现在起，

全面进入GIS云应用时代！

——MapGIS 10 全新一代云特性云GIS软件平台

- 独有四大云特性：产品随需纵生、系统自由飘移、功能任意聚合、应用完美重构
- 创新四大技术支撑：微内核群、悬浮式架构、松耦合接口、功能数据分离

中地数码 ZONDY CYBER

云GIS软件平台和解决方案提供商

中地数码集团及区域服务中心热线

武汉：027-87785588　北京：010-51652066　深圳：0755-26551638　乌鲁木齐：0991-2651130　贵阳：0851-6303689

www.mapgis.com
www.gisera.com
400-880-9970

GIS时代

主办：地理信息系统产业技术创新战略联盟　国家地理信息系统工程技术研究中心

以“生态省”建设为目标推进福建城市地质调查

看似陌生的地质信息化，实际与我们并不遥远

城市群信息提取库：地质环境信息平台

城市地质调查及信息化建设
——城市可持续发展的先行者

福建城市地质三维信息平台“1+N”模式全国首创

紧贴实战 宜昌市深耕公安信息化
——宜昌市公安局可视化指挥调度系统特别报道

MapGIS城市地质二三维一体化解决方案

扫描关注杂志官方微信
2016年第2期（6月25日）总第70期
www.gisera.com
时代同行　携手未来
NEW TECHNOLOGY SHAPING THE FUTURE

中地数码
ZONDY CYBER

第八届全国高校GIS技能大赛

知行合一
功教分离

2016年3月-11月

主办单位：国家测绘地理信息局职业技能鉴定指导中心
中国测绘地理信息学会
工业和信息化部人才交流中心
地理信息系统产业技术创新战略联盟
国家地理信息系统工程技术研究中心
承办单位：武汉中地数码集团

官方网站：HTTP://CONTEST.GISERA.COM/
微博：HTTP://WEIBO.COM/GISERA（全国高校GIS技能大赛）
QQ群：126523850（操作组）、427391289（开发组）
邮箱：CONTEST@MAPGIS.COM
电话：027-87785588-8008（业务）、4008809970（技术）

城市地质调查信息系统：1+N

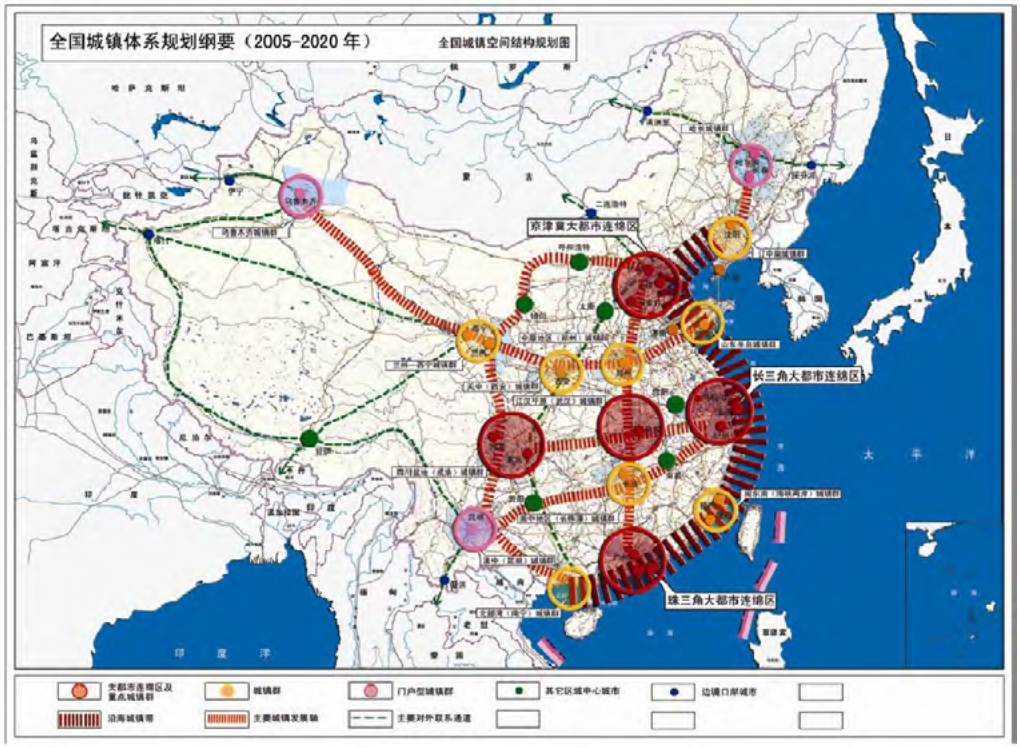
■ 文｜本刊编辑部

今年3月出炉的十三五纲要草案中提出，要优化城镇化布局和形态，加快构建以陆桥通道、沿长江通道为横轴，以沿海、京哈京广、包昆通道为纵轴，大中小城市和小城镇合理分布、协调发展的“两横三纵”城市化战略格局，加快城市群建设发展。

城市群是城市发展到成熟阶段的最高结构组织形式，是未来中国城镇化的“主体形态”。

城市的兴衰、发展与建设都和城市的地质环境密切相关。所以，城市地质工作特别是城市地质调查工作是保障城市的环境安全和可持续发展的重要前提。我国从1999年开展国土资源大调查项目，城市地质调查成为其中一项重要任务开展，以试点城市为单位的城市地质调查工作拉开全新序幕。目前城市地质调查工作已经从“大城市”转向“中小城市”，城市群地质调查工作也成为重点工作内容。如何利用原有的城市地质调查经验，开展接下来的相关工作？

福建省在全国首创了“1+N”模式，即一个全省通用的城市地质信息系统，各市县在此基础上做定制化的开发。该模式打通了各城市、各部门的“信息壁垒”，让数据即时共享、协同办公成为可能，为海峡西岸城市群地质调查打下基础。同时将厦门、福州等地多年建设经验应用到通用系统中，再结合地方特点定制开发，节约大量成本，利于地质信息化建设推进，对福建全省乃至全国的城市地质信息化建设具有重要的借鉴和启发意义。



目录 CONTENTS

卮言微语 Editor's Words 1

城市地质调查信息系统：1+N P01

资讯聚览 News Center 4

特别报道 Special Report 9

◎ 城市地质工作是城市规划、建设和管理的基础，是城市可持续发展的重要保障。综合运用现代地质调查手段，开展系统的城市地质环境调查研究，利用GIS技术建立开放、动态的城市地质信息平台……

城市地质调查及信息化建设——城市可持续发展的先行者 P10

以“生态省”建设为目标推进福建城市地质调查 P14

福建城市地质三维信息平台“1+N”模式全国首创 P17

三维城市地质信息系统，“透视”福建城市空间 P20

看似陌生的地质信息化，实际与我们并不遥远 P23

MapGIS专区 MapGIS Special Zone 25

MapGIS城市地质二三维一体化解决方案 P25

◎ 近年来，我国先后开展了上海、北京、天津、杭州、南京和广州等6个城市的三维城市地质调查试点工作，数字城市地质雏形初现，在城市规划、建设、管理等方面做出了重要的探索和实践……

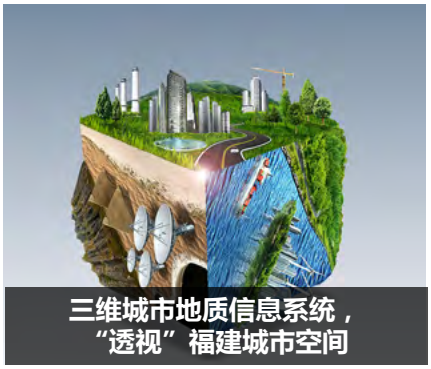
地质资料信息服务集群化产业化解决方案 P35

◎ 地质资料信息集群化产业化服务是较高层次的服务方式，最终目标是实现地质资料统一集群化和产业化服务。前期探索研究，虽然在地质资料信息管理方面取得了一定的成果……

城市群信息提取库：地质环境信息平台 P39

◎ 城市群地质环境信息平台软件是在《重要经济区和城市群地质环境调查数据库建设指南》基础上，以空间数据库、二维GIS、三维GIS、三维可视化、WebGIS等软件技术为依托……

城市地质调查及信息化建设
城市可持续发展的先行者


三维城市地质信息系统，
“透视”福建城市空间

地质资料信息服务集群化
产业化解决方案

紧贴实战 宜昌市深耕公安信息化

青海省柴达木盆地察尔汗盐湖资源开发动态数据库模型建设 P45
◎ 察尔汗盐湖位于青海省格尔木市，是中国最大的盐湖，是一个以液体钾矿为主，固液并存的大型钾镁盐矿床。湖中储藏着500亿吨以上的氯化钠，可供全世界的60亿人口食用1000年……

智造互联 爱普生创新引领未来 P50

应用扫描
Application Scan
53

◎ 好莱坞大片从不会厌倦这些，无孔不入的电子监控，卫星定位，让人眼花缭乱的高科技跟踪与反跟踪手段。而当这些融合了电影造梦者科技想象的手段在现实中再现，我们会如何……

紧贴实战 宜昌市深耕公安信息化 P53
——宜昌市公安局可视化指挥调度系统特别报道

技术交流
Technology Exchange
58

基于MapGIS的三维地质建模方法研究 P58
◎ 基于MapGIS的三维地质建模方法，是利用MapGIS软件将三维空间地质实体真实地再现，实现地质体的三维可视化和相关空间分析，为地质研究和矿产资源勘查提供技术支撑……

基于FlightMatrix的DMC数码影像快速拼接的探索 P62
◎ FlightMatrix软件模块针对无人机小数码影像及其它数码影像都能够快速生成全区正射影像图。如何利用FlightMatrix软件模块进行快速拼接，方便生产管理和后期影像增值运用……

地理茶馆
Geographic Teahouse
65

寻找无人机创投新机会，不如关注六种新兴商业模式 P65
◎ 虽然民用无人机市场规模还存在争议，但作为飞在空中的眼睛，正逐渐被C端、B端用户接受……

2016年地理信息科学专业排名 P68
◎ 2016年高考在即，供对地理信息科学专业感兴趣的学生参考……

主 办
地理信息系统产业技术创新战略联盟
国家地理信息系统工程技术研究中心

顾问：徐冠华 赵鹏大 李德仁 童庆禧 李廷栋 景贵飞 李朋德 李加洪 曾 澜 周成虎 李 莉
总编：吴信才
编委：方 裕 边馥苓 刘耀林 邬 伦 李满春 孙 群 党安荣 汤国安 童小华 张新长 翁敬农 刘 永 谢 忠 周顺平
主 编：张雪峰
执行主编：董 慧
编辑记者：白水亮 曹 郁
美术编辑：江艳会
网络编辑：江艳会
发 行 部：曹 郁
编辑部地址：北京市海淀区上地三街9号 嘉华大厦C座1201
邮编：100085
电话：010-62985187
传真：010-62985187
期刊网址：www.gisera.com
投稿信箱：newsroom@gisera.com
出版日期：2016年6月25日
湖北省内部资料准印证第 2017/ZY 号

GIS时代编辑部
官方微博：@GIS时代传媒
官方QQ群：175224811

《GIS时代》所载文章、图片等资源，其版权归资源合法拥有者所有，欢迎转载本刊资源但必须注明来源本刊，本刊部分资源来源网络、报纸等渠道，均标明出处，如有侵犯版权所有者权益，请及时与本刊编辑部联系。

1 高校GIS论坛创新创业分论坛项目征集活动启动

【GIS时代讯】2016第六届高校GIS论坛将于11月12—13日在上海同济大学举行，日前，作为其中重要组成部分的创新创业分论坛项目征集活动正式启动。本次活动主要面向广大高校的初创团队，征集地理信息及其应用行业的包括技术创新、产品发明、产业创意多方面，软件、硬件、商业模式多方向的创意、项目。报名截止日期为10月1日，可以在论坛官网http://forum.gisera.com/查询具体活动安排及报名问题。

创新创业分论坛，是2016第六届高校GIS论坛的主体活动之一，是高校GIS论坛积极响应“大众创业，万众创新”号召，立足地理信息产业发展，以发掘培养创新人才、沟通校企交流为终极目标，搭建的创新创业展示交流平台。

由专家学者、风投专家、企业高管、行业精英、创投媒体组成的专家团队将对参赛的创意、项目进行层层筛选，同时针对创业者的创意、项目及创业者自身存在的问题和不足进行专业的指导、持续的关注，最终在论坛当日进行答辩，遴选出优秀的创意、项目和创业者，予以表彰，让优秀创业者有机会为自己的创意、项目争得风险投资。GIS

延伸阅读

高校GIS论坛是政府大力支持、高校自发组织、企业参与的非营利性学术论坛，旨在通过论坛的举办，更好地促进我国的GIS教育、研究和应用，推动整个GIS产业发展。目前论坛已经成功举办五届。本届主题为“探索与超越”，相关报名及论文征集、奖项评选工作都已展开。论坛期间还将举办“名师进高校”，招聘会等活动。来自两岸四地3S领域高层领导、专家将紧密围绕本届论坛主题，从国际科技、学科前沿，新兴应用市场，创新创业等方面展开重量级的主题报告。

2 首架国产高效能中远程大载重货运无人机首飞成功

【陕西传媒网讯】5月10日，我国首架拥有自主产权的中远程大载重应急物资运送无人机在陕西西咸新区首飞成功。该固定翼无人机可完成15公斤货物80公里远程配送任务，实现目标物在15米范围内精准投放。与已面世的无人机相比，该系统的最大的突破是续航里程和载重量，以及短距起飞降落。

这架高效能应急物资运送无人机由西咸物联科技与陕西沃德航空联合研制。

目前国内千米以下低空飞行无人机，普遍存在载重量偏低和航时不足的问题。特别是近年来流行的多轴飞行器，由于载重量小，飞行效率低，更多只是作为一种消费产品。此次试飞成功的固定翼无人机，可以完成15公斤货物80公里远程配送任务，实现目标物在15米范围内的精准投放。

当前，各类地震救援、抗洪抢险、山岳救助的应急救援形势相当严峻，传统手段的局限性日益凸显。中远程大载重应急物资运送无人机的出现，意味着在突发灾难救援中，将不再受地域、地面交通的限制，药品等紧急救援物资可在第一时间到达现场。在各种极端状况下，这意味着更高的效率，更及时的救援。

本次试飞成功的无人机有两种模式可供选择。油动发动机具有马力大和耐用的优势，且抗风能力强，在路途较远、气候条件差、载重量较大的情况下，使用效果好。而对于短途、载重量较轻的情况，采用电动双发动机方案，维护相对简单，且输出功率不受海拔高度影响，适合高原作业。GIS

延伸阅读

据该项目技术负责人介绍，此次试飞成功的是原型机，关键技术已经完成攻关。还要进一步完善自动驾驶等功能，进行可靠性测试和极限环境下飞行测试等系列工作。在不久的将来，这款无人机不仅可以批量生产，还可以量身定做，满足不同环境条件下的使用需求。

3 广东“家庭医生地图”上线 7700名星级医生可供签约

【新浪新闻讯】5月19日是世界家庭医生日。19日，广东省家庭医生协会推出一项便民服务——通过该协会开发的守护APP 云服务平台和U 护APP 服务平台，居民可以找到所在地附近的优秀家庭医生，与其签约后，即为自己及家人找到了“健康守门人”。

19日，广东省家庭医生协会还公布了从全省7 万多名参评医护人员中评出的7700名“星级家庭医生”名单。

家庭医生是指对服务对象实行首诊、连续、可及、协调、综合和以家庭为单位的医疗保健服务和照顾的新型医生，是城乡居民新型的医疗顾问和健康管理者。家庭医生制度在国外发展相当成熟，但在我国，目前仅北京、上海、广州、深圳、青岛等经济发达城市开展了试点工作，服务对象主要以中高收入家庭为主。

广东省家庭医生协会常务副会长吴育雄指出，守护APP云服务平台和U 护APP 服务平台是协会开发的两款应用软件， 主要解决精神卫生防治、居家护理和居家养老的问题。平台均内置LBS 地理位置服务技术，家庭医生在平台注册后，系统会根据其注册信息在地图上予以标注，并在医生列表中开辟专栏。目前，地图上已有7700 名星级家庭医生分布在全省各个地区，为居民寻找并签约家庭医生提供了极大的便利。GIS

延伸阅读

国务院办公厅在日前印发的《深化医药卫生体制改革2016 年重点工作任务》中提出，2016年医改将着力扩大家庭医生签约服务，在200 个公立医院综合改革试点城市开展家庭医生签约服务，鼓励其他有条件的地区积极开展试点。到2016 年年底，城市家庭医生签约服务覆盖率达到15%以上，重点人群签约服务覆盖率达到30%以上。未来地理信息技术在医疗服务上将发挥更大作用。

4 印度发射第七颗导航卫星 “印度版GPS”将建成

【环球网讯】据《印度教徒报》4月28日报道，印度空间研究组织称，印度在28日发射了第七颗、也是最后一颗自主研制的IRNSS区域导航系统卫星。

ISRO称，PSLV-C33运载火箭搭载IRNSS-1G卫星，在位于里赫里戈达岛萨迪什达万航天中心发射升空，成功将卫星送入预定轨道。该卫星是印度发射的第七颗也是最后一颗自主研制的IRNSS区域导航系统卫星。

报道称，印度“区域导航卫星系统”由7颗位于地球静止轨道和地球同步轨道的卫星、地面控制段和用户段组成。该系统预计提供优于20米的定位精度，覆盖范围为印度及周边1500公里以内区域。它将被用于日常的空运、海运等，同时也会投入军事以及导弹相关领域的秘密任务。

印度总理莫迪在与ISRO科学家召开的一个视频会议上骄傲地表示，印度现在已经是全球仅有的5个具有自己的卫星定位系统的国家了。他还表示，印度也欢迎其它国家使用印度的区域卫星定位系统。GIS

延伸阅读

印度区域导航卫星系统（IRNSS）是一个由印度太空研究组织（ISRO）发展的自由区域型卫星导航系统，该系统将提供两种服务，包括民用的标准定位服务，及供特定授权使用者（军用）的限制型服务。就其覆盖范围和技术水平而言，印度区域卫星导航系统同中国的“北斗”卫星导航系统均是一种可向全球性拓展的区域卫星导航系统。

5 公安部儿童失踪信息紧急发布平台正式上线

【3sNews讯】拐卖儿童一直是中国家长们的心病，虽然打击力度不断加大，但依然屡禁不止。众所周知，80%的信息与空间信息有关，儿童失踪案与空间信息更是密不可分。

近日，公安部儿童失踪信息紧急发布平台正式上线，引发了广泛的关注。据悉，该平台最初是十余名阿里巴巴的工程师自发组织起来开发的系统，后来被划定为重点公益项目，最终才得以面向公众发布。曾有报道指出，中国每年的失踪儿童大约有20万人，找回来的只占到0.1%。莫以善小而不为，反拐行动还需要全民的参与。

据悉，这个移动端的打拐平台由阿里巴巴公司提供技术支持开发，是一款名为“团圆”的手机应用系统。该手机应用系统可实现双重应用功效：一方面，全国各地的一线打拐民警接到报案后，就能立刻通过平台上报儿童失踪信息，协同核查信息的准确性，保证全国范围内的5000名打拐民警都能立刻看到这条信息；另一方面，这个平台发布的失踪儿童体貌特征、照片等相关信息会通过官方微博等新媒体、高德地图等移动应用对公众发布，同时通过相应渠道自动精准推送到儿童失踪地周边相关人群。

具体而言，以儿童失踪地点为圆心，失踪时间1小时以内的，推送半径100公里；失踪2小时以内，推送半径200公里；失踪3小时以内，推送半径300公里；失踪时间超过3小时，推送半径500公里。随着平台的运行，未来还将与更多新媒体和移动应用进行合作。GIS

延伸阅读

GIS在内的地理信息技术可以为儿童失踪信息紧急发布平台提供技术支撑：一些经济落后、留守儿童众多的偏远地区是拐卖儿童案件的高发地带，利用地理信息技术对这些地区进行整合分析，有助于开展有重点的打拐防范；根据案件高发期的时间纬度进行统计分析，诸如一些节假日，将时间信息在区域上进行叠加，以便帮助警方进行重点巡逻、管控，形成一种威慑力；在拐卖儿童被成功解救之后，要对其拐卖的路径轨迹进行地理信息分析，掌握人贩子的销售或是交易线路，并进行预警监控。

6 全球地质矿产与资源环境卫星遥感数据解译图集出版

【中国地质调查局讯】中国地质调查局国土资源航空物探遥感中心依托国土资源部境外风险勘查基金专项项目《全球地质矿产与资源环境卫星遥感“一张图”工程》（2010-2012年）的成果，组织吉林大学、四川省地调院、核工业北京地质研究院、浙江大学、安徽省地调院、湖南省遥感中心、中国地质大学（北京）、青海省地调院、中国煤炭地质总局航测遥感局、湖北省地质调查院等遥感地质领域的相关专家，历时3年完成了《全球地质矿产与资源环境卫星遥感数据解译图集》专著的编制，现已正式出版。

图集反映了全球、亚洲、非洲、欧洲、北美洲、南美洲、大洋洲和典型地区各类地质体、地质现象、矿产资源开发地和生态地质环境变化情况。对研究全球范围的断裂构造、环形构造、沉积岩、侵入岩、火山岩、变质岩和矿床等提供了典型图片和实例。

图集精选了300余张典型遥感成果图片，以图文并茂形式编辑而成，图集系统展示了全球范围内地质、矿产资源和生态环境卫星遥感调查和研究成果。图集包括全球遥感影像及解译图、洲际遥感影像及解译图、典型遥感地质影像、生态地质环境遥感影像及解译图、资源卫星02C星典型影像五部分。GIS

延伸阅读

中国科学院童庆禧院士和国土资源部科技与国际合作司姜建军司长分别为本图集做了序言，认为图集的问世为我们提供了一份翔实、直观、精致、精美的科学成果，可为开展矿产资源“走出去”工作的相关人员、对外科学技术交流人员和高等院校师生等提供一套不可多得的参考资料。

7 无人机如何改造大农业，Mavrx 的切入点是数据采集

【36氪讯】无人机在农业领域已经有很长时间的历史了。目前，农业植保领域，无人机主要以喷洒农药为主。美国的Mavrx则希望利用无人机监测农业生产，帮助农业客户提高产量。

Mavrx 使用卫星、无人机等拍摄农田的情况，通过图像识别分析农作物的生长状况，及时提供农作物生长所需要的信息、建议，帮助客户提升农作物产品、避免病虫灾害带来的损失。官网来看，目前 Mavrx 已经能够支持玉米、大豆、小麦三种作物。

从官方博客公布的资料来看，这家公司目前已经将业务重点放在了无人机中，淡化了卫星遥感图像业务。Mavrx 将扩大使用 100 架飞机的飞行员和其专有技术的超高分辨率图像的可用性。CEO Max Bruner解释说，①卫星获取数据时，往往会被云层遮挡，并且获得的图像分辨率较低；②使用无人机拍摄，可以降低成本，官方今年年初推出的服务价格为 1000 美元 /500 英亩（每英亩三套图片）；③Mavrx已经研发了一套完整的无人机解决方案，客户可以直接在应用程序中确定采集作业区域等。

根据Crunchbase和AngelList的资料，CEO Max Bruner曾在美国能源部工作，CTO Yuan Gao是牛津大学博士。Mavrx 曾入驻欧洲Entrepreneur First孵化器。Drone.vc在 2014年还投资了 Mavrx。此外，公司曾在2015年11月 获得 A 轮融资，但并未对外公布投资人。根据 Droneii 的数据，公司近期应该获得了新一轮融资。GIS

延伸阅读

无人机农田信息监测主要包括病虫监测、灌溉情况监测及农作物生长情况监测等，是利用以遥感技术为主的空间信息技术通过对大面积农田、土地进行航拍，从航拍的图片、摄像资料中充分、全面地了解农作物的生长环境、周期等各项指标，从灌溉到土壤变异，再到肉眼无法发现的病虫害、细菌侵袭，指出出现问题的区域，从而便于农民更好地进行田间管理。无人机农田信息监测具有范围大、时效强和客观准确的优势，是常规监测手段无法企及的。

8 英国将推“周末监狱”：罪犯戴GPS，仅在周末服刑

【环球网讯】服刑一般都意味着失去人身自由，而且服刑期间再也不能同家人朋友一起生活，然而这种说法似乎很快就要在英国被推翻。

据英国《卫报》报道，英国女王伊丽莎白二世5月18日宣布：“政府为了给个人第二次机会，将推进监狱和法院的改革方案。”

报道称，新的监狱政策将允许服刑人员平时在外维持生计，不过周末必须回监狱生活。当然，为了防止罪犯逃跑，在监狱外的服刑人员必须佩带GPS卫星定位追踪装置。

据称新政策下的“周末监狱”将从今年9月开始实行，首批试点包括诺丁汉郡等英国8个地区，今后将根据运营成果逐步推广到全国。

英国总理办公室对上述监狱政策评论表示，这是自维多利亚时代（1837年至1901年）以来最大的（司法）改革案。GIS

延伸阅读

仰赖全球卫星定位系统GPS技术，在西班牙、比利时和美国的一些地方，人们尝试用一只GPS定位腕表来代替传统的监狱。这种“GPS监狱”的原理是通过囚犯佩戴的手铐或脚铐来卫星定位他的位置，避免囚犯在假释期间去骚扰曾经的受害者，主要被使用在获准假释的家庭暴力罪犯身上。

9 地理信息产业，获政策力挺

【新浪财经讯】国土资源部网站近日消息，《国土资源“十三五”规划纲要》正式印发，明确要求促进地理信息产业发展。《纲要》提出，要基本建成覆盖全国的信息平台，实现数据互通共享，并实现不动产登记信息管理基础平台平稳运行。另外，加强测绘地理信息建设，构建现代测绘基准体系，构筑“国土资源云”技术体系。

此次《纲要》重点推进全国不动产登记数据整合建库汇交，建立全国不动产登记数据库，完善数据实时更新机制。另外，《纲要》要求完善地理信息产业政策，强化地理信息与新技术、新应用的融合，培育产业发展新的增长点；大力培育和发展航空航天遥感测绘、地理信息应用软件、高端测绘仪器装备、地理信息与导航定位融合服务等重点领域，发挥对产业的支撑牵引作用。

分析认为，不动产登记信息平台和数据库建设，将带来逾200亿元新增市场需求。另外，航空航天遥感测绘、高端测绘仪器装备等地理信息产业的发展，将为无人驾驶提供高精度地图支撑，潜在市场空间广阔。GIS

延伸阅读

数据显示，近年来地理信息产业总产值稳步增长，“十二五”期间产值年均增速超过20%，2015年总产值估计达到3600亿元，增长率约22%。另外，测绘资质单位数量稳步增加，政策红利逐步释放。此前国务院批复2015—2030年全国基础测绘中长期规划纲要，提出构建新型基础测绘体系，全面提升测绘地理信息服务能力。预计到2020年，将形成信息化测绘体系，全面建成数字地理空间框架。

10 “十三五”将加大清洁能源的地质调查和矿产勘查力度

【新华网讯】中国地质调查局局长钟自然日前在会议中指出，“十三五”期间，将加大对清洁能源的地质调查和矿产勘查力度，并将加快筹划建设跨部门、跨专业的自然资源与能源安全国家实验室。

“近两年，根据中央对能源资源和生态环境建设方面的要求，地质调查工作加大了对页岩气、天然气水合物、煤层气还有北方地区商业性用途铀资源的地质调查和矿产勘查力度。在这方面，我们已经取得了一些突破性的进展。”钟自然说。

钟自然介绍，国内在非常规能源资源方面的潜力还是非常大的。在地质调查工作中，将通过对能源资源结构的调整，来支撑能源生产和消费结构的调整。“十三五”期间，特别是在新能源中，将进一步加大地质调查和矿产勘查的力度。

自然资源增速的调查、勘查开发特别是能源安全事关国计民生，国土资源部和中国地质调查局会同科技部等部门，正在积极筹划建设自然资源与能源安全国家实验室。目前，这一工作正处于抓紧调研和制定方案阶段。

“我们在非常规油气资源和常规油气新区方面潜力很大，但这里面有很多理论、技术上的问题需要解决。建设跨部门、跨专业的自然资源与能源安全国家实验室，来加大科学技术创新，促进新能源勘查开发力度会起到很重要的引领支撑作用。”钟自然说。GIS

延伸阅读

地理信息系统由于具有强大的地理分析和数据统计、分析等功能，能够适应可再生能源,包括水能、风能、太阳能、生物能（沼气）、地热能（包括地源和水源）海潮能等范围广、时空分布不均匀的特点，在数据处理、数据分析和数据可视化综合管理方面具备了强大的功能，在能源开发中得到广泛应用。

城市地质工作是城市规划、建设和管理的基础，是城市可持续发展的重要保障。综合运用现代地质调查手段，开展系统的城市地质环境调查研究，利用 GIS 技术建立开放、动态的城市地质信息平台，可以为各城市可持续发展提供基础地质数据和科学决策依据。福建省在积极开展城市地质调查工作的基础上，首创“1+N”模式在全省开展城市地质信息化建设工作，并取得了良好的成果。本期特别报道我们将对福建省城市地质工作及其信息化建设予以全面关注。

城市地质调查及信息化建设
——城市可持续发展的先行者

■ 受访｜林良俊（中国地质调查局水环部）

■ 采访｜董慧 白水亮　撰稿｜白水亮

数据显示，中等发达水平国家和地区的城镇化率约为85%，西方发达国家的城市化率都在95%左右，美国高达97%。截至2015年，我国城镇化率达到56.1%，城镇常住人口达到了7.7亿，虽然城镇化水准偏低，但城市和城市聚集带的数量居世界第一位。随着经济的稳步提升，我国城市化的进程也必然加快。

地质环境对水土资源的匹配和生态环境的优化具有控制意义。城市的发展既与社会发展相适应，而且在很大程度上影响社会的发展与稳定，而城市的兴衰、发展与建设都和城市的地质环境密切相关。所以，城市地质工作特别是城市地质调查工作是保障城市的环境安全和可持续发展的重要前提。

“传统的城市地质工作模式，由于信息化程度低，更多的是强调专家的知识经验，数据的利用率和城市地质知识的普及率都非常低；而新的以数据库、可视化和信息共享为主要特点的城市地质工作信息化的模式，借助信息系统搭建起城市地质工作全过程信息化的平台，强调城市地质信息的通俗化、实用性、公开性和社会价值的转换。”中国地质调查局水环部林良俊副处长这样说，在知识经济时代，用信息技术来改变传统城市地质工作模式，这是城市地质工作的必然趋势。

城市地质调查奠基城市建设

城市地质是一门关于在城市及周边地区或潜在的城市化地区的特定空间范围内，综合考虑各种地质要素，研究其对城市发展所提供的资源、所施加的约束条件以及城市发展对各种地质要素所产生的影响，为城市规划、调查和管理服务的学科。其核心是研究地质条件对城市发展的制约以及城市发展对地质环境的影响，主要研究内容包括工程地质条件、水文地质条件、地质环境条件、地球化学场分布规律以及城市地质工作有关的理论、技术方法、政策、法规等方面的研究。

近年来，中国城市建设发展迅速，现有城市数量661个，其中100万以上人口城市已达142个，500万～1000万人口的城市有10个，1000万人口以上城市有6个。

随着城市人口迅速膨胀，城建规模不断扩大，城市处于人类活动的中心区位，除对粮食、水、建筑、材料以及能源的需求日益增大外，人类活动对地质环境的作用日益强烈，地质环境对城市的发展和影响的作用与日俱增。大小城市都或多或少面临着城市环境恶化、土地规划不合理、地下水资源短缺和污染，自然营力作用和不合理的人类活动使城市地质灾害频发，所以系统地开展城市地质工作对保障和促进我国城市的建设和发展具有重要的意义。

中国与世界上的发达国家相比，城市地质工作起步较晚，但发展较快。1984—1985年在全国30多个中心城市开展1:5万区域地质调查工作。1989年在100余座城市开展了为城市规划建设和管理服务的综合勘察、地质论证、供水勘察、工程地质及环境地质勘查等方面的城市地质工作。1999年我国开始的国土资源大调查将城市地质调查列为一项重要任务，2010年之后，城市地质调查工作纳入重要经济区和城市群的地质环境调查工作中统筹考虑。2004年中国地质调查局组织开展了全国287个地级以上城市和19个地州盟所在地县级城市（共计306个城市）的摸底调查，查明了存在的主要地质问题及其危害和损失，并提出相关对策建议，为我国城市地质环境管理提供了决策参考。

据林良俊副处长介绍，2015年，我国城市地质工作成果颇丰。京津冀核心功能区、北京新机场规划区、北京副中心规划区等重点地区环境地质调查工作的推进，为规划建设提供了支撑服务；在东部部分省份开展不同层次的城市地质调查，有效服务新型城镇化建设；全面完成了全国336个地级以上城市浅层地温能调查评价。

同时，地质调查信息化工作有了很大发展，以GIS技术为主的信息技术在地质调查工作中得到广泛应用，成效显著。地质调查主流程信息化的不断深入，正在显著改变传统的城市地质调查工作方式：地质调查信息化标准体系的形成和不断完善，为城市地质调查信息化工作的开展奠定了基础；网络互联不断延伸，为地质调查信息的信息共享提供了条件；基于互联网的信息服务体系的加速发展，深化了地质信息的应用服务，让地质信息更迅速、更精确、更高效地服务于城市管理、建设的方方面面。

国产GIS软件支撑城市地质调查

总的来说，城市地质调查的目的是为城市规划、建设和管理提供指导和依据。而城市地质信息化建设的目的则是，改变传统的地质调查方式、提高工作效率和数据的可持续利用性、深化对数据的挖掘工作，及时为城市规划、建设与管理提供地学参考。

以往的城市地质工作信息化水平低，缺乏为城市规划建设服务的快速响应机制，相较于城市化进程，地质调查的成果在内容和形式上与应用的结合不甚紧密、实用性较差，难以为城市规划、建设和管理提供有效的服务。

在这点上林良俊作为地质工作者深有体会：“在城市特别是城市中心区域，建筑密集，人流车流复杂，地质调查工作开展困难。在市区有的地方不允许钻孔，有时候打了很多钻孔，但不均匀，做城市物探又会受到汽车等的干扰。这使得城市地质详情，特别是地下的地质情况，很难被获得。而即使是得到城市的地质数据，也往往因为数据的资料分散、种类各异、精度不同，使得数据的重复利用率很低，往往一

次应用后就被束之高阁，再用再测，既不方便，也很不经济。”

城市地质调查工作的现代化亟需城市地质调查工作信息化的推动和促进。当然，和发达国家相比，我国城市地质信息化工作启动较晚，建立城市地质空间数据库和信息系统的工作刚刚起步，地质资料标准化程度也亟待提高。

近几年来，随着我国东部各大主要城市如北京、天津、上海、广州、杭州、南京等城市经济实力大大增强，进入了大规模城市重新规划改造的新时期，并开展了城市地质试点工作。国内也已开始利用现代信息技术手段，建设城市地质空间数据库和地理信息系统，实现城市地质数字化、信息三维可视化和服务网络化，及时满足城市建设和发展对地学信息的需求。

目前，我国在城市地质调查工作中已实现了数据采集、数据管理、综合评价、成果编制、社会化服务等城市地质调查等的主流程信息化。特别是我国自主研发的一套集成GIS、遥感、卫星导航定位、地质三维罗盘等技术的数字城市地质调查系统，运用该系统实现了野外数据采集、数据整理、综合分析到成果输出的全过程的数字化，极大地提高了调查研究精度和效率，丰富了成果表现形式。其中，上海、广州、苏州城市地质信息系统均获得了我国地理信息工程建设领域的最高奖项——中国地理信息优秀工程金奖。

基于各个城市地质调查项目建立的三维城市地质管理与服务系统，可以实现历史以来的地质、水工环、物化探、钻探等海量数据的一体化管理，具备强大的空间分析处理，大数据快速建模，仿真模拟等功能，为城市地质研究、规划管理、大众服务搭建了一体化的信息平台，取得了显著的社会效益、经济效益和生态效益。

在城市地质调查的信息化建设中，GIS软件的应用发挥着重要作用，可以管理空间地学信息与各种资料，建立相应的地学信息数据库，进而建立城市三维地质模型，按照各种应用需求进行分析、研判、展示等。

目前我国城市地质调查项目大部分采用国产GIS软件，基于国产GIS平台研发的城市地质信息管理与服务系统，为城市的可持续发展提供了良好的服务。例如在福建城市地质信息化建设当中，由中地数码以MapGIS平台为基础研发并建设的福建省城市地质三维信息系统创新性地采用了“1+N”的模式，即一个通用系统——福建省城市地质三维信息通用系统，再加上各市县的定制功能开发，该模式为福建省城市地质信息化建设工作提供了有力的技术支撑。

“‘1+N’的系统建设模式值得在行业内大力推广，这种模式在保证了系统通用性的基础上，兼顾地方的特色需要，还考虑到地方经济能力，不一味‘大操大办’，在GIS及地质领域具有很好借鉴意义。”林良俊说，并希望国产的GIS软件能够紧跟信息技术发展潮流，为用户提供更加稳定、功能强大、性能出众、实用专业的信息化产品。

国产GIS软件经过20多年的发展，无论是在基础平台开发还是专业系统的应用层面均取得了长足的进步。特别是在诸如地质、矿产等技术要求专业、复杂的领域，国产GIS软件在一些关键技术方面与国外的主流软件相比并不逊色，甚至能有所超越，并且取得了较好的应用效果。而且通过一批城市地质调查试点，以及一些城市地质信息化建设工作，也极大促进了国产GIS软件技术的发展。

大数据观念助力城市地质调查

地质调查多年来所积累的资料信息，是名副其实的“大数据”，面对海量数据，如何根据社会需求提取最有价值的信息，成为大数据时代地矿系统的聚焦点。从“大地质观、大资源观、大生态观”的角度看，城市建设、资源利用、保护环境等形成的城市地质信息体系需要在大数据背景下传承，地质数据搜集、采集、处理、建模，也需通过大数据技术来处理和研判。

大数据驱动下，对人类生存、对每个人的生活都会发生作用。大数据不仅是资源，还是巨大的财富。所以，在大数据背景下的城市地质调查既是城市发展的需要，也是行业发展的方向。

地质调查工作是获取地质大数据的主要途径。随着地质调查信息化水平的提高，地质大数据时代到来的步伐不断加快。如今，地质工作正在全流程信息化，地质调查手段日趋数字化、智能化，从地面观察到“天地一体”，从2D到3D再到4D；外业调查时使用的智能电子手薄，能够集文字、照片、音频、视频、电子罗盘和信手剖面为一体；地质资料的服务形式也不断丰富和现代化，包括目录服务、地图服务、文档浏览、数据下载等。

“地质领域大数据的海量数据使其先天具有‘大’的特

征。不过大数据技术的意义不仅在于掌握规模庞大的数据信息，更在于对这些数据进行智能处理，从中分析和挖掘出有价值的结构化信息。”林良俊更进一步地解释道：“也就是说，数据的收集、管理并不是地质调查的目的，而如何对数据进行深度挖掘，并将成果应用以辅助实战才是其终极目的。”

地质以及地理信息领域的数据收集、管理和运用是借助于地理信息技术实现的。地理信息技术的应用很有特点，一方面需要 GIS 软件技术，另一方面需要空间数据，而空间数据包括地图数据，也包括可借助地图表达的行业专题数据。而我们常用的互联网地图的功能实际是 GIS 功能中很基础的一小部分，GIS 更大强项在于空间分析。商业领域的大数据是数据、信息、知识、财富、服务、再数据，从数据到财富是一个过程复杂的完整数据链。而地理信息及地质领域的大数据除了在挖掘手段上的不尽然相同之外，也是一个实现数据精深及数据应用的无穷循环。

如今地质大数据在城市建设和城市安全保障中起着重要的作用。例如在城市安全保障方面，地质大数据对于城市环境和防灾减灾工作十分重要。利用地质基础数据能够进行选址适宜分析、地下空间分析等，动态监测数据提供了自然变化和人为工程对地质环境影响的监测结果，模拟分析数据可以客观模拟灾害发生时的情景，预警案例数据则可以为防灾减灾预警工作提供数据支撑。在城市规划建设方面，将利用地质大数据建立的三维模型应用于城市规划、国土资源管理、房屋管理等方面，大大提升了城市管理和服务能力。除了用于诸如上述的城市规划、建设、安全等方面，地质大数据还将在面相未来的高精度卫星定位导航、“智能城市”、“玻璃地球”等建设中起到举足轻重的作用。

随着地质调查工作的开展和不断深入，地质信息化水平的提高，地质大数据时代到来的步伐不断加快，地质大数据应用也将会有更加广阔的前景。

城市地质调查及信息化工作任重而道远

地质调查技术、GIS 技术、大数据技术等技术的发展与进步正在推动城市地质调查以及城市地质信息化建设的发展，但是我们也应意识到当前的城市地质调查工作和城市地质信息化建设的成果仍然难以满足城市化进程的需要这一现状。

近几年，我国的现代化建设取得了巨大的成就，城市化进程不断加快、城市规模不断扩大、城市人口迅速增加，并且城市的发展正在逐渐摆脱单纯的扩张模式，而走上可持续发展的道路。城市的规划、建设、管理等工作是建立在对综合立体的城市地质调查基础上的，而总体来说，我国现有的城市地质工作，又明显落后于城市发展需要。

首先在城市地质工作中，对城市建设发展中需求了解不够，存在一定程度的脱节现象。城市地质工作提交的仍以纯地质内容的成果为主，在内容、形式上难以为城市长期规划、城市建设管理提供有效的服务。

其次，城市地质工作多偏重地表工作，对地下空间利用所需的深部地质工作重视不够，或者因为地下空间探测的难度较大，使得难以为城市地下空间开发利用提供足够的支持。

再次，城市地质工作总体上仍以单学科纵向深入，难以很好解决城市建设中面临的某一地质问题为主，尚未上升到开展综合的城市地质调查、为区域整体开发和决策服务的层次。因此，不能满足城市快速发展、人口急剧膨胀而导致的城市规划建设形势的要求。

最后，有一些不同专业的地质资料，但缺乏系统性，且都零散地分散在不同部门、不同单位中，难以满足城市和社会发展的需要。以往由于城市经济能力不足，城市规划改造需求疲软、城市规划决策者对城市可持续发展认识不足、城市地质工作成果多被束之高阁。并且相当多的数据资料在精度和质量方面难以保证有效地服务于城市建设的要求。

在今后的城市地质调查工作中一定要充分了解城市发展的独特需求，大力加强对城市地质调查技术研究和革新，加强与综合遥感、测绘、全球定位导航等诸多学科的结合，开展系统的城市地质调查。同时，要把城市地质的信息化作为城市地质调查工作的核心内容，加强与城建市政部门、环保部门、水利部门、农业部门、交通部门、航运部门、电力部门、规划部门、地震部门、财政部门等联系沟通，建设一系列针对城市发展不同需求的数据库及分析、管理系统，切切实实为城市的规划、建设、管理提供决策支撑。

城市地质工作的发展趋势，一是工作区域已不局限于单个城市，而是扩大到城市群和潜在的城市化地区；二是工作深度、服务应用领域不断拓展；三是城市地质与城市规划管理结合越来越紧密；四是城市地质灾害监测和预警愈发重要；五是调查、监测和测试等方法技术会不断革新；六是信息化、标准化程度越来越高。

城市地质调查及信息化工作任重而道远。

以“生态省”建设为目标 推进福建城市地质调查

■ 采访｜董慧 曹郁　撰稿｜白水亮

近十年来，福建省城市地质调查及信息化建设成果显著。该省的福州、厦门、泉州作为我国东南沿海经济发达地区，已完成或正在全面全力推进城市地质调查，调查成果或阶段性的成果，政府相关管理部门密切跟踪，即成即用，全面服务城市经济社会发展。尤其是厦门市通过一系列的专题调查取得了大量翔实的基础数据，建立了三维可视化城市地质信息管理和服务系统，为社会各界人士、市民提供地质查询平台，为政府科学决策、城市规划、建设与管理以及专业单位生产科研提供强有力的地质支撑。可以说，地质科学和信息技术的耦合，为城市规划、建设、管理等方方面面提供了重要基础。

作为 21 世纪海上丝绸之路的核心区和海峡两岸交流合作的重要窗口，“十三五”期间，在建设“机制活、产业优、百姓富、生态美”的新福建的重要发展方向的指导下，福建省的大、中、小各级别的城市（或城镇）的发展必将面临新的挑战和机遇，而福建省城市地质调查及信息化建设工作的积极推进也必将为城市发展奠定坚实的基础。围绕福建省的发展战略和城市面临的地质问题，如何借鉴国内外先进经验，在充分整合、利用已有地质成果基础上，综合运用现代地质调查手段，开展系统的城市地质结构、地质灾害等调查研究，利用 GIS 技术建立地质信息平台及三维可视化的城市地质应用服务系统，成为亟需解决的问题。

为此，本刊采访了福建省国土资源厅地质环境处刘顺桂副处长。

生态福建建设 城市地质调查技术先行

14

刘顺桂：福建省国土资源厅地质环境处副处长

为兼顾“金山银山”与“绿水青山”，福建在经济发展方式上没有盲目跟风，片面追求 GDP 的发展模式，而是要通过“生态省”示范建设，实现既要“百姓富”，又要“生态美”，把生态优势转化为经济社会综合竞争优势。

在各项资源、环境条件及生态红线的约束下，如何让地质工作更好地服务“生态省”示范建设大局？无疑，对于福建省的地质工作者来说，是一个不小但却必须破解的难题。

“按照 2014 年 11 月发布的《中共福建省委福建省人民政府　关于进一步推进国土资源节约集约利用的意见》的要求，福建省各个设区的市城市规划区，甚至是有发展潜力、人口比较密集、产业集群比较发达的县城所在的城镇规划区，都要开展城市地质调查工作。”福建省国土资源厅的刘处长说：“城市地质调查工作对于科学制定城市发展各项规划，调整城市空间结构，评估城市资源环境承载能力，控制城市开发强度具有重要的作用，是建设生产高效、生活宜居、生态美好的生态城市的基础。”

近年来，福建省城市地质调查工作为福建科学发展、跨越发展提供了基础地质支撑。通过城市地质调查项目对福建省各个设区市基础地质、水文地质、工程地质、地质资源、遥感地质、环境地质与地质灾害、城市环境地球化学等方面进行调查研究与评价，并且取得了一定的成果。随着福建城市地质调查工作的推进，福建省城市地质三维信息化通用系统及各市定制化开发系统的建成，系统将会对福建省的城市地质数据进行系统、专业的管理和分析，挖掘出的各类信息也将真正服务于城市建设。

刘处长说：“城市地质调查工作的最重要的可展现成果就是城市三维地质信息系统，因此城市地质调查的重中之重的工作就是收集城市发展过程中已产生出来地质信息，在此基础上补充部分钻孔，形成相对准确的地层信息。以此信息为载体，才能实实在在地将城市地质调查工作成果应用到生

态城市建设中来。”

通用定制结合 构建城市地质信息平台

在以生态保护为指引推进城市地质调查的同时，福建省加快地质信息化的进程，让地质信息化真正服务于城市规划、建设、管理的实践。

以福建省城市地质三维信息平台为例。平台是为福建省城市地质调查大项目而开展的专项信息化工程，集成了 3S 技术、计算机网络、三维空间虚拟及地质科学信息评价技术，是一个规模较大的 GIS、三维地质建模研发、地学信息应用工程项目。

平台工程涉及多专业、多源、异构综合地学数据一体化存储管理，综合钻孔、剖面、地层等值线数据进行基岩地质、工程地质等多专业三维地质结构模型建模以及对大规模三维模型存储管理、三维显示及分析等多项关键技术。

以城市地质调查信息为基础，平台完成了包括城市地质信息数据标准研究制定，平台通用系统研发，平台专用功能定制开发，城市地质信息数据建库与建模四项建设任务。在完成“福建省城市地质信息通用系统”研发的基础上，以城市地质调查项目实际工作需求出发，充分与地方单位沟通，了解把握城市地质调查项目与地方经济建设需求，协助构建城市地质调查信息数据库，并依据需要开展地质专题的评价模型、分析评价模型体系结构、评价指标、评价参数等，建立评价模型数据库模型。最终服务于福建的快速经济建设需要，同时总结经验，摸索出符合福建省城市地质信息化建设的道路。

在此次平台建设中，在通用系统的基础上，结合福建省各地市的个性化需求及专题开展情况在平潭、宁德、漳州等地市的定制版软件中，进行了分析评价功能等的定制开发。该“1+3”的平台研发模式既满足了福建省城市地质调查及其信息化的切实需要，也为地质信息化建设开辟了新的思路。同时，“1+3”的模式中也蕴含着未来应用、经济性、政策等方面的考虑。

首先着眼于未来应用，基于国产软件 MapGIS 平台采用“1+3”研发模式开发的福建省城市地质三维信息平台，构建了城市地质数据管理、共享与服务的综合信息平台。尤其是在实现数据格式标准统一方面已到了立竿见影的效果。

刘处长说：“就国土资源厅而言，我们对于地质工作信息化建设的要求，是将全省的地质地层形成统一的命名、统一的标识，实现地质调查数据存储、管理、应用标准的统一。‘1+3’的模式为这项工作奠定了基础，方便了日后的数据融合和共享。”

其次从信息平台的经济性来说，以往情况下，一个城市单独研发一套三维城市地质信息系统软件（其中包括基础平台软件的采购），不仅需要花费数百万的经费，还需要花费大量的人力、物力的投入。采用“1+N”开发服务模式，以点带面，全省统一采购，避免信息化工作中经费的重复投入。通用系统开发完成后在福建省各地市进行共享，各地市无需太多关注基础地质信息平台的建设，只需花费较少的定制费用即可满足城市地质信息化工作的需要，可以大大减少重复投入，具有很强的经济效益。同时，将平台划分为通用系统和定制版，可以快速出成果，避免开发大而全的软件平台导致工作周期很长的局面，减少时间成本。

第三从政策上来说，十八大之后，中央财政和地方财政严格分开，就地质调查及信息化建设工作而言，原则上中央财政主要负责宏观工作，而地方财政支持具体的项目实施。“1+3”的平台建设模式是在这种财政模式下进行的合理的项目实施方式，以中央财政及宏观的基础信息、标准为基础，省级财政带动后面的市县财政跟进。真正考虑到地方财政的支持力度，做到“有多少的前办多大的事”“用最少的钱办最大的事”，让城市地质信息化建设切切实实惠及地方建设。

抓住地方特色 进行城市地质调查布局

福建是古海上丝绸之路的重要起点和发祥地，泉州是被联合国教科文组织确认的“海上丝绸之路”起点之一。在中国地质调查局和福建省国土资源厅、财政厅等支持下，福建省地矿局积极为福建省对接和融入“一带一路”国家战略提供地质服务，组织实施了一批城市地质调查、水文地质调查、海岸带调查等项目。

地方经济社会发展对地质调查工作的需求将成为地方公益性地质调查队伍的主要发展方向。 福建省已精心做好业务布局。其中就包括‘一带一路’地质调查与信息服务，此外还包括新能源调查评价、重点成矿区带综合地质调查、战略性新兴矿种调查评价、土地质量与城市地下空间调查评价、水文地质环境地质调查、地质科研等。相关成果将为福建省各个城市未来的发展开辟一条可持续发展的道路！

福建城市地质三维信息平台 “1+N”模式全国首创

■ 采访｜董慧 曹郁　撰稿｜白水亮

陈福龙：福建省地质矿产开发局地质环境与工程处处长

当前高速发展和未来城市可持续发展中存在的资源、安全、环境质量和容量等问题，越来越引起国家和政府的广泛关注。一方面，城市建设的加快导致了地面沉降、地面塌陷、地下水资源紧缺、土壤和地下水污染等各种城市地质问题，成为制约和影响城市可持续发展的主要因素之一；另一方面，当城市建筑越来越多，位置要求也越来越精确，地下地质信息的完备和准确，对于城市规划、设计、施工以及地下空间开发利用等至关重要。

2002年起，上海、北京、天津、广州、杭州及南京等6个试点城市率先开展城市地质调查工作，城市地质调查工作在全国范围内拉开帷幕，福建省自2008年起以省部合作的模式先后开展了厦门、福州、泉州、莆田城市地质调查，通过充分利用现代数据库技术、GIS技术、三维可视化及计算机网络技术，建立开放、动态、实时的地质信息数据库与三维可视化信息管理服务系统，更好地为城市规划、建设与管理提供基础地质数据和决策依据。因不同城市地质调查项目采用不同的数据平台，导致项目成果共享、整合，综合利用方面遇到了瓶颈，且系统平台研发费用高。随着福建省越来越多的城市（平潭综合实验区、宁德、漳州、龙岩、三明等）开展城市地质调查工作，研发一体化组织、管理与利用海量、异构地质空间数据的软件平台，节省资金投入成为当务之急。福建省国土资源厅和福建省地质矿产开发局通过广泛调研，结合福建省实际，采取“1+N”的模式研发通用信息平台，顺利解决了上述

问题。为此本刊采访了福建省地质矿产开发局地质环境与工程处陈福龙处长，较全面了解平台建设情况及今后发展规划。

创新1+N模式 构建拓展式信息平台

千里之堤，溃于蚁穴。在当前越来越大规模的城市建设当中，地质情况的每一个盲点都可能成为隐患，威胁人们的生命财产安全。我们迫切需要地质调查工作的现代化，需要全面、精确的地质调查以及对于城市地下、地面、地上立体数据的全面掌握。

而在我国，地质工作信息化起步晚，水平比较低，还不能适应地质工作现代化和社会经济发展对地质信息的需求。特别是作为城市地质信息化建设的重要环节，各类地质信息化平台的建设模式也不适用于当前“城市群”的城市发展概念。在以往的城市地质信息平台建设中，往往是以单个城市为单位，各个城市与不同的公司合作，采用不同的底层平台，这造成了各个城市地质信息共享的壁垒，也不利于全省地质信息数据的统一管理，对城市地质调查及城市地质信息化建设带来了相当大的困扰。

福建省的城市地质三维信息平台采用全省统一建设的方式，采用“1+N”的平台建设模式，即一个全省通用的系统，各市县在此基础上做定制化的开发。该模式打通了各城市、各部门的“信息壁垒”，让数据即时共享、协同办公成为可能。福建省首创的“1+N”模式是福建省城市地质信息化建设趟出的大胆一步，对全省乃至全国的城市地质信息化建设具有重要的借鉴和启发意义。

目前福建省城市地质信息系统的建设取得了“1+3”的阶段性成果，即一个通用系统——福建省城市地质三维信息通用系统，再加上平潭、漳州、宁德三地市的定制功能开发。通用系统定位于满足全省城市地质调查信息化工作的基础需求。各地市在使用通用系统的基础上，根据实际需求和要求进行特色功能定制开发。

陈处长说：“该‘1+3’模式的运用至少能产生3倍的效益。并且该模式具有可拓展性，后续开展的项目将会陆续加入到这个模式中来，变成‘1+4’、‘1+5’，…，‘1+N’的模式，其产生的经济效益、社会效益也必将增大。”

这种“1+N”的建设模式，为将福建全省的地质地层形成统一的命名、统一的标示奠定了基础。在全国各省市城市地质调查信息平台的建设中属于首例，在全国具有着重要的示范意义。

采用“1+N”的平台建设模式，具有技术上统一、成果复用的特点，大大减少经费的重复投入，缩短项目时间成本，并且能够有效实现全省地质信息化项目的共建与互联互通共享。为城市可持续发展规划、城市建设与管理提供地质决策与研究应用平台；且为后续福建省推进城市地质调查工作的信息化工作全面铺开奠定基础。

“1+N”开发服务模式的内涵主要体现在以下几个方面：

一是经济效益。以往情况下，一个城市单独研发一套三维城市地质信息系统软件（其中包括基础平台软件的采购），不仅需要花费数百万的经费，还需要花费大量的人力、物力的投入。采用“1+N”开发服务模式,以点带面，全省统一采购，避免信息化工作中经费的重复投入。通用系统开发完成后在福建省各地市进行共享，各地市无需太多关注基础地质信息平台的建设，只需花费较少的定制费用即可满足城市地质信息化工作的需要，可以大大减少重复投入，具有很强的经济效益。同时，将平台划分为通用系统和定制版，可以快速出成果，避免开发大而全的软件平台导致工作周期很长的局面，减少时间成本。

二是组织实施。福建省城市地质信息平台的建设一方面是为建立城市地质信息平台，另一方面是希望借此契机统一省内城市地质信息化的标准规范。统一的平台有利于数据的共享和有效利用。但是由于各地地质条件和数据情况的不同，相应的业务功能需求也会不同，通用系统无法完全满足各地市的实际需求，因此需要定制开发。

三是技术层面。避免各地市因采用的平台不同、数据结构不同等，造成了软件之间相互独立，数据与成果不能共享。通过“1+N”开发服务模式，能够有效实现全省统筹与互联互通。

GIS专业辅助 提供全方位信息服务

在城市地质调查的信息化建设中，GIS软件的应用发挥着重要作用，可以管理空间地学信息与各种资料，包括各种钻孔资料和地球物理测井资料，建立相应的地学信息数据库，进而建立城市三维地质模型。特别是三维建模与可视化

技术因在三维数据管理、可视化分析、工程设计直观三维视觉效果等方面的优势而越来越受到重视。为了合理规划城市建设、充分利用地下空间，并且做好城市地质灾害预防，迫切需要借助地理信息系统技术和三维可视化建模技术，建立起一个综合地上、地面及地下信息的数字城市。

福建省地矿局的谢主任说：“目前我国城市地质调查项目大部分采用国产GIS软件，基于国产GIS平台研发的城市地质信息管理与服务系统，为城市可持续发展提供了支撑，为社会提供了良好的服务。从应用情况来看，效果不错。而且通过第一批城市地质调查试点，也极大地促进了国产GIS软件技术的发展。”

当今，诸多领域的发展已经无法与GIS技术脱离了。尤其是城市地质领域，随着城市的发展和城市地质工作的进一步开展，数字城市、虚拟城市的发展必将对城市地质信息化工作提出更高的要求，城市地质信息系统也将向网络化体系结构、分布式存储的方向发展，三维GIS技术对于地下建模有着至关重要的支持。所以GIS软件尤其是国产GIS软件需要把握机遇，勇于创新，使得GIS平台能够具有更快的处理速度、更准确的三维模型、更丰富的表现形式、更多的评价分析手段，更好的发挥系统在城市规划、建设等方面的辅助决策作用。

福建省在城市地质信息化建设过程中与中地数码积极开展合作，在取得了厦门城市地质信息化建设的重要成果之后。在此次的“1+3”城市地质三维信息化建设中，以行业需求为导向，基于MapGIS K9数据中心理念，利用GIS、数据库、三维可视化等技术，实现对海量多源异构的地质资料和数据统一存储和共享管理，提供丰富的三维地质建模和多维空间分析功能，构建面向城市地质的数据集成服务与分析应用的开放式平台。

通过“1+N”模式建立的城市地质三维信息平台，在福建省乃至全国的城市地质信息化建设中具有全面推广的意义。在系统初步建成之后，面向政府管理、规划人员和专业人员，为福建多个设区市地质规划和工程选址、农业产业结构调整、 地质灾害防治、地下空间利用等方面提供了丰富的地质信息服务。

多方位应用　致力社会化精深服务

随着城市快速发展，地上空间趋近饱和，人们开始将目光聚焦于地下，但与地上情况可以直观感受不同，地下空间信息往往难以直观了解。而如今，只需要戴上3D眼镜，就能够身临其境置身于地下，在隧道中“遨游穿越”，包括地下矿产、地下管线、地质情况等诸多的地下空间信息都可以一目了然。由二维平面转三维立体，使得地下的地质情况的展现更加直观。

陈处长说：“福建省城市地质信息化建设，特别是城市地质三维信息化平台建设，旨在充分研究系统搜集资料的基础上，每一个城市集成智能化、信息化的地质信息软件系统。提供给城市规划部门、工程建设部门、防灾、海岸带安全管理部门等以供应用。把分散的资料集中起来，提高资料可靠度、研究程度、工作精度。”

陈处长表示，虽然大众不是系统的直接使用者，却是系统应用的直接受益者。例如，上述的隧道漫游，正是三维可视化系统的建立在城市地下轨道交通规划中应用。通过隧道模拟系统，工作人员可以按照地铁设计线路把数据输入，提出建设中存在的风险点，预先采取施工措施，规避风险，减少后期运营的风险，保证大众乘坐地铁更安全、快捷。

系统将成为城市地质的信息服务平台，在公众科普方面也将发挥重要作用。比如市民买房，通过平台就能够查寻住所位置下的地质情况，包括地质条件是否稳定，是否会发生地面沉降等等。

在系统的公众应用方面，上海做的无疑是国内同类系统中最好的。目前上海城市地质数据中心和服务平台已实现网络公开发布，注册用户千余个，年数据查询量3万多次，社会服务效果很好。推进城市地质调查的成果资料公开服务，将成为城市地质信息化建设的发展方向。福建省在城市地质调查及信息化建设过程中也以成果的应用为目标，寻求地质调查成果的民用化的合理的解决之道，让这项基础、公益行动真正惠民利民。

城市地质调查是一个长期的工作，随着福建省城市地质工作越做越大，越做越精细，专业性越来越强，城市地质信息化建设在城市地质调查工作中也将起到越来越重要的作用。GIS基础平台作为城市地质信息化的有力工具，也将为政府部门、企事业单位、社会大众提供多元化的、差异化的优质服务。

三维城市地质信息系统，“透视”福建城市空间

■ 采访｜董慧　撰稿｜白水亮

近年来，我国先后开展了多个城市的三维城市地质调查工作，数字城市地质雏形初现，在城市规划、建设、管理等方面做出了重要的探索和实践。在城市地质工作中，测绘及地理信息技术的应用越来越广泛，作用也越来越重要，一方面测绘及地理信息技术能够为城市地质调查工作提供准确的位置定位及空间分析，另一方面对城市实行信息化管理起着积极的作用，可以说现代的地质工作已经离不开测绘及地理信息技术。

福建省作为我国东南部的重要省份，海峡两岸交流的重要窗口，城市化进程迅速，城市地质工作取得了突出的成果。而随着城市化进程的加快以及对城市发展水平要求的提高，对于城市地质调查以及城市地质信息化建设规模及水平的要求也越来越高。测绘及地理信息技术将辅助城市地质调查工作，实现对福建省城市地上、地表、地下的立体空间的“透视”。本刊采访了福建省地质测绘院的朱士勇主任，听一听他对测绘及地理信息技术与城市地质工作结合的独特见解。

地上与地下 让城市建设立体开展

“地上空间的开发已经趋于饱和了，对于地下空间的开发势在必行。福建省由于历史上多次的海陆、河道变迁，导

致福建省的地质情况极为复杂。而且由于城市规模的不断扩大，加之对于地下水、地热、矿产资源等的开发利用，使得福建省成为地质灾害的频发地。为了支持城市规划、建设和管理，对于城市地质情况开展全面、系统的地质调查工作已经刻不容缓。而将地质科学与测绘地理信息技术耦合，促进城市地质调查工作的高效开展，已成为地质工作的必由之路。”福建省地质测绘院朱士勇主任如是说。

从城市建设可持续发展角度来说，合理的城市建设、规划应先建设地下再建设地上，在地下稳固之后，地上才能够有所保障。其优势在于极大的减少重复开发带来的建筑成本，而且也保证了建筑物的稳定性。同时这也可以有效地减少城市地面塌陷的可能性。随着全国各省市经济的迅猛发展，城市化以及新型城镇化进程加快，对于地下空间资源的需求也逐渐加大。如地下停车位，当地上车位有限时，建筑商就开始着眼于地下停车场的建设。因此无论从城市建设还是民众需求，我们都可以看到地下空间资源是今后城市建设开发的重点方向。

事实上，城市地质的信息化建设对于从地下到地表再到地上立体规划、建设与管理有着非常重要的意义。在我国先后开展的多个三维城市地质调查及其信息化建设中，取得了一系列的成果。

以往地下空间的认知一般是通过布设钻孔并通过岩芯对地下地层信息进行了解；而如今，仅仅通过钻孔收集城市地质数据已经远远不能满足城市规划、建设、管理对城市地质信息的需要，空间定位技术、遥感技术以及地理信息系统的应用在城市地质调查工作中的贡献越来越大。福建省城市地质三维信息系统正是城市地质工作结合测绘及地信息技术的重要成果，该系统基于城市基础地理信息、城市基础地质信息、空间位置信息等建立的地下三维结构模型，建成后将可以更全面、直观、多视角地分析地质结构对地下空间开发的影响，快速了解规划工程的地质情况，对工程可行性进行评估。而且可以通过三维环境下的模拟分析功能，如三维剖切、三维编辑、模拟隧道开挖等，详细分析地质条件对地铁隧道及其他地下建筑建设的影响。

通过对三维地质模型的分析可以快速了解地下规划工程的地质条件情况、对重大工程前期论证和工程可行性进行综合评估，对于地下工程建设者来说，可利用系统模拟隧道开挖，并通过模拟漫游，让建设人员提前身临其境，了解、分析地质条件对地铁及其他隧道工程等建设的影响。这十分有利于政府规划部门对工程建设进行科学决策。

此外，对于城市规划与建设、地下水资源利用、土地质量应用等方面，融合测绘及地理信息技术的城市地质工作成果也可发挥重要作用。例如，用户可以查询工程地质钻孔的分层信息、各种测试数据，而且可以对指定区域内的钻孔进行指标统计，绘制钻孔柱状图、工程地质剖面图等等，也可以建立拟建场区三维地质模型，从而为城市规划、建设和管理工作提供地质依据；还可以查询到各含水层分布、特征等信息，统计地下水开采、地下水位变化、水质变化数据，制作统计图表等，并及时掌握地下水环境变化信息，为地下水资源合理开发利用提供决策依据。

通用与定制　打造扩展式信息平台

福建省的城市地质调查工作及信息化建设充分吸收了上海、北京、厦门、天津、青岛等城市的城市地质调查及城市地质信息化建设的经验，并结合福建省各个城市的地质情况，以实战为目的，进行全面兼有特色的城市地质调查及信息化建设。

福建省城市地质三维信息通用系统以福建省主要城市地质调查的实际需求为向导，以服务于福建省社会与经济可持续发展为宗旨，围绕福建省发展规划和目前面临的主要地质问题，立足于已有数据与成果资料的收集、整理和综合，充分利用现代数据库技术、GIS技术、三维可视化及计算机网络技术，进行三维地质结构建模、地质过程模拟、空间管理分析评价以及网络信息发布等通用功能开发，构建福建省城市地质信息平台通用系统,实现包含数据录入与管理、三维建模、二三维一体化分析评价、三维展示、社会化服务等通用功能，并分别为平潭综合实验区、宁德市、漳州市的城市地质信息管理服务系统建设提供功能定制及开发应用。

应用“福建省城市地质三维信息通用系统”，协助完成对不同时期、不同部门的基础地理、基础地质、水文地质、工程地质、环境地质、地质灾害、地质资源、地球物理（含遥感地质）、地球化学等多专业地学信息成果进行多源、海量、异构地质空间数据的一体化组织与管理，并根据各地市的实际地质情况和应用分析方向提供专项定制开发，形成平潭综合实验区、宁德市、漳州市3个城市的城市地质信息平台定制版。将地表、地下一体化的数据全部放到这个平台，这既能实现全省数据的格式统一，也能实现数据的交互共享，同时对政府决策有重要的作用。例如，平潭所处岛屿淡水缺水严重，平台能够对政府应急找水提供决策依据。

“通过城市地质信息平台建设的契机，制定全省的地质资料的管理和应用规范，并建立及完善福建省的地质信息化标准体系，为将来各地市的地质信息化工作起到指导性的作用，统一信息化工作思路，并有效的进行统一管理，避免将来地质调查信息标准化建立的重复性工作。”朱士勇主任如是说。

拓展即生存　信息系统生命长久之道

当然评价城市地质调查成果以及城市地质三维信息平台的标准仍着眼于其实用性及精确度。实践过程中，现有的许多城市地质三维信息系统还只是起到初级基础平台的作用。钻孔的密度、地层的尖灭情况、比例尺的大小决定了目前系统还很难在实际工作中起到精确的指导作用。根据系统中的数据建立的模型的可靠性和详细性难以保证，还要不断丰富数据库，才能达到数据及其分析挖掘成果可利用的目的。

城市地质信息系统必须要有发展才能真正服务于工程，没有动态数据的更新，平台就是不能实战应用的“死”系统。系统保持长久的生命力有以下几个条件：（1）数据不断更新充实。（2）围绕一些重大工程的专题研究要不断扩张，依托这些研究，各类信息系统将提供更加专业、广泛的决策和服务。（3）要让公众以及决策者知道平台的存在，然后愿意用平台提出问题，维持财政的投入，用更多的工程量来解决问题，形成良性的循环。具体在现有城市地质三维信息平台中 一般存在以下几点问题：

一是在软件方面，运用三维建模建立的三维地址模型，越往下剖切问题越多。和实际的经过专业人员打钻孔根据地层认识作的图差别很大，虽然计算机模拟制图在线条上比人工作的图要好看，但在正确性上却难以达到人工制图的准确度。除了地质数据本身比较复杂及地质调查采集的数据密度不足之外，外行人干内行事，一些系统或软件中的通用的地质数据的分析或处理功能的不适用性也是其主要问题。

二是在资料的可靠程度方面，地质资料的可靠程度非常重要，在中国还没有对地质资料可靠度的评价，人们很难了解、评价相关地质资料的可用程度。在这点上英国的地质调查局就做得很好，他们会在为用户提供的地质资料中说明建模地区的数据精度是多少，资料的可靠程度如何，这样用户能够根据实际需要对资料数据进行评估并选择使用。

三是在经济支撑方面，城市地质调查以及信息化平台建设是一项耗时耗力拼投入的工程，单一城市的财政、人才往往不足以支撑这样的项目。

随着城市地质调查工作的深入，以及三维城市地质信息平台的不断完善，城市地下空间将不再成为城市规划、建设、管理的盲点，“透视”城市空间将成为助力城市发展，诊断城市问题的重要手段。

福建省地质测绘院张书煌教授说：“城市地质调查及信息化的建设要打破多行业多部门之间资料信息相互封闭，不交流，引起了重复投资，重复的勘查、建设工作的当前的困境，要用技术的进步促进制度的优化，让城市地质调查地质调查及信息化建设推动地质工作及城市发展方式的变革。”

看似陌生的地质信息化，实际与我们并不遥远

■ 采访｜撰稿｜特约记者 龙薇

如果你听到这样一种描述：利用城市地质调查项目基础地质、工程地质、水文地质等专业调查成果，建立基岩地质、第四纪地质、工程地质和水文地质三维结构模型，会不会感到迷茫？

地质相关工作，与公众生活息息相关

要知道，这是现代城市地质工作者的一大工作内容，尽管摆脱了左手罗盘，右手地质锤的形象，但这似乎听上去还是与公众生活相距甚远。“其实不然，” 致力于地质信息化事业多年的工作者李三凤指出，“在每一项工程动工之前，都应进行科学选址，相应部门都应出具所选地块的地质条件等基础数据，这就能有效避免常州毒地事件的发生。”这也正是地质信息化所关注的重要内容。

在我国，现代地质调查工作已开展百年之久，培养了李四光在内的老一辈地质学家，而前总理温家宝曾在酒泉的地质力学队任技术员，主要从事祁连山地区区域地质调查工作。历经了近百年的发展，海量的地质数据得以积累，如何能让这些数据更好地服务社会？地质信息化为地质调查数据后期成果汇总展示的一大方式。早在1999年，国土资源大调查项目正式启动，城市地质调查作为其中的一项重要任务，进行了很大的投入，选择了北京、上海、杭州等6个城市作为首批新一轮城市地质调查的试点。2010年，国土资源部组织制定了《推进地质资料信息服务集群化产业化工作方案》，在多个城市开展地质资料信息服务集群化产业化试点工作。

在这样的背景之下，中地数码公司积极参与了城市地质调查数据库与系统建设指南的制定，并承担上海、广州、天津三个城市地质调查试点城市的三维城市地质信息系统建设工作，也参与了两化试点项目中的部分信息化工作，作为中地数码公司负责该业务的主管，李三凤前不久刚刚接受了记者的专访，对公众不甚了解的地质信息化进行了详细解答。

地质信息共享服务

以苏州为例，阐释地质信息化建设的方方面面

时至今日，谈及地质信息化的话题，公众仍会感到十分陌生，笔者也不例外。面对笔者的困惑，李三凤以苏州市的实际案例进行了详细解读。作为苏州市城市地质调查总项目主要目标成果之一，苏州市城市地质信息管理与服务系统承载着整个苏州市地质调查项目基础数据和成果资料的存储、管理和可视化表现等重要职能。

在实际工作中，苏州市城市地质信息管理与服务系统应用于以下几大层面：（1）查明了地下空间三维地质结构；（2）摸清了浅表水土环境家底，掌握基础地质数据；（3）为城市建设方案设计及修编提供决策咨询。（4）为地质灾害防治与地质灾害评估提供基础依据。（5）评价了浅层地温能、地热资源等绿色能源的开发利用潜力与适宜区。

李三凤指出，在应用于城市地质灾害防治和评估方面，

通过对地面沉降、地下水位等历时数据的分析评价，及地质灾害隐患点（滑坡、崩塌、地面塌陷）的现场调查及数据采集，地面沉降易发区图及突发性地质灾害易发区图得以生成，这就为地质灾害评估工作提供了基础依据，降低了地质灾害的危害，并为地质灾害的应急救援提供了数据支持。

实际上，地质信息化方案的应用领域非常之广，主要有城市地质调查、工程地质勘查、地质资料集群化产业化等，通过建立城市地质数据库，完成地质资料集成，实现地质资料的有效管理及动态更新，并建立地质数据管理与三维可视化系统等一系列行为，既能为地质专业人员提供信息管理与辅助决策的支持，又能面向政府、企事业单位及社会大众等，提供不同种类地质资料信息产品和服务。

如何深入挖掘大数据价值?

在当今的信息化时代，大数据并非意味着大价值与大商机，如何开发与利用大数据，深挖大数据背后的价值，是各个行业面临的共性问题，地质行业也不例外。李三凤表示，面对地质行业多年来所积累的海量资料信息，如何从中高效地挖掘提取最有价值的信息是地质信息化研究当前的核心问题，技术难题也存在于数据高效管理、大数据深度分析和大数据快速可视化上。

对此，作为地质信息化服务的先行者，中地数码自有一套创新的应对手段。据悉，MapGIS 地质信息化解决方案，可为各级政府、企业和公众提供一站式地理信息服务。先建设覆盖地质行业的逻辑资源池，整合各类地质数据资源打造数据资源池，形成虚拟设备层；并以此为基础，在微内核群技术的支撑下，遵循相关的标准与规范，将地质通用功能与专业功能进行封装，形成地质云服务仓库，并可聚合、重构、按需定制，通过地质云管理中心以服务的形式向各级行政管理部门、专业人员及公众用户等终端应用层提供支持，构建起了互联互通、服务共享的地质业务管理、服务、决策支持的完整体系。

尚未实现商业化运作，距离普及还有一定距离

尽管这些信息化项目意义重大，却大都属于政府开展的公益行为——李三凤这样指出，只有一些涉及到工程地质勘察等方面的内容，才会涉及到一些商业化运作，因此，盈利并非地质信息化应用的主要出发点，而尚未实现商业化也成为了影响地质信息化应用全民普及的一大因素。

此外，地质领域专业性较强，技术门槛较高，缺乏轻量化应用也使得地质信息化与公众的生活有些脱节。值得指出的是，各地的地质信息化水平参差不齐，经济发达地区更早地意识到地质环境对经济发展的制约，因此地质信息化的建设需求也更为迫切。

“实际上，地质数据在城市的发展过程中具有基础性地位，应得到重视。作为智慧城市建设的一部分，地质信息化可以极大地促进城市的健康与可持续发展。”李三凤这样讲道。

公众与地质信息化之间的距离在逐渐缩短

如今，城市经济的飞速发展使得人类赖以生存的地质环境发生了剧变，社会公众不得不面临日益严峻的地质环境问题，诸如地铁修建时是否会造成房屋开裂，地面沉降，周围的工厂是否在排放有毒物质影响地下水水质，发生滑坡泥石流前能否提前进行疏散等，都是公众密切关注的地质问题。

实际上，地质信息化与我们并没有那么遥远。例如，全国地质资料馆核心数字系统就是以政府自然资源调查成果提供直接面向社会公众服务的网站系统，涉及近10万种、360万件地质资料。内容包括基础地质、矿产资源勘查、水文地质、环境地质、海洋调查等许多方面。

“如今，中地数码公司也可面向社会公众提供基于MapGIS IGServer平台提供城市地质信息共享与社会化服务系统，公众可享受到地质信息共享和资料检索查询服务。”李三凤说道。据悉，该服务系统可提供基于互联网的地质新闻发布、综合地质环境信息检索、地质数据查询与智能分析、三维地质信息查询与动态智能决策以及地质科普服务等。

最后，李三凤补充道，五年十年后，公众也许就能从手机APP里查到相关的地质资料与信息成果——不仅是她，也是从事地质调查事业的老一代工作者共同期待、乐见其成的局面，但如何能让地质信息化工作真正走进千家万户，还需要包括地质工作者与地理信息平台厂商等相关参与者的共同努力。

MapGIS城市地质二三维一体化解决方案

■ 文 | 郑晓妍 潘声勇

近年来，我国先后开展了上海、北京、天津、杭州、南京和广州等 6 个城市的三维城市地质调查试点工作，数字城市地质雏形初现，在城市规划、建设、管理等方面做出了重要的探索和实践。其中，上海市城市地质调查成果尤为突出，是目前我国乃至国际上城市地质工作的典范。

根据试点项目取得的经验，一些省会城市、直辖市或二线城市已开始独立开展三维城市地质调查与信息化建设，有效解决了城市的快速发展带来的地质环境问题，将地质资料开发利用的成果在城市规划、建设及水务、市政、土地管理、环保、农业等相关政府部门或重大工程建设指挥部门进行推广应用，实现资源环境并重，以地质环境评价为核心，保障城市地质生态安全，促进城市经济快速安全发展。

以服务于城市社会与经济可持续发展为宗旨，紧紧围绕城市面临和亟待解决的地质问题，根据城市总体规划的需要，紧跟城镇化进程的脉搏，充分发挥地质工作的学科优势，开展城市三维地质结构、地质资源、地质环境等综合地质调查，建立三维可视化城市地质数据管理和咨询服务系统，综合评价城市发展的资源保障、环境承载能力和城市安全性，为城市总体规划、城市建设和管理提供地质信息，为产业布局和重大工程选址提供决策依据，为城市可持续发展提供基础保障。

MapGIS 城市地质二三维一体化解决方案可以辅助地勘单位建立城市地质数据中心，通过信息管理与咨询服务系统为科研人员、政府管理人员、社会公众等不同层次的用户提供地质数据查询、分析、决策、科普等方面的服务，大幅提升地质资源环境信息支撑国民经济建设的快速反应能力，使地质信息化咨询服务迈上新台阶。

主要内容

建设城市地质综合数据库，有效管理地质数据

城市地质二三维一体化信息平台以城市地质调查为依托，整合该地区地质工作成果，通过收集整理已有地质资料和成果，基于大型的网络数据库、GIS 平台，集成基础地理、基础地质、工程地质、水文地质、环境地质、地球物理、地球化学、地质灾害、地质遗迹等多专业的综合地质勘查数据，建立城市地质大型综合数据库：包括集信息化和可视化为一体的属性数据库、空间数据库和三维地质模型库。

通过快速建立城市地质综合数据库，可以解决地质数据管理杂乱的现状，实现地质数据随时查阅，有序管理，提高地质数据利用率，并有效实现地质数据的实时维护更新（图 1）。

图 1 地质数据库管理

形成地质专业人员工作平台，提高工作效率

城市地质二三维一体化信息平台提供的分析评价系统可以很大程度地满足地质工作人员的专业需求，进行数据处理以及成果分析，给实际的地质工作带来很多便利。地质专业人员可利用系统提供的多种二三维表达模式对地质基础数据进行分析提取，成果转化，完成日常地质成图分析等工作；还可以通过系统建立不同专业的三维地质结构模型，全面掌握地下空间岩土分布和理化特性、开发难易程度及综合质量，地下水等资源赋存状况，为城市地铁等重大工程选址的安全提供保障，为中心城区地下空间开发利用提供决策依据，为新城规划提供地质依据；摸清城市水土环境家底，为水土环境保护、土地复垦、万顷良田建设等工作的顺利推进提供基础数据；为地质灾害防治与地质灾害评估提供基础依据；为寻找应急水源地提供扎实服务等（图2、3）。

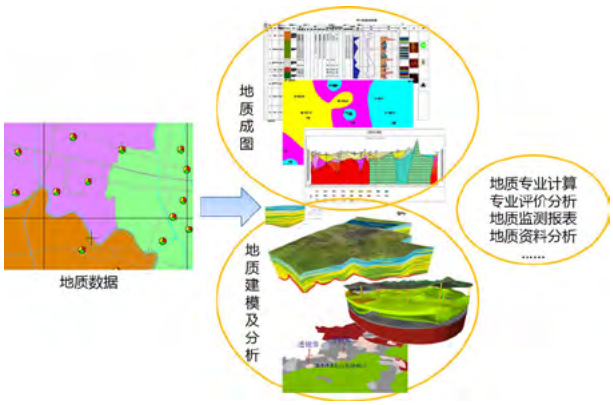


图 2 地质数据分析利用

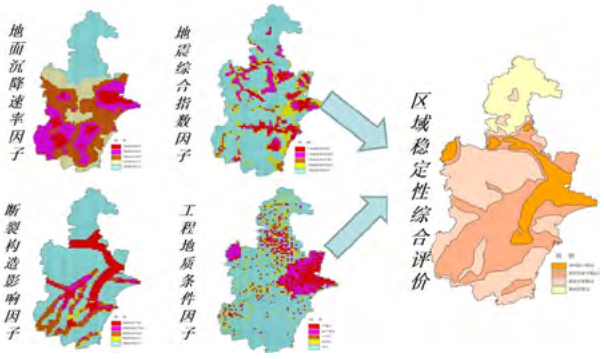


图 3 区域稳定性综合评价

提供政府辅助决策服务窗口，提升地质信息服务水平

平台通过B/S模式利用政府专网提供政府辅助决策服务窗口，辅助政府部门解决城市发展中所面临的主要的地质环境问题，分析包括城市地下空间、水、土、地质遗迹等地质资源的合理利用情况，为城市规划、建设、环境保护和国土资源管理提供地质数据支撑和决策咨询（图4）。

图 4 地质信息辅助决策

建立地质信息服务网站，提高地质数据价值

服务是地质工作价值的体现，平台通过B/S模式对社会公众等提供地质成果信息服务，通过建立地质信息服务网站为各类城市地质信息、资料、成果的发布提供了一个统一的门户，一定程度上做到了城市地质信息的公开、共享和社会服务。通过用户授权方式实现不同用户共享数据和服务的差异性：普通用户可浏览系统提供的公开性地质资料；经注册授权的用户可根据权限不同检索、查看甚至下载不同地质数据和资料，使用不同的地质专业服务功能，包括三维地质成果服务。

城市地质二三维一体化信息平台

MapGIS城市地质二三维一体化信息平台是基于

MapGIS平台，提供一套实现城市地质调查数据管理、展示、分析与共享服务的二三维一体化解决方案。满足地质调查成果数字化、成果立体模型化、成果表达多样化、成果服务广泛化的要求，将信息系统建设成为城市多源异构地下空间数据的管理平台、面向专业人员研究的工作平台、面向政府的三维可视化决策辅助支持平台、面向社会公众的信息服务平台（图5）。

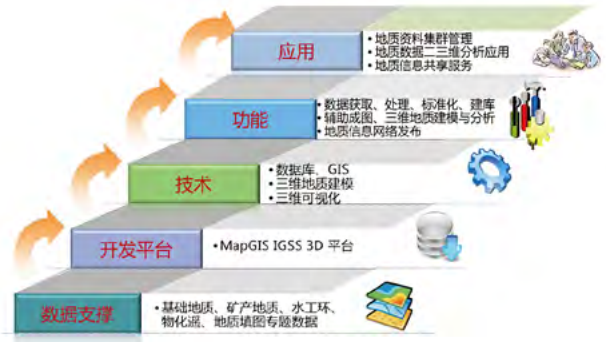


图 5 MapGIS 城市地质二三维一体化解决方案技术思路

图 6 地质数据库建库流程

数据库建设

地质数据库的建设需要针对不同类型的数据按照数据处理入库流程严格执行。地质数据库建设流程一般包括地质资料收集整理、制定建库标准、数据库结构设计、地质数据入库前处理、数据检查、地质资料入库等。如图 6 所示。

地质数据专业分析

◎ 地质数据查询检索

提供多种方便的查询方式和工具，支持多专业地质数据（钻孔数据、地面沉降、地下水监测、地球化学、地球物理等）的快速多样化查询（图 7）。

图 7 多专业地质资料查询

◎ 地质图表制作输出

支持生成多专业钻孔柱状图、剖面图生成与编辑、平面图、统计图、等值线图生成与编辑，综合图排版与编辑，专业报表输出。

对于地质剖面图的制作与输出，通过将国家标准、行业规范、知识经验等通过理论概化，并尽可能无损的将其转换为计算机可识别的数据模型。量化所有连接过程中所需要用到的参数，结合数据库中的钻孔分层信息，实现剖面图自动绘制，形成一套实用化的剖面图自动绘制方案。制作输出柱状图时，采用模版定制技术允许用户编辑制作不同专业的柱状图样式并保存下来，选择所需样式模版自动生成柱状图，并提供多种灵活编辑方式，

解决了以往计算机自动绘制柱状图样式固定、修改繁琐等问题（图 8）。

柱状图
剖面图
等值线图
统计图
平面图
分区图
.....

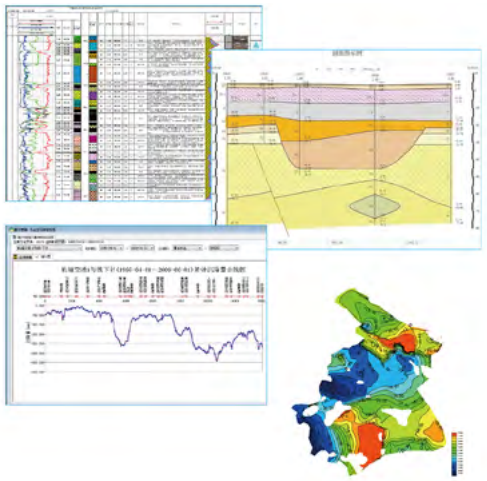


图 8 地质图件生成、编辑与输出

◎ 专业分析评价

平台可按照相应的规范，通过对参数指标数据的读取和分析计算，得到计算结果，包括天然地基承载力、桩基承载力、天然地基沉降量的计算、砂土液化判别、水储量计算、地热资源的计算等。

采用分析评价工具构建可定义、可扩展的评价模型，结合 GIS 空间分析功能，进行网格剖分和叠加分析，自动生成评价等值线图、评价分区图等评价结果。这些评价模型是根据评价因子，使用建模工具建立的。它具有开放性、可自定义、可扩展的特点。可应用在地质灾害危险性评价、地面沉降危害性评价、地下空间开发利用适应性评价等方面。

地质成果三维可视化

为了形象地表达地质构造的真实形态、特征以及三维空间物化属性参数的分布规律，平台将传统的以二维为主的信息表达方式，转换为二维与三维表达共存、相互补充的信息表达方式，根据不同专业数据建立相应的三维空间模型，提供对模型的三维显示、查询和三维分析，对了解城市三维地质结构，地质构造与活动等提供信息支撑，为城市地下安全提供辅助决策。

◎ 二维数据三维可视化

系统将二维属性数据以球状模型、柱状模型和组合模型等方式在三维场景中显示，直观展现钻孔、监测点、地灾点、水位等属性数据的空间分布形态（图 9、10）。

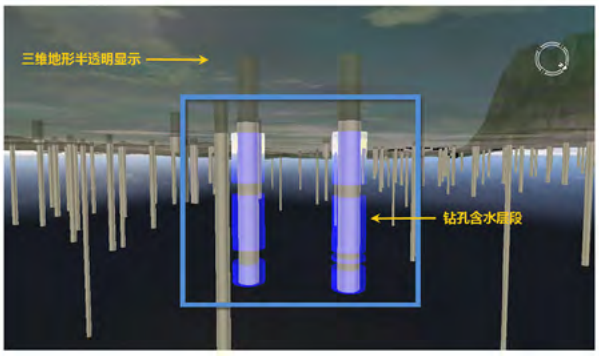


图 9 二维数据三维可视化展现

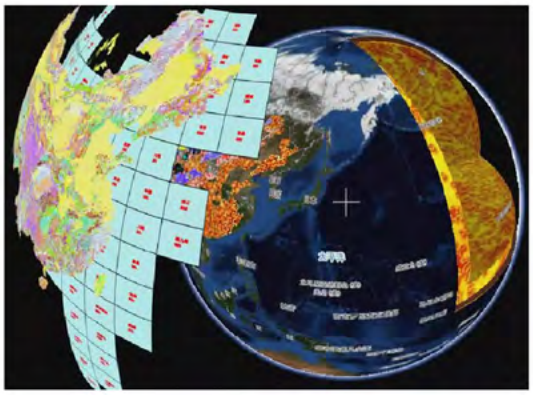


图 10 球面模式展示数据

◎ 三维地质结构模型

对于业界公认复杂的三维地质建模，平台针对不同的地质复杂程度，大胆创新建模算法，优化建模流程，提供了多种不同方法的地质建模工具：对于简单层状地质体，提供了全自动建模工具，对于复杂地质体（包含断层、溶洞、相变等地质现象），提供半自动交互式建模工具，并且还提供了大规模复杂精细曲面的自动模拟，三维地质属性体数据建模等一系列工具。

基于钻孔的三维自动建模

针对钻孔数据较丰富的地区，采用一种“钻孔 + 剖

面 + 等值线”的整体建模思路，根据钻孔、剖面、地层平面分布图（包含等高线）自动建立研究区域内的三维地层模型，提高建模速度，降低建模的繁琐程度、节省建模时间（图 11）。

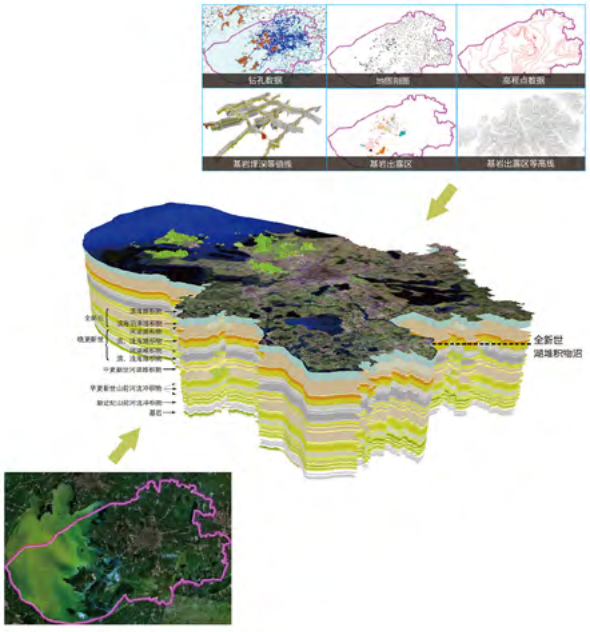


图 11 含标准层的多源数据耦合层状地质体建模

基于实际材料图与剖面的地质体建模

基于实际材料图、地形图、剖面图等数据，可快速构建区域三维初始结构模型。首先进行平面地质图的读图分析，确定主要地质构造，如褶皱、断层等，然后推断各地层的新老关系，结合地形数据，并使用 V 字形法则，初步推断各地层的大致走向及形态。最后通过测点的产状信息，并结合地质读图得到的构造信息，向下推断，建立三维地层模型。此方法充分利用数字填图成果，随着工作程度的加深，建模数据源的增加，地质模型的精确度不断提高（图 12）。

复杂地质体交互建模

针对含断层、褶皱等复杂地质构造，可以利用建模区域内多条交叉剖面将空间分割成多个单元格，用户建模的最小单元就是一个单元格，通过单个单元格内一系列闭合轮廓线建立起曲面片，进而确定该单元格内所有

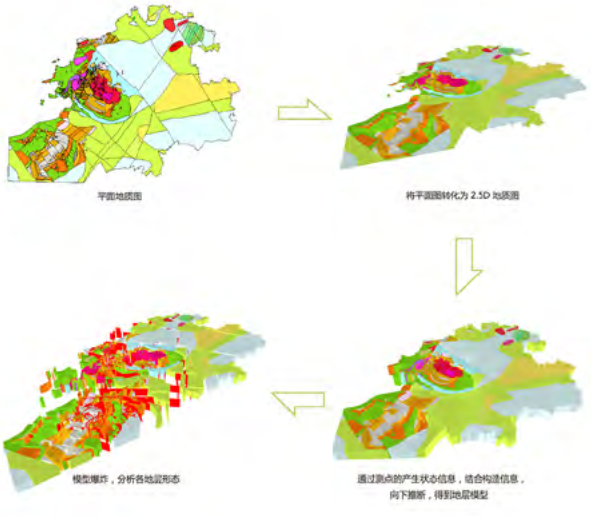


图 12 基于实际材料图与剖面的地质体建模

地质体的空间几何形态，形成一个单元格地质块，最后将每个单元格的地质块进行合并形成完整的地质体模型。除剖面数据外，在单元格内的空白区域如果有钻孔、等值线数据能够揭示地质体或地质构造信息，也可以将这些信息在构面过程中加以利用，以提高模型精度（图13）。

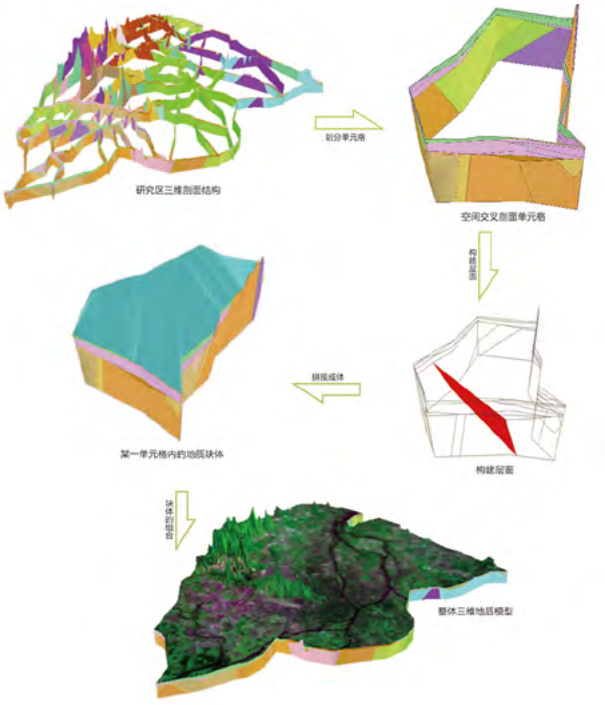


图 13 多约束下的复杂地质体交互式建模

◎ 三维地质属性模型

地质体属性空间分布建模用于地质体内物理、化学属性值（如孔隙度、贮水率、渗透系数、化学元素含量等）的三维空间分布规则化建模（图 14–16）。

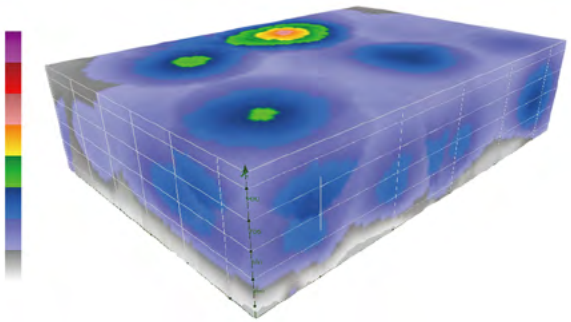


图 14 属性数据建模可视化效果

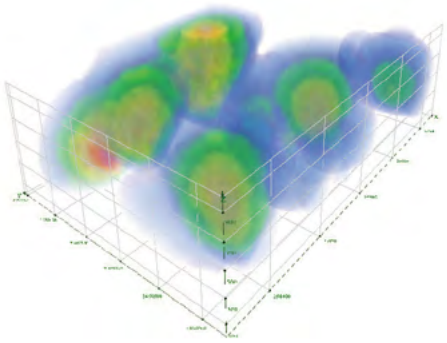


图 15 属性值过滤效果图

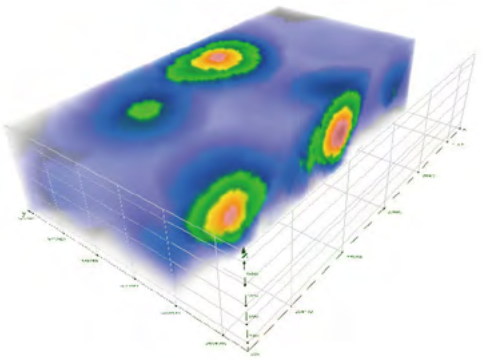


图 16 属性模型动态切割效果图

◎ 地上地下一体化展示

平台可将地表 DEM 模型、遥感影像、地理底图、地质图及地下三维地质结构模型、地下空间模型、管线模型进行集成显示，构建整个区域的多层次立体三维模型，并通过动态剖切、双视图等方式进行地上下一体化漫游、展示，表达城市规划地上空间和地下空间关系，为城市规划、建设和管理提供真正的三维可视化平台（图 17）。

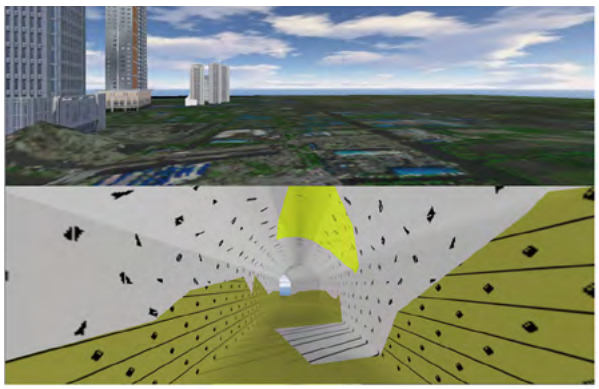


图 17 双视图漫游

◎ 三维动态反演模型

根据地下水、地面沉降等历年监测数据或计算数据，可自动生成三维曲面模型，并进行动态反演模拟，再现地下水水位或地面沉降变化过程（图 18、19）。

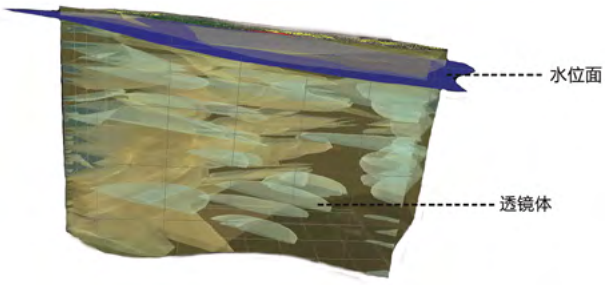


图 18 地下水位曲面模型与地层模型叠加

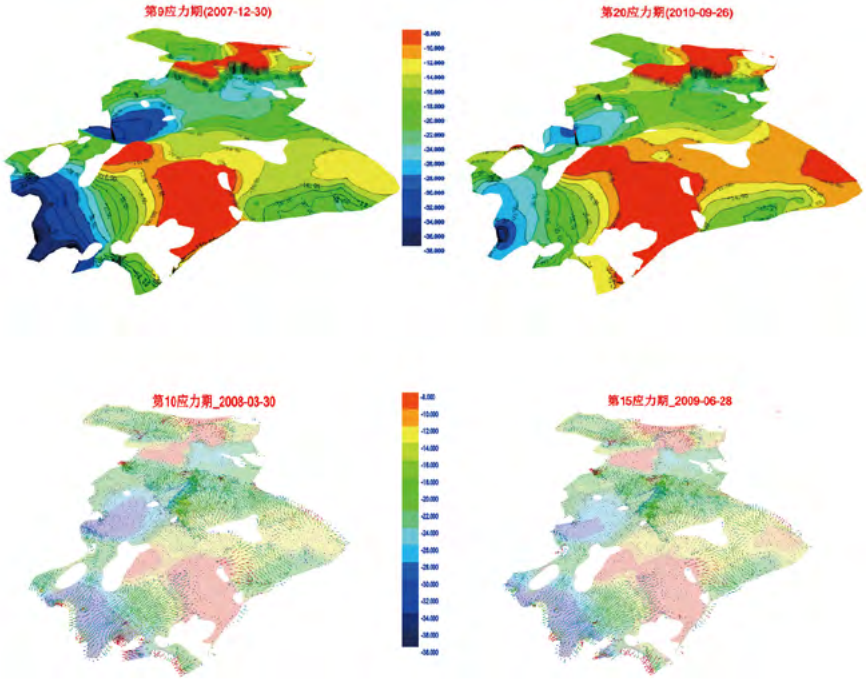


图 19 模型动态反演

◎ 三维模型可视化分析

平台提供一整套三维实体剖切分析功能，如平面切割、折线切割、组合切割、基坑开挖、桩基分析、隧道模拟及漫游、虚拟钻孔创建和输出等，可以更真实的了解地质模型内部的组织情况，并为地质人员提供基于三维模型的专业计算和分析，如渗透系数计算、地下水水量计算、流砂问题评价、基坑突涌评价、软土地基变形评价等（图 20、21）。

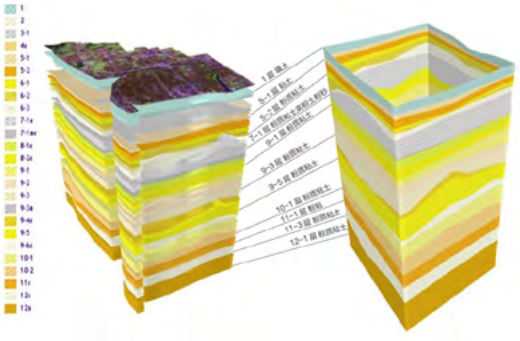


图 20 三维实体剖切分析

地质数据辅助决策

为紧密结合城市总体规划、地下空间开发利用、地质灾害防治、土壤质量环境评价等对城市地质信息需求，实现城市地质信息的经济效益和社会效益，平台面向政府机构用户，平台可提供地质辅助决策咨询窗口，将地质成果有序管理，与政府业务工作流程进行对接，实现基础地质资料方便、快捷获取，为土地利用规划、城市规划建设、政府管理决策等提供强有力的地质支撑。

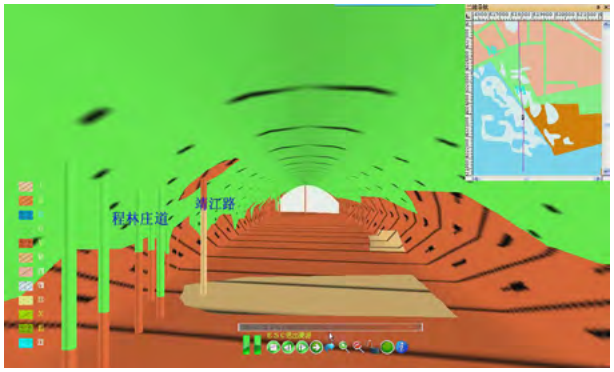


图 21 三维隧道开挖及模拟

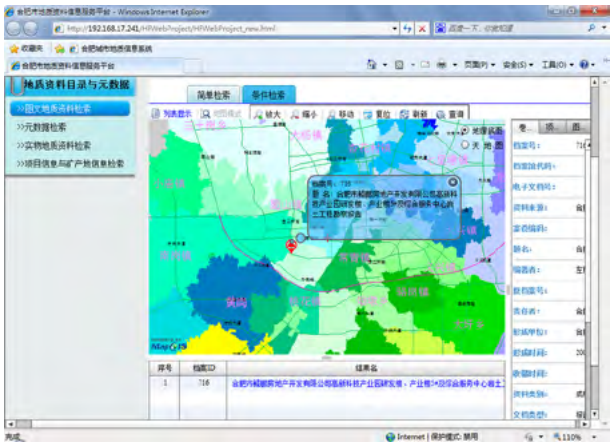


图 22 图文地质资料检索

图 23 三维模型在线浏览

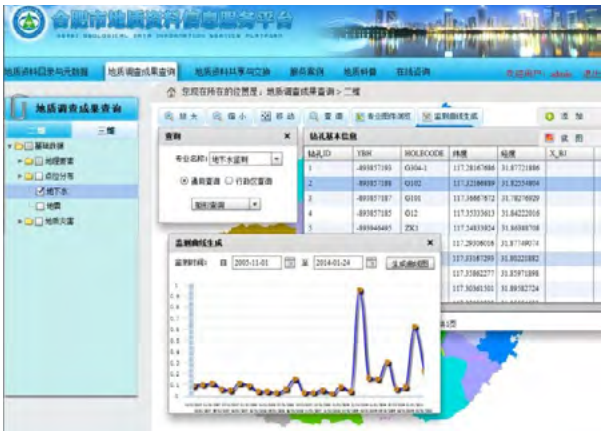


图 24 统计图在线生成

图 25 符合OGC标准的图件服务

地质数据共享与发布

平台可以 B/S 方式提供成果社会化服务，面向政府有关部门（规划、交通、建设、水务、市政、土地管理、环保、农业等）、企事业单位、地质领域科研院所、社会公众，提供基于城市三维地质及相关数据的基础和增值信息服务，实现城市地质信息共享和交换（图 22–25）。

行业优势

自主开发平台

集中地数码集团集数年三维 GIS 技术研究成果之大成，推出 MapGIS IGSS 3D 共享服务平台，为行业和用户提供全空间真三维一体化的地理信息服务，基于 MapGIS IGSS 的共享服务框架，以 MapGIS–TDE 为内核，提供涵盖空中、地上、地表、地下的全空间真三维可视化、建模、分析应用服务，以快速搭建、按需服务的模式构建了面向城市地质领域的三维 GIS 智慧解决方案。

国际领先技术

基于 MapGIS IGSS 3D 平台，在城市地质数据的管理技术，专业评价分析构建与管理、三维地质建模等方面进行了深入研究，形成了一系列核心的关键技术。

※ 提供地质数据建库标准，指导快速建立地质数据库

在城市地质数据的管理技术方面，为实现城市地质空间数据、属性数据一体化的组织管理，采用先进的控制表映射技术、界面自动生成等技术，便于随着地质调查工作的深入，扩展地质专业数据内容以及功能。借助关系型数据库，系统需提供完整的文件数据（文档、表格、图片、视频等）的管理方案，从而实现对空间数据和非空间数据的一体化组织。尤其对于整理、分类、建库工作比较繁重的属性数据，提供标准规范参考，提供建库指南和建库工具，实现城市地质数据管理和维护更新（图 26）。

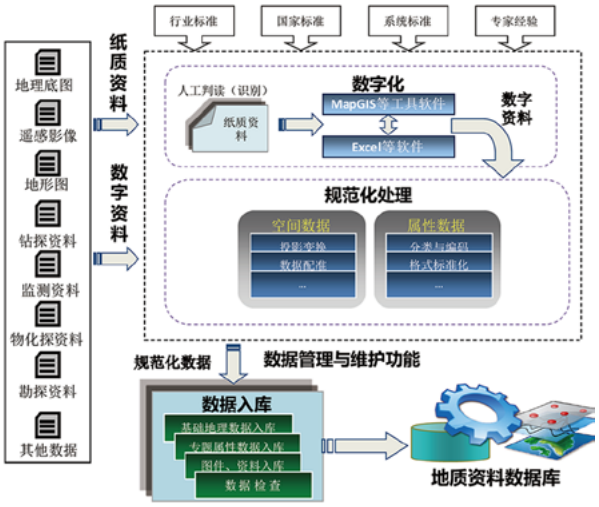


图 26　地质数据快速建库

※ 二三维一体化管理技术，丰富地质信息展示手段

平台从最基础的数据模型、数据管理、数据可视化以及开发集成四个方面，实现了基于数据中心的二、三维一体化管理策略。改变了以往二维和三维数据分别处理的局面，使得二、三维在数据模型、数据管理、数据可视化和数据集成等层面上无区别的对待，真正实现了二、三维空间数据在深层次上的应用（图 27）。

※ 全空间一体化表达，可视化展示地上地下模型

平台提供地上地下一体化管理和分析。对不同空间的信息进行统一存储，分析，在统一的三维场景中一体化显示。在高空，模拟表达地球表面大气圈中发生的多种时空对象，与地上景观模型、地下地质体模型、管线模型等形成了完整的空间模型，更加真实的模拟出现实的世界。

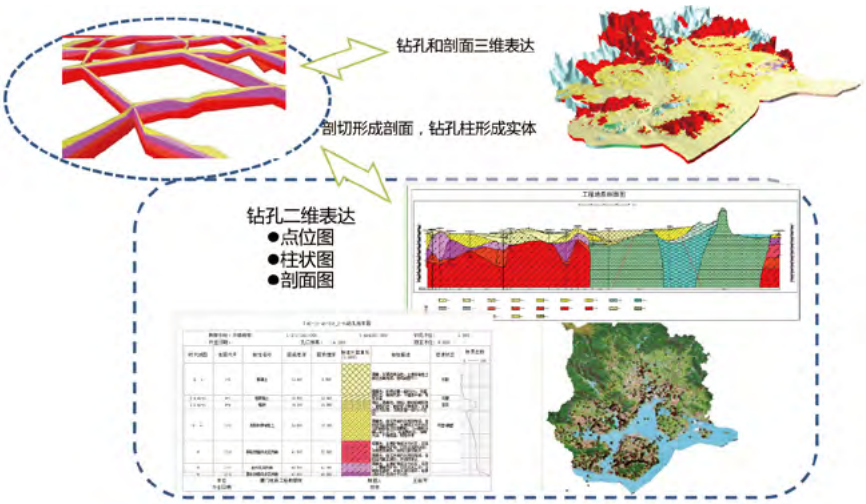


图 27　二三维一体化表达

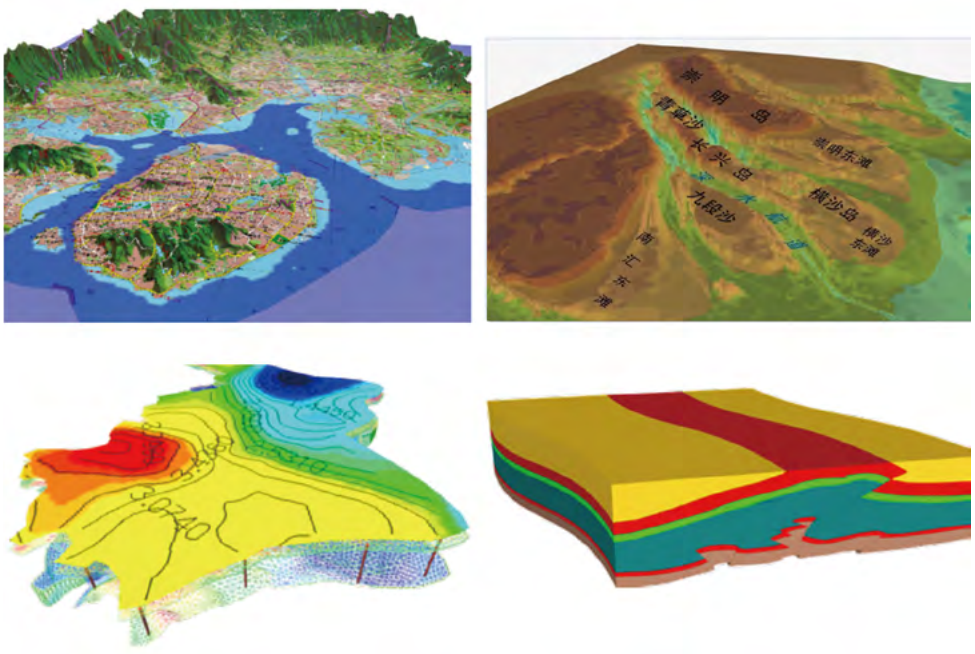


图 28　多种三维建模及分析方法

※ 丰富的三维地质建模及分析方法，可快速建立研究区三维模型

平台提供了地上、地下一体化的三维场景建模方法，以及体数据三维建模技术，涵盖了地上的景观建筑建模，地表的地形建模，地下的地质体建模，三维管线建模，河口海岸三维建模，属性体三维建模，导入第三方模型等多种建模方法。在三维分析方面，平台特别研究了多模型动态分析技术：基于模板的多视点剖切技术通过模板技术及实体模型裁剪面控制达到切和填的目的，在交互的过程中实时剖切对象模型；基于时间序列的三维动态分析技术利用丰富的时序信息，在多模型融合显示分析的基础上，加入场景动态演变分析，通过时态演变动态对模型进行可视化分析表达（图 28）。

※ 提供快速的三维Web发布，便捷搭建地质信息服务窗口

平台利用 Web 服务架构，提供三维 GIS 网络发布服务，在网络上实现多源、多尺度、多模式、异构的地理空间信息共享，并实现了海量空间数据的分布式分析。在三维网络模型基础上，服务器端根据客户端的请求，将三维空间数据实时动态的传输到客户端，通过人机交互的方式控制三维场景的绘制，使得用户能在三维场景中实现漫游。

典型案例

在二十多个城市地质调查中信息系统建设项目中，国家试点地区有上海、天津、广州，其中上海市三维城市地质调查项目获得 2011 年度国土资源科学技术奖一等奖，上海、广州、苏州三个城市地质项目分别获得 2009 年、2012 年、2013 年中国 GIS 优秀工程金奖；中地数码三维城市地质信息管理与咨询服务系统 V1.0 获得 2012 年度第十六届中国国际软件博览会创新奖；城市地质资料集群化管理与辅助决策解决方案获得 2012-2013 年度“湖北省优秀信息化解决方案”奖。

地质资料信息服务集群化产业化解决方案

■ 文 | 郑晓妍 刘辉 黄玲 蒲含勇 徐莉 马德葵

地质资料信息集群化产业化服务是较高层次的服务方式，最终目标是实现地质资料统一集群化和产业化服务。前期探索研究，虽然在地质资料信息管理方面取得了一定的成果，但还未建立起统一的地质资料共享服务体系。目前，地质资料信息服务提供的产品较为单一，地质资料信息资源相对分散，地质资料数据共享度较低，无法满足日益增长的国民经济对地矿资源信息共享服务的需求。

针对目前的现状，有必要进一步健全地质资料管理和服务体系。地质资料信息服务集群化产业化服务系统通过整合集成基础地理信息数据库、地质图空间数据库、矿产地数据库、物化探数据库、钻孔地质数据库、矿产资源储量空间数据库、元数据库等，建立地质资料服务产品体系框架，实现地质资料信息服务集群化产业化管理。

建设内容

地质资料信息服务集群化产业化解决方案是一个C/S与B/S集成的数字化工作环境，基于MapGIS、IGServer平台，充分利用地理信息系统、数据库、计算机网络及三维可视化等技术，建立一个集地质资料数据管理、分析评价、辅助决策可视化、共享与服务等功能为一体的软件系统，为政府部门、企事业单位及社会公众提供一个综合与规范的解决方案（图1）。

实现多种地质矿产资料集群，促进地质资料信息的开发利用

通过整合基础地理、地质调查、矿权、储量等数据的标准入库，构建地质矿产数据中心，突破了长期以来存在的地质资料部门分割所有、难以汇交的难题（图2）。

图 1 地质资料信息服务集群化产业化解决方案架构图

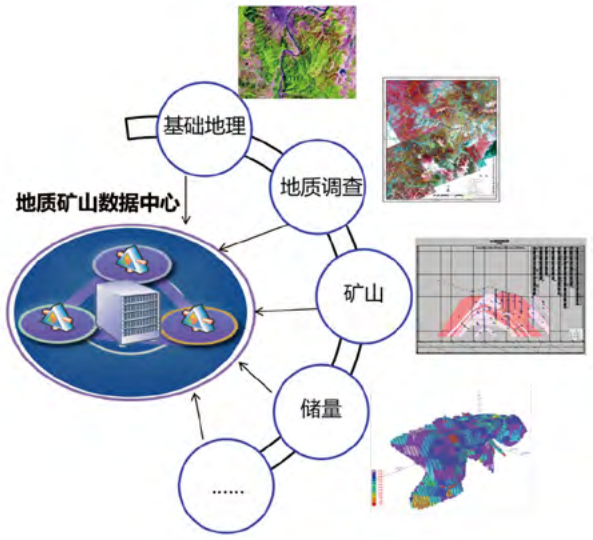


图 2 资料集群管理示意图

图 3 信息化处理流程

建立从地质资料采集到信息发布的信息化处理流程

在充分收集整理和分析研究各类已有原始资料数据基础上，提供对原始资料的规范化处理工具，形成可供分析的基础地质数据，通过智能化分析评价工具，将基础地质数据转化为成果数据，并可通过对外服务方式提供产品数据服务，形成地质资料集群化到产业化的信息处理流程（图 3）。

以直观的三维模型可视化及分析方式提供辅助决策支持

◎ **实现矿区三维可视化，直观掌控矿体形态，辅助矿区开采决策**

根据原始编录信息对三维地形、工程数据、样品数据、矿体数据进行全自动三维建模，根据采空区的位置信息全自动和交互式建模，还可根据三维地层剖面，进行半自动地层建模（图 4）。

◎ **基于评价模型库的地质矿产专业分析评价**

根据地质统计学估值建立的三维块体模型，根据矿体品位的分布情况，可以为开采台阶的设定和配矿选矿提供依据；通过物化探数据三维模型的异常点分析以及专业的评价模型，为深部寻找未知矿体，在更大的范围内进行成矿预测提供依据（图 5）。

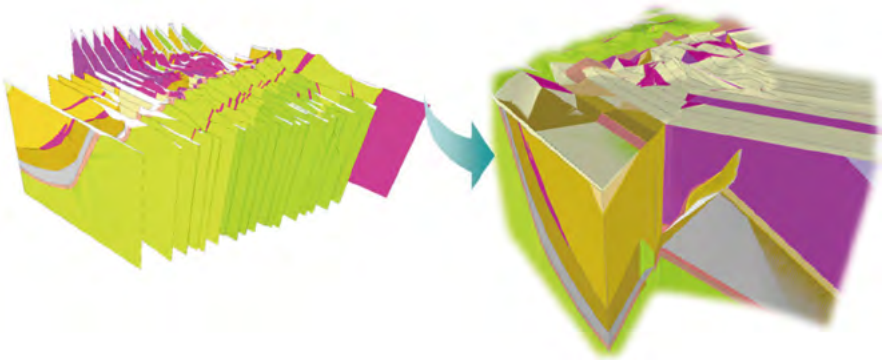


图 4 地层模型构建

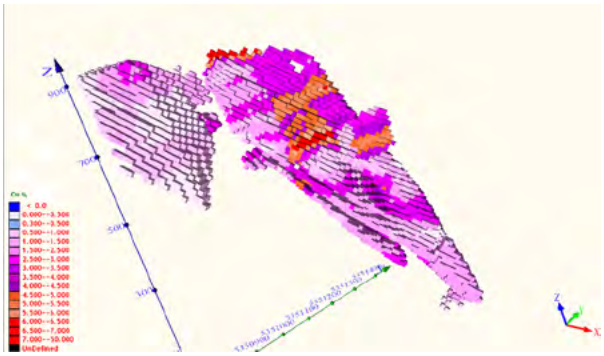


图 5 基于块体的矿体属性模型

◎ 为应急指挥提供决策支持

通过对井下巷道中基站、人员、设施的定位，一旦爆发了紧急事件，可立即对事故点、事故影响范围进行确认，支持快速进行逃生路径辅助决策，将矿难的影响降到最低。

提供符合规范的服务接口，实现数据共享与交换

提供可公开的空间数据与非空间地质矿产资料数据的共享和交换服务，主要方式是通过用户发送的查询请求，返回响应结果，基于 WebService 并结合 XML 等技术实现不同数据中心之间的数据交换和实现跨平台的操作（图 6）。

在线提供地质矿产资料专题与特色服务，实现产业化服务

通过网站留言板与网上调查、网上投诉方式，搭建与公众之间的信息沟通桥梁，并建立相应的响应机制，实现以下两种方式服务：

◎ 地质资料专题服务

提供与本地区热点或常见地质问题介绍，用户可采用诸如下订单方式订购指定地区或专题的成果地质资料。

◎ 地质资料特色服务

地质专业用户可在线申请或留言，请求下载得到某

图 6 地质信息服务共享示意图

地区的或某项目的相关地质矿产资料，如钻孔柱状图、某地区三维地质模型等，管理员通过后台审核，将已经完成的地质专题图、三维地质结构模型等制作成公共产品进行在线发布。

主要优势

- 提供灵活方便的数据入库工具，且支持数据的更新与扩展，以及与其它相关系统完美对接交换共享数据，充分考虑数据的可拓展性；
- 提供专业的矿产分析工具，支持自动或半自动成果图件编制及报表输出；
- 结合最新的 GIS 技术、三维建模与分析技术等，提供勘查矿区地表、勘探工程、勘查剖面矿体、采空区、地质体的快速建模；
- 提供多层次多角度的网络共享服务平台，面向不同用户提供便捷、多源化、开放共享的在线地质矿产信息服务。

典型案例

河南省小秦岭地区金矿地质勘查信息集成（调查）项目是河南省开展地质资料信息服务集群化和产业化工作的一个试点。该项目采用基于新一代面向服务的悬浮倒挂式体系架构的MapGIS K9作为基础平台，以城市环境地质、数字矿山专业信息应用的MapGIS-TDE三维平台为开发平台，结合现代数据库技术、三维地质建模与可视化技术、固体矿产资源储量估算和动态管理技术等为关键技术，建设“河南省小秦岭地区金矿地质勘查信息集成（调查）平台”，实现研究区矿区自由切换、地质矿产数据查询、地质矿产资料管理、矿区资料查询与显示、矿区三维模型展示与分析，为地质资料管理、矿产资源储量核查、矿山开发管理、成矿预测辅助分析提供依据（图7-10）。

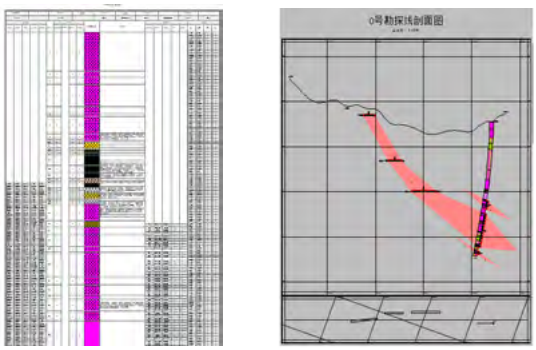


图 7 钻孔柱状图、勘探线剖面图

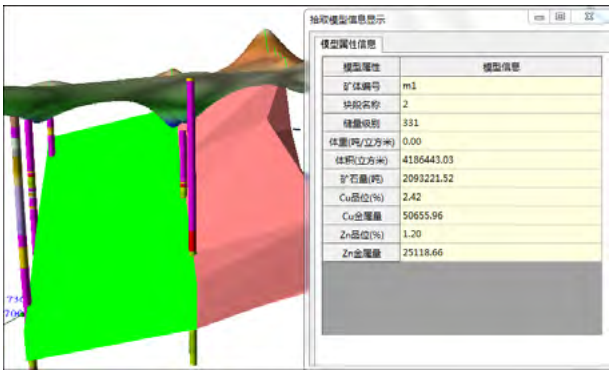


图 8 查询矿体块段信息

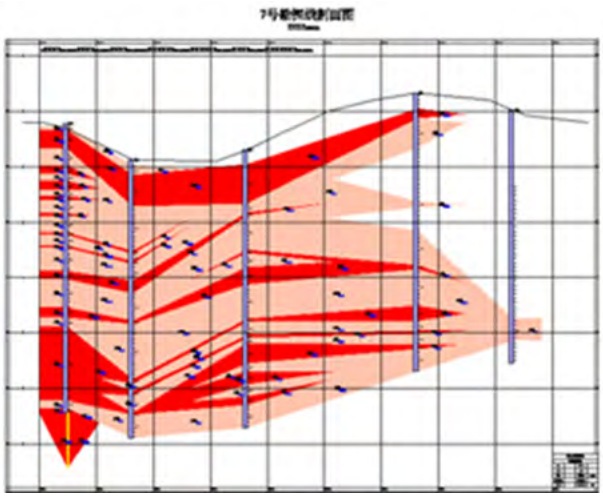


图 9 勘查线剖面图

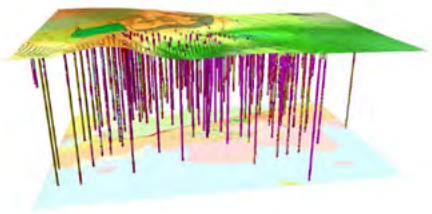


图 10 矿区地形、工程、底图联合显示

河南省小秦岭地区金矿地质勘查信息集成（调查）软件是一个基于河南省地质矿产资料数据中心，面向地质矿产资料信息服务的三维数字化工作环境，以空间数据库、二维GIS、三维GIS等软件技术为依托，满足不同层次用户的地质资料信息服务需求。软件能完整覆盖纸介质、实物地质资料和电子介质资料数据，实现历史数据、当前数据和未来数据的一体化动态海量数据管理。可在统一的技术环境下构建多级、分布式地质资料信息服务集群化框架，形成可持续发展和利用的地质资料品牌信息产品，提高地质资料信息的共享服务程度。

其他典型案例有合肥市滨湖新区地质资料集群化和产业化服务平台，河南省桐柏地区金属及非金属矿成果集成调查，湖南省地质资料信息服务集群化产业化共享平台。

城市群信息提取库：地质环境信息平台

■ 文 | 张礼中 陆琰 郑晓妍 潘声勇

城市群地质环境信息平台软件是在《重要经济区和城市群地质环境调查数据库建设指南》基础上，以空间数据库、二维GIS、三维GIS、三维可视化、WebGIS等软件技术为依托，构建的一个地质调查原始数据及成果资料存储、管理、应用和服务平台，可满足城市群（经济区）地质环境调查评价与区划工作的需要，并为地质调查研究、政府管理、社会公众提供信息服务。

城市群地质环境信息平台采用MapGIS-TDE平台框架结构作为其C/S子系统的基本框架，基于“框架+插件”的系统结构，显示驱动工具支持国际通用的两种三维渲染引擎OpenGL和DirectX3D，并提供统一的绘制引擎接口；MapGIS-TDE构建平台是一个开放的、可扩展的三维开发平台，提供系列面向三维应用的专业建模、分析及可视化工具，是一个集三维数据存储、三维建模、三维模型显示、三维分析应用为一体的一个开放式、可二次开发扩展数据业务和功能业务的三维GIS平台。利用此平台的框架+插件开发模式，可以快速搭建出系统功能框架，各专业分析应用功能，做到了“即插即用”，帮助用户更好的做到模块化的划分以及帮助系统达到良好的封装性。

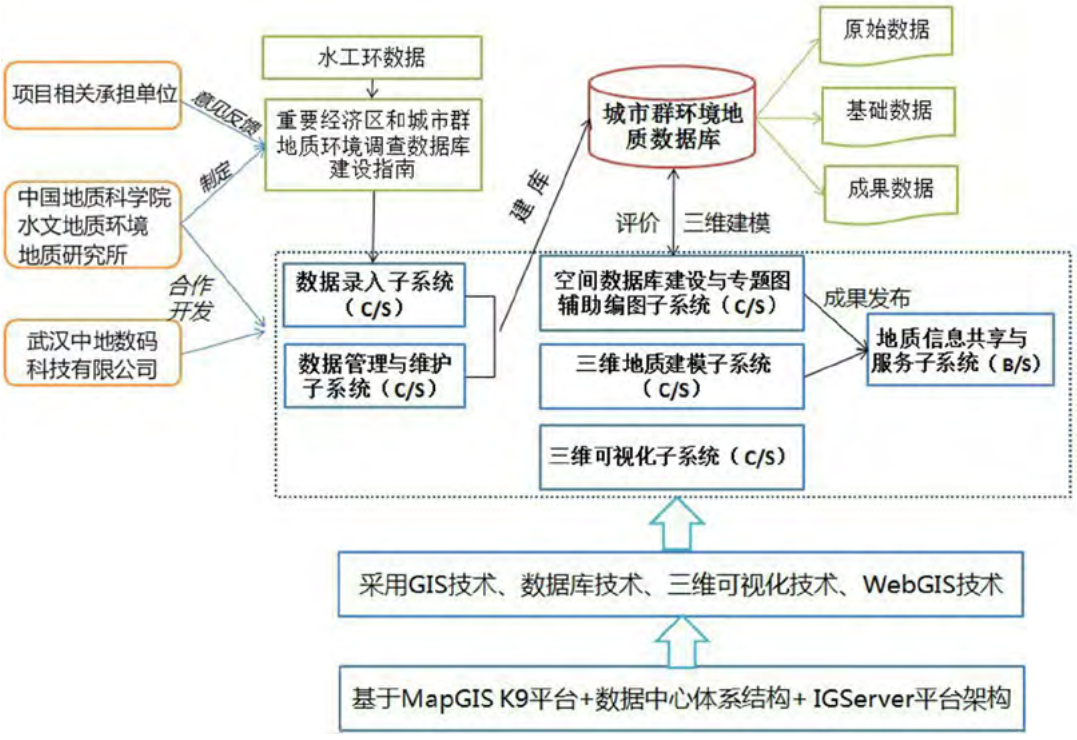


图 1 项目技术路线

采用最新的MapGIS DCS和IGServer平台架构，在构建环境地质数据中心的基础上，通过研究适用于环境地质业务流程的相关技术，构建包含环境地质数据建库、二三维可视化表达、数据检索服务、GIS空间分析、专题图生成、专业评价与分析、三维地质建模与分析、三维可视化等功能仓库，通过C/S模式开发数据管理与维护子系统、空间数据库建设与辅助制图子系统、三维可视化信息服务子系统和三维地质建模子系统四个子系统。通过网格技术整合各专业中心（数据中心）的信息，建立了B/S模式的数据共享和社会化服务子系统，面向用户提供数据或信息服务（图1）。

平台功能特点

系统总体框架

城市群地质环境信息平台由数据录入子系统、空间数据库建设与辅助编图子系统、数据管理与维护子系统、三维地质建模子系统、三维可视化信息服务子系统及地质信息共享服务子系统组成。从软件的角度进行划分可将整个系统划分为三个层次体系，即基础数据获取体系、数据分析评价体系、信息共享与服务体系，整个集成软件系统的体系结构如图2所示。

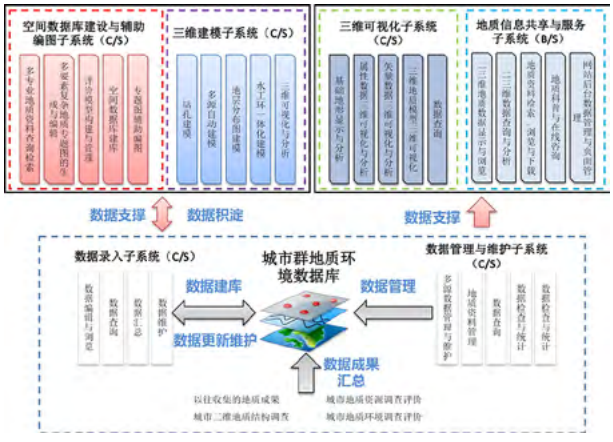


图 2 系统框架

（1）地质基础数据获取体系

由城市群环境地质数据库（含钻探数据、监测数据、化探数据、地质灾害数据等）、数据录入子系统和数据管理与维护子系统构成，系统均以C/S模式运行于局域网环境。

（2）地质数据分析评价体系

基于基础数据获取体系构建，主要指空间数据库建设与专题图辅助编图子系统、三维建模子系统和三维可视化子系统，系统均以C/S模式运行于局域网环境。

（3）地质信息共享服务体系

基于地质基础数据获取体系和地质数据分析评价体系构建，主要指共享服务子系统，面向政府有关部门（规划、交通、建设、水务、土地管理、环保、农业等）、企事业单位、地质领域科研院所、社会公众提供城市群地质环境调查信息共享和服务，该体系中共享服务子系统以B/S模式运行于广域网环境。

地质数据录入子系统

地质数据录入子系统所承载的作用是对城市群地质环境调查过程中各专题数据进行入库，是整个城市群地质环境信息平台的基础（图3）。

图 3 地质数据录入子系统界面

数据管理与维护子系统

数据管理与维护子系统主要对城市群地质环境调查中相应各专题数据进行管理，面向数据管理维护人员提供基础地理空间数据、各专题属性数据、成果图件、文档资料等各类资料的数据库管理维护及操作监测（图 4）。

图 4 数据管理与维护子系统界面

数据管理与维护子系统的作用是组织建立地质环境数据库和完成数据库的管理与维护，是城市群地质环境信息平台中“数据录入➔数据整理➔分析与评价”流程中非常关键的步骤，是辅助编图等后续工作的基础。数据管理与维护子系统中组织完成的数据库的质量和数量，直接影响到后续工作成果的质量。

数据管理与维护子系统从功能上可划分为 7 个模块，分别为目录树管理模块、数据管理与维护模块、地质资料管理模块、数据查询模块、数据检查与统计模块、标准地层编辑模块、系统配置模块。

目录树管理模块主要是提供通过目录树管理二三维的地质环境数据，同时还支持定制目录树功能，此模块是数据展示的基础；数据管理与维护模块提供对数据进行提取、汇总、备份与还原、项目信息浏览与修改等操作；地质资料管理模块提供对文档、图片等介质资料的上传与下载等功能；数据查询模块支持多种方式查询地质环境数据；数据检查与统计模块提供对已经入库的数据进行重复性、完备性等逻辑检查，同时还支持统计钻孔数据的密度等信息；标准地层编辑模块支持用户录入地层编码，为后续的地层标准作准备；系统配置模块支持系统环境设置、动态投影、帮助手册的打开等功能。整个子系统的工作流程如图5。

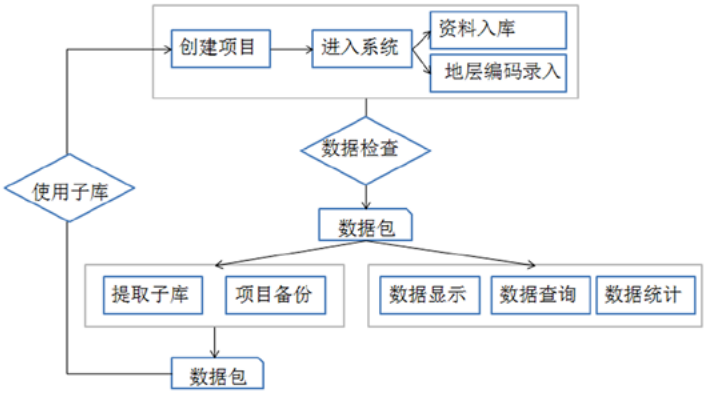


图 5 工作流程

空间数据库建设与专题图辅助编图子系统

空间数据库建设与专题图辅助编图子系统是整个平台软件的核心部分之一，它在功能上可支持对地质数据的目录树层次管理，包括基础数据与专业树管理；支持基础数据窗口与基础数据视图进行联动，专业树管理窗口与专业数据管理窗口进行联动。除此之外，系统还支持对空间数据进行建库、检索、统计和分析，提供钻孔标准化工具，定制钻孔柱状图模版，制作钻孔柱状图和钻孔剖面图；利用评价因子以及评价模型处理方法构建评价模型进行评价计算；利用地层信息数据，制作地层等值线图和钻孔地层分区图；利用矢量图形数据，制作专题图。

空间数据库建设与专题图辅助编图子系统从功能上可划分为 8 个模块，目录树管理、数据统计与查询、标准地层编辑、地质图件生成、工程地质计算、评价模型构建与管理、空间数据库建库、专题图辅助编图。其中目录树管理和数据统计与查询模块与数据管理与维护子系统中相同。

三维建模子系统

系统实现基于 MapGIS-TDE 三维平台针对不同类型和特性地质数据的三维建模方法，多源数据耦合的三

维建模技术方法、三维地质模型空间分析技术、用于地质信息探析的可视化技术方法、地下空间模型的集成分析技术等，利用建立的三维地质模型以三维真实感图象的形式形象地表达地质构造的真实形态、特征以及三维空间物化属性参数的分布规律。

为建立研究区各种三维地质模型，系统根据各种模型的数据特点研发了合适的三维数据结构，选用适当的建模方法建立各种复杂的模型。基于 3D GIS 的城市地质分析应用以反映地质体边界及特征的数据（主要是钻孔、剖面、地层分布图等数据）为基础数据，模拟地质体的表面形态特征和内部结构特征，动态地进行地质体的空间形态和结构分析，这一过程一个将 3D GIS 所具有的空间数据输入、处理及三维构模、显示、分析等功能与城市地质可视化要求相结合可视工作流程，包括多源数据准备、多源数据预处理、三维构模、可视化探析几个主要步骤。依据数据源和所建立模型不同，这一步骤又包含许多微流程，一些流程可自动完成数据处理和建模过程，一些流程则需要人工交互完成数据处理和建模过程。

三维建模子系统包括三维地质建模、三维可视化与分析的功能。三维地质建模支持多源层状地质体三维建模、地层分布图建模和水工环一体化建模三类方法；三维可视化与分析主要包括对三维模型进行拾取、任意切割、巷道开挖等操作；三维显示漫游则包括遥感影像、底图、模型包围盒、坐标网格的显示，模型及巷道的漫游。三维建模子系统是对三维地质模型进行编辑、描述及展示的系统。

三维可视化子系统

针对当前城市群地质环境调查前期工作对三维可视化技术的迫切需求，重新整合了 MapGIS TDE 平台的基础三维建模及三维可视化方法，三维可视化子系统包括基础地形显示与分析、属性数据可视化分析、矢量数据三维可视化、三维地质模型三维可视化、数据查询、系统设置功能，实现了包括属性数据库、矢量数据以及三维模型在内的多源异构数据的快速集成与三维可视化。三维可视化子系统可以对城市群地质环境信息平台软件管理的空间数据库数据直接进行三维可视化。

基础地形显示与分析模块支持通过基础地形模型，构建研究区的仿真地理环境，帮助使用者建立空间方位感。属性数据三维可视化模块支持对已经通过录入子系统入库的属性数据进行三维可视化。矢量数据三维可视化模块支持对剖面数据、等值线类数据、一般矢量数据进行三维可视化。三维地质模型三维可视化模块支持将三维建模子系统构建的三维地质模型进行三维可视化和切割分析。同时，系统支持三种方式的数据查询：通用查询、分层拾取、属性拾取。

地质信息共享与服务子系统

地质信息共享与服务子系统基于 MapGIS 平台研发，采用 B/S 客户端设计，结合基于文本数据挖掘的地质数据智能搜索技术、数据库技术、WebGIS、Web Service 和 GIS 相关技术，研究地质信息智能搜索与信息服务技术，面向各级政府机构、科研院所、企事业单位及社会公众提供基于 Internet 的地质新闻发布，综合地质环境信息检索，地质数据查询与图形查询，三维地质信息查询浏览等，将各地收集的地质环境信息转化为知识信息，从而为社会的发展提供有效的服务。

地质信息共享与服务子系统从功能上可划分为 5 个模块，分别二三维地质数据显示与浏览，二三维数据查询与分析，地质资料检索与下载，地质科普，在线咨询，网站后台数据管理与页面管理。

该子系统提供基于 Web 的中国城市群地质调查地质资料智能服务，包括地质信息展示、地质数据查询服务、三维地质信息服务、地质资料检索服务及后台管理与维护等功能。通过用户授权方式实现不同用户服务的差异性。普通用户可浏览系统提供的公开性资料，授权用户根据权限不同可以共享综合成果、信息处理服务和数据下载服务。

技术特色

基于对象描述的地质数据弹性扩展技术

城市群地质环境调查涉及的地质数据专业包含基础地质、工程地质、水文地质、野外综合调查类、野外综合施工类、野外动态数据监测类等，数据来源丰富，且具有多源、多层次、多维、多量、多时态和多主题的复杂特征及存储表格方式不规范等问题，为解决单一的数据管理解决方式，在底层数据管理中引入了控制字典概念，通过引入一种中间件作为桥梁支持任意数据表的操

作，将计算机对数据的处理和用户对数据的操作分离开来，该技术相对于传统数据库，弱化了软件本身对用户数据表格结构（表名称、数据项名称、数据项长度、数据项类型等）的要求，完全能适应不可预知的多变的数据表。

基于这种控制字典结构，可任意扩展地学数据专业，将不同专题的数据按照存在方式的不同以专业树型组织起来进行管理，经过大量的地质业务分析工作后抽象出了一批控制表，各个控制表由做地质业务分析所需的关键字段的集合构成，专业与控制表进行绑定，再基于控制字典进行用户表格式的映射（图 6、7）。

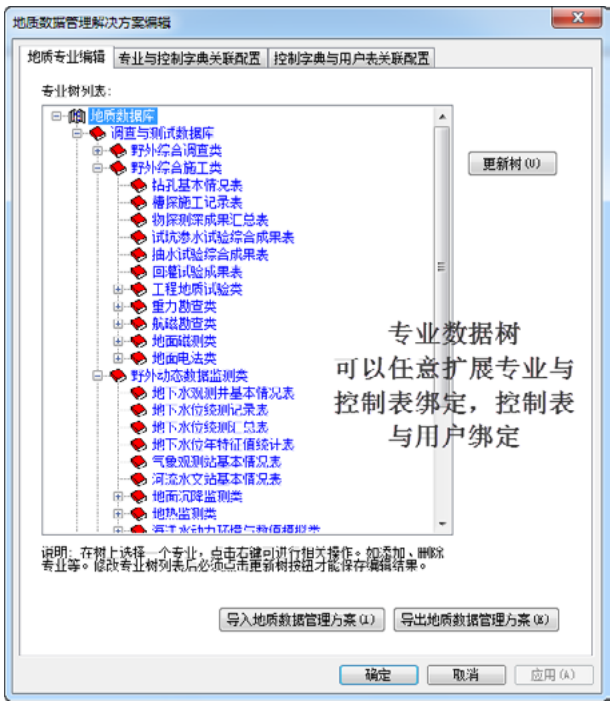


图 6 地质数据库扩展与配置

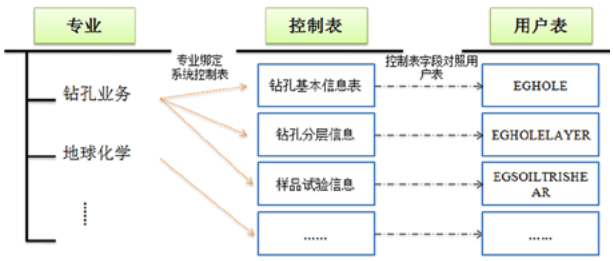


图 7 控制表与用户表映射关系

基于模板定制的专题图辅助编图技术

城市群地质环境信息平台研究了基于模板定制的专题图辅助编图技术，研发了新建专题图生成、主图导入与编辑、图例生成与编辑、综合柱状图生成与编辑、图切剖面生成与编辑、其他要素生成与编辑、专题图排版和输出功能。

※ 基于模板定制的专题图辅助编图原理

基于模板定制的专题图辅助编图主要是设置了相关成图参数，选择了专题图模板样式后自动生成需要制作的专题图的框架，然后导入主图数据，而图例、综合柱状图、图切剖面三个对象的数据源均从主图中解析获取，然后生成初始版本，再利用系统提供的面向地质对象编辑的工具进行快速添加和编辑相关地质要素，各个对象的数据完成编辑后，再调整其排版，最后进行保存以及输出和打印（图 8）。

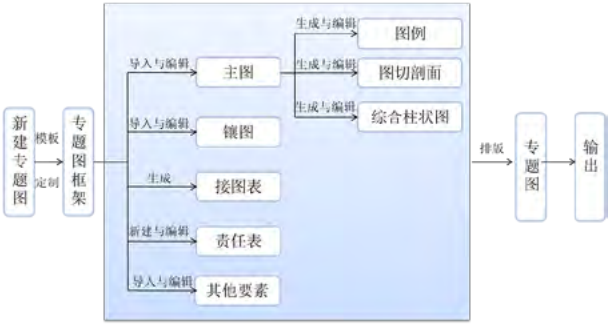


图 8 专题图绘制流程

※ 基于模板定制的专题图辅助编图优势

通过与传统制图方法进行对比，基于模板定制的专题图辅助编图的优势可以简单概述为：效率更高、精确度更高、更方便、更专业。以下是针对专题图以及各个对象制图的优势描述：

（1）新建专题图

使用 MapGIS 平台（MapGIS 67 和 K9）新建专题图时，仅支持生成初始的主图、图名、接图表、责任表等专题图部分对象，而不能像平台中的新建专题图功能，选择相应的模板后自动将样式中的各个对象（柱状图、图切剖面、图例、镶图等）快速添加到专题图中并且按照定制的排版方式进行显示。

（2）图例

当制图人员需要绘制专题图的图例时，平台提供功能可根据主图数据自动解析获取图例信息，自动生成图例，提供工具方便、快捷的对图例整体排版，对图例组、图例单元的参数和属性值进行修改和位置排版调整。而如果使用其他的制图软件则需要一点、一线、一区的完成图例单元的绘制，不仅效率较低，还存在误差，不够精确。

（3）综合柱状图

综合柱状图一般表达了主图范围内的地层情况。城市群地质环境信息平台不仅提供功能使制图人员在绘制过程中可以很方便选择参考区域内的所有钻孔地层信息，还提供了快捷、方便的面向地质对象（地层接触关系表达、地层的夸张和缩略显示、合并层、化石、侵入岩等）的编辑工具，提高了制图人员的工作效率。而目前传统的制图工具大部分还是需要制图人员人工进行点、线、区的添加，耗时。

（4）图切剖面

图切剖面的绘制可不基于钻孔数据绘制图切剖面，并且可提供水文地质相关要素的编辑功能，例如水位线、河流、流向线、涌水量、矿化度、承压水位埋深等信息的表达和编辑，提供专门针对断层进行计算和绘制的工具。传统的制图工具则没有提供针对水文地质要素和断层数据生成与编辑工具。

地质分区图约束下的多源地质数据耦合自动建模技术

城市群地质环境信息平台研究了地质分区图约束下的多源地质数据耦合自动建模技术，研发了一系列的分区图构建、数据源检查、地质面构建、地质体构建、模型效果调整的工具，按照自上而下、由粗到精，先建大层，再建小层的思想进行模型构建。

※ 建模原理

每一层地层单独构建地质体，多层地质体构成地质模型。第一层由地表分区图和地形等高线建模。从第一层开始，上一层的底面作为下一层的顶面参与建模，根据顶面、钻孔数据和地层分区图（地质图）自动构建底面，然后将顶面、侧面和底面构成地质体（图 9）。

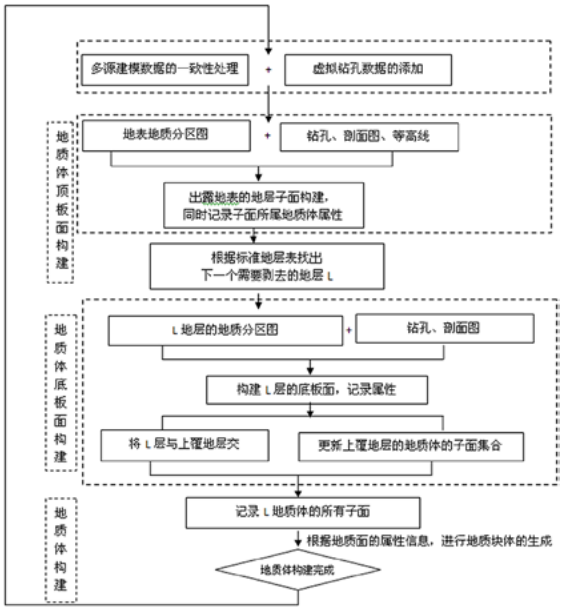


图 9 地质分区图约束下的多源地质数据耦合建模思路

※ 建模技术优势

地质分区图约束下的多源地质数据耦合自动建模技术是城市群地质环境信息平台建设中的一个重要突破，与以往三维地质建模技术相比，优点是速度快，但是准确性低，钻孔数据量要达到一定程度才能满足地层表达需求。

在本建模技术中，可以实现三种分区约束方法：

1、用户直接传入地层分区（将用户经验约束进去，更符合实际）

2、利用钻孔、剖面等数据追踪出分区图（分区结果比较光滑，符合数据的分布）

3、只用钻孔、剖面求出地层面，采用层面相交的方式，计算出分区图（分布结果不太光滑，有时不太符合数据的分布，随意性较大）

主要技术优势为：

- 直接约束地表分区数据，最终模型与地表完全吻合，可信度、美观度提高很多。
- 逐层构建，较原自动建模算法相比，不会出现数据冗余现象，可以生成高精度模型。
- 可以考虑约束用户提供的地层分区图，将专家经验融入进来，更符合实际。
- 逐层构建思想，可将每一层的等值线约束数据、等厚图数据约束进来，模型更加精确。

青海省柴达木盆地察尔汗盐湖资源开发动态数据库模型建设

■ 文 | 王晓红 顾锡莲 李良林

察尔汗盐湖位于青海省格尔木市，是中国最大的盐湖，是一个以液体钾矿为主，固液并存的大型钾镁盐矿床。湖中储藏着500亿吨以上的氯化钠，可供全世界的60亿人口食用1000年，我们国家80%的工业用盐都是来自察尔汗盐湖。随着察尔汗盐湖的大规模开发，在其开发条件下，其矿床特征发生了巨大的变化，导致其矿区的固、液体矿的的分布、品质等都发生了相应的变化，青海省国土资源厅拟通过“青海省柴达木盆地察尔汗盐湖资源开发动态数据库模型建设”项目建设，实现对察尔汗盐湖矿产资源的动态监督管理，提高盐湖资源开发利用效率，盘活资源量。为国土管理部门和矿山单位提供以下服务：

◊ 建立盐湖资源开发动态监测网络，开展矿产资源动态监测，适时获取客观数据，形成综合分析、评价报告，为政府和矿山企业部门保持矿产资源的可持续开发与利用，维护矿业秩序以及综合整治矿区环境提供技术支撑及决策依据；

◊ 通过实施资源动态监测，建立资源动态数据库，进行资源储量参数对比分析，掌握资源开发动态变化规律，以便开展储量动态估算，进行水盐均衡计算，指导矿山企业合理延伸开采工程，评价开采回采率；

◊ 通过动态监测研究，掌握开采过程中地下水动态变化，查明不同开采规模、各种降深时的下降漏斗区的影响范围和形成条件以及发展趋势，找出矿山开采过程中资源开发存在的问题，提出解决方案，挖掘资源开发潜力，优化资源配置和开采方案，督促矿山企业科学规划、合理开采。

功能特点

系统总体框架

按照本系统的工作目标和实际的用户使用方式，共用Oracle 11g数据库进行空间数据、业务数据、三维模型的存储与管理。运用INTERNER数据交互与WEBGIS技术在现有网络环境的基础上贯穿融合各个子系统业务流程，使用数字三维地质，GIS数据管理分析等技术完成察尔汗动态盐湖储量计算。整个系统的总体框架如图1所示。

图 1 系统总体架构图

（1）基础设置：包含了本项目运行过程中所必需的硬件资源、网络环境等设置。

（2）数据层（数据中心）：采用ORACLE数据库进行基础地理地质空间数据、盐湖资源动态监测数据、盐湖资源勘探数据、盐湖资源成果数据的存储与管理，

为上层应用提供储量动态监管的相关数据支撑。

（3）功能层：包含多了三个应用子系统。

“盐湖资源动态监测信息报盘登记子系统”以B/S的方式支持动态监测信息远程报盘，并将远程报盘动态监测信息存储到数据中心。其包括提供系统设置及权限管理、动态监测信息报盘登记、监测信息统计查询服务等。

基于MapGIS K9平台的“三维建模及储量估算子系统”实现察尔汗矿区区段、采矿权以及基础地理地质信息的综合管理，提供动态监测信息管理模块，提供三维建模及分析模块，实现盐湖资源三维空间展示与分析，提供盐湖资源勘探储量估算及评价分析模块，结合动态监测卤水水位、水化学信息，实现实时动态储量估算及评价分析，提供资源储量估算图件、动态监测曲线绘制、报表等成果报表、成果图件的输出功能。

“动态监测成果发布子系统”提供察尔汗盐湖资源勘查开发动态监测管理、储量动态监测信息查询、分析、统计、管理，盐湖资源三维模型发布及管理、盐湖资源三维模型地上下一体化浏览。

这样一个“1+3”的整体系统架构，即由一个数据中心和三个应用子系统构成，通过关键的储量数据串联，各个子系统任务功能明确，三个应用子系统各司其职，涵盖了项目的信息流输入→处理→输出的三个阶段，保证了动态监测的持续运行。

（4）表现层：为为盐湖资源储量动态监测专业人员、盐湖资源地质三维建模相关人员、盐湖资源储量动态监管人员提供相应的数据服务。

数据中心

采用Oracle 11g标准版数据库做数据管理平台，实现多元异构数据统一管理。管理的数据类型主要有：勘探数据、动态监测数据、平面图形数据、三维模型数据等。

勘探资料：主要有钻孔数据、勘探线剖面数据、勘探分析数据、固液矿储量块段资料等。

动态监测数据：主要有监测孔监测数据、生产开采数据、气象水文数据，动态监测数据按时间指针自动保存每一期数据。

平面图形数据：主要有用二维视图来显示的图件，如基础地理地质图、块段平面分布图等。

三维模型数据：三维盐湖矿体建模时形成的三维矿体模型空间数据。

动态监测信息报盘登记子系统

动态监测信息报盘登记子系统采用B/S架构，运用网络通信技术将察尔汗盐湖数据中心与各个生产单位连接在一起，实现动态监测信息报盘登记，本子系统提供的动态监测数据是整个系统后期运行过程中储量计算的基石。系统主要功能如下：

通过Internet互联网远程登录本系统，完成动态监测数据、生产开采数据等的导入、检查、入库工作。在数据导入过程中，系统自动进行完整性检查和逻辑判断，发现问题及时提醒改正，如图2所示。

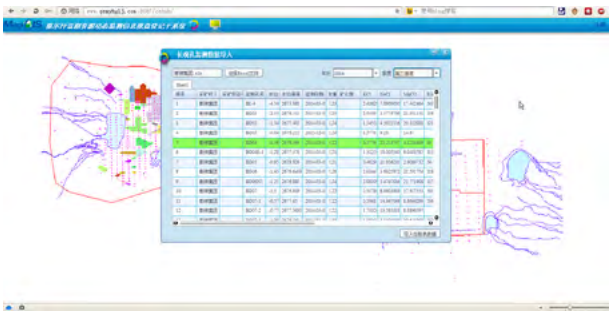


图 2 监测信息上报窗口

三维建模及储量估算子系统

三维建模及储量估算子系统采用C/S结构，基于MapGIS K9平台开发，面向专业技术人员提供高效快捷的盐湖资料查询和三维地质分析，面向系统维护人员提供盐湖液矿三维模型创建与容积法钾镁液矿的储量估算，面向生产管理者提供勘探储量、动态监测储量等一系列的储量统计，报表生成功能。该子系统是数据信息管理维护的关键，也是动态储量生成，对外提供数据服务的关键。

三维空间视图下主要功能有：完成三维模型建设、三维模型操作分析、三维建模法勘探储量计算、资源开发动态监测储量计算；二维空间视图下主要功能有：完成对勘探孔、监测孔、勘探线剖面、固液矿体块段、基础背景图等的统一管理。

三维模块功能

（1）三维建模及操作分析

完成地层、固体钾矿、液体卤水矿的三维模型建设，在此基础上可以对三维模型进行各种操作分析，以便以不同的角度、不同的方式更好地了解察尔汗盐湖地层的空间展布，查看固体钾矿、液体卤水矿的空间赋存状态，如图3所示。

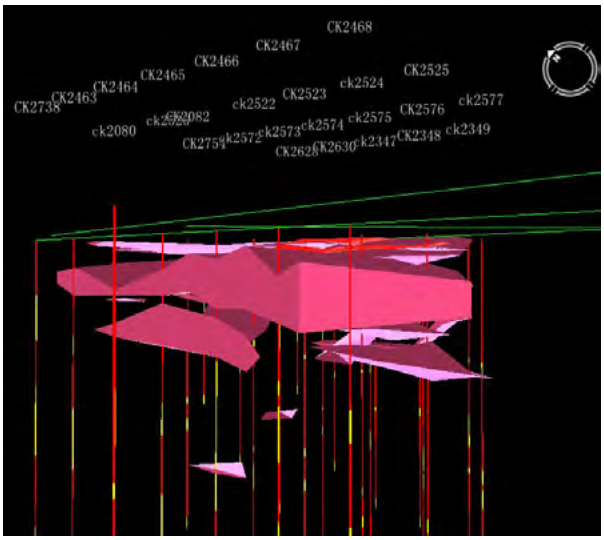


图 3 固体钾矿三维建模建设

对三维模型的主要操作分析有：

① 对三维模型按任意方向切割，形成断面图（剖面图）来查看分析（图4）；

② 对三维模型多剖面同时切割，形成断面序列图来查看分析（图5）；

③ 对三维模型进行任意块体切割，形成局部三维块体，360度旋转三维块体来查看地层的空间展布和矿体的空间赋存状态（图6）；

④ 对三维模型进行地基开挖和任意位置设置虚拟钻孔来查看地层空间展布和矿体的空间赋存状态（图7）。

⑤ 实现基于三维地层结构体模型拾取（选择）、属性信息查询。

⑥ 除了对地层、矿体实体模型进行各种剖切外，系统提供计算任意拐点范围地层块体体积、矿体体积或开挖体积；计算指定范围内地层块体、矿体表面积的功能，辅助矿产储量估算。

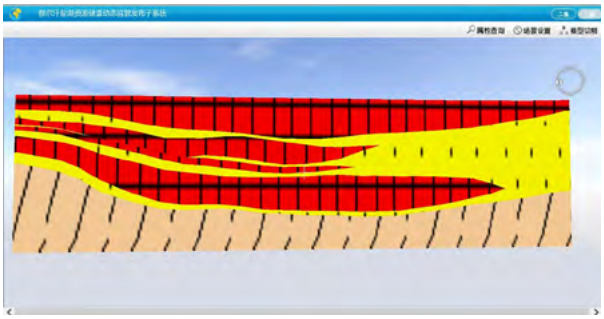


图 4 地层断面图

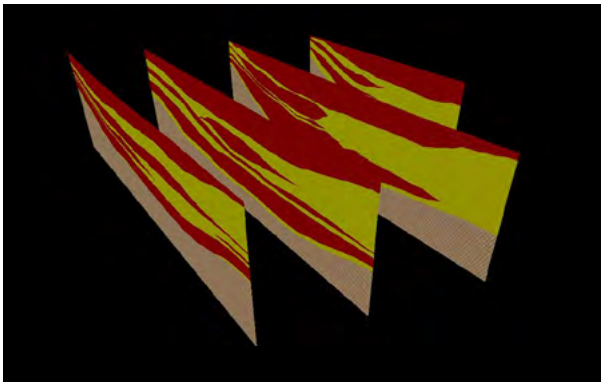


图 5 地层断面序列图

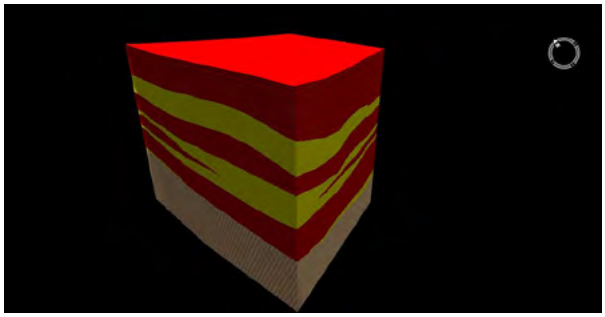


图 6 局部地层三维块体

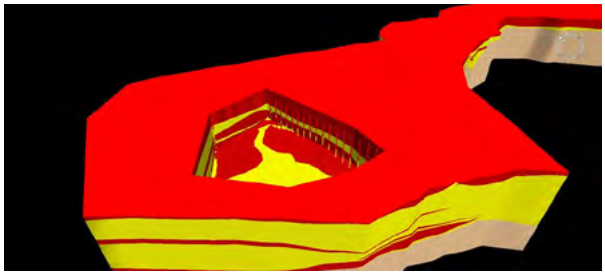


图 7 模型开挖三维模型

（2）三维建模法勘探储量计算

建立了固体钾矿、液体卤水矿三维模型后，结合采矿权空间范围计算出三维模型的体积，从而计算出各个生产单位的三维模型法勘探储量。

（3）资源开发动态监测储量计算

从监测数据上报开始，系统自动计算出每个块体的监测保有量，按矿权范围切割空间块体，从而计算出每个矿权内的监测保有量。

二维模块功能

（1）信息查询、统计

在二维视图下，可以对勘探孔、监测孔、勘探线剖面、固液矿体块段等基本信息查询、统计，在此基础上对勘探孔进一步查看详细信息和钻孔柱状图信息；对监测孔进一步查看每期的监测信息及随时间变化曲线；对勘探线剖面进一步查看勘探线剖面图；对固液矿体块段进一步查看储量信息等。

（2）勘探储量分割

按矿权范围和任意拐点坐标范围分割勘探固液块段，得到分割后储量结果。

（3）平面等值线图绘制

勘探分析数据、动态监测分析数据按规范要求绘制形成平面等值线图。

（4）三维曲面图绘制

勘探分析数据、动态监测分析数据按规范要求绘制形成三维曲面图。

察尔汗盐湖资源储量动态监管发布子系统

系统提供对勘探资料，动态储量计算结果，成果图件的B/S网络数据服务发布的功能，可远程获取当前系统对察尔汗矿区动态储量监测的实时信息。实现盐矿资源动态监测的数据、报表、图件的实时展示，提供卤水位水位曲线、水化学信息的动态监测数据，实时展示盐矿资源三维模型。

信息发布

该子系统下发布的主要内容有：勘探信息、动态监测信息、等值线和三维曲面图信息、相关数据信息以及三维模型信息等，如图8所示。

（1）勘探信息

可定位、查询固液矿体平面块段及相关信息、勘探钻孔及相关信息。

（2）动态监测信息

可定位、查询、下载监测孔及相关的基本信息、动态监测信息以及随时间变化曲线。

（3）平面等值线图信息

可查看、下载勘探分析数据、动态监测分析数据平面等值线图信息。

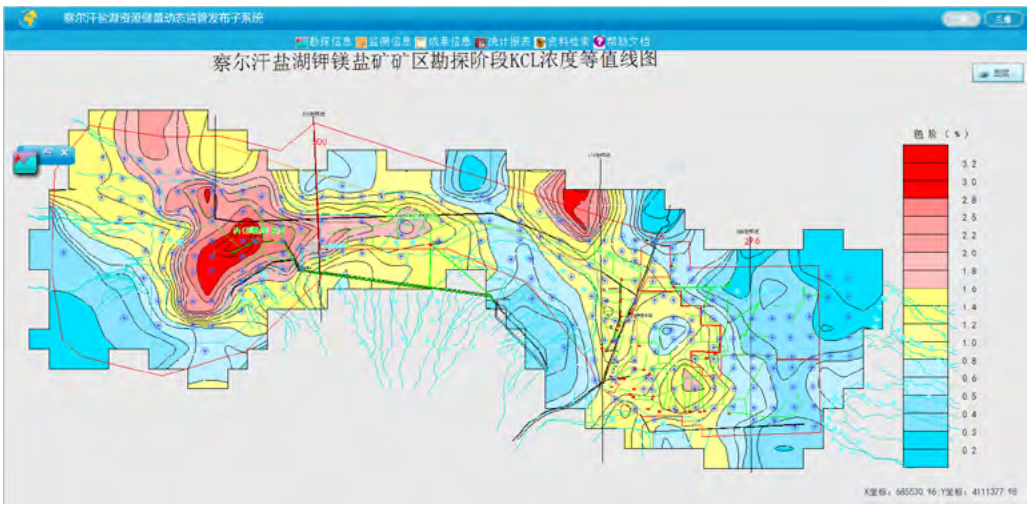


图 8 系统成果数据

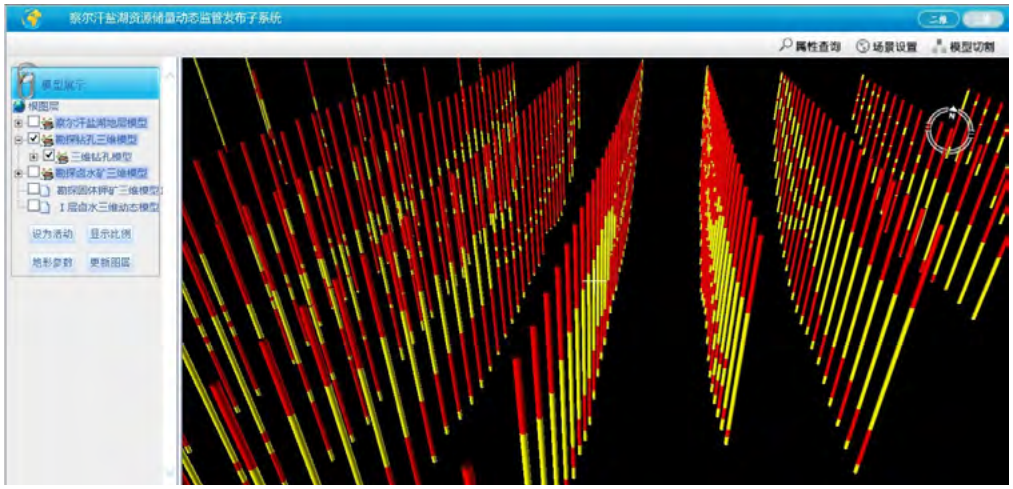


图 9 发布系统三维钻孔模型

（4）三维曲面图

可查看、下载勘探分析数据、动态监测分析数据三维曲面图信息。

（5）勘探、统计数据信息

可查看、下载勘探原始资料以及本次统计形成的各种数据信息。

（6）三维模型信息

在三维视图下，发布察尔汗盐湖地层三维模型、固液矿体三维模型、勘探孔三维模型、地面设施三维模型等（图9）。可对三维模型进行剖切，查看三维模型属性信息以及进行场景设置等。

统计信息发布

信息统计分为两类：一类是勘探信息统计，另一类是动态监测信息统计。

（1）发布勘探信息统计结果

有勘探矿层储量统计和勘探储量统计两类。

（2）动态监测统计信息发布

①发布动态水位、KCl含量形成的断面图信息。

任选监测孔号，绘制不同时期动态监测水位埋深、KCl组分含量断面图，进行对比分析。

②发布动态监测储量统计信息

发布每个矿权、5个矿种、每期的动态监测储量信息以及与勘探储量的对比信息。

③发布动态监管储量统计信息

发布累计查明资源储量、当季开采消耗储量、累积开采消耗储量、生产保有储量等信息

④发布固液转换量计算结果

发布每个矿权和全区一年内和历史累积固液转换量。

⑤发布探采对比信息

发布4个矿权和全区水位埋深、卤水厚度、KCl组分含量以及监测保有量的探采对比信息。

⑥发布采采对比信息

发布4个矿权和全区不同采矿时期水位埋深、卤水厚度、KCl组分含量以及监测保有量的采采对比信息。

应用前景

该系统自2014年建设以来，在青海省国土厅各级领导重视，察尔汗各盐湖生产单位的支持下，已稳定运行了2年时间，成为了各单位进行盐湖矿产储量动态监管的有力工具，利用该系统，各生产单位编制了2014年、2015年察尔汗盐湖的储量年报，并通过了省厅组织的储量年报评审，正在逐步替代原人工储量年报编制的工作。

该项目的正常运行减轻了各单位对察尔汗盐湖储量动态监管的工作，为各级管理部门为政府和企业适时了解资源动态变化情况提供储量数据，为下一步决策提供依据。通过动态监测对比研究，掌握了开采过程中察尔汗地下卤水的动态变化，查明了不同开采规模、各种降深时的下降漏斗区的影响范围和形成条件以及发展趋势，为出矿山开采过程中资源开发存在的问题，提出新的解决方案。

智造互联 爱普生创新引领未来

日前，2016爱普生创新大会（2016 Epson Innovation Days）在北京隆重举行。本次创新大会，爱普生首次面向中国用户，发布Epson 25长期企业愿景，并阐述了全新的品牌战略；同时针对行业应用、办公应用以及个人应用，发布并展示了其在喷墨领域、视觉领域、可穿戴领域、机器人领域的创新产品及解决方案，获得了媒体及用户的关注。

爱普生作为最早进入中国的跨国企业之一，不断追求节能、小型化与高精度的“省、小、精技术”，给中国用户提供创新高效的产品和解决方案。秉承“科技+本地化”战略，爱普生在中国市场的业绩一直呈持续增长态势。例如，爱普生墨仓式打印机自2011年推出以来，截至目前已在中国市场累计售出200万台。据相关数据统计，2015年爱普生喷墨打印机市场份额已达到30%；爱普生投影机业务，在中国市场份额已达20%，连续5年市场占有率第一；爱普生机器人业务销售业绩相较于2014年增长了78%。

在市场份额飞速增长的背后，是爱普生一直以来坚持“顾客优先”的理念，并深入研究中国用户实际需求的结果。秉承“创新与挑战”的DNA，爱普生在本次创新大会又展出并发布了更多的创新方案及产品，为中国用户带来了全新的体验。

Epson 25愿景，创建人、物、信息互联新时代

在创新大会的发布环节，精工爱普生公司总裁碓井稔先生，针对Epson 25长期企业愿景进行了深入阐述。

随着信息和通信技术的发展，越来越多的信息都可从互联网上获取，网络空间不断扩大。爱普生认为对于生活在现实世界的顾客而言，能连接网络空间的产品将变得越来越重要。作为一家在现实世界专注于价值创造的企业，爱普生的愿景是希望以“省、小、精技术”为基础，为顾客创造不受时空限制、简单、易用的产品，帮助顾客节约能源、减少浪费、省钱、省事、省时间并通过高性能的产品使顾客的生产力、准确性、创造性大幅提升，同时，通过爱普生的产品，可以改进顾客的业务流程，减少对环境的影响，创造可持续发展的社会。

总结来看，作为一家专注于为现实世界创造价值的企业，爱普生将以“省、小、精技术”为基础，在智能科技、绿色环保和卓越表现等方面为顾客创造价值，倾力创建一个将人、物与信息互联的新时代。

创新科技，引领行业发展

围绕“科技+本地化”的市场战略，爱普生（中国）有限公司总经理安藤宗德，在本次大会上重点讲述了爱普生在喷墨领域、视觉领域、机器人领域等方面的创新，并为用户带来了满足其需求的创新产品和解决方案。

首先，在喷墨领域，基于爱普生PrecisionCore MicroTFP技术，此次推出了拥有2.64英寸“巨无霸”大打印头的专业大幅面打印机SureColor P10080/P20080，较前一代产品，其综合产能提升了近四倍。该新品首次采用拥有4级黑色的爱普生“活的色彩 PRO”

颜料墨水，色彩表现更加细腻，为广告、影像等行业用户个性化批量输出需求带来更高效、更优质的体验。

在视觉领域，爱普生通过持续创新，推出了高亮度3LCD激光工程投影机系列产品，使爱普生成为3LCD激

爱普生专业大幅面打印机SureColor P10080/P20080

光工程投影机产品线最丰富的厂商。以其中一款最高亮度的3LCD激光工程投影机为例，采用密封的光路设计，防止灰尘进入，拥有长达20,000小时的使用寿命，其亮度高达25,000lm，充分体现3LCD的高影像品质及色彩再现性的优势。此系列产品较现有产品镜头阵容更加丰富，可满足行业用户的多样化需求。

基于爱普生“省、小、精技术”，爱普生带来了机器人领域的创新产品——新型折叠手臂N系列机器人，放

爱普生高亮度3LCD激光工程投影机系列产品

置面积比以前减少约40%，配合更高精度的传感技术、力觉传感器和图像处理技术，将生产企业良品率提升到99%，显著提升了流水线生产的工作效率和准确性。在现场，爱普生还展出了在未来上市的自律型双臂机器人，它可以“观摩、感知、思考并重现”。爱普生期待通过自身的创新与努力，创造一个人与机器人共存的美好世界。

爱普生新型折叠手臂N系列机器人

智能智造，改变未来生活

在爱普生创新大会现场，设有“创新智造”、“智能办公”、“乐享生活”三大展区，共展出创新方案40多个，百余款产品，这些创新的方案和产品，将爱普生前沿创新科技在现实环境中的应用展现得淋漓尽致，也让与会者深深地感受到科技给未来生活带来的改变。

在“创新智造”展区，展出的是爱普生为影像、广告、制造、展示等行业提供的全新产品及解决方案。如爱普生高端微喷写真广告解决方案、机器人打磨解决方案、光影舞台秀投影方案等。而最为吸引眼球的是科技感十足的爱普生AR智能眼镜，其基于领先虚拟现实增强技术，通过大数据支持可辅助你更简单容易的完成复杂工作，而通过局域网的连接，更可以远距离实时共享画面数据完成远程协同工作，效率倍增。

基于领先虚拟现实增强技术的爱普生AR智能眼镜

在“智能办公”展区，爱普生则针对办公用户带来了集中式设备管理解决方案、文印输出管理解决方案等。其中，文印输出管理解决方案，让用户不再担心机密数据的泄露，通过智能云认证，即可实现异地漫游打印，大大提高了企业用户的工作效率。同时，爱普生针对物流、移动办公、政府、金融等行业也提供了解决方案。在现场，特别值得一提的是，爱普生针对电力电信行业，展示的专业高效的标签打印方案。爱普生新品LW-Z900标签打印机通过国际碰撞测试，满足户外严苛工作要求，凭借创新的技术设计，为行业用户提供更为专业、高效的标签打印方案。

爱普生工业标签打印

在“乐享生活”展区，爱普生即将上市的可穿戴设备——GPS运动健康手表更是吸引眼球，其通过爱普生独特的高精度心率传感技术、GPS定位和加速传感技术，可准确、实时的感测用户的运动指标和健康体征，为用户提供专业的运动健康指导，引导用户实现更健康的生活方式。日常生活方面，诸如智能水表、智能电表、智能锁、扫地机器人这些现代、科技化的家居生活设施，爱普生电子元器件都在其中发挥了重要的作用。点滴之间，爱普生正用科技的力量，创建着人们美好的未来生活!

回首爱普生41年的发展历程，从世界第一台微型数字打印机EP-101，第一块石英手表Seiko Quartz Astron 35SQ，到世界第一台720dpi的彩色喷墨打印机Epson Stylus Color，再到如今改变打印市场格局的墨仓式打印机，爱普生持续不断的“创新”创造了众多的“世界第一”。不难看出，爱普生始终专注于开发独特的和令人惊喜的产品，“创新”的价值理念清晰可见。

相信在未来，凭借创新的理念以及垂直整合的商业模式，以Epson 25长期企业愿景为核心，爱普生定会在智能科技、绿色环保和卓越表现等方面不断创新、突破，努力创造顾客价值。

爱普生GPS运动健康手表为用户提供专业的运动健康指导

紧贴实战 宜昌市深耕公安信息化

——宜昌市公安局可视化指挥调度系统特别报道

■ 采访｜ 董慧 曹郁　撰稿｜白水亮

好莱坞大片《谍影重重》串联起剧情的除了杰森伯恩躲避CIA追杀同时发掘自己真实身份的情节，还有就是无孔不入的电子监控，卫星定位，让人眼花缭乱的高科技跟踪与反跟踪手段。当这些融合了电影造梦者科技想象的手段在现实中再现，我们会如何，惊叹？难以置信？总归没人能够泰然处之。

本刊特地来到湖北宜昌，对“宜昌市公安局可视化指挥调度系统”进行一个全面的采访，真切地感受到了高科技再现“谍影”的无比魔力。

让宜昌成为公安信息化的“造梦之地”

《谍影重重》中营造的种种安全危机并非妄想。现实中公共安全问题、反恐维稳问题等是每一个国家都面临的重大问题。当前，我国的社会治安形势比之以往有了很大改观，但仍然严峻，各种新型社会治安案事件、突发性群体性事件、公共安全事件层出不穷，人口流动更加频繁带来治安形势日趋复杂，传统的警务运行机制已经很难适应当前日益动态的社会治安形势。

1996年全国公安工作会议提出了“科技强警”战略：就是要将科学思想、科学方法和技术手段、技术装备切实应用到各项警务工作中，普及到每一个执法岗位上，融入到公安队伍建设各个方面，全面促进现代警务机制建设，全面提升公安机关的整体素质和战斗力。

经过20年的推行，在“科技强警”战略的指导下，全国各地在警务信息化、公安现代化建设上取得了长足的进步，在服务政府构建“和谐社会”、推动“平安城市”建设等方面发挥了十分显著的作用。

湖北省宜昌市城区现有100多万人，而警力只有2000多人，公安工作压力较大。宜昌市公安局一直在思考，如何在警力有限的情况下，实现及时高效打击犯罪行为？他们思考的结果是，契合“科技强警”战略，加强宜昌市警务信息化的建设。

在落实科技强警战略方面，宜昌一直努力不懈。多年的信息化建设实践已经为宜昌市公安部门打下坚实的基础，尤其是在科技强警的观念上，宜昌市走在了全国的前面。近年来，随着公安信息化以燎原之势在全国上下铺开，宜昌市不断加强信息化建设及应用，始终坚持向信息化要效率、要战斗力，不断整合、充分利用现有系统和资源，逐步实现传统警务向信息警务、智慧警务的转变。宜昌市公安局指挥中心着力打造的“宜昌市公安局可视化指挥调度系统”是宜昌警务信息化、公安现代化建设的重要成果，以此为契机，宜昌市将公安信息化建设浪潮推向了更高点。

“事实上，早在2012年，基于当时维稳、反恐需求的增大，我们就提出了建设可视化、扁平化、智能化指挥调度系统的构想。把以往公安信息化成果集成在公安信息化系统中，形成全局的指挥中枢、情报中心、信息中心，实现全市公安信息资源的全面整合和综合应用，提升公安信息化水平，为我市公安工作提供强有力的科技保障。” 宜昌公安局指挥调度中心陈主任接受采访时说。

宜昌市公安局结合原有的基础和实际情况，依据公安部技术指导规范，在公安部下发的PGIS平台软件上依托中地数码强大的研发实力，开发建设了有宜昌特色的可视化指挥调度系统业务应用系统。作为在国内最大的专业从事地理信息系统（GIS）研发、开发、应用和服务的GIS平台及解决方案提供商，中地数码中地数码协助全国多个省市在公安信息化建设中取得了多项战果。宜昌市公安局与中地数码合作旨在将宜昌打造成为湖北省乃至全国的警务信

息化试点，让宜昌成为公安信息化的“造梦之地”！

宜昌市公安局指挥调度中心

争分夺秒　用一部电影时间办一件案子

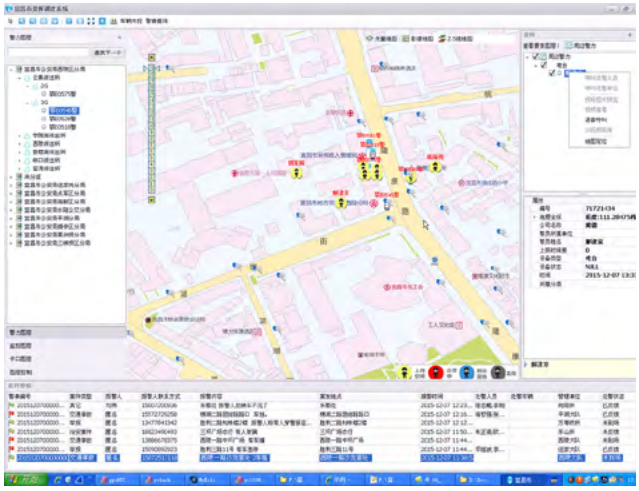
群众看公安，首看110。“以往公安工作的信息化程度低，或者说谈不上信息化，指挥调度通常只能靠几部警用电话。由专门的警务人员 24小时值守，接到电话报警遇到警情的时候由他们进行人工登记，然后将案件情况转达给派出所，由派出所出警处置。在这种工作模式下，民警十几分钟到半个小时之内到达事发地点就已经不错了。”陈主任说：“对于警务工作及警务工作者来说，快速接警、出警、处警事关重大，因为每一分每一秒都关系到人民生命财产的安全。并且从民众的普遍心理上来说，不管案件的棘手程度如何，问题能否及时得到解决，公安部门对于报警的及时响应都将是对他们心理上的莫大安慰。比如，频频发生的手机被偷案件，如民警及时出警侦查，暂不论能否找得回来，失主心里起码就能好受一点。”

宜昌市公安局将110、119、122“三台合一”，为可视化指挥调度系统提供地图报警定位服务，提高了警务工作中地址定位的效率和精度，满足了宜昌市公安局实战工作的需要，提高了报警出警的效率。

公安工作就是要急人之所急。宜昌市公安局指挥中心深谙此理，因此积极运用信息化手段，改变传统的“只应急不联动”或者“应急小联动”的警务工作方式。运用“宜昌市公安局可视化指挥调度系统”可进行从接警开始整个办案流程的完美演绎：在接到报案后，案件信息即时传输到指挥调度平台，接警指挥员通过GPS追踪定位，嗅探出离发案现场最近的警员、警车。然后，指挥员通过平台电子地图点击离现场最近的警员的移动单兵警务终端图标，进行图上点击通话，指令其立即赶往案发地，了解案情。同时，指挥中心也可以以短信、微信等各种方式向处警民警的手机发送备忘信息，并向报警群众发送信息，告知安案件受理情况。这样，从接到案情信息到指令发出仅用了几十秒的时间。

这种接警、出警方式，不仅能实现双向、互动信息的快速传递，还能提高警务指令传递的准确性和处警效率，与传统“口口相传”的方式相比，平均节约出警时间几分钟；同时还可以缓解报警人的焦急情绪，便于警民沟通。

系统试运行1年以来，宜昌市公安局的接处警执法效率和质量得到显著提高，接处警群众满意度得到大幅提升，民警的群众工作水平有了明显增强。



警力指挥调度

一键消息发送

智能处警　层层防控任他插翅也难逃

公安指挥调度是指挥中心的核心工作。指挥调度工作的准确性和效率直接影响到处警的效率和效果，影响到公安机关打击犯罪的能力和服务质量，乃至影响整个公安机关的形象，以及产生相应的社会效益。

指挥调度系统的运用大大简化了出警的流程，同时也提高了处警的效率和质量。按照指挥调度系统的功能及应用，指挥调度中心的工作人员为记者描述了运用平台协调指挥一次抓捕行动的大致过程：

指挥中心通过精确的定位确定处警民警，并将案件信息和任务指令发给民警，民警随即前往案发地点。从可视化指挥平台的视频中，可以看到处警民警的警车已经出发。

在民警赶往事发现场的同时，110指挥中心的接警指挥员已经进入到临战状态。在民警到达案发地点之后，在指挥调度平台的电子地图上该民警所驱警车由红变绿，指挥员随即开始针对现场的办案指导。到达现场的民警向报警者、现场群众展开调查、取证、拍照，了解案件过程。通过警用通、手机等移动终端，将警情相关资料迅速发回指挥调度平台。这时指挥调度平台电子地图上就生成了案件点，平台根据民警发回的经纬度坐标，自动向110系统下达指令，调取相应的接警单，赋予该案件点以相应的警情要素，坐镇指挥中心的指挥员，只用点击地图上的散点就能随时了解案情，以便及时分析，并对现场民警的案件调查工作提供指导和帮助。

有了详细的案件信息，调度中心的警员们开始了线上追踪：通过平台一键智能布控功能，用最短的时间布“四道防线”——主城区内城防线、主城区城门防线、城区周边县市防线、其他周边县市协防防线，迅速形成全市一体化、多层次、交错性的堵控包围圈。根据案发现场回馈的案发时间，指挥员可以把案发地周边几公里的所有监控摄像头激活，平台自动回放案发时间段内的一个个录像并进行比对分析，并同步调取周边社会车辆传回的乘客照片，帮助指挥中心查找嫌疑人、车的外观特征、判断逃跑路线、追踪运动轨迹等。

有了嫌疑人体貌特征，嫌疑车辆车牌等信息，嫌疑犯就插翅难逃了。在掌握了嫌疑人、嫌疑车辆的逃跑轨迹，以及可能的藏身地及目的地，指挥中心就能进行多线的布控，按照警车的位置和堵孔路口的坐标进行就近指派，指挥附近的警车、警员对嫌疑人、车辆进行合围包抄。

“有时候，办一件案子，比看一部电影长不了多少。”陈主任喜道。

为了减少减小犯罪分子对社会的危害，公安民警必须与时间赛跑！可视化指挥调度平台的使用，使得接警、出警、处置的速度和准确度大大提升，改变了传统的指令逐级转达指挥方式，实现了跨层级、扁平化指挥。陈主任表示，宜昌市可视化指挥调度系统试运行以来效果显著，全市现场抓获率有了很大提高，重大警情布控出警的反应时间大大缩短全市公众安全感指数明显提高。

卡口过车查询

周边资源分析

指挥员正在运用系统进行指挥调度

未雨绸缪 公安做事亦要走好流程

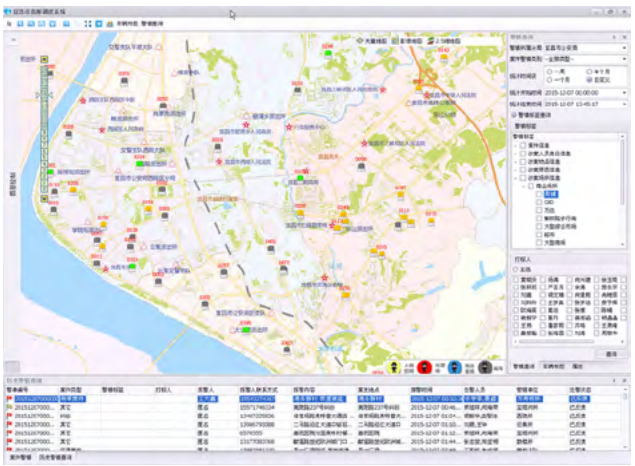
智能指挥调度平台除了指挥调度接警处警，另外一个主要目的就是辅助决策，其情报研判平台通过对已有各业务情报数据的统计分析做出对警情的研判，为案事件等提供研判和决策依据。对接警综合平台进行各单位案件分析，定义时间、空间的警情，通过智能指挥调度平台进行四色风险预警，并在此基础上进行数字化案件热点分析，通过不同的颜色来区分案件高发和低发的情况，直观地展示出案件登记和分布情况，为指挥中心提供决策依据。

四色预警通过红橙黄绿四种颜色区分宜昌市公安局案情的等级。红色表示警情等级为一级，橙色表示警情等级为二级，黄色表示警情等级为三级，绿色表示警情等级为四级。通过红橙黄绿四种颜色区分各地区案件的情况，包括数量等级等，在四色预警的基础上研判分析各地区的情况。四色风险预警，实现由以前的案后研判预警、被动设防，向现在的案前评估风险、主动设防转变；通过它可以更加科学地确定巡防的等级和城市布防的重点。除了警情的四色，还有警力的四色分别表示值班待命、出警中、到达现场、离岗，警力的四色表示能够方便指挥中心对于警力分布的了解，合理组织和调配，改变以往指挥中心对警力分布一抹黑，不能合理安排警力及勤务的现象。

治安防控工作就要“未雨绸缪”，宜昌市公安局在指挥调度平台的建设中，充分满足一些重大警情处理的需要，对重大事件的应急处置专门提供了一个预案系统。例如，在处置一些危险品爆炸、泄露事故的时候，因公安民警缺少针对此类事故的知识经验，不知道危险品的危害，危害范围有多大，有什么针对性的处置办法，所以不知道采取怎样的措施。在天津爆炸事件中，很多消防警都是缺乏经验的年轻警员，不能第一时间判定火情，有可能出现什么危险，如何进行应急处置，穿什么样的防护服、带什么样的防毒面具等等。在不了解现场情况的情况下深入现场，进行不规范的灭火，造成了很大的人员伤亡。试想，如制订了应对危险品爆炸的应急预案，消防员就能在保证自身安全的情况下，进行合理的现场救援，还会有众多年轻的消防员们葬身火海的悲剧吗？上海的踩踏事件如此，各类群体性食物中毒事件如此……

陈主任说：“任何人的生命都值得重视，只有在保证民警自身安全的情况下进行危机处理，才是对民众及公安工作负责的表现。针对很多公共安全事件的处理都有一些流程化的东西，我们借鉴一些成功的案例，制定处置警情的工作流，对辅助指挥起到了非常重要的作用。”

可视化指挥调度平台加强了对预案的建设、管理，使警务工作更加“规范化”，在提高指挥中心民警素质和完善各项应对处置预案的前提下，规范不同类别警情的运转指挥流程，在遇到突发案事件时，指挥中心可第一时间做出判断并下达指令，按照预案进行专业、高效、准确的指挥调度和信息报告。



四色警情监控

植根需求 特色的才是最好的

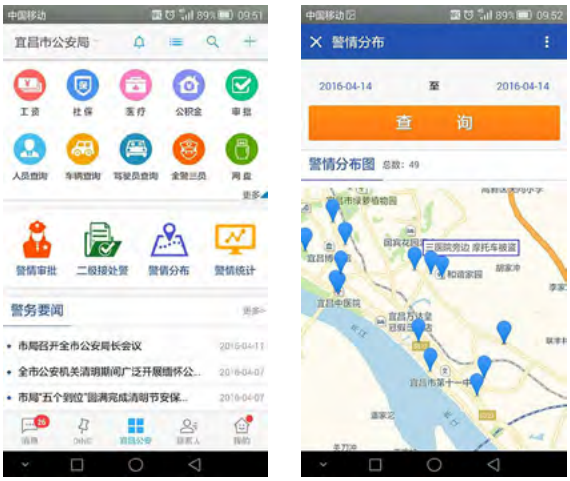
在打造可视化指挥调度平台过程中，宜昌市公安局充分考虑自身业务特色和需求，主推智能指挥调动平台，移动端警用通，利用微信钉钉等开发警务应用与平台结合，同时辅推安保指挥平台，建立起针对多个警种，覆盖多种业务的智

能指挥调度大平台。

宜昌市公安局可视化指挥调度平台的一个特点就是车辆追踪。宜昌是中部地区的重要交通枢纽，三峡大坝，葛洲坝都坐落于此，是一个警保卫工作量比较大的城市。在首长视察过程中，对首长出行车辆的视频监控是一项非常重要的任务。以往的车辆监控主要是通过对监控视频中的车辆逐一排查，但排查比较慢且精确度不高。在公安局可视化指挥调度平台中，研发了针对特定车辆的自动触发功能，开道车辆在行进途中，对前两百米的监控设备进行自动触发，车还没到，监控平台的画面就自动打开了，从指挥中心可以看到车辆行进过程中的源源不断的画面，不需要一个一个去找，就能很好执行排查保卫工作。

宜昌市公安局可视化指挥调度平台的另一个特点是手机钉钉出警。110指挥中心接到报警后，警情下发到手机钉钉上面，警员利用钉钉接收出警任务。“以前指挥中心是不知道具体到警员的警力分布的，现在有了钉钉的反馈机制，以及北斗卫星导航系统、GPS的定位，利用GIS平台进行展示，我们在指挥中心的电子地图上就能看到警力的分布，警员的位置及状态，以及民警是否已接到警情、是否到达现场、是否处理完警情并反馈。便于指挥中心了解警情的全过程，并根据警情做适合的指挥调度” 宜昌公安局指挥调度中心刘科长说。

除了以上两点，中地数码公安事业部的技术人员柯浩俊还给记者介绍了平台另外一些特色功能：一键智能布控、上岗离岗自动查勤、发案动态预警、警情主导巡控、图上点击通话、警力到位亮灯、智能中比合围、案件散点分析、警情聚类分析、四色预警、巡防智能管理、智能辅助决策等等。



结合钉钉开发的移动端指挥平台

应接尽接 构建公安工作“一张图”

宜昌市公安局可视化指挥调度平台建立了上下级联动机制，实现宜昌市与省厅、宜昌市与下级管辖单位之间的联动，减少层级，减少中间环节，避免多头指挥。整个系统建设对警务实战化、基础信息化、执法规范化、队伍正规化建设，起到了实实在在的促进作用，把警务建设的宏观要求落地落实。

“作为一个老公安，我觉得可视化的指挥调度系统带来的最明显的改变就是，指挥室里各种各样的图都不见了，一张大图几百块钱，用不了几次，如今指挥平台都是电子地图，随意切换，定位准确，效率提升了好几档。”谈起可视化指挥调度系统对公安指挥调度工作的改变，陈主任有感而发。

当然，目前系统的建设也存在以下问题。首先是基于实战应用上存在的精确程度不足，PGIS需要标准地址库，标准地址库的不健全对于系统的建设是一个非常大的制约。其次是地图资源的不足，目前系统用的基础地图还是几年前的地图，不能真实详细展示目前的城市路网情况、小区的设置情况。第三在精准定位方面存在不足，一些定位数据不可避免要涉及信息安全、公民隐私问题。

在信息化作战的年代，警用数据被视为公安系统中最庞大且最具价值的资产。而事实上，当前，整个公安系统中数据使用、数据挖掘的程度远不能满足公安工作的需求。下一步宜昌市公安局将把该系统与其他社会资源应接尽接，借助于大数据技术，大情报系统，通过对社会各个方面各个层次的公安需求做出明确、快速、高效、灵活的智能响应，为公安工作提供高效的警务管理手段和拓展便民服务的新空间。

宜昌市公安局将与中地数码等公司继续对可视化指挥调度平台进行建设完善，并且不仅仅运用在指挥调度中心，还要运用到各个实战单位，并针对不同警种、作战单元，进行定向研发、个性化应用，最大限度发挥实战效力。

未来智能指挥调度平台的发展，将从现有提高处理犯罪效率上，向高端智能决策方面发展。利用计算机强大的计算功能和GIS软件的海量地理数据处理分析功能，将110警务指挥和社会联动应急处置等数据呈现在智能城市、数字城市“一张图”上，形成城市应急指挥调度综合平台。

基于MapGIS的三维地质建模方法研究

■ 文 | 郑晓妍 潘声勇 李三凤 匡明星

摘要：基于MapGIS的三维地质建模方法，是如何利用MapGIS软件将三维空间地质实体真实地再现，实现地质体的三维可视化和相关空间分析，为地质研究和矿产资源勘查提供技术支撑。本文在综合前人研究成果的基础上，对目前三维地质建模领域的多种三维地质建模方法进行了介绍。三维地质建模是三维GIS在地学上的一个重要应用，对于解决城市地质、工程地质、环境地质、三维地质填图中的问题具有重要意义。

关键词：三维地质建模；MapGIS软件；三维地质建模方法

1 引言

三维地质建模（Three-dimensional Geological Modeling），即三维GIS技术在地学上的应用[1]，以各种原始数据（包括钻孔、剖面、地震数据、等深图、地质图、地形图、物探数据、化探数据、工程勘察数据、水文监测数据等）为基础，建立能够反映地质构造形态、构造关系及地质体内部属性变化规律的数字化模型[2]。相对于传统的二维地质数据表示方法，三维模型能够完整准确地表达复杂地质现象的边界条件及地质体内含的各种地质构造，直观地再现地质单元的空间展布及相互关系，最大限度地提高地质分析的直观性和准确性[3]。如今在资源和环境的双重压力下，地质找矿，地质灾害监测预警的研究更加深入，传统的二维地质图主要专注于地表和浅部的地质环境，已经无法满足地球科学发展和资源环境的需求，人们逐渐开始将眼光转向地球深部，对三维地质模型的构建提出了要求。

目前，国内对于三维地质建模的研究主要体现在两个方面：1）三维地质建模的基础原理和技术研究，包括三维数据模型、建模方法等；2）三维地质模型构建的具体方法和应用研究[4-6]。在利用城市多专题的地质数据进行三维地质模型构建时，针对不同类型、不同特性的地质数据，选择不同的三维建模方法[7]。本文综合前人的研究成果，重点介绍钻孔全自动建模、多源数据耦合层状地质体自动建模、基于地层分区图的地质图快速建模、基于剖面的复杂地质体半自动交互建模、基于“分区-拼接”的半自动建模、地质体属性建模。

2 三维地质建模方法

2.1 钻孔全自动建模

钻孔数据具有信息准确、数据量大的特点。用户通过交互选择范围或指定矢量区文件的方式获取建模区的钻孔信息，设置建模的相关参数，即可快速的根据钻孔信息构建区域工程地质三维结构模型和钻孔实体模型。

2.2 多源数据耦合层状地质体自动建模

对于工程地质、水文地质等简单层状地质体，系统将采用“钻孔-剖面/等值线-地层实体”构模的整体建模思路，采用所有地层界面共用的网格模板来构建各个地层面，再根据建模范围和精度（网格间距）要求生成地形网格基础上，从基础数据库中可提取钻孔点位和分层信息叠加等值线数据生成地层面强约束点，从剖面中提取有关地层边界线信息，基于地形网格应用这两类数据进行插值计算构造各地层面模型，最后根据地层之间的叠覆关系等地质信息生成地层实体模型，同时，对于地表模型可添加地形约束，构建出真实地形地貌单元的地质模型。对建立完的地质模型，可以不断的添加各种约束数据，指定约束数据的影响范围，对地质模型进行反复的重构更新，从而更精确的去表现真实的地质形态（图1）。

2.3 基于地层分区图的地质图快速建模

基于地层分区图的地质图快速建模方法采用“自顶向

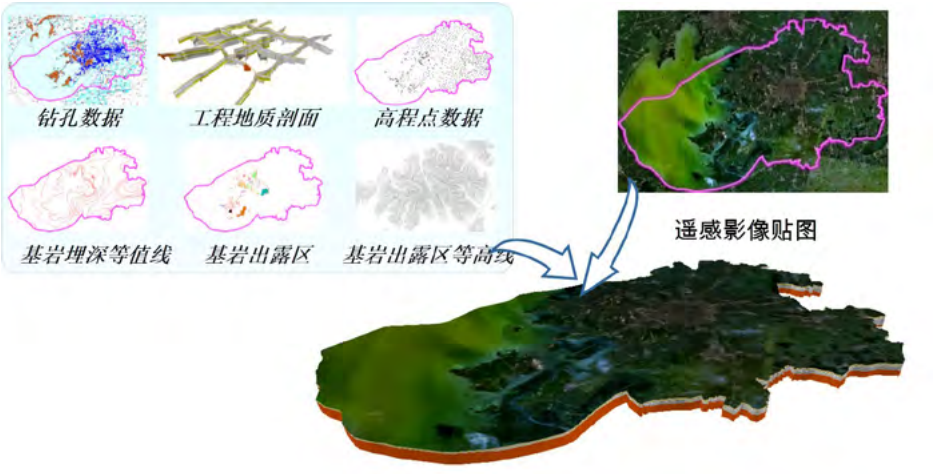


图 1 多源数据耦合层状地质体自动建模

下”的思想，逐层建立每一个层面的顶层地质面。最顶层面看作是一个完整的地质面，以这个完整的地质面为基础，根据每一个层面的地质分区图，向下逐层建立地质面。按由粗到精的建模思想进行建模，分别按系、统、组、段和岩性等进行划分，依次建立一级、二级、三级和四级等地质模型。使用钻孔、剖面、等高线、平面地质图、地层分区图等多源数据作为三维建模的数据源，首先进行建模数据的一致性处理，数据处理工作贯穿与整个建模流程。整体建模过程为：

首先，建立地表地质分区图约束下的地质子面；其次，通过剥离当前需要处理的地层，将后续地质表面建模转化为最上层的地质子面建模；然后，通过标准地层层序，依次构建出所有地质体的地质子面模型；最后，通过拓扑处理，构建出地层的体结构模型（图2）。

2.4 基于剖面的复杂地质体半自动交互建模

根据地质数据特点，可应用剖面交互式建模方法构建基岩地质三维地质结构模型、第四系地质三维地质结构模型。

由于地质专业不同，勘探线的布置方法不同。实际建模中往往会遇到空间位置近似交叉和近似平行的两种剖面情况，分为基于近似平行剖面的轮廓线拼接和基于单元格的“分区-拼接”两种交互建模方法。根据建模范围内的实际地质情况，基岩地质模型和第四纪地质模型一般可采用这种建模方法，这种建模方法将复杂模型进行分割，便于观察和操作，也便于分工合作完成大数据量复杂模型构建（图3）。

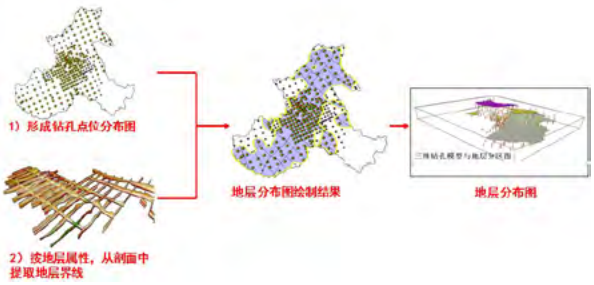


图 2 分区图建模流程

2.5 基于“分区-拼接”的半自动建模

“分区—拼接”建模方法采用“分治”的方法将复杂模型进行分割，便于观察和操作，也便于分工合作完成大数据量复杂模型构建。其建模基本思路为：利用建模区域内多条交叉剖面将空间分割成多个单元格，用户建模的最小单元就是一个个单元格，所做工作就是利用单个单元格内一系列闭合轮廓线建立起曲面片，进而确定该单元格内所有地质体的空间几何形态，形成一个单元格地质块，最后将每个单元格的地质块进行合并形成完整的地质体模型。对于非交叉剖面或边界处无法自然封闭的单元格，可以通过手动添加辅助线的方式进行封闭，之后按照封闭单元格相同方式建模。除剖面数据外，在单元格内的空白区域，如果有钻孔、等值线数据能够揭示地质体或地质构造信息，也可将这些信息在构面过程中加以利用，提高模型精度（图4）。

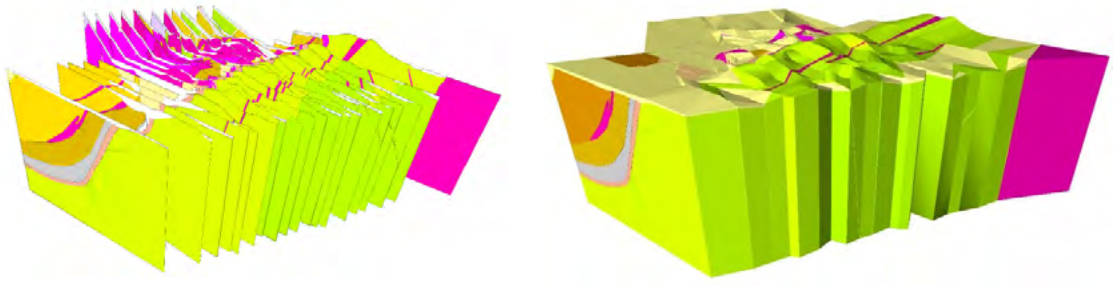


图 3 基于轮廓线拼接的剖面建模

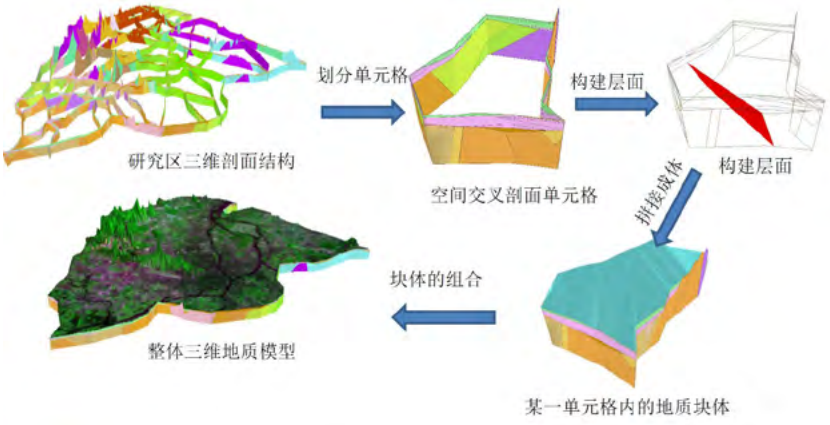


图 4 半自动复杂地质体快速交互式建模技术

2.6 地质体属性建模

地质体属性建模用于地质体内物理、化学属性值和其它地质参数（如孔隙度、贮水率、渗透系数、化学元素含量等）的三维空间分布规则化建模。支持解析指定的地球物理（如地震、航磁）、地球化学数据，进行地球物理、地球化学数据的读入。针对不同类型的属性样品数据，提供多种建模方法，如距离反比插值及克里格相关的插值等。以“ 视电阻率数据 ”为例展示建模后的三维属性数据模型效果图如图5。

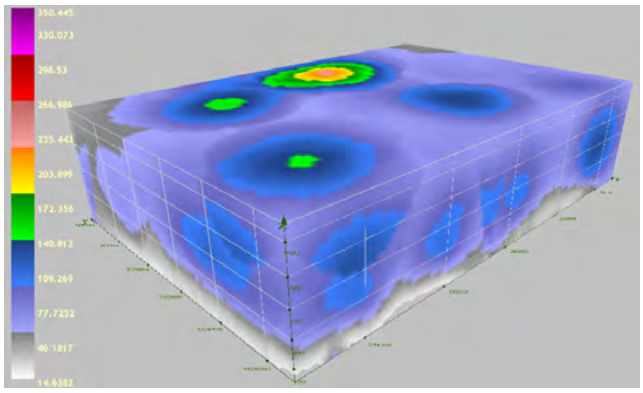


图 5 视电阻率属性数据建模可视化效果

3 结语

三维地质建模在现如今的城市地质、三维地质填图研究项目中具有非常重要的作用，本文总结了几种典型的基于MapGIS的三维地质建模方法。针对不同的地质体选用不同的建模方法，提高了三维地质建模的速度和精度。

参考文献

[1] 朱良峰,吴信才,刘修国等.基于钻孔数据的三维地层模型的构建[J].地理与地理信息科学,2004, 20(3) :26- 30.

[2] Simon W Houlding. 3D geoscientific modeling computer technique for geological characterization[M]. Springer Verlag, 1994.

[3] 陈学习,吴立新,车德福等.基于钻孔数据的含断层地质体三维建模方法[J].煤田地质与勘探,2005,33(5):5-8.

[4] 明镜,三维地质建模技术研究[J].地理与地理信息科学,2011,27(4):14-18.

[5] 潘懋,方裕,屈红刚.三维地质建模若干基本问题探讨[J].地理与地理信息科学,2007,23(3):1-5.

[6] 焦养泉,朱培民,雷新荣等.地学空间信息可视化技术应用研究[J].地质科技情报,2005,24(1):1-6.

[7] 潘懋,方裕,屈红刚.三维地质建模若干基本问题探讨[J].地理与地理信息科学,2007,23(3):1-5.

第一作者简介：
郑晓妍，武汉中地数码科技有限公司工程师

基于FlightMatrix的DMC数码影像快速拼接的探索

■ 文 | 王洪艳

摘要：FlightMatrix软件模块针对无人机小数码影像及其它数码影像都能够快速生成全区正射影像图。如何利用FlightMatrix软件模块进行快速拼接，方便生产管理和后期影像增值运用，同时为以后的数码影像的快速拼接打下基础。本文通过对FlightMatrix软件模块的了解和运用，探索了数码影像的快速拼接方法，为DMC数码影像后期运用和增值提供了基础。

关键词：DMC II -140、DMC数码影像、FlightMatrix软件模块、快速拼接、空三纠正方式、POS参数纠正、影像增值

1 引言

无人机小数码影像作为一种快速获取高分辨率影像的方式近几年来得到了较大规模的应用。但与传统航空摄影像相比，无人机小数码影像也有一定的缺陷，主要表现在：影像排列不规则，俯仰角、旋偏角大；影像重叠度高，模型小；影像畸变大。FlightMatrix软件模块针对无人机小数码影像及其它数码影像都能够快速生成全区正射影像图。昆明市测绘研究院在昆明市地区进行了DMC数码影像航拍，采用具有POS定位的DMC II -140相机系统，获取了昆明市地区约3800平方公里的DMC数码影像和对应的POS定位文件，DMC II 数码影像的特性是：具有像幅小、像元小、高颜色解析力、轻便以及宽量程数字移动补偿等优点，航摄的效率和质量得到明显提高。因为其像幅小，所以在工作上需要对其进行拼接，方便管理和后期影像增值运用，基于POS定位的DMC数码影像进行批量拼接工作是首次尝试，采用FlightMatrix软件模块进行DMC数码影像拼接处理。笔者运用FlightMatrix软件模块对进行DMC数码影像进行批量拼接工作的探索和运用，为以后的生产打下基础。

2 DMC数码影像采集要求和DMC II -140相机系统的相关参数

昆明市测绘研究院采用DMC数码影像采集要满足1:2000

航测成图要求，达到1:2000航测成图的平面和高程精度，以及DMC数码影像采集要求、设计依据和DMC II -140相机系统的相关参数。

A、航摄的具体技术要求如下：

◎ 航线：原则上优先使用东西向布设，可以南北向布设；

◎ 地面分辨率：0.2m；

◎ 航向重叠度：60%-65%；

◎ 旁向重叠度：30%-35%。

B、航摄的设计依据：

◎ 《昆明城市基础测绘2011年DMC数码航空摄影工程技术设计书》；

◎ 《1:500、1:1000、1:2000 比例尺地形图航空摄影规范》（GB 6962-2005）；

◎ 数字航空摄影规范 第 1 部分：框幅式数字航空摄影技术规定》（GB/T 27920.1-2011）；等。

C、 DMC II -140相机系统的相关参数（如表1所示）：

表1 DMCII-140相机系统的主要参数表

像素尺寸	12096×11200
像素大小（微米）	7.2
影像尺寸（毫米）	87.091×80.640
焦距（毫米）	91.9740
旁向（航向）视场角	49.4 °（47.3 °）

3 FlightMatrix软件模块处理流程图

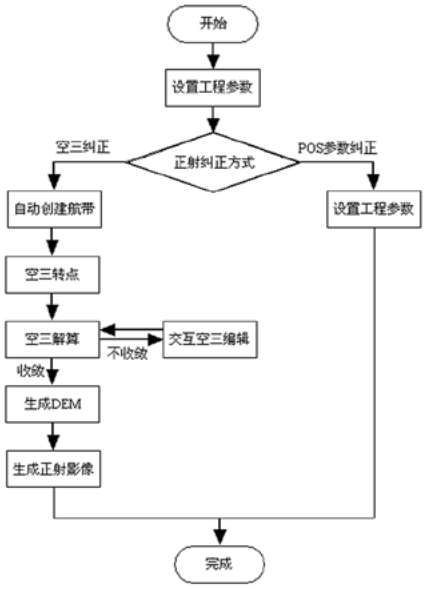


图 1 操作处理流程图

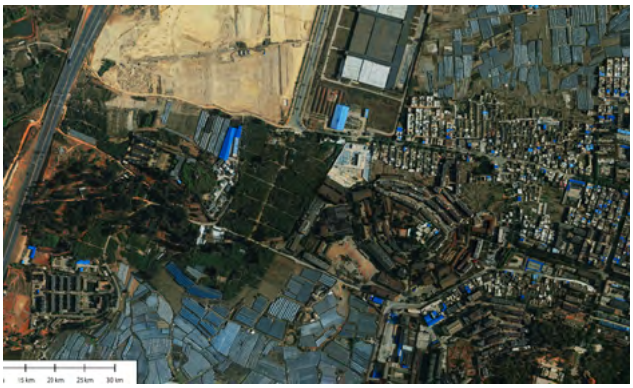


图 2 FlightMatrix软件模块快速拼接效果图

4 FlightMatrix软件模块处理方式的探索

FlightMatrix软件模块针对无人机小数码影像及其它数码影像都能够快速生成全区正射影像图，并进行整体匀光，拼接成整体无缝的DMC数码影像。FlightMatrix软件模块提供两种方式纠正全区正射影像：

A、空三纠正方式：无控制点情况下，根据POS参数文件自动创建航带，自动转点，解算，生成全区的DEM文件，生成全区正射影像图。在实际处理过程中发现软件仅能对*.jpg格式的影像进行调用处理，在相关参数设置正确的情况下，处理结果较好（如图一所示FlightMatrix软件模块快速拼接效果图），特别注意最后生产处理时，在空三转点用POS参数辅助进行。建议采用该方式进行批量的DMC数码影像拼接工作。

图 3 空三纠正方式拼接的效果图

B、POS参数纠正方式：根据POS参数文件直接纠正，拼接成全区的正射影像。在实际处理的结果证明，在相关参数设置正确的情况下，能进行处理，速度快，可以对*.jpg格式和*.tif格式两种影像调用处理，处理结果一般，匹配结果不是理想，会出现的错位和叠加的现象，仅能做概略图。如图二所示：空三纠正方式拼接的效果图和图三所示POS参数纠正方式拼接的效果图。

图 4 POS参数纠正方式拼接的效果图

C、FlightMatrix软件模块的处理日志列表实时显示正在处理流程的状态情况，交互性好。提供的空三交互编辑模块便于用户查看自动空三转点的结果并编辑，提供的数据影像查看工具 便于用户查看生成的 DEM 及正射影像成果，也可将两者叠加起来查看。可查看DMC数码影像处理的过程结果，便于查找原因改正。

5 FlightMatrix软件模块处理的相关技巧

A、与原始影像（*.JPG或者 *.TIF格式）有关

利用原始影像进行格式转换处理，由于空三纠正方式软件仅能对*.jpg格式的影像进行调用处理，必须把*.TIF格式的影像转换到*.JPG格式的影像（无压缩的，与原始影像保持一致），相关的航拍资料确定该区域的近似地面平均高程，过大或过小会对影响DMC数码影像在FlightMatrix软件模块中处理的完整性和精度。

B、与POS参数文件有关

利用DMC数码影像与其相关的外方位元素结合航线图（如图所示）进行确定POS参数设置：相机Y轴与飞行方向夹角；偏航角起始方位；偏航角旋转方向；坐标类型；数据列的字段排列顺序；影像文件名长度；角度单位；等。设置好了之后进行保存，并在DMC数码影像的小区域进行验证，确定正确无误之后，进行批量处理DMC数码影像拼接工作，这样就可以节约时间，提高效率。

C、与相机文件有关

利用DMC数码影像的航拍相机文件确定POS参数设置：如相机焦；距像素大小；等。对DMC数码影像拼接的成果检查，可以参照该区域片区的矢量数据，或者野外实测一定数据点的坐标（统一到相同的坐标系统下，在相应的软件下进行比），并计算其中误差；同时进行色彩调整和检查，尽量以自然色彩为基准进行，影像数据应反差适中，色调均匀，纹理清楚，层次丰富，无明显失真，灰度直方图一般呈正态分布；避免出现因影像缺损（如影像的纹理不清、噪声、影像模糊、影像扭曲、错开、裂缝、漏洞、污点、划痕等）而造成无法判读影像信息和精度的损失。

6 结束语

昆明市测绘研究院的质量方针是：质量第一、顾客至上、科学管理、科技创新。通过FlightMatrix软件模块对空三纠正方式和POS参数纠正方式进行了测试处理，结果对比，过程经验的总结，把软件的先进技术运用到生产中，为管理和生产服务。科技创新加强了FlightMatrix软件模块对实际生产的影响和转化生产力的作用。同时也为昆明市测绘研究院的DMC数码影像数据管理、运用和增值服务打下基础。

参考文献

[1] 航天远景，FlightMatrix用户手册，2011.
[2] 航天远景，MapMatrix4.0用户手册，2011.
[3] 航天远景，DATMatrix数码新空三V1.0系统用户手册，2011.
[4] 孙家柄、舒宁、关泽群编著，1997遥感原理、方法和应用，测绘出版社.
[5] 航天远景，航天远景无人驾驶小飞机数据处理完整解决方案，2012.

作者简介：
王洪艳，昆明市测绘研究院测绘高级工程师，主要从事城市测绘、 航测及遥感相关的工作。

寻找无人机创投新机会，不如关注六种新兴商业模式

文 | 石亚琼

虽然民用无人机市场规模还存在争议，但作为飞在空中的眼睛，正逐渐被C 端、B端用户接受。除了我们耳熟能详的玩家，这个领域还不断涌现新玩家。单在Angel List里，国外无人机相关的初创公司就已经超过了 330 家。

细数国内外的玩家，模式比较固定，基本已经覆盖了短期可见的所有赛道：硬件生产、软件支持、行业应用、服务提供等。如果民用无人机真的能够普及，这个还有哪些细分方向可以尝试，还能够延伸出哪些不同的应用？不妨来看看在自动化程度更高的发达国家，还有哪些有新意的创业方向。

（1）无人机赛事 IP 打造

• **典型案例：** Drone Racing League

多旋翼领域的早期玩家多来自航模圈，对竞赛并不陌生。这种赛事影响力是否可以拓展到普通大众中。今年年初刚刚拿到560万美元A轮融资的Drone Racing League（下文简称 DRL）就在尝试这个方向。

DRL 在组织无人机障碍竞速赛，采用类似 F1 的积分排位制，目前每赛季 6 场比赛，积分最高的人将会获得全球最佳飞手。飞手头戴 FPV 头显操控无人机，观众则通过 FPV 头显观看比赛。不同于 F1，比赛使用的无人机都由官方统一提供，规格统一，最高时速可以达到 80 MPH 每小时，官方统一负责维修。公司的收益将主要来自于门票销售、赞助等。今年2月22日已经举办了第一场比赛。

DRL的CEO Nick Horbacezewski此前是国际障碍大赛 Tough Mudder的首席营收官。今年一月，公司获得一笔 560 万美元的 A 轮融资，投资方中有 NFL 联赛迈阿密海豚队的老板 Stephen Ross。

当然，这个领域已经有其他玩家，包括美国国家无人机锦标赛（U.S. National Drone Racing Championships，简称 NDRC）、Games of Drones 等。去年NDRC 为期两天的大赛吸引了120名参赛者，奖金也达到了2.5万美元。此前，Medium上还有一篇文章专门分析了为什么无人机竞赛会普及。

（2）无人机租赁业务

• **典型案例：** DroneBase

这是大疆和 Accel 合作的无人机基金SkyFund投资的第一个项目，可以理解为无人机领域 Airbnb——uvabnb，帮助企业和个人随时随地租用无人机航拍。用户在网上选择相应的服务套餐，填写拍摄地址，提交需求，DroneBase就会找到拍摄需求附近的适合的无人机，帮用户完成拍摄任务。

DroneBase去年4月成立，主要聚焦房地产行业，创始人表示未来拓展矿业业务。与Airbnb类似，撮合交易需要同事聚集供需两端的资源，启动也会相对困难。此外，做行业拍摄、测绘领域还有很多 “传统玩家”，比如Skycatch等，但后者扩张需要受到设备、人力的制约。如果无人机应用普及，需求增加，DroneBase 更具后发潜力。

这个领域的玩家还有Droners，它提供了一个让用户与飞手直接沟通的平台，用户只需提出拍摄需求、预算与时间地点，专业的飞手也可以自由选择想服务的对象。拍摄费用也可以由双方协商而定，可以按小时、按项目付费，并且在完成一周后才由Droners交付。

DroneBase的租赁模式目前接近 B2C，顺着这个思路思考，未来是否有可能出现 C2C 模式，比如根据地理位置，通过特定应用，调用个人用户的无人机摄像头，进行拍摄，免费或者付费。这就需要大量拥有无人机设备的用户支持，很可能拥有应用的无人机厂商更具优势。

（3）飞手招聘平台

• **典型案例：** Aviator.io

随着无人机在行业广泛应用，飞手会成为稀缺资源。Aviator面向的就是这个需求，这是一个中介平台，帮助客户和官方认证过的专业飞手联系。客户可以在官网注册帐号，并搜索特定区域的飞手，并订购其服务。

另一家Air-Vid的公司也在做类似的事情，不过，在具体的商业模式上则有所差别。如果说Aviator是采

用的C2B2C模式， Air-Vid 则更像是一个服务提供商，Air-Vid 聚集大量的飞手提供给客户，客户公布其任务需求后，官方筛选并提供飞手。

长期来看，飞手招聘平台很可能还会切入飞手培训业务。后者的领域中也已经聚集不少玩家，以美国为例，包括有一定 FAA 背景的DARTdrones、Drone University USA、Unmanned Vehicle University，以及民间机构 Aerial Technology International、DroneU、XProHeli、Unmanned Experts、Quest UAV、National Drone Schools。在欧洲有 HexCam、RUSTA 等。

这个领域还存疑的地方在于，最终的市场到底是一两家培训机构独大，切入下游的招聘业务；还是招聘平台先发展起来，再反向导流培训机构甚至自己做培训。

（4）3D 地图服务

• 典型玩家： Hivemapper

无人机高度依赖于导航，如果无人机能够普及，能否出现 Google Maps、高德这样的平台级应用。Hivemapper 就是一家为无人机提供 3D 地图的初创公司。这家公司的旗舰应用相当于一款为飞行定制的 3D 地图，可以告诉操作员无人机视野里的人工或自然构造的详细信息，对路径中障碍物做预警，以及禁飞区等信息。

去年年底，这家公司获得一轮价值290万美元的种子融资，由 Spark Capital 领投，当时在互动地图里收录了2000万幢建筑的数据，1000万幢建筑的高度，约1500个兴趣热点和全美数万个禁飞区信息。不过 Hivemapper 希望未来能成为“无人机版 Waze”，通过鼓励用户上传地理信息和建筑物信息，由用户众包完成 80%左右的数据量。

不过有疑问的是，这个功能是否也可以由原有的导航应用通过增加新功能点来实现。如果后者愿意并能够实现的话，小公司的生存会更困难。但是，如果未来的空中挤满了无人机，那么为无人机提供避免拥堵的飞行路线，是否会是一个好的生意？

（5）反无人机解决方案

• 典型案例： Skysafe

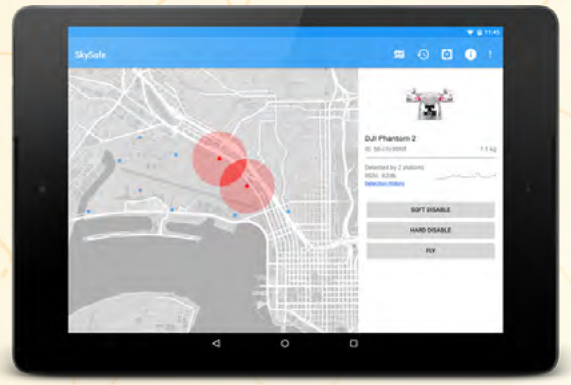
伴随着民用小型无人机普及，越来越多的人关注无人机带来的安全问题、隐私问题。比如，近期世界第一起有记录的无人机和民航机相撞事件，引起了全球广泛的关注。此前，无人机拍摄户外不雅视频，使人们再度关注无人机带来的隐私风险。

近期，激进的Skysafe，获得了来自A16Z的300万美元融资，他们要拦截、捕获“非法”无人机。SkySafe 会通过无线电波来识别未经授权的非法无人机，追溯其运营商，并远程控制这些无人机，把它们驱逐到安全区域。必要时，也会直接摧毁这些无人机。

至于具体的技术实现手段，Skysafe 并没有做太多说明，只是展示了一段摧毁无人机的演示视频.SkySafe的创始人 Grant Jordan此前曾在美国空军工作，很可能那时就对无序的非法无人机威胁空域安全深有感触，也可能在当时就积攒了相关的技术。除了技术问题，对于SkySafe面临的一个主要问题，就是如何推广这项技术。目前来看，这是一个与绝大多数无人机厂商为敌的激进项目，不拉到有分量的合作伙伴或者背书方，很难得到大厂的主动支持。

这个领域也已经有几个玩家，比如在Indiegogo上众筹的DroneShield ，专门监测附近无人机；Battelle公司发明了 Drone Defender 电子枪，可以用于迫降无人机。艺术家亚当·哈维在 2013年 推出了一套 “无人机隐身衣” Stealth Wear ，旨在防止无人机带来的有意或者无意的监控。此外，美国FAA 也在测试侦测机场附近无人机的技术。

不过，据联邦航空管理局（FAA）对 2016—2036年 对航空航天行业的预测来看，在接下来的四年里，我们头顶上无人机的数量会是现在的 3 倍。FAA 预估到 2020年，美国的消费者无人机和商业无人机会从250万架增加到700万架。到那时，肯定需要相关的法律手段或者技术手段来保证300米以下空域的秩序与安全。从这个角度来说，这可能是一个真正存在的大市场。



（6）无人机保险

相比于反无人机的解决方案，笔者更看好无人机相关的保险。既然无人机已经对保险公司的利益造成了损害，保险公司是否可以针对无人机推出专门的保险呢？未来的无人机会像现在的汽车一样，会有一套完整的保险体系，涉及到无人机可能会出现的各种问题，比如机器相撞、机器伤人等，甚至还可能包括无人机被盗。

目前，全球范围内已经有不少保险公司在做一些初级的尝试，主要是针对特定的无人机坠落、损毁，少数会涉及到高端、行业无人机造成的人身、财产损失。国外方面最知名的是，全球最大的保险公司 AIG 宣布为无人机推出新的保险产品，在无人机意外坠毁，或者造成他人人身或财产损失时候，做出理赔，保障无人机操作者免遭相应的财务损失。不过，这个产品还只针对售价高达数千美元的专业无人机。2015年时，国外大部分保险公司对无人机造成的原有保险损失还很反感。

在国内，无人机保险的尝试主体更为丰富： 2014年6月，中华财险无锡中支公司与无锡汉和航空技术有限公司合作，为该公司的无人植保飞机提供保险，成为全国首例无人飞机投保业务；2015年6月，UFLYING 无人机联盟联合两家保险公司，推出了国内首个 “无人机综合作业保障方案” ，围绕机身、三者、人员提供全方位保障措施；2015年9月，大疆联合众安保险，推出了针对“悟 Inspire 1”型号无人机的售后服务计划——DJI Care；2015年9月，平安产险首次推出无人机责任保险，分“跟机”与“跟人”两个投保选项，基本覆盖了七公斤以下的所有机型。

无人机的保险能否发展成为下一个汽车保险，很大程度上还要看无人机的推广、普及。作为商业行为的主体，保险公司推出相应的险种肯定还会出于利益上的考量，保证有利可图。再加上各国针对无人机的政策、法律都不完备，推出针对无人机的保险短期内肯定是难上加难。不过，如果与各种无人机厂商、无人机数据管理平台、反无人机解决方案等合作，是否会降低其推广、普及的难度？（**摘编自“36氪”** ）

《GIS时代》致您的一封信

亲爱的读者：

《GIS时代》为了更好地为大家竭诚服务，特同批推出《GIS时代》的PDF格式的电子杂志供浏览，如果您或您的朋友希望收到电子杂志，或是有其他建议，请您按附表要求将完整信息发至newsroom@gisera.com电子信箱（请在主题注明“GIS时代订阅” ）。（信息不全者，恕不寄送）

《GIS时代》发行部

附表：

姓名	电话	电子信箱	单位名称	地址	邮编	您希望收到：
						纸质杂志(　) 电子杂志(　)
其他建议：						

2016年地理信息科学专业排名

2016年2月23日，中国科学评价研究中心、武汉大学中国教育质量评价中心联合中国科教评价网推出《2016年中国大学及学科专业评价报告》，发布了中国大学本科专业排行榜，共涉及478个本科专业。

其中2016—2017年地理信息科学专业排行榜的前20强名单如下（统计结果由相关机构发布，本刊刊载仅供参考）。

排　序	学校名称	水　平	开此专业学校数
1	华东师范大学	5★	151
2	北京师范大学	5★	151
3	武汉大学	5★	151
4	南京师范大学	5★	151
5	首都师范大学	5★	151
6	南京大学	5★	151
7	中山大学	5★	151
8	兰州大学	5★	151
9	河南大学	4★	151
10	浙江大学	4★	151
11	中南大学	4★	151
12	陕西师范大学	4★	151
13	中国农业大学	4★	151
14	云南师范大学	4★	151
15	中国地质大学(北京)	4★	151
16	新疆大学	4★	151
17	西北师范大学	4★	151
18	西北农林科技大学	4★	151
19	东北师范大学	4★	151
20	长安大学	4★	151

2016《GIS时代》征稿函

2016年《GIS时代》栏目新调整！

投稿的GISER们注意啦！

一、栏目定位

以“关注产业，服务产业，追踪热点，反映趋势，推动变革，传播价值”为办刊思路。站在时代的高度，以广阔的视野，报导空间信息产业的人、事、技术、趋势等，把思想性，知识性，趣味性，价值性融于一体。让受众真正从杂志中获取技术、管理、趋势、商讯、应用等方面的价值。编辑部热烈欢迎各位GISER踊跃投稿！丰厚稿费等您拿！

- **资讯聚览：重要资讯，聚览分析**

  你关注行业发展动向吗？你是行业新闻发现者吗？资讯聚览将聚焦近期资讯要闻，和你一起思考新闻背后的信息。

- **特别报道：围绕当前热点，报导最新内容！**

  对行业热点事件或重大项目进行大型主题策划报导，深度解析事件及项目的台前幕后！

- **MapGIS专区：MapGIS携手未来，与时代同行**

  MapGIS应用与技术方面文章，体现MapGIS特点，对MapGIS用户有启发与帮助作用。

- **纵论：集百家之言，思想与观点的碰撞**

  对行业发展、热点事件等阐述自己的观点、看法，具有思想性的评论文章，集GISER百家之言。

- **技术交流**

  3S、IT、地理等领域相关技术的分享与交流。

- **风采3S人**

  从人文视角关注产业中最重要的群体——人，无论是普通从业者还是高端学者，展示自我风采的舞台。

- **海外**

  国外先进技术、理念、应用等方面的文章，使读者能够实时了解行业国际动向。

二、稿件要求

1. 文稿应具有科学性、先进性和实用性。论点明确，逻辑严谨，文字通顺。立论新颖、论据充分、数据可靠；

2. 作者应具有文章发表的所有权，严禁抄袭，责任自负；1000-5000字左右为宜；

3. 来稿一律使用WORD排版，并请注明第一作者的姓名、单位、通讯地址、邮编、联系电话、电子邮箱；多作者稿署名时须征得其他作者同意 ，按先后顺序排列，接到录用通知后不再改动；

4. 文中如有计量单位，一律采用国际标准；文中如有参考文献，应依照引用的先后顺序用阿拉伯数字加方括号在右上角标出，并在文中按照引用的先后顺序标注出引用参考文献的作者名、引用文题名、出版单位以及出版日期；

5. 本刊有权对拟用文稿作文字上的修改、删节，对图表有权按规范、标准等要求作技术处理；凡不同意者，请在来稿时申明；

6. 稿件一旦发送到本刊专用投稿邮箱，即认定为作者投稿。来稿不退，请作者自留底稿。

三、投稿奖励

1. 本刊暂不收取版面费；
2. 所有作者均可免费获赠发表文章当期《GIS时代》；
3. 分级别发放稿酬：
   - 100~300元/千字 不等
   - 图片征集：30元/张
   - 稿件视观点新颖性，内容可读性、形式创新性而酌情增减稿费。
4. **礼品奖励：**对于一年内投稿两次以上的作者，除稿酬外还有精美的小礼品赠送。
5. **荣誉奖励：**每年年底编辑部评选《GIS时代》年度优秀作者，给获奖作者颁发证书奖品。
6. 从本期开始，为保证稿费及时发送，《GIS时代》稿费为每期一结！投稿一经录用，出版后一个月内即发送稿费。

四、投稿方式

投稿邮箱：newsroom@gisera.com

联系人：白水亮

电话：010-62985187

传真：010-62985187　**邮编：**100085

地址：北京市海淀区上地三街9号嘉华大厦C座1201

注意事项

- 请作者在E-mail“主题”栏写明“投稿”字样，并标出稿件题目；
- E-mail正文请附作者简介：作者姓名、单位、联系方式（电话、E-mail地址、通讯地址等）；
- 投稿后如在三天内未收到来自编辑部的邮件回复，请致电编辑部查询。

欢迎您的来稿，感谢您的支持！

MapGIS

MapGIS
供水管网信息化解决方案

中地数码结合领先的GIS技术及二十多年供水行业信息化建的经验，面向供水企业运营现状和发展趋势，打造MapGIS供水信息化整体解决方案，深入供水企业日常业务，助力企业信息化建设，携手供水企业迈向“智慧供水”！

典型案例

南京市自来水总公司
合肥供水集团有限公司
杭州市自来水总公司
福州市自来水总公司
重庆市中法供水有限公司
济南水业集团有限责任公司
福州市自来水有限公司
乌鲁木齐市自来水公司
贵阳市供水总公司
青岛海润自来水集团
绍兴市自来水公司
常州市自来水集团公司

www.mapgis.com
www.gisera.com
400-880-9970

中地数码 ZONDY CYBER

云GIS软件平台和解决方案提供商

中地数码集团及区域服务中心热线

官方微信　官方微博

武汉：027-87785588　北京：010-51652066　深圳：0755-26551638　上海：021-50276005　乌鲁木齐：0991-2651130
济南：0531-88522236　成都：028-85212786　南宁：0771-5505532　长沙：0731-85561388　南昌：0791-8865016
西安：029-85210045　昆明：0871-3177042　石家庄：0311-67567051　呼和浩特：0471-6925769　太原：0351-5601186

MapGIS® — 全智全能 随需而应

MapGIS 工程管理系统

MapGIS 工程管理系统采用 WebGIS、互联网技术、工作流技术实现自来水公司工程管理，能够有效管理与工程相关信息，包括在建和已竣工的工程项目。系统提供方便的工程信息输入界面进行工程信息的输入，对工程信息能够进行不同条件的查询、统计，直观查看工程信息等；通过手持设备输入工程进度、现场图片、质量信息等，直观展示工程区域分布，动态显示工程的实施情况，并定期汇总各类报表。

中地数码 ZONDY CYBER

云GIS软件平台和解决方案提供商

中地数码集团及区域服务中心热线

www.mapgis.com
www.gisera.com
400-880-9970

武汉：027-87785588　北京：010-51652066　深圳：0755-26551638　上海：021-50276005　乌鲁木齐：0991-2651130
济南：0531-88522236　成都：028-85212786　南宁：0771-5505532　长沙：0731-85561388　南昌：0791-8865016
西安：029-85210045　昆明：0871-3177042　石家庄：0311-67567051　呼和浩特：0471-6925769　太原：0351-5601186

官方微信　官方微博