

使用Agilent信号源E4438C测量GPS接收机

摘要： 本文将介绍使用Agilent公司矢量信号源E4438C对GPS接收机进行测量的基本功能与方法。

关键字： GPS接收机， E4438C

1. GPS 接收机及 GPS 信号简介

GPS (Navigation System with Timing and Ranging Global Positioning System) 是美国国防部开发运行的，带有定时和测距的全球导航定位系统。GPS 系统由三部分组成：GPS 空中卫星，地面控制以及 GPS 用户接收机，E4438C 的作用是作为 GPS 空中卫星信号的 Simulator，用来对 GPS 接收机进行测量。

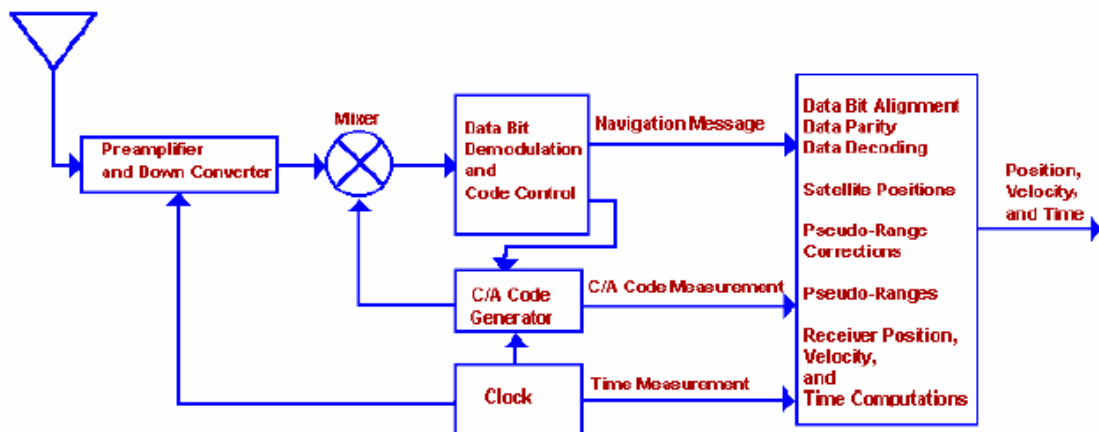


图 1 GPS 接收机原理框图

如上 GPS 接收机的简化框图所示，GPS 接收机首先通过天线单元接收到 GPS 卫星发射的信号，经过下变频后，提取出卫星信号中的伪随机噪声码 (PRN) 和数据码，进而解算出接收机载体的位置，速度和时间等导航信息。

那么被接收的 GPS 信号是怎样的呢？它是由 50Hz 的导航信号脉冲，经过伪随机序列直序扩频至 1.023Mbps，采用 BPSK 调制，中心载波 1575.42MHz。由于真实的到达地面的 GPS 卫星信号的能量是非常小的，一般都在 -130dBm/1.023MHz (-190dBm/Hz) 以下，比热噪声的功率谱密度 (-174dBm/Hz) 还要低，所以用普通的频谱仪是无法测量的，图 2 是使用 E4438C 模拟输出 -99dBm 的 GPS 信号时，由频谱仪 E4440A 测量出的信号频谱及功率值，这里给出的是 2.046MHz 带宽内的功率值；图 3 是信号源功率被设置到 -49dBm 时的结果。

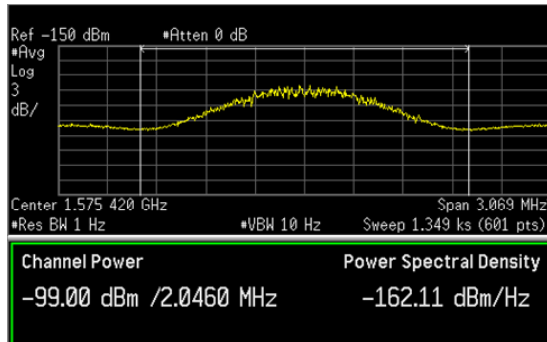


图 2

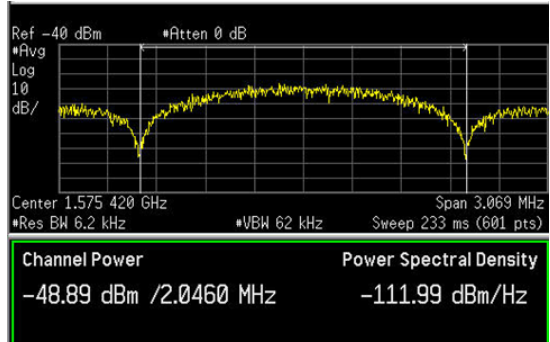


图 3

2. E4438C GPS 测量选件介绍

Agilent 的 E4438C 能够提供 GPS 仿真器的功能,对 GPS 接收机进行测试。E4438C 是通信领域广泛被使用的通用矢量信号发生器,它可以发出无线通信系统中各种制式的信号,并提供灵活的测试功能。其中 409 选件,专门用于产生 GPS 卫星信号,主要特点有:

- ◆ 载波频率 (250k~3GHz or 6GHz, 分辨率 0.01Hz) 和功率 (+10~136dBm, 分辨率 0.02dB) 的灵活设置,全部操作均在仪器面板上直接完成,简单方便,如需要更小的输出功率,可外接衰减器。
- ◆ 可以模拟空中 1 到 8 颗卫星,以下图 4 和图 5 分别是单颗星 (Real-time GPS) 和多颗星 (Real-time MSGPS) 测试界面。在单颗星测试中,有 C/A 码 P 码,卫星 ID,多普勒频移,数据模式 (PN9/15, user file 等) 等设置;在多颗星测试中,有 scenario 选择,以及卫星数量 (1-8) 等的设置。

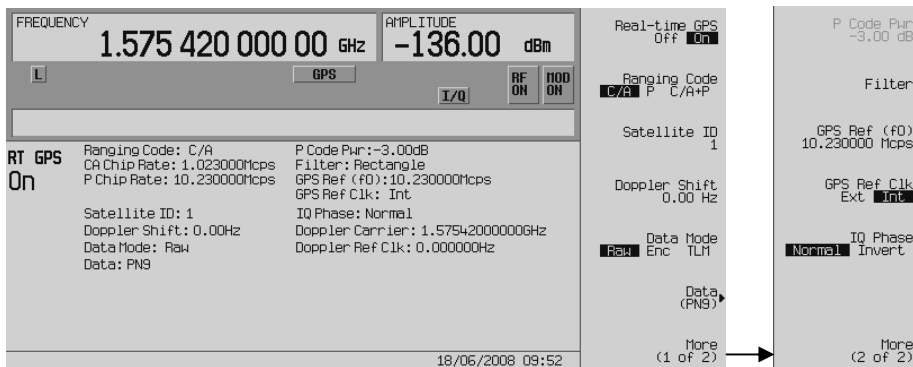


图 4

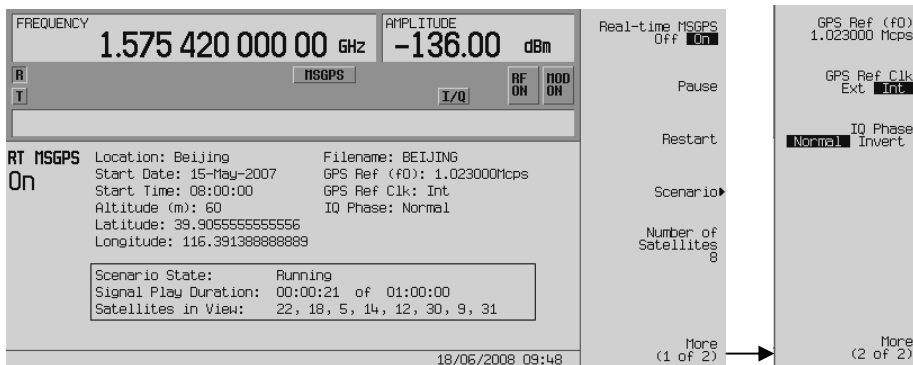


图 5

- ◆ 目前 E4438C 所提供的 Scenario 包括北京，台北，东京，首尔，新加坡，悉尼，巴黎，伦敦，纽约，夏威夷等 14 个世界各地的真实卫星信息。

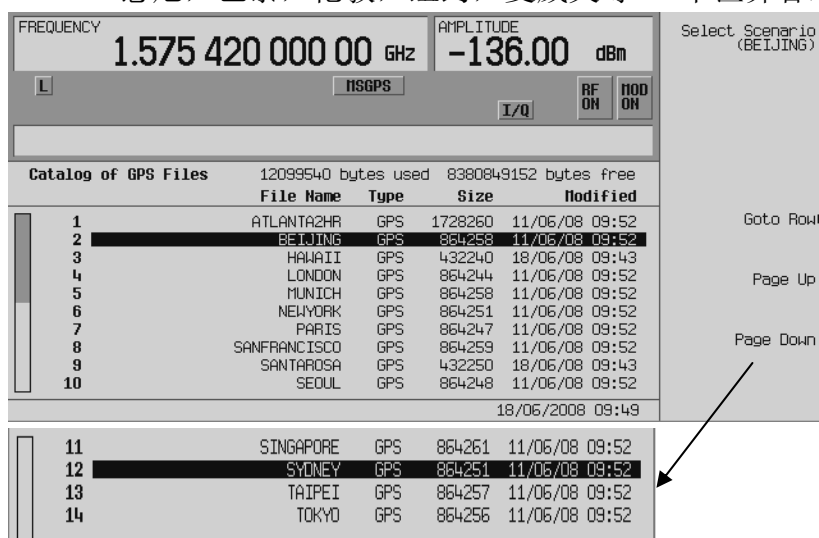


图 6

这些 Scenario 都是实地采集，并经过特殊处理生成的。Scenario 的每一行都以 GPS TOW（time of week）开始，在该时间段内每个 scenario 都会包含每个可见的卫星的信息，包含 PRN，伪距，多普勒频移，载噪比，位置信息和标准化时间等。以下是对北京（天安门广场）scenario 的具体描述：

```

Beijing, Tiananmen Square
5/15/2007 0100, 1 hour scenario
File revision is B
Scenario latitude is 39.9055555555556 N39 54 20.00
Scenario longitude is 116.391388888889 E116 23 29.00
Scenario elevation is 60 meters.
Scenario date is 15-May-2007 08:00:00
Scenario title is Beijing
Scenario length is 01:00:00 Hours:minutes:seconds
Satellite PRNs in view at start of scenario: 22, 18, 5, 14, 12, 30, 9, 31,
At time 2332.2 seconds, Satellite PRN9 goes out of view of the receiver.
At time 2332.2 seconds, Satellite PRN1 comes into view of the receiver.

```

3. 如何使用 E4438C 对 GPS 接收机进行测试

这里通过以下测试项，说明 E4438C 测试 GPS 接收机的方法：

- ◆ 位置准确度测试
- ◆ 首次定位时间 TTFF（time to first fix）
- ◆ 接收机灵敏度
- ◆ 重新捕获时间
- ◆ BER 测试
- ◆ 射频干扰

3. 1 位置准确度和 TTFF 测试及接收机灵敏度，重新捕获时间测试

使用 E4438C 中 GPS 模式下的 Real Time MSGPS 选项即可测试上述测量项，其中灵敏度的测试也可以使用单颗星选项进行测量，图 7 是作这些测试的基本硬件连接图：由 E4438C 发出 GPS 卫星信号（频率设置为 1575.42MHz，功率设置为所有卫星总功率的和，最低可达-136dBm），可经由衰减器，到达 GPS 接收机模块，同时 GPS 接收机通过 LAN 或 USB 连接至 PC，相应的控制软件可以看到测量结果。

以 SIRF 的接收机模块为例，如图 8 所示：

- ◆ **Navigation View**, 可以显示出经度, 纬度, 高度的位置信息 (可以与右侧 E4438C 提供的源文件的相关信息进行对比, 计算出位置误差, 然后对多次测量结果进行统计, 得到位置精准度的百分比值)
- ◆ **TTFF** 可由界面中直接读出, 三维定位需要至少 4 颗卫星全部定位, 而二维需要 3 颗
- ◆ **Signal View** 可以显示出每颗卫星的 C/N0, 可不断降低从 E4438C+衰减器输入到 GPS 接收机的功率, 从而获得各种情况下的接收机灵敏度: 包括跟踪灵敏度和捕获灵敏度。
- ◆ 重新捕获时间, 是指在 GPS 接收机已经定位后, 突然无法正常接收 GPS 信号, 然后又再次接收到 GPS 信号重新定位的时间, 这项测试需要将连接到 GPS 接收机 module 的 RF Cable 断开知道信号丢失, 然后重新接上, 统计出重新捕获的时间, 而不能对信号源进行 RF off 的操作。如果 GPS 接收机测量软件无法提供这一功能, 只能人为进行粗略统计。

本例中测试结果是在 scenario: Hawaii, 8 颗星总功率-130dBm 情况下得到的

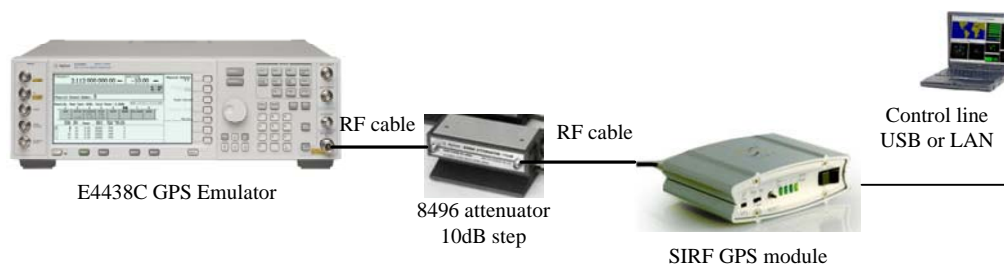


图 7

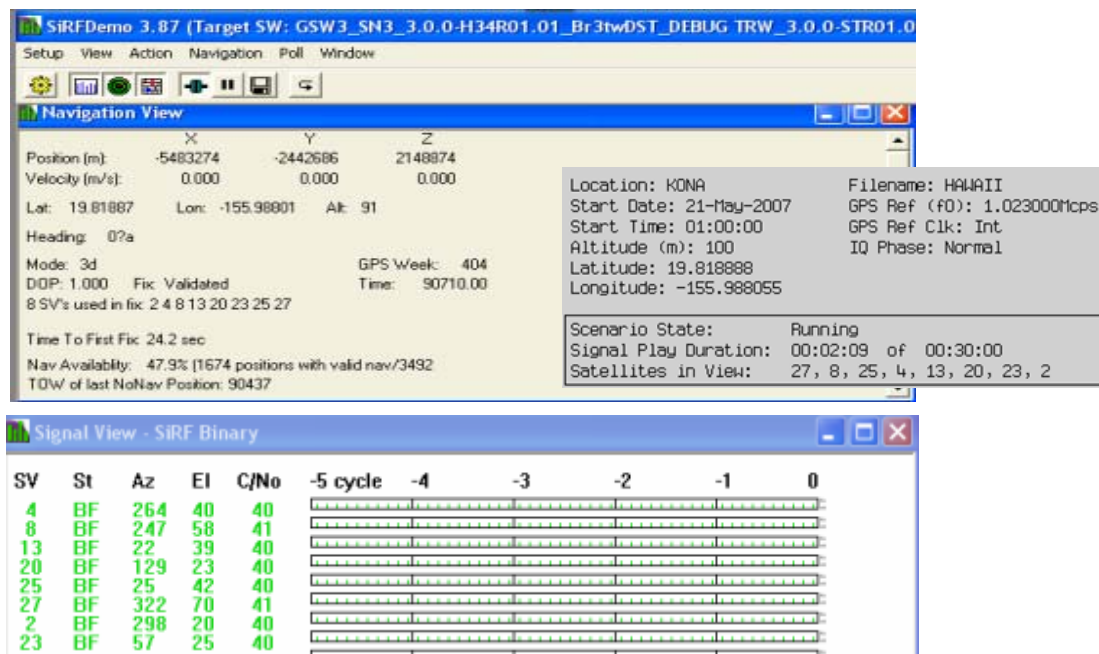


图 8

3. 2 BER 测试

使用 E4438C 对 GPS 接收机作误比特率测试, 除了使用 409 选件外, 还需要使

用 UN7 选件,他是一个内置在信号源中的 BER 分析仪。图 9 是安装了 UN7(BER Gate In, BER CLK In, BER DATA In) 选件的 E4438C 的后面板,图 10 是 BER 测量的连接框图,如图所示,需要被侧接收机能够提供解调后伪随机序列以及时钟信号给信号源的后面板, E4438C 接收到 DATA 和 CLK 信号后, UN7 可以对比接收到的伪随机序列以及信号源发出去的伪随机序列,计算并显示 BER 的 % 值在 E4438C 的屏幕上。



图 9

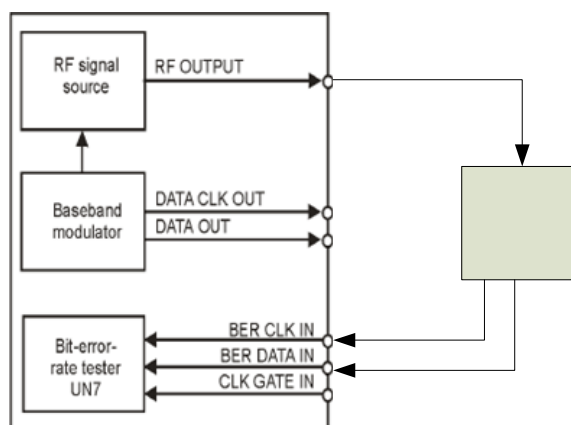


图 10

3. 3 射频干扰测试

对于 GPS 接收机的射频干扰测试,不同的模块厂家对干扰的定义不尽相同。目前并没有明确的规范定义了射频干扰都包含哪些,一般来说,厂家会跟据自身产品的特点定义干扰信号的特征,比如对于带有 Bluetooth 功能的 CDMA 手机中的 GPS 模块,干扰主要会考虑在 CDMA 信号,蓝牙信号,以及 AWGN 信号,单音干扰等同时存在的情况下,对 GPS 接收机性能的影响。E4438C 具有丰富的信号产生功能,配置不同的选件就可以产生出相应的信号,来模拟射频干扰信号。

4. 结束语

随着对 GPS 功能需求的不断增长, GPS 接收机的测试在业界倍受关注,本 PRBS 绍安捷伦公司的矢量信号发生器 E4438C 对 GPS 接收机的测量功能与方法,对于一般的研发客户而言, E4438C 是一款性价比高,具有多种信号产生能力,提供多种灵活测试功能的测量仪表,不久的将来, E4438C 还将提供更多的 GPS 方面的测量功能,以满足更多行业发展的需求。