

中条山西南段中生代热液成矿系统分析

薛克勤^{1,2}, 邓军¹, 商培林², 曹锡林²

(1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083;

2. 山西省地质调查院, 太原 030001)

[摘要]中条山西南段铜镍、铜铁、金矿与中生代中酸性岩浆活动有关,成因类型为高-中低温热液型。矿体严格受断裂构造控制,不同矿产形成与矿源岩有关,铜镍矿、铜铁矿和金矿分别产于变基性侵入岩、变基性火山岩和片麻岩中,构成了中条山西南段中生代构造—岩浆—热液成矿系统。这一成矿系统是同一能量场和流体场、不同矿源场之间耦合的结果。根据成矿系统分析,该区具有很好的找矿前景,预测在不同矿源复合叠加地段,还有铜铁金、铜镍金、铜铁镍矿床产出,地质找矿应部署在中生代中酸性岩体的分布区。

[关键词]中条山西南段 能量场 流体场 矿源场 中生代热液成矿系统

[中图分类号]P618.4 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2006)02-0007-06

0 引言

中条山区位于山西省南部,华北古陆台南缘。中条山铜矿以类型多,规模大,开采历史久而著名,是我国重要的铜矿产区之一。西南段为中条山南西延伸部分,成矿作用复杂,主要矿床类型为热液脉型铜镍、铜铁和金矿。如何认识同一地区不同矿产的空间和成因联系,已成为地质找矿必须要解决的问题。本文运用成矿系统理论,对中条山西南段不同类型的矿床,从矿源、热液、控矿作用之间的耦合关系进行了探讨,旨在从矿床形成的内在因素上认识成矿规律,预测资源前景,指出找矿方向。因此,对该区成矿系统进行分析,可以帮助认识不同类型矿床的成矿特点和分布规律,对地质找矿有重要指导意义。

1 区域成矿地质背景

中条山西南段位于华北与华南两个古陆块聚合带北侧,与南侧小秦岭隔河相望,成矿区面积约210km²。区内出露地层主要为中太古界涑水杂岩,东南侧出露有古元古界中条群余元下组和中元古界西阳河群以及古生界寒武、奥陶系,断裂构造发育,中生代岩浆活动强烈,成矿地质条件十分有利(图1)。

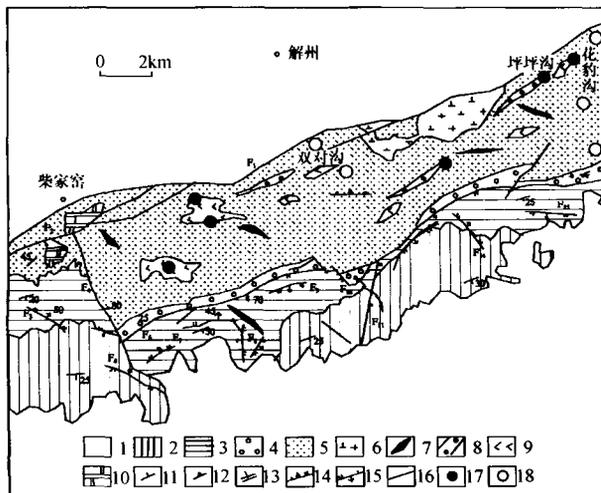


图1 中条山西南段成矿区地质图

(据213队,1993资料改编)

1—新生界;2—寒武—奥陶纪;3—中元古界西阳河群;4—中条群余元下组大理岩;5—涑水杂岩;6—中生代闪长花岗岩;7—元古代基性岩脉;8—中太古代变基性岩脉;9~10—涑水表壳岩组合(9.斜长角闪岩;10.大理岩);11—地层产状;12—片麻理产状;13—片理产状;14—正断层;15—逆断层;16—性质不明断层;17—铜矿(床)点;18—金矿(床)点

涑水杂岩为一套变质程度较深的复杂的岩石组合,主要组成岩石为各种片麻岩,其次为变质基性火

[收稿日期]2005-01-05;[修订日期]2005-04-12;[责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]国土资源大调查项目(编号:20001020150003)资助。

①本文中所有有关同位素资料和岩化、微量元素测试结果(下同)均引用解州幅1:5万区调说明书,山西省213地质队,1993。

[第一作者简介]薛克勤(1958年-),男,1982年毕业于原河北地质学院,获学士学位,在读博士,教授级高工,主要从事矿产勘查工作。

山岩为主的变质表壳岩组合和变基性侵入岩(表1、表2),变质程度达角闪岩相—麻粒岩相。片麻岩为深变质的深成花岗质岩石,基性火山岩中富含游离铁,其中夹有含磁铁矿岩层和磁铁矿层。余元下组以白云石大理岩为主,变质程度为低绿片岩相。西

阳河群以偏基性的安山岩为主,夹少量正常的泥、砂质沉积。三者之间为断层接触关系。古生界寒武、奥陶系不整合沉积于西阳河群之上,主要为一套碳酸岩沉积建造。铜、金矿床主要产于太古宙涑水杂岩中。

表1 中条山西南段涑水杂岩岩石组合表

组合名称	岩性组合	分布及产状	主要矿床
片麻岩组合	主要为黑云斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、片麻状二长花岗岩,次为二长片麻岩、花岗岩片麻岩	为涑水杂岩的主要组成岩石,分布面积大于85%	Au
表壳岩组合	主要为黑云片岩、黑云绿泥片岩、绿泥片岩、黑云角闪片岩、绿泥阳起片岩、方柱黑云片岩等变质基性火山岩,次为浅粒岩、变粒岩、变凝灰岩、白云石大理岩、等酸性火山岩和正常沉积岩。变质基性火山岩中夹有磁铁矿石英岩和含磁铁矿层	呈大小不一、形态各异的包体产于片麻岩中,总体产状与片麻理一致,在西部分布较多	Fe Cu Fe
基性侵入岩组合	斜长角闪岩、黑云角闪片岩、黑云片岩、绿泥片岩,为同岩异相产物	呈规则的脉状产于片麻岩或表壳岩中,产状与片麻理一致或斜交,有时可见侵入接触关系	Cu Ni

表2 中条山西南段主要岩石平均化学成分

岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	ω _B /%	灼失
片麻岩组合	黑云斜长片麻岩	68.40	0.30	15.39	1.70	1.55	0.04	1.62	2.47	4.61	1.94	0.11	1.27	1.31
	黑云二长片麻岩	68.61	0.21	14.14	1.97	2.32	0.04	1.20	1.20	3.09	5.18	0.09	0.85	0.79
	片麻状二长花岗岩	72.81	0.09	13.76	1.10	0.30	0.02	0.06	0.71	3.46	4.65	0.04	1.20	1.60
基性侵入岩	斜长角闪岩	48.94	1.08	13.84	6.39	7.45	0.28	6.53	9.19	2.62	1.37	0.09	1.07	1.15
	黑云角闪岩片岩	51.37	1.25	13.74	6.11	6.73	0.21	5.59	5.56	2.48	2.35	0.21	2.44	1.80
变质表壳岩组合	黑云变粒岩	71.39	0.20	14.25	0.69	2.16	0.02	1.69	1.32	5.20	0.95	0.08	1.51	1.66
	黑云母片岩	48.68	1.43	15.8	6.69	7.66	0.12	8.00	1.48	0.85	2.69	0.27	4.46	0.78
	绿泥片岩	47.42	0.88	12.75	6.90	8.36	0.19	10.02	4.86	3.95	2.64	0.13	0.24	2.22

测试单位:原地矿部山西省中心实验室,1993。

区内规模最大的区域性断裂为北西侧的山前断裂和南东侧的地层分界大断裂,走向北东东,延伸达百余千米,倾向分别为北西和南东向,宽50~100m,前者为汾渭地堑边界断裂,后者中太古界为涑水杂岩与古元古界中条群和中元古界西阳河群分界断层,均为多期活动的断裂带。区内次一级北北东、北北西、近南北向断裂发育,与区域性断裂一起形成了区内断裂构造系统,其产状均较陡立,倾角大于50°,延长100~300m,宽1m~20m,是区内的控矿断裂,主要活动期为中生代印支—燕山期。

岩浆活动有中太古代大规模花岗岩侵入及基性火山岩喷发和基性岩脉的侵入,均已遭受了区域变质作用改造。中元古代岩浆活动以大规模安山岩喷发和基性岩脉的侵入为特征。中生代的岩浆活动表现为强烈的中酸性岩浆侵入,形成了区内规模较大的中酸性杂岩体,据1:5万航磁资料反映,在中条山西南段的隐伏岩体面积118km²,地表出露最大的为蚕坊闪长花岗岩体(178.1 Ma ± 1.5 Ma ~ 224 Ma ± 12 Ma, K-Ar法)^①,面积约8 km²,次为相家窑闪

长岩体及石英斑岩、花岗闪长斑岩、石英闪长岩、闪长玢岩、正长斑岩、钠长斑岩、花岗细晶斑岩脉。1:5万区调将蚕坊岩体划分为三个不同的单元,表明该岩体具有多次活动性。

2 区域矿产特征

区内矿产以铜、金为主。已发现的金矿有蚕坊、小李村、双对沟、武家沟等小型金矿床和矿点数十处。铜矿有坪坪沟铜镍矿、花豹沟和白峪口铜铁矿等小型矿床和矿点十余处。所发现的矿床和矿点的共同特点是受断裂构造控制,矿体为热液脉型,成矿作用表现为多期多阶段性,不同的矿床与产出的围岩有关。铜镍矿床产于富含铜镍的基性侵入岩中,铜铁矿与富含铜铁的基性火山岩有关,金矿产于片麻岩中,形成了由不同矿种组成的成矿系列,构成了中条山西南段中生代构造—岩浆—热液成矿系统。

3 典型矿床特征

3.1 坪坪沟铜镍矿床

矿区内出露中太古界涑水杂岩,岩性以黑云二长片麻岩为主。发育3条平行产出的中太古代变质基性岩脉,延长800~1000m,宽20~50m。其产状与片麻理一致,走向北东,倾向南,倾角78°,沿走向产状变化较大。岩性为黑云片岩、绿泥片岩、斜长角闪岩,原岩恢复为辉长、辉绿岩。微量元素分析结果表明(表5),该岩脉明显富含Cu、Ni。还见有两条中元古代辉绿岩脉和小规模伟晶岩脉。在1号变质基性岩脉中发育一条隐伏断裂构造,该断裂地表无明显出露,在开采坑道中表现明显。

矿区内共有3个铜矿化带,矿化严格受基性岩脉中的断裂构造控制,直接围岩主要为变质基性侵入岩(图2)。在发育断裂构造的基性岩脉中圈出1个铜镍矿体,控制矿体长250m,厚1.5~8m,延深150m。矿石构造为脉状、角砾状,少量细脉浸染状。矿石矿物以黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿为主,少量磁铁矿,偶见方铅矿、辉钼矿。矿石平均铜品位2.98%,最高品位10.86%,镍平均品位0.44%,最高品位0.985%,近矿围岩中镍平均品位0.73%,矿石中还含有少量的金、银。围岩蚀变强烈,有硅化、透辉石石榴石夕卡岩化。

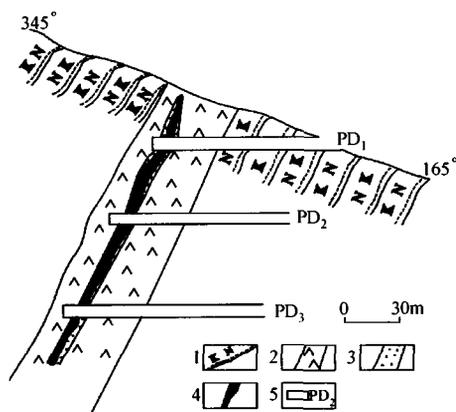


图2 坪坪沟铜镍矿区1号矿体1线剖面图

1—黑云二长片麻岩;2—变质基性侵入岩脉;3—破碎带;4—铜镍矿体;5—平硐及编号

从不同矿石构造和围岩蚀变相互关系分析,矿化具有明显多期多阶段特点。主要可分为早期的夕卡岩化和黄铁矿化,晚期主要为硅化和黄铜矿—黄铁矿—镍黄铁矿化,后者为主要成矿期。

3.2 花豹沟铜铁矿床

花豹沟铜铁矿区内主要出露中太古界黑云斜长片麻岩,有一条规模较大的含磁铁矿变质基性火山岩,呈层状展布,产状与片麻理一致,出露长1000m,宽

约10~30m,岩性为含磁铁矿黑云片岩、含磁铁矿绿泥片岩、斜长角闪岩。在矿区的西部发育有密集的伟晶岩和碳酸盐脉。变质基性火山岩微量元素分析表明,该岩石中富Cu,相对贫Ni(表5)。沿变质基性火山岩发育一隐伏的断裂构造,为矿区内的主要控矿构造。

矿体呈脉状沿变质基性火山岩中的断裂展布(图3),已控制矿体长100m,厚1~3m。矿石构造有角砾状、脉状,少见浸染状。矿石矿物主要有黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿,偶见方铅矿。矿石平均铜品位2.32%,最高品位2.78%。镍品位一般为0.001%~0.010%,钴品位一般为0.01%~0.023%,铁品位一般为20%~30%。围岩蚀变有碳酸盐化、硅化、透辉石石榴石夕卡岩化。矿化具有明显的多期多阶段特征,成矿特点与坪坪沟铜镍矿类似。

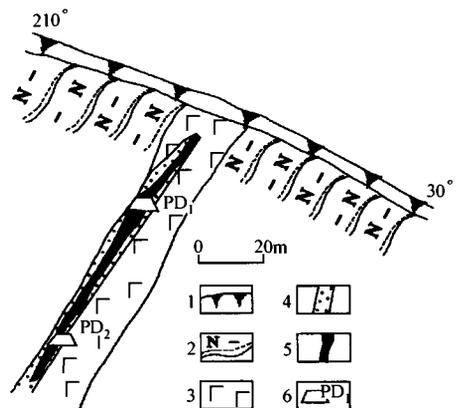


图3 花豹沟铜铁矿A-A线剖面图

1—残坡积层;2—黑云斜长片麻岩;3—含磁铁矿变质基性火山岩;4—破碎带;5—铜铁矿体;6—平硐及编号

3.3 双对沟金矿

矿区出露地层主要为涑水杂岩中的黑云二长片麻岩,见有两条规模不大的花岗伟晶岩脉。发育两条北西向呈雁行状排列的压扭性断裂,倾向南东,倾角68°~76°,断裂破碎带宽2~20m,为区内的含矿构造。

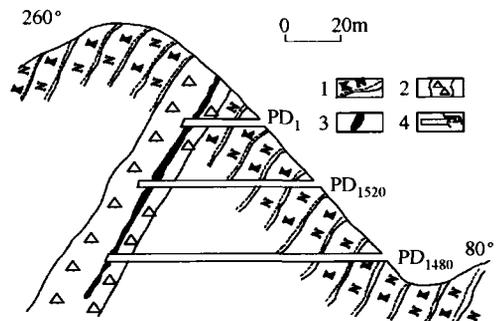


图4 双对沟金矿剖面图

1—黑云二长片麻岩;2—断裂带;3—金矿体;4—平硐及编号

4 区域成矿规律

区内不同类型的矿床在时空分布上具明显的规律性,即产于涑水杂中、严格受岩性和断裂构造控矿体产于断裂破碎带中,围岩为黑云二长片麻岩(图4)。区内共有2条金矿体,其中1号矿体规模最大,长约300m,平均厚0.8m,平均品位 13.6×10^{-6} 。矿石构造为角砾状、细脉状。矿石矿物主要有黄铁矿、黄铜矿,少量方铅矿、闪锌矿。围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、高岭土化。多期多阶段成矿作用明显。

制、成矿时代为中生代。金矿产于片麻岩中,铜

镍矿产于变基性侵入岩中,铜铁矿产于变基性火山岩中,控矿构造为中生代断裂破碎带。金矿热液蚀变以硅化、高岭土化、绢云母化为主,铜矿蚀变以碳酸盐化、硅化、夕卡岩化为特征,都具有较明显的两期成矿作用,且较晚期为主成矿期,成矿作用过程具有相似性(表3)。

根据其矿物组合、元素组合、蚀变特征分析,不同矿种的成因类型一致,为高一中低温热液型。金矿工业类型可分为石英脉型金矿、蚀变岩型金矿,铜矿工业类型为产于基性岩中的脉型铜铁矿、脉型铜镍矿、层状铜铁矿。

表3 中条山西南段不同类型矿床产出特征表

矿产种类	容矿岩石	主要控矿因素	矿体产状	矿体规模	围岩蚀变	分布特征
脉型金矿	片麻岩	断裂构造	薄脉状,沿走向变化较大,倾角较陡	长100~300m,厚度一般小于1m	硅化、绢云母化、高岭土化	中生代岩体分布区
脉型铜镍矿	变基性侵入体	隐伏断裂构造	透镜状,沿走向尖灭再现,变化大,倾角陡	长30~120m,厚1~6m,具延深大于延长的趋势	碳酸盐化、硅化、透辉石石榴石夕卡岩化	中生代岩体分布区
脉型铜铁矿	变基性火山岩	隐伏断裂构造	透镜状,沿走向尖灭再现,变化大,倾角陡	长30~60m,厚1~5m,具延深大于延长的趋势	碳酸盐化、硅化、透辉石石榴石夕卡岩化	中生代岩体分布区
层状铁铜矿	变基性火山岩	层间破碎带	似层状,与层状硅铁建造层共生,产状与岩层一致	矿带长超过1000m,厚1~7m,矿体规模较小	碳酸盐化、硅化、少见透辉石石榴石夕卡岩化	中生代岩体分布区
蚀变岩型金矿	片麻岩	断裂构造	透镜状,沿走向尖灭再现,变化极大,倾角陡	矿体一般长20~80m,厚0.5~3m	硅化、绢云母化、高岭土化	中生代岩体分布区

矿床的地表化探异常元素组合为 Au、Cu、Pb、Sb、Ag、As、Mo、Bi、Hg。除此之外,铜矿床还有较强的 Ni、Co 异常。这些元素异常既反映了成矿作用中不同元素的富集和成矿的构造环境,也反映了不同矿床的化球化学背景。据区域化探资料统计,该区 Cu、Au 标准离差和变异系数均较大, Ni、Pb、Zn 标准离差较大, Ag、Mo 变异系数较大(表4),说明这些元素有不同程度的局部富集现象。

表4 中条山西南段主要成矿元素区域分布特征表

元素	平均含量	标准离差	变异系数
Cu	22.69×10^{-6}	22.73×10^{-6}	0.77
Au	1.8×10^{-6}	3.91×10^{-6}	2.18
Ag	0.09×10^{-9}	0.16×10^{-9}	1.13
Ni	25.14×10^{-6}	5.08×10^{-6}	0.20
Co	11.8×10^{-6}	3.01×10^{-6}	0.20
Mo	0.90×10^{-6}	1.19×10^{-6}	1.32
Pb	21.47×10^{-6}	7.17×10^{-6}	0.33
Zn	63.53×10^{-6}	17.62×10^{-6}	0.28

岩石中微量元素分析表明,变基性侵入岩中 Cu、Ni、Co、V 含量较高,镍和铜含量明显高于其他围岩,其中镍是地壳丰度的2倍,铜是围岩的2~3

倍,高出地壳丰度近3倍。而变基性火山岩中铜含量与变基性岩脉相同, Ni 则明显低于变基性侵入岩,其中夹有磁铁矿层,铁明显富集,具有高铜、高铁的特点;片麻岩中金丰度相对较高(表5)。总的来说,不同含矿岩石都有不同的微量元素组合特征,而且成矿元素明显高于围岩和地壳的平均值,可以认为成矿元素在成矿前已经过了预富集。此外,区内燕山期花岗岩中 Mo、Pb 丰度较高, Cu、Ni 较低,表明成矿物质主要来源于围岩而不是中生代中酸性侵入岩,矿石中出现的方铅矿和辉钼矿,则表明矿质的富集与中生代岩浆热液参与有关。铜矿中普遍含有磁铁矿、大量的硫化物,强烈的硅化,而金矿中富硫铁矿和石英,具备了明显区别于围岩的地球物理前提,前者为高磁、高极化(>6%)、高阻,后者则具有高极化(>5%)、高阻的地球物理特征。

5 区域成矿系统分析

中条山西南段铜镍、铜铁、金成矿作用与中生代构造岩浆活动有关。区内成矿作用过程复杂,主要受中生代构造作用影响,局部地热升高,造成上地壳

表5 中条山西南段不同岩石中微量元素含量表

岩石名称	Ni	Mo	V	Co	Cu	Pb	Zn	Ag	Au
斜长角闪岩	55.5	0.54	137.4	54.6	81.4	12.1	118.1	0.088	0.9
黑云变粒岩	1.9	0.27	32.7	8.8	17.0	8.4	36.3	0.045	1.1
蛇纹岩化大理岩	4.5	0.44	5.4	4.6	15.2	11.0	9.9	0.020	0.9
黑云斜长片麻岩	9.9	0.31	44.0	7.6	31.2	7.0	28.7	0.040	0.7
黑云二长片麻岩	5.9	0.29	26.2	6.8	25.9	9.4	22.0	0.053	1.1
片麻状二长花岗岩	7.2	0.50	20.2	5.2	77.6	9.6	17.0	0.083	1.5
斜长角闪岩脉	106.3	0.38	155.8	42.7	86.5	8.9	93.9	0.045	1.3
辉绿岩脉	77.78	0.54	114.77	30.95	100.48	13.3	89.2	0.061	0.8
印支期角闪石英二长闪长岩	4.5	0.77	38.3	4.9	20.9	16.3	28.6	0.05	0.9
印支期黑云母花岗岩闪长岩	4.2	1.4	37.0	4.1	19.9	18.2	29.2	0.047	0.6
燕山期花岗岩闪长岩	3.1	3.80	37.7	5.7	37.7	18.5	42.1	0.068	1.9
地壳丰度值(GERM,1998)	51	0.65	128	25	24	12.6	73	52	1.21

注: Au、Ag 为 10⁻⁹。测试单位: 原地质矿产部山西省中心实验室, 1993。

局部熔融, 形成中酸性岩浆并多次涌动上侵, 大部分在地壳深部就位, 少量侵入到较浅部。伴随岩浆上侵, 地壳呈伸张状态, 发育一系列断裂。岩浆气液和岩浆热驱动天水及地下深部不同成因的水向上运移, 在上移过程中, 沿裂隙从不同围岩中萃取不同的成矿元素, 成为富含不同成矿元素的含矿热液。当含矿热液运移到断裂破碎带上部时, 由于深度变小, 温度压力突然降低并与围岩发生反应, 引起物理化学条件的变化, 致使矿质从热液中沉淀, 同时使围岩蚀变。由于围岩化学成分不同, 形成了不同的蚀变岩, 基性岩中 CaO 含量较高, 蚀变作用以碳酸盐化和夕卡岩化为特征, 而二长片麻岩中 SiO₂ 和 Al₂O₃ 含量较高, 热液蚀变作用以高岭岩化、绢云母化、硅化为特征(图5)。由于岩浆的脉动性上侵, 导致热液的多次活动, 而造成了成矿作用的多期多阶段性和成矿物质的多次叠加。

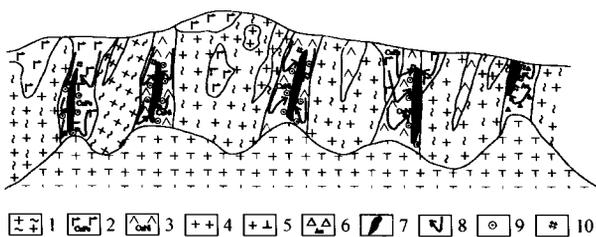


图5 中条山西南段成矿系统模式图

1—片麻岩; 2—变基性火山岩(富含铜铁); 3—变基性侵入岩(富含铜镍); 4—伟晶岩; 5—花岗岩闪长岩; 6—片麻岩破碎带(富含金); 7—矿体; 8—含矿热液运移方向; 9—夕卡岩化; 10—硅化

根据矿物组合和蚀变特征先后关系分析, 铜镍、铜铁矿床早期阶段发育磁铁矿—黄铁矿矿物组合、

碳酸盐化和夕卡岩化蚀变组合, 表明成矿温度较高, 形成深度较大; 较晚期为硅化和黄铁矿、黄铜矿化, 反映其成矿温度为中低温, 该期是铜镍(铁)矿床的主成矿期。整个成矿过程处于相对封闭系统。金矿早期阶段为白色石英和黄铁矿化, 较晚期为灰色石英和黄铁矿化、高岭土化、绢云母化, 伴随多金属矿化, 晚期是金矿的主要成矿期。不同阶段的矿物组合和蚀变特征表明金矿早期成矿热液温度较高, 而晚期温度较低, 总体为中低温成矿, 成矿作用形成深度较浅。

以上分析表明, 该区不同矿种具有相同的成因特点, 成矿时间上亦相近, 这不是偶然的巧合, 而是同一能量场和流体场、不同矿源场之间的耦合。这种耦合在系统内形成了由金、铜镍、铜铁矿组成的矿床系列; 由多种物探异常(高磁、高激化、高阻)和多元元素化探异常(Cu、Au、Ag、Pb、Zn、Ni、Co、As、Sb等)组成的物化探异常系列; 由多种叠加蚀变(硅化、碳酸盐化、夕卡岩化)组成的地质异常系列。根据成矿系统分析, 在不同矿源复合或叠置的地段, 矿床系列组合中预测还有热液脉型铜铁金、铜镍金、铜铁镍矿产出(图6)。

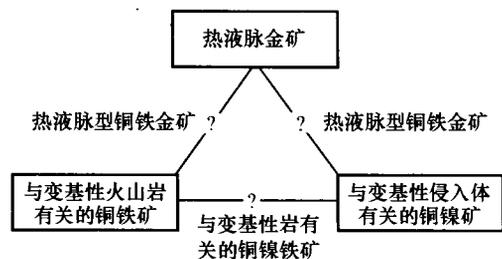


图6 中条山西南段成矿系统结构图

6 结 语

中条山西南段铜镍、铜铁、金矿产形成于中生代中酸性岩浆—构造—热液成矿系统中,具有相同的成因特点。其中起主导作用的是中生代中酸性岩浆的侵入,成矿作用过程表现为热液的多次活动和成矿物质的多次叠加。

矿体受岩性和断裂破碎带控制,因产出围岩不同而形成了不同的矿种,铜镍矿床产于富含 Cu、Ni 的变基性岩脉中,铜铁矿床产于 Cu、Fe 含量较高的变基性火山岩中,金矿则产于片麻杂岩中,与其中 Au 的丰度较高有关,而且在这个成矿系列内,预测还有铜铁金、铜镍金、铜铁镍矿床产出。从化探异常分布情况来看,区内有 2 个较大的 Au 化探异常,总面积 80km²,Cu 异常约 100 km²,预测具有较大的找矿前景。

进一步的找矿工作应部署在中生代岩体附近或隐伏岩体的分布区(118km²)。由于铜镍和铜铁矿体大部分为隐伏或半隐伏状,要采用有效的综合地、物、化方法,充分利用找矿标志,其中最有价值的标志是蚀变和矿化、正磁异常、极电异常和多元素组合的化探异常。

该区地质找矿引起重视始于 20 世纪 80 年代,且以金矿为主攻方向。铜镍、铜铁矿床则为近几年工作中新发现,属中条山区一种新的矿床类型,目前

勘查工作程度不高,几乎未进行过专门的研究工作,一些必要的测试工作尚未进行。因此,作者认为该区值得进一步深入研究的问题有:成矿年龄问题;成矿热液性质问题;基性岩中铜(镍、铁)富集,而没有金矿富集的问题;含矿断裂与岩体的时空关系问题。

[参考文献]

- [1] 邓 军,孙忠实,方 支,等. 成矿流体运动系统与金质来源和富集机制讨论[J]. 地质科技情报,2000, 19(1):41~45.
- [2] 邓 军,杨立强,翟裕生,等. 地质体元素组合与矿源系统组成及演化[J]. 地球学报, 1999, 20:414~419.
- [3] 胡祥昭,杨中宝. 浏阳七宝山铜多金属矿床成矿流体与成矿的关系[J]. 地质与勘探, 2004, 39(5):22~25.
- [4] 翟裕生,邓 军,李小波. 区域成矿学[M],北京:地质出版社, 1999. 89~104.
- [5] 薛克勤,等. 中条山西南段与变基性岩有关的铜矿地质特征及成因浅析[J]. 地质调查与研究,2003,26(1).
- [6] 覃志安,薛克勤. 中条山地区地质特征及铜矿床类型[J]. 地质调查与研究,2003,26(2):108~113.
- [7] 翟裕生. 成矿系统研究与找矿[J]. 地质调查与研究,2003,26(2):65~71.
- [8] 温汉杰,裘愉卓,胡耀国,等. 滇西—滇西北斑岩型金矿床成矿地质特征及控矿条件研究[J]. 地质与勘探,2003,39(3):14~19.
- [9] 毛德宝,王克卓,钟长汀,等. 阿尔金成矿带主要成矿系列及其地质特征[J]. 地质与勘探,2003,39(5):1~5.
- [10] 李人澍,朱华平. 成矿系统的结构与聚矿能力[J]. 地学前缘, 1999,6(1):103~113.

MESOZOIC HYDROTHERMAL METALLOGENIC SYSTEM ANALYSIS IN THE SOUTHWEST PART OF ZHONGTIAO MOUNTAIN

XUE Ke-qin^{1,2}, DENG Jun¹, SHANG Pei-lin², CAO Xi-lin²

(1. State Key Laboratory of Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083;

2. Geological Survey of Shanxi Province, Taiyuan 030001)

Abstract: Cu-Ni, Cu-Fe and Au deposits in the southwest part of Zhongtiao Mountain are related with Mesozoic intermediate to acidic magma activity, and belong high to low temperature hydrothermal type. Orebodies are strictly controlled by regional faulted structure, geneses of different deposits have relationship with ore source rock, such as Cu-Ni deposits hosted in metamorphic basic intrusive rock, Cu-Fe deposits in metamorphic basic volcanic rock and Au deposits in gneiss. All deposits build Mesozoic structure-magma-hydrothermal metallogenic system in the southwest part of Zhongtiao Mountain. The metallogenic system is the couple results of the same energy field, fluid field and different ore source field, and has good potential for ore prospecting. The reconnaissance of ore prospecting ought to be arranged in the area where Mesozoic middle-acid magmatic rock is distributed.

Key words: the southwest part of Zhongtiao mountain, energy field, fluid field, ore source field, Mesozoic hydrothermal metallogenic system