

GPS 卫星 测量原理与应用

周忠谟 易杰军 周琪 编著

(修订版)



=2

测绘出版社

GPS 卫星测量原理与应用

(修订版)

周忠谟
易杰军 编著
周 琪

测绘出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书主要是为 GPS 用户了解卫星定位的基本原理和应用而编写的。全书共分 12 章,内容包括:GPS 的概况;卫星运动及卫星信号方面的基础知识,常用的坐标系统与时间系统,利用 GPS 进行单点定位和相对定位的基本原理, GPS 卫星测量的实施及应用等。其中较详细地介绍了有关高精度 GPS 定位的观测量及误差来源,观测方程与数据处理, GPS 测量成果与经典地面测量成果的联合平差等。本书较为深入浅出、通俗易懂、系统全面。

本书的读者对象主要是在石油、地质、矿产、农林、水利、铁路、交通、城建、测绘等部门从事测量生产的工程技术人员,同时可供导航学和地学学科的有关专业人员以及相关专业的大学院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

GPS 卫星测量原理与应用/周忠谟等编著.-2 版(修订本).

-北京:测绘出版社,1997.1

ISBN 7-5030-0883-0

I.G… I.周… II.全球定位系统(GPS)-卫星测量法 IV.P228

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 11705 号

测绘出版社出版发行

(100045 北京市复外三里河路 50 号 (010) 68512182)

北京市怀柔新华印刷厂印刷·新华书店总店北京发行所经销

1992 年 12 月第一版·1997 年 1 月第二版第三次印刷

开本:787×1092 1/16·印张:20

字数:470 千字·印数:3501—6500 册

定价:25.80 元

再版说明

自 1992 年本书原版发行后，全球定位系统 (GPS) 定位技术，在硬件与软件的研究与完善，新应用领域的开拓和作业模式的开发等方面，都有了很大的发展。为了反映这一定位技术发展的新思想、新成果，同时更便于读者的阅读，我们对本书的原版作了一些重要的修订，其中主要包括：

1. 对原版的结构作了较大的调整，并增加了新的一章，即第八章；
2. 对原版的内容作了许多重要的修改和补充，例如：
 - 在 GPS 定位的常用坐标系统中，补充介绍了高斯平面坐标系和天文坐标系；
 - 补充介绍了整周未知数解算的搜索法和动态解算法 (AROF)；
 - 在数据处理方面，增加了 GPS 精密相对定位的轨道改进法；
 - 补充了 GPS 定位技术在精密导航方面的重要应用；
 - 介绍了实时动态 (RTK) GPS 测量技术的基本原理与应用；
 - 补充了差分 GPS (DGPS, LADGPS, WADGPS 等) 的基本原理与应用。

全球定位系统 (GPS)，已于 1993 年 6 月建成，并投入使用。

考虑到这一高新技术的发展异常迅速，所以，在本书的修订中，力图着重介绍 GPS 定位技术与数据处理技术的基本原理；着重介绍 GPS 定位技术各项应用的基本思想，以期有利于启迪 GPS 测量与导航专业人员的想像力与创造力，为发展 GPS 定位技术和开拓其应用的新领域，作出贡献。

作 者

1995 年 11 月于北京

第一版前言

全球定位系统 (Global Positioning System—GPS) 是美国国防部主要为满足军事部门对海上、陆地和空中设施进行高精度导航和定位的要求而建立的。该系统从本世纪 70 年代初开始设计、研制, 历经约 20 年, 预计于 1993 年全部建成。

GPS 作为新一代卫星导航与定位系统, 不仅具有全球性、全天候、连续的精密三维导航与定位能力, 而且具有良好的抗干扰性和保密性。因此, 发展全球定位系统 (GPS) 已成为美国导航技术现代化的最重要标志, 并且被视为本世纪美国继阿波罗登月计划和航天飞机计划之后的又一重大科技成就。

全球卫星定位系统的迅速发展, 引起了各国军事部门和广大民用部门的普遍关注。GPS 定位技术的高度自动化及其所达到的高精度和具有的潜力, 也引起了广大测量工作者的极大兴趣。特别是近十年来, GPS 定位技术在应用基础的研究、新应用领域的开拓、软件和硬件的开发等方面都取得了迅速发展。广泛的科学实验活动为这一新技术的应用展现了极为广阔的前景, 并预示着经典的测量技术面临着一场意义深远的变革, 从而将进入一个崭新的时代。

目前, GPS 精密定位技术已经广泛地渗透到了经济建设和科学技术的许多领域, 尤其对经典测量学的各个方面产生了极其深刻的影响。它在大地测量学及其相关学科领域, 如地球动力学、海洋大地测量学、天文学、地球物理勘探、资源勘察、航空与卫星遥感、工程变形监测、运动目标的测速以及精密时间传递等方面的广泛应用, 充分地显示了这一卫星定位技术的高精度与高效益。

近年来, GPS 精密定位技术在我国也已得到蓬勃发展。在我国大地测量、精密工程测量、地壳运动监测、资源勘察和城市控制网的改善等方面的应用及其所取得的成功经验, 进一步展示了 GPS 精密定位技术的显著优越性和巨大潜力。

90 年代 GPS 导航与定位技术将获得进一步的发展, 应用将更为广泛, 从而将为各国经济建设、国防建设的发展和科学技术的进步作出新的贡献。

作者编写本书的目的, 主要在于适应 GPS 卫星测量发展的需要, 向广大 GPS 用户比较全面地介绍 GPS 卫星测量的原理以及有关的基础知识, 以利于这一新技术的应用和普及, 为我国导航与定位技术的现代化服务。

全书共分十一章, 其中第一章为导引, 简要地介绍了卫星导航与定位技术的发展和全球定位系统 (GPS) 的构成概况, 以便使读者对 GPS 有一个概括的了解。第二章介绍了 GPS 测量常用的一些坐标系统和时间系统。了解这些坐标系统和时间系统及不同系统的转换方法, 对于掌握 GPS 测量的基本原理来说是必要的。为了解卫星运行的基本规律和卫星的星历计算, 第三章简要地介绍了卫星运动的基础知识和 GPS 卫星坐标的计算方法。第四章

介绍了无线电信号传播的一般规律,分析了大气层折射对电磁波传播的影响,并介绍了有关GPS卫星信号的基本概念。第五章主要介绍了GPS测量的观测量,并对观测量的主要误差来源进行了分析。GPS测量的观测量是利用GPS进行高精度定位的依据,所以详细地了解不同观测量的性质,观测量的模型,误差的影响规律,对GPS用户来说是重要的。第六章和第七章分别阐述了利用GPS进行绝对定位和相对定位的原理。较为详细地介绍了精密相对定位的观测方程及其线性化形式,观测数据的处理及精度评定等。这是本书的重点。第八章介绍了进行GPS测量的一些基本原则和经验,可作为生产实践的参考。考虑到加强和改造经典地面控制网是当前GPS测量应用的一个重要领域,所以第九章详细地介绍了有关GPS卫星网与经典地面网的联合平差问题,推荐了多种联合平差模型。第十章概括地介绍了GPS测量的主要应用领域及其成果,以说明GPS定位技术的广阔应用前景。最后在第十一章简要介绍了GPS接收机的基本概念和基本工作原理,以及当前一些主要测量型GPS接收机的概况,以供读者参考。

GPS卫星测量学是由多学科相互渗透而形成的一门新兴学科,其理论尚在不断完善,应用领域也在不断拓宽,发展迅速,日新月异。由于作者水平有限,书中错误与不当之处在所难免,诚恳欢迎读者批评指正。

本书主要由周忠谟编写,其中部分章节由易杰军起草。在本书的编写过程中,国家测绘科技情报研究所助理工程师周琪在资料的收集、翻译和整理等方面也作了很多工作,为本书的撰写付出了辛勤的劳动,在此表示诚挚感谢。

作者

1991年12月于北京

引用的缩写词

AROF	Ambiguity Resolution on the Fly	动态确定整周未知数
A-S	Anti-Spoofing	反电子欺骗
AT	Atomic Time	原子时
CIGNET	Cooperative International GPS Network	国际合作 GPS 网
CIO	Conventional International Origin	国际协议原点
CIS	Conventional Inertial System	协议惯性坐标系
Cs	Cesium	铯
CTP	Conventional Terrestrial Pole	协议地极
CTS	Conventional Terrestrial System	协议地球坐标系
DD	Double-Difference	双差
DGPS	Differential GPS	差分 GPS
DMA	Defence Mapping Agency	美国国防部制图局
DOP	Dilution of Precision	精度因子
DT	Dynamic Time	力学时
EDM	Electronic Distance Measuring	电子测距
ESA	European Space Agency	欧洲空间局
FAA	Federal Aviation Administration	美国联邦航空局
FARA	Fast Ambiguity Resolution Approach	快速解算整周未知数
FGCS	Federal Geodetic Control Subcommittee	美国联邦大地测量分管理委员会
GAST	Greenwich Apparent Sidereal Time	春分点的格林尼治恒星时
GDOP	Geometric Dilution of Precision	几何精度因子
GIS	Geographic Information System	地理信息系统
GLONASS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
GMST	Greenwich Mean Sidereal Time	格林尼治平恒星时
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GPST	GPS Time	GPS 时
HDOP	Horizontal Dilution of Precision	平面位置精度因子
HOW	Hand Over Word	交接字
IAG	International Association of Geodesy	国际大地测量学协会
IAT	International Atomic Time	国际原子时

IAU	International Astronomical Union	国际天文学联合会
ICAO	International Civil Aviation Organization	国际民航组织
IERS	International Earth Rotation Service	国际地球自转服务
IGS	International GPS Service for Geodynamics	国际 GPS 地球动力学服务
INMARSAT	International Maritime Satellite (organization)	国际海事卫星组织
INS	Inertial Navigation System	惯性导航系统
JPL	Jet Propulsion Laboratory	美国喷气推进实验室
LADGPS	Local Area DGPS	区域差分 GPS
MT	Mean Solar Time	平太阳时
NASA	National Aeronautics and Space Administration	美国航空航天局
NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging	授时与测距导航系统
NNSS	Navy Navigational Satellite System	海军导航卫星系统
PDOP	Position Dilution of Precision	空间位置精度因子
PPS	Precise Positioning Service	精密定位服务
PRN	Pseudorandom Noise	伪随机噪声
Rb	Rubidium	铷
RDOP	Relative Dilution of Precision	相对精度因子
RINEX	Receiver Independent Exchange (format)	(数据) 格式转换器
RTDGPS	Real Time DGPS	实时差分 GPS
RTK	Real Time Kinematic	实时动态 (定位)
SA	Selective Availability	选择可用性
SD	Single-Difference	单差
SLR	Satellite Laser Ranging	卫星激光测距
SPS	Standard Positioning Service	标准定位服务
ST	Sidereal Time	恒星时
SVN	Space Vehicle Number	空间飞行器编号
TD	Triple-Difference	三差
TDB	Barycentric Dynamic Time	太阳系质心力学时
TDOP	Time Dilution of Precision	钟差精度因子
TDT	Terrestrial Dynamic Time	地球质心力学时
TLM	Telemetry Word	遥测字

UT	Universal Time	世界时
UTC	Coordinate Universal Time	协调世界时
VDOP	Vertical Dilution of Precision	高程精度因子
VLBI	Very Long Baseline Interferometry	甚长基线干涉测量
WAAS	Wide Area Augmentation System	广域增强系统
WADGPS	Wide Area DGPS	广域差分 GPS
WGS	World Geodetic System	世界大地坐标系

目 录

第一章 导引	(1)
§ 1.1 GPS 定位技术的兴起及其特点	(1)
1.1.1 GPS 的发展由来	(1)
1.1.2 GPS 的特点	(2)
§ 1.2 GPS 的组成概况	(4)
1.2.1 空间星座部分	(5)
1.2.2 地面监控部分	(7)
1.2.3 用户设备部分	(9)
§ 1.3 美国政府对 GPS 用户的限制性政策与用户的措施	(10)
1.3.1 当前美国对 GPS 用户的主要限制性政策	(10)
1.3.2 非特许 GPS 用户对美国限制性政策的措施	(11)
第二章 GPS 定位的坐标系统与时间系统	(14)
§ 2.1 坐标系统的类型	(14)
§ 2.2 协议天球坐标系	(14)
2.2.1 天球的基本概念	(14)
2.2.2 天球坐标系	(15)
2.2.3 岁差与章动的影响	(16)
2.2.4 协议天球坐标系的定义和转换	(17)
§ 2.3 协议地球坐标系	(19)
2.3.1 地球坐标系	(19)
2.3.2 地极移动与协议地球坐标系	(21)
2.3.3 协议地球坐标系与协议天球坐标系的转换	(24)
§ 2.4 地球坐标系的其它表达形式	(25)
2.4.1 地球参心坐标系	(25)
2.4.2 天文坐标系	(27)
2.4.3 站心坐标系	(28)
2.4.4 高斯平面直角坐标系	(30)
§ 2.5 大地测量基准及其转换	(32)
2.5.1 经典大地测量基准	(32)
2.5.2 卫星大地测量基准	(34)
§ 2.6 时间系统	(35)

2.6.1	有关时间的基本概念	(35)
2.6.2	世界时系统	(36)
2.6.3	原子时	(38)
2.6.4	力学时	(39)
2.6.5	协调世界时	(40)
2.6.6	GPS 时间系统	(40)
第三章	卫星运动的基础知识及 GPS 卫星的坐标计算	(42)
§ 3.1	概述	(42)
3.1.1	卫星轨道在 GPS 定位中的意义	(42)
3.1.2	影响卫星轨道的因素及其研究方法	(42)
§ 3.2	卫星的无摄运动	(43)
3.2.1	卫星运动的开普勒定律	(44)
3.2.2	无摄卫星轨道的描述	(46)
3.2.3	真近点角 f 的计算	(47)
3.2.4	卫星的瞬时位置	(49)
3.2.5	卫星的运行速度	(52)
§ 3.3	卫星的受摄运动	(56)
3.3.1	卫星运动的摄动力	(56)
3.3.2	地球引力场摄动力的影响	(58)
3.3.3	日月引力的影响	(60)
3.3.4	太阳光压的影响	(60)
§ 3.4	GPS 卫星的星历	(61)
3.4.1	预报星历	(61)
3.4.2	后处理星历	(62)
§ 3.5	GPS 卫星的坐标计算	(63)
3.5.1	升交点经度的计算	(63)
3.5.2	在协议地球坐标系中 GPS 卫星位置的计算	(64)
第四章	电磁波的传播与 GPS 卫星的信号	(67)
§ 4.1	电磁波传播的基本概念	(67)
4.1.1	电磁波及其参数	(67)
4.1.2	电磁波的传播速度与大气折射	(68)
§ 4.2	大气层对电磁波传播的影响	(70)
4.2.1	大气的结构及性质	(70)
4.2.2	对流层的影响和改正	(71)
4.2.3	电离层的影响和改正	(74)
§ 4.3	GPS 卫星的测距码信号	(79)
4.3.1	关于 GPS 卫星信号	(79)

4.3.2	码与码的产生	(80)
4.3.3	GPS 的测距码	(83)
§ 4.4	GPS 卫星的导航电文(数据码)	(85)
4.4.1	导航电文及其格式	(85)
4.4.2	导航电文的内容	(85)
§ 4.5	GPS 卫星信号的构成	(87)
4.5.1	卫星的载波信号与调制	(87)
4.5.2	卫星信号的解调	(89)
第五章	GPS 定位的观测量、观测方程及误差分析	(90)
§ 5.1	GPS 定位的方法与观测量	(90)
5.1.1	定位方法的分类	(90)
5.1.2	观测量的基本概念	(90)
§ 5.2	测码伪距观测方程	(92)
§ 5.3	测相伪距观测方程	(93)
5.3.1	卫星载波信号的相位与传播时间	(93)
5.3.2	测相伪距观测方程	(95)
§ 5.4	观测方程的线性化	(97)
5.4.1	测码伪距观测方程的线性化	(97)
5.4.2	测相伪距观测方程的线性化	(98)
§ 5.5	观测量的误差来源及其影响	(99)
5.5.1	误差的分类	(99)
5.5.2	与卫星有关的误差	(100)
5.5.3	卫星信号的传播误差	(102)
5.5.4	与接收设备有关的误差	(105)
5.5.5	其它误差来源	(106)
第六章	GPS 绝对定位原理	(109)
§ 6.1	绝对定位方法概述	(109)
§ 6.2	动态绝对定位原理	(110)
6.2.1	测码伪距动态绝对定位法	(110)
6.2.2	测相伪距动态绝对定位法	(112)
§ 6.3	静态绝对定位原理	(114)
6.3.1	测码伪距静态绝对定位法	(114)
6.3.2	测相伪距静态绝对定位法	(115)
§ 6.4	观测卫星的几何分布及其对绝对定位精度的影响	(117)
6.4.1	绝对定位精度的评价	(117)
6.4.2	卫星分布的几何图形对精度因子的影响	(119)
§ 6.5	GPS 接收机载体航速的测定	(121)

§ 6.6	GPS 测时	(123)
第七章	GPS 相对定位原理	(125)
§ 7.1	相对定位方法概述	(125)
7.1.1	静态相对定位法	(126)
7.1.2	动态相对定位法	(128)
§ 7.2	静态相对定位的观测方程	(129)
7.2.1	基本观测量及其线性组合	(129)
7.2.2	单差(SD)观测方程	(131)
7.2.3	双差(DD)观测方程	(132)
7.2.4	三差(TD)观测方程	(134)
7.2.5	准动态相对定位的观测方程	(135)
§ 7.3	动态相对定位的观测方程	(136)
7.3.1	关于测码伪距动态相对定位法	(136)
7.3.2	关于测相伪距动态相对定位法	(138)
§ 7.4	静态相对定位的单基线平差模型	(139)
7.4.1	观测方程的线性化及平差模型	(139)
7.4.2	观测量线性组合的相关性	(145)
7.4.3	起始点(或参考点)坐标的偏差对基线测量的影响	(148)
§ 7.5	整周未知数的确定方法	(150)
7.5.1	整周未知数及其确定方法概述	(150)
7.5.2	确定整周未知数的经典静态相对定位法	(151)
7.5.3	确定整周未知数的交换接收天线法	(152)
7.5.4	确定整周未知数的 P 码双频技术	(154)
7.5.5	确定整周未知数的马吉尔配适滤波法	(159)
7.5.6	确定整周未知数的搜索法	(160)
7.5.7	确定整周未知数的动态法	(162)
§ 7.6	周跳分析的基本思路	(164)
第八章	GPS 相对定位的轨道改进法与 GPS 测量控制网的整体平差原理	(166)
§ 8.1	GPS 相对定位的轨道改进法	(166)
8.1.1	轨道改进法的微分关系式	(166)
8.1.2	轨道改进法的观测方程	(170)
§ 8.2	GPS 卫星网的整体平差原理	(173)
8.2.1	整体平差方法概述	(173)
8.2.2	基线向量网的平差模型	(175)
8.2.3	平差结果的精度评定	(178)
第九章	GPS 卫星网与经典地面测量控制网的联合平差	(180)
§ 9.1	GPS 卫星网与经典地面测量控制网联合平差的意义	(180)

§ 9.2	GPS网与地面网的三维联合平差	(181)
9.2.1	在三维坐标系统中两网的转换模型	(181)
9.2.2	网的方差与协方差模型及网的基准	(183)
9.2.3	三维联合平差模型	(187)
§ 9.3	GPS网与地面网的两维联合平差	(190)
9.3.1	在两维坐标系统中两网的转换模型	(190)
9.3.2	两维联合平差模型	(194)
第十章	GPS测量的实施	(198)
§ 10.1	概述	(198)
§ 10.2	GPS网的优化设计	(198)
10.2.1	精度标准的确定	(199)
10.2.2	网的图形设计	(200)
10.2.3	网的基准设计	(203)
§ 10.3	选点与建立标志	(204)
10.3.1	选点工作	(204)
10.3.2	建立点位标志	(204)
§ 10.4	GPS测量的观测工作	(205)
10.4.1	观测计划的拟定	(205)
10.4.2	GPS测量仪器设备的配置	(207)
10.4.3	观测工作	(208)
§ 10.5	GPS接收设备的检验	(209)
10.5.1	检验的主要内容	(209)
10.5.2	GPS接收机的检验内容与方法	(210)
§ 10.6	GPS测量的作业模式	(212)
10.6.1	经典静态相对定位模式	(212)
10.6.2	快速静态相对定位模式	(213)
10.6.3	准动态相对定位模式	(213)
10.6.4	动态相对定位模式	(214)
§ 10.7	实时动态测量系统及其应用	(215)
10.7.1	GPS实时动态定位方法概述	(215)
10.7.2	实时动态(RTK)测量系统的设备配置	(215)
10.7.3	实时动态(RTK)测量的作业模式与应用	(217)
§ 10.8	观测成果的外业检核	(218)
§ 10.9	观测数据的测后处理过程	(220)
10.9.1	观测数据的预处理	(220)
10.9.2	平差计算	(220)
10.9.3	技术总结与上交资料	(221)

§ 10.10	GPS 测量偏心观测的归算	(222)
10.10.1	归心元素及其测定	(222)
10.10.2	归心改正数的计算	(223)
10.10.3	归心元素的测定精度	(224)
第十一章	GPS 定位技术的应用	(226)
§ 11.1	GPS 定位技术在平面控制测量方面的应用	(226)
§ 11.2	GPS 定位技术在高程测量方面的应用	(230)
11.2.1	高程系统概述	(230)
11.2.2	研究大地水准面高程的传统方法	(233)
11.2.3	确定正常高的 GPS 高程法	(236)
11.2.4	确定高程异常的 GPS 水准法	(237)
§ 11.3	GPS 定位技术在地球动力学研究方面的应用	(240)
11.3.1	地球动力学概述	(240)
11.3.2	GPS 对研究板块运动的意义	(242)
§ 11.4	GPS 定位技术在海洋测绘方面的应用	(245)
11.4.1	在海洋资源勘探方面的应用	(245)
11.4.2	在海洋大地测量方面的应用	(247)
§ 11.5	GPS 定位技术在精密工程测量和工程变形监测方面的应用	(248)
11.5.1	在精密工程测量中的应用	(248)
11.5.2	在工程变形监测方面的应用	(250)
§ 11.6	GPS 定位技术在导航方面的应用	(251)
11.6.1	概述	(251)
11.6.2	实时动态单点定位的导航系统	(252)
11.6.3	差分 GPS(DGPS)导航系统	(253)
11.6.4	广域差分 GPS 导航系统	(255)
§ 11.7	与 GPS 定位技术组合的导航与测量系统	(257)
第十二章	GPS 接收机	(260)
§ 12.1	GPS 接收机及其分类	(260)
12.1.1	GPS 接收机的基本概念	(260)
12.1.2	GPS 接收机的类型	(261)
§ 12.2	GPS 接收机通道的概念	(262)
12.2.1	序贯通道	(263)
12.2.2	多路复用通道	(264)
12.2.3	多通道	(264)
§ 12.3	GPS 接收机的基本工作原理	(264)
12.3.1	码相关型通道	(265)
12.3.2	平方型通道	(266)

12.3.3 码相位型通道.....	(267)
§ 12.4 GPS 接收机的天线	(268)
12.4.1 对天线的要求.....	(268)
12.4.2 天线的类型.....	(268)
§ 12.5 GPS 卫星测量系统	(269)
12.5.1 GPS 测量系统的硬件及其发展	(269)
12.5.2 GPS 测量系统的软件功能及其发展	(274)
附录一： 国际制量级的词冠和代号	(277)
附录二： 矩阵的特殊量	(278)
附录三： 关于广义逆矩阵	(280)
附录四： 年积日计算表	(285)
附录五： GPS 点之记	(286)
附录六： GPS 点环视图	(287)
附录七： GPS 点标石类型图	(288)
附录八： GPS 测量手簿记录格式	(290)
参考文献.....	(293)

第一章 导 引

全球定位系统 (GPS), 是随着现代科学技术的迅速发展, 而建立起来的新一代精密卫星定位系统。这里我们将主要介绍一下该系统的发展由来及其在导航和测量方面的特点, 系统的组成概况, 以及目前美国政府对利用 GPS 的限制性政策等。

§ 1.1 GPS 定位技术的兴起及其特点

1.1.1 GPS 的发展由来

1957 年 10 月, 世界上第一颗人造地球卫星的发射成功, 是人类致力于现代科学技术发展的结晶, 它使空间科学技术的发展, 迅速跨入了一个崭新的时代。

近四十年来, 人造地球卫星技术在通信、气象、资源勘察、导航、遥感、大地测量、地球动力学、天文学以及军事科学等众多学科领域, 得到极其广泛的应用, 从而推动了科学技术的迅猛发展, 也丰富了人类的科学文化生活。

大家知道, 人造地球卫星的出现, 首先引起了各国军事部门的高度重视。1958 年底, 美国海军武器实验室, 就着手建立为美国军用舰艇导航服务的卫星系统, 即“海军导航卫星系统”(Navy Navigation Satellite System-NNSS)。该系统中, 卫星的轨道都通过地极, 故也称“子午(Transit)卫星系统”。1964 年该系统建成, 随即在美国军方启用; 1967 年美国批准该系统解密, 并提供民用。由于该系统不受气象条件的影响, 自动化程度较高, 且具有良好的定位精度, 所以, 它的出现也立即引起了大地测量学者的极大关注。尤其在该系统提供民用之后, 在大地测量方面, 进行了大量的应用研究和实践, 并取得了许多令人瞩目的成就。这就预示着经典的大地测量技术面临着一场重大的变革。

虽然美国“海军导航卫星系统”, 在导航技术的发展中具有划时代的意义, 但是由于该系统卫星数目较少(5~6 颗)、运行高度较低(平均约 1000km)、从地面站观测到卫星的时间间隔较长(平均约 1.5 小时), 因而它无法提供连续地实时三维导航。加之获得一次导航解所需的时间较长, 所以难以充分满足军事方面, 尤其是高动态目标(如飞机、导弹)导航的要求。而从大地测量学方面来看, 由于它定位速度慢(一个测站一般平均观测 1~2 天), 精度也较低(单点定位精度 3~5m; 相对定位精度约为 1m), 所以, 该系统在大地测量学和地球动力学研究方面的应用, 也受到了很大的限制。

为了满足军事部门和民用部门, 对连续实时和三维导航的迫切要求, 1973 年美国国防部便开始组织海陆空三军, 共同研究建立新一代卫星导航系统的计划。这就是目前所称的