

高职高专院校测绘类系列教材

控制测量

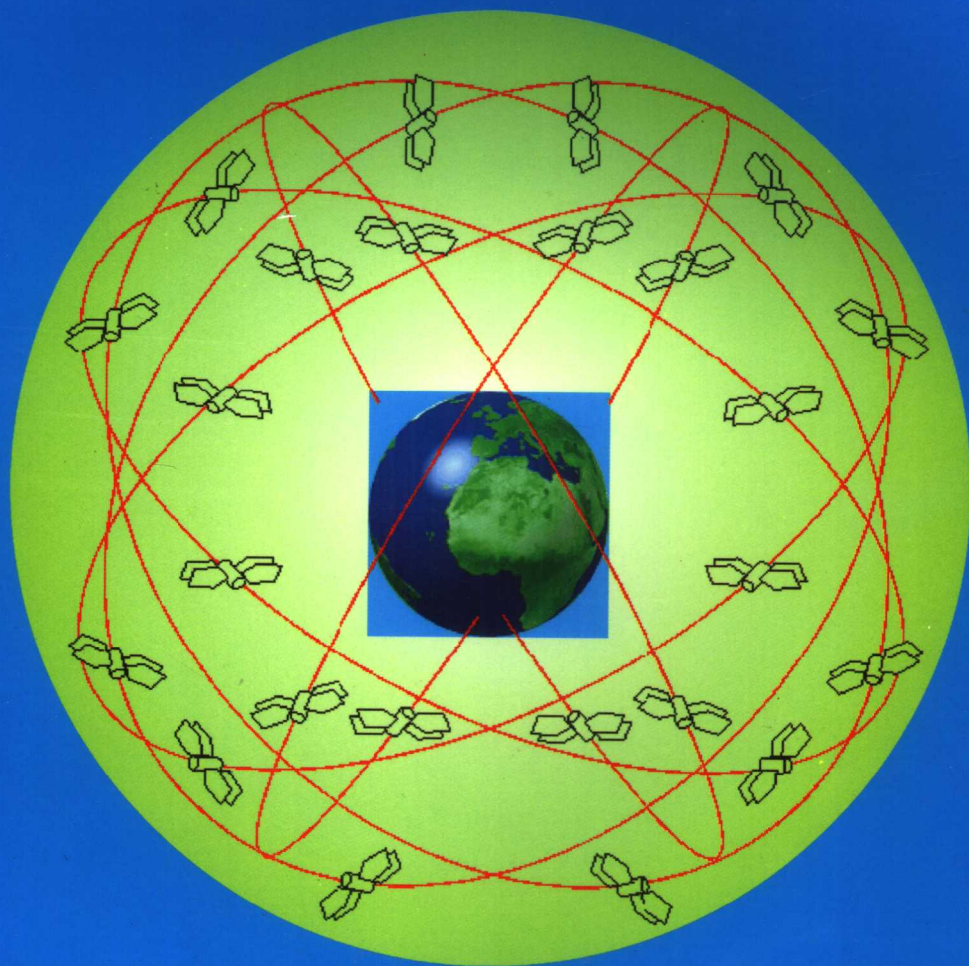
(下册)

(GPS卫星定位技术)

主 编：江思义

副主编：冯正茂 黄杰品

韦小琪 韦源生



广西民族出版社

高职高专院校测绘类系列教材

控制测量(下册)

(GPS 卫星定位技术)

主 编:江思义

副主编:冯正茂 黄杰品

韦小琪 韦源生

主 审:李向民

广西民族出版社

图书在版编目(CIP)数据

控制测量 / 江思义主编. — 南宁: 广西民族出版社,

2006. 8

ISBN 7 - 5363 - 5155 - 0

I. 控... II. 江... III. 控制测量—高等学校: 技术学校—教材 IV. P221

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089159 号

Kongzhi Celiang

控制测量(下册)

(GPS 卫星定位技术)

主编 江思义

出版发行	广西民族出版社(地址:南宁市桂春路3号 邮政编码:530028)
发行电话	(0771)5523216 5523226 传 真 (0771)5523246
E-mail	CR@gxmzbook.cn
责任编辑	凌 华
封面设计	周必哲
责任印制	余秀玲
印 刷	南宁市桂川印务有限责任公司
规 格	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	6.75
字 数	160 千
版 次	2006 年 8 月第 1 版
印 次	2006 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7 - 5363 - 5155 - 0/G · 2055

总定价(上、下册):50.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换

电话:(0771)5523216

前 言

控制测量技术是测绘工作的核心技术,控制测量课程是测量的核心课程。为了满足高职高专教学的需要,我们在总结控制测量课程教学经验,分析已往所编教材的使用情况和目前教材的使用情况,以及未来控制测量技术发展趋势的基础上,参照有关院校的现行教学计划和教学大纲以及生产单位对人才的知识、技能的要求,编写了这套《控制测量》作为高职高专教学用书以及测量技术人员自学用书。这套教材包括上、下册。

本书编写响应国家关于高职高专是培养生产一线实用型科技人才的号召,围绕着培养实用型人才的需要进行编写。现代测量科学技术发展迅速,控制测量经历了原来的常规仪测量(三角网)时代→电子全站仪(光电测量距导线网)测量时代→GPS 测量时代。目前 GPS 静态测量已成为国家高级平面控制测量的主要手段,在工程建设中已逐步取代常规仪器(三角网)测量、动态 GPS RTK 测量和光电测距导线,已成为低等级控制测量和工程测量的有效手段,GPS 测量既省时又省力,既精确又快捷,是高科技的体现,是现代科学技术发展的结晶。但 RTK 还不普及,只是测量队用得较多,在工程单位大多还是用全站仪。故上册为适应目前高职高专人才培养目标——培养生产一线实用型工程技术人才需要,在高程控制测量方面着重介绍满足生产一线高程控制需要的二等水准以及二等以下的水准测量和光电测距三角高程测量;在平面控制测量方面着重介绍光电测距一级、二级、三级导线的内容。下册则着重介绍 GPS 测量技术,使学生学完这门课程后能够真正使用 GPS 测量技术去完成具体的测量工程任务。本书在介绍了一定的理论知识的基础上,着重讲述实践方面的知识,使学生不但懂得基本理论,还懂得具体怎样去操作。除了讲述 GPS 测量技术的基本理论知识,还着重讲述了如何用 GPS 来完成一个具体的测量工程。此外还讲述了从接受测量工程任务到测量的技术设计,外业测量的实施,内业数据处理,直至技术总结以及上交成果资料的详细作业过程。

为了便于学生和工程技术人员自学和扩大知识面,本书取材广泛,论述详细,力求文字通俗易懂,插图形象醒目,计算表格简明直观并且与目前广泛采用的计算器具相适应。

本书的特点是在讲述了一定基础理论知识的基础上,重点突出实践教学,使学生学完后便能够独立工作,直接为生产服务。

本书由南宁天测科技有限责任公司、广州南方测绘仪器有限公司、广西建设职业技术学院、桂林工学院、广西第一工业学校联合编写。充分发挥学校与企业各自的优势,体现了教育服务社会,为社会需要而培养人才的思想。

本书在编写过程中得到了业内同仁和兄弟单位的大力支持,在此一并感谢。本书是利用工作之余,在仓促的时间内编写完成的,加之编者水平有限,恳切希望广大读者对本书提出宝贵的意见。

编 者

2006 年 5 月

目 录

第一章 全球定位系统的用途	(1)
第一节 GPS 全球定位技术在国防方面的应用	(1)
第二节 GPS 全球定位技术在交通中的应用	(2)
第三节 GPS 全球定位技术在农业中的应用	(3)
第四节 GPS 全球定位技术在林业中的应用	(4)
第五节 GPS 全球定位技术在气象信息中的应用	(4)
第六节 GPS 全球定位技术在旅游和野外考察中的应用	(4)
第七节 GPS 全球定位技术在地球动力学及地震研究中的应用	(4)
第八节 GPS 全球定位技术在工程建设中的应用	(5)
第二章 全球定位系统的定位原理及其种类	(7)
第一节 全球定位系统的定位原理	(7)
第二节 全球定位系统的种类	(8)
第三章 GPS 接收机的构造与使用	(12)
第一节 GPS 接收机的种类及性能	(12)
第二节 GPS 接收机的使用	(14)
第三节 GPS 定位的误差来源	(28)
第四章 GPS 测量的技术设计与实施	(30)
第一节 GPS 测量的技术设计	(30)
第二节 GPS 测量的作业准备及技术设计书的编写	(34)
第三节 GPS 测量的外业实施	(36)
第四节 GPS 测量的外业作业模式	(39)
第五节 GPS 测量数据处理及观测成果的质量检校	(42)
第六节 技术总结及上交资料	(45)
第五章 GPS 测量数据处理	(46)
第一节 概述	(46)
第二节 基线向量的解算	(47)
第三节 GPS 定位成果的坐标转换	(47)
第四节 基线向量网平差	(48)
第五节 GPS 高程	(49)

第六节 GPS 平差软件的使用	(52)
第六章 GPS 测量工程实例	(76)
第一节 封面	(76)
第二节 目录	(77)
第三节 技术设计书	(77)
第四节 技术总结	(91)
参考文献	(101)

第一章 全球定位系统的用途

第一节 GPS 全球定位技术在国防方面的应用

确定攻击目标的位置 $(x, y, h$ 或 $L, B, H)$: 例如在海湾战争、南斯拉夫战争、阿富汗战争、伊拉克战争中, 美国就是用全球定位系统来获取攻击目标(地面目标、飞机、导弹)的位置。1999 年 5 月美国恶性攻击我驻南斯拉夫使馆, 从远处不同方向发射 5 枚导弹, 且有两枚是同一个弹孔进去的, 靠的就是全球定位系统技术。

导弹导航: 全球定位系统测出导弹每个瞬间的位置, 从而得到导弹的轨迹和速度, 进而指挥导弹命中目标。例如, 海湾战争、阿富汗战争中美国的战斧式巡航导弹, 靠的就是全球定位系统来导航命中目标, 致使伊拉克、阿富汗被打得无还手之力。美国拥有了全球定位系统就等于拥有了千里眼, 伊拉克、阿富汗没有拥有全球定位系统, 在战争中相当于一个盲人, 被动挨打。

导弹拦截: 利用全球定位系统测定敌方导弹在任一瞬间的位置即测定敌方导弹的运行轨迹, 从而根据轨迹发射导弹进行拦截。例如, 海湾战争中, 美国的爱国者导弹能够成功拦截伊拉克的飞毛腿导弹, 让飞毛腿导弹无法打击预定目标, 伊拉克只能被动地挨打。这是伊拉克战败的根本原因, 也是伊拉克、阿富汗在战争中处处被动挨打的根本原因。美国现在正在布置弹道导弹防御系统的目的, 就是在更大范围的控制世界, 他能打别人, 别人打不了他, 他就可以称霸世界。

战机、轰炸机的导航: 美国的战机、轰炸机在战争中能在飞毛腿导弹都打不到的高空还能精确命中目标, 靠的就是全球定位系统瞄准预先测定目标的位置 $(x, y, h$ 或 $L, B, H)$ 。飞机出发前先设置好导弹打击目标的位置 $(x, y, h$ 或 $L, B, H)$, 导弹就根据预先设置好的目标的位置 $(x, y, h$ 或 $L, B, H)$ 实施准确打击, 飞行员闭着眼睛也可以轻松命中目标。另外, 美国的无人驾驶飞机、侦察机也是靠全球定位系统定位控制的。



图 1-1 导弹发射器



图 1-2 导弹运行图



图 1-3 美国战机图

国界的划分:运用全球定位系统测定国与国之间的国土边界线,进行国土划分测量。



图 1-4 国家边境地图

第二节 GPS 全球定位技术在交通中的应用

一、全球定位系统在道路交通中的应用

智能交通系统 (ITS)——在大范围内建立起实时、准确、全方位发挥作用的交通运输综合管理和控制系统,使车辆安全、经济到达目的地,使道路交通根据车辆数量确定放行的时间。

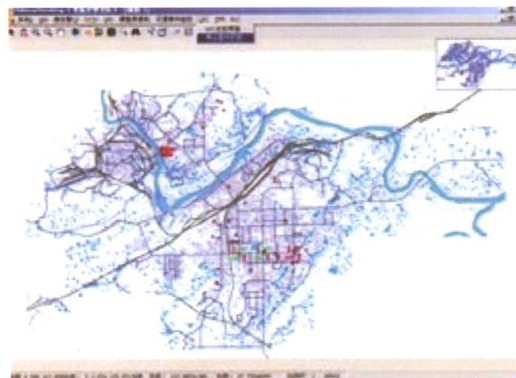


图 1-5 交通控制系统

(1) 车辆导航系统——车辆通过车载导航 GPS,实时测定三维位置,配合电子地图,来完成道路引导、交通信息查询、目的地寻找等。(目前我国也有成功的车辆导航系统,但电子地图还没解决)

(2) 车辆跟踪系统——目前我国已在公安、公交、银行、邮电、110、120、海上巡逻等建立了车辆跟踪系统。到 2005 年,广西区内要求所有出租车、客车都安上全球定位系统,目前车辆跟踪系统的瓶颈就是通讯。自从我国发生多起运钞车被打劫案后,车辆跟踪系统也纷纷应用在银行运钞车上。

二、全球定位系统在航道交通中的应用

(1) 给水上交通提供保障——在水上交通中,运用全球定位系统来实时测定船只的位置,

第四节 GPS 全球定位技术在林业中的应用

利用全球定位系统可以进行森林资源详查和管理。可以用于调查林区面积、量树高、估算木材量、计算可以采伐的木材面积数量,确定原始森林、道路位置,对森林火灾周边测量,寻找水源和测定森林界线。相对其他常规测量手段,全球定位系统在精确测定森林位置和面积,绘制精确森林分布图,用于森林防火都有着非常大的优越性。

第五节 GPS 全球定位技术在气象信息中的应用

利用全球定位系统的理论和技术来遥感地球大气,进行气象学的理论和方法研究,如测定大气温度及水汽含量、监测气候变化等,就是现在已经形成的 GPS 气象学。利用 GPS 气象学的理论和方法,研究天气相对传统的手段,它具有全球覆盖、费用低廉、精度高、垂直分辨率高等优点。这些优点使得 GPS 气象学的技术成为当今大气遥感最迫切最有希望的方法之一。

第六节 GPS 全球定位技术在旅游和野外考察中的应用

在旅游及野外考察中,比如到风景秀丽的地区旅游,到原始森林、高山、大峡谷或者大沙漠地区去进行野外考察,GPS 接收机可以成为你的忠实向导,可以随时提供你所在的位置及行走速度和方向,使你不会迷失路途。目前掌上型导航接收机、手表式的 GPS 导航接收机携带都非常方便,已经被广泛使用。



图 1-9 手持导航接收仪

第七节 GPS 全球定位技术在地球动力学及地震研究中的应用

利用全球定位系统来监测全球和区域板块运动,监测区域和局部地壳运动,从而进行地球成因及动力机制研究。根据测定的板块运动的速度和方向,测定地壳运动变形量,分析地倾斜地应变积累,研究地下断层活动模式、应力场变化,开展地震危险性估计,做地震预报。

目前用全球定位系统来监测板块运动和地壳形变,已经达到了比较高的精度。我国已经建立了几个大型的地壳形变监测网:中国地壳运动监测网、青藏高原地球动力学监测网、首都圈 GPS 地表形变监测网、龙门山 GPS 地壳监测网、长城站南极菲尔德斯海峡形变监测网等等。

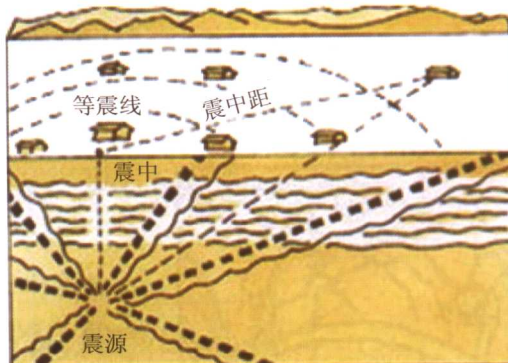


图 1-10 监测地震活动

第八节 GPS 全球定位技术在工程建设中的应用

1. 在常规传统测量中的应用

(1) 大地控制测量: 建立大范围区域的 GPS 大地控制网, 相对传统仪器的控制测量, 可以节省大量的人力物力, 提高效率, 而且精度可以达到毫米级, 可以完全取代常规大地控制测量。

(2) 地形测量: 运用 RTK 实时动态 GPS 做数字化地形测量、土地整理, 比传统的平板仪、经纬仪和全站仪都有着不可替代的优越性。省时、省力, 效率大大提高。

(3) 地籍测量: 运用 GPS 的后差分功能进行大范围的土地权属调查、土地确权、土地使用变更调查, 有力推动国土资源管理的数字化。

(4) 水上测量: 利用 GPS 可以在海面上定位, 结合多波束声纳测深仪进行海底地形测量, 平均海面测量, 测海流、海面变化。在港口区域还可以用 GPS 测量航道。

(5) 航空摄影测量: 运用 GPS 测定航测地面的控制点。

2. 在变形监测中的应用

(1) 进行水利大坝监测: 例如湖北省的隔河岩水库大坝外观的变形观测就是使用 GPS 自动化监测系统, 进行全天候、连续实时的观测并进行数据处理。

(2) 进行山体滑坡变形监测。

(3) 进行高层建筑物沉降观测。

(4) 进行大桥动态实时变形监测。

用 GPS 进行变形监测可以不受天气条件的影响, 全天候作业, 速度快, 效率高, 而且费用仅为常规方法的 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{6}$, 应该大力推广。

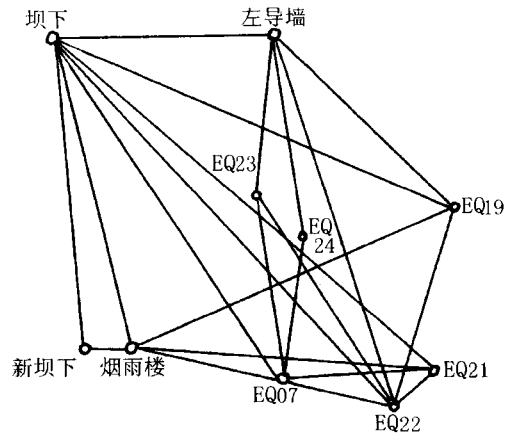


图 1-11 GPS 控制网

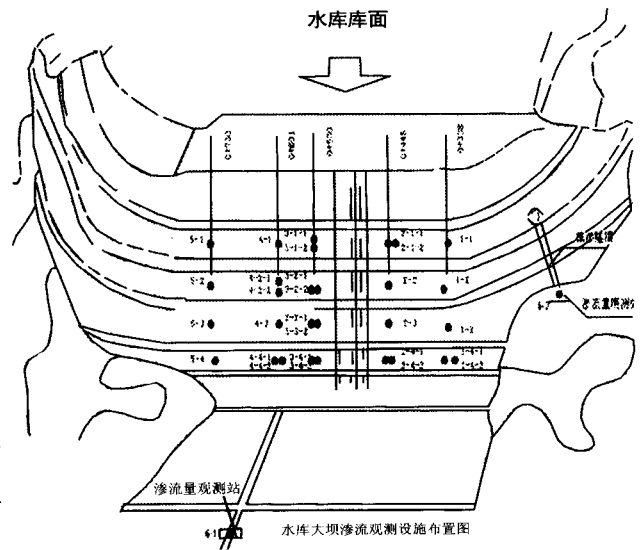


图 1-12 水库变形监测

3. 在工程建设中的应用

(1) 进行机场轴线定位观测: 机场中轴线方位的精度要求很高, 用 GPS 施测解算时一定要用精密的软件。

(2) 在路桥建设施工中的应用: 可以用 GPS 进行路线勘测、隧道贯通、大桥桥墩位置的测设、地铁的施工放样等。

例如: 在 10 km 长的秦岭隧道贯通测量, 西安—南京铁路的勘测设计工程都是用 GPS 来进行施测的。

4. 在海洋油田开采和海洋矿藏开发中的应用

(1) 利用 GPS 进行海洋油田和矿藏的勘测。

(2) 利用 GPS 进行海洋油田和矿藏开采工程测设。



图 1-13 海洋油田的开采

第二章 全球定位系统的定位原理及其种类

第一节 全球定位系统的定位原理

飞机、轮船采用的是无线电导航定位的方法。在 A 、 B 、 C 三点设置三个无线电信号发射台，其坐标已知，用户接收机在某一时刻采用无线电测距的方法分别测得接收机到各发射台的距离 d_1 、 d_2 、 d_3 ，以发射台为中心，以 d_1 、 d_2 、 d_3 为半径作出三个定位圆，交会出接收机的空间位置。

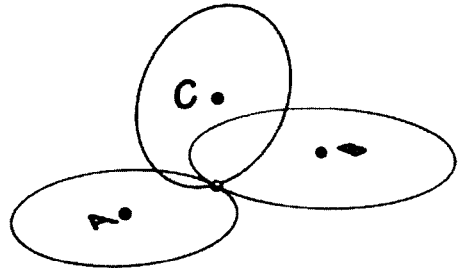


图 2-1

一、定位原理及方法

(一) 应用无线电测距交会原理

由三个以上地面已知点(控制站)交会出卫星的位置，反之利用 3 颗以上卫星的已知空间位置又可以交会出地面未知点(用户接收机)的位置。这就是 GPS 定位的基本原理。如图 2-2 所示，设在 t 时刻在地面待测点 P 上安置 GPS 接收机，同时测得 P 点至 3 颗 GPS 卫星的距离为 d_1 、 d_2 、 d_3 ，通过 GPS 电文解译出该时刻 3 颗 GPS 卫星的三维坐标分别为 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 (x_3, y_3, z_3) ，根据以下三个方程式，用距离交会的方法求解 P 点的三维坐标 (X, Y, Z) 。

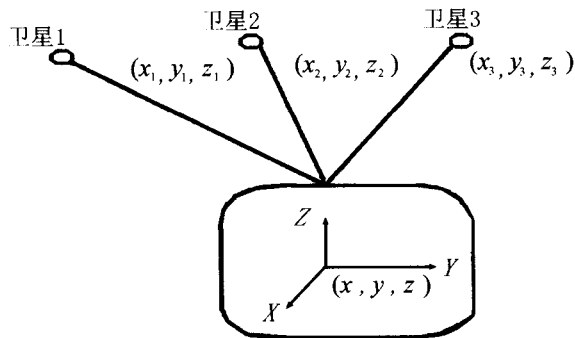


图 2-2

$$\begin{cases} d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 \\ d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 \\ d_3^2 = (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 \end{cases}$$

(二) 定位方式

1. GPS 绝对定位(单点定位)

利用 GPS 卫星和用户之间的距离观测值直接确定用户接收机天线在 WGS84 坐标系中相

对于坐标原点——地球质心的绝对位置。

(1)动态绝对定位,测量精度为 10 m ~ 40 m。

(2)静态绝对定位,测量精度约为米级。

2. 相对定位

用两台以上 GPS 接收机,同步观测相同的 GPS 卫星,确定两台 GPS 接收机天线之间相对位置(坐标差)。

(三)定位方法

1. 伪距测量法

由 GPS 接收机在某一时刻测出接收机到 4 颗以上 GPS 卫星的伪距($d = ct$, c 为光速, t 为时间),以及已知卫星的位置,采用距离交会的方法求出接收机天线所在的地三维坐标。PM 码的测量精度为 10 m, C/A 码的测量精度为 20 m ~ 30 m。

2. 载波相位测量法

利用载波作为测量信号,根据卫星载波信号与接收机本身参考信号的相位关系来测出接收机到 4 颗以上 GPS 观测的位置关系,从而测出接收机天线所在的地三维坐标。目前大地型接收机的载波相位测量精度为 1 mm ~ 2 mm。

3. 差分定位

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,并由基准站实时地将这一改正数发送给用户接收机,用户接收机实时地对其定位结果进行修正,从而提高定位精度。

(1)位置差分定位。

计算简单,适用于各种 GPS 接收机,但基准站和用户必须观测同一组观测,只适用于 100 km 以内,定位精度米级。

(2)伪距差分定位。

应用最广的一种差分,基准站提供所有卫星的改正数,用户接收机观测任意 4 颗卫星即可,定位精度米级。

(3)载波相位差分定位。

实时三维定位,定位精度厘米级。

第二节 全球定位系统的种类

一、系统的组成

1. 空间部分——卫星及星座

由 21 颗工作卫星和 3 颗在轨备用卫星组成 GPS 卫星星座,记作(21 + 3)GPS 星座。24 颗卫星均匀分布在 6 个轨道平面内。

在 20 000 km 高空的 GPS 卫星,当地球相对恒星来说自转一周时,它们绕地球运行两周,即绕地球一周的时间为 12 h。这样,对于地面观测者来说,每天将提前 4 min 见到同一

颗 GPS 卫星,位于地平线以上的卫星数随着时间和地点的不同而不同,最少可见到 4 颗,最多可见到 11 颗。在用 GPS 信号导航定位时,为了解算测站的三维坐标,必须观测 4 颗以上 GPS 卫星,称为定位星座。这 4 颗卫星在观测过程中的几何位置分布定位精度有一定影响。对于某地某时,甚至不能测得精确的点位坐标,这种时间叫做“间隙段”。但这种时间间隙段是短暂的,并不影响全球绝大多数地方的全天候、高精度、连续实时的导航定位测量。GPS 工作卫星的编号和试验卫星基本相同。

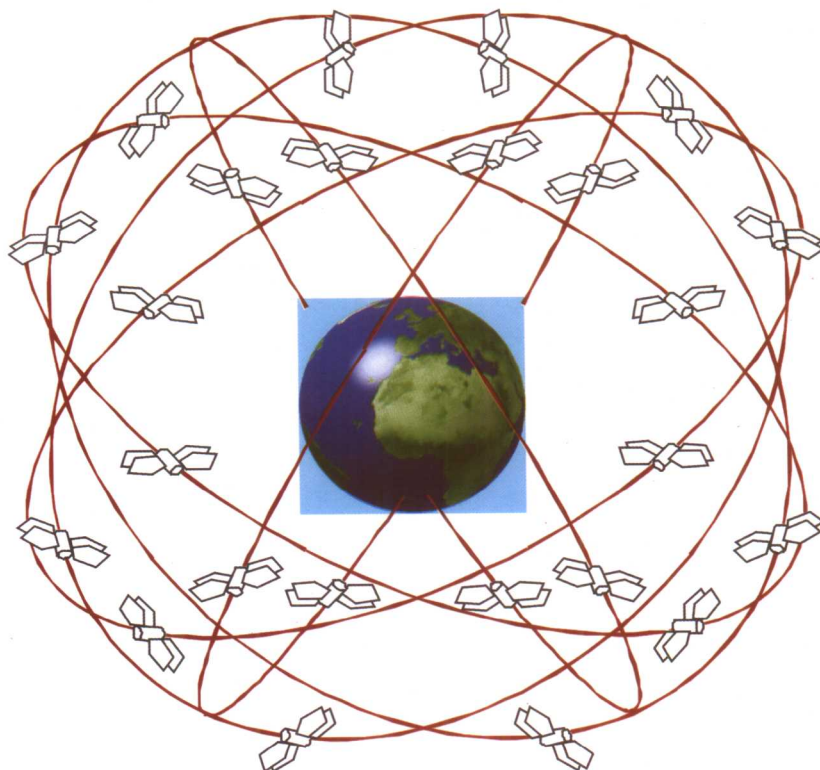


图 2-3

2. 地面控制部分——地面监控系统

对于导航定位来说, GPS 卫星是一个动态的已知点。卫星的位置是依据卫星发射的星历——描述卫星运动及其轨道的参数算得的。每颗 GPS 卫星所播发的星历,是由地面监控系统提供的。卫星上的各种设备是否正常工作,以及卫星是否一直沿着预定轨道运行,都要由地面设备进行监测和控制。地面监控系统另一重要作用是保持各颗卫星处于同一时间标准——GPS 时间系统。这就需要地面站监测各科卫星的时间,求出钟差。

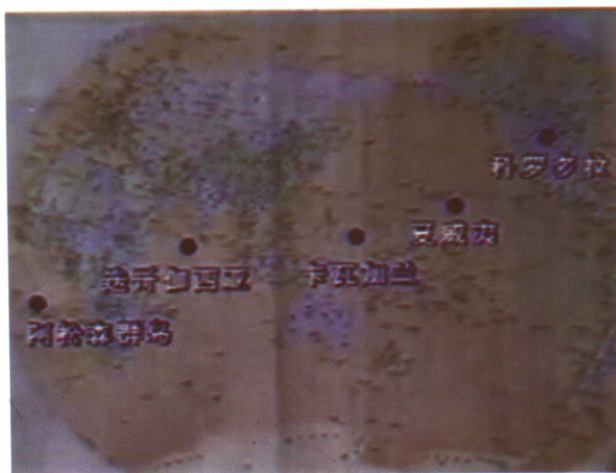


图 2-4

然后由地面注入站发给卫星,卫星再由导航电文发给用户设备。GPS 工作卫星的地面监控系统包括一个主控站(科罗拉多空军基地)、3 个注入站(阿森松群岛、迭哥伽西亚、卡瓦加兰)和 5 个监控站(阿森松群岛、迭哥伽西亚、卡瓦加兰、夏威夷、科罗拉多空军基地)。

3. 用户设备部分——GPS 信号接收机

GPS 信号接收机的任务:能够捕获到按一定卫星高度截止角所选择的待测卫星信号,并跟踪这些卫星的运行,对所接收到的 GPS 信号进行交换、放大和处理,以便测量出 GPS 信号从卫星到接收机天线的传播时间,解译出 GPS 卫星所发送的导航电文,实时地计算出测站的三维坐标、位置,甚至三维速度和时间。

静态定位中,GPS 接收机在捕获和跟踪 GPS 卫星的过程中固定不变,接收机高精度地测量 GPS 信号的传播时间,利用 GPS 卫星在轨的已知位置,解算出接收机天线所在位置的三维坐标。而动态定位则是用 GPS 接收机测定一个运动物体的运行轨迹。GPS 信号接收机所位于的运动物体叫做载体(如航行的船舰、空中的飞机、行驶的车辆等)。载体上的 GPS 接收机天线在跟踪 GPS 卫星的过程中相对地球而运动,接收机用 GPS 信号实时测得运动载体的状态参数(瞬时三维坐标和三维速度)。

接收机硬件和软件以及 GPS 数据的后处理软件包,构成完整 GPS 用户设备。GPS 接收机的结构分为天线单元和接收机单元两大部分。对于测地型接收机来说,两个单元一般分成两个独立的部件,观测时将天线单元安置在测站上,接收单元置于测站附近的适当地方,用电缆线将两者连接成一个整机。也有的将天线单元和接收单元制作成一个整体,观测时都将安置在测站上。

GPS 接收机一般用蓄电池作电源。同时采用机内、机外两种直流电源。设置机内电池的目的在于更换外电池时不中断连续观测。在用机外电池的过程中,机内电池自动充电。关机后,机内电池为机内存储器 RAM 供电,以防丢失数据。

近几年,中国自主研发研制生产了 GPS 测地型接收机,各类 GPS 测地型接收机用于精密相对定位时,精度可以达到 $5\text{ mm} + 1 \times 10^{-6}$ 。用于差分定位的精度可达到亚米级甚至厘米级。

目前,各种类型的 GPS 接收机体积越来越小,重量越来越轻,非常便于野外观测。

二、系统的种类

1. 美国的 GPS 系统

这个系统就是我们平常所说的和所用的 GPS 系统。由美国在 20 世纪 70 年代开始研制,整个系统建立经历了 20 年,耗资 200 亿美元,于 1994 年全面建成。该系统是以卫星为基础的无线电导航定位系统,具有全能性(陆地、海洋、航空和航天)、全球性、全天候、连续性和实时性的导航、定位和定时的功能。能为各类用户提供精密的三维坐标、速度和时间。

2005 年 5 月,美国政府取消了限制民用精度的“SA”政策,仅在局部或者个别卫星上实施了 SA 技术。

为了与正在筹建中的欧盟伽利略(Galileo)系统争夺市场,美国推出了 GPS 现代化的计划,即实施广域增强系统和局域增强系统;进一步提高民用精度,计划 2003 年在 L2 载波上提供第二个民用信号,2006 年前增加第三个民用频率 L3,并提高其码频率和发射功率。总的目标是进一步改善 GPS 的可用性、安全性和完善性。

2. 苏联的 GLONASS 系统

苏联在 1982~1996 年的 13 年时间历经周折。中间遭遇了苏联解体,由俄罗斯接替部署,

始终没有终止或中断 GLONASS 卫星的发射,经过数据的加载、调整和检验,已于 1996 年能正常运行。

GLONASS 系统在系统组成和工作原理上和美国 GPS 类似,由 24 颗工作卫星加 1 颗备用卫星组成。使用政策则更加开放,不引入选择可用性 SA。有较高的精度。民用精度通道(CSA)精度数据为 50 m ~ 70 m,垂直精度为 75 m。

3. 欧盟伽利略(Galileo)GNSS 系统

从 1994 年开始论证,2002 年开始建设。

GNSS 系统由 30 颗卫星(27 颗工作卫星加 3 颗备用卫星)组成。30 颗卫星部署在 3 个中高度圆轨道面上,轨道高度 23 616 km,倾角 56°,星座对地面覆盖良好。在欧洲建立两个控制中心。2003 年发射了两颗试验卫星,2008 年完成全系统部署并投入使用。

GNSS 系统最主要的设计思路是:与 GPS/GLONASS 不同,完全从民用出发,建立一个高精度的全开放型的新一代 GNSS 系统;与 GPS/GLONASS 有机地兼容,增强系统使用的安全性和完善性;建设资金(36 亿欧元)由欧洲各国政府和私营企业共同投资。

4. 双星导航定位系统(北斗一号)

2002 年底,我国发射了两颗“北斗导航试验卫星”,加上地面中心站和用户一起构成了双星导航定位系统(北斗一号)。双星导航定位系统空间部分由 3 颗地球静止轨道卫星(其中一颗在轨备用)组成;地面中心站包括地面应用系统和监控系统,具有位置报告、双向报文通信及双向授时的功能;用户部分即车辆、船舶、飞机以及各军兵种低动态及静态导航定位的用户。服务区域在东经 70° ~ 145°和北纬 5° ~ 55°的范围。定位精度:平面为 20 m,垂直为 10 m。

第三章 GPS 接收机的构造与使用

第一节 GPS 接收机的种类及性能

GPS 卫星发送的导航定位信号,是一种可供无数用户共享的信息资源。对陆地、海洋和空间的广大用户,只要拥有能够接收、跟踪、变换和测量 GPS 信号的接收设备,即 GPS 信号接收机,就可以在任何时候用 GPS 信号进行导航定位测量。根据使用目的的不同,用户要求的 GPS 信号接收机也各有差异。目前世界上已有几十家工厂生产 GPS 接收机,产品也有几百种。这些产品按照原理、用途、功能等来分类。

1. 按接收机用途分类

(1) 导航型接收机(如图 3-1)。

此类型接收机主要用于运动载体的导航,它可以实时给出载体的位置和速度。这类接收机一般采用 C/A 码伪距测量,单点实时定位精度较低,一般为 ± 25 m。这类接收机价格便宜,应用广泛。根据应用领域的不同,这类接收机还可以分为:

车载型——用于车辆导航定位;

航海型——用于船舶导航定位;

航空型——用于飞机导航定位。由于飞机运行速度快,因此,在航空上用的接收机要求能适应高速运动。

星载型——用于卫星的导航定位。由于卫星的速度高达 7 km/s 以上,因此对接收机的要求更高。

(2) 测地型接收机(如图 3-2)。

测地型接收机主要用于精密大地测量和精密工程测量。这类仪器主要采用载波相位观测值进行相对定位,定位精度高。

(3) 授时型接收机。

这类接收机主要利用 GPS 卫星提供的高精度时间进行授时,常用于天文台及无线电通讯中时间同步。

2. 按接收机的载波频率分类

(1) 单频接收机。

这种接收机只能接收 L1 载波信号,测定载波相位观测值进行定位。由于不能有效消除电离层延迟影响,单频接收机只适用于短基线(20 km 以内)的精度定位。

(2) 双频接收机。

双频接收机能同时接收 L1、L2 载波信号。利用双频对电离层延迟的不一致,可以消除电离层对电磁波延迟的影响,因此双频接收机可用于长达几千千米的精密定位。

3. 按接收机的通道数分类

GPS 接收机能同时接收多颗卫星的信号,为了分离接收到的不同卫星的信号,以实现



图 3-1 导航型接收机



图 3-2 测地型接收机