地球体与地球投影

地球体

地球的基本特征

自然表面

物理表面

大地水准面（实际重力等位面）
1.表达了大部分自然表面的形状
2.可用重力场理论研究
3.可获得相对于似大地水准面的高程

数学表面

总椭球体是一个理论上的形体
参考椭球体是各国根据自己的测量数据得到的参考椭球

空间参考系

天球坐标系

天文经纬度(λ, φ)

地心坐标系

如CGCS2000,WGS84

大地经纬度

大地经纬度$(L, B, H)(\lambda, \varphi, H)$

大地测量系统

大地坐标系统

传统大地坐标系统

高程基准：

- 1956黄海高程系
- 1985国家高程基准

局限性：

- 区域性
- 2维坐标系统
- 精度低
- 现势性与可维护性差

（1）区域性　传统大地坐标系统不能满足空间大地测量技术发展的需要，不利于全球性科技问题的研究。

（2）2维坐标系统　传统大地坐标系统表示2维坐标信息，3维坐标（垂直高度）信息受限于高程系统。

（3）精度低　框架点间相对精度较低且分布不均匀；

（4）现势性和可维护性差　传统大地测量的控制网实施和观测周期长，缺乏时间维（4D）信息。

地心大地坐标系

优点：

- 具有三维信息
- 高精度
- 动态框架
- 高效、实用

（1）具有3维信息　地心大地坐标系统的原点位于地球质心——包括海洋和大气的整个地球的质量中心，所以它是空间物体运动的本始参照系，它直接获取数据点的地心3维坐标，满足空间技术和虚拟技术发展和应用的需要。

（2）高精度　地心位置精度可达厘米级，系统的框架点间坐标相对精度高于传统大地坐标系1 ~ 2个数量级。

（3）动态框架　点位信息不仅提供坐标值，且可提供框架点的运动速率。

（4）高效、实用　可满足地球动力学、地球物理、电离层和平均水准面监测等全球性科学研究，也为实时定位、导航和气象预测提供服务。

地图投影

为什么要地图投影?

1、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。

2、平面，符合视觉心理，并易于进行距离、方位、 面积等量算和各种空间分析。

3、地球椭球体为不可展曲面。

地图投影的概念

定义：
球面上一点的位置用地理坐标(经、纬度)表示，平面上用直角坐标或者极坐标表示，将地球表面上的点转移到平面上，必须采用一定的数学方法来确定地理坐标与平面直角坐标或极坐标之间的关系。

实质：

将地球椭球面上的经纬线网按一定的数学法则转移到平面上来

一般方程为：

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

地图投影方法：

- 几何透视法
  - 平行投影
  - 平射方位投影
  - 球心投影
- 数学解析法
  含义：在球面与投影面之间建立点与点的函数关系，通过数学的方法确定经纬线交点位置的一种投影方法。

地图投影变形

原因

在讨论地图投影概念时，采用地图投影的方法，可以使平面与球面之间保持一一对应的函数关系，解决由球面向平面的转换。但这里强调的只是二者之间保持一种对应的函数关系。其实，经过投影后并不能保持平面与球面之间在长度（距离）、角度（形状）、面积等方面完全不变。只

特征

不同投影变形不同，相同投影，不同位置变形不同

变形椭圆

几何方法证明

$$x^2+y^2=r^2$$

以$x=\frac{x^{'}}{m},y=\frac{y^{'}}{n}$待入得

$$(\frac{x}{m})^2+(\frac{y}{n})^2=r^2$$

> 底索定律：无论采用何种转换方法，球面上每一点都至少有一对正交方向，在投影平面上仍能保持其正交关系

以μ_1和μ_2表示沿主方向的长度比，则

$$(\frac{x}{\mu_1 r})^2+(\frac{y}{\mu_2 r})^2=r^2$$

令a=$\mu_1 r$,b=$\mu_2 r$则

$$\begin{cases} m^2+n^2=a^2+b^2 \\ mn\sin\theta=ab \end{cases}$$

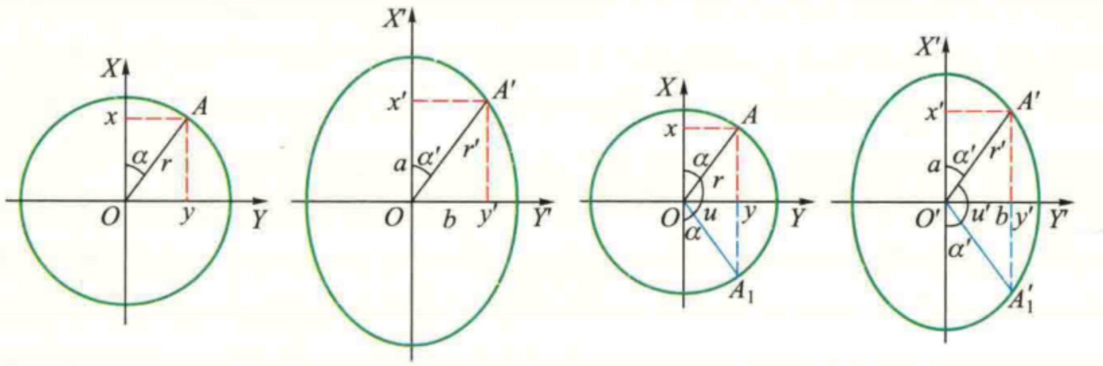
地图投影变形的性质与大小

长度比和长度变形

长度比：
投影面上一微小线段ds'和球面上一微小线段ds之比：$\mu=\frac{ds'}{ds}$

长度变形：
长度比与1的差值：$V_\mu=\mu-1$
长度比和比例尺并不是一个概念

可以用变形椭圆来叙述任意方向上长度比μ。如图2−16（a），A是椭球上的任意点，它位于微分圆的圆周上，其直角坐标为x和y，OA即微分圆半径r，它与主方向夹角为α；A'是该点在变形椭圆上的投影，其平面直角坐标为x和y，$O'A'$的值为r'，它与主方向夹角为α'，该变形椭圆长、短半轴，即极值长度比为a和b。



(a) (b)

$$r' = \sqrt{x'^2 + y'^2} = \sqrt{a^2x^2 + b^2 * y^2} = r\sqrt{a^2\cos^2\alpha + b^2\sin^2\alpha}$$

$$\mu = \frac{r'}{r} = \sqrt{a^2\cos^2\alpha + b^2\sin^2\alpha}$$

面积比和面积变形

投影面上一微小面积dF'和球面上一微小线段面积dF之比：$\mu = \frac{dF'}{dF}$

$$P = ab = mn\sin\theta$$

角度变形

$$\sin\frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b}$$

地图投影的分类

按投影的构成方法分类

- 几何投影
  - 方位投影（投至平面）
  - 圆柱投影（圆柱面）
  - 圆锥投影（圆锥面）
  - 多圆锥投影（轴与中央子午线共面，并垂直于中央经线）

- 非几何投影
    - 伪方位投影
    - 伪圆锥投影
    - 伪圆柱投影

按投影的变形性质分类

- 等角投影
- 等积投影
- 等距投影
- 任意投影

地图投影的命名

- 投影面和球面的几何位置（正，横，斜）
- 变形性质（等角，等积、任意）
- 投影面和球面相切、相割
- 投影面的种类（如上几何投影）
  eg:正轴等角割圆锥投影

地图投影公式的确定

圆锥投影一般公式

$$\rho = f(\varphi), \delta = \alpha\lambda$$
$$m = -\frac{d\rho}{M d\varphi}; n = \frac{\alpha\rho}{N\cos\varphi}$$