

文章编号: 1001-411X(2000)02-0001-04

GPS 在沿海围垦动态监测中的应用

王建武¹, 肖红生¹, 张利民²

(1 华南农业大学热带亚热带生态研究所, 广东 广州 510642; 2 华南农业大学农业工程技术学院, 广东 广州 510642)

摘要: 采用 Magellan ProMARK X-CM 手持 GPS 接收机, 以广东省湛江市通明海湾为实验区, 通过野外实地数据采集、室内数据差分后处理、与 TM 影像配准等, 探索了一套 GPS 与遥感图像分析相结合, 快速、准确更新沿海围垦动态数据的工作流程。结果表明: GPS 应用于 TM 影像几何纠正, 可提高 TM 影像几何纠正的精度; GPS 采集的数据可以辅助目视解译, 提高目视解译精度; GPS 可以补充 TM 影像成像后最新的动态信息。

关键词: 全球定位系统(GPS); 沿海围垦; 动态监测

中图分类号: S126

文献标识码: A

沿海滩涂是滨海地区重要的后备资源, 随着沿海经济的飞速发展, 滩涂的围垦状况变化十分迅速^[1]。迅速掌握沿海围垦状况的变化, 是海岸带资源合理开发和持续管理的重要信息。常规监测沿海围垦变化的手段主要是依靠航片与外业测量相结合, 且以外业测量为主, 这种方式不仅更新速度慢, 耗费大量人力、物力, 而且海岸带滩涂资源多为湿地, 并受潮水涨落的影响, 人经常无法到达测量的目的地。随着遥感技术的发展与普及, TM 卫星遥感影像被广泛地应用于土地资源动态监测、林业资源的动态监测等方面, 成为大范围资源动态监测的重要数据源^[2,3]。卫星影像用于资源监测, 首先必须解决影像几何纠正精度控制的问题。在我国, 一般是在公里网格点上布设样地, 然后准确地找到样地的起点。这种传统样地定位方法, 常要根据地形图上的明显地物来引点, 再用罗盘仪测量才能确定样地位置。这样不仅加大了工作量, 也增加了定位中的误差。其次, 围垦利用类型多样, 尤其是面积较大的养殖水面与围而未垦的未利用水面目视解译易混淆。南方长期的阴雨与多云天气, 使陆地资源卫星很难获得实时数据, 实现围垦动态的实时监测必须对可获取的 TM 数据进行补充。显然, 单一遥感监测手段难以满足快速、准确监测滩涂围垦变化的需求。文章对 GPS 技术与 TM 遥感影像结合实现围垦动态监测的方法进行了探讨, 旨在探索一种新型技术手段, 既快速准确, 又省力省钱来监测滩涂围垦动态变化。

1 试验区与工作流程

1.1 试验区的选择

试验区设在广东省湛江市通明海和徐闻县新寮岛垦区。通明海位于粤西第一大港湛江港的西南部, 与雷州市东部沿海共同组成广东省沿海红树林最为集中的保存区和水产养殖的重点发展区。该区大陆岸线近 200 km, 滩涂面积 26 220 hm², 是滩涂面积最集中的区域^[1]。自 1961 年建成东海岛连陆东北大堤之后, 通明海与港湾隔绝, 大规模围海养殖和围海造地, 已使海湾面积减少 1/3, 纳潮量减少 1/4, 威胁湛江港及其航道。新寮岛垦区位于雷州半岛东南部, 是 1998 年 2 月动工的大型连岛养殖围垦区。两个围垦区利用类型多样, 开发速度快, 是进行围垦动态监测试验的理想区域。

1.2 仪器设备和信息源

选择了麦哲伦(Magellan)公司的 PROMARK X-CM 手持型 GPS 接收机。该接收机具有如下特点^[4]: 一是差分定位精度高, 达分米级精度; 二是数据容量大; 三是捕获 GPS 卫星能力强; 四是该机的后处理软件 MSTAR 可进行实进和非实时数据差分, 处理结果可实时显示, 同时可转换成不同 GIS 软件支持的格式, 如 Arc/Info、Arcview、Mapinfo 等。

其它设备有: 外接蓄电池, 充电器, 笔记本电脑(PC586, WINDOW95 操作系统), 三脚架, 基座, 悬锤, 对讲机, 蘑菇天线和天线连接竿。

信息源主要有: 轨道号为 124/45(湛江幅)TM 影像 4.5.3 波段, 时相为 1997 年 11 月; 同一区域 1987 年版 1:5 万地形图。

收稿日期: 1999-04-12

作者简介: 王建武(1966~), 男, 副教授, 博士。

基金项目: 广东省科学技术委员会资助项目

1.3 技术流程

在通明海试验区,采用 3 台 ProMARK X 接收机作业,1 台分别设在湖光岩、上坡、海路岭(I 级)和基塘东、太平镇(II 级)控制点上作为 GPS 基准站,两台接收机为移动站在作业区工作。

(1)特征点的定位。在测区选取太(平)通(明海)公路交叉点等 10 个影像上判读清楚的固定地物特征点,作为影像几何纠正的控制点。每点用 GPS 静态采集 6 min 数据,以保证足够的差分解算精度。

(2)线状地物的定位。架设蘑菇天线于车顶,在徐闻县新寮围垦区两条公路上进行车载动态采集数据。

(3)面状地物边界的提取。手持 GPS,在通明海滩涂围垦区围堤步行环绕,动态采集养殖水面(粗养、精养)、鱼塘和围而未垦水面的边界多边形数据,同时记录各多边形的属性特征(利用类型、外观)。架设蘑菇天线于车顶,在徐闻县新寮围垦区环绕,车载动态采集新安围垦工程规模数据。

(4)数据后处理。用 GPS 附带后处理软件(MSTAR)对所有采集数据进行差分后处理。然后将

地理坐标转换到北京 54 坐标,并与 TM 影像叠合,进行分析。

2 结果分析

2.1 GPS 用于影像几何纠正和几何配准

遥感影像要与 GIS 结合分析,象元准确的大地坐标是非常必要的,因此,影像几何纠正是很重要的环节。数字影像几何纠正的基本环节有 2 个,一是图像象元空间位置的变换,二是象元灰度值的重采样。空间位置变换可用的算法类型有很多,但常用的主要有共线方程法和多项式法。它们都是通过选取地面控制点,利用同地物点已知坐标求解出图像象元的地理坐标。象元灰度值重采样方法通常有双三次卷积法、双线性内插法和最邻近法。试验采用二次三项式变换和双线性内插灰度值的方法,分别以 GPS 定位数据和地形图量取数据作为控制点坐标值对湛江幅影像(轨道号为 124/45)分别进行几何纠正,然后在纠正后的 TM 影像上随机选取 10 个点,进行几何纠正精度返查,2 种方法几何纠正精度比较结果见表 1。

表 1 GPS 采集定位与 1:50 000 地形图量测对影像进行几何纠正的精度比较¹⁾

Tab 1 Comparison of the geometric correction accuracy between GPS approaches and landform map measurement methods¹⁾

点号 site number	地形图幅名 map name	地形图	影像读取坐标		地形图读取坐标		地形图与影像坐标差值	
		上位置及描述	coordinate on the image		coordinate on the map		coordinate difference between image and map	
		location and discription	X/m	Y/m	X/m	Y/m	△X/m	△Y/m
1	湛江市	左上角,	19 426 038 *	2 352 730	19 426 050	2 352 750	+ 12 *	+ 20
		路拐点	(19 426 058) **	(2 352 740)			(- 8) **	(+ 10)
2	湛江市	右上角,	1 944 547	2 349 632	1 944 530	2 349 650	- 17	+ 18
		路交点	(1 944 535)	(2 349 658)			(- 5)	(- 8)
3	东山公社	左上角,	19 428 274	2 337 419	19 428 300	2 337 400	+ 26	- 19
		路交点	(19 428 290)	(2 337 389)			(+ 10)	(+ 11)
4	太平公社	中,路交点	19 414 039	2 332 917	19 414 050	2 332 900	+ 11	- 17
			(19 414 041)	(2 332 909)			(+ 9)	(- 9)
5	黄坡公社	中下,	19 459 423	2 363 659	19 459 400	2 363 650	- 23	- 9
		河流交点	(19 459 412)	(2 363 642)			(- 12)	(+ 8)
6	河头公社	中,	19 382 122	2 331 880	19 382 150	2 331 900	+ 28	+ 20
		路河交点	(19 382 130)	(2 331 908)			(+ 20)	(- 8)
7	河头公社	左上,	19 375 318	2 331 428	19 375 300	2 331 400	- 18	- 28
		路交点	(19 375 310)	(2 331 393)			(- 10)	(+ 7)
8	江洪公社	右中,	19 369 366	2 332 931	19 369 350	2 332 950	- 16	+ 19
		路河交点	(19 369 356)	(2 332 939)			(- 6)	(+ 11)
9	青 平	中上,	19 392 325	2 390 083	19 392 300	2 391 000	- 25	+ 17
		桥中点	(19 392 329)	(2 391 007)			(+ 1)	(- 7)
10	山口镇	右上,	19 368 629	2 390 918	19 368 650	2 390 900	+ 30	- 18
		路交点	(19 368 639)	(2 390 912)			(+ 15)	(- 12)

1) * 为地形图量取几何纠正影像读取值, ** 为 GPS 定点数据几何纠正影像读取值
?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

从表 1 中可以看出, 2 种方法影像几何纠正的误差都在 1 个象元内, 但应用 GPS 定位数据作为控制点坐标值进行影像几何纠正的偏差明显小于地形图量取控制点坐标纠正的偏差, 前者 X、Y 方向的偏差均为 9 m, 后者 X、Y 方向的偏差分别为 20 和 18 m. GPS 方法将影像几何纠正的精度分别在 X、Y 方向提高了 11 和 9 m. GPS 定位的精度应该在米级, 但 TM 影像的空间分辨率只有 30 m, 影像空间分辨率限制了应用 GPS 进行几何纠正精度的进一步提高. GPS 的应用, 一方面提高了几何纠正的精度, 同时也提高了工作的效率. 地形图量取坐标值的方法, 经常要量测大量控制点, 并多次筛选才能达到要求的精度. 地形图量测的精度受地形图制图比例的限制, 其精度不可能大于成图比例尺规定的精度; 而 GPS 定位的精度仅受制于 GPS 接收机定位精度的限制. GPS 定位的控制点为资源动态监测的准确定位提供了方便, 它可用于比 TM 影像空间分辨率更高 (如 10、5、3 m) 的遥感影像的几何纠正.

2.2 GPS 辅助目视解译分类

海涂围垦利用类型中, 与水面有关的类型很多,

如水产养殖有精养、粗养和鱼塍, 同时又有大面积围而未垦的未利用水面. 不同水面的反射光谱相近, 根据形状可以区分出精养类型, 但粗养、鱼塍与未利用水面在形状和颜色上相近, 目视解译很难准确判读, 误判率较高 (表 2). 遥感影像目视判读时, 一般先根据野外调查建立判读标志, 如颜色为棕色、棕褐色、灰褐色; 纹理为细、密、粗、疏等, 这些文字描述较简单、模糊. 实际上, 影像色彩、纹理等判读特征是很难准确详尽描述的, 这给实际判读时带来很大的困难. 但是, 将 GPS 野外采集的各种不同类型的若干地块多边形套合在 TM 影像上, 以此类多边形为直接训练样地, 直接影像对影像目视比较不同类型影像纹理、颜色和位置的细微差异, 方便了各种类型判读标志的建立和目视解译过程中的对比分析. 表 2 为以通明海为例, 对直接目视解译和 GPS 数据辅助目视解译判读两种方法所作对比试验精度检验的结果, 可以看出, GPS 辅助解译大大提高了目视解译分类的准确率.

表 2 直接目视解译与 GPS 辅助目视解译试验结果的比较

Tab. 2 Comparison of the experiment results between direct visual interpretation and GPS aided visual interpretation

方法 method	粗 养		鱼塍		未利用水面		误判率	
	extensive fish pond		original fish pond		unused water surface		ratio of error interpretation	
	地块	面积/ hm ²	地块	面积/ hm ²	地块	面积/ hm ²	地块	占地块总数
	piece of land	area	piece of land	area	piece of land	area	piece of land	/ %
直接目视解译 direct visual interpretation	16	1 224	20	2 177	1	43	18	48. 65
GPS 辅助目视解译 GPS-aided visual interpretation	23	1 838	12	716	4	890	2	5. 41
实地勘察 on-site reconnaissance	22	1 856	698	11	4	890	—	—

2.3 GPS 动态监测结果

徐闻新寮岛垦区围垦时间比卫星影像成像时间晚, 采用 GPS 技术对该垦区变化进行了测量, 以补充 TM 之不足, 更新围垦动态数据库. 测量结果见表 3. 测量围垦动态变化的精度要求主要表现为两个方面, 一是变化地块测量绝对值精度, 如地块的面积和公路的长度等; 二是变化地块在空间位置上的定位误差. 对于第一类精度, 选取了垦区变化地块和一条新建公路. 采用围垦指挥部实测的面积和长度与 GPS 测量的结果进行了分析 (表 3).

从表 3 可以看出: GPS 测量的面积和长度完全可以满足 1 : 10 000 土地利用图的制图要求. 关于第二

表 3 GPS 量测结果与实测结果比较

Tab. 3 Comparison of the results between real measure and GPS measure

块 (段) 名称 name of land or road	实测结果 direct measure results	GPS 测量结果 GPS measure results	精度 accuracy
垦区面积 enclosed area/ m ²	884 412 565	884 412 504	99. 9%
一期工程面积 area of 1st engineering/ m ²	685 424 085	685 423 673	99. 9%
围堤公路 road/ m	6 703. 00	6 682. 04	99. 7%

类精度(即定位精度), ProMARK X 在参与控制点上的量测误差在 2 m 之内^[5], 同样完全能满足 1:10 000 土地利用图的制图规范. 应用 GPS 技术测量的最大优点是其数据可以以通用数据交换格式 (DXF) 直接导入 ERDARS IMAGE 8.1.1 遥感影像分析软件和 ARC/INFO 地理信息系统软件, 转换为矢量数据, 实现围垦动态数据库的实时更新.

3 结论与讨论

研究表明, 差分 GPS 与 TM 影像结合进行沿海围垦变化动态更新是可行的. TM 影像解决了传统外业测量耗时长、工作量大、费用高和湿地难以实地测量的不足, 为围垦动态监测提供了良好的信息源. GPS 技术可应用于遥感影像几何纠正与几何配准精度的控制和检验, 使 RS 与 GIS 结合更为方便. 应用 GPS 野外采集多边形数据作为训练样地辅助目视解译, 提高了人工判读的准确率; GPS 又可以用于新围垦工程的定位与测量, 为遥感影像的动态更新提供了准确的信息, 实现围垦动态的实时监测与更新. GPS 技术和遥感技术的结合与传统更新手段相比, 具有快速、准确、省力等诸多优点, 在沿海围垦动态监测中具有很大推广潜力.

GPS 定位需要在坐标已知点设置基准站, 但三

角测量已知点人为毁坏的很多, 有时在测区找不到大地测量的控制点, 可以通过引点的方法解决. 在已知控制点有效测量范围内, 设置几个特征点, 首先测出这些点的准确坐标, 然后将这几个点作为以后 GPS 测量的基准站. 这不仅可以解决作业区找不到已知三角测量点的问题, 也可以根据工作区的位置, 选择最近的已知点架设基准站, 节约架设基准站的时间, 提高工作效率.

致谢: 广州地理研究所提供了交通工具, 湛江市科学技术委员会、湛江市麻章区土地管理局、徐闻县和安镇和新安工程围垦指挥部派人参加了 GPS 定位工作, 在此一并致谢.

参考文献:

- [1] 广东省海洋功能区划工作组. 广东省海洋功能区划 [M]. 北京: 科学出版社, 1991. 119~120.
- [2] 肖红生. 基于小班取证推理的林业遥感数据分类方法研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 1998.
- [3] 陆登槐. 遥感技术在农业工程中的应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1997. 13~16.
- [4] 刘基余. 全球定位系统原理及其应用 [M]. 北京: 测绘出版社, 1993. 15~27.
- [5] 周清波. GPS 技术在土地资源动态监测中的应用 [J]. 中国农业资源与区划, 1998 (5): 27~31.

Application of GPS to Monitoring Dynamics of Reclaiming Coastal Land

WANG Jian-wu¹, XIAO Hong-sheng¹, ZHANG Li-ming²

(1 Institute of Tropical and Subtropical Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 College of Engineering and Technology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Through accurate and multiple differential GPS (ProMARK X-CM), a program of dynamical monitoring reclaiming coastal land, concerning field data collection, data process and map match with TM image was established in study area, Tongming Sea of Zhangjiang and He'an Township of Xuwen County, Guangdong Province. The research results indicated that: (1) Using GPS data as control points, the precision of geometric correction of TM image was raised. (2) Aided by the GPS data, the classification accuracy of TM image was improved. (3) The GPS could be able to collect current data of enclose tideland for cultivation engineering.

Key words: GPS; reclaiming coastal land; dynamics monitor

【责任编辑 张 砾】