

前言：教学目标

- 掌握3S相关概念、原理与方法。
- 掌握常用遥感数据的特征和应用、信息提取的方法。
- 掌握GIS基本功能及空间分析。
- 了解GPS的应用。
- 掌握ArcGIS、ENVI等软件的使用

前言：教学要求

- ❖上课认真听讲，记笔记，有不懂的地方及时提问 或课后查

阅资料。

❖认真完成实习作业并按时上交，成绩将记入总分。

❖认真完成课后作业。

❖能自觉阅读课后参考书目。

前言：教学主要内容

✉ 3S基础概念与原理

✉ 数据处理方法（遥感、GPS数据及GIS空间分析）

✉ 3S系统集成

✉ 软件操作（ArcGIS10、ENVI4.8）

前言：参考书目

- ✉ 梅安新. 遥感导论. 高等教育出版社, 2002
- ✉ 彭望琮. 遥感概论. 高等教育出版社, 2003
- ✉ 赵英时. 遥感应用分析原理与方法. 科学出版社, 2003
- ✉ 李小文. 遥感原理与应用. 科学出版社, 2008
- 黄杏元. 地理信息系统概论. 高等教育出版社, 2008
- 陈述彭. 地理信息系统导论. 科学出版社, 2000
- 邬伦. 地理信息系统原理方法 and 应用. 科学出版社, 2001
- ✉ 董永平等. 草原遥感监测技术. 化工出版社, 2005
- ✉ 李军等. 农业信息技术. 科学出版

社，2010

- ✉ 李乃祥等. 农业信息技术导论. 中国农业出版社，2011

前言：考核

- ✓ 本课程采用闭卷考试方式进行考核
- ✓ 平时成绩占40分
 - ✓ 随机课堂提问（10分）
 - ✓ 随机点到（10分，**但无故迟到、早退、旷课总平时成绩为0分**）
 - ✓ 实验成绩（20分，平时上机情况及实验报告）
- ✓ 期末考试成绩占60分
- ✓ 班级综合表现系数为

0.9-1.1。

- ❖ **遥感(Remote Sensing)**: 通常是指通过某种传感器装置, 在不与研究对象直接接触的情况下, 获得其特征信息, 并对这些信息进行提取、加工、表达和应用的一门科学技术。
- ❖ 遥感技术的基础, 是通过观测电磁波, 从而判读和分析地表的目标以及现象, 其中利用了地物的电磁波特性, 即“一切物体, 由于其种类及环境条件不同, 因而具有反射或辐射不同波长电磁波的特性”。
- ❖ 遥感也可以说是一种利用物体反射或

辐射电磁波的固有特性，通过观测电磁波，识别物体以及物体存在环境条件的技术。

- ❖ 遥感器（**Remote Sensor**）：接收从目标反射或辐射电磁波的装置。
- ❖ 遥感平台（**Platform**）：是搭载这些遥感器的移动体，包括飞机、人造卫星等，甚至地面观测车也属于遥感平台。
- ❖ 遥感分为被动式遥感（**Passive Remote Sensing**）和主动式遥感（**Active Remote Sensing**）两种。

- ❖ 首先，遥感器不与研究对象直接接触，也就是说，这里的“遥”并非指“遥远”；
- ❖ 其次，遥感的目的是为了得到研究对象的特征信息；
- ❖ 最后，通过传感器装置得到的数据，在被使用之前，还要经过一个处理过程。

❖ 通常是图像形式的遥感数据的处理，主要包括纠正（包括辐射纠正和几何纠正）、增强、变换、滤波、分类等功能。

❖ 1) 图像纠正

❖ 2) 增强

❖ 3) 滤波

❖ 4) 变换

❖ 5) 分类

❖ 全球定位系统(GPS, Global Positioning System): 是一种利用人造地球卫星进行点位测量导航的技术。

❖ 全称是NAVSTAR(NAVigation Satellite Timing And

Ranging)/GPS。

- ❖ **GPS系统包括三大部分：**
 - ❖ **空间部分——GPS卫星星座**
 - ❖ **地面控制部分——地面监控系统**
 - ❖ **用户设备部分——GPS信号接收机**
-
- ❖ **由21颗工作卫星和3颗备用卫星组成。**
 - ❖ **均匀分布在六个相互夹角为60度的轨道平面内。**
 - ❖ **GPS卫星用L波段两种频率的无线电波（1575.42MHz和1227.6MHz）向用户发射导航定位信号，同时接收地面发送的导航电文以及调度命令。**

- ❖：包括位于美国科罗拉多的主控站以及分布全球的三个注入站和五个监测站组成，实现对**GPS**卫星运行的监控。
- ❖捕获**GPS**卫星发射的信号，并进行处理，根据信号到达接收机的时间，确定接收机到卫星的距离。
- ❖**GPS**定位基本原理是利用测距交会确定点位。

造成**GPS**定位误差的因素：

- ❖ 由于卫星轨道变化
- ❖ 以及卫星电子钟不准确

- ❖ 以及定位信号穿越电离层和地表对流层时速度的变化
- ❖ 最为严重的误差则是由于美国军方人为降低信号质量造成的，这种误差可高达**100米**。

- ❖ 三者之间的相互作用形成了“一个大脑，两只眼睛”的框架，即**RS**和**GPS**向**GIS**提供或更新区域信息以及空间定位，**GIS**进行相应的空间分析，以从**RS**和**GPS**提供的浩如烟海的数据中提取有用信息，并进行综合集成，使之成为决策的科学依据。
- ❖ **GIS**、**RS**和**GPS**三者集成利用，构成为整体的、实时的和动态的

对地观测、分析和应用的运行系统，提高了**GIS**的应用效率。

❖ **RS、GIS、GPS**集成的方式可以在不同的技术水平上实现。

第三章 GPS原理及技术

❖ 卫星定位导航系统

- ◆ GPS系统组成、其它卫星定位导航系统

❖ GPS定位原理

- ◆ 时空坐标、伪距测量、载波相位测量
- ◆ 绝对定位与相对定位、差分定位

❖ 典型应用

◆ 烟草监控调度系统

❖ **GPS全球卫星定位导航系统(Global Positioning System-GPS)**是美国从20世纪70年代开始研制,历时20年,耗资200亿美元,于1994年全面建成,具有在海、陆、空进行全方位实时三维导航与定位能力的新一代卫星导航与定位系统。

❖ **GPS系统的特点:**

- **全球、全天候工作:** 能为用户提供连续、实时的三维位置、三维速度和精密时间。不受天气的影响。
- **定位精度高:** 单机定位精度优于10米,采用差分定位,精度可达厘米级和毫米级。
- **功能多、应用广:** 大地测量、工程测量、

航空摄影测量、运载工具导航和管制、地壳运动监测、工程变形监测、资源勘察、地球动力学等。

❖ GPS系统的组成：空间星座部分、地面支撑系统、用户设备部分

❖ 空间星座部分：

- 21颗工作卫星，3颗备用卫星。
- 24颗卫星均匀分布在6个轨道面内。
- 卫星轨道倾角为 55° ，各轨道平面相差 60° 。
- 轨道平面高度为20200km，卫星运行周期11小时58分。
- 地面观测者见的卫星颗数最少为4颗，最多可达11颗。

❖ 空间星座部分：

- GPS卫星的核心部件是**高精度的时钟**、

导航电文存储器、双频发射和接收以及微处理机。

- 每颗GPS工作卫星一般安设2台铷原子钟和2台铯原子钟，未来采用更稳定的氢原子钟（频率稳定度优于 10^{-14} s）。
- 卫星钟由地面站检验，其钟差、钟速连同其他信息由地面站注入卫星后，再转化给用户设备。

❖ 空间星座部分：

- 向广大用户连续发送定位信息；
- 接收和存储由地面监控站发来的卫星导航电文等信息，并适时地发送给广大用户；
- 接收并执行由地面监控站发来的控制指令，适时地改正运行偏差或启用备用卫星等；
- 通过星载的高精度铷钟和铯钟，提供精密的时间标准。

❖ 地面支撑系统：

- **主控站**：根据跟踪观测数据计算各卫星的轨道参数、钟差参数以及大气修正参数等，编制成导航电文并传送至各注入站；调整偏离轨道的卫星；启用备用卫星；管理协调各地面监控系统的工作。
- **注入站**：将主控站发来的导航电文注入到相应卫星的存储器；向主控站发射信号报告自己的工作状态。
- **监测站**：数据自动采集中心，用GPS接收机对可见卫星进行连续观测，为主控站提供卫星的观测数据。

❖ 用户设备部分：

- 接收GPS卫星发射信号，获得必要的导航和定位信息，经数据处理，完成导航和定位工作。
- 包括**GPS接收机及天线、微处理器、终端设备和电源**等。
- 天线单元能够接收来自任何方向的GPS信号，将极微弱的GPS信号电流予

以放大。

- 微处理机能选择合适的卫星进行测量，以获得最佳的几何图形；能根据观测值及卫星星历求得所需的定位信息。

❖ 伴随着众多卫星定位导航系统的兴起，全球卫星定位导航系统有一个全新的称呼：

GNSS（**GL**Obal **NA**avigation **Sa**ttellite **S**ystem）。

❖ **GLONASS**系统：

- 前苏联从80年代初开始建设的与美国GPS系统相类似的卫星定位系统，由卫星星座、地面监测控制站和用户设备组成。现在由俄罗斯空间局管理。
- **GLONASS**系统的卫星星座由**24**颗卫星组成，均匀分布在**3**个近圆形的轨道平面上，每个轨道面**8**颗卫星，轨道高度**19100**公里，运行周期**11**小时**15**分，轨道倾角**64.8**°。

- **GLONASS**系统采用军民合用、不加密的开放政策。目前在轨工作卫星约为**18**颗。

❖ **Galileo**卫星定位导航系统:

- **Galileo**系统是欧洲自主、独立的全球多模式卫星定位导航系统，提供高精度，高可靠性的定位服务，实现完全非军方控制、管理。
- 能够和**GPS**、**GLONASS**系统实现多系统内的相互合作，用户可以用一个多系统接收机来实现定位导航。
- 中国在**2004**年**10**月正式加入“**Galileo**计划”。
- **Galileo**系统由**30**颗（**27**颗工作卫星+**3**颗在轨备用卫星）卫星组成，均匀分布在**3**个轨道上，整个系统拟在**2010**年之前投入正式运行。

❖ **北斗**卫星定位导航系统:

- 中国自行研制开发的区域性有源三维卫星定位与通信系统。
- 北斗一代包括2颗地球同步卫星、2颗备用星、地面中心站和用户终端。
- **北斗系统三大功能：**
 - 快速定位：**北斗系统可为服务区域内用户提供全天候、高精度、快速实时定位服务，定位精度20~100m；
 - 短报文通信：**北斗系统用户终端具有双向报文通信功能，用户可以一次传送40~60个汉字的短报文信息；
 - 精密授时：**北斗系统具有精密授时功能，可向用户提供20ns-100ns时间同步精度。

劣势：

- 北斗属于有源定位系统，系统容量有限，终端比较复杂。

- 北斗属于区域定位系统，目前只能为中国以及周边地区提供定位服务。

❖ 北斗应用五大优势：

- 同时具备定位与通信功能，无需其他通信系统支持；
- 覆盖中国及周边国家和地区，24小时全天候服务，无通信盲区；
- 特别适合集团用户大范围监控与管理，以及无依托地区数据采集用户数据传输应用；
- 独特的中心节点式定位处理和指挥型用户机设计，可同时解决“我在哪”和“你在哪”；
- 自主系统，高强度加密设计，安全、可靠、稳定，适合关键部门应用。

- ❖ 利用无线电测距交会确定点位的方法，可以根据3个以上地面已知点（控制站）交会出卫星的位置，反之也可以利用3

颗以上卫星的已知空间位置交会出地面位置点（用户接收机）的位置。

- ❖ GPS卫星发射**测距信号**和**导航电文**，导航电文中含有卫星的位置信息。用户用GPS接收机在某一时刻**同时接收3颗以上GPS卫星信号**，测量出测站点（接收机天线中心）P至每颗卫星的**距离**并解算出该时刻GPS卫星的空间坐标，然后根据距离交会法解算出测站P的位置。

- ❖ GPS时空参考系
- ❖ 卫星的广播信号
- ❖ 伪距测量
- ❖ 载波相位测量
- ❖ 绝对定位和相对定位
- ❖ 差分GPS定位

- ❖ GPS导航定位中的坐标系统

- **天球坐标系**：与地球自转无关，便于描述绕地球质心作圆周运动的卫星运动状态和确定卫星的运行轨道。
- **地固坐标系**：固结在地球上和地球一起公转和自转的地球坐标系，便于描述GPS接收机载体在地球表面的运动状态。地固坐标系是用一辅助面（参考椭球面）定义的。
- **WGS-84 (world geodetic system) 大地坐标系**——地固坐标系，原点位于地球质心，Z轴平行于BIH1984.0时元（国际时间局于1984年定义的地球参考系）定义的协议地球极（CTP）方向，X轴指向BIH1984.0时元定义的零子午面和协议地球赤道的交点，Y轴与Z、X轴构成右手坐标系。WGS-84大地坐标系定义了地球形状的椭球模型。
- **国家大地坐标系**——目前常用的两个

国家大地坐标系是1954年北京坐标系和1980年国家大地坐标系（大地原点设在陕西省泾阳县永乐镇）。

- **地方独立坐标系** ——在城市和工程测量中，常常建立适合本地区的地方独立坐标系。

❖ GPS导航定位中的时间系统

- 在GPS测量中，时间系统是最重要、最基本的物理量，没有高精度的时间基准，就没有GPS定位。
- 时间系统包含有“**时刻**”和“**时间间隔**”两个概念。时刻是发生某一事件的瞬间，在天文学和卫星测量中，与所获数据对应的时刻称为**历元**。时间间隔是指发生某一现象所经历的过程，是这一过程始末的时间差，所以时间间隔测量也称为相对测量。
- 时间系统有其**尺度**（时间的单位）和**原点**（起始历元），只有把尺度和原点结合起来，才能给出统一的时间系

统和准确的时间概念。

以地球自转为基础：

- **恒星时ST (Sidereal Time)**：以春分点为参考点，春分点连续两次经过本地子午圈的时间间隔为一恒星日，一恒星日分为24个恒星时。
- **平太阳时MT (Mean Solar Time)**：平太阳连续两次经过本地子午圈的时间间隔为一平太日，一平太日分为24平太时。平太阳的运动速度等于真太阳周年运动的平均速度。
- **世界时UT (Universal Time)**：零经度子午圈（格林威治子午圈）所对应的平太阳时且以平子夜为零时起算的时间系统。

以物质内部原子运动的特征为基础：

- **原子时ATI (International Atomic Time)**：秒长定义为铯原子Cs133基态的两个超精细能级间跃迁辐射振荡

9192631170周所持续的时间。

- **协调世界时UTC (Coordinated Universal Time)**：采用原子时秒长，并使用闰秒的方法使其与世界时的时刻相接近，是与地球自转相一致的尺度均匀的时间系统。
- **GPS时间系统**：简称GPST，与原子时秒长相同，但原点不同。GPST不跳秒，保持时间的连续。GPST与原子时在任一瞬间均有19s的偏差。

❖ GPS卫星的广播信号

包含3种成分：**数据码**（或称D码，也称为基带信号）、**测距码**（C/A码、P码或Y码）和**载波信号**（ L_1 和 L_2 ）。

- **数据码**（D码）中包含有多种与导航有关的信息，包括卫星的星历、卫星钟钟差改正参数、测距时间标志及大气折射改正参数和由C/A码捕获P码等导航信息。这些信息为GPS导航定位提供数据基础，所以又称为**导航电文**。

- **C/A码 (coarse/acquisition)** 是由两个10级反馈移位寄存器相结合而产生的伪随机码，用于分址、搜捕卫星信号和粗测距，是具有一定抗干扰能力的明码，提供给民用。C/A码的码长很短，只有1023bit，易于捕获。C/A码的码元宽度较大，测距精度较低，所以C/A码也称为粗码。
- **P码 (precise code)** 是由两组各有两个12级反馈移位寄存器结合产生的伪随机码。P码序列非常长，一般先捕获C/A码，然后根据导航电文中给出的有关信息捕获P码。P码码元宽度仅为C/A码的1/10，用于较高精度的定位，又称为精码。是用做精测距、抗干扰及保密的军用码，极少用于民用。
- **GPS卫星天线发射的信号是将导航电文经过两级调制后的信号。第一级调制是将低频D码分别调制在高频C/A码和**

P码上，实现对D码的伪随机码扩频。**第二级**是将一级调制的组合码再分别调制在两个载波频率上（ L_1 和 L_2 ）。最后卫星向地面发射两种已调波。

- 在载波 L_1 上调制了C/A码和P码，在载波 L_2 上调制了P码，采用BPSK方式调制。这里的C/A码和P码都已实现了对数据码的扩频。使用两个载波频率发射是为了对大气层效应产生的附加延迟进行**双频校正**。

- ❖ **伪距**：由卫星发射的测距码信号到达GPS接收机的传播时间乘以光速得出的量测距离。
- ❖ **伪距法定位**：由GPS接收机在某一时刻测出4颗以上GPS卫星的伪距，并根据已知的卫星位置，采用距离交会法确定接收机天线所在点的三维坐标。
- ❖ 分为**C/A码伪距**和**P码伪距**。

伪距测量的基本方程：

当 ρ 取得最大值时，根据测距码自相关的特性可得：

式中， ρ 为伪距测量值， R 为卫星至接收机的几何距离， T 为测距码的周期， λ 为相应测距码的波长， $n = 0, 1, 2, \dots$ 是正整数， c 为信号传播速度。式中 λ 称为测距模糊度。当测距码的波长小于测定的距离时，存在测距模糊度的问题。

若再考虑到信号传播经电离层
(ionosphere) 的延迟 t_{ion} 和大气对流层
(troposphere) 的延迟 t_{atm} ，

和用户接收机之间的距离观测值直接确定用户接收机天线在WGS-84坐标系中的相对于坐标系原点的绝对位置。

绝对定位又分为**静态绝对定位**和**动态绝对定位**。

- ❖ **相对定位**：用至少两台GPS接收机，同步观测相同的GPS卫星，确定两台接收机天线之间的相对位置（坐标差）。是目前GPS定位中精度最高的一种定位方法。

- ❖ **静态绝对定位**

通过连续地不同历元（天文学中的时刻）同步观测不同的卫星，测定卫星至观测站的伪距，获得充分的观测数据，然后对数据处理获得观测站的绝对坐标。

通过将伪距测量方程**线性化**，由观测站同步跟踪4颗以上的卫星，列出**矩阵形式**的方程组，可以从中解算出观测站三维坐标。

❖ 令 X_k^0, Y_k^0, Z_k^0 分别为观测站坐标的近似值与改正数，
设 X_k, Y_k, Z_k 为 t 时刻卫星 j 的三维地心坐标， X_k, Y_k, Z_k 为观测站的三维地心坐标。则有：

❖ 对 ρ_k 以 ρ_k^0 为中心用泰勒级数展开并取一次项后可得：

❖ 观测站与卫星 j 的几何距离的线性化表达式为：

❖ 动态绝对定位

又称单点动态定位，是用安设在运动载体上的GPS接收机自主地测量该运动载体的实时位置，从而描绘出该运动载体的运行轨迹。只用于精度要求不高的飞机、船舶

以及陆地导航。

如：普通车载GPS定位。

相对定位是用两台接收机分别安置在基线的两端，同步观测相同的GPS卫星，以确定基线端点的相对位置或基线向量。

观测值的线性组合：

在两个观测站或多个观测站同步观测相同卫星的情况下，卫星的轨道误差、卫星钟差、接收机钟差以及电离层和对流层的折射误差等对观测量的影响具有一定的相关性，利用这些**观测量的不同组合（求差）**进行相对定位，可以有效地消除或减弱相关误差的影响，从而提高相对定位的精度。

求差方法：GPS载波相位可以在**卫星间**求差，在**接收机间**求差，也可以在**不同历元间**求差。将观测值直接相减的过程叫做求一次差，所得结果叫做载波相位观测值的一次差

或单差。常用的求一次差是在接收机间求一次差。

一次差为：

作用：消除与卫星有关的载波相位及其钟差项。

二次差：对载波相位观测值的一次差分观测值继续求差，叫做载波相位观测值的二次差或双差，常用的求二次差是在接收机间求一次差后再在卫星间求二次差，叫做星间二次差分。

作用：可以消除与接收机有关的载波相位及其钟差项。

三次差：对二次差继续求差称为三次差，常用的求三次差是在接收机、卫星和历元之间求三

次差。

作用：可消除与卫星和接收机有关的初始整周模糊度。

DGPS测量系统组成：包括动态接收机和基准接收机。

DGPS的测量原理：两种接收机同步地对一组在视GPS卫星进行观测，基准接收机为动态接收机提供差分改正数，称之为DGPS数据。动态接收机根据自己的GPS观测值和来自基准接收机的DGPS数据，精确地解算出用户的三维坐标。

分类：单基准站差分（位置差分、伪距差分、载波相位差分）、多个基准站的局部区域差分、广域差分。

单站GPS差分

- ⑩ **位置差分法**：基准接收机向动态用户发送的DGPS数据是“位置校正值”。
- ⑩ **伪距差分法**：基准接收机向动态用户发送的DGPS数据是“伪距校正值”。
- 3. **载波相位差分法**：基准接收机向动态用户发送的DGPS数据是“载波相位校正值”。

- ❖ **GPS能为交通工具提供实时的三维位置，被称为是智能交通系统（Intelligent Transport Systems，简称ITS）的基石。**
- ❖ **GPS在ITS中的应用主要分为两大类：**
一是**车辆自主导航定位系统**（简称**车辆导航系统**）；二是**车辆跟踪、调度、监控定位系统**（简称**车辆运营管理系统**）。
- ❖ **车辆导航系统**：车辆通过车载GPS实时测定所处的三维位置，并配合电子地图完成道路引导、交通信息查询、目的地

寻找等。需要时，也可将位置信息报告给交通、安全管理部门。可用于**车辆导航或行人导航**。

❖ **车辆运营管理系统**：使车辆运营管理部门、安全保卫部门及时掌握车辆的运行状况，便于对车辆进行指挥调度，同时为驾驶员提供交通、公安和服务信息。

❖ **车辆运营管理系统主要应用**：

1) **急救、公交车监控和调度系统**。调整车辆运行情况，实现有效管理。电子站牌。

2) **的士叫车服务系统**。通过**GPS**定位快速找到离乘客最近的空载车，答复客户载客的士的车牌号和到达时间，从而实现快速响应的优质叫车服务。

3) **长途运输货运系统**。对车辆行使状态进行实时管理，货主实现对货物流动运转的实时在线查询。运输公司可以通过监控中心或网上查询了解车辆工作状态。

红塔集团烟草运输系统存在的问题主要有：

- 不能够为市场营销人员和领导决策提供必要的及时的卷烟运输实时信息，不能向烟草公司提供及时准确的货源信息，不利于卷烟投放控制；
- 存在烟草运输的安全性问题；
- 未建立快速、高效和敏捷的物流体系支持营销工作，实现高效车辆调度管理缺乏必要的系统支持。

系统结构

系统组成

运输车辆：

可接受GPS信号，计算车辆的位置、速度、方向等定位数据；

可接受监控系统下发的指令，并按照指令指定的模式工作；

可检测设备的各种工作状态，依照异常情况产生各种报警数据；

通过GSM模块与GSM网络进行通讯，将定位数据和报警数据发往指定的短信中心或短信网关。

GSM网络

该系统采用中国移动通信公司的GSM网络。通过GSM网络，监控中心可与终端设备依靠GSM短消息进行通讯。所有的短消息都要通过GSM短信中心来转发。

森泰克短信平台

为移动增值服务系统，与GSM短消息中心的通信提供信道服务。

终端设备及工作原理

车载主机包括GPS模块、GSM模块以及CPU控制电路。

GPS模块接收卫星信号，计算出车辆的经度、纬度、速度、方向等数据提供给**CPU**控制电路。

CPU控制电路接收**GPS**模块的数据，并检测车门状态、紧急按钮等报警信息，将这些数据通过**GSM**模块传递到无线通信服务中心，由无线通信服务中心发回监控调度中心。

- ❖ **GNSS**是所有在轨工作的卫星导航定位系统的总称，目前主要包揽**GPS**卫星全球定位系统、**GLONASS**全球导航卫星系统、北斗卫星导航系统、**WAAS**广域增强系统、**EGNOS**欧洲静地卫星导航

重叠系统、DORIS星载多普勒无线电定轨定位系统、PRARE精确距离及其变率测量系统、QZSS准天顶卫星系统、GAGAN GPS静地卫星增强系统，以及正在建设的Galileo卫星导航定位系统、Compass卫星导航定位系统和IRNSS印度区域导航卫星系统。

- ❖ 第一个故事是记者在一次活动中听到的。美国人在对伊拉克大打出手的时候，美军一艘军舰在万里之外检查过往船只，并向一艘C国的油轮发出停船接受检查的信号。C国的海军虽然鞭长莫及，但是C国也是核大国，油轮船长觉得美舰不敢怎么样，加上自己的船体比军舰大得多，所以不理不睬，继续航行。时间不长，问题出来了。C国油轮上的GPS导航设备突然失灵。没有了GPS，油轮在茫茫大海上就没有了方向，只好停了下来。美军直升机强行登船，将船长一干人等赶到甲板上晒太阳，然后对全船进行搜查。搜查过后，美军军官潇洒地敬个礼，说一声“感谢你们与美国政府的合作”，然后扬长而去。船上的GPS又恢复了正常。
- ❖ 第二个故事是圈内人士讲的。某年某月，中国人民解放军在某地举行军事演习。有消息说，美国对该地的GPS信号进行了特殊处理。尽管具体情况不得而知，但是，这个圈内人士直言，那段时间，该区域的GPS接收设备的工作状况确实极不正常。
- ❖ 第三个不是故事，而是一个事实。有关方面信息显示，我国一些政府、专业部门对GPS已经产生了严重的依赖，认为经过10多年的应用，GPS以全天候、高精度、自动化、高效益等显著特点，赢得了某部门广大工作者的信赖，并成功地应用于大地测量、工程测量、航空摄影测量、运载工具导航和管制、地壳运动监测、工程变形监测、资源勘察、地球动力学等多种学科，从而带来一场深刻的技术革命。

- ❖ 这就是**GPS**，一个向所有用户免费开放的全球卫星导航系统，一个让越来越多的国家和民众依赖的系统。但是，又有多少人意识到了，这个系统的开关，掌握在美国人手里。这是一个随时可以在扩大信号误差、关闭信号，让几百万平方公里的人员、设备突然看不清或者变成瞎子的系统。

- ❖ **1.恒星时ST (Sidereal Time)**

- ❖ 恒星时以春分点为参考点，由春分点的周日视运动所定义的时间系统为恒星时系统。其时间尺度为：春分点连续两次经过本地子午圈的时间间隔为一恒星日，一恒星日分为**24**个恒星时。恒星时以春分点通过本地子午圈时刻为起算原点，所以，恒星时在数值上等于春分点相对于本地子午圈的时角。

- ❖ 恒星时是以地球自转为基础的。由于地球自转轴在空间的指向是变化的，春分点在天球上的位置并不固定。对于同一历元所相应的真天极和平天极，有真春分点和平春分点之分。因此，相应的恒星时也有真恒星时和平恒星时之分。

- ❖ **2.平太阳时MT (Mean Solar Time)**

- ❖ 由于地球围绕太阳的公转轨道为一椭圆，太阳的视运动速度是不均匀的，不宜作为建立时间系统的参考点，所以建立平太阳。该平太阳的运动速度等于真太阳周年运动的平均速度，且在天球赤道上作周年视运动。平太阳时的时间尺度为：平太阳连续两次经过本地子午圈的时间间隔为一平太阳日，一平太阳日分为**24**平太阳时。

- ❖ **3.世界时UT (Universal Time)**

- ❖ 由于平太阳时的地方性，地球上不同经度圈上的平太阳时各不相同。地球上零经度子午圈（格林威治子午圈）所对应的平太阳时且以平子夜为零时起算的时间系统，定义为世界时**UT**。世界时与平太阳时的尺度相同，但起算点不同。**1956**年以前，秒被定义为一个平太阳日的**1/86400**。这是以地球自转这一周期运动作为基础的时间尺度。由于地球自转的不稳定性，在**UT**中加入极移改正即得到**UT1**。由于高精度石英钟的普遍采用以及观测精度的提高，人们发现地球自转周期存在着季节变化、长期变化及其他不规律变化。**UT1**加上地球自转速度季节性变化后得到**UT2**。

- ❖ **4.原子时ATI (International Atomic Time)**

- ❖ 随着对时间准确度和稳定度的要求不断提高，以地球自转为基础的世界时系统难以满足要求。**20**世纪**50**年代，便开始建立以物质内部原子运动的特征为基础的原子时系统。原子时的秒长被定义为铯原子**Cs133**基态的两个超精细能级间跃迁辐射振荡**9 192 631 170**周所持续的时间。原子时的起点，按国际协定取为**1958**年**1**月**1**日**0**时**0**秒（**UT2**）。就目前的观测水平而言，这一时间尺度是均匀的，它被广泛地应用于动力学作为时间单位，其中包括卫星动力学。

- ❖ **5.协调世界时UTC (Coordinated Universal Time)**

- ❖ 原子钟发布的原子时，尺度更加均匀稳定，但它并不能完全取代世界时，因为在各种地球科学研究中，都涉及到地球的瞬时位置，而世界时就是以地球自转为基础的。为得到与地球自转相一致的尺度均匀的时间系统，**1972**年起建立了协调世界时（**UTC**）。**UTC**采用原子时秒长，并使用闰秒的方法使其与世界时的时刻相接近，当**UTC**与世界时的时刻差接近**1**秒时，便在**UTC**中引入一闰秒（或正或负）。这样既保证了时间尺度的均匀性，又能近似地反映地球自转的变化。

- ❖ **6.GPS时间系统**

- ❖ 为了满足精密导航和定位的需要，**GPS**建立了专用的时间系统，简称为**GPST**。**GPST**属于原子时系统，其秒长与原子时秒长相同，但原点不同。**GPST**的原点于**1980**年**1**月**6**日**UTC 0**时。**GPST**不跳秒，保持时间的连续。**GPST**与原子时在任一瞬间均有**19s**的偏差。

- ❖ **GPS**卫星发射的信号是由载波,测距码和导航电文三部分组成的.**GPS**卫星所用的载波有两个,即L频段的L1(1575.42MHz)和L2(1227.6MHz).其中L1载波是由卫星上的原子钟所产生的基准频率 $f_0=10.23\text{MHz}$ 倍频154倍后形成的,其波长为19.03cm,L2载波是由基准频率倍频120倍后形成的,其波长是24.42cm.测距码调制于载波上,是用于测定从卫星至接收机间的距离的二进制码,是一种伪随机噪声码.测距码可以分为粗码(C/A码)和精码(P码或Y码),每个卫星所用的测距码互不相同且相互正交.当前C/A码调制于L1载波,其频率为1.023MHz,码元长度293m;L1,L2载波上均调制有P码,其频率为10.23MHz,码元长度29.3m.理论和实践表明,接收机对信号的测量精度一般约为波长(或码元长度)的1%,由此C/A码的测量精度为29.3m,P码的测量精度为2.93m,通常认为P码的测量精度比C/A码高.但由于美国政府实施的SA政策,对一般用户而言P码的信号结构是保密未知的,P码的接收是首先捕获C/A码,然后通过C/A码间接接收P码.

- 虽然栅格数据结构有许多优点，但栅格结构精度低，并难以建立网络拓扑结构。
- 这些缺点正好可以用矢量数据结构加以克服，所以许多GIS既含有栅格结构又保持矢量结构，以形成一种混合数据结构并提供空间数据转换功能。

