

跨海高程传递方法与实践

王 鹏, 姜庆峰, 尹成玉

(72946 部队, 山东 淄博 255000)

摘要: 阐述了跨海高程传递的基本原理和方法, 介绍了跨海高程传递数据采集及处理系统。跨距约 10.5km 的高程传递试验表明: 基于三角高程的高程传递方法在跨距 10km 左右能够达到三等水准精度, 严格的同步对向观测能够有效消除大气折光差的影响。

关键词: 跨海高程传递; 三角高程; 数据采集; 动态报表

中图分类号: P224

文献标识码: B

文章编号: 1671-3044(2011)02-0055-03

1 引言

跨海高程传递是建立海陆一体化大地基准的一种主要手段, 主要有测距三角高程法、短期验潮法以及基于高程异常差的 GPS 测量法^[1-3]。目前为止, 由于缺少充分的理论依据及实践基础, 我国的各级大地、水准测量法式中均没有对这种测量方法进行明确的定义及规范^[4-6]。为此, 研制了一套基于三角高程法的跨海高程传递数据采集及处理系统, 并结合生产任务, 进行了试验分析, 以期为海岛礁大地测量尤其是高程传递工作的展开提供技术参考。

2 基本原理与方法

如图 1 所示, (A, B) 、 (C, D) 分别为在陆地、海岛上建立的两处特制观测墩, 能够进行三角高程对向观测及卫星定位同步观测, 基本方法如下。

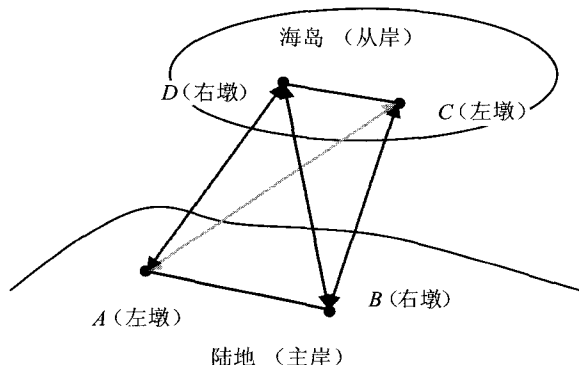


图 1 跨海高程传递示意图

(1) 参照传统高标制作模式, 设计了“仪器觇灯同中心”观测装置, 采用特制的回照器和回照灯作为照准目标。

(2) 垂直角测量采取两岸对向同步观测法, 基线长由 GPS 静态测量提供。

(3) 进行二等天文观测求取垂线偏差, 进行高差改正。

(4) 同岸两墩分别进行二等水准联测, 得到两个外部检核条件, 整个图形就能组成三个独立的闭合环, 以测线距离定权, 进行条件平差。

3 系统设计

3.1 数据采集及计算处理

数据采集系统包括徕卡系列全站仪、测量手簿 (Windows Mobile 5.0 以上, 内置蓝牙)、蓝牙转接口等, 数据传输遵循徕卡 GSI 数据结构。每个光段测量四条测线, 每条测线 16 测回, 顺序见表 1。

表 1 测线观测顺序

观测线路	主 岸		从 岸	
	仪器位置	照准位置	仪器位置	照准位置
A-C	主岸左墩	右方向	从岸左墩	右方向
A-D	主岸左墩	左方向	从岸右墩	右方向
B-D	主岸右墩	左方向	从岸右墩	左方向
B-C	主岸右墩	右方向	从岸左墩	左方向

数据处理系统包含光段内高差计算、光段间高差比对、条件平差三个部分。首先计算光段内各测线高差, 进而通过光段间较差排除粗差, 取合格光段的高差中数进行条件平差, 约束条件可取图 1 中任意三个独立闭合环。

3.2 数据报表

报表系统以常用的 Word 文档作为模板, 以基于 XML 的大地测量数据接口文档作为数据模型, 借

鉴 EL 语言(expression language)表达精确、简略,使用简单的优点,开发了以扩展 EL 语言来表达数据内容的高程传递动态报表系统,包括光段内高差报表、光段间高差互差报表、平差结果报表。

本系统核心为可解析扩展 EL 的引擎,该引擎可以识别报表模板中的 EL 标签,并使之与接口文档中的相应数据匹配,从而用变量实际数据替换标签,再以用户指定的文件格式输出报表。图 2 显示了系统的处理过程。

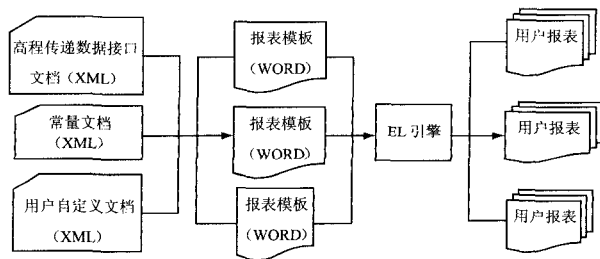


图2 报表系统组成图

4 实例分析

在跨距约 10.5km 的海湾处布设了试验场地,利用上文中的跨海高程传递数据采集及处理系统,对向同步观测了 4 条测线共计 37 个光段(上午、下午、晚上)。观测过程中,发现大气折光差为主要误差源,表现在不同光段同一测线、同一站标位置,垂直角跳跃较大,最大达到十几秒,但是同一光段中的图形闭合差却比较小,在厘米量级。为消除或减弱其影响,要求对向观测的每一条测线、每一测回的开始、结束都应尽量做到同步。

经过粗差去除后,得到 31 个合格光段,取中数,作为观测高差。另取已知二等水准高差($H_{\text{已}}$)及由大地高和试验地区的高程异常模型得到的正常高差($H_{\text{模}}$)作为外部检核条件,三者的数值及较差见表 2,平差结果见表 3。

表2 三组数据比较 单位:m

测线	$H_{\text{观}}$	$H_{\text{已}}$	$H_{\text{模}}$	$H_{\text{观}}-H_{\text{已}}$	$H_{\text{观}}-H_{\text{模}}$
A-D	6.569	6.615	6.616	0.046	0.047
A-C	6.361	6.387	6.375	0.026	0.014
B-C	6.361	6.392	6.370	0.031	0.009
B-D	6.582	6.620	6.611	0.038	0.029

由表 2~3 可知,该试验中四条测线的观测高差与已知高差、模型差的较差最大值为 4.7cm。由表 3 可知每千米高差中数中误差达到 5mm,传递误差达到 1.3km,高程传递精度达到三等水准测量精度。

表3 平差结果报表

路线	观测高差 /m	距离 /km	改正数 /mm	平差高差值 /m
A-B	0.005	0.018	0.0	0.005
A-D	6.569	10.496	16.7	6.586
A-C	6.361	10.512	-15.0	6.346
B-C	6.361	10.525	-10.2	6.351
B-D	6.582	10.510	8.5	6.591
C-D	0.240	0.025	-0.1	0.240
每千米高差中数中误差				± 0.005
C 点中误差				± 0.013
D 点中误差				± 0.013

5 结束语

(1)采用三角高程法进行跨海高程传递,在 10km 左右可达到三等水准测量精度。

(2)三角高程法进行跨海高程传递的主要误差源为大气折光差,消除或减弱其影响的有效措施是同步对向观测。

(3)本文设计的跨海高程传递数据采集及处理系统简便易用,特别是基于蓝牙的无线数据采集及人性化的动态报表方法,值得在各种大地测量实践中推广应用。

参考文献:

- [1] 王炳南. 跨海大桥工程控制网布设技术方案研究[J]. 世界桥梁, 2004(增刊): 50-51.
- [2] 王智楠. 远距离跨海水准测量[J]. 测绘通报, 1996(1): 30-34.
- [3] 花向红, 许承权, 范千. 跨海大桥高程基准统一新方法研究[J]. 测绘工程, 2009, 18(2): 1-8.
- [4] GB/T 12897-2006. 国家一、二等水准测量规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [5] GB/T 12898-2009. 国家三、四等水准测量规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [6] GB 22021-2008. 国家大地测量基本技术规定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [7] 赵冬青, 李昌贵, 吴凤娟. 个性化大地测量报表服务的实现[J]. 海洋测绘, 2008, 2(3): 68-71.
- [8] 李如忠. 利用 C# 自动生成产品汇总表[J]. 办公自动化杂志, 2009(2): 28-30.
- [9] 许亚武. 利用 XML 实现报表形式定义[J]. 广州大学学报·自然科学版, 2006, 5(10): 54-57.
- [10] 凌宇. 基于 XML 的动态报表的实现[J]. 计算机工程, 2004, 30(12): 607-609.

Methods and Practice of Cross-ocean Height Transfer

WANG Peng, JIANG Qing-feng, YIN Cheng-yu

(72946 Troops, Zibo, Shandong, 255000)

Abstract: The basic principle and method of cross-ocean height transfer are illustrated; the data collection and processing system are introduced. The transfer experiment about 10.5 km indicates that the height transfer method based on trigonometric leveling can achieve the accuracy of third-order leveling while the span is about 10 km, and the rigorous reciprocal observing method can reduce the influence of astronomic refraction error obviously.

Key words: cross-ocean height transfer; triangle height; data collection; dynamic report

征 文 通 知

根据中国测绘学会 2011 年学术交流活动计划安排,中国测绘学会海洋测绘专业委员会拟定于 2011 年 9 月在湖南省长沙市,召开“中国测绘学会第八届海洋测绘专业委员会第三次全体委员会议暨第二十三届海洋测绘综合性学术研讨会”。为了达到增进学术交流、提高学术水平、加强技术合作的目的,本专业委员会将编辑出版《全国第二十三届海洋测绘综合性学术研讨会论文集》,欢迎广大测绘工作者踊跃投稿。

论文撰写的具体要求如下:

(1) 论文应是反映海洋、江河、湖泊测绘领域内的有关理论研究、新技术和新方法应用、测绘生产、测绘仪器、教学探讨、科研管理等方面的内容。要求论点明确、论据可靠,具有一定的创新性和学术技术水平,字数在 8000 字以内(含插图和表格)。若是基金项目支持的论文,应注明项目名称和项目编号。

(2) 论文使用 A4 纸打印,正文内容使用五号宋体字,文中的公式、表格、图形和图像以及参考文献等要素,必须清晰准确、著录齐全;同时注明作者简介、从事工作或研究方向、单位、地址、邮编和联系电话等信息。具体论文格式可参照 2010 年的《海洋测绘》,否则不予受理。对有政治错误倾向、涉密嫌疑和无创新性的论文,本专业委员会一概不予受理。

(3) 作者务必在 2011 年 6 月 15 日以前,将论文打印稿以电子邮件方式(或拷贝光盘)报送海洋测绘专业委员会秘书处,逾期不予受理。

2011 年是《海洋测绘》创刊 30 周年。为纪念和庆祝这一盛事,在主办单位海军海洋测绘研究所的大力支持下,本专业委员会与《海洋测绘》编辑部联合,举办有奖征文活动。对获奖的作品将推荐在《海洋测绘》陆续发表。活动的具体要求和设置奖项,见本刊刊登的“《海洋测绘》——风采 30 年”有奖征文启事。

届时将邀请论文作者参加会议交流,会议的具体时间和地点将另行通知。

联系地址:天津市河西区友谊路 40 号;中国测绘学会海洋测绘专业委员会秘书处(300061)

联系人:王克平,蒋红燕,张 哲;电 话:022-84685080/84685068;E-mail:tjhcsh@163.com

中国测绘学会海洋测绘专业委员会

二〇一一年三月五日