



胶东西北部构造体系 及金成矿动力学

邓 军 徐守礼 方 云 周显强 万 丽 著



地质出版社

胶东西北部构造体系 及金成矿动力学

邓 军 徐守礼 方 云 周显强 万 丽 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内容提要

本书运用地质力学的基础理论和工作方法,依据大量的野外地质素材和测试数据对胶东西北部构造体系及控矿规律作了较为系统的分析和研究。

全书以控矿构造因素为主线,以翔实的野外地质调查为基础,探讨了区域构造体系的发生、发展全过程。其重点为研究成矿构造体系、控矿规律和矿液运移机制;研究构造活动与成矿时序关系;研究构造应力与成矿元素活化迁移、分配富集机制的关系以及构造、蚀变、矿化分带性,建立起构造应力场与地球化学场之间存在的内在成因联系;在研究构造体制下成矿动力学及含矿流体系统与成矿系统耦合关系的基础上,采用灰色系统和模糊数学理论和方法,揭示了成矿系统内部和外部标志在其性质、程度、范围及趋势等方面的变化及其与矿化标志、矿体相对优劣程度在多维时空上的传递演化规律,建立其成矿模式和预测了成矿远景区。

本书可供从事地质力学、矿田和矿床地质、构造地质和地球化学等专业的生产、科研和教学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

胶东西北部构造体系及金成矿动力学/邓军等著,一北
京:地质出版社,1996.3
ISBN 7-116-02124-8

I. 胶… I. 邓… III. ①区域地质-地质构造-中国-山
东②金矿床-矿床成因论-中国山东 N. P618.510.1

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第04379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:白铁 王俊

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092^{1/16} 印张:7 铜版图:3 字数:170000

1996年3月北京第一版·1996年3月北京第一次印刷

印数:1—600册 定价:12.00元

ISBN 7-116-02124-8
P·1597

前 言

胶东半岛地处我国大陆东缘的重要沿海经济区，位于其中的胶西北金矿成矿带以其丰富的金矿地质资源，冠盖全国的黄金产量而蜚声世界，尤使中外地质学者们注目和重视。

作为中国最重要的黄金资源和生产基地，该区投入了大量的地质研究工作，其内容涉及地质学众多领域。著名地质学家冯景兰（1939）、郭文魁（1949）、刘国昌（1951）等在半岛进行了卓有成效的基础地质工作，为尔后的地质研究工作奠定了基础。多年来，广大地质工作者做了大量的基础地质、金矿地质工作，积累了丰富的第一手资料，尤其是“焦家式”金矿类型的发现，具有重大的理论意义和经济价值。随着我国东部沿海地区改革开放形势的发展，“六五”、“七五”和“八五”期间，地质院校、科研单位的许多专家学者们来该区进行了多学科金矿地质专题研究；同时，还进行了广泛的国际地质科技交流，英国、日本、菲律宾、美国、俄罗斯、澳大利亚及朝鲜等国的地质学家们都曾来此进行过实地考察和学术交流。国内外学者对金矿基础地质理论、成矿模式和成矿预测等一系列问题进行了许多有见地的论述。

诚然，地质演变史的漫长复杂性和认识多维性，迄今各家对一些地质基本问题仍处于争议探讨阶段，对金矿找矿勘探中处主导地位的构造条件的认识也是众说纷纭，莫衷一是。隐伏金矿床的寻找、评价、预测研究已成为当今地质学领域中的重大难题之一。

成矿系统的内部结构和形成机理及其与成矿作用的关联度问题是一个极为复杂的内涵型模糊系统。如何去揭示成矿内部和外部标志在其性质、程度、范围、趋势等方面的变化及其与矿化标志、矿体相对优劣程度在多维时空上的变化规律，对于那些类属、性态缺乏明确判据的对象，如“有矿”与“无矿”这一模糊关系，就需要一种能解决这类问题有效的理论与方法。

地质力学在区域成矿规律研究方面有其独特的理论和方法。本书将以构造体系、成矿系列理论为基础进行的成矿分析作为研究区域成矿规律的核心；以区域地质、地球化学为背景，以构造成岩成矿作用为体系，以矿床时空演化为主线，重点研究成矿构造体系、控矿规律和矿液运移机制，构造活动与成矿时序关系，构造应力与成矿元素活化迁移、分配富集机制的关系，以及构造、蚀变、矿化分带性，探讨构造应力场与地球化学场之间存在的内在成因联系；在研究构造体制下成矿动力学及含矿流体系统与成矿系统藕合关系的基础上，应用灰色系统理论解决本征小样本地质构造、地球化学等成矿因素离散数据建模问题，揭示成矿系统内部结构的时空协调规律，采用模糊数学理论与方法进行矿化有利区的综合评价，建立其成矿模式，预测隐伏矿床和成矿远景区。本书即充分考虑隐伏矿床的成矿特点，又采用新理论、新方法的综合效能，围绕研究领域和关键性问题，进行了以下几方面的研究。

区分并厘定了胶东西北部基底构造与中生代构造型式的基本格局，划分了区域构造体系和构造带，指出中生代前基底构造为东西向构造带，而中生代发育的新华夏系和华夏式

构造体系叠加之上,构成了本区的构造格架。详细剖析了主导控矿构造——新华夏系断裂构造的结构特点、力学性质、演化特征、形成机理及其控矿作用。指出断裂经历了早期以塑性变形为主、晚期以脆性变形为主的两期变形阶段,不同构造层次构造形迹的共存叠加,具备了金元素赋存的物化条件和沉淀空间。

依据地质构造特征、化学组分、同位素年龄及组成等资料分析,确立了成矿区金矿的矿源岩系:太古宙—元古宙原岩为海底中基性火山岩夹超基性熔岩流的一套类似绿岩的建造——胶东群是胶西北金矿带、金成矿的初始矿源层;而中生代形成的玲珑型、郭家岭型及滦家河型三类同源交代重熔花岗岩是直接矿源岩系。

建立了断裂构造、围岩蚀变及矿化分带的对应关系,强调指出矿化类型及矿化组合分布以水平为主的空间分带特征。而表现在矿体形态、规模产状、矿化形式、矿石类型等方面的差异无疑是控岩控矿构造的部位不同、级序高低、性质差异所致,从而形成玲珑、焦家不同类型的矿化分带空间系列。

从成矿模型定量分析入手,首次将微分方程、传递函数、离散模型引入金矿床控矿构造、围岩蚀变以及矿化类型内部结构的研究。应用灰色系统理论揭示出由于某些条件限制而暂时尚未获得的地质信息与特征,GM模型的分析揭示了断裂、蚀变、矿化的密切关系和对应性,进而为隐伏矿床(体)和远景区的预测提供了切实可信的依据,拓宽了研究的手段和途径。

地质学中有许多含义模糊的概念,构成这些概念的研究对象是没有确定边界的模糊体系;而模糊体系若用严格的数学方法处理,则可能会一筹莫展或者导出不完全真实的结果。本书运用模糊逻辑、模糊识别的知识,采用模糊综合评判的理论与方法,对受多种因素控制和影响的成矿矿化区作综合评判,用以量见质的数学分析来实现由模糊向精确的转化,并据此预测了隐伏矿床和成矿远景区。将模糊数学理论应用于隐伏矿床的研究和预测,丰富和拓展了区域成矿理论,探索了一条新的研究途径,并有着重要的应用前景。

本书是地质矿产部“七五”攻关项目《胶东西北部构造控矿模式及隐伏矿床预测》和国家博士后科学基金项目《隐伏矿床(体)预测中的模糊与灰色系统研究》的研究成果之一,是对十年来(1986—1995)胶东西北部金矿地质科学研究的总结。本书是在孙殿卿院士、翟裕生和张国铎教授悉心指导下完成。宋友贵研究员多年来给予了热情帮助和必不可少的支持,陈正乐助理研究员参加了部分室内研究工作。除此之外,还得到了以下专家和学者的指教和启发:马宗晋院士就构造动力学特征的研究予以了启发和指导;陈庆宣院士曾多次对模糊数学和灰色系统理论在地学领域中的应用予以了肯定,并对有关理论和方法给予了具体指导;宋叔和、叶连俊院士强调在成矿构造体系及成矿动力学分析中要加强岩石建造系统的研究,从矿床学、岩石学方面帮助作者完善了成矿系统的研究;张本仁教授详细介绍了成矿地球化学动力学以及流体在地壳和地幔中的地球化学作用,从实质上帮助作者建立起构造地质学和地球化学之间的桥梁;李东旭、池三川教授在地质力学、隐伏矿床(体)寻找研究领域作了多次答疑和阐述。此外,王维襄、周济元、崔盛芹、邓乃恭、孙叶和吴淦国教授,崔鸣铎、宁崇质和刘迅研究员,陈克强教授级高工以及孙希贤、印纯清副教授等在各自的专业领域内都是作者经常请教的良师。本书的完成还得到了山东省地质矿产局第六地质队、山东黄金公司所属的焦家金矿、新城金矿、三山岛金矿、招远金矿以及招远市、莱州市黄金公司所属众多矿山的广大地质工作者的热情支持和帮助,使研究工

作得以顺利进展。本书初稿承蒙孙殿卿院士、翟裕生和张国铎教授审阅，叶连俊、陈庆宣、马宗晋院士、崔盛芹和李东旭教授进行了评审，提出了许多宝贵意见和建议。值此本书出版之际，作者谨向以上给予帮助和支持的专家学者和单位致以由衷的谢意。

区域构造控矿规律及成矿分析是一项涉及面较广的综合性科学研究工作，由于作者学术水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 胶东西北部构造体系与金矿分布	(1)
第一节 区域地质概况	(1)
一、岩石建造系统	(1)
二、基本构造格局	(4)
第二节 区域构造的遥感分析	(5)
一、遥感图像选择	(5)
二、遥感图像目视构造解译	(6)
三、遥感图像线性构造统计分析	(8)
四、环形构造与线形构造的关系	(9)
第三节 金矿空间分布与构造的相关性	(10)
一、金矿床与深断裂	(10)
二、金矿带与构造体系	(11)
第四节 金矿成矿期构造环境	(12)
第二章 控矿构造系统分析	(13)
第一节 断裂构造型式基本特征	(13)
一、东西向断裂带	(13)
二、北东、北北东向断裂带	(14)
三、北西向断裂带	(17)
第二节 断裂构造变形特征	(20)
一、断裂构造岩类型及时空分布	(20)
二、组构分析	(22)
三、岩石有限应变测量	(24)
四、断裂带变形温度	(26)
五、断裂带变形特征	(26)
第三章 典型矿田构造成矿系列地质特征	(27)
第一节 矿田在金矿集中区的分布	(27)
第二节 典型矿田主要构造地质特征	(28)
一、焦家金矿田	(28)
二、玲珑金矿田	(30)
三、其它金矿田	(31)
第三节 断裂构造与成矿作用	(32)
一、断裂构造对金矿具多级控制	(32)
二、不同断裂构造型式对金矿的控制	(33)

三、构造体系复合控矿规律	(36)
第四节 断裂构造分带与蚀变矿化分带的关系	(37)
一、矿化分带及其形成原因	(37)
二、断裂构造分带与蚀变矿化分带的协调性	(38)
三、矿化类型呈水平为主的空间分带性	(38)
四、断裂构造性质与矿化类型的关系	(38)
五、玲珑、焦家两类金矿形式的相互统一性	(39)
第五节 典型矿田控矿构造、围岩蚀变、矿化的灰特征及其 GM 模型分析	(40)
一、控矿构造、围岩蚀变及矿化的基本灰特征	(40)
二、控矿断裂构造与蚀变矿化 GM 模型的建立	(40)
三、断裂构造与蚀变矿化 GM 模型分析	(45)
第四章 断裂构造地球化学特征	(49)
第一节 断裂带常量、微量元素基本特征	(49)
一、常量元素地球化学行为	(49)
二、微量元素地球化学行为	(50)
第二节 断裂带内微量元素分布特征	(51)
第三节 同位素构造地球化学特征	(53)
一、铅同位素特征	(53)
二、应力矿物绿泥石的钾-氩法年龄	(57)
第四节 矿物包裹体地球化学特征	(57)
一、爆裂法测温	(58)
二、均一法测温	(60)
第五章 成矿期控矿构造应力场研究	(61)
第一节 成矿期构造鉴别及应力场分析原则	(61)
一、成矿期构造的鉴别与确定	(61)
二、成矿期构造应力场的分析原则	(62)
第二节 构造应力场主应力方位的确定	(62)
一、利用共轭剪节理法确定主应力方位	(63)
二、利用显微构造综合分析法确定主应力方位	(63)
第三节 构造应力场古应力大小的估算	(64)
一、根据声发射方法测定历史最大应力值	(64)
二、根据石英动态重结晶颗粒大小估算差异应力值	(65)
三、根据石英自由位错密度估算差异应力值	(66)
四、断裂带差异应力结果分析及空间变化规律	(67)
第四节 构造应力场有限元数值模拟	(68)
一、计算模式	(68)
二、结果分析	(70)
第六章 成矿规律和控矿构造模式	(75)
第一节 成矿规律	(75)

一、成矿机制	(75)
二、金矿空间分布规律及其机制	(77)
三、成矿构造演化序列	(78)
第二节 控矿构造模式	(79)
一、多字型控矿构造模式	(79)
二、S型控矿构造模式	(79)
三、入字型控矿构造模式	(80)
第七章 成矿远景区的综合评价	(81)
第一节 模糊数学的基本概念和方法	(81)
一、模糊集合和隶属函数	(81)
二、模糊集贴近度	(82)
三、模糊数学的基本方法	(82)
第二节 模糊综合评判理论及数学模型	(82)
一、模糊综合评判	(82)
二、有利矿化区研究中的模糊性	(83)
三、模糊综合评判的数学模型	(84)
第三节 有利成矿区的模糊综合评判	(84)
一、模糊评价因素的选取	(84)
二、各因素评判集的确定	(85)
三、确定评价因素的权重集	(86)
四、综合评价结果分析	(87)
结 语	(90)
参考文献	(92)
英文摘要	(95)
图 版	

CONTENTS

Preface

Chapter 1 Tectonic System and Gold Distribution in Northwestern Jiaodong	(1)
1. Regional Geological Survey	(1)
1) Rock formational system	(1)
2) Basic structural outline	(4)
2. Remote-sensing Analysis of Regional Tectonics	(5)
1) Selection of remote-sensing images	(5)
2) Visual interpretation of remote-sensing images	(6)
3) Statistical analysis of linear structures of remote-sensing images	(8)
4) Relation between circular and linear structures	(9)
3. Relationship Between Distribution of Gold Deposits in Space and Structure	(10)
1) Gold deposits and deep fractures	(10)
2) Gold ore belt and structural system	(11)
4. Tectonic Environment of Gold Deposits in Ore-forming Period	(12)
Chapter 2 Analysis of Ore-controlling Structural System	(13)
1. Basic Features of Fractal Structural Types	(13)
1) EW-orientation fractural zone	(13)
2) NE and NNE-orientation fractural zone	(14)
3) NW-orientation fractural zone	(17)
2. Deformation Characteristics of Fractal Structure	(20)
1) Types and distribution in space and time of fractural tectonite	(20)
2) Analysis of fabric	(22)
3) Definite strain measurement of rock	(24)
4) Deformation temperature of fractural zone	(26)
5) Deformation characteristics of fractural zone	(26)
Chapter 3 Geological Characteristics of Metallogenic Series of Typical	
Orefield Structure	(27)
1. Orefields Distribution in Concentrating Area of Gold Deposits	(27)
2. Major Structural Geological Features of Typical Orefields	(28)
1) Jiaojia gold orefield	(28)
2) Linglong gold orefield	(30)
3) Other gold orefield	(31)
3. Fractal Structure and Minerlization	(32)
1) Fractal structural poly-class control of gold deposits	(32)
2) Different fractural types of gold ore-control	(33)
3) Complexing ore-controlling rules of tectonic system	(36)

4. Relationship Between Zoning of Fractal Structure and Zoning of Alteration and Mineralization	(37)
1) Mineralized zoning and genesis	(37)
2) Coordination between zoning of fractural structure and zoning of alteration and mineralization	(38)
3) Major horizontal zoning in space of mineralizing types	(38)
4) Relation between fractural structural features and mineralizing types	(38)
5) Unity of gold deposits of Linglong and Jiaojia—type	(39)
5. Analysis of Grey Character and GM Model of Ore—controlling Structure. Country—rock Alteration and Mineralization in Typical Orefields	(40)
1) Basic grey character of ore—controlling structure, country—rock alteration and mineralization	(40)
2) Making of GM model of ore—controlling fractural structure, alteration and mineralization	(40)
3) Analysis of GM model of ore—controlling fractural structure, alteration and mineralization	(45)
Chapter 4 Characteristics of Fractal Tectonogeochemistry	(49)
1. Basic Characteristics of Invariable Elements and Microelements in Fractal Zone	(49)
1) Geochemistry behavior of invariable elements	(49)
2) Geochemistry behavior of microelements	(50)
2. Distribution Characteristics of Microelements in Fractal Zone	(51)
3. Tectonogeochemistry Characteristics of Isotope	(53)
1) Lead— isotope features	(53)
2) Potassium—argon age of stress mineral-chlorite	(57)
4. Geochemistry Characteristics of Mineral Inclusion	(57)
1) Decrepitation method	(58)
2) Homogenization method	(60)
Chapter 5 Study on Tectonic Stress Field in Metallogenic Period	(61)
1. Judgment of Structure in Metallogenic Period and Analytical Principles of Stress Field	(61)
1) Judgment and identification of structure in metallogenic period	(61)
2) Analytical principles of tectonic stress field in metallogenic period	(62)
2. Determination of Principal Stress Orientation of Tectonic Stress Field	(62)
1) Determination of principal stress orientation by conjugate shear joint method	(63)
2) Determination of principal stress orientation by synthetical analysis of microstructure	(63)
3. Estimation of Differential Stress of Tectonic Stress Field	(64)

1) Determination of historical maximum stress values by acoustic emission	(64)
2) Estimation of differential stress values by grain sizes of quartz's dynamis recrystallization	(65)
3) Estimation of differential stress value by quartz's free dislocation density	(66)
4) Differential stress analysis and its spatial variation of ore--controlling structural zones	(67)
4. Finite--element Numerical Simulation of Tectonic Stress Field	(68)
1) Calculation model	(68)
2) Result analysis	(70)
Chapter 6 Metallogenic Rule and Ore--controlling Tectonic Model	(75)
1. Metallogenic Rule	(75)
1) Metallogenic mechanics	(75)
2) Spatial distributive rule and mechanics of gold deposits	(77)
3) Evolutionary series of metallogenic structure	(78)
2. Models of Ore--controlling Structure	(79)
1) Model of X--type ore--controlling structure	(79)
2) Model of S--shaped ore--controlling structure	(79)
3) Model of lambda--type ore--controlling structure	(80)
Chapter 7 Fuzzy Synthetical Evaluation of Prospective Mineralizing Regions	(81)
1. Basic Concept and Way of Fuzzy Mathematics	(81)
1) Fuzzy set and subordinate function	(81)
2) Closeness of fuzzy set	(82)
3) Basic ways of fuzzy mathematics	(82)
2. Theory of Fuzzy Synthetical Evaluation and Its Mathematic Model	(82)
1) Fuzzy synthetical evaluation	(82)
2) Fuzziness in study of favour metallogenic areas	(83)
3) Mathematic model of fuzzy synthetical evaluation	(84)
3. Fuzzy Synthetical Evaluation of Favor Meatallogenic Areas	(84)
1) Selection of fuzzy evaluation factors	(84)
2) Determination of evaluation set of various factors	(85)
3) Determination of evaluating factors's weight set	(86)
4) Analytical result of fuzzy synthetical evaluation	(87)
Conclusions	(90)
References	(92)
Abstract	(95)
Plates	

第一章 胶东西北部构造体系与金矿分布

以构造体系理论为基础进行成矿分析是研究区域成矿规律的核心。它从不同的角度出发,循着不同的途径,去观察地壳大型构造的不同侧面,用以解决矿产形成和分布规律问题,进而探索主要有利成矿特征、成矿环境、成矿条件的过程。因而,观察、识别和鉴定控矿构造体系,并查明构造体系和矿产分布的关系,是区域成矿分析的关键所在。

第一节 区域地质概况

胶东半岛位于山东省东部,其构造位置为新华夏系巨型构造第二隆起带之胶东隆起部位。胶西北则地处半岛的西部,其西侧与我国东部的郯庐断裂带毗邻,东界为北东走向的牟平-即墨断裂带,北隔渤海与阴山纬向复杂构造带相望,南界为秦岭纬向复杂构造带北支通过部位(图1-1)。

以郯庐断裂为界,胶东半岛与其西部有明显不同的地质发展史,地层发育、构造岩浆活动方面截然不同,区域构造位置决定了胶东西北部地质构造特征和成生发展的历史特点。

一、岩石建造系统

胶东地区地层发育与鲁西不同。整个古生界缺失,上元古界及中新生界也发育不全,显示了沂沭断裂东侧的胶东地壳长期上升的特征。以下仅从构造岩石组合的角度对胶东西北部地区地层分布作一概述,地质构造情况及对比见表1-1。

所谓岩石建造系统,是指那些岩性相同或类似且有成因联系的岩石组合。不同的岩石建造系统是在大地构造演化阶段中特定构造环境下的产物,同时又是后期构造运动的物质基础,对构造应力场的变迁有一定的控制作用。根据岩石建造系统的涵义,将胶东地区地层岩石分为变质岩建造、砂岩建造、砾岩建造和岩浆岩建造几种类型,分述如下:

(一) 变质岩建造

变质岩建造系指前寒武系结晶基底的变质杂岩,由胶东群、粉子山群和蓬莱群组成。

胶东群是一套遭受了中-高级变质作用,具有绿岩建造性质的变质火山-沉积建造。主要岩性为黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、片岩、变粒岩和大理岩等,属胶东运动构造热事件影响的多期变质产物。由斜长角闪岩中的角闪石和黑云斜长片麻岩中的黑云母测得的K-Ar年龄为17.21亿年。

粉子山群在本区出现略晚于胶东群,同位素年龄为12.89亿年。变质相为低角闪岩相和绿片岩相,岩性为黑云母片岩、透闪片岩、绿泥片岩、斜长片麻岩、斜长角闪岩和镁质大理岩,主要出露在掖县粉子山及蓬莱、烟台一带,与胶东群接触关系呈微角度不整合。

蓬莱群是一套浅变质岩系,主要由含砾石英岩、石英岩、板岩和结晶灰岩组成。

尤需指出,胶东群变质岩系在区内广布,且含金丰度值明显高于地壳含金平均丰度值已为各家测试数据所证实。同时,胶东群属拉斑玄武岩-陆源沉积型混合建造类型,即夹有

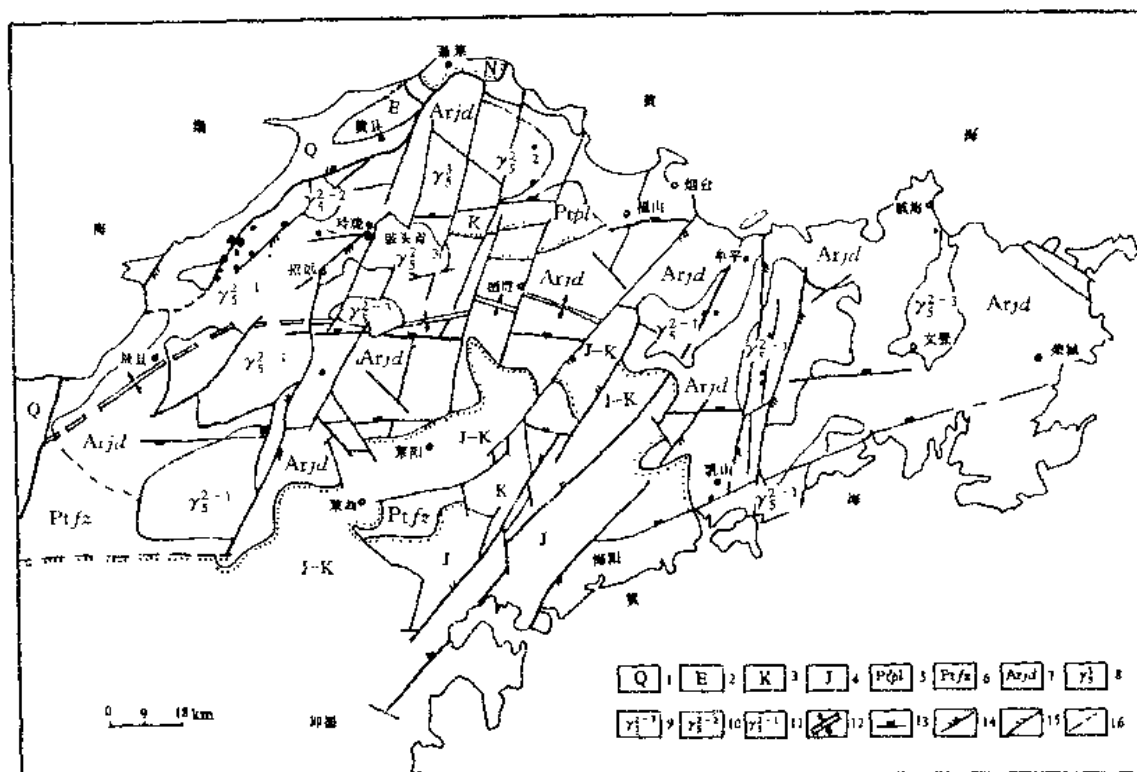


图 1-1 山东胶东半岛构造体系及主要金矿分布略图

(据 1:20 万地质图修编)

1. 第四系; 2. 第三系; 3. 白垩系; 4. 侏罗系; 5. 蓬莱群; 6. 粉子山群; 7. 胶东群; 8. 燕山晚期花岗岩闪长岩;
9. 滦河河中粗粒花岗岩; 10. 郭家岭斑状花岗岩闪长岩; 11. 玲珑片麻状黑云母花岗岩; 12. 复式背斜轴; 13. 区域东西向压性断裂; 14. 新华夏系压扭性断裂; 15. 华夏式压扭性断裂; 16. 性质不明断裂及推测断裂

科马提岩的基性火山岩建造。从金矿床分布来看, 绝大多数都分布在胶东群经受变质交代重熔形成的花岗岩地区, 故将其视为金矿床生成的矿源层。

(二) 砂岩建造

中生代印支-燕山运动导致断裂活动剧烈, 伴随大规模强烈岩浆活动并形成大小不等的中生代断陷盆地, 盆地内发育了一套层厚近 20000m 的侏罗系、白垩系陆相碎屑火山喷发建造, 集中分布于胶莱拗陷中。

(三) 砾岩建造

新生界下第三系在胶东黄县盆地、胶莱拗陷西北边缘平原有小面积分布。主要为河湖相碎屑岩、山麓洪积相砂砾岩, 地层不整合于白垩系或古老地层之上, 是地壳急剧上升的沉积产物。

第四系, 主要分布于平原区、滨海及山地河谷区, 以冲积、海积砂砾层为主。

(四) 岩浆岩建造

胶东地区岩浆活动频繁, 具有多期多旋回的特点。其中以燕山期岩浆活动最为强烈, 规模大, 岩石类型复杂, 主要活动时间为白垩纪, 这与山东主要构造活动时间是一致的。山

表 1-1 胶东地区构造运动及地层简表

构造运动	地质时代				地 层		
					层 序	厚度 (m)	建 造
喜 马 拉 雅 期	新 生 代	第四纪	全新世	Q _h	全新统	0—70	滨海、河流相、玄武岩
			更新世	Q _p	更新统		
		晚第三纪	上新世	N ₂	栖霞玄武岩 曹山砾岩	0—203	河流相、玄武岩
			中新世	N ₁			
		早第三纪	渐新世	E ₃	黄县组	944	湖相含煤碎屑岩
			始新世	E ₂			
			古新世	E ₁			
燕 山 期	中 生 代	晚白垩世		K ₂	王氏组	6618	红色碎屑岩
		早白垩世		K ₁	青山组	5151	中基-中酸性火山岩
		晚侏罗世		J ₃	莱阳组	7407	河湖相碎屑岩
				J ₂ ←			
蓬 莱 运 动		新元古代		Pt ₃	蓬莱群	4103	碎屑、粘土-碳酸盐岩
胶 东 运 动		古元古代		Pt ₁	粉子山群	76500	泥砂质-碳酸盐岩
		太古宙		Ar	胶东群 — ? —	22700	基性火山岩-碎屑岩

(据山东省地质矿产局区调队简化)

东的主要内生矿产与此期岩浆活动有关,这一点,在胶东西北部地区得以充分体现。据原岩成分、结构、构造及产生状态,结合同位素年龄值和岩体接触关系,划分出三种岩石类型:片麻状黑云母花岗岩(简称玲珑型)、斑状角闪花岗闪长岩(简称郭家岭型)以及钾长花岗岩(简称滦家河型)(图 1-2)。

1. 玲珑型花岗岩体

该岩体包括玲珑岩体和华山岩体、三山岛岩体和南天门岩体。这些岩体发育在栖霞东西向复背斜的中段,呈狭窄带状沿东西分布,与胶东群、粉子山群地层多以顺层渐变或断裂接触关系为主,有时表现为犬牙交错接触。诸岩体的矿物组分特征主要为中粗、中细粒黑云母花岗岩,岩石主要由更长石、微斜长石、石英、黑云母等矿物组成。结构构造主要为块状构造、斑杂构造、片麻状构造、眼球状构造和蠕英结构、条纹长石结构、净边结构、花岗结构和残余结构等(图版 1-1、2、3)。岩石为富含碱质、贫铁钙的正常系列和铅过饱和系列,以碱度、酸度较高为特点。

锆石铀-铅法同位素年龄为 1.36 亿年。

2. 郭家岭型花岗闪长岩

包括郭家岭岩体、上庄岩体、北截岩体和南围山岩体。岩体多呈岩株状出露,形状为椭圆形或近等轴状,岩体展布受燕山期构造控制,与胶东群、玲珑型花岗岩呈渐变过渡接触。岩体的矿物组分主要为钾长变斑状片麻状花岗闪长岩,岩石主要由钾长石、斜长石、石

英、角闪石和黑云母组成。岩石的结构构造同玲珑型花岗岩近似相同，而其特点是具明显的似斑状结构，矿物为钾长石的巨大斑晶直径可达十几厘米，按斑晶大小可分为内带和外带，二者为渐变过渡关系（图版 I-4、5），在与玲珑岩体接触带附近，郭家岭岩体出现较多的斑晶，且粒度变小，具定向排列（图 1-3）。岩石化学成分仍属正常系列，相对于玲珑型岩体，以碱度、酸度较低为特征。

铷-锶等时线同位素年龄为 1.02 亿年。

3. 漆家河型花岗岩

包括漆家河岩体、毕郭岩体、招远岩体和郭家店岩体。分布于栖霞复背斜的轴部，与燕山期构造中的引张部位相关。岩体与胶东群呈明显的侵入接触关系，而与玲珑型岩体呈渐变过渡关系。

岩石以等粒结构为主，特征性的出现原生白云母，可使岩石成为二云花岗岩，具典型的花岗结构，矿物很少见交代现象。岩石化学特征仍属铝过饱和系列，同时表现出高酸度、富钾特征。

上述三类岩石在空间上密切共生，组成一个成岩系列，为在超变质作用下（花岗岩化-再生重熔）、不同成岩阶段、不同物化环境下形成的产物。胶西北金矿成矿带几乎所有的金矿床都产于岩体内、接触带及附近，花岗岩体与金矿的空间关系极为密切。

二、基本构造格局

胶东隆起经历了数次的构造运动，区域构造位置决定其地质构造的轮廓明显受东西向构造及复杂的扭动构造控制，以沂沭断裂带为主体的新华夏系具有显要位置。此外，引入注目的是将半岛划为东西两部分的牟平-即墨华夏式构造带，北西向及复合构造踪迹明显可见，构造型式交织于一起，呈现出复杂的组合关系。

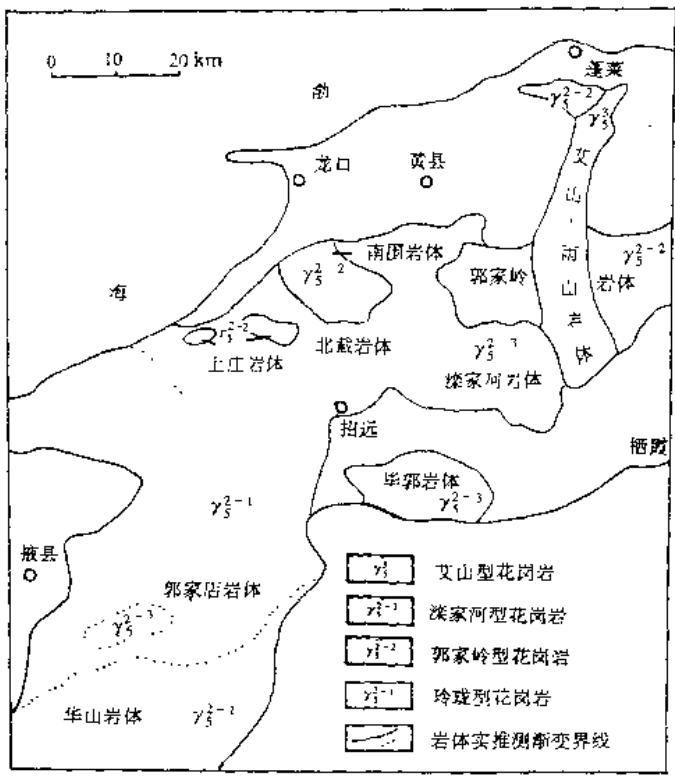


图 1-2 胶东西北部地区花岗岩分布略图
(据山东省地质六队修编)

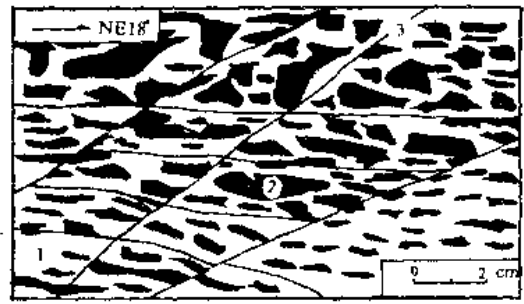


图 1-3 上庄金矿花岗岩体中矿物斑晶的排列展布
1. 郭家岭花岗闪长石; 2. 钾长石斑晶; 3. 节理

1. 区域东西向构造带

东西向构造带是燕山运动前的基底构造体系,又是燕山运动以来长期活动的构造体系,主要构造形迹是褶皱及断裂构造。主体构造成分大致以 25--30km 为间距由北向南有规律依次出现:黄县-蓬莱东西向构造带;三山岛-玲珑-牟平东西向构造带;掖县-栖霞东西向构造带;新河-莱阳东西向构造带和平度-莱西东西向构造带。其中,栖霞东西向构造带最为发育。东西向构造带于太古宙奠定基础,晚古生代有继承性活动,中生代活动强烈,并伴随岩浆侵入和火山活动。

2. 新华夏系

新华夏系是东亚大陆地区特殊的构造现象。作为构造发育地带的胶东半岛,其构造格局、沉积活动、岩浆活动和地震活动无疑都受该体系的控制和制约,亦是极为重要的导岩、导矿构造。其中沂沭断裂带规模最大,纵贯山东中部,是一条规模巨大的压扭断裂带,断裂带成生发展的地质特征对胶东西北部地区有重要影响。

区内新华夏系较低级别的断裂构造成群出现,大致平行,纵贯全区,在中部地区尤其显著。新华夏系的伴生构造——北东东向泰山式断裂和北北西向大义山式断裂构造也较发育。新华夏系构造的出现大约始于早侏罗世,白垩纪活动最为强烈,第三纪有继承性活动,并产生了部分新生的构造形迹。新华夏系是本区主要成矿期构造。

3. 华夏式构造

华夏式构造集中发育在牟平-即墨一带,是一个由断裂组成的“多字型”构造,通称牟平-即墨断裂带,它纵贯半岛中部。断裂带总体走向为北东 40° — 50° ,倾角一般较陡,全长达 100km,宽度 40—50km。由西向东,断裂带由大致互相平行、间距近乎相等的压扭性断裂组成:桃村-东陡山断裂、郭城-即墨断裂、朱吴-店集断裂、海阳-青岛断裂以及乳山-留格庄断裂。断裂左行平移十分显著,可能是在老的北东向构造带基础上发育起来的。

牟平-即墨断裂带将胶东半岛分为两个不同的地块或构造单元。从建造和改造诸方面看,东西两侧有显著的差异。同时,对处于其与沂沭断裂带之间的胶西北金矿成矿带有重要的影响和控制作用。

牟平-即墨华夏式断裂带在中生代末-老第三纪活动强烈,它的出现时间可以追溯到晚侏罗世。断裂带切割了中生代盆地和燕山晚期岩体以及白垩纪地层。野外观察,结合遥感影像和地质图面分析,华夏式断裂斜切了胶东地区新华夏系的北北东向断裂。

第二节 区域构造的遥感分析

遥感图像可以直观、逼真地反映各类地质构造要素,尤对区内大面积为第四系所覆盖、露头零星分布、岩性单一情况,能有效地揭示隐伏构造,清晰地显示活动构造,特别是遥感图像显示出大量的线性构造和环形构造,为分析局部构造与区域构造、浅层构造与深层构造之间的关系提供了重要信息。

一、遥感图像的选择

遥感技术作为地质研究的新方法,需尽量采用“多级遥感图像”资料,即使用各种遥感平台和仪器,从不同高度上获取遥感数据或图像资料,以期达到地质综合分析和预期目的。在研究本区区域构造及成矿地质条件研究中,充分利用大比例尺黑白航片(1:1.8