

# 变质岩容矿的微细粒浸染型金矿床

## ——以辽宁小佟家堡子金矿床为例

刘国平\*

艾永富

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所, 北京) (北京大学地质学系, 北京)

**提 要:** 小佟家堡子金矿产于辽东早元古代裂谷增生地体。容矿岩石为早元古代辽河群大石桥组碳酸盐建造, 其变质程度为低角闪岩相-高绿片岩相。金赋存状态以显微不可见金为主, 主要载金矿物黄铁矿和毒砂颗粒细小, 为 $0.0n \sim 1$  mm。围岩蚀变以硅化、水云母-绢云母化、含铁白云石化等低温蚀变组合为特征。与金矿成矿密切相关的石英的均一温度为 $140 \sim 240^{\circ}\text{C}$ 。成矿年龄为 $167 \times 10^6$  a。对比研究表明该金矿床为变质岩容矿的微细粒浸染型(卡林型)金矿床。

**关键词:** 微细粒浸染型 金矿床 变质岩 辽东

通常认为微细粒浸染(卡林)型金矿产于未变质或浅变质的沉积岩中, 在区域上与浅成低温的汞、锑矿床相伴产出。本文通过系统的野外和室内研究工作, 识别出了产于辽河群层状变质岩系中的大型小佟家堡子金矿床为微细粒浸染型矿床, 其容矿岩石变质程度达低角闪岩相-高绿片岩相, 其成矿地质特征对理解微细粒浸染型(卡林型)金矿床的成因和区域找矿有重要的启示作用。

## 1 矿床地质背景

小佟家堡子金矿的大地构造位置隶属于华北陆块辽东早元古代裂谷增生地体, 该裂谷带是在太古代基底上早元古代期间地壳拉张裂解—快速沉降—回返挤压收缩形成的陆间裂谷, 岩石建造为辽河群一套绿片岩相与角闪岩相的变质岩系, 具有大于 $(18 \pm 0.5)$ 亿年的变质年龄。原岩恢复表明其下部为火山-沉积碎屑岩建造(浪子山组、里尔峪组、高家峪组)、中部碳酸盐岩建造(大石桥组)、上部粘土岩-半粘土岩建造(盖县组)。

该矿床产于著名青城子铅锌矿床的近外围。主要赋矿层位为碳酸盐岩建造的大石桥组上部。该区区域构造表现了多期性和复杂性。基底构造主要为东西向。显生宙以来, 断裂构造成了区域构造的主要格架。岩浆岩分布广泛, 以印支期、燕山期表现强烈。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 基本特征

小佟家堡子金矿床分为小佟家堡子(丹银)、杨树、露采场、罗圈背等矿段。容矿岩石建造为辽河群大石桥组碳酸盐岩建造, 主要容矿岩石的岩性是变粒岩、大理岩和片岩, 其原

\* 刘国平, 男, 1964年生, 高级工程师, 从事矿床地质、地球化学和勘查找矿研究工作。邮政编码: 100012

岩为钙质粉砂岩、白云质灰岩、泥质粉砂岩,与微细粒浸染(卡林)型金矿围岩相比,虽然其变质程度较高,但其化学性质相同。小佟家堡子矿段金矿体产于大石桥组上部与盖县组地层过渡部位的层间滑脱构造带中。矿体形态为似层状、透镜状,矿体总体走向为近东西向,倾角较缓为 $20^{\circ}$ 左右。根据含矿层位及容矿岩石特征可分为三个矿带:Ⅰ号矿带产于辽河群大石桥组三段五层大理岩顶部,含矿岩石为硅化角砾状大理岩、微细粒石英交代岩,矿体呈扁豆状、似层状产出,已圈出4条矿体,单脉长 $60\sim 150\text{ m}$ ,厚 $1.0\sim 5.40\text{ m}$ ,延伸 $70\sim 150\text{ m}$ ,品位 $3.08\times 10^{-6}\sim 7.18\times 10^{-6}$ ,Ⅰ-1号矿带,赋存于大石桥组三段五层中部的顺层破碎带中,含矿岩石为变粒岩、硅化大理岩,圈出6条工业矿体,呈扁豆状、似层状产出。单脉长 $80\sim 200\text{ m}$ ,厚度 $0.7\sim 5.86\text{ m}$ ,延深达 $300\text{ m}$ ,金品位为 $3.06\times 10^{-6}\sim 6.67\times 10^{-6}$ ;Ⅱ号为主矿带,产于大石桥组三段四层云母片岩与五层大理岩之间的Ⅱ号断裂带中,容矿岩石以变粒岩为主,次为硅化大理岩、云母片岩,圈出3条矿体,呈扁豆状、似层状产出,单脉长 $70\sim 200\text{ m}$ ,厚度 $0.96\sim 17.29\text{ m}$ ,延伸 $360\text{ m}$ 。

金矿石中矿石的硫化物含量低,约为 $3\%\sim 5\%$ ,矿物简单,以黄铁矿、毒砂为主,少量石墨、闪锌矿,微量方铅矿、磁铁矿、黄铜矿、银金矿等。矿石构造以浸染状、细脉浸染状为主,少量角砾状和“显微角砾状”。根据容矿岩石岩性特征,可将矿石分为变粒岩型矿石、微细粒石英交代岩型矿石、大理岩型矿石、片岩型矿石以及少量煌斑岩型矿石。

## 2.2 金矿物和载金矿物粒度

小佟家堡子金矿床自然金的粒度很细,以显微镜下能否识别作为依据(金粒径为 $1\mu\text{m}$ ),分为可见金和不可见金。在野外工作的基础上,进行大量反光镜下光片观察研究表明,矿石中金的赋存状态绝大多数为不可见金,即粒度小于 $1\mu\text{m}$ 。矿石人工重砂也未发现金的独立矿物。 $\text{I}_2+\text{NH}_4\text{I}$ 浸出试验对金矿石中金的物相分析,裸体金的分布率仅占 $2.63\%$ ,进一步证实了该矿床金矿物颗粒细小。

小佟家堡子金矿主要载金矿物为黄铁矿和毒砂,其粒度也很细小,与金矿化密切共生的黄铁矿和毒砂,其粒度一般仅为 $0.00n\sim 1\text{ mm}$ 。金及其共生的硫化物、热液矿物呈微细粒浸染状散布于赋矿岩石中。

## 2.3 围岩蚀变

小佟家堡子金矿床与金矿化密切相关的围岩蚀变有硅化、水云母-绢云母化、黄铁矿化和含铁白云石化,为一套低温矿物组合。尤其是硅化发育,硅化表现为岩石被细粒石英交代,交代作用强烈时可形成含水云母-绢云母微细粒石英交代岩,或呈石英细脉、网脉交代岩石,矿区尚未发现石英大脉。在露采场和罗圈背西山形成了规模相当大的沿层交代、呈层状产出的微细粒石英交代岩,与卡林型金矿的似碧玉岩相似;在杨树矿段的坑道内、在尖山子断裂中见到沿断裂交代的硅化。变粒岩和大理岩被交代蚀变后锑、锰等元素含量增加。

## 2.4 成矿温度

均一温度测定表明小佟家堡子的金矿成矿温度范围为 $140\sim 240^{\circ}\text{C}$ ,其峰值为 $200^{\circ}\text{C}$ 左右,为低温成矿特征。

## 2.5 氧同位素组成

具有与卡林型金矿相似的氧同位素组成。与金矿紧密共生的石英氧同位素组成 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 $18.5\text{‰}\sim 21.1\text{‰}$ ,表现了“ $^{18}\text{O}$ 漂移”的特征。

## 2.6 成矿时代

通过与金矿共生的绢云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化、阶段加热法年龄测定,并结合岩石K-Ar法定年,得出小佟家堡子金矿的成矿年龄为 $167 \times 10^6$  a,为燕山期成矿。

## 2.7 控矿构造

金矿化作用受层间滑脱构造和高角度断裂的复合控制。在不同岩性变换部位层间滑脱构造发育,其性质表现为脆-韧性力学性质,在断裂带的变粒岩中局部可见鞘皱褶、卡脖状褶皱,有时变粒岩的层间见“显微角砾岩”,片岩中主要见强片理化,大理岩中可见角砾岩状构造,断裂带下盘的片岩中见明显的退变质作用,其中的石榴石变斑均蚀变为绢云母。在小佟家堡子、杨树、露采矿中见北西、北东和近南北向的高角度断裂,近南北向断裂是控制金矿床和矿体空间分布的构造,该组断裂在露采场—罗圈背一带地表出露明显,控制了地表规模可观的强硅化带,并且控制了强硅化带中矿脉的分布。杨树矿坑中Ⅱ号矿体是沿走向 $340^\circ$ 的高角度断裂产出的板状矿体,在小佟家堡子矿坑中厚大矿体明显与近南北断裂有关。

## 3 矿床类型讨论

上述小佟家堡子金矿床的地质特征既不同于太古宙绿岩带中经典的石英脉型金矿和蚀变破碎带型金矿,也不同于变质碎屑岩型金矿。小佟家堡子金矿与绿岩型金矿和变质碎屑岩型金矿的区别在于:后两类金矿的主要载金矿物一般为中细、中粒、中粗结构,金的赋存状态以可见金和显微可见金为主,可选性较好,具有中温、中高温成矿的特征,其围岩通常为非碳酸盐成分的细碎屑岩,如板岩、千枚岩、片岩、变质砂岩等。

金矿物粒度、载金矿物特征、容矿岩石的化学性质、蚀变作用组合特征、成矿温度、高角度断裂控矿等对比表明小佟家堡子金矿为微细粒浸染(卡林)型金矿的特征。

同时,我们也注意到小佟家堡子金矿与一般微细粒浸染(卡林)型金矿相比也存在一定的差异。首先是容矿岩石的变质程度,小佟家堡子金矿床容矿岩石的变质程度达中级变质岩,但仔细研究众多的微细粒浸染(卡林)型金矿床不难发现,微细粒浸染(卡林)型金矿为后生热液矿床,对容矿岩石的选择是因为其有利的化学性质,而区域变质作用通常认为主要造岩元素是等化学变化的,因此,容矿岩石的变质与否、变质程度的深浅不应作为微细粒浸染(卡林)型类型的标准;其次,小佟家堡子金矿床中没有发现雄黄、雌黄、辰砂、辉锑矿等矿物,矿化元素组合中也没有汞、锑的明显异常,对比沉积岩与变质岩的元素地球化学特征,不难发现变质岩的汞、锑含量比沉积岩低一个数量级,显然,变质作用已使汞、锑明显地贫化;因此,可以认为是形成微细粒浸染(卡林)型金矿的成矿热液在形成过程中不仅使金活化迁移,也使围岩中的汞、锑等元素迁移,但当围岩中汞、锑较贫时,在金矿中可能仅形成较弱的汞、锑地球化学异常,并不形成汞、锑的独立矿物。

综上所述,小佟家堡子金矿为产于中级变质岩中的微细粒浸染(卡林)型金矿床。微细粒浸染(卡林)型金矿通常产于碳酸盐岩-细碎屑岩建造中是因为其有利的化学性质,而变质程度的高低并不改变岩石建造的化学性质。产于变质岩中的微细粒浸染(卡林)型金矿可能仅形成较弱的汞、锑地球化学异常,并不形成汞、锑的独立矿物,区域上产有汞、锑矿床并不是此类矿床形成的必要条件。

## 4 找矿意义

微细粒浸染型(卡林型)金矿往往具有成群成带产出的特征,大型矿床产出地相当集中,形成大型-超大型矿床的几率较高,有其独特的找矿标志和找矿方法。识别出小佟家堡子金矿床为变质岩容矿的微细粒浸染型(卡林型)金矿有助于坚定在辽东地区进一步找寻此类矿床的信心,有利于采用合理有效的找矿方法。

### 参 考 文 献

- 1 辽宁省地质矿产局. 中华人民共和国地质矿产部地质专报——区域地质第14号, 辽宁省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1989.
- 2 陈荣度. 一个早元古代裂谷盆地——辽东裂谷. 辽宁地质, 1984, (2): 125~133.
- 3 刘东升, 谭运金, 王建业等. 中国的卡林型金矿床; 中国卡林型(微细浸染型)金矿, 刘东升主编. 南京: 南京大学出版社, 1994.
- 4 张秋生等. 辽东半岛早期地壳与矿床. 北京: 地质出版社, 1988.
- 5 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用——金属活化热液成矿作用及成矿. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985.
- 6 Arthart G B, Foland K A, Naeser C W and Kesler S E.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , K/Ar, and fission track geochronology of the sediment-hosted disseminated gold deposits at Post-Betze, Carlin trend, northeastern Nevada, USA: *Economic Geology*, 1993, 88: 622~646.
- 7 Ilchik R P and Barton M D. An amagmatic origin of carlin-type gold deposits: *Economic Geology*, 1997, 92: 269~288.
- 8 Phillips J D and Powell R. Link between gold provinces: *Economic Geology*, 1993, 88: 1084~1098.
- 9 Radtke A S. Geology of the Carlin gold deposit, Nevada. U. S. Geological Survey Professional Paper 126, 1985, 124.
- 10 Sillitoe R H and Bonham H F, Jr. Sediment-hosted gold deposits; distal products of magmatic-hydrothermal systems: *Geology*, 1990, 18: 157~161.