

秦岭地区主要金属矿床成矿系列的划分及区域成矿规律探讨*

陈毓川

王平安

(中国地质科学院, 北京) (中国地质科学院地质力学研究所, 北京)

秦克令 赵东宏

毛景文

(中国地质科学院西安地质矿产研究所, 西安) (中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

摘要: 秦岭造山带是我国著名的陆内造山带, 也是一个重要的构造-成矿带。本文主要以秦岭地区的内生金属矿床为研究对象, 一些重要的外生金属矿床也包括在其中, 并按照成矿系列的学术思想将其划分为21个矿床系列。作者在正文中将这些成矿系列按时代顺序排列。对于每一成矿系列形成的构造环境和主要成矿地质作用进行了简要阐述。根据对成矿系列的分析研究, 探讨了秦岭地区的区域成矿规律及其与构造演化的相关性。指出长期强烈的构造运动和构造活动随时-空的差异性是导致该区独特成矿特色的主导因素。

关键词: 金属矿床 成矿系列 区域成矿规律 秦岭地区

秦岭地区是我国南北两大构造单元的衔接地带, 同时又是一个重要的构造成矿带。在该带构造-岩浆活动和成矿作用从太古宙至今, 经历了近30亿年的长期演变, 形成了独具特色的矿产资源和矿床分布格局。前人对该带区域成矿规律的研究已做了大量工作^{①②}。地矿部西安地质矿产研究所对区内基性、超基性岩及其有关的矿产的研究^{③④}, 严阵等^⑤、尚瑞均等^⑥对区内花岗岩及其与成矿关系的研究, 夏林圻等对区内海相火山岩及其区域含矿性的研究^⑦以及张本仁等对部分成矿带区域地球化学的研究^{⑧⑨}等, 都为本次研究打下了良好基础。本文尝试利用矿床成矿系列的学术思想^{⑩⑪}讨论秦岭及其邻区的主要金属矿床的时-空分布, 以阐明该区的区域成矿规律和成矿作用在地质历史中的演化特点。

本文主要探讨由内生成矿作用所形成的矿床成矿系列及在地质历史中成矿物质的继承和演化特点。

1 秦岭地区主要金属矿床成矿系列的划分

本文对于成矿系列的划分不仅考虑矿床在成因方面的组合, 而且把构造-岩浆活动幕作为一个重要因素。兹将区内主要金属矿床划分为21个成矿系列。其中晚太古代一个, 中、晚元古代四个, 晚元古代一早古生代三个, 加里东期(包括晚加里东一早海西期)三个, 海西期一个, 中生代六个, 时代不明的两个。下面分别予以简要描述:

(1) 晚太古代与岩浆侵入及火山-沉积作用有关的受变质铁矿床成矿系列

* 本文为国家自然科学基金“八五”秦岭重大项目(49290100) I-9课题的阶段成果

陈毓川, 男, 1934年生, 研究员, 1959年毕业于前苏联顿涅茨工学院地质系。长期从事矿床地质、地球化学和区域成矿规律研究。邮政编码: 100037

1993-9-10收稿, 1994-7-9修改回

① 朱俊亭等, 1985, 秦岭巴山地区区域地质构造和区域成矿规律

② 耿树芳等, 1991, 秦巴地区主要金属矿产成矿规律研究报告

③ 西北地质科学研究所, 1974, 陕甘宁青四省(区)基性、超基性岩及其有关矿产资料汇编

④ 地矿部西安地质矿产研究所, 1981, 陕西省秦岭、巴山地区基性、超基性岩及其有关矿产研究总结报告

近年来,一些研究者认为晚太古代时华北与扬子两大地块曾是统一体^①,其间的近东西向构造在当时已奠定了雏型^②,在其后的地质历史中又发生了几度开合^③。我们基于对矿床及其相关的地质作用特征的研究,亦倾向于这一观点,因此建立了区内的第一个成矿系列。

由于受后期构造活动的强烈影响,该系列矿床目前分布于不同的构造区,但主要仍为两大地块的边缘区,如陕、甘、川交界的勉-略地带,豫西、陕东(小秦岭)一带,豫中及皖西等地区。根据其主要成矿特征的差异,可将该系列划分为两个亚系列。

① 晚太古代与火山活动有关的受变质铁矿床成矿亚系列:该成矿亚系列矿床分布范围广,矿床类型主要是赋存在BIF建造中的鞍山式(火山-沉积变质型)铁矿床,矿石以石英-辉石-磁铁矿组合为主。赋矿地层主要是晚太古代的鱼洞子群^④、太华群、登封群和霍丘群,均为原始薄弱陆壳破裂之后喷发的海相火山-沉积岩系,经受了后期的中-高级区域变质作用和混合岩化作用,并在早元古代经历了古大陆风化剥蚀作用,形成相应的孔兹岩系。代表性矿床有:略阳鱼洞子、潼关太要、鲁山马楼、许昌、舞阳经山寺一小韩庄、铁山及霍丘周集、吴集等铁矿^⑤。

② 晚太古代与超基性岩浆活动有关的Fe、V、Ti、U(Th)、REE矿床成矿亚系列:该亚系列位于华北地块南缘东部太华群基底分布区,以豫中舞阳地区为主。含矿岩体为太华群中经受角闪-麻粒岩相区域变质作用的超基性岩侵入体,与拉斑玄武岩(原岩)常共生产出。岩性主要为橄榄岩(磁铁蛇纹岩),其次为角闪石岩。矿体位于超基性岩体中。Fe、P、V、Ti矿体属正岩浆成因,矿石以蛇纹石-磷灰石-磁铁矿组合为主;U(Th)、REE矿体为稍晚叠加的岩浆热液作用的产物。据蛇纹石磁铁矿矿石中磷灰石所测的U-Pb年龄为25.80亿年^⑥,说明其形成于晚太古代。典型矿床为舞阳赵案庄铁矿^{⑦⑧}。

上述两个矿床成矿亚系列基底地层及其中矿床具有极大的相似特征,属于同一成矿系列,是在相同或近似相同的构造环境之下形成的。这表明,扬子、华北两大地块在晚太古代时曾是统一体,而其间充填的元古代一中、新生代地质体是属于其裂解后陆壳裂陷-增生活动的产物。

(2) 中、晚元古代扬子地块北缘及南秦岭地区与中酸性岩浆侵入活动有关的铁、钴、铜矿床成矿系列

该系列分布于陕、甘、川交界地带。此带在中、晚元古代时期处于扬子地块活动大陆边缘及武当-碧口裂陷海槽中。矿床在成因上与中酸性岩浆活动有着密切的联系,成矿作用以岩浆热液作用为主。成矿岩体属幔源混染型花岗岩类,岩性以石英闪长岩为主,其次为黑云斜长花岗岩。这些岩体在空间上(或时空上)与基性-超基性岩相伴产出。该系列包括的矿床有:略阳铜厂铁、铜矿床,张家山铁矿床,槽子湾钴、铜矿床,宁强金紫山铁矿床,南江李子坪铁矿床等^⑨。

(3) 中、晚元古代扬子地块北缘-南秦岭地区与海相火山活动有关的Mn、Fe、Nb、Ag、Au、Co多金属矿床成矿系列

该成矿系列形成于中、晚元古代扬子地块北部活动大陆边缘的扩张海槽或裂谷环境中。矿床主要赋存在中、上元古界碧口群、西乡群、武当山群、火地垭群、通木梁群及神农架群海相火山-沉积岩系中^⑩。矿床在成因上属火山成因类型,但后期构造运动、岩浆活动和变质作用对该系列矿床有不同程度的改造作用。该系列所包括的矿床主要有:略阳东沟坝Pb、Zn、Ag、Au矿床,宁强二里坝硫铁矿床,黎家营锰矿床,康县铜矿坡铁、钴、金、铜矿床,文县碧口曹家沟及口头坝金矿床,旺苍李家河铌、铁矿床,广元槽子沟铅、锌矿床,神农架、铁厂河铁矿床,竹山银洞沟金、银(铅、锌)矿床、郧县许家坡金、银矿床等^{⑪⑫}。武当

① 耿树芳等,1991,秦巴地区主要金属矿产成矿规律研究报告

② 地矿部宜昌地质矿产研究所,1981,豫中皖西地区晚太古代沉积变质铁矿分布规律及找矿方向

③ 安徽省地质局,1971,安徽铁矿地质,第1辑

④ 秦克令等1990,陕西省勉略宁区中酸性岩与铁、铜、金成矿关系研究报告

⑤ 刘兴义等,1983,湖北武当地区银金矿、多金属矿成矿条件的分析及找矿方向的初步认识,武当地质科技情报,2期

⑥ 吴贤奎等,1988,湖北省竹山县银洞沟银金矿床

地块上的金、银矿床受到后期地质作用的叠加和改造。

(4) 中、晚元古代北秦岭地区与海相火山活动有关的硫多金属矿床成矿系列

赋存于北秦岭宽坪群含碳绢云片岩、二云石英片岩及变基性火山岩系中。分布比较局限,成矿强度较低。该成矿系列与宽坪群一道形成于14~10亿年期间。它们是在中元古代晚期开始,华北地块南缘之熊耳群与其南侧的秦岭群之间地壳进一步扩张,随后于秦岭古岛弧的弧后盆地(宽坪裂陷海槽)环境中形成的。代表性矿床有商县龙庙铅、锌矿床,东沟硫铁矿床和丹凤皇台铜矿床。

(5) 晚元古代扬子地块北缘与基性岩浆侵入活动有关的V、Ti、Fe、P、Cu、Ni矿床成矿系列

该系列分布于汉南阳县一碑坝一带,成矿的构造环境为晚元古代扬子地块北缘之活动大陆边缘地壳拉张环境。与成矿有关的岩体为一套呈北东向展布的基性杂岩群,部分为层状杂岩体。与该套基性杂岩在时空上相伴生的还有一套酸性侵入杂岩,主要为英云闪长岩、石英闪长岩及二长花岗岩,亦大致呈北东向展布。该系列矿床成因类型以岩浆型为主,其次为与基性侵入活动有关的接触交代型。有关的岩体和矿床为:洋县毕机沟辉长岩体与毕机沟钒钛磁铁矿矿床,西乡望江山层状辉长岩体与沈家坪含磷钛磁铁矿矿床和马家山铜、镍矿床,南郑碑坝辉长岩体与凤头寨-汪家湾含钛磁铁矿矿床。

(6) 晚震旦世—早古生代扬子地块北缘及南秦岭东部地区以生物-化学沉积作用为主,与碳、硅、泥质岩及碳酸盐岩有关的P、Mn、V、Mo、Ag矿床成矿系列

该成矿系列是在晋宁期扬子、华北两大块拼合碰撞,形成统一的中国地台之后,于扬子地块北缘晚震旦世陆表海盆及北大山早古生代裂陷海槽滞流环境中形成的。含矿地层为上震旦统及寒武系与火山-沉积作用有关的一套远硅质建造(含磷建造)和下古生界以生物化学沉积作用为主的一套黑色岩系。前者与P、Mn、V、Ag矿床关系密切,后者与V-Mo矿床有成因关系。代表性矿床有:山阳中村钒矿床、宜昌白果园V-Ag矿床、竹山四棵钒矿床、均县杨家堡钒矿床、宁强阳平关磷矿床、保康白竹磷矿床、宜昌磷矿床、钟祥胡集磷矿床等。

(7) 晚元古代—早古生代北秦岭地区与海相火山-岩浆侵入活动有关的Cr、Fe、Ni、Cu、Zn、Au、Ag矿床成矿系列

该系列是在北秦岭板内裂陷作用下于二郎坪裂陷海槽和丹凤裂陷海槽中形成的,即在薄弱洋壳环境中由于幔源基性-超基性岩浆侵入及喷发活动而形成的。侵入和喷发两种地质作用在这里是密切相关的,是同一构造环境下火成活动的不同表现形式,故将其各自形成的一套矿床统归入同一成矿系列中。此次裂陷作用始于晚元古代,但主要形成和发展时期则为早古生代,这也代表了该成矿系列的形成时代。赋矿地层为二郎坪群、丹凤群及其相当层(斜峪关群、云架山群、丹凤窑群、信阳群等),一般具类蛇绿岩特征,部分地段含火山沉积物质较多^[5,11,14,15]。有关的矿床类型有拉张断裂带中与基性-超基性岩浆活动有关的阿尔卑斯型Cr-Fe、Cu-Ni矿床,海相火山岩系中的块状Fe、Cu、Zn硫化物矿床和海相火山-沉积黑色岩系中的Au-Ag矿床。代表性矿床:商南松树沟Cr-Fe矿床,金盆Cu-Ni硫化物矿床,眉县铜峪铜矿床,周至西骆峪Zn-Cu矿床,桐柏大河Cu-Zn矿床,破山银矿床,银洞坡金矿床和老湾金矿床等。桐柏地区的金、银矿床在一定程度上受到燕山期中酸性岩浆活动的叠加和改造。

(8) 晚元古代—早古生代两大块边缘地槽带中与区域变质作用有关的钒、稀有金属及金红石钛矿床成矿系列

该成矿系列是在早、中元古代基性侵入-喷出岩及火山-沉积岩和寒武纪火山岩、闪长岩的物质基础上,于晋宁期和加里东期区域变质作用下形成的。其变质程度一般为绿片岩相-角闪岩相。形成时代以晋宁期为主,但经受了加里东期区域变质作用的叠加;少数矿床则主要是在加里东期形成的,如熊山沟钛矿床。该系列是在两大块拼合过程中产生的区域变质作用(以区域动力热流变质作用和区域低温动力变质作用为主)下形成的,故其分布于两大块边缘的地槽带中^[2,11,16]。包括的矿床有:方城五间房金红石钛矿床、枣阳大阜山金红石钛矿床、新县杨冲金红石钛矿床、应山广水稀有金属(HREE、Zr、Nb)矿床,安康熊山沟金红石钛矿床,南江坪河-旺苍大营河坝钒矿床。

(9) 加里东期南秦岭地区与地壳拉张幔源超基性岩浆侵入活动有关的Ni、Fe、Cu、Au矿床成矿系列

该成矿系列是加里东期板内陆块拼合碰撞过程中,在南秦岭地区地壳拉张及断裂活动十分发育的地带(如勉略地带),伴随幔源超基性岩浆侵入活动而产生的。与成矿有关的岩浆岩主要为蚀变超基性岩,其特征情形是由辉石橄榄岩蚀变成含矿的蛇纹岩、滑镁岩及透闪岩等。矿床成因类型以岩浆型为主,部分叠加后期浅成酸性岩浆侵入作用及热液作用。代表性矿床有略阳煎茶岭镍(铁、铜、钴)矿床和煎茶岭金矿床。

(10) 加里东期扬子地块北缘及南秦岭大巴山地区与浅成基性-超基性岩浆侵入活动有关的Cu、Ni、Ti、Fe、P矿床成矿系列

受北秦岭南缘丹凤裂陷槽影响,大巴山及邻区在早古生代发生裂谷化作用,形成一套中基性-碱性及超基性火山-潜火山岩系。成矿岩体主要是辉绿岩,其次为辉长岩、辉石岩、辉石角闪石岩。其显著特点是岩体以顺层方式侵入于早古生代地层(寒武系、奥陶系、志留系)中,并与之呈“整合”接触。有关的矿床成因均为岩浆型,成矿元素有Ti、Fe、P、Cu、Ni等。该系列矿床成矿强度较低,但矿化却很普遍。初步认为其原因是该系列的岩浆就位时较分散且很浅,冷凝较快,从而不能使之得到充分的分异演化,矿质也未能大规模富集。代表性矿床有平利狮坪-龙门钛磁铁矿床、紫阳铁佛寺铜镍矿床及钛磁铁矿床、桃园(钒)钛磁铁矿床,镇坪妖魔崖磷灰石矿床等。

(11) 晚加里东-早海西期北秦岭东部地区与陆壳重熔-混合交代花岗岩(伟晶)岩有关的稀有金属矿床成矿系列

该系列分布于商南西北部灰池子晚加里东-早海西期花岗岩体的东、西两侧,花岗伟晶岩脉有上千条之多,主要赋存在秦岭群变质岩中。它是在早古生代中后期,古秦岭隆起带南侧发生拉张裂陷形成丹凤裂陷海槽(与7系列的形成有一定关系)的过程中,古秦岭隆起带受到挤压;再者,晚加里东期沿商丹断裂带发生俯冲碰撞,从而使得北侧之秦岭群发生陆壳重熔及混合岩化作用,形成灰池子混合花岗岩及其周围的伟晶岩脉群。花岗伟晶岩脉的钾-氩年龄为 $(438 \sim 364) \times 10^6 \text{a}$ ^①。与之有关的稀有金属矿床集中分布于两条呈北东向展布的密集带(亚带)中。西亚带位于卢氏官坡-丹凤武关河口,有关矿床有卢氏官坡南阳山、蔡家沟和栾庄稀有金属矿床;东亚带位于商南龙泉坪-商南县城北,有关矿床有龙泉坪、大河、大苇园、凤凰寨稀有金属矿床。该成矿系列的成矿元素以Li、Be、Cs、Nb、Ta、REE为主,典型矿床为南阳山和蔡家沟两个稀有金属矿床。

(12) 海西早期南秦岭中、西部地区与地壳拉张幔源超基性-碱性岩浆侵入活动有关的Cu(Co、Au、Ag)、Cr、Fe、Nb、REE矿床成矿系列

该系列是在海西早期地壳拉张环境下,来自上地幔的超基性及碱性岩浆沿深大断裂上升侵位后所形成。成矿岩体大致沿玛沁-略阳深断裂带及大巴山石泉-安康-竹山断裂呈近东西向断续分布。与成矿有关的超基性岩体蚀变强烈,岩性一般以纯橄岩、橄辉岩和辉橄岩为主,发生强烈蛇纹石化和碳酸盐化、滑石化等,形成滑石菱镁岩、蛇纹岩等蚀变岩;碱性岩体则以岩浆碳酸岩为主,其次为正长岩。其矿床自西向东主要有:玛沁德尔尼铜(Co、Au、Ag、Zn)矿床,略阳三岔子铬铁矿床,勉县鞍子山铬铁矿床,舒坝-观音堂铬铁矿床,留坝楼房沟铬铁矿床,竹山庙垭稀土、铌矿床。其中德尔尼铜矿床是一个较为特殊的矿床类型,它在成因上既与超基性岩浆的深部熔离-贯入作用有关,也与火山活动有关,是介于黄铁矿型矿床与岩浆型铜镍硫化物矿床之间的过渡类型,同时又受到岩浆热液和变质作用的叠加改造^[17]。

(13) 泥盆纪扬子地块北缘及西秦岭地区与海相沉积作用有关的铁、银多金属矿床成矿系列

该系列形成于扬子、华北两大地块相互碰撞、秦岭洋闭合后扬子地块北缘的泥盆纪陆表海构造-沉积环境之下。赋矿地层以下、中泥盆统为主,其次为上泥盆统,且自西向东层位渐新,表明泥盆纪海沉积成矿的海域范围从早到晚逐渐扩大,并且是从西向东扩展的。岩石为一套浅海相细碎屑岩-碳酸盐岩。铁矿床类型以“宁乡式”赤铁矿矿床和“大西沟式”菱铁矿矿床为主。成矿元素除铁外,尚有铜、银多金属。该系列

① 成都地质学院, 1972, 东秦岭东段稀有金属花岗岩伟晶岩产出的构造环境

之主要矿床及其赋存层位如下(自西向东):甘南迭部当多铁矿床(D_{1-2}),尼洛沟-克鲁克那铁矿床(D_2),黑拉铁矿床(D_{1-2}),碌曲马尔则岔-花尔干山铁矿床(D_{1-2}),川北江油老君山铁矿床(D_2),梅花铜铁矿床(D_2),陕西柞水大西沟铁矿床(D_2),银洞子铜、银多金属矿床(D_2),鄂北宜昌官庄铁矿床(D_3)。

(14) 印支期西秦岭亚带若尔盖古陆前缘与中酸性岩浆侵入活动有关的Au、U(Mo、Zn、Ni、Cu)矿床成矿系列

该系列矿床赋存于若尔盖古陆前缘的下志留统硅灰泥岩中,其特点是成矿具有多期性,白依沟群(下震旦统)、太阳顶群(寒武-奥陶系)和白龙江群(志留系)均为金、铀等的矿源层,但大规模成矿主要是在印支期陆壳深熔型中酸性岩浆侵入活动影响之下完成的。典型矿床有碌曲拉尔玛金矿床、邱莫金矿床、牙相金矿床及若尔盖降扎钼(锌、镍、钼、铜)矿床。由于铀元素具特殊的地球化学活动性,故该系列中之铀矿床不仅受到印支期岩浆活动的影响,更重要的是燕山期、喜山期白龙江断裂的多次活动及由燕山期花岗岩浆的多次活动而导致的区域性地热增温^[12]。

(15) 印支期西秦岭地区与中酸性陆相火山-岩浆侵入活动有关的Pb、Zn、Fe、Cu、(Hg)、As、(W)、Au、(Ag)、Sn矿床成矿系列

该系列主要分布于东经106°线以西的西秦岭地区。印支期北特提斯洋逐渐闭合,重新形成统一的“中国地台”。印支晚期西秦岭地区发生强烈的陆内推覆、走滑造山和局部断陷作用,伴随有陆壳深熔型花岗岩浆的浅成侵位及大陆断陷盆地火山喷发活动,从而导致了本矿床成矿系列的形成。矿床主要与花岗闪长岩、花岗岩和陆相安山质火山岩有关,属中酸性岩浆-火山热液成因。典型矿床有:泽库县夺确壳As-Au矿床、老藏沟Pb、Zn矿床,夏河县德乌鲁-布拉沟As(Cu、Fe、Au、Ag)矿床、牙日杂Fe-Cu矿床、年木耳-龙得岗Au-As(Cu、Sn、Bi、Ag)矿床,同仁县夏布楞Pb、Zn矿床,松潘县哲波山金矿床等。此外,同德县穆黑Hg(As-W)矿床、临潭县下拉地Pb、Zn(Ag)矿床、卓尼县窑沟Pb、Zn(Ag)矿床、平武县雪宝顶Sn(W)矿床、松潘县东北寨金矿床等很可能也属该成矿系列,但目前尚不能完全肯定,需进一步工作来加以确证。

(16) 早三叠世扬子地块西北缘海相沉积铁、锰矿床成矿系列

该系列形成于早三叠世松潘-甘孜地槽型海槽中,赋矿地层为一套海相复理石建造。一般有多个含矿层,而矿石则主要由磁铁矿、赤铁矿和黄铁矿、菱锰矿组成。典型矿床有平武虎牙铁锰矿床、松潘西沟铁矿床和南坪漳札-隆康锰铁矿床。

(17) 燕山期南秦岭地区与深源岩浆活动有关的金矿床成矿系列

该系列矿床赋存于南秦岭地区泥盆系中的钠长质角砾岩中。钠长质角砾岩呈窄条带状沿近东西向展布,双王金矿床在北带,二台子金矿床在南带。矿床在成因上与深源陆壳岩浆活动(如煌斑岩、辉绿岩、碱性岩等)有关,这些深源岩浆活动无疑是秦岭地区燕山期陆内造山作用的产物。关于钠长质角砾岩的成因及其与金矿成矿的关系问题,目前认识上存在较大分歧。该系列矿床的矿石品位一般较低,但储量巨大,易采选,并有很好的远景。典型矿床为太白双王金矿床^[19]及镇安二台子金矿床。

(18) 燕山早期华北地块南缘与重熔花岗岩浆侵入活动有关的金、银、铀多金属矿床成矿系列

该系列矿床主要分布于华北地块南缘太华群、熊耳群分布区。中生代秦岭地区发生大规模陆内造山作用,燕山早期伴随产出陆壳重熔型花岗岩浆侵位,形成中深成花岗岩岩基或大岩体。对于该成矿系列而言,燕山早期的重熔型花岗岩浆活动提供成矿的热源、热液流体和成矿物质。其中的金、银多金属等成矿物质可能主要来自太华群古老变质基底,并经历了多期成矿作用,但最终、最主要的则是燕山期与花岗岩浆活动有关的热液成矿作用^①。矿床类型包括石英脉型和构造蚀变岩型。成矿元素以金为主,其次为Ag、Cu、Pb、Zn、S,少量U。如豫陕交界的小秦岭矿田中的诸矿床,以灵宝县阎峪金矿床为代表;豫西熊耳山地区的一系列金、银多金属矿床,以上宫、虎沟及康山-星星阴金(多金属)矿床为代表;铀矿床则以与牧护关花岗岩有关的401铀矿床为代表。

① 李华芹等,1991,热液矿床流体包裹体年代学研究及其地质应用

(19) 燕山期东秦岭地区与深源浅-超浅成花岗岩及碱性岩类有关的Mo(Re)、W、Nb、U、Fe(V、Ti)、Au、Ag多金属矿床成矿系列

主要分布于河南省中、西部和陕西省东部地区的华北地块南缘地带,少数分布于北秦岭褶皱带和商-丹大断裂带附近。该系列是在中生代秦岭地区大规模陆内造山作用末期,伴随有深断裂活动和陆壳深熔及壳幔同熔型浅-超浅成花岗岩浆活动和地壳拉张深源碱性岩浆活动,形成了一系列岩浆热液成因的Mo(Re)、W、Nb、U、Fe(V、Ti)、Au、Ag多金属矿床^[6,7,20]。与成矿有关的岩浆岩主要为中酸性小斑岩体,多呈岩株状,部分形成爆破角砾岩体(自碎角砾岩),偶尔有火山岩;碱性岩则多呈脉状,以碳酸岩为主,常与花岗岩岩伴生。矿床成因类型以斑岩-矽卡岩型、爆破角砾岩型和火山-次火山热液型为主。有关的岩体(脉)及矿床受NWW向和NE向深断裂的联合控制,成矿带总体呈近NWW向展布,内部又可大致分为五条呈NE向展布的亚带。自西向东亚带之间的间距增大,岩浆活动和成矿强度减弱。自西向东各成矿亚带及其中的矿床依次为:

①华阳川-小河口亚带:包括华阴铁岔沟与碳酸岩有关的U、Th、Nb、Ta、REE、Mo、Fe(V、Ti)矿床,华阳川与花岗斑岩、花岗伟晶岩及碱性岩脉有关的U、Nb、REE、Pb、Ag矿床,华县金堆城与花岗斑岩有关的W-Mo矿床,洛南黄龙铺与二长花岗斑岩和碳酸岩有关的Mo(Re)、Pb、REE、Sr矿床,木龙沟与花岗闪长斑岩有关的Mo(Re)、Cu、Zn、Fe矿床,商县南台与石英斑岩及爆破角砾岩有关的Mo-W矿床,山阳小河口与斜长花岗斑岩有关的Cu(Mo)矿床。②银家沟-八宝山亚带:包括灵宝银家沟与二长花岗斑岩及石英闪长斑岩有关的S、Fe、Cu、Pb、Zn、Au矿床,卢氏夜长坪与钾长花岗斑岩有关的W-Mo矿床及曲里-八宝山与闪长岩-正长斑岩有关的Cu、Fe、Zn矿床。③祁雨沟-毛堂亚带:包括嵩县祁雨沟与爆破角砾岩有关的次火山热液型金矿床,雷门沟与斑状花岗岩及爆破角砾岩有关的钼矿床,栾川上房沟与斑状花岗岩有关的Mo(W、Fe)矿床,南泥湖、三道庄与斑状花岗岩有关的W-Mo矿床,骆驼山与斑状花岗岩有关的S、W多金属矿床,西峡蒲塘-毛堂与花岗斑岩及爆破角砾岩有关的金矿床。④尚洞-秋树湾亚带:包括方城尚洞与闪长岩和花岗斑岩有关的Pb、Zn、Ag矿床,镇平秋树湾与花岗闪长岩及爆破角砾岩有关的Cu(Mo)矿床。⑤母山-皇城山亚带:包括罗山县母山与花岗斑岩有关的Mo(Cu)矿床,皇城山与陆相火山热液有关的Ag(Au)矿床。

(20) 南秦岭地区上古生界断裂中的低温热液型Hg-Sb(W、Au)矿床成矿系列

该系列矿床赋存于南秦岭地区泥盆系、石炭系之断裂、裂隙中,宏观上显示一定的层控特征,但含矿的石英-碳酸盐脉又具有穿层特征。该系列分布区域以山-柞-旬地区为主,典型矿床如旬阳公馆Sb-Hg(W)矿床、青铜沟Sb(W)-Hg(Au)矿床,徽县马家山汞矿床,山阳西坡岭Hg-Sb矿床等。该系列之成矿时代目前多倾向于印支-燕山期,但尚未测得具体的年龄数据(铅-铅法除外)●^[21,22]。

(21) 南秦岭泥盆系碳酸盐地层中的铅、锌矿床成矿系列

该系列矿床产于南秦岭地区的泥盆纪地层中,赋矿围岩以碳酸盐岩为主,少量受与碳酸盐岩相邻的泥质岩(千枚岩)控制。矿床宏观(区域)上具较明显的层控特征,显示有同时代海底热液作用;许多矿体又显著地受到断裂、裂隙及中生代花岗岩类的控制,所以岩浆热液成矿作用也很明显。基于上述基本特征,对该系列矿床的成因就产生了同时代海底热液作用和燕山期岩浆热液成矿的不同认识^[7,8,21~23]。目前看来,至少印支-燕山期岩浆活动对这些矿床的形成或改造起了非常重要的作用。这些矿床主要有:成县厂坝铅锌矿床、毕家山铅锌矿床,西和邓家山铅锌矿床,徽县洛坝铅锌矿床,凤县银洞梁铅锌矿床、峰崖-铅硐山铅锌矿床和银母寺-八方山铅锌矿床等。

2 秦岭地区主要金属矿床区域成矿规律

通过对秦岭地区各时代矿床成矿系列进行划分和对比研究,结合其与秦岭造山带造山演化之间的关系

● 白洪生,朱经祥,1984,陕西省旬阳县公馆汞矿床地质研究报告

的分析研究, 我们已发现了一些比较明显的而且十分重要的区域成矿规律, 主要有:

(1) 优势矿种: Pb、Zn、Hg、Sb、Mo、W、Au、Ag、Ti、Nb、REE、U 等成矿元素在秦岭造山带及其邻区成矿强度很高, 形成该区的优势矿种, 它们在秦岭造山带的成矿历史演化过程中扮演了主要角色。

(2) 多数矿床成矿系列在成因上与岩浆侵入-喷发活动有关, 且早期(晚太古代—早古生代)的成矿系列与基性-超基性岩浆侵入及双峰式海相火山活动有关, 晚期(晚古生代—中生代)的成矿系列则多与中酸性岩浆侵入及陆相火山活动密切相关。这一规律一方面表明秦岭地区各地质历史时期火成作用均十分活跃, 另一方面还反映出该区的地壳构造-岩浆演化具有阶段性和方向性。

(3) 伴随着构造演化, 不论是在南秦岭及扬子地块北缘, 还是在北秦岭地区, 中、晚元古代—早古生代与海相火山活动(多数具有双峰式特征)有关的矿床成矿系列具有许多相似特征。它们与有关的赋矿地层一道, 都是在相似的构造环境下持续发展所形成的, 是秦岭地区复杂的扩张裂谷系构造演化的产物。

(4) 成矿物质来源具有强烈的幔源(深源)特色。与成矿有关的基性-超基性岩、碱性岩及双峰式火山岩在本区广泛发育, 反映出地幔物质的强烈上升; 许多中酸性火成岩亦为深部来源。绝大多数矿床成矿系列的成矿物质系直接或间接地来自地幔, 仅少数是以壳源为主的。这表明秦岭地区壳-幔物质的交换是极其强烈和频繁的, 也说明秦岭地区构造活动的深度是相当大的。

(5) 成矿活动有两大高峰期: 一个是中晚元古代—早古生代时期, 成矿作用与扩张裂谷活动有关; 另一个是中生代时期, 成矿作用与大规模的陆内俯冲碰撞活动有关。

(6) 与构造热事件有关的区域变质作用对成矿有较大影响, 如铁、金、铀、金红石等矿床受区域变质作用影响十分明显。特别值得指出的是, 区内的蓝石棉矿床(本文未对其进行成矿系列的划分)系直接受控于南秦岭地区晚元古代陆-陆碰撞引发的高压动力变质作用。

(7) 沉积成矿作用在晚太古代、晚元古—古生代和中生代等时期表现较明显, 且不少还与火山活动有些联系。在成矿控制方面, 沉积成矿作用主要与秦岭及其邻区在地质历史时期沉积盆地与构造盆地的发育特征及其相互叠合^①有关。以沉积作用为主所形成的矿床主要是一些铁、锰、磷、钒、铅、锌及银等。

(8) 矿床在空间分布上多受NW-NWW向构造控制, 相应地大多数矿床成矿系列亦沿上述方向展布。但燕山期又明显地受到NE向构造(断裂)的叠加, 如上文中之第21成矿系列, 在总体呈NWW向展布的格局下, 内部又分为五个NE向展布的成矿亚带, 反映出东秦岭地区在中生代晚期构造环境的特殊性。

(9) 东、西秦岭地区差别明显。大多数矿床成矿系列分布于东经106°线以东地区, 反映东部地区曾经历了长时期强烈的构造-岩浆活动; 而西部地区的矿床成矿系列要少得多, 反映出西部地区时代较短、强度相对较弱的构造-岩浆活动。

(10) 成矿的继承性、多期多源性和改造特征非常显著。秦岭地区自晚太古代—早元古代形成了一套与海相火山活动有关的古老沉积-变质岩系, 其中富集了多种金属成矿元素, Fe、Au、Cu、Pb、Zn、U、稀有金属等或在当时形成一定规模的矿床, 或作为矿源在以后的地质演化过程中多次成矿。其他一些成矿元素, 如钼、钒等, 也具有长期演化的特点。以钼为例, 它最早出现于晚震旦世—早古生代沉积成矿系列(第6成矿系列), 成矿物质是由早古生代北大山裂陷槽中深源岩浆活动提供的, 说明钼元素在秦岭地区于晚前寒武纪—早古生代时期就显示了区域性的地球化学高异常, 并有一定程度和规模的成矿作用; 但其最终、最强烈的成矿作用是在燕山期受深源浅-超浅成花岗岩类及碱性岩类岩浆活动影响而在华北地块南缘东秦岭地区发生的, 表明钼的成矿域发生了迁移。但钼的地球化学异常应该是依旧存在于北大山地区的, 只是该区在燕山期陆内深源岩浆活动极不发育, 因而没有再次成矿。多数成矿系列中的矿床在形成(或只形成矿源岩)之后, 曾受到后期地质作用的不同程度的改造和叠加, 这些作用包括变质作用、岩浆活动和构造变动。表现较明显的如第1、3、7、8、9、12、14、15、18、19、20及21等矿床成矿系列。这些特点既说明秦岭地区成矿活动具有长期性、多期性和复杂性, 也揭示出在漫长的地质历史演化过程中构造活动的频繁

① 宋天锐, 1993, 沉积矿产成矿系列的研究(阶段报告)

程度,即同一空间的时间演化性。相反地,某些成矿系列在某一特定时代形成后,在空间上发生分割和错位,致使其分布范围变得异常大,甚至有些已分属不同的构造区。这主要是受到后期大幅度的水平地壳运动影响所致。在这方面表现最特征的是第1成矿系列。

(11) 早元古代成矿作用表现得不明显。其原因有两个方面的可能性:一方面是早元古代区内成矿作用本身就很弱;另一方面则正相反,当时已形成一定规模的矿床,但是由于后来的俯冲消减或推覆作用而被破坏掉了。我们认为后一种情形在秦岭地区是肯定存在的,而且还不只限于早元古代时期形成的矿床。就以秦岭变质岩群而言,它是在早元古代华北地块南缘活动大陆边缘产生的一套火山-沉积岩系,后经多期强烈变形、变质和混合岩化作用改造,现存宽度一般不超过30km。而据游振东、索书田等^[11,24]、张国伟等^[25]的研究,整个秦岭群的应变量是很大的。仅从西峡蛇尾剖面所作的有关计算,现宽20km的秦岭群其初始状态至少有60km宽。就是说秦岭群自形成之后已有三分之二以上被压缩或破坏掉了,随之消失的当然包括其中形成的同时代矿床。这种情形在中、晚元古代一早古生代秦岭地区与海相火山活动有关的矿床成矿系列中亦应存在,但表现得不及秦岭群中那样显著。

(12) 构造活动对成矿作用的影响十分显著,二者关系极为密切。长期强烈的构造运动及其随时-空不同的差异性是导致秦岭地区独特成矿特色的主导因素。

作者希望本文刊出后能得到有关专家、学者的批评指正,以便共同探讨,互相学习,不断前进,把秦岭地区区域成矿规律的研究进一步推向深入。

本文的研究工作得到有关矿山的大力协助与支持;作者还与有关专家进行了多次探讨,得到许多有益的启示;在研究与成文过程中还参考了大量前人资料和研究成果,有许多限于篇幅未能一一列出,谨致歉意。作者在此一并致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 胡受奚,林潜龙等.华北与华南古板块拼合带地质和找矿(以东秦岭一桐柏地区为例).南京:南京大学出版社,1988.
- 2 朱俊亭,王忠福等.秦岭大巴山地区矿产资源和成矿规律.西安:西安地图出版社,1992.
- 3 严阵等.陕西省花岗岩.西安:西安交通大学出版社,1985.
- 4 尚瑞钧,严阵等.秦巴花岗岩.武汉:中国地质大学出版社,1988.
- 5 夏林圻,夏祖春等.祁连、秦岭山系海相火山岩.武汉:中国地质大学出版社,1991.
- 6 张本仁,李泽九等.豫西卢氏—灵宝地区区域地球化学研究.北京:地质出版社,1987.
- 7 张本仁,陈德兴等.陕西柞水—山阳成矿带区域地球化学.武汉:中国地质大学出版社,1989.
- 8 张本仁等.秦巴区域地球化学文集.武汉:中国地质大学出版社,1990.
- 9 程裕淇,陈毓川等.初论矿床的成矿系列问题.中国地质科学院院报,1979,1(1):32~58
- 10 程裕淇,陈毓川等.再论矿床的成矿系列问题.中国地质科学院院报,1983,(6):1~64
- 11 刘国惠,张寿广等.秦岭造山带主要变质岩群及变质演化.北京:地质出版社,1983.
- 12 秦克令,邹湘华等.西秦岭鱼洞子群的建立和时代归属.见:刘国惠,张寿广主编.秦岭一大巴山地质论文集(一)变质地质.北京:北京科学技术出版社,1990.167~175
- 13 河南省地质局第九地质队,湖北省地质研究所豫西队.河南赵家阳铁矿床成因特征的初步认识.见:地质科学研究所地质矿产所编.铁铜矿产专辑(第一集).北京:地质出版社,1973.180~190
- 14 王润三,刘文荣等.二郎坪群蛇绿岩的产出环境.见:刘国惠,张寿广主编.秦岭一大巴山地质论文集(一)变质地质.北京:北京科学技术出版社,1990.154~166
- 15 王仁民,陈珍珍等.河南桐柏地区宽坪群与二郎坪群的构造环境与地壳演化.见:刘国惠,张寿广主编.秦岭一大巴山地质论文集(一)变质地质.北京:北京科学技术出版社,1990.99~110
- 16 董申保等.中国变质作用及其与地壳演化的关系.北京:地质出版社,1986.
- 17 章午生.德尔尼铜矿地质.北京:地质出版社,1981.

- 18 毛裕年, 闵永明. 西秦岭硅灰泥岩型铀矿. 北京: 地质出版社, 1989.
- 19 石准立, 刘瑾璇等. 与碱性碳酸岩有关的双王金矿床. 见: 地矿部秦巴科研项目办公室等编. 秦巴金矿论文集. 北京: 地质出版社, 1993. 133~146
- 20 华锡棠, 黄由岳. 小秦岭燕山期花岗岩的成矿系列及成因类型. 地质与勘探, 1985, (2): 12~19
- 21 王俊发, 张复新等. 秦岭泥盆系层控金属矿床. 西安: 陕西科学技术出版社, 1991.
- 22 杨志华等. 边缘转换盆地的构造岩相与成矿. 北京: 科学出版社, 1991.
- 23 涂光炽等. 中国层控矿床地球化学 (第一卷). 北京: 科学出版社, 1984.
- 24 游振东, 索书田等. 秦岭杂岩的变质变形史. 见: 刘国惠, 张寿广主编. 秦岭-大巴山地质论文集 (一) 变质地质. 北京: 北京科学技术出版社, 1990. 1~10
- 25 张国伟, 周鼎武. 秦岭杂岩和秦岭造山带. 见: 刘国惠, 张寿广主编. 秦岭-大巴山地质论文集 (一) 变质地质. 北京: 北京科学技术出版社, 1990. 11~24

METALLOGENIC SERIES OF MAIN ORE DEPOSITS AND REGIONAL METALLOGENY IN THE QINLING AREA

Chen Yuchuan

(Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Wang Pingan

(Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Qin Keling and Zhao Donghong

(Xian Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Xian)

Mao Jingwen

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Key words: ore deposit, metallogenic series, regional metallogeny, Qinling area

Abstract

Twenty-one metallogenic series of main ore deposits from the Late Archean to the Mesozoic in the Qinling area have been distinguished, comprising one in the Late Archean, four from the Middle to the Late Proterozoic, three from the Late Proterozoic to the Lower Paleozoic, three in the Caledonian (including the Late Caledonian-Early Hercynian), one in the Hercynian, six in the Mesozoic and two whose metallogenic epochs are unidentified. Metallogenic processes of ore-forming elements such as Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Hg, Sb, Nb REE and U mostly took place in the area, and there is a wide variety of genetic types of deposits. Most of the metallogenic series of deposits are related genetically to magmatic intrusions and eruptions, with early (from the Late Archean to the Lower Paleozoic) ones to the basic-ultrabasic intrusions and the bimodality pattern marine volcanism resulting from spreading rifting and deep faulting and the late (from the Late Paleozoic to the Mesozoic) ones to interme-

diatic-acid intrusions and terrstrial volcanism, generated by conversion of tectonic environments from ocean to intracontinent. The ore-forming materials were derived mainly from deep-seated sources, showing that the tectonomagmatic activities reached very great depths. There are two important metallogenic ages: one is the Middle Proterozoic-Early Paleozoic during which the metallogenetic processes were related to the spreading rifting; the other, related to the intracontinental subduction, is the Mesozoic. The Early Proterozoic metallogenesis was quite weak. The regional metamorphism and high-pressure dynamo-metamorphism exerted remarkable effects on the formation of iron, gold, uranium, rutile and blue asbestos ore deposits. Sedimentary metallogenesis, which must have brought about the formation of iron, manganese, lead, zinc and vanadium ore deposits, occurred largely in the Late Archean, the Paleozoic and the Mesozoic. There are metallogenetically marked differences between the eastern Qinling and the western Qinling divided by longitude 106°E as a boundary. The distribution of deposits are mostly controlled by the EW-NWW striking structures, on which the Yanshanian NE-striking structures were superimposed later. Metallogenesis in the area are characterized by inheritance, polyphases, polysources and polygeneses. Many times of strong tectonic movements and their distinction in time and space played a dominant part in the formation of the unique metallogenic features in the Qinling area.

欢迎订阅1995年《矿床地质》

《矿床地质》刊载内容有：矿床地质基础理论，金属、非金属矿床地质特征，与矿床有关的岩石学、矿物岩、成矿学、构造地质学与大地构造学、地球化学、同位素地质学等的研究成果和科学实验成果，有关新技术、新方法、地质新知、书著评介及国内外有关学科动态、展望、消息等。

《矿床地质》是我国唯一专门刊载与矿床有关论文的刊物，被列为国内中文的核心期刊。

《矿床地质》为季刊，季中月末出刊，16开本，每期96页，定价6元。欢迎到全国各地邮局订阅，如邮局有遗漏订阅者，可直接与矿床地质研究所发行组联系，地址：北京百万庄路26号，邮政编码：100037。