

文章编号:0258-7106 (2003) 01-0065-07

秦岭—祁连造山带印支-燕山期构造与大型-超大型矿床的形成关系

杜玉良^{1,2} 汤中立³ 蔡克勤¹ 李文渊² 张 韬^{1,2}

(1 中国地质大学, 北京 100083; 2 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054;

3 甘肃省地质矿产勘查开发局, 甘肃 兰州 730000)

摘 要 印支-燕山期构造-岩浆热液活动,对秦岭—祁连造山带的区域成矿控制与影响作用十分显著。主要表现在该期北东向构造-岩浆活动不仅控制了金等矿产的形成,而且使先期形成的铜、铅锌等矿产发生了较强烈的改造和富集作用。该期北东向构造带与先期的北西、近东西向构造或含矿层交汇叠加部位,是形成大型-超大型矿床的重要条件。文章对秦岭—祁连造山带印支-燕山期构造-岩浆活动带的发育特征及其对大型-超大型矿床的控制与影响等进行了初步分析与探讨,提出了本区新一轮矿产勘查研究对策与思路。

关键词 地质学 秦岭—祁连造山带 印支-燕山期构造 改造富集 大型-超大型矿床 综述

中图分类号:P611

文献标识码:A

秦岭—祁连造山系地处古亚洲、特提斯和环(滨)太平洋三大构造域交切、复合地段(任纪舜等, 1999)。这一地区在中生代印支构造运动碰撞造山后,受来自西南的印度板块和东部的太平洋板块活动的影响很大,表现为以印支-燕山-喜马拉雅期陆内造山、断陷盆地形成以及岩浆活动为主(张二朋等, 1993)。尤其是受印支-燕山期太平洋板块活动的影响,形成了一系列自西向东逐渐加强的北东向构造-岩浆活动带,对于金及多金属矿产的形成与改造有着重要的控制和影响作用。

1 问题的提出

秦岭—祁连造山带地质构造复杂、矿产资源丰富。多年来,本区在区域矿产勘查研究方面仍存在诸多问题和争议。尤其是那些被认为受一定层位(岩相)控制的矿床类型,在沿其走向追索、找矿过程中收效不大;许多被大家所看好的地段或含矿层位的进一步找矿却步履艰难,久攻不破。这就需要进一步对秦岭—祁连造山带的成矿作用特点与区域成矿规律继续深化认识、拓宽找矿思路。

印支-燕山期北东向构造对中国东部矿产资源的控制作用十分显著。前人对秦岭成矿带印支-燕山期成矿这一问题早有认识(朱俊亭等, 1992;任富根等, 1998;陈毓川等, 1998;王平安等, 1998),但该期构造对祁连成矿带的影响,却很少有人谈及。笔者通过该区域地质构造、主要内生矿产的分布及其成矿特征分析,认为秦岭—祁连构造带中发育的印支-燕山期北东向构造-岩浆活动带,是滨太平洋活动带向我国大陆西部活动的延伸,其地质构造与成矿作用亦是逐渐过渡的;许多迹象表明,该期构造不仅控制了印支-燕山期金等矿产的分布,而且对于古生代及其以前形成的矿产有着一定的叠加改造作用,是秦岭—祁连造山带金等大型-超大型矿床形成的重要影响因素。

2 印支-燕山期北东向构造与大型-超大型矿床的耦合关系

综观西北地区秦岭—祁连成矿带主要内生矿产矿集区的分布(图1),尤其是大型-超大型矿床,无论

第一作者简介 杜玉良,男,1960年4月生,教授级高工,在读博士,从事区域地质矿产调查研究。

收稿日期 2002-01-29;改回日期 2002-03-21。李 岩编辑。

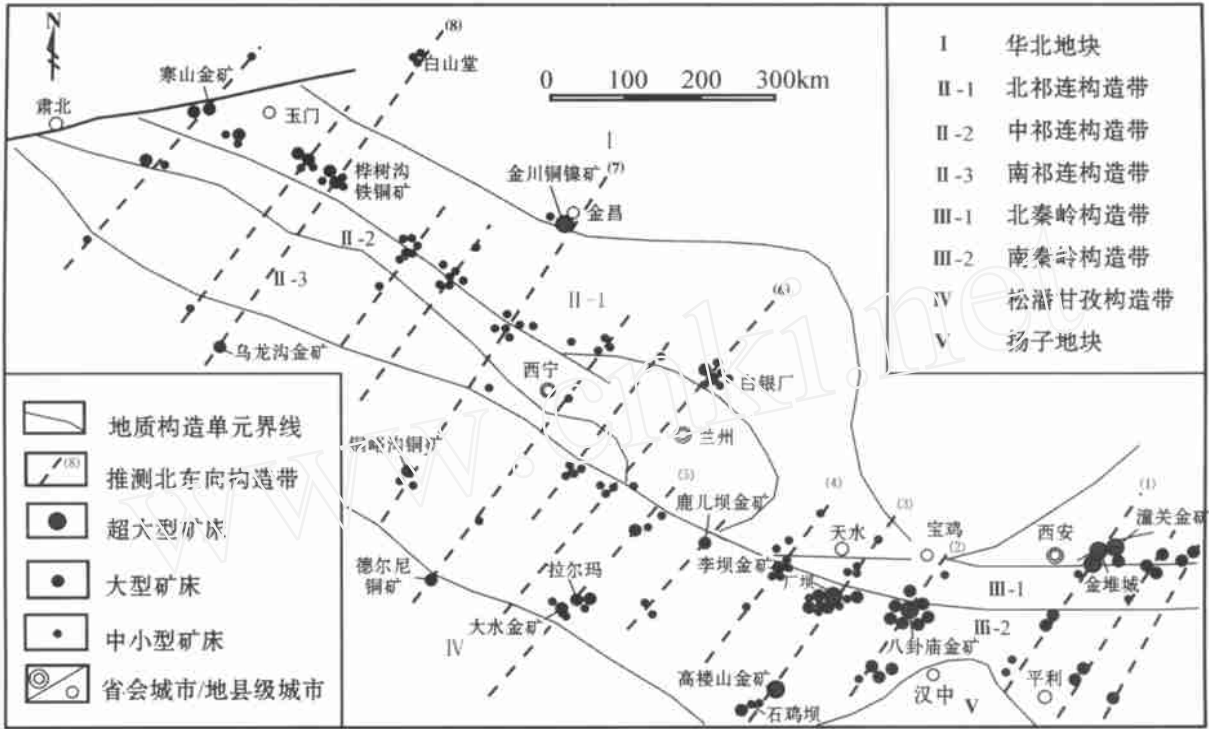


图1 秦岭—祁连造山带(西北区)北东向构造带与矿床点的关系示意图

(据朱俊亭等,1992;邬介人等,1994;殷先明等,2000 修编)

北东向构造-岩浆活动带:(1) 潼关—紫阳构造带;(2) 太白—勉县构造带;(3) 清水县—厂坝构造带;(4) 甘谷—舟曲构造带;(5) 临潭—玛曲构造带;(6) 白银—夏河构造带;(7) 金川—兴海构造带;(8) 白山堂—镜铁山构造带

Fig. 1 Geological sketch map showing the relationship between the NE-trending tectonic zone and the distribution of mineral deposits in Qinling-Qilian orogenic belt

NE-trending tectonic zone: (1) Tongguan-Ziyang structural zone; (2) Taibai-Mianxian structural zone; (3) Qingshui-Changba structural zone; (4) Gangu-Zhouqu structural zone; (5) Lintan-Maqu structural zone; (6) Baiyin-Xiahe structural zone; (7) Jinchuan-Xinghai structural zone; (8) Baishantang-Jingtieshan structural zone

其成因类型、赋矿岩石及其时代是否相同,大都沿印支-燕山期北东向构造-岩浆活动带展布,或集中分布在其与北西和近东西向先期构造交汇、叠加的部位。矿集区呈现北西(或近东西向)成带、北东成串的格局与景观。说明区域成矿与印支-燕山期构造-岩浆活动关系密切。

例如,潼关—紫阳北东向构造带,呈北东向斜穿秦岭构造带,沿该带发育有小秦岭、金堆城、华阳川、银洞子等大型-超大型金及多金属矿床;清水县—厂坝构造带,呈北东向斜穿祁连、秦岭构造带,发育有陈家庙、柴家庄、邓家山、厂坝—李家沟、毕家山、崖湾、高楼山等中型以上金及多金属矿床十余处。

3 秦岭—祁连印支-燕山期构造与成矿

秦岭—祁连造山系是一个多旋回复合造山带。

古生代时期,受古亚洲洋动力体系之作用,形成加里东-华力西造山系,属古亚洲造山区;中生代阶段受特提斯动力体系之控制,形成印支-早燕山造山系,属特提斯造山区;现在则是印度与亚洲碰撞产生的新生代复活山系(任纪舜等,1999)。晚侏罗世晚期-白垩纪初亚洲与西太平洋古陆间的强烈斜向碰撞,使亚洲东部遭受挤压和强烈构造及岩浆活化,形成北东-北东东向展布的构造带。秦岭—祁连造山带印支-燕山期较强烈的构造-岩浆活动及其相关的成矿作用既是在这种构造背景下产生的。

3.1 印支-燕山期构造带发育特征

秦岭—祁连造山带内发育的印支-燕山期构造带,总体表现为NNE或NE向(统称为NE向,下同)展布的凹陷带和隆起带。其凹陷带多由规模不等的断裂与具侏罗纪、白垩纪沉积的北东向断陷盆地构成;隆起带则主要表现为密集发育的、不同序次的

NE向(含隐伏的)断裂构造与中生代基性-中酸性(辉绿岩、闪长玢岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等)岩浆岩侵入体(脉)群。受NE向构造带控制的大型-超大型矿床,主要分布在凹陷带与隆起带过渡的主断裂-岩浆活动带附近。

对该区印支-燕山期NE向构造带的判别,主要依据现存的侏罗纪-白垩纪断陷盆地沉积建造、NE向断裂构造、中生代岩浆岩体(脉)群的分布,结合区域地球物理、遥感线性和环形影像特征与区域地球化学等信息资料;与继承性断裂构造活动相关的现代地形地貌单元及其界线、水系等,亦可作为推测隐伏构造带的参考信息。

秦岭—祁连造山带内发育的较大规模的NE向断裂-岩浆活动带,宽度一般为数公里~数十公里,沿走向斜穿秦岭、祁连构造带,向两侧可延伸至南部的巴颜克拉、扬子陆板块以及北部的华北地块。滨太平洋构造带印支-燕山期活动对秦岭—祁连地区

的影响是一个连续、渐进的过程。NE向构造-岩浆活动带的发育,具有自东向西逐渐减弱的趋势,西部多为隐伏构造。主要NE向构造带内部发育有次级断裂;在上述主要构造带之间,还发育一系列规模较小的NE向断裂构造。

3.2 印支-燕山期构造对大型-超大型矿床的控制与影响

上述特征总体反映了秦岭—祁连地区印支-燕山期NE向构造与我国东部的滨太平洋构造带有着相似的活动特点。印支运动及其以后的燕山期构造活动,不仅使该区地质构造发展发生了根本性的转变,而且伴随断裂构造-岩浆-热液活动发生了较强烈的区域性成矿作用。从秦岭—祁连主要矿集区的分布发育及数十处金等大型-超大型矿床的含矿岩石(层)时代与成矿期、改造期特征(表1)来看,一部分(金)矿床的主成矿期为印支-燕山期;另一部分矿床则属形成于古生代,或者更老,在印支-燕山期受到

表 1 秦岭—祁连造山带部分大型-超大型矿床形成与改造期特征简表

Table 1 Characteristics of the formation and reformation periods of some large-superlarge mineral deposits in Qinling-Qilian orogenic belt

矿床名称	规模	赋矿岩层(石)	主成矿期	改造期
潼关小秦岭金矿床	超大型	太古代太华群	中生代	
华阴县金堆成钼矿床	超大型	燕山期花岗斑岩	中生代	
华阴县华阳川铀钼铅矿床	超大型	燕山期花斑岩及围岩	中生代	
榨水县银洞子银矿床	大型	中泥盆统大西沟组	晚古生代	印支-燕山期
旬阳县公馆锑汞矿床	大型	下泥盆统白云岩	晚古生代	燕山期
旬阳县青铜沟锑汞矿床	大型	下泥盆统白云岩	晚古生代	燕山期
凤县八卦庙金矿床	超大型	上泥盆统星红铺组	中生代	
略阳县煎茶岭镍(钴)矿床	大型	晋宁期超基性岩	晚元古代	印支-燕山期
略阳县煎茶岭金矿床	大型	震旦系白云岩、砂板岩	晚元古代	印支-燕山期
凤县铅洞子铅锌矿床	大型	上泥盆统星红铺组	晚古生代	印支-燕山期
凤县银洞梁铅锌矿床	大型	中泥盆统古道岭组	晚古生代	印支-燕山期
凤县八方山铅锌矿床	大型	中泥盆统灰岩硅质岩	晚古生代	印支-燕山期
太白县双王金矿	大型	上泥盆统星红铺组	晚古生代	印支-燕山期
文县高楼山金矿床	超大型	泥盆系闪长岩	中生代	
西和县邓家山铅锌矿床	大型	中泥盆统西汉水群	晚古生代	印支-燕山期
成县厂坝-李家沟铅锌矿床	超大型	安家岔组大理岩、片岩	晚古生代	印支-燕山期
成县毕家山铅锌矿床	大型	中泥盆统西汉水群	晚古生代	印支-燕山期
礼县李坝金矿床	大型	中泥盆统舒家坝群	中生代	
岷县鹿儿坝金矿床	大型	中三叠统板岩、砂岩	中生代	
西和县崖湾汞矿床	大型	中三叠统灰岩、板岩	中生代	
碌曲县拉尔玛金矿床	大型	下寒武统太阳顶群	中生代	
若尔盖县降扎铀金矿床	大型	寒武-奥陶纪硅质岩	中生代	
玛曲县大水金矿床	大型	三叠系灰岩	中生代	
白银折腰山-火焰山铜矿床	大型	中寒武白银群火山岩	早古生代	印支-燕山期
白银小铁山铜多金属矿床	大型	中寒武白银群火山岩	早古生代	印支-燕山期
同德县穆黑沟汞矿床	大型	中三叠统砂岩	中生代	
玛沁县德尔尼铜矿床	大型	超基性岩	晚古生代	印支-燕山期
金川铜镍矿床	超大型	中元古代超基性岩	中元古代	印支-燕山期
肃北县寒山金矿床	大型	奥陶系阴沟群	早古生代	印支期

构造-岩浆-热液活动的叠加改造。有些矿床后期改造富集作用不够明显,或者是其叠加改造期并非印支-燕山期等原因,其位置处于NE向构造带尚属巧合。

印支-燕山期构造对区内大型-超大型矿床的控制与影响作用主要表现在:伴随强烈的构造运动,发育有较强的岩浆热液活动及其成矿作用,为相关矿产的成矿提供了充足的物质来源;该期NE向构造活动带与复活的先期近EW向、NW向断裂带交汇、叠加部位,是岩浆热液与含矿流体活动的有利地段,为成矿元素的运移与大量聚集提供了动-热能条件;断裂-岩浆活动使处于该构造带上的先期矿床受到较强的叠加改造,甚至造成局部成矿元素活化与再富集、部分矿床(体)规模扩大或重新定位等。

3.2.1 印支-燕山期形成的矿床

印支-燕山期构造活动对中生代中酸性岩浆侵入及其成矿作用的控制是十分显著的。如西秦岭地区中生代中酸性岩浆岩体及主要矿床,多分布在印支-燕山期NE向构造带与复活的先期NW向或近

EW向区域性深大断裂的交汇部位(图2)。

秦岭—祁连造山带印支-燕山期形成的矿产,一般以与该期构造-岩浆-热液活动相关的金矿为主;其大型-超大型矿床及矿化集中发育地段,多属NE向构造带及其与先期NW向等构造交汇部位,且是构造破碎与岩浆热液活跃的部位,常发育有同期岩浆岩(脉)或较强的构造变形与岩石蚀变;矿床的主要矿体与富矿石、脉状矿体等,常常沿NE向构造带发育,或分布在印支-燕山期复活的先期含矿断裂构造带,部分直接产于NE向次级断裂带中。

矿床勘查研究资料显示,该期形成的大部分金矿不仅分布在受印支-燕山期构造带控制的中生代岩浆岩体附近,而且在成因上与该期中酸性岩浆岩密切相关(王平安等,1998)。小秦岭、八卦庙、双王、李坝、大水、拉尔玛等金矿床的微量、稀土元素特征,与相关的印支-燕山期中酸性岩浆岩相似,说明该期岩浆岩及其热液可能是成矿物质与热能的主要来源。秦岭大部分金等矿床的成矿年龄为70~235 Ma,成矿峰值年龄为132~196 Ma^①(殷先明等,

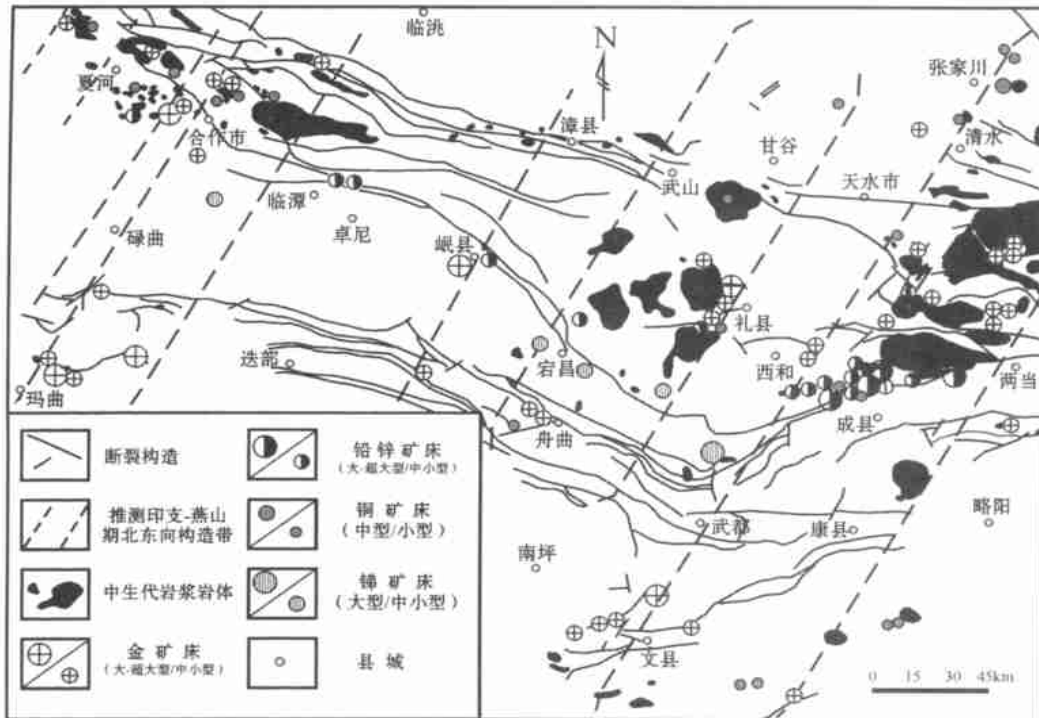


图2 西秦岭中生代中酸性侵入岩及主要矿产分布图

(据甘肃省地质矿产局,1989 修编)

Fig. 2 The distribution of main mineral deposits and Mesozoic intermediate-acid intrusions in the western Qinling region

① 胡西顺,李领军. 2001. 陕西秦岭地区岩金矿床类型及其成矿的若干问题讨论. 西北金属矿产地质, (1-2).

2000)。秦岭—祁连造山带同一时期的中酸性岩浆岩分布较为广泛。西秦岭中生代中酸性岩浆岩体的近 100 个同位素年龄值中,195 ~ 239 Ma、145 ~ 191 Ma 两个时段各占近 50%,个别为 104 Ma 左右(甘肃省地质矿产局,1989),表明成矿年龄与这一地区发育的岩浆岩侵位年龄以及印支-燕山期构造剧烈活动时期是基本一致的。

3.2.2 印支-燕山期构造对先期矿床的改造与影响

处于 NE 向构造-岩浆活动带中的古生代及其以前形成的铜多金属等矿产(床),在印支-燕山期受到不同程度的叠加改造。这一类矿床的典型特征是矿床(体)在分布上受早期含矿层(构造)与印支-燕山期构造双重因素的影响,构成了本地区叠加-改造型矿床发育的区域成矿特色。

印支-燕山期构造对先期形成矿床的改造与影响包括: 断裂使部分矿床(体)遭受了一定的破坏或发生了较大的错位,矿体展布方向发生变化;使早期含矿构造复活,先期形成的矿床(体)局部发生了较强的改造与重新定位;受印支-燕山期构造-岩浆-热液活动的影响,在两组构造交汇部位形成更强烈的破碎及更大的热液、含矿流体活动空间,使矿体在构造交汇部位出现膨胀、加厚、矿石变富,或形成沿 NE 向构造带展布的后期脉状矿体,沿两期构造交汇部位发育的囊状、筒状矿体等。

例如,西秦岭厂坝—李家沟超大型铅锌矿床,处于印支-燕山期构造-中酸性岩体与含矿岩层的交汇、复合部位(图 3)。主矿床(体)的发育受后期构造-岩浆活动影响较大;矿床主要形成于中泥盆世,最晚的年代学数据为云母的 K-Ar 表面年龄和 Ar-Ar 坪年龄,在 204 ~ 185 Ma 间,个别为 120 Ma(李英等,2001)。同生成矿之后,矿体至少发生过两期活化富集作用,这对于形成高品位矿石是至关重要的。

另外,白银厂铜矿田形成于早古生代,是祁连造山带典型的火山岩型铜矿。矿田分布在白银—夏河县 NE 向构造带与 NW 向展布的寒武系含矿层交汇部位,其主要矿床(体)的分布受次级 NE 向断裂影响较大;折腰山、火焰山两矿床主矿体的厚大、富集部位,以及矿田内呈 NE 向展布的后期含矿较富的脉状矿体、花岗岩脉等,有呈 NE 向展布的趋势和规律;矿区亦有 196.3 Ma(K-Ar 法)^①、147.94 Ma(鄂

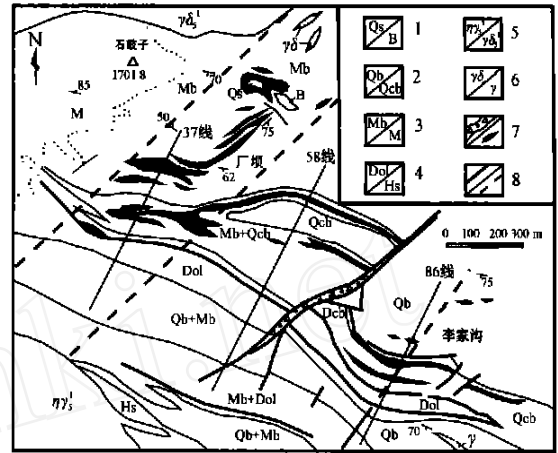


图 3 厂坝矿床主要矿体与印支-燕山期岩体及构造的关系 (据西北有色公司 706 队,转自祁思敬等,1993,略作修改)
 1—石英片岩/黑云片岩;2—黑云石英片岩/黑云角闪片岩;
 3—不纯大理岩/白云大理岩;4—白云岩/角岩;5—印支期二长花岗岩/花岗闪长岩;6—花岗闪长岩脉/花岗岩脉;
 7—破碎角砾岩/铅锌矿体;8—实测/推测断裂

Fig. 3 The relationship between main orebodies and Indosinian - Yanshanian intrusives and structures in the Changba mineral deposit

介人等,1994)的构造变动热事件年龄数据。金川含矿超基性岩体形成于中元古代,矿区印支-燕山期 NE 向断裂构造及中基性浅成岩脉(辉绿岩、闪长岩、闪长玢岩、橄榄玄武岩等)与后期块状、脉状铜镍矿体关系密切(甘肃省地质矿产局第六地质队,1984)。NE 向断裂构造不仅影响了含矿岩体的展布形态,而且还在局部控制了后期致密块状、脉状硫化物矿体的延伸方向。

4 新一轮找矿对策与思路

综上所述,印支-燕山期构造-岩浆活动及其成矿作用,对秦岭—祁连造山带中生代金等矿产的形成以及先期铜、多金属矿床的发育起着一定的控制与影响作用。秦岭—祁连造山带印支-燕山期构造-岩浆活动带发育,其与先期近 EW 向、NW 向构造或含矿层交汇处,是成矿的有利部位,也是寻找大型-超大型矿床的最佳区段。

本区新一轮矿产勘查研究,宏观上应重视印支-

① 西安地质矿产研究所、白银有色金属公司,1991. 甘肃白银地区黄铁矿型铜、多金属矿床形成条件、成矿模式及找矿预测. 中国地质科学院科研报告.

燕山期构造-岩浆活动对区域成矿的控制与影响,将其对同期矿产的控制和对先期形成矿床的叠加改造列为该区域控矿主导因素,进一步认识和总结矿产的时空分布与成矿规律,完善成矿与找矿模式(型),以指导区域矿产调查工作;重点勘查研究区段的选择,应在传统做法的基础上,以成矿系统及控矿主导因素为主,把那些成群分布的矿床(点)及地、物、化(遥)异常联系起来,并纳入到一个体系进行研究分析,确定有利地段进行解剖、验证;矿床(体)的追索控制及矿化富集地段的寻找,应注意 NE 向构造及其次级控矿断裂的发育特征、断裂结构面的空间产状以及与先期含矿构造、岩层(石)的交汇、叠加等;充分研究利用不同比例尺的地球化学、地球物理和遥感异常与信息资料,结合地质成(控)矿条件进行综合分析,是在矿区深部及其外围发现隐伏矿体、扩大已有矿床(体)规模和开辟找矿新区的基础。

矿产勘查工作的部署,应考虑以下 3 个方面(层次):一是已有重要矿产开发基地的矿床深部及其外围,其资源潜力及勘查前景依然很大,仍是进一步找矿工作的重点;二是对于那些处于上述有利成矿部位、已是“星星”成群的矿化集中区,选择典型矿床(点)大胆地进行深部探索,是发现“月亮”的有效途径,也是实现找矿新突破的关键;三是具有含矿岩层(石),异常及构造发育,地表矿化微弱的地区,要以区域成矿-控矿系统为主线,以典型矿床模式为指导,选择合理的勘查方法与手段,在成矿有利地段有序地部署、开展勘查评价工作。

5 结 语

秦岭—祁连造山带经历了长期而又复杂的地质发展演化过程,其成矿具有多期次、多作用、多成因等特征。从矿产勘查的角度分析、探讨矿产主要成矿作用特点及后期叠加改造、富集作用与大型-超大型矿床的形成关系,是区域成矿研究与勘查紧密结合的完美体现;强调印支-燕山期 NE 向断裂构造-岩浆活动在秦岭—祁连造山带发展演化与成矿过程中的作用,有助于拓宽对这一地区地质研究与矿产勘查的思路,完善区域成矿规律认识与主要矿产的成矿与找矿模式(型),为实现新的找矿突破服务。

致 谢 在本文酝酿、写作过程中,曾就研究思路与毛景文研究员,高兆奎、彭德启教授级高工等进

行了有益的探讨,并得到热情指导与部分资料支持;文中引用了有关单位和专家的一些研究成果与分析数据、图件等,在此一并表示感谢。

References

- Bureau of Geology and Mineral Resources of Gansu Province. 1989. Regional geology of Gansu Province[M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese with English abstract).
- Chen Y C, Wang P A and Pei R F. 1998. The metallogenic series and evolution of mineral deposits in the Qinling orogenic belt [J]. Mineral Deposits, 17(Supp.): 93~98 (in Chinese).
- Li Y, Q SJ, Ma GL, et al. 2001. The study of basic characteristic and formed condition for ultra-larger Sedex deposit in the northern part of China [A]. In: The symposium of 50s for the founding of the Changan University [C]. Beijing: The People's Communications Press. 94~98 (in Chinese).
- No. 6 Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Gansu Province. 1984. Geology of the copper-nickel sulfide deposit in the Baijiazuizi (Jinchuan), northwest China [M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese).
- Qi SJ and Li Y. 1993. Lead-zinc metallogenic belt of Devonian system in Qinling mountains [M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese).
- Ren F G, Li S B, Ding S Y, et al. 1998. The Indosinian metallization and its significance in the Xionger taphrogeosyncline [J]. Mineral Deposits, 17(Supp.): 55~58 (in Chinese).
- Ren J S, Wang Z X, Chen B Y, et al. 1999. Observing China tectonics from the global one: brief synopsis for the tectonic map of China and neighbouring countries [M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese).
- Wang P A, Chen Y C and Pei R F. 1998. Regional minerogenetic Series, Tectono-Minerogenic cycles and evolution in the Qinling orogenic belt [M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese with English abstract).
- Wu J R, Ren B C, Huang Y C, et al. 1994. Massive sulfide deposits in marine volcanic rock area in northwest China [M]. Wuhan: Press of China University of Geosciences (in Chinese with English abstract).
- Yin X M, Ren F S, Xu J L, et al. 2000. Geology of gold deposits in Gansu Province [M]. Lanzhou: Gansu Sci. & Techn. Pub. House (in Chinese with English abstract).
- Zhang E P, Niu D Y, Hou Y G, et al. 1993. Outline of the geologic-structural characteristic in the Qinling-Dabashan and neighbouring area [M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese).
- Zhu J T, Wang Z F, Li J D, et al. 1992. The mineral resources and minerogenetic rule in the Qinling-Dabashan area: Synopsis of the mineral resources map (one millionth) in the Qinling-Dabashan area [M]. Xi'an: Xi'an Cartographic Pub. House (in Chinese).

附中文参考文献

- 陈毓川,王平安,裴荣富. 1998. 秦岭造山带矿床成矿系列与演化

- [J]. 矿床地质, 17(增刊): 93~98.
- 甘肃省地质矿产局第六地质队. 1984. 白家嘴子硫化铜镍矿床地质[M]. 北京: 地质出版社.
- 甘肃省地质矿产局. 1989. 甘肃省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社.
- 李英, 齐思敬, 马国良, 等. 2001. 中国北方超大型热水沉积硫化矿床基本特征及形成条件研究[A]. 长安大学建校 50 周年学术论文集[C]. 北京: 人民交通出版社. 94~98.
- 祁思敬, 李英. 1993. 秦岭泥盆系铅锌成矿带[M]. 北京: 地质出版社.
- 任富根, 李双保, 丁世应, 等. 1998. 熊耳裂陷印支期成矿作用及其意义[J]. 矿床地质, 17(增刊): 55~58.
- 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 1999. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明. 北京: 地质出版社.
- 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[M]. 北京: 地质出版社.
- 郭介人, 任秉琛, 黄玉春, 等. 1994. 西北海相火山岩地区块状硫化物矿床[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 殷先明, 任丰寿, 徐家乐, 等. 2000. 甘肃岩金矿床地质[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社.
- 张二朋, 牛道韞, 霍有光, 等. 1993. 秦巴及邻区地质-构造特征概论[M]. 北京: 地质出版社.
- 朱俊亭, 王忠福, 刘建德, 等. 1992. 秦岭大巴山地区矿产资源和成矿规律——百万分之一秦岭大巴山地区矿产图说明书[M]. 西安: 西安地图出版社.

Relationship Between Indosinian-Yanshanian Tectonic Framework and Large-Superlarge Mineral Deposits in Qinling-Qilian Orogenic Belt

DU YuLiang^{1,2}, TANG ZhongLi³, CAI KeQin¹, LI Wen Yuan², ZHANG Tao^{1,2}

(1 China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2 Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 3 Bureau of Exploration and Development of Geology and Mineral Resources of Gansu Province, Lanzhou 730000, Gansu, China)

Abstract

It is obvious that the Indosinian-Yanshanian tectono-magmatic activities controlled and affected the ore-forming process of the Qinling-Qilian orogenic belt. This finds expression in the fact that the Indosinian-Yanshanian NE-trending structures not only controlled the mineralization of gold and other metallic minerals but also caused the considerable reformation and enrichment of the earlier-formed copper, zinc, lead and other minerals. Where the NE-trending structures intersected or are superimposed on the earlier-formed NW- and nearly EW-trending structures or ore-bearing formations, the large and superlarge mineral deposits are likely to be formed. In this paper, the characteristics of the Indosinian-Yanshanian tectono-magmatic belt which controlled and affected the formation of large-superlarge mineral deposits are analyzed and discussed, and new measures and thinking are put forward for carrying out a new round of mineral exploration in this region.

Key words: geology, Qinling-Qilian orogenic belt, Indosinian-Yanshanian tectonic framework, reformation and enrichment, large-superlarge mineral deposits