

# 第五节 圆锥、多圆锥投影

## 一. 正圆锥投影

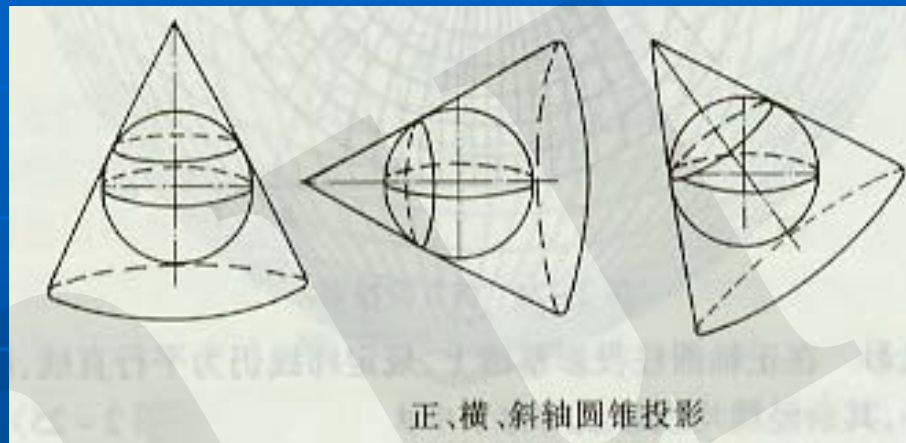
### (一) 构成

#### 1. 方法:

以圆锥面作为投影面，  
使圆锥面与地球模型面相

切或相割，将球面上的经纬线投影到圆锥面上，然  
后把圆锥面沿一条母线剪开展为平面而成。

当圆锥面与地球相切时，称为切圆锥投影；当圆  
锥面与地球相割时，称为割圆锥投影。



按圆锥与地球相对位置的不同，也有正轴、横轴和斜轴圆锥投影。但横轴和斜轴圆锥投影实际上很少应用，所以凡在地图上注明是圆锥投影的，一般都是**正轴圆锥投影**。

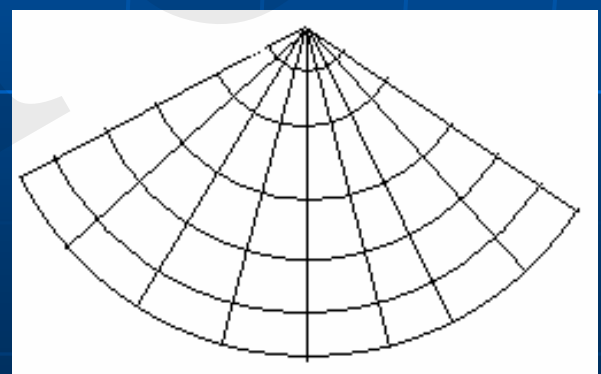
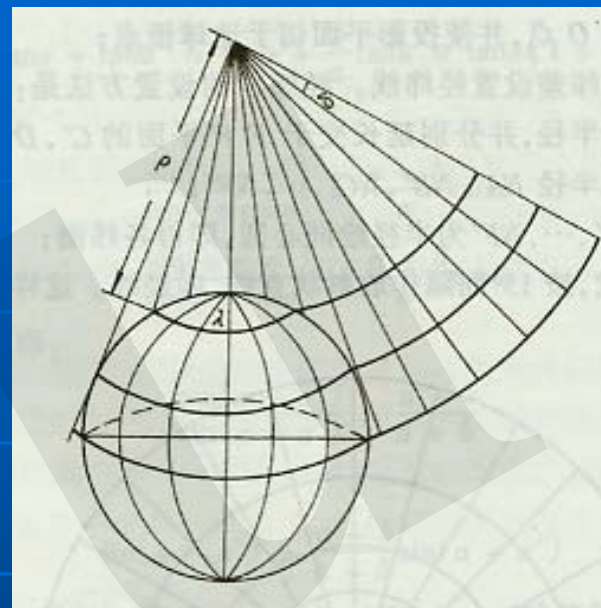
## 2. **条件**:

等角、等积、等距；相切、相割。

### 3. 一般公式:

视点在地球中心，纬线投影在圆锥面上仍为圆，这些圆互相平行；经线投影为相交于圆锥顶点的一束直线。

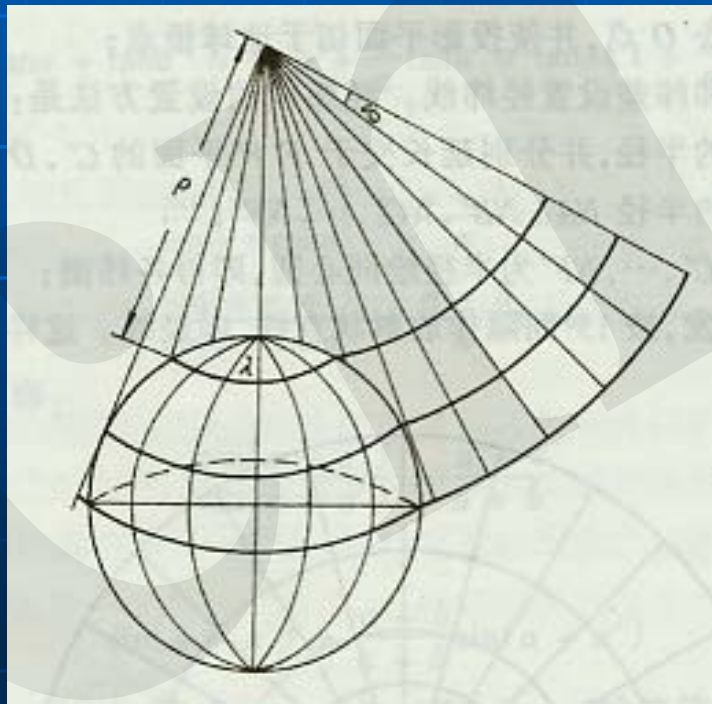
如果将圆锥沿一条母线剪开展为平面，则成扇形，其顶角小于 $360^\circ$ ，在平面上纬线不再是圆，而是以圆锥顶点为圆心的同心圆弧，经线成为由圆锥顶点向外放射的直线束，经线间的夹角与相应的经度差成正比。



设球面上两条经线间的夹角为  $\lambda$ ，投影在平面上为  $\delta$ ， $\delta$  与  $\lambda$  成正比，即  $\delta = c \lambda$ 。纬线投影为同心圆弧，其半径  $\rho$ ，它随纬度的变化而变化，即  $\rho = f(\varphi)$ 。

圆锥投影的平面极坐标一般公式为：

$$\left. \begin{aligned} \rho &= f(\varphi) \\ \delta &= c\lambda \end{aligned} \right\}$$

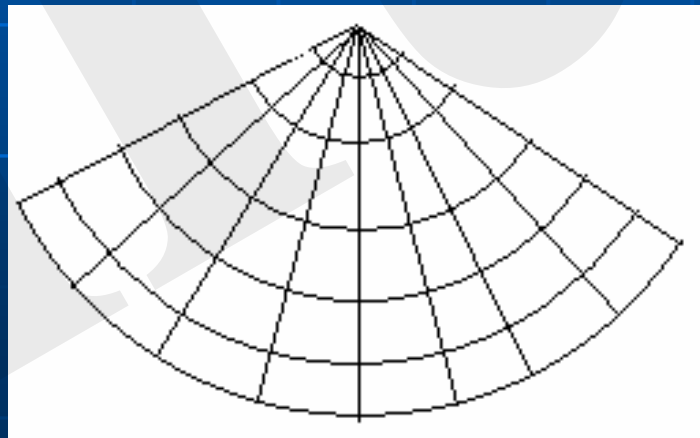


如以圆锥顶点 $S'$ 为原点，中央经线为 $X$ 轴，通过 $S'$ 点垂直于 $X$ 轴的直线为 $Y$ 轴，则圆锥投影的直角坐标公式为： $x = -\rho \cos \delta$ ， $y = \rho \sin \delta$



## (二) 投影后经纬网形状

1. 圆锥投影的所有经线为由圆锥顶点向外辐射的直线，其夹角小于相应的经差；
2. 圆锥投影的纬线是以圆锥顶点为圆心的同心圆**弧**，经线是同心圆弧的半径。





### (三) 变形内容及分布规律

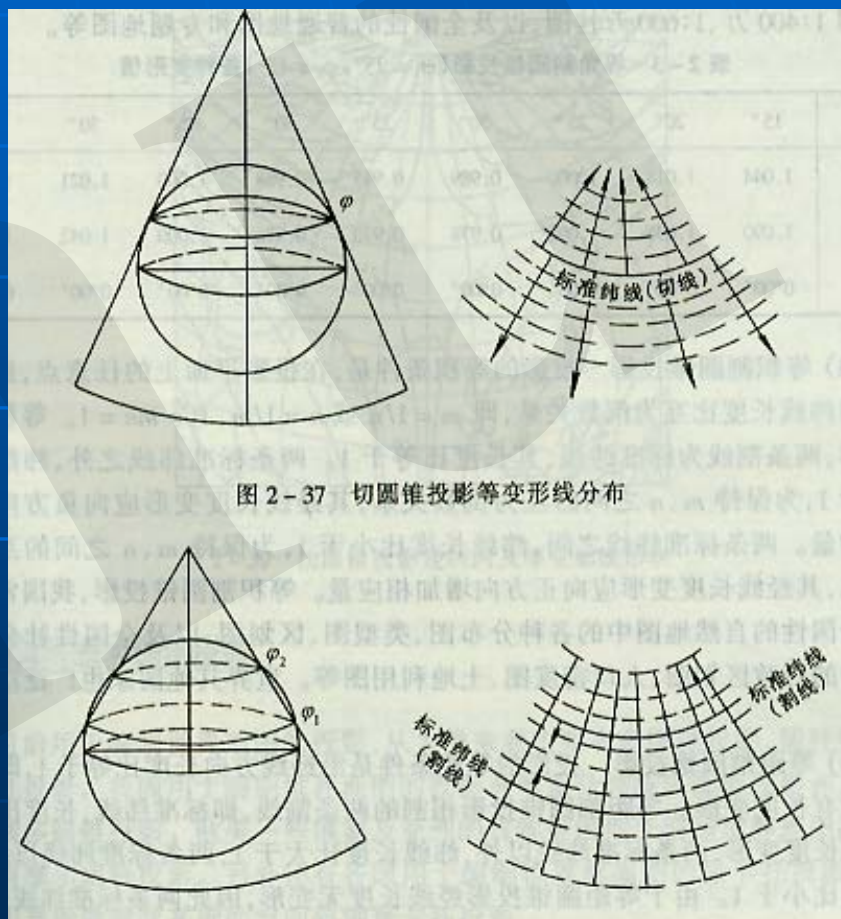
#### 1. 变形内容:

由于经纬线在投影前后都是正交的，所以经纬线方向上的长度比就是最大、最小长度比。

圆锥投影的各种变形都是纬度 $\varphi$ 的函数，与经度 $\lambda$ 无关，即：圆锥投影的各种变形是随纬度的变化而变化，在同一条纬线上各种变形的数值各自相等，因此，等变形线与纬线平行，呈同心圆弧状分布。

■ 在切投影上，相切的纬线是一条没有变形的线——**标准纬线**，从标准纬线向南、北方向变形逐渐增大。

■ 在割投影上，球面与圆锥面相割的两条纬线是标准纬线，在两条标准纬线之间的纬线长度比小于1，两条标准纬线以外的纬线长度比大于1，离标准纬线愈远，变形愈大。





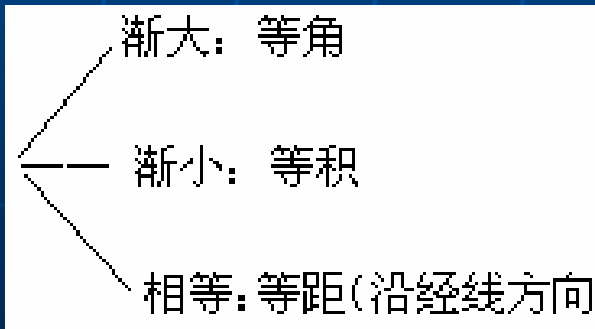
## 2. 变形分布规律

- (1) 标准纬线为没有任何变形的线;
- (2) 离标准纬线愈远, 变形绝对值愈大;
- (3) 离标准纬线同向等距处, 各种变形的数值相等;
- (4) 等变形线与纬线一致, 为同心圆弧。

### (四) 投影后经纬网特征

- (1) 经纬线正交;
- (2) 任意一条经线上,

纬线间隔由标准纬线向北向南



## (五) 适用:

根据圆锥投影变形分布情况, 这种投影适于制作**中纬度沿东西方向延伸地区**的地图。

由于地球上广大陆地处于中纬度地区, 又因为圆锥投影经纬线网形状比较简单, 所以它被广泛应用于编制各种比例尺地图。

## (六) 几种不同性质的圆锥投影

### 1. 等角圆锥投影

(1) 条件：等角圆锥投影的条件是使地图上没有角度变形，即  $\omega=0$ 。为了保持等角条件，必须使图上任一点的经线长度比与纬线长度比相等，

即： $m=n$ ，

(2) 经纬网形状（同上）。

### (3) 变形分布规律

- ① (两条) 标准纬线为没有任何变形的线;
- ② 全图无角度变形 (微小范围内保持图形形状不变);
- ③ 离标准纬线愈远, 其长度、面积变形绝对值愈大;
- ④ 离标准纬线同向等距处, 长度、面积变形的数值相等;
- ⑤ 等变形线与纬线一致, 为以圆锥顶点为圆心的同心圆弧。

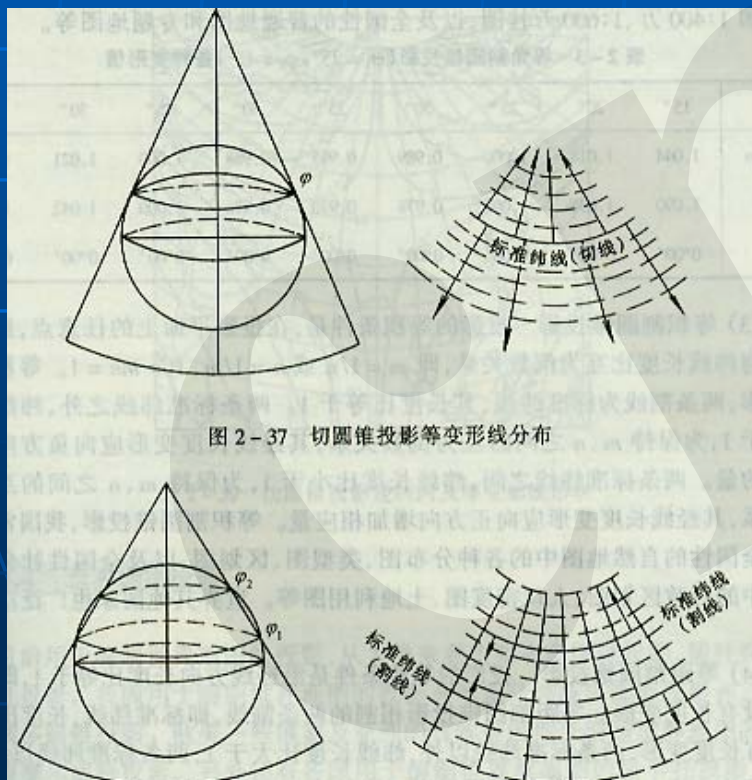


图 2-37 切圆锥投影等变形线分布



对于切圆锥投影，相切纬线为标准纬线，长度比等于1。从标准纬线向南、北方向纬线长度比均大于1，因而经线长度比也要相应的扩大，使其值与纬线长度比相等。

表中可以看出，在单标准纬线等角圆锥投影中，标准纬线没有变形；从标准纬线向南、北方向变形逐渐增加，但在距离标准纬线纬差相同的地方，变形数值是不等的，标准纬线以北比标准纬线以南变形增加的要快些。

等角切圆锥投影 ( $\varphi_0=35^\circ$ ) 各种变形数值表

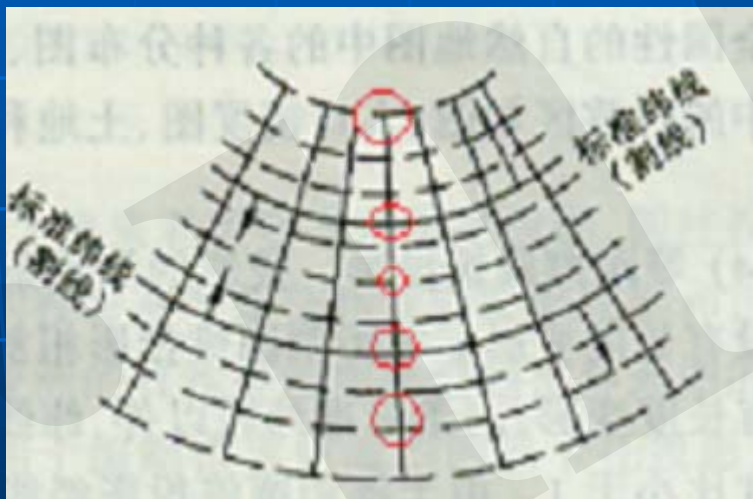
[illegible]



- 对于割圆锥投影，相割的两条纬线为标准纬线，长度比为1。
- 两条标准纬线之间，纬线长度比小于1，因而经线长度比也要相应的小；
- 两条标准纬线之外，纬线长度比大于1，经线长度比也要相应的大，同时使任一点上经线长度比与纬线长度比相等。

#### (4) 投影后经纬网特征

- ① 经纬线正交，其经线夹角小于相应的经差；
- ② 任意一条经线上，纬线间隔由标准纬线向南北渐大。（看变形椭圆分布）



(5) 适用:

我国1: 1百万地形图、交通图。

地图出版社1957年出版的《中华人民共和国地图集》中的分省地图是采用这种投影编制的，两条标准纬线的纬度为 $\varphi_1=25^\circ$ ， $\varphi_2=45^\circ$

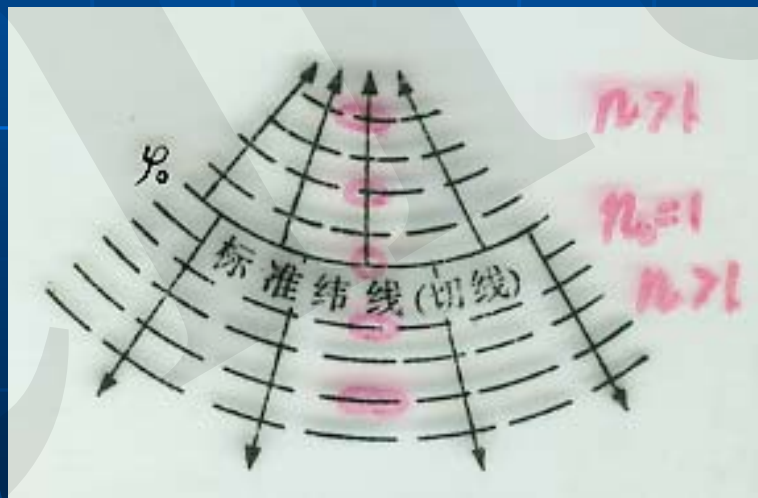
## 2. 等积圆锥投影

(1) 条件：使地图上没有面积变形，即 $P=1$ 。为了保持等积条件，必须使投影图上任一点的经线长度比与纬线长度比互为倒数，即 $m=1/n$ 。

(2) 经纬网形状（同上）。

### (3) 变形分布规律

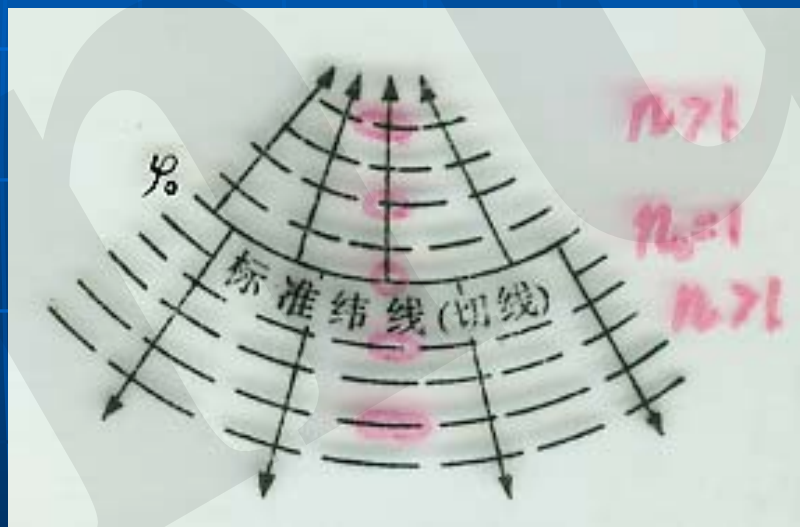
- ① 两条标准纬线为没有任何变形的线;
- ② 全图无面积变形;
- ③ 离标准纬线愈远, 其长度、角度变形数值愈大;
- ④ 离标准纬线同向等距处, 长度、角度变形的数值相等;
- ⑤ 等变形线与纬线一致, 为以圆锥顶点为圆心的同心圆弧。





#### (4) 投影后经纬网特征

- ① 经纬线正交，其经线夹角小于相应的经差；
- ② 任意一条经线上，纬线间隔由图中标准纬线向南北渐小(变形椭圆分布)



## ■ (5) 适用:

常用以编制行政区划图、人口密度图、综合环境质量评价图及社会经济地图等。

例如: 中国地图出版社出版的1:800万、1:600万和1:400万《中华人民共和国地图》采用了双标准纬线 ( $\varphi_1=25^\circ$ 、 $\varphi_2=47^\circ$ ) 等积圆锥投影。

### 3. 等距圆锥投影

- (1) 条件：等距圆锥投影的条件是沿经线方向长度没有变形，即 $m=1$ 。
- (2) 经纬网形状（同上）。
- (3) 变形分布规律
  - ①（两条）标准纬线为没有任何变形的线；
  - ② 全图沿经线方向无长度变形；
  - ③ 离标准纬线愈远，其面积、角度变形数值愈大；
  - ④ 离标准纬线同向等距处，面积、角度变形的数值相等；
  - ⑤ 等变形线与纬线一致，为以圆锥顶点为圆心的同心圆弧。

#### (4) 投影后经纬网特征

- (1) 经纬线正交，其经线夹角小于相应的经差；
- (2) 任意一条经线上，纬线间隔相等。（变形椭圆分布）

等距圆锥投影上虽然具有长度、面积和角度变形，但变形值却比较小，它的角度变形小于等积圆锥投影，面积变形小于等角圆锥投影。

等距圆锥投影 ( $\varphi_1=25^\circ$ 、 $\varphi_2=47^\circ$ ) 各种变形数值表

$\varphi$	$15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$	$30^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$	$50^\circ$	$55^\circ$
m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
n	1.044	1.019	1.000	0.988	0.982	0.983	0.993	1.013	1.047
P	1.044	1.019	1.000	0.988	0.982	0.983	0.993	1.013	1.047
w	$2^\circ 27'$	$1^\circ 03'$	$0^\circ 00'$	$0^\circ 43'$	$1^\circ 02'$	$0^\circ 57'$	$0^\circ 23'$	$0^\circ 46'$	$2^\circ 37'$

(5) 适用:

等距圆锥投影在我国出版的地图中不常见。

在国外则有用的。

例如: 苏联出版的苏联全图, 用  $\varphi_1=47^\circ$  、  $\varphi_2=62^\circ$  的等距割圆锥投影。



## （七）圆锥投影变形性质的图形判别

圆锥投影经纬线形式具有共同的特征。经线为放射状直线，夹角相等；纬线为同心圆弧。

如果地图上没有注明变形性质，则可以根据一条经线上的纬线间隔变化来判断。

纬线为同心圆弧，其长度比从图上不易直接观察出来。但是经线是同心圆弧的半径——直线。由于投影的变形性质不同，经线长度比就不同，它在图形上表现为纬线间隔的变化是不一样的。

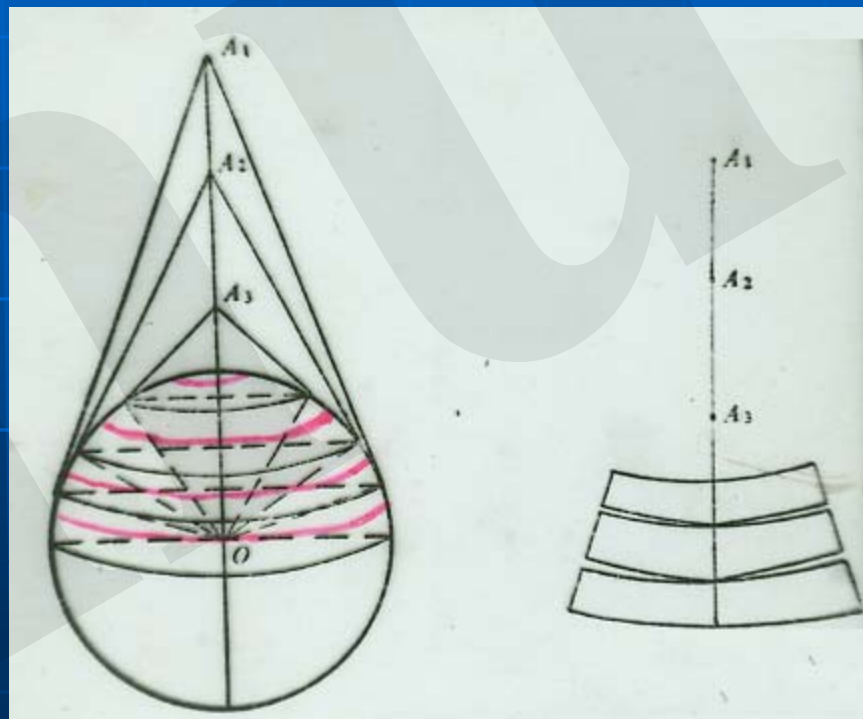
# ◆圆锥投影变形性质的图形判别

**结论：**沿着经线量取纬差相等的纬线间隔，从地图中心向南、北方向逐渐扩大者，为等角圆锥投影；若纬线间隔从地图中心向南、北方向逐渐缩小者，为等积圆锥投影；纬线间隔相等者，则为等距圆锥投影。

## 二.多圆锥投影

在切圆锥投影中，离开标准纬线愈远，变形愈大。如果有多条标准纬线，则变形会更小些。

假设有许多圆锥与地球面上的纬线相切，将球面上的经纬线投影于这些圆锥面上，然后沿同一母线方向将圆锥剪开展成平面。



由于圆锥顶点不是一个，所以纬线投影为**同轴圆弧**，其圆心都在中央经线的延长线上，除中央经线为直线外，其余的经线投影为对称于中央经线的曲线。凡是经纬线形式符合上述特征的，均称为多圆锥投影。

由于多圆锥投影的经纬线系弯曲的曲线，具有良好的球形感，常用于编制世界地图。

# 三.等差分纬线多圆锥投影

## 1. 背景:

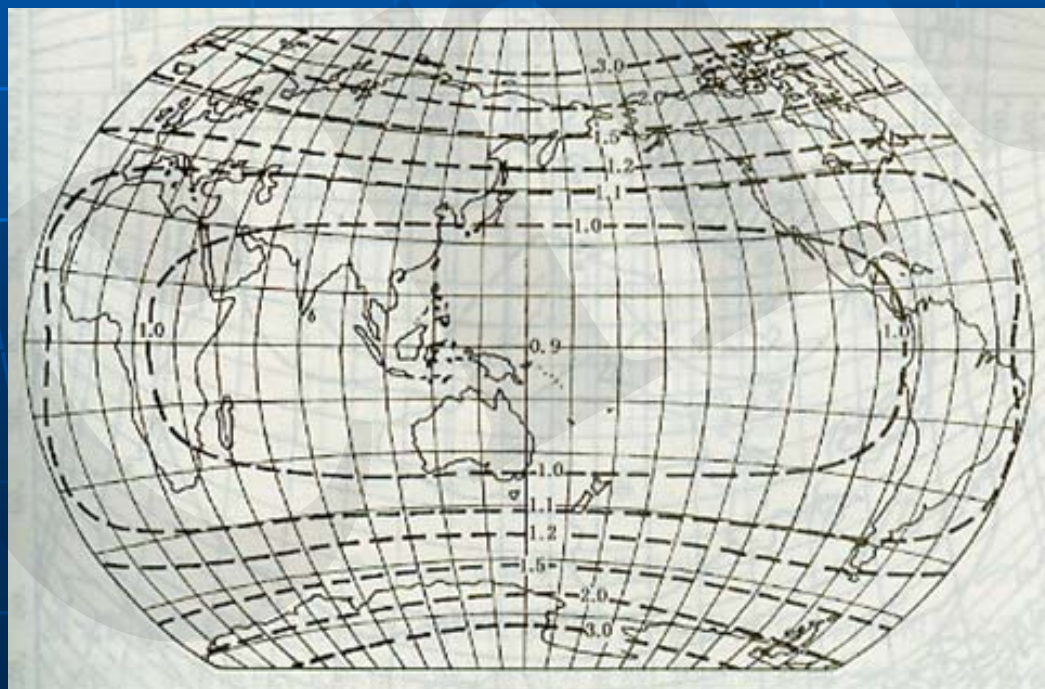
该投影是由我国地图出版社于1963年设计的一种不等分纬线的多圆锥投影。

赤道和中央经线是互相垂直的直线，其它纬线为对称于赤道的同轴圆弧，其圆心均在中央经线的延长线上；其它经线为对称于中央经线的曲线，各经线间的间隔，随离中央经线距离的增大而逐渐缩短，按等差递减。极点为圆弧，其长度为赤道的 $1/2$ 。

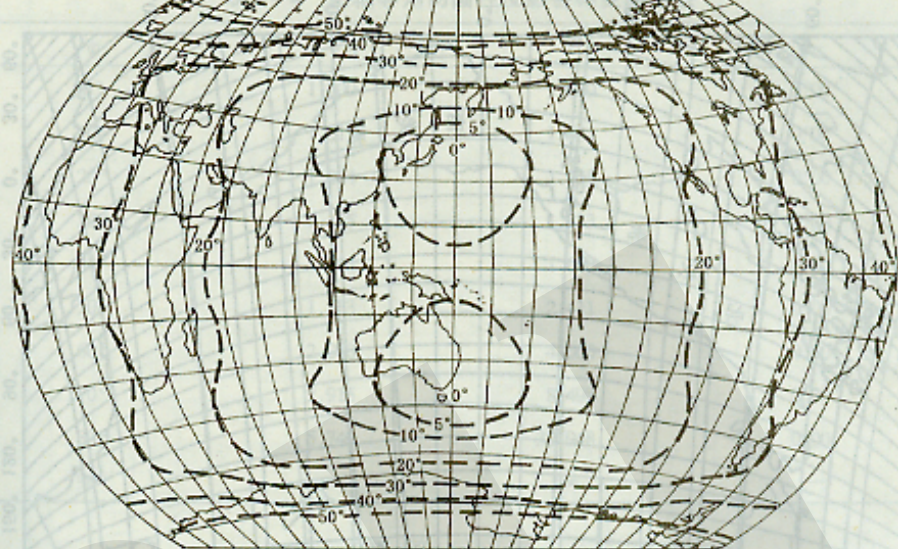


## 2. 变形分布规律:

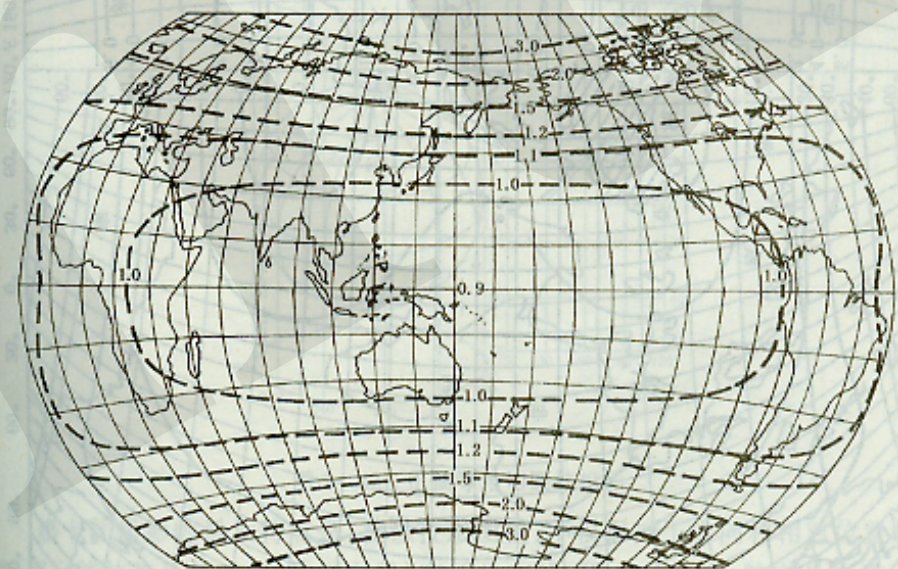
- (1) 为接近等积性质的任意投影;
- (2) 同纬度带, 面积变形大体相等;
- (3) 中央经线和纬度  $\pm 44^\circ$  交点处没有角度变形,
- (4) 离此点越远, 角度变形越大;
- (5) 我国位于图幅中部, 变形较小。



我国绝大部分地区的面积变形在10%以内，面积比等于1的等变形线自东向西横贯我国中部；中央经线和纬度 $\pm 44^\circ$ 交点处没有角度变形，我国境内绝大部分地区的角度最大变形在 $10^\circ$ 以内，少数地区在 $13^\circ$ 左右。



a



b

等差分纬线多圆锥投影

a. 角度变形 b. 面积变形



### 3. 经纬网形状与特征:

#### (1) 形状:

- ① 纬线为同轴圆弧，圆心位于中央经线及其延长线上;
- ② E150度的中央经线与赤道正交，其它经线为对称于中央经线的曲线，全图轮廓为鼓形。

#### (2) 特征:

- ① 在中央经线上，纬线间隔自赤道向南北渐大；中央经线向东西越远，相邻两条纬线间隔渐大。
- ② 在同一纬线上，经差相等的纬线弧长自中央经线向东西渐短，相邻两条经线间隔之差相等，为一常数。

### 4. 适用：世界政区图和其它类型的世界地图。

# 第六节 地图投影的选择与辨认

## 一. 地图投影的选择

投影选择的好坏直接影响着编图的质量，如果不了解编图时投影选择的原则，轻则影响编图的质量，重则出笑话。**例如：**在等角投影中比较面积，或在等积投影的地图上看形状等等。

在编图时选择投影，很大程度上取决于对变形性质和变形值大小的要求；

- 投影（变形）性质的选择由用途和内容决定；
- 变形数值的大小由区域面积的大小和变形性质决定。

## （一）影响投影选择的因素：

1. 地图的用途、比例尺；
2. 地图内容；
3. 制图区域的条件（大小、形状、地理位置）
4. 出版方式；
5. 编图资料转绘技术的要求；
6. 对新编图投影的特殊要求。

## （二）选择投影的一般原则：

### 1. 用途、比例尺：

#### ① 用途：决定投影性质。

航海图要求等角航线为直线——墨卡托投影；（时区图）

教学挂图要求各种变形都不要太大——任意投影或等距投影

#### ② 比例尺：影响投影选择的主要是大范围的小比例尺地图（世界、半球、大洲）



## 2. 内容：决定投影性质：

- 区划、类型、综合质量评价、经济、人口密度图——等积性质；
- 交通、风向、洋流图——等角性质；
- 导弹发射场、航空港、地震中心——等距性质。

### 3. 制图条件：决定投影类型

#### ① 大小：

小区域用何种投影变形都小（省区）

大洲图——各种方位投影、正圆锥投影等；

半球图—— 南北：正方位；东西：横方位；

水陆：斜方位

世界地图——等差分纬线多圆锥、正圆柱投影等。

#### ② 形状：使制图区域轮廓符合等变形线的形状；

方圆形——方位投影；

沿中纬度东西延伸——正圆锥投影；

低纬度沿赤道延伸——正圆柱投影；

沿中经南北延伸——高斯－克吕格投影等。

#### ③ 位置：

高纬度——正方位投影；中纬度——正圆锥投影；

低纬度——正圆柱投影。

#### 4. 出版方式:

单张还是图集、图组形式出版。

单张——较为自由;

图集、图组——需考虑从属关系: 如一组自然图——同一投影;

地图集中分幅——同一系统或同一性质的图。

#### 5. 编图资料转绘技术的要求:

新编图与资料图的网格要接近。

## 6. 对新编图投影的特殊要求:

### ① 对经纬网的要求:

时区图——经线为直线;

对内容沿纬线分布的现象——纬线为直线;

用作图案的——需有球形感;

编世界地图——经线要对称于中央经线, 纬线应对称于赤道。

### ② 地图配置方法:

我国编世界地图, 要求中国位于中央, 形状正确, 在图上我国面积与邻国对比; 中国全图——南海诸岛作插图与不作插图投影不同。

## 二. 地图投影的判别

### (一) 了解图上所注的投影途径

1. 根据图上所注明投影名称;
2. 根据文献资料;
3. 既无名称又无文献资料时:
  - ① 根据选择投影的一般原则, 筛选投影;
  - ② 根据经纬网形状确定投影的类型;
  - ③ 根据经纬网特征确定投影性质;
  - ④ 根据量测确定切割。

投影名称的格式: 类型 + 性质 + 型式 (切、割)

## （二）根据经纬网形状确定投影的类型

先筛选——》经纬网形状——》确定类型。

1. 直线：平行线、直线束；
2. 曲线：同心圆、同心圆弧、同轴圆弧。



### (三) 根据经纬网特征确定投影性质

主要量测纬线间隔变化。

三条重要判断原则：

1. 经纬线不正交不可能是等角投影；
2. 同一纬度带内，同经差球面梯形面积大小悬殊不可能是等积投影；
3. 在直经线上，发现纬线间隔不等，不会是沿经线的等距投影。