

The Utility Model Relates to a Remote Wireless Positioning Return Recording Device

Zhanfu Shi Kan Chen

Xi'an Institute of Electromechanical Information Technology, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

Abstract

Aiming at the problem that the sea launch test can not locate the drop point and the data recording device is difficult to recover, a miniaturized, high dynamic, long distance, high overload resistant Beidou GPS wireless positioning and return recording device is designed. The device is composed of GPS receiver, recorder, transmitter, ground receiver and antenna, it has the high dynamic characteristic of 40g/s plus acceleration and lock, and can withstand the overload impact of 30,000g transmission. The positioning distance is 10Km, and the positioning accuracy is 10m.

Keywords

BeiDou GPS; positioning return; transmitter; recording

一种远距离无线定位回传记录装置

史占付 陈侃

西安机电信息技术研究所, 中国·陕西 西安 710065

摘要

针对海上发射试验无法定位落点、数据记录装置回收难的问题,设计了一款小型化、高动态、远距离、抗高过载的北斗 GPS 无线定位回传记录装置。该装置由 GPS 接收机、记录器、发射机、地面接收机和天线组成,具有 40g/s 加加速度不失锁的高动态特性,能承受 3 万 g 发射过载冲击,定位距离 10Km,定位精度 10m。

关键词

北斗 GPS; 定位回传; 发射机; 记录器

1 引言

海上发射试验时,回收试验弹落入海水中水面无任何残留物,这给数据记录装置回收带来很大麻烦。传统的释放漂浮物回收方式,容易受海浪的影响使落点指示产生漂移,如果打捞时间过长,数据记录装置经过长时间的海水浸泡,会对数据能否正确回读产生了很大的影响。怎样快速准确定位数据记录装置的落点坐标,是海上发射回收试验迫切需要解决的问题。

针对海上发射试验数据记录装置回收难的问题,开发设计一款具有无线定位回传功能的数据记录装置,该装置满足试验弹发射抗高过载的环境需求,论文详细阐述了该装置的实现方法、系统组成、原理框图、原理样机和试验验证等。

2 方案

定位回传记录装置由 GPS 接收机、记录器、发射机、地

面接收机和天线(GPS 接收天线、发射机天线和地面接收天线)组成。定位回传系统原理框图如图 1 所示。

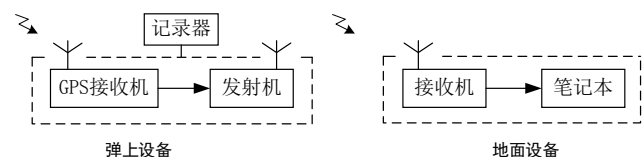


图 1 定位回传系统原理框图

北斗 GPS 接收机选用北方联星公司 CNS35-202-J BDS/GPS 高动态接收机,该接收机具有 40g/s 加加速度不失锁的高动态特性,经受轴向 30000g 过载冲击能正常工作,经加固缓冲后满足 GJB573A-1998 中相关要求。BDS/GPS 高动态接收机电气接口要求如下。

(1) 定位数据更新周期: 10Hz。

(2) 按照十六进制格式输出数据,1 个起始位 +8 个数据位 + 无校验 +1 个停止位。波特率为 115200bps,允许最大

偏差为标称值的 1.2%。

(3) 通讯方式: 串口, LV_TTL, 双向, 速率为 115200bps, 无校验, 该接口输出默认二进制(Binary47B_1), 发命令输出标准NMEA0183(\$GPGLA,\$GPRMC,\$GPGSV), 程序更新口, 软件升级接口。

(4) 多字节传送时, 先低字节后高字节。

(5) 坐标系: 位置信息, WGS84 坐标系下的经度、纬度和高度(椭球高)。速度信息, 地理坐标系下北、天、东的三维速度。

BDS/GPS 高动态接收机天线为陶瓷基板天线, 频率为 1575.42MHz±1.023MHz(GPS), 1561.098MHz±2.046MHz(北斗)。接收机外形尺寸为 Φ38mm±0.2mm×8.6mm±0.2mm, 接收机的外形结构尺寸和公差要求如图 2 所示。

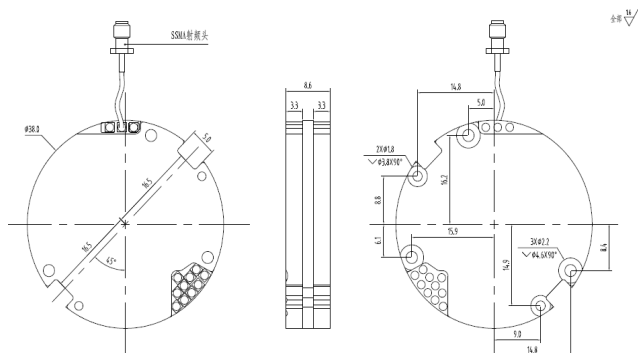


图 2 BDS/GPS 接收机外形尺寸及公差要求

发射机和接收机选用美国 Semtech 公司 FSK 无线收发器 SX1262, 该收发器采用 LoRa 扩频技术, 具有体积小、功耗低、传输距离远等特点。LoRa 扩频技术使模块在同样的功耗条件下比其他无线方式通信距离扩大 3~5 倍, 实现了功耗和远距离的统一。由于 LoRa 可以同一信道上同时多信号解调的特性, 在海平面上落点附近的的不同地方设置中继以达到增程的目的^[1]。本定位回传记录装置选用 EBYTE 公司开发的无线串口收发模块, 其主要技术指标如表 1 所示。

表 1 发射机、接收机主要技术指标

指标类别	指标描述
工作频段	850 ~ 930MHZ
通信距离	10000m
发射功率	30dBm
空中速度	115200
发射电流	650mA
接收灵敏度	-148dbm

接收机灵敏度与滤波器带宽有下式关系:

$$P_r = KT_0 B_n (S/N)_i$$

B_n 为滤波器带宽 (3 倍调制码率), KT_0 为 -148dBm/Hz, 对于 FSK 体制, 若对误码率要求的指标为 10^{-5} , 则最低信噪比为 14dB, 灵敏度要求为 -100dBm, 接收机带宽约为 750kHz。实际接收机灵敏度设计指标可优于 -90dBm。弹载发射功率主要受限于功耗、体积。考虑到平均功耗, 发射机功率设计为 30dBm。

根据上述已分配指标, 若要满足 10km 通信距离。根据通信方程:

$$R = \sqrt{\frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 P_r M L_E}}$$

则发射天线和接收天线有效增益不得低于 6dB, 发射天线采用线极化, 地面天线采用圆极化, 考虑不圆度, 极化损耗为 5dB, 系统安全余量设计为 6dB, 则要求发射天线和接收天线总增益为 17dB。

发射天线根据系统分配尺寸进行设计, 天线方向图设计为前向、全向, 天线形式采用微带阵共形天线, 具有较宽波瓣角, 即在高空采用前后辐射, 在靠近地面采用轴向全向辐射。共形天线数量由弹体尺寸决定, 并尽可能减少单元数量以降低功率分配网络损耗^[2]。定位回传记录装置发射机天线方向图如图 3 所示。

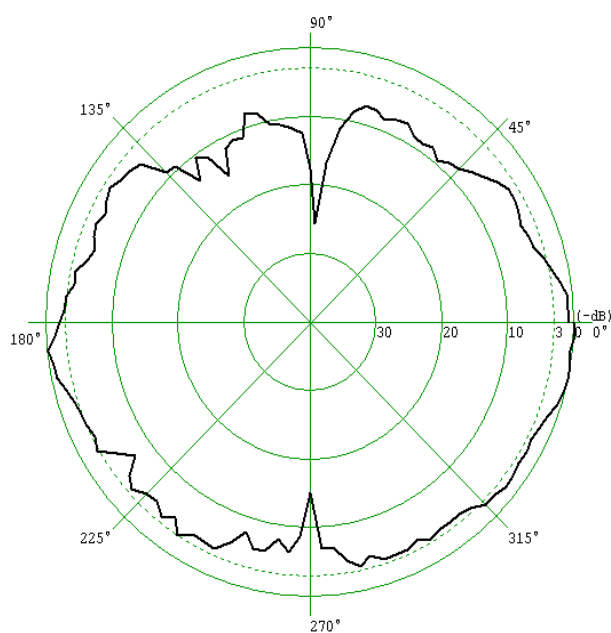


图 3 发射机天线方向图

地面接收机天线波瓣角宽度需尽可能覆盖全弹道。使用被动跟踪伺服系统,在方位面上对子弹进行跟踪。要根据实际应用环境进行设计,地面接收机天线需采用圆极化。采用抛物面天线,增益 16dB, 3dB 波瓣角 25 度。

地面接收装置噪声系数主要由第一级电路噪声系数及增益决定,地面接收装置噪声系数从后向前计算:

$$F=F_1+(F_2-1)/G_{p1}=1.41+157/631=1.41+0.25=1.66$$

其中,换算成对数为 2.2dB。

混频器和滤波器均为无源器件,增益(插损)及其噪声系数,低噪放后噪声系数为:

$$F=2.2+6+9\text{dB}=17.2\text{dB}$$

计算第一级噪声系数,即指令接收装置的噪声系数为:

$$F=2+51/50=2+1=3$$

其中,换算成对数为 4.7dB。

地面接收机天线通常与电路部分距离较远,所以采用有源天线。低噪放连接在天线输出端,通过射频电缆提供电源,降低射频电缆对系统噪声系数的贡献。地面接收机有源天线如图 4 所示。



图 4 地面接收机有源天线

3 原理样机

在基础理论研究和关键技术研究的基础上,开发实用化原理样机对基础理论和关键技术研究进行验证。进行计算机程序开发同时确定系统工作时序,最后基于系统软件仿真和半实物仿真平台,对系统设计进行仿真评估/优化。调试 BDS/GPS 高动态接收机模块、记录器模块、发射机模块、接收机模块等,最后进行外场试验验证^[3]。定位回传记录装置原理样机如图 5 所示。



图 5 定位回传记录装置原理样机

4 试验验证

将定位回传记录装置试制样机进行一次海上发射试验,试验后打捞试验弹,利用手持 GPS 装置记录打捞点的坐标,和地面接收机接收到的最后一帧 GPS 信号解析坐标比较,误差距离为 3.3m。如图 6 所示为定位回传记录装置 GPS 定位显示图。

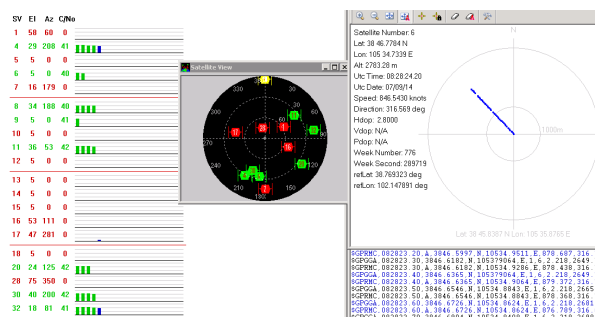


图 6 定位回传记录装置 GPS 定位显示

5 结语

采用 BDS/GPS 高动态接收机可以对数据存储记录装置落点进行监控,监控距离不小于 10Km,满足 10m 定位精度要求,具有 40g/s 加速度不失锁的高动态特性,能承受 3 万 g 发射过载冲击,实用化原理样机验证可行。

参考文献

- [1] 张锋. 嵌入式高速串行总线技术: 基于 FPGA 实现与应用 [J]. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [2] 林正阔. Cadence Allegro 实战攻略与高速 PCB 设计 [J]. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [3] 熊俊柳. 基于 SINS 旋转矢量三子样定位算法的巡检机器人及其室内定位的研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2018.