

中国交建北斗专项办公室 编

交通建设行业 北斗卫星导航技术应用指南



中国质检出版社
中国标准出版社

交通建设行业 北斗卫星导航技术应用指南

中国交建北斗专项办公室 编

中国质检出版社
中国标准出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

交通建设行业北斗卫星导航技术应用指南 / 中国交建
北斗专项办公室编. —北京: 中国标准出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-5066-8896-3

I. ①交… II. ①中… III. ①卫星导航—全球
定位系统—应用—交通运输建设—中国—指南
IV. ①P228.4-62②F512.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 009030 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)
北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 68533533 发行中心: (010) 51780238
读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 11.25 字数 291 千字
2018 年 4 月第一版 2018 年 4 月第一次印刷

*

定价 45.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010) 68510107

《交通建设行业北斗卫星导航技术应用指南》

编委会

总顾问：孙子宇

总审定：田俊峰

总策划组织：崔银秋 牛玉欣

编撰整理：牛玉欣（第一部分、第六部分）

崔银秋（第二部分、第五部分）

万 军（第三部分）

何金刚（第四部分）

吴 彤（第七部分）

素材提供单位及个人（排名不分先后）：

中国卫星导航定位应用管理中心

中国交通建设股份有限公司

北京合众思壮科技股份有限公司 吴 林

上海华测导航技术股份有限公司 王向忠 李宏祥 党永平

上海达华测绘有限公司 万 军 焦永强 刘 昆

广州中海达卫星导航技术股份有限公司 马晓东

北京华力创通科技股份有限公司 陈向东 张海新

上海司南卫星导航技术有限公司 王永泉

北京北斗星通导航技术股份有限公司 王增印

北京国信同科信息技术股份有限公司 夏蜀科

航天恒星科技有限公司

上海博冕科技有限公司

北京金坤科创技术有限公司 肖登坤 关建明 吴 彤

中交疏浚技术装备国家工程研究中心有限公司 缪袁泉

中国公路工程咨询集团有限公司 牛玉欣

中交星宇科技有限公司 王一蓉 郝 锐 旷 喆 吕 笑 邓昆仑

前 言

依据国家发展改革委、财政部于2014年6月联合发布的《关于组织开展北斗卫星导航产业重大应用示范发展专项的通知》（发改办高技〔2014〕1285号），由中国交通建设集团有限公司负责组织实施海洋开发应用领域的示范工作，重点支持建设北斗远海工程管理平台和相关基础设施，在海洋资源调查、水文地质勘查、施工作业、远海工程项目管理等领域推广应用北斗卫星导航定位装备，提高开发利用海洋资源的能力。

作为我国重要的交通战备企业和唯一具有深远海岛礁基础设施设计施工能力、唯一进驻外海开展岛礁基础设施建设的中央企业，中国交通建设股份有限公司（以下简称中国交建）高度重视，成立了以总裁为组长的领导小组和北斗专项办公室（以下简称北斗办），积极推动北斗卫星导航产业核心技术与产品的产业化、规模化和标准化应用。在专项支持和专家指导下，在外海局势变化加剧的背景下，针对外海开发建设过程中存在的问题，规划并启动了外海开发北斗管理服务平台项目，依托北斗卫星导航系统重点解决外海施工过程中定位、通信、指挥不畅以及存在的“聋、瞎、哑、险”等问题，搭建公司执行层和管理层之间的信息桥梁，推动北斗系统在海洋开发领域的应用。

根据领导的指示，本着科学务实、健康有序，既有利于海南项目实施，同时兼顾中国交建应急管理和项目管理需要的原则，紧紧围绕中国交建国内外项目经理部在安全和应急管理方面的实际需求，进行北斗终端现场部署及二次开发，确保通过本专项的实施，使中国交建的安全和应急管理延伸到重点项目经理部、重点装备、重要设施、重要人员，提升中国交建的安全和应急管理水平，提高中国交建的生产效率。项目实施方案于2014年10月顺利得到了国家发展改革委、财政部《关于2014年北斗卫星导航产业重大应用示范发展专项行业示范应用类项目实施方案的通知》（发改办高技〔2014〕2563号）的批复。

目前，通过各方面的共同努力，中国交建已陆续投资启动了中国交建全球全天候5A“智慧应急管理云服务平台”“智慧隧道北斗+人员安全管理云服务平台”和“外海及野外地区北斗+人员安全管理云服务平台”3项科技示范工程，于2016年年底之前，分批在500多个重点监控的高风险、高难度施工项目部完成约5.12万套以上北斗终端的实际部署，带动约4.2亿元投资，为重点项目部，相关二、三级子公司和中国交建在人员和设备高精度定位、遇险告警、极端情况下的通信保障、应急救援管理等方面提供有效的技术支撑。

按照国家有关规划，2020年我国北斗卫星导航系统将实现全球覆盖，国内60%以上的行业将应用北斗卫星导航技术，市场规模将达到4000亿元以上。中国交建顺利申请国家“北斗导航民用服务资质”后，将进一步扩大中国交建北斗卫星导航技术的应用水平和应用规模，调动各单位推广应用北斗卫星导航技术的积极性。同时，中国交建也在研究制定相关政策激励措施，制定相关技术标准规范，

鼓励和引导各单位加大投入力度，积极采用先进技术，加强企业秘密保护，降低生产成本，提高生产效率，推动北斗卫星导航技术成为中国交建的标准配置。

应广大技术人员的要求，为指导北斗卫星导航技术在基础设施勘察、设计、施工、监测、检测、运维以及交通运输管理等方面的应用推广工作，北斗办在中国交建内外兄弟单位的大力支持下，精心整理、汇编完成了这本《交通建设行业北斗卫星导航技术应用指南》，供技术人员在实际工作中参考。在使用过程中，有任何问题、意见和建议，请向中国交建北斗办指南管理组反馈，以便我们及时改进完善。

中国交建北斗专项办公室

2017年12月

目 录

第一部分 载运工具位置轨迹监测	(1)
典型案例 1: 农业部南沙渔船船位监控管理系统	(3)
1 建设背景	(3)
2 建设内容	(3)
3 系统结构	(3)
4 主要功能与使用效果	(4)
5 结语	(4)
典型案例 2: 北斗车辆监控系统	(4)
1 概述	(4)
2 系统基本模式	(5)
3 系统增强模式	(5)
4 主要功能与使用效果	(6)
5 结语	(6)
典型案例 3: 北斗车辆监控管理平台	(7)
1 概述	(7)
2 系统功能	(7)
3 车载终端设备	(10)
4 结语	(10)
典型案例 4: 船舶位置轨迹监测	(11)
1 概述	(11)
2 功能	(12)
3 使用终端方案	(16)
4 结语	(21)
典型案例 5: 基于北斗系统的工程船舶智能服务平台	(21)
1 概述	(21)
2 系统组成	(22)
3 主要技术性能指标	(24)
4 结语	(25)
典型案例 6: 重点运输过程监控管理服务示范系统工程	(25)
第二部分 海上施工的高精度 RTK	(27)
典型案例 7: 达华放样管理系统	(29)
1 概述	(29)

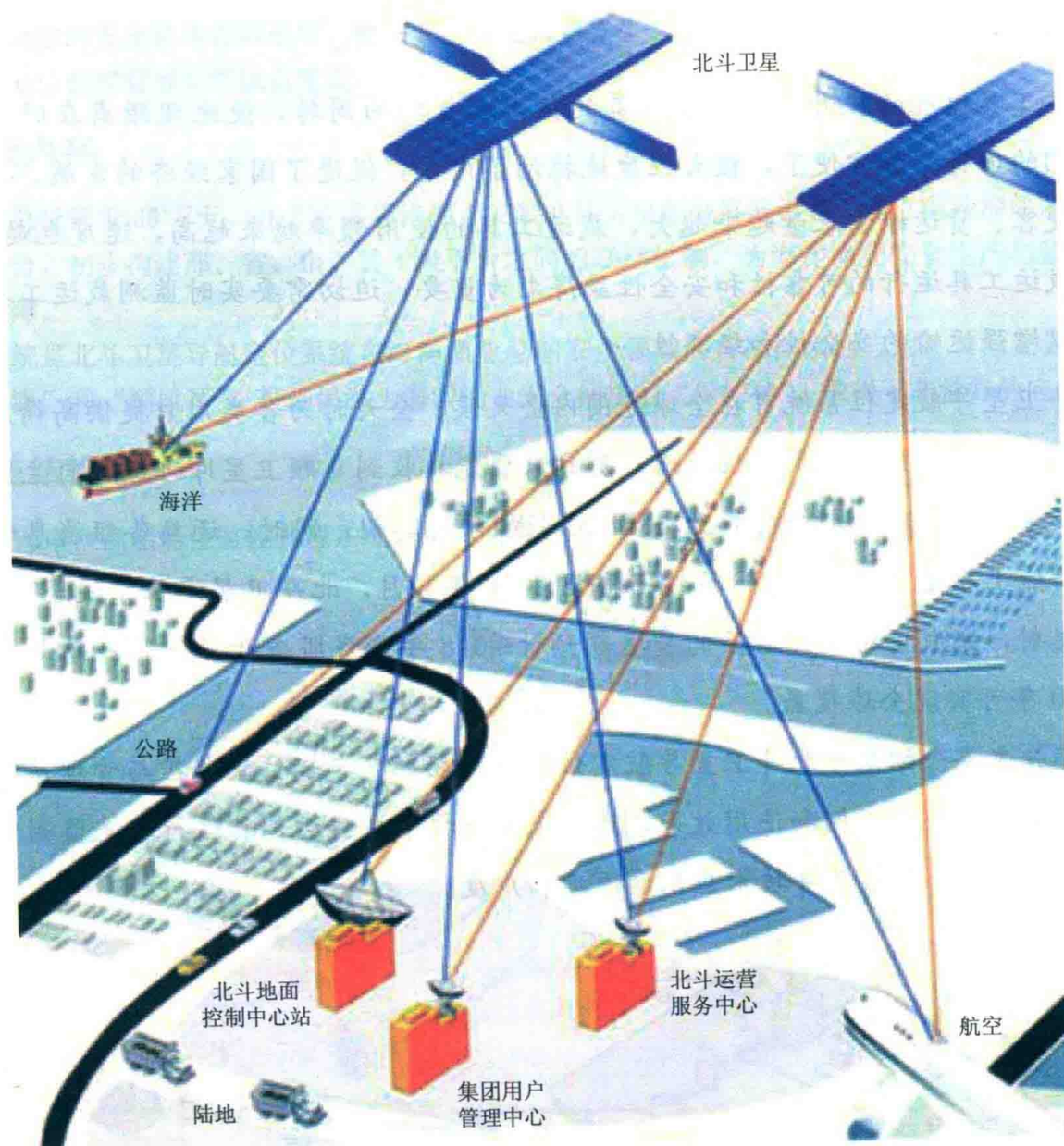
2 点、线、道路导入	(29)
3 结语	(30)
第三部分 CORS 站建设	(31)
典型案例 8: CORS 综合服务系统	(33)
1 CORS 综合服务系统组成	(33)
2 中海达 CORS 综合服务系统解决方案	(34)
3 基准站网子系统	(36)
4 数据中心子系统	(37)
5 用户服务子系统	(39)
6 结语	(41)
典型案例 9: 海洋北斗地基增强系统建设方案	(41)
1 参考站建设	(41)
2 北斗参考站软、硬件	(43)
3 结语	(56)
第四部分 桥梁变形变位监测	(57)
典型案例 10: ××大桥健康监测系统设计方案	(59)
1 项目概况	(59)
2 监测的必要性	(59)
3 健康监测系统设计	(59)
4 健康监测系统构成	(61)
5 健康检测系统传感器选型和布置	(63)
6 系统数据的采集、传输、处理	(67)
7 软件功能演示	(69)
8 系统特点	(74)
9 结语	(74)
典型案例 11: 润扬长江大桥形变监测系统	(74)
1 项目概况	(74)
2 监测方案	(75)
3 GNSS 组网方案	(77)
4 监测系统优势分析	(78)
5 结语	(78)
典型案例 12: 厦漳跨海大桥健康监测	(79)
1 项目概况	(79)
2 监测方案	(79)
3 点位布设	(80)
4 结语	(81)

典型案例 13: 南京长江第四大桥健康监测	(82)
1 项目概况	(82)
2 监测方案	(82)
3 监测点布设	(83)
4 结语	(83)
典型案例 14: 神朔铁路黄河大桥监测	(84)
1 项目概况	(84)
2 监测点设计	(84)
3 结语	(85)
第五部分 边坡位移监测	(87)
典型案例 15: 水电站新增水库滑坡、塌岸影响区地质复核、岸坡稳定监测	(89)
1 项目概况	(89)
2 监测方案	(89)
3 监测系统优势分析	(98)
4 结语	(101)
典型案例 16: 京承高速边坡监测	(101)
1 项目概况	(101)
2 监测方案	(101)
3 系统优势分析	(102)
4 结语	(103)
典型案例 17: 鲁地拉水电站公路边坡监测	(103)
1 项目概况	(103)
2 监测方案	(103)
3 监测结果分析	(104)
4 结语	(105)
第六部分 交通防灾减灾	(107)
典型案例 18: 长江三峡北斗卫星水情遥测系统	(109)
1 建设背景	(109)
2 建设内容	(109)
3 系统结构	(109)
4 结语	(111)
典型案例 19: 北斗应急救援解决方案	(111)
1 建设背景	(111)
2 建设内容	(112)
3 系统结构	(112)
4 应用效果	(113)
5 结语	(113)

典型案例 20: 长输线路施工项目安全隐患排查系统	(114)
1 项目背景	(114)
2 项目目标	(114)
3 系统功能	(114)
4 使用效果	(116)
5 结语	(117)
第七部分 综合位置服务	(119)
典型案例 21: 基于北斗的阅兵装备方队训练/考核系统	(121)
1 背景	(121)
2 系统组成	(122)
3 硬件组成	(123)
4 阅兵方队使用评价	(131)
5 结语	(132)
典型案例 22: 中国地震局地震现场北斗指挥调度平台	(132)
1 建设内容和功能	(132)
2 系统结构	(134)
3 使用效果	(136)
4 结语	(136)
典型案例 23: 远海及野外地区北斗+人员安全管理云服务平台	(137)
1 建设背景	(137)
2 建设内容	(137)
3 主要功能及系统结构	(137)
4 技术指标	(139)
5 结语	(140)
典型案例 24: 中国交建全球全天候 5A 智慧隧道北斗+人员安全管理云服务平台	(140)
1 背景与概述	(140)
2 主要组成与内容	(140)
3 功能与优势	(143)
4 技术指标与使用效果	(144)
5 总结	(144)
典型案例 25: LBS 隧道综合管理系统	(144)
1 背景	(144)
2 人员监控	(144)
3 综合管理	(146)
4 结语	(146)
典型案例 26: 基于北斗和多通信技术地质调查安全保障系统	(147)
1 建设背景	(147)

2 主要功能	(147)
3 使用效果	(148)
4 结语	(148)
典型案例 27: 基于位置服务的产品及应用	(149)
1 建设背景	(149)
2 基于位置服务的相关产品	(149)
3 基于位置服务的应用案例	(152)
4 结语	(156)
典型案例 28: 智慧城市大众位置服务——教育板块	(156)
1 总体架构	(156)
2 学生硬件终端功能	(157)
3 学生位置服务系统部署	(158)
4 结语	(161)
典型案例 29: 智慧物流仓储管理系统	(162)
1 概述	(162)
2 系统功能	(162)
3 结语	(163)
典型案例 30: 智慧养老综合管理系统	(163)
1 背景	(163)
2 系统架构	(163)
3 系统特点	(164)
4 结语	(165)

第一部分 载运工具位置轨迹监测



载运工具是指车辆、船舶、集装箱、飞机、运载火箭、铁路货车、客车等。随着人们对运输的速度、运量和舒适度的要求越来越高，现在载运工具正朝着高速化、智能化、安全化、环保化、信息化等方向发展。

载运工具速度的提升，加快了人员的往来和货物的周转，使地理距离在时间上缩短了，人们的出行更加方便了，极大程度地拉动了内需，促进了国家经济的发展。同时，经济发展使客、货运输需求量越来越大，载运工具的使用频率越来越高，速度也越来越快，因此，载运工具运行的可靠性和安全性显得尤为重要，迫切需要实时监测载运工具的位置轨迹，以增强运输的安全性和经济性。

北斗卫星导航定位系统可在全球范围内全天候、全天时为各类用户提供高精度、高可靠定位服务，它采用被动式定位原理，用户只要能接收到4颗卫星即可进行自主定位，系统用户数量不限，在大部分功能上与BDS/GPS系统类似；同时，还具备短消息收发等功能，在功能上超越了BDS/GPS系统。截至2016年6月，北斗卫星定位系统已完成23颗卫星的发射，完成了对亚太地区的覆盖，预计2018年形成服务于“一带一路”建设的能力，2020年可实现全球覆盖。

本部分主要介绍基于北斗卫星导航定位系统的船舶、车辆位置监控与管理系统，通过介绍相关的典型应用案例和使用效果，为未来北斗技术在载运工具运行轨迹监测中的应用提供参考与支持，扩展北斗技术应用的深度和广度。

典型案例 1：农业部南沙渔船船位监控系统

(资料来源于中国卫星导航定位应用管理中心、北京北斗星通导航技术股份有限公司网站)

1 建设背景

我国船舶数量庞大，其中渔船总数达 106 万艘，约占世界总数的 1/4，是世界上渔船数量最多的国家。但船舶的安全装备普遍落后，船舶安全事故频繁发生。2006 年，农业部开始在南沙进行基于北斗的渔船船位监控系统试点建设。

2 建设内容

项目总投资 1865 万元，在 900 多艘渔船上安装北斗卫星车载终端设备，建立南沙渔船船位监控管理中心平台，初步构建部、省、市、县 4 级平台之间的联动机制，为海洋渔业安全生产与紧急救援提供技术保障。

该系统是北斗卫星导航定位系统在海洋渔业船舶安全领域的首次探索性应用，被渔业管理部门称为“千里眼”和“顺风耳”，被渔民称为海洋渔业安全捕捞的“保护神”，取得了非常好的应用效果。

3 系统结构

农业部南沙渔船船位监控系统结构详见图 1-1，监控管理系统终端产品见图 1-2。

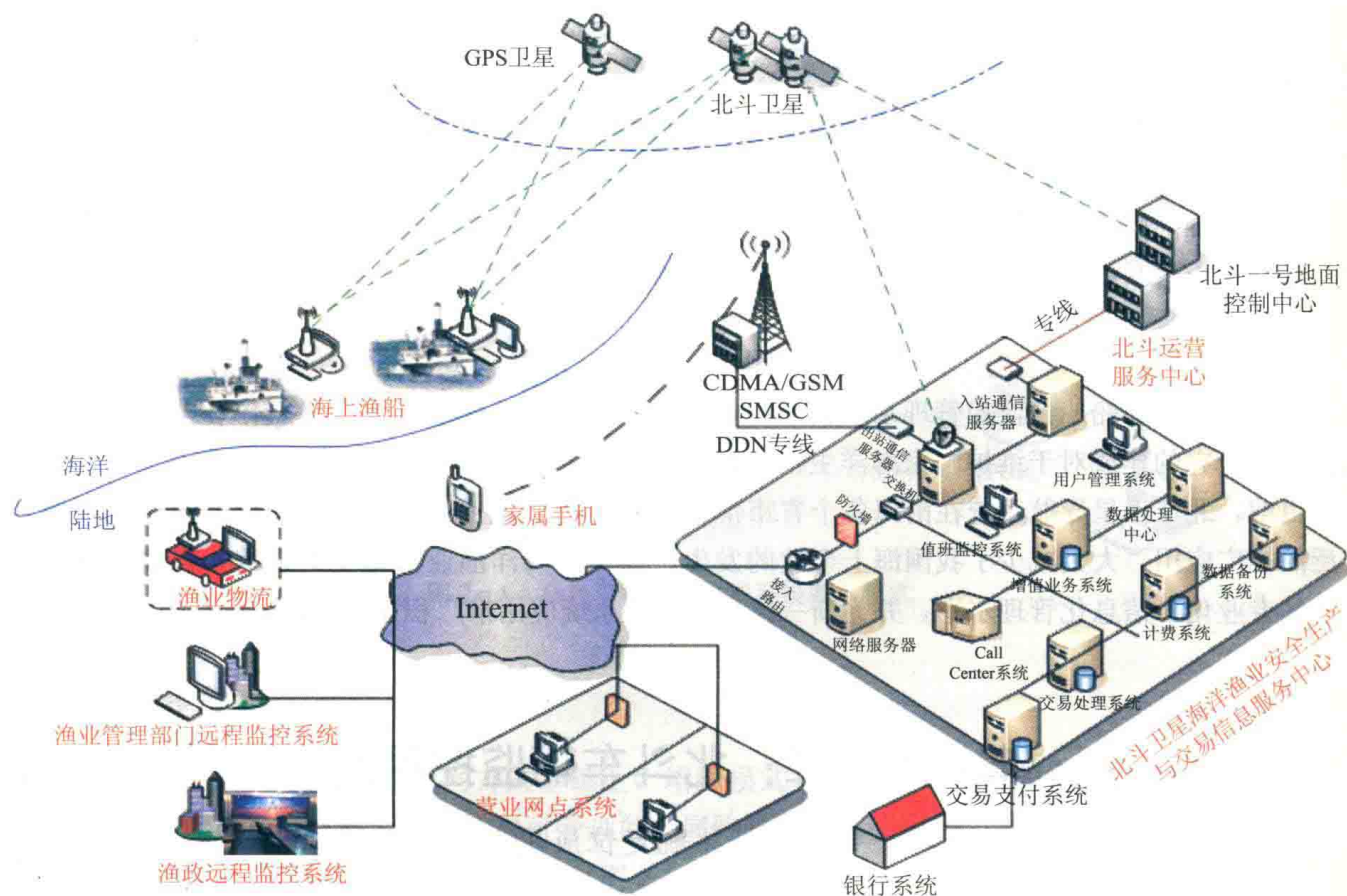


图 1-1 农业部南沙渔船船位监控系统结构



图 1-2 农业部南沙渔船船位监控管理系统终端产品

4 主要功能与使用效果

4.1 主要功能

- (1) 向外海生产作业者和关联者提供船、岸间的多种通信网络的数字报文互通服务；
- (2) 向渔业管理部门提供渔业管理、船位监控、紧急救援信息服务；
- (3) 向渔业经营者提供渔业交易信息服务以及物流运输信息服务；
- (4) 向海洋渔业船只提供定位导航、航海通告、遇险求救、增值信息服务（天气、海浪、渔场、鱼汛、渔市等）。

4.2 使用效果

该系统的建成，从整体上提高了渔船生产管理水平，降低了成本，是对原有的船舶生产管理模式的革命性变革。

系统实际运行以来，共收到并处理海上渔船紧急报警事件 200 多起，在抗击“海贝思”“黑格比”等强台风中，表现突出，广大渔民交口称赞。

渔政管理部门通过系统的优良服务功能实施调度指挥，满足了海洋渔业生产安全与管理的特定需求，在渔业生产与管理等实践性应用中发挥了重要作用，是现代渔业信息化建设的里程碑。

5 结语

农业部南沙渔船船位监控管理系统利用北斗卫星导航定位系统进行远洋渔航作业安全保障的综合信息服务，它的建成对于维护国家海洋主权、保障渔业生产具有划时代的意义。

目前，北斗卫星导航系统在沿海各个省市渔业政府部门、渔业公司、大型渔船及渔民家中得到了广泛的推广应用，大大减少了我国海上事故的发生，加速了海洋渔业信息化的进程，提高了海洋渔业生产的专业化、信息化管理水平，并为新一代导航定位系统应用推广积累了经验。

典型案例 2：北斗车辆监控系统

（资料来源于中国卫星导航定位应用管理中心网站）

1 概述

进入信息时代，在不同行业领域的应用中，车辆不再只是充当运输载体，车辆管理部门往往把车

辆作为一个信息点对其进行数据采集跟踪指挥布控。

基于北斗的车辆监控系统将北斗卫星导航定位技术、GIS 地理信息系统技术、互联网技术有机结合,针对不同类型车辆如危化品运输车、客运车、政府部门车辆及各种特种车辆如警车、运钞车、消防车,救护车、邮政车、工程抢险车等,可提供系统监控中心的整体解决方案。

监控中心通过北斗卫星网络,能够实现全天候网络无缝覆盖获取车辆的地理位置、运行方向、运行速度及各种状态信息,对车辆进行实时监控、调度、发布服务信息、受理各种类型的报警信息等。

2 系统基本模式

基于北斗的车辆监控系统以北斗卫星导航系统作为车辆定位和监控调度及监控中心与车辆间通信的支持平台。该系统能够全天候、无缝隙、大范围的为用户确定其所在的地理经、纬度,可为车辆导航定位、监控管理、指挥调度、安全保密、路径优化提供有力的保障,形成现代化的交通运输系统,降低交通运输方面的成本,提高经济效益。

系统中可管理的下属终端数量受指挥机容量限制。目前一台指挥机可以管理 100 个下属北斗终端。此种组网模式尤其适用于较小型的或者需移动的指挥中心。

北斗车辆监控指挥系统基本模式见图 2-1。

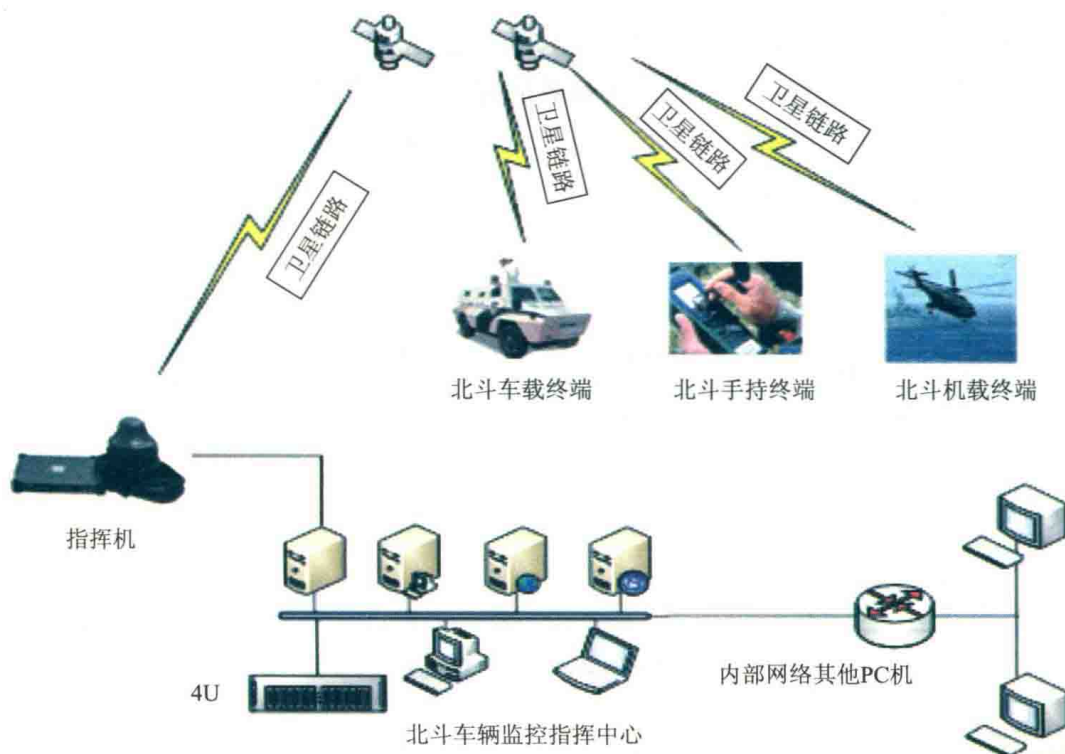


图 2-1 北斗车辆监控指挥系统基本模式

3 系统增强模式

在基本模式的卫星无线链路组网方式基础上,增强模式增加了地面有线链路,如采用可靠性较高的 VPN 专线,优点是通通过地面网络使得可管理的下属终端数量不受限制,适用于较大型的、固定的指挥中心。基于北斗的车辆监控系统增强模式见图 2-2。

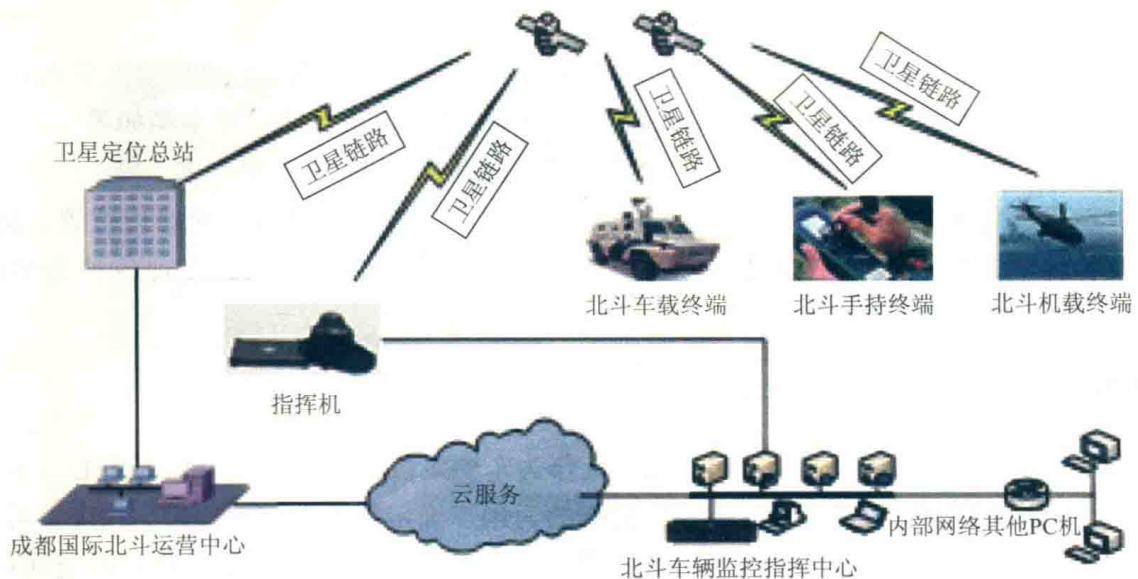


图 2-2 基于北斗的车辆监控系统增强模式

4 主要功能与使用效果

4.1 主要功能

该系统主要提供面向各行业需重点监控的各型车辆及其主管调度部门的基于位置的综合信息服务。在日常工作中，管理调度部门通过本系统提供有效的实时位置报告，地理信息系统数据表现和处理，能够实现对车辆的状态报告、车辆出发与到达报告、区域报警、紧急报警、车载传感器信息的实时数据采集与报告、行车线路所在区域的天气预报、重大情况的通报。

4.2 使用效果

- (1) 所有车辆全过程动态信息管理；
- (2) 车辆的全程位置监控和短信通信服务；
- (3) 特种运输车的实时数据采集并实施传输；
- (4) 提高车辆安全管理和运输效率，降低车辆空驶率；
- (5) 提供有效的救援指挥服务，保障救援行动准确迅速。

5 结语

该系统符合国家发展战略方向，实现了北斗卫星导航定位技术、地理信息系统技术、互联网技术的有机结合，拥有自主知识产权，具有高并发处理能力和通播功能，覆盖区域范围大、终端体积小且功耗低，实现了相关数据的存储、分析与共享，并具备系统兼容性能。

但是，由于受系统基本模式的影响，系统中可管理的下属终端数量有限，适用于较小型的（终端数量 <500 个）或者需移动的指挥中心。

在推广应用过程中，有专业单位已经研发出大容量指挥机，突破了终端数量受限的技术瓶颈。