

普通高等教育“十二五”规划教材

GNSS定位原理

李克昭 杨力 柴霖 等 编著



煤炭工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

GNSS 定位原理

编著 李克昭 杨 力 柴 霖
丁安民 郭增长

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

GNSS 定位原理 / 李克昭等编著. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2014

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5020-4504-3

I. ①G… II. ①李… III. ①卫星导航—全球定位系统—高等学校—教材 IV. ①P228.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 089312 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京玥实印刷有限公司 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 20¹/₄

字数 475 千字

2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷

社内编号 7347 定价 31.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书主要介绍了 GNSS 的概况、GNSS 定位基本原理与理论基础、信号及其测量、定位方法及误差分析、伪距导航原理、载波相位定位原理、外业布网与观测、数据处理等理论知识。

本书可作为测绘类专业、土木工程专业、导航、制导与控制专业以及其他相关专业本科生的教材或参考用书,也可供从事卫星导航定位研究的科研人员及技术开发人员阅读参考。

序

自 20 世纪 80 年代以来, 众多学者针对全球定位系统 (GPS) 进行了大量的理论与应用研究, 取得了众多研究成果, 极大地推动了 GPS 的快速发展。如今, 全球卫星导航系统 (GNSS) 技术已在测绘及其他行业得到了广泛的应用。卫星导航技术的划时代、革命性的魔力及其巨大的应用潜力, 使其受到国际社会、诸多学科和行业的特别关注与重视。目前, 美国、俄罗斯针对其各自的全球卫星导航定位系统 GPS、GLONASS 分别制定了现代化方案, 并正在付诸实施; 欧盟的 Galileo 系统和中国的北斗卫星导航系统 (BDS) 正在建设中。因此, 卫星定位技术在未来的应用将会更加广泛。尤其是当我国独立自主的卫星导航系统建成与投入运营后, GNSS 技术将以其独特的魅力和技术优势在我国发挥更大的作用。

截至目前, 全国高校的测绘类专业, 导航、制导与控制专业, 以及其他相关专业都开设了卫星定位方面的课程。《GNSS 定位原理》一书就是应卫星导航与定位课程的教学之需, 结合卫星导航发展新技术和一线的教学与科研工作编著而成的教材。全书以卫星定位理论体系构架为线索, 系统地回答了卫星定位所要解答的关键问题, 阐述了卫星定位所涉及的理论与技术。该教材特色鲜明, 层次递进, 使得学生学完卫星定位的每部分内容, 都可清楚地了解其重点和解决途径; 每章给出的复习思考题, 便于学生进一步学习、总结和思考; 同时, 教材中编入了卫星定位的最新研究成果, 便于学生了解卫星定位的发展和当今热点, 可拓宽学生的知识面, 并能够启发学生的思考, 提高研究的兴趣。

本书是在作者们多年一线教学与科研积累的基础上凝炼而成的。全书理论体系清晰, 内容丰富, 章节之间的逻辑性强, 理论结合实践, 叙述通俗易懂。相信本书可以帮助相关学生及研究人员更加深入地了解 GNSS 定位原理。

中国工程院院士

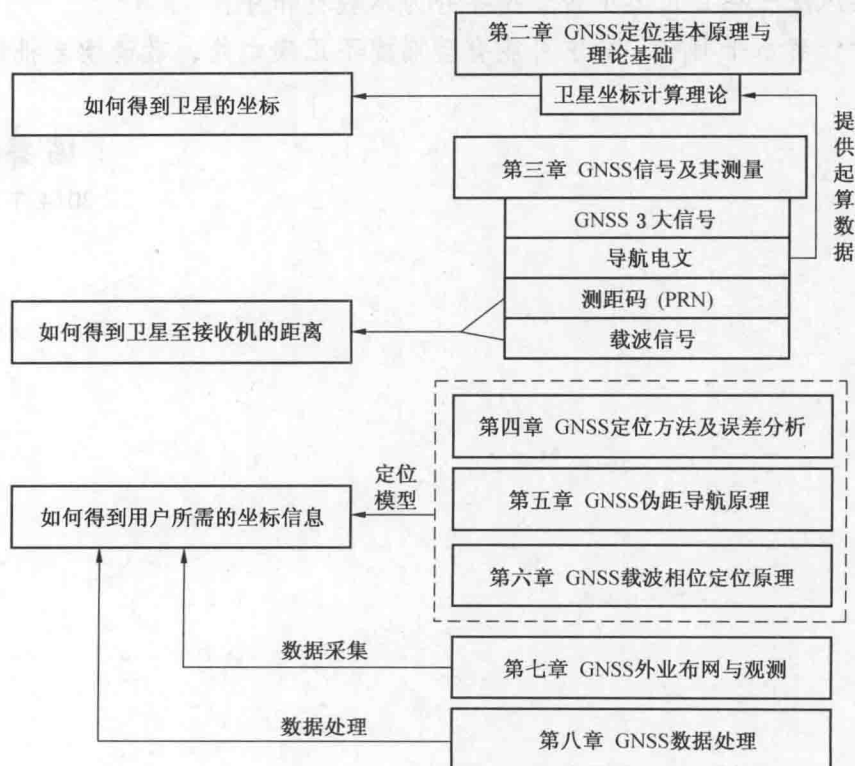


2014 年 5 月 1 日

前言

21 世纪,对于全球卫星导航定位系统 (GNSS) 来说,将是其迎来“百星争鸣”的辉煌时代。面对这样一个导航定位的盛世,作为从事 GNSS 教学与科研的工作者,如何结合专业知识与实际应用,深入浅出、系统化地把 GNSS 导航定位原理讲清楚、教明白是一项十分有意义的教学工作。基于此,编著者在多年 GNSS 一线教学实践与科学研究的基础上,特编著了此教材。

本书从 GNSS 定位的最基本原理——空间距离后方交会原理出发,提出了 GNSS 定位的理论体系,该体系将 GNSS 课程的主要内容归纳为解答 3 个关键问题,即:(1) 如何得到卫星的空间坐标;(2) 如何得到卫星至接收机天线相位中心的距离;(3) 如何得到用户所需要的坐标信息(该问题主要包括 GNSS 的定位模型与坐标转换两个基本问题)。该理论体系与教材核心章节的关系可通过如下构架图表述:



GNSS 理论体系构架图

本书由河南理工大学李克昭、解放军信息工程大学杨力、中国电子科技集团公司第10研究所柴霖等编著完成。其中，第一章、第六章、第八章及附录部分由河南理工大学李克昭编写；第二章由河南理工大学丁安民和李克昭编写；第三章由中国电子科技集团公司第10研究所柴霖、河南理工大学李克昭编写；第四章由解放军信息工程大学杨力、西安通信学院田八林、兰州理工大学魏玉明、河南理工大学李爱国和郭敏编写；第五章由河南理工大学李克昭、解放军信息工程大学杨力、兰州交通大学杨学超编写；第七章由河南理工大学郭增长和李克昭编写；第九章由解放军信息工程大学杨力、河南理工大学李克昭编写。在全书的编写过程中，研究生孟福军、韩梦泽、魏金本做了大量的文字和绘图工作，并提出了许多重要的建议。全书由李克昭统稿。

本书得到了国家自然科学基金(41272373, 41202245)的资助；同时得到了河南理工大学测绘与国土信息工程学院的大力支持和资助。本书在编著过程中参阅和引用了国内外有关学者的著作和发表的文献资料，在此对文献的作者们表示感谢！感谢河南理工大学王庆林教授、袁占良教授及诸多领导和同事们的帮助和指导！感谢西北工业大学袁建平教授、长安大学张勤教授、中国科学院测量与地球物理研究所欧吉坤研究员等专家们的悉心指导！特别感谢许其凤院士在百忙之中给予指导并为本教材作序！

由于作者水平有限，书中可能有疏漏或不正确之处，敬请读者批评指正。

编著者

2014年7月

目 次

第一章 绪论	1
第一节 GNSS 的产生与发展	1
第二节 GNSS 的系统介绍	3
第三节 GNSS 定位优势	11
第四节 GNSS 的广泛应用及前景	12
复习思考题	24
第二章 GNSS 定位基本原理与理论基础	25
第一节 GNSS 定位基本原理	25
第二节 卫星导航定位坐标系	26
第三节 时间系统	37
第四节 卫星的无摄运动	45
第五节 卫星的受摄运动	54
第六节 卫星的瞬时位置与瞬时速度计算	58
复习思考题	62
第三章 GNSS 信号及其测量	63
第一节 GNSS 导航电文	63
第二节 GNSS 测距码及其测量	75
第三节 GNSS 载波信号及其测量	86
第四节 GNSS 信号的调制与解调	93
第五节 GNSS 接收机的类型介绍	98
复习思考题	101
第四章 GNSS 定位方法及误差分析	102
第一节 GNSS 定位方法分类	102
第二节 GNSS 定位误差分类	104
第三节 与 GNSS 卫星有关的误差	105
第四节 与 GNSS 信号传播路径有关的误差	110
第五节 与 GNSS 信号接收设备有关的误差	120
第六节 其他误差	122
复习思考题	124

第五章 GNSS 伪距导航原理	125
第一节 伪距单点定位原理	125
第二节 观测卫星的几何精度因子	129
第三节 伪距相对定位原理	131
第四节 伪距差分的技术分类	132
第五节 伪距差分的类型	141
复习思考题	147
第六章 GNSS 载波相位定位原理	148
第一节 载波相位绝对定位原理	148
第二节 载波相位绝对定位与伪距单点定位异同比较	152
第三节 载波相位静态相对定位原理	153
第四节 载波相位整周未知数的求解方法	167
第五节 载波相位观测值的周跳探测与修复	176
第六节 精密单点定位	182
第七节 常规 RTK	185
第八节 综合卫星定位服务网络系统	187
复习思考题	195
第七章 GNSS 外业布网与观测	196
第一节 GNSS 测量的技术设计	196
第二节 GNSS 测量的外业准备及技术设计书编写	204
第三节 GNSS 测量的外业实施	209
第四节 GNSS 测量的作业模式	215
第五节 GNSS 测量成果验收和上交资料	218
复习思考题	219
第八章 GNSS 数据处理	220
第一节 大地测量基准及各种地球坐标系详解	220
第二节 不同坐标系之间的坐标转换	233
第三节 GNSS 网的三维平差	243
第四节 GNSS 网的二维平差	252
第五节 GNSS 高程	254
第六节 GNSS 数据处理软件及实例解算	260
复习思考题	273
第九章 GNSS 技术发展与展望	274
第一节 GPS 现代化	274

第二节 GLONASS 更新换代	275
第三节 Galileo 系统计划及建设进程	277
第四节 BDS 系统计划及建设进程	278
第五节 多个不同 GNSS 系统兼容与互操作性的机遇和挑战	281
复习思考题	286
附录 A 移位寄存器和模 2 运算	287
附录 B 最长线性移位寄存器序列	291
附录 C m 序列的统计特性及相关特性	295
附录 D 截短码与复合码	300
附录 E 缩略词中英文对照	306
参考文献	309

第一章 绪 论

全球卫星导航系统 (GNSS) 是个综合性概念, 泛指全球所有的卫星导航系统, 目前正在运行和计划实施的全球卫星导航系统有 4 个, 即美国的全球定位系统 (GPS)、俄罗斯的全球卫星导航系统 (GLONASS)、欧盟的伽利略系统 (Galileo) 以及中国的北斗卫星导航系统 (BDS)。本章主要介绍的内容将使读者对 GNSS 有个全面的认识与了解。

第一节 GNSS 的产生与发展

从导航定位的本质来说, GNSS 是将陆基的无线电导航理论与设备搬到天基上。因此, 要讲 GNSS 的发展史, 就需要从无线电导航的历史谈起。

1895 年, 意大利人马可尼和俄罗斯人波波夫分别研制成功了无线电收发报机。由于无线电的快速、远距离、无须线路传播信息这一特点, 使其具有跨越江河、大海和高山障碍的功能, 自其诞生后, 很快便风靡世界, 并应用于军事斗争中。

第一次世界大战中, 德国的“格贝恩”号和“布累斯劳”号巡洋舰在地中海航行, 被英国“格洛斯特”号巡洋舰跟踪。最后德舰通过无线电导航成功摆脱英舰跟踪, 顺利到达土耳其的达达尼尔水域。这是战争史上无线电导航与对抗的首次成功运用。

第二次世界大战期间, 无线电导航技术得到了极大的发展, 出现了许多新的航行系统。罗兰 (Loran) 的全称是远程导航, 是第二次世界大战期间发展起来的脉冲双曲线导航系统。罗兰 A 系统, 作用距离约 1300 km, 工作区定位准确度为 926 ~ 1852 m, 夜间利用天波, 作用距离可达 2592.8 km。这个系统在 20 世纪 40 年代时发展很快, 并于 20 世纪 70 年代达到鼎盛时期, 在世界各地拥有 80 多个发射台。其天波覆盖了北太平洋、北大西洋的绝大部分水域, 用户超过 10 万。

20 世纪 50 年代末期, 美国研制成功了罗兰 C 导航系统。罗兰 C 系统是一种远程、低频、脉冲相位双曲线导航定位系统。它比罗兰 A 具有更大的覆盖区, 更高的精度和自动化程度。1980 年, 美国用了 5 年的时间, 完成了用罗兰 C 取代罗兰 A 的布台过程。罗兰 B 导航系统因存在周期识别困难问题而终止了研发。1968 年研制成功的罗兰 D 导航系统因提高了地面发射台的机动性, 是一种军用战术导航系统。

鉴于全球覆盖、全球导航的目的, 20 世纪 50 年代中期, 美国开始研制另一种导航系统, 叫做奥米伽 (Omega)。奥米伽是一种超远程双曲线无线电导航系统。其作用距离可达 1 万多 km, 只要设置 8 个地面台, 其工作区域就可覆盖全球。奥米伽导航系统是全球范围的导航系统, 定位精度为 1.6 ~ 3.2 km。

奥米伽导航系统虽然做到了全球覆盖, 但存在如下不足:

- (1) 由于电磁波传播受各种因素影响, 定位精度较低, 一般为 1.6 ~ 3.2 km。
- (2) 由于电磁波传播路径不唯一, 易产生多值性问题。
- (3) 数据更新率低, 难以满足导航的实时性要求。

(4) 用户设备昂贵, 限制广泛使用。

(5) 全球设站, 维护代价很高。

20 世纪 50 年代末, 美苏的太空竞争拉开了序幕, 无线电导航技术开始与卫星平台结合升级。

1958 年 12 月, 美国海军和霍普金斯大学物理实验室联合研制海军导航卫星系统 (NNSS)。由于卫星轨道近似圆形且经过地球南、北极上空, 又称为子午卫星系统 (Transit), 其空间星座如图 1-1 所示。

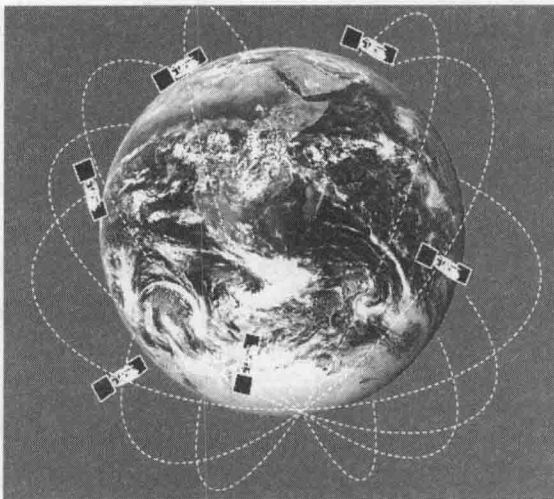


图 1-1 NNSS 星座示意图

子午卫星是第一代卫星导航定位系统, 跨越了从地基无线电导航到天基无线电导航的历程, 但其仍然存在许多缺点, 主要是:

(1) 卫星数量少 (6 颗), 卫星运行周期约为 107 min, 不能实现连续实时导航。

(2) 卫星轨道高度低 (950 ~ 1200 km), 难以实现精密定轨。

(3) 信号频率低, 难以补偿电离层效应的影响。

正因为如此, 美国国防部于 1973 年 12 月批准陆海空三军联合研制新的军用卫星导航系统。于是, 在子午卫星研制的基础上, 在美国海陆空三军导航的需求下, 美国的第二代全球卫星导航系统——GPS 产生了。

在美国研制了其第一代卫星导航系统后, 苏联于 1965 年也研制了其第一代卫星导航系统——CICADA。该系统类似于美国的子午卫星导航系统, 也是一种基于多普勒频移测量的低轨卫星导航系统。该系统由 12 颗卫星构成星座, 轨道高 1000 km, 卫星运行周期约为 107 min, 卫星发送的信号频率同样为 400 MHz 和 150 MHz, 但只有 150 MHz 的信号作载波来发送导航电文, 而 400 MHz 的信号仅用于削弱电离层效应的影响。CICADA 系统只能实现二维导航定位, 且定位精度为 500 m 左右。因此, 从 1982 年 10 月开始, 苏联在全面总结 CICADA 卫星的不足及吸取美国 GPS 成功经验的基础上, 研制了其第二代全球卫星导航系统——GLONASS。1996 年 1 月 18 日, GLONASS 系统正常运行, 首次具备全球

导航能力。2011 年 12 月, 有 24 颗卫星同时在轨运行, GLONASS 卫星导航系统第二次实现了全球覆盖。

20 世纪 90 年代后, 随着美国 GPS 系统的建成完善, 卫星导航系统在定位、导航、大地测量以及精密授时等许多领域得到广泛的应用。为了打破 GPS 和 GLONASS 一统全球卫星导航天下的局面, 更为了能在未来的太空舞台上承担重要角色, 经过多年的协商讨论, 欧盟首脑于 2002 年初正式签署协议开始建设欧洲自己的全球导航系统伽利略 (Galileo) 系统。2011 年 10 月 21 日, 欧洲伽利略全球卫星导航系统的首批两颗在轨验证卫星 (Galileo-IOV) 由俄罗斯“联盟”号运载火箭从法属圭亚那的库鲁航天中心发射升空, 并成功进入距离地球约 23000 km 的预定轨道。2012 年 10 月 12 日, 4 颗在轨组网验证卫星中的后两颗成功发射, 并与之前在 2011 年发射的两颗卫星组网开始进行在轨组网验证, 从而奏响了伽利略系统发展的新序曲。此后, 欧盟计划截至 2014 年发射另外 14 颗具有完全功能的伽利略导航卫星, 从而组网形成导航服务能力; 2020 年以前完成全部 30 颗卫星的发射, 为全球用户提供导航服务。

我国为了满足国民经济和国防建设的需要, 根据我国国情, 陈芳允院士于 1983 年提出了建设自己的双静止卫星导航定位系统的设想。经过十几年的论证与研制, 我国于 2000 年 10 月和 12 月相继成功发射了两颗“北斗”导航定位卫星, 并于 2003 年 5 月发射了第三颗“北斗”导航备份卫星, 标志着我国已拥有了自主完善的第一代卫星导航定位系统, 该系统就是一个有源导航定位与通信系统。正在建设的北斗卫星导航系统 (BDS) 空间段由 5 颗静止轨道卫星和 30 颗非静止轨道卫星组成, 提供两种服务方式, 即开放服务和授权服务: 开放服务是在服务区免费提供定位、测速和授时服务, 定位精度为 10 m, 授时精度为 20 ns, 测速精度 0.2 m/s; 授权服务是向授权用户提供更安全的定位、测速、授时和通信服务以及系统完好性信息。

第二节 GNSS 的系统介绍

当前, GNSS 主要有美国的 GPS、俄罗斯的 GLONASS、欧盟正在建设的 Galileo 以及我国正在建设的北斗二代全球卫星导航系统 BDS。GNSS 系统的主要构成包括: 空间星座部分、地面测控部分以及用户部分。以下分别对 GPS、GLONASS、Galileo 及 BDS 的系统组成及其工作机制进行介绍。

一、GPS 系统

GPS 的英文全称是 Navigation Satellite Timing And Ranging Global Position System, 简称 GPS, 有时也被称作 NAVSTAR GPS。其意为“导航星测时与测距全球定位系统”, 或简称全球定位系统。

GPS 系统由 3 部分组成: 空间星座部分, 地面测控部分, 用户接收部分 (图 1-2)。

1. GPS 空间星座部分

GPS 空间星座由 24 颗卫星组成, 其中工作卫星 21 颗, 备用卫星 3 颗。卫星平均轨道高度 20200 km, 轨道周期约 11 小时 58 分钟, 24 颗卫星分布在 6 个轨道平面, 轨道面形状为椭圆 (扁率: $e < 0.02$), 平均每个轨道面上分布 4 颗卫星, 轨道倾角 55° , 星座仿真

示意图如图 1-3 所示。

卫星的轨道平面分布如图 1-4 所示。

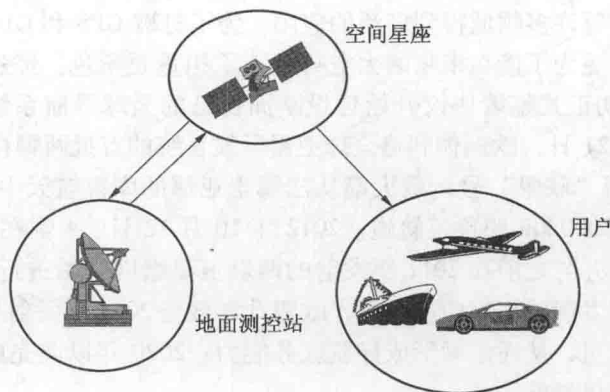


图 1-2 GPS 系统组成

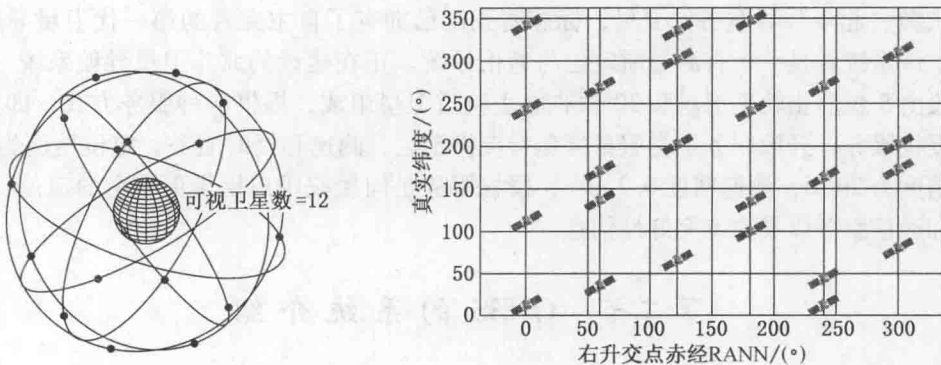


图 1-3 GPS 星座仿真示意图

图 1-4 GPS 卫星轨道平面分布

空间星座是 GPS 系统最重要的组成，GPS 卫星有如下 3 个基本功能：

- (1) 执行地面监控站的指令，接收和存储地面监控站发来的导航信息。
- (2) 向用户播送导航电文，提供导航和定位信息。
- (3) 通过高精度的卫星钟，向用户提供精密的时间基准。

2. GPS 地面测控部分

GPS 系统的地面测控网络区段目前由 5 个地面站组成，其中主要包括主控站 (MCS)，地面天线站 (注入站) 和监测站。主控站设在美国本土科罗拉多斯普林斯 (Colorado Springs)，3 个地面天线站分别设在印度洋的迪戈加西亚 (Diego Garcia)、南大西洋的阿森松岛 (Ascension) 和南太平洋的夸贾林 (Kwajalein)，另外一个监测站设在夏威夷 (Hawaiian)。

地面测控部分的主要功能是维护 GPS 卫星的正常运行。地面测控站的具体工作机制

如图 1-5 所示。

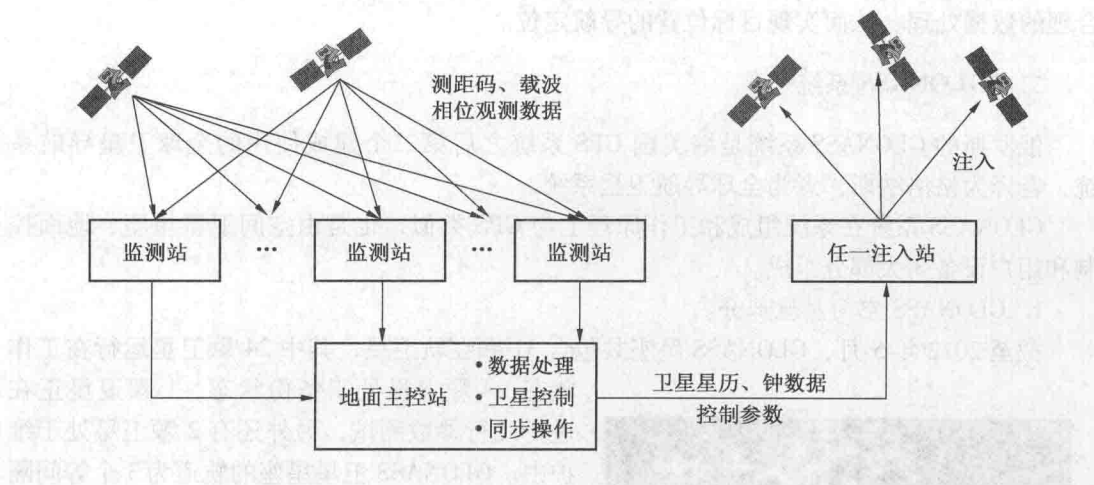


图 1-5 地面测控站工作机制流程图

从图 1-5 可以看出，地面监测站监测并接收所有导航卫星的测距码、载波相位观测数据。地面主控站对这些数据进行综合处理，外推比较精密的卫星星历、钟差改正参数、卫星控制参数等，并将这些参数发送到各个注入站。当卫星经过注入站上空时，通过 S 波段将相应卫星的卫星星历、钟差改正参数、卫星控制参数等注入到卫星平台的相关设备，卫星平台将所接收的这些数据播发给用户，供用户导航定位计算使用。

3. GPS 用户部分

GPS 系统的用户设备部分由 GPS 接收机硬件和相应的数据处理软件及微机及其终端设备组成，如图 1-6 所示。

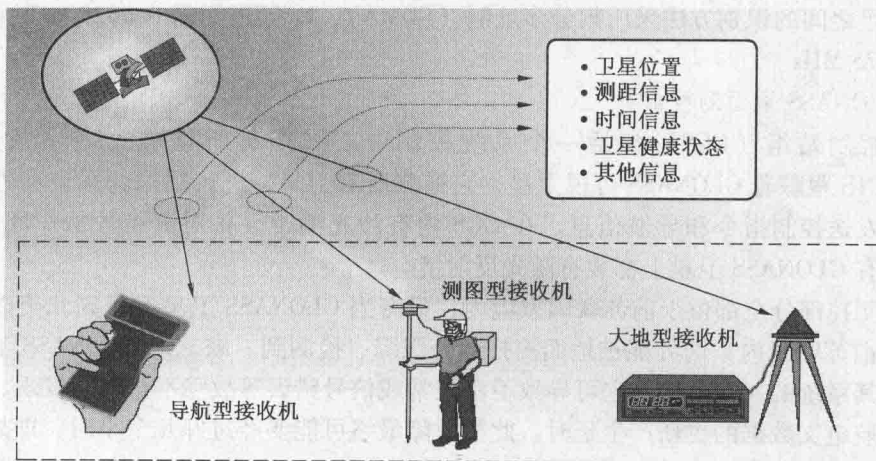


图 1-6 GPS 用户设备工作示意图

图 1-6 给出了手持 GPS 导航接收机、GPS-RTK 型接收机以及大地型 GPS 接收机的工作示意情况。从图中可以看出,各类型号的 GPS 接收机都是通过接收卫星信号,加以合理的数据处理,从而实现目标位置的导航定位。

二、GLONASS 系统

俄罗斯的 GLONASS 系统是继美国 GPS 系统之后第二个建成使用的全球卫星导航系统,音译为格洛纳斯,意为全球导航卫星系统。

GLONASS 系统在系统组成和工作原理上与 GPS 类似,也是由空间卫星星座、地面控制和用户设备 3 大部分组成。

1. GLONASS 空间星座部分

截至 2012 年 5 月, GLONASS 星座共包含 31 颗在轨卫星,其中 24 颗卫星运行在工作状态,4 颗卫星处于备份状态,1 颗卫星正在进行飞行参数测试,另外还有 2 颗卫星处于维护中。GLONASS 卫星星座的轨道为 3 个等间隔椭圆轨道,轨道面间的夹角为 120° ,轨道倾角为 64.8° ,每个轨道上等间隔地分布 8 颗卫星(图 1-7)。卫星离地面高度 19100 km,轨道半径为 25510 km,轨道运行周期约为 11 小时 15 分 44 秒。由于 GLONASS 卫星的轨道倾角大于 GPS 卫星的轨道倾角,所以在高纬度 (50° 以上)地区的可视性较好。

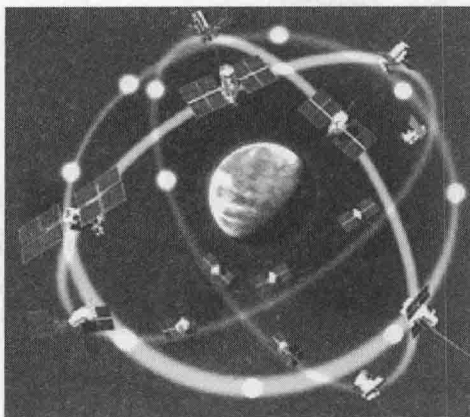


图 1-7 GLONASS 空间星座示意图

GLONASS 卫星向空间发射两种载波信号。 L_1 频率为 1602 ~ 1616 MHz, L_2 频率为 1246 ~ 1256 MHz, L_1 为民用, L_2 供军用。信号格式为伪随机噪声扩频信号,测距码采用最长序列

码。各卫星之间的识别方法采用频分多址制 (FDMA), L_1 频道间隔 0.5625 MHz, L_2 频道间隔 0.4375 MHz。

2. GLONASS 地面测控部分

地面控制站组 (GCS) 包括一个系统控制中心 (在莫斯科), 一个指令跟踪站 (CTS)。CTS 跟踪着 GLONASS 可视卫星, 它遥测所有卫星, 进行数据的采集和处理, 并向各卫星发送控制指令和导航信息。在 GCS 内有激光测距设备对测距数据作周期修正, 因此, 所有 GLONASS 卫星上都装有激光反射镜。

地面测控部分全部位于前苏联国家境内, 只有当 GLONASS 卫星运行到北美以外的北半球 (即前苏联境内) 时才能被地面测控部分跟踪、检测到。缺乏对 GLONASS 卫星的全球监测是其系统的一大劣势, 它可导致卫星失常或信号错误等故障不被及时发现, 也会使得卫星导航电文数据的更新产生延时。此类故障最终可能要经过好几个小时, 即故障卫星运行至前苏联境内才被 GLONASS 地面监测站发现、报告。目前, GLONASS 在巴西、西班牙、印度尼西亚和澳大利亚等海外多国建立地面监测站的计划正在展开。

3. GLONASS 用户部分

GLONASS 接收机接收 GLONASS 卫星信号并测量其伪距和速度,同时从卫星信号中选出并处理导航电文。接收机中的计算机对所有输入数据处理并算出位置坐标的 3 个分量、速度矢量的 3 个分量和时间。

在过去很长一段时间里, GLONASS 用户设备在国际上发展比较缓慢,市场占有率一直很低, GLONASS 一般来说只被认为是一种用来增强 GPS 可靠性和准确性的辅助方法和系统。造成这种落后局面的主要因素有以下 3 个方面:一是以前 GLONASS 卫星寿命短,正常工作卫星数目少,整个系统直到近几年才能比较稳定地运行,才能独立建网运行;二是俄罗斯建立市场经济体制还不久,很久以来都是依靠极少数几家国营单位研制、生产 GLONASS 接收机,因而生产厂家少,产品种类少,事实上以前只有少量的军用和特殊用户接收机被开发、生产,民用接收机基本上没有被生产,民用市场基本上没有被开发;三是 GLONASS 接收机在设计上通常相对复杂,价格贵,功耗高,体积大而重,这显然不利于它的推广使用。

随着 GLONASS 重建的圆满结束,以及 GLONASS 与 GPS 两系统之间在时间和坐标系统转换等技术问题上的成功解决, GPS/GLONASS 兼容接收机目前在市场上已经大量出现, GLONASS 的商业应用将越来越具有吸引力。

三、Galileo 系统

Galileo 系统是以意大利著名物理学家 Galileo 命名的欧洲全球卫星定位导航系统。未来的 Galileo 系统是一个独立的,又与 GPS 兼容的全球导航系统,该系统将具有以下特点:全天候和全球覆盖;独立的、欧洲人控制的、以卫星为基础的民用导航和定位系统;独立于 GPS,但能与 GPS 兼容,并对其进行补充;导航定位服务分为全球性、区域性和局域性不同精度等级和不同服务性质;核心星座采用中等高度轨道(MEO),提供加强的搜索和救援(SAR)以及有限的与导航相关的通信服务;对其他合作伙伴开放。Galileo 系统预计于 2014 年具有初始运行功能,而第二代 Galileo 系统大约在 2020 年建成。

同 GPS 和 GLONASS 一样, Galileo 系统也包含有空间星座、地面测控和用户设备。如图 1-8 所示,不计用户设备部分, Galileo 将其系统构成定义为全球性、区域性和局域性 3 个主要组成部分。全球性组成部分可以分为空间星座部分和地面测控部分,它是 Galileo 的核心。区域性组成部分由一个完好性监测站网络和一个完好性控制中心组成,它计算生

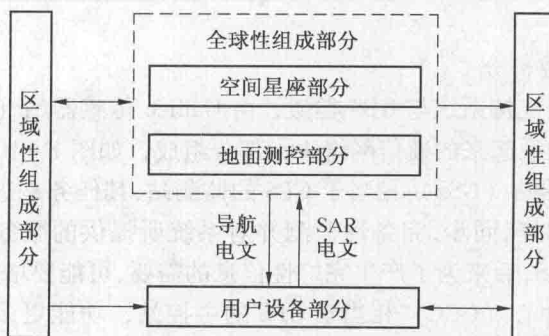


图 1-8 Galileo 系统构架图