

FJCORS 系统在海堤测量中的应用

陈崇武

(福建省测绘院 福建 福州 350003)

摘要:具有实时定位服务功能的连续运行卫星定位服务系统(CORS)是当代GPS发展的热点之一。本文从系统组成、技术指标等方面详细介绍了FJCORS结合实例论述其在海堤测量中的应用。

关键词:FJCORS系统;海堤测量;应用

中图分类号:P229;P228.4 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2012)02-0132-03

Application of FJCORS to the Seawall Measurement

CHEN Chong-wu

(Fujian Surveying and Mapping Institute, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Continuously operating reference station is the hot topic of the field of GPS development. The paper introduces FJCORS in terms of its composition, technical indicators and so on, and discusses its application to the seawall measurement with the practical examples.

Key words: FJCORS system; seawall measurement; application

0 引言

福建沿海地区是海洋灾害频发的地区。风暴潮、巨浪、赤潮、溢油以及海平面上升、海水入侵、海岸侵蚀等海洋灾害,严重影响了福建省沿海经济的发展。随着福建省沿海经济的迅速发展,沿海人口及海洋经济产值的剧增,海洋灾害造成的损失亦呈急剧增长的趋势。

为了进一步开发利用海洋,发展福建省沿海地区的经济,福建省政府提出了“海洋强省”,建设“海洋经济大省”等战略。为配合这一战略的实施,更好为福建省的海洋经济建设服务,必须加强海洋防灾减灾决策支持系统建设,提高管理决策的科学性和合理性。因此,福建省海洋环境与渔业资源监测中心拟实施“福建省海洋灾害监测及预警预报系统基础建设之福建省沿海重点岸段测量及海洋防灾减灾地理支持系统建设项目”。本项目从提高预防能力和减轻海洋灾害的角度,整合现有福建省海岸带地理信息资源,开展海堤等重点岸段高程实测,完成海堤数据整编及分类,并集成海洋防灾减灾相关业务系统,建设海洋防灾减灾辅助决策支持系统,提高海洋防灾减灾管理决策的科学性和实效性,保障海峡西岸经济区持续、健康发展。现结合FJCORS系统在海堤测量实例,阐述其在海堤测量中的应用。

1 FJCORS 简介

1.1 系统概述

福建省连续运行卫星定位综合系统(Fujian Continuously Operating Reference Station, FJCORS)是我国华东地区省级的连续运行参考站网络系统,它不仅可以向省内测绘用户提供高精度、连续的时间和空间基准,并可向精密导航、精密定位、抗灾减灾等应用提供数据服务,是空间数据基础设施的最为重要的组成部分,也是数字福建多种空间数据采集的基准参考框架,有利于促进海峡西岸经济区建设。

FJCORS系统建设由福建省测绘局组织实施,并和福建省气象局、福建省地震局及其他单位合作,本着“因地制宜”的原则,整合利用本地已有资源,避免重复投资,实现统一协调管理、统一发布数据,达到一网多用、数据共享的目的。

1.2 系统组成

FJCORS由参考站网子系统、数据通讯子系统、控制中心子系统、数据中心子系统和用户应用子系统等五个主要部分组成。

1) 参考站网子系统

主要构成设备有GPS接收机、GPS天线、UPS电源系

收稿日期:2011-01-10

作者简介:陈崇武(1976-),男,福建同安人,工程师,学士,主要从事工程测量与控制测量工作。

统等,负责卫星定位数据踪、采集、记录和传输等工作。

2) 数据通讯子系统

由数据专线、路由器、交换器等组成,负责参考站到控制中心的实时数据传输、差分数据广播及事后数据发布。

3) 控制中心子系统

服务器、网络设备、数据传输发送设备、UPS 电源、数据记录设备,负责各参考站卫星定位数据分析、处理、计算、存储;VRS 系统建模、VRS 差分改正数据生成、传输、记录。

4) 数据中心子系统

负责数据管理、维护和分发,同时进行用户管理,并为用户提供服务。

5) 用户应用子系统

主要由 Internet 链路、GSM/GPRS 链路组成,针对不同精度要求的用户,系统自动分别发播不同差分信息。

1.3 性能及作业模式

FJCORS 应具有可扩展性(包括覆盖范围的扩展,服务领域、服务对象的扩展)、设备兼容性(包括参考站及流动站用户)、前瞻性,且关键技术均应能得到验证,遵循以下基本原则。

- 1) 在满足系统技术要求的条件下以最少的参考站、合理的分布实现最大的覆盖;
- 2) 有利于工程总体目标的实现及系统的分步建设;
- 3) 采用目前最先进、最完善的 GPS 参考站网建设技术;
- 4) 系统结构应该体现设计简洁、实用、操作简便和低成本运行的概念,建立可靠性高、能够满足将来需求增长的系统;
- 5) 完全立足于现有通讯技术,统一标准、统一管理,提高效率。

CORS 系统具有跨行业的特性,可面向各种类型的用户,不再局限于测绘领域及设站的单位与部门;可同时满足不同需求的用户在实时性方面的差异,能同时提供 RTK、静态或动态后处理、以及实时高精度定位的数据服务;能兼顾不同层次的用户对定位精度指标的要求,提供覆盖 m 级、cm 级、mm 级的数据。CORS 系统覆盖范围广、作业效率高,一次投资永久受益的特点使之成为城市建设的新宠儿。它不仅可提供稳定、统一的参考坐标系给所有用户共享,规范基础测绘数据,而且能提高作业区域的精度一致性,降低系统误差,提高外业数据质量。更为重要的是它提高生产效率,作业也从多人向单人转变,单人测量系统成为 GNSS 的主流作业模式。

2 基于 FJCORS 网海堤测量

海堤测量包括:海堤测点选择;海堤测点埋设;海堤测点的观测。

2.1 海堤测点选择

观测点在海堤上布设,在较为平坦的直线堤段可增

加测量间距;在遇到海堤主要转折点、高程变化较大的交接处、水闸、崩塌口、防浪墙等位置时,根据实际需要加密布设观测点。海堤测点一般以平均间隔距离 50 m 进行布设。在海堤的转折处,应在堤上距折角约 1 m 处埋设点位,如图 1 所示;在有防浪墙的岸段,应在防浪墙与海堤相交的内侧距离约 1 m 处埋设点位,如图 2 所示;遇到水闸处,应至少加密 1 个点,点位应在距水闸一端的 1 m 处,点位的布设则采用图 1 或图 2 均可。

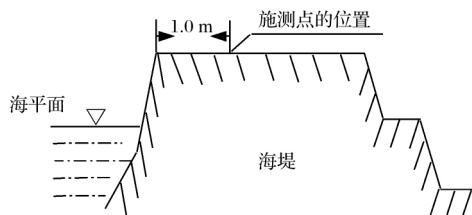


图 1 海堤转折处埋设点位示意图

Fig. 1 Point burying at the turning point of seawall

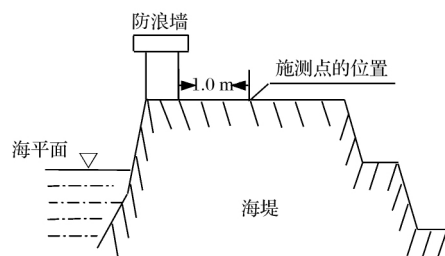


图 2 有防浪墙岸段埋设点位示意图

Fig. 2 Point burying at the bank of wave-protecting wall

2.2 海堤测点埋设

海堤测点分为埋石和不埋石两类。埋石可新埋设或利用符合要求的其他单位标志,埋石点间距不大于 500 m,且要保证至少有一个通视方向,标志面不得高于周边 1 cm;不埋石标志可以使用带有中心标志的 5 cm × 5 cm × 15 cm 木桩,标志面不得高于周边 1 cm;或在水泥地、石块上刻“+”字,周围用红油漆画出 10 cm × 10 cm 的框。

2.3 海堤测点的观测

海堤测量时主要使用 GPS - RTK、全站仪或者两者结合使用。文中实例主要使用实时动态测量(GPS - RTK)方法进行海堤测点观测,GPS - RTK 测量时应遵循以下要求。

- 1) 观测待定点之前先设置机内精度。机内精度指标预设点为点位中误差 ±3.0 cm,高程中误差 ±3.0 cm,观测时注意点位几何图形强度因子 PDOP 应不大于 6;
 - 2) 流动站使用三脚架,在对中、整平、开机后 30 s 开始观测,在每个控制点观测两次,间隔不小于 30 s,双观测值的点位坐标差 ≤ ±5.0 cm,取中数作为最终成果。
- 当海堤测点位于 GPS - RTK 无法施测的地方时,则

需要引测海堤测点。具体做法如下:在观测点附近选取一对 GPS-RTK 过渡点(实地打桩或做标记,过渡点间的距离一般应大于观测点到过渡点间的距离)作为定向边,用电磁波测距支导线或测距高程支导线、等外水准或测图水准等方法联测观测点的平面和高程坐标。

2.4 FJCORS 网测点精度分析

本文在具体实践中,通过已知点检核和多次观测等

方法来提高 FJCORS 用于海堤测量的精度。

2.4.1 已知控制点检核精度分析

在海堤测量中我们每天进行测量时,都要先对测区已知的最近 C 级点或更高级别的点进行多次 RTK 测量得到该点 3 维坐标并与已知值进行比较,看能否达到要求。其中对 3 个已知点检核数据比较见表 1。

表 1 控制点检核数据
Tab.1 Examination of control point data

点名	已知点/m			检核数据/m			较差/cm		
	X	Y	H	X	Y	H	ΔX	ΔY	ΔH
C1	2 882... 803	769... 306	19.272	2 882... 190	769... 285	19.242	1.3	2.1	3
C2	2 889... 540	761... 690	275.618	2 889... 532	761... 685	275.662	0.8	0.5	-4.4
C3	2 840... 403	771... 513	60.360	2 840... 397	771... 503	60.383	0.6	1	-2.3

由表 1 可以看出,3 个检查点的平面较差都小于 ± 3 cm,高程较差都小于 ± 6 cm,符合设计要求。

2.4.2 海堤测点多次观测值互差精度统计

在进行测点测量时为了保证每个点的观测精度的可靠性,在生产中我们采用两次观测的方法,来辨别粗差。

通过两次观测,得到两组 3 维坐标,通过分析比较,可以发现观测值异常情况,得到正确的观测值,在剔除粗差后,取平均值作为该点的最终成果。对测区部分测点的两组观测值比较见表 2。

表 2 海堤测点多次观测值互差精度统计
Tab.2 Mutual deviation on accuracy of seawall survey point by multiple observations

点名	第一次观测坐标/m			第二次观测坐标/m			较差/cm		
	X	Y	H	X	Y	H	ΔX	ΔY	ΔH
039001	2 883... 436	455... 328	5.551	2 883... 456	455... 338	5.555	-2	-10	-0.4
039002	2 883... 857	455... 994	5.580	2 883... 861	455... 974	5.579	-0.4	2	0.1
039003	2 883... 564	455... 435	5.445	2 883... 528	455... 437	5.429	3.6	-0.2	1.6
039004	2 883... 777	455... 366	5.402	2 883... 735	455... 356	5.375	4.2	-1	2.7
039005	2 883... 914	455... 500	5.461	2 883... 916	455... 512	5.460	-0.2	-1.2	0.1
039006	2 883... 451	455... 801	5.468	2 883... 475	455... 829	5.475	-2.2	-2.8	-0.7
039007	2 882... 488	455... 052	5.487	2 882... 465	455... 058	5.499	2.3	-0.6	-1.2
039008	2 882... 289	455... 712	5.492	2 882... 272	455... 734	5.499	1.7	-2.2	-0.7
039009	2 882... 586	455... 907	5.567	2 882... 586	455... 905	5.561	0	0.2	0.6
039010	2 882... 139	455... 365	5.474	2 882... 148	455... 338	5.490	-0.9	2.7	-1.6

由表 2 可以看出,测点的两组观测值较差均小于 ± 5 cm,观测精度良好,成果可靠性高。经统计福建海堤测量的精度良好,外业返修率低,且比常规方法省时、省力。

3 基于 FJCORS 网海堤测量的优点

在实际工程中,FJCORS 系统在这些测量任务中都能发挥很好的作用,而且其测量优势也非常明显。与传统测量方法相比,其主要优点如下:第一,能够全天候地在测段内的任何区域展开工作;第二,使用 CORS 系统能提高测量精度,而且操作简便从而减轻测量人员的工作负担和劳动强度;第三,测量时间短,能够在很短的时间内(30 s)准确地测

出每个测点的厘米级 3 维坐标和 WGS-84 系经纬度,而且不用任何后处理。与采用静态 GPS 测量相比,极大地提高了生产效率,数学精度也有可靠的保证。

4 结束语

FJCORS 现在已经进入系统试运行阶段,向福建动态大地信息网络的形成、实时网络化的城市大地测量迈出了坚实的一步。利用 FJCORS 进行测量,不受大气、地形、通视等条件的限制,操作简便,机动性强,工作效率比传统方法提高数倍,大大节省人力,不仅完全能够达到测量的精度要求,而且误差分布均匀,不存在误差积累问题。

(下转第 144 页)

- 法[J]. 高校应用数学学报, 1998, 13(增刊): 1-8.
- [3] 张江印. 计算机绘制光滑曲线的设计方法[J]. 德州师专学报, 1994, 10(2): 25-28.
- [4] 朱建伟. 关于光滑曲线概念的深入探讨[J]. 长江大学学报, 2009, 12(4): 129-130.
- [5] 庄重, 肖铮. 基于 B 样条插值法的曲线光滑处理技术及应用[J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(15): 4 000-4 001.
- [6] 李佐锋, 李瑞江, 尹家珍. 曲线拟合的目标规划方法[J]. 长春邮电学院学报, 1994, 12(2): 47-51.
- [7] 王琨琪, 李平. 一种光滑曲线的圆弧拟合新方法[J]. 西
- 安工业学院学报, 1994, 14(3): 243-247.
- [8] 李旺挥, 肖仲怀. 常用曲线的拟合[J]. 工业技术, 1995, 29(2): 8-10.
- [9] 许恺. 三种曲线拟合方法的精度分析[J]. 上海铁道大学学报, 1996, 17(3): 26-30.
- [10] 徐进军, 张洪波. 曲线拟合中的几个问题[J]. 四川测绘, 1997, 20(3): 117-118.
- [11] 王新葵. CAD 中线图的曲线拟合[J]. 机械设计, 1997, 12(2): 18-20.

[编辑:宋丽茹]

(上接第 134 页)

比起单基站 RTK 技术来说,更是克服了随着作业半径的增大,精度和可靠性降低的作业瓶颈,使得定位精度更高,数据的安全性和可靠性得到提高而且不存在误差的积累。同时也要注意以下问题:为保证 FJCORS 测量精度,尽可能地检测一定数量的测区内和相邻的控制点进行检核。

FJCORS 测量技术在海堤测量中的应用,对测量手段和作业方法产生了重大改变,在满足项目精度要求的同时极大地提高了效率,而且不仅在测绘界,同样在灾后重建、地震监测等都有着广阔的应用前景,为我国国民经济发展带来了可观的经济效益。

参考文献:

- [1] 刘经南,刘晖. 连续运行卫星定位服务系统——城市空

间数据的基础设施[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2003, 28(3): 259-264.

- [2] 祁芳,刘晖. GPRS 技术在 CORS 系统中的应用[J]. 全球定位系统, 2003, 28(1): 37-40.
- [3] 张振军,谢中华,冯传勇. RTK 测量精度评定方法研究[J]. 测绘通报, 2007(1): 26-28.
- [4] 张帆. FJCORS 参考站的选址与试验数据分析[J]. 地理空间信息, 2009, 7(3): 74-76.
- [5] 孙涛. 连续运行参考站系统(CORS)实现方法[J]. 科技信息(学术研究), 2008(27): 206-208.
- [6] 刘承晖. CORS 技术在铁路勘测中的应用[J]. 铁道勘察, 2009(5): 54-17.

[编辑:胡雪]

(上接第 137 页)

DLG 数据重叠效果不理想。实际操作时,一般都选择 10 个以上控制点,这样纠出的调绘片可改变在扫描过程中产生的变形,并可保证良好精度要求。

实践证明,利用精纠后的调绘片叠加到 DLG 数据中作为底图对地物进行数据编辑,精度要高于对照调绘片编辑的精度,同时图内独立地物的定位问题都得以解决,且不漏绘地物,生产进度较快,是一种值得推广的方法。

参考文献:

- [1] 孙家柄. 遥感原理与应用[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2003.
- [2] 贾永红. 数字图像处理[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2003.
- [3] 党安荣,王晓栋,陈晓峰. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.

[编辑:胡雪]

(上接第 141 页)

空间对象进行全方位的交互,而且可以对其中的空间对象进行数据挖掘,探索其中隐含的逻辑规律,对未来状况进行预测,并制订出合理、可行的解决方案等。因此,对管线进行可视化在工程应用中起到越来越大的作用。并且 3 维管线图能正确的判断地下管线的布设情况,认知不同类型管线之间错综复杂的空间交错情况,有效地提高管线施工的效率,预防错挖引起的各种事故的发生。

参考文献:

- [1] 田应中,张正禄. 地下管线网探测与信息管理[M]. 北京:测绘出版社, 1997.

- [2] 廖朵朵,张华军. OpenGL 三维图形程序设计[M]. 北京:星球地图出版社, 1996.
- [3] 陈应松. OpenGL 在数字化货车超限监测模拟仿真中的应用研究[D]. 成都:西南交通大学硕士学位论文, 2003.
- [4] 朱庆. GIS 中三维模型的设计[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2003, 28(3): 283-287.

[编辑:宋丽茹]