

岩脉的侵位机制对成矿作用的约束 ——以内蒙古大井锡多金属矿床为例

李德东, 王玉往, 王京彬, 王莉娟, 龙灵利, 廖震

(有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012)

[摘要] 岩脉的侵位机制对理解岩脉和矿脉的侵位过程有着重要的意义。本文详细介绍了岩脉的侵位机制, 并以大井锡多金属矿床为例初步探讨了矿区内岩脉与矿脉的关系。研究表明, 区域上主要受 NW-SE 向的挤压应力, 在海西期向燕山期转变阶段, 区域应力场并没有发生变化, 只是林西断块发生了顺时针转动的结果。矿区范围内, 同样受 NW-SE 向挤压应力作用, 块体也发生了相应的变化, 推测矿区西南向北东方向挤压应力逐渐减小, 隆升剥蚀量也随之减小。整体上, 岩脉侵位于先存裂隙, 矿脉侵位于岩脉形成的构造空间, 局部具有互相穿插的现象。通过岩脉和矿脉的侵位过程, 认为矿区西部寻找斑岩型矿床潜力较大。

[关键词] 岩脉 矿脉 侵位机制 应力场 大井锡多金属矿床

[中图分类号] P618 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2012)03-0538-8

Li De-dong, Wang Yu-wang, Wang Jing-bin, Wang Li-juan, Long Ling-li, Liao Zhen. Constraints of dike emplacement mechanism on metallogenesis: An example from the Dajing tin-polymetallic deposit, Inner Mongolia[J]. Geology and Exploration, 2012, 48(3): 0538-0545.

0 引言

岩脉是最普通最常见的地质体, 由于它出露规模相对较小, 在地质填图工作中往往被忽略。然而, 多数岩脉或多或少地与一些内生金属矿床有着千丝万缕的联系, 特别是造山后脉岩群可能与成矿关系密切, 有望成为内生金属成矿作用的宏观标志体(罗照华等, 2007)。大井矿床是一个锡多金属矿床, 矿区内发育着一系列岩脉, 未见规模较大的深成岩体, 这些岩脉有的可见锡石矿化(李国华, 1986), 有的脉岩中有锡石石英细脉, 局部地段可见矿体穿切岩脉现象(黄世乾等, 1986), 有的岩脉本身就是矿体(李如满等, 2004)。前人对矿区内的矿脉矿石矿物成分(王玉往等, 2002a, 2002b, 2002c; 张春华, 2004)、矿化元素(赵利青等, 2002)、成矿流体(王莉娟等, 2000; 刘伟等, 2002)等进行了详细的论证, 并从金属矿物与岩脉的铂族元素分布对比来研究矿脉与岩脉的关系(储雪蕾等, 2002)。然而, 限于对岩

脉和矿脉侵位机制的重视程度不够, 把成矿潜力寄托在发现深成岩体上, 目前只有王荣全等(2007)报道过可能发现了深部闪长岩体, 但因井故无法继续施工, 进而无法证实这个深成岩体的规模。从岩脉与矿脉的紧密关系以及计算的矿脉储量来看, 大井锡多金属脉状矿床可能存在新的成矿类型(王玉往等, 2010)。本文以大井锡多金属矿床为例, 从岩脉的侵位机制角度探讨岩脉与成矿的关系。

1 岩脉的侵位机制

岩浆侵入地壳中的裂隙可以形成岩墙或岩脉, 在分析岩脉和岩墙的侵位机制时两者可以等同, 本文在讨论其侵位机制时把两者等同看待。以岩脉侵位为例来介绍这种岩浆侵入体的侵位机制。

可以把岩脉简化为椭圆形的受力体, 受力分析如图1所示。岩脉的宽度与长度和压力之间的关系可以用下式表示(Rubin, 1995):

[收稿日期] 2011-11-07; [修订日期] 2012-01-15; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 本文为全国危机矿山接替资源找矿项目(200699105)资助成果。

[第一作者] 李德东(1975年-), 男, 2011年毕业于中国地质大学(北京), 获博士学位, 工程师, 现主要从事矿床地质研究工作。E-mail: lidedong2005@126.com。

$$w = \frac{(P - \sigma)l}{\mu/(1 - \nu)} = \frac{\Delta P l}{M}$$

(1)

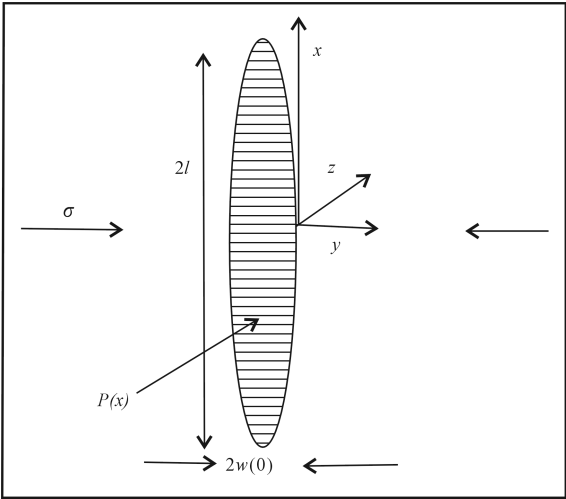


图 1 岩墙侵位力学分析图解(据 Rubin,1995)

Fig. 1 Diagram showing mechanical analysis of dike emplacement (after Rubin,1995)

2*l*—岩墙的长度,2*w*(0)—岩墙的初始宽度,*P*(*x*)—岩浆内压力, σ —围岩对岩墙的压应力
2*l*— the length of dikes; 2*w*(0)—the initial thickness of dikes;
P(*x*)— the magmatic pressure; σ —the normal stress to the dike plane

式中 *w* 为岩脉宽度的一半,*l* 为岩脉长度的一半, μ 为围岩的弹性剪切模量, ν 为围岩材料的泊松比。可以把等式(1)中的 $\Delta P/M$ 看作一个无量纲变量 λ ,因此等式(1)就变为

$$w = \lambda l$$

(2)

等式中的无量纲变量 λ ,取决于不同构造环境的围岩所受力学状态,对于同一环境下此值近似为固定值。

岩脉的宽度与长度成线性关系与两个因素有关,即岩浆内压与围岩压力之差(ΔP)和围岩的弹性刚度(*M*)。前者与岩浆的供给量和区域差应力有关(Pollard,1990),而后者取决于围岩材料的力学性质(Rubin,1995)。

岩脉之所以能继续延伸(伸展),其关键在于裂隙顶部由于拉张产生的应力强度系数(*K*)超过了围岩材料本身所具有的破裂屈服强度系数(*K_c*)。裂隙顶部产生的应力强度系数可以用下式(据 Rubin,1995)表示:

$$K = (P - \sigma) \sqrt{l}$$

(3)

各种围岩材料本身的破裂屈服强度可以由实验得出(Pollard,1990),只有当 $K \geq K_c$ 时,裂隙才可以

继续伸展。事实上,只要存在岩浆的内压与围岩应力之差大于零(即存在岩浆过压),裂隙就可以伸展,因为在裂隙顶部产生的拉伸应力为围岩原位应力屈服强度的 2 个数量级倍(Gudmundsson,2000)。

基于(3)式假设围岩为弹性均质体并且为同种介质,并且假设岩脉长度没有发生变化,那么围岩破裂强度取决于岩浆内压力 *P* 和区域应力(σ)的大小。

岩脉侵位时,岩浆的压力大于垂直于岩脉面的主应力值(即 *y* 轴方向的应力),否则裂隙将闭合。当岩浆压力大于区域最小主应力而小于中间主应力值时,岩浆沿 *xz* 垂直面侵位;当岩浆超压(岩浆压力减去最小主应力值)等于中间主应力值时,岩浆将以近圆柱状侵位或以共轭面交替侵位;当岩浆的超压大于中间主应力值时,岩浆沿 *yz* 垂直面侵位;当岩浆的超压大于最大主应力值时,岩浆沿 *xy* 水平面侵位,这时岩脉将变成岩床形式。

根据以上岩脉侵位的力学分析可知,岩脉侵位形式的变化取决于几个因素:岩浆内压、围岩应力(区域应力)和上覆围岩压力,此外,还应考虑围岩的不均一性。这些因素互相制约,互相影响,决定着岩浆以何种形式侵位。

一般来说,岩脉的放射状分布形式说明岩浆内压为主要控制因素,而岩脉的平行分布则说明以区域应力为主要控制因素,岩脉与岩床的互相转换或岩脉的不均匀分布是围岩性质不均一的表现。

2 大井矿区岩脉与矿脉

大井矿床位于大兴安岭褶皱带南端的黄岗—甘珠尔庙中生代构造成矿带。矿区内出露地层以单斜为主(图 2),主要为上二叠统林西组一套淡水湖泊相正常沉积的粉砂岩、细砂岩夹中粒杂砂岩及泥灰岩,其中炭质板岩、粉砂岩和细砂岩是主要容矿围岩(据内蒙古区域地质志,1991)。矿区内分布有大量的宽成分谱系的岩脉和矿脉,未见规模较大的深成岩体。

2.1 岩脉分布规律

矿区内广泛发育有侏罗纪英安斑岩、霏细斑岩、辉绿玢岩、玄武玢岩、煌斑岩等浅成、超浅成岩脉(王玉往等,2002b)。岩脉分布具有一定的规律性,霏细斑岩脉,分布于矿区中部,NW 走向,长 100 余米,厚 0.3 m 到数米;中酸性次火山岩(包括英安斑岩、流纹斑岩和花岗斑岩)主要分布于矿区的中部和西部,有 NE 和 NW 向两组,出露长度 10 ~ 800 m,

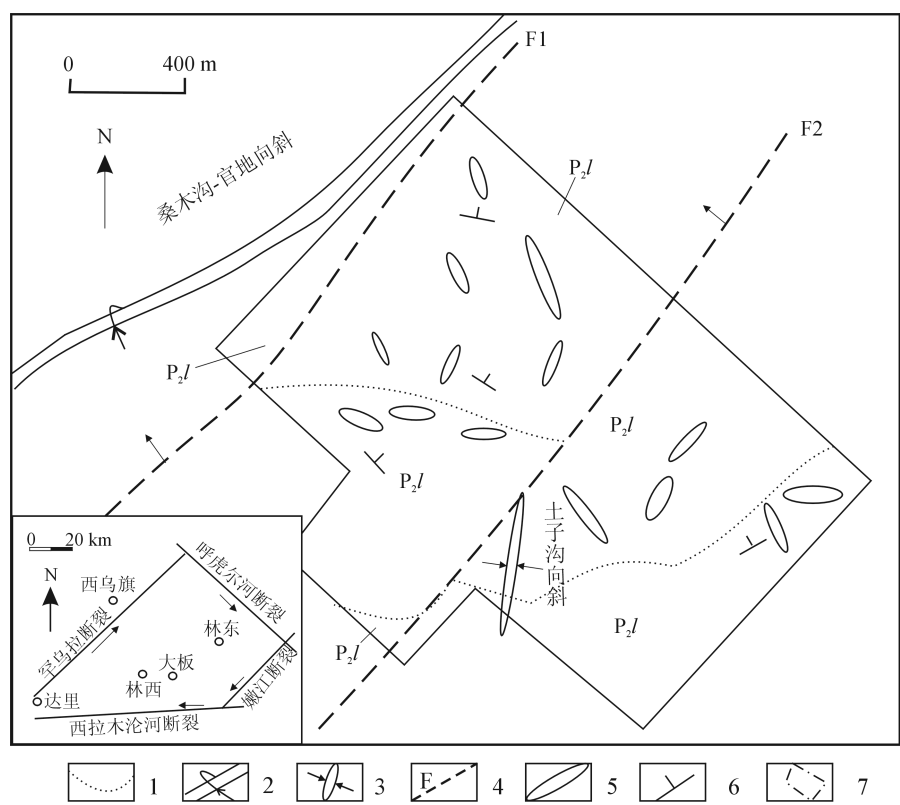


图2 大井矿床地质构造及岩脉位置简图(据郑波,2009 修改)

Fig. 2 Simplified geological map showing structure and vein locations (modified from Zheng *et al*,2009)

1-地质界线;2-倒转向斜;3-向斜;4-断层及编号;5-岩脉;6-地质产状;7-矿区范围;P₂l-林西组二叠系地层
1-geological boundary; 2- inversion syncline; 3- syncline; 4- fault and number; 5- veins; 6- geological occurrence;
7- mine area; P₂l- Permian Linxi Formation

厚2~20 m;中基性次火山岩(包括安山玢岩、辉绿玢岩和玄武玢岩)多分布于矿区东部,呈NW向,出露长度800多米,厚几厘米到数米;煌斑岩,见于矿区西南部,倾向近南北,长不足100 m,厚仅几厘米到数米,仅见云斜煌岩出露(王玉往等,2006)。

相应地,脉岩的粒度粗细也具有一定的规律性,西部粒度较粗,出现聚斑状、多斑结构的安山玢岩和具球粒嵌晶结构的英安斑岩;东部粒度较细,具间隐结构、隐晶质结构、暗化边结构,斑晶较少,包含大量围岩角砾;中部英安斑岩具球粒结构、无斑球粒结构、霏细结构等。

2.2 矿脉分布规律

经统计矿区内计有储量的矿脉,把矿脉大致可以分为3种类型,即铜锡(银)矿脉、铅锌(银)矿脉和铜(锡)铅锌(银)矿脉(王玉往等,2002b)。铜锡矿脉分布于中部(老区和北区南部),特别是NE向F2断裂两旁,铅锌矿脉分布于东西两侧,二者之间有一个过渡区。铜锡矿脉在走向上存在着成分的渐变,在倾向上表现为平行分带。矿体总体呈NW或

NWW向平行排列,在延伸方向上垂直分带不明显(王玉往等,2002b)。

根据600 m标高矿脉水平剖面分布图(图3),可以看出矿脉分布是不均匀的,中北部和东部矿脉数量较多,西部和南部矿脉数量较少。F1断裂附近矿脉数量相比F2断裂附近矿脉数量较少,F2断裂南端矿脉分布不均匀,出现较少矿脉的贫瘠区,所有矿脉的走向并不因断裂F1、F2的存在而发生明显变化,说明矿脉的侵位可能主要受控于区域应力场的作用。

3 讨论

3.1 区域构造应力分析

大兴安岭南段构造活动主要以海西期和燕山期为主,据张喜周和张振邦(2003)研究表明,早古生代之后区域主压应力方向由近SN向挤压逐渐转变为NW-SE向挤压,进而转变为NWW-SEE向;王永争等(2001)也认为大井地区构造主要受海西期和燕山期两期构造作用为主,并且认为海西期主要受

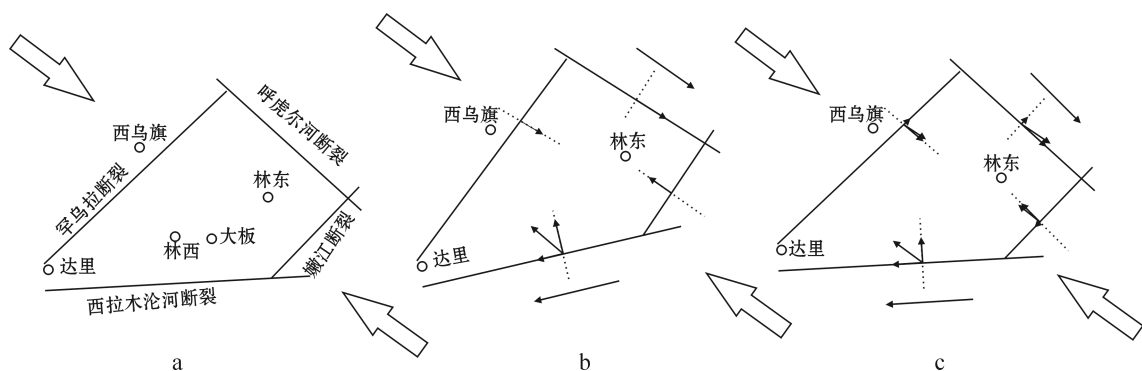


图4 区域构造应力的力学分析图(详细说明见正文)

Fig. 4 Mechanical analysis of regional tectonic stresses (see text for detail)

3.2 矿区构造应力分析及岩脉侵位

通过区域构造应力分析,我们认为区域上自海西期到燕山期,区域应力场的方向和力学性质并没有发生变化,只是林西断块发生了顺时针转动的结果。矿区内的构造是随着林西断块的转动而转动,因此,矿区内的应力分析与区域上的大致相同。

根据岩脉侵位机制分析,矿区内的岩脉主要走向为NW-SE向,与区域上岩脉走向相近(图5)。因此,可以初步判断矿区范围内当岩脉侵位时主要受NW-SE向的挤压应力为主,此外还有区域应力分解形成的近SN向的挤压应力,这可能是形成矿区内F1、F2断裂之间的一些近SN向断裂的主要力源(图5a)。矿区在此力系的作用下,形成以西南部(F1、F2断裂南端附近)以挤压应力为主,东北部(F1、F2断裂北端附近)具张性应力为主的局部应力场环境。岩浆充填这些断裂或裂隙形成岩脉(图5b),随着林西断块的顺时针旋转,矿区内的岩脉和断裂也发生旋转(图5c),NE向的F1、F2断裂挤压性质转变为压扭性;F1、F2之间的近SN向的断裂由张扭性向压性转变;NW-SE向的岩脉由张性转变为张扭性。因此,可以利用岩脉的空间分布初步判断岩脉侵位时的区域应力场和局部应力场。

3.3 岩脉与矿脉的侵位过程

区内岩脉的岩石成分主要有霏细(斑)岩、闪长岩、中酸性次火山岩(英安斑岩、流纹斑岩等)、中基性次火山岩(安山玢岩、玄武玢岩)和煌斑岩等(王玉往等,2002a;李如满等,2004)。这些宽成分谱系的岩脉普遍富硅、碱、铁、镁, K_2O/Na_2O 比值变化大, A/CNK 比值均大于1, $A/NK=1.34\sim 14.3$,说明岩脉为铝过饱和岩类(张会琼等,2009)。各类脉岩稀土元素配分模式曲线相似,暗示它们可能具有

相同的来源(王玉往等,2009;张会琼等,2009,2011)。宽成分谱系岩脉组合的同时侵位可能意味着岩浆的快速上升和应力环境的转换(罗照华等,2006),也应伴随大规模流体活动(罗照华等,2008)。在泥岩及各类次火山岩(脉岩)中发现的近矿蚀变带宽达数十厘米至数米(艾永富和刘国平,1998)证实了这一推论。矿石和脉岩的铂族元素特征也显示两者在物质来源上具有密切关系(储雪蕾等,2002),铅、硫同位素研究表明矿床硫铅为单源,来源于深部岩浆,并且成岩与成矿同源(冯建忠等,1994)。以上证据表明,矿浆与宽成分谱系岩脉的源区是相同的,或者说它们来自相同的层位。

根据岩脉侵位机制分析,岩脉侵位时,如果围岩应力为挤压应力,岩浆压力与围岩应力之差应大于寄主岩的弹性破裂强度,岩脉才能伸展;如果围岩应力为拉张应力并且超过围岩的弹性破裂强度,那么可以形成垂直拉张力方向的裂隙,岩浆可以充填这样的裂隙形成岩脉,这种情况并不要求岩浆具有较大的内压力;如果围岩应力为拉张并且要小于围岩的弹性破裂强度,则需要岩浆具有一定的内压力。

区域和矿区范围内的岩脉走向近于平行,说明岩脉侵位时要么岩浆超压(岩浆压力减围岩应力)波动不大,要么岩浆充填先存裂隙(先存裂隙体现了稳定区域应力场作用产物)。从整体来看,应属于后者,但不排除局部存在岩浆压力过大的情况。

从林西断块的应力分析可以认为,在四条深大断裂构造造成的“菱形”的左下角区域,主要受挤压应力为主,在“菱形”中间区域受NW-SE向挤压应力(NE-SW向拉张应力)为主。如果挤压应力环境暗示着块体增厚隆升,那么可以推测断块从SW向NE方向隆升幅度减小,剥蚀量减小。岩相学西部粒度

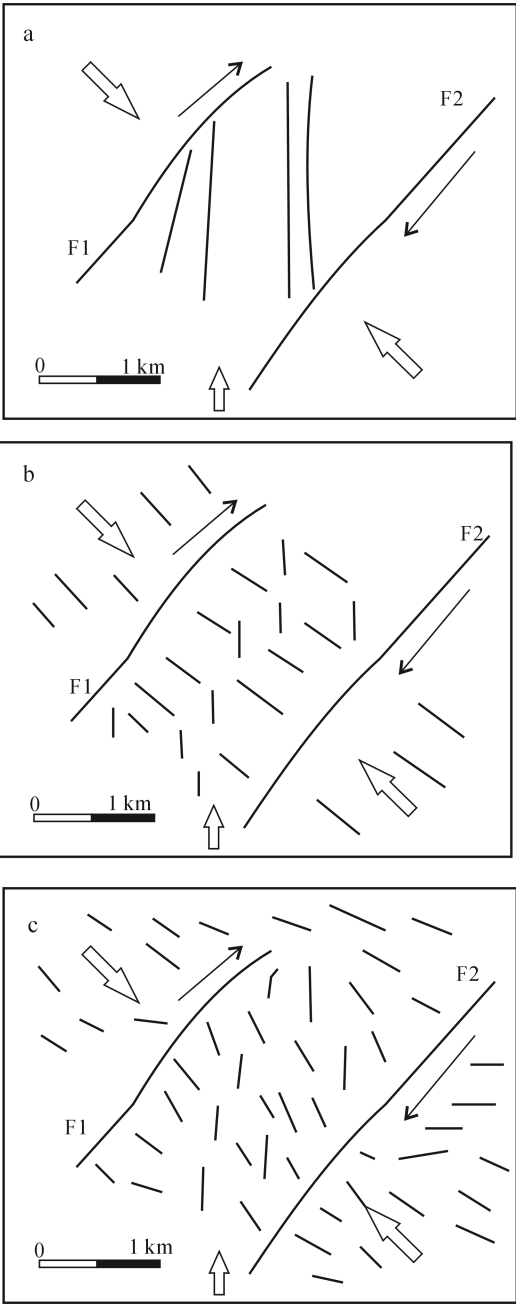


图 5 大井矿区构造应力分析及岩脉侵位示意图(详细说明见正文)

Fig.5 Diagrams showing regional tectonic stress and dike emplacement in the Dajing ore district (see text for detail)

较粗(结晶时间长)东部粒度较细(结晶时间短)似乎证实了以上的推论。根据岩脉的冷凝与成矿流体侵位模型(李德东等,2011),含矿流体优先进入冷却较慢的岩体(岩脉),由于西部岩相学粒度较粗(暂且认为其结晶时间长,冷凝需要的时间长),含矿流体易形成斑岩型矿化,我们推测隆升剥蚀量较

大的部位(西部)寻找斑岩型矿床潜力较大。

从整体来看,岩脉侵位在前,矿脉侵位在后(王永争等,2001;郑波,2009),根据岩浆热效应分析,这种先后侵位时间间隔可能会较短(另文发表)。此外,矿区局部存在着两者互相穿插或前者明显穿插后者的关系,意味着岩脉和矿脉的侵位可能是多期次的,每一期次可能具有不同的矿化阶段,或者同一期次具有多个矿化阶段(王玉往等,2002a)。

4 结论

综上,通过岩脉的侵位机制,分析了大井矿区岩脉与矿脉的关系,初步得出以下几点认识:

(1) 区域构造环境,林西断块受 NW-SE 向挤压应力作用,从海西期到燕山期,区域应力场并没有发生变化,只是断块发生了顺时针转动;矿区范围内,块体所受应力场与区域应力场相似,从西南向东北方向,挤压应力减小,隆升剥蚀量也随之减小。

(2) 岩脉与矿脉的侵位受区域应力场的控制;矿区内其侵位形式主要受区域和局部应力场的控制。

(3) 岩脉多侵位于先存裂隙,可以用来重塑古构造应力场;通过应力分析认为,西部寻找斑岩型矿床具有较大的潜力。

[注释]

① 华北有色地质勘查局综合普查大队第一普查队. 1990. 内蒙古自治区林西县官地乡大井矿区铜锡多金属矿控矿因素和矿床成因等问题的初步研究[R]

[References]

Atkinson B. K. , Meredith P. G. 1987. Experimental fracture mechanics data for rocks and minerals[J] , in Fracture Mechanics of Rock, edited by B. K. Atkinson, Academic, San Diego, California, 477-525

Ai Yong-fu, Liu Guo-ping. 1998. The study of chlorite at Dajing deposit in Inner Mongolia, China [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 34 (1) : 97-105 (in Chinese with English abstract)

Chu Xue-lei, Huo Wei-guo, Zhang Xun. 2002. Pb isotopes and sources of metallogenic elements of the Dajing Cu-polymetallic deposit in Linxi county, Inner Mongolia, China[J]. Acta Petrologica Sinica, 18 (4) : 566-574 (in Chinese with English abstract)

Feng Jian-zhong, Ai Xia, Wu Yu-bin, Liu Guo-ping. 1994. The stable isotopic geochemistry of the Dajing polymetallic deposit, Inner Mongolia [J]. Jilin Geology, 13 (3) : 60-66 (in Chinese with English abstract)

Huang Shi-gan, Lin Da-fu, Yan Yu-xun, Shi Zheng. 1986. The genesis of Dajing tin- silver-copper deposit [J]. Geology and Exploration, 22 (6) : 28-32 (in Chinese)

Li De-dong, Luo Zhao-hua, Zhou Jiu-long, Yang Zong-feng, Liu Cui.

2011. Constraints of dike thickness on the metallogenesis and its application to the Shihu gold deposit [J]. *Earth Science Frontiers*, 18 (1): 166–178 (in Chinese with English abstract)
- Li Guo-hua. 1986. The preliminary study on prospecting direction and ore-controlling factors of Dajing tin-polymetallic ore field [J]. *Geology and exploration*, 22(2): 29–30 (in Chinese with English abstract)
- Li Ru-man, Kang Li-xiang. 2004. Geological and mineralogenetic characteristics of Dajing tin polymetallic deposit and its prospecting direction [J]. *Mineral Resources and Geology*, 18(6): 517–522 (in Chinese with English abstract)
- Luo, Zhao-hua, Wei, Yang, Xin, Hou-tian, Zhan, Hua-ming, Ke-Shan, Li, Wen-tao. 2006. Petrogenesis of the post-orogenic dike complex: Constraints to lithosphere delamination [J]. *Acta Petrologica Sinica* 22(6): 1672–1684 (in Chinese with English abstract)
- Luo, Zhao-hua, Lu, Xin-xiang, Wang, Bing-zhang, Chen, Bi-he, Huang, Fan, Yang, Zong-feng, Wang-Yang. 2008. Post-orogenic dike complexes and implications for metallogenesis [J]. *Earth Science Frontiers* 15(4): 1–12 (in Chinese with English Abstract).
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Nei Mongol Autonomous Region. 1991. *Regional Geology of Nei Mongol Autonomous Region* [M]. Beijing: Geogical Publishing House; 734 (in Chinese)
- Rubin A M. 1995. Propagation of magma-filled cracks [J]. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 23: 287–336
- Wang Fu-quan. 1989. On the formation of the Dajing deposit-based upon tectono-geochemical analysis [J]. *Geology and Prospecting*, 9: 46–52 (in Chinese)
- Wang Han-sheng. 1992. The relationship between the dyke and ore-controlling of Dajing tin-polymetallic deposit in Inner Mongolia [J]. *Non-Ferrous Mining and Metallurgy*, 4: 1–3 (in Chinese)
- Wang Li-juan, Wang Yu-wang, Wang Jing-bin, Jin Xin-di and Zhu He-ping. 2000. Study of tin and copper metallogenetic fluid from Dajing deposit and its genetic significance [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 16(4): 609–614 (in Chinese with English abstract)
- Wang Rong-quan, Wang Guo-zheng, Cao Shu-wu, Chen Xue-jiao. 2007. Discovery of diorite at the depth of the Dajing tin polymetallic deposit and its significance for exploration [J]. *Mineral Resource and Geology*, 21(2): 169–172 (in Chinese with English abstract)
- Wang Yong-zheng, Qin Gong-jiong, Ou Qiang. 2001. The structure and mineralization of Dajing copper-tin-polymetallic deposit in Linxi, Inner Mongolia [J]. *Geology and prospecting*, 37(5): 19–23 (in Chinese with English abstract)
- Wang Yong-zheng, Qin Gong-jiong, Yuan Yue-qing, Ou Qiang. 2005. Rotational structure system of Dajing copper tin polymetallic deposit in Inner Mongolia [J]. *Mineral Resources and Geology*, 19(4): 355–360 (in Chinese with English abstract)
- Wang Yu-wang, Qu Li-li, Wang Jing-bin, Wang Li-juan, Jiang Neng Mao Qian. 2002a. Ore minerals in Dajing Tin-polymetallic deposit, Inner Mongolia, and their temporal and spatial evolution [J]. *Mineral Deposit*, 21(1): 23–34 (in Chinese with English abstract)
- Wang Yu-wang, Qu Li-li, Wang Li-juan, Yang Li-yong, Zhang An-li. 2002b. Study on the mineralization center of Dajing tin-polymetallic deposit, Inner Mongolia [J]. *Geology and Prospecting*, 38(2): 23–27 (in Chinese with English abstract)
- Wang Yu-wang, Wang Jing-bin, Wang Li-juan, Mao Qian, Jiang Neng. 2002c. Study on the silver minerals of Dajing deposit, Inner Mongolia [J]. *Geological Review*, 48(5): 526–534 (in Chinese with English abstract)
- Wang Yu-wang, Wang Jing-bin, Wang Li-juan. 2006. Characteristic of tin minerals from Dajing tin-polymetallic deposit, Inner Mongolia, China [J]. *Geology and Prospecting*, 42(4): 51–56 (in Chinese with English abstract)
- Wang Yu-wang, Wang Li-juan, Zhang Hui-qiong, Liao Zhen, Long Ling-li. 2010. Quest for new prospecting type on the Dajing deposit, Inner Mongolia [J]. *Mineral exploration*, 1(1): 33–38 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Chun-hua. 2004. Ore composition and characteristics of the Dajing tin polymetallic deposit in Inner Mongolia [J]. *Mineral Resources and Geology*, 18(1): 13–17 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Hui-qiong, Wang Jing-bin, Wang Yu-wang, Wang Li-juan, Long Ling-li, Liao Zhen. 2011. The mineralization and prospecting significance of dykes of Dajing tin-polymetallic deposit, Inner Mongolia [J]. *Geology and Exploration*, 47(3): 344–352 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Xi-zhou, Zhang Zhen-bang. 2003. Geological structure and metallogeny in the southern section of Daxing'anling, Inner Mongolia [J]. *Mineral Resources and Geology*, 17(sup.): 298–301 (in Chinese with English abstract)
- Zhao Li-qing, Uemoto Takeshi, Qin Gong-jiong, Sun Shi-hua, Wang Yu-wang, Wang Yong-zheng, Zhang An-li, Wang Yao-ming. 2002. Distribution of mineralization elements in Dajing tin-polymetallic deposit, China [J]. *Geology and Prospecting*, 2002, 38(4): 22–27 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

- 艾永富, 刘国平. 1998. 内蒙大井矿床的绿泥石研究 [J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 34(1): 97–105
- 储雪蕾, 霍卫国, 张 翼. 2002. 内蒙古林西县大井铜多金属矿床的硫、碳和铅同位素及万寿和物质来源 [J]. *岩石学报*, 18(4): 566–574
- 冯建忠, 艾 霞, 吴俞斌, 刘国平. 1994. 内蒙大井多金属矿床稳定同位素地球化学特征 [J]. *吉林地质*, 13(3): 60–66
- 黄世乾, 林达富, 晏汝逊, 石 铮. 1986. 大井锡-银-铜矿床及其成因 [J]. *地质与勘探*, 6: 28–32
- 李德东, 罗照华, 周久龙, 杨宗锋, 刘翠. 2011. 岩墙厚度对成矿作用的约束: 以石湖金矿为例 [J]. *地学前缘*, 18(1): 166–178
- 李国华. 1986. 大井锡-多金属矿田控矿因素及找矿方向初步探讨 [J]. *地质与勘探*, 4: 29–30
- 李如满, 康利祥. 2004. 大井锡多金属成矿地质特征及找矿方向探讨 [J]. *矿产与地质*, 18(6): 517–522
- 刘 伟, 李新俊, 谭 骏. 2002. 内蒙古大井铜-锡-银-铅-锌矿床的流体混合作用-流体包裹体和稳定同位素证据 [J]. *中国科学(D 辑)*, 32(5): 405–414
- 罗照华, 魏 阳, 辛后田, 詹华明, 柯 珊, 李文韬. 2006. 造山后脉

岩组合的岩石成因-对岩石圈拆沉作用的约束[J]. 岩石学报, 22(6):1672-1684

罗照华,卢欣祥,王秉璋,陈必河,黄凡,杨宗锋,汪洋. 2008. 造山后脉岩组合与内生成矿作用[J]. 地学前缘,15(4):1-12

内蒙古自治区地质矿产局. 1991. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社:734

王伏泉. 1989. 从构造地球化学角度分析大井矿床的形成[J]. 地质与勘探,9:46-52

王汉生. 1992. 内蒙古大井多金属矿床脉岩与控矿关系[J]. 有色矿冶,4:1-3

王莉娟,王玉往,王京彬,靳新娣,朱和平. 2000. 大井矿床锡铜矿体成矿流体研究及其成因意义[J]. 岩石学报,16(4):609-614

王荣全,王国政,曹书武,陈雪娇. 2007. 大井锡多金属矿床深部闪长岩体的发现及找矿意义[J]. 矿产与地质,21(2):169-172

王永争,覃功炯,欧强. 2001. 内蒙古林西大井铜锡多金属矿区构造与成矿[J]. 地质与勘探,37(5):19-23

王永争,覃功炯,袁跃清,欧强. 2005. 论内蒙大井铜-锡多金属矿区旋转构造体系[J]. 矿产与地质,19(4):355-360

王玉往,曲丽莉,王京彬,王莉娟,姜能,毛骞. 2002a. 大井锡多金属矿床矿石矿物成分及时空演化[J]. 矿床地质,21(1):23-34

王玉往,曲丽莉,王莉娟,杨利勇,张安立. 2002b. 大井锡多金属矿

床矿化中心的探讨[J]. 地质与勘探,38(2):23-27

王玉往,王京彬,王莉娟,毛骞,姜能. 2002c. 内蒙古大井矿床中银矿物的研究[J]. 地质论评,48(5):526-534

王玉往,王京彬,王莉娟. 2006. 内蒙古大井锡多金属矿床锡矿物特征[J]. 地质与勘探,42(4):51-56

王玉往,王京彬,张安立,王莉娟,张会琼,廖震. 2009. 内蒙古大井矿床之找矿新类型探索[J]. 矿物学报,增刊,566-567

王玉往,王莉娟,张会琼,廖震,龙灵利. 2010. 内蒙古大井矿床之找矿新类型探索[J]. 矿产勘查,1(1):33-38

曾庆丰. 1980. 矿脉雁列规律及其意义[J]. 地质科学,1:34-43

张春华. 2004. 内蒙大井锡多金属矿床矿石的物质成分及特征[J]. 矿产与地质,18(1):13-17

张会琼,王玉往,王京彬,龙灵利,廖震. 2009. 内蒙古大井锡多金属矿床岩脉地球化学特征[J]. 矿物学报,增刊:100-101

张会琼,王京彬,王玉往,王莉娟,龙灵利,廖震. 2011. 内蒙古大井锡多金属矿床脉岩的成矿与找矿意义[J]. 地质与勘探,47(3):344-352

张喜周,张振邦. 2003. 内蒙大兴安岭南段地质构造与成矿[J]. 矿产与地质,17(增刊):298-301

赵利青,上本·武,覃功炯,孙世华,王玉往,王永争,张安立,王耀明. 2002. 大井锡多金属矿床矿化元素分布特征研究[J]. 地质与勘探,38(4):22-27

Constraints of Dike Emplacement Mechanism on Metallogensis: An example from the Dajing Tin-polymetallic Deposit, Inner Mongolia

LI De-dong, WANG Yu-wang, WANG Jing-bin, WANG Li-juan, LONG Ling-li, LIAO Zhen
(China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing 100012)

Abstract: Mechanism of dike emplacement is significant to understanding intrusion processes of dikes and ore veins. This paper describes the mechanism of dike emplacement, and takes the Dajing ore deposit as an example to discuss the relationship between dikes and ore veins. Our study shows that dikes and ore veins in the region are mainly under the NW-SE directed compressive stress. During the period from the Hercynian to the Yanshanian, the regional stress field remained unchanged, while the block Linxi had a clockwise rotation. Within the Dajing ore deposit area, the NW-SE directed compressive stress was also dominated, and a similar rotation occurred. Thus, we infer that the magnitude of compressive stress declined from SW to NE in the Dajing ore deposit area, and that the amount of uplift and erosion also decreased in this direction. In the whole, dikes intruded into the existing fissures and ore veins took the space of dikes, with local intercalation between dikes and ore veins. We suggest that the western portion of this ore field has a greater potential in search for porphyry-type deposits.

Key words: dike, ore veins, emplacement mechanism, stress field, Dajing tin-polymetallic deposit