

金矿地质研究丛书

胶东玲珑-焦家式 金矿地质

吕古贤 孔庆存 著

科学出版社



金矿地质研究丛书

胶东玲珑-焦家式金矿地质

吕古贤 孔庆存 著

科学出版社

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书较系统地介绍了玲珑-焦家式金矿,这一在世界主要大型金矿研究中尚属新类型金矿床的区域地质背景、构造地质特征和成因特点,为研究胶东特别发育的该类金矿的构造-岩相环境、矿源岩系特点、典型矿田及矿床的构造和地质状况提供了详实的实际资料,为研究其岩石形变与相变密切相关成因在构造物理化学领域提出了较丰富的理论依据和提供了大量的测试分析数据,对于促进金矿地质研究,提高地质找矿效果有重要的意义。

全书共分七章。各章主要内容依次是:用构造-岩相型式概念及方法厘定胶东地质构造轮廓;介绍建立、划分矿源岩系的室内外研究;探讨了成矿岩体的构造-花岗岩相属性;在典型矿田研究中归纳金矿的构造-岩相成矿系列特征;对比不同赋矿成矿构造中金矿类别分布形态、矿石类型、组构和岩矿地球化学特征等方面有规律的变化及差别;依据构造作用力影响静水压力及其它物理化学条件的理论研究和实测资料,论证了矿床的构造物理化学成因;建立了玲珑-焦家式金矿床成矿模式,并指出了与典型花岗岩绿岩带金矿的区别。

本书对于从事区域地质、构造地质、矿田和矿床地质、地质力学和岩矿地球化学等专业的地质普查、勘探工作者、矿山地质人员和有关地质院校的师生均有重要的参考价值。

金矿地质研究丛书

胶东玲珑-焦家式金矿地质

吕吉贤 孔庆存 著

责任编辑 谢洪源

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1993年10月第一次印刷 印张:16 3/4

印数:平1—600 插页:平 5

精1—400 字数:375 000

ISBN 7-03-003502-X/O·629 (平)

ISBN 7-03-003503-8/O·630 (精)

定价 平 装 16.20 元
纸面精装 18.50 元

胶东玲珑-焦家式金矿地质

-黄汲清题

序

我国产金最早,而胶东登州、莱州产金,自宋太宗(976—997 A.D.)时已有记载,殆至元丰元年(1078 A.D.)收金总计 10 710 两(见宋会要稿),可见当时开采的盛况。民间“矿师”积年累月沿樵采金,时兴时衰,直到 20 世纪抗日战争与国内战争期间,牟平地区还采金以增财力,取黄铁矿以制弹药(范心然口述)。1949 年伊始,我与段承敬受华东工业部指派对招远玲珑脉状金矿进行调查,除根据矿物共生组合论证深部仍有金矿外,并从胶东群杂岩中分出后来侵入的玲珑花岗岩,以示与双顶片麻岩之区别。70 年代为了适应国家对贵金属的需要,山东建立金矿勘察队,经过系统勘探与研究,在石英脉状金矿床的储量不断增长的同时,又在构造碎裂至糜棱岩化地带遭受强烈热液蚀变的块段发现具有经济意义的细脉浸染状的金矿体,命名为“焦家式”金矿床。这一新的产出形式虽在成矿作用方面与含金石英脉属于同类,但在找矿方向方面却开拓了思路,以致在数十年内使胶东成为我国资源丰富、年产量最大的产金区。

胶东区老矿山金储量之不断增长与新矿床的发现,是矿山、金矿专业野外勘察队与科研、教学等单位共同合作的结果。近年来胶东金成矿理论的突出发展是科学研究密切结合生产,从不同领域或不同侧面进行深入钻研的产物。如沉积变质、岩浆作用、热液蚀变、地球化学、成因矿物、构造地质、同位素年代、粒间溶液等方面的著作,如雨后春笋,相继出版。

吕古贤、孔庆存合著的《胶东玲珑-焦家式金矿地质》一书,是在大量实际资料的基础上,参考前人的有关文献,运用地质力学的基本理论与方法,经过五年多的现场实际观察、室内测试分析与综合研究,在杨开庆研究员指导下,按照构造动力成岩成矿的思路,从新的角度对区内山金成矿的构造背景进行了深入的探讨,并勾画出胶东区域地质构造轮廓。作者从实际资料提炼出一些刍议:如构造作用力影响静水压力,从而促进地球化学演变与成矿作用;在挤压、剪切和引张不同应力之构造影响下出现不同的岩浆岩式样,从而提出构造-岩浆岩组合;区分花岗岩似片麻理和绢英蚀变岩叶理,进一步开展蚀变岩构造研究;形成消除构造附加静水压力之后再去测估成矿深度的观点,并探索“经构造校正的成矿深度测算”方法,且应用于大型金矿床的深部远景预测;以及华夏系和新华夏系交替活动、复合控矿等等。对于这些论点,虽然可能还存在着一些争论,但可以肯定在争论中将会促进地质力学,甚至构造地质、地球化学和成矿学的发展¹⁾。

作者经过野外和室内地质构造研究后,进一步确认玲珑式和焦家式金矿是由于控矿构造的规模与性质的差异而表现出的不同矿化形式,实质两式属同一矿床类型,它们不仅在垂向上,而且在侧向上都有渐变过渡分带的地质和构造特征,表现为共生关系。作者用“玲珑-焦家式”以代替前人的“招掖型”,强调该类矿床是中国东部地台中生代构造-岩浆

1) 宋叔和,1988。

活化之成矿域的产物和组成,并认为胶东特别发育的这类矿床在世界大型金矿研究中尚属新的类型,这是在实践基础上的理论探讨。

作者巧妙地划分“直接”、“中间”和“初始”三个矿源岩系,从而概括了前人有关胶东山金矿源层的不同见解和论点,并且确认直接矿源岩系是燕山早期交代重熔花岗岩,也是金矿的主要围岩。以实际资料证明部分“片麻状玲珑花岗岩”实质上是一种剪切构造岩,这将开拓金矿的成矿作用与构造退变作用有关的研究思路。这一思路基本上反映了客观规律。作者指出在矿化过程中,从早到晚,矿床的分布有从岩浆岩内部相向边缘相,进而在外接触带一定范围内集中变化的趋势。据此,在其工作中提出了进一步探矿的有希望部位和成矿预测意见。这些意见,部分已为矿山开发工程所证实,部分为找矿地质工作初步验证。能为实践所验证的学术设想才是具有应用价值的理论。

作者从胶东金矿区的实际资料所提出的“多期”矿源岩系的概念,与 Hutchinson (1987)所总结金矿的形成是一个多阶段、多过程的复杂成矿作用,有颇多相似之处,因此其应用范围可能将不仅限于胶东一区。

可以看出,该书具有鲜明的理论特色与广泛的应用意义。

成矿作用既有明显的区域性,在时间上又有演变性,欲以某一设想或模式而概括,为时尚早。吾等唯有立足于我国矿床地质的区域特点,随世界潮流而不断前进,往复实践·不断提高,以接近于客观真理,提高地质找矿的可行性。这或许是我从事地质工作五十多年的感想,借为本书作序之际,笔以记之。

郭文魁

1991年1月1日

前 言

中生代以来,强烈活化的地质构造环境使中国东部成为全球中生代金矿极发育的典型地区。胶东地区的黄金资源可采储量约占中国大陆的 $1/3$,黄金产量约占 $1/4$,不论探明储量、保有储量、新增储量还是黄金产量的年递增率均居第一位。本书是运用地质力学理论方法(Lee, 1929;李四光,1973)和动力成岩成矿理论观点(杨开庆,1979,1986)对胶东金矿开展地质科学研究(1986—1991)的总结。

地质构造现象与成岩、成矿作用相关性研究是一个古老的地学问题,近年又成为令人瞩目的地质科学前沿领域之一。最近二十年来,大量新技术、新方法的应用,新理论的引入,使得人们在各个层次上对于岩石形变与相变(又称为构造变质作用)、岩石结构构造与组成成分之间的密切联系,有了更广泛、更深刻的全新认识,已经有多次专门性学术会议就这个研究领域进行交流、总结。会议同时又指出,这种构造与成岩成矿有密切关系的成生机制还缺乏研究,特别是还不能从理论和实验上验证使岩石变形的差应力对岩石相变的化学过程产生影响,却继续证明静水压力(或称围限压力、静压力、压力等)对于岩矿结构与成分相关性呈现有规律影响,而差应力对这种相关性的影响似乎没有规律。

在研究北京延庆县石槽铜矿中酸性杂岩体时(吕古贤,1982),曾发现侵位于不同力学性质结构面中岩浆岩的结构、构造、化学组成、矿物组合等具有明显的变异特征,指出这种从压扭带到扭张及引张带中构造-岩浆岩相的变化,类似从较深成岩相到较浅成岩相的变化,推断这是由于不同侵位成岩构造的局部应力状态中,各向等正应力部分叠加在这一深度上由重力产生的静水压力之上,因而造成了同一层次上局部的成岩总静压力的不同而致。这一认识为解决“构造作用力如何影响化学平衡”的理论难题提出了新的研究思路。在胶东地区金矿研究中进一步明确“构造作用力是通过静水压力来影响岩石形成及相变化学平衡”的,探讨了从区域地质规模到超显微层次的工作方法,并且初步取得了一些研究成果。近年已经有人注意到形变与相变这两种不同性质的岩石转变之间密切相关的动力机制问题(Gray et al., 1979;西胁亲雄, 1984)。在地壳物质组成学科类和地壳结构构造学科类之间,本书反映出从现象积累向理论提高的进展:

- 1) 地壳中一点的静水压力主要是由重力和构造力两应力场的各向等正应力部分叠加而成,并不象通常所认为的仅由重力产生。

- 2) 构造作用下变形岩石的偏应力状态中具有各向等正应力部分,这部分构造附加静水压力不仅是引起岩石体变的物理量,也是引起岩石化学变化的物理化学参变量。

- 3) 不同性质变形带的应力状态不同,其中岩石所承受的构造附加静水压力值不一样,这个量值的变化是有规律的。

- 4) 构造作用力通过引起静水压力及其它物理化学条件的变化是它影响化学元素行径、化学平衡的主要途径和方式。

对于注重构造结合岩矿地球化学的研究人员来说,本书的出版向他们提供了广泛的

批评与评论机会。因为这是结构构造和组成成分相结合的研究,因为要研究的是对比同一构造作用下的产物,还因为这种研究要涉及划分性构造及大量的透入性构造等复杂方面,所以我们感到已有的构造地质学和地质力学中一部分方法及概念需要进一步发展。为此,本书以变形性质作为研究地质构造形迹的基础,用相对变形强弱区分基本构造地质单元为构造变形带和构造变形地域,进一步形成构造-岩相型式概念——有一定形态及展布且具成生联系的构造变形带和构造变形地域的组合,包括其中受构造影响的沉积岩相、岩浆岩相和变质岩相建造以及反映它们形成发展的地质环境和物理化学条件。胶东金矿的研究是这一工作方法的初步尝试。

胶东地区(是指胶东半岛胶县以东地区)是中国最重要的黄金资源和生产基地,采金历史悠久。早在公元907—960年间(五代十国),招远地区就有“金城天府”之誉称,至公元1007年(宋,景德四年)业“岁益数千两”黄金。冯景兰(1936)等较早对本区金矿做过地质工作。郭文魁等(1951)在玲珑开展了较为详细的地质调查,《山东招远县玲珑金铜矿》等著作对于后来沿袭而成的“玲珑式”金矿床类型具有开创性意义。随后,在50和60年代,有许多地质工作者在胶东做了基础地质、金矿矿床地质工作。山东省地质矿产局第六地质队提出了“S”状弧形断裂区域控矿的结论,在1977年发现并建立的“焦家式”断裂构造破碎岩经热液蚀变而成的金矿床类型,具有重大的研究意义及经济地质意义。多数学者倾向认为,玲珑式和焦家式金矿属同一矿床成因类型(李士先等,1981;母瑞身,1981;张福璞等,1988;王孔海等,1984;裘有守等,1988a, b;姚凤良等,1990)。这种在前寒武纪变质岩区内赋存在中生代花岗岩中的大型热液金矿床的实例,无论在国内还是国外文献中均属少见。

地质院校、科研单位及国内外许多著名专家学者来本区进行了多年金矿地质研究,他们的著述见地深睿,影响很大。国内外的研究者均曾指出,金对于地质作用形式、岩石类型似乎没有明显的专属性,而对构造的专属性却是很明显的。从前人丰富的实际材料中经过筛选,本书归纳出若干与所论问题有关的部分,结合作者野外实地调查和室内测试,研究“玲珑-焦家”这一在世界主要金矿研究中尚属新类型的大型金矿床的特征。玲珑-焦家式金矿属于前寒武纪变质岩系为被交代重熔基体的中生代花岗岩中的岩浆期后热液矿床,由于赋矿及成矿构造不同表现为黄铁矿石英脉(玲珑式)和黄铁绢英质蚀变岩(焦家式)两种主要类别,与目前典型金矿类型无法对比¹⁾。围绕该类金矿所涉及的问题,主要有以下几方面的研究。

区分并厘定了胶东半岛基底与中生代构造-岩相型式基本格架,提出中生代(?)前胶东基底为EW向延展的反“S”状弧形断褶-变质岩相型式,而中生代胶东发育“N”字形构造-岩相型式。根据基底和中生代构造-岩相型式的复合特征,可以合理地解释已有金矿的区域分布规律,并且预测新的区域找矿区段。

本书较系统地导出了矿源岩系(序)列的概念:矿源岩系是成矿物质随着其载体岩石形成、相变和形变而不断分散、运移、富集和重新分配,直至形成矿床这一演变过程和体现这一过程的岩石组合。据其形成时间和空间上与矿床的亲疏远近程度,将它们划为初始

1) 吕占贤、孔庆存,1987。

2) 宋叔和,1988,为申请《胶东玲珑-焦家式金矿地质》出版基金所写的推荐意见。

矿源岩、中间矿源岩和直接矿源岩系。作者将胶东前寒武纪变质岩系作为金矿的中间矿源岩,将晚太古代—元古宙的海底基性火山岩及沉积岩系看作该类金矿的初始矿源岩,而主要在中生代形成的同源交代重熔花岗岩是直接矿源岩。

对于直接矿源岩系——中生代花岗岩的构造-岩相属性初步划分为:玲珑型似片麻状黑云母花岗岩属压扭、剪切构造-岩浆岩相,郭家岭型斑状花岗闪长岩是挤压、扭压构造-岩浆岩相,滦家河型等粒二长花岗岩为引张、扭张构造-岩浆岩相。对各构造-岩相指出室内外的地质和地球化学分划特征和标志。

研究构造控制区域成矿带、矿田、矿体及其岩矿地球化学诸层次的分布与组成有规律变化的基础之上,实际测算了构造和成岩成矿的物理化学参数。有关资料表明,尽管受同一构造作用,但由于局部构造带、地域变形及应力不同,构造附加静水压力不同,因而局部总静水压力也不同;由静水压力影响成岩成矿物理化学及化学条件变化是化学元素性状差异、化学平衡变化的基本因素。实际材料客观的说明,构造是通过物理化学条件来影响矿床类别的矿化过程和成矿特征的。可见,研究受构造力作用下地壳物质的物理变化和化学变化的关系,即开展构造物理化学的研究(吕古贤,1991a,b,c)是有重要理论意义的¹⁾。

建立“具构造校正的深度测算”方法,即先从成岩成矿总静水压力中消除构造附加静水压力之后再测算上覆岩石厚度的方法,测算了玲珑矿田和焦家矿床的成矿深度。其结果表明,该类金矿属较浅成矿床,并在213Ma±到71Ma±(单矿物Rb-Sr等时线年龄测定值)期间,构造蚀变矿化深度有从3454.97m±到720.55m±的变浅趋势。

其它还有压扭性构造岩带和雁列型式空间分类方案、“剪溶”的认识和应用、剪切流变构造-岩相形迹的大比例尺填图和根据构造-岩相分析展开地质找矿预测的研究等内容。

诚然,上述工作还存在许多尚需深入和探讨的方面,有些认识所依据的数据还需补充或讨论,有待更深入一步,构造作用力和温度关系的研究尚未深入。大部分研究只能说是刚刚开始,只有在今后的地质实践中才可能逐步完善和深化。作者希望本书的出版将能促进同行之间的互相了解,从而把这些领域的研究更广泛地深入下去。

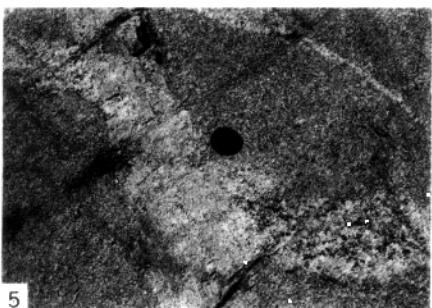
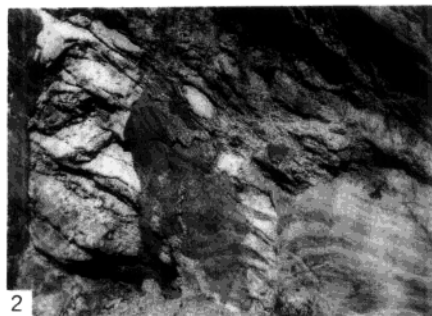
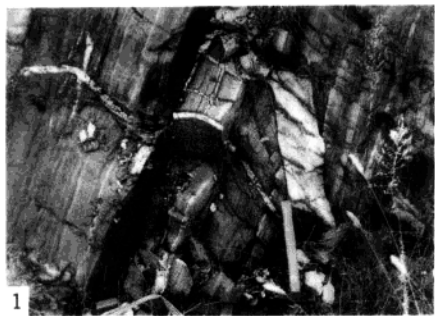
本书是地质矿产部地质力学研究所与冶金工业部山东省招远金矿联合科研项目(1986—1991)²⁾的研究成果之一。在此书撰写之前,作者发表了“玲珑-焦家式金矿床”等部分成果,完成了博士论文并通过答辩(吕古贤,1989)。这些研究成果的取得是与地质矿产部地质力学研究所杨开庆研究员的多年精心指导分不开的。除此之外,也与以下学者及同事的指教和帮助分不开的:陈国达教授曾多次来信鼓励作者在胶东大地构造方面的研究工作;徐克勤教授曾指导我“从韧性剪切及糜棱岩入手研究花岗岩问题”;郭文魁研究员强调对花岗岩似片麻理和蚀变岩构造叶理在概念与实用上应严格区分,对用稀土开展构造研究给予了支持;宋叔和研究员对玲珑-焦家式金矿的概括从矿床学方面帮助我完善了概念;裴荣富研究员在1986年招远矿田构造会议期间详细地向作者介绍了国外花岗岩构造单元、超单元的概念,指出引进这些成果对胶东成矿花岗岩研究的有利前景;孙殿卿研

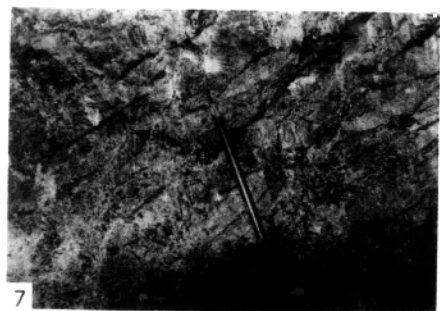
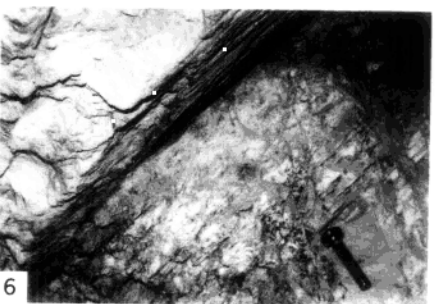
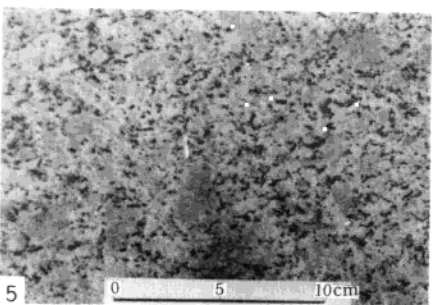
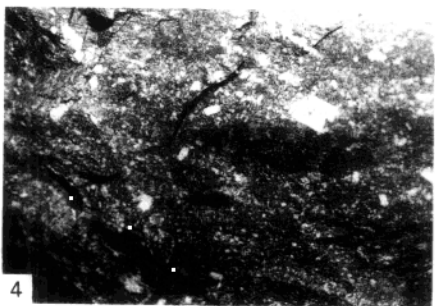
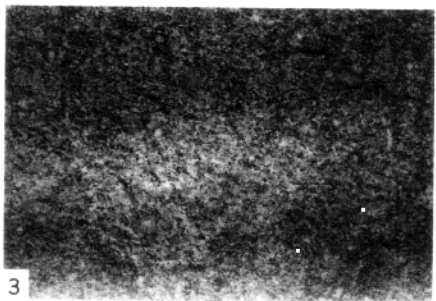
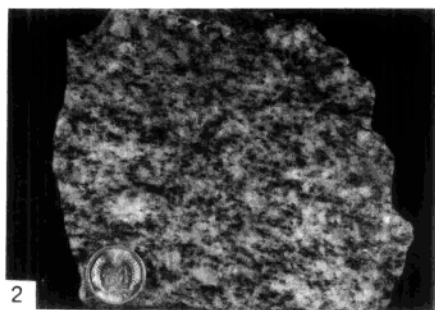
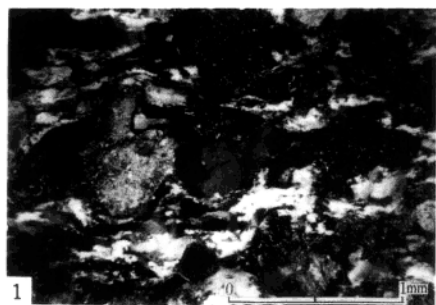
1) 有关国内外计算机检索资料由王尚文、王振刚帮助完成。

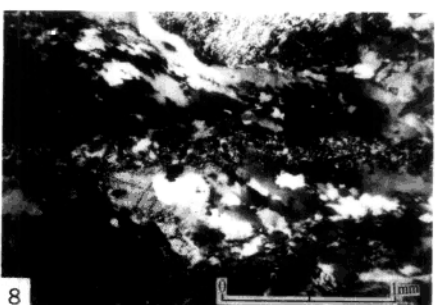
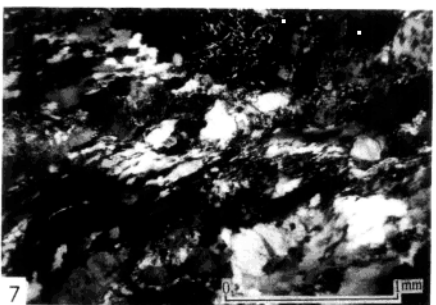
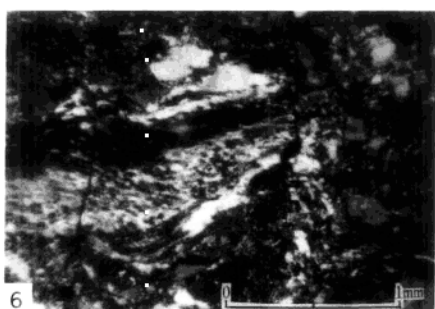
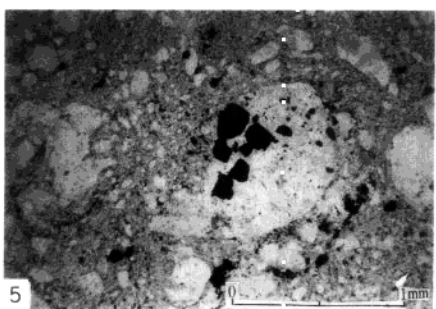
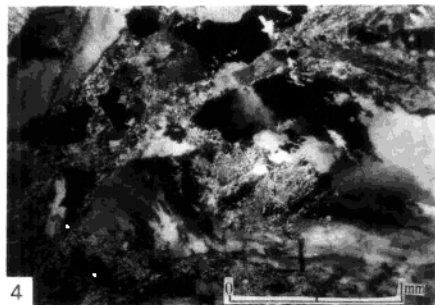
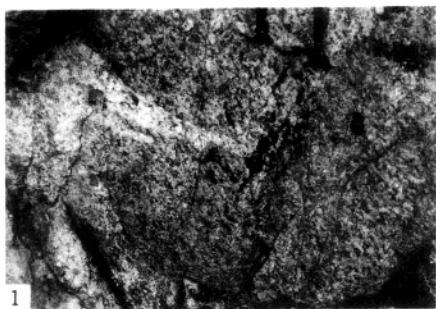
2) 胶东西北部典型金矿田、金矿带构造控岩控矿与构造动力成岩成矿地质特征研究。

究员、吴磊伯研究员和陈庆宣研究员对作者的地质力学学术思想起过重要的引导和启发作用;崔盛芹研究员曾介绍了“岩相”的一般涵义;宁崇质研究员、崔鸣铎研究员和刘迅研究员对于李四光先生“构造形质”和“大地构造型相”的学术思想作了细致的阐述,并向作者介绍了有关文献;张保民教授赞同作者对胶东构造格架的厘定,并在岩石、矿物及岩组方面给予了多次答疑;翟裕生教授、池三川教授在野外观测时演示了区分局部性和区域性透入性构造形迹的方法;李东旭教授、李述靖副教授在地质力学及编图研究方面作了多次答疑;潘立宙教授对“构造作用力影响静水压力”研究给予了最早的支持;王维襄教授、王连捷研究员对有关理论解析和数学模型的建立给予了具体指导;熊大和教授在夏威夷大学完成的氧化钴的对比实验结果给本研究以直接的启迪和有利的支持;王林祥教授介绍了他们在山东的工作成果;姚凤良教授等在区内的地球化学及矿床学方面的研究成果给本研究创造了良好的工作基础;王秀璋研究员提供了有关地球化学、实验问题的研究动态和文献;北京大学刘瑞珣教授多次详细解答了如何区分不同性质构造岩的标准和概念问题,在力学及显微构造方面给予了重要的帮助;《物理化学学报》主编郑克祥教授对于有关物理化学的理论研究、公式推导过程作了细致校正;《中国科学》刘延敏副编审的关于“构造作用力影响静水压力”研究的国内外动态及有关压力概念的谈话给作者以极大的鼓舞;有限元数学模拟得到北京大学殷有泉教授、蔡永恩讲师、国家地震局地壳应力研究所祝景忠工程师和中国地质科学院地质力学研究所王连捷研究员、张利容助理研究员和王延庆助理研究员的帮助;有关岩组资料及分析得到姜光熹副研究员和魏大海助理研究员的指正;中国地质科学院地质力学研究所邓乃恭研究员、宁崇质研究员、孙家树研究员及李锦蓉副研究员等经常对研究工作给予热情的具体帮助;此外,山东省地质矿产局第六地质队李士先、刘连生、张辑璞、白光荣和李宏骥几位高级工程师先后热情介绍了他们多年来的工作成果及宝贵经验,山东省冶金工业局第三地质勘探队杨士望、汪山高级工程师详细介绍了他们在该区的工作与成果;冶金工业部山东省招远金矿张文江助理工程师参与了项目大部分室内外工作;马学彬助理工程师参加了项目早期工作;吴肇远总工程师、孙振佐处长、宋玉国副处长和邓冰高级工程师支持研究项目的顺利进展;地质出版社编辑李云孚多年追踪本研究的进展情况。黄汲清先生为本书题写了书名;郭文魁研究员在百忙之中亲笔为本书作序;宋叔和研究员为本书争取出版基金发出了热情的推荐信;刘瑞珣教授、蔡本俊研究员评审、校阅了全部初稿;本书图件由周金发高级工程师、杨云高级工程师和胡青云工程师完成。地质矿产部科技司孙培基、国家黄金管理总局崔岚、寸娃、中国地质科学院科技处陆春榕、艾惠珍、李光岑对本研究及其成果出版给予了支持。值此本书出版之际,作者对以上给予支持和帮助的单位和个人表示深切的谢意。

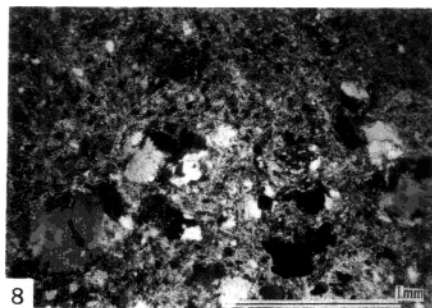
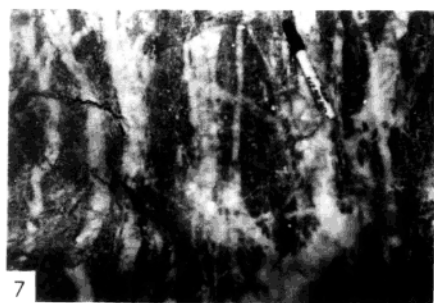
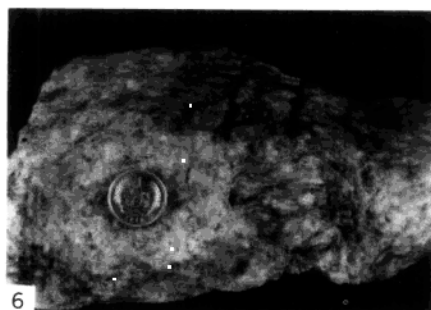
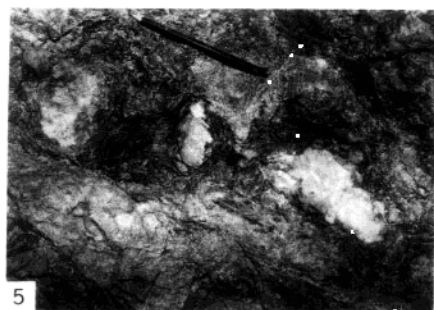
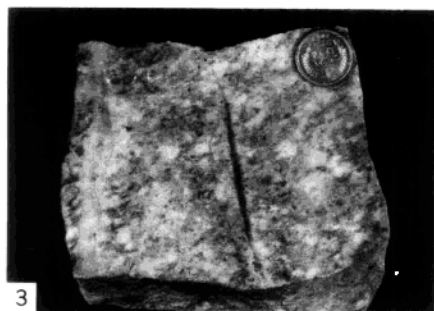
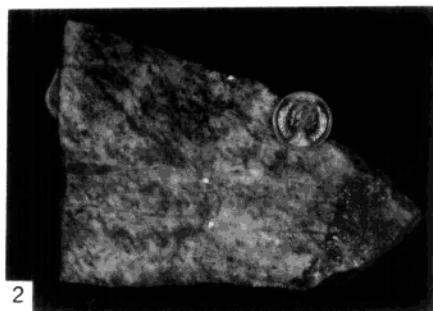
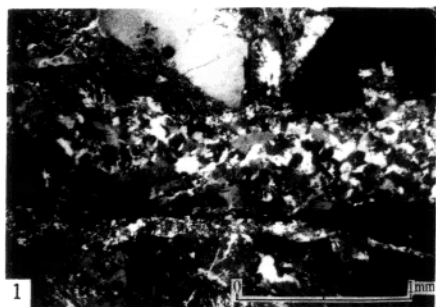
因作者学术水平有限,书中不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

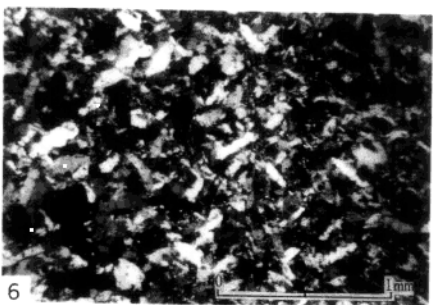
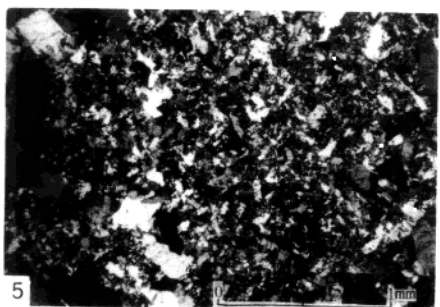
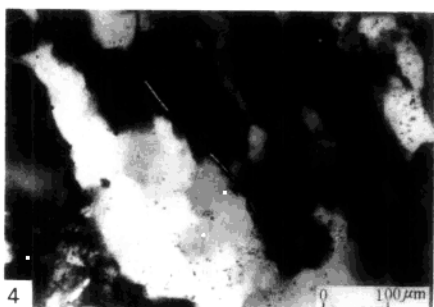
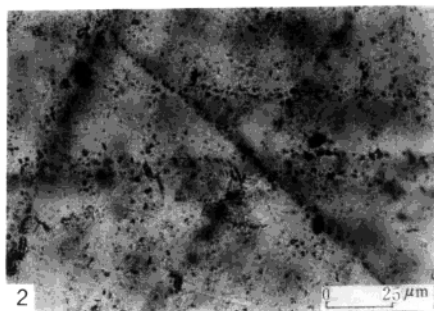
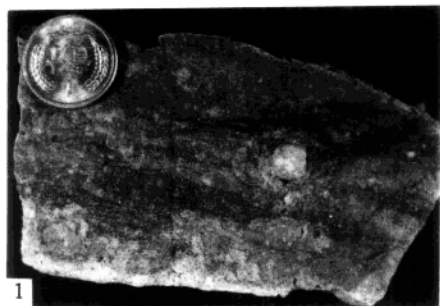




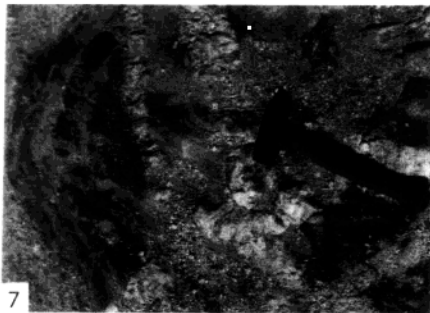
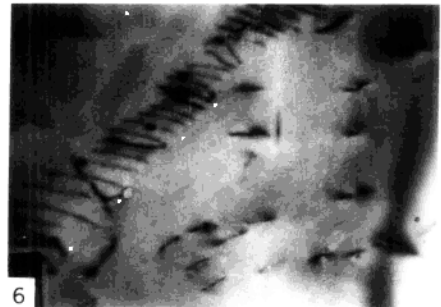
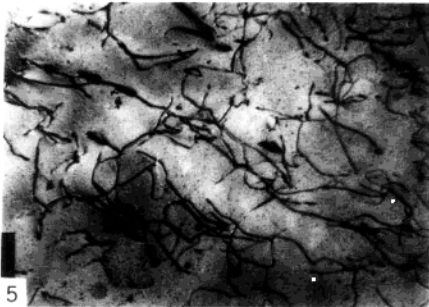
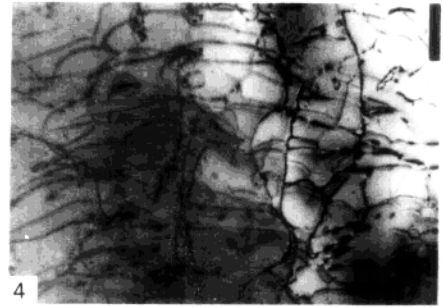
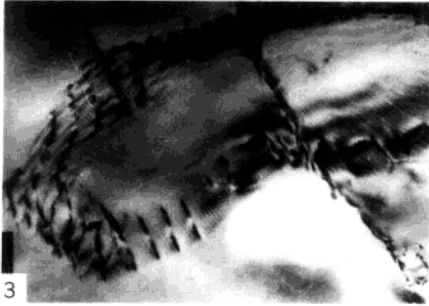
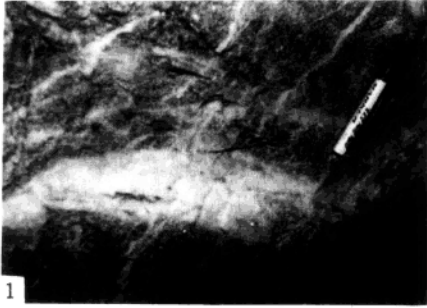


图版 IV





图版 VI



ISBN 7-03-003502-X

O . 629

定 价：16.20 元

科技新书目：296-088