



第二讲 地理信息空间参考系统

张新长 教授/博士生导师

中山大学 地理科学与规划学院



章节结构



地球空间参考系统

地图投影

空间坐标转换

第一节 地球空间参考系统



知识点



地球椭球体

平面坐标系

高程系统

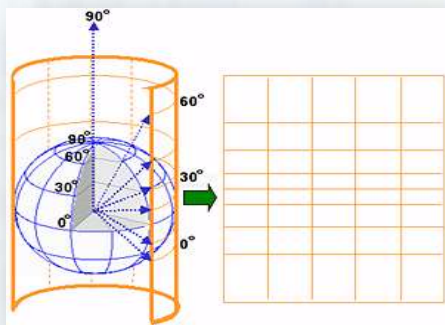
地理格网

地球空间参考系统



空间参考系统是指确定地理目标平面位置和高程的平面坐标系和高程系的统称。

空间参考系统概述



平面坐标系

描述空间
位置（坐标）
的**参照系**。



地球椭球体



高程系统

采用不同的
基准面表示地面
点高低。



地球空间参考系统

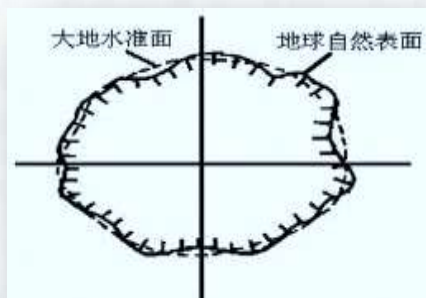


起伏不平
不规则

无法用数学表
达进行描述

地球自然表面

类似于

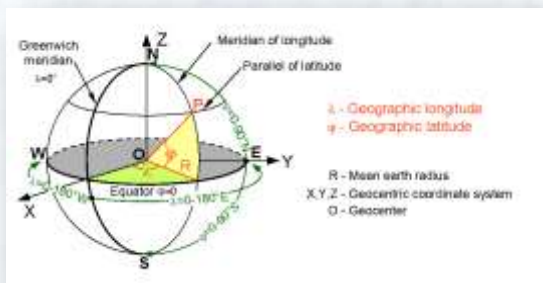


平均海平面延伸至
大陆，形成的连续封闭
曲面所包围的球体。

不规则性，
相对唯一性

大地水准面包围的球体

非常接近



具有微小扁率
的旋转椭球面。

标准数学曲面

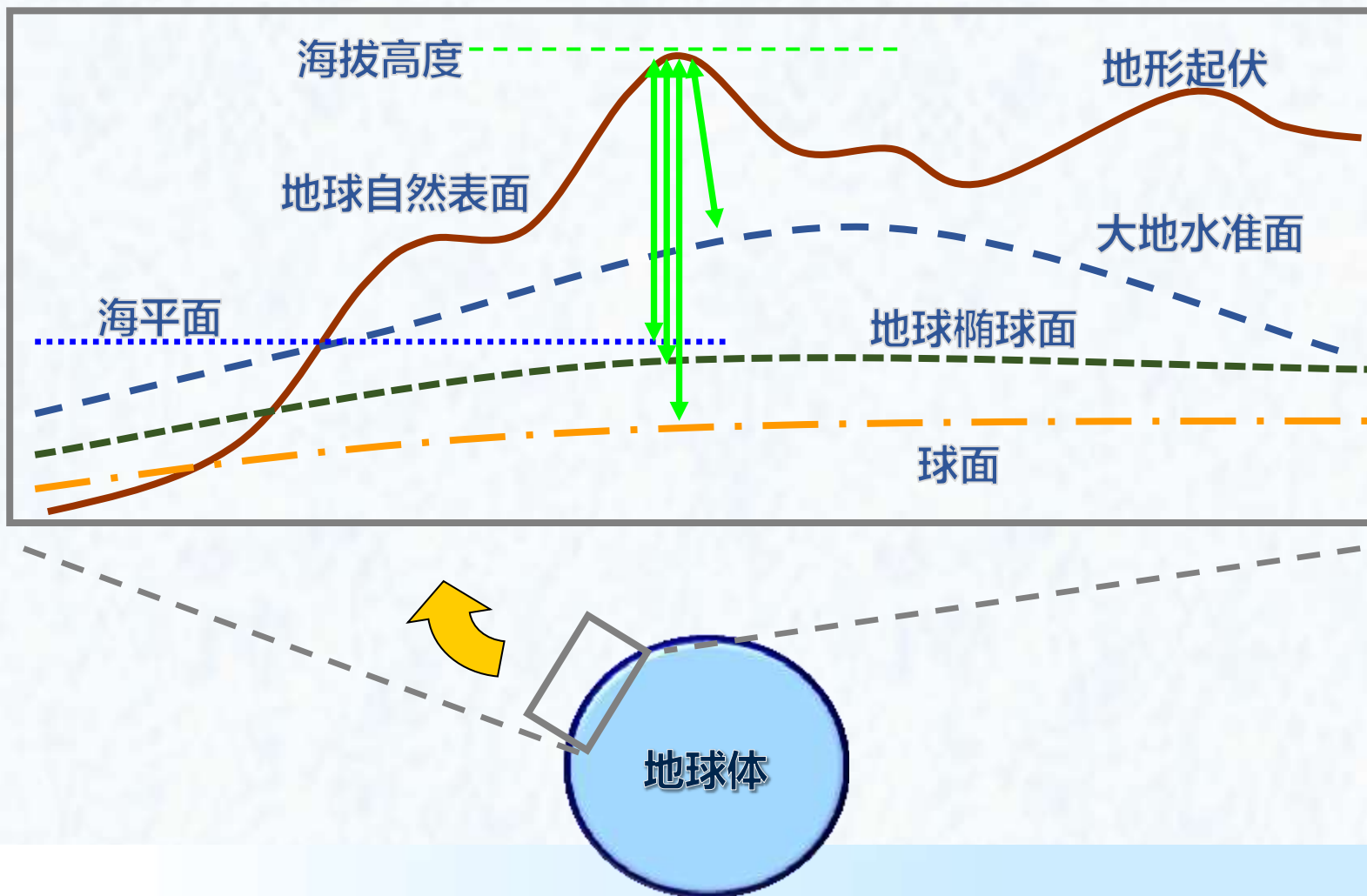
地球椭球体

地球
椭球
体

地球空间参考系统

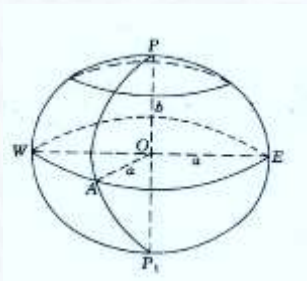
地球自然表面、大地水准面和地球椭球面之间的关系

地球
椭球
体



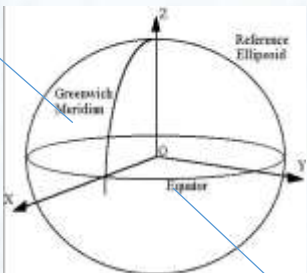
一个形状、大小和定位、定向都已确定的地球椭球体称作参考椭球体。

地球椭球体



地球 椭圆 球体

定位 定向

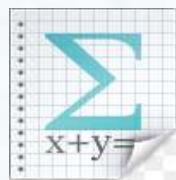


格林经线

赤道



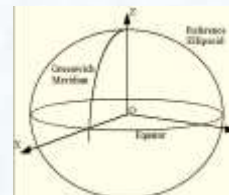
更符合本国或本地区的自然地球表面



选择合适的 的椭圆参数



确定大地原点 起始数据



椭球的定位与定向

常用的参考椭球体：

- 海福特椭球：美国，1909年
- 克拉索夫斯基椭球：苏联，1940
- 1975年国际椭球体：1978
- WGS-84地心椭球：美国，1984

地球空间参考系统

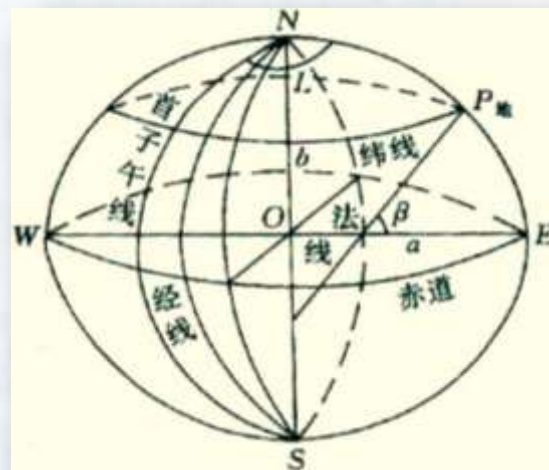
大地坐标系

大地坐标系是大地测量中以参考椭球面为基准面建立的坐标系。

参考椭球一旦确定，则标志着大地坐标系已经建立。

空间上任何一点的大地坐标用大地经度 L 、大地纬度 B 和大地高 H 表示。

- **大地经度**：地面上的点 $P_{\text{地}}$ 的大地子午面 $NP_{\text{地}}S$ 与起始大地子午面所构成的一个二面角 L ，叫做 $P_{\text{地}}$ 点的大地经度。
- **大地纬度**：点 $P_{\text{地}}$ 对于椭球的法线与赤道面的夹角 B ，叫做 $P_{\text{地}}$ 点的大地纬度。
- **大地高**：点 $P_{\text{地}}$ 沿法线到椭球面的距离 H 叫做大地高。

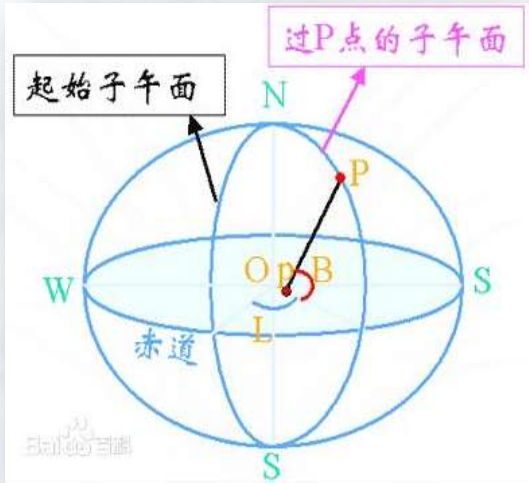


1954年北京坐标系

1954年北京坐标系(简称北京54坐标系)是我国50年代为满足测绘工作的需要,从前苏联1942年普尔科沃坐标系换算而成的。

特徴

- 属于**参心大地坐标系**。
- 采用**克拉索夫斯基椭球体**参数。
- 利用**多点定位法**进行椭球定位。
- 大地原点是在前苏联的**普尔科沃**。
- 大地点成果是**局部平差**的结果



参心大地坐标系

地球空间参考系统

1980西安坐标系

常用的大地坐标系

我国测绘科学家们利用近10年时间，完成了大地控制点的**整体平差**，采用了当时国际推荐的**地球椭球参数**，采用**局部椭球定位**，重新严格定义了中国国家坐标系统，即**1980西安大地坐标系**。

特征

- 属于**参心大地坐标系**。
- 采用关于几何与物理层面的**四个椭球基本参数**。
- 利用**多点定位法**进行椭球定位。
- 定向明确。
- 大地原点在西安市境内，简称**西安原点**。



地球空间参考系统

1980西安坐标系

常用的大地坐标系

意义

1980西安坐标系的建立,确立了中国的二维坐标系,达到了20世纪80年代初期经典大地测量技术的世界先进水平。

应用

地形图
测量



水文
测量



地籍
测量



规划
成果



地球空间参考系统

2000国家大地坐标系

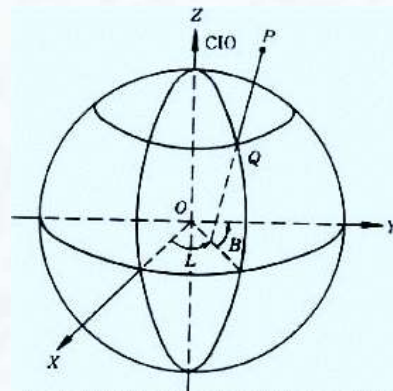
常用的大地坐标系

为适应更精确的定位应用需要，2008年7月起，中国已全面启用2000国家大地坐标系，国家测绘局授权组织实施。

特征

更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；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。

- 属于地心坐标系，原点位于整个地球质量的中心。
- 长半轴： $a=6378137\text{m}$
- 扁率： $f=1/298.257222101$
- 地心引力常数： $GM=3.986004418\times 10^{14}\text{m}^3\text{s}^{-2}$



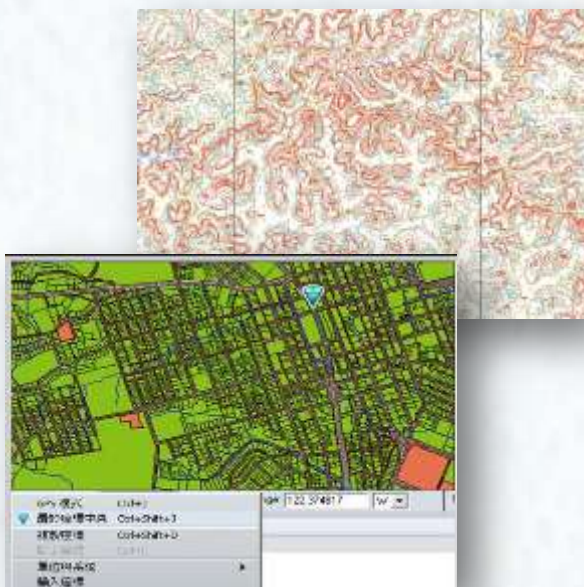
地球空间参考系统

2000国家大地坐标系

常用的大地坐标系

国家测绘局在新一轮的地形图制作和“西部测图”中使用，未来将在全国范围内全面投入使用。

地形图制作



西部测图



地球空间参考系统

WGS-84坐标系

常用的大地坐标系

WGS-84坐标系是美国国防部研制的坐标系统，GPS定位结果都属于WGS-84地心坐标系。

特征

- 原点在地球的质心，属于地心坐标系。
- Z轴指向BIH1984.0定义的协议地球极（CTP）方向。
- X轴指向BIH1984.0的零子午面和CTP赤道交点。
- Y轴与Z轴、X轴构成右手坐标系。



地球空间参考系统

地球椭球面是曲面，地图是平面，因此只有运用一定的数学法则把大地坐标系转换成某投影平面上的平面直角坐标系，才能满足测绘工程的需求。

平面 坐标 系统

- 建立在球体上的地理坐标
- 以经、纬度表达地理对象的位置
- 建立在平面上的直角坐标系统
- 以 (x, y) 表达地理对象的位置



椭球体 (三维)

投影



平面 (二维)

地球空间参考系统

高程系统

我国的高程系统

1956黄海高程系

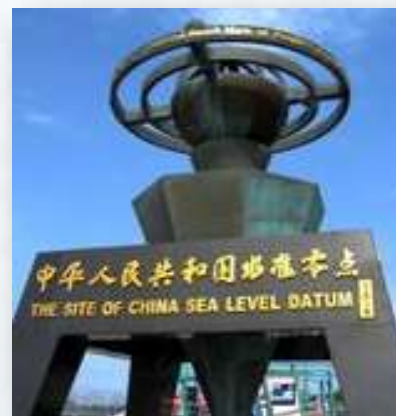
曾规定把青岛验潮站求得的1956年黄海平均海水面，作为我国统一的高程标准



青岛观象山上的国家水准原点

1985国家高程基准

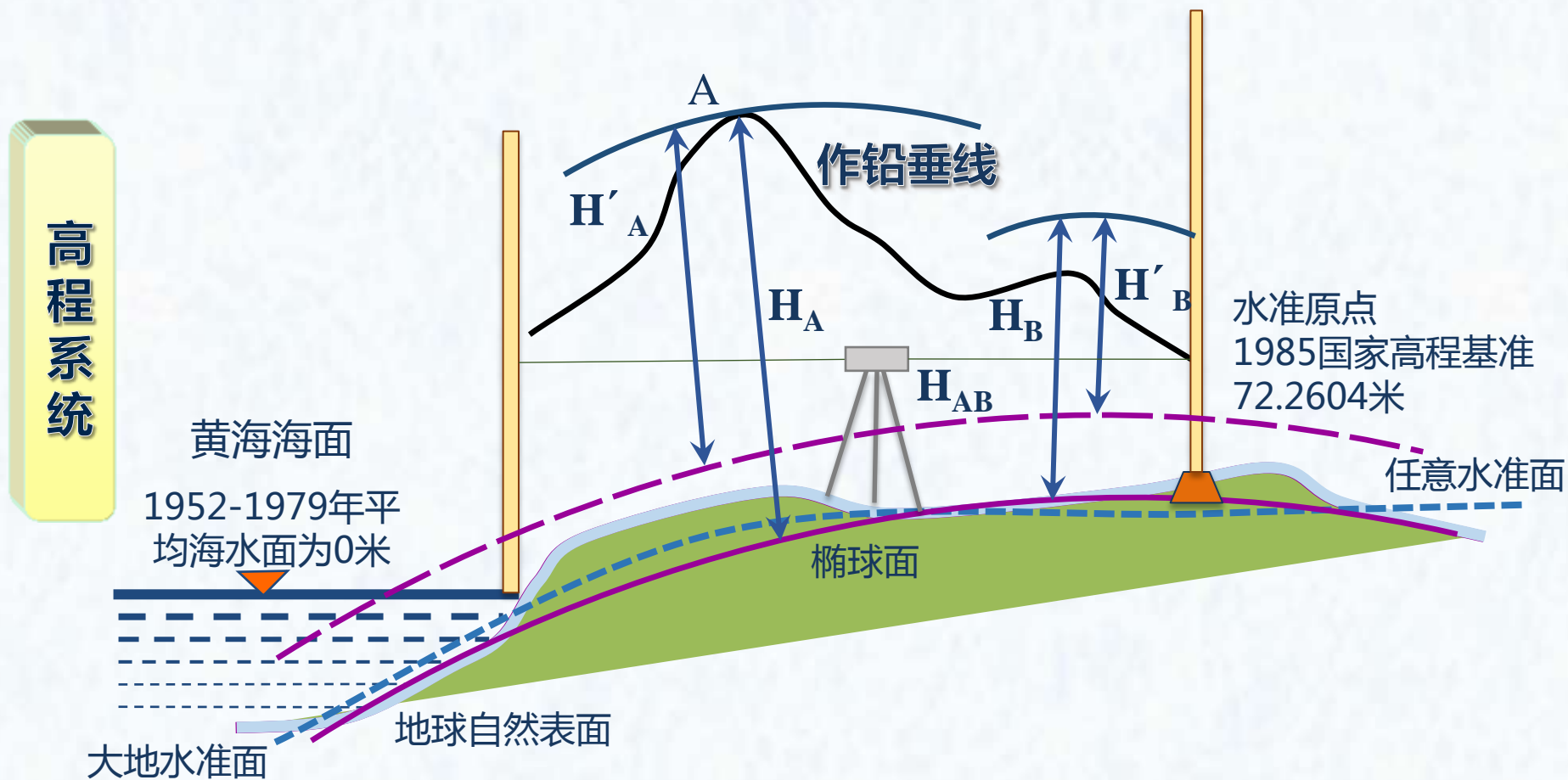
以青岛验潮站（1952-1979）的潮汐观测资料重新计算基准，称为“1985国家高程基准”。



中华人民共和国水准原点

地球空间参考系统

空间点的高程是以大地水准面为基准建立的。



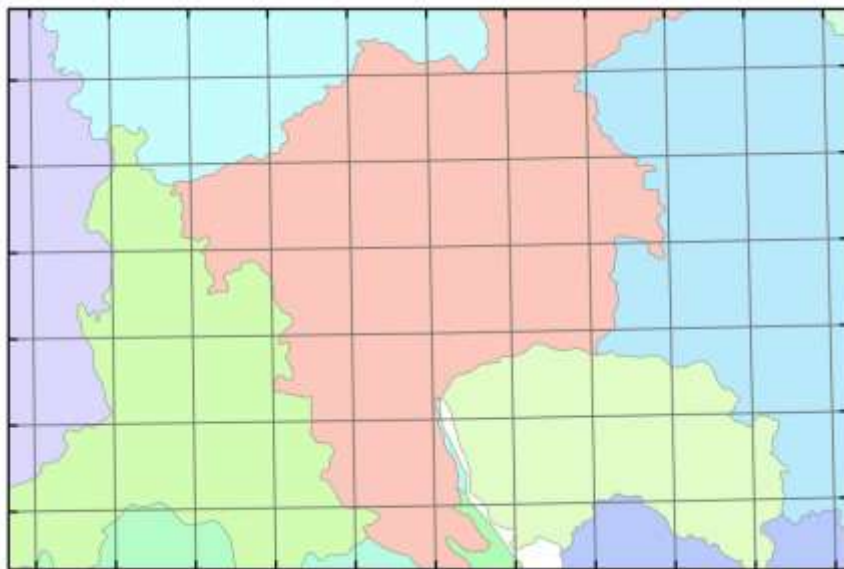
故56高程 H_{56} 与85高程 H_{85} 的换算公式为 $H_{85} = H_{56} - 0.029m$

地球空间参考系统

地理格网的概念

按一定的数学规则对地球表面进行划分形成**地理格网**，可以用于表示**呈点、线和面状分布**、以格网作为**统计单元**的地理信息。

地理格网



我国的坐标格网系统

4° × 6° 格网系统

直角坐标格网系统

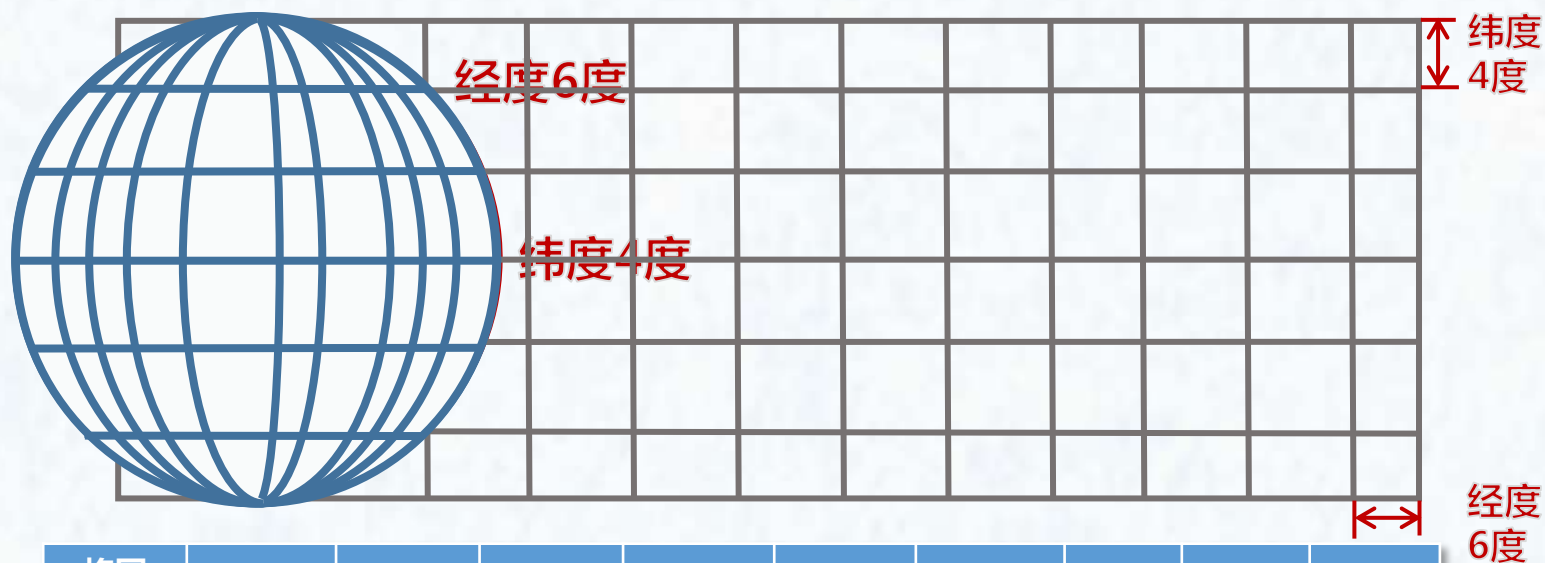
自行设计格网系统

地球空间参考系统

4°× 6° 格网系统

以纬度4°和经度6°进行划分而构成的多级地理格网系统，主要适用于表示陆地与近海地区全国或省（区）范围内各种地理信息等。

地理格网



格网等级	1	2	3	4	5	6	7	8	99
格网单元边长	30''	15''	7.5''	3''	1.5''	0.75''	0.3''	0.15''	5''
比例尺	1:100万	1:50万	1:25万	1:10万	1:5万	1:2.5万	1:1万	1:5千	1:20万

地球空间参考系统

直角坐标格网系统

将地球表面按数学法则投影到平面上，再按一定的纵横坐标间距和统一的坐标原点对其进行划分而构成的多级地理格网系统。

地理格网



格网等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99	
格网边长(m)	1000	500	250	100	50	25	10	5	2.5	200	100
比例尺	1:100万	1:50万	1:25万	1:10万	1:5万	1:2.5万	1:1万	1:5千	1:20万		

直角坐标格网的比例尺与格网等级不是唯一对应的，一种比例尺对应两种格网等级，用户可根据需要选择一种。

地球空间参考系统

自行设计的格网系统

在GIS中，还需要用到1:2000、1:1000和1:500的**地形图**，在国家标准中未规定它们的**格网等级**和**格网单元边长**，可根据实际需要**自行设计**。

地理格网



自行设计的网格系统

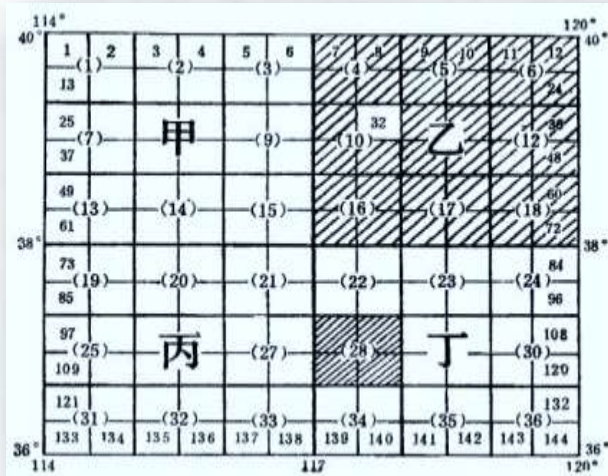


地球空间参考系统

三种格网之间的关系

三种格网之间可以相互转换，它们的分级各呈一定的层次关系，构成完整的系列，便于组成地区、国家或全球的格网体系。

地理格网



地形图分幅



直角坐标格网



自行设计的坐标格网



4°×6°坐标格网





谢谢大家！

