

热烈庆祝中国卫星导航定位协会成立 20 周年

卫星导航定位与北斗系统应用

GNSS LBS and BeiDou System Applications

北斗耀全球 璀璨中国梦

2015

中国卫星导航定位协会 编



测绘出版社

卫星导航定位与北斗系统应用

GNSS LBS and BeiDou System Applications

——北斗耀全球 璀璨中国梦

(2015)

中国卫星导航定位协会 编

测绘出版社

· 北京 ·

©中国卫星导航定位协会 2015
所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

图书在版编目(CIP)数据

卫星导航定位与北斗系统应用:北斗耀全球 璀璨
中国梦:2015 / 中国卫星导航定位协会编. — 北京:
测绘出版社, 2015. 9
ISBN 978-7-5030-3792-4
I. ①卫… II. ①中… III. ①卫星导航—全球定位系
统 IV. ①TN967.1②P228.4
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 212142 号

责任编辑	赵福生	封面设计	风入松文化	责任校对	董玉珍	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010—68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010—68531363(编辑部)		
电子邮箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	北京九州迅驰传媒文化有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	210mm×297mm						
印 张	20.5			字 数	620 千字		
版 次	2015 年 9 月第 1 版			印 次	2015 年 9 月第 1 次印刷		
印 数	0001—1500			定 价	60.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3792-4/P·806
本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

本书编委会名单

主 编：杨元喜

副主编：张荣久 李建成 冉承其 苗前军 曹 冲

姜德荣 高锡瑞 周儒欣 温宗勇 孙玉国

编 委：范京生 张 力 韩丽华 张 迪 赵道林

张全德 肖雄兵 马 东 李冬航 潘玉洁

王 博 郑 琪 张利明 梁雯霏 魏爱辉

许 忠 朴正国 王 帅 李 冰 王 枏

序 言

中国卫星导航与位置服务产业已进入发展的黄金时期,产业规模增长迅速,2014 年产业总产值达到 1343 亿元,较 2013 年增长 29.1%。北斗应用热度持续升温,北斗应用占比进一步提高,国内卫星导航市场超过 80% 的新增销售产品及其系统已采用北斗兼容技术,我国自主北斗系统的建成和应用为我国卫星导航与位置服务产业注入了强大的核心动力。

随着卫星导航定位应用深度和广度的不断拓展,相应科研成果和创新应用大量涌现。本论文集针对卫星导航与位置服务关键技术和产业化重点应用领域,收录了北斗系统运行部门、有关科研院所和企事业单位的专家学者和工程技术人员的最最新科研和应用成果论文,以期为业内人士提供实用的技术参考资料。

2015 年正值中国卫星导航定位协会成立 20 周年之际,协会特别邀请了行业知名专家、企业家撰写了卫星导航定位技术发展进程、产业成长历史和北斗系统建设回顾等综述性文章,以期让读者对我国卫星导航与位置服务发展有比较全面的了解和认识。同时,精选收录了以往论文集集中的高水平论文,以便读者回味其技术贡献和作者的远见卓识。

在国家测绘地理信息局支持和部署下,由中国卫星导航定位协会发起、中国位置网服务联盟实施的北斗“百城百联百用”行动计划在众多城市落地开花,正不断带给我们惊喜。北斗全球系统建设已经启动,中国卫星导航与位置服务产业前景光明,必将立足中国、走向世界。希望本论文集对应用北斗起到促进作用,早日实现“北斗耀全球 璀璨中国梦”的荣耀!

最后,感谢所有论文作者和测绘出版社对本论文集出版的杰出贡献。欢迎广大读者批评指正。



2015 年 9 月

目 录

峥嵘岁月篇

高擎应用产业化大旗,践行协会服务性宗旨

——纪念中国卫星导航定位协会成立二十周年有感 曹 冲(3)

我国卫星导航定位技术的发展回顾与建议

——为庆贺中国卫星导航定位协会建会二十周年而作 刘基余(9)

建设北斗 振兴中华 卜庆君(14)

北斗稳定 重于泰山 袁树友(17)

北斗卫星导航系统二十年——祝贺中国卫星导航定位协会成立二十周年 谭述森(21)

北斗导航系统促使高精度定位产业化飞速发展 过静琚(24)

我的北斗梦 周儒欣(26)

顺势而引领 知需且新民 景贵飞(31)

我国 CORS 发展历程 张 鹏(33)

指点江山篇

论导航电子地图技术发展趋势 李宏利(41)

全球卫星导航系统应用于航海保障的发展历程简述 窦 芃,吴功栋(47)

北斗卫星高精度授时在金融领域的应用及发展趋势 刘忠华,许 强,徐友果(52)

卫星技术在智能电网中的应用及发展 范秋燕(56)

浅析北斗大众车载导航终端应用 陈学友,李武钢(60)

BD-CORS 海洋综合服务系统构建与应用 周 立,蒋廷臣,王继刚,郭淑艳,管明雷(64)

北斗 RDSS 卫星导航芯片的发展与思考 陈启亮,毕 波,张占宇,高 参,黎军琛(69)

继往开来篇

卫星导航系统星载原子钟稳定度分析 郭思远,汪 森,林 翔,肖胜红(75)

卫星导航信号模拟器的软件实现 巴晓辉,罗士栋(79)

初轨精度对应用 BERN 光压模型的轨道预报误差放大影响分析 车通宇,张传定,杨 力,王 琰(83)

多系统卫星钟差估算与分析 万 军,党亚民,成英燕,王 虎(91)

北斗天顶对流层湿延迟参数估计方法与试验 李成钢,史小雨,罗小军,张晋升(97)

地基 GNSS 全球电离层延迟模型研究 刘 磊(101)

基于互相关函数的降低北斗定位漂移算法研究 陈石平,马利滨,何 睿(107)

基于宽巷 FCBs 的 PPP 固定解定位性能分析与研究 张京奎,盛传贞,应俊俊,刘 浩(111)

基于约束条件的北斗导航系统 GDOP 及其应用 黄 莹(118)

载波相位在伪距差分中的应用 李 军,杨志坤,黄 佳,张亚君(124)

基于多线程技术的 GPS 数据实时并行解码 袁长征,肖兴国,张 恒(128)

基于小波的 GPS 数据去噪方法研究	谢尚威(133)
基于北斗通信的浮标精密单点定位系统方案设计初探	申海鹏, 孟海涛, 盛传贞(139)
基于客户端差分定位解算的位置服务应用	沈磊, 杨志坤, 黄佳, 张亚君(144)
矢量跟踪算法性能的定量分析	王前(148)
“互联网+”发展中的卫星位置服务技术	王让会(155)
北斗在超高层建筑施工变形监测中的应用	过静琚, 周予启, 王坤, 周百胜, 张胜良, 刘晖, 钱闯(159)
重庆市北斗卫星导航定位服务系统的建设与发展	吴寒, 肖勇, 蒲德祥, 张黎, 夏定辉, 刘邢巍(167)
北斗地基增强系统在哈尔滨智慧城市的实践	褚鹏飞, 邹同元, 刘敏(171)
基于 FJCORS 的地灾监测预警系统建设	吴飞(176)
北斗在数字林业的应用	梁晓虎, 任练勇(179)
基于北斗定位和短报文的警用车载指挥体系设计与应用	刘丹, 田银枝(184)
北斗和遥感卫星在应急预案中的应用	张微, 刘贵生, 李稚松, 姚建铨(191)
北斗辅助组件式后勤地理信息系统的设计与实现	杨哲海, 李之歆, 王琼(197)
SBAS 模式下 GPS 在无人机机载红外热像系统上的应用	周维, 佟学俭, 袁乃华, 黄云(201)
BDS 主辅站技术在车道级车辆监控平台中的应用	邹滨, 王伟权, 周文胜, 苗东(204)
应用于卫星导航的双频四臂螺旋天线	李炳槐, 胡朝斌, 吕波(209)
四系统全频航空天线设计	王春华, 吴文平, 王晓辉(213)
小型化储能卫星导航天线	吕波, 陈林, 李炳槐(217)
不同多径抑制技术对北斗用户机定位性能影响分析	任晖, 薛峰, 赵金贤, 胡彩波(221)
IMU/GPS 罗经计算船舶横滚角的研究	邓林坤, 郭杭(226)
多参考节点的 ZigBee 指纹库定位算法研究	何海平, 郭杭, 方爽, 邓林坤(231)
基于宽带超声传感器的 FDMA 定位方法	林舟杰, 熊剑, 郭杭, 袁卫声(237)
基于大气偏振的组合导航方法研究	马号, 熊剑, 郭杭, 袁卫声(240)
基于 CDMA-AOA 的室内超声波定位方法	周先赞, 熊剑, 郭杭, 袁卫声(244)
Harris 和 SIFT 特征算子对立体图像特征提取与匹配的分析	田宝连, 郭杭, 魏静波(248)
北斗系统在航摄像片立体模型绝对定向中的应用研究	毕记省, 张广有, 田璐, 王红伟(254)

历史瞬间篇

中国 GPS'92 会战—(A 级网)数据处理与精度分析	李毓麟, 刘经南, 葛茂荣, 等(259)
论 GPS 在金融保卫中的应用	刘正茂(266)
建立 GPS 服务体系及其基础设施的探讨	周其焕(269)
香港青马大桥 GPS 监测位移实验研究	过静琚, 江见鲸, 商瑞斌, 李启光, 谭国焕(274)
我国 GPS 车辆应用系统的产业化前景分析和市场展望	曹冲(278)
中国沿海无线电指向标(RBN)——差分全球定位系统(DGPS)	李鲜枫(286)
发挥“北斗一号”卫星转发系统的优势更好为“金水工程”服务(节选)	郭嘉俭(291)
迎接大众化地图应用时代的到来	王志钢(295)
RTIC 道路编码体系在我国的实践	李建军, 陶海俊(299)
重庆市 GNSS 连续运行基准站网系统的建设与应用	夏定辉, 吴寒, 何宗, 黄河(303)
北斗双模卫星导航 SoC 芯片的设计与实现	陈启亮, 毕波, 黎军琛, 高参, 梅其元(309)
北斗厘米级定位精度之余见	刘基余(315)

1

峥嵘岁月篇

我国卫星导航事业奠基人和开拓者的历史
记忆

高擎应用产业化大旗,践行协会服务性宗旨

——纪念中国卫星导航定位协会成立二十周年有感

曹 冲

二十功名尘与土,十年生聚,十年迸发,应用产业化大旗高擎;
八千里路云和月,二千会员,千亿产业,协会服务性宗旨践行。
二十年斗转星移,在历史发展奔腾不息长河中只是一星半点的浪花;
二十年时空更迭,在中国北斗人中位协心田里充满建功立业的苦乐。

北斗导航系统及其产业发展,是中国科技产业划时代的华章,值得为之投身拼搏,值得了解关注讴歌,在协会成立二十周年之际,我将拙作《北斗之歌》缩编修改,转载于此;同时写《中位协人赞》,以表愿景与庆祝之情,体现“以人为本”的拳拳之心。

北斗之歌

——献给劳苦功高的北斗人

秦时明月汉时关,疏星七点渡银汉,
历史长河千秋岁,北斗神话亘古传;
乾坤再度舞东风,日月同光中国龙,
东西南北上下中,导航福星建奇功。

北斗之梦多少年,前赴后继苦与甜,
哪怕千难与万险,独步全球也等闲;
百年复兴一梦联,造福世界人本先,
冷眼嗤鼻威胁论,大爱无疆满人间。

人在江湖,业涉天涯,心系北斗,饮马疆场;
我如骄阳,俯仰河山,万里混沌,守此一方。

中位协人赞

二十年岁月如歌,一个协会一群人,创业敬业又创新,
导航通信互联网,集成互补还联姻,
征途上一串串坚实脚印,拼搏中一个个忙碌身影;
定位导航,时频同步,大地测量,智能交通,物流运输,
应急救援,精准农业,通信电力,位置服务,关爱养老……
说不完,道不尽,卫星导航应用只受到人们想象力的限制;
廿年间千变万化,中定协变为中位协,导航人化作北斗人,
中位协人亲力亲为,经历利用 GPS 到北斗兼容的伟大转折,

中位协人敢作敢为,探索从应用技术到推广服务的伟大转变。

二十年风雨兼程,一批批第一,一拨拨企业,一座座里程碑,
导航行业行胜于言,北斗产业化大道无垠,
由小到大,由低到高,由弱到强,协会见证;
中国第一个卫星导航专业协会,让大批企业有个组织有个家,
中国第一批卫星导航产业化项目,一个个民企进入国家殿堂,
中国第一次北斗民用示范工程,开启自主系统应用产业化;
问天今夕是何年,北斗成就好时节,
经天纬地争分秒,海陆空天服务遍,
中位协人创大业,更加辉煌看明天。

摘 要:本文作为一篇纪念性文章,主要回顾中国卫星导航定位协会成立二十周年以来,协会主要在卫星导航应用产业化领域奠基铺路,发挥了引领性旗手的作用,同时真正践行其成立时确立的服务性宗旨,在此历数了协会取得的重要里程碑式的进步和成果,其中还重点包括标准和科普工作方面的积极推进,展望了更加美好的未来。因此,文章以“前十年的生聚”、“后十年的迸发”和“下十年的辉煌”为标题进行阐述。这里只是在春色满园关不尽中,摘几朵小花献给大家。

1 前十年的生聚

一批批新企业,一拨拨新面孔,加入中国卫星导航定位协会,进入北斗这一行业,我们的队伍不断成长壮大,我们的事业越来越兴旺。我们倍感艰辛,但是快乐着,因为我们从事前人从来没有经历过的事业,一个崭新的中国新时空天地展现在我们面前。“天高任鸟飞,海阔凭鱼跃”,我们将要亲手塑造一个大众创业、万众创新、群众创造的伟大的新时代,这是从事北斗卫星导航创业的人们最大的幸福和抱负。

当年的协会章程,明确规定:“以为企业服务、为行业服务、为政府服务、为社会服务作为宗旨,充分发挥在政府主管部门和行业之间的纽带和桥梁作用。不断加强协会自身建设,提高自律性和诚信度,培养造就一支高素质的、精干的、职业化、专业化队伍,为提高中国全球定位系统的应用技术水平和管理水平,促进全球定位系统技术在中国的应用和产业化,积极推进中国自主民用导航产业发展,为国民经济建设和社会发展服务”。字里行间,已经把北斗深深地放在协会的心坎里。

1.1 诞生于产业自身的需要和进一步发展的需要

在 20 世纪 80 年代末期,我国一批从事大地测量、地质和石油勘探的人们,开始利用子午仪卫星接收机,后来又利用 GPS 接收机,开展自己的工作,他们是中国第一批吃“卫星定位”螃蟹的人。这些穿着平常的野外工作者,使用世界上最为先进的卫星接收机,而这些进口接收机的每一台价格,可能是其个人月工资的 1000 倍或者数千倍。作为国家一级协会,中定协自始至终将服务产业作为自己的安身立命之本,而且是通过汇聚众人之力来办大事。其成立之时,就有 23 个政府职能部门共同发起,场面何等壮阔,对于卫星导航这样的新兴科技产业大家又多么地给予关注,着实令人高兴、令人兴奋不已,至今令中位协人对于这种选择觉得无怨无悔。协会就是我们的组织我们的家,选对人、做对事,是一切成功的前提基础。

1.2 地理信息标准化的坚强步伐

从 2001 年起,协会受国家测绘局的委托,组织专家编写完成了国家标准《导航地理数据模型与交换格式》,填补了我国导航电子地图制作生产标准体系中的空白。2005 年 6 月,由国家标准管理委员会、国家

质量监督检验检疫局批准,作为国家标准正式颁布。它的颁布对我国导航地图市场的规范化、产品标准化起到极其重要的推进作用。

1.3 突破电子地图禁区的政策研究

2000年,国家测绘局为解决车辆自主导航的瓶颈——电子地图问题,适时下达科研项目《建立我国车辆定位导航电子地图服务体系的政策研究》。协会承担了这一项目,组织了17位来自各方面的专家,历时两年完成了研究报告。评审组的评价称,主体报告站在国家和产业化的高度,从全局入手剖析和审视整个体系,建立结构框架,对于主管部门的决策具有很好的参考价值。在这一研究基础上,通过国家发改委的卫星导航产业化专项的实施,打开了电子地图通向市场、走向产业化的大门。

1.4 国家第一个卫星导航产业化专项实施

20世纪初,协会两次就卫星导航发展问题代拟政协提案稿。其中在政协九届四次会议期间代拟《呼吁有关部委及全社会关注、支持全球定位系统产业的发展》的提案,由胡启立等23位委员审定后向会议提出。不到半年,前国家计委(现在的国家发改委)、商信息产业部、科技部、国家测绘局等部门,按提案内容分别采取立项和调研等措施,推进卫星导航产业的发展。协会还派人员参加了前国家计委领导组织的《卫星应用产业化发展对策措施》的政策研究,并且领衔承担了卫星导航子课题,最终在九个子课题中脱颖而出,成为“十五”期间唯一被批准连续两年实施的卫星应用产业化专项,也成为我国卫星导航产业的第一个国家级产业化专项,而且首次专门为标准化立题。项目实施期间,形成近50个标准,极大地缓解了卫星导航标准上的瓶颈效应。

这一政策研究,具有里程碑意义。因为由此而起,拉开了我国卫星导航产业化发展的序幕,同时为“十一五”、“十二五”期间,在推动卫星应用产业化过程中确立卫星导航重要地位奠定了扎实基础。前国家计委领导下进行的《卫星应用产业化发展对策研究》中的“卫星导航卷”部分,首次在卫星导航领域提出了产业化、产业链、产业体系的概念,还提出了一系列及时有效和极具指导意义的对策举措。此外,在卫星导航产业化专项实施期间,协会信息咨询服务中心还在《通信市场》杂志上发表“论卫星导航产业化”的系列文章,一共七篇。卫星导航产业化“七论”涉及产业与市场的方方面面,在2003—2004年期间,受到业界普遍的追捧传播,互联网也纷纷转载,影响极为广泛深远。至今,其中的有些观点仍然具有鲜活性和参考价值。

2 后十年的进发

2.1 北斗试验系统的产业化专项启动

在北斗一号投入工作之后,较长一段时间内应用并不理想,在一批院士专家向中央领导写信和向两会写提案的基础上,国家发改委专门启动了北斗一号产业化专项。协会的专家和企业积极参与,并且做出了不凡的成绩,为推广北斗应用贡献心血与力量。像北斗星通公司承担的“北斗卫星海洋渔业安全生产与交易信息服务示范工程”项目,就是其中之一。该项目是经国家发改委发改办高技〔2006〕2339号文批复,列入海南省“十一五”重点建设规划的北斗海洋渔业应用重点项目。

2.2 北斗系统民用市场推广与产业化专项实施

北斗二号(一期)立项成功,就开始落实产业化工作。在国防科工委领导下,协会的专家、咨询中心和企业积极配合,竭尽全力地全程参加民用市场推广与产业化专项的立项策划、实施部署、验收鉴定等一系列工作。为项目的圆满完成奠基铺路,为其中项目成果投入奥运应用贡献力量。该项目坚持开放管理和全程监理、总体规划和顶层设计、基础设施和共享平台、突出重点和强化关键等指导思想与实施原则,尤其是在我国第一次进行卫星导航标准体系化研究,具有明显的推广价值和借鉴意义。

北斗系统重大专项的立项成功,为中国卫星导航产业,也就是现在的北斗产业,注入了强大的生命活力。在总装北斗办的领导下,协会及其专家和企业积极配合,大家同心同德为北斗国家战略出人、出力、出主意,做到“召之即来,来之能战,战之能胜”。协会在北斗产业发展中,始终是得力的方面军。

2.3 “十二五”中多部门北斗产业化项目促进产业长足进步

在北斗重大专项不断落实多种多样示范工程的同时,发改委、科技部、工信部等多部门,根据产业与市场需求及部门的实际工作需要,全方位、多层次地大力推进北斗的应用与服务产业的发展。发改委在2012—2013年间,两次在卫星应用产业化重大专项中,将北斗产业化重大示范工程作为重点推进内容,并委托协会进行中期评估,有力地促进项目规范有序地实施。2014年国家发改委又专门推进北斗产业化重大示范工程,进一步落实北斗国家战略。多年来,科技部在“863”等项目中对北斗的性能提升、精度提高、广域服务进行大力支持,有力地促进北斗产业的良性化发展。同时,通过“羲和计划”的推动,配合北斗走向位置服务的更加广泛深入的应用服务产业领域。工信部也想方设法利用电子发展基金多次推动北斗应用项目。近年来,在各个部委工作基础上,协会大力推动“百城百联百用”行动计划,很快得到多个部门、许多地方、最多领域的积极响应,现在这一行动计划正在如火如荼地展开,有望获得丰硕的成果。

2.4 日久弥新,剩者为王,协会公司成批上市

卫星导航这一新兴科技产业,为许多中小公司甚至微小企业,开拓了创业、创新之路。从现在的卫星导航板块的上市公司来看,包括许多原来名不见经传的民营小微公司,经过十多年的努力与拼搏,终于浴火重生,如同雨后春笋般地成长壮大。它们差不多都是协会的老会员、铁杆会员,与协会同生长、共发展,如北斗星通、合众思壮、高德软件、四维图新、超图软件、中海达、振兴科技、启明信息、华力创通、凯立德、深圳赛格……在未来的岁月中,会有更多的公司脱颖而出。

2.5 积极推进科普宣传、科技奖的评审和标准的制定与贯彻,召开年会与发布产业白皮书,成为产业发展的温度计和指向标

一年年,一度度,一项项标准发布,一个个项目评估评审评奖,都牵动着大家的心、大家的热忱和情怀,协会与大家同呼吸、共命运。坚持数年的省部级评奖活动,终于上了个台阶,今年出来个国家奖。我们用劳动与汗水,在谱写协会的历史、时代的颂歌。

一年年,一度度,一个个年会,一本本会议录,一篇篇白皮书,一册册科普书,《卫星导航常用知识问答》、《北斗伴咱走天下》……一字字,一句句,都诉说着我们协会的心声,都敞开着我们会员的胸怀,成为北斗产业发展的温度计和指向标。

3 下十年的辉煌

当今世界,我们面临国内、国际、时代的三大转折交叠,世事千头万绪,局面千变万化。应对百废待兴、百事待举的纷繁现实,以及充满诱惑的未来,实现两个百年复兴梦,新科学技术革命究竟应该从何下手,什么是国家生存发展、长治久安的牛鼻子?还得从三大转折说起,且一定要落实到以北斗导航为基础的“中国时空服务”这一伟大主题上来。

当前中国正处在从发展中大国向跻身世界强国之列的重大发展转折期。我国在数年内,就能实现“小康社会”的第一个百年梦想。面对国内外许多重大挑战,怎样摆脱“内忧外患”、实现跨越发展、步入先进领先强国之列,在2049年前顺利完成第二个中国梦。“风水轮流转,明日到我家”,一个崭新的中国将屹立于世界东方。

21世纪以来,人类社会进入更加动荡不安的时期,进入了关乎全球发展前途的、从霸权主义的单极世界向和平发展的多极世界发展的重大转折。以美国“9·11事件”为标志,“东风压倒西风”局面业已开始,以美国为代表的发达国家及其集团,到了日薄西山时境地,以金砖国家为代表的新兴经济体(大多是文

明古国),将逐步成为世界发展主流。这种大趋势的苗头已经出现,而且转折正在发生、发展,成为不可抗拒之势。

当下的转折,归根结底是从工业文明向信息文明时代的根本性的伟大转折,这是从过度城市化向和谐分布式的时代性转折。从20世纪中期开始,信息文明时代以电子计算机为代表的数字化阶段为发端,经历了以因特网为代表的网络化阶段,如今已经进入了以智能手机和云计算为标志的智能化发展阶段,这种发展趋势和大方向具有明显的新时代特征,是一种任何力量都不可抗拒的必然变革和本质动因。

3.1 中国时空是北斗导航的跨越升级版

时代变革需要新理论、新实践、新产业、新体系,因此中国时空信息服务(简称时空服务)及其体系应运而生。工业文明时代显著特点是“集”字当头的“城市化”,体现在权力集中、财富集中、人口集中、资源集中,打造权力的金字塔,而让其走向反面的就是过度集中,带来各种各样的城市病,权力失控、贫富悬殊、环境污染、交通拥堵、人满为患、弱肉强食、消费过度;而信息文明时代的显著特点是“分”字当家,分布式、分享化、公平分配、分庭抗礼、社会分工、合理分担,与工业文明诞生时的“合”相比,是一种本质上的螺旋式上升的“回归”,是人类的又一次复兴。世界是平的,全球是个地球村,其终极目标是实现人人服务、服务人人的“人本社会”。首先实现的是信息层面的各尽所能、各取所需的“共产主义”境界,人人都是信息的生产者,也是信息的消费者,造就所谓“产消者”的新人类。其实,人们的五大基本需求“衣食住行信”,在满足了温饱之后,人们的最大需求是“信”,这里是指信息。信息与其他四种基本需求相比,“衣食住行”更多的是物质层面的需求,而信息更多是精神层面的需求。信息将现实世界与虚拟世界贯通、贯穿起来,造就了一个崭新的世界。应该指出,人类或者宇宙的前进步伐,是紧紧地与信息联系在一起,是与信息交流、沟通加速进行紧密地联系在一起的。人类在进步的过程中,信息交流方式发生过多次重大革命,语言和文字的出现、造纸术和印刷术的发明、邮件信函和快马驿站的传递、轮船火车和汽车飞机的运输、电报电话和有无线网络的诞生,都是伴随着信息不断便捷提速。现代网络速度信息传播速度达到每秒30万千米,步入一个前所未有的信息时代境界。

信息是个泛在的概念,无时不在、无处不在、无所不在,它紧密地与时间、空间融合在一起,不可或缺,密不可分。只有抓住了人类最大、最重要的两大参考系统,即时空参量,才算是抓住了信息的本质和主线,才能抓住信息产业智能化的根本所在。无论国家信息安全与国民诚信体系,以及信息产业与社会发展生态体系,均以时空参量为工具手段,实现唯一性认证和智能化最佳匹配,这就是中国时空信息服务重要性、独特性根本所在。抓住了中国时空,就抓住了智能信息时代国家发展的牛鼻子,也抓住了世界信息治理的主导权和话语权,以及全球智能信息产业的发展主动权和领军权。这是中国和平崛起和跨越发展的重大机遇和依托基础。

任何新生事物的发展,均有前因后果,不可能一蹴而就,更不可能从天上掉下来。中国时空服务,是北斗导航系统的跨越升级版。我们的北斗系统已经跻身于全球四大卫星导航系统之列,成为全球的信息基础设施的重要组成部分。因为卫星导航提供全球、全天候的时间空间信息服务,成为航天领域最有代表性的真正能够服务大众的系统技术,而北斗系统又是我国今后相当长时期内真正能够走向全球、服务全世界的难得的重大技术系统。但是,我们不能满足于这样的程度,要从克服时艰、突破羁绊,完成中国复兴梦、服务全人类的更加长远、更加高深的层面去考虑规划。坚持绿色低碳、多元群发、智能可持续原则基础上,提出中国时空服务这样具有战略性、前瞻性、超越性的理念,试图从科学理论、技术实践、产业发展和社会生态体系推进多个方面,来研究和开发这一时代重大主题与课题,为大国崛起强国梦、两个百年复兴梦奠基铺路和添砖加瓦。

3.2 中国服务是信息时代的超级主旋律

中国时空服务是从支撑发展北斗增强导航开始的,但是更大的程度上,它是北斗导航的增强、替代、互备,是室内外无缝融合的跨越升级版,它源于卫星导航,又跨越卫星导航,成为真正泛在意义上的全时空服务系统。它的目标是赶超国际先进水平,实现“时间空间、天基地基、室内室外、导航通信、军用民用、国计

民生”深度融合的六位一体的“一张网”行动计划,实现从卫星定位技术向导航应用产业的转化,进而向位置服务产业的转化,最终向智能时空信息服务产业全面进军,创造“中国服务”这样的伟大的国家品牌。其经济技术可行性分析表明,在“十三五”启动期间,我们通过实施重大科技专项,或者中国时空服务专项基金方式,以百亿元量级的国拨资金为引导,吸纳数倍于它的社会资金,用于推进“一张网”计划的基础设施、共享平台和系列系统解决方案建设实施工程,能够挖掘调动(物联网、云计算、大数据、智能城市,以及因特网和移动通信网等领域)价值3 000亿~4 000亿元的存量资源。通过众创、众筹、众包模式,全方位、大规模运作,到2020年“一张网”计划就能够形成万亿元级别产值的位置服务核心产业,并且能够集聚和带动新兴的智能信息产业集群,届时后者的体量接近10万亿元。在此基础上,到2025年以时空信息服务为主线主体的智能信息产业,有可能完全替代传统意义上以制造销售硬件终端产品为主的电子信息产业,转变为真正打上信息时代印记的以智能信息服务为主的新兴产业,其产值有可能达到30万亿元。到2030年这一产业可能会增长一倍,达到60万亿元,占领国民经济GDP的半壁江山。

2020年北斗卫星导航产业的产值预计为4 000亿元,中国时空服务当前推动的是室内外无缝位置服务产业,室内的市场容量应该高于仅仅用于室外的卫星导航产业,而且由于室内外融合催生的其他产业集群和服务产业,所以产值比北斗产业加倍更大,预计产业总产值能够达到万亿元的目标。而且借助导航与位置服务产业强大的前期基础,产业会以爆发式增长的势头快速发展,以量变到质变的方式进入智能信息产业的伟大征途。中国时空服务在“十三五”期间,将产业发展的重点转移到提高规模、质量和服务民生上来,聚焦到解决国家发展的某些产业壁垒和瓶颈与国家的重大战略需求上来,有望重点发展八大产业:交通出行与物流运输、信息保全与公共安全、位置服务与应急联动、节能减排与环保监控、电子政务与网络商务、移动健康与民生关爱、智能社区与精细化管理,以及农林水利与调控管护。

中国时空服务在某种程度上,可以将目前各种各样的思潮泛滥、多种多样的概念横流,将日新月异的新名词变种翻新,统统纳入中国时空服务体系框架之中,创造一部信息时代的“封神榜”,让物联网、互联网、云计算、智能城市等各路“神仙”,全部各得其所、各在其位、各尽所能,实现大众创业、万众创新、群众创造。市场需求是一切经济的命脉,中国时空植根于中国这片人口众多的大市场,其生命力是无限的。在工业文明时代,是所谓英雄创造历史的时代。而在信息时代,根本性的转变是,群众才是创造历史的真正动力,回归到草民创造历史的社会本质,是人人服务、服务人人的“人本时代”。因而,高端引领和服务分享是中国时空的着力点。人本时代,最大限度地发动了最大多数人,调动了他们的积极性,更多的多元化、多样化、人性化、个性化、定制化的应用与服务产品问世,同质化逐步无人问津。大众创业、万众创新、群众创造(“三众三创”)成为时代特点,中国服务必将成为智能信息时代的超级主旋律。“三众三创”的意义,不仅仅是在经济发展效益价值上,更加重要的是理念的创新,是中国要面向跨越发展之路,要赶超国际先进领先水平,开创全球化的“中国服务”的新纪元,实现从工业文明时代的依托制造向信息文明时代的崇尚服务的伟大转变。如果我们仅仅停留在中国制造上,那么我们还是在工业化上打主意,说明我们仍然置身于老时代,而且很难战胜并且超越那些老牌的工业强国。但是,面向信息文明时代,在中国服务上做文章,在信息化上大做文章,这是大势所趋,是社会发展主流,提倡“人人服务、服务人人”,我们人多的优势、市场的优势、站位的优势、品牌的优势、体制的优势,就能一下子起来了,几乎完全可以与世界上最发达国家站在同一起跑线上。“中国服务”的创造,在于创造一个伟大的国家品牌,一个具有全球影响力和辐射力的品牌,将“中国服务”推向全世界全人类,引领全球服务,应该成为我们这一代中国人的伟大抱负。

参考文献:(略)

作者简介:曹冲,男,1940年生,原中国电波传播研究所研究员,现任中国卫星导航定位协会首席专家,近二十多年来主要从事卫星导航应用服务技术及产业化研究。

我国卫星导航定位技术的发展回顾与建议

——为庆贺中国卫星导航定位协会建会二十周年而作

刘基余

1994年3月28日,美国宣告由9颗Block II卫星和15颗Block II A卫星构成的GPS工作星座业已建成,能够为全球广大用户提供全天候和全天时的导航定位服务。1995年9月,中国全球定位系统技术应用协会(现更名为“中国卫星导航定位协会”)随即在北京召开了成立大会。20年来,它为推动我国卫星导航定位技术的发展发挥了重要作用、贡献了技术智慧,随着时间的推移,彰显了它的智库作用越来越大。在此庆贺建会20周年之际,笔者乐于回顾我国卫星导航定位技术的发展,并概述了笔者自2011年以来提出的北斗卫星导航定位技术的应用建议。

1 中国卫星导航定位技术经过了“引进应用期”、“消化创业期”、“系统创建期”和“系统发展期”四个发展历程

国家大地测量控制网的建立、地壳形变的监测和地球动态参数的测量,都要求厘米级的高精度定位。GPS技术的问世,从事上述行业的中国测量工作者首先想到了引进GPS信号接收机。但是,在1991年以前,高精度的GPS信号接收机并不许可销售给我们中国人。20世纪80年代,国家教委给具有博士学位授予权的高校专业一定数额的世界银行贷款,用于购买教学仪器设备。武汉测绘学院大地测量专业,利用配给的世界银行贷款,于1989年用32万美元购得了4台Trimble 4000SST GPS双频接收机。为能够购得它们,笔者不仅受学校指派负责它们的一切采购事项(申购、编写中英文标书、评标、与中标外商谈判、签约、入关商检等项),参加了国家教委组织的全国高校引进仪器设备统一采购工作组,而且在国家教委相关领导的授意下,还以教授名义特地致函时任美国总统的乔治·布什先生,请求为我们的卫星导航定位专业本科生和研究生提供实践仪器,从而获得了购得4台Trimble 4000SST GPS双频接收机的许可证。1991年解禁后,新疆地震局和四川省测绘局随即分别购得了Trimble 4000SST GPS双频接收机,笔者应这两个局的邀请,先后主持了他们的Trimble 4000SST双频接收机的入关检验测量工作,书写了商检报告,并义务地为这两个局的相关工程师们进行了4000SST接收机的作业培训。(当时,Trimble公司只卖接收机,不负责操作使用和数据处理的处理,只提供英文使用说明书和需要另行购买的数据处理软件。)从上述可见,我国的民用GPS卫星导航定位是始于20世纪80年代末期的,称之为“引进应用期”。

GPS技术的实用表明,它不仅为大地测量学、地球动力学、地球物理学、天体力学、载人航天学、全球海洋学和全球气象学提供了一种高精度、全天时和全天候的测量新技术,而且为促进世界文明进步,提供了一种新的高科技方法。因此,20世纪90年代初期以来,我国的测绘、地震、石油、海洋、航空、航天、地质、交通、航道、水利和渔业等行业不断引进GPS信号接收机;与此同时,我国也有几个单位先后成功研制了GPS信号接收机。例如,机电部第二十研究所的9301SD型、9301BF型和9301CZ型GPS信号接收机,华达导航设备有限公司的SG101型GPS信号接收机……此外,还催生了既代理又研制GPS信号接收机的几家公司。笔者将卫星导航用户设备中国制造业的逐步形成和发展,称之为“消化创业期”。

星基定位、导航和授时系统,既是维护国家和国土安全的重要国家基础设施,全球导航卫星系统被称作人类在太空里的“眼睛”,哪个国家拥有这双“眼睛”,就掌握了打赢太空战的王牌;又是市场潜力巨大和发展迅速的高新技术产业。因此,建立自己国家的全球导航卫星系统,是非常必要的。我国科技工作者运用主动式定位原理,经过七八年的艰苦奋战,终于建成了“北斗一号导航试验系统”。2003年12月15日正式向以中国为核心的覆盖区域内用户,提供导航定位、授时和一次传送40~120个汉字的双向短报文通

信服务,成为继美国和俄罗斯之后世界上第三个拥有自主卫星导航系统的国家,这标志着中国卫星导航定位技术迈出了历史性发展的坚实一步。这个时期称为“系统创建期”。

北斗二代卫星导航系统于2004年8月31日正式立项建设,2007年4月17日发射试验卫星,2011年12月27日提供试运行服务。2012年12月27日,我国宣布建成了区域覆盖的北斗卫星导航系统,并将它的英文名定为 BeiDou Navigation Satellite System,缩写成为 BDS。北斗系统是中国自主建设、独立运行,与 GPS 等系统兼容的卫星导航系统,可为覆盖区域内的用户提供全天候、全天时、高精度、高可靠的定位、导航、授时(标准时间信号发播)服务。在此基础上,将逐步发展到成为全球导航卫星系统。2015年3月30日21时52分,我国在西昌卫星发射中心用长征三号丙运载火箭成功将首颗全球性覆盖星座的 M01 卫星发射升空,卫星顺利进入预定轨道。预计2020年左右,将建成由5颗静地轨道卫星和30颗非静地轨道卫星组成的覆盖全球的北斗卫星导航系统,为全球用户提供更精准、更可靠的定位、导航和授时服务,并通过星间链路实现星-星组网、互联互通。笔者将它称为“系统发展期”。

中国的卫星导航定位技术所经历的“引进应用期”、“消化创业期”、“系统创建期”和“系统发展期”,是一个渐进发展的过程,它符合科学技术进步的客观规律。这四个时期也非绝对分离,而是奠定基础、逐步推进、承前启后、走向胜利的。

2 大地测量工作者为推动我国卫星导航定位技术的发展做出了重大贡献

大地测量控制网,是一切测绘地图工作的基本控制,是经济建设、国防建设和科学研究中基础数据之源。在 GPS 卫星导航定位技术问世之前,主要依赖天文测量、三角测量、精密导线测量和水准测量等经典技术,建立大地测量控制网。为此,大地测量工作者需要经常作业在冰雪严寒、险山恶水、雪崩雷击和高温酷暑之中,为了完成一个三角点的测量,需要在这种艰苦环境下,熬上十天半月,甚至一两个月的时间。因此,随着 GPS 卫星导航定位技术的问世,他们很快就想到利用这种既省时省力、又能够达到所需定位精度的 GPS 技术来建立大地测量控制网。

20世纪90年代初期,在轨的 GPS 卫星虽然只有十五六颗,我国大地测量工作者就积极地开始应用 GPS 卫星导航定位技术。1990年初,国家测绘局、国家海洋局和国家地震局联合组建了中国南海 GPS 岛礁联测分队,于1990年3月11日乘坐国家海洋局一万五千吨的“向阳红五号”大型科考船启程,到达中国南海进行 GPS 岛礁联测;其测区为北起广州,南至曾母暗沙,西起三亚,东至黄岩岛,总面积约为200万平方千米。在此广阔海域上,历时52天,总行程12000余千米,首次用3台 WM-102 GPS 双频接收机,在南海5个岛礁8个点位和陆地4个大地测量控制点之间进行了 GPS 定位联测,最远站间距离达到了808 687.519 m,而建立了一个高精度的中国南海的陆海大地测量控制网,这是经典大地测量技术无法实现的海陆联测!1990年5—8月,笔者率领五六名研究生与黑龙江省测绘局大地测量队的同志们一道,在大兴安岭东部地区进行了生产性的 GPS 大地测量控制网的测量,用4台 Trimble 4000SST 双频接收机测设了一个覆盖7万平方千米的 GPS 卫星定位网,解决了沼泽地区难以布测大地测量控制点的大难题,开创了我国用 GPS 卫星定位技术解决大地测量控制网的先河。大兴安岭东部地区的 GPS 卫星定位网也成为了中国第一个用于大地测量生成实践的 GPS 卫星定位网。1992年2月,国家测绘局、国家地震局、中国石油天然气总公司、地质矿产部和煤炭工业部等部门所属的有关单位,利用参加国际地球动力学服务 IGS'92 GPS 测量大会战的机会,在全国测设了由27个 GPS 控制点和平均站间距离为800 km 左右构成的 A 级 GPS 大地测量控制网。此后,国家测绘局为满足国民经济建设发展的急需,又在全国测设了由686个 GPS 控制点和平均站间距离为100 km 左右构成的 B 级 GPS 大地测量控制网。这种厘米级精度的 DGPS 点位测量技术在我国的成功实用,给卫星导航科研工作者很大的借鉴和启迪:如何才能建立我国自己的高精度卫星导航定位技术?

测绘行业的主要商品,是各种比例尺的地形图和专题地图,航空摄影测量是制作多种比例尺地形图的现代化最有效手段。其传统作业模式为:第一年航空对地摄影,第二年翻山越岭赴野外测量像片控制