

# 第四章 地理信息系统的 地理基础



兰州大学资源环境学院

马金辉

# 地理信息系统的地理基础

地理基础是地理信息数据表达方式与规范的主要构成部分。  
它主要涉及：

- ◆ 统一的地图投影系统
- ◆ 统一的地理网格坐标系统
- ◆ 统一的地理编码系统

第一节、地图投影

第二节、制图综合

第三节、地理信息编码



# 参照书目

- 胡友元等，计算机地图制图，测绘出版社，1987年；
- A. H. 罗宾逊等，地图学原理（第5版），测绘出版社，1989年；
- 张文中档，微机地理制图，高教出版社，1990年；
- 徐庆荣等，计算机地图制图原理，武汉测绘科技大学出版社，1993年；
- …….



# 第一节、地图投影

- 1 地图投影的有关概念和原理
- 2 地图投影的分类
- 3 中国常用的地图投影



# 地图投影的概念

所谓地图投影就是建立地图平面上的点  $(x, y)$  和地球表面上的点  $(\varphi, \lambda)$  之间的函数关系。精确表达地物的地理位置。一般通式为：

$$\begin{cases} x = f_1(\varphi, \lambda) \\ y = f_2(\varphi, \lambda) \end{cases}$$



# 投影变换的必要性

- 1、图层的空间关系
- 2、表达空间位置的两种坐标系
- 3、投影转换的原因



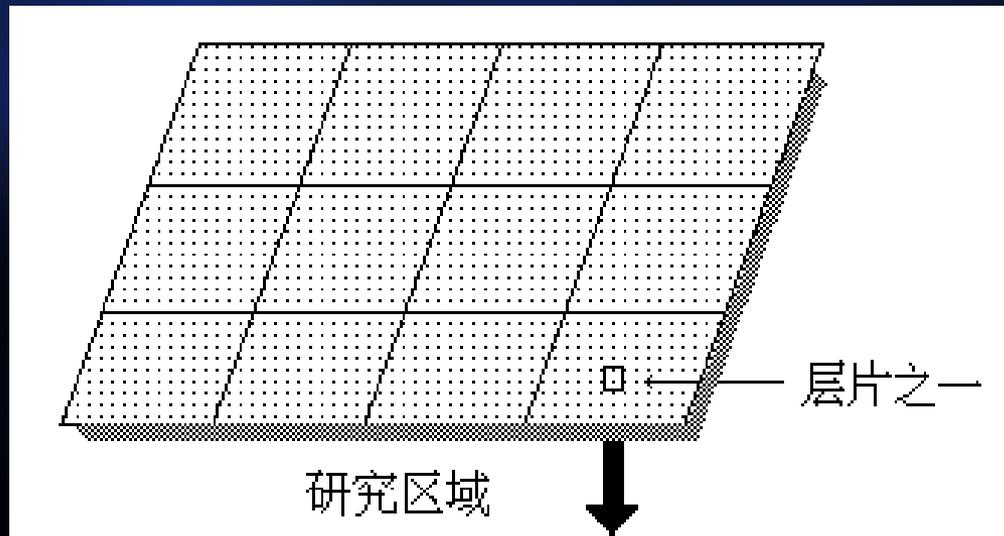
# 1)、图层的空间匹配关系

研究区域的图层往往被提成许多幅和许多专题。这些图层的组织方式或空间关系可分为两种：

1. 垂直构造组织：同一研究区域中包括不同地理要素的一组图层（例如：土壤、土地利用、河流和道路）
2. 水平构造组织：一组构成同一专题的空间邻接图层（称‘层片’）。



# A、水平匹配构造图示

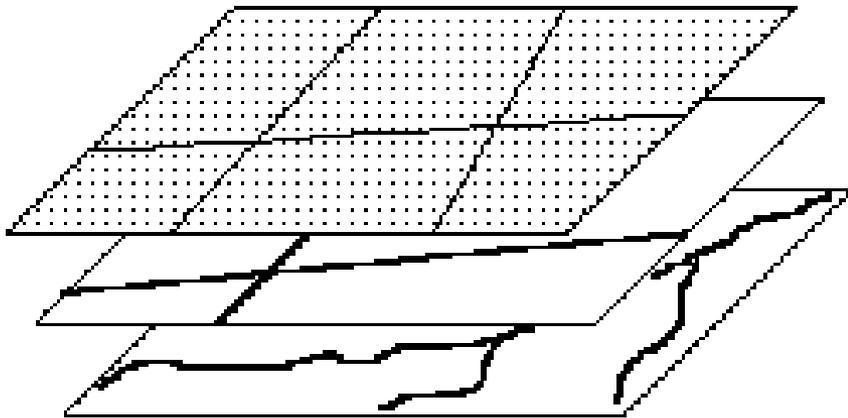


## B、垂直匹配构造图示

Coverage

层名

属性



LANDUSE

Use, development cost

ROADS

Name, type, width

STREAM

Name, class, flow



## 2)、投影转换的原因之一

地图的显示设备是平面，而地球表面是曲面，将曲面直接展示为平面，必然产生重叠或裂缝，造成以地理坐标系来定位的地理实体并不能直接表达在地图上和显示在计算机屏幕上。需要采用某种措施，将基于球面的经纬度坐标转换为平面直角坐标，这种转换过程就是地图投影。

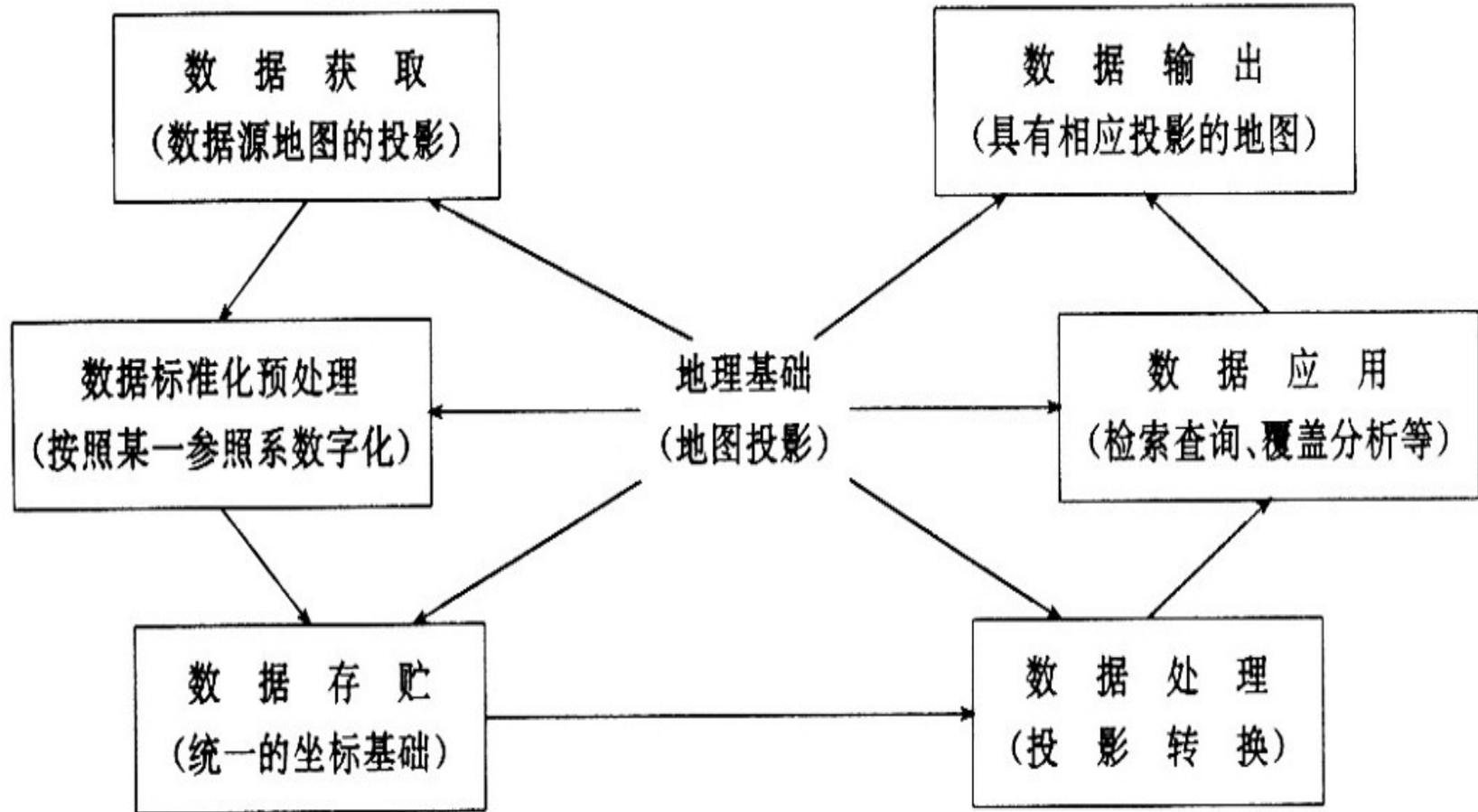


## 2)、投影转换的原因之二

1. 因为地球是个椭球体，经度 $1^\circ$  的距离随纬度而变化。纬度 $1^\circ$  的距离也随纬度而变化。经度 $1^\circ$  的距离和纬度 $1^\circ$  的距离也不同，而且这个距离随位置而变化。
2. 因为采用经纬度表达位置时，距离和面积量测的不一致性，使基于距离和面积的空间信息查询和空间分析不能进行。所以为了有效地进行空间测量和进行空间分析，有必要将球面坐标转换为平面坐标，使距离或面积在空间上反应实际的情况。



### 3) 地图投影与GIS的关系



—— 地图投影与GIS的关系

# 一、地图投影的有关概念

1. 地球几何形状
2. 地面坐标系
3. 地图坐标系



# 1、地球几何形状

在小百分比尺（1: 1000, 000）情况下，将地球看作球体。  
但在大百分比尺情况下，必须将地球看作椭球体。

## ➤Ellipsoid(椭球体)

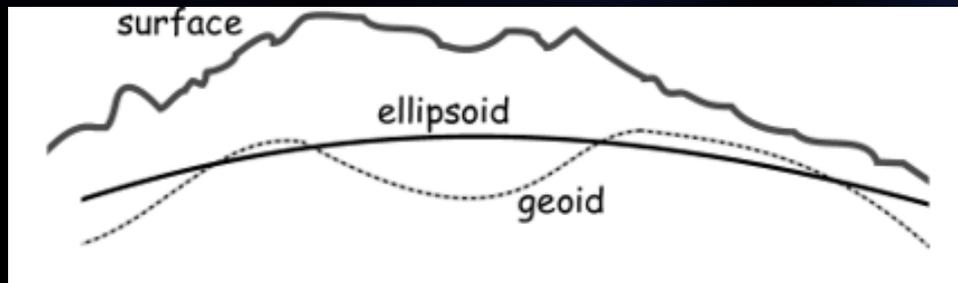
- ◆地球自西向东旋转产生的离心力造成地球中部的凸起而两极的扁平

## ➤Geoid (大地水准面)

- ◆将地球表达为近来似平均海平面的等重力面（equigravitational）面，因为重力的空间变化，大地水准面并不和椭球体完全重叠（100米的差）

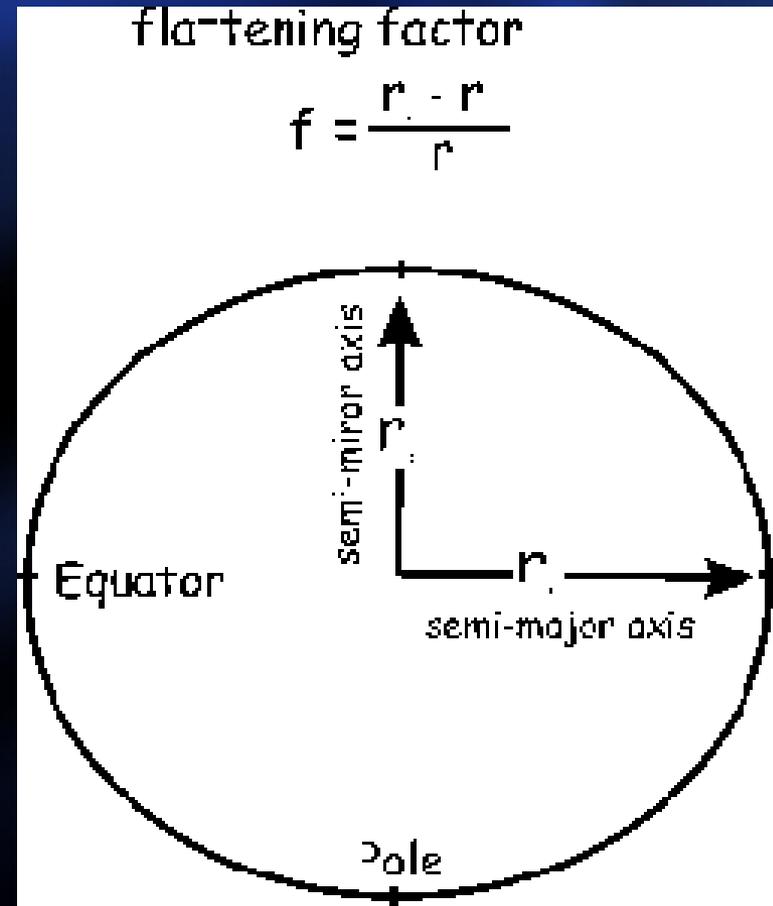
## ➤Geoid height （水准高度）

- ◆椭球面和大地水准面之间的高度差



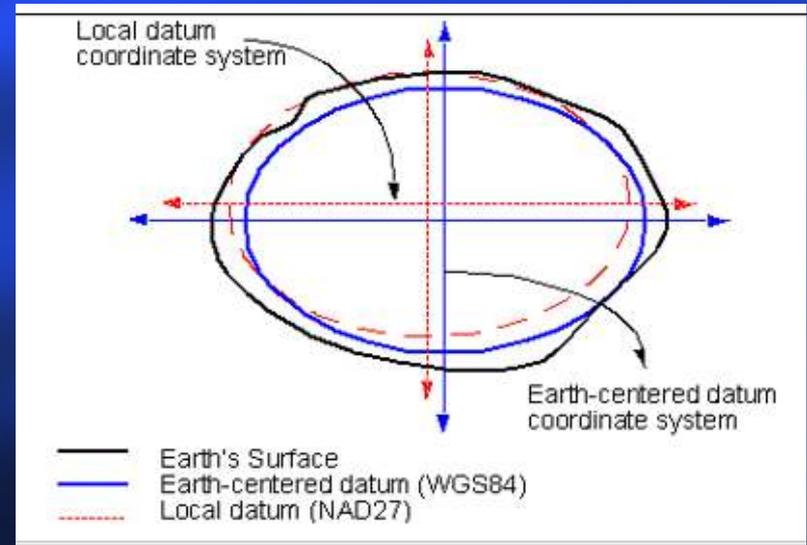
# 地球椭球体的大小

- 长半径  $a$  (赤道半径) semiminor
- 短半径  $b$  (极半径) semimajor
- 扁率  $f = (a-b)/a$
- 第一偏心率  $e^2 = (a^2 - b^2) / a^2$
- 第二偏心率  $e'^2 = (a^2 - b^2) / b^2$
- 经过长轴和短轴来度量地球的形状。不同的措施其长短轴参数不同，所合用的地域也就不同。
- 在北美一般使用CLARKE1866，在我国和前苏联使用克拉索夫斯基椭球体KRASOVSKY。
- 在CLARKE1866椭球体长轴是6,378,206.4 m，短轴是6,356,583.8m。



# Datum

- 椭球体是描述地球形状的数学模型；
- datum 定义了椭球体相对于地心的位置，它提供了一种测量地表位置的框架；实质上是将椭球体和地球表面的某个特定区域尽量地配准；
- 它定义了经纬网的原点和走向。



# Datums

- North American Datums(局地 datum 选择不同的椭球体位置来逼近特定区域的地表)
  - ◆ NAD27 (North American Datum of 1927)
  - ◆ NAD83 (North American Datum of 1983)
- World Datums (全球 Datum 以地球质量质心为原点，常用的有 WGS84，全球 Datum 起源于卫星测量成果，大多用于 GPS 定位。)
- Other Datums
  - ◆ European Datum of 1979
  - ◆ Ordnance Survey Datum of Great Britain, 1936
  - ◆ Australian Geodetic Datum, 1984



## 2、地面点的坐标系统

- 大地坐标系/地理坐标系
- 高程系



# 1)、地理坐标

地表空间实体的位置按严格的数学定义体现成地理坐标（球面坐标），地理坐标以经度坐标/纬度坐标表达。

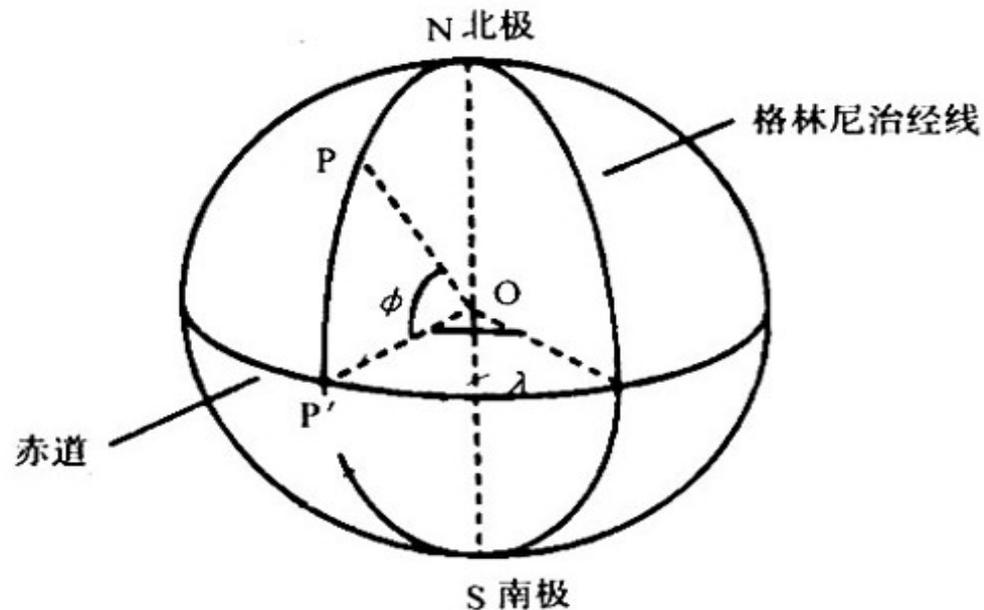


图 2-2 地理坐标经纬度示意图





### 3) 我国的大地坐标系和高程系

- ✓ 1954年北京坐标系
- ✓ 1980年国家大地坐标系
  
- ✓ 1956年黄海高程系
- ✓ 1985年国家高程基准



# 3、地图坐标系统

- 地理坐标系
- 平面直角坐标系(用于绘制地图)
- 平面极坐标系(用于地图投影计算)



# 地图坐标系统的建立

- ✓ 由投影几何特征建立平面直角坐标系;
- ✓ 自行要求坐标系(原点/横、纵轴).



## 二、地图投影的分类

- 1、根据投影面形状的分类
- 2、根据投影变形性质的分类
- 3、根据投影探求措施的分类
- 4、根据投影方程特征的分类



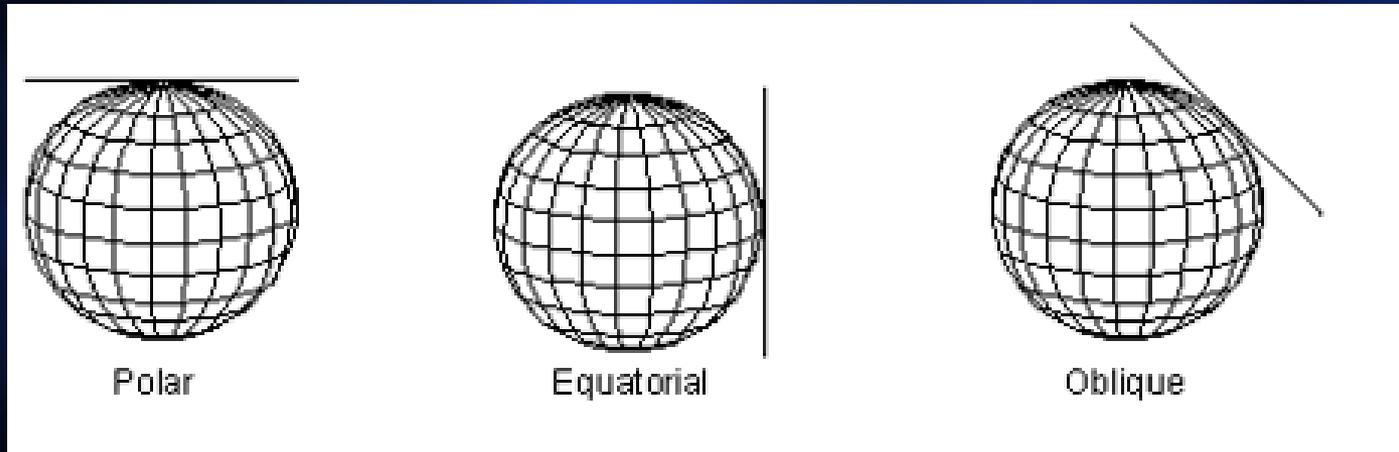
# 1、根据投影面形状分类

按投影面的形状来分，有

- ◆方位投影
- ◆圆柱投影
- ◆圆锥投影
  - 多圆锥投影
  - 伪圆锥投影
  - 双圆锥投影等



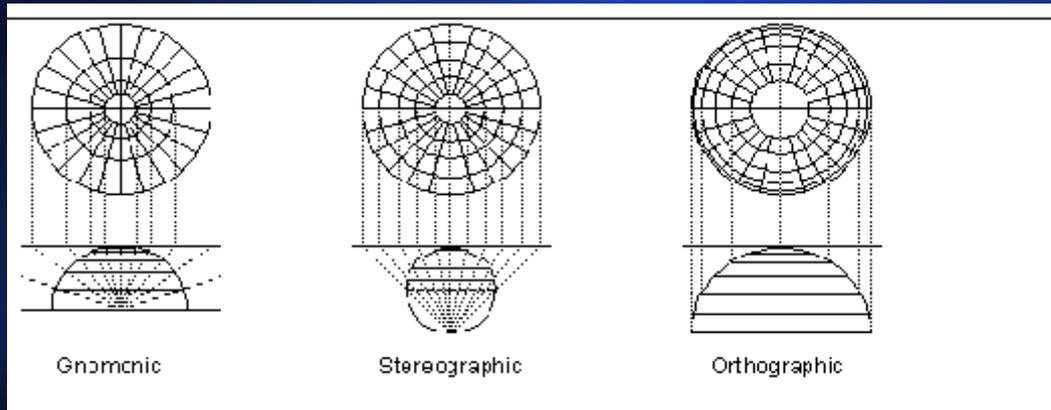
# 1) 方位投影



- 投影面是与地球表面相切（或相割）的平面，切点位置是此类投影的关键。



# 1) 方位投影的类别

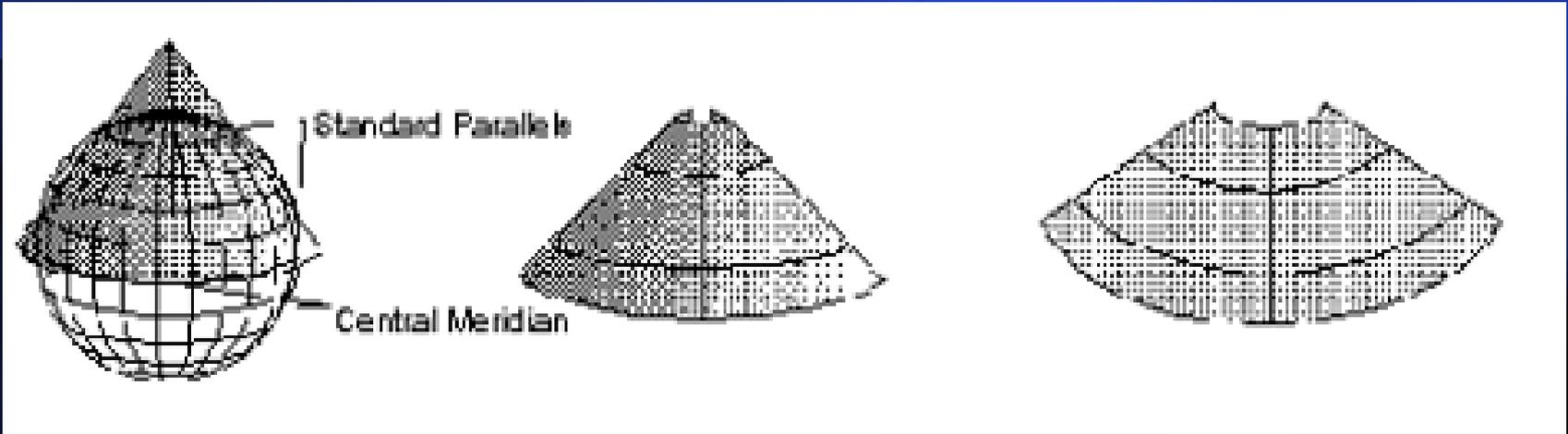


根据投影光源位置：

- **Gnomonic projection**（心射切面投影：） views the surface data from the center of the Earth,
- **Stereographic projection** views it from pole to pole.
- **Orthographic projection**（正射投影） views the Earth from an infinite point, as if viewed from deep space.



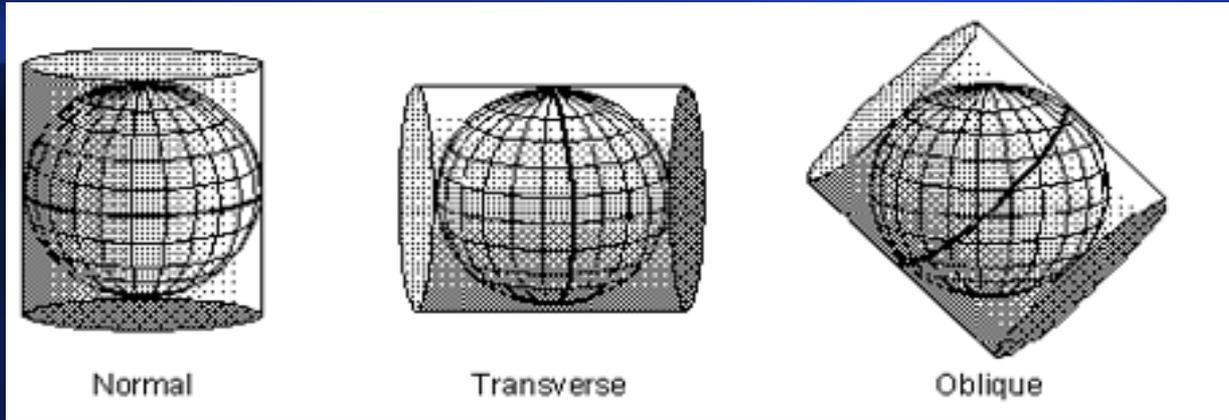
## 2) 圆锥投影



- 圆锥投影（Conic Projection）-正圆锥面和地球纬线相切，远离原则纬线，变形越大
- 用于中纬度地域，保持东西方位的正确
- 投影面和地表两个点接触时，叫做割圆锥投影（secant conic projections）



### 3) 圆柱投影



- Equator is typically the line of tangency（正圆柱投影是投影面和赤道相切），这时经线是等间距，纬线向两极加密，东西方位得以保持
- Transverse projections 横轴圆柱投影，使用经线作为投影切线，所以南北方位被保持不变



# 投影面和球面有关位置分类

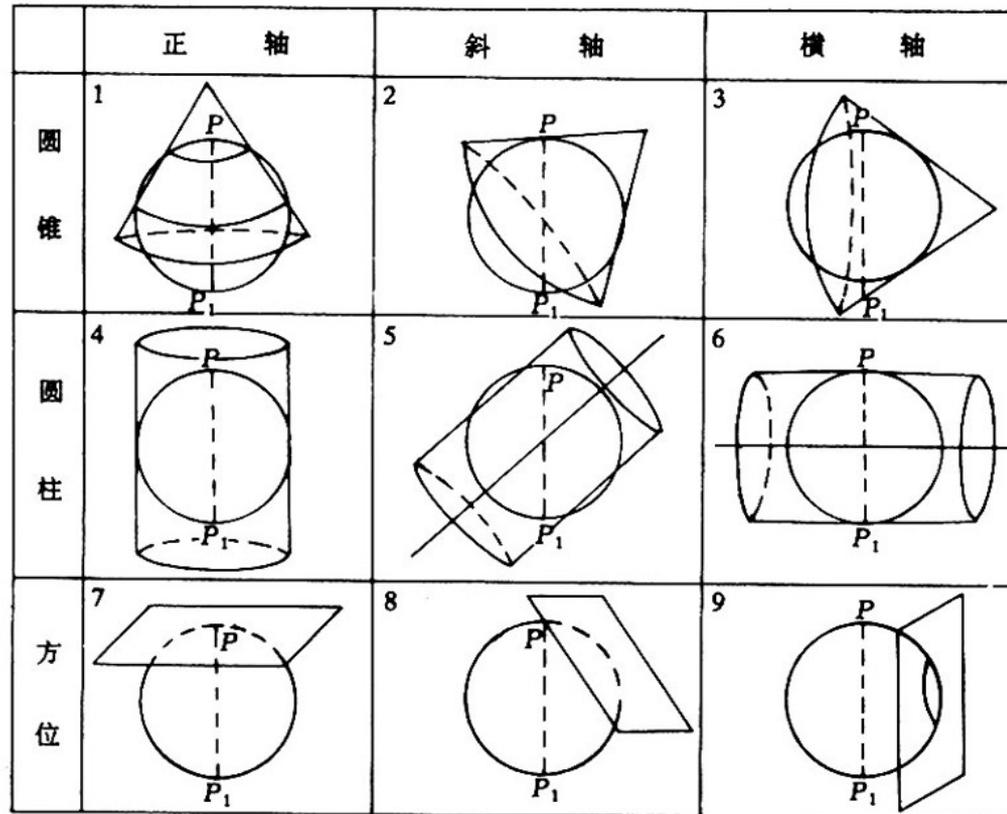


图 5-1

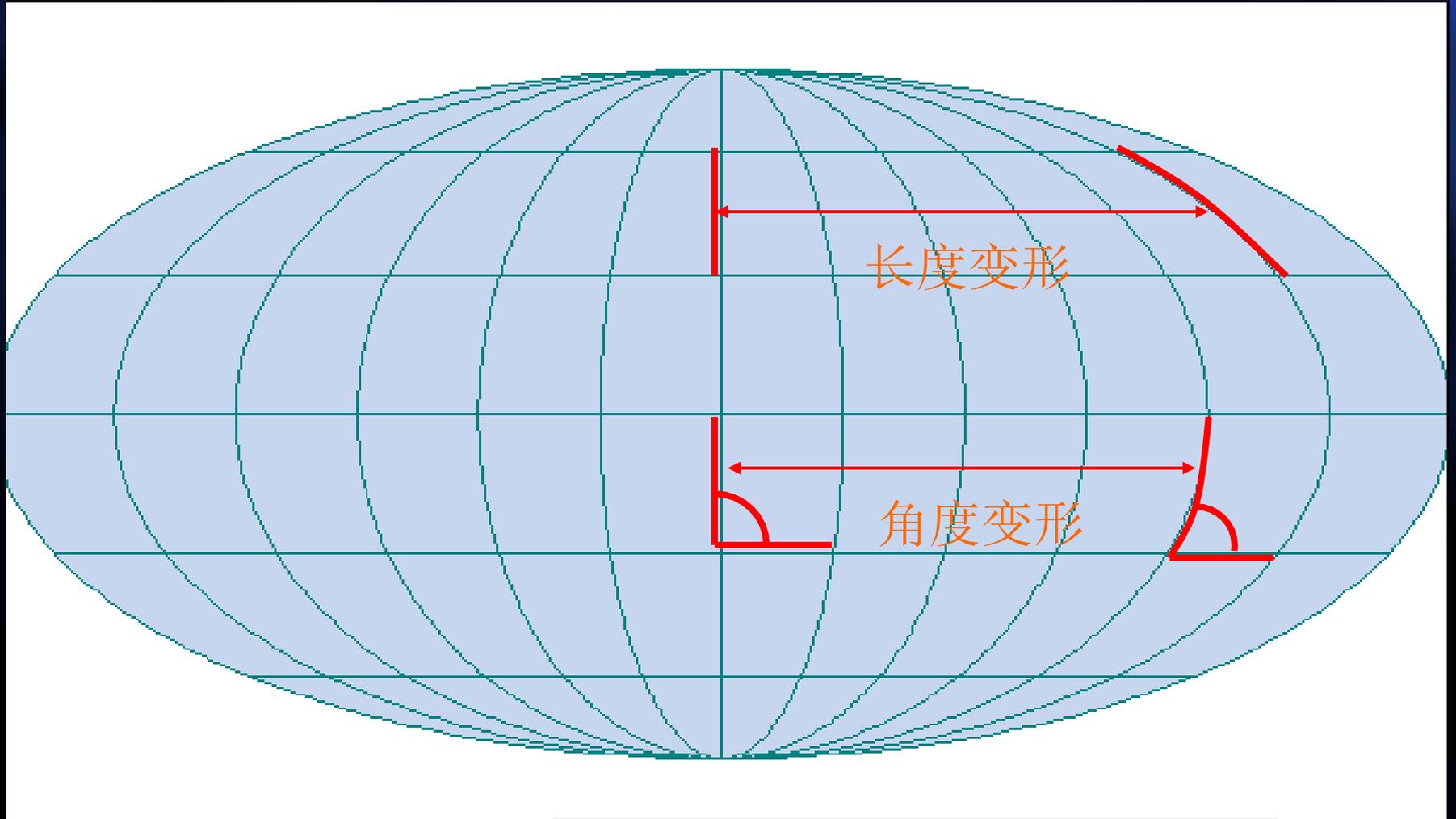


## 2、根据投影变形的分类

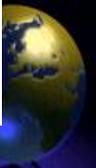
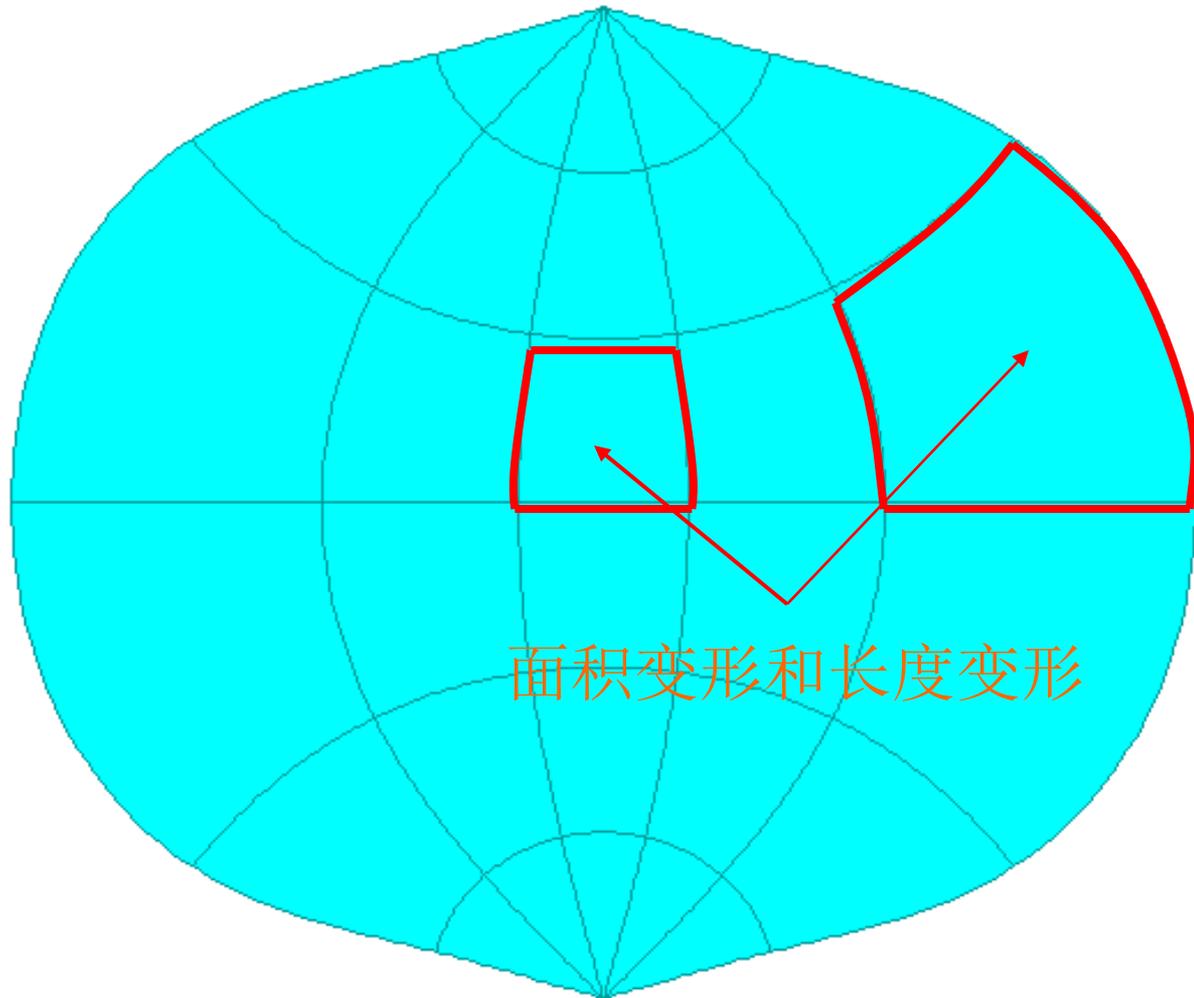
- 每种投影都会产生变形，而且这种变形随位置和方向发生变化。地图投影的变形主要体目前：
  - ◆ 角度变形；
  - ◆ 面积变形；
  - ◆ 距离变形；
  - ◆ 兼而有之。
- 地图投影在保持某个方面变形较小或者不变形的情况下，在另一种方面必然产生很大变形。



# 地图投影变形的图解示例 (摩尔维特投影—等积伪圆柱投影)



# 地图投影变形的图解示例 (UTM—横轴等角割圆柱投影Universal Transverse Mercator)



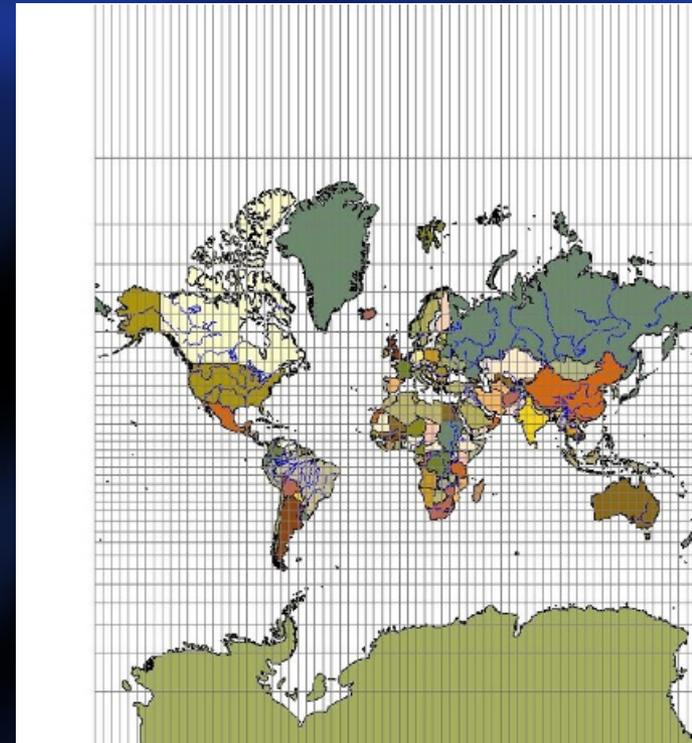
# 按投影变形的投影分类

- 按变形情况，地图投影又分为：
  - ◆ 等角投影conformal （保持局部形状不变）；
  - ◆ 等积投影equal-area；
  - ◆ 等距投影equi-distant；
  - ◆ 真方位true-direction投影。
- 在选择地图投影时，应根据项目的要求和区域大小来选择合适的地图投影，以确保感爱好内容的精度要求。例如，对有关土地利用方面的GIS，面积最为主要，选择面积变形最小的投影。对于以道路为内容的GIS，可能要选择距离变化最小的地图投影。



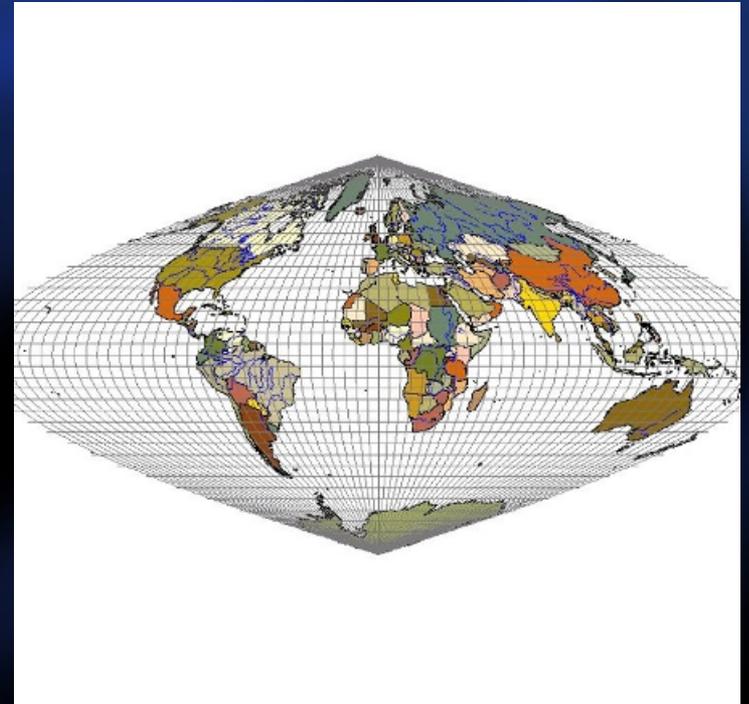
# 1) 等角投影 Conformal Projections

- 也称正形投影（Orthomorphic）。投影后任意点上任意两条微分线段构成的角度不产生变形，确保了地表上任意一种小面积投影前后的形状保持不变。
- 沿任意方向长度比相等
- 但产生面积变形



## 2) 等积投影equal-area

- ◆ 对微分面积和较大的区域，都保持投影前后的面积不变，但对形状变形，距离中心越远，变形越大；
- ◆ 等角和等面积相互抵消，等角以牺牲等面积为代价，等面积以牺牲等角为代价。



### 3) 等距投影 Equidistant projections

沿某个方向（经线方向）长度比为1，保持长度不变



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/078134012120006117>