



## 翻 译 说 明

我校为了进一步深入开展 GPS 定位技术的研究,同时也为了给从事测绘、导航和其它有关 GPS 定位各部门的技术人员提供一个学习和了解国外在这个领域内的最新进展,利用世界银行的贷款,邀请国际著名卫星大地测量学家,加拿大新布伦瑞克大学 D. E. Wells 教授前来我校讲学,并开展学术讨论。Wells 教授主持编著的《GPS 定位指南》一书是他讲稿的一部分,我们提前将她翻译出来并印刷出版,供听课同志使用。

翻译主要依据的版本为 1987 年 5 月的修订稿,她同 1988 年 12 月第一版相比,许多章节都有较为明显的变动,反映了作者们的新认识,以及 GPS 定位技术的新进展。参加为本书撰稿的还有:国际大地测量学界久负盛名的学者如 Vanicek, Schwarz, Krakiwsky 等一批教授,以及加拿大 GPS 协会里的许多专家,从而使得本书在当前学术界享有极高的权威性。

本书由十五章正文和四个附录所组成,共六百页左右,包含各种图表近三百幅,可谓内容丰富详尽,文字深入浅出,适合各类人员自学、参考,也可供各类 GPS 定位技术培训班作教材或教学参考书。

由于本书篇幅较大,为了方便读者使用和携带,也为了便于装订、出版和发行,我们将她分成五个分册出版。第一分册从前言至第四章,第二分册为五至七章,第三分册八至十一章,第四分册十二至十五章,第五分册则把四个附录集中在一起,方便读者的查阅。

全书是由我组李征航同志在加拿大进修期间翻译的,并由组内成员在短期内缮校定稿并付印。由于我们的水平和能力有限,对本书译校和出版中存在的问题,欢迎随时来信指正,在此谨表由衷的感谢!

武汉测绘科技大学 大地系 空间室 GPS 组

## 附录A：各种GPS接收机的特点

### § A·1 选择哪种GPS接收机

在决定购买或使用何种接收机时，必须指出几种关键性的选择标准：

- (a) 作何种用途
- (b) 所需精度
- (c) 所需的信号处理的类型
- (d) 为了适应需要必须具备的性能和所需的选件
- (e) 价格

一台接收机的用途越多，其适应性就越大，仪器的性能和选件越多，价格就越高。实时定位可能仅需显示位置、速度、指明航行的路线和方向。而事后处理应用显然需要数据记录装置和接口，用于单点定位和授时的静态接收机不需要快速序列或多通道接收机的构造，而一台安置在直升飞机的接收机则有所不同。确定所需精度为50米、15米、5米或分米级，就相应确定是否要用求差技术，需要C/A码还是L<sub>1</sub>/L<sub>2</sub>P码，是否必须采用载波拍频相位测量法。接收机的工作环境将决定天线型号及安装，接收机的尺寸，便携性和坚固性。有时仅需一台GPS接收机的传感器，而并不需要完整的设备齐全的接收系统，作为一个多种传感器集成导航系统的一部分。

GPS 接收机技术正迅速发展，随之而来的是一系列商品化的 GPS 接收机。本附录从产品生产公司的小册子，操作说明，电话交谈和论文中收集了一些信息（在没参考资料的条件下，信息取自小册子）。鉴于信息的类型和数量是不相同的，对每种接收机讨论的方式也不尽一样。

声明：我们企图把众所周知，又可能购买的 GPS 接收都包括进来，可是仍有一些被遗漏，或无法获得足够的资料。所有商标均属有关厂家。所介绍的规格，价格、购买的可能性和其它材料仅仅是一种信息，而且随时可能不加任何通知就会更改。欲获专门的当前的信息，请与 GPS 接收机厂家联系，本文材料并无承诺和保证作用。

A-1

### 选择哪种 GPS 接收机

应用：

- 实时或事后处理
- 静态或动态
- 相对定位或单点定位
- 精度要求

类型：

- 单频或双频

A-2

- 码相关的或非码的
- 多通道、序贯式或混合式的
- C/A 码或 P 一码
- 完整的系统或仅仅是传感器部分

特征：

- 载波相位
- 数据记录
- 物理特性和可移动性
- 所需的电源
- 软件

价格

§ A-2 CMA-786 (C-SET)

制造厂家：Canadian Marconi Company

415 Leggett Drive

P.O. Box 13330

Kanata, Ontario

Canada K2K 2B2

加拿大马可尼公司正利用从生产军用 CMA-774 (D-SET) P 码和 C/A 码 L1/L2 中等动态接收机时获得经验的优势来发展最初准备用于飞机导航的商用 GPS 接收机。该机与其

它接收机不同之处在于其双通道 C/A 码 L1 多路传送构造，其中一个通道跟踪多至 8 颗可捕获的卫星以进行伪距和多普勒测量。第二个通道执行多项功能，它们包括：

- 卫星的捕获（必要时的重新捕获）
- 数据比特同步及星历资料的收集

跟踪所有可见卫星而不是作三维定位时仅跟踪四颗所需的卫星具有如下优点：

- 在卫星被遮挡时不需捕获新的卫星
- 不需计算 G D O P
- 有较多的多余观测，可改进导航精度

最后方案中，C M A—7 8 6 将通过各种标准接口（ARINC 426 I/O, RS—232C 和 RS—422）接纳来自各类传感器的附加信息，如：测高仪、欧米伽、多普勒和支持差分导航模式作业的数据联系。其工作性能包括自动捕获信号，跟踪信号和典型三维导航功能

C M A—7 8 6 安置在重 8 公斤、最大耗电量为 50 瓦的 1/2 收发两用雷达的小盒内，用 24 伏直流或 115 伏交流供电。在所有温度下部件均可工作。G D U 是现在正在服役的 C M A—8 2 3。两种可供选择的天线：一种直径 4 厘米，高 13 厘米的船上或直升飞机上用的螺旋形天线；另一种是民航上的  $3 \times 3 \times 13$  厘米的十字形

CMA-786 (C-SET)

制厂家：加拿大马可尼公司

用：低动态的飞机、船和陆地车辆的导航

能：

- 2个通道 L1, C/A 码, 多路并发

- 一个通道跟踪多至 8 个卫星

伪距和伪距变率

第二个通道捕获卫星, 收集概略星历和广播星历资料

- ART 的  $\frac{1}{2}$  大小 (ART 即收发两用雷达)

- 标准接口可用于外接辅助传感器和相对定值

- 三维导航功能

- 可选用低外型天线 (8 × 13 × 13 厘米)

购买信息：

- 1986 年

- 价格待定

§ A · 3 JMR Sat Trak

制造厂家：EDO Canada Ltd

8-6320, 11th Street S.E.

Calgary Alberta

Canada T2H 2L7

1986年初，加拿大EDO有限公司就生产了一种便携式GPS定位仪，包括天线一起可放在一个30×40×17厘米，约重10公斤的箱内运输。这种L1C/A码单通道序贯接收机用于低动态和静态定位。该系统由自己内部12伏直流电池供电或者接上一个外部电源。

显示器（或打印）输出的内容包括二维或三维位置，速度，导航信息和时间，可自动选择跟踪四颗最佳的卫星。

最近试验表明，静态和动态定位均达30米精度（r.m.s）在两个静止点上取5分钟的平均值作联测定位，可达5米的三维相对定位精度。

A-3

JMR SATIRAK

制造厂家：加拿大EDO有限公司

应用：单点定位，低动态导航

性能：

- 4颗卫星序贯用一个L1, C/A码通道

- 接收器/处理器，控制显示器和热敏打印机集成于单片，结构

坚固（30×40×17厘米）

A-b



- 工作温度  $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$
- 11 ~ 15 伏直流电 (内部电池可工作 1 小时)
- 不输出星历和测量资料
- 30 个航向点的导航
- 小型天线 (  $8 \times 3.5$  厘米 )
- 可用于相对定位模式 (静态)
- 单点定位精度 30 米 ( r . m . s )
- 相对静态定位精度 5 米 ( 5 分钟后 )
- 测速精度 0 . 1 米 / 秒 ( r . m . s )

购买信息：

- 3500 美元，30 天交货

§ A . 4      ASTROLAB II

制造厂家：Interstate Electronics Corporation

(IEC) 1001 E. Ball Road

Anaheim California 92805

U . S . A

州际电气公司具有多年研制 GPS 的经验，主要是支持军工三叉戟 I 和 II 计划。这些经验使他们得以承包一系列新的应用项目中的 GPS 硬件的改进任务，如求差 GPS 和综合廉价的惯性导航系统。

1984年，该公司已生产了商用200型接收机，这是一种C/A码L1授时和定位接收机。从此他们一直致力于GPS新的技术，如今已生产出Astrolab II，这仍是一种C/A码L1序贯接收机，可用于授时、低动态导航和相对定位。这种安装在机架上的非加固型接收机是准备作培训机使用的。用户通过试验可学习GPS知识。该系统具有IEEE488和RS-423接口，可接上打印机和绘图装置，可获得软件包和海面无线电定位系统，如DECCA, ARGO, Syledis和Mini-Ranger等接在一起。它还有一个供选择的测速仪和陀螺仪接口。软件也可用于相对定位。控制无线电联系向输入和输出，还包括几个航向点的导航功能。

48×14×44厘米，1.8公斤重的接收机可使用各种电源：19-32伏的直流或110、220伏(±30伏)的交流电。

A-4

ASTROLAB II

生产厂家：州际电气公司

应用：低动态导航，授时，研究和发展培训

性能：

- 4颗卫星用一个L1, C/A码通道序贯接收
- 可与DECCA, ARGO, Syledis, Mini-Ranger, Speed Log 和 Gyro 联接

A-8

- 43×14×44厘米(框架式), 18公斤
- 19~32伏直流电, 110~220伏交流电(±30V)
- 航向点导航
- 相对定位能力(可选择)
- 机内常驻用户程序

购买信息:

- 90天交货

#### § A·5 ISTAC—SERIES GPS 2002型定位仪

制造厂家: ISTAC Inc

444 North Altadena Drive Suite 101

Pasadena, California 91107

U.S.A

SERIES 是 Satellite Emission Range Inferred Earth Surveying(利用卫星发射测距信号地面推理测量)的缩写词,这种技术是喷气推进实验室发明的(JPL)。1980年发展演变的“无码”伪距测量的构造,将不受美国国防部“部分利用”政策的影响。由马里兰州洛克维尔的GEO/HYORO生产的第—种民用产品1991型Land Surveyor于1985年间世从那时起一种更便于携带,有效的GPS 2002型定位仪已投放市场。这两种系统都适用于相对定位模型。

2002型仪器装在三个可携带的箱内，总重量32公斤，在3~5分钟内可达30~10厘米精度（具有好的图形条件）。如其它“无码”接收机一样，需有外置星历。ISTAC与星历服务单位一起提供足轨软件。

ISTAC产品所具有的特性是不需知道卫星的轨道就可跟踪所有可见卫星，接收机可以转向跟踪其它卫星，如GLONASS卫星。该系统的构造与大多数GPS接收机是不同的。它由天线接收机组件（23×42厘米）组成，联接到一个装置着一台铷原子钟和电子计时器的钟接口上，还可联接野外便携式用于数据采集和检验的计算机/数据处理器/记录器上（46×33×13厘米）。这台计算机也可用ISTAC提供的软件在野外作无线的处理后处理。

A-5

### ISTAC-SERIES 2002型 GPS定位仪

生产厂家：ISTAC 公司

应用：精密相对定位

性能：

- L1 可观测所有可见卫星，非码伪距
- 由三个部件组成

天线/接收机（7公斤）

A-10

内部供电的铷钟接口单元

数据分析器/记录器/计算机(7公斤)

- 需要外部星历来源
- 不局限于观测GPS卫星
- 精度

15分钟后为10厘米

3分钟后为30厘米

购买信息

- 45天交货
- 带处理软件整套价格57000美元
- 1987年可提供L1/L2和载波相位处理方法

§ A. 6 ISTAC—SERIES海上定位传感器 MPS—1

生产厂家: ISTAC Inc

444 North Altadena Drive, Suite 101

Pasadena, California 91107

U. S. A

利用和2002型相同的技术,一种在船速小于10海里/小时进行实时海上相对定位的双频SERIES海上定位传感器MPS—1正在研制中,为了实现实时定位,必须提供在接收机之间的横向通讯联系。当接收机之间相距500至1000米时,预计精度分

别为 5 米和 10 米。它可用于海上测量的船舶定位，地震测量船只和浮筒的定位及港口导航。

A-6

ISTAC-SERIES 海上定位传感器 MPS-1

生产厂家：ISTAC 公司

应用：海上低动态相对定位（例如，地震测量，内河港口导航）

性能：

- 在研制中
- 类似 2002 型，但是 L1 / L2 双频，海上应用
- 速度小于 10 节
- 需要互相联系的通讯方式
- 数据更新间隔为一秒
- 精度

相距 500 公里时为 5 米

相距 1000 公里时为 10 米

购买信息

未知

§ A · 7 JLR-4000GPS 导航仪

生产厂家：Japan Radio Corporation (JRC)

17-22, Akasaka

A-12

2-Chome Minato-Ku

Tokyo 107

Japan

自1979年以来，日本无线电公司一直在研制GPS接收机。1982年完成了样机JLR-400，并声称，1984年可提供市场。这种序贯式C/A码L1小型单通道接收机只是为了低动态导航，如海上的船舶和汽车而设计的。它计划利用目前的GPS星座提供30米的定位精度和0.1米/秒的测速精度(r.m.s)。这些信息可从接收机的控制显示器中得到，也可从遥测显示器，彩色绘图仪和打印机上获得(自行选择)。导航信息如30个航向点贮存，距离、方位、需航行的时间、垂迹误差及到达预报等也均可获得。因为它只用于导航，所以广播电文和测量数据均无法输出。

这种小型的接收机/处理器/显示器组件是用外部10~40伏直流或111/115/200/230伏交流供电的。耗电均低于30W。它在0~50℃的非恶劣环境下工作，直径为6厘米，高5厘米的螺旋形全向天线则可在-25℃~+70℃的温度下工作。电缆最大长度为50米。

可通过加拿大马可尼公司(魁北克省蒙特利尔市)购买JLR-400接收机。地址为：Canada Marconi Company 2442  
Trouton Avenue Montreal Quebec Canada H3P 1Y9

## JLR-4000 GPS 导航仪

生产厂家：日本无线电公司

应用：低动态导航

性能：

- C/A 码单通道 L1 序贯接收机
- 30 个航向点的存储器
- 可显示垂迹误差、距离、方位、需航行的时间等
- 不能得到原始资料
- 输出位置、时间、速度等
- 资料更新为一秒
- 天线：35×6 厘米，小于 1 公斤， $-25^{\circ} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- 接收器/处理器/显示器：32×25×12 厘米，6 公斤， $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，110/115/220 伏交流电或 24 伏直流电，功率小于 30 瓦
- 可选择远程显示器、打印机、绘图仪等接口
- 精度：(1985 年 4 月水平)
- 位置：30 米 (R.M.S.)；速度：0.1 米/秒 (R.M.S.)

购买信息：

- 32000 加元



§ A · 8      LTN-700

生产厂家：Litton Aero Products

6101 Condor Drive

Moorpark California 93021

U. S. A

利顿航空公司的 LTN-700 GPS 导航仪，主要满足航空方面的市场，1984 年问世。虽然它是一个 GPS 传感器，但通常都是以一个由 L1 C/A 码，4 颗卫星快速序贯接收机/处理器和天线所组成的一个系统出售的。

该机在如何序贯通过卫星信号这点上与其它接收机不同。在拦截阶段接收机依次捕获这些卫星（通过慢序贯方法），而后在跟踪阶段执行快序贯方案——每 20 毫秒被分成 5 个 4 毫秒间隔，每 20 毫秒用载波跟踪四颗卫星，用 C/A 码跟踪其中一颗卫星，用码和载波跟踪四颗卫星的完整周期变化 80 毫秒。因而这种接收机很易做到每秒钟更新一次导航输出，该方法还可进行同步资料解调。

这种系统还被设计为一个研制工具，允许用 RS-232 部件来获得原始观测值和处理后的观测值以及数据。选件包括差分 GPS 接口，加而的天线/前置放大器组件及各种电源，可使此系统用于海上和陆地导航。

利顿公司下一种 GPS 空中导航接收机系统将装入一个双插