种放日梨

## 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 系统及数据处理分析系统,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

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源地学 信息集成分析技术,如光一能谱集成技术,应 用光一谱(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。

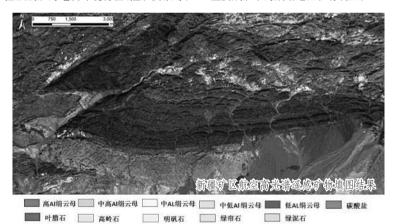
"在此基础上,我们进一步提出了后遥感应 用技术。"赵英俊解释,所谓后遥感应用技术,是 将遥感技术与传统地学方法和现代信息技术相 结合的信息深化应用技术,其内容涵盖信息处 理、信息解释、信息分析、信息表达和信息应用等 一整套方法技术系统。

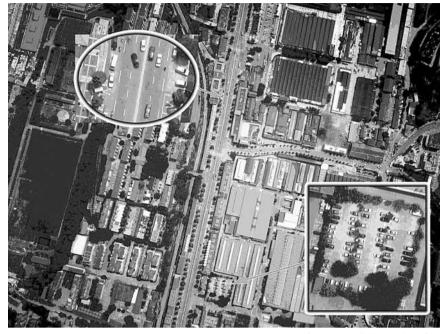
让赵英俊自豪的是,这一概念是实验室科研 人员在全国范围内率先提出的,"该技术在铀资 源勘查中进行了实际应用,并以此提出了断块铀 成矿的新理论。'

此外,在铀资源勘查中,为了能够从区域上

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、砂岩型和碳硅泥岩 型铀矿床的遥感地质识别标识,从遥感地质的角 度,每个成矿区带进行了远景预测,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

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。





制了近20种蚀变矿物高光谱专题图,提取结果

经验证准确率达到了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。

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

与油气相关的烃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地层,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

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

2012年,实验室首次将地面成像光谱测量

2013年,实验室又将高光谱遥感技术拓展

## 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

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

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

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3万多平方 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,从光谱维和空间维对相关信息进行了反复对 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

#### 边研发边应用 创新科研模式

中的广阔应用前景。

"由于我们是国家级重点实验室,一方面开 找矿预测区,推进了重要成矿带遥感综合调查成 展基础或应用基础研究,一方面采用边研发、边 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 应用的科研模式,使得科研成果及时得到转化应 用,并同时能够在应用过程中发现问题,使得研 处重要的铀多金属找矿有利区,实践表明,高精 究目标更加明确,研究方法更加深入。"赵英俊告 度的遥感信息在指导找矿、重大基础地质问题研 诉记者,基于遥感技术的研究成果在铀多金属矿 究、资源评价工作部署等方面已起到了非常重要 产资源勘查中发挥了找矿先行作用,快速缩小了 的作用。

## ■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

"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,遥感技术表征着人类"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

"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片。遗片上的字模糊了,人眼看不清,但在 红外谱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",各部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,空间信息产业市场商业模式要摸索。相信遥感领域出成果、出 人才的局面一定会实现。"栾恩杰说。

## ■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,围绕着 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 俊开宗明义提出两点。

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自己的定位,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:与找其他矿产相比,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、铀成矿要素、铀成矿模式研究等方 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,侧重对中酸性岩浆活动 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间提取赤铁 矿化、碱交代、氧化一还原蚀变的技术方法,短波红外 波段提取水云母化、高岭石化等蚀变的技术方法以及 热红外波段提取萤石化、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 析技术研究,构造多期次活动判识技术研究以及沉积 盆地补径排系统识别、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,与铀矿成矿理论 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"天一空一地一深"遥感技术能力和信息找 矿一模式找矿一理论找矿的创新思路,发挥卫星遥感 大面积研究区域地质的优势,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

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, 与铀矿成矿理论密切结合,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。

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

人员和高级的专业人才在待遇、科研任务等方面予以 倾斜;研究生培养是人才培养的一个重要方面,也是 重点实验室科研水平和学科带头人队伍学术能力的 体现,独立或与高校联合培养了一批博士、硕士研究 生,培养的人才已为实验室重大项目负责人、科研骨 干,在实验室科研工作中发挥着重要作用。近年来, 科研人员荣获了李四光地质科学奖、新世纪百千万人 才国家级人选、国务院政府特殊津贴、中国地质学会 青年地质科技奖银锤奖等。

记者:作为国家级重点实验室,在开放、共享、合 作机制建设中有什么具体做法?

赵英俊:实验室十分注重发挥学术委员会专家的 指导作用,学术委员会在徐冠华院士的带领下,对规 划和每年度的工作计划进行审议和指导,在实验室的 定位、特色发挥、开放、交流、合作和项目落实方面提 出了建设性指导意见,这些年我们提出了实验室部分 数据、设备共享资源清单,并在互联网上面向全国范 围主要从事遥感技术研究应用的单位进行了发布。 共享模式采用合作、技术支持、到实验室开展科学研 究、一定范围内免费共享等多种方式。

实验室采用对外发布基金和联合申请重大科研 项目等模式,与科研单位和高校等技术优势单位,联 合开展了关键技术攻关,达到了"开放、联合"的要 求。目前,已经与众多科研院所建立了良好的合作关 系。通过开放共享和合作,形成了"强强联合,资源优 势互补"模式,发挥了实验室的优势资源在相关领域 中的作用,加强了技术合作交流,达到了"双促进"的 目的,即促进实验室技术水平的提高,促进我国定量 化遥感技术的进步。

在学术交流方面,实验室每年至少举办一次青年 学术成果交流会,通过交流提高了青年科研人员的学 术水平;坚持"请进来,走出去"的学术交流模式,邀请 国内外遥感和相关行业方面的专家来实验室做讲座, 委派科研人员参加国内外的学术会议。当前,实验室 也是中国遥感应用协会专家委员会、国家遥感中心高 光谱技术应用部的依托单位。实验室与中国遥感应 用协会专家委员会联合举办了多次全国性遥感学术 交流会,如"新世纪以来遥感应用进展研讨会"、"遥感 技术开拓应用学术会议"、"高分辨率遥感技术发展与 地质应用研讨会"、"高光谱遥感技术发展与地质应用 研讨会"等,围绕遥感应用在理念、方法技术、应用效 果、开拓创新和应用前景等方面的问题进行了研讨, 为深化遥感技术的应用、提升创新能力起到了促进作

#### 记者:实验室未来发展有何具体规划?

赵英俊:实验室的运行离不开上级部门和依托单 位的大力支持。核工业北京地质研究院院高度重视 重点实验室的建设和发展,为实验室持续、稳定和健 康发展,在人、财、物等方面都给予了优先保障和支 持。通过核地研院"十一五"基础能力建设的支持,基 本形成了高分辨率遥感数据获取一数据处理一应用 研究的科研体系。在核工业北京地质研究院"十二 五"拓展提高项目中,充分考虑实验室能力发展需要, 支持引进中红外波段的高光谱遥感系统以完善现有 的航空成像光谱测量与数据处理系统,进一步提升实 验室的技术水平。

实验室制定了近、中、远期发展目标,现在正在 进行"十三五"发展规划论证,将建成完整的可见 光一短波红外一中红外一热红外的高光谱遥感探测 系统和定量化信息提取分析系统;在我国对地观测 技术发展快速的大好形势下,将充分发挥我国自主 卫星遥感的技术能力,以卫星一航空一地面遥感技 术为主,结合铀多金属矿产资源成矿理论和其他多 源地学信息,深入研发地质调查中的卫星遥感信息 提取技术、成矿环境遥感精细识别技术,形成一批相 关技术规范,深化研究"天空地深一体化"铀多金属 矿产勘查遥感技术方法,开发相关数据处理技术和 遥感信息产品,为我国中、低工作程度区及空白区的 铀多金属矿产资源突破和国外资源调查与评价提供 重要的技术手段;拓展遥感技术的应用,加大高光谱 遥感技术在生态环境、核电厂址选择和运行监测等 领域中的研究和应用。

