

# GPS 手持机定位校正参数的计算及设置\*

杨传金<sup>1</sup>, 罗怀斌<sup>1</sup>, 李乐芳<sup>2</sup>, 方元学<sup>2</sup>

(1. 国家林业局中南院, 湖南 长沙 410014; 2. 平江县林业局, 湖南 平江 410400)

**摘要:**当采用 GPS 进行定位、导航时, 用户所设坐标系统及所在地区不同, 校正参数也应不同; 正确的参数设置是精确定位、导航的基础与关键; 林业中“连清”样点的定位、导航, 各种境界线测量, 森林火灾位置确定等在使用 GPS 时, 均需输入正确的校正参数; 为此, 文中讨论了有关参数的计算与设置。

**关键词:**GPS 手持机; 定位; 参数

中图分类号: S771.5 文献标识码: B 文章编号: 1003-6075(2001)03-0022-03

1984~1994 年, 美国已发射 25 颗 GPS 卫星, 除 3 颗备用、1 颗(block I)尚未工作外, 其余 21 颗均已进入正常工作状态。随着美国 SA(选择可用性)政策的取消, 全球定位系统(Global Positioning System—GPS)的定位精度得到了很大的提高, 定位精度均能达到 10m 以内, 有的 GPS 可达 5m 以内, 目前已广泛应用在各个行业。实践证明, GPS 高精度的定位功能可以在林业上广泛应用, 特别是应用于“连清”点的定位、复查、导航找点、各种境界线的确定、火险、火灾位置的确定等方面, 可促进林业工作向着精确、高效的方向发展。

## 1 设置校正参数的必要性

GPS 定位是以 WGS—84(World Geodetic System—84, 即 1984 年世界大地坐标系)坐标系为依据的, 而各国都有自己的参心坐标系, 我国的参心坐标系是 BJ—54 坐标系和西安大地坐标系, 使用较多的是 BJ—54 坐标系。实践证明, 若不校正参数, WGS—84 坐标系与 BJ—54 坐标系的定位误差在 70m 以上。由于坐标系不同, 参心原点不同, 不同坐标系

中点的三维坐标存在 7 个需校正的参数, 即 3 个平移参数( $dx$ 、 $dy$ 、 $dz$ )、3 个旋转参数( $\epsilon_x$ 、 $\epsilon_y$ 、 $\epsilon_z$ )、1 个尺度参数( $\delta\mu^B$ )。地球是一个椭球体, 从其长半轴与偏心率考虑, GPS 设置了 5 个需校正的参数( $dx$ 、 $dy$ 、 $dz$ 、 $da$ 、 $df$ ), 其中  $dx$ 、 $dy$ 、 $dz$  为平移参数,  $da$  为坐标系对应椭球长半轴之差, 其值是一个常数,  $df$  为坐标系对应椭球扁率之差, 也是一个常数, 可见 GPS 实际需计算的校正参数是 3 个平移参数。

## 2 平移参数的计算

### 2.1 大范围平移参数的计算

WGS—84 坐标转换为 BJ—54 坐标, 实际是两个坐标系空间三维直角坐标系的坐标转换。目前已有直接转换模型有布沙尔(Bursa)模型、莫洛金斯基模型、武测模型、坐标差模型, 利用这些模型可解出 7 个参数。然而 GPS 的应用实际只需计算 3 个参数, 故通常通过已知点的 BJ—54 坐标及高程(如三角点)与其实地观测的 WGS—84 坐标及高程换算各自的三维直角坐标( $x_i$ 、 $y_i$ 、 $z_i$ ), 用 WGS—84 的三维直角坐标减去 BJ—54 相应

\* 收稿日期: 2001-03-05

的三维直角坐标,就可直接得到一组  $dx$ 、 $dy$ 、 $dz$ 。为了避免错误与观测异常,至少要有三组  $dx$ 、 $dy$ 、 $dz$ ,取其平均值即可直接作为校正参数的初值。计算公式如下:

$$x_i = (N + H_i) \cos B_i \cos L_i;$$

$$y_i = (N + H_i) \cos B_i \sin L_i;$$

$$z_i = [N(1 - e^2) + H_i] \sin B_i$$

其中:  $B_i$ —纬度  $L_i$ —经度  $H_i$ —高程

$e^2$ —椭球第一偏心率

$N$ —椭球的卯西圈典率半径

$$[N = a/(1 - e^2)^{1/2}]$$

公式中:  $N$ 、 $e^2$  是常数, WGS—84、BJ—54 坐标系中  $N$ 、 $e^2$  如下:

WGS—84

BJ—54

$N$  6399593.626

6399698.919

$e^2$  0.00669437999013

0.006693427

另外的两个参数  $da$ 、 $df$  值为常数,其值为:

$$da = a_{84} - a_{54}$$

$$= 6378137 - 6378245 = -108(m)$$

$$df = f_{84} - f_{54}$$

$$= \left( \frac{1}{298.257223563} - \frac{1}{298.3} \right)$$

$$= 0.0000005$$

现以湖南某个三角点为例计算 GPS 测量的 WGS—84 坐标与 BJ—54 坐标的校正参数。

已知该三角点的 BJ—54 纬度  $B_{54} = 28^\circ 15' 43.3''$ , 经度  $L_{54} = 112^\circ 53' 53.1''$ , 高程  $H_{54} = 362.2m$ , 利用 GPS 现地观测该点的 WGS—84 坐标为:  $B_{84} = 28^\circ 15' 43.4''$ ,  $L_{84} = 112^\circ 53' 55.2''$ ,  $H_{84} = 360.0m$ , 按以上公式计算结果为:

$$x_{54} = -2193365.578m$$

$$y_{54} = 5192905.402m$$

$$z_{54} = 3010172.516m$$

$$x_{84} = -2193382.501m$$

$$y_{84} = 5192795.215m$$

$$z_{84} = 3010119.064m$$

$$dx = x_{84} - x_{54} = -16.923$$

$$dy = y_{84} - y_{54} = -110.1868$$

$$dz = z_{84} - z_{54} = -53.4525$$

以上计算的校正参数,在  $300 \times 300 km^2$  范围内,可保证定位精度小于  $10m$ 。

## 2.2 小范围平移参数的计算

在小范围(如一个县)内,为了更简便地得到校正参数,可以忽略不同坐标系半轴差与扁率差,并将三维坐标视为二维坐标,只需计算两个参数( $dx$ 、 $dz$ )即可。 $dx$  为校正横坐标,  $dz$  为校正纵坐标,具体做法同样是需测量至少 3 个点的 WGS—84 坐标(BJ—54 坐标已知),校正参数计算如下:

$$dx = -(x_{84} - x_{54} + \Delta x) \quad (dx \text{ 与横坐标正相关})$$

$$dz = y_{84} - y_{54} + \Delta y \quad (dz \text{ 与纵坐标负相关})$$

上式中:  $\Delta x$  为输入初校正系数  $-(x_{84} - x_{54})$  后的 BJ—54 横坐标与原已知 BJ—54 横坐标之差值。

$\Delta y$  为输入初校正系数  $(y_{84} - y_{54})$  后的 BJ—54 纵坐标与原已知 BJ—54 纵坐标之差值。

## 3 平移参数的微调

由于 GPS 测量存在一定的传播误差、卫星历误差、卫星钟误差、观测误差以及地球自转影响等,计算的参数初值输入后,并不能将 WGS—84 坐标完全准确地转换为 BJ—54 坐标,所以需要作部分微调,以达到定位误差最小。如上例中  $dx$ 、 $dy$ 、 $dz$  分别应调为  $-17$ 、 $-110$ 、 $-49$  后才能达到最佳效果。调整办法是用输入校正参数后的 BJ—54 坐标与原 BJ—54 坐标对比,根据纵横坐标的差值对  $dx$ 、 $dz$  进行调整,调整的计算办法同 2.2 节中的  $\Delta x$  与  $\Delta y$  的计算。

## 4 定位数据的输入设置

计算校正参数后,参数与定位导航坐标输入的先后顺序是很重要的。利用 BJ-54 坐标系的地形图,用户需要知道的是 BJ-54 坐标,才可在地形图上直观地找到位置,而 GPS 测定的是 WGS-84 坐标,在不输入任何参数的情况下,GPS 测定的是 WGS-84 坐标,反映的也是 WGS-84 坐标,输入 WGS-84 转换 BJ-54 坐标参数后,GPS 测定的虽然仍是 WGS-84 坐标,然而直观反映出的却是 BJ-54 坐标。了解这一关系后,当已知某点的 BJ-54 坐标,要进行导航定位,需先输入校正参数,再输入导航点的 BJ-54 坐标,才可直接按 BJ-54 坐标导航定位。凡是利用 GPS 在 BJ-54 的地形图上标注位置

的,均需按上述顺序操作。

## 5 结语

GPS 定位校正参数在不同的坐标系中有不同的值,本文讨论的是 BJ-54 坐标系的参数计算,同理也可计算出西安大地坐标系的校正参数。需要指出的是,地区范围超过  $300 \times 300 \text{ km}^2$  后,应重新测试计算相应的正确参数。

### 参考文献:

- [1] 高成发,黄鹤年. GPS 测量[M]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [2] 刘大杰,施一民,过静珏. 全球定位系统(GPS)的原理与数据处理[M]. 上海:同济大学出版社,1996.
- [3] 张守信. GPS 卫星测量定位理论与应用[M]. 北京:国防科技大学出版社,1996.

(上接第 14 页)的效果。

### 2.2.2 商品林

商品林包括用材林、经济林、薪炭林,走集约性的高效林业之路,以培育速生丰产用材林、短轮伐期工业原料林、名优特稀新经济林及竹林、薪炭林为主,多为单一的人工林,其经营过程是要在预定时间内达到预定的高产出,高收入,高效益。

据报道,国内外对于经济林、用材林、薪炭林的病虫害防治多倾向于生物防治技术、生态防治技术和生物工程技术即“三生技术”进行治理,如日本积极研究利用天敌微生物防治害虫;在欧洲先进的果园害虫生物防治取代了化学防治等;国内也有类似的研究和报道。因此,在商品林的工程治理规划设计中,一般以营林技术措施为基础,实行林农复合经营,如林农间作,林药间作,林灌(经济林)间作,加强抚育管理,促进林木健壮生长,增强对病虫害抵抗能力(据调查,经整地、施肥和灌溉的杨树丰产林,天牛危害率仅为

2%,而管理差的林分危害率为 17%);优先采用生物物理防治,加大人工防治力度,积极应用各种天敌昆虫、微生物控制病虫、信息素等新技术;合理使用化学农药,降低广谱性杀虫剂使用量,采用选择性及低毒低残留药剂,以达到控制病虫,实现商品林速生丰产的目的。

### 参考文献:

- [1] 陈平留. 公益林若干问题的探讨[J]. 林业资源管理(特刊),1999:71-73.
- [2] 陈根长. 关于林业分类经营理论研究中的几个热点问题[J]. 林业资源管理(特刊),1999:1-4.
- [3] 江机生. 中国林业分类经营改革工作[J]. 林业资源管理(特刊),1999:5-11.
- [4] 许正亮. 浅谈林业分类经营的问题及对策[J]. 四川林勘设计,2000(4):14-16.
- [5] 李天生,吴坚. 林业可持续发展与森林病虫害防治[J]. 林业科学研究,1995(8):94-98.
- [6] 陈昌洁. 松毛虫综合管理[M]. 北京:中国林业出版社,1990.