

基于DEM的地形信息提取

唐华秀

2009.10.22

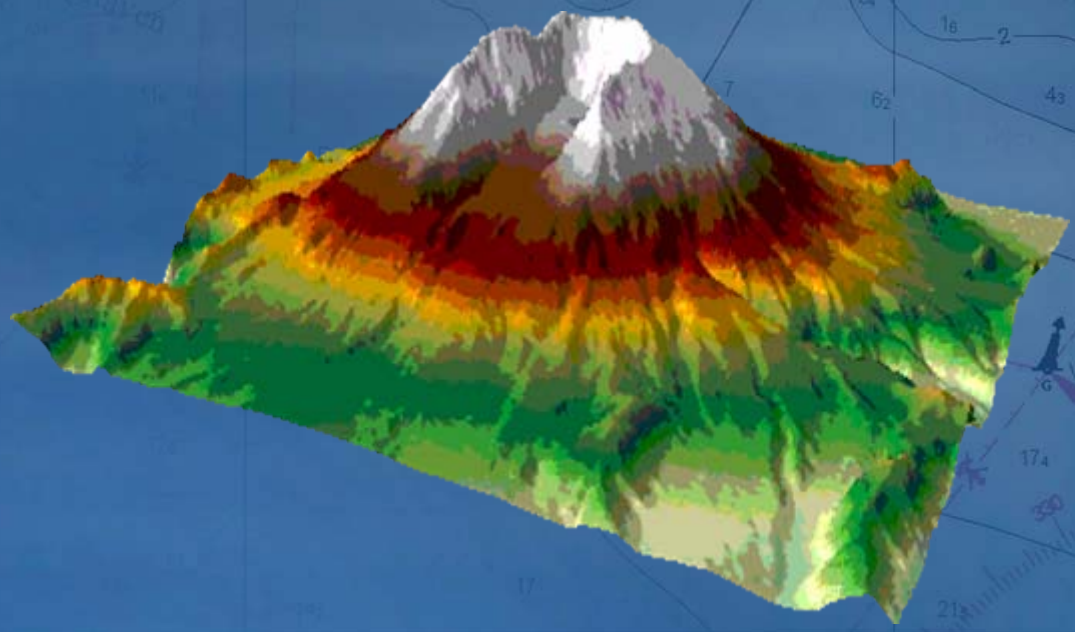
主要内容

- 什么是地形信息？
- 为什么要提取地形信息？
- 从哪里提取？
- 如何提取？
- 地形信息提取与分析应用

什么是地形信息？

表达地球表面形态特征的信息

- 坡度
- 坡向
- 面积与体积
- 曲率
- 通视性
- 等等



为什么要提取地形信息？

- 如何表达山的陡峭程度？
  ——等高线、坡度
- 如何表达山的阴坡、阳坡？
- ——坡向
- 其他地形地貌特征，凹凸起伏情况？
  ——曲率、剖面图
- 一个观察点的可视区域和不可视区域（信号塔选址；军事秘密基地选址）？
  ——通视性分析

为什么要提取地形信息？（续）

案例：滑雪场选址

1. 坡度（20°-65°）
2. 坡向（阴坡）

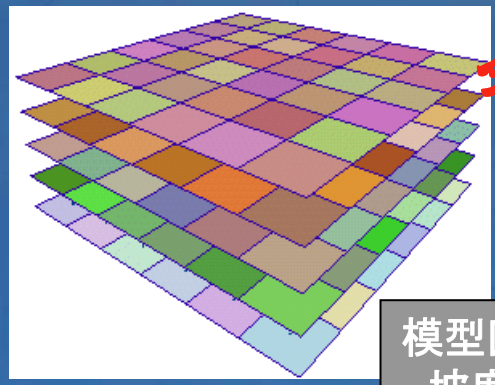


现实世界



抽象

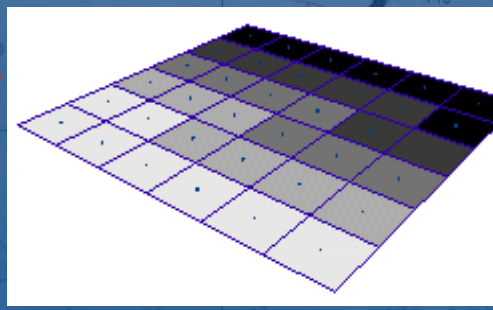
GIS 图层



模型因子:
- 坡度
-坡向
-……

分析计算

分析结果



从哪里提取？

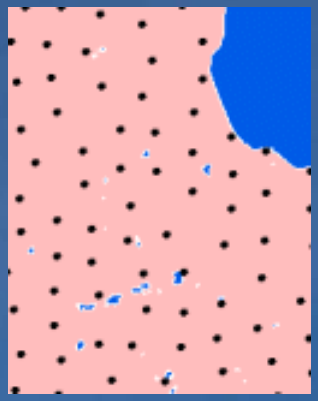
DEM——数字高程模型（Digital Elevation Model）

- 重要的空间信息资料
- 在测绘、地质、水利、建筑等许多领域得到广泛应用

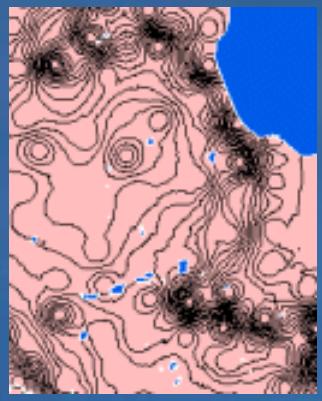


DEM数据格式

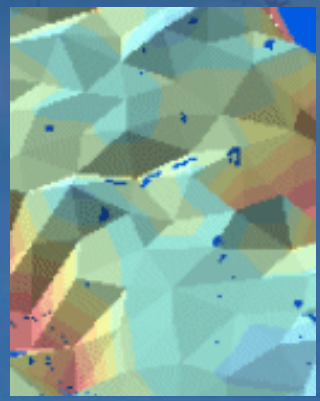
- 栅格
- 不规则三角网（TIN，Triangular Irregular network）
- 等高线
- ……



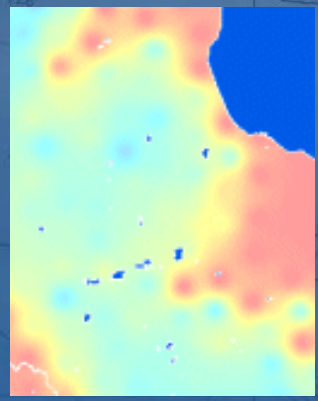
高程点



等高线



TINs



栅格

栅格DEM

- 优点：

① 数据模型相对简单

② 大多数处理和显示任务比矢量简单快捷

③ 栅格叠加分析比矢量快

④ 通视性分析只能用栅格

- 缺点：

① 综合，损失了位置精确性

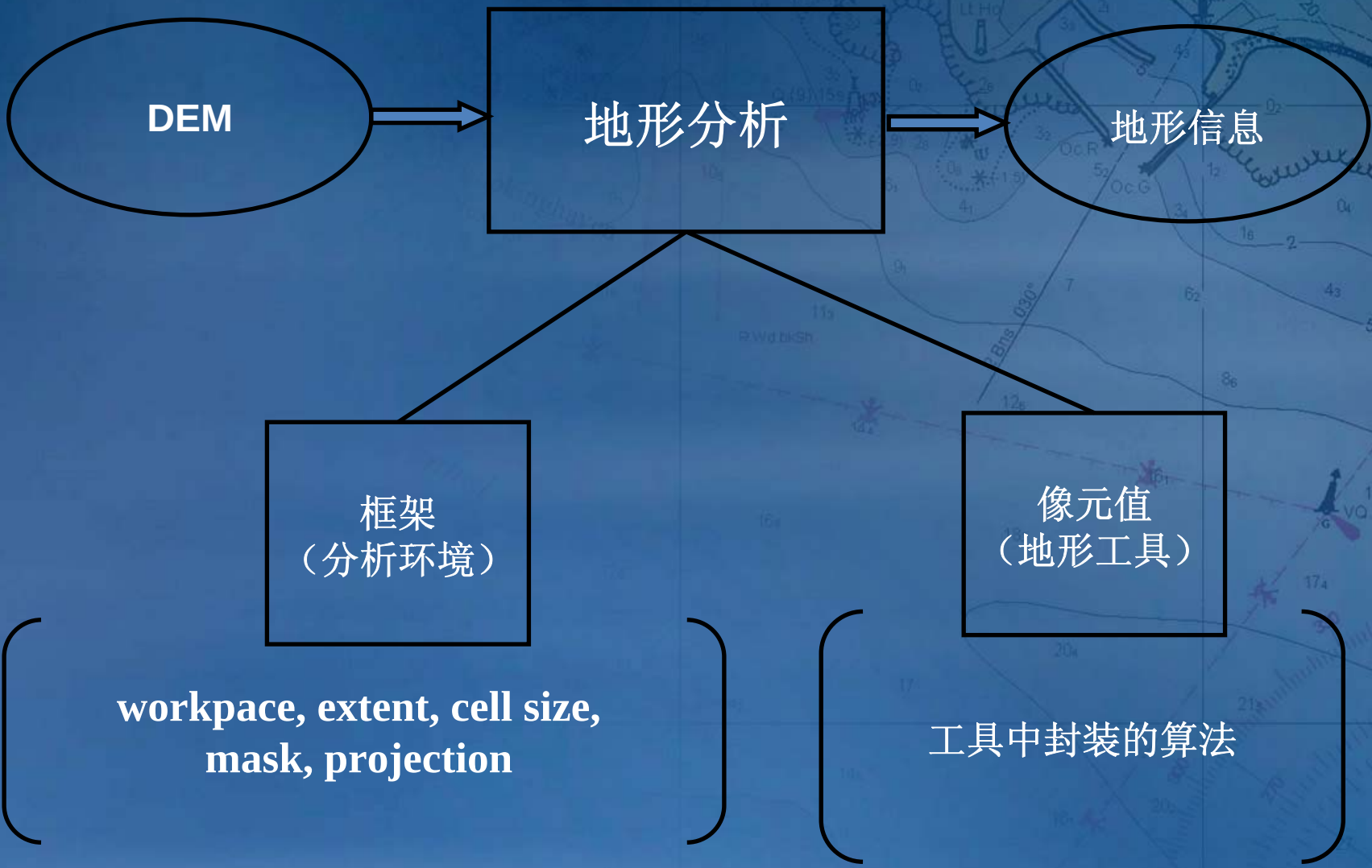
② 对复杂地形难以确定合适的格网大小

78	72	72	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

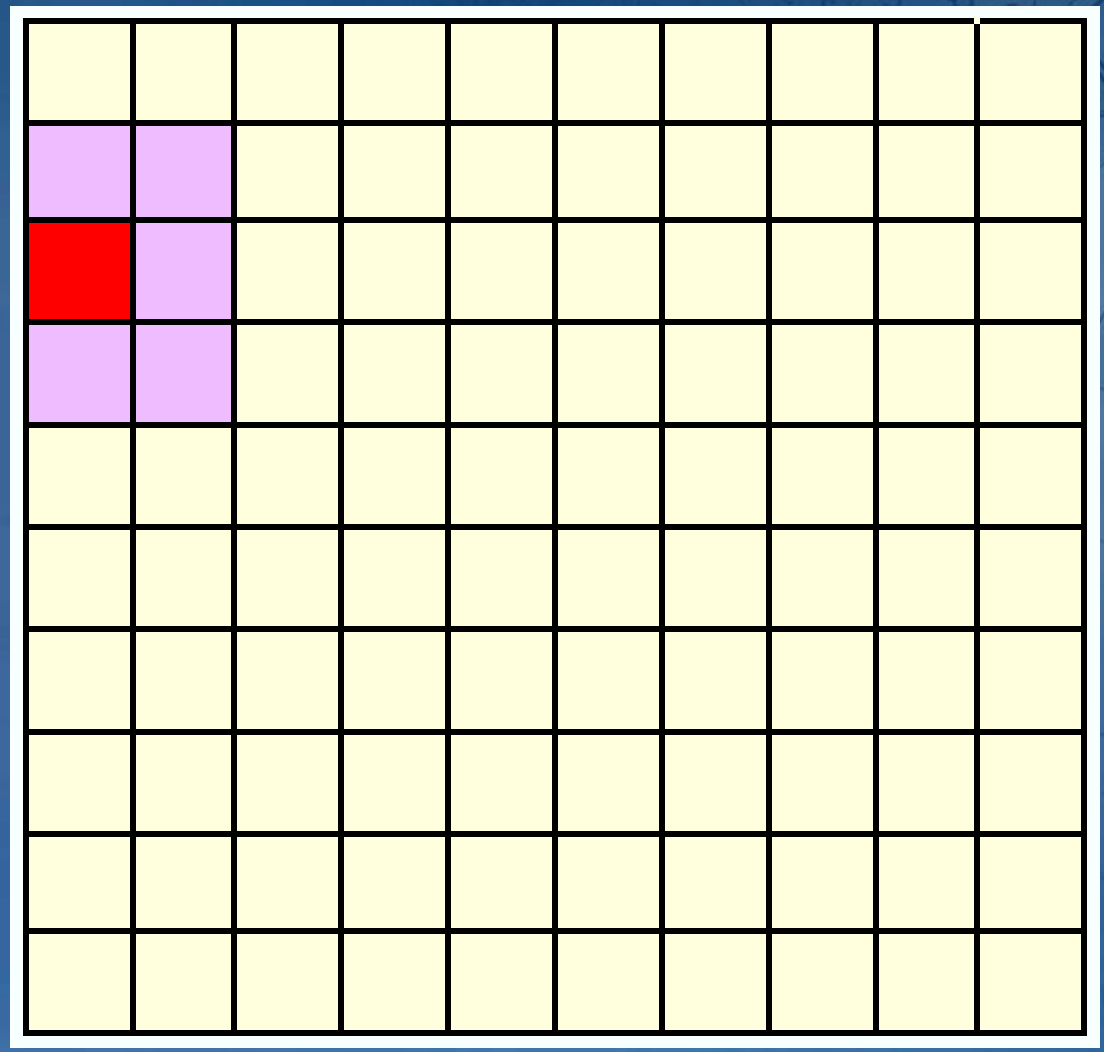
主要内容

- 什么是地形信息？
- 为什么要提取地形信息？
- 从哪里提取？
- 如何提取？
- 地形信息提取与分析应用

如何提取？——原理与流程


DEM
地形分析
地形信息
框架
（分析环境）
像元值
（地形工具）
workpace, extent, cell size,
mask, projection
工具中封装的算法

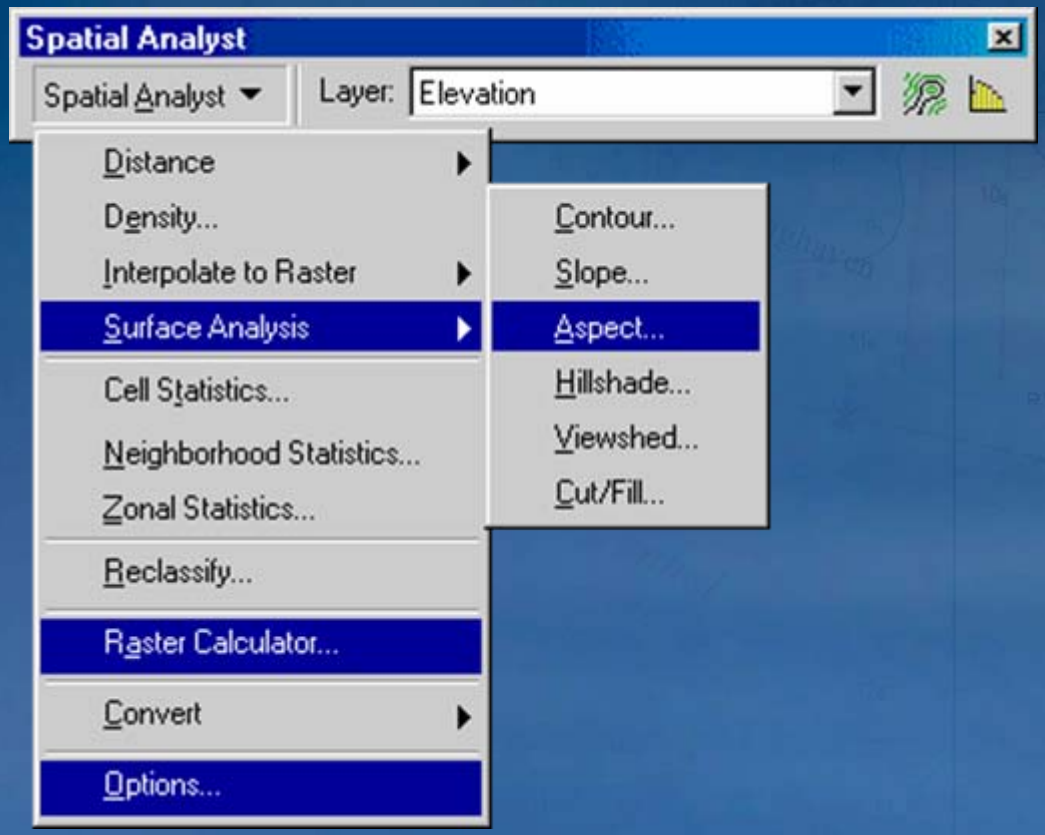
如何提取？——原理与流程

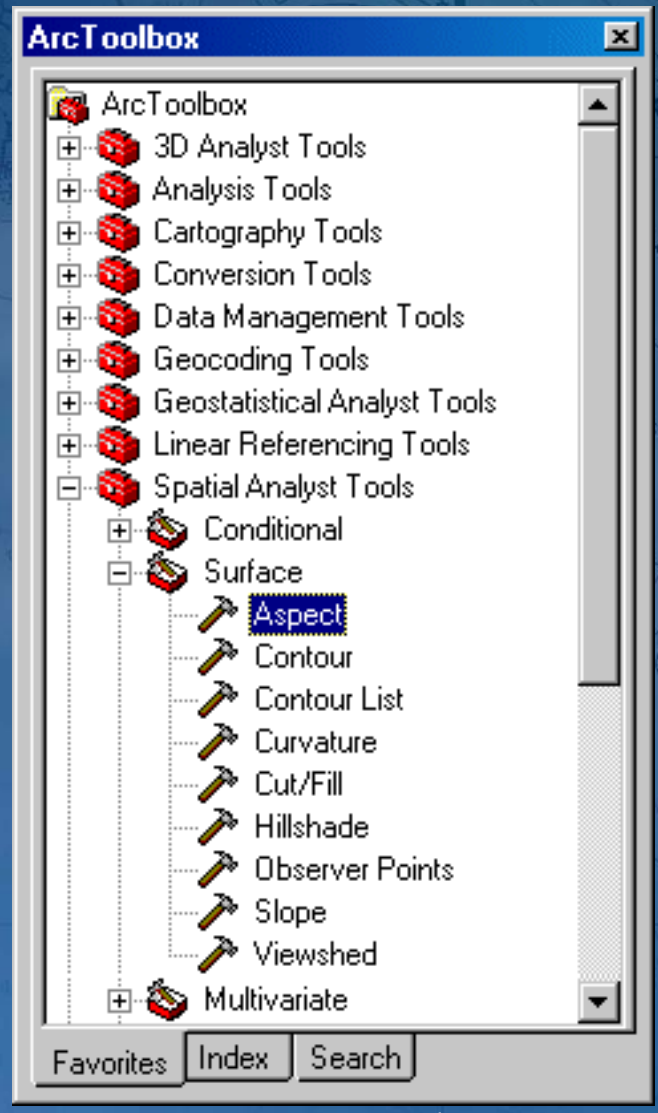


邻域函数

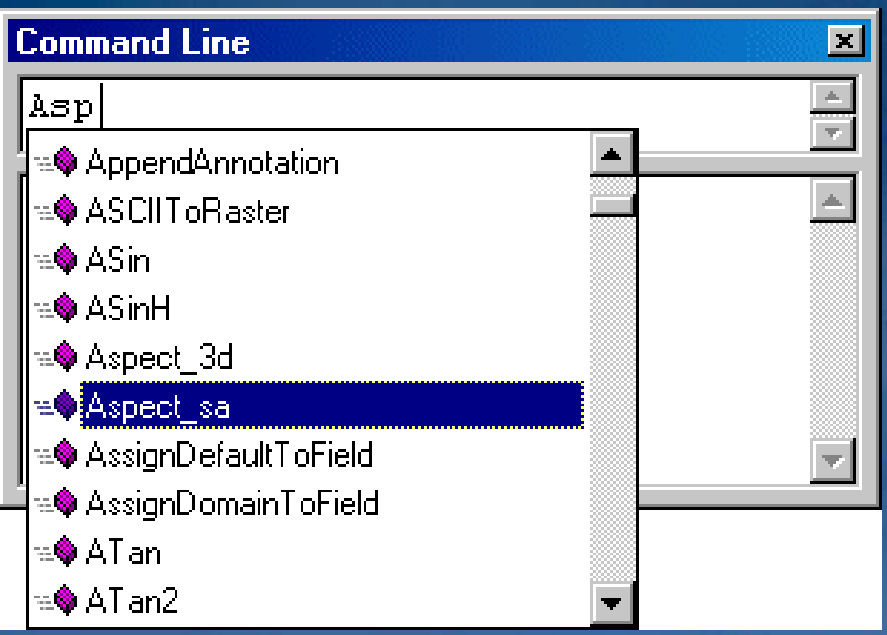
移动窗口

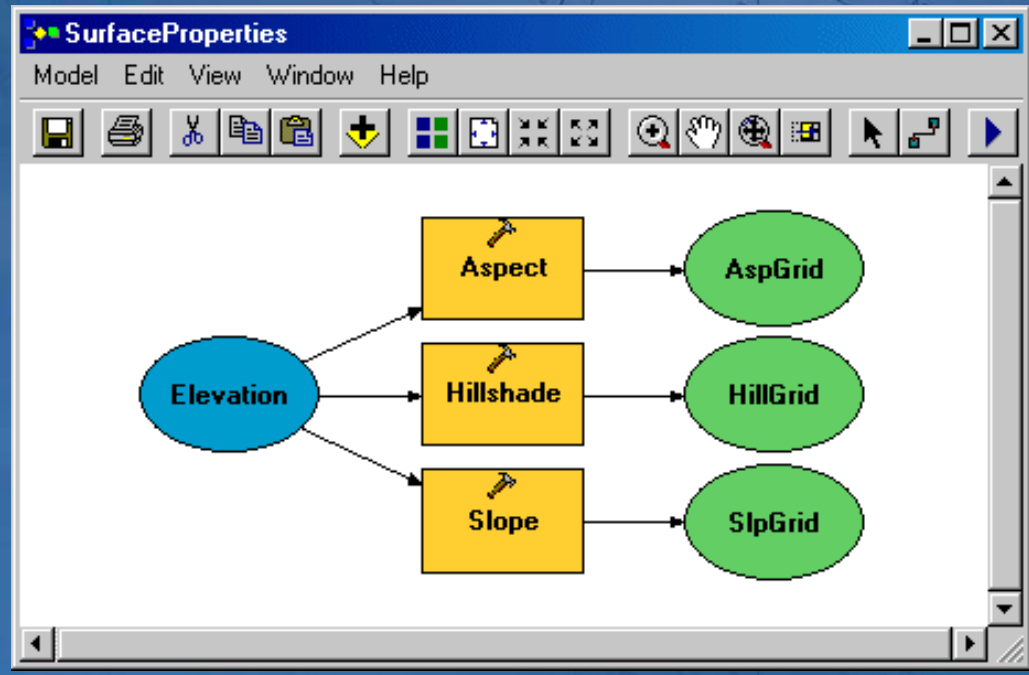
如何提取？——工具与方法


Spatial Analyst
Spatial Analyst
Layer: Elevation
Distance
Density...
Interpolate to Raster
Surface Analysis
Cell Statistics...
Neighborhood Statistics...
Zonal Statistics...
Reclassify...
Raster Calculator...
Convert
Options...
Contour...
Slope...
Aspect...
Hillshade...
Viewshed...
Cut/Fill...


ArcToolbox
ArcToolbox
3D Analyst Tools
Analysis Tools
Cartography Tools
Conversion Tools
Data Management Tools
Geocoding Tools
Geostatistical Analyst Tools
Linear Referencing Tools
Spatial Analyst Tools
Conditional
Surface
Aspect
Contour
Contour List
Curvature
Cut/Fill
Hillshade
Observer Points
Slope
Viewshed
Multivariate
Favorites
Index
Search

如何提取？——工具与方法


Command Line
Asp
AppendAnnotation
ASCIIToRaster
ASin
ASinH
Aspect_3d
Aspect_sa
AssignDefaultToField
AssignDomainToField
ATan
ATan2


SurfaceProperties
Model Edit View Window Help
Aspect
AspGrid
Elevation
Hillshade
HillGrid
Slope
SlpGrid

SurfaceProperties.py

```
# Script to compute Slope, Aspect and Hillshade from Elevation
# ------------------------------------------------------------

# Import system modules
import sys, string, os, win32com.client

# Create the Geoprocessor object
Gp = win32com.client.Dispatch("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")

# Check out the necessary licenses
Gp.CheckOutExtension("spatial")

# Set variables for the data
InElev = "C:\Workspace\ElvGrd"
OutSlp = "C:\Workspace\SlpGrd"
OutAsp = "C:\Workspace\AspGrd"
OutHil = "C:\Workspace\HilGrd"

# Use Spatial Analyst tools to
Gp.Slope_sa(InElev, OutSlp, "DE
Gp.Aspect_sa(InElev, OutAsp)
Gp.HillShade_sa(InElev, OutHil,
```



SurfaceProperties - Module2 (Code)

(General) | CalcSurfaceProperties

```
' Compute Slope and add to map
Dim OutSlp As IRaster
Set OutSlp = pSurOp.S
Set pRasterLy = New I
pRasterLy.CreateFromI
pMap.AddLayer pRaste

' Compute Aspect and
Dim OutAsp As IRaste
Set OutAsp = pSurOp.
Set pRasterLy = New RasterLayer
pRasterLy.CreateFromRaster OutAsp
pMap.AddLayer pRasterLy

' Compute Hillshade and add to map
Dim OutHil As IRaster
Set OutHil = pSurOp.HillShade(InElev, 314, 45, False, 1)
Set pRasterLy = New RasterLayer
pRasterLy.CreateFromRaster OutHil
pMap.AddLayer pRasterLy
```

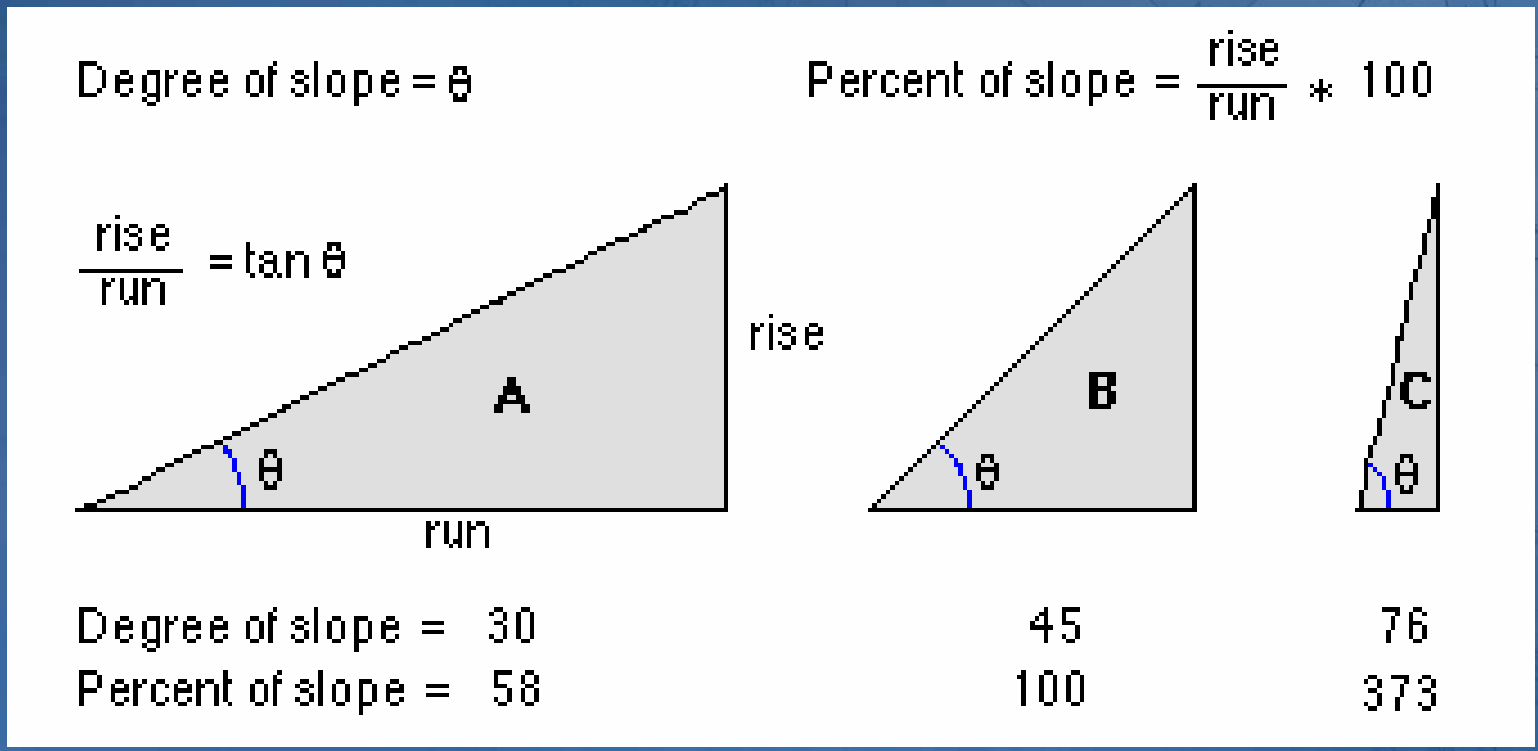
- ContourList
- ContoursAsPolylines
- Curvature
- CutFill
- HillShade
- Slope
- Visibility

主要内容

- 什么是地形信息？
- 为什么要提取地形信息？
- 从哪里提取？
- 如何提取？
- 地形信息提取与分析应用

坡 度

- 坡度表示地表上某点的倾斜程度
- 坡度栅格：度数&百分比



计算坡度

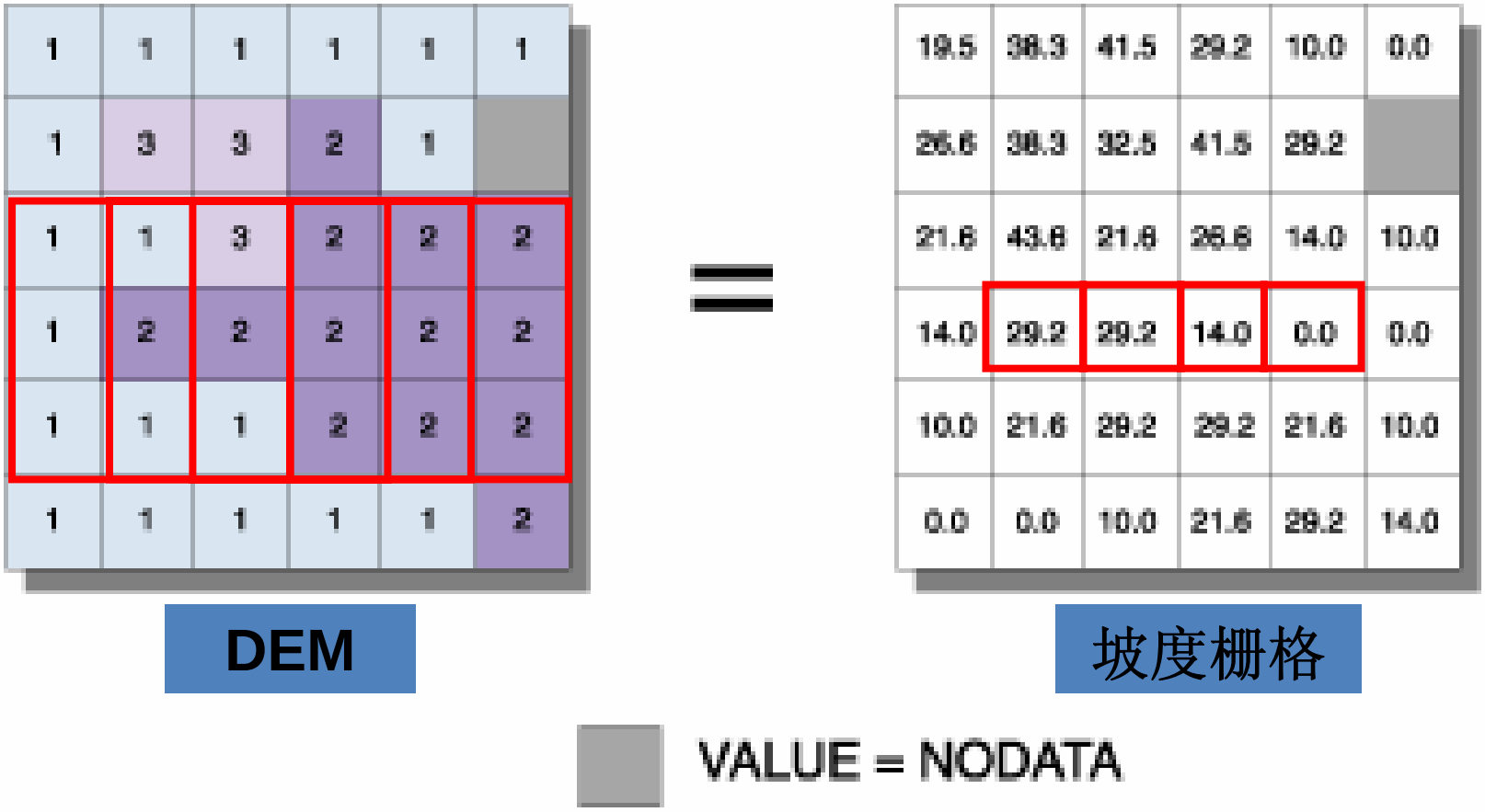
$$slope_\deg = ATAN(\sqrt{[dz/dx]^2 + [dz/dy]^2}) * 57.29578$$

a	b	c
d	e	f
g	h	i

$$[dz/dx] = \left(\frac{(c + 2f + i) - (a + 2d + g)}{8 * cellsize}\right)$$

$$[dz/dy] = \left(\frac{(g + 2h + i) - (a + 2b + c)}{8 * cellsize}\right)$$

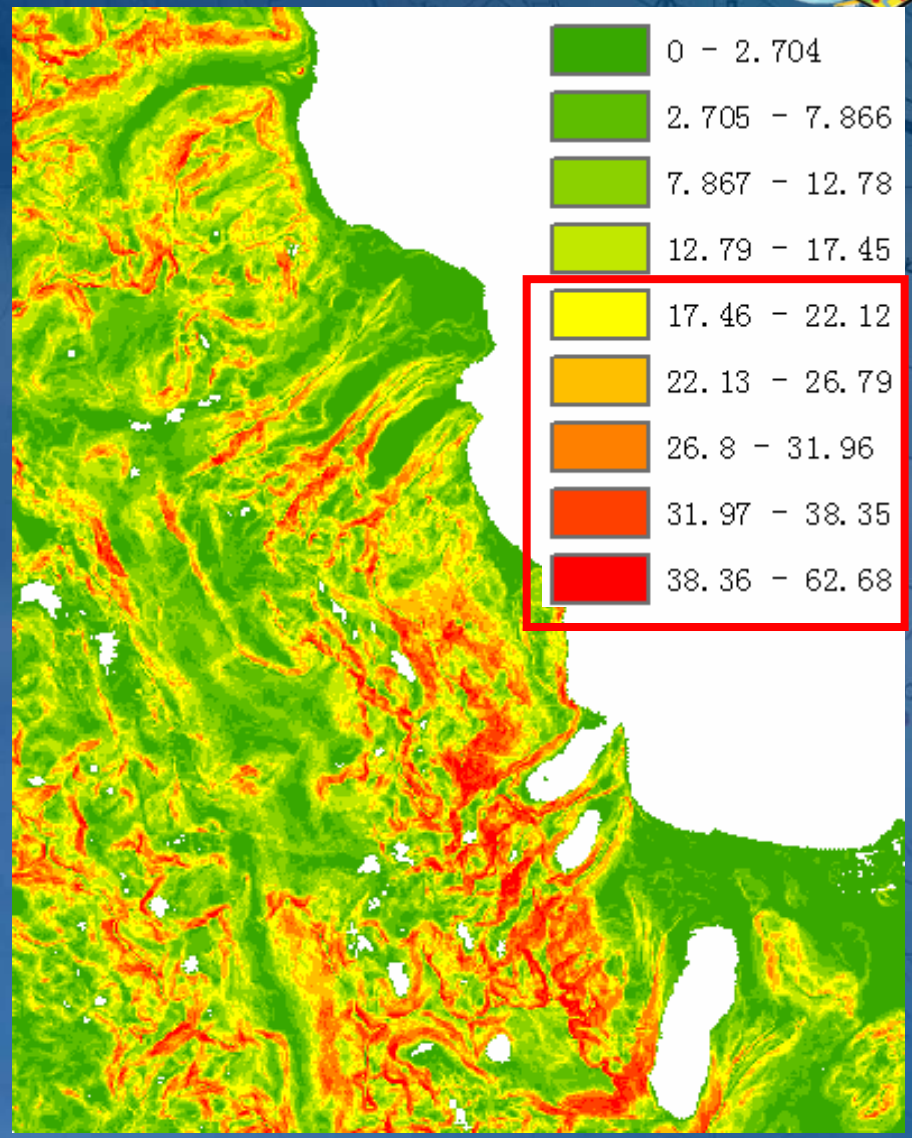
计算坡度


1 1 1 1 1 1
1 3 3 2 1
1 1 3 2 2 2
1 2 2 2 2 2
1 1 1 2 2 2
1 1 1 1 1 2
=
19.5 38.3 41.5 29.2 10.0 0.0
26.6 38.3 32.5 41.5 29.2
21.6 43.6 21.6 26.6 14.0 10.0
14.0 29.2 29.2 14.0 0.0 0.0
10.0 21.6 29.2 29.2 21.6 10.0
0.0 0.0 10.0 21.6 29.2 14.0
DEM
坡度栅格
VALUE = NODATA

坡度应用

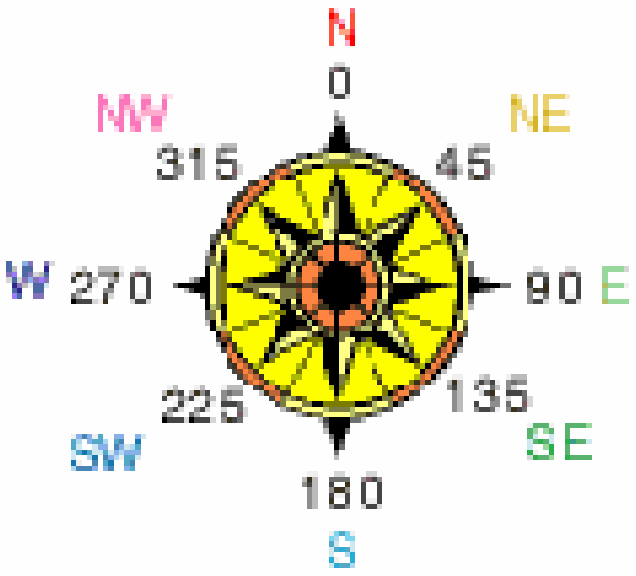
选址模型：

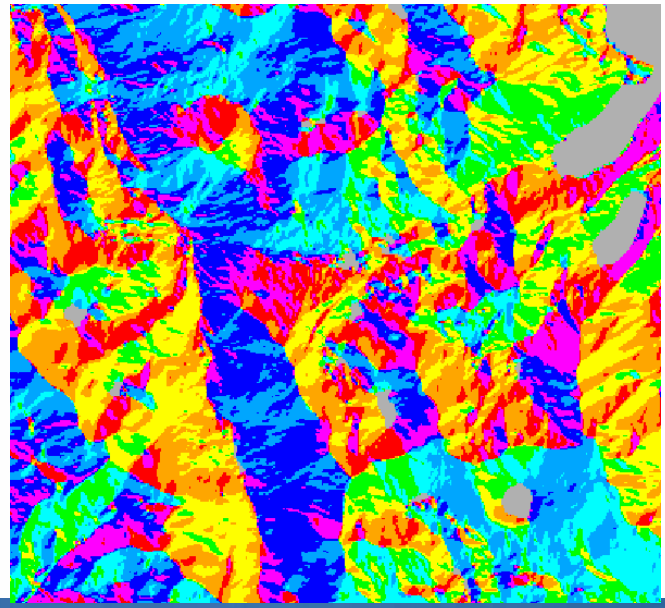
- 林场选址
- 滑雪场选址
- 新建道路选线
- 大型商业中心或房屋建筑选址
- ……

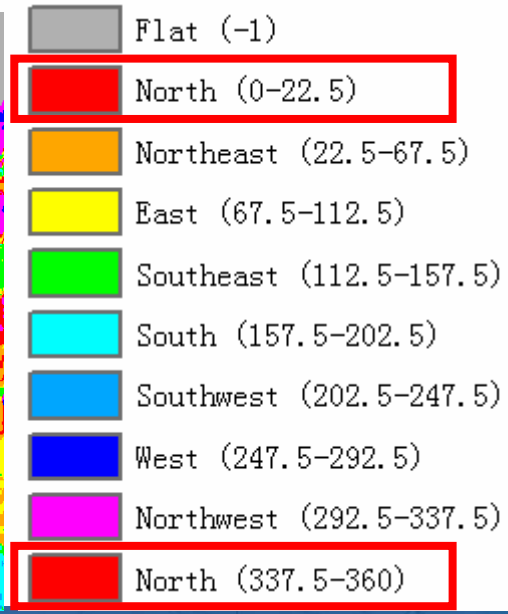


坡 向

- 坡向定义为坡面法线在水平面上的投影与正北方向的夹角
- 坡向栅格：正北方向为0度，顺时针旋转的罗盘方向（0-360度）







计算坡向

$$aspect = a\tan 2([dz/dy], -[dz/dx]) * 57.29578$$

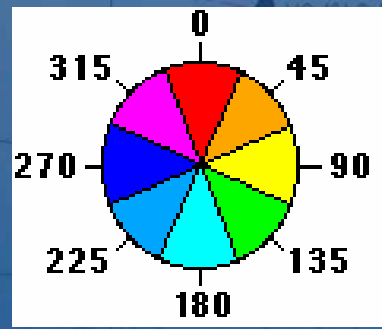
a	b	c
d	e	f
g	h	i

$$[dz/dx] = \left(\frac{(c + 2f + i) - (a + 2d + g)}{8 * cellsize}\right)$$

$$[dz/dy] = \left(\frac{(g + 2h + i) - (a + 2b + c)}{8 * cellsize}\right)$$

if aspect < 0
cell = 90.0 - aspect
else if aspect > 90.0
cell = 360.0 - aspect + 90.0

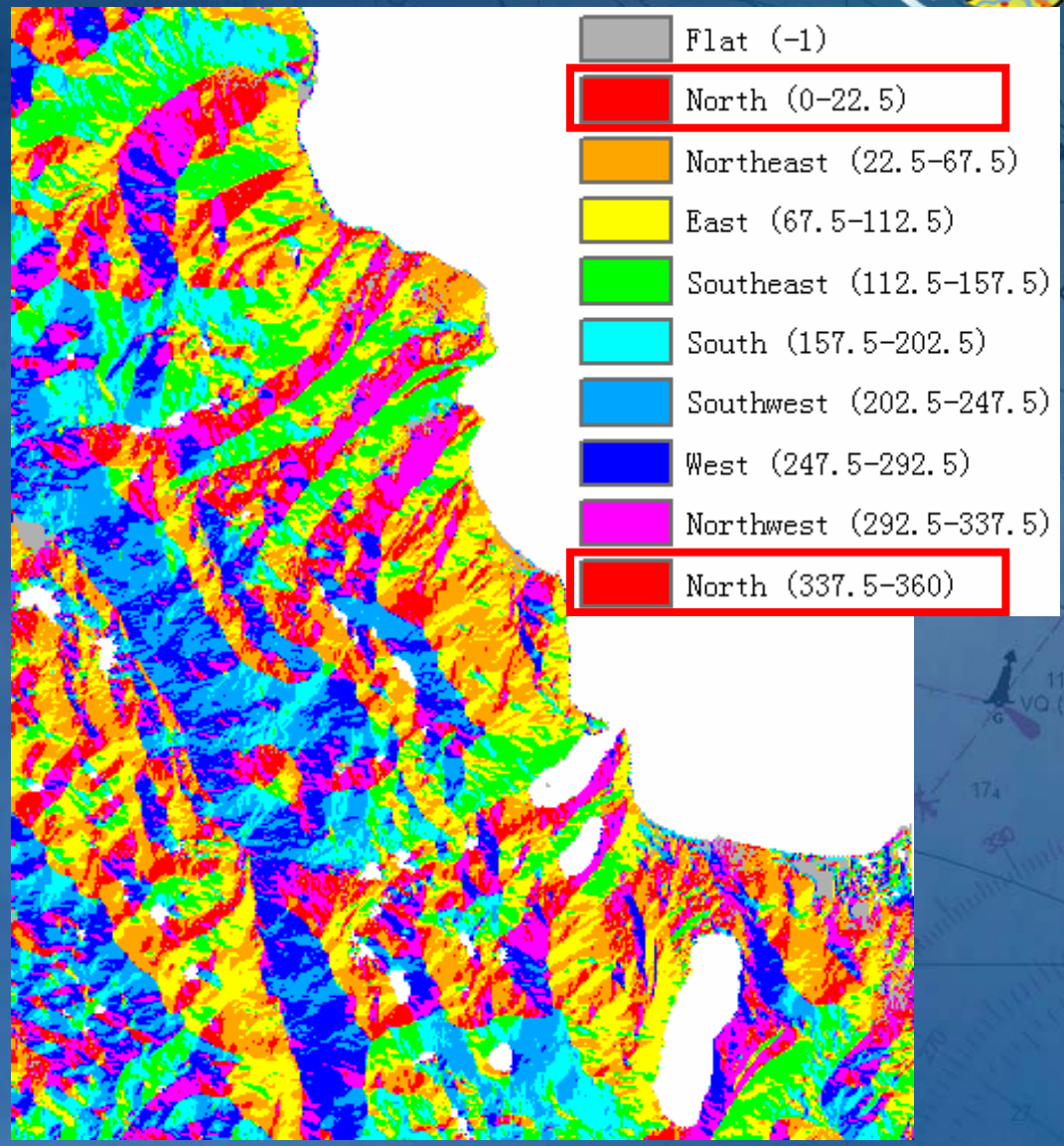
else: cell = 90.0 - aspect



坡向应用

选址模型：

- 林场选址
- 滑雪场选址
- ……



演示：滑雪场选址分析

步骤一、计算坡度栅格

步骤二、计算坡向栅格

步骤三、选择出适宜的位址



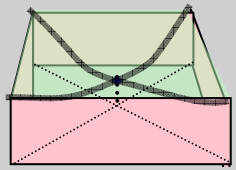
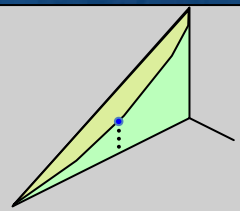
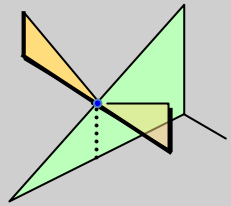
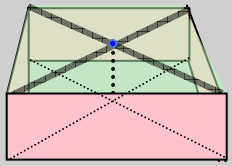
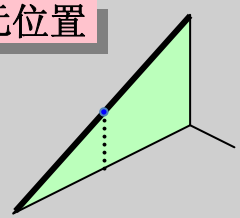
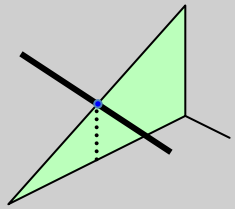
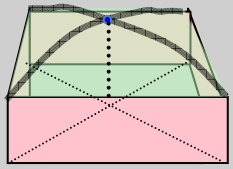
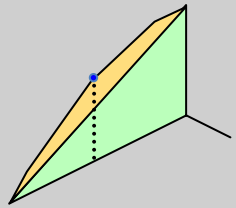
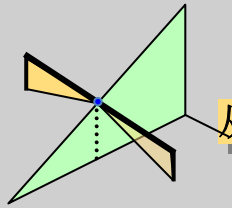
其他地形信息提取与分析应用

- 曲率
- 山体阴影
- 等高线
- 剖面图
- 面积与体积
- 填挖方
- 通视性分析

曲率

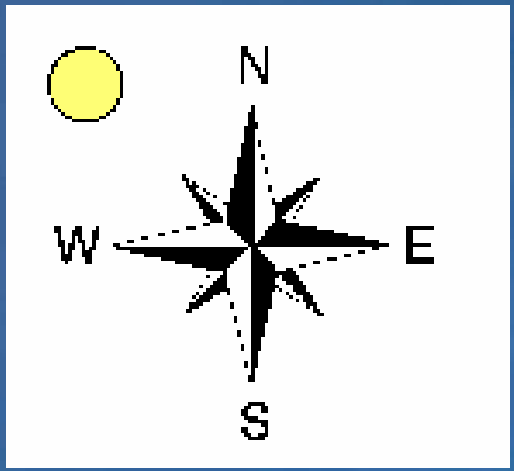
- 曲率：在坡度和坡向基础上，进一步剖析地形特征
- 曲率栅格：坡度的坡度，是表面的第二派生物，是对像元的整体曲率的测量
- 剖面栅格：量测在通过像元最大坡度方向上的曲率变化
- 俯视栅格：对与最大坡度方向垂直方向上曲率变化的测量

曲率栅格

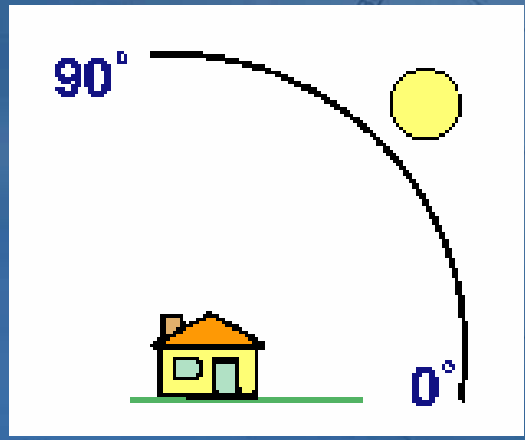
	曲率栅格	剖面栅格	俯视栅格
-	 凹面	 减速流动	 汇流到像元
0	 平地	像元位置  匀速流动	 没有变化
+	 凸面	 加速流动	 从像元流出

山体阴影

- 分析或模拟地面的光照情况，产生地形表面的阴影图
- 需要给定太阳方位角和太阳高度角



太阳方位角



太阳高度角

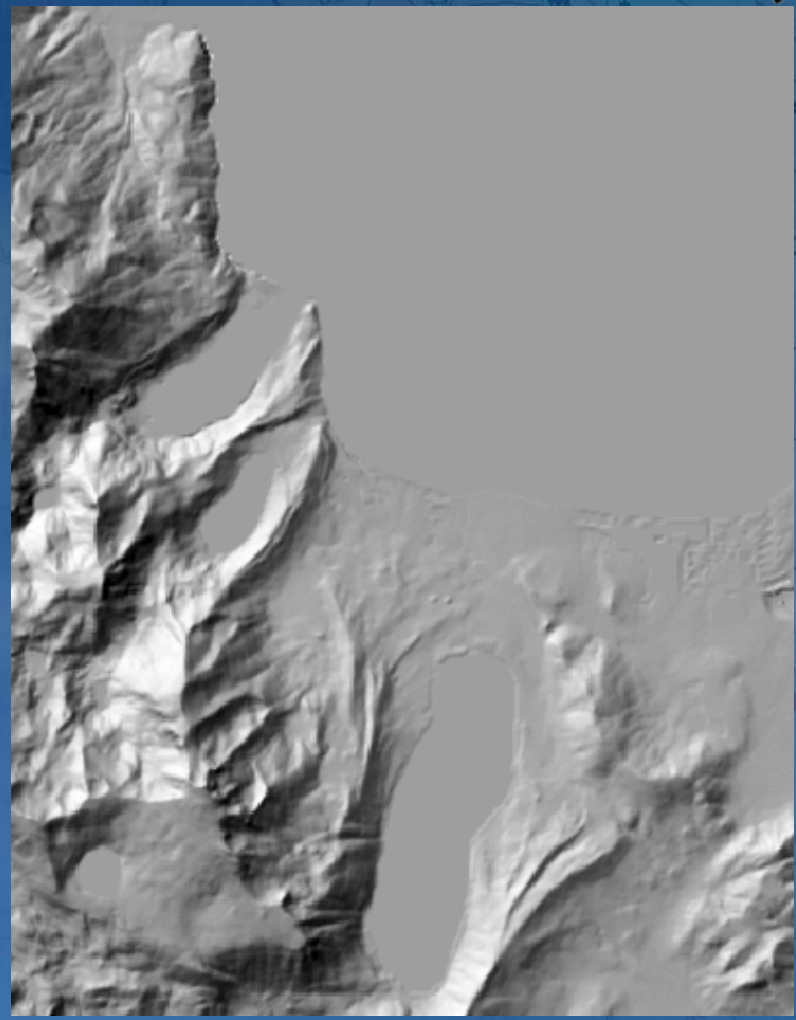
山体阴影应用

制　图：

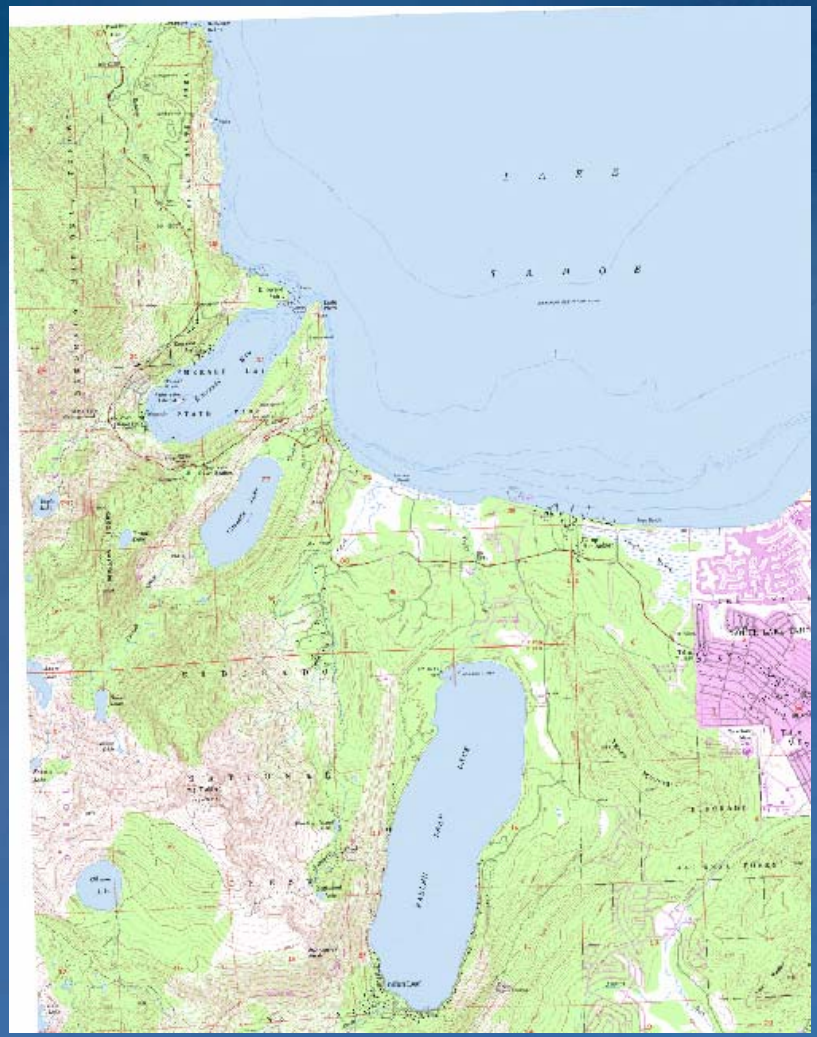
- 与其他图层叠加，制作浮雕效果图
- ……

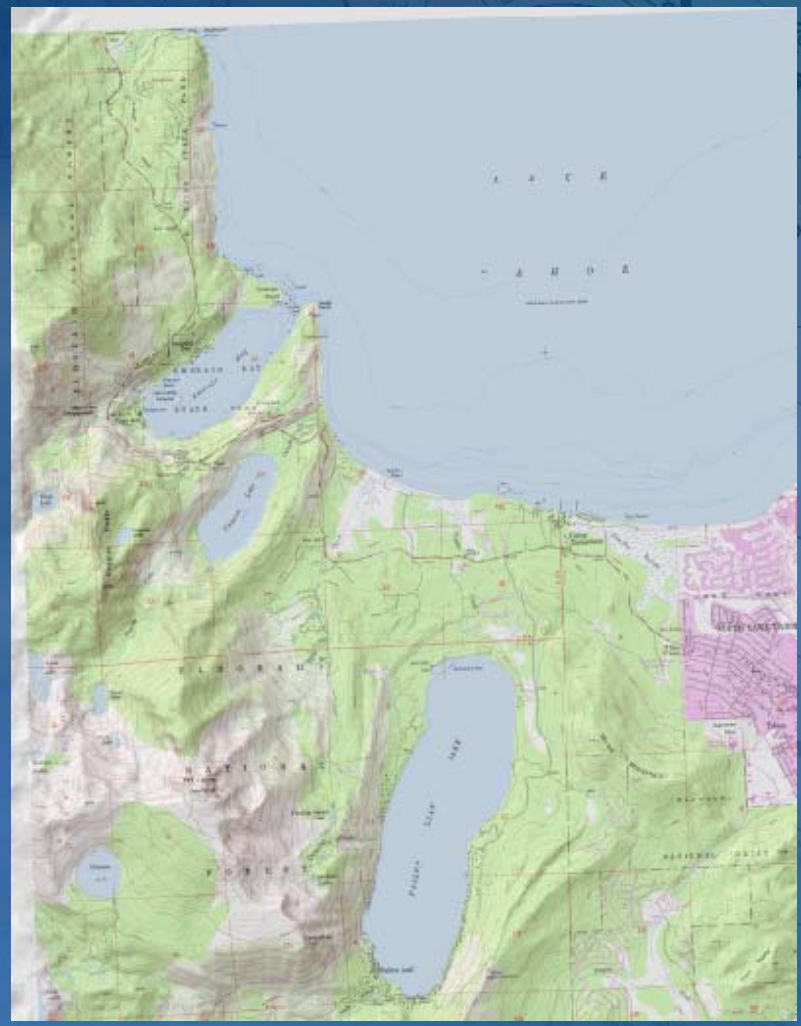
分　析：

- 分析农作物生长与太阳光照的关系
- 分析某地太阳曝光强度
- ……

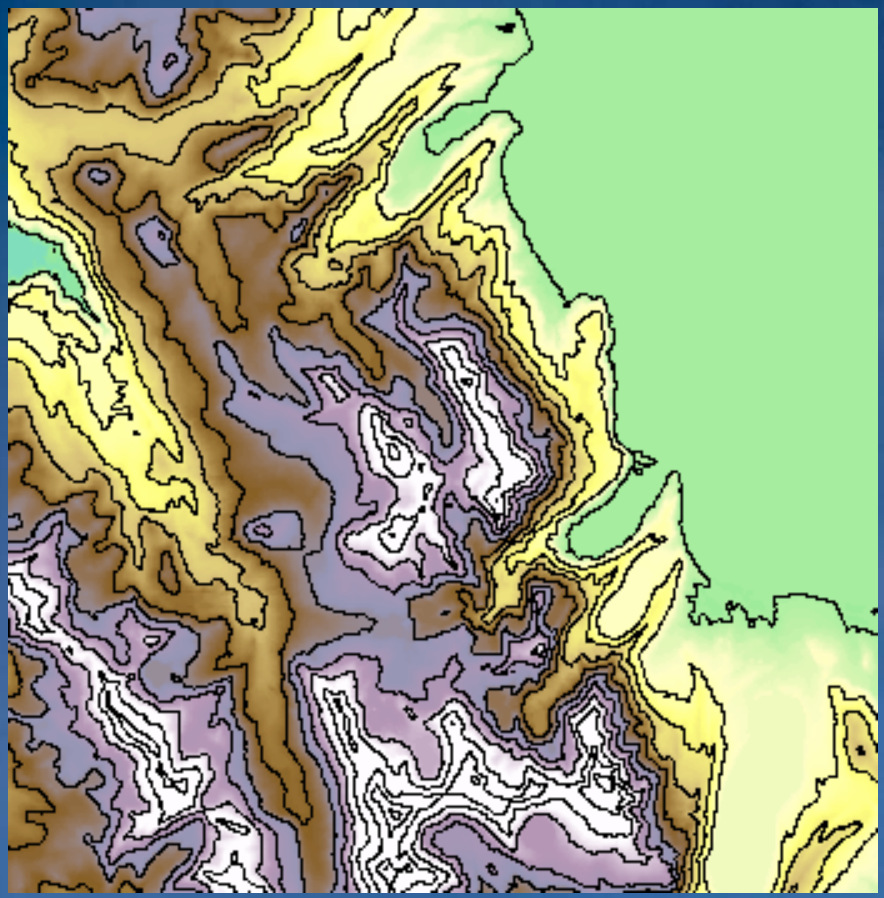


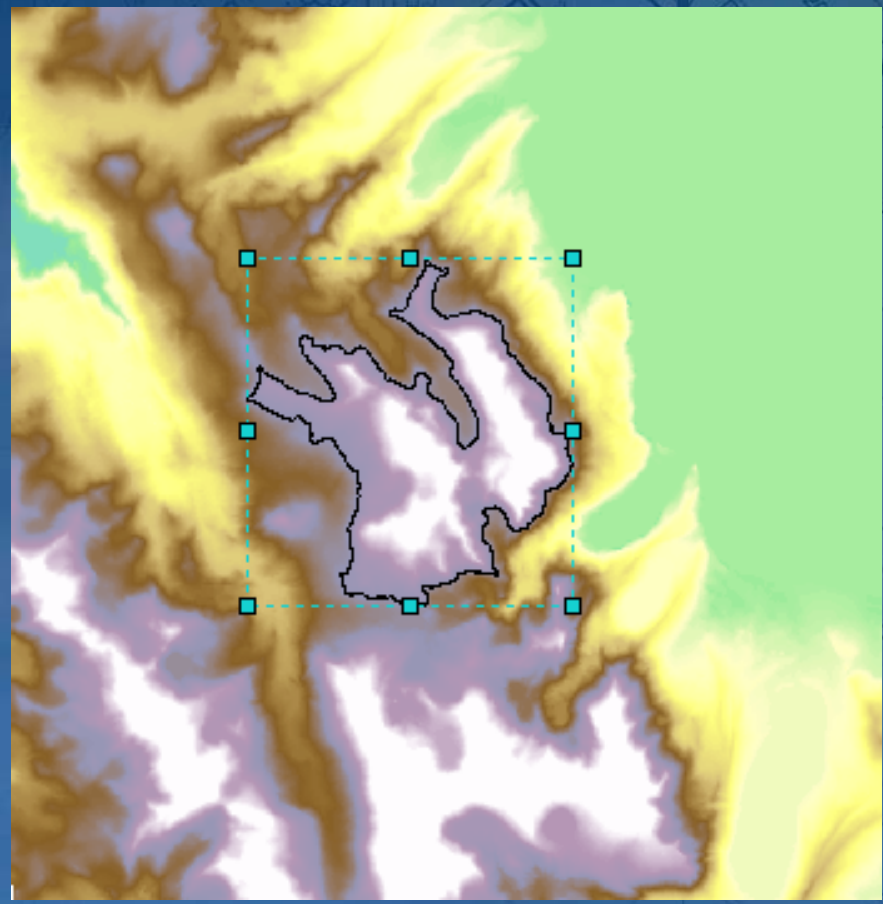
山体阴影的应用：制作浮雕效果图





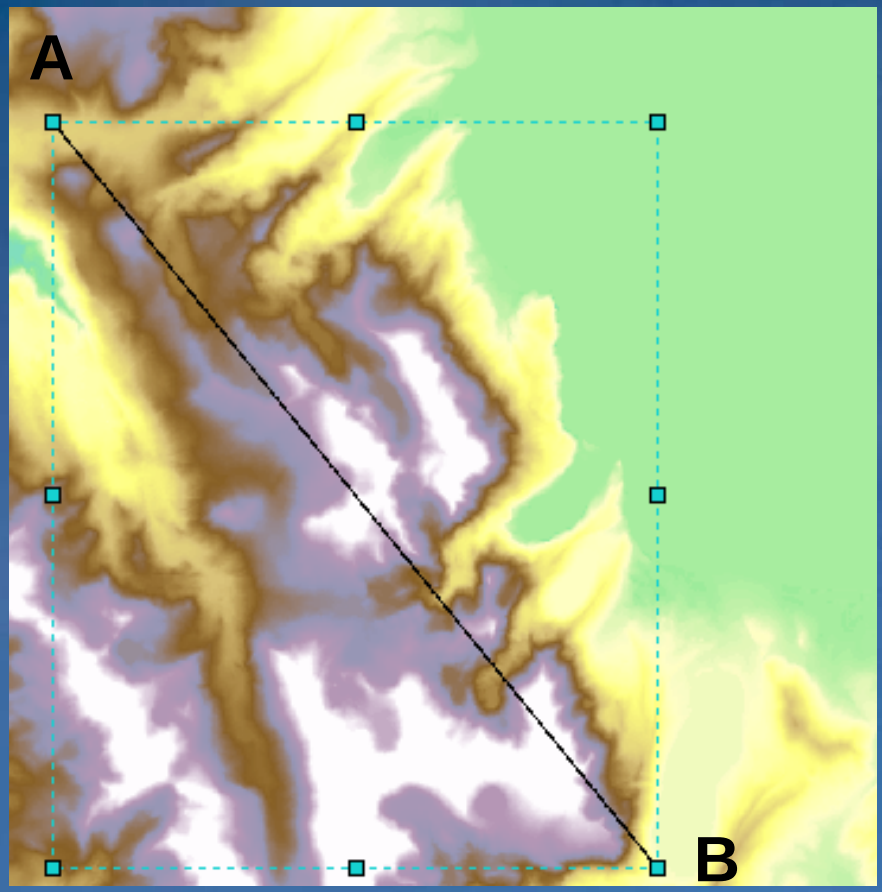
创建等高线

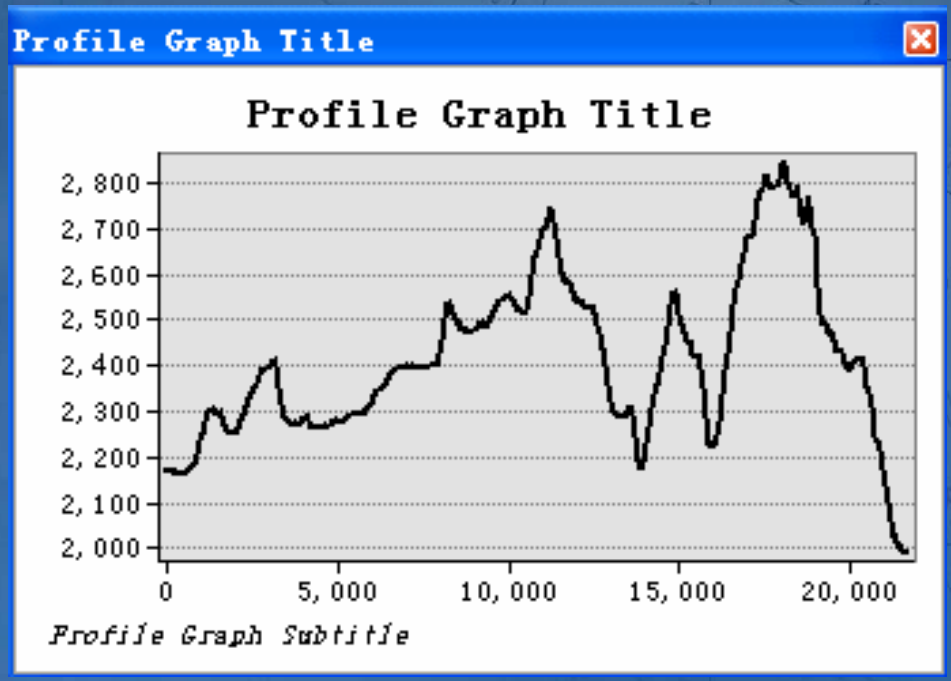




制作剖面图

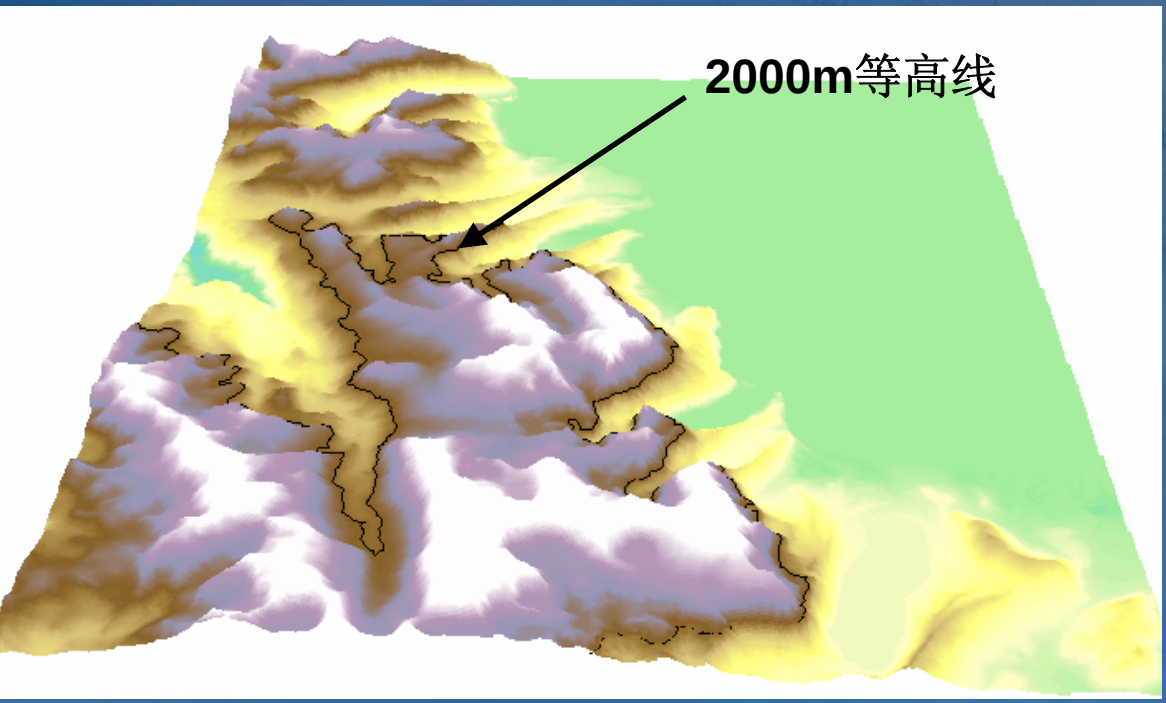
工程方面应用广泛(如在公路、铁路、管线等的设计过程中)





计算表面面积和体积

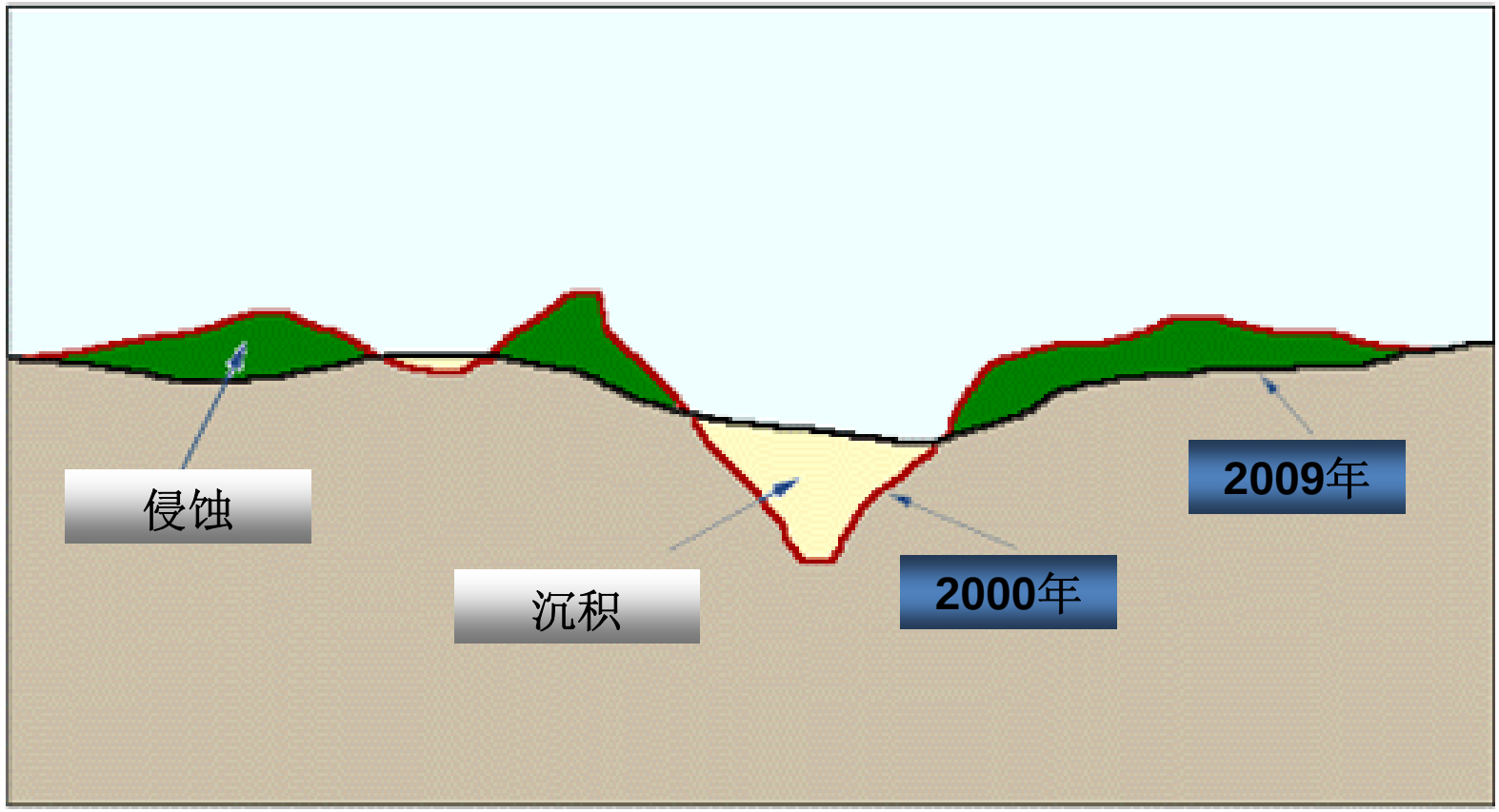
表面面积是沿表面的曲面进行测量，计算出的面积大于二维平面测量的面积



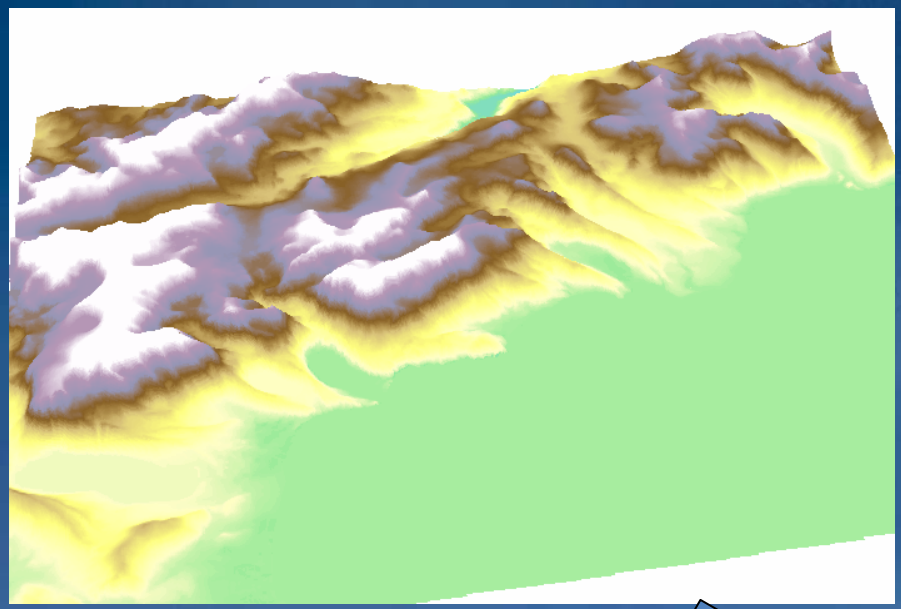

```
DATASET:
C:\student\data\arelev
TYPE: RASTER
ZFACTOR: 1.00
PLANE_HEIGHT: 2000.00
REFERENCE: ABOVE_PLANE
2D_AREA: 310898105.24
3D_AREA: 332054962.93
VOLUME: 106614578781.89
```

挖填分析

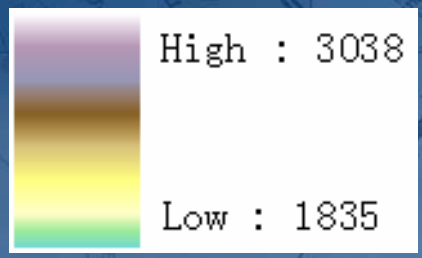
通过分析比较两个表面栅格前后的变化，计算填埋及挖掘土石方量

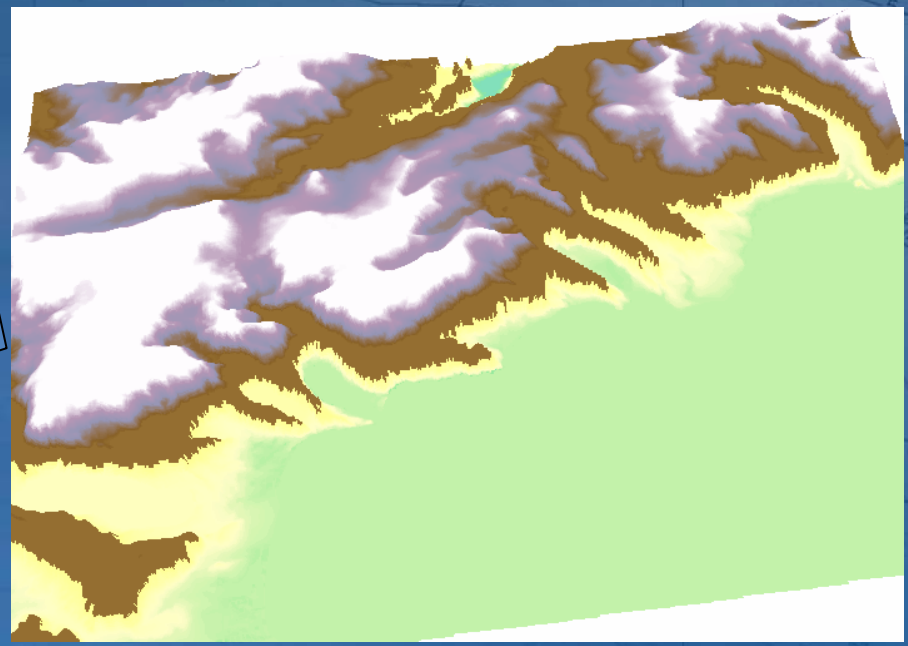


计算填挖方

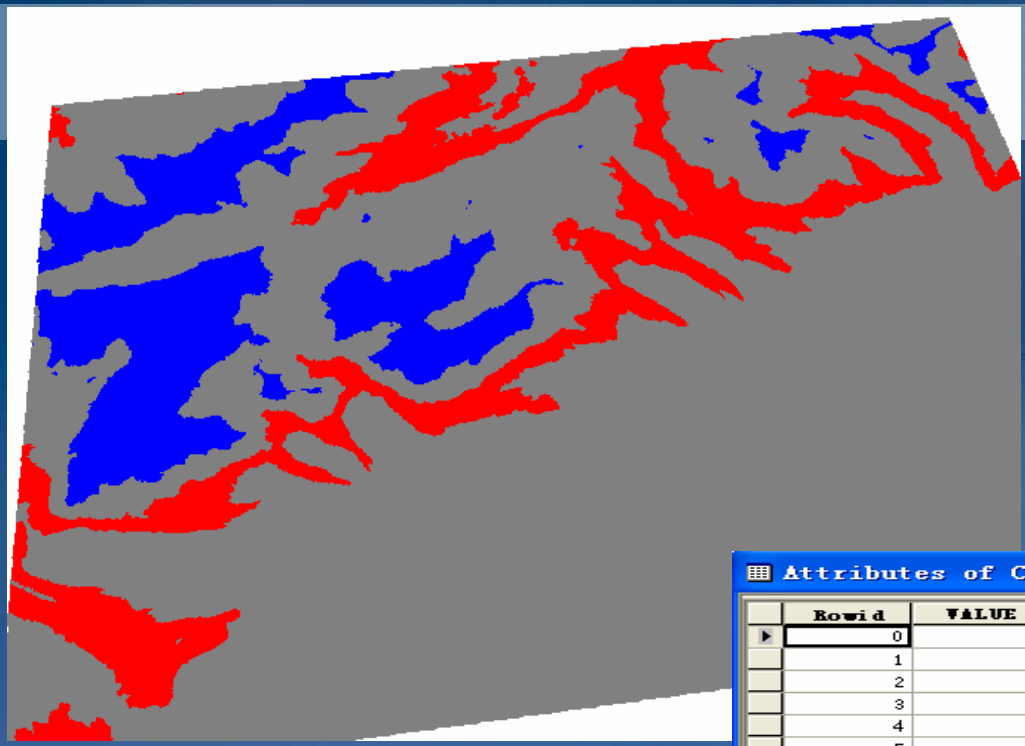


2000年DEM





2009年DEM



Net Gain
Unchanged
Net Loss

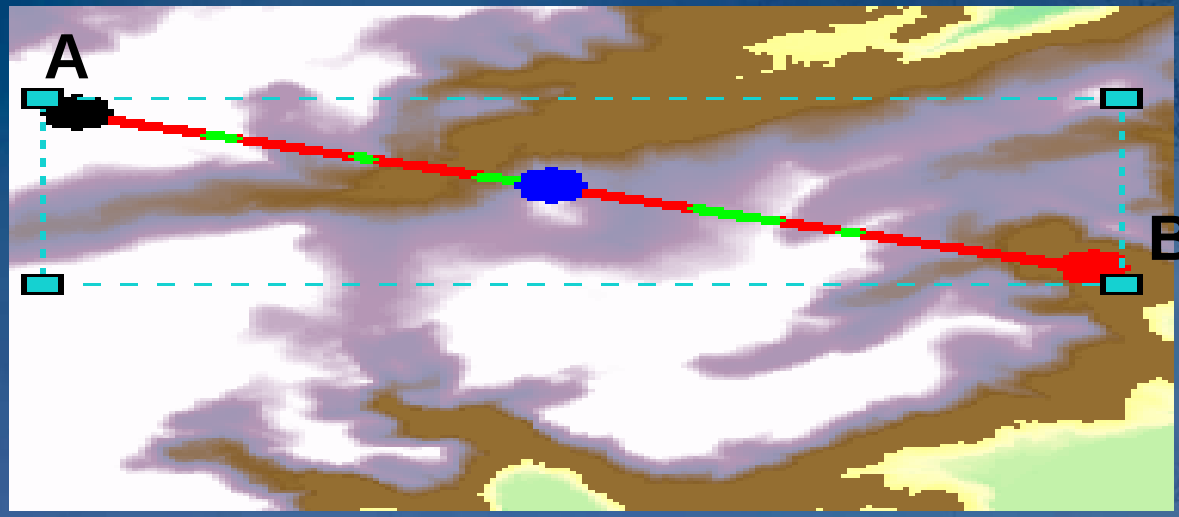
Attributes of Cutfills between

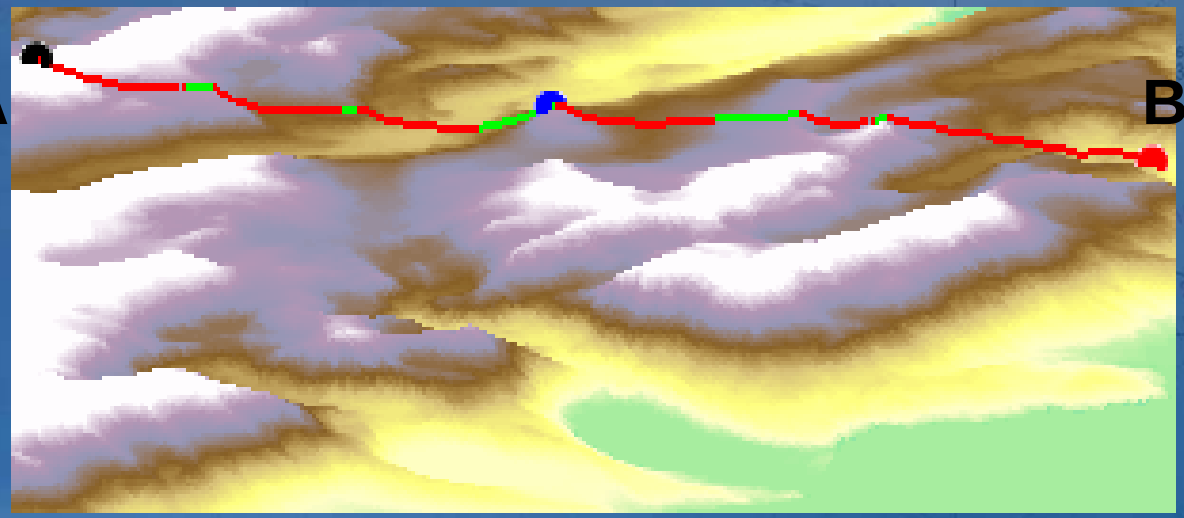
Rowid	VALUE *	COUNT	VOLUME	AREA
0	1	313428	0	282085200
1	2	76721	-6701297400	69048900
2	3	43757	0	39381300
3	4	799	23565600	719100
4	5	150	-2431800	135000
5	6	2370	0	2133000
6	7	7	0	6300
7	8	2729	145482300	2456100
8	9	1	-177300	900
9	10	28	195300	25200
10	11	1830	83934000	1647000
11	12	650	19823400	585000
12	13	7	34200	6300
13	14	1	0	900
14	15	1	0	900
15	16	47	130500	42300
16	17	1	0	900
17	18	1	0	900
18	19	1	0	900
19	20	3	0	2700
20	21	112037	0	100833300
21	22	1	-179100	900
22	23	8945	0	8050500
23	24	15	98100	13500
24	25	52	0	46800
25	26	49	-7981200	44100
26	27	1060	-172630800	954000
27	28	16032	1673959500	14428800

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 57

通视性分析

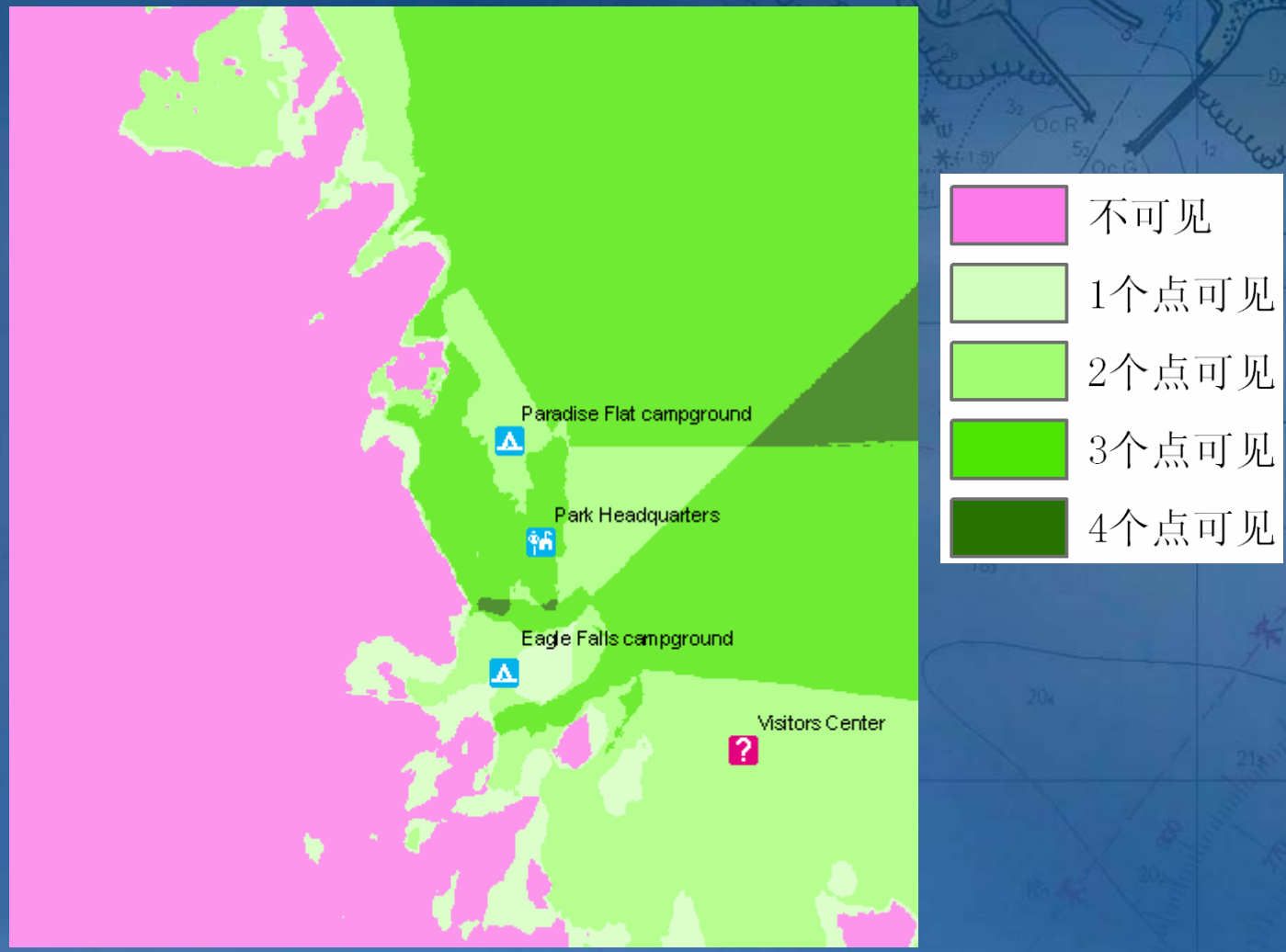
视线。两点之间的可视性



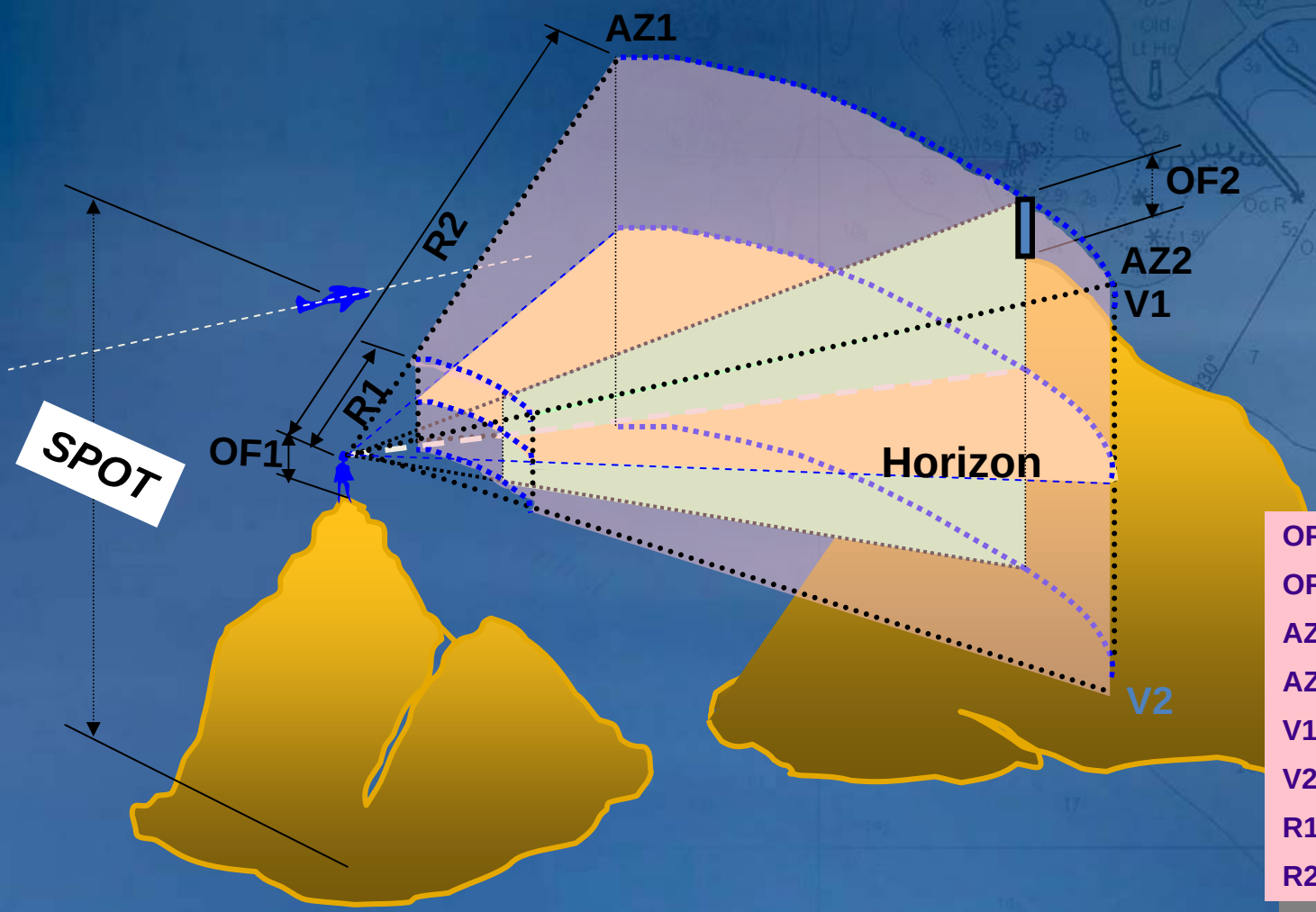


通视性分析

视场：从一个或多个观察点可以看到的区域



通视性分析——限定视野范围的参数



观察点属性表字段

OF1 = OFFSETA
OF2 = OFFSETB
AZ1 = AZIMUTH1
AZ2 = AZIMUTH2
V1 = VERT1
V2 = VERT2
R1 = RADIUS1
R2 = RADIUS2

通视性分析应用

- 布置森林防火塔、观景台等
- 设置电视台的发射站、移动电话基站选址等
- 军事上：布设阵地（炮兵阵地、电子对抗阵地）、设置观察哨所、军事秘密基地选址等
- ……

谢谢！

更多内容敬请关注培训中心相关课程

http://training.esrichina-bj.cn



- 联系方式：
- tanghx@lreis.ac.cn