

DOI: 10.12265/j.gnss.2020102802

# BDS-3 数据质量及 SPP 定位性能分析

谭理庆, 曹阳, 彭琦, 唐帅, 刘俊, 杨鑫

(重庆两江卫星移动通信有限公司, 重庆 401120)

**摘要:** 北斗三号 (BDS-3) 已完成建设, 在此之际对 BDS-3 观测数据质量及定位性能进行研究分析是一项很有意义且必要的工作. 本文利用 MGEX (Multi-GNSS Experiment) 站的观测数据评估分析了 BDS-3 的观测数据质量及伪距单点定位精度, 并同时与北斗二号 (BDS-2)、GPS 的定位精度进行对比分析. 结果表明: BDS-3 在各测站的数据完整率都在 95% 以上; 各频段的信噪比均值均高于 45 dB·Hz, 但地球静止轨道 (GEO) 卫星信噪比频繁大幅波动; 各类型卫星的伪距多路径平均值都低于 35 cm, 大部分卫星的伪距观测值噪声普遍小于 0.3 m. BDS-2/BDS-3 组合定位精度相较于 BDS-2、BDS-3 均有不同幅度的提升, 但在高纬度地区对 BDS-3 定位精度提升幅度很小. BDS-3 在全球各区域均能获得水平优于 3 m、高程优于 4 m 的定位精度, 与 GPS 定位性能大致相当.

**关键词:** 北斗三号 (BDS-3); GPS; 数据质量分析; 伪距单点定位精度

中图分类号: P228.4

文献标志码: A

文章编号: 1008-9268(2021)01-0068-09

## 0 引言

2020 年 6 月 23 日, 北斗三号 (BDS-3) 最后一颗组网卫星发射升空, 标志着 BDS-3 完成建设. BDS-3 由 24 颗中圆地球轨道 (MEO) 卫星、3 颗倾斜地球同步轨道 (IGSO) 卫星、3 颗地球静止轨道 (GEO) 卫星组成<sup>[1]</sup>, BDS-3 相应卫星信息如表 1 所示. BDS-3 不仅具有基本导航、区域/全球短报文播发功能, 还可以提供授时、精密定位信息播发、星基增强、国际搜救等功能服务<sup>[2]</sup>. 相较于北斗二号 (BDS-2), BDS-3 除了能播发 B1I、B3I 频点信号外, 还能播发 B1C、B2a、B2b 等频点信号, BDS-3 各频点相关信息如表 2 所示. 同时也需注意 B2I 信号在 BDS-2 所有卫星上播发, 提供公共服务, 但在 BDS-3 上被 B2a 信号取代.

表 1 BDS-3 卫星星座基本信息

卫星类型	卫星编号
GEO	C59 C60 C61
IGSO	C38 C39 C40
MEO	C19 C20 C27 C28 C22 C21 C29 C30 C23 C24 C26 C25 C32 C33 C35 C34 C36 C37 C46 C45 C44 C43 C41 C42

表 2 BDS-3 信号频点

频点	频率/MHz	波长/cm	调制方式
B1C	1 575.420	19.03	BOC
B1I	1 561.098	19.20	BPSK
B2a	1 176.450	25.48	QPSK
B2b	1 207.140	24.83	SPSK
B2a+b	1 191.795	25.15	BPSK
B3I	1 268.520	23.63	BPSK

BDS-3 观测数据的质量直接影响到系统定位的可靠性、稳定性、可用性及定位的精度, 从根本上影响了 BDS-3 的性能服务水平, 并间接影响到系统的全球化应用进程<sup>[3]</sup>; 研究 BDS-3 定位性能对拓展 BDS-3 在导航定位领域的应用也具有重要意义, 因而对 BDS-3 观测数据质量及定位性能进行研究分析是一项很有意义且必要的工作. 目前, 已有相应研究人员对 BDS-3 观测数据及定位性能进行了研究<sup>[4-11]</sup>, 但研究对象主要为 C19~C37 编号的卫星, 缺乏对建成后 BDS-3 的研究. 本文从数据完整率、信噪比、多路径效应、观测值噪声四个方面评估分析了建成后 BDS-3 的观测数据质

收稿日期: 2020-10-28

通信作者: 彭琦 E-mail: pengqi2009@163.com

量;研究了 BDS-3 各频段伪距单点定位精度,并与 BDS-2、GPS 的定位精度进行了对比分析。

### 1 实验数据来源

为了评估分析建成后 BDS-3 的观测数据质量及定位性能,本文选取 WUH2、GANP、TIT2 等

MGEX (Multi-GNSS Experiment) 跟踪站 2020 年 7 月 22 日,采样间隔为 30 s 的观测数据作为实验数据进行相关分析,实验所用跟踪站分布如图 1 所示.各跟踪站均能接收到 BDS-3 卫星相应频段的信号,表 3 为各跟踪站配备的全球卫星导航系统 (GNSS)接收机及天线类型。

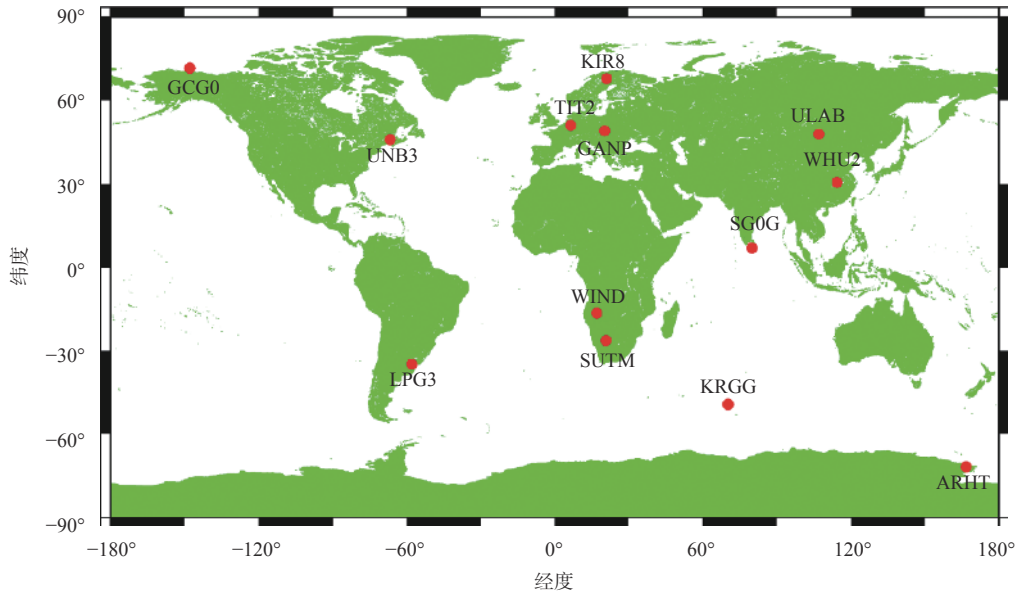


图 1 实验选用 MGEX 跟踪站分布

表 3 跟踪站设备类型

接收机	固件版本	天线	跟踪站
TRIMBLE ALLOY	5.45	LEIAR25.R4	GANP KIR8 KRGG UNB3
JAVAD TRE_3	3.7.9	JAVRINGANT_DM	WUH2 LPGS TIT2 ULAB SG0C WIND SUTM ARHT GCG0

### 2 数据质量分析

本文选取 TIT2、LPGS、UNB3 等 6 个接收机,天线类型不同的测站数据来评估分析建成后 BDS-3 的观测数据质量。

#### 2.1 数据完整率

数据完整率可表示为实际观测值个数与理论观测值个数的比值.对于测地型 GNSS 接收机,伪距、载波相位观测值数据完整率基本一致<sup>[12]</sup>,因此本文只给出载波数据完整率。

图 2 为各测站 BDS-3 MEO、GEO、IGSO 卫星、BDS-3、GPS 整体的数据完整率.从中可以发现各

测站 MEO 卫星的数据完整率略低于 GEO、IGSO 卫星,但各类型卫星数据完整率都在 95% 以上,各测站数据完整率都在 98% 以上.同时也可发现,各测站上 BDS-3 数据完整率和 GPS 十分接近,水平相当。

图 3 为各测站上 BDS-3、GPS 相应信号频段的数据完整率.不难发现,BDS-3 系统各信号频段的数据完整率相差不大,但 B1C、B2a、B2b 频段数据完整率略高于其他频段.BDS-3 B1C、B2a、B2b 频段数据完整率和 GPS L1C、L2W 频段基本一致。

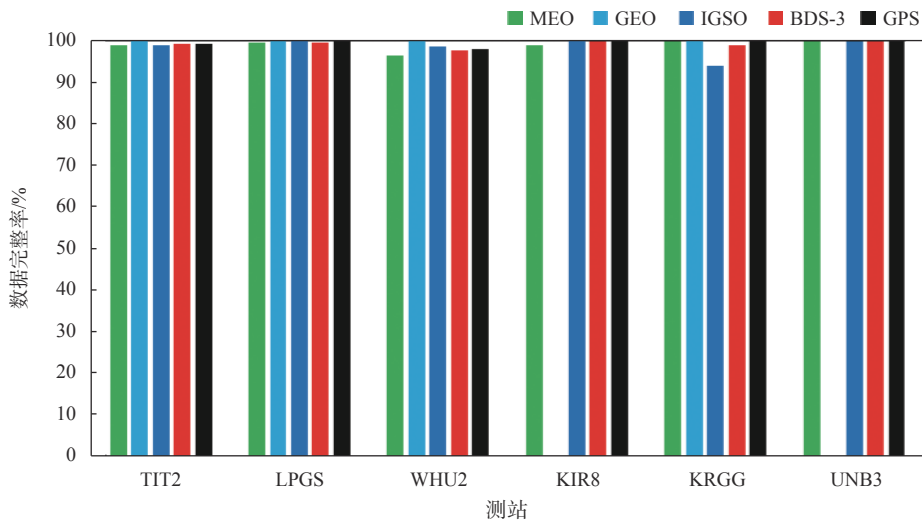


图 2 各测站上 BDS-3、GPS 数据完整率

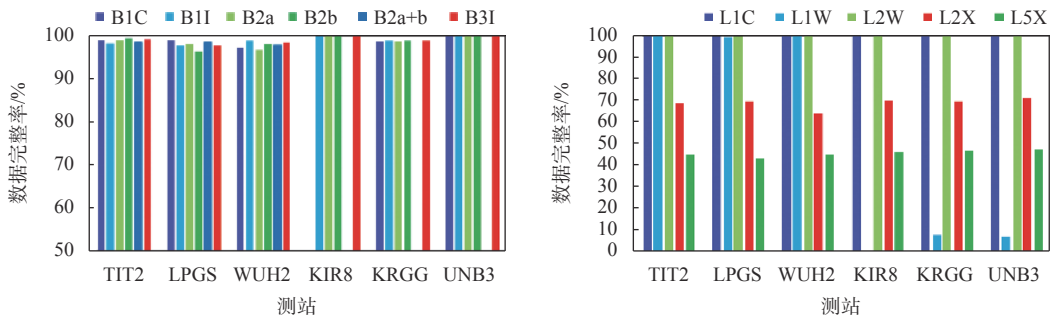


图 3 各测站上 BDS-3(左)、GPS(右) 信号频段的数据完整率

## 2.2 信噪比

信噪比值会受到接收机跟踪、捕获信号的能力以及其内部抑制噪声的能力、观测环境等因素的影响,能准确地反映测距信号的优劣水平。

图 4 为各测站上相应 BDS-3、GPS 卫星信号频段的信噪比均值。由图可知,各测站上 BDS-3 信号频段的信噪比均值都在 45 dB·Hz 以上,其中

B2a+b 频段的信噪比值最高,各测站的平均值均在 52 dB·Hz 附近,和 GPS L5X 频段信噪水平大致相当; B2a、B2b 信噪比值接近,平均值在 50 dB·Hz 左右,和 GPS L1X 频段相当; B1C、B1I、B3I 频段信噪比值接近,高于 GPS L1W、L2W 频段。整体上, BDS-3 信噪比要高于 GPS 系统。

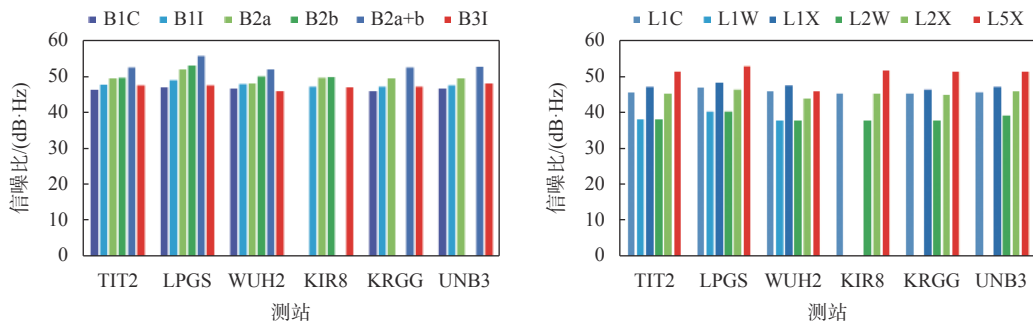


图 4 各测站上 BDS-3(左)、GPS(右) 信号频段的信噪比均值

图 5 分别给出了 TIT2 测站上某些卫星各频段的信噪比。可以发现:在 BDS-3 IGSO、MEO 卫星上, B1I 频段信噪比要高于 B3I 频段;但在 BDS-3

GEO 卫星上, B3I 频段信噪比要低于 B1I 频段,整体上 BDS-3 GEO 卫星信噪比要低于 IGSO、MEO 卫星。

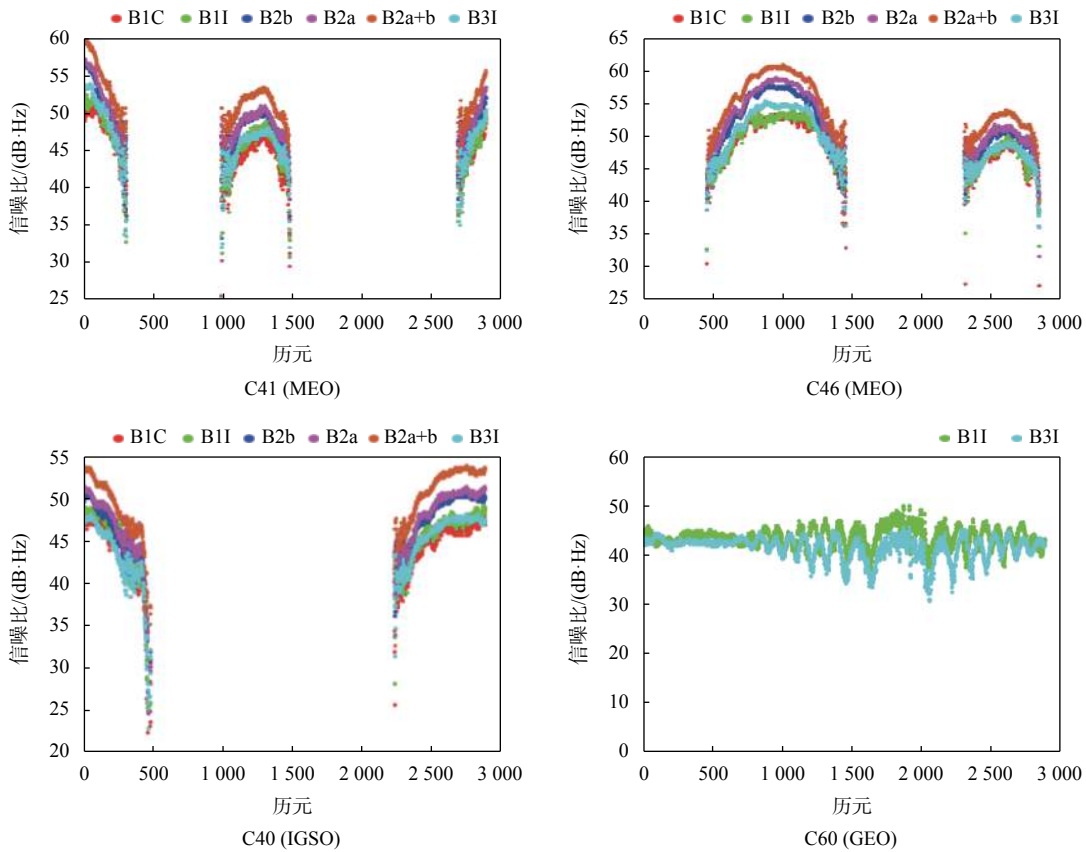


图 5 TIT2 测站 BDS-3 卫星信噪比

图 6 为 TIT2 测站上 BDS-2 GEO 卫星的信噪比. 由图可知: BDS-2 GEO 卫星上 B3I 频段信噪比

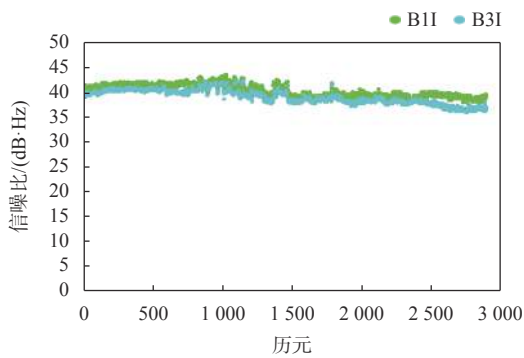


图 6 TIT2 测站上 BDS-2 GEO 卫星信噪比

同样要低于 B1I 频段; BDS-3 GEO 卫星上 B1I、B3I 的信噪比随着历元出现频繁波动, 但这种现象并没有发生在同测站 BDS-2 的 GEO 卫星上, 且使用不同接收机、天线测站上均存在上述现象, 造成这一现象的原因有待进一步研究.

### 2.3 伪距多路径效应

伪距多路径效应会严重损害 GNSS 定位精度, 严重时还将到 GNSS 接收机信号失锁. 本文采用 G-Nut/Anubis 软件中的公式计算伪距多路径效应值<sup>[13]</sup>.

图 7 为各测站相应 BDS-3、GPS 系统各信号频段的伪距多路径平均值. 可以发现, BDS-3 中 B1I、B3I 频段伪距多路径相对较大, B2 频段上多

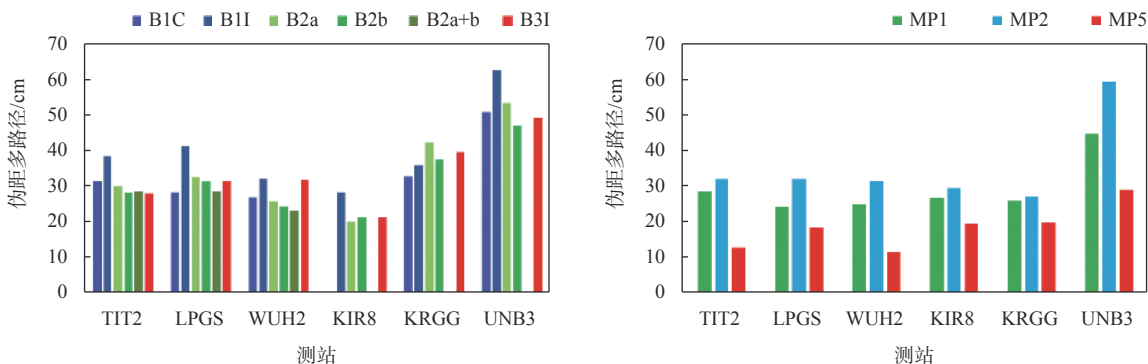


图 7 各测站上 BDS-3(左)、GPS(右) 信号频段的伪距多路径均值

路径平均值在不同类型接收机跟踪站上均小于 B1、B3 频段；其中 B2b 频段伪距多路径普遍小于 BDS-3 其他频段。GPS L5 频段伪距多路径值是所有频段中最小的，平均值普遍在 20 cm 以下，这反映出 GPS L5 频段具有更好的抗多径能力。同时也可发现，在各测站上 BDS-3 大部分频段伪距多路径和 GPS L1、L2 频段处于同一水平。

图 8 为各测站上 BDS-3 不同类型卫星伪距多路径平均值，从中可知 BDS-3 系统 MEO 卫星伪距多路径要大于 IGSO、GEO 卫星的伪距多路径。

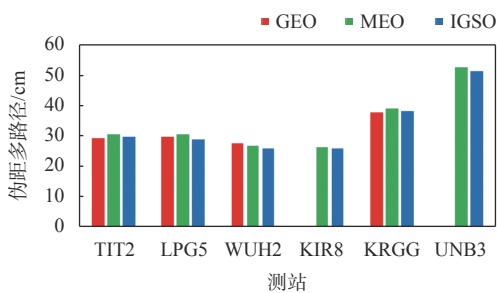
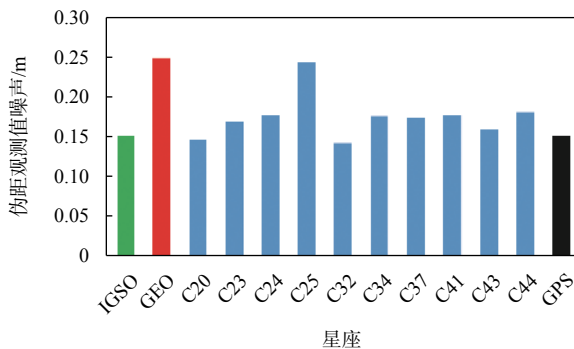


图 8 各测站上 BDS-3 不同类型卫星伪距多路径平均值



## 2.4 伪距观测值噪声

伪距观测值噪声是反映 GNSS 接收机综合能力的重要指标之一，同时也反映了卫星信号本身的质量，且伪距观测值噪声与卫星信号的信噪比强弱紧密相关<sup>[4]</sup>，本文采用二次多项式拟合法计算各卫星频段伪距观测值噪声。

图 9 为 TIT2、KRGG 测站上 BDS-3 IGSO、GEO、MEO 卫星以及 GPS 的伪距观测值噪声平均值。从中可以发现各测站上 GEO 卫星的伪距观测值噪声要明显大于 IGSO、MEO 卫星的伪距观测值噪声，这与 BDS-3 系统 GEO 卫星信噪比水平低于 IGSO、MEO 卫星存在密切关系；IGSO 卫星伪距观测值噪声要小于大部分 MEO 卫星，而大多数 MEO 卫星伪距观测值噪声水平相当；整体上，BDS-3 绝大多数卫星的伪距观测值噪声普遍小于 0.3 m。相较于 GPS 伪距观测值噪声平均值，可以发现大部分 BDS-3 卫星伪距噪声稍大，但两个系统伪距噪声整体水平接近。

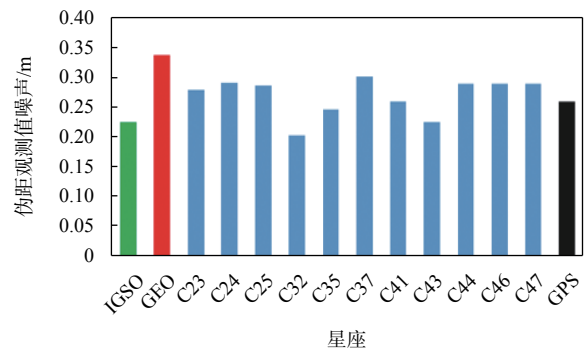
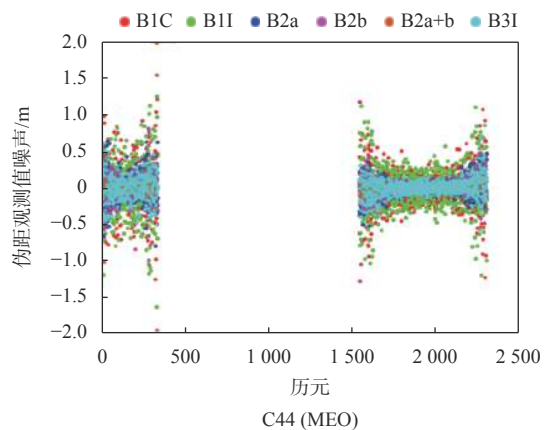
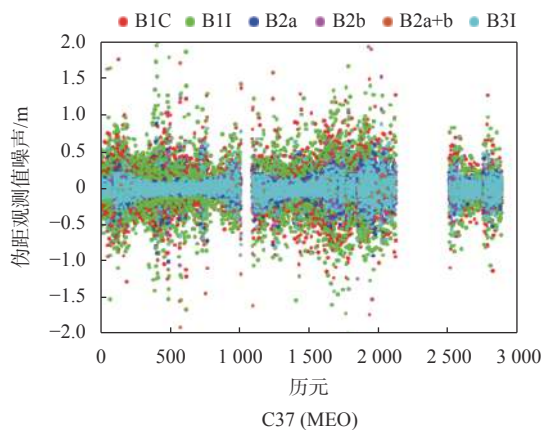


图 9 TIT2(左)、KRGG(右)测站上 BDS-3 卫星及 GPS 系统的伪距观测值噪声平均值

图 10 为 TIT2 测站上部分卫星相应频段的伪距观测值噪声分布图。可以发现，各频段的伪距观测值噪声主要分布在 0.8 m 以内。同时从图中不难发现：在 BDS-3 卫星上，B2a、B3I 频段伪距观测

值噪声相当，其均方根 (RMS) 值大多在 0.1~0.2 m，小于其他各频段；B2b、B2a+b 频段伪距观测值噪声接近，整体上大于 B1C 频段；B1I 伪距观测值噪声是各频段中最大的，各卫星的 RMS 值普遍在





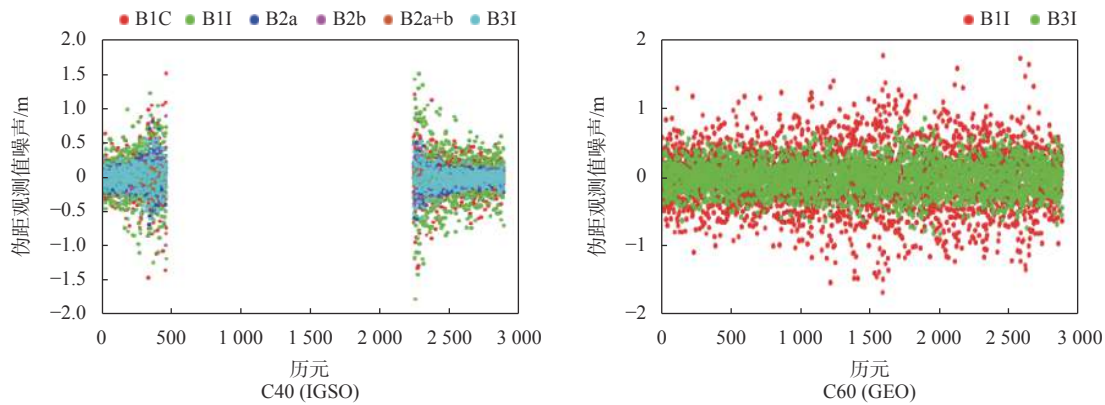


图 10 TIT2 测站上 BDS-3 卫星的各频段伪距观测值噪声

0.25~0.45 m. 结合图 5、图 10 可以发现, 随着卫星信号信噪比升高(降低), 相应信号的伪距观测值噪声表现出相反的变化, 这表明信号信噪比越大, 则伪距观测值噪声越小.

### 3 BDS-3 定位精度分析

BDS-3 观测数据质量从源头上影响了 BDS-3 定位性能和服务性能, 对 BDS-3 定位性能进行分析也可进一步评估 BDS-3 的观测数据质量. 本文对 BDS-3 单频、双频无电离层组合观测值的伪距单点定位精度进行了分析, 并对比分析了 BDS-3、BDS-2、GPS 的定位精度; 在进行定位精度分析时, 各 MGEX 测站的精确坐标由 SINEX 文件提供. 在进行伪距单点定位解算时, 剔除卫星高度角在 10°以下及信噪比在 25 dB·Hz 以下卫星的数据, 具体的解算策略如表 4 所示.

#### 3.1 BDS-3 各频点 SPP 定位性能分析

本实验采用 TIT2、ULAB、GANP 测站数据对 BDS-3 单频和双频无电离层组合伪距单点定位性能进行分析. 表 5 为 BDS-3 在相应测站上伪距单点定位精度. 从表 5 可以发现 BDS-3 单频定位精

度最高的是 B3I 频段, B1C、B2a 频段定位精度高于 B2b、B2a+b 频段, B1I 频段定位精度最低. 同时可以发现, 在各个测站上 BDS-3 各频段在水平、高程方向定位精度均优于 5 m. 此外, 在各个测站上都存在双频无电离层组合定位精度低于单频定位精度的情况; 且 B2a/B3I 双频定位精度明显低于 B1I/B2a、B1I/B3I, 这与 B2a/B3I 双频无电离层组合观测值将伪距噪声放大的倍数远大于 B1I/B2a、B1I/B3I 双频组合紧密相关.

表 4 实验 SPP 解算策略

项目	策略
卫星轨道误差/钟误差	广播星历
电离层延迟	单频(GPS Klobuchar模型改正, BDS BDGIM模型改正)双频(无电离层组合)
对流层延迟	Saastamoinen模型改正
接收机钟差	估计
参数估计	最小二乘
随机模型	高度角定权

表 5 BDS-3 伪距单点定位精度 RMS

测站	方向	B1C	B1I	B2a	B2b	B2a+b	B3I	B1I/B2a	B1I/B3I	B2a/B3I	m
TIT2	水平	1.71	2.03	1.61	1.85	1.88	1.59	2.16	2.27	2.63	
	高程	3.23	4.12	3.03	3.20	3.03	2.93	3.53	3.56	3.86	
ULAB	水平	1.01	0.97	0.76	0.83	0.94	0.71	1.39	1.52	2.16	
	高程	2.19	2.84	1.84	2.05	2.12	1.92	2.26	1.97	2.58	
GANP	水平		1.89	1.56	1.74		1.52	2.05	1.93	2.49	
	高程		3.34	2.78	2.99		2.91	3.41	3.18	3.98	

#### 3.2 BDS-2/BDS-3 SPP 定位性能分析

为分析 BDS-2、BDS-3 在亚太及周边区域的

定位性能, 本次实验选取图 11 中各测站观测数据, 对比分析 BDS-2、BDS-3、BDS-2/BDS-3 单频

(B1I、B3I)、双频无电离层组合观测值(B1I、B3I)的伪距单点定位精度。

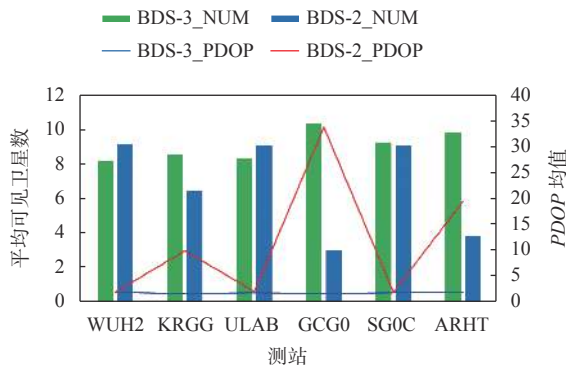


图 11 亚太及周边区域测站上 BDS-2、BDS-3 平均卫星可见数与 PDOP 均值

从图 11 可以发现,在中国及附近区域, BDS-3、BDS-2 可见卫星数及位置精度因子(PDOP)

值大致相当;但在高纬度的 ARHT、GCG0 测站以及远离亚太区域的 KRGG 测站上, BDS-3 可见卫星数及 PDOP 值均远优于 BDS-2,这与 BDS-2 本身存在边缘效应紧密相关。

从表 6 可以发现,在中国及附近的测站 ULAB、WUH2、SG0C 上, BDS-2、BDS-3 定位性能相差不大;在远离亚太区域的 KRGG 测站上, BDS-2 系统定位精度远低于 BDS-3 系统;在高纬度的测站 GCG0、ARHT 上, BDS-2 大部分时间段无法定位,但 BDS-3 在水平、高程方向定位精度仍优于 5 m.此外, BDS-2/BDS-3 单频、双频无电离层组合定位精度相较于 BDS-2、BDS-3 均有不同幅度的提升,但在高纬度地区对 BDS-3 定位精度提升幅度很小.同时从表中也可发现:双频无电离层组合水平方向定位精度显著低于单频定位精度。

表 6 BDS-2、BDS-3 伪距单点定位精度 RMS

m

测站	方向	BDS-2			BDS-3			BDS-2/BDS-3		
		B1I	B3I	B1I/B3I	B1I	B3I	B1I/B3I	B1I	B3I	B1I/B3I
ULAB	水平	1.02	0.73	1.49	0.97	0.71	1.52	0.87	0.63	1.36
	高程	2.61	1.74	2.12	2.84	1.92	1.97	2.33	1.54	1.68
WUH2	水平	0.91	0.78	1.28	1.01	0.74	1.34	0.89	0.65	1.07
	高程	3.62	2.24	1.93	3.78	2.41	1.95	3.31	1.83	1.76
SG0C	水平	0.82	0.67	1.76	0.77	0.73	1.53	0.61	0.63	1.31
	高程	4.51	3.43	2.59	4.37	3.02	2.12	4.11	2.67	2.09
GCG0	水平				0.74	0.71	1.73	0.73	0.71	1.62
	高程				3.82	2.83	3.41	3.81	2.78	3.65
ARHT	水平				0.67	0.63	1.46	0.64	0.61	1.29
	高程				1.91	1.53	2.87	1.74	1.36	2.72
KRGG	水平	2.13	1.93	2.93	0.63	0.53	1.53	0.72	0.54	1.54
	高程	3.52	3.26	3.45	1.93	1.58	1.65	2.15	1.52	1.31

### 3.3 BDS-3/GPS SPP 定位性能分析

本文在对各测站 GPS 各频段进行 SPP 定位性能分析时发现:GPS L1 频段定位精度高于 L2 频段;L5 频段多路径效应/观测值噪声更小,但 L5 频段可见卫星数较少及数据完整率低,导致其定位精度低于 L1、L2 频段.从表 5、表 6 可知: BDS-3 中 B3I 单频定位精度最高.因此本节只给出各测站 BDS-3(B3I、B1I/B3I)、GPS(L1、L1/L2) 水平及高

程定位精度。

各测站相应系统可见卫星数可以反映该系统全球覆盖的水平. PDOP 值与各测站的可见卫星数及卫星的空间分布密切相关;卫星数越多,卫星几何构型也会更好, PDOP 值越小,相应的定位精度越高.图 12 为各测站上 BDS-3、GPS 平均卫星可见数与 PDOP 均值.从图中可知: BDS-3、GPS 系统在大部分测站上平均可见卫星数及 PDOP 值

相差不大;但在亚太及周边区域的 WUH2、ULAB、GCG0、SG0C、KRGG、ARHT 测站上, BDS-3 可见卫星数多于 GPS 系统, PDOP 值更小。

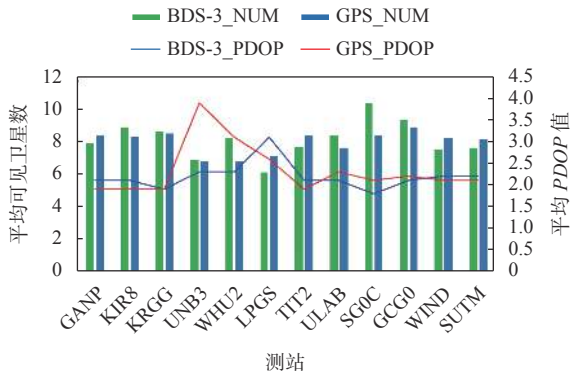


图 12 各测站上 BDS-3、GPS 平均卫星可见数与 PDOP 均值

图 13、图 14 分别为 BDS-3、GPS 在各测站上单频、双频无电离层组合伪距单点定位水平及高程方向定位精度。从两个图中可以看出,无论 GPS、BDS-3 均存在双频无电离层组合定位精度低于单频定位精度的现象。同时也可发现,采用单频定位时, BDS-3 定位精度在大部分测站上略优于 GPS;采用双频定位时, GPS 在大部分测站上优于 BDS-3。整体上, BDS-3、GPS 系统定位性能大致相当,在全球各区域均能获得水平优于 3 m、高程优于 4 m 的定位精度。

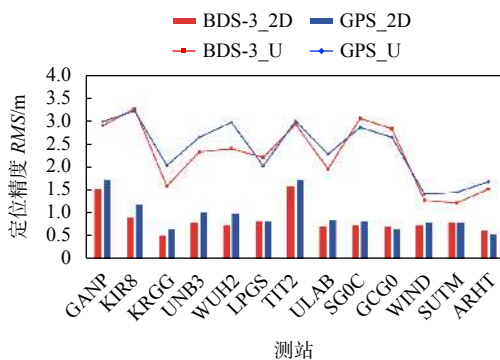


图 13 各测站上 BDS-3、GPS 单频定位精度

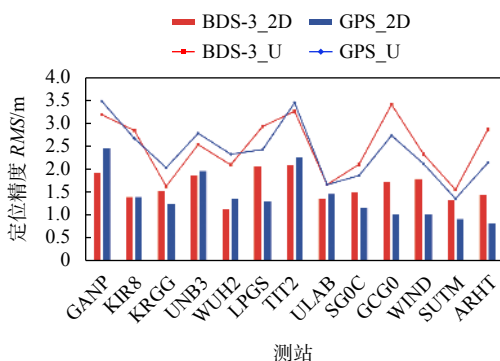


图 14 各测站上 BDS-3、GPS 双频定位精度

## 4 结 语

BDS-3 最后一颗卫星成功发射并正常入轨,标志着 BDS-3 正式完成建设。本文基于 MGEX 站观测数据从数据完整率、信噪比、伪距多路径、伪距观测值噪声 4 个方面详细分析了建成后 BDS-3 的观测数据质量;同时研究了 BDS-3 各频段伪距单点定位精度,并与 BDS-2、GPS 的定位精度进行对比分析。分析发现:

1) BDS-3 在各测站上 MEO 卫星的数据完整率略低于 GEO、IGSO 卫星,各信号频段的数据完整率相差不大,但 B1C、B2a、B2b 频段数据完整率略高于其他频段。BDS-3 B1I 频段伪距多路径值最大,且 MEO 卫星伪距多路径要大于 IGSO、GEO 卫星的伪距多路径,但各类型卫星的平均伪距多路径值都在 35 cm 以下;

2) BDS-3 各频段的信噪比均值均在 45 dB·Hz 以上,在 BDS-3 IGSO、MEO、GEO 卫星上, B1I、B3I 频段信噪比值大小表现出相反关系;且 GEO 卫星上 B1I/B3I 的信噪比随着历元出现频繁波动,但 BDS-2 GEO 卫星没有出现这种现象;BDS-3 绝大多数卫星的伪距观测值噪声普遍小于 0.3 m,且 BDS-3 GEO 卫星的伪距观测值噪声要明显大于 IGSO、MEO 卫星的伪距观测值噪声;

3) BDS-3 单频定位精度最高的是 B3I 频段, B1C、B2a、B2b、B2a+b 频段定位精度相差不大, B1I 频段定位精度最低;且 BDS-3 B2a/B3I 双频无电离层组合定位精度明显低于 B1I/B2a、B1I/B3I 组合;

4) BDS-2/BDS-3 单频、双频无电离层组合定位精度相较于 BDS-2、BDS-3 均有不同幅度的提升,但在高纬度地区对 BDS-3 定位精度提升幅度很小。BDS-3 与 GPS 系统定位性能大致相当,在全球各区域均能获得优于 3 m 的水平、4 m 的高程定位精度。

## 参考文献

[1] YANG Y X, GAO W G, GUO S R, et al. Introduction to BeiDou-3 navigation satellite system[J]. *Navigation*, 2019, 66(9): 7-18. DOI: 10.1002/navi.291.

[2] 郭树人, 蔡洪亮, 孟轶男, 等. 北斗三号导航定位技术体制与服务性能[J]. *测绘学报*, 2019, 48(7): 810-821.

[3] 丁艺伟. 多GNSS观测数据质量与完好性评价方法研究[D]. 南京: 东南大学, 2017.



- [4] 程军龙, 王旺, 马立辉, 等. 北斗三号观测数据质量及定位精度初步评估[J]. 测绘通报, 2019(8): 1-7.
- [5] 尹志豪, 王广兴, 胡志刚, 等. 北斗三号观测数据质量分析[J]. 测绘科学, 2020, 45(6): 37-45.
- [6] 李涌涛, 李建文, 潘林, 等. 北斗三号新信号B1C和B2a观测数据质量分析评估[J]. 地球科学进展, 2018, 33(11): 1161-1168.
- [7] 曾添, 贾小林, 隋立芬, 等. 北斗三号组网卫星数据质量分析及单系统定轨精度初步评估[J]. 大地测量与地球动力学, 2019, 39(11): 1165-1170.
- [8] 张楷时, 焦文海, 李建文. 北斗三号MEO组网卫星数据质量评估[J]. 测绘科学技术报, 2018, 35(3): 265-269.
- [9] ZHANG X H, LI X, LU C X, et al. A comprehensive analysis of satellites induced code bias for BDS-3 satellites and signals[J]. *Advances in space research*, 2019, 63(9): 2822-2835. DOI: 10.1016/j.asr.2017.11.031.
- [10] 丁艺伟, 方欣頔, 范磊. BDS-2/BDS-3伪距单点定位精度分析[J]. 全球定位系统, 2020, 45(1): 19-25.
- [11] 张乾坤, 刘小生, 何琦敏. BDS-3多频点伪距单点定位性能研究[J]. 测绘通报, 2020(1): 71-75.
- [12] ZHAO L W, DOUSA J, VACLAVOVIC P, et al. Evaluation of long-term BeiDou/GPS observation quality based on G-Nut/Anubis and initial results[J]. *Acta geodynamica geomaterialia*, 2018, 15(1): 77-85. DOI: 10.13168/AGG.2018.0006.
- [13] VACLAVOVIC P, DOUSA J. G-Nut/Anubis open source tool for multi-GNSS data monitoring[M]. International Association of Geodesy Symposia Symposium, 2016.
- [14] ZHANG K S, JIAO F J, LI J W. The assessment of GNSS measurements from android smartphones [C]//China Satellite Navigation Conference (CSNC) 2018 Proceedings, 2018: 147-157. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-0029-5\\_14](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-0029-5_14).

### 作者简介

谭理庆 (1995—), 男, 硕士研究生, 主要从事GNSS数据处理, 精密单点定位方向研究。

曹阳 (1995—), 女, 硕士研究生, 主要从事GNSS/INS组合导航方向研究。

彭琦 (1989—), 男, 硕士研究生, 主要从事GNSS位置服务、卫星通信方向研究。

## Data quality and SPP positioning performance analysis of BDS-3

TAN Liqing, CAO Yang, PENG Qi, TANG Shuai, LIU Jun, YANG Xin

(Chongqing Liangjiang Satellite Mobile Communication Co. LTD, Chongqing 401120, China)

**Abstract:** The construction of BDS-3 has been completed. At this time, it is very meaningful and necessary to carry out the study and analysis of BDS-3 data quality and positioning performance. Observation data of MGEX stations were used to assess the observation data quality and pseudorange single-point positioning accuracy of BDS-3. Meanwhile, the positioning accuracy of BDS-2 and GPS were compared with BDS-3. The results show that the data integrity rate of BDS-3 at each station is above 95%. The average signal-to-noise ratio of each frequency band is higher than 45 dB·Hz, but signal-to-noise ratio of GEO satellite fluctuates frequently. The average value multipath error of various types of BDS-3 satellites are all less than 35 cm, and the pseudorange noise of most BDS-3 satellites is generally less than 0.3 m. Compared with BDS-2 and BDS-3, the positioning accuracy of BDS-2/BDS-3 has been improved to different extents, but the improvement of BDS-3 positioning accuracy in high latitude areas is very small. BDS-3 can obtain a positioning accuracy better than 3 m and 4 m in horizontal and vertical directions in all regions of the world, which is roughly comparable to GPS positioning performance.

**Keywords:** BDS-3; GPS; data quality analysis; SPP positioning performance