

山东金翅岭 金矿构造控矿特征

周显强 宋友贵 唐锡东 邓 军 陈正乐 著

地质出版社

山东金翅岭金矿构造控矿特征

周显强 宋友贵 唐锡东 邓 军 陈正乐 著

技术指导 张国铎

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

内 容 摘 要

本书运用地质力学的理论和方法,以控矿构造的研究为主线,立足于野外地质调查,采用遥感地质、构造地质等综合分析方法,宏观研究了区域构造体系,确定了控矿构造体系;运用显微构造特征研究、岩组分析、透射电镜等手段,研究了控矿构造体系和构造型式以及它们的成生、发展和演化过程,探索了金、银元素迁移、富集的规律;通过同位素地球化学特征和流体包裹体温度的测定,进一步研究了金矿形成的控制因素、物理化学条件和控矿构造形成时代,并追溯了成矿物质来源;用声发射和透射电镜等方法,测量出区内历史最大应力值;用电子计算机数学模拟方法,模拟了构造应力场,确定了构造应力集中地段和应力梯度带。在此基础上,提出了远景预测依据,预测了成矿远景区。

本书可供从事地质力学、矿床地质、构造地质、地球化学等专业的生产、教学和科技人员以及大专院校地质专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

山东金翅岭金矿构造控矿特征/周显强等著. -北京:地质出版社,1995.2
ISBN 7-116-01813-1

I. 山… II. 周… III. 金矿床-构造地质学-研究-中国-山东 N. P618.510.625.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 16207 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:白 铁 沈 儒

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:5.25 字数:137000

1995年2月北京第一版·1995年2月北京第一次印刷

印数:1—600册 定价:8.50元

ISBN 7-116-01813-1
P·1437

前 言

金翅岭金矿是山东省招远县黄金公司所属矿山。它包括金翅岭金矿床、原瞳金矿床和十里铺银矿床。金翅岭金矿床已停采,因此现在所称金翅岭金矿是指原瞳金矿床和十里铺银矿床。历史上在该金矿有过不同规模的民间采金,其中1947年前后民间采金最为兴盛。据传在该矿床范围内采金人数最多时达2000余人,但因技术条件所限,一般采金深度在25m以内。民采中曾发现一拳头大的矿石,可选出10余两黄金。1978年起,该矿床才成独立的矿山。1979年5月至1983年6月,山东冶金地质勘探公司第三勘探队和水文地质队对该矿床进行了勘探,获得黄金工业储量5616.54kg;十里铺银矿床同样具有悠久的探采历史。1号脉东段老洞遍布,但均较浅,最深者20m。民采以采金为主。60年代后,原山东地质厅807队、金翅岭金矿、县黄金局地质队等单位进行了普查填图工作。1980年至1983年10月,山东省地矿局六队对该矿床1号脉东段进行初步勘探,并继续开展外围普查,求得银工业储量202151.70kg,成为山东省首次发现的独立银矿床。同时求得伴生组分金、铅、铜、锌等的储量。中国地质大学和招远县黄金公司对原瞳金矿床曾进行过专题研究。

原瞳金矿床和十里铺银矿床均以硫化物石英脉型矿床为主,具有脉幅窄、长度短、品位高、矿脉方向多的特点。构造因素是该矿山金银矿的主导控制因素,这一点看法是比较一致的。至于什么样的构造,如何控制金银矿的形成和分布,认识尚不一致,许多问题尚待解决。无疑这对矿山评价、远景预测至关重要。

1988年7月,地矿部地质力学研究所一室受招远县金翅岭金矿的委托,共同开展“山东省招远县金翅岭金矿区控矿构造模式及找矿方向”的研究。这是一项科研与生产相结合,为矿山服务,为找矿服务的研究课题。它旨在用地质力学的理论与方法,采用多种手段,研究矿区的地质构造,确定控矿构造体系和控矿构造模式,寻找成矿有利地区,探索找矿方向,为扩大矿山储量提供资料。

按矿山要求,本书研究范围是:南起招远县城北,北到北截,西起草沟头,东到郑家。在实际工作中,根据地质情况和矿山需要,工作范围有所扩大。南仍起招远县城北,北到山前孙家,西起香炉曹家,东至小民庄(图1)。

本书运用地质力学的理论和方法,以控矿构造的研究为主线,立足于野外地质调查,采用遥感地质、构造地质等综合分析方法,宏观研究了区域构造体系,确定了控矿构造体系;运用显微构造特征研究、岩组分析、透射电镜等手段,研究了控矿构造体系和构造型式以及它们的成生、发展和演化过程,探索了金、银元素迁移、富集的规律;通过同位素地球化学特征和流体包裹体温度的测定,进一步研究了金矿形成的控制因素、物理化学条件和控矿构造形成时代,并追溯了成矿物质来源;用声发射和透射电镜等方法,测量出区内历史最大应力值;用电子计算机数学模拟方法,模拟了构造应力场,确定了构造应力集中地段和应力梯度带。

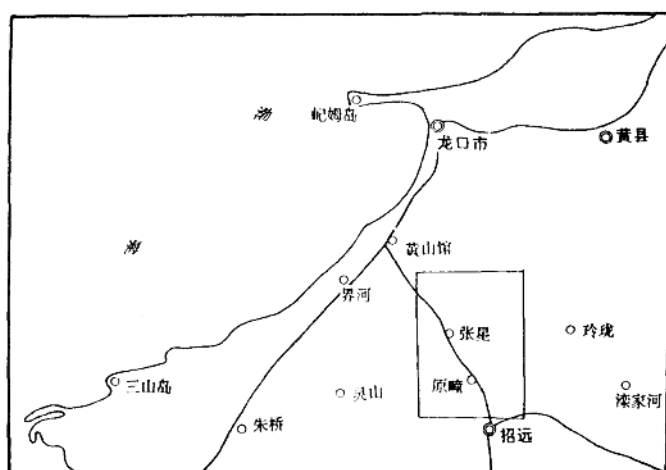


图1 工作区(方框)位置图

在此基础上,提出了远景预测依据,预测了成矿远景区。

本书取得的主要认识和成果有:

1. 根据陆地卫星 TM 图像、国土卫星图像和航空照片等多种遥感资料进行构造解译,并对解译结果进行电算处理、数理统计和趋势面分析,结合野外地质调查所获取的大量线性构造和环形构造信息,有效地揭示了半隐伏构造。这不仅完善了区域构造格架,还通过这些信息同已知矿点的相关分析,为研究区新矿点的预测提供了依据。

2. 建立了多级控矿构造模式。区域东西向构造体系和新华夏系是本区的控矿构造体系。东西向构造形成较早,在主要的成岩成矿期前即已生成,是区域上的基底构造体系,它控制了矿源层和矿源体的展布。后期又有活动特别是中生代以后活动加剧。它同新华夏系复合控制了 I 级矿带的展布。新华夏系是成岩、成矿期形成的构造体系,它分为早、晚两期。著名的胶西北“S”型构造即为早期成分,它与成矿关系最密切。它控制了胶西北地区 II 级成矿带(或矿区、矿田)的展布。例如北北东向的焦家带、招平带等;它所派生的次级构造控制了矿田或矿床,例如焦家“入”字型构造控制了焦家金矿田,玲珑帚状构造控制了玲珑金矿床。更次级的构造控制了矿床或矿体。工作区的主要矿床和矿脉均是受这些低级别、低序次的构造控制。

3. 工作区内分布着大量的含石英脉和蚀变破碎带,它们排列有一定的规律,即各脉间多呈雁列状,形成不同方向的多组雁列轴。较主要的金、银矿床多位于两组或多组雁列轴的交汇点上。这个规律可作为预测成矿远景的依据之一。

4. 通过宏观与微观相结合的方法,详细研究了区内主要矿床控制断裂的结构特点、力学性质、演化特征以及形成机理和对金、银矿床的控制意义。指出工作区内控矿构造型式以棋盘格式或不完全棋盘格式构造型式为主。具有工业价值的矿脉往往是矿液充填的追踪张裂。

5. 由于构造运动的脉动作用,控矿断裂均经受多次力学性质的转换。成矿阶段多具张性或张扭性。压性或压扭性向张性或张扭性转化的阶段对成矿最有利。

6. 指出了区内郭家岭岩体同玲珑岩体在成矿作用方面具有同等的意义,甚至深部以郭家岭岩体为主。在深部,特别是郭家岭岩体中,在主要矿脉的旁侧应注意网脉状黄铁矿型金矿的寻找。

7. 首次在工作区采用声发射方法测定岩石所受历史最大应力值,使用透射电子显微镜技术,通过计算变形石英自由位错密度估算主要控矿断裂的差应力值,运用X光岩组分析以及电子计算机数学模拟构造应力场等手段,得出的结果不但为宏观构造分析提供了有力的佐证,而且加深了对本区成矿规律的认识,为成矿预测提供了定量-半定量的测试数据和实验依据。

8. 总结出适于工作区的10个方面的成矿远景预测的依据,提出了2个成矿远景区和6个预测评价区(点)。

本书的研究工作是在山东省招远县金翅岭金矿和地矿部地质力学所领导的关心和支持下进行的。金翅岭金矿不仅为研究工作提供了科研经费,而且在工作、生活等方面给予了方便和照顾。矿山地测科的同志经常陪同笔者下矿井,跑外围,互通情报,交流工作中的新信息、新认识,建立了团结、合作的良好关系和深厚的友谊,保证了研究任务的圆满完成。矿山化验室为本书完成了样品的金、银含量的化学分析;地质力学研究所丁原辰、许书火、张淑坤副研究员及彭华助理研究员等分别为本书完成了声发射样品的测试、同位素年龄的测定、遥感资料的数据处理和成图;中国科学院地质研究所谢奕汉副研究员为本书完成了包裹体测温;白铁同志翻译了英文摘要及目录。本书的编写工作还得到招远县黄金公司郭铁彬高级工程师的热情指导和支持。在此谨向以上领导和同志们致以最诚挚的谢意。

由于人力和经费所限,加之时间紧,本书难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

作 者

1994年10月

目 录

前 言

第一章 区域地质概述.....	(1)
第一节 地层.....	(1)
第二节 岩浆岩.....	(1)
第三节 构造.....	(4)
第四节 遥感资料解译.....	(5)
第二章 矿床特征	(15)
第一节 工作区矿床概况	(15)
第二节 主要矿床分析	(15)
第三节 成矿地质条件	(25)
第四节 成矿温度	(28)
第五节 同位素地球化学特征的研究	(31)
第六节 成矿模式	(35)
第三章 控矿断裂构造特征及控矿作用	(36)
第一节 控矿构造体系和多级控矿规律	(36)
第二节 矿区控矿构造型式	(37)
第三节 控矿断裂力学性质的转化	(42)
第四节 控矿断裂的演化特征	(45)
第五节 控矿断裂与雁列轴	(47)
第六节 控矿断裂与成矿有利部位	(47)
第七节 控矿断裂运动方向与矿体侧伏	(48)
第四章 构造应力场	(50)
第一节 岩组及显微构造特征	(50)
第二节 石英自由位错估算差应力值	(55)
第三节 声发射测定历史最大应力值	(58)
第四节 构造应力场数学模拟	(60)
第五章 成矿预测	(67)
第一节 成矿预测依据	(67)
第二节 研究区成矿远景评价	(69)
主要参考文献	(72)
英文摘要	(73)
附图	(75)
图版	(77)

Contents

Preface

Chapter I Introduction of Regional Geology	(1)
1. Strata	(1)
2. Magmatic Rocks	(1)
3. Structure	(4)
4. Interpretation of Remote Sensing Information	(5)
Chapter I Feature of Deposits	(15)
1. Introduction of Deposits in the Study Area	(15)
2. Analysis of Major Deposits	(15)
3. Metallogenic Geological Conditions	(25)
4. Metallogenic Temperature	(28)
5. Study of Feature of Isotope Geochemistry	(31)
6. Metallogenic Model	(35)
Chapter II Feature of Ore-control Fractures and Their Ore-control Action	(36)
1. Ore-control Structural System and Law of Multi-grade Ore-control	(36)
2. Ore-control Structural Style	(37)
3. Transition of Mechanical Property of Ore-control Fractures	(42)
4. Evolution Feature of Ore-control Fractures	(45)
5. Ore-control Fissures and Echelon Axes	(47)
6. Favourable Metallogenic Place of Ore-control Fractures	(47)
7. Moving Direction of Ore-control Fractures and Side-pitching of Orebody	(48)
Chapter IV Study of Tectonic Stress Field	(50)
1. Feature of Petrofabrics and Microstructure	(50)
2. Stress Difference Estimated through Free Gliding of Quartz	(55)
3. Maximum Stress Measured through Sound fixing and Ranging (sofar)	(58)
4. Digital Analogue of Tectonic Stress Field	(60)
Chapter V Metallogenic Prognosis	(67)
1. Evidence of Metallogenic Prognosis	(67)
2. Metallogenic Prospective Valiation and Prognosis	(69)
References	(72)
Abstract	(73)
Attached Map	(75)
Plate	(77)

第一章 区域地质概述

金翅岭矿区位于胶东古老地块之上,它隶属于我国东部新华夏系第二隆起带,其西侧与东部的沂沭大断裂带毗邻,次级的北北东—北东向招平断裂从矿区东南通过。区域东西向构造的栖霞复背斜轴部在矿区以南穿过。区内地层简单,构造活动、岩浆活动强烈,混合岩化、热液蚀变发育,金矿化普遍。

第一节 地 层

工作区内出露的地层简单,除第四系外,均为太古界—古元古界的胶东群蓬乔组。第四系为河流松散沉积及坡积物,含有砂金。区内的金岭镇范围内的诸流河有数量可观的砂金矿,目前正在开采。

胶东群在工作区内仅在招远县城东南分布面积较大些,即成片状分布,其它地区仅为残留体、捕虏体零星分布于花岗岩体中。区内的胶东群主要为蓬乔组,岩性以黑云变粒岩和斜长角闪岩为主,顶部有黑云片岩。黑云变粒岩呈花岗变晶和鳞片花岗变晶结构,粒状和平行条纹、条带状构造,主要矿物成分有斜长石(An_{27-29})、石英、黑云母、角闪石等,副矿物有锆石、绿帘石、磷灰石、磁铁矿等。斜长角闪岩具纤状变晶结构,层状、条纹带状或块状构造。主要矿物为角闪石,呈长柱状,粒度一般为1—1.5mm,常常次生变化为绿帘石和黑云母。斜长石多为更—中长石。胶东群属正变质岩,原岩建造为中性—基性火山岩,夹有少量超基性熔岩,部分含Na低K高的原岩为海相基性火山岩,也有少量浅海相泥砂质碳酸岩建造的副变质岩。据山东地质六队资料,胶东群同位素年龄为17.25亿年^①,胶东群蓬乔组含金量平均为 14.92×10^{-9} ^②,超过地壳中金的克拉克值(4×10^{-9})近四倍,为金的有利矿源层。

第二节 岩 浆 岩

本区岩浆活动十分发育,岩浆岩出露面积占有全区出露基岩的60%以上,岩性以中性—酸性花岗岩类为主,主要岩体有玲珑岩体、郭家岭岩体和滦家河岩体。此外有大量脉岩,脉岩岩性超基性—基性—中性—酸性均有。

一、玲珑岩体

① 全国同位素地质年龄数据汇编小组,全国同位素地质年龄数据汇编,1975。

② 据山东地质六队张耀璞等。

玲珑岩体总体呈北东—北北东向展布, 本区出露仅是该岩体的一部分。岩体内部岩性不均一, 常含有胶东群的黑云斜长片麻岩、黑云变粒岩为主的变质岩残留体。岩性以中粗粒黑云母花岗岩, 中粒片麻状黑云母花岗岩和含榴细粒浅色花岗岩为主。以发育各种片麻状构造为特征, 结构有花岗结构、花岗变晶结构。矿物成分有斜长石、钾长石、石英、黑云母; 副矿物有锆石、独居石、榍石、石榴子石等。岩石化学特征属铝过饱和类型, $K_2O/Na_2O < 1$, K/Rb 比值 419^①, 介于超变质花岗岩与再生花岗岩之间。在国际地科联(1972)推荐的花岗岩分类图中投影于二长花岗岩靠近花岗闪长岩的区域内(据张韞璞等)。岩体与胶东群的接触关系, 既有渐变过渡又有侵入接触关系。如玲珑岩体的时代和成因, 前人已做过了许多工作, 但未得出一致的结论。主要的认识列表于表 1。

表 1 玲珑岩体成因和时代研究程度

命名年代	命名者	成因	时代
1949	郭文魁		太古代
1950	刘国昌		中生代
1962	长春地院		下元古代
1965	山东 805 队		燕山期
1965	山东 807 队	混合岩化	元古代
1973	地科院		下元古代
1973	武汉地院	混合岩化	下元古代
1975	山东局综合队	侵入	印支期
1978	黄德业等	重熔交代	燕山早期
1979	朱奉山	混合岩化	燕山晚期
1980	山东六队	混合岩化	印支早期
1981	施胜明等	混合岩化早期重熔交代为主	
1982	桑隆康	混合岩化	元古代
1983	张韞璞	重熔作用	燕山期
1986	李鸿翼等	重熔作用	下元古代
1987	王义文	深熔作用	中生代

近年来山东省区调队对玲珑岩体形成时代进一步研究结果, 认为前人仅据钾-氩法年龄数据将该岩体定为印支期或燕山早期不妥。钾-氩只能在 300°C 以下的封闭系统中保存, 而该岩体属变质交代成因, 成岩温度约为 600—650°C (相当角闪岩相), 随着温度升高和环境开放, 钾-氩大量逸出, 故据其测得的数据并不能代表岩体形成的年龄。同时, 区域内中生代以来仅有局部动力变质, 尚未发现区域变质作用, 因而印支期或燕山期均不具备形成变质交代型花岗岩类的条件, 另外, 锆石的铀-铅年龄值最高 17.18 亿年, 最低 4.13 亿年, 多为 6 亿年以上。铷-锶等时线年龄值最高 9.97 亿年, 最低 2.85 亿年, 同位素年龄值较分散; 斜长石中 An 分子含量低(多数 $An=23$ 左右), 以更长石为主, 与前寒武纪花岗岩 An 分子含量相当; 斜长石 $Si-Al$ 有序度较高(>0.7), 无序及过渡者很少, 与胶东群变质岩中斜长石类似; 双晶类型以钠长石双晶为主, 未见复杂双晶; 钾长石以微长斜长石为主(结晶温度 $<900^\circ C$), 未见正长石; 斜长石环带很不发育。诸如此类的特征表明该岩体与胶东群有密切关系, 形成

① 据沈阳地矿所袁有守等。

时代较老,我们认为定为元古代为宜。

二、郭家岭花岗岩体

郭家岭花岗岩呈东西向展布,岩性以钾长石斑状花岗岩、花岗闪长岩为主。从岩石化学特征看,与玲珑花岗岩相似,属铝过饱和系列。富钠, $K_2O/Na_2O < 1$,副矿物以榍石为特征。 K/Rb 比值为 375.33。岩石的结构、构造与玲珑岩体有较大的区别,郭家岭花岗岩以斑状结构为特征,钾长石斑晶一般为 $1 \times 1.5 \text{ cm}^2 - 2 \times 3 \text{ cm}^2$,其中包裹有一些斜长石、角闪石、黑云母、石英等基质矿物。基质为细粒花岗结构,块状构造。

郭家岭花岗岩与围岩的关系多为侵入接触。工作区内地表仅见于西北部槐树庄一带,而实际上,它在深部的出露很广泛,许多矿山地表出露为玲珑花岗岩,而到一定深度的井下,就出现为郭家岭花岗岩,原瞳井下就是一例。在区内东南考家矿化蚀变带中,地质六队在钻孔中见到蚀变带下盘为郭家岭花岗岩。也就是说,玲珑岩体在本区较大范围是呈岩盖状,盖在郭家岭花岗岩之上,真正的大岩基是郭家岭花岗岩。国土卫星图像显示的一个环绕山李家—华山—原瞳—玲珑—秦家的大的环形构造,很可能是地下郭家岭花岗岩基的反映,但这一点需进一步工作才能证实。

郭家岭花岗岩同金矿化的关系越来越被重视,甚至比玲珑花岗岩更重要。在界河金矿发现的黄铁矿网脉型金矿就产于郭家岭花岗岩中,在姜家窑、夏甸也有这种类型的金矿。原瞳井下 17 号脉、3 号脉间也有大量黄铁矿细脉,这是一个苗头,工作中应予以重视。

郭家岭花岗岩的成因和时代各家认识也不一致。有人认为它同玲珑花岗岩体均为花岗岩化和重熔作用的产物,形成于中生代(沈阳所、六队张韞璞等),可统称为广义的“玲珑花岗岩”。另一种看法则认为玲珑花岗岩同郭家岭花岗岩是两次混合岩化的产物。

三、滦家河花岗岩体

在工作区内主要出露于玲珑以南,以黑云母中粒花岗岩为主,基本上不含金矿。岩石具典型的花岗结构,均匀块状构造。内部岩性、化学成分均一,基本无变质岩残留体,交代作用弱。岩石化学特征仍属铝过饱和系列,富钾, $K_2O/Na_2O > 1$,副矿物以独居石为特征, K/Rb 比值为 292。它与胶东群地层呈侵入接触,在玲珑九曲、蒋家一带可见其侵入玲珑黑云母花岗岩中。

四、脉岩

工作区内脉岩十分发育,岩性复杂,从超基性的煌斑岩脉、基性辉绿岩脉、中性—中酸性的辉石闪长玢岩脉、闪长玢岩脉、石英闪长岩脉、花岗闪长玢岩脉到酸性的伟晶岩脉和细晶岩脉应有尽有。它们大都平行分布,密集成群,延长较远,以张华山为中心向两侧逐渐变稀疏。走向北 $10^\circ - 25^\circ$ 东,倾向北西,倾角 $70^\circ - 85^\circ$ 。形态颇不规则,常有岩枝产出,脉壁呈锯齿状或折线状。偶在露头上可见有岩脉沿追踪张裂充填。有的沿一组扭裂贯入(图 2、图版 III)。也有的呈分枝复合、侧列等形态。有的岩脉弯弯曲曲,不同期次的绞合在一起呈链状(图 3)。多种岩性、复杂的形态及相互穿插关系反映了本区在岩体形成后又经历了频繁的构造活动和复杂的岩浆活动的演化过程。从各种岩性脉岩穿插关系来看,大致有这样的顺序:早期煌斑岩脉(χ)—早期深灰色闪长玢岩脉($\delta\mu$)—花岗岩闪长玢岩脉($\gamma\delta\mu$)—石英闪长玢岩脉($\delta o\mu$)—晚期闪长玢岩脉(δo)—晚期煌斑岩脉(χ),其中早期深灰色闪长玢岩脉同金、银关系密切。

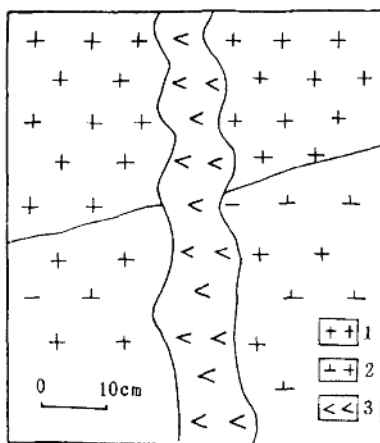


图2 曹家矿点沿追踪张裂充填的伟晶岩脉
1— γ_2 黑云母花岗岩; 2— γ_3 花岗闪长岩;
3—伟晶岩脉

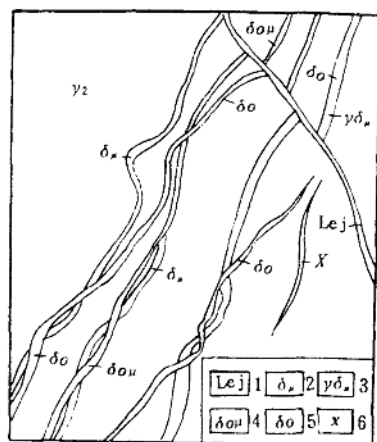


图3 十里铺银矿外围不同期脉岩胶合成链状
1—绢英岩化碎裂岩; 2—早期闪长岩; 3—花岗闪长岩;
4—石英闪长岩; 5—细晶石英闪长岩; 6—煌斑岩

第三节 构造

本区位于胶西北地区东西向栖霞复背斜轴部的北侧,沂沭断裂东侧之次级的胶西北“S”型构造的黄县—掖县弧形断裂(简称黄—掖断裂)和招远—平度弧形断裂(简称招平断裂)之间。走向东西的区域东西向构造和走向北北东—北东向的新华夏系构造构成了本区构造的基本骨架,同时,区内尚存在北西向构造和南北向构造(附图1)。

一、区域东西向构造带

区域东西向构造是本区发育最早、长期活动的构造体系。它的主体成分是轴部位于本区南部的横贯胶西北地区的栖霞复背斜。复背斜的轴部由太古界一下元古界的胶东群地层组成,两翼为中元古界的粉子山群和上元古界的蓬莱群。工作区内出现的区域东西向褶皱仅见于招远县城附近,胶东群变质岩中的片理、片麻理带呈近东西向展布,并发育一系列轴向近东西的平卧褶皱(图版Ⅲ)。东西向断裂地表表现不明显,但是在卫星影像和航空照片以及航磁异常和重力上都有清楚的反映。它之所以地表反应不明显,很可能代表隐伏的剪切带、后期花岗岩侵入和其它构造复合造成。胶西北地区乃至整个胶东地区的岩体呈东西向雁列,也说明了东西向构造的控制作用。

二、北北东—北东向构造

工作区发育一系列北北东—北东向断裂,它们是发育于我国东部新华夏系构造的低级别、低序次成分。总体走向为北 15° — 28° 东,局部偏东为北 30° — 40° 东。断裂面波状起伏,显示以压扭性为主。区内此方向的构造可以分为早晚两期。早期断裂的特点是走向北北东,向北逐渐为北东,总体上形成“S”型,这就是著名的胶西北“S”型构造。出露于工作区内的是招—平断裂头部弧形拐弯和分支的部分,它的形成可能是北北东向断裂受到东西向断裂限制所致。晚期断裂的特点表现为走向北北东,倾角陡,断面平直,延伸远,切过早期断裂。如玲

珑断裂,玉皇顶断裂,九曲断裂等。区内此组断裂相当发育,有的被不同岩性的脉岩充填,如以张华山为中心的 NNE 向岩脉群。

区内还有不少走向北东的断裂,走向 $N40^{\circ}-50^{\circ}E$,向 NW 倾为主,倾角 $55^{\circ}-80^{\circ}$,规模大小不一,长的达数十公里,短的数百米。通过工作区规模较大的有斜过西北角的北截—灵山沟断裂,矮子王家—金翅岭北断裂带,后乔西—十里铺断裂带,郭家断裂带等。它们发育于黄一掖和招一平断裂之间,是早期 NNE 向断裂的伴生构造成分,以压扭性为主。

三、北西向构造

北西向构造在区内不发育,地面未发现北西向断层,但在航片和卫星图像中,北西向的线性构造反映明显。界河等河流流向和本区沟谷走向是北西向,两侧未见错断迹象。对北西向构造的归属意见也不统一,一种认为是基底构造并有控岩控矿作用,另一种看法是后期断裂或节理。我们认为是早期区域东西向构造的配套成分,后来又经多次活动,断裂性质复杂,对矿脉有一定的控制作用。

四、南北向构造

南北向构造在本区不太发育,局部地方有近南北向的断裂,如山赵家发育有近南北向的角砾岩带,显示张性。航片、卫星影像图中南北向线性构造显示清楚,有的河流和沟谷如诸流河等,走向也是南北。它可能是区域东西向构造配套的张裂改造发育而成的。

第四节 遥感资料解译

遥感资料在地学领域中的应用和解译,已被确认为是一种十分有效的先进技术。尤其是在解译方法上,由于运用了现代的先进电子计算机自动识别和分类技术,使对资源和地质现象的解译精度和速度都有了很大的提高,它是实现地学科学现代化的一个十分重要的方面,深受国内外地质工作者的重视,成为地质部门一种常用的手段。

遥感从广义上可定义为不与对象接触而收集有关该对象的信息。运载工具不同,飞行高度各异,所取得的资料亦有不同特点。飞机和卫星是遥感据以进行的常用运载工具。本研究课题使用了美国第五颗地球资源卫星(陆地卫星)、我国国土卫星和航空遥感等三种遥感资料,现就它们的特点和地质解译结果叙述如下。

一、遥感资料的选择

1. 陆地卫星(地球资源卫星)TM 图像。陆地卫星飞行高度高(905—918km),因此它比其它遥感资料的比例尺小,具有视野大、宏观性强和高度的概括能力等特点,可以把局部的现象统一起來,使人们对各种地质现象的相互关系的认识得到提高,对研究区域构造提供了重要的信息。在工作中,我们首次在本区使用了我国国家遥感中心地面卫星接收站接收的美国第五颗陆地卫星(PRC-LANDSAT-5)主题成像仪(Thematic mapper)记录的 TM 图像(图版 1)。TM 图像具有图像清晰、分辨率高、信息丰富等特点。它比第 1—3 颗陆地卫星的多波段光谱扫描仪记录的 MSS 图像分辨率提高了一倍以上(MSS 地面分辨率为 79m, TM 为 30m)。我们选用的 TM 图像是 2、3、4 波段合成的假彩色合成图像,比例尺为 1:20 万,接收时间为 1986 年 11 月,此季节植被凋落,对地质解译很有利。该图像云量为零,图像清晰,信息量丰富,是区域地质构造分析的理想资料。

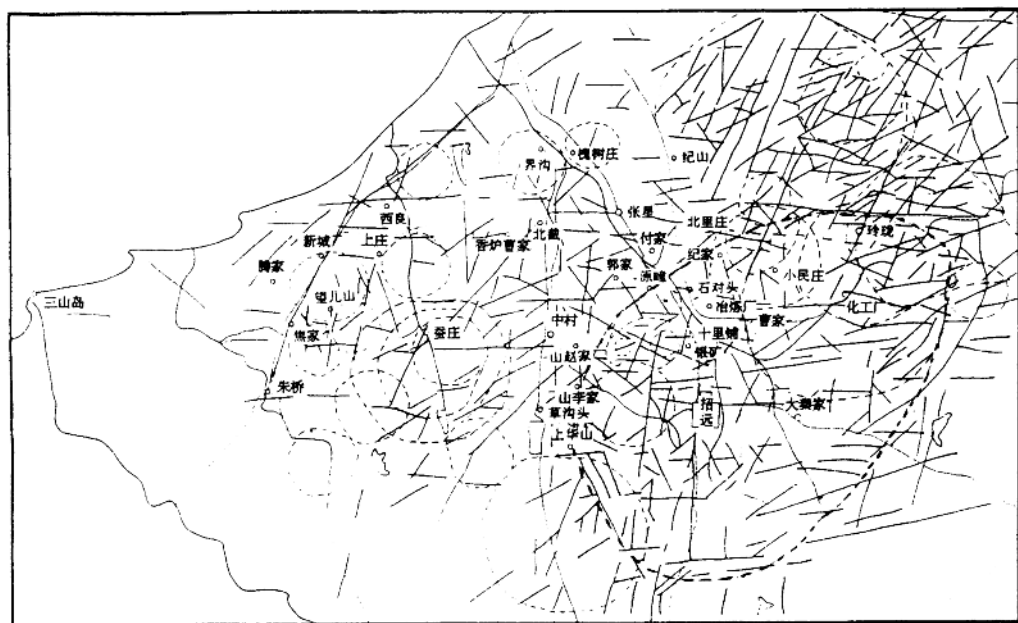


图 5 胶西北地区国土卫星图像线性构造解译图

关的线性构造除断裂构造外还有节理、破碎带、挤压带、不整合面、不同岩性岩石的界面等，在影像中以线性色调、颜色异常和不同色调的界面为特征。

我们分别对三种遥感资料进行目视解译，作出“胶西北地区 TM 图像线性构造解译图”（图 4），“胶西北地区国土卫星图像线性构造解译图”（图 5），“招远北部地区航空像片线性构造解译图”（图 6）。综合其主要特征如下：

1. 线性构造空间展布特征反映的区域构造

从胶西北 TM 图像解译图和国土卫星图像解译图中可以看出胶西北地区发育的线性构造大致可归纳为东西、北北东、北东—北东东、北西和南北五组，其中以东西、北北东、北东最为发育。

(1) 东西向线性构造

东西向线性构造在 TM 图像和国土卫星图像上都以不同颜色、不同色调界线及地形地貌的线性特征反映出来。它们总的特征是呈舒缓波状，断续相接，密集成带，延伸较长，规模较大，显示以压性为主、后期有扭动的特征。局部地段受后期构造的影响，方向有偏转，但东西方向延伸的总趋势仍无改变。胶西北地区从北向南主要的东西向可以分为六个带，即龙口—黄县、黄山馆—玲珑北、新城—玲珑、三山岛—焦家—十里铺、朱桥—大寨家、驿道—大尹格庄。它们大致成等间距分布。东西向构造在地面上除古老变质岩中的褶皱呈东西向外，东西向断裂不明显，但在影像中较清楚，这可能是后期活动不甚强烈，对后期岩石只形成构造薄弱带或隐伏的剪切带的缘故。

(2) 北北东向线性构造

TM 图像上显示的北北东向构造可分为两期。早期在影像上的特征不甚明显，两侧色

调、颜色差异较小,北端方向均发生一些偏转而呈北东—北东东向,总体呈“S”状,显示压扭性特征。黄县—掖县断裂、招远—平度断裂即属这一期。此期构造与金矿关系十分密切。晚期北北东向构造比前一期总体走向稍偏北,为北 10° — 15° 东。影像上线性特征明显,平直单一,延伸较长,两侧色调、颜色异常明显,在露头区地貌呈直线状山脊或沟谷。显示明显的扭性—扭压性特征。晚期北北东向构造切割早期北北东向构造,同金矿的关系不如早期密切。

(3)北东向—北东东向线性构造

北东—北东东向线性构造在影像中不如北北东向晚期构造明显,呈差异不大的色调和颜色线性异常,但延伸较长较远,明显地被北北东晚期线性构造切过,为较早期的扭性断裂。

(4)北西向线性构造

北西向线性构造比较复杂,影像特征有的地方延续性好,有的地方不好,有的被北北东晚期构造切割,有的则相反。工作区西北部的现代河流多呈北西向入海,河道多呈锯齿状,似为两组断裂追踪张性断裂发育而成。地面地质调查很难发现北西向的断层迹象。北西向河流两侧地层、岩体多为连续的。看来影像上的北西向线性构造是既古老又年轻的多期性活动断裂。它的性质和特征还有待进一步作详细的地面地质调查工作。

(5)近南北向线性构造

南北向线性构造不太发育,断断续续,并且走向时而稍偏东,时而稍偏西。胶西北刁龙咀—三山岛—石虎咀—龙口的奇特的海岸线,似乎同东西向和南北向的构造复合有关。

2. 环形、半环形构造

自从航天遥感图像问世以来,环形构造信息越来越引起人们的重视。遥感图像中的环形构造形态多为圆形、椭圆形或半圆形、半椭圆形、弧形等。它们通过颜色、色调深浅、形态、结构、地形、水系等形式表现出来。其色调常表现为色环、色斑或套环状,与背景色调存在或强或弱的差异。环形构造成因多种多样。构造—岩浆活动成因引起的有:沉积盆地、隆起区、短轴背斜、构造岩块、旋卷构造的环形断裂以及隐伏岩体、岩相分带界线、混合岩化或重熔岩体中心、火山机构等;环形构造的成因还有类似月球表面的陨石坑、烃类扩散、热液蚀变等形成的晕圈所显示的环形体;还有地内热能冲刺说、热动力岩块说等。环形构造规模大小悬殊,小的直径几公里,大的可达上百公里。它们可穿越各种地质界线,包括各种地层和构造单元。环形构造有的单个出现,有的成群出现,有的则多个交织在一起,环中有环,大环套小环或者几个环相互交切,相互拼叠,显示出复杂的图像。环形构造的这种空间分布和组合关系,在很大程度上反映了它们的地质成因和地质意义。环形构造还常常同线性构造相伴出现,反映了它们之间存在着某种依赖关系或共生关系。它们的相交和相切部位,往往是找矿的有利地段。不同比例尺的遥感图像反映的环形构造不尽相同。小比例尺的图像概括性强,它所反映的环形构造在大比例尺的图像上显示为不同组方向直线状线性体围成的影像块体。

胶西北地区 TM 图像、国土卫星图像和航空图像环形构造的信息都相当丰富。初步解译出 TM 图像和国土卫星图像中分别存在 20 个以上的环形构造。它们的空间展布有一定规律,主要呈东西、北东—北东、北西等方向排列,反映它们同这些方向的线性构造间彼此存在互为依存的构造复合关系。

环形构造之所以引人注目,主要原因是它们与矿产往往有密切关系,这已为国内外资料所证实。例如,我国已发现的斑岩型铜矿有 80% 位于不同规模的环形构造的边缘部位。前苏联已发现的金、银矿床约有 80% 分布于环形体中。胶西北地区许多特大型、大型乃至中小型

