

# 地图学复习

## 第一模块：地图和地图学

### 1.地图的定义：

地图是遵循相应的**数学法则**，将地理信息通过**科学的概括**，运用**符号系统**表示在各类载体上的图形，以传递它们的**数量和质量在空间和时间上的分布规律和发展变化**。

### 2.地图的基本特征：

- (1) **严密的数学法则**：地图投影，比例尺，大地控制网；
- (2) **科学的地图概括**；
- (3) **特定的符号系统**。

### 3.地图与遥感影像比较

- (1) 投影性质不同
- (2) 表示方法不同
- (3) 信息量不同
- (4) 服务对象不同

### 4.地图的构成要素：

#### <1>数学要素：

- (1) **坐标网**：分为**经纬坐标网**和**平面坐标网**。
- (2) **比例尺**：大于 1: 10 万的是大比例尺，1: 10 万~1: 100 万的是中比例尺，小于 1: 100 万的是小比例尺。
- (3) **控制点**：是经过地面精确测算的坐标点，在高精度地图分析和应用中有着重要作用。

#### <2>地理要素：

##### (1) **自然要素**

自然要素表现地图制图区域内的**自然地理事物和现象**，涉及**地质地貌、气象气候、水文水资源、土壤植被**等。**水系和地貌**是地图上最基本的自然要素。

##### (2) **人文社会经济要素**

人文社会经济要素表现地图制图区域内的**人文、社会、经济事物和现象**，涉及**政治和行政区划、人口与民族、城市和村镇、道路交通网络、历史与文化、产业和经济**等诸多方面。**境界线、居民地、交通网**是地图上最基本的人文社会经济要素。

#### <3>辅助要素

辅助要素是了解地图主题和用途，协助使用者用好地图的重要资料。辅助要素可分为基本辅助要素和其他辅助要素。

- (1) **基本辅助要素**：选择和使用地图必须具备的资料信息。

**图名**：表达地图的主题和制图区域；

**图例**：说明地图符号的含义；

**方向标**：表示主图区域的方位；

**制图者和成图时间**：记录何人何时完成。

##### (2) **其他辅助要素**

其他辅助要素包括接**图表、图号、图廓、分度带、坡度尺、生僻字读音、制图方法和使用规范说明、附图、附表**等。

### 5.地图的分类：

- (1) 按区域范围分：可以包括多个层次：星球、世界、半球等。
- (2) 按尺度分：大比例尺、中比例尺和小比例尺地图。

- (3) 按地图图型分：分为普通地图与专题地图
- (4) 按地图维数分：有 2 维平面、3 维立体和 4 维动态地图。
- (5) 按其他分类指标：按用途，按语种，按年代，按出版方式 ……

#### 6.地图的主要功能：

- (1) 信息认知功能
- (2) 信息负载功能
- (3) 信息传输功能
- (4) 信息模拟功能

#### 7.成图方法：

- (1) 实测成图
- (2) 编绘成图
- (3) 数字制图

#### 8.地图学的定义：

研究地理信息的表达、处理和传输的理论和方法，以地理信息可视化为核心，探讨地图的制作技术和使用方法。

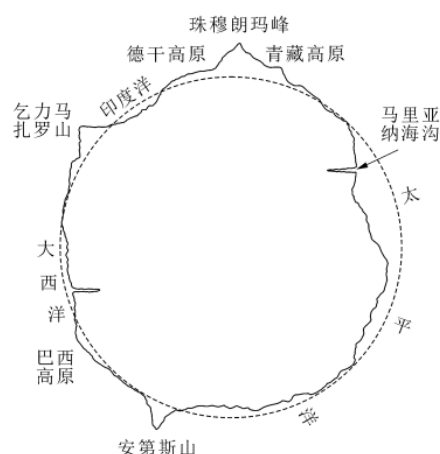
补：我国的大地基准点在西安，高程起算点在青岛为 72.260

## 第二模块：空间参照系和投影

### 1.地球体的基本特征

**自然表面**即我们生活的地球表面。用人类的眼睛观察，自然表面起伏不平，地球表面的最大高差近 20km。(地球自然表面凸凹不平，形态复杂，无法进行简洁的数学运算，难以直接作为测量、制图的基准面。)

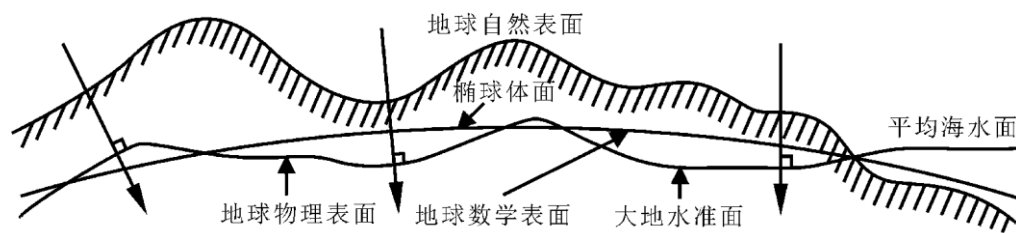
**地球体**就是被地球自然表面包裹着的、赤道略鼓的球体。



(现代测量成果表明，地球的赤道半径大于极半径（地心到极点的距离），两者相差 21.4km；地球南、北极半径也不相同，但相差甚微，仅数十米。)

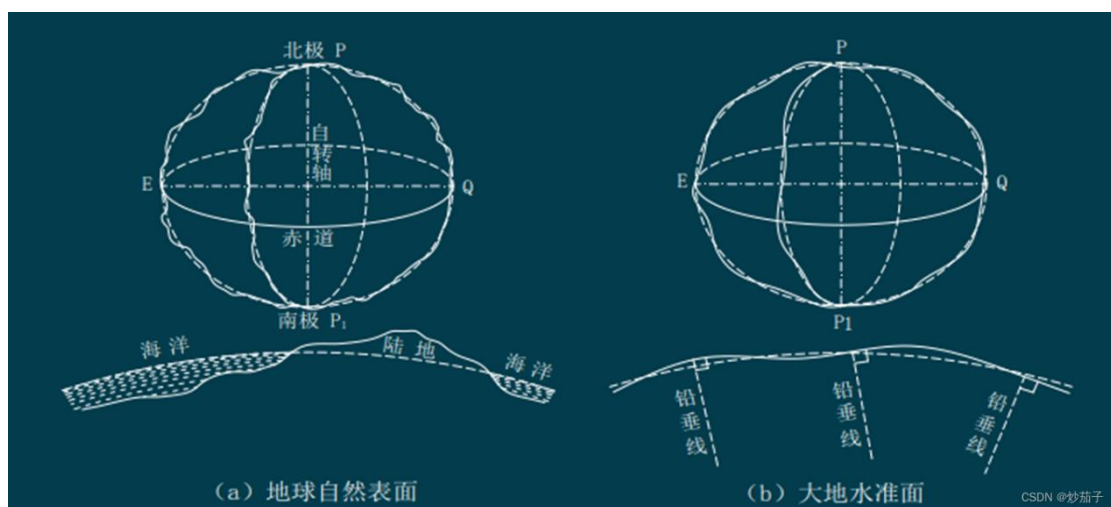
2.**水准面**指在地球表面重力场作用下形成的处处与重力方向垂直的连续曲面

3. **大地水准面**指将多年平均的静止海水面扩展到陆地部分，穿过陆地、岛屿形成的一个接近地球自然表面但相对比较规则 and 光滑的球面。

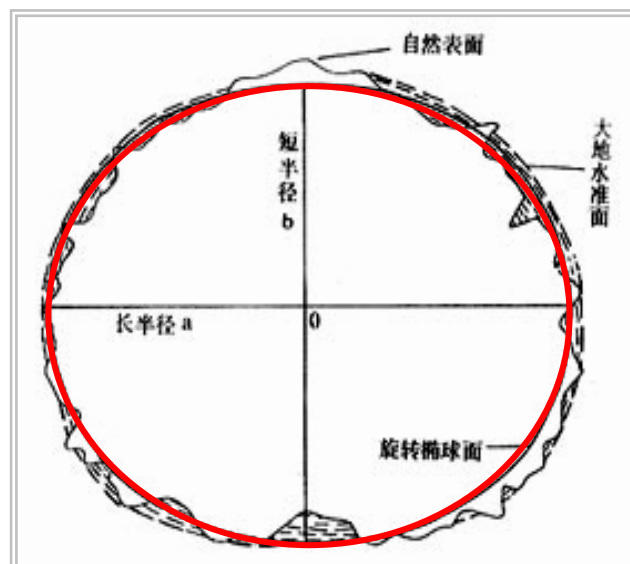


椭球体面=地球数学；大地水准面=地球物理表面

4. **大地体**指被大地水准面所包裹的球体，它非常接近地球体的形状。大地体是对地球形体的一级逼近：



5 **地球椭球体**：假想将大地体绕短轴(地轴)飞速旋转，以形成一个表面光滑的球体表面。

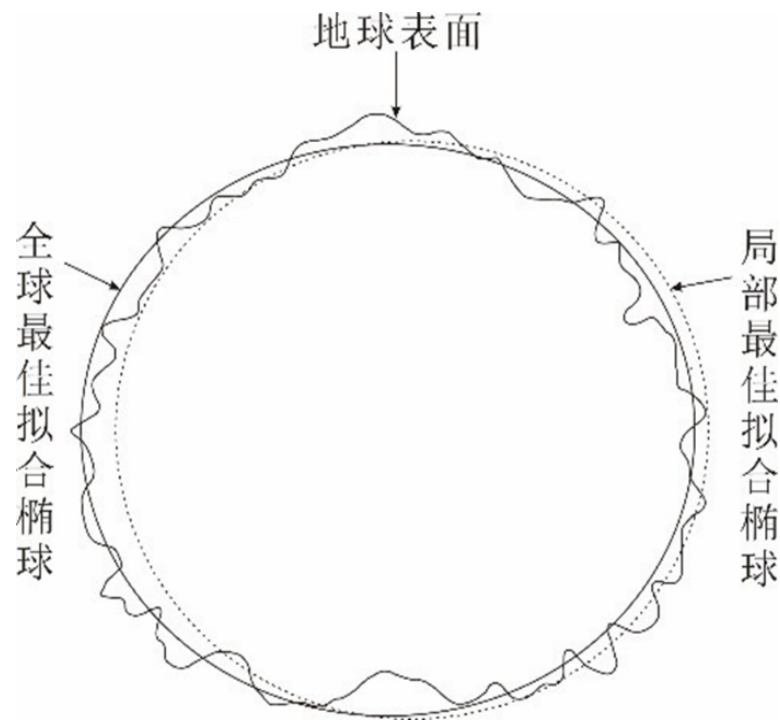


它是一个规则数学表面，所以视其为地球的数学表面，也是对地球形体的二级逼近，用于测量计算的基准面。

6. **参考椭球**：指具有确定参数，即有确定的长半径  $a$  和扁率  $f$ ，经过局部定位和定向，能与某一地区大地水准面最佳拟合的地球椭球体。

**参心坐标系**：是以参考椭球为基准建立的坐标系称。

参考椭球面是具有区域性质的地球数学模型，只有几何意义而无物理意义。不同的国家和地区会根据不同的参考椭圆和当地的大地水准面的拟合程度选择最拟合的参考椭球。



7. **总地球椭球**指在确定椭球参数时，考虑全球范围内与大地体最吻合的椭球，同时满足地心定位和两个平行条件定向的地球椭球体。

**地心坐标系**是以总地球椭球为基准建立的坐标系。

8.**地球空间参照系**指测量与标定地球空间点位的坐标系。

**天球坐标系**指固定在宇宙空间的空间参照系，用于描述星球的运动状态和轨迹。

**地球坐标系**指与地球固联的地球空间参照系，用于描述地面点的空间位置。

9.大地基准与大地基准面

**基准**指为描述空间位置而定义的点、线、面。

**大地基准**指能够最佳拟合地球形状的地球椭球参数、椭球定位和定向。

**大地基准面**指一个理论上与大地水准面能最佳密合的椭球曲面，是**利用特定椭球体对特定地区或整个地球大地水准面的逼近**。

**大地原点**指地理坐标的起算点和基准点，也被称为**大地基准点**或**大地起算点**。

椭球体和大地原点间的关系是定义大地基准面的重要内容，通常用大地纬度、大地经度、原点高程、原点垂线偏差之两分量、原点至某点的大地方位角等 6 个量来确定。

10.天文地理坐标

**地理坐标系**指建立在一定的大地基准上，用于表达地球表面空间位置及其相对关系的数学参照系。

**天文地理坐标**是以大地水准面和铅垂线为基准建立的地理坐标，通过天文测量方法获得地面点天文经度、纬度和方位角三个基本参数。

11. 高程基准面与高程系

(1) **高程基准面**

指地面点高程的统一起算面。

由于大地体是与整个地球最为接近的体形，因此通常采用大地水准面作为高程基准面。

(2) 平均海水面

指某地一定时期内每小时海面高度的算术平均值，是大地测量和海道测量的高程起算面，又称零点面或基准面。

(3) 高程系

在统一高程基准面的基础上，通过确定高程起算点和建立高程控制网所构成一个完整的高程参照系统，是测绘和计算地面点高程的基本参照。

中国现在用的是 1985 国家基准高程起算点为 72.260。

12.三种大地坐标系：

1956 北京坐标系：将苏联的莫斯科坐标系平移到了北京。

1980 国家大地坐标系：以西安的大地原点作为中心原点，使用国际推荐的地球椭球体。

CGCS2000：采用 CGCS2000 参考椭球体，以包括海洋和大气在内的整个地球质量中心为坐标原点建立的地心坐标系。

13.地理空间尺度——空间比例尺的定性描述

地理研究的空间尺度主要分为宏观、中观和微观。

空间比例尺对于地理研究的性质具有决定意义。

14.比例尺的分类

研究尺度	研究内容	研究对象空间规模	研究对象等级水平	地理规律	空间尺度
宏观	全球性物质、能量和信息 循环与转换	全球、大洲、大洋、国家 $1 \times 10^6 \text{km}^2$ 以上	国家级	纬度或非纬度 地带性	小比例尺 $< 1 : 100 \text{万}$
中观	地区性物质迁移、能量转 换、信息流动	区域、地区 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5 \text{km}^2$	省市（有时含 县）级	水平地带性 垂直地带性	中比例尺 $1 : 10 \sim 1 : 100 \text{万}$
微观	地方性物质形态转化和 状况变化	地方 $10 \sim 1 \times 10^3 \text{km}^2$	县、乡镇级	地方性地理形 态和变化	大比例尺 $> 1 : 10 \text{万}$

15.比例尺的形式：

数字比例尺、文字比例尺、图解比例尺、特殊比例尺。

16.地图投影的定义

地图投影指在地球椭球面与平面之间建立点与点之间对应函数关系的数学方法。

投影面指将地球表面地物投影于其上的承受面。投影面是平面，或可展成平面的几何面，如圆柱面和圆锥面。

投影变形：地球球面是一个不可展平的曲面，将这个曲面上的元素投影到平面上，必然与原来的距离、角度（方向）、形状、面积相比产生差异，这个差异就是投影变形。

17.按投影变形性质分类

等角投影：指没有角度变形的地图投影。等角投影能保持无限小图形在投影前后形状相似，故又被称为正形投影。

等积投影：指没有面积变形的地图投影。

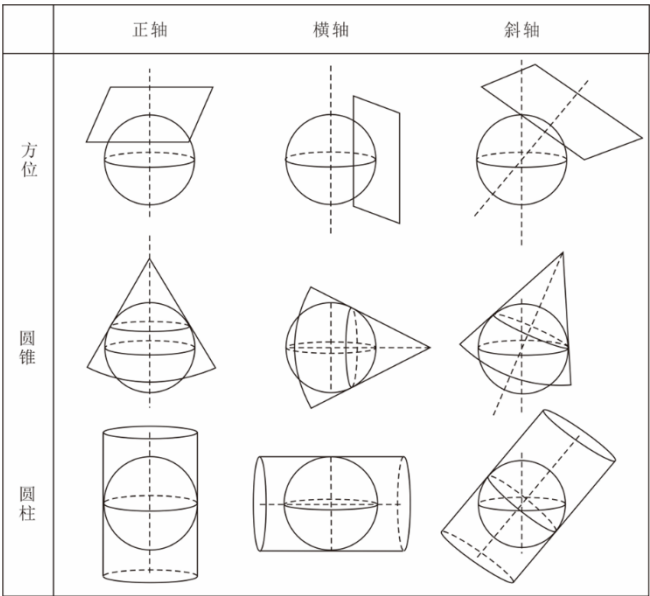
任意投影：指同时存在角度变形和面积变形的地图投影。

18.投影的构成方式分类

指以几何面为投影面而构成的投影。

按投影面的差别，几何投影分为方位投影、圆柱投影和圆锥投影三类。

每一类投影，按照投影面与椭球面的位置关系，再分为**正轴投影**、**横轴投影**、**斜轴投影**。



19. 高斯-克吕格投影与通用横轴墨卡托投影（UTM）的比较

通用横轴墨卡托投影北纬切于 84°N，南纬切于 80°S。

(1) **投影带起算位置不同**。高斯-克吕格投影起算于 0°经线，自西向东每 6°为一带；UTM 则起算于 180°经线，自西向东每 6°为一带。

(2) **中央经线长度比不同**。高斯-克吕格投影的中央经线长度比为 1；UTM 的中央经线长度比为 0.9996。

(3) **北伪偏移不同**。高斯-克吕格投影的东伪偏移为 500km，北伪偏移为 0；UTM 的东伪偏移为 500km，北伪偏移北半球为 0，南半球为 10000km。

第三模块：地图概括

1. 地图概括的概念：

地图概括也称制图综合，是采取**分类、选取、简化**等方法，提取空间信息中主要的、本质的信息

**地图概括的实质**：对地图数据和图解形式经过**科学处理**，使其能表现出**制图现象的基本特征和典型面貌**。

2. **影响地图概括的因素**

- (1) 地图的用途与主题对地图概括的影响
- (2) 地图比例尺对地图概括的影响
- (3) 区域地理特征对地图概括的影响
- (4) 制图数据质量对地图概括的影响
- (5) 制图图解限制对地图概括的影响

3. 地图载负量

地图载负量是衡量地图在**满足清晰易读情况下**所能表达地物要素**内容多少的量化指标**  
常用地图载负量：

**面积载负量**：指地图上所有符号和注记所占面积与图幅总面积之比。

**数值载负量**：指单位面积内符号的个数。

**极限载负量**：指地图理论上可能达到的最高容量，是图上符号和注记密度最大区域的载负量。



**适宜载负量：**指与地图比例尺、地图用途、制图区域地理特征、制图技术条件等相适宜的地图载负量。

4. 地图概括的四个步骤：

- (1)地理信息分类——对地理信息进行类别的简化。
- (2)地理信息选取 —— 空间数据的排序、分级或分群。
- (3)图形简化 —— 突显几何信息的重要特征，删弃次要细部。
- (4)图形夸张 —— 提高或强调符号的重要特征。

5. 内容选取的方法：

**资格法：**以制图对象的数量或质量等级指标作为选取标准而进行选取的一种方法。

**资格法的优点：**

- (1) 标准明确、简单易行。
- (2) 在地图编绘工作中得到广泛应用。

**资格法的缺点：**

- (1) 只用一个指标作为选取条件，不能全面衡量制图对象的重要程度；
- (2) 按同一个资格进行选取，无法预计选取后的地图容量，难以控制各制图区域间的对比关系。

**定额法：**以规定新编地图单位面积内应选取的制图对象数量或密度作为选取条件而进行选取的一种方法，选取定额由地图载负量决定。

**定额法的优点：**

在保证图面选取的内容能清晰易读的同时，又能保证图面上有足够数量的内容和适宜的密度。

**定额法的缺点：**无法保证在不同地区保留相同的质量资格。

6. **内容概括**是指对制图对象质量特征、数量特征的化简过程，以及对内容进行典型化处理。

7. **图形概括**

**图形概括**指根据制图对象的图形特征，**删除图形中不必要的碎部，保留或适当夸大重要特征**，构成能表现制图对象本质特征的明晰轮廓，用总的形体轮廓代替详细的轮廓形状，以保持与适宜载负量相适应的基本地理特征。

8. 图形概括的方法：

- (1) 删除：指去掉因比例尺缩小而无法清楚表示或不重要的图形细碎部分。
- (2) 夸大：对制图数据进行修改实现图形夸大。通常利用对比拉伸算法增强相邻点值的差别，达到使小弯曲夸大显示的目的。
- (3) 位移：指移动符号位置，使各符号的相对位置关系与其所代表事物的实际地理位置关系相适应。
- (4) 合并与分割：合并和分割联系密切、相辅相成，需要联合运用才能更好地表达事物的本质特征。

9. 典型要素的概括：

**点状分布要素的地图概括：**重点关注要素的**属性特征、拓扑特征与分布特征**，以保证地图概括结果既反映点状分布要素之间的实际状态，又满足制图要求。

**线状分布要素的地图概括：**线状分布要素是只有长度特征没有宽度特征，或宽度远小于长度而可以被忽略的地理要素，是1维对象的表达。

● **线状分布要素的地图概括主要关注：**

- (1) **线状要素属性特征**，表征线状要素的重要程度，是判断线状要素重要性和确定取舍的重要依据。

(2) **线状要素形态特征**，表征线状要素的几何形态，反映其弯曲程度等特征，是线状要素形状简化的主要依据。

**面状分布要素的地图概括**：关注面状要素的**形状特征**、**属性特征**及**邻接关系特征**，包括外部轮廓线的形态特征与内部结构的特点。经过地图概括，不仅要清楚地表现面状要素的外部轮廓，还要正确反映其内部结构。

**影像要素的地图概括（影像金字塔）**：指在同一空间参照下，根据用户需要将影像数据以不同分辨率进行存储与显示，形成分辨率由粗到细、数据量由小到大的金字塔结构。