

西北地区有色金属矿床成矿条件约束及勘查潜力

李文渊^{1,2} 赵东宏² 申少宁²

(1. 西北大学地质学系 陕西西安 710068; 2. 西安地质矿产研究所 陕西西安 710054)

提要: 西北地区是中国大宗有色金属矿产资源的重要生产基地, 由于大部分矿山开发已进入暮年, 加快矿山后续资源的找矿勘查工作已成为重要的地质任务, 也是保持西北地区有色金属矿业可持续发展的重要出路。通过对西北地区有色金属矿产区域成矿地质条件和成矿地质特征的分析, 表明西北有色金属矿产主要形成于古生代造山系中, 为鲜明的中亚成矿特色, 成矿时代集中发育于晚古生代, 但北祁连山是一个例外, 形成于早古生代为特点。总体上西北地区可划分为 10 个有色金属成矿带, 提出北祁连的矽卡岩型钨、南秦岭的热液沉积-改造型铅锌和北山等地的斑岩型铜是最有找矿远景成矿类型和富有找矿潜力的地区。

关键词: 有色金属矿床; 成矿特点; 勘查潜力

中图分类号:

有色金属矿山资源危机问题已引起了全社会的关注。西北地区作为铜、镍、铅、锌等大宗有色金属矿产资源的重要基地, 其后续资源的潜力如何, 特别是能否获得矿产勘查上的突破, 愈来愈受到人们的普遍重视。根据西部大开发战略思想, 现指西北地区除陕、甘、青、宁、新疆五省(区)外, 还包括内蒙古自治区中西部, 面积达 304 万平方公里, 占全国陆地面积的 31.7%。经过近半个多世纪的地质找矿勘查和开发利用, 西北地区不仅在大宗有色金属矿产资源保有储量上占有重要地位, 而且已形成了多个有色金属的重要生产基地。比如占全国工业镍储量 90% 的甘肃金川矿床, 实际亦是中国已发现和利用的唯一超大型铜镍矿床, 还有甘肃的西成超大型铅锌矿床、白银厂大型铜多金属矿床和青海的锡铁山大型铅锌矿床等一大批重要有色金属矿床, 这些矿床的开发利用构成了西北地区的重要经济支柱, 并加速了西北地区的城市化进程。如何保持西北地区有色金属矿业的可持续发展, 加快包括白银厂等危机矿山后续资源的找矿勘查是一个重要出路。本文试图通过对西北地区有色金属矿产区域成矿地质条件和成矿特征的初步总结分析, 探索可能存在巨大找矿潜力的地区和类型, 并提出开展有色金属后续资源勘查的工作思路, 以有益于西北地区有色金属矿产的勘查进程。

1 成矿地质背景

1.1 区域成矿地质条件

西北地区地处大陆腹地。地质上以塔里木陆块为主体, 东接华北地台西段的阿拉善地块, 南、北分别由众多微陆块镶嵌的显生宙造山系构成。北造山系以天山-兴安岭华里西造山系的西段为主体, 向北接有阿尔泰-额尔古纳加里东造山系, 间有准噶尔、伊犁等微地块; 南造山系则自北而南依次由秦祁昆中央造山系中西段、松潘甘孜造山系等组成, 间有中祁连、柴达木等微地块(图 1)。构造复杂, 典型的陆内造山带发育地区。总体上处于古亚洲造山区, 南接特提斯造山区, 东叠环太平洋造山区。

中国大陆处于欧亚板块向南逆冲、印度板块向北俯冲和西太平洋板块向西俯冲的交汇部位, 实际是一个北西伯利亚地块、南印度地块和东西太平洋古陆^[1]地质历史上不同阶段相互

收稿日期: 2002-10-; **改回日期:**

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(200110200081)资助。

作者简介: 李文渊, 男, 1962 年生, 硕士, 研究员, 西北大学地质学系在读博士生。主要从事区域地质、矿床地质勘查研究和管理工作。

作用而成的构造镶嵌体。在全球范围来考察,塔里木、华北和扬子三陆块仅能算做以造山系为主体中的微陆块,是地质历史上大陆边缘较大的碎块,形式上类似于现今东亚大陆边缘的一些存在前寒武纪基底的陆块,只是规模更大而已。因此,整体处于古亚洲构造域的中国西北地区,以古生代的地质作用,特别是华里西期的造山作用最为鲜明,古生代处于古亚洲洋南侧,属冈瓦纳大陆边缘的组成,华里西期造山作用形成了大规模的天山-兴安岭华里西造山系;中生代西北地区之南特提斯洋打开,并于东面的古太平洋连通,西北地区又隶属于北部劳亚大陆,构成特提斯洋之北劳亚大陆的南缘,印支期特提斯封闭造山作用形成了松潘甘孜印支造山系,并对昆仑山、西秦岭造山带有重要影响。而古太平洋则于燕山期封闭造山,形成中国东部众多北东-北北东向构造山系,并对西北地区东部形成重要影响。晚白垩世以后,由于印度洋的剧烈扩张,南特提斯最终消减,冈瓦纳大陆与亚洲大陆的强烈碰撞,形成新生代青藏高原和昆仑山、祁连山、秦岭、天山等现今山系^[2]。这一构造轮廓基本可概括中国西北地区显生宙以来的构造演化地质背景,也控制了中国西北地区有色金属成矿的可能类型和形成地质条件。但前寒武纪构造演化的样式还不清楚。元古代似乎发生过多大的构造裂解,新元古代晚期(800-700Ma) Rodinia联合大陆愈来愈多的证据证实存在,古亚洲洋就是Rodinia超大陆新元古代末裂解形成大陆裂谷、打开大洋而成的。是否还曾出现过古元古代末(1900Ma)、中元古代(1400Ma)两次大陆裂解事件,龙首山新太古-早元古基底中长城纪(1508Ma)金川镁铁-超镁铁岩的产出^[3]和北祁连山西段镜铁山陆块中古-中元古代(2349-1770Ma, 1309-1032Ma)变质玄武岩流的分布^[4],表明这种裂解事件的存在,但细节还不清楚,特别是裂解的强度,是否出现洋壳等,还有争议^[5]。区域成矿的特点,从另一侧面反映了构造离散、汇聚过程,壳幔物质演化的谱系。

1.2 区域成矿时空分布

依据区域构造特征和成矿类型组合,已展现出了西北地区有色金属成矿的总的时空分布(图1)。与区域构造划分一致,西北地区总体属元古-古生代古亚洲成矿域,南接中生代特提斯成矿域,东叠新生代环太平洋成矿域^[6]。一般又将秦-祁-昆中央造山系单独划为秦-祁-昆成矿域,其北部主要为加里东祁连-北秦岭造山带,南部则由华里西-印支昆仑-西秦岭造山带构成。反映了秦-祁-昆成矿作用的独特,总体属于古亚洲构造作用范畴,但南部特提斯作用显著,系古亚洲构造域与特提斯构造域转换部位。值得指出的是,古亚洲洋总体向北俯冲,西伯利亚地台由北而南增生,先阿尔泰-额尔古纳加里东造山系、后天山-兴安岭华里西造山系。概貌上类似于现今西太平洋西海岸主动边缘海的祁连-北秦岭洋(主要北祁连洋),于加里东期早于古亚洲主洋封闭造山,似乎在构造解释上存在难点。除非古亚洲洋开始首先于加里东期向南俯冲于冈瓦纳大陆,但未发现主体向南俯冲的证据。另一种解释就是,祁连-北秦岭洋(主要北祁连洋)是与古亚洲洋并行发育的大洋,需进一步研究。最近的研究似乎表明北祁连大洋的存在,龙首山、北祁连西段镜铁山微陆块基底新太古-古元古代片麻岩源岩 ϵ_{Nd} 数值近于一致(龙首山群 $\epsilon_{Nd}=-4.8\sim-23.2$,北大河群 $\epsilon_{Nd}=-4.8\sim-15.7$),与中祁连和柴达木陆块(化隆群 $\epsilon_{Nd}=-9.7$,达肯大坂群 $\epsilon_{Nd}=-10.2\sim-10.9$)有较大差异^①,但还需要进一步的证据。无论如何,秦-祁-昆成矿域构造背景的独特性是存在的,有其成矿的特色。

西北地区不同成矿域各成矿带的有色金属成矿类型和时间,可显著反映其区域成矿时空分布特点(图1、表1)。与主要构造事件相一致,古亚洲成矿域以华里西期成矿作用为主,并有元古代和加里东期成矿作用发育,向东部出现与环太平洋构造作用叠加向配套的中新生代的有色金属矿化。总体上,古亚洲成矿域元古代主要发育与大陆裂解事件有关的幔源镁铁-超镁铁深成岩硅酸盐岩浆-硫化物液相不混溶作用形成的铜镍矿床,主要分布于大陆元古代的裂谷带(或未发育即消亡的陆壳减薄的裂解带)中^[7],如阿拉善陆块的金川超大型矿床、

^① 董国安、杨宏仪等. 由钕-铈同位素及地球化学研究祁连山地区微板块演化之研究, 第三届海峡两岸祁连山及邻区地学研讨会—中央造山带的演化(论文集), 2002。

伊犁地块的特克斯矿床，以及祁秦昆成矿域碧口地块的煎茶岭矿床^[3, 7]。看来，元古代整个

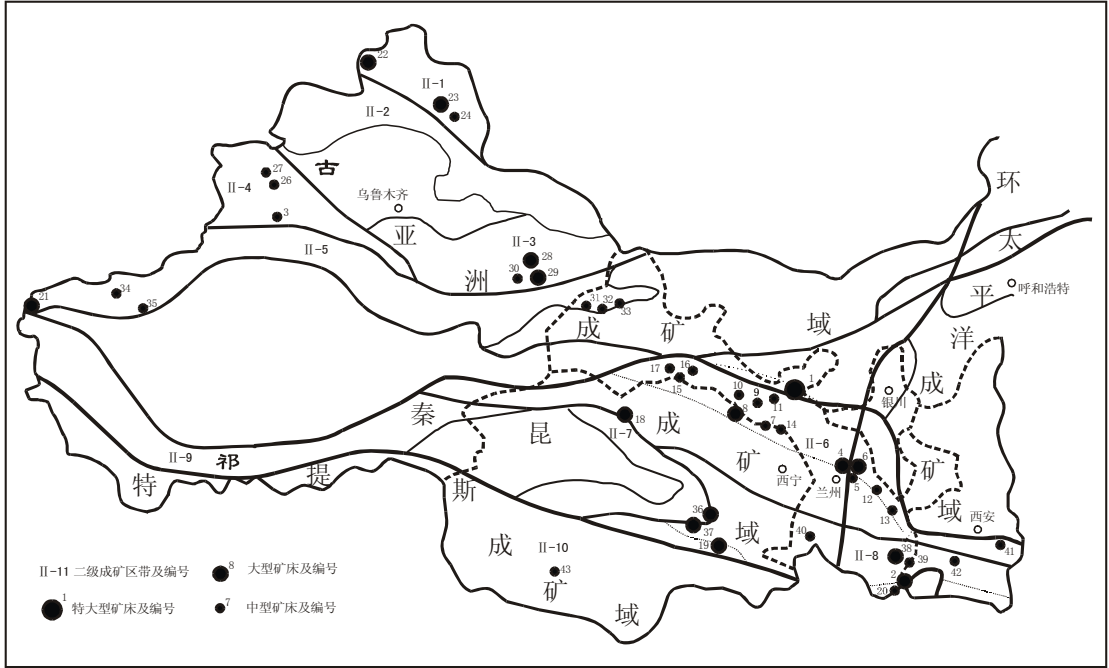


图 1 西北地区有色金属成矿带划分及主要有色金属矿床分布图

(据 Chen Yuchuan, et al., 1996 等修改)

Fig.1 Distributional map of metallalogenic belts and main deposits for nonferrous metallic minerals in the Northwest China

II-1 阿尔泰铜、铅锌成矿带; II-2 准噶尔镍、铜、钼、锡成矿带; II-3 博格达 (东天山) 铜、镍、钨成矿带; II-4 伊犁铜、镍、铅锌、钨、钼成矿带; II-5 塔北缘铅锌、钨、锡、锑、铜、镍成矿带; II-6 祁连-北秦岭 (包括龙首山) 镍、铜、铅锌、钨、钼成矿带; II-7 柴北缘铜、铅锌成矿带; II-8 西秦岭铅锌、铜、锑、钨、钼、镍、钴成矿带; II-9 塔南缘铅锌、铜成矿带; II-10 松潘铜成矿带; 矿床名称及类型见表 1.

中国大陆裂解事件是普遍的，是有限大陆快速增长的一种方式，只有在大陆较大、较深规模裂解部位才有可能造就成矿的环境。进入显生宙以后，中国大陆的构造作用明显分化，加里东仅祁秦昆成矿域中的北祁连、柴北缘有较大规模有色金属矿床产出，主要表现为大陆裂解洋盆打开及其消减过程形成的一系列与火山热液作用、构造-侵入热液作用有关的铜、铅锌、钨（钼）、锡等矿床^[4, 8]，例如北祁连山的白银厂铜多金属矿床、石居里沟富铜矿床、塔尔沟-小柳沟钨（钼）矿床和柴北缘的锡铁山大型铅锌矿床等，同时由于碰撞构造-岩浆热液作用还形成有镜铁山、筏子坝等热液蚀变型铜矿床等^[9]。

华里西期是古亚洲成矿域的最主要成矿时期，主要表现为造山带中伴随急剧的壳幔演化形成的铜、镍和铅锌矿床，古亚洲洋整个古生代的发育历史，在中国新疆北部主要呈现为泥盆纪-中石炭世的岩浆作用，早古生代岩浆作用分布有限，这可能与加里东构造作用在新疆地区表现不明显，或被华里西的强烈作用掩盖所致。伴随古亚洲洋在泥盆纪的再次发育，相应的产有与海相火山作用有关的块状硫化物铜锌矿床（阿舍勒）、铅锌矿床（科克塔勒）、与中酸性侵入岩有关的斑岩型铜矿（土屋-延东、喇嘛苏、公婆泉、白山堂）和与镁铁-超镁铁岩有关的铜镍矿床（黄山、喀拉通克），以及热水沉积和热液蚀变型铅锌矿床（霍什布拉克）等。除土屋-延东和喇嘛苏等斑岩型铜矿床的形成环境存在争议外，这些矿床的成矿背景据目前的研究似乎都与裂谷或裂陷槽有关，少见洋-陆碰撞带（ocean-continent collision zone）^[10-11]环境的成矿类型。这可能反映了中亚成矿的特殊性，不同于环太平洋成矿作用建立起来的成矿构造模式的特点^[12]。祁秦昆成矿域南部的华里西成矿作用也相当发育，以西秦岭西成铅锌矿田、铜峪沟和赛什塘铜矿床和阿尼卿山的德尔尼铜钴矿床最为重要。印支-燕

山期成矿作用，主要表现在东部环太平洋成矿域叠加地区，例如西秦岭著名的金堆城斑岩型钼矿床，以及热液型钼钨矿床（南台）等^[13]。

表1 西北地区主要有色金属矿床分布一览表

Table 1 Distribution of main deposits for nonferrous metallic minerals in the Northwest China

编号	矿床名称	矿床规模	类型	赋矿岩层	成矿时代*
1	金川铜镍矿床	超大型	岩浆熔离矿床	超镁铁侵入岩	长城纪（Sm-Nd 等时线 1508±31Ma）
2	煎茶岭镍矿床	大型	岩浆熔离矿床	镁铁-超镁铁侵入岩	青白口纪（Sm-Nd 等时线 927.4Ma）
3	特克斯铜镍矿床	中型	岩浆熔离矿床	镁铁-超镁铁侵入岩	新元古代
4	折腰山铜多金属矿床	大型	块状硫化物矿床	中酸性海相火山岩	寒武纪（Sm-Nd 等时线 593.5Ma）
5	火焰山铜多金属矿床	中型	块状硫化物矿床	中酸性海相火山岩	寒武纪（Sm-Nd 等时线 593.5Ma）
6	小铁山铅锌矿床	大型	块状硫化物矿床	中酸性海相火山岩	寒武纪（Sm-Nd 等时线 593.5Ma）
7	红沟铜矿床	中型	块状硫化物矿床	基性海相火山岩	奥陶纪（Sm-Nd 等时线 545.12Ma）
8	尕斯库勒铜多金属矿床	大型	块状硫化物矿床	中酸性海相火山岩	寒武纪（Sm-Nd 等时线 545.12Ma）
9	石居里沟铜矿床	中型（？）	块状硫化物矿床	基性海相火山岩	奥陶纪（Sm-Nd 等时线 468.9Ma）
10	错沟铜矿床	中型	块状硫化物矿床	基性海相火山岩	奥陶纪（Sm-Nd 等时线 468.9Ma）
11	天鹿铜矿床	中型	沉积矿床	志留纪砂砾岩	志留纪
12	蛟龙掌铅锌矿床	中型	块状硫化物矿床	中酸性海相火山岩	奥陶纪（Sm-Nd 等时线 545.12Ma）
13	陈家庙铅锌矿床	中型	复合热液型矿床	花岗岩长岩/前寒武纪变质	奥陶纪（Sm-Nd 等时线 545.12Ma）
14	浪里克铜矿床	中型	块状硫化物矿床	中酸性海相火山岩	奥陶纪（Sm-Nd 等时线 465.7Ma）
15	塔尔沟黑钨矿矿床	中型	矽卡岩型矿床	花岗岩长岩/前寒武纪变质	早志留世（Rb-Sr 等时线 434.6Ma）
16	小柳沟白钨矿矿床	中型	矽卡岩型矿床	花岗岩长岩/前寒武纪变质	奥陶纪（Re-Os 法 462Ma）
17	镜铁山铜矿床	中型	复合热液型矿床	前寒武纪变质岩	奥陶纪
18	锡铁山铅锌矿床	大型	块状硫化物矿床	中酸性海相火山岩	晚泥盆世（Ar-Ar 等时线 364.5±5.8Ma）
19	德尔尼铜钴矿床	大型	岩浆熔离矿床	镁铁-超镁铁侵入岩	二叠纪
20	筏子坝铜矿床	中型	复合热液型矿床	前寒武纪变质岩	晚三叠世（Ar-Ar 法坪年龄 211.3Ma）
21	萨瓦亚尔顿镍金矿床	大型	复合热液型矿床	志留纪炭质板岩	晚三叠世（Rb-Sr 等时线 231±10Ma）
22	阿舍勒铜矿床	大型	块状硫化物矿床	基性海相火山岩	早泥盆世（Sm-Nd 等时线 375Ma）
23	科克塔勒铅锌矿床	大型	复合热液型矿床	花岗岩斑岩	中晚泥盆世（Sm-Nd 等时线 373±15Ma）
24	索尔库都克铜钼矿床	中型	斑岩型矿床	花岗岩斑岩	早二叠世（Sm-Nd 等时线 281±12Ma）
25	喀拉通克铜镍矿床	中型	岩浆熔离矿床	镁铁-超镁铁侵入岩	早二叠世（Sm-Nd 等时线 284.3±3.9Ma）
26	群吉铜矿床	中型	斑岩型矿床	花岗岩斑岩	二叠纪
27	喇嘛苏铜矿床	中型（？）	斑岩型矿床	花岗岩斑岩	石炭纪
28	黄山铜镍矿床	大型	岩浆熔离矿床	镁铁-超镁铁侵入岩	晚石炭世（Sm-Nd 等时线 305.4±2.4Ma）
29	土屋铜矿床	大型	斑岩型矿床	花岗岩闪长斑岩	晚石炭世（Re-Os 等时线 322.7±2.37Ma）
30	延东铜矿床	中型	斑岩型矿床	花岗岩闪长斑岩	晚石炭世
31	黑山铜镍矿床	中型	岩浆熔离矿床	镁铁-超镁铁侵入岩	石炭-二叠纪
32	公婆泉铜矿床	中型	斑岩型矿床	花岗岩闪长斑岩	石炭纪
33	白山堂铜矿床	中型	斑岩型矿床	花岗岩闪长斑岩	晚石炭世（Pb 同位素模式年龄 322Ma）
34	卡拉脚古牙镍矿床	中型（？）	复合热液型矿床	泥盆纪砂岩	晚三叠世
35	霍什布拉克铅锌矿床	中型	热水沉积-改造型矿床	石炭纪砂岩/碳酸盐岩	二叠纪
36	铜峪沟铜矿床	大型	复合热液型矿床	海相火山岩	早中三叠世
37	赛什塘铜多金属矿床	大型	复合热液型矿床	海相火山岩	早三叠世（Pb 同位素模式年龄 242Ma）
38	厂坝铅锌矿床	大型	热水沉积-改造型矿床	泥盆纪砂岩/碳酸盐岩	早二叠世（Rb-Sr 等时线 263±9Ma）
39	李家沟铅锌矿床	中型	热水沉积-改造型矿床	泥盆纪砂岩/碳酸盐岩	泥盆纪-二叠纪
40	下拉地铅锌矿床	中型	热水沉积-改造型矿床	泥盆纪砂岩/碳酸盐岩	泥盆纪-二叠纪
41	金堆城钼矿床	大型	斑岩型矿床	花岗岩斑岩	侏罗纪（Rb-Sr 等时线 161Ma）
42	南台钼钨矿床	中型	斑岩型矿床	花岗岩斑岩	侏罗纪
43	风火山铜矿	中型（？）	沉积矿床	白垩纪砂砾岩	白垩纪

*年龄资料来源：李华芹等(1998)；汤中立等(1995)；赵东宏等(2003)等。

上述分布可以看出，西北地区的有色金属成矿以元古-古生代有色金属成矿为显著特色。新疆北部、甘肃北部古亚洲成矿域、新疆南部边缘、青海和陕西南部祁秦昆成矿域南部范围，主要产出华里西期海相火山岩铜多金属矿床、铅锌矿床、斑岩型铜矿床、岩浆熔离型铜镍矿床和热水沉积型铅锌矿床等^[13]，但甘肃北祁连山地区，则以加里东期块状硫化物铜多金属矿床、矽卡岩型钨（钼）矿床和热液蚀变岩型铜矿床等成矿为主要特色。印支-燕山期的成矿作用主要是对元古-古生代成生矿床的改造，而明显与中国东部相别。

2 区域成矿作用及其成矿特点

2.1 主要成矿作用类型

分析西北地区有色金属矿床的成矿类型,主要可归类为六类(表2):岩浆熔离型铜镍矿床、块状硫化物型铜多金属矿床、斑岩型铜、钼矿床和矽卡岩型钨矿床、热水沉积-改造型铅锌矿床、热液蚀变岩型铜、铅、锡、锑矿床和沉积型铜矿床等。这些典型矿床类型的存在并不是孤立的,它们响应于所在构造单元的地质构造作用,与一定的地质事件相互联系^[12]。就所讨论的主要内生有色金属矿床而言,主要是地质历史上重要壳幔物质演化(包括流体)的产物,特定的地质历史时期和作用形成一定的矿床类型,而且其成矿并不是单一的,往往应伴随大的构造事件的发生构造、发育和结束形成一系列有成因联系的矿床组合。限于篇幅,本文不展开对各类成矿作用的全面讨论,仅对区域成矿作用的特殊现象做一探索。

2.2 大陆裂谷或裂陷槽环境与镁铁-超镁铁岩有关的铜镍成矿作用

中国的铜镍矿床主要形成于三个时期:元古代、加里东早中期和华里西中晚期^[14]。都无一例外的与大陆裂谷初始阶段环境或造山带碰撞造山后的局部裂陷槽有关。西北地区只发现元古代和华里西中晚期两期有工业价值的铜镍矿床。从全球范围看,大规模铜镍矿床的形成,需有大规模的地壳裂解事件存在,才可能提供必要的成矿物质和动力,金川矿床是中国原始大陆中元古代(1508Ma)大规模裂解事件的产物^[3]。早古生代处于冈瓦纳大陆边缘海地位的祁连山构造系,其有限的裂解和裂解深度,不可能造就类似金川矿床那样规模的金属铜镍富集,而新元古代末或加里东早期古亚洲洋打开前处于Rodinia大陆裂解部位的塔里木-华北地台北缘及残存的微地块中,其统一大陆的裂张规模,可能形成较大规模铜镍矿岩浆房的产生。昆仑-柴达木陆块南缘,响应印支期特提斯洋的形成,在华里西中晚期的大陆裂解也有可能形成较深幔源镁铁-超镁铁岩的上侵,形成铜镍矿成矿的有利条件。

表2 西北地区有色金属矿床主要成矿类型一览表

Table2 Main mineralization types of nonferrous metal mineral deposits in the Northwest China

成矿类型	成矿元素	赋矿围岩	成矿时代	成矿背景	主要成矿带	典型矿床	潜在找矿区
岩浆熔离矿床	Ni、Cu、PGE	超镁铁岩	元古代	大陆裂谷	龙首山	金川、煎茶岭	龙首山、塔北缘
		镁铁岩	晚古生代	裂陷槽	准噶尔、博格达	喀拉通克、黄山	博格达、甘肃北山
	Cu、Co		晚古生代	裂陷槽	阿尼玛卿	德尔尼	阿尼玛卿
块状硫化物矿床	Cu、Pb、Zn	中酸海相性火山岩	早古生代	大陆裂谷	北祁连	白银厂	北祁连
			晚古生代	裂陷槽	准噶尔、柴北缘	阿舍勒、赛什塘	柴北缘、东天山
	Cu、Zn	基性海相性火山岩	早古生代	弧后盆地	北祁连	石居里、红沟	北祁连
斑岩型矿床	Cu	花岗斑岩	晚古生代	活动大陆边缘	东天山	土屋、公婆泉	东天山及东延、北祁连、西昆仑、东昆仑
	Mo		中生代		北秦岭	金堆城	北秦岭
矽卡岩型矿床	W、(Mo、Cu)	花岗岩、古老基底	早古生代	活动大陆边缘	北祁连西段	小柳沟、塔尔沟	北祁连、东天山
热水沉积-改造型矿床	Pb、Zn	泥盆纪砂岩、灰岩	晚古生代-?	裂陷槽	西秦岭	厂坝、李家沟	西秦岭
复合热液型矿床	Cu、Sn、Sb	石英脉、蚀变岩	晚古生代	造山带	北秦岭	青铜沟	北秦岭
沉积型矿床	Cu	砂砾岩	古生代	前陆盆地	北祁连	天鹿	北祁连、
			中-新生代	山间盆地	松潘	风火山	松潘、西南天山

2.3 北祁连加里东期大陆边缘构造转换对成矿类型的影响

北祁连山早古生代区域构造-火山岩浆-成矿系统的深入研究^[4], 提供了中国加里东造山带造山前沟-弧-盆系的典型重塑, 但北祁连西段镜铁山微陆块的存在, 对北祁连早古生代成矿构造背景的认识产生颇多争议^[5, 15]。考察镜铁山微陆块产出大面积花岗岩基、中酸性火山岩和矽卡岩型钨(钼)矿床共存的大陆岩浆弧特点^[11], 暗示我们北祁连早古生代自东而西存在构造转换: 东段为洋-洋碰撞的沟-弧-盆系, 以块状硫化物矿床的产出为主要成矿特点; 西段则为洋-陆碰撞的活动大陆边缘, 形成壳重熔型花岗岩和矽卡岩型钨矿床, 并可能存在斑岩型铜矿床^[16]。由于古生代大陆规模和质量不同于中新生代的特点, 这种大陆边缘的构造转换在古生代可能是普遍的。它控制了同一成矿带成矿类型的在区域上的重要变化。

2.4 新疆北部华里西有色金属成矿的特点

主要为中亚巨型成矿带的东延, 有一个突出特点是: 已发现的蛇绿岩基本上是早古生代的, 例如, 北准噶尔的洪古勒楞蛇绿岩为 $411 \pm 53\text{Ma}$ 奥陶纪的洋壳, 阿尔曼太-札河坝蛇绿岩为 $561 \pm 41\text{Ma}$ 震旦-早寒武世的洋壳^[17], 但已知矿床如前所述, 基本是晚古生代华里西的产物^[18], 而且成矿环境已有的证据多倾向于大陆裂谷或裂陷槽环境。这给我们提出了一个重要的问题: 大洋化壳幔物质急剧交换的过程中, 没有成矿物质的显著聚集, 特别是没有大陆边缘环境矿床的形成。地质背景研究与成矿事件的不协调, 反映了该区成矿研究尚存在诸多疑问。

3 区域找矿潜力

西北地区镍、铜、铅、锌等重要大宗金属矿产资源的保有储量占有重要地位。在铜、铅、锌保有储量 6000 余万吨中, 仅 2754 万吨工业储量, 在相当一段时间内已发现的大量铜矿产地, 包括探明储量达 650.22 万吨的西藏玉龙超大型铜矿床不能开发利用^[19]。因此现阶段中国还将处于铜资源严重不足的局面。与国际矿业类似, 以中国东部德兴超大型铜矿为代表的斑岩型铜矿是中国第一铜矿资源来源, 但第二来源与世界矿业结构以矽卡岩型铜矿为主不同, 块状硫化物铜矿床是中国仅次于斑岩型铜矿的第二铜矿资源来源。甘肃白银厂是中国重要的铜工业基地, 提供白银厂矿山接替资源对西北地区的社会经济发展有重要意义。

西北地区已发现 17 处铜矿产地, 除新疆的阿舍勒尚未开发利用外, 青海的德尔尼、赛什塘、铜峪沟三个大型铜矿床目前存在交通不便、开发利用环境差等限制。因此, 从解决白银厂矿山接替资源出发, 从白银厂矿区挖掘潜力和外围进一步找矿是一条重要出路。其次, 甘肃南镜铁山铁铜矿床的深入调查研究发现, 铜矿成矿时间显著晚于元古代的铁矿, 形成于加里东期, 为热液改造型铜矿^[9], 有发现大中型铜矿床的潜力。我国铅锌矿产资源量较丰富, 由于国际市场的需求, 对甘肃秦岭铅锌成矿带、青海柴北缘锡铁山铅锌成矿带的进一步找矿勘查仍十分必要。

钨矿主要分布于我国南岭地区, 为印支-燕山期的产物。近年来在北祁连山西段发现的小柳沟等加里东期白钨矿矿床, 且上钨下钼, 远景资源量当在百万吨以上^[20], 应是我国重要的钨矿开发接替基地。

西北地区有色金属矿产基本形成于大陆边缘或显生宙以来形成的造山带中, 自北而南有色金属矿产的形成, 大致可划分为十个 II 级成矿带(图 1), 分别为: II-1 阿尔泰铜、铅锌成矿带; II-2 准噶尔镍、铜、钼、锡成矿带; II-3 博格达(东天山)铜、镍、钨成矿带; II-4 伊犁铜、镍、铅锌、钨、钼成矿区; II-5 塔北缘铅锌、钨、锡、锑、铜、镍成矿带; II-6 祁连-北秦岭(包括龙首山)镍、铜、铅锌、钼、钨成矿带; II-7 柴边缘铜、铅锌成矿带; II-8 西秦岭铅锌、铜、锑、钼、钨、镍、钴成矿带; II-9 塔南缘铅锌、铜成矿带; II-10 松潘铜成矿带。其中, 以祁连-北秦岭、西秦岭、阿尔泰、西准噶尔和博格达(东天山)成矿带工作程度相对较高, 发现的有色金属矿床数量也较多, 随着国家基本建设的进程, 在已探明

矿床基础上, 为进一步加强铜、镍、铅锌、钨、钼等后备资源勘查地区, 以提供大中型矿山后续资源; 塔北缘、塔南缘、柴边缘和松潘等工作程度较低或极低地区, 已知成型矿床甚少, 自然条件也最为艰苦, 为开展铅锌、钨、锡、锑、铜、镍等有色金属的战略性找矿探索工作地区。

祁连-北秦岭成矿带可再划分为: 龙首山镍成矿带、北祁连铜、铅锌、钨成矿带、北秦岭钼(钨)成矿带和南祁连镍、铜、铅锌成矿带。龙首山镍成矿带以产出金川超大型铜镍矿床而著名, 并建成中国最大的镍工业基地。作为小岩体成大矿的典型代表, 金川外围仍具有巨大的找矿潜力, 国外超大型镍矿床外围找矿近年已提供了成功的范例。北祁连成矿带, 除在北祁连中西段已展示了铜多金属矿床找矿新发现(石居里沟、尕大板)外, 白银矿区仍有进一步找矿潜力, 由于矿床埋深较大, 500 米以下尚未进行勘探, 矿区尚有值得进一步勘查的地段, 更重要的矿床火山作用阶段形成但经历热液阶段显著改造认识的深入调查研究, 为矿区外围的成功勘查提供了新的工作思路和方法选择。此外, 北祁连西段的塔尔沟-小柳沟钨矿矿集区和镜铁山铁铜矿床, 有寻找北方大型、超大型钨矿和大型后期热液蚀变岩型铜矿的潜力。北秦岭金堆城大型钼矿床外围仍有众多的矿化小岩体, 值得探索。西秦岭的西成超大型铅锌矿田, 产于华里西期造山带裂陷盆地, 赋矿泥盆纪碳酸盐岩和细碎屑岩分布尚广, 印支期构造事件对成矿有重要影响, 矿带整体工作程度还不高, 仍有发现新矿床的地质条件。由上述分析可见, 西北地区在镍、铜、铅锌、钨及钼、铂族金属矿产资源存在重要找矿潜力。

参考文献:

- [1] 任纪舜等. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [2] 尹安. 喜马拉雅-青藏高原造山带地质演化——显生宙亚洲大陆生长[J]. 地球学报, 2001, 22(3), 193~230.
- [3] 汤中立, 李文渊. 金川铜镍硫化物(含铂)矿床成矿模式及地质对比. 北京: 地质出版社, 1995.
- [4] 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 北祁连山构造-火山岩浆-成矿动力学[M]. 北京: 中国大地出版社, 2001. 131~222.
- [5] 葛肖虹, 刘俊来. 北祁连造山带的形成与背景[J]. 地学前缘, 1999, (6), 223-230.
- [6] Chen Yuchuan and Tao Weiping. Metallic and nonmetallic minerals in China[J]. Episodes, 1996, (18), 17~20.
- [7] 李文渊. 中国铜镍硫化物矿床成矿系列与地球化学[M]. 西安: 西安地图出版社, 1996, 180~190.
- [8] 李文渊、夏林圻, 夏祖春, 等. 北祁连山早古生代弧后盆地火山作用与成矿——以石居里沟富铜矿床为例 [J]. 地质论评, 1999 (增刊), 3~10.
- [9] 赵东宏, 杨合群, 刘玉林, 等. 甘肃桦树沟铜矿床成矿年龄讨论决定[J]. 矿床地质, 2003, 22(2) (待刊).
- [10] Wilson M. Igneous petrogenesis. London: Unwin Hyman, 1989.
- [11] Hyndman D. W. Petrology of igneous and metamorphic rocks. Mc Graw-Hill Book Company, 1985.
- [12] Kerrich Robert, Goldfarb Richard, Groves David. 超大型金成矿省的特征、成因及地球动力学背景 [A]. 见: 陈衍景等主编. 大陆动力学与成矿作用[C]. 北京: 地震出版社, 2001. 5~72.
- [13] 李华芹, 谢才富, 常海亮, 等. 新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [14] 李文渊. 中国铜镍硫化物矿床特征及勘查对策[A]. 见: 中国科学技术协会第二届青年学术年会论文集(基础科学分册) [C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995, 180~190.
- [15] Zhang, Zh. M., Liou, J. G. and Coleman, R. G. An outline of the plate tectonic of China[J]. Geo. Soc. Amer. Bull. 1984, 95: 295~312.
- [16] 李文渊. 北祁连山陆-陆碰撞的远程成矿效应——龙首山地区深成矿体定位及构造热液改造[A]. 见: 邓乃恭, 雷伟志主编. 大陆构造及陆内变形暨第六届全国地质力学学术讨论会论文集[C]. 北京: 地震出版社, 1999, 166~169.

- [17] 张旗,周国庆. 中国蛇绿岩[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 34~54.
- [18] 韩春明, 毛景文, 杨建民. 东天山晚古生代内生金属矿床成矿系列和成矿规律[J]. 地质与勘探, 2002, 38(5). 5~9.
- [19] 国土资源部规划司、中国地质调查局和中国国土资源经济研究所. 西部地区矿产资源勘察与开发潜力与规划研究[M]. 北京: 地质出版社, 2001, 1-30.
- [20] 周廷贵, 周继强, 宋史刚, 等. 小柳沟铜钨矿田矿化特征及找矿方向[J]. 地质与勘探, 2002, 38(2) . 37~41.

Metallogenic constraints and exploration prospect of the nonferrous metal mineral deposits in Northwest China

LI Weny-uan^{1,2}, Zhao Donghong², Shen Shaonin²

(1. Northwest University, Xian 710069, China. 2. xian Institute of Geology and mineral Resources, Xian 710054, China)

Abstract: Northwest China is an important region for China's nonferrous metal resources. For declining of most of nonferrous metal mines, to accelerate exploration of replacing resources for the mines not only is a urgent task geologically, and also a major way out to keep development in the nonferrous metal mining industries in Northwest China. Through a geological analysis of regionally metallogenetic factors and characteristic for the Northwest China's nonferrous metal mineral resources, it is showed that the mineral resources formed mainly in the palaeozoic orogenic zones with the clear characteristic of the Middle-Asia metallogenic belt , and most of the mineral deposits formed in the Later Palaeozoic except the North Qilian mountain Early Palaeozoic. In Northwest China, the distribution of the nonferrous metal mineral resources, totally, can be divided into the ten metallogenic zones. In this paper, it is pointed out that the skarn tungsten mineral resources in the North Qilian mountain, hydrothermal lead and zinc in the South Qinling mountain and porphyry copper in the Bai mountain and so on will be very potential in the prospecting.

Key words: nonferrous metal mineral deposits; metallogenetic characteristic ; exploration prospect