

文章编号:0258-7106 (2001) 02-0147-06

辽宁青城子铅锌银金矿田控矿构造与找矿方向*

刘国平

(北京矿产地质研究所, 北京 100012)

艾永富

(北京大学地质学系, 北京 100871)

提 要 辽宁青城子铅锌银金矿田为一处集铅锌银金多个大型矿床于一区的重要成矿集中区。青城子中深构造层次的片麻岩穹隆(或变质核杂岩)构成了该区构造的主体。矿区内由片麻岩穹隆所构成的构造组合控制了矿体的定位、形态以及矿床的规模。青城子片麻岩隆起西南侧的卷曲褶皱翼内北东、北西走向的陡倾斜断裂发育, 矿床主要为沿断裂交代充填的脉状铅锌矿, 矿床规模较小; 片麻岩隆起滑脱伸展翼多层顺层滑脱断裂带, 为后期成矿提供了较大的容矿空间, 有利于形成规模较大的矿床。

关键词 片麻岩穹隆 成矿 辽宁省青城子

中图法分类号: P613

文献标识码: A

构造成矿作用是当前成矿学研究中的薄弱环节, 也是值得深入研究的前沿课题(翟裕生, 1994)。过去曾狭义地把成矿作用认为是成矿的化学反应, 然而, 成矿物质要富集到经济矿床规模, 特别是形成大型矿床、成矿集中区、特大型矿床, 仅仅发生成矿的化学反应是不够的, 还要有一定的反应速率和强度, 有一个在同一空间逐步积累的作用过程; 这涉及到矿源是否充分, 矿质能否较大规模地被活化、迁移, 以及矿石堆积空间是否具备等问题, 这些都与构造作用有关, 因此, 控矿构造的研究有着直接的找矿意义。辽宁青城子矿田为一处集多个大型铅锌银金矿床于一区的重要成矿集中区, 矿床的形成和定位明显受构造的控制。

1 地质背景和矿床概况

青城子铅锌银金矿田位于古元古代辽东裂谷轴部的凹陷带内。该裂谷活动带是在华北克拉通基底上发展起来的, 经历了 2 500~1 900 Ma 的漫长演化历史(张秋生等, 1988), 其中沉积了巨厚的辽河群岩石。裂谷带内空间构造分异明显。据岩相建造与构造特征, 裂谷带横向上可划分为北缘斜坡、轴部凹陷及南缘浅台 3 个构造岩相带(陈荣度, 1984)。轴部

凹陷带的南北边界分别以盖县—岫岩—永甸深断裂带、大石桥—隆昌—草河口—桓仁深断裂带与南缘浅台、北缘斜坡相联接。该裂谷带经过挤压碰撞造山作用和后造山作用, 形成了内带为由塑流变形→塑性变形→塑-脆性变形产生的穹形构造带和由塑性变形→塑-脆性变形→脆性变形产生的线性构造带(李三忠等, 1996)。该古元古代造山带的构造特征概括为拉伸构造模式, 该模式由核部隆起和上部盖层及两者之间的拆离型韧性剪切带三部分组成(刘永江等, 1997)。核部隆起常由岩浆隆起或基底隆起构成, 上部岩层内发育顺层分层滑脱构造体系。区域构造的拉张作用导致地幔上隆形成岩浆隆起或基底隆起, 使上覆岩层重力失稳, 发生滑脱, 导致层状变质岩系内多层顺层韧—脆性变形变质带形成。该区经历了吕梁、印支、燕山等多次构造岩浆活动。

青城子矿田在约 20 km² 的范围内集中产出了大型的青城子铅锌矿、高家堡子大型银矿和小佟家堡子大型金矿床(刘国平等, 1998a; 1998b; 1999)(图 1)。铅锌矿田内已发现了 100 多个铅锌矿体, 分布于榛子沟、南山、喜鹊沟、本山、甸南等多处中小型铅锌矿床中。根据矿体形态和控矿构造特征, 铅锌矿床类型分为本山式、南山式和榛子沟式(王魁元等, 1994)。

* 本文得到有色地质总局重点资助研究项目(编号:96D-9)的资助。

第一作者简介 刘国平, 男, 1964 年生, 博士, 高级工程师, 从事矿床地质和勘查找矿研究。

收稿日期 2000-05-31; 改回日期 2000-10-27。李 岩编辑。

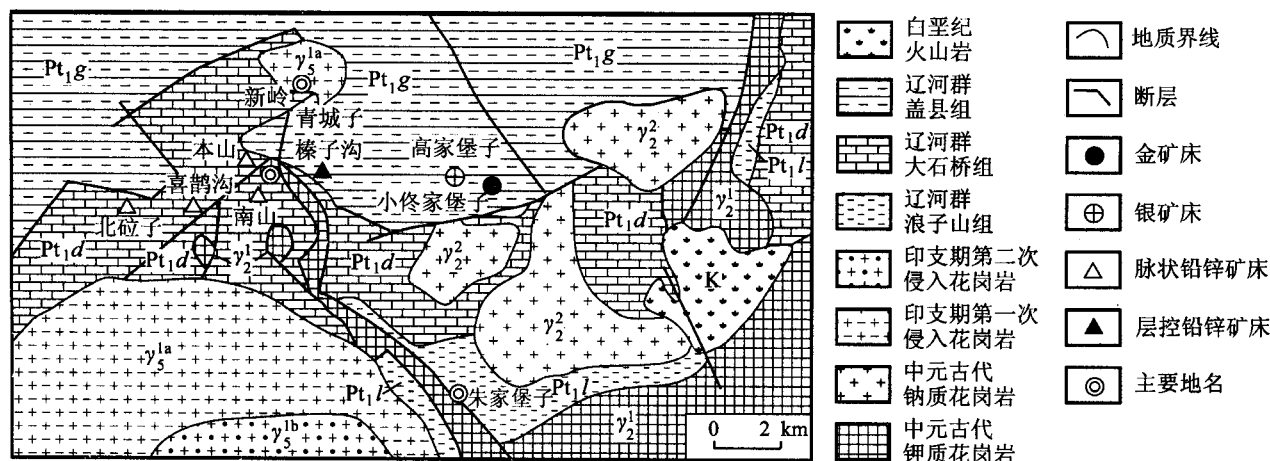


图1 青城子矿田地质简图(据有色辽宁地质勘查局 103 地质队资料修编)

Fig. 1 Diagrammatic geological map of the Qingchengzi ore field

2 青城子矿田控矿构造特征

2.1 片麻岩穹隆

青城子中深构造层次的片麻岩穹隆(或变质核杂岩)构成了该区构造格局的主体。对该构造带的认识有不同的观点,一种认为是推覆构造带(杨振升,1989),另一种则认为是同生断裂^①。在辽东地区古元古代构造背景研究的基础上,笔者提出青城子矿田的构造格局是在古元古代造山带伸展构造环境下形成的变质核杂岩上叠加了后期的构造作用。

关于片麻岩穹隆,经典的成因解释是叠加褶皱或底辟作用,而现在的解释则认为片麻岩穹隆(或变质核杂岩)也可能是先前加厚的韧性地壳的均衡回跳作用所致。脆-韧性模拟实验提供了这一过程的力学参数,还得出具卷曲褶皱作用现象的结果(张家声,1995)。青城子片麻岩穹隆整体上具有明显的变质作用和构造样式的非对称分带性特点(图2)。其构造型式与变质核杂岩结构相似。变质核杂岩的结构特征可概括如下:①在空间上为呈穹状或长垣状的大型背斜,通常不对称,一翼比另一翼陡。②核部由中、下地壳的古老中、深变质岩组成,其中常有中酸性岩体侵入,伟晶岩脉和混合岩化也很普遍。③核部杂岩的顶部为一个以糜棱岩类岩石为特征的剪切带。④糜棱岩带的顶部为大型低角度正断层(简称剥离断层或滑脱断层)。⑤上盘以未变质

的显生宙岩层为主,发育多世代的不同类型的正断层,有犁式正断层、近平行的平面状高角度正断层以及平面状低角度正断层(次级滑脱构造带)(刘和甫,1995;宋鸿林,1995)。

青城子片麻岩穹隆在辽河群挤压-褶皱-变质之后,又经历了造山后的伸展拉张,形成了以辽吉花岗岩为核部的片麻岩隆起(图2)。一般来说,片麻岩穹隆是在中深构造层次环境中形成的。地球化学分析表明,辽吉花岗岩为一套壳幔源混合成因的张裂型碱质花岗岩(刘俊来,1992)。

主拆离断层处于辽河群与下伏的古元古代花岗岩之间,拆离带下部的元古代花岗岩发生强烈的韧性剪切变形,表现为辽吉花岗岩内的片麻理产状与里尔峪组内的片理协调一致。片麻理向岩体中心减弱直至完全消失,是该花岗岩同构造顺层侵位的证据之一。花岗岩体可直接与透闪石变粒岩、电气石变粒岩、大理岩等接触,除在这些围岩中出现一些长英质脉以外,并未见有明显的接触变质带。而且,岩体内保存的透镜状斜长角闪岩包体与岩体界限清晰,两者内部片理一致,同时透镜体的长轴与花岗岩内的片理及线理方向一致。花岗岩中广泛发育一组面理,与矿区主要片理平行。在钾质花岗岩的上、下接触带以及上盘层状变质岩系中,小尺度的韧性剪切带发育,其规模一般较小,宽度数十厘米~十几米,其延长可以很大;其中的岩石具有典型的塑态流动构造,岩石中方解石具强烈的塑性压扁、拉长特

① 姜锡忠,邓功全,于喜璋,等. 1993. 辽吉东部重点成矿区带金银多金属综合勘查及研究总结报告.

征,这种类型的剪切带尽管规模小,但位移却可以很大。花岗岩中的片麻理有时在显微镜下表现为半自形—他形斜长石集合体与他形钾长石集合体及石英集合体呈条带状相间排列,并可见黑云母、磁铁矿等暗色矿物集合体也呈条带状,构成显微条带状构造。石香肠构造广泛发育。

次级滑脱构造带主要发育于辽河群不同岩性组合的分界面上,滑脱面一般为波状曲面,总体与地层原生层理平行,两侧岩石发生韧性剪切变形,局部形成糜棱岩、微角砾岩,大理岩细粒化。层内发育不对称的紧闭平卧褶皱或鞘褶皱,且其轴面与大套地层界面近于平行。次级滑脱构造在整个分层滑脱体系中起着重要的助滑作用和分层剪切调节作用,其发育的强度在纵向上与距离主滑脱面的远近、岩层岩性变换的频率有关。

在伸展构造条件下形成的韧性剪切带又发生了退化变质作用。滑脱剪切构造内的石榴石云母片岩中的石榴石变晶蚀变为绢云母集合体,但仍保留石榴石的假象。

拆离断层造成了辽河群下部地层的减薄或缺失。两侧辽河群大石桥组厚度变化大,在发生卷曲褶皱的西侧其厚度达1330 m,而东侧厚度仅为300 m左右。由于层间滑脱造成的构造减薄使东翼里尔峪组和高家峪组的厚度仅为100 m左右,而在区域上这两组地层的厚度一般为大于500 m,最厚达5000 m以上。

以辽吉花岗岩为中心向外,变质作用具有一定的分带性,其岩性变化为:角闪片岩→石榴石云母片岩→云母片岩。

滑脱构造的运动方向在辽吉裂谷北部由SE向NW,而在南部的庄河地区则由NNE向SSW滑动,表明在两个不同滑动方向分布区之间存在一个隆起区(刘永江等,1997)。

2.2 断裂

整个矿区断层发育,并以脆性断裂为主。这种类型的构造在该区铅锌银金矿的成矿中起了重要作用,它们既为火成岩脉的侵位提供了构造薄弱带,又为含矿热液的运移提供了通道。按走向断裂可以划分为3组,即NE向组、近NS向组、NW向组。

NE向断裂 北东向断裂以喜鹊沟—二道沟断裂为代表,该断裂南起双顶沟岩体,北至新岭岩体。断裂带走向在30~50°之间,倾向NW,倾角约为

70°,具有规模较大的破碎带,是矿田内重要的铅锌含矿构造带。张秋生等(1998)对青城子铅锌矿区666条岩脉和210条铅锌矿脉进行了走向统计,结果以NE向为主。

NW向断裂 以朱家堡子—姚家沟断裂、尖山子断裂为主。尖山子断裂,南起杨家岭,经小佟家堡子北侧、桃源,向东北方向可能延至白云金矿,断续延长15 km。该断裂平面上分段性明显,由北向南表现为脆性—韧性—脆性的应变特征,总体走向335°,倾向NE,倾角60~80°,宽度一般10~20 m,最宽处达180 m(刘君,1995)。其北西与白云EW向滑脱断裂带相交,切断了东西向断裂带,主断裂面比较光滑,可见磨擦镜面,从擦痕、阶步可判定北东盘向南东错动,断裂中有强烈的石墨片理化、泥化。在尖山子村附近,断裂带内具有大小不等,浑圆状,按一定方向排列的大理岩角砾,且在断裂带内的大理岩局部可见强烈铁锰碳酸盐化和贫铅锌矿化。断裂带局部侵入了中元古代钠质花岗岩和燕山期花岗斑岩,前者具有主动侵位特征,它将下部大石桥组大理岩挤入上部盖县片岩之中。该断裂带活动时间长,是矿区内的主要金矿控矿构造带。沿该断裂带分布有杨家岭、杨树、小佟家堡子、尖山子、桃源等矿床和矿点。区域地球化学图表明金异常明显受尖山子断裂控制,区内微细粒石英交代岩(以前称为硅质岩)也主要受该断裂控制(刘国平,1998)。

近NS向断裂 近NS向断裂以罗圈背—小佟家堡子NS向断裂带为代表,该断裂带由一组近于平行的断裂组成,这些断裂是由张性破裂开始形成的扭性断裂,垂直错距可大于80 m;单个构造走向340~10°,倾向东或西,延长一般小于2 km,断裂面呈舒缓波状,未见磨擦镜面。罗圈背—小佟家堡子的大规模微细粒石英交代岩主要受该组断裂控制,在杨树金矿露天采场中见该组断裂出露,两侧金矿品位较高。从断裂与金矿的空间分布上看,近NS向断裂是小佟家堡子、杨树、罗圈背等金矿床的主要导矿断裂。

3 控矿构造与成矿

在片麻岩穹隆的中心部位主要形成铅锌矿床,在穹隆边部逐渐过渡为金银矿床。不对称的片麻岩穹隆两侧构造形式不同,致使两侧矿床产出的类型

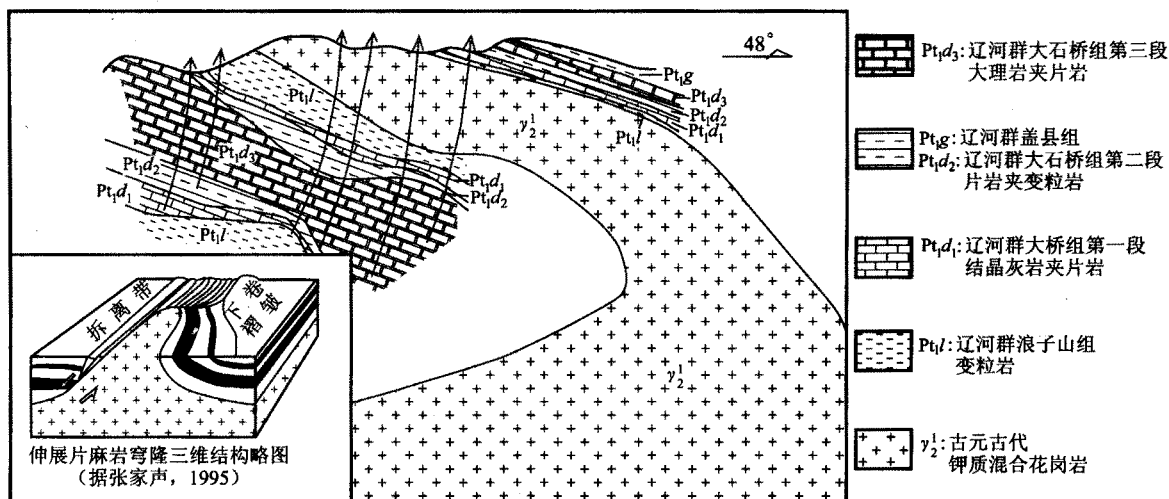


图 2 青城子房身沟 33 勘探线地质剖面图(据江克一等, 1990 改编)与伸展片麻岩穹隆构造型式对比

Fig. 2 Comparison of the geological section along No. 33 exploration line in Qingchengzi with the structural pattern of the extensional gneiss dome

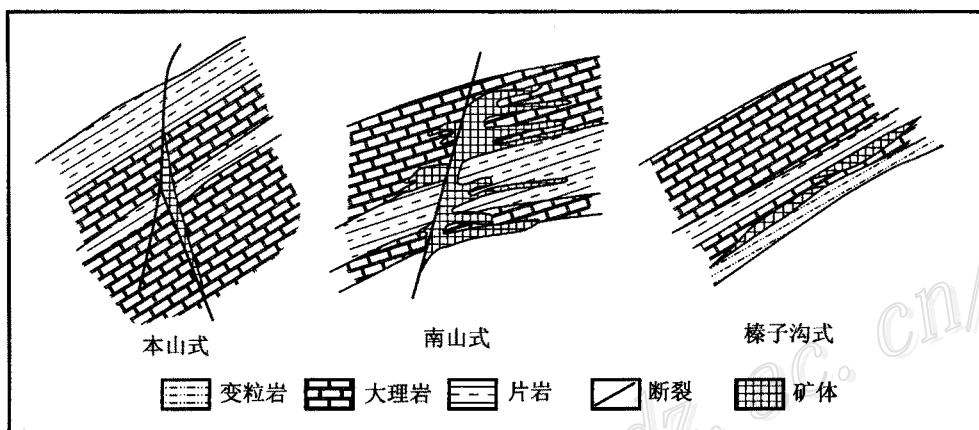


图 3 青城子矿田铅锌矿床的控矿构造模式

Fig. 3 Ore-control structural pattern of lead-zinc deposits in the Qingchengzi Pb-Zn-Ag-Au ore field

也不同。

3.1 片麻岩隆起卷曲褶皱翼的构造与成矿

青城子片麻岩隆起卷曲褶皱翼内呈 NE、NW 走向的陡倾斜断裂发育, 层间滑脱带不明显。区内已发现的矿床、矿点较多, 主要为本山式和南山式两种类型的铅锌矿床。本山式矿床为厚层状大理岩中 NE 向、NW 向切层断裂中的充填交代脉状矿床, 如: 本山、麻泡、北砬子、二道沟等铅锌矿床。南山式矿床由切层断裂与层间剥离断裂控制, 矿体形态在横剖面上呈“挂小旗”状, 如: 喜鹊沟、南山等矿床(图 3)。这些矿床主要受陡倾的切层断裂控制, 呈脉群产出。矿脉的分布密度较大, 单个矿体规模不大, 矿

脉的规模、形态与断裂的性质关系密切, 张扭性断裂控制的矿脉一般较规则, 规模稍大, 张性断裂控制的矿体一般短而不规则。成矿作用以热液充填为主, 交代作用次之, 矿石中铅锌品位较高。矿带、矿体主要受 NE 向、NW 向断裂控制。除南山、大东沟铅锌矿外, 其他主要铅锌矿均受 NE 向的喜鹊沟—二道沟断裂控制, 南山铅锌矿矿带的分布亦受 NE 向断裂的控制, 大东沟铅锌矿床主要受 NW 向断裂控制。

3.2 片麻岩隆起滑脱伸展翼的构造与成矿

该区变质岩系中发育多层顺层滑脱断裂带, 为后期成矿提供了较大的容矿空间, 有利于形成规模较大的矿床。青城子矿田已有的榛子沟铅锌矿、大

地铅锌矿、高家堡子大型银矿、小佟家堡子金矿等均位于片麻岩隆起滑脱伸展翼,主要矿带和矿体产于顺层滑脱断裂带,矿体呈层状、似层状。

在片麻岩隆起形成过程中,温度从中心的钾质花岗岩向上部和边部的层状变质岩系依次降低,驱使成矿物质从钾质花岗岩和下部岩层向上部岩层迁移,造成上部盖县组、大石桥组成矿元素丰度较高,形成了成矿物质的初步富集。同时,片麻岩隆起滑脱伸展翼顺层滑脱断裂带一般延伸较稳定、规模较大,为后期的成矿作用准备了良好的储矿空间。顺层滑脱断裂带中的成矿作用以交代作用为主,充填次之,对同矿种矿化而言,与卷曲褶皱翼内脉状矿石相比,其品位较低。

片麻岩隆起滑脱伸展翼内也见有沿陡倾斜切层断裂充填交代形成的脉状矿体,但数量少,且矿脉规模不大,这些 NW 向、NE 向断裂一般常为层状、似层状矿体的导矿断裂。

4 找矿方向

对青城子地区的控矿构造研究表明,古元古代造山作用及后造山作用控制了该区的基本构造格局。早期的构造可能在后来的构造热事件中多次活动,如尖山子断裂中侵入了元古代的钠质花岗岩和中生代的岩脉,韧性层间滑脱断层也叠加了中生代的活动,斜切层间滑脱带的印支期岩脉被该断裂错断;同时早期构造为后期构造热事件的成矿作用准备了成矿空间,并且早期构造特征在一定程度上控制了矿床的规模。

在矿区片麻岩隆起的西南卷曲翼,以切层断裂为主,层间滑脱不甚发育,后期沿断裂形成的矿床规模受到一定程度的限制,主要形成充填交代脉状铅锌矿床,规模较小。

在东北滑脱伸展翼,层间断裂发育、规模较大,为后生矿床的形成提供了良好的空间准备。区内榛子沟铅锌矿床、高家堡子银多金属矿床、小佟家堡子银矿床均产于东北滑脱伸展翼的层间断裂带中。而切层的 NE 向、NW 向陡倾斜断裂形成了良好的导矿构造,并且,这些断裂及次级断裂中也可以形成脉状矿体,这类脉状矿体可以作为下部层间滑脱断裂中层状、似层状矿体的指示标志。同时,这些导矿断

裂系统所形成的矿化可以在后来的表生风化过程中形成各种地球化学异常。因此,东北滑脱伸展翼具有进一步寻找大中型铅锌银金矿床的条件。

致谢 野外地质工作得到了辽宁有色地质勘查局 103 队于喜璋、周广学、苏建飞、袁奎元等同志的大力帮助,并得到北京大学地质系刘瑞旬教授的指导。特此致谢。

参考文献

- 陈荣度. 1984. 一个早元古代裂谷盆地——辽东裂谷[J]. 辽宁地质, (2): 125~133.
- 江克一, 刘智海. 1990. 辽东青城子矿田的叠加褶曲构造[J]. 地质找矿论丛, 5(3): 22~35.
- 李三忠, 杨振升, 刘永江. 1996. 辽东早元古代造山带隆-滑构造初析[J]. 长春地质学院学报, 26(3): 305~309.
- 刘国平, 艾永富. 1998a. 辽东小佟家堡子金矿岩石地球化学及成矿条件研究[J]. 矿床地质, 17(4): 289~295.
- 刘国平, 艾永富. 1998b. 变质岩容矿的微细粒浸染型金矿床——以辽东小佟家堡子金矿床为例[J]. 矿床地质, 17(增刊): 299~302.
- 刘国平. 1998. 辽宁青城子主要金矿床地质地球化学研究[博士论文][D]. 导师: 艾永富. 北京: 北京大学. 60 页.
- 刘国平, 艾永富. 1999. 辽宁白云金矿床某些基本问题探讨[J]. 矿床地质, 18(3): 219~225.
- 刘和甫. 1995. 伸展构造及反转作用[J]. 地学前缘, 2(1~2): 113~124.
- 刘君. 1995. 青城子矿田构造变形结构及其控矿特征[J]. 辽宁地质, (2): 148~157.
- 刘俊来. 1992. 辽吉花岗岩的构造样式与侵位机制[A]. 长春地院院报(博士论文集)[C], 147~153.
- 刘永江, 杨振升, 李三忠, 等. 1997. 古元古代拉伸构造模式[J]. 长春地质学院院报, 27(2): 141~146.
- 宋鸿林. 1995. 变质核杂岩研究进展、基本特征及成因探讨[J]. 地学前缘, 2(1~2): 103~111.
- 王魁元, 赵彦明, 曹秀兰. 1994. 华北陆台北缘元古宙典型铅锌矿地质[M]. 北京: 地质出版社. 64~87.
- 杨振升, 刘俊来. 1989. 辽东早元古宙变质岩中的一个推覆构造——青城子褶皱推覆构造[J]. 长春地质学院学报, 19(2): 121~129.
- 翟裕生. 1994. 关于控矿构造研究的思考[J]. 矿床地质, 13(增刊): 117~119.
- 张家声. 1995. 造山后伸展构造研究的最新进展[J]. 地学前缘, 2(1~2): 67~83.
- 张秋生, 等. 1988. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京: 地质出版社. 218~257.

Ore-control Structures and Ore Prospecting in the Qingchengzi Pb-Zn-Ag-Au Orefield, Liaoning Province

Liu Guoping

(Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing 100012)

Ai Yongfu

(Department of Geology, Peking University, Beijing 100871)

Key words: extensional gneiss dome, ore-forming process, Qingchenzi, Liaoning Province

Abstract

The Qingchengzi Pb-Zn-Ag-Au orefield is an ore cluster area where several large deposits occur. The tectonic pattern of the Qingchenzi Pb-Zn-Ag-Au orefield is dominated by a crustal extensional gneiss dome (or metamorphic core complex) at a medium depth. The structural assemblage of the extensional gneiss dome governs the deposition and the shapes of orebodies as well as the sizes of the ore deposits. In the southwest folded limb of the gneiss dome, NE- or NW-striking steep faults are widely distributed and cut the bedding of the metamorphic stratiform formation. The steep faults strictly control the orebodies which are generally of small size. Ore deposits are characterized by filling-replacement lead-zinc veins with high-grade lead and zinc ores occurring within the steep faults. On the basis of the features of the structures which control the ore-forming activity and shapes of the orebodies, the orebodies are divided into Nanshan-style and Benshan-style. The lead-zinc deposits such as Beilazi, Xiquigou, Mapao, Benshan, Erdaogou, Dadonggou and Nanshan are dominated by filling-replacement vein-like orebodies. In the extensional slipping limb of the gneiss dome, there are abundant metallogenic elements in Gaixian Group and Dashiqiao Group in the upper part of the metamorphic stratiform formation, thus favorable for preliminary enrichment. Several interlayer detachment fault zones are well developed in the extensional slipping limb and extend persistently. The faults are normally of large size and likely to provide space for the formation of ore deposits, even large deposits. The ore-forming process was dominated by hydrothermal alteration instead of filling, resulting in the formation of low grade lead-zinc deposits. The major deposits, such as the Zhenzigou lead-zinc deposit, the Gaojiapuzi silver deposit and the Xiaotongjiapuzi gold deposit, are of stratiform or stratoid style in the extensional slipping limb.