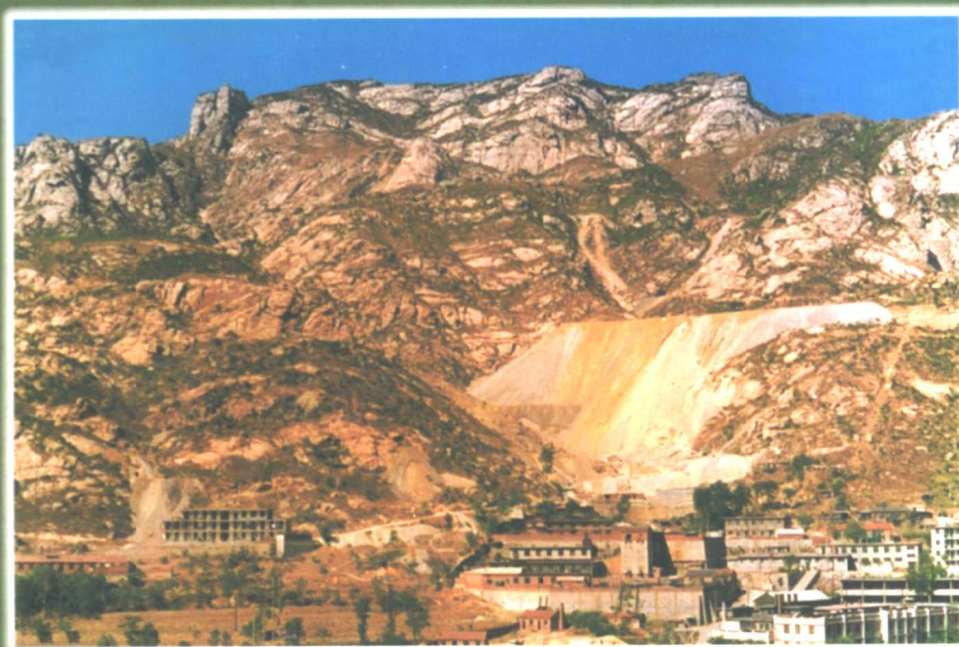




胶东招徕地区 花岗岩和金矿床

罗镇宽 苗来成 编著



57121

冶金工业出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

胶东招莱地区花岗岩和金矿床

罗镇宽 苗来成 编著

北 京
冶金工业出版社
2002

内 容 摘 要

书中系统论述了招莱地区玲珑型、滦家河型、郭家岭型花岗岩类、脉岩类和金矿床的地质、地球化学特征和年代学。本书的特色之处在于首次采用先进的 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年技术,对区内三大类型花岗岩及成矿后花岗斑岩脉进行了精确定年研究,基本解决了区内争论近半个世纪的花岗岩成岩时代问题,同时对花岗岩类成因及其与金矿关系进行了较为全面深入的探讨。

本书观点新颖,测试技术先进,数据准确,语言简练,层次清楚,对区内花岗岩、金矿床的成因研究和金矿地质勘查具有重要的理论和实际意义,可供广大地质勘查和研究工作者及地质院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

胶东招莱地区花岗岩和金矿床/罗镇宽,苗来成
编著. —北京:冶金工业出版社,2002.2
ISBN 7-5024-2875-5

I. 胶… II. ①罗… ②苗… III. 花岗岩—地质作用—金矿床—成矿—研究—山东省 IV. P618.510.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 070203 号

出 版 人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)
责任编辑 田 锋 谭学余 美术编辑 王耀忠 责任校对 侯 璐 责任印制 牛晓波
北京鑫正大印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销
2002 年 2 月第 1 版,2002 年 2 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16;10.75 印张;251 千字;157 页;1-1000 册
28.00 元
冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893
冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081
(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

序

胶东地区是我国最重要的黄金资源基地,也是世界重要的黄金产地之一。胶东地区的金矿床与花岗岩类表现出密切的空间关系,因此,这些花岗岩和金矿床一直是近半个世纪以来中外地质学家研究的重点。但从已有研究成果看,在胶东地区花岗岩和金矿床的形成时代及成因的认识方面还存在较为严重的分歧。究其原因,除了有岩浆作用和成矿作用本身的复杂性因素之外,更主要的可能是缺乏系统的可靠的年代学资料。这在一定程度上影响了对胶东花岗岩、金矿床成因及二者间成因关系的认识。

由罗镇宽和苗来成合著的《胶东招莱地区花岗岩和金矿床》一书,正是针对上述问题而进行研究的成果总结。书中除重点介绍了胶东招莱地区花岗岩类的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学的研究成果外,还系统介绍了花岗岩及金矿床的地质学、岩石学、岩石化学、微量元素和同位素地球化学特征,并以这些精确可信的年代学资料为基础,结合花岗岩和金矿床的地质地球化学特征,探讨了花岗岩类和金矿床的成因,提出了一些较为新颖的观点和认识。如认为玲珑型(含滦家河型)和郭家岭型花岗岩分别形成于 160~150Ma 和 130~126Ma,而金矿作用则发生于 126~120Ma 之间,花岗岩与金矿成矿作用间没有直接的成因关系,仅作为矿床的围岩。金矿床是在郭家岭型花岗闪长岩形成之后,郯庐断裂带发生强烈的右旋拉张,地幔上涌,大量基性脉岩和胶莱盆地火山岩形成期间形成的。再如提出了玲珑型(含滦家河型)黑云母花岗岩石属重熔花岗岩,其源岩主要是华南、华北克拉通的碰撞造山花岗岩;郭家岭型花岗闪长岩为混熔花岗岩,源岩主要是胶东岩群变质岩、玲珑型花岗岩及部分地幔物质。

简言之,本书观点新颖,测试技术先进,数据准确,论证有据,结论合理,使得争论多年的胶东地区花岗岩和金矿床的成岩成矿时代问题基本上得以解决。该书今能得以早日问世,以利学术交流,实属幸事。我在这里表示祝贺。

涂光炽

2001.8.30

前言

胶东招莱地区是中国金矿资源最集中的地区,其储量和产量均占全国总量的四分之一,产有多处特大型和大型金矿床。20 世纪 80 年代“黄金热”以来,该区一直是中外学者研究的重点地区。区内金矿床在空间上和时间上都与花岗岩有密切的关系,但花岗岩的成岩时代、成因及其与金矿床的成因关系一直存在不同的认识,成为长期争论的焦点,影响到金矿成因研究和地质勘查的深入。天津地质研究院与澳大利亚西澳大学战略矿床研究中心合作开展的“中国胶东地区金矿床和西澳绿岩型金矿床对比研究及其勘查意义”研究项目选择该区花岗岩及其与金矿化的关系作为研究的主要课题。本书是合作项目研究成果的综合。

招莱地区花岗岩被划分为玲珑、滦家河、郭家岭三大类型,以往曾采用多种测年技术对其进行了年龄测定,年龄范围从古元古代到晚中生代,研究者可以根据自己的观点选用这些年龄值,导致成岩时代众说纷纭,莫衷一是。本书采用先进的 SHRIMP(Sensitive High Resolution Ion Microprobe)测年技术,对三大类花岗岩及成矿后的花岗斑岩脉进行了年龄测定,获得玲珑型和滦家河型黑云母花岗岩的年龄为 160 ~ 150Ma,郭家岭型花岗闪长岩的年龄为 130 ~ 126Ma,成矿后的花岗斑岩脉的年龄为 120Ma,使区内花岗岩的成岩时代有了一个可信的年龄结果,并将胶东地区的主金矿化期限定在 126 ~ 120Ma,即中生代燕山晚期。

通过对三类花岗岩中继承锆石年龄、岩石化学、微量元素、稀土元素、同位素地球化学的综合研究,认为玲珑型黑云母花岗岩(含滦家河型)属地壳重熔花岗岩,其源岩主要是南北克拉通的碰撞造山花岗岩和部分前寒武纪变长英质火成岩及变泥砂质沉积岩,否定了以往认为玲珑型花岗岩源岩为胶东岩群的认识;郭家岭型花岗闪长岩为壳幔混熔型花岗岩,源岩主要是前寒武纪变质岩石和玲珑型花岗岩,同时认为有部分上地幔物质混熔加入。玲珑型和滦家河型黑云母花岗岩是在华北和华南克拉通碰撞后,郯庐断裂带发生巨大的左旋平移期间,沿古缝合线荣成 - 五莲断裂带发生陆内俯冲,致使早先的碰撞造山花岗岩发生重熔形成的。郭家岭型花岗闪长岩则是在郯庐断裂带由左旋挤压转为右旋拉张阶段,地幔上涌,壳、幔混熔形成的。

三大类花岗岩中均产有金矿床。玲珑型与滦家河型花岗岩的成岩年龄较矿化年龄早 40 ~ 30 Ma,成因上不太可能与金矿化有直接关系,仅作为金矿床的围岩。郭家岭型花岗闪长岩成岩时代与金矿化的时代很接近,同时富含大离子亲石元素和轻稀土元素,是最可能与金矿化发生成因联系的花岗岩。但详细的野外观察和薄片鉴定发现在郭家岭型花岗闪长岩固结后,经历了韧性剪切变形,并叠加脆性变形后才发生金矿化,金矿床成因上也不太可能与郭家岭型花岗闪长岩直接有关。在时间上、空间上与金矿化关系最密切的是广泛发育的脉岩,特别是煌斑岩脉。那么金矿化是否在成因上与煌斑岩脉有关呢?这里要把话扯远一点。西澳大学战略矿床研究中心的 Rock N. M. S. (1988, 1990)根据在西澳耶尔岗地块观察研究的结果,提出了金矿床成因上与煌斑岩有关的认识,强调煌斑岩的金丰度高,并富含金

矿成矿所需的各种碱质和挥发分。后来 Talor W.R(1994)对 Rock 的观点提出了质疑,其中最主要的一条是 Rock 所引用高金丰度的煌斑岩并不是新鲜的煌斑岩,而是碳酸盐化的煌斑岩。在西澳耶尔岗地块有一期与金矿化有关的碳酸盐化,Talor 等认为煌斑岩金丰度高是由于与金矿化有关的碳酸盐化带入的。Talor 等认为金矿床之所以与煌斑岩伴生,是因为它们形成的地构造环境相似,且利用了相同的构造通道。Talor 的质疑强调新鲜煌斑岩金丰度不高,不太可能为成矿提供金。作者认为多期次、多成分的脉岩发育,表明该区在某一段时间内是构造和岩浆活动的中心,是最有利金矿化的环境。而且主要控矿断裂切割到了上地幔,使得煌斑岩浆得以侵入,同时大气水也可以沿断裂下渗,被深部的岩浆加热,并与岩浆析出的水混合形成富有淬取能力的流体,将围岩中的成矿元素淋滤出来,形成成矿流体。因此不能排除与煌斑岩浆有关的深源流体参与成矿,煌斑岩即使不是金的主要提供者,也可以是金矿化热动力和热流体中的水、二氧化碳和碱金属元素来源。从这个意义上讲,作者认为成矿与煌斑岩有关。

郯庐断裂的强烈左旋平移作用发生在中生代燕山中期(160 Ma),将当时位于蚌埠-五河以东的胶北地体推挤到现在的位置,并沿古缝合线荣成-五莲断裂带发生了陆内俯冲,早期的造山花岗岩再次重熔形成了玲珑型和滦家河型花岗岩。大约在 135Ma 年前后,郯庐断裂带开始了它的右旋拉张活动,形成了胶东地区郭家岭型花岗岩和广泛分布的中基性脉岩,其中包括煌斑岩。随后拉张的加强,沂沭裂谷和胶莱分支裂谷(盆地)形成,涌出了大量的富碱的中基、中酸性火山岩,即白垩纪青山群火山岩。胶东招莱的金矿床就是在郭家岭花岗岩形成之后,青山组火山岩形成之前形成的。与煌斑岩的侵位时间基本同时。

综上所述,胶东招莱地区金矿床是形成于后碰撞弧(Postcollisional arc)环境,是与中生代岩浆活动有关的中低温热液金矿床,但成矿物质主要是从太古代结晶基底中淋滤出来的,而不是深源的,属太古代结晶基底(绿岩为主体)中生代构造-岩浆活动改造成矿。

全书分为七章,前言由罗镇宽编写;第一章由罗镇宽、苗来成编写;第二章由罗镇宽编写;第三章由苗来成、罗镇宽编写;第四章由罗镇宽编写,第五章由苗来成、罗镇宽编写;第六、七章由罗镇宽编写。除本书的作者外,参加中澳合作研究项目的还有天津地质研究院关康、黄佳展高级工程师,西澳大学王良根博士、Groves, D.I. 教授和 McNaughton, N.J. 博士。SHRIMP 测试工作主要由王良根和 McNaughton, N.J. 博士在西澳 SHRIMP II 上完成的。关康参加了合作项目研究的全过程,作了大量细致的工作。野外工作中得到山东黄金局王昭坤、姜金平高级工程师,招远黄金集团公司林吉照副总经理,山东玲珑金矿地测处武际春,焦家金矿地测处孙之夫,新城金矿地测处赵可广,三山岛金矿地测处韩屹,招远黄金集团公司地测科王效杰及所属蚕庄金矿左宏伟,河西金矿王来军,河东金矿王为湖以及界河金矿、阜山金矿、玲南金矿、罗山金矿、大尹格庄金矿、夏甸金矿以及莱州黄金公司所属仓上金矿和望儿山金矿等单位的热情帮助和支持。中国科学院涂光炽和翟裕生院士,中国工程院裴荣富院士,沈保丰研究员、刘秉光研究员、聂凤军博士、王京彬博士参加了本项目研究报告的评审,提出了许多宝贵的意见,使本书编写受益匪浅。天津地质研究院敬成贵院长、朱恺军副院长和尹子生副院长对本书的出版给予了极大的关心和支持。在此一并致以诚挚的感谢。

罗镇宽

2001.10.1

目 录

第一章 胶东招莱地区地质构造背景	(1)
1.1 区域规模的断裂带	(1)
1.1.1 郊庐断裂带	(1)
1.1.2 五连-荣成断裂带	(2)
1.2 胶北地体	(3)
1.2.1 地层	(3)
1.2.2 岩浆岩	(6)
1.2.3 构造变形序列	(7)
1.3 区域地质构造演化史	(11)
第二章 花岗岩类地质和岩石学特征	(12)
2.1 花岗岩类地质特征	(12)
2.1.1 玲珑型片麻状黑云母花岗岩	(12)
2.1.2 溱家河型中粗粒钾长花岗岩	(14)
2.1.3 郭家岭型似斑状花岗闪长岩	(15)
2.2 花岗岩类的岩石学特征	(15)
2.2.1 玲珑型片麻状黑云母花岗岩	(15)
2.2.2 溱家河型中粗粒钾长花岗岩	(17)
2.2.3 郭家岭型似斑状花岗闪长岩	(18)
2.3 小结	(19)
第三章 花岗岩类锆石 SHRIMP U-Pb 年代学	(20)
3.1 引言	(20)
3.2 前人年代学研究工作回顾	(20)
3.3 花岗岩类锆石 SHRIMP 年代学	(23)
3.3.1 SHRIMP 分析和资料处理方法	(24)
3.3.2 分析结果	(24)
3.4 讨论	(50)
3.4.1 花岗岩类侵入体形成年代和金矿化年龄	(50)
3.4.2 锆石中铅丢失	(52)
3.4.3 继承锆石及其地质意义	(54)

3.5 小结	(56)
第四章 花岗岩类地球化学和成因	(58)
4.1 岩石化学特征	(58)
4.1.1 玲珑型片麻状黑云母花岗岩	(58)
4.1.2 滦家河型中粗粒钾长花岗岩	(61)
4.1.3 郭家岭型似斑状花岗闪长岩	(63)
4.2 花岗岩类稀土元素特征	(69)
4.3 花岗岩类同位素地球化学	(71)
4.3.1 花岗岩类铅同位素特征	(71)
4.3.2 花岗岩类氧同位素特征	(77)
4.3.3 花岗岩类铷、锶同位素特征	(77)
4.4 花岗岩类成因讨论	(79)
4.4.1 玲珑型和滦家河型黑云母花岗岩成因	(79)
4.4.2 郭家岭型似斑状花岗闪长岩成因	(80)
4.4.3 小结	(82)
第五章 金矿床地质特征	(84)
5.1 金矿床分布特征	(84)
5.1.1 金矿床(体)严格受断裂构造控制	(84)
5.1.2 金矿床(体)主要产在花岗岩体内及接触带	(85)
5.2 主要金矿床地质特征	(85)
5.2.1 三仓金矿田	(87)
5.2.2 焦新金矿田	(89)
5.2.3 玲珑金矿田	(95)
5.2.4 大夏金矿田	(103)
5.3 金矿石类型及其分布规律	(104)
5.3.1 石英脉型	(104)
5.3.2 蚀变岩型	(105)
5.3.3 石英脉型和蚀变岩型矿石分布规律	(106)
5.4 矿石矿物成分及其生成顺序	(106)
5.4.1 矿石主要矿物成分	(106)
5.4.2 自然金银矿物系列	(107)
5.4.3 成矿阶段及矿物生成顺序	(108)
5.5 围岩蚀变	(109)
5.5.1 围岩蚀变类型	(109)
5.5.2 围岩蚀变分带	(110)
5.5.3 围岩蚀变化学成分变化	(112)
5.6 小结	(117)

第六章 金矿床同位素地球化学	(119)
6.1 铅同位素	(119)
6.1.1 招莱地区金矿床铅同位素特征	(119)
6.1.2 与西澳耶尔岗地块金矿床铅同位素对比	(120)
6.2 硫同位素	(123)
6.3 氢氧同位素	(125)
6.3.1 招莱地区岩石氧同位素	(125)
6.3.2 金矿床氧同位素组成	(126)
6.3.3 成矿流体氢氧同位素组成	(127)
6.4 碳同位素组成	(131)
6.4.1 围岩碳同位素组成	(131)
6.4.2 金矿床碳同位素组成	(131)
6.4.3 金矿床碳来源	(132)
6.5 小结	(132)
第七章 金矿床成因讨论	(133)
7.1 花岗岩与金矿成矿关系讨论	(133)
7.1.1 引言	(133)
7.1.2 花岗岩类与金矿床的空间关系	(134)
7.1.3 花岗岩类与金矿床的时间关系	(134)
7.1.4 郭家岭型花岗岩与金矿床成因关系讨论	(134)
7.2 岩脉与金矿床成矿关系讨论	(135)
7.2.1 问题的提出	(135)
7.2.2 招莱地区煌斑岩地质地球化学特征	(136)
7.2.3 煌斑岩形成时代	(139)
7.2.4 煌斑岩脉与成矿关系讨论	(139)
7.3 成矿物质来源讨论	(140)
7.4 成矿流体性质	(140)
7.5 成矿时代	(141)
7.6 结论	(142)
参考文献	(144)
图版说明	(151)

第一章

胶东招莱地区地质构造背景

胶东招(远)莱(州)地区,是中国金矿床最集中的地区,金矿储量和黄金产量均占全国的四分之一。区内大面积分布着花岗岩类,金矿床主要产在玲珑、滦家河、郭家岭型三大类花岗岩侵入体内及接触带。因此花岗岩的成岩时代和成因、金矿床形成时代和成因以及两者之间的成因关系就成为国内外地学工作者研究的焦点。为了更好地研究这些问题,先概述其地质构造背景。

1.1 区域规模的断裂带

招莱地区位于华北克拉通东缘,胶东的北西部,传统地质构造将其划为胶辽台隆(任纪舜,1980)的组成部分,近年的板块-地体构造研究将这一地区划为胶北地体(曹国权等1990,1991;贾东等,1990)。郯庐和五连-荣成断裂将山东分为胶北、胶南-苏北和泰山(鲁西)三个独立的地层地体(图 1-1),并控制了区内的构造-岩浆活动和成矿作用。因此,在区域地质构造部分将首先介绍郯庐断裂带和五连-荣成断裂带的基本特征。

1.1.1 郯庐断裂带

郯庐断裂带是由原地质部航测大队的杨华等^①和合肥工业大学的徐嘉炜等^②于1957年分别从地球物理和地面地质上识别出来的。此后,随地质、地球物理、地震地质、石油地质等多方面研究的不断深入,人们才认识到它是一条纵贯中国大陆东部(东亚)的巨大的左旋平移断裂带(徐嘉炜等,1992; Xu Jia-wei, 1993)。断裂走向 NNE10°~30°,近直立或略向西或向东倾斜。向北过渤海湾进入辽宁省后分为两支,东支称为抚顺-密山断裂,向北经黑龙江密山进入俄罗斯远东地区,抚顺-密山断裂存在巨大的左旋平移,应属郯庐断裂的主干断裂;西支称为伊兰-伊通断裂,在卫星照片上可以看到,从营口经沈阳、四平、长春、哈尔滨直入俄罗斯的鄂霍次克海。郯庐断裂带南端终止于长江以北的广济,过长江后的南延则不是十分明显,一支可能经修水-株洲-衡阳一直延长到越南境内,另一支经九江与赣江断裂相连进入到广东境内。郯庐断裂带全长约3600 km,宽度从下辽河的80 km到淮河以南的10 km不等(马文璞,1995)。郯庐断裂带在中生代印支期以前可能是秦岭-大别古海洋中的转换断层(任纪舜,口述)。华南、华北克拉通碰撞后,由于太平洋板块向北西方向亚洲大陆下快速斜冲(Maruyanta & Seno, 1986)的拖曳作用和华北克拉通与西北利亚克拉通碰撞后向南的持续挤压作用形成一对力偶,使得原先的转换断层转化为巨大左旋平移断层,时间上大概是中晚侏罗世(160~135 Ma),胶北隆起就是这一时期挤压形成的。它的右旋拉张活动使太平洋板块的俯冲作用减缓松弛,华北克拉通与西北利亚克拉通碰撞挤后持续的挤压力逐渐消失后,时间大约在早白垩世至老第三纪始新世

① 地质部航空物探测量大队, 1957 (未刊资料)。

② 徐嘉炜, 1964, 皖苏鲁北北东向深断裂带 (合肥工业大学地质系未刊资料)。

(135 ~ 80 Ma)。老第三纪始新世以后它又恢复左旋挤压特征,但这次挤压远不如第一次强烈。

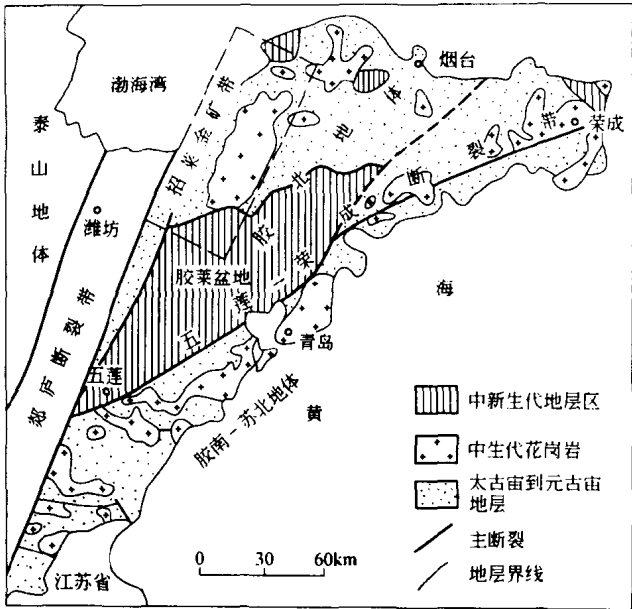


图 1-1 鲁东地区地体构造的地质简图
(据曹国权等,1990 修编)

以郯庐断裂带为主干,包括其他 50 余条断裂组成了世界上最大的平移系统之一(徐嘉炜等,1992)。虽然目前对郯庐断裂带左旋平移是众所公认的,但具体的平移距离却存有争议,从最大的 730 km 到 100 余 km 不一。

由于断裂带形成过程中挤压、平移、拉张交替活动,形成由多条断裂组成的断裂带。如在山东境内(称沂沭断裂带)就是由 4 条平行的断裂组成,并在带内部形成了一垒(汞丹山地垒)和二堑(沂水地堑和莒县地堑)的中央裂谷带,即沂沭裂谷。沿中央裂谷分布有偏碱性火山岩及超镁铁质侵入岩,表明断裂已下切到了上地幔。在断裂带东盘形成了一系列北东向的次级断裂和拉分盆地,如胶东地区的招平、焦家和三山岛断裂和黄县、胶莱、庐纵、宁芜等拉分盆地,并有偏碱性火山岩的喷发,形成与火山岩及次火山侵入体有关的铁、铜多金属矿床和金矿床,对山东地区中生代以来的构造演化、成岩和成矿具有重要的控制作用。

1.1.2 五莲-荣成断裂带

五莲-荣成断裂带早在 20 世纪 50 年代就已发现,最早被称为郝官庄-山相家断裂,不包括即墨-荣成段,但当时并没有意识到它的重要意义。曹国权等(1990,1991)对其进行了较系统的研究,并将其命名为五莲-荣成断裂带。通过对断裂带周边的地球物理场的研究(王征南等,1985;杨锡珥等,1985)、断裂带南北两侧地层差异性的研究(王致本,1990)、与其伴生的超镁铁质岩带、榴辉岩带及年代学的研究(徐金方,1988;从柏林等,1990;曹国权等,

1990)以及对韧性剪切带及双变质带的研究(韩宗珠等,1993),人们才逐渐认识到它的重要大地构造意义。它不仅是胶北地体和胶南-苏南地体的分界断裂,而且也是华北克拉通和扬子克拉通的分界,是秦岭-大别碰撞造山带的古缝合线,由于郯庐断裂带巨大的左旋平移才将它推移到现在的位置。在推移、挤压过程中,还伴有A型(陆内)俯冲及逆冲推覆,与胶北地体上花岗岩的生成和金矿成矿作用有密切的关系。

五莲-荣成断裂带西南端与郯庐断裂带在莒县招贤一带斜交(图1-1),向东北方向经五莲、海阳、荣成延入海洋,有可能延到朝鲜的临津江一带。在中国大陆上的部分长约350 km,走向NE60°,倾向NW,倾角60°~70°。在海阳附近,被即墨-牟平断裂带左行平移了约60 km。断裂带以北为胶北地体,以南为胶南-苏北地体。与断裂带伴生有超镁铁质岩带、榴辉岩带(高压低温变质带)、低压高温变质带、韧性剪切带(曹国权等,1990)。

在航磁图上,五莲-荣成断裂带表现为NNE向的密集磁异常梯度带,其南侧为升高杂乱的磁场,反映挤压抬升的变质地体;以北为低值场,反映中新世代的陆相沉积岩盆地。

在布伽重力异常平面图上,五莲-荣成断裂带也显示为一明显的重力梯度带,梯度带南侧为北东东向重力低,反映其硅铝壳比较厚,莫霍面下拗;北侧为重力高,反映胶莱盆地深部地幔上隆。

以上特征表明,五莲-荣成断裂带绝不是一般的断裂,而是具有板块俯冲带和古缝合线双重特征的深大断裂带,是秦岭-大别古缝合线东延部分的北移,它目前的位置是被郯庐断裂带左旋平移的结果。

1.2 胶北地体

20世纪80年代以来,山东地区的地体构造研究有了重大进展(郭令智等,1984;曹国权等,1990,1991;贾东等,1990;何永明等,1990;卢冰、胡受奚等,1995)。郯庐断裂带和五莲-荣成断裂带将山东划分为胶北地体和胶南-苏北地体、泰山地体(图1-1)。以下重点介绍与本研究有关的胶北地体招莱地区的主要地质特征。

1.2.1 地层

胶北地体招莱地区的结晶基底为新太古代胶东岩群、古元古代粉子山群和荆山群,在结晶基底的局部地区不整合覆盖了新元古代稳定环境下的盖层性沉积—蓬莱群,缺失整个古生代地层,在胶莱盆地中,堆积了中生代陆相碎屑岩和火山岩。区域地层划分见表1-1,其分布如图1-2所示。

1.2.1.1 新太古代胶东岩群

重新厘定的胶东岩群(Ar_3j)自上而下划分为唐家庄组、齐山组和林家寨组(张增奇,1994),并改胶东群为胶东岩群,暗示它已不具有层序地层的意义。

(1)唐家庄岩组(Ar_3jT):该岩组主要岩性为黑云变粒岩夹石榴二辉麻粒岩、磁铁二辉麻粒岩、角闪二辉麻粒岩、磁铁紫苏麻粒岩及少量的斜长角闪岩组合,以高级变质麻粒岩组合为特征,主要分布于莱西市以北唐家庄一带。该岩组的常规锆石U-Pb年龄为2945 Ma。

(2)齐山岩组(Ar_3jQ):齐山岩组岩性以条纹-条带状黑云母变粒岩、厚层斜长角闪岩为主,间夹黑云母斜长片麻岩,是胶东岩群中分布最广的一个岩组,分布于招远刘山、大秦家、栖霞寺口、大柳家、莱西市唐各庄、西留、蓬莱及莱州等地。其常规锆石U-Pb年龄为2609.6 Ma。

表 1-1 胶东招莱地区地层简表

新生界	第四系(Q)	河流相沉积及残坡积物				燕山运动	
	第三系(E)	陆相碎屑岩和火山岩					
中生界	王氏群(K _{2w})	陆相紫红色碎屑沉积岩				1.7~0.7 亿年	
	青山群(K _{1q})	陆相火山岩					
	莱阳群(K _{1l})	陆相碎屑沉积岩				蓬莱运动	
新元古界	蓬莱群(Pt _{3p})	香介组	灰岩	粉子山群 (Pt _{1f})	岗山组	片岩	6~7 亿年
		南庄组	板岩		巨屯组	石墨岩系	
		铺子介组	石英岩		张格庄组	大理岩和透辉变粒岩	荆山运动
		豹山口组	板岩		祝家介组	变粒岩等	
古元古界	荆山群(Pt _{1j})	陡岩组	水桃林岩段	粉子山群 (Pt _{1f})	岗山组	片岩	18 亿年
			徐村岩段		巨屯组	石墨岩系	
		野头组	定国寺岩段		张格庄组	大理岩和透辉变粒岩	胶东运动
			祥山岩段			祝家介组	
		禄格庄组	光山岩段		小宋组	变粒岩	
			安吉村岩段				
太古宙	胶东岩群(Ar _{3j})	林家寨组	变粒岩、斜长角闪岩			25 亿年	
		齐山组	条带状变粒岩、片麻岩、斜长角闪岩				
		唐家庄组	麻粒岩、斜长角闪岩、变粒岩				

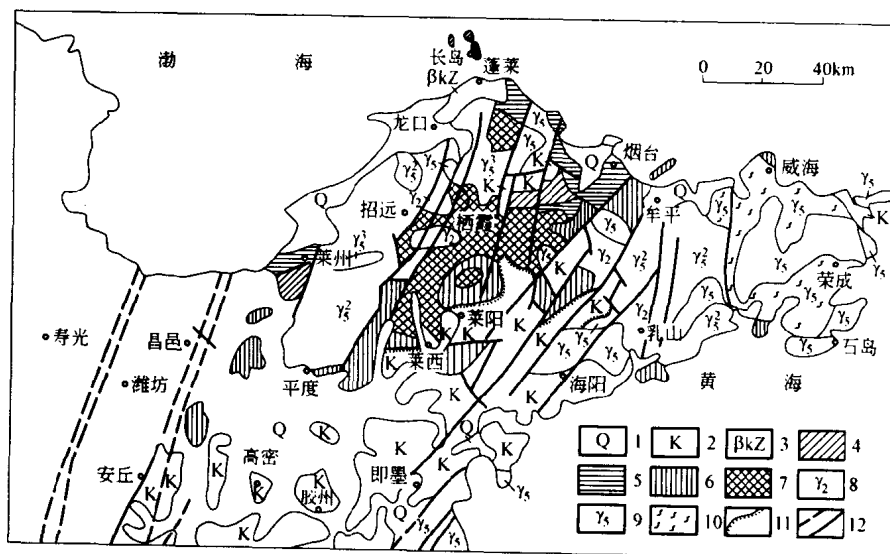


图 1-2 胶东地区地(岩)层分布略图

- 1—第四系;2—白垩系;3—新生代玄武岩;4—新元古代蓬莱群;5—古元古代粉子山群;
6—古元古代荆山群;7—新太古代胶东岩群;8—元古宙花岗岩;
9—燕山期花岗岩;10—片麻理;11—不整合界线;12—重要断层

(3)林家寨岩组(Ar_3jL):主要岩性为薄层-中厚层斜长角闪岩、黑云变粒岩、角闪黑云变粒岩夹浅粒岩,局限分布于栖霞林家寨、高家及莱州朱马一带,与上覆粉子山群和荆山群之间呈构造(韧性剪切带)接触。

据裘有守等(1988)研究,胶东岩群中少量的蛇纹岩,其原岩为科马提岩;部分角闪岩、辉石岩和透辉石岩的原岩为玄武科马提岩和富铁科马提玄武岩;多数斜长角闪岩的原岩为岛弧拉斑玄武岩,部分为大洋拉斑玄武岩和钙碱系列玄武岩;变粒岩和浅粒岩及斜长片麻岩类的原岩为中酸性火山岩和泥砂质碎屑岩。胶东岩群可以视为广义的太古宙绿岩建造。

1.2.1.2 古元古代荆山群和粉子山群

荆山群(Pt_{1j})

荆山群的主要岩性为含石墨高铝片岩、富镁的大理岩、片麻岩、透闪透辉石岩等,以富含晶质石墨矿为特征,其变质程度达麻粒岩-角闪岩相。原岩为高铝泥质岩、粉砂质泥岩、炭质页岩和镁质碳酸盐岩,夹有部分火山凝灰岩、角斑岩和石英角斑岩(杨士望等,1993)。赵懿英等(1995)将其划为孔兹岩系。

根据原岩从碎屑岩到碳酸盐岩的沉积旋回,荆山群自下而上可划分为三个岩组六个岩性段(表 1-1):

(1)禄格庄组(Pt_{1jL}):分为两个岩性段,下部为安吉村岩段,以含石榴石矽线石黑云片岩为主;上部为光山大理岩段,以含蛇纹石大理岩为特征。整个岩组厚 1572 m,构成一个碎屑岩-碳酸盐岩沉积旋回。

(2)野头组(Pt_{1jY}):分为两个岩性段,下段以灰绿色透辉变粒岩为主,厚约 217 m;上段以蛇纹石化大理岩和透辉石大理岩为主,厚 643 m。

(3)陡崖组(Pt_{1jD}):分为两个岩性段,下部岩性段为徐村石墨岩系段,是胶东地区晶质石墨矿的主要含矿层位,厚 212 m;上部为水桃林片岩段,以含石榴石矽线石黑云母片岩及蓝晶石黑云片岩为主,厚 250 m。

荆山群的同位素年龄从 $2482.8\text{ Ma} \pm 21.336\text{ Ma}$ (锆石 U-Pb 年龄,安家桐等,1990)至 1859.4 Ma (黑云母 Rb-Sr 等时线年龄)。由于部分锆石选自副变质片岩,可能反映碎屑锆石的年龄,荆山群的形成年龄应小于 2482 Ma ;侵入于荆山群中的花岗岩的锆石 U-Pb 年龄为 1906 Ma (安郁宏,1990),荆山群的形成年龄应大于 1906 Ma ,属古元古代。

粉子山群(Pt_{1f})

按“鲁东前寒武纪地层清理意见”(张增奇等,1994),粉子山群是指胶东地区一套含铁的变粒岩、高铝片岩、片麻岩、富镁大理岩、含石墨岩系和透闪透辉石岩,并夹有菱镁矿的复杂岩系。变质程度为低角闪岩相,其下与胶东岩群呈不整合接触,其上被蓬莱群不整合覆盖。从下而上划分为五个岩组。

(1)小宋组(Pt_{1fX}):岩性为黑云母变粒岩夹斜长角闪岩及磁铁石英岩组合,厚约 860 m,分布在莱州粉子山小宋村。

(2)祝家乔组(Pt_{1fZ}):由浅粒岩、长石石英岩夹片岩和大理岩组成,厚约 970 m,分布于栖霞寨头-上林家一带。

(3)张格庄组(Pt_{1fZg}):由两套大理岩夹一套灰绿色含透闪石、绿帘石的片岩和变粒岩组成,厚约 890 m。该组岩性稳定,分布广泛,以富镁为特征,是菱镁矿和滑石矿的产出层位。

(4)巨屯组(Pt_{1fL}):该组为含石墨岩系,包括石墨白云方解石大理岩、石墨透闪岩、石墨

透闪石变粒岩、石墨变粒岩和石墨片岩等,厚约 1366 m。

(5)岗山组(Pt_1fg):为一套疙瘩状石榴硅线黑云片岩、黑云片岩、矽线石二云片岩夹变粒岩组合,厚度大于 1740 m。分布在栖霞汪格庄-古峴一带。其上不整合覆盖了新元古代蓬莱群。

荆山和粉子山两个群之间在原岩建造、岩石化学、稀土元素及含矿性等方面具有诸多相似之处,但也存在有较明显的差异(赵懿英等,1995)。它们的同位素年龄基本一致,荆山群的年龄为(2484.8 ± 21.336) ~ 1847Ma,粉子山群为 2381 ~ 2075 Ma(见表 1-2)。故认为它们是同时代但不同空间位置形成的,荆山群主要分布在以胶东岩群为中心的胶北地体的南侧,而粉子山群则主要分布于胶北地体北侧,分别构成胶东岩群南、北两侧的加积圈。

表 1-2 荆山群和粉子山群同位素年龄对比表

群	组	测定方法	年龄/Ma	资料来源
荆山群	陡岩组	锆石 U-Pb	2037	山东地质矿产局区调队(1987)
	陡岩组	锆石 U-Pb	1847	山东地质矿产局第三地质队(1987)
	禄格庄组	锆石 U-Pb	2484.8	
	禄格庄组	锆石 U-Pb	1998	
粉子山群	祝家介组	混合锆石 U-Pb	2075	邓幼华(1984)
	祝家介组	混合锆石 U-Pb	2042	
	小魏家组	混合锆石 U-Pb	2381	山东地质矿产局区调队(1987)

1.2.1.3 新元古代蓬莱群

蓬莱群(Pt_3p)是不整合在胶东岩群、粉子山群之上的一套低绿片岩相变质的大理岩、千枚岩、板岩和石英岩等沉积岩建造,为前寒武纪克拉通化后的第一盖层。据其所含大量微体生物化石(山东区域地质志,1991),属新元古代震旦系。

1.2.1.4 中生代莱阳群和青山群

胶北地体上缺失整个古生代及早中生代三叠纪和侏罗纪地层,直到晚中生代白垩纪才在前寒武纪基底上或拉分盆地中沉积了莱阳群、青山群陆相碎屑岩和火山岩建造。

莱阳群(K_1l)

莱阳群是一套河湖相碎屑岩建造,直接覆盖在前寒武纪基底之上,主要分布于胶莱盆地中的莱阳、海阳和诸城一带。各地岩性虽有一定的变化,但都属于陆相的不同色调的砾岩、砂砾岩、粗砂岩、砂岩、细砂岩、粉砂岩和页岩,局部有灰岩及泥灰岩。

侵入到莱阳群中的次火山岩的 K-Ar 年龄为 102 Ma 和 107 Ma(山东区调队,1987),属早白垩世,形成于胶莱盆地拉张的早期。

青山群(K_1q)

青山群平行不整合覆盖在莱阳群之上,下伏于王氏群之下,为一套陆相火山岩建造。自下而上可划分为四个火山旋回,中基性火山岩和中酸性火山岩相间产出,是胶莱盆地强烈拉张环境下的产物,具有富碱的特征,源于地幔但又混染了较多的硅铝壳的成分,因此多为中基-中酸性火山岩。青山群中的安山岩、安山玢岩的 K-Ar 同位素年龄为 90 ~ 101 Ma(山东区调队,1987),属早白垩世晚期。

1.2.2 岩浆岩

胶北地体岩浆岩十分发育,除广泛分布的花岗岩类外,各种岩脉也很发育,而且花岗岩

与岩脉都与金矿床有密切的空间关系,是本书重点研究对象,第二、三、四章将作重点讨论,这里仅作一简介。

1.2.2.1 花岗岩类

胶北地体上的花岗岩类的时代包括太古宙、元古宙、中生代和新生代。太古宙的 TTG 岩套都已受到强烈的变形、变质作用的改造,曾被划归为太古宙胶东岩群的长英质片麻岩类,研究证明属变质的英云闪长岩和花岗闪长岩。

胶北地体划分的元古宙花岗岩体较多,但本次研究表明,包括玲珑型花岗岩在内的一些岩体是中生代形成的(详见第三章),实际上的元古代花岗岩可能没有那么多。

胶北地体在整个古生代岩浆活动不发育,但中生代花岗岩类中含有大量的时代上相当于晚古生代海西期末-早中生代印支期的继承锆石(详见第三章),说明该区存在有晚海西-印支期的造山花岗岩,但大部分被破坏或改造。

中生代燕山期花岗岩在招莱地区广泛分布,前人对其研究程度也较高,可划分为两大系列,即陆壳重熔型花岗岩系列和壳幔混熔型花岗岩系列。

陆壳重熔型花岗岩系列

招莱地区的陆壳重熔型花岗岩系列包括玲珑型片麻状黑云母花岗岩、滦家河型中粗粒花岗岩等。这类花岗岩大都呈岩基产出,部分呈岩株产出。陆壳重熔型花岗岩与胶北地体内金矿化具有密切的空间联系,胶东相当一部分大、中型以上的金矿床都是产在这类花岗岩体内及接触带。本书将在后面的章节作详细讨论。

壳幔混熔型花岗岩系列

壳幔混熔型花岗岩系列的主要岩体有郭家岭、艾山等岩体。多呈较小的岩基、岩株、岩墙产于深大断裂带上及其附近,与围岩大都呈侵入接触关系,但也存在渐变过渡接触关系,接触部位有接触热变质和热交代现象,形成 Ca、Mg、Fe 矽卡岩,但也有例外,郭家岭型花岗闪长岩体的接触带这种现象就不明显。这类岩体与晚中生代岩脉和青山群火山岩可能具有同源关系,成岩时代大约在 130 ~ 80 Ma,属中生代燕山晚期,与胶莱盆地的青山群火山岩大体同期或略早。该类花岗岩不仅是金矿床的重要围岩之一,而且与区内的 Ag、Cu、Mo、Pb、Zn 多金属矿化有密切的空间和成因联系。

1.2.2.2 岩脉类

胶北地体的岩脉发育,在空间上与金矿床的关系比花岗岩体更为密切。它们形成的期次多、成分复杂、密度大。据统计,在玲珑矿田岩脉的密度最大达到 10 条/km。岩脉的类型有云煌岩、拉辉煌斑岩、闪斜煌斑岩、云斜煌斑岩等煌斑岩类,闪长岩、闪长玢岩、花岗闪长岩等中性岩脉,花岗岩、花岗斑岩、细晶岩和伟晶岩等酸性脉岩。

从时间上看,岩脉有成矿前的,大体与成矿同时的,大量是成矿后的。已测得这些脉岩的同位素年龄范围多在 80 ~ 135 Ma 左右(李兆龙等,1993),涵盖了金矿化和胶莱盆地青山群火山岩的年龄。

脉岩的发育是胶北地体上金矿床的重要特征之一,甚至可以作为石英脉型金矿的宏观找矿标志。如玲珑矿田的含金石英脉与中基性脉岩常常赋存在同一构造空间,达到了“形影不离”的程度。本书将在第七章作重点讨论。

1.2.3 构造变形序列

前已述及,该区最为醒目的构造是 NNE 的郯庐断裂和 NE-NEE 向的五莲-荣成断裂,

它们都是切割较深的地体边界断裂。区内还发育有一系列 NNE-NE 向的走向长为几千米至上百千米的断裂,为区内金矿床的主要容矿构造。EW 向构造,包括发育在前寒武纪基底岩石中但出露较差的 EW 向断裂或逆掩断层、褶皱及片麻理构造和切割或限制中生代盆地的年轻的陡倾斜正断层,在区域构造格架中占次要地位,而且一般与金矿化无直接关系,所以在此不作进一步的讨论。下面主要讨论与金矿化关系密切的 NNE-NE 的断裂构造以及形成它们的变形事件。

根据详细的野外观察及前人资料,中生代和中生代以后的构造变形至少可以划分为如下五期:

D₁: N-S 或 NNE-SSW 向挤压,构造形迹保留很少;

D₂: NNW-SSE 向挤压,形成 NNE-NE 向左旋逆冲(推覆)韧性剪切带;

D₃: NW-SE 向挤压,叠加在 D₂ 韧性剪切带之上,在其内形成宽大的断裂带,以脆性活动为主;

D₄: NW-SE 向或 NNW-SSE 向拉伸,使 D₂、D₃ 变形形成的剪切带、断裂重新活动,以脆性变形为主;

D₅: NNW-SSE 向和 NEE-SWW 向挤压,成 NNE 向、NW 向和 NNW 向断层(可能不只一期,未细分)。

上述变形的相对时间大体上可以根据野外交切关系确定。因为本区主要断层大多数切割中生代花岗岩类侵入体,所以主要变形应晚于这些侵入体或与它们同时形成;又因为这些断层终止于白垩纪-新生代沉积盆地边缘,因而主变形期应发生在中生代印支期至白垩纪。

1.2.3.1 D₁ 变形

D₁ 变形的构造形迹仅在野外几个零星露头上可以见到。在招远市西 12 km 的一个露头上,发育有强烈变形的糜棱岩带,产状 $190^{\circ}\angle 10^{\circ}$,其中石英拉长线理产状 $120^{\circ}\angle 10^{\circ}$,该糜棱岩带内发育有鞘褶皱和同斜褶皱。在招平断裂带北部的阜山金矿地表有一产状为 $80^{\circ}\angle 18^{\circ}\sim 24^{\circ}$ 的糜棱岩带,并被 D₂ 组构造切割。在九曲村附近的破头青断裂带中,发育有不连续的糜棱岩带,其中糜棱岩理的走向 N-S,向西缓倾斜(5°),石英拉伸线理向北缓侧伏。上述构造组构指示前 D₁ 变形为 N-S 或 NE-SW 向挤压,但因为露头有限,详细特征不太清楚。

1.2.3.2 D₂ 变形

D₂ 是主要的变形期,产生 NE-NEE 向的缓倾斜的左旋逆冲(推覆)韧性剪切带。这次韧性剪切变形奠定本区内三条主要 NE 走向控矿断裂带的基础。这三条控矿断裂带即从西至东依次为三山岛-仓上断裂带(以下简称三仓断裂)、新城-焦家断裂带(以下简称焦新断裂)和招远-平度断裂带(以下简称招平断裂)。三仓和焦新断裂带在地表大都被覆盖,露头少见,仅在矿区坑下可见,所以它们的特征及其对成矿的控制将于第五章详细讨论。招平断裂是这三条区域断裂中规模最大最具代表性的一条,其总体走向 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$,倾向 SE,倾角 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$,走向长 180 km,宽 1 km。该断裂在招远城以南表现明显,但对它在招远城以北的走向存在分歧。因为破头青断裂与招平断裂的构造特征及其控矿特征相似,因而多数研究者认为破头青断裂是招平断裂的北延部分。破头青断裂走向 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$,倾向 SE,倾角 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$,沿滦家河与玲珑花岗岩的接触带发育。因为破头青断裂中残存有 D₁ 的构造形迹,因而它的形成可能比招平断裂(南段)稍早,但在后来 D₂ 和 D₃ 变形中被招平断裂迁就利用。