

GPS簡介

OURDEV.CN

內容簡介

GPS

卫星导航系统	卫星数量	定位精度	系统进展	研制国家
北斗系统	35颗	10米	2007年发射两颗北斗导航卫星，2008年左右满足中国及周边地区用户需求。	中国
伽利略系统	30颗	小于1米	1999年欧盟公布了“伽利略”计划，现在“伽利略”系统正在建设中。	欧盟
格洛纳斯 (GLONASS)系统	24颗	10~15米	目前GLONASS系统已有17颗卫星在轨运行，计划2008年全部部署到位。	俄罗斯
GPS系统	24颗	5米	1994年，GPS卫星导航系统已布设完成。现在正研制第二代GPS系统。	美国

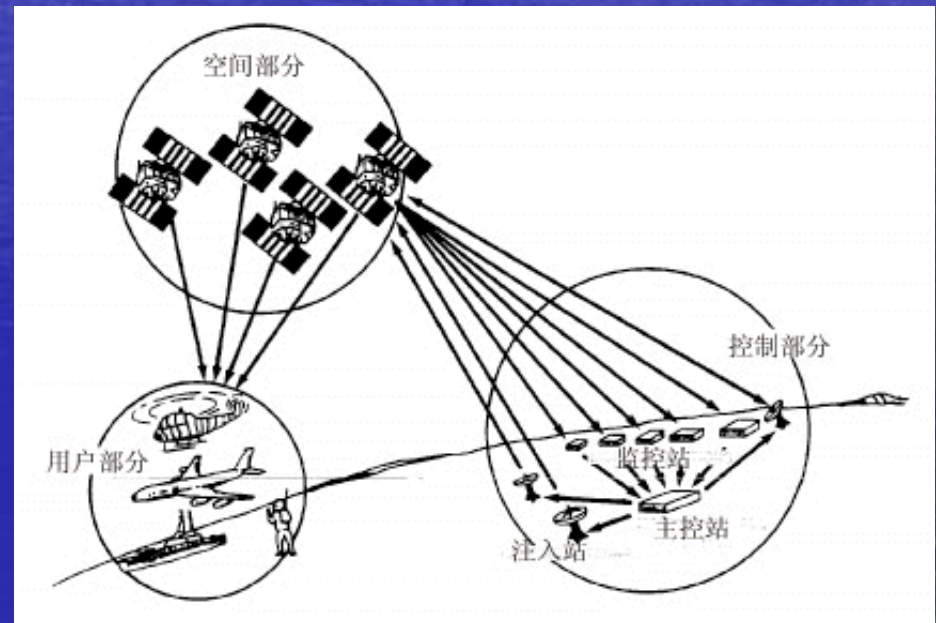
北斗导航系统

导航系统简介

- GPS
- GLONASS
- Galileo
- 北斗导航系统

GPS

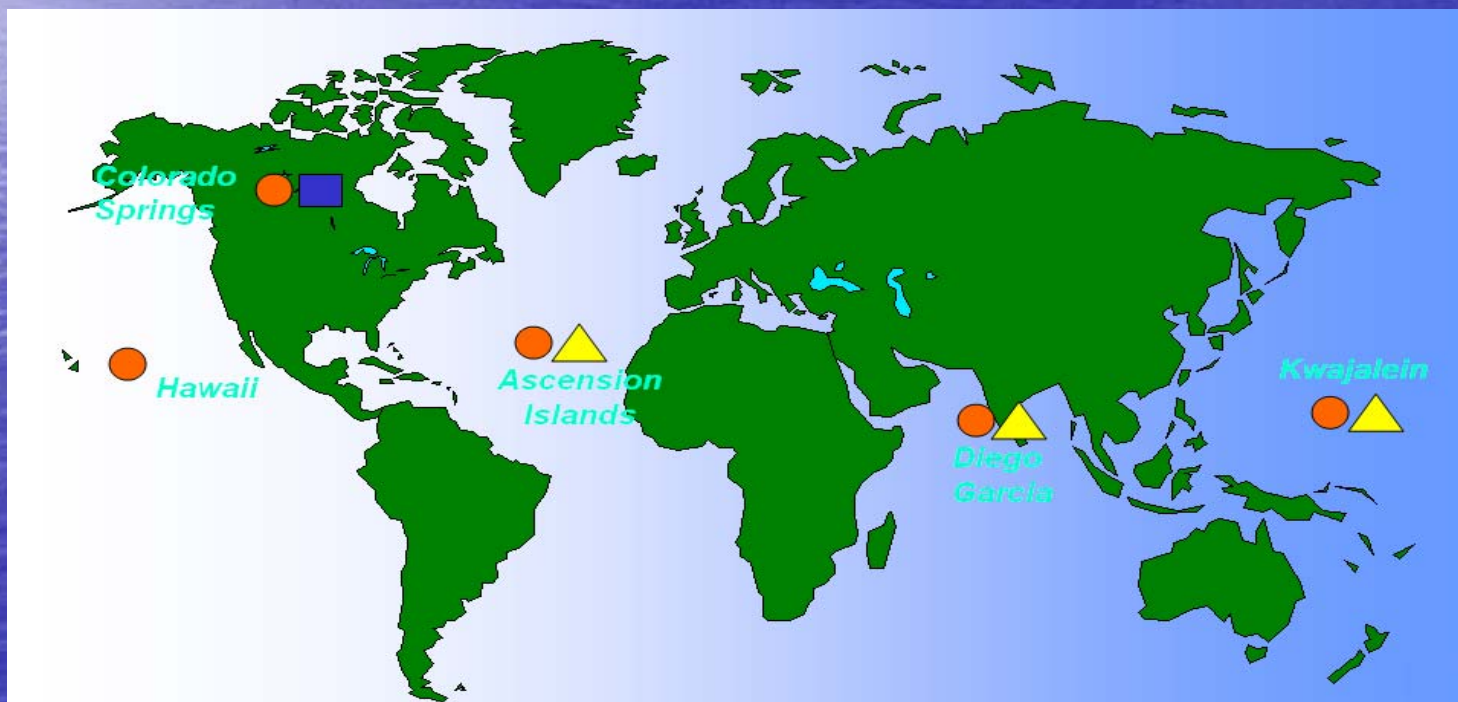
- GPS是本世纪70年代由美国陆海空三军联合研制的卫星导航定位系统。
- 经过20余年的研究实验，耗资300亿美元，到1994年3月，全球覆盖率高达98%的24+3颗GPS卫星星座已布设完成。
- 系统由三部分构成：
- (1)地面控制站
- (2)空间卫星
- (3)用户GPS接收机



- 到目前為止美國已經發射了55顆衛星

GPS地面控制站

- 地面监控系统目前主要由分布在全球的一个主控站、三个信息注入站和五个监测站组成



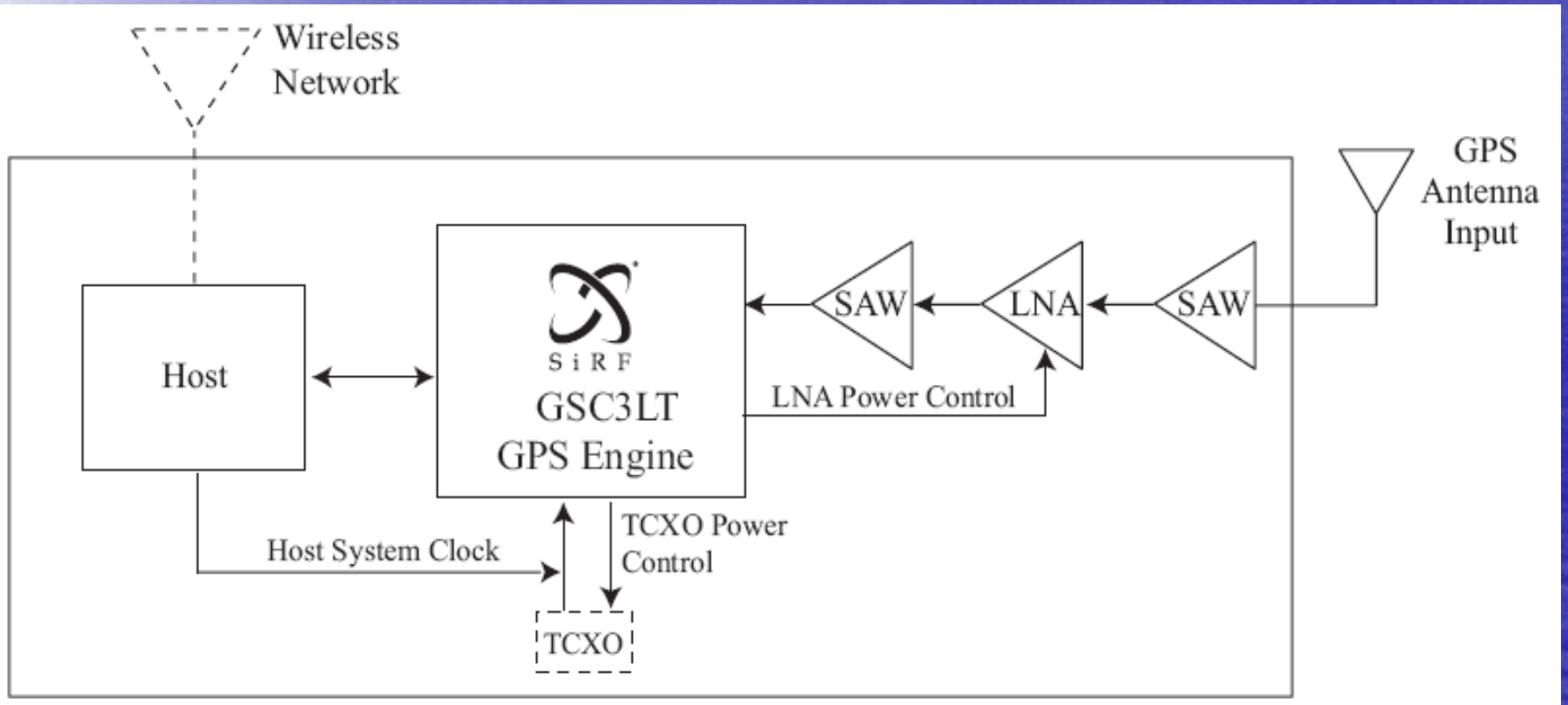
GPS空间卫星

- 24颗星在纵横交错的6个轨道（每轨道4颗星）上围绕地球旋转，覆盖全球，每颗星不断发出信号，用户只要打开GPS接收机，就可以测出自己的方位。
- 平均轨道高度20200公里，轨道倾角 55° （高度角 15° 以上，能够同时观测到4至8颗卫星）
运行周期 11: 58,

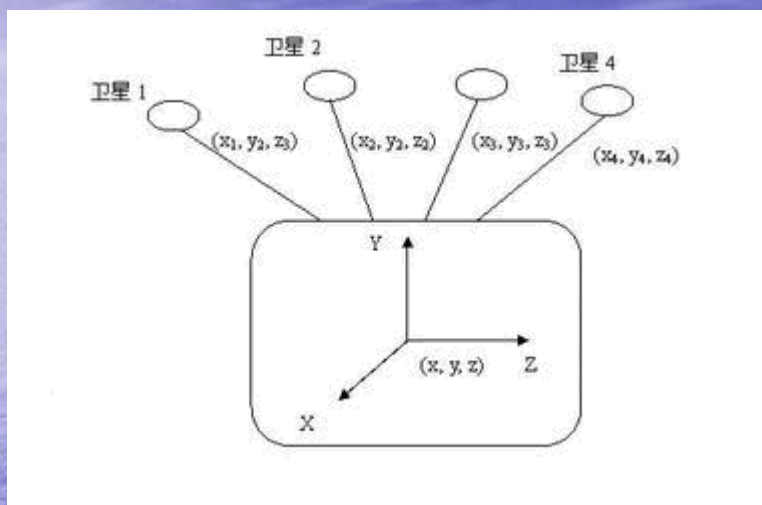


GPS用戶接收機

- SiRF



GPS定位原理



$$\begin{aligned} [(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2]^{1/2} + c(V_{t1} - V_{t0}) &= d_1 \\ [(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2]^{1/2} + c(V_{t2} - V_{t0}) &= d_2 \\ [(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2]^{1/2} + c(V_{t3} - V_{t0}) &= d_3 \\ [(x_4 - x)^2 + (y_4 - y)^2 + (z_4 - z)^2]^{1/2} + c(V_{t4} - V_{t0}) &= d_4 \end{aligned}$$

- 四个方程式中 x 、 y 、 z 为待测点坐标， V_{t0} 为接收机的钟差为未知参数，其中 $d_i = c \Delta t_i$ ，($i=1, 2, 3, 4$)， d_i 分别为卫星 i 到接收机之间的距离， Δt_i 分别为卫星 i 的信号到达接收机所经历的时间， x_i 、 y_i 、 z_i 为卫星 i 在 t 时刻的空间直角坐标， V_{ti} 为卫星钟的钟差， c 为光速。
- 由四个方程即可解算出待测点的坐标 x 、 y 、 z 和接收机的钟差 V_{t0} 。

GPS的性能指标

- GPS模块性能的评价指标主要有：
 - 接收灵敏度
 - 定位时间
 - 位置精度
 - 功耗
 - 时间精度

GPS靈敏度

- GPS 接收机的灵敏度主要受两个部分的限制：
 - 一是接收机前端电路包括天线部分的设计;
 - 二是接收机基带算法的设计;
- 其中，接收机前端电路决定了接收信号到达基带部分时的信噪比，而基带算法则决定了解调、捕获、跟踪过程所能容忍的最小信噪比。

GPS靈敏度

- 对于GPS 接收系统而言，灵敏度指标包括多个场景下的指标，分别为：
 - 初始启动灵敏度
 - 捕获灵敏度
 - 跟踪灵敏度
-
- GPS 接收机首先需要完成对卫星信号的捕获，完成捕获所需要的最低信号强度为捕获灵敏度；在捕获之后能够维持对卫星信号跟踪所需要的最低信号强度为跟踪灵敏度。为了实现定位，GPS 接收机还需要解调GPS 卫星发送的导航电文，相应的，解调导航电文所需要的最低信号强度为初始启动灵敏度。根据上述定义可知，跟踪灵敏度最高，捕获灵敏度次之，初始启动灵敏度最低。

GPS 接收模块的灵敏度

- 目前业界已经可以实现：
- 初始启动的灵敏度： -142dBm
- 捕获灵敏度： -148dBm
- 跟踪灵敏度： -160dBm
- 从系统级的观点来看，GPS 接收机的灵敏度主要由两个方面决定：一是接收机前端整个信号通路的增益及噪声性能，二是基带部分的算法性能。其中，接收机前端决定了接收信号到达基带部分时的信噪比，而基带算法则决定了解调、捕获、跟踪过程所能容忍的最小信噪比。

前端电路性能对灵敏度的影响

- GPS 信号是从距地面20000km 的卫星上发送到地面上来的，其L1 频段（ $f_{L1}=1575.42\text{MHz}$ ）自由空间衰减为：

$$F = \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2 = \left(\frac{0.19}{4\pi \times 2 \times 10^7}\right)^2 \approx 5.73 \times 10^{-19} \approx 182.4\text{dB}$$

- 按照GPS 系统设计指标，L1 频段的C/A 码信号的发射 $P=478.63\text{W}$ （ 26.8dBw ），大气层衰减为 $A=2.0\text{dB}$ ，GPS 系统L1 频段C/A 码信号到达地面的强度为：

$$P_{C/A} = P - F - A = 26.8 - 182.4 - 2.0 = -157.6\text{dBw}$$



Transmit Power
478.64W
26.8dBW

Free Space Loss
184.4dB

Atmospheric Loss
2dB

Mini Received
Signal Power
-157.6dBW



Received Signal

前端电路的最小接收灵敏度

- GPS信號是CDMA擴頻信號,那接收機的熱噪聲基底為：

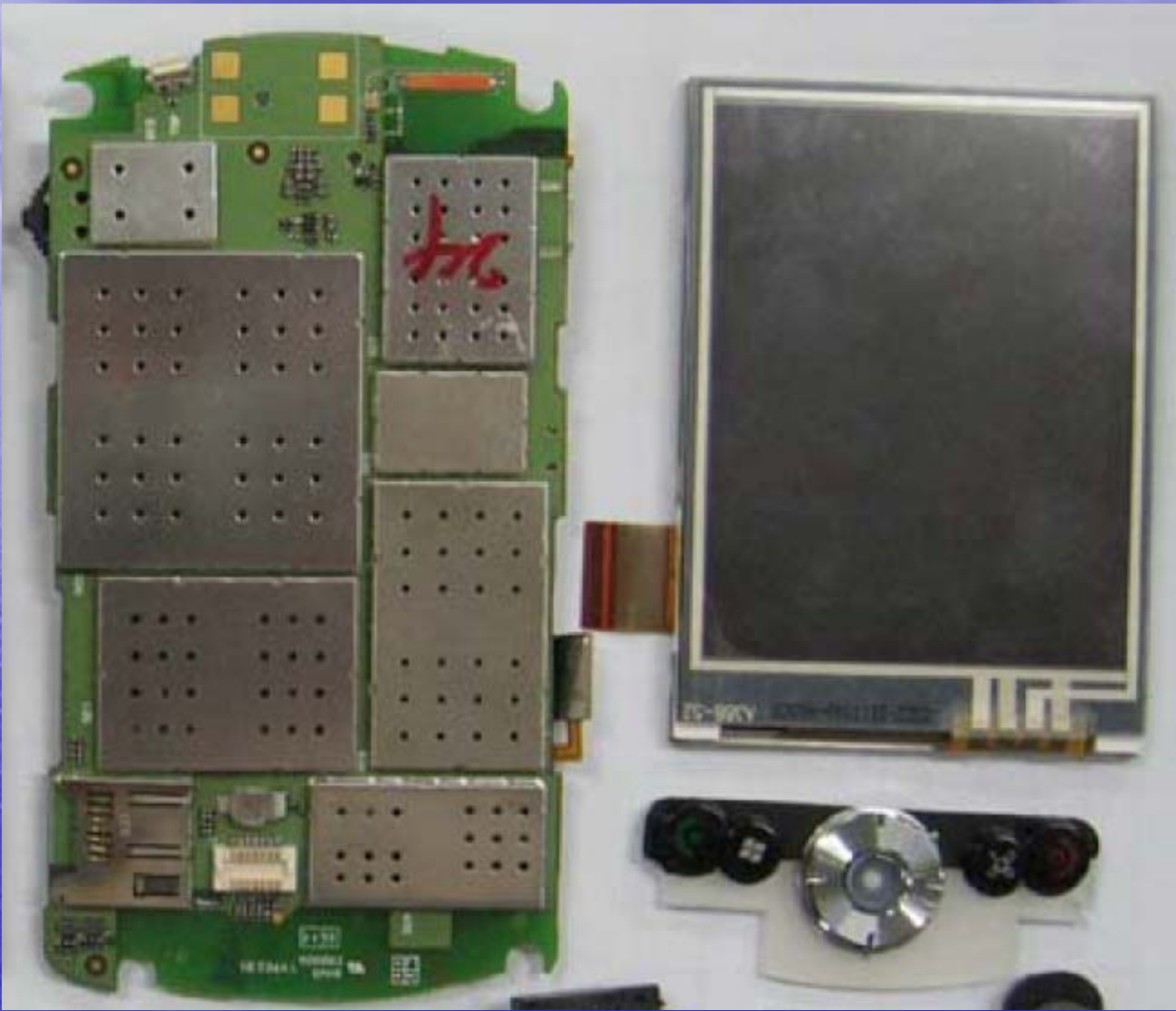
$$N_{T_0} = kT_0 = 1.38 \times 10^{-23} \times 290 \approx -174\text{dBm/Hz}$$

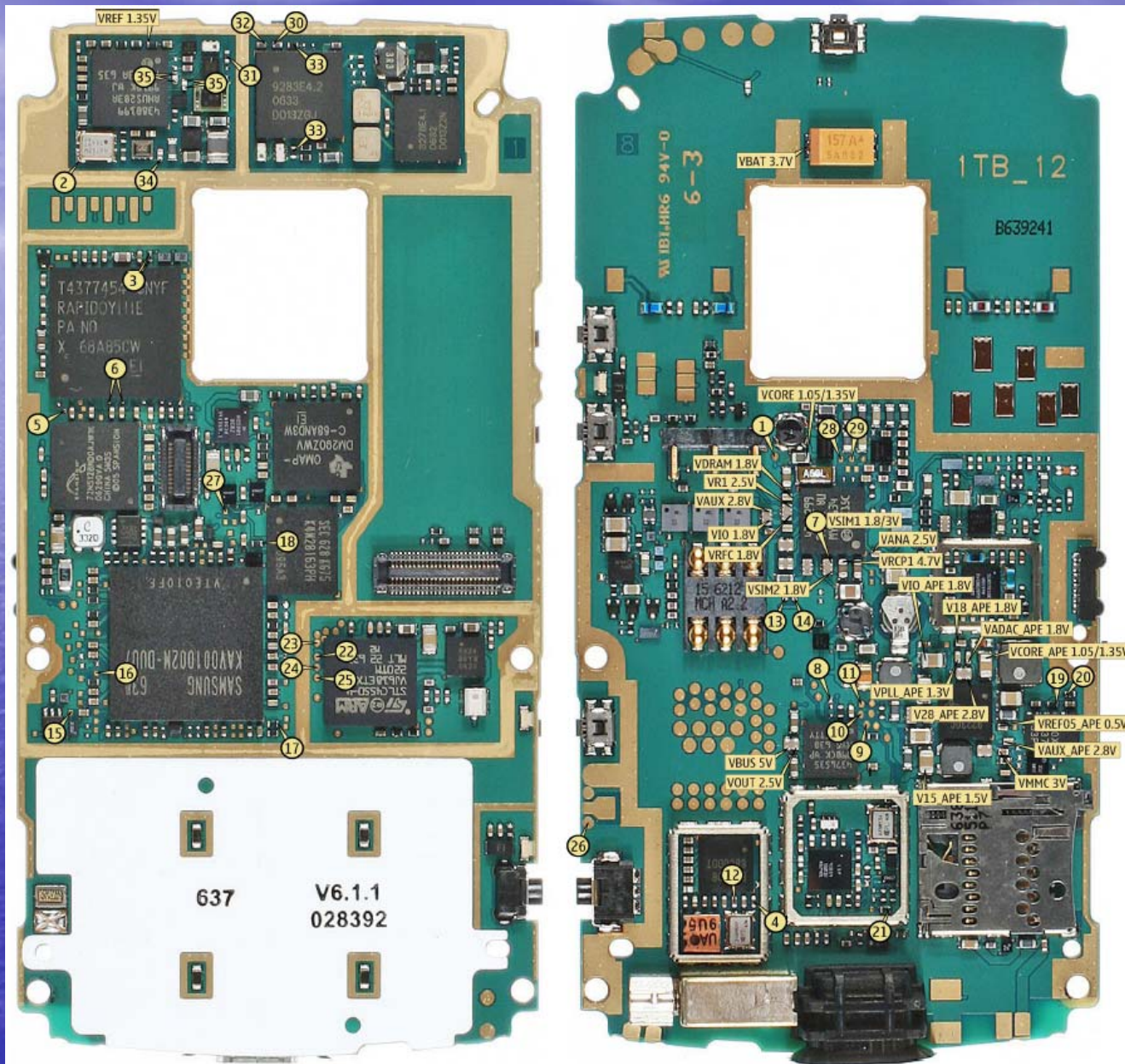
- 那么帶寬為2.046MHz的熱噪聲功率為：

$$N = N_{T_0} B \approx -111\text{dBm}$$

設計中如何提高GPS的靈敏度

- 1、 整體布局要合理，GPS部份要遠離高功率器件、強干擾源、高速總線等；
- 2、 接地要良好，地線回路要盡量短，多打接地孔，使用單獨的屏蔽框；
- 3、 需要高穩定度的本振，這也是好的基帶算法能夠工作的必要前提。

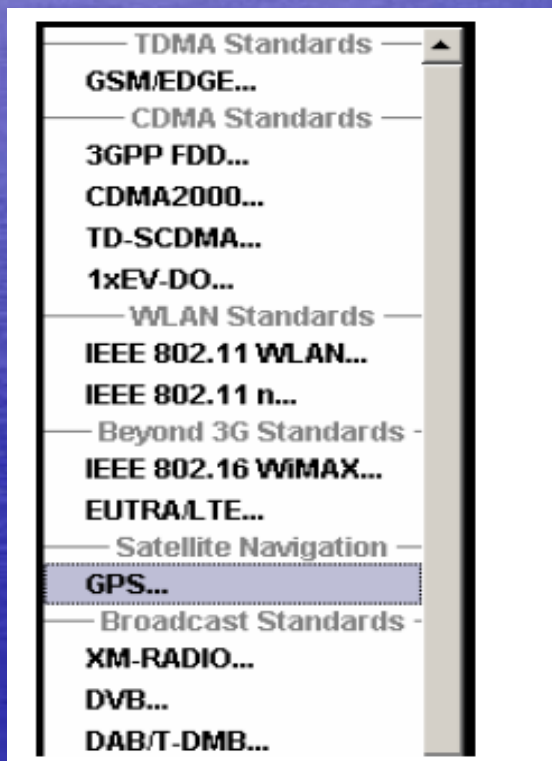




GPS測試

- 儀器：R&S SMU200+衰減器
- 測試指標：
 - 靈敏度
 - 定位精準度 (實測)
 - 冷熱啟動時間

GPS測試



GPS測試



GPS測試

Localization Mode	
Geographic Location	User Defined
Altitude / m	0.0
Latitude	0 ° 0 ' 0 " North
Longitude	0 ° 0 ' 0 " East

Navigation Data	
Data Source	Real Navigation Data
Select Almanac File...	SEM299
Almanac For GPS Week 1323:	15.05.2005 - 21.05.2005
Time Of Ephemeris (TOE):	21.05.2005 19:50:24
Date [DD.MM.YYYY]	21.05.2005
Greenwich Mean Time [HH:MM:SS (24h)]	19:50:24

Satellite Configurations...

主流GPS 方案供应商盘点

- SiRF SiRFstarIII
- Nemerix NJ2020
- TI GPS5300
- Atmel ATR0600
- ST STA2056
- Maxim-NXP 与Philips 公司的Spot GPS 软件相结合
- Infineon Hammerhead
- U-Blox ATR0635
- Sony CXD2932
- QUALCOMM
- Epson S4E19863

主流GPS 软件盘点

- PPC 掌上电脑系统：
 - 灵图天行者6
 - 凯立德3.0
 - 城际通
 - MAPKING
 - OZI
- S60 系统：
 - ROUTE66
 - 凯立德3.0
- PC 系统：
 - 灵图
 - 城际通

导航系统简介

- GPS
- GLONASS
- Galileo
- 北斗导航系统

- GLONASS (Global Navigation Satellite System)

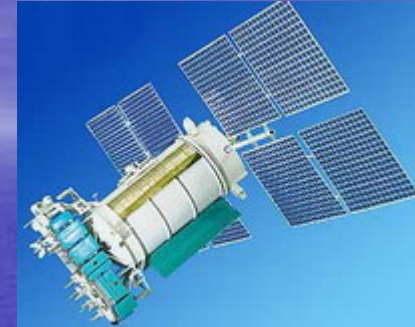
- 全球导航卫星系统

- 系统組成：

- 卫星星座

- 地面监测控制站

- 用户设备



- GLONASS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从理论上有24颗卫星，但由于卫星使用寿命和资金紧张等问题，经常运行的数量达不到设计数量，最少时仅仅有6颗在运行，目前有17颗正在运行

GLONASS

- GLONASS采用频分多址(FDMA)方式, 根据载波频率来区分不同卫星, 每颗GLONASS卫星发播的两种载波的频率分别为:
- $L1=1,602+0.5625k$ (MHz)
- $L2=1,246+0.4375k$ (MHz)
- 其中 $k=1\sim 24$ 为每颗卫星的频率编号。

GLONASS和GPS的比较

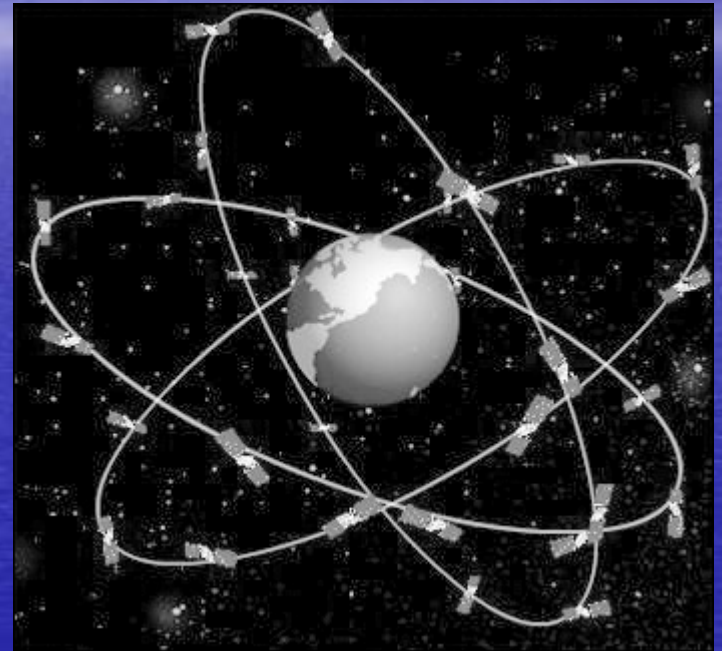
项目	GPS系统	GLONASS系统
星座卫星数	24	24
轨道面个数	6	3
轨道高度	20183公里	19100公里
运行周期	11小时58分	11小时15分
轨道倾角	55度	65度
载波频率	L1:1575.42MHz	L1:1602.56-1615.50MHz
	L2:1227.60MHz	L2:1246.44-1256.50MHz
传输方式	码分多址	频分多址
调制码	C/A-码和P-码	S码和P码
时间系统	UTC	UTC
坐标系统	WGS-84	SGS-E90

导航系统简介

- GPS
- GLONASS
- Galileo
- 北斗导航系统

Galileo

- 在欧洲建立
- 30座地面站
- 4个主控制中心
- 高度为24126公里
- 3个倾角为56度的轨道平面
- 频率：
- 1164-1215MHz (E5a-E5b)
- 1260-1300MHz (E6)
- 1559-1591 (L1)



Galileo

- 欧盟和美国2007-07-26日达成协议，最终确定了欧洲伽利略卫星导航系统和美国全球定位系统(GPS)民用信号的兼容方案，以便用户获得效果更佳的导航定位服务。
- 欧盟将在2012年前发射30颗卫星，并在2012年正式启动伽利略卫星导航系统，向全球提供误差小于1米的精确定位服务。

导航系统简介

- GPS
- GLONASS
- Galileo
- 北斗导航系统

北斗导航系统

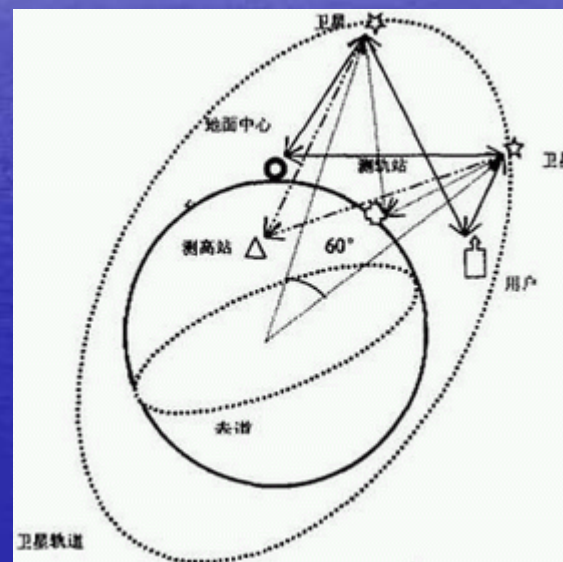
- 是中国自行研制开发的区域性有源三维卫星定位与通信系统（CNSS），是除美国的GPS、俄罗斯的GLONASS之后第三个成熟的卫星导航系统。
- 系统由：
 - 两颗地球静止轨道卫星
 - 地面中心站
 - 用户终端
- 中国的北斗分为两代。第一代是区域系统，有4颗卫星地球同步卫星，在赤道上空从东到西一字排开，一动不动，只覆盖中国及周边地区，目前已经发挥效用；第二代是全球系统，35颗星(9颗高轨星、12颗中轨星、4颗静止星)，正在建设。

北斗导航系统

- “北斗一號”系统规划为4颗卫星，但是定位只用两颗卫星，另两颗是备用星
- 四颗导航定位卫星的发射时间分别为：
 - 2000年10月31日；
 - 2000年12月21日；
 - 2003年5月25日；
 - 2007年2月3日；
- 北斗一號卫星定位系统覆盖范围是北纬 5° ~ 55° ，东经 70° ~ 140° 之间的心脏地区，上大下小，最宽处在北纬 35° 左右。工作频率：2 491.75 MHz。系统能容纳的用户数为每小时540 000户。

北斗导航系统

- 北斗一號卫星导航定位系统的基本工作原理是“双星定位”：用户先发射需要定位的信号，通过卫星转发至地面控制中心，地面控制中心解算出位置后再通过卫星转发给用户，地面中心站配有电子高程地图，提供一个以地心为球心、以球心至地球表面高度为半径的非均匀球面。用数学方法求解圆弧与地球表面的交点即可获得用户的位置。
- 2007年4月14日4时11分，中國發射了“北斗二號”非同步卫星，高度为21500千米的中圆轨道，将逐步扩展为全球导航系统，提供开放服务和授权服务。



北斗导航系统

- 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。

The background is a smooth blue gradient. On the left side, there is a bright, glowing area that resembles a sun or moon reflecting on water, creating a shimmering effect. The rest of the background is a deep, uniform blue.

Thank You!