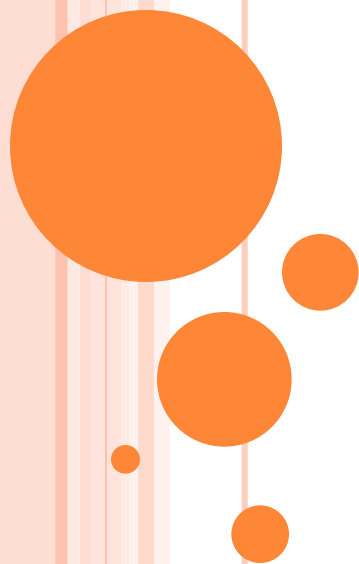


# 第12章 数据输出算法



# 主要内容

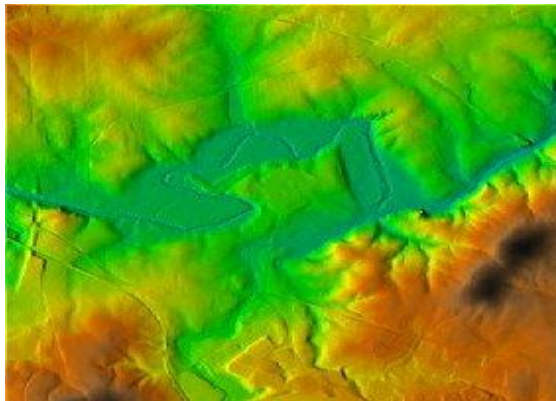
- GIS数据输出概述
- GIS中图形的输出
- 地图的表示和地图符号
- 符号生成算法与符号库应用



# 一、GIS数据输出概述

## 可视化 (Visualization)概述

- 可视化是指利用计算机图形图象技术，将复杂的科学现象，自然景观及一些抽象的概念图形化的过程。
- 可视化目的是便于人们理解现象，发现规律和传播知识。
- 地理可视化是将符号或数据转化为直观的图形、图像的技术，它的过程是一种转换，它的目的是将原始数据转化为可显示的图形、图像，从而全面且本质地把握住地理空间信息的基本特征，便于最迅速、形象地传递和接收它们。



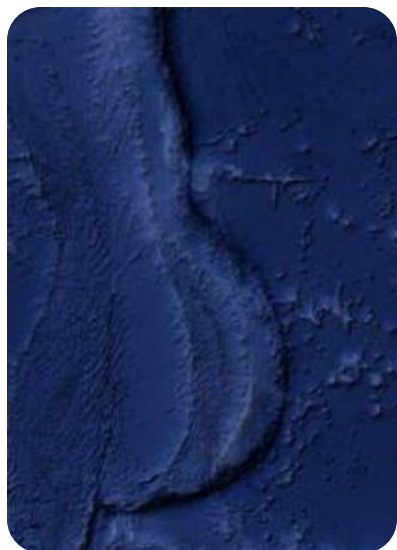
# 1、科学计算可视化

- 可视化的概念首先由美国国家自然科学基金委员会图形图象专题组在1987年提出了科学计算可视化（Visualization in Scientific Computing）。
- 科学计算可视化是研究如何将科学计算过程及计算结果所产生的数据转换成图形或图像信息，并可进行交互式分析。
- 1997年国际地图学会成立了可视化委员会，提出将科学计算可视化和地图可视化的连接和交流。
- 科学计算可视化指运用计算机图形学和图像处理技术，将科学计算过程中产生的数据及计算结果转换为图形和图像显示出来，并进行交互处理的理论、方法和技术。

## 2、空间信息可视化

可视化能迅速、形象地表示空间信息，空间信息离不开可视化。

因此，科学计算可视化之后，地学专家对可视化在地学中的地位和作用进行了许多研究，提出了地图可视化、地理可视化、GIS可视化、地学多维图解、地理信息的多维可视化、虚拟地理环境等概念。



**空间信息可视化**是指运用地图学、计算机图形学和图像处理**技术**，将**地学信息**输入、处理、查询、分析以及预测的数据及结果采用**图形符号、图形、图像**，并结合**图表、文字、表格、视频**等可视化形式显示，并进行交互处理的理论、方法和技术。





## 空间信息可视化特点:

- 交互性

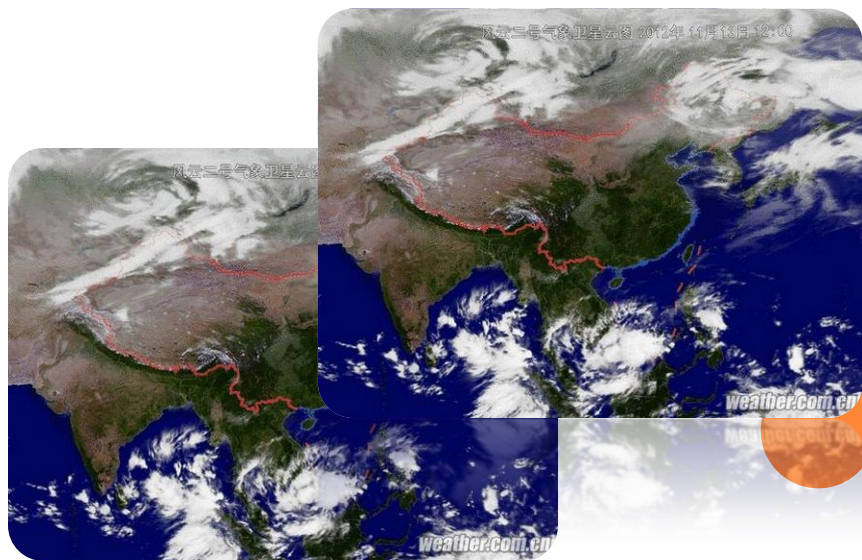
通过交互性，使用户进入事件的发展之中，并得到可视化结果。

- 信息载体的多维性

实现空间信息的可视化需要用多媒体表达方式。

- 信息表达的动态性

实现空间信息的可视化可以描述空间信息的动态变化。



## 4、空间信息可视化的应用

- 空间位置的表示，如表达空间物体的分布；
- 空间分析的可视化描述，如缓冲区；
- 动态制图，如动态仿真图；
- 空间信息的可视化查询，实现对空间信息的查询；
- 面向实体的模型化显示，如DTM模型。





## 5、空间信息可视化产品类型

- 电子地图
- 多媒体地图
- 三维仿真图
- 四维时空图
- 交互式可视化界面



## 6、空间信息可视化的方法

- 传统的及新型的制图软件
- 空间信息系统
- 仿真系统
- 虚拟现实



## 7、空间信息可视化的发展

- 在GIS的发展历程中，一开始就十分重视利用计算机技术实现空间数据的图形显示和分析，以充分直观的表示空间数据处理分析的结果。
- GIS可视化的发展过程：
  - 1) 二维数据的可视化  
主要研究二维图形的显示算法，如画线、符号库和符号化、颜色设计、图形输出打印等。



## ○ 2) 2.5维图形的可视化

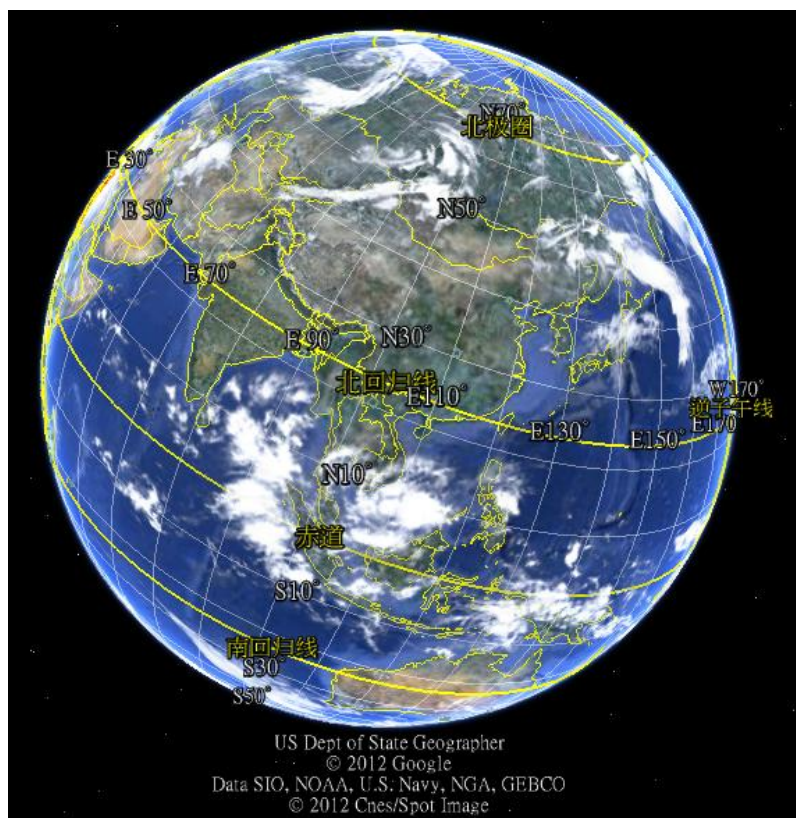
- 2.5维图形的可视化以地形分析为核心，研究用二维数据表示三维数据，即将三维数据投影到二维屏幕上，显示之。
- 2.5维图形可视化的实质是研究三维到二维数据的坐标变换、隐藏线隐藏面消除、光照模型。
- 2.5维图形无法表示三维物体的体特征。





### ○ 3) 真三维数据的可视化

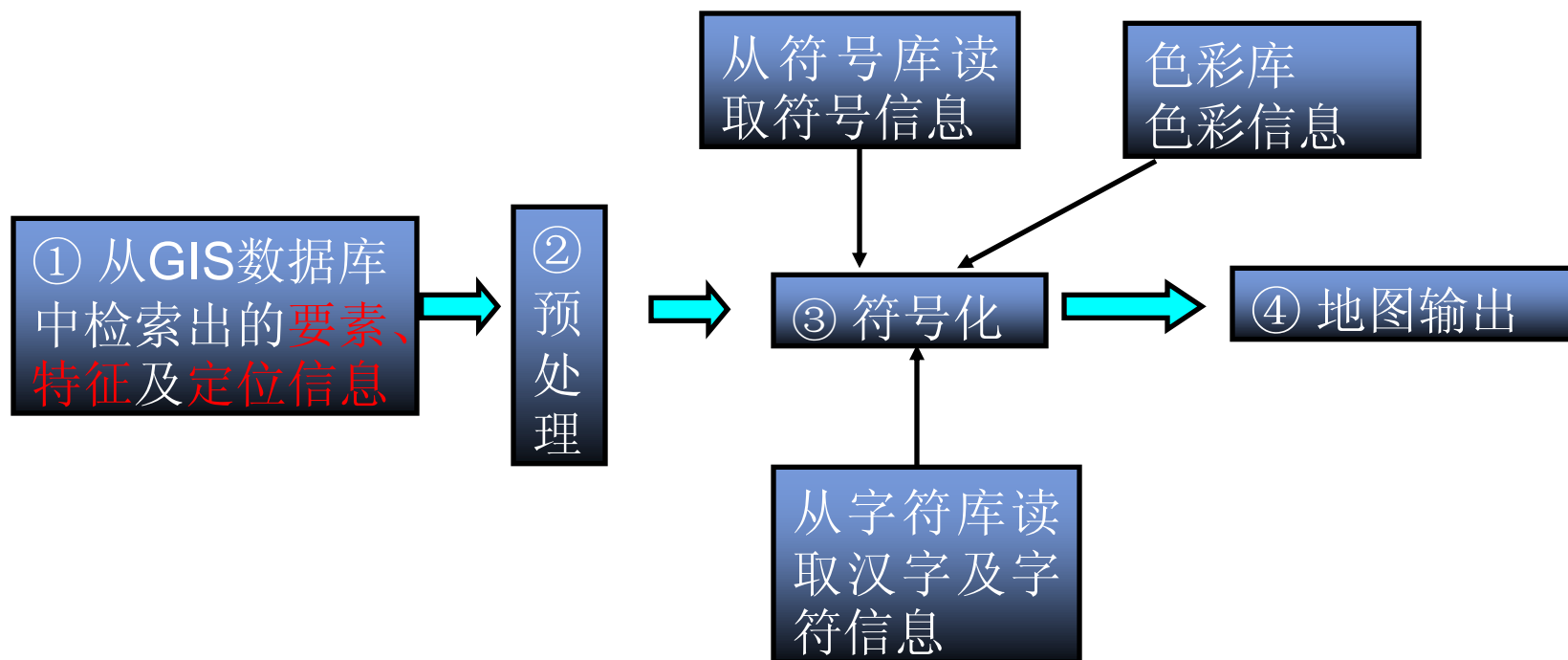
- 90年代以来，三维物体的体特征的可视化研究成了热点。
- 从发展看GIS可视化研究着重于技术层次上，如数据模型、图形图象显示、图形图象的实时动态处理等。



From Google Earth  
2012-11-12



## 8、空间数据可视化的过程



## 9、电子地图

### 1)、概念:

电子地图，是以地图数据库为基础，以数字形式存储于计算机外存储器上，并能在屏幕上**实时显示**的可视地图，又称“**屏幕地图**”、“**瞬时地图**”。

电子地图集，是为了一定用途，采用统一、互补的制作方法系统汇集的若干电子地图，这些地图具有内在的统一性，互相联系，互相补充，互相加强。





## 2)、电子地图与GIS的区别：

电子地图**包含了GIS的主要功能**，但不是全部功能。**侧重于可见实体的显示**，其中较完善的空间信息**可视化功能和地图量算功能**是一般**GIS**所欠缺的。

一些电子地图(集) 难予使其可视子空间均具有**统一的空间数学基础**，因而**空间分析**相对**GIS薄弱**，这也是两者的分水岭。

电子地图（集）是一种新型的、内容广泛的**GIS**产品，而电子地图（集）系统则是一些内容广泛、功能各异的新型**GIS**系统。



# 10、动态地图

## 1)、概念:

动态地图是能集中、形象地表示空间信息的时空变化状态和过程的电子地图。它产生和发展是时空GIS的发展的必要基础和前提。

## 2)、特征和作用:

可以直观而又逼真地显示地理实体运动变化的规律和特点。

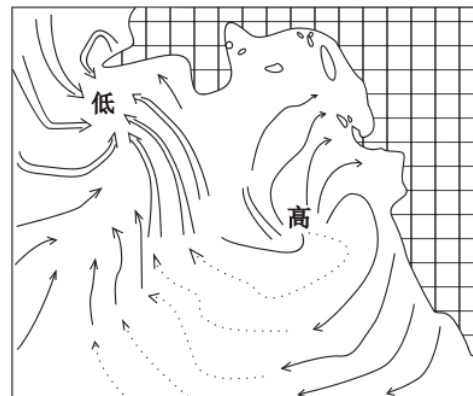
## 3)、表示方法

(1) 利用传统的地图符号和颜色等表示方法，如运动线表示气流、行军等路线。

(2) 采用定义了动态视觉变量的动态符号来表示用闪烁、跳跃、色度、亮度变化等手段反映运动中物的矢量、数量、空间和时间变化特征。

(3) 采用连续快照方法作多幅或一组地图。这是采用一系列状态对应的地图来表现时空变化的状态。

(4) 地图动画



动线法示例

## 二、GIS图形的输出

### 1、GIS图形的输出形式

GIS图形输出表示的是地理实体的空间特性和属性特性。

1) **地图** GIS中图形的输出的主要形式，是空间实体的符号化模型。

2) **图象** GIS中图形的输出的另一种形式，它也是空间实体的一种模型，但不用符号化方式，而是采用人的直观视觉变量如色、灰度、模式表示空间实体的质量特性。通常将空间划分为规则的单元，并赋予视觉变量。

3) **统计图表** 统计图表用以表示非空间信息。  
统计图与地图综合使用，形成以统计符号表示的专题图。

4) 其它



## 2、GIS和计算机制图

GIS的发展从计算机制图和地籍管理起步。至今，制图还是GIS的重要功能之一。

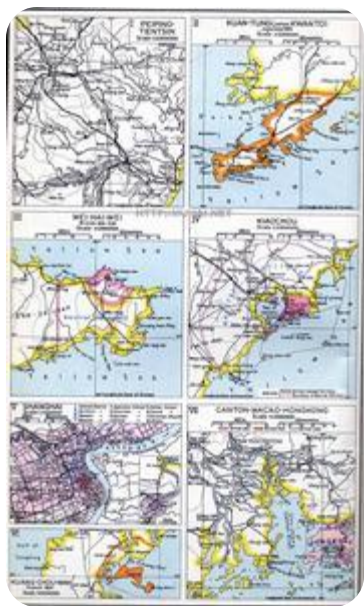
计算机制图的发展孕育了GIS的诞生，而GIS的发展又促进了计算机制图的进一步发展。



### 3、GIS环境下空间数据的多尺度显示

空间数据的多尺度显示是指将同一区地图，放在远近不同的地区观测，以便观察到该地区不同分辨率、不同对象的图形，即建立不同的数据模型。多尺度显示方法有：

- 利用系列比例尺数据进行景观生成，以得到该地区从宏观到微观、从整体到局部的显示。
- 将同一比例尺数据简化为几个层次数据显示。

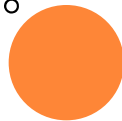


### 三、地图的表示和地图符号

- 从GIS发展看，GIS行业起步于计算机制图和地籍处理；
- 从GIS的数据源看，地图既是GIS的输入数据又是GIS数据的主要输出形式；
- 从GIS的功能看，制图是GIS的主要功能之一；
- 从GIS的应用看，开始以制图形式广泛被应用，但随着空间数据库的发展，表现为空间数据可视化问题。
- 可以说，计算机制图的发展孕育了GIS的诞生，而GIS的发展又进一步促使了计算机制图的进步。



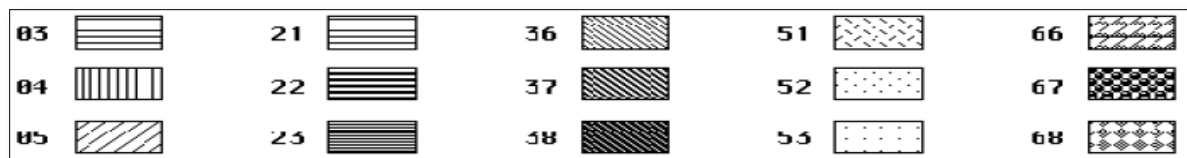
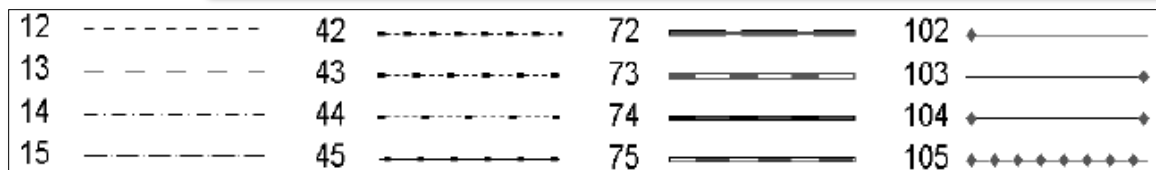
# 1、地图的符号和地图符号系统

- 地图的符号是地图的语言，是在地图上表达空间对象的图形记号，它通过尺寸、形状和颜色来表示事物空间的位置、形状、质量和数量特征，是表达地理现象与发展的基本手段。
  - 高质量的地图符号丰富了地图的内容、增加了地图的可读性。
  - 地图符号系统（在GIS中的地图符号库）是具有共性的、进行了分类分级和抽象的地图符号的集合。
  - 地图符号系统明显地反映了表达对象的层次关系。
- 



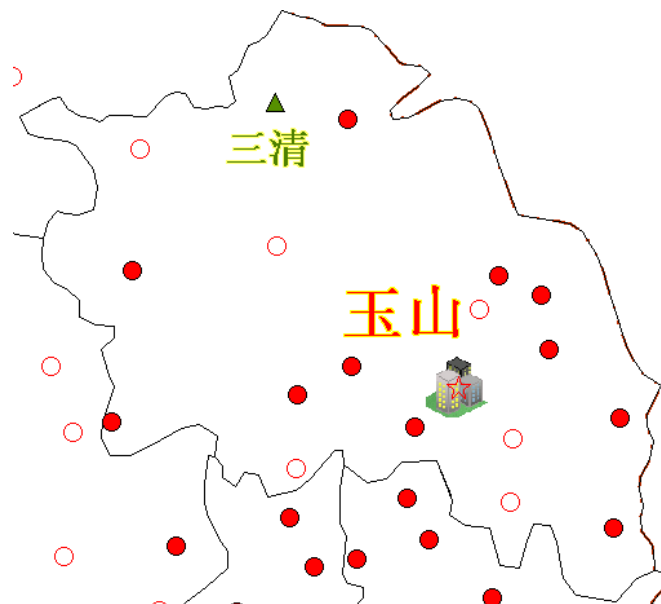
# 1)、 GIS中的地图符号

- GIS中都建立地图符号库。
- 地图符号库是将地图符号以数据库的形式存到计算机中实现数据库管理功能，从而，实现符号信息的存储和查询。
- 在地图符号库中的符号其结构统一，便于扩充和修改。



## 2)、地图符号的分类

- 按定位分类
  - 定位符号、说明符号
- 按符号代表事物分类
  - 点状符号、线状符号、面状符号。



## • 点状符号

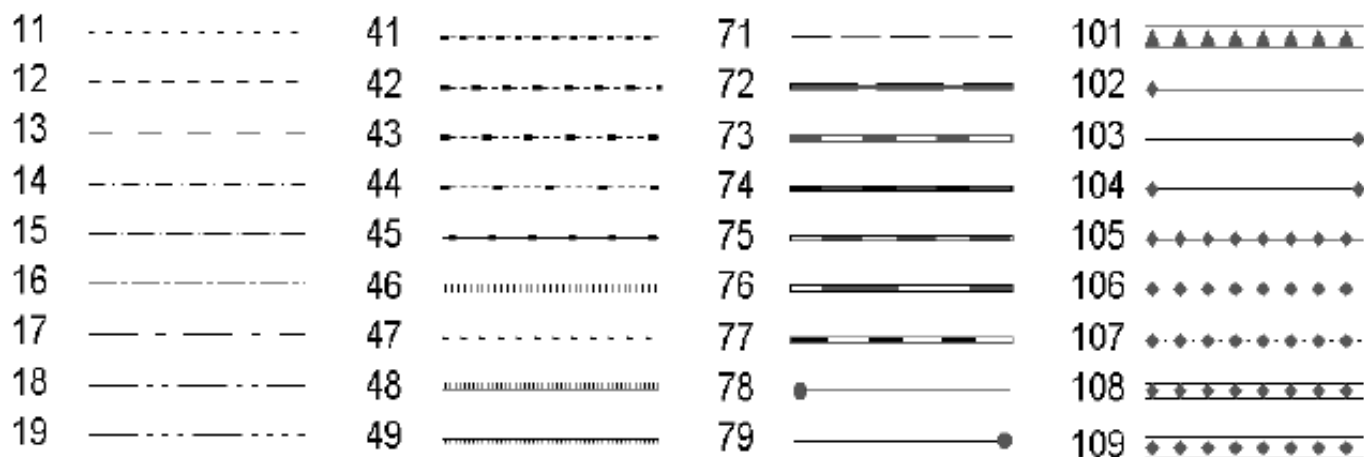
- 点状符号是定位于几何上的点，点状符号图形通常较规则；
- 图形位置固定（不随位置变化）；
- 符号大小与地图比例尺无关，但有确定的定位点和方向。
- 如居民点、矿区、气象站等。



带点的符号					
几何图形符号					
宽底符号					
底部成直角符号					
组合图形符号					
其它图案符号					

## • 线状符号

- 线状符号是定位于几何上的线，符号沿某个方向延伸，宽度与地图比例尺无关，长度与地图比例尺相关，具有定位线；
- 线状符号常可进一步分解成具有单一特征的线状符号。
- 如河流、公路、航线等。

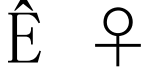










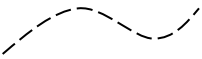





## • 面状符号

- 面状符号是定位于几何上的面，它具有封闭的轮廓线；
- 符号所表达的范围与地图比例尺相关；
- 通常在封闭区内配置点状符号、阴影线或颜色。
- 如森林、土地等。



### 3)、地图符号的参数

符号类别	形状	尺寸	方向		
点状符号		  			
线状符号	  	  			
面状符号					



## 4)、地图符号的图元

- 地图的点状符号、线状符号和面状符号各自有自己的特点，又有共性。
- 相同点是都有类似的绘图参数和操作方法；
- 不同点是构成符号的基本图素不同。





## ○ 1) 点状符号的图元

- 主要包括点、直线、折线、样条曲线、圆弧、三角形、矩形、多边形、子图等。



## 2) 线状符号的图元

主要包括实线、虚线、点虚线、双虚线、双实线、连续点符号、定位点符号、齿线符号等。



### ○ 3) 面状符号的图元

- 主要是指它的不同填充，包括阴影线填充、点符号填充、位图填充。
- 阴影线填充用不同线型，用不同间距、不同倾斜角、不同的颜色组成图案。
- 点符号填充用不同的布点形式、不同的旋转角度等组成图案。
- 位图填充用位图长度、位图宽度、行间距、列间距、缩放系数、旋转角组成图案。



## 5)、 矢量符号库及其应用

- 使用矢量点状符号时，符号化软件读取空间数据库，并经过预处理模块处理后得到分类特征码数据及点符号空间定位数据。其过程主要包括中心化、旋转、缩放、和绘制等。
- 使用矢量线状符号时，将线状符号图元沿线状要素的中轴串接，其中X轴与中轴重合，在线状地物的转弯处，图元同样弯曲。
- 使用矢量面状符号时，将填充的图符，按要求的方向和行距间隔逐行填充。



## 6)、栅格符号库及其应用

- 使用栅格点符号时，由平移产生，对有向的点符号，经旋转和平移变换输出。
- 使用栅格线符号时，由于线状符号走向变化，不能对信息块作整个操作，而是将栅格阵元从左到右逐列取出，并按线的走向作旋转和平移变换输出
- 使用栅格面符号时，先在区域内全部栅格点填实，然后，同栅格符号进行逻辑与，从而得到所要求的填充图案。



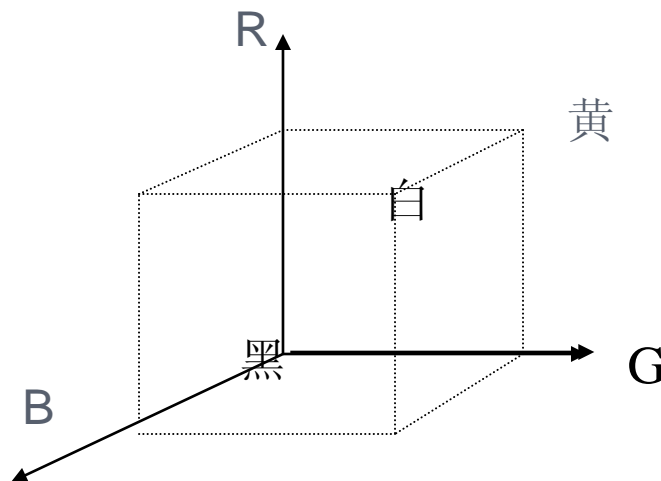
## 2、符号的色彩

- 地图符号的色彩可帮助人们区分图形，从而减少符号的数量，加强地图要素的分级分类能力。
- 通常一种符号用一种色彩来表示。



## 1) RGB表示颜色

### RGB三基色定理



白色 (R G B) = (100, 100, 100)

黑色 (R G B) = (0, 0, 0)

R G B组成的立方体是非线性的,

即两种颜色相近的程度不能简单地用欧氏距离来表示。



## 2) HLS表示颜色

HLS表示更反映人类的感知。

- H (Hue)色度，反映颜色的分类，如纯红、品红；
- L (Light)亮度，反映颜色黑的程度，如白色的亮度比黑色的亮度高。
- S (Saturation)饱和度，反映颜色的纯度，如纯红的饱和度比粉红的饱和度高。

用HLS表示后，最后还是转成RGB显示。

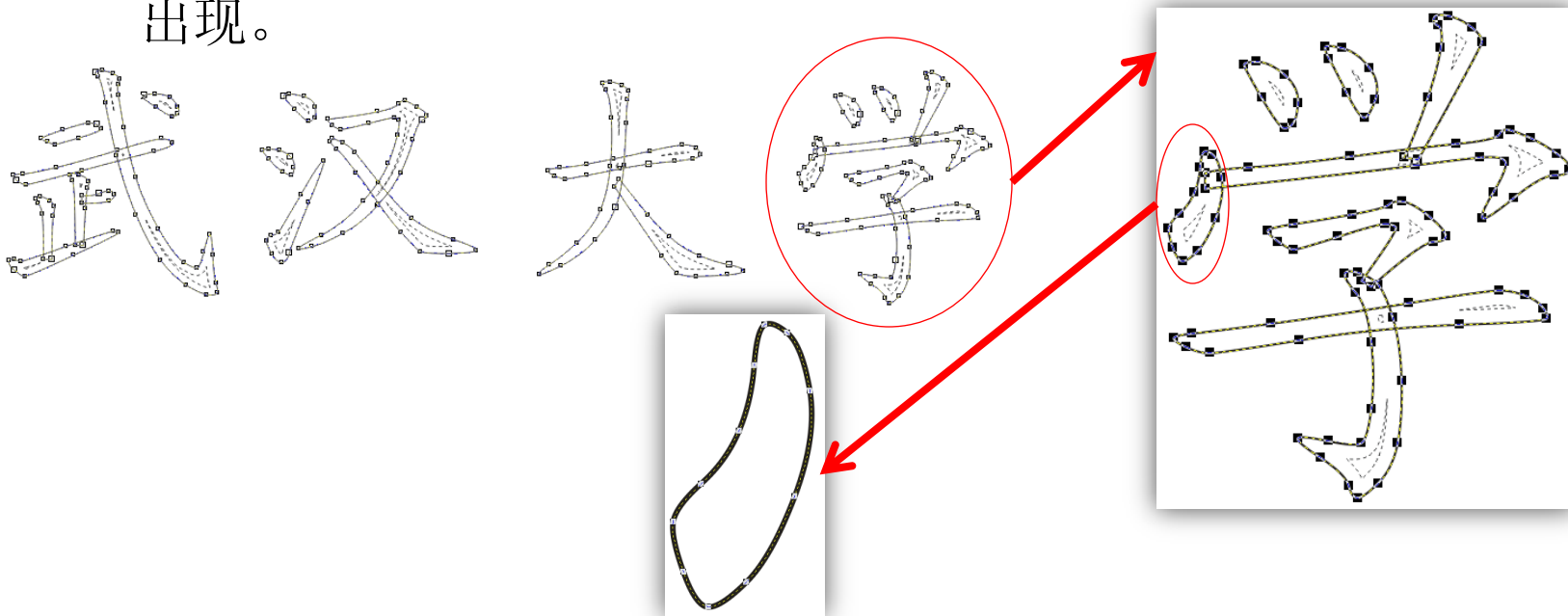




### 3、地图注记

#### ○ TrueType字体

- TrueType是由Apple公司和Microsoft公司联合提出的一种新型数学字形描述技术。采用几何学中**二次B样条曲线**及直线来描述字体外形轮廓。
- TrueType既可作打印字体，又可用作屏幕显示；由于它用指令对字形进行描述，因此它与分辨率无关，输出时总是按打印机分辨率输出。无论放大或缩小，字符总是光滑的，不会有锯齿出现。



## 四、符号生成算法与符号库应用

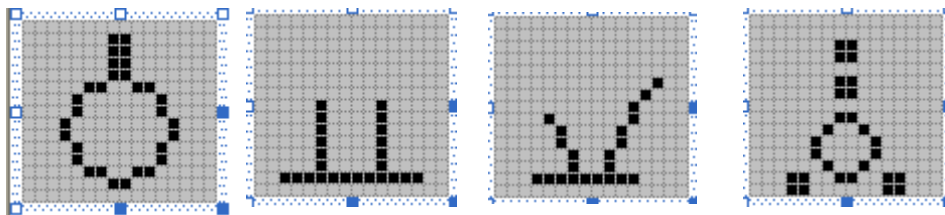
- 点状要素符号生成方法
  - 栅格形式符号
  - 矢量形式符号(程序块、信息块、TrueType字体)
- 线状要素符号生成法
  - 程序块生成法
  - 信息块方法
- 面状要素符号生成法
  - 栅格形式符号
  - 矢量形式符号



# 1、点状符号生成方法

## ○ 栅格方法

- 利用矢量符号转换成栅格符号
- 直接在栅格中绘制点状符号



101-果园

102-旱地

103-草地

104-灌木林



# 矢量方法

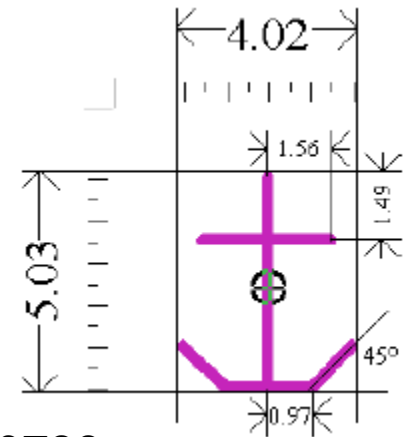
- 程序块方法
  - 针对每种图元，通过程序实现其符号的绘制，每个符号对应一个方法（函数），将程序库作为符号库存储，调用时利用符号编码，指向对应的方法（函数）。
  - 基本图元绘制 + 补充信息
  - 圆逼近、椭圆逼近、多边形绘制、五角星及其他图元绘制
  - 如：电子海图中的条件符号，只能通过程序块生成。



# 矢量方法

## ○ 信息块方法

- 利用图形系统（或自定义）预先生成符号图形，再将其按照一定方式编码；对多个符号进行统一管理与维护，即成为信息块的符号库。



0001 501366

SYMB 10SY02035NIL

SYMD 39ACHARE02V012670105200402005030106100789

SXPO 90anchorage area as a point at small scale, or anchor points of mooring trot at large scale

SCRF 6ACHMGD

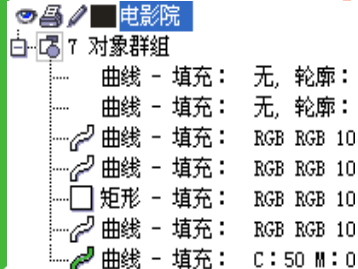
SVCT 32SPA;SW1;PU1264,789;PD1264,1291;

SVCT 31SPA;SW1;PU1108,938;PD1412,938;

SVCT 57SPA;SW1;PU1061,1188;PD1167,1292;PD1365,1292;PD1463,1191;

\*\*\*\* 0

# 矢量方法



原始数据

数据  
处理

地图符号

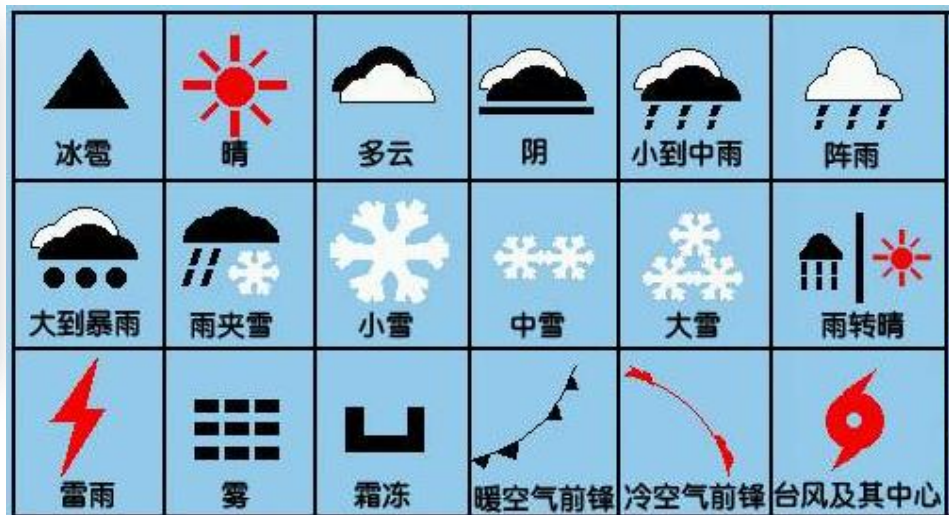
符号  
入库

符号库

# 矢量方法

## ○ TrueType字体法

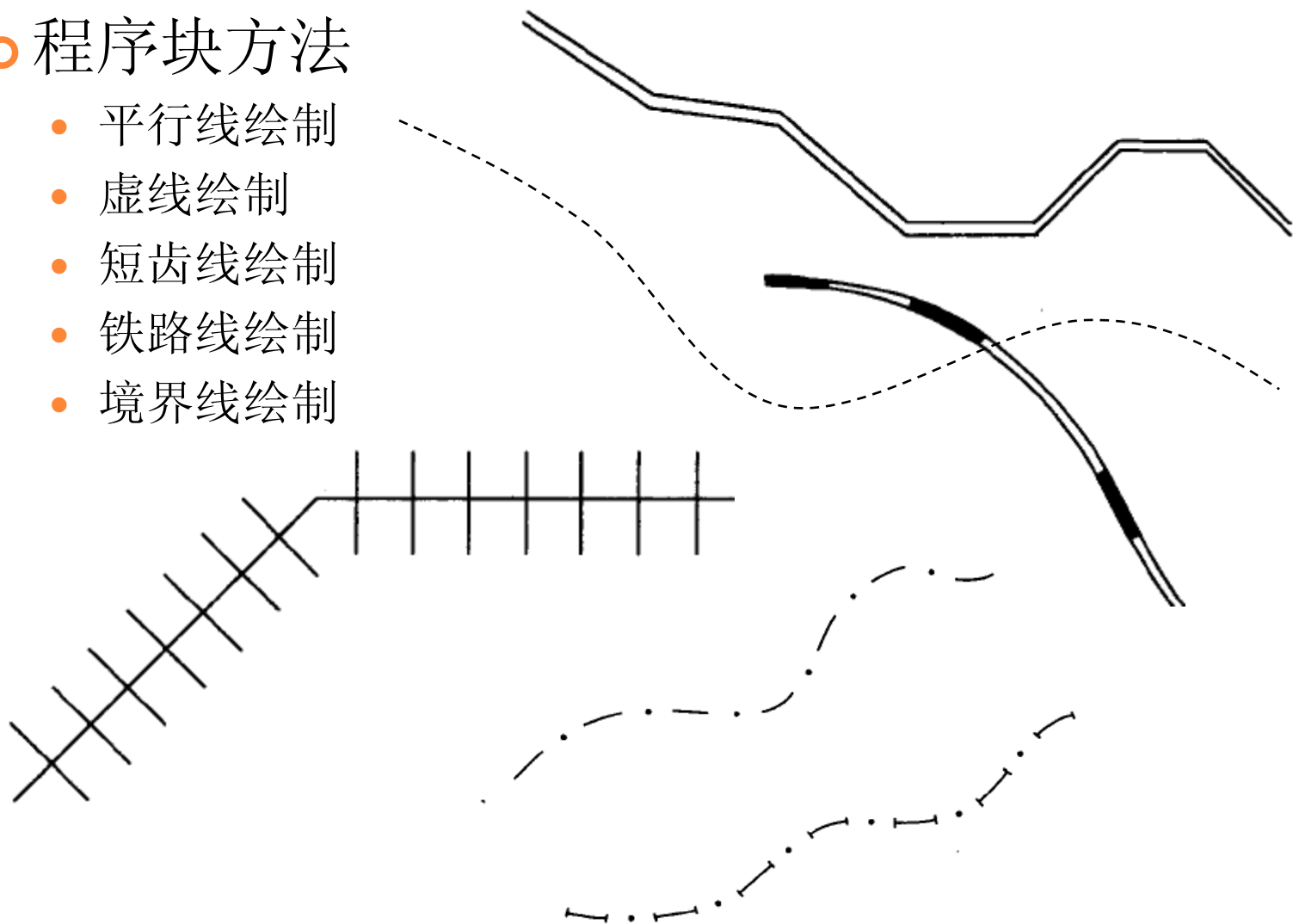
- 利用TrueType字体作为点状符号。
- 利用字体制作软件做好的点状符号，按照字体要求，以某种编码方式存入字体库，再将字体库导入操作系统。
- 使用时，按照字体名称与对应的编码取得该符号。



## 2、线状要素符号生成法

### ○ 程序块方法

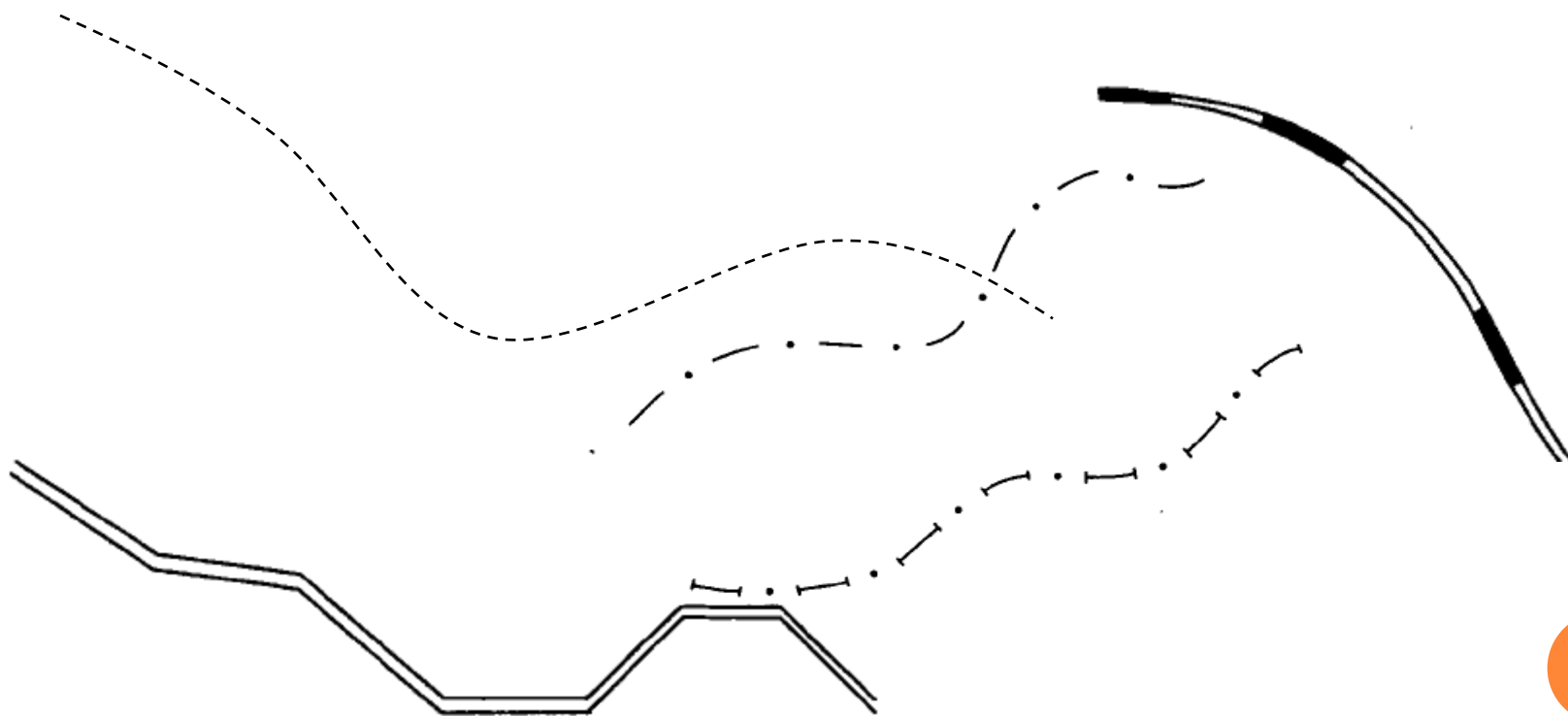
- 平行线绘制
- 虚线绘制
- 短齿线绘制
- 铁路线绘制
- 境界线绘制

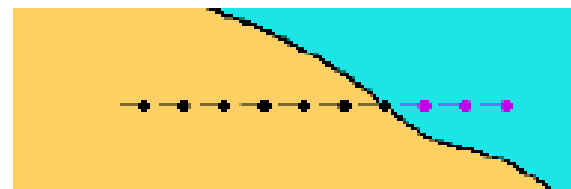
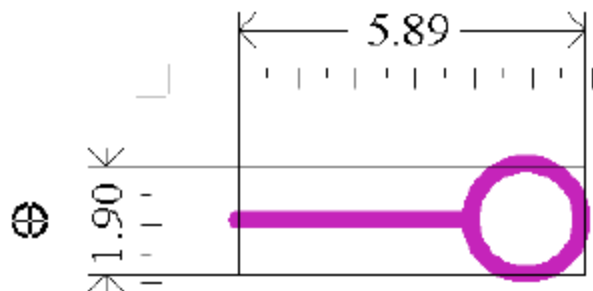




## ○ 信息块方法

- 这种方法主要通过符号的一个小绘图单元，即反复循环配图的一个最小单元的定义，实现全要素配图。





Symbol Colours:



CHMGD

Comments:

Line weight 0.3 mm; circle diameter 1.9 mm

0001 501321

LNST 10LS02025NIL

LIND 38PIPSOL05017290219900589001900208702104

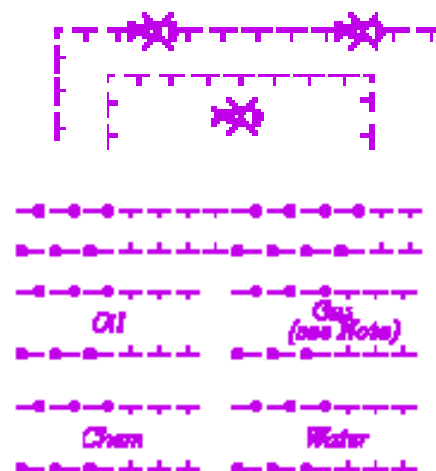
LXPO 40oil, gas pipeline, submerged or on land

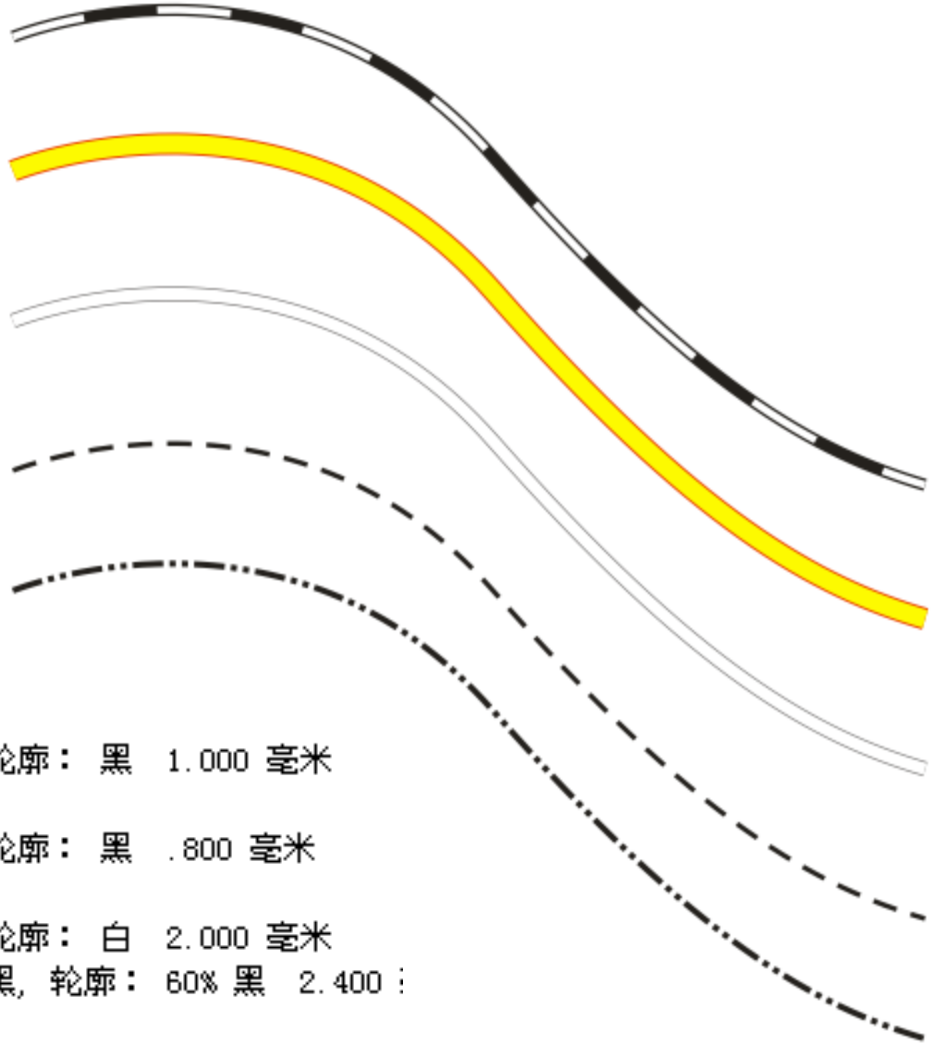
LCRF 6ACHMGD

LVCT 26SPA;SW1;PU2581,2199;CI95;

LVCT 33SPA;SW1;PU2087,2199;PD2484,2199;

\*\*\*\* 0





- 境界\_005**
  - 曲线 - 填充: 黑, 轮廓: 黑 1.000 毫米
- 小路\_004**
  - 曲线 - 填充: 黑, 轮廓: 黑 .800 毫米
- 道路\_003**
  - 曲线 - 填充: 白, 轮廓: 白 2.000 毫米
  - 曲线 - 填充: 60% 黑, 轮廓: 60% 黑 2.400 毫米
- 高速公路\_002**
  - 曲线 - 填充: 黄, 轮廓: 黄 3.000 毫米
  - 曲线 - 填充: 红, 轮廓: 红 3.600 毫米
- 铁路\_001**
  - 曲线 - 填充: 白, 轮廓: 白 1.200 毫米
  - 曲线 - 填充: 无, 轮廓: 黑 2.000 毫米



```
%AI5_BeginLayer
```

```
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 Lb
```

```
(铁路_001) Ln
```

```
0 R
```

```
0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 K
```

```
0 J
```

```
0 j
```

```
5.6693 w
```

```
[]0 d
```

```
120.3840 718.1280 m
```

```
120.3840 718.1280 247.7520 769.8240 341.8560 662.7600 c
```

```
436.0320 555.6240 491.4000 526.1040 541.2240 511.3440 C
```

```
S
```

```
0 R
```

```
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 K
```

```
0 J
```

```
0 j
```

```
3.4016 w
```

```
[ 34.0157 34.0157]0 d
```

```
120.3840 718.1280 m
```

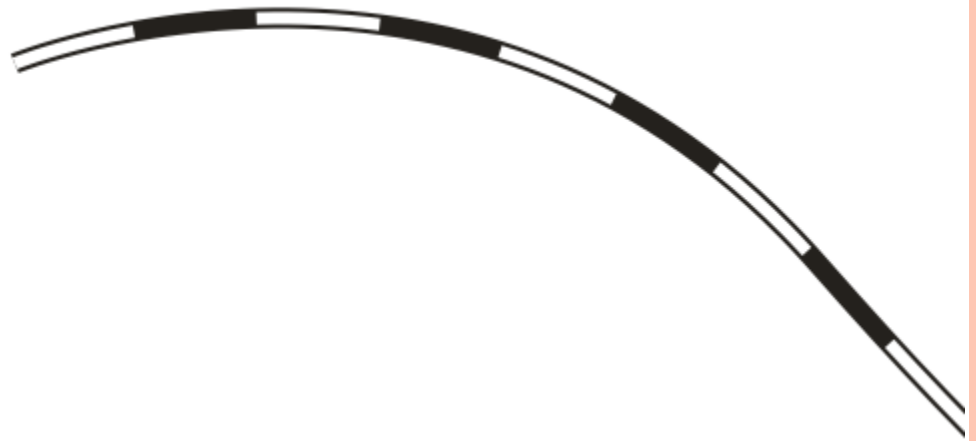
```
120.3840 718.1280 247.7520 769.8240 341.8560 662.7600 c
```

```
436.0320 555.6240 491.4000 526.1040 541.2240 511.3440 C
```

```
S
```

```
LB
```

```
%AI5_EndLayer--
```



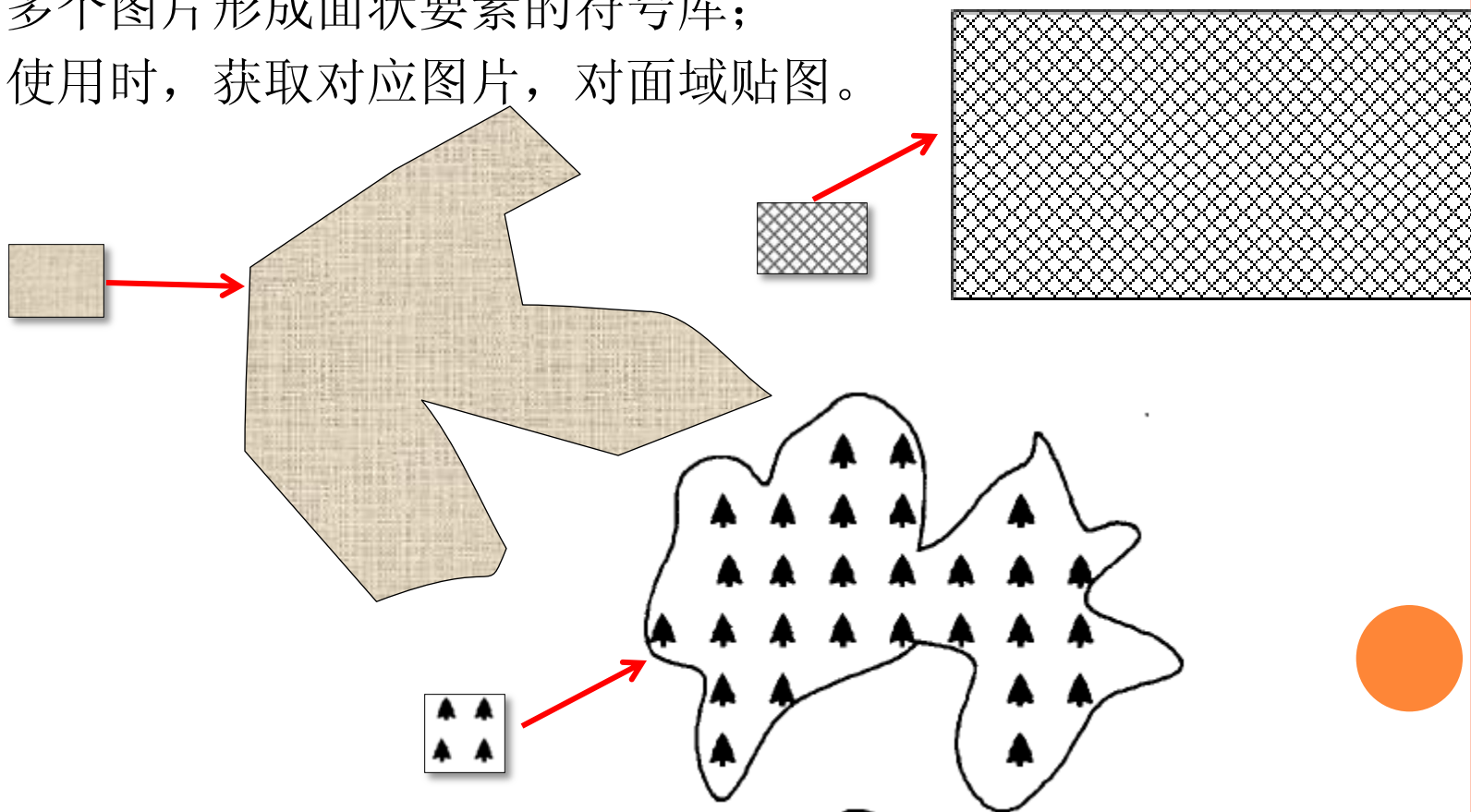
```
%AI5_BeginLayer
1 1 1 1 0 0 3 0 0 0 Lb
(小路_004) Ln
0 R
0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 K
0 J
0 j
2.2677 w
[ 11.3386 6.8031]0 d
120.3840 517.9680 m
120.3840 517.9680 247.7520 569.6640 341.8560 462.6000 c
436.0320 355.6080 491.4000 326.0160 541.2240 311.2560 C
S
LB
%AI5_EndLayer--
%AI5_BeginLayer
1 1 1 1 0 0 4 0 0 0 Lb
(境界_005) Ln
0 R
0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 K
0 J
0 j
2.8346 w
[ 14.1732 2.8346 2.8346 2.8346 2.8346 2.8346]0 d
120.3840 462.6000 m
120.3840 462.6000 247.7520 514.2960 341.8560 407.2320 c
436.0320 300.1680 491.4000 270.6480 541.2240 255.8880 C
S
LB
%AI5_EndLayer--
```



### 3、面状要素符号生成法

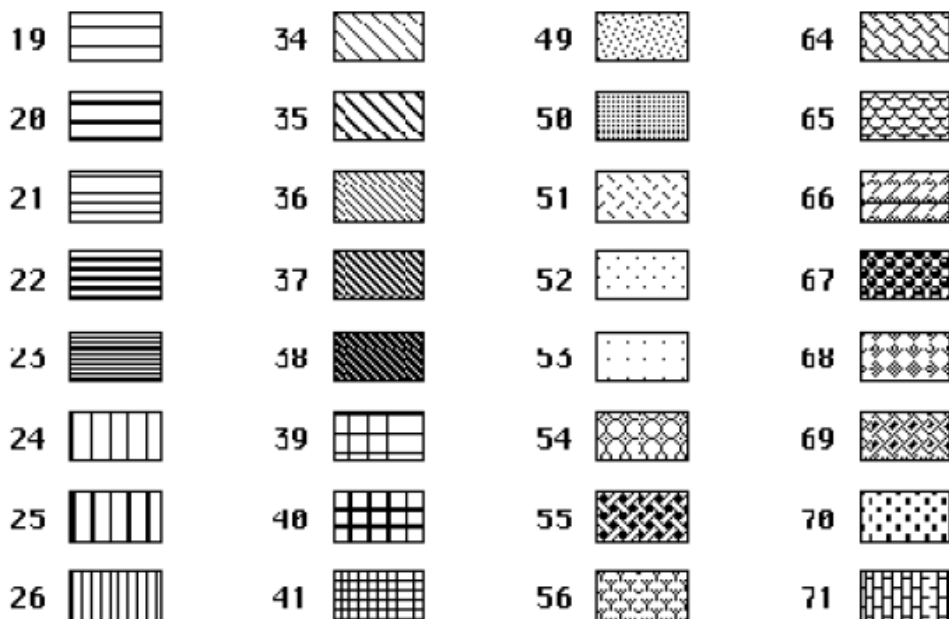
#### ○ 栅格形式符号

- 需要实现生成对应的填充模板（图片）；
- 多个图片形成面状要素的符号库；
- 使用时，获取对应图片，对面域贴图。



## ○ 矢量形式符号

- 利用矢量点符号或其他规则符号，按照一定的配置规则，如水平线、一定角度斜线、一定规律的交叉线等等，利用计算出的点位，配置相应的点符号。
- 对特定区域找到对应的所有点，配置符号，即完成面域填充。



Symbol Name:

AP(ICEARE04)

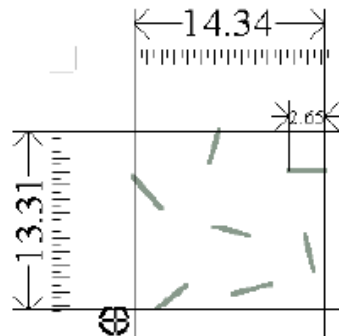
RN: 457

Symbol Explanation: continuous pattern for an ice area (glacier, etc.)

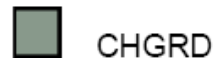
Look up table affected: area symbols with plain boundaries  
area symbols with symbolized boundaries

Pivot Point Column: -1.31  
Pivot Point Row: 14.35

Width of Bounding Box: 14.34  
Height of Bounding Box: 13.31



Symbol Colours:



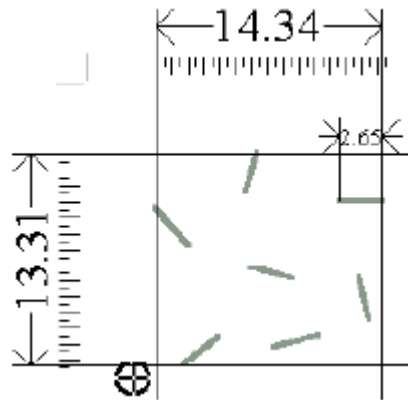
Pattern Type: Linear  
Pattern Spacing: Constant

Minimum Distance: 0.00  
Maximum Distance: 0.00

Comments: Line weight 0.3 mm  
seven short lines in given bounding box should cause uniform pattern on covered object







0001 501354

PATT 10PT01213NIL

PATD 55ICEARE04VLINCON0000000000022500225001434013310238100815

PXPO 51continuous pattern for an ice area (glacier, etc.)

PCRF 6ECHGRD

PVCT

116SPE;SW1;PU2559,2146;PD2775,1978;PU2381,1153;PD2596,1396;PU2981,1537;PD3253,1603;PU2953,1059;PD3028,815;PU3131,2043;

PVCT

61PD3412,1959;PU3665,1593;PD3731,1865;PU3553,1125;PD3815,1106;

\*\*\*\* 0



## 本章小结

- GIS数据输出概述
- GIS中图形的输出
- 地图的表示和地图符号
- 符号生成算法与符号库应用

