

文章编号: 1000-5692(2004)02-0150-04

RTD GPS 量测林地面积的模拟试验

官凤英¹, 冯仲科¹, 王小昆¹, 周 彬²

(1. 北京林业大学 资源与环境学院, 北京 100083; 2. 云南省林业科学研究院, 云南 昆明 650204)

摘要: 为研究林地面积与森林蓄积量的估算精度, 以 RTD GPS (实时差分全球定位系统) 为主要工具, 通过对面积大小不同、形状规则的地块进行试验研究, 对测量结果进行了相对中误差、标准方差、精度的计算和分析。结果表明: 最低的测量精度达到 97.67%, 能够满足各类森林资源调查中林地面积测量的精度要求, 并且随着测量面积的增大, RTD GPS 的测量精度逐渐提高; 采用实时差分定位的缺点是必须到现地观测, 这对于大面积森林调查是不现实的, 根据林地调查的实际分析, RTD GPS 适用于林地面积传统调查 (图上勾绘等) 的实地精度检验, 这种方法较传统的检验方法快速高效, 而且能够保证精度。图 1 表 2 参 8

关键词: 森林经理学; RTD GPS; 森林资源管理; 林地面积量测

中图分类号: S757.1 **文献标识码:** A

林地面积测量是森林资源经营管理和环境评价中的基础工作, 与森林蓄积量的估算密切相关。林地面积的估测精度直接影响着森林蓄积量的估算精度 ($Z_{\text{总蓄积}} = M_{\text{单位蓄积}} \times S_{\text{面积}}$)。因此, 林地面积的估算精度检验是一个值得研究的课题。传统的森林面积估算方法有很多, 如方格网法、图形称重法、机械求积仪法、电子求积仪法、遥感图斑和数字图像面积计算法等^[1,2]。这些方法都建立在已有模拟地图或数字地图的基础之上, 空间数据的组织经历了“空间数据、地图、圈定区域和面积量算”等过程, 环节较多, 综合取舍多; 受地图比例尺限制, 圈定中人为因素大, 加上量算本身的误差, 其测量结果需要实际精度的检验后才能应用于生产实践, 但林地多为不规则形状, 运用传统的检验方法 (罗盘仪测量, 皮尺丈量), 费时费力, 难以快速地量算出林地面积。利用全球定位系统 (GPS) 进行林地面积的量测是近年来森林资源调查和造林实绩检查的重要手段之一和发展趋势, 差分 GPS 可以有效地消除或减弱卫星星历误差、对流层电离层延迟误差和卫星钟误差等对定位精度的影响。按观测值可以分为载波相位法和码相位法。一般载波相位法定位精度高, 但在林区的树冠下容易失锁, 因此林业上多选用码相位法定位。RTD GPS (实时差分全球定位系统) 是以码相位 (C/A) 为观测值的一种实时定位技术, 应用于境界测量、地形测量和矿山测量等诸多领域^[4,5], 在林业中的应用起步较晚。RTD GPS 具有作业简单, 速度快, 在林冠下不会失灵等优点^[1]。本试验选择了规则的矩形实验地进行实验, 主要目的是为了利于真值 (皮尺测量值) 的计算和对 RTD GPS 面积量测误差的研究。用 RTD GPS 测量实验地边缘各点坐标, 求出面积, 与真值进行比较分析, 验证 RTD GPS 面积量测的精度。通过实验结果分析, 总结了精度和面积之间的变化规律及其在林地面积测量中的适用性分析。

收稿日期: 2004-03-17; 修回日期: 2004-03-22

基金项目: 国家自然科学基金重大项目 (90302014); 国家 863 计划滚动支持项目 (2003HA245030)

作者简介: 官凤英 (1975-), 女, 吉林前郭人, 从事 3S 技术在林业中的应用研究。Email: guanfy@sina.com

1 RTD GPS 测量原理

DGPS 定位技术是将一台 GPS 接收机安置在基准站上进行观测。根据基准站已知精密坐标, 计算出基准站到卫星的距离改正数, 并实时地将这一改正数发送出去。移动站的用户接收机在进行 GPS 观测的同时, 也接收到基准站的改正数, 并对其定位结果进行改正, 从而提高定位精度。RTD GPS 定位是移动站的接收机在接受 GPS 卫星信号的同时通过无线电系统接收基准站传输的观测数据, 然后根据相对定位的原理, 实时地计算并显示移动站的坐标及精度, DGPS 通常通过几个顶点的坐标求出图形面积。其公式^[6]如下:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(y_{i+1} - y_i)。$$

其中 x_i, x_{i+1} 为相邻两点的横坐标, y_i, y_{i+1} 为相邻两点的纵坐标, n 为定位测量的点数。

2 测量方法

2.1 测量地块及测量系统选择

本实验地选在北京林业大学校园内的树林里。选择 4 个矩形实验地和草坪(不规则)等 5 块面积不同的地块, 分别编号为 1, 2, 3, 4, 5(表 1)。实验地附近有高楼阻挡, 类似山区测量的实际情况。本次实验选用标称精度为 ±1 m 的 NGD-60 实时伪距平滑差分系统, 是我国南方测绘仪器公司研制的, 系统由 GPS 接收机、天线、电源和电台组成。

2.2 基准站、移动站及参数设置

基准站设在校门已知点 A (4 429 761. 263, 443 510. 943, 49. 923)。首先打开掌上机, DOS 环境下输入: ngd 4134 命令, 进入操作界面, 选择基准站设置, 精确输入基准站的大地坐标, 确定发射时间为 3 s; 设置好后, 按 A 键送参数表, 按 K 键使生效, 退出。将移动站的 GPS 天线卡入对中杆顶端, 掌上机 DOS 环境下输入 ngd 4130 命令, 进入操作界面, 调整采集方式为自动, 采集数据间隔为 3 s, 然后选择进入测量。

表 1 林地面积测量结果
Table 1 Surveying data of forest land area

测量次数	不同地块测量结果/m ²				
	1 号地块	2 号地块	3 号地块	4 号地块	5 号地块
1	30 1	112 5	188 3	291. 5	6 609. 3
2	36 5	136. 9	226 6	284. 6	7 288. 7
3	34 9	122. 7	223 5	258. 5	6 997. 3
4	28 1	116. 5	196 9	273. 4	6 772. 0
5	20 2	129. 3	211 2	254. 5	6 965. 1
6	24 7	100. 6	235 1	260. 7	6 726. 9
7	36 3	127. 2	213 5	240. 4	6 978. 5
8	22 8	105. 9	224 9	245. 9	6 876. 1
9	37. 8	107. 3	195 7	286. 3	6 761. 7
10	37. 1	148. 0	202 5	296. 0	6 251. 8

2.3 数据的采集与内业处理

采用实时差分动态定位方法, 每个矩形实验地取 4 个点(矩形的 4 个顶点), 草坪按地形变化测点, 使所测的点尽量能代表草坪的形状。然后用装有天线的标杆插到测量地块的测点处, 并尽量使标杆直立^[7 8]。当 PDA 屏幕上显示收到差分, 按空格键记下该点坐标。数据显示在 PDA 上。此后再移向下一点, 移动的轨迹显示在屏幕上。当记下最后一点时, 按 A 键, 此时屏幕上显示该图形面积 S, 周长 C, 未闭合距离 L, 观测数据以数据文件的形式储存在掌上机内。为了便于处理数据, 要把这些数据文件传入微机中。进入“南方 GPS 数据处理软件”环境——“与 HP 采集器通讯”, 选择数据文件。

复制到计算机上即可。

3 结果分析

每块实验地重复进行 10 次测量。用皮尺测量的面积作为真值，草坪以 10 次量测的平均值作为面积真值。其测量结果见表 1，测量误差分析见表 2，相对中误差随面积变化规律见图 1。

表 2 误差分析表

Table 2 Analysis of error

地块号	统计量				
	$S_{真}$	$S_{平}$	σ	$\sigma / S_{平} / \%$	$P / \%$
1	30.1	30.8	± 6.3	20.4	97.67
2	122.5	120.7	± 14.3	11.8	98.53
3	216.8	211.8	± 15.6	7.4	97.69
4	275.2	269.2	± 19.7	7.3	97.82
5		6822.7	± 275.3	4.0	

说明： $S_{真}$ 为面积测量真值(皮尺测量)； $S_{平}$ 为面积测量平均值(RTD GPS 测量)； σ 为标准差； $\sigma / S_{平}$ 为相对中误差； P 为精度

4 结论与讨论

由表 2 分析可知，随着面积的增大，每组测量值的 σ 逐渐增大，相对中误差大幅度降低，说明面积越大误差变动越小，每次测量值越接近真值。由图 1 亦可看出，相对中误差随着测量面积的增大而大幅度的减小。

NGD-60 数据链采用 UHF 频段，频率在 460 ~ 470 MHz 之间中，采用 UHF 有可靠、稳定和抗干扰能力强等优点，但 UHF 是直达波，很难穿透高山高楼的阻挡，基准站的设置要选在比较开阔的地方。

采用实时差分动态定位方法的缺点是必须到实地才能进行测量，因此对于大范围的资源调查是不现实的，因此它适用于传统林地面积调查方法(图上勾绘等)的实地精度检验，这种方法较传统的检验方法快速、高效，而且能够保证精度，林地面积小于 100 m² 时适当增加量测次数以提高精度。

本次实验地点选择在北京林业大学校园内，已知定位点为实验提供了便利条件，同时，实验地周围有高楼遮挡，与林区环境类似；另外，实验区内无线电等信号干扰较林区大，理论上推测林区的测量精度会比实验区的更高。

本实验通过模拟林区环境，进行 RTD GPS 在林业中应用的可行性研究。实验结果表明：RTD GPS 用于林地面积量测的检验，与传统方法相比具有便捷、高效、高精度等优点，值得在生产实践中推广，并进一步深入探讨其应用前景和价值。

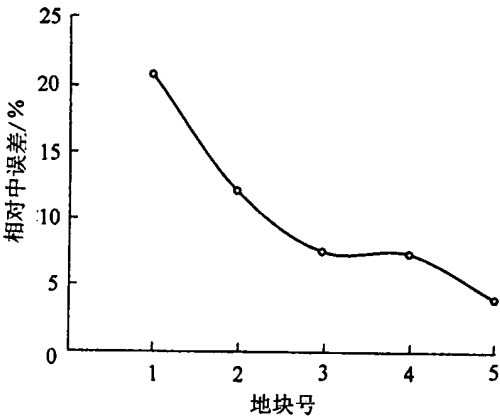


图 1 相对中误差-面积变化曲线图

Figure 1 Curve of relative error change with forest land area

参考文献:

[1] 冯仲科, 南永天, 刘月苏, 等. RTD GPS 用于森林资源固定样地调查的研究[J]. 林业资源管理, 2000, (1): 50-53.
[2] 亢新刚. 森林资源经营管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001. 58-70.
[3] 许娅娅, 李菊华, 雒应. 实时 GPS 的发展在公路测量中的应用[J]. 西安公路交通大学学报, 1998, 18(3): 203-206.
[4] Langley R. RTK GPS[J]. GPS World, 1998, 9: 70-76.
[5] Smith D E. Contribution of space geodesy to geodynamics[J]. Technology, 1993, 25: 195-213.
[6] 冯仲科, 余新晓. “3S” 技术及其应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999. 110-125.
[7] 韦希勤, 朱维凡. GPS 在样地定位中的应用[J]. 华东森林经理, 1998, 12(2): 13-15.

[8] 罗怀斌, 陈雪清, 周光辉, 等. GPS 定位技术在西藏森林资源“连清”中应用效益分析[J]. 中南林业调查规划, 2002, 21(1): 25-26.

Simulation experiment of surveying forest land area with RTD GPS

GUAN Feng-ying¹, FENG Zhong-ke¹, WANG Xiao-kun¹, ZHOU Bin²

(1. School of Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Yunnan Academy of Forestry Sciences, Kunming 650204, Yunnan, China)

Abstract: To study the precision of calculating forest land area and forest volume, lands of different areas and regular shapes were tested with real-time differential GPS (RTD GPS). The relative errors, variances and precision of the surveying results were calculated and analyzed. The results showed that the minimum surveying precision was 97.67%, which could satisfy the precision demand for forest land area surveying in the study of various forest resources. With the increase in surveying area, the surveying precision of RTD GPS tended to improve. However, RTD GPS had its defect because the surveyors had to conduct on-the-spot survey, which was impractical for the survey of forest land of a large area. According to the actual analysis of forest land survey, RTD GPS is applicable to the precision test of the traditional survey of forest land area. It is more rapid and efficient than the traditional testing method and can ensure the precision. [Ch, 1 fig, 2 tab, 8 ref.]

Key words: forest management; RTD GPS; forest resource management; forest area surveying

加强农业科技创新和成果推广研讨会召开

2004 年 3 月 10 日, 由浙江省教育厅组织, 浙江大学、浙江工业大学、宁波大学等省内 9 所涉农高校主管科技校长、科技处长等参加的加强农业科技创新和成果推广研讨会在浙江林学院第一会议室召开。会上, 浙江省教育厅郑继伟副厅长作了重要讲话, 学校党委书记陈敬佑教授向与会人员介绍了我校近年来的发展情况。方伟副院长汇报了我校面向“三农”的科技创新和科技服务工作情况, 并就今后如何更好地服务于“三农”谈了设想。与会人员就发挥高校优势, 组织农业科技课题、研发中心和科技服务等方面进行了研讨。