

嵩县雷门沟钼矿床非构造裂隙类型及控矿作用研究

丰耀东¹, 周炳龙², 李举松², 杨志强³, 李俊芳³

¹河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院, 河南 郑州

²河南省金属矿产深孔钻探工程技术研究中心, 河南 郑州

³河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院, 河南 郑州

Email: yzq418@163.com

收稿日期: 2020年11月18日; 录用日期: 2021年1月19日; 发布日期: 2021年1月26日

摘要

嵩县雷门沟钼矿为斑岩型钼矿床, 控矿斑岩体岩性主要为正长花岗斑岩-斑状二长花岗岩。与控矿斑岩体上侵及冷凝有关的非构造裂隙强烈发育, 这些裂隙规模虽小却是各种含矿脉体充填的场所且与构造作用无关, 它直接控制着成矿金属矿物的赋存, 充分反映了斑岩型矿床的裂隙系统特征。本文重点研究了雷门沟斑岩型钼矿床非构造裂隙的主要类型及控矿特点, 为深入研究雷门沟钼矿成矿作用过程及矿床模型建立提供了新的思路。

关键词

雷门沟, 斑岩钼矿, 非构造裂隙, 金属矿物

Study on Atectonic Fissure Types and Ore-controlling Effects in Songxian Leimenggou Molybdenum Deposit

Yaodong Feng¹, Binglong Zhou², Jusong Li², Zhiqiang Yang³, Junfang Li³

¹No. 3 Geo-Exploration Institute Henan Provincial Bureau of Geo-Exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan

²Henan Deep Drilling Engineering Technology Research Center of Metal minerals, Zhengzhou Henan

³No. 2 Geo-Exploration Institute Henan Provincial Bureau of Geo-Exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan

Email: yzq418@163.com

Abstract

Leimengou molybdenum deposit in Song County is a porphyry type molybdenum deposit. The ore-controlling porphyry body is mainly syenite-porphyry monzonite granite. The non-structural fractures related to the intrusion and condensation of ore-controlling porphyry bodies are strongly developed. Although these fractures are small in size, they are filled by various ore-bearing veins and are not related to tectonism. They also directly control the occurrence of metallogenetic metallic minerals. It fully reflects the characteristics of fracture system of porphyry deposit. In this paper, the main types and ore-controlling characteristics of non-structural fissures in the Leimengou porphyry molybdenum deposit are studied.

Keywords

Leimengou, Porphyry Molybdenum Ore, Non-Structural Fissures, Metallic Minerals

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 矿区地质概况

嵩县雷门沟斑岩型钼矿是河南境内重要的钼矿床,其西段经详查提交工业矿钼金属资源量 63.64 万吨,矿床平均(Mo)品位 0.079%,矿床规模达特大型[1]。矿区地层主要为太古界太华岩群深变质岩(图 1),岩性主要为黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、斜长角闪片岩、大理岩或含石墨大理岩、磁铁石英岩等。矿区内断裂构造发育,主要有近东西向、北北东向、北东向、北西向四组,规模不等,长 200~1800 米,宽 1~10 余米,形成于燕山期,具多期活动特征;经矿体连接对比可知断裂构造没有破坏矿体的连续性,也没有改变矿体形态,即断裂构造不具控矿作用。矿区内岩浆活动频繁,与钼成矿关系密切的为中酸性—酸性的岩体、岩脉及小岩珠,岩性为二长花岗岩—石英二长岩(基)、二长花岗斑岩(体)、微细粒正长花岗岩—二长花岗岩(株) [2]。经锆石 U-Pb 法测年及辉钼矿钨—铼测年成果,成矿时代为燕山晚期(131.0 ± 0.6) Ma [3]。爆发角砾岩呈镶边状分布于控矿斑岩体顶部和岩体周围[4],钼矿体主要呈半环状围绕斑岩体内外接触带分布[5]。

2. 雷门沟钼矿床非构造裂隙类型及控矿特征

与受断裂构造控制的脉状热液型金属矿床的矿体不同,斑岩型矿床的矿体控矿因素不是与动力作用有关的断裂而是各种裂隙,这些裂隙可以是成矿前的断裂构造,也可以是与断裂构造无关但跟侵入岩体关系密切的复杂裂隙系统[6],这些裂隙系统的强烈和高密度发育为含矿流体的运移、循环、与围岩的物质交换及成矿物质的卸载提供了必不可少的有利空间,但这些裂隙系统都是与构造作用无关的裂隙,称为非构造裂隙。

2.1. 斑岩型矿床裂隙系统研究现状

斑岩型矿床规模巨大,经济意义显著,因此地学界对斑岩型矿床的研究也较深入。特别是成矿构造和

成矿结构面研究的引入，认为流体作用形成的裂隙—破裂系统是斑岩型矿床的主要成矿结构面[7]，当岩体内静水压力大于围岩静岩压力时在接触带形成从岩体内向围岩的放射状裂隙，当静岩压力大于岩体内静水压力时形成平行接触面的裂隙系统即环状裂隙。部分研究者从区域地质构造方面着手研究斑岩型矿床裂隙系统在方位展布上与区域构造线方向的一致性[8]，也有一些矿床学者提出斑岩型矿床裂隙系统与岩浆侵位的关系[9]。在对中国斑岩型铜钼矿床的总结中，学者们更多地注意到了斑岩型矿床裂隙系统的独特性[10]，以及裂隙发育的密度及广度，总体上确认斑岩型矿床的裂隙系统是岩浆作用的产物[11]。本文认为单纯的静水压力在地下深部是难以形成高密度水压裂隙的，本文更倾向于认为水压裂隙更可能是对岩浆上隆膨胀裂隙的继承，因为从岩浆作用的过程看，岩浆上侵作用于围岩在前，岩浆中的流体聚集、富集在后。因此本文重点是研究斑岩型矿床裂隙系统的非构造特征及其常见的发育形式、控矿具体方式及非构造裂隙的主要类型。

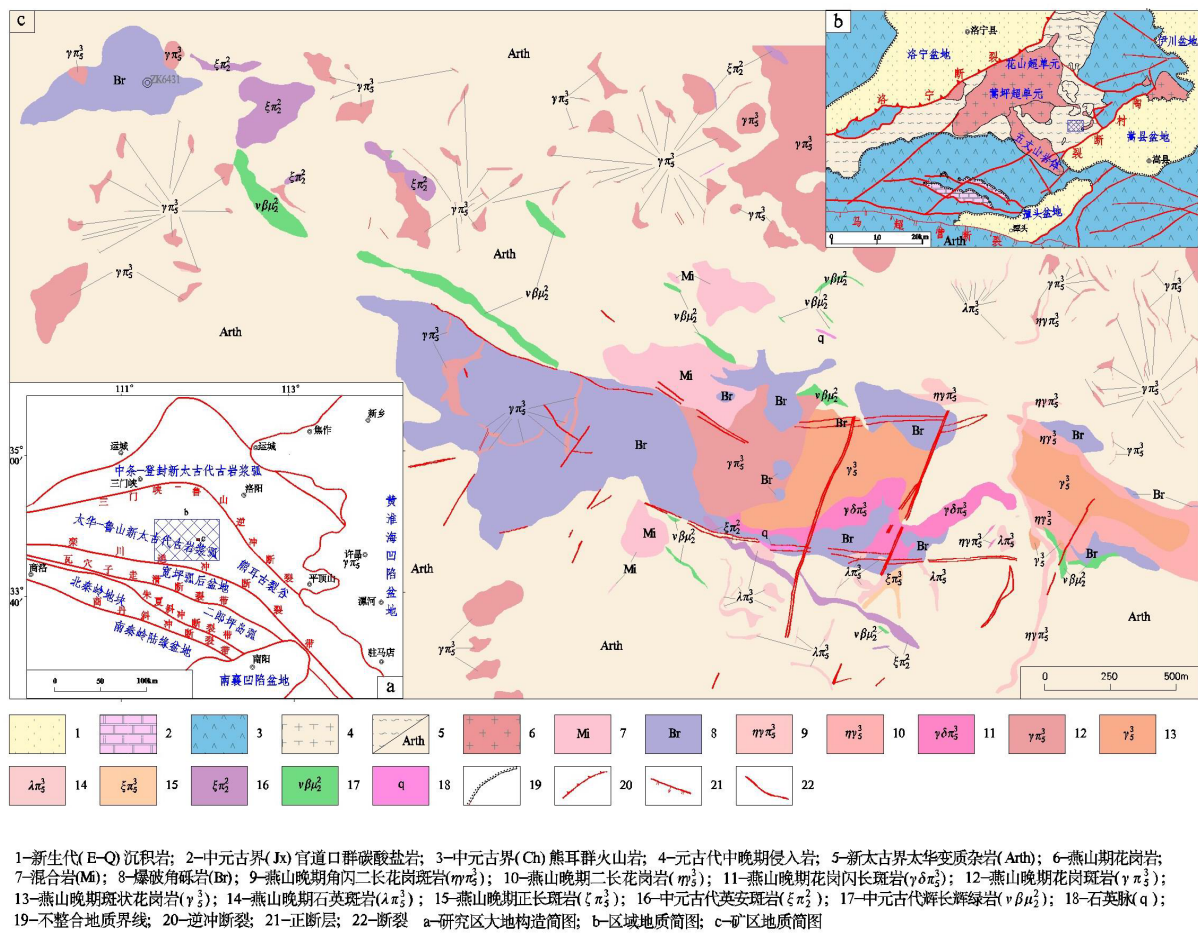


Figure 1. Skech of Leimengou Molybdenum mining area

图 1. 雷门沟钼矿区地质略图

2.2. 非构造裂隙的基本概念及特点

2.2.1. 非构造裂隙的概念

非构造裂隙是指与区域性构造作用无关的裂隙，主要是指在溶蚀(形成溶洞、孔穴、坍塌)、风化(碎块化、角砾化)、热胀、冷缩、压实、失水、气体逸出等因素作用下形成的裂隙(缝)叫非构造性裂隙。

2.2.2. 与侵入岩体有关的非构造裂隙的特点

与沉积的具韵律性的层状岩石不同,侵入岩一般呈均一的块状体,而且由深部向上隆起时,对上覆围岩有顶托作用,对两侧围岩产生挤压,均能使围岩产生裂隙与变形。岩体在侵入时携带大量的热能,由于热传导现象的存在,会对围岩产生强烈的烘烤作用使之膨胀裂解,同时成矿岩体富含流体,流体的活动将热传导引向岩体外侧更远的位置,这也是斑岩型矿床围绕岩体分布的主要原因。

与侵入岩体有关的非构造裂隙特点如下:

① 岩体自深部向上运移过程中必然对上覆围岩起上托作用产生与岩体界面基本垂直的张裂隙,同时岩浆的热流作用于围岩,由于热胀冷缩作用使围岩受热膨胀而产生膨胀裂隙。

② 大部分岩体平面形态一般呈圆形或椭圆形,当岩体上侵时带动围岩的上隆,但围岩的上隆是被动的,使之产生与岩体边界基本一致的裂隙系统即围绕岩体的环状裂隙,包括平行岩体顶面的发育于上覆围岩中的环状裂隙。

③ 当岩体上隆时,岩体顶面一般呈外倾的弧形,即中部高向周围变低,因此以岩体弧顶为中心向四周形成呈放射状散开的放射状裂隙。

④ 当岩体逐渐冷却时,同样由于热胀冷缩作用岩体及岩体外侧围岩均产生冷缩裂解,形成冷缩裂隙。由于岩石物理性质的差异,不同的岩性其膨胀系数或冷缩系数是不同的,因此当两种不同的岩性相接触时在其接触面会因其不同的收缩率(或收缩幅度)而产生微小的冷缩裂隙,这种裂隙在含矿脉体与围岩之间是普遍存在的。

⑤ 斑岩型矿床的控矿斑岩体在岩浆演化的后期会分异出大量流体,这是斑岩型矿床成矿的基础[12],早期流体处于超临界状态即高温气液,随着岩浆的逐步冷却和流体温度、压力的下降,流体在沿裂隙系统流通充填过程中,气体逸出留下大量孔洞,这些孔洞构造也是一种重要的非构造裂隙,为成矿物质的富集充填提供了空间。

2.3. 雷门沟钼矿床膨胀裂隙对含矿脉体的控制特点

雷门沟钼矿区因控矿斑岩体上隆在围岩中产生的膨胀裂隙较发育,同时由于岩体侵入的多阶段性(正长花岗斑岩-二长花岗岩),较早侵入的正长斑岩也作为较晚侵入的二长花岗岩的围岩存在,因此在控矿斑岩体中也同样发育密集的膨胀裂隙。裂隙的主要表现形式是热液活动形成的充填其内的各种脉体。各种膨胀裂隙规模差异较大,按裂隙宽度分为三种,即微裂隙、小裂隙和大裂隙。微裂隙宽度一般 1~3 毫米,延伸长度一般 5~50 厘米;小裂隙宽度一般 5 毫米至 3 厘米,延伸长度 0.5 米至 1.5 米,少部分延长可达 3~5 米;大者宽度则可达 1.0~10 米,延伸长度十几米至几百米。不论是毫米级的微裂隙还是厘米级的小裂隙、米级大裂隙,这些裂隙与构造作用无关,主要表现为张裂(开),裂隙面弯曲而不平直,不发育与断裂作用相关的角砾岩、断层碎粉和相对运动产生的磨擦面。沿裂隙充填的物质有两种,一种是与控矿岩体有关的具同源岩浆演化序列的岩脉、岩枝或超临界阶段形成钾长伟晶岩脉、石英脉,一般充填于大裂隙中;另一种则是成矿气液沿小裂隙或微裂隙充填形成的各种脉体如石英脉、辉钼矿石英脉、辉钼矿黄铁石英脉、辉钼矿黄铁方解石石英脉、辉钼矿黄铁萤石石英脉等成分复杂脉体。

沿裂隙充填的花岗斑岩脉与围岩(多数情况下围岩为隐爆角砾岩)一般具有清楚的界线,呈侵入接触关系。如图 2 所示,细微粒斑状花岗岩脉宽 7.2 米,沿裂隙贯入于爆破角砾岩中,二者因抗风化程度的差异在地形地貌上表现明显,二者界线为一小的冲沟。沿花岗斑岩脉与围岩界线追索发现,二者接触界线呈不规则锯齿状,接触界面附近的围岩仅具热液蚀变引起的颜色变化(颜色变浅)及烘烤疏松现象,但没有明显的动力作用所产生的碎裂岩、断层角砾岩、磨擦镜面等特征,因此其性质是裂隙而不是断层。在钻孔中也见有浅肉红色钾长伟晶岩脉沿裂隙的贯入,脉体与围岩具有清楚的界线,因强烈蚀变脉体一般较破

碎，如图 3 所示，钾长伟晶岩脉宽约 0.4 米，有小斑块状黄铁矿发育，是沿早期膨胀裂隙充填的。



Figure 2. Granite porphyry intrude into Breccig
图 2. 花岗斑岩侵入到爆破角砾岩中



Figure 3. Pegmatite dike filled in the granite porphyry fissure
图 3. 花岗斑岩裂隙中充填的伟晶岩脉

充填有花岗岩脉、伟晶岩脉、石英脉的规模较大的膨胀裂隙在雷门沟钼矿区总体而言不是控矿裂隙系统的主体，真正的控矿主体是规模更小一些的密集发育的膨胀裂隙系统。这些裂隙的产状也是较为复杂的，有与岩体界面垂直的表现为裂隙顺直孔的岩心长轴方向或与直孔的岩心长轴方略有点角的方向延伸（即与岩体界面相垂直的垂直裂隙），也有与直孔岩心长轴方向垂直或基本垂直的裂隙（即与岩体界面平行的环状裂隙），如图 4、图 5 所示。这些裂隙的规模一般是毫米级的微裂隙或小裂隙，宽度多在 1~5 毫米左右，少部分脉体宽度 1~2 厘米。但裂隙的密度大，达到或基本接近 1 条/1~2 厘米至 2 条/1 厘米。需要说明的是，平行或近平行岩体层面的环状裂隙与垂直或近垂直岩体层面的垂直裂隙是普遍发育的，都被成矿脉体（如辉钼矿石英脉、黄铁矿辉钼矿石英脉等）所充填。

这些复杂而密集的微裂隙系统可能不是同时形成的，之间有着较明显的交切或切错关系，不同的脉体相交切其实代表了裂隙在形成时间上的先后有差异。如图 6 所示，裂隙的形成至少可分为 3 个阶段，即 1 号辉钼矿化水平脉体形成于第一阶段，2 号辉钼矿化近垂直脉体形成于第 2 阶段，3 号黄铁矿化斜交脉体形成于第 3 阶段。在三者的组合关系上表现为 1 号辉钼矿化水平脉体被 2 号辉钼矿化近垂直脉体左行错

开，错距约 5 毫米；而 3 号黄铁矿化斜交脉体不仅左行错开了 1 号辉钼矿化水平脉体也同时左行错开了 2 号辉钼矿化近垂直脉体。以上现象说明斑岩型矿床的裂隙系统是复杂的，是多阶段形成的，而且早阶段形成的裂隙被较晚阶段形成的裂隙切错，还表现为即使是同一矿化成份的脉体在形成时间上也有先后，也从一个侧面说明控矿岩体的就位是一个长期的活动过程。

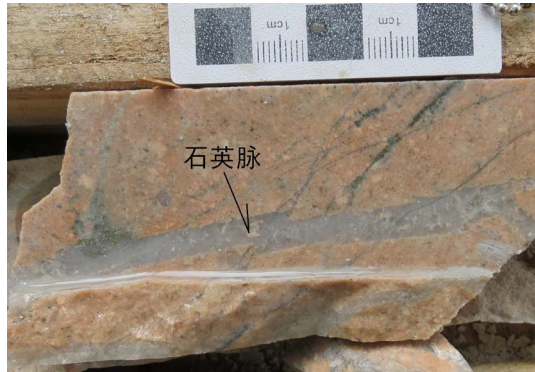


Figure 4. Vertical fissure developed along the long axis of the core

图 4. 沿岩心长轴方向发育的垂直裂隙

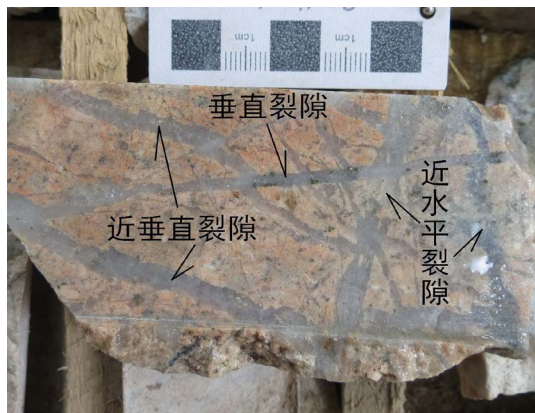


Figure 5. Horizontal fracture perpendicular to the long axis of the core

图 5. 与岩心长轴垂直的近水平裂隙

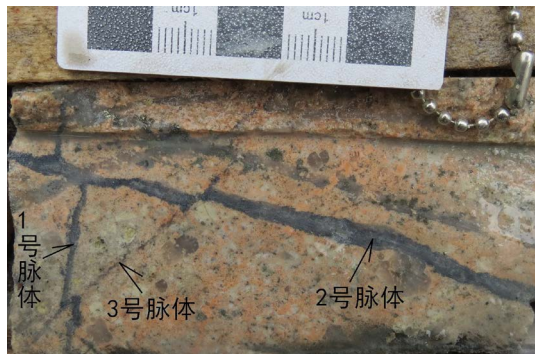


Figure 6. Intersection of vein indicate the sequence of fracture formation time

图 6. 脉体交切关系说明裂隙生成时间的先后

2.4. 雷门沟钼矿床冷缩裂隙对金属矿物赋存控制特点

与膨胀裂隙相比较,冷缩裂隙则主要形成于控矿斑岩体的冷凝阶段,或形成于控矿岩体外侧围岩的冷却收缩阶段,因此冷缩裂隙不仅发育于控矿斑岩体外侧的围岩中,也大量发育于控矿斑岩体内部。当控矿岩体冷却收缩幅度较大时其上覆围岩会因下部岩体的收缩而塌陷,此种情况下会产生较大规模的裂隙,这种裂隙与膨胀裂隙区分困难。但更多的情况下我们能观察到的是两种岩石因收缩幅度差异而产生的微裂缝或微缝隙,最主要的也是最有意义的是各种各样的含矿脉体与围岩之间因冷却过程中的收缩幅度差异而产生的微裂(缝)隙,这种微裂(缝)隙基本上都是毫米级的,宽度一般 0.1~1 毫米左右,个别达 2 毫米。这种类型的冷缩裂隙虽然规模微小,但与各种脉体密切共生,对钼矿和其它金属矿物的富集意义重大,它为钼矿物和其它金属矿物的赋存提供了有利空间。这种裂(缝)隙主要生成于各种脉体的边部,即脉体与围岩接触界面处,特别是在含矿脉体中更为明显,如图 7、图 8 所示,可见辉钼矿化主要在石英脉的边部发育,敲开后辉钼矿化呈薄脉状或薄膜状发育于脉体与围岩的接触面处。这是由于围岩与脉体的冷缩幅度不同而产生的赋矿裂隙。这种裂隙的规模都是毫米级的,裂隙宽度决定着辉钼矿化的厚度,也就是说决定着辉钼矿化的强度,或者说决定和影响钼矿矿石的品位,当脉体边部的冷缩裂隙宽度较大时所富集的辉钼矿的厚度也较大构成较富或较纯的辉钼矿脉,当脉体边部的冷缩裂隙宽度较小时,则富集的辉钼矿呈纹线状分布。

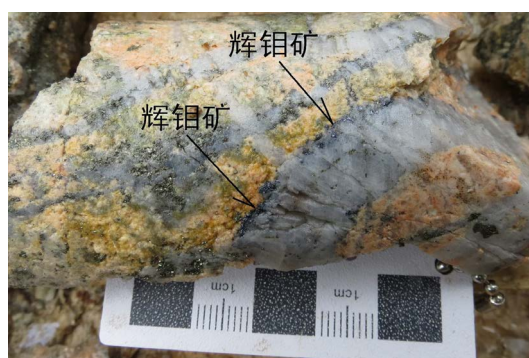


Figure 7. Molybdenite developed along the cold shrinkage fissure at the edge of quartz vein

图 7. 辉钼矿沿石英脉边部冷缩裂隙分布



Figure 8. Pyrite distributed in the cold shrinkage cracks at the edge of veins

图 8. 黄铁矿分布于脉体边部冷缩裂隙中

冷缩裂隙不仅发育于各种含矿脉体边部，也常发育于脉体内部，常见发育于含矿脉体内部与脉壁平行的微冷缩裂隙，这种微裂隙可以是相对连续的，更多情况下是断续的；可以是平直的，也可以是弯曲的。这种微裂隙也都是毫米级的，宽度一般小于 1 毫米，是辉钼矿和其它金属矿物的重要富集场所。如图 9 所示，石英脉体内部的冷缩微裂隙与脉体边部的冷缩裂隙呈平行分布。仔细观察还可以发现，这是不同阶段充填的两种石英脉冷却幅度差异造成的，一种为白色石英脉，另一种为烟灰色石英脉。由此可以看出，任何不同物理性质的两种岩石之间均能产生冷缩裂隙，这些裂隙被成矿脉体充填时才对成矿有意义，这是非构造裂隙控矿的主体，当然也可以被纯辉钼矿或其它金属矿物充填，但这是极少数，不是主要的非构造裂隙控矿型式。

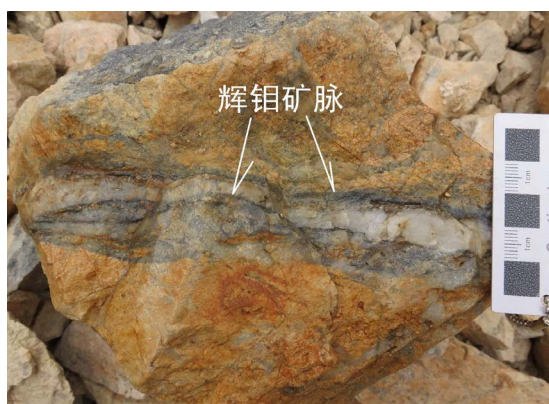


Figure 9. Molybdenite filled the cold shrinkage fissure in the vein material

图 9. 脉体内部冷缩裂隙充填的辉钼矿

2.5. 雷门沟钼矿床其它类型裂隙控矿特点

雷门沟钼矿床除发育膨胀裂隙与冷缩裂隙外，还发育有其它类型的非构造裂隙，这些非构造裂隙主要有：与热液中的气体逸出有关的孔洞构造、不同矿物间的接触面构造、脉体中的捕掳体构造、爆破角砾岩中的充填构造等，这些非构造裂隙也是金属矿物沉淀的场所。

1) 孔洞构造

当富含气态组分的含矿脉体中的气体(经观察雷门沟钼矿区含矿脉体中有矿化萤石-石英脉、矿化方解石-石英脉发育，因此含矿脉体中富含 F、CO₂ 等气体)在冷却固结过程中因矿物的凝固发生逃逸时，会在含矿脉体中留下大大小小的孔洞，这些孔洞具有不规则的形态，可以是与脉壁平行的拉长孔洞，可以是孤立的单个孔洞，也可能是多个呈串珠状分布的孔洞。斑岩型矿床与其它矿床的重要区别是控矿岩体中是富含流体的，这些流体中同样溶解有大量气体，冷凝过程中气体的逸出也会在控矿岩体中留下孔洞，同样会被脉石矿物和金属矿物充填，因此孔洞构造不仅发育于各种热液作用形成的脉体中，也发育于控矿斑岩体内。脉体中的孔洞大小与脉体规模呈正比关系，通常小于 1 厘米。这些大大小小的孔洞就成为辉钼矿和其它金属矿物沉淀富集的良好场所，形成小条带状、小斑块状、小团块状矿化，这种矿化最常见的是黄铁矿化，如图 10 所示。辉钼矿虽有沿孔洞充填者，但一般斑块较小，呈颗粒状集合体分布，说明流体中所含的主要金属组分是 Fe 其次才是 Mo。气体逸出形成的孔洞一般只发育在脉体内部靠脉体中心或近中心部位，在脉体的边部则极少发育。更多、更常见的组合是脉体中部为孔洞状充填富集的黄铁矿斑块，脉体边部或内部的冷缩裂隙中则充填富集辉钼矿，构成辉钼矿化-黄铁矿化组合(图 10)，脉体为辉钼矿化、黄铁矿化脉，围岩为控矿斑状花岗岩。



Figure 10. The edge of the vein body are filled with molybdenite, the holes in the vein body are filled with pyrite

图 10. 脉体边部冷缩裂隙充填辉钼矿，脉体内部孔隙充填黄铁矿

2) 矿物接触面构造

矿物接触面构造是岩石中常见的一种构造形式，相接触的两种矿物因物理性质的差异在冷却时收缩幅度是不一样的，其结果是在两种矿物的接触面形成冷缩微裂隙。这种现象多出现在伟晶岩脉体中，一般的中细粒脉体中或成分单一的脉体中难以发育，如图 11 所示，在石英 - 钾长石伟晶岩脉中可见金属矿物黄铁矿发育。黄铁矿呈一侧平直一侧不规则状，平直的一侧位于石英与钾长石两种矿物的接触面，即黄铁矿由石英与钾长石接触面形成的冷缩裂(缝)隙向石英一侧生长，在石英内部及钾长石内部见不发育金属矿物。

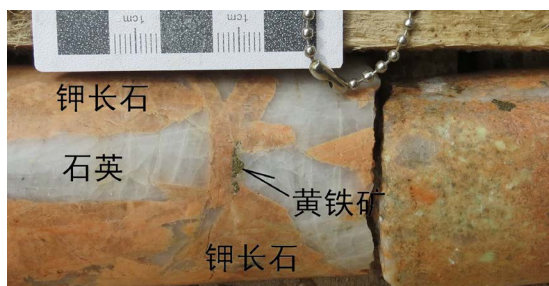


Figure 11. Pyrite crystallized on the contact surface of two minerals

图 11. 黄铁矿结晶于两种矿物接触面上

接触面构造的矿化也发育在蚀变脉体与围岩接触处，但并不是所有蚀变脉体与围岩接触处均会发育矿化，只有当围岩中有颗粒粗大的矿物时才会出现金属矿物的矿化，如图 12 所示，石英 - 萤石脉与似斑状花岗岩中的钾长石斑晶相接触，在接触处产生冷缩裂隙，被黄铁矿充填，这种形式类似于河道中转石后面富集的重矿物颗粒，而在石英 - 萤石脉与细粒花岗岩接触处则不发育矿化。

3) 爆破角砾岩的角砾状构造

一般认为爆破角砾岩是由岩浆期后形成的超临界流体发生隐爆而将围岩震碎的产物[13]，大量角砾的存在会使成矿流体的循环更容易，碎块与碎块之间的孔隙也更有利于成矿金属矿物的富集与赋存。地表及浅部因强烈的氧化淋滤作用金属矿物已难以看到，但对雷门沟钼矿钻孔岩心的实地观察发现，爆破角砾岩带中角砾与角砾之间或角砾与胶结物之间的矿化是不强烈的，只在个别角砾的边部发育有辉钼矿化，如图 13 所示，辉钼矿化发育于角砾边部的局部，但没有形成围绕角砾分布的辉钼矿化边，辉钼矿化区傍侧有(黄铁)矿化石英脉分布，推测辉钼矿化与矿化石英脉关系密切，因此这种矿化在矿区只具有个别意义，

不具有普遍特征。这种现象也从一个侧面说明了爆破角砾岩带对成矿作用的控制因素不是主要的，这与剖面上矿体的分布与爆破角砾岩的关系相吻合，即富矿体并没有全部赋存于爆破角砾岩中。

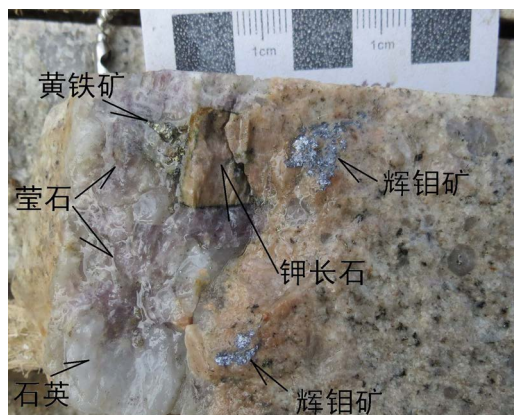


Figure 12. Pyrite crystallized on the contact surface of gemstone and potash feldspar

图 12. 黄铁矿结晶于莹石与钾长石接触面上

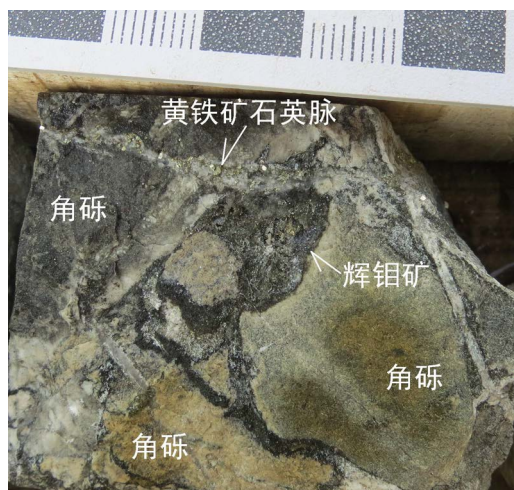


Figure 13. Molybdenite distributed around the edge of Breccia

图 13. 辉钼矿围绕角砾边缘分布

4) 捕掳体构造

捕掳体构造在雷门沟钼矿床中的发育稀少，仅在个别规模相对较大一些的含矿脉体中出现，辉钼矿、黄铁矿等金属矿物围绕捕掳体边缘分布，这也是冷缩裂隙的一种发育型式。

3. 雷门沟钼矿床非构造裂隙控矿特征总结

1) 裂隙系统对矿化型的控制

从上述观察研究中可以看出，与受构造控制的脉状金属矿床相区别，斑岩型矿床具有复杂且极为发育的裂隙系统，因为是裂隙而不是断裂，决定了裂隙的规模与宏观上能看到的断裂构造具有显著的区别，裂隙的性质也与受应力作用形成的具有固定延伸方向的断裂构造差异明显。裂隙构造是控矿岩体活动的产物，因此控矿岩体的规模、产状、形态对裂隙系统发育的程度、范围、密度起着决定性的影响。从上

述观察研究中还可以看出,各种成矿脉体是沿裂隙系统充填的,而各种成矿脉体是有用金属组分赋存的主体,在成矿脉体外的围岩中极少能看到主成矿元素辉钼矿的分布,因此裂隙系统为各种成矿脉体的充填提供了良好的空间,为成矿物质的卸载和沉淀提供了直接场所[14],也因此对矿化型式起着决定性的影响。

2) 裂隙系统对矿化富集程度的控制

既然裂隙系统直接决定了斑岩型矿床的成矿金属元素辉钼矿的卸载空间和赋存形式,那么与成矿斑岩体侵位有关的裂隙系统的发育程度和发育型式对矿化富集程度和矿石品位就起着直接制约作用[15],裂隙密度大、充填的成矿脉体多矿化就强、矿石品位相应就高,裂隙密度小、充填的成矿脉体少矿化就弱、矿石品位相应就低或达不到边界品位要求。控制裂隙发育程度的因素有多种,不但与控矿岩体外围的岩石性质有关,还与控矿岩体的形态、产状、侵位次数有关,也与岩浆携带的热能多少有关,因此与斑岩型矿床控矿岩体相关的裂隙系统的发育程度是不均匀的,这导致了含矿脉体充填的不均匀性,从而也决定了钼矿化的不均匀性,即局部富而相邻部位贫,还可能出现局部的无矿段。

3) 裂隙系统发育部位的限制

因控矿岩体的侵入上隆而使上覆围岩产生大量膨胀裂隙,但岩体上隆所能影响的范围是有限的而不是无限的,从岩浆侵入动力学上讲离侵位岩体越远则这种影响就越弱,即从宏观上看离控矿岩体越远的上覆围岩则裂隙发育越少、裂隙密度相应越小,充填的含矿脉体密度也相应越小,矿化也就越弱。离控矿岩体越近,则上覆围岩受力越大,裂隙也就越发育,裂隙密度也就越大,充填的含矿脉体也就相应越多,矿化也就越强烈。在岩体冷却阶段,会在岩体和外侧围中形成冷缩裂隙,但从岩浆热力学角度看,总是岩体与上覆围岩接触部面先冷却,而岩体内部则冷却相对缓慢,且越向岩体深部则越冷却缓慢,这样就会在快速冷却地带也就是岩体与围岩的内、外接触带产生大量冷缩裂隙,当这些裂隙被含矿热液充填后同样会产生强烈的辉钼矿化;而向岩体内部或深部因冷却缓慢则裂隙发育少,充填的含矿脉体也相应少,矿化就弱或基本无矿化。因此斑岩型矿床的矿体几乎总是产在控矿岩体的内外接触带,就是由这种与侵入岩体相关的裂隙系统的发育程度和发育形式决定的。

4) 裂隙系统中的主要类型归纳

雷门沟斑岩型钼矿床的非构造裂隙系统主要类型可归纳为:膨胀裂隙、冷缩裂隙、孔洞构造、矿物接触面构造、捕掳体边缘构造。岩体上侵隆升及热效应形成的膨胀裂隙,是各种矿化蚀变脉体充填的最重要场所;岩体及围岩冷却因岩性差异而产生的收缩幅度差是最重要的冷缩裂隙,是成矿金属矿物富集的决定性空间;温度下降气体逸出形成的孔洞也是金属矿物充填的良好空间;捕掳体边缘构造也是金属矿物聚集的有利位置。以上4种非构造裂隙决定了雷门沟钼矿床成矿物质的运移、富集、卸载、定位的具体空间和方式,是宏观矿体形态的微观体现。

基金项目

河南省国土资源厅2010年地质勘查基金项目、2013年地质勘查基金续作项目。

参考文献

- [1] 章传飞,刘伟,潘飞飞,等.河南省嵩县雷门沟矿区中西段钼矿详查报告[R].河南省地矿局第三地质矿产调查院,2016.
- [2] 刘征华,刘晓峰,武双弟.河南省嵩县雷门沟钼矿成因探讨及矿床远景评价[J].内蒙古科技,2010(23):73-74.
- [3] 曹晶,叶会寿,陈小丹,等.豫西雷门沟钼矿区花岗岩斑岩年代学,地球化学和Sr-Nd-Hf同位素研究[J].矿床地质,2016,35(4):677-695.
- [4] 刘征华.雷门沟钼矿床地质特征及矿床远景评价[J].华北国土资源,2010(1):6-8.

- [5] 郑东方, 王心洁. 河南省嵩县雷门沟矿区钼矿调查研究[J]. 西部资源, 2019(2): 47-48.
- [6] 翟裕生, 姚书振, 蔡克勤, 等. 中国地质大学(北京)国家级特色专业地质学系列教材(第三版)——矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 2011: 205-206.
- [7] 叶天竺, 吕志成, 庞振山, 等. 勘查区找矿预测理论与方法[M]. 北京: 地质出版社, 2014: 376-379.
- [8] 周伶俐, 曾庆栋, 刘建明, 等. 吉林大黑山斑岩型钼矿床成矿阶段及含矿裂隙分布规律[J]. 地质与勘探, 2010, 46(3): 448-454.
- [9] 赖小丹, 祁进平, 邱小平, 等. 福建省上杭县罗卜岭斑岩型铜钼矿床含矿裂隙研究[J]. 矿床地质, 2012, 31(S1): 854-855.
- [10] 芮宗瑶, 黄崇轲, 齐国明, 等. 中国斑岩铜钼矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [11] 金旭东, 张德会, 万天丰. 隐伏岩体顶上带与深部成矿预测[J]. 地质通报, 2010, 29(2-3): 392-400.
- [12] 罗铭玖, 张辅民, 董群英, 等. 中国钼矿床[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1991: 3.
- [13] 武汉地质学院岩石教研室. 岩浆岩岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1980.
- [14] 刘连登, 李颖. 论角砾/网脉-斑岩型金矿[J]. 矿床地质, 1999, 18(1): 29-36.
- [15] 姚凤良, 孙丰月. 矿床学教程[M]. 北京: 地质出版社, 2006: 205-206.