

高动态 GPS 卫星信号模拟器 (GPS-5000A)

用户手册

深圳市中冀联合通讯技术有限公司

桂林电子科技大学

2011 年 5 月

目 录

1 GPS-5000A 模拟器简介	1
1.1 GPS-5000A 模拟器	1
1.2 GPS-5000A 模拟器外观	1
2 主要指标及测试图	2
2.1 基本功能	2
2.2 性能指标	3
2.3 定位测试结果图	4
3 操作过程	4
3.1 硬件设置	4
3.2 编辑场景	4
3.3 运行场景	9
3.4 查看运行状态	10
3.4.1 Satellite Data	10
3.4.2 星空图	10
3.4.3 NMEA 数据	11
3.4.4 位置信息	11
3.4.5 模拟位置实时显示	12
3.6 其它功能	13
3.6.1 卫星信号功率设置	14
3.6.2 数据保存	14
4 场景	14
4.1 场景的定义	14
4.2 星历和时间	14
4.3 轨迹模型	14
4.4 轨迹设置	15
4.5 场景实例	16
4.5.1 静态场景	16
4.5.2 动态场景	17

1 GPS-5000A 模拟器简介

1.1 GPS-5000A 模拟器

GPS-5000A 是一款具备多种功能的简易型便携式 GPS 模拟器，是为方便用户的测试需求而设计的。该型号模拟器既提供了灵活的上位机软件界面方便用户设置各种测试场景，并且提供两种预存的静态和动态场景，可以抛弃上位机，只需要一台主机即可方便用户在野外等环境下的测试。

该模拟器在测试、评估及检验接收机定位精度等性能时可代替费用昂贵的模拟器进行现场实验，实时性好、性价比高，方便 GPS 领域的研发和生产测试等各个环节。

1.2 GPS-5000A 模拟器外观



2 主要指标及测试图

2.1 基本功能

与国内外现有 GPS 卫星信号模拟器相比，GPS-5000A 卫星信号模拟器具有以下几个特点：

一键式实时信号输出

- 无需等待，开机即输出实时射频 GPS 信号；
- 利用预存静态和动态场景时，一键输出信号，无需设置；

无限时信号连续输出

- 星历自动更新；
- 无限时连续信号输出，支持接收机 24/72 小时/无限时连续信号测试；

用户场景参数设置灵活

- 接收机初始位置可设；
- 接收机初始速度、加速度、加加速度可设；
- 星历文件可更换；
- 可编辑运动轨迹文件；
- 可载入运动轨迹文件；

卫星信号状况可视可调

- 同时模拟 12 个卫星；
- 卫星信号功率可调；
- 实时显示可见卫星视图；

具有定位统计/显示功能

- 实时显示每个通道信息，如卫星编号、卫星位置，伪距、信号功率等；
- 实时输出接收机位置、速度等；
- 可实时显示模拟位置-接收机定位结果曲线；
- 可连续保存模拟器输出信息；

安装操作方便

- 控制界面一体化设计；

2.2 性能指标

输出频率

L1 1575.42 MHz

参考频率/定制

时钟输出 10MHz（定制）

时钟输入 10MHz

信号功率电平控制

输出功率： -100dBm 至-163dBm

误差： $\pm 1\text{dB}$

功率调节范围： 63dB

信号动态参数

最大速度 $\pm 80,000 \text{ m/s}$

最大加速度 $\pm 2,000\text{m/s}^2$

最大加加速度 $\pm 2,000\text{m/s}^3$

信号精度（最大 1 分钟的 RMS）

伪距 $\pm 0.02\text{m}$

伪距变化率 $\pm 0.005\text{m/s}$

通道间一致性 0.5ns

信号质量

频率稳定度 $\pm 5 \times 10^{-8}$

相位噪声 -80dBc/Hz 100Hz; -85dBc/Hz 1kHz;

-90dBc/Hz 10kHz; -95dBc/Hz 100kHz;

谐波功率（MAX） -40dBc

杂波功率（MAX） -50dBc

电气和物理特性

电源 220V

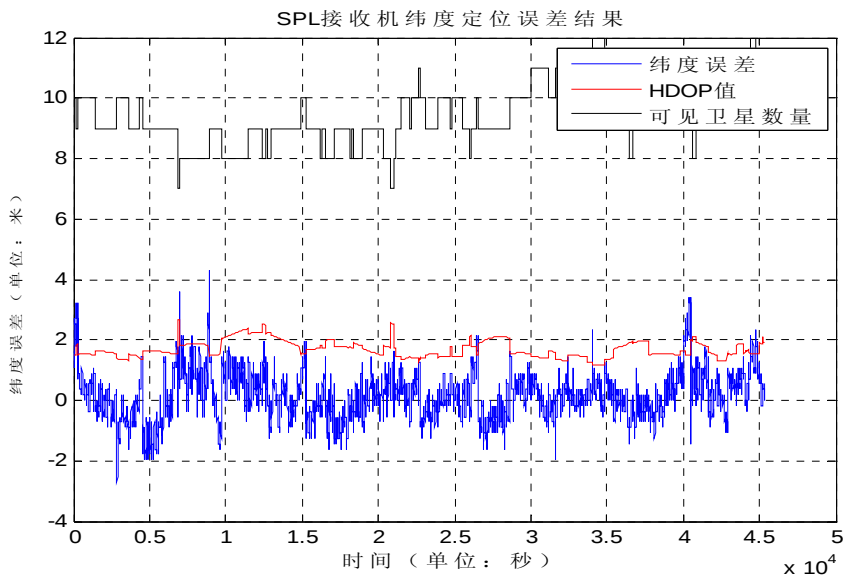
机箱 优质钢板成型，喷涂高温烘漆保护，高强度铝合金面板

重量 10kg

尺寸 500mm（宽）×388mm（深）×170mm（高）（含把手）

2.3 定位测试结果图

附一组静态测试结果，仅供参考。



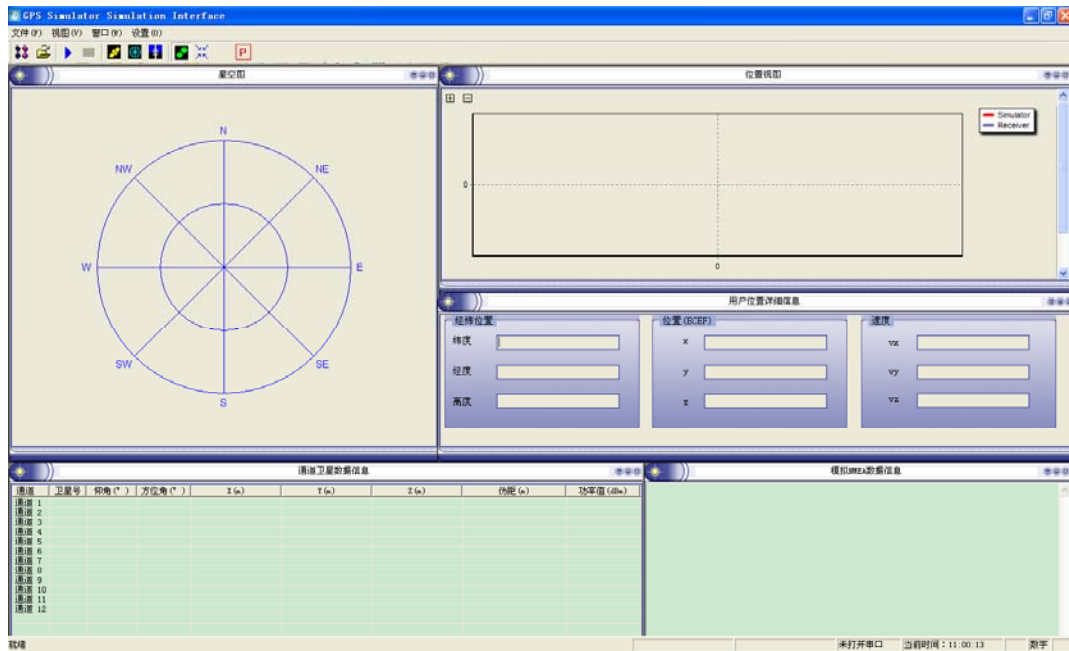
3 模拟器操作过程

3.1 硬件设置

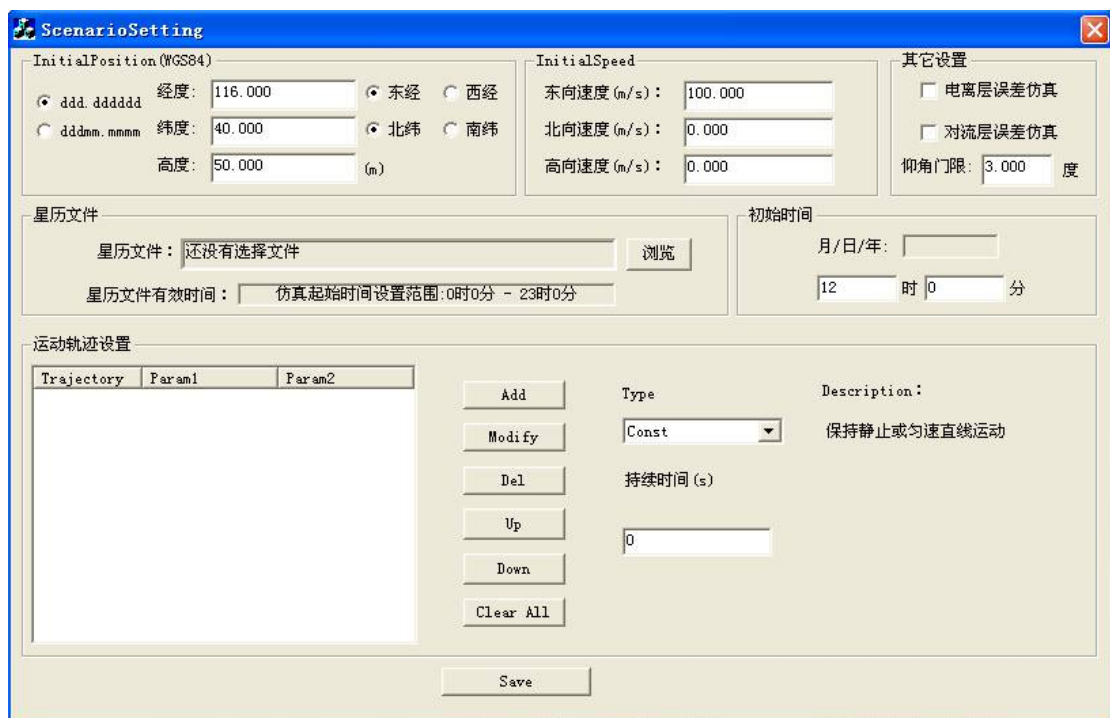
用串口线将模拟器上的串口同电脑上的串口相连，打开电源，通过按下前面板右侧三个绿色按钮选择模式。这三个按钮从上到下依次为用户自定义场景、静态场景和动态场景。其中用户自定义场景需要从上位机界面注入场景文件（参见 3.3 节的第二步），才能启动模拟器，输出射频信号；静态场景和动态场景模式下，无需进行任何设置，只要按下按钮，及输出 GPS 射频信号，在这两种模式下，仍可以通过上位机软件显示信号状态。这里主要介绍自定义场景设置。

3.2 软件操作

第一步：运行界面程序



第二步：点击 , 打开场景编辑器



第三步：在“InitialPosition”栏中设定经度，纬度，高度

这里包括设定模拟用户的经纬高。选择输入的经纬度格式以及要模拟的经纬度的大体范围（东经、西经、南纬、北纬）。经纬度格式中 d 表示的是度，m 表示的是分。

InitialPosition(WGS84)

☐ ddd. dddddd 经度: 0.0 ☒ 东经 ☐ 西经
☒ dddmm. mmmm 纬度: 0.0 ☒ 北纬 ☐ 南纬
 高度: 0.0 (m)

第四步：在“InitialSpeed” 栏中设定东向，北向，高向速度

InitialSpeed

东向速度 (m/s): 0.0
 北向速度 (m/s): 0.0
 高向速度 (m/s): 0.0

第五步：在“其他设置”栏设置是否加入电离层误差仿真和对流层误差仿真，并设定仰角门限

其它设置

☐ 电离层误差仿真
☐ 对流层误差仿真
 仰角门限: 度

它设定是否修正电离层和对流层误差，仰角门限：模拟大于设定值的才可见。一般的，这两个误差修正要选中，“仰角门限”取 5 度。

第六步：在“星历文件”栏中加载星历文件

星历文件

星历文件: 还没有选择文件 浏览
 星历文件有效时间: 仿真起始时间设置范围: 0时0分 - 23时0分

初始时间

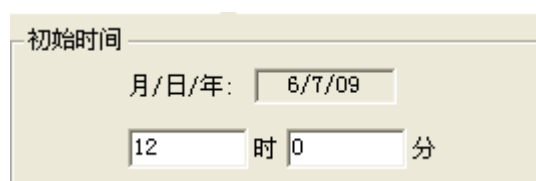
月/日/年:
 12 时 0 分

点击“浏览”，选择星历文件

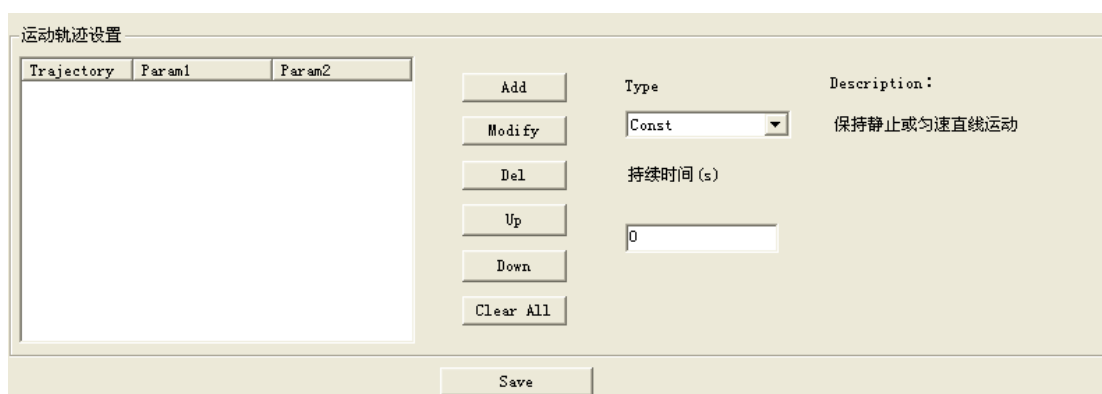
 Ephemeris Almanac Files, 星历文件从文件夹选取。



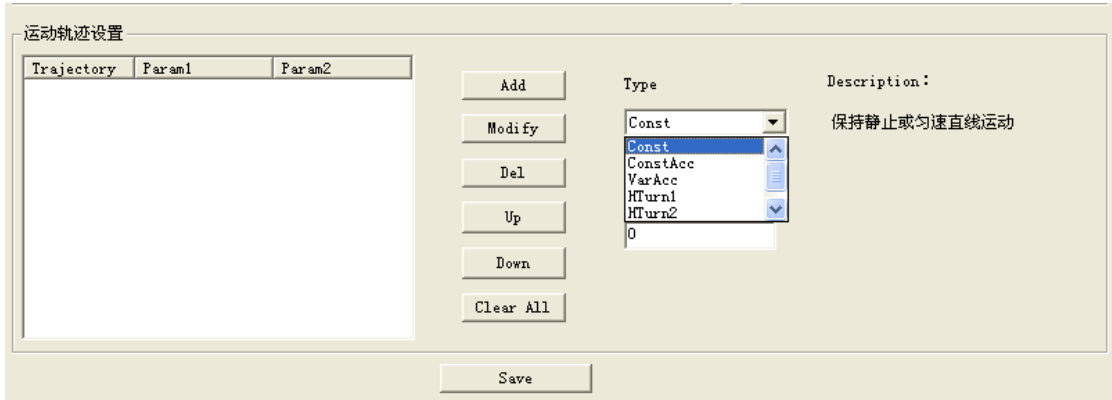
第七步：在“初始时间”栏设置起始时间



第八步：在“运动轨迹设置”栏设定轨迹。

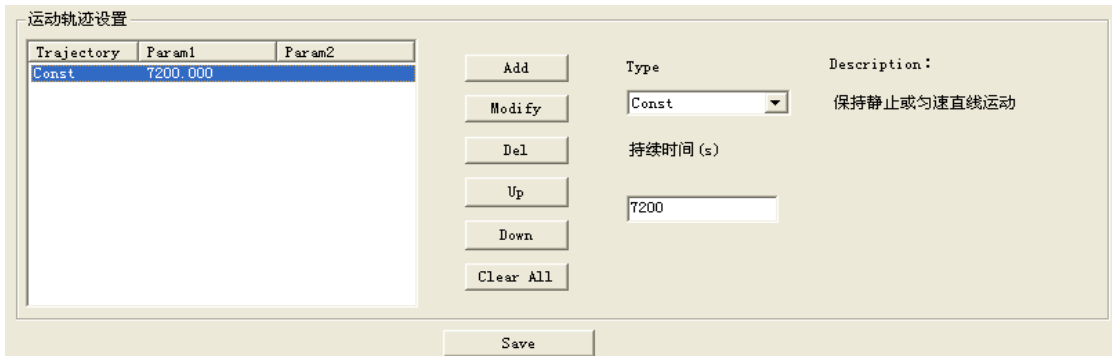


点出“type”栏，选定运动类型，如选定 const

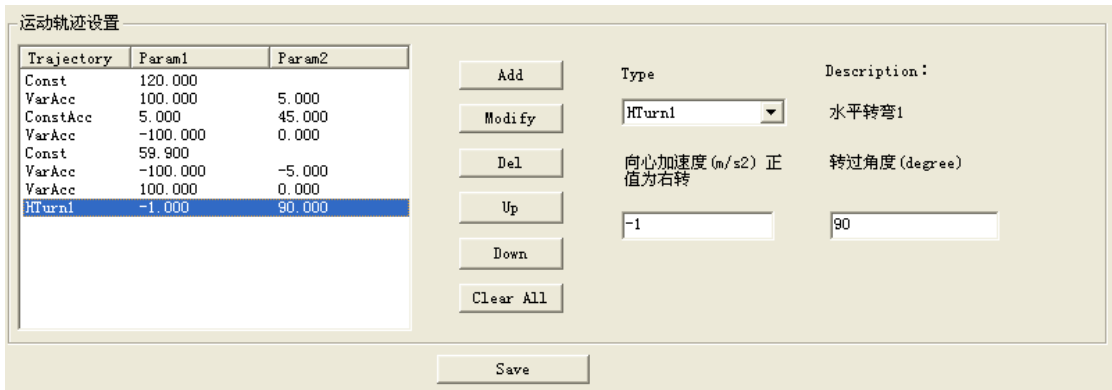


设定好用户的初始经纬高和东北高向速度以后，这里设定了接下来用户的运动趋势。其中这个下拉菜单表明了用户的运动类型，这五个分别表示静止或匀速运动，匀加速度运动，变加速度运动，水平转弯 1，水平转弯 2 和水平转弯 3。现在以静止或匀速运动状态为例说明设定过程：选定 Const 之后，接下来选定持续时间，持续时间的值是设定模拟 Const 的时间为多久。由于卫星星历每两个小时更新一次，为了验证换星历对信号产生的影响，一般选择持续时间为 7200s（即两个小时），同时，点击左边一竖排按钮中的 Add 按钮，点几次就表明持续几个 7200s，效果如下：

注意：本模拟器支持无限时连续测试，时间上受此场景时间的限制。当准备进行长时间甚至无限时测试时，场景的时间应该相应加长。



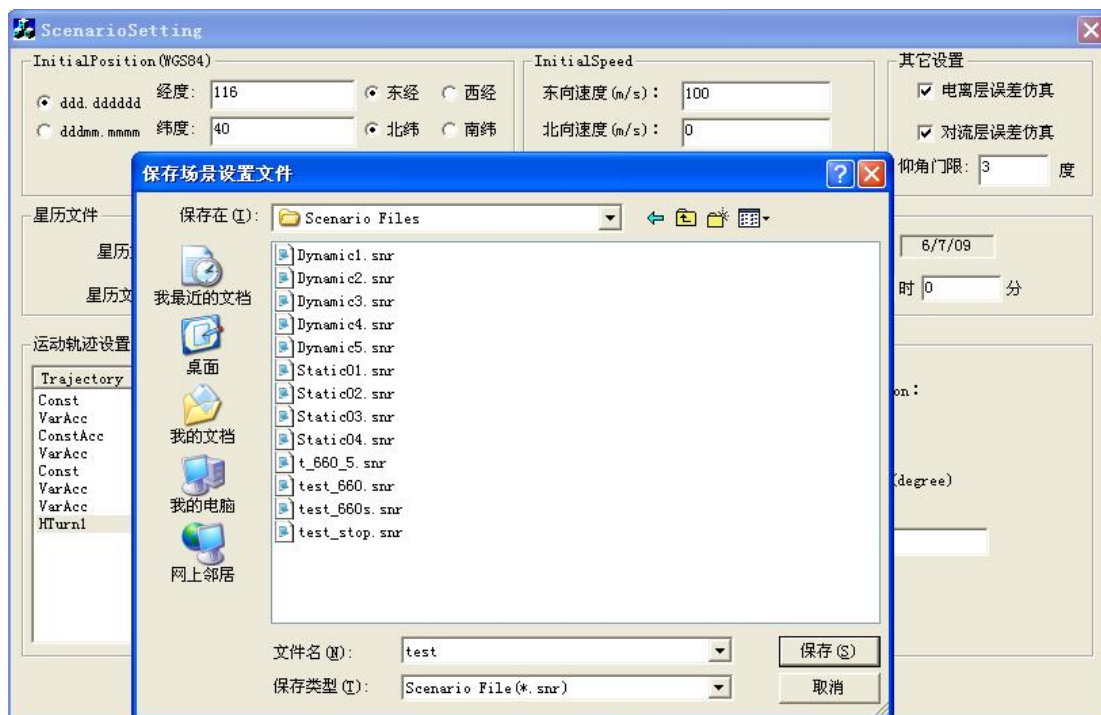
根据轨迹要求，添加其它轨迹



注意：如果设定的场景中有转弯场景，则在添加这一场景前，务必保证用户的运动状态不是静止不动的，否则会出现保存场景文件错误！

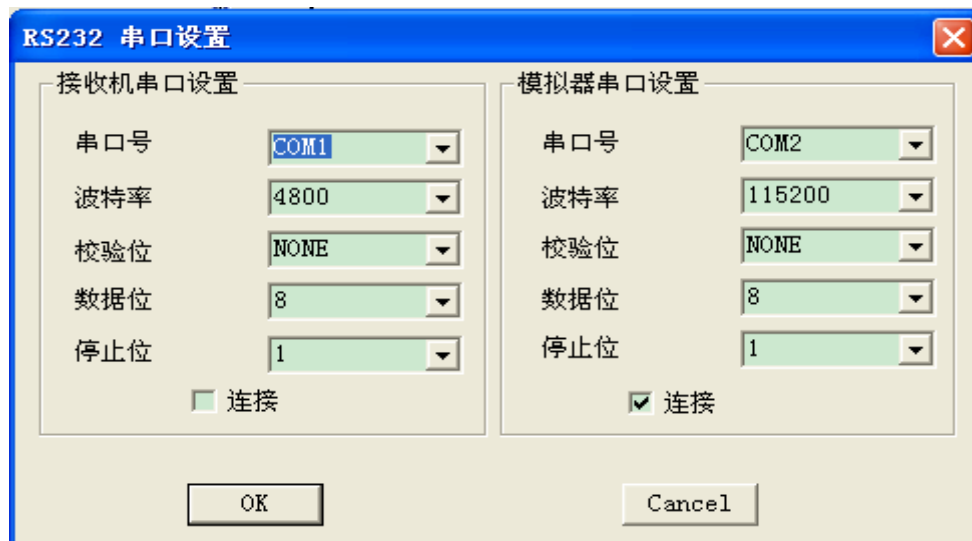
第九步：点击“保存”按钮，保存场景文件。场景文件一般要保存在

Scenario Files 文件夹下。



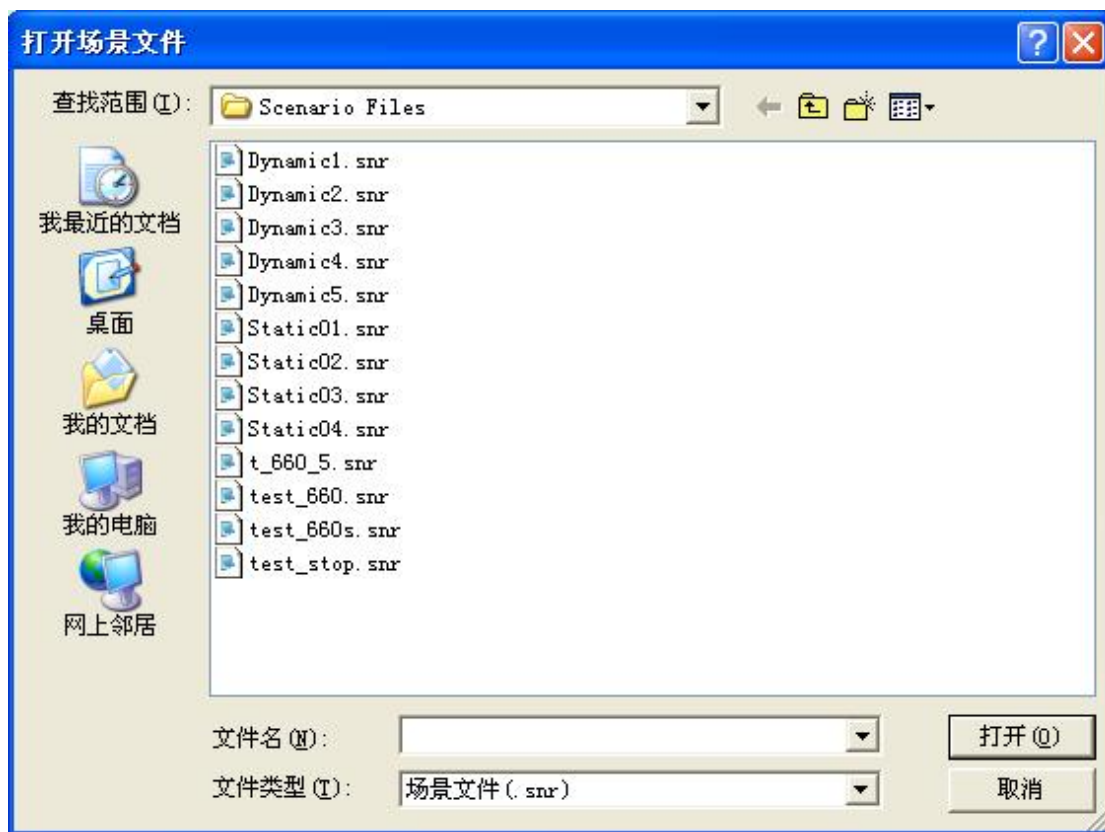
3.3 运行场景

第一步：点击“设置/RS232 串口设置” 设置接收机和模拟器的串口，



先选择模拟器的串口号，波特率选择 115200，其它串口属性默认不动，点击模拟器端口下的“连接”，点击 OK，关闭对话框，串口设定完毕。左边为接收机的串口的设置。

第二步：选择文件/打开，选择需要的场景文件



第二步：点出运行键 ，此时，模拟器主机即开始工作，输出射频信号。

3.4 模拟器状态查看

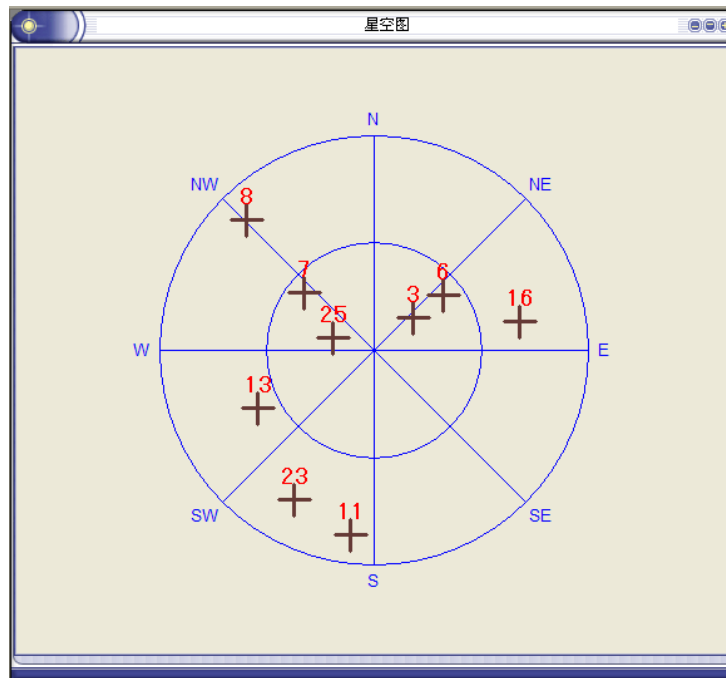
3.4.1 Satellite Data

点击界面快捷键 ，显示通道卫星数据信息图，图中为各通道卫星的信息。

通道卫星数据信息								
通道	卫星号	仰角 (°)	方位角 (°)	X (m)	Y (m)	Z (m)	伪距 (m)	功率值 (dBm)
通道 1	3	68.822	50.435	-12228288.527	12223534.840	19764226.260	20223224.575	-90.000
通道 2	6	52.897	51.403	-14672598.000	6996294.934	21191548.548	21387523.468	-90.000
通道 3	7	51.947	-50.786	3683692.897	15569643.054	21156693.757	21224235.010	-90.000
通道 4	8	13.235	-44.458	15740358.779	5744164.671	20685635.121	24443947.252	-90.000
通道 5	11	12.079	-172.741	-7815588.903	22896811.740	-10761748.076	24384379.619	-90.000
通道 6	13	35.192	-116.276	5966246.068	25103642.795	6161947.842	22335484.630	-90.000
通道 7	16	27.569	78.751	-22700270.561	639322.028	14029099.240	23144637.388	-90.000
通道 8	23	19.109	-151.793	-802119.703	25711369.753	-6019581.655	23622921.690	-90.000
通道 9	25	72.102	-73.663	-2769260.790	19618197.825	18125176.733	20721487.977	-90.000
通道 10								
通道 11								
通道 12								

3.4.2 星空图

点击界面快捷键 ，显示可见卫星图，图中显示可见卫星的仰角、方位角和卫星号

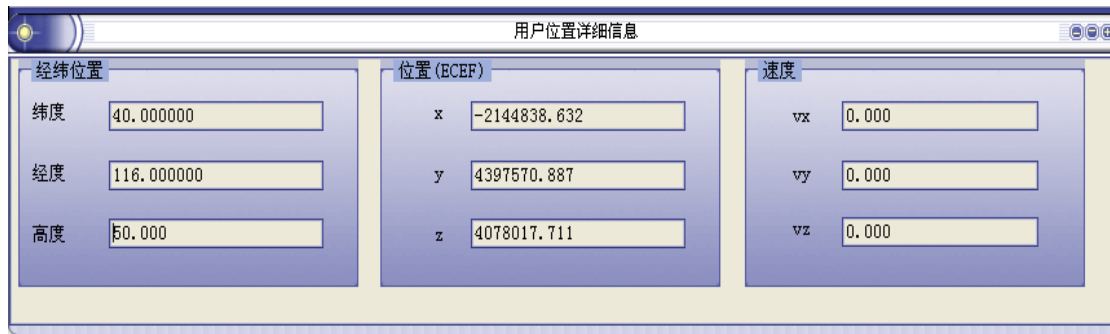


3.4.3 NMEA 数据

点击界面快捷键, 显示模拟的 NMEA 数据。

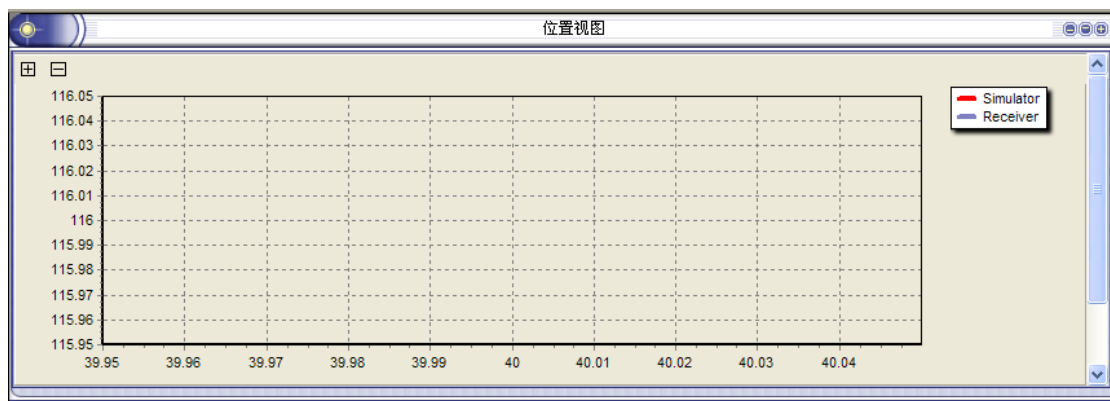
3.4.4 位置信息

点击界面快捷键, 显示用户位置详细信息, 包括经纬度信息, ECEF 坐标信息和 x、y、z 三个方向的速度。



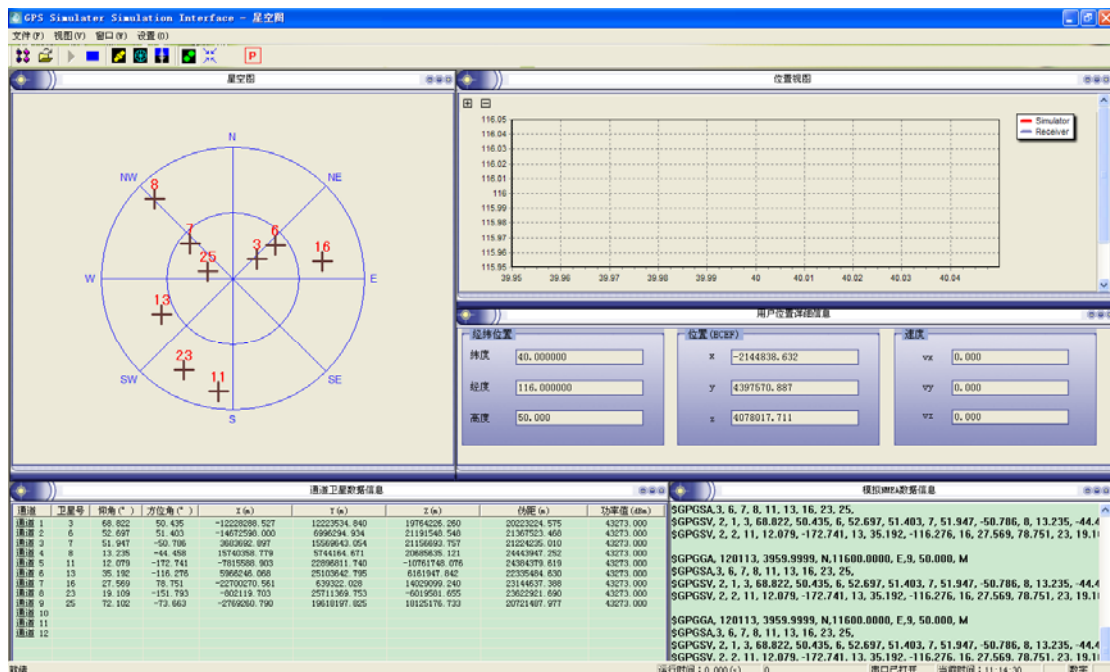
3.4.5 模拟位置实时显示

点击界面快捷键 , 显示用户的经纬度位置。



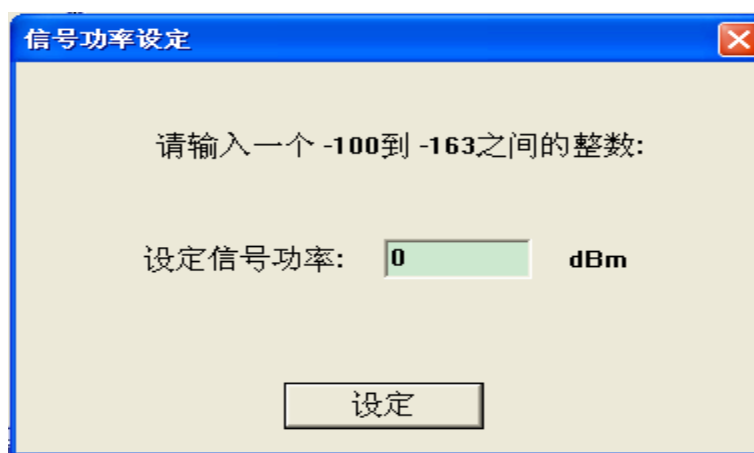
3.4.6 界面总体图

模拟器启动后，上位机界面的整体效果图如图。模拟器数据、接收机数据等自动保存到根目录下。



3.5 模拟器功率设置

点击界面快捷键 **P**，显示信号功率设定界面。在完成场景设置，并启动模拟器后，进行功率设置。



在编辑框里输入一个-100 到-163 之间的整数，这个数值是各个通道卫星信号的功率值，如果输入一个不符合该限定的数，会出现警告，数值无效。这个对话框中设定的功率值将同时显示在模拟器机箱上的液晶屏的第一行以及“通道卫星数据信息图”的“功率值”一栏里。



4 场景设置

4.1 场景的定义

场景（**Scenario**）用于描述接收机在某一特定空间和时间信息，场景包括以下部分：

（1）时间（**Time**）；

时间定义了模拟器运行的起始和结束时间。时间采用 UTC 格式：日/月/年 时：分：秒，如 18/9/2012 00:00:00

（2）星历（**Ephemeris**）

星历描述了 GPS 卫星的位置信息，星历可从 IGS 网站下载，IGS 网站对星历每天更新一次，每天的星历分为 12 段，每段为 2 小时。

（2）轨迹（**Trajectory**）

轨迹定义了接收机载体的位置信息，轨迹通过运动模型表示。一般的运动模型包括以下几种类型：

- 匀速直线运动（Const）；
- 匀加速直线运动（ConstAcc）；
- 变加速直线运动（VarAcc）；

4.2 星历和时间

（1）星历文件选择

一个星历文件的有效期为 1 天，因此当选择一个星历文件后，模拟器便根据该星历模拟当天的卫星信号。

（2）起始时间设置

当选中一个星历文件后，可以设置模拟的起始时间，起始时间的范围是 0 时 0 分到 23 时 30 分。

4.3 轨迹模型

轨迹及相应参数的定义如下表所示：

轨迹	说明	参数1	参数2（， 3， 4）
----	----	-----	-------------

Const	保持静止或匀速直线运动	持续时间(s)	N/A
ConstAcc	直线加速	加速度绝对值(m/s^2)	末速度(m/s)
VarAcc	变加速	加速度变化(m/s^3)	末加速度(m/s^2)
VertAcc	垂直加速	垂直加速度(m/s^2)	垂直末速度(m/s)
HTurn1	水平转弯1	水平加速度(m/s^2), 正为顺时针, 负为逆时针	转过角度(degree)
HTurn2	水平转弯2	水平加速度(m/s^2), 正为顺时针, 负为逆时针	持续时间(s)
HTurn3	水平转弯3	角速度(degree/s), 正为顺时针, 负为逆时针	转过角度(degree)
HTurn4	水平转弯3	角速度(degree/s), 正为顺时针, 负为逆时针	持续时间(s)
VTurn1	垂直转弯1	加速度(m/s^2), 正为仰, 负为俯	转过角度(degree)
VTurn2	垂直转弯2	加速度(m/s^2), 正为仰, 负为俯	持续时间(s)
VTurn3	垂直转弯3	角速度(degree/s), 正为仰, 负为俯	转过角度(degree)
VTurn4	垂直转弯4	角速度(degree/s), 正为仰, 负为俯	持续时间(s)
ENUAcc	恒加速度	持续时间(s)	三个方向加速度(m/s^2)
ENURate	恒变加速度	持续时间(s)	三个方向变加速度(m/s^3)

4.4 轨迹设置

轨迹与起始时间相对应, 起始时间对应轨迹方程的 0 时刻, 轨迹方程的时间单位为秒 (s)。

现举一例子说明场景轨迹设置的方法, 例如系统配置的标准的普通动态场景初始化文件的部分轨迹描述如下:

```

Const    120.000
VarAcc    100.000  5.000
ConstAcc   5.000   45.000
VarAcc    -100.000  0.000
Const     59.9
VarAcc    -100.000 -5.000
ConstAcc  -5.000   10.000
VarAcc    -100.000  0.000
HTurn1    -1.000   90.000

```

各句命令含义:

- ❶ 以 10m/s 速度向西匀速运动 (初始速度为 10m/s 向西), 持续时间为 120s(匀速运动);
- ❷ 以 100m/s³ 的变加速度加速到加速度为 5m/s² (变加速度运动);
- ❸ 以 5m/s² 的加速度加速到 45m/s (匀加速运动) ;
- ❹ 以-100m/s³ 的变加速度减速到加速度为 0 (变加速运动);
- ❺ 匀速运动 59.9s;
- ❻ 以-100m/s³ 的变加速度减速到加速度为-5m/s²;
- ❼ 以-5m/s² 的加速度减速至 10m/s;
- ❽ 以-100m/s³ 的变加速度减速到加速度为 0;
- ❾ 以 1m/s² 的向心加速度左转;

在进行轨迹编辑时应充分考虑到各段运动方程的添加、删除、修改, 当选中某一行时, 可以改变其运动模型和参数。

4.5 场景实例

4.5.1 静态场景

场景文件名: Static01

生成时间: 2011.05.21

场景设计者:

初始化信息

经度: 116

纬度: 40

格式: ddd.ddddddd

高度(m): 50

***** 初始速度 *****

东向速度(m/s): 0

北向速度(m/s): 0

高向速度(m/s): 0

***** 其他设置 *****

电离层误差仿真(Yes/No):Yes

对流层误差仿真(Yes/No):Yes

仰角门限(度): 5

***** 星历文件*****

brdc1400.txt

***** 初始时间 *****

月/日/年: 5/20/11

时分: 12.00

***** 运动轨迹设置 *****

1: const 7200.000 //静止 7200s

4.5.2 动态场景

场景文件名: Dynamic01

生成时间: 2011.05.21

场景设计者:

初始化信息

经度: 116

纬度: 40

格式: ddd.dddddd

高度(m): 50

***** 初始速度 *****

东向速度(m/s): 100

北向速度(m/s): 0

高向速度(m/s): 0

***** 其他设置 *****

电离层误差仿真(Yes/No):No

对流层误差仿真(Yes/No):No

仰角门限(度): 5

***** 星历文件*****

brdc1400.txt

***** 初始时间 *****

月/日/年: 5/21/11

时分: 12.00

***** 运动轨迹设置 *****

1: const 7200.000 //匀速运动 7200s