

铜石杂岩体隐爆作用与金矿成矿的关系及其研究意义

陈华国,甘廷景,全中文,王孟勇,梁栋彬
(山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100)

摘要:山东省平邑县铜石地区是鲁西最重要的金矿产地,继归来庄大型金矿床发现之后,又相继发现了卓家庄特富金矿床及磨坊沟、梨方沟、贺山庄等具层控特征的金矿床,构成了铜石金矿田。这些金矿床的形成与铜石地区中生代多期次岩浆活动或隐爆作用密切相关,分布于岩体边部的隐爆-侵入角砾岩是金矿床的载体,成为寻找隐爆-侵入角砾岩型金矿的重要标志。

关键词:金矿床;铜石杂岩体;隐爆-侵入角砾岩;控矿作用;找矿标志

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

1 控矿地质条件

铜石杂岩体位于沂沭断裂带南段西侧、鲁西隆起区南部尼山凸起与平邑凹陷的交接部位。区内基底岩石金的丰度较高。构造的多期活动,尤其是铜石杂岩体的侵位严格控制着金矿床的形成与分布(图1)。

1.1 地层控矿特征

区内地层主要有新太古代泰山岩群山草峪组及寒武-奥陶纪长清群、九龙群、马家沟组,其北东部还有侏罗纪淄博群、早白垩世青山群等。

区内基岩化探剖面微金分析结果表明:盖层中岩石未受岩浆活动影响者,Au质量分数较低, $\omega(\text{Au}) = 1 \times 10^{-9} \sim 1.5 \times 10^{-9}$,基底岩石Au质量分数却较高, $\omega(\text{Au}) = 8.7 \times 10^{-9} \sim 21.8 \times 10^{-9}$,其中斜长角闪岩明显高于其他岩石, $\omega(\text{Au}) = 37.6 \times 10^{-9} \sim 86.9 \times 10^{-9}$ 。据马云顺、徐国民研究成果^[1],泰山岩群山草峪组属鲁西新太古代绿岩带的一部分,山东泰安纸坊地区绿岩带发育并发现有长数千米的金矿带产出。因此,区内新太古代泰山岩群山草峪组是铜石地区金矿床形成的物质来源之一。

1.2 构造控矿特征

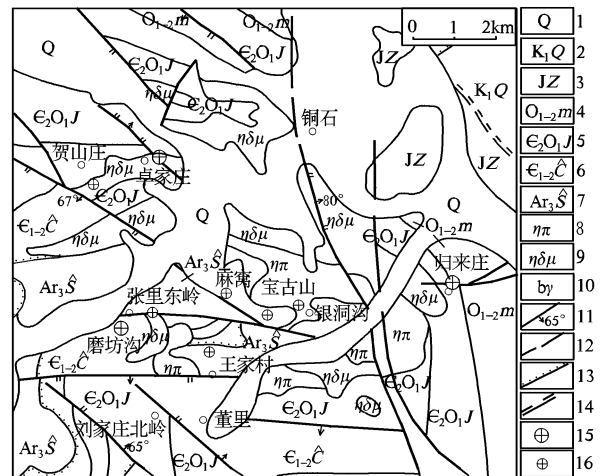


图1 铜石地区地质略图

1—第四系;2—早白垩世青山群;3—侏罗纪淄博群;4—早-中奥陶世马家沟组;5—中寒武世-早奥陶世九龙群;6—早-中寒武世长清群;7—新太古代泰山岩群山草峪组;8—二长斑岩;9—二长闪长玢岩;10—隐爆角砾岩;11—实测断层及产状;12—推测断层;13—角度不整合界线;14—平行不整合界线;15—金矿床;16—金矿点

区域上燕甘断裂呈NNW向斜贯全区,长数千米。铜石地区由2条断层组成,走向 $330^\circ \sim 350^\circ$,倾向NE $60^\circ \sim 80^\circ$,倾角 $64^\circ \sim 80^\circ$,为南西盘上升,北东盘下降的高角度正断层,垂直断距大于1400m。断裂东侧为下降盘,分布有侏罗纪淄博群和早白垩

* 收稿日期:2008-10-17;修订日期:2009-09-21;编辑:游文澄

作者简介:陈华国(1964—),男,山东滕州人,工程师,主要从事地质矿产勘查工作。

世青山群,发育有近EW向、NE向小规模断层,近断裂处有岩脉、岩床分布;而断裂西侧为上升盘,由NW向、EW向断裂形成构造密集的扇形区(图1),是铜石杂岩体的主体分布区。燕甘断裂的早期活动,为岩浆的侵位贯入开辟了空间,成为区内的导岩导矿构造;其次级构造,特别是与岩浆活动区相贯通的次级构造,是矿液运移储存成矿的最佳场所,区内具代表性的归来庄金矿床、卓家庄金矿床等均产在该类构造中。

1.3 岩浆岩控矿特征

铜石杂岩体侵位于燕甘断裂与其次级断裂构造交会处,是多期次岩浆活动的产物,出露面积约30 km²。根据林景仟等人的科研成果^[2],构成该岩体主体岩性的⁴⁰Ar/³⁹Ar坪年龄测定值中,石英二长闪长玢岩为(189.8 ± 0.2) Ma,二长斑岩为(188.4 ± 1.6) Ma,侵入时代为早侏罗世,属燕山早期岩浆活动的产物。

形成铜石中生代杂岩体的岩浆活动,主要分为3个阶段:第一、二阶段为角闪石英二长玢岩、二长-正长岩岩浆侵位,第三阶段为粗面斑岩的侵位和剧烈的隐爆作用。2大系列岩石均属碱性岩类,其 $\omega(\text{SiO}_2)$ 和 $\omega(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 较高,同类岩石经后期蚀变Au质量分数更高,说明不仅初始岩浆富含碱质,而且与岩浆活动相伴随的、广泛的热液蚀变也以碱质、硅质带入(钾化、硅化)为特点。可见高碱质环境是岩浆活动波及区Au元素活化迁移的有利条件。2大系列岩石Au和Ag丰度平均值分别为 $\omega(\text{Au}) = 0.7 \times 10^{-9}$, $\omega(\text{Ag}) = 50 \times 10^{-9}$ 和 $\omega(\text{Au}) = 1.06 \times 10^{-9}$, $\omega(\text{Ag}) = 64 \times 10^{-9}$ ^[3],其值可视作相应岩浆Au,Ag的初始背景值。尽管2大系列岩石的Au,Ag初始背景值低于岩石圈不同单元层Au和Ag的丰度值,但其蚀变岩石的Au和Ag丰度值却大大高于其初始背景值,这说明Au,Ag元素并非直接来源于岩浆及其分异作用,而是与成岩之后的热液活动密切相关。

1.4 隐爆作用及隐爆角砾岩

隐爆作用是该区中生代岩浆活动最显著的特征之一,也是最主要的成矿作用之一。二长闪长玢岩阶段后期发生的隐爆作用规模较小,对区内的金矿化控制作用不大,之后二长-正长岩阶段岩浆的侵位加大,岩浆房中由分异作用产生的富含挥发分的残

余岩浆,同化了周围的片麻岩类岩石,生成了少量的粗面斑岩、石英正长质岩浆。在岩浆演化的晚期,产生了大范围的隐爆作用,不仅生成了大量的隐爆角砾岩和一些脉状体,而且形成了大量的、规模不等的张性裂隙,为含金热液的运移及储存提供了良好空间。

隐爆作用形成的岩石类型主要有隐爆角砾岩和隐爆-侵入角砾岩。二者均属中生代岩浆活动晚期阶段的产物,差异性在于它们的产出部位和层位不同。分布于宝古山-麻窝(担山)一带的隐爆角砾岩体,总体呈NW向展布,长约3 000 m,宽500 ~ 750 m,形态不规则,产于杂岩体的中心部位,主要由就地隐爆作用生成,与围岩无明显的界线;而分布于归来庄、卓家庄等地的带状、筒状隐爆-侵入角砾岩体,则是深层位隐爆作用的产物,是富含碱质的岩浆沿断裂构造上升侵位到较高(古生代地层)层位,并在上升运移过程中将部分隐爆碎屑及角砾熔蚀、磨圆而形成的。

2 金矿化特征

铜石地区的金矿化类型多样,在成因上均与中生代多期次火山岩浆活动或隐爆作用密切相关,其中隐爆角砾岩型金矿化是铜石地区最重要、分布最广泛、最具工业意义的金矿化,形成有归来庄大型金矿床及卓家庄特富金矿床。

2.1 归来庄金矿床

该矿床产出于铜石杂岩体东部边缘的近EW向角砾岩带内,其产状总体受早期形成的近EW向断裂控制,倾向S,倾角45°~68°。断裂两侧出露寒武纪晚期和奥陶纪早期地层,以及二长闪长玢岩岩床、粗面斑岩脉等。矿体赋存于隐爆-侵入角砾岩及震碎角砾岩带中,呈不规则脉状、透镜状(图2),产状与角砾岩带基本一致。矿体厚度和品位变化与隐爆和震碎角砾岩的厚度变化一致。①号矿体控制长度550 m,最大斜深650 m,单工程厚度最大22.45 m,最小0.72 m,平均6.21 m。单工程金品位最高 $\omega(\text{Au}) = 26.37 \times 10^{-6}$,最低 $\omega(\text{Au}) = 1.52 \times 10^{-6}$,平均 $\omega(\text{Au}) = 7.58 \times 10^{-6}$ ①。

① 山东省地质矿产局第二地质队,山东省平邑县归来庄金矿床勘探地质报告,1994年。

在横向上,矿床东、西两端矿体连续性差、厚度小、品位低,中段矿体厚度大、品位高。在纵向上,矿体上部厚度大、品位高,下部厚度薄、品位低。矿体与围岩无明显界线,呈过渡关系。矿化的强弱与隐爆-侵入角砾岩中砾石含量及裂隙的发育程度有关,即砾石含量多、裂隙不发育,矿化就弱,反之则矿化

强,并构成工业矿体。该矿床的主要伴生有益元素为银,矿体中金与银的质量分数比值 $\omega(\text{Au})/\omega(\text{Ag})$ 在矿床上部为 1/1,下部降为 1/6,由矿体中心至两侧围岩亦逐渐降低,反映出矿体由中部至下部、由中心到两侧围岩主要成矿元素的分带特征。

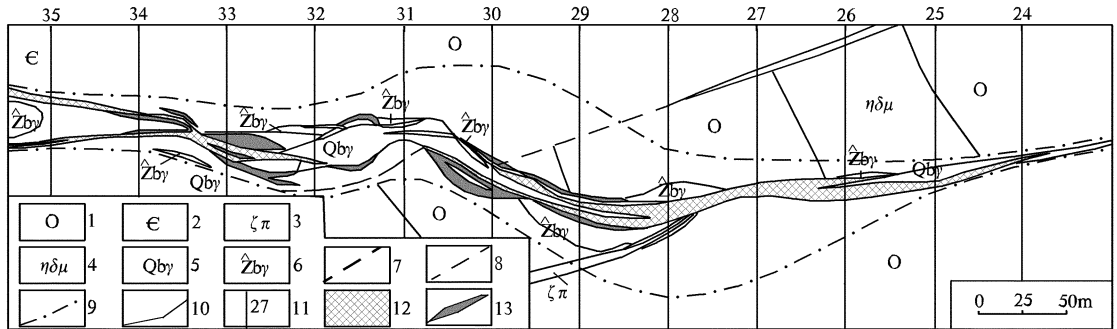


图 2 归来庄金矿床平面地质图

1—奥陶纪地层;2—寒武纪地层;3—粗面斑岩;4—二长闪长玢岩;5—隐爆-侵入角砾岩;6—震碎角砾岩;7—推测断层;8—震碎角砾岩过渡界线;9—金矿化界线;10—地质界线;11—勘探线及编号;12—隐爆-侵入角砾岩型金矿体;13—震碎角砾岩型金矿体

2.2 卓家庄金矿床

矿床产于 NW 向断裂带与其次级 NNW 向断裂的交会部位。区内出露早一中寒武世长清群朱砂洞组及二长闪长玢岩、二长斑岩岩床、岩脉。NW 向断裂带长 1.0 km, 总体走向 310°, 倾向 SW, 倾角 60° ~ 78°, 为高角度正断层, 两盘错动不明显。该断裂带具多次活动之特征, 带内已发现的 3 处隐爆-侵入角砾岩体均有不同程度的矿化蚀变。卓家庄金矿床赋存于 2 号隐爆-侵入角砾岩筒内, 矿体呈不规则筒状, 倾向 190° ~ 210°, 倾角 78° 左右, 侧伏方向 123° 左右, 侧伏角 45° 左右; 矿体长 2 ~ 12 m, 宽 1.3 ~ 10 m, 沿侧伏方向延深大于 200 m。矿山开采资料表明, 自地表至地下 160 m 范围内矿石金品位 $\omega(\text{Au})$ 为 $23.30 \times 10^{-6} \sim 206.60 \times 10^{-6}$, 平均品位 $\omega(\text{Au}) = 98.62 \times 10^{-6}$, 局部最高可达 $4\,568.9 \times 10^{-6}$ 。其上、下部矿体长度及宽度小、金品位低, 中部矿体长度及宽度大、金品位高。隐爆-侵入角砾岩及其围岩虽然均具有不同程度的金矿化, 但能否构成矿体, 则主要取决于隐爆构造裂隙的发育程度和其后含金热液蚀变作用的强弱。

3 隐爆作用与金矿化的关系

3.1 隐爆作用中心及波及范围

铜石地区隐爆作用的产生, 是中生代多期次岩浆活动的结果。历年来的科研、地质勘查成果资料表明, 隐爆作用中心及所波及的范围, 即金矿化的范围。

从归来庄金矿床 24 ~ 34 线立体图 (图 3) 可以看出, 由 34 线往东, 隐爆角砾岩及震碎角砾岩厚度较大的部位由深变浅, 至 24 线隐爆角砾岩由地表向下呈一向 SW 侧伏的漏斗状。二者体积膨大的部位, 是侵入-隐爆作用强烈的地段, 其中心点连线大致呈一较规则的直线, 即隐爆-侵入角砾岩是由 34 线深部大致以 37° 的仰角及 62° 方位角沿早期倾向 S 的断层向上侵入的。由 24 线地表向 SW 245° 作延长线, 其方向指向宝古山隐爆角砾岩体。

卓家庄金矿床赋存于隐爆-侵入角砾岩 (筒) 体内, 已开采的 2 号、3 号角砾岩筒侧伏方向均为 123° 左右, 侧伏角在 45° 左右; 张里东岭隐伏的隐爆-侵入角砾岩, 亦呈不规则的筒状, 走向近 EW、倾向近直立, 向 E 侧伏, 侧伏角 50° 左右; 出露于王家村 NW 的隐爆-侵入角砾岩体, 呈 NE 向近直立的脉状, 也具有明显的向 N 侧伏的特征。

隐爆-侵入角砾岩的侧伏方向较集中指向宝古

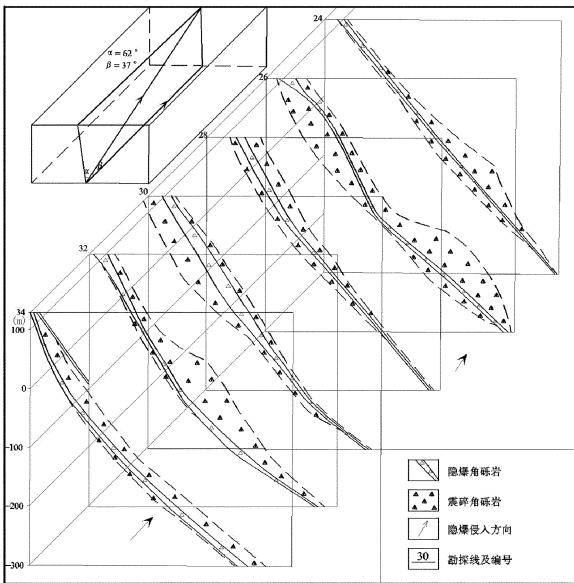


图3 归来庄金矿床隐爆-侵入角砾岩及震碎角砾岩分布立体图

仅造成已形成隐爆角砾岩体、隐爆-侵入角砾岩产生不同程度的破碎。强烈的金矿化发生在隐爆作用之后。这种时间上的密切关系,突显出隐爆作用对金矿化的控制。

3.3 隐爆作用与金矿化的空间关系

隐爆作用所波及的空间,即是金矿化的范围。在横向上,隐爆作用在岩浆活动的中心形成大规模角砾岩体,在边部的构造内形成隐爆-侵入角砾岩脉(筒);在纵向上,隐爆作用形成的角砾岩主要分布在基底与盖层之间的不整合面上,其剧烈的震动使隐爆角砾岩外侧盖层或早期形成的岩床产生破碎,发育规模不等、密集程度不一的裂隙,为含金热液的运移和储存提供了良好空间。因此,区内与铜石杂岩体相关的金矿化,除层控型金矿化外,多产于隐爆作用所形成的隐爆角砾岩、隐爆-侵入角砾岩及不同的岩层中。

4 研究意义

铜石地区的基底变质岩石是目前所确定的金矿物质来源之一,中生代燕山早期多期次、高碱质的岩浆活动成为矿质活化、迁移的重要驱动力,早期深切至地幔的燕甘断裂及其次级构造的交会部位导致幔源岩浆上升侵位,隐爆作用所产生的构造空间,既是导矿构造,又是重要的容矿构造。由此可见,晚期岩浆活动及隐爆作用强烈的地段,即是寻找金矿的最佳部位。由于铜石杂岩体及与其相关的金矿(化)体剥蚀较浅,大部分隐伏于地下的金矿(体)床尚未被发现,特别是赋存于隐爆-侵入角砾岩筒内的高品位金矿床规模较小,一般的找矿手段难以发现,因此铜石地区具备较佳的金矿成矿地质条件、良好的找矿前景和较大的潜在资源量。

金矿化产于隐爆-侵入角砾岩脉或角砾岩筒内,而隐爆-侵入角砾岩则与粗面斑岩相伴而生,部分隐爆-侵入角砾岩筒就分布在粗面斑岩脉与其分枝岩脉交会部位或转弯处。粗面斑岩脉在岩浆活动中心外侧呈放射状大量分布,其内均具不同程度的金矿化,是寻找隐爆-侵入角砾岩型及斑岩型金矿床的最佳部位。

5 结语

(1) 隐爆作用是铜石地区中生代岩浆活动最显

山一带(图4),而宝古山隐爆角砾岩体向地下的侧伏方向为SE。说明隐爆作用的中心或晚期岩浆活动的主要通道,为燕甘断裂与麻窝-银洞沟断裂交会处。

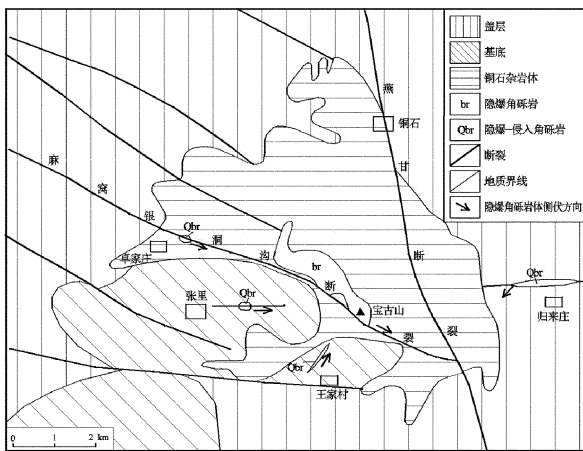


图4 铜石地区隐爆-侵入角砾岩侧伏方向示意图

3.2 隐爆作用与金矿化的时间关系

铜石地区的隐爆作用、金矿化均与中生代燕山早期的岩浆活动相伴而生。隐爆作用主要产生于岩浆活动晚期。较早的剧烈隐爆作用,使已存在的断裂构造产生扩张,并形成部分新的、以张性为主的断裂构造;随后是大规模隐爆角砾岩体和张性断裂内的隐爆-侵入角砾岩的形成;晚期的隐爆作用较弱,

著的、也是最主要的成矿作用之一。铜石地区之所以成为鲁西目前最重要的金矿产地和找矿远景区,与其区内中生代燕山早期中偏碱性的次火山岩浆活动密切相关。

(2)金矿化在时间和空间上与岩浆演化晚期阶段的粗面斑岩关系密切。长质岩浆阶段由分异作用产生的残余岩浆同化了上部地壳的酸性岩石,同时也汲取了其中的 Au 和 Ag,从而生成了金矿化的粗面斑岩及火成角砾岩岩体。强烈的同化作用还使残余岩浆极富含挥发成分,导致剧烈的次火山隐爆作用,金矿化也随之发生。

(3)隐爆作用使早期形成的岩石产生破碎,发

育规模不等、密集程度不一的放射状裂隙,为含金热液的运移和储存提供了良好空间。隐爆作用成为该地区独特且重要的控矿作用。

参考文献:

- [1] 马云顺,徐国民. 山东泰安纸坊地区太古代晚期绿岩带及其金矿地质特征[J]. 山东地质,1991,7(1):1-28.
- [2] 林景仟,谭东娟,等. 山东平邑归来庄金矿成矿地质条件及控矿因素的研究[M]. 济南:山东科学技术出版社,1997:12-15.
- [3] 林景仟,谭东娟,于学峰,等. 鲁西归来庄金矿成因[M]. 济南:山东科学技术出版社,1997:40-105.

Relation between Crypto - explosive Function of Tongshi Complex and Gold Mineralization and It Significance on Research

CHEN Hua - guo, GAN Yan - jing, QUAN Zhong - wen, WANG Meng - yong, LIANG Dong - bin
(Lunan Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Tongshi area in Pingyi county of Shandong province is the most important gold producing area in western Shandong. After the discovery of large scale of Guilaizhuang gold deposit, special - rich gold deposit of Zhuoji - azhuang and some gold deposits with strata - controlling characteristics have found as well, such as Mofanggou gold deposit, Lifanggou gold deposit and Heshanzhuang gold deposit, etc. The formation of these gold deposits has close relation with Mesozoic multi - period magmatic activity and crypto - explosive function. Crypto - explosive and intrusive breccia distributed in the edges of rocks are carrier of gold deposits. They are important symbols for prospecting crypto - explosive and intrusive breccia type gold deposits.

Key words: Gold deposit; Tongshi complex; crypto - explosive and intrusive breccia; ore - controlling role; prospecting symbols