

中国钼金属矿床特征及资源潜力分析

陈伟军¹, 覃峰¹, 邢宝山²

中国冶金地质总局矿产资源研究院, 北京 100025; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029

摘要:钼是重要的战略性矿产资源。我国的钼矿床类型多样, 主要分为内生和外生等 5 种类型, 其中斑岩型矿床是最重要的矿床类型。钼矿床分布具有区域分带的特点, 这种特点与其成矿动力学背景密切相关。在今后钼矿床的勘查找矿工作中, 把加强已有矿山的深部和外围找矿与开展非传统地区的勘查找矿相结合, 重视内生矿床尤其是斑岩型矿床的成矿潜力, 以实现钼矿床的找矿新突破。

关键词:钼矿床; 矿床特征; 矿床类型; 资源潜力

中图分类号: P618.65

文献标识码: A

引文格式:陈伟军, 覃峰, 邢宝山. 中国钼金属矿床特征及资源潜力分析[J]. 山东国土资源, 2015, 31(5): 24-27. CHEN Weijun, QIN Feng, XING Baoshan. Study on Characteristics and Resource Potentiality of Molybdenum Deposit in China[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(5): 24-27.

钼金属是我国重要的战略储备矿产资源, 是现代科学技术和经济发展不可或缺的重要金属材料。钼不仅是冶金、电气、化工、航空和航天等制造业中不可缺少的原料, 其制品还广泛用于工业、农业和环保等领域中^[1]。近年来随着全球经济发展对矿产资源需求的大幅增加使得我国钼矿资源由传统的优势资源变得供不应求, 供需矛盾日益突出。加强我国钼矿床及与钼有关的金属矿床的地质特征和资源潜力等研究, 对推动我国钼金属找矿缓解供需矛盾、推动矿产资源的可持续发展具有重要的现实意义。

1 钼矿床主要类型及特征

有关钼矿床类型的划分, 从 30—40 年代开始, 国内外许多地质学家提出过不同的分类方案^[2-5], 由于新的矿床类型的不断出现和成矿系统自身的复杂性, 致使没有形成一个统一的分类方案。国内学者对钼矿床的分类也进行了大量研究, 提出过不同的分类方案^[2, 4-5]。其中, 罗铭玖等^[2]按成矿序列的金属组合、矿化类型容矿岩石的储量比率, 将我国的钼矿床划分为内生矿床及外生矿床, 并进一步将内生矿床分为斑岩型、矽卡岩型及脉型 3 种主要的矿

化类型组合及期间的各种过渡类型, 外生矿床(沉积型)分为砂岩性及黑色页岩型。此种分类方法既充分考虑到了内生和外生成矿作用, 也照顾到了不同类型矿床之间的过渡关系, 因此是比较全面系统的分类方法。近年来, 尽管也有学者提出了一些新的成矿类型^[6-8], 但是报道较少, 并未得到普遍承认。目前比较公认的按照成因进行的分类, 即常见的内生矿床类型主要为斑岩型、矽卡岩型和石英脉型, 外生矿床(沉积型)则主要为砂岩性和黑色页岩型。

1.1 内生作用矿床类型

内生作用钼矿床主要是指与岩浆热液成因有关的钼金属矿床, 是指岩浆演化过程中气、液流体的热液作用及由其产生的交代作用形成的含钼及多金属元素矿床。这种类型的矿床主要包括斑岩型矿床、矽卡岩型矿床和石英脉型矿床。研究表明, 这些矿床多与中酸性岩浆关系密切, 矿体可以位于中酸性岩体的内部、岩体的内外接触带、或者围岩的有利成矿构造位置, 成矿时代主要集中在燕山期。成矿元素组合除了单钼矿床外, 还有大量的铜钼、钨钼及钼多金属元素组合矿床。

1.1.1 斑岩型铈矿床

斑岩型铈矿床是最主要的铈金属来源,也是中国铈矿床的主要类型,同时又是研究程度最深入和最为复杂的一类矿床。单就其概念就经过多次的修改、补充和发展^[9]。国内外若干地质著作中对其基本的概念都做过阐述^[2,9],例如罗玖铭等^[2]认为是产在与成矿有共生联系的花岗岩类岩体内部及其近矿围岩中的网脉状,即细脉浸染状矿床。很多学者对斑岩型铈矿床的地质特征、成矿年龄进行了报道^[2,10-14],对成矿物质来源及流体演化也进行了细致的研究^[15-16],还有学者^[5,17-21]从矿床产出的大地构造背景上来讨论,认为斑岩型铈矿床或者铈-铜矿床通常形成于陆内裂谷或与陆弧有关的陆内环境,主要与石英二长斑岩、高钾钙碱性系列花岗斑岩侵入体有关,矿化蚀变以钾化为主,云英岩化、泥化、青磐岩化次之。大量研究表明,斑岩铜铈矿床的成矿主要与复式杂岩体多期次活动的晚期有关。矿床的母岩可以是超浅成侵入的次火山斑岩,也可以是浅成、中深成侵入的侵入斑岩;这些斑岩既可以是中性、酸性的,也可以是碱性、钙碱性的;铜铈矿床既可以产于斑岩体内部,也可以产于斑岩体与围岩地层的接触带;成矿作用包括形成产于斑岩体内铜铈矿床的岩浆作用、形成产于接触带铜铈矿床的接触交代作用,还包括产于岩体及围岩构造断裂裂隙等中铜(铈)矿床的岩浆期后热液作用;成矿期次同斑岩的多期次活动密切相关,可以是多期次的。矿体多以浸染状、网脉状,少数以似层状和透镜体状就位于侵入体的内部及内外接触带,成矿物质主要来自上地幔。

国内已发现的典型斑岩型铈矿床主要有陕西金堆城、河南东沟、北京大庄科、吉林大黑山、辽宁锦西兰家沟、云南大理马厂箐、江西阳储岭、西藏驱龙、内蒙古乌努格吐山、西藏岗讲、东天山土屋-延东。

1.1.2 矽卡岩型铈矿床

矽卡岩型铈矿床也是一种重要的矿床类型,主要是指产在花岗岩类岩体与碳酸盐围岩的接触带,以及在外接触带岩层发育、由交代作

用生成的矽卡岩(即接触岩)中的铈矿床^[2]。与这类矽卡岩有关的岩体主要是岩浆成因的铝过饱和的碱长花岗岩,并且多数是在燕山中或晚期形成。围岩主要为含白云质灰岩或白云岩。矿体往往沿靠近碳酸盐岩一侧的矽卡岩成群成带出现,并具有单个矿体规模不大、产状不稳定、矿化不连续和矿石成分复杂等特点我国主要的铈及钨锡等有色金属矿床主要集中在长江中下游地区,而华北地台北缘的燕辽铈矿带则是我国典型的矽卡岩型铈及铈铜的成矿区。含铈矿物主要是辉铈矿,并与黄铜矿、黄铁矿和闪锌矿及其他一些脉石矿物共生产出。

国内代表性的矽卡岩矿床主要有辽宁锦西杨家杖子、湖南柿竹园钨锡铈铋、辽宁喀左肖家营子、河南栾川南泥湖-三道沟、上房沟、河北小寺沟、福建龙岩马坑、湖南桂阳宝山、江苏句容铜山等。

1.1.3 热液脉型铈矿床

热液脉型铈矿床,是产在各种地质体裂隙中的含辉铈矿脉状矿体组成的矿床。矿脉可以是较宽的含矿脉体,也可以是细脉状矿石组成的脉带,及脉旁蚀变岩中的浸染状矿石,矿脉的主要脉石矿物可有多种,最常见的是石英脉,如浙江青田石坪川等,还有伟晶岩(或长英岩)脉,如广东白云岗;碳酸岩脉,如陕西洛南黄龙铺大石沟^[2]。我国此类型的矿床主要分布在东南沿海铈成矿带内,规模一般较小。

国内比较典型的热液脉型铈矿床主要有安徽怀宁铜牛井铜铈矿床、浙江青田石坪川、浙江岭脚、甘肃小柳沟、安徽太平萌坑等,以及与某些斑岩型矿化相伴生的石英脉型矿床,如辽宁兰家沟。

1.2 外生矿床

外生矿床主要指的是由外生沉积作用形成的铈矿床,矿体主要呈层状和似层状透镜体,产状往往与岩层一致。该类矿床主要包括砂岩型和黑色页岩型两种。前者主要的金属组合为铈铜矿床和铈铈矿床,如云南广通鹿子湾铈铜矿、贵州兴义大际山铈铈矿床等。后者是含铈的多元素(铈、钒、镍、磷、硒、铀等)组合的共生层状

矿体,如湖南慈利大泮矿床等。由于目前国内所发现的这两类矿床的规模一般都较小,工业价值不大,因此在这里不做详述。

2 钼矿床区域分布特征

钼矿床也与其他金属矿床一样,具有成区域集中产出的特点。例如,世界上斑岩铜钼矿床主要分布于古亚洲带、环太平洋带和古地中海带,这3个地区也分别形成了三大世界性的斑岩铜钼矿带^[9]。世界最大的斑岩铜矿、斑岩钼矿、斑岩金矿及斑岩银矿,绝大多数集中在环太平洋地区^[22]。从国内钼矿床区域分布上来看,也具有成带产出的特点:罗铭玖等^[2]根据钼铜及铜钼多金属矿床(点)产出的大地构造位置,区域地质构造背景及钼成矿的地质条件等因素,将我国钼矿床划分为3个成矿域和13个成矿带,对各个成矿带的展布范围、区域构造地质背景、矿床分布等作了描述,并讨论了钼矿分布与大地构造域、深大断裂及构造-岩浆岩带、地壳结构及深部构造、板块构造等的关系;芮宗瑶等^[9]将我国的斑岩铜(钼)矿分为4个成矿域和21个成矿带。代军治等^[5]指出东秦岭钼矿带、小兴安岭-张广才岭和燕辽钼铜成矿带是我国的3大钼矿带。钼矿床之所以形成这样的区域分带的特点,与上述地区独特的大地构造、成矿动力学背景密切相关^[2]。

3 国内钼矿床找矿潜力分析

钼矿床虽然历来是我国的优势矿种,但是随着近年来世界钢产量的连年增加和钼元素在航天、农业等方面的一些新用途的不断发现,使得对钼的需求量不断增加。因此,积极开展钼矿床的成矿特征及资源潜力研究具有重要意义。我国的东秦岭、小兴安岭-张广才岭、燕辽钼多金属成矿带、长江中下游等几个传统的钼多金属成矿带成矿条件优越,钼矿资源储量大,同时加之开采和选冶的技术比较成熟等方面的优势,使得这些地区成为我国钼矿生产的主要基地。另外,近年来刚刚发现的新疆的东天山、西藏的玉龙和华北地台北缘的西拉沐伦河地区也具有钼及多金属矿产资源的成矿前景,加强在这些地区的研究和投入,则有望打造

一批新的钼多金属资源和生产基地。因此,在今后钼的找矿工作中,应该重视以下几个问题:

3.1 重视斑岩型矿床的重要地位

从国内外钼矿床评价来看,斑岩型钼矿依然是钼金属的主要来源,其他类型的矿床都处于次要地位,其中80%以上的钼金属储量都集中在斑岩型铜(钼)矿床和斑岩型钼矿中。斑岩型铜(钼)矿床由于其规模大,埋藏浅、易开采等特点而成为最主要的矿床类型。这类矿床主要产于环太平洋、特提斯和中亚-蒙古的巨大斑岩铜钼矿带中^[1]。而我国地处其中的两大成矿带的交会部位,寻找斑岩型矿床的潜力巨大。我国的斑岩型铜(钼)矿床主要分布在主要分布在中朝准地台南、北缘的东秦岭-大别山、冀北-辽西、及小兴安岭-张广才岭钼成矿带内^[2],此外近年来在新疆的东天山、西藏玉龙、华北地台北缘西拉沐伦河等地也都发现了大量的斑岩型铜钼矿床。这些地区往往具有独特的大地构造环境和成矿动力学背景,具有形成大型-超大型斑岩矿床的潜力,是寻找斑岩型钼矿的重要远景区。

3.2 加强对现有钼矿床的再评价

一方面,由于几十年的高强度开采和后续勘探投入的不足,国内许多大型金属矿山资源日渐枯竭,不少甚至面临倒闭。这不仅是一个经济问题,还会引起数以万计的工人下岗,导致严重的社会问题;另一方面,我国的现有矿山普遍开采深度较浅,多数开采深度只有500 m左右,少数达到800~1 000 m,而国外的金属矿山往往开采到2 000 m以上。国内外大量的事实已经证明,许多大型矿山的深部甚至有更好的成矿前景。同时,大量的矿山外围找矿实践也取得了重大突破。因此,加强现有矿山的外围和深部找矿也是开发我国钼矿资源潜力的一个重要方面。

3.3 重视非传统地区的找矿工作

以往的钼矿找矿工作主要集中在东秦岭、燕辽钼成矿带、小兴安岭-张广才岭、和长江中下游等几个传统的钼及多金属成矿集中区,而近年来随着成矿理论的不断发展和地球物理、

地球化学等矿体定位预测技术的不断提高,在以前钼矿床的空白区发现了大量的新的钼及多金属矿床。例如,新疆的天山地区自发现第一个大型的斑岩(石英网脉)型钼矿床-白山钼矿以后,先后发现了土屋-延东、科翁腊德、阿克斗克等几个大型-超大型的斑岩型铜和铜(钼)矿床,库姆别里、喀什卡苏-纳伦、肯苏伊等金-钼-钨矿床。李智明等^[23]研究后发现,新疆地区斑岩型铜(钼)矿的重点靶区应为觉罗塔格成矿带中的土屋-延东铜(钼)矿带,其中已发现具有大型规模的斑岩铜(钼)矿(土屋、延东等),从构造条件、岩浆活动以及剥蚀程度上看,都是寻找超大型斑岩铜(钼)矿的最佳选区。何国琦等^[24]认为中天山南部东段是重要的金-钼-钨成矿带。西藏地区到目前为止虽然没有发现独立的钼矿床,但是据芮宗瑶等^[25]研究后发现,在玉龙矿带已发现玉龙、马厂箐等几个大型-超大型的斑岩型铜(钼)矿床,在冈底斯矿带东段也已发现了吹败子、驱龙、拉抗俄、达布、厅官、冲江和白容等的斑岩型铜(钼)矿床叠加了矽卡岩型多金属矿床。加之青藏高原的地质工作程度较低,因此钼矿床很有前景。近两年来,华北地台北缘东段的西拉木伦河以南、加里东期增生带地区的钼矿床调查研究取得了重要的成果,发现了一大批钼矿床,如小东沟、红山子、袁房子、车户沟、碾子沟、鸡冠山、鸭鸡山等。初步研究后发现这些矿床主要为石英脉型和斑岩型,资源储量巨大。同时,该区的交通便利、矿山的开采成本较低、较强的选冶能力和当地政府采取的推动矿业发展的措施等,使本区有望成为继东秦岭钼矿基地以后,我国北方有一大钼矿的开采和生产基地。

4 结语

我国的钼矿床类型多样,其中斑岩型矿床是最重要的矿床类型。钼矿床分布具有区域分带的特点,这种特点与其成矿动力学背景密切相关。在今后钼矿床的勘查找矿工作中,应当深入研究钼矿床的成矿规律及资源潜力,通过采用区域成矿学、地质学、地球物理、地球化学等多种研究方法,把加强已有矿山的深部和外

围找矿与开展非传统地区的勘查找矿相结合,重视内生矿床尤其是斑岩型矿床的成矿潜力,开拓找矿思路,则完全可能实现我国钼矿床的找矿新突破。

参考文献:

- [1] 国土资源部信息中心. 世界矿产资源年评 2002—2003 [M]. 北京:地质出版社,2004.
- [2] 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] [苏]Ф. И. 沃里弗松, A. B. 德鲁日宁. 金属矿床基本类型[M]. 北京:科学出版社,1996.
- [4] 周作侠,李秉伦,郭抗衡,等. 华北地台南缘金(钼)矿床成因[M]. 北京:地震出版社,1993.
- [5] 代军治,毛景文,杨富全,等. 华北地台北缘燕辽钼(铜)成矿带矿床地质特征及动力学背景[J]. 矿床地质, 2006, 25(5):598-612.
- [6] 罗毅. 460 大型火山岩型钼-钼矿床的构造-矿化垂向分带及成矿模式研究[J]. 矿床地质, 1994, 13(增):64-66.
- [7] 刘志敏. 小东沟钼矿床地质特征及矿床形成机制和矿床成因探讨[J]. 有色矿冶, 2005, 21(4):6-9.
- [8] 陈衍景. 造山型矿床、成矿模式及找矿潜力[J]. 中国地质, 2006, 33(6):1182-1196.
- [9] 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.
- [10] 黄典豪. 东秦岭地区钼矿床的铼-钨年龄及其地质意义[J]. 矿床地质, 1994, 13(3):221-230.
- [11] 黄典豪,杜安道,吴澄宇,等. 华北地台北缘(铜)矿床成矿年代学研究-辉钼矿铼-钨年龄及其地质意义[J]. 矿床地质, 1996, 15(4):365-373.
- [12] 李永峰,毛景文,李厚民,等. 东秦岭钼矿类型、特征、成矿时代及其地球动力学背景[J]. 矿床地质, 2005, 24(3):292-304.
- [13] 叶会寿,毛景文,李永峰,等. 东秦岭东沟超大型斑岩钼矿 SHRIMP 锆石 U-Pb 和辉钼矿 Re-Os 年龄及其地质意义[J]. 地质学报, 2006, 80(7):1078-1088.
- [14] 周珂,叶会寿,毛景文,等. 豫西鱼池岭斑岩型钼矿床地质特征及其辉钼矿铼钨同位素年龄[J]. 矿床地质, 2009, 28(2):170-184.
- [15] 李诺,陈衍景,张辉,等. 东秦岭斑岩钼矿带的地质特征和成矿构造背景[J]. 地学前缘, 2007, 14(5):186-198.
- [16] Yang Y. F., Li N., Chen Y. J. Fluid inclusion study of the Nannihu giant porphyry Mo-W deposit, Henan Province, China: implications for the nature of porphyry ore -

- fluid systems formed in a continental collision setting. *Ore Geology Reviews*,2012,(46):83-94.
- [17] Kula C M. Understanding mineral deposits [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers,2000: 397-413.
- [18] Seedorff E and Einaudi M T. Henderson porphyry molybdenum system, Colorado: II decoupling of introduction and deposition of metals during geochemical evolution of hydrothermal fluids [J]. *Econ. Geol*,2004,(99):39-72.
- [19] Seedorff E and Einaudi M T. Henderson porphyry molybdenum system, Colorado: I sequence and abundance of hydrothermal mineral assemblages, flow paths of evolving fluids, and evolutionary style [J]. *Econ. Geol*,2004,(99):3-37.
- [20] Anita N B, Vitaly I S, Maria E E and Demetrios G E. 2005. Distribution of rhenium in molybdenite from porphyry Cu-Mo and Mo-Cu deposits of Russia (Siberia) and Mongolia [J]. *Ore Geology Reviews*,26:91-113.
- [21] 曾庆栋,刘建明,肖文交,等. 华北克拉通南北缘三叠纪钼矿化类型、特征及地球动力学背景[J]. *岩石学报*,2012,28(2):357-371.
- [22] 戴自希. 全球超巨型金属矿床(区)[A]//中国地质矿产信息研究院(编著). 走向21世纪的地质与矿产资源[C]. 北京:地质出版社,1996:35-42,205.
- [23] 李智明,薛春纪,王剑辉,等. 中国新疆及周边国家和地区典型矿床特征对比研究[J]. *中国地质*,2006,33(1):160-168.
- [24] 何国琦,朱永峰. 中国新疆及其邻区地质矿产对比研究[J]. *中国地质*,2006,33(3):451-460.
- [25] 芮宗瑶,李光明,张立生,等. 青藏高原的金属矿产[J]. *中国地质*,2006,33(2):363-373.

Study on Characteristics and Resource Potentiality of Molybdenum Deposit in China

CHEN Weijun¹, QIN Feng¹, XING Baoshan²

(1. Mineral Resources Research Institute of China Metallurgical Geology Bureau, Beijing 100025, China; 2. Geology and Geophysics Institute of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: As one of strategic mineral resources, molybdenum is very important for people. There are many kinds of molybdenum deposits in China. They can be classified into endogenic deposits and exogenic deposits, and porphyry type deposit is the most important molybdenum deposit. Molybdenum deposits have the characteristics of typical regional zoning, which have close relation with dynamics background of molybdenum deposits. In the next ore prospecting, deep prospecting and surrounding prospecting should be strengthened and combined with traditional ore prospecting, ore-forming potentiality of endogenic deposits, especially porphyry molybdenum deposits should be paid more attention. Thus, new breakthrough of ore prospecting can be realized.

Key words: Molybdenum deposit; deposit characteristics; deposit type; resource potentiality