

北祁连成矿带地球化学块体资源潜力预测^①张 翔¹, 黄万堂², 俞有峰¹, 刘昌清³

(1. 甘肃省地矿局第二地质矿产勘查院, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省地质学会, 甘肃 兰州 730000;

3. 甘肃省章县人民政府, 甘肃 章县 748300)

摘 要:运用“地球化学块体”理论和方法,对北祁连区域地球化学块体的分布及其与矿产资源潜力的关系进行深入剖析。利用块体分级建立块体内部结构系列,形成套合的地球化学模式,追索成矿元素逐步浓集的过程,从而指出最有远景的成矿地段。通过不同级别地球化学块体与成矿区带的关系研究,对重要地球化学块体、子块体与成矿亚带、矿田进行对比等手段,对区内主要成矿元素 Au、Cu、Cr、Ni、W、Sb 等进行了地球化学块体特征和多元成矿信息分析,预测了地球化学块体资源潜力。

关键词:资源潜力;预测;地球化学块体;北祁连成矿带

中图分类号:P964:P632 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-5663(2005)05-0546-07

北祁连成矿带位于华北板块与柴达木—中祁连板块的缝合带^[1~4],东起陕西宝鸡,西至甘肃肃北,呈 NWW 向延伸,长约 1200km,宽约 100~300km,是我国的一个重要成矿带。北祁连成矿带经历了多期构造热事件的长期构造演变,形成了独具特色的成矿环境^[4~6],目前已发现铜、铅、锌、铬、钨、铁、金、钴、锰等金属矿产数十种,发现各类金属矿产地 260 多处。前人对北祁连地区大地构造演化、矿床系列和成矿环境及成矿规律等作了大量的研究。谢学锦院士提出的套合的地球化学模式谱系实际上是地球上富含各种金属的巨大岩块的内部结构特征在地表的表现^[7~8],给这些岩块一个假定的厚度(例如 500m 或 1000m),就可以根据地套套合的地球化学模式谱系中的金属含量,大致估算出岩块中的金属总吨数以及逐步浓集成矿的轨迹,于是将这种岩块称为“地球化学块体(Geochemical Blocks)”。本文主要通过不同级别地球化学块体与成矿区带的关系研究,对重要地球化学块体、子块体与成矿亚带、矿田进行对比,对地球化学块体内主要矿产资源潜力作出评价。

1 北祁连成矿带地质背景

北祁连为加里东期造山带,内部构造复杂多样,

具有典型的沟弧盆体系^[9~10]。古元古宇北大河岩群为一套低角闪岩相变质岩系。长城系朱龙关群为浅变质碎屑岩、中基性火山岩、碳酸盐岩。寒武系分布在白银厂、清水沟等地,为浅变质基性—酸性火山熔岩、火山碎屑岩、凝灰质千枚岩,夹细碎屑岩及碳酸盐岩透镜体,以发育双峰式火山岩为特征,是裂谷作用的产物^[11]。奥陶纪、志留统在该区广泛分布,为一套中基性火山岩、火山碎屑岩、碎屑岩组合。依据火山岩和蛇绿岩的产出特征,北部西起寒山,向东经苏优河、错沟、冷龙岭、乌鞘岭到老虎山为岛弧和弧后盆地环境^[4];中部沿吊大坂—玉石沟—川刺沟分布的火山岩为洋壳残片^[4,12];南部分布在红沟和蚊龙掌一带的晚奥陶世双峰型火山岩为陆缘拉张的产物^[4]。这些特定环境下形成的地球化学块体,组成了特定的地球化学场,而不同类型的地球化学场中,元素的分异、富集形成了与之有关的矿床。

北祁连东、西两段在构造演化上的差异,使地层分布表现出不同的特征:在阿尔金成矿带,主要出露元古界和奥陶系阴沟群;在石油河—北大河(镜铁山一带),主要出露北大河群和朱龙关群等微地块和熬油沟蛇绿岩;在肃南一带,主要含矿地球化学块体为早古生代地层的火山岩、火山沉积岩和蛇绿岩;在冷龙岭—古古拉水成矿带,广泛出露早古生代蛇绿岩下

① 收稿日期:2005-05-11 作者简介:张 翔(1966—),男,高级工程师,长期从事区域地质与成矿地质研究工作。

部岩系、中晚寒武世和奥陶纪的火山岩(西部为中堡群);在老虎山成矿带,主要含矿块体为蛇绿岩带;在白银厂及外围—静宁—张家川一带,主要赋矿岩石为早古生代地层。北祁连主要含矿岩石及地层总体可分为四大类:即沉积变质的碎屑岩—碳酸盐岩,蛇绿岩,与岛弧、弧后盆地有关的火山沉积岩和受韧性剪切变形的变质火山岩。

与沉积变质岩有关的铁、铜、锰、钨矿,其特点是贮矿围岩或地层是原始矿源层,矿床既有同生沉积型,又有后期热液叠加富集特征,含矿地层时代有元古界、寒武系、奥陶系和志留系。

与蛇绿岩有关的铬、铜、锌、钴矿,主要产于蛇绿岩的下部单元——变质橄榄岩中,也有产于蛇绿岩上部枕状玄武岩或玄武岩与凝灰岩界面上的铜、锌、钴矿床^[13~14]。

与岛弧或陆缘环境有关的细碧角斑岩系产有块状硫化物矿床,该类矿床主要受火山岩岩性的控制,在成熟岛弧的火山岩中,可形成大型的铜、铅、锌、金、银多金属矿床;在非成熟岛弧环境中,则可形成中小型铜锌矿床^[15~16]。

北祁连地区大量分布的浅变质中酸性、中基性火山岩具有较高的金背景值,这些地层内的断裂构造和有利储矿空间是金元素活化运移的良好通道及储矿场所^[17~18]。

由于北祁连山经历了多期构造热事件的长期演变,从而在缝合带内形成了复杂多样的构造单元(微地块、混杂岩带、蛇绿岩、洋脊—洋岛火山岩、岛弧火山岩及岛弧形沉积),钨、钼、铁、铬等矿产主要分布在中西段地区,铅、锌、银多分布在中东段地区,锰矿资源主要分布在中段地区,铅、锌、铜、金矿床则遍及全区。

2 北祁连地区地球化学场特征

2.1 主要地层元素丰度、富集、分异特征

按照北祁连山成矿带地层由老至新(前长城系—泥盆系)的顺序,就有 Cu、Fe、Mn、As、Sb、Hg、Ag、Cr、Ni、Co、V、Ti、P、W、Mo、Y、La 等元素含量呈降低的趋势。早古生代是成矿元素的主要矿源层^[3],其主要元素地球化学参数见表 1。

表 1 北祁连山地区主要地层单元中元素地球化学参数统计表

Table 1 Statistics of geochemical parameters of elements in major stratum units in North Qilianshan Region

地层单元	参数	元素												
		Ag ¹⁾	As	Au ¹⁾	W	Ni	Sb	Mn	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Hg ¹⁾
泥盆系(D)	\bar{x}	76.1	14.3	2.0	1.8	37.5	1.25	669	142	12.4	86.0	24.8	20.8	52.4
	Cv	0.33	0.59	0.56	0.24	0.41	0.54	0.33	0.50	0.33	0.36	0.32	0.18	1.08
志留系(S)	\bar{x}	61.4	14.3	2.1	1.7	44.3	1.06	744	111	15.1	96.8	31.4	19.9	25.3
	Cv	0.35	0.59	0.76	0.29	0.42	0.76	0.23	0.33	0.26	0.39	0.31	0.27	0.84
奥陶系(O)	\bar{x}	61.6	16.5	2.3	1.6	56.8	1.18	798	127	17.4	128	37.3	20.0	24.6
	Cv	0.34	0.59	0.75	0.32	0.74	0.62	0.30	0.40	0.37	0.64	0.42	0.29	0.77
寒武系(Є)	\bar{x}	59.6	14.9	1.9	1.8	62.9	1.25	803	132	17.0	144	35.2	20.9	19.3
	Cv	0.35	0.67	0.56	0.44	1.00	0.71	0.37	0.40	0.45	0.93	0.46	0.34	0.76
震旦系(Z)	\bar{x}	52.9	12.8	1.93	1.7	39.2	1.14	685	113	15.6	92.4	28.6	16.8	24.7
	Cv	0.37	0.74	0.51	0.64	0.84	0.75	0.43	0.48	0.45	0.74	0.43	0.47	0.71
长城系(Ch)	\bar{x}	50.8	12.4	1.7	1.5	48.8	1.66	596	117	13.9	89.1	26.9	16.0	25.8
	Cv	0.44	0.77	0.51	0.54	1.65	0.96	0.49	0.62	0.61	1.12	0.57	0.43	0.63
前长城系(Anch)	\bar{x}	55.6	11.8	1.5	2.1	30.9	0.98	688	118	13.5	72.7	27.6	15.6	13.2
	Cv	0.40	0.88	0.54	0.84	0.54	1.00	0.25	0.39	0.41	0.59	0.38	0.50	0.59

注:1. 数据来源:汤中立等, 古大陆边缘成矿系统——成矿构造动力学研究[R]. “九五”前沿科技攻关项目(编号 9501107)。2. \bar{x} 为元素平均含量;Cv 为变异系数。1) $w(\text{Au})$ 、 $w(\text{Ag})$ 、 $w(\text{Hg})$ 的单位为 $\times 10^{-9}$ 。

由表 1、表 2 可看出,寒武系中 Co、Cr、Mn、Sb 元素平均含量高其它地层。奥陶系阴沟群中 Au、Cu、Zn、As 等成矿元素含量最高。在基性火山岩中,Cu 元素的背景值相对较高,为 40.1×10^{-6} ,峰值为 566×10^{-6} 。Au 元素在奥陶系、志留系、泥盆系中的背景值相对较高(分别为 2.3×10^{-9} , 2.1×10^{-9} , 2.0×10^{-9}),成矿元素 Au、Cu、Zn、As、Mn 在早古生代地球化学块体中含量较高。W 在前长城系中含量最高,为 2.1×10^{-6} (小柳沟钨矿的发现已得到了证明)。Ag

在泥盆系中含量较高。元古界一下古生界 Cr、Ni、W、Hg、Au、Sb、As 等元素的变异系数大于 0.75。前长城系中 W 的变异系数大于 0.84,Cr、Ni 的变异系数分别为 1.65、1.12。

在北祁连山成矿带中的火山岩系地层中(寒武系、奥陶系),其特征元素的含量在东、西部存在一定的差异,在东部地区基性组分偏低,Pb、Zn、Ag 含量偏高;在西部,基性组分偏高,Cu 含量偏高(见表 2)。

表 2 北祁连地区火山岩地层主要成矿元素背景值对比表

Table 2 The elements background value compare of main contain ores blocks in north Qilian regions

$w_B/10^{-6}$

地区	地层 单元	元 素										
		Cu	Ag ¹⁾	Pb	Zn	Fe	Mn	Cr	Ni	Co	V	Ti
西部	寒武系	43.1	59.7	19.5	76.3	6.2	1033	144	62.9	20.2	109	4158
	奥陶系	40.8	61.7	19.2	77.5	5.86	826	128	56.8	17.9	104	4046
东部	寒武系	32.3	68.2	20.9	76.1	5.04	768	75.6	32.8	12.9	79.2	3539
	奥陶系	39.4	59.4	20.8	84.8	6.26	603	124	48.9	11.2	69.6	3301
	志留系	32.8				5.4	715	102	48	15	97	4009

注:1. 数据来源同表 1。1) $w(\text{Ag})$ 的单位为 $\times 10^{-9}$

2.2 地球化学块体异常分布特征

北祁连地球化学块体呈不均匀—极不均匀性分布,依据地球化学块体面积大小、强度、地域集中的规律性及子块体的发育程度,分为三种类型。

(1)强分异型:具有大面积的块体分布,有显著的高值及多级子块体发育,地域上块体明显分开。如 Sb、Au、Cr、Ni、Ag、Mo 等。

(2)分异型:具有一定面积块体分布,有中—高值及多级子块体较发育,或在块体中形成区域异常,地域上块体显示较清楚。如 W、Pb、Zn 等。

(3)弱分异型:形成的块体范围有限、强度较低,多级子块体不发育,或仅在块体中形成局部异常,地域上基本能分出块体。如 Cu、Sn、Co 等。

根据谢学锦院士提出的地球化学块体成矿理论模式谱系,在北祁连地区首次系统建立了主要成矿元素不同地质时代单元和构造事件的地球化学块体异常(图 1)。

3 地球化学块体特征和资源潜力预测

3.1 北祁连西段巨大的 Ni、Cr 地球化学块体

该块体元素组合以 Ni、Cr、Sb 为主,Cu、Au、Co、

Mo、W 次之,呈 NW 向分布,与区域断裂带、地层走向及超基性岩带展布方向基本一致。Ni、Cr 地球化学块体多形成强大的地球化学巨省,其子块体分异较好。特别是鹰咀山—祁青—分水梁一带出现高强度的 Ni、Cr 地球化学块体,与区内超基性岩带展布方向基本一致。Sb、Cu、Au、Co、Mo、W 地球化学块体多形成带状的地球化学省。Au 地球化学块体呈串珠状分布,在肃北—昌马一带强度增大,产有与韧性剪切作用有关的金矿。W 地球化学块体集中于塔儿沟、小柳沟一带,产有大型热液型钨矿。

3.2 北祁连中段巨大的 Cu、Zn、Au 地球化学块体

Cu、Zn、Au 等元素地球化学场主要沿奥陶系阴沟群呈高背景展布。主成矿元素 Cu 的高背景分布受区域地层和构造的制约,与下古生界发育的一套海相火山岩及长城系含铁碎屑岩系关系密切,其高浓度带主要沿长城系含铁碎屑岩系分布,并主要集中于镜铁山—肃南一带。多形成以 Cu、Au 为主的多元素地球化学异常,整体形成以 Cu 为主并与 Au、Sb、Ni、Cr、Co 元素高背景组合的块体。

Cu 块体面积为 16677 km^2 ,其 $w(\text{Cu})$ 平均值为 37.6×10^{-6} ,为地球化学巨省;当其下限值从 $30 \times$

10^{-6} 提高至 38×10^{-6} 时,初始块体分解出二个子块体(肃南西 Cu3—1、分水梁 Cu3—2)和四个区域(鹰咀山、镜铁山、香毛山、祁青)异常;进一步提高其下限值至 46×10^{-6} 时,二个子块体分别浓缩为二个区域异常,浓集中心多而分散。

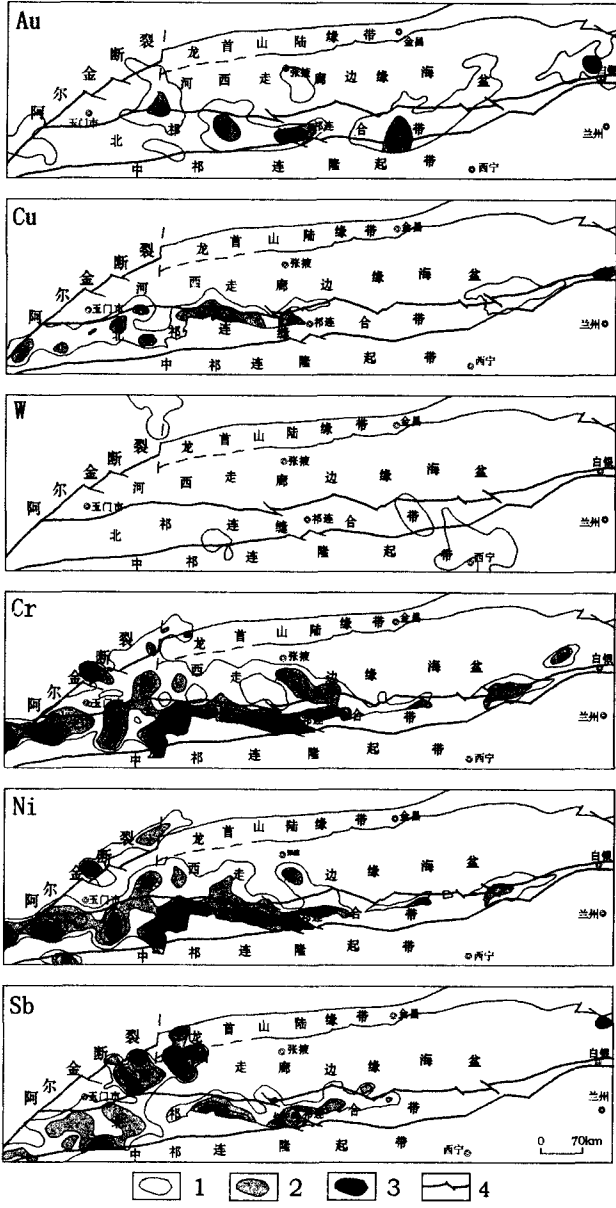


图 1 北祁连地球化学块体内部结构图

Fig. 1 The internal structure of geochemical blocks in north Qilian
 1—地球化学异常外带 2—地球化学异常中带
 3—地球化学异常内带 4—区域性构造断裂

Cr 块体面积为 50115 km^2 , 其 $w(\text{Cr})$ 平均值为 114.9×10^{-6} , 形成地球化学巨省, 呈 NW 向展布。当其下限值从 74×10^{-6} 提高至 94×10^{-6} 时, 初始块体

分解出二个子块体(Cr6—1、Cr6—2), 进一步提高其下限值至 115×10^{-6} 时, Cr6—1 浓缩为一个子块体(Cr6₁₋₁)和一个区域异常; Cr6—2 分解为二个子块体(Cr6₂₋₁、Cr6₂₋₂)。当下限值提高至 136×10^{-6} , 175×10^{-6} 时, 继续浓缩分解, 具有五级子块体, 形成非常明显的五个浓集中心, 与基性—超基性岩带分布基本一致。块体层次特征十分明显, 树枝谱系清晰。

Ni 块体面积为 32710 km^2 , 其 $w(\text{Ni})$ 平均值为 58.6×10^{-6} , 形成地球化学巨省, 呈 NW 向展布。当其下限值从 33×10^{-6} 提高至 43×10^{-6} 时, 初始块体分解出一个子块体, 仍为地球化学巨省。进一步提高其下限值至 53×10^{-6} 时, 分解为三个子块体, 当其下限值提高至 65×10^{-6} 、 80×10^{-6} 时, Ni6₁₋₃ 子块体分解为五级子块体。形成非常明显的六个浓集中心, 与基性—超基性岩带分布基本一致。块体层次特征十分明显, 树枝谱系清晰。Cr、Ni 块体的套合性较好。

3.3 与中酸性侵入岩基有关的 W、Sn、Mo、Bi 地球化学块体

在阿尔金山—肃北段, W、Sn、Mo、Bi 地球化学块体呈 NE 向分布, 而在中祁连隆起带的野马滩、大道尔吉、大青沟等中酸性侵入岩基上, 均出现清晰的高背景, 异常浓集中心明显, 异常呈等轴状。在塔儿沟—小柳沟一带, W、Mo、Bi 地球化学块体呈 NW 向, 刃岗沟岩体异常面积达 60 km^2 。其东邻的镜铁山复背斜中出现高背景区, 东延至小柳沟, 出现浓度高、梯度大、组合多的特征, 面积达 40 km^2 , 成为十分醒目的局部地球化学异常。自大黄沟经金佛寺至老君山一带, 沿北祁连褶皱带有断续分布的高背景, 异常零星。它们不同程度地反映了顺层侵入的中酸性岩脉的地球化学特征。

在永昌—皇城一带, W、Sn、Mo、Bi 地球化学块体发育, 其异常发育地段与中酸性侵入岩体出露区相一致。如皇城、马营、水泉子、玉石沟等。沿桃花拉山, 经山丹、芨岭, 出现向南拱起的串珠状高背景区, 并与永昌水泉子高背景区相承接。区内中基性火山岩分布区仅出现背景或低背景。

该组合突出地表现为与中酸性侵入岩的专属性。在山丹曹家口—水泉子一带出现高值(异常区), 除与该地段金、银多金属、铀矿化相吻合外, 还说明本区中、酸性岩浆热液及其蚀变作用与 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 元素在成矿成晕作用上有着密切的内在联系, 它们是岩浆期后热液矿化蚀变的产物, 这些组分多紧紧

围绕岩浆岩及其接触带,面积不大,但强度较高。Cu、Pb、Zn、Ag、As 则反映了一定程度的成矿作用和热液叠加,在地球化学场中,高、低背景区的分化明显,高值突出,低值区分布局限,组合间的套合性好,具有相对一致的元素分布规律。

向东经天祝—白银厂,W、Sn 地球化学块体展布方向均为 NW 向,高、低值间存在明显的过渡地带,

整个晕带结构轮廓清晰。等值线区域绝大部分与中酸性侵入岩体的形态、大小相一致。显著的特点是,岩体呈岩株、岩基状产出,在空间上由北向南有递增趋势;各类岩体具中—深剥蚀程度。东段兰州什川、中川岩体均有不同程度的显示,以 W 地球化学块体为主。

3.4 主要地球化学块体的资源量预测

详见表 3—表 7 及图 2。

表 3 金地球化学块体资源预测

Table 3 Prognosis of resources of gold geochemical blocks

块体名称	块体面积 (km ²)	500m 厚度岩块内可供 应金属量(t)	成矿率 (%)	块体内资源 总量(t)	浓集度单位面积内金 属供应量(t/km ²)	块体内代 表性矿床
鹰嘴山—照壁山 Au7	2568	7865	2	157.3	3.1	寒山、鹰嘴山
酒泉—金佛寺 Au8	4483	14068	2	281.36	3.1	
祁青 Au10	1076	3319	2	66.38	3.1	
铍尖山—扎柯山 Au11	5929	21913	2	438.26	3.7	
Au11—1	1748	7938	2	158.76	4.5	
张掖 Au12	1328	4408	2	88.16	3.3	
大红山—古浪 Au13	9227	28866	2	577.32	3.1	青分岭
景泰—白银 Au14	6527	23465	2	469.3	3.6	朵家滩、白银厂

表 4 铜地球化学块体资源预测

Table 4 Prognosis of resources of copper geochemical blocks

块体名称	块体面积 (km ²)	500m 厚度岩块内可供 应金属量(万 t)	成矿率 (%)	块体内资源 总量(万 t)	浓集度单位面积内金 属供应量(万 t/km ²)	块体内代 表性矿床
石包城西南 Cu2	1061	5041	3.7	186.517	4.75	石居里、九个泉
鹰嘴山—镜铁山—老君山 Cu3	16677	84665	3.7	3132.605	5.08	
肃南 Cu3—1	2523	15352	3.7	568.024	6.08	
分水梁 Cu3—2	1361	8133	3.7	300.921	5.98	
天祝 Cu4	4120	19133	3.7	707.921	4.64	干札子
盐锅峡 Cu5	1229	5539	3.7	204.943	4.51	

表 5 钨地球化学块体资源预测

Table 5 Prognosis of resources of copper geochemical blocks

块体名称	块体面积 (km ²)	500m 厚度岩块内可供 应金属量(万 t)	成矿率 (%)	块体内资源 总量(万 t)	浓集度单位面积内金 属供应量(万 t/km ²)	块体内代 表性矿床
塔尔沟 W3	4145	1810	3.9	70.59	0.44	塔尔沟
铍尖山西 W4	2512	726	3.9	28.314	0.29	
大黄山 W5	1184	332	3.9	12.948	0.28	
永昌 W6	10166	2977	3.9	116.103	0.29	

表 6 铬地球化学块体资源预测

Table 6 Prognosis of resources of chromium nickel and geochemical blocks

块体名称	块体面积	500m 厚度岩块内可供	成矿率	块体内资源	浓集度单位面积内金	块体内代 表性矿床
	(km ²)	应金属量(万 t)	(%)	总量(万 t)	属供应量(万 t/km ²)	
鹰嘴山—老君山 Cr6	50115	776596	3.7	28734.052	15.50	
Cr6-1	4381	84971	3.7	3143.927	19.40	
Cr6 ₁₋₁	2312	57112	3.7	2113.144	24.70	
Cr6-2	16951	342193	3.7	12661.141	20.19	
Cr6 ₂₋₁	1106	23051	3.7	852.887	20.84	
Cr6 ₂₋₂	9156	238832	3.7	8836.784	26.08	
Cr6 ₂₂₋₁	3463	92969	3.7	3439.853	26.85	
Cr6 ₂₂₁₋₁	1988	62724	3.7	2320.788	31.55	
Cr6 ₂₂₋₂	3959	116043	3.7	4293.591	29.31	
Cr6 ₂₂₂₋₁	1740	67145	3.7	2484.365	38.59	
打柴沟 Cr7	4145	52321	3.7	1935.877	12.62	
Cr7-1	1676	25138	3.7	930.106	15.00	
石墩山 Cr8	1332	17106	3.7	632.922	12.84	
盐锅峡 Cr9	1321	14511	3.7	536.907	10.98	

表 7 锑地球化学块体资源预测

Table 7 Prognosis of resources of stibium geochemical blocks

块体名称	块体面积	500m 厚度岩块内可供	成矿率	块体内资源	浓集度单位面积内金	块体内代 表性矿床
	(km ²)	应金属量(万 t)	(%)	总量(万 t)	属供应量(万 t/km ²)	
别盖—镜铁山—总寨 Sb4	22224	5347	2	106.94	0.24	
Sb4-1	4484	1253	2	25.06	0.28	
Sb4 ₁₋₁	1078	479	2	9.58	0.44	
Sb4-2	2560	775	2	15.5	0.30	
Sb4 ₂₋₁	1699	577	2	11.54	0.34	
Sb4-3	2191	1021	2	20.42	0.47	
Sb4 ₃₋₁	1388	833	2	16.66	0.60	
Sb4 ₃₁₋₁	1029	771	2	15.42	0.75	

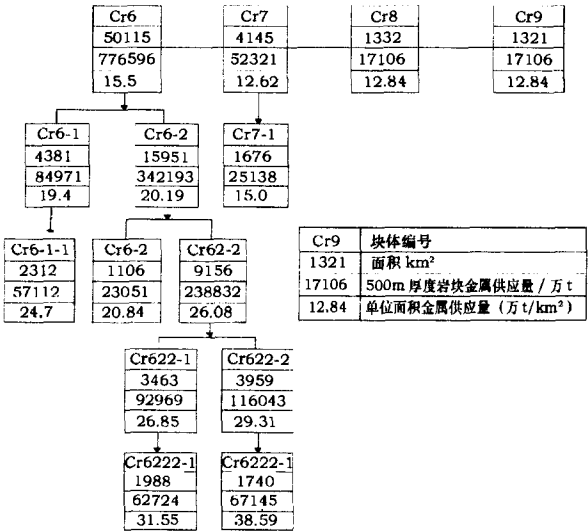


图 2 北祁连铬地球化学块体谱系结构图
Fig. 2 The family trees of the internal structure of the north Qilian

4 结论

北祁连山成矿带是柴达木—中祁连板块与华北板块的缝合带,其主要构造单元由微陆块、混杂岩带、蛇绿岩、洋脊—洋岛火山岩、岛弧火山岩及岛弧型沉积岩组成。该成矿带的成矿元素 Au、Cu、Fe、Mn、As、Sb、Ba、Cr、Ni、Co、V 具有强富集特征,显示了该成矿带经过强烈的构造活动和以中基性火山岩为主的赋矿特征。本文运用“地球化学块体”理论和方法,对北祁连区域地球化学块体的分布及其与矿产资源潜力的关系进行了深入的剖析。利用块体分级建立块体内部结构系列,形成套合的地球化学模式,追索成矿元素逐步浓集的过程,从而指出最有远景的成矿地段。通过不同级别地球化学块体与成矿区带的关系研究,

对重要地球化学块体、子块体与成矿亚带、矿田进行对比,对区内主要成矿元素 Au、Cu、Cr、Ni、W、Sb 等进行了地球化学块体特征和多元信息权分析,预测地球化学块体资源潜力,旨在寻找大型—超大型矿床。

参考文献:

- [1] 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(4):223-230.
- [2] Blan Qiantao, Gao Shanlin, Li Dihui, et al. A study of the Kunlun-Qilian-Qinling structure system [J]. Acta geologica sinica. 2001,75(4):364-374.
- [3] 左国朝,吴汉泉. 北祁连中段早古生代双向俯冲-碰撞造山模式剖析[J]. 地球科学进展,1997,(04):13-21.
- [4] 夏林析,夏祖春,徐学义. 北祁连山海相火山岩岩石学成因[M]. 北京:地质出版社,1996:7-11.
- [5] 张新虎,苟国朝,展积宝. 北祁连地区主要金属矿床成矿系列及区域成矿作用[J]. 地球科学进展,1997, 12(4):331-339.
- [6] 汤中立,白云来. 北祁连造山带两种构造基底岩块及成矿系统[J]. 甘肃地质学报,2001,(02):2-12.
- [7] 谢学锦,刘大文,向运川,等. 地球化学块体——概念和方法学的发展[J]. 中国地质,2002,29(3):225-233.
- [8] 谢学锦. 全球地球化学填图[J]. 中国地质,2003,30(1):1-9.
- [9] 杜远生,朱杰,韩欣,顾松竹. 从弧后盆地到前陆盆地——北祁连造山带奥陶纪—泥盆纪的沉积盆地与构造演化[J]. 地质通报, 2004,(Z2):92-98.
- [10] 冯益民,吴汉泉. 北祁连山及其邻区古生代以来大地构造演化初探[J]. 西北地质科学,1992,13(2):61-74.
- [11] 张招崇,毛景文,左国朝,等. 北祁连西段中元古代早期蛇绿岩的发现及其地质意义[J]. 矿物岩石地球化学通报,1998,17(2): 114-118.
- [12] 左国朝,刘义科,张崇. 北祁连造山带中—西段陆壳残块群的构造—地层特征[J]. 地质科学,2002,(03):48-58.
- [13] 张旗,孙晓猛,周德进,等. 北祁连蛇绿岩的特征、形成环境及其构造意义[J]. 地球科学进展,1997,(04):64-91.
- [14] 苟国朝,田培昭,周会武,等. 祁连山蛇绿岩型超镁铁岩铬铁矿床成矿的主要特征[J]. 甘肃地质学报,1993,2(1):35-45.
- [15] 周涛发,岳书仓. 北祁连桦树沟(铁)铜矿床地球化学特征及成因[J]. 地质与勘探,1999,35(3):24-29.
- [16] 杨合群,李文渊,赵东宏,等. 北祁连山石居里沟富铜矿床成矿特征[J]. 地质与勘探,2000,36(6):20-22.
- [17] 毛景文,杨建民,张招崇,等. 甘肃寒山剪切带型金矿床地质、地球化学和成因[J]. 矿床地质,1998,(01):2-14.
- [18] 吴茂炳,毛景文,杨建民,等. 北祁连西段寒山剪切带的变形作用及其与金矿化的关系[J]. 地质与勘探,1999,35(4):11-14.

GEOCHEMICAL BLOCK MINERAL RESOURCES POTENTIAL PREDICTION IN NORTH QILIAN ORE BELT

ZHANG Xiang, HUANG Wan-tan², YU You-feng¹, LIU Chang-qing³

(1. The Second Institute of exploration of Gansu Province, Lanzhou 730020, China;

2. Gansu Geological Association, Lanzhou, Gansu, 730000;

3. The People's Government of Zhang county, Gansu, 748300)

Abstract: Geochemical block theory and method has been applied to research on the distribution characteristics and metal resources potential in North Qilian region in this paper. An internal structure series has been established using block grading to form a telescoped geochemical model and trace the gradual accumulation process of ore elements so as to point out the most prospective metallurgenic district. An analysis on geochemical block characteristics and multiple metallurgenic information was made to the main ore elements including Au, Cu, Cr, Ni, W, Sb etc by the research on the relationship between different level's geochemical block and ore zone, and by means of comparison of important geochemical block, sub block and sub ore belt, ore field, predicting the mineral resources potential of geochemical blocks.

Key Words: mineral resources potential, prediction, geochemical block, North Qilian ore belt