

# 勉略宁多金属矿集区区域地球化学特征与找矿方向

任小华<sup>1,2</sup>, 王瑞廷<sup>2,3</sup>, 毛景文<sup>3,4</sup>, 李春兰<sup>2</sup>, 向婷婷<sup>2</sup>, 汪军谊<sup>2</sup>

(1. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 西北有色地质勘查局 地质勘查院, 陕西 西安 710054;

3. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 4. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037)

**摘要:** 通过对勉略宁多金属矿集区 1:5 万化探分散流数据计算、成图和综合研究, 表明该区区域地球化学特征明显, 区域地球化学场强度总体呈西低东高之势, 煎茶岭一大院子地区所有成矿元素均呈高值场, 与其赋存的已知矿床吻合。区域地球化学异常集中并成带分布, 可划分为勉县—略阳、勉县—大安驿—阳平关和茶店—代家坝—屋基坪 3 个异常带, 其中勉县—略阳异常带中的鱼洞子—煎茶铺异常段、勉县—大安驿—阳平关异常带中的代家坝—大安驿异常段与中部麻柳铺—硃口驿及红土石—徐家沟—红木沟异常段等地段是该矿集区金、镍、铜、铁等金属矿种进一步的勘查找矿方向。

**关键词:** 多金属矿集区; 区域地球化学特征; 找矿方向; 勉略宁地区; 陕西省

**中图分类号:** P618; P597 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)03-0221-06

## Regional Geochemistry Characters and Exploration Direction for Mianxian Lueyang Ningqiang Multi Metal Deposit Cluster Area, Shaanxi Province, China

REN Xiao hua<sup>1,2</sup>, WANG Rui ting<sup>2,3</sup>, MAO Jing wen<sup>3,4</sup>,

LI Chun lan<sup>2</sup>, XIANG Ting ting<sup>2</sup>, WANG Jun yi<sup>2</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. Institute of Geological Exploration, Northwestern Geology Exploration Bureau for Nonferrous Metals Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 3. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 4. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**Abstract** Through calculating and studying the geochemical data from geochemical exploration in scale of 1:50 000 in Mianxian Lueyang Ningqiang multi metals deposit cluster area, it is found that there are a clear regional geochemical features in the area. In general, the regional geochemical field in east is stronger than the one in west. In Jianchaling Dayuanzi region, all of ore forming elements show strong geochemical field, it is coincided with the existence of the known ore deposits in this region. The regional geochemical anomaly in whole region is distributed concentrately in zones, and can be divided into three geochemical anomaly zones, including Mianxian Lueyang, Mianxian Daanyi Yangpingguan, and Chadian Daijiaba Wujiping zones. The Yudongzi Jianchapu geochemical anomaly section in Mianxian Lueyang anomaly zone, Daijiaba Daanyi geochemical anomaly section in Mianxian Daanyi Yangpingguan anomaly zone, and Maliupu Xiakouyi and Hongtushi Xujiagou Hongmugou geochemical anomaly sections in the central part are the main exploration targets for prospecting Au, Ni, Cu, and Fe ore deposits in the region.

**Key words:** multi metal deposit cluster area; regional geochemical feature; exploration direction; Mianxian Lueyang Ningqiang region; Shaanxi Province

收稿日期: 2006 10 09

基金项目: 国家重大基础研究计划项目(1999043211); 中国地质调查局项目(200310200001)

作者简介: 任小华(1957), 男, 陕西勉县人, 高级工程师, 博士研究生, 从事矿产勘查和管理研究。E-mail: renxh@nwme.com.cn

## 0 引言

勉县略阳宁强(勉略宁)多金属矿集区是秦岭造山带主要的矿集区之一,在不足  $1\,200\text{ km}^2$  的范围内产出有丰富的金属矿产,已发现 10 多个大、中型金、镍、铜、铅、锌、铁等金属矿床,另有许多矿(化)点和大量待查证异常。随着区域化探资料的积累和由地表找矿向寻找隐伏矿的转变,探讨区域地球化学与成矿的关系、筛选找矿靶区,是确定该区金属矿产进一步勘查找矿方向的基础。

## 1 地质背景

勉略宁三角形地块区域上属元古代隆起区,是秦岭造山带内重要的构造岩浆活动区。该地块北邻秦岭造山带之南秦岭构造带,南以汉江大断裂与扬子地块龙门山构造带毗邻,现今该地块呈现出勉县—阳平关断裂和勉县—略阳断裂南北挟持、向西撒开、向东收敛的三角形“楔状体”,是秦岭造山带的重要组成部分。区内北部鱼洞子地体和南部碧口地体对接拼贴构成该三角形构造复合地体,即勉略宁三角区,同时研究区内也形成一个金、铜、镍矿化集中区<sup>[1]</sup>。在其构造演化及成矿与找矿等方面一直受到地学界的关注,目前对于勉略宁三角地块的构造归属还存在争议<sup>[2]</sup>。近年来,随着秦岭造山带基础地质研究的深入,越来越多的学者趋向于认同略勉宁三角地块归属扬子板块的观点,即以勉略缝合带为界把其划归扬子板块西北缘<sup>[3]</sup>。综合分析该地块前人有关地质、地球化学、地球物理等研究资料<sup>1,3-6</sup>认为,勉略宁三角地块现今构造格架和物质组成是伴随着秦岭造山带的演化,经历了从太古代以来长期地质作用和多期构造—岩浆活动改造、再造的结果,其复杂的构造结构、运动变形及物质成分为该多金属成矿集中区的形成提供了物源、热源和矿化空间,构造区划上应属于扬子板块北缘摩天岭褶皱带的东延部分。北部鱼洞子地体和南部碧口地体是三角形构造复合地块内部的两个次级构造单元,中部的二里坝—东沟坝—七里沟构造岩浆活动带为此南、北两个地体的拼接带。鱼洞子地体北以状元碑—勉北两河口为界,呈断裂与其北侧早古生代裂隙相邻,南以二里坝—红土石—茶店子—武侯断裂为界,与其南侧碧口地体拼接。其基底地层为新太古代—古元古代鱼洞子群中深变质火山沉积岩<sup>[1]</sup>。由秦克令等新建的鱼洞子群属花

岗—绿岩带,其斜长角闪岩的锆石 U—Pb 年龄为  $(2\,657 \pm 9)\text{ Ma}$ <sup>[7,8]</sup>。张宗清等得出鱼洞子群变质岩(斜长角闪岩和片麻岩)Sm—Nd 同位素等时线年龄为  $(2\,688 \pm 100)\text{ Ma}$ ,模式年龄为  $(3\,017 \pm 69)\text{ Ma}$ ,认为鱼洞子群变质岩的原岩可能是扬子克拉通基底的碎片,形成于  $(3\,150 \pm 79)\text{ Ma}$  左右<sup>[9]</sup>。该地体鱼洞子群火山沉积岩地层中赋存有大量的太古代—古元古代特有的磁铁石英岩型铁矿床——阿尔果马型铁矿床(黑山沟铁矿),同时发现有受韧性剪切带控制的与花岗—绿岩带有关的金洞子金矿点等。鱼洞子群基底火山岩上覆盖层为震旦系陡山沱组含磷锰碳酸盐岩沉积建造,二者为不整合接触关系。

碧口地体属于扬子地块西北缘新元古代增生地体,它是作为秦岭中、新元古代基底地块加入造山带板块构造的发展演化之中的,基底地层为中、新元古界碧口群细碧岩—石英角斑岩建造,其同位素年龄为  $1\,600 \sim 800\text{ Ma}$ <sup>[3,10]</sup>,如红土石石英角斑岩全岩 Rb—Sr 同位素等时线年龄为  $829\text{ Ma}$ ,秦家砭石英角斑岩方铅矿铅同位素单阶段模式年龄为  $785 \sim 835\text{ Ma}$ <sup>[11]</sup>等,该细碧—石英角斑岩建造是一套巨厚的绿片岩相浅变质火山沉积岩系。迄今研究认为,碧口群是一个构造拼合体,其火山岩具大陆板内火山岩特点,为双峰式火山岩组合,属大陆溢流玄武岩与大陆裂谷火山岩之间的过渡类型<sup>[11]</sup>。碧口群基底火山岩地层上覆盖层为震旦系南沱组碳酸盐—碎屑岩沉积建造,二者之间为火山不整合接触关系。

由于秦岭造山带大地构造环境和背景的历史演变,勉略宁地块在新太古代、古元古代—中元古代处于伸展拉张的地球动力学环境中,这一时期该区属活动裂谷系,上地幔上涌,发育以黑木林—峡口驿基性、超基性岩及大安岩群拉斑玄武岩构造岩石组合为标志的基性、超基性岩浆侵入活动,大安岩群的全岩 Sm—Nd 等时线年龄为  $(1\,611 \pm 118)\text{ Ma}$ <sup>[12]</sup>。在新元古代发生以煎茶岭超基性岩为代表的超基性岩浆侵入活动,其 Sm—Nd 等时线年龄为  $(927 \pm 49)\text{ Ma}$ <sup>[13]</sup>,这也为产于该岩体中的煎茶岭大型含钴硫化镍矿床的 Re—Os 同位素年代学研究所证实,其 Re—Os 等时线年龄为  $(878 \pm 27)\text{ Ma}$ <sup>[3]</sup>,二者基本吻合。略勉宁三角区的北东、北西向断裂构造普遍发育,规模较大,是主要的控矿构造,也与区内的成岩、成晕作用关系密切。侵入岩从超基性岩到酸性岩均有出露,由北向南构成五房山—煎

茶岭、二里坝—峡口驿(七里沟)、甘沟峡—大铁坝和尖宝山—鸡公石 4 个大的代表性岩浆岩带, 它们与金、镍、钴、铜等成矿关系密切。

2 区域地球化学特征

2.1 成矿元素的区域地球化学场特征

(1) 在勉略宁地区通过 1 : 5 万水系沉积物样品测量的金、银、铜、铅、锌、镍元素的质量分数统计(表 1)表明, 与克拉克值相比, 相对富集的元素有银、铅、锌, 相对贫化的元素有金、铜、镍。但这 6 个元素的变化系数均大于 90%, 反映其在区内分布极

不均匀, 这种分布的不均匀性反映出略勉宁地区金、银、铜、铅、锌、镍元素具有富集成矿的有利条件。

(2) 在超基性—基性岩侵入区, 沿断裂形成金、铜、镍等元素高背景区或富集区。

(3) 在中—酸性岩体活动区, 断裂带中主要富集铜、铅、锌、银等元素, 高值场沿岩体内、外接触带展布。

(4) 在雪花太坪、罗家山地区, 铜、锌、铅、银、镍、金等元素形成铜锌组合为中心的环形高值场, 与航磁异常范围吻合。

表 1 勉略宁地区主要成矿元素质量分数

Tab. 1 Statistic Mass Fraction of Main Metallogenic Elements in Mianxian Lueyang Ningqiang Region

元素	样品数	变化范围	平均值	离差	衬度范围	变化系数 /%	克拉克值
Au	6 081	0.5~270	2.6	9.5	0.19~102.27	358.5	4
Ag	6 086	34~18 800	99.7	487.2	0.34~188.53	488.5	70
Cu	6 086	4~1 450	36.5	34.6	0.11~39.69	94.8	55
Pb	6 086	5~2 050	23.3	48.8	0.22~88.02	209.5	12.5
Zn	6 086	10~5 575	93.0	128.4	0.11~59.98	138.1	70
Ni	6 085	5~1 750	66.1	116.2	0.08~26.46	175.7	75

注: 样品采用光谱法分析。Au、Ag 的质量分数及其克拉克值为 $\times 10^{-9}$ , 其他元素的质量分数及克拉克值为 $\times 10^{-6}$

(5) 略勉宁三角区内金、镍、铜、锌、银等成矿元素多以高背景场或高值场出现, 金元素也以高背景场为主, 高值区分布在代家坝、何家营、青羊驿—青家坪和煎茶岭—大院子, 金质量分数最高为  $270 \times 10^{-9}$ , 平均为  $2.6 \times 10^{-9}$ 。镍主要呈高值场, 背景区仅分布在孙家院—二里坝一带, 镍质量分数最高为  $1750 \times 10^{-6}$ , 平均为  $66.1 \times 10^{-6}$ 。铜、锌元素背景场集中在西北部接官亭和冯家岩一带, 铜质量分数为  $1450 \times 10^{-6}$ , 平均为  $36.5 \times 10^{-6}$ ; 锌最高为  $5575 \times 10^{-6}$ , 平均为  $93.0 \times 10^{-6}$ 。铅在区内主要呈低值场—高背景场, 仅在何家营、煎茶岭和艾叶口形成高值浓集区, 铅质量分数最高为  $2050 \times 10^{-6}$ , 平均为  $23.3 \times 10^{-6}$ 。银元素背景场主要分布在西部接官亭—曾家河—阳平关一带和南部大安驿—青羊驿地区, 银质量分数最高为  $18800 \times 10^{-9}$ , 平均为  $99.7 \times 10^{-9}$ 。总体上区域地球化学场呈西低东高之势, 煎茶岭—大院子地区所有成矿元素均呈高值场, 与其赋存的已知矿床吻合。

2.2 区域地球化学异常特征

略勉宁矿集区内成矿元素水系沉积物地球化学异常集中并成带分布(图 1、2), 多位于隆起区或凹陷区的边缘带中, 受断裂构造控制明显, 主要异

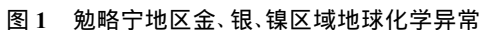
常带及特征如下:

2.2.1 勉县—略阳异常带

该带沿西北向勉略断裂带分布, 以金、银、铜、锌、镍组合为主, 带中含有略—8、何 1 等 15 个异常。带内出露地层有早元古界、中元古界大安岩群和何家岩岩群、早古生界、震旦系及泥盆—石炭系, 沿断裂有超基性—中酸性岩体侵入, 成带分布。次级断裂构造是控制异常的主要因素。金在略阳、蔡子坝、九道拐、大黄院、小碛河均有明显的异常浓集中心出现, 质量分数最高为  $22.5 \times 10^{-9}$ ; 银在略阳、黄家营、蔡子坝、五郎坪、峡口驿、小碛河、七里沟有明显异常浓集中心, 最高为  $997 \times 10^{-9}$ ; 铜在略阳、蔡子坝、峡口驿、小碛河有异常出现, 最高为  $158 \times 10^{-6}$ ; 锌在略阳、黄家营、蔡子坝、秦家碛、峡口驿、小碛河、七里沟有异常浓集中心出现, 最高为  $589 \times 10^{-6}$ ; 镍在略阳、黄家营、煎茶岭、峡口驿、小碛河、石棺材、瓦子坪有明显异常浓集中心出现, 质量分数最高为  $682 \times 10^{-6}$ 。与带内已知的金、镍、铁矿床(点)的成矿特点基本一致。

2.2.2 勉县—大安驿—阳平关异常带

该带沿北东向勉县—阳平关大断裂及其北侧分布, 异常带断续长达 60 km, 出露地层主要为元



略勉宁地区是秦岭造山带(陕西段)重要的矿集区之一,据不完全统计,目前已发现矿种 20 多个,矿床(点)近 200 处,是名副其实的金、银、铜、

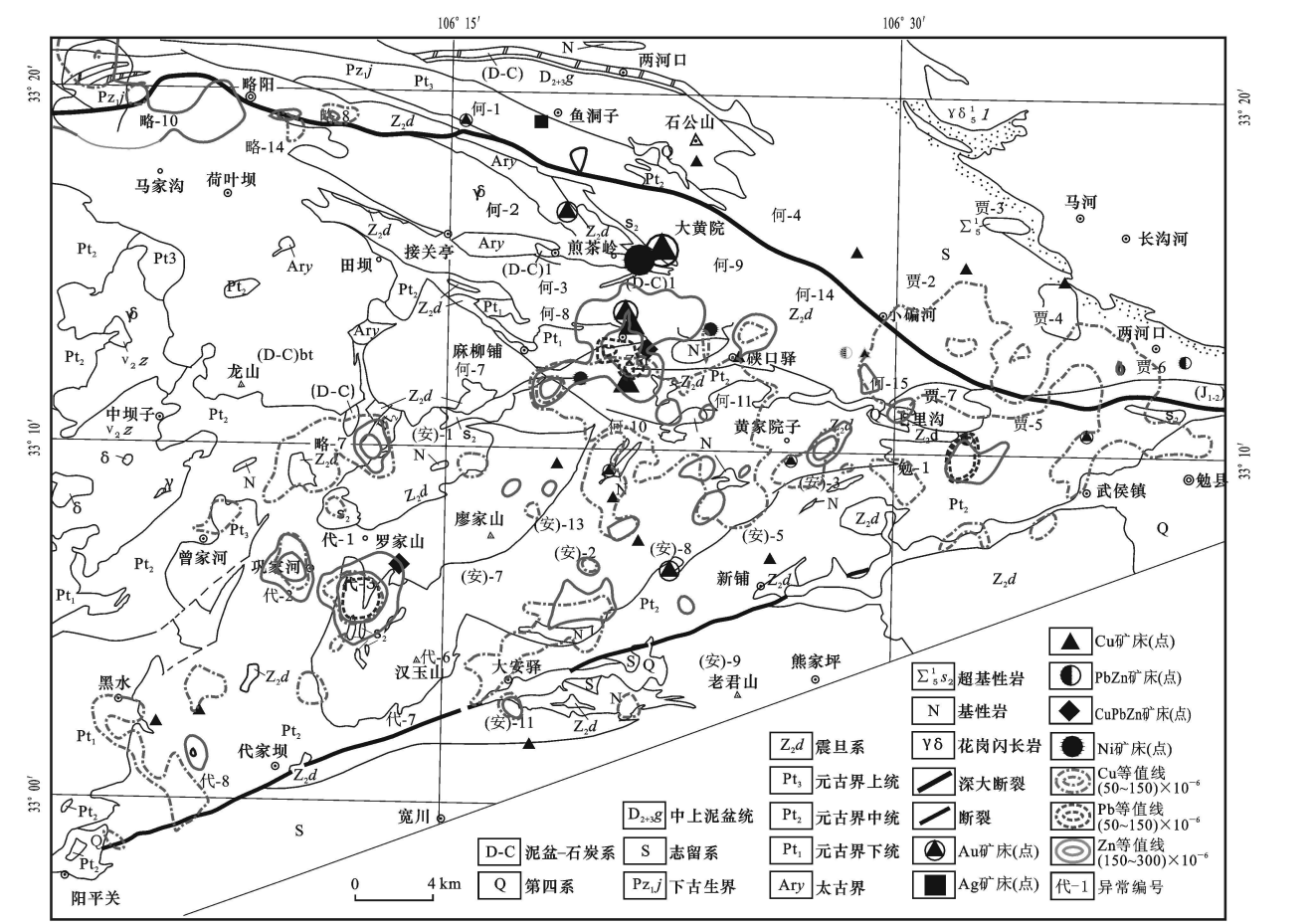


图2 勉略宁地区铜、铅、锌区域地球化学异常

Fig. 2 Cu, Pb, Zn Regional Geochemical Anomaly Map of Mianxian Lueyang Ningqiang Area

铅、锌、镍、钴多金属矿集区。从图1、2可以看出,所有已发现的矿床(点)处均有异常显示,充分证明了已知矿床与区域地球化学异常的关系密切,水系沉积物地球化学异常(化探分散流扫面异常)是该区寻找多金属矿床的有效标志之一。区内主要矿床的异常特征如下:

2.3.1 煎茶岭金、镍矿床异常特征  
勉略异常带中的何3异常为这两个矿床的矿致异常,其元素组合为金、砷、镍异常重合性好,异常高值呈北西西向断续带状分布。其中金质量分数最高为 $20\times10^{-9}$ ,浓集中心面积约为 $17\text{ km}^2$ ;镍最高为 $682\times10^{-6}$ ,浓集中心面积约为 $18\text{ km}^2$ 。金、砷异常与镍、钴、铬、锰异常相伴又分离出现在南部超基性岩一侧,金、砷、镍、钴是该矿田的特征指示元素,也反映其与岩浆成矿作用有关<sup>[14-16]</sup>,其中,金、砷是指示金矿床的特征元素,镍、钴、铬是指示镍矿床的特征元素。

2.3.2 铜厂铜矿床异常特征  
铜厂铜矿区铜元素质量分数大于 $50\times10^{-6}$ 的

异常区面积为 $56\text{ km}^2$ ,包含何7、何8等3个异常,元素组合以铜、锌、金、银、镍为主,伴生铅、钼、铋、铼等异常,各元素异常重合性好。铜质量分数最高为 $362\times10^{-6}$ ,无浓集中心的中-弱异常指示铜矿化带的范围,钼、铋等异常指示岩体岩相带,反映了与火山岩有关的铜矿床的特征。

2.3.3 东沟坝铅锌矿床异常特征  
显示铅、锌、铜、金、银、砷、汞、铋、铼等重合性好的多组分中-强异常,铅、锌、铜、金、银为成矿元素异常,伴生的砷、汞、铋、铼等异常指示构造热液活动,异常多呈面状分布。铅、锌异常值大于 $500\times10^{-6}$ 的浓集中心基本圈定了矿区范围。

### 3 找矿方向

略勉宁地区矿产资源丰富,积累了大量的地质、物化探资料,综合研究认为,其金属矿产受地层、构造、流体、岩浆岩等因素控制明显,具有较好的成矿环境及地质条件,区域地球化学异常也反映出该区具有寻找金、镍、铜、铅、锌、银等多金属矿产

的潜力。该矿集区属亲铁亲铜的地球化学区,高、低值异常场是区内找矿的远景区或靶区,多组分重合出现的主元素异常指示含矿性及矿化富集地段。地层、岩浆及构造是控制该区成矿和形成异常的主要因素,具备这些有利的控矿条件和地球化学异常地段仍是找矿的首选部位。该矿集区找矿的主要类型应是与超基性岩有关的岩浆熔离型铜镍硫化物矿床及构造蚀变岩型金矿床(煎茶岭式金矿)、与基性火山岩有关的火山沉积-次火山热液再造型铜矿床(铜厂式铜矿)、与中酸性火山岩有关的块状硫化物型铅锌金银铜矿床(东沟坝式铅锌金银矿床)等矿化类型。根据砷异常的指示作用,煎茶岭南带庙儿沟-水草坪已发现较好的矿(化)体,有很大的找矿潜力。另外,勉北地区泥盆系地层中的热水沉积型铅锌矿床(如蒋台寺等地)也应引起重视。总之,研究认为,该矿集区金、镍、铜、铁等金属矿种的勘查找矿方向应主要集中在北西向勉县-略阳异常带中的鱼洞子-煎茶铺异常段、北东向勉县-大安驿-阳平关异常带中的代家坝-大安驿异常段与中部麻柳铺-硃口驿及红土石-徐家沟-红木沟异常段等地段。目前,这些地段的一些地方找矿工作已有了新的发现,有些异常并被验证为矿致异常。

## 4 结语

(1)总体上略勉宁矿集区区域地球化学场呈西低东高之势,煎茶岭一大院子地区所有成矿元素均呈高值场。水系沉积物测量表明,该区金、银、铜、铅、锌、镍元素分布极不均匀,具有富集成矿的有利地球化学条件。

(2)略勉宁矿集区内成矿元素水系沉积物地球化学异常集中成带分布,可划分为勉县-略阳、勉县-大安驿-阳平关和茶店-代家坝-屋基坪 3 个异常带,各带内均有明显的不同成矿元素异常浓集中心,结合地质环境,可开展进一步筛选评价。同时,已发现的煎茶岭金-镍矿床、铜厂铜矿床等皆呈现较好的地球化学异常,这为该矿集区利用地球化学异常进行更深入的地质找矿提供了依据和经验。

(3)略勉宁矿集区找矿潜力大,北西向勉县-略阳金银铜锌镍异常带中的鱼洞子-煎茶铺异常段和中部的麻柳铺-硃口驿异常段是寻找金、镍、铁矿床(矿点)的有利靶区;北东向勉县-大安驿-阳平关金银铜锌镍异常带中的代家坝-大安驿异常段以及中部铜厂外围的红土石-徐家沟-红木沟异常段是寻找金、铜矿床(矿点)的有利靶区。

## 参考文献:

- [1] 王相,唐荣扬,李实,等.秦岭造山与金属成矿[M].北京:冶金工业出版社,1996.
- [2] 王瑞廷.煎茶岭与金川镍矿床成矿作用比较研究[D].西安:西北大学,2002.
- [3] 张国伟,孟庆任,于在平,等.秦岭造山带的造山过程及其动力学特征[J].中国科学:D辑,1996,26(3):193-200.
- [4] 陶洪祥,何恢亚,王全庆,等.扬子板块北缘构造演化史[M].西安:西北大学出版社,1993.
- [5] 张本仁,骆庭川,高山,等.秦巴岩石圈构造及成矿规律地球化学研究[M].武汉:中国地质大学出版社,1994.
- [6] 张国伟,张本仁,袁学城,等.秦岭造山带与大陆动力学[M].北京:科学出版社,2001.
- [7] 秦克令,邹湘华,何世平,等.西秦岭鱼洞子群的建立和时代归属[C]//刘国惠,张寿广.秦岭一大巴山地质论文集.北京:北京科学技术出版社,1990.
- [8] 秦克令,何世平,宋述光.碧口地体同位素地质年代学及其意义[J].西北地质科学,1992,13(2):97-110.
- [9] 张宗清,张国伟,唐索寒,等.鱼洞子群变质岩年龄及秦岭造山带太古宙基底[J].地质学报,2001,75(2):198-204.
- [10] 卢一伦,黄建坤,杜定政,等.碧口群的层序及时代[J].中国区域地质,1997,16(3):305-314.
- [11] 夏林圻,夏祖春,徐学义.南秦岭中一晚元古代火山岩性质与前寒武纪大陆裂解[J].中国科学:D辑,1996,26(3):237-243.
- [12] 张宗清,张国伟,付国民,等.秦岭变质地层年龄及其构造意义[J].中国科学:D辑,1996,26(3):216-222.
- [13] 庞春勇,陈民扬.煎茶岭地区同位素地质年龄数据及其地质意义[J].矿产与地质,1993,7(5):354-360.
- [14] 王瑞廷,赫英,王新.煎茶岭大型金矿床成矿机理探讨[J].西北地质科学,2000,21(1):19-26.
- [15] 王瑞廷,赫英,刘明武,等.煎茶岭硫化镍矿床矿石地球化学特征[J].地球学报,2002,23(6):535-540.
- [16] 王瑞廷,毛景文,任小华,等.煎茶岭硫化镍矿床矿石组分特征及其赋存状态[J].地球科学与环境学报,2005,27(1):34-38.