# 第一章 地理坐标系统

真题考法

2021 经度和纬度

2020 大地测量基准

2010 北京54与西安80坐标系统与WGS-84坐标系统

2011 地理坐标系统与投影坐标系统

2015 WGS84和北京54坐标系统有何异同？同一个点在坐标系统最大差异可达多少？这两个坐标系统的如何相互转换？最大差54m。

2012 以海岛资源调查为例，叙述不同的调查(制图)比例尺对调查结果的影响(包括海岛数量、海岛面积、岸线长度等)？

大地水准面

假定所有海水处于完全静止的平衡状态时，海平面延伸到所有大陆下部从而形成一个与**地球重力方向处处正交**的一个连续闭合的水准面。大地水准面所包围的形体被称为大地球体，是对地球形体的一级逼近。

地球椭球体

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。它是个很接近于绕自转轴(短轴)旋转的椭球体。这个旋转球体通常称地球椭球体，其是地球体的二级逼近，其表面可用数学描述，称为“旋转椭球面”。

椭球体定位与参考椭球体

通过数学方法将地球椭球体摆到与大地水准面最贴近的位置，称为椭球体定位，实现对地球形体的三级逼近。但这个逼近是区域性的，而非全球整体逼近，这个经过局部定位、与局部大地体密合最好的地球椭球体，称为参考椭球体。

大地测量基准

大地测量基准(Geodetic Datum)是地球的一个数学模型，是测量地球上某个点的地理坐标的参考与基础。其包括平面基准(Horizontal Datum)和高程基准(Vertical Datum),平面基准用来测量经纬度，高程基准用来测量高程。平面大地测量基准通常包含如下参数：

* 椭球参数----椭球体(长半轴、短半轴、扁率等)
* 椭球的定位与定向——椭球体的位置与指向
* 大地原点，指大地测量控制网起算点，在此点上大地水准面与椭球体表面完全重合。

一个国家或者地区在建立大地坐标系时，为了使得椭球体更贴合本国的自然地球表面，往往采用合适的椭球参数，确定的一个大地原点的起算数据，并进行椭球的定向。

我国常用的大地基准为北京54、西安80、CGCS2000、WGS84。

高程基准

高程基准的作用是作为水准测量获得高程数值的基准面，0米高程即大地水准面的位置，我国的高程系：

* **1956 年的黄海高程系：**是根据青岛验潮站 1950-1956 年共 6 年测定的平均海平面作为全国各地高程测量计算的依据，并且由此推算在青岛的水准原点为72.289m，由此建立的高程系称为 1956 年的黄海高程系.
* **1985 年的国家高程基准：**是根据青岛验潮站 1953-1979 年测定的黄海平均海平面作为全国各地高程测量计算的依据，井由此推在青岛的水准原点为72.260m，由此建立的高程系称为 1985 年的国家高程基准。
* **正高：**正高系统是以**大地水准面**为基准面的高程系统。地球上某点的正高就是该点到通过该点的**铅垂线**与大地水准面的交点之间的距离。
* **正常高：**正常高系统是以**似大地水准面**为基准的高程系统。某点的正常高是该点到通过该点的**铅垂线**与似大地水准面的交点之间的距离。
* **大地高**：是地面上某点到通过该点的椭球面**法线**，到**参考椭球面**的距离。GPS采用的是大地高。

地理坐标系统

地理坐标系统是用经纬度来表示地球面上的点位，经度是观测点所在的子午线与本初子午线之间的角度，纬度是观测点与赤道之间的角度，其是地球表面空间要素的基本定位参照系统。定义地理坐标系统的参照要素包括:大地测量基准、初始子午线、测量单位。

  中国常用的地理坐标系统是北京54坐标系、西安80坐标系、WGS84坐标系与CGCS2000坐标系。

投影坐标系统

地球椭球不能之间展开为平面，而地图是二维平面，因此只能通过投影的方式把地球表面上的点投影到平面或可展开为平面的曲面上。投影坐标系统是通过地图投影的方式用平面坐标表示地球上任一点的位置。定义投影坐标系统参照要素包括：地理坐标系统、地图投影方式与参数、测量单位。

我国常用的投影坐标系是高斯克吕格投影、墨卡托投影等。

大地测量中，常用**地理坐标和空间直角坐标**的概念来描述地面点的位置，依据建立坐标系统采用的椭球体的不同，地理坐标分为**天文地理坐标系和大地地理坐标系**。前者以大地体为依据，后者以地球椭球体为依据。

**天文经纬度**：地面点在大地水准面上的位置，以大地水准面和铅垂线为基准。利用天文经度和天文纬度(观测点铅垂线与赤道面间的夹角)两个参数来表示地面点在球面上的位置。主要用于天文学研究。

**大地经纬度：**地面点在地球参考椭球体上的位置，以参考椭球面上的位置，以参考椭球面和法线为基准。

* 观测点在椭球面上的大地子午面不本初子午面的两面角为“**大地经度**”,东西各180度, 东+西-;
* 观测点在椭球面上的法线(与所在子午面切为90度)与赤道面间的夹角为“**大地纬度**”, 有赤道向南北两极度量,各0-90 度,北纬+、南纬-。

**地心经纬度**：分为**地心和参心**两种：

**地心坐标系**就是以地球质心为坐标原点。总地球椭球体与大地水准面最佳密合，或者以地球质心为原点建立空间直角坐标系。

**参心坐标系**是以参考椭球面为基准面建立坐标系，以大地测量起算点\大地原点为基本参考点，以参考椭球体中心为原点的坐标系。

目前常用的地理坐标系统 （坐标系类型、坐标系三要素(XYZ轴、椭球参数、原点)与高程基准、意义）

北京54坐标系

属于**参心坐标系**，大地原点位于前苏联普尔科沃地区，采用克拉索夫斯基椭球参数，利用多点定位法进行椭球定位，大地点成果是局部平差的结果。

**应用：**建国以来用其提供的大地点局部平差结果制作了国家系列比例尺地形图。

**存在的缺陷：**椭球参数存在较大的误差，定向不明确。参考椭球椭球面与我国大地水准面存在着自西向东明显的系统性误差。

西安80坐标系(1980年国家大地坐标系统)

属于**参心坐标系**，采用国际大地测量协会推荐的1975新椭球参数；利用多点定位法进行椭球定位；大地原点位于我国中部，简称西安原点；

**优点：**

* 西安80的椭球参数精度更高
* 定位采用的椭球面与我国大地水准面符合较好；
* 天文大地坐标网的坐标经过了全国性整体平差，坐标统一，精度优良，可以满足1：5000甚至更大比例尺测图的要求等；

**意义：**1980西安坐标系的建立，确定了中国的高精度坐标系统，我们采用这套坐标系统进行了大范围的地形图测量与水文测量等。

WGS-84坐标系

原点位于地球质心，属于地心坐标系；Z轴指向定义的协议地球极CTP方向，X轴指向零子午线，Y轴和Z、X轴构成右手坐标系。

**意义：**是美国国防部研制的坐标系统，称为1984年世界大地坐标系统。其是目前GPS所采用的坐标系统，主要目的是为了能够建立一个全球统一的地理坐标系统。

CGCS2000坐标系

CGCS2000定义的坐标系有原点、3个坐标轴指向、尺度和地球椭球的4个基本参数(长半轴、扁率、地心引力常数和自转角速度)

坐标原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心，属于地心坐标系统；Z轴指向历元2000.0地球参考极方向；X轴由指向格林尼治参考子午线与地球赤道面的交点,Y轴与Z轴，X轴构成右手正交坐标系。

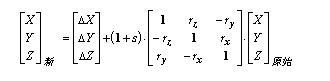
**意义：**

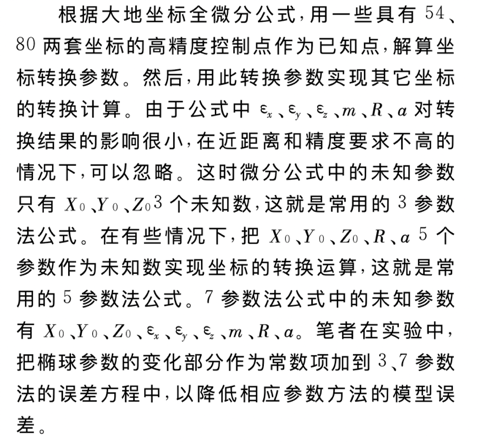
* 有利于采用现代空间信息技术对坐标系进行维护和快速更新；
* 地心坐标系可以测定高精度大地控制点的三维坐标，同时能够大大提高测图的工作效率。

不同坐标系相互转换

ArcGIS软件中已经定义了坐标转换参数时，可直接调用坐标系转换工具，直接选择转换参数即可。输入要投影的要素类、准备输出的坐标系，软件调用内置转换参数完成转换。

西安80坐标系与北京54坐标系区别与转换

转换：七参数模型:七参数法是指三个线性平移量、绕各轴的三个角度旋转值和一个比例因子。

WGS84与CGCS2000坐标系区别与转换  
GCGS2000的定义与WGS84实质一样，两者采用的参考椭球非常接近，椭球参数除了扁率几乎完全一致，扁率差异引起的椭球面上的纬度和高度的变化最大达0.1mm。

* 两者的转换只需要进行框架转换及历元转换便可以由WGS-84 (TRF2000 框架，2001.0 历元）转化为 CGCS2000TRF97框架，2000.0历元

比例尺

**比例尺**是指地图上一定长度的直线段所代表的实地相应线段的长度之比D/d=1/m（只是一个比值，没有单位），其核心内涵即指地球半径缩小的比例。依据表现形式，其由文字和数字比例尺、图解比例尺等

其实际作用:

* 决定量测的精度：
* 长度和面积的可测量性决定符号图形不对应物体的大小
* 决定地图综合概括的详细程度

**比例尺精度**是指一定比例尺的地图上0.1mm所代表的实地长度。（比例尺越大，图面精度越高，内容越详尽；比例尺越小，图面精度越小，但概括程度越高

**复式比例尺：**又称投影比例尺，根据主比例尺和投影长度变形分布觃律绘制的图解比例尺。由主比例尺不局部比例尺组合成。分经线比例尺和纬线比例尺两种。

**主比例尺：**在投影面上无变形点或线上的比例尺（球体半径缩小的比例，不变形的点和线上才能使用）。

**局部比例尺：**投影面上有变形处的比例尺