

塔儿沟—小柳沟钨矿集区成矿条件及区域找钨*

Metallogenic Geological Conditions of Taergou-Xiaoliugou W-collecting Area and Regional Prospecting in Qilian Metallogenic Belt

杨钟堂¹ 贾群子¹ 肖朝阳¹ 邹湘华¹ 叶得金² 段永民² 赵俊伟³ 苏亮红³

(1 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054; 2 甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000; 3 青海省地质调查院, 青海 西宁 830000)

Yang Zhongtang¹, Jia Qunzi¹, Xiao Chaoyang¹, Zou Xianghua¹, Ye Dejin², Duan Yongmin², Zhao Junwei³, Su Lianghong³

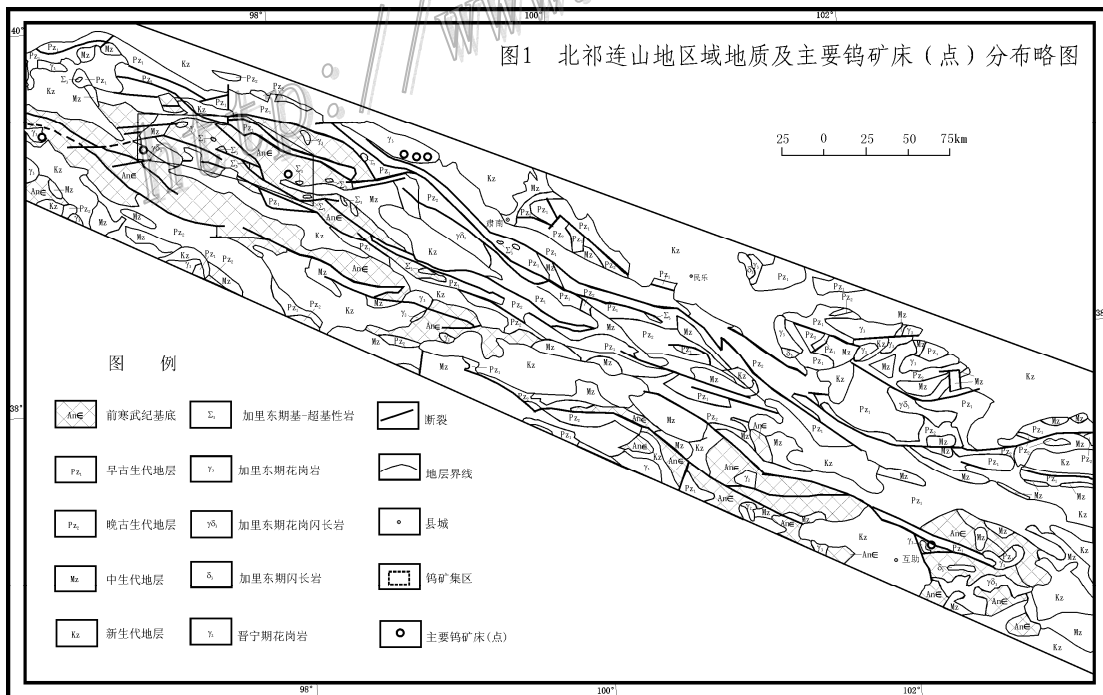
(1 Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2 Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, Gansu, China; 3 Geological Survey of Qinghai Province, Xining 830000, Qinghai, China)

摘 要 在详细研究了矿床成矿地质特征的基础上, 对北祁连西段塔儿沟—小柳沟钨矿集区的成矿地质及地球化学条件进行了总结, 并依据所取得的认识对祁连成矿带区域钨及钨多金属矿的找矿方向进行了分析, 指出北祁连南缘构造-岩浆活动带中东段宝库河地区以及花石峡-下古城一带应是近期重点找钨区段。

关键词 钨矿集区 成矿条件 区域找矿前景 祁连成矿带

1 地质概况

本文所述的钨矿集区位于北祁连西段由北西向的中祁连北缘断裂构造带及妖魔山-白泉门断裂构造带和北东东向-近东西向的荒田地-雅尔河脑构造应变带及祁青-宗宾大坂构造应变带所围限的范围以内。区内主要出露前寒武纪的变质基底岩层, 其次为古生代地层, 中生代地层仅局部出露。岩浆岩以加里东期的中酸性侵入体为主, 沿断裂带零星出露有基-超基性小侵入体; 近东西向和北西向构造发育, 且形成时期早, 具多期次活动特征, 该构造控制了区内地层的展布和岩浆岩的侵入(图 1)。区内已发现塔儿沟大型钨矿床和小柳沟钨钼多金属矿床, 近年来又相继在小柳沟矿区外围发现祁宝、贵山和世纪三个矿床。矿集区北部石油河脑一带, 化探扫面圈定出大面积的 Sb、As、Au、Hg、F、B、



* 本文得到中国地质调查局项目(200110200081)的资助

第一作者简介 杨钟堂, 男, 1950 年生, 副研究员, 从事构造地质学、构造岩石学及成矿背景研究。

W、Pb、Sn、Cu 元素组合异常,且有铜、铅、白钨矿重砂异常,近来地表检查发现多条含黄铜矿石英脉,并有辉钼矿、白钨矿矿化显示。

2 典型矿床解剖

2.1 塔儿沟钨矿床

地层:矿区主要出露元古界北大河群第二岩组第二岩段一片岩段,以云母石英片岩、石英岩及斜长云母石英(片岩)夹大理岩透镜体为主,向上过渡为板岩、千枚岩、绢云石英片岩为主,夹变长石石英砂岩及斜长角闪岩。斜长角闪岩(片岩)原岩为基性熔岩,具有大洋拉斑玄武岩的稀土元素地球化学特征。斜长角闪岩(片岩)的钨含量最高,平均达到 138×10^{-6} ,其次为绢云石英片岩岩和板岩、千枚岩,大理岩及石英岩含量最低。微量元素在各地层的变化大致是,自下而上W、Sn、Be等含量逐渐升高,Mo含量却大致相反。上部岩性层W、Sn含量最高,其中W含量为 677.53×10^{-6} ,大大高出地层平均值(120.18×10^{-6})。

岩浆岩:矿区出露野牛滩复式岩体,呈NW向展布,侵入于北大河群,并被下石炭统砂砾岩不整合覆盖。其侵入活动大致可分为3期,早期为花岗闪长岩-石英二长岩岩基,继为黑云母花岗岩脉、岩枝生成,最后为正长闪长岩脉侵入。对岩体的微量元素分析可看出(表1),塔儿沟矿区花岗岩基花岗闪长岩-石英二长岩等钨、锡含量均较低,而黑云母二长花岗岩以及中期形成的花岗岩脉的钨、锡含量较高,与黎形值相比,后两者分别是黎形值的6倍和3倍。

构造:矿区位于北西向背形褶皱构造的南翼,断裂构造以展布于矿区南部纵贯全区的北西向压扭性断层为主,该断层北

表1 塔儿沟、小柳沟矿区花岗岩微量元素含量一览表

元素含量	小柳沟矿区				塔儿沟矿区				黎形值 ^①
	斜长花岗岩 岩 QB006	二长花岗岩 QB010	二长花岗岩 QB010	二长花岗岩	黑云二长花 岗岩 QB010	野牛滩 岩基	花岗岩 (岩脉)	正长闪长 岩(岩脉)	
$W_{Be}/10^{-6}$	5.09	5.31	5.71	9.8	2.19	<10	<10	<10	1.73
$W_{Au}/10^{-9}$	0.62			2.05	0.46				2.19
$W_{Ag}/10^{-9}$	175	310	200	577	120	<100	<100	<100	75
$W_{Nb}/10^{-6}$	4	33	42		17				18
$W_{Ta}/10^{-6}$									1.6
$W_{Ga}/10^{-6}$	17.5	17	21.5		19				16.7
$W_{W}/10^{-6}$	4.15	3	9.3	31.7	6.2	痕	3		1.1
$W_{Mo}/10^{-6}$	14.8	423	236	68.62	3.4	0.7	0.5	0.5	1.3
$W_{Bi}/10^{-6}$	3.58	0.6	4.3	16	0.2		<5		0.19
$W_{As}/10^{-6}$	133	27.3	13.1	72.5	3.14	痕	<20	<20	2.03
$W_{Sn}/10^{-6}$	0.64	1.9	4.5	7.2	3.3	痕	痕	<5	2.9
$W_{Pb}/10^{-6}$	32	44	33	64.1	18	35	44	58	12
$W_{Cu}/10^{-6}$	108	112	76	442.4	19	60	56	49	63
$W_{Co}/10^{-6}$	5	4	3	8.7	23	19	11	9	24.7
$W_{Ni}/10^{-6}$	9	5	4	14.2	16	7	<5	<5	81.3
$W_{Li}/10^{-6}$	34.4	13.3	13.9		27.6				23
$W_{Zr}/10^{-6}$	78	74	40		226	205	200	200	148
$W_{Sr}/10^{-6}$	298	49	36		617				382
$W_{Rb}/10^{-6}$	122	302	309		154				108
$W_{Th}/10^{-6}$	16	28	25		14				7.6
$W_{Zn}/10^{-6}$	23	13	7	60	91	136	82	120	94
$W_{Cd}/10^{-6}$	21	12	15	25.1	77	55	29	8	127
$W_{V}/10^{-6}$	26	21	21	86.7	157	152	98	100	143
$W_{Ti}/10^{-6}$	961	844	460	786	5919	1964	1560	2200	6250
$W_{Ba}/10^{-6}$	158	71	50		1180	517	440	725	463
资料来源	本研究			周廷贵等, 1999	本研究	邹志平等, 1988			

*摘自中科院矿床地球化学开放研究实验室编著的《矿床地球化学》,个别数据摘自邹志平等报告。所用资料除本项目分析的以外,还采用了地质部甘肃省地质局,1969,玉门市幅1:20万区域地质测量报告(上册);邹治平、黄传俭,1988,甘肃省肃北蒙古族自治县塔儿沟钨矿矿床特征;以及周廷贵等,1999,甘肃省小柳沟铜钨多金属矿床地质特征及成因探讨等资料。

侧为构成塔儿沟钨矿床围岩的片岩段地层,其中广布伟晶岩脉、花岗闪长岩枝及黑钨矿石英脉,断裂南侧为未见矿化的结晶灰岩、板岩段地层。裂隙构造以北西向为主,其次为南北向、北北东向、北西西向断裂;此外可见到早期的东西向构造残体。矿区主要控矿构造为北西向断层的次级入字型断裂和层间滑脱构造。

矿床特征:区内存在(似)夕卡岩型白钨矿床和石英脉型黑钨矿矿床。前者分布于远离花岗闪长岩岩基的南侧外接触带,主要为透辉石(似)夕卡岩、符山石石榴石透辉石(似)夕卡岩等。矿体受地层层位控制,产于大理岩两侧斜长角闪片岩、角闪石英片岩和少量黑云石英片岩及绢云石英片岩中,矿体形态受顺层交代的层间裂隙和脉状分枝的裂隙控制。前人工作

① 邹治平,黄传俭.1988.甘肃省肃北蒙古族自治县塔儿沟钨矿床特征.内部资料.

研究发现,当矿体的围岩为斜长角闪(片)岩和侵入岩和各种片岩接触时,矿体 WO_3 含量往往在斜长角闪(片)岩一侧高;后者受北西向、北东向、北北西向、北北东向及北西西向等不同序次的裂隙构造控制,特别是北西西向裂隙构造是主要赋矿构造,控制了绝大多数石英脉型黑钨矿的产出。

前人^①曾对黑钨矿石英脉的白云母进行的Rb-Sr测年,曾获得 434.64 Ma的结果,笔者对含云母白钨矿黑钨矿石英脉样品的白云母K-Ar同位素年龄测定为 412.42 Ma,因此可以将脉型钨矿床的成矿时代厘定为 434~412 Ma之间,即型钨矿的成矿与花岗岩的侵入有关但成矿时期略晚于花岗岩的侵入时代。对于(似)夕卡岩型白钨矿而言,野外调查可见黑钨矿石英脉穿插了夕卡岩型白钨矿体,推测其成矿时代与区内花岗岩基的侵入时代同步。

2.2 小柳沟钨钼铜多金属矿床

地层:矿区出露的朱龙关群地层为一套碎屑岩、碳酸盐岩、基性火山岩建造,由千枚岩、石英岩、片岩、玄武岩夹大理岩化灰岩等组成。其可分为2个岩组,5个岩性段。其中以碎屑岩沉积及火山岩夹碳酸盐岩为主要特征的上岩组为矿区主要含矿层位,区内90%以上的矿体赋存于其中。微量元素分析表明,下岩组上岩性段及上岩组下岩性段和中岩性段各种岩石中的各成矿元素含量均高出地壳克拉克值数倍至数十倍,其中Cu、Zn、Bi主要集中于下岩组顶部及上岩组底部的千枚岩和云母角闪片岩中,W则主要集中于上岩组下部的火山岩及碳酸盐岩中。反映了上述岩层是成矿的主要矿源层。

岩浆岩:矿区地表侵入岩不发育,除花岗岩脉外,主要为石英脉和少量辉长岩脉,深部有隐伏的二长花岗岩体存在。地表和深部的花岗岩 SiO_2 含量高, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比值变化大, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})$ 分子数比值在0.95~2.56之间,平均值为1.48,属钙碱性花岗岩,属S型花岗岩。R2-R1图反映其具有同碰撞造山S型花岗岩成因性质。微量元素的测试分析可明显地看到,W、Mo、Bi、Cu、Pb等元素含量均高于梨形值,其中W是梨形值的数倍,Cu、Pb是梨形值的两倍到三倍左右,而Bi、Mo含量则是梨形值的数十倍到数百倍(见表1)。表中还可看出二长花岗岩的上述微量元素含量普遍大于斜长花岗斑岩的相应值。石英脉在区内十分发育,成群成带分布,石英脉中及两侧常见白钨矿化、黄铜矿化及辉钼矿化现象。

构造特征:本区地处区域北西向构造带与北东-北东东向构造带的复合部位,地质构造较为复杂,前寒武系地层均呈北西向展布,两组构造带的断裂构造相复合构成菱形格状构造。矿区内断裂构造发育,有北东向或近南北向断裂、由隐伏花岗岩侵入导致的放射状、环状断裂以及成矿后的北西向或东西向断裂等。前者规模相对较大并具长期多期次活动特征。

矿床特征:矿化赋存于朱龙关群上岩组(个别矿体产于下岩组上岩性段局部见到的透镜状云母角闪片岩及夕卡岩化灰岩层内)下岩性段和中岩性段,且集中赋存于每一个由碎屑岩和火山岩及其底部的薄层状灰岩构成的韵律旋回层中的火山岩底部,与夕卡岩化、绿泥石化、绿帘石化、硅化、碎裂岩化关系密切,夕卡岩矿(化)体产状与地层一致。矿化以钨为主,其次为铜、铋、钼矿化。在夕卡岩化灰岩中为钨铜铋矿体,云母角闪片岩中为钨(铜)铋矿体,千枚岩中为单独钨矿体或钼矿体;花岗岩接触带上的矿体产状与接触带形态一致,外接触带为钨铋钼矿体,内接触带则为铜铋钼矿体。石英脉型矿化体产出则不受岩性控制,石英脉中及两侧主要为白钨矿化、黄铜矿化及辉钼矿化。矿石类型较简单,以浸染状-稠密浸染状白钨矿-黄铜矿矿石、浸染状-稠密浸染状白钨矿矿石、白钨矿-辉钼矿矿石、锡石-白钨矿矿石,其中以浸染状-稠密浸染状白钨矿矿石和稠密浸染状白钨矿-黄铜矿矿石为主。常见石英脉型矿化体穿插夕卡岩矿体现象。

3 讨论

通过对塔儿沟钨矿床和小柳沟钨多金属矿床的解剖,可以看出它们之间有以下成矿的共性。

(1) 矿源层:尽管塔儿沟矿床和小柳沟矿床产出的围岩地层时代不一样,但是区域地层微量元素地球化学分析表明它们都具有较高含量的钨以及与其相关的成矿元素,而且成矿元素的高含量层位往往是火山岩-火山沉积碎屑岩岩层,对火山岩的研究显示出,塔儿沟的斜长角闪岩(片岩)原岩主要为基性熔岩,属大洋拉斑玄武岩系,而小柳沟矿区及其临近地区的朱龙关群火山岩则属于大陆溢流玄武岩系,由于其派生于岩石圈之下地幔柱源的部分熔融,因此既具有洋岛玄武岩范畴的微量元素和同位素成分,也有喷发中所通过的大陆岩石圈的微量元素的贡献(夏林圻等,2001)。这不仅说明在北祁连西段显生宙以前的不同时代地层存在有成钨、钼的矿源层,而且这些大量的成矿物质主要来源于地壳深部,它们是随着深部的基性火成岩浆物质的海底喷发沉积而形成的。毫无疑问,矿源层的存在是塔儿沟—小柳沟钨矿集区的成矿基础。

(2) 岩浆岩:两矿区都存在有中酸性岩侵入体,中酸性岩浆的活动不仅为矿源层成矿物质的活化聚集提供了热能,同时还为成矿物质的再富集携带了新的物质,可以说,区内花岗岩的侵入活动在钨及钨多金属矿的成矿过程中具有重要的双重作用。此外,它们还具有S型花岗岩和S、I型过渡的特征,塔儿沟矿区花岗岩复式岩体的形成可能与加里东期古祁连洋板块俯冲造山作用有关,而小柳沟矿区的花岗岩的形成是否与加里东期古祁连洋板块俯冲造山作用有关,还有待进一步研究,

① 甘肃省地质矿产局酒泉地调队,1987. 甘肃省肃北蒙古族自治县塔儿沟钨矿详细普查地质报告. 内部资料。

但它们都反映了是地壳挤压构造运动的结果。另外,野外调查和室内分析资料所显示的两个矿区具有多期次、多阶段成矿特征与岩浆的多阶段侵入密切相关。

(3) 构造控矿: 区域上, 塔儿沟—小柳沟钨矿集区所在的北祁连西段地区主要有北西向构造带与北东东向-近东西向构造带等两组, 该两组构造成分的复合, 使得元古宙基底呈长轴为北西向延展的菱形微陆块。两个矿区均位于北西向构造与北东东向-近东西向构造相复合部位的微陆块边缘(图1)。这种区域构造形态不仅控制了花岗岩体的侵位, 而且也制约了矿床和矿体的产出和展布, 同时也有可能导致岩体的多期侵入和多阶段的成矿作用, 也是矿床成矿后遭到后期热事件改造影响的重要因素。小柳沟矿区的花岗岩侵入体位于近南北向和北东向两组断裂的交汇部位, 岩体上侵期间的热与流体驱动作用, 不仅使矿源层成矿物质活化聚集, 而且在花岗岩侵入体顶部和边部岩层形成环状、放射状断裂或裂隙, 为含矿热液上升沉淀制造了空间, 控制了矿体(或矿化体)的产出。塔儿沟矿区的夕卡岩型白钨矿矿床受到地层和层间滑脱构造的双重控制已是不争的事实, 而叠加其上的脉型黑钨矿矿体也已被大量的勘探工作证实是区域东西向构造和北西向构造体系的低序次断裂(裂隙)复合控制, 如 NNE 向和 NWW 向次级裂隙控制了多数黑钨矿石英脉的产出, 在剖面和平面上均显示出多字型的尖灭再现特征, 往往在两组断裂交汇处和尖灭再现部位, 矿体大而富。

综上所述, 塔儿沟—小柳沟钨矿集区内各矿床的形成具有其特有的条件, 即①前寒武系地层内与基性火山岩有关的矿源层、②多期次的构造运动特别是断裂活动以及③与构造运动相伴的具有携带深部成矿物质花岗岩的多次侵入, 即所谓的“三位一体”。现有的资料已表明加里东期的北祁连古大洋板块的俯冲造山作用(也可能包括其后的构造作用)对本区钨及钨钼铜等多金属矿成矿作用至关重要, 多组构造带特别是区域北西向和北东东-近东西向断裂构造带及其所派生的低序次构造成分则控制了矿床和矿体的产出。

4 区域钨矿找矿的思考

祁连成矿带是我国重要的Ⅱ级多金属成矿带, 与钨有关的化探及重砂异常分布较为广泛。目前区内所发现的钨及钨多金属矿床(点)已有 10 余处, 如野马滩、大道口、西插山南、察汗河、龙王山、沙柳河、孕子黑、塔儿沟、小柳沟等。综合它们的矿床类型、成矿条件及产出位置, 与矿集区两个典型矿床成矿特征的对比分析研究可以看出沿北祁连南缘构造带一线具有良好的找钨前景。加里东时期, 北祁连南缘不仅是中南祁连陆块与北祁连古大洋板块构造的拼接带, 而且是一个重要的构造岩浆活动带, 又叠加了后期各种造山构造的成分, 该构造-岩浆岩带具有类似于塔儿沟-小柳沟钨矿集区那样的良好钨钼钨多金属矿成矿条件和地质背景, 钨矿集区即位于该构造岩浆活动带西段, 应该给予重视。笔者认为青海省境内的宝库河地区以及花石峡-下古城一带应是近期重点找矿区段, 理由如下。

(1) 宝库河地区地层为元古界湟源群, 岩石主要有黑云角闪片麻岩、斜长角闪片岩, 角闪变粒岩、黑云斜长片麻岩夹大理岩, 原岩可能属中基性火山岩与沉积碎屑岩及碳酸盐岩。侵入于湟源群中酸性侵入体为闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合, 属于钙碱性系列, 为板块碰撞前消减花岗岩, 形成于加里东中晚期。该区也是 NW-NWW 向北祁连南缘断裂带与区域东西向构造带复合部位, 控制了中酸性侵入体的产出形态。以往工作在岩体外接触带见夕卡岩化带及角闪云英岩化带, 并见含黑钨矿石英脉体。拣块样分析部分样品钨含量已达工业品位。区内发育有规模大、强度高的宝库河(大黑山)白钨矿重砂异常, 异常平均值大于 0.107 g/30kg, 最高达 2.0 g/30kg。该区的成矿地质条件与塔儿沟大型钨矿床有较多相同之处。

(2) 青海互助花石峡-下古城一带出露的地层以元古界湟源群为主。NW 或 NWW 向断裂及 NE 向断裂发育, 使元古界地层呈菱形块状展布, 并控制了奥陶系地层则围绕菱形地块分布。加里东期花岗岩侵入于湟源群地层中, 岩体长轴方向与区域构造线方向一致, 呈规模不等的岩株、岩枝状产出。为闪长岩-石英闪长岩-花岗岩组合, 属于钙碱性系列, 为板块碰撞前消减花岗岩。该区已在龙王山岩体附近发现花石峡钨钼矿点, 产于绿片岩夹大理岩与花岗岩类岩体外接触带的层间夕卡岩中。钨钼矿化主要有 4 种类型: 层状夕卡岩型钨钼矿化, 为主要矿化类型; 云英岩型钨钼矿化; 接触变质型钨矿化; 石英脉型钨钼矿化, 与小柳沟矿床矿化特征相类似。此外以往工作在区内元古界变质岩系出露区附近曾圈定出 Cu-Zn-Ni 组合异常和 Pb 化探异常; 在东部圈定出 3 处白钨矿重砂异常, 白钨矿含量高而且集中。

参 考 文 献

- 毛景文, 杨健民, 张招崇, 等. 1999. 北祁连山小柳沟钨钼矿床 Re-Os 同位素测年及其意义. 地质论评, 45(4): 412~417.
- 周廷贵, 张道忠, 周 宏. 1999. 甘肃省小柳沟铜钨多金属矿床地质特征及成因探讨. 西北地质, 32(3): 1~10.
- 陈毓川, 等. 1999. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价. 北京: 地质出版社.
- 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 2001. 北祁连山构造-火山岩浆-成矿动力学. 北京: 中国大地出版社.