

14
54-56

GPS 技术在三峡工程大江截流中的运用

TV75263

胡广洋

(葛洲坝集团测绘总队 宜昌 443002)

TV551.2

p228

P24

摘要 介绍在三峡工程大江截流中成功地运用 GPS 技术实施围堰控制测量及水下地形测量的情况,特别是在平抛垫底及围堰进占施工过程中运用实时差分 GPS 测量技术进行水下地形测量,较好地解决了水下地形测量工作量大、技术含量高的问题,为三峡工程大江截流的顺利施工提供了必要的技术资料。

关键词 GPS 技术;施工控制测量;水下地形测量;导航;数字成图

三峡工程

GPS(global positioning system)即全球定位系统,现已成为全球广为普及的定位手段,它以全时、全天候、准确、可靠和高效率等特点应用于测量领域,GPS 技术是我国测绘领域前沿和尖端的测量技术,也是有前途、有吸引力的研究方向。

南方测绘仪器公司经多年的研究和使用的,在我国推出了首家商品化的 NGD—50GPS 测量系统,既可作静态定位,又可作动态测量用。作静态测量,在加配数据采集器后可用于控制测量;作动态测量,该系统配备有 NGD—50 实时差分 GPS 接收机,野外测量软件和数字成图软件,可广泛应用于大比例尺水下地形测量、导航定位、港口引航、工程勘探定位等领域。

在三峡工程二期围堰大江截流施工项目中,水下平抛垫底回填工程量大,围堰进占过程中流量大、流速大、落差大、水深等问题都说明二期围堰大江截流施工技术含量高,因此水下地形测量的任务也特别繁重。在此情况下,运用 GPS 技术实施围堰控制测量及水下地形测量较好地解决了这一问题。本文主要介绍在三峡工程二期围堰大江截流施工项目中用 NGD—50GPS 进行施工控制测量、水下地形测量的情况以及 NGD—50 实时差分 GPS 测量系统的特点。

1 用静态 GPS 测量系统实施施工控制测量

1.1 NGD—50GPS 测量系统用于控制测量的原理及系统的组成

NGD—50GPS 是一种单频接收机,它通过接收多颗已知坐标的卫星信号反算距离,利用空间后方交会求解 GPS 天线的坐标。由于美国政府的 SA 政

策,GPS 单机定位的精度约为 15 m,但采用 2 台 NGD—50GPS 机同时接收卫星信号经基线向量处理软件计算可得到两点间较为精确的基线向量值,精度在 $5\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}D$ 以内,可用于三等以下的控制测量工作。

静态的 GPS 测量系统的组成较为简单,它包括 GPS 主机、GPS 天线、电源、数据采集器及连接电缆。

1.2 用 NGD—50GPS 施测二期围堰施工控制网

施测 GPS 控制网依然按选点、埋标、观测、平差计算的过程进行。选点主要考虑控制点能方便施工放样,其次是精度问题,尽量构成等边三角形,不必考虑点与点之间的通视问题,见图 1。

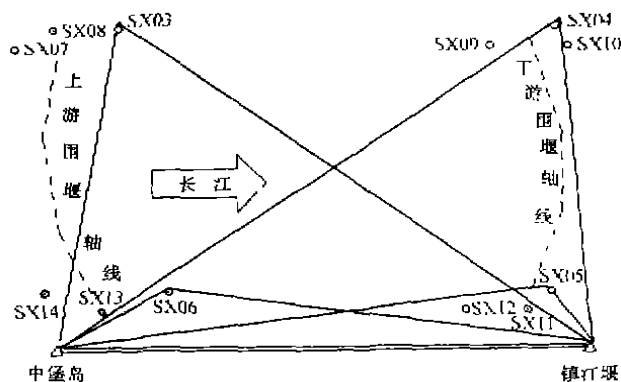


图 1 二期围堰加密施工控制网略图

图 1 中中堡岛和镇江堰为已知三等控制点, SX03, SX04, SX05, SX06 为测点。SX07 ~ SX14 分别位于上下游围堰轴线附近,用于安装激光指向仪,方便夜晚施工时指向。SX07 ~ SX14 各点坐标主要利用 SX03 ~ SX06 各控制点用极坐标法测出。

用 GPS 观测的过程十分简单,将 2 台 GPS 接收

机分别安置在中堡岛和镇江堰上,另外的 1 台依次放在 SX03 ~ SX06 上观测,每个点 3 台 GPS 接收机同时观测 1 h,全部的点观测完后,观测过程就结束。

1.3 野外观测数据的内业处理

利用数据采集器与计算机通讯软件、基线向量处理软件、网平差及坐标转换软件对野外观测数据进行内业处理,数据采集器实际上是一台微型 286 计算机,利用一条电缆线可实现数据采集器与计算机之间的通讯,将所有野外观测的数据文件传输给计算机后即可利用基线向量处理软件进行基线向量的解算。

基线向量处理软件的使用比较简单,但计算完后要对基线成果的可靠性进行检测,检测的结果可作为野外采集的数据是否合格的依据,若基线成果不佳,则可对基线向量文件进行适当的修改并重新计算,若仍不能满足要求,则要考虑重测。对基线优劣的鉴别可以通过下面的项目进行:①检测单条基线质量的优劣;②检测同步环和异步环闭合差的大小;③检测网平差结果的优劣。以上三项中,第一项检测单条基线质量的优劣在评价测量成果中是最为重要的,后两项只是辅助性的手段,对单条基线质量优劣的检测方法则主要是通过考查一质量指标是否合格来判断。这些质量指标主要有 rms, ratio, rejected, measured, RDOP 等, rms 为基线平差计算验后均方差,其值越小越好,一般应小于 10mm; ratio 为固定双差解质量因子,也称方差比,其值越大越好,一般应大于 3.0; rejected 为观测时被剔除的劣质观测数目, measured 为采用的有效数目,两者的比值为剔除率,通常剔除率应在 1:10 以内; RDOP 为相对定位几何精度因子, RDOP 越小,测量误差对基线成果的影响也就小。

图 2 中的数据为基线向量解算后基线向量结果报告文件中的一段。由于实际观测时选择的观测时段较好,一般在早上和晚上进行观测,因此从图 2 中的数据可以看出野外观测数据是合格的,可以进入下一步:网平差计算。

1.4 网平差结果

在经过自由网伪逆平差及坐标转换计算后得出

Fix station WGS_84 coordinates:											
(固定站的 WGS_84 坐标:)											
xyz	SX02	-	1965253.375	5118065.000	3248630.750						
sess	id0	id1	type	rms	ratio	dx	dy	dz	dis	ant0	ant1
(段名 站 0 站 1 模式			均方差	方差比	dx	dy	dz	距离	天线高	天线高)	
0903	SX02	SX01	L1 fix	0.007	43.5	-1056.735	9.528	-624.754	1227.639	0.090	0.090
.....											

图 2 基线向量结果报告文件

如表 1 所示的大坝坐标系成果。

表 1 二期围堰加密控制点坐标

点号	点名	x 坐标	y 坐标	点位中误差/mm
SX01	中堡岛	19 688.712	49 184.438	4.4
SX02	镇江堰	20 614.599	49 208.081	5.7
SX03	左 上	19 842.084	48 333.112	4.4
SX04	左 下	20 596.787	48 443.840	4.2
SX05	右 下	20 594.563	49 037.728	5.7
SX06	右 上	19 605.024	48 971.314	5.5

注:中堡岛和镇江堰均为已知三等点。

为了进一步验证观测成果,用 T2 经纬仪配 DI2002 测距仪采用极坐标法对各点进行观测,观测时测站点位于已知三等点上,测角 4 测回,测边 1 测回,表 2 为用极坐标法观测的各点坐标值及与 GPS 网点坐标的差值,可作一比较。

表 2 极坐标法测得各点的坐标值及与 GPS 网点坐标的差值

点号	点名	x 坐标	x 差值/mm	y 坐标	y 差值/mm
SX03	左上	19 842.077	-7	48 333.125	+13
SX04	左下	20 596.799	+12	48 443.843	+3
SX05	右下	20 594.554	-9	49 037.716	-12
SX06	右上	19 605.039	+15	48 971.311	-3

1.5 GPS 网观测时应注意的问题

- a. 宜选择较好的时段进行观测。
- b. 各个 GPS 接收机同时观测时间宜超过 40 min。
- c. 电源应充足, GPS 及数据采集器在观测过程中不允许中断电源,应确保观测数据的连续性。

2 用 NGD—50 实时差分 GPS 测量系统实施水下地形测量

2.1 NGD—50 实时差分 GPS 测量系统施测水下地形图的工作原理

差分 GPS 之所以能获得高精度的定位数据,是因为首先需在已知坐标的地方设一基准(固定)站,用 GPS 接收卫星信号监测 GPS 的系统误差,并按规定的时间间隔,定时地把误差校正量等数据通过无线数据链播发出去,然后,移动台利用收到的信息,对 GPS 观测值进行校正,以达到消除星历误差、星钟误差、大气延迟误差等公共误差,以获得高精度的位置数据;同时移动台的计算机采集 GPS 接收机的位置数据和测深仪的水深数据,起到导航和记录数

据的作用,计算机记录的数据经后处理,可数字化成图. NGD—50 实时差分 GPS 测量系统工作原理如图 3 所示.

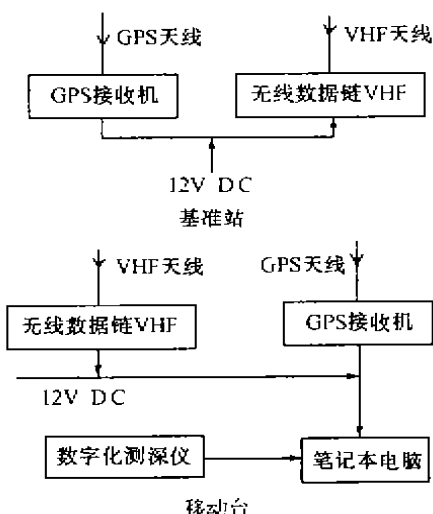


图 3 NGD—50 实时差分 GPS 测量系统工作原理

2.2 NGD—50 实时差分 GPS 测量系统的组成

a. 基准站: GPS 主机、电池、GPS 天线和 VHF 天线.

b. 移动台: GPS 主机、电池、计算机、数字化测深仪、GPS 天线和 VHF 天线.

c. 支持软件: NGD50 野外数据采集软件和 S—CASS 数据后处理及成图软件.

2.3 NGD—50 实时差分 GPS 测量系统用于三峡工程水下地形测量的情况

三峡工程导流明渠水下开挖和二期围堰回填两个项目的施工,工期都比较紧张,水下地形测量的任务也特别的繁重.若采用常规的水下地形测量的方法,是不能满足施工需要的,而运用 GPS 技术实施水下地形测量则能及时提供施工部位的水下地形图,为施工生产提供了必须的地形数据.一般地,用 GPS 实施水下地形测量的测图过程如下:

a. 接受测图任务,确定测图区域范围及测图比例.

b. 将测图范围输入便携式计算机.

c. 设置基准站,实测中基准站位于三峡测绘大队办公楼楼顶上已知坐标的标墩上.

d. 将移动台设置在测船上,数字化测深仪的换能器杆与 GPS 天线应处于同一平面位置上.

e. 接好各个电缆线,开机,根据便携式计算机屏上显示测船的航迹作为导航,并开始自动采集水深和定位数据.

f. 野外数据采集完成后,根据测区水面高,利用后处理软件可将野外观测数据转换为三维坐标数据,用 S—CASS 成图软件数字化成图.

2.4 NGD—50 实时差分 GPS 测量系统的主要特点

a. 具有导航功能.利用 NGD—50 野外数据采集软件,可以首先在计算机上做好测区范围及航线,这样在野外实测过程中,将测船沿计算机屏上的计划线航行,不会出现重测和漏测现象.

b. 可全天候测量.无论白天夜晚、刮风下雨,只要 GPS 接收机能收到 4 颗以上的卫星信号,就可以进行测量.

c. 价格适中.2 套 GPS 接收机配 S—CASS 成图软件共十几万元,相当于一台全站仪的价格,仅为同类进口设备价格的 1/4 ~ 1/3,一般生产单位均能承受.

d. 具有较高的精度. NGD—50 实时差分 GPS 接收机实时动态定位精度小于 1 m,能满足小于 1:500 比例尺的水下地形测量的精度要求.

e. 操作方便. NGD—50 实时差分 GPS 接收机的操作十分方便,只需将各项电缆按要求连接好后,打开电源即可.计算机工作软件汉化显示,操作简便.

f. 自动化成图效率高.野外数据采集完毕,用 S—CASS 成图软件即可成图, S—CASS 成图软件由后处理软件、编图软件、绘图软件和符号库编辑软件组成,能绘水深图、水下地形图、地形图及特殊用图.该软件最大的特点是编辑功能强大,无论是对水深数据的处理,还是高程点、等高线的编辑,都比较适合测量人员的操作要求.

3 结 语

三峡工程大江截流世人瞩目,大量真实准确的测绘资料为大江截流的顺利实施提供了必要的保障,而成功地运用 GPS 技术实施控制测量和水下地形测量则是高新技术运用于测绘方面的具体体现,它不仅在三峡工程大江截流中起到了重要的作用,而且将会更广泛地运用于水电工程施工的其它领域.

(收稿日期:1998-06-01 编辑:熊水斌)

(上接第 49 页)

参考文献

- 1 JGJ/T90—92 建设领域计算机工程软件技术规范
- 2 杨秀兰. 水工混凝土结构 CAD 系统研制:[学位论文]. 南京:河海大学,1998
- 3 GB50199—94 水利水电工程结构可靠度设计统一标准
- 4 DL5077—1997 水工建筑物荷载设计规范
- 5 SL203—97 水工建筑物抗震设计规范
- 6 SL/T191—96 水工混凝土结构设计规范

(收稿日期:1999-02-03 编辑:熊水斌)