

北祁连成矿带地球化学块体含矿性评价

张翔^{1,5}, 刘建宏^{2,5}, 黎志恒³, 苏建平⁴, 王星⁶

(1. 甘肃省地矿局第二地质矿产勘查院, 兰州 730020; 2. 甘肃省地矿局, 兰州 730000;
3. 甘肃省地质环境监测院, 兰州 730020; 4. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000;
5. 中国地质大学, 武汉 430074; 6. 青海省有色地质矿产勘查局七队, 平安 810600)

[摘要] 北祁连是我国重要的成矿带之一, 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。文章运用“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, 讨论了 Au、Cu、Cr、Ni、W、Sb 等地球化学块体特征, 结合区域地质背景对该成矿带不同建造发育的地球化学块体含矿性进行了评价。

[关键词] 地球化学块体 含矿性 北祁连成矿带

[中图分类号] P632 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2006)03-0042-07

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], 东起陕西宝鸡, 西至甘肃肃北, 呈 NWW 向延伸, 长约 1200km, 宽 100~300km, 是我国重要成矿带之一。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^[1,5], 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)”。文章利用区域化探水系沉积物测量数据, 通过圈定并研究不同级别地球化学块体与成矿区带的关系, 对重要地球化学块体、子块体与成矿亚带、矿田进行对比, 开展地球化学块体含矿性评价。

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]。古元古界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、志留纪地层在该区广泛分布, 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, 向东经苏油河、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^[6,12]; 南部分布在红沟和蛟龙掌一带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, 表现出不同类型元素分异、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, 主要出露元古宇和奥陶系阴沟群; 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, 早古生代火山岩、火山沉积岩和蛇绿岩发育; 在冷龙岭—古古拉水成矿带, 广

[收稿日期] 2005-08-24; **[修订日期]** 2005-11-25; **[责任编辑]** 韩进国。

[基金项目] 中国地调局大调查项目(编号: 20012010089)资助。

[第一作者简介] 张翔(1966年—), 男, 1988年毕业于西安地质大学, 获学士学位, 总工程师, 现主要从事区域地质与成矿地质研究工作。

泛出露早古生代蛇绿岩下部岩系、中晚寒武世和奥陶纪的火山岩(西部为中堡群);老虎山成矿带,主要为蛇绿岩带;白银厂及外围—静宁—张家川一带,主要赋矿岩石为细碧岩。北祁连主要含矿岩石建造可分为4大类: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宙、寒武纪、奥陶纪和志留纪。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性的控制。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,非成熟岛弧环境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,铜铅锌、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、分异、富集特征

北祁连山成矿带地层由老至新(前长城系—泥盆系)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,下古生界是成矿元素的主要矿源层,其主要地层元素地球化学参数见表1。

表1 北祁连山主要地层单元水系沉积物中元素地球化学特征表

地层单元	样本数/个	参数	Ag	As	Au	W	Ni	Sb	Mn	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Hg
泥盆系(D)	1050	\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)	2170	\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)	3500	\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(ε)	3240	\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)	1423	\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)	1085	\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)	1631	\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

元素含量单位: Au、Ag、Cd、Hg 为 10^{-9} , 其余均为 10^{-6} ; 分析测试单位为甘肃省中心实验室, 2001。

由表1可看出,寒武纪地层中Co、Cr、Mn、Sb元素平均含量(\bar{x})高出其他地层,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 40.2×10^{-6} ,峰值达 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}),Au、Cu、Zn、As、Mn地球化学块体在下古生界构造层中含量较高,W在前长城系中含量为 2.1×10^{-6} (小柳沟钨矿的发现已得到了证明),Ag在泥盆系中具有高丰度。元古宇—下古生

界Cr、Ni、W、Hg、Au、Sb、As等元素的变异系数大于75%,前长城系中W的变异系数(Cv)大于84%,Cr、Ni的变异系数分别为165%、112%。北祁连山成矿带中的火山岩系地层(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Pb、Zn、Ag含量偏高,基性组分偏低,在西部地区,Cu含量偏高,基性组分偏高。研究表明,该区岩石介质与水系沉积物介质中上述元素比值在1.2~2.6之间,用水系沉积物宏量样品统计、分析元素在区域地层中的富集规律,具有广泛的代表性。

2.2 地球化学块体分布特征

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3种类型。第一为强分异型: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;第二属分异型:具有一定面积的块体分布,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;第三是弱分异型:形成的块体范围有限、强度较低,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(图1)。

2.2.1 北祁连西段 Ni、Cr 地球化学块体特征

该块体元素组合以Ni、Cr、Sb为主,Cu、Au、Co、Mo、W次之,呈北西向分布,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。

Cr块体面积50115km²,平均值 114.9×10^{-6} ,形成地球化学巨省,呈北西向展布。当下限值从 74×10^{-6} 提高至 94×10^{-6} 时,初始块体分解出2个子块体,进一步提高下限值至 115×10^{-6} 时,Cr6-1浓缩为1个子块体(Cr61-1)和1个区域异常;Cr6-2分解为2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5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(图2)。

Ni块体面积32710km²,平均值 58.6×10^{-6} ,形成地球化学巨省,呈北西向展布。当下限值从 33×10^{-6} 提高至 43×10^{-6} 时,初始块体分解出1个子块体,仍为地球化学巨省。进一步提高下限值至 53×10^{-6} 时,分解为3个子块体,当下限值提高至 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6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块体套合较好。

2.2.2 北祁连中段 Cu、Zn、Au 地球化学块体特征

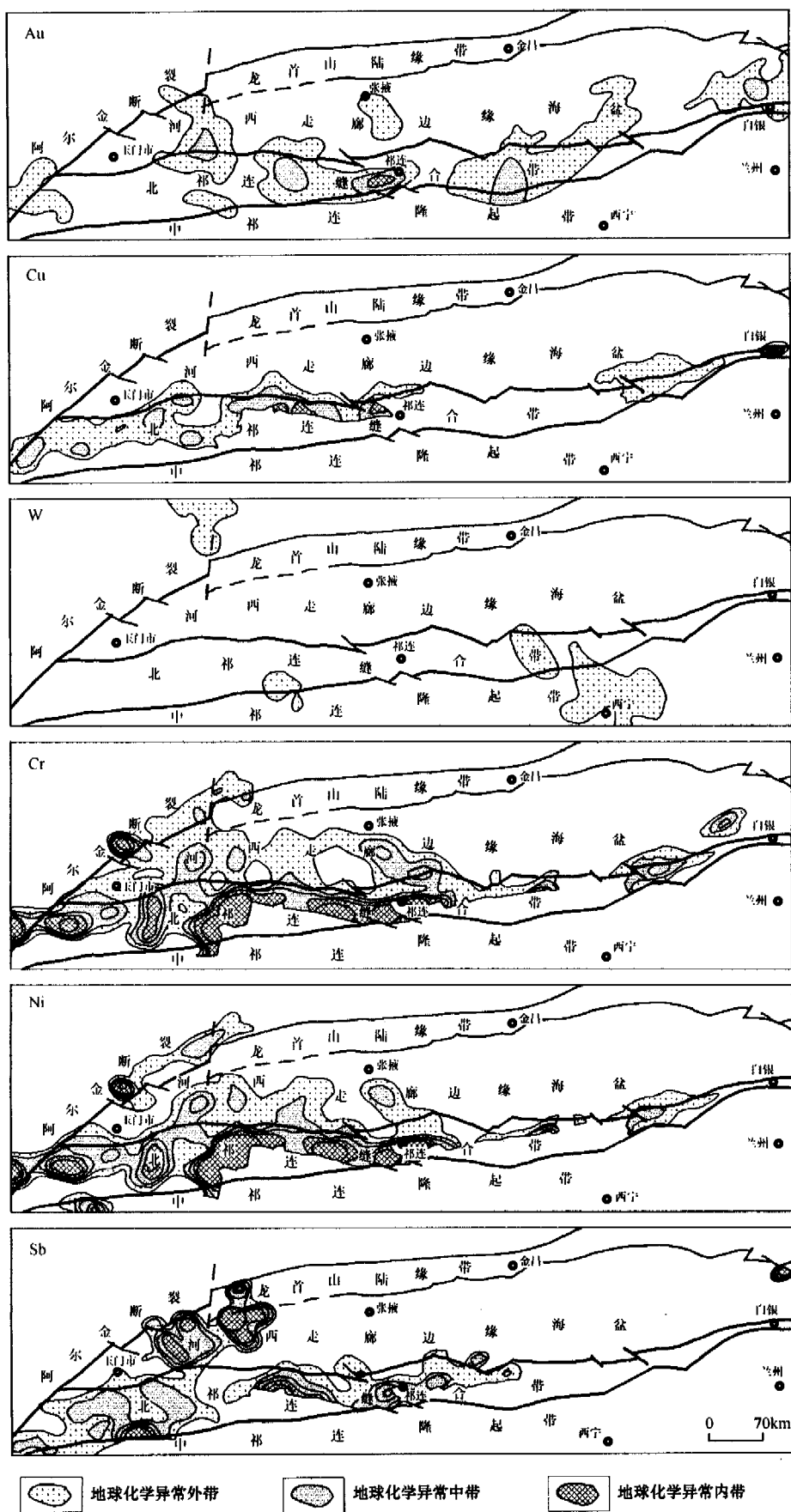
Cu、Zn、Au等元素地球化学场主要沿奥陶系阴沟群成高背景展布,主成矿元素Cu的高背景分布受区域地层和构造的制约,与下古生界发育的一套海相火山岩及长城系含铁碎屑岩系关系密切,其高浓度带主要沿长城系含铁碎屑岩系分布。主要集中于镜铁山—肃南一带。多形成以Cu、Au为主的多元素地球化学异常。

形成以Cu块体为主,与Au、Sb、Ni、Cr、Co块体组合。Cu块体面积16677km²,平均值 37.6×10^{-6} ,为地球化学巨省;当下限值从 30×10^{-6} 提高至 38×10^{-6} 时,初始块体分解出2个子块体(肃南西Cu3-1、分水梁Cu3-2),4个区域(鹰咀山、镜铁山、香毛山、祁青)异常;进一步提高下限值至 46×10^{-6} 时,2个子块体分别浓缩为2个区域异常,浓集中心多而分散。

2.2.3 与中酸性侵入岩有关的 W、Sn、Mo、Bi 地球化学块体

在阿尔金山—肃北段W、Sn、Mo、Bi地球化学块体呈北东向分布,而中祁连隆起带中野马滩、大道尔吉、大青沟等中酸性侵入岩基,均出现清晰的高背景,异常浓集中心明显,异常呈等轴状。塔儿沟—小柳沟一带,W、Mo、Bi地球化学块体呈北西向^[4],刃岗沟岩体异常面积达60km²,其东邻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,面积达40km²,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。它们不同程度反映了顺层侵入的中酸性岩脉的地球化学特征。

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。突出表现为该组合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,说明该区中、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



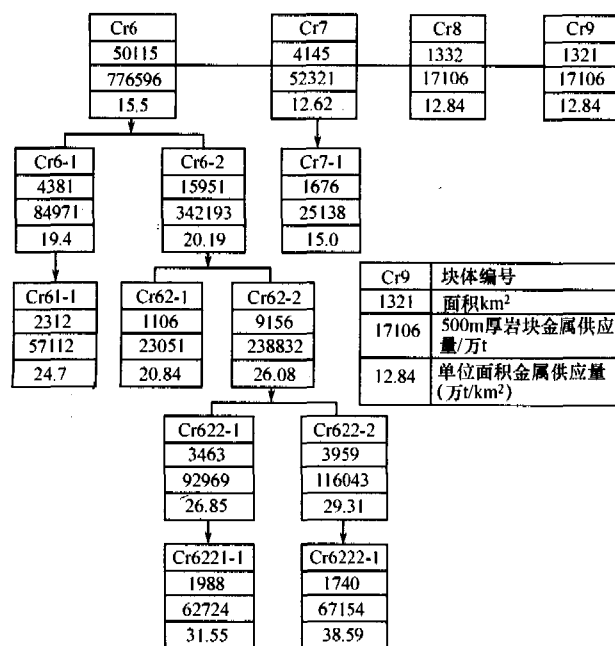


图2 北祁连铬地球化学块体谱系结构图

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、低背景区的分带明显,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北西向,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 主要地球化学块体含矿性评价

3.1 地球化学块体含矿性评价准则

1) 高背景区孕育着地球化学巨省,是大区域最为明显的目标物,元素富集的过程取决于元素丰度和各类成矿作用对元素富集能力。

2) 研究不同级次地球化学异常及浅地表地球化学块体中成矿物质的供应量及富集规律,是寻找隐伏及大型特大型矿床的重要手段和方法。

3) 不同岩石组合或建造是成岩构造环境的写照,元素的分布与富集伴随着成矿作用的始终,反映了地质作用的期次和强烈程度。

4) 元素的高、低配对的分布模式,显示了元素大量迁移造成的贫化区(带),成为含矿性评价的重

要准则。

3.2 早元古代微地块内地球化学块体含矿性

北祁连早古生代优地槽内,断续分布着一些由下元古界地层组成的古老地块^[3],这些块体多呈孤岛状分布于北祁连西段,原岩为一些火山岩及陆源碎屑岩。该套岩系的形成和成矿作用发生在造山作用之前。含矿地球化学块体西段为下元古界北大河群,东段为牛头河群。该套岩系多形成铁、铜矿^[15],含矿岩石为绢云石英片岩、角闪片岩、绿泥石英片岩、变质中酸性凝灰岩、石英岩及大理岩。矿体在围岩中多呈层状和似层状产出。矿石为石英—磁铁矿—角闪石、磁铁矿—赤铁矿—石英、黄铜矿—黄铁矿—角闪石组合等,具明显的条带状构造,物质组分分布均匀,矿石类型单一。含矿围岩之一的角闪片岩及变质中酸性凝灰岩属变质火山岩,岩石变质较深。该类矿床在形成过程中或在后期改造过程中与热液活动有一定的关系。典型矿床(矿点)有陈家庙铁铜矿床、肃南羊露河铁矿点等。

3.3 中晚元古代地球化学块体含矿性

在北祁连山中西段,分布有桦树沟组含矿地球化学块体,在该块体内,主要形成一些与沉积作用有关的变质沉积铁矿床和沉积变质热液改造型铜金矿床^[5]。在该块体内赋存有变质沉积铁矿床,构成了3条北西向的铁矿带^[5]:北部有桦树沟—黑沟—道龙要公马矿带;中部有头道沟—白杨沟—小柳沟矿带;南部有陶莱山矿带。3条矿带东西向延伸约13km,南北宽约5km。含矿岩石以碧玉—菱铁矿—镜铁矿组合为其特征,次有铁白云石—赤铁矿—磁铁矿—菱铁矿—方解石组合。含矿岩系原岩从下到上有碎屑岩—粘土岩—碳酸盐岩,呈明显的沉积旋回。铁矿体位于海侵序列的中上部,呈层状产出,与顶底板围岩整合接触。典型矿床有镜铁山铁矿床、小柳沟铁矿床、白尖铁矿床、古浪峡铁矿床等。

形成沉积变质热液改造型铜金矿床的地球化学块体,只在镜铁山铁矿桦树沟矿区形成上铁中铜下金的三层结构。上部的铁矿围岩为朱龙关群桦树沟组绿泥石英绢云母千枚岩,铁矿体主要由镜铁矿、菱铁矿及碧玉组成。中部的铜矿体位于铁矿体的下盘,围岩为炭质千枚岩。铜矿体贮存于挤压破碎带的蚀变千枚岩中,构造破碎带亦即是铜矿化蚀变带。由于构造破碎带顺层发育,使矿体产状基本与地层产状一致。此外,铜矿化还与石英闪长玢岩脉关系密切。铜矿体中的金属矿物主要为黄铜矿、辉铜矿、黝铜矿、斑铜矿等,除含1%~2%的黄铁矿外,其余

均为铜的硫化物。在化学成分上,表现为上部铜相对富集,下部铜逐渐减少而铁相对增多的趋势。铜矿石结构主要为他形粒状结构、交代结构,不均匀浸染状、网脉状及条纹—条带状构造,指示铜矿具沉积变质—热液改造特征^[15]。铜矿床围岩中铜的背景值一般为0.03%~0.1%,平均高出铜克拉克值的2~6倍。铜矿化严格受地层层位(炭质千枚岩)控制。黄铜矿矿石中Co、Ni含量均低于克拉克值,且Co/Ni<1。金矿体位于铜矿体下部。铜、金矿体的上、下层位关系可能主要与成矿元素的地球化学属性有关。典型矿床有桦树沟铁铜金矿床。

3.4 与蛇绿岩有关的地球化学块体含矿性

在该类型地球化学块体中,可形成与蛇绿岩下部建造有关的铬、铜、镍、钒、钛、金矿床和与蛇绿岩上部火山岩有关的铜、锌、金、银矿床。

蛇绿岩下部建造中的变质橄榄岩和堆晶镁铁岩—超镁铁岩中,以铬铁矿床为主^[14],铜镍、钒、钛、金矿少量。侵位时代以寒武纪和奥陶纪为主。成铬岩体大多呈北西—南东走向的狭长带状分布于北祁连中西段,是早古生代板块俯冲带的残留洋壳部分。含铬岩体的类型主要有纯橄岩—斜辉橄榄岩型、纯橄岩—斜辉橄榄岩—橄辉岩型、纯橄岩—斜辉橄榄岩—单辉橄榄岩型等。矿体一般成豆荚状成群产出。金和铂族元素矿(化)多与铬铁矿伴生,很少形成独立的矿床。成铜镍矿岩体的岩石类型一般为橄辉岩—斜方辉石岩—橄辉岩。典型矿床有玉石沟、三岔、拉洞、边麻沟、桦树沟铬铁矿床等。

在蛇绿岩上部的基性火山岩、变玄武质凝灰岩及深海沉积炭质板岩、片岩的过渡层位上。广泛分布一些铜、锌、金、银矿床成矿带,在北祁连西段形成错沟—九个泉成矿带,东段形成银洞沟—老虎山成矿带。该类矿床的矿体呈扁豆状、串珠状或似层状与围岩整合产出。矿石以块状、条带状或浸染状含铜黄铁矿和Cu—Zn型矿石为主,矿石中的硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 值为2.9‰~5.1‰,更接近陨硫^[11,13]。该类矿床规模一般较小,代表性矿床有错沟、石居里、九个泉、大岔、银洞沟、猪咀哑吧矿床等。

3.5 岛弧火山岩建造地球化学块体含矿性

岛弧火山岩建造地球化学块体中,多形成一些与之有关的铜、铅、锌、金、银、铁、锰矿床。该类块体是北祁连山最重要的成矿建造,可形成大型的块状硫化物矿床^[19]。容矿岩石为细碧角斑岩系。典型矿床有白银厂铜铅锌多金属矿田和红沟铜铁型矿床。

白银厂矿田产于中寒武统细碧角斑岩系中,围

岩为石英角斑凝灰岩。矿体多呈透镜状、似层状。矿石主要为块状和浸染状,次为条带状和网脉状、细脉状。矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等。矿床中金属矿物从上向下为黄铁矿→闪锌矿、黄铁矿→黄铜矿、黄铁矿→网脉状浸染状铜矿→浸染状铜矿,矿体群的分带为从近喷发中心向外:铜锌矿床—铜铅锌矿床—锌铅铜矿床—锰铁矿床^[20]。锰铁矿床一般产于和块状硫化物矿床相伴的硅质岩及锰铁建造中,属火山喷发间隙期的沉积产物。

红沟铜铁金银矿床位于北祁连南部火山岩带中段,含矿围岩为晚奥陶世扣门子组细碧角斑岩,以细碧岩为主要含矿层位,与白银厂矿床层位相反。矿体与围岩产状一致,一般呈扁豆状,雁行排列,尖灭再现。矿石主要为含铜黄铁矿和块状磁铁矿,金银一般伴生在硫化矿石中。矿床中金属矿物也有一定的分带现象,自下而上为磁铁矿→黄铜矿、黄铁矿+磁黄铁矿→黄铜矿、黄铁矿→块状黄铜矿+黄铁矿。

3.6 碎屑岩—碳酸盐岩建造地球化学块体含矿性

该类地球化学块体中,多形成一些沉积铁、锰、铜矿床。铁矿只产于寒武纪和奥陶纪地层中,含矿围岩多为碎屑岩—碳酸盐岩建造。矿体一般呈层状、透镜状,与围岩产状一致。矿石矿物有磁铁矿、赤铁矿、镜铁矿、菱铁矿,矿物共生组合和化学成分简单,说明铁矿可能是浅—半深海、海湾或滞水盆地中化学沉积的产物。铜矿产于志留系的碎屑岩中,含矿岩性为砂岩。铜矿化主要在紫红色砂质页岩所夹的钙质砂岩中,表明铜矿物的沉积与还原环境有关。铜矿体一般呈似层状、扁豆状,与围岩产状一致。矿石矿物有孔雀石、黄铜矿及少量黄铁矿,不均匀分布于砂岩的胶结物中。典型矿床有四道沟铁矿床、柳沟峡铁矿床、天鹿铜矿、阳凹大泉铜矿等。

3.7 与岩浆作用有关的地球化学块体含矿性

在金佛寺、野马滩、野牛滩等岩体内外接触带上,分布有一些与之有关的钨、铜、钼、铋矿床,代表性矿床有塔尔沟钨矿床。该类矿床形成于北祁连洋壳消亡、柴达木—祁连板块与华北板块的对接期^[10]。在大量钙碱性岩浆岩侵入产生的高温,使古老地壳中的钨元素活化、迁移、富集,形成脉状钨矿床^[4]。该类矿床组合包括接触交代型、裂隙充填型、层间交代似夕卡岩型,主要成矿元素组合为W、Mo、Be、Li和Cu、W、As、Pb、Zn等,标型矿石矿物为黑钨矿和白钨矿。与成矿有关的岩体属壳型花岗岩中的中深成相高侵位岩体。岩体侵位的最高层位是下志留统,并被下石炭统不整合覆盖。

4 结 论

北祁连是我国重要的成矿带之一,成矿元素 Au、Cu、Fe、Mn、As、Sb、Ba、Cr、Ni、Co、V 具有强富集特征。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,探讨地球化学块体含矿性,重点对北祁连西段 6 个含矿建造中发育的地球化学块体进行含矿性评价,通过已知矿床地球化学块体类比,从而指出最有远景的成矿地段,对该区化探异常查证工作部署及资源评价具有指导意义。

[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] 刘堆富,陈玉峰. 甘肃小柳沟钨矿床矿石特征[J]. 地质与勘探, 2005, 41(5): 10 ~ 16.
- [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] 孙矿生,彭德启. 甘肃省铅锌矿成矿类型及找矿方向[J]. 地质与勘探, 2005, 41(1): 22 ~ 27.
- [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,等. 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, (22): 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, (3): 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, (4): 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, (1): 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.
- [19] 周维君. 秦祁昆褶皱带海底喷气块状硫化物矿床[J]. 西北金属矿产地质, 1990(1): 16 ~ 23.
- [20] 宋志高. 白银厂块状硫化物矿床形成环境及其成因意义[J]. 地质论评, 1982, 28(4): 335 ~ 342.

ORE - BEARING POTENTIALS OF GEOCHEMICAL BLOCKS IN THE NORTH QILIAN METALLOGENIC BELT

ZHANG Xiang^{1,5}, LIU Jian - hong^{2,5}, LI Zhi - heng³, SU Jian - ping⁴, WANG Xing⁶

(1. The Second Institute of Geology and Mineral Resources, Gansu Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730020;

2. Gansu Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730000;

3. Gansu Institute of Geological Environmental Monitoring, Lanzhou 730020;

4. Institute of Cold and Arid Region Environment and Engineering, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000;

5. China University of Geosciences, Wuhan 430074;

6. No. 7 Exploration Team, Qinhai Bureau of Nonferrous Geological Exploration, Ping'an 810600)

Abstract: The north Qilian area is one of important metallogenic belt of China, and it is composed of microcontinent, ophiolite, mélange belt, ocean ridge and ocean island volcanic rocks, island arc volcanic rocks and island arc sediment rocks. The ore - forming elements of Au, Cu, Fe, Mn, As, Sb, Ba, Cr, Ni, Co and V are strong enriched in the metallogenic belt. The geochemical block theory and method have been applied to research the distribution characteristics and metal resources potential. Utilizing classification of blocks, internal structure and serials of blocks are established to form relevant geochemical model, in order to search for processes of gradual enrichment of mineralizing elements. By using the geochemical block and regional geological background, ore - forming potentiality of the main metallogenic elements of Au, Cu, Cr, Ni, W and Sb is analyzed. Ore - bearing potentials of different geochemical blocks in the north Qilian orogen are evaluated.

Key words: geochemical block, ore - bearing potential, north Qilian mineralizing belt