

HG-RE04 卫星导航开发平台 1.1

提供 GPS/BD 接收机代码及硬件设计文件

支持的系统：GPS/BD 联合定位

相关器代码：HG-CORR V1.3

处理器代码：HG-DSPGPS V1.3



北京星源北斗导航技术有限责任公司

2017 年 2 月 8 日



表 A 文档信息表

Item	Context
Author	hg
Last Update	2017-2-8
Version	1.1
Copyright©	北京星源北斗导航技术有限责任公司
密级	对外交流

更新信息：

版本：V1.1

日期：2017-2-8

主要改进：

- 1) 实现了 GPS 和 BD 联合定位功能；
- 2) 定位的稳定性和精度进一步提升；
- 3) 改变串口数据输出方式，采用 115200 波特率；
- 4) 改进环路设计，提供三阶 PLL；
- 5) 修正了 V1.0 版串口驱动的小 Bug。
- 6) 配套的测试程序改为界面更为友好的 HG-TEST2017。

更多详细信息请致电星源北斗咨询！

公司地址：北京市海淀区温泉镇显龙山路 19 号北辰香麓雅庭 A 座 218 室

电话及传真：010-82484062, 13683239930

QQ：5024141

邮箱：liuwsat@126.com



1 产品概述

表 1 产品价格表

产品	价格
HG-RE04 卫星导航开发平台 联合定位开发套件 HG-RE04-M: 硬件平台：HG-RE04（射频模块改用 HG-RF02-D） 相关器源代码： HG-CORR V1.3 for L1B1（含商业授权） 处理器源代码： HG-DSPGPS V1.3 for L1B1（含商业授权）	9.8 万元

HG-RE04 开发平台是根据近两年客户的需求，开放一直保密的 HG-CORR 1.3 代码和 HG-DSPGPS V1.3，硬件基于 TMS320C6747 和 EP4CE115，并配以标准 1U 机箱和内置移动电源，方便客户 220V 直接供电和室外移动电源供电使用。HG-RE04 是 卫星导航开发平台的一个里程碑，它是本公司继 HG-RE03-D 之后，又一个重量级产品。

HG-CORR V1.3 为客户提供了多相关器的标准实现，不仅使接收机的捕获速度大大提升，而且搜索最大值的算法也在 FPGA 内部实现，大大减轻了处理器的负担。

HG-CORR V1.3 实现了 32 个跟踪通道，每通道 32 个相关器，搜索能力相当于 1024 个捕获相关器，比早期的 Zarlink 公司的 GP2021 快了接近 20 倍。



图 1 HG-RE04 接收机前面板



图 2 HG-RE04 接收机后面板

HG-RE04 为客户提供了 DSP JTAG 调试口、FPGA 调试口、2 个串口，2 个射频口（目前默认只接 RF1），4 个备用的射频孔。

2 相关器代码

HG-CORR V1.2 是经过验证的稳定、正确、资源占用合理的 VHDL 代码，相关器的顶层和通道的顶层使用了原理图的方式，其他地方使用 VHDL 直接编码。

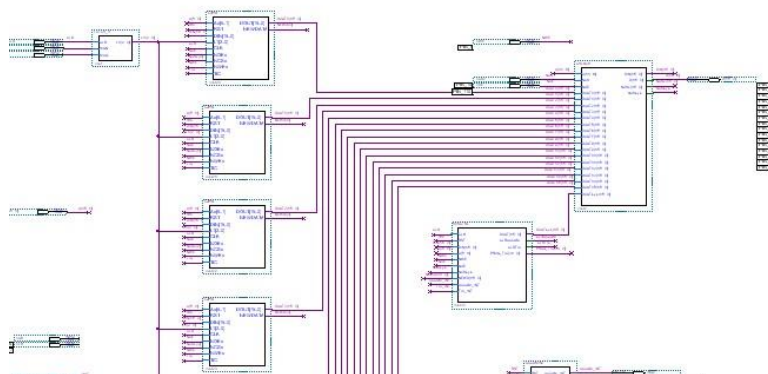


图 3 相关器顶层原理图

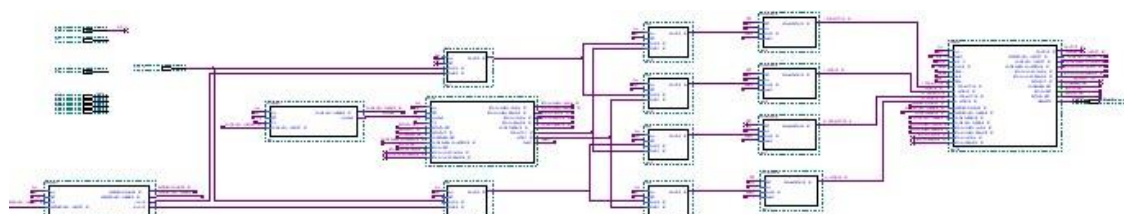


图 4 通道原理图

HG-CORR V1.2 在和处理器之间的总线部分处理有特殊考虑，使得处理器访问相关器的总线等待时间为最短。HG-CORR 对资源的占用可以用按 750LE 单元/通道来衡量，例如如 FPGA 使用 EP4CE115，则可实现 160 通道。

HG-CORR V1.2 进一步提升 NCO 的位数，增加 NCO 测量值输出的位数，定位精度有所提升，定时采用更稳定的计数方法。

HG-CORR V1.3 是更为高级的相关器代码，采用了多相关器技术，多相关器的最大值搜索在 FPGA 内部实现，有效减轻了处理器的负荷。

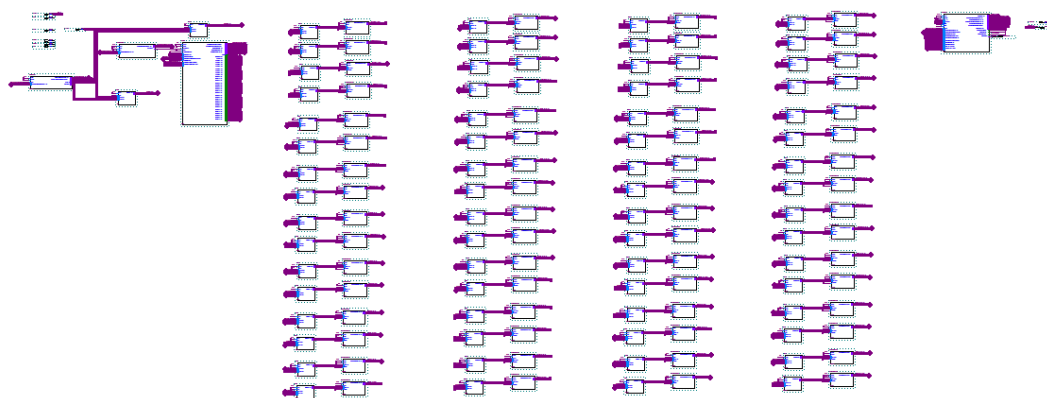


图 5 HG-CORR V1.3 通道原理图

使用了 HG-CORR V1.3 的接收机捕获速度较传统的接收机快 16 倍，不过因为占用了更多资源，跟踪通道数将减少。

3 接收机处理器代码

HG-ARMGPS 系列软件是北京星源北斗导航技术有限公司已经获得软件著作权的 GPS 核心代码，它基于 C++ 构架，符合 gcc 标准，代码书写规范，具备良

好的可读性，易于移植。HG-ARMGPS 代码经过持续优化，执行高效，适合低档处理器使用。

HG-DSPGPS V1.3 是在定位稳定版本 HG-ARMGPS V1.2 的基础上，经历整整 1 年时间集中研发形成的产品级版本。HG-DSPGPS V1.3 目标就是实现 GPS、BD 单机定位的常见指标，为国内企业提供可以直接用于产品的合格代码。

表 2 HG-DSPGPS V1.3 目前实际达到的指标及特性

HG-DSPGPS	V1.3
冷启动	<45s
热启动	<8s
定位精度	水平 10m CEP，高度 15 米 CEP
速度精度	0.2m/s
载波相位平滑伪距	支持，平滑的点数可设置
Kalman 滤波	支持轨迹滤波
动态特性	动态对定位精度影响有限
快速重捕功能	支持
频偏输出	支持
串口协议	NMEA，HG-TESTSIM
定时精度	优于 1us
支持的 GPS 射频芯片	MAX2769

HG-DSPGPS V1.3 主要提供接收机导航处理器上运行的软件，实现冷热启动、捕获、确认、微调、位同步、帧同步、跟踪、重捕、导航电文解调、卫星位置计

算、误差修正、伪距平滑、加权最小二乘、位置计算、速度计算、频偏输出、定时、NMEA 输出、HGTEST 输出等功能。

HG-DSPGPS V1.3 的主要特点如下：

1. 整体基于 C++，又不失计算效率。特殊的定点类，加上快速高精度除法表，快速 Hamming 码校验算法和 BD 绕码校验算法，以及针对特定硬件平台的优化，保证 HG-DSPGPS V1.3 即使在低端处理器上也能流畅运行。
2. 软件代码合理注释，文档有 HG-DJGPS（基于导航技术论坛发起的开源项目，已完成）配套文档参考，提供足够的技术支持，帮助研发人员掌握软件代码。
3. 优化捕获、跟踪门限及环路参数，提升冷启动速度，使用保存的频偏参数，加快热启动速度。完善的环路进入和退出机制，保证跟踪的稳定性。
4. 采用载波相位平滑伪距技术有效提高定位精度，并且保持了很好的动态特性，使得接收机在加速环境下（转弯、加速运动），仍能保持定位精度。
5. 采用加权最小二乘有效抑制初始捕获的卫星和载噪比低的卫星。
6. 解决了载波相位平滑伪距条件下的定时问题，使得接收机取得原始测量数据的时刻准确对准 GPS 系统的整秒位置。
7. 支持 NMEA 协议，可利用成熟的 NMEA 软件做整体测试，同时可支持本公司出品的 HGTEST 软件，利用 HGTEST 可以查看软件的更多细节。
8. HG-DSPGPS 系列软件的开发一直在继续，对于客户发现的问题，本公司将及时解决，并把修改好的代码免费发给客户。
9. 实现了 GPS 和 BD 仅修改 1 个标志可切换模式。

部分测试结果：

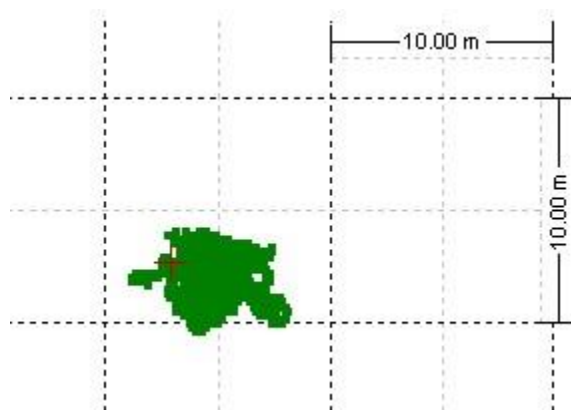


图 6 HG-DSPGPS V1.3 连续测试 3 小时定位结果

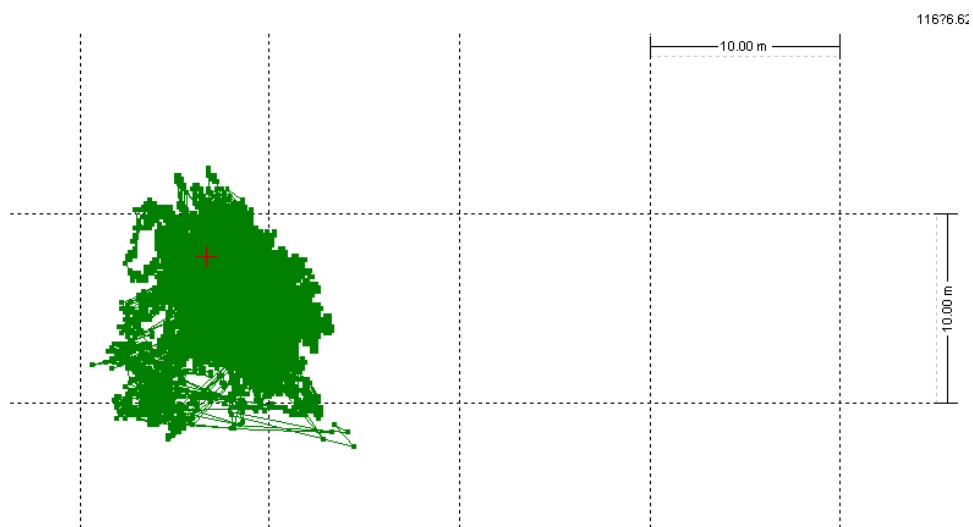


图 7 HG-DSPGPS V1.3 连续测试 8 天定位结果



图 8 HG-DSPGPS V1.3 定位高度曲线

4 测试程序

本项目将提供本公司 HG-TEST 测试软件的最高版本 HG-TEST2017。

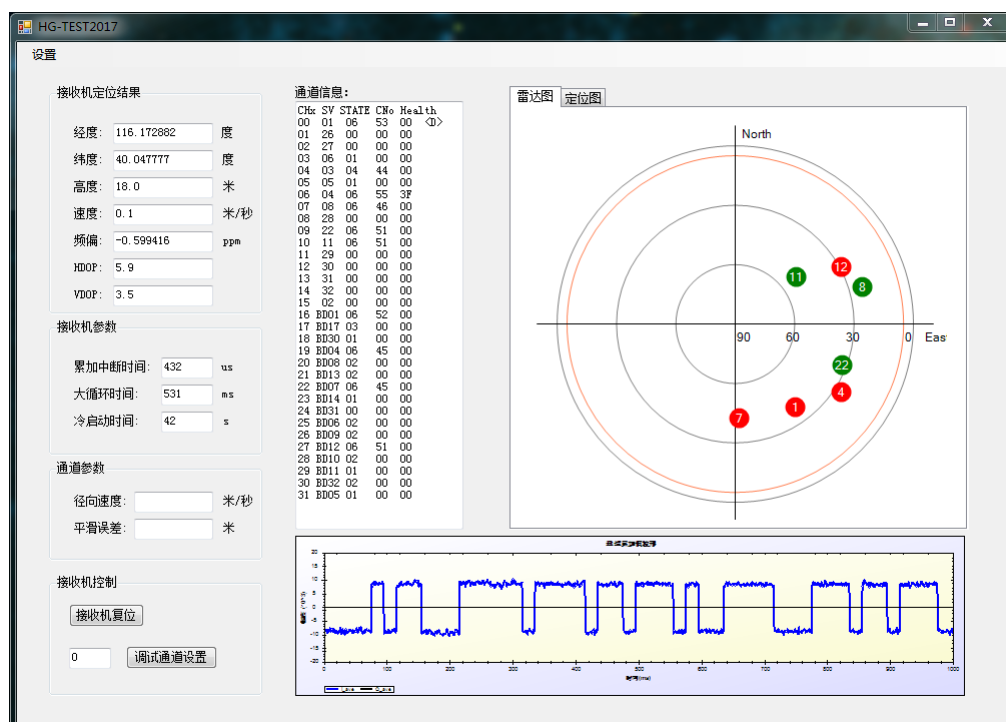


图 9 HG-TEST2017 测试软件

HG-TEST2017 采用了 115200 的波特率，可以保存更多的数据，一些最新产品上，如我公司的 HG-TG04 和 HG-TG05，它提供了位置、速度、高度的显示，还使用了雷达图。

5 结构设计

根据本项目要求，产品供电满足 220V，外接 USB，以及内接移动电源三种方式。产品需要加外壳屏蔽，需要引出 FPGA 的部分 IO 脚作为射频输出的测试接口。

因此本项目最终采用定制 1U 机箱的方法来满足项目要求，最终实物如下图所示：

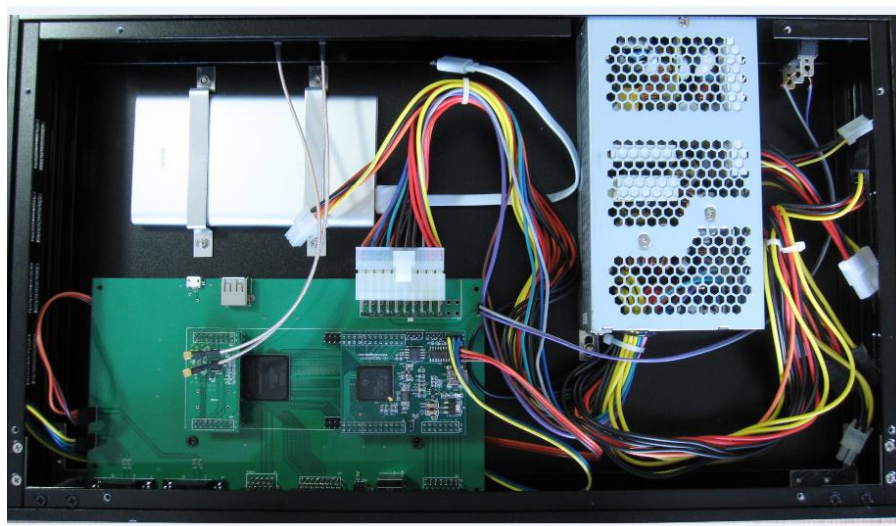


图 10 HG-RE04 内部连接图

5.1 电源

根据北斗开发系统供电要求，主要需要提供的+5V 供电，电流不超过 2A,而常见的 1U 电源均可提供稳定的+5V 电源。

产品评估了有风扇散热的常规 1U 标准电源和无风扇的被动式散热静音 1U 电源，虽然后者价格更昂贵，但可以让产品整体无风扇，噪声为 0dB，非常适合客户长期使用。



图 11 1U 机箱 ATX 电源

1U 无风扇静音电源经过测试纹波较低，给接收机供电，定位情况良好。

5.2 电池

本项目选用的是 5000mAh 小米移动电源仅 9.9mm 厚，ATL 锂离子聚合物电芯，铝合金金属外壳：



图 12 内置移动电源外观

固定时通过压条直接将移动电源压在底板上，拆卸十分方便：

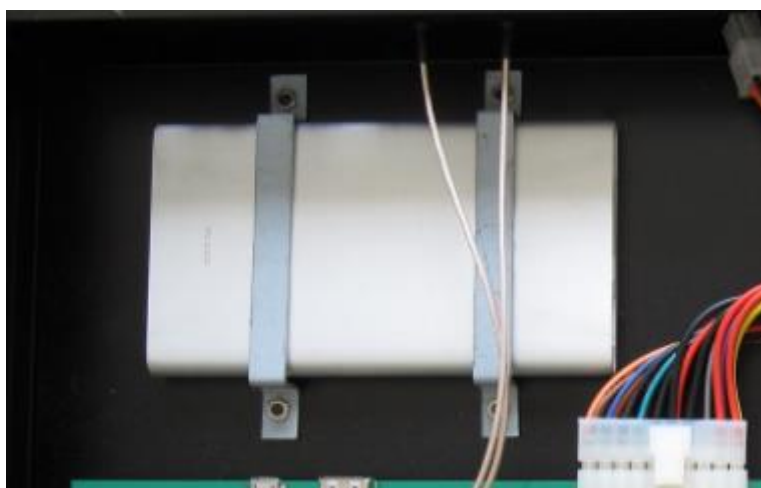


图 13 移动电源固定压条

5000mAH 的电量足够产品连续工作 12 小时。

5.3 机箱

1U 全铝机箱采用磨砂工艺，主体黑色，文字白色，主体长 43cm，宽 24cm，高 4cm，下图为专为本项目定制的机箱实物照片：



图 14 HG-RE04 外壳正面

在机箱正面有产品标识，FPGA 和 DSP 的 JTAG 调试接口，USB 供电接口，DB9 串口。



图 15 HG-RE04 外壳背面

在机箱背面有电源开关，220V 供电接口，预留的射频接口和外接时钟接口。

5.4 接收机

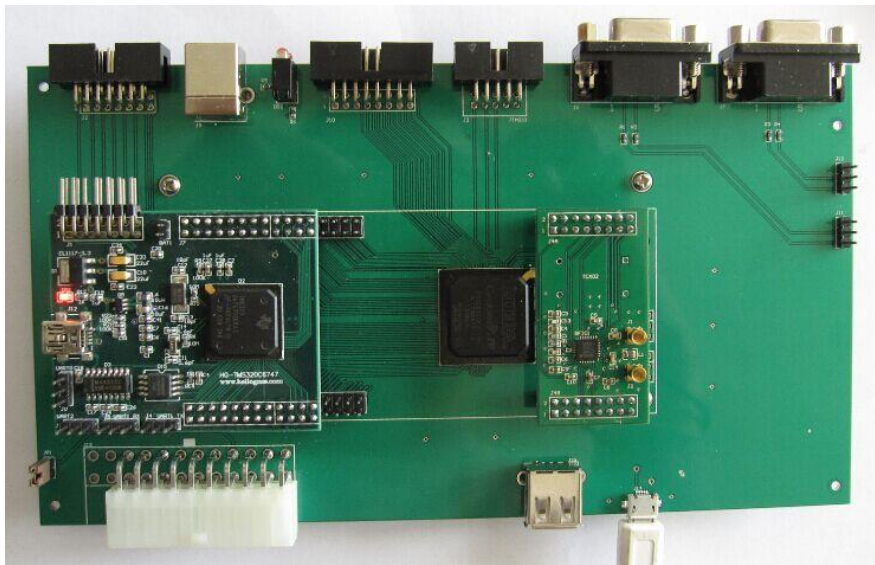


图 16 HG-RE04 接收机实物图

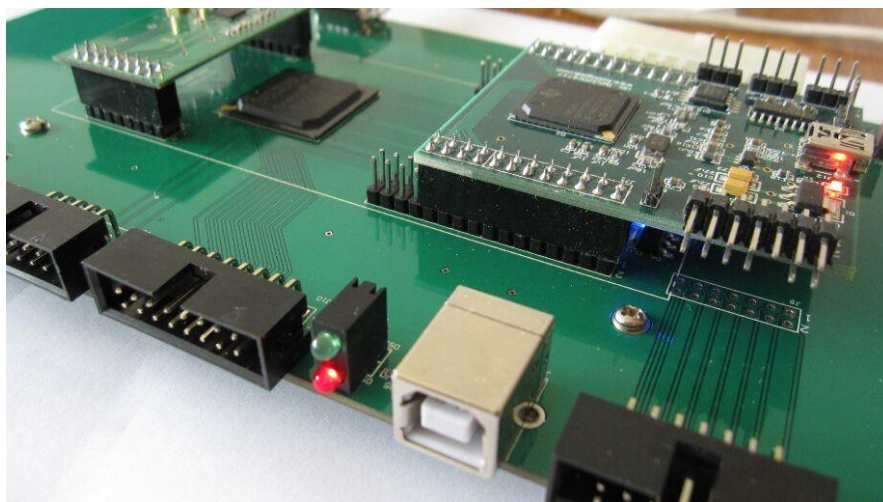


图 17 HG-RE04 接收机板对外接口

HG-RE04 保留了 HG-RE03 接插件的灵活性，把底板改成容易固定在 1U 机箱底部的大板子，接口都从机箱前部出来。USB 供电接口改成方口。上面 DSP 的 JTAG 弯针改成向下的直针，底板直接将 DSP 的 JTAG 转到机箱前面板上。

客户可以购买我公司其他射频模块来扩展开发平台的功能，比如支持双频或者 4 个射频。

6 装箱清单

- 1、HG-RE04 开发平台硬件；
- 2、光盘资料：
 - （1）HG-RE04 安装使用说明书；
 - （2）HG-CORR V1.3 源代码；
 - （3）HG-DSPGPS V1.3 源代码；
 - （4）HG-RE04 硬件原理图。

7 服务条款

- 1、半个月內如产品硬件有质量问题可免费更换；
- 2、提供 2 年的技术支持和免费升级服务；
- 3、本产品所提供软件代码仅限购买者单位内部使用，不得通过互联网或其他任何方式拷贝给任何第三方。

