7 地图投影和图像到地图的几何纠正

1 基础理论.....1
1.1 地图投影.....1
1.2 投影的椭球体.....1
1.3 投影类型.....2
1.4 地理坐标系.....2
2 中国的地图分幅.....3
2.1 高斯-克吕格直角坐标.....3
2.2 中国地形图分幅与编号－旧标准.....3
3）新标准.....4
4）新旧代码的转换.....4
3 ENVI 软件实习.....4

1 基础理论

将地球表面通过测量的方法表现在平面上即成为地图,这一过程可以理解为将地球表面按一定比例缩小成一个地形模型,然后将其上的特征点(测量控制点、地形点、地物点)用垂直投影的方法投影到平面(图纸)上。对于小范围地区，可视地表为一平面，可以认为没有变形；但对于大的区域范围，甚至半球、全球这种不可展的球面，就不象这样简单。从不规则的地球表面到制成地图，要经过两个过程。

首先将地球自然表面上的点沿垂直方向投影到地球椭球面上(这种椭球面是通过复杂的天文大地测量获得的接近地球的、能用数学方法表达的旋转球体)，

然后再将投影到椭球面上的点运用数学方法投影到某种可展面上。

1.1 地图投影

将地球椭球面上的点投影到平面上的方法称为**地图投影**。其实质是建立地球椭球面上的地理坐标 （经纬度）和平面上直角坐标之间的函数关系。

是为解决由不可展的椭球面描绘到平面上的矛盾，用几何透视方法或数学分析的方法，将地球上的点和线投影到可展的曲面(平面、园柱面或圆锥面)上，将此可展曲面展成平面，建立该平面上的点、线和地球椭球面上的点、线的对应关系。

1.2 投影的椭球体

地球是一个表面很复杂的球体，人们以假想的平均静止的海水面形成的“大

地体”为参照，推求出近似的椭球体，理论和实践证明，该椭球体近似一个以地球短轴为轴的椭园而旋转的椭球面，这个椭球面可用数学公式表达，将自然表面上的点归化到这个椭球面上，就可以计算了。

世界上应用的椭球体很多，其中在 ENVI 软件中提供了 35 种的椭球体，

由于不同的地方，变形规律的特点，因此根据自己国家的具体位置和采用的投影选择适合自己的椭球体。例如我国。

- 海福特椭球(1910) **我国 52 年以前基准椭球**
  a=6378388m b=6356911.9461279m α=0.33670033670
- 克拉索夫斯基椭球(1940 Krassovsky) **北京 54 坐标系**
  基准椭球
  a=6378245m b=6356863.018773m α=0.33523298692
- 1975 年 I.U.G.G 推荐椭球(国际大地测量协会 1975) **西安 80 坐标系**
  基准椭球
  a=6378140m b=6356755.2881575m α=0.0033528131778
- WGS-84 椭球(**GPS** 全球定位系统椭球、17 届国际大地测量协会) **WGS-84 GPS** 基准椭球 a=6378137m b=6356752.3142451m α=0.00335281006247

1.3 投影类型

- 根据投影面分为： 圆锥投影、 圆柱投影；
- 根据地球椭球体和投影几何体之间的关系分为：正方位切割、横方位切割、斜方位切割。
- 根据变形情况分为：等角投影、等面积投影、任意投影。

1.4 地理坐标系

地球椭球面上任一点的位置，可由该点的纬度(B)和精度(L)确定，即地面点的地理坐标值，由经线和纬线构成两组互相正交的曲线坐标网叫地理坐标网。由经纬度构成的地理坐标系统又叫地理坐标系。

地理坐标分为天文地理坐标和大地地理坐标

天文地理坐标是用天文测量方法确定的，大地地理坐标是用大地测量方法确定的。

我们在地球椭球面上所用的地理坐标系属于大地地理坐标系，简称大地坐标系

裴秀制图，制图六体

中国不仅有最早编制的地图，而且还创建了编图的一套理论，这就是裴秀的“**制图六体**说”。裴秀：字秀彦，河东闻喜（今山西闻喜）人，出生于公元 223 年，死于公元 271

年，终年 48 岁。自幼好学，才华显著。年轻时在魏、晋朝做官，34 岁便开始创立我国最早的地图编制理论“**制图六体**”：分率：用来区别地域面积大小的比例尺；准望：用来确定彼此间方位的方向；道里：用来确定人行道路的里程；高下：高低起伏；方斜：斜正；迂直：迂回曲直。

2 中国的地图分幅

2.1 高斯-克吕格直角坐标

高斯－克吕格投影是设想用一个椭圆柱横套在地球椭球的外面，并与设定的中央经线相切。该投影是国家基本比例尺地形图的数学基础

高斯－克吕格投影分带规定:为控制变形，采用分带投影的方法，在比例尺 1：2.5 万-1：50 万图上采用 6°分带。对比例尺为 1：1 万及大于 1：1 万的图采用 3°分带。

1) 6°分带法

从格林威治零度经线起，每 6°分为一个投影带，全球共分为 60 个投影带，东半球从东经 0°-6°为第一带，中央经线为 3°，依此类推，投影带号为 1-30。其投影代号 n 和中央经线经度 L0 的计算公式为：L0=(6n-3)°；

西半球投影带从 180°回算到 0°，编号为 31-60，投影代号 n 和中央经线经度 L0 的计算公式为 L0=360-(6n-3)°。

2） 3°分带法

从东经 1°30′起，每 3°为一带，将全球划分为 120 个投影带，东经 1°30′-4°30′，...178°30′-西经 178°30′，...1°30′-东经 1°30′。

东半球有 60 个投影带，编号 1-60，各带中央经线计算公式：L0=3°n ,中央经线为 3°、6°...180°。

西半球有 60 个投影带，编号 1-60，各带中央经线计算公式：L0=360°-3°n ，中央经线为西经 177°、...3°、0°。

我国规定将各带纵坐标轴西移 500 公里，即将所有 y 值加上 500 公里，坐标值前再加各带带号以 18 带为例，原坐标值为 y = 243353.5m，西移后为 y=743353.5，加带号通用坐标为 y= 18743353.5

2.2 中国地形图分幅与编号－旧标准

我国基本比例尺地形图分幅与编号，以 1：100 万地形图为基础，

延伸出 1：50 万、1：25 万、1：10 万;

再以 1：10 万为基础，延伸出 1：5 万、1:2.5 万

延伸出 1：1 万三种比例尺。

1：100 万从赤道起向两极每纬差 4°为一行，至 88°，南北半球各分为 22 横

列，依次编号 A、B、... V；

由经度 180°西向东每 6°一列，全球 60 列，以 1-60 表示，如北京所在 1：100 万图在第 10 行，第 50 列，其编号为 J-50

在 1：100 万图上，按经差 3°纬差 2°分成四幅 1：50 万地形图，编为 A、B、C、D，如 J-50-A

按经差 1°30′纬差 1°分成 16 幅 1：25 万地形图，编为[1]、...[16]，如 J-50-[1]。

按经差 30′纬差 20′分成 144 幅 1：10 万地形图，编为 1、...144，如 J-50-1。

这三种比例尺各自独立地与 1：100 万地图的图号联系。

1：10 万图上的基础上

每经差 15′纬差 10′分成四幅 1：5 万地形图，编为 A、B、C、D，如 J-50-1-A

1：5 万图上每经差 7′30″纬差 5′分成四幅 1：2.5 万，编为 1、2、3、4，如 J-50-1-A-1

1:10 万图上每经差 3′45″纬差 2′30″分成 64 幅 1:1 万地形图，编为(1)、...(64)，如 J-50-1-(1)

1：1 万图上每经差 1′52″纬差 1′15″分成四幅 1：5000 地形图，编为 a、b、c、d，如 J-50-1-(1)-a

2.3 新标准

在 100 万的基础上划分，比例尺有明确的代号。

×—××－×－×××　×××

100 万图幅行号字符码－100 万图幅列号数字码－比例尺编号－行号数字码 列号数字码

J-50-G-013020

比例尺：ABCDEFGH,分别代表 100 万、50 万、25 万、10 万、5 万、2.5 万、1 万、5000。

2.4 新旧代码的转换

例如　1:50 万 的图幅 旧：J-50-C　新：　J-50-B-002001

1:25 万 的图幅 旧：J-50-(11) 新：　J-50-C-002003

1：10 万的图幅 旧：J-50-13　新：　J-50-D-002001

…

3　ENVI 软件实习

1. 建立自定义的地图投影

在主菜单中 Utilities——Map Projection Utilities——Build Customized Map Projection

ENVI 软件中包含了一些标准的地图投影(记录在文件"map_proj.txt"中，该文件一般在map_proj 子目录下)，例如 Universal Transverse Mercator (UTM)和高斯克吕格投影。 通过这一菜单命令，用户不经提供了建立已知的投影，而且可以建立自定义的投影。一般情况下，需要输入的投影参数包括：

a) 投影类型 (Transverse Mercator, Lamberts Conformal Conic, Lambert Azimuthal Equal Area, Oblique Mercator (A and B), Stereographic, Albers Equal Area, and Polyconic)；
b) 椭球体及其参数(Ellipsoid, Datum)
c) 经度和纬度的偏置等（False Easting and Northing）

如要了解地图投影更加详尽的信息，请访问以下 INTERNET 站点
http://www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/notes/datum/datum.html
http://www.connect.net/jbanta/

根据已有投影的修改是一个比较常用的方法。

首先装载标准投影，菜单命令 Load existing project，该投影的参数自动出现在编辑框中，用户可以根据自己的需要修改这些参数。包括输入“投影名称”等。需要注意的是，不同地图投影所需要的参数是不同的。ENVI 软件会根据投影的类别，自动显示和隐藏参数的编辑框。

例如横轴墨卡托投影的参数有中央经线、基准经线等；

用户自定义椭球体时，需要输入定义椭球体的长半轴和短半轴。

为了让坐标是正值，有时需要输入偏置值，500 公里？

如果输入的参数确定后，使用菜单命令 Projection > Add New Projection 将该投影增加到系统中。

保存修改后的投影：File > Save Projections.

2. 坐标转换

在主菜单中选择 Utilities——Map Projection Utilities——Map Coordinate Convert 打开 Map Coordinate Converter 对话框。

a) 在"First Coordinate" 中输入已知点的坐标；如果是经纬度，直接输入。
b) 选择已知点的投影方式，Click "Change Proj."。当 Projection Selection 对话框出现时，用鼠标选择一种投影。
c) 在"Second Coordinate" 部分，按下"Change Proj" 按钮选择输出坐标的投影。
d) 如果是从 FIRST 输入到 SECOND 输出，按下按钮"Forward"（正向变换）。否则"Reverse" （逆向变换）.
e) 按下"Reset" 按钮则重新输入开始。

3. 对图像数据的地图坐标转换

打开主菜单中 Utilities——Map Projection Utilities——Convert Map Projection 对**已经地理参考的图像**进行投影转换。

选择输入图像文件，空间范围和波段范围。

选择输出图像文件的投影方式。

如果选择 "Arbitrary" ，则需要确定是基于"Pixel Based" 还是 "Map Based" .

当选择基于像元时，原点是图像的左上角；当选择基于地图时，原点是左下角。显然，这样对输出的图像在 Y 方向上有影响。

如果选择"UTM," ，需要输入是那个 "Zone"。

4. Warp the file using a grid of control points set up by defining the number of control points to be used in the X and Y directions in the "Number of Warp Points X/Y" text boxes.

从计算的时间考虑，一般推荐要小于 10×10 像元。

坐标转换使用的是标准的几何纠正算法，出现配准参数对话框“Registration Parameters”让用户选择变换方法、重采样的方法等。

4． ASCII 文件的坐标转换

将一个 ASCII 文件的坐标转换为另一个投影坐标。

输入的文件要求： X, Y ，Z 可选。如果 Z 值没有，系统假定为 0。输出的文件也将和输入文件格式一样。如果需要可以将文件转为 ENVI 的大地控制点文件。

选择主菜单命令 Utilities > Map Projection Utilities > ASCII Coordinate Conversions.

5 Merge Old Projection File

将几个定义地图投影的文件合并在一起。

选择 Utilities > Map Projection Utilities > Merge old "map_proj.txt" File.。

IGM:输入几何文件：一般随同遥感图象数据一同提供，ENVI 也可以计算两种遥感数据的 IGM 文件。这个文件包括两个波段，一个是经度，另一个是纬度。记录图象上对应每个像元的经纬度。

GLT:地理参考查找表文件：由 IGM 文件和选定的地图投影生成。

通过 GLT 进行地理纠正： 精度比多项式方法要好，灰度重采样采用的是最近邻法。

SIPER GLT: 同 GLT 相比，灰度的重采样方法更加复杂，采取了半径式的采样方法。该文件不是一个图象文件，它记录了地理纠正后的图象上每一个点对应原始图象的多少个像元和那些像元。半径的值由用户确定。