

豫西地区熊耳群的地质年代学研究*

任富根, 李惠民, 殷艳杰, 李双保, 丁士应, 陈志宏

(天津地质矿产研究所, 天津 300170)

摘要: 在地质构造背景基础上分析单颗粒锆石 U-Pb 稀释法年龄数据, 以标志王屋山期热构造事件有关的穿切熊耳群焦园组、坡前街组岩浆侵入活动年龄 1 644 Ma~1 750 Ma 和热扰动年龄 1 650 Ma± 为依据, 确定熊耳群上限年龄为 1 650 Ma~1 700 Ma。熊耳群火山岩系第二喷发旋回眼容寨组(“龙脖组”)流纹斑岩成岩年龄为 1 960 Ma±。第一喷发旋回上部焦园组流纹斑岩成岩年龄为 2 100 Ma±;下部张合庙组大斑安山岩成岩年龄为 2 200 Ma~2 300Ma。熊耳群的下限年龄小于 2 400 Ma。这与豫西地区地层情况大体吻合。

关键词: 豫西地区; 熊耳群; U-Pb 年龄

中图分类号: P597; **文献标识码:** A

文章编号: 1007-6956(2002)01-0041-07

随着不同同位素系统地质年龄数据的积累和客观地质现象的检验, 不同测年方法测定的年龄存有的差异就显示出来。通常是 K-Ar 法较之 Rb-Sr 法、U-Pb 法出现偏低的年龄值。此外, 同一系统方法测定不同矿物和年龄也不尽相同。就同位素系统而言, 这主要是由于封闭温度差异所造成的。U-Pb 系统封闭温度高, Rb-Sr 系统次之, K-Ar 系统最低。U-Pb 系统子体元素是铅, 受后期热构造事件的影响反应较小, 所测定的年龄是较为可靠的, 应依其作为确切的年龄。Rb-Sr 系统 Rb、Sr 元素活动性较高, 在热-构造事件影响下, 温度增高、降低, Rb、Sr 可以发生变化, 因此 Rb-Sr 系统等时线可解释为变质作用年龄。K-Ar 系统封闭温度低, 易受后期热-构造事件的影响, 适用于晚近时期或热-构造事件影响不大的测年工作。随着近年来快中子活化技术的应用, 中子辐射使³⁹K 变成³⁹Ar, 利用⁴⁰Ar/³⁹Ar 比值计算年龄发展成为 Ar-Ar 系统, 可以区分过剩氩和热干扰。

U-Pb 系统通常测定的是锆石。囿于技术发展水平, 80 年代以前是常规 U-Pb 法, 测定样品的锆石量很大, 需用数十颗, 甚至百余颗, 可以是包含有不同世代、不同成因的锆石的混合样品, 依此测

定的是其混合年龄。单颗粒锆石 U-Pb 同位素稀释法(蒸发法)是现阶段普遍认同的可靠方法, 测定的是单个锆石年龄, 其置信度为 2σ 时精度可达到 0.05%。目前开展的离子探针质谱、激光探针等离子质谱测定单个锆石不同环带、部位年龄的研究工作, 以了解锆石生成演化历史, 这是今后开展研究的发展方向。

随着地质研究工作的深入和单颗粒 U-Pb 法测定数据日益增多, 复杂情况不断出现。在同一个地质体样品中可以同时存在圆化锆石和自形程度高的锆石, 圆化锆石、自形锆石各自出现不同的年龄值, 甚至自形程度高的锆石和圆化锆石出现有相近的年龄值。离子探针质谱、激光探针等离子质谱测定单个锆石的年龄也有类同的情况。同一地质体中测定锆石可出现不同年龄值。如何选择适宜的年龄值就成为关键问题。以圆化锆石作为捕虏晶(继承锆石)是常用的简便解释方法, 但并不一定符合客观实际, 需要进一步研究。除了发展同位素地质年代学理论, 探索新方法提高测试精度外, 更要考虑测定岩石、矿物赋存地质体的构造背景、产状特征, 进行有关矿物学、岩石学等学科的综合研究, 以便探讨日益增多的复杂问

* 收稿日期: 2001-10-31

基金项目: 国家自然科学基金项目(49772117、49372131); 国家重点黄金科技攻关项目(90051-03-01)综合研究成果

作者简介: 任富根(1935), 研究员, 长期从事前寒武纪地质和矿床地质研究工作。

万方数据

题,合理地应用测年数据,取得科学的认识。这是地质学家和同位素地质年代学专家共同的任务。

1 地质构造背景

熊耳群火山岩系是熊耳裂陷的主要构成。熊耳裂陷是受边界基底断裂控制的裂陷盆地,东部以NW-NNW向鲁山—洛阳—翼城(铁山河—洛阳—背孜)断裂为界,与嵩箕地块相邻;西北部受临潼—华县—永济—绛县基底断裂控制;南部以黑沟(铁炉子)—栾川断裂为界,与秦岭造山带相邻。这是由于地幔柱上隆,导致壳层伸展张裂形成的三角形裂陷盆地。在裂陷形成过程中伴随有热力作用,壳层物质重熔,幔源物质与壳层物质不同程度地混熔构成了壳幔型熊耳群火山岩系。在幔柱活动中央部位熊耳山—外方山地区喷发活动最为发育,厚达7 000余米。1985年河南地质矿产厅第一地质调查队自下而上划分为磨石沟组、张合庙组、焦园组、坡前街组、眼窑寨组五个岩组。按照岩石组合和地球化学特征明显地分为(张合庙组—焦园组和坡前街组—眼窑寨组)两个喷发旋回。张合庙组属碱性—钙碱系列,有安山玄武岩、粗面安山岩、安山岩,其以大斑安山岩最为特征;焦园组主要属钙碱系列,部分为拉斑系列,有流纹(斑)岩、英安(斑)岩;坡前街组属碱性岩石系列,下部以安山岩为主,有碱玄岩、玄武岩、玄武安山岩,上部为粗面岩、粗面安山岩;眼窑寨组主要属钙碱系列,由流纹(斑)岩、英安(斑)岩和少量粗面岩组成,常呈岩丘、穹窿产出。

熊耳群常以火山岩熔岩建造的张合庙组不整合复盖在太华群之上,陆源碎屑夹火山岩建造的磨石沟组复盖在太华群之上,其间为断层接触关系。熊耳群火山岩系与太华群之间在局部(崮山)地区出露有碎屑岩—碳酸盐岩建造的崮山群(罗汉洞组、铁洞沟组),厚度不大,约百余米,底部为砾岩,与太华群呈不整合接触关系,上复为熊耳群火山岩,与顶部的大理岩呈整合接触关系,据此曾作为熊耳群的一部分,而未予划分。1993年河南地质矿产厅第一地质调查队在进行1:5万区域地质测量时单独划分为罗汉洞组,如此大体上可与嵩箕地块的嵩山群相当。熊耳裂陷强烈的火山喷发活动之后,幔柱活动逐渐减弱以致奄息,伸展停止,并反转为挤压,导致发生王屋山期热—构造事件,构造沉积环境发生剧烈变化,进入

新的较为稳定的演化阶段。

熊耳群火山岩系之上不整合复盖的是碎屑岩—碳酸盐岩建造的官道口群,下部高山河组为滨海—浅海碎屑岩局部夹火山岩建造,上部为龙家园组浅海碳酸盐岩建造。高山河组底部为砂岩、砂砾岩呈不整合复盖在熊耳群火山岩之上,西部小秦岭地区则直接复盖在太华群之上,呈不整合接触关系。有时呈沉积不整合接触关系复盖在朱阳盆、小河岩体之上。

2 上限年龄

元古宙伸展张裂构造环境产出的壳幔型熊耳群火山岩系,具有向碱性演化的趋势,晚期有石英二长岩、霓辉正长岩、正长岩产出,赋存在熊耳群的中上部。依据单锆石U-Pb稀释法测定年龄结果,石英二长岩谱和年龄为 $(1\ 731 \pm 29)\text{Ma}$,霓辉正长岩、正长岩谱和线和不一致线的上交点年龄分别为 $(1\ 644 \pm 14)\text{Ma}$ 、 $(1\ 750 \pm 65)\text{Ma}$ 。作者曾撰文讨论^[1,2]。1 650~1 700 Ma期间发生的碱性—偏碱性岩浆活动是王屋山热构造事件的标志,石英二长岩被官道口群高山河不整合复盖,以1 650~1 700 Ma作为熊耳群的上限。

最近赵太平等^[3]撰文公布赋存在熊耳群中呈岩墙状产出、穿切坡前街组和焦园组的辉石闪长岩U-Pb稀释法年龄为1 761 Ma。这与石英二长岩、正长岩的年龄相近。激光探针等离子体质谱(LP-ICPMS)测定锆石的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 24个年龄值有五个区间,除出现有1 713~1 830 Ma(7个平均值1 759 Ma)、1 550~1 685 Ma(4个平均值1 601 Ma),尚出现有1 927~1 992 Ma(6个平均值1 966 Ma)和更大的年龄值。按岩浆的演化规律辉石闪长岩类属中性,应早于碱性—偏碱性的石英二长岩、霓辉正长岩类。

同时赵太平还发表了河南嵩县陆浑水库旁马家河组顶部流纹斑岩单锆石U-Pb稀释法年龄为 $(1\ 959 \pm 44)\text{Ma}$,LP-ICPMS年龄为1 940~1 995 Ma(7个平均值1 964 Ma),另3个分别是2 745 Ma、2 430 Ma、1 685 Ma。该地流纹斑岩曾被作为熊耳群的最顶部“龙脖组”,流纹斑岩与马家河组安山岩呈侵入接触关系。这一地质现象类同于眼窑寨组流纹岩的产状特征,应是火山活动晚期的产物。依此应考虑1 959 Ma为熊耳群第二喷发旋回上部流纹斑岩的成岩年龄。

此外, 以往豫西地区熊耳群火山 Rb-Sr 岩全岩的等时线年龄^[4]有(1 710±73.6)Ma、(1 780±25)Ma、1 675 Ma, 栾川焦园剖面不甚理想的等时线年龄 1 649 Ma。最大年龄值为 1 780 Ma, 与变质生成的白云岩 K-Ar 法年龄 1 778 Ma 相近; 最小的年龄值为 1 649 Ma、1 679 Ma。鉴于 Rb-Sr、K-Ar 同位素平衡系统封闭温度较低, 易受热构造事件的影响, 可以参照最小的年龄 1 650 Ma 标志热扰动的年龄作为上限。需要指出的是中条山区西阳河群 Rb-Sr 等时线年龄为(1 635±6)Ma, $I_{Sr} = 0.702^{[5]}$, 另有林源贤提供的 Sm-Nd 等时线年龄为(1 654.36±40.98)Ma, $\Sigma Nd(T) = -9.63$ 。这些年龄值是与 1 650 Ma 相近, 都是同一热构造事件改造同位素平衡系统的热扰动年龄。

上述表明豫西地区有关熊耳群上限年龄(表 1)出现三种情况: 1) 以熊耳群顶部呈侵入形式产出的流纹斑岩成岩年龄 1 959 Ma; 2) 熊耳群向碱

性演化标志热构造事件的岩浆侵入活动年龄 1 644 Ma(霓辉正长岩)、1 731 Ma(石英二长岩); 3) 以 Rb-Sr 法为主标志的热构造事件改造同位素平衡系统热扰动年龄 1 650 Ma。熊耳群火山岩系作为伸展张裂构造环境裂陷盆地中熊耳期岩浆侵入一火山喷发活动的一个组成部分, 正是由于王屋山期热构造事件的作用导致裂陷盆地结束强烈火山喷发活动, 收缩变形, 使熊耳群呈宽缓的东西向褶皱, 使沉积环境发生激烈变化, 官道口群高山河组滨海相砂砾岩不整合复盖在熊耳群之上或是直接超复在太华群之上。王屋山期热构造事件使强烈岩浆侵入一火山喷发活动、有深部幔源物质参预地壳组成的活跃阶段转向较为稳定的滨海-浅海正常沉积阶段。因此可以王屋山期热构造事件的标志岩浆侵入活动年龄(1 650~1 700 Ma)和改造同位素平衡系统热扰动年龄(1 650 Ma±)作为上限年龄。

表 1 豫西地区有关熊耳群同位素上限地质年龄表

Table 1 Upper limited isotopic geological ages related to Xionger Group, Western Henan Province

采样地点、层位、岩石	测试方法	同位素年龄(Ma)	资料来源
舞阳 银洞 玄武岩	锆石 Rb-Sr 法等时线	1 710±73.6	胡受奚、贾承造 中国科学院地质研究所
许山组 石晶屑凝灰岩	锆石 Rb-Sr 法等时线	1 780±25	胡受奚
舞阳 许山组 安山玢岩	锆石 Rb-Sr 法等时线	1675	贾承造
济源 大古石组 石英岩	白云母 K-Ar 法	1 778	胡受奚
栾川 焦园剖面 张合庙组(安山岩、玄武安山岩)一焦园组(流纹岩)	锆石 Rb-Sr 法等时线	1 649±250	任富根 张宗清
嵩县陆浑 马家河组 流纹斑岩	锆石 U-Pb 法上交点	1 959±44	赵太平
汝阳付店 辉石闪长岩	锆石 U-Pb 法上交点	1 761±16	赵太平
官道口卢氏 石英二长岩	锆石 U-Pb 法谱和线	1 731±29	任富根, 李惠民
栾川眼窠寨 正长岩	锆石 U-Pb 法上交点	1 750±65	任富根, 李惠民
嵩县庙岭 霓辉正长岩	锆石 U-Pb 法上交点	1 644±14	任富根, 殷艳杰

3 下限年龄

以往是以中条山区西阳河群单锆石 U-Pb 法年龄 1 850 Ma^[1,5]作为下限年龄。豫西地区最早测得熊耳群大于 1 900 Ma 年龄的样品是 1992 年王官福等进行古地磁研究时采集的焦园组流纹斑岩, 由李惠民应用单锆石 U-Pb 稀释法测定谱和线

和不一致线上交点年龄为 2 035 Ma^①。之后我们在采集的 6 组单锆石 U-Pb 稀释法的样品中都显示有大于 1 900 Ma 的信息(表 2), 这些大于 1 900 Ma 的锆石年龄出现在各种地质体中, 包括熊耳群下、中部火山岩和有关的偏碱性的侵入岩。或是表现为谱和线和不一致线的上交点年龄, 或是各种

① 王官富等, 熊耳山地区前寒武纪地层及典型金矿床的古地磁研究, 中国地质科学院青年地质科技基金项目, 科研报告, 1993.

表2 豫西地区有关熊耳群下限 U-Pb 稀释法年龄和锆石特征
Table 2 Lower limited ages of U-Pb dilution method and the natures of single Zrcons related to Xiong'er Group, Western Henan Province

地点	地质体	谱和线和不一致线		单个锆石 ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb 表面年龄					
		上交点年龄	下交点年龄	自形晶	他形晶				
栾川(焦园剖面)	张合庙组 大斑安山岩	(2 405 ± 74)Ma	(257 ± 70)Ma	1 900~2 100 Ma	2 100~2 300 Ma	1 900~2 100 Ma	2 100~2 300 Ma	>2 300 Ma	浅黄色、半透明、梨形 化晶体 2 323 Ma, 褐色、 不透明、短柱状圆化晶 体 2 351 Ma
		(2 035 ± 4)Ma		紫红色、透明、 短柱状晶体, 2 065 Ma	紫红色、透明、 长柱状晶体 2 170 Ma	紫红色、透明、 不规则粒状晶 体 2 055 Ma, 紫 红色、透明、它 形小晶体 2 098 Ma			
嵩县庙岭	焦园组 流纹岩	(2 217 ±)Ma	(1 081 ± 113)Ma	紫红色、透明、 短柱状晶体 1 993 Ma, 无色 及浅紫色、柱状 小晶体 1 918 Ma, 浅紫红色、 短柱状晶体 2 081 Ma	浅紫红色、透 明、短柱状晶 体 2 194 Ma	浅紫红、半透 明、浑圆状晶体 2 012 Ma			紫红色、透明、粒 状晶体 2 146 Ma
		(1 644 ± 14)Ma							褐黄色、半透明、 圆化晶体 2 147 Ma
嵩县任岭	焦园组 二长岩	(2 333 ± 74)Ma	(183 ± 45)Ma						
		(1 750 ± 65)Ma			紫红色、透明柱 状晶体 2 204 Ma				
栾川	眼窑寨 正长辉长岩	(2 059 ± 60)Ma	(119.6 ± 7.5)Ma						浅黄色、半透明 短柱状圆化晶 体 2081 Ma, 褐黄 色、半透明、圆 化晶体 2017 Ma
嵩县祁雨沟	摩天岭 斑岩								

注: 1、4、5、7 殷艳杰分析, 2、3、6 李惠民分析; ① 另有相同的²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄。

单个锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 或 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄。

张合庙组大斑安山岩谐合线和不一致线上交点年龄为 $(2\ 405 \pm 74)\text{Ma}$, 下交点年龄为 $(257 \pm 70)\text{Ma}$, 锆石多为不透明—半透明圆化晶体, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄为 $2\ 181\text{Ma}$ 、 $2\ 323\text{Ma}$ 、 $2\ 351\text{Ma}$, 平均为 $2\ 285\text{Ma}$ 。

大斑安山岩是熊耳群火山岩系第一喷发旋回下部张合庙组特征岩类。张合庙组是一套中—基性熔岩, 以大斑安山岩为主, 产状较为复杂, 可直接不整合复盖在太华群之上, 呈充填的倒置现象, 或是多层产出, 或是呈突变的贯入现象, 代表了早期强烈喷发溢流堆积特征。

大斑安山岩岩石具斑状结构、聚斑状结构, 基质为斑晶交织结构、脱玻间隐结构、脱玻基结构; 斑晶以斜长石为主, 其次为角闪石、辉石; 斜长石斑晶呈自形—半自形柱状或板状, 属奥钠长石或钠长石, 而不是常见的中长石, 帘石化较为发育, 粒径大于 5mm , 最大可达 $12\text{mm} \times 30\text{mm}$, 含量不等, 最多可达 20% , 分布不匀杂乱产出, 有的显示流动定向排列趋势。斑晶斜长石的成分、晶形、大小、数量、分布、蚀变等特征是地内斑晶的标志, 应是在深部岩浆房内早期结晶形成的, 指示深部存在着岩浆房, 具有缓慢结晶的良好条件。可见大斑安山岩中所包含的圆化锆石可以是捕虏、继承锆石, 也可以是岩浆房内自身结晶, 后期遭受了由谐和线和不一致线下交点年龄 $(257 \pm 70)\text{Ma}$ 标志的海西—印支期热构造事件的影响而熔蚀。类同的情况还出现在嵩县任岭二长岩中, 谐和线和不一致线上交点年龄为 $(2\ 333 \pm 74)\text{Ma}$, 透明—半透明圆化锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄为 $2\ 307\text{Ma}$ 、 $2\ 346\text{Ma}$, 下交点年龄为 $(183 \pm 45)\text{Ma}$, 并有 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 117.1Ma 。该二长岩赋存在焦园组中呈岩床产出, 硅化较为强烈, 变余斑状结构。若以上交点年龄 (183Ma) 和 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄 (117Ma) 为准, 则 $2\ 300\text{Ma} \pm$ 锆石应为捕虏、继承锆石。由此可以推断 $2\ 300\text{Ma} \pm$ 年龄值圆化锆石作为捕虏、继承锆石, 指示岩浆房形成的年龄, 或作为张合庙组熔岩冷却过程中自身结晶, 后期熔蚀, 大斑安山岩生成年龄的标志。

焦园组流纹(斑)岩谐和线和不一致线上交点年龄焦园、庙岭两地分别为 $2\ 035\text{Ma}$ 、 $2\ 217\text{Ma}$, 平均为 $2\ 126\text{Ma}$ 。锆石主要为自形透明柱状、短柱状晶体。 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄介于 $1\ 918\text{Ma} \sim$

$2\ 194\text{Ma}$, 平均 $2\ 070\text{Ma}$ (6个), 有 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄 $2\ 170\text{Ma}$; 少有半透明他形晶体, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄介于 $2\ 012\text{Ma} \sim 2\ 146\text{Ma}$, 平均 $2\ 077\text{Ma}$ (4个), 在自形晶体的年龄时限内, 显然不是捕虏、继承锆石。不同的年龄值应是不同程度 Pb 丢失的反映。熊耳群焦园组流纹(斑)岩岩石具微嵌晶结构、微花岗结构、斑状或聚斑结构, 斑晶为钾长石、奥钠长石和少量石英, 数量占 10% , 基质成分相同, 副矿物除锆石外, 尚有磁铁矿、磷灰石、榍石。流纹(斑)岩中产出的结晶细小、透明自形程度高的锆石是岩浆喷出冷却结晶的产物, 上述年龄值无疑是焦园组酸性熔岩的成岩年龄。这就表明第一喷发旋回焦园组流纹斑岩的年龄值 $2\ 100\text{Ma} \pm$, 对于前述熊耳群第二喷发旋回晚期的嵩县陆浑水库“龙脖组”流纹斑岩年龄 $1\ 959\text{Ma}$ 也是相适宜的。焦园组中霓辉正长岩 $(1\ 644\text{Ma})$ 和眼窝寨组中正长岩 $(1\ 750\text{Ma})$ 分别出现 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄为 $2\ 147\text{Ma}$ 、 $2\ 204\text{Ma}$ 锆石, 具捕虏、继承锆石性质; 摩天岭斑岩谐和线和不一致线下交点年龄为 $(119.6 \pm 7.5)\text{Ma}$ 属燕山期, 而上交点年龄为 $2\ 059\text{Ma}$ 。锆石为半透明圆化晶体, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄 $2\ 081\text{Ma}$ 、 $2\ 017\text{Ma}$, 也反映类同性质相近的年龄值。它们都在焦园组生成年龄的时限内。

焦园组流纹岩中结晶细小、自形程度高, 透明锆石 U-Pb 稀释年龄比较确切地证实了其下的张合庙组熔岩生成年龄应大于 $2\ 100\text{Ma}$ 。石英二长岩 $(1\ 731\text{Ma})$ 、霓辉正长岩 $(1\ 644\text{Ma})$ 所标志的王屋山期热构造事件以及大斑安山岩、任岭正长岩、摩天岭斑岩单锆石谐和线和不一致线下交点年龄分别是 $(257 \pm 70)\text{Ma}$ 、 $(183 \pm 45)\text{Ma}$ 、 $(119.6 \pm 7.5)\text{Ma}$, 所反映的印支、燕山期构造事件, 使锆石出现熔蚀、圆化特征是不难理解的, 并且导致 Pb 不同程度地丢失, 出现较为复杂的年龄值。

4 几点认识

综合多年的研究, 豫西地区与熊耳群有关的元古宙年龄有五组, 分别显示不同的意义。

- 1) Rb-Sr 法等时线 $1\ 650\text{Ma}$ 为代表的王屋山期热—构造事件改造同位素平衡系统热扰动年龄;
- 2) U-Pb 稀释法 $1\ 650\text{Ma} \sim 1\ 750\text{Ma}$ 标志王屋山期热—构造事件碱性—偏碱性岩浆活动年龄;
- 3) U-Pb 稀释法和激光探针等离子质谱年龄 $1\ 959\text{Ma}$ 代表熊耳群第二喷发旋回晚期“龙脖组”

(眼容寨组)流纹斑岩成岩年龄;

4) 焦园组流纹斑岩 U-Pb 稀释法年龄 2 100 Ma(代表熊耳群第一喷发旋回上部焦园组酸性熔岩冷却成岩年龄);

5) 张合庙组大斑安山岩 U-Pb 稀释法年龄 2 200Ma~2 300 Ma, 或是代表熊耳群第一喷发旋回下部中基性熔岩冷却成岩年龄, 或是代表生成熊耳群火山岩系的岩浆房的年龄。

上限年龄较为明确, 可由王屋山热构造事件所反映的碱性—偏碱性岩浆活动年龄和改造同位素平衡系统的热扰动年龄推定为 1 650~1 700 Ma。

熊耳群下限年龄问题比较复杂, 熊耳裂隙经历复杂的演化历史, 熊耳期岩浆侵入—火山喷发活动自身有漫长的过程。熊耳群生成以后又遭受过多期热构造事件的影响, 破坏或改造同位素平衡系统, 即使是 U-Pb 系统, 导致子体元素 Pb 不同程度地丢失, 使测定的年龄值出现较为分散的情况。可能出现捕虏、继承锆石的年龄, 使之更为复杂。

张合庙组大斑安山 U-Pb 稀释法年龄 2 200 Ma~2 300 Ma, 测定的锆石性质难以确定, 或属捕虏、继承锆石, 或属后期熔蚀生成, 即使作为捕虏、继承锆石, 2 200 Ma~2 300 Ma 代表岩浆房生成的年龄, 以上复焦园流纹斑岩年龄 2 100 Ma 分析大斑安山岩冷却成岩年龄无疑应大于 2 100 Ma, 在 2 200~2 300 Ma 是适宜的。由此可以推断熊耳群的下限年龄小于 2 400 Ma, 对映于豫西地区出露的地层层位。熊耳群下伏为太古宙太华群, 其间在局部地区出露有罗汉洞组。太华群年龄^[6] 锆石 U-Pb 年龄介于 2 411Ma~2 841 Ma, 磷灰石 U-Pb 年龄有 2 223 Ma、2 411 Ma、2 580 Ma、2 620 Ma; Sm-Nd 法等时线年龄有 2 766 Ma、2 351 Ma; Rb-Sr 等时线年龄有 2 549 Ma、2 667 Ma, 从同位素地质年龄考虑也是适宜的。人们认识的障碍主要在于熊耳裂隙北部中条山区已有的成果, 这还有待于进一步研究。以往以西阳河群许山组流纹岩锆石 U-Pb 稀释法年龄 1 829Ma、英安斑岩 (1 840 ± 14) Ma 和离子探针质谱年龄 (1 840 ± 14) Ma (17 个平均) 作为熊耳群的下限年龄。应该考虑的是熊耳群是秦岭区域地质测量队于 1959 年命名于栾川、洛宁交界的熊耳山, 熊耳

群火山岩系以熊耳山—外方山最为发育, 出露厚度 7 000 余米, 火山岩系下部为中性—中基岩类构成张合庙组, 其上为焦园组, 由流纹斑岩、英安岩组成。前述西阳河群许山组的流纹岩、英安斑岩显然不能相当熊耳群火山喷发熔岩底部岩石组合, 所测定的年龄值不能代表下限年龄。同时, 许山组英安斑岩单锆石 U-Pb 法年龄测定的 9 个锆石^[5], 其中除 2 个为 1 834 Ma、1 841 Ma 外, 其他 7 个单锆石年龄都大于 2 000 Ma。其中大于 2 300 Ma 的 2 个 (2 449Ma、2 338 Ma), 2 100 Ma~2 300 Ma 的 3 个 (2 101 Ma、2 155 Ma、2 164 Ma), 小于 2 100 Ma 的 2 个 (2 022 Ma、2 066 Ma); 离子探针质谱分析 18 个单锆石年龄, 有 (1 989 ± 47) Ma、(1 910 ± 34) Ma、2 098 Ma、2 511 Ma, 小于 1 800 Ma 年龄有 5 个, (1 618 ± 146) Ma、(1 784 ± 103) Ma、(1 672 ± 98Ma)、(1 754 ± 59) Ma、(1 737 ± 133) Ma 等, 年龄差异比较大, 也反映存在复杂情况。由此可见, 熊耳群的下限年龄尚需进一步研究确定。

关于熊耳群建组命名方案问题, 熊耳群命名地点是熊耳山, 出露地层齐全, 厚度大; 而建组命名地点则是中条山区西阳河群, 不相一致, 并且西阳河群出露的地层不全, 厚度仅有 4 000 余米, 其中由酸性熔岩构成的鸡蛋坪组仅有百余米, 且与下伏许山组岩石类型相类同, 以中条山地区命名岩组, 不能客观地、全面地反映岩组特征。建议根据《中国地质指南及中国地层指南说明书》^[7] 命名优先和其他条款, 重新考虑建组方案。

参 考 文 献

- [1] 任富根, 李维明, 李增慧, 等. 熊耳山崑山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.
- [2] 任富根, 李惠民, 殷艳杰等. 熊耳群火山岩系上限年及其地质意义[J]. 前寒武纪研究进展, 2000, 23(3): 140-146.
- [3] 赵太平, 周美夫, 金成伟, 等. 华北陆块南缘熊耳群形成时代讨论[J]. 地质科学, 2001, 36(3): 326-334.
- [4] 夏林听, 夏祖春, 任有祥, 等. 祁连山—秦岭山系海相火山岩[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.
- [5] 孙大中, 胡维兴. 中条山前寒武纪年代构造格架和年代地壳结构[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [6] 白瑾, 黄学光, 王惠初, 等. 中国前寒武纪地壳演化[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [7] 全国地层委员会. 中国地质指南及中国地层指南说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2001.

Study of Isotopic Geochronology of Xionger Group Henan Province, China

REN Fu-gen, LI Hui-min, YIN Yan-jie, LI Shuang-bao,
DING Shi-ying, CHEN Zhi-hong
(*Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170*)

Abstract: This paper deals with the single zircon age data of U-Pb Isotope-Dilution Technique Method based upon the geological tectonic background. The magmatic intrusive ages and thermal disturbance ages which were cutting across Jiaoyuan Formation and Poqianjie Formation of Xionger Group and were marking the thermal tectonic events related to Wangwushan Age, are 1 644 Ma~1 750 Ma and 1 650 Ma respectively. The upper limited age of Xionger Group is given in the range of 1 650~1 700 Ma. The diagenetic age of rhyolite porphyry from Yanyaozhai Formation (Longbo Formation), the second eruption cycle of Xionger Group's volcanic rocks, is dated as 1 960 Ma \pm . The diagenetic age of the rhyolite porphyry from the Jiaoyuan Formation, upper part of the first eruption cycle, is 2 100 Ma \pm , dated from the transparent euhedral zircons. The diagenetic age of the megaphyric andesite from the lower part of the Zhanghemiao Formation is offered the range of 2 200~2 300 Ma. The lower limited age of the Xionger Group is less than 2 400 Ma. Thus, all of the data, mentioned above, are coincided approximately with the outcropping occurrences of the strata in the area of Western Henan Province.

Key Word: Western Henan Province; Xionger Group; U-Pb age