

马超营断裂带构造特征 及金矿成矿研究

燕建设 庞振山 岳铮生 张宗恒 等著



黄河水利出版社

马超营断裂带 构造特征及金矿成矿研究

燕建设 庞振山 岳铮生 张宗恒 等著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书以现代构造和成矿理论为指导,深入研究了马超营断裂带的形态学、运动学和动力学特征,阐明了马超营断裂带的形成环境及发展演化过程,建立了马超营断裂带的构造成矿模式和找矿模型。对区内不同类型金矿床的硫、铅、氢、氧同位素特征,成矿流体包裹体及金在热液中的活化迁移状态等方面均作了系统研究和探讨。

本书可供从事构造地质学、金矿勘查和研究的科研、生产人员,以及有关大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

马超营断裂带构造特征及金矿成矿研究 / 燕建设等著.
郑州:黄河水利出版社,2005.7
ISBN 7-80621-927-7

I.马… II.燕… III.断裂带-金矿床-控矿构造-研究-河南省 IV.P618.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 063133 号

策划组稿:王路平 ☎ 0371-66022212 E-mail: wlp@yrcp.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail: yrcp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1 / 16

印张:9.5

字数:250 千字

印数:1—1 500

版次:2005 年 7 月第 1 版

印次:2005 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-927-7 / P · 41

定价:18.00 元

前 言

马超营断裂带位于华北陆块南部边缘活动带,为一条区域性深大断裂。它具有复杂的地质构造特征和漫长的发展演化历史,对该区沉积建造、岩浆活动、构造发展演化具有显著的控制作用。详细研究马超营断裂带,对查明华北陆块南缘乃至毗邻的秦岭造山带的岩浆作用、构造体制及大陆岩石圈演化间的相互关系有重要的理论意义。马超营断裂带及其南、北两侧发育有众多的金、铅、锌、银和钼矿床等,其分布受马超营断裂带及其派生断裂的控制,是豫西地区最重要的控矿断裂之一。因此,加强马超营断裂带及其与成矿关系的研究,对指导该区优势矿产资源的勘查开发具有较大的现实意义。

1990年,河南省地质矿产厅第一地质调查队承担了河南省地质矿产厅重点科研项目《熊耳山南缘马超营断裂带构造特征、成矿条件研究及金矿成矿预测》的研究任务。工作范围西起河南省卢氏县三门,东至嵩县嗣堂,东西长75 km,南北宽3~5 km,总面积约300 km²。研究内容包括:马超营断裂带韧性剪切变形变质特征,构造活动演化机制,控岩控矿特征,断裂带与含矿流体的活化、迁移、沉淀、富集的关系,并采用地质、物探、化探、遥感等综合手段,研究区内金的地球化学特征,探讨金矿成矿规律,预测区内金矿成矿潜力和找矿前景。

1990~1992年,笔者运用现代地学理论和技术方法,对马超营断裂带的构造特征、构造演化模式,成矿条件,主要金矿床类型及特征,成矿的地球物理、地球化学,同位素地质、物理化学条件及矿床成因等进行了深入研究,在此基础上通过系列编图总结出成矿模式及找矿标志,开展了金矿成矿预测,指出了找矿方向。该项目取得了理论研究上的重要进展和找矿方面的较大突破,具有显著的社会效益和经济效益。研究报告于1994年在洛阳通过了由河南省地质矿产厅组织的专家评审验收,被评为优秀报告。

本书是在该项目科研报告的基础上,增补近年综合研究所获得的新进展和新资料撰写而成。前言、第一章、第二章由庞振山、燕建设执笔;第三章由燕建设、杨建朝执笔;第四章由庞振山、燕建设执笔;第五章由岳铮生、郭水和执笔;第六章由张宗恒、岳铮生、王铭生执笔;第七章由庞振山、郭水和、王铭生执笔;第八章由燕建设、杨建朝、郭水和执笔。全书统稿工作由庞振山、燕建设完成。

项目技术顾问梁文艺教授、张维吉研究员,瞿伦全、郭抗衡高级工程师在学术思想和技术路线等方面给予了全面指导。中科院地质所研究员赵瑞、谢奕汉对硫、氢、氧同位素及包体样品进行了化验和测试,同时对本区金矿成矿物理化学条件进行了专项研究并提出了许多建设性意见。本书插图、文字输入和排版由智改鸽完成。在此谨对上述单位和专家等表示衷心感谢。

作者

2005年3月

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 马超营断裂带研究的目的任务	(1)
第二节 马超营断裂带研究简史	(1)
第三节 工作简况及取得的主要地质成果	(4)
第二章 区域地质背景及矿产	(6)
第一节 地 层	(6)
第二节 区域构造	(8)
第三节 岩浆活动	(9)
第四节 区域地球物理特征	(11)
第五节 区域地球化学特征	(12)
第六节 遥感地质特征	(13)
第七节 区域矿产分布及成矿规律	(13)
第三章 马超营断裂带构造特征	(16)
第一节 马超营断裂带构造特征	(16)
第二节 马超营顺层韧性剪切带及其研究	(27)
第三节 构造岩类型及其特征	(33)
第四节 马超营断裂带的运动学、动力学特征	(37)
第五节 马超营断裂带地球物理特征	(42)
第六节 熊耳山南缘地壳及马超营断裂带的形成、发展与演化	(44)
第四章 主要金矿类型及特征	(51)
第一节 构造蚀变岩型金矿床地质特征	(51)
第二节 含金石英脉型金矿床地质特征	(63)
第三节 爆破角砾岩型金矿床地质特征	(65)
第五章 成矿地球化学条件	(70)
第一节 区域地球化学特征	(70)
第二节 断裂构造及矿化、蚀变地球化学特征	(80)
第三节 矿床地球化学特征	(88)
第四节 地球化学找矿标志及地质-地球化学找矿模式	(103)
第六章 成矿条件研究	(104)
第一节 地层与成矿的关系	(104)
第二节 断裂构造与成矿的关系	(105)
第三节 岩(脉)体与成矿的关系	(116)
第四节 地球物理、金矿遥感地质找矿信息	(116)
第五节 围岩蚀变与金、铅、银矿化的关系	(120)

第七章 稳定同位素及成矿物理化学条件	(122)
第一节 硫同位素	(122)
第二节 铅同位素	(126)
第三节 金矿成矿流体包体及氢、氧同位素研究	(131)
第八章 矿床成因及成矿模式	(136)
第一节 矿床成因	(136)
第二节 成矿机理及成矿模式	(139)
参考文献	(142)

第一章 绪 论

马超营断裂带位于华北陆块南缘,是熊耳山南坡最大的北西西—近东西向区域性大断裂,为潘河—卢氏—马超营断裂带的东段,东起潭头盆地以东,可能与伏牛山北缘断裂带相接,向西经狮子庙、马超营,在卢氏与潘河—卢氏断裂带相连,长 50 km,走向 $270^{\circ} \sim 300^{\circ}$,倾向北,倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。据地球物理资料,断裂带在物探剖面居里面上显示的深度为 34~37 km,下切深度达 10 km,为一条区域性深大断裂。它具有复杂的地质构造特征及漫长的发展演化历史,对该区沉积建造、岩浆活动、构造发展具有明显的控制作用。因而,它对研究华北陆块南缘及秦岭造山带的构造演化具有重要的理论意义。近期找矿实践表明,马超营断裂带控制了多种矿产的成矿与分布。断裂带内矿产以金、银、铅、钼为主,断裂带以南为钼、钨矿聚集带,以北为金矿密集区,这一矿种分布格局明显受马超营断裂带制约。因而,为推动熊耳山区金矿勘查工作的发展,对马超营断裂带开展专题研究具有重要的现实意义。

第一节 马超营断裂带研究的目的任务

本研究的目的是:通过对马超营断裂带韧性剪切变形变质,构造活动演化机制与含金流体的活化、迁移、沉淀、富集关系的研究,采用地质、地球物理、地球化学等综合手段,研究和探讨区内金矿成矿规律及地球化学特征,预测区内金矿成矿前景。

重点研究区的范围(见图 1-1):西起卢氏县三门,东至嵩县嗣堂,东西长 75 km,南北宽 3~5 km,总面积约 300 km²。地理坐标为东经 $111^{\circ}15' \sim 112^{\circ}03'45''$;北纬 $33^{\circ}53'17'' \sim 34^{\circ}04'08''$ 。同时,为了获取更多的找矿信息,在重点研究区的基础上,适当扩大了研究范围,作为一般研究区开展工作。

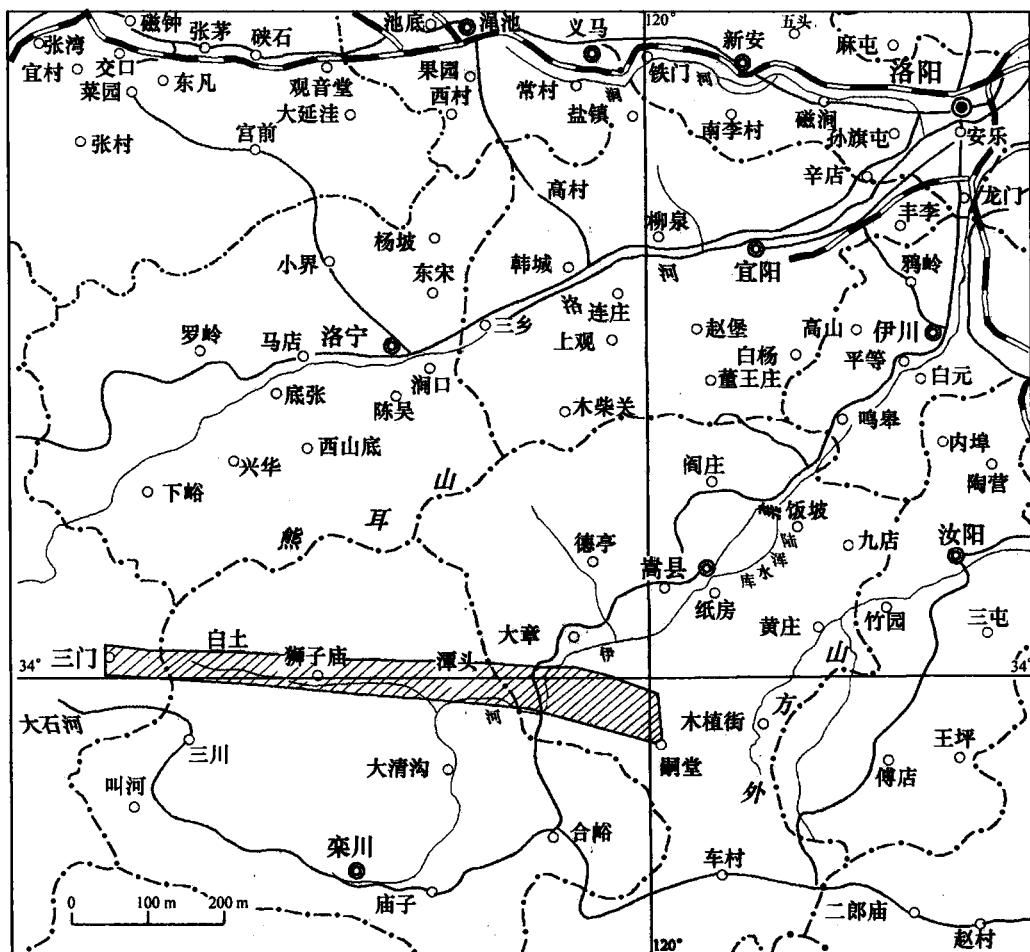
第二节 马超营断裂带研究简史

新中国成立以来,国内众多生产、科研单位对马超营断裂带开展了大量基础地质调查和专题研究工作。

一、区域地质调查

1956~1958 年,原地质矿产部秦岭区域地质测量大队及河南省区域地质调查队完成了 1:20 万洛宁幅、栾川幅、鲁山幅区域地质调查,同时配合重砂、金属量测量等手段,圈定了栾川—三川铜、铅、锌、钼、钨等多元素组合异常区,并发现了上房、南泥湖钼矿床及一些多金属矿(化)点。1965 年正式出版了地质图、地质矿产图及说明书,首次形成了一套系统、完整的区域地质资料,有效地指导了该区地质矿产的调查与研究。

河南省地质局地质三队及河南省地矿局第一地质调查队于 1973~1976 年对栾川南部地区,1977~1978 年对嵩县西北部地区,1978~1980 年对洛宁南部地区,1982~1986 年对栾川北部地区,1987~1989 年对嵩县、大章两图幅和木植街、合峪两图幅的北半幅,先后完成了 1:5 万区域地质调查,极大地提高了区域地质矿产研究程度,积累了丰富的地质资料。



图例

铁路	公路	河流	市
县	乡	县界	研究范围

图 1-1 马超营断裂带研究区交通位置图

二、物化探工作

1958~1960年,地质矿产部902、903、905航磁队分别在该区进行了1:20万、1:10万、1:5万航磁测量,圈出了13处航磁异常区。

1966~1967年,地质矿产部332队、333队,河南省地质局豫01队、豫02队、地质三队,陕西第二物探队等单位,曾先后对区内航磁异常区进行过地质检查。

1973年,国家地质总局第三物探大队,在本区铁岭以西、白土—潭头一线以南进行过1:5万水系沉积物测量。

1979~1981年,河南省地矿局第一地质调查队完成了熊耳山南麓1:5万水系沉积物测量,提交了《河南省熊耳山南麓地区水系沉积物测量报告》,圈定了一批金、钼等地球化学异常,从而启动了熊耳山及其周围地区的金矿找矿工作。

1980年,河南省地质局14地质队对包括白土调查区在内的熊耳山南坡地区进行了1:5万

航磁测量。

三、矿产勘查工作

1957~1959年,河南省地质局豫01队,对上房、南泥湖钼矿和骆驼山钨铜矿进行了勘查工作,完成了南泥湖钼矿、包头砦铜钼矿、中鱼库钨铜矿及马圈钼矿等矿区的普查评价工作。

1965~1966年,豫20队在栾川鱼库进行过铁矿普查工作。河南省地质局地质18队在栾川康山一带进行过金矿普查,发现矿化蚀变破碎带100余条,编写有《康山矿区山金普查报告》,并曾对范家洼11号矿脉估算金储量为621 kg。

1967~1969年,豫18队对栾川白土太洞沟进行过铅矿调查评价,完成1:1万地质草测24 km²、1:2 000地质草测2.88 km²,并投入了部分地表揭露工程,提出了需要进一步工作的意见。

1971~1975年,河南省地质局地质三队在大青沟一带开展过1:1万铜矿调查,陕西二物333队配合进行了激电测量和化探工作。

1971~1977年,河南省地质局地质三队对三道庄钼矿、南泥湖钼矿进行了勘探,并提交有相应的勘探报告。

1975年,河南省地质局地质三队对老庙沟 Ym-340 航磁异常进行了地质、物探综合性普查工作,认为该区具有一定的钼、钨找矿前景。

1982年以来,武警黄金部队十四支队在康山地区展开岩金矿普查勘探工作,评价了一处中型规模金矿床,并提交有相应的地质报告。

1983年以来,河南省地矿厅地调一队 in 测区进行化探异常查证及矿产勘查,先后发现并评价了北岭、庙岭、店房、红庄、牛头沟等许多金矿床,并提交有相应的地质勘查报告。

1987年以来,河南省地矿厅地调二队、地调四队、地质三队、区调队、物探队及核工业部308队、省有色金属四队等单位在区内开展了金矿勘查,评价了窑沟、老代庄、范圪瘩、东沟、前河、石家岭等金矿床,并提交了相应的地质勘查报告。

四、科研工作

国内外众多的知名学者在此开展过各种基础地质研究,发表了大量的论文和专著。基础地质专题研究程度较高,通过新理论和新方法的运用,建立了统一的地层、岩石、构造格架,为研究秦岭—大别造山带的构造演化,正确认识成矿地质条件提供了可靠的理论基础。

20世纪80~90年代河南省地矿厅先后编制了第一代、第二代和第三代1:50万《河南省地质图和说明书》及地质志。1987年以来,由河南省地矿厅第一地质调查队编制了豫西地区1:20万地质图,对本区地层、构造、岩浆岩等进行了系统划分,并对地层进行了详细探讨。第一轮“秦巴地质科研规划”以及第一、二轮成矿远景区划,在对本区基础地质及成矿规律认识方面,提出了不少新的成果。1982年,河南省地矿厅地调一队开展了南泥湖钼矿田成矿地质条件及富集规律——关于小岩体、围岩蚀变及其与成矿关系的研究,与武汉地质学院共同开展了栾川县南泥湖钼矿田原生晕模式及成矿机理研究,对钼矿田的地球化学特征及成矿机理进行了翔实的研究。

现已完成的“熊耳山区构造蚀变岩型金矿研究报告”(河南省地质矿产局第一地质调查队,1988);“熊耳群火山岩系金的成矿作用研究报告”(天津地质矿产研究所,1988);“河

南省熊耳山—外方山区遥感物化探配合在栾川群及相邻地层中寻找金矿靶区的研究报告”(河南地质矿产局地质科学研究所、区域地质调查队, 1989); “河南省熊耳山地区区域重力调查报告”(1:20万, 河南省地质矿产厅地球物理探矿队, 1990)。这些科研成果, 均对马超营断裂带作了一些研究和探索。

总览前人成果, 大多属矿产普查性质, 有关马超营断裂带的研究程度尚低, 特别是构造演化、变形变质与金矿成矿关系的研究工作基本未涉及, 这就为本课题研究工作提出了新的要求。

第三节 工作简况及取得的主要地质成果

本次工作于1990年开始野外踏勘、立项, 1991年5月提交总体设计, 于1992年经河南省地质矿产厅组织专家审查批准(审批文豫地字[1992]245号)后实施, 工作简况如下:

(1)全面系统地收集了区内地质、矿产、物化探、科研等资料, 对各类资料包括测试成果进行了综合研究整理、系统登记、分类造册, 建立了矿床(点)等卡片。在此基础上编制了马超营断裂带地质图(1:10万)、地质矿产图(1:5万)、地质构造图(1:5万)。

(2)对全区进行了系统的踏勘、调研, 内容包括重点构造剖面、重点的矿化区带及矿床(点)的研究与解剖, 并系统采集了光薄片、稳定同位素及包体样、岩组样等样品。

(3)为了研究马超营断裂带在构造演化过程中不同时期、不同阶段、不同性质、不同层次的构造活动特点, 重点研究和修测了典型构造剖面4条, 长约20 km。特别是通过对糜棱岩带的追索、圈定和对其运动学、动力学性质的研究发现, 沿马超营断裂带在地质历史中曾发生过规模巨大的“伸展活动”及“逆冲推覆活动”, 这两期构造运动对马超营断裂带的构造定型和金矿成生起了重要作用。

(4)为了研究以金为主及相关元素在断裂带中活化、迁移的规律, 元素组合、富集和分带规律, 研究断裂构造多期活动对矿化热液的作用及不同元素矿化富集的控制意义, 进而研究沿断裂带异常分布规律及异常与矿化的关系, 建立地球化学找矿模式, 为成矿规律的研究和成矿预测提供地球化学依据。开展了面积性原生晕构造地球化学研究, 横穿马超营断裂带, 以2~3 km间距布线, 共完成原生晕构造地球化学采样线22条, 总长度达80余 km, 取样653件, 控制面积达300 km²。共分析14个元素, 即: Au(化学光谱); Ag、Pb、Zn、Cu、Mo、Co、Ni、Mn、Ba、Sr(发射光谱); As、Sb、Bi(原子吸收光谱)。这一工作是马超营断裂带, 也是豫西区域性大断裂构造地球化学研究的首次尝试。

(5)收集和重新整理了部分重点矿区的地球化学资料。主要有: 前河金矿1:5000岩石地球化学测量成果及前河—杨寺沟水系沉积物测量成果, 圈定并编绘了Au、Ag、Pb、Zn、Cu元素地球化学图和综合异常图; 对栾川红庄金矿区(30 km)岩石地球化学测量资料重新进行了整理; 通过数据处理, 提取了若干新的信息, 为该矿区地球化学特征、成矿规律研究及找矿靶区筛选提供了新的依据。

(6)开展了矿点检查和异常查证工作, 新发现金矿(化)点2个; 铜(金)矿(化)点2个; 通过对嵩县银鹿坪Au~Pb异常检查, 发现了多条金、铜矿化蚀变带, 具有进一步工作价值; 检查了嵩县杨寺沟、金古垛Au异常, 发现了新的含金地质体。

(7)通过综合研究, 深入分析控矿条件和成矿规律, 建立了成矿模式。通过综合信息选置法并辅以成矿信息量数理统计法圈定矿体和划分成矿远景区, 编制了1:5万金矿成矿预测

图和综合研究报告(本书未涉及)。

此次研究完成的工作量见表 1-1。

表 1-1 完成的工作量一览表

项目	单位	工作量	分析项目	测试单位
微金样	个	816	Au	河南省第一地质调查队
近似定量样	个	881	As、Sb、Bi	河南省第一地质调查队
光谱半定量样	个	853	Pb、Zn、Cu、Ag、Co、Ni、 Mo、Mn、Ba、Sr	河南省第一地质调查队
化学样	个	11	Au	河南省第一地质调查队
岩石化学样	个	26	SiO ₂ 、CaO、K ₂ O、Na ₂ O	河南省第一地质调查队
单矿物分离	个	8	硫化物、氧化物	河南省第一地质调查队
单矿物微量元素分析样	个	26	Au、Ag、Pb、Zn、Cu、S、 Fe、Cr、Co、Ni、Cd、As、 Sb、Hg、Se	地科院矿床所 宜昌地质矿产研究所 中科院地质所
硫同位素样	个	52	$\delta^{34}\text{S}$	中科院地质所
包体成分分析样	个	16	H ₂ O、CO ₂ 、CH ₄ 、CO、K ⁺ 、 Na ⁺ 、Mg ²⁺ 、F、Cl、SO ₄ ²⁻	中科院地质所
包体均一测温样	个	18	$\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$	中科院地质所
岩组分析样	个	3		西安地质学院
H、O 同位素样	个	8		中科院地质所
定向薄片	块	102		西安地质学院
岩矿薄片	块	79		西安地质学院 河南省第一地质调查队
光片	块	8		河南省第一地质调查队
复查岩矿薄片	块	400		西安地质学院

修测构造地质剖面 4 条,长 26.6 km;

测制构造地质地球化学剖面 51 条,长约 100 km;

检查化探异常 5 个,检查矿点 12 个

第二章 区域地质背景及矿产

研究区位于华北陆块南缘。以马超营断裂带为界,以北为华熊台隆,以南至栾川断裂带为洛南—栾川台缘褶皱带。二者地壳同具明显双层结构,地层、构造、岩浆活动等特征也具有相似性。

第一节 地 层

研究区属华北地层区豫西分区,横跨熊耳山小区和卢氏—确山小区。出露的基底地层有太古宇太华岩群,盖层有中元古界熊耳群、高山河组、官道口群、上元古界栾川群、震旦系陶湾群。在潭头—大章盆地发育第三系,沿沟谷分布有第四系松散堆积物。

一、太古宇太华岩群

该地层沿马超营断裂带两侧断续分布,主要出露在大清沟一带,出露面积约 100 km²。与上覆中元古界熊耳群呈角度不整合或断层接触,在大清沟一带被中元古界官道口群超覆。为一套角闪岩相变质杂岩,主要岩性为斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩、角闪岩及长英质片麻岩、变粒岩等。原岩以中基性火山岩—沉积岩为主,有太古宙 TTG 花岗岩及钙碱性花岗岩侵入,组成太古宙花岗—绿岩带。

二、中元古界熊耳群

该层为一套中基性—中酸性火山熔岩,夹少量火山碎屑岩。在马超营断裂带以北大面积分布,剖面累积厚度约 6 800 m(庞振山等, 2003)。马超营断裂以南,因濒临火山喷发边缘而主要沿断裂分布,且厚度急剧变薄甚至缺失,受构造影响普遍具片理化,变质相可达绿片岩相。根据岩性组合,熊耳群自下而上分为大古石组、许山组、鸡蛋坪组、马家河组和龙脖组。

大古石组:为一套河湖相碎屑堆积,主要岩性为长石石英砂岩、夹安山岩,与下伏太华岩群呈角度不整合接触。区内零星出露,厚度变化大,一般为 0~92 m。

许山组:为一套中基性熔岩,岩性以灰绿色块状、杏仁状大斑安山岩、大斑玄武安山岩为主,与下伏大古石组呈喷发整合接触或与太华岩群为角度不整合接触或断层接触,其上被鸡蛋坪组整合覆盖。在马超营断裂以北厚 2 395~2 900 m,以南厚 1 043~1 634 m。

鸡蛋坪组:为一套中酸性熔岩,岩性主要为流纹斑岩、英安斑岩、石泡流纹岩、灰紫色流纹质火山角砾集块岩,夹安山岩、安山玢岩。马超营断裂以北厚 1 591 m,以南厚 292~386 m。

马家河组:下部以安山岩为主,夹多层凝灰岩和少量长石石英砂岩;上部以粗安岩、粗面岩为主,夹多层凝灰岩、砂岩和大理岩、硅质岩透镜体。马超营断裂以北厚 1 685 m,以南厚 1 230 m。

龙脖组:为一套灰色流纹斑岩,局部相变为英安斑岩,是熊耳晚期侵入—溢流的产物。

研究区熊耳群古火山岩,按照岩浆由基性→酸性的演化趋势,可以划分两个完整的喷发旋回。第一旋回由许山组→鸡蛋坪组组成,岩浆总体由中基性→中酸(酸)性演化。第二旋回

由马家河组→龙脖组组成, 岩浆由中基(基)性→(偏碱性)酸性演化。

熊耳群古火山岩的岩石化学成分与戴里同类岩石平均化学成分对比, 具有富铁、高钾、高铝、低钙特点, 以钙碱性系列岩石为主; 晚期碱钙性岩石大量增加, 并出现钾玄岩, 应属钾质岩系。研究表明, 熊耳群古火山岩为中元古代早期(1 850 ~ 1 700 Ma)华北陆块南部张裂构造环境产出的板内火山岩系, 源自地幔和壳层重熔物质。

三、中元古界高山河组

该层零星分布于南天门断裂以南, 秋扒北核桃园沟一大坪一带发育最全, 厚度最大。据其岩性组合特征分为三段: 下段为灰白色中厚层状石英砂岩夹紫红色云母黏土岩, 底部为薄层砾岩, 厚 44 ~ 83 m; 中段灰绿色辉石粗面斑岩夹蚀变安山岩, 厚度 56 ~ 134 m; 上段为浅肉红色、灰白色石英砂岩和紫红色黏土岩互层, 厚度 32 ~ 78 m。为一套滨浅海相沉积。

四、中元古界官道口群

南天门断裂以南与熊耳群接触, 或整合于高山河组之上; 以北与太华岩群呈角度不整合接触。自下而上分为龙家园组、巡检司组、杜关组、冯家湾组和白术沟组。

龙家园组: 主要岩性为灰白色厚层状白云岩与硅质条纹白云岩互层, 含波状、柱状、丘状叠层石。厚度 1 408.8 m。

巡检司组: 主要岩性为灰-灰白色硅质条带结晶白云岩, 底部为灰色钙质白云石板岩、含磁铁白云石石英板岩、含砾绢云千枚岩。厚度 143 ~ 748.8 m。

杜关组: 上部为杂色泥钙质白云石板岩夹绢云母千枚岩, 下部为灰白色硅质条纹结晶白云岩及钙质千枚岩, 底部为含硅质角砾千枚岩与硅质角砾岩。厚度 91.9 ~ 241 m。

冯家湾组: 主要岩性为浅灰色厚层状白云石大理岩, 灰色厚层状硅质条纹白云石大理岩, 夹硅质条纹(带)白云岩; 顶部为绢云石英白云岩与炭质绢云千枚岩互层。厚度 161 ~ 3 780 m。

白术沟组: 分布于青和堂、大坪及黄背岭一带。为一套含炭质的细碎屑-黏土质沉积岩。下部以炭质千枚岩、绢云石英片岩与长石石英岩互层。中部为厚层状细粒钾长石英岩、钾长变粒岩。上部为黑色板状炭质千枚岩, 夹薄层石英岩和大理岩。厚度 104 ~ 1 011 m。

官道口群主要出露于卢氏-栾川台缘褶皱带, 竹园沟断裂带以北-马超营断裂带之间, 在华熊台隆仅出露少量龙家园组。为滨浅海相陆源碎屑岩-碳酸盐岩建造。上部有少量有机质。白云岩的脆性较强, 且化学性质活泼, 是多金属成矿的有利部位。沿马超营断裂带, 铅、锌、银、金矿富集。

五、上元古界栾川群

出露于洛南-栾川台缘褶皱带, 竹园沟断裂带以南-栾川断裂带之间。根据岩性组合和沉积旋回, 自下而上分为三川组、南泥湖组、煤窑沟组、大红口组和鱼库组等五个组。

三川组: 下部以含石英砂砾的变质砂岩为主, 夹黑色含炭千枚岩; 上部以大理岩为主夹绢云钙质片岩。厚度 321 ~ 471.6 m。

南泥湖组: 岩性为一套浅海相碎屑岩-碳酸盐岩沉积建造。下段为薄层状石英砂岩; 中段以变斑二云片岩为主, 夹炭质千枚岩; 上段主要为不纯的大理岩。厚度 240 ~ 500 m。

煤窑沟组: 岩性为一套潮下一潮间相的陆源碎屑岩-富含生物礁及有机质的镁质碳酸盐岩沉积建造。底部为变质细砂岩、片岩、大理岩互层; 中部以白云石大理岩为主; 下部含丰富的叠层石;

上部以含叠层石白云质大理岩为主,夹片岩和石煤。厚度 441~1100 m。

大红口组:以变质粗面岩为主,夹少量变质火山碎屑岩、火山沉积岩及白云石大理岩。厚度 620~958 m。

鱼库组:岩性以硅质大理岩为主,局部见到由风暴作用形成的角砾状大理岩。厚度 43~605.5 m。

栾川群自下而上组成五个从陆源碎屑岩-碳酸盐岩沉积旋回,代表五次大规模海侵过程。在大红口组岩浆活动期,出现了大规模的火山喷发。白术沟组含磷、钒、钼、铅、锌、银较高;有机质含量亦较高,煤窑沟组发育有石煤层,说明当时为还原沉积环境;可能为一半封闭的海湾。有机质和化学性质活泼的碳酸盐大量分布,且碳酸盐中铅、锌、银含量高于克拉克值,是多金属成矿的有利条件。

六、下第三系

该层主要分布于潭头一大章新生代断陷盆地中,为一套河湖相沉积,出露面积约 130 km²,自下而上分为高峪沟组、大章组。

高峪沟组:为一套紫红色砂岩、粉砂岩夹砂砾岩沉积。厚度 585~703 m。

大章组:主要岩性为灰白、黄绿色砂质灰岩、钙质砂岩、泥灰岩、黏土岩、页岩互层,夹少量劣质油页岩及褐煤,底部为砂砾岩。厚度 430~528 m。

七、第四系

该层主要由砂、砾石、黏土组成,一般厚度数米至数十米。构成现代河床、河漫滩、河成阶地。

第二节 区域构造

以潘河—马超营大断裂为界,以北的华熊台隆熊耳山隆断区,发育近东西向的宽缓褶皱和近东西向、北东向脆韧性断裂;以南的卢氏—栾川台缘皱褶带,发育一系列产状相近、向南逆冲的推覆断层,逆冲断层之间为一系列轴面近东西向、向北陡倾的倒转褶皱。

一、褶皱构造

白土—三里坪向斜:展布于马超营断裂北部华熊台隆南缘的白土—三里坪一带。长约 33 km,南北宽 6~15 km,轴向北西,枢纽具波状起伏。两翼地层倾角 30°~50°。南翼被马超营断裂破坏,保留不完整。向斜核部地层为高山河组和龙家园组。为两翼对称的开阔向斜褶曲。形成于前加里东期,燕山期构造活动叠加。两翼地层中金、铅、锌、银矿化较强。

三门—重渡背斜:位于马超营断裂南侧,北西向延伸,轴线走向 105°,轴面北倾,倾角 53°,两翼产状均向北北东倾斜,倾角 45°~60°,南翼倒转。许山组构成背斜核部,两翼为鸡蛋坪组、马家河组。为一同斜褶曲构造。

大清沟背斜:位于马超营断裂与南天门断裂之间的大清沟一带,长约 40 km。背斜核部为太华岩群杂岩,呈穹状。两翼被断层破坏。

三川—栾川陷褶断带中褶皱:形态复杂,紧密褶曲轴面向北倾,呈歪斜褶曲或倒转褶曲。由于断层破坏,残缺不全;能够确定的褶曲主要有黄背岭—石宝沟背斜、三岔口南—东鱼库

向斜、风脉庙背斜等。

杜关向斜：为一近东西向的宽缓褶皱，其核部为杜关组、冯家湾组，两翼为巡检司组、龙家园组和高山河组。

二、断裂

研究区断裂以近东西向—北西西向为主，北东—北北东向次之，其他方向断裂不发育。

(一)近东西向—北西西向断裂

该断裂带分布广泛，成组成群出现，规模宏伟，活动时间长，具多期活动性质。

潘河—马超营断裂带：为一区域大断裂带。总体走向东西，多北倾，倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。断裂呈带状组合分布，带宽 $3 \sim 5 \text{ km}$ ，有三个均由 $3 \sim 5$ 条大致平行的断裂束组成。控制着华熊台隆和卢氏—栾川台缘褶皱带的差异运动，北侧持续上升隆起，南侧相对沉降，并接受了巨厚的栾川群和陶湾群沉积，形成了平面上地层南新北老的分布格局。断裂活动由中晚元古代一直持续到喜马拉雅期；长时期构造活动和多期热液活动叠加，断裂带蚀变发育，贵金属、多金属矿化强烈。

黑沟—栾川断裂：位于研究区的南部陶湾、栾川县城一带，为华北陆块与秦岭褶皱系的分界线。总体走向 $290^{\circ} \sim 300^{\circ}$ ，倾向北北东，倾角 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，沿走向和倾向均呈舒缓波状；沿走向呈规模巨大的挤压片理化带和构造角砾岩带。断裂带一般宽 $20 \sim 40 \text{ m}$ ，最宽 100 余 m 。带内有不同时期的正长斑岩、花岗斑岩侵入。断裂具多期性活动特点，总体表现为压—张—压扭不同力学性质变化。

(二)北东—北北东向断裂

该组断裂带区内比较发育，成群、成带密集分布，如夜长坪—银家沟断裂带、八宝山—后瑶峪断裂带、石宝沟—庄科断裂带、黄背岭—南泥湖断裂带、芦峪沟—三川—老庙沟断裂带，走向 $20^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，倾向北西或南东，倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，宽数米至百余米不等；均为逆—平移断层，呈压扭性特征。沿断裂热液活动强烈，金属硫化物矿化蚀变较强；主要有金、银、铅、锌、铜等矿化。

第三节 岩浆活动

研究区内岩浆活动频繁，自太古宙、元古代到中生代都有表现，具有多旋回、多期性特征。太古宙岩浆活动表现为中基性—中酸性的火山喷发及 TTG 岩系的侵入。元古代熊耳期表现为中基性的火山喷发，汝阳—兴凯期表现为碱性火山岩的喷发（栾川群大红口组）和基性岩侵入（辉长岩）。加里东期岩浆活动表现为碱性花岗岩岩基（如龙王幢）和碱性脉岩的侵入，燕山期岩浆活动强烈而广泛，形成花岗岩岩基（如合峪岩体）和花岗斑岩体。与研究区的钼、钨、金、银、铜、铅、锌等内生矿产具有密切的成生关系。

一、中元古代熊耳期侵入活动

熊耳期侵入活动在研究区表现较弱，形成诸如蒲池一带的中基性岩脉（墙）群。岩石类型包括辉长岩、辉长—辉绿岩、闪长岩类等。这些岩脉多受北东和东西向断裂控制，沿断裂贯入，一般规模较小，宽数米至数十米，东部蒲池一带的闪长岩脉（体）规模最大，出露宽达数百至 2000 余 m ，延伸长数百米至数千米。据嵩县南部 $1:5$ 万区调成果表明，该期侵入岩岩石化

学特征,与熊耳群安山岩类喷发岩相同,表明它们来源于同一岩浆源。

二、古生代海西期侵入活动

海西期侵入活动在研究区表现为碱性岩浆的侵入,形成区内众多的正长岩脉(体),脉宽数米至数十米,局部可达百余米,延伸长数百米至数千米。岩石类型包括黑云正长(斑)岩、正长(斑)岩、角闪正长岩及霓辉正长岩等。

马超营断裂以南,本类岩脉十分发育,岩脉受近东西向断裂的控制,侵入于官道口群各组地层中;马超营断裂带以北之华熊台隆南缘,正长岩类脉体分布稀疏,不及南部发育,但在邻区(嵩县南部)却形成规模较大的霓辉正长岩体。

岩石化学成分与中国正长岩平均值(黎彤,1962)相比,以富 K_2O 、贫 Na_2O 、低 SiO_2 、贫 CaO 为特征;轻稀土富集,轻重稀土明显分离;岩石的 $(Sr^{87}/Sr^{86})=0.7067$,初始值比较低。属碱性岩石系列(A型花岗岩)。

区内碱性岩侵入于中元古界熊耳群和官道口群之中,而本身又被燕山期花岗岩脉侵入,其 Rb~Sr 等时年龄值为 318 百万年,应属海西期。

三、燕山期合峪岩体

合峪岩体位于栾川合峪—嵩县车村一带,平面呈东西向椭圆形,为三次侵入构成的复式岩基。

含斑等粒黑云母二长花岗岩(γ_5^{3-2a}):具中粗粒花岗结构,块状构造。斑晶主要为正长石、条纹长石,含量 1%~5%。基质主要由条纹长石、斜长石、石英、黑云母组成,并含有微量的磷灰石、榍石、磁铁矿等副矿物。

巨斑状黑云二长花岗岩(γ_5^{3-2b}):环带状分布于 γ_5^{3-2a} 外围,岩石特点与 γ_5^{3-2a} 基本相同,但钾长石斑晶明显增多,含量在 $8 \times 10^{-2} \sim 15 \times 10^{-2}$ 。

聚斑状黑云二长花岗岩(γ_5^{3-2c}):分布在岩体边缘,具杂斑似斑状结构,块状及斑杂状构造。斑晶基本类同于 γ_5^{3-2b} 巨斑岩石,其斑晶在岩石中分布不均匀,呈聚合体出现,含量在 $20 \times 10^{-2} \sim 40 \times 10^{-2}$ 。基质具中粗粒花岗结构,黑云母含量略有增高。副矿物为磁铁矿、磷灰石。 SiO_2 含量 $67.70 \times 10^{-2} \sim 74.70 \times 10^{-2}$,平均 70.50×10^{-2} , Al_2O_3 含量 $12.27 \times 10^{-2} \sim 15.20 \times 10^{-2}$,平均 14.04×10^{-2} , Na_2O+K_2O 含量 $7.90 \times 10^{-2} \sim 9.40 \times 10^{-2}$,平均 8.44×10^{-2} , Na_2O/K_2O 比值 0.58~1.35。按 CIPW 值计算标准矿物,石英(Q) $17.93 \times 10^{-2} \sim 33.93 \times 10^{-2}$,钾长石(Or) $18.93 \times 10^{-2} \sim 29.34 \times 10^{-2}$,斜长石(Ab) $28.43 \times 10^{-2} \sim 46.52 \times 10^{-2}$ 。据前人从岩体标型副矿物特征、岩石地球化学特征、稳定同位素组成、稀土元素组成等方面研究结果,属中深侵位的壳幔质重熔花岗岩类。

四、燕山期中酸性小岩体

主要侵入于栾川台缘褶皱带中,形成黄背岭、石宝沟、南泥湖、火神庙、上房、鱼库、大坪等十余个小岩体。地表出露形态呈椭圆状、不规则状,一般长 0.17~10 km,宽 0.04~0.44 km,面积 0.03~0.4 km²,总体以小岩株、岩筒的形式产出。岩体为复式岩体,由 2~3 次侵入岩组成。岩性为:①中—细粒斑状黑云二长花岗岩(如南泥湖、石宝沟),呈浅肉红—肉红色,似斑状结构,基质具中细粒花岗结构,块状构造,斑晶主要为微纹长石、石英,次为斜长石,基质主要成分与斑晶相同,但斜长石、黑云母含量增加,副矿物磷灰岩、锆石、

褐帘石、白钨矿、独居石、榍石等；②花岗斑岩(如上房、鱼库)，呈肉红色、斑状结构，基质显微花岗结构、霏细结构，块状构造，斑晶为微斜长石、石英、斜长石，含量 $10 \times 10^{-2} \sim 20 \times 10^{-2}$ ，基质主要由钾长石、石英、斜长石组成，副矿物有磷灰石、磁铁矿、榍石、锆石、金红石等。

岩石化学成分总的特点是富硅、富碱、高钾，其 SiO_2 含量为 $71.01 \times 10^{-2} \sim 76.33 \times 10^{-2}$ ， $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 总量为 $8.26 \times 10^{-2} \sim 9.36 \times 10^{-2}$ ， $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ 比值 1.06 ~ 3.75，按 CIPW 值计算的标准矿物：石英(Q) $23.37 \times 10^{-2} \sim 38.25 \times 10^{-2}$ ，钾长石(Or) $27.18 \times 10^{-2} \sim 38.83 \times 10^{-2}$ ，钠长石(Ab)为 $14.81 \times 10^{-2} \sim 36.72 \times 10^{-2}$ 。研究区小岩体中 SiO_2 、 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ 值与中国(黎彤，1964)同类岩石的平均含量相比偏高，前人从岩体地质及岩石化学特征、稳定同位素及其产出地质背景等方面的研究结果认为，其成因类型属壳幔同熔型花岗岩类。

第四节 区域地球物理特征

据豫西地区 1:5 万航磁成果，研究区位于华北陆块南缘波动杂乱磁场区；它反映了华北陆块南部熊耳山—外方山地区和卢氏—栾川台缘褶皱带的火山岩与岩浆活动的状况。卢氏—栾川台缘褶皱带和熊耳山—外方山地区均有三个具不同特征的磁场区。

一、卢氏—栾川台缘褶皱带磁场特征

(一)包头寨—牛心垛平静磁场区

磁场区西起包头寨，东至牛心垛，长约 33 km，宽约 13 km，面积约 400 km²。磁场呈北西向展布，与区域构造线方向一致。磁性变化 $\pm 50 \gamma$ ；多以正值出现，有少数负值。曲线圆滑、规整，基本无跳动；仅在上房—黄背岭—竹沟一带出现低缓正磁场。区内岩性主要为无磁—微磁的沉积变质岩。蚀变岩石和辉长岩磁性变化比较大，一般为微磁—弱磁性，少数因磁铁矿化而具较强磁性。花岗岩一般具弱磁性，但由于接触变质作用，常形成强度不一的局部孤立异常。平静磁场区的平静磁场背景，是区内无磁—微磁沉积变质岩层的反映。区内 6 个局部异常一般强度较低， ΔT 多为 100 ~ 600 γ ，面积较小，主要是与中酸性小岩体有关的砂岩铁矿、热液铁矿、多金属矿化等所引起。

(二)大红口—大倒灰沟升高磁场区

该磁场区位于平静磁场区南部，西起大红沟，东至石灰窑沟，东西长 25 km，南北宽 3 km，面积 45 km²，呈北西西向带状展布。 ΔT 在中部强大，向东、西两端逐渐减小，高峰异常 ΔT 一般为 500 γ ，最高可达 800 γ 。 ΔT 曲线光滑，中间宽缓，边部较陡，北陡南缓。该区地层主要为栾川群大红口组、鱼库组及秋木沟组变质岩系。升高磁场主体异常是正长斑岩、粗面岩磁性的反映。

(三)马超营—重渡正负交变磁场区

该航磁异常，由十余个与区域构造线方向一致的串珠状排列的小异常组成， ΔT 强度 300 ~ 600 γ ，呈双峰状，北西侧伴生负异常，向东南逐渐变宽进入负磁场区；是火山岩区域变质、断裂构造、热液活动的综合反映。

以上三个磁场区，是卢氏—栾川台缘褶皱带东段的主要航磁异常。据异常特征，三川—栾川一带区域背景正磁场都接近 200 γ 。这个共同的区域背景磁场，可能是深部隐伏岩体引起的。越来越多的资料表明，这一带可能存在一个隐伏花岗岩基。