

工作研究

# 加强深部找矿开辟胶东金矿第二找矿空间\*

伊丕厚,宋明春

(山东省地质矿产勘查开发局,山东 济南 250013)

胶东地区是我国最重要的金矿集中区,已查明金矿资源储量及黄金产量均占全国的近1/4,居全国之首,形成了闻名世界的胶东黄金基地。尤其是该地区焦家式金矿的发现和焦家式金矿找矿理论的形成,对我国主要金矿成矿区带的找矿起到了巨大的促进和推动作用。由于经济技术条件的限制,过去的金矿找矿主要在地表浅部,垂深500 m以深的区域涉及很少。我国东部地区,地质工作程度较高,地表和浅部虽仍有一定的找矿潜力,但要实现重大找矿突破,难度越来越大。而主要成矿带的深部成矿地质条件优越,资源潜力巨大,目前的技术手段和经济条件,完全能满足深部资源勘查开发的需要。所以,加强矿产资源勘查,实现找矿成果的重大突破,推进“资源山东”建设远景在深部,重点也应在深部。20世纪末,许多地勘单位、矿山企业和科研院校在胶东主要金矿成矿带开展了深部找矿工作,取得了较大进展,显示了胶东地区深部巨大的金矿资源潜力,为实现新的找矿突破提供了实践依据。

## 1 胶东金矿在国内的地位

### 1.1 胶东金矿储量规模巨大

我国金矿类型甚多,主要有破碎带蚀变岩型、含金石英脉型、斑岩型、矽卡岩型、角砾岩型、硅质岩层中的含金铁建造型、含金火山岩型、微细粒浸染型等。从成矿时代分,赋存于太古宙绿岩带中的金矿约占岩金储量的29%;赋存于元古宙变质岩系中约占14%;赋存于古生代—三叠纪含金沉积岩系中约占13%;赋存于显生宙花岗质岩系中约占37%;赋存于显生宙火山岩系中约占7%。以赋存于显生宙花岗质岩系中的玲珑—焦家式(破碎带蚀变岩型和

含金石英脉型)金矿在储量和规模方面占首要地位。

我国金矿的主要分布区有:华北北缘尚义—平泉成矿带、三义庄—青龙—绥中成矿带,华北南缘小秦岭金矿集中区、胶东金矿集中区,中国东部佳木斯成矿区、海沟—夹皮沟成矿带、丹东—营口成矿区、粤西—海南成矿带等,其中胶东金矿集中区拥有我国已探明的24%金矿储量。从矿床的规模来看,我国金矿床以中小型占绝大多数,大型矿所占比例仅3%左右,资源储量超过50 t的岩金矿床有胶东地区的焦家、新城、三山岛、台上、东风、九曲、大尹格庄、河西、金青顶9处,另有黑龙江团结沟、河北金厂峪、贵州烂泥沟等多处。胶东地区的焦家、新城、三山岛、台上经补充勘探后储量超过百吨,是我国少有的几处世界级的金矿床。其中台上矿区已证实的资源储量在200 t以上,作为独立金矿床,其资源储量规模居全国之首。

### 1.2 胶东金矿的3个全国之首

(1)已查明资源储量居全国之首。截至2004年底,胶东地区已查明的金矿资源储量占全省的89%,为全国探明储量的24%;胶东地区2004年底保有储量,占全国保有储量的22.4%。

(2)大型矿床集中,单一矿床规模居全国之首。截至2004年底,已探明储量超百吨的世界级金矿床有4处,储量超过50 t的特大型金矿床5处,大型以上金矿床总数占全国总数的20%。焦家金矿田在20余平方千米范围内,分布有大型—特大型金矿5处,中小型金矿多处,已查明资源储量450余吨。玲珑金矿田,面积不足60 km<sup>2</sup>,已查明资源储量接近600 t,分布有大型、特大型金矿床10余处。由此可

\* 收稿日期:2007-09-06;修订日期:2007-12-12;编辑:陶卫卫

作者简介:伊丕厚(1955-),男,山东桓台人,山东省地质矿产勘查开发局副局长。

见,胶东金矿床分布频度之高,大型矿床集中,不仅在国内,在国外亦属凤毛麟角。

(3)黄金产量居全国之首。截至2004年已建矿山113处,年选矿能力1000万t以上,年产黄金158万两,约49.37t,占全省黄金产量的90%以上,占全国黄金产量的23%。年产值大于70亿元。

## 2 胶东金矿成矿条件和成矿规律

### 2.1 胶东地区金矿成矿条件优越

胶东地区处于华北克拉通与扬子克拉通的碰撞造山带北侧及欧亚板块边缘的岩浆活动带上,位于郯庐岩石圈断裂的东侧,是太平洋金环的组成部分。这样一种特殊的大地构造背景,为金矿的形成提供了有利条件。

已有研究认为:大规模成矿作用的发生总是对应某些地质异常事件,扬子板块与华北板块碰撞对接和太平洋板块向欧亚板块挤压俯冲作用2次重大的地质异常事件孕育了胶东地区“衍生矿源岩系”——玲珑花岗岩和“直接矿源岩系”——郭家岭花岗岩及同期基性脉岩的形成定位。大规模成矿作用研究表明:只有当地幔、地壳二者均富有某种巨量的成矿元素时,才有可能为大规模成矿提供物质来源,从而形成规模可观的矿集区。胶东地区恰恰具备这样的地质条件:富金地壳物质是华北、扬子板块碰撞造山期后,幔源富金的花岗岩浆交代重熔已克拉通化的含金甚丰的陆核杂岩(胶东岩群)及TTG岩系(栖霞片麻岩套)组成的原始岩系,同时萃取了古元古代变质基底(荆山群、粉子山群)中与成矿有关的物质形成的衍生矿源岩系;富金地幔物质乃是燕山期幔源富金玄武岩浆产生的“直接矿源岩系”,在侵位过程中与富金地壳物质相互作用,即地壳与地幔2种富金物质强烈相互交代、对流、置换,结果产生了巨量成矿物质。印支—燕山早期构造体制转换所造成的岩石圈减薄引起岩石圈下部拆沉及软流圈物质上涌,为大规模成矿作用提供了巨大能量。当陆内板块挤压俯冲,区域增温达到高潮时,深部物质发生了强烈的减压分熔作用,低熔组分减压分熔形成了花岗岩浆及与之相应的富金流体或富成矿物质的岩浆热流体,流体在向浅部运移过程中,由减压升温迅速变为减压降温,使热流体携带成矿物质在有利部位沉淀成矿。胶东地区广泛发育的与郯庐断

裂有成生联系的断裂系统成为金矿的导矿通道和容矿空间。

### 2.2 胶东金矿主要成矿规律

通过长期的普查找矿实践,地质学家们逐渐总结出了胶东金矿床的控制因素、赋矿规律、矿体产出分布规律等。这对丰富金矿的成矿理论、正确地开展成矿预测、选择找矿靶区及有效地指导普查勘探等具有重要的理论和实践意义。

胶东金矿床的控矿规律表现为:金矿主要受构造控制,不同级别的构造控制不同级别的成矿单元;矿化集中区归属于华北克拉通东北缘的胶北隆起,基底构造的总体走向是EW向,受中生代印支、燕山期构造运动的影响,由西向东呈“H”形分布的构造岩浆岩带控制着胶东金矿的一级矿化集中区;矿带受NNE向断裂系统控制;矿田受NNE向控矿主干断裂带之脆—韧性变形的复合段控制;矿床受NNE向以扭性为主的断裂或裂隙带控制;矿体受断裂局部开启段或其分支复合、羽支交汇部位的控制。富矿柱受矿化裂隙发育程度增高部位或控矿构造多次活动、矿化裂隙叠加部位的控制。

胶东金矿床的分布规律:矿床主要呈NE向带状分布,在东西长约280km,南北宽约70km的范围内分布有数百个金矿床(点),形成了三(山岛)-仓(上)成矿带、龙(口)-莱(州)成矿带、招(远)-平(度)成矿带、牟(平)-乳(山)成矿带、栖蓬福成矿区和胶莱盆地周缘成矿区等6个成矿区带,近20个矿田。它们总体上呈现东西成带、南北成串、交汇集中成片的分布格局。矿带内矿床沿走向大致呈等距分布,在近东西方向上对应出现。

胶东金矿床的矿体大都赋存在控矿构造的引张扩容段(即平面走向方位角增大处,剖面上扭性断裂的倾角变缓处、张性断裂的倾角变陡处),控矿断裂分支复合或断裂交汇处。

矿体产出主要有斜立规律:矿体一般呈斜柱状,沿倾向的延深常大于沿走向方向的延长;尖灭再现规律:矿体沿倾向具有尖灭再现现象;侧伏规律:NE或NNE向的控矿断裂,倾向NW者,矿体向SW侧伏(如焦家断裂带中的矿体群,均向SW方向侧伏);倾向SE者,矿体向NE侧伏;控矿断裂走向NW,倾向SW者,矿体向NW侧伏;倾向NE者,矿体向SE侧伏;叠瓦规律、斜列规律,矿体常呈叠瓦状、斜列式分布。

地勘单位运用这些规律,在金矿定量、定位预测和找矿方面取得了显著的成效:1986 年山东省第六地质队成功地完成了对胶东金矿的总量预测,圈出了 36 个矿田级预测单元。经近 20 年的找矿实践,已在平度大庄子、吉戈庄、蓬莱东部、栖霞台前、乳山蓬家夼、牟平松椒等预测区发现了多处金矿床。

### 3 胶东金矿深部第二找矿空间资源潜力分析

#### 3.1 莱州寺庄矿区深部金矿勘查取得重大突破

2006 年 9 月山东省第六地质矿产勘查院完成了《山东省莱州市寺庄矿区深部金矿详查报告》,提交控制及推断的内蕴经济资源量 [(332) + (333)] 51.83 t, 为胶东地区增添了又一处特大型金矿床。该次工作共完成钻探工作量 36 963.97 m, 钻孔深度为 625.16 ~ 1015.26 m, 共发现了 3 个矿体群, 6 个主要金矿体, 赋矿标高在 -235 ~ -926 m 之间。这一找矿成果是中国东部老成矿区深部找矿的重大突破, 对我国深部找矿工作具有重要的示范意义。另外, 近几年焦家、台上、夏甸、新城等大型、特大型金矿的深部勘探, 均有新的发现, 揭示了胶东金矿深部第二找矿空间巨大的金矿资源潜力。

#### 3.2 胶东主要金矿带深部是有待勘查的第二找矿空间

据有关专家预测, 胶东地区金矿资源潜力总量近 4 000 t, 尚有 2 000 多吨的资源量有待勘查和开发。这些资源大部分位于胶东金矿集中区主要成矿带的深部:三仓成矿带中的新立金矿, 在垂深 646.63 ~ 664.63 m 处见到工业矿体, 其深部没有工程控制; 仓上金矿在垂深 600 m 处见到工业矿体, 且矿体的品位和厚度均较浅部好, 显示了深部找矿的良好前景; 龙莱成矿带上的焦家金矿, 在原来控制的 1, 2 号主矿体下面发现了 3 号矿脉群, 最近在该矿深部的 -620 ~ -710 m 之间发现 4 个矿体; 新城金矿在 1 号矿脉的下盘 -430 ~ -730 m, 发现有密集石英细脉组成的矿脉群, 探明金矿资源储量 20 多吨; 寺庄矿区深部金矿详查发现的 I-1 矿体, 在 -875 m 深处矿体厚达 19.15 m, 向深部延伸更趋稳定; 招平成矿带台上金矿床具有向深部发展, 矿体更稳定、金品位更高、厚度更大的特点, 20 世纪初, 地质六队于该矿床深部 -300 ~ -930 m 标高间探求了 100 余吨金矿资源量, 其主矿体在垂深 907.31 ~ 946.60 m 处

真厚度达 32.49 m, 在垂深 977.71 ~ 1048.02 m 孔段还有 4 层支矿体; 牟乳成矿带的金青顶金矿床在 -300 ~ -500 m 标高, 已发现主矿体的斜列矿体或尖灭再现矿体, 矿体规模较大, 其深部及两侧均未封闭。这充分表明, 胶东金矿深部找矿具有十分广阔前景, 是有待深入勘查的第二找矿空间。

#### 3.3 焦家式金矿新成矿模式及其对金矿找矿的启示

多年来的勘查、生产证实, 胶西北地区金矿主要赋存于主断裂下盘的玲珑花岗岩中, 因此龙莱断裂与招平断裂之间的玲珑花岗岩分布区一直被作为该地区金矿找矿工作的重点地段。有人根据该地区 3 条主要控矿断裂走向、倾角相近, 但相邻两断裂倾向相反的特点, 将其构造形态分别称之为“断背形”、“断向形”, 并认为“断背形”为有矿地段, “断向形”为无矿地段。然而, 寺庄矿区深部金矿找矿的重大突破, 深化和发展了人们对焦家式金矿的认识, 经研究建立了胶西北新的金矿区域成矿模式; 焦家断裂(即龙莱断裂)是一条上陡下缓的铲式断裂, 它与招平断裂、三仓断裂共同构成了一条发育于玲珑花岗岩体顶部的巨型伸展构造带。在伸展构造主断面附近受到的伸展剪切应力最大, 形成一系列伸展断层, 构造岩为变形均匀的碎粒岩和糜棱岩, 形成浸染状蚀变岩型矿石; 主断面之下, 由伸展引起的剪切应力, 产生了具共轭剪节理性质的网状裂隙带, 形成网脉状矿石; 远离主断面, 岩体上拱产生的引张作用, 在玲珑花岗岩中产生近直立的裂隙带, 形成脉状矿石。按照这一成矿模式分析, 在前人认为的“断向形”无矿地段, 恰恰是有矿的, 由于该地段没有遭受剥蚀, 因此金矿资源潜力很大, 但矿床的埋藏深度亦较大, 是今后深部找矿的重点地段; 而前人认为的“断背形”有矿地段, 由于已遭受一定程度的剥蚀, 因此深部找矿潜力没有前者大。玲珑花岗岩体出露地表的中心部位有近 10 km<sup>2</sup> 的无矿地段, 就是由于其顶部的伸展构造带及相应的矿化蚀变带全部被剥蚀的结果。以往地质工作按照传统焦家成矿模式, 将找矿目标放在焦家主断裂下盘附近的黄铁绢英岩化碎裂岩和黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩 2 个矿化蚀变带中。实践证明, 以黄铁绢英岩化花岗岩或红化花岗岩为特点的第三矿化蚀变带中虽然单矿体规模较小, 但矿化蚀变带规模巨大, 构造裂隙比较发育, 矿体数量多, 资源潜力也很大。寺庄金矿床深部Ⅲ号矿体群金资源储量占矿床总资源量的 58.51% 就是很好的例证。

## 4 建议

胶东地区的成矿地质背景决定了这一地区是一个巨大的金矿资源“宝库”，众多勘查单位近年来的找矿实践充分证实了这一认识。加强胶东金矿深部找矿，必定会实现找矿成果的重大突破。但由于该区是我国金矿资源勘查开发的老区，探矿权、采矿权设置繁多而且分散，不利于深部金矿勘查有序开展。因此，建议有关部门要统筹规划，统一部署，系统勘查，重点展开。

(1) 按照国务院《决定》中“集中力量加强矿产资源勘查，突出重点矿种和重点成矿区带勘查工作，增加资源地质储量”的基本原则，和“东部攻深找盲”的方针，统筹规划胶东地区的金矿找矿工作。将胶东地区深部找矿列入国家重点项目。

(2) 按照统筹规划，统一部署，系统勘查，重点展开的原则，对胶东地区已有的探矿权、采矿权进行调整、整合。胶东金矿虽然资源潜力大、勘查目标易于确定，但由于埋深大，大多位于第二成矿富集带、第三成矿富集带，与浅部的第一成矿富集带有一定的无矿间隔，所以找矿难度较大，勘查工作技术含量

高，找矿投入和风险也相对较大。民营企业或地勘单位难以承担找矿风险，需要国家统筹部署前期深部勘查工作，对重点预测区，采用综合手段进行预查和普查，在初步了解资源前景后，通过市场方式向企业出让矿业权。国家统筹部署深部金矿勘查工作，也有利于对矿业权的调整、整合。

(3) 深部金矿勘查要总体规划，分步实施。第一步，在全面充分研究胶东地区地质、物化遥、探矿、科研等资料的基础上，利用新技术、新理论和新方法开展主要成矿带大比例尺深部资源潜力成矿预测工作；第二步，开展深部成矿规律和找矿方法综合研究，建立深部金矿找矿模式、综合勘查模型，研究三仓断裂、龙莱断裂和招平断裂3条主要控矿断裂的空间关系，采用多元信息集成技术进行矿床定位预测；第三步，对预测靶区利用钻探进行深部验证、追索和控制，探求主要成矿带垂深2 000 m以浅的金矿资源。深部金矿勘查工作要以不同成矿带为单元分别实施，首先对前期工作基础比较好的龙莱成矿带进行勘查，然后，逐步开展招平成矿带、三仓成矿带、牟乳成矿带、栖霞蓬莱福山成矿区和胶莱盆地周缘成矿区的深部勘查工作。