

①36-38

GPS仪器, 接收机, 检验, 全球定位系统

• 36 •

• 北京测绘 •

天线

1999 年第 1 期

相位中心
精度

GPS 仪器检验中应注意的几个问题

熊建明

(二炮测绘大队, 北京, 100085)

p228.4
p207

近年来, GPS 定位技术已广泛应用于经济建设和国防建设之中, 利用 GPS 定位技术, 可大大提高作业的能效, 实现快速准确地提供测量成果。通常, 为了确保 GPS 接收机测量成果的可靠性, 在每次作业之前, 都必须进行严格的仪器检验, 这是保证其测量精度和可靠性的前提条件, 如何正确、可靠地对 GPS 接收机进行有效检验以及在作业过程和数据处理中应当注意什么问题, 这已成为广大用户非常关心的问题。

一般来说, 对新装备的 GPS 接收机, 应当全面检验, 这主要包括一般性检查和实测检验。一般性检查主要有下面几项:

1、外观、仪器所属配件齐全、外观良好, 没有损坏现象、电源电缆、天线电缆接触良好, 接头牢固, 整个主机箱密封良好;

2、接收机接收的数据是否稳定正常, P 码接收机是否能接收到 P 码, 接收机的内存容量是否满足合同要求、接收的数据接近内存容量时, 能否正确地将数据传输出来。

实测检验包括下面几项检验:

1、零基线检验;

2、天线基座上的圆水准和光学对中器检验并校正;

3、天线相位中心偏差检验;

4、仪器精度指标检验, 此项检验通常是在沙河 GPS 大地基线场进行。另外, 对于进行短

边测量的 GPS 接收机, 还应当进行接收机设备的匹配试验, 并与已知方位角进行对比, 满足精度要求才能用于作业, 进行短边检验的基线边的长度应当与所测方位边的长度基本一致, 以确保检验结果的可靠性。

通常, 进行仪器检验时其步骤应当按照上面的顺序进行, 尤其是要认真做好实测项目的检验, 因为这是仪器检验的关键环节。目前, 我们在进行 GPS 接收机的实测检验时, 一般会存在如下几点问题: (1) 有时忽视了天线基座上的圆水准和光学对中器检验并校正, 这有可能将人为的对点误差带到检验比对结果中了, 无法实施正确的误差分析; (2) 在进行 GPS 方位测定时, 没有在已知方位边上对仪器进行匹配试验并与已知方位角的比较, 这样有时就会对 GPS 接收机所测定方位的可靠性不好估计; (3) 不同批次出厂的仪器或不同类型仪器共同进行作业时, 没有对参加配对作业的仪器进行精度指标检验。如果我们在 GPS 仪器的检验中忽视了以上几点, 就不可能对仪器的状况得出较为全面正确的结论, 甚至有可能影响以后作业的成果质量。

近几年来, 我单位在进行 GPS 作业之前, 都要进行了 GPS 接收机天线相位中心偏差检验, 检验时经常会出现部分仪器组合时天线相位中心偏差检验结果超过限差的情况, 而作业中使用这些仪器进行测量时, 所测成果又都能

满足任务要求,由此可以看出,仪器本身性能没有太大问题,那超限的原因主要是什么呢?

一般来说,GPS 测量成果超限的原因比较复杂,既有主观方面的也存在客观方面的原因,通常可从下面几个方面来进行分析:(1)GPS 接收机本身的性能质量问题(2)测量点位周围的环境不好;(3)操作使用 GPS 接收机不当,如对点器没有检验校正造成对点误差过大,观测时间选择不好(PDOP 值过大)以及操作失误等;(4)数据处理时,使用计算机软件的方法上欠妥。下面就从这四个方面来分析一下检验成果超限的原因。

目前,我们都是沙河基线场进行 GPS 接收机的实测检验,该基线场由总参第一测绘大队于 1990 年 9 月建立的空间大地测量检定场,该基线场共有 9 个点,其中最短边约 24 米,边长相对中误差为 1:60 万最长边约 1.8 公里,300 米以上边的边长相对中误差都已达到 1:100 万。基本情况见表 1。

表 1

边名	边长(m)	边名	边长(m)
OA	1441	OB	1801
OA1	312	OB1	312
OA2	24	OB2	24
OC		OC2	36

应该说,当时基线场的条件是很好的,点位附近没有遮蔽物,飞机起飞架次也不很多,完全符合规范的要求。随着时间的推移,基线上的环境也有所变化,个别点位附近的小树已经长大了,在该点进行作业时,所接收的卫星数已有明显变化,另外,机场起降的飞机也明显增多,因此,在该基线场进行 GPS 接收机的检验应当进行周密的计划和科学的设置点位。

从仪器检验的成果可以发现,最近这几次进行 GPS 接收机相位中心的检验时,仪器放置的点位都是相距较近的几个已知点(即 O, A2, B2, C2 四点),其中的 C2 点附近有小树,这对 GPS 接收会产生一定的影响,另外,在进行检验测量时,测量人员并没有根据卫星预报来选择测量时段,而是到达基线场后就实施连续观

测,为此,有的人认为没有必要进行卫星的预报,只要把仪器放在点上进行测量即可,因为这样检验的仪器合限了,外业测量肯定没问题,而仪器一旦出现超限情况,则认为这是仪器不合格的缘故。

事实上,对 GPS 接收机的检验是需要有良好的条件下来进行的,因为只有在良好条件下测量才能正确反映出仪器的真正性能,否则,在成果超限的数据分析时,就无法判断是仪器的原因,还是由于周围环境不好引起的,不利于成果超限时的结果分析。一般说来,周围环境的影响主要包括树木的遮挡角度,观测期间卫星几何状况(PDOP 值的大小),机场飞机起降次数频繁的干扰,这些环境的影响有时会对测量成果产生较大的影响,因此,在以后的仪器检验中务必引起注意。

在进行仪器检验有时会忽略天线基座上的圆水准和光学对中器检验及校正,如果这两项误差过大时,完全会影响仪器检验的成果质量。

利用软件对检验成果进行正确有效的数据也是确保仪器检验结论正确的关键。通常,在计算方法上我们都是采用统一的计算模式,即气象元素采用标准气象(干温 20℃,相对湿度 50%,气压 1010mbar),解算方法采用 L1 单频观测数据,截止高度角为 15°,剔除率为 10%,解算方式采取自动批处理,对于超限的成果不分析,认为计算结果就代表仪器的实际情况。应该说,在大多数情况下,这种计算方式是正确的,而当观测数据的质量不好时,再采用这种方式就不合适了,此时,应当考虑是否应当剔除那些质量不高的观测数据,如果这些数据是由外界环境引起时,可通过软件计算得到的中误差 rms 的大小来判断,通常,对于短距离边长来说,其 rms 应当在 3mm 左右或者更小,如果大于此数,就可通过查看误差残差图来发现引起误差的卫星和历元,然后加以剔除。另外,还可改变一些计算参数,如把截止高度变为 20°,数据剔除率改为 20%进行计算,如果每台 GPS 接收机与其中某一台 GPS 接收机(简称 X)的

数据都质量不高,那么 X 仪器就有问题,需要修理。

最近,我单位在沙河基线场对两台 ASHTECH 公司的两台 MD-12 型 GPS 进行了天线相位中心偏差检验,其编号为 651 和 650,按照军标^[1]进行操作,即检验时,把天线分别安置在基线场的两个端点(B2 点 C2 点)上,使定向指标线指向正北,观测两个时段,然后交换接收机天线,再观测两个时段。然后将天线轴顺时针转动 90°使定向指标指向正东,按同样的方法进行观测。观测结束后,分别解算出各时段的三维坐标差,并把天线在同一位置二个时段的观测结果取中数,作为最后观测结果。限差

要求为观测的坐标差值与检验场已知的基线坐标差的差值应小于 10mm,在同一基线上交换天线后观测的坐标差值应小于 15mm。测量结束后,我们根据以上介绍的统一计算模式进行计算,发现天线旋转 90°后,其两个时段的计算结果超限,同时,还发现超限时段的 rms 较大,当我们把高度角改为 20°,根据误差残差图剔除个别误差较大的卫星后,其计算结果明显好转,有关计算结果见表 2 和表 3,其中表 2、表 3 分别为天线指向正北和正东的计算结果,下标为 1 和下标为 2 的结果为分别统一模式和改进模式计算的结果。

表 2

时段数	$\Delta X_1(m)$	$\Delta Y_1(m)$	$\Delta Z_1(m)$	rms1(m)	$\Delta X_2(m)$	$\Delta Y_2(m)$	$\Delta Z_2(m)$	rms2(m)
1	-3.6588	-17.2039	16.3304	0.007485	-3.6603	-17.2041	16.3315	0.006782
2	3.6619	-17.1990	16.3311	0.011254	-3.6581	-17.2171	16.3267	0.004876
中 数	-3.6604	-17.2014	16.3308		-3.6592	-17.2106	16.3291	
绝对误差	-0.0038	0.0059	0.0030		0.0026	0.0033	0.0013	
3	-3.6562	-17.2169	16.3253	0.006909	-3.6545	-17.2190	16.3227	0.005925
4	-3.6537	-17.2081	16.3253	0.009411	-3.6519	-17.2122	16.3216	0.007260
中 数	-3.6550	-17.2125	16.3253		-3.6532	-17.2156	16.3222	
绝对误差	0.0016	-0.0052	-0.0025		0.0019	0.0017	0.0036	
相对误差	0.0054	-0.0111	-0.0055		0.0060	0.0050	0.0069	

表 3

时段数	$\Delta X_1(m)$	$\Delta Y_1(m)$	$\Delta Z_1(m)$	rms1(m)	$\Delta X_2(m)$	$\Delta Y_2(m)$	$\Delta Z_2(m)$	rms2(m)
1	-3.6542	-17.2134	16.3272	0.006065	-3.6552	-17.2121	16.3282	0.005774
2	-3.6583	-17.2125	16.3297	0.006129	-3.6590	-17.2117	16.3287	0.005196
中 数	-3.6562	-17.2130	16.3284		-3.6571	-17.2119	16.3284	
绝对误差	0.0004	-0.0057	0.0006		0.0005	0.0046	0.0006	
3	-3.6512	-17.1982	16.3266	0.008597	-3.6546	-17.2166	16.3240	0.004868
4	-3.6591	-17.1961	16.3280	0.010300	-3.6559	-17.2105	16.3257	0.008572
中 数	-3.6552	-17.1972	16.3273		-3.6552	-17.2136	16.3248	
绝对误差	0.0014	* * 0.0101	-0.0005		0.0014	0.0063	0.0030	
相对误差	0.0010	* * 0.0158	0.0011		0.0019	0.0017	0.0036	

注:表中带有 * * 号的数据为超限结果

由此可见,要完成好 GPS 的仪器检验和验收,首先要认真仔细地理解规范,按照规范进行作业,计算时通常情况下可按统一计算模式,对于中误差较大的计算结果,应当认真地进行分析,找出误差的根源,属于计算方法方面的应当加以改进,属于仪器质量问题应及时提出,确保作业仪器的质量。

参考文献

- [1] 国防科学技术工业委员会:《全球定位系统(GPS)大地测量规范》GJB2228-94,1996,2.
- [2] 国家测绘局:《全球定位系统(GPS)测量规范》,测绘出版社,1992
- [3] 许其凤:《GPS 卫星导航与精密定位》,解放军出版社,1994
- [4] 熊建明:GPS 接收机的检验和试验,建材地质,1995(1)