

## 1. 实验目的与要求

### 1.1 实验目的

通过 ArcGIS 实验练习，掌握地理空间坐标转换方法，特别是对于投影工具的运用以及如何自定义投影。

### 1.2 实验要求

#### 1.2.1 实验要求一

将中国地图数据坐标转换成：采用 6 度分带，中央经线为东经  $75^{\circ}$ ，大地坐标系为西安 80 的 Gauss Kruger 投影系统。

#### 1.2.2 实验要求二

将中国地图数据坐标转换成：大地坐标系为北京 54 的 Lambert\_Conformal\_Conic 投影系统。

## 2. 实验数据

### 2.1 国界面.shp

老师提供的中国地图国界多边形矢量 shapefile 文件，原始地理坐标系是 GCS\_WGS\_1984 坐标系，中央经线为格林尼治本初子午线，无投影坐标系信息，数据如图 1 所示。



图 1 国界面.shp 数据

## 2.2 国界线.shp

老师提供的中国地图国界线矢量 shapefile 文件，原始地理坐标系是 GCS\_WGS\_1984 坐标系，中央经线为格林尼治本初子午线，无投影坐标系信息，包含我国南海诸岛以及九段线信息，数据如图 2 所示。

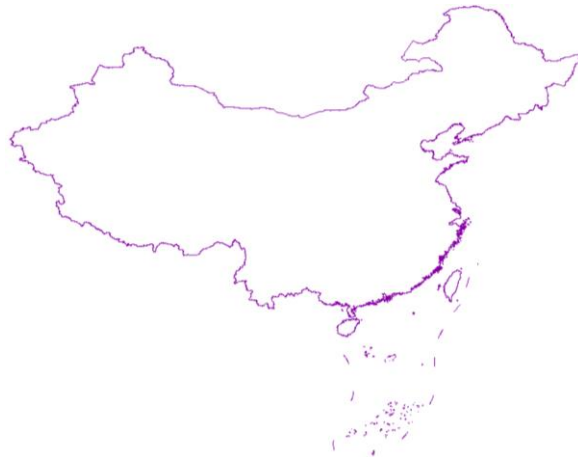


图 2 国界线.shp 数据

## 3. 实验方法

### 3.1 基础理论

#### 3.1.1 地图投影

地图投影的实质就是建立地球椭球面上的点的地理坐标 ( $\lambda, \varphi$ ) 与平面上对应点的平面坐标 ( $x, y$ ) 之间的函数关系。其中，地图投影分为几何投影以及非几何投影两种。本次实验采用的两种投影均为几何投影。

#### 3.1.2 高斯克吕格投影

高斯克吕格投影本质上是横轴等角切椭圆柱投影。其假设一个椭圆柱面与地球椭球体面横切于某一条经线上，按照等角条件将中央经线东、西各  $3^\circ$  或  $1.5^\circ$  经线范围内的经纬线投影到椭圆柱面上，然后将椭圆柱面展开成平面而成的。

高斯克吕格投影为了控制变形，每隔  $3^\circ$  或  $6^\circ$  的经差划分为互不重叠的投影带。而本次实验采用以西安 80 坐标系为基准，进行中央经线为东经  $75^\circ$  的  $6^\circ$  分带投影。 $6^\circ$  分带的高斯克吕格投影示意图如图 3 所示。

高斯克吕格投影的特征是：（1）中央经线没有任何变形（2）同一条纬线上，离中央经

线越远，变形越大（3）同一条经线上，纬度越低，变形越大（4）等变形线为平行与中央经线的直线。其特征也造成了本次实验的结果有一部分显示不完全。

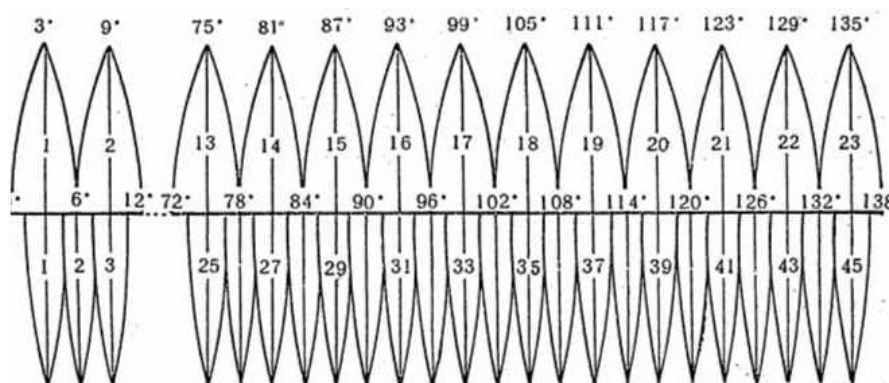


图 3 高斯克吕格投影 6° 分带示意图

### 3.1.3 兰勃特等角圆锥投影

兰勃特等角圆锥投影是顾名思义是一种等角圆锥投影，其用一圆锥与地球相切于一条纬线或相割于两条纬线上，用等角条件将经纬线投影到圆锥面上，然后沿圆锥一母线展成平面，则经线成为通过圆锥顶点的扇形等间隔直线，其夹角与经差呈正比，纬线为同心圆圆弧。

该投影中经纬线形状与地表实际情况接近，适用于中纬度地区的中、小比例尺地图。中国 1:1000 00 地图及许多省、区图均采用该投影作为数学基础，其如图 4 所示。

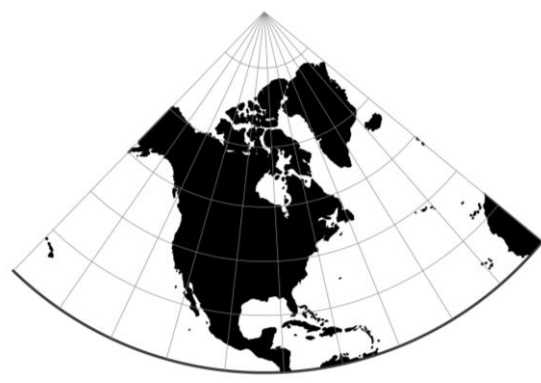


图 4 兰勃特等角圆锥投影示意图

## 3.2 实验工具

本次实验利用 Arcmap 中的工具完成。利用【ArcToolbox】→【Data Management Tools】→【Project】工具进行投影转换。值得注意的是，务必选择【Project】工具而非【Define Project】工具，【Project】工具如图 5 所示。

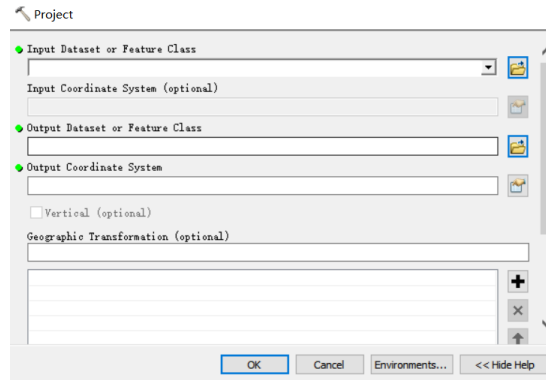


图 5 【Project】工具示意图

## 4. 实验步骤

### 4.1 实验一

打开 Arcmap 后，选择【ArcToolbox】→【Data Management Tools】→【Project】工具，位置如图 6 所示。

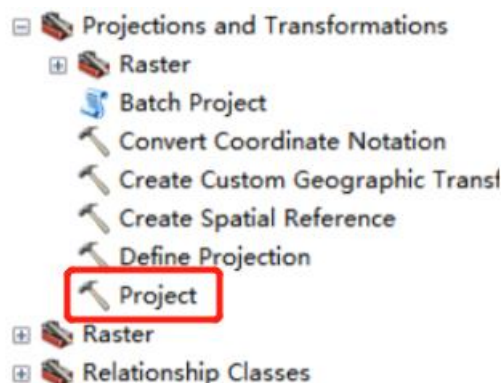


图 6 【Project】位置

进入【Project】工具后，在 Input Datasets or Feature Class 一栏选择想要转换的数据集或者要素，本次实验中选择国界面.shp 以及国界线.shp，并在 Output Datasets or Feature Class 一栏中选择想要输出的位置和文件名，操作如图 7 所示。

本实验中最为重要的即为选择 Output Coordinate System 一栏，在此处需要选择想要输出的地理坐标系或是投影坐标系。

在实验一中，我们需要选择采用 6 度分带，中央经线为东经  $75^{\circ}$ ，大地坐标系为西安 80 的 Gauss Kruger 投影系统。具体操作为【Output Coordinate System】→【Projected Coordinate Systems】→【Gauss Kruger】→【Xian 1980】→【Xian 1980 GK CM 75E】，确定即可，选择

坐标系如图 8 所示。

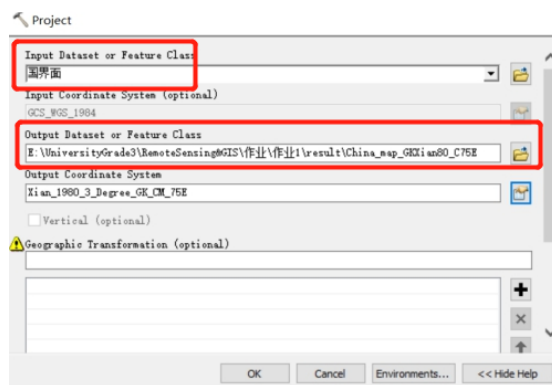


图 7 【Project】工具输入输出操作

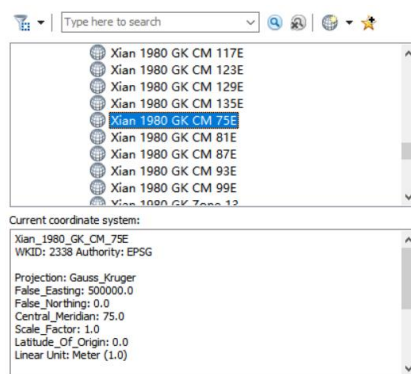


图 8 Output Coordinate System 选择的目标坐标系

对国界面.shp 以及国界线.shp 进行上述相同的操作后，得到的结果如下图 9 所示。



图 9 实验一投影转换后国界面.shp 以及国界线.shp 的结果

从图 9 中可以发现，中国地图的东北部分有所缺失，原因为进行转换后的目标投影坐标系【Xian 1980 GK CM 75E】中央经线为东经 75°，而中国地图的中央经线为东经 112°，在 6° 分带投影的条件下，中国的东北部分已无法进行投影显示，故缺失。

实验一投影后的国界面.shp 以及国界线.shp 信息如下图 10 以及图 11 所示。

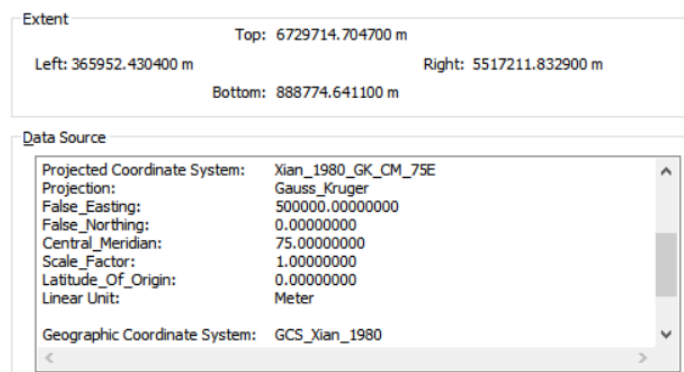


图 10 实验一国界面.shp 投影信息

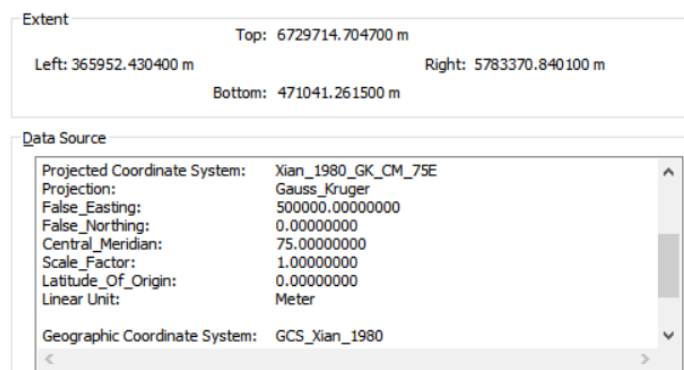


图 11 实验一国界线.shp 投影信息

## 4.2 实验二

打开 Arcmap 以及【Project】工具步骤同实验一，此处不再赘述。

在实验二中，我们需要采用大地坐标系为北京 54 的 Lambert\_Conformal\_Conic 投影系统。同样的具体操作为【Output Coordinate System】→【Projected Coordinate Systems】→【Continel】→【Asia】→【Asia Lambert Conformal Conic】，但打开其属性后发现其地理坐标系为 GCS\_WGS\_1984，不满足我们所需的北京 54 坐标系，其属性如图 12 所示。

于是需要自定义坐标系，将【Asia Lambert Conformal Conic】的地理坐标系更正为北京 54 坐标系。具体操作为右键【Asia Lambert Conformal Conic】→【Copy and Modify..】→

【Change...】→【Geographic Coordinate Systems】→【Asia】→【Beijing54】，修改名字为【Asia\_Lambert\_Conformal\_Conic\_Beijing54】确定即可成功自建自定义的坐标系，选择该坐标系点击确定，即可成功进行转换，具体步骤如图 13、图 14、图 15、图 16 所示。

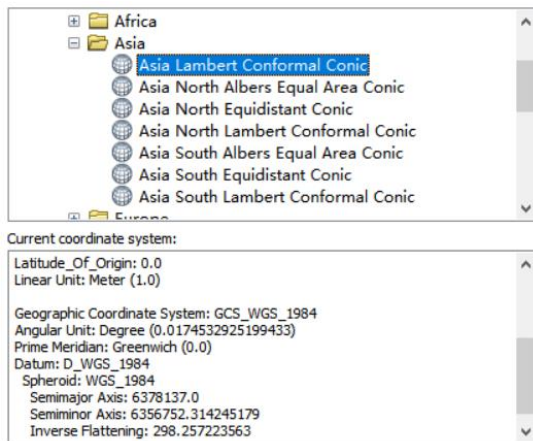


图 12 【Asia Lambert Conformal Conic】坐标系属性

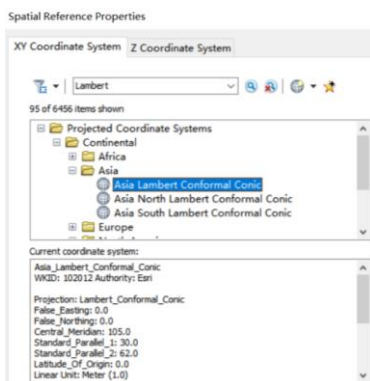


图 13 自定义【Asia Lambert Conformal Conic】

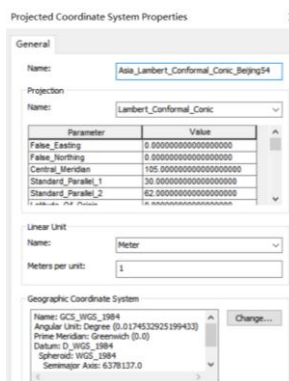


图 14 更改地理坐标系

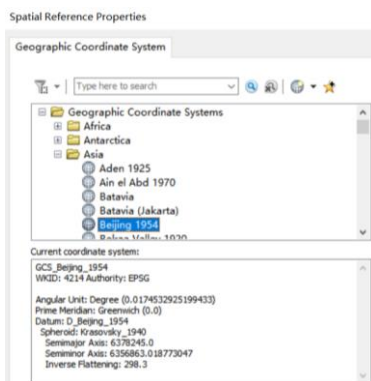


图 15 选择 Beijing 1954 坐标系

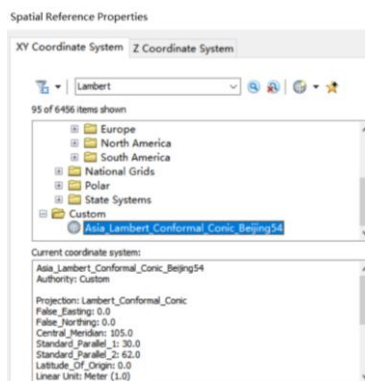


图 16 选择自定义修改后的坐标系

对国界面.shp 以及国界线.shp 进行上述相同的操作后，得到的结果如下图 17 所示。



图 17 实验二投影转换后国界面.shp 以及国界线.shp 的结果

实验二投影后的国界面.shp 以及国界线.shp 信息如下图 18 以及图 19 所示。

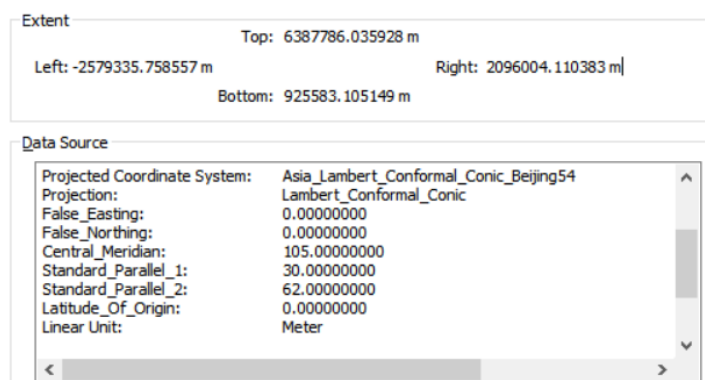


图 18 实验二国界面.shp 投影信息

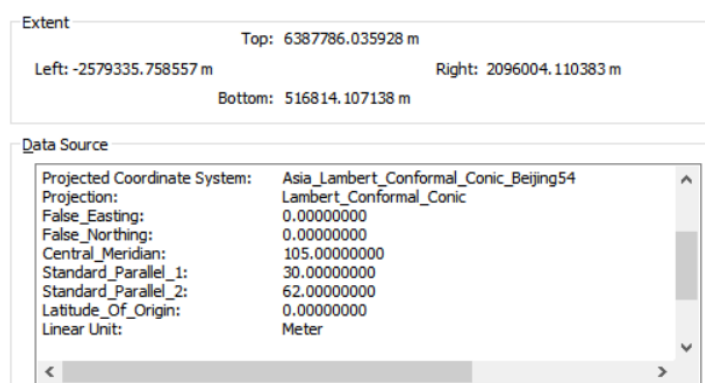


图 19 实验二国界线.shp 投影信息



## 5. 实验结果

本实验经过实验一以及实验二两个投影实验，得到了中国国界面以及国界线在投影坐标系为 6 度分带，中央经线为东经  $75^{\circ}$ ，大地坐标系为西安 80 的 Gauss Kruger 投影以及大地坐标系为北京 54 的 Lambert\_Conformal\_Conic 投影的矢量文件，如下图 20 所示。





 China_border_GKXian80_C75E.shp	2022/9/23 0:03	SHP 文件	774 KB
 China_border_LCCBeijing54.shp	2022/9/23 0:12	SHP 文件	1,116 KB
 China_map_GKXian80_C75E.shp	2022/9/23 0:02	SHP 文件	683 KB
 China_map_LCCBeijing54.shp	2022/9/23 0:10	SHP 文件	1,023 KB

图 20 实验结果文件