



基于3S技术的野外地质调查工作管理与服务 关键技术研究及应用示范

李超岭 刘 畅 刘园园 等编著
张鸣之 王占昌 王 勇

地质出版社

基于 3S 技术的野外地质调查 工作管理与服务关键 技术研究及应用示范

李超岭 刘 畅 刘园园 张鸣之
王占昌 王 勇 杨 欢 石小亚
张 楠 朱云海 张建龙 李志忠
何凯涛 秦绪文 李健强 吕 霞 编著
李丰丹 谭永杰 郎宝平 蔡罕龙
伍锦程 张 帆 邓昌荣 杨 飞
林向东 孙广瑞

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书针对当今新一代信息技术条件下的野外地质调查工作、管理与安全保障服务模式需求,对多S技术、网格技术、数字地质调查技术以及我国北斗导航通讯卫星技术、宽带IP卫星通信技术、3G视频通讯技术在我国野外地质调查工作、管理与安全保障服务的全面应用和基本概念进行了介绍,并附有野外应用的纪事文选4篇,内容较为丰富。

本书面向全国地质信息技术专业人员编写,可供地勘、矿业等单位野外一线人员及大中专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

基于3S技术的野外地质调查工作管理与服务关键技术
研究及应用示范 / 李超岭等编著. —北京:地质出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-116-08373-8

I. ①基… II. ①李… III. ①遥感技术-应用-地质调查-野外作业-研究②地理信息系统-应用-地质调查-野外作业-研究③全球定位系统-应用-地质调查-野外作业-研究 IV. ①P622-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第138300号

责任编辑:吴宁魁

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324513(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11.25

字 数:260千字

版 次:2013年6月北京第1版

印 次:2013年6月北京第1次印刷

定 价:36.00元

书 号:ISBN 978-7-116-08373-8

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

序

地质工作是应用信息技术最密集的领域之一，信息技术的快速发展推动了地质工作的信息化。在地质工作各领域、各环节广泛深入地应用信息技术，更有效地与地质工作的深度融合，对形成全行业覆盖、全流程渗透、全方位推进的发展格局，实现跨部门信息共享和业务协同，提高地质调查的效率、精度，提升调查、评价、监测的智能化水平，提升地质调查工作科学化管理、精细化管理和现代化管理的水平，全面推进地质工作的现代化具有重要意义。基于3S技术的野外地质调查工作管理与服务关键技术研究及应用示范就是一个典型的示例。

《基于3S技术的野外地质调查工作管理与服务关键技术研究及应用示范》是国土资源公益性行业科研专项（项目编号：201011010）“基于3S技术的野外地质工作管理与服务关键技术研究与应用”和国家发展改革委员会高技术产业化示范工程“基于我国卫星的野外地质调查应用”、地质矿产调查评价专项中的地质调查全流程信息化能力建设计划项目中的地质调查数据传输及网络体系建设、地质调查数据实时传输系统运行维护、地质调查信息网格试点建设（综合）、数字地质调查系统开发等项目研究的综合成果。

通过几年的研究与开发，在我国西北、西南、东北三个大区、7个省级地调院和27个野外一线项目示范的基础上，通过对野外地质工作管理与安全保障服务的特点及需求分析，科学地提出了基于北斗一号通讯定位、GPS和IPSS组合应用及与GIS、GRID GIS、RS、DGSS的协同集成技术的野外地质工作管理与安全保障服务多项关键技术及解决方案，并以数字地质调查系统、中国地质调查网格为平台，初步构成了我国基于北斗系统、IP卫星和网格技术应用的野外地质调查工作、管理、服务与安全保障系统体系框架，建立了野外地质工作管理与服务模式。

本书根据我国西南、西北和东北地区开展的数字化野外地质调查管理和服务技术推广应用情况，对多S技术、网格技术、数字地质调查技术以及我国北斗导航通讯卫星技术、宽带IP卫星通信技术、3G视频通讯技术在我国野外地质调查工作、管理与安全保障服务的全面应用和基本概念进行了介绍，是一部理论与实践相结合，科研与应用相统一的好书，对进一步推动信息化与地质调查的深度融合必将发挥重要作用，很值得从事地学信息领域的科研教学人员一读。

丁文进

前 言

本书介绍了国土资源公益性行业科研专项（项目编号：201011010）“基于3S技术的野外地质工作管理与服务关键技术研究与应用”和国家发展改革委员会高技术产业化示范工程“基于我国卫星的野外地质调查应用”等项目的综合研究成果。项目负责单位为中国地质调查局发展研究中心。参加单位有：西安地质调查中心、成都地质调查中心、沈阳地质调查中心、中国地质环境监测院、中国国土资源航空物探遥感中心、青海省地质调查院、西藏自治区地质调查院、云南省地质调查局、四川省地质调查院、新疆维吾尔自治区地质调查院、内蒙古自治区地质调查院、黑龙江省地质调查院、中国地质大学（武汉）地质调查院等单位。

经过几年的研究开发与示范，通过对野外地质工作管理与安全保障服务的特点及需求分析，科学地提出基于北斗一号通讯定位、GPS和IPSS组合应用及与GIS、GRID GIS、RS、DGSS的协同集成技术的野外地质工作管理与安全保障服务多项关键技术及解决方案，并以数字地质调查系统、中国地质调查网格为平台，构成了我国基于北斗系统、IP卫星和网格技术应用的野外地质调查工作、管理、服务与安全保障系统体系，建立了现代化野外地质工作、管理与服务模式，编制了数字化野外地质工作管理与服务技术指南（草案）。

截至2012年年底，已完成北京中国地质调查局发展研究中心、西安地质调查中心、成都地质调查中心、沈阳地质调查中心、青海省地质调查院、西藏自治区地质调查院、云南省地质调查院、四川省地质调查院、新疆维吾尔自治区地质调查院、内蒙古自治区地质调查院、黑龙江省地质调查院、中国地质大学（武汉）地质调查院等示范项目的软硬件设备配置、培训及其部署与调试。建立了基于3S技术的野外地质工作管理与服务网络结点，开展基于北斗通讯及定位功能的野外地质调查组网与管理服务与安全保障系统示范。并重点在东昆仑1:5万区调项目、黑龙江1:25万开库康、塔河县、新街基幅区调修测等项目的野外驻地进行了北斗系统部署和基于3S技术的野外地质工作管理与安全保障服务应用示范。同时分别在3个大区、7个地调院、27个项目开展了试验。已部署中国地质调查局中心结点和大区分中心级指挥结点3个，分别为沈阳、西安和成都地质调查中心；省级分结点8个，包括青海、西藏、新疆、内蒙古、黑龙江、云南、四川和中国地质大学（武汉）；项目级结点2个（驻地级）。共计部署中心式北斗指挥机4台，普通式北斗指挥机12台，北斗定位通讯终端约206台。并实现了对上述结点、目标的管理和服务。

针对现代化野外地质工作管理与安全保障服务需求：①构建了基于GIS、网格技术、北斗与IP卫星技术应用的野外地质调查管理服务与安全保障体系总体体系与框架；建立了满足野外地质工作管理服务与安全保障“北斗一代、北斗二代”及静动态4级组网模式。②确立了北斗系统在无常规通讯手段的艰险地区地质调查工作中的应用模式，加强了野外驻地对应急事件的处理能力，最大化地保障了地质队员的人身安全，大大提高了野外地质调查实时管理与服务的能力，迈出了北斗系统野外地质调查工作中应用的第一步。

③建立了符合野外地质调查的北斗一号通讯定位模块技术指标；与专业公司共同研发了第六版野外地质调查实用的北斗通讯定位终端；实现北斗与GPS双模定位，增加了定位的稳定性和连续性；实现了基于硬件的连续位置报送功能，增强了模块独立使用能力；优化了系统设计，增强了北斗信号强度，使通讯功能更加稳定。④基本形成和完善了基于IP卫星技术的多点单边会商野外地质调查场景流媒体直播管理与服务系统。并通过3G视频通讯技术，充实补充完善了基于多S技术、中国地质调查信息网格平台的野外地质调查管理服务与安全保障系统，用户可在任何可上网的地方进行野外地质调查管理、生产指挥与安全服务。⑤根据智能手机技术的飞跃式发展，面对逐步取代Mobile系统的智能手机和掌上机，开发了基于安卓操作系统和北斗系统一体的数字地质填图系统，为全面推广北斗技术应用、数字地质调查技术应用，在设备选型的范围、在成本控制的范围、在设备性能提升等方面打开了一条低门槛道路。⑥同时还开展了数字地质调查遥感卫星数据服务系统（建设遥感数据存储与服务中心），建立面向野外调查人员的数据服务体系，服务的项目包括基础遥感影像数据、专题产品信息等基础影像、矢量、高程等数据的查询、下载服务。

本书根据在我国西南、西北和东北地区开展的数字化野外地质调查管理和服务技术推广应用中的成果和经验，采用科普和技术成果介绍的形式，对多S技术、网格技术、数字地质调查技术以及我国北斗导航通讯卫星技术、宽带IP卫星通信技术、3G视频通讯技术在我国野外地质调查工作、管理与安全保障服务的全面应用和基本概念进行了介绍。

参与本书编写的人员都是参与本项目的负责人及具体科研人员、软件体系架构人员和示范单位管理技术人员。本书第一章引言由李超岭、刘畅执笔；第二章北斗通讯导航卫星系统技术基本原理介绍由王勇执笔；第三章宽带IP卫星通讯技术基本原理由张鸣之、蔡罕龙、杨飞执笔；第四章3G视频通讯技术基本原理由张鸣之、蔡罕龙、杨飞执笔；第五章现代野外地质调查管理平台——中国地质调查信息网格由李超岭、吕霞、李健强执笔；第六章北斗通讯导航卫星技术在数字化野外地质工作管理与服务中的应用由刘畅、刘园园、李丰丹执笔；第七章基于3S技术的西北野外地质工作管理与服务西北结点示范与应用由王占昌执笔；附件为野外应用示范纪事文选，其中：“走过死亡与美丽同在的生命禁区——阿尔金山”由石小亚、伍锦程执笔，“青藏高原上的足迹”由杨欢、张建龙、邓昌荣执笔，“北斗瑶池展长袖 舞于白山黑水间”由张楠执笔，“寻梦昆仑山”由朱云海、张帆、林向东执笔。全书由李超岭统稿。

在本书编写过程中，得到了国土资源部科技与国际合作司、中国地质调查局主管部门、中国地质调查局发展研究中心领导和专家的支持与关心，在此对各位专家的指导深表感谢。

编著者

2013年元月于北京

目 录

第一章 引言	(1)
第一节 新一代信息技术为智能野外地质调查工作模式架起了桥梁	(1)
第二节 基于3S技术的野外地质调查工作与管理服务关键技术研究的主要任务和技术难点	(8)
第二章 北斗通讯导航卫星系统技术基本原理介绍	(12)
第一节 北斗卫星导航系统简介	(12)
第二节 北斗卫星导航系统的功能与特色	(13)
第三节 北斗卫星导航系统发展进度	(15)
第四节 北斗一代	(17)
第五节 北斗二代	(20)
第六节 实际应用和未来发展	(22)
第三章 宽带IP卫星通信技术基本原理	(26)
第一节 卫星、人造卫星、卫星通信的概念	(26)
第二节 卫星通信的特点	(26)
第三节 人类利用卫星通信的发展介绍	(27)
第四节 卫星通信的基本要素	(28)
第五节 卫星通信技术基本原理	(29)
第六节 宽带IP卫星通信技术介绍	(33)
第四章 3G视频通讯技术基本原理	(36)
第一节 3G技术基础知识	(36)
第二节 3G主流视频通信技术协议介绍	(40)
第三节 利用3G网络进行无线视频通讯的技术原理	(41)
第五章 现代野外地质调查管理平台——中国地质调查信息网格	(43)
第一节 网格发展的基本背景	(43)
第二节 中国地质调查信息网格平台框架	(44)
第三节 对等式结点管理器及其机制	(48)
第四节 网格平台门户 (Portal)	(59)
第五节 中国地质调查网格组网体系	(63)
第六章 北斗通讯导航卫星技术在数字化野外地质工作管理与服务中的应用	(65)
第一节 北斗——新的契机	(65)
第二节 北斗设备的选择	(66)
第三节 基于北斗技术的地质调查工作管理与服务组网	(72)
第四节 基于北斗卫星技术的数字地质调查系统研发	(77)

第五节	系统测试、应用与示范	(86)
第六节	小结	(95)
第七章	基于3S技术的西北野外地质工作管理与服务结点示范与应用	(96)
第一节	西北地区基于3S技术野外地质工作管理与服务体系构建	(96)
第二节	北斗卫星通信盲区形成机理与视域方程的建立与服务	(111)
第三节	西北地区“北斗一号”卫星定位与通讯在野外地质 工作中的应用与示范	(117)
附件：野外应用示范纪事文选		(124)
走过死亡与美丽同在的生命禁区——阿尔金山		(124)
青藏高原上的足迹		(137)
北斗瑶池展长袖 舞于白山黑水间		(151)
寻梦昆仑山		(161)
参考文献		(171)

第一章 引言

第一节 新一代信息技术为智能野外 地质调查工作模式架起了桥梁

《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》(2010年)中列了七大国家战略性新兴产业体系,其中包括“新一代信息技术产业”。其主要内容是“加快建设宽带、泛在、融合、安全的信息网络基础设施,推动新一代移动通信、下一代互联网核心设备和智能终端的研发及产业化,加快推进三网融合,促进物联网、云计算的研发和示范应用。着力发展集成电路、新型显示、高端软件、高端服务器等核心基础产业。提升软件服务、网络增值服务等信息服务能力,加快重要基础设施智能化改造。大力发展数字虚拟等技术,促进文化创意产业发展”。

最近科技部发布《导航与位置服务科技发展“十二五”专项规划》。该规划明确了我国导航与位置服务产业跨越式发展的方向和目标,给出了突破三大核心技术:泛在精确定位,全息导航地图,智能位置服务的具体目标。

科技部《中国云科技发展“十二五”专项规划》指出:云计算是互联网时代信息基础设施与应用服务模式的重要形态,是新一代信息技术集约化发展的必然趋势。它以资源聚合和虚拟化、应用服务和专业化、按需供给和灵便使用的服务模式,提供高效能、低成本、低功耗的计算与数据服务,支撑各类信息化的应用。给出了“突破大规模资源管理与调度、大规模数据管理与处理、运行监控与安全保障等重大关键技术,研制按需简约的云操作系统与服务管理平台、EB级云存储系统、支持亿级并发的云服务器系统、面向云计算中心网络大容量交换机,以及与其相适应的安全管理系统,形成面向区域、重点行业的各类云服务整体技术解决方案”的具体目标。

以北斗系统为主体的中国卫星导航加上云计算技术,将是新一代信息技术和智能信息产业的核心要素与共用基础。它对高端制造业、现代服务业、综合数据业等多个产业改造升级有促进作用。对传统地质调查工作来说,智能地质调查和智慧地质调查就是现代地质调查的典型标志,而导航与位置服务、云计算和网格计算等技术为智能地质调查和智慧地质调查带来了契机。下面就云计算、网格计算和导航与位置服务等技术的当前进展综述如下。

一、导航与位置服务

(一) 国内外导航卫星技术发展现状

全球导航卫星系统(GNSS(GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM))是能够

提供时间、空间基准和位置相关动态信息的天基卫星导航定位系统，是当前最具发展前景和带动性的高科技领域之一，已经成为重大空间信息化基础设施。由于 GNSS 系统在国家政治、军事、经济、科技等领域的重要作用，世界航天大国都在发展各自的 GNSS 系统，如今美国 GPS（Global Positioning System）、俄罗斯 GLONASS（GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM）、欧盟 GALILEO（“伽利略”）和中国北斗卫星导航系统（BDS，BeiDou（COMPASS）Navigation Satellite System）已经被联合国确认作为全球四大卫星导航系统。此外，印度和日本基于本国的发展战略，分别发展了针对亚太地区的区域卫星导航系统 IRNSS（Indian Regional Navigation Satellite System）和 QZSS（Quasi-Zenith Satellite System）。

20 世纪 60 年代末至 70 年代初，美国和前苏联分别开始研制全天候、全天时、连续实时提供精确定位服务的新一代全球卫星导航系统，至 90 年代中期全球卫星导航系统 GPS 和 GLONASS 均已建成并投入运行。2002 年 3 月，欧盟启动 GALILEO 计划。全球各定位系统参数见表 1-1。

表 1-1 全球定位系统参数及性能表

	GPS	GLONASS	GALILEO
国家	美国	俄罗斯	欧盟和欧空局
卫星数量	24 颗 其中 21 颗工作卫星， 3 颗备用卫星	24 颗	30 颗 其中 27 颗工作卫星， 3 颗备用卫星
距地面高度	20200km	19100 km	24126 km
民用信号精度	10m	30m	1m

我国卫星导航事业起步于 20 世纪 80 年代，从陈芳允院士提出双星定位理论开始。作为我国自主研发的导航卫星系统，其发展战略分三步，第一步：2000 年建成北斗卫星导航试验系统，中国成为世界上第三个拥有自主卫星导航系统的国家。第二步：北斗卫星导航（区域）系统，在 2012 年，建成由 5 颗 GEO 卫星、5 颗 IGSO 卫星（2 颗在轨备份）和 4 颗 MEO 卫星共 14 颗卫星构成的，形成覆盖亚太大部分地区的北斗卫星导航系统。第三步：2020 年全面建成北斗卫星导航系统，届时将包含 5 颗地球同步轨道卫星、3 颗倾斜地球同步轨道卫星和 27 颗中轨道卫星，形成优于 GPS 定位精度并具备短报文通讯的覆盖全球的导航定位系统。目前，北斗卫星导航系统已经完成第二步的建设，并开始为亚太地区用户提供快速定位、简短数字报文通信和授时服务。

北斗卫星导航系统提供定位、导航、授时和短报文通讯服务，分为开放服务和授时服务两种方式。开放服务是指在服务区内为任何拥有终端设备的用户提供定位、导航和授时服务，定位精度 10m，授时精度 50ns，测速精度 0.2m/s。授权服务是指需要获得授权方可使用的服务，包括更高精度的定位服务（最高可达 1m）和短报文服务。

我国卫星导航与位置服务产业按产业上中下游基本可分为：上游是导航与卫星制造、芯片、OEM 板卡、模块、天线等；中游是终端集成、系统集成；下游是销售、运营、服务。2012 年 12 月，国务院新闻办公室举行新闻发布会，正式宣布北斗卫星导航系统即日正式提供区域服务。根据中国卫星导航定位协会预测，到 2015 年，卫星导航与位置服务产业产

值将超过 2250 亿元，至 2020 年则将超过 4000 亿元，届时北斗产业有望占据 70%至 80% 的市场份额。

北斗除在定位、导航功能方面不弱于 GPS 外，其授时功能主要应用于金融、电力以及通信等领域。北斗授时精度能达到 10ns 的级别，其特有通信功能有望成为无线移动通信的重要补充，对资源调度、安全监控和防灾抗灾工作具有重要意义。

（二）国内外位置服务的发展现状

位置服务（LBS，Location Based Services）又称定位服务，LBS 是由移动通信网络和卫星定位系统结合在一起提供的一种增值业务，通过一组定位技术获得移动终端的位置信息（如经纬度坐标数据），提供给移动用户本人或他人以及通信系统，实现各种与位置相关的业务。实质上是一种概念较为宽泛的与空间位置有关的新型服务业务。

2004 年，Reichenbacher 将用户使用 LBS 的服务归纳为五类：定位（个人位置定位）、导航（路径导航）、查询（查询某个人或某个对象）、识别（识别某个人或对象）、事件检查（当出现特殊情况下向相关机构发送带求救或查询的个人位置信息）。

随着智能手机的普及，美国有 3/4 的智能手机用户正在使用实时的 LBS 定位服务。Pew Internet & American Life Project 对此进行了一项调查研究，结果表明：美国有 74% 的智能手机用户使用实时的 LBS 定位服务，来查找附近的相关信息；另外，18% 的用户会使用诸如 Foursquare 的地理位置社交服务的“签到”来确认自己的地理位置，并分享给朋友。

美国的智能手机用户占有率由 2011 年的 35% 增长到 2012 年的 46%，这意味着其中使用 LBS 服务的整体比例也在增加。此外，使用“签到”的用户量也从 2011 年的 12% 增长到 2012 年的 18%，智能手机在美国市场的占有率越来越高。

Pew Internet & American Life Project 成员 Kathryn Zickuhr 向 Mashable 透漏，长期的研究发现：位置与用户的互联网及手机使用情况无关，但是用户定位服务意识的增长已经成为人们使用数码科技产品的一部分。Zickuhr 同时补充到，发现人们所处的位置，其重要性在于发现自我，发现与他人之间的社会联系。毫无疑问，LBS 信息服务及地理位置社交签到服务会更多地年轻用户中普及。研究同时表明，尽管低收入人群会较少使用 LBS 信息服务，但却更可能成为地理位置社交服务的用户群体。

2001 年 12 月，日本的 KDDI 推出第一个商业化位置服务。在 KDDI 服务推出之前，日本知名的保安公司 SECOM 在 2001 年 4 月成功推出了第一个具备 GPSONE 技术，能实现追踪功能的设备。该设备也运行在 KDDI 的网络中。这一高精度安全和保卫服务能在任何情况下准确定位呼叫个人、物体或车辆的位置；NTTDoCoMo 在 i-mode 套餐中提供了 i-Area 业务，但仅限于日常信息服务。基于高通 MS-GPS 系统开发的 EZNaviWalk 步行导航应用在日本市场大获成功，成为 KDDI 与 NTTDoCoMo 竞争的杀手级应用。

在韩国，KTF 于 2002 年 2 月利用 GPSONE 技术成为韩国首家在全国范围内通过移动通信网络向用户提供商用移动定位业务的公司。在 LBS 业务创新方面，走在世界最前端的是韩国移动运营商。2004 年 7 月，韩国最大的移动运营商 SK 电讯率先推出全球首项保障儿童安全的网络定位服务——i-Kids，用来确认孩子当前的位置和路径，一旦孩子的活动超出设置的范围，就会自动发出报警短信。

加拿大的 Bell 移动公司可谓 LBS 业务的市场领袖，率先推出了基于位置的娱乐、信息、

求助等服务，2003年12月，Bell移动的MyFinder业务已占尽市场先机。Bell移动还不断推陈出新，2004年9月，Bell移动发布全球首款基于GPS的移动游戏Swordfish，利用移动定位技术，把地球微缩成了一个可测量的鱼塘。据调查，大约2/3的美国用户愿意每月支付费用来获得引导驾驶的方向和位置信息。在市场的驱动下，在E911方面处于领先地位的SprintPCS在2004年9月份推出了LBS商用服务。

在欧洲，运营商应用LBS的技术已经相当成熟，服务主要是定位与导航业务。

2012年，科技部发布了《导航与位置服务科技发展“十二五”专项规划（征求意见稿）》（以下简称《规划》），指出“导航与位置服务产业在国际上已成为继互联网、移动通信之后，发展最快的新兴信息产业之一。”《规划》明确了我国导航与位置服务产业跨越式发展的方向和目标：突破泛在精确定位、全息导航地图、智能位置服务三大核心技术；开展公众、行业及区域应用示范，为政府、企业、公众用户提供位置信息服务；直接形成1000亿以上的规模产业；初步建立5个高新技术产业化基地等。

全球导航与位置服务产业已成为继互联网、移动通信之后发展最快的新兴信息产业之一，近年来保持着50%以上的年增长势头。据统计，我国卫星导航与位置服务产业2011年产值接近700亿元，与2000年相比，增长约20多倍，占全球的7.4%。我国地理信息位置服务产业在未来的5年内将进入黄金发展期，甚至是“钻石”发展时期。

目前，北斗卫星导航系统已成为我国重大的空间信息化基础设施。以北斗系统为主体的中国卫星导航，将是新一代信息技术和智能信息产业的核心要素与共用基础。北斗卫星导航系统对高端制造业、现代服务业、综合数据业等多个产业改造升级有促进作用，“位置”作为新一代信息技术的重要元素将无所不在。

二、云计算与网格技术

（一）云计算

信息时代，新技术创新能力和新产业发展程度成为各国综合实力的衡量标准。因此，世界各国，尤其是发达国家，针对云计算的技术创新、产业发展以及人才保障都制定了一系列扶植政策和保障措施。全球云计算产业虽处于发展初期，市场规模不大，但将会引导传统ICT产业向社会化服务转型，未来发展空间十分广阔。2011年全球云计算服务规模约为900亿美元，2015年将达到1768亿美元，发展空间十分广阔。

近些年，美国政府制定了一系列关于云计算的扶植政策，主要体现在以下几个方面：统一战略计划、明确云计算产品服务标准；加强基础设施建设，制定标准、鼓励创新；加大政府采购，积极培育市场；构建云计算生态系统，推动产业链协调发展。由当前的现状分析，美国政府将云计算技术和产业定位为维持国家核心竞争力的重要手段之一。美国政府对云计算产业的扶植采用深度介入的方式，通过强制政府采购和指定技术架构来推进云计算技术进步和产业落地发展。

2012年9月，欧盟委员会宣布启动一项旨在进一步开发欧洲云计算潜力的战略计划，旨在扩大云计算技术在经济领域的应用，从而创造大量的就业机会。欧盟委员会的云计算战略计划中的政策措施包括：筛选众多技术标准，使云计算用户在互操作性、数据的便携性和可逆性方面得到保证，到2013年确定上述领域的必要标准；支持在欧盟范围内开展“可

信赖云服务提供商”的认证计划；为云计算服务，特别是服务的 SLA 制定安全和公平的标准规范；利用公共部门的购买力(占全部 IT 支出的 20%)来建立欧盟成员国与相关企业欧洲云计算业务之间的合作伙伴关系，确立欧洲云计算市场，促使欧洲云服务提供商扩大业务范围并提供性价比高的在线管理服务。欧盟委员会制定的云计算战略计划的目标是：到 2020 年，云计算能够在欧洲创造 250 万个新就业岗位，年均产值 1600 亿欧元，达到欧盟国民生产总值的 1%。

2010 年 8 月，日本经济产业省发布的《云计算与日本竞争力研究》报告指出：政府、用户和云服务提供商(数据中心，IT 厂商等)应利用日本的优势，如在 IT 方面的技术优势，并通过分析云计算的全球发展趋势，解决云计算演进和发展过程中的挑战和关键问题，构建一个云计算产业发展的良好环境。通过开创基于云计算的服务开拓全球市场，在 2020 年前培养出累计规模超过 40 万亿日元的新市场。

2011 年 9 月，韩国政府制定了《云计算全面振兴计划》，其核心是政府率先引进并提供云计算服务，为云计算开发国内需求。韩国通信委员会(KCC)报告指出：2010~2012 年间，韩国政府投入 4158 亿韩元预算来构建通用云计算基础设施，将电子政务中使用的 1970 台利用率低下的服务器虚拟化，逐步替换成高性能服务器，并根据系统服务器资源使用量实现服务器资源的动态分配。

我国云计算服务市场处于起步阶段，云计算技术与设备已经具备一定的发展基础。我国云计算服务市场总体规模较小，但追赶势头明显。据 Gartner 估计，2011 年我国在全球约 900 亿美元的云计算服务市场中所占份额不到 3%，但年增速达到 40%，预期未来我国与国外在云计算方面的差距将逐渐缩小。

大型互联网企业是目前国内主要的云计算服务提供商，业务形式以 IaaS+PaaS 形式的开放平台服务为主，其中 IaaS 服务相对较为成熟，PaaS 服务初具雏形。我国大型互联网企业开发了云主机、云存储、开放数据库等基础 IT 资源服务，以及网站云、游戏云等一站式托管服务。一些互联网公司自主推出了 PaaS 云平台，并向企业和开发者开放，其中数家企业的 PaaS 平台已经吸引了数十万的开发者入驻，通过分成方式与开发者实现了共赢。

ICT 制造商在云计算专用服务器、存储设备以及企业私有云解决方案的技术研发上具备了相当的实力。其中，国内企业研发的云计算服务器产品已经具备一定竞争力，在国内大型互联网公司的服务器新增采购中，国产品牌的份额占到了 50%以上，同时正在逐步进入国际市场；国内设备制造企业的私有云解决方案已经具备千台量级物理机和百万量级虚拟机的管理水平。

软件厂商逐渐转向云计算领域，开始提供 SaaS 服务，并向 PaaS 领域扩展。国内 SaaS 软件厂商多为中小企业，业务形式多以企业 CRM 服务为主。领先的国内 SaaS 软件厂商签约用户数已经过万。

电信运营商依托网络和数据中心的优势，主要通过 IaaS 服务进入云计算市场。中国电信于 2011 年 8 月发布天翼云计算战略、品牌及解决方案，2012 年提供云主机、云存储等 IaaS 服务，未来还将提供云化的电子商务领航等 SaaS 服务和开放的 PaaS 服务平台。中国移动自 2007 年起开始搭建大云(Big Cloud)平台，2011 年 11 月发布了大云 1.5 版本，移动 MM 等业务将在未来迁移至大云平台。中国联通则自主研发了面向个人、企业和政府用户的云计算服务“沃·云”。目前“沃·云”业务主要以存储服务为主，实现了用户信

息和文件在多个设备上的协同功能，以及文件、资料的集中存储和安全保管。

IDC 企业依托自己的机房和数据中心，将 IaaS 作为云服务切入点，目前已能提供弹性计算、存储与网络资源等 IaaS 服务。少数 IDC 企业还基于自己的传统业务，扩展到提供 PaaS 和 SaaS 服务，如应用引擎、云邮箱等。

为加快推进云计算技术创新和产业发展，科技部于 2012 年下发了《中国云科技发展“十二五”专项规划》，在规划中，提出了重点突破的关键技术。这些关键技术也是该领域十二五技术发展趋势。

这些关键技术主要包括云计算体系结构、计算、存储、管理、应用支撑、海量数据处理等共性关键技术。如支持万级并发任务的云服务器节点技术，支持十万量级节点有效交互的数据中心互联网络结构与通信栈技术，支持身份认证、加密与隔离的硬件安全技术；大规模分布式数据共享与管理技术；资源调度及弹性计算技术；用户信息管理技术，运行管控技术，安全管理与防护技术；应用服务开发和运行环境技术，应用服务交互技术；云计算数据中心绿色节能技术等。

（二）网格计算

从 20 世纪 90 年代中期开始，美国自然科学基金会、NASA 等组织、部门以及美国军方都相继投入大量资金用于各自领域内的网格研究项目。到目前为止美国政府用于网格技术基础研究经费已达 5 亿美元。NPACI (National Partnerships for Advanced Computational Infrastructure) Grid 是由美国自然科学基金会(NSF) 资助的网格研究项目。其目的是建立一个能够满足 NPACI 科学计算需求的先进计算机体系。其运作方式是：研究人员首先从试验或是数字图书馆收集数据，然后通过运行计算网格上的模型来对数据进行分析，并通过 Web 实现这些数据的共享，最后将分析结果通过数字图书馆发布。NPACI Grid 由一系列分布于各个资源站点的硬件资源、软件资源、网络资源及数据资源构成。这些站点主要包括圣迭戈超级计算中心 (San Diego Supercomputer Center, SDSC)，得克萨斯先进计算中心 (Texas Advanced Computing Center, TACC) 及密歇根大学 (University of Michigan)。目前这些资源站点已经安装了集成的网格中间件集合和先进的 NPACI 应用软件。

TeraGrid 项目于 2001 年 8 月由美国 NSF 支持启动，旨在构建全球范围最广、功能最全面、支持开放式科学研究的分布式网格计算体系。该体系能够使全美国成千上万的科学家通过全球最快的研究网络共享计算资源。2001 年 8 月资助 5300 万美元支持四个站点：国家超级计算应用中心 (NCSA)、圣迭戈超级计算机中心 (SDSC)、Argonne 国家实验室 (ANL) 和高级计算机研究中心 (CACR)。2002 年 10 月，匹兹堡超级计算中心加入，NSF 追加 35 万美元增补资金。2003 年 9 月 TeraGrid 又增加了四个站点，NSF 相应地增加了 10 万美元。TeraGrid 主要的合作伙伴是 IBM、Intel 和 Qwest 通信。到 2004 年为止，TeraGrid 将向用户提供 20TeraFlop (万亿次浮点运算/秒) 的计算能力，1PetaByte(2^{50})的数据存储能力，高分辨率的可视化环境，以及一系列支持网格计算的软件工具包。TeraGrid 的所有资源将通过一个具有 40Gigabits/s 交换能力的网络相连。

Globus 是目前全球最有影响的网格研究计划之一，主要项目成员有美国阿贡国家实验室、芝加哥大学、南加州大学，IBM 公司现在也参与其中。其主要研究任务分 4 个方面：网格基础理论和关键技术研究，软件及工具的开发，试验平台的建立，网格应用的开发。

根据 Globus 的规划,在网格计算环境下,所有可用于共享的主体都是资源,如计算机、高性能网络设备、昂贵的仪器、大容量的存储设备、各种科学数据、各种软件等是资源,分布式文件系统、数据库缓冲池等也可以理解为资源。实际上,只要在网格计算环境中对用户存在利用价值的东西都可理解为资源。Globus 实际上关心的不是资源的实体本身,而是如何把资源安全、有效、方便地提供给用户使用。所以从共享的角度考虑, Globus 将主要研究重点放在了资源的访问接口或访问界面上。目前, Globus 把在商业计算领域中的 Web Service 技术融合进来,希望能够对各种商业应用提供广泛的、基础性的网格环境支持,实现更方便的信息共享和互操作。

网格研究已被列入国家“863”计划。“十五”期间我国将研制具有每秒4万亿次运算能力、面向网格的高性能计算机;建设一个具有5万~7万亿次聚合计算能力的高性能计算环境即“中国国家网格”(CN-Grid);开发一套具有自主知识产权的网格软件;建设若干个科学研究、经济建设、社会发展和国防建设急需的重要应用网格;形成若干网格技术的国家标准,参与制定国际标准;使我国在网格技术方面达到世界先进水平,大幅度地提高我国的综合国力和国际竞争能力。

中科院计算所正在开展名为“织女星网格”的研究。其核心思想是基于宽带和无线网络,让现在位于一台计算机内的各种部件都能独立上网,共享资源和服务。计算所将重点研究通用服务、辅助智能、全局一体、自主控制4项技术,并研究开发出面向网格的服务器、路由器、操作系统、协议等具体产品和技术。

中国教育科研网格 ChinaGrid 计划是教育部“十五”211工程公共服务体系建设的重大专项。其科研网格支撑平台由华中科技大学、清华大学、上海交通大学、北京航空航天大学等联合开发,它基于 Web 服务的参考架构,达到国际先进水平。该支撑平台利用中国教育科研网和高校的大量计算资源和信息资源,实现资源的有效共享,消除信息孤岛,提供有效的服务器,形成高水平、低成本的计算服务平台。

中国教育科研网格将充分利用中国国家教育科研网 CERNET 和高校的大量计算资源和信息资源,开放相应的网络软件,配合网络计算机的使用,将分布在教育和科研网上自治的分布异构的海量资源集成起来,实现 CERNET 环境下资源的有效共享,消除信息孤岛,提供有效的服务,形成高水平低成本的服务平台,将高性能计算送到教育和科研网用户的桌面上,成为国家科研教学服务的大平台。

三、新一代信息技术在野外地质调查工作应用需求

1. 从传统走向数字化和智能化是野外地质调查工作的需求

导航与位置服务是指基于导航定位、移动通信、数字地图等技术,建立人、事、物、地在统一时空基准下的位置与时间标签及其关联,为政府、企业、行业及公众用户提供随时获知所关注目标的位置及位置关联信息的服务。对带动现代地质调查行业升级改造具有重要促进作用。随着基础设施的完善和技术的进步,“位置”作为新一代信息技术的重要元素将在野外地质调查中发挥重要作用。

野外地质调查工作通常在艰险地区开展,很多地方具有一次性到达的性质,野外一手获得的信息就极为宝贵了。如果在野外观察,受限于个人的能力和观察环境的限制,可能会漏掉极为有用的信息,导致失去发现“矿”的机会。其次,野外工作环境艰苦、学科

交叉多、找矿难度大,通过现代化工具实现野外地质工作部署、专家会诊、远程指导,管理监控等方面的需求越来越迫切。

为有效在野外一线获取地质数据,使其最大化和准确,需要利用北斗系统为主体的中国卫星导航的特点与优势,与野外地质调查充分结合,搭建野外地质调查北京(中国地质调查局)、大区(华东、华北、西南、西北、东北、中南)、地调院或地勘单位(省级)及野外人员4级结点组网体系;以网格GIS技术为基础,研究支撑中国地质调查局万级用户的位置信息搜索、智能推送和按需服务技术、通过基于BDS/GPS的野外地质调查智能位置服务系统与平台的建设,为地质人员在野外地质调查主动地推送当前位置相关地质、矿产、地球化学、地球物理、区域预警信息、区域人文地理背景信息等综合信息,为智能地质调查和智慧地质调查的实施提供空间和信息化基础设施的具体依托。

2. 加强对野外地质调查人员的工作、管理服务能力的需要

中国地质调查局组织实施国家“青藏高原地质矿产调查与评价专项”,开展主要成矿带大比例尺区域地质矿产调查和矿产资源远景评价工作,通过面积性的地质、化探、物探工作,提高基础地质调查程度,查明成矿地质背景、成矿条件和矿产资源潜力,圈定找矿靶区,进行矿产开发等人类活动对环境破坏的修复试验,对于充分发挥青藏高原资源优势,缓解我国资源“瓶颈”制约,促进区域经济可持续发展,提高边疆民族生活水平和巩固边防具有重要的意义。

现在每年都有大量地质技术人员涌入艰险的野外一线,实施国家基础性、公益性地质调查任务。由于野外地质调查工作具有移动性大、单独工作(或2~3人一组)、分散性强等特点。我国现阶段我国基础地质调查工作的重点在西部地区,多为移动通讯和地面通讯网络的盲区,野外地质调查工作进度和动态、野外工作的应急救援主要是采用卫星电话的联络方式,其推广应用受自动化程度低和成本高的限制,很难满足野外地质调查移动目标的动态跟踪与导航。急需通过高技术手段提高野外地质调查的工作精度和安全保障,完成国家基础性地质调查队伍精兵加现代化的转型要求。

第二节 基于3S技术的野外地质调查工作与管理服务 关键技术研究的主要任务和技术难点

一、主要研究任务

1. 基于3S技术的野外地质工作管理与服务核心技术综合研究

主要针对数字化野外地质工作管理与服务的相关技术进行集成研究。主要开展3S技术、北斗技术、IP卫星应用技术、网格技术、“云”计算技术、网格GIS技术以及上述技术的集成与协同技术的研究;开展北斗一代和北斗二代应用技术的研发,研究和总结满足数字化野外地质调查、管理、服务和应急处置等方面的需求,并提出解决方案。

2. 编制“数字化野外地质工作管理与服务技术指南”

该指南涉及的内容包括:基于3S技术的野外地质工作管理与服务系统的北斗组网、应急服务、实时遥感数据服务、野外地质工作管理与服务系统资源组织、野外地质工作管

理与服务系统结点建设等内容。

3. 数字化野外地质调查管理服务应用系统和平台开发

基于我国卫星（定位、通讯、遥感）技术、GMSS（Global Mobile Satellite Service）技术、IP 卫星技术、网络技术、物联网技术和网格技术，建立基于 3S 技术的野外地质工作管理与应用服务系统和平台。通过数字地质调查系统和中国地质调查信息网格平台的统一的整合与集成，实现野外作业人员与驻地和野外工作站及大区中心的互联互通，开发应对突发事件野外地质工作管理与服务的功能，全面提升公益性地质调查工作的综合管理能力和水平，主要开发以下几个应用系统。

（1）基于北斗卫星技术的地质调查野外数据采集系统

针对野外工作管理与服务需求，在数字填图系统(RGMap)系统基础上，开发基于双星（国产卫星+GPS）的野外数据采集系统。该系统通过与北斗卫星技术的集成，可收发应急信息、调度信息等服务功能。同时可采用北斗一号和 GPS 进行定位。

（2）基于综合卫星技术的数字地质调查信息平台

针对野外工作管理与服务需求，在数字地质调查信息平台(DGSInfo)基础上，集成了野外工作管理与服务系统服务平台，该平台除了目前可以满足野外地质人员单用户进行地质填图综合处理需要的所有功能外，还具有如下功能：① 能通过北斗卫星保障通信系统，连接野外数据采集器，跟踪野外地质人员轨迹，并能进行应急救援保障和态势管理。② 在应急情况下，在驻地或工作站或中心根据数据资源的支持所做出的决策，直接指挥野外人员进行自救或给出最佳处置方案。③ 借助国土资源应急与远程会商系统的应用环境，搭建野外应急无线单兵传输系统，实现与结点大数据量地质矿产调查和数据服务实时传输，并自动整合在统一空间中。④ 与中国地质调查信息网格平台互联互通。可获取平台提供的十大基础数据库及其他结点发布的数据。⑤ 从遥感结点获取实时的遥感数据。

（3）基于通讯卫星技术应用野外地质工作管理与服务网格平台

针对野外工作管理与服务需求，在中国地质调查信息网格平台（GSIGrid）基础上进行扩展。主要扩展功能如下：① 可在任一结点（如：拉萨、西宁、乌鲁木齐等 3 个野外站（或地调院）以及成都、西安、沈阳地调中心和北京中心与具有野外卫星数字化填图系统的地质人员建立连接，并同一时间跟踪不少于 1000 个移动目标的轨迹与通讯，并能与结点、野外驻地结点与移动目标的互动，实现生产调度和管理服务。② 利用 IP 卫星技术，对连入中国地质调查信息网格平台的结点可共享数据资源、硬件资源和软件资源，野外移动结点可利用主结点的资源进行相关的计算并返回结果，也可以直接传输双方所需的数据资源，进行专家会诊，也可完成生产管理等工作。③ 在突发事件发生时，可根据地质调查遥感卫星数据服务系统给出的事发地点，在结点的平台上自动发现不同分辨率遥感数据，为突发事件应急处置的管理、服务与决策提供数据支持。④ 与数字地质调查系统共享与协同，并互联互通，提升了通信能力和服务能力在野外工作管理方面的应用。⑤ 基于 3S 技术的野外地质工作在应急救援保障处置方案、态势管理、生产调度等管理功能。⑥ 通过数字地质调查平台、中国地质调查信息网格平台与 IP 卫星技术的集成，异地动态完成部分野外数据的检查、及时动态评价填图质量及重大问题的会诊，大大地提高了地质专家的使用率和质量监控的时效性。⑦ 借助国土资源应急与远程会商系统的应用环境，通过中国地质调查信息网格，实现野外应急无线单兵与结点的传输系统与天地一体的野外地质工作管理与服务