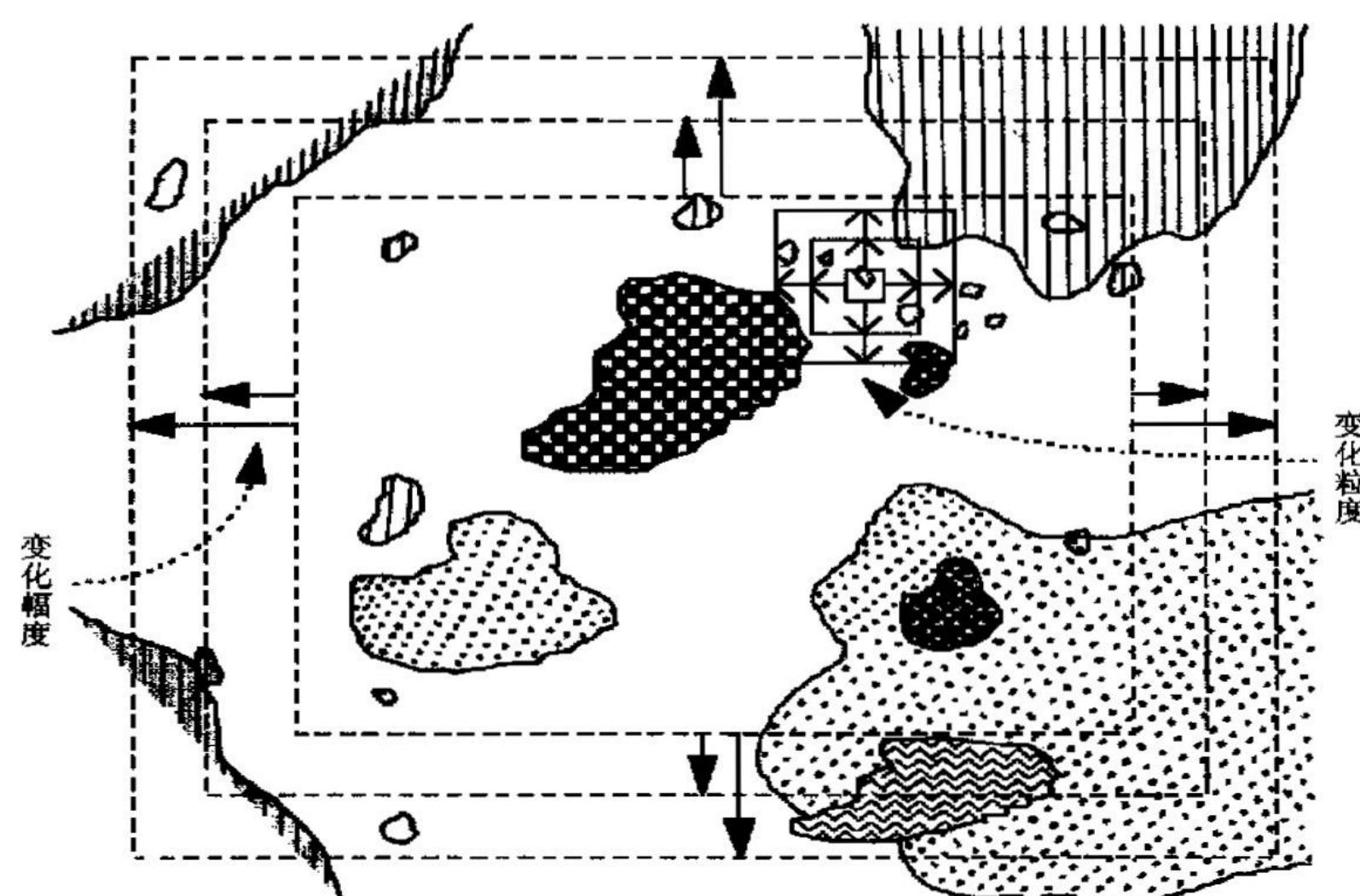


(空间)粒度



空间粒度指景观中最小可辨识单元所代表的特征长度、面积或体积(例如样方、像元)。不同的粒度影响景观指数计算的结果。

空间异质性，斑块性和空间格局及其对尺度(粒度和幅度)依赖性当景观幅度(整个研究区域,图中虚线框)和粒度(样方或取样面积,图中实线框)改变时,生态学家所观察到的空间异质性也随着变化(根据Wiens等修改重绘) - 《景观生态学-格局、过程、尺度与等级(第2版)》



Field Calculator字段计算

The screenshot illustrates the process of using the Field Calculator in ArcGIS to perform a spatial reclassification based on cell area.

Table View: Shows a table named "Feature_M_P1021.tif" with columns: OID, VALUE, COUNT, and classify. An orange arrow points from the "classify" column header to the context menu.

Context Menu: A context menu is open over the "classify" column. The "Field Calculator..." option is highlighted and selected, which opens the "Field Calculator" dialog box.

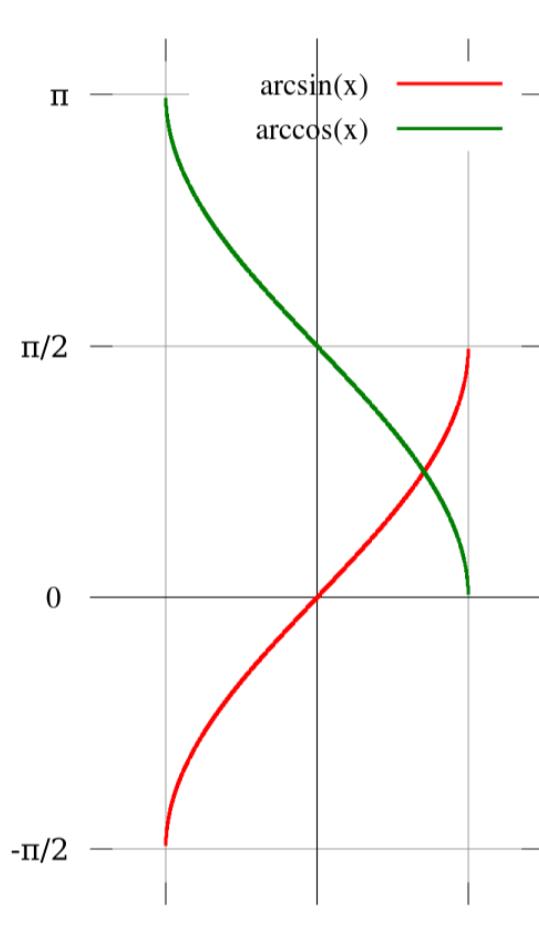
Field Calculator Dialog:

- Parser:** Set to Python (highlighted with a red circle).
- Fields:** List of available fields: OID, VALUE, COUNT, and classify.
- Type:** Set to Number.
- Functions:** A list of Python functions including math.acos(), math.acosh(), and math.asin().
- Pre-Logic Script Code:** Contains the Python function definition for "reclass".
- Expression:** The expression "reclass(!COUNT!)" is entered in the "classify" field.
- Buttons:** OK, Cancel, Clear, Load..., Save....

Annotations:

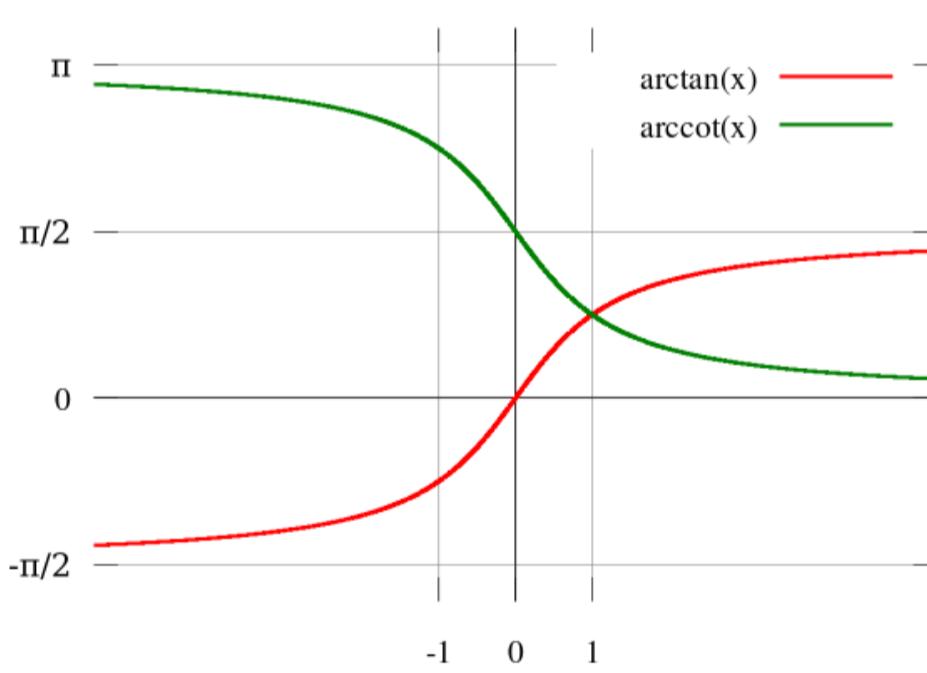
- "字段" (Field) is written next to the table view.
- "编写python脚本" (Write Python script) is written next to the "Pre-Logic Script Code" section.
- "表达式" (Expression) is written next to the "Expression" input field.

注: ArcGIS下的Python脚本学习可以参考, 包瑞清. ArcGIS下的Python编程[M]. 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2015. 6

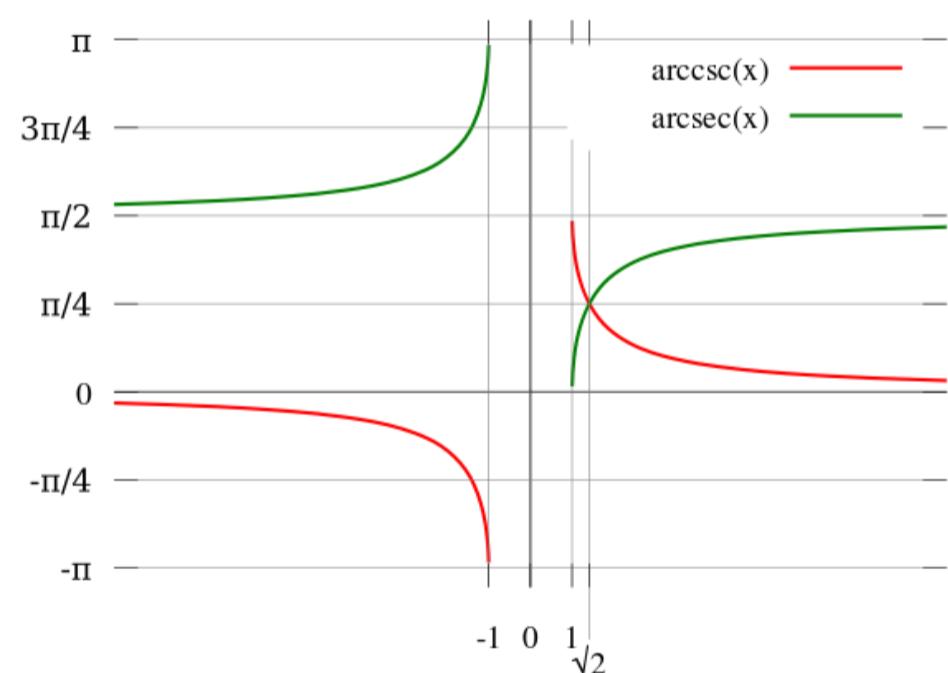


名称	常用符号	定义	定义域	值域
反正弦	$y = \arcsin x$	$x = \sin y$	$[-1, 1]$	$[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$
反余弦	$y = \arccos x$	$x = \cos y$	$[-1, 1]$	$[0, \pi]$
反正切	$y = \arctan x$	$x = \tan y$	\mathbb{R}	$(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$
反余切	$y = \text{arccot } x$	$x = \cot y$	\mathbb{R}	$(0, \pi)$
反正割	$y = \text{arcsec } x$	$x = \sec y$	$(-\infty, -1] \cup [1, +\infty)$	$[0, \frac{\pi}{2}) \cup (\frac{\pi}{2}, \pi]$
反余割	$y = \text{arccsc } x$	$x = \csc y$	$(-\infty, -1] \cup [1, +\infty)$	$[-\frac{\pi}{2}, 0) \cup (0, \frac{\pi}{2}]$

在笛卡尔平面上 $f(x) = \arcsin(x)$ (红)和 $f(x) = \arccos(x)$ (绿)函数的常用主值的图像。



在笛卡尔平面上 $f(x) = \arctan(x)$ (红)和 $f(x) = \text{arccot}(x)$ (绿)函数的常用主值的图像。

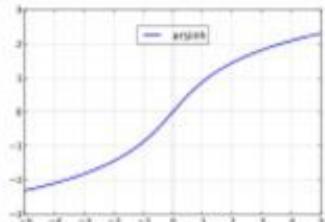
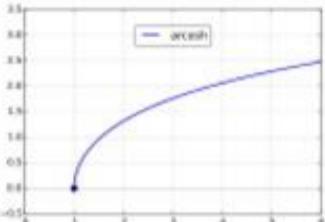
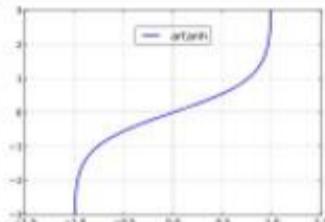
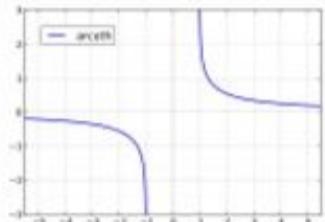
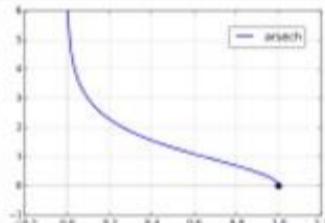
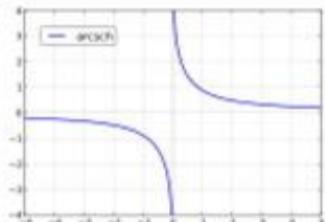


在笛卡尔平面上 $f(x) = \text{arcsec}(x)$ (红)和 $f(x) = \text{arccsc}(x)$ (绿)函数的常用主值的图像。

注：引自 Wikipedia

math.acos() 反三角余弦值
math.asin() 反三角正弦值
math.atan() 反三角正切值
math.atan2(x,y) x/y的反三角正切值

• 反双曲函数部分：

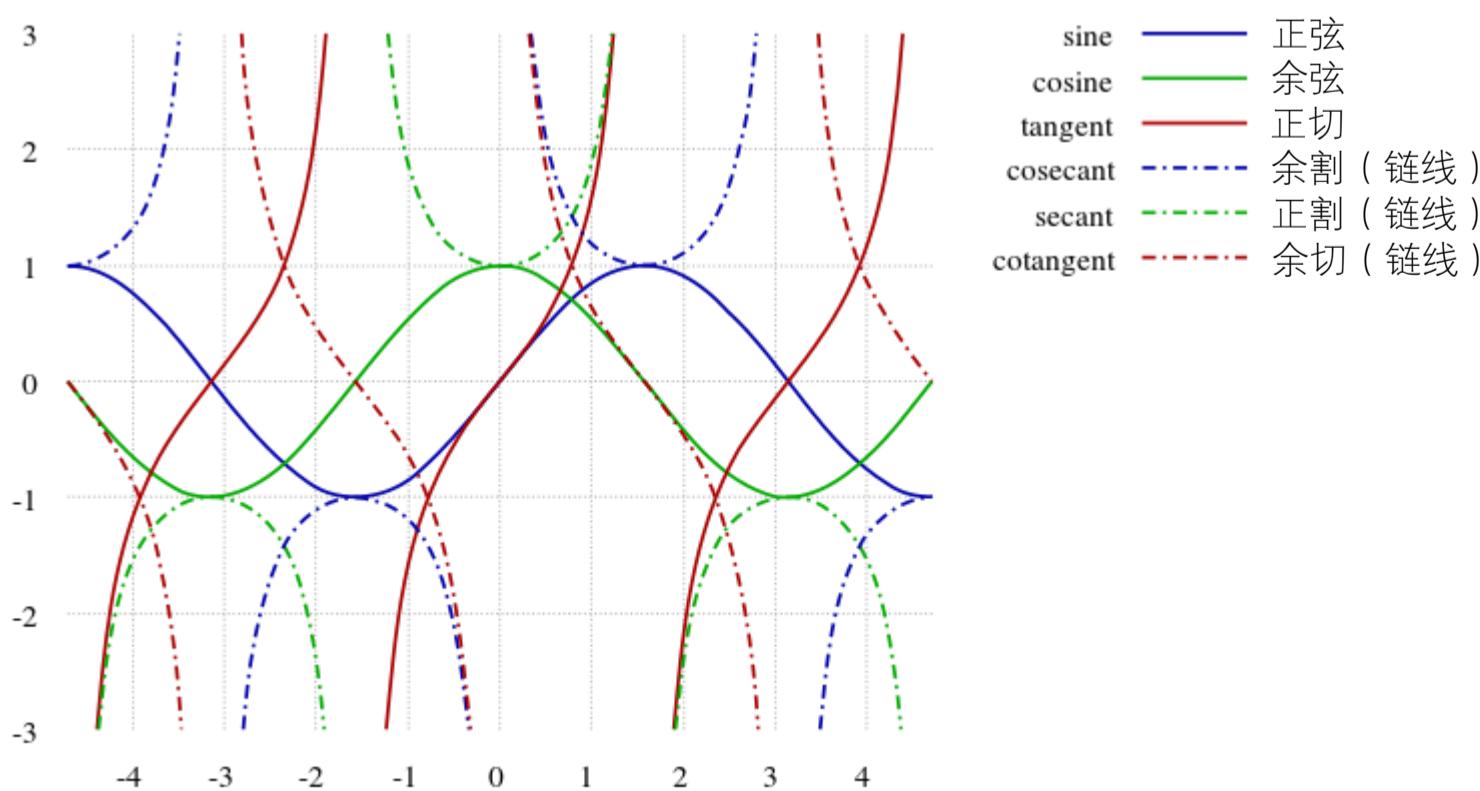
名称	常用符号	定义	定义域	值域	图像
反双曲正弦	$y = \text{arsinh}x$	$\ln(x + \sqrt{x^2 + 1})$	\mathbb{R}	\mathbb{R}	
反双曲余弦	$y = \text{arcosh}x$	$\ln(x + \sqrt{x^2 - 1})$	$[1, +\infty)$	$[0, \infty)$	
反双曲正切	$y = \text{artanh}x$	$\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+x}{1-x} \right)$	$(-1, 1)$	\mathbb{R}	
反双曲余切	$y = \text{arcoth}x$	$\frac{1}{2} \ln \left(\frac{x+1}{x-1} \right)$	$(-\infty, -1) \cup (1, +\infty)$	$(-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$	
反双曲正割	$y = \text{arsech}x$	$\ln \left(\frac{1 + \sqrt{1 - x^2}}{x} \right)$	$(0, 1]$	$[0, +\infty)$	
反双曲余割	$y = \text{arcsch}x$	$\ln \left(\frac{1}{x} + \frac{\sqrt{1+x^2}}{ x } \right)$	$(-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$	$(-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$	

math.acosh() 反双曲余弦函数

math.asinh() 反双曲正弦函数

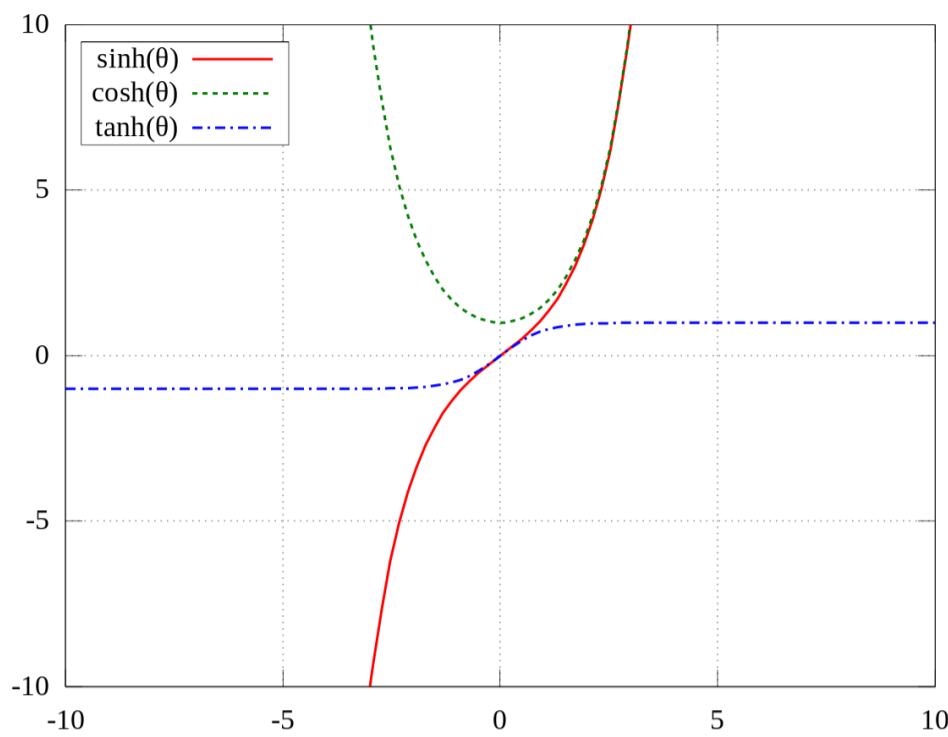
math.atanh() 反双曲正切函数

• 三角函数部分：



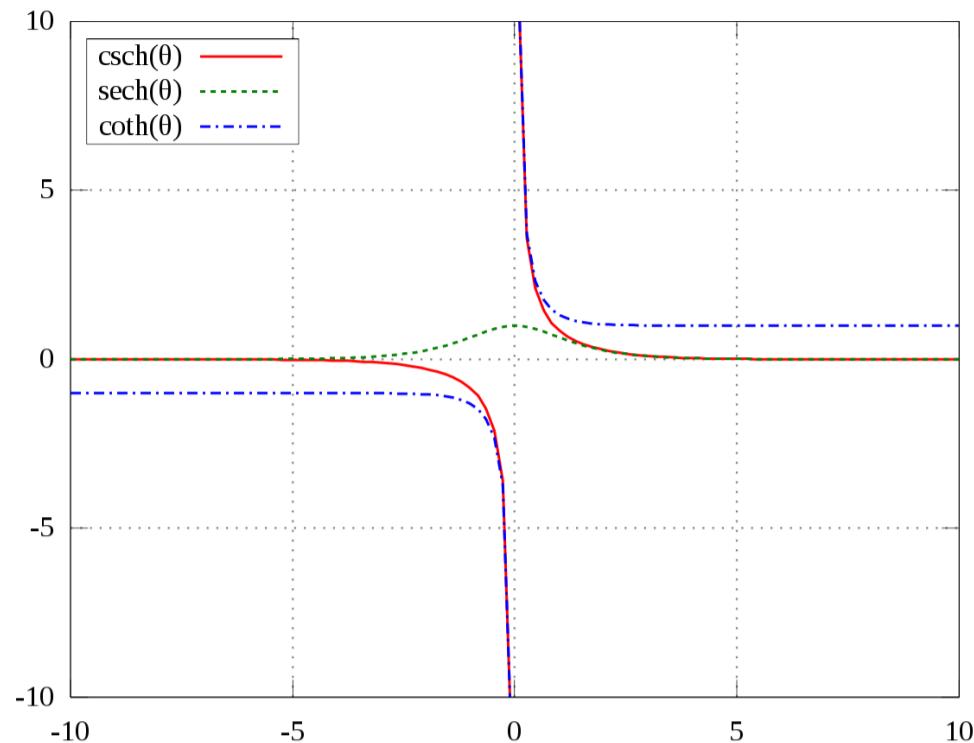
math.sin() 三角正弦值
 math.cos() 三角余弦值
 math.tan() 三角正切值

- 双曲函数部分：

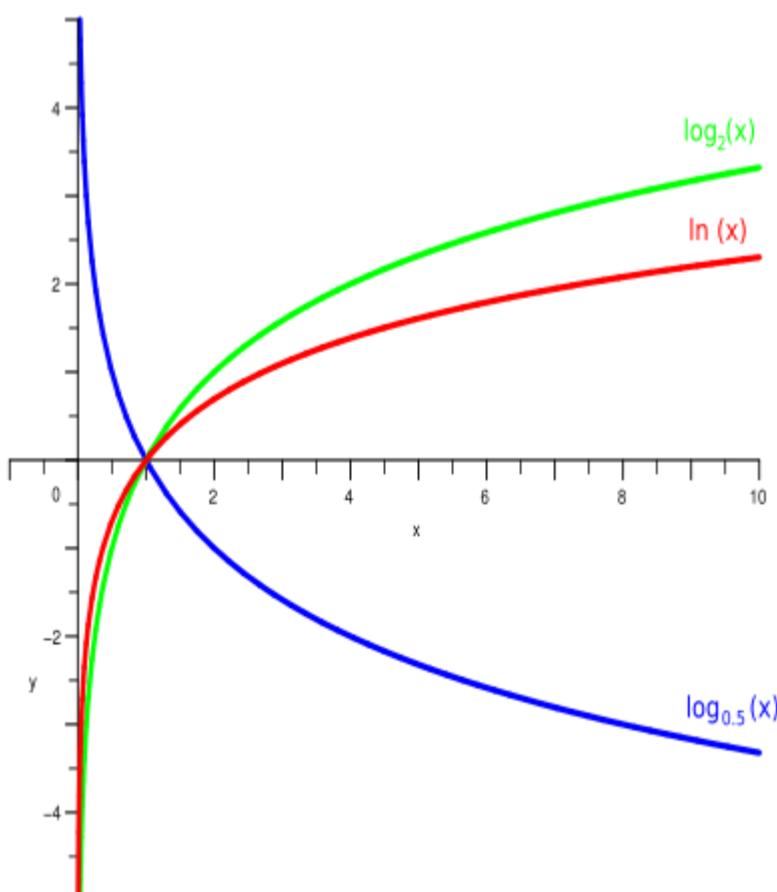


- $\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$
- $\cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$
- $\tanh x = \frac{\sinh x}{\cosh x}$
- $\coth x = \frac{1}{\tanh x}$
- $\operatorname{sech} x = \frac{1}{\cosh x}$
- $\operatorname{csch} x = \frac{1}{\sinh x}$

`math.sinh()` 双曲正弦函数
`math.cosh()` 双曲余弦函数
`math.tanh()` 双曲正切函数



- 对数部分：



`math.log(x[,base])` 以base为底的对数，base默认为e
`math.log10()` 以10为底的对数
`math.log1p(x)` 返回1+x的自然对数(以e为底)

各种底数的对数：红色函数底数是e，绿色函数底数是2，而蓝色函数底数是1/2。在数轴上每个刻度是半个单位。所有底数的对数函数都通过点 (1,0)，因为任何数的0次幂都是1 (0除外)，而底数 β 的函数通过点 (β , 1)，因为任何数的1次幂都是自身1。曲线接近y轴但永不触及它，因为 $x=0$ 的奇异性。

• 取整部分：

math.ceil() 向上取整
math.floor() 向下取整

```
>>> math.ceil(5.5)
6
>>> math.floor(5.5)
5
```

• 度与弧度部分：

math.degrees() 弧度转度
math.radians() 度转弧度

```
>>> math.degrees(2*math.pi)
360.0
>>> math.radians(360)
6.283185307179586
```

• 常数部分：

math.e() 自然常数
math.pi() 圆周率

```
>>> math.e
2.718281828459045
>>> math.pi
3.141592653589793
```

• 复数部分：

.conjugate() 共轭复数
.imag() 返回复数的虚数部分
.real() 返回复数的实数部分

• 分数部分：

.denominator() 返回分母
.numerator() 返回分子

• 浮点数与十六进制字符串部分：

.hex() 将浮点数转换为十六进制字符串
.fromhex() 将十六进制字符串转换成浮点数

```
>>> hex_s=12.22.hex()
>>> hex_s
'0x1.870a3d70a3d71p+3'
>>> float.fromhex(hex_s)
12.22
```

• 其它部分：

.as_integer_ratio() 将浮点数转换为两个相除等于原始数值的整数
.is_integer() 判断一个浮点数是否为整数，是则返回True，否则返回False
math.copysign(x,y) 若y<0，返回-1乘以x的绝对值；否者，返回x的绝对值
math.exp(x) 返回e的x次方
math.fabs(x) 返回x的绝对值
math.factorial(x) 返回x的阶乘

```
>>> (5.5).as_integer_ratio()
(11, 2)
>>> 11/2
5.5
>>> (9.0).is_integer()
True
>>> (9.7).is_integer()
False
>>> math.copysign(5,-9)
-5.0
>>> math.copysign(5,9)
5.0
>>> math.exp(9)
8103.083927575384
>>> math.fabs(-7.9)
7.9
>>> math.factorial(6)
720
```

math.fmod(x,y) 返回x%y的余数
 math.frexp(x) 返回m和i，满足m乘以2的i次方
 math.fsum([x,y,⋯]) 返回无损精度的和
 math.hypot(x,y) 返回以x和y为直角边的斜边长
 math.isinf(x) 若x为无穷大，返回True；否则返回False
 math.isnan(x) 若x不是数字返回True；否则返回False
 math.ldexp(m,i) 返回m乘以2的i次方
 math.modf(x) 返回x的小数和整数
 math.pow(x,y) 返回x的y次方
 math.sqrt(x) 返回x的平方根
 math.trunc(x) 返回x的整数部分

```
>>> math.fmod(9,7)
2.0
>>> math.frexp(6)
(0.75, 3)
>>> 0.75*math.pow(2,3)
6.0
>>> math.fsum([0.1+0.2+0.3])
0.6000000000000001
>>> math.hypot(3,4)
5.0
>>> math.isinf(1.0e+308)
False
>>> math.isinf(1.0e+309)
True
>>> math.isnan(1.2e5)
False
>>> math.ldexp(6,3)
48.0
>>> math.modf(7.89)
(0.8899999999999997, 7.0)
>>> math.pow(3,3)
27.0
>>> math.sqrt(9)
3.0
>>> math.trunc(9.678)
9
```

String

[:] 分片
 .capitalize() 首字母大写，其它小写
 .center() 获取固定长度，中间对其，两边不够用空格补齐
 .count(str) 搜索到多少个指定字符串

.decode() 解码
 .encode() 编码
 注：字符串编码常用类型_utf-8、gb2312、gbk、cp936

```
>>> 'python for arcgis'[:6]
'python'
>>> 'python for arcgis'.capitalize()
'Python for arcgis'
>>> 'python for arcgis'.center(30)
' python for arcgis '
>>> 'python for arcgis'.count('o')
2
>>> u='arcgis下的python编程'
>>> str=u.encode('gb2312')
>>> str
b'arcgis\xcf\xc2\xb5\xc4python\xb1\xe0\xb3\xcc'
```

```
>>> u_a
'arcgis下的python编程'
>>> u_b=str.decode('utf-8')
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#110>", line 1, in <module>
    u_b=str.decode('utf-8')
UnicodeDecodeError: 'utf-8' codec can't decode
byte 0xcf in position 6: invalid continuation byte
>>> str_utf=u.encode('utf-8')
>>> u_b=str_utf.decode('utf-8')
>>> u_b
'arcgis下的python编程'
```

.endswith() 是否以指定的字符串结尾，是返回True，否者返回False
 .startswith() 是否以指定的字符串开头，是返回True，否者返回False
 .expandtabs() 把字符串中的tab符号('t')转为空格，默认的空格数为8
 .find('t',start,end) 搜索指定字符串，没有则返回-1。可指定搜索起始和结束位置
 .format() 格式化字符串
 .index() 与函数.find()类似，但是查找不到不会抛异常

```
>>> 'python for arcgis'.endswith('gis')
True
>>> 'python for arcgis'.endswith('gibe')
False
>>> 'python for arcgis'.startswith('python')
True
>>> 'python for arcgis'.startswith('pyre')
False
>>> 'python for arcgis\t'.expandtabs()
'python for arcgis      '
>>> 'python for arcgis'.find('gis')
14
>>> 'python for arcgis'.find('VBScript')
-1
```

关于.format()

a. ‘映射’
 通过位置

```
>>> '{0} {1} {2}'.format('python','for','arcgis')
'python for arcgis'
```


 通过关键字参照

```
>>> '{name},{age}'.format(age=18,name='Alice')
```

'Alice,18'
 通过索引值

```
>>> p=['Alice',18]
>>> '{0[0]},{0[1]}'.format(p)
'Alice,18'
```


 b. 格式限定符
 填充与对齐
 ^、<、>分别是居中、左对齐、右对齐，后面带宽度
 : 号后面带填充的字符，只能是一个字符，不指定的话默认是用空格填充

```
>>> '{:>8}'.format('gis')
'    gis'
>>> '{:0>8}'.format('gis')
'00000gis'
```


 精度与类型f

```
>>> '{:.2f}'.format(math.pi)
'3.14'
>>> 'python for arcgis'.index('for')
7
>>> 'python for arcgis'.index('gibe')
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#147>", line 1, in <module>
    'python for arcgis'.index('gibe')
ValueError: substring not found
```

.isalnum() 是否全为字母或数字，返回True或者False
 .isalpha() 是否全为字母
 .isdigit() 是否全为数字
 .islower() 是否全部小写
 .isspace() 是全为空格
 .istitle() 是否所有单词首字母大写
 .isupper() 是否全部大写
 .join() 连接字符串数组。将字符串、元组、列表中的元素以指定的字符(分隔符)连接生成一个新的字符串
 .len() 计算字符串的长度
 .ljust() 获取固定长度，左对齐，右边不够用空格补齐
 .rjust() 获取固定长度，右对齐，左边不够用空格补齐
 .lower() 全部小写
 .upper() 全部大写
 .lstrip() 去左空格
 .rstrip() 去右空格
 .strip() 去两边空格
 .partition() 根据指定的分隔符将字符串分割，如果字符串包含指定的分隔符，则返回一个3元的元组，第一个为分隔符左边的子串，第二个为分隔符本身，第三个为分隔符右边的子串。
 .replace() 替换指定字符串
 .repr() 将任意值转换为字符串，转换为供解释器读取的形式，准确性为目标

```
>>> 'python'.isalnum()
True
>>> 'python 3.5'.isalnum()
False
>>> 'python'.isalpha()
True
>>> '3.5'.isalpha()
False
>>> '3.5'.isdigit()
False
>>> '3'.isdigit()
True
>>> 'Python'.islower()
False
>>> ' '.isspace()
True
>>> 'Python for arcgis'.istitle()
False
>>> 'Python For ArcGIS'.istitle()
False
>>> 'Python For Arcgis'.istitle()
True
>>> 'PYTHON FOR ARCGIS'.isupper()
True
>>> ''.join(['python','for','arcgis'])
'python for arcgis'
>>> len('pytho n')
7
>>> 'python'.ljust(10)
'python '
>>> 'python'.rjust(10)
' python'
>>> 'PYthon'.lower()
'python'
>>> 'PYthon'.upper()
'PYTHON'
>>> ' python '.lstrip()
'python '
>>> ' python '.rstrip()
' python'
>>> ' python '.strip()
'python'
>>> 'Alice:18'.partition(':')
('Alice', ':', '18')
>>> 'python for arcgis'.replace('arcgis','design')
'python for design'
>>> repr(math.pi)
'3.141592653589793'
>>> math.pi
3.141592653589793
```

.str() 将任意值转换为字符串，以可读性为目标
 .rfind() 从右边开始查找，查找不到返回-1
 .rindex() 从右边开始查找，查找不到不会抛异常
 .rpartition() 根据指定的分隔符将字符串从右侧查找分割，如果字符串包含指定的分隔符，则返回一个3元的元组
 .split() 指定切分符，切分字符串为列表
 .rsplit() 从右边第一个切分符分界，分成两个字符串，组成一个列表
 .splitlines() 将多行文本按行切分为列表
 .swapcase() 对字符串的大小写字母进行转换
 .title() 将所有单词头一个字母大写
 .translate() 配合str.maketrans()建立的映射表，转换字符串
 .zfill() 返回指定长度的字符串，原字符右对齐，前面填充0

```
>>> str(math.pi)
'3.141592653589793'
>>> 'python for design'.rfind('n')
16
>>> 'python for design'.find('n')
5
>>> 'python for design'.rindex('n')
16
>>> 'Alice :18:John'.rpartition(':')
('Alice :18', ':', 'John')
>>> 'python for design'.split(' ')
['python', 'for', 'design']
>>> 'python for design'.split(' ',1)
['python', 'for design']
>>> 'python for design'.rsplit(' ',1)
['python for', 'design']
>>> multiline='hello \n python'
>>> multiline.splitlines()
['hello ', ' python']
>>> 'Python'.swapcase()
'pYTHON'
>>> 'python for arcgis'.title()
'Python For Arcgis'
>>>
map=str.maketrans('pythonfracgis','1234567890!
@#')
>>> 'python for design'.translate(map)
'123456 758 de#@!6'
>>> 'python for arcgis'.zfill(30)
'000000000000000000python for arcgis'
```

Date

time.strftime(‘%d/%m/%Y’) 依据格式规范 将时间元组转换为字符串
 datetime.datetime.now() 获取当前时间
 datetime.timedelta(days=x,seconds=y, microseconds=z) 定义时间间隔

```
>>> import time
>>> time.strftime('%d/%m/%Y')
'17/01/2016'
>>> import datetime
>>> datetime.datetime.now()
datetime.datetime(2016, 1, 17, 1, 28, 57, 722729)
>>> import datetime
>>> now=datetime.datetime.now()
>>> now
datetime.datetime(2016, 1, 17, 1, 33, 48, 259728)
>>> aDay=datetime.timedelta(days=1)
>>> aDay
datetime.timedelta(1)
>>> now=now+aDay
>>> print(now.strftime('%Y-%m-%d'))
2016-01-18
```

python中时间日期格式化符号:

%y 两位数的年份表示 (00-99)
 %Y 四位数的年份表示 (000-9999)
 %m 月份 (01-12)
 %d 月内中的一天 (0-31)
 %H 24小时制小时数 (0-23)
 %I 12小时制小时数 (01-12)
 %M 分钟数 (00=59)
 %S 秒 (00-59)
 %a 本地简化星期名称
 %A 本地完整星期名称
 %b 本地简化的月份名称
 %B 本地完整的月份名称
 %c 本地相应的日期表示和时间表示
 %j 年内的一天 (001-366)
 %p 本地A.M.或P.M.的等价符
 %U 一年中的星期数 (00-53) 星期天为星期的开始
 %w 星期 (0-6), 星期天为星期的开始
 %W 一年中的星期数 (00-53) 星期一为星期的开始
 %x 本地相应的日期表示
 %X 本地相应的时间表示
 %Z 当前时区的名称
 %% %号本身

随机给定分类斑块

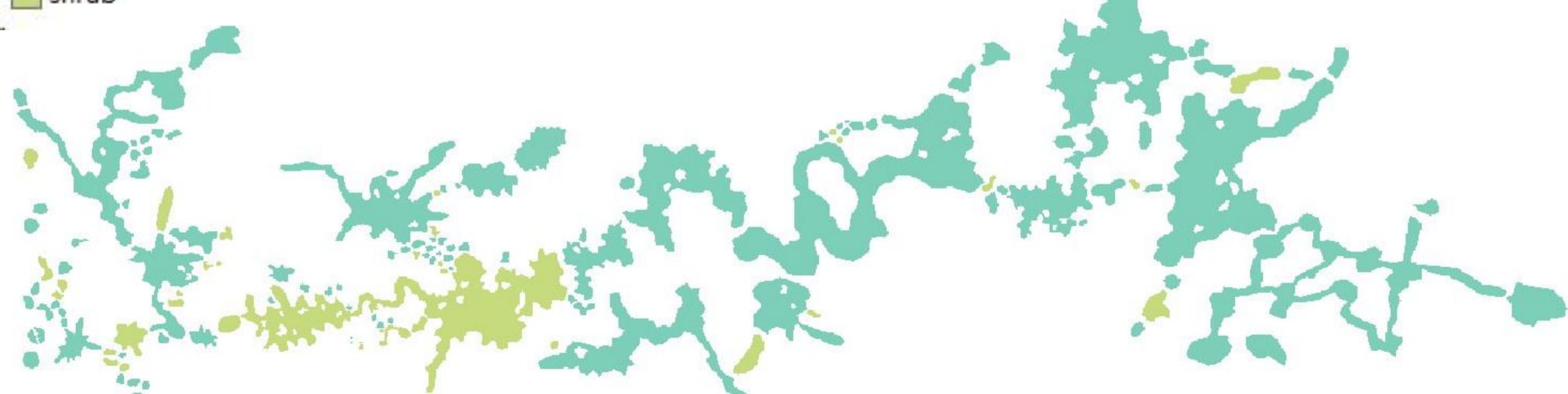
Pre-Logic Script Code

```
def random_classify(field):
    import random
    r_lst=random.sample(list(range(138)),40)
    if field in r_lst:
        return 'shrub'
    else:
        return 'forest'
```

表达式

random_classify(!OID!)

name
forest
shrub

**简单数学运算**

x+y x加上y
 x-y x减去y
 x*y x乘以y
 x/y x除以y
 x//y x除以y, 向下取整
 x%y x模y
 -x x的负数表达式
 +x x不变
 x**y 以x为底, 以y为指数的幂

第9次课结束

Table

Feature_M_P1021.tif

	OID	VALUE	COUNT	classify	name
▶	0	0	91	0	forest
	1	1	32	0	forest
	2	2	53	0	forest
	3	3	40	0	forest
	4	4	41	0	shrub
	5	5	52	0	shrub
	6	6	17	0	forest
	7	7	139	0	forest
	8	8	39	0	shrub
	9	9	10	0	shrub
	10	10	3	0	shrub
	11	11	2	0	forest
	12	12	36	0	shrub
	13	13	4	0	forest

(0 out of 138 Selected)

Feature_M_P1021.tif

第10次课

授课题目：从景观生态学基本原理到Fragstats计算景观指数(A_面积与边缘)+经典统计_一个变量的分布描述+栅格计算器

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 了解景观生态学基本原理；
2. 理解景观指数的层级组织；
3. 了解Fragstats计算景观指数的基本方法；
4. 掌握面积和边缘各指数的生态学意义和计算方法；
5. 掌握经典统计_一个变量的分布描述方法；
6. 掌握栅格计算器工具。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 梳理景观生态学基本原理；
2. 讲述景观指数斑块、类型和景观水平上的层级组织；
3. 讲述Fragstats景观指数计算途径；
4. 解释Fragstats中面积和边缘相关的所有景观指数；
5. 讲述经典统计，包括集中趋势指标和离散趋势指标；
6. 讲述栅格计算器工具，从条件分析、数学函数到基本逻辑判断。

讨论、思考题、作业：

1. 跟随课程操作和理解所有案例。

教学过程设计：

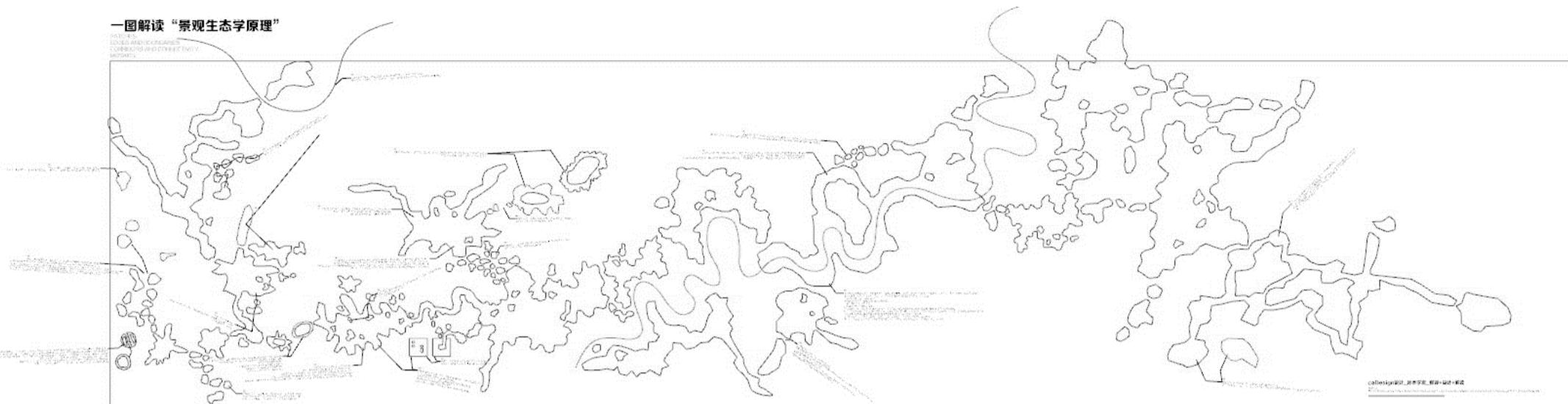
授新课

拓展阅读：

- [1]邬建国.景观生态学-格局、过程、尺度与等级(第2版)[M].北京：高等教育出版社.2007.04
- [2]David W.S.Wong, Jay Lee著, 张学良译.ArcView GIS与ArcGIS地理信息统计分析[M].北京：中国财政经济出版社.2008.02
- [3]Fragstats帮助文件



“景观生态学空间形式结构”的量化



景观生态学基本原理:

A. 有关斑块的原理

斑块的大小:

1. 边缘生境和边缘种原理：将一个大斑块分割成两个小斑块时边缘生境增加，往往使边缘种或常见种丰富度随之增加；
2. 内部生境和内部种原理：将一个大斑块分割成两个小斑块时内部生境减小，从而会减小内部种的种群和丰富度；
3. 大斑块-物种绝灭率原理：大斑块中的种群比小斑块中的大，因此物种绝灭率较小。
4. 小斑块-物种绝灭率原理：面积小、质量差的生境斑块中的物种绝灭概率较高；
5. 生境多样性原理：斑块越大，其生境多样性亦丰富，因此大斑块比小斑块含有更多的物种；
6. 干扰障碍原理：将一个大斑块分割成两个小斑块时会阻碍某些干扰的扩散；
7. 大斑块效益原理：大面积自然植被斑块可包含水体和溪流网络，维持大多数内部种的存活，为大多数脊椎动物提供核心生境和避难所，并允许自然干扰体系正常进行；
8. 小斑块效益原理：小斑块可以作为物种迁移的踏脚石，并可能拥有大斑块中缺乏或不宜生成的物种。

斑块的数据:

1. 生境损失原理：生境斑块的消失会导致生存在该生境中的种群减小，生境多样性的减小，进而导致物种数量减小；
2. 复合种群动态原理：生境斑块消失会减小复合种群，从而增加局部斑块内物种的绝灭概率，减缓再定居过程，导致复合种群的稳定性降低；
3. 大斑块数量原理：在景观中，若一个大斑块包含同类斑块中出现的大多数物种，那么，至少需要两个这样的大斑块才能维持其物种的丰富度；然而，如果一个大斑块只包含一部分物种，为了维持这个景观中的物种丰富度，最好是有4~5个大斑块作为保护区；
4. 斑块群生境原理：在缺乏大斑块的情况下，广布种可在一些相邻的小斑块中存活；这些小斑块虽然是离散的，但作为整体还能够为这些广布种提供足够适宜的生境。

斑块的位置:

1. 斑块位置-物种绝灭率原理：在其他条件相同条件下，孤立的斑块中物种绝灭概率比连接度高的斑块中的要大。生境斑块的隔离程度取决于与其他斑块的距离以及基质的特征；
2. 物种再定居原理：在一定时间范围内，与其他生境斑块或种源紧邻的斑块，其再定居率要高于相距较远的斑块；
3. 斑块选择原理：在自然保护中，生境斑块的选择应基于斑块在整个景观中的重要性，例如斑块对景观连接度起着枢纽作用，和斑块的特殊性，即斑块中是否包含稀有种、濒危种或特有物种。

B.有关边界原理**边缘结构：**

1. 边缘结构多样性原理：在一个结构多样性高的植被边缘(无论垂直还是水平结构)，边缘动物种的丰富度也高；
2. 边缘宽度原理：斑块的边缘宽度是不同的，面对主风向和太阳辐射方向的边缘更宽些；
3. 行政边界和自然生态边界原理：当保护区的自然生态边界与行政边界不一致时，可将两条边界间的区域当作缓冲区，以减少对核心区的影响；
4. 边缘过滤原理：斑块边缘具有过滤功能，可减缓外界对斑块内部的影响；
5. 边缘陡度原理：斑块边缘与周围环境对比度高时，可增加沿着边缘方向的生物和物质流动，而过渡较缓的边缘则有利于横穿边缘的生物和物质流动。

边界形状：

1. 自然和人工边缘原理：大多数自然边缘是曲折、复杂、和缓的，而人工边缘多是平直、简单、僵硬的；
2. 平直边界和弯曲边界原理：生物对平直边界的反应多为沿着边界方向运动，而弯曲边界促进生物穿越边界两侧的运动；
3. 和缓与僵硬边界原理：弯曲边界比平直边界的生态效益要高，例如可以减少水土流失和有利于野生动物活动等；
4. 边缘曲折度和宽度原理：边缘的曲折度和宽度共同决定景观中边缘生境总量；
5. 凹陷和凸出原理：凹陷和凸出边缘的生境多样性高于平直边缘，因为生物多样性也高，但多位边缘种；
6. 边缘种和内部种原理：弯曲边界增加边缘生境，从而增加边缘种数，但会降低斑块中内部种的数量比例；
7. 斑块与基质相互作用原理：斑块的形状越曲折，斑块与基质间的相互作用就越强；
8. 最近斑块形状原理：最佳形状斑块具有多种生态学效益，通常与“太空船”形状相似，即具有一个近圆形的核心区，弯曲边界和有利于物种转播凸出的边缘指数；
9. 斑块形状和方位原理：斑块的长轴与生物传播的路线平行时，其再定居概率较低；垂直时，再定居概率较高。

C.有关廊道和连接度的原理**廊道和物种运动：**

1. 廊道功能的控制原理：宽度和连接度是控制廊道的生境、传导、过滤、源和汇5种功能的主要因素；
2. 廊道空隙影响原理：廊道内的空隙对物种运动的影响取决于空隙的长度和物种运动的空间尺度，以及廊道与空隙之间的对比度；
3. 结构与区系相似性原理：在多数情况下，只要廊道和斑块的植被结构相似就可以满足内部种在斑块间运动的需要；但若能使廊道与斑块间在植物区系方面也相似，其效果会更好。

踏脚石：

1. 踏脚石连接度原理：在廊道间或没有廊道的地方，加设一行踏脚石(小斑块)可增加景观连接度，并可增加内部种在斑块间的运动；
2. 踏脚石间距原理：具视力的动物在踏脚石间移动时，其有效移动距离往往由对相邻踏脚石的视觉能力来决定；
3. 踏脚石消失原理：作为踏脚石的小斑块消失后会抑制物种在斑块间的移动，并增加斑块隔离距离；
4. 踏脚石群原理：在大斑块间的踏脚石斑块的最佳布局格式是，所有踏脚石作为群体形成连接生境斑块的多条相互有联系直通道。

道路和防风林带：

1. 道路及另外的槽型廊道原理：公路、铁路、电缆线和便道通常在空间上是连续的，相对较直，常有人为干扰。因此，它们长把种群分割为复合种群，主要是耐干扰种活动的通道，是侵蚀、沉积、外来种入侵以及人类对基质干扰的源端；
2. 风蚀及其控制原理：小风可以吹走土壤表面的养分，减少其肥力；持续大风则引起风蚀。控制风蚀时应减少主风向上农田的裸露面积，保护植被、犁沟和土壤结构，并重点包含易受旋风，湍流和快速气流影响地点。

河流廊道：

1. 河流廊道和溶解物原理：具有宽而浓密植被的河流廊道能更好的减少来自周围景观的各种溶解物污染，保证水质；
2. 河流主干道廊道宽度原理：河流主干道两旁应保持足够宽的植被带，控制来自景观基底的溶解物质，为两岸内部中提供足够的生境和通道等；
3. 河流廊道宽度原理：维持两岸高地的植被，提供内部种生境；要保证沿河流方向至少有非连续，如梯状植被覆盖，以减缓洪水影响，并为水生食物链提供有机质，为鱼类和泛滥平原稀有种提供生境；
4. 河流廊道连接度原理：河流廊道植被带的宽度和长度共同决定河流的生态学过程，不间断的河岸植被廊道能维持诸如水温低、含氧高的水生条件，有利于某些鱼类生存。

D.有关镶嵌体的原理**网络：**

1. 网络连接度和环回度原理：网络连接度(即所有节点通过廊道连接的程度)和网络环回度(即环状或者多选择路线出现的程度)可表示网络复杂程度，并可作为对物种运动的连接度的指标；
2. 环路和多选择路线原理：在廊道网络中，多选择路线或环路可减少廊道内空隙、干扰、捕食者和捕猎者的不利影响，从而促进动物在景观中的运动；
3. 廊道密度和网孔大小原理：随着廊道网络网孔的减小，受廊道抑制的物种(如某些内部生境种)的存活能力显著下降；
4. 连接点效应原理：在自然植被廊道的交接点上，常常有一些内部种出现，而且其种丰富度高于网络的其他地方；
5. 相连小斑块原理：连接在廊道网络上的小斑块或结点可能比面积相同但远离网络的斑块有较高的种丰富度和较低的物种灭绝率；
6. 生物传播和相连小斑块原理：网络上的小斑块或结点可为某些生物提供暂栖地或临时繁殖地，从而有利于生物在景观中传播。

破碎化和格局：

1. 总生境和内部生境损失原理：景观破碎化降低总的生境面积，但内部生境面积比边缘生境面积降低的更快；
2. 分形斑块原理：分形是对过渡变化的自然反应，彼此隔离的斑块常常对干扰做出相似的反应。它们虽然可能变大或变小，但相互之间的结构关系或格局保持相似；
3. 市郊化、外来种和保护区原理：在市郊化和外来种入侵的景观中，应建立严格控制外来种的缓冲区，以保护生物多样性或自然保护区。

尺度粗细：

1. 镶嵌体粒度粗细原理：一个由粗粒度地段和细粒度地段相间组成的景观可为内部种、多生境种(包括人类)提供最佳生态效益及一系列环境资源和条件；
2. 动物对破碎化尺度的感官原理：活动范围大的物种把细粒度破碎化生境视为连续生境；但粗粒度破碎化生境对绝大多数动物来说是不连续的，即存在生境隔离效应；
3. 确限种(specilist)与广布种(generalist)原理：细粒度生境破碎化对确限种的不利影响要比广布种更大；
4. 多生境种的镶嵌格局原理：多种生境汇合处或不同类型生境相间排列的景观有利于多生境物种，即同时需要多种类型生境的物种的存活。

景观指数+Fragstats

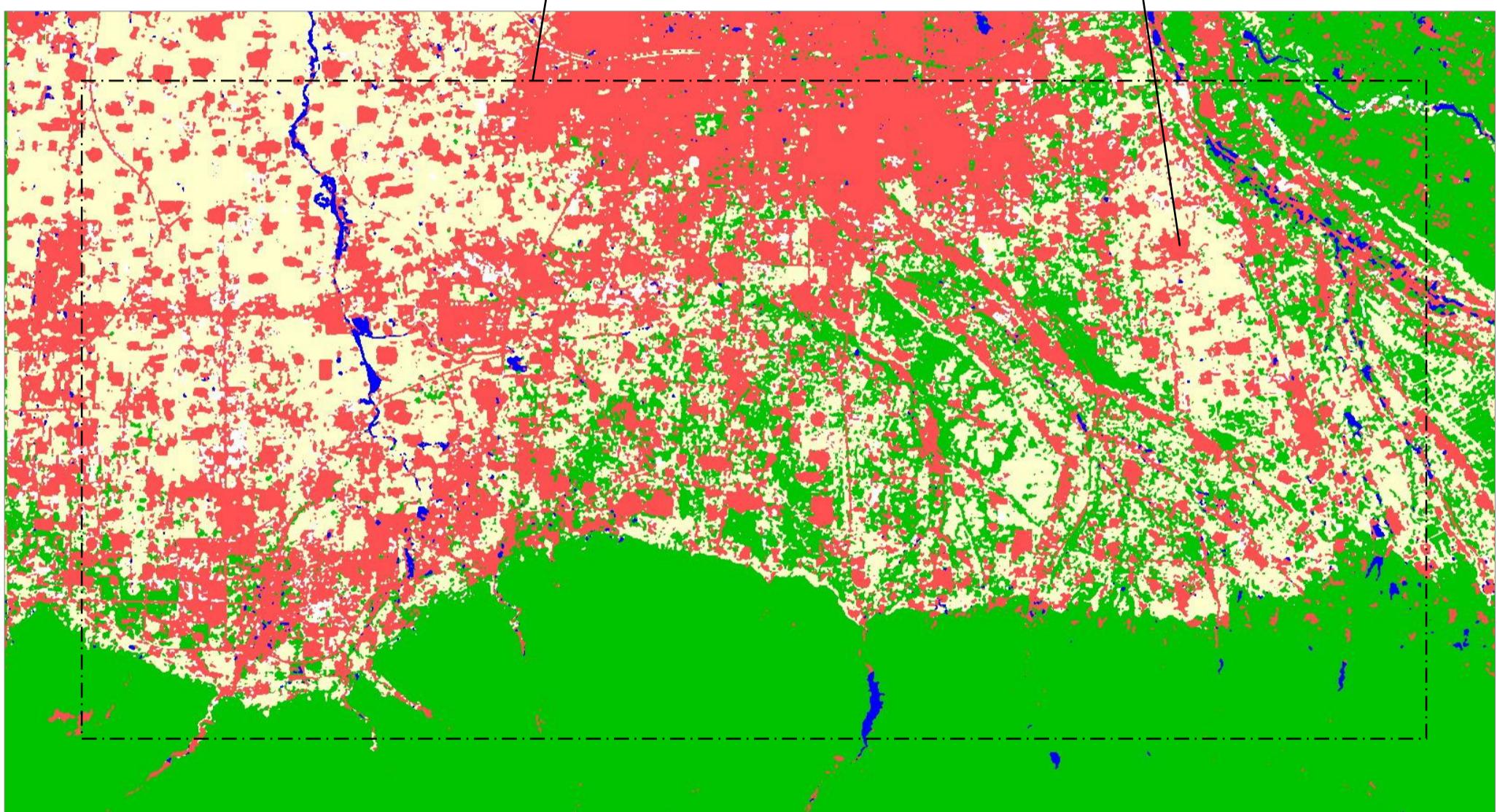
景观指数的层级组织

斑块水平指数

类型水平指数

景观水平指数

	urban	城区
	water	水体
	agriculture	农田
	forest	森林
	bare	裸地





Home About People Publications Presentations Research Teaching Opportunities

FRAGSTATS
Home

FRAGSTATS
Documentation

FRAGSTATS
Downloads

FRAGSTATS
FAQ

FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps

Downloads

This page is where you go to download the software, tutorials, diagnostic and other utility tools and learn about the latest release.

Release Notes

Quicklinks

DSL

FRAGSTATS

CAPS

HABIT@

+Diversity 多样性指数

形状指数

Area - Edge

Shape

Core area

对比指数

Contrast

Aggregation

面积-边缘指数

核心区指数

聚散性指数

unnamed2

File Analysis Help

New Open Save Save as Run

Input layers Analysis parameters

Batch management

Layers

File type : ---
Row count : ---
Column count : ---
Cell size : ---
Background value : ---
Band : 景观水平指数
No data value : ---

Add layer... Edit layer info... Remove layer Remove all layers Export batch Import batch

斑块水平指数

Patch metrics

Class metrics

类型水平指数

Landscape metrics

Results

Activity log

Welcome to Fragstats v4.2.1 !
01/05/16 16:06:42: Categorical analysis session started.

Area - Edge Shape Core area Contrast Aggregation

Select all De-select all Invert selection

Class-Level Deviations

Standard Deviation (CSD) Percentile (CPS)

Landscape-Level Deviations

Standard Deviation (LSD) Percentile (LPS)

Fragstats 4.2

A Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps

Fragstats v4.2.1.603 [built on 2015-01-23]

Authors: Kevin Mcgarigal & Eduard Ene

Copyright 2013 Kevin Mcgarigal & Eduard Ene

面积-边缘指数

P

Patch metrics

- 斑块面积 Patch Area (AREA)
- 斑块周长 Patch Perimeter (PERIM)
- 回转半径 Radius of Gyration (GYRATE)

Class-Level Deviations		Landscape-Level Deviations	
标准差 Standard Deviation (CSD)	百分比 Percentile (CPS)	Standard Deviation (LSD)	Percentile (LPS)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C

Class metrics

斑块所占景观面积比例

斑块类型面积	<input type="checkbox"/> Total Area (CA/TA)	<input type="checkbox"/> Percentage of Landscape (PLAND)	<input type="checkbox"/> Total Edge (TE) 总边缘长度	<input type="checkbox"/> Edge Density (ED) 边缘密度
最大斑块占景观面积比例	<input type="checkbox"/> Largest Patch Index (LPI)	Do not count any background / boundary interface as edge. <input type="checkbox"/>		

Distribution Statistics

分布统计

	均值 Mean (MN)	面积加权平均 Area-Weighted Mean (AM)	中位数 Median (MD)	范围 Range (RA)	标准差 Standard Deviation (SD)	变异系数 Coefficient of Variation (CV)
斑块面积分布 Patch Area (AREA_?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
回转半径分布 Radius of Gyration (GYRATE_?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTE

Radius of Gyration Area-Weighted Mean (GYRATE_AM) is equivalent to Correlation Length (CL) as used in the literature.

L

Landscape metrics

景观面积	<input type="checkbox"/> Total Area (CA/TA)	<input type="checkbox"/> Total Edge (TE) 总边缘长度
最大斑块占景观面积比例	<input type="checkbox"/> Largest Patch Index (LPI)	<input type="checkbox"/> Edge Density (ED) 边缘密度

Do not count any background / boundary interface as edge.

Distribution Statistics

	Mean (MN)	Area-Weighted Mean (AM)	Median (MD)	Range (RA)	Standard Deviation (SD)	Coefficient of Variation (CV)
斑块面积分布 Patch Area (AREA_?)	<input type="checkbox"/>					
回转半径分布 Radius of Gyration (GYRATE_?)	<input type="checkbox"/>					

NOTE

Radius of Gyration Area-Weighted Mean (GYRATE_AM) is equivalent to Correlation Length (CL) as used in the literature.

Number	Metric (acronym)
Patch Metrics 斑块指数	
P1	Patch Area (AREA) 斑块面积
P2	Patch Perimeter (PERIM) 斑块周长
P3	Radius of Gyration (GYRATE) 回转半径
Class Metrics 类型指数	
C1	Total (Class) Area (CA) 斑块类型面积
C2	Percentage of Landscape (PLAND) 斑块所占景观面积比例
C3	Largest Patch Index (LPI) 最大斑块占景观面积百分比
C4	Total Edge (TE) 总边缘长度
C5	Edge Density (ED) 边缘密度
C6-C11	Patch Area Distribution (AREA_MN, _AM, _MD, _RA, _SD, _CV) 斑块面积分布
C12-C17	Radius of Gyration Distribution (GYRATE_MN, _AM, _MD, _RA, _SD, _CV) 回转半径分布
Landscape Metrics 景观指数	
L1	Total Area (TA) 景观面积
L2	Largest Patch Index (LPI) 最大斑块占景观面积百分比
L3	Total Edge (TE) 总边缘长度
L4	Edge Density (ED) 边缘密度
L5-L10	Patch Area Distribution (AREA_MN, _AM, _MD, _RA, _SD, _CV) 斑块面积分布
L11-L16	Radius of Gyration Distribution (GYRATE_MN, _AM, _MD, _RA, _SD, _CV) 回转半径分布

面积 Area

构成景观镶嵌体的每一个斑块的面积是景观中最为重要和有价值的信息。斑块面积不仅是斑块、类型和景观水平上的基本信息，而且与生态效应息息相关。例如，有充足的理由证明，鸟类的丰富度和繁衍以及很多物种的生存都与斑块面积有关。很多物种对斑块有最小面积的要求，这个最小面积需要能够满足物种整个生存阶段的需求；而在连续的栖息地斑块中，每一个单独的栖息地斑块也需要大于或等于物种所需的最小斑块面积。这些物种都是对面积大小敏感的物种。同时斑块面积也用于建立景观中物种丰富度、斑块使用率和物种分布模式的模型。

虽然斑块的面积具有非常重要的生态意义，而斑块的分布和集聚具有更大的生态意义。能够反映斑块分布和集聚情况的连接度是景观中重要的指数，但是却很难精确定义并在实践中量化和执行。在某种程度上，这是由于斑块类型(栖息地)的连续性或者“结构连接度”与生物及生态过程的连接度或者“功能连接度”存在差异。连续性涉及贯穿景观一类斑块类型(栖息地)的物理连接度，一旦细分，例如栖息地碎片化，这个物理性的连接就会被打断。通过测量栖息地范围可以评估连续性，例如连续性或集聚的斑块所达到的平均范围。连续性观念采用了岛屿生物地理学理论，主要集中于一类斑块的物理连接度上。斑块之间的连接度或者“功能连接度”与物种及其生命过程相关，例如鸟类扩散所具连续性的斑块，对于种子传播、火的蔓延以及水文过程并不是连续的。最终影响景观连接度的应该是物种活动的模式和范围与景观结构模式和范围的关系。

• 斑块面积+斑块类型面积+景观面积

(P1)Area 斑块面积

$$AREA = a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad a_{ij} = \text{第} i \text{类第} j \text{个斑块的面积, 单位} m^2$$

描述: 面积等于斑块的面积, 除以10000后转换成公顷单位;

单位: 公顷;

区间: Area>0, 无限制。斑块面积的区间受到粒度和图像范围的限制, 也可能进一步受到大于粒度最小斑块尺寸规范的限制;

解释: 组成景观镶嵌体的每一个斑块的面积是景观中包含的最重要的有用信息。不仅在于作为斑块水平、类型水平和景观水平上多数景观指数计算的基础, 本身也具有很多生态效用。需要注意的是在描述斑块时, 选择4邻里还是8邻里规则会影响到斑块面积指数。

(C1)Total (Class) Area 斑块类型面积

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad a_{ij} = \text{第} i \text{类第} j \text{个斑块的面积, 单位} m^2$$

描述: CA, 斑块类型面积等于相应斑块类型所有斑块的面积之和, 除以10000后转换成公顷单位, 即类型的总面积;

单位: 公顷;

区间: CA>0, 无限制。当景观中斑块类型急速增长时, 斑块类型面积趋于0。当整个景观中只包含一类斑块时, 即整个图像只由一个斑块组成, 斑块类型面积等于景观面积;

解释: 斑块类型面积测量景观组成。具体来说, 有多少景观构成了特定的斑块类型。加之斑块类型面积是直接的解释性的值, 可以用于计算类型水平或者景观水平上的很多景观指数。

(L1)Total Area 景观面积

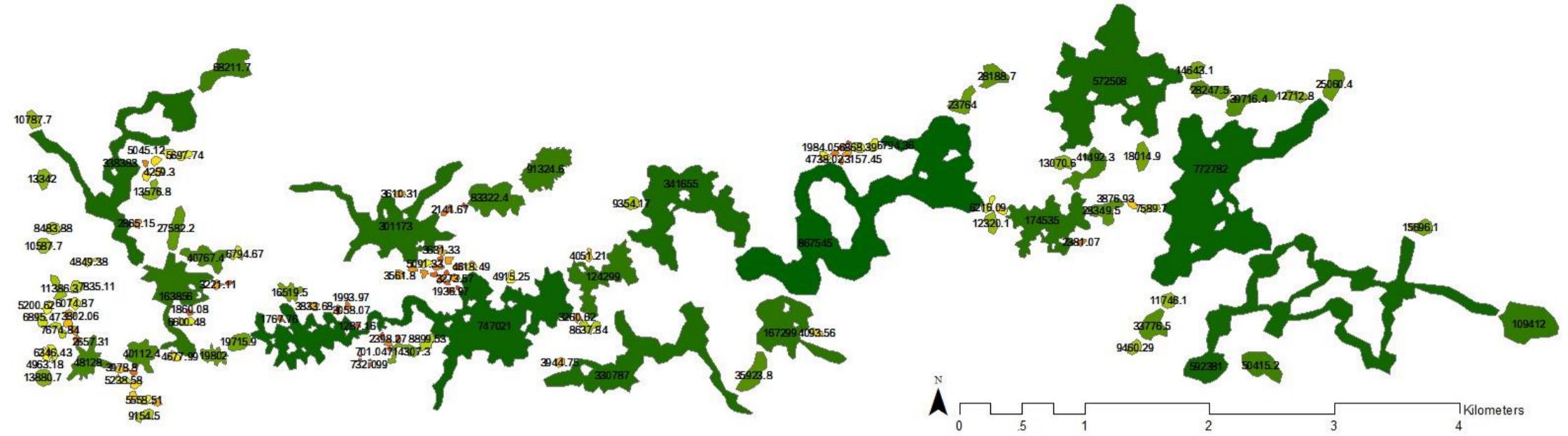
$$TA = A \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad A = \text{景观的总面积, 单位} m^2$$

描述: TA, 景观面积等于景观总面积, 除以10000后转换成公顷单位。注意, 景观面积包含任何内部背景区域;

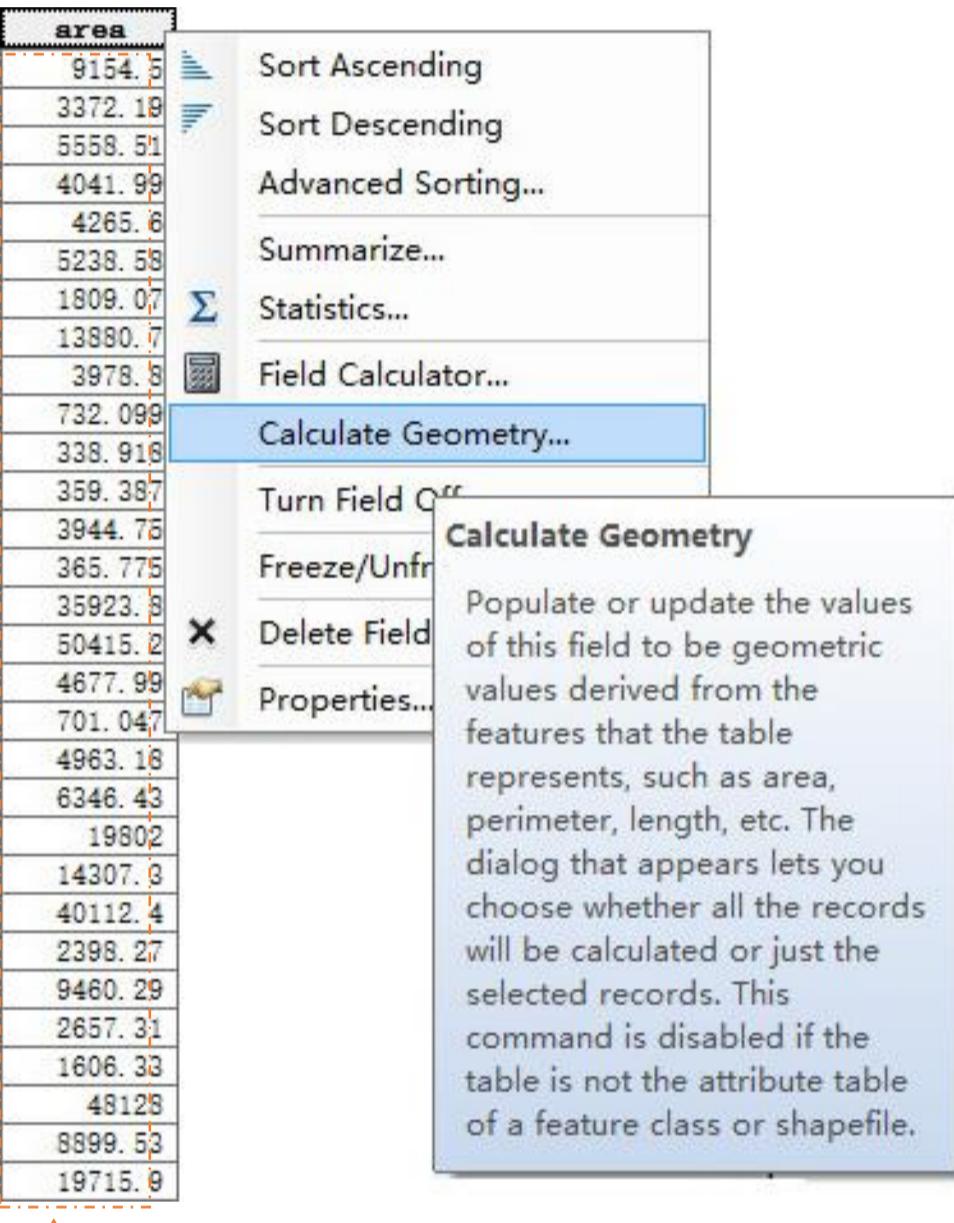
单位: 公顷;

区间: TA>0, 无限制;

解释: 景观面积并不较多涉及对于景观模式评估的解释, 但重要的一个方面是定义了景观的范围。此外, 景观面积用于计算类型水平上和景观水平上很多景观指数。

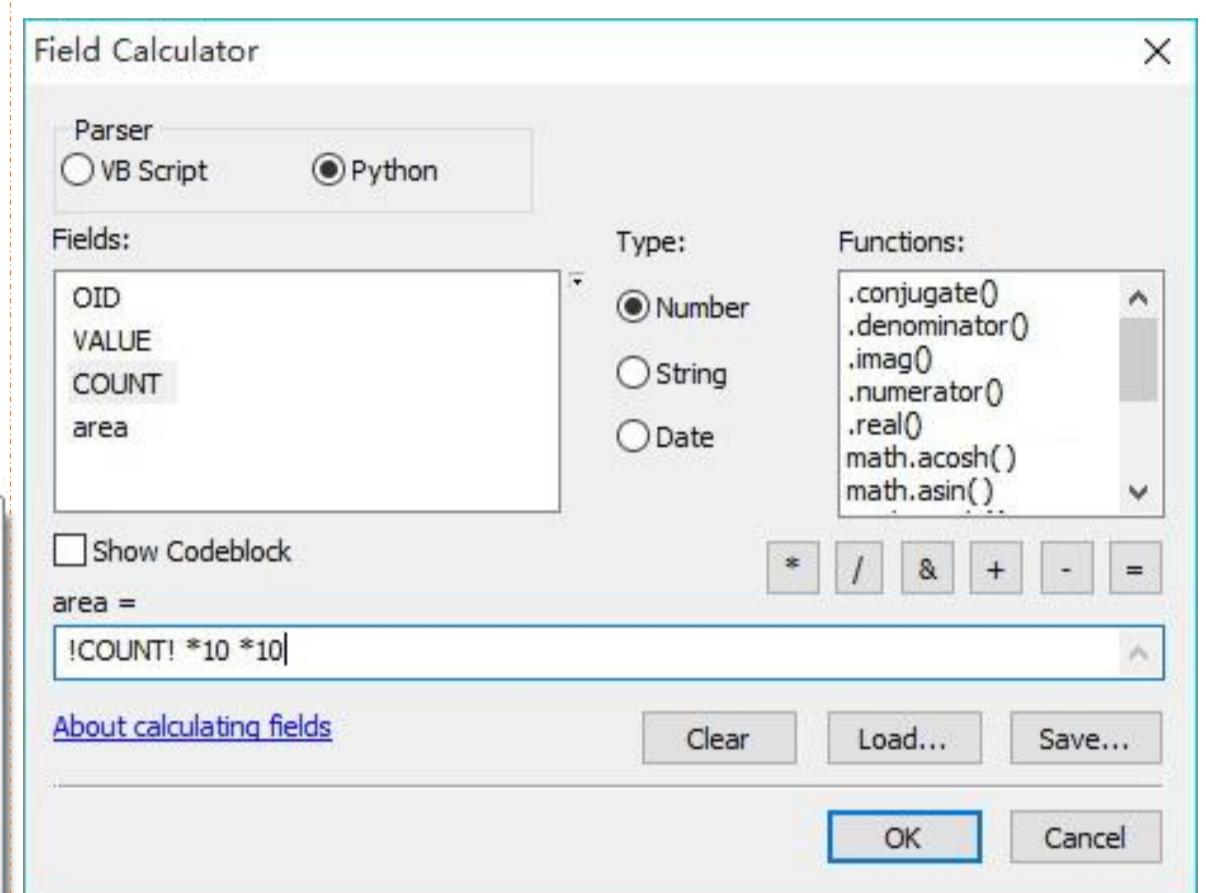


直接使用.shp文件计算单元面积

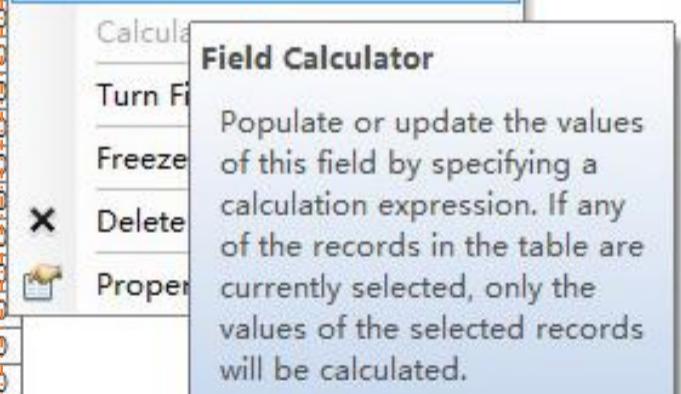
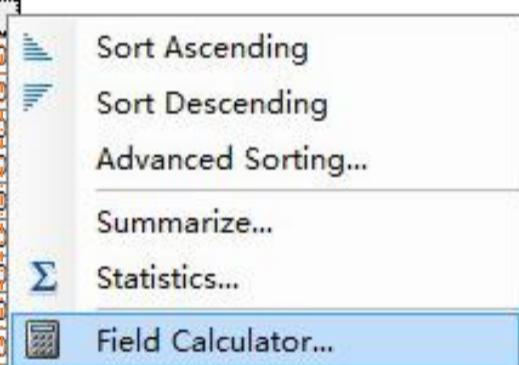


Calculate Geometry

Populate or update the values of this field to be geometric values derived from the features that the table represents, such as area, perimeter, length, etc. The dialog that appears lets you choose whether all the records will be calculated or just the selected records. This command is disabled if the table is not the attribute table of a feature class or shapefile.



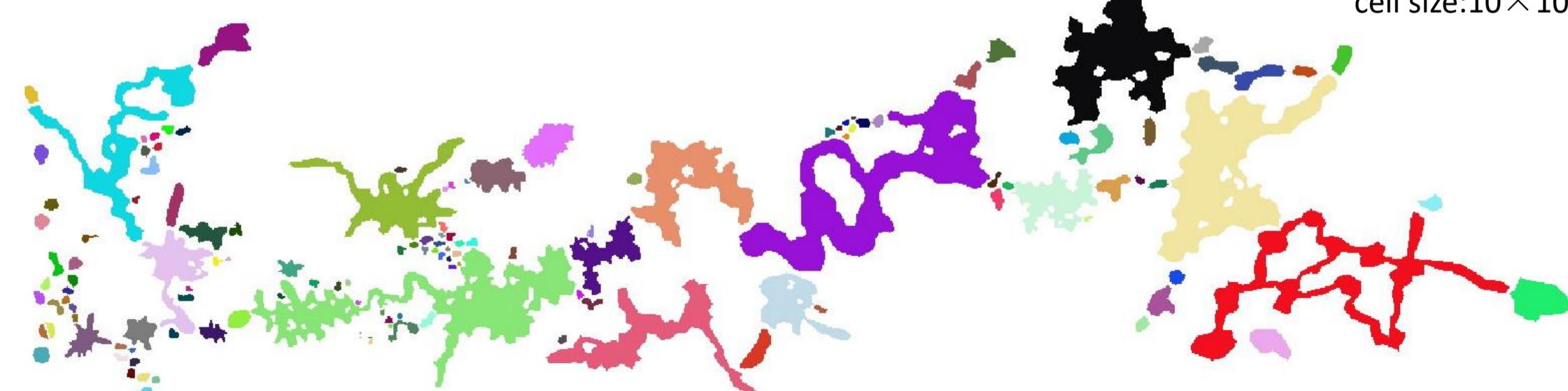
OID	VALUE	COUNT	area
0	0	91	9100
1	1	32	3200
2	2	53	5300
3	3	40	4000
4	4	41	4100
5	5	52	5200
6	6	17	1700
7	7	139	13900
8	8	39	3900
9	9	10	1000
10	10	3	300
11	11	2	200
12	12	36	3600
13	13	4	400
14	14	361	36100
15	15	504	50400
16	16	47	4700
17	17	8	800
18	18	51	5100
19	19	63	6300
20	20	201	20100
21	21	141	14100

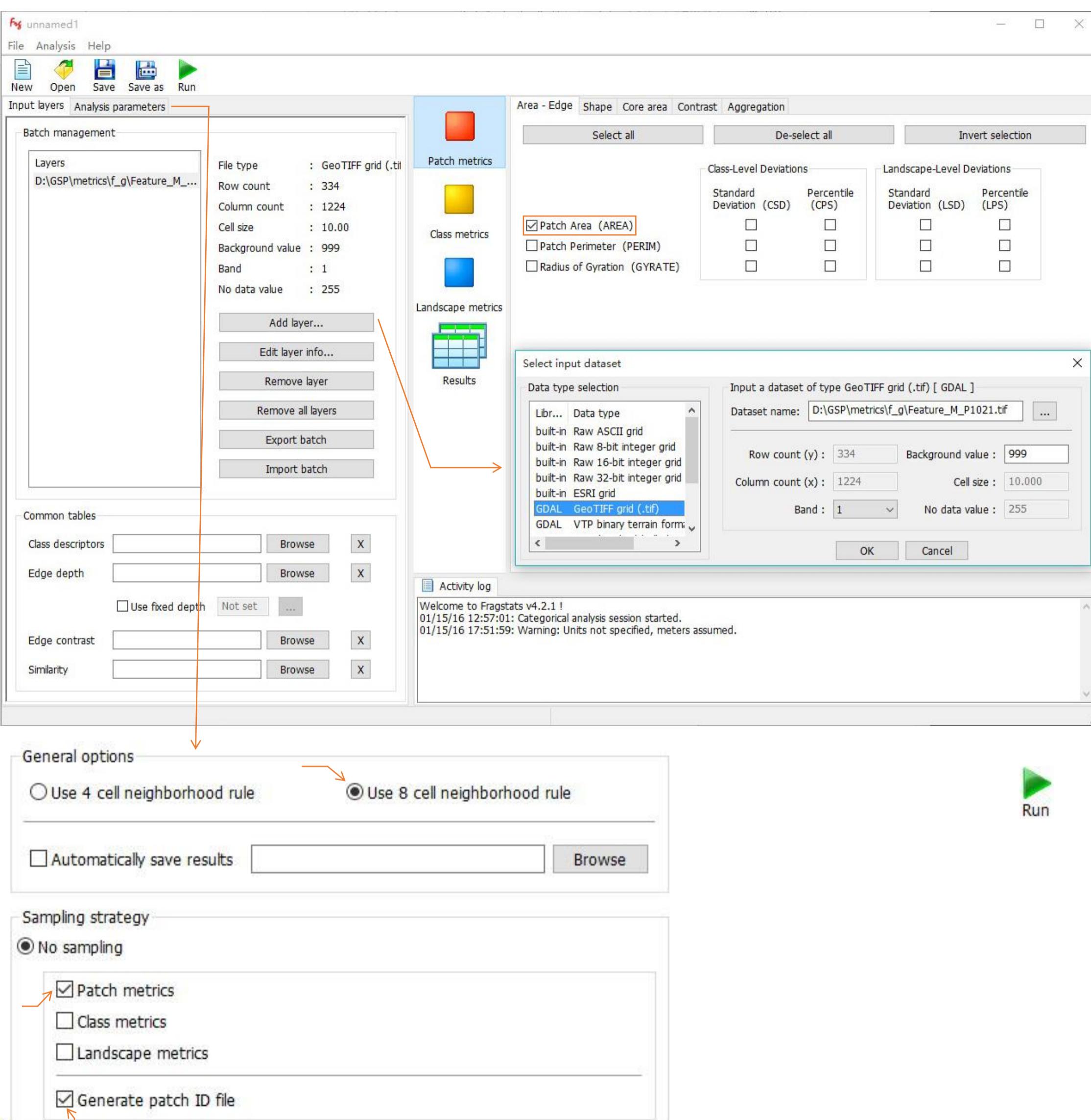


栅格化后的斑块面积受到单元(cell)尺寸的影响

根据斑块包含单元数量计算面积

cell size:10×10



将栅格化文件在Fragstats中加载，计算斑块面积

Patch Class Landscape

	LID	PID	TYPE	AREA
1	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	1	cls_137	57.3200
2	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	2	cls_136	6.8100
3	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	3	cls_135	1.4800
4	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	4	cls_134	2.8100
5	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	5	cls_133	2.4600
6	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	6	cls_132	2.8400
7	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	7	cls_131	2.3800
8	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	8	cls_129	33.8300
9	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	9	cls_130	3.9300
10	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	10	cls_128	1.2600

131	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	131	cls_7	1.3900
132	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	132	cls_6	0.1700
133	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	133	cls_5	0.5200
134	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	134	cls_4	0.4100
135	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	135	cls_3	0.4000
136	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	136	cls_2	0.5300
137	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	137	cls_1	0.3200
138	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	138	cls_0	0.9100



Results

area
9100
3200
5300
4000
4100
5200
1700
13900
3900
1000
300
200
39300
23800
28400
24600
28100
14800
68100
573200

Fragstats计算的结果与原栅格文件PID相逆， TYPE为斑块类型，这里未指定，默认赋予。

Save ADJ file

Save run as...

保存Fragstats专有格式， .patch为保存斑块水平表格信息； .class为保存类型水平表格信息； .land为保存景观水平表格信息； .adj为保存数据源信息。可以使用记事本直接打开， 查看数据。

patch_area.patch

```

patch_area.patch - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

LID , PID , TYPE , AREA
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 1 , cls_137 , 57.3200
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 2 , cls_136 , 6.8100
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 3 , cls_135 , 1.4800
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 4 , cls_134 , 2.8100
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 5 , cls_133 , 2.4600
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 6 , cls_132 , 2.8400
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 7 , cls_131 , 2.3800
D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif , 8 , cls_129 , 33.8300

```

注：逗号分隔

Fragstats生成的栅格文件，在ArcGIS中加载，可查看Fragstats计算结果对应的斑块ID



将.patch文件转换为Excel文件，仅保留PID和AREA字段，**一般另存为97-2003的.xls格式**，使用ExcelToTable_conversion (Input_Excel_File, Output_Table, {Sheet}) 工具转换为属性表，在ArcGIS中加载。

	A	B
1	PID	AREA
2	1	57.32
3	2	6.81
4	3	1.48
5	4	2.81
6	5	2.46
7	6	2.84
8	7	2.38
9	8	33.83
10	9	3.93

Excel

patch_area_ExcelToTable ArcGIS属性表

Table

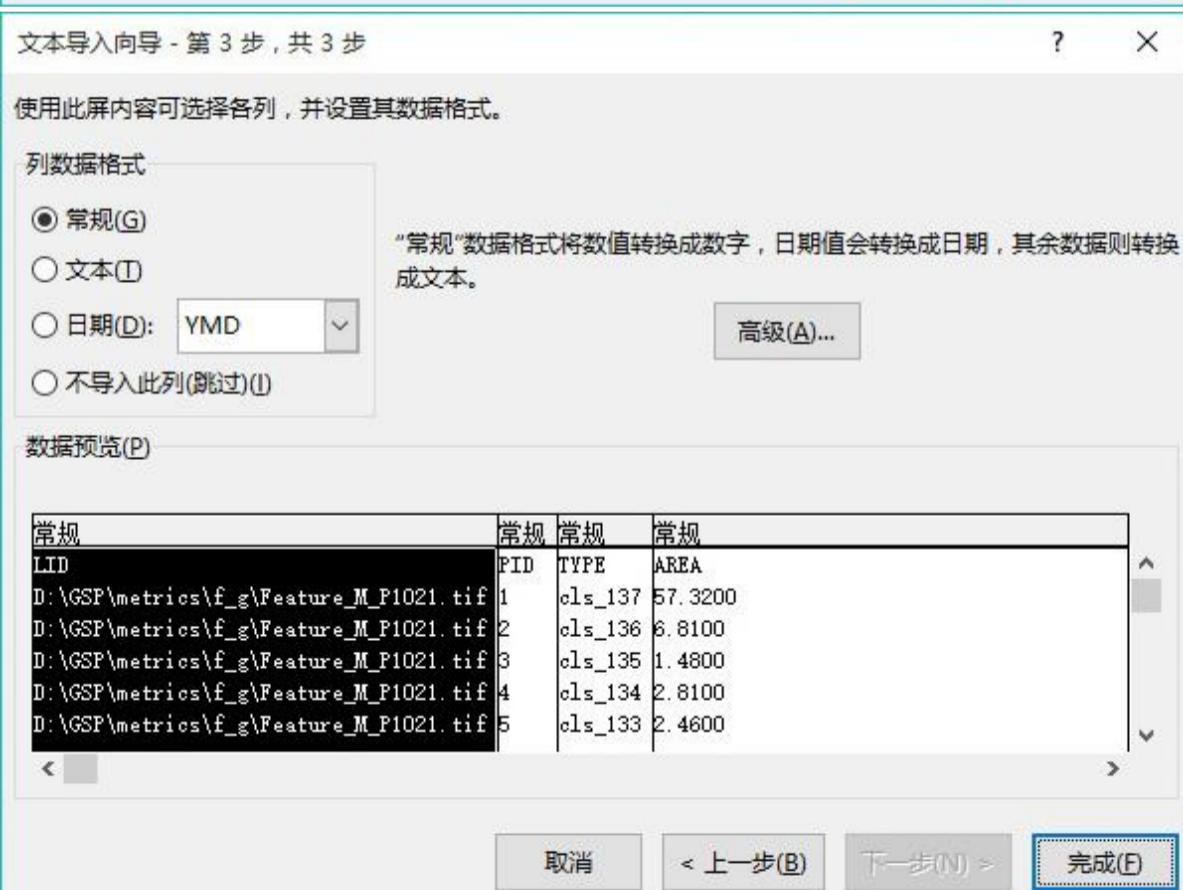
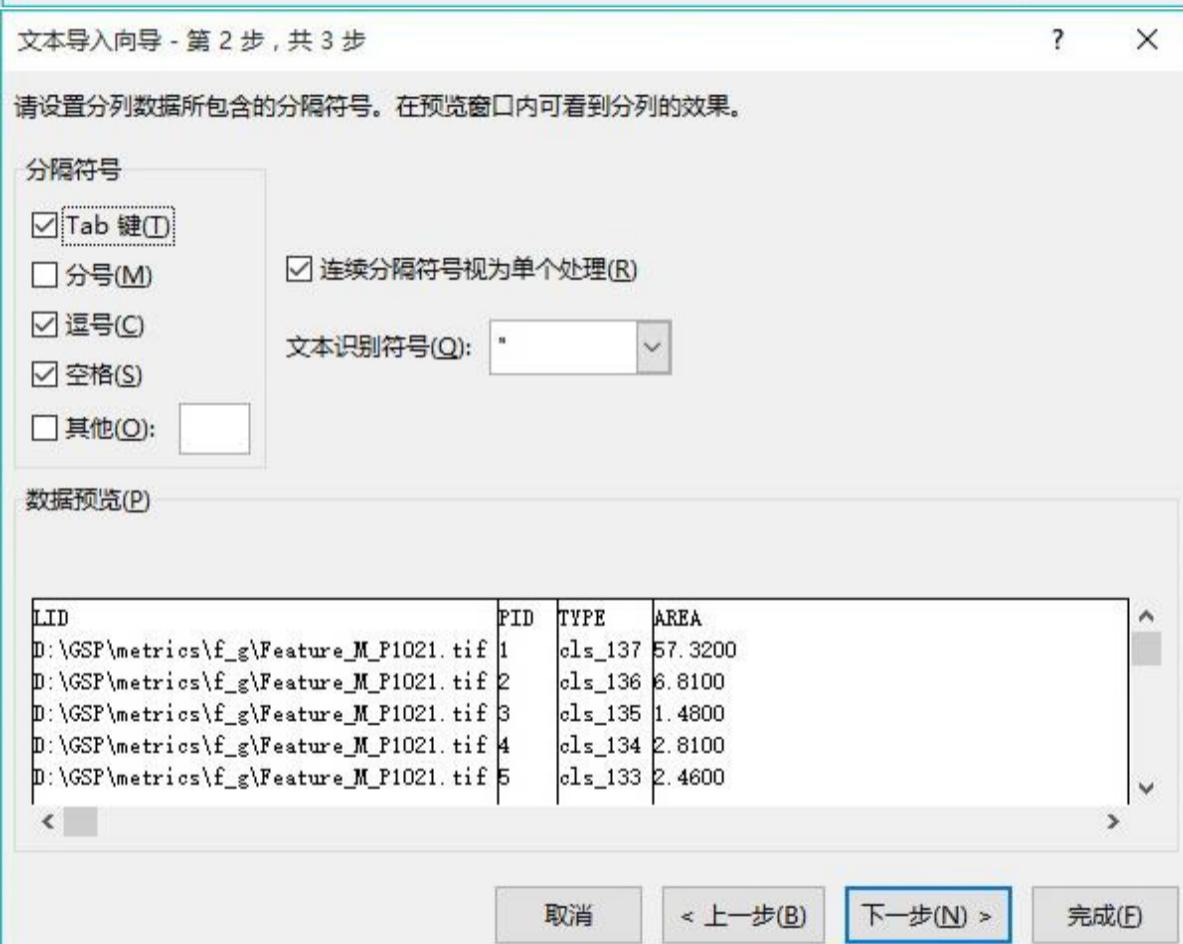
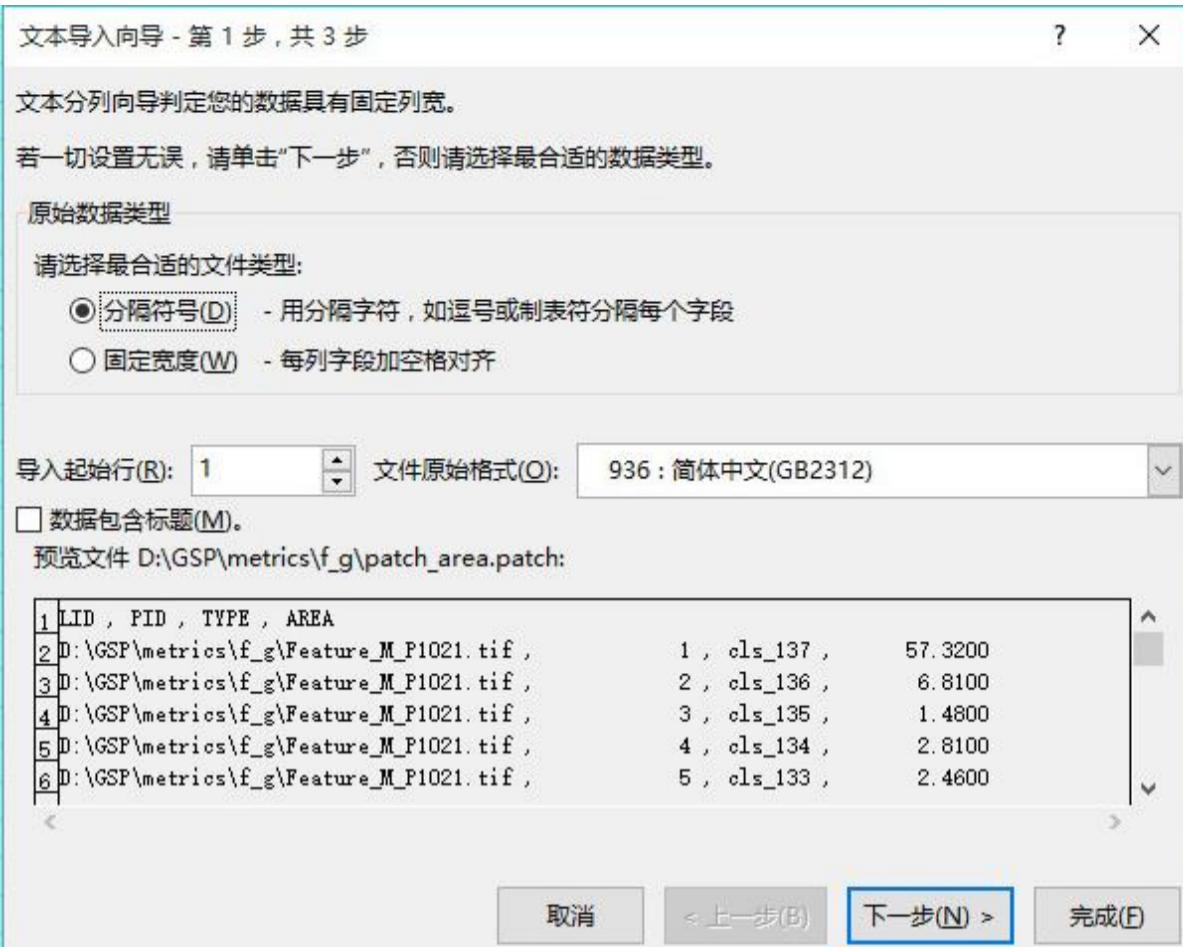
patch_area_ExcelToTable1

OID	PID	AREA
0	1	57.32
1	2	6.81
2	3	1.48
3	4	2.81
4	5	2.46
5	6	2.84
6	7	2.38
7	8	33.83
8	9	3.93
9	10	1.26
10	11	77.26
11	12	1.1
12	13	86.92
13	14	.660000
14	15	.070000

34

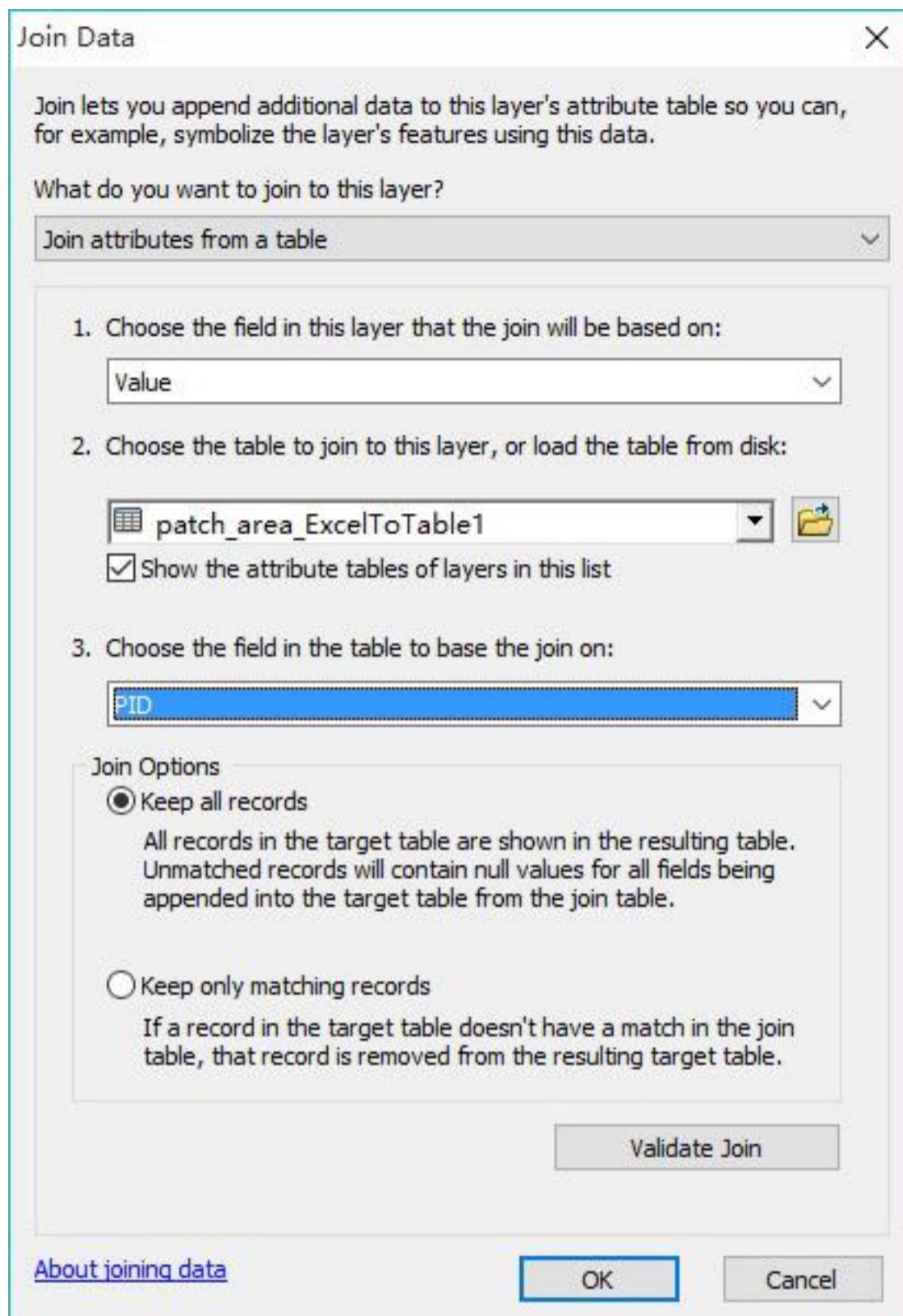
(0 out of 138 Selected)

patch_area_ExcelToTable1



面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术

在加载的Fragstats生成的栅格上右键/Joins and Relates/Join…, 将Fragstats计算的斑块面积连接到该栅格上。



匹配

Table

Feature_M_P1021_id8.tif

	OID	Value	Count	OID	PID *	ARBA
	0	-999	339571			
	1	1	5732	0	1	57.32
	2	2	681	1	2	6.81
	3	3	148	2	3	1.48
	4	4	281	3	4	2.81
	5	5	246	4	5	2.46
	6	6	284	5	6	2.84
	7	7	238	6	7	2.38
	8	8	3383	7	8	33.83
	9	9	393	8	9	3.93
	10	10	126	9	10	1.26
	11	11	7726	10	11	77.26
	12	12	110	11	12	1.1
	13	13	8692	12	13	86.92
	14	14	66	13	14	.66
	15	15	7	14	15	.07
	16	16	179	15	16	1.79

(1 out of 139 Selected)

Feature M_P1021_id8.tif

粒度对面积的影响

Patch Class Landscape cell size:10×10

	LID	PID	TYPE	AREA
1	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	1	cls_137	57.3200
2	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	2	cls_136	6.8100
3	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	3	cls_135	1.4800
4	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	4	cls_134	2.8100
5	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	5	cls_133	2.4600
6	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	6	cls_132	2.8400
7	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	7	cls_131	2.3800
8	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	8	cls_129	33.8300
9	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	9	cls_130	3.9300
10	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	10	cls_128	1.2600

cell size:30×30 真实面积

area
572508
68211.7
14643.1
28188.7
25060.4
28247.5
23764
39716.4
338383
12712.8

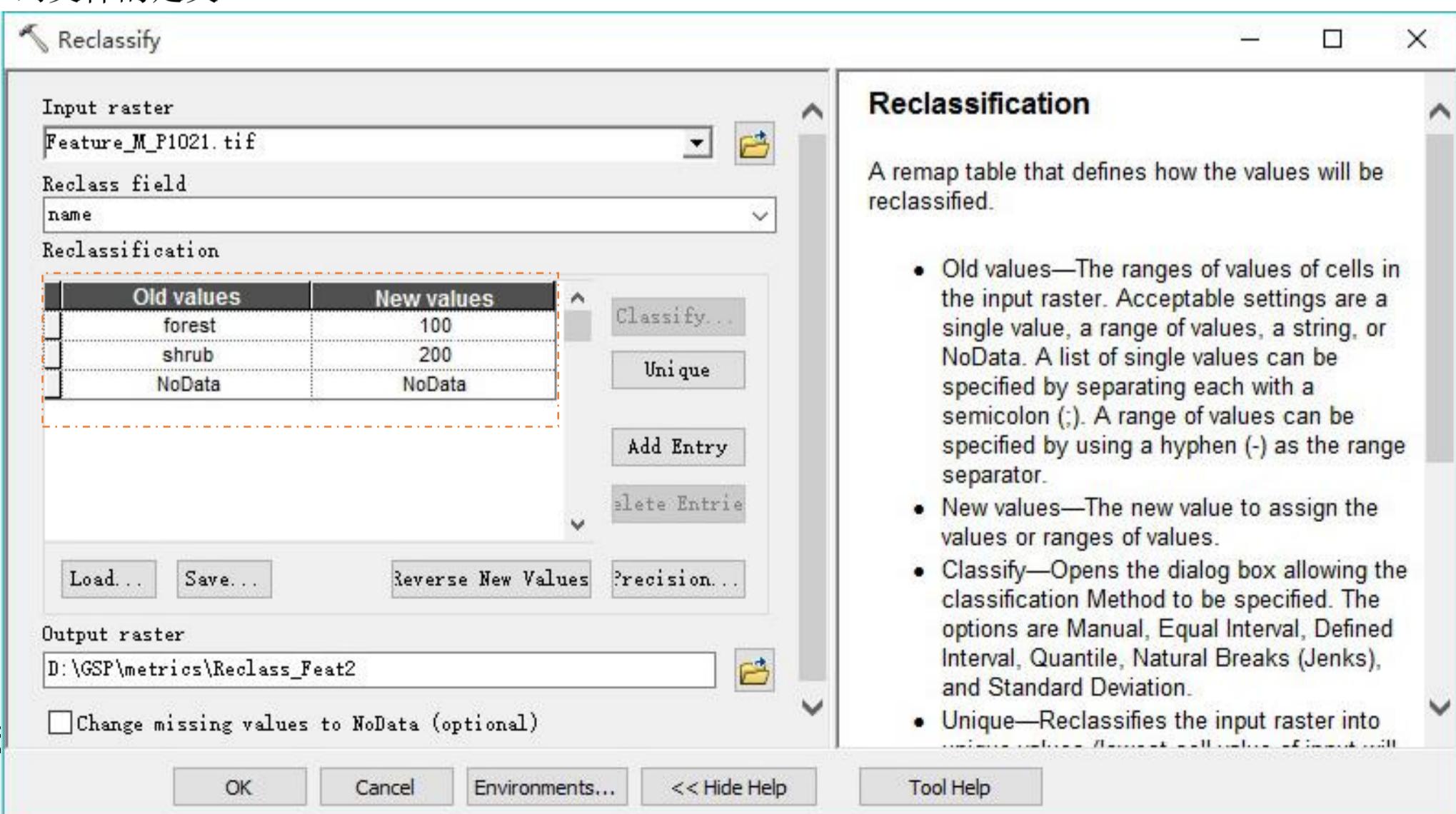
131	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	131	cls_7	1.3900
132	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	132	cls_6	0.1700
133	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	133	cls_5	0.5200
134	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	134	cls_4	0.4100
135	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	135	cls_3	0.4000
136	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	136	cls_2	0.5300
137	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	137	cls_1	0.3200
138	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_M_P1021.tif	138	cls_0	0.9100

13880.7
1809.07
5238.58
4265.6
4041.99
5558.51
3372.19
9154.5

在ArcGIS中使用.shp矢量格式文件计算的面积单位为平方米，通过除以10000可换算成公顷。粒度越大的栅格图像，计算获取的面积结果与真实值之间偏差越大。

定义斑块类型及按类型计算景观指数

在ArcGIS中使用Reclassify_sa (in_raster, reclass_field, remap, {missing_values}, out_raster) 工具重分类用地类型栅格图像，目的在于修改栅格的VALUE值，用于Fragstats的descriptors主字码文件的定义。



面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术

Fragstats的descriptors主字码文件，用记事本编写后，将后缀名.txt修改为.fcd，Fragstats可以直接识别的文件。



ID: 为栅格文件中标识的斑块分类值(即VALUE值)，可选取部分斑块分类值；
Name: 对应斑块类型的标识，定义描述性名称。名称可以为任意长度、包含除了‘，’之外的任意字符。如指定了Name部分的描述性名称，将会在输出结果中显示该名称，否则为默认栅格VALUE字段对应的值。

Enabled: 指定斑块类型为“true”或者“t”时，Fragstats计算该类型斑块，输出景观指数；当为“false”或者“f”时，不计算该类型斑块，无输出结果。

IsBackground: 可设置为“true”或者“t”，以及“false”或者“f”，确定指定的类型斑块是否作为背景。需要注意，指定类型斑块作为背景会影响很多景观指数的计算结果。

用前文同样的方法可以把计算后的斑块面积在ArchGIS下追加到Fragstats生成的栅格文件中，此处不再赘述。

	LID	PID	TYPE	AREA
98	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	130	forest	1.3900
99	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	131	forest	0.1700
100	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	134	forest	0.4000
101	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	135	forest	0.5300
102	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	136	forest	0.3200
103	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	137	forest	0.9100
104	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	9	shrub	3.9300
105	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	24	shrub	0.2000
106	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	28	shrub	0.1700
107	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	33	shrub	1.3000
108	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	39	shrub	0.6100

计算斑块类型面积 (C1)Total (Class) Area+景观面积(L1)Total Area

	LID	TYPE	CA
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	forest	585.8200
2	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	shrub	106.6300

	LID	TA
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	692.4500

585.8200+106.6300=692.4500

• 斑块所占景观面积比例(C)+最大斑块占景观面积比例(C|L)+斑块面积分布(C|L)

(C2) Percentage of Landscape 斑块所占景观面积比例

$$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$$

Pi = 斑块类型i总面积占景观总面积的比例
 aij = 第i类第j个斑块的面积, 单位m²
 A = 景观总面积, 单位平方米

描述: PLAND等于相关类型斑块总面积除以景观总面积, 单位分别为平方米, 再乘以100%转换为百分比; 换言之, 为组成景观的相应类型斑块所占百分比。需要注意, 景观总面积包含背景部分;

单位: 百分比;

区间: 0<PLAND≤100。当斑块类型种类急剧增多时, PLAND值趋近于0; 当整个景观仅包含一种类型斑块时, PLAND值为100%, 即整个景观只由一个单独的类型斑块组成;

解释: 斑块所占景观面积比例量化每一类型斑块所占景观总面积的比例。类似斑块类型面积, 该指数在很多生态运用景观组成测量中具有重要作用。然而, PLAND是一个相对测量值, 较之用于比较尺寸变化景观的斑块类型面积, PLAND更适合于测量景观组成。

(C3) Largest Patch Index 最大斑块占景观面积比例

$$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$$

aij = 第i类第j个斑块的面积, 单位m²
 A = 景观总面积, 单位平方米

描述: LPI等于一个斑块类型中最大的斑块面积除以总景观面积, 再乘以100%, 即最大斑块占景观总面积的百分数。需要注意, 景观总面积包括内部的背景区域;

单位: 百分比;

区间: 0<LPI≤100。当组成斑块类型中最大斑块的面积逐步减小时, LPI的值趋于为0; 当景观只由一个大斑块组成时, LPI为100, 即最大斑块占据了整个景观范围;

解释: 在斑块类型水平上, 最大斑块占景观面积比例测量每一类型最大斑块占景观总面积的百分比。LPI是一个简单的优势度测量指数。

Class

	LID	TYPE	PLAND	LPI
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	forest	84.6011	12.5525
2	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	shrub	15.3989	10.8946

fragstats计算结果

(L2) Largest Patch Index 最大斑块占景观面积比例

$$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} \times 100$$

aij = 第i类第j个斑块的面积, 单位m²
A=景观总面积, 单位平方米

描述: LIP等于最大斑块的面积与景观总面积的比值, 再乘以100%转化为百分比。即最大斑块占景观总面积的百分比。需要注意, 景观总面积包含内部背景区域面积;

单位: 百分比;

区间: 0<LPI≤100。当最大斑块的面积逐步减小时, LPI的值趋于为0; 当景观只由一个大斑块组成时, LPI为100, 即最大斑块占据了整个景观范围;

解释: 在景观类型水平上, 最大斑块占景观面积比例测量最大斑块占景观总面积的百分比。LPI是一个简单的优势度测量指数。

Landscape		
LID	LPI	
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	12.5525

fragstats计算结果

斑块面积分布(C|L)

Distribution Statistics 分布统计	均值	面积加权平均	中位数	范围	标准差	变异系数
	Mean (MN)	Area-Weighted Mean (AM)	Median (MD)	Range (RA)	Standard Deviation (SD)	Coefficient of Variation (CV)
Patch Area (AREA_?)	<input type="checkbox"/>					

经典统计:一个变量(单变量)的分布描述

探索地理信息系统辅助规划设计中最为重要的一个方面就是统计学的应用。我们可以直接计算斑块的面积, 但是却很难直接了解斑块面积的分布情况, 例如斑块大小的集中和分散程度等。这时我们就需要借助统计学的相关方法来描述数据的分布情况。

对单变量的统计主要包括**集中趋势指标**和**离散趋势指标**。集中趋势指标主要包括众数、中位数、均值、加权平均数等来反应数值的集中趋势; 离散趋势指标主要包括极差、最小值、最大值和百分位数、平均差、方差、标准差和加权标准差及变异系数等来反应数值沿数值线集中或者分散的程度。

集中趋势能反映数据的典型特征, 例如不同地区的典型气温, 来获得对该区域某一事物或情况的一个总体印象。集中趋势中的均值能够很好的反映数值的集中趋势, 但是均值不能够反映各数值沿数值线在均值周围的集中或分散程度, 因此需要各种离散趋势指标。

单变量分布描述

{

集中趋势指标: 众数、中位数、均值、加权平均数

离散趋势指标: 极差、最小值、最大值和百分位数、平均差、方差、标准差和加权标准差及变异系数

众数

众数是最简单的集中趋势指标，是一组数据中出现得最频繁的数据值，因此也称之为最常见值(modal value)。对于分类数据或定类数据，所含观测单位最多或者频数最高的分类便是众数(mode)

由于精度的取舍，斑块之间会有部分面积相等的情况，存在众数。当前的面积单位为公顷，最小值为0.02，最大值为86.92。我们新建一个字段，使用字段计算的方法，将0~90区间划分为0 ~30、31 ~60、61 ~90三个子区间，将符合区间的值分别归类为low、medium和high。

TYPE	AREA
forest	4.8
forest	.16
forest	.26
forest	.24
forest	.93
forest	2.01
forest	.63
forest	.51
forest	.47
forest	5.04
forest	.04
forest	.02
forest	1.39
forest	.17
forest	.4
forest	.53
forest	.32
forest	.91
shrub	3.93
shrub	.2
shrub	.17
shrub	1.3
shrub	.61
shrub	.39
shrub	2.76
shrub	.18

前文计算指定分类的斑块面积

TYPE	AREA	partition
forest	33.83	medium
forest	1.26	low
forest	77.26	high
forest	1.1	low
forest	86.92	high
forest	.66	low
forest	.07	low
forest	1.79	low
forest	.67	low
forest	.19	low
forest	9.15	low
forest	.31	low
forest	4.14	low
forest	.5	low
forest	.57	low
forest	.47	low
forest	1.32	low
forest	.42	low
forest	.22	low
forest	30.11	medium
forest	34.21	medium
forest	.42	low
forest	.48	low
forest	1.33	low
forest	8.4	low
forest	.36	low

增加字段，并字段计算
Pre-Logic Script Code

```
def partition(area):
    if area<=30:
        return 'low'
    if area>30 and area<=60:
        return 'medium'
    else:
        return 'high'

expression
partition( !reclassify_fs.xls_ExcelToTab.AREA! )
```

将附属于栅格图像的属性表，通过Table/Export输出为单独的属性表加载在图层中。通过Python编写脚本，计算partition字段分类中low、medium和High各自出现的次数。

```
>>> import arcpy
>>> lst=[]
>>>
cursor=arcpy.da.SearchCursor("partition",'partition')
>>> for row in cursor:
...     lst.append(row[0])
...
>>> del cursor,row
>>> n_low=lst.count('low')
>>> n_low
129
>>> n_medium=lst.count('medium')
>>> n_medium
6
>>> n_high=lst.count('high')
>>> n_high
3
```

low为129，medium为6，high为3，因此分类变量的众数是low

中位数

中位数是另一个常用的集中趋势指标。在一组数据中，中位数是对所有数值进行升序或降序排列后，位于中间的那个数值，即对数据值进行排序后，无论是升序还是降序，其中一半数值将小于中位数，另一半将大于中位数。如果数据有偶数个，则中位数为中间两个值的平均值。

中位数受数据中非常大和非常小的值，即异常值(又称为离群值)的影响小。这是因为中位数是通过对数据排序后，由数值的相对位置确定，而异常值不会影响数值线上中间值的位置。例如对于数列[1,2,3,4,5,6,7,8,9]，中位数为 $(9+1)/2=5$ ；而对于[1,2,3,4,5,6,7,8,18]，其中18为异常值，与其它值相差非常大，尽管如此，该数列的中位数依然为5，不会受到异常值的影响。

```
>>> import arcpy
>>> cursor=arcpy.da.SearchCursor("partition",'area')
>>> lst=[]
>>> for row in cursor:
...     lst.append(row[0])
...
>>> del cursor, row
>>> print(lst)
[0.0, 57.32, 6.81, 1.48, 2.81, 2.46, 2.84, 2.38, 33.83, 3.93, 1.26, 77.26, 1.1, 86.92, 0.66, 0.07,
1.79, 0.67, 0.19, 9.15, 0.31, 4.14, 0.5, 0.57, 0.2, 0.47, 1.32, 0.42, 0.17, 0.22, 30.11, 34.21, 0.42,
1.3, 0.48, 1.33, 8.4, 0.36, 17.39, 0.61, 0.92, 2.82, 0.39, 0.13, 0.78, 0.24, 0.44, 2.76, 0.18, 1.23,
1.57, 0.29, 0.84, 59.26, 1.08, 12.38, 0.24, 4.06, 0.68, 0.38, 0.43, 16.34, 0.16, 0.34, 0.48, 0.5,
0.45, 0.3, 0.28, 0.28, 75.44, 0.34, 0.25, 0.12, 0.48, 0.19, 0.32, 1.13, 0.23, 0.13, 0.83, 0.33, 0.12,
1.69, 0.08, 0.17, 1.15, 16.76, 0.58, 0.54, 10.96, 0.39, 0.21, 33.08, 0.32, 3.33, 0.38, 0.17, 0.32,
0.69, 0.18, 0.65, 0.36, 0.89, 0.79, 0.13, 0.31, 0.39, 0.14, 2.0, 4.8, 0.16, 0.26, 4.05, 0.24, 0.93,
2.01, 1.41, 0.63, 0.51, 0.08, 0.47, 3.61, 5.04, 0.04, 0.36, 0.02, 0.03, 0.1, 0.39, 1.39, 0.17, 0.52,
0.41, 0.4, 0.53, 0.32, 0.91]
>>> lst.sort()
>>> lst
[0.0, 0.02, 0.03, 0.04, 0.07, 0.08, 0.08, 0.1, 0.12, 0.12, 0.13, 0.13, 0.13, 0.14, 0.16, 0.16, 0.17,
0.17, 0.17, 0.17, 0.18, 0.18, 0.19, 0.19, 0.2, 0.21, 0.22, 0.23, 0.24, 0.24, 0.24, 0.25, 0.26, 0.28,
0.28, 0.29, 0.3, 0.31, 0.31, 0.32, 0.32, 0.32, 0.33, 0.34, 0.34, 0.36, 0.36, 0.36, 0.38, 0.38,
0.39, 0.39, 0.39, 0.4, 0.41, 0.42, 0.42, 0.43, 0.44, 0.45, 0.45, 0.47, 0.47, 0.48, 0.48, 0.48, 0.5, 0.5,
0.51, 0.52, 0.53, 0.54, 0.57, 0.58, 0.61, 0.63, 0.65, 0.66, 0.67, 0.68, 0.69, 0.78, 0.79, 0.83, 0.84,
0.89, 0.91, 0.92, 0.93, 1.08, 1.1, 1.13, 1.15, 1.23, 1.26, 1.3, 1.32, 1.33, 1.39, 1.41, 1.48, 1.57,
1.69, 1.79, 2.0, 2.01, 2.38, 2.46, 2.76, 2.81, 2.82, 2.84, 3.33, 3.61, 3.93, 4.05, 4.06, 4.14, 4.8,
5.04, 6.81, 8.4, 9.15, 10.96, 12.38, 16.34, 16.76, 17.39, 30.11, 33.08, 33.83, 34.21, 57.32, 59.26,
75.44, 77.26, 86.92]
>>> lst_len=len(lst)
>>> lst_len
138
>>> if lst_len%2==0:
...     median=sum([lst[int(lst_len/2)],lst[int(lst_len/2-1)]])/2
... else:
...     median=lst[int((lst_len+1)/2-1)]
...
>>> median
```

中位数计算时，首先将获取的面积列表使用sort()函数排序，再计算列表长度，判断长度的奇偶，分别求取。该例中位数为0.505，位于low区间。

AREA
57.32
6.81
1.48
2.81
2.46
2.84
2.38
33.83
3.93
1.26
77.26
1.1
86.92
.66
.07
1.79
.67
.19
9.15
.31
4.14
.5
.57
.2
.47
1.32
.42
.17
.22
30.11
34.21
.42
1.3
.48
1.33
8.4
.36
17.39
.61
.92
2.82
.39
.13
.78
.24
.44
2.76
.18
1.23
1.57
.29
.84
59.26
1.08
12.38
.24
4.06
.68
.38
.43
16.34

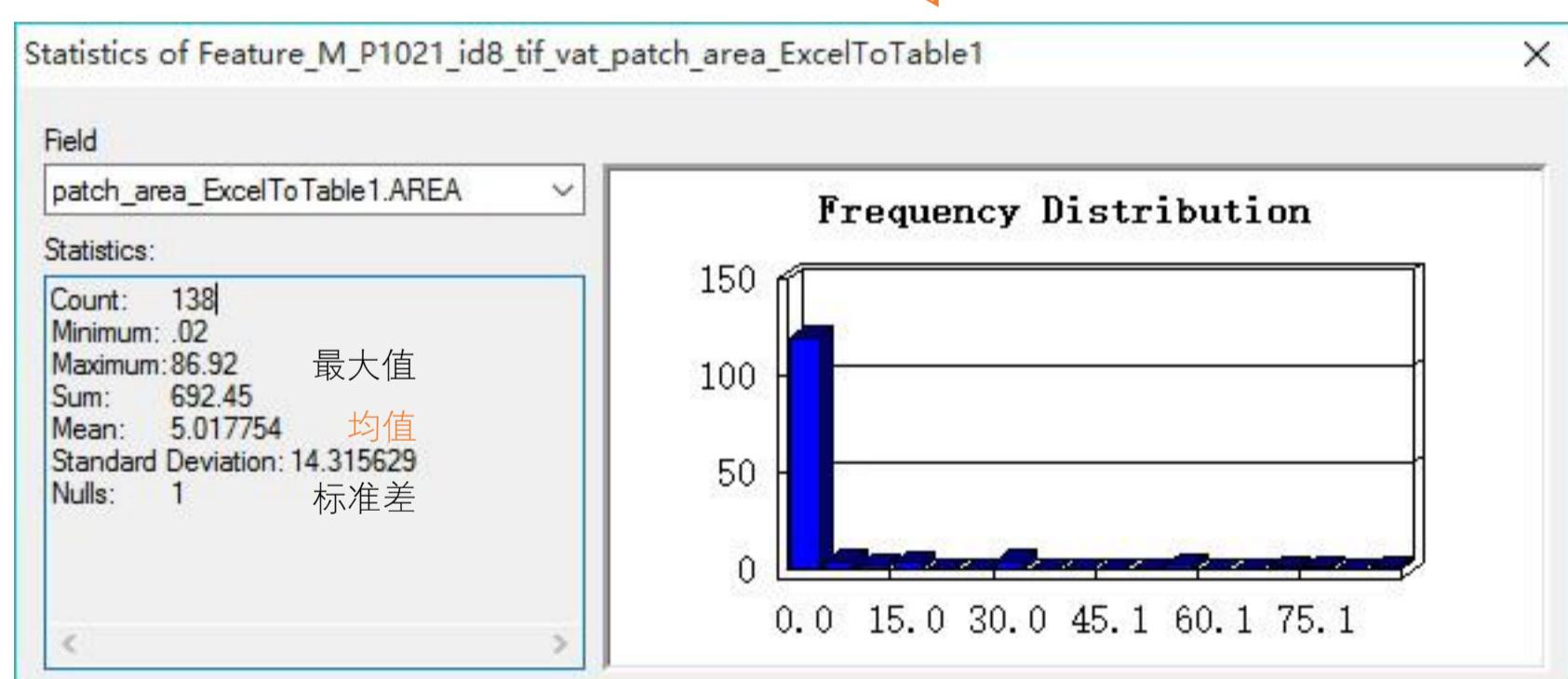
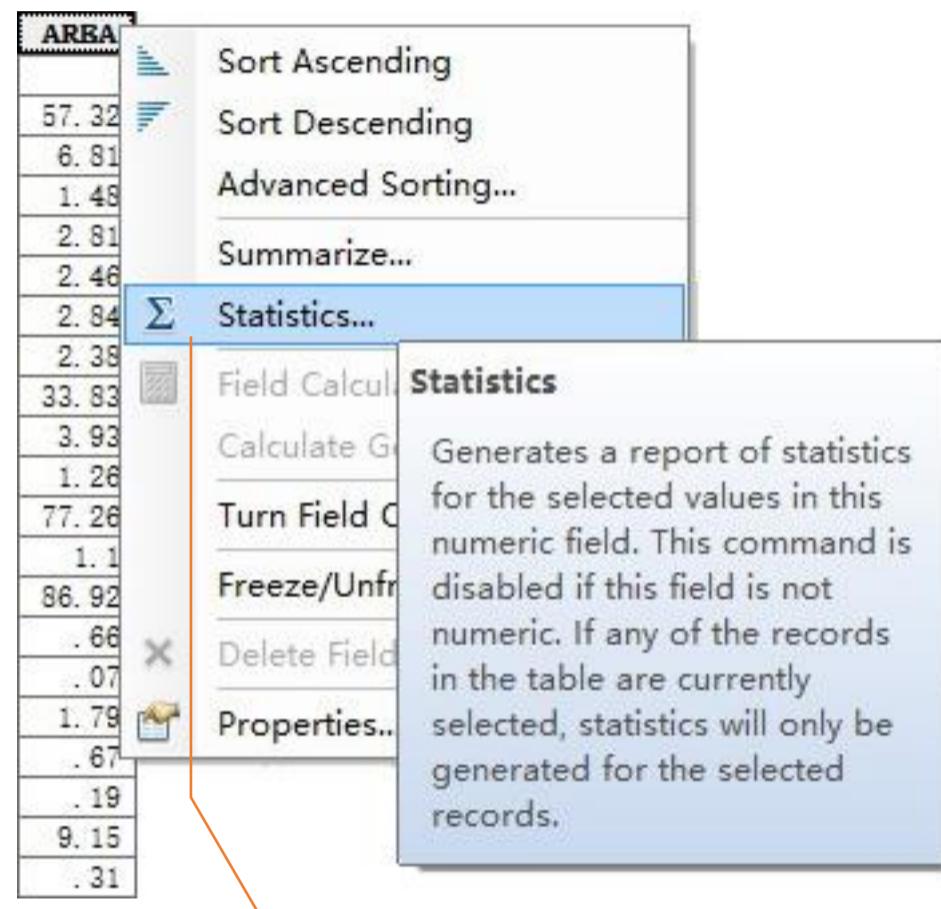
均值

均值(平均数)是最常用的集中趋势指标。如果有n个观测单位，每个观测单位有一个观测值x_i，则算数平均数为：

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

以大写希腊字母SIGMA表示求和，读作“对x_i求和，i从1到n”

读作x拔，通常表示变量的均值。



数列中的各数据值与均值之差的和应为零，即 $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})$ 。这意味着部分数据值大于均值，与均值之差为正，部分数据值小于均值，与均值之差为负，但是所有负差之和等于所有正差之和，各数值与均值之差的大小因能互相抵消，从而使得所有差值之和为0。 $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})$ 在统计学中称为一阶矩，因此算数平均数称为一阶矩统计量。

尽管算数平均数能够较好的代表一组数据值，但是如果数据集中存在异常值，算数平均数往往不能很好的表示集中趋势，算数平均数对异常值很敏感。例如数列[1,2,3,4,5,6,7,8,9]的平均数为5，而[1,2,3,4,5,6,7,8,180]的平均数为24，均值被一个较大的异常值拉到了右边。

加权平均数(分组平均数)

如果数据值被划分成不同的组或不同的分类，那么每一组中的所有数据都将由一个总的值来代表。在这种情况下，均值的计算方法与简单算数平均数略有不同。由分组数据计算出来的均值称为分组平均数或者加权平均数。

在被分成若干组的数据中，位于各组数据上限或下限中间的值称为各组数据的代表值或中点值。如果 x_i 是第*i*组数据的中点值， f_i 是该组数据所含数据值的个数(频数)，那么加权平均数 \bar{x}_w 计算如下：

$$\bar{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i} \quad \text{其中 } k \text{ 是组数。}$$

即先用各组数据的代表值乘以相应组的频数，并将得到的积相加，获取分子，然后用相加得到的和除以观测单位总数，即分母。

类别	频数(f_i)	范围	中点值(x_i)	$f_i x_i$
low	129	0 ~ 30	15	1935.0
medium	6	31 ~ 60	45.5	273.0
high	3	61 ~ 90	75.5	226.5
合计(Σ)	138			2434.5

计算中点值定义的函数median，输入条件a、b为范围值，如果a=0、b=30，则区间为0~30并包括0和30。

```
def median(a,b):
    lst=list(range(a,b+1))
    if (b-a)%2==0:
        median=lst[int((b-a)/2)]
    else:
        median=(lst[int((b-a+1)/2)]+lst[int((b-a-1)/2)])/2
    return median
>>> median(0,30)
15
>>> median(31,60)
45.5
>>> median(61,90)
75.5
```

各中点值与与相应频数的乘积之和为2434.5，总频数即分类前数据个数为138，加权平均数 $=2434.5/138 \approx 17.64$ ，而均值约等于5.02。相对而言，算数平均数能够更准确的代表数据的集中趋势，而加权平均数的变化主要受到代表值或者中点值大小的影响。

极差、最小值、最大值和百分位数

给定一个数列，数列中最小的数值便是最小值，最大的数值便是最大值。一组数据的极差就是最大值减去最小值得到的差。

最小值	
最大值	
Count:	138
Minimum:	.02
Maximum:	86.92
Sum:	692.45
Mean:	5.017754
Standard Deviation:	14.315629
Nulls:	1

$$\text{极差} = \text{最大值} - \text{最小值} = 86.9$$

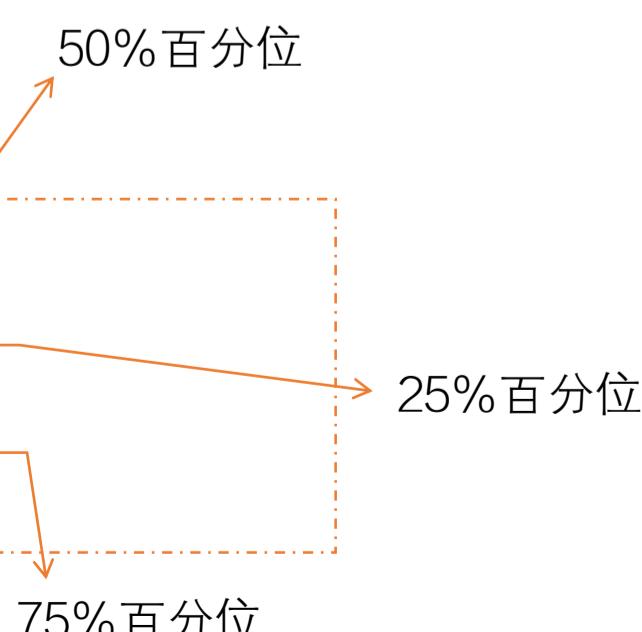
一般，数列的极差越大，数据就越分散。例如定义两个数列(列表)，`lst_a=[1,3,5,7,9,11,13]`，`lst_b=[-11,-5,1,7,13,19,25]`。极差分别为12和36，可以表明`lst_b`较之`lst_a`分散。但是极差只能表明数值分散的有多远，而不能够反应数值的分散方式。一般来说数据值很少会在极差范围内均匀分布，即可能聚集在某个特定值周围或偏向较大的值，也可能在最大值和最小值之间随机分布。

为了获得有关数据值分布情况的更多信息。先对数列进行升序排序，再在数据极差范围内确定一些分割值，例如确定第25个、第50个和第75个百分位数。例如`lst_a`的第25个百分位数为3，而`lst_b`为-5，而第50个百分位数同样为7，第75个百分位数分别为11和19，百分位数就是数据集中有相应百分比的数据小于它们的那些数据值。`lst_a`中3和11较之`lst_b`中-5和19更加接近，进一步表明`lst_b`较之`lst_a`分散。

```
def percentile(N, percent):
    import math
    if not N:
        return None
    N.sort()
    k=(len(N)-1) * percent
    f=math.floor(k)
    c=math.ceil(k)
    if f==c:
        return N[int(k)]
    d_a=N[int(f)]*(c-k)
    d_b=N[int(c)]*(k-f)
    return d_a+d_b
```

```
>>> import arcpy
>>> cursor=arcpy.da.SearchCursor("partition",['area'])
>>> lst=[]
>>> for row in cursor:
...     lst.append(row[0])
...
>>> del cursor, row
>>> lst.sort()
>>> percentile(lst,0.5)
0.505
>>> percentile(lst,0.25)
0.2825000000000003
>>> percentile(lst,0.75)
1.660000000000001
```

$lst_a=[1,3,\underline{5},\underline{7},9,11,13]$
 $k=(7-1)*0.2=1.2$
 $f=1$
 $c=2$
 $d_a=3*(2-1.2)=2.4$
 $d_b=5*(1.2-1)=1$
 $\text{percentile}=2.4+1=3.4$



$$\begin{aligned}
 & i=1 & 0.5(4) \\
 & 3 & 0.25(3.5) \\
 & i=2 & 5 \\
 & 0.2(x) \\
 & 0.2 & 0.8 \\
 & \frac{x - 3}{5 - x} = \frac{0.2}{0.8} \\
 & (x - 3) \times 0.8 = (5 - x) \times 0.2 \\
 & x = 5 \times 0.2 + 3 \times 0.8
 \end{aligned}$$

平均差

极差、最大最小值和百分位数一般只用到了数列中的一个或几个数据值，与它们不同的是，平均差(mean deviation)考虑了数列中的所有数据值。平均差的计算方法是将各单个数值减去均值得到的差相加，然后再将所得到的和除以观测单位的个数。为了防止正值与负值相互抵消，对各数据值与均值的差取绝对值，将复数的差值转换为正的差值。即平均差是所有数值与它们均值之差的平均数。

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

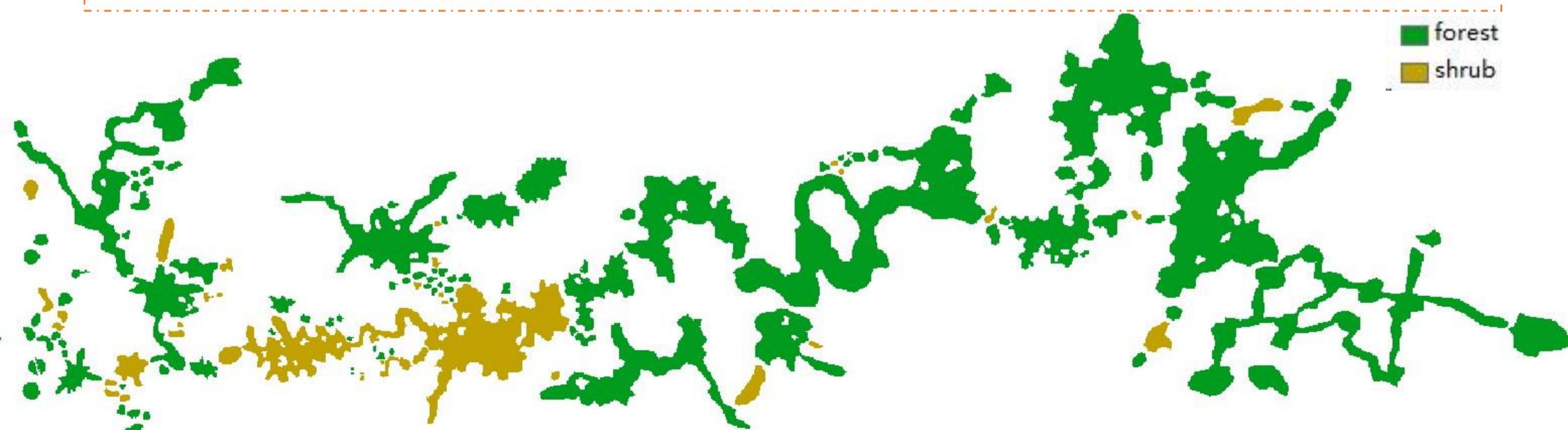
`lst_a=[1,3,5,7,9,11,13]`, `lst_b=[-11,-5,1,7,13,19,25]`, `lst_a`的平均差为3.4286, 而`lst_b`的平均差为10.285, 表明`lst_b`较之`lst_a`的数据更加分散。平均差易于计算和理解, 能够利用来自所有数据的信息, 简便的概括一组数据的分散情况。数据中的每个值都会对平均差阐述影响, 离均值较近的值对平均差的贡献较小, 离均值较远的值对平均差的贡献较大。但是这个指标因为差值均被转换为正值, 只涉及各数值与均值的距离, 没有考虑各数值的方向。对于这个统计量, 异常值会对计算结果产生重要影响。

```
>>> import arcpy
... cursor=arcpy.da.SearchCursor("partitiont",'type','area')
... forest_lst=[]
... shrub_lst=[]
... for row in cursor:
...     if row[0]=='forest':
...         forest_lst.append(row[1])
...     if row[0]=='shrub':
...         shrub_lst.append(row[1])
...     else:
...         pass
... del cursor, row
...
>>> len(forest_lst)
103
>>> len(shrub_lst)
34
```

```
>>> def mean_deviation(lst):
...     mean=sum(lst)/len(lst)
...     m_deviatoin=sum([abs(i-mean) for i in lst])/len(lst)
...     return m_deviatoin
>>> mean_deviation(forest_lst)
8.139394853426335
>>> mean_deviation(shrub_lst)
4.392889273356401
```

定义计算平均差的函数

分别计算斑块类型面积的平均差, `forest`类型平均差为8.139, `shrub`类型平均差为4.393, 表明`forest`类型斑块较之`shrub`类型斑块面积大小更加分散。



方差和标准差

在计算平均差时，将各数据值与均值之差的绝对值称为离差。如果不取绝对值，最终得到的平均值就会为零，或者非常接近零(由于误差)。另一种避免正负离差相抵消的方法，就是在相加之前，先计算所有离差的平方值。由于所有的平方值都是正的，因此将各数据与均值之差的平方值相加不会导致任何抵消。通过这种方式计算的统计量称为方差(variance)，记为 σ^2 ，公式如下：

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - u)^2}{n}$$

u 为总体均值

```
>>> import arcpy
... cursor=arcpy.da.SearchCursor("partitiont",'type','area')
... forest_lst=[]
... shrub_lst=[]
... for row in cursor:
...     if row[0]=='forest':
...         forest_lst.append(row[1])
...     if row[0]=='shrub':
...         shrub_lst.append(row[1])
...     else:
...         pass
... del cursor, row
>>> len(forest_lst)
103
>>> len(shrub_lst)
34
```

```
>>> def variance(lst):
```

定义计算方差的函数

```
...     import math
...     mean=sum(lst)/len(lst)
...     variance=sum([math.pow(i-mean,2) for i in lst])/len(lst)
...     return variance
```

...

```
>>> variance(forest_lst)
```

与平均差计算后比较结果一致，forest类型方差为
221.24，shrub类型方差为159.78，表明forest类型
斑块较之shrub类型斑块面积大小更加分散。

```
221.24458148741653
>>> variance(shrub_lst)
159.78264126297574
```

尽管方差能够衡量数据的离散程度，但是因为值会非常大，因此并不常用。对离差求平方的过程通常会导致非常大的计算结果，无法直接与原始数据值进行比较。因此，通常用方差的平方根来描述数据集的离散程度，即标准差(standard deviation)，公式如下：

```
>>> def standard_deviation(lst):
```

定义计算标准差的函数

```
...     import math
...     mean=sum(lst)/len(lst)
...     variance=sum([math.pow(i-mean,2) for i in lst])/len(lst)
...     s_d=math.sqrt(variance)
...     return s_d
```

```
>>> standard_deviation(forest_lst)
```

forest斑块类型面积标
准差为14.9，shrub斑块
类型面积标准差为12.6。

```
14.874292638220364
>>> standard_deviation(shrub_lst)
12.640515862217638
```

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - u)^2}{n}}$$

Count:	138
Minimum:	.02
Maximum:	86.92
Sum:	692.45
Mean:	5.017754
Standard Deviation:	14.315629
Nulls:	1

加权方差和加权标准差

$$\sigma_w^2 = \frac{\sum_{i=1}^k f_i (X_i - \bar{x}_w)^2}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

f_i 为第*i*组的频数;
 X_i 为第*i*组的中点值;
 \bar{x}_w 为加权平均数;
 k 为组数。

$$\sigma_w^2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i^2 - \sum_{i=1}^n f_i \bar{x}_w^2}{\sum_{i=1}^n f_i} \rightarrow \bar{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i}$$

加权平均数公式

与加权平均数的计算相似，从代表分组数据值(或观测单位)的数据中得出加权方差和加权标准差。先求各数据值对加权平均数离差的平方，然后再与各组的频数或者权重相乘。要计算分组数据的加权标准差，只需对加权方差开平方。

类别	频数(f_i)	范围	中点值(x_i)	x_i^2	$f_i x_i^2$
low	129	0 ~ 30	15	225	29025
medium	6	31 ~ 60	45.5	2070.25	12423.0
high	3	61 ~ 90	75.5	5700.25	17100.75
合计(Σ)	138				58548.75
均值	$\bar{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i} = 2434.5 / 138 = 17.64$ $\bar{X}_w^2 = (17.64)^2 = 311.1696$				

加权方差

$$\sigma_w^2 = \frac{\sum_{i=1}^k f_i (X_i - \bar{x}_w)^2}{\sum_{i=1}^n f_i} = \frac{58548.75 - 138 \times 311.1696}{138} = 113.09670434782606$$

加权标准差

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_w^2} = 10.634693429893787$$

变异系数

方差和标准差存在的问题是对数据的量级很敏感。如果设定两组数据，分布为 $lst_a=[1,3,5,7,9,11,13]$, $lst_b=[10,30,50,70,90,110,130]$, lst_b 中每个数值是 lst_a 的 10 倍，因此均值为 7 和 70。而 lst_a 的标准差为 4， lst_b 的标准差为 40，两个标准差的差异归因于两个数据的量级或者说基准的不同。因此，如果仅仅将标准差作为衡量指标，则可能错误的得出 lst_b 比 lst_a 更加分散的结论。一个更加恰当的统计量是变异系数(CV)，它是对标准差的修正。公式为：

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{u}}$$

↑ 标准差
↓ 均值

lst_a 和 lst_b 具有相同的变异系数，为 $4/7=40/70=0.5714$

使用Fragstats计算斑块面积分布(CI)

Distribution Statistics 分布统计		均值 Mean (MN)	面积加权平均 Area-Weighted Mean (AM)	中位数 Median (MD)	范围 Range (RA)	标准差 Standard Deviation (SD)	变异系数 Coefficient of Variation (CV)	
	Patch Area (AREA_?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Class								
	LID	TYPE	AREA_MN	AREA_AM	AREA_MD	AREA_RA	AREA_SD	AREA_CV
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	forest	5.6876	44.5872	0.5400	86.9000	14.8743	261.5227
2	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	shrub	3.1362	54.0844	0.3900	75.4100	12.6405	403.0550
Landscape								
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif		5.0544	46.0497	0.5100	86.9000	14.3946	284.7955

$$AM = \sum_{j=1}^n x_{ij} \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right)$$

$$RA = X_{\max} - X_{\min}$$

$$CV = \frac{SD}{MN} (100)$$

fragstats 中 面积加权平均 等于各个斑块面积乘以本身面积与斑块类型总面积的比值

```
>>> def f_AM(lst):
...     am=sum([i*i/sum(lst) for i in lst])
...     return am
...
>>> f_AM(forest_lst)
44.58722098938241
>>> f_AM(shrub_lst)
54.08440682734692
```

范围为最大值减去最小值

```
>>> max(forest_lst)-min(forest_lst)
86.9
>>> max(shrub_lst)-min(shrub_lst)
75.41
```

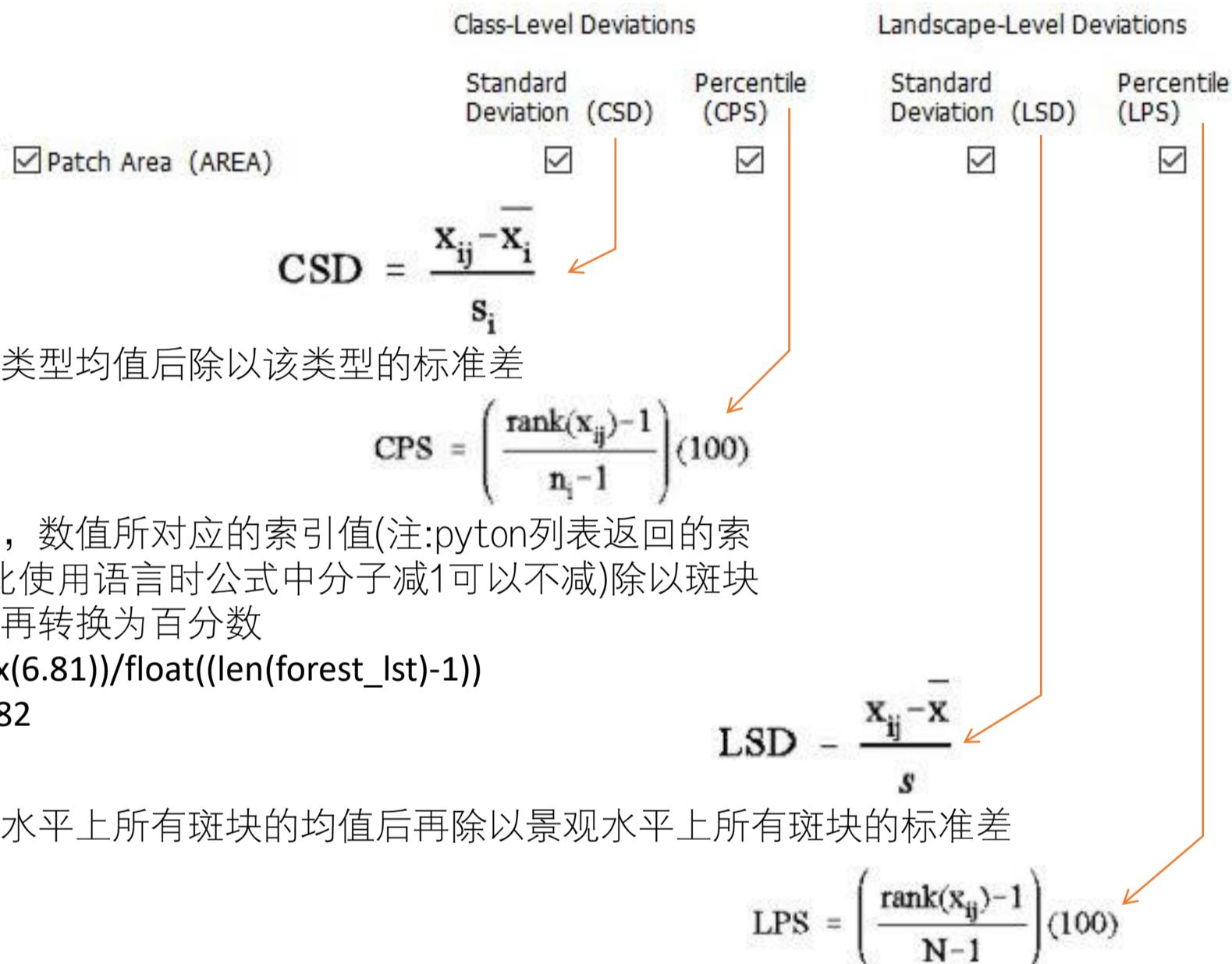
标准差除以均值再乘以100%转换为百分数

Patch

	LID	PID	TYPE	AREA	AREA_CSD	AREA_CPS	AREA_LSD	AREA_LPS
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	1	forest	57.3200	3.4713	97.0588	3.6309	97.0588
2	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	2	forest	6.8100	0.0755	85.2941	0.1220	88.2353
3	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	3	forest	1.4800	-0.2829	71.5686	-0.2483	73.5294
4	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	4	forest	2.8100	-0.1935	78.4314	-0.1559	80.1471
5	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	5	forest	2.4600	-0.2170	77.4510	-0.1802	78.6765
6	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	6	forest	2.8400	-0.1914	80.3922	-0.1538	81.6176
7	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	7	forest	2.3800	-0.2224	76.4706	-0.1858	77.9412



Patch metrics



升序排序斑块面积，数值所对应的索引值(注:python列表返回的索引值从0计数，因此使用语言时公式中分子减1可以不减)除以斑块类型中的斑块数量再转换为百分数

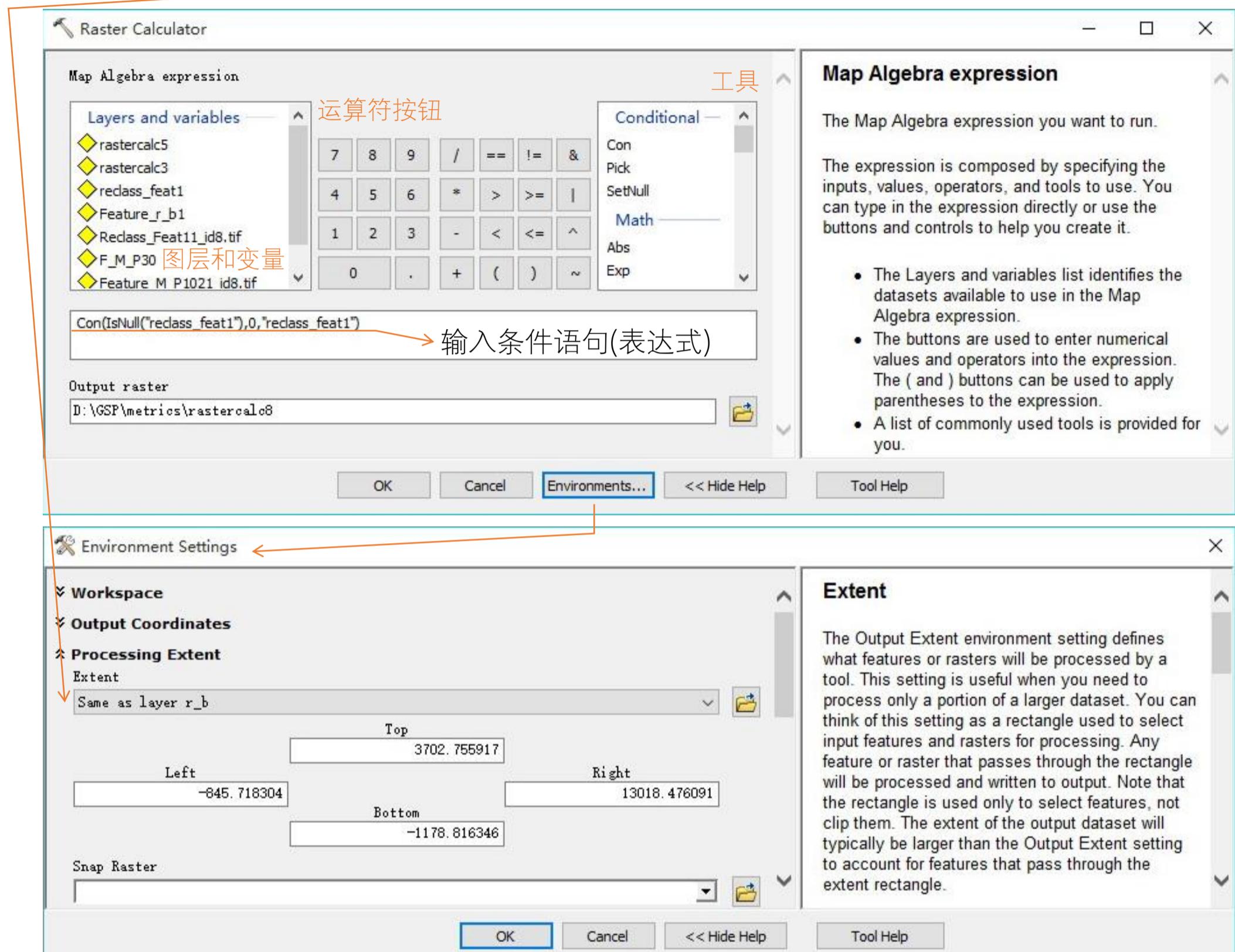
```
>>> (forest_lst.index(6.81))/float(len(forest_lst)-1))
0.8529411764705882
```

斑块面积减去景观水平上所有斑块的均值后再除以景观水平上所有斑块的标准差

景观水平上，升序排序所有斑块面积，数值所对应的索引值(注:python列表返回的索引值从0计数，因此使用语言时公式中分子减1可以不减)除以所有斑块的数量再转换为百分数

背景(background)+栅格计算器

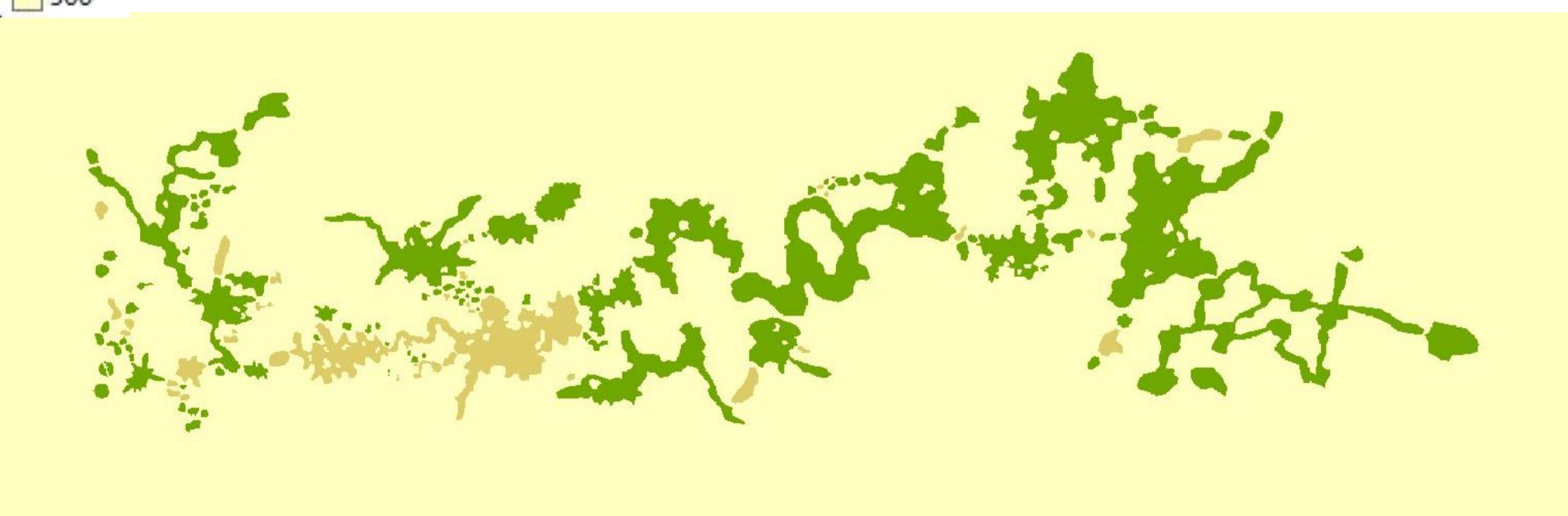
ArcGIS下通过Catalog新建一个shapefile文件，类型为Polygon来确定基质(研究范围)，注意需要输入与地图一致的坐标系统。



使用RasterCalculator_sa (expression, output_raster)栅格计算器，设置新建的Polygon基质数据为Environment Settings/Processing Extent 环境设置/处理范围输入条件。



Rowid	VALUE	COUNT
0	100	58582
1	200	10663
2	500	607123



运算符:

/ 除
* 乘
- 减(取反)
+ 加

== 等于
!= 不等于
> 大于
< 小于
>= 大于或等于

<= 小于或等于
& 布尔与
| 布尔或
^ 布尔异或
~ 布尔非

工具:

Conditional
Con
Pick
SetNull

条件分析
条件函数
选取函数
空值函数

Math

Abs
Exp
Exp10
Exp2
Float
Int
Ln
Log10
Log2
Mod
Power
RoundDown
RoundUp
Square
SquareRoot

数学
绝对值
返回e的x次方
以10为底的指数
以2为底的指数
转为浮点型
转为整型
以e为底的自然对数
以10为底的对数
以2为底的对数
余数(取模)
幂运算
下舍入
上舍入
平方值
平方根

 数学工具集
 数学工具集概述
 常规
 逻辑
 三角函数
 按位

条件分析工具集

 条件工具概述

 条件函数

 选取函数

 设为空函数

条件分析工具集概念

Trigonometry

Acos
ACosh
ASin
ASinh
Atan
ATan2
ATanh
Cos
Cosh
Sin
Sinh
Tan
Tanh

Trigonometry
反余弦
反双曲余弦
反正弦
反双曲正弦
反正切
反正切(基于x,y)
反双曲正切
余弦
双曲余弦
正弦
双曲正弦
正切
双曲正切

Diff
InList
IsNull
Over
Test

差异
判断是否包含
判断是否为空值
覆盖
条件测试

**Spatial Analyst 工具箱**

 数学工具集

 数学工具集概述

 常规

 逻辑

 三角函数

 按位

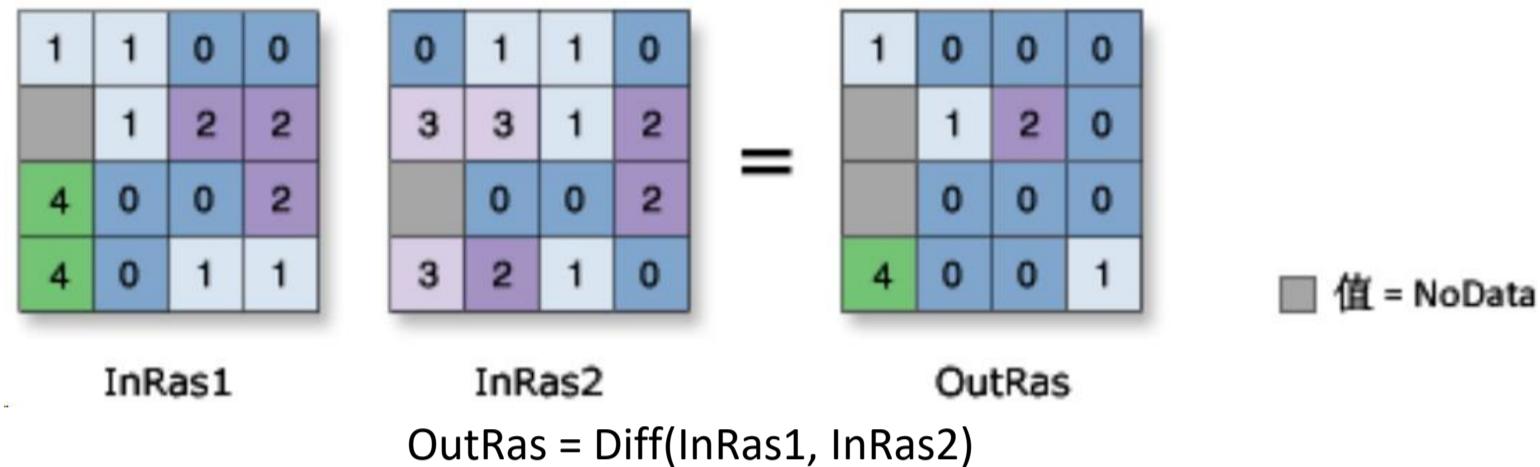
处理两个输入的工具:

- 算术: 加、减、乘、除、求模 (模)、取反
- 幂: 幂

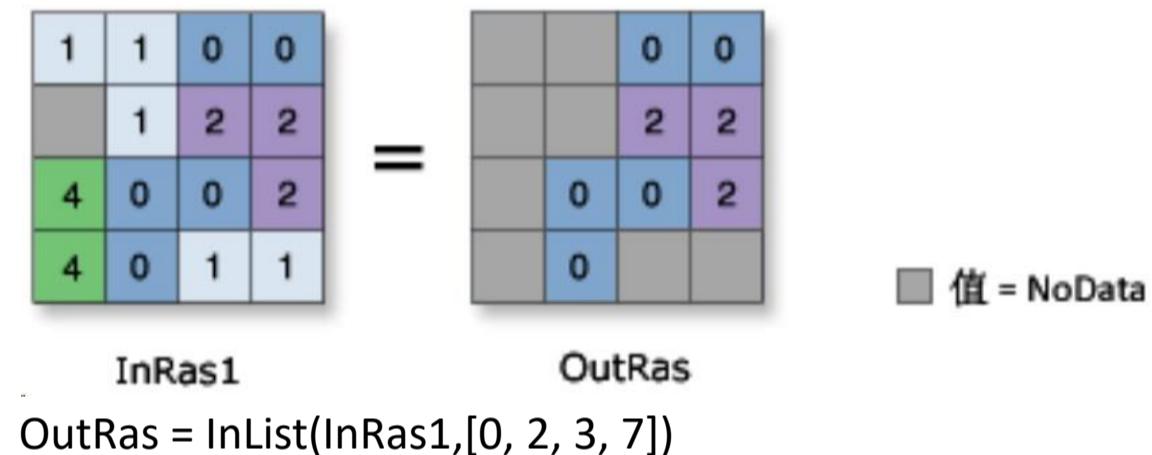
处理单个输入的工具:

- 算术: 取反
- 指数: Exp、Exp2、Exp10
- 对数: Ln、Log2、Log10
- 幂: 平方、平方根
- 符号: Abs、取反
- 类型转换: 浮点型、整型、下舍入、上舍入

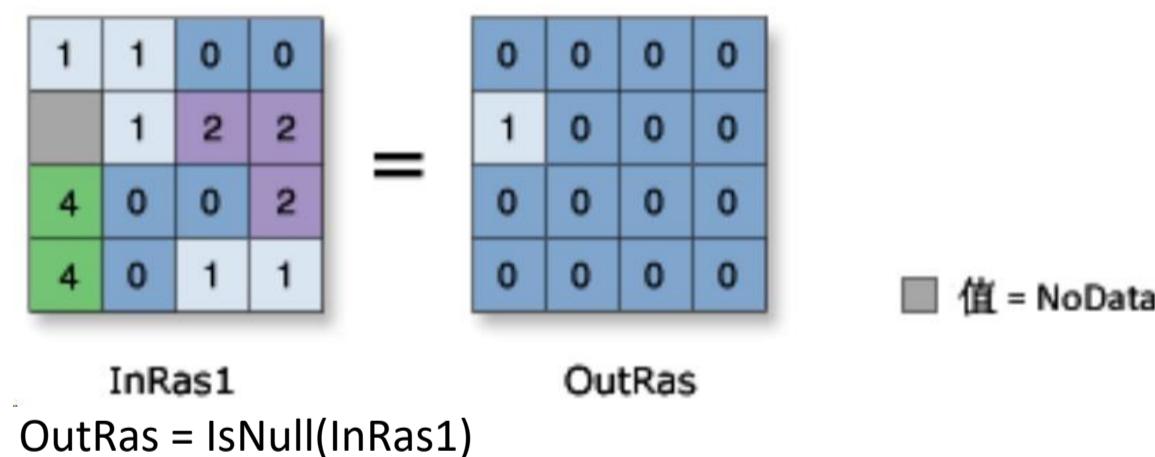
Diff(差异): 以逐个像元比较的方式，确定第一个输入的哪些值与第二个输入的值在逻辑上不同。如果两个输入的值不同，则使用第一个输入的值作为输出。如果两个输入的值相同，则输出为0。



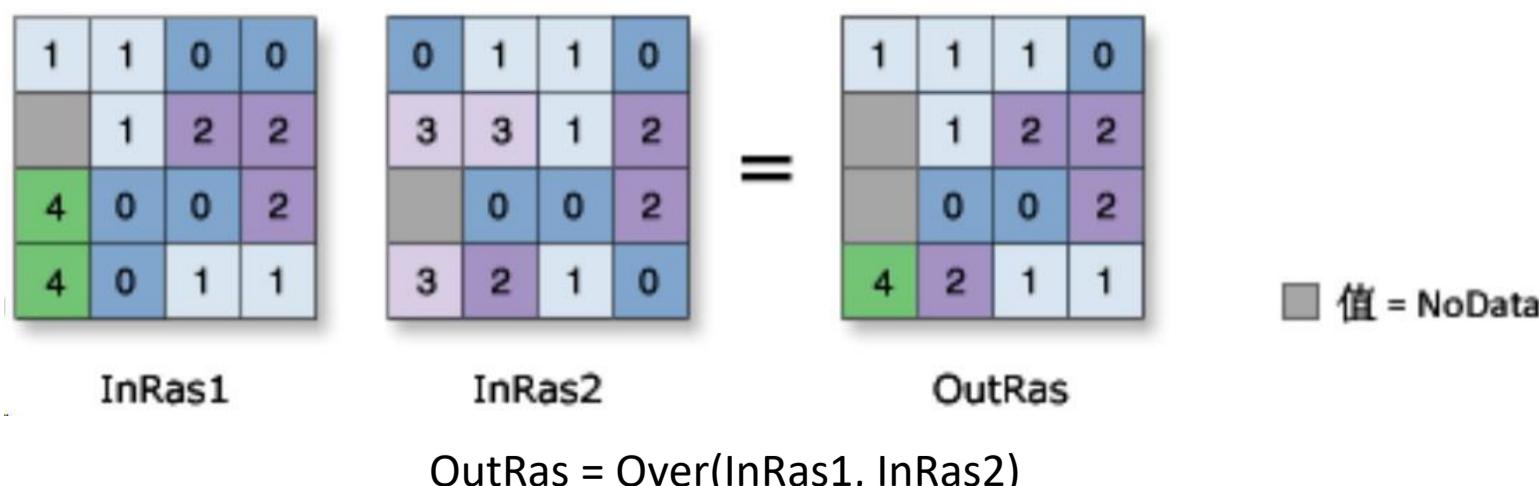
InList(包含):逐个像元来确定第一个输入栅格中的哪些值同样包含在该组的其他输入栅格中。对于每个像元，只要在其他输入栅格之一中找到第一个输入栅格的值，则将该值分配给输出栅格。如果没有找到，则输出像元将为 NoData。



IsNull(为空):逐个像元来确定输入栅格中哪些值为 NoData。
如果输入值为 NoData，则返回 1，否则返回 0。

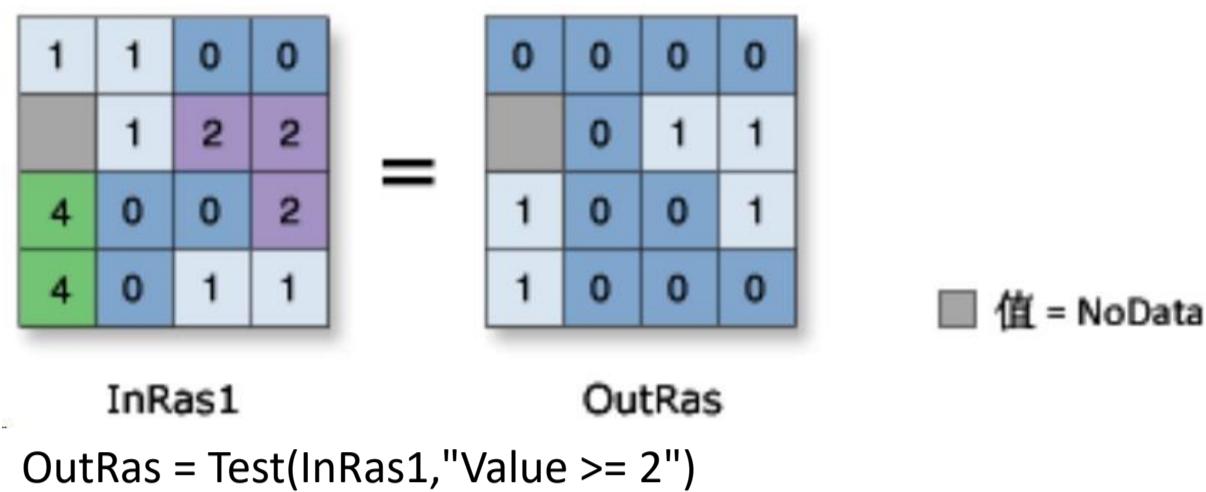


Over(覆盖):当第一个输入中的像元值不是 0 时，输出值将是第一个输入中的这一像元值。如果该像元值为 0，输出值将是第二个输入栅格对应像元的值



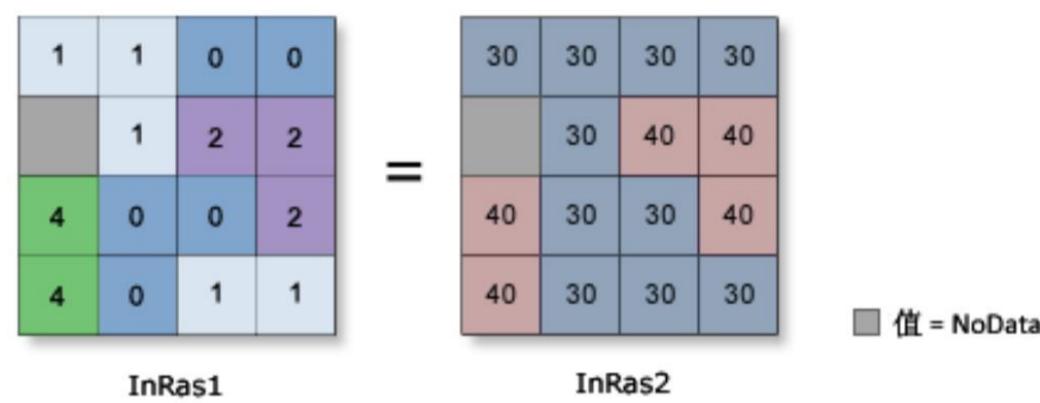
Test(条件测试): 使用逻辑表达式对输入栅格执行布尔评估。

如果该表达式评估结果为真，则输出像元值为 1。如果该表达式评估结果为假，则输出像元值为 0。



条件分析工具集

Con(条件函数): 针对输入栅格的每个输入像元执行 if/else 条件评估。



OutRas = Con(InRas1, 40, 30, "Value >= 2")
或为OutRas = Con(Raster("InRas1")>=2, 40, 30,)

语法

Con (in_conditional_raster, in_true_raster_or_constant, {in_false_raster_or_constant}, {where_clause})

参数	说明	数据类型
in_conditional_raster	表示所需条件结果为真或假的输入栅格。 可以是整型或浮点型。	Raster Layer
in_true_raster_or_constant	条件为真时，其值作为输出像元值的输入。 可为整型或浮点型栅格，或为常数值。	Raster Layer Constant
in_false_raster_or_constant (可选)	条件为假时，其值作为输出像元值的输入。 可为整型或浮点型栅格，或为常数值。	Raster Layer Constant
where_clause (可选)	决定输入像元为真或假的逻辑表达式。 表达式遵循 SQL 表达式的一般格式。	SQL Expression

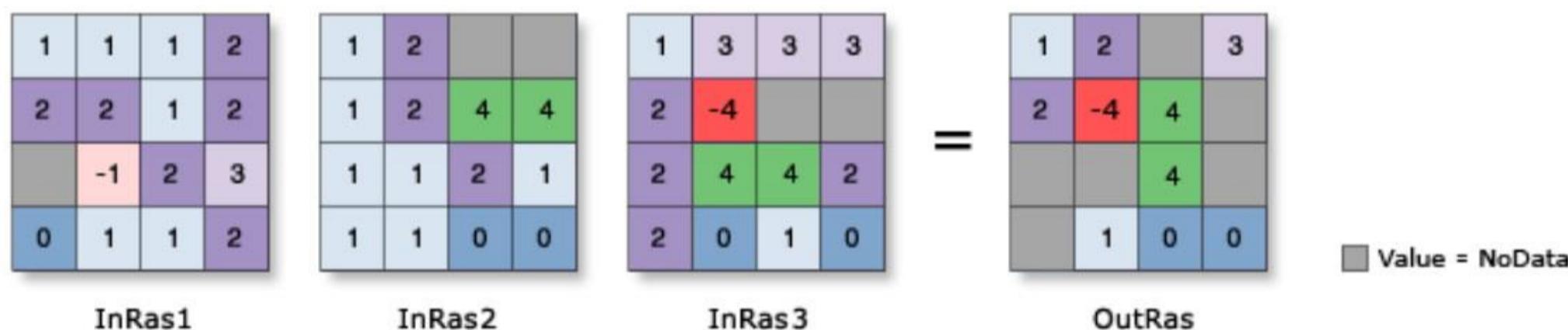
面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术 用法

- 如果真栅格数据或可选假栅格数据为浮点型，则输出栅格数据也将为浮点型。如果真表达式和可选假栅格数据均为整型，则输出栅格数据也将为整型。
- 如果表达式的评估结果非零，则将被视为True。
- 如果未指定输入条件为假时所取的栅格数据或常量值，则将为表达式结果不为True的那些像元分配 NoData。
- 如果NoData不满足表达式，像元不会接收输入条件为假时所取的栅格数据值；像元值仍是NoData。

例

- `outCon2 = Con(Raster("elevation") > 2000, "elevation")`输出中将保留在输入条件栅格数据值大于 2000 的原始值，在输入条件栅格数据值小于或等于 2000 的原始值将在输出中保存为 NoData；
- `outCon = Con(IsNull("elevation"), 0, "elevation")`原始值将被保留在除 Nodata 外的输出中，其将被用 0 值代替；
- `outCon = Con((inRaster1 == 1) & (inRaster2 == 5)), inRaster1 + inRaster2, 99)`两个不同的栅格用于创建条件栅格；
- `outCon = Con(inRas1 < 45, 1, Con((inRas1 >= 45) & (inRas1 < 47), 2, Con((inRas1 >= 47) & (inRas1 < 49), 3, Con(inRas1 >= 49, 4))))`
- `outCon2 = Con(inRaster >= 1500, inTrueRaster, inFalseConstant)`如果输入条件栅格数据值大于或等于 1500，则输出值将为 1(inTrueRaster)；如果输入条件栅格数据值小于 1500，则输出值将为 0(inFalseConstant)。

Pick(选取函数): 位置栅格数据的值用于确定要从输入栅格列表中的哪一个栅格获取输出像元值。



`OutRas = Pick(InRas1, [InRas2, InRas3])`

语法

`Pick (in_position_raster, in_rasters_or_constants)`

参数	说明	数据类型
<code>in_position_raster</code>	定义要用于输出值的栅格位置的输入栅格。 输入可以是整型，也可以是浮点型栅格。	Raster Layer
<code>in_rasters_or_constants</code> [<code>in_raster_or_constant,...</code>]	将从中选择输出值的输入的列表。 输入可以是整型栅格或浮点型栅格。也可使用数字作为输入。	Raster Layer Constant

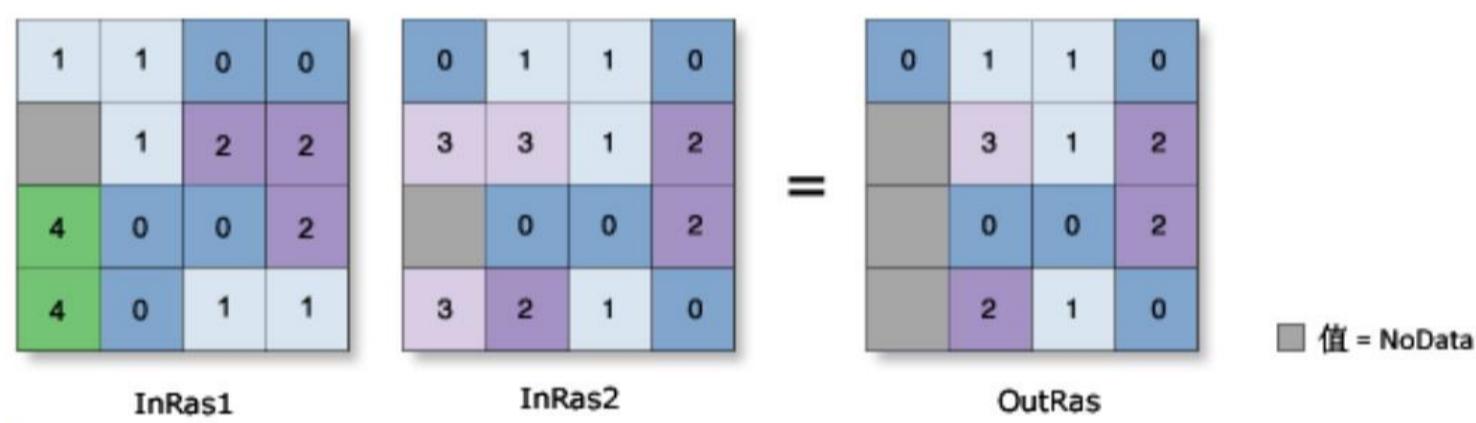
面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术 用法

- 位置栅格的每个像元的值用于确定要使用哪一个输入获取输出栅格数据值。例如，如果位置栅格中的一个像元的值为 1，则将栅格列表中第一个输入的值用于输出像元值。如果位置输入的值为 2，输出值将来自栅格列表中的第二个输入，依此类推。
- 输入列表的顺序对此工具很重要。如果栅格的顺序发生变化，结果也将随之改变。
- 如果位置栅格中的像元值为零或负数，结果将为 NoData。如果位置值大于列表中的栅格数目，结果将为 NoData。
- 如果位置栅格是浮点型，则处理这些值之前将其截断为整型。
- 在位置栅格上值为 NoData 的任何像元在输出栅格上都将接收 NoData。
- 如果输入列表中有任何栅格是浮点型，输出栅格将为浮点型。如果它们都是整型，则输出栅格将为整型。

例

- `outPick = Pick("cost", ["degs", "negs", "fourgrd"])`根据多个输入栅格的顺序分配输出值。

SetNull(空值函数): “设为空函数”根据指定条件将所识别的像元位置设置为 NoData。如果条件评估为真，则返回 NoData；如果条件评估为假，则返回由另一个栅格指定的值。



`OutRas = SetNull(InRas1, InRas2, "Value = 4")`

语法

`SetNull (in_conditional_raster, in_false_raster_or_constant, {where_clause})`

参数	参数	数据类型
<code>in_conditional_raster</code>	表示所需条件结果为真或假的输入栅格。	Raster Layer
<code>in_false_raster_or_constant</code>	条件为假时，其值作为输出像元值的输入。 可为整型或浮点型栅格，或为常数值。	Raster Layer Constant
<code>where_clause</code> (可选)	决定输入像元为真或假的逻辑表达式。 表达式遵循 SQL 表达式的一般格式。	SQL Expression

例

- `outSetNull = SetNull("elevation", "elevation", "VALUE < 0")`将输出栅格中值小于 0 的输入像元设置为 NoData，而其余像元则保持原始值；
- `outSetNull = SetNull(inRaster, inFalseRaster, whereClause)`将输出中值不等于 7 (`whereClause = "VALUE <> 7"`) 的输入像元设置为 NoData，将值等于 7 的输入像元设置为值 1(`inFalseRaster=1`)。

面向设计师(建筑、风景园林、城乡规划)的编程设计知识系统 - 基于GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术

定义Fragstats的descriptors主字码文件，注意这里将Value值为500即基质斑块设置为背景

ID, Name, Enabled, IsBackground

500, matrix, true, true

100, forest, true, false

200, shrub, true, false

Class

前文未设置有基质时的计算结果

	LID	TYPE	CA	PLAND	LPI		TA
1	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	forest	585.8200	84.6011	12.5525	1	692.4500
2	D:\GSP\metrics\f_g\Reclass_Feat11.tif	shrub	106.6300	15.3989	10.8946		

PLAND=CA/TA

Class

Landscape

	LID	TYPE	CA	PLAND	LPI		TA
1	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	forest	585.8200	8.6613	1.2851	1	6763.6800
2	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	shrub	106.6300	1.5765	1.1154		

设置有基质时的计算结果



FID	Shape *	Id	area
0	Polygon	0	67587400

ArcGIS中计算基质(研究范围)面积，单位平方米

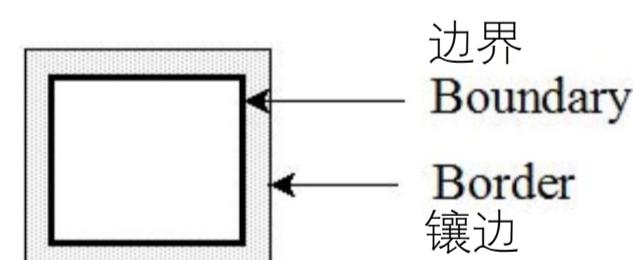
边缘 Edge

景观中边缘的数量影响很多生态现象，尤其涉及到与边缘栖息相关的边缘物种，而且很多景观生态研究中假设的空间模式或多或少与边缘效应有关。例如，森林边缘效应受到风和光照强度的作用，影响微生物环境以及森林斑块的质素和植被组成结构。斑块的方位、毗邻土地类型等条件也都会影响斑块的形式。例如边缘蜷曲的较大斑块具有更加完整的边缘栖息地。另外，普遍认为，因为边缘效应对不同物种有不同的影响，一些物种喜好边缘环境而关系密切，而一些不受到边缘效应的影响，其它一些则会有负面影响，因此边缘效应必需以物种为核心来考虑。

当栖息地趋于碎片化，戏剧性的结果则是边缘栖息地丰富度比例增加。因此在早期管理野生动物栖息地时，因为相信物种喜欢更多边缘栖息地以及不同类型斑块并列的环境条件，而盲目增大栖息地的边缘。然而，最近的研究已经表明，小气候、植被、无脊椎动物群、捕食、巢寄生等边缘环境的变化，已经导致了需依靠森林内部生境条件几类脊椎物种数量的降低。实际上，斑块碎片化对物种的负面影响，以及斑块边缘与内部环境直接或者间接的关联称之为边缘效应。因为斑块的尺寸、形状的复杂程度、边缘-内部面积比例都会影响到对栖息地形状敏感的内部物种，因此类型和景观水平上斑块总边缘长度是栖息地碎片化研究的重要信息。同时，相关的一些景观指数依据边缘长度的计算，从而对计算结果产生影响，而边缘的总数量也直接关系到景观空间异质性的大小。如上所述，斑块边缘有大量的生态效应，可以通过简单的量化边缘总长度作为边缘指数，或者作为边缘效应的负面影响来量化核心斑块面积，以及由邻里斑块类型的差异量化斑块边缘对比度。

总之，斑块的分布范围、面积大小和边缘是探索生态过程最为基本的影响条件。例如，物种运动、栖息地的使用模式和内外物种的相互作用会影响到栖息地碎片化，但是更多是受到栖息地面积、连续性以及边缘栖息地面积比例增加等条件的影响。简而言之，因为栖息地碎片化，栖息地消失导致没有足够的栖息地面积维持物种存活而致使物种的灭绝。因此需要考虑物种所依存的最小栖息地面积，来满足物种的生存需求。同时，物种除非受到其它物种侵占所在栖息地或者同类物种占据同一块或者附近的斑块行为，否则不会占据栖息地；以及斑块破碎化过程中，干扰斑块的连续性，导致物种在穿越斑块时受阻，无法积累足够适宜的栖息地。总之，栖息地碎片化，甚至消失，导致栖息地数量减少，连续性减弱，质素降低。

- 斑块周长 (P2)+总边缘长度(C4|L3)+边缘密度(C5|L4)+回转半径(P3)+回转半径分布(C|L)



(P2)Perimeter 斑块周长

$$\text{PERIM} = p_{ij} \quad p_{ij} = \text{每个斑块的周长}$$

描述: PERIM等于斑块的周长，包括斑块中任何内部的孔洞。;

单位: 米；

区间: PERIM >0, 没有限制；

解释: 斑块周长是景观生态中基本的测量信息，也是类型水平和景观水平上很多指数的条件，例如组成景观模式的边缘密度和分布，以及用于更多形状指数的斑块周长与面积的关系等。

(C4)Total Edge 总边缘长度

$$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik} \quad e_{ik} = \text{斑块类型总边缘长度; 包括景观边界和背景段。}$$

描述: TE等于斑块类型中所有斑块边缘部分的总长度。如果存在景观镶边(border)，涉及斑块也包括景观边界(boundary)部分；如果不存在景观镶边，则包括用户指定比例的景观边界部分。另外不管是否存在景观镶边，涉及的斑块类型总边缘长度包括用户指定比例的背景边缘部分；

单位: 米；

区间: TE>0, 无限制；

TE=0, 景观中不存在类型边缘；即由整个景观和景观镶边组成斑块类型，同时并不指定景观边界和背景边缘作为斑块边缘；

解释: 类型水平上总边缘长度是测量特定斑块类型绝对总边缘长度。可以比较斑块尺寸的变化，但是没有边缘密度有用。当所比较的景观斑块尺寸相同时，总边缘长度和边缘密度则完全冗余。

(L3)Total Edge 总边缘长度

$$TE = E \quad E = \text{景观中边缘的总长度。}$$

描述: TE等于景观中所有斑块边缘部分的总长度。如果存在景观镶边，涉及斑块也包括景观边界部分；如果不存在景观镶边，则包括用户指定比例的景观边界部分。另外不管是否存在景观镶边，涉及的斑块类型总边缘长度包括用户指定比例的背景边缘部分；

单位: 米；

区间: TE>0, 无限制；

TE=0, 景观中不存在类型边缘；即由整个景观和景观镶边组成斑块类型，同时并不指定景观边界和背景边缘作为斑块边缘；

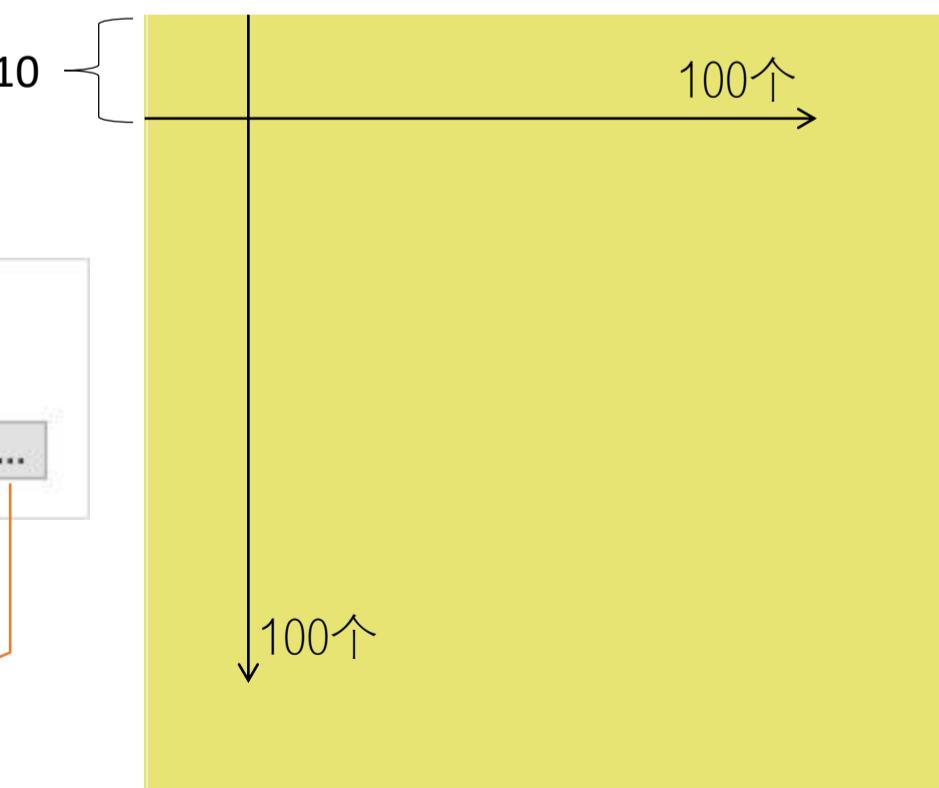
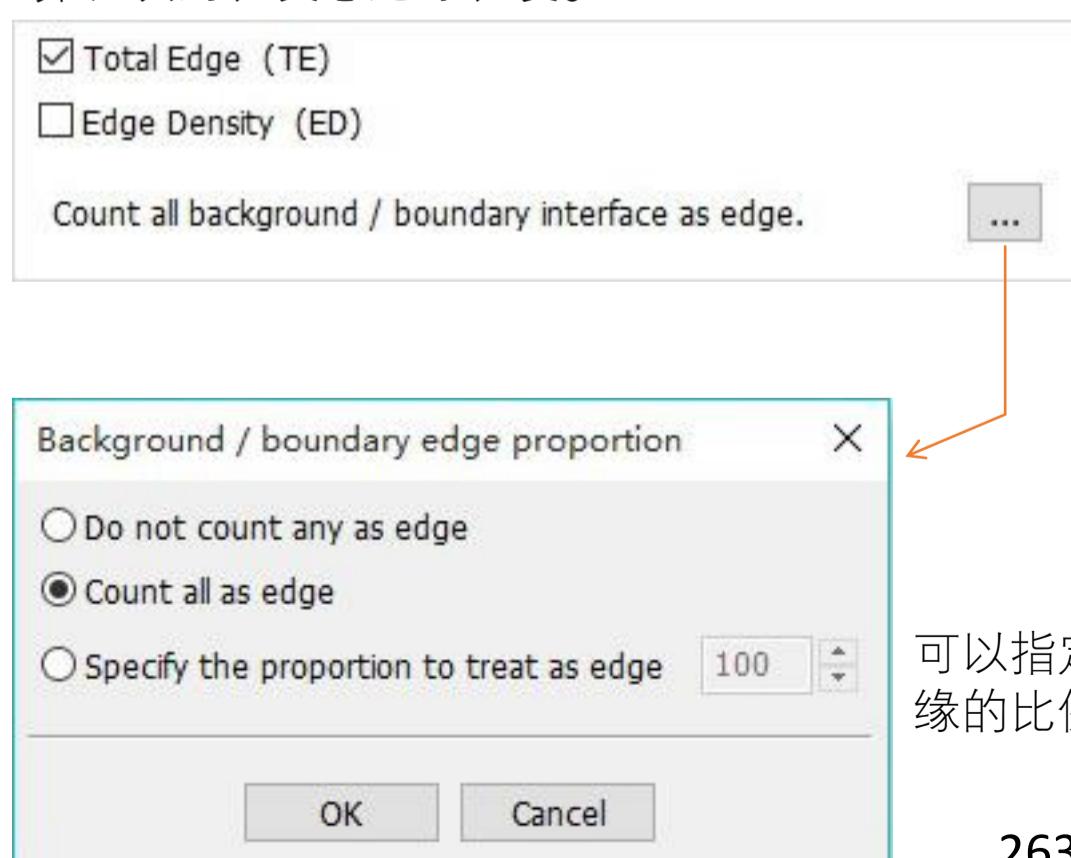
解释: 景观水平上总边缘长度是测量景观中所有斑块的绝对总边缘长度。可以比较景观尺寸的变化，但是没有边缘密度有用。当所比较的景观尺寸相同时，总边缘长度和边缘密度则完全冗余。

10

$$\text{周长} = 4 \times 10 \times 100 = 4000$$

$$\text{边缘密度} = 4000 / (100 \times 10000) \times 10000 = 40$$

在ArcGIS中新建Shape文件，绘制 1000×1000 的polygon，再转化为单元为 10×10 的栅格，并导出为.tif文件后，在Fragstats中导入，计算斑块周长及总边缘长度。



可以指定所有边界作为边缘处理，也可以指定作为边缘的比例

Patch

	LID	PID	TYPE	PERIM
1	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_rec11.tif	1	cls_0	4000.0000

Class

	LID	TYPE	TE
1	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_rec11.tif	cls_0	4000.0000

Landscape

	LID	TE
1	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_rec11.tif	4000.0000

Count all background / boundary interface as edge. TE=4000

Count only 20% background / boundary interface as edge. TE=4000 × 20%=800

(C5) Edge Density 边缘密度

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} (10,000)$$

e_{ik} = 斑块类型总边缘长度；包括景观边界和背景段
 A=总景观面积

描述： ED等于计算斑块类型所有斑块边缘部分总长度除以总景观面积再乘以10,000转换为公顷。如果存在景观镶边，ED包括涉及计算斑块类型景观边界部分；如果不存在景观镶边，ED包括一个由用户指定比例的景观边界部分。不管是否存在景观镶边，ED包含用户指定比例内部背景边缘部分；

单位： 米每公顷；

区间： ED>=0，无限制；

ED=0，景观中不存在类型边缘；即由整个景观和景观镶边组成斑块类型，同时并不指定景观边界和背景边缘作为斑块边缘；

解释： 类型水平上边缘密度与总边缘长度具有一样的效用和限制，边缘密度反应每单元面积有多少边缘长度，可以用于比较变化斑块的尺寸。

Class

	LID	TYPE	ED
1	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_rec11.tif	cls_0	40.0000

(L4) Edge Density 边缘密度

$$ED = \frac{E}{A} (10,000)$$

e_{ik} = 景观总边缘长度
 A=总景观面积

描述： ED等于景观中所有斑块边缘部分总长度除以总景观面积再乘以10,000转换为公顷。如果存在景观镶边，ED包括涉及计算斑块类型景观边界部分；如果不存在景观镶边，ED包括一个由用户指定比例的景观边界部分。不管是否存在景观镶边，ED包含用户指定比例内部背景边缘部分；

单位： 米每公顷；

区间： ED>=0，无限制；

ED=0，景观中不存在类型边缘；即由整个景观和景观镶边组成斑块类型，同时并不指定景观边界和背景边缘作为斑块边缘；

解释： 景观水平上边缘密度与总边缘长度具有一样的效用和限制，边缘密度反应每单元面积有多少边缘长度，可以用于比较变化景观的尺寸。

Landscape

	LID	ED
1	D:\GSP\metrics\f_g\Feature_rec11.tif	40.0000

(P3)Radius of Gyration 回转半径

$GYRATE = \sum_{r=1}^z \frac{h_{ijr}}{z}$ h_{ijr} = 一个斑块内的一个单元中心与斑块平均几何中心位置单元中心之间的距离

A=斑块单元的数量

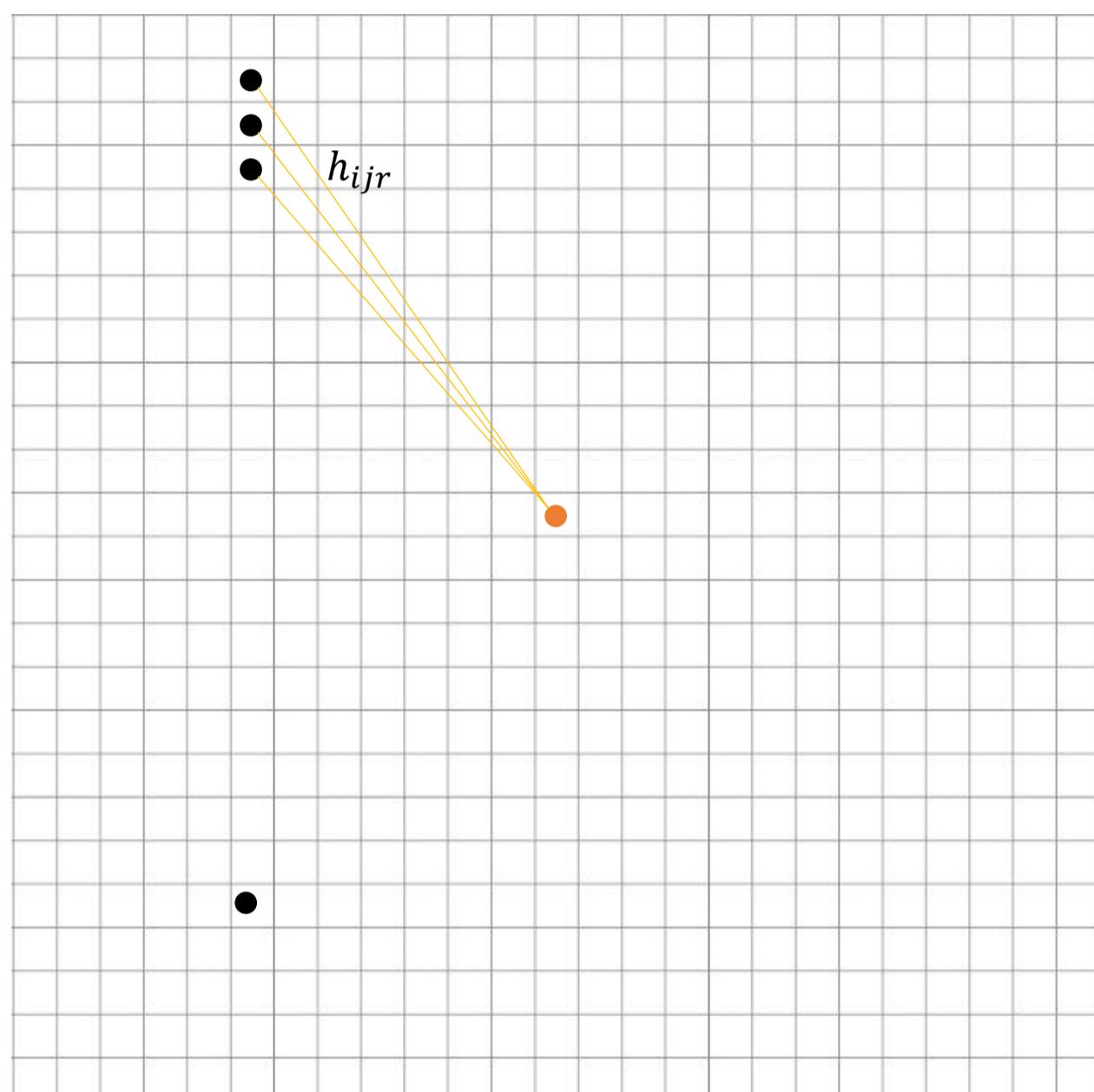
描述: GYRATE等于斑块内各个单元到斑块中心的平均距离;

单位: 米;

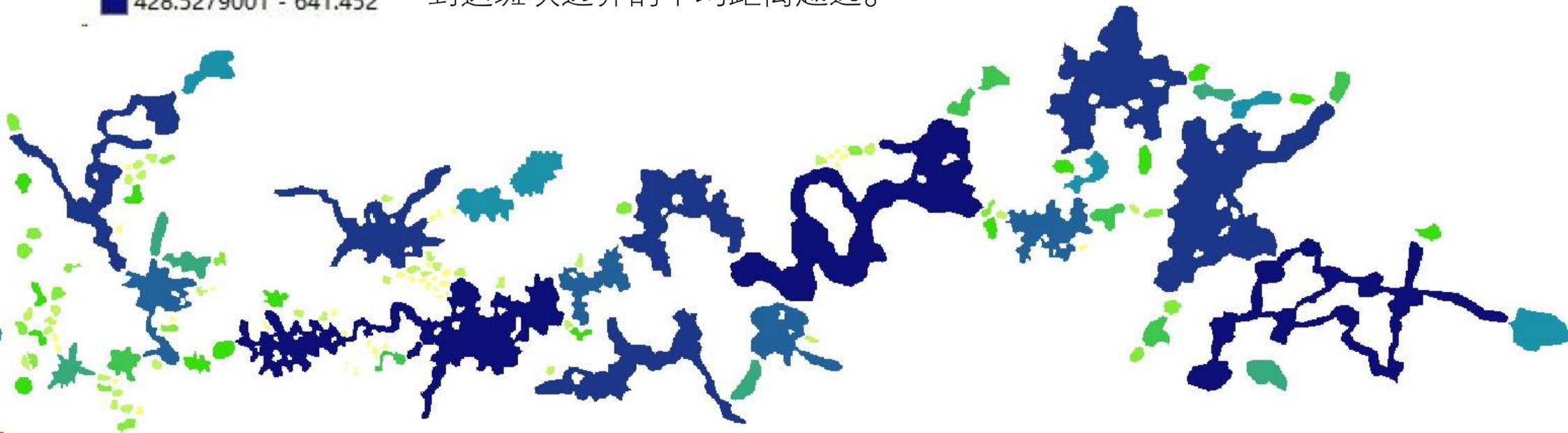
区间: $GYRATE >= 0$, 无限制;

$GYRATE = 0$, 仅由一个单独的单元组成的斑块, 回转半径为0。;

解释: 回转半径是测量斑块范围的指数, 因此可以用于不同尺寸斑块的比较。需要注意, 选择4邻域或者8邻域可能对计算结果又影响。



使用Fragstats计算斑块水平上回转半径，在ArcGIS中加载并链接数据值，具体操作参考前文相关部分。一般面积较大，延伸范围较广，边缘比较曲折的斑块具有较高的回转半径值。回转半径被认为是测量物种从斑块中任意一点出发到达斑块边界所运动的平均距离。回转半径越大，物种到达斑块边界的平均距离越远。



第10次课结束

回转半径分布

	LID	PID	TYPE	GYRATE
1	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	1	forest	325.7819
2	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	2	forest	122.4745
3	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	3	forest	48.7026
4	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	4	forest	67.3652
5	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	5	forest	66.9450
6	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	6	forest	87.2792
7	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	7	forest	69.3308
8	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	8	forest	425.8679
9	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	10	forest	49.0338
10	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	11	forest	428.5279
11	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	12	forest	41.3828
12	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	13	forest	588.3760
13	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	14	forest	31.0899
14	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	15	forest	10.6156
15	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	16	forest	57.9714
16	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	17	forest	32.0933
17	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	18	forest	16.7289
18	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	19	forest	121.7077
19	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	20	forest	21.7132
20	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	21	forest	109.4186
21	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	22	forest	27.9657
22	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	23	forest	33.2344
23	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	25	forest	26.9674
24	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	26	forest	45.6874
25	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	27	forest	25.0496
26	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	29	forest	17.7465
27	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	30	forest	292.2502
28	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	31	forest	294.9803

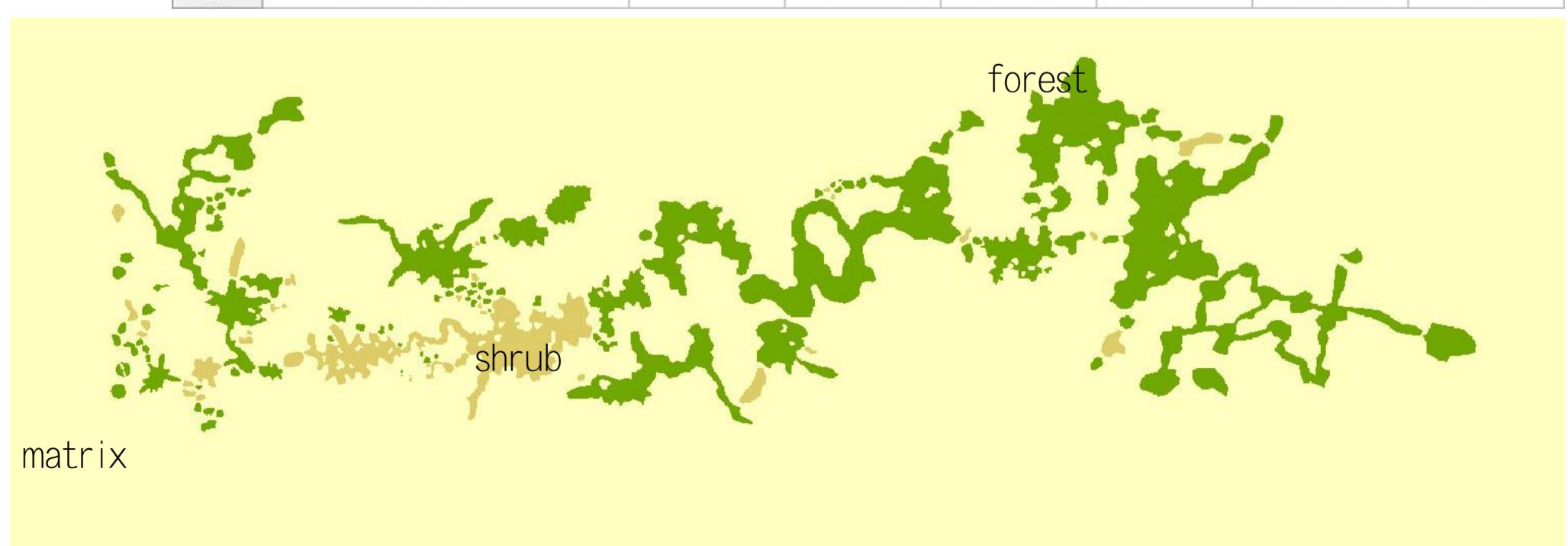
Class

均值	加权平均	中位数	范围	标准差	变异系数
----	------	-----	----	-----	------

	LID	TYPE	GYRATE_MN	GYRATE_AM	GYRATE_MD	GYRATE_RA	GYRATE_SD	GYRATE_CV
1	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	forest	73.5201	352.1144	31.0899	610.0341	112.6606	153.2377
2	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	shrub	54.5247	473.8168	26.0519	634.7854	105.5576	193.5962

Landscape

	LID	GYRATE_MN	GYRATE_AM	GYRATE_MD	GYRATE_RA	GYRATE_SD	GYRATE_CV
1	D:\GSP\metrics\f_g\rastercalc51.tif	68.8059	370.8553	29.2320	636.4520	111.2432	161.6769



第9次课

授课题目：水相关_基本水文分析

教学目的、要求（分掌握、理解、了解三个层次）：

1. 了解什么是遥感影像；
2. 了解电磁波谱及相关属性；
3. 了解传感器以及与电磁波谱的关系；
4. 理解波段和光谱响应模式；
5. 理解光谱分辨率、空间分辨率、辐射分辨率和时间分辨率；
6. 掌握辐射定标和大气校正。

教学内容（包括基本内容、重点、难点）：

1. 讲述遥感影像获取的途径以及传感器与电磁波谱；
2. 讲述遥感影像的波段和光谱响应模式及波谱曲线；
3. 讲述光谱分辨率、空间分辨率、辐射分辨率和时间分辨率；
4. 讲述辐射校正中辐射定标和大气校正的含义和具体操作演示，解释数字量化值(DN)、辐射亮度值、大气表观反射率和地表反射率。

讨论、思考题、作业：

1. 完成本次课程中的案例。

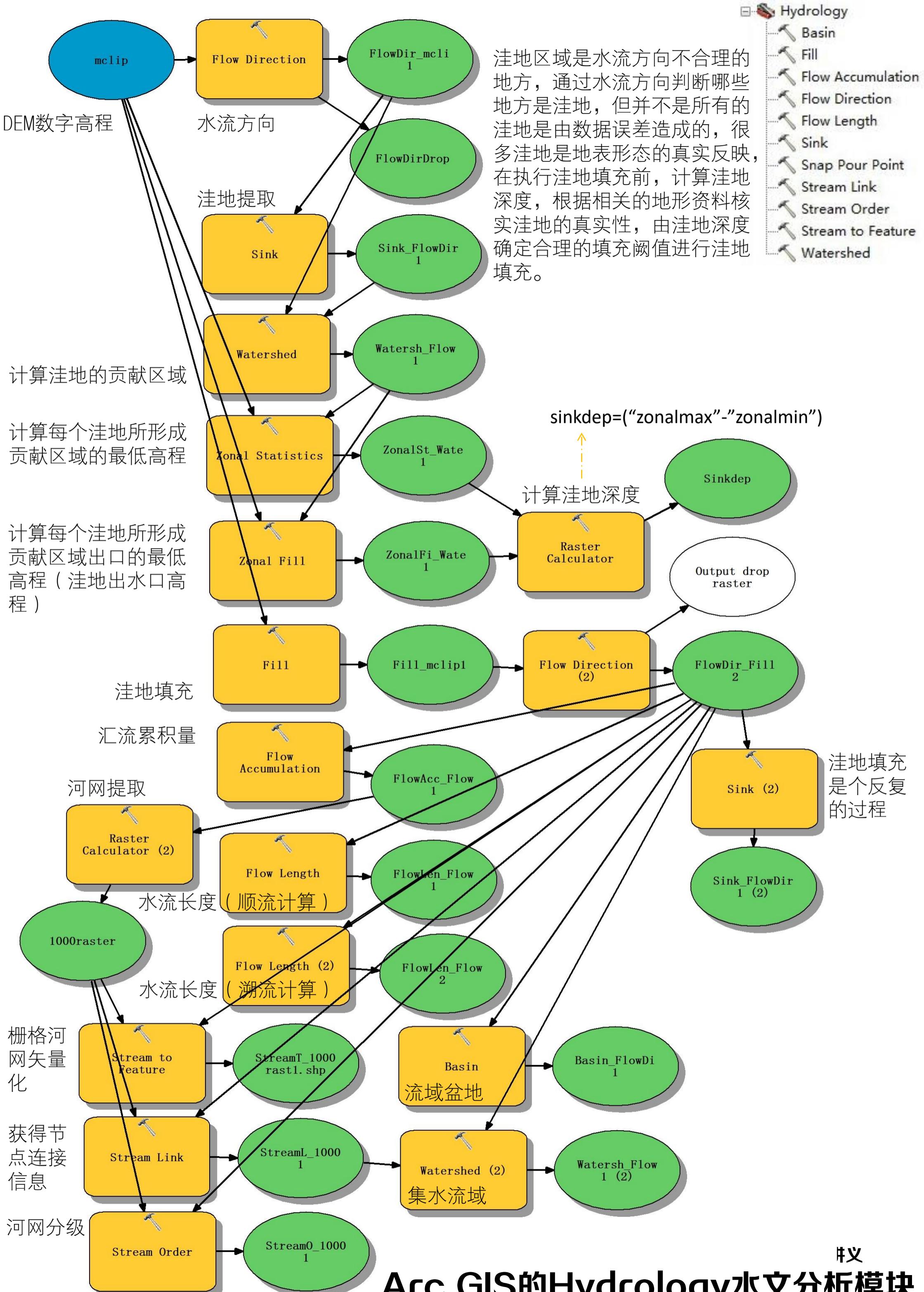
教学过程设计：

授新课

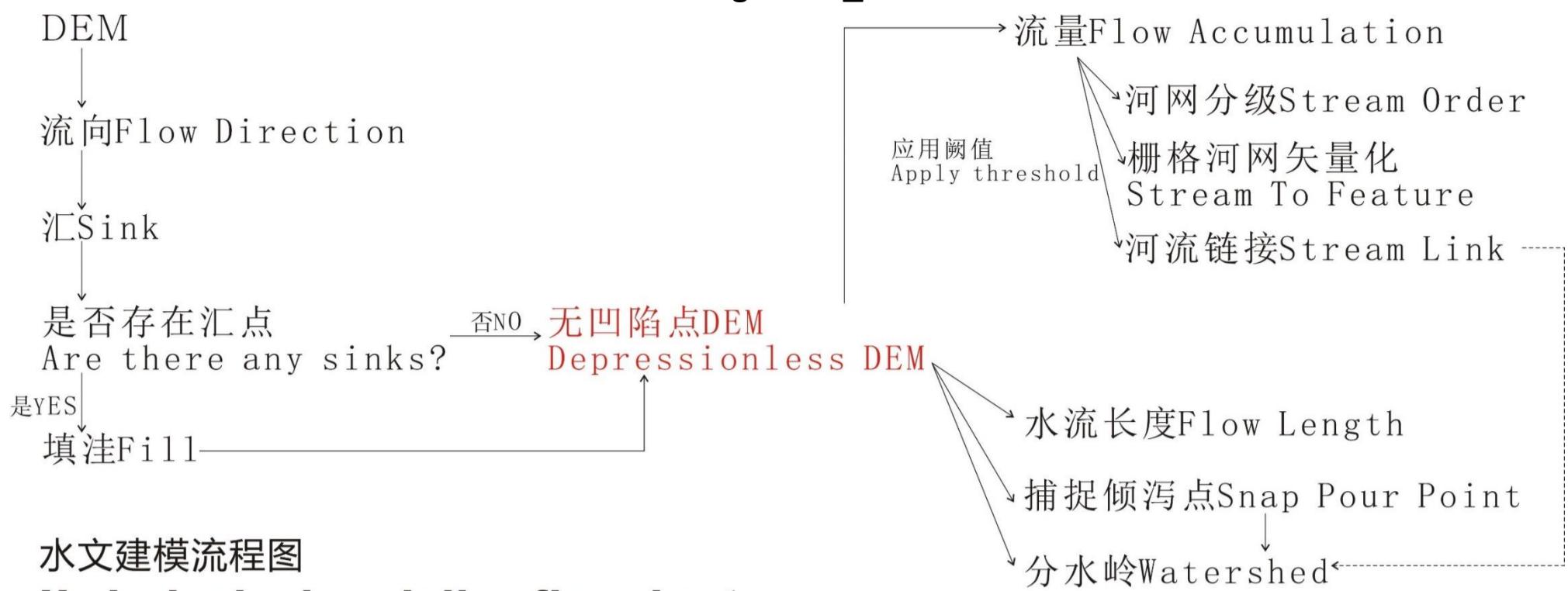
拓展阅读：

[1]徐涵秋. 2015. 新型Landsat 8卫星影像的反射率和地表温度反演. 地球物理学报, 58(3): 741-747





洼地区域是水流方向不合理的地方，通过水流方向判断哪些地方是洼地，但并不是所有的洼地是由数据误差造成，很多洼地是地表形态的真实反映，在执行洼地填充前，计算洼地深度，根据相关的地形资料核实洼地的真实性，由洼地深度确定合理的填充阈值进行洼地填充。



水文建模流程图

Hydrological modeling flowchart

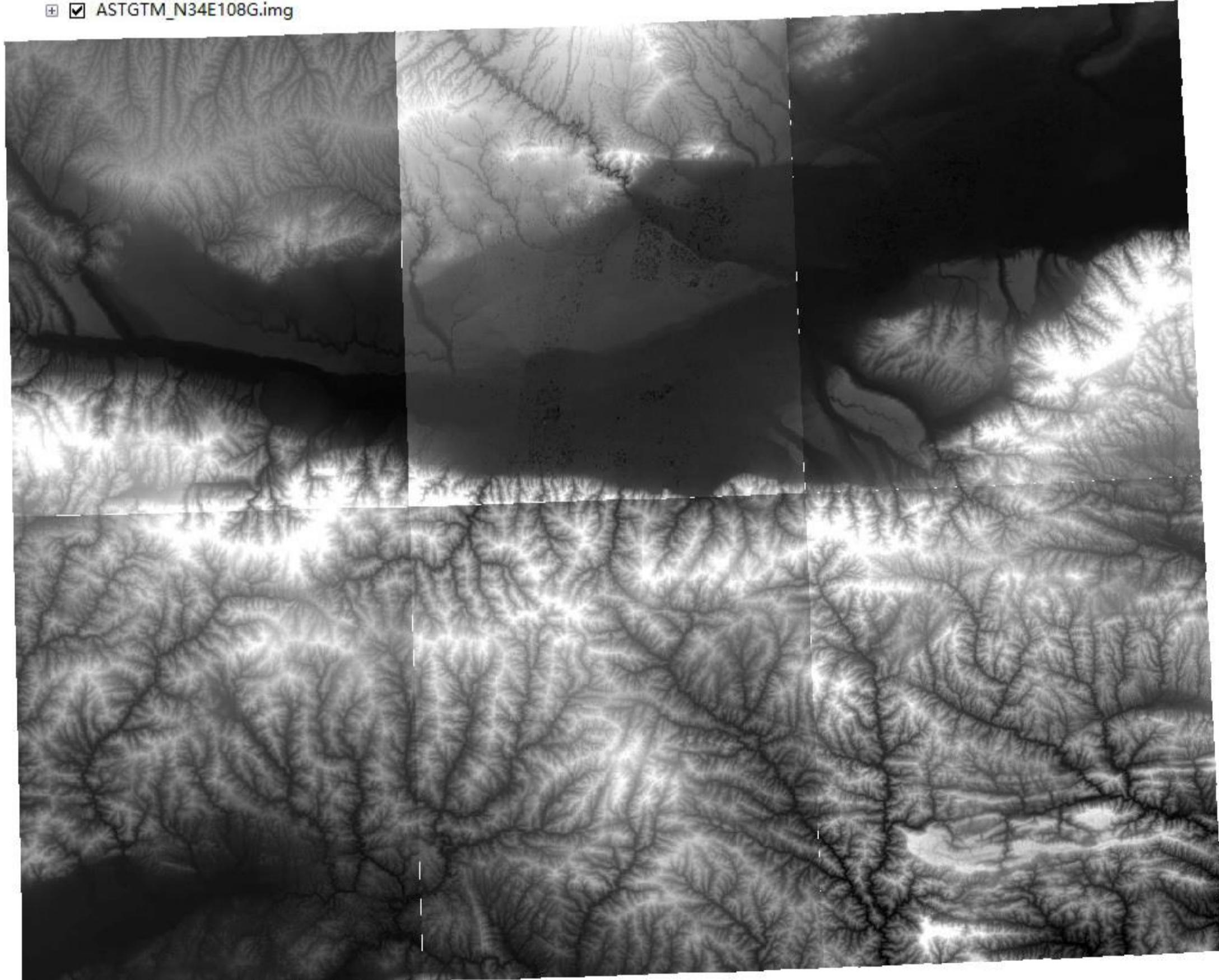
ASTGTM_N34E109Y.img
Value
High : 2638

Low : 243

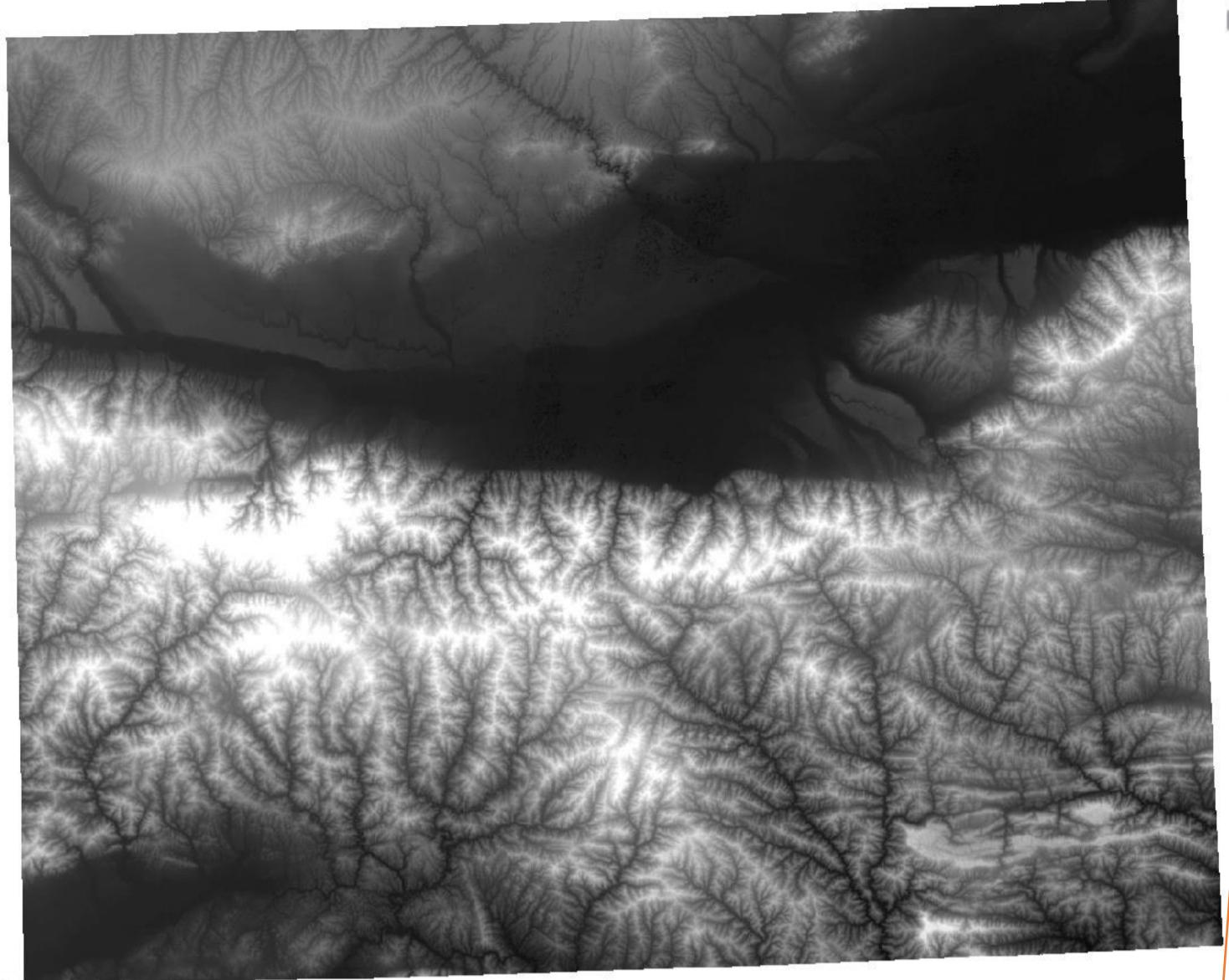
- + ASTGTM_N33E107B.img
- + ASTGTM_N33E108P.img
- + ASTGTM_N33E109O.img
- + ASTGTM_N34E107X.img
- + ASTGTM_N34E108G.img

1-DEM数字高程

获取+拼接研究区域ASTER GDEM 30米分辨率高程数据



- Raster Dataset
 - ↗ Copy Raster
 - ↗ Create Random Raster
 - ↗ Create Raster Dataset
 - ↗ Download Rasters
 - ↗ Mosaic
 - ↗ **Mosaic To New Raster**
 - ↗ Raster Catalog To Raster Dataset
 - ↗ Workspace To Raster Dataset



↙ Mosaic To New Raster

Input Rasters

- ASTGTM_N34E109Y.img
- ASTGTM_N33E107B.img
- ASTGTM_N33E108P.img
- ASTGTM_N33E1090.img
- ASTGTM_N34E107X.img
- ASTGTM_N34E108G.img

Output Location

D:\GSP

Raster Dataset Name with Extension

xian_gdem

Spatial Reference for Raster (optional)

Pixel Type (optional)

8_BIT_UNSIGNED

Cellsize (optional)

Number of Bands

1

Mosaic Operator (optional)

LAST

Mosaic Colormap Mode (optional)

FIRST

REJECT

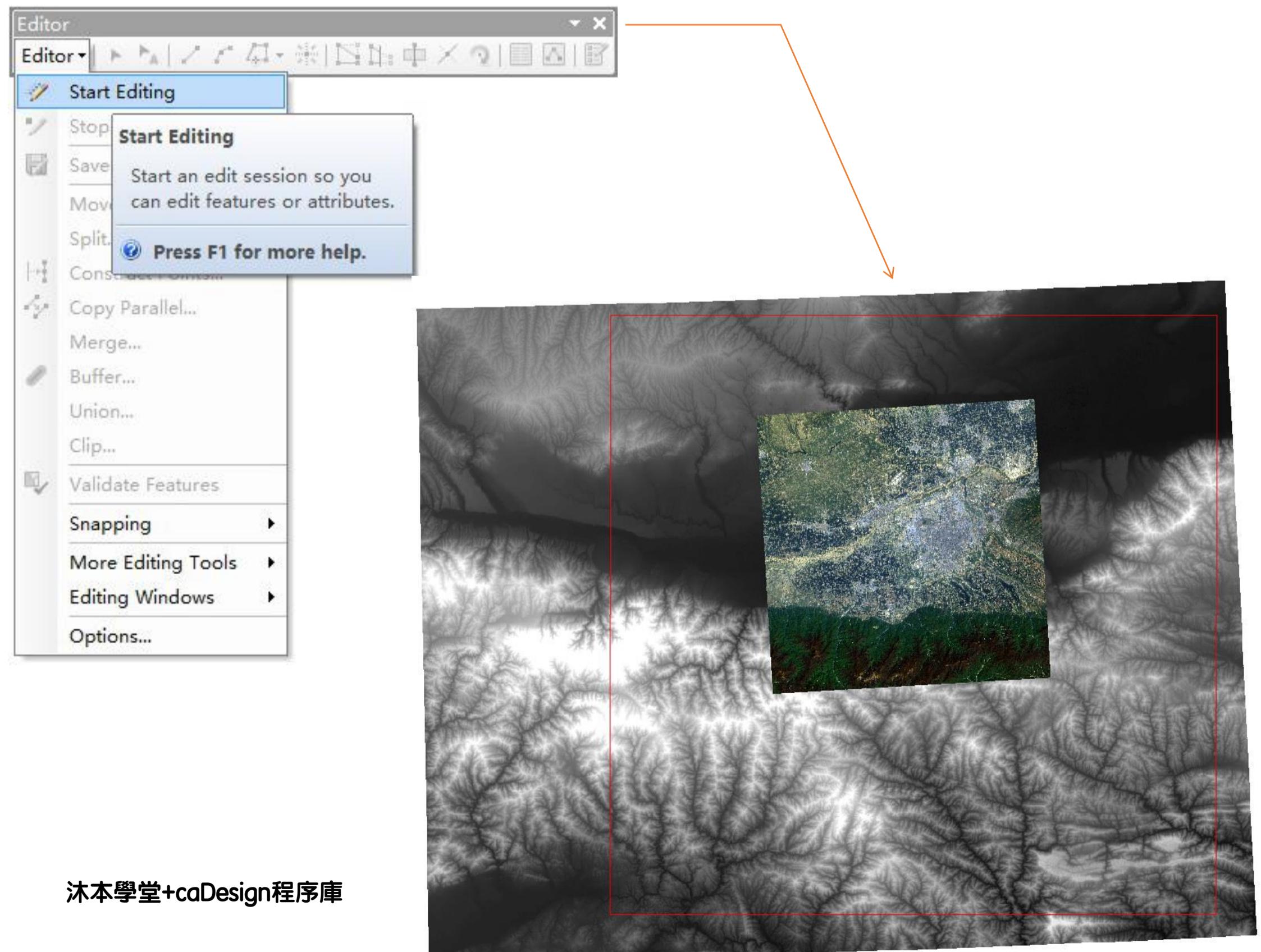
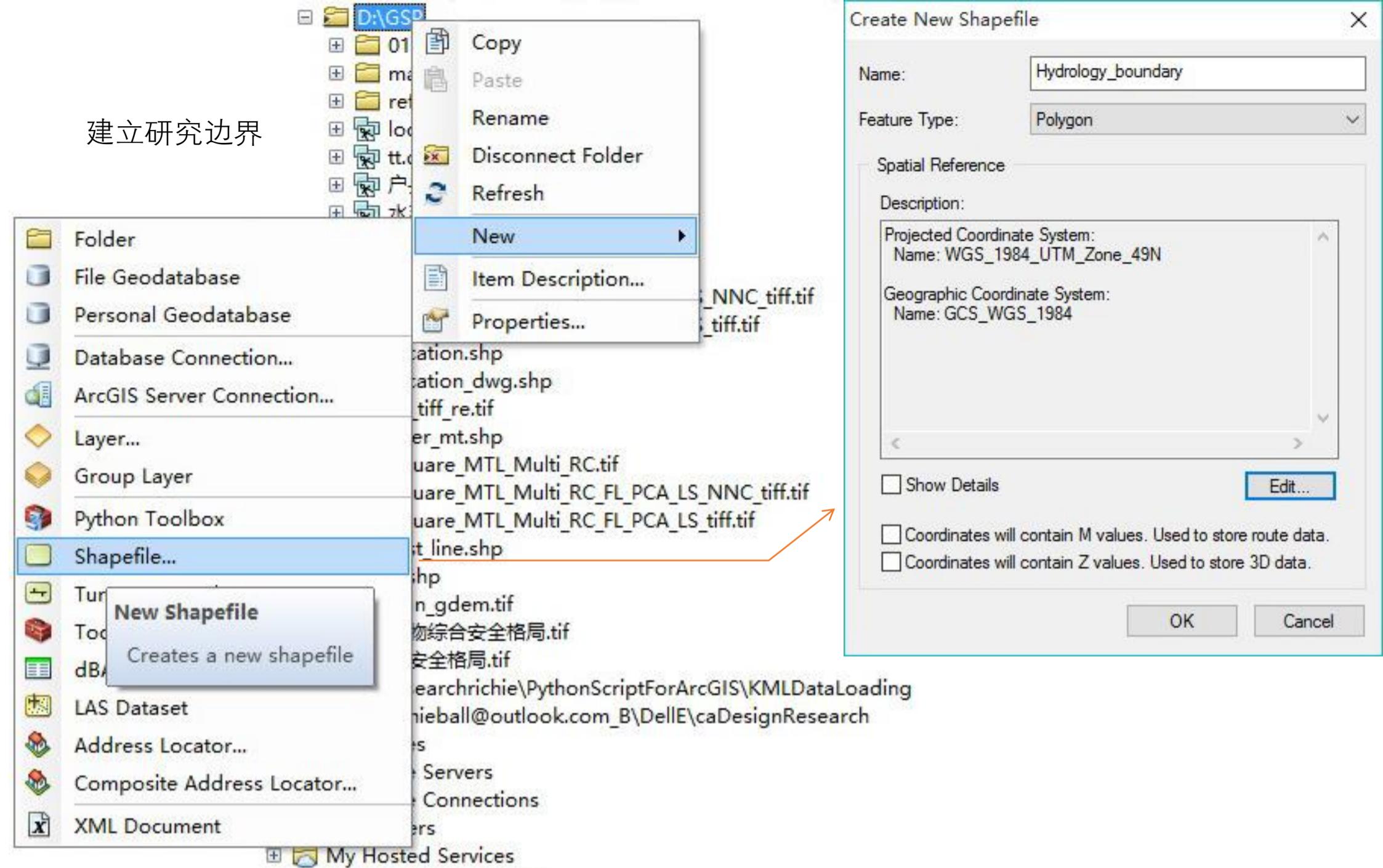
FIRST

LAST

MATCH

OK Cancel Environments... Show Help >>

建立研究边界



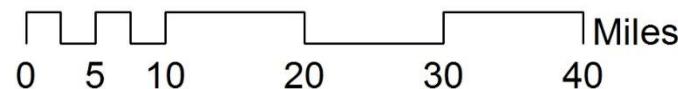
Legend

xian_gdem_Clip.tif

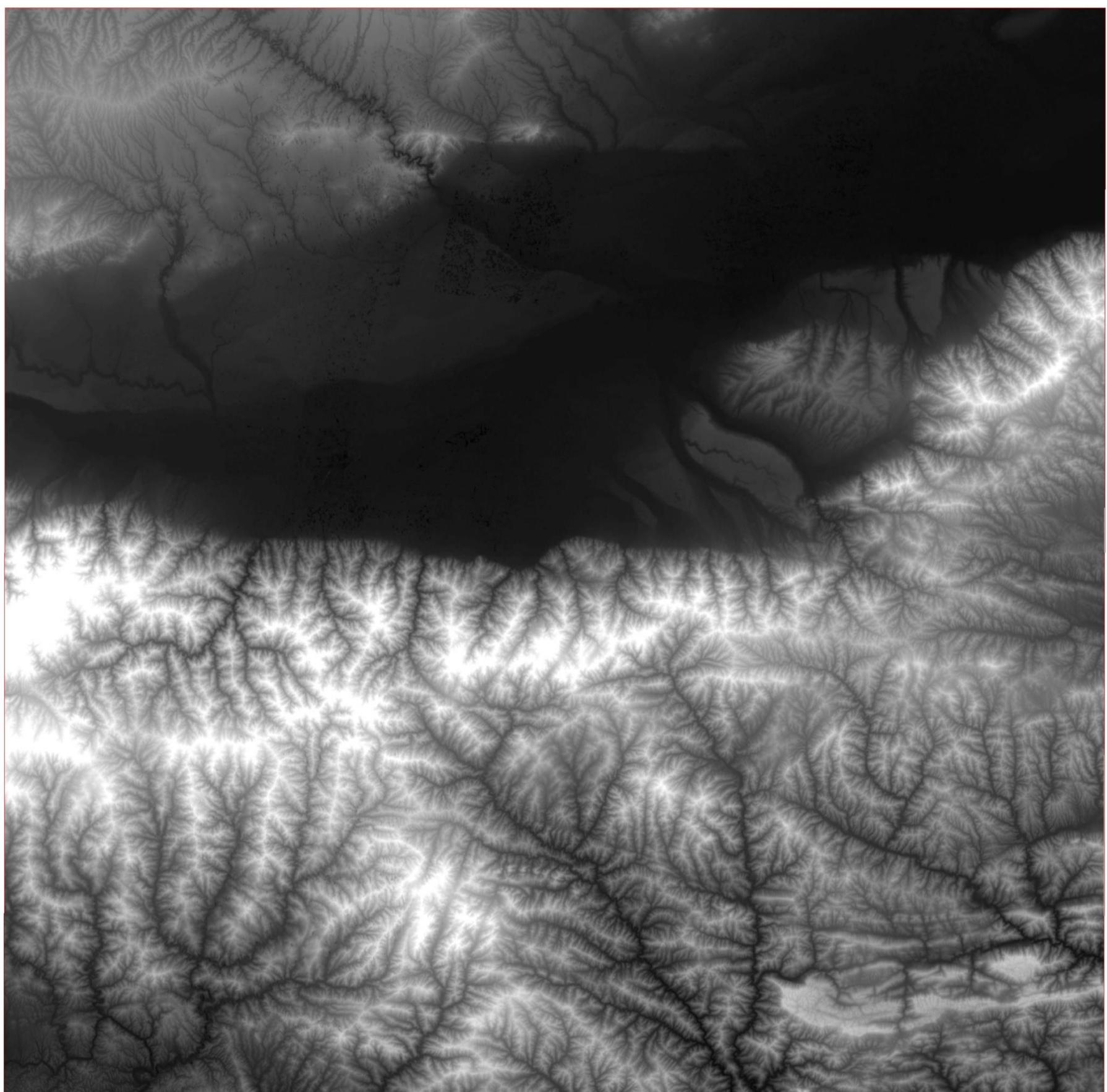
Value

- High : 3754

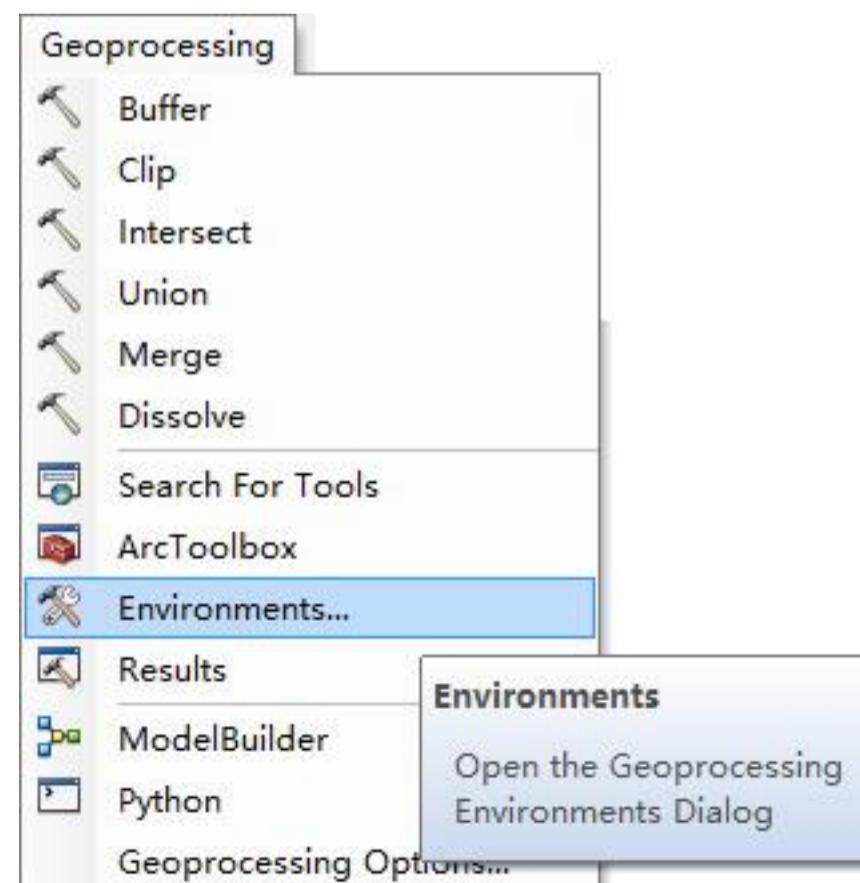
Low : 207



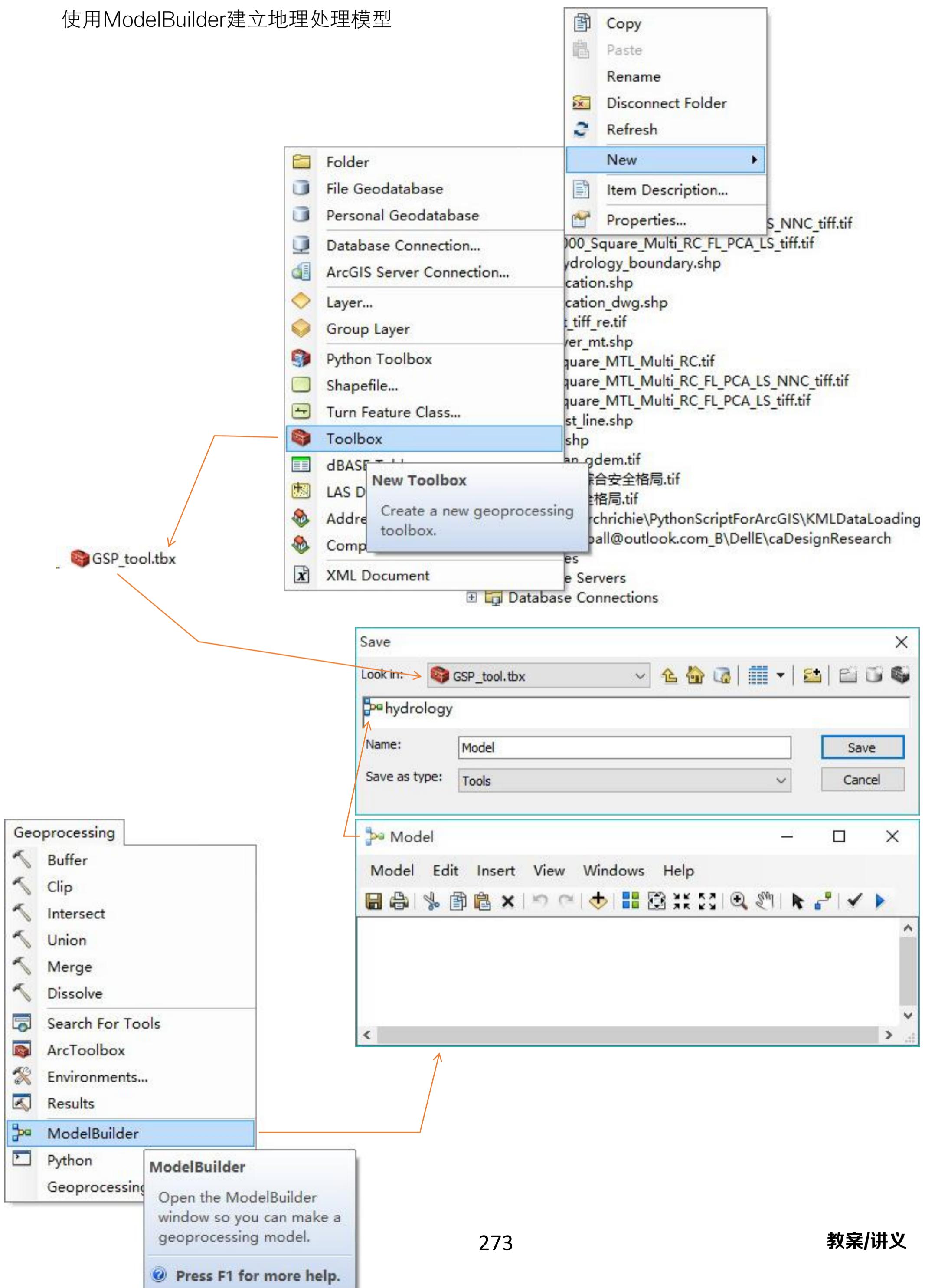
根据研究边界裁切DEM数据



workspace 工作区设置



使用ModelBuilder建立地理处理模型



2-水流方向

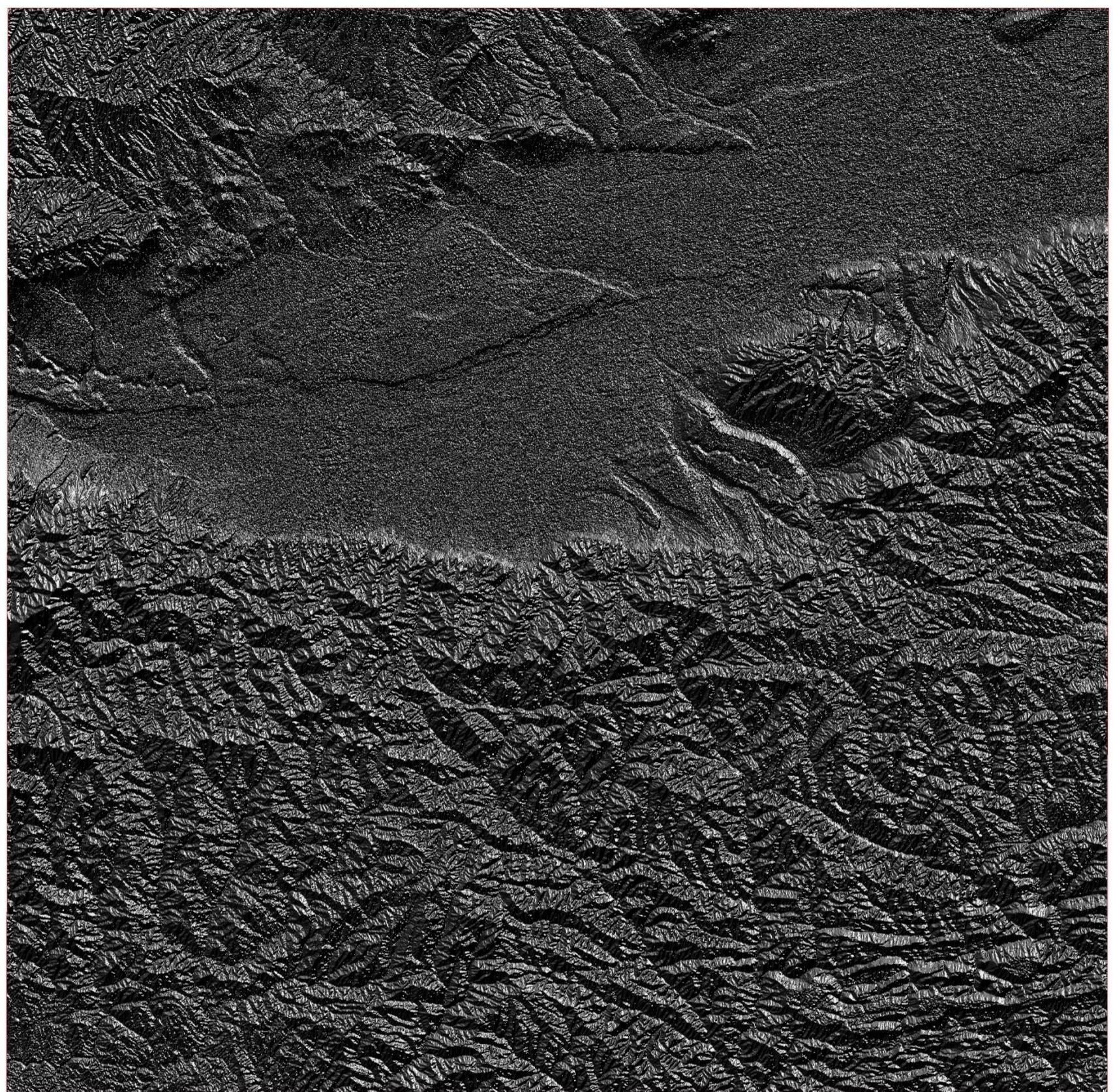
Legend

FlowDir_xian

Value

High : 255
Low : 1

0 5 10 20 30 40 Miles



78	72	69	71	58	49
74	67	56	49	46	50
69	53	44	37	38	48
64	58	55	22	31	24
68	61	47	21	16	19
74	53	34	12	11	12

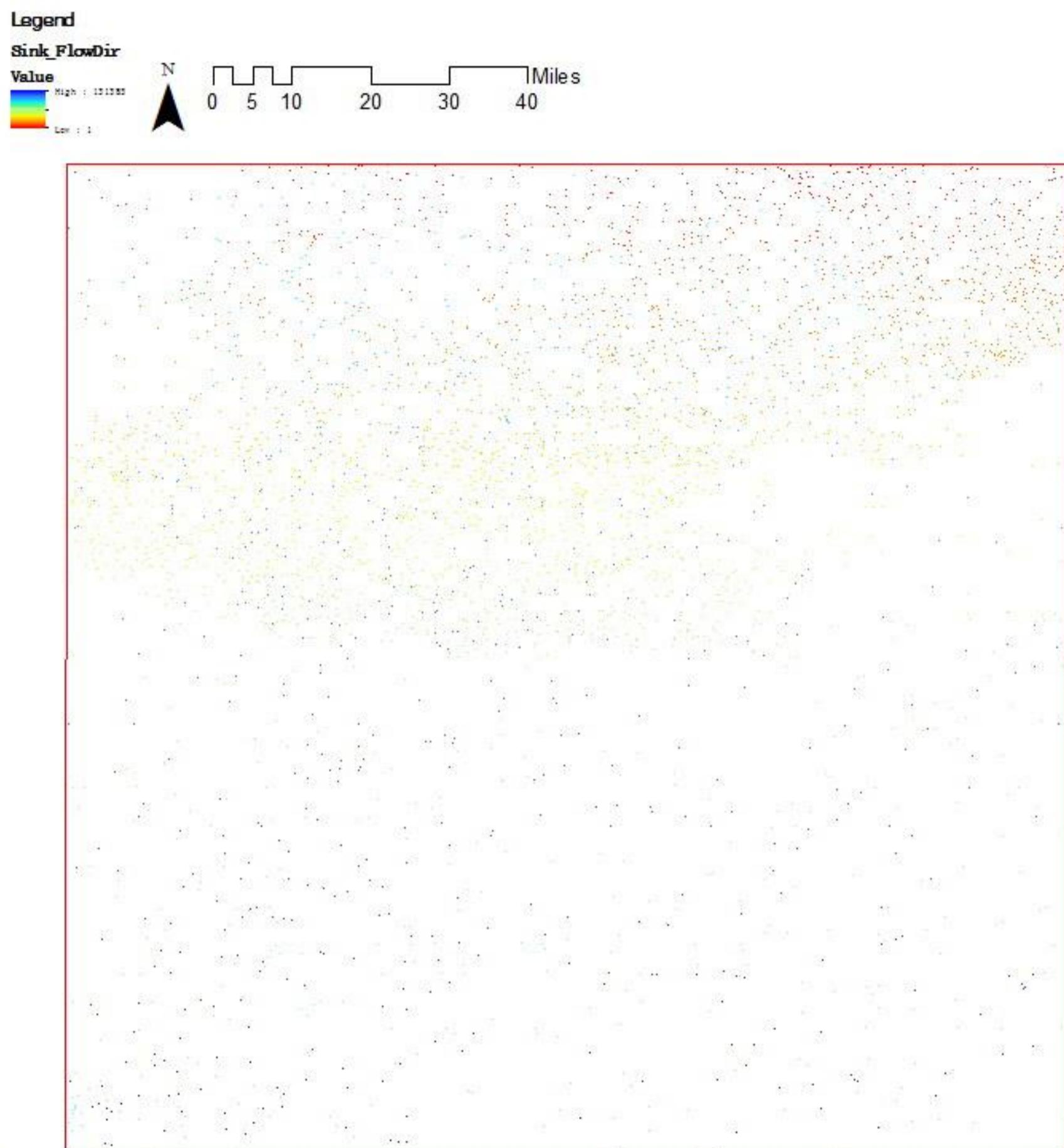
高程表面 Elevation surface



2	2	2	4	4	8
2	2	2	4	4	8
1	1	2	4	8	4
128	128	1	2	4	8
2	2	1	4	4	4
1	1	1	1	4	16

流向 Flow direction

3-洼地(汇)提取



汇是指流向栅格中流向无法被赋予八个有效值之一的一个或一组空间连接像元。在所有相邻像元都高于处理像元时，或在两个像元互相流入以创建一个由两个像元构成的循环时，都会发生这种情况。汇被视为具有未定义的流向，并被赋予等于其可能方向总和的值。例如，如果最陡下落及其产生的流向都是向右(1)和向左(16)，则会分配值17作为该像元的流向。

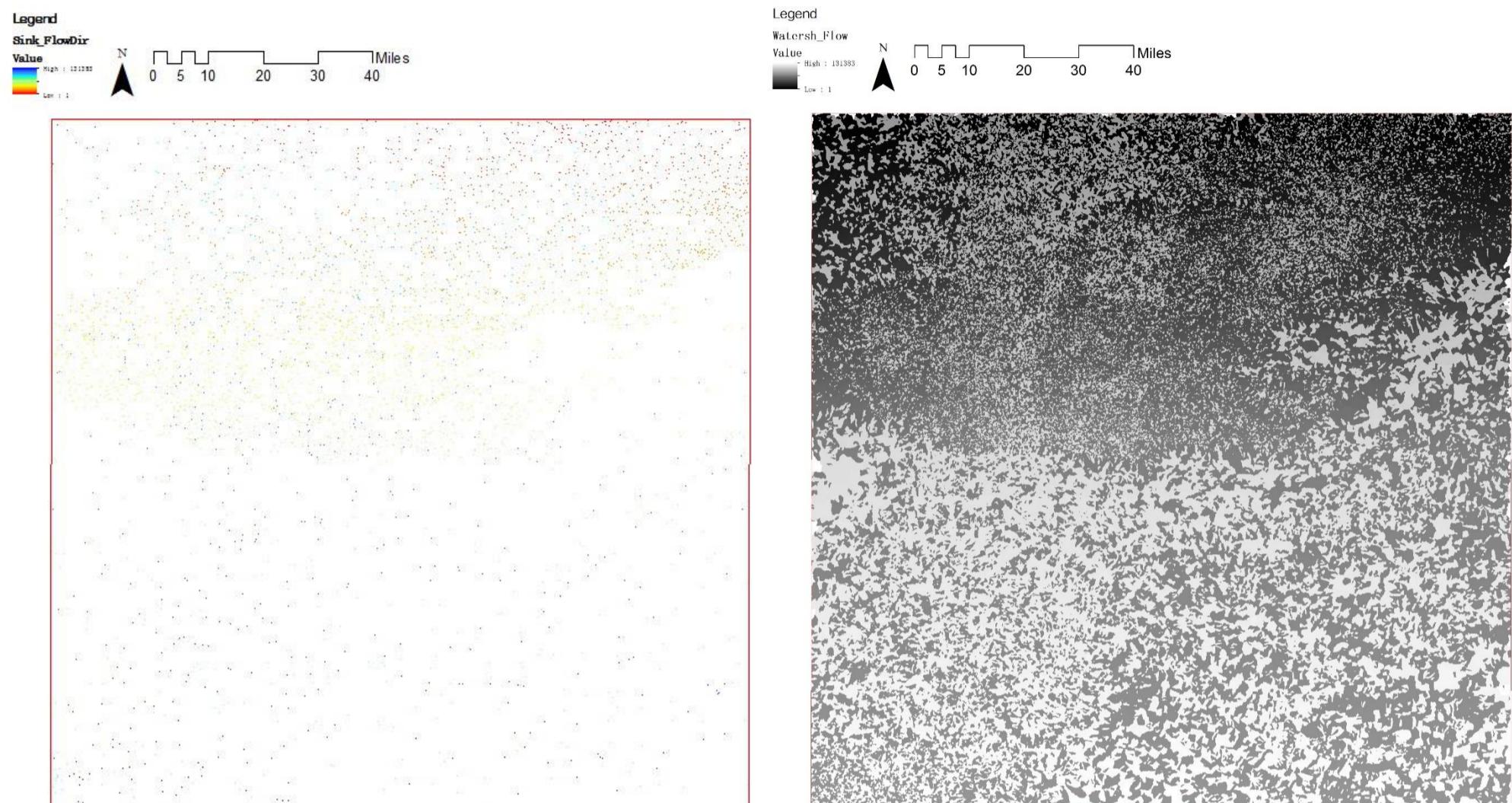
要精确表示流向及其产生的累积流量，最好使用不含汇的数据集。经过处理已移除所有汇的数字高程模型(DEM)被称为无凹陷点DEM。

导致高程数据中出现汇的最常见原因是数据内存在错误。采样效果和将高程取舍为整数通常是产生此类错误的原因。除了在冰川和卡斯特地貌区，在像元大小为10米或更大的高程数据中出现自然产生的汇极其罕见(Mark 1988)，通常可将其视为错误。随着像元大小的增大，数据集中的汇数通常也随之增多。

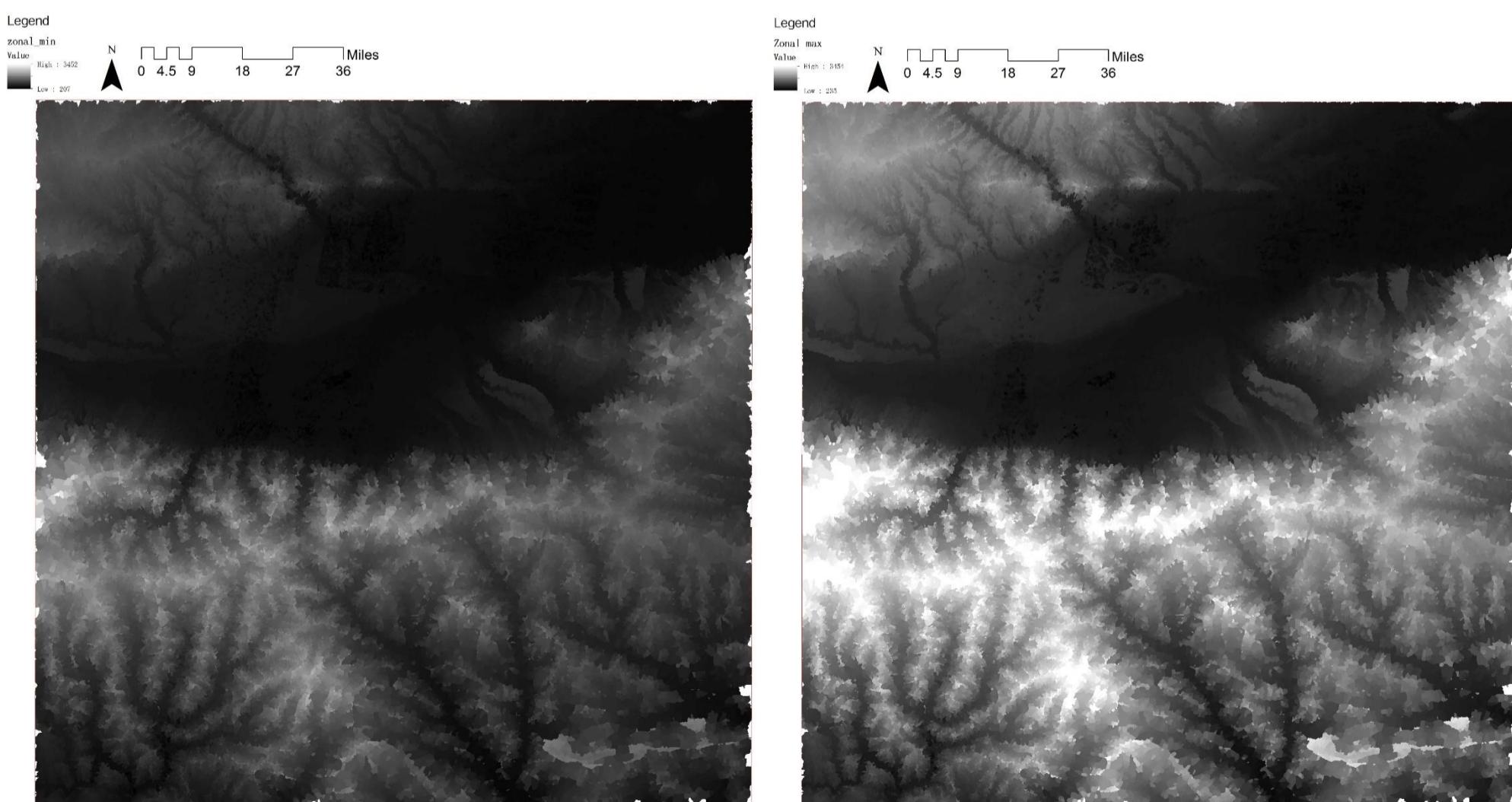
创建无凹陷点DEM时，将重复进行汇的识别和移除操作。填充汇时，填充区域的边界可能会生成新汇，随后还需要对这些汇进行填充。

有时，了解一个或一组汇的深度十分有用。此信息可用于确定将为填充工具的Z限制设置的适合的值，也可用于了解数据中存在的错误类型。

4-填充汇的过程



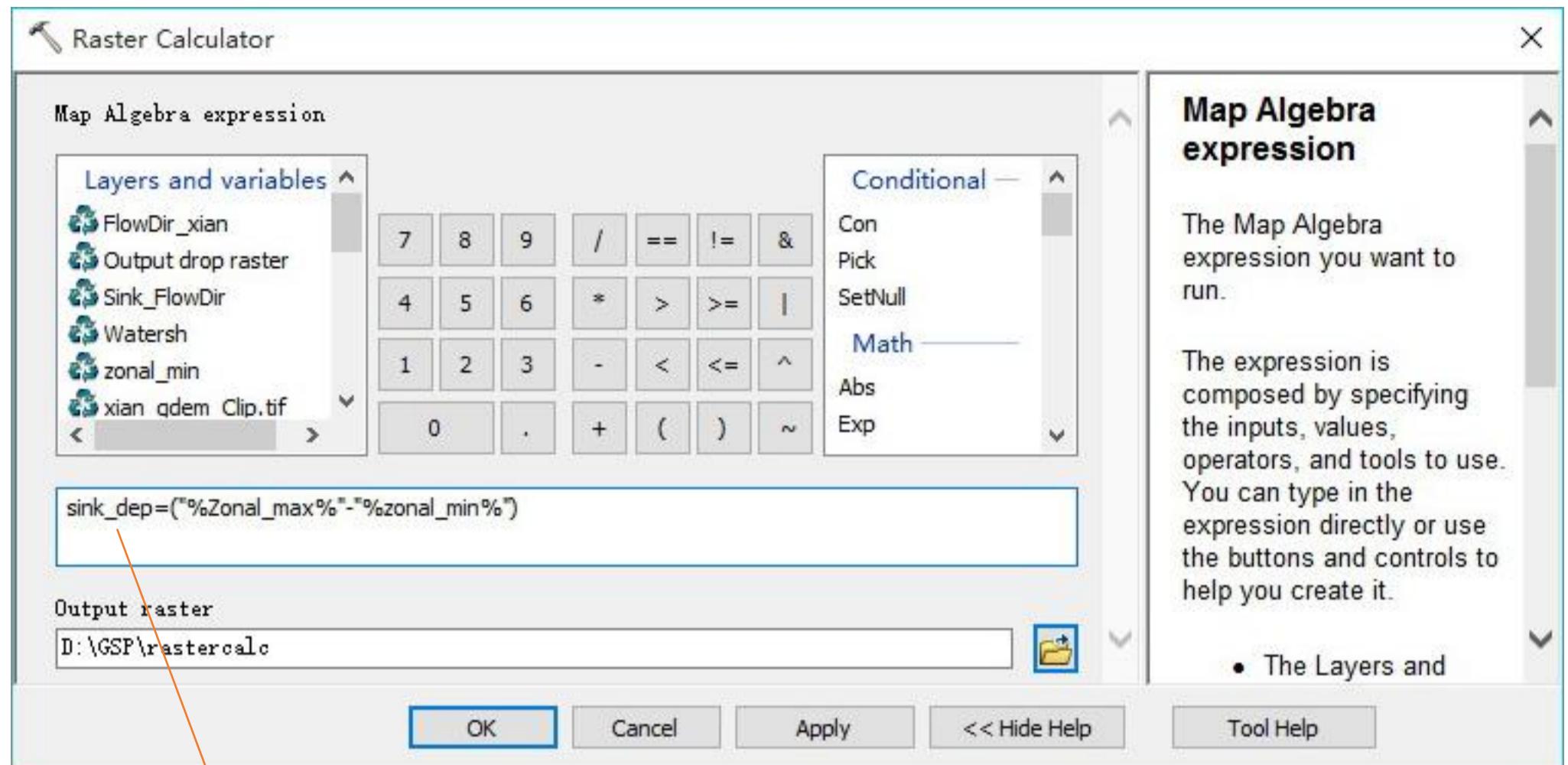
1.洼地(汇)提取



3.计算每个洼地贡献区域最低高程

4.计算每个洼地贡献区域出口的最低高程(洼地出水口高程)

5.计算洼地深度

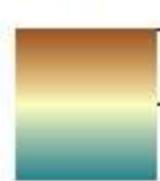


栅格代数运算

 $\rightarrow \text{sink_dep} = (" \% \text{Zonal_max}\% " - " \% \text{zonal_min}\% ")$

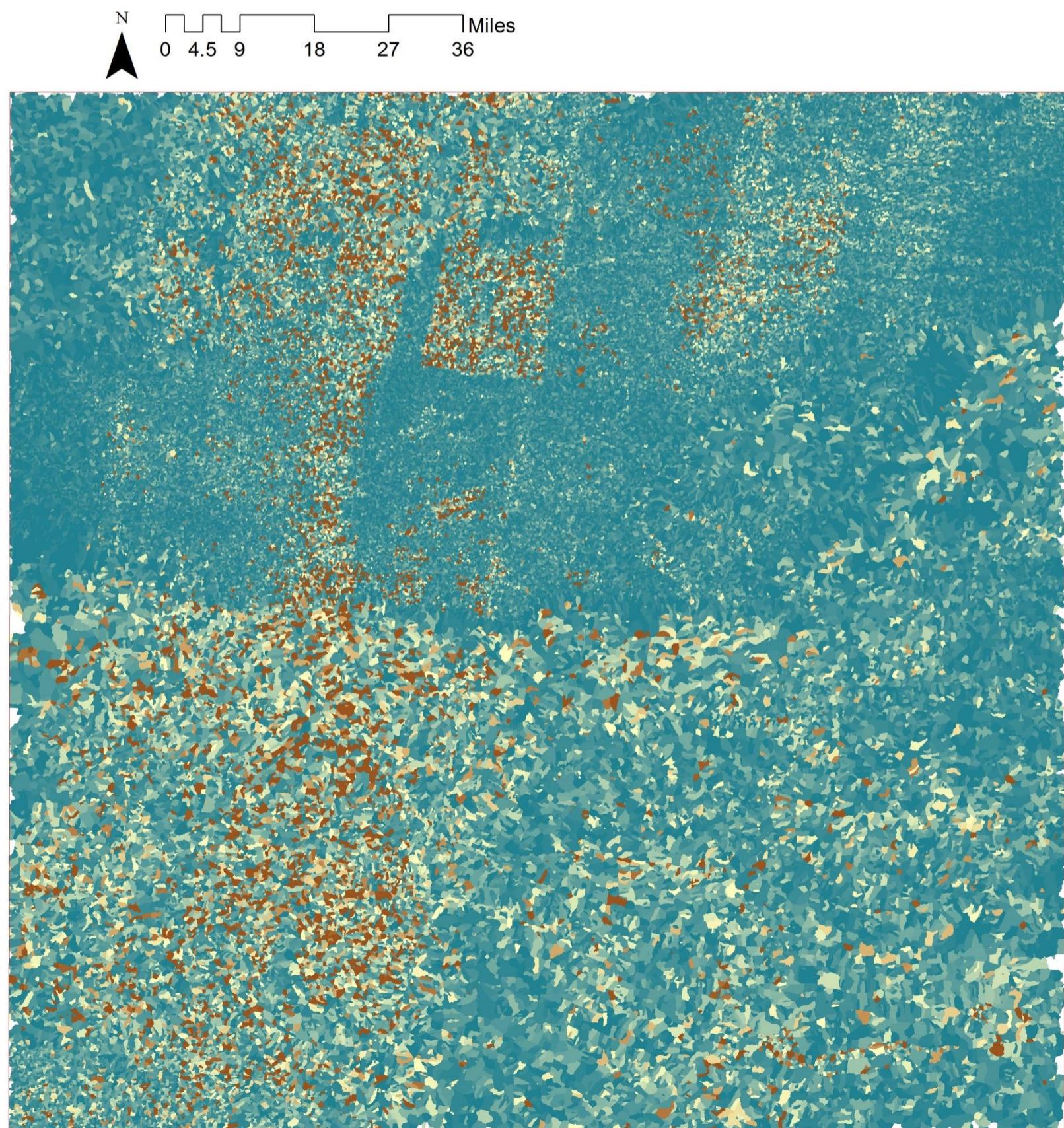
rastercalc

Value

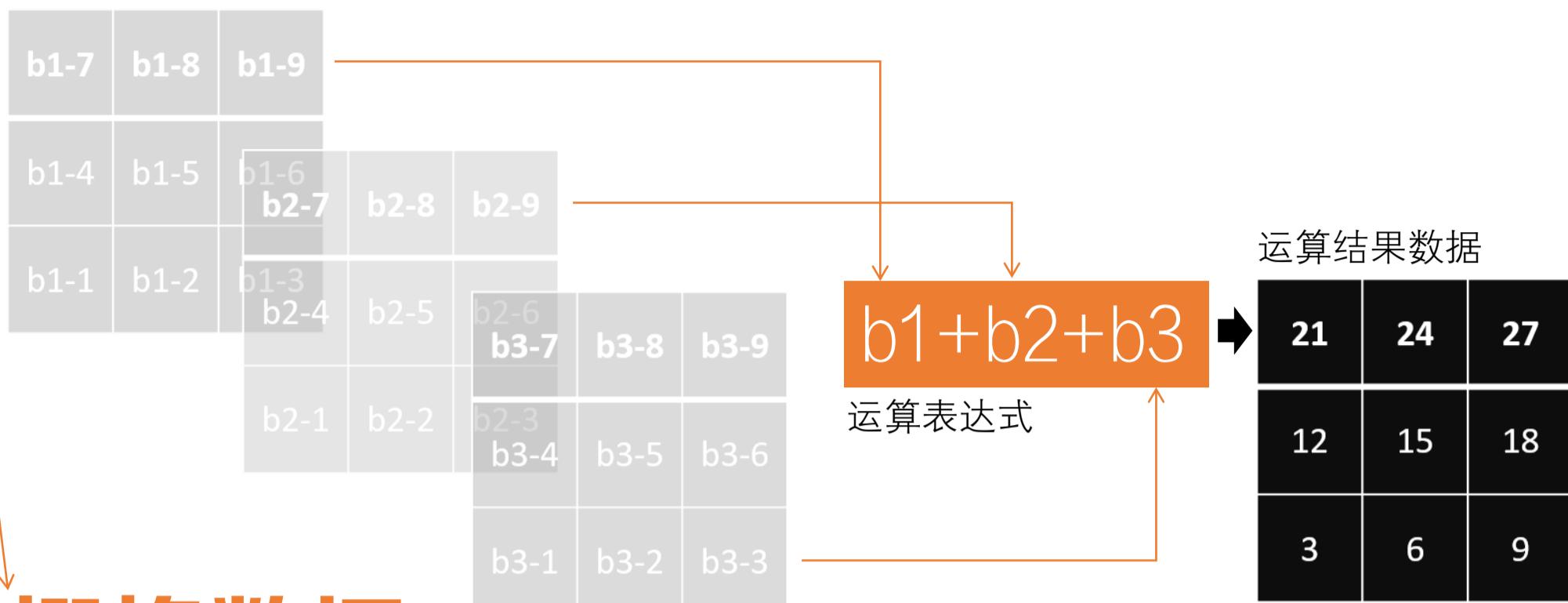


High : 159

Low : 1



波段数据



栅格数据

地图代数运算符 描述

算术

+ (链接)	加
+ (链接)	一元加号
- (链接)	减
- (链接)	一元减号
* (链接)	乘法
** (链接)	幂
/ (链接)	除
// (链接)	整除
% (链接)	模

按位

<< (链接)	按位左移
>> (链接)	按位右移
布尔	
& (链接)	布尔与
~ (链接)	布尔求反
(链接)	布尔或
^ (链接)	布尔异或

关系

== (链接)	等于
> (链接)	大于
>= (链接)	大于或等于
< (链接)	小于
<= (链接)	小于或等于
!= (链接)	不等于

Spatial Analyst GP 工具

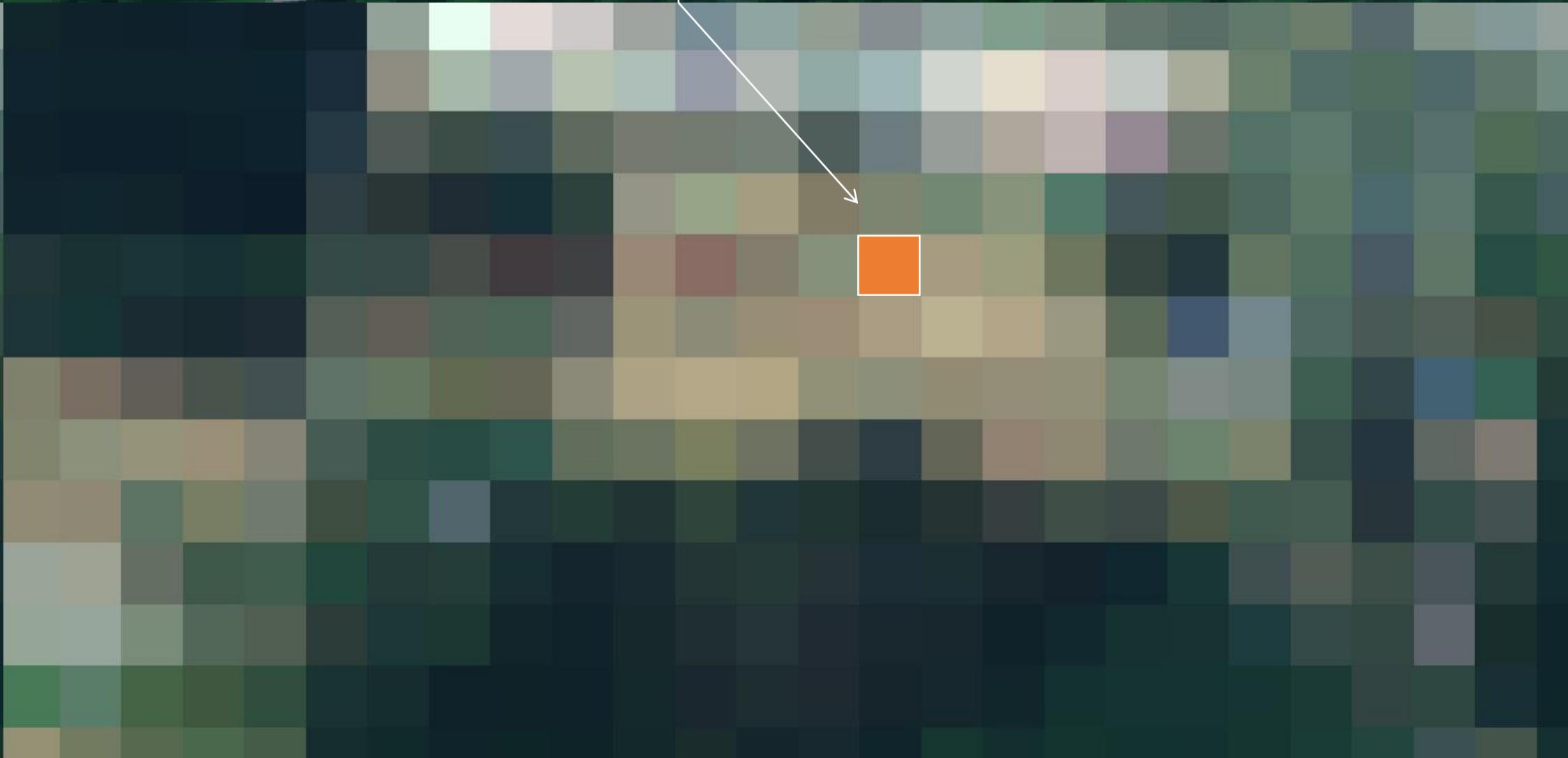
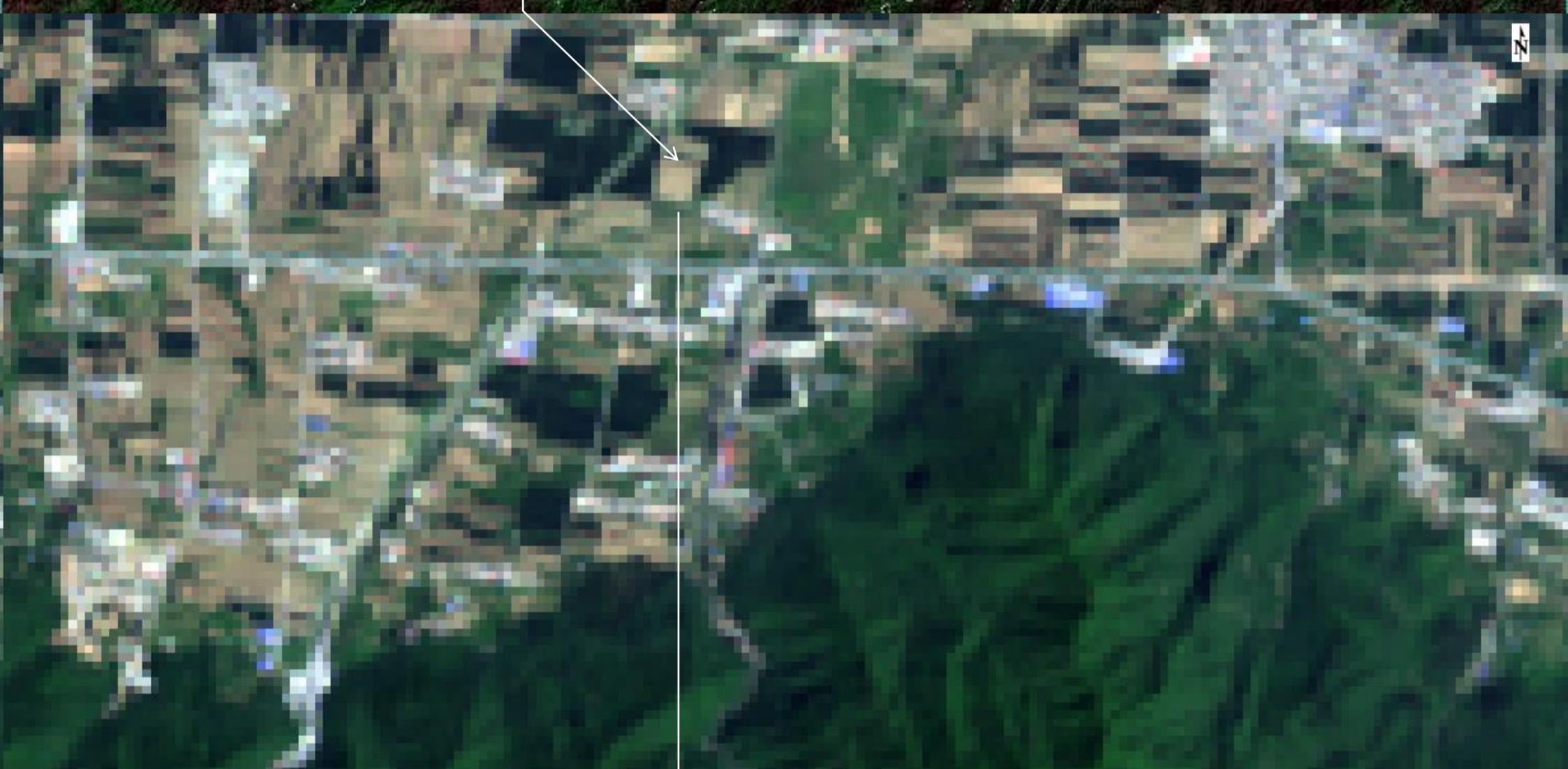
加	加
N/A	N/A
减	减
取反	取反
乘	乘
幂	幂
除	除
N/A	N/A
求模	求模

按位左移	按位左移
按位右移	按位右移

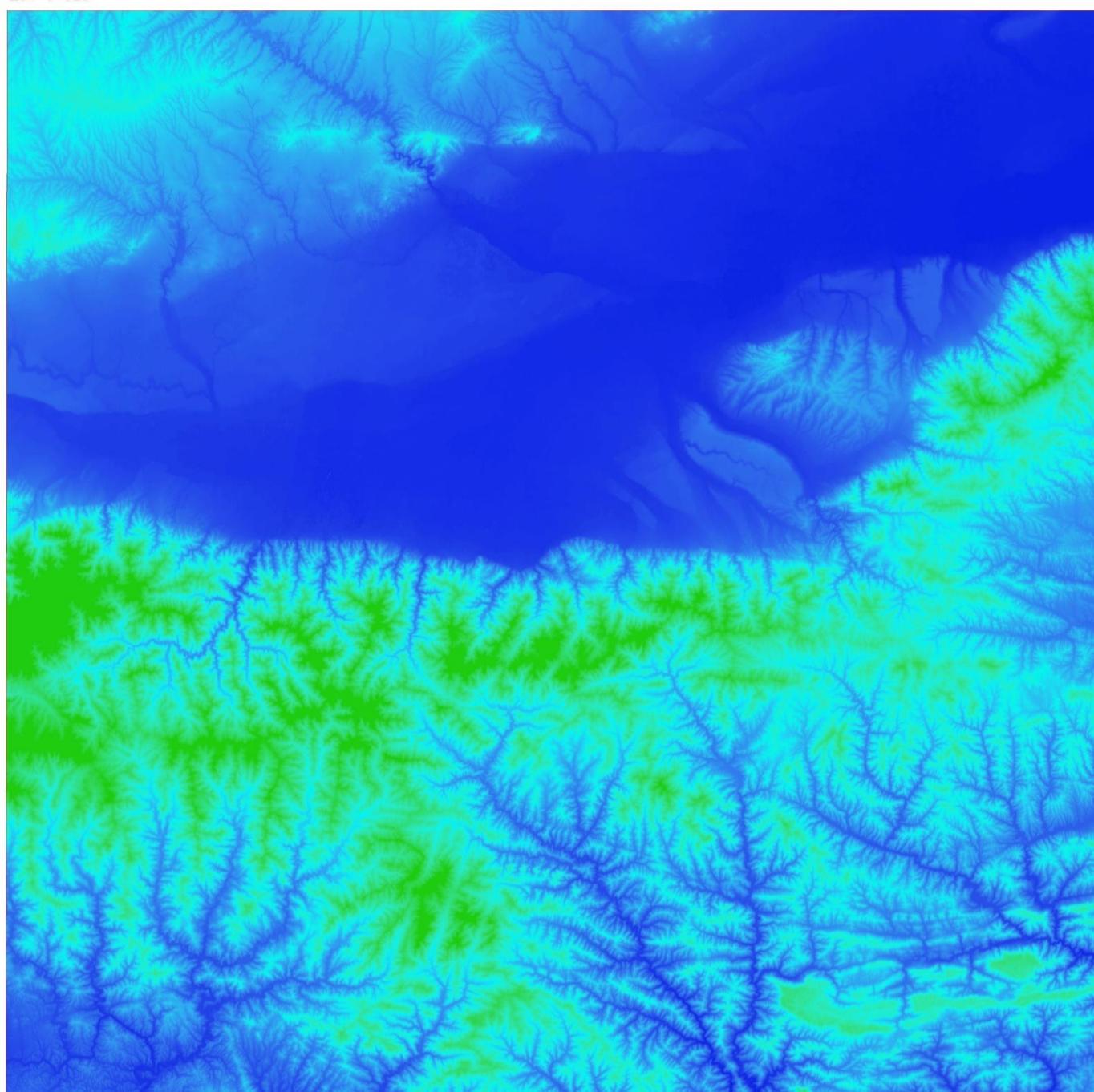
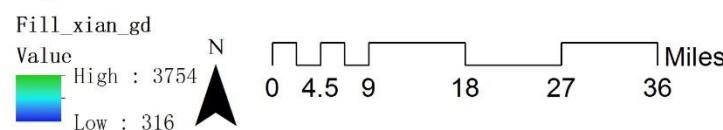
布尔与	布尔与
布尔非	布尔非
布尔或	布尔或
布尔异或	布尔异或

等于	等于
大于	大于
大于或等于	大于等于
小于	小于
小于或等于	小于等于
不等于	不等于

代数运算 | 波段计算(band math)

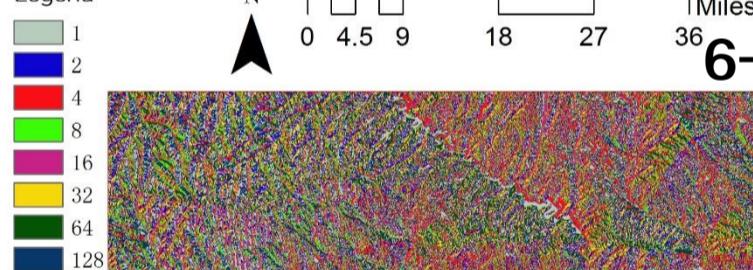


Legend

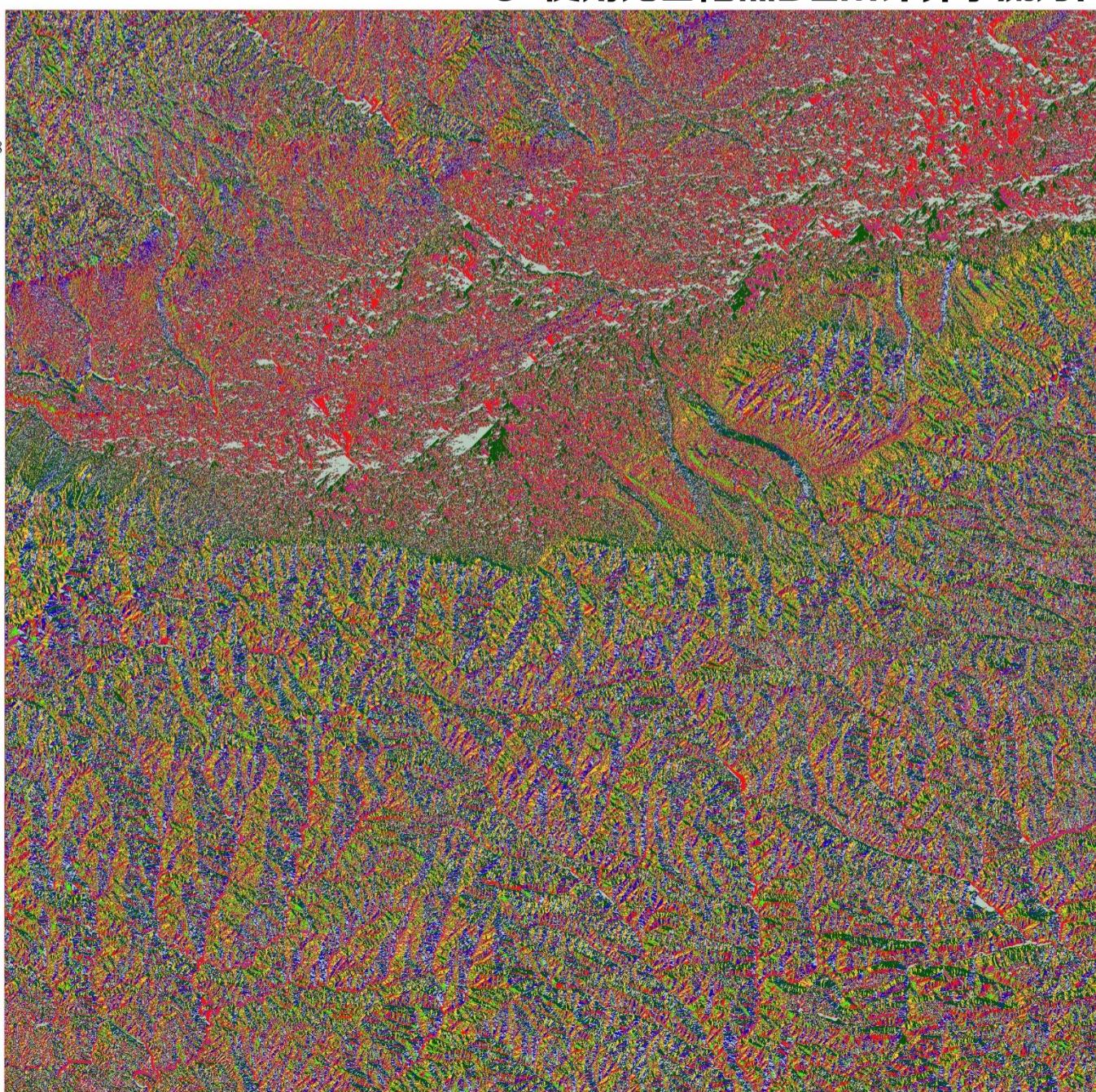


5-洼地填充获得无凹陷点DEM

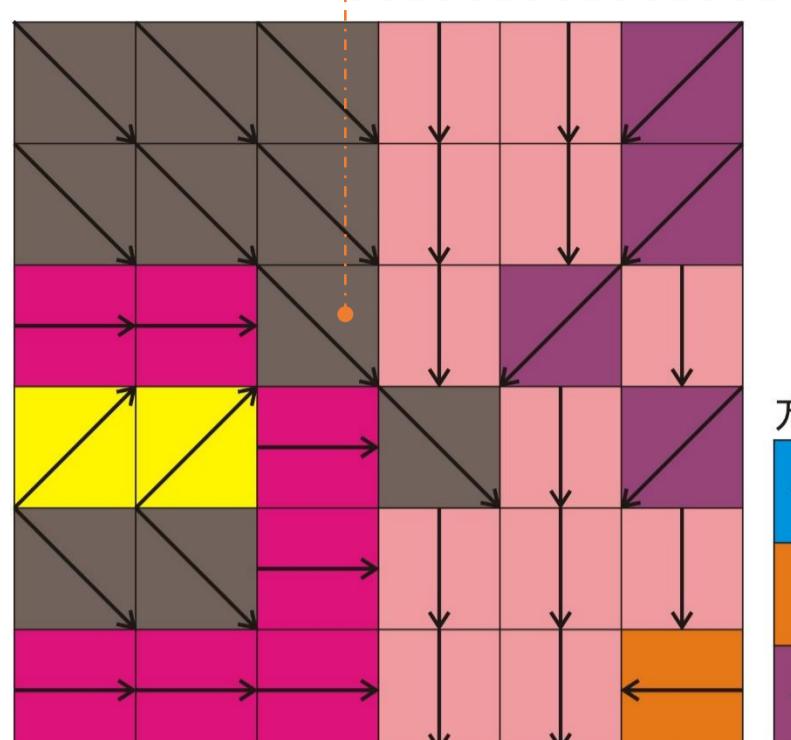
Legend



6-使用无凹陷点DEM计算水流方向



7-汇流累积量



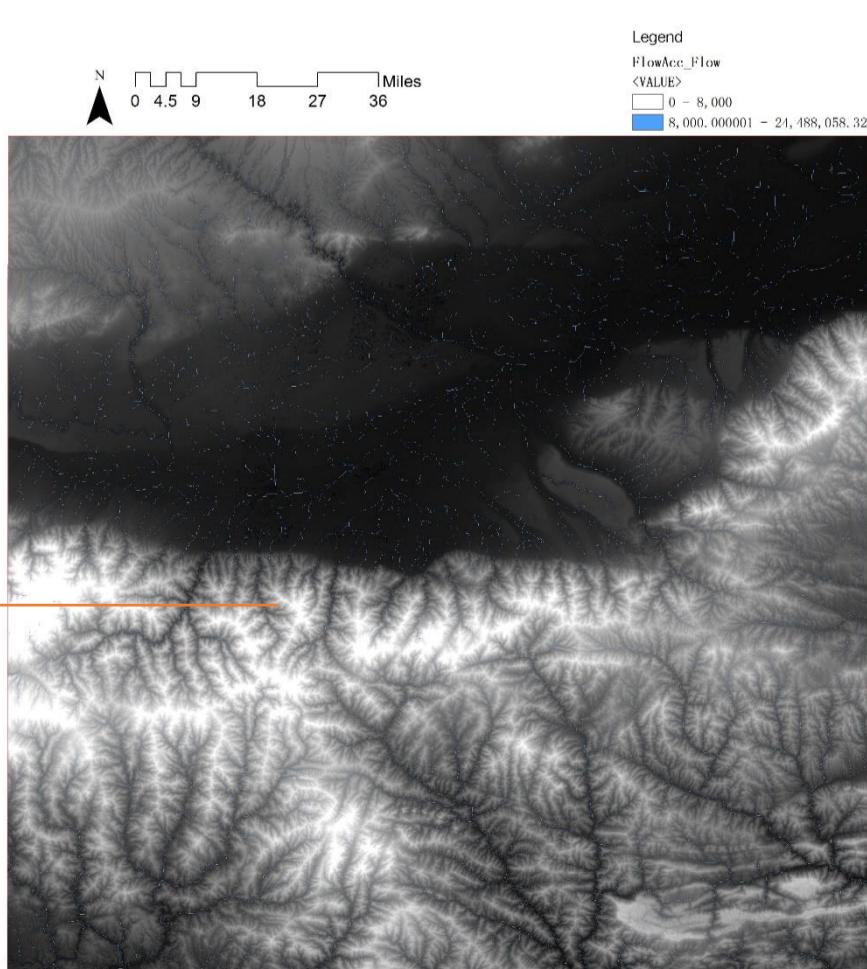
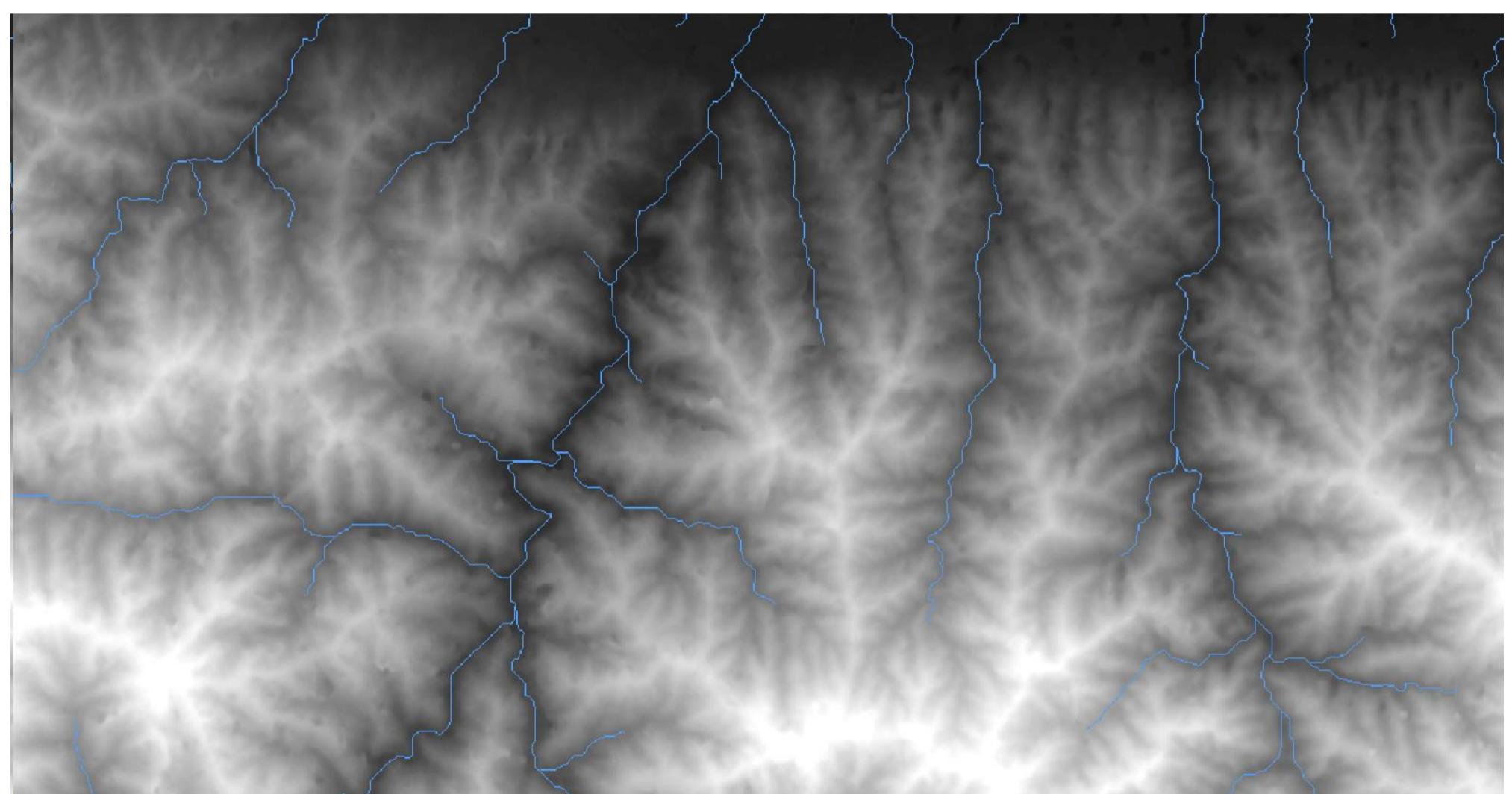
流向 Flow direction

方向编码 Direction coding

32	64	128
16		1
8	4	2

0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	24	0
0	2	4	7	35	2

流量 Flow accumulation



关于雨水径流计算

主要引自《中华人民共和国国家标准—建筑与小区雨水利用工程技术规范Engineering technical code for rain utilization in building and sub-district》GB 50400-2008; 《给水排水设计手册》;

2.1.3 流量径流系数 discharge runoff coefficient: 形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比;

2.1.5 雨量径流系数 pluviometric runoff coefficient: 设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比;

降雨强度 rainfall intensity: 单位时间内的降雨量。其计量单位通常以 毫米/分钟 (或升/秒公顷)表示;

重现期 recurrence interval: 经一定长的雨量观测资料统计分析, 等于或大于某暴雨强度的降雨出现一次的平均间隔时间。其单位通常以年表示;

降雨历时 duration of rainfall: 降雨过程中的任意连续时段。其计量单位通常以min表示;

地面集水时间 inlet time: 雨水从相应汇水面积的最远点地表径流到雨水管渠入口的时间。其计量单位通常以min表示。简称集水时间;

管内流行时间 time of flow: 雨水在管渠中流行的时间, 其计量单位通常以min表示。简称流行时间;

汇水面积 catchment area: 雨水管渠汇集降雨的面积。其计量单位通常以平方米或公顷表示;

暴雨强度 rainfall intensity: 在某一历时内的平均降雨量, 即单位时间内的降雨深度。工程上常用单位时间内单位面积内的降雨体积来表示。计量单位通常以 mm/min或L/(s·万m²)表示。我国气象上规定, 24小时降水量为50毫米或以上的雨称为“暴雨”。按其降水强度大小又分为三个等级, 即24小时降水量为50~99.9毫米称“暴雨”, 100~200毫米以下为“大暴雨”, 200毫米以上称“特大暴雨”。

设计降雨强度计算:

雨水径流计算:

•雨水设计径流总量计算:

$$W = 10 \varphi_0 h_y F$$

W-雨水设计径流总量 (m³) ;

φ_0 雨量径流系数;

h_y 设计降雨厚度 (mm) ;

F-汇水面积 (hm²) ;

•雨水设计流量计算:

$$Q = \varphi_m q F$$

Q 雨水设计流量 (L/s) ;

φ_m 流量径流系数;

q 设计暴雨强度 (L/(s·hm²)) ;

注: 降雨量根据当地近期10年以上降雨量资料确定 (资料缺乏时可参考全国各大城市降雨量资料《建筑与小区雨水利用工程技术规范》附录A);

汇水面积应按汇水面水平投影面积计算;

径流系数		
下垫面种类	雨量径流系数	流量径流系数
硬屋面, 未铺石子的平屋面, 沥青屋面	0.8~0.9	1
铺石子的平屋面	0.6~0.7	0.8
绿化屋面	0.3~0.4	0.4
混凝土和沥青路面	0.8~0.9	0.9
块石等铺砌路面	0.5~0.6	0.7
干砌砖, 石及碎石路面	0.4	0.5
非铺砌的土路面	0.3	0.4
绿地	0.15	0.25
水面	1	1
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度≥500mm)	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度<500mm)	0.3~0.4	0.4

- 雨水设计流量计算:

25 8	陕 西	西安	$i = \frac{6.041(1 + 1.475\lg P)}{(t + 14.72)^{0.704}}$	83	22 1956~1977	数理统计法	西北建筑工程学院	适用于 P<20a, P>20a 另有公式
25 9	陕 西	西安	$i = \frac{37.603 + 50.124\lg T_E}{(t + 30.177)^{1.078}}$	92	19 1956~1974	解析法	同济大学	

1L=1立方分米

1立方分米=0.001立方米

1L=0.001立方米

1 公顷 = 10 000 平方米(square meters)

1 公顷 = 100 公亩(ares)

1 公顷 = 15 亩

1 公顷 = 2.471 053 8 英亩(acres)

1 公顷 = 0.01 平方公里 (平方千米) (square kilometers)

100 公顷 = 1 平方公里 (平方千米)

0.40468564 公顷 = 1 英亩

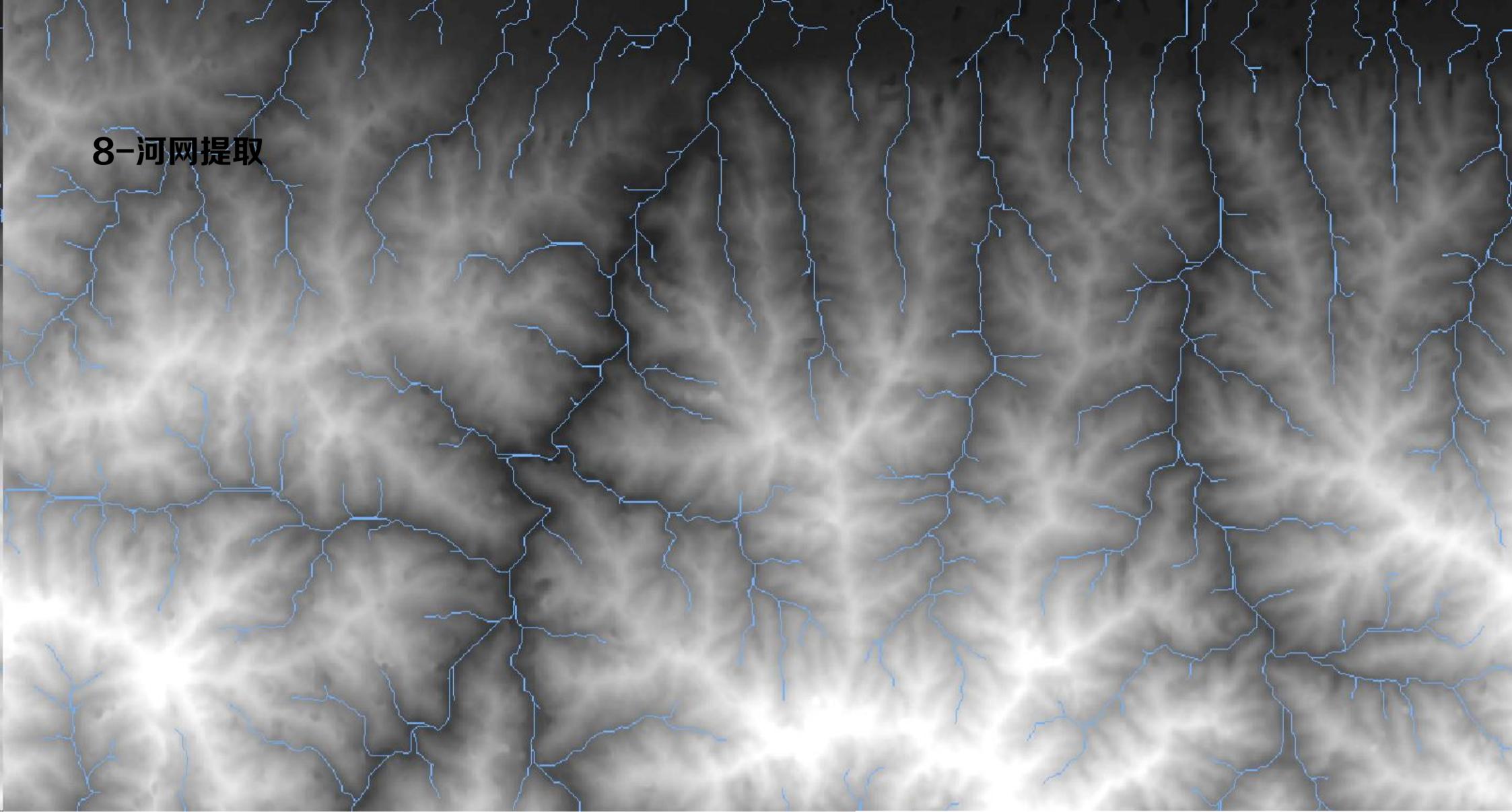
0.06666666 公顷 = 1 亩

0.01 公顷 = 1 公亩

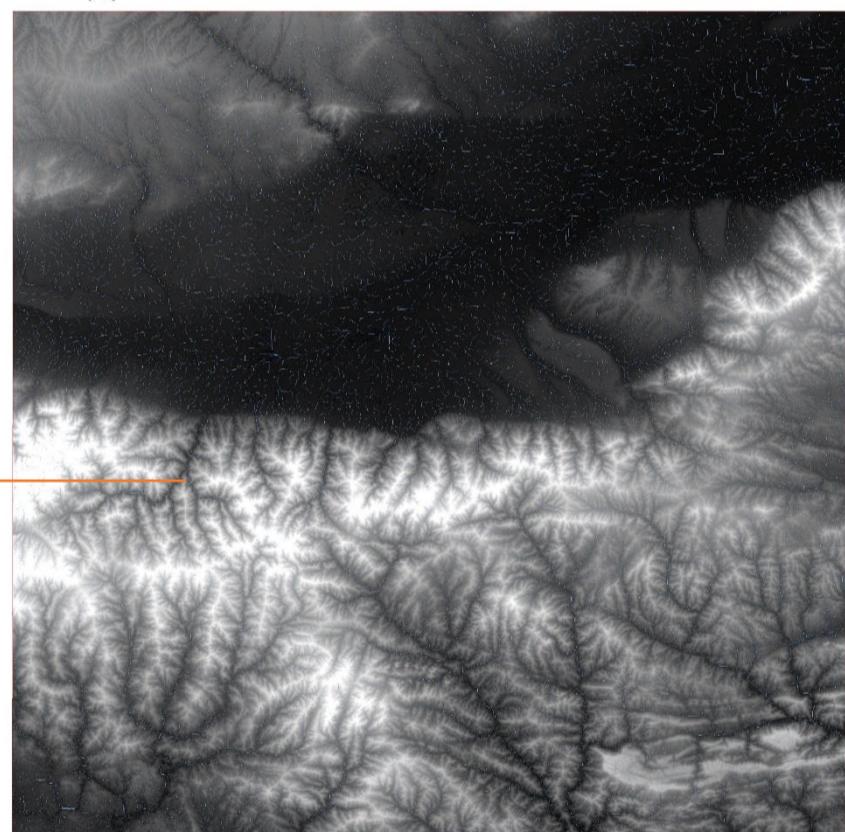
0.0001 公顷 = 1 平方米

_维基百科

8-河网提取

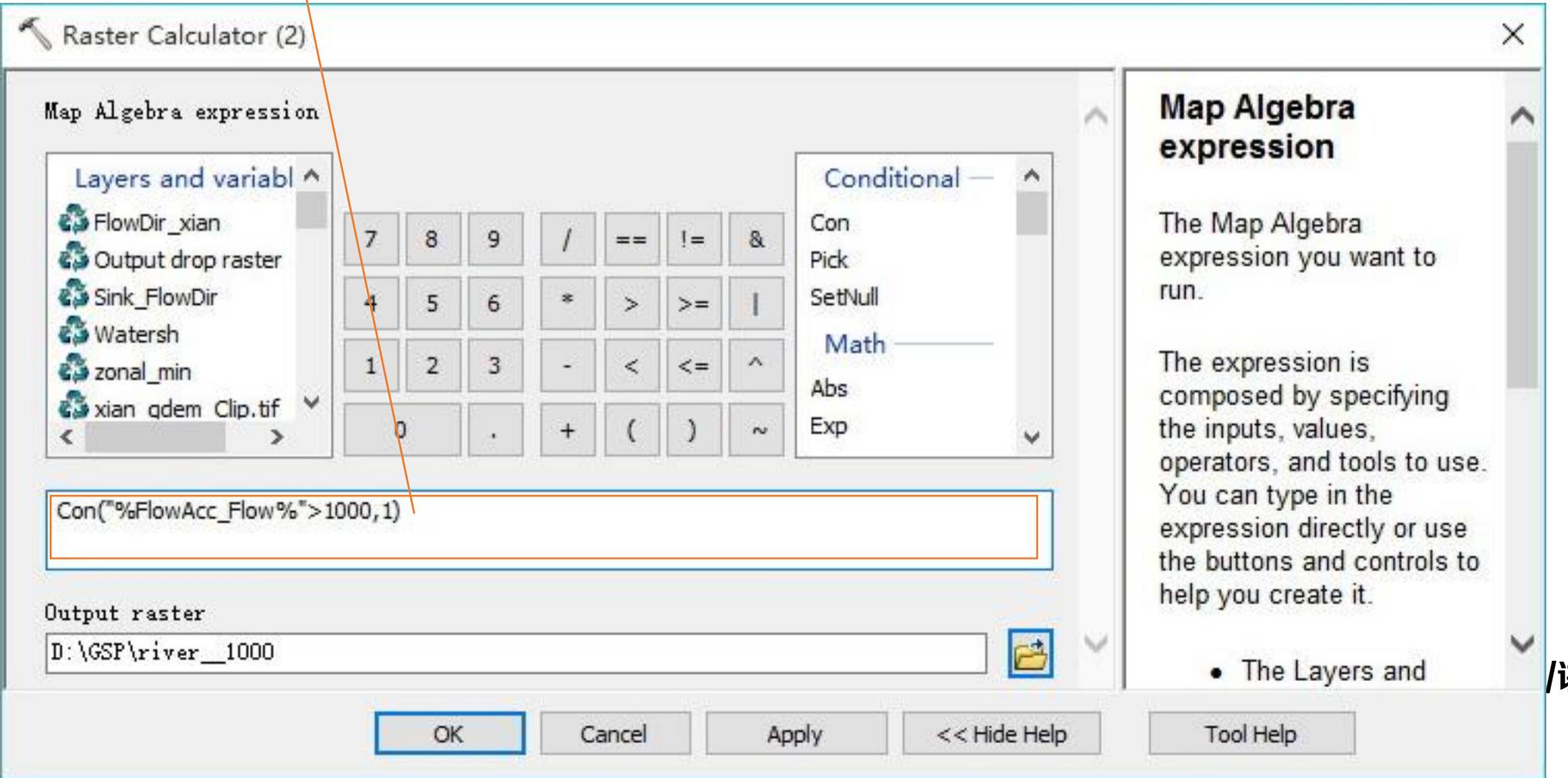


Legend N 0 4.5 9 18 27 36 Miles



Con("%FlowAcc_Flow%>1000,1)

条件分析工具



/讲义

9-栅格河网矢量化

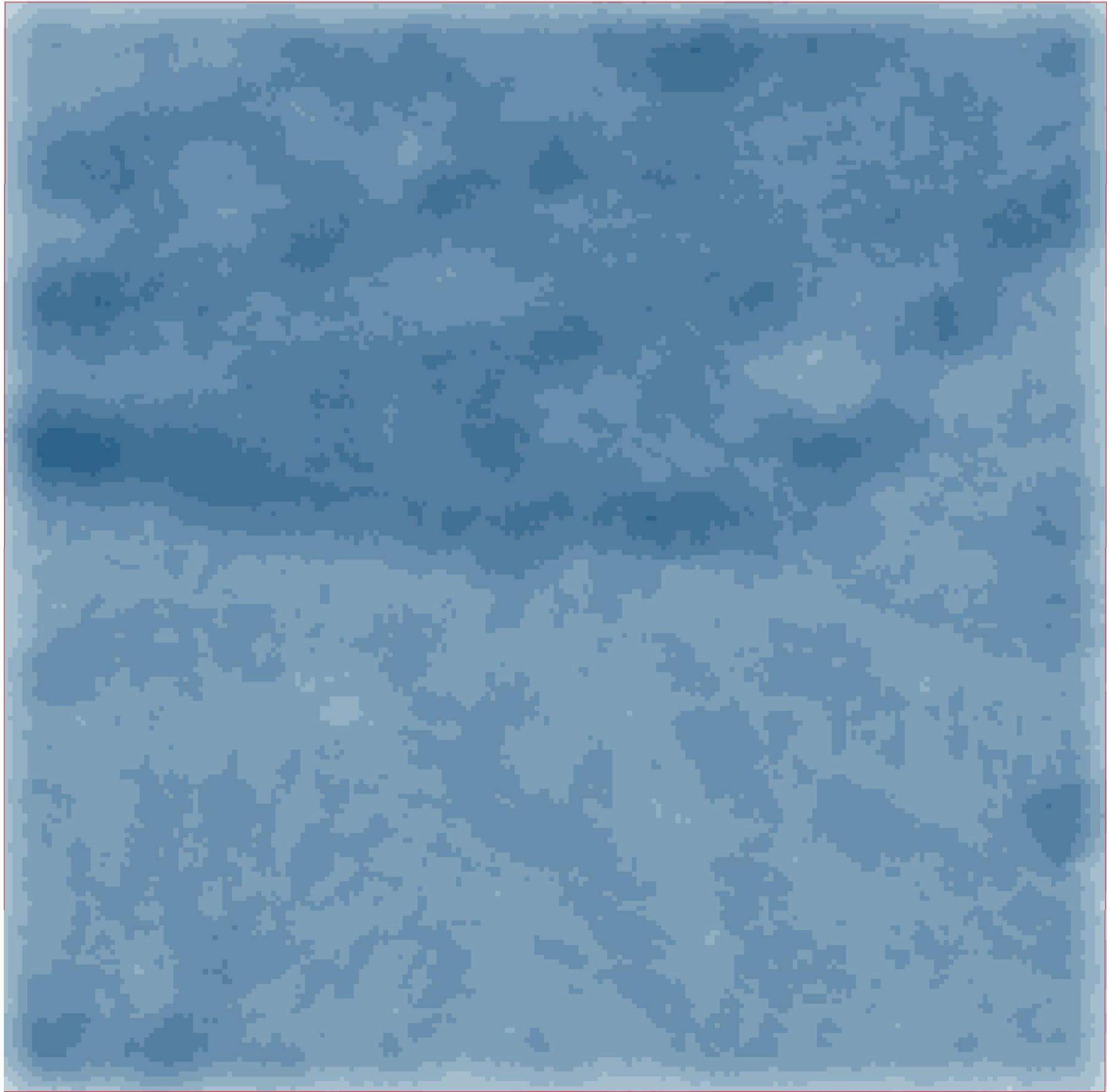
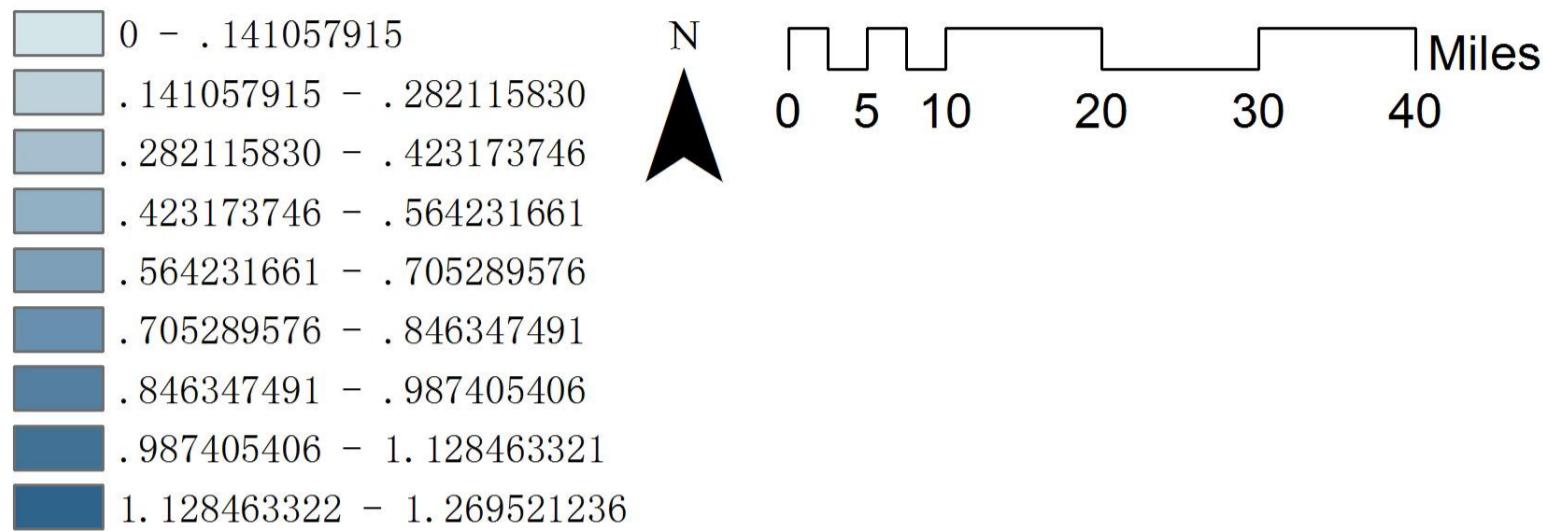
使用工具: ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Hydrology/Stream to Feature



10-河网密度

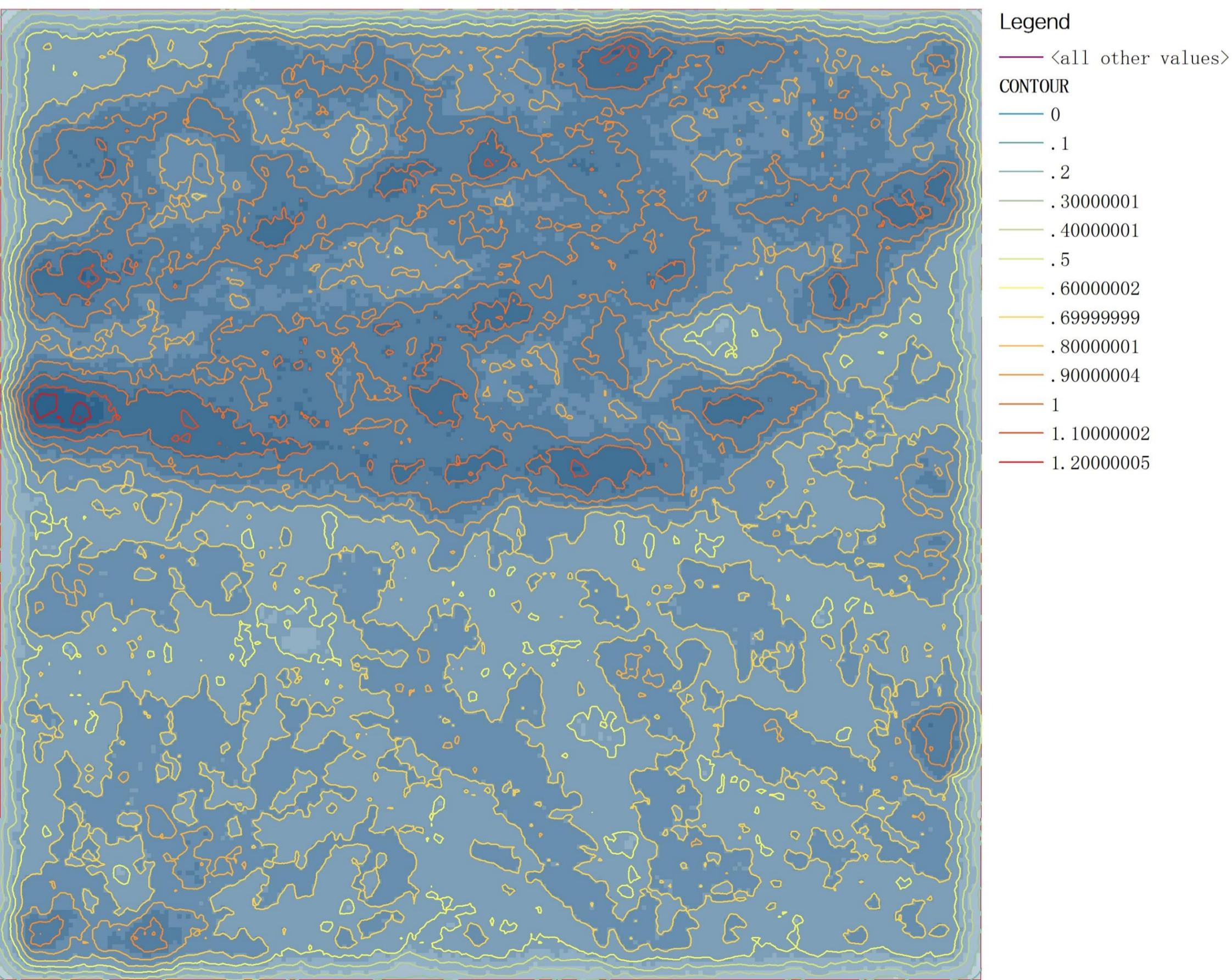
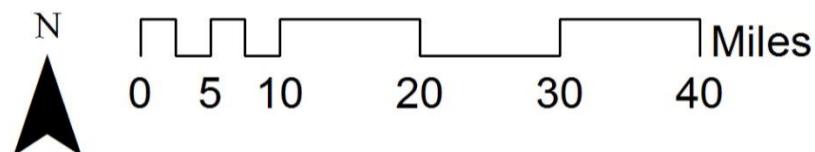
使用工具: ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Density/Line Density

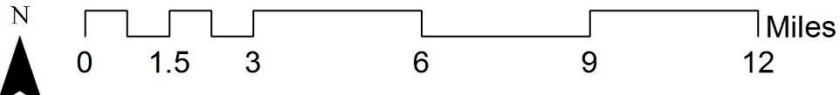
Legend



- 绘制等值轮廓线

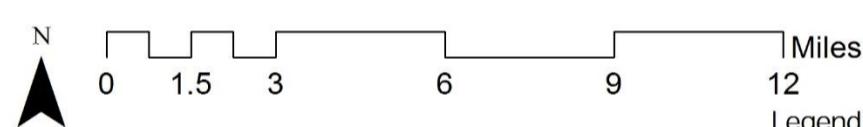
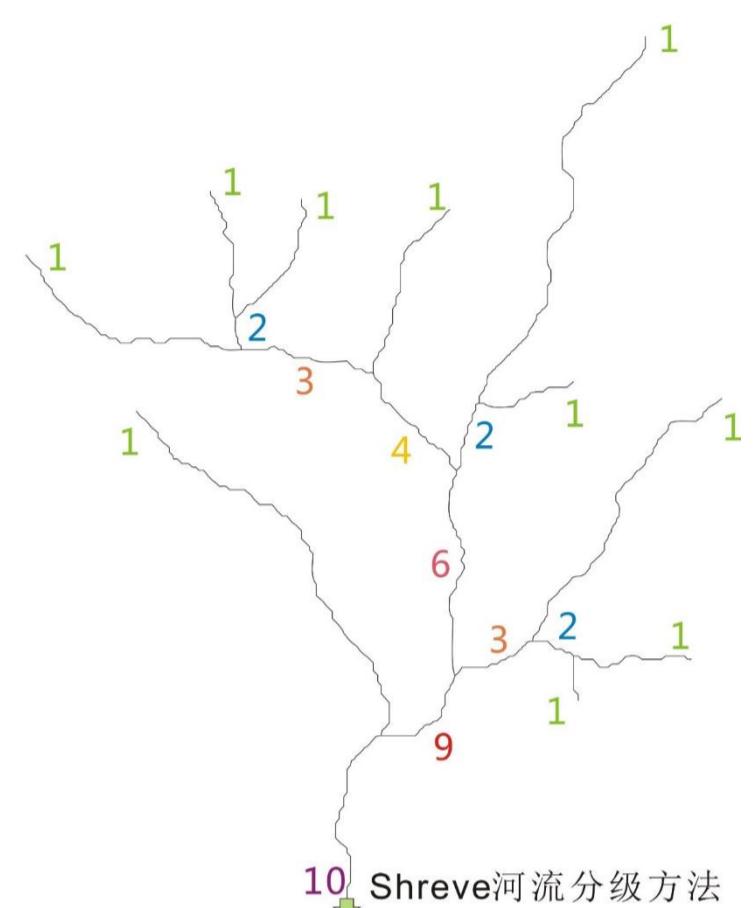
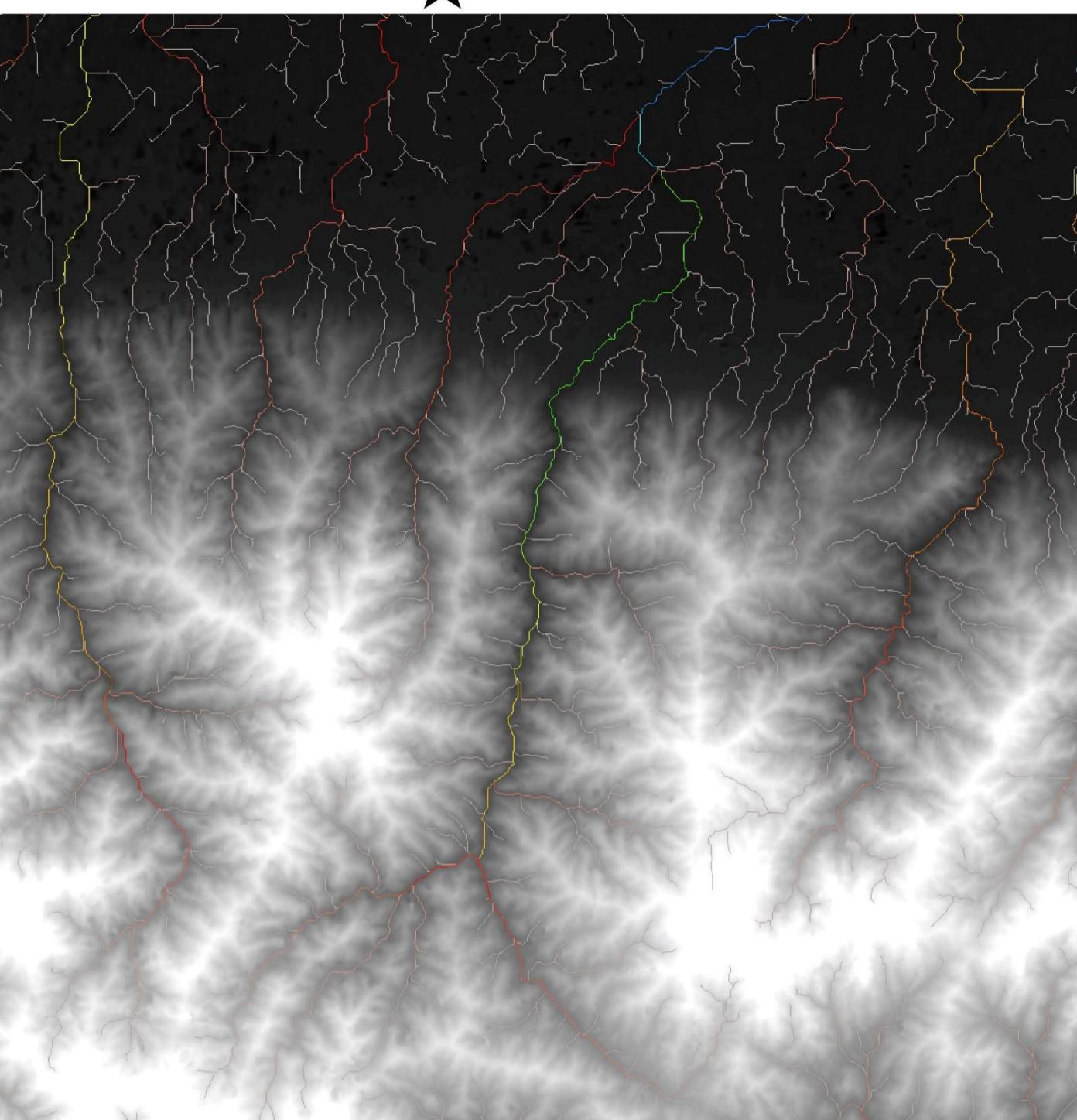
使用工具: ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Surface/Contour





-GIS的(景观+城乡规划)辅助规划技术

11-河网分级

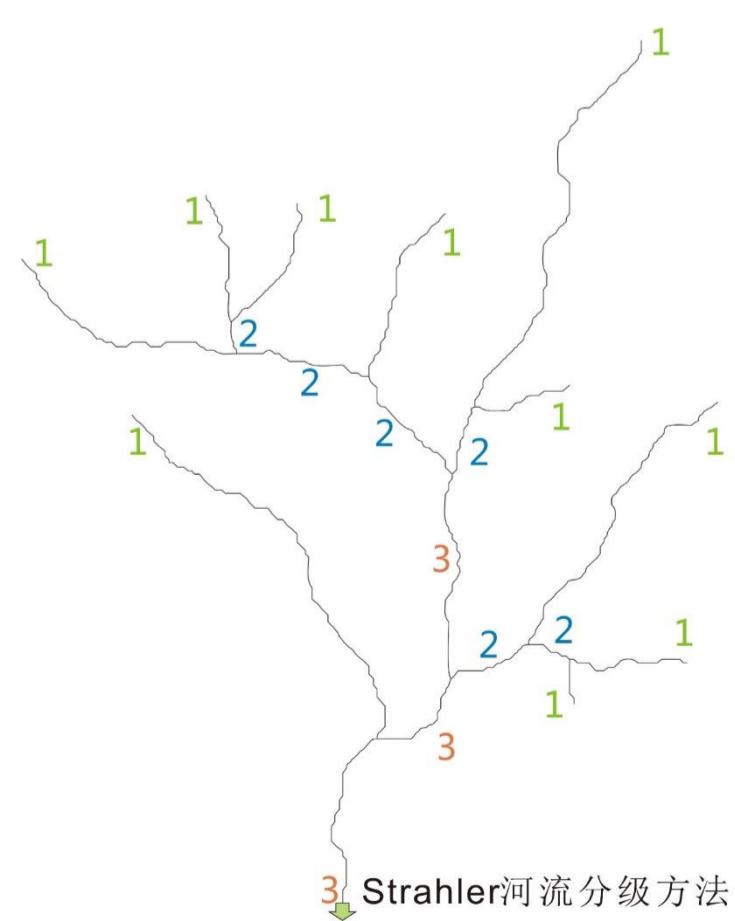
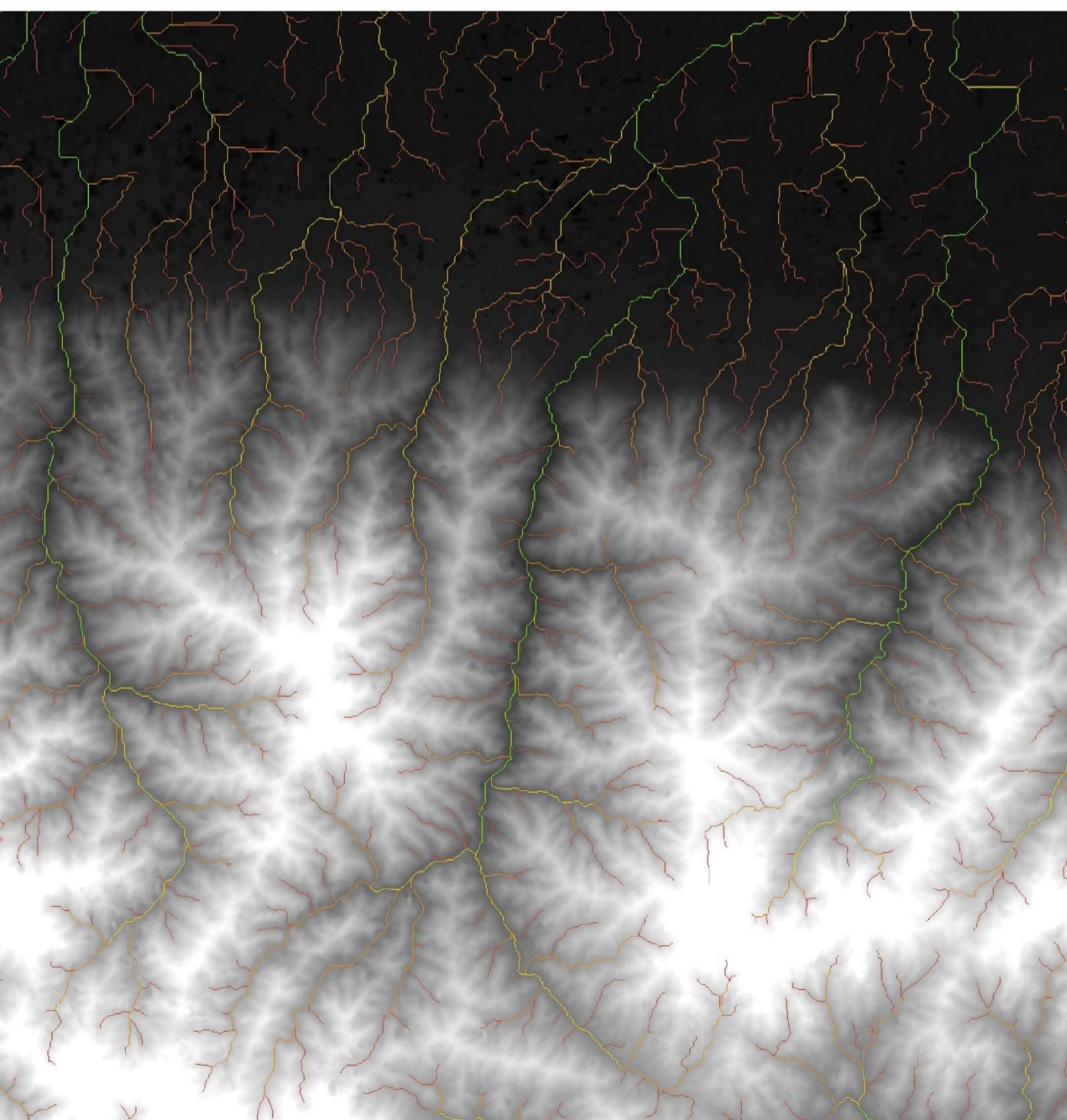


Miles

12

Legend

Value
1
2
3
4
5
6
7



教案/讲义

- 河网节点

使用工具: ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Surface/Stream Link

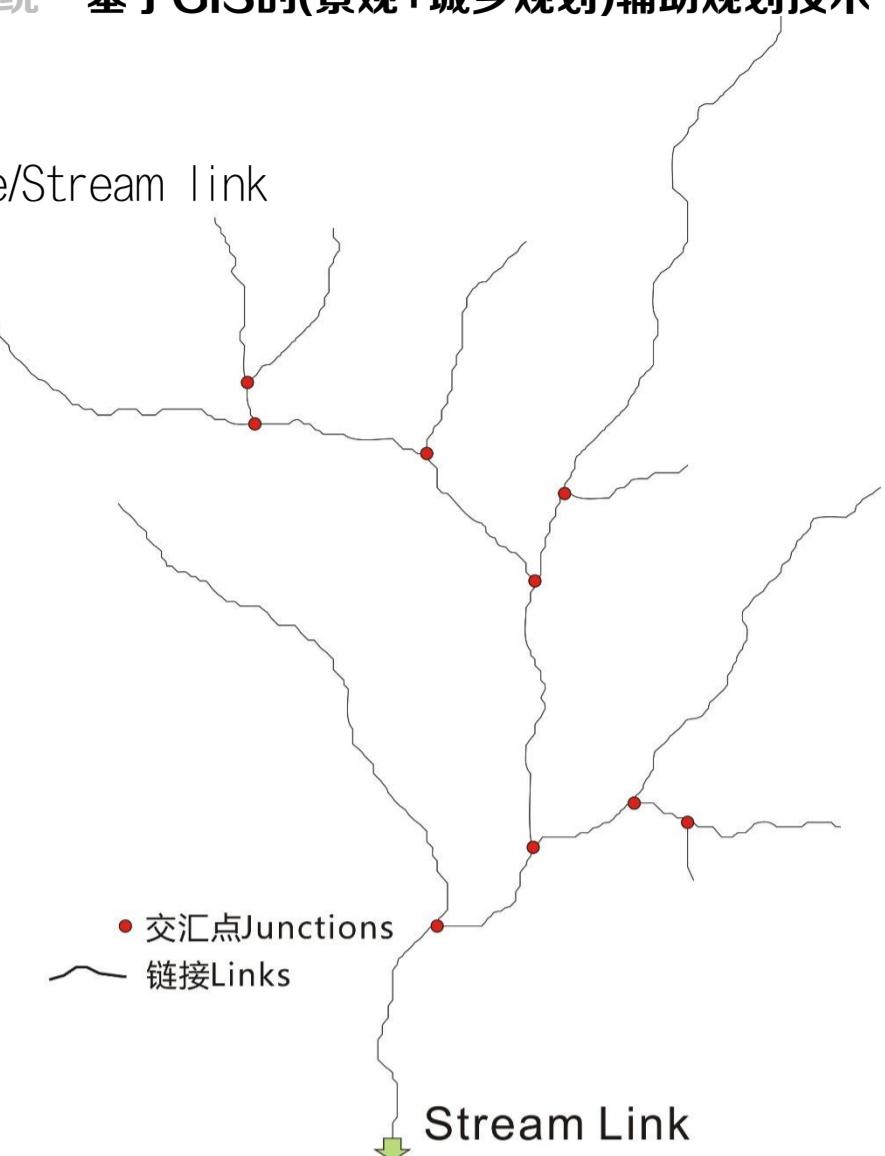
Table

StreamL_rive

	Rowid	VALUE	COUNT
▶	0	1	1
	1	2	7
	2	3	1
	3	4	8
	4	5	26
	5	6	11
	6	7	70
	7	8	36
	8	9	198
	9	10	43
	10	11	42
	11	12	23
	12	13	48
	13	14	15
	14	15	25
	15	16	32
	16	17	5
	17	18	28
	18	19	8
	19	20	4
	20	21	40
	21	22	71
	22	23	2
	23	24	5
	24	25	37
	25	26	9
	26	27	1
	27	28	2
	28	29	36
	29	30	33
	30	31	11
	31	32	126
	32	33	22
	33	34	21
	34	35	26
	35	36	27
	36	37	11
	37	38	1
	38	39	8
	39	40	14
	40	41	118
	41	42	13
	42	43	4
	43	44	112

(1 out of 25011 Selected)

StreamL_rive



- 确定进一步的研究区域与重新设置处理边界Environment Settings/Procesing Extent

Legend

河网分级

Value

1
2
3
4
5
6
7

Processing Extent

Extent

As Specified Below

Top

3792887.638114

Left

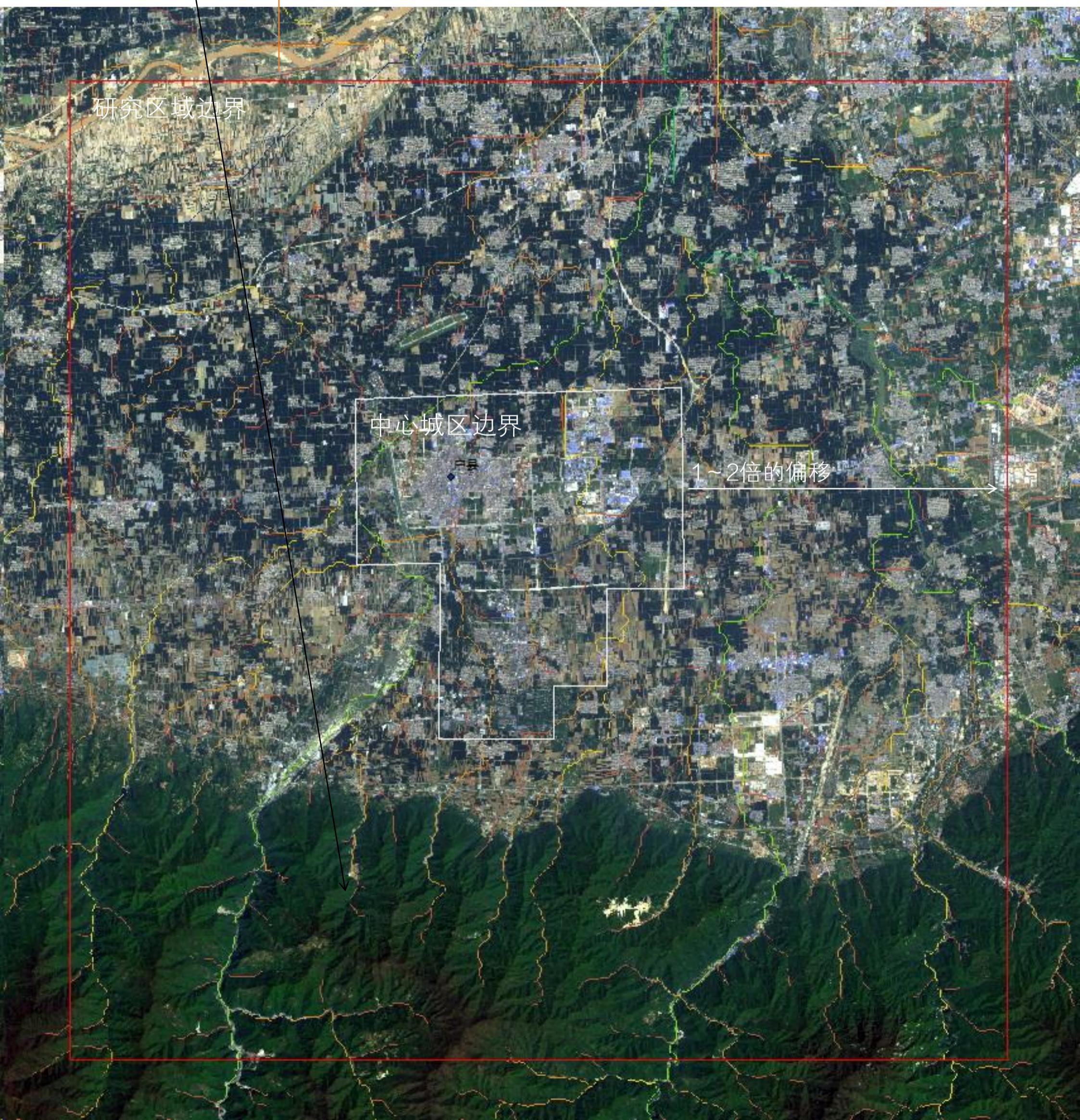
820485.314084

Right

849933.497980

Bottom

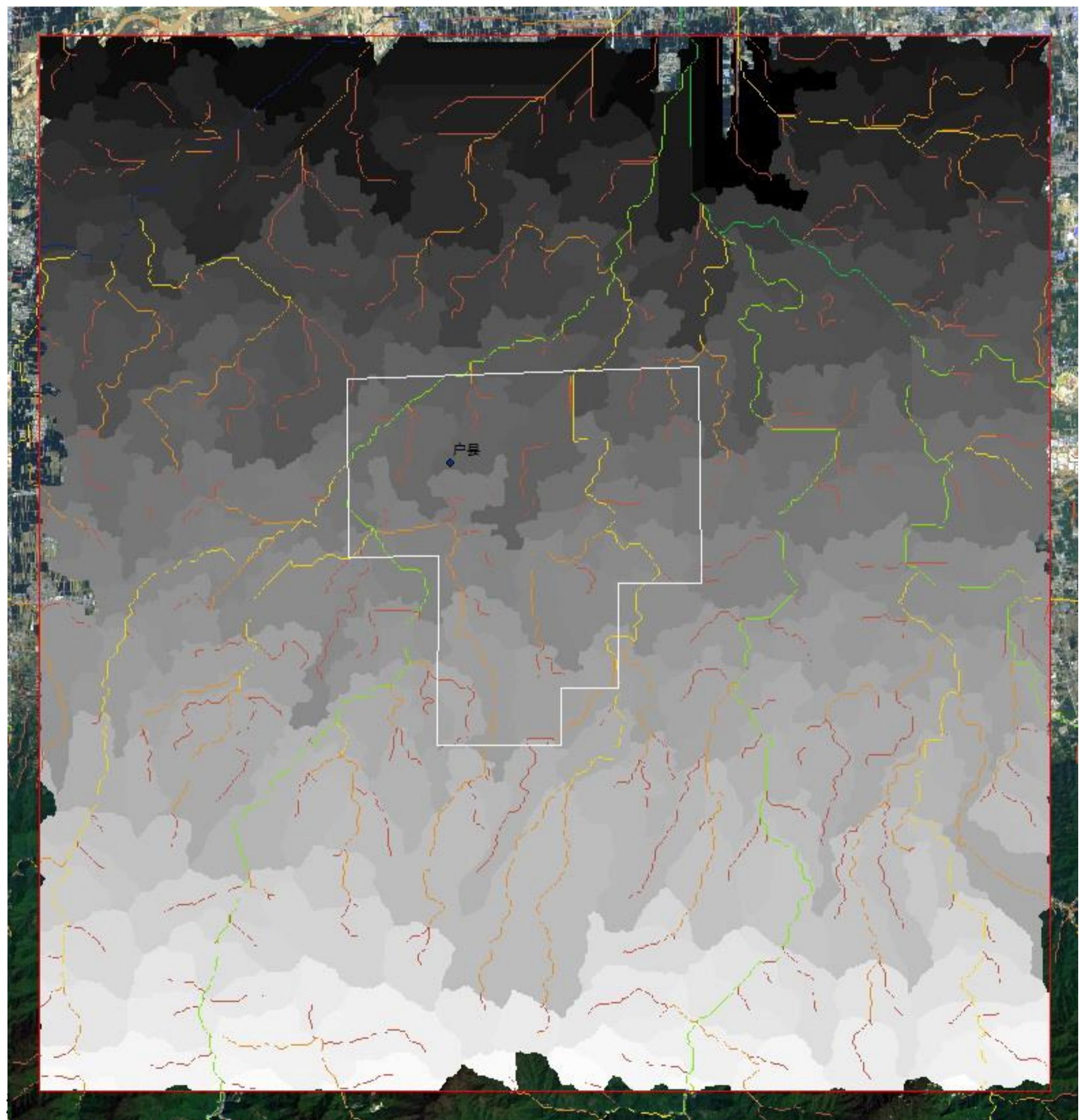
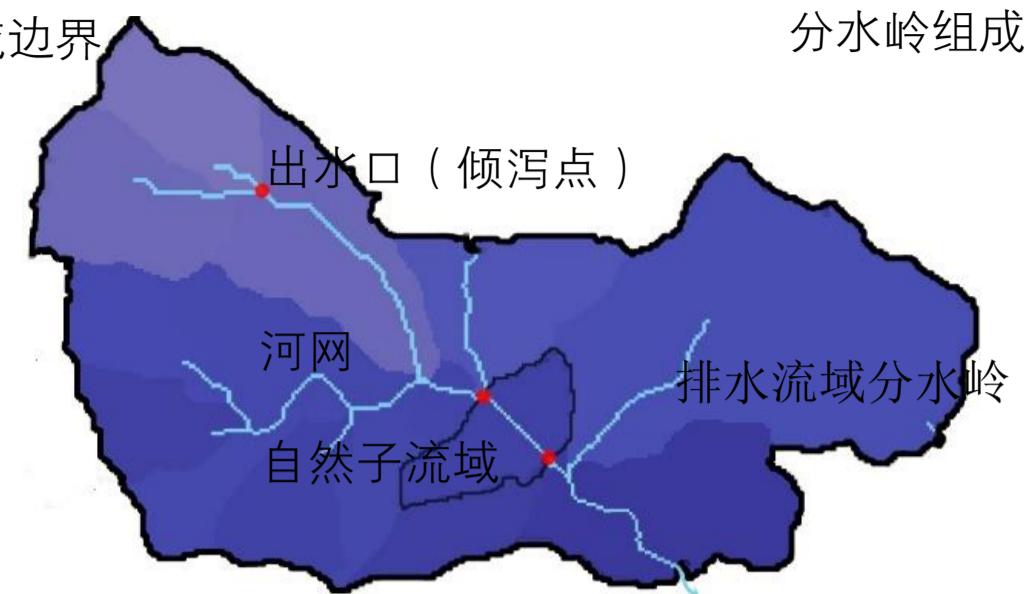
3762129.764098



12-集水流域

流域边界

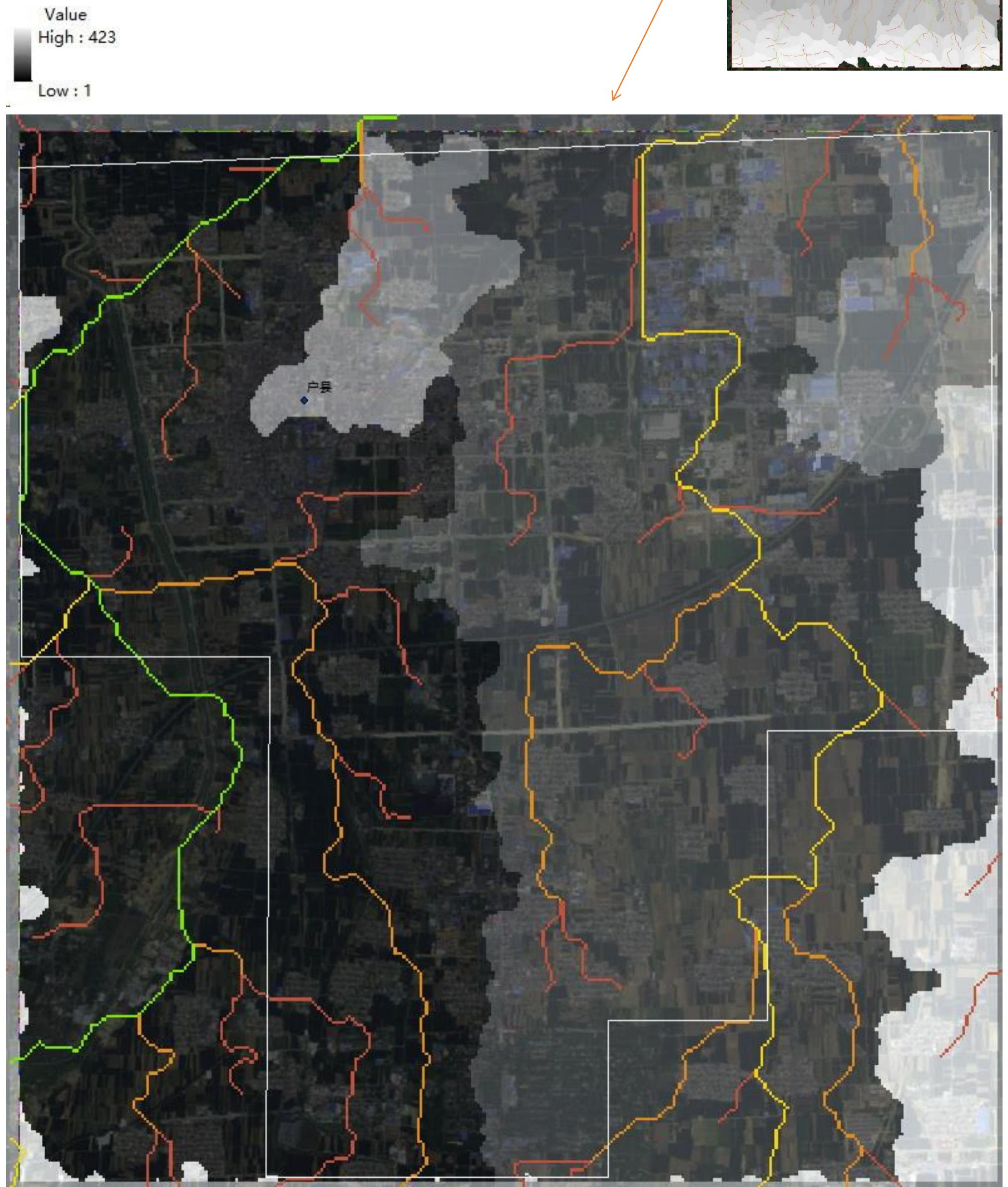
分水岭组成



13-流域分析（流域盆地）

使用工具：ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Surface/Hydrology/basin

针对中心城区裁切水流方向栅格数据，用于流域盆地的输入条件



14-水流长度

Value
High : 18828
Low : 0

