

BY682高精度板卡测试报告

原始观测数据质量篇

COMPETITIVE ANALYSIS

概述：

本报告对比分析了BY682与国内外竞品板卡在典型应用场景中的性能表现，重点对比了板卡的长期拷机稳定性、信号观测质量（包括多径、数据完整率、周跳等）、后处理解算精度等。根据高精度位置的应用需求，选取了不同程度遮挡的环境进行测试和对比分析，并提供了原始数据下载链接。

比测结果表明，在开阔环境下各竞品板卡表现一致，在严重遮挡的环境下BY682优势明显。BY682在不同使用环境下均能稳定提供高质量、高可用的原始观测数据。同时，BY682的Galileo信号接收性能明显优于竞品。

测试原理：

高精度GNSS接收机的两大核心模块分别是基带信号处理模块和高精度定位解算模块。基带信号处理模块输出原始观测数据给定位解算模块，由定位解算模块完成RTK解算，最终得到定位结果。可见，原始观测数据是高精度定位的基础，原始观测数据质量直接影响定位解算的精度。

原始观测数据质量与测试环境息息相关，此次比测针对性地选取了以下典型场景进行测试：

- 静态开阔环境
- 树荫遮挡环境
- 高楼遮挡环境
- 城区道路环境（动态）

对每个测试场景的原始观测数据进行了QC检测，检测指标如下：

(1) MP值 - 伪距多径值，体现板卡的多路径效应抑制能力；用观测伪距和载波相位加权计算； $MP1 < 0.5$ 、 $MP2 < 0.75$ 为佳，数值越小，表示板卡的多路径效应抑制能力越强；

(2) RATIO - 观测数据完整率；用板卡输出的有效观测数据的数量，除以用卫星星历计算的可接收到的

观测数据的数量；数值越大，表示板卡输出的观测数据越完整；

(3) O/slps - 每周跳观测量；用板卡输出的有效观测数据的数量，除以检测到的周跳的数量（周跳数为0时，除数取1）； $O/Slps > 200$ 为佳，数值越大，表示信号的周跳数越少。

以上指标可由TEQC软件进行QC检测获得。TEQC是由UNAVCO Facility研制的为研究GPS监测站数据服务的公开免费软件，软件在快速、多角度、全方位的分析观测数据质量方面具有强大的优势。

此外，对静态开阔环境的原始观测数据进行了后处理解算和对比分析。后处理解算使用Novatel公司的Inertial Explorer 8.70软件进行，采用RMS对解算位置精度进行评价（RMS - 均方根误差，真实值与测试值的偏差的平方和与测试次数的比值的平方根，体现测试值与真实值之间的偏差程度，即精度）。

测试设备和方法

本次测试为板卡观测数据质量对比测试，测试设备连接如**图1**，不同型号的板卡是测试的唯一变量，测试平台需保证以下条件：

- 所有板卡使用同一型号的天线；
- 所有板卡使用同一规格的射频线缆；
- 若有信号失锁，所有板卡接收的卫星信号同时通断；
- 电源输出在板卡的适应范围，所有板卡的电源同时通断；
- 所有板卡使用同一型号的载板；
- 串口通过MOXA连接PC端，保证串口通信和数据传输的一致性。

测试结果

1.开阔环境后解算结果——长时间拷机

选择测试环境如**图2**，基准站和流动站GNSS天线放置在建筑物屋顶上，视野开阔无任何遮挡物，是最为理想的GNSS信号观测环境。测试基线长约为1.1km，接收机输出差分数据，拷机15h。测试数据转换为RINEX文件后，使用Novatel公司Inertial Explorer 8.70软件进行后处理解算，解算结果见**图3**和**表1**。

如**图3**和**表1**，BY682、N板卡和U板卡的后处理解算精度相当，东向和北向的RMS均 < 2mm，高程RMS < 4mm；三块板卡的定位结果在相同时刻出现跳点，BY682跳点的幅度小于其他两块板卡。

图2 天线位置



表1 持续测试后解算统计数据

板卡型号	定位精度RMS/mm		
	E	N	U
BY682	1.7	1.5	3.1
N	1.5	1.5	3.5
U	1.5	1.5	3.5

图1 测试设备及连接

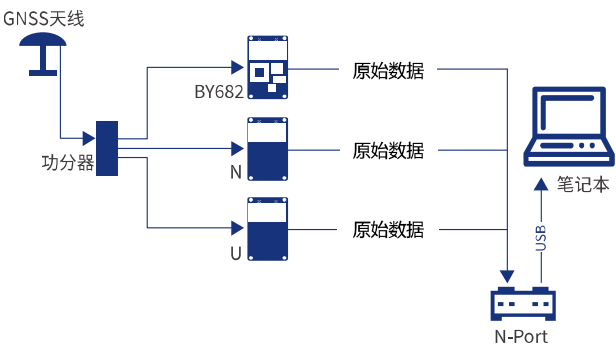
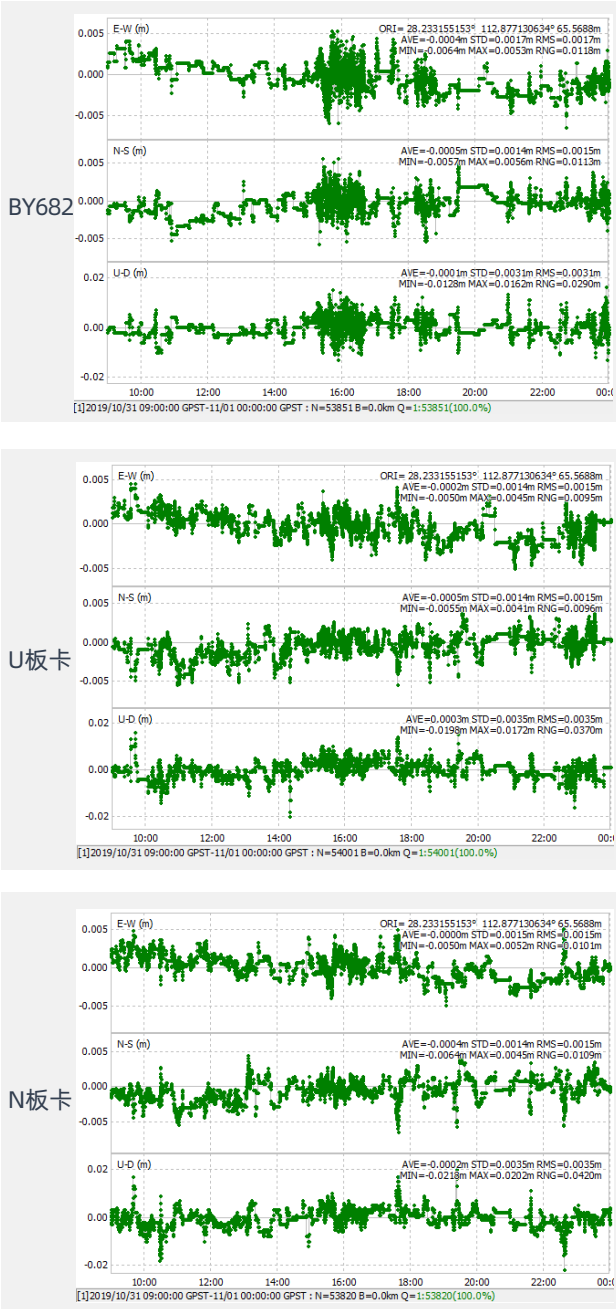


图3 后解算定位精度



2.开阔环境后解算结果——交换天线

选择测试环境如图2。流动站设有2个天线，1号天线和2号天线之间的距离约为2m，流动站轮流使用两个天线，每半小时进行天线交换。接收机输出差分数据，每半小时的数据独立保存，数据转换为RINEX文件后，使用Inertial Explorer 8.70软件进行后处理解算，第三组测试的解算结果见图4，全测试组定位精度数据见表2。

如图4和表2，BY682、N板卡和U板卡的后解算精度相当，除第四组2号天线的测试外，东向和北向的RMS均<3mm；除第二组和第三组1号天线的测试外，高程RMS<10mm。三块板卡在大部分时段的数据可解算出稳定的高精度位置，移动天线对定位精度无显著影响。三块板卡在相同的某个时段出现同一方向上的定位偏差，这主要是受到时段内空间卫星分布的影响。三块板卡的定位结果在相同时刻出现跳点，BY682跳点的幅度小于其他两块板卡。

图4 后解算定位精度

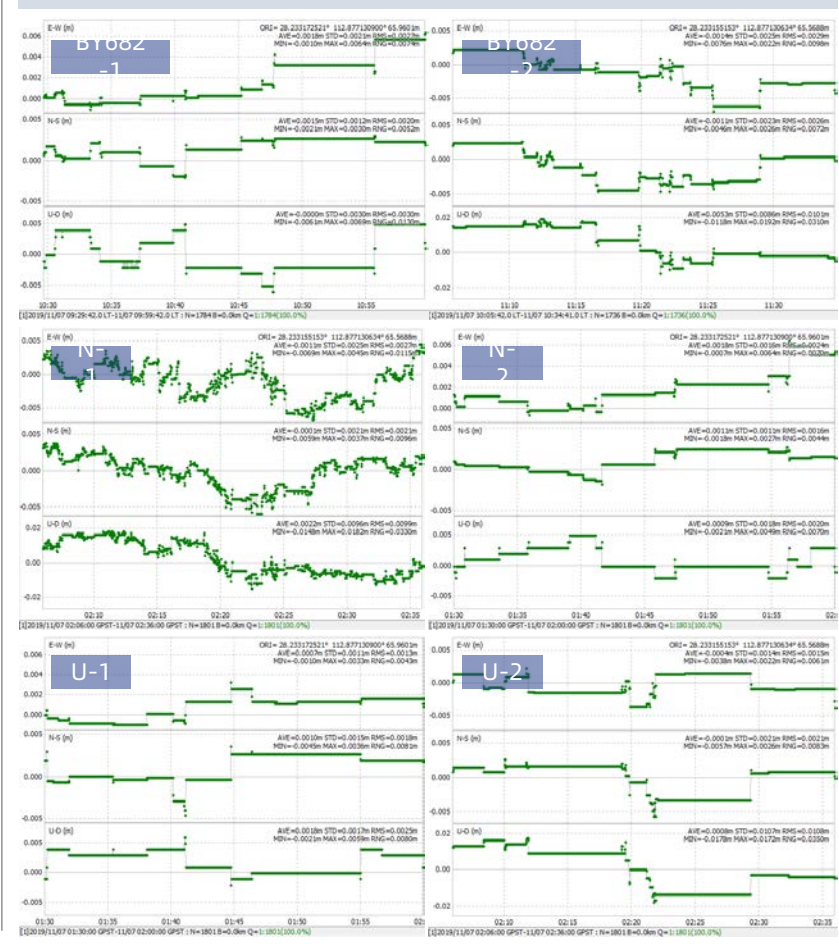


表2 半小时交换天线后解算统计数据							
测试编号	板卡型号	天线1号定位精度RMS/mm			天线2号定位精度RMS/mm		
		E	N	U	E	N	U
第一组	BY682	0.8	0.8	2.6	1.1	1.7	5.7
	N	0.7	0.6	2.9	1.0	1.4	4.5
	U	0.7	1.0	3.4	0.7	1.1	3.4
第二组	BY682	1.8	2.0	12.6	1.3	1.4	4.4
	N	2.2	2.7	10.8	1.5	2.1	3.0
	U	1.9	2.2	13.5	1.3	1.0	2.8
第三组	BY682	1.5	2.1	10.8	1.3	1.8	2.5
	N	2.7	2.1	9.9	2.4	1.6	2.0
	U	2.9	2.6	10.1	2.7	2.0	3.0
第四组	BY682	2.2	1.0	5.2	5.3	4.0	8.5
	N	2.5	2.3	4.7	7.5	2.6	8.7
	U	2.0	2.0	8.9	7.6	2.5	8.2
第五组	BY682	0.9	2.1	8.0	2.2	2.6	8.6
	N	2.2	2.1	7.7	1.7	3.5	7.9
	U	1.3	1.2	4.0	2.0	3.4	8.3

3.静态开阔环境观测量

选择测试环境如图2，接收机输出原始观测数据，拷机7×24h，测试数据转换为RINEX文件后，使用TEQC软件进行QC检测，数据检测结果见表3；截取其中1h数据，数据检测结果见表4。

表3 开阔环境7×24h观测数据检测结果

卫星系统	板卡型号	指标				
		MP1(m)	MP2(m)	RATIO(%)	O/SIps	
BDS	BY682	0.09	0.10	65	6590	* U板卡中途数据异常，未能收集完整的测试数据； * GALILEO系统中途星历异常，未能收集完整的测试数据； * 使用TEQC软件默认参数进行QC-full检测；MP1 < 0.5、MP2 < 0.75为佳，数值越小，表示信号多路径抑制能力越强；RATIO数值越大，表示观测数据越完整；O/SIps > 200为佳，数值越大，表示周跳越少。
	N	0.11	0.12	76	1066	
GPS	BY682	0.14	0.17	87	3622	
	N	0.17	0.15	96	543	
GLONASS	BY682	0.14	0.16	92	1890	
	N	0.13	0.15	92	4547	

如表3，长时间拷机中两块板卡的原始观测数据检测结果稳定良好。两块板卡的MP值均 < 0.2m，在开阔环境下具有较强的信号多路径效应抑制能力；GPS和GLONASS数据完整率均在85%以上，因两板卡仅接收BD3的第一频点信号，且BY682接收BD3的卫星数较N板卡多，故两板卡的BDS数据完整率较低；每周跳观测量均 > 500。BY682的GPS数据完整率有优化空间，N板卡的BDS和GPS周跳探测与修复能力也还需增强。

如表4，短时间测试中两块板卡的原始观测数据检测结果良好。两块板卡的MP值均 < 0.15m；GPS和GLONASS数据完整率均在99%及以上，两板卡的BDS数据完整率较低；每周跳观测量均 > 500，因开阔环境是最为理想的卫星信号观测环境，N板卡的GPS周跳数为0，BY682仅检测到10个GPS周跳，因而N板卡的GPS每周跳观测量约为BY682的10倍；对比每周跳观测量时需结合测试环境和周跳数进行全面分析。

对比表3和表4，板卡长时间拷机输出的原始观测数据（表3，7*24h）和短时间输出的原始观测数据（表4，1h），QC检测结果较为一致，后续不同环境下的观测数据测试采用短时间（1h）输出的数据进行检测。BY682和N板卡的抗多径能力较好，数据完整率均较好，BY682长时间GPS数据完整率有待优化；两板卡的周跳探测与修复的能力均有优化空间。

表4 开阔环境1h观测数据检测结果

卫星系统	板卡型号	指标				
		MP1(m)	MP2(m)	RATIO(%)	O/SIps	
BDS	BY682	0.10	0.11	79	10206	* 使用TEQC软件默认参数进行QC-full检测；MP1 < 0.5、MP2 < 0.75为佳，数值越小，表示信号多路径抑制能力越强；RATIO数值越大，表示观测数据越完整；O/SIps > 200为佳，数值越大，表示周跳越少。
	N	0.07	0.08	79	638	
GPS	BY682	0.12	0.14	99	2864	
	N	0.06	0.07	100	28808	
GLONASS	BY682	0.08	0.10	100	18005	
	N	0.05	0.06	100	18005	

4.树荫遮挡环境观测量

选择测试环境如图5，视野枝叶稠密，卫星信号遮挡严重；GNSS天线放置在测试车车顶，其他设备放置在测试车车内，录制1h原始观测数据，数据检测结果见表5。

相比开阔环境（表3和表4），树荫遮挡环境（表5）的各项评价指标明显变差，树荫遮挡对观测数据质量影响较大。

三块板卡的观测数据检测结果均较差，仅BY682部分系统的MP值满足参考标准值，数据完整率均较低。

BDS的观测数据，BY682的MP值最小，N板卡稍大，U板卡的MP值约为BY682的2倍；三块板卡的数据完整率均低于85%，且周跳数很多；

GPS的观测数据，BY682的MP值最小，N板卡和U板卡的MP值约为BY682的2倍；三块板卡的数据完整率均低于90%，且周跳数很多；

GLONASS的观测数据，BY682的MP值最小，N板卡和U板卡的MP值约为BY682的2-4倍；三块板卡的数据完整率均低于80%，且周跳数很多；

GALILEO中，BY682的MP值小，U板卡的MP值约为BY682的3-4倍；数据完整率不到80%，且周跳数很多；

综上所述，树荫遮挡环境下，BY682的抗多径能力很好，N板卡和U板卡较差；三块板卡的信号稳定跟踪和周跳探测与修复的能力均不理想，观测数据质量受测试环境的影响较大，但仍可从板卡性能设计的角度进行一定的优化。

图5 典型的树荫遮挡环境

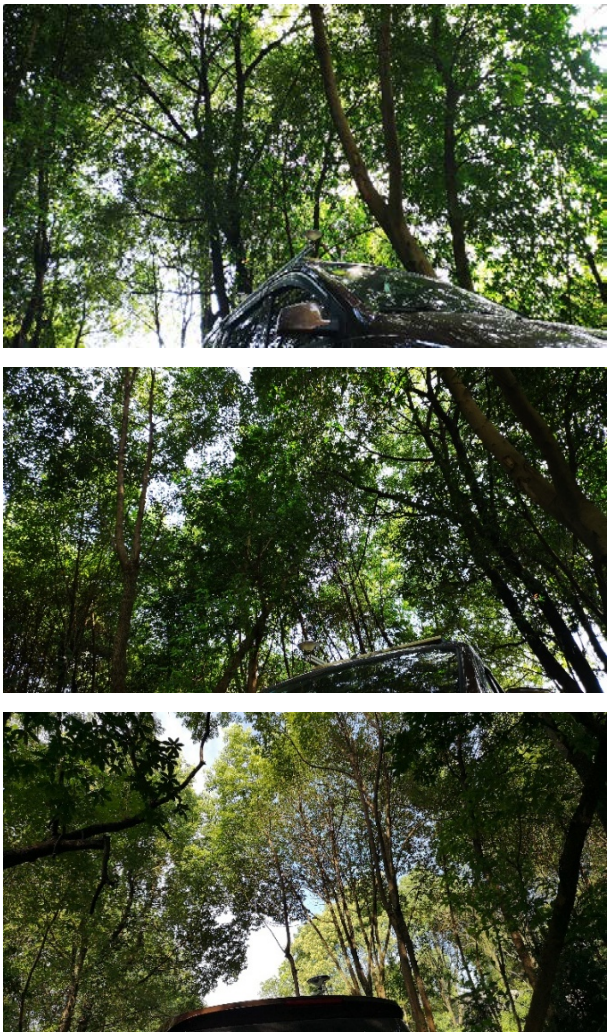


表5 树木遮挡环境1h观测数据检测结果

卫星系统	板卡型号	指标			
		MP1(m)	MP2(m)	RATIO(%)	O/Slps
BDS	BY682	0.44	0.47	68	38
	N	0.78	0.64	64	31
	U	1.23	0.95	83	74
GPS	BY682	0.49	0.95	72	36
	N	1.13	1.51	87	27
	U	1.46	2.04	78	48
GLONASS	BY682	0.44	0.45	78	29
	N	0.90	0.87	68	78
	U	2.10	2.04	64	35
GALILEO	BY682	0.53	0.28	73	33
	N(不支持)	/	/	/	/
	U	1.78	1.16	-	50

* BY682和N板卡因接收BD3卫星的第一频点，数据完整率较小。

* U板卡因GALILEO系统收星较少，未能计算出数据完整率。

* 使用TEQC软件默认参数进行QC-full检测；MP1 < 0.5、MP2 < 0.75为佳，数值越小，表示信号多路径抑制能力越强；RATIO数值越大，表示观测数据越完整；O/Slps > 200为佳，数值越大，表示周跳越少。

5.静态高楼遮挡环境观测量

选择测试环境如图6，天线周围有高楼遮挡，板卡的卫星信号观测范围受限；GNSS天线放置在测试车车顶，其他设备放置在测试车车内，录制1h原始观测数据，数据检测结果见表6。

相比开阔环境（表3和表4），高楼遮挡环境（表6）各项评价指标明显变差，略差于树木遮挡环境（表5），高楼遮挡对观测数据质量影响很大。三块板卡的观测数据检测结果均较差，仅BY682部分系统的观测数据的MP值满足参考标准值，数据完整率均低，周跳很多。

BDS的观测数据，BY682的MP值不超过0.55m，N板卡和U板卡的MP值约为BY682的2-4倍；三块板卡的数据完整率较低，且周跳数很多。

GPS的观测数据，BY682的MP值不超过0.7m，N板卡和U板卡的MP值约为BY682的2-5倍；三块板卡的数据完整率均低于60%，N板卡的周跳很多，是U板卡的4倍多，BY682的10倍。

GLONASS的观测数据，BY682的MP值不超过0.6m，N板卡和U板卡的MP值约为BY682的5-8倍；三块板卡的数据完整率均低于80%，N板卡的周跳是U板卡和BY682的3倍多。

GALILEO中，BY682的MP值小，U板卡的MP值是BY682的10倍以上；周跳数都很多。

综上所述，在高楼遮挡环境下，BY682抗多径的能力较好，N板卡和U板卡较差；三块板卡周跳探测与修复的能力均需加强。

图6 典型的高楼遮挡环境

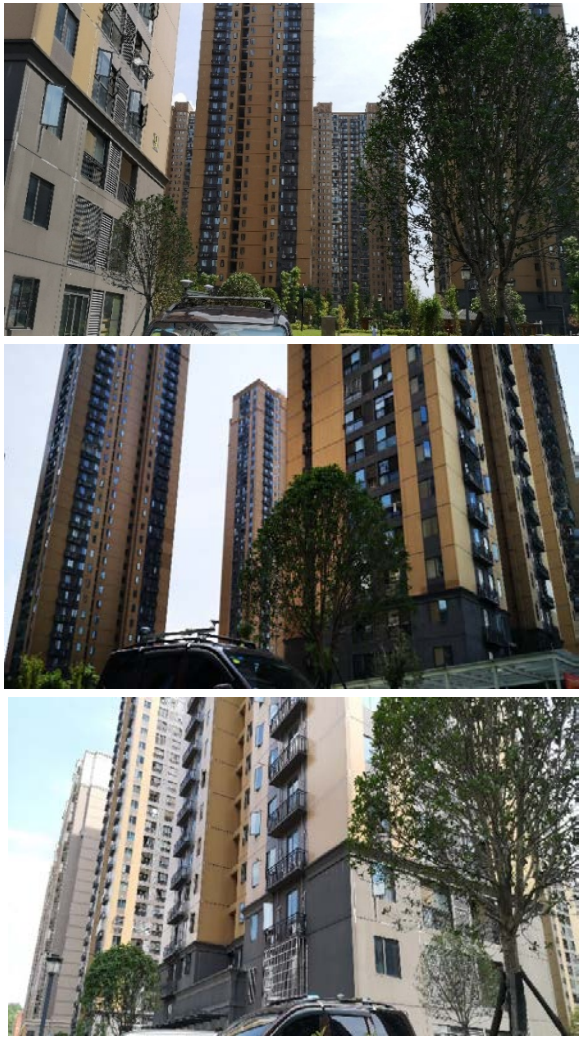


表6 高楼遮挡环境1h观测数据检测结果

卫星系统	板卡型号	指标			
		MP1(m)	MP2(m)	RATIO(%)	O/Slps
BDS	BY682	0.44	0.54	47	39
	N	2.26	2.00	49	20
	U	2.03	1.48	84	92
GPS	BY682	0.58	0.70	41	121
	N	2.28	1.89	58	12
	U	3.06	3.84	50	56
GLONASS	BY682	0.58	0.49	-	70
	N	4.27	3.87	49	20
	U	3.25	3.15	65	64
GALILEO	BY682	0.74	0.20	-	234
	N(不支持)	/	/	/	/
	U	3.32	2.97	-	213

* BY682和N板卡因接收BD3卫星的第一频点，数据完整率较小。

* BY682因GLONASS系统收星较少，BY682和U板卡因GALILEO系统收星较少，未能计算出数据完整率。

* 使用TEQC软件默认参数进行QC-full检测；MP1 < 0.5、MP2 < 0.75为佳，数值越小，表示信号多路径抑制能力越强；RATIO数值越大，表示观测数据越完整；O/Slps > 200为佳，数值越大，表示周跳越少。

6.动态城区道路环境观测量

选择测试环境如图7，行车路线包括开阔城区路段、行道树遮挡路段、城市高架路段、高楼遮挡路段、低层楼栋路段、高层楼栋路段等城区行车常见的环境路段；板卡接收卫星信号频繁出现稳定跟踪、失锁、重捕、再稳定跟踪的过程；GNSS天线放置在测试车车顶，其他设备放置在测试车车内，行车过程中录制20min原始观测数据，数据检测结果见表7。

相比静态测试环境（表3-6），动态城区道路环境（表7）的各项指标整体变差。
BY682各个系统的MP值较好，均小于0.55m；N板卡各系统MP值不稳定，在0.59-1.29m；U板卡的MP值在1m左右，最大值达2.67m。

三块板卡的数据完整率均未超过70%；BY682和N板卡因接收BD3卫星的第一频点，BDS系统的数据完整率较低；三块板卡的GLONASS数据跟踪能力都有待加强。

受到复杂城区道路环境的影响，三块板卡各个系统的周跳都很多，平均每20个观测数据会检测到一次周跳。

综上所述，在动态城区道路环境下，BY682抗多径的能力较好，N板卡次之，U板卡较差；三块板卡周跳探测与修复的能力都需加强，尤其需要针对城区环境继续优化。

图7 典型的城区道路环境



表7 动态城区道路环境观测数据检测结果

卫星系统	板卡型号	指标			
		MP1(m)	MP2(m)	RATIO(%)	O/Slps
BDS	BY682	0.25	0.31	56	19
	N	0.94	0.95	63	10
	U	1.18	1.15	68	18
GPS	BY682	0.20	0.28	56	18
	N	1.29	0.87	70	18
	U	1.61	1.51	64	23
GLONASS	BY682	0.48	0.53	50	12
	N	1.01	0.59	45	25
	U	2.16	2.67	50	11
GALILEO	BY682	0.27	0.12	-	17
	N(不支持)	/	/	/	/
	U	1.14	0.53	-	30

* BY682和N板卡因接收BD3卫星的第一频点，数据完整率较小。
* BY682和U板卡因GALILEO系统收星较少，未能计算出数据完整率。
* 使用TEQC软件默认参数进行QC-full检测；MP1 < 0.5、MP2 < 0.75为佳，数值越小，表示信号多路径抑制能力越强；RATIO数值越大，表示观测数据越完整；O/Slps > 200为佳，数值越大，表示周跳越少。

总结:

为了对比不同接收机板卡在典型应用场景中的性能表现，我们选取了不同程度遮挡的环境进行了对比测试。使用Novatel公司Inertial Explorer 8.70软件进行后处理解算，采用RMS作为后处理解算精度的评价指标；使用UNAVCO Facility研制的TEQC软件进行观测数据QC检测，采用MP值、RATIO值、O/SIps作为观测数据的评价指标，并对检测结果进行了详细的对比分析。

后处理解算测试表明，BY682、N板卡和U板卡的后处理解算精度相当，东向和北向的RMS均 < 2mm，高程RMS < 4mm；三块板卡的位置在相同时刻出现跳点，BY682跳点的幅度小于其他两块板卡。

开阔环境下的测试表明，BY682和N板卡的抗多径能力稳定较好；两块板卡的数据完整率均较好。

树木和高楼遮挡环境下，仅BY682持续的表现出较强的抗多径能力，N板卡次之，U板卡较差。

动态城区道路环境下，BY682抗多径的能力较好，N板卡次之，U板卡较差；三块板卡周跳数均偏高。

测试结果表明，在开阔环境下各竞品表现一致，在严重遮挡的环境下BY682优势明显，BY682在不同使用环境下均能稳定提供高质量、高可用的原始观测数据。此外，BY682板卡的Galileo信号接收性能明显优于竞品（N板卡暂不支持Galileo）。

本次测试原始数据下载：
<http://www.bynav.com/cn/resource/bywork/geek-observation/rawdata.html>



bynav北云

湖南北云科技有限公司
HUNAN BYNAV TECHNOLOGY CO.,LTD

www.bynav.com

长沙市高新区中电软件园12栋
Tel: +86-731-85058117
mail: sales@bynav.com