

小秦岭中基性岩脉与金矿 成因关系新模式

A NEW MODEL OF GOLD MINERALIZATION WITH
THE CONTRIBUTION OF MESO—BASIC
DYKE ROCKS IN XIAOQINLING

倪师军 著



西南交通大学出版社

谨以此书

向一九九六年三十届国际地质大会及成都理工学院建院四十周年献礼

小秦岭中基性岩脉与金矿成因关系新模式

A NEW MODEL OF GOLD MINERALIZATION WITH
THE CONTRIBUTION OF MESO—BASIC
DYKE ROCKS IN XIAOQINLING

倪师军 著

中国科学院矿床地球化学开放研究实验室和国家博士后基金联合资助

西南交通大学出版社

(川)新登字 018 号

内 容 提 要

本文以小秦岭金矿区为例,研究了中基性脉岩与金矿床成因之间的关系。研究表明,Rock 和 Groves(1988)提出的“煌斑岩浆携带地幔的金”的成因模式不适合小秦岭金矿区和我国其它一些中生代热液金矿区的实际地质情况。在上述研究工作基础上,本文提出了一个与中基性脉岩有关的金矿成因新模式。新模式认为,中基性脉岩与金矿床成因关系的实质并不在于金源而在于金矿化剂。中基性脉岩标志着区域性地壳拉张构造环境,这一构造环境有利于形成“富矿化剂的热液体系”。这一热液体系在时空上与金(或铀、铅锌等)矿源层(体)同步并在适当的地质地球化学条件下才有可能形成相应的矿产。

本书可供从事地质、矿山、地球化学研究和地质教育部门的科技人员参考。

小秦岭中基性岩脉与金矿成因关系新模式

倪师军 著

*

西南交通大学出版社出版发行

(成都 九里堤)

成都理工学院印刷厂印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 9

字数 213 千字 印数 1—1000 册

1994 年 10 月第 1 版 1994 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-81022-749-1/P·022

定价 9.20 元



作者简介：倪师军，1957年5月生于江西省萍乡市，1982年元月毕业于成都地质学院，1990年7月在该院获工学博士学位，1991年元月至1993年6月在中国科学院地球化学研究所作博士后研究。现为成都理工学院科研处处长、教授、环境科学研究中心副主任，兼任中国矿物岩石地球化学学会理事和副秘书长、中国地质学会地质科技管理研究会委员、四川省矿物岩石地球化学学会常务理事和秘书长、成都市政协委员。主要从事放射性和贵金属矿床模式研究、低温地球化学研究和环境科学研究，已在国内外学术刊物上发表46篇论文。



9 787800 974991 >

定价：丁装 20.00 元
精装 40.00 元

序

众所周知,黄金是国际贸易中的硬通货,也是重要的装饰品和艺术品种原料。黄金的储备量体现一个国家的经济实力,因此,金矿的找矿和开发得到各国的普遍重视。社会对黄金的需求促使人们去开辟新的金矿找矿领域。我们正面临着开拓新思路、发展新理论、采用新方法去寻找新的金矿床的严重挑战。

小秦岭地区金矿找矿工作,始于 60 年代初,但是到 80 年代才进行大规模的金矿找矿勘探工作。目前,小秦岭地区因金矿床分布广、类型多、规模大、品位高,已发展成为我国重要的金矿资源基地之一。地质工作者在对该地区进行金矿找矿研究的过程中,提出了不同的成因观点,如变质热液成因、沉积变质—岩浆期后热液叠加改造成因、岩浆期后热液—大气降水混合成因和层控成因等观点。该地区有一种突出的地质现象,即金矿区伴有大量中基性岩脉,中基性岩脉(如辉绿岩和煌斑岩)与金矿床的产出在空间和时间上有密切联系,被视为寻找金矿床的良好标志。但是,中基性岩脉与金矿床产出之间在成因上究竟是否有联系?上述成因观点目前还不能令人满意地对此作出合理解释。

Rock 和 Groves(1988)提出“煌斑岩浆携带金”的成因观点一度在我国流行。但是作者在野外地质调查工作中发现很多问题,用“煌斑岩浆携带金”的成因观点很难解释小秦岭金矿区的实际地质现象。作者本着实事求是的方针,重新考虑了中基性岩脉与金矿床的成因关系,开展了系统和全面的研究,获得了大量的野外实际资料和室内鉴定测试数据,为阐明金矿床时空分布规律和建立崭新的金矿床成因模式提供了可靠的理论依据。研究结果表明,中基性岩脉与金矿成因联系的实质并非金源而在于矿化剂,这一思想贯穿于整个专著。归纳起来,该专著具有以下特色:

第一,不仅系统和全面地论述了小秦岭地区金矿床形成的区域地质背景和金矿床产出的时空分布规律,还紧扣主题介绍了几个典型金矿床地质特征。

第二,重点阐述了中基性岩脉产出的地质特征、地球化学特征及其形成的构造环境,探讨了中基性岩脉与金矿床的形成在空间上、时间上和成因上的联系,特别强调了中基性岩脉在金成矿过程中提供大量的矿化剂的独到见解。

第三,建立了与中基性岩脉有关的金矿成因模式。该模式强调中基性岩脉提供矿化剂而不是提供金,与 Rock 和 Groves(1988)提出“煌斑岩浆携带金”的成因观点有根本的区别,成功地解释了小秦岭地区中基性岩脉与金成矿关系,因此它既有理论意义又有指导找矿的实际意义。

总之,该专著思路新颖,观点独到,丰富和发展了金成矿理论,是一本具有很高学术价值的著作。

我非常高兴地为该专著写了序言,并衷心祝愿该专著的出版进一步推动我国金矿找矿和科研工作的发展。

金景福

1994. 10. 5

目 录

导 言	(1)
-----	-----

上篇 小秦岭的金矿床

第一章 地质背景	(5)
第一节 区域构造背景	(5)
第二节 区域地层	(7)
第三节 褶皱构造和断裂构造	(9)
第四节 岩浆活动	(12)
第五节 变质作用	(16)
第六节 区域矿产	(17)
第二章 金矿床地质特征	(20)
第一节 金矿床类型及空间分布	(20)
第二节 金矿体规模、形态及产状	(24)
第三节 金矿体产出深度及分布垂幅	(25)
第四节 金成矿阶段与矿物共生组合	(26)
第五节 金的赋存状态	(27)
第六节 金矿物成分	(28)
第七节 载金矿物成分	(29)
第三章 典型矿床实例	(36)
第一节 八号脉金矿床	(36)
第二节 冷水沟金矿区	(40)
第三节 葫芦沟金矿床	(48)
第四节 湘子岔金矿床	(50)
第五节 黄龙铺钼(铀)矿区	(53)

中篇 小秦岭的中基性岩脉

第四章 中基性脉岩的地质特征	(58)
第一节 中基性脉岩的岩石种类	(58)
第二节 中基性岩脉的空间分布	(61)
第三节 中基性岩脉与花岗岩的时代关系	(61)
第四节 中基性岩脉、其它岩脉和含金石英脉的关系	(62)
第五章 中基性脉岩的地球化学特征及成因探讨	(66)

第一节 岩石化学	(66)
第二节 稀土元素	(72)
第三节 微量元素	(75)
第四节 硫同位素	(78)
第五节 成因讨论	(79)
第六章 中基性脉岩上升侵位的拉张构造环境	(84)
第一节 区域构造演化	(84)
第二节 燕山晚期构造岩浆活动	(85)
第三节 断陷红层盆地	(86)
第四节 莫霍界面	(87)
第七章 中基性脉岩与金源的关系	(89)
第一节 金矿成矿的尾声标志—煌斑岩脉	(89)
第二节 中基性脉岩提供金的潜力	(90)
第三节 区域上与中基性岩脉有关的其它金属矿产	(90)
第四节 不相容元素对比值	(91)
第五节 铅同位素的启示	(93)
第八章 中基性脉岩与矿化剂源的关系	(96)
第一节 含金热液的组成与矿化剂种类	(96)
第二节 硫同位素的启示	(99)
第三节 碳同位素的启示	(103)
第四节 岩石的挥发组分含量	(105)
第五节 中基性脉岩的岩浆包裹体和流体包裹体	(108)
第六节 挥发分的成泡作用	(112)
第七节 拉张构造环境下导致的深部气体上升	(114)

下篇 小秦岭金矿床成因新模式

第九章 含金热液体系	(116)
第一节 贫矿化剂贫金热液体系	(116)
第二节 富矿化剂贫金热液体系	(118)
第三节 富金热液体系	(119)
第十章 金矿床成因新模式	(122)
第一节 与中基性岩脉有关的金矿成因观点回顾	(122)
第二节 金矿成因新模式	(125)
第三节 新模式的理论意义和找矿意义	(128)
第十一章 结束语	(130)
Abstract	(131)
参考文献	(132)

Contents

Introduction	(1)
--------------------	-----

Part I Gold Mineralization in XIAOQINLING

Chapter 1 Geological setting	(5)
Section 1 Regional background	(5)
Section 2 Regional strata	(7)
Section 3 Folding and faulting	(9)
Section 4 Magmatism	(12)
Section 5 Metamorphism	(16)
Section 6 Minerals	(17)
Chapter 2 Gold Deposits	(20)
Section 1 The type of gold deposits and their location	(20)
Section 2 The scale, shape and attitude of the gold ore bodies	(24)
Section 3 Depth of burial of the gold ore bodies	(25)
Section 4 Mineralization stage and mineral association	(26)
Section 5 Distribution of gold in minerals and rocks	(27)
Section 6 Gold minerals	(28)
Section 7 Auriferous minerals	(29)
Chapter 3 Typical deposits	(36)
Section 1 No. 8 auriferous quartz vein gold deposit	(36)
Section 2 LENSUIGOG gold deposit	(40)
Section 3 HULUGOU gold deposit	(48)
Section 4 XIANGZICHA gold deposit	(50)
Section 5 HUANGLONGPU molybdenum (uranium) deposits	(53)

Part II Meso—basic dykes in XIAOQINLING

Chapter 4 Geological character of the meso—basic dykes	(58)
Section 1 Petrographic category of the meso—basic dykes in XIAOQINLING	(58)
Section 2 Location of the meso—basic dykes	(61)
Section 3 Meso—basic dykes and granite	(61)
Section 4 Meso—basic dykes and other dykes or veins	(62)
Chapter 5 Geochemical characteristics of meso—basic dykes	(66)

Section 1	Petrochemistry	(66)
Section 2	REE elements	(72)
Section 3	Trace elements	(75)
Section 4	Sulfur isotope	(78)
Section 5	Discussion	(79)
Chapter 6	Regional extension tectonism	(84)
Section 1	Evolution of regional tectonism	(84)
Section 2	Tectonism magmatism in late YENSHAN cycle	(85)
Section 3	Faulting red basin	(86)
Section 4	Mohorovicic discontinuity	(87)
Chapter 7	Meso—basic dykes and gold resource	(89)
Section 1	The epilogue of gold mineralization—Lamprophyres	(89)
Section 2	The possible gold resource provided by the dykes	(90)
Section 3	Other metal mineralization related with meso—basic dykes	(90)
Section 4	Ratio of incompatible elements	(91)
Section 5	Lead isotope	(93)
Chapter 8	Meso—basic dykes and the mineralizer resource	(96)
Section 1	The auriferous hydrothermal solution and the mineralizer	(96)
Section 2	Sulfur isotope	(99)
Section 3	Carbon isotope	(103)
Section 4	Volatile in the rocks	(105)
Section 5	Magma inclusion and fluid inclusion	(108)
Section 6	Bubbles of volatiles	(112)
Section 7	The ascending volatiles from depth of the earth	(114)

Part III New model of the gold mineralization in XIAOQINLING

Chapter 9	The auriferous hydrothermal solution system	(116)
Section 1	The hydrothermal solution poor in gold and mineralizer	(116)
Section 2	The hydrothermal solution poor in gold and rich in mineralizer	(118)
Section 3	The hydrothermal solution rich in gold	(119)
Chapter 10	New model of the gold mineralization	(122)
Section 1	Review of old models of gold mineralization	(124)
Section 2	The new model of gold mineralization	(125)
Section 3	The theoretical and the practical significance of the new model	(128)
Chapter 11	Concluding remarks	(130)
Abstract		(131)
References		(132)

导 言

豫陕小秦岭金矿区主要有两种金矿床类型,一种为含金硫化物石英脉型金矿床,另一种为构造蚀变带型金矿床。目前在该区已发现几十个大、中、小型金矿床。它们主要分布在河南省灵宝县、陕西省潼关县和华阴县等地。历年来,冶金、有色、地矿部门和武警黄金部队的生产、教学和科研单位对该地区作了大量的工作。人们从岩石、矿物、地球化学、地质构造和矿床成因等不同角度进行了大量的工作(梁锡峰,1987;陈继宇等,1987;徐九华等,1990;方耀奎,1985;王亨治,1987;吴锁平,1987;叶芳等,1987;张良臣,1987;富士谷,1986;陆继鸿等,1986;郭抗衡等,1986;岳铮生,1987;刘滕飞,1987;王文献,1985;姚宗仁,1986;刘春富,1986;梁枫,1988;何典仁,1988;胡志宏等,1986;温亚洲,1988;陈再芳,1988,1989;吴顺发,1985;栾世伟,1985,1986,1987,1989,1990;林宝钦等,1989;王定国等,1989;晁援和卫旭晨,1989;涂怀奎,1990;金景福等,1992;倪师军,1992;方维萱,1994;简文星和胡家杰,1994)。

总的来看,该地区金矿成因研究工作程度较高。目前已对该地区的金矿床提出了许多成因观点,例如变质热液成因观点(林宝钦等,1989)、沉积变质—岩浆热液迭加改造成因观点(王定国等,1989)、岩浆期后热液—大气降水混合中低温热液成因观点(晁援和卫旭晨,1989;栾世伟等,1985)和层控矿床成因观点(姚宗仁,1986)。虽然有这么多的成因观点,但是还有一个非常突出的地质现象尚未得到合理解释。这一地质现象是野外地质工作者在实践中发现的(刘春富,1990;陈殿凯,1990;高荣德,1990;李德海,1990;贾忆和王金生,1990)。他们发现,在小秦岭地区存在大量的中基性岩脉,这些岩脉与金矿床有着十分密切的时间和空间联系,可作为金矿找矿的一个良好标志。然而,除了时间和空间上的联系外,小秦岭中基性岩脉与金成矿之间是否具有成因联系?也就是说,在金的成矿过程中,中基性岩脉扮演一个什么样的角色?这一问题一直困扰着金矿地质工作者。

事实上,这一问题不仅出现在小秦岭地区,而且也存在于国内外其它一些金矿区中。近年来,人们逐渐注意到金矿床与煌斑岩之间的组合关系问题。Mcneil 和 Kerrich(1986), Rock 和 Groves(1988)根据澳大利亚、加拿大和北美一些金矿床与煌斑岩的组合关系认为,煌斑岩是金矿床找矿的良好标志。例如,在伊尔加恩地块,包括世界上最富的卡尔古利金矿床在内的金矿区,有数百个煌斑岩体出露,它们一直未被识别出或被错误地归类为闪长岩、镁铁质斑岩等;巴布亚新几内亚、澳大利亚、爱尔兰、北美、俄罗斯、意大利、加拿大等国家都报道过金矿床与煌斑岩或辉绿岩时间和空间的关系。中国山东、陕西、河南、湖北等地都见有中基性岩脉与金矿床具有密切时空联系报道,尤以豫陕小秦岭地区与山东胶东半岛金矿区最为典型。然而与豫陕小秦岭地区及山东胶东半岛金矿区一样,我国大多数金矿床伴随的中基性岩脉一般都不是煌斑岩脉而是辉绿岩脉或闪长玢岩脉等。如秦巴地区的银洞沟金矿床、马房窝金矿床、早仁道金矿床、拉尔玛金矿床、祁雨沟金矿床、李家沟金矿床、二台子金矿床、黑龙潭金矿床、半宽金矿床和中家窑金矿床等都伴随有辉绿岩脉或闪长玢岩脉等中基性岩脉。

Rock 和 Groves(1988)提出了一个成因模式。该模式认为,煌斑岩是深部地幔富金源体金的搬运者。来自地核或深部地幔的富金交代流体产生金和大半径亲石离子的富集地幔源,这种

富集地幔源的部分熔融可生成富金的煌斑岩浆。经过地壳拉张作用,煌斑岩浆或与地壳物质相互作用生成花岗岩—斑岩岩浆、或把金释放到变质—热液系统中。这一模式的核心在于煌斑岩浆为金的成矿提供了金源。下文把该模式简称为 R—G 模式。国内一些地学工作者(罗天明,1991;檀国平,1990;孙林和马学欣,1991)也持有同样的观点。

至此,中基性脉岩与金矿床成因的关系问题似乎已经解决。然而,笔者在成都理工学院和中国科学院地球化学研究所工作期间,曾四进秦岭,对小秦岭十多个金矿床进行了详细的野外考察。野外和室内研究结果表明,小秦岭地区的金矿床(还包括有其它矿种,如 Ag、Mo、U、Cu、Pb、Zn 等)与中基性岩脉具有共生或伴生关系。它们之间的内在联系难以用 R—G 模式的“煌斑岩浆提供金源”的成因观点来解释。例如,华南花岗岩型铀矿区大都出现有煌斑岩脉等中基性岩脉,经研究,这些中基性脉岩的成因类型与金矿区的中基性脉岩相同,它们都属于大陆拉斑玄武岩—碱性玄武岩系列。但是,在这些铀矿区并没有见到任何金矿床。既然“煌斑岩浆提供金源”,为何这些地区不见金矿化?

另外,金矿区的中基性脉岩也并非 Rock 和 Groves 所认为的富含金。小秦岭地区的问题尤其突出。小秦岭金矿区的中基性脉岩有两大类。一类为辉绿岩脉类,其中包括有辉绿岩、辉绿玢岩和闪长玢岩等。另一类为煌斑岩脉类,其中包括有云斜煌斑岩和闪斜煌斑岩等。尽管这些中基性脉岩都与金矿床有密切的时间和空间关系,但是两种不同的脉岩类与金矿床的关系既有共同之处也有差异性。其共同点在于二者的金含量均很低(辉绿岩平均金含量为 2.03 ppb,煌斑岩平均金含量为 1.10 ppb);其差异性在于辉绿岩形成于成矿前阶段而煌斑岩形成于成矿后阶段或成矿阶段晚期。辉绿岩与煌斑岩在岩石地球化学性质和岩石成因上有什么异同之处?它们两者对金矿成矿的贡献相同吗?前人没有回答这一问题,更重要的是,既然中基性脉岩的金含量均很低,而且煌斑岩的形成时间又较晚,那么“煌斑岩浆携带了地幔的金”的成因观点(Rock 和 Groves, 1988)至少在小秦岭地区就很不适用了。另外,为什么有的中基性脉岩与金矿有关、有的中基性脉岩与铀矿和铅锌矿有关、而有的中基性脉岩发育地区又没有什么矿?这些问题都是 R—G 模式所未涉及的内容。

由上所述,小秦岭地区中基性脉岩与金矿床成因的关系比较复杂,不能简单的用 Rock 和 Groves 的“煌斑岩浆携带了地幔的金”的观点来解释其成因。因此,笔者根据在中国科学院地球化学研究所作博士后研究期间和在成都理工学院的科研工作期间得到的科研成果,以中基性脉岩提供矿化剂为主线,对中基性脉岩与金矿成因关系问题展开了系统全面地研究。本文认为,金矿在地壳浅部成矿,成矿时代又较新,成矿区构造裂隙十分发育,在与地表连通的浅部构造体系中,充满着循环的大气降水,成矿作用的水是不缺的。成矿期间一般都有大规模岩浆侵入活动。小秦岭金矿大都分布在近花岗岩体几公里处的浅变质岩系地层中,成矿作用所需的热能也是不缺的。有了水源和热源,构成一个热液体系自然不成问题。太华群地层经多次变质作用和混合岩化作用,金经过多次改造、再迁移和再富集,可转移到浅变质岩系地层中形成金的矿源层。因此成矿的金源、水源和热源条件都容易具备。万事俱备,只欠东风——矿化剂。燕山晚期的区域性地壳拉张活动导致了地球深部的气体上升,这正好为贫矿化剂热液体系提供了添加矿化剂的条件。所以,本文以区域性地壳拉张→地幔去气(伴随有中基性脉岩上侵)→矿化剂进入热液体系这一思路为主线,在详细研究工作的基础上提出一个与 R—G 模式大不相同的新的成因模式,以丰富金矿床成因理论,并指导金矿的找矿勘探工作。新的成因模式认为,中基性脉岩对金矿的贡献并不在于“提供金”而在于给热液体系提供金的矿化剂,这种贡献只

能在区域性地壳拉张构造环境下才可以实现。辉绿岩和煌斑岩在金的成矿过程中扮演了不同的角色。辉绿岩是区域性地壳拉张的标志、也是地球深部矿化剂进入地壳浅部热液体系的标志；而煌斑岩则是地壳拉张作用和金成矿作用的尾声标志。因此，与金矿有真正的内在联系的中基性岩脉不是煌斑岩而是辉绿岩。这种认识才符合真实地质情况。

本文研究经费来自中国科学院矿床地球化学开放研究实验室和全国博士后管理委员会。陈殿凯、高荣德、何明友、肖庆廉、王强、张成江、刘埃萍、王德荫、刘春富、贾忆、王力、李德海、郭光进、李庆堂、路丹萍和唐建武等同志参加了部分野外地质工作或提供了工作帮助。地质矿产部陕西地质六队、地质矿产部河南地质调查一大队、地质矿产部十三大队、中国核工业总公司西北有色金属地质勘察局以及所属的有关地质队、中国有色总公司西北地质局以及有关的地质队、成都理工学院、中国科学院地球化学研究所、陕西省蓝田县湘子岔金矿和国营文峪金矿等单位提供了大量的帮助。尤其是中国科学院地球化学研究所博士后流动站、所科技处、中国科学院矿床地球化学开放研究实验室等部门给予了大力支持。值得强调的是：(1)整个科研课题是在涂光炽院士、金景福教授和李朝阳研究员的指导下完成的，尤其是李朝阳研究员给予了具体、精心和细致的指导；(2)本专著由中国科学院矿床地球化学开放研究实验室科研基金和国家博士后科研基金资助的两个课题的研究成果组成，作者独立完成了两个课题全部研究工作并执笔编写了全文；此外，张诚参加了其中中国科学院矿床地球化学开放研究实验室科研基金课题的申请工作，并参加了矿物包裹体和岩浆包裹体测试工作和提出了许多有益的建议；(3)胡瑞忠研究员对本课题研究工作提供了热情的帮助，对一些主要的研究内容提出了宝贵意见；(4)欧阳自远院士、高振敏研究员、彭汝明处长、王兴理副处长、王中刚研究员、杨科佑研究员、裘愉卓研究员、马开照副主任和黄润秋教授等给予了热情帮助；(5)中国科学院矿床地球化学开放研究室还资助了本专著部分出版经费；(6)李朝阳研究员、高振敏研究员和胡瑞忠研究员审阅了论文初稿；(7)国务院学位委员会原子能科学学科评审组成员、成都理工学院学术委员会主任金景福教授审阅了论文修改稿并为本专著作序；(8)伍祥丽同志负责清绘了插图；(9)唐建武同志负责专著的排版工作。此专著的出版，与上述各方面的支持是分不开的，借此机会一并致谢。

此外，论著中用到大量的基础地质数据、基础地质图件和基础地质资料，一部分来自本科研过程中的野外地质调查和分析实验结果的第一手资料；一部分引自小秦岭地区找金地质单位的有关文献(地质矿产部陕西第六地质队、陕西第十三地质队和河南地质调查一大队；西北有色金属地质勘察局七一二地质队和七一三地质队；核工业部二〇三研究所等单位的地质勘查报告或地质资料)。在论文研究过程中主要参阅和引用了下列内部资料：河南省灵宝县金渠沟矿区金矿勘探地质设计书(河南地矿厅地调一大队，1990)；小秦岭金矿地质条件与富集规律的研究(河南地矿厅地调一大队和成都地质学院二系，1984)；小秦岭含钼花岗岩中的金矿特征及找矿方向(金景福等，1992，地质矿产部科研成果报告)；陕西省临潼县骊山冷水沟金矿区Q909号矿脉勘探报告(陕西省地矿局第六地质队，1991)；陕西省潼关县桐峪金矿区Q8号矿脉西段详细勘探地质报告(陕西省地矿局第六地质队，1986)；秦巴地区金矿地质特征、富集规律及远景评价报告(陕西省地矿局，1989)；矿床学新进展(中国科学院矿床地球化学开放研究实验室年报，涂光炽，1991)；陕西省北秦岭地区花岗岩的基本特征及铀成矿远景分析(核工业部西北地勘局二〇三研究所，1982)；陕西省北秦岭地区铀矿化基本特征及矿化控制因素探讨(核工业部西北地勘局二〇三研究所，1982)；洛源县银金矿控矿因素的初步探讨(西北有色金

属七一三地质队,1990.12);陕西省丹凤县皇台铁铜矿床补充勘探总结报告(西北有色金属七一一三地质队,1977.11);陕西省秦岭东段成矿区划报告(西北有色金属七一二地质队,1982.12);陕西省商洛东部蟒岭地区成矿预测报告(西北有色金属七一三地质队地质科综合组,1978.12);陕西省洛南县黄龙铅矿区详细普查地质报告(陕西省地矿局第十三地质队,1987.13);中国北西部地区金矿床实例第一册(核工业部西北地勘局科技处铀矿地质情报网西北分网,1990.3)等内部资料。这些基础地质资料,尤其是野外地质普查和勘探资料,凝结了小秦岭地区找金地质工作者的心血。没有小秦岭地区找金地质勘探工作者的默默无闻的奉献,就不可能有本论著中翔实丰富和客观可靠的基础地质资料。借本专著出版的机会向无私奉献在小秦岭地质勘探第一线的找金人致以崇高的敬意!

作者

1994.10

上篇 小秦岭的金矿床

第一章 地质背景

小秦岭地区具有悠久的开采金矿历史。据《山海经·五藏山经》一书记载,在先秦时期(公元前 207 年)在华阴华山开采过砂金。明代(公元 1368—1644 年)在潼关有开采脉金的记载,现今还残留有许多采金遗址(采洞或冶炼金的遗址)。解放后,河南省地质局的地质勘探队伍首先在小秦岭地区发现了含金石英脉型金矿。受其启发,陕西省地质局的地勘队伍 1965 年开始在潼关一带寻找石英脉型金矿,历时多年,评价了数十条石英脉,找到了大量的含金石英脉型金矿。之后,冶金部、有色金属总公司、武警黄金部队等部门的地质勘探和矿山开采队伍也相继进入小秦岭地区。近些年来,地质工作者在该区金矿找矿工作又有了新的突破,发现了构造蚀变岩金矿床新类型。迄今为止,累计已找到了大、中、小型金矿床几十个,获地质储量几百吨。在河南灵宝、陕西潼关相继建立了大量的金矿矿山,如国营文峪金矿、国营秦岭金矿等。除国营金矿以外,当地的市、县和乡村还建立有大量的地方金矿山。该区已成为我国最重要的黄金生产基地之一。下面就前人工作成果,归纳一下该区区域构造背景、区域地层、褶皱构造和断裂构造、岩浆活动、变质活动、区域矿产等几个方面的内容。小秦岭金矿区构造岩浆活动非常强烈,除金矿外还伴随有大量的铅、锌、铜、钼等其它矿产的产出,因此本项研究的主要对象是金矿,同时也兼顾其它一些金属矿产。

第一节 区域构造背景

小秦岭地区在大地构造位置上位于华北地台南缘,属华北地台与祁连北秦岭褶皱系接壤部位。小秦岭金矿区主要的金矿床大都位于华北地台南缘的太华古隆起带上。小秦岭地区的范围有广义和狭义之分。狭义的小秦岭地区主要指渭河以南、洛南以北、蓝田以东至滑山及熊耳山地区;广义的小秦岭地区泛指豫西—陕东南地区,其北界为山前断裂(F_1),南界为铁炉子深大断裂(F_6)。本文所指的小秦岭地区为广义的概念,在讨论一些重大地质问题时还涉及到南面和北面的邻区,北面涉及渭河地堑,南面涉及到商丹深大断裂附近地区(图 1—1)。在大地构造位置上,小秦岭地区具有特殊的地质意义,它处于稳定地台的边缘,横跨了华北地台和祁连—北秦岭褶皱带两个大的不同构造单元。华北地台是我国基底岩系出露最广的地区,也是世界上超过 3Ga 古老岩系的为数不多的出露区之一。华北地台南缘的基底岩石年代稍晚一些,但也达到了 2.5~2.6Ga。祁连—北秦岭褶皱带的造山活动在我国大地构造演化史上也非常著名,横贯东西、气势庞大的秦岭山系就是这一褶皱造山运动的产物。

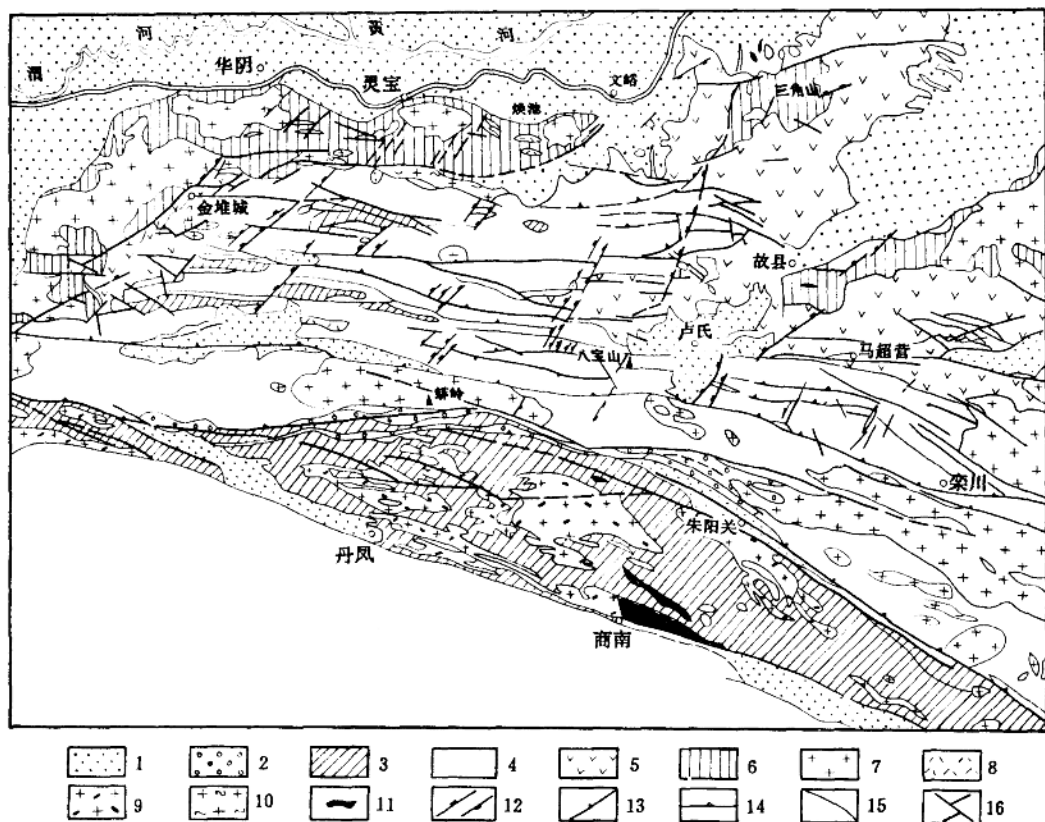


图 1-1 豫西—陕南地区地质构造图(据王定国等,1989)

1—新生代盆地;2—中生代盆地;3—古生代海相地层;4—晚元古代海相地层;5—中元古代火山岩系;
6—太古代变质岩系;7—燕山期花岗岩;8—正长岩系;9—加里东至海西期花岗岩类;10—太古代至
元古代花岗岩类;11—基性、超基性岩类;12—新华夏系主干断裂和挤压带;13—新华夏系弧形断裂;
14—东西向断裂;15—北西向弧形断裂;16—配套断裂和次要断裂

小秦岭地区主要金矿床都位于大夫峪—太要深大断裂(F_1 , 俗称山前断裂)和崇疑镇—唐家沟—朱家沟断裂(F_2 , 俗称巡马道断裂)之间的近东西向展布的太古代变质岩系隆起地带。山前断裂(F_1)以北是新生代渭河地堑系,巡马道断裂(F_2)以南主要出现一套元古代海相沉积岩地层和火山岩系地层。山前断裂向北倾,巡马道断裂向南倾,它们之间的太华群变质岩系构成了一个近东西向地垒,即太华隆起带。在太华隆起带南部,还有两条近东西向深大断裂,一是铁炉子—黑沟深大断裂(F_6 , 俗称铁炉子断裂);另一条是商南—丹凤深大断裂(F_7 , 俗称商丹断裂)。在各深大断裂之间主要发育有北东向和北北东向断裂构造,其次有北西向断裂构造。南部地区还出现有长轴近东西向延伸的中新生代陷陷盆地。在巡马道断裂(F_2)和铁炉子断裂(F_6)之间,近年来也发现有不少的构造蚀变岩型金矿床或金矿点,但该带以钼矿为主,兼有铀、铯、铅、锌等矿产。铁炉子断裂(F_6)与商丹断裂(F_7)之间,目前发现的金矿床或金矿点还不多,主要发现有铅、锌、锑等矿产。

第二节 区域地层

小秦岭地区出露的地层以太古界为主,其次有元古界、下古生界和中生界地层。此外,还有少许第三系和第四系地层。

一、太古界

太古界太华群深变质岩系是小秦岭金矿床的主要围岩。太华群是华北古陆核的重要组成部分,小秦岭及熊耳山地区的绝大多数金矿床都产于太华群地层中。本区太华群(Arh)地层总厚度近万米,主要由黑云母斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、混合岩、混合花岗岩、斜长角闪岩以及部分石英岩、大理岩和磁铁石英岩等岩石组成。总体来看,是一套经受变质的海相中基性火山岩和沉积岩。用 Rb—Sr 同位素等时线方法测得太华群(Arh)的变质岩系的变质年龄为 2261.9 ± 113.9 Ma(林宝钦等,1989)和 2549 ± 169 Ma(西北冶金地质研究所),磷灰石的 U—Pb 年龄为 2301~2411 Ma(陕西省地质矿产局第六地质队,1979)。

太华群的变质程度各地不一,以角闪岩相为主,部分地段出现麻粒岩相。此外还见有退变质现象(绿片岩相)。

太华群地层自下而上可划分为焕池峪组(Arh)、阎家峪组(Arl)、观英堂组(Arg)和抢马峪组(Arq)。

焕池峪组(Arh)、观英堂组(Arg)和抢马峪组(Arq)主要由石英岩、变粒岩、斜长片麻岩和大理岩等组成,其原岩主要为沉积岩类(王定国等,1989)。阎家峪组(Arl)主要由斜长角闪(片麻)岩类和混合岩类组成,其原岩为拉斑玄武岩和 TTG 杂岩体(林宝钦等,1989)。

在小秦岭金矿田,太华群变质岩系地层的分布及主要岩性如下:

焕池峪组(Arh):分布于五里村—安家窑一带,厚度大于 500m。主要岩性为大理岩、金云透辉大理岩、透闪透辉大理岩、条带混合岩,夹黑云斜长片麻岩、黑云斜长角闪片麻岩、薄层石英岩等。顶部的标志层为大理岩。本层中发现有金、蛭石、磷灰石、石墨、铁、刚玉等矿产。

阎家峪组(Arl):分布于焕池峪组外围及中部老鸭岔背斜的核部,厚度 1700m。岩性以黑云条带混合岩、黑云角闪条带混合岩、黑云均质混合岩、混合花岗岩为主,夹有斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩等。顶部夹有石榴矽线黑云斜长片麻岩和薄层石英岩透镜体。地层与金有关。

观英堂组(Arg):分布于老鸭岔背斜及七树坪向斜两翼,厚度 600m。岩性以石英岩为主,夹有黑云斜长片麻岩和含石墨、石榴石、矽线石黑云斜长片麻岩及条带混合岩,有时可见大理石透镜体。地层与金、石墨、水晶等矿产有关。

抢马峪组(Arq):分布于老鸭岔背斜的两翼、七树坪向斜核部及娘娘山花岗岩体周围,厚度大于 1000m。岩性以斜长角闪片麻岩、黑云斜长角闪片麻岩、黑云条带混合岩、黑云角闪条带混合岩、黑云片岩。其中磁铁石英岩夹层发育。地层与金、铁矿产有关。

太华群主要岩石类型的化学成分列于表 1-1。与混合岩相比,角闪岩和片麻岩的 SiO_2 含量相对较低,而 Fe_2O_3 、FeO、MgO、CaO 含量相对较高。片麻岩类和角闪岩类岩石的 SiO_2 、 Fe_2O_3 、FeO、MgO 和 CaO 含量分别为 50.11%~61.36%、2.54%~5.39%、3.79%~8.22%、3.20%~7.20%和 4.15%~8.60%;而混合岩类岩石的 SiO_2 为 70.37%~82.68%,比片麻岩和角闪岩类岩石的 SiO_2 含量高出 29.01%~32.57%。混合岩类岩石的 Fe_2O_3 含量为 0.31%~1.73%,FeO 含量为 0.87%~2.01%,MgO 含量为 0.39%~1.71%,CaO 含量为 0.19%~

2.09%,比角闪岩和片麻岩类岩石的 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 和 CaO 的含量分别低 0.81%~5.08%、1.78%~7.35%、1.49%~6.81%和 2.06%~8.41%。由此可见,混合岩化过程是一个加硅、去铁、去镁和去钙的地质作用过程。也就是说,混合岩化相对增加了岩石的酸性程度,或者说减弱了岩石的基性程度。

表 1-1 太华群主要岩石类型的化学成分(wt %)

序号	岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	Total
1	黑云斜长片麻岩	61.36	0.63	15.17	2.54	3.79	0.10	3.20	4.15	3.84	3.09	0.36	98.23
2	角闪斜长片麻岩	56.24	0.98	14.55	3.63	6.17	0.17	4.27	6.53	3.34	2.35	0.28	98.51
3	斜长角闪岩	50.11	1.60	12.79	5.39	8.22	0.21	5.49	8.60	2.75	1.67	0.37	97.20
4	混合岩化片麻岩	69.79	0.35	13.88	1.73	2.01	0.05	1.71	1.70	3.48	3.57	0.18	98.45
5	混合岩	70.37	0.39	13.91	1.18	1.95	0.05	1.04	2.09	3.64	3.78	0.18	98.58
6	混合岩化片麻岩	72.08	0.25	13.92	1.39	0.96	0.05	0.39	1.27	2.92	5.25	0.08	98.56
7	石英岩	87.12	0.08	5.59	0.45	0.95	0.04	0.46	0.95	1.55	1.99	0.05	99.23
8	浅粒岩	69.47	0.32	14.71	1.85	1.30	0.04	1.04	2.28	3.92	3.37	0.26	98.56
9	变粒岩	66.43	0.50	15.08	2.52	1.92	0.05	1.34	3.28	3.59	3.27	0.19	97.16
10	透闪透辉大理岩	43.17	0.15	6.81	0.68	1.41	0.09	9.60	25.24	2.16	0.54	0.16	90.01
11	磁铁石英岩	44.29	——	1.34	36.29	13.85	0.07	1.51	1.71	——	0.16	0.12	99.34
12	斜长角闪片麻岩	50.95	0.31	23.28	2.58	6.31	0.18	7.20	4.74	2.38	1.11	0.36	99.50
13	混合岩	82.68	0.20	10.28	0.31	1.05	0.04	1.21	0.19	2.50	0.90	0.18	99.54
14	混合岩化花岗岩	74.90	0.21	16.76	0.32	0.87	0.04	1.11	0.37	2.47	1.31	0.18	98.74

注: 1~11— 陕西地质六大队数据; 12~14— 本文数据。

二、元古界

元古界在区内广泛分布,出露的地层主要有下元古界铁铜沟组、中元古界熊耳群、宽坪群以及高山河组等。

1. 下元古界

下元古界铁铜沟组主要分布于小秦岭西南部灞源一带。其岩性主要为含白云母石英岩、白云母石英片岩等。底部见有一层含砾石英岩。与下伏太华群浅变质岩系呈角度不整合接触。

2. 中元古界

本区中元古界有熊耳群、宽坪群以及高山河组等地层出露。

(1) 中元古界熊耳群

中元古界熊耳群总体上沿华北地台南缘呈近东西向带状分布,出露面积约 5000 km^2 ,最大厚度 8000 余米。研究区域内,主要分布于小秦岭西南部灞源一带及豫西熊耳山地区。其岩性为一套经受轻微变质的陆相中基性—中酸性火山岩,夹少量沉积岩。按其岩性组合及喷发旋回,中元古界熊耳群可分为上、中、下三部分。熊耳群上部和下部分以中基性火山岩为主;熊耳群中部以中酸性火山岩为主。灞源地区出露一套中元古界熊耳群上部的地层,其岩性为一套浅变质的细碧角斑岩系。岩性主要有细碧岩、石英角斑岩,其次有流纹岩和粗面岩。中、下熊耳群主要见于豫西地区,其岩石类型有玄武—安山岩、安山玢岩、英安岩及流纹岩等。在偏基性的玄武—安山岩、安山—玄武岩及细碧岩中常见有气孔状、杏仁状构造。中元古界熊耳群火山岩在化