



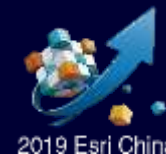
2019 Esri China

# ArcGIS与Python在国土“双评价” 中的应用简析

虾神



# 内容提要



- 国土双评价计算模型综述
- 空间数据处理与中间数据的计算
- ArcGIS Python脚本在建模与分析中的应用
- 构建复杂模型计算方式
- 案例：水土保持功能重要性评价模型建模及计算

# 双评价计算模型综述



# 双评价模型分类

## 单项评价

- 生态
- 土地资源
- 水资源
- 气候
- 环境
- 灾害
- 区位
- .....

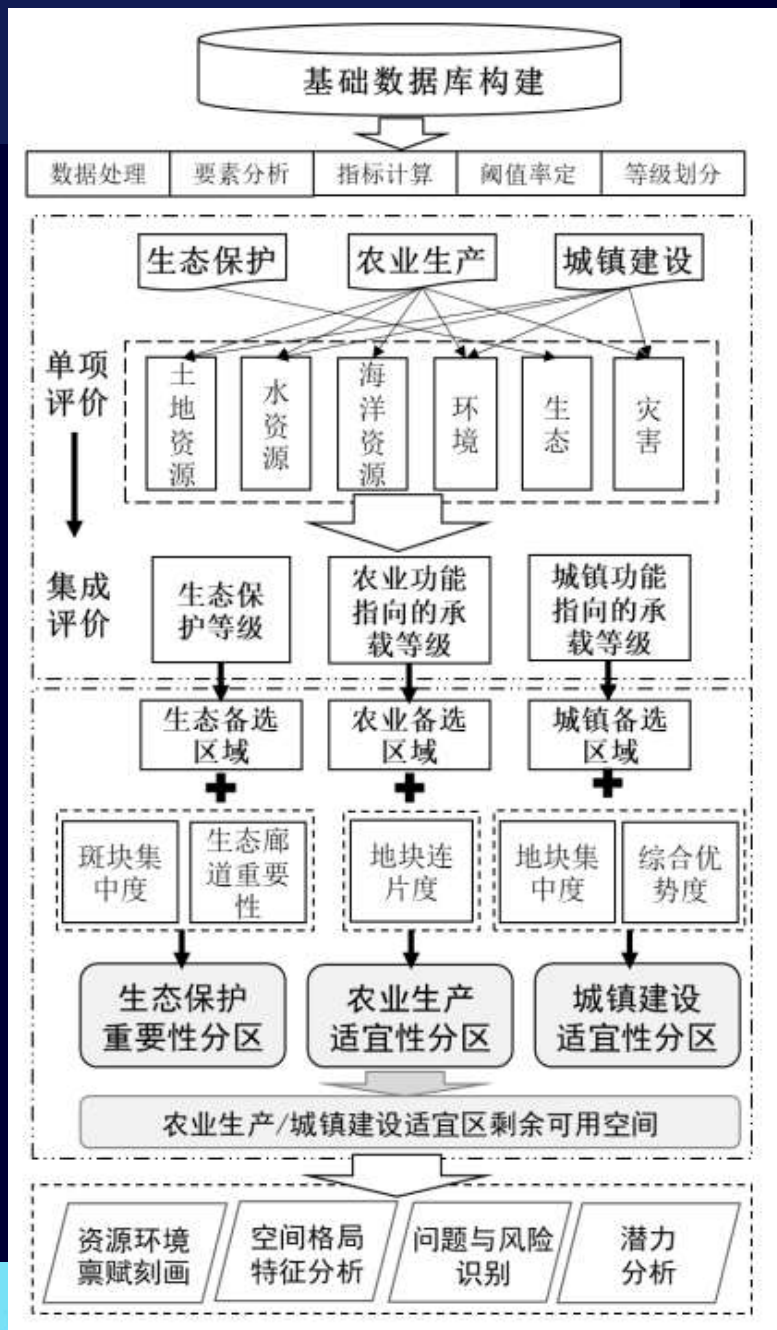
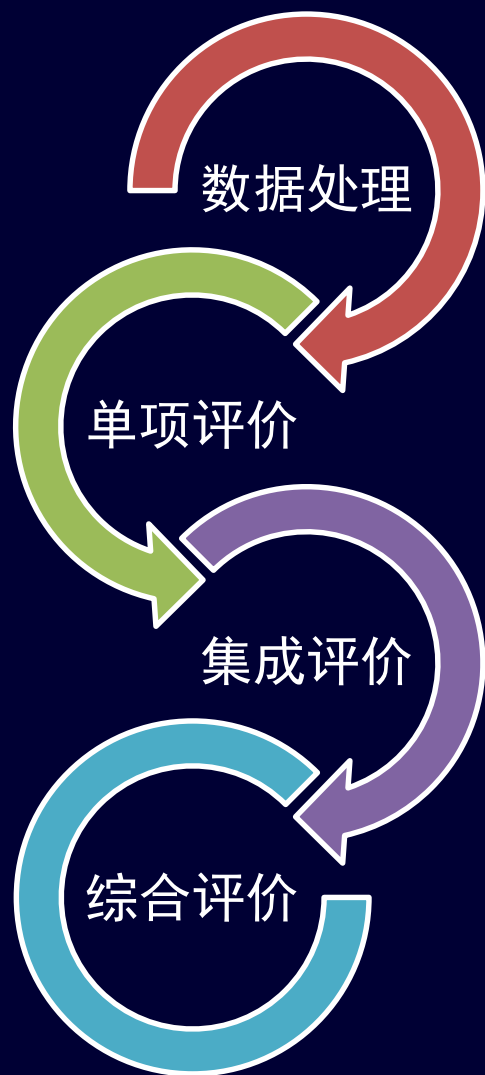
## 集成评价

- 优先识别生态系统服务功能极重要和生态极敏感空间
- 基于一定经济技术水平和生产生活方式，确定农业生产适宜性和承载规模、城镇建设适宜性和承载规模

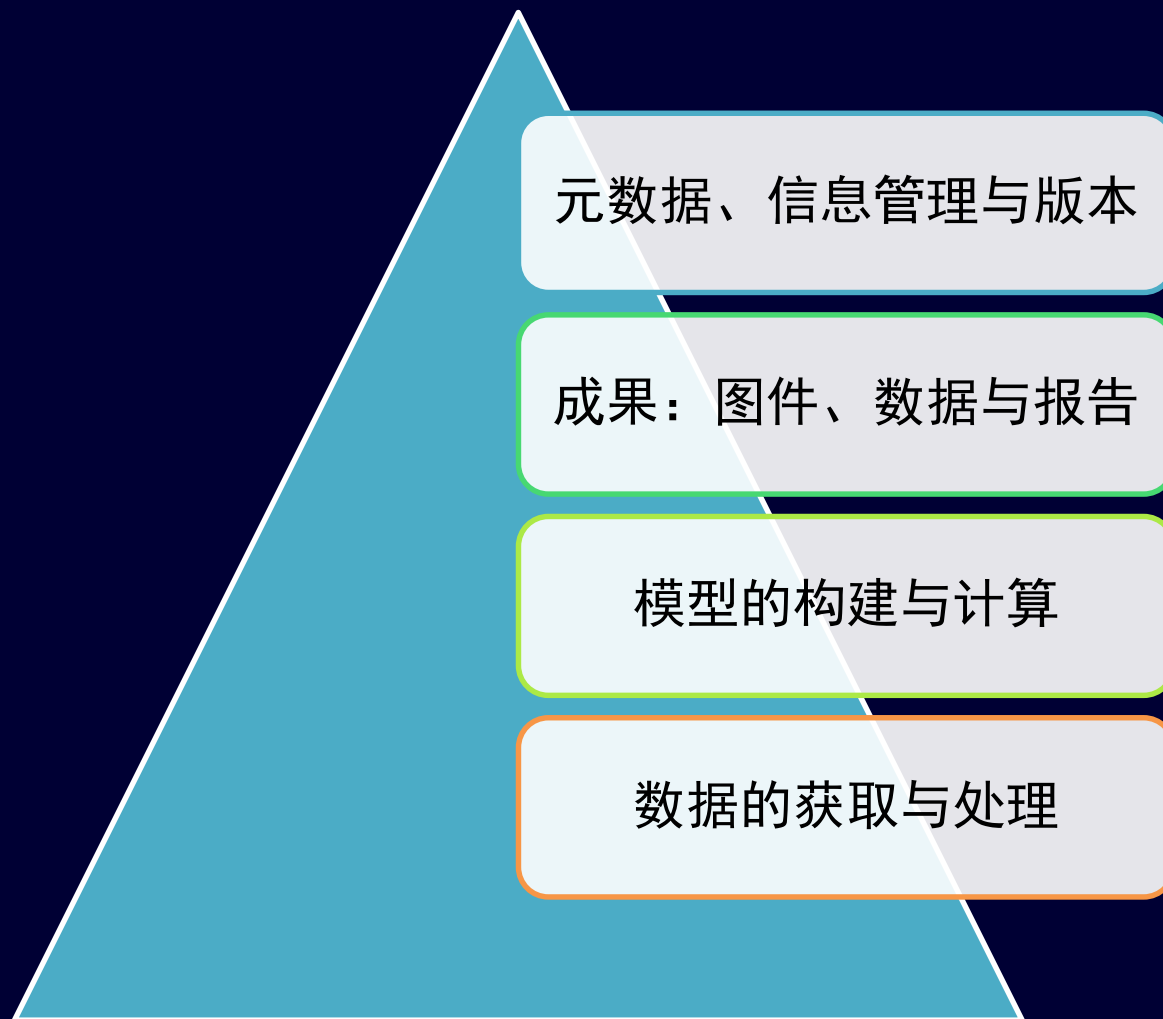
## 综合评价

- 资源环境禀赋分析
- 问题和风险识别
- 潜力分析
- 情景分析

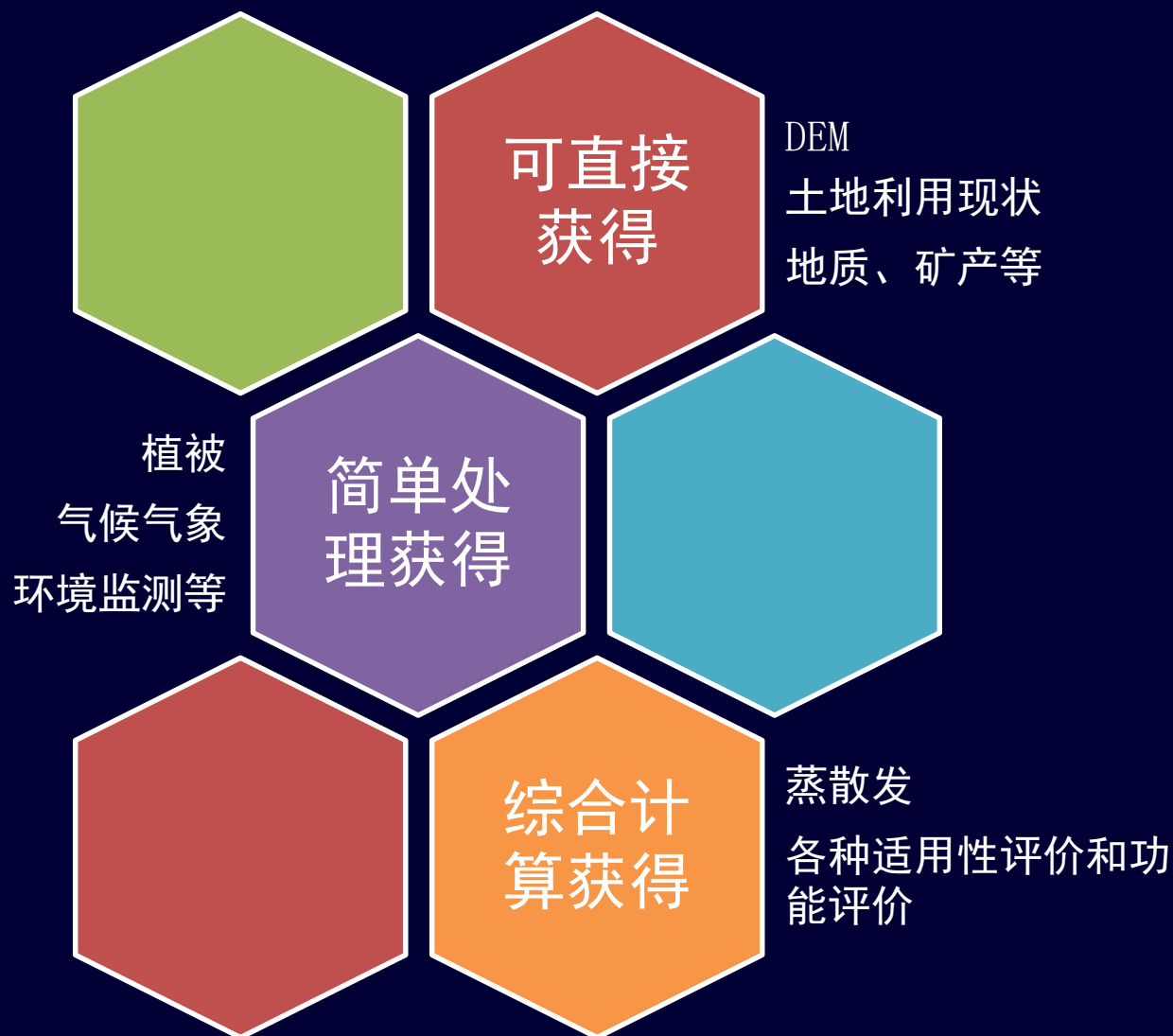
# 技术体系



# 评价模型技术路线

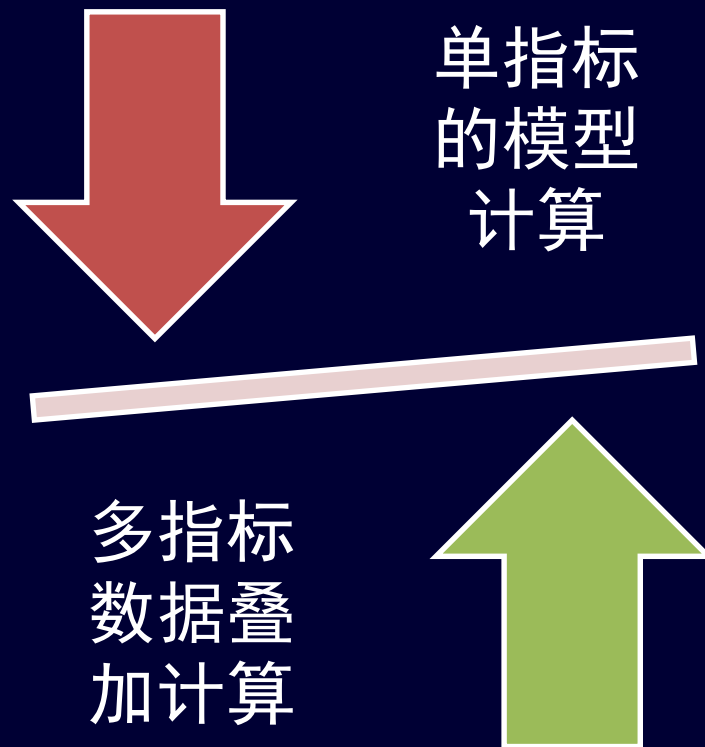


# 数据的获取与处理



## ◆ 双评价的计算模型有如下特点：

- 单个指标的计算模型仅进行对象本身的属性计算。
- 多个指标的叠加计算只有数学性质的计算，很少有逻辑判定计算。
- 所有的分析模型都属于向下钻取获取更深入的信息，极少有向上抽象获取模式类信息。





# 成果：图件、数据与报告

## 评价报告

- 对双评价技术路线、评价过程、评价结果的系统表述
- 说明评价的主要步骤和关键技术，重点阐述评价形成的核心结论与基本判断

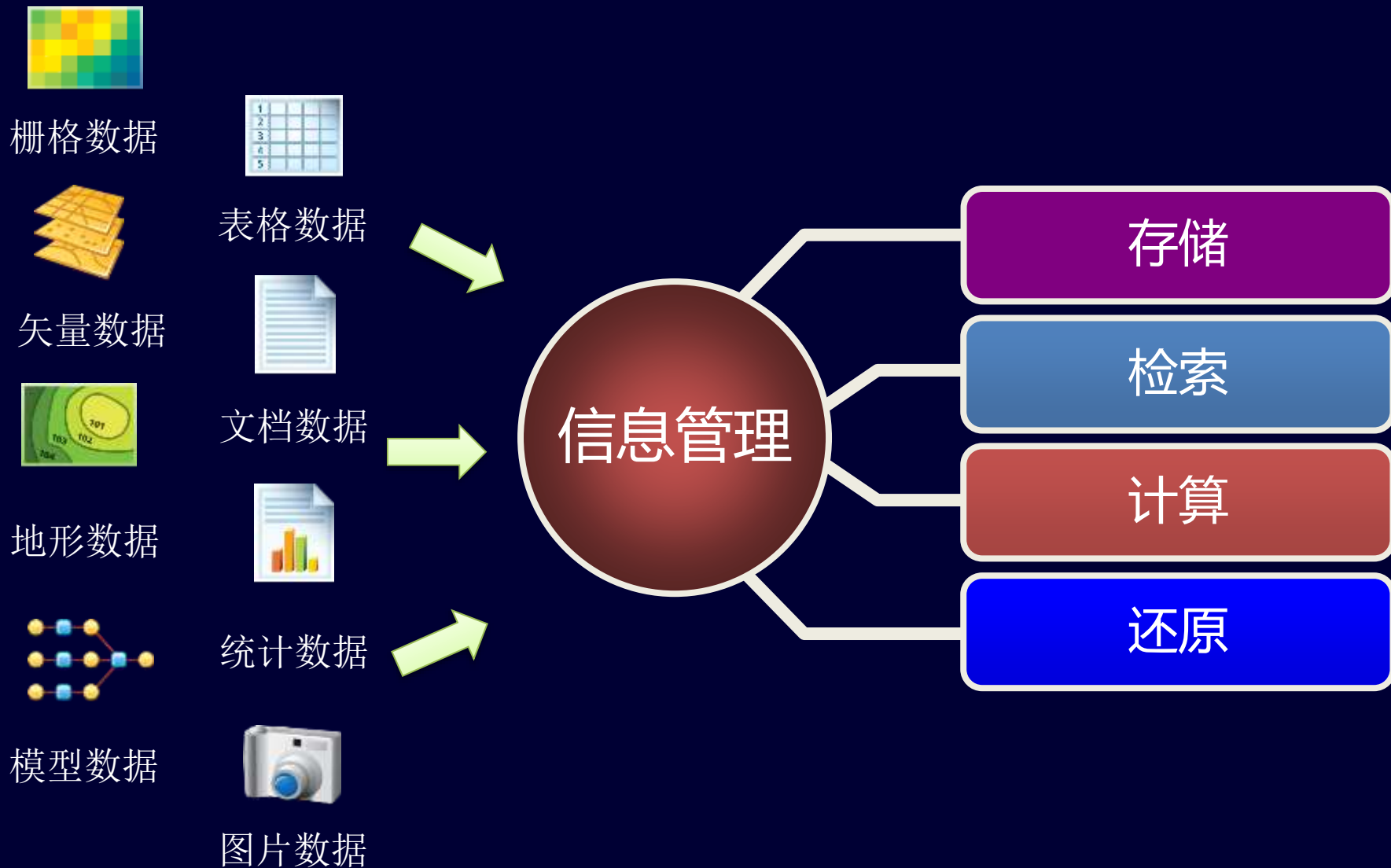
## 图件

- 评价图件是用图纸形式表达双评价的主要内容结果
- 包括概貌与基础图、现状分析图、评价成果图等系列。

## 数据表格

- 评价数据表是用表格形式表达双评价主要结果
- 对重要参数、指标值、阈值等在地域功能和行政区划单元下进行分解细化

# 信息管理

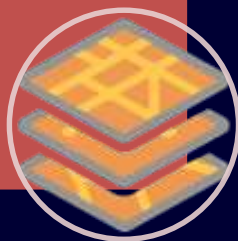


# 空间数据处理与中间数据的计算



- 数据提取
- 数据合并
- 属性处理
- 叠加分析
- 临域分析
- .....

## 矢量数据 处理



- 栅格提取
- 表面分析
- 地图（栅格）计算
- 表面插值
- .....

## 栅格数据 处理



# 数据处理的主要方法

## 空间未知数据的补全

- 空间插值
- 回归（地理加权回归）
- .....

## 时间间隔缺失数据的补全

- 时间拟合插值
- 统计法补全
- .....

## 基础数据的模型推演

- 数学计算
- 数据组合
- .....

# 中间数据计算原则

- ① 模型代码编写简单，不需要复杂逻辑代码
- ② 模型和结果都能进行人工阅读与检查
- ③ 结果数据可以随时查阅，不需要专门工具访问
- ④ 结果数据的格式可以转换为其他格式，方便各种工具调用
- ⑤ 结果数据可以与其他空间数据或者数据数据进行关联挂接。
- ⑥ 模型与结果数据都有清晰的元数据描述以及信息化表达，可以进行快速检索与访问。
- ⑦ 所有的模型和数据，均可以回溯到原始状态，方便追踪。

易实现

易阅读

易访问

易转换

易关联

易管理

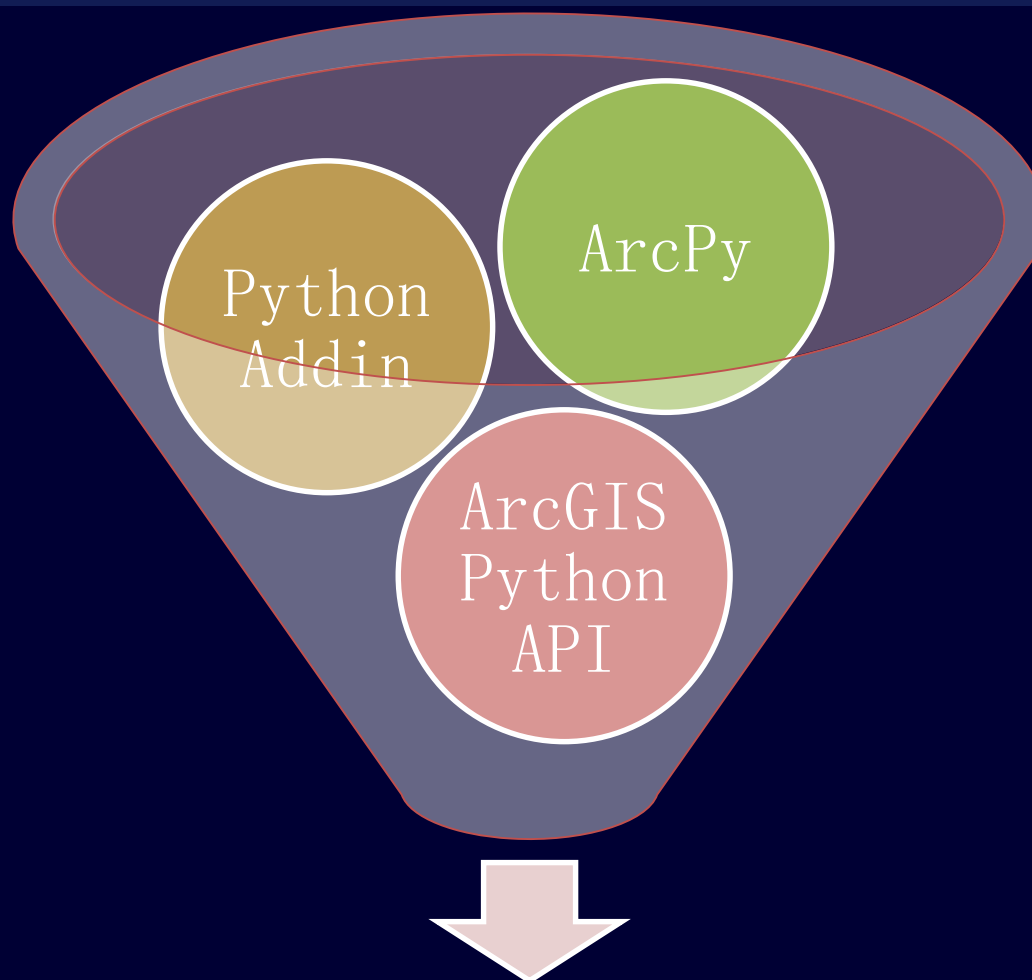
易回溯

.....

# ArcGIS Python脚本 在建模与分析中的应用



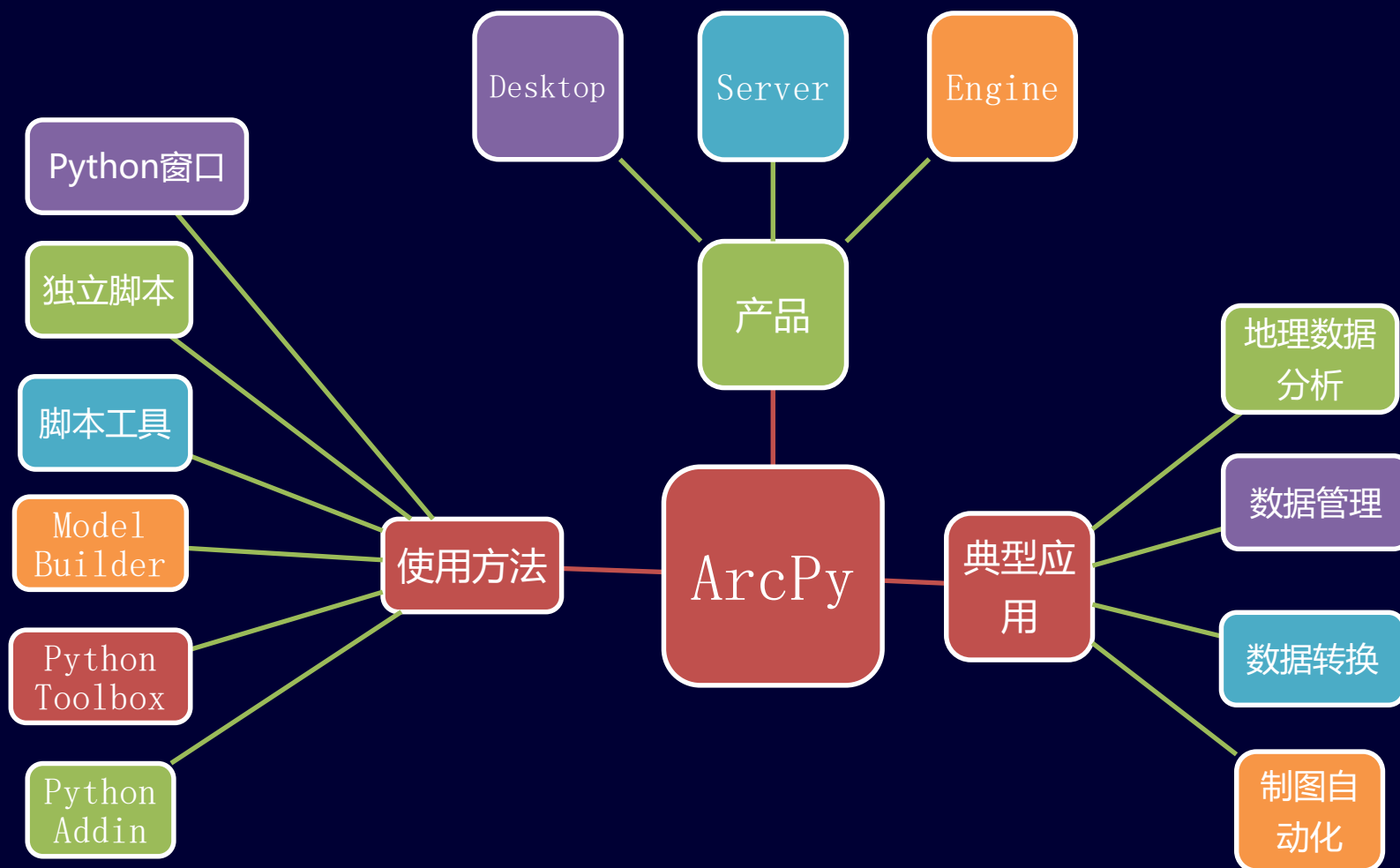
# ArcGIS平台里面的Python



ArcGIS 平台中的Python



# ArcPy概览



# 包含ArcPy的产品

ArcGIS for  
Desktop

- Python 2.7.x
- 原装32位 (BG 64位)

ArcGIS Engine

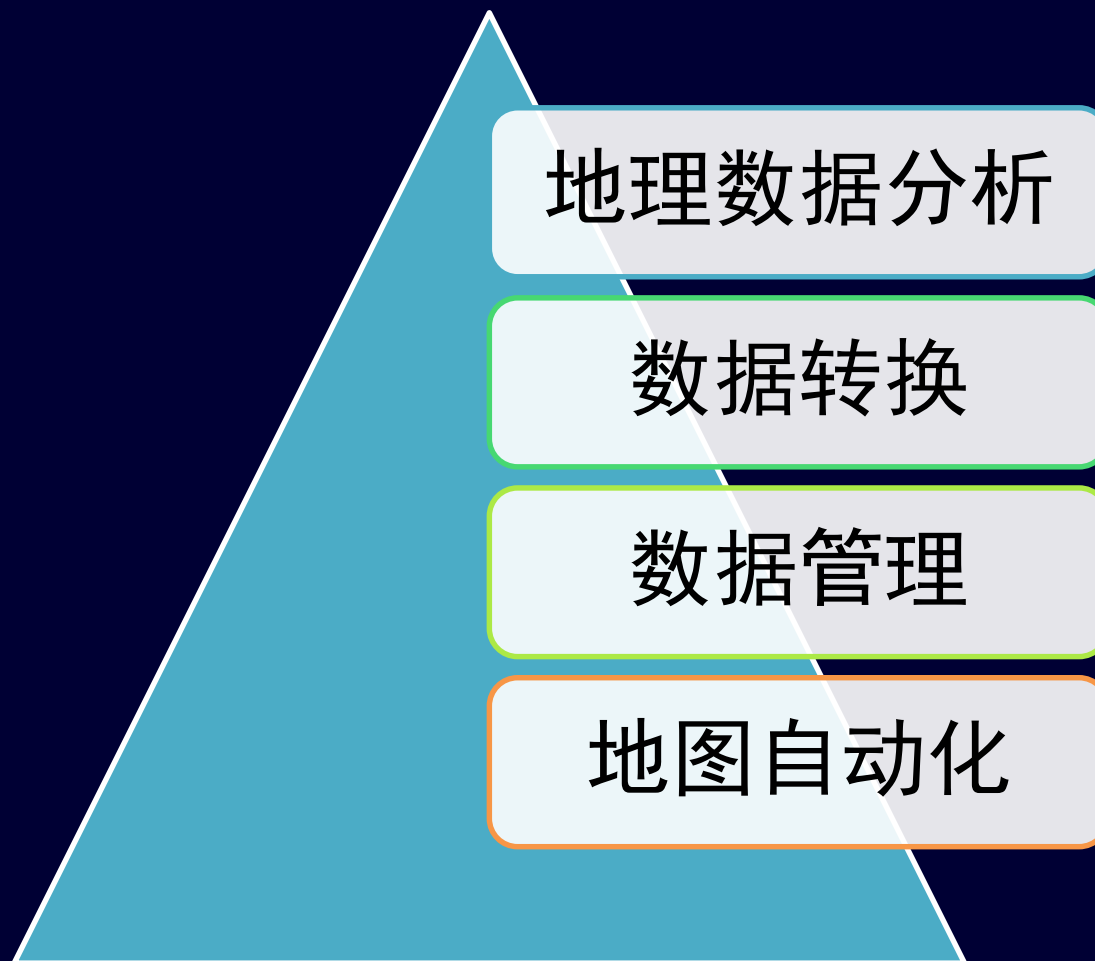
- Python 2.7.x
- 原装32位 (BG64位)

ArcGIS Server

- Python 2.7.x (最新3.x)
- 64位

ArcGIS Pro

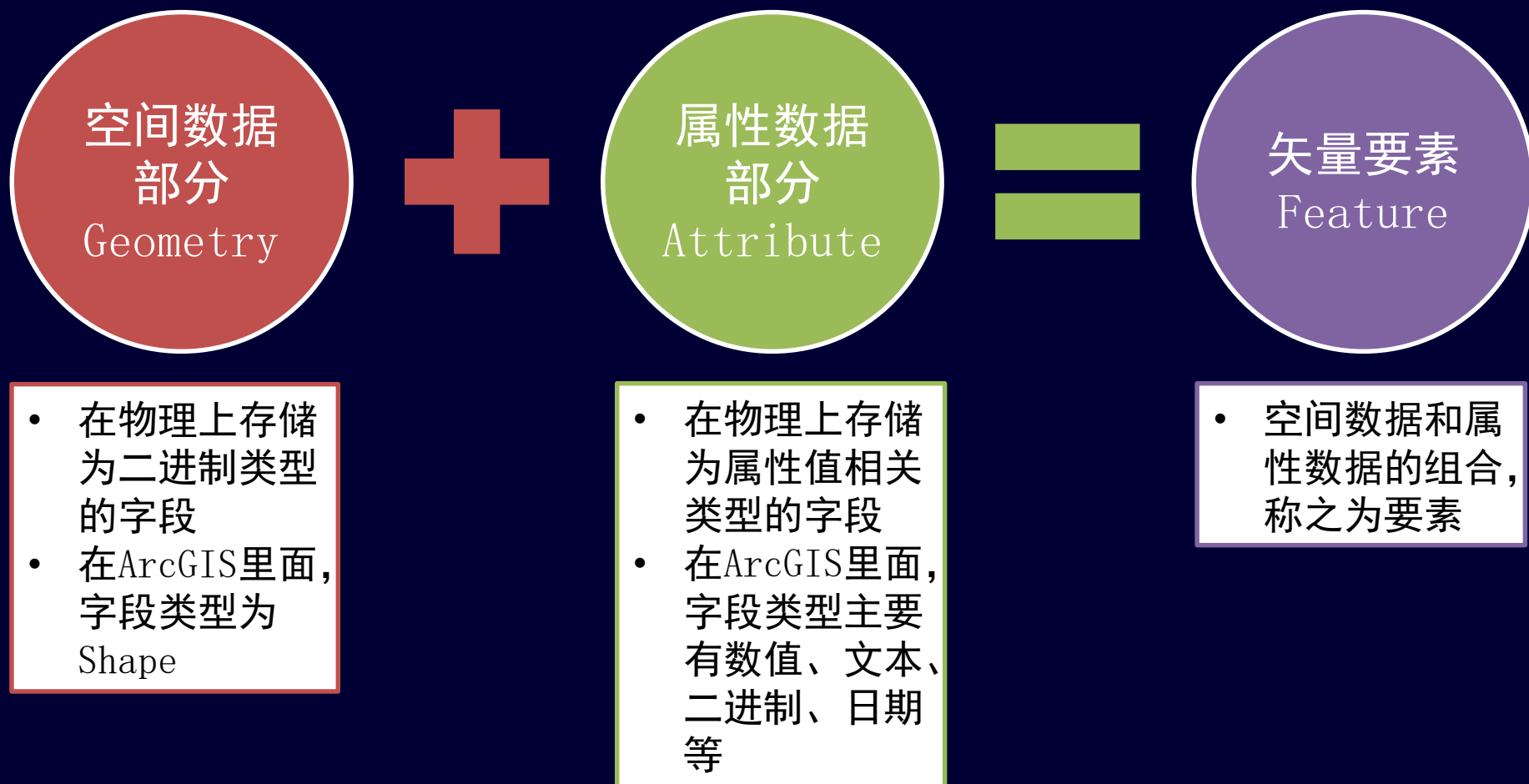
- Python 3.6.x
- 64位



# Arcpy中的空间数据结构



# 矢量数据的组成



# ArcPy的数据游标：啥叫游标

1、输入条件

2、从数据库中找到符合条件的数据

4、通过一个指针来对这些数据进行访问

3、把符合条件的数据放入内存中

5、把这个指针返回给用户来使用

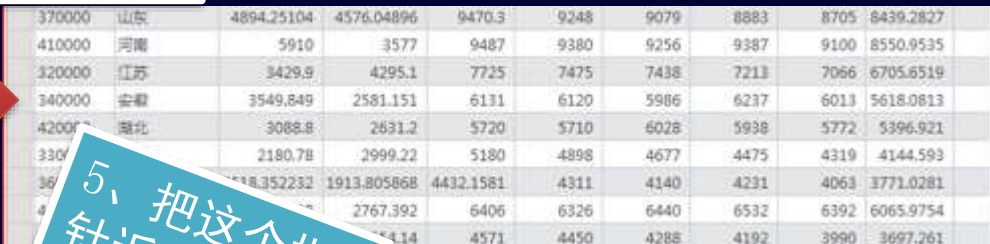
数据库中找  
条件的数据

Field:	Add	Delete	Calculate	Selection:	Zoom To	Switch	Clear	Cancel	
Pop_Rural_	Pop_Urban_	Pop_2009	Pop_2005	Pop_2000	Pop_1999	Pop_1995	Pop_1990	Pop	
1702.57	2123.43	3826	3820	3689	3792	3701	3521.4873		
1299	860.214055	2158.63	2010	1925	1774	1661	1515.5778		
151.117136	1576.242864	3427.36	3355	3297	3204	3077	2875.9014		
337	288	625.2	596	562	543	513	465.5451		
370000	山东	4894.25104	4576.04896	9470.3	9248	9079	8883	8705	8439.2827
410000	河南	5910	3577	9487	9380	9256	9387	9100	8550.9535
320000	江苏	3429.9	4295.1	7725	7475	7438	7213	7066	6705.6519
340000	安徽	3549.849	2581.151	6131	6120	5986	6237	6013	5618.0813
420000	湖北	3088.8	2631.2	5720	5710	6028	5938	5772	5396.921
330000	浙江	2180.78	2999.22	5180	4898	4677	4475	4319	4144.593
360000	江西	2518.352232	1913.805868	4432.1581	4311	4140	4231	4063	3771.0281
430000	湖南	3638.608	2767.392	6406	6326	6440	6532	6392	6065.9754
530000	云南	3016.86	1554.14	4571	4450	4288	4192	3990	3697.261
520000	贵州	2662.7778	3322	3798	3730	3525	3710	3508	3239.1066
350000	福建	1762.722	3627	3535	3471	3316	3237	3004.8224	
450000	广西	2952.44	4856	4660	4489	4713	4543	4224.5765	
440000	广东	3527.1							282.9236
460000	海南	439.5							655.7482
220000	吉林		22806						465.8721
210000	辽宁		606.5165						945.9697

3、把符合条件的  
数据放入内存中

0 of 34 selected

+ 100%



370000	山东	4894.25104	4576.04896	9470.3	9248	9079	8883	8705	8439.2827
410000	河南	5910	3577	9487	9380	9256	9387	9100	8550.9535
320000	江苏	3429.9	4295.1	7725	7475	7438	7213	7066	6705.6519
340000	安徽	3549.849	2581.151	6131	6120	5986	6237	6013	5618.0813
420000	湖北	3088.8	2631.2	5720	5710	6028	5938	5772	5396.921
330000	浙江	2180.78	2999.22	5180	4898	4677	4475	4319	4144.593
360000	江西	2518.352232	1913.805868	4432.1581	4311	4140	4231	4063	3771.0281
430000	湖南	3638.608	2767.392	6406	6326	6440	6532	6392	6065.9754
530000	云南	3016.86	1554.14	4571	4450	4288	4192	3990	3697.261

# 游标的特性



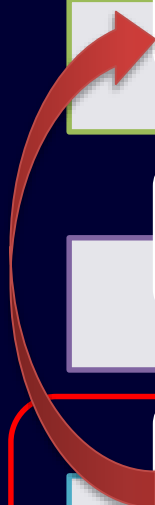
# ArcPy的游标类型

查询游标

更新游标

插入游标

删除游标





## 传统数据库思维



### 传统游标模式

- 优点：动态、全操作
- 缺点：性能差、系统开销大



### 令牌模式（arcpy.da包10.1之后）

- 优点：高性能；支持编辑控制、版本、副本、子类型等ArcGIS编辑特性。
- 缺点：需要预先声明操作内容。

## ArcGIS思维

# 传统查询游标



定义:

```
cursor = arcpy.SearchCursor(要素类)
```

- 使用方式一：使用for模式

```
for row in cursor:  
    print(row.getValue(字段))
```

- 使用方式二：使用while模式

```
row = cursor.next()  
while row:  
    print(row.getValue(字段))  
    row = cursor.next()
```

- SearchCursor 函数用于在要素类或表上建立只读游标。
- SearchCursor 可用于遍历行对象并提取字段值。可以使用where 子句或字段限制搜索，并对结果排序。

# 令牌查询模式

ArcGIS 10.1之后特有的da (**data access**) 包。

定义:

```
cursor = arcpy.da.SearchCursor(要素, [字段1, 字段2, 字段n]):
```

使用方式:

```
for row in cursor:
```

```
    print(row[1],row[2],row[n])
```



- `da.SearchCursor` 用于建立从要素类或表中返回的记录的**只读**访问权限。
- 返回一组迭代的**元组**。元组中值的顺序与 **字段名列表**参数指定的字段**顺序**相符。

官方建议使用:

**with ...**

**as ...**

模式来使用

# 属性条件设定

- 在语法里面称为：**where\_clause**（条件分句、条件表达式）
- 使用的是SQL语句里面的where子句语法的子集。

- 一般形式：

〈字段名〉 〈运算符〉 〈值或字符串〉

或者：

〈字段名〉 〈运算符〉 〈值或字符串〉

〈连接符〉

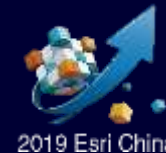
〈字段名〉 〈运算符〉 〈值或字符串〉 ...

- 示例：

—单字段查询：查询所有09人口大于5000万的省份

—组合查询：09年人口大于5000万且GDP大于2万亿的省份

# 新增游标InsertCursor：令牌模式



- 定义：

`cursor = arcpy.da.InsertCursor(要素类, [字段1, 字段2... 字段n])`

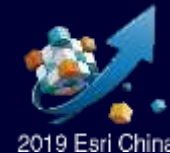
- 使用：

`row = (字段1的新值1, 字段2的新值2... 字段n的新值n)`  
`cursor.insertRow(row)`

采用**元组**的方式来定义一个新的要素记录

把新值插入到表中

# 更新游标UpdateCursor: 令牌模式



- 定义:

`cursor = arcpy.da.UpdateCursor(要素类, [字段1, 字段2... 字段n])`

- 使用:

`row = (字段1的新值1, 字段2的新值2... 字段n的新值n)`  
`cursor.updateRow(row)`

采用**元组**的方式来定义一个新的要素记录

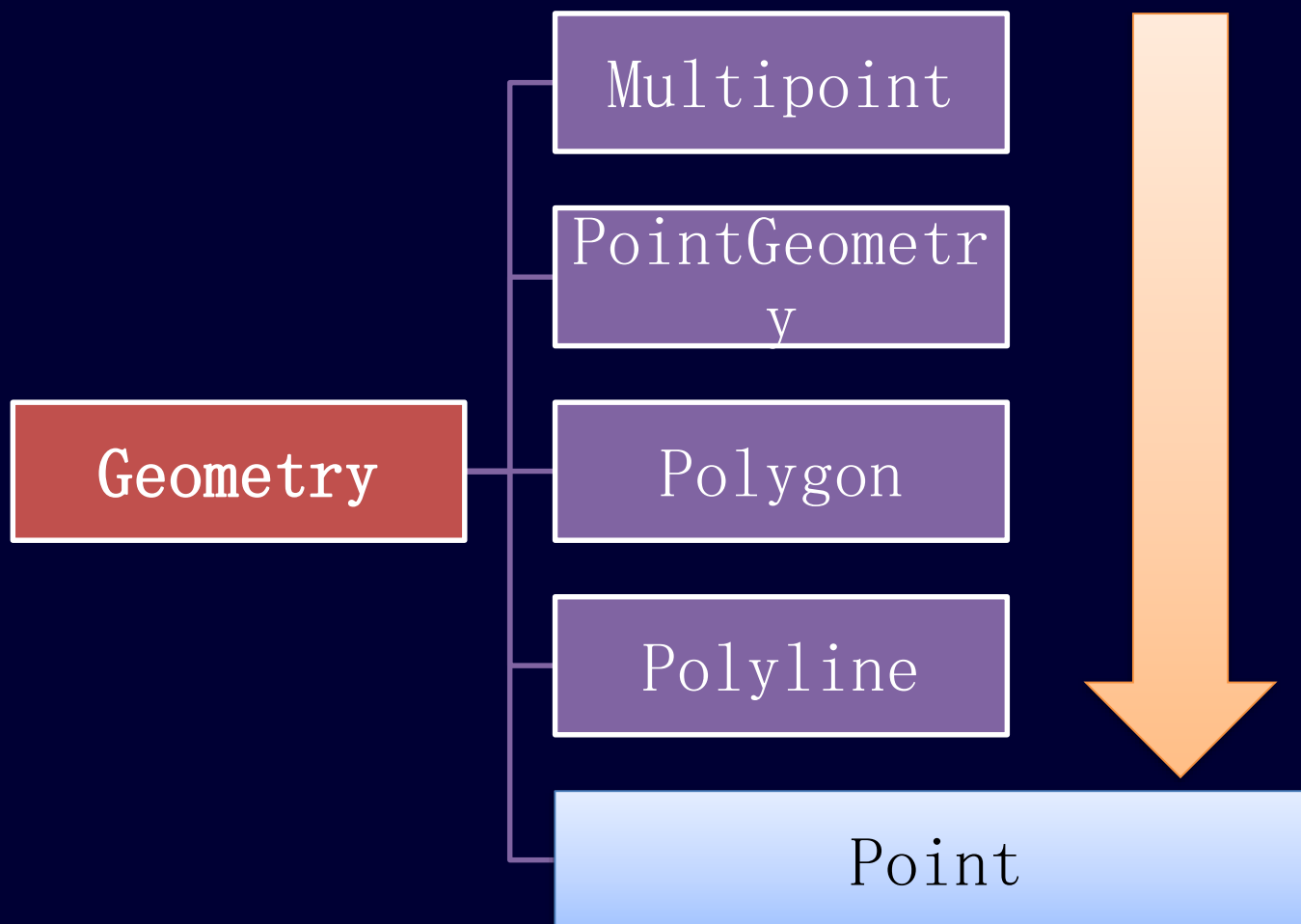
把新值更新到表中

删除:

`cursor.deleteRow ()`

把游标所指向的数据删除掉

# arcpy的空间数据结构



# Geometry

- 所有几何对象的基类。
  - 支持所有几何信息的处理方法。
  - 支持在内存中生成、处理。
  - 支持持久化。

## Geometry

几何信息

几何计算

属性处理

数据转换

labelPoint

partCount

pointCount

spatialReference

isMultipart

hullRectangle

lastPoint

firstPoint

trueCentroid

Extent

Centroid

type

length3D

Length

Area

WKT

WKB

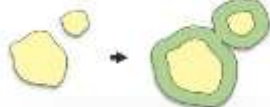

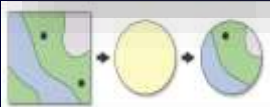
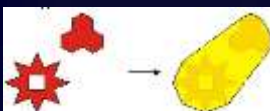



JSON



# Geometry

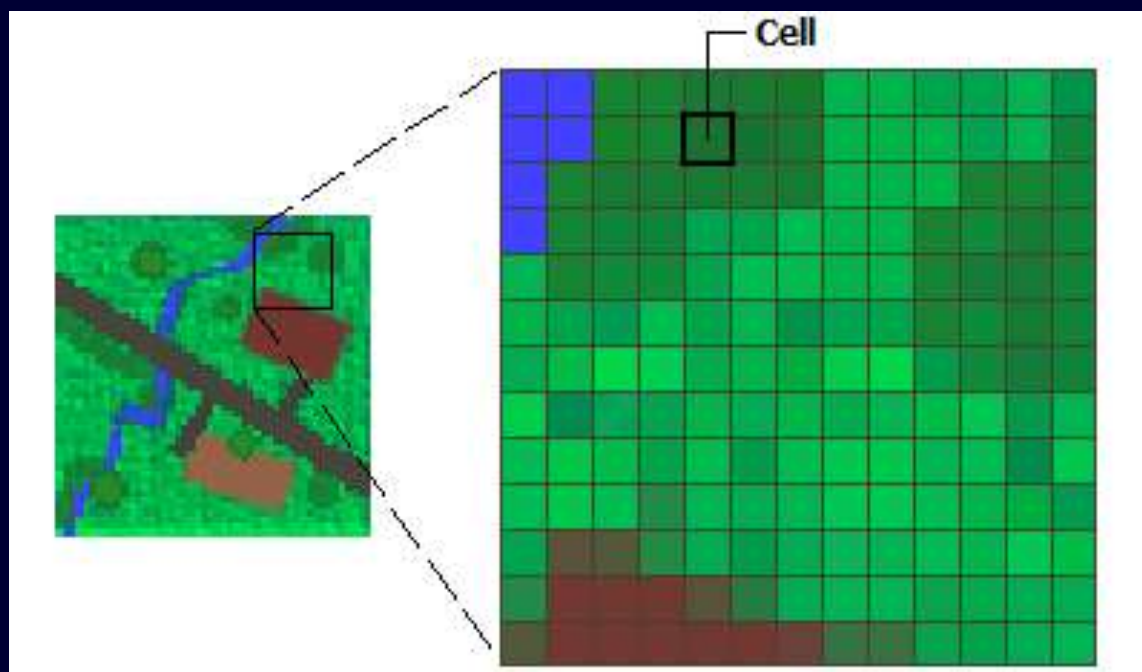
Geometry对象支持OGC的矢量操作，包括但不限于：

	equals
	disjoint
	touches
	crosses
	within
	contains
	overlaps

	buffer
	cut
	clip
	convexHull
	intersect
	union
	difference

# 栅格数据的存储结构

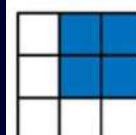
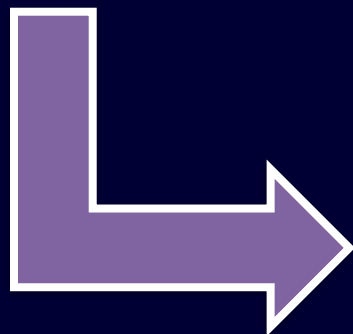
- 栅格数据就是将空间分割成**有规律的网格**，每一个网格称为一个**单元**，并在各单元上赋予相应的**属性值**来表示实体的一种数据形式。每一个单元（像素）的位置由它的**行列号**定义，所表示的实体位置隐含在栅格行列位置中



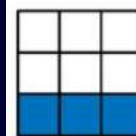
# 栅格数据的表现结构

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

- 值为 1 的区域
- 值为 2 的区域
- 值为 3 的区域
- 值为 4 的区域
- 值为 5 的区域



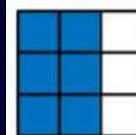
`arr[:2, 1:]` (2, 2)



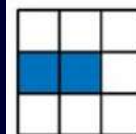
`arr[2]` (3,)

`arr[2, :]` (3,)

`arr[2:, :]` (1, 3)



`arr[:, :2]` (3, 2)

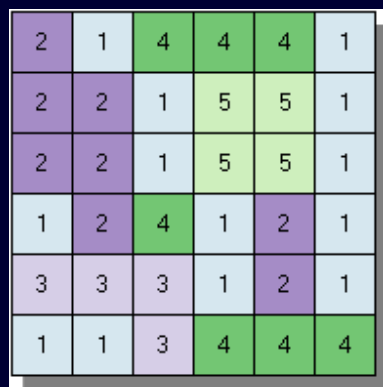


`arr[1, :2]` (2,)

`arr[1:2, :2]` (1, 2)

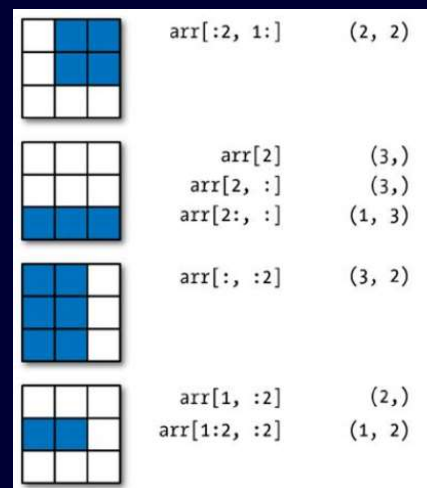
# Arcpy处理栅格数据的方法

- **RasterToNumPyArray**
  - 将栅格数据转换为numpy数组
- **NumPyArrayToRaster**
  - 将numpy数组转换为栅格数据

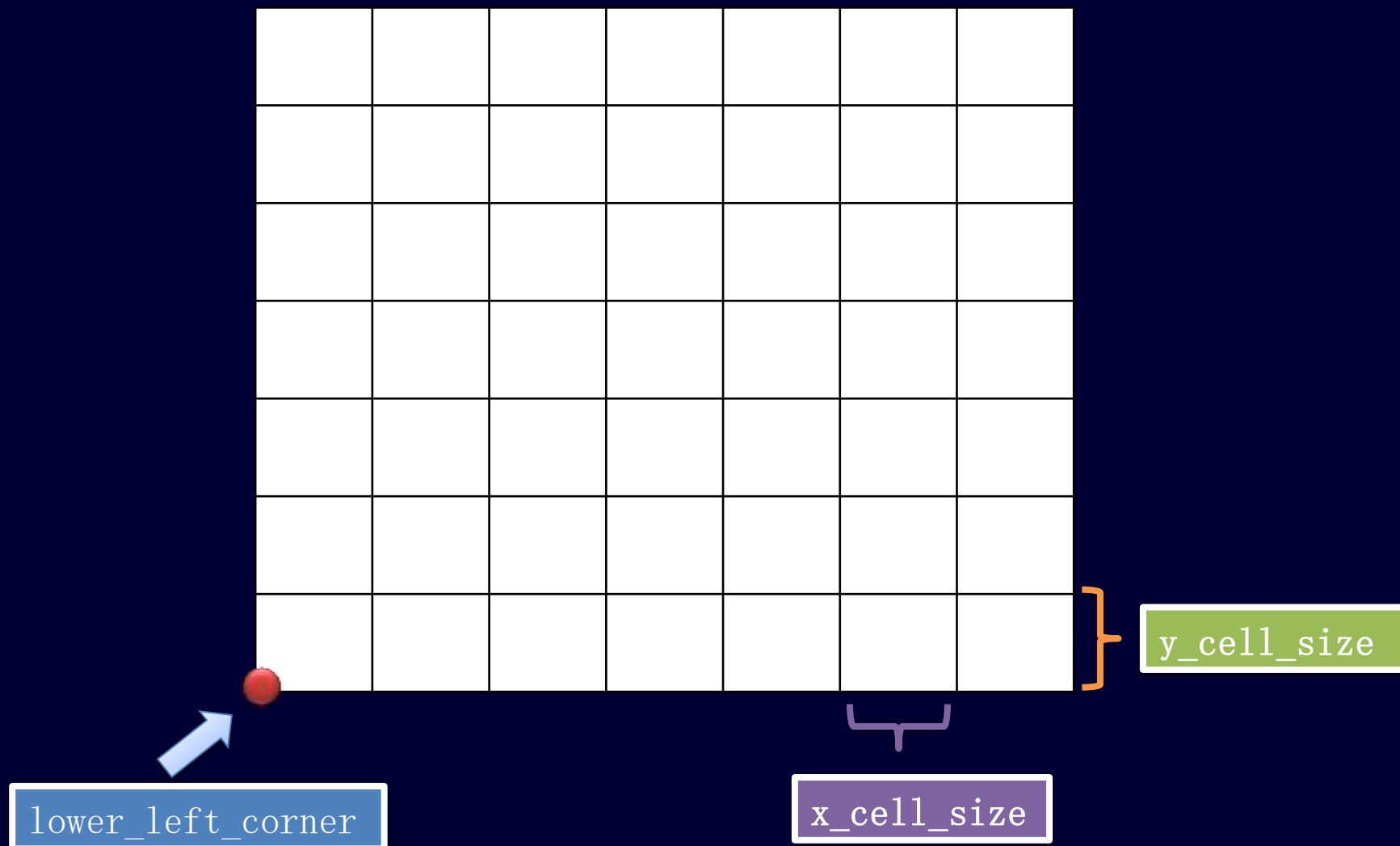


RasterToNumPyArray

NumPyArrayToRaster



# arcpy栅格处理的核心参数



# 构建复杂模型计算方式



# 高性能数据计算NumPy



- NumPy (numerical python) 是高性能科学计算和数据分析的基础包。部分功能如下：
  - ndarray, 具有矢量算术运算和复杂广播能力的快速且节省空间的多维数组。
  - 用于对整组数据进行快速运算的标准数学函数（无需编写循环）。
  - 用于读写磁盘数据的工具以及用于操作内存映射文件的工具。
  - 线性代数、随机数生成以及傅里叶变换功能。
  - 用于集成C、C++、Fortran等语言编写的代码的工具。



# 数学工具包scipy



- Scipy是一个用于数学、科学、工程领域的常用软件包，可以处理插值、积分、优化、图像处理、常微分方程数值解的求解、信号处理等问题。它用于有效计算Numpy矩阵，使Numpy和Scipy协同工作，高效解决问题。





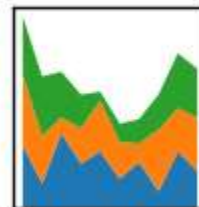
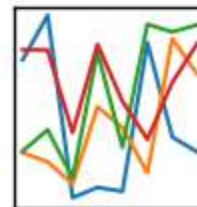
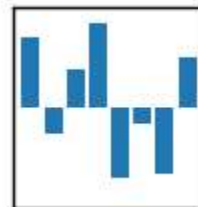
# 强大数据处理包Pandas



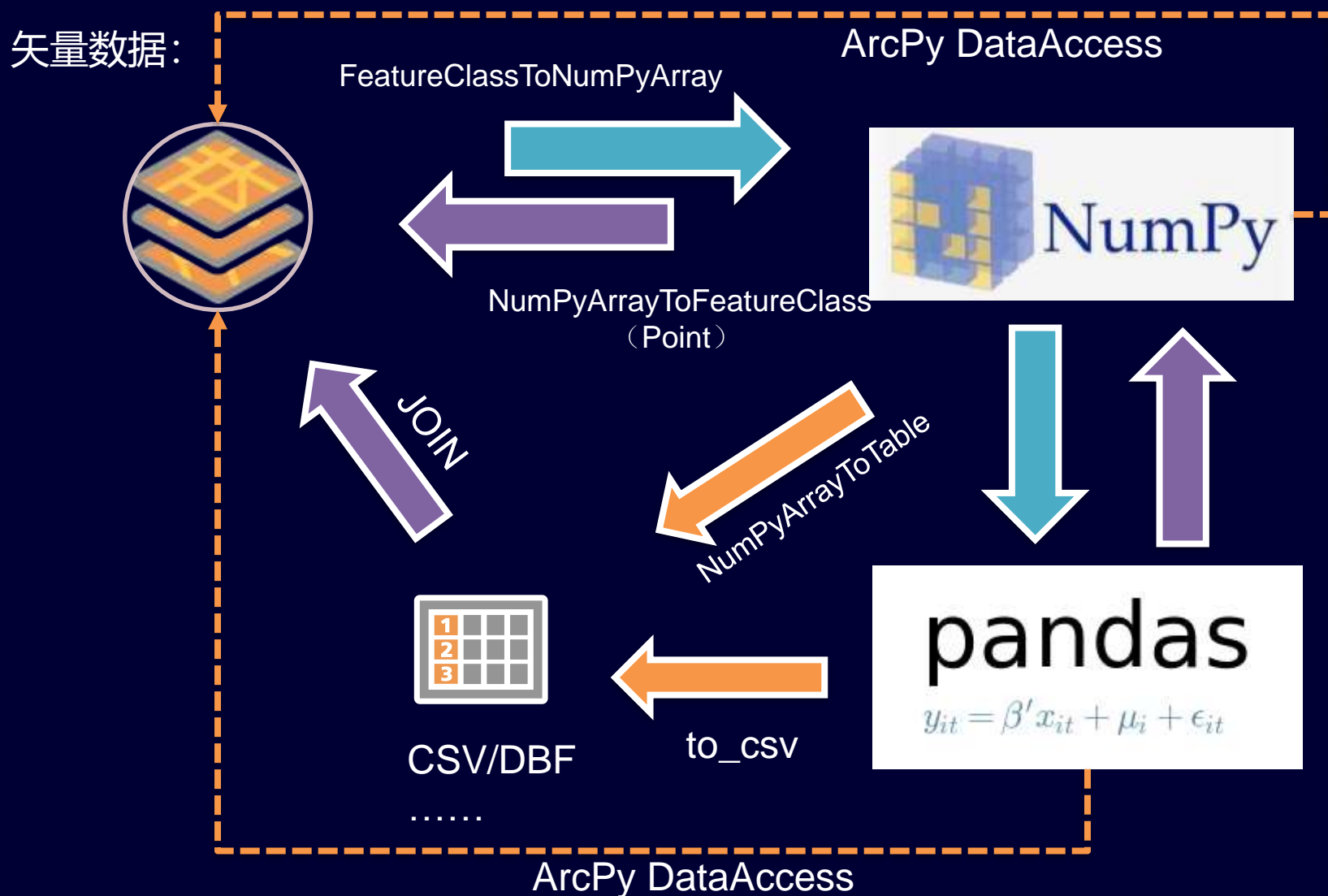
- Pandas: (Python Data Analysis Library) Python数据分析库是一个开源的高性能Python数据结构和数据分析工具库，其主要是基于numpy来实现。
- 特点如下：
  - 在数据结构上采用向量和数据框进行结构化，保证效率。
  - 大部分Python的可视化工具包和数据分析工具包，都基于Pandas的数据结构，可以直接调用。
  - 大量的内嵌函数可以很方便的实现聚合、分组、追加、索引、透视图等操作。
  - 与R语言的data frame可以无缝转换。

pandas

$$y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$$



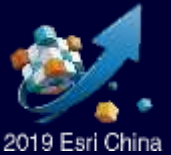
# ArcGIS数据与Python数据的转换



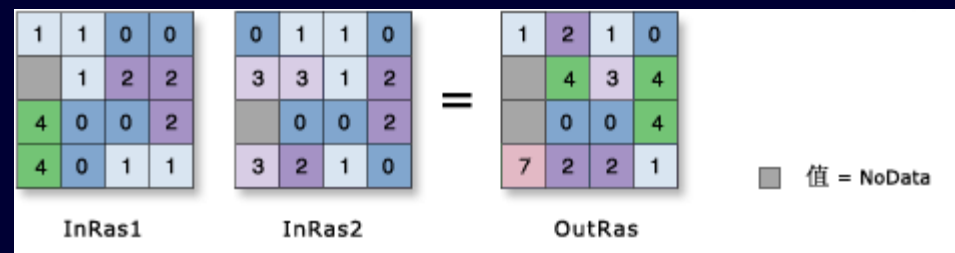
- SQLite 是一个软件库，实现了自给自足的、无服务器的、零配置的、事务性的 SQL 数据库引擎。SQLite 是在世界上最广泛部署的 SQL 数据库引擎。SQLite 源代码不受版权限制。
- Sqlite3是Python对Sqlite数据的集成，在当前所有Python发行版中，均默认内置了该模块
- Sqlite3支持内存和硬盘两种模式，兼顾快速处理和持久化的能力。
- 拥有完整的SQL能力。



# ArcGIS 地图代数

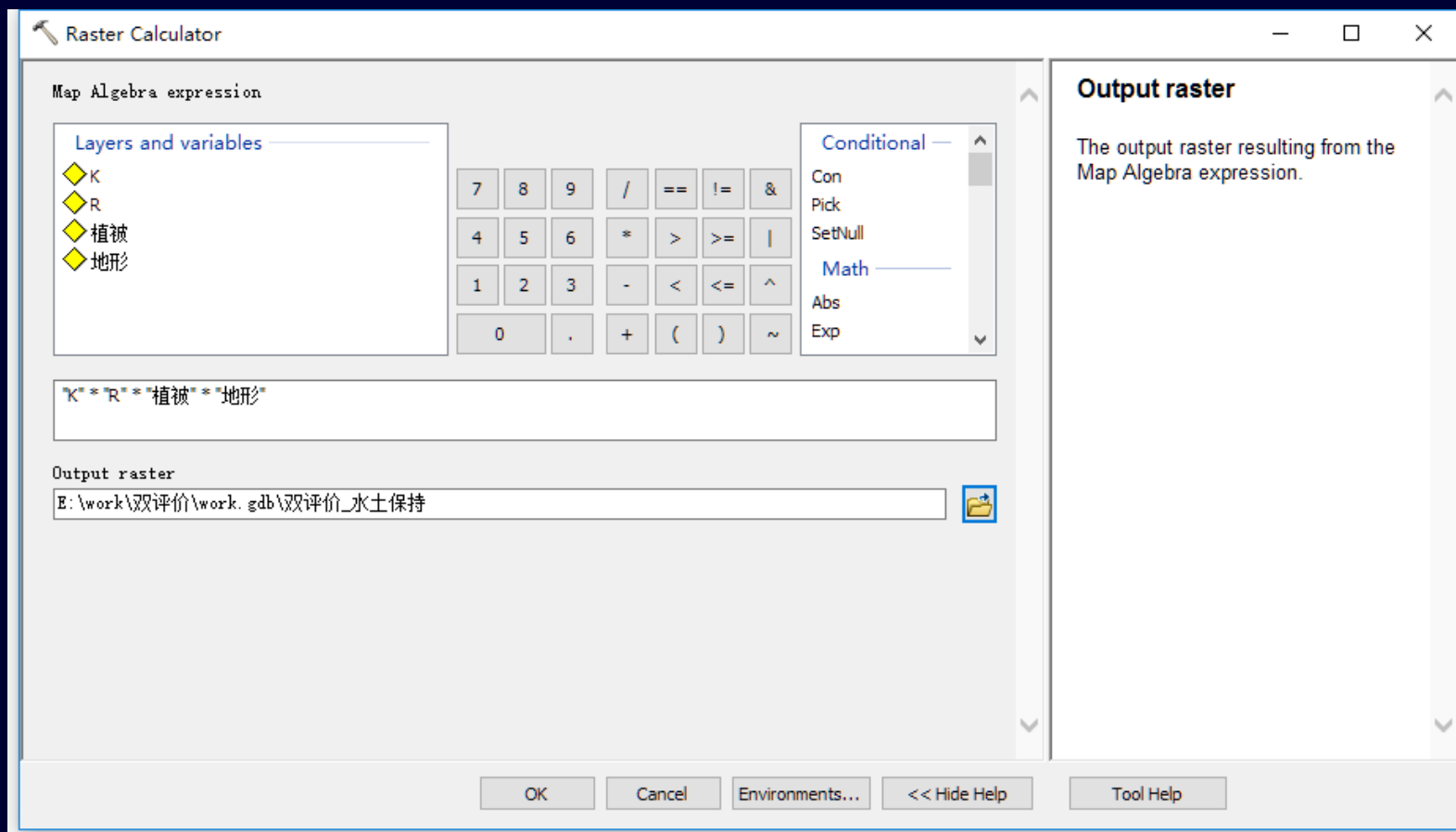


- 地图代数是一种简单而强大的代数语言，利用它可以操作所有 Spatial Analyst 工具、运算符及函数以执行各种地理分析。
- 地图代数可通过 Spatial Analyst 模块获得
- 地图代为 ArcPy Python 站点包的扩展模块。
- 由于地图代数已集成到 Python 中，因此，Python 和 ArcPy 的所有功能及其扩展（模块、类、函数和属性）均可供使用。



# ArcGIS 栅格计算器

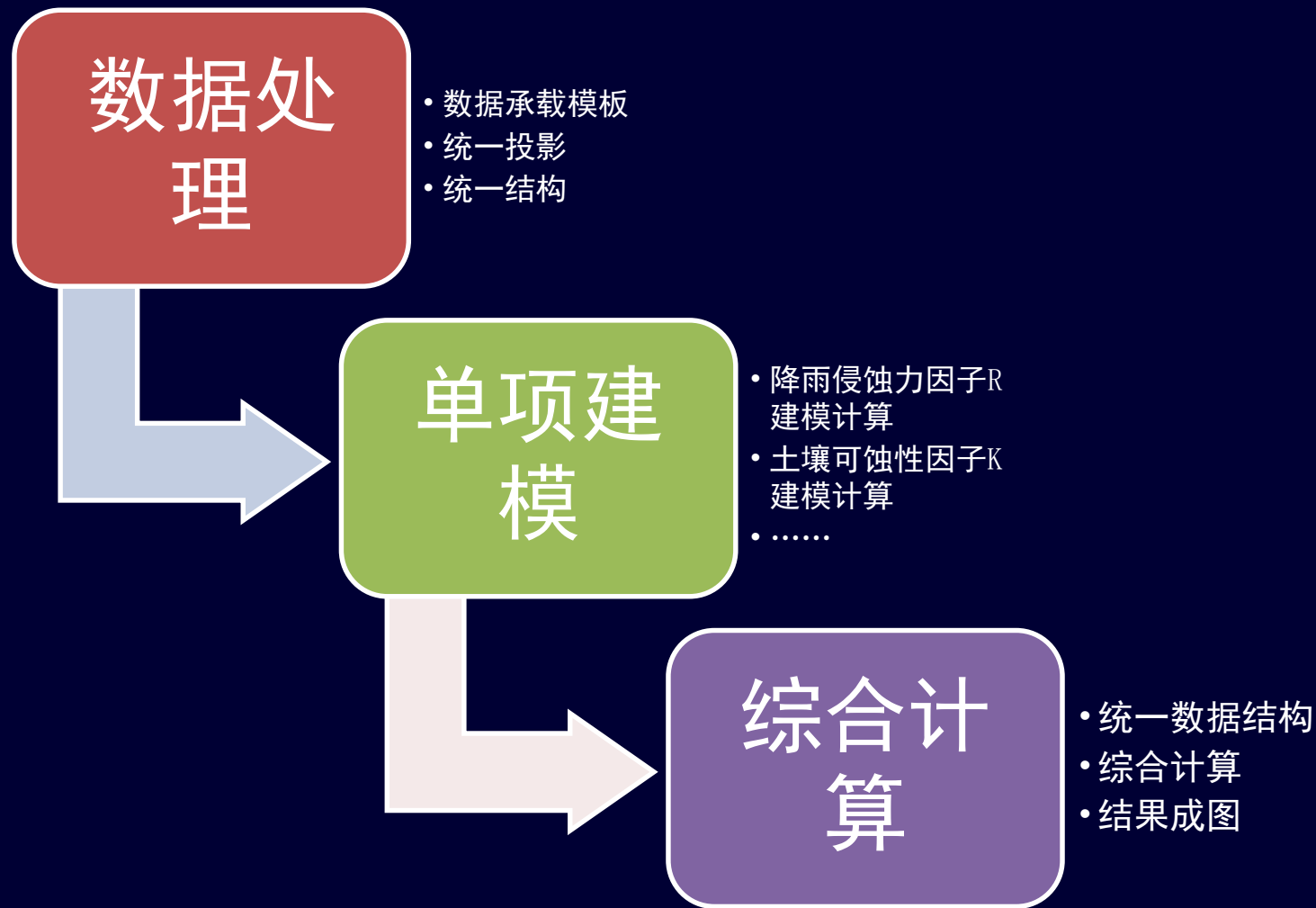
- 栅格计算器工具不适合用于脚本环境中，而且不能在标准的 Spatial Analyst ArcPy 模块中使用。



# 案例：水土保持功能重要性评价模型 建模及计算



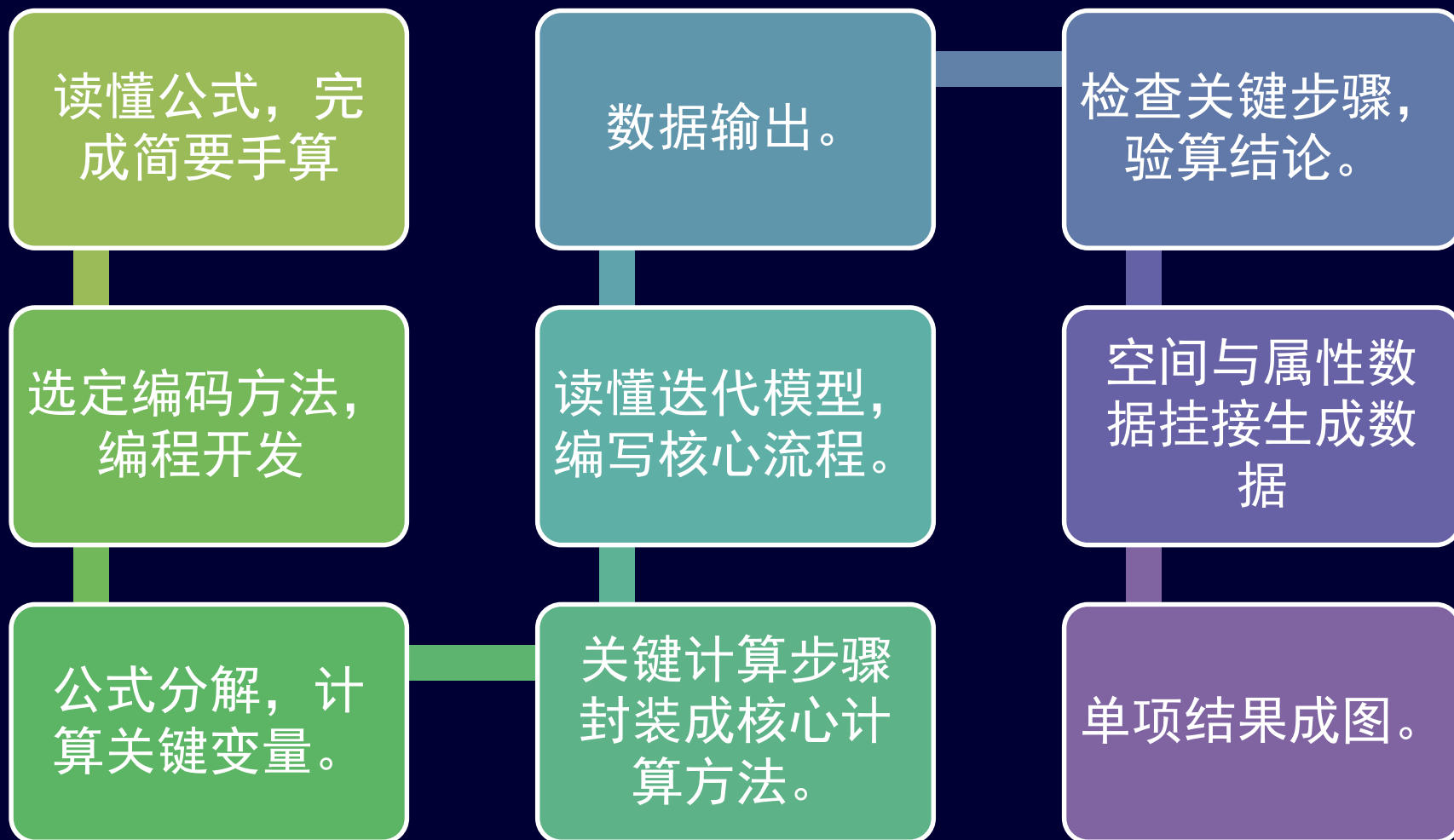
# 计算流程



- 统一所有矢量数据的承载模板
  - 矢量数据很多情况下，在空间上是一致的，只是需要调用不同的属性数据，所以统一一份空间数据数据，作为所有需要迭代计算的属性数据的基础数据。
- 统一投影
  - 最后所有数据需要合并计算，所以最好是统一投影，防止后期的错误。统一投影包括统一矢量数据和栅格数据的投影。
- 统一结构
  - 用于计算的属性数据，需要统一结构，如字段名、字段类型等，便于编码和批处理。



# 单项建模



统一数据格式：

优先转换为栅格结构的数据

优先转换为粗粒度的cellsize

栅格计算

优先使用栅格计算工具

也可以编码实现

导出数据

选择导出的栅格格式

归档并记录元数据

# 插播广告

所有的PPT、数据、文章、代码.....均可以通过此公众号获取。

公众号：  
虾神daxialu



# ***THE SCIENCE OF WHERE***

