

卫星导航技术进步与创新

Technical Progress and Innovation of Satellite Navigation

2008

中国全球定位系统技术应用协会 编



北斗星通
SDStar Navigation
卫星导航定位产品供应
GPS/GLONASS/Galileo/北斗
GNSS系列板卡
北斗用户中心设备
NovAtel系列板卡
NovAtel接收机
GNSS相关产品
天线、软件……

北斗星通
SDStar Navigation
基于位置的信息系统应用
北斗玉衡集装箱作业监控管理软件
北斗玉衡GPS航迹测试系统软件
基于“北斗一号”的指挥监控管理软件
……

北斗星通
SDStar Navigation
基于位置的运营服务
北斗天枢运营服务中心
北斗天枢海洋渔业安全生产与综合信息服务
北斗天枢减灾救助卫星导航通信服务系统
……

测绘出版社

卫星导航技术进步与创新

Technical Progress and Innovation of Satellite Navigation

(2008)

中国全球定位系统技术应用协会 编

网络导航运营
服务中心

图1 网络导航工作原理图

2. 实时交通信息用 GPRS 传输

采用 GPRS 传输实时交通信息与欧洲的 RDS-TMC、日本 VICS 的光速、电话、上网等多种传输存在区别。

(1) 利用 GPRS 实现实时交通信息的双向通信

欧洲的 RDS-TMC、日本的 VICS 等都是广播型的, 交通信息的传递不需要收发, 而是由交通信息中心主动地实时广播发送。而在上述网络导航模型中, 通信是由 GPRS 来完成的, GPRS 不是广播型, 因此其应用模型变为由用户主动请求交通信息, 通过 GPRS 实现交通信息的传递, 这样既保证了交通信息的有效性, 又使中心可以根据用户的特殊要求提供个性化服务。网络导航有别于其他导航系统的通信方式决定路径规划既可以在中心完成又可以在导航终端完成。

(2) 使用 GPRS 的有效性

用 GPRS 传递信息, 必须要考虑由于数据传输流量而带来的费用问题。为了减少费用, 信息内容、格式以及信息的更新周期上都与广播方式不同。目前, 北京的交通信息频道(TMC)将路况分为状况较好的路段(绿色, 40 km/h 以上)、道路车流量较大的路段(黄色, 20~40 km/h)、道路行驶不畅(红色, 10~20 km/h)。然而这种方式不利于实现实时路径规划。在网络导航中, 实时路径规划由导航

完成。中心不是简单地通过 GPRS 把城市范围内所有的交通信息按照每个路段的拥堵程度传送给终端, 而是从当前位置至目的地的沿途, 将范围内涉及路段的行驶时间(平均行驶速度)传递给终端, 用于动态路径规划。如果路径规划由中心完成, 中心只向用户发送规划后的最佳路径信息, 在信息更新时, 中心会主动判断沿途路段内是否信息有变, 如果有, 则只发送发生变化的路段信息。

不管是广播式发送, 还是 GPRS 传输, 都要求导航终端有相应的接收设备。第一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第二十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第三十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第四十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第五十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第六十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第七十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第八十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十一, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十二, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十三, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十四, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十五, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十六, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十七, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十八, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第九十九, 接收设备必须支持 GPRS 传输。第一百, 接收设备必须支持 GPRS 传输。

测绘出版社

· 北 京 ·

ISBN 978-7-5030-1892-4
第1版第1次印刷 2008年12月
北京测绘出版社发行

图书在版编目(CIP)数据

卫星导航技术进步与创新. 2008/中国全球定位系统技术应用协会编. —北京:测绘出版社, 2008. 12

ISBN 978-7-5030-1895-4

I. 卫… II. 中… III. 卫星导航—文集 IV. TN967.1—53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 187685 号

责任编辑 田 力

封面设计



版式设计 杨晓明

出版发行 测绘出版社

社 址 北京西城区复外三里河路 50 号

电 话 010-68512386 68531609

印 刷 北京建筑工业印刷厂

成品规格 210mm×297mm

字 数 600 千字

版 次 2008 年 12 月第 1 版

印 数 0001—2000

邮政编码 100045

网 址 www.sinomaps.com

经 销 新华书店

印 张 20

印 次 2008 年 12 月第 1 次印刷

定 价 60.00 元

书 号 ISBN 978-7-5030-1895-4

如有印装质量问题,请与我社发行部联系

本书编委会名单

主 编：常志海

副主编：张建国 周儒欣 李永雄

李建成 高锡瑞

编 委：韩丽华 张 力 金 君 文湘北

田 力 程鹏飞 闫 利 郭际明

姜卫平 姚宜斌 张小红 叶世榕

王甫江 成英燕 梁聪伟 马淑萍

加大技术进步与创新
力度促进卫星导航产
业快速发展
戊子
王文元

(原全国政协副主席)

推进卫星导航应用 振兴民族导航产业

刘经南
二〇〇八年十一月

(中国工程院院士)

振兴民族卫星导航产业

陈俊宇

2008. 11. 24

(中国科学院院士)

发展自主卫星导航系统
振兴民族导航定位事业

宁津生

二〇〇八年十一月
武汉大学

(中国工程院院士)

大力发展卫星导航产业
全面推进基于位置服务

李德仁

二〇〇八年十二月一日

(中国科学院
中国工程院 院士)

序 言

20 世纪 90 年代以来,全球卫星导航系统所独具的定位导航、授时校频、精密测量等多方面的强大功能,和全天候、高精度、自动化、高效率等诸多显著特点,不仅深受各行业数据采集和资源监测人员的青睐,也广泛涉足国民经济和社会发展的众多领域,成为继蜂窝移动通信和互联网之后全球第三大 IT 经济新增长点。

由于卫星导航系统与国民经济建设、社会发展和国家安全息息相关,卫星导航定位系统建设和产业发展受到了世界各国政府的高度重视。继美国 GPS 卫星导航定位系统之后,俄罗斯建立了 GLONASS 系统,我国已经建成了“北斗一代”,正在建设 CNSS 系统,欧盟也正在建设 GALILEO 系统。世界范围内多系统并存局面的形成,有效促进了全球卫星导航定位系统的发展。

20 世纪 80 年代末,卫星导航定位技术引入中国后,应用范围和领域不断拓宽。经过 10 多年的发展,我国的卫星导航用户设备市场化的条件日趋成熟,批量化用户群体正在逐步形成,卫星导航应用与产业化也进入了快速发展期。然而,目前我国虽然拥有世界上潜力最大的卫星导航应用市场,是应用大国,但并非强国;我国开展导航设备制造和运营的公司虽然发展快、数量多,但普遍规模小,技术与经济实力雄厚,具有举足轻重地位的大公司少;我国卫星导航产业的发展虽然总体势头良好,但仍处于规模化的前期准备阶段;导航定位系统建设虽然正在加速推进中,但尚未能形成合力;技术进步与创新虽然取得了可喜的成果,但核心技术和关键部件主要依靠进口的局面尚未改观。

鉴于卫星导航系统建设及产业化进程与国民经济和社会信息化、全面建设小康社会、国家安全息息相关,加速我国自主卫星导航系统建设,大力推进我国导航产业的发展,已成为当务之急。解决制约我国卫星导航应用和产业化发展中的突出问题,既要解决体制和机制等方面的问题,也必须坚持走自主创新之路,加速技术进步与创新。本书在坚持百花齐放、百家争鸣方针的基础上,旨在交流学术思想和应用技术。书中荟萃了卫星导航科研、教学和生产领域专家学者、科技工作者,围绕导航定位产业发展撰写的专论与文章,涉及的专业领域宽、视角范围广,希望能对促进全国导航定位产业的技术进步与创新起到积极的作用。

中国全球定位系统技术应用协会
2008 年 11 月 26 日

目 录

GNSS 系统

全球导航卫星系统(GNSS)及产业发展研究	曹 冲(3)
GPS 现代化的新进展及其影响	刘基余(8)
我国 GNSS 系统建设的现状、问题和建议	岳昔娟(12)
世界卫星导航系统发展现状和发展趋势	梅 雄等(16)

空间定位技术研究

C/A 码自相关函数分析及在 GPS-R 中的应用	杨东凯等(23)
地基区域完好性监测系统发展探讨	耿永超等(29)
GPS 的普勒观测值的随机模型评估	周泽波等(33)
“北斗”授时技术增强 TD-SCDMA	刘中华等(38)
广义耦合的“北斗”/罗兰组合导航系统定位精度研究	黄 莹(41)
灰色系统模型在卫星钟差短期预报中的应用	李 玮等(44)
基于 IGS 精密星历的完备性监测指标 SISA 研究	秘金钟等(49)
基于改进的 Bursa 模型的坐标转换方法	陈 宇等(54)
基于历元间差分技术求取的位置差的误差特性分析	李浩军等(58)
精密单点定位技术最新进展	袁玉斌等(62)
抗林冠山地干扰 GNSS 定位关键技术	聂 伟等(67)
GPS 弱信号捕获过程中相关积分和非相关累积长度的选取	安 雷等(72)
山基 GPS 掩星反演原理及其程序实现	金慧华等(77)
卫星导航接收机测距精度评估方法研究	朱新慧等(81)
一种改进的周跳探测与修复方法	杨 聪等(87)
基于“北斗”卫星系统的城市单参考站厘米级实时定位服务	李博峰等(91)
现代化 GPS 卫星 L2C 码和 L2 载波的质量分析	王泽民等(96)
在以卫导为主导的发展形势下,中国罗兰 C 系统发展的探讨	徐志刚(101)
新一代 RINEX 3.00 标准格式及其应用	谷守周等(106)
基于伪距差分的 GPS/GLONASS 组合定位	孙洪瑞等(111)
在无 GPS 信号环境下人员自主定位研究	秦 勇等(115)
互相关和热噪声对 GPS L5 信号载波跟踪环路性能影响的分析	邱剑宁等(118)
星基量子定位系统及其性能分析	李 军等(123)

工程建设与灾害监测

GNSS 在国家大型工程建设和重大灾害监测中的作用	过静璐(129)
我国 CORS 建设应用形势和未来发展方向的探讨	廖永生 等(133)
基于 Internet 和 GPRS 的 GPS 单连续运行参考站建设实例综述	毛志红 等(141)
林区连续运行参考站系统(CORS)的构建	赵英琨 等(146)
重庆市 GPS 综合服务系统网络构建及应用	张 黎 等(151)
基于 VRS 技术的网络 RTK 应用及管理系统的设计与实现	陈品祥 等(155)
GNSS-RTK 技术在陕北姬塬油田离散三维地震勘探中的应用	丁翔宇(159)
导航定位技术在突发应急事件中的创新应用	王汝林(163)
GNSS 技术在自然灾害应急救援中的应用	张军锋 等(168)
“北斗一号”导航卫星系统在青藏高原地应力监测中的应用	朱永辉 等(177)
基于“北斗一号”的地质灾害监测系统在西藏地下水位和地应力监测中的应用	罗 腾 等(178)
浅海过渡带地震勘探导航定位技术	易昌华 等(184)
GPS RTK 在大比例尺航测像控测量中的应用研究及精度分析	李天子 等(189)
“北斗”卫星——海洋渔业船舶安保与灾害救助新手段	胡 刚 等(192)

导航电子地图与核心软件技术

中国导航产业在逆境中酝酿着突破	王志钢(197)
NI-PSF 道路网络计算模型	黄 栋 等(200)
支持增量更新功能的导航数据格式的数据结构特点分析	朱敦尧 等(205)
导航电子地图中的经路层调整规则	李宏利 等(209)
导航电子地图可视化数据制作的基本原则	郜薇红 等(215)
从路网的连通性看导航电子地图的广义交通限制	冯 雪 等(221)
北斗车辆导航系统中道路网数据结构的研究与设计	高 扬 等(224)
SVG 在 LBS 中的应用研究	何 兵 等(228)
车载导航仪软件架构分析与设计	范明伍(232)
汽车行驶相对高度的识别(CHR)与应用	马 健(237)

行业应用与大众市场

我国的智能交通的发展及 GPS 产业化方向	史其信(243)
北京奥运会动态交通信息发布系统	陶海俊 等(248)
RTIC 道路编码体系在我国的实践	李建军 等(252)
交通信息服务数据质量评测模型研究	张 林 等(256)

基于移动通信网络的交通信息采集技术	高云峰 等(261)
北斗卫星定位系统在交通行业中的应用	汪宏宇 等(264)
导航定位资源的精确描述与服务支持	徐祖哲(268)
基于 GPS 和 PDA 的民俗旅游自助系统设计	刘洪岐(271)
中国 TELEMATICS 企业战略思考	万新宇(278)
TWH 模型及其应用——北斗星通案例研究	郭善琪(281)
浅谈我国的“北斗”自主导航定位系统	贺芳林(286)
卫星定位系统在客运专线牵引供电设备管理中的应用	杨庆和(295)
GPS 产业的发展状况与商机	张文星(298)
动态导航系统中实时交通信息的研究与应用	王 莉 等(303)

GNSS

1

系统



GNSS系统是一个国家的重大空间和信息化基础设施，也是体现现代化大国地位和国家综合国力的重要标志。本部分收录的文章全面地阐述了我国在建设和发展GNSS系统方面所取得的丰硕成果。并且提出了如何抓住产业发展的龙头和重点，利用我国市场巨大的潜在优势，形成产业发展强势的一系列建议。本部分也介绍了当今GPS现代化的新进展，以及国外其他卫星导航系统的现状和趋势。



全球导航卫星系统(GNSS)及产业发展研究

曹 冲

(中国全球定位系统技术应用协会咨询中心,北京 100037)

摘 要:阐述了全球导航卫星系统(GNSS)及其产业的发展现状及前景,重点叙述国内外系统、技术、市场和产业的来龙去脉,并提出了自己的研究结果和观点与预测。

关键词:GNSS(全球导航卫星系统);GPS(全球定位系统);GLONASS(全球导航卫星系统);GALILEO(伽利略);COMPASS/BD-2(“北斗”导航卫星系统);QZSS(准天顶卫星系统);IRNSS(印度无线电导航卫星系统);WAAS(广域增强系统);EGONAS(欧洲静地重迭导航系统);MSAS(多功能运输卫星系统);GAGAN(GPS与静地增强导航);SDCM(差分改正与监测系统);NicomSat-1(尼日利亚通信卫星增强);MEO(中高度地球轨道);GEO(静地轨道);IGSO(倾斜地球同步轨道)

一、概 述

GNSS 又称天基 PNT 系统,其关键作用是提供时间/空间基准和所有与位置相关的实时动态信息,业已成为国家重大的空间和信息化基础设施,也成为体现现代化大国地位和国家综合国力的重要标志。它是经济安全、国防安全、国土安全和公共安全的重大技术支撑系统和战略威慑基础资源,也是建设和谐社会、服务人民大众、提升生活质量的重要工具。由于其广泛的产业关联度和与通信产业的融合度,能有效地渗透到国民经济诸多领域和人们的日常生活中,成为高技术产业高成长的助推器,成为继移动通信和互联网之后的全球第三个发展得最快的电子信息产业的经济新增长点。由于其应用与服务的大众化、全球化特质,以及和通信与网络产业良好的互补性、融合性优势,因而具备成长为巨无霸产业的所有有利条件,且目前我国正处在其产业爆发性增长的孕育期。据国外专业咨询公司预测,2008 年全球具备 GPS 功能的移动电话年销量预计达到 2.4 亿部,至 2011 年则为 7.2 亿部,约占全球手机总数的 20%。对于卫星导航产业而言,中国的最大优势是有庞大的内需市场,中国移动通信市场规模现已名列全球第一(2007 年用户总数超过 5.47 亿户),汽车销售市场也已跻身世界第二(2007 年超过 880 万辆),而这两大市场恰恰是卫星导航的主流应用市场,预计 3~5 年后将形成年产值超过 1000 亿元的应用与服务产业规模。

由于 GNSS 系统在国家安全和经济社会发展中有着不可或缺的重要作用,所以世界各主要大国都竞相发展独立自主的卫星导航系统。估计在 2020 年前,全世界将有四大 GNSS,他们是:现有的美国 GPS 和俄罗斯 GLONASS,欧盟计划在 2013 年建成的 GALILEO 系统,以及我国正在建设的 COMPASS。GNSS 实际上泛指卫星导航系统,包括全球星座、区域星座,及相关的星基增强系统。除了上述的四个全球系统及其增强系统(美国的 WAAS、欧洲的 EGNOS 和俄国的 SDCM)外,日本和印度等国也在建设其自己的区域系统和增强系统,即日本的 QZSS 和 MSAS,印度的 IRNSS 和 GAGAN,以及尼日利亚运用通信卫星搭载所实现的 NicomSat-1 星基增强。

二、全球导航卫星系统的现状与前景

1. 全球导航卫星系统的历史

全球导航卫星系统的起源要追溯到 1957 年前苏联发射第一个人造地球卫星,由它发现了多普勒定位

原理,推动产生了美国的海军导航卫星系统——子午仪(Transit),进而出现了美国的 GPS 和前苏联的 GLONASS。1973 年 GPS 被批准立项,1978 年发第一颗卫星,至今已过 30 年。从 1995 年 GPS 宣布投入完全工作阶段起,也已经有 20 多年,目前和今后 3~5 年内它仍将是全球唯一的全功能稳定运营的卫星导航系统。由于卫星导航系统具有广泛的应用范围,能深入到国民经济许许多多领域,能进入人民生活的方方面面,能产生巨大的经济和社会效益。而这一切应归功于 GPS 的产生和应用,GPS 是技术的成功范例,从军民两用的观点来看,它对军事和民用世界的影响,远远超出 20 世纪 70 年代当时系统设计者的构想。作为军事系统,GPS 在海湾战争、阿富汗战争科索沃战争和伊拉克战争中经受了一系列实战考验,无可争辩地证明了其“军力倍增器”的强大作用。作为民用系统,它远远出乎系统开发者的意料之外,在商业市场和大众消费领域,显示出极其强劲的高速发展势头,应用面之广大,服务层之深入,反响之强烈,前景之良好,均让人叹为观止。这是美国军方继互联网之后,对民用世界的第二个最重要的贡献。

2. 全球导航卫星系统的现状

全球卫星导航系统及其产业当前正经历前所未有的三大转变:从单一的 GPS 时代转变为多星座并存兼容的 GNSS 新时代,导致卫星导航体系全球化和增强多模化;从以卫星导航为应用主体转变为 PNT(定位、导航、授时)与移动通信和因特网等信息载体融合的新阶段,导致信息融合化和产业一体化;从经销应用产品为主逐步转变为运营服务为主的新局面,导致应用规模化和服务大众化。三大趋势发展的直接结果是使应用领域扩大,应用规模跃升,大众化市场和产业化服务迅速形成。

从 GPS 发展到系统之系统的 GNSS,应该说是一种巨大的进步。实际上,GPS 从投入正式工作后,于 1996 年便开始其现代化计划,2000 年 5 月 1 日取消其人为恶化民用信号精度的可用性选择(SA)之举措,标志着现代化计划进入实施阶段,并预计在 2013 年完成,现在已经启动新一代的 GPS III,后者计划在 2020 年完成,星座卫星数量为 30 个,届时有可能继续成为世界上最先进的系统。GLONASS 正在逐步恢复阶段,预计在 2011 年达到额定 24 颗星的工作状况,GLONASS 也在开展现代化计划,在 2010 年发射其利用 CDMA 编码的 GLONASS-K,实现与 GPS/Galileo 在 L1 频点上的兼容与互用,其现代化计划预计在 2017 年完成,星座卫星数量达到 30 颗。Galileo 系统预期在 2013 年完成部署,投入运行,它将与 GPS 在 L1 和 L5 频点上实现兼容和互用。我国的 BD-2 区域卫星导航系统,由 12 颗卫星组成,计划在 2010 年建成,并择机启动全球系统建设,估计建成期为 2020 年,星座卫星数量为 30 个。

3. 全球导航卫星系统的前景

未来的全球系统,应具有四大特点:一是多层次增强,在全球系统之外,有区域系统和局域系统对其进行增强;二是多系统兼容,通过 GNSS 兼容与互用的合作,实现 L1 和 L5 上的民用信号的互用共享;三是多模化应用,除了导航外,还用于定位、授时、测向,充分发挥其功能与能力;四是多手段集成,除了卫星导航及其增强外,还利用非卫星导航手段,如蜂窝移动通信(UMTS)网络、WiFi 网络、Internet 网络、惯性导航、伪卫星、无线电信标等。采取如此众多的对策措施,旨在形成一个以 GNSS 为主体的 PNT 应用服务体系,真正做到任何时候、任何地方、全时段全空间的无缝服务,实现产业的全球化、规模化、规范化和大众化发展。面对 BD-2/GPS/GLONASS/Galileo 四大系统 100 余颗工作卫星在天空中盘旋的局面,用户有个最优化选择和最佳化应用的问题,而四大系统及其他卫星导航服务供者的各大强国必须认真思考和实现 GNSS 的兼容与互用,以及探索新一代民用 GNSS 体系的建设方式和实施办法,在可能的条件下酝酿共建共享的问题。

三、导航卫星系统与应用技术的进展

1. 导航卫星系统技术的更新换代

卫星导航系统从美国的子午仪、GPS 及其现代化,最后到 GPS III,不断地在演变,还在探索新一代的