

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

三 岩 石 矿 物 地 球 化 学 第 5 号

豫西卢氏—灵宝地区区域
地球化学研究

张本仁 李泽九 骆庭川 谷晓明
瞿伦全 冯俊杰 晁盈宽 张维探

地 质 出 版 社

内 容 提 要

本专报是对豫西卢氏-灵宝地区区域地球化学研究的成果总结。文中系统论述了区域地层（包括沉积、火山和变质岩系）、中酸性侵入体和已知矿床的地球化学特征和区域基岩地球化学测量的成果。在上述基础上着重探讨了区域上部地壳的元素丰度、沉积岩石圈的化学演化和区域地球化学分区。并以历史地球化学观点对东秦岭北坡区域构造发展史和钼矿带成因作了地球化学分析，探索了评价侵入体含矿性和区域地球化学异常的指标和准则，进行了区域成矿远景的地球化学预测等。本书对发展综合性区域地球化学研究和改善区域地质调查中的地球化学工作具有示范和指导意义。本书可供从事地质学、矿物学、岩石学、矿床学和地球化学等方面研究工作的科研人员、从事区域地质调查和化探的技术人员以及大专院校有关专业师生参考。

中华人民共和国地质矿产部
地质专报
三 岩石矿物地球化学第5号
豫西卢氏-灵宝地区区域地球化学研究
张本仁 李泽九 等著

责任编辑：赵其渊

地质出版社出版
(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：18⁵/₈ 插页：4 页 字数：434,000

1987年7月北京第一版 · 1987年7月北京第一次印刷

印数：1—1,000册 国内定价：5.90元

统一书号：13038·新387

前 言

区域地球化学是关于区域地质发展历史的基础学科之一。通过区域地球化学研究,可以深化区域基础地质问题的认识,提高区域成矿规律的阐述水平,最终有利于区域矿产预测。近年来,大面积的区域岩石地球化学测量在某些国家已有一定的发展,并取得了初步成效。但是,目前在国内外区域地球化学研究尚属薄弱环节(化探区域扫面工作除外),而大面积区域性岩石地球化学测量也很少开展,还缺乏经验。我们这次研究是尝试把区域地球化学研究与区域岩石地球化学测量结合起来,试图能够做到:一方面,以岩石地球化学测量来系统获取测区范围内的成矿信息,并为区域地球化学研究提供系统的区域性基础资料;另一方面,以区域地球化学专题研究来深化对区域地质构造发展和区域成矿规律的认识,从而提高地球化学异常的解释评价水平。同时,这样做也有助于多方面地发挥化探资料的作用。我们认为这种探索性的研究,不仅对于摸索如何开展区域地球化学研究和大面积区域岩石地球化学测量的经验是需要的,而且对于今后发展综合性区域地质研究和在地质研究程度较高地区改进区域地球化学找矿方法也是有意义的。

本次研究区限于河南西部卢氏县和灵宝县属范围。区域地球化学专题研究包括灵宝县小秦岭地区及邻近区域,面积约4000km²。区域岩石地球化学测量(1/5万)区包括灵宝县的南部及卢氏县的大部,面积近2200km²(见图1-1)。

研究区已经进行过1/20万地质测量(秦岭区域地质测量队,1958),1/5万地质普查填图也已在部分地区(杜关地区和五里川地区)完成(河南省地质四队,1977和1980年),并且全区已进行过1/5万水系沉积物测量(地质矿产部第二物探大队,1979年)。在杜关地区还进行过1/5万岩石地球化学测量。研究区内矿产丰富,区域北部分布着小秦岭金矿带,中部为金堆城-栾川以钼为主多金属成矿带的组成部分,而南部则主要有伟晶岩型铌钽矿床及辉锑矿矿床等。其中许多矿床都已经过详细普查和勘探,并相应地做了矿区原生晕工作(原河南省第四地质队)。此外,原河南省第四地质队与中国地质科学院宜昌地质研究所(1973年)还系统对卢氏、灵宝地区地质构造及与钼、铜、铁矿有关的中酸性小侵入体作了较为详细的研究。所有这些工作成果均为我们的探讨提供了较好的基础。

本研究工作开始于1979年(属地质矿产部“六五”计划中的项目)。工作的前两年我们用8个多月的时间进行野外专题资料搜集和系统岩石地球化学测量采样,其余时间集中进行样品分析测试工作;第三年和第四年,除用三个月的时间补充野外资料搜集外,主要开展室内研究工作,并于1982年底完成了研究报告的编写任务。本专报是在原研究报告基础上经修改补充而成的。

本次工作中,在开展区域岩石地球化学测量的同时,还进行了区域地层、花岗岩类、断裂构造及已知矿床等四个方面的地球化学专题研究,并以此为基础进行了区域地球化学特征的分析 and 探讨。

在区域地层专题中,我们对卢氏-灵宝^①地区出露的全部地层按组、段和岩石类型统

^① 为简便起见,以后将卢氏-灵宝地区简称作卢-灵地区。

计了其元素丰度，分析了其地球化学特征，并以此为基础探索了应用地球化学资料解决地层划分和对比、火山岩系列成因和形成的地质构造环境以及变质岩原岩恢复等问题的途径。

对卢-灵地区分布的各时代、各种产状的二十个中酸性岩侵入体开展了较为系统的地球化学研究，这构成了区域花岗岩类地球化学特征专题探讨的基本内容。在综合分析各岩体形成时代、地质产状、岩石化学特征、微量元素丰度、稀土元素组成模式、成岩物理化学条件等的基础上，初步探讨了各类侵入体的成因和岩浆可能来源。同时也对岩体含矿性评价的地球化学标志进行了研究。

通过对选定的几组有代表性的断裂构造的地球化学测量，探讨了不同组向断裂构造的控矿意义。

区域已知矿床地球化学特征专题包括两方面的内容。其一为，应用统一的方法重新整理了区内有代表性矿床的原有岩石地球化学测量资料，总结了各矿床的原生晕特征及探讨了某些评价准则；其二为，在区域矿床所有资料基础上，通过矿床形成温度、硫和铅同位素成分等方面资料的补充及少数矿床的系统地球化学研究（包括高温高压模拟实验和热力学研究），探讨了成矿过程的物理化学条件、成矿和成晕机制，矿床原生分带和原生晕分带的原因，以及矿床成因和成矿物质来源等问题。

在上述专题研究的基础上，配合区域岩石地球化学测量成果，探讨了卢-灵地区区域地球化学特征，其内容包括：卢-灵地区上部地壳的元素近似丰度、沉积岩石圈的地球化学演化、研究区的地球化学分区、区域构造发展的地球化学分析及东秦岭钼矿带成因的探讨等。这些均属初步探索性的工作。

在对区域岩石地球化学测量所取得数据进行各种统计处理后，编制了元素地球化学图、元素组合垒乘地球化学图、元素组合异常图及地球化学成矿预测图等图件（比例尺为1/10万）。在此基础上，结合区域地球化学专题所取得的成果，分析探讨了区域地球化学异常的类型及各类型异常的特征、分布规律、形成原因和指示意义。进而研究了异常评价准则，并对区域成矿远景区进行了初步预测和划分。

本项研究所采集样品种类多，数量亦大，其中包括区域基岩地球化学测量的样品8284件和四个专题研究的样品近3500件。要对这些样品全部采用定量或近似定量分析的困难很大。考虑到区域地层和区域中、酸性侵入岩（主要是花岗岩类）样品的分析数据是计算区域上部地壳元素丰度的基础，并需要进行区域性对比，因此在这次研究中只对这两类样品（2793件）采用直读光谱分析、原子吸收光谱分析和化学分析等近似定量和定量方法进行分析，而对基岩地球化学测量样品及构造专题和矿床专题样品基本采用了半定量发射光谱分析。

直读光谱分析任务由中国地质科学院测试研究所承担。分析系在日本岛津厂制造的GEW-170型光电照相两用光谱仪上进行。激发电源为SDCA稳流直流电弧，作垂直电极分析。

用直读光谱分析法测定了样品中V、Co、Ni、Cr、Mn、Ti、Sr、Ba、Y、Sn、Zn、Mo和Ag的含量。各元素的分析灵敏度为：Ag0.3ppm；Mo1ppm；Ti和Mn30ppm；Zn50ppm；Cr、Co、Ni、V、Sr、Ba、Y和Sm3ppm。

其它元素近似定量或定量测定的情况是：Cu和Pb含量采用原子吸收光谱分析法测定，

灵敏度均为 5ppm；F 含量由离子选择性电极法测定；Mo 的低含量样品（低于 1ppm）采用比色法测定；W 和 Sb 含量采用比色法测定；As 含量以斑点分析法测定；Hg 含量以测汞仪进行测定。其中前三项分析任务，由武汉地质学院地球化学教研室实验室承担；后四种元素（W、Sb、As 和 Hg）的分析任务由河南省第一地质调查队卢氏实验室承担。

半定量发射光谱分析，全部由河南省第一地质调查队卢氏实验室承担。分析工作在苏联制造的 ИСН-28 中型石英棱镜摄谱仪上进行，采用水平撒样法。元素的分析灵敏度（ppm）为：Ag 0.1；Cu、Mo 各 1；Pb、Cr、Co、Ni、Sn 各 3；V 5；W 20；Zn 20 和 100^①；As 50；Ba 300。

此外，还必须说明，研究区地处秦岭地区，这里地质构造极其复杂，地质问题争论很多，而我们这次进行的又是单学科的探索性研究，本来就未打算把系统深入解决某些区域基础地质问题列入基本任务，而着重于探索出通过区域地球化学研究解决基础地质问题的方法和途径。因此，文中所提出来的某些结论和认识是初步的和不成熟的，均有待于今后进一步工作的检验和补充。

本项研究由武汉地质学院地球化学系和河南省地质矿产局第一地质调查队共同完成。武汉地质学院张本仁负责整个研究项目的业务指导和本专报的统一修订。本项研究的主要参加人员为：武汉地质学院张本仁，李泽九，骆庭川，谷晓明；河南省第一地质调查队：瞿伦全，冯俊杰，晁盈宽，张维探。参加本专报各章编写和具体工作人员为：前言，张本仁；第一章，张本仁、李泽九、冯俊杰；第二章，冯俊杰、谷晓明、张本仁；第三章，李泽九、瞿伦全、骆庭川，张本仁；第四章，李泽九、骆庭川、晁盈宽、张本仁，张维探；第五章，张本仁、谷晓明、冯俊杰、张维探；第六章，瞿伦全、李泽九、晁盈宽；结论，张本仁。参加本项研究部分野外或室内工作的院方人员还有：曹添^②、刘文华、马瑞平、朱有光以及地化专业 77—78 届部分学生；队方人员还有张同福、史群彦、李福花、田福忠、喻志荣、焦素芳、葛美。

本专报还多处引用武汉地质学院韩吟文，马振东，范成喻和蒋敬业研究生论文中的资料 and 成果。

在硫和铅同位素成分测定、专题研究样品的定量光谱分析、稀土元素和 Rb、Sr 等元素分析、矿物电子探针分析、矿物玻璃包体和气-液包体测温以及矿物 X 射线粉末衍射分析等方面，我们得到有色金属工业总公司桂林地质矿产研究院、核工业部北京铀矿地质研究所、中国地质科学院岩矿测试研究所和宜昌地质矿产研究所、湖北省地质矿产局实验室、武汉地质学院北京研究生部 X 射线实验室等的热情帮助和大力支持。地质矿产部北京计算中心和武汉计算中心承担了我们的全部电算任务。在此我们对这些单位和同志表示衷心感谢。

① Zn: 20ppm 为硅酸盐样品分析灵敏度；100ppm 为碳酸盐样品分析灵敏度。

目 录

第一章 区域地质概况	1
第一节 区域地层概述	1
第二节 区域岩浆岩	6
第三节 区域构造基本轮廓	7
第四节 区域矿产概况	8
第二章 卢-灵地区沉积岩、火山岩和变质岩系的地球化学特征	10
第一节 太古界太华群变质岩系的地球化学特征	11
第二节 熊耳群火山岩系的地球化学特征	19
第三节 元古界蓟县群、青白口群沉积岩系的地球化学特征	34
第四节 元古界宽坪群和陶湾群变质岩系的地球化学特征	53
第五节 本区北部震旦系和寒武系地层的地球化学特征	68
第六节 五里川-官坡一带古生界变质岩和火山岩的地球化学特征	71
第七节 中、新生界地层的地球化学特征	87
第三章 卢-灵地区中、酸性侵入岩的地球化学特征	92
第一节 中、酸性岩体的地质时代	95
第二节 中、酸性岩体的地质特征	96
第三节 中、酸性岩体的岩石学特征	97
第四节 中、酸性岩的化学成分及造岩组分的分配规律	102
第五节 中、酸性岩的微量元素丰度及其分配规律	109
第六节 花岗岩类岩石中微量元素的分布型式及共生组合	122
第七节 花岗岩类岩石稀土元素组成特征	133
第八节 卢-灵地区花岗岩类成因的初步探讨	143
第九节 岩体含矿性评价的地球化学准则	153
第四章 区域矿床的地球化学特征	159
第一节 以钼为主的多金属矿床的地质特征	160
第二节 矿床中矿石及蚀变岩石的地球化学特征	163
第三节 矿床原生晕特征	170
第四节 成矿与岩体成因关系的地球化学研究	182
第五节 成矿过程的物理化学条件	185
第六节 关于成矿成晕机制的初步探讨	189
第七节 其他类型矿床的地球化学特征	192
第五章 区域地球化学的初步探讨	198
第一节 区域上部地壳的元素近似丰度	198
第二节 区域上部地壳的化学演化	202

第三节	卢-灵地区微量元素地球化学分区	214
第四节	卢-灵地区前古生代及古生代火山岩形成地质构造环境的初步 探讨	222
第五节	区域地球化学资料为区域构造分析可能提供的线索	230
第六节	关于钼矿带成因的初步探讨	236
第六章	区域地球化学异常特征及异常初步评价	239
第一节	区域岩石地球化学异常的确定	239
第二节	区域内元素地球化学异常分布特征概述	241
第三节	区域地球化学异常的元素组合特征及其地质意义	247
第四节	关于异常评价的探索	254
第五节	关于区域岩石地球化学测量所取得成果的评价	258
结论		260
参考文献		264
英文摘要		268

Regional Geochemical Study of Lushi-Lingbao District, Western Henan

Contents

Chapter 1 Regional Geological Setting.....	(1)
§ 1. Regional Stratigraphy.....	(1)
§ 2. Regional Magmatic Rocks.....	(6)
§ 3. Outline of Regional Tectonics.....	(7)
§ 4. General Situation of Regional Mineral Resources.....	(8)
Chapter 2 Geochemical Characteristics of Regional Sedimentary, Volcanic and Metamorphic Rock Series.....	(10)
§ 1. Geochemical Characteristics of the Archaean Metamorphic Rock Series, the Tailua Group.....	(11)
§ 2. Geochemical Characteristics of the Proterozoic Volcanic Rock Series, the Xionger Group.....	(19)
§ 3. Geochemical Characteristics of the Proterozoic Sedimentary Rock Series, the Jixian Group and the Qingbaikou Group.....	(34)
§ 4. Geochemical Characteristics of the Proterozoic Metamorphic Rock Series, the Kuanping Group and the Taowan Group.....	(53)
§ 5. Geochemical Characteristics of the Sinian and Cambrian Stratigraphic Units in the Northern Region.....	(68)
§ 6. Geochemical Characteristics of the Palaeozoic Metamorphic and Volcanic Rock Series in the Southern Region.....	(71)
§ 7. Geochemical Characteristics of the Mesozoic and Cainozoic Stratigraphic Units.....	(87)
Chapter 3 Geochemical Characteristics of Regional Intermediate and Acidic Intrusive Rocks.....	(92)
§ 1. Chronology of Intrusions.....	(95)
§ 2. Geological Features of Intrusions.....	(96)
§ 3. Petrographic Features of Intrusions.....	(97)
§ 4. Chemical Composition of Rocks and Distribution of Major Components	(102)
§ 5. Abundance and Distribution of Minor Elements in the Rocks.....	(109)
§ 6. Patterns of Statistical Distribution and Associations of Minor	

Elements in the Granitoids.....	(122)
§ 7. Rare Earth Element Patterns for the Granitoids.....	(133)
§ 8. Preliminary Discussion on Petrogenesis of Granitoids in the Region	(143)
§ 9. Geochemical Criteria for Assessment of Ore Potential of Intrusive Bodies.....	(153)
Chapter 4 Geochemical Characteristics of the Known Ore Deposits in the Region	(159)
§ 1. Geological Characteristics of Molybdenum-polymetallic Depo- sits, Related to Granite-Porphyry Stocks.....	(160)
§ 2. Geochemical Characteristics of Ores and Altered Rocks from the Deposits.....	(163)
§ 3. Features of Primary Halos of the Ore Deposits.....	(170)
§ 4. Geochemical Investigation of the Genetic Relationship betwe- en the Ore-Forming Process and the Granite-Porphyry Stocks.....	(182)
§ 5. Physico-Chemical Conditions of the Ore-Forming Processes.....	(185)
§ 6. Preliminary Study on Mechanism of Ore-and Halo-Forming Processes	(189)
§ 7. Geochemical Characteristics of Other Types of Ore Deposits.....	(192)
Chapter 5 Preliminary Research on Regional Geochemistry	(198)
§ 1. Approximate Abundances of Elements in the Regional Upper Crust	(198)
§ 2. Chemical Evolution of the Regional Upper Crust.....	(202)
§ 3. Geochemical Subdivision of the Region according to Minor Elements	(214)
§ 4. Preliminary Diagnosis of the Geotectonics Settings of the Precambrian and Palaeozoic Volcanic Activities in the Region.....	(222)
§ 5. Geochemical Clues to Analyzing the Regional Tectonics.....	(230)
§ 6. Origin of the East Qinling Molybdenum Minerogenetic Belt.....	(236)
Chapter 6 Characteristics of Regional Geochemical Anomalies and Their Preliminary Assessment	(239)
§ 1. Determination of Geochemical Anomalies from Data of Rock Survey in the Region	(239)
§ 2. Distribution and Characteristics of the Anomalies of Elements in the Region.....	(241)
§ 3. Element Associations of Geochemical Anomalies and Their Geological Significances as Indicators	(247)
§ 4. Some Exploration in the Assessment of Geochemical Anomalies.....	(254)

§ 5. Appraisal of the Results of the Regional Geochemical Rock	
Survey	(258)
Conclusion	(260)
References	(264)
Abstract ...	(268)

第一章 区域地质概况

研究区在大地构造上包括华北地台西南缘及华北和扬子两地台之间的过渡带，后者属秦岭褶皱系。卢氏-确山-肥中深断裂分隔着上述两个不同的大地构造单元。

本区地质构造复杂。在区域地层、构造等方面长期存在着不同观点的争论。关于本区区域地质构造基本特征问题已有不少专门论述^{[1]①}，在此，我们只作概略介绍。

第一节 区域地层概述

研究区横跨华北地层区的豫西分区熊耳山小区和北秦岭分区伏牛山小区。分布地层老至太古界的深变质岩，新到第三系红色砂砾岩。

研究区北部属熊耳山地层小区，主要分布太古界、元古界和寒武系地层，卢氏盆地中有第三系红层分布；南部属伏牛山地层小区，主要出露元古界、古生界、中生界和第三系地层（图1-1）。

一、太古界

本区太古界地层称太华群，在北部小秦岭至华山一带广泛出露。太华群由变质较深的片麻岩类组成，主要有黑云母花岗片麻岩、黑云母石榴石片麻岩、混合片麻岩、斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩和角闪片岩，夹有含碳或含石墨大理岩条带。分上、中、下三个岩性段，总厚度达4000m以上。同位素年龄为2845Ma，与嵩山一带的登封群，华北地区的泰山群和阜平群的时代相当。

二、元古界

元古界地层在本区分布最广。由于南、北沉积环境和变质程度不同，岩性相差很大。因此，目前对地层划分和对比的意见就很难一致（表1-1）。本文采用原河南省第四地质队的划分方案，将本区北部和南部（相当两个地层小区）元古界地层简述如下。

本区北部（黑沟断裂以北），元古界下部为崤山群，层位相当于燕山地区蓟县层型剖面的长城系和南口系；中部为南天门群，相当于蓟县剖面的蓟县群；上部的大庄组相当于青白口群的一部分；最上部的罗圈组冰碛层，应归属于震旦系，与华南的南沱组冰碛层相当。

崤山群划分为铁铜沟组、熊耳山组（习称熊耳群）。铁铜沟组仅局部出露（研究区内缺失），不整合于太华群之上。岩性以中厚层白云母石英岩为主。厚度大约400m。熊耳群不整合于铁铜沟组或太华群之上，为一套陆相喷发的中-酸性火山岩系。下组以中性熔岩为主，主要是安山玢岩类，夹流纹斑岩、凝灰岩和火山碎屑岩，在研究区内未见出露。中组以酸性熔岩为主，主要是流纹岩、流纹斑岩和石英斑岩，夹安山玢岩、安山岩、凝灰岩

① 原湖北省地质科学研究所和原河南省地质四队，《豫西卢氏、灵宝地区地质构造分析与中酸性侵入体的分布规律和隐伏岩体的预测问题》，1973（未刊）

表 1-1 元古界、寒武系地层划分对比表

陕西区测队			河南地质四队			河南地质三队		
1976			1977			1976		
寒武系		辛集组	寒武系		辛集组	寒武系		
元古界	震旦系		元古界	震旦系		上震旦统		
		罗圈组						
	青白口群			青白口群		中震旦统	上栾川群	鱼库组
								大红口组
								煤窑沟组
								南泥湖组
								三川组
		石北沟组			白术沟组		白术沟组	
		冯家湾组			杜关组	下栾川群	冯家湾组	
	蓊县群	杜关组		蓊县群	巡检司组		杜关组	
巡检司组		巡检司组						
龙家园组		龙家园组						
高山河组		龙家园组						
熊耳群			熊耳群					
	铁铜沟组	长城系						
太古界	太华群	太古界	太华群	太古界	太华群			

和火山角砾岩，局部夹石英砂岩。上组以中性熔岩为主，主要是各类安山玢岩，夹少量流纹斑岩、凝灰岩及粉砂岩、砂质板岩、页岩、泥灰岩和含砾硅质岩等。总厚度达4000—6000m。同位素年龄（锆石铀-铅法）为1320Ma。

蓊县群划分为高山河组、龙家园组、巡检司组和杜关组，平行不整合或角度不整合覆于熊耳群之上。高山河组下段主要为石英砂岩、石英岩、砂质泥质板岩、粉砂岩、砂质白云岩和泥灰岩，底部夹一层或数层安山玢岩和粗面岩，顶部夹海绿石砂岩；上段主要为燧石条纹白云岩、燧石条带白云岩和燧石团块白云岩，底部为含砂岩条带、砂砾和燧石团块白云岩，厚360—650m。龙家园组岩石主要为燧石条纹、燧石条带和燧石团块的白云岩，夹厚层状白云岩和鲕状白云岩。底部为燧石角砾岩、含铁杂砂岩和含砂砾白云岩夹细砾岩，上部夹薄层含砾泥岩，顶部有一层数米厚的蜂窝状燧石层。厚度560—720m。巡检司组平行不整合于龙家园组之上。下段为杂色页岩、白云质泥板岩和泥质白云岩互层、宽燧石条带白云石，底部为含砂砾泥灰岩；上段为厚层状燧石条纹、燧石条带白云岩，底部有二、三层黑白相间的燧石层，顶部夹燧石团块，局部夹含砾泥岩。厚度300—700m。杜关组平行不整合于巡检司组之上。下段底部为含砂砾页岩和泥质白云岩夹薄层页岩；下部为碎屑白云岩和块状白云岩互层；中部为燧石团块白云岩夹少量燧石条带；上部为厚层状白云岩。

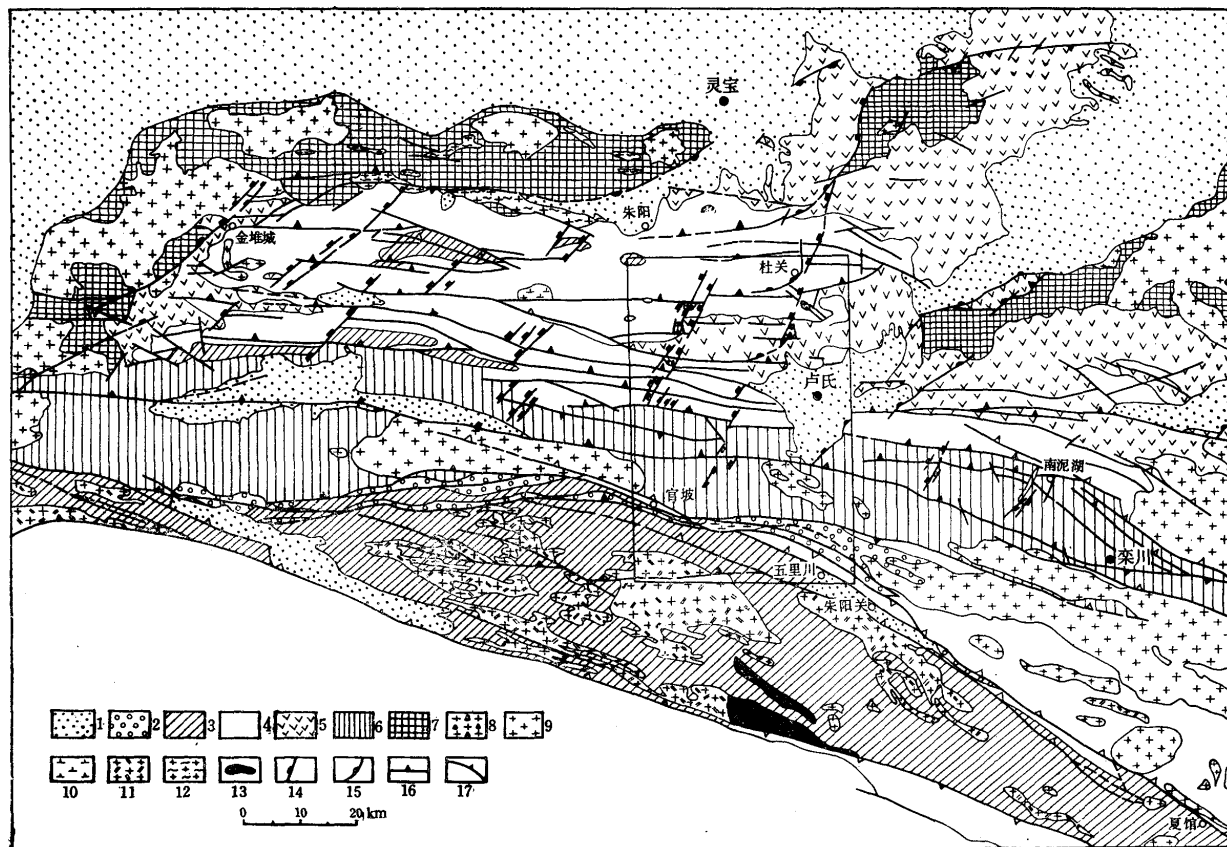


图 1-1 豫西-陕南地区地质构造略图
(据胡元第、郭抗衡, 1931年 略有修改)

1-第三纪红色砂岩和砾岩；2-晚三叠世陆相沉积；3-早古生代海相沉积岩（北部为寒武系，南部为雁岭沟群变质岩系）；4-无古代海相碎屑-碳酸盐岩（熊耳群），5-元古代流纹-安山岩系（熊耳群）；6-元古代变质岩系（陶湾群和宽坪群），7-太古代变质岩系（太华群）；8-燕山期中、酸性小岩体，9-花岗岩类，10-闪长岩类；11-加里东-海西期花岗岩类，12-元古代花岗岩类，13-基性-超基性岩类，14-NE向断裂和挤压带，15-NE向弧形断裂，16-东西向构造带主干断裂，17-北西向弧形断裂

注：(1)陶湾群与宽坪群以卢氏第三纪盆地南侧的黑沟大断裂为界，断裂北侧为陶湾群，南侧为宽坪群，(2)早古生代丹凤窑群和云架山群出露不广上没有单独表示，而被包括于雁岭沟群的范围中

Fig. 1-1 Geological sketch map of the Western Henan-Southern Shanxi district
(Modified after Hu Yuandi & Guo Kangheng, 1981)

1-Tertiary sandstones and conglomerates; 2-Late Triassic continental sedimentary rocks; 3-Early Palaeozoic marine sedimentary rocks (the Cambrian System in the northern part and metamorphic volcanic sedimentary rock series, the Yanlinggou group, and the spilite-keratophyre series, the Danfanyao group, in the southern part); 4-Proterozoic shallow-sea clastic-carbonatic rock series, corresponding to the Jixian group in the North China; 5-Proterozoic rhyolite-andesite series, the Xionger group; 6-Proterozoic metamorphic rock series, the Taowan group and the Kuaping group, (the former is located on the north and the latter on the south of the Heigou fault near the southern end of the Lushi basin); 7-Archaeuan metamorphic rock series, the Taihua group; 8-Mesozoic (Early Yenshanian) intermediate and acidic porphyries; 9-Mesozoic (Late Yenshanian) granite; 10-Diorites; 11-Caledonian-Hercynian granites; 12-Proterozoic granites; 13-Basic-ultrabasic rocks; 14-NNE faults and compression zones; 15-NNE arc-shaped faults; 16-East-west main faults; 17-North-west arc-shaped faults. The rectangle frame in the central part of this figure shows the area in which we carried out geochemical bedrock survey.

上段下部为薄层状白云岩夹杂色板岩和藻礁白云岩；中部为含泥质藻礁白云岩和厚层状白云岩；上部为碎屑白云岩、砂状白云岩和含燧石条纹夹燧石条带、团块的白云岩，夹含鲕硅质岩。厚度300—350m。

青白口群在本区发育不全。大庄组（白术沟组）是属这个群的部分层位，平行不整合于杜关组之上。地层主要由紫色砂质板岩、黑色硅质板岩、夹薄层一中厚层含硅质或砂屑白云质灰岩底部有薄层砾岩。厚度240—510m。在栾川一带出露一套层位与大庄组相当或高于大庄组的地层，它们划分为白术沟组、三川组、南泥湖组、煤窑沟组、大红口组和鱼库组。

相当于震旦系的地层本区见有罗圈组冰碛层，在本区零星分布。罗圈组不整合于青白口群或蓊县群之上，底部为含冰碛砾石的红色纹泥，下部为冰碛砾岩；中部为含砾页岩、含砾石英岩和深灰色页岩夹石英砂岩；上部为长石石英砂岩与泥质页岩互层，顶部为浅灰色含砾页岩，有时含有磷质结核。厚90—250m。

区域南部（伏牛山地层小区）元古界地层为宽坪群和陶湾群，岩性比较复杂且普遍变质，因而地层划分和层位对比都有很大争论（表1-2）。

根据原河南省第四地质队，卢氏南部的宽坪群划分为下、中、上三组。下组底部为二云母石英片岩及黑云石英片岩；中部为二云母石英片岩，夹石英岩、白云质大理岩及含炭云母石英片岩；顶部为斜长角闪片岩，夹泥灰岩。厚度约1100m。中组底部为含炭黑云母石英片岩，夹二云母石英片岩、黑云母石英片岩；中部黑云母石英片岩，夹含石榴石黑云母石英片岩；上部为黑云母石英片岩，夹角闪片岩、斜长角闪片岩。厚度为1960m。上组以黑云母大理岩为主，底部夹斜长角闪片岩及白云岩薄层。厚660m。金守文（1979年）在西峡北部将相当宽坪群的地层（比别处完整）划为上、下两个亚群。下宽坪群命名为二郎坪群，为一套变质的海相喷发-沉积岩系，总厚度为2300—5750m。上宽坪群下部以含石榴石、十字石、红柱石、堇青石、硅线石的云母片岩为主，偏上部为斜长角闪片麻岩；上部为黑云母石英片岩、绿泥石白云母石英片岩和黑云母角闪石石英片岩夹斜长角闪片岩条带，总厚度达2100—3090m。根据上宽坪群所含微古植石组合及上宽坪群斜长角闪岩同位素年龄为1404Ma（栾川黑严丈沟口）和1307Ma（卢氏曲里石文沟）金守文认为上宽坪群可相当于蓊县群，而下宽坪群可相当长城系及本区北部的熊耳群。陕西省区测队（1978年）根据宽坪群与上、下地层的接触关系和同位素年龄，将宽坪群与熊耳群对比，即认为同长城系相当。胡元第（1979年）也持这种认识。

陶湾群平行不整合于宽坪群之上，按原河南省第三地质队意见，分为三岔口组、风脉庙组和秋木沟组。三岔口组下部为炭质片岩、（千枚状）砾岩；上部为炭质砾状大理岩，厚约160—500m。风脉庙组下部为千枚岩、含磁铁矿千枚岩夹白云岩；中部为千枚岩；上部为千枚岩夹黑云母大理岩、绿泥绢云母片岩。厚724m。秋木沟组以绿泥石大理岩为主下部夹钙质绢云母片岩、绿泥石二云母片岩，上部夹绿泥石绢云母片岩、黑云母大理岩。厚842m。至于陶湾群的地层时代与对比，则是众说纷纭。河南省区测队认为相当于震旦系即位于青白口群之上；胡元第等（1981）认为陶湾群部分相当于蓊县群，上部有可能相当于青白口群^{〔1〕}；而陕西省区测队综合分队地层组则认为整个陶湾群应与宽坪群一道相当于长城系。

表 1-2 有关宽坪群、陶湾群的划分意见

燕山地区	西峡北部 (金守文) 1979	栾川地区 (原地质三队)		卢氏南部 (第一地质调查队) 1982	卢氏南部 (原地质四队) 1979	豫西分区分小秦岭地 堆城小区地层表 1977		小秦岭地 层区划 (席文祥)
		震旦系	1977			1977	1977	
震旦系	陶湾群	震旦系	震旦系	震旦系	三岔口组	震旦系	震旦系	震旦系
		震旦系	震旦系	震旦系		震旦系	震旦系	震旦系
		震旦系	震旦系	震旦系		震旦系	震旦系	震旦系
青白口群	陶湾群	震旦系	震旦系	震旦系	陶湾群	震旦系	震旦系	震旦系
		震旦系	震旦系	震旦系		震旦系	震旦系	震旦系
		震旦系	震旦系	震旦系		震旦系	震旦系	震旦系
蔚县群	宽坪群	陶湾群	陶湾群	陶湾群	宽坪群	陶湾群	陶湾群	陶湾群
		陶湾群	陶湾群	陶湾群		陶湾群	陶湾群	陶湾群
		陶湾群	陶湾群	陶湾群		陶湾群	陶湾群	陶湾群
长城系	二郎坪群	宽坪群	宽坪群	宽坪群	宽坪群	宽坪群	宽坪群	宽坪群
		宽坪群	宽坪群	宽坪群		宽坪群	宽坪群	宽坪群
		宽坪群	宽坪群	宽坪群		宽坪群	宽坪群	宽坪群

三、古 生 界

古生界地层在区域北部有寒武系零星分布。下寒武统平行不整合于震旦系罗圈组之上。研究区内只见下寒武统辛集组和朱砂洞组。辛集组下部为含磷砾岩、砂岩和粉砂岩；上部为豹皮灰岩。朱砂洞组主要为厚层灰岩、白云质灰岩和泥质灰岩。

区域南部分布着一套变质岩系，昔称“秦岭群”，现称雁岭沟群。以往主要根据变质程度深被划归太古界。近年来由于在其中发现了古生代化石和微古植石，并考虑某些同位素资料（均在 500Ma以下），才将雁岭沟群（秦岭群的一部分）划归下古生界。河南省第一地质调查队最近将卢氏南部出露的雁岭沟群地层划分为三个组五个岩性段。该群主要为白云母石英片岩、片麻岩、变粒岩、斜长角闪（片）岩、钙质片岩和大理岩组成的变质岩系。总厚度约 5078m。

最近，河南省第一地质调查队在卢氏南部汤河—兰草一带发现一套海相喷发—沉积变质岩系，将其划分为下部丹矾窑群，上部云架山群，并根据两者的整合关系和云架山群所产化石，将两者均划归下古生界^①。它们同邻区地层对比见表 1-3。丹矾窑群是一套富钠质海相火山喷发岩系，以变质的细碧—角斑岩为主体，夹少量大理岩（底部）。根据三个大的喷发旋回，可将这套岩系划分三个岩组，其总厚度约 1200—2300m。云架山群下组下段以白云母片岩为主，厚 0—68m，上段以白色质纯块状粗晶大理岩为主，厚 250 m；上组以黑云母变粒岩为主，夹薄层黑云母片岩及黑云母石英片岩，厚 526m。

表 1-3 云架山群丹矾窑群划分对比表

蟒岭幅 (陕西区测队)		五里川—官坡幅 (河南地调一队)		
下 古 生 界	粉笔沟组	下 古 生 界	云架山群	上 组
	月牙沟组		丹矾窑群	下 组
	干江河组			上 组
	安坪组			中 组
				下 组

四、中 生 界

中生界地层主要分布于南部的北西向断陷盆地中，不整合于古生界之上或与宽坪群呈断层接触。其下部为砾岩、含砾粗砂岩和粗砂岩夹粉砂岩；上部为千枚岩和粉砂岩互层，中夹炭质板岩和泥灰岩，局部夹劣质薄煤层。厚度可达 1000m 以上。根据所产化石，地层时代属于晚三叠世，可与陕北延长群大致相当。

五、新 生 界

第三系红层广泛分布于北部的北东向盆地和南部的北西向盆地中。其岩性，下部主要为红色砂砾岩和砂质粘土岩，有时夹泥灰岩；上部为砂砾岩、细砂岩、含钙质结核的砂质粘土，夹泥灰岩。厚度一般为数百米，有时可达1000m以上。

第四系广泛分布于盆地和河谷中以及山岳中的低凹处。主要为砂砾、砂质粘土和风积沙土等松散沉积物。厚度数米至数十米，有时达200m以上。

① 参看河南省第一地质调查队，1980年，五里川—官坡地区1:5万地质调查及矿产普查资料（未刊）。

第二节 区域岩浆岩

本区域内，各地质时期都有不同规模的岩浆活动。元古代大规模的陆相和海相岩浆喷发活动已在地层部分叙述，这里仅对区域各类岩浆侵入活动作一简要介绍。

区域内较为古老的花岗岩类岩体仅见于北部太华群地层中。例如小秦岭的桂家峪岩体、董家塄岩体（小河岩体）等。它们多为规模较大的岩体，边缘常见混合岩化和片理化现象。前人测得的同位素年龄（K-Ar法）为1524、999和902Ma（董家塄岩体），故这些多为元古代时期的侵入体。在北部还有一些较老闪长岩体的零星分布，它们的变质年龄为597和510Ma（西沟闪长岩），侵入时代应早于寒武纪。另外，在元古界地层中还分布有许多正长岩脉和辉长岩脉。正长岩脉多已轻微变质，变质年龄为224—230Ma。是中生代以前岩浆活动的产物^①。栾川地区纤闪石化辉长岩同位素年龄743Ma，说明区域辉长岩的形成早于古生代。

古生代的花岗岩主要分布于区域南部元古界和古生界地层中，其中加里东-海西期岩浆活动最为频繁，一般形成一些规模较大的花岗岩侵入体或岩基。例如大凹岩体，由片麻状花岗岩组成，其黑云母同位素年龄为502Ma，属加里东早期；漂池二云母花岗岩侵入体，同位素年龄为388Ma，属加里东-海西期；黄柏沟黑云母花岗岩侵入体，同位素年龄为281Ma，属海西期。与花岗岩类有成因联系的伟晶岩脉在官坡-五里川一带广泛分布，同位素年龄多在370—450Ma之间，其生成时代为加里东晚期—海西早期^②。此外，在区域南部还分布着一些基性-超基性岩体，例如卢氏狮子坪杨木厂就存在着角闪石化橄榄辉石岩，其角闪石同位素年龄为359Ma（1974年豫地质四队资料）。

区域内燕山期中酸性岩浆活动十分频繁，分布广泛，并且形成岩体的规模大小差别很大。在区域中部元古界地层中，集中分布着浅成-超浅成中、酸性小侵入体，多数为花岗斑岩类岩体，少数为闪长岩类岩体。其中有些小岩体具有爆破岩筒的特征。小岩体多数为多阶段侵入的复式岩体，其同位素年龄值一般在120—200Ma年之间，相当于侏罗-白垩纪，其中多数岩体同位素年龄值在150—170Ma，应为燕山早期岩浆活动产物。属于这个时期的岩体有八宝山、银家沟、夜长坪、圪老湾、蒲阵沟（闪长岩）、柳关、后瑶峪等岩体。柳关和后瑶峪岩体由于采用全岩样和钾长石样品测定K-Ar年龄，它们的年龄值有所偏低^③。区域西部的金堆城和石家湾等花岗斑岩体及区域东部栾川南泥湖岩体等均属同期岩浆活动产物。因此，这些小岩体从西部的金堆城至东部的栾川构成一个北西西向的构造岩浆带。

除这些浅成-超浅成的小岩体外，区域的北部和南部还分布着一些规模较大、侵位较深的燕山期花岗岩体。例如，北部小秦岭地区的鸦鸣山岩体、娘娘山岩体、华山岩体和老牛山岩体（后两者在陕西境内），南部元古界地层中的蟒岭岩体、熊耳岭岩体、伏牛山岩基等。根据前人测定的同位素年龄数据，鸦鸣山岩体的年龄值为108Ma，华山岩体的年龄为66—138Ma；老牛山岩体的年龄为128—145Ma；蟒岭岩体二长花岗岩的年龄值为110—147Ma（核工业部北京铀矿地质研究所资料），而黑云母花岗岩的年龄值为173Ma。

① 全国同位素地质年龄数据汇编小组，《全国同位素地质年龄数据汇编》，1975。