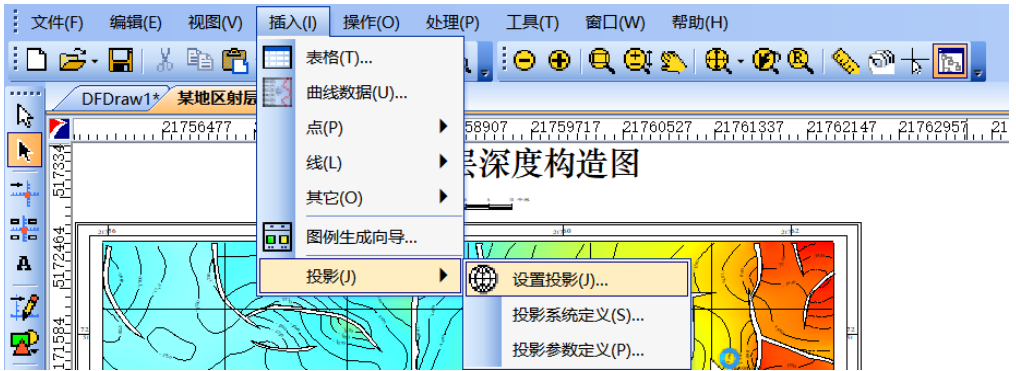
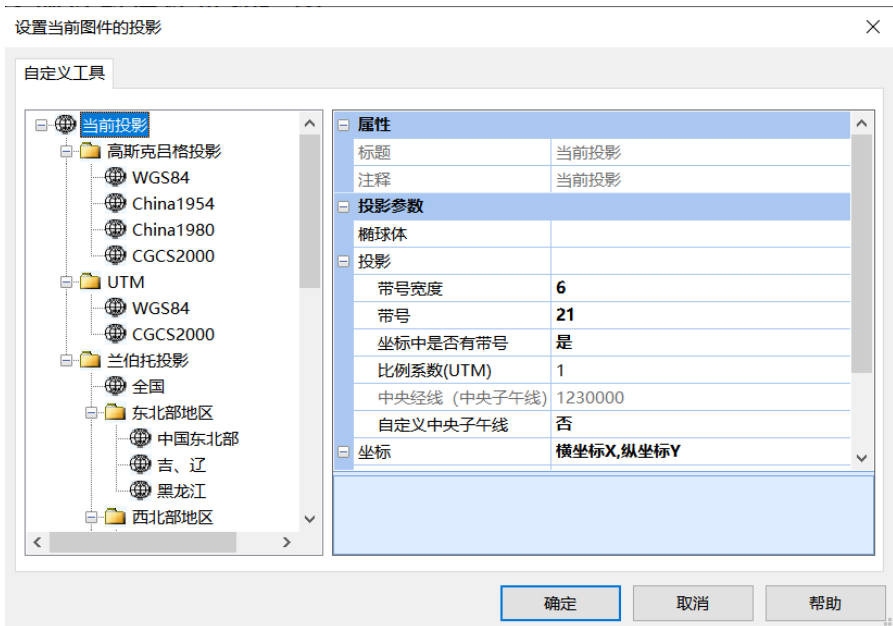


# 双狐地质成图系统投影参数设置与转换

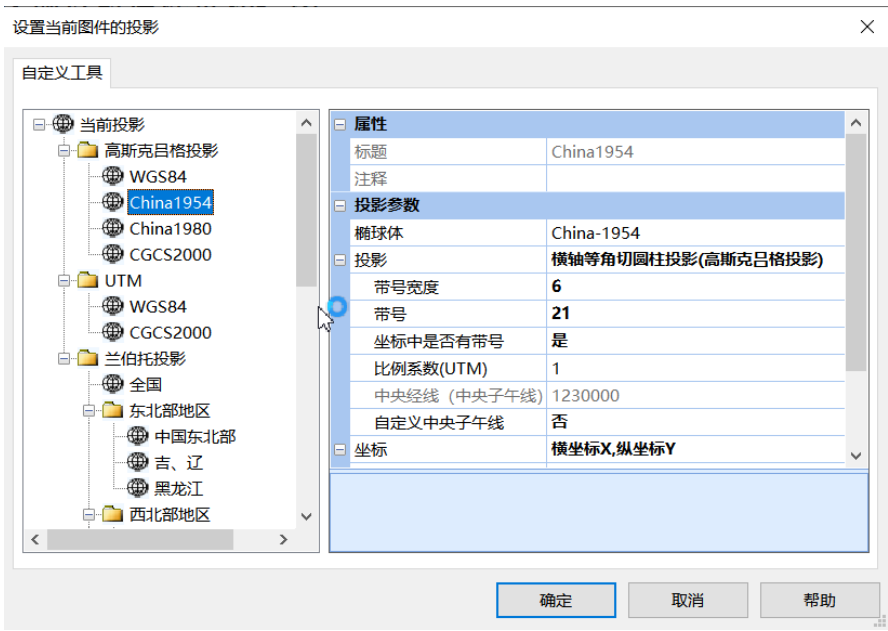
## 1. 投影参数设置：该功能在插入菜单|投影|设置投影



鼠标点击“设置投影”后，弹出设置投影对话框，在未设置投影时，椭球体和投影都是空的。



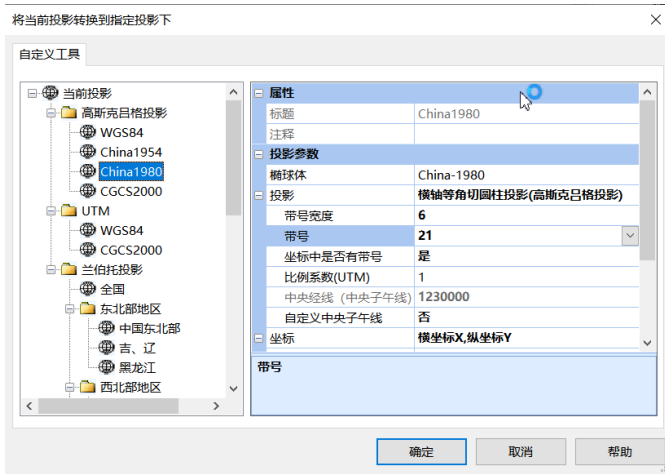
可单击选择左侧预制投影，设置投影，例如常用的 China1954，鼠标单击后，右侧椭球与投影自动填入，带号宽度不需要设置，带号选择 X 坐标前两位，其他参数不变，确定，（带号宽度、带号、中央子午线等名词在基础信息概念中有详细介绍），如下图



2. 投影参数转换：该功能在处理菜单|转换到投影

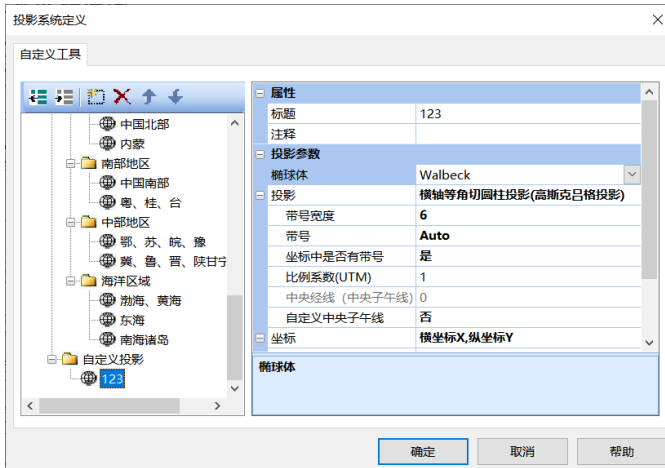


弹出“将当前投影转换到指定投影下”对话框，选择需要转换的投影，例如“China1980”，鼠标单击后，右侧椭圆与投影自动填入，修改带号为 21 带，确定，即可转换，如下图

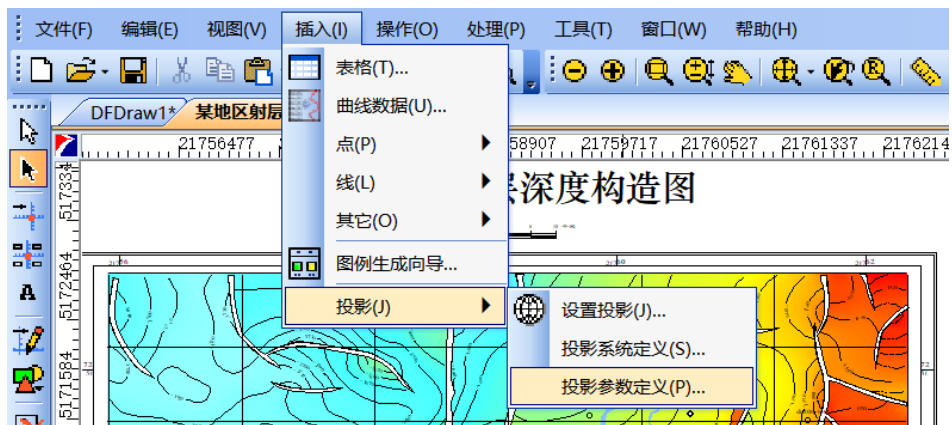


### 3. 投影系统定义：该功能在插入菜单|投影|投影系统定义

用户可在此对话框中，对投影进行新建、删除、升级、降级、上移、下移等操作

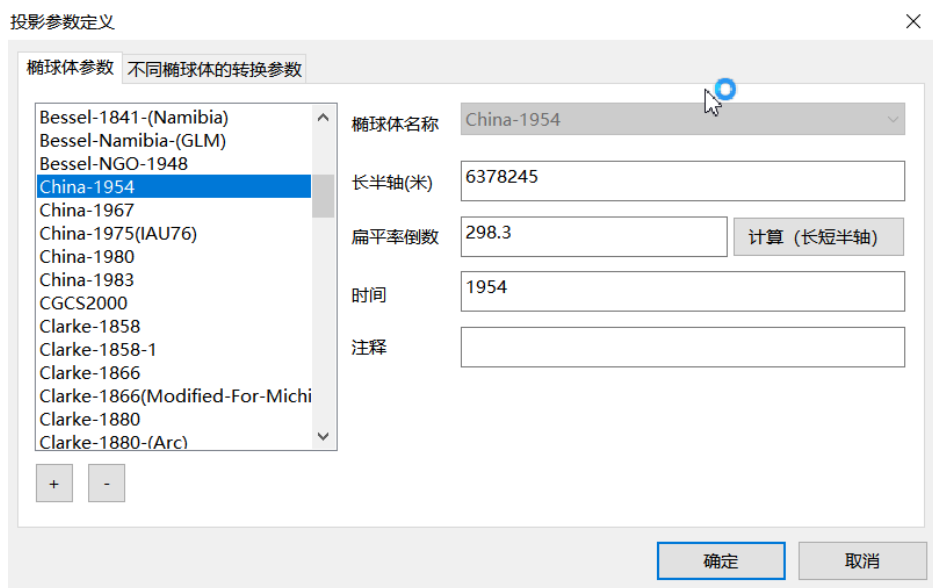


#### 4. 投影参数定义：该功能在插入菜单|投影|投影参数定义

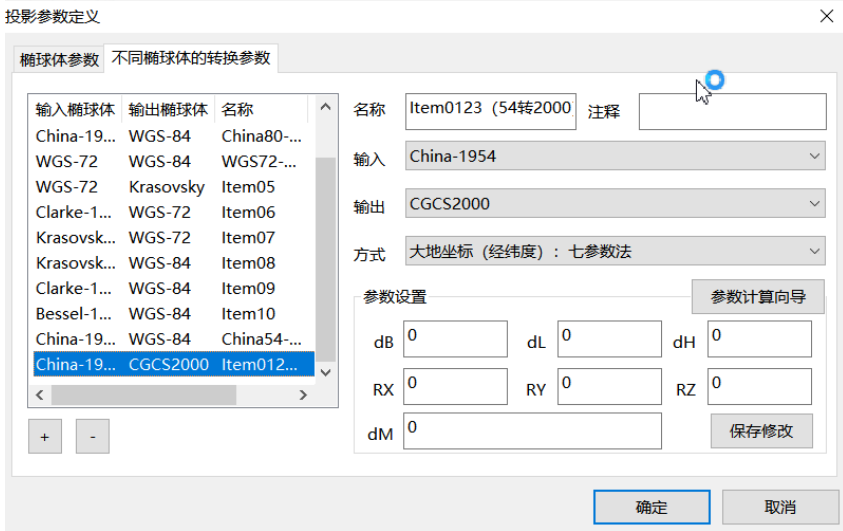


#### 5. 投影定义参数：包括椭球体参数和不同椭球体的转换参数。

椭球体参数：用户可在此对话框增加、删除及修改椭球体参数



## 不同椭球体的转换参数：用户可自定义转换的投影和方式



## 6. 基础地理信息概念

### 1.1 地球椭球体

地球自然表面是一个起伏不平、十分不规则的表面，无法用数学公式表达，也无法进行运算。所以在量测与制图时，必须找一个规则的曲面来代替地球的自然表面。当海洋静止时，它的自由水面必定与该面上各点的重力方向（铅垂线方向）成正交，我们把这个面叫做水准面。但水准面有无数多个，其中有一个与静止的平均海面相重合。可以设想这个静止的平均海面穿过大陆和岛屿形成一个闭合的曲面，这就是大地水准面（图 1-1-1）

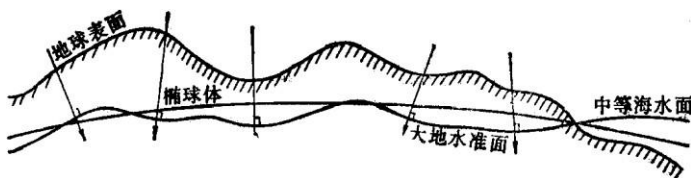


图 1-1-1：大地水准面

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。大地水准面是一个很接近于绕自转轴（短轴）旋转的椭球体。所以在测量和制图中就用旋转椭球来代替大地球体，这个旋转球体通常称地球椭球体，简称椭球体。

常用的一些椭球及参数：

(1)海福特椭球(1910)

我国 52 年以前基准椭球

$$a=6378388\text{m} \quad b=6356911.9461279\text{m} \quad \alpha=0.33670033670$$

(2)克拉索夫斯基椭球(1940 Krassovsky)

北京 54 坐标系基准椭球

$$a=6378245\text{m} \quad b=6356863.018773\text{m} \quad \alpha=0.33523298692$$

(3)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

$$a=6378140\text{m} \quad b=6356755.2881575\text{m} \quad \alpha=0.0033528131778$$

(4)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

$$a=6378137\text{m} \quad b=6356752.3142451\text{m} \quad \alpha=0.00335281006247$$

## 1.2 坐标系

所谓坐标系，包含两方面的内容：一是在把大地水准面上的测量成果化算到椭球体面上的计算工作中，所采用的椭球的大小；二是椭球体与大地水准面的相关位置不同，对同一点的地理坐标所计算的结果将有不同的值。因此，选定了一个一定大小的椭球体，并确定了它与大地水准面的相关位置，就确定了一个坐标系（图1-1-2）

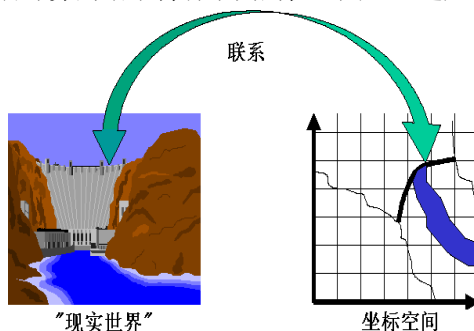


图 1-1-2：现实世界和坐标空间的联系

### 1.2.1 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)和经度(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。由经纬度构成的球面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，确定椭球的大小后，还要进行椭球定向，即把旋转椭球面套在地球的一个适当的位置，这一位置就是该地理坐标系的“坐标原点”，是全部大地坐标计算的起算点，俗称“大地原点”。

### 1.2.2 纬度

设椭球面上有一点  $P$  (图1-1-3) 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  $\phi$  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。

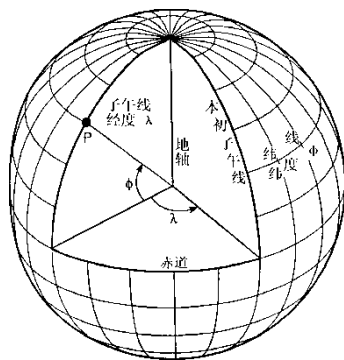


图 1-1-3: 地球的经线和纬线

### 1.2.3 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  $\lambda$  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。高程地面点到大地水准面的**高程**, 称为**绝对高程**。(如图 1-1-4 所示)  $P_0P_0'$  为大地水准面, 地面点  $A$  和  $B$  到  $P_0P_0'$  的垂直距离  $H_A$  和  $H_B$  为  $A$ 、 $B$  两点的绝对高程。地面点到任一水准面的高程, 称为**相对高程**。如图 1-1-4 中,  $A$ 、 $B$  两点至任一水准面  $P_1P_1'$  的垂直距离  $H_A'$  和  $H_B'$  为  $A$ 、 $B$  两点的相对高程。

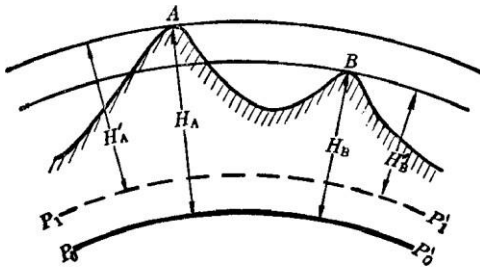


图1-1-4: 地面点的高程



图1-1-5 大地坐标控制点

## 1.2.4 大地坐标

在地面上建立一系列相连接的三角形,量取一段精确的距离作为起算边,在这个边的两 endpoint,采用天文观测的方法确定其点位(经度、纬度和方位角)用精密测角仪器测定各三角形的角值,根据起算边的边长和点位,就可以推算出其他各点的坐标。这样推算出的坐标,称为**大地坐标**。

### 我国的大地控制网

我国面积辽阔,在约 960 万平方公里的土地上进行测图工作,需要分成若干单元测区,而且测量的精度又要符合统一要求,为此,在全国范围内建立统一的大地控制网(如图 1-1-5)控制网分为平面控制网和高程控制网。

我国 1954 年在北京设立了大地坐标原点,由此计算出来的各大地控制点的坐标,称为 1954 年北京坐标系。我国 1986 年宣布在陕西省泾阳县设立了新的大地坐标原点,并采用 1975 年国际大地测量协会推荐的大地参考椭球体,由此计算出来的各大地控制点坐标,称为 1980 年大地坐标系。我国高程的起算面是黄海平均海面。1956 年在青岛设立了水准原点,其他各控制点的绝对高程都是根据青岛水准原点推算的,称此为 1956 年黄海高程系。1987 年国家测绘局公布:中国的高程基准面启用《1985 国家高程基准》取代国务院 1959 年批准启用的《黄海平均海面》。《1985 国家高程基准》比《黄海平均海面》上升 29 毫米。

## 1.2.5 平面坐标

地理坐标是一种球面坐标。由于地球表面是不可展开的曲面,也就是说曲面上的各点不能直接表示在平面上,因此必须运用地图投影的方法,建立地球表面和平面上点的函数关系,使地球表面上任一点由地理坐标( $\phi$ 、 $\lambda$ )确定的点,在平面上必有一个与它相对应的点,平面上任一点的位置可以用极坐标或直角坐标表示。

## 1.3 地图投影

**地图投影**是为了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、圆柱面或圆锥面)上(如图1-1-6) 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。

地图投影的过程是可以想象用一张足够大的纸去包裹地球，将地球上的地物投射到这张纸上。地球表面投影到平面上、圆锥面或者圆柱面上，然后把圆锥面、圆柱面沿母线切开后展成平面。

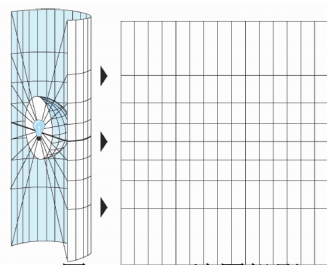


图 1-1-6: 地图投影

### 1.3.1 地图投影构成方法分类

根据这张纸包裹的方式，地图投影又可以分成（**几何投影**）圆锥投影、圆柱投影和方位投影。根据张纸与地球相交的方式，地图投影又可以分成切投影和割投影，在切线或者割线上的地物是没有变形的，而距离切线或者割线越远变形越大（如图1-1-7）

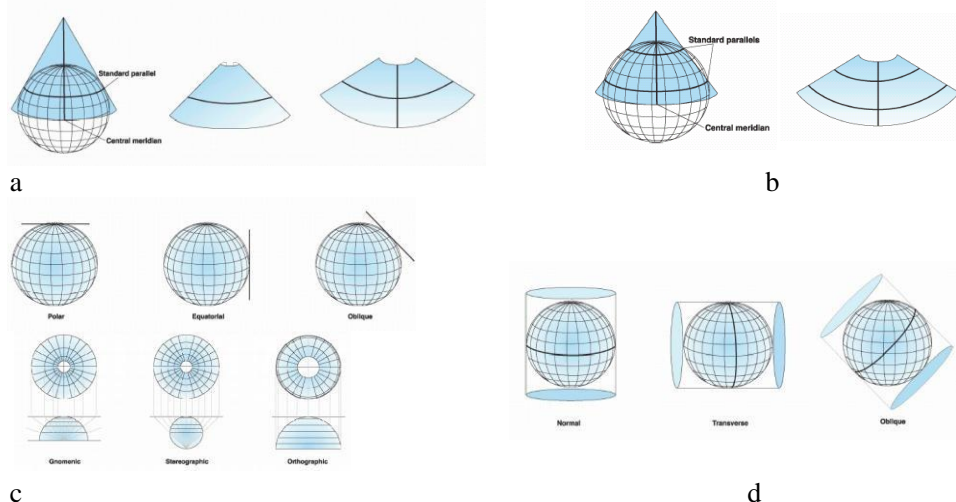


图 1-1-7: 常见的几何投影

（a: 切圆锥投影；b: 割圆锥投影；c: 圆柱投影；d: 方位投影）还有不少投影直接用解析法得到。根据所借助的几何面不同可分为（非

几何投影) 伪方位投影、伪圆锥投影、伪圆柱投影等。

每一种投影都有其各自的适用方面。例如,墨卡托投影适用于海图,其面积变形随着纬度的增高而加大,但其方向变形很小;横轴墨卡托投影的面积变形随着距中央经线的距离的加大而增大,适用于制作不同的国家地图。等角投影常用于航海图、风向图、洋流图等。现在世界各国地形图采用此类投影比较多。等积投影用于绘制经济地区图和某些自然地图。对于大多数数学地图和小比例尺普通地图来说,应优先考虑等积的要求。地理区域,诸如国家、水域和地理分类地区(植被、人口、气候等)相对分布范围,显然是十分重要的内容。任意投影常用作数学地图,以及要求沿某一主方向保持距离正确的地图。常用作世界地图的投影有墨卡托投影、高尔投影、摩尔威特投影、等差分纬线多圆锥投影、格灵顿投影、桑森投影、乌尔马耶夫投影等。

### 1.3.2 地图投影变形性质分类

地图投影会存在两种误差,形状变化(也称角度变化)或者面积变化。投影以后能保持形状不变化的投影,称为**等角投影 (Conformal mapping)**,它的优点除了地物形状保持不变以外,在地图上测量两个地物之间的角度也能和实地保持一致,这非常重要,当在两地间航行必须保持航向的准确;或者另外一个例子是无论长距离发射导弹还是短距离发射炮弹,发射角度必须准确测量出来。因此等角投影是最常被使用的投影。等角投影的缺点是高纬度地区地物的面积会被放大。

投影以后能保持形状不变化的投影,称为**等面积投影 (Equivalent mapping)**,在有按面积分析需要的应用中很重要,显示出来的地物相对面积比例准确,但是形状会有变化,假设地球上有个圆,投影后绘制出来即变成个椭圆了。

还有第三种投影,非等角等面积投影,意思是既有形状变化也有面积变化,这类投影既不等角也不等积,长度、角度、面积都有变形。其中有些投影在某个主方向上保持长度比例等于1,称为**等距投影**。

### 1.3.3 常见地图投影

世界地图的投影主要考虑要保证全球整体变形不大，根据不同的要求，需要具有等角或等积性质，主要包括：等差分纬线多圆锥投影、正切差分纬线多圆锥投影（1976年方案，如图 1-1-8）任意伪圆柱投影、正轴等角割圆柱投影。

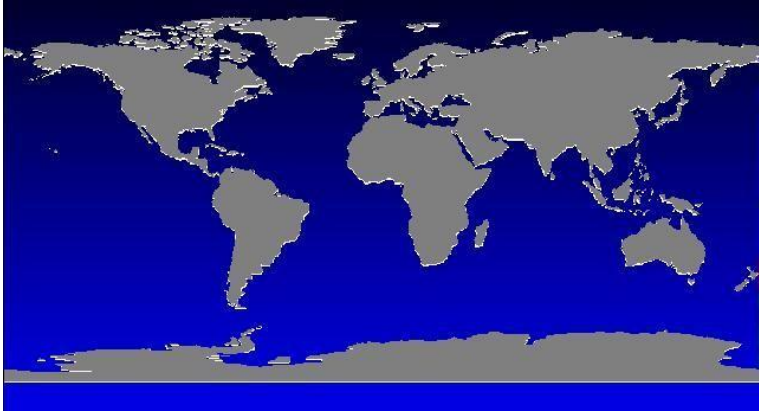


图 1-1-8：多圆锥投影

各大洲地图投影：

- 1) 亚洲地图的投影：斜轴等面积方位投影、彭纳投影。
- 2) 欧洲地图的投影：斜轴等面积方位投影、正轴等角圆锥投影。
- 3) 北美洲地图的投影：斜轴等面积方位投影、彭纳投影。
- 4) 南美洲地图的投影：斜轴等面积方位投影、桑逊投影。
- 5) 澳洲地图的投影：斜轴等面积方位投影、正轴等角圆锥投影。
- 6) 拉丁美洲地图的投影：斜轴等面积方位投影。

中国各种地图投影

- 1) 中国全国地图投影：斜轴等面积方位投影、斜轴等角方位投影、彭纳投影、伪方位投影、正轴等面积割圆锥投影、正轴等角割圆锥投影。
- 2) 中国分省（区）地图的投影：正轴等角割圆锥投影、正轴等面积割圆锥投影、正轴等角圆柱投影、高斯-克吕格投影（宽带）
- 3) 中国大比例尺地图的投影：多面体投影（北洋军阀时期）等角割圆锥投影（兰勃特投影）（解放前）高斯-克吕格投影（解放以后）

### 1.3.4 高斯—克吕格投影

由于这个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。

高斯—克吕格投影在英美国家称为横轴墨卡托投影。美国编制世界各地军用地图和地球资源卫星象片所采用的全球横轴墨卡托投影(UTM)是横轴墨卡托投影的一种变型。高斯克吕格投影的中央经线长度比等于 1,UTM 投影规定中央经线长度比为 0.9996。在 6 度带内最大长度变形不超过 0.04%。

高斯克吕格投影的中央经线和赤道为互相垂直的直线,其他经线均为凹向并对称于中央经线的曲线,其他纬线均为以赤道为对称轴的向两极弯曲的曲线,经纬线成直角相交。在这个投影上,角度没有变形。中央经线长度比等于 1,没有长度变形,其余经线长度比均大于 1,长度变形为正,距中央经线愈远变形愈大,最大变形在边缘经线与赤道的交点上;面积变形也是距中央经线愈远,变形愈大。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(如图 1-1-9)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%。

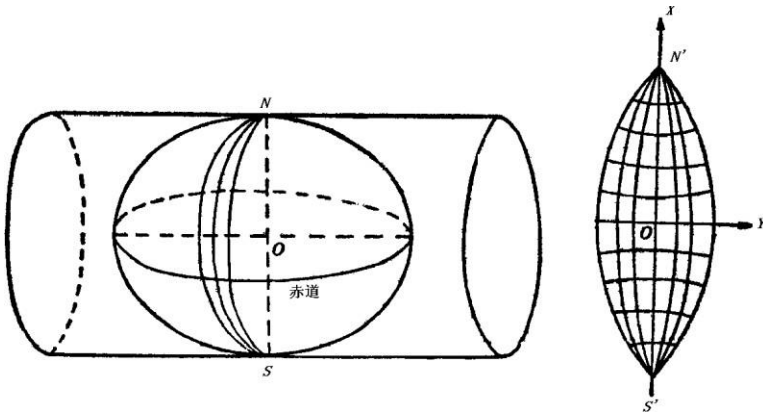


图 1-1-9: 高斯—克吕格投影示意

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。

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，其余类推（图1-1-10）

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1-1-10 表示）出 6 度带与 3 度带的中央经线与带号的关系。

在高斯克吕格投影上，规定以中央经线为 X 轴，赤道为 Y 轴，两轴的交点为坐标原点。

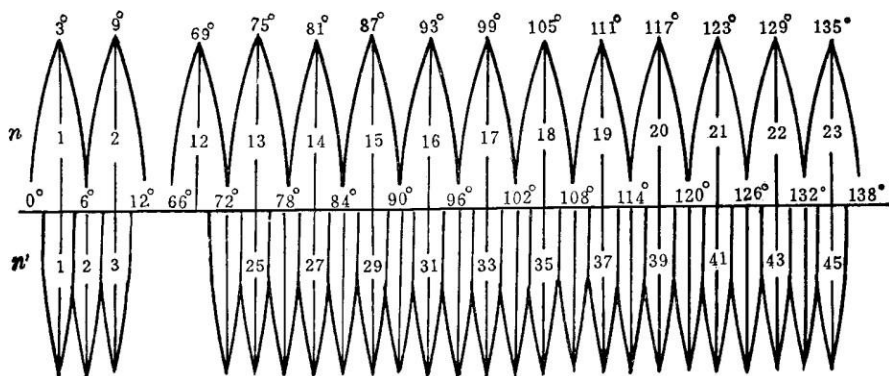


图 1-1-10: 高斯-克吕格投影的分带

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。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  $y=18743353.5$ 。

### 1.3.5 高斯-克吕格投影与 UTM 投影的区别

高斯-克吕格(Gauss-Krüger)投影与 UTM 投影 (Universal Transverse Mercator, 通用横轴墨卡托投影) 都是横轴墨卡托投影的变种，目前一些国外的软件或国外进口仪器的配套软件往往不支持高斯-克吕格投影，但支持 UTM 投影，因此常有把 UTM 投影当作高斯-克吕格投影的现象。从投影几何方式看，高斯-克吕格投影是“等角横切圆柱投影”，投影后中央经线保持长度不变，即比例系数为 1；UTM 投影是“等角横轴割圆柱投影”，圆柱割地球于南纬 80 度、北纬 84 度两条等高圈，投影后两条割线上没有变形，中央经线上长度比

0.9996。从计算结果看，两者主要差别在比例因子上，高斯-克吕格投影中央经线上的比例系数为 1，UTM 投影为 0.9996，高斯-克吕格投影与 UTM 投影可近似采用  $X[UTM]=0.9996 * X[高斯]$ ， $Y[UTM]=0.9996 * Y[高斯]$ ，进行坐标转换（注意：如坐标纵轴西移了 500000 米，转换时必须将 Y 值减去 500000 乘上比例因子后再加 500000）从分带方式看，两者的分带起点不同，高斯-克吕格投影自 0 度子午线起每隔经差 6 度自西向东分带，第 1 带的中央经度为 3°；UTM 投影自西经 180 起每隔经差 6 度自西向东分带，第 1 带的中央经度为-177°；因此高斯-克吕格投影的第 1 带是 UTM 的第 31 带。此外，两投影的东伪偏移都是 500 公里，高斯-克吕格投影北伪偏移为零，UTM 北半球投影北伪偏移为零，南半球则为 10000 公里。

### 1.3.6 等角圆锥投影（兰勃托）

等角圆锥投影，指在地图上没有角度变形的圆锥投影。它是德国数学家兰勃托所拟定，故又称兰勃托正形圆锥投影，由于这种投影是一圆锥切割地球的两条标准纬线，又称双标准纬线等角圆锥投影（如图 1-1-11）很多中纬度国家和地区多采用这种投影来编制中、小比例尺地图。在图上，为了保持等角条件，必须使图上任一点的经线比与纬线比相等。圆锥面展平后，经线为交于圆心的直线束，但经线之间的夹角小于纬线呈同心圆弧，纬线的间距从中间向南向北逐渐增大。同一纬线上的经线间隔相等。在绘制我国地图时，多以 25°N 和 47°N 作为标准纬线，离开标准纬线愈远，面积变形愈大。我国的分省地图边多采用这种投影。中学使用的地图册中，中国地理的所有分区地图，以及世界地图中的朝鲜、蒙古、日本、南亚、西亚、南欧、西欧、北欧、中欧、美国、墨西哥及西印度群岛等均用这种投影。

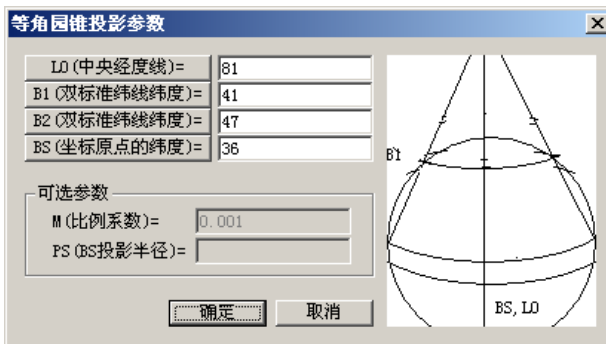


图 1-1-11：双标准纬线等角圆锥投影参数设置

等角圆锥投影适用于图幅范围跨度比较大的经纬度图件，例如油田勘探布署图、资源分布图等。

参数介绍:

中央经度线 (L0) 图幅坐标范围内中线的经度值; 坐标原点纬度 (BS) 图幅范围内大致中央纬线值; 双标准纬线纬度 (B1) 割线一, 底纬度 +1/4 纬差; 双标准纬线纬度 (B1) 割线二, 顶纬度 -1/4 纬差。

底纬度指图件最底端的纬度值; 顶纬度指图件最顶端的纬度值; 纬差指图件顶、底纬度之间的差值。

正轴等角圆锥投影 (兰伯托投影) 常用参数介绍:

| 地区           | 中央子午线 | 原点纬度 | 割线 1 | 割线 2 |
|--------------|-------|------|------|------|
| 全国           | 105   | 12   | 25   | 47   |
| 中国北部         | 105   | 28   | 35   | 47   |
| 中国东北部        | 116   | 36   | 40   | 48   |
| 中国西北部        | 92    | 28   | 33   | 43   |
| 中国南部         | 105   | 18   | 25   | 35   |
| 中国东南部        | 116   | 18   | 25   | 35   |
| 中国西南部        | 95    | 20   | 24   | 32   |
| 渤海、黄海        | 125   | 28   | 32   | 40   |
| 东海           | 125   | 20   | 24   | 32   |
| 南海诸岛         | 115   | 0    | 10   | 20   |
| 黑龙江          | 125   | 43   | 45   | 52   |
| 吉、辽          | 125   | 36   | 40   | 45.5 |
| 内蒙           | 115   | 36   | 39   | 46   |
| 冀、鲁、晋、陕甘宁、青海 | 105   | 31   | 33   | 42   |
| 新疆           | 85    | 34   | 36.5 | 48   |
| 鄂、苏、皖、豫      | 115   | 29   | 30   | 35.5 |
| 四川           | 105   | 26   | 27.3 | 35   |
| 西藏           | 90    | 26   | 27.3 | 35   |
| 湘、浙、闽、赣、黔    | 115   | 23   | 25   | 30.5 |
| 云南           | 102.5 | 21   | 22   | 28.3 |
| 粤、桂、台        | 110   | 18   | 21   | 25.5 |