

# 胶东新型金矿——层间滑动角砾岩型金矿床

沈远超, 杨金中, 刘铁兵, 曾庆栋, 李光明

(中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

[摘要]在胶东地区胶莱盆地北缘新近发现了一种受滑脱构造控制的新型金矿床——层间滑动角砾岩型金矿床。以对蓬家乔金矿、郭城金矿和发云乔金矿的研究为基础,结合国内外有关滑脱构造的研究,分析了层间滑动角砾岩型新型金矿的地质特征及矿床地质特征,提出了 3 点新认识:(1)层间滑动角砾岩型金矿是在盆地的长期演化过程中形成的,经历了从伸展—挤压—走滑的构造环境。在盆地的伸展过程中形成层状矿体;在后期的压扭过程中发生构造富集,形成工业矿体;(2)滑脱构造在沉积盆地的不同地域控制着不同的成矿类型,构成了完整的层间滑动角砾岩型金矿成矿系列;(3)指出了层间滑动角砾岩型金矿的定型依据和初步鉴别标志。

[关键词]层间滑动角砾岩型金矿床 胶东地区 蓬家乔金矿 滑脱构造 成矿系列

[中图分类号]P618.51 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2002)02-0011-04

## 1 新型金矿发现史

蓬家乔金矿位于乳山市北西 35 km 处的蓬家乔村南,地理坐标为 121°15'09"~121°18'08"E;37°04'47"~37°05'30"N。该矿于 1986 年由民采发现。1989 年山东省第三地质矿产勘查院(“三院”)受矿山委托进行勘探工作,1994 年提交勘探报告,圈定了 2.5 t 储量。1996~1998 年,我们根据乳山黄金局的要求,对蓬家乔金矿重新进行了矿床类型和矿床成矿规律的研究,在综合考虑金矿分类三项基本原则<sup>[1]</sup>的基础上,将胶莱盆地北缘构造蚀变角砾岩型金矿床命名为层间滑动角砾岩型金矿。根据上述理论,1996 年我们在蓬家乔含矿构造带内布设了 24 个钻孔,仅在田家本区就提交科研预测储量 20 t。1997~1998 年,我们对田家本区东西两翼,即东井口和山西村进行了异常评价研究,布设了 112 个钻孔,提交科研预测储量 23 t。在近几年的工作中,矿山从建设和生产的角度,对预测区进行了坑道和钻孔验证。在田家本区(I号矿体 8—19 线),矿山共施工钻孔 37 个,其中 32 个钻孔见矿;新建主竖井和盲井各一个;在新开拓的主竖井 4 m 中段,施工沿脉 250 多 m,均存在矿体,平均宽 30 m,金平均品位 4.11 × 10<sup>-6</sup>,向两端未封闭;新盲井 - 50 m 中段已探

到矿体,品位 3 × 10<sup>-6</sup>~19 × 10<sup>-6</sup>不等;至 1998 年, I 号矿体(8—19 线)验证储量为 19.615 t。在东井口和山西村两个矿段,施工钻孔 3 个,均已见矿,证明了我们预测工作的正确性。

## 2 层间滑动角砾岩型金矿的地质特征和矿床地质特征

### 2.1 层间滑动角砾岩型金矿的地质特征

研究区处于胶东地块东部桃村—即墨断裂与午极—海阳断裂之间,位于胶莱盆地东北边缘<sup>[2,3]</sup>。沿莱阳组砾岩与胶东群变质杂岩的构造接触部位,发育一近 EW 向产出的弧形滑脱断层带(图 1)。滑脱构造带东起河西村,西至东井口村,长 4 km 左右,沿石墨片岩、大理岩等软弱的润滑层或者先期的拆离断层带发育,由一套含石墨片麻岩质、黑云斜长片麻岩质、长英质、大理质等之角砾岩系或碎裂岩系所组成。以蓬家乔金矿 8 线为界,其西为 NW290° ± 10°,倾向 SW,其东为 NE75°~90°,倾向 SE,倾角 5°~50°。滑脱构造宽度在 60~730 m 之间,控制长度 4000 m。目前所发现的具工业意义的金矿床产于该构造带的黄铁矿化、硅化长英质砾岩性段中。

在蓬家乔村铁路剖面上,该滑脱构造从下向上可分为(表 1):(1)硅化糜棱岩带,直接覆盖于鹤山

[收稿日期]2001-01-20;[修订日期]2001-02-01;[责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]中国科学院“九五”重大项目(编号:KZ951A14040202)和中国科学院创新工程重大项目(编号:KZCX1 Y03)综合成果。

[第一作者简介]沈远超(1943 年-),男,硕士,研究员(博士生导师),岩石学及矿床学专业,主要从事成矿岩石学、矿床学及金矿成矿预测工作,现为中国科学院知识创新工程黄金项目首席科学家。

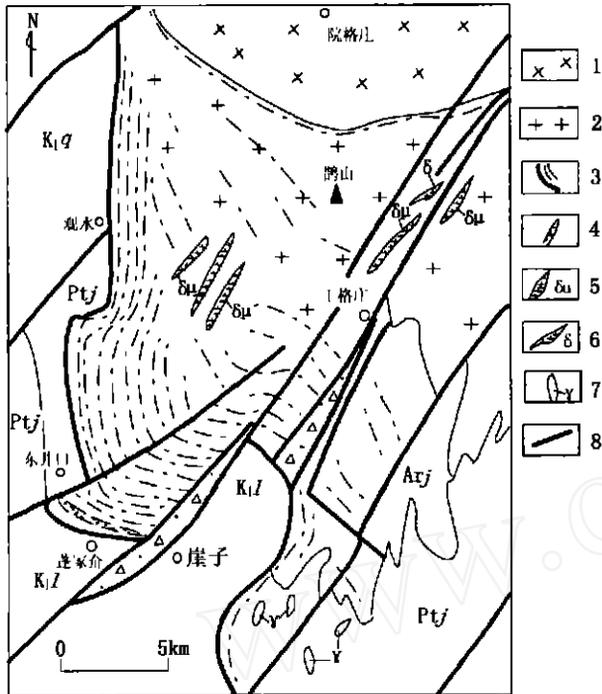


图1 胶莱盆地地质简图(据文献<sup>[4]</sup>)

K<sub>1</sub>q—晚白垩世青山组;K<sub>1</sub>l—早白垩世莱阳组;Ptj—元古代荆山群;Arj—太古宙胶东群;1—院格庄花岗岩;2—鹤山花岗岩;3—韧性剪切带;4—破碎带;5—闪长玢岩脉;6—闪长岩脉;7—花岗斑岩脉;8—断层

杂岩核之上,4~6 m左右,由肉红色—浅红色花岗质糜棱岩强烈硅化而成,无矿化或矿化极弱;(2)构造角砾岩带,由绿泥石构造片岩、绢云绿泥构造片岩、含石墨斜长片麻岩角砾组成,矿化极弱;(3)碎裂岩带,由大小不等的长英质碎裂岩、糜棱岩角砾混杂组成,由块状细粒黄铁矿胶结,是该工业金矿体的最主要的赋存部位;(4)构造角砾岩带由透镜化的

长英质碎裂岩组成,局部为碎裂成豆状的绢云绿泥构造片岩、含石墨斜长片麻岩组成,细脉浸染状矿化;(5)碎粉岩带,位于滑脱断层顶板,由长英质岩石经强烈的碾碎作用而成,其内无矿化或有弱的细脉浸染状矿化,是重要的遮挡层。

2.2 层间滑动角砾岩型金矿的矿床地质特征

蓬家介金矿主要由 1、2、3 号矿体组成,它们均产于下元古界荆山群变质杂岩中的层间滑脱构造带内。其中 1 号矿体分布于 6~15 线间,走向 290°,倾向 SW,倾角 15°~50°,控制长度约 500 m,延深 >700 m。最大深度 -137 m,平均厚度 30 m,最大厚度 46 m,矿体向深部变厚,最高品位可达 43.04 × 10<sup>-6</sup>,平均品位 3.25 × 10<sup>-6</sup>。2 号矿体在 1~61 线间断续分布,位于 1 号矿体下盘,长度可达 1000 m 以上,走向 290°,倾向 SW,倾角上陡下缓,在 30~15 线间,控制最大倾斜延深 >180 m,深度 >55 m(ZK22),平均厚度近 1 m,金品位 2.01 × 10<sup>-6</sup>~9.1 × 10<sup>-6</sup>。3 号矿体分布在 44~72 线间,断续延长约 900 m,走向近 NE60°,倾向 SE,倾角上陡下缓,厚度 4~8 m,金品位 2.4 × 10<sup>-6</sup>~6.9 × 10<sup>-6</sup>,矿石中较富含 Pb、Zn。

根据矿石的矿物组合及矿脉穿插关系,可将矿区内的热液矿化期划分为 4 个阶段:第一阶段为黄铁石英阶段,该阶段形成硅化角砾岩,黄铁矿呈浸染状,团块状分布在构造角砾岩中,金矿化比较弱;第二阶段为粉末状黄铁矿阶段,含金较高;第三阶段为石英—多金属硫化物阶段,该阶段产物主要是充填在硅化角砾的裂隙之中,形成黄铁矿、闪锌矿、方铅矿等;第四阶段为碳酸盐阶段。

表1 层间滑脱构造地质特征及矿化特征一览表

10<sup>-6</sup>

构造分带	层间滑脱断层带					上盘	
	下盘	硅化带	构造角砾岩带	碎裂岩	透镜化带		碎粉岩带
矿化类型	微脉状	细脉浸染状	网脉状	角砾状	网脉状	浸染状	微脉状、星点状至无矿化
矿化强度	极弱	弱	强	最强	强	弱	极弱
矿石品位	<1	1~5	3~10	8~45	3~15	1~3	<1

2.3 矿体赋存特征

在控矿特征上,金矿体严格受层间滑脱断层的控制,层间滑脱断裂带即为金矿化蚀变带。滑脱构造带在走向和倾向上延伸都很连续,而且在平面上和剖面上呈轴向协调、大小不一的各种透镜。蓬家介地区金矿体在横剖面上和纵剖面上均呈连续的透镜状变化,类似藕节形石香肠。沿走向大致每隔 50~150 m 出现一次膨缩,沿倾向大致每隔 150~250

m 出现一次膨缩<sup>[2,3]</sup>。这种纵横方向上透镜体的变化规律,对深部矿体的定位预测具有非常大的意义。透镜状矿块的大小、厚薄可由其上下盘中的大理岩层、含石墨层指示出,因为在这种藕节形石香肠形成过程中,矿体相对于大理岩、含石墨片麻岩是强硬层,它们之间的关系是互为消长的关系。在剖面上,矿体的厚大部位产在层间滑脱断层产状由陡(45°~50°)变缓(15°~20°)处<sup>[3]</sup>,具体表现在:层间滑

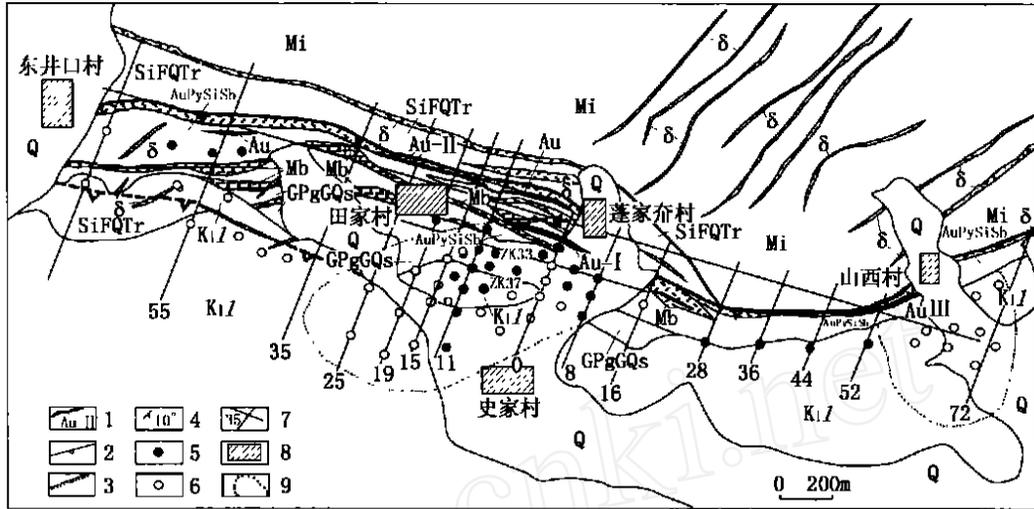


图 2 山东乳山蓬家乔金矿区地质图(据山东地质三队 1994 年修编)

Q—第四系; Mb—荆山群大理岩; Ki/I—莱阳组砾岩; GPpGQs—荆山群石墨片岩; SiFQTr—硅化长英质碎裂岩; Mi—糜棱岩; δ—闪长玢岩; AuPySiSh—含金黄铁矿化硅化角砾岩; 1—金矿体及编号; 2—断层; 3—不整合界线; 4—产状; 5—已施工钻孔; 6—设计钻孔; 7—基线及勘探线编号; 8—居民点; 9—预测投影区

脱断层在 - 110 m 标高左右发生变化, 向上角度变陡 (45°~ 50°), 存在构造扩容带, 矿体增厚, 向下产状变缓 (15°~ 20°), 矿体变薄弱; 主矿体 ( 号) 及其两侧的支矿体 ( 号、 号) 和盲矿体, 主要产在 - 110 m 标高以上, 向深部矿体或汇合, 或尖灭; 由正向滑脱作用形成的构造扩容带内, 矿体金储量占矿山探明储量的 85% 以上; 高品位矿石 (数十 × 10<sup>-6</sup>) 主要见于此扩容带内。

蓬家乔金矿的矿石矿物主要有黄铁矿、银金矿, 其次为方铅矿、闪锌矿、黄铜矿, 而脉石矿物因其原岩不同, 矿物成分亦不相同, 主要有石英、斜长石、方解石, 其次为钾长石、白云石、绢云母等。矿石主要结构为压碎结构、自形一半自形结构, 主要构造有浸染状构造、角砾状构造、块状构造等。矿石中除含金外, 尚有 Ag: 1 × 10<sup>-6</sup> ~ 10 × 10<sup>-6</sup>、Cu: 0.01% ~ 0.1%、Pb: 0.01% ~ 0.08%、Zn: 0.01% ~ 0.05%、S: 5% ~ 15% 等。矿体围岩蚀变发育, 主要有硅化、绢云母化、碳酸盐化和绿泥石化等。自地表至地下深部, 围岩蚀变具有一定的分带性: 地表为泥化、碳酸盐化 拆离构造带的绢云母化、硅化、碳酸盐化、泥化 下盘糜棱岩的硅化、局部钾长石化。

### 3 层间滑动角砾岩型金矿的定型依据

在胶莱盆地的拉分形成过程中, 沿盆地北缘荆山群中的石墨片岩和大理岩等软弱的润滑层和先期的拆离断层带, 由构造作用和重力作用形成了一系列铲式的顺层滑脱断层; 并在盆地的演化过程中, 沿

不同尺度的断层形成了胶莱盆地北缘层间滑动角砾岩型金矿带, 包括蓬家乔金矿 (超大型矿床)、郭城金矿 (中型金矿)、发云乔金矿 (中型金矿) 和若干金矿 (化) 点。金矿带各矿床主矿体矿化类型相同; 而在各矿床的浅部, 由于矿体赋存岩性的差异, 表现出不同的矿化类型, 形成了一个完整的成矿系列。其中, 郭城金矿浅部表现为浸染状 - 细脉状矿体, 产于花岗岩体中; 发云乔浅部为蚀变角砾岩型金矿体, 产于莱阳组砾岩中。与已有的金矿类型相比较, 其具有如下特征:

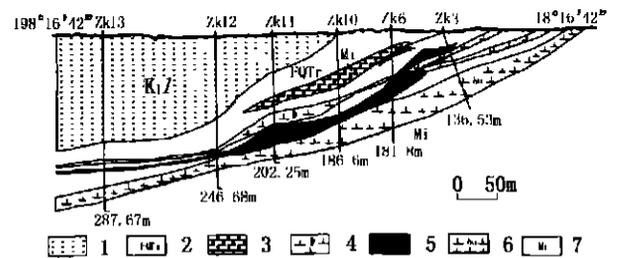


图 3 蓬家乔金矿 11 勘探线地质剖面图

(据山东地质三队及本文资料汇编)

1—莱阳组砾岩; 2—长英质碎裂岩; 3—大理岩; 4—闪长玢岩; 5—矿体; 6—闪长岩; 7—糜棱岩

1) 层间滑动角砾岩型金矿具有独特的成矿地质背景, 它是在伸展性盆地的演化过程中, 在盆地边缘沿石墨片岩、大理岩等软弱的润滑层或先期的拆离断层带等软弱层形成的金矿成矿系列。成矿作用与盆地的演化是同时进行的。

2) 层间滑动角砾岩型金矿所在的盆地或盆地周边有协同发生的热事件。在矿区内或其附近有同期

的火山岩、次火山岩或侵入体分布。

3) 金矿体受滑脱构造控制明显,工业矿体主要赋存在滑脱构造的膨大区。工业矿体的形成经历了从伸展—压扭的构造演变过程:在滑脱构造的伸展过程中,层状矿体形成;并在后期的挤压走滑过程中富集成工业矿体。

4) 矿床赋存于地表或地下浅处(0~500 m),成矿温度中等,多在300左右;金品位较低,多为多金属矿床;矿石物质成分及结构构造复杂多样;赋矿岩石没有一定的专属性。

5) 矿体和围岩由于多期的构造作用,均较为破碎。矿体只适宜露天开采,而不宜井下作业。

#### 4 层间滑动角砾岩型金矿的鉴别标志

由于成矿作用的复杂性和后期构造改造作用的多变性,我们尚未提出超大型层间滑动角砾岩型金矿床的定量性鉴别标志,已有的初步认识为:

1) 形成超大型层间滑动角砾岩型金矿床要求有较大规模或充分多源的矿源层和较大规模的热液活动,因此控制超大型矿床形成的滑脱构造必须具有一定的规模,其长度多在10~20 km以上,多为弧形构造。

2) 长期多次地质成矿作用是超大型层间滑动角砾岩型金矿床形成的重要因素,形成超大型矿床的滑脱构造必须具有多期活动的特点:在沉积盆地的伸展形成过程中滑脱构造顺软弱的润滑层或先期拆离断层拉张形成,盆地流体系统和成矿系统在其构造扩容空间形成似层状矿体;在盆地的闭合过程中,滑脱构造发生构造推覆,似层状矿体发生透镜化作

用,形成透镜状矿块,并在推覆扩容空间堆积成工业矿体。

3) 滑脱构造所在的盆地或盆地周边有协同发生的热事件。例如在胶莱盆地北缘层间滑动角砾岩型金矿的形成过程中,盆地北侧的鹤山花岗岩浆活动和盆地内青山组中基性岩浆活动<sup>[4,5]</sup>为金矿体的形成提供了热源;盆地深部流体和地表大气降水在它们的驱动下,形成了成矿热液环流系统。

4) 超大型矿床是将大体积内大量成矿物质萃取出来通过大规模溶液迁移沉淀在较小地段的结果,其形成必须有良好的封闭条件和更为有利沉淀的物理化学条件。与超大型矿床形成有关的滑脱构造,其围岩中一般均有化学性质较为活泼的大理岩和富含有机质的石墨片岩;矿体顶部碎粉岩层则为蓬家乔式层间滑动角砾岩型金矿床的形成提供了良好的圈闭条件,发云乔式蚀变角砾岩型金矿床的封闭因素是盆地水体,深水柱的发育抑制了沿滑脱构造喷出的成矿物质的逸散,并使其在莱阳组砾岩中赋存和富集成矿。

#### [参考文献]

- [1] 涂光炽. 金矿地质若干问题的探讨[A]. 见: 金的经济地质学. 北京: 科学出版社, 1990.
- [2] 沈远超, 谢宏远, 李光明, 等. 山东蓬家乔金矿的基本地质特征及找矿方向[J]. 地质与勘探, 1998, 34(5): 3~7.
- [3] 杨金中, 沈远超, 刘铁兵, 等. 胶东东部蓬家乔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.
- [4] 孙丰月, 石准立, 冯本智. 胶东金矿地质及幔源C-H-O流体分异成岩成矿[M]. 吉林人民出版社, 1995, 18~31.
- [5] 陈先沛, 马绍刚. 莱阳盆地与胶东金矿[A]. 见: 中国科学院黄金科技工作领导小组办公室. 中国金矿研究新进展. 北京: 地震出版社, 1994, 227~234.

### INTERLAYER - SLIDE - BRECCIA GOLD DEPOSIT

#### —A NEW TYPE OF GOLD DEPOSIT DISCOVERED IN JIAODONG REGION

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

( Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing 100029)

**Abstract:** A new type of gold deposit—interlayer - slide - breccia gold deposit, controlled by detachment structure, was discovered recently along the northeast boundary of the Jiaolai Basin in Jiaodong region. Based on studies on Pengjiakuang, Guocheng and Fayunkuang gold deposits and other existing research deposits related to detachment structure at home and abroad, this paper introduces the geological and metallogenic characteristics of this type of gold deposit—interlayer - slide - breccia gold deposit. Three important conclusions were deduced. Firstly, the interlayer - slide - breccia gold deposit is resulted from a secular evolution of the basin, which had experienced extension, compression and slip. Stratiform ore deposits were formed during the extension of the basin, enriched structurally in the latter compression stage, and became industrial ore bodies. Secondly, different metallogenic types were controlled by the detachment happened in different parts of the sedimentary basin, and therefore, produced a whole series of interlayer - slide - breccia type of gold metallogenic deposits. Finally, the typified criteria and keys of primary identification of the interlayer - slide - breccia gold deposit are discussed.

**Key words:** interlayer - slide - breccia type gold deposit, Jiaodong region, Pengjiakuang gold deposit, detachment, metallogenic series