

坐标系统与地图投影

分享人:徐立朋 部门:位置服务事业部

目录

CONTENTS

1

地理坐标系

2

地图投影

3

我国常用地图投影

4

坐标转换

5

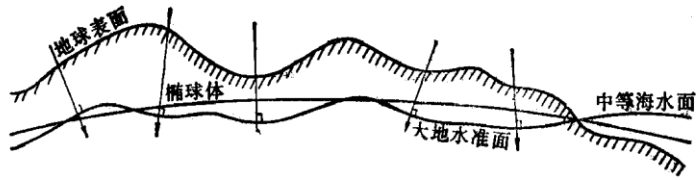
地图投影前端实现方式

➤ 大地水准面

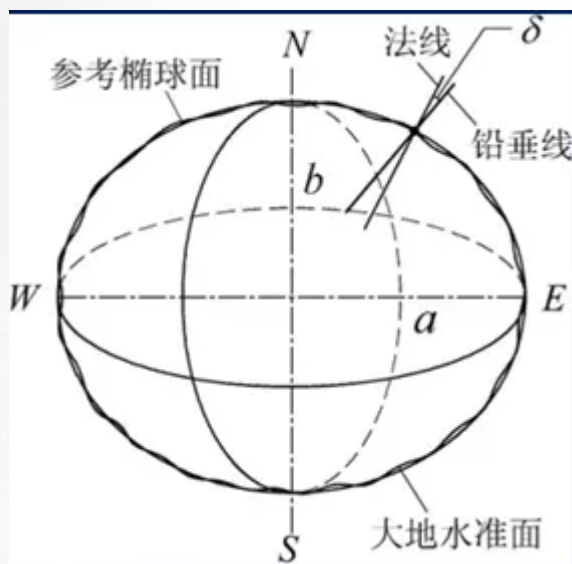
由德国的大地测量学家利斯延于1873提出。假设海水处于静止平衡状态下，将其延伸到大陆下面，构成一个遍及全球的闭合曲面，这个曲面就是大地水准面。

由上面的定义可以看出，海水处于静止状态，可知大地水准面是重力等位面，即物体沿该面运动时，重力不做功（水在上面不会自然流动）。

大地水准面所包围的形体，叫大地球体。由于地球体内部质量分布的不均匀，引起重力方向的变化，导致处处和重力方向成正交的大地水准面成为一个不规则的，仍然是不能用数学表达的曲面。大地水准面形状虽然十分复杂，但从整体来看，起伏是微小的。



➤ 椭球体



大地水准面虽然十分复杂，但从整体来看，起伏是微小的，且形状接近一个扁率极小的椭圆绕短轴旋转所形成的规则椭球体，这个椭球体称为旋转椭球体（地球椭球体）。其表面是一个规则数学表面，这个曲面称作旋转椭球面，可用数学公式表达，所以在测量和制图中用它替代地球的自然表面。

旋转椭球体从数学上来看主要有以下几个参数：

长半轴 a ：赤道半径

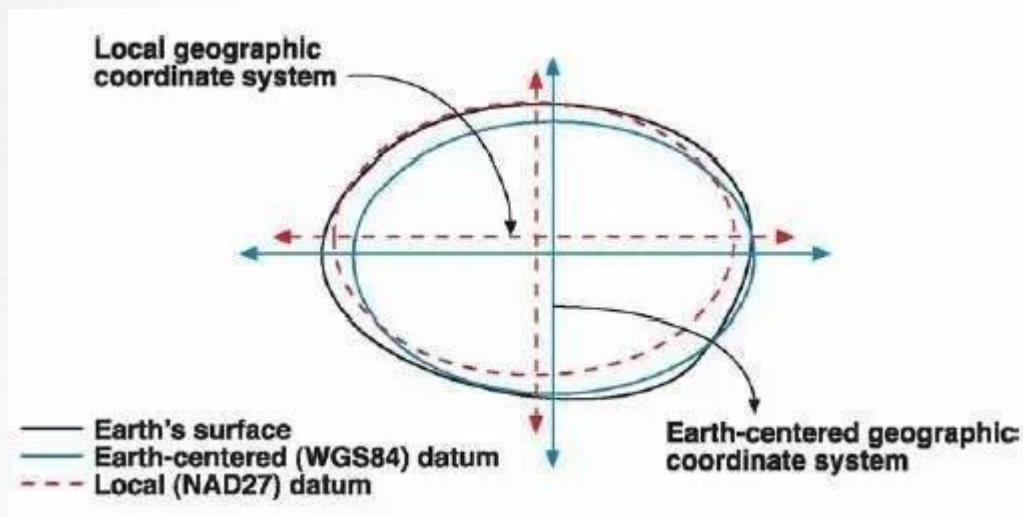
短半轴 b ：极半径

扁率 f ： $(a-b)/a$

由于旋转椭球体是通过大地水准面得出的，而当具体到各个国家是，椭球体并不能完美的还原当地的实际情况。所以人们在实际使用中又提出了针对各自地区的参考椭球体模型。

名称	长半轴(a)/m	短半轴 b /m	扁率
Krasovsky	6378245	6356863.0188	1:298.3
WGS84	6378137	6356752.3142	1:298.257
IAG-75	6378140	6356755.2882	1:298.257

➤ 大地基准面



大地基准面 (Geodetic datum)，控制参考椭球和地球的相对位置，设计用为最密合部份或全部大地水准面的数学模式。基准面是在特定区域内与地球表面极为吻合的椭球体。椭球体表面上的点与地球表面上的特定位置相匹配，也就是对椭球体进行定位，该点也被称作基准面的原点。原点的坐标是固定的，所有其他点由其计算获得。

椭球体与基准面之间的关系是一对多的关系，同一个椭球面，不同的地区由于关心的位置不同，需要最大限度的贴合并自己的那一部分，因而大地基准面就会不同。

地心基准面：由卫星数据求得，用使地球的质心作为原点，用使最普遍的是 WGS 1984。

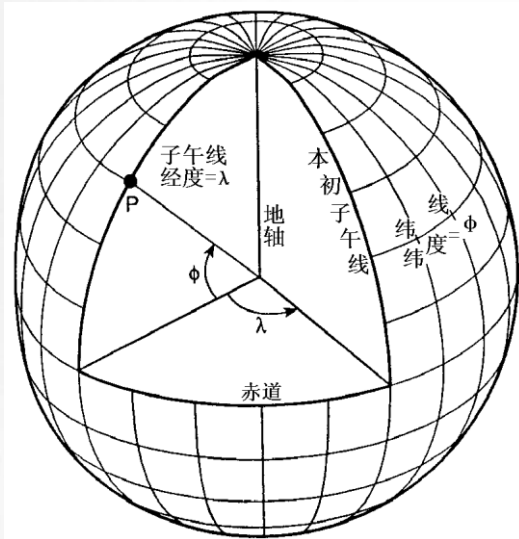
区域基准面：特定区域内与地球表面符合，例如 Beijing54、Xian80。

大地原点与大地控制网

大地原点是参考椭球与大地水准面相切的点，中国的大地原点，确定在陕西省泾阳县永乐镇石际寺村，具体位置在：北纬 $34^{\circ}32'27.00''$ 东经 $108^{\circ}55'25.00''$ 。在西安大地原点处，模型和真实地表参考海平面重合，误差为0，而离大地原点越远的地方，误差越大。所谓的大地原点就是这么来的，它是人为去定的，而不是必须在那里，它要尽量放在中国的中间，使得总的误差尽量小而分布均匀。大地原点亦称大地基准点，即大地控制网（平面控制网）中推算大地坐标的起标点。【推算方式：大地原点的经纬度知道（西安永乐镇的大地原点经纬度），通过高斯正算公式，将其转化为高斯坐标，然后通过全站仪逐站量算边角元素的长度和角度，通过简单的三角形计算，计算出三角形中未知点的坐标，计算出来的坐标类型还是高斯坐标，然后通过高斯反算公式将其转化为经纬度坐标，此经纬度坐标就是一个控制点的坐标，全国其他控制点坐标以此类推】。

目前提供使用的国家平面控制网含三角点、导线点共154348个，构成1954北京坐标系、1980西安坐标两套系统。

➤ 地理坐标系 (Geographic Coordinate System)



地理坐标系=参考椭球+基准面

纬度：设椭球面上有一点P（图4-4），通过P点作椭球面的垂线，称之为过P点的法线。法线与赤道面的交角，叫做P点的地理纬度（简称纬度），通常以字母 φ 表示。纬度从赤道起算，在赤道上纬度为0度，纬线离赤道愈远，纬度愈大，至极点纬度为90度。赤道以北叫北纬、以南叫南纬。

经度：过P点的子午面与通过英国格林尼治天文台的子午面所夹的二面角，叫做P点的地理经度（简称经度），通常用字母 λ 表示。国际规定通过英国格林尼治天文台的子午线为本初子午线（或叫首子午线），作为计算经度的起点，该线的经度为0度，向东0-180度叫东经，向西0-180度叫西经。

地面上任一点的位置，通常用经度和纬度来决定。经线和纬线是地球表面上两组正交（相交为90度）的曲线，这两组正交的曲线构成的坐标，称为地理坐标系(大地坐标系)。地表面某两点经度值之差称为经差，某两点纬度值之差称为纬差。例如北京在地球上的位置可由北纬 $39^{\circ}56'$ 和东经 $116^{\circ}24'$ 来确定。

➤ 常见的地理坐标系

坐标系名称	椭球体	坐标原点	椭球体长半轴	椭球体短半轴
1954北京坐标系	克拉索夫斯基椭球体（1954年）	椭球体中心	6378245	6356863
1980西安坐标系	IAG75	椭球体中心	6378140	6356755.2882
WGS84	WGS84椭球体（1984年）	椭球体地心	6378137	6356752.3142
CGS2000	和我们国家地形逼近的椭球	椭球体地心	6378137	6356752.31414

ArcGIS中地理坐标系参数

GCS_WGS_1984

WKID: 4326 Authority: EPSG

Angular Unit: Degree (0.0174532925199433) —— 角度单位

Prime Meridian: Greenwich (0.0) —— 本初子午线

Datum: D_WGS_1984——基准面

Spheroid: WGS_1984——椭球体

Semimajor Axis: 6378137.0——长半轴

Semiminor Axis: 6356752.314245179——短半轴

Inverse Flattening: 298.257223563——反扁率

目录

CONTENTS

1

地理坐标系

2

地图投影

3

我国常用地图投影

4

坐标转换

5

地图投影前端实现方式

地图投影的概念

地图投影就是指建立地球表面上的点与投影平面上点之间的一一对应关系。地图投影的基本问题就是利用一定的数学法则把地球表面上的经纬线网表示到平面上。

由于地球椭球体表面是曲面，而地图通常是要绘制在平面图纸上，因此制图时首先要把曲面展为平面，然而球面是个不可展的曲面，即把它直接展为平面时，不可能不发生破裂或褶皱。若用这种具有破裂或褶皱的平面绘制地图，显然是不实际的，所以必须采用特殊的方法将曲面展开，使其成为没有破裂或褶皱。

为什么使用投影坐标系？

地理坐标为球面坐标，不方便进行距离、方位、面积等参数的量算；

地球椭球体为不可展开曲面。地图为平面，符合视觉心理。

地图投影的变形

1) 长度变形

即地图上的经纬线长度与地球仪上的经纬线长度特点并不完全相同，地图上的经纬线长度并非都是按照同一比例缩小的，这表明地图上具有长度变形。

2) 面积变形

即由于地图上经纬线网格面积与地球仪经纬线网格面积的特点不同，在地图上经纬线网格面积不是按照同一比例缩小的，这表明地图上具有面积变形。

3) 角度变形

是指地图上两条所夹的角度不等于球面上相应的角度，如在图4-9-b和图4-9-c上，只有中央经线和各纬线相交成直角，其余的经线和纬线均不呈直角相交，而在地球仪上经线和纬线处处都呈直角相交，这表明地图上有了角度变形。角度变形的情况因投影而异。在同一投影图上，角度变形因地点而变。地图投影的变形随地点的改变而改变，因此在一幅地图上，就很难笼统地说它有什么变形，变形有多大。

地图投影的分类

按变形性质分类：

等角投影：投影面上某点的任意两方向线夹角与椭球面上相应两线段夹角相等，即角度变形为零。等角投影在一点上任意方向的长度比都相等，但在不同地点长度比是不同的，即不同地点上的变形椭圆大小不同。**等积投影**：即在投影平面上任意一块面积与椭球面上相应的面积相等，即面积变形等于零。**等距投影**：在任意投影上，长度、面积和角度都有变形，它既不等角又不等积。但是在任意投影中，有一种比较常见的等距投影，定义为沿某一特定方向的距离，投影前后保持不变，即沿着该特定方向长度比为1。在这种投影图上并不是不存在长度变形，它只是在特定方向上没有长度变形。

地图投影的分类

按构成方法分类：

1) **几何投影：方位投影**：以平面作为投影面，使平面与球面相切或相割，将球面上的经纬线投影到平面上而成。**圆柱投影**：以圆柱面作为投影面，使圆柱面与球面相切或相割，将球面上的经纬线投影到圆柱面上，然后将圆柱面展为平面而成。**圆锥投影**：以圆锥面作为投影面，使圆锥面与球面相切或相割，将球面上的经纬线投影到圆锥面上，然后将圆锥面展为平面而成。

2) **非几何投影**：伪方位投影、伪圆柱投影、伪圆锥投影、多圆锥投影

	正轴	斜轴	横轴
圆锥			
圆柱			
方位			

地图投影的分类

按照投影面积与地球相割或相切分类

1) 割投影

以平面、圆柱面或圆锥面作为投影面，使投影面与球面相割，将球面上的经纬线投影到平面上、圆柱面上或圆锥面上，然后将该投影面展为平面而成。

2) 切投影

以平面、圆柱面或圆锥面作为投影面，使投影面与球面相切，将球面上的经纬线投影到平面上、圆柱面上或圆锥面上，然后将该投影面展为平面而成。

目录

CONTENTS

1

地理坐标系

2

地图投影

3

我国常用地图投影

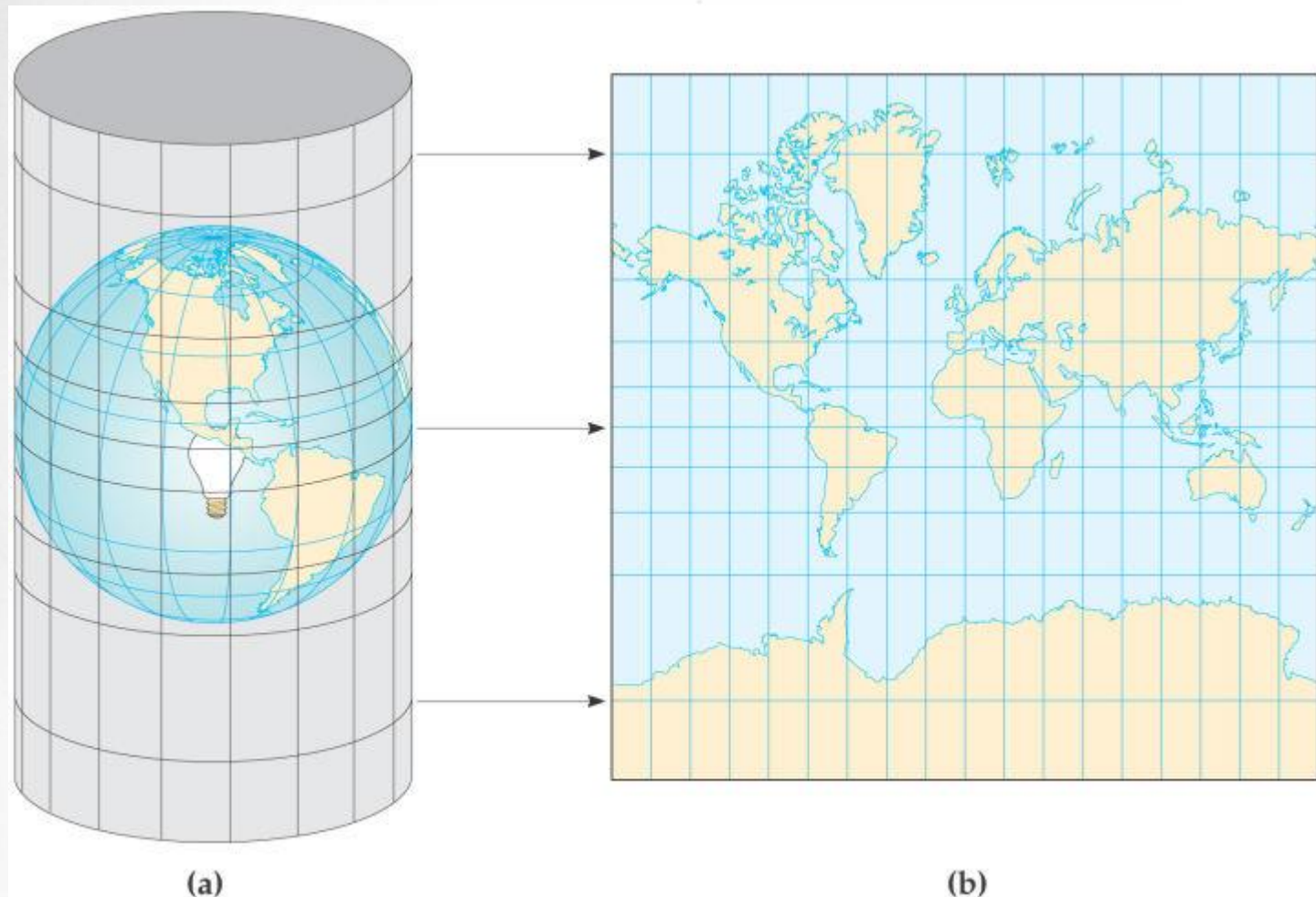
4

坐标转换

5

地图投影前端实现方式

➤ 墨卡托投影



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

墨卡托投影，是正轴等角圆柱投影。由荷兰地图学家墨卡托(G.Mercator)于1569年创立。假想一个与地轴方向一致的圆柱切或割于地球，按等角条件，将经纬网投影到圆柱面上，将圆柱面展为平面后，即得本投影。墨卡托投影在切圆柱投影与割圆柱投影中，最早也是最常用的是切圆柱投影。

投影后经线是一组竖直的等距离平行直线，纬线是垂直于经线的一组平行直线。各相邻纬线间隔由赤道向两极增大。一点上任何方向的长度比均相等，即没有角度变形，而面积变形显著，随远离基准纬线而增大。该投影具有等角航线被表示成直线的特性，故广泛用于编制航海图和航空图等。

web墨卡托投影

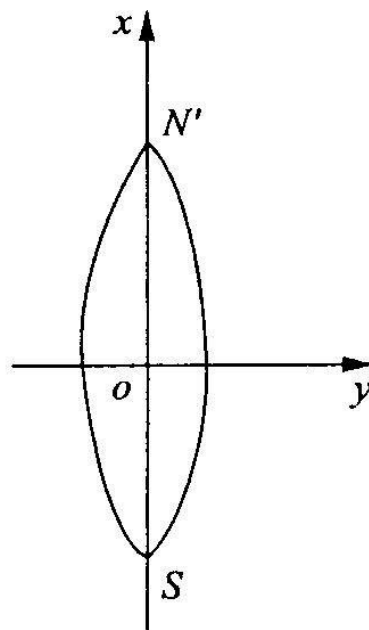
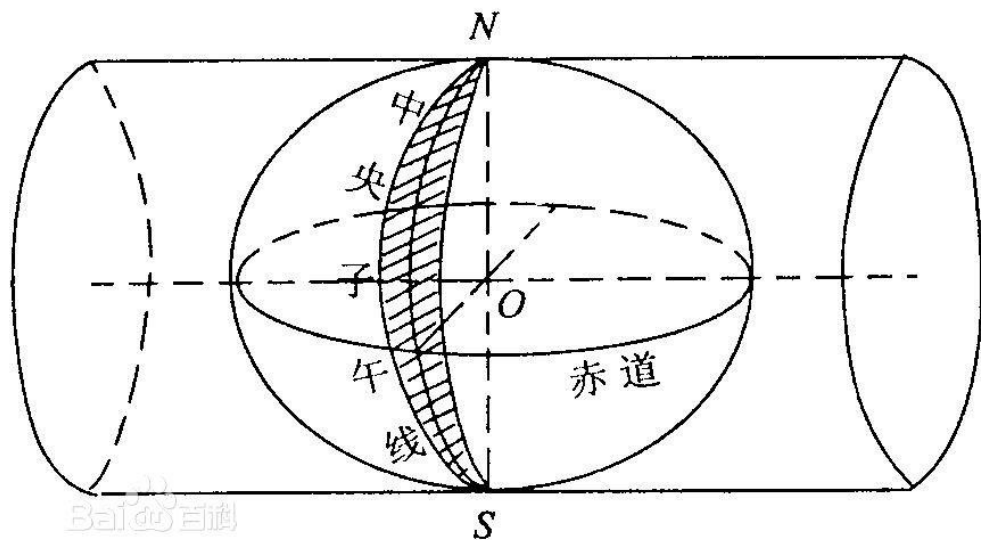


ArcgisOnline、Google Maps、百度、腾讯、高德等网络地理所使用的地图投影，常被称为Web Mercator或Spherical Mercator，它与常规墨卡托投影的主要区别就是把地球模拟球体而非椭球体。

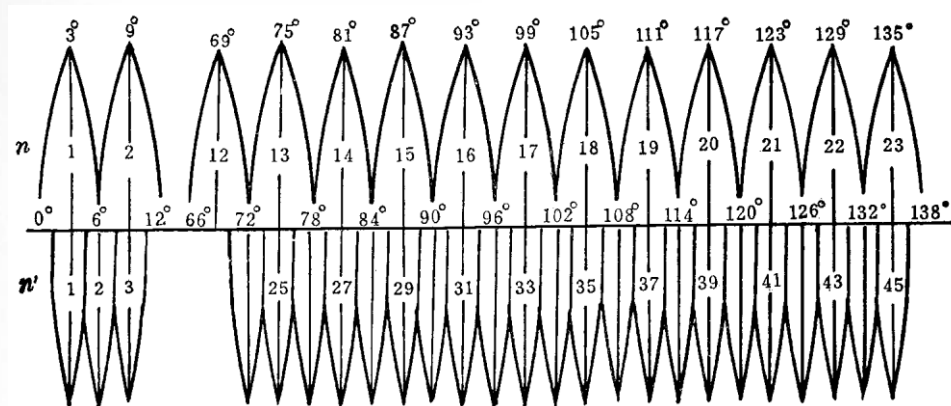
➤ 高斯克吕格投影

高斯-克吕格投影是由德国数学家、物理学家、天文学家高斯于19世纪20年代拟定，后经德国大地测量学家克吕格于1912年对投影公式加以补充，故称为高斯-克吕格投影，又名“等角横切椭圆柱投影”，是地球椭球面和平面间正形投影的一种。

高斯克吕格投影这一投影的几何概念是，假想有一个椭圆柱与地球椭球体上某一经线相切，其椭圆柱的中心轴与赤道平面重合，将地球椭球体面有条件地投影到椭圆柱面上高斯克吕格投影条件：a) 中央经线和中央经线投影后保持长度不变；



投影分带划分



为了保证地图的精度，采用分带投影方法，即将投影范围的东西界加以限制，使其变形不超过一定的限度，这样把许多带结合起来，可成为整个区域的投影。高斯——克吕格投影的变形特征是：在同一条经线上，长度变形随纬度的降低而增大，在赤道处为最大；在同一条纬线上，长度变形随经差的增加而增大，且增大速度较快。在6度带范围内，长度最大变形不超过0.14%。

6度带是从0度子午线起，自西向东每隔经差6为一投影带，全球分为60带，各带的带号用自然序数1, 2, 3, ...60表示。即以东经0-6为第1带，其中央经线为3E，东经6-12为第2带，其中央经线为9E。

3度带，是从东经1度30分的经线开始，每隔3度为一带，全球划分为120个投影带。图4-13表示出6度带与3度带的中央经线与带号的关系。

投影分带划分

X坐标值在赤道以北为正，以南为负；Y坐标值在中央经线以东为正，以西为负。我国在北半球，X坐标皆为正值。Y坐标在中央经线以西为负值，运用起来很不方便。为了避免Y坐标出现负值，将各带的坐标纵轴西移500公里，即将所有Y值都加500公里。

由于采用了分带方法，各带的投影完全相同，某一坐标值 (x, y) ，在每一投影带中均有一个，在全球则有60个同样的坐标值，不能确切表示该点的位置。因此，在Y值前，需冠以带号，这样的坐标称为通用坐标。

我国规定1：1万、1：2.5万、1：5万、1：10万、1：25万、1：50万比例尺地形图，均采用高斯克吕格投影。1：2.5至1：50万比例尺地形图采用经差6度分带，1：1万比例尺地形图采用经差3度分带。

兰勃特投影

兰勃特投影是由德国数学家兰勃特 (J.H.Lambert) 拟定的正形圆锥投影。有两种：①等角**圆锥**投影。设想用一个正圆锥切于或割于球面，应用等角条件将地球面投影到圆锥面上，然后沿一母线展开成平面。投影后纬线为**同心圆**圆弧，经线为同心圆半径。没有角度变形，经线长度比和纬线长度比相等。适于制作沿纬线分布的中纬度地区中、小比例尺地图。国际上用此投影编制1：100万地形图和航空图；②等积方位投影。设想球面与平面切于一点，按等积条件将经纬线投影于平面而成。

阿尔伯斯投影

阿尔伯斯投影，又名“正轴等积割圆锥投影”，“双标准纬线等积圆锥投影”。圆锥投影的一种，为阿伯斯（Albers）拟定。

纬线为同心圆弧，经线为圆的半径，经线夹角与相应的经差成正比。两条割纬线投影后无任何变形。投影区域面积保持与实地相等。

常用以编制行政区划图、人口密度图及社会经济图等。

中国所处的中纬度地区，为了使中国版图形状尽可能接近实际形状，面积又不发生变化，所以在出版中国全图时一般采用阿尔伯斯投影。

➤ ArcGIS中投影坐标系的含义

Projection: Gauss_Kruger 投影方式
False_Easting: 500000.000000 东伪偏移
False_Northing: 0.000000 北伪偏移
Central_Meridian: 117.000000 中央经线
Scale_Factor: 1.000000 比例因子
Latitude_Of_Origin: 0.000000 原点纬线
Linear Unit: Meter (1.000000) 长度单位

Geographic Coordinate System: GCS_Xian_1980 地理坐标系
Angular Unit: Degree (0.017453292519943299) 地理单位, 0.01735代表与米之间的转换
Prime Meridian: Greenwich (0.000000000000000000) 起始经度
Datum: D_Xian_1980 大地基准面
Spheroid: Xian_1980 参考椭球体
Semimajor Axis: 6378140.000000000000000000 长轴半径
Semiminor Axis: 6356755.288157528300000000 短轴半径
Inverse Flattening: 298.257000000000010000 扁率

目录

CONTENTS

1

地理坐标系

2

地理坐标转换

3

我国常用地图投影

4

坐标转换

5

地图投影前端实现方式

➤ 大地坐标系转换空间直角坐标系

1. 大地坐标系转换为空间直角坐标系 (BLH→XYZ)，在相同的基准下，将大地坐标系转换为空间直角坐标系。
公式为：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (N + H) \cos B \cos L \\ (N + H) \cos B \sin L \\ [N(1 - e^2) + H] \sin B \end{bmatrix}$$

其中：

$$N \text{ 为卯酉圈的半径, } N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

a 为地球椭球的长半轴；

b 为地球椭球的短半轴。

➤ 空间直角坐标系转大地坐标系

空间直角坐标系转换为大地坐标系（XYZ → BLH），在相同的基准下，将大地坐标系转换为空间直角坐标系。公式为：

$$\begin{cases} L = \arctan\left(\frac{Y}{X}\right) \\ B = \arctan\left(\frac{Z + e'^2 b \sin^3 \theta}{\sqrt{X^2 + Y^2} - e'^2 a \cos^3 \theta}\right) \\ H = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos B} - N \end{cases}$$

其中：

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{Z \cdot a}{\sqrt{X^2 + Y^2} \cdot b}\right)$$

➤ 三维七参数转换

两个不同的三维空间直角坐标系之间转换时，通常使用七参数模型（数学方程组）。在该模型中有七个未知参数，即：（1）三个坐标平移量（ ΔX , ΔY , ΔZ ），即两个空间坐标系的坐标原点之间坐标差值；（2）三个坐标轴的旋转角度（ $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$, $\Delta\gamma$ ），通过按顺序旋转三个坐标轴指定角度，可以使两个空间直角坐标系的XYZ轴重合在一起。（3）尺度因子K，即两个空间坐标系内的同一段直线的长度比值，实现尺度的比例转换。通常K值几乎等于1。以上七个参数通常称为七参数。运用七参数进行的坐标转换称为七参数坐标转换。

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix} + (1+m) \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_Z & -\varepsilon_Y \\ -\varepsilon_Z & 1 & \varepsilon_X \\ \varepsilon_Y & -\varepsilon_X & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix}$$

m: 尺度变化参数;

ΔX_0 ΔY_0 ΔZ_0 : 平移变化参数;

ε_X ε_Y ε_Z : 旋转参数。

二维七参数转换

二维七参数转换模型是一种改正数法，它的理论基础是大地坐标微分公式，采用广义大地坐标微分公式直接求出大地坐标改正数。

1. 二维七参数转换模型

$$\begin{bmatrix} \Delta L \\ \Delta B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\sin L}{N \cos B} \rho'' & \frac{\cos L}{N \cos B} \rho'' & 0 \\ -\frac{\sin B \cos L}{M} \rho'' & -\frac{\sin B \sin L}{M} \rho'' & \frac{\cos B}{M} \rho'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \operatorname{tg} B \cos L & \operatorname{tg} B \sin L & -1 \\ -\sin L & \cos L & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{N}{M} e^2 \sin B \cos B \rho'' \end{bmatrix}^m + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \frac{N}{Ma} e^2 \sin B \cos B \rho'' & \frac{(2-e^2 \sin^2 B)}{1-f} \sin B \cos B \rho'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta a \\ \Delta f \end{bmatrix}$$

其中：

$\Delta B, \Delta L$ 同一点位在两个坐标系下的纬度差、经度差，单位为弧度，

$\Delta a, \Delta f$ 椭球长半轴差（单位米）、扁率差（无量纲），

$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ 平移参数，单位为米，

$\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ 旋转参数，单位为弧度，

m 尺度参数（无量纲）。

七参数转换主要有以下方法：

- ①通过卫星定位接收机测得WGS-84 大地坐标并转换至西安80 大地坐标，再通过高斯投影将西安80 的大地坐标转换到西安80 平面直角坐标。
- ②通过卫星定位接收机测得WGS-84 大地坐标，先以高斯投影将其变换至同椭球下的平面直坐标X、Y、h84，之后在平面坐标系中将WGS84 下的平面坐标转换成西安80 平面直角坐标。某工程设计将WGS84 转至基于西安80 椭球的独立坐标，公共点如表1、表2。

表 1

	WGS84			西安 80 椭球		
	B	L	H	x	y	z
1	38.511648426	115.284635496	25.781	139342.794	140575.875	39.408
2	38.555961502	115.222304026	24.902	148079.147	131343.502	38.363
3	38.560932457	115.264086686	19.368	148373.745	137553.524	32.667
...

表 2

转换方法	误差种类	1 号点	2 号点	3 号点	...	统计
大地坐标法	水平误差	0.001m	0.003m	0.005m	...	0.003
	垂直误差	0.091m	0.042m	0.058m	...	0.069
空间坐标法	水平误差	0.002m	0.001m	0.006m	...	0.004
	垂直误差	0.012m	0.022m	0.031m	...	0.028

➤ 二维四参数转换

在转换范围较小内不同的平面坐标转换通常采用二维四参数模型转换，二维四参数的转换模型的公式如下：

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} + (1 + m) \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ \sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}$$

式中的 x_1, y_1 与 x_2, y_2 是两个坐标系下的坐标点；

$\Delta x, \Delta y$ 是平移参数，单位为米；

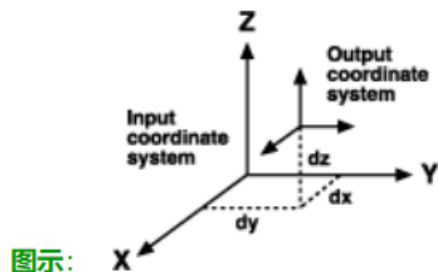
α 是旋转参数，单位为弧度；

m 是尺度参数，无单位。

➤ ArcGIS常用的坐标转换方法

1) *Geocentric Translation*

地心变换，也就是我们常说的**三参数变换**，是最简单的基准面变换方法。地心变换在 XYZ 或 3D 直角坐标系中对两个基准面间的差异情况进行建模。定义一个基准面使其中心为 0,0,0。相距一定距离定义另一个基准面 (dx,dy,dz 或 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ ，单位为米)。



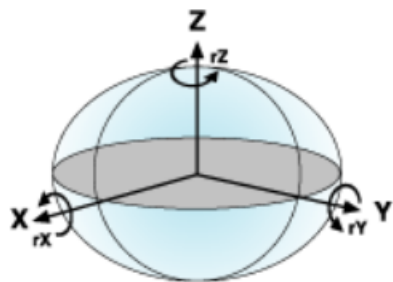
方程:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{new}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{original}}$$

➤ ArcGIS常用的坐标转换方法

2) *Coordinate Frame, Position Vector*

这两种方法是我们常说的七参数变换，或者布尔沙模型。通过对三参数变换再增加四个参数可实现更复杂和精确的基准面变换。七个参数是指三个线性平移量 (dx,dy,dz)、绕各轴的三个角度旋转值 (rx,ry,rz) 和一个比例尺因子。旋转值以十进制秒为单位给定，而比例尺因子采用百万分率 (ppm)。



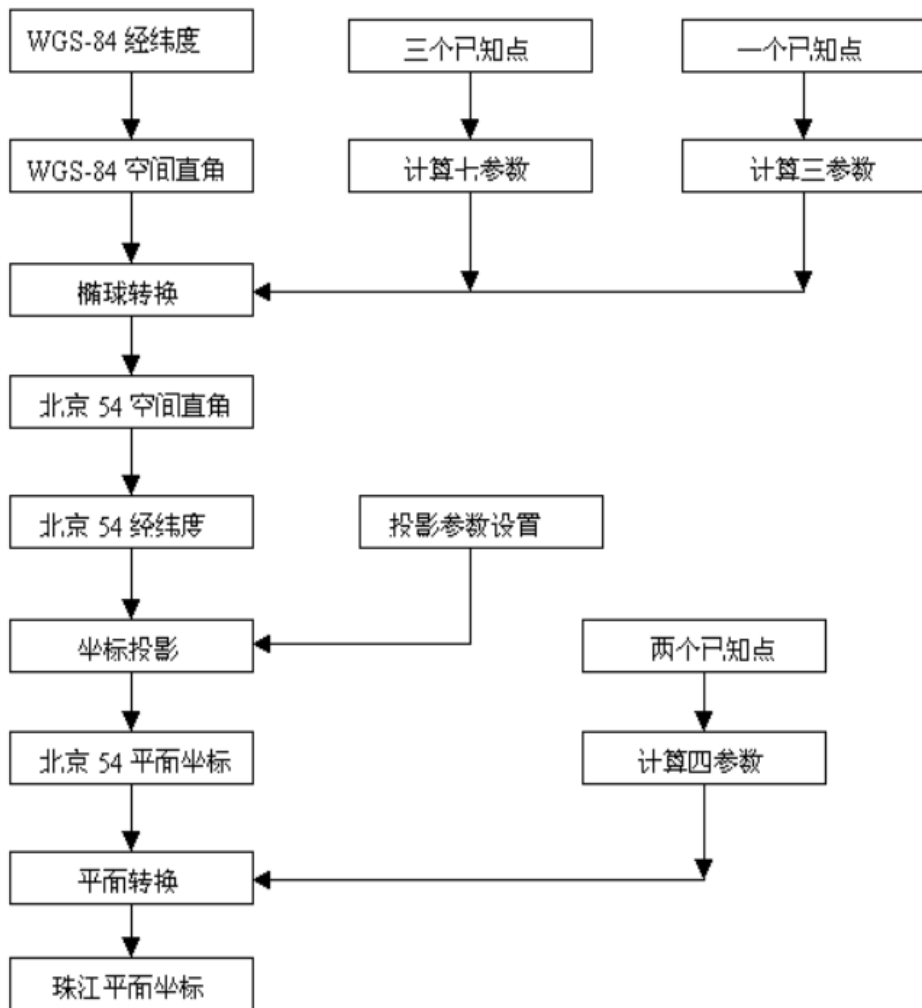
图示:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{new} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1+s) \cdot \begin{bmatrix} 1 & r_z & -r_y \\ -r_z & 1 & r_x \\ r_y & -r_x & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{original}$$

方程:

案例

例子：在珠江一个测区，需要完成WGS-84坐标到珠江坐标系（54椭球）的坐标转换，其整个转换过程是：



具体流程是：

a.将WGS84的经纬度转换为WGS84空间直角坐标系下的坐标。

b.用当地三个WGS84和当地坐标(椭球体为BJ54)之间的控制点对，获得七参数。

c.将WGS84的空间直角坐标利用七参数转换到BJ54坐标系下的空间直角坐标。

d.将BJ54的空间直角坐标转换为BJ54的经纬度坐标。

e.对此时BJ54的经纬度坐标进行高斯克吕格投影变为BJ54平面坐标。

f.用当地BJ54下的平面坐标和当地平面坐标之间的两个控制点对得出四参数。

g.将BJ54平面坐标利用四参数转换到当地平面坐标。

目录

CONTENTS

1

地理坐标系

2

地理坐标转换

3

地图投影

4

常用地图投影

5

地图投影前端实现方式

通过ArcGIS API实现地图投影

esri/geometry/projection

`project(geometry, outSpatialReference, geographicTransformation?)`

Projects a geometry or an array of geometries to the specified output spatial reference. A default geographic transformation is used if not explicitly provided, but required. Use the [getTransformation\(\)](#) method to find out which transformation is used by default for the given input and output spatial references.

- Note that you must [load\(\)](#) this module before attempting to project geometries.
- This method uses the spatial reference of the first geometry as an input spatial reference. Therefore all geometries in the array must have the same spatial reference.

Return type: [Geometry](#) | [Geometry\[\]](#)

Parameters:

<Geometry Geometry[]> geometry	Required	The geometry or geometries to project.
<SpatialReference> outSpatialReference	Required	The spatial reference to which you are converting the geometries' coordinates.
<GeographicTransformation> geographicTransformation	Optional	The geographic transformation used to transform the geometries. Specify this parameter to project a geometry when the default transformation is not appropriate for your requirements.



```
//目标坐标系
String target_param = "+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs ";
CoordinateReferenceSystem target = targetFactory.createFromParameters("wgs84",
target_param);
//源坐标系
String xian80_param = "+proj=longlat +a=6378140 +b=6356755.288157528 +towgs84=115.8,-
154.4,-82.3,0,0,0,8 +no_defs ";
CoordinateReferenceSystem xian80 = crsFactory.createFromParameters("xian80", xian80_param);

CoordinateTransformFactory ctf = new CoordinateTransformFactory();
CoordinateTransform transform = ctf.createTransform(xian80, target);
return transform;
```

