

HG-RE04-H 高速北斗开发平台 1.0

提供 GPS L1、BD B1I、BD B3I 接收机代码及硬件原理图

支持的系统：*GPS L1/BD B1I 联合定位，或者 BD B1I/B3I 定位*

相关器代码：*HG-CORR V1.3*

处理器代码：*HG-ARMGPS V1.3*

硬件：*基于 Zynq+MAX2771 架构*



北京星源北斗导航技术有限责任公司

2019 年 7 月 3 日

表 A 文档信息表

Item	Context
Author	hg
Last Update	2019-7-3
Version	1.0
Copyright©	北京星源北斗导航技术有限责任公司
密级	对外交流

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-H 高速北斗开发平台 高速开发套件 HG-RE04-H: 硬件平台：HG-Zynq02+HG-RF04-B 相关器源代码： HG-CORR V1.3 for L1B1B3（含商业授权） 处理器源代码： HG-ARMGPS V1.3 for L1B1B3（含商业授 权）	9.8 万元

HG-RE04-H 高速北斗开发平台是在北斗发布 B1c、B2a、B3I 三种信号之后，北京星源北斗导航技术有限责任公司为满足新信号对硬件要求而开发的平台。平台的数字部分采用 Xilinx 的 SOC 芯片 XC7Z020，射频部分采用美信最新的射频芯片 MAX2771。



图 1 HG-RE04-H 北斗开发平台

XC7Z020 的 PS 部分主频可达 766MHz, Cortex-A9 架构, 双核, HG-RE04-H 对 XC7Z020 外扩 1GB 的 DDR3, 这些资源对于卫星导航开发而言是非常丰富的。XC7Z020 的 PL 部分是 FPGA, PL 和 PS 之间通信基于 AXI 总线, 总线带宽大于分开的处理器+FPGA 架构。

MAX2771 是美信最新的卫星导航射频芯片，支持几乎所有的卫星导航信号，包括常用的：L1, L2, L5, E1, E5, E6, B1, B2, B3。MAX2771 较其他卫星导航芯片而言，有非常好的噪声系数，实际捕获跟踪 BD B3I 的效果十分理想。下面是 MAX2771 得到的跟踪波形：

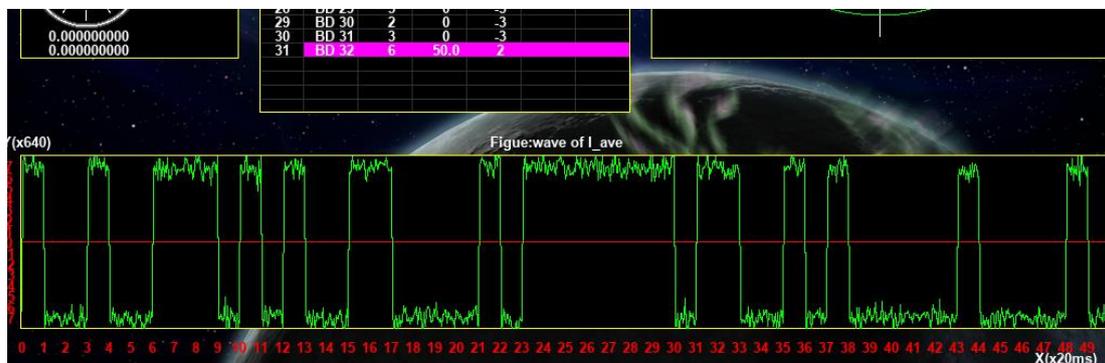


图 2 BD B3I 信号跟踪效果（跟踪 32 号卫星去掉了 NH 码的影响）

HG-RE04-H 的射频模块包含两路 MAX2771，并且使用一个采样时钟，可以支持 L1+B1 和 B1+B3 这两种架构的接收机开发。

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。

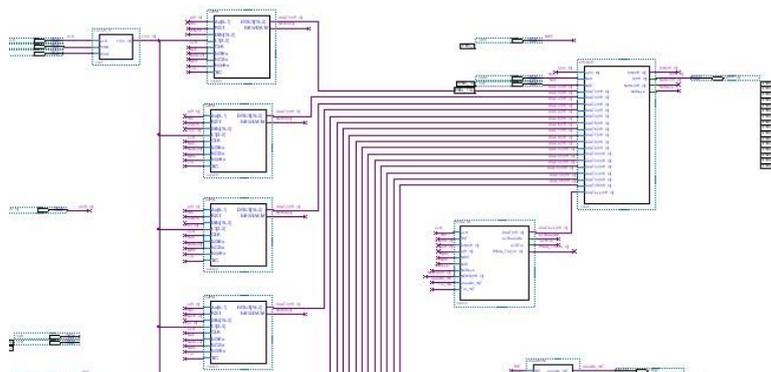


图 3 相关器顶层原理图

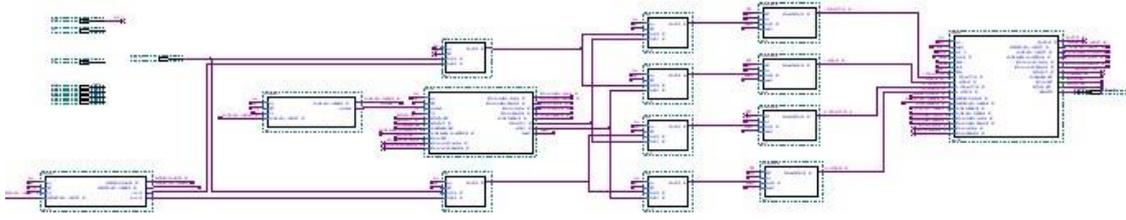


图 4 通道原理图

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。

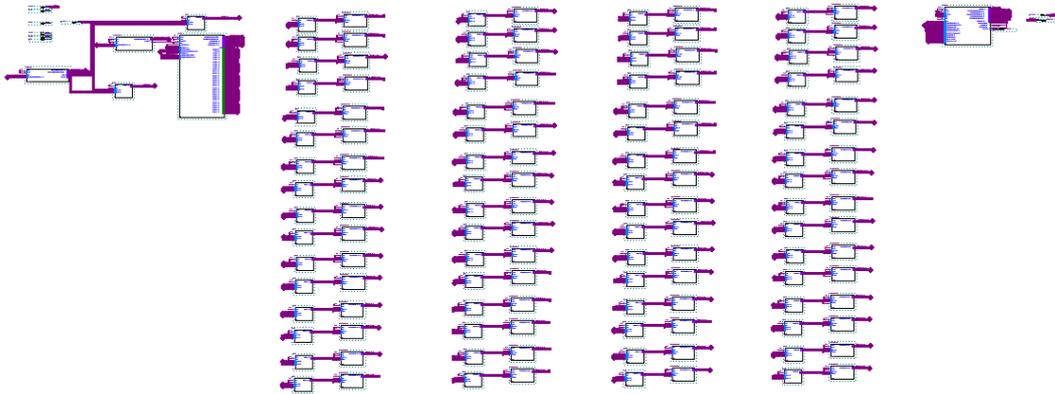
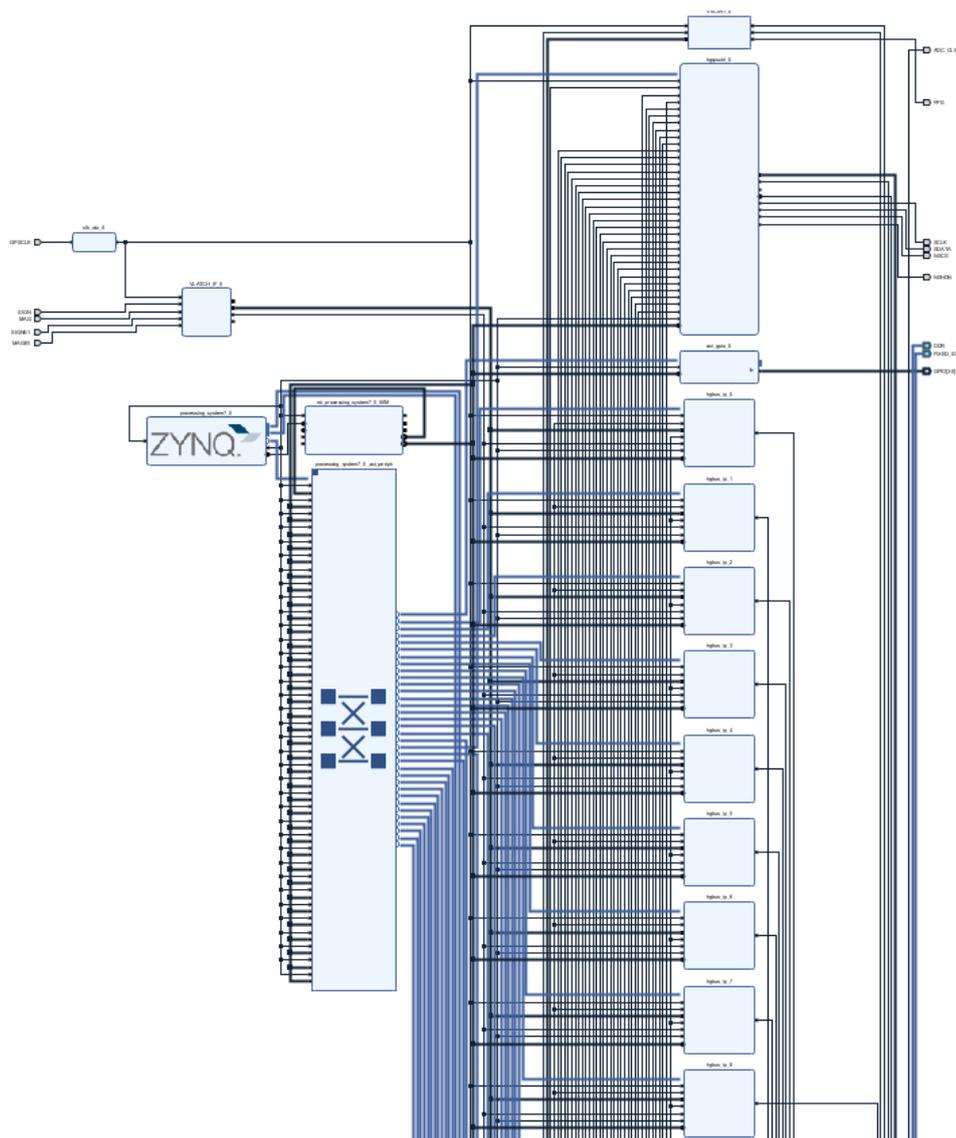


图 5 HG-CORR V1.3 通道原理图

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。

HG-RE04-H 移植并适应性修改了 HG-CORR V1.3 的代码：





模块内部全部采用 verilog 编写，相关器捕获通道数量会根据实际情况加以调整。

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-ARMGPS 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-ARMGPS 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-ARMGPS V1.3 目前实际达到的指标及特性

HG-ARMGPS	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
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/MAX2771

HG-ARMGPS 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- ARMGPS 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-ARMGPS 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-ARMGPS 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：

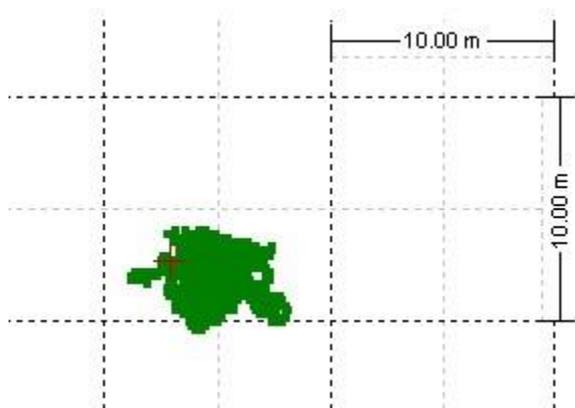


图 6 HG-ARMGPS V1.3 连续测试 3 小时定位结果

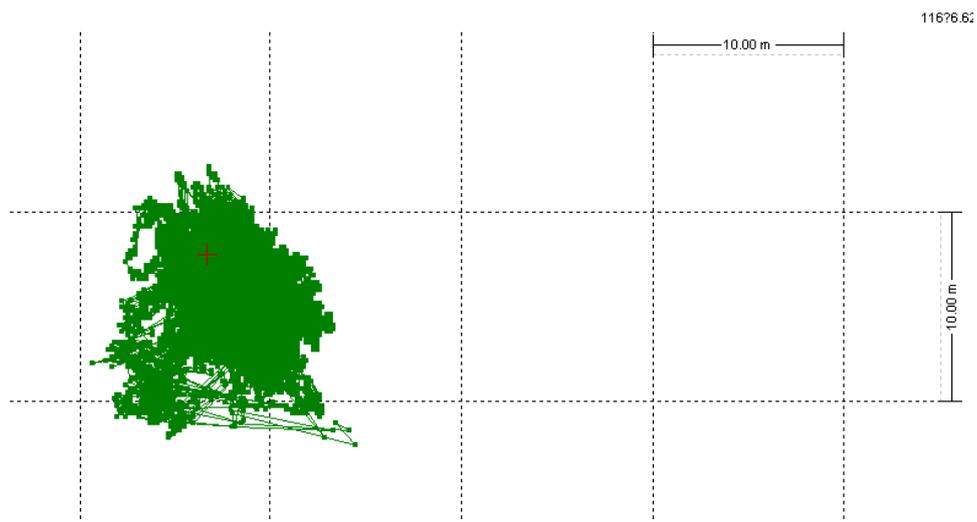


图 7 HG-ARMGPS V1.3 连续测试 8 天定位结果



图 8 HG-ARMGPS 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。

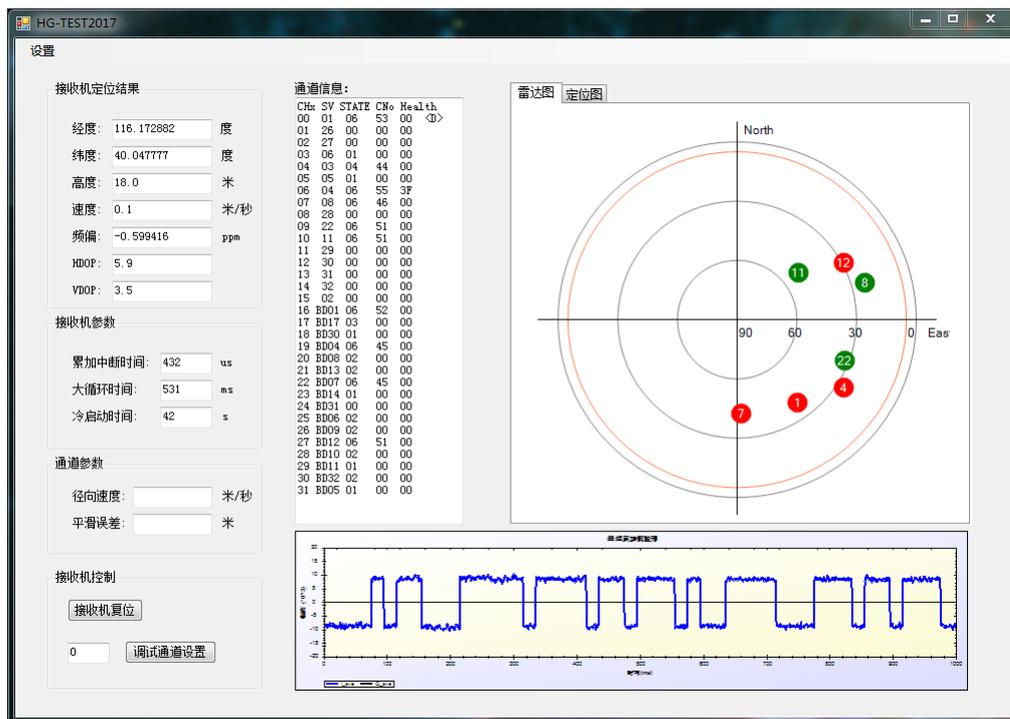


图 9 HG-TEST2017 测试软件

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 技术特性

- 1) 处理器：Cortex-A9 766MHz 双核
- 2) 内存：两片 DDR3，容量共 1GB
- 3) FPGA：XC7Z020 自带的 FPGA
- 4) 射频：MAX2771 x2
- 5) 晶振：16.369MHz 或者外接 10MHz OCXO
- 6) 对外接口：UARTx2，CAN（暂未使用）
- 7) 工作模式：GPS L1+BD B1 或者 BD B1+BD B3
- 8) 定位精度：GPS+BD 联合定位，约为 5 m；BD 单独定位：约为 10m
- 9) 速度精度：0.1~0.2m/s
- 10) 捕获灵敏度：-133dBm

- 11) 跟踪灵敏度：-145dBm
- 12) 冷启动时间：小于 60s
- 13) 开发环境：Vivado 2018.3

6 装箱清单

- 1、HG-Zynq02 硬件+HG-RF04-B 硬件各一块；
- 2、USB 线 1 条；
- 3、专用串口线 2 条；
- 4、光盘资料：
 - (1) HG-RE04-H 安装使用说明书；
 - (2) HG-CORR V1.3 源代码（支持 B3I）；
 - (3) HG-ARMGPS V1.3 源代码（支持 B3I）；
 - (4) HG-RE04-H 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。