



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

北斗系统与应用出版工程
“十二五”国家重点图书出版规划项目
国家出版基金项目



北斗与GNSS

系统概论

◎ 曹 冲 著

 中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

北斗系统与应用出版工程

“十二五”国家重点图书出版规划项目

国家出版基金项目

北斗与 GNSS 系统概论

曹 冲 著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是全面介绍北斗与 GNSS 系统的著作，是系统阐述所有 GNSS 系统的一次尝试，而且从更加高远的战略角度把 GNSS 系统之系统概念进行梳理和分类。首先，由导航定位的演变历史，看到人类的生产、生活和科技进步的客观需求，一步步地将导航定位科学技术推动起来，直到航天时代的到来，出现卫星导航，整个发展过程给人以许多经验和启迪。然后，谈到 GNSS 系统本身，并以全球系统、区域系统和多模增强系统的概念作了系统性分章论述，对于其体系化发展作了有益的探索，提出了 GNSS 系统演变升级与建设新时空服务体系发展设想。由 GNSS 系统四大转折性发展趋势，联系到这一先进的科学技术系统，提出发挥其提供时间空间参量的核心引领作用，全方位推动卫星导航的应用和服务，多层次地将目前流行的各种各样新兴的信息技术与产业，进行集成整合、组装融合，以期推进智能信息产业和市场的大发展。

本书的特点是，将 GNSS 系统进行梳理，实现系统之系统概念论述；将深奥的技术系统难题用通俗易懂的语言表达；将突破原有的 GNSS 系统的框架，探索体系化改进；将 GNSS 系统技术与产业和市场发展紧密联系起来。本书可供科研人员、专业院校师生、相关企事业单位工作人员以及有关的管理人员与社会人士阅读和参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

北斗与 GNSS 系统概论 / 曹冲著. —北京：电子工业出版社，2016.4

北斗系统与应用出版工程

ISBN 978-7-121-28524-0

I. ①北… II. ①曹… III. ①卫星导航—全球定位系统—介绍 IV. ①P228.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 069433 号

策划编辑：宋 梅

责任编辑：夏平飞

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：720×1000 1/16 印张：27 字数：570 千字

版 次：2016 年 4 月第 1 版

印 次：2016 年 4 月第 1 次印刷

印 数：3 000 册 定价：98.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：mariams@phei.com.cn。

北斗系统与应用出版工程

指导委员会

主任

孙家栋：中国科学院院士，两弹一星功勋奖章获得者

副主任

张履谦：中国工程院院士

刘经南：中国工程院院士

沈荣骏：中国工程院院士

杨元喜：中国科学院院士

杨小牛：中国工程院院士

谭述森：中国工程院院士，北斗卫星导航系统副总设计师

杨长风：北斗卫星导航系统总设计师

李祖洪：北斗卫星导航系统副总设计师

夏国洪：原中国航天科工集团公司总经理，党组书记，科技委主任

张荣久：中国卫星导航定位协会会长

委员（以下按姓氏汉语拼音排列）

敖然 陈少洋 刁石京 高晓滨 李忠宝 刘九如 柳其许 苗前军

冉承其 宋起柱 于春全 赵坚

编审委员会

主任

曹冲

副主任（以下按姓氏汉语拼音排列）

郭树人 景贵飞 李冬航 陆明泉 施闯 王传臣 王飞雪 王俊峰

王莉 魏永刚 夏青 肖雄兵 杨强文 郁文贤 张代平 赵丽松

周建华

委员（以下按姓氏汉语拼音排列）

鲍志雄 蔡毅 陈涤非 陈洪卿 陈向东 高玉平 韩云霞 何在民

华军 金永新 李变 李成钢 鲁郁 潘高峰 蒲小兵 施洵立

王李军 吴才聪 吴海涛 武建锋 夏建中 夏林元 熊立 姚铮

俞能杰 苑严伟 郑瑞锋

秘书组成员（以下按姓氏汉语拼音排列）

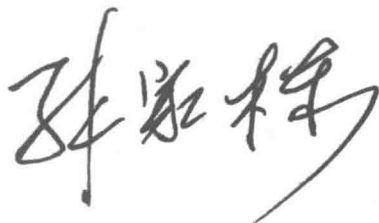
来春丽 宋梅

策划编辑

宋梅

总 序

“北斗系统与应用出版工程”丛书，能作为国家出版工程推进，是件很好的事情，我表示热烈的祝贺，欣然作序予以鼓励支持。北斗系统不仅是项充满活力的新兴技术，而且是国家重要的时空信息基础设施，同时由于它与其他技术和产业的多重关联性和融合性，故成为现代智能信息产业群体的重大技术支持系统和具有巨大带动力的时代产业发展引擎，与国家安全、国民经济和社会民生密切相关，与两个“中国梦”密切相关，能够服务全中国和全世界。北斗系统的建设和运营，给国家和社会的兴邦强国、行业和企业的建功立业、团队和个人的著书立说与创新创业创造精神的大发挥、大发展，提供了百年难遇的良好机会。“北斗系统与应用出版工程”丛书，也承载着同样的使命，它所包括的内容包括系统、技术和应用三个方面，这种选择非常符合实际需要，很全面，且顾及了眼前和长远，而且应用方面所占的分量相当大。我建议在实际应用的服务领域要多下点功夫，这是北斗系统和时空信息服务体系的关键。在当今的条件下，推进这个出版工程，具有明显的现实意义和长远价值。为此，我在这里要强调三点：一是一定要把国内外 GNSS 领域的成功经验和教训，进行系统总结，作为良好的参考；二是应该将我们在系统建设中的实践，上升为理论与模式，进一步推进我们的工作与事业；三是在上面两点的基础上，我们要有所前进，有所创造，在理论、实践、产业和体系化发展推进上有所突破，逐步走向世界的前列，真正把这一出版工程，做成北斗系统伟大工程的一个不可分割的组成部分，反过来对于系统工程发挥指导促进作用，发挥其 GNSS 里程碑效应和效能。



2015年12月

前 言

观斗转星移,看岁月更迭,移智云大物,定时空乾坤。《北斗与 GNSS 系统概论》,阐述的是一个系统的系统,需要从时空服务体系化的角度去认识,去剖析,去归纳,去提高。为此,不仅要看到局部,更加需要着眼全局;不仅要看到北斗系统本身,更加需要透视 GNSS 整体;不仅要看到定位、导航、授时的表象,更加需要揭示其时空服务工具的本质;不仅要看到它们的过去、现在的状态,更加需要明晰其未来的发展与前景。这是件非常有意义的事情,也有很大的难度。在这一领域中,具体写导航定位授时的某个系统、某项技术、某种领域的书,已经为数不少。我们所设想的是简明扼要地较为全面地从总体上进行强化论述,似乎十分有必要,特别是从 GNSS 整体上做些文章,从其前瞻性的互补后备替代系统体系的角度去开拓,更加有点创意的味道,本书希望在这些点上进行探索与实践。

全书分为十章,它们分别是:概述、导航定位发展演变史、北斗卫星导航系统(BDS)、GNSS 基本构成与关键技术、GNSS 之全球系统、GNSS 之区域系统和多模增强系统、GNSS 接收机与用户终端、GNSS 应用与服务、GNSS 产业与市场、GNSS 系统演变升级和新时空服务体系发展。

本书由曹冲著,参加编写的还有景贵飞、苗前军、肖雄兵、李冬航、邵剑晖。在成书过程中,得到了过静珺、王淑芳、施浒立、赵毅和刘建军等好友,以及电子工业出版社宋梅、来春丽等的悉心帮助和鼎力支持,无私地施予援手,在此一并表示由衷的感谢。同时,也感谢我的夫人和子女家人们,伴我一路同行,共享在爬格子过程带来的没完没了的艰难困扰和无穷无尽的欢乐愉悦。由于时空服务技术与智能信息产业迅速发展,以及成书过程匆忙和见识所限,本书的错误与不足在所难免,敬请大家批评指正,但愿能抛砖引玉。

曹冲

2016年2月于北京

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 GNSS 引言	2
1.1.1 GNSS 的概况	2
1.1.2 国际卫星导航产业发展现状与前景	4
1.1.3 GNSS 系统及其产业发展经验与借鉴	5
1.2 GNSS 的定义	8
1.3 GNSS 系统组成	9
1.4 GNSS 应用	9
1.5 GNSS 全球市场	13
1.6 GNSS 的需求分析	15
1.6.1 使命需求	15
1.6.2 市场需求	15
1.6.3 产业与用户需求	17
1.6.4 中国时空信息产业的发展需求	18
1.7 GNSS 全球系统、区域系统及其多模增强格局	19
1.7.1 全球系统	19
1.7.2 区域系统	19
1.7.3 多模增强系统和差分系统	20
1.8 卫星导航的重要性和战略定位	22
1.8.1 卫星导航发展带来的启迪	22
1.8.2 卫星导航系统提供时间与空间两大参量	24
1.8.3 不可或缺的国家信息基础设施	24
1.8.4 服务国计民生的高技术	24
1.8.5 智能信息产业的核心与关键	24
1.8.6 大国和平崛起的重要标志	25
1.9 多系统融合成为发展大趋势	25
1.9.1 GNSS 多系统的兼容互操作	25
1.9.2 卫星导航与通信系统的融合	26
1.9.3 与惯性技术和其他系统的组合融合	27
1.10 北斗产业和 GNSS 的现状与前景	28
1.10.1 2015 年北斗产业实现了质和量的齐头并进	28
1.10.2 2016 年是迈向真正 GNSS 时代的新起点	29

1.10.3	室内外融合定位是未来产业发展的重头戏	30
1.10.4	当前快速健康持续发展北斗产业的几点建议	31
第 2 章	导航定位发展演变史	37
2.1	导航从史前到近代	38
2.1.1	石器时代的导航概念	38
2.1.2	天体导航（或者称为星球导航）时代	39
2.1.3	时间和经度的测量	45
2.2	无线电导航时代	54
2.2.1	无线电的发明	54
2.2.2	无线电导航概念	55
2.2.3	无线电导航系统的由来和发展	59
2.3	地面无线电导航系统演变与发展	60
2.3.1	无线电信标	60
2.3.2	台卡系统	60
2.3.3	伏尔/测距器	61
2.3.4	塔康/VOR	61
2.3.5	罗兰 A	61
2.3.6	罗兰 C	61
2.3.7	奥米加	62
2.3.8	仪表着陆系统	63
2.3.9	微波着陆系统	64
2.4	卫星导航系统的发展历程	64
2.4.1	第一颗人造地球卫星上天	65
2.4.2	第一代导航卫星系统——“子午仪”与“蝉”	66
2.4.3	第二代导航卫星系统（全球系统、区域系统及其增强）	72
第 3 章	北斗卫星导航系统（BDS）	77
3.1	概述	78
3.1.1	系统概述	78
3.1.2	政策原则	81
3.2	发展过程	82
3.3	北斗卫星导航试验系统	86
3.3.1	空间部分	86
3.3.2	地面控制段	87
3.3.3	用户系统（设备）	87

3.3.4	系统功能与主要技术指标	88
3.3.5	定位原理与工作过程	89
3.3.6	“北斗一号”用户系统	90
3.3.7	“北斗一号”集团应用系统	91
3.4	北斗区域系统	94
3.4.1	北斗区域系统功能与指标	94
3.4.2	北斗区域系统组成	96
3.5	在建中的北斗全球系统进展	98
3.5.1	北斗(新一代)全球导航卫星	98
3.5.2	北斗全球系统信号设计进展	101
3.6	北斗系统工作原理和关键技术	103
3.6.1	定位原理	103
3.6.2	卫星导航三角测量学	104
3.6.3	关键技术	105
3.7	北斗系统的应用服务	113
3.7.1	应用推广	113
3.7.2	行业与安全应用	115
3.7.3	大众应用	116
3.7.4	科学应用	116
3.8	产业发展现状	117
3.8.1	北斗产业概况	117
3.8.2	五大突破和连升三级	117
3.8.3	标准化配置是产业发展的重大关键举措	118
3.9	国际合作交流	119
3.9.1	合作的基本原则	119
3.9.2	积极推进多边合作	119
3.9.3	大力促进双边合作	121
3.9.4	支持支撑国际交流	121
3.10	结论	121

第4章	GNSS基本构成与关键技术	123
4.1	概述	124
4.2	GNSS的基本构成	125
4.2.1	GNSS的整体概念	125
4.2.2	GNSS系统应用服务的创新思维	125
4.2.3	GNSS系统的组成	126

4.3	GNSS 的重大关键技术	126
4.3.1	空间工作平台技术	126
4.3.2	空间原子钟技术	126
4.3.3	轨道确定、维护、保持技术	127
4.3.4	信号体制的理论与方法	127
4.3.5	电波传播环境模化技术	128
4.3.6	大规模集成电路应用技术	128
4.4	长寿命卫星和星座与星系布设	128
4.5	定轨与测控技术	132
4.6	空间原子钟技术	135
4.7	信号编码调制体制理论与方法	141
4.8	环境段及其增强技术	147
4.8.1	环境段概念	147
4.8.2	卫星导航的脆弱性难题和历来的应对措施	147
4.8.3	大气(电离层与对流层)效应和多径效应	148
4.8.4	导航系统的电磁环境和信号干扰来源及其对策	150
4.9	大规模集成电路与系统融合集成技术	150
第 5 章	GNSS 之全球系统	159
5.1	概述	160
5.1.1	GNSS 系统之系统的概念	160
5.1.2	GNSS 体系格局基本形成	160
5.1.3	若干热点问题与最新动向	161
5.1.4	四大发展趋势不可逆转, 大众化产业化特点日益明晰	162
5.1.5	GNSS 发展过程中几个有深远影响的经验启迪	163
5.2	GNSS 概念在更新, 面临重大转折需要根本性的突破	164
5.2.1	GNSS 需要有与时俱进的革命性诠释	164
5.2.2	GNSS 遭遇脆弱性的阻击	164
5.2.3	GNSS 需要整体上的创新, 环境段是重点	164
5.2.4	泛在导航的需求势不可挡, 急需根本性突破	165
5.3	GPS	165
5.3.1	概述	165
5.3.2	部署发展	166
5.3.3	GPS 工作原理要点	167
5.3.4	系统组成	168
5.3.5	频率与信号	174

5.3.6	服务功能与性能	175
5.4	GPS 系统现代化	176
5.4.1	概述	176
5.4.2	GPS 现代化进程时间表	178
5.4.3	空间段现代化	180
5.4.4	运控段现代化	184
5.4.5	频率与信号现代化	187
5.5	GLONASS	190
5.5.1	概述	190
5.5.2	部署发展	192
5.5.3	系统组成	194
5.5.4	GLONASS 提供的服务	199
5.6	GLONASS 系统现代化	201
5.6.1	概述	201
5.6.2	GLONASS 现代化的主要目标	202
5.6.3	GLONASS 采用的现代化发展策略	205
5.7	Galileo	206
5.7.1	概述	206
5.7.2	部署发展	207
5.7.3	系统组成	208
5.7.4	频率与信号	211
5.7.5	服务功能与性能	216
5.7.6	伽利略系统的现状与发展计划	218
第 6 章	GNSS 之区域系统和多模增强系统	219
6.1	概述	220
6.2	日本的 QZSS	220
6.2.1	QZSS 概述	220
6.2.2	QZSS 发展过程	222
6.2.3	时空参考系统	223
6.2.4	QZSS 提供的服务	223
6.2.5	QZSS 体系框架结构	224
6.2.6	QZSS 的频率和信号	227
6.3	印度的 IRNSS	229
6.3.1	IRNSS 概述	229
6.3.2	IRNSS 发展过程	230

6.3.3	IRNSS 提供的服务	230
6.3.4	IRNSS 体系框架	231
6.3.5	IRNSS 的频率和信号	234
6.4	星基增强系统	234
6.4.1	星基增强系统概论	234
6.4.2	美国的广域增强系统 (WAAS)	235
6.4.3	欧洲的导航重叠系统 (EGNOS)	241
6.4.4	俄罗斯的差分改正监测系统 (SDCM)	248
6.4.5	日本的多功能运输卫星 (MTSAT) 星基增强系统 (MSAS)	249
6.4.6	印度的辅助 GPS 的静地星基增强导航系统 (GAGAN)	251
6.5	地基增强系统	255
6.5.1	地基增强系统概论	255
6.5.2	局域增强系统 (LAAS)	255
6.5.3	国家差分 GPS (NDGPS)	257
6.5.4	国家连续运行参考站网络 (CORS 网)	257
6.5.5	沿海的无线电信标 (DGPS) 网络系统	257
6.5.6	D-GNSSd 的海上精密定位测量	257
6.5.7	全球差分 GPS (GDGPS)	258
6.6	其他多模增强系统	261
第 7 章	GNSS 接收机与用户终端	263
7.1	概述	264
7.1.1	用户段地位举足轻重	264
7.1.2	接收机的分类	264
7.1.3	接收机的主要组成和性能指标	267
7.1.4	软件接收机	269
7.1.5	接收机融合技术的发展	269
7.2	卫星导航接收机技术	272
7.2.1	概述	272
7.2.2	GNSS 接收机技术发展的几个特点	273
7.2.3	GNSS 接收机技术进步	277
7.2.4	GNSS 接收机值得注意的发展动向	278
7.2.5	GNSS 芯片供应商竞争力最新排名揭晓	280
7.2.6	卫星导航芯片融合之路和世界级竞争	281
7.2.7	无人机 (UAV) ——GNSS 应用值得关注的领域	283
7.3	GNSS 终端	284

7.3.1	高精度定位终端	284
7.3.2	标准型导航终端	284
7.3.3	专业类授时终端	285
7.3.4	组合终端	285
7.3.5	车辆信息终端	286
7.3.6	智能手机终端	287
7.3.7	可穿戴终端	287
7.4	GNSS 接收机与终端的发展趋势	287
7.4.1	卫星导航市场的全球竞争已经拉开帷幕	287
7.4.2	室内外融合定位是 3~5 年内产业发展重头戏	288
第 8 章	GNSS 应用与服务	291
8.1	概述	292
8.1.1	技术层面	292
8.1.2	产业范畴	292
8.1.3	延伸应用	293
8.1.4	相关的宏观领域	293
8.2	GNSS 的交通运输和物流管理应用	293
8.2.1	航空应用	293
8.2.2	航海与内陆水运应用	297
8.2.3	公路应用	300
8.2.4	铁路应用	304
8.3	时间同步与传递应用	306
8.3.1	高精度时间的提供是 GNSS 一大应用	306
8.3.2	电力传输应用	307
8.3.3	时间传递	307
8.3.4	时间在通信领域的应用	308
8.4	大众应用	309
8.4.1	车辆信息系统	309
8.4.2	人员跟踪和消费娱乐应用	313
8.5	高精度测量与定位应用	318
8.5.1	大地测量与测绘应用	318
8.5.2	海洋测绘应用	321
8.6	精准农业应用	322
8.6.1	GNSS 为精准农业提供技术支撑	322
8.6.2	精准农业更多的是精准信息服务	323

8.6.3	GNSS 应用进入农业生产的各个领域	324
8.7	环境监测与保护应用	324
8.7.1	环境监测的关键在数据收集	324
8.7.2	通过研究结果进行环境保护变化预测	325
8.7.3	GNSS 给环境保护带来好处良多	325
8.8	空间与大气等科学研究应用	326
8.8.1	空间应用	326
8.8.2	气象学应用	330
8.9	GNSS 的军事应用	330
8.9.1	军事应用概述	330
8.9.2	抗干扰是军用 GNSS 首要考虑要素	333
8.9.3	军用 GNSS 接收机的发展阶段	339
8.10	GNSS 的服务	339
8.10.1	基于 GNSS 的服务	339
8.10.2	车辆信息服务 (车联网)	340
8.10.3	位置服务 (LBS)	343
8.10.4	应急救援服务	349
8.10.5	休闲娱乐服务	350
第 9 章	GNSS 产业与市场	353
9.1	概述	354
9.2	GNSS 产业	355
9.2.1	卫星导航产业体系	355
9.2.2	卫星导航的产业链	356
9.2.3	卫星导航产业的企业分类	356
9.3	GNSS 市场	357
9.3.1	复杂的市场	357
9.3.2	市场的特征	357
9.3.3	市场范畴、细分和价值链	358
9.3.4	GNSS 市场的独特之处	358
9.4	全球 GNSS 市场的发展动向与趋势	360
9.4.1	GNSS 系统与产业面临的重大转折	360
9.4.2	GNSS 产业全球市场规模与产值	361
9.4.3	全球 GNSS 产业的区域特性	362
9.4.4	全球 GNSS 产业的行业分布	362
9.4.5	全球 GNSS 产业技术的发展趋势	363

9.4.6	GNSS 规模最大的两个应用市场	364
9.5	我国北斗市场的现状和发展前景	370
9.5.1	北斗产业面临的机遇和挑战	370
9.5.2	市场的需求和经济规模分析	374
9.5.3	北斗产业的新常态和新兴产业的风向标	380
第 10 章	GNSS 系统演变升级和新时空服务体系发展	383
10.1	概述	384
10.1.1	工业文明向信息文明发展的时代转折特点	384
10.1.2	信息时代社会经济发达的牛鼻子	385
10.1.3	泛在服务来源于市场驱动和科技牵引的双重作用	385
10.1.4	中国时空服务是信息时代的大框架	386
10.2	GNSS 可能的演变途径	387
10.2.1	PNT 是 GNSS 未来发展的一个选项	387
10.2.2	新时空服务为北斗开创一片新天地	396
10.2.3	新时空服务体系才是真正的未来系统	396
10.3	中国时空服务体系的基本概念	398
10.3.1	概述	398
10.3.2	中国新时空服务的理论与前期基础	400
10.3.3	中国新时空服务体系的定义	400
10.4	新时空服务体系是我国导航产业发展的远大蓝图	400
10.4.1	时间和空间是人类社会发展的两个基本参照系	400
10.4.2	卫星导航已真正成为时间空间信息全球化一体化提供的基础	401
10.4.3	泛在导航需要多系统集成融合	401
10.4.4	新时空服务体系保障泛在导航从现在走向未来	401
10.5	中国新时空服务体系架构	402
10.5.1	中国新时空体系的整体愿景	402
10.5.2	新时空体系的总体战略	403
10.5.3	新时空服务体系三大组成板块	406
10.6	新时空服务体系的技术经济可行性分析	410
10.7	结论	410
	参考文献	411

第1章

概 述

本章要点

- GNSS 引言
- GNSS 的定义
- GNSS 系统组成
- GNSS 应用
- GNSS 全球市场
- GNSS 的需求分析
- GNSS 全球系统、区域系统及其多模增强格局
- 卫星导航的重要性和战略定位
- 多系统融合成为发展大趋势
- 北斗产业和 GNSS 的现状与前景



1.1 GNSS 引言

1.1.1 GNSS 的概况

从 20 世纪进入 21 世纪, 卫星导航经历了从四大发展转变到四大根本性发展转折, 它们见证了 GNSS 系统从初出茅庐, 到渐渐发展、壮大成熟的伟大进程, 产业从无到有、从小到大、从弱到强的壮丽历程, 开拓了令人心潮澎湃、心向往之的美好前景。这个转折点发生在 2000 年前后, 随着中国北斗一号的问世和欧洲 Galileo 系统的正式提出, 以及 GPS 和 GLONASS 现代化的持续推进和实施, 重大转折的发展趋势就明显地呈现出来。

所谓的四大发展转变, 就是早些年, 在导航卫星系统应用领域出现四大值得关注的发展转变, 它们是: 从以军用为主转变为军民两用乃至以民用为主, 目前在美国军品和民品的 GPS 产品价值比约为 1:20, 甚至民品数量和价值的比例比这还要大得多; 从个别部门个别场合应用转变为国民经济众多部门乃至人们日常生活、工作、学习和娱乐的大规模应用; 由只是在少数发达国家, 诸如美国、日本形成产业化发展势头转变为蓬勃发展的国际性产业, 像我国这样的发展中国家, 也将卫星导航系统视为电子信息产业的新经济增长点, 并且逐步推行产业化发展计划; 鉴于多种多样的原因和理由, 欧洲和中国都立志要搞自己的卫星导航系统, 从而使 GPS 单星座转变成多星座兼容机制, 在国际上得到普遍的认同, 卫星导航系统向多极化方向发展, 向 GNSS 兼容互操作约定俗成制式进发, 已是不可逆转的总趋势。像北斗/GPS/GLONASS 以及 Galileo 兼容机, 加上具备 WAAS、EGNOS、SDCM、MSAS 和 GAGAN 等增强信号接收功能的多制式兼容机则应运而生, 甚至逐步成为标准化配置。

所谓的四大根本性发展转折, 这就是说, 全球卫星导航系统及其产业当前和今后 10~20 年间将经历前所未有的四大发展转折性趋势: 从单一的 GPS 时代演变转折为真正实质性的多星座并存兼容的 GNSS 新时代, 开创卫星导航体系全球化和增强多模化的新阶段; 从以卫星导航为应用主体演变转折为定位、导航、授时与移动通信和因特网等信息载体融合的新时期, 开创信息融合化和产业一体化, 以及应用智能化的新阶段; 从经销应用产品为主逐步演变转折为运营服务为主的新局面, 开创应用大众化和服务产业化, 以及信息服务智能化的现代服务业新阶段; 从室外导航演变转折为室内外无缝导航的新时空体系的新纪元, 开创卫星导航为基石的多手段融合、天地一体化、服务智能化的泛在普适服务新阶段。四大发展转折趋势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, 从根本上改变人们的生产方式、生活方式和社会生存生态方式, 影