

# 北斗与GPS导航定位系统对比分析研究

郭晋

(61363部队 西安 710054)

**摘要:**本文基于笔者从事导航系统应用的相关工作经验,以北斗与GPS导航定位系统之间的对比为研究对象,论文首先分析了北斗卫星导航系统的工作原理,进而从卫星数量、轨道特性、定位原理、用户容量和定位精度等方面探讨了二者之间的差别,全文是笔者长期工作实践基础上的理论升华,相信对从事相关工作的同行有着重要的参考价值 and 借鉴意义。

**关键词:**GPS 北斗 导航 定位 对比

**中图分类号:**P2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1672-3791(2011)10(a)-0060-01

北斗一号卫星导航定位系统的英文简称为BD,在ITU(国际电信联合会)登记的无线电频段为L波段(发射)和S波段(接收)。其基本功能包括:定位、通信(短消息)和授时。2000年10月和12月,我国两次成功发射“北斗一代”导航试验卫星,为我国“北斗”导航系统建设奠定了基础。双星导航定位系统是全天候、全天时提供卫星导航信息的区域性导航系统。北斗二代卫星导航定位系统的英文为Compass(即指南针),在ITU登记的无线电频段为L波段<sup>[1]</sup>。其功能与GPS相同,即定位与授时。

2010年1月17日凌晨,北斗二代卫星导航系统的第三颗卫星成功发射。这也预示着北斗二代进入了加速组网阶段。2010年11月1日00:26我国成功将第四颗“北斗二代”导航卫星送入太空。

## 1 “北斗”定位系统的定位原理及系统组成

### 1.1 “北斗”卫星导航系统的定位原理

“北斗一号”卫星导航系统的定位原理与GPS系统不同,GPS采用的是被动式伪码单向测距三维导航,由用户设备独立解算自己的三维定位数据,而“北斗一号”卫星导航定位系统则采用主动式双向测距二维导航,由地面中心控制系统解算供用户使用的三维定位数据。“北斗”卫星是中国“北斗”导航系统空间段组成部分,由两种基本形式的卫星组成,分别适应于GEO和MEO轨道。“北斗”导航卫星由卫星平台和有效载荷两部分组成。卫星平台由测控、数据管理、姿态与轨道控制、推进、热控、结构和供电等分系统组成。有效载荷包括导航分系统、天线分系统。GEO卫星还含有RDSS有效载荷。因此,“北斗”卫星为提供导航、通信、授时一体化业务创造了条件。

### 1.2 系统组成

北斗双星导航系统主要由空间部分、地面中心控制系统和用户终端3个部分组成。空间部分由轨道高度为36000km的2颗工作卫星和1颗备用卫星组成(一个轨道平面),其坐标分别为(80°E,0°,36000km)、(140°E,0°,36000km)、(110.5°E,0°,36000km)。卫星不发射导航电文,也不配备高精度的原子钟,只是用于在地面中心站与用户之间进行双向信号中继。卫星电波能覆盖地球表面42%的面积,其覆盖的经度为100°,纬度为N81°~S81°。

地面中心控制系统是北斗导航系统的中枢,包括1个配有电子高程图的地面中心

站、地面网管中心、测轨站、测高站和数十个分布在全国各地的地面参考校准站,主要用于对卫星定位、测轨,调整卫星运行轨道、姿态,控制卫星的工作,测量和收集校正导航定位参量,以形成用户定位修正数据并对用户进行精确定位。用户终端为带有定向天线的收发器,用于接收中心站通过卫星转发来的信号和向中心站发射通信请求,不含定位解算处理功能。

时间系统和坐标系统:时间系统采用UTC(世界协调时),坐标系统采用1954年北京坐标系和1985年中国国家高程系统。未来的北斗卫星导航系统(COMPASS)将由分布在3个轨道面上的30颗中等高度轨道卫星(MEO)和均匀分布在一个轨道面的5颗地球同步卫星构成。非静止轨道上,每个轨道面10颗卫星,其中1颗为备用,轨道倾角为56°。卫星轨道半长轴约为2.7万km。

## 2 北斗卫星导航系统的工作过程

地面控制中心向卫星I和卫星II同时发送询问信号,经卫星转发器向服务区内的用户广播。用户响应其中一颗卫星的询问信号,并同时向两颗卫星发送响应信号,经卫星转发回中心控制系统。中心控制系统接收并解调用户发来的信号,然后根据用户申请的服务内容进行相应的数据处理。对定位申请,中心控制系统测出两个时间延迟:即从中心控制系统发出询问信号,经某一颗卫星转发到达用户,用户发出定位响应信号,经同一颗卫星转发回中心控制系统的延迟,和从中心控制系统发出询问信号,经上述同一卫星到达用户,用户发出响应信号,经另一颗卫星转发回中心控制系统的延迟。由于中心控制系统和两颗卫星的位置均是已知的,可以由上述两个延迟量计算出用户到第一颗卫星的距离,以及用户到两颗卫星距离之和。从而知道用户处于一个以第一颗卫星为球心的一个球面,和以两颗卫星为焦点的椭球面之间的交线上;另外,中心控制系统从存储在计算机内的数字化地形图查寻到用户高程值,又知道用户处于某一与地球基准椭球面平行的椭球面上。因此,中心控制系统利用数值地图可计算出用户所在点的三维坐标,并与相关信息或通信内容发送到卫星,经卫星转发器传送给用户或收件人。北斗卫星导航定位系统的工作步骤如下。

(1)地面控制中心向2颗卫星发送询问信号;(2)卫星接收到询问信号,经卫星转发器向服务区用户播送询问信号;(3)用户响

应其中1颗卫星的询问信号,并同时向2颗卫星发送回应信号;(4)卫星收到用户响应信号,经卫星转发器发送回地面控制中心;(5)地面控制中心收到用户的响应信号,解读出用户申请的服务内容;(6)地面控制中心利用数值地图计算出用户的三维坐标位置,再将相关信息或通信内容发送到卫星;(7)卫星在收到控制中心发来的坐标资料或通信内容后,经卫星转发器传送给用户或收件人。

## 3 北斗卫星导航系统与GPS系统的比较

### 3.1 卫星数量和轨道特性的对比

北斗导航系统是在地球赤道平面上设置2颗地球同步卫星,卫星的赤道角距约60°。GPS是在6个轨道平面上设置24颗卫星,轨道赤道倾角55°,轨道面赤道角距60°。北斗卫星为准同步轨道,绕地球一周11小时58分。

### 3.2 定位原理的对比

北斗导航系统是主动式双向测距二维导航。地面中心控制系统解算,供用户三维定位数据。GPS是被动式伪码单向测距三维导航。由用户设备独立解算自己三维定位数据。“北斗一号”的这种工作原理带来两个方面的问题,一是用户定位的同时失去了无线电隐蔽性,这在军事上相当不利,另一方面由于设备必须包含发射机,因此在体积、重量上、价格和功耗方面处于不利的地位。

### 3.3 定位精度的对比

北斗导航系统三维定位精度约几十米,授时精度约100ns。GPS三维定位精度P码目前已由16m提高到6m,C/A码目前已由25m~100m提高到12m,授时精度目前约20ns。二代“北斗”可以称为“中国的GPS”,不过它仍然会比GPS多一个通讯为发展我国二代“北斗”的关键技术提供了准备。定位的“北斗”一号备份卫星上新装载了用于卫星定位的激光反射器,能够参照其他星,把自身位置精确定格在几个厘米的尺度以内。这颗卫星已定位成功,表明这种技术是有效而可靠的。

## 参考文献

- [1] 吕伟,朱建军.北斗卫星导航系统发展综述[J].科技资讯,2007(3).
- [2] 魏武财.北斗导航系统原理研究[J].科技创新导报,2003(6).