



成都理工大学

地球物理学院

# 《地球与空间探测数据处理方法》

## 第六章 数据的可视化

---

陶 丹

Email: [adam.tao@hotmail.com](mailto:adam.tao@hotmail.com)

Address: 北翼楼（地物院）5814室



## □ 课程基础

高等数学/线性代数/概率论与数理统计

高级程序语言与程序设计(C)/Matlab 程序设计

## □ 学习目的

1. 掌握IDL可视化分析工具的基础内容，能够独立程序编写并处理地球空间数据。
2. 能够熟悉了解空间探测数据类型及数据文件的存储格式，并能够熟练利用IDL可视化工具来实现空间探测数据的读写、数据格式的转换以及相关可视化分析等。
3. 能够熟练掌握空间探测数据的坐标变化、数据的平滑处理、滤波、谱分析、相关性分析、拟合、平均值统计、中值及误差分析等方法。

## □ 考核方式

**平时成绩 (40%) + 考试成绩 (60%)**

其中：

平时成绩 (40%)：考勤 (10%) + 大作业/实验报告 (30%)

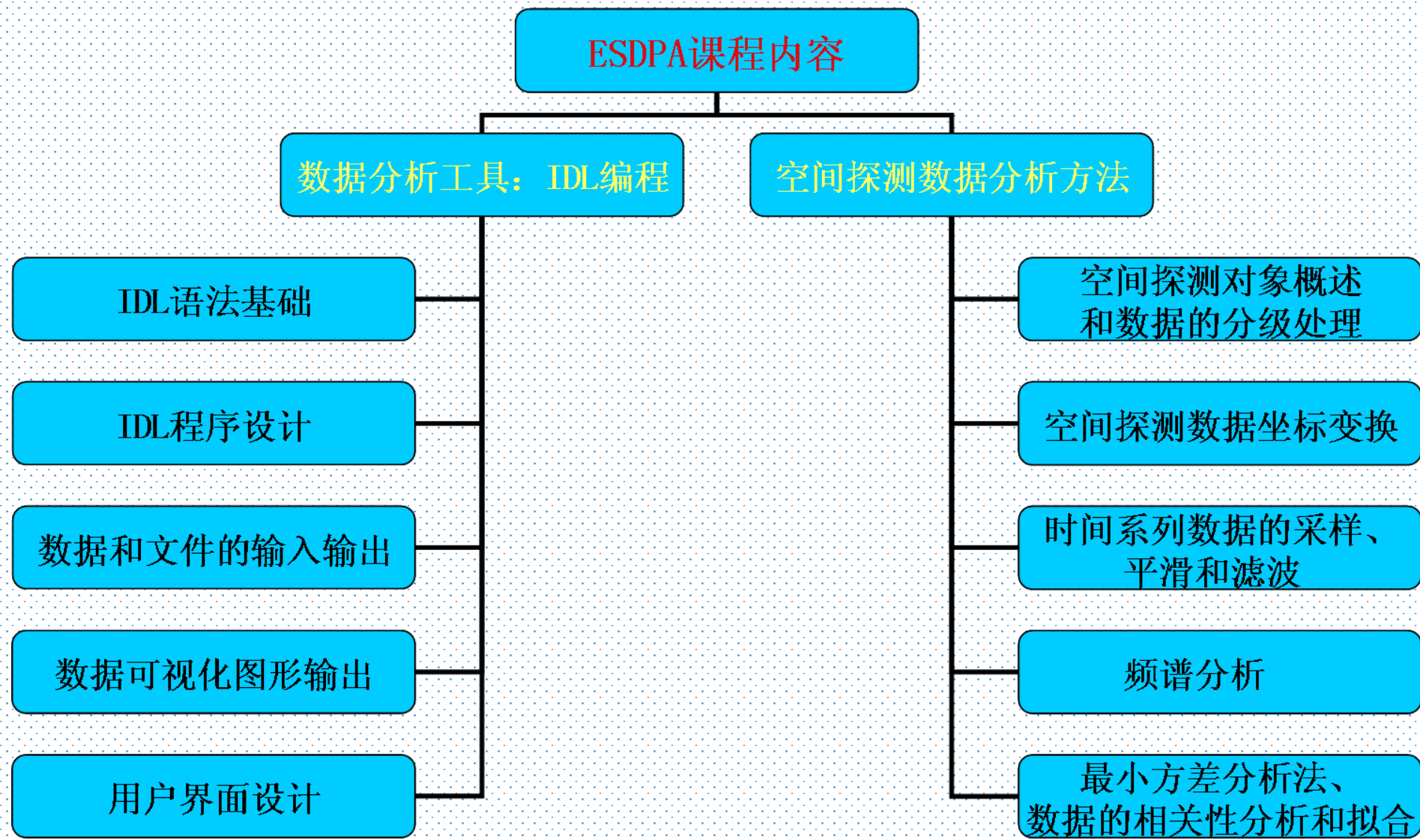
考试成绩 (60%)：期末考试 (60%，闭卷)



- 《IDL可视化工具入门与提高》，闫殿武编著，机械工业出版社，2003.
- 《IDL可视化分析与应用》，韩培友编著，西北工业大学出版社，2006.
- 《IDL程序设计—数据可视化与ENVI二次开发》，董彦卿编著，高等教育出版社，2012.



## 地球与空间探测数据处理方法课程架构





## 六、数据的可视化：绘图命令简介

**IDL**可以使用不同的画图命令将实验或卫星观测数据绘成直观可见的图形，例如  
曲线图、误差棒、直方图、条形图、等值线图、网格图和三维彩图等。

IDL常用的画图命令

名称	功能	名称	功能
plot	画线画图	contour	画等值线图
oplot	将一个线画图重叠到plot创建的轴上	surface	画网格曲面
plots	在3个坐标系统之一上画线画图	Shade_surf	画阴影曲面
axis	创建一个新轴		



## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

### 6.1 PLOT过程的格式和功能

格式：PLOT, [X,] Y [, 关键词]

功能：PLOT命令可以绘制一个物理量随着另外物理量变化的直线或曲线图。

■ PLOT的参数和使用方法：

- 1) X是绘制线的X轴坐标组成的数组，X可以省略，省略时X自动获得0~N的值，N为Y的个数；
- 2) Y是绘制线的Y轴坐标组成的数组，且Y是必须的。

例如：

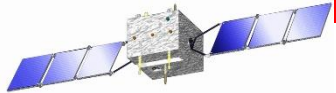
```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI) & Y=SIN(X)
```

```
IDL> WINDOW, 1
```

```
IDL> PLOT, X, Y
```

```
IDL> WINDOW, 2
```

```
IDL> PLOT, Y
```



## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

### ■ PLOT的关键字和使用方法

□ **/ISOTROPIC**: 强行把X轴和Y轴转换成等比例的图。

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI) & Y=SIN(X)
```

```
IDL> PLOT, X, Y, /ISOTROPIC
```

□ **/POLAR**: 绘制极坐标系下的线图

格式: **PLOT, R, THETA, /POLAR**

说明: **R**为极半径, **THETA**为以弧度为单位的极角。IDL中任何角度都要转化为弧度计算。

```
IDL> R=FINDGEN(100)*0.01 & T=4.0*!PI*R
```

```
IDL> PLOT, R, T, /POLAR
```

□ **/XLOG | XLOG=1, /YLOG | YLOG=1**: C创建对数X轴和对数Y轴。

```
IDL> X=FINDGEN(200)*0.1+1.0
```

```
IDL> PLOT, X, X^3, /YLOG
```

或

```
IDL> PLOT, X, X^3, YLOG=1
```

□ **/NODATA**: 只绘制坐标轴, 不绘制数据点。

□ **/DATA, /DEVICE, /NORMAL**: 用于设定绘制线的坐标系统为数据坐标、设备坐标系统或正交坐标系。





## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

### ■ PLOT的关键字和使用方法：

□ **MAX\_VALUE=VALUE**:指定绘制数据的最大值，设置后大于指定值的数据不予绘制。默认为最大值。

□ **MIN\_VALUE=VALUE**:指定绘制数据的最小值，设置后小于指定值的数据不予绘制。默认为最小值。

```
IDL> Y=[-2.0,-1.0,2.0,3.0,-1.0E31,4.0,5.0]
```

```
IDL> PLOT, Y
```

```
IDL> PLOT, Y, MIN_VALUE=-5.0
```

画图时常常通过给**MAX\_VALUE**或**MIN\_VALUE**关键字赋值来屏蔽坏的观测数据！

□ **NSUM=VALUE**:在绘制线时，NSUM用于给定绘制点的间隔个数，即每隔VALUE个点绘制一个点。这样N个数据点最终绘制的点数为N/NUM的商。

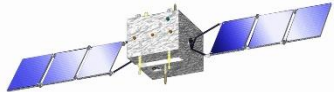
```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), THICK=2, NSUM=10
```

```
IDL> WINDOW, 2
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), THICK=2
```





## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

### ■ PLOT的关键字和使用方法：

□ **LINESTYLE=0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5:** 按照指定的线型绘制线。

□ **PSYM=0~10:** 按照指定的图形符号绘制数据点。

□ **SYMSIZE=VALUE:** 用于设定PSYM指定符号的大小。

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), LINESTYLE=2
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), PSYM=-2 ;画散点图
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), PSYM=-2, SYMSIZE=2
```

□ **THICK=VALUE:** 用于设定绘制线的粗细。默认厚度为1。

```
IDL> WINDOW,2
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), LINESTYLE=2, $  
THICK=3
```

Linestyle的取值和对应的线的类型	Psym的取值和对应点的类型
0 实线（默认值）	0 用线绘制（默认值）
1 点	1 加号
2 虚线	2 星号
3 点虚线	3 点
4 点点虚线	4 菱形
5 长虚线	5 三角形
	6 正方形
	7 交叉号
	8 用户定义形状
	9 未定义
	10 柱状图
	正的psym值指仅仅在每一个数据点绘制符号，而负的psym值代表把每个数据点绘制成符号的同时，再用线把绘制点连接起来



## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

### ■ 限定线画图的范围

并非所有的数据都必须在一个线画图中绘出，可以用关键字限定绘图的数据量。

□ **XRANGE=[V1, V2]** :仅绘出位于X轴上V1至V2之间的数据。

□ **YRANGE=[V1, V2]** :仅绘出位于Y轴上V1至V2之间的数据。

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> WINDOW, 1
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X)
```

```
IDL> WINDOW, 2
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X),XRANGE=[0.0, !PI]
```

```
IDL> WINDOW, 3
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), YRANGE=[-0.5, 0.5]
```

也可以通过给定关键字数据范围来反转数据的方向，例如：

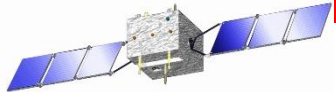
```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[!PI, 0.0]
```

如果所选择的轴的范围不适合IDL坐标轴美观标记的规定，IDL将忽略所要求的范围。

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0, 1.789]
```

为确保轴上显示的范围正如所要求的那样，可用/XSTYLE（或XSTYLE=1）和/YSTYLE（或YSTYLE=1）来强制执行定制的画图范围。

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0, 1.789], XSTYLE=1
```



## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

### ■ 改变线画图的风格

- **[XYZ]STYLE=VALUE 或 EXPRESSION**: 用来精确限制或扩展坐标轴的范围，或用来隐藏坐标轴或画图方框。

[xyz]style 赋值	对坐标轴的影响
1	精确的坐标轴范围
2	扩展坐标轴范围
4	不显示整个坐标轴
8	不显示外框（只画坐标轴）
16	屏蔽Y轴起始值为0的设置（只有Y轴有此属性）

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XSTYLE=8, YSTYLE=8
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XSTYLE=4, YSTYLE=4
```

**[XYZ]STYLE**关键字可以一次设置坐标轴的多个特性。可以通过累加适当的值来实现。

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0, 1.789], XSTYLE=8+1
```



## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

### □ [XYZ]TICKLEN=VALUE:

VALUE  $\geq 1$ 时，用来在线画图创建**网格线**。

0 < VALUE < 1时，用来设置**向内**的刻度线的长短。

-1 < VALUE < 0时，可以创建**向外**的刻度线的长短。

VALUE的大小决定刻度线或网格线的长短。

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0,1.789], XSTYLE=1, XTICKLEN=1
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0,1.789], XSTYLE=1, XTICKLEN=0.02
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0,1.789], XSTYLE=1, XTICKLEN=-0.05
```

### □ [XYZ]GRIDSTYLE=0~5:

设置坐标轴刻度的**栅格类型**，其取值范围和线型和LINESTYLE的一样。

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XTICKLEN=1, XGRIDSTYLE=2
```

### □ [XYZ]TICKS=VALUE:设置坐标轴上主刻度（标出刻度数值）的个数。

### □ [XYZ]MINOR=VALUE: 设置坐标轴上两个主刻度之间的副刻度（未标出刻度数值）的个数。

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0,4.0], XSTYLE=1, XTICKLEN=-0.04
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), XRANGE=[0.0,4.0], XSTYLE=1, XTICKLEN=-0.04, $  
XTICKS=2, XMINOR=5
```



## 六、数据的可视化：PLOT格式和功能

- 设置画图背景和前景（数据线）的颜色
- **BACKGROUND=COLOR\_INDEX**: 用于设置图片的背景颜色。在假彩色模式下(DECOMPOSED=0), COLOR\_INDEX为不同颜色表(索引号为0~40)中不同颜色的索引值0~255。在真彩色模式下(DECOMPOSED=1), COLOR\_INDEX为0~'FFFFFF'XL的RGB颜色值。省略BACKGROUND时默认背景色为黑色。该值存放在系统变量!P.BACKGROUND中。
- **COLOR=VALUE**: 用于设置绘图时的前景颜色。在假彩色模式下(DECOMPOSED=0), VALUE为不同颜色表(索引号为0~40)中不同颜色的索引值0~255。在真彩色模式下(DECOMPOSED=1), VALUE为0~'FFFFFF'XL的RGB颜色值。省略COLOR时默认前景色为黑色。该值存放在系统变量!P.COLOR中。

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> PLOT,X,SIN(X)
```

```
IDL> WINDOW,1
```

```
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=1
```

```
IDL> PLOT,X,SIN(X),BACKGROUND='FFFFFF'XL,COLOR='0000FF'XL
```

```
IDL> WINDOW,2
```

```
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0
```

```
IDL> LOADCT,0
```

```
% LOADCT: LOADING TABLE B-W LINEAR
```

```
IDL> PLOT,X,SIN(X),BACKGROUND=255,COLOR=0
```



## 六、数据的可视化：OPLOTT命令使用方法

- 在同一幅线画图上画多种数据（重叠画）

格式：

**OPLLOT**,**[X]**,**Y**,[, **MAX\_VALUE=VALUE**][, **MIN\_VALUE=VALUE**][, **NSUM=VALUE**][, **/POLAR**][, **THICK=VALUE**][, **COLOR=VALUE**], [**LINESTYLE=0~5**][, **PSYM=0~10**][, **SYMSIZE=VALUE**]

功能：在同一坐标系上画多种数据的直线或曲线。

**OPLLOT**语句常常用在**PLOT**, **TVSCL**或其他画图命令后。

不同的曲线可以用不同的颜色（**COLOR=VALUE**）或不同的线型(**LINESTYLE=VALUE**)来区分。

```
IDL> X=FINDGEN(101)*(0.01*2.0*!PI)
```

```
IDL> PLOT,X,SIN(X) & OPLLOT,X,COS(X),LINESTYLE=2
```

```
IDL> PLOT,X,SIN(X) & OPLLOT,X,REPLICATE(0.0,101),LINESTYLE=2
```

□ **[XYZ]TICKS=VALUE**：设置坐标轴上主刻度（标出刻度数值）的个数。

□ **[XYZ]MINOR=VALUE**：设置坐标轴上两个主可以之间的附刻度（未标出刻度数值）的个数。

```
IDL> PLOT,X,SIN(X),XRANGE=[0.0,4.0],XSTYLE=1,XTICKLEN=-0.04
```

```
IDL> OPLLOT,X,SIN(X),XRANGE=[0.0,4.0],XSTYLE=1,XTICKLEN=-0.04, XTICKS=2, $  
XMINOR=5
```





## 六、数据的可视化：创建坐标轴

### ■ 使用AXIS命令建立任意格式的坐标轴

创建格式：

**AXIS** [, X] [, Y] [, Z] [, **XAXIS=0|1**] [, **YAXIS=0|1**] [, **ZAXIS=0|1|2|3**] [, **X|Y|Z**RANGE=[MIN, MAX]  
[, **X|Y|Z**STYLE=VALUE] [, /XLOG] [, /YLOG] [, **X|Y|Z**MINOR=INTEGER] [, **X|Y|Z**TICKLEN=  
VALUE] [, **X|Y|Z**TITLE='STRING'] [, **X|Y|Z**TICKNAME='STRING\_ARRAY'] [, **CHARSIZE=**  
VALUE] [, **COLOR=VALUE**] [, /SAVE] [, /NODATA] [, /NOERASE] [, /NORMAL]

**功能：** 在当前窗口中绘制任意格式的坐标轴，如果当前窗口不存在，则创建系统默认窗口。

□ **XAXIS=0 | 1:** 创建X轴。**XAXIS=0**表示在下方创建；**XAXIS=1**表示在上方创建。

□ **YAXIS=0 | 1:** 创建Y轴。**YAXIS=0**表示在左侧创建；**YAXIS=1**表示在右侧创建。

□ **ZAXIS=0 | 1 | 2 | 3:** 创建Z轴。

**ZAXIS=0**表示在右下方创建，刻度标注在左侧；**ZAXIS=1**表示在左下方创建，刻度标注在右侧；**ZAXIS=2**表示在左上方创建，刻度标注在右侧；**ZAXIS=3**表示在右上方创建，刻度标注在左侧。

□ **/SAVE:** 保存AXIS创建的坐标轴的缩放比例，使得它在后续操作中继续有效。





## 六、数据的可视化：创建坐标轴

- **扩展功能：**可以实现在同一幅上使用不同坐标轴来画数值相差较大的不同数据。先用**PLOT**画一种数据，再用**AXIS**创建新坐标轴，最后用**OPLOT**命令就可以将另外的数据画在统一图片上的不同坐标系中。

```
IDL> T= FINDGEN(11) & A=9.8 & V=A*T & X=0.5*A*T^2
IDL> PLOT,T,V,XSTYLE=1,YSTYLE=1,XRANGE=[0,10],YRANG=[0.0,100.0],$
XTITLE='TIME (S)',YTITLE='VELOCITY(M/S)',CHARSIZE=1.0
IDL> AXIS,YAXIS=1,YRANGE=[0.0,500.0],YTITLE='DISTANCE (M)',/SAVE,CHARSIZE=1.0
IDL> OPLOT,T,X,LINestyle=2

IDL> PLOT,T,V,XSTYLE=1,YSTYLE=8+1,XRANGE=[0,10],YRANG=[0.0,100.0],XTITLE='TIME
(S)',YTITLE='VELOCITY (M/S)',CHARSIZE=1.0
IDL> AXIS,YAXIS=1,YRANGE=[0.0,500.0],YTITLE='DISTANCE (M)',/SAVE,CHARSIZE=1.0
IDL> OPLOT,T,X,LINestyle=2
```



## 六、数据的可视化：定位画图位置和多个画图

### 6.2 图形定位

- **POSITION=[X0,Y0,X1,Y1]**: 把图形绘制到水平方向从X0（左）X1（右）、垂直方向从Y0（下）到Y1（上）的指定区域中。位置参数表示画图区域所占窗口的比率，它们的大小为0到1之间的浮点数。例如：在同一窗口中并排画2幅图。

```
IDL> WINDOW, 1, XSIZE=600, YSIZE=500
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), POSITION=[0.1,0.1,0.45,0.9]
```

```
IDL> PLOT, X, COS(X), POSITION=[0.55,0.1,0.9,0.9], /NOERASE
```

- **!P.MULTI=[J,K,L,M,N]**: 定位多个图形（平均分配每附图的空间位置）。其中：
  - **!P.MULTI[0]**: 即数值J，给出在显示窗口中需要绘制的剩余图形的数目，其默认值为0。
  - **!P.MULTI[1]**: 即数值K，给出绘制图形的列数。
  - **!P.MULTI[2]**: 即数值L，给出绘制图形的行数。
  - **!P.MULTI[3]**: 即数值M，给出在Z方向叠加绘制图形的数目（仅用于已经建立了三维坐标系的情况）。
  - **!P.MULTI[4]**: 即数值N，给出绘图方式。按行显示N=0，按列显示N=1。

例如：在同一窗口中画2列2行的四附图

```
IDL> WINDOW, 2, XSIZE=800, YSIZE=600
```

```
IDL> !P.MULTI=[1,2,2,0,0]
```

```
IDL> X=FINDGEN(200)*0.1
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X)
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X)*X^2
```

```
IDL> PLOT, X, RANDOMU(1,200)*X, PSYM=1
```

```
IDL> PLOT, X, 4.0*!PI*X*0.1, /POLAR
```



## 六、数据的可视化：定位画图位置和多个画图

- **!P.MULTI=[J, K, L, M, N]**和**POSITION=[X0, Y0, X1, Y1]**联合使用，可以按**POSITION**指定的区域画出多个图形，每幅图的空间位置可以相同，也可以不同，其大小有**POSITION**决定。

例如：在同一窗口中按指定位置画2列2行的四幅图。

```
IDL> WINDOW, 3, XSIZE=800, YSIZE=600
```

```
IDL> X=FINDGEN(200)*0.1
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X), POSITION=[0.1,0.7,0.4,0.9]
```

```
IDL> PLOT, X, SIN(X)*X^2, POSITION=[0.6,0.7,0.9,0.9], /NOERASE
```

```
IDL> PLOT, X, RANDOMU(1,200)*X, PSYM=1, POSITION=[0.1,0.1,0.4,0.6], /NOERASE
```

```
IDL> PLOT, X, 4.0*!PI*X*0.1, POSITION=[0.6,0.1,0.9,0.6], /POLAR, /NOERASE
```

如果一个窗口只画一幅图，通常省略**!P.MULTI**或者**!P.MULTI=0**。



## 六、数据的可视化：刻度

### 6.3 刻度、标注和符号

- 关键字 **X|Y|ZTICKLEN=VALUE**, **X|Y|ZTICKV=ARRAY**, **X|Y|ZTICKNAME=STRING\_ARRAY** 和 **X|Y|ZTICKFORMAT='(格式)'** 可以用来设置轴刻度的长度、值、标注和格式。

这些关键字可以用于 **PLOT**, **AXIS**, **CONTOUR**, **SURFACE** 和 **SHADE\_SURF** 画图命令中。

```
IDL> X=FINDGEN(25)
```

```
IDL> WINDOW,1,XSIZE=700,YSIZE=500
```

```
IDL> LOADCT,39
```

```
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0
```

```
IDL> PLOT,X,(X+1.0)^3,YLOG=1,XSTYLE=1,XTICKS=6,XMINOR=4,XRANGE=[0.0,24.0],$
```

```
YSTYLE=1,XTITLE='UT',YTITLE='DENSITY',BACKGROUND=255,COLOR=0,$
```

```
XTICKV=[0,4,8,12,16,20,24]
```

```
IDL> WINDOW,2,XSIZE=700,YSIZE=500
```

```
IDL> LOADCT,39
```

```
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0
```

```
IDL> PLOT,X,(X+1.0)^3,BACKGROUND=255,COLOR=0,YLOG=1,XSTYLE=1,XTICKS=4,$
```

```
XMINOR=6,XRANGE=[0.0,24.0],YSTYLE=1,XTITLE='UT',YTITLE='DENSITY',$
```

```
XTICKNAME=['00:00','06:00','12:00','18:00','24:00']
```

```
IDL> PLOT,X,(X+1.0)^3,BACKGROUND=255,COLOR=0,POSITION=[0.15,0.15,0.95,0.95],$
```

```
YLOG=1,XSTYLE=1,XTICKS=4,XMINOR=6,XRANGE=[0.0,24.0],YSTYLE=1,XTITLE='UT',$
```

```
YTITLE='DENSITY',XTICKNAME=['00:00','06:00','12:00','18:00','24:00'],YTICKFORMAT=$
```

```
'(E8.1)',CHARSIZE=1.5
```

- 特殊用法: **X|Y|ZTICKFORMAT='(A1)'** 可以隐藏轴的标注, 只显示刻度。该用法主要用在多幅图使用相同的横坐标 (X) 或纵坐标 (Y) 时, 可以连续画而不显示前面的标注, 最后再用 **X|Y|ZTITLE** 来标出刻度标注。



## 六、数据的可视化：图片上添加文字标注

- 在图形中添加文字标注，例如多幅图的图标和图中的文字说明等

格式：

**XYOUTS, X, Y, STRING** [,COLOR=VALUE] [,FONT=INTEGER] [, CHARSIZE=VALUE]  
[, WIDTH] [, TEXT\_AXES=0|1|2|3|4|5] [, ALIGNMENT=0.0 TO 1.0] [, ORIENTATION=  
CCW\_DEGREES\_FROM\_HORIZ] [, /DATA] [, /NORMAL] [, /DEVICE]

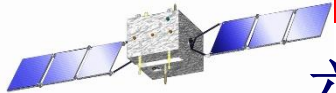
- X和Y为标注文字在坐标中的位置，STRING为输入文本的内容，
- 如果输入文本STRING为数组，则X和Y也可以为数组；
- FONT=-1|0|1指定输出文本的字体类型：

!P.Font	字体选择
-1	矢量字体（也叫软字体或Hershey字体）
0	硬字体
1	TureType轮廓字体

- ORIENTATION=VALUE: 指定输入文本的方位角（**逆时针度数**，默认为0.0）；
- ALIGNMENT=0.0 | 0.5 | 1.0: 设置文本的对齐方式。ALIGNMENT=0表示左对齐；ALIGNMENT=0.5表示居中；ALIGNMENT=1.0表示右对齐。
- TEXT\_AXES=0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5: 在进行三维输出文本时，设置文本的输出平面。0表示输出在XY平面上；1表示输出到XZ平面上；2表示YZ平面；3表示YX平面；4表示ZX平面；5表示ZY平面。

**IDL> XYOUTS,0.3,0.2, '!8A!X',SIZE=5,ORIENTATION=90,/NORMAL,FONT=-1**

- **!8 字母 !X** 可以输出斜体字。



## 六、数据的可视化：在图形中标上数学符号或希腊字母

- 有多种方法可以在图形中标上数学符号或希腊字母
- 使用数学符号英文名称直接调用TEXTOIDL函数。上标用“^”符号加上，下标用“\_”加上。如果上下标超过一个字符，则需要将这些字符括在大括号“{}”内。  
方法：把文件TEXTOIDL拷入已安装好的IDL程序文件夹里边，然后打开IDL软件，找到PREFERENCES里边的PATH，点INSERT，找到D:\...\TEXTOIDL，然后点确定，最后在所插入的文件前的方框里点一下（打√），然后点应用和确定即可用。
- 当输出到普通坐标时(即使用/NORMAL)，在XYOUTS中必须用矢量字体（FONT=-1）输出。  

```
IDL>OUT=TEXTOIDL('\lambda^2+2\delta_{IJ}')
```

```
IDL>XYOUTS,0.5,0.5,OUT,CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=-1,/NORMAL
```
- 当输出到POSTSCRIPT设备时（即输出.PS或.EPS格式图片）时，则支持硬件字体，则需要将FONT=0或不用FONT关键字（默认值）。

### EXAMPLE-6.1

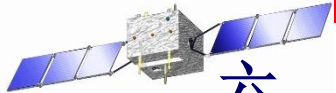




## 六、数据的可视化：在图形中标上数学符号或希腊字母

IDL 0				
Vector Fonts				
<code>\alpha</code> $\alpha$	<code>\beta</code> $\beta$	<code>\gamma</code> $\gamma$	<code>\delta</code> $\delta$	<code>\epsilon</code> $\epsilon$
<code>\zeta</code> $\zeta$	<code>\eta</code> $\eta$	<code>\theta</code> $\theta$	<code>\iota</code> $\iota$	<code>\kappa</code> $\kappa$
<code>\lambda</code> $\lambda$	<code>\mu</code> $\mu$	<code>\nu</code> $\nu$	<code>\xi</code> $\xi$	<code>\pi</code> $\pi$
<code>\rho</code> $\rho$	<code>\sigma</code> $\sigma$	<code>\tau</code> $\tau$	<code>\upsilon</code> $\upsilon$	<code>\phi</code> $\phi$
<code>\chi</code> $\chi$	<code>\psi</code> $\psi$	<code>\omega</code> $\omega$	<code>\varpi</code> $\varpi$	<code>\varepsilon</code> $\varepsilon$
<code>\varphi</code> $\varphi$	<code>\vartheta</code> $\vartheta$	<code>\Gamma</code> $\Gamma$	<code>\Delta</code> $\Delta$	<code>\Theta</code> $\Theta$
<code>\Lambda</code> $\Lambda$	<code>\Xi</code> $\Xi$	<code>\Pi</code> $\Pi$	<code>\Sigma</code> $\Sigma$	<code>\Upsilon</code> $\Upsilon$
<code>\Phi</code> $\Phi$	<code>\Psi</code> $\Psi$	<code>\Omega</code> $\Omega$	<code>\aleph</code> $\aleph$	<code>\ast</code> $\ast$
<code>\cap</code> $\cap$	<code>\cdot</code> $\cdot$	<code>\cup</code> $\cup$	<code>\exists</code> $\exists$	<code>\infty</code> $\infty$
<code>\in</code> $\in$	<code>=</code> $=$	<code>\pm</code> $\pm$	<code>\div</code> $\div$	<code>\subset</code> $\subset$
<code>\supset</code> $\supset$	<code>\leftarrow</code> $\leftarrow$	<code>\downarrow</code> $\downarrow$	<code>\rightarrow</code> $\rightarrow$	<code>\uparrow</code> $\uparrow$
<code>\neq</code> $\neq$	<code>\propto</code> $\propto$	<code>\sim</code> $\sim$	<code>\partial</code> $\partial$	<code>\nabla</code> $\nabla$
<code>\angle</code> $\angle$	<code>\times</code> $\times$	<code>\geq</code> $\geq$	<code>\leq</code> $\leq$	<code>\prime</code> $\prime$
<code>\prime</code> $\prime$	<code>\circ</code> $\circ$			





## 六、数据的可视化：在图形中标上数学符号或希腊字母

- 调用格式TEXTOIDL('VARIABLE\_NAME')中的数学符号名称VARIABLE\_NAME的首字母是区分大小写的。首字母使用大写和使用小写，输入的数学符号是不一样的。

```
IDL> OUT=TEXTOIDL('\Delta^2+2\Gamma_{IJ}')
```

```
IDL> XYOUTS,0.8,0.8,OUT,CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=-1,/NORMAL
```

```
IDL> OUT=TEXTOIDL('\delta^2+2\gamma_{IJ}')
```

```
IDL> XYOUTS,0.5,0.5,OUT,CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=-1,/NORMAL
```

### EXAMPLE-6.1

- 使用格式： '!4单个英文字母!X'直接输出，简便易用。

例如:XYOUTS,0.2,0.86,'!4K!X',CHARSIZE=1.3,ALIGNMENT=0.50,COLOR=0,/NORMAL  
;输出 $\lambda$

#### 英文字母和数学符号对照表

a:  $\alpha$ , b:  $\beta$ , c:  $\gamma$ , d:  $\delta$ , e:  $\epsilon$ , f:  $\zeta$ , g:  $\eta$ , h:  $\theta$ , i:  $\iota$ , j:  $\kappa$ , k:  $\lambda$ , l:  $\mu$ , m:  $\nu$ ,  
n:  $\xi$ , o:  $\omicron$ , p:  $\pi$ , q:  $\rho$ , r:  $\sigma$ , s:  $\tau$ , t:  $\upsilon$ , u:  $\phi$ , v:  $\chi$ , w:  $\psi$ , x:  $\omega$ , y:  $\infty$ , z:  $\varnothing$   
A: A, B: B, C:  $\Gamma$ , D:  $\Delta$ , E: E, F: Z, G: H, H:  $\Theta$ , I: I, J: K, K:  $\Lambda$ , L: M, M: N,  
N:  $\Xi$ , O: O, P:  $\Pi$ , Q: P, R:  $\Sigma$ , S: T, T:  $\Upsilon$ , U:  $\Phi$ , V: X, W:  $\Psi$ , X:  $\Omega$ , Y:  $\infty$ , Z:  $\varnothing$



## 六、数据的可视化：常用字体格式

命令	含义	命令	含义
!3	选择单一罗马字体（默认）	!C	开始新的行
!4	选择单一希腊字体	!D	选择下标和字符大小
!6	选择复杂罗马字体	!U	选择上标和字符大小
!X	恢复起始字体(!数字输出字符!X)	!N	恢复正常级别 (!字母输出字符!N)

例如：输出  $\lambda^2$  和  $\gamma_1$

```
IDL> XYOUTS,0.2,0.86,'!4k!X!U2!N',CHARSIZE=5,ALIGNMENT=0.50,COLOR=255,/NORMAL
IDL> XYOUTS,0.2,0.86,'!4k!X!U2!N!C!4c!X!D1!N',CHARSIZE=5,ALIGNMENT=0.50,COLOR=255,/NORMAL
```

4+word :

Lowercase: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

font=-1:  $\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega \infty \imath$

font=0: **a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z**

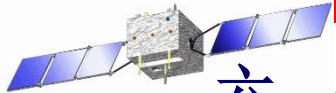
font=1: **a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z**

Capital: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z**

font=-1:  $\Lambda \Gamma \Delta \text{E} \text{Z} \text{H} \Theta \text{I} \text{K} \Lambda \text{M} \text{N} \Xi \text{O} \Pi \text{P} \Sigma \text{T} \Upsilon \Phi \text{X} \Psi \Omega \infty \imath$

font=0: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z**

font=1: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z**



## 六、数据的可视化：在图形中标上数学符号或希腊字母

### ■ 其它字符输出格式：

'!M或3~20单个英文字母!X' 和FONT=-1 | 0 | 1分别结合使用，可以输出不同类型的字符。

例如：

XYOUTS,0.2,0.86,'!Mx!X',CHARSIZE=1.3,ALIGNMENT=0.50,COLOR=0,/NORMAL;输出 $\perp$ 。

XYOUTS,0.5,0.5,'!Mi!X',CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=-1,/NORMAL;输出 $\int$

XYOUTS,0.5,0.5,'!4b!X',CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=-1,/NORMAL;输出 $\beta$

XYOUTS,0.5,0.5,'!7b!X',CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=-1,/NORMAL;输出 $\beta$

7+word :

Lowercase: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

font=-1:  $\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega \infty \int$

font=0: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

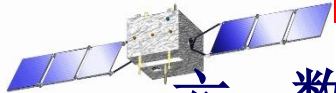
font=1: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

Capital: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

font=-1: A B  $\Gamma \Delta E Z H \Theta I K \Lambda M N \Xi O \Pi P \Sigma T \Upsilon \Phi X \Psi \Omega \infty \int$

font=0: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

font=1: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



## 六、数据的可视化：在图形中标上数学计算符号或特殊符号

### ■ 添加数学计算符号：

格式：'**!9**数字或特殊字符!**X**' 和**FONT=-1 | 0 | 1**分别结合使用，可以输出不同计算符号。

例如：输出 $\perp$

**IDL> XYOUTS,0.5,0.5,'!9^!X',CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=1,/NORMAL**

**9+special :**

Lowercase: ' 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - = [ ] \ ; ' , .

font=-1:  $\cup \supset \cap \leftarrow \downarrow \rightarrow \uparrow \subset \mp \neq \left[ \right] ' , .$

font=0: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - = [ ]  $\therefore$  ;  $\ni$  , .

font=1: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - = [ ]  $\therefore$  ;  $\ni$  , .

Capital: ~ @ # \$ % ^ & \* ( ) \_ + { } : " < > ?

font=-1:  $\wedge \parallel \propto \infty ^\circ \wedge \S * \left( \right) \cdots \pm \left[ \right] \equiv " \left\{ \right\} \infty$

font=0: ~  $\cong$  #  $\exists$  %  $\perp$  & \* ( ) \_ + { } :  $\forall$  < > ?

font=1: ~ !  $\cong$  #  $\exists$  %  $\perp$  & \* ( ) \_ + { } :  $\forall$  < > ?



**格式：'!10英文字母!X' 和FONT=-1|0|1分别结合使用，可以输出一些特殊符号。**

例如：

```
IDL> XYOUTS,0.5,0.5,'!10a!X',CHARSIZE=5,COLOR=255,ALIGN=0.5,FONT=1,/NORMAL
```

10+word :

Lowercase: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

font=-1: AAAa a ▽ NNNNNNS       

font=0: ☼ ☼ ☼ ☼ ☼ ☼ ☼ ☼ ☼ ☼ ● ○ ■ □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩ ▲ ▼ ◆ ✦ ◐ ◑ ◒ ◓ ◔ ◕ ◖ ◗ ◘ ◙ ◚ ◛ ◜ ◝ ◞ ◟ ◠ ◡ ◢ ◣ ◤ ◥ ◦ ◧ ◨ ◩ ◪ ◫ ◬ ◭ ◮ ◯ ◰ ◱ ◲ ◳ ◴ ◵ ◶ ◷ ◸ ◹ ◺ ◻ ◼ ◽ ◾ ◿ ◰ ◱ ◲ ◳ ◴ ◵ ◶ ◷ ◸ ◹ ◺ ◻ ◼ ◽ ◾ ◿

font=1: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

Capital: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

font=-1: **Λ**  ☒                          友友 **NN** **S**       [illegible]

font=1: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



## 六、数据的可视化：图形和颜色标注

### 6.4 图形和颜色标注

■ 使用PLOTS命令在所画图形上添加直线、曲线或符号，从而标出感兴趣的区域或重点区域  
格式：PLOTS, X\_AXIS\_ARRAY [, Y\_AXIS\_ARRAY] [, Z\_AXIS\_ARRAY] [, LINESYLE=0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5] [, THICK=VALUE] [, PSYM=0 TO 10] [, COLOR=VALUE] [, /NORMAL] [, /DEVICE] [, /CONTINUE]

#### EXAMPLE-6.2

也可以使用PLOTS命令在图上重要信息的周围画出一个方框。通过PLOTS命令与其它图形命令组合，如XYOUTS命令，可以有效地注释图形显示。

#### EXAMPLE-6.3

■ 使用POLYFILL命令颜色标出重点区域

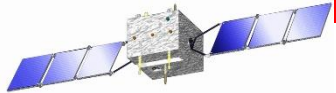
方法：先给定重点区域在画图坐标中的位置，再用POLYFILL在该区域填充任意颜色。  
格式：

BOX\_X\_COORDS = [X0, X0, X1, X1, X0]

BOX\_Y\_COORDS = [Y0, Y1, Y1, Y0, Y0]

POLYFILL, BOX\_XCOORDS, BOX\_YCOORDS, COLOR=VALUE, /NORMAL

#### EXAMPLE-6.4



## 六、数据的可视化：画误差棒图

### 6.5 绘制误差棒、条形图和等值线图

- 使用PLOT画图后，再调用过程**ERR\_PLOT.PRO**画误差棒。

调用格式：**ERR=ERR\_ARRAY**

**YLOW=Y-ERR**

**YHIGH=Y+ERR**

**ERR\_PLOT, X, YLOW, YHIGH [,WIDTH]**

**IDL> X=***FINDGEN*(10)

**IDL> Y=***RANDOMU*(-1L,10)+10

**IDL> PLOT,X,Y,YRANGE=[9.5,11.5]**

**IDL> ERR=0.1**

**IDL> ERR\_PLOT,X,Y-ERR,Y+ERR**

;画数据线

;每个数据点的误差相同

;画误差棒

**IDL> X=***FINDGEN*(10)

**IDL> Y=***RANDOMU*(-1L,10)+10

**IDL> PLOT,X,Y,YRANGE=[9.5,11.5]**

**IDL> ERR=***FINDGEN*(10)\*0.025

**IDL> ERR\_PLOT,X,Y-ERR,Y+ERR**

;每个数据点的误差不同

**IDL> ERR\_PLOT,X,Y-ERR,Y+ERR,WIDTH=0.04** ;默认的WIDTH=0.02,可不写





## 六、数据的可视化：绘制条形棒图

- 使用BAR\_PLOT过程可以在用户指定的位置输出任意形式的条形棒图。

格式: **BAR\_PLOT, VALUES** [, **BACKGROUND=COLOR\_INDEX**] [, **BARWIDTH=VALUE**] [, **BARNAMES=STRING\_ARRAY**] [, **BAROFFSET=SCALAR**] [, **BARSPACE=SCALAR**] [, **BASELINES=VECTOR**] [, **BASERANGE=0 TO 10**] [, **COLORS=VECTOR**] [, **/OUTLINE**] [, **/OVERPLOT**] [, **/ROTATE**] [, **TITLE=STRING**] [, **XTITLE=STRING**] [, **YTITLE=STRING**]

- **VALUES**: 给出绘制条形棒图的数据。VALUES中的每一数据对应一个条形棒。
- **BARNAMES:=STRING\_ARRAY**: 设置条形棒的文本标签内容
- **BAROFFSET=SCALAR**: 设置条形棒图中第一个条形棒的位置
- **BARSPACE=SCALAR**: 设置两个条形棒之间的距离
- **BARWIDTH=VALUE**: 设置条形棒的宽度
- **BASELINES=VECTOR**: 设置每一个条形棒在纵向上的起始位置
- **BASERANGE=0.0 TO 1.0**: 设置条形棒图在整个绘图区中所占的比例，默认为整个绘图区
- **COLORS=VECTOR**: 设置每一个条形棒的颜色
- **/OUTLINE**: 绘制条形棒图时给每一个条形棒加上外边界
- **/OVERPLOT**: 在原图上直接绘制新图棒，而不擦除原有内容
- **/ROTATE**: 旋转条形棒，默认是垂直的。



## 六、数据的可视化：绘制条形棒图

例如：给出每年的招生人数变化情况直观图

```
IDL> STUDENT_NUMBER=[200,160,460,360,560,600]  
IDL> YEARS=['2000','2001','2002','2003','2004','2005']  
IDL> WINDOW,1,XSIZE=500,YSIZE=500  
IDL> LOADCT,39  
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0  
IDL> BAR_PLOT,STUDENT_NUMBER,BARNAMES=YEARS,  
COLORS=[255,60,140,180,200,240],XTITLE='YEARS',YTITLE='STUDENT NUMBER'
```



## 六、数据的可视化：绘制等值线图

■ IDL中任何 $Z=F(X,Y)$ 的数据都可以画出等值线图，而不管 $X$ 和 $Y$ 是否有规则的间隔。

格式: **CONTOUR, Z [, X, Y] [, C\_ANNOTATION=VECTOR\_OF\_STRINGS] [, /CLOSED] [, C\_CHARSIZE=VALUE] [, C\_CHARTHICK=INTEGER] [, C\_COLORS=VECTOR] [, C\_LABELS=VECTOR {EACH ELEMENT 0 OR 1}] [, C\_LINestyle=VECTOR] [, /FILL |, /CELL\_FILL] [, C\_ORIENTATION=DEGREE] [, C\_SPACING=VALUE] [, C\_THICK] [, /DOWNHILL] [, NLEVELS=1 TO 60] [, /OVERPLOT] [, /IRREGULAR] [, /ISOTROPIC] [, LEVELS=VECTOR] [, /XLOG] [, /YLOG] [, ZAXIS=0 | 1 | 2 | 3 | 4 | .....]**

- **Z:** 用于给出绘制等值线的原始数据，它可以是一维或二维数组。
- **X, Y:** 给出绘制等值线的 $X$ 和 $Y$ 轴上的坐标数据，它们可以是一维或二维数组。
- 连续使用**CONTOUR**绘制时，将擦除原有的内容，不想擦除需要使用**/OVERPLOT**。
- **C\_ANNOTATION=VECTOR\_OF\_STRINGS:** 设置等值线的文本标注内容。
- **LEVELS=VECTOR:** 设置每一层等值线所对应的值（数组），该关键字内容设定后**CONTOUR**命令只绘制中与**LEVELS**数组元素值相同的 $Z$ 数据的等值线。如果不使用该关键字，IDL自动选择画3到8条等值线。
- **NLEVELS=1 TO 60:** 设置绘制等势线的层数，最多60层。如果使用了**LEVELS**，则按**LEVELS**指定的执行，**NLEVELS**设置无效。

```
IDL> TESTDATA=DIST(100)
```

```
IDL> CONTOUR,TESTDATA
```

```
IDL> CONTOUR,TESTDATA,LEVELS=[10.0,20.0,40.0,50.0], NLEVELS=6
```

```
IDL> CONTOUR,TESTDATA, NLEVELS=5
```



## 六、数据的可视化：绘制等值线图

- ❑ **C\_CHARSIZE=VALUE:** 设置等值线标注文本的大小。
- ❑ **C\_CHARTHICK=INTEGER:** 设置等值线的粗细。
- ❑ **C\_COLORS=VECTOR:** 设置等值线及其标注文本的颜色。
- ❑ **C\_LABELS=VECTOR[EACH ELEMENT IS 0 OR 1],** 设置是否在等值线上进行文本标注，数组元素取0的值表示进行标注，取1表示不标注。
- ❑ **C\_LINestyle=VECTOR:** 设置每条等值线的线型，跟LINestyle的用法一样。
- ❑ **C\_THICK=VECTOR:** 设置每条等势线的粗细。
- ❑ **/DOWNHILL:** 绘制带有垂直短线的等势线。垂直短线常用来标出等值线图的下坡方向。
- ❑ **/IRREGULAR:** 说明使用的数据Z是非正规网格数据。
- ❑ **/ISOTROPIC:** 强行把X轴和Y轴转化成等比例。
- ❑ **ZAXIS=0|1|2|3|4:** 设置等势线图中Z轴的绘制位置。

例如：

```
IDL> TESTDATA=DIST(100)
```

```
IDL> LOADCT,39
```

```
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0
```

```
IDL> CONTOUR,TESTDATA,LEVELS=[10.0,20.0,40.0,50.0,90.0],C_COLORS=[255,60,100,160  
,200,250],C_ANNOTATION=['ONE','TWO','THREE','FOUR','FIVE'],/DOWNHILL
```



## 六、数据的可视化：绘制等值线图

❑ **/FILL或/CELL\_FILL**：使用颜色填充画图区域，填充区域的颜色可以有颜色标中的索引指定，并通过关键字**C\_COLORS**传递。

填充方法：

- 1、先用**LEVELS**或**NLEVELS**来定义需要画的等值线的级别或数目，并确定填充颜色的数目(**NCOLORS=NLEVELS+1**)和颜色标中开始颜色的索引号 (**BOTTOM=0 ~ 255**);
- 2、然后定义成图等值线的级别 (**C\_LEVELS**)、标注的标志 (**C\_LABELS**)以及颜色索引 (**C\_COLORS**),并调用**LOADCT**转载颜色表。
- 3、最后画出颜色填充区域，并画上等值线和标注。

❑ **C\_ORIENTATION=DEGREES**:如果选择了**/FILL**,则设置填充线的倾斜角度。

❑ **C\_SPACING=VALUE**:如果选择了**/FILL**，则设置填充线之间的宽度

❑ 用于**PLOT**语句中的许多关键字也可以用于**CONTOUR**中，且功能一样。

例如：

```
IDL> WINDOW,1,XSIZE=500,YSIZE=500
```

```
IDL> LOADCT,39
```

```
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0
```

```
IDL> A=RANDOMU(SEED,5,6) & B=MIN_CURVE_SURF(A)
```

```
IDL> CONTOUR,B,/FILL,NLEVELS=5,C_COLOR=INDGEN(6)*30+100,BACKGROUND=255,COLOR=0,XTITLE='LONGITUDE',YTITLE='LATITUDE'
```

```
IDL> CONTOUR,B,/OVERPLOT,NLEVELS=5,BACKGROUND=255,COLOR=0,/DOWNHILL  
;在填充后的彩图上添加轮廓线和压力梯度减小的方向 (/DOWNHILL)
```





## 六、数据的可视化：绘制网格曲面图

### 6.6 绘制网格曲面、阴影曲面和投影曲线

#### ■ SURFACE过程用于绘制任意的三维网格曲面图

格式: **SURFACE, Z** [, X, Y] [, AX=DEGREES] [, AZ=DEGREES] [, BOTTOM=INDEX] [, /HORIZONTAL] [, /LEGO] [, /LOWER\_ONLY] [, UPPER\_ONLY] [, /SAVE] [, SHADES=ARRAY] [, SKIRT=VALUE] [, 其它关键字]

- **Z**:用于给出绘制网格曲面的数据，**Z**是一维或二维数组。
- **X, Y**: **X**和**Y**坐标数据，**Z**是一维或二维数组。
- **AX=DEGREES**:设置网格曲面绕**X**轴逆时针方向旋转的角度，默认值为**30度**。
- **AZ=DEGREES**:设置网格曲面绕**Z**轴逆时针方向旋转的角度，默认值为**30度**。
- **BOTTOM=INDEX**:设置绘制网格曲面的底层面的颜色索引。默认为顶层面的颜色。
- **/HORIZONTAL**:设置使用单方向线绘制网格面。默认值为使用交叉线绘制。
- **/LEGO**:设置使用柱状图绘制网格曲面。默认值为使用交叉线绘制。
- **/LOWER\_ONLY**:用于设置绘制网格面的底层面。默认值为上下均绘制。
- **/UPPER\_ONLY**:用于设置绘制网格面的顶层面。默认值为上下均绘制。
- **/SAVE**:获取网格面当前的变换矩阵，并把它存放到系统变量!**P.T**中，以备后用。
- **SHADES=ARRAY**:该数组用于设置网格面上的网格线的颜色缩影。
- **SKIRT=VALUE**:给出绘制网格面四周边界的**Z**值的最小值。默认为不绘制边界面。
- 其它关键字和**PLOT**的一样。



## 六、数据的可视化：绘制网格曲面图

例如：

```
IDL> V=FINDGEN(41)*0.5-10.0
IDL> X=REBIN(V,41,41,/SAMPLE)
IDL> Y=REBIN(REFORM(V,1,41),41,41,/SAMPLE)
IDL> R=SQRT(X^2+Y^2)+1.0E-6
IDL> Z=SIN(R)/R
IDL> SURFACE,Z
IDL> WINDOW,1,XSIZE=600,YSIZE=600
IDL> LOADCT,39
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0
IDL> SURFACE,Z,BACKGROUND=255,COLOR=254,CHARSIZE=1.5
IDL> SURFACE,Z,BACKGROUND=255,COLOR=254,CHARSIZE=1.5,AX=60,XTITLE='LON
GITUDE',YTITLE='LATITUDE',ZTITLE='PRESSURE'
IDL> SURFACE,Z,BACKGROUND=255,COLOR=254,CHARSIZE=1.5,AX=60,XTITLE='LON
GITUDE',YTITLE='LATITUDE',ZTITLE='PRESSURE',/HORIZONTAL
IDL> SHADES=BYTSCL(Z,TOP='!D.TABLE_SIZE-1)
IDL> SURFACE,Z,BACKGROUND=255,COLOR=254,CHARSIZE=1.5,AX=60,XTITLE='LON
GITUDE',YTITLE='LATITUDE',ZTITLE='PRESSURE',SHADES=SHADES
```





## 六、数据的可视化：绘制阴影曲面图

### ■ SHADE\_SURF过程用于绘制任意的三维阴影曲面图

格式: **SHADE\_SURF, Z** [, X, Y] [, AX=DEGREES] [, AZ=DEGREES] [, SHADES=ARRAY] [, PIXELS=PIXELS] [, IMAGE=VARIABLE] [, 其它关键字]

- **Z**: 用于给出绘制网格曲面的数据, Z是一维或二维数组。
- **X, Y**: X和Y坐标数据, Z是一维或二维数组。
- **AX=DEGREES**: 设置网格曲面绕X轴逆时针方向旋转的角度, 默认值为30度。
- **AZ=DEGREES**: 设置网格曲面绕Z轴逆时针方向旋转的角度, 默认值为30度。
- **SHADES=ARRAY**: 该数组用于设置网格面上的网格线的颜色缩影。
- **PIXELS=PIXELS**: 以像素单位设置图像的最大尺寸。省略该关键字为默认窗口。
- **IMAGE=VARIABLE**: 将绘制的阴影曲面以图像的形式存放到VARIABLE中。默认不保存。
- 其它关键字和PLOT的一样。

例如:

```
IDL> V=FINDGEN(41)*0.5-10.0
IDL> X=REBIN(V,41,41,/SAMPLE)
IDL> Y=REBIN(REFORM(V,1,41),41,41,/SAMPLE)
IDL> R=SQRT(X^2+Y^2)+1.0E-6
IDL> Z=SIN(R)/R
IDL> SURFACE,Z,X,Y,CHARSIZE=1.5
IDL> SHADES=BYTSCL(Z,TOP=!D.TABLE_SIZE-1)
IDL> SHADE_SURF,Z,SHADES=SHADES
```



## 六、数据的可视化：网格和阴影图相结合

■ 连续调用SHADE\_SURF和SURFACE可以创建网格和阴影相结合的曲面图

例如：

```
IDL> R=SQRT(X^2+Y^2)+1.0E-6
```

```
IDL> Z=SIN(R)/R
```

```
IDL> SURFACE,Z,X,Y,CHARSIZE=1.5
```

```
IDL> V=FINDGEN(41)*0.5-10.0
```

```
IDL> X=REBIN(V,41,41,/SAMPLE)
```

```
IDL> Y=REBIN(REFORM(V,1,41),41,41,/SAMPLE)
```

```
IDL> R=SQRT(X^2+Y^2)+1.0E-6
```

```
IDL> Z=SIN(R)/R
```

```
IDL> SHADES=BYTSCL(Z,TOP=!D.TABLE_SIZE-1)
```

```
IDL> SHADE_SURF,Z,SHADES=SHADES,/SAVE,BACKGROUND=255,COLOR=0,CHARS  
IZE=1.5,POSITION=[!X.WINDOW[0],!Y.WINDOW[0],!X.WINDOW[1],!Y.WINDOW[1]]
```

```
IDL> SURFACE,Z,POSITION=POSITION,/T3D,/NOERASE,/UPPER_ONLY,XSTYLE=4,YS  
TYLE=4,ZSTYLE=4,COLOR=0
```



## 六、数据的可视化：绘制投影曲线

### ■ PLOT\_3DBOX过程用于绘制三维数据在3个坐标平面上的投影曲线

格式: **PLOT\_3DBOX, X, Y, Z** [, /SOLID\_WALL] [, /XY\_PLANE] [, /XZ\_PLANE] [, /YZ\_PLANE] [, XYSTYLE=0|1|2|3|4|5] [, XZSTYLE=0|1|2|3|4|5] [, YZSTYLE=0|1|2|3|4|5] [, 其它关键字]

- ❑ **X, Y, Z:** X, Y和Z坐标上的一维数组数据。
- ❑ **/SOLID\_WALL:**用关键字**COLOR**指定的颜色绘制坐标轴的**三个投影面**。省略为不绘制。
- ❑ **/XY\_PLANE:**绘制数据在XY平面上的投影。
- ❑ **/XZ\_PLANE:**绘制数据在XZ平面上的投影。
- ❑ **/YZ\_PLANE:**绘制数据在YZ平面上的投影。
- ❑ **XYSTYLE=0|1|2|3|4|5:**按指定线型绘制XY面上的投影。
- ❑ **XZSTYLE=0|1|2|3|4|5:**按指定线型绘制XZ面上的投影。
- ❑ **YZSTYLE=0|1|2|3|4|5:**按指定线型绘制YZ面上的投影。
- ❑ **其它关键字和PLOT的一样。**

例如:

```
IDL> X=REPLICATE(5.0,10)
```

```
IDL> X1=COS(FINDGEN(36)*10.0*!DTOR)*2.0+5.0
```

```
IDL> X=[X,X1,X]
```

```
IDL> Y=FINDGEN(56)
```

```
IDL> Z=REPLICATE(5.0,10)
```

```
IDL> Z1=SIN(FINDGEN(36)*10.0*!DTOR)*2.0+5.0
```

```
IDL> Z=[Z,Z1,Z]
```

```
IDL> PLOT_3DBOX,X,Y,Z,/XY_PLANE,/XZ_PLANE,/YZ_PLANE,/SOLID_WALLS,GRIDSTYLE=1,  
XYSTYLE=3,XZSTYLE=4,YZSTYLE=5,AS=40,PSYM=4,CHARSIZE=1.5,XTITLE='X',YTITLE='Y',  
ZTITLE='Z',Z RANGE=[0,10],XRANGE=[0,10]
```



## 六、数据的可视化：绘制地图和大陆轮廓线

### 6.7 绘制地图及大陆轮廓线等

IDL可以直接定义地图投影。当定义的地图投影起作用时，当前的图形窗口坐标为地理坐标（X轴为-180W到+180E的经度，Y轴为-90S到+90N的纬度），同时可以使用**O PLOT**、**PLOTS**、**XYOUTS**和**CONTOUR**根据经纬度画图。

#### ■ 创建一个地图投影：

格式：**MAP\_SET** [, LAT, LON, ROT] [, POSITION=VECTOR] [, XMARGIN=VALUE] [, YMARGIN=VALUE] [, /CONTINENT] [, CON\_COLOR=INDEX] [, LIMIT=VECTOR] [, /ADVANCE] [, /NOBORDER] [, /NOERASE] [, /HORIZON] [, /GRID] [, /投影关键字]

- **LAT 和 LON**: 设置投影中心的纬度和经度，默认为（0.0，0.0）。
- **ROT**: 为地图投影**顺时针**旋转的度数，默认为0。
- **POSITION**: 设置普通坐标系下地图投影的位置。
- **XMARGIN 或 YMARGIN**: 设置一字符为单位的左右或上下边缘的空白。
- **/CONTINENT**: 设置以低精度画大陆轮廓。默认为不绘轮廓。功能和**MAP\_CONTINENTS**命令相同，**MAP\_CONTINENTS**用来画高精度的大陆轮廓线。
- **CON\_COLOR=INDEX**: 设置需要绘制的大陆轮廓线颜色。
- **LIMIT=[LATMIN, LONGMIN, LATMAX, LONGMAX]**: 设置地图投影的范围。默认为绘全球的地图。
- **/ADVANCE**: 显示多幅图时，进入下一个位置。默认为擦除窗口内容。
- **/NOBORDER**: 不画图的边界。
- **/NOERASE**: 不擦除窗口内容。
- **/HORIZON**: 画地平线。
- **/GRID**: 是否绘制经纬网格线



## 六、数据的可视化：在地图上绘制图形

### □ 使用OPLOT在地图投影上画图：

```
IDL> LON=RANDOMU(-100L,100)*360.0-180.0  
IDL> LAT=RANDOMU(-200L,100)*180.0-90.0  
IDL> MAP_SET,/AITOFF,/HORIZON,/CONTINENT  
IDL> OPLOT,LON,LAT,PSYM=1
```

**EXAMPLE-6.5**

### □ 使用XYOUTS命令标注指定的地理位置和名称：

```
IDL> LATS=[40.20,34.00,38.55,48.25,17.29]  
IDL> LONS=[-105.16,-119.40,-77.00,-114.21,-88.10]  
IDL> CITIES=['NY','WA','TX','MS','IA']  
IDL> MAP_SET,/MERCATOR,/GRID,/CONTINENT,CON_COLOR=254,LIMIT=[10,-130,60,-70]  
IDL> PLOTS,LONS,LATS,PSYM=4,SYMSIZE=1.4,COLOR=220  
IDL> XYOUTS,LONS,LATS,CITIES,COLOR=80,CHARTHICK=2,CHARSIZE=1.3,ALIGN=0.5
```

**EXAMPLE-6.6**

### □ 使用CONTOUR在地图上绘画等值线：

```
IDL> Z=RANDOMU(-100L,50,50)  
IDL> Z=(Z-MIN(Z))*15000.0+100.0  
IDL> X=FINDGEN(56)-100.0  
IDL> Y=FINDGEN(56)+10.0  
IDL> MAP_SET,35.0,-75.0,/MERCATOR,SCALE=50E6,/CONTINENT  
IDL> LEVELS=[150,200,250,300,350,400,450,500]  
IDL> C_LABELS=[0,1,0,1,0,1,0,1]  
IDL> CONTOUR,Z,X,Y,LEVELS=LEVELS,C_LABELS=C_LABELS,/OVERPLOT
```

**EXAMPLE-6.7**





## 六、数据的可视化：在图形上添加地图

□ 先用CONTOUR画等值线，再用MAP\_SET加上地图：

```
IDL> Z=RANDOMU(-100L,50,50)
```

```
IDL> Z=(Z-MIN(Z))*15000.0+100.0
```

```
IDL> X=FINDGEN(56)-100.0
```

```
IDL> Y=FINDGEN(56)+10.0
```

```
IDL> LEVELS=[150,200,250,300,350,400,450,500]
```

```
IDL> C_LABELS=[0,1,0,1,0,1,0,1]
```

EXAMPLE-6.8

```
IDL> WINDOW,1,XSIZE=600,YSIZE=600
```

```
IDL> LOADCT,39
```

```
IDL> DEVICE,DECOMPOSED=0
```

```
IDL> !P.MULTI=[0,2,1,0,0]
```

```
IDL> CONTOUR,Z,X,Y,LEVELS=LEVELS,C_LABELS=C_LABELS,POSITION=[0.15,0.15,0.95,0.95],  
BACKGROUND=255,COLOR=0,C_COLORS=[40,80,120,160,180,200,220,250],/NORMAL
```

```
IDL> MAP_SET,35.0,-75.0,/MERCATOR,SCALE=50E6,COLOR=0,POSITION=[0.15,0.15,0.95,0.95],  
/NOERASE,CON_COLOR=0
```





## 六、数据的可视化：绘制（显示）三维彩图

- **IDL中假彩色和真彩色图像的区别**：IDL中的假彩色图像是[NX, NY]的两维数组，而真彩色图像是三维数组，维度形式[3, NX, NY]、[NX, 3, NY]或[NX, NY, 3]

- 只有8位字节型图像才能显示，对于非字节型的探测数据，首先要将非字节型数据转化为0~255之间的字节型数值，再用TV或TVSCL绘制（显示）字节数据。

**TV, IMAGE** [, POSITION] [, TRUE=1 | 2 | 3] [, /ORDER] [, XSIZE=VALUE] [, YSIZE=VALUE]

或

**TV, IMAGE** [, X, Y [, CHANNEL]] [, /ORDER] [, TRUE=1|2|3] [, XSIZE=VALUE] [, YSIZE=VALUE]

- **IMAGE**: 需要显示的图像或字节型数据；
- **POSITION**: 图像显示的位置号，即在窗口中的位置序号。
- **X, Y**: 用于图像显示的具体位置，X、Y与POSITION的关系为：

$X = XDIM * POSITION \text{ (MOD (XSIZE/XDIM))}$  ;

$Y = YSIZE - YDIM(1 + POSITION * XDIM / XSIZE)$

其中XSIZE和YSIZE为显示区域或窗口大小；XDIM和YDIM是图像大小。如在512 × 512的区域显示128 × 128大小的图像，显示位置为0到15。

- **CHANNEL=VALUE**: 用于设置图像的红、绿、蓝颜色通道。
- **TRUE=1 | 2 | 3**: 设置该关键字为非零，标明一个真彩色图像（16、24或32位）显示。设置的不同数值，表示不同的彩色存储模式。1为（3, M, N）是像素交叉存储；2为（M, 3, N）是行交叉存储；3为（M, N, 3）是波段交叉存储。



## 六、数据的可视化：绘制（显示）三维彩图

■ 如果IMAGE为图片，则可以通过READ\_IMAGE()直接读取图片，然后再用TV或TVSCL显示。

```
IDL> FILE = DIALOG_PICKFILE()
```

```
IDL> IMAGE=READ_IMAGE(FILE)
```

```
IDL> TV,IMAGE,TRUE=1
```

```
IDL> TVSCL,IMAGE,TRUE=1
```

在默认情况下，TV和TVSCL将图像数组的第一行显示在图像窗口的最下面，然后从下往上显示。

■ 如果IMAGE为数据，则先用 BYTSCL() 将数据线性转化为0B到TOP的字节型值，然后再用TV显示。

格式：IMAGE=BYTSCL(ARRAY[\*,\*],MIN=VALUE,MAX=VALUE, TOP=!D.TABLE\_SIZE-1)

□ ARRAY[\*,\*]: 是随着X轴和Y轴坐标数据变化的二维数组。

□ MIN=VALUE: 设置需要调整的最小输入值，默认为最小数据。

□ MAX=VALUE: 设置需要调整的最大输入值，默认为最大数据。

□ TOP=!D.TABLE\_SIZE-1: 设置ARRAY数据的最大颜色索引，默认为255B。



成都理工大学

CHENGDU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

演示完毕

Thank You

