胶东地区层间滑动角砾岩型金矿成矿远景

曾庆栋 ,沈远超 ,刘铁兵 ,李光明 ,杨金中
(中国科学院地质与地球物理研究所 ,北京　100029)

[摘　要]胶东地区中生代盆地周边存在层间滑动断层 ,它控制了层间滑动角砾岩型金矿(如蓬家夼金矿)的产出 ,根据盆地的分布及矿化特征 ,划分了胶东地区四个层间滑动角砾岩型金矿成矿远景区 :蓬家夼成矿远景区、莱西远景区、牟平西部远景区、栖霞远景区 ,这些地区有望成为胶东地区甚至我国东部新的黄金工业基地。

[关键词]层间滑动断层　层间滑动角砾岩型金矿　成矿远景　胶东地区
[中图分类号]P618. 51 ,P612　[文献标识码]A　[文章编号]0495 - 5331(2000)06 - 0036 - 04

1　胶东地区地质概况

胶东地区是我国目前探明储量和保有储量最多的岩金产地 ,发现的特(超)大型金矿最多 ,是金矿产出的密集区 ,是我国最重要的黄金产地之一(图 1)。

胶东成矿带(区)位于西太平洋大陆边缘构造活动带。区内太古宙 —元古宙地层岩石组合以斜长角闪岩为主 ,次为片麻岩、变粒岩等 ,其原岩为中基性火山岩、泥砂质沉积岩等 ,是胶东地区的基底构造层 ,其中元古宙荆山群地层与中生代盆地接触带附近是层间滑动断层发育区。并且是区内玲珑式、焦家式金矿的矿源层[1~3]。中生代地层为莱阳盆地中白垩纪地层 ,自下而上为莱阳群砾岩、青山群中基性、中酸性火山岩夹砂页岩、王氏群碎屑岩夹富碱性中基性火山岩[4]。区内中生代花岗岩广泛分布 ,并且与该区金矿成矿密切相关[5~10]。

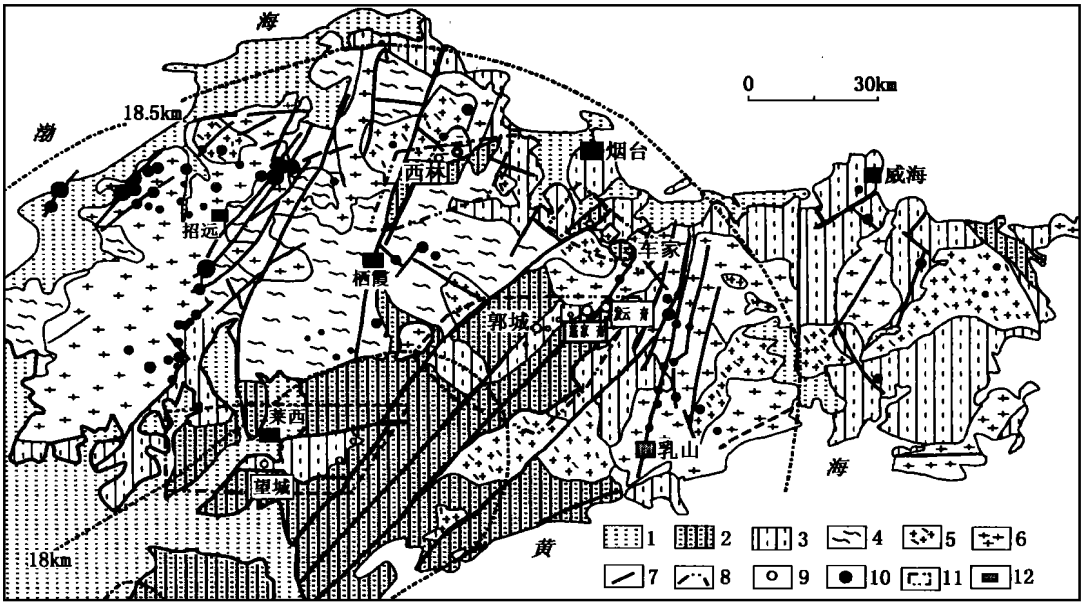

图 1　胶东地区地质简图及层间滑动角砾岩型金矿远景区预测图
(据中国地质大学 1993 年修改)
1 —第四系 ;2 —中生代盆地沉积 ;3 —元古宙变质岩系 ;4 —太古宙变质岩系 ;5 —燕山晚期花岗岩 ;6 —燕山早期花岗岩 ;7 —断层 ;
8 —莫霍面等深线 ;9 —与层间滑动断层有关的金矿 ;10 —其它类型金矿 ;11 —远景区 ;12 —城市

区内金矿类型主要有石英脉型(玲珑式)和破碎带蚀变岩型(焦家式)两种 ,主要分布在三山岛 —苍上、龙口 —莱州、招远 —平度、牟平 —乳山等断裂带上 ,对它们已有众多的研究[1~3 ,5~15]。近年来 ,中国

[收稿日期]1999 - 09 - 01 ;[修定日期]2000 - 10 - 01 ;[责任编辑]张启芳。
[基金项目]研究工作得到中国科学院创新工程(KZCX1 - Y - 03 - 01 - 12) ;重大项目(KZ951 - A1 - 404 - 02 - 02)。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

科学院地质与地球物理研究所沈远超等人在莱阳盆地东北角一带,通过综合研究确定了胶东地区一种新的金矿类型——层间滑动角砾岩型金矿,并开展了成矿预测[16~17]。目前在区内已确定大型金矿一处、中型金矿一处、小型金矿一处。综合分析表明,在胶东莱阳盆地周边地区及其延长线上,是层间滑动角砾岩型金矿形成的有利地区。

2　层间滑动断层及层间滑动角砾岩型金矿

2.1　层间滑动断层特征

层间滑动断层指产生在盖层与基底之间软弱层中的低角度正断层。它与剥离断层(拆离断层、变质核杂岩构造)有相似之处,但也有差别。对剥离断层已有众多的研究,剥离断层由 Armstrong(1972)在研究美国西部盆岭区构造时首先提出,之后,这类断层在世界各地屡有发现。Wernrick(1982)[18],Davis(1983)[19]和 Lister(1986)[20]等都曾指出这类断层在调节岩石圈伸展方面具有重要作用,是伸展区的拆离断层,它的主要特征如下:1)具有拆离层,断层产状总体平缓,呈上陡下缓的铲式;2)较新地层覆盖在较老地层之上;3)核部存在较老的中深变质岩;4)在拆离层上下地层缺失;5)总体形态呈穹状或长垣状背斜。

胶东地区在中生代盆地周边莱阳组与元古宙荆山群之间发育层间滑动断层,其主要特征为:1)断层发育于盖层(莱阳组砾岩与基底荆山群之间的软弱层——含石墨片岩、大理岩层)中;2)断层呈铲式;3)下盘岩石为较老变质岩(元古代);4)层间滑动断层上下地层缺失;5)总体形态受盆地形态控制,不同部位其形态不同,可以是直线状、弧形。

2.2　层间滑动断层形成机制

对低角度拆离断层形成机制已有较多研究,并提出了许多模式,如伸展隆起模式[18~23],侧向扩展模式[24],热致韧性伸展模式[25]等。对此本文不再讨论。对于胶东地区乃至中国东部的层间滑动断层,笔者认为是可用单向拉张模式解释:中生代侏罗纪时期,中国东部地区、日本列岛、朝鲜共同作为欧亚大陆的边缘存在,构造作用以库拉板块向 NW 方向的俯冲作用为主,形成一些 NE、NNE 向压性断裂以及大量钙碱性火山岩、钙碱性花岗岩侵入体。在 120 百万年左右,由于板块俯冲作用引起的强大的应力回弹作用[26],日本同欧亚大陆分离,中国东部地区,大陆壳产生伸展,形成莱阳盆地并伴有大量碱性火山岩喷发、偏碱性侵入杂岩体侵入。随着伸展作用的持续发展,在形成的盆地周边,在盖层与基底之间的软弱层中产生滑动作用,形成层间滑动断层,在不断作用过程中形成层间滑动角砾岩型金矿。

2.3　层间滑动角砾岩型金矿——蓬家夼金矿主要地质特征

层间滑动角砾岩型金矿是沈远超研究员确定并命名的[16],金矿产于中生代莱阳组与元古宙荆山群变质杂岩之间的层间滑动断层内,层间滑动断层控制宽度在 60 m～730 m 之间,长 4000 m,由碎裂岩化长英质岩石、白云质大理岩、含石墨长英质片岩、片麻岩及黄铁矿化构造角砾岩等组成。上盘为莱阳组砾岩,下盘为糜棱岩,断层带中有闪长岩、煌斑岩等,断层倾角变化在 15°～50°。断层主要呈铲式断层特征,金矿体平剖面上均呈透镜状(图 2),具有明显地膨大缩小现象,矿体主要产在层间滑动断层产状的较陡处。矿区内主矿体在 4～15 线之间矿体规模最大[17],控制深度在 - 150 m,最厚 46 m,最小厚度 14 m,平均厚度 30 m,矿体平均品位 3.25×10^{-6}。

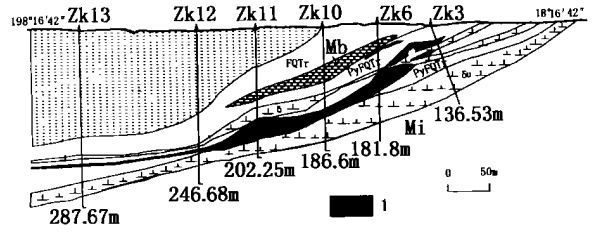

图 2　蓬家夼金矿 11 勘探线地质剖面图

(据文献[17])

J_3l —莱阳组砂砾岩;FQTr —长英质碎裂岩;Mb —大理岩;δ —闪长玢岩;δμ —闪长岩;Mi —糜棱岩;1 —矿体

这一类型金矿与胶东地区焦家式金矿和玲珑式金矿有明显差别(表 1)。

2.4　层间滑动断层金矿成矿作用机制

低角度正断层与低品位大型金矿具密切的伴生关系,如美国西部内华达、亚利桑那、加利福尼亚等州许多金属矿,均与该类断层有关,因此,该类断层是重要金属成矿带,胶东地区的层间滑动断层同样是重要的金矿成矿带,它控制了层间滑动角砾岩型金矿的分布及产出,如乳山蓬家夼金矿、牟平发云夼金矿、海阳郭城金矿等。

层间滑动断层成矿机制与变质核杂岩成矿机制相类似:通过地表的断裂系统,岩石较冷,形成氧化环境下的水溶液循环系统(携带浅部成矿物质),而下部糜棱岩岩石构成了还原环境的水溶液循环系统,由于伸展作用,深部的岩浆和热流(幔源岩浆及其热液)上升,同时携带了深部的成矿物质,在上下

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

接触带部位,形成一个上下水溶液循环系统的汇合处,进而形成含矿溶液沉淀的良好场所,构造软弱带提供最好地容矿空间。

表 1 焦家式金矿、玲珑式金矿、蓬家夼式金矿地质特征对比表

地质特征	焦家式金矿	玲珑式金矿	蓬家夼式金矿
容矿岩石	构造(破碎)蚀变岩	石英脉	层间滑动角砾岩
定位构造	NNE 向主断裂破碎带	NE 向主构造边部低级别低序次断裂	中生代盆缘层间滑动断层
矿体形态	简单,脉状或透镜状	镜状、豆荚状	透镜状,似层状
矿体规模	最大矿体长 1200m,厚 0.3 m～15 m,延伸 540 m～780 m 以上	长数十米～数百米,厚 0.1 m～2 m	最大矿体长约 400 m,最厚 46 m,最小厚度 14 m
品 位	(5～11) $\times10^{-6}$,平均 7.67 $\times10^{-6}$	变化大,(9～44) $\times10^{-6}$	品位低,平均 3.25 $\times10^{-6}$
矿体产状	倾向 NW,倾角 30°～45°	倾角 70°～85°	浅部陡,深部变缓,倾角变化为 50°～15°
矿化特征	浸染状、细脉浸染状为主	脉状为主	网脉状、角砾状矿化为主
矿石结构、构造	结构以晶粒状结构为主,构造以脉状、细脉状、浸染状构造为主	结构晶粒、填隙结构为主,构造以脉状、块状构造为主	结构以压碎结构为主,构造以角砾状、浸染状、块状构造为主
矿石类型	浸染状黄铁绢英岩型为主	含金黄铁矿石英脉型	黄铁矿化长英质角砾岩为主
主要金属矿物	黄铁矿、自然金、银金矿	黄铁矿、自然金、银金矿	黄铁矿、银金矿
围岩蚀变	钾化、硅化、绢英岩化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化	钾化、硅化、绢英岩化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化	硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化
成矿阶段	(1)石英—黄铁矿阶段;(2)金—石英—多金属硫化物阶段;(3)石英—碳酸盐阶段	(1)石英—黄铁矿阶段;(2)金—石英—多金属硫化物阶段;(3)石英—碳酸盐阶段	(1)石英—黄铁矿阶段;(2)石英—多金属硫化物阶段;(3)碳酸盐阶段
与岩浆岩关系	与郭家岭花岗闪长岩有关	与郭家岭花岗闪长岩有关	与青山组火山岩有关(118.6 Ma～127.5Ma)
成矿时代	135 Ma～116 Ma	135 Ma～116 Ma	100 Ma

据文献[1,2]、[5～7]、[10]、[15～17]、[27]整理

3 层间滑动断层成矿远景

综合分析表明,胶东地区存在层间滑动角砾岩型金矿,并且具有良好的成矿前景。

1)蓬家夼远景预测区

蓬家夼远景预测区(图 1),除在乳山西部发现层间滑动断层外,在与乳山接触的牟平、海阳两地也均已发现层间滑动断层,长约 50 余 km,层间滑动断层带中矿化蚀变发育,多处已发现层间滑动角砾岩型金矿。通过 1996 年～1998 年工作,在乳山蓬家夼金矿区,已提交 4 个靶区,总计 42.6 t 金储量,其中在第一靶区预测 20 t,目前已获得工业储量 C+D 级 19.6 t,展示了蓬家夼金矿已具备大型矿床的特征;在牟平与蓬家夼金矿相邻的发云夼金矿近期工作表明,也已成为一个中型金矿,且有望成为大型金矿;在南部海阳地区,同样发育较多金矿,以郭城金矿为代表。除上述金矿外,带内发育多处矿化,所有这些反映了蓬家夼远景预测区具有超过 100 t 黄金储量的远景,展示了层间滑动角砾岩型金矿的良好前景。

2)莱西远景预测区

该预测区位于蓬家夼远景预测区西部(图 1),该区成矿地质背景与蓬家夼远景预测区地质背景相同,区内莱西市南部元古宙荆山群变质岩系边部为中生代莱阳组砾岩,在两者之间接触带附近荆山群变质岩中发育层间滑动断层,在层间滑动断层中矿化蚀变发育,在南侧接触带已发现的望城金矿点及东侧接触带附近的多个金矿点均是层间滑动角砾岩型金矿,其余地段同样具有形成层间滑动角砾岩型金矿的各种条件,因此这一地区也是胶东地区一个新的有利地成矿远景区。

3)牟平西部预测区

该预测区位于牟平西部,该区内发育两个小的中生代盆地,盆地周边发育元古宙荆山群有利于层位间滑动断层形成的岩性层,同时区内中生代岩浆热液活动发育。初步野外地质调查表明,在盆地周边已发现诸多金矿点,如车家金矿点,矿脉发育于盆地边部层间滑动断层中,为角砾岩型矿石为主,具有层间滑动角砾岩型金矿的特点,因此,这是一个很有成矿远景的地区。

4)栖霞预测区

该区位于栖霞北侧,区内发育一小型中生代盆地,盆地周边发育元古宙荆山群,中生代沉积盆地与老岩石单元接触带附近,多发育层间滑动断层,断层中矿化蚀变发育。初步调查表明,在盆地周边已发现诸多金矿点如西林金矿点,具有层间滑动角砾岩型金矿的特点,因此,这也是一个有成矿前景的地区。

[参考文献]

[1] 陈纪明,寸圭,等. 中国金矿地质概论[M]. 北京:地质出版

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

社,1997.1～154.

[2] 吕古贤,孔庆存. 胶东玲珑—焦家式金矿地质[M]. 北京:科学出版社,1993.1～253.

[3] 杨士望. 论胶东半岛西北部胶东群地层金矿的矿源层和金矿的层控性质[J]. 地质找矿论丛,1986,1(2):1～12.

[4] 李守军. 综合地层学在山东省中生代地层研究中的应用[J]. 山东地质,1998,14(4):31～36.

[5] 孙培基,韦永福. 当代中国金矿地质[M]. 北京:地震出版社,1996.47～66.

[6] 姚凤良,刘连登,孔庆存,等. 胶东西北部金矿地质[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1990.1～234.

[7] 袭有守,王孔海,崔克英,等. 山东牟平—乳山地质变质岩和花岗岩含金性及其与金矿成矿关系[A]. 见:中国金矿主要类型区域成矿条件文集:5. 胶东地区. 北京:地质出版社,1988.120～174.

[8] 张均,卢作祥,范永香. 胶东西北部内生金矿成矿系列[A]. 见:沈阳地质矿产研究所编:金矿地质论文选集(第 1 辑). 北京:地质出版社,1990.166～174.

[9] 徐金方,沈步云,牛良柱,等. 胶北地块与金矿有关的花岗岩类的研究[J]. 山东地质,1989,5(2):1～12.

[10] 关康. 郭家岭花岗岩地球化学特征与金矿化的关系[J]. 地质找矿论丛,1997,12(4):1～8.

[11] 王孔海,袭有守,崔克英,等. 山东招远—掖县地区金矿控矿条件[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,1984(9),10～31.

[12] 卢作祥,胡家杰,范永香,等. 胶东焦家金矿田断裂控矿特征及矿化富集规律[A]. 见:中国金矿主要类型区域成矿条件文集:5. 胶东地区. 北京:地质出版社,1988.85～118.

[13] 卢作祥,范永香,孙丰月. 山东招掖金矿带的构造—岩浆控制[A]. 见:国际金矿地质与勘探学术会议论文集. 沈阳:东北工学院出版社,1989.90～95.

[14] 安家桐,于东斌,沈昆,等. 山东牟平—乳山地区金矿控矿条件的研究[A]. 见:中国金矿主要类型区域成矿条件文集:5. 胶东地区. 北京:地质出版社,1988.1～43.

[15] 张德全,徐洪林,孙桂英. 山东邓格庄金矿与昆嵛山花岗岩的定位时代及其地质意义[J]. 地质论评,1995,41(5):415～425.

[16] 沈远超,谢宏远,李光明,等. 山东蓬家夼金矿的基本地质特征及其找矿方向[J]. 地质与勘探,1998,34(5):3～7.

[17] 杨金中,沈远超,刘铁兵,等. 胶东东部蓬家夼金矿成矿规律及两翼找矿方向研究[J]. 黄金科学技术,1998,6(5～6):29～33.

[18] Wernicke B, Burchfiel B C. Modes of extension tectonics[J]. J Struct Geol,1982, 4: 105～115.

[19] Davis G H. Shear - zone model for the origin of metamorphic core complexes[J]. Geology,1983, 11: 342～347.

[20] Wernicke B, Axenm G J, Sonw J K. Basin and Randge extensional tectonics at the latitude of Las Vegas, Nevadam[J]. Geol Soci Amer Bull,1988,100: 1738～1757.

[21] Lister G S, Davis G A. The origin of metamorphic core complexes and detachment faults formed during Tertiary continental extension in the northern Colorado River region, USA[J]. J Struc Geol, 1989,11 (1/2): 65～94.

[22] Lister G S, Etheridge M A, Symonds P A. Detachment models for the formation of passive continental margins[J]. Tectonics,1991, 10 (5): 1038～1064.

[23] Wernicke B, Axen G J. On the role of isostasy in the evolution of normal fault systems[J]. Geology,1988,16: 848～851.

[24] Coney P J, Harms T A. Cordilleran metamorphic core complexes: Conozoic extensional relics of Mesozoic compression[J]. Geology, 1984,12: 550～312.

[25] Walker C T, Francis R D, Dennis J G, etc. Cenozoic attenuation detachment faulting: A possible control on oil and gas accumulation in east - central Nevada[J]. Amer Asso Pet Geol Bull,1992, 76 (11): 1665～1686.

[26] 沈远超,曾庆栋,刘铁兵,等. 山东省金矿类型及找矿方向探讨[J]. 黄金科学技术,1998,6(3),1～5.

[27] 张贻侠,寸圭,刘连登,等. 中国金矿床进展与思考[M]. 北京:地质出版社,1996.21～29.

METALLOGENIC PROSPECTION OF INTERLAYER GLIDDING BRECCIA TYPE GOLD DEPOSIT IN EASTERN SHANDONG

ZENG Qing - dong, SHEN Yuan - chao, LIU Tie - bing, LI Guang - ming, YANG Jin - zhong

Abstract: Interlayer glidding faults develop around Mesozoic basin in eastern Shandong, these faults control the occurrence of interlayer glidding breccia type gold deposits such as Pengjiakuang gold deposit. According to distribution of Mesozoic basins and mineralization features, four metallogenic prospective areas of interlayer glidding breccia type gold deposits can be proposed in eastern Shandong: Pengjiakuang area; Laixi area; western Muping area; Qixia area, these prospective areas will be possibly become new gold industrial base of eastern Shandong in the eastern China.

Key words: interlayer glidding fault, interlayer glidding breccia type gold deposit, metallogenic prospection, eastern Shandong

第一作者简介:

曾庆栋(1964 年 -),男。1986 年毕业于长春地质学院地质系,1989 年、1997 年在长春地质学院先后获得构造地质学专业硕士学位、矿床学专业博士学位。现为中国科学院地质与地球物理研究所博士助理研究员,主要从事金矿成矿预测工作。

通讯地址:北京市朝阳区祁家豁子　中国科学院地质与地球物理研究所　邮政编码:100029

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net