

河南桐柏老湾花岗岩体锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 及其地质意义

刘翼飞¹, 江思宏¹, 方东会², 刘妍¹

(1. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 安徽省地质矿产勘查局 326 地质队, 安徽 安庆 246001)

摘要:通过对河南桐柏老湾花岗岩体开展锆石 SHRIMP U-Pb 测年, 获得了一个高精度的 U-Pb 年龄(132.5 ± 2.4)Ma, 比较可靠地限定了老湾花岗岩体的形成时代属于燕山中期, 而不是前人所认为的燕山晚期。结合区域构造-岩浆活动时间, 认为在燕山中期, 桐柏及其邻区存在次比较重要的构造-岩浆事件, 老湾花岗岩体是这次构造-岩浆活动事件的产物。

关键词:锆石 SHRIMP U-Pb 年龄; 花岗岩; 老湾; 桐柏地区

中图分类号: P588.12⁺1; P597⁺.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2008)06-0519-05

Zircon SHRIMP U-Pb dating of Laowan granite in Tongbai area, Henan Province, and its geological implications

LIU Yi-fei¹, JIANG Si-hong¹, FANG Dong-hui² and LIU Yan¹

(1. Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 2. No. 326 Geological Party, Anhui Bureau of Geology and Mineral Exploration, Anqing 246001, China)

Abstract: A highly accurate U-Pb age of (132.5 ± 2.4)Ma was obtained for zircon from the Laowan granite in Tongbai area by using the U-Pb SHRIMP method. It is concluded that the Laowan granite intruded during Middle Yanshanian rather than Late Yanshanian as some researchers have considered. Considering the timing of the regional tectonic-magmatic activity, the authors hold that there existed an important tectonic-magmatic event during Middle Yanshanian, with the Laowan granite being the product of this event.

Key words: Zircon SHRIMP U-Pb age; granite; Laowan; Tongbai area

老湾花岗岩体位于河南省桐柏县北西 20 km, 是一个长条状呈北西西向产出的花岗岩岩株(图 1)。自从老湾金矿带发现以来, 老湾花岗岩体的成因以及它与老湾金矿床的关系受到了广大科研工作者的关注。前人对老湾花岗岩体进行过不少工作, 也获得了一些同位素年龄数据, 例如: 用 K-Ar 法测得老湾花岗岩的年龄为 100 Ma(赵振家等, 1990); 利用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法获得老湾花岗岩中钾长石的坪年龄为

(108.9 ± 0.3)Ma(谢巧勤等, 2000; 潘成荣等, 2002) 这些年龄都属于燕山晚期。但是由于 K-Ar 法和 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法的封闭温度较低, 因此对于这些年龄能否代表侵入岩的形成年龄存在一些争议(邱华宁等, 1995)。在本次研究中, 笔者对老湾花岗岩体中的锆石进行 SHRIMP U-Pb 测年, 精确地限定了老湾花岗岩体的侵位年龄, 并进一步探讨花岗岩的成因意义。

收稿日期: 2008-04-10; 修订日期: 2008-07-28

基金项目: 全国危机矿山项目 200641037) 地质大调查资助项目(1212010733803)

作者简介: 刘翼飞(1981-), 男, 在读硕士, 从事金属矿床地球化学研究, 电话: 010-68999511, E-mail: lyfsky@126.com。

1 地质概况

老湾花岗岩体产于河南省桐柏山的北麓,南阳盆地与吴城盆地之间,构造上位于秦岭造山带与大别造山带衔接部位的桐柏地区。区域内出露古元古界秦岭岩群(Pt_1qn)、中元古界肖家庙岩组(Pt_2x)、中元古界龟山岩组(Pt_2g)以及南湾组(Dn)地层(图 1)。本区构造变形及岩浆活动强烈,松扒断裂为镇平-龟山-梅山深大断裂带在桐柏地区的出露部分,而老湾断裂是内乡-桐柏-商城深断裂带在本区的出露部分,上述两条断裂长期多阶段的演化形成了该

区北西西向的构造格局,区域内地层在构造作用下也经历了强烈的变形变质作用。老湾花岗岩体沿老湾断裂向上侵入于北侧中元古界龟山岩组及南侧的南湾组地层之中,受老湾断裂的控制,呈长条状,走向北西西,长约 23 km,宽约 0.6~0.8 km,最大宽度 2.1 km。岩性为黑云二长花岗岩,呈肉红色,中-细粒、中-粗粒花岗结构,块状构造。岩石化学成分中 SiO_2 含量变化于 66%~73% 之间,Na、K 含量高, $K_2O + Na_2O$ 含量变化于 8.36%~8.63% 之间; A/NKC 值为 0.96~1.01,变化范围窄,属于钙碱性岩浆岩(潘成荣等,1999;徐晓春等,2001)。

老湾金矿床赋存于老湾花岗岩体北侧的龟山岩

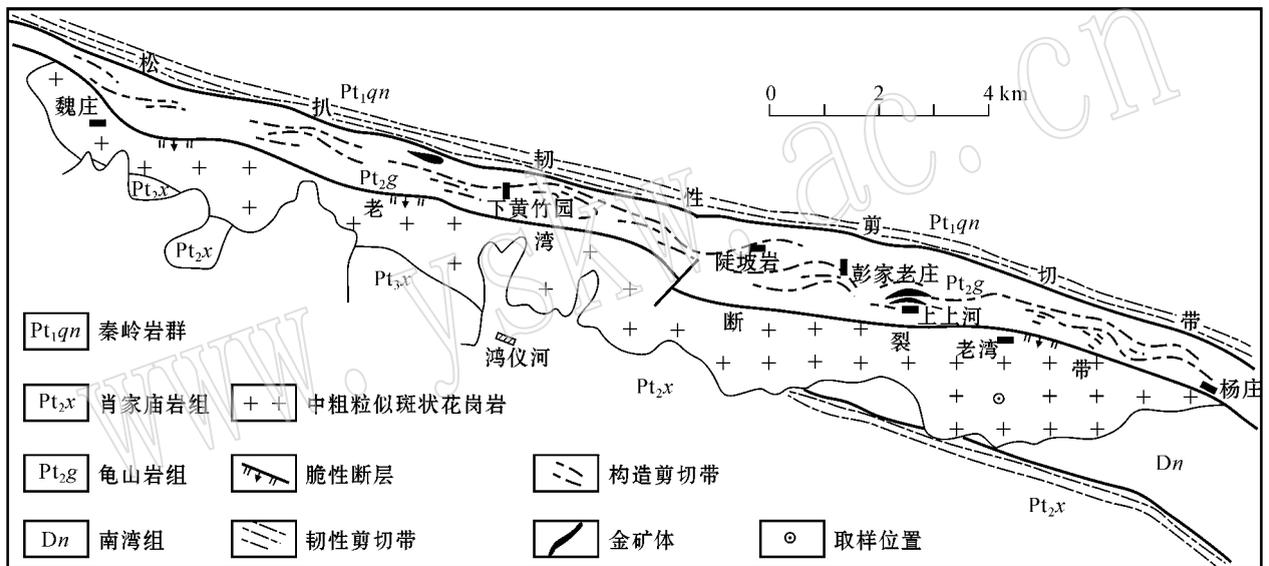


图 1 老湾花岗岩体产出地质略图(据何孝良等,2005)

Fig. 1 Geological sketch map of Laowan granite (after He Xiaoliang *et al.*, 2005)

组内,为桐柏地区一重要的大型金矿床,许多研究者认为老湾金矿床与老湾花岗岩体具有密切的成因联系(徐晓春等,2001;谢巧勤等,2001,2003,2005;潘成荣等,2002;张宗恒等,2002)。

2 样品描述和测试方法

用于 SHRIMP U-Pb 测年的锆石样品取自老湾黑云二长花岗岩体,取样位置如图 1 所示,样品编号为 LW07-1,地理坐标为:32°27'28.9"N,113°19'46.6"E。岩石呈浅肉红色,块状构造,二长花岗结构。镜下观察,岩石主要由斜长石(30%~35%)、钾长石(30%~35%)、石英(30%)和蚀变黑云母(5%)

组成,并有少量副矿物榍石、磷灰石和锆石。斜长石呈自形板状;钾长石主要呈半自形-他形板状,也见自形板状,显微条纹构造发育,常见卡氏双晶,纺锤状格子双晶不发育;石英呈他形充填于长石颗粒之间;黑云母呈针片状。矿物粒度一般在 2~5 mm。岩石轻微蚀变,斜长石表面分布着粘土矿物,并转变成钠长石,可见新生粒状钠长石交代钾长石的现象。

测试样品经过人工破碎后,用常规重力和磁选方法分选出锆石,在双目镜下挑选出用于测年的锆石颗粒,并和标样一起置于环氧树脂做成样品靶,将靶上锆石磨至一半,以使锆石内部暴露,接着对锆石进行透射光、反射光和阴极发光照相测量,并抛光、清洗、镀金。锆石阴极发光测试在中国地质科学院

北京离子探针中心完成。在阴极发光图像(图 2)中, 锆石大部分呈长柱状, 长约 $80 \sim 200 \mu\text{m}$, 典型的韵律环带结构发育, 显示所测锆石为岩浆成因。样品测试过程中尽量选择阴极发光生长环带明显、无包裹体、无裂纹的锆石晶体或避开锆石中的裂纹和包裹体。

锆石微区原位 U-Pb 同位素分析在中国地质科

学院北京离子探针中心 SHRIMP II 上进行, 按照标准测定流程(Williams and Claesson, 1987; Compston *et al.*, 1992)完成。数据处理及 U-Pb 谐和图绘制采用 Squid 程序和 Isoplot 程序自动完成。使用的标准锆石为 91500($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄为 $1\,065.4 \pm 0.6 \text{ Ma}$, Wiedenbeck *et al.*, 1995)。标样和未知年龄样品测定按照 1:3 进行。

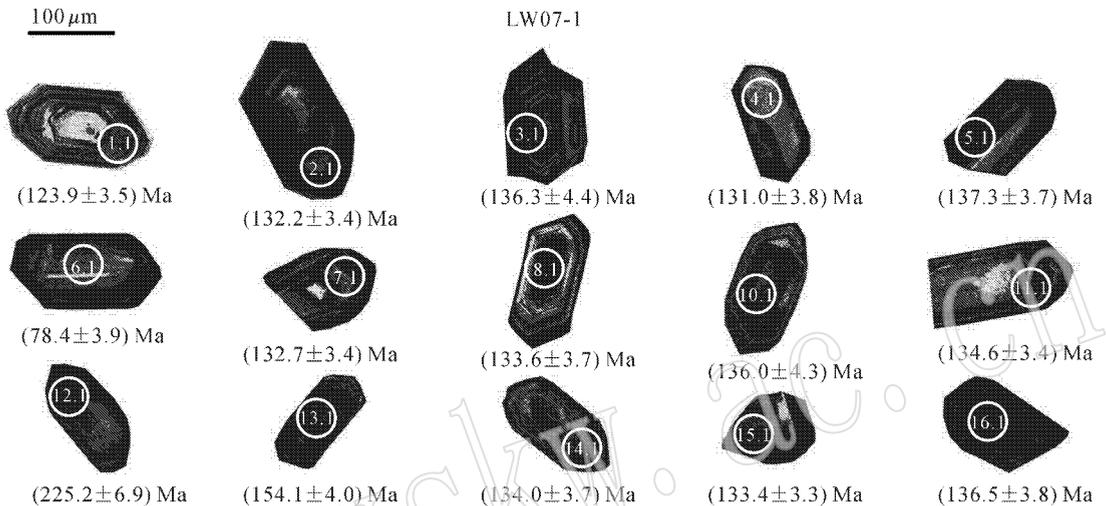


图 2 老湾花岗岩锆石样品(LW07-1)阴极发光图像及测年结果

Fig. 2 CL images and dating results of zircon sample(LW07-1) from Laowan granite

3 测年结果

样品 LW07-1 共测定了 15 颗锆石, 每颗锆石 1 个测点, 测点位置见图 2, 分析数据见表 1。锆石中的 U、Th 含量比较高, U 为 $351 \times 10^{-6} \sim 1\,841 \times 10^{-6}$, 一半以上大于 $1\,000 \times 10^{-6}$; Th 为 $254 \times 10^{-6} \sim 3\,210 \times 10^{-6}$ 。15 颗锆石中, 除了 LW07-1-6.1 和 LW07-1-12.1 的年龄为 $(78.4 \pm 3.9) \text{ Ma}$ 和 $(225.2 \pm 6.9) \text{ Ma}$ (这两测点的普通铅含量超过 16%, 误差太大), LW07-1-13.1 的年龄为 $(154.1 \pm 4.0) \text{ Ma}$ 之外, 其他 12 颗锆石的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄都集中分布于 $(123.9 \pm 3.5) \sim (137.3 \pm 3.7) \text{ Ma}$ 之间, 密集分布于谐和线附近(图 3), 其加权平均年龄为 $(132.5 \pm 2.4) \text{ Ma}$ (MSWD = 0.72), 反映老湾花岗岩体的形成时代为燕山中期。

4 讨论与结论

通过本次对老湾花岗岩体中锆石的 SHRIMP

U-Pb 年龄测量, 比较精确地限定了老湾花岗岩体形成于 132.5 Ma 左右, 属于燕山中期, 老于前人(谢巧勤等, 2000; 潘成荣等, 2002)通过 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测得的石英坪年龄 $(104.1 \pm 1.0) \text{ Ma}$ (年龄图谱呈“马鞍形”)、钾长石坪年龄 $(108.9 \pm 0.3) \text{ Ma}$ 。因为钾长石的封闭温度较低, 易于受到后期构造-岩浆热事件的干扰, 容易造成放射成因 Ar 的丢失, 记录的年龄可能比岩体形成的年龄偏小, 有时也会因为侵入于古老的围岩中而含有过剩氩, 出现年龄偏老的现象。石英等微含 K 的矿物可能会含有较多的过剩 Ar, 用 K-Ar 法系统测定矿物年龄经常形成“马鞍形”年龄图谱, 而且会造成较大的分析误差, 这种图谱的形成原因比较复杂, 解释其地质意义也比较困难(邱华宁等, 1995)。老湾花岗岩体存在轻微的蚀变, 这也可能会对 K-Ar 法测年系统造成一定的影响, 因此笔者认为用 K-Ar 法和 Ar-Ar 法获得的年龄作为老湾花岗岩的成岩年龄, 可信度较小, 而本次通过锆石 SHRIMP U-Pb 法测得的 $(132.5 \pm 2.4) \text{ Ma}$ 是迄今为止获得的老湾花岗岩体最为可靠的成岩年龄。

老湾花岗岩体与桐柏地区及其相邻的东秦岭和

表 1 老湾花岗岩体中锆石的 SHRIMP U-Pb 同位素测年结果

Table 1 Results of SHRIMP zircon U-Pb dating of Laowan granite

测点	$^{206}\text{Pb}_c/\%$	U		$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*/10^{-6}$	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$		$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄/Ma
		$\omega_{\text{Pb}}/10^{-6}$	Th			测量值	$\pm\%$	测量值	$\pm\%$	测量值	$\pm\%$	
LW07-1-1.1	0.00	482	393	0.84	8.04	0.058 7	4.4	0.157 1	5.2	0.019 41	2.8	123.9 \pm 3.5
LW07-1-2.1	0.00	1 106	692	0.65	19.70	0.054 5	3.0	0.155 8	4.0	0.020 72	2.6	132.2 \pm 3.4
LW07-1-3.1	0.36	857	711	0.86	15.80	0.082 1	3.6	0.242 0	4.9	0.021 37	3.3	136.3 \pm 4.4
LW07-1-4.1	1.94	452	254	0.58	8.12	0.048 2	15.0	0.136 0	15.0	0.020 52	2.9	131.0 \pm 3.8
LW07-1-5.1	2.86	1 112	1 119	1.04	21.20	0.077 3	8.5	0.229 0	8.9	0.021 52	2.7	137.3 \pm 3.7
LW07-1-6.1	17.20	351	507	1.49	4.46	0.244 0	13.0	0.411 0	14.0	0.012 23	5.0	78.4 \pm 3.9
LW07-1-7.1	0.60	929	456	0.51	16.70	0.050 0	3.8	0.143 3	4.6	0.020 81	2.6	132.7 \pm 3.4
LW07-1-8.1	0.10	1 810	711	0.41	32.60	0.053 4	3.8	0.154 2	4.7	0.020 94	2.8	133.6 \pm 3.7
LW07-1-10.1	0.64	639	917	1.48	11.80	0.052 4	7.0	0.154 0	7.7	0.021 32	3.2	136.0 \pm 4.3
LW07-1-11.1	0.13	1 523	809	0.55	27.60	0.051 7	2.8	0.150 5	3.8	0.021 10	2.5	134.6 \pm 3.4
LW07-1-12.1	16.45	1 516	3 210	2.19	55.40	0.414 5	2.2	2.032 0	3.8	0.035 50	3.1	225.2 \pm 6.9
LW07-1-13.1	3.59	1 474	867	0.61	31.80	0.084 6	6.6	0.282 0	7.1	0.024 19	2.6	154.1 \pm 4.0
LW07-1-14.1	2.36	390	394	1.04	7.20	0.044 0	10.0	0.127 0	11.0	0.021 01	2.8	134.0 \pm 3.7
LW07-1-15.1	0.22	1 841	849	0.48	33.10	0.049 4	2.4	0.142 5	3.5	0.020 90	2.5	133.4 \pm 3.3
LW07-1-16.1	0.24	1 294	640	0.51	23.80	0.052 4	3.1	0.154 7	4.2	0.021 40	2.8	136.5 \pm 3.8

Pb_c 和 Pb^* 分别表示普通铅和放射性铅,应用实测 ^{204}Pb 校正锆石中的普通铅,误差为 1σ 。

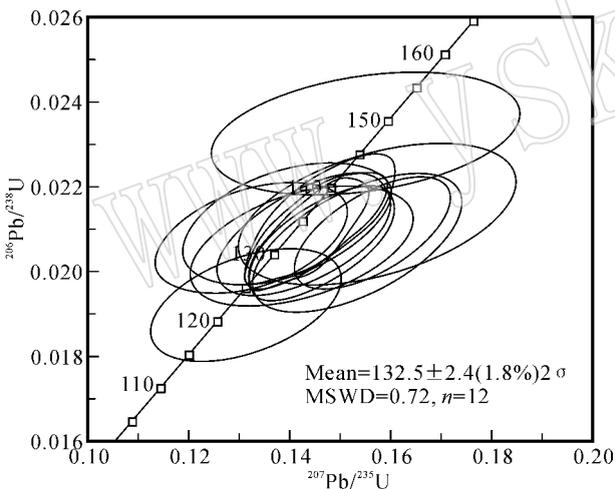


图 3 老湾花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 3 Zircon U-Pb concordia diagram of Laowan granite

西大别一些侵入岩体的形成时代相近,如笔者在老湾花岗岩北约 20 km 处出露的梁湾花岗岩体中获得的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 (132.5 ± 2.3) Ma (另文发表);白石坡花岗斑岩中的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 (142.0 ± 4.3) Ma (李厚民等, 2007);雷门沟花岗斑岩 SHRIMP U-Pb 年龄为 (136.2 ± 1.5) Ma (李永峰等, 2006);花山岩体、合峪岩体、娘娘山岩体、文峪岩体的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄分别为 (130.7 ± 1.4) Ma、 (127.2 ± 1.4) Ma、 (141.7 ± 2.5) Ma、 (138.4 ± 2.5) Ma (毛景文等, 2005)。这些年龄

指示了在燕山中期,桐柏地区及其相邻的东秦岭和西大别地区经历了一次重要的构造-岩浆事件,老湾花岗岩体也是这次构造-岩浆事件的产物。

(132.5 ± 2.4) Ma 老湾花岗岩体形成年龄的精确确定为探讨老湾岩体与老湾金矿床之间的关系提供了重要参考依据。

致谢 中国科学院地质与地球物理研究所苗来成博士在本次锆石 SHRIMP U-Pb 测年和数据处理过程中给予了精心指导和热情帮助,在此深表谢意。

References

- Compston W, Williams I S, Kriskvink J L, *et al.* 1992. Zircon U-Pb ages of early Cambrian time scale [J]. *J. Geological Society*, 149: 171~184.
- He Xiaoliang and Wang Hong 'en. 2005. The metallogenic relationship between Laowan rock mass and Laowan gold belt in Tongbei County of Henan [J]. *Resources Environment & Engineering*, 19(2): 70~75 (in Chinese).
- Li Houmin, Wang Denghong, Zhang Guan, *et al.* 2007. SHRIMP U-Pb age of zircons from granitic porphyry in the Baishipo silver deposit, Henan and its geological significance [J]. *Acta Geological Sinica*, 81(6): 808~813 (in Chinese with English abstract).
- Li Yongfeng, Mao Jingwen, Liu Dunyi, *et al.* 2006. SHRIMP zircon U-Pb and molybdenite Re-Os datings for the Leimengou porphyry molybdenum deposit, Western Henan and its geological implication [J]. *Geological Review*, 52(1): 122~131 (in Chinese with Eng-

- lish abstract).
- Mao Jingwen, Xie Guiqing, Zhang Zuoheng, *et al.* 2005. Mesozoic large-scale metallogenic pulses in North China and corresponding geodynamic settings[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 21(1): 169~188(in Chinese with English abstract).
- Pan Chengrong and Yue Shucang. 2002. Research on the forming era of Laowan gold deposit in Henan Province and its lead isotope[J]. *Journal of Hefei University of Technology*, 25(1): 9~13(in Chinese).
- Pan Chengrong, Yue Shucang, Fang Guosong, *et al.* 1999. Simulation of source region composition of Laowan granite in Henan Province[J]. *Journal of Hefei University of Technology*, 22(5): 6~11(in Chinese).
- Qiu Huaning, Dai Tongmo and Pu Zhiping. 1995. The implications of ^{40}Ar - ^{39}Ar saddle-shaped age spectra of trace K-minerals from the Lushui Tungsten-tin Deposit, Yunnan Province[J]. *Mineral Deposit*, 14(3): 273~280(in Chinese with English abstract).
- Wiedenbeck P, Alle F, Corfu W L, *et al.* 1995. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses, Geostand[J]. *Newslett*, 19: 1~23.
- Williams I S and Claesson S. 1987. Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides: II. Ion microprobe zircon U-Th-Pb[J]. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 97: 205~217.
- Xie Qiaoqin, Pan Chengrong, Xu Xiaochun, *et al.* 2003. Geochemistry of fluid inclusions and rare earth elements from Laowan gold deposit in Henan Province[J]. *Geological Journal of China Universities*, 26(1): 47~52(in Chinese).
- Xie Qiaoqin, Xu Xiaochun, Li Xiaoxuan, *et al.* 2005. Rare earth element geochemical characteristics of Laowan gold deposit in Henan Province: trace to source of ore-forming materials[J]. *Journal of the Chinese Rare Earth Society*, 23(5): 636~640(in Chinese).
- Xie Qiaoqin, Xu Xiaochun and Yue Shucang. 2000. Isochron age of the Laowan gold deposit and Laowan granite, Tongbai region, Henan Province and its implications[J]. *Geological Journal of China Universities*, 4(4): 546~553(in Chinese).
- Xie Qiaoqin, Xu Xiaochun and Yue Shucang. 2001. Isotopic geochemistry of hydrogen, oxygen and helium, and ore-forming fluid sources of Laowan gold deposit in Tongbai, Henan Province[J]. *Chinese Journal of Geology*, 36(1): 36~42(in Chinese).
- Xu Xiaochun, Yue Shucang, Pan Chengrong, *et al.* 2001. The magmatic dynamics of the Laowan granite and its relations with mineralization in Tongbai, Henan[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 17(2): 245~253(in Chinese with English abstract).
- Zhang Zongheng, Fang Guosong, Hou Haiyan, *et al.* 2002. Geological features and genesis of the Laowan gold deposit in the Tongbai region, Henan[J]. *Gold Geology*, 8(3): 20~26(in Chinese).
- Zhao Zhenjia. 1990. Laowan gold belt and its exploration course[J]. *Henan Geology*, 8(2): 15~22(in Chinese).

附中文参考文献

- 何孝良, 王洪恩. 2005. 河南省桐柏县老湾岩体与老湾金矿带的成矿关系[J]. *资源环境与工程*, 19(2): 70~75.
- 李厚民, 王登红, 张冠, 等. 2007. 河南白石坡银矿区花岗岩中锆石的 SHRIMP U-Pb 年龄及其地质意义[J]. *地质学报*, 81(6): 808~813.
- 李永峰, 毛景文, 刘敦一, 等. 2006. 豫西雷门沟斑岩钼矿 SHRIMP 锆石 U-Pb 和辉钼矿 Re-Os 测年及其地质意义[J]. *地质论评*, 52(1): 122~131.
- 毛景文, 谢桂青, 张作衡, 等. 2005. 中国北方中生代大规模成矿作用的期次及其地球动力学背景[J]. *岩石学报*, 21(1): 169~188.
- 潘成荣, 岳书仓. 2002. 河南老湾金矿床 ^{40}Ar - ^{39}Ar 定年及铅同位素研究[J]. *合肥工业大学学报(自然科学版)*, 25(1): 9~13.
- 潘成荣, 岳书仓, 方国松, 等. 1999. 河南老湾花岗岩的源区成分模拟[J]. *合肥工业大学学报(自然科学版)*, 22(5): 6~11.
- 邱华宁, 戴樟谟, 蒲志平. 1995. 云南泸水钨锡矿床微量钾矿物 ^{40}Ar - ^{39}Ar 马鞍形年龄谱的含义[J]. *矿床地质*, 14(3): 273~280.
- 谢巧勤, 潘成荣, 徐晓春, 等. 2003. 河南老湾金矿床流体包裹体及稀土元素地球化学研究[J]. *合肥工业大学学报(自然科学版)*, 26(1): 47~52.
- 谢巧勤, 徐晓春, 李晓萱, 等. 2005. 河南老湾金矿床稀土元素地球化学对成矿物质来源的示踪[J]. *中国稀土学报*, 23(5): 636~640.
- 谢巧勤, 徐晓春, 岳书仓. 2000. 河南桐柏老湾金矿床和花岗岩的年龄及其意义[J]. *高校地质学报*, 4(4): 546~553.
- 谢巧勤, 徐晓春, 岳书仓. 2001. 河南桐柏老湾金矿床氢氧同位素地球化学及成矿流体来源[J]. *地质科学*, 36(1): 36~42.
- 徐晓春, 岳书仓, 潘成荣, 等. 2001. 河南桐柏老湾花岗岩岩浆动力学与成矿[J]. *岩石学报*, 17(2): 245~253.
- 张宗恒, 方国松, 侯海燕, 等. 2002. 河南桐柏老湾金矿床地质特征及成因探讨[J]. *黄金地质*, 8(3): 20~26.
- 赵振家. 1990. 老湾金矿带及其勘探历程[J]. *河南地质*, 8(2): 15~22.