

CORS 联合全站仪在潮滩海岸线测量中的应用

彭 聪^{1,2}, 周兴华², 库安邦^{1,2}, 许 军³, 孙维康²

(1. 山东科技大学 测绘科学与工程学院, 山东 青岛 266590; 2. 国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061;
3. 海军大连舰艇学院, 辽宁 大连 116018)

摘要: 针对目前海岸线确定技术多样的现状进行了基于粉沙淤泥质海岸潮滩海岸线实地测量的研究。应用 CORS 联合全站仪作业的测量模式获取潮滩海岸线上特征点的大地高, 讨论了该测量模式的最佳测量场景。最后将选取的 2013—2015 年间潍坊港验潮站部分验潮数据与实测数据统一归算到 1985 国家高程基准。验证结果表明: 实测潍坊地区潮滩海岸线正常高 2.77 m, 与验潮数据互差不超过 3%。

关键词: CORS; 全站仪; 潮滩海岸线; 正常高; 高程基准

中图分类号: P228.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-5867(2018)06-0141-03

Application of CORS Combined with Total Station in Tidal Flat Coastline Measurement

PENG Cong^{1,2}, ZHOU Xinghua², KU Anbang^{1,2}, XU Jun³, SUN Weikang²

(1. College of Geomatics, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China;
2. The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China;
3. Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China)

Abstract: Aiming at the current situation of the different technologies of coastline determination, this paper studies the tidal flat coastline field measurement based on silty sand coast. In this paper, the geodetic height of the characteristic points on tidal shoreline is measured by CORS combined with Electronic Total Station and have made a discussion about the best measurement scenario of the measurement mode. Finally, take the partial tidal data selected from Weifang port tide gauge station during 2013~2015 and the measured data together calculated to 1985 National height datum, the verification results show that the normal height of tidal flat coastline in Weifang area is 2.77m which have a difference no more than 3% compared with tide data.

Key words: CORS; electronic total station; tidal flat coastline; normal height; height datum

0 引 言

在一般粉沙淤泥质海岸(又称潮滩海岸),潮汐在岸滩上的反复冲刷会产生由海岸植物、贝壳以及细粒物质等组成的较明显的痕迹线,即潮滩海岸线(如图1所示),一般定义为平均高潮位在岸滩上形成的痕迹线^[1]。由于潮汐、风暴潮和泥沙侵蚀淤积等的不断作用,潮滩海岸线的位置不断变化。因此,监测潮滩海岸线的变化是海岸带演变研究和管理中一项非常重要的任务。目前,潮滩海岸线变化研究主要基于实地测量和遥感技术提取两种方式,而 LiDAR 技术提取海岸线法在国内尚处于起步阶段。王艳^[2]等利用实测海图等资料和差分 GPS 定位得出渤海湾曹妃甸 20 世纪 80 年代以来的海岸剖面堆积侵蚀变化规律和沉积特征。韩志远^[3]等综合遥感和 GIS 技术,

提取了福建文渡湾海域的潮滩水边线,对比不同年份潮滩等高线进行了潮滩地形冲淤变化的研究。基于遥感技术提取海岸线受影像质量影响较大,一般精度偏低,直接提取卫星过境时的水边线虽精度较高,但无法应用于地形变化较大的地区。而实地测量单纯利用 GPS 技术往往会遇到卫星信号不稳定的情况影响测量实施进度。由此可见,为获取高精度现场的潮滩海岸线资料以及应付不同复杂地形的测区,需要一种互补性很强的作业方式。

1 测区概况

山东省海岸地带资源丰富,不同岸段所处自然地理条件各异,致使山东海岸地貌类型也复杂多样^[4]。为进行潮滩海岸线位置变化的研究,本文选取了山东省威海市和潍坊市两地的潮滩海岸作为研究区。威海市位于山

收稿日期: 2017-03-06

作者简介: 彭 聪(1993-),男,江西景德镇人,测绘工程专业硕士研究生,主要研究方向为海洋测绘。

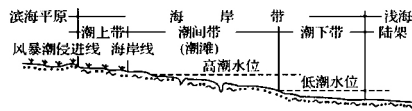


图1 潮滩海岸线的位置示意图
Fig.1 Sketch map of tidal flat coastline

东半岛东端, 海岸长期处于基本稳定的状态, 潮汐类型多属不规则半日潮和正规半日潮, 潮差大小和距无潮点的距离呈正相关。潍坊市位于山东半岛中部, 具体位置选在了北临典型粉沙质海岸莱州湾的潍坊港, 该海区潮汐类型为规则半日潮, 潮流呈往复流性质。

2 CORS 联合全站仪测量

在范围小且地形变化较大的地区, 遥感技术由于无法获取高精度的地形图使其应用受到限制。而 GPS 作业尽管有操作简便、实时性强、灵活性大等优点, 但在某些危险地区由于测量人员不能到达而无法应用, 全站仪野外测量采用无棱镜模式则能测量以测站为中心的 400 m 范围。同时, 在无控制点的测区 GPS 能为全站仪测量提供高精度的测站点坐标。由此可见, GPS 和全站仪二者在潮滩海岸线测量中具有很强的互补性。如图 2 所示, 本文外业数据采集采用 CORS 联合全站仪作业的模式进行潮滩海岸线的测量, 探讨其联合作业适应的最佳野外测量场景, 提高潮滩海岸线数据采集的效率和精度, 实现对潮滩海岸线的精确测量。

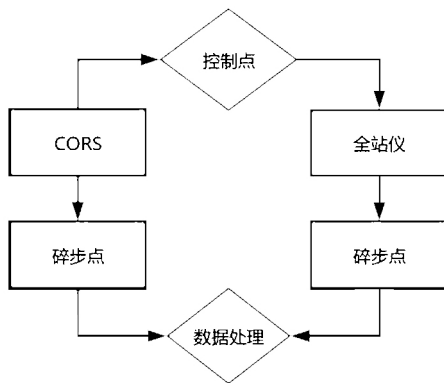


图2 联合作业流程
Fig.2 Process of joint measurement

2.1 CORS

连续运行参考站网络 (CORS) 是全球卫星定位导航系统 (GNSS) 的技术革新^[5], 由 GNSS 参考站网、控制中心、数据中心、通信网络、用户应用终端等子系统组成^[6]。CORS 的实现提供了一个不间断地面信息源采集系统, 成为坐标框架建设和维持的主要技术手段和基础设施。SDCORS 是山东省于 2010 年初建成的连续运行卫星定位参考站综合服务系统, 顾及此次外业测量测区分布在山东省威海、潍坊两地, 故采用 SDCORS 测量为主、全站仪测量为辅的作业模式。SDCORS 测量需要一张已激活的

SIM 卡用于接收机的数据传输和通信。

CORS 进行外业测量具有操作简便、成本低、精度高、实时性强、覆盖率广等优点^[7], 在地形简单、天空开阔的码头或水平遮挡物较多的居民区, CORS 测量都是碎步点采集的首选作业方式。在海岸线数据采集作业中, CORS 测量也不可避免地存在 CORS 信号不稳定, 甚至 CORS 信号好但得不到稳定固定解的情况, 基于此类情况可以采用接收机天线指南, 在作业菜单选项中选择“RTK 重新初始化”, 或更换 GPS 接收机的方式解决, 重新得到固定解后静候几分钟以得到稳定的固定解。

2.2 全站仪

全站仪是一种集测角、测距、记录、计算于一体的仪器, 使测绘工作的高度自动化、数字化和内、外业一体化由理想变成了现实^[8]。其在实现测量、计算等功能的同时可自动显示、存储和数据输出。

测量作业在威海、潍坊两地的临海偏远地区, 为避免有 CORS 信号不稳定或解算质量差的情况, 同时为了方便某些地形的测量, 此次外业测量携带了一台徕卡 TS02 型全站仪。TS02 型全站仪的无棱镜模式可以在不架设反射棱镜的情况下获取一定距离范围内目标的三维坐标, 标称无棱镜模式距离达 400 m, 实际作业时测站距离待测特征点 200—300 m 范围不等。需要注意的是, 当测程大于 500 m 时, 无棱镜模式的测量精度为 $4\text{ mm} + 2 \times 10^{-6} D$ 。

无反射棱镜全站仪进行外业测量具有效率高、使用范围广、测距远、安全性好等特点^[9], 加上全站仪等测绘仪器价格的大幅降低使得全站仪成为测绘外业工作中用来大量采集的碎部点重要仪器。然而全站仪作业对通视程度要求高、受地形影响大的缺点成为限制其发展的因素。在潮滩海岸线数据采集作业中, 选择合适的测站点针对某些特殊的呈线状展开的地物如堤坝、沙滩、桥墩等进行测量, 可最大限度地规避通视度和地形的影响, 发挥全站仪作业的便捷性和准确性。在测区进行实地踏勘后选择合适的点位作为测站点, 同时选择点位作为后视点, 利用 CORS 测量得到测站点和后视点的三维坐标并在对中整平后将其输入全站仪中以完成设站的准备工作, 设站完毕后便可对潮滩岸线进行测量并保存。

2.3 联合测量场景

CORS 联合全站仪测量的作业方式可以充分发挥两者的优点, 使其在面对复杂的野外测量环境时能保证测量的实施进度。本文外业测量选择的是粉沙淤泥质海岸, 因此, 其痕迹线的确定主要依赖植物碎屑、贝壳以及细粒物质等组成的垃圾分布线。现场测量是在这条典型痕迹线附近每隔一定距离采集海岸线特征点, 根据不同的地形和测量环境, 测量仪器的选择也不相同, 具体原则如下:

1) 选择 CORS 测量

① 全站仪对视野有放大作用, 某些远观时对比清晰的岸线在全站仪观测中容易与背景混淆, 难以识别。

② 水平遮挡物较多或全站仪无合适设站点可以将待测痕迹线全部观测。

③ CORS 测量能满足 24 h 全天候作业,在能见度低、受环境干扰大的情况下有着全站仪不可比拟的优势。

2) 选择全站仪测量

① 无棱镜全站仪在风浪大的海边以及测量人员无法到达或存在安全隐患的地方相比 CORS 测量能最大限度地实现安全生产。

② 潮滩岸线痕迹线位于堤坝的下方,采用 CORS 测量时当对中杆到达痕迹线附近时接收机几乎与堤坝齐平使得 CORS 测量得不到高精度的固定解。

③ 在地形起伏大、CORS 作业难度高的测区,无棱镜全站仪测量可减轻劳动强度,提高作业效率。

潮滩海岸线实地测量也存在痕迹线不明显、宽度不一以及小范围内岸线高程不一致的现象,同时,对测量人员的要求比较高,需要统一痕迹线判别标准,必要时需联系潮汐预报模型进行高程比对判别。尽管实地测量痕迹线有着上述的各种不足,但该测量方法实地性强,获取的数据精度高、可靠性好。

3 数据分析

通过 CORS 联合全站仪测量在威海、潍坊两地的粉沙淤泥质海岸分别获取 60 组潮滩海岸线实测数据,如图 3、图 4 所示,威海地区与潍坊地区潮滩海岸线大地高分别约为 1.5 m 与 11.4 m,威海、潍坊两地潮滩海岸线大地高差值约 10 m。全站仪与 CORS 测量得到的数据差值均值在高程上差约 -0.1 m 与 0.1 m。两种测量方式的均方差都在 0.1—0.2 m 之间,表明了 CORS 联合全站仪在潮滩海岸线测量中的稳定性。

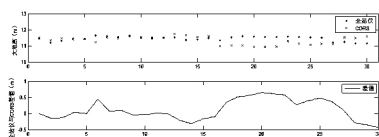


图 3 威海测区数据

Fig.3 Data measured in Weihai

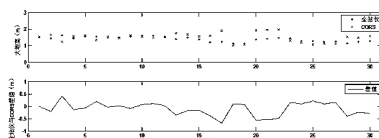


图 4 潍坊测区数据

Fig.4 Data measured in Weifang

CORS 和全站仪两种测量方式在潮滩海岸线测量作业中精度都较均匀,实测数据离散程度都很低,数据可靠性高。个别点位差值较大,最大达 0.6 m,分析原因可能是个别测段测量作业时由于环境干扰大影响了该段潮滩海岸线的判别。

为更好地评价 CORS 联合全站仪测量的作业模式,选取了潍坊港验潮站 2013—2015 年部分潮高数据进行对比。考虑到实测数据与验潮数据的高程基准不同,须将

其归算到统一高程基准面,本文采用 1985 国家高程基准。由于我国高程系统采用正常高高程系统,因此,实测数据须按大地高和正常高的关系进行归算,如公式(1)。验潮数据归算遵循验潮站验潮零点高程关系。

$$H = H_{\text{常}} + h \quad (1)$$

式中, H 为大地高, $H_{\text{常}}$ 为正常高, h 为高程异常。本文潍坊地区高程异常值由山东省卫星定位综合服务中心提供。

如图 5 所示,上下半区分别为实测数据与验潮数据归算到 1985 国家高程基准后所得的正常高,除去个别数据波动较大,实测数据与验潮数据基本吻合,其均值分别为 2.77 m 和 2.71 m,互差不超过 3%,表明了 CORS 联合全站仪应用于潮滩海岸线测量的可靠性与实际意义。

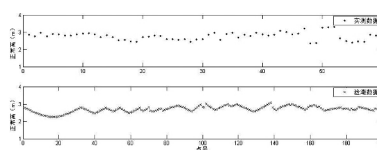


图 5 正常高数据

Fig.5 Data in normal high

4 结束语

现阶段海岸线提取工作中,实地测量痕迹线法还将持续较长一段时间^[10]。本文采用 CORS 联合全站仪对粉沙淤泥质海岸的潮滩海岸线进行测量,结合各自的特点探讨了其所适应的最佳测量场景,针对实际外业测量中可能遇到的问题给出了相应的解决和预防方案,为后续研究外业测量准备工作提供基础的参考。通过与已有验潮数据的对比分析,说明 CORS 联合全站仪测量在潮滩海岸线测量作业中的高精度、高可靠性,对于进一步完善海岸线科学定义,形成平均大潮高潮面传递技术,发展海岸线综合确定技术有着不可估量的作用。尽管实地测量痕迹线法在潮滩海岸线测量中实地性强、可靠性好,但在实际测量工作中,仍须根据不同的海岸类型选择不同的海岸线测量方法,充分发挥各种新技术、新方法的优点,提高海岸线测量的效率和精度。

参考文献:

- [1] 刘燕春,张鹰. 基于遥感岸线识别技术的射阳河口潮滩冲淤演变研究[J]. 海洋通报,2010,29(6): 658-663.
- [2] 王艳,柯贤坤,贾玉连,等. 渤海湾曹妃甸 80 年代以来海岸剖面变化研究[J]. 海洋通报,1999,18(1): 43-51.
- [3] 韩志远,李孟国. 基于遥感和 GIS 的福建文渡湾海域潮滩演变研究[J]. 海洋学研究,2015,33(3): 42-47.
- [4] 李善为,夏东兴. 山东海岸地貌发育特征[J]. 海洋湖沼通报,1981(3): 39-45.
- [5] 李晓亮. CORS 系统的构建与应用[D].北京:中国地质大学(北京),2014.

(下转第 146 页)

通过专题图层的多次叠加,根据权值分析找出适宜产生矿产条件的区域,最终预测可能产生矿产资源的靶区,并获取现有采矿钻孔数据,对模型分析的结果进行验证。

2.5 系统平台的研发

研发三维地质空间资源综合管理平台,通过系统平台对山东莱州-招远地区金矿整装勘查区范围内遥感影像、基础地理、地质和矿产等空间信息资源集群化管理,提供一张图管理、勘查规划、储量管理、矿山管理、矿业权管理、矿山压覆分析、重点矿山三维展示、三维地质展示以及三维找矿综合分析等功能,实现了地质矿产成果展示立体化、动态化和数字化。

3 结束语

通过全面搜集并总结近15年来我省地质勘查工作的新成果、新进展、新发现和新认识,按照统一坐标系、统一成果标准、统一数据库标准,收集整理和分析研究了山东省莱州-招远地区金矿整装勘查区范围内的地质空间资源,提供直观的地下空间展示,使地质矿产成果展示立体化、动态化和数字化,为今后的地质勘查工作管理与部署提供基础平台,从而有效提升地质工作管理水平。

参考文献:

- [1] 徐新山,张志华.基于 WebGL 的地层体信息三维可视

(上接第 140 页)

4 结束语

本文建立了基于 GeoJSON 的异构数据集成模型,利用 GeoJSON 数据信息流传输系统数据,提高了异构子系统内空间地理信息数据的集成效率。通过实验证明了模型的数据转换以及数据传输效率都要优于传统的 XML 数据集成方式。利用实验中增设不同的数据库管理系统证明了模型具有较高的通用性及扩展性,在实际应用中加入新的数据库管理系统时只需添加相应的数据交换子节点即可以完成系统的扩展。

参考文献:

- [1] 许峰,张雪洁,李凤生,等.XML 数据集成平台的研究与应用[J].计算机工程与设计,2009,30(13):2312-2315.

(上接第 143 页)

- [6] 刘经南,刘晖,邹蓉,等.建立全国 CORS 更新国家地心动态参考框架的几点思考[J].武汉大学学报:信息科学版,2009,34(11):1261-1265.
[7] 冯钟鸣,惠理军. CORS 在工程测量中的应用及发展趋势[J].中国水运(下半月),2010(4):79-80.
[8] 马洪滨,高福聚.全站型电子速测仪的发展与应用[J].

化[J].测绘与空间地理信息,2016,39(11):65-68.

- [2] 朱良峰,潘信,吴信才.三维地质建模及可视化系统的设计与开发[J].岩土力学,2006,27(5):828-832.
[3] 罗智勇,杨武年.基于钻孔数据的三维地质建模与可视化研究[J].测绘科学,2008,33(2):130-132.
[4] 唐楨,张新长,曹凯滨.基于 Skyline 的三维技术在城市规划中的应用研究[J].测绘通报,2010(5):10-12
[5] 肖兴平.基于 GIS 的环境地质调查综合数据库建设体系研究[J].测绘与空间地理信息,2016,39(1):21-23.
[6] 侯彦娥,党兰学,李许.基于 Silverlight 的三维地形网络可视化[J].河南大学学报:自然科学版,2015,36(3):354-359.
[7] 赵欣.基于 WEBGIS 技术的燃气管网信息系统的建立[J].科技资讯,2015(5):16.
[8] 夏红梅,张欣景,张文娟.基于 Terra Vista 构建三维虚拟场景研究[J].系统仿真技术,2015,11(3):270-275.
[9] 明镜.基于钻孔的三维地质模型快速构建及更新[J].地理与地理信息科学,2012,28(5):55-59.
[10] 李玲梅,王山东.三维地质模型分析概述[J].工业控制计算机,2012,25(1):77-78.

[编辑:刘莉鑫]

- [2] 陈桦,麻凤梅,韩艳艳.基于 XML 的异构数据集成模式的研究[J].微电子学与计算机,2009,26(1):137-140.
[3] 高静,段会川.JSON 数据传输效率研究[J].计算机工程与设计,2011,32(7):2267-2270.
[4] 陈玮,贾宗璞.利用 JSON 降低 XML 数据冗余的研究[J].计算机应用于软件,2012,29(9):188-190.
[5] 谢宝智,王刘凯.基于 XML 和 WebService 的数据集成中间件[J].信息技术,2010,28(1):90-94.
[6] 古方舟,沈波.JSON 数据交换格式在异构系统集成中的应用研究[J].铁路计算机应用,2012,21(2):1-4.
[7] 韩敏,冯浩.基于 JSON 的地理信息数据交换方法研究[J].测绘科学,2010,35(1):159-161.
[8] 陈德权.基于 GeoJSON 的 WFS 实现方式[J].测绘科学技术学报,2011,28(1):66-69.

[编辑:张曦]

- [6] 刘经南,刘晖,邹蓉,等.建立全国 CORS 更新国家地心动态参考框架的几点思考[J].武汉大学学报:信息科学版,2009,34(11):1261-1265.
[7] 冯钟鸣,惠理军. CORS 在工程测量中的应用及发展趋势[J].中国水运(下半月),2010(4):79-80.
[8] 马洪滨,高福聚.全站型电子速测仪的发展与应用[J].

黑龙江测绘,1996,19(3):32-35.

- [9] 朱顺平,薛英.无反射棱镜全站仪及其测试[J].测绘通报,2001(3):41-42.
[10] 于彩霞,王家耀,许军,等.海岸线提取技术研究进展[J].测绘科学技术学报,2014,31(3):305-309.

[编辑:张曦]