

河南汝阳熊耳群古火山机构地质特征及意义

严海麒¹ 赵五洲² 云 辉¹

(1.河南省地质调查院,河南 郑州 450007;2.河南省地质职工学校,河南 郑州 450053)

摘要:河南豫西中元古界熊耳群火山岩系广泛分布,且遭受多次构造活动、岩浆侵入及剥蚀的影响。在汝阳一带依据岩石中残留的原生构造、古断裂构造、岩石学和岩相学标志、岩层产状及地貌形态等特征识别出高水泉、关家、草立扒、十八盘、双园沟等一系列古火山口。火山活动早期为 NEE 向裂隙式喷溢,中期演化为中心式喷发、伴有裂隙式喷发,晚期为中心式喷发。区域火山活动贯穿整个熊耳期,时间自 NE 向 SW 由早到晚。古火山口及受其控制的次火山岩为区域找矿信息。

关键词:汝阳;熊耳群;古火山机构;找矿信息

中图分类号:P542⁺.35 **文献标志码:**A **文章编号:**1000—3657(2007)02—0300—06

河南豫西汝阳一带熊耳群火山岩系发育齐全,因遭受到强烈剥蚀,古火山机构已经残缺不全,加上受后期构造活动及次火山岩的影响,古火山机构已不易识别,但依据岩相标志、断裂构造形迹、次火山岩分布、火山岩产状及地貌形态特征等识别出了部分火山口。通过新发现的古火山口^{①②},笔者系统整理、研究熊耳群不同时期古火山活动规律及分布(图 1),这对寻找与其有关的矿产具有一定意义。

1 熊耳群地质概况

熊耳群火山岩系在 NE 部与陆源碎屑沉积形成的熊耳群大古石组整合接触,中部受青山—拉台推覆构造的影响,推覆于中元古界汝阳群、新元古界洛峪群、寒武系、白垩系及古近系之上。

熊耳群火山岩呈 NE—SW 向展布,以一套偏基性的中性火山熔岩为主,兼有中酸性熔岩及少量火山碎屑岩。根据岩性组合、火山喷发韵律及旋回等特征,自下而上分为许山组、鸡蛋坪组及马家河组。

许山组岩性为灰绿色安山岩、玄武安山岩、辉石安山岩,具斑状结构,杏仁状构造,底部见枕状构造。局部夹含砾石英砂岩薄层。火山喷发韵律清楚,韵律层共有 10 个,单个韵律层厚 30~270 m,主要由斑状杏仁状玄武安山岩—杏仁状安山岩—杏仁状辉石石英粗安岩组成。火山喷发以相对宁静的溢

流为主,并兼有脉动性^③。岩浆活动规模:由早到晚,火山喷溢速度为小—大—小的规律,火山活动能量由弱—强—弱的变化。许山组构成第 1 个喷发旋回。

鸡蛋坪组自下而上分为 3 个岩性段。第一岩性段为紫红色流纹岩、英安岩、流纹质凝灰岩,夹杏仁状安山岩、粗安岩、凝灰岩等,局部夹火山集块岩、火山角砾岩、火山角砾熔岩。流纹构造、球粒构造发育。火山喷发韵律层有 9 个,为不同岩性或同种岩性不同构造的组合。从岩性组合特征分析鸡蛋坪早期火山喷发为强烈的脉动性,以溢流式为主,并伴有爆发式,爆发强度逐次增强,接近中期时达到最强。次为火山熔岩—凝灰岩(或凝灰质泥岩)构成的韵律层,反映出火山活动为间断式岩浆涌溢,间歇期沉积火山碎屑岩。鸡蛋坪组一段构成第 2 个喷发旋回。第二段岩性主要为紫灰色杏仁状流纹英安岩、石英粗安岩、杏仁状安山岩等。厚度由 SE—WN 呈薄—厚—薄变化,反映了火山喷发强度的不均匀。第三岩性段为流纹岩,局部夹薄层安山岩、凝灰岩、下部夹火山角砾岩,球状构造发育。鸡蛋坪组第二、第三岩性段喷发韵律层有 3 个。该组在中期火山活动较稳定,为脉动式岩浆涌溢;该组在晚期火山活动有所增强,以溢流相为主,夹有爆发相,到末期火山活动达到第二个高峰。由鸡蛋坪组第二和第三岩性段构成第 3 个喷发旋回。

马家河组岩性为含火山角砾安山质凝灰岩、辉石(角闪)

收稿日期:2006-09-12;改回日期:2006-12-07

基金项目:河南省地质矿产厅地质调查项目(豫第字 261 号 1999)。

作者简介:严海麒,男,1969 年生,工程师,现从事区域地质调查及矿产勘查工作;E-mail:haiqi2yan@163.com。

①河南省地质矿产厅:1:5 万(临汝镇幅、陵头幅、方山幅、神垕镇幅)区域地质调查报告,2000。

②河南省地质矿产厅:1:5 万(鸣皋幅、汝阳县幅、杨楼幅)区域地质调查报告,1996。

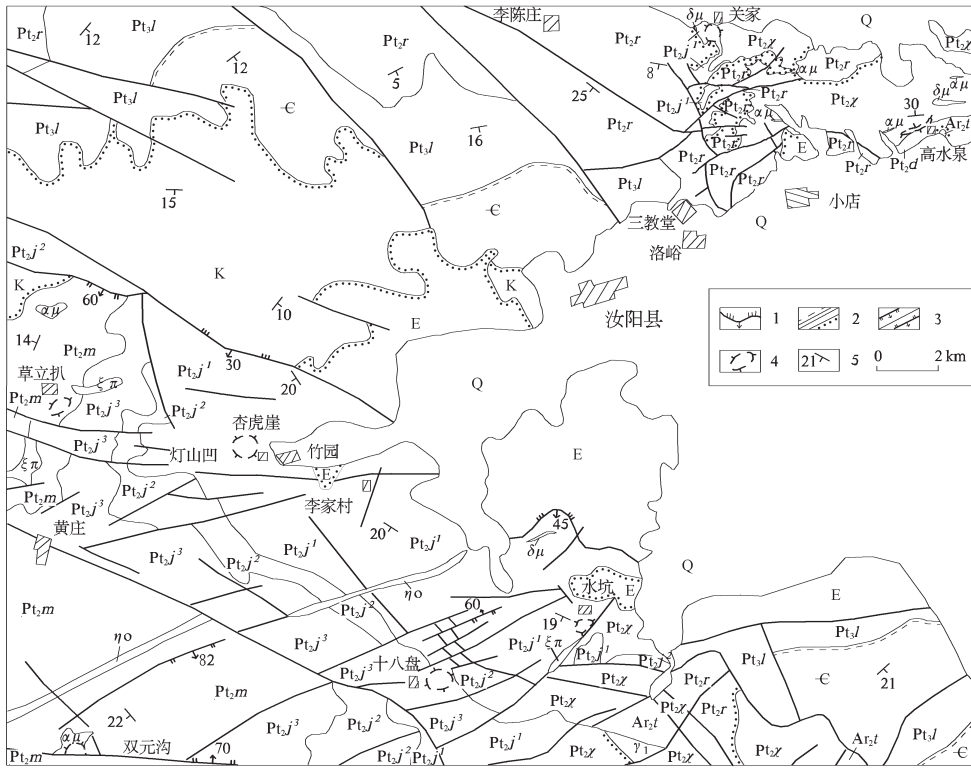


图 1 汝阳一带古火山机构分布图

Q—第四系;N—新近系;E—古近系;K—白垩系;ε—寒武系;Pt_l—洛峪群;Pt_r—汝阳群;Pt_m—马家河组;Pt_j³—鸡蛋坪组三段;Pt_j²—鸡蛋坪组二段;Pt_j¹—鸡蛋坪组一段;Pt_x—许山组;Pt_d—大古石组;Ar₂—太华群;αμ—安山玢岩;δμ—闪长玢岩;ξπ—正长斑岩;ηο—石英二长岩;γ₁—片麻状花岗岩;1—逆冲推覆断层;2—平行不整合/角度不整合;3—正/逆断层;4—古火山口;5—产状

Fig.1 Distribution of paleovolcanic edifices in the Ruoyang area

Q—Quaternary;N—Neogene;E—Eogene;K—Cretaceous;ε—Cambrian;Pt_l—Luoyu Group;Pt_r—Ruyang Group;Pt_m—Majiahe Formation;Pt_j³—Third Member of the Jidanping Formation;Pt_j²—Second Member of the Jidanping Formation;

Pt_j¹—First Member of the Jidanping Formation;Pt_x—Xushan Formation;Pt_d—Dagushi Formation;Ar₂—Taihua Group;

αμ—Andesite porphyrite;δμ—Diorite porphyrite;ξπ—Syenite porphyry;ηο—Quartz monzonite;γ₁—Gneissic granite;1—Overthrust fault;

2—Disconformity/unconformity;3—Normal fault/reverse fault;4—Paleovolcanic crater;5—Attitude

安山岩、玄武安山岩夹流纹岩及数层凝灰质泥岩。底部杏仁、气孔构造发育,局部呈枕状、绳状构造发育,凝灰质泥岩中叠层石发育。主要分为 3 个韵律层,韵律厚度自下而上逐渐变小。马家河组早、中期为中、酸性岩浆,晚期为中基性岩浆。火山喷发方式由爆发式向溢流式转变。火山活动时间间隔变长、强度减弱。该组构成本区第 4 个喷发旋回。

断裂构造及次火山岩较发育,断裂构造控制了古火山口的分布,次火山岩多侵入断裂构造及古火山口之中。

区域上大—中型金矿床赋矿层位为均产在熊耳群火山岩,如嵩县前河金矿受构造控制且与次火山岩关系密切,嵩县店房金矿受古火山口控制并与火山角砾岩关系密切^[2]。

2 古火山机构地质特征

2.1 高水泉裂隙式古火山机构

位于汝州市温泉镇高水泉附近,地貌上呈条带状凹陷,部分地段被覆盖。呈 NE—SW 向延伸,长 1 200 m,宽约 200 m (图 2)。另外,爆发相对发育,火山口内部及其周围均有火山角砾岩分布,角砾多呈棱角一次棱角状,大小为 3 cm×5 cm~

7cm×10 cm,大者局部达 20cm×35 cm,含量为 30%~70%。成分主要为安山质,偶见异源角砾(太华群黑云斜长片麻岩及熊耳群大古石组长石砂岩),角砾略显线状呈定向分布,火山角砾为灰白色,退色现象明显,且比较胶结物颜色浅。

溢流相主要分布在火山口内北西侧,为大古石组上覆层位,岩性为玄武安山岩、杏仁状安山岩等,杏仁、气孔构造发育。杏仁体大,呈云垛状、不规则状,局部杏仁体被拉伸其大头指向熔浆流动方向。安山岩沿火山口溢流明显,其走向与火山口走向一致,且沿下伏大古石组顶面顺层溢流。

火山沉积相在火山口东端、北西边缘及其颈壁上见到安山岩火山枕,灰黄色,呈球状、椭球状,大小一般 10cm×15cm~28cm×45 cm,枕体中心具拉长气孔,气孔充填物为硅质或碧玉质,枕体为海底岩浆喷溢的产物^[9]。

次火山岩相表现为火山口附近安山玢岩侵入火山口内部,宽 0.5~2.5 m,其走向与火山口长轴一致,岩脉周围烘烤退色明显,围岩具绿泥石化、粘土岩化等。次火山岩使得火山口附近下伏大古石组地层产状较乱。该火山口为裂隙式喷发,活动于许山期。

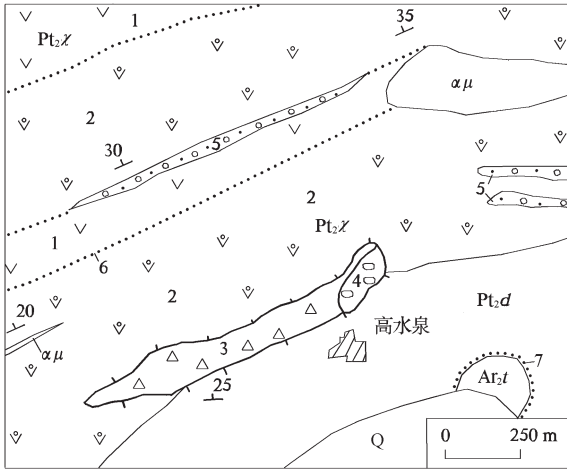


图2 高水泉裂隙式古火山机构地质图

Q—第四系;Pt_{2x}—许山组;Pt_{2d}—大古石组;Arth—太华群;
αμ—安山玢岩;1—安山岩;2—杏仁状安山岩;3—裂隙式火山口中的
火山角砾岩;4—火山枕体;5—砂砾岩;6—岩性界限;7—角度不整合

Fig.2 Geological map of the Gaoshuiquan fissure-type paleovolcanic edifice

Q—Quaternary; Pt_{2x}—Xushan Formation; Pt_{2d}—Dagushi Formation;
Arth—Taihua Group; αμ—Andesite porphyrite;
1—Andesite; 2—Amygdaloidal andesite; 3—Volcanic breccia in fissure
volcanic crater; 4—Volcanic pillow; 5—Sandy conglomerate;
6—Lithologic boundary; 7—Angular unconformity

依据溢流相中杏仁体判断熔浆流动方向是由裂隙中心向四周流动及火山角砾岩的密集分布二者为火山口存在的证据。

2.2 关家中心式古火山机构

位于汝阳县陶营乡关家村附近,地貌为平缓山包,火山口呈近圆形,面积 320 km²,周围放射状泉水点发育(图 3)。

喷发相对发育,分布于火山口外侧,岩性主要为安山质、英安质熔结角砾岩,角砾呈棱角一次圆状,角砾大小为 0.3 cm×0.5 cm~10 cm×20 cm,含量 40%。熔结火山角砾由火山口向周围发散,角砾由大到小,其含量由多到少,单个角砾石泡构造发育。

溢流相主要分布在火山口周围,发育直立的流纹构造,流纹岩内部球状构造极为发育。下部为安山岩(许山期),上部为英安岩、英安流纹岩。火山活动于鸡蛋坪早期,岩浆粘度较大,爆发之后,粘稠的熔浆堆积在火山口外侧,火山口周围分布有渣状熔岩层,成分为流纹岩碎屑。其周围及附近岩浆混熔现象明显。

火山沉积相不太发育,分布于火山口附近,岩性为熔结凝灰岩及凝灰熔岩,其岩屑为酸性。该火山口为中心式喷发,活动于鸡蛋坪早期。

流纹岩中有直立的流纹构造,熔结火山角砾岩的环状分布及球状构造集块岩出现,均为火山口存在的佐证。

2.3 十八盘中心式古火山机构

位于汝阳十八盘东 500 m 山沟中,地貌为一凹地,火山

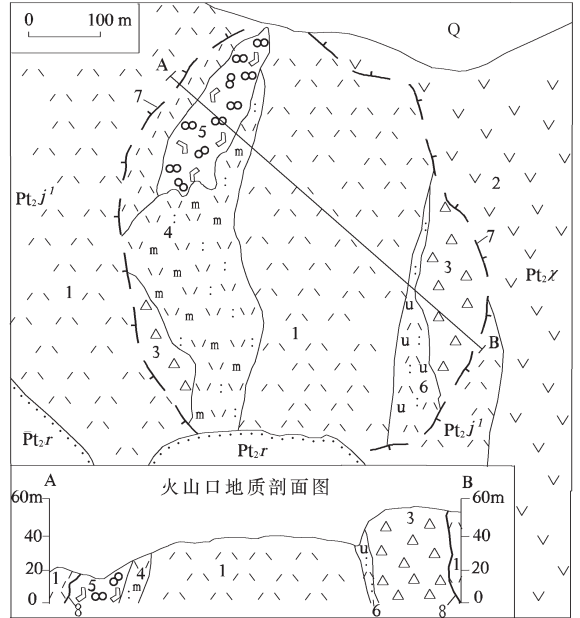


图3 关家古火山机构地质图

Q—第四系;Pt_{2r}—汝阳群;Pt_{2j1}—鸡蛋坪组一段;Pt_{2x}—许山组;
1—流纹岩;2—安山岩;3—火山角砾岩;4—流纹质熔结凝灰岩;
5—球状构造集块岩;6—流纹质凝灰熔岩;7—古火山口;
8—火山通道;A—B—剖面

Fig.3 Geological map of the Guanjia paleovolcanic edifice

Q—Quaternary; Pt_{2r}—Ruyang Group; Pt_{2j1}—First Member of the Jidanping
Formation; Pt_{2x}—Xushan Formation; 1—Rhyolite; 2—Andesite;
3—Volcanic breccia; 4—Rhyolitic ignimbrite; 5—Orbicular aggregates;
6—Rhyolitic tufflava; 7—Paleovolcanic crater; 8—Volcanic vent; A—B—Section

口已剥蚀,火山通道剥露,平面形态呈圆形,直径约 300 m(图 4)。火山通道切割边部流纹岩,剖面呈漏斗状。

爆发相发育,火山通道内充填有火山角砾岩,角砾形态不规则,呈棱角一次棱角状,大小混杂,无定向分布。岩性为含火山角砾英安质熔岩及含异源碎屑(安山岩、凝灰岩角砾)英安质熔岩。

溢流相分布于火山口南侧,岩性为流纹岩、英安岩等。流纹构造发育,有平流状及涌流状。火山通道内流纹呈直立状,与火山颈大致平行。英安岩呈致密块状,不具层理。

次火山岩相的安山玢岩脉发育,侵入火山通道内及其周围,倾角较陡。火山通道内及其围岩节理、裂隙、断裂发育。北侧环状节理、裂隙产状近直立,断裂呈环状、放射状分布。该古火山口为中心式喷发,活动于鸡蛋坪晚期。

火山通道内次火山岩(墙)环状分布,为火山颈相存在;火山通道周围节理、裂隙、小型断裂均呈环状、放射状分布迹象及火山角砾熔岩也说明火山口的存在。

2.4 草立扒中心式古火山机构

位于嵩县黄庄乡草立扒一带,地貌为马鞍形山包,火山口及喷发物部分被剥蚀,火山通道剥露,平面形态呈椭圆形,长轴为 NE 向约 500 m,短轴约 200 m(图 5)。

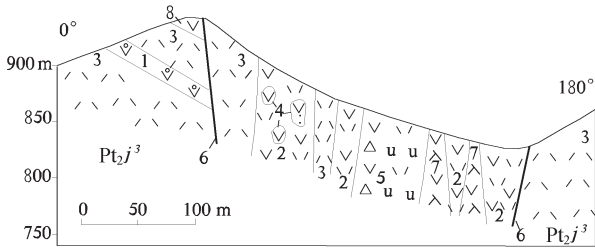


图 4 十八盘古火山机构地质剖面图

Pt_{2j}³—鸡蛋坪组三段;1—杏仁状安山岩;2—英安岩;
3—流纹岩;4—安山岩、凝灰岩角砾;5—英安质角砾熔岩;
6—火山通道;7—安山玢岩;8—安山岩

Fig.4 Geological section of the Shibapan paleovolcanic edifice

Pt_{2j}³—Third Member of the Jidanping Formation; 1—Amygdaloidal andesite; 2—Dacite; 3—Rhyolite; 4—Andesite and tuff breccia; 5—Dacitic breccia lava; 6—Volcanic vent; 7—Andesite porphyrite; 8—Andesite

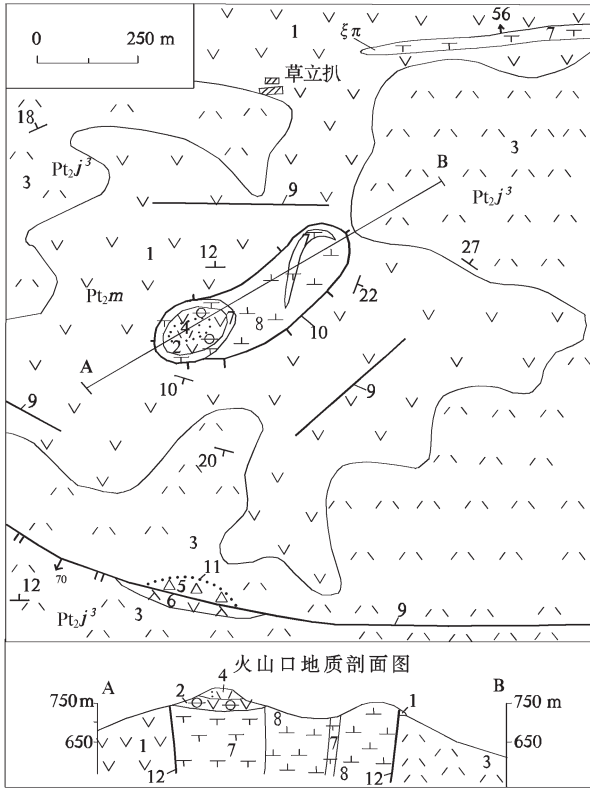


图 5 草立扒古火山机构地质图

Pt_{2m}—马家河组;Pt_{2j}³—鸡蛋坪组三段;1—安山岩;2—绿帘石化安山岩;3—流纹岩;4—凝灰岩;5—火山角砾岩;6—安山玢岩;
7—正长斑岩;8—闪长玢岩;9—断层;10—古火山口;
11—岩性界线;12—古火通道;A—B—剖面

Fig.5 Geological map of paleovolcanic edifice of Caoliba

Pt_{2m}—Majiahe Formation;Pt_{2j}³—Third Member of the Jidanping Formation; 1—Andesite; 2—Epidotized andesite; 3—Rhyolite; 4—Tuff; 5—Volcanic breccia; 6—Andesite porphyrite; 7—Syenite porphyry; 8—Diorite porphyrite; 9—Fault; 10—Paleovolcanic crater; 11—Lithologic boundary; 12—Volcanic vent; A—B—Section

爆发相分布于火山通道内,爆发角砾岩发育,角砾成分复杂。角砾多呈棱角—次棱角状,角砾大小为 1 cm×1 cm~20 cm×30 cm,含量 20%~30%,多者达 50%。异源角砾成分为太华群变质岩(黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩)和熊耳群许山组大斑多斑安山岩。角砾边部具烘烤现象。

溢流相分布于火山通道周围,岩性为安山岩、流纹岩。流纹岩中流纹状构造极为发育。

次火山岩相为岩脉侵入火山通道内,与围岩接触界面近直立,呈岩株状、脉状产出。岩性为闪长玢岩、正长斑岩。闪长玢岩分带明显,边部中细粒—细粒结构,中心中粒结构。正长斑岩侵入闪长玢岩岩株中,倾角为 70~80°,脉宽 5~50 cm,呈环状、弧形分布。闪长玢岩内见有围岩捕虏体。

火山通道边部围岩破碎,绿泥石化较强,向外渐变弱。该古火山口为中心式喷发,活动于马家河早期。

次火山岩呈环状分布,火山口周围溢流相岩层产状呈放射状分布及火山通道内爆发角砾岩等为火山口存在的证据。

2.5 二元沟中心式古火山机构

位于汝阳县付店乡二元沟一带,地貌为圆形山包,周围放射状水系发育。火山口被剥蚀,火山通道剥露。平面形态呈不规则状,南侧、东侧被一近 EW 向断裂及 NW 向断裂破坏,西侧呈弧形分布,直径约 600 m,火山通道切割边部围岩,剖面形状呈漏斗状(图 6)。

爆发相分布于火山口北侧,火山角砾为安山质、(异源)英安质及少量凝灰质火山角砾岩,角砾大小不等,杂乱分布。

溢流相分布于火山口四周,岩性为安山岩、英安岩、流纹岩等。

爆发—火山沉积相分布广泛,层数多,为凝灰质泥岩,含火山角砾凝灰质砂岩等。

次火山岩相发育,安山玢岩岩株充填火山通道内,边部呈刺状穿插于围岩中,内部有围岩捕虏体。岩石结构分带明显,边部细粒为主,中心中粒为主。

火山通道边部围岩(安山岩)具烘烤、蚀变现象。四周断裂构造发育,并具环状、放射状分布形迹。该古火山口为中心式喷发,活动于马家河期。

火山口周围断裂构造呈放射状形迹,次火山岩的锥形产出及近火山口相的晶屑凝灰岩为火山口存在的依据。

3 火山活动顺序

根据各火山口岩性组合特征可知:熊耳期火山活动早期为中基性岩浆沿古裂隙喷溢;中期以中心式喷发为主,并伴有裂隙式喷发;晚期演化为中心式喷发。每个火山活动为多期次的脉动性。依据地层叠覆关系、岩层产状、流纹流向特征、喷出相之间的关系等,可分出火山活动顺序。

许山期高水泉古火山以裂隙式开始火山喷发活动,在古火山口见到同源安山质火山角砾岩,没有见到许山组上覆岩层成分火山角砾岩,该期形成了 NE—SW 向展布的中基性熔岩流。鸡蛋坪期以溢流相中酸性熔岩为主,夹有爆发相、溢流

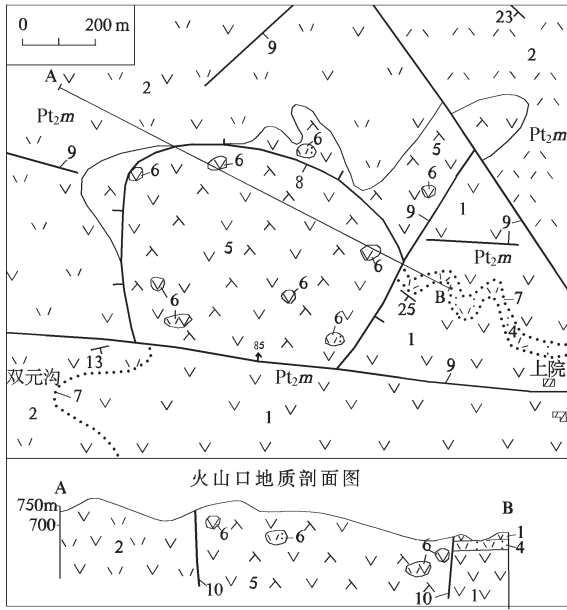


图6 双元沟古火山机构地质图

Pt₂m—马家河组；1—安山岩；2—英安岩；3—流纹岩；4—凝灰岩；
5—安山玢岩；6—凝灰岩、英安岩、安山岩角砾；7—岩性界线；
8—古火山口；9—断层；10—火山通道；A—B—剖面

Fig.6 Geological map of the Shuangyuangou paleovolcanic edifice

Pt₂m—Majiahe Formation；1—Andesite；2—Dacite；3—Rhyolite；
4—Tuff；5—Andesite porphyrite；6—Tuff, dacite and andesite fragments；
7—Lithologic boundary；8—Paleovolcanic crater；
9—Fault；10—Volcanic vent；A—B—Section

相—火山沉积相。鸡蛋坪早期关家古火山溢流相英安岩覆盖于高水泉溢流相安山岩之上,高水泉古火山早于关家古火山喷发时间。十八盘古火山口为中心式喷发,依据地层岩石组合可知石英粗安岩为鸡蛋坪中期喷发物,古火山通道上部切割鸡蛋坪晚期溢流相流纹岩,爆发相的火山角砾岩成分有异源石英粗安岩等碎屑英安质熔岩,在十八盘南部见到鸡蛋坪晚期溢流相流纹岩覆盖于溢流相粗安岩之上,结合地层层位判定关家古火山早于十八盘古火山喷发。马家河期以中偏酸性的火山溢流相为主,夹有爆发相、溢流相—火山沉积相。草立扒古火山口周围溢流相安山岩覆盖于鸡蛋坪晚期溢流相英安岩之上,十八盘古火山早于草立扒古火山喷发时间。在双元沟古火山口爆发相—沉积相凝灰岩层覆盖于相对较早形成的马家河组下部(溢流相辉石安山岩层)之上。草立扒古火山早于双元沟古火山喷发时间。

因此,本区古火山喷发活动由早到晚为高水泉—关家—十八盘—草立扒—双元沟。

4 与次火山岩和古火山机构有关的矿产

4.1 次火山岩的分布

次火山岩的空间分布与产状受基底构造和各级古火山

机构控制。次火山岩群的分布空间和展布方向与Ⅱ、Ⅲ级火山活动带相吻合,次火山岩体往往沿低级(Ⅳ、Ⅴ级)古火山机构侵位,其赋存方式有以下4种:(1)沿基底构造贯入的岩脉(墙);(2)沿裂隙式喷发通道充填的带状次火山岩;(3)环火山口喷发或破火山口分布的岩脉(墙);(4)沿中心式火山机构充填的岩株状次火山岩^①,区内次火山岩产出受古火山机构和断裂构造的控制。

4.2 次火山岩地球化学特征及其有关矿产

次火山岩主要为闪长岩、二长岩,闪长岩微量元素平均值与中性岩维诺格拉多夫平均值之比:Pb为3.88,Zn为1.22,Cu为2.56;则二长岩与其之比值:Pb=4.44,Zn=1.62,Cu=1.52。因此,次火山岩为铅锌、铜、金、多金属硫化物等成矿提供了矿物质来源。已知与次火山岩有关的矿产:汝阳三元沟、柴板沟铅锌矿床、岳家铅锌矿点及王来沟磁铁矿点都与石英闪长岩(株)体有关;大撮坪铜矿点与石英钠长斑岩脉有关;黄沙岭铅锌矿点、王坪西沟铅锌矿床、鸡冠石沟铅锌矿点及姜湾金矿点等与石英二长岩(株或脉)有关。嵩县前河金矿床近围岩及容矿岩石的原岩为正长斑岩,围岩蚀变为钾长石化、黑云母化等。热液钾长石含金0.1~0.5 g/t^②。在熊耳群古火山口附近的杏仁状安山玢岩中,杏仁状(黄铁矿、黄铜矿)矿化普遍,如汝阳外方山地区一系列铅锌、铜矿化都与次火山岩有关^③。

区域上铅锌、铜、金、多金属硫化物等成矿与次火山岩关系密切。

4.3 与古火山机构有关的矿产

嵩县店房金矿容矿岩石为熊耳群焦园组(王志宏等,2000,统一命名为鸡蛋坪组)与火山通道有关的火山角砾岩。金矿体在火山角砾岩体南缘,多呈透镜状、似层状,产于火山通道上盘。矿体顶板为碎裂火山角砾岩、流纹岩,底板为火山角砾岩,近顶、底板品位较高,平均3~5 g/t^④。在熊耳群火山岩系已知矿床矿化部位或火山机构相附近,杏仁状矿化普遍存在特征明显,且富含钾长石、石英、萤石等。在汝阳县椒沟南甚至构成独立杏仁状铜矿床。在嵩县前河、潭头、松里沟等金矿区的杏仁体内存在黄铁矿、黄铜矿矿化现象,且含金品位很高^⑤。

区内断裂构造及次火山岩发育,均与古火山机构关系密切。本区^⑥未开展矿产部分调查,同邻区对比所处地质背景相同,因此可把次火山岩株(脉)、古火山口作为找矿信息,按照“信息—模式”找矿法用确实的信息去检查、修正假设的矿床概念模式,就有可能发现未知矿床。一旦预期的矿床被发现,有利的找矿信息就变成该矿床的有效示矿信息^⑦。

5 结论

(1)熊耳期区域火山活动早期为NEE向裂隙式喷溢,中期演化为中心式喷发,晚期为NEE向裂隙式喷溢。从早到晚贯穿整个熊耳期,相对时间自NE向SW由早到晚。(2)熊耳

①河南省地质矿产厅,1:5万(临汝镇幅、陵头幅、方山幅、神屋镇幅)区域地质调查报告,2000。

②河南省地质矿产厅,1:5万(鸣皋幅、汝阳县幅、杨楼幅)区域地质调查报告,1996。

群火山岩系中古火山机构是寻找爆破角砾岩型金矿的首选地段;受火山机构控制且分布在古火山口内或其周围的中性、中酸性次火山岩(株)脉,是寻找金、铅锌多金属矿的有利部位。(3)熊耳群火山岩系中古火山口附近杏仁体内黄铁矿、黄铜矿化可作为找铜、金矿床的标志。(4)在熊耳群火山岩系古火山机构相附近及次火山岩中的富钾长石岩可作为找金矿的标志。

参考文献(References):

- [1] 高秉璋,洪大卫,郑基俭,等.花岗岩类1:5万区域地质填图方法指南[M].武汉:中国地质大学出版社,1991:49.
Gao Bingzhang, Hong Dawei, Zheng Jijian, et al. A Guide to the Method of the 1:50000 Regional Geological Survey in Igneous Granite Areas [M]. Wuhan:China University of Geoscience Press, 1991:49 (in Chinese with English abstract).
- [2] 卢欣祥,尉向东,董有,等.小秦岭—熊耳山地区金矿特征与地幔流体[M].北京:地质出版社,2004:1-23.
Lu Xinxiang, Yu Xiangdong, Dong You, et al. The Characteristics of Gold Deposits and Mantle Fluids of Xiaolingling—Xiong'er Mountain Region [M]. Beijing:Geological Publishing House, 2004:1-23 (in Chinese with English abstract).
- [3] 庞振山,燕建设.华北陆块南缘熊耳期次火山岩地质地球化学特征[J].地质调查与研究,2004,27(4):234-236.
Pang Zhenshan, Yan Jianshe. Geological and geochemical features of the middle Proterozoic Xiong'er subvolcanic rocks in the southern

- margin of the North China Block [J]. Geological Survey and Research, 2004, 27(4):234-236(in Chinese with English abstract).
- [4] 裴玉华,严海麒,张明云.河南前河金矿岩石矿物特征[J].矿产与地质,2006,20(4/5):513-516.
Pei Yuhua, Yan Haiqi, Zhang Mingyun. Rock and mineral characteristics of Qianhe gold deposit in He'nan [J]. Mineral Resources and Geology, 2006, 20 (4/5):513-516 (in Chinese with English abstract).
- [5] 张汉成,肖荣阁,安国英,等.熊耳群火山岩系金银多金属矿床热水成矿作用[J].中国地质,2003,30(4):402-403.
Zhang Hancheng, Xiao Rongge, An Guoying, et al. Hydrothermal mineralization of Au (Ag)—polymetallic ore deposit in the volcanic rock series of the Xiong'er Group [J]. Geology in China, 2003, 30 (4):402-403(in Chinese with English abstract).
- [6] 任富根,李维明,李增慧,等.熊耳山—崤山地区金矿成矿地质条件和找矿综合评价模型[M].北京:地质出版社,1996:38-39.
Ren Fugen, Li Weiming, Li Zenghui, et al. Ore-forming Geological Conditions and Models for Ore Searching and Evaluation of Gold Deposit in Xiong'er Mountain—Xiaosahn Area [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1996:38-39(in Chinese with English abstract).
- [7] 翟裕生,彭润民,邓军,等.区域成矿学与找矿新思路 [J].现代地质,2001,15(2):154.
Zhai Yusheng, Peng Runmin, Deng Jun, et al. Regional metallogeny and exploratory thinking [J]. Geoscience, 2001, 15(2):154 (in Chinese with English abstract).

Geological characteristics of paleovolcanic edifices in the Xiong'er Group, Ruyang County, Henan, and their significance

YAN Hai-qi¹, ZHAO Wu-zhou², YUN Hui¹

(1. Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007, Henan, China;

2. Geological Vocational School of Henan Province, Zhengzhou 450053, Henan, China)

Abstract: Volcanic rocks are widespread in the Mesoproterozoic Xiong'er Group in western Henan and have undergone repeated structural activities, magmatic intrusion and erosion. On the basis of the remaining primary structures of rocks, paleo-faults and petrological and petrographic indicators, attitude of strata and geomorphologic features, a series of paleovolcanic craters, such as the Gaoshuiquan, Guanxia, Caoliba, Shibapan and Shuangyuangou paleovolcanic craters, have been identified in the Ruyang area. The early-stage paleovolcanism was marked by NEE-trending fissure-type outpouring, the middle-stage paleovolcanism evolved into central eruption, accompanied by fissure eruption, and the late-stage paleovolcanism was manifested by central eruption. Regional volcanism occurred throughout the Xiong'er period and from NE to SW with time. The paleovolcanic craters and the subvolcanic rocks controlled by the paleovolcanic edifices provide regional ore search information.

Key words: Ruyang; Xiong'er Group; paleovolcanic edifice; ore search information

About the first author: YAN Hai-qi, male, born in 1969, engineer, mainly engages in the study of regional geology and exploration of mineral resources; E-mail: haiqi2yan@163.com.