

遥感技术是拓宽地质找矿领域的有效手段

王雪曼

(冶金部遥感技术应用中心)

文中概述了遥感技术及其在地质勘查中的应用现状。介绍了遥感技术在地形、地质制图,构造解译,识别岩性、提取蚀变信息,直接或间接识别矿体中的应用实例。论述了遥感技术与传统地质技术方法的关系及其发展前景。对冶金地质系统遥感技术的发展提出了建议。

关键词: 遥感技术; 现状; 应用实例; 发展前景; 建议



工作方法

遥感技术是近代发展起来的新兴的探测技术。

它综合运用航天、航空技术以及电子光学和电子计算机技术,具有效率高、速度快、成本低、精度高的

特点,目前已广泛应用于农业、林业、地质、地理、海洋、气象、环境保护、城市规划、工程勘察以及军事侦察等领域。遥感技术具有广阔的发展前景,已引起世界各国的普遍重视;我国已将遥感技术列为国家重点发展的高科技学科之一。

遥感技术在矿产普查、石油勘探、水文及工程地质研究、地震地质调查、海洋地质及地貌、第四纪地质研究等方面均能发挥较好的作用。特别是用于中一小比例尺编图和区域地质调查,效果尤其显著。除此之外,遥感技术在地球资源调查、开发与管理等方面,也逐步得到应用。遥感技术的开发研究与推广应用,是当前地质找矿领域的一项技术革新,是加快地质工作现代化的重要措施之一。

遥感技术及其在地质勘查

中的应用现状

遥感地质是一门年青的边缘学科。我国从70年代开始,开展了遥感地质的科研和生产试验工作。美国1、2、3号陆地资源卫星的MSS图象获取了大量多波段、多层次、多时相的信息,使人们从宏观上看清了许多地质现象的真实面貌,也为线性构造、环形构造的地质解译提供了依据。由于技术条件的限制,当时遥感图象的应用还处于目视解译阶段,其工作程序如图1所示。

进入80年代后,遥感技术的发展日新月异,各种新型传感器相继研制成功,其光谱和几何探测精度大幅度提高。美国4、5号陆地资源卫星和法国SPOT卫星先后发射成功。第二代航天遥感信息的能力远远超过MSS图象。TM和SPOT图象放大至1:5万比例尺,影象仍十分清楚。利用TM磁带,经过计算机处理、光学放大,可以得到各种组合、多种比例尺的彩色合成图象、主成分图象、分类图象等。借助于这些图象可以识别不同期

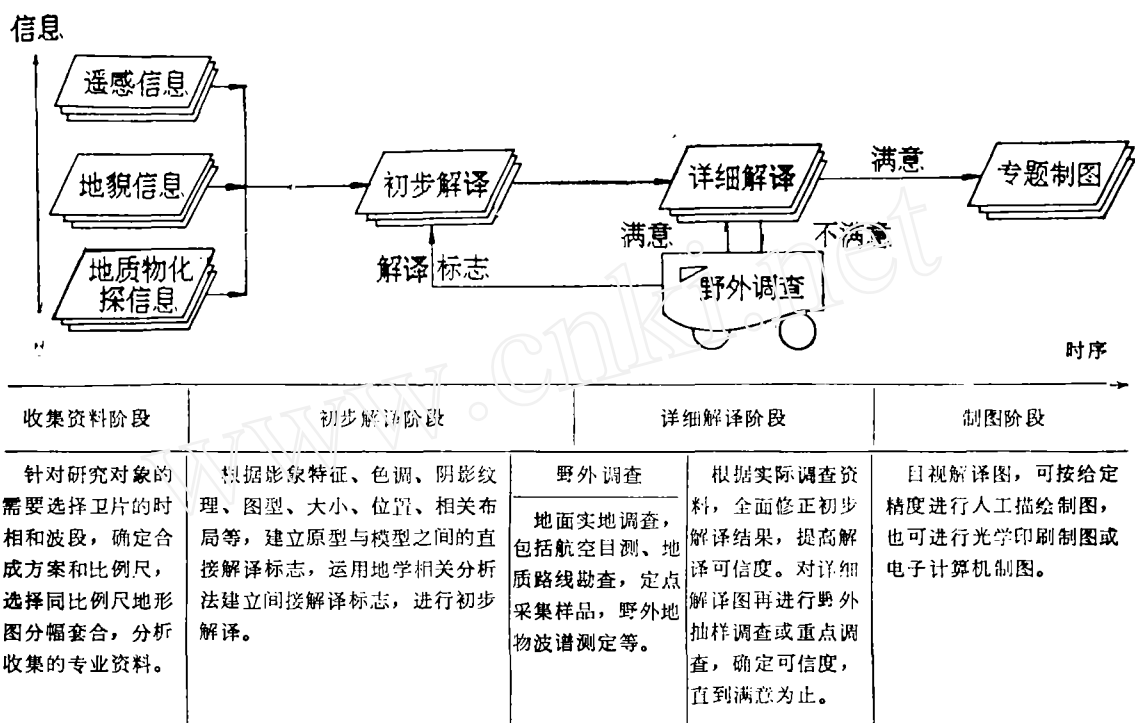


图 1 遥感地质目视解译流程图

次、不同成分的侵入体; 清楚地显示地层褶皱形态和构造格架; TM图象的四、七波段分别包含 Fe^{3+} 的强吸收带和热液蚀变矿物中 OH^- 的光谱特征带, 利用它可以识别某些热液蚀变带。另外, 航空遥感可用多波段、彩红外、热红外、侧视雷达等方法, 进行大一中比例尺的扫描和摄影, 获取高精度的影像信息。

遥感图象是地表较大范围地质景观详尽而真实的写照, 可提供丰富的地质、矿产影像信息, 有助于增强野外工作的目的性和预见性, 有重点、有计划地对有意义的地质现象进行检查, 并获得常规野外地质调查方法难以发现或难以观察到的地质现象。实践证明, 遥感技术具有视域广阔、反映真实、受自然因素干扰少等优点, 是提高地质调查工作质量和效率, 减轻劳动强度的有效途径。当前国内可提供使用的遥感图象资料如下表。

遥感技术在地质矿产勘查中的应用实例

1. 地形、地质制图

利用航天或航空影像可直观地、有效地编制不同比例尺的地形图和地质图, 从中清晰地判读出地形、水系、地物、地貌、地层、岩体和断裂等地质体的界线。

从60年代中期开始, 澳大利亚采用航空遥感地质方法开展区域地质填图, 到80年代初已完成全国 1:25万比例尺的地质图, 平均3个人3个月完成一幅图。随后他们又开展了 1:10万的地质制图。

西欧各国目前正利用SPOT图象进行专题制图, 精度满足 1:2.5万比例尺要求。荷兰、比利时和英国正用SPOT资料更新 1:5万地形图。

四川省地矿局曾集中4个区调分队, 运用遥感地质方法, 仅用4年时间就完成142000

可利用的遥感资料

国别	卫星名称	资料种类	比例尺	地面分辨率	资料来源	用途
美国	ERTS-1	MSS	1:50万~1:20万	1~6波段 30m	国家遥感中心地面站及有关部门遥感中心	中一小比例尺地形、地质制图, 区域地质调查, 水文、工程勘察, 厂矿选址, 土地、农村资源规划等。
	Landsat-2	TM磁带	1:10万~1:5万	7波段 120m		
	Landsat-3	即将发射	部分地区可放大至			
	Landsat-4	磁带、卫片	1:2.5万	10m		
	Landsat-5	即将发射				
Landsat-6	卫片	5~10m				
法国	SPOT-1	卫片	1:20万~1:5万	20m	航天部	
苏联	ERS-1	黑白卫片				
中国	联盟-卡尔塔					
	资源-1					
	资源-2					
航空	航空飞行种类	航片或磁带	1:5万~1:2万 1:1万~1:3千		国家测绘总局、各部门遥感中心	
	黑白摄影					生物量和生物长势测量
	彩红外摄影					水分和地质研究
	多波段扫描					城市土地利用和地质调查、岩石光谱
	热红外					含水量测量、地球化学分类
	红外分光光谱					
侧视雷达						

中一大比例尺地形、地质制图, 矿区地质调查, 成矿预测, 城市规划等。

中一大比例尺地形、地质制图, 矿区地质调查, 成矿预测, 城市规划等。

1:20万的区域地质调查工作,平均10~12个月完成一幅图,与常规地质制图方法相比,每幅图节省三分之二的时间;每个图幅最终核算的投资由常规方法的48万元降到19万元。

冶金部天津地质研究院在甘肃北山地区,利用TM图象进行地质制图,包括图象四、五、七波段计算机处理、地质解译和野外验证,在不到3个月的时间里,就向生产部门提供3000km² 1:20万解译地质草图。随后经进一步工作,又做出1:5万解译地质草图3000km²。除局部和某些岩脉外,图面精度基本上达到1:5万要求。

总之,利用遥感图象制图,特别适用于人员少、面积大、地质工作程度低、地形和交通条件较差的地区。

2. 构造解译

美国怀俄明大学的一位地质学家,用常规方法填制温德河山脉主要断裂系统图,5年时间仅完成整个山脉的15%。在得到陆地资源卫星影象后,他仅用3小时便以相同的精度完成了其余工作量。

加拿大地盾一块3400km²面积的线性特征图,仅用45分钟就做出来了,因为红外摄影清楚地描绘出充水的断裂。

山东地矿局遥感站,通过系统解译山东省不同时相的卫片,初步发现不同规模和形态的环形影象168处,多是地质构造直接或间接的显示。如胶东地区已知金矿床(点)40余处,其中39处与各种环形影象在位置上有相关关系,矿床常分布于环形影象的边缘、环内断裂以及环与线性断裂或环的交叉处。

3. 识别岩性,提取蚀变信息

美国犹他州东南的里斯本谷地铀矿床伴有褪色带。利用0.46~2.36μm波段、地面分辨率为5~10m的24通道航空扫描仪,有效地圈出了褪色蚀变带。60%的矿体产于褪色带正下方,其余矿体也在褪色带附近。

遥感技术可利用蚀变矿物的(OH)⁻、CO₃²⁻等在红外波段的吸收带直接圈定蚀变带,也可利用可见光和近红外波段的多光谱信息,识别硅化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化等蚀变产生的色调异常带。地矿部在甘肃音凹峡地区,应用1:1.8万彩色航片寻找金矿,通过影象异常判别出含矿层、蚀变带及前人采矿老硐,从而迅速而准确地圈定出找矿靶区,并发现了有价值的金银矿。

冶金部天津地质研究院利用TM影象,对滇东含锰岩系进行信息提取,经计算机图象处理,含锰岩层清晰地显示出来,修正了原地质图中含锰地层的分布范围。

4. 直接或间接识别矿体或矿化

煤炭部在大兴安岭西部,用遥感图象解译出与煤田有关的断裂带和断陷盆地,修正了14个可能含煤的沉积盆地的范围和形状,提高了钻孔见矿率,节约了开支,预测煤储量549亿t,已经钻探证实的有34亿t,其他地段正工作。

冶金部有关单位在冀东迁安、内蒙和山西五台等地利用MSS和TM图象,经信息提取处理后,铁矿露头和含铁层清晰地显示出来。这是因为铁矿物在可见光至近红外波段有较宽的吸收带。

遥感技术与传统技术

方法的关系

遥感技术是传统地质技术方法的综合与延伸。正如世界银行经济学部的科学顾问查理·卫斯指出:“卫星摄象的重大价值,只有经过有素养的专家进行分析之后,常常要和传统的航空和地面调查方法结合,才能体现出来。卫星比地面和航空调查具有许多优点,最重要的可能是速度,鸟瞰整个地区以及重复覆盖。然而不应该认为卫星可以代替传统的调查方法,因为不同的方法是互相补充的。遥感技术在地质勘查工作管理和决策中的作用如图2所示。

管理决策要点(A-G)

勘查工作程序(1-8)

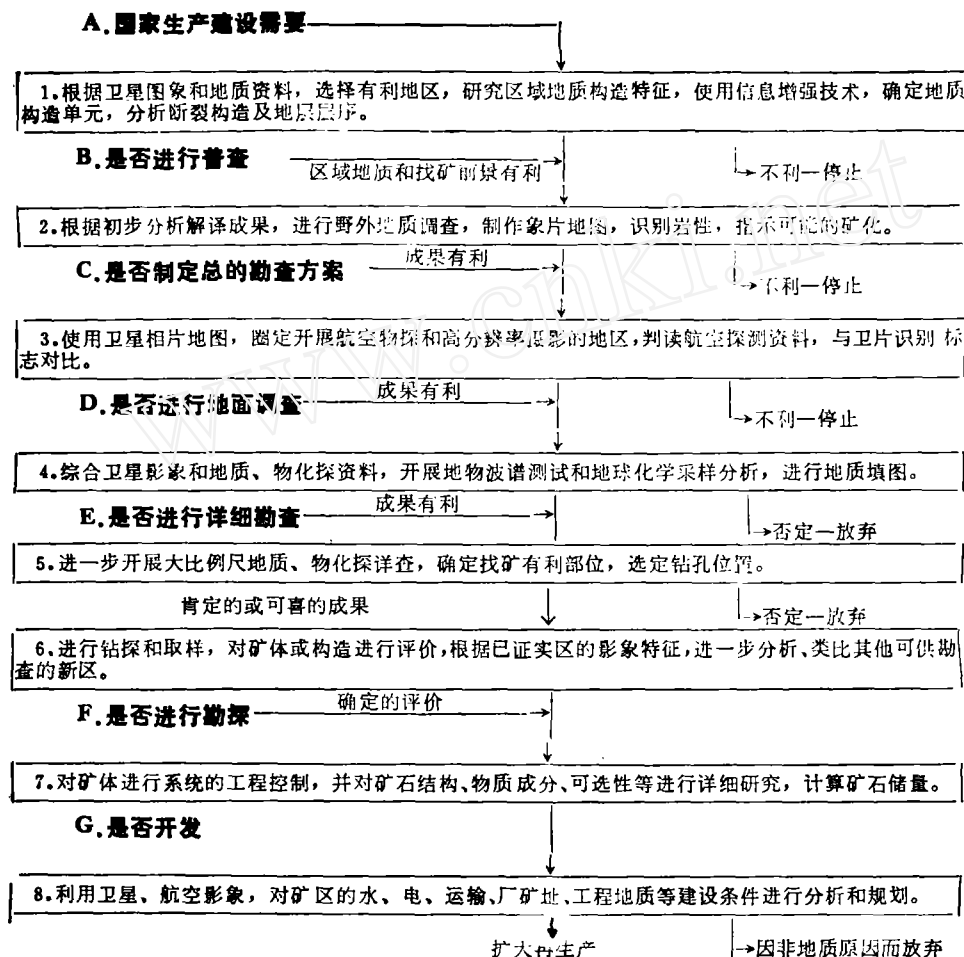


图 2 应用遥感资料进行地质勘查工作程序图

遥感技术提供的可见光、红外摄影和微波遥感图象, 是地面自然景观的真实缩影, 能直观地提供地形地貌、断裂构造、地层岩性组合及宏观结构、侵入岩体的分布与形状、火山机构等在地表显示的信息, 还可提供岩石、植被、色调及辐射异常等多层次、多波段、多时相的综合信息, 并由计算机对信息进行增强、处理、提取, 筛选与矿化有关的信息及解译标志。这些都是拓宽地质找矿领域的有效手段。

但是, 我们也清醒地认识到, 遥感技术和其他科学技术一样, 有它的适用范围和条

件, 有其局限性。它不是万能的, 不能取代地质、物化探等技术方法。它只是传统地质技术方法的综合、延伸和补充。地学基础知识是促进遥感技术发展的源泉, 遥感技术的不断更新和发展, 离不开遥感地质工作者的研究深度和目的要求。空间遥感技术推动了地质学的发展, 已成为现阶段地质学的重要研究手段, 遥感技术与地质学在相互促进与影响中得到了发展。

遥感技术的发展前景

随着航天和航空技术的发展, 各国将陆

续发射更多的资源卫星；各种高分辨率传感器的研制，必将迅速更新卫星和航空遥感的影象资料；计算机图象处理技术的发展，将更有效地提取有用信息。因此，可以预料，遥感技术及其在地质矿产勘查中的应用，有着广阔的开发前景。

1. 以法国SPOT和苏联联盟卫星为代表的第二代资源卫星，其几何分辨率越来越高，并且有立体像对，可用于地形测图。90年代计划陆续发射2、3、4、5号SPOT系列卫星。美国计划在保持TM光谱分辨率高的优势的同时，提高几何分辨率。1991年将发射陆地卫星6号，其TM分辨率将达到15m。苏联、欧州和日本都将在90年代发射雷达卫星，其分辨率可达6m，全天候采样。届时雷达卫星资料的获取和普遍应用，将会使资源调查和监测达到一个新的水平。

2. 微机图象处理系统在遥感信息提取中广泛应用。西欧各国已普遍应用微机进行图象处理、分类和制图，大大提高了地学制图和调查的技术水平。微机图象处理系统的功能已发展到几何纠正，图象增添、更换、缩放、编辑、绘图、打印和硬拷贝输出等。从而大大减少了人力投入，并提高了制图精度，特别是硬拷贝输出，除传统的35mm照相和彩色打印外，还将推出彩色喷墨式打印和自动绘图，并可消除几何畸变。

3. 遥感图象处理系统与地质数据库联机形成网络，建立各种地质体的地质信息、地球物理与地球化学信息、地物波谱信息等综合数据库，并实现遥感信息自动判读和成图。

4. 多功能、高效率的图象处理系统与高精度多维——多时相遥感信息相结合，使得建立不同地质构造单元、不同岩性、矿化和蚀变的信息模式及识别程序成为可能。

5. 越来越多的地质技术人员认识到利用遥感资料的必要性，并对其运用产生浓厚的兴趣，要求学习和掌握基本技术方法。

对冶金地质系统遥感技术

发展的建议

冶金地质系统遥感工作的状况是“起步早、发展慢、缺设备、少技术、力量弱”。目前和地矿、石油、核工业、有色等兄弟部门相比，仍处于落后状态。根据冶金地质系统的实际情况，为加强遥感技术的应用开发工作，使其在地质找矿中收到实效，建议做好以下几方面工作：

1. 积极普及遥感技术的基础知识，扩大遥感地质的应用范围。在普查找矿选区立项时，首先要充分利用遥感资料，凡是进行踏查、矿点检查、物化探异常检查、找矿评价、地质填图、成矿区划、成矿预测及编制各种地形、地质图，都应尽量利用已有的各类遥感资料。

2. 重点成矿区带应有步骤地进行不同层次、不同方法的遥感图象处理和综合地质解译，编制遥感地质解译图件，研究成矿地质环境，为普查找矿提供战略远景区。在区域图象处理的基础上，选择有远景的矿田、矿区或异常带，运用遥感、地质、物化探数据多功能复合处理手段，建立综合勘查模式，进一步指导找矿。

3. 有目的地开展重点矿区大比例尺航空遥感。为加快矿区评价速度，可在重点矿区利用多波段扫描、彩红外或侧视雷达、能谱测量等航空遥感飞行，获得比例尺为1：1万~1：2.5万或更大比例尺的图象资料，有选择地开展大比例尺成矿预测，绘制各种比例尺地形图和地质图。

4. 积极开发、引用国内外最新的理论和技术方法，包括新的遥感资料，传感器、图象处理和解译判读方法及地质成矿理论。

5. 加强技术培训，举办不同类型的遥感专业知识的普及和提高班及计算机图象处理技术培训班，以提高技术人员的专业素质。