

北山地区北东向构造对金钨锡钼(稀土) 矿床控制作用初探

杨建国,杨合群,杨林海,李文明,李英
(西安地质矿产研究所,陕西 西安 710054)

摘 要:地处甘、新、内蒙交界部位的北山地区是我国重要的内生金属矿产集中区之一,金、钨、锡、钼等与花岗岩有关的金属矿床具有良好的成矿地质条件和找矿潜力。本文通过对北山地区地球物理、地球化学和矿床成矿地质背景的系统分析,讨论了北东向基底断裂构造对与花岗岩有关的金、钨、锡、钼等矿床形成的重要控制作用。指出了该区今后开展地质找矿工作的方向。

关键词:北东向构造;基底断裂;金钨锡钼矿床;控制作用;甘蒙北山

中图分类号:P542;P613 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1552(2004)04-0404-09

0 引 言

广义的北山地区包括东起黑河西岸,西延罗布泊地区与东天山相连,东西长约 520 km;南起甘肃敦煌三危山—疏勒河断裂,向北至中蒙边境,南北宽约 260 km,面积约 14 万平方公里。本文仅涉及甘、新交界以东甘、蒙北山地区。

北山成矿带位于古亚洲成矿域中南部,大地构造隶属塔里木板块、哈萨克斯坦板块和华北板块交汇地带(左国朝等,1990;2003)。自早古生代以来,该区经历了洋盆扩张。早泥盆世洋盆闭合,中—晚泥盆世沿明水—石板井—小黄山一线,哈萨克斯坦板块与塔里木板块对接、碰撞、造山,晚古生代进入板内手风琴式开合演化,形成多期中基性火山岩,并伴有大规模的花岗岩浆活动等演化阶段。中—新生代,由于祁连山、柴达木和阿尔金等构造带和周边众多地块的影响,北山地区的陆内造山和盆山结构更为复杂(左国朝等,2003)。致使北山造山带形成多期构造叠加,岩浆频繁活动,变质变形作用和成矿作

用强烈的基本特征,反映出其具有良好的找矿前景。

1 问题的提出

北山造山带地壳活动频繁,岩浆活动强烈,成矿地质条件优越。自 20 世纪 50 年代开始,历经半个多世纪的区域地质调查和矿产勘查,已发现和勘查了 180 余处矿产地,成为初具规模的黑色、有色、稀有、贵金属及非金属矿产地。近二十年来,众多学者从不同侧面对北山成矿带成矿规律进行了归纳和总结(左国朝等,1990;田争亮,2001;曾长华等,2002;张发荣等,2003;聂凤军等,2003),无疑对区内开展地质找矿起到了指导作用。然而,由于本区在区域矿产勘查综合研究,尤其是区域成矿规律、主攻矿种和预测定位等有关找矿能否取得重大突破的关键性问题仍然不够明朗,制约着区内矿产勘查未有实质性重大突破。尤其是近 5 年开展的新一轮矿产资源调查期间,许多被大家看好的地段、含矿层位及矿种的进一步找矿却收效甚微,以致于区内找矿前景

收稿日期:2004-03-30;改回日期:2004-04-30

基金项目:中国地质调查局《北山成矿带找矿重大疑难问题研究》项目(编号:200310200021)。

作者简介:杨建国(1962—),男,陕西乾县人,副研究员,主要从事金属矿床地质、地球化学和区域成矿预测研究工作。

Email: xayjianguo@cgs.gov.cn

“似明非明”和工作部署陷入举步维艰的困境。这无疑提醒我们要开拓思路,深化对北山成矿带成矿作用特点与区域成矿规律的再认识。

北东向构造对古亚洲成矿域金、铜、钨、锡、钼等贵重-有色金属矿产的控制作用十分明显。其对中亚天山成矿带海西-印支期成矿的制约作用国内外学者早有独到见解(А. Б. Павловский, 1974; Kudrin V S *et al.*, 1990; 陈哲夫等, 1999), 同样, 其对秦岭-祁连成矿带印支-燕山期成矿的重要影响亦引起国内地质学者的重视(朱俊亭等, 1992; 周绍东等, 1997; 任富根等, 1998; 陈毓川等, 1998; 王平安等, 1998; 杜玉良等, 2003)。但至今未有人直截论及北东向构造对我国天山-北山成矿带矿床形成的制约作用。宏观上, 北山成矿带同建造期金属矿产总体呈近东西走向, 但与造山期及期后花岗岩有成生联系的金、铜、钨、锡、钼等矿床产出在东西(或北西)向与北东(或南北)向构造交汇处, 并呈东西向分段集中、北东向呈“串珠状”分布之趋势, 这与显露地表的近东西向浅部构造呈明显的不协调。鉴于此, 笔者通过对区内地球物理、地球化学、矿床分布规律及成矿地质背景进行分

析, 以及与中亚天山成矿带进行对比, 认为北山造山带中发育的海西-印支期北东(及南北)向隐伏构造, 是天山-兴蒙古亚洲古生代构造活动带隐伏型断裂网的一个组成部分, 对区内岩浆活动以及与其相伴的金、钨、锡、钼等内生金属矿床的形成与分布具有明显的控制作用。北东向构造在表层虽没有显著表现, 但在遥感解译、地球物理等揭示深部构造的信息中有明显反映。

2 地球物理反映的基底构造

2.1 重、磁场异常特征

一般地, 布格重力异常大规模线性梯级带, 扭曲带对应线性磁异常带以及不同重磁场特征分界的重磁场特征线是重磁场划分断裂的标志, 亦是揭示隐伏基底断裂构造的有效手段。

北山地区重、磁场变化大, 异常复杂, 但却具有相似的异常特征。其总趋势呈南北分带, 东西分块的特征。

南北分带表现为重、磁异常由北而南形成三个异常带(图1, 2)。北部野马泉-狼娃山-蓬勃山一

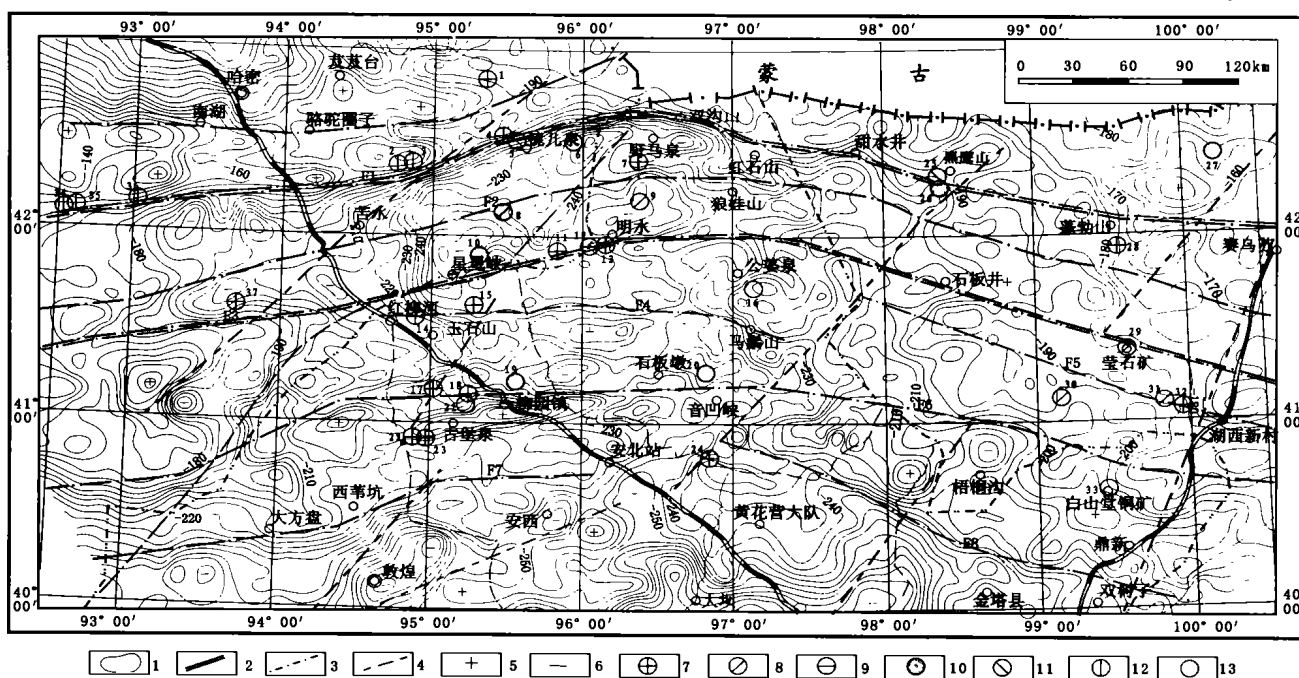
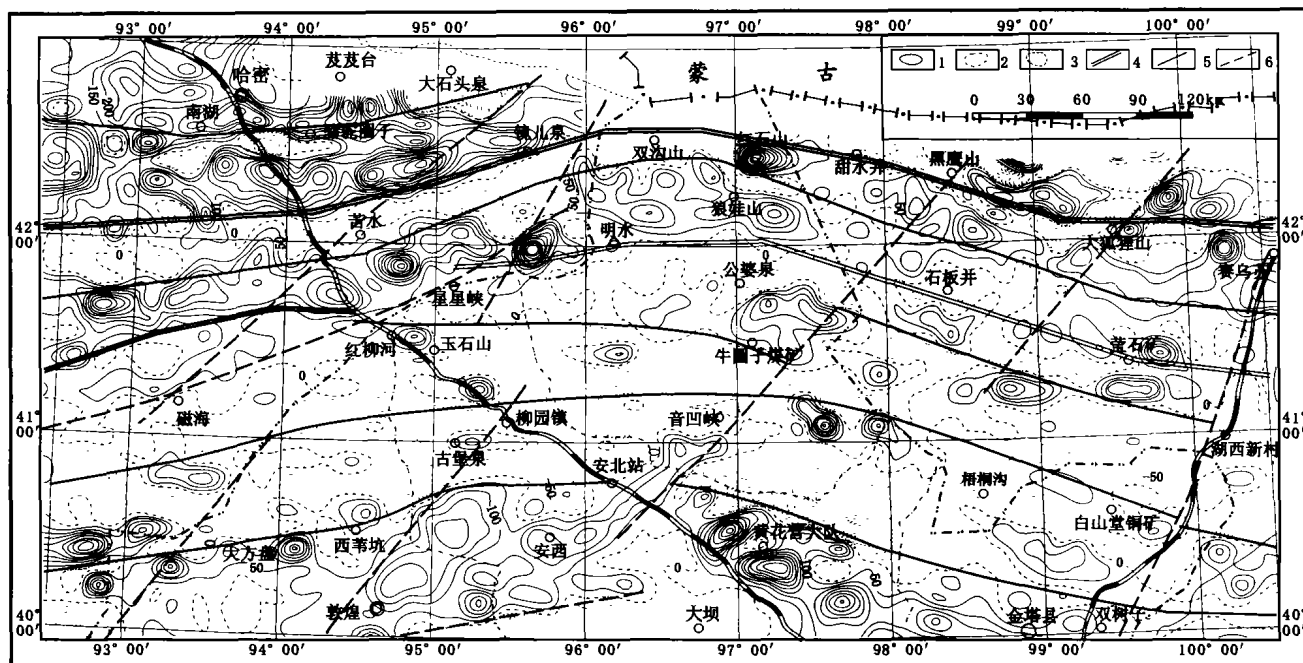


图1 北山成矿带布格重力异常平面图(附断裂构造推断图及矿床分布图)

(据中国地质调查局航遥中心 1:5 万~1:50 万物探数据库数据处理编绘)

1-布格重力异常等值线;2-重力场深部构造线;3-重力场主构造线;4-重力场次级构造线;5-重力高;6-重力低;7-金矿床;8-钨矿床;9-锡矿床;10-钼矿床;11-稀有(土)矿床;12-铜钨矿床;13-铜矿床;矿床(点)名称及编号:1-铜山;2-山岔口西;3-山岔口;4-镜儿泉北;5-镜儿泉;7-460;8-绿洲泉(矿点);9-红尖兵山;10-小白头石;11-马庄山;12-明锡山;13-南金山;14-照壁山;15-金窝子;16-公婆泉;17-拾金坡;18-210;19-花黑滩;20-红山井;21-辉铜山;22-新金厂;23-老金厂;24-小西弓;25-黑鹰山;26-流沙山;27-小狐狸山(矿点);28-交叉沟;29-七一山;30-国庆(矿点);31-鹰嘴红山;32-老铜沟;33-白山堂;34-延东;35-土屋;36-赤湖;37-玉西

Fig. 1 Bouguer contoured gravity anomaly plot of Beishan mineral belt (extra; tentative map of rift structure and distributing map of ore)

图 2 北山成矿带航磁 ΔT 异常平面图

(据中国地质调查局航通中心 1:5 万 ~ 1:50 万物探数据库数据处理编绘)

1 - 磁异常正等值线; 2 - 磁异常零等值线; 3 - 磁异常负等值线; 4 - 磁场深部构造线; 5 - 磁场主构造线; 6 - 磁场次级构造线(隐伏断裂)

Fig. 2 Aeromagnetic ΔT anomaly plot of Beishan mineral belt

线以北,总体上为一重力高和正磁异常带,但沿该带中部双沟山—红石山一线存在一明显的近东西向重、磁梯度带;中部星星峡—公婆泉一带,总体为一重力低和负磁异常带,但重力异常具有多个方向不同的重力高和重力低异常相间之特点;南部马鬃山—石板井之南,为一重、磁力高异常或高一低异常相间带,但东西向异常连续性较差。

东西分块表现为北山地区区域布格重力异常总体以负值为背景(从南 $-250 \times 10^{-5} \sim -220 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 向北递增至 $-175 \times 10^{-5} \sim -150 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$),但在中部,尤其是星星峡—马鬃山一带出现一片重力低,场值变化在 $-250 \times 10^{-5} \sim -220 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 之间,东西两侧为重力异常区域性增高,且布格重力异常值存在明显的差异。西侧东天山重力值在 $-110 \times 10^{-5} \sim -150 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,东侧北山东部重力值在 $-150 \sim -200 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,这种重力异常东西分块的特点,反映了北山地区东西方向上地壳厚度存在显著的差异,这与北山中西部敦煌—哈密和东部金塔—额济纳旗两地学断面揭示的地壳厚度分别为 $48 \sim 52 \text{ km}$ 和 $41 \sim 48 \text{ km}$ 信息相一致(聂凤军,2002)。

根据上述重磁异常特征推断出的东西向区域性深大断裂有:①康古尔—红石山—赛乌苏断裂

(F_1);②沙泉子—狼娃山一路井断裂(F_2);③卡瓦布拉克—明水—石板井断裂(F_3);④红柳河—牛圈子断裂(F_4)和白云山—洗肠井断裂(F_5);⑤白罗士金—红柳园—帐房山断裂(F_6);⑥北山南缘断裂(F_7, F_8)。上述各断裂在西段呈 NEE 向,东段转为近 EW 向或 NWW 向,构成向北凸出的弧形,是北山地区南北分带划分构造单元依据。

2.2 北东向基底构造

据不同重磁场特征分界可以清楚反映的致使北山具有东西方向分块的 NNE 向规模较大的区域性隐伏基底深大断裂有三条,它们是:

2.2.1 敦煌—红柳园—明水—野马泉断裂带

该断裂带呈北东 30° 方向展布,在甜水井一带出研究区,西南方向分为两支,西支沿罗布泊—星星峡 NNE 一线,以线性零星分布的磁异常为界,构成西侧大片宽缓和紧闭线性高磁异常区与东侧区域性低负磁异常和零散低值小规模磁异常分布区分界,是天山与北山两个构造区的分界断裂。

西南方向沿红柳园—敦煌一线覆没于敦煌盆地。在布格重力异常图上,此断裂与不同重力场的分界线、异常带的急剧弯曲、一连串异常极大(小)值带相对应,亦是布格重力垂向一次导数正、负异常带的交界部位(聂凤军等,2002)。断裂带的航磁异

常特征则沿不同磁场区的分界线分布,局部地段异常曲线发生扭曲和断止。

该断裂带是早古生代形成的基底断裂,它控制了断裂北侧元古宇基底的长期隆起裸露以及南侧志留系浅海相火山岩和碳酸盐沉积建造的分布范围。晚古生代时期,该断裂带仍有活动,造成了北侧元古宇基底的连续抬升,并控制着海西期岩浆岩的空间展布形态,同时断裂南侧接受二叠系海陆交互相碎屑岩沉积。

2.2.2 音凹峡—三道明水—黑鹰山断裂带

该断裂带由两条平行的断裂所组成,其间形成有十余米厚的中新界沉积岩,从双塔堡,经音凹峡东侧、公婆泉至黑鹰山重力梯级带断续分布,构成西侧大块重力低与东侧重力高的分界,向北可延伸到蒙古境内。其重力场特征是北东向狭长的重力低值带,北东段窄,南西段宽,布格重力垂向一次导数异常为极为明显的正、负异常分界线(聂凤军等,2002)。与这一界线相配套的有龙岗—音凹峡一带呈北东向展布的正磁力高异常带,其与NW向展布的金塔—北大山强磁异常带不协调斜接,从异常带东西两侧基底磁场特征看,正磁力高异常不应该由基底所引起,推断系中新界沉积岩下的隐伏中酸性岩体(花岗岩)所致。宏观上,这也是一条明显的地貌界线,在此断裂西侧北山山地海拔高程可达2000~2500 m;东侧为准平原化的低小残丘,海拔高程只有1000~1500 m,并且有广泛侏罗、白垩系分布。据地震测深剖面,地壳厚度亦是西厚(49~52 km)东薄(46~48 km)。由此看来,该断裂带不仅控制着中新界沉积岩,而且有可能控制着花岗岩的分布范围,说明该断裂带至少形成于晚古生代,中新代仍有活动。

2.2.3 鼎新一湖西新村—额济纳旗断裂带

该断裂带位于巴丹吉林沙漠西缘弱水一线,呈北东30°走向。断裂带西侧出露古生代、中生代地层,东侧为广阔的巴丹吉林沙漠区。断裂带两侧重、磁异常轴走向、形态等均有明显差异:北山北部磁异常带向东延伸到额济纳旗、雅干,北山中南部至阿拉善,北部磁异常带和花海—北大山—雅布赖磁异常带均呈弧形展布,穿弱水后一系列磁异常中断或两侧走向改变,但又宏观相连,从东西两侧可以对比来看,表明在弱水一线并无大规模左旋走滑断裂存在,由老西庙附近航磁异常(M157、M158和M159)被弱水断裂错断,东西向磁异常轴偏移或断裂带内异常变得零乱,场值降低,反映出沿弱水存在一个右旋而

断距不大的张扭性断裂带。

3 北东向基底构造对成矿的控制

北山地区重、磁场特征揭示北山成矿带地质基底构造具有南北分带,东西分块的特征。南北分带主要反映北山古生代褶皱带及构造—建造带走向与东西向主干深大断裂相一致;东西分块则反映北东向隐伏基底构造对古老基底出露,岩浆侵入和火山活动,古—中新生代沉积盆地展布,以及与上述作用有关矿产形成与分布的显著制约作用。表现在以下几方面:

3.1 矿床定位与北东向构造空间的耦合性

以往人们在研究和总结北山地区金属矿产的成矿规律时总是按不同构造单元进行成矿带划分,然而,区内具有一定规模的金、钨、锡、钼等贵重、有色金属矿床在南北分野的古生代不同时期构造—建造带中均有分布,空间产出分散,因此,很难总结其主导控矿因素以达到准确预测定位之目的。相反,如果我们换一个角度去考察,不难发现,上述矿床的空间分布具有两大特点(图1):(1)与北东向构造具空间耦合性。譬如,研究区西部甘、新交界一带的新金厂、老金厂金矿床—拾金坡和210金矿床、花黑滩钼矿床—照壁山、金窝子金矿床—马庄山与南金山金矿床、小白山钨矿床、明锡山锡矿床、红尖兵山钨矿床—460金矿床—蒙古国塔林金矿床,正是沿北东向敦煌—红柳园—明水—野马泉隐伏基底断裂带分布的,同样,在研究区东部弱水西岸,酒地红山金矿点—古铜井和老铜沟金矿床、鹰嘴红山钨矿床—七一山钨锡钼—萤石矿床—交叉沟金矿点—小狐狸山钨铅矿点,亦是沿天仓—湖西新村—额济纳旗北东向断裂带而展布的;(2)矿集区呈串状分布于北东向构造与东西向主干构造交汇、叠加部位。例如,在甘、新交界形成新金厂—花牛山、金窝子—马庄山—南金山、境儿泉—野马泉和蒙古国塔林金矿田四个矿集区;研究区中部形成小西弓及黑鹰山两个矿化集中区;东部形成沙红山—白山堂、老铜沟—七一山和大狐狸山三个矿化集中区。在上述各矿集区内,规模较大的矿床通常位于东西向与北东向构造节点上及其附近。如460、马庄山、南金山、黑鹰山、流沙山、白山、红尖兵山、明锡山、花牛山、210、老金厂、七一山、白山堂、老铜沟、鹰嘴红山、交叉沟等矿床。由此可见,北东向构造对区内金、钨、钼、锡、稀土矿床的形成具有重要的影响。

3.2 地球化学块体异常带与北东向构造的一致性

一般地,隐伏基底深断裂通常与地壳深部物质高度活动相联系,它不仅是深部物质活动的产物,亦是深部物质上升的通道、岩浆就位和热液活动的场所。大规模的流体活动必将在地表形成大面积地球化学异常(带)。

北山地区 1:100 万地球化学异常块体图(图 3)显示,区内金、钨、锡、钼元素面积异常呈 NE 串珠带状展布,自北西至南东形成磁海—黄山—大拐弯、大方盘—古堡泉—双沟山、音凹峡—黑鹰山及金塔—

萤石矿—大狐狸山四个带,这一空间分布趋势很难用地表东西向显露型构造带给予合理解释,但却分别与地球物理推断的研究区 NE 向四条隐伏基底断裂带相对应,其中,异常强度和规模较大的地段主要处于 NE 与 EW 向断裂相互交叉部位,如区内六个较大的钨地球化学块体均分布于东西向断裂与北东向基底断裂交汇部位,总体呈“串珠状”沿甘、新交界和弱水西岸北东向展布,特别在断裂密集交叠的石板山—柳园地区各类异常均十分发育。显然,地表地球化学异常块体(带)是深部构造的反映。

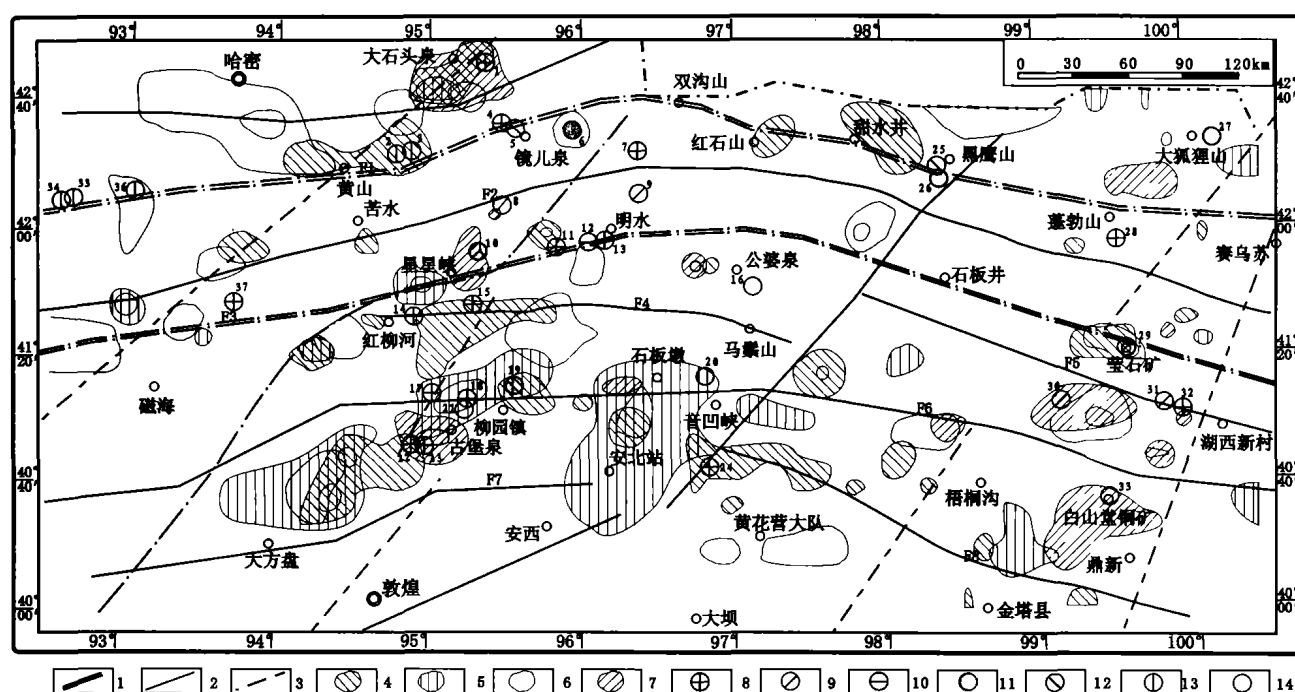


图 3 北山地区 Au、W、Sn、Mo 元素地球化学异常块体空间分布图

(据中国地质调查局以展中心 1:100 万化探数据库数据处理编绘,矿床编号同图 1)

1—深大断裂;2—显露型断裂;3—隐伏基底断裂;4—金异常;5—锡异常;6—钨异常;7—钼异常;8—金矿床;9—钨矿床;10—锡矿床;11—钼矿床;12—稀有(土)矿床;13—铜钼矿床;14—铜矿床

Fig. 3 Space distribution map showing Au, W, Sn, Mo geochemical anomalies in Beishan

3.3 对与成矿有关酸性侵入岩的控制

北东向断裂以深断裂为主,切割了前寒武纪基底,构成古陆块的边界;同时又具有明显的多期叠生特点,形成穿切区内不同时代构造—建造带的晚古生代花岗岩类链状体。因此,其对古生代,尤其是晚古生代造山期及期后花岗岩类,以及与之有关的金、钨、锡、钼等内生成矿作用和矿化分布控制是十分显著的。

区内花岗岩类的空间展布总体呈两组(EW 与 NE)相互交叉的菱形“棋盘格状”格局(图 4),东西成带主要受制于构造单元,区域深大断裂对其控制

不甚明朗,但 NE 向隐伏基底断裂对 NE 向岩带有较明显的控制作用,尤其是华里西期及印支期,通常在两组断裂带交汇部位最发育。

研究表明,北山地区金、钨、钼、锡、稀土等矿床的形成主要与海西—印支期中酸性岩浆侵入体有关,该期形成的主要矿床多数分布在受北东向基底断裂带控制的晚古生代—中生代岩浆岩体中或其附近,主要矿床成矿年龄集中于 220~298 Ma,与成矿有关的花岗岩成岩年龄为 218~298 Ma(聂风军等, 2003;李华芹等,1999)。已有钨、钼、锡、稀土等矿床具有特征的岩浆专属性,而金矿床空间产出位置及

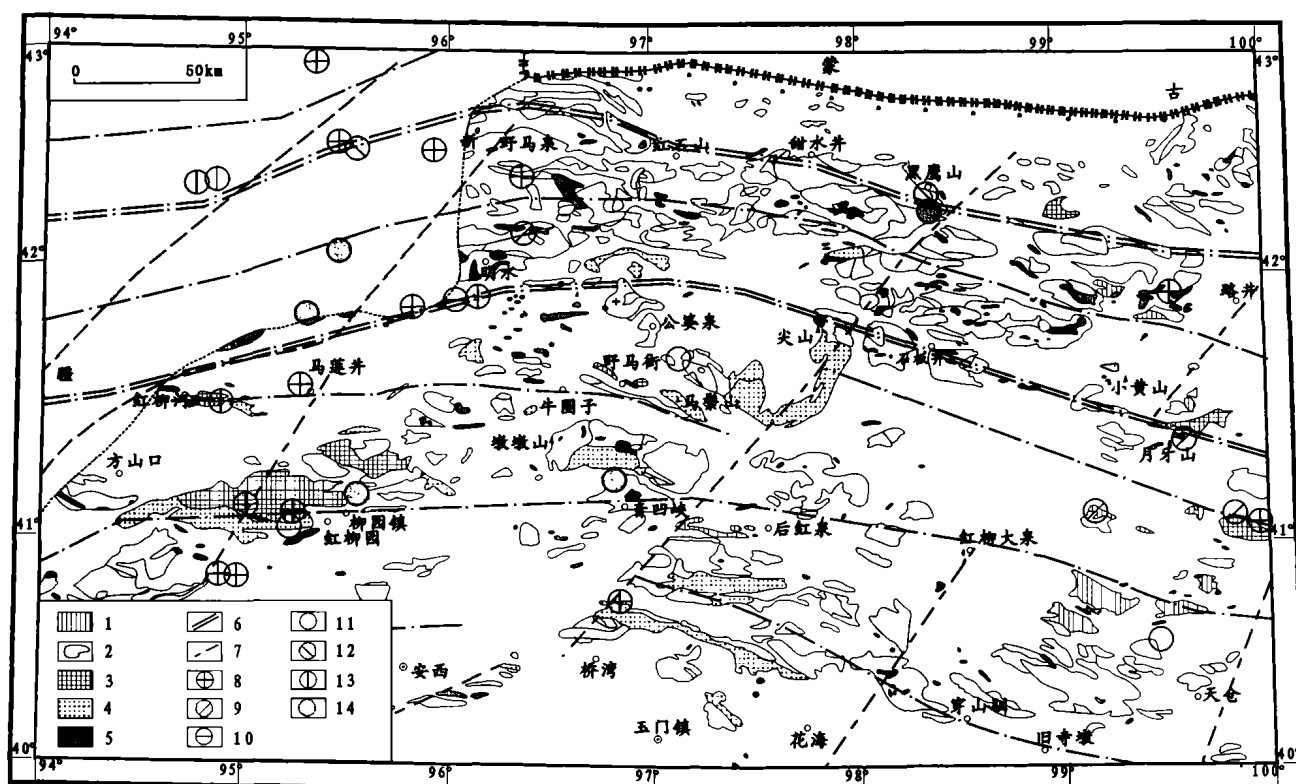


图4 北山地区花岗岩类时空分布图

(据何世平等,1999年内部资料修编)

1 - 印支燕山期; 2 - 华力西中晚期; 3 - 华力西早期; 4 - 加里东期; 5 - 前加里东期; 6 - 深大断裂; 7 - 基底断裂; 8 - 金矿床; 9 - 钨矿床 (点); 10 - 锡矿床; 11 - 钼矿床 (点); 12 - 稀土矿床; 13 - 铜钼矿床; 14 - 铜矿床。矿床名称及编号: 1 - 铜山; 2 - 山岔口西; 3 - 山岔口; 4 - 镜儿泉北; 5 - 镜儿泉; 7 - 460; 8 - 绿洲泉 (矿点); 9 - 红尖兵山; 10 - 小白头石; 11 - 马庄山; 12 - 明锡山; 13 - 南金山; 14 - 照壁山; 15 - 金窝子; 16 - 公婆泉; 17 - 拾金坡; 18 - 210; 19 - 花黑滩; 20 - 红山井; 21 - 辉铜山; 22 - 新金厂; 23 - 老金厂; 24 - 小西弓; 25 - 鹰嘴山; 26 - 流沙山; 27 - 交叉沟; 28 - 七一山; 29 - 国庆 (矿点); 30 - 鹰嘴红山; 31 - 老铜沟; 32 - 白山堂

Fig. 4 Space-time distribution map of granitoids in Beishan

成因上与该期岩浆岩密切相关(聂凤军等,2002,2003)。马庄山、南金山、460、拾金坡、老金厂等金矿床的稳定同位素及流体包裹体特征显示,其成矿物质主要源于相关的火山-侵入岩,成矿流体为岩浆水或与其与大气降水的混合流体(聂凤军等,2002,2003)。即使古老地层中受剪切带控制的小西弓金矿床,其成矿年龄为 284 ~ 267 Ma (聂凤军等,2002),与区内晚古生代碰撞造山期大规模构造-岩浆热事件相一致。说明造山期和期后岩浆岩及其热液可能是成矿物质的主要来源及热驱动力。

4 讨论与结论

北山地区北东向构造和金、钨、钼、锡(稀土)等矿床的时空分布特点表明,它们均与该区地壳发展的多旋回演化密切相关,并与晚古生代造山期及期后构造-岩浆活动相联系。自中、新元古代以来,北

山地区受古克拉通构造位移和多期裂解活动的影响,于不同时期裂陷槽、裂谷或微洋盆沉积期,由陆源区携带的含矿碎屑物质、火山喷发物质以及沿断裂带带入盆地的可能携带金、钨、钼、锡等成矿元素的深部热流,形成多个时代含有超过背景值数十倍乃至上百倍的有色金属(Sn、Mo、W、Hg)、贵金属(Au、Ag)和黄铁矿-多金属等元素的火山岩系和炭质细碎屑岩系,构成同生成矿阶段的贫矿胚胎(如小西弓、210金矿,方山口、小狐狸山寒武-奥陶纪含钼、钒、磷黑色岩系等)。晚奥陶世-泥盆纪初,受南北挤压作用之影响,近东西向古亚洲洋沿明水-石板井-小黄山一线发生南北双向俯冲和关闭,形成深熔型近东西向展布的岛弧型和碰撞型中酸性岩浆岩带,伴有同建造期斑岩型铜钼金矿化,其分布与东西向构造-岩浆岩带相一致,如土屋、延东、山岔口等斑岩型铜钼(金)矿床。与早古生代末古阿尔金断裂带活动时期大体同时(国家地震局《阿尔金断裂》

课题组, 1992; 周勇等, 1998), 可能形成了区内北东向构造的雏型, 控制了晚古生代裂谷发育程度和火山岩岩石组合, 代表石炭—二叠纪裂谷拉伸最强烈部位的基性—超基性岩石组合在红石山、蓬勃山、石板山—红柳园、神螺山—红山井等北东向构造最发育的四个地段便是很好的诠释。晚古生代时期, 不同时期板内裂谷—裂陷带的周期性打开和俯冲关闭, 导致了壳源花岗岩浆的大规模活动和北东向构造—岩浆活动加剧, 形成了相互交叉的菱形“棋盘格状”链状花岗岩格局。晚古生代末—早、中侏罗世, 随着板内裂谷的最终闭合和强烈的印支造山运动的影响, 古老造山带复活, 北东向左旋走滑隆升和拉分坳陷日趋强烈(左国朝等, 1993), 切割不同时代基底的 NE 向断裂发生多期活动, 导致早期矿源岩(地层)反复遭受重熔混合岩化、花岗岩化作用而形成金、钨、锡、钼、稀土等元素含量高, 呈北东向展布的链状花岗岩体, 区内大多数成矿岩体就是这一时期陆壳改造型花岗岩浆分异演化的产物。如七一山钨—锡—钼矿床、鹰嘴红山钨矿床、小狐狸山稀有金属矿床、照壁山金矿床、新金厂金矿床、拾金坡金矿床等。同样, 由于该期强烈的构造—岩浆活动, 为各种地质流体的产生、运移和对流循环提供了热动力条件, 使得早期矿源层中呈分散状态存在的成矿组份淋滤和淬取出来, 进一步富集而形成脉状、层状或交代型矿体, 如小西弓金矿床、石板井白钨矿点等。因此, 北山地区北东向构造—岩浆活动带是地壳物质经历了加里东期、华力西—印支期, 甚至燕山期等多旋回构造发展演化的产物, 成矿主要与碰撞造山及板内造山过程中所诱发的构造—岩浆热事件有成因联系, 并在华力西晚期和印支早期壳上重熔型花岗岩中得到较高富集。

综上所述, 可初步得出以下几点认识:

(1) 根据北山地区地球物理信息, 推断出本区存在着较明显三条规模较大的隐伏基底断裂带, 它们分别是: ①敦煌—红柳园—明水—野马泉断裂带; ②音凹峡—三道明水—哈珠断裂带和 ③天仓—湖西新村—额济纳旗断裂带。上述断裂带对区内古老基底出露, 岩浆侵入和火山活动, 古生代沉积盆地展布, 以及与上述作用有关的金、钨、锡、钼、稀土等矿床的形成与分布具显著的制约作用。

(2) 根据金属矿床(点)空间分布特点及矿化的强度, 指出碰撞造山期及其以后北东向基底断裂活动诱发的构造—岩浆活动是区内金、钨、锡、钼和稀土等矿床形成的主导因素, 重要矿床形成于北东与

东西向构造带的交汇部位, 远离北东向构造带, 矿化强度和矿床规模明显减小。

(3) 根据区内金、钨、锡、钼(稀土)等矿床分布特征, 认为北山地区在深化铜、镍、铅、锌、银等传统矿种探查的同时, 与晚古生代造山期花岗岩有关的热液成因斑岩型或矽卡岩型铜(钼、金、铅、锌)矿床、与酸性侵入岩有关的热液成因石英脉型和/或矽卡岩型钨锡矿床、与基性—超基性侵入岩有关的岩浆成因铜镍矿床、以及矿源层热液再造成因石英脉型和/或蚀变岩型金(银)矿床。与此同时, 与北东向基底断裂相对应, 本区可划分出两个贵重—稀有多金属成矿集中区(带), 即: 柳园—明水矿集区, 白山堂—小狐狸山矿集区。其中后者工作程度极低, 具有较大的找矿潜力。

致谢 本文在撰写过程中得到任有祥研究员的不吝指教。物化探数据处理与成图得到中国地质调查局发展中心向运川研究员、西安地质矿产研究所李保强和原甘肃省物化探队李百行高级工程师大力支持, 笔者在此谨致衷心谢意!

参考文献:

- A. B. Павловский 著, 张鸿昌 译, 何振汉 校. 1987. 天山锡矿床的成因类型和分布的主要规律. 新疆地质科技, 18(2): 53—63.
- 陈毓川, 王平安, 裴荣富. 1998. 秦岭造山带矿床成矿系列与演化. 矿床地质, 17(增刊): 93—98.
- 陈哲夫, 周守云, 乌统旦. 1999. 中亚大型金属矿床特征与成矿环境. 新疆: 新疆科技卫生出版社, 58—69; 75—108.
- 杜玉良, 汤中立, 蔡克勤, 李文渊, 张韬. 2003. 秦岭—祁连山带印支—燕山期构造与大型—超大型矿床的形成关系. 矿床地质, 22(1): 65—71.
- 国家地震局《阿尔金断裂》课题组. 1992. 阿尔金活动断裂带. 北京: 地震出版社, 1—98.
- 李华芹, 陈富文, 蔡红, 刘后继. 1999. 新疆东部马庄山金矿成矿作用同位素年代学研究. 地质科学, 34(2): 251—256.
- 聂凤军, 江思宏, 白大明, 刘妍, 张义, 赵月明, 安存杰, 王新亮, 苏新旭. 2003. 蒙甘新相邻(北山)地区金铜矿床时空分布特征及成矿作用. 矿床地质, 22(3): 234—245.
- 聂凤军, 江思宏, 白大明, 王新亮, 苏新旭, 李景春, 刘妍, 赵省民. 2002. 北山地区金属矿床成矿规律与找矿方向.

- 北京:地质出版社, 1-209.
- 任富根, 李双保, 丁士应, 陈志宏, 李增慧, 赵嘉农, 吴冰. 1998. 熊耳裂陷印支期成矿作用及其意义. 矿床地质, 17(增刊): 55-58.
- 田争亮, 吴锡丹. 2001. 北山成矿带金矿床(点)分布规律及找矿方向. 新疆地质, 19(2): 127-129.
- 王平安, 陈毓川, 裴荣富. 1998. 秦岭造山带区域矿床成矿系列、构造-成矿旋回与演化. 北京:地质出版社, 50-80.
- 曾长华, 吴大江, 夏文彬, 王卫国, 曹伟. 2002. 北山成矿带金矿成矿规律与远景. 新疆地质, 20(3): 219-223.
- 张发荣, 牛卯胜. 2003. 甘肃北山地区成矿带划分及基本特征. 甘肃地质学报, 12(1): 50-57.
- 周绍东, 吕古贤, 李晓波, 杨恒书. 1997. 松潘地区北东向构造及金成矿. 四川地质学报, 17(4): 256-261.
- 周勇, 潘裕生. 1998. 茫崖肃北段阿尔金断裂右旋走滑运动的确定. 地质科学, 33(1): 9-16.
- 朱俊亭, 王忠福, 刘建德. 1992. 秦岭大巴山地区矿产资源和成矿规律—一百万分之一秦岭大巴山地区矿产图说明书. 西安:西安地图出版社, 1-10.
- 左国朝, 何国琦. 1990. 北山板块构造及成矿规律. 北京:北京大学出版社, 1-209.
- 左国朝, 刘春燕, 冯永忠. 1993. 晚二叠世甘肃北山南带中段走滑隆升与拉分拗陷作用. 贵金属地质, 2(4): 277-283.
- 左国朝, 刘义科, 刘春燕. 2003. 甘新蒙北山地区构造格局及演化. 甘肃地质学报, 12(1): 1-15.
- References:**
- Bavlobskii A V (Павловский А В, translated by Zhang Hongchang and proofread by He Zhenhan). 1987. The genetic type and major distribution rule of tin deposits in Tianshan. *Xinjiang Geology & Technology*, 18(2): 53-63 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yuchuan, Wang Pingan and Pei Rongfu. 1998. The metallogenic series and evolution of mineral deposits in the Qinling orogenic belt. *Mineral deposits*, 17 (supp.): 93-98 (in Chinese).
- Chen Zhefu, Zhou Shouyun and Wu Tongdan. 1999. Characteristics of large metallic ore deposits and metallogenic environment in Middle Asia. Xinjiang: Xinjiang Technology & Hygiene Publishing House, 58-69, 75-108 (in Chinese).
- Du Yuliang, Tang Zhongli, Cai Keqin, Li Wenyan and Zhang Tao. 2003. Relationship between Indosinian-Yanshanian tectonic framework and large-superlarge mineral deposits in Qinling-Qilian orogenic belt. *Mineral deposits*, 22(1): 65-71 (in Chinese with English abstract).
- Kudrin V S, Solov'ev S G and Stavinskiy V A. 1990. The gold-copper-molybdenum-tungsten ore belt of the Tian Shan. *International Geology Review*, 32(9): 930-941.
- Li Huaqin, Chen Fuwen, Cai Hong and Liu Houji. 1999. Study on isotopic. C. Chronology of the Mazhangshan gold mineralization, Eastern Xinjiang. *Geological Sciences*, 34(2): 251-256 (in Chinese with English abstract).
- Nie Fengjun, Jiang Sihong, Bai Daming, Liu Yan, Zhang Yi, Zhao Yueming, An Cunjie, Wang Xinliang and Su Xinxu. 2003. Temporal-spatial distribution and metallogenic processes of gold and copper deposits in Inner Mongolia-Gansu-Xinjiang Border (Beishan) Region. *Mineral Deposits*, 22(3): 234-245 (in Chinese with English abstract).
- Nie Fengjun, Jiang Sihong, Bai Daming, Wang Xinliang, Su Xinxu, Li Jingchun, Liu Yan and Zhao Shengmin. 2002. Metallogenic studies and ore prospecting in the conjunction area of Inner Mongolia Autonomous Region, Gansu Province, Xinjiang Uygur Autonomous Region (Beishan Mt.), Northwest China. Beijing: Geology Publishing House, 1-209 (in Chinese with English abstract).
- Ren Fugen, Li Shuangbao, Ding Shiyong, Chen Zhihong, Li Zenghui, Zhao Jianong and Wu Bing. 1998. The Indosinian mineralization and its significance in the Xionger taphrogenosyncline. *Mineral Deposits*, 17 (supp.): 55-58 (in Chinese).
- The State Bureau of Seismology's Research Group on Altun Active Fault. 1992. Altun active fault zone. Beijing: Seismetic Press, 1-98 (in Chinese).
- Tian Zhengliang and Wu Xidan. 2001. Distribution regularity and prospecting direction of gold deposits (ore spots) of Beishan mineralization belts. *Xinjiang Geology*, 19(2): 127-129 (in Chinese with English abstract).
- Wang Pinan, Chen Yuchuan and Pei Rongfu. 1998. Regional minerogenetic series, tectono-minerogenic cycles and evolution in the Qinling orogenic belt. Beijing: Geology Publishing House, 50-80 (in Chinese with English abstract).
- Zeng Changhua, Wu Dajiang, Xia Wenbin, Wang Weiguo and Cao Wei. 2002. Metallogenic regularity and prospect of gold deposits of Beishan mineralization belts. *Xinjiang Geology*, 20(3): 219-223 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Farong and Niu Maosheng. 2003. Divisions and basic features of the metallogenic belts in Beishan area of Gansu province. *Acta Geologica Sichuan*, 12(1): 50-57 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Shaocong, Lu Guxian, Li Xiaobo and Yang Hengshu. 1997. Mineralization in Songpan area. *Acta Geologica Si-*

- chuan, 17 (4): 256 – 261 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Yong and Pan Yusheng. 1998. Determination of the dextral slip of Mangya – Subei segment of Altun fault. *Geological Sciences*, 33(1): 9 – 16 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Junting, Wang Zhongfu and Liu Jiande. 1992. Mineral resources and minerogenetic rule in the Qiling – Dabashan area; Synopsis of the mineral resources map (scale: one millionth) in the Qiling – Dabashan area. Xian: Xian Cartographic Publishing House, 1 – 10 (in Chinese).
- Zuo Guochao and He Guoqi. 1990. The plate tectonics and minerogenetic rule in the Beishan area. Beijing: Beijing University Publishing House (in Chinese).
- Zuo Guochao, Liu Chunyan and Feng Yongzhong. 1993. Upper Permian strike – slip upwarping and pull – apart downwarping of the middle section of the south zone of Beishan in Gansu. *Journal of Precious Metal Geology*, 2 (4): 277 – 283 (in Chinese with English abstract).
- Zuo Guochao, Liu Yike and Liu Chunyan. 2003. Framework and evolution of the tectonic structure in Beishan area across Gansu Province, Xinjiang Autonomous Region and Inner Mongolia Autonomous Region. *Acta Geologica Gansu*, 12(1): 1 – 15 (in Chinese with English abstract).

PRELIMINARY DISCUSSION ON THE CONTROLLING EFFECT OF THE NORTHEAST – TRENDING STRUCTURE ON THE MINERALIZATION OF Au – W – Sn – Mo (REE) DEPOSITS IN BEISHAN, GANSU AND INNER MONGOLIA

YANG Jianguo, YANG Hequn, YANG Linhai, LI Wenming and LI Ying

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an, SX 710054, China)

Abstract: Located in the junction among Gansu, Xinjiang and Inner Mongolia in northwest China, the Beishan Mountains is one of the most important and concentrated zones for mineralization of endogenetic metals, especially rare metals such as Au, W, Sn, Mo which are closely related to granite, since it has favorable minerogenetic and geological conditions as well as vast mineral prospecting potential. In this article the authors analyzed the geophysical, geochemical and minerogenetic aspects as well as the geological background of the deposits. The authors believe that the granite-related Au, W, Sn and Mo deposits closely were controlled by the northeast-trending basement rift structures to a considerable degree. The basement structures are characterized by north-south zonation and east-west partition. The NS zonation indicates that the Palaeozoic folding and structure – formation at Beishan coincided with the main rifting episode and constitute the basis for the division of structure elements in this region, while the EW partition reflects the notable control of the northeast-trending basement structure toward the paleo – basement layout, magmatic intrusion and volcanic activity, especially the granite intrusion after Neo – Palaeozoic and the subsequent mineralization of Au, W, Sn, Mo, REE deposits. When a contrast with the Mid – Asia ore belt was made, we believe that the geological and structural conditions in Beishan are similar to those in the Mid – Asia ore belt. Consequently, in addition to Cu, Ni, Pb, Zn and Ag deposits, deposits such as Au, W, Sn, Mo, and REE etc. should also be taken as the main products. The main types of deposits include porphyry or skarn Cu (Mo, Au, Pb, Zn) deposits, thermal-quartz reefs or skarn W, Sn deposits, sulphide Cu – Ni deposits and thermal fluid reformation gold deposits. Liuyuan – Mingshui and Baishantang – Xiaohulishan, corresponding to the basement rifts, would be the favorable zones for ore prospecting in this area hereafter.

Keywords: NE – trending structure; basement fracture; Au – W – Sn – Mo ore deposits; controlling effect; Beishan in Gansu and Inner Mongolia