

国家“八五”
科技攻关项目

秦岭-金矿遥感地质

马建伟 奥和会 等 著
陈淑德 张天义



地质出版社

秦岭 - 金矿遥感地质

马建伟 奥和会 陈淑德 张天义 等著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

《秦岭-金矿遥感地质》一书,较详尽地介绍了遥感地质人员在三年半的时间里,对秦岭地区21万平方公里范围,应用遥感技术进行金矿地质综合调查和系统研究的成果。本书以研究秦岭地区岩金为主,对秦岭成矿带金矿的成矿条件、分布规律、控矿因素、成矿远景、遥感地质找矿方法等进行了全面、系统的研究。该书首先引用了造山带形成与演化的观点,更新认识和划分秦岭地区的构造格局及秦岭成矿带金矿控矿构造系统,为客观认识秦岭成矿带金矿的形成与分布规律提供了理论基础;其次介绍了用遥感地质综合技术,系统地、定量地研究秦岭成矿带金矿的成矿远景,圈定了成矿远景地段和提出了进一步找矿方向;最后把遥感地质信息由定性解译发展到定量应用,并将定量化的金矿遥感信息直接参与金矿远景定量预测的方法及过程进行了较为详细的介绍。

本书可供地质、冶金、有色等部门及矿山的遥感地质与地质勘探工程人员使用,也可供高等院校和中等技术学校相关专业和相关科研部门人员参考应用。

图书在版编目(CIP)数据

秦岭-金矿遥感地质/马建伟等著.-北京:地质出版社,1997.3

ISBN 7-116-02341-0

I. 秦… II. 马… III. 遥感技术-应用-金矿床-地质调查-中国-秦岭 IV. P618.510.8

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第01432号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:张 锦 白 铁

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:12.25 彩页:6 字数:280000

1997年3月北京第一版·1997年3月北京第一次印刷

印数:1-1250册 定价:35.00元

ISBN 7-116-02341-0

P·1756

项目顾问

方磊	潘文灿	李蓬	许宝文
鲁益钜	陈小宁	潘书坤	罗元华
姜春发	承继成	寸珪	范传夫
叶胜勇	赵京勋	何裕盛	

序

由马建伟等著作的《秦岭-金矿遥感地质》专著的出版,是矿床地质界一件幸事。作者们通过“八五”国家攻关科研项目研究,把遥感技术方法及其应用与地质、地球物理、地球化学工作紧密结合,对秦岭成矿带金矿成矿条件、成矿规律与成矿预测、资源量预测进行研究,作了及其有益的探索,并提出了一套工作方法,其研究工作的广度与深度,为以往同类工作所不及。本书是一本有新思路、新方法,并具有实用意义的专著,在今天矿产地质界致力寻找更多的金矿时期,本书的出版作为科技支持,无疑对找金矿会起到促进作用。

秦岭成矿带是我国的重要成矿带之一。金矿是此成矿带中极为重要的矿种,其储量及远景在我国具有举足轻重的地位。在本成矿带,过去至今的地质、矿产研究工作很多,为本带地质研究程度的提高,为推进矿产的勘查工作作出了巨大贡献。但由于本成矿带所处的特殊地质构造位置,夹于南北两大地块之间,经历了漫长地质年代,经受了频繁的地质构造与岩浆、成矿作用,使地质构造十分复杂,成矿作用亦多次叠加,揭露其本来面目,阐明其地质规律及成矿规律并非易事,需要有多代人的不懈努力,需要从各方面进行探索。本书就是以遥感方法及其应用为主线进行有益的研究。通过研究很有特色地划分了遥感构造地质单元及秦岭成矿带金矿控制构造系统,较详细地研究了区内已知金矿的遥感地质特征、分布规律、控矿因素,并结合对区内岩石植被波谱特征研究,对金矿遥感信息提取做了有益尝试,建立了秦岭成矿带金矿遥感地质找矿模式,并创造性地建立了“遥感构造、蚀变、生态景观”异常(RTAE异常)成矿预测方法,进行了成矿预测区的圈定,并开展了远景定量预测和金矿资源量的预测,提出了一套比较系统的遥感技术找金理论与方法。在作者们研究工作过程中对预测区的野外检查已取得较好的效果,说明了这套方法具有实用意义,对于其他类似地质条件地区显然是可以参考应用的。我认为本专著对在本区及其他类似地区工作的地质工作者,尤其是找金工作者很有参考价值,并且认为遥感技术,作为一种方法,在探索地质、矿产问题方面,具有很大潜力,尚有待于进一步开发,本项研究在此重要方向又作出了示范性的工作。借此机会对作者们所取得的成就表示衷心祝贺。

陈毓川

1996年11月29日

前言

《秦岭-金矿遥感地质》是在国家“八五”科技攻关项目“秦岭成矿带金矿遥感地质综合调查研究”的基础上，经著作者提炼而成。

“秦岭成矿带金矿遥感地质综合调查研究”项目，在立项和实施过程中得到了国家计委、国家科委、地矿部和冶金部黄金管理局有关领导的重视，得到中联经济技术开发公司领导的积极支持，使项目得以顺利进行并取得显著成果。参加研究工作的单位有：北京市国土资源遥感公司、陕西省地质矿产局遥感中心、核工业西北地质局、河南省遥感中心、西北有色地质研究所、冶金部西安地质调查所、核工业西北地质局 203 研究所、甘肃省地质矿产局地质遥感中心、甘肃省有色金属地质研究所、中国有色金属工业总公司河南地矿研究所、核工业中南地质局 230 研究所和中国科学院广州地球化学研究所等单位。参加研究工作的人员有：马建伟、奥和会、陈淑德、张天义、徐瑞松、朱嘉伟、江育璞、丁振举、王北颖、陈丽荣、邓亚婷、奥勇、严新民、徐祖路、李卫红、梁永安、宋史刚、赵治华、唐振杰、张侍威、米清海、陈铁军、张正威、董济时、张晓勇、曾提、徐高中、赵希刚、刘林、杨发昌、张世新、朱焕巧、李景生、马跃良、赵宝军、郑作军、吕惠萍、胡志水、来武、唐建军。参加项目管理和计算机制图等工作的有管海晏、张志峰、袁宏仕、王尧、王英杰、张建民、张佩民、孔冰、吴晓英、相亚玲、李冉、周玉卿、黄柳霞、崔红霞、刘云峰等。秦岭金矿遥感项目实施过程中，得到了张国伟、尚瑞均、王世称、弥建勇、孙圭、谷上礼、何裕盛等专家的热情帮助。最终成果在编写过程中得到了陈毓川、承继成、姜春发、刘燕君、徐承彦、寸珪等专家的指导。国家计委国土地区司陈小宁处长和中联经济技术开发公司副总经理鲁益钜同志，自始至终指导着项目工作。在此，一并表示衷心的感谢。

该项目在实施过程中，不论在理论上、生产上和遥感技术应用上都得以充分地发挥，特别是在遥感技术应用于金矿地质找矿和资源量预测方面取得了显著的进展，它为遥感技术在区域金矿地质找矿方面的广泛应用起到推动作用。为此，在北京市国土资源遥感公司领导关怀下，著作者特将本次研究中的新技术、新方法、新认识进行加工整理和提高，以《秦岭-金矿遥感地质》为名，奉献给广大金矿地质科技工作者。由于作者水平有限，文中难免有不妥之处，敬请批评指正。

作者

1995年12月于北京

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 研究工作的目的任务	(1)
第二节 研究区概况	(1)
第三节 主导思想及工作程序	(3)
第四节 遥感资料使用情况	(3)
第二章 秦岭成矿带金矿遥感地质综合调查研究主要方法及新方法研究	(5)
第一节 秦岭成矿带金矿遥感地质综合调查研究主要工作方法	(5)
一、有关金矿的主要地物波谱研究	(5)
二、有关金矿成矿信息的直接提取——目视解译	(11)
三、有关金矿成矿信息的计算机处理与提取	(11)
四、有关金矿成矿的地球物理、地球化学信息的提取	(12)
五、秦岭成矿带金矿遥感生物地球化学研究	(13)
第二节 金矿成矿远景遥感综合信息定量预测方法研究	(23)
一、金矿控矿断裂构造信息的定量提取方法研究(成矿期地壳破裂度)	(23)
二、金矿“遥感构造、蚀变、生态景观”异常信息的提取研究	(24)
三、金矿成矿远景遥感综合信息定量预测方法研究	(24)
第三节 秦岭成矿带金矿资源量遥感综合信息定量预测方法研究	(34)
一、金矿资源量预测方法研究主导思想	(34)
二、秦岭成矿带金矿资源量遥感预测方法研究	(34)
第四节 成矿远景预测区及靶区的野外验证	(44)
第三章 秦岭成矿带金矿遥感地质背景	(45)
第一节 区域遥感地质构造景观	(45)
第二节 区域遥感地质构造单元的划分	(45)
第三节 区域构造单元遥感地质构造特征	(48)
一、华北板块南缘(Ⅰ)(小秦岭构造域)	(48)
二、秦岭造山带(Ⅱ)	(51)
三、扬子板块(Ⅲ)	(64)
四、松潘—甘孜断褶构造带(Ⅳ)	(66)
第四节 区域主要断裂构造遥感地质特征	(67)
第五节 区域褶皱构造及环状构造	(72)
第六节 区域岩浆岩分布特征	(73)
第七节 区域地质构造地球物理特征	(78)
第八节 秦岭造山带的形成及演化	(82)
第四章 秦岭成矿带金矿遥感地质找矿模式研究	(88)
第一节 秦岭成矿带典型金矿遥感地质特征	(88)
一、秦岭成矿带金矿概况	(88)

二、典型金矿.....	(88)
1. 文峪金矿床.....	(88)
2. 上官金矿床.....	(91)
3. 双王金矿床.....	(97)
4. 八卦庙金矿床.....	(101)
5. 中川金矿田.....	(104)
6. 新关金矿.....	(107)
7. 祁雨沟金矿.....	(108)
第二节 秦岭成矿带金矿成矿规律.....	(112)
一、秦岭成矿带金矿成矿带的划分.....	(112)
二、金矿成矿带地质特征.....	(112)
三、秦岭成矿带金矿成矿规律.....	(117)
四、秦岭成矿带金矿成矿条件遥感地质研究.....	(118)
第三节 秦岭成矿带金矿遥感地质找矿模式研究.....	(123)
第五章 秦岭成矿带金矿遥感综合信息成矿远景定量预测.....	(127)
第一节 成矿远景定量预测的主要工作程序.....	(127)
第二节 成矿远景定量预测区的划分.....	(127)
第三节 成矿远景定量预测结果及其遥感地质特征.....	(129)
第四节 主要成矿远景定量预测区遥感地质特征及其验证.....	(129)
一、甘肃礼县Y I 镇—MW 镇 I 级预测区 (A u 1)	(129)
二、甘肃礼县U Q 镇—X P I 级预测区 (A u 4)	(141)
三、G M G 沟—F B J I 级预测区 (A u 1 5)	(141)
四、潼关县L J C 乡 I 级预测区 (A u 1 7)	(146)
五、河南小秦岭W Y—Y V Y I 级预测区 (A 1 8)	(149)
六、河南洛宁G U A—S G M 林场 I 级预测区 (A 2 0)	(150)
七、陕西周至县M A Q—M Z G I 级预测区 (A 1 3)	(150)
八、陕西太白县—凤县之间H K V—W J V I 级预测区 (A 1 1)	(156)
第六章 秦岭成矿带金矿资源量遥感综合信息定量预测.....	(162)
第一节 河南段金矿资源量预测结果.....	(162)
第二节 陕西段金矿资源量预测结果.....	(164)
第三节 甘肃段资源量预测结果.....	(166)
第四节 秦岭成矿带金矿资源量预测成果评述.....	(166)
第七章 秦岭成矿带金矿遥感找矿靶区.....	(169)
第一节 金矿遥感地质找矿靶区的确定.....	(169)
第二节 主要金矿找矿靶区遥感地质特征.....	(169)
一、M L 找矿靶区.....	(169)
二、G J P 找矿靶区.....	(173)
三、X V 找矿靶区.....	(176)
四、H T L 找矿靶区.....	(177)

五、NL沟找矿靶区.....	(182)
六、HU河找矿靶区.....	(183)
第八章 结束语.....	(186)
参考文献.....	(187)
图版.....	(T1—T12)

第一章 绪 论

第一节 研究工作的目的任务

金矿资源是国家“八五”计划重点工作矿种之一。秦岭成矿带金矿已成为我国黄金生产的重要基地,黄金产量仅次于胶东,居全国第二位。区内已发现经详查和勘探的矿床110个(河南57个、陕西32个、甘肃21个)。有些中、小型金矿已濒临采矿尾声,还有大量的矿点、矿化点需要进行调查研究,以加速秦岭地区金矿资源远景评价,并为寻找大型、超大型金矿指明方向。但秦岭地区山势险峻,植被、土壤覆盖广泛,交通不便。单纯依靠常规地质工作方法进行远景评价、普查找矿,速度慢、周期长、费用高,已不适应国家黄金生产发展的需要。为了达到快速评价目的,必须采用新的技术方法手段。遥感技术作为一种调查手段,具有宏观性强、信息量大、调查速度快、研究周期短、产出效益高、受地形、交通影响小的优势。通过遥感综合多源地学信息,能够对秦岭地区金矿形成条件、主导控制因素较快地、定量地做出判定,是预测成矿远景、选择最佳成矿地段,加速秦岭地区金矿资源评价的最好途径。

研究的目的是,应用遥感技术综合多源地学信息,深化对秦岭地区金矿成矿地质背景、分布规律、控矿因素、成矿远景研究,为在该地区寻找大型、超大型金矿提供找矿依据;通过典型金矿床遥感地质特征研究,建立秦岭地区金矿遥感地质找矿模式;通过遥感综合多源地学信息分析,进行全区金矿成矿远景预测和金矿资源潜力评价,并提供若干个可供进一步进行金矿找矿工作的遥感地质找矿靶区。

研究区范围:地理坐标为东经 $104^{\circ} 00'$ — $113^{\circ} 00'$,北纬 $32^{\circ} 40'$ — $35^{\circ} 00'$ 。面积约 210000km^2 。

工作比例尺:全区1:500000,预测区1:200000,重点靶区1:50000。

在工作过程中实行分级质量检查制度,坚持保证原始资料的可靠性。对重点成矿预测区及重点找矿靶区进行了野外实地检查验收。综合资料合理,依据充分。

研究工作成果中除文字报告、技术材料和一般图表外,还编制了①秦巴地区卫星影像图1:500000;②秦岭成矿带金矿遥感地质构造图1:500000;③秦岭成矿带金矿成矿远景遥感地质预测图1:200000;重点金矿预测区遥感地质构造图1:50000。

第二节 研究区概况

一、交通位置

秦岭成矿带位于中国大陆中部。东西横跨 9° 带,绵长1000余公里。南北宽150—250km。

分属河南、陕西、甘肃三个行政省管辖。区内交通周边方便，中心困难。北部边缘有陇海铁路贯穿，南部有阳（平关）—安（康）铁路直达襄樊，东部有焦枝铁路，西部有宝成铁路。公路网，国道可达各省县市，简易公路可达乡镇。山区皆为羊肠小道，交通困难。工作范围及交通位置见图1-1。

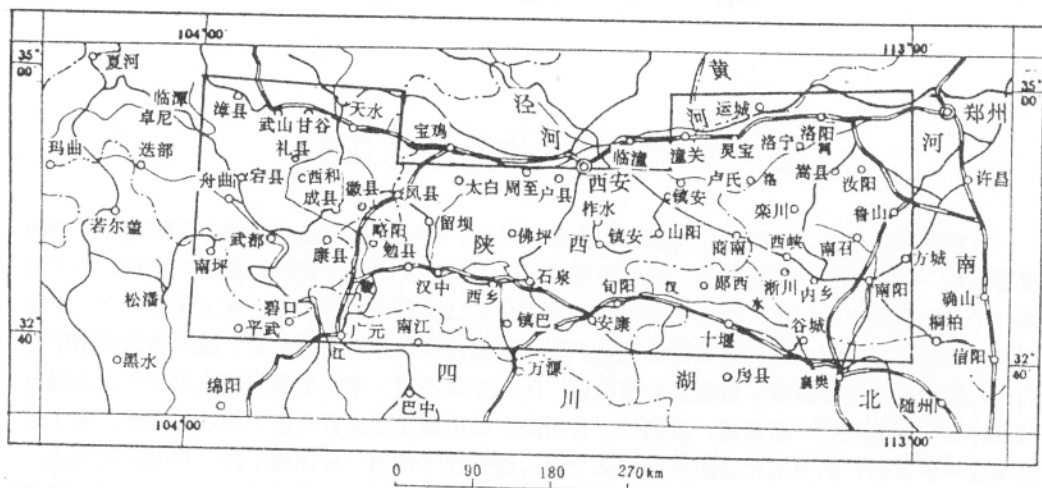


图1-1 研究区范围及交通位置图

二、生态环境

秦岭山地包括河南省西部、陕西省南部和甘肃省南部。总的趋势是西高东低。西部一般海拔为2000—4000m。山间河谷深陷，高山突兀，高原莽莽苍苍。中部群峰环抱，峥嵘叠翠，一般海拔2000—3000m。东部山势峻拔，一般海拔500—2000m，呈折扇形由西向东展开。秦岭是我国南、北方的天然分界线。秦岭主脉位于整个山地北部。除主峰太白山海拔3767m外，其余均为深切的中山。主脉向南、向东山势递减，河流横切山岭，形成许多峡谷。

北坡陡峻，水流湍急，属黄河水系。南坡较缓，水流曲折，源远流长，在遥感图像上水系形态多以树枝状—格状为特征。见图版1-1、1-2。属长江水系。

区内气候属北亚热带。年平均温度14—16℃。多阴雨天气，降水集中在7—9月。中、东部气候湿润。西部与青藏高原毗邻，接近高原气候特征，日温差大，降雨较少，日照较长。

秦岭山地的中、东部植被分布广泛，局部地段保留有原始森林，大部均为茅草灌木及次生林。以太白山为中心，垂直分带明显。北坡海拔在800m以下，残存小面积侧柏林。南坡海拔在1000m以下，为北亚热带常绿、落叶阔叶混交林。海拔700—2200m，为松林带针阔叶混交林。海拔2100—2600m为桦木林。海拔2900—3350m为落叶松林带。海拔3350m以上，为草甸带。秦岭山区植物种类繁多，资源丰富，经济林木日趋发展。区内中、东部气候温和，环境优美。中西部有太白山国家自然保护区，有楼观台国家森林公园道教圣地，五台山、翠华山、骊山旅游风景区，华山风景区；东部有嵩山风景区佛教圣地。生态环境良好。西部高原区及中东部小秦岭区和秦岭南部边缘，人为工程破坏严重，植被稀少，生态脆弱，雨季多暴雨、洪水、滑坡、泥石流，给人民生命财产及公路、铁路交通造成严重损失。

三、社会经济

秦岭地区属于我国正在发展的地区，除少数山间盆地人口较多、工业、农业及第三产业相对较发达外，广大的山区皆为贫困区，交通不便，人口稀少，经济不发达。但山区资源十分丰富，是山区的优势所在。主要是植物资源，有用材林，药用植物，经济林木等；水力资源水电潜力巨大；矿产资源以多金属及建筑材料等矿产为主，金、汞、锑、铅锌、钼是区内的优势矿种。特别是金矿潜力巨大，已逐步发展形成河南、陕西、甘肃的重要产业，且民采极盛，逐步形成具有明显经济效益的矿产业，成为山区脱贫致富的重要手段之一。目前区内工业以冶金、机械、医药、丝绸、水电为主，饮食工业及服务业正在发展，初具规模。农作物山间盆地以粮油为主，盛产稻谷、小麦、油菜。山区多为玉米、薯类。总之随着改革开放的深入，区内经济布局已经展开，发展潜力巨大。目前制约因素主要是山区交通困难，资金短缺。

第三节 主导思想及研究程序

秦岭山高林密，交通不便，地质构造复杂，以往调查研究工作程度简详不一，工作难度大。为了顺利地完成调查研究工作，达到预期目的，在研究工作中始终坚持以现代构造地质学新理论和金矿成矿理论为基础的指导思想，认识和研究秦岭造山带形成、演化、构造变质变形与金矿成生的关系，韧性、脆韧性剪切带控矿作用和构造样式，造山带构造变质变形过程中含矿地层及岩浆热液在金矿成生中的作用。研究方法是遥感地质技术为主导，结合地球物理、地球化学方法，充分利用已有各种资料，以多元信息为依据，定量研究控矿因素、成矿条件，建立遥感地质找矿模式，进行金矿成矿远景预测。

研究工作程序见图1-2。

第四节 遥感资料使用情况

遥感资料主要以Landsat E5 TM 专题制图仪数据磁带为基本资料，全区共计22景（幅）。具体见表1-1。

表1-1 Landsat E5 TM 专题制图仪数据磁带分布

131-36 1987.12.07	130-36 1987.12.16	129-36 1987.10.22	128-36 1989.05.	127-36 1987.11.09	126-36 1986.10.30	125-36 1987.04.17	124-36 1986.10.03
131-37 1986.11.02	130-37 1991.10.24	129-37 1986.07.31	128-37 1987.04.22	127-37 1987.10.24	126-37 1986.10.30	125-37 1987.07.06	124-37 1986.12.03
		129-38 1988.05.01	128-38 1987.04.22	127-38 1988.06.04	126-38 1987.02.03	125-38 1987.10.26	124-38 1988.03.11

专题信息提取根据具体目的要求采用了不同波段的比值处理、各种变换处理等。处理后一般采用屏幕照相输出，重点地区采用扫描输出。光学放大成1:100000或1:50000 假彩色图像供解译使用。部分地区参考使用了航空遥感资料。

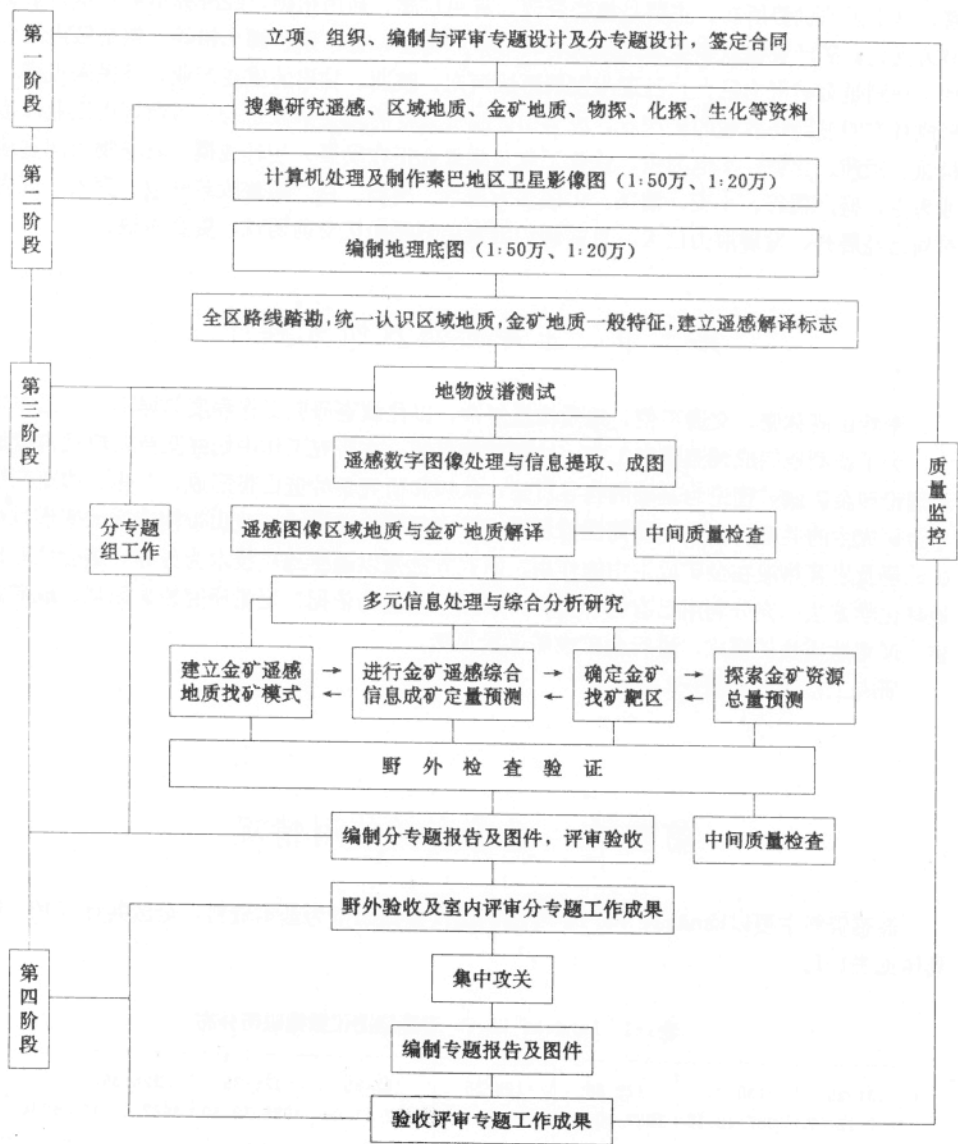


图1-2 金矿遥感地质综合调查研究工作程序框图

第二章 秦岭成矿带金矿遥感地质 综合调查研究主要方法及新方法研究

第一节 秦岭成矿带金矿遥感地质 综合调查研究主要工作方法

一、有关金矿的主要地物波谱研究

地物波谱是遥感图像解译及信息提取计算机处理方案制定的主要依据。测试方法及仪器主要是：

(1) 利用美制IRIS-Ⅲ红外智能光谱辐射仪测试各种样品。测试的波长为 $0.4\sim 2.6\mu\text{m}$ 。样品规格为 $3\text{cm}\times 6\text{cm}\times 9\text{cm}$ 。测试方法为每件样品风化面测试2处，新鲜面测试2处。测试后由光谱辐射仪所带数据分析系统综合输出风化面(W)与新鲜面(F)曲线各一条供研究使用。在对 $0.4\sim 2.6\mu\text{m}$ 范围的测试数据中，提取与TM1、2、3、4、5与7六个波段相对应的波谱数据，作为TM图像计算机处理与图像地质解译的依据。

(2) 利用美制100A四通道光谱辐射计测试各种样品，测试的波长为 $0.5\sim 1.1\mu\text{m}$ 。从中提取与TM1、2、3、4四个波段相对应的波谱数据，为图像的计算机处理与图像地质解译提供依据。

(3) 植被波谱，对矿化带植被、围岩植被(同类)及寄生土进行野外取样。样品塑封保鲜，48小时内完成测定，并进行金属含量分析，以便对比。测试结果基本满足研究需要。

1. 秦岭成矿带金矿主要岩矿石波谱特征

秦岭成矿带金矿的主要含矿岩石及近矿围岩有板岩、变粒岩、糜棱岩、砂岩、灰岩、白云岩、大理岩、千枚岩、片岩、变石英砂岩、角砾岩、闪长岩、二长花岗岩、含金石英脉、二云斜长片麻岩、混合花岗岩等，其波谱特征见图2-1、图2-2和图2-3。

从图2-1至图2-2可见，区内各类岩石总趋势是浅色岩石反射比高、暗色岩石反射比低。金矿主要含矿岩石和围岩——粉砂质板岩在TM3和5两波段均为反射峰(TM3为34%左右，TM5为45%)，TM4为吸收谷(30%)，其它较平缓。片岩在TM7为强反射，从TM1向TM7逐渐升高。糜棱岩在TM345各波段呈平缓的反射峰。千枚岩在各波段呈平缓的低反射(20%左右)、仅在TM5波段略低，TM37两波段略高。含金石英脉总的呈高反射，其反射比变化与金属硫化物的含量多少有关。如小秦岭地区，少硫化物含金石英脉在 $0.4\sim 0.5\mu\text{m}$ ，反射比为68.6%—80.5%；在 $0.5\sim 0.6\mu\text{m}$ 为58%—58.6%， $0.6\sim 0.7\mu\text{m}$ 为65.9%—85.1%， $0.7\sim 1.1\mu\text{m}$ 为52.4%—62.7%。其主要组分为石英，呈乳白色、块状构造、它形粒状结构，含量95%—98%。黄铁矿占1%。其它成分为1%—4%。因而均呈较高的反射峰。

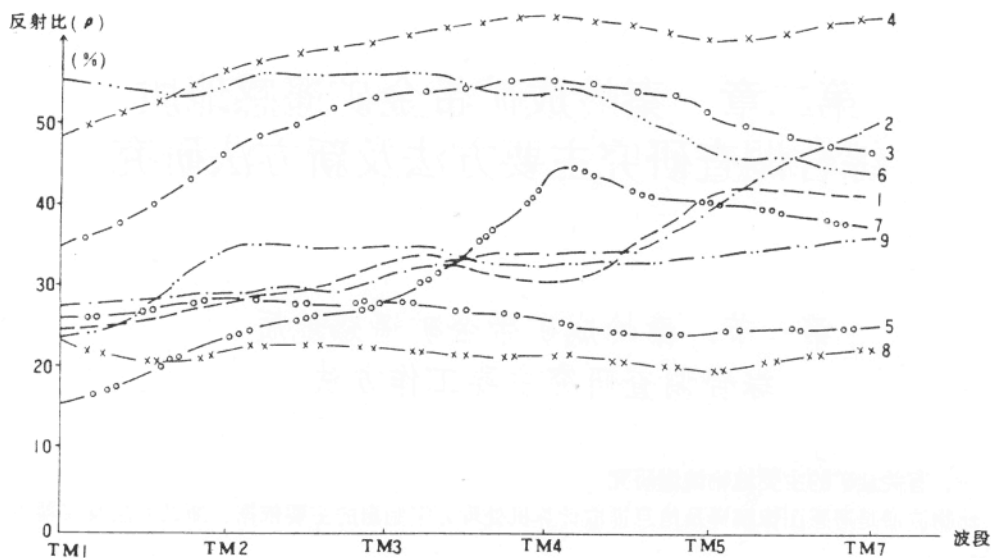


图2-1 秦岭成矿带金矿主要岩石波谱曲线图

(据陕西地矿局遥感站, 1990)

1—板岩, 2—变粒岩, 3—糜棱岩, 4—砂岩, 5—灰岩, 6—白云岩, 7—大理岩,
8—千枚岩, 9—片岩

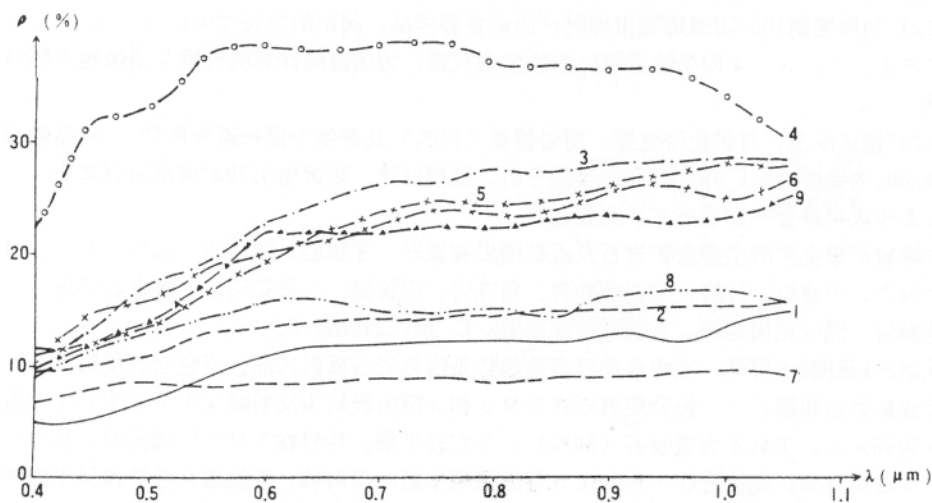


图2-2 小秦岭地区主要岩石波谱曲线图

(据陕西地矿局遥感站, 1987)

1—辉绿岩, 2—细碧岩, 3—二长花岗斑岩, 4—黑云母花岗岩, 5—含矿石英脉,
6—变石英砂岩, 7—辉钼矿, 8—角砾岩, 9—闪长岩

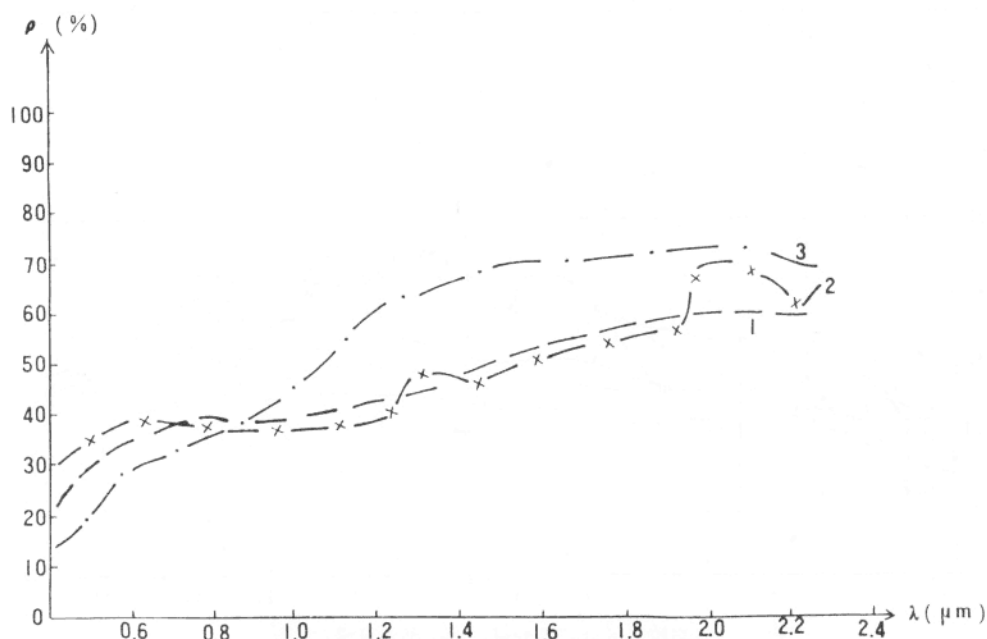


图2-3 秦岭成矿带小秦岭金矿田近矿岩石波谱曲线图

1—二云斜长片麻岩；2—混合片麻岩；3—混合花岗岩

多硫化物含金石英脉，石英含量50%—55%，金属硫化物含量20%—40%，一般35%左右。主要矿物为黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、方铅矿；氧化矿物可见褐铁矿、孔雀石、铜蓝等，还有少量自然金。其反射比明显降低。在0.4—0.5 μm（紫、蓝青光）为44.8%—59.4%，在0.5—0.6 μm（绿、黄光）为39.6%—48.6%，在0.6—0.7 μm（橙、红光）为40.7%—56%，在0.7—1.1 μm（红、近红外光）为32.7%—42.42%。最高波峰在蓝光波段，反射谷在绿光波段。

图2-3是小秦岭金矿田金矿围岩太华群主要岩石的波谱特征。总趋势是从0.4—2.5 μm，反射比 ρ % 呈升高形态，吸收谷反射峰均不十分明显，仅混合片麻岩在1.35—1.4 μm、2.00—2.20 μm有微反射峰出现。

图2-4是东秦岭地区比较有代表性的近矿蚀变岩及含金矿体的波谱曲线。从波谱曲线形态可以看出，金属硫化物蚀变带（铁帽）在可见光蓝绿波段（0.4—0.6 μm）和近红外（0.85—1.1 μm、2.2—2.4 μm）波段呈强吸收特征，在红光（0.6—0.85 μm）波段和近红外（1.28—1.46 μm）波段出现强反射峰。硅化蚀变岩及含羟基的蚀变岩类的波谱曲线形态比较接近，吸收带仍然位于0.4—0.55 μm、0.85—1.1 μm波段内。在0.6—0.85 μm、1.48—1.88 μm波段内出现反射肩，与金属硫化物带波谱曲线相比，波谱响应趋向平缓，不出现大幅度跳跃的波峰或波谷。

总之，含矿岩石与围岩均有较明显的波谱差异。各地区地质背景不同、金矿成因不同、含矿岩石和围岩组合不同、呈现因地而异的波谱特征，可以利用波谱特征提取金矿成矿信息。

2. 秦岭成矿带金矿区植被波谱特征研究

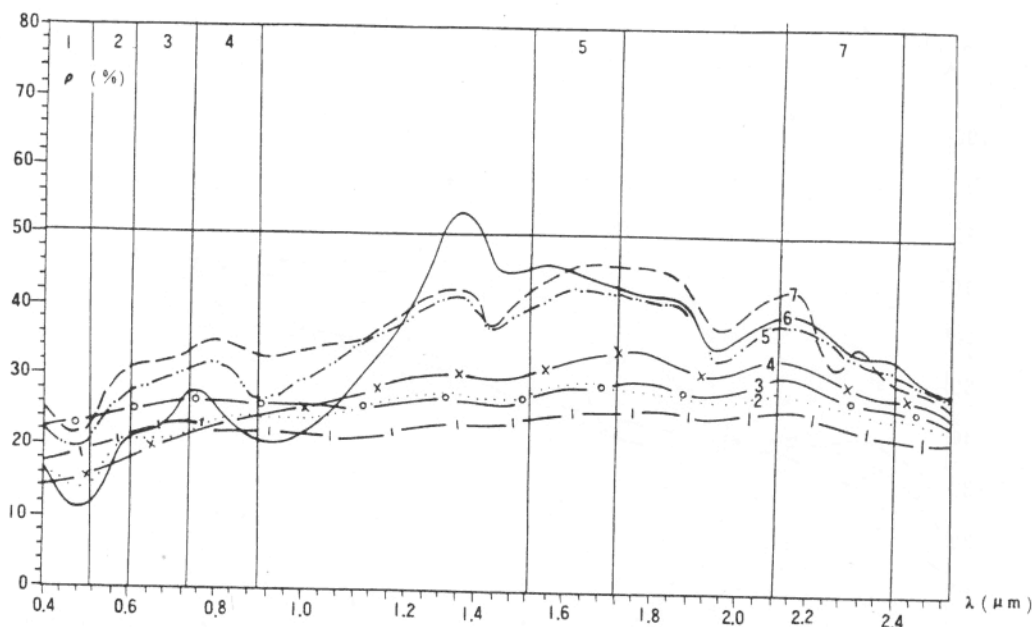


图2-4 东秦岭地区近矿蚀变带与近矿围岩波谱曲线图

1—千枚岩；2—片麻岩；3—大理岩；4—安山岩；5—硅化蚀变岩；
6—褐铁矿化蚀变岩；7—高岭土化蚀变岩

植被覆盖对目视解译是一种不利因素。但在成矿地段，成矿元素及伴生的、共生的指示元素随着成矿过程的进行，在热动力作用下，发生活化、迁移、富集，使成矿地段的岩石、土壤结构、构造、水质发生改变，地表的植被由于吸收了过量的成矿元素及伴生、共生元素，发生毒化现象，植物性状（叶绿素、水含量、叶面温度、植叶成分、结构等）发生变化。据国内外有关研究，受毒害后植被波谱标准曲线特征，在可见光波谱为“蓝移”，在反射红外波段主要是“红移”，亦有“蓝移”，重要的是波谱反射率随植被种类及生长季节的不同，呈现为较正常植被为高反射或低反射。如图2-5a和b的植被波谱。

从图中可见植物受毒害后，结构、成分、叶绿素、水含量发生变化。这种变化肉眼观察难以区分，而波谱则有明显的反映。在遥感图像上引起亮度、湿度、绿色、热度指数的改变，形成“生态景观”异常（见图版Ⅱ-1和Ⅱ-2）。这些异常可以通过绿色指数计算，图像计算机处理增强和提取，用于成矿有利地段预测。区内成矿带植被种类繁多，主要有马尾松、华山松、栎树、小叶栎树、花栎木、马桑、柞树、板栗、美丽胡枝子、粉背黄芦、杜梨、四蕊槭、接骨木等乔木、灌木和茅草。矿化区与围岩寄生土、植被波谱特征及金属含量见图2-5a, b和表2-1。

图2-6是上宫金矿区金矿化带地表植被寄生土与围岩（熊耳群）植被寄生土波谱曲线。从图中可见矿带寄生土波谱与围岩寄生土曲线形态基本一致，只是矿化后反射率明显增高。围岩寄生土在35%以下，矿化带寄生土为45%以上，最高55%。图2-5a和图2-5b为矿区常见植物四蕊槭在TM457反射率均有增高。在近红外、中红外均有向蓝光方向移动趋势。移动距离约5nm。而接骨木的反射曲线在同样波谱区间则呈较围岩寄生植物为低反射。大致低5%左右。因此可见，植物种类不同对毒化反映亦有差别。有的高，有的低，但区别是肯定存在的，毒化