

### 遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室

# 为铀资源勘查安上“千里眼”

文·本报记者 陈瑜

核工业北京地质研究院遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室前不久刚通过有关部委评估。这个运行了11年的实验室如今已是硕果累累:形成了高精度遥感数据获取一定量化数据处理—综合分析应用的技术体系,拥有国内领先、国际先进水平的航空成像光谱测量与数据处理系统、航空激光雷达测量系统、实验室光谱定标系统、地面光谱(成像光谱)测量系统 & 数据处理分析系统,初步具备了航天、航空、地面等“天空地深”一体化的遥感信息处理与应用的技术能力。

实验室主任赵英俊告诉记者,核工业北京地质研究院的遥感技术应用研究工作始于1975年,是我国最早开展遥感地质应用的单位之一。近四十年来,经过了技术引进、示范应用、理念更新、技术创新、应用深化等发展过程,在推动铀矿勘查科技进步,促进铀矿勘查突破,丰富铀成矿理论等方面发挥了重要作用,做出了重要贡献,使我国铀矿地质遥感工作具有了自己的特色和先进性,并拓展到了其他金属矿产调查、油气资源选区、生态环境监测、核电温排水监测、工程选址、地质灾害调查等领域。

## 多技术手段提高卫星遥感数据应用效果

“仅仅应用卫星遥感单一的信息源,解决铀矿勘查的问题是远远不够的。”赵英俊告诉记者,实验室开发了以遥感信息为主的多元地学信息集成分析技术,如光—能谱集成技术,应用光—谱(卫星光学遥感数据)与能谱(航空放射性伽玛能谱数据)融合的途径来提高卫星遥感数据的应用效果。

目前,该技术已经在辽宁连山关、安徽庐枞、内蒙古满洲里等多个试验区得到应用。不论是在地质填图的探索,成矿构造的确定,还是在找矿靶区优选方面均取得显著效果。该技术更有效地发挥了卫星遥感信息在铀资源勘查中的作用,并为植被覆盖区地质填图和放射性生态环境制图、找矿预测等探索出新的途径。

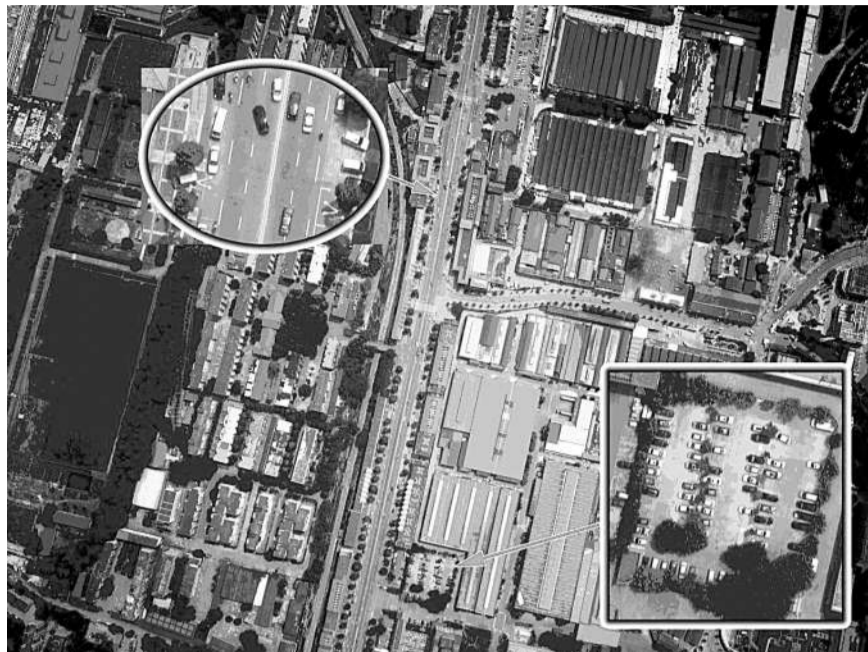
“在此基础上,我们进一步提出了后遥感应用技术。”赵英俊解释,所谓后遥感应用技术,是将遥感技术与传统地学方法和现代信息技术相结合的信息深化应用技术,其内容涵盖信息处理、信息解释、信息分析、信息表达和信息应用等一整套方法技术系统。

让赵英俊自豪的是,这一概念是实验室科研人员在全国范围内率先提出的,“该技术在铀资源勘查中进行了实际应用,并以此提出了断块铀成矿的新理论。”

此外,在铀资源勘查中,为了能够从区域上快速掌握铀成矿的地质环境特征、控矿要素等,

实验室开展了大量的卫星遥感图像的处理方法与遥感信息分析研究工作,应用卫星遥感数据对全国重要铀成矿带开展地质信息解译工作,初步总结了花岗岩型、火山岩型、砂岩型和砾状泥岩型铀矿床的遥感地质识别标识,从遥感地质学的角度,每个成矿带进行了远景预测,为铀资源潜力评价提供了重要信息。建立了集“数据处理、信息增强、要素识别、地质解译、综合分析、靶区预测”的砂岩型铀矿勘查的遥感应用技术方法流程;在南方热液型铀矿,抓住产铀岩体断裂发育、蚀变强烈的特征,采用光学图像纹理特征定量分析刻画岩体断裂发育特征、红外亮温反演刻画蚀变特征,通过产铀岩体和非产铀岩体,主要铀矿田及其邻区进行对比分析,建立了集目视解译特征、分形维数和分形谱的计算、地形特征变差统计和热红外亮温反演等多种手段的热液铀矿田评价标志,为深部铀资源勘查提供了重要的技术信息。

实验室充分发挥卫星遥感无国界的技术优势,对欧洲、东亚非洲等地区开展遥感编图和找矿战略选区工作,基于GIS系统,建立了遥感地质矿产信息系统。提取了目标矿种的主要控矿要素(如控矿断裂、含矿层、含矿岩体、蚀变等)遥感信息,根据遥感地质矿产信息提取成果,结合目标矿种已知矿床成矿模式的综合研究,圈定了重要成矿带的战略选区和有利区。



高空间分辨率航空遥感图像

## 高精度的数据助力找矿靶区预测

早在十几年前,老一辈专家开始策划航空成像光谱技术研究,如今,该技术已成为实验室的特色。

对于当年的提前布局,赵英俊解释,这是因为认识到遥感技术的未来发展趋势是由定性转为定量化研究,成像光谱技术是实现这一转变的重要途径。

有了高空间分辨率的高光谱遥感的数据,通过研发数据处理方法和流程,提取出更多的与铀多金属有关的信息,可以更加快速、准确地预测找矿靶区。

2008年以来,实验室在新疆、甘肃、青海等地区获取了航空高光谱遥感数据近3万平方公里,建立了航空高光谱数据获取技术规程,成功攻克了高海拔地区数据获取的技术瓶颈,并在航空高光谱遥感数据的基础上建立了矿物填图、岩性识别与制图、成矿预测精细遥感调查的技术流程,充分挖掘了高光谱遥感数据中的地质信息,从光谱维度和空间维对相关进行了反复对比和综合研究,建立了海量数据处理的能力,实现了航空高光谱遥感数据的地质工程化应用,编制了近20种蚀变矿物高光谱专题图,提取结果经验证准确率达到90%以上,新发现了多处铀及多金属矿化异常地段;通过热红外高光谱在矿产资源勘查中的技术方法研究,评价了常见矿物的热红外光谱特征和混合光谱解混的识别能力,在矿物识别、岩性识别方面取得了良好效果,使得热红外高光谱与可见光—短波红外高光谱遥感信息综合分析,获取更多的地质异常信息,为铀多金属矿产勘查取得新突破提供了重要支撑。

2013年,实验室又将高光谱遥感技术拓展应用到油气藏的探测研究,建立了航空高光谱遥感油气异常信息探测技术流程,有效提取了地表与油气相关的异常信息以及碳酸盐化、粘土化等蚀变信息和出露的油气富集层,并提出了油气藏有利区,显示了高光谱遥感在油气战略选区中的广阔应用前景。

2012年,实验室首次将地面成像光谱测量系统应用到铀矿科学深钻的岩心测量,实现了地质体蚀变矿物的快速识别与填图,为掌握深部地质体的成矿环境和成矿模式提供了新的技术手段。

## 创新科研模式 边研发边应用

“由于我们是国家级重点实验室,一方面开展基础或应用基础研究,一方面采用边研发、边应用的科研模式,使得科研成果及时得到转化应用,并能够在应用过程中发现问题,使得研究目标更加明确,研究方法更加深入。”赵英俊告诉记者,基于遥感技术的研究成果在铀多金属矿产资源勘查中发挥了找矿先行作用,快速缩小了

找矿预测区,推进了重要成矿带遥感综合调查成果在基础地质调查和矿产地质调查等工作中的应用。在江西、内蒙、新疆、青海等地区发现了多处重要的铀多金属找矿有利区,实践表明,高精度的遥感信息在指导找矿、重大基础地质问题研究、资源评价工作部署等方面已起到了非常重要的作用。

## ■一线对话

# 赵英俊:将“天地空深”一体化

### ——对话遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室主任

文·本报记者 陈瑜

“作为国家级重点实验室,在运行管理中,围绕出高水平科研成果、培养高水平人才这两大任务开展工作。”谈及实验室的工作,核工业北京地质研究院遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室主任赵英俊开门见山提出两点。

具体来说,围绕实验室研究方向,密切结合国家重大需求,瞄准国际遥感发展前沿技术,进行顶层设计,制定近期、中期和远期的规划和目标,编制发展技术体系,出创新性科技成果;与此同时,透过实验室的规划,科研人员明晰个人发展的职业规划,找准自己在国家级实验室这个平台上的定位,培养出一批高水平的学术带头人。

记者:目前遥感已经被应用于众多领域,其中包括地质找矿,利用卫星遥感找铀矿与找其他矿产相比,有什么特别的地方?

赵英俊:找其他矿产相比,利用卫星遥感找铀矿在找矿流程(包括遥感数据处理、信息提取、图像解译、综合分析和找矿预测等)方面,具有相似之处;但铀成矿地质环境、成矿要素、成矿模式研究等方面对遥感技术提出了特殊要求,如应用卫星图像开展成矿环境遥感增强和解译时,侧重对酸性岩浆活动带、富铀蚀源区等成矿地质环境和酸性小岩体、小岩脉等成矿岩性的遥感图像增强技术方法研究和创新;应用高光谱卫星遥感提取蚀变矿物信息时,侧重研究和创新与铀成矿密切相关的蚀变矿物及其组合信息的提取技术方法,如可见光近红外波段区提取赤铁矿化、碱交代、氧化—还原蚀变的技术方法,短波红外波段提取云母化、高岭石化等蚀变的技术方法以及热红外波段提取石英化、硅化的技术方法等;应用卫星遥感识别和解译构造时,重视对新构造运动信息的遥感增强与处理技术方法研究,如图像纹理增强与分析技术,构造多期活动识别技术以及沉积盆地径排系统识别、构造斜坡带解译方法研究等;更加重视遥感信息与航空放射性信息的集成技术创新研究,铀成矿遥感信息与其他地学信息的综合分析研究,建立铀矿遥感找矿多层次模式,包括区域铀矿



找矿模式、矿床尺度的铀矿找矿模式以及综合找矿模式等。

遥感在铀矿找矿中具有其他技术手段不可替代的技术优势,但又有其自身无法避免的屋顶效应,在研究和应用过程中,需将遥感信息,与铀成矿理论密切结合,赋予信息的地质含义,进行思路创新、技术方法创新,方能达到铀矿找矿的理想效果。

记者:我们注意到,实验室在规划中,提出了构建“天—空—地—深”遥感技术能力和信息找矿—模式找矿—理论找矿的创新思路,与以前的思路相比,增加了“深”,这是如何实现的?

赵英俊:创新不仅是实验室自身发展的需求,更是国家对实验室定位的要求,因此,我们在规划中提出了构建“天—空—地—深”遥感技术能力和信息找矿—模式找矿—理论找矿的创新思路,发挥卫星遥感大面积研究区域地质优势,确定重点区域后,应用高精度的航空高光谱遥感进一步确定靶区,最后通过地面综合多种手段查证锁定找矿有利地段,至于“深”,则是应用地面成像光谱测量系统开展岩心的快

速测量,并提取岩心的垂向矿物的分布规律,为研究深部的成矿环境和成矿模式奠定基础;在具体实践中,加强铀资源勘查地质要素的遥感机理、识别标志、特征规律等基础性研究和信息提取的技术方法创新,并拓展到了多金属矿产勘查、油气选区、生态环境等领域。

记者:目前实验室有多少人,年轻人占了多大比例,在人才培养方面有什么规划?

赵英俊:目前实验室有40多人,年轻人占了一半以上。实验室在运行过程中,从核工业北京地质研究院、中核集团公司地质矿产事业部、中核集团、国家级人才四个层次进行人才培养,已形成一支综合素质高、科研水平高、跨学科研究能力强的科研队伍。围绕实验室研究方向,从专业设置、结构层次等方面合理规划人才培养计划;通过对科研骨干优先安排科研任务,培训学习,举荐人才,建立各学科方向带头人培养机制,鼓励出高水平科研成果和文章,鼓励申报国家级各种奖励;对培养对象采用培训、交流、深造等多种方式进行培养,提高能力和水平;引进相关的技术

## ■热点答疑

# 栾恩杰院士:遥感不神秘不遥远 “感知”中国步入黄金期

文·余晓洁

“遥感并不神秘,并不遥远。随着高分一号、二号卫星的成功发射和广泛应用,中国遥感技术迈入世界先进行列,遥感应用步入黄金期。遥感已无处不在,遥感将大有作为。”栾恩杰院士28日参加中国遥感应用协会第五届代表大会时说。

74岁的栾恩杰曾任国家航天局局长,现为中国遥感应用协会第四届理事长。在他的“字典”里,遥感技术象征着人类“感知”能力的延伸。用《中庸》里的“致广大而尽精微”来描述最为恰当。致广大,指遥感卫星登太空之“高”望“远”,看得广大。尽精微,指凭借高空间、时间、光谱、温度分辨率,遥感卫星能抓住物体细小的特征,捕捉细微的变化。

“遥感是‘感知’中国、‘感知’世界、‘感知’宇宙的大概念。另一方面,遥感就在人们身边,在生产生活方方面面。”栾恩杰说。比如,今年8月成功发射的高分二号卫星,空间分辨率达到亚米级。它可以看清路口,分辨车型,未来能够智能指挥交通。此外,考古学家正利用遥感技术解读古代遗址。遗址上的字模糊了,人眼看不清,但在红外波段上可以呈现得很清晰。这样,遥感帮我们读懂了历史。再如,我国嫦娥三号月球探测器带上月球的微波、光谱载荷可以探测月表、月壤的元素。遥感技术不仅帮我们认识地球,也能认识其他星球。他预测,未来遥感技术有望在地震预报、流行病传播预测中“一显身手”。

自1988年风云一号A星成功发射以来,我国应用遥感和遥感应用事业经过数十年的发展已具规模。目前,在轨运行的气象卫星、海洋卫星、资源卫星等遥感卫星有十几颗。高分专项建成后,遥感卫星数量将达到数十颗。

“凯歌奏在应用上。遥感卫星不但要发射得好,更要用得好。”栾恩杰强调,各类用户的需求就是凯歌的序曲。不能一颗星仅服务一个用户。遥感卫星应该是“百家星”,高部分委各地方各行业提需求,科研部门据此研制,再通过示范工程推广应用。

据国防科工局统计,2013年4月成功发射的我国高分专项首星——高分一号在国土、农业、环保、救灾、公共安全、统计等数十个部门得到广泛应用。

以高分二号亚米级空间分辨率为标志,中国遥感进入了世界先进行列,国产数据逐步打破国内高分辨率遥感数据严重依赖进口的局面。进入世界先进行列不等于位居世界前列。美国、欧洲、日本、印度各有所长。美国遥感卫星对外公开的空间分辨率达0.46米。

栾恩杰建议,我国遥感卫星的数量要继续增加,种类要不断丰富,空间、时间、光谱、温度分辨率的指标要不断提高,应加快卫星网络化和低成本小卫星平台建设。尤其未来遥感、导航、通信卫星,高分系列和北斗系列应该融合发展,为大众提供融定位、授时、遥感为一体的综合信息服务。

“遥感应用大有可为,技术要创新,数据管理要有序,标准体系要建立,空间信息产业商业模式要摸索。相信遥感领域出成果、出人才的局面一定会实现。”栾恩杰说。(据新华社)