

河南省深部构造对金矿的控制机制研究

杨群周, 彭省临

(中南大学 地洼学说成矿学研究所, 湖南 长沙 410083)

摘要: 文章总结了河南省金矿床与深部构造的关系, 并以壳体成矿学理论为指导, 从连续介质物理的角度探讨了深部构造对金矿的控制机制和金成矿的深部构造条件, 指出了新的金找矿区段。

关键词: 深部构造; 幔向斜; 磁异常; 金矿床; 河南省

中图分类号: P542.5; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2002)01-0027-05

为了提高矿床预测的可靠性, 很久以前一些学者就开始探索矿床分布与地壳深部结构之间的相互关系, 如 . . . 在 1957 年就研究了阿尔泰—萨彦区的深部结构与铜、稀有金属、多金属矿床分布之间的关系, 认为矿床趋向于分布在地壳各层厚度变窄的地区^[1]。莫霍面形态是深部结构的重要组成部分, 也是综合地质作用的结果形式之一, 与(大地)构造关系密切, 对矿床的控制和形成起着重要的作用。黄瑞华研究了中国莫霍面形态与岩金分布的关系, 认为我国东、西两条地幔陡坡带明显地控制了岩金矿的分布^[2]。本文在前人研究地壳深部结构的基础上, 以壳体成矿学理论^[3]为指导, 从连续介质物理^[4]的角度对河南省金矿床与深部构造的关系进行研究, 并对其地球动力学机制进行探讨, 以期有益于金矿找矿。

1 莫霍面形态与金矿床分布

据黄瑞华的研究^[2], 我国东、西两条地幔陡坡带明显地控制了岩金矿的分布, 特别是它们相互连结的秦岭—大别山带, 更是岩金发育地区。东部地幔台坪区金成矿作用强烈, 中部地幔台坪区是我国微细浸染型金矿最主要的分布地区。慢拗与岩金的关系次之。慢隆本身与岩金的关系不密切, 但其周边地区岩金却发育。

东部地幔陡坡带纵贯我国东部, 从兴安岭—太行山—武陵山通过, 在河南省内则是从安阳—宝丰一带通过。据郭奇斌、张乃昌等研究^[5,6], 河南省莫霍面以东部地幔陡坡带分成东西两大不同结构单元。东部地壳厚

34 ~ 36 km, 西部地壳厚 36 ~ 42 km, 上地幔东高西低, 西部大幅度向西倾斜, 地壳厚度由东向西增大。东部地幔陡坡带以西为规则交替的壳幔背斜、壳幔向斜褶皱构造。从南到北依次是宜城幔向斜、邓县幔背斜、卢氏幔向斜、洛阳幔背斜、新乡幔向斜和安阳幔背斜。东部地幔陡坡带以东同样为规则交替的壳幔背斜、壳幔向斜构造从南向北依次为孝感幔背斜、大别山幔向斜、淮滨幔背斜和周口幔向斜, 但起伏强度较西部小得多。幔向斜区表现为低重力, 幔背斜表现为高重力。岩金矿的分布与深部构造的关系见图 1。从图 1 可以看出: 省内的岩金矿床主要分布于幔向斜与幔背斜之间的陡坡带上靠近幔向斜一侧, 如小秦岭—熊耳山—外方山地区的岩金矿床主要分布于卢氏幔向斜北侧的陡坡带上, 卢氏桃花—西峡高庄—梅子沟—祁子堂一线的岩金矿床则分布于该幔向斜的南坡; 桐柏—大别山一带的岩金矿床分布于大别山幔向斜的北侧陡坡带上。地幔陡坡带明显地控制了岩金矿的分布。

2 磁异常与金矿床分布

张乃昌等^[6]对河南省的航磁异常向上延拓 32 km, 在卢氏幔向斜和大别山幔向斜上仍有清晰的异常显示, 并且和幔向斜对应一致(图 2)。从图上可以看出: 金矿床一般不出现在异常的最高值范围, 而是分布于磁异常的梯度带上, 这一点和其分布在幔向斜的陡坡带上颇为相似。商丘—菏泽一带的磁异常可能与中—基性岩浆活动有关。

收稿日期: 2001-11-12;

作者简介: 杨群周(1964-), 男, 河南禹州人, 高级工程师, 博士生, 1983年毕业于中南工业大学地质专业, 现为中南大学在读博士生, 从事成矿学研究。

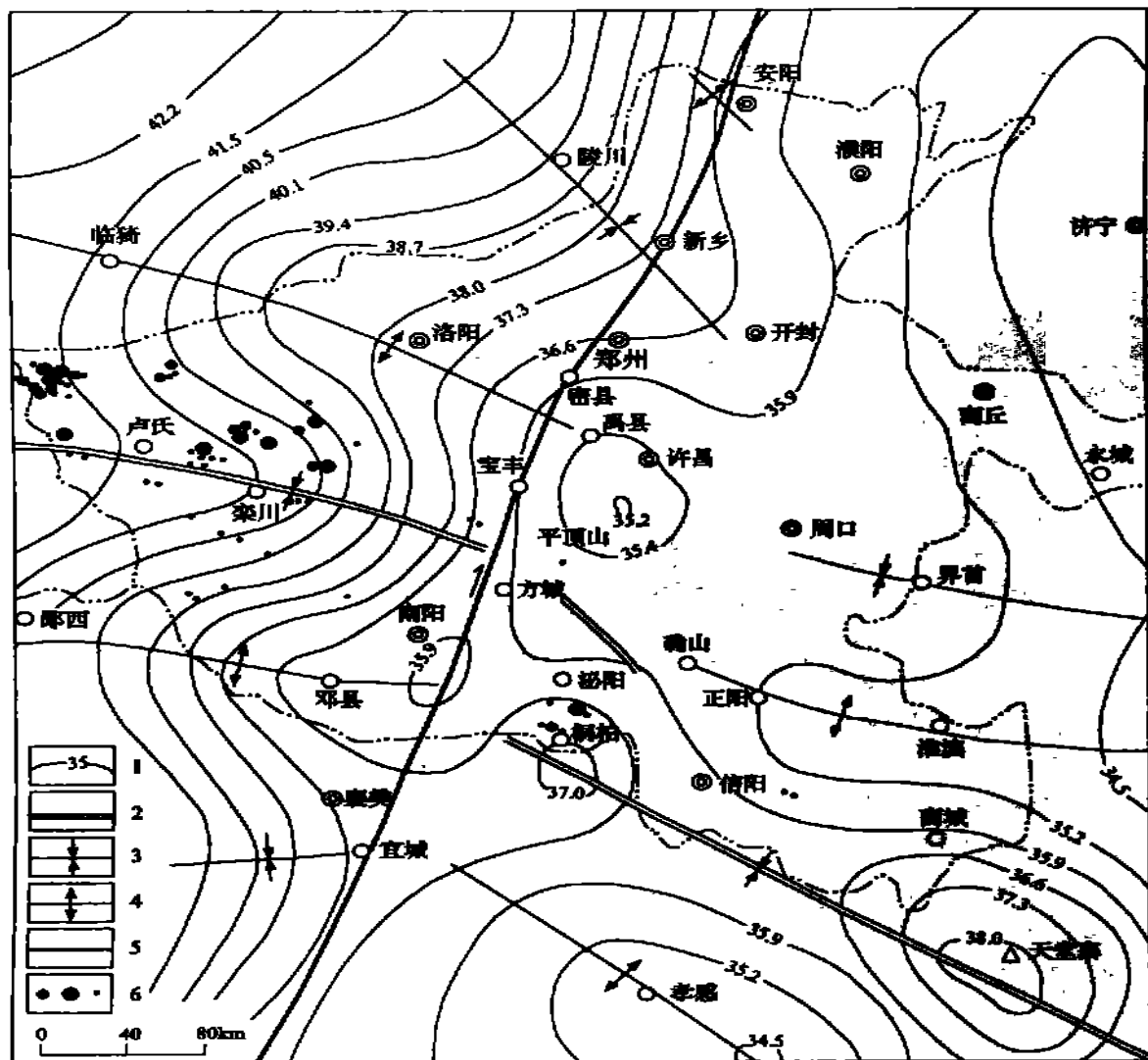


图1 河南省莫霍面构造与金矿床分布简图

(据张乃昌等及本文资料)

Fig. 1 Sketch of structure of Moho and distribution of gold deposit of Henan

1. 莫霍面等深线(km) 2. 级构造单元界线路 3. 幔向斜轴 4. 幔背斜轴 5. 超裂断裂 6. 金矿床(点)

3 深部构造对金矿床的控制机制探讨

河南省的太古界太华群、中元古界信阳群、下古生界的二郎坪群等作为金成矿的矿源层,厚度巨大,常呈狭长的条带状分布,在裂谷的环境中形成,在前地槽、地槽阶段中,地球动力学环境经过了由拉张型→挤压型的转变。在拉张阶段,裂谷发育,形成巨厚的前地槽、地槽沉积物,并发育中基性火山岩,富含金等成矿物质,为后来的金成矿打下基础。由于地幔物质的不均一性,其中富含放射性物质的巨大团块(赖健

清等称之为“幔团”^[2]由于其温度较高,密度较小,形成向上蠕动流(固体地幔在地质时间的尺度下可呈现牛顿流体的性质),当其上升至岩石圈底面时,该处的壳体或其中的相应地段便因受热而增温,大地热流高,地温梯度大,沉积物在深部遭受巨大的水平压缩热应力和较高的温度,岩石发生变质作用,可能伴随有韧性剪切变形,形成韧性剪切带。变质作用促使金等成矿物质转变成成为易于迁移的赋存状态^[8]。

沉积物在深部遭受的水平偏应力为:

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_1 - P = - \frac{(1-2)}{3(1-\mu)} gh + \frac{E \mu h}{3(1-\mu)} \quad (1)$$

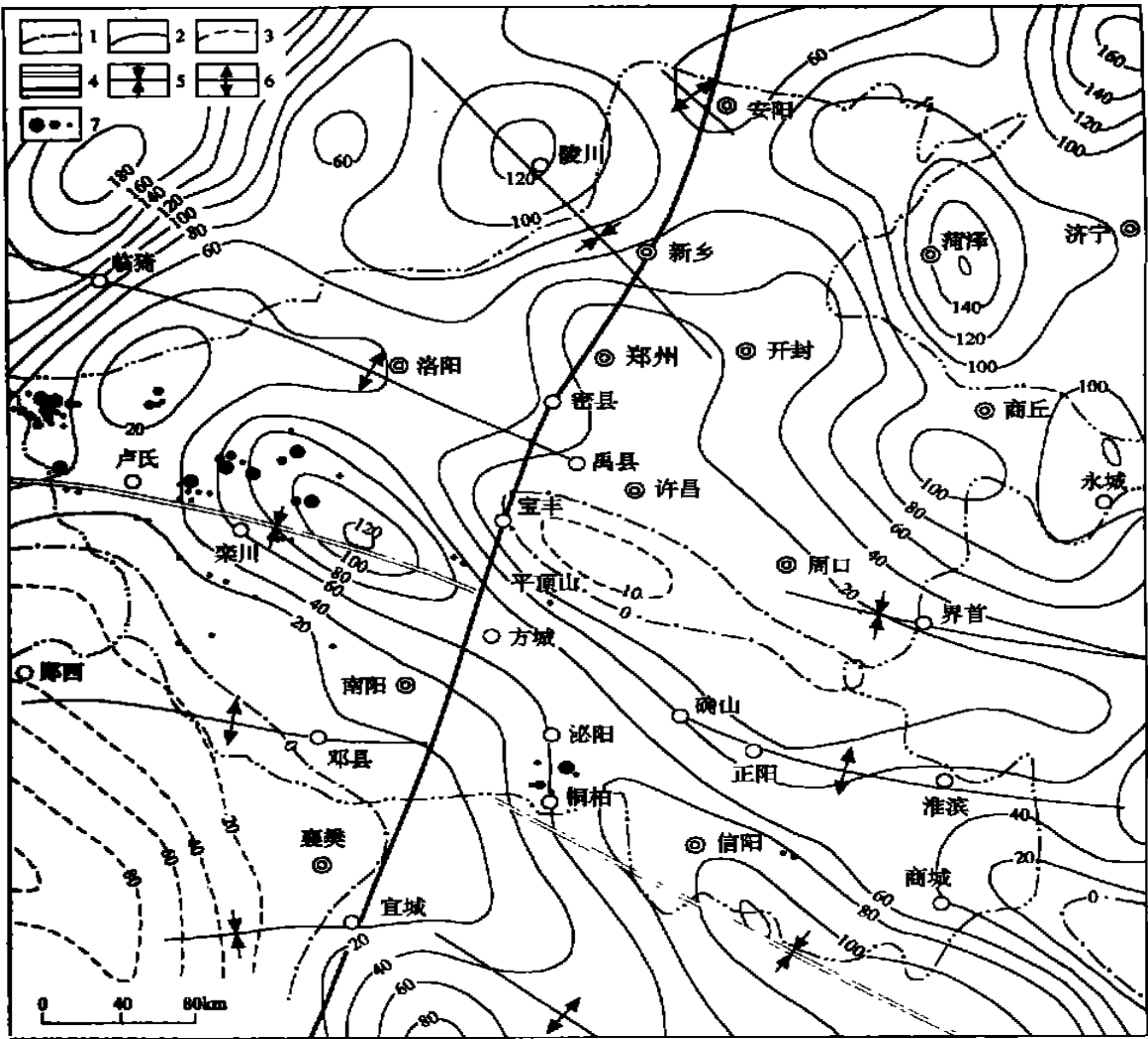


图 2 河南省航磁 T(上延 32 km) 异常与金矿床分布简图
(据张乃昌等及本文资料)

Fig.2 Sketch of aeromagnetic T anomalies (up continued to 32 km) and distribution of gold deposit in Henan

1. T 零值线 2. T 正值线 3. T 负值线 4. 级构造单元界线及超壳断裂 5. 慢向斜轴 6. 慢背斜轴 7. 金矿床(点)

式中, E 、 ν 为岩石的杨氏弹性模量、泊松比; α 为岩石的线性膨胀系数; g 为重力加速度; ρ 为岩石密度; ∇T 为地温梯度; h 为埋藏深度。公式右边第一项是弹性效应造成的差异水平应力, 其为拉张的, 第二项是热效应造成的热应力, 其为压缩的。热效应比弹性效应大得多, 尤其是在大地构造活动阶段的激烈期, 所产生的热应力更大。

据流体力学可以推出均匀多孔介质中二维对流流体的雷利数 Ra :

$$Ra = \frac{\rho g \alpha \nabla T h^2}{m b} \quad (2)$$

(2) 式中, m 为热传导率, 是整个充满流体的多孔介质中流体和介质的平均值; ρ 为流体的密度; c_{pf} 为流体的比热; k 为介质的渗透率; α 为流体的热膨

胀系数; η 为流体的动力学粘度系数; g 为重力加速度; b 为对流层厚; $(T_1 - T_0)/b$ 为平均温度梯度。从上式可以看出: 在其他参量确定的情况下, 层厚 b 越大, 或者温度梯度 $(T_1 - T_0)/b$ 越大, 实际雷利数越高, 有利于流体对流的发生。

因此, 前地槽、地槽阶段地层巨大的厚度和高的地温梯度有利于流体的对流, 活跃的流体既有利于热能的传递, 也有利于金等成矿物质的溶解和迁移。地槽封闭时, 褶皱造山隆起, 同样会遭受巨大的水平拉张热应力。沉积物在浅部遭受的水平偏应力为

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \frac{h}{(1 - \nu)} (1 - 2\nu) g - \frac{h}{(1 - \nu)} E \alpha \nabla T \quad (3)$$

(3) 式中, h 为剥蚀深度, 公式右边的第一项是弹性效应造成的差异水平应力, 为压缩的, 第二项是热效应

造成的热应力,则为拉张的。热效应比弹性效应大得多。在水平拉张热应力和流体压力的联合作用下,岩石会发生张性断裂,在断裂带中发生前地洼阶段的金矿化堆积。

总之,在前地槽、地槽阶段,每个阶段中地球动力学环境大致经历了拉张→挤压→拉张的转变,其结果是巨厚沉积物-区域变质-隆起和金初步矿化堆积。

在地台阶段,地幔蠕动弱,大地热流低,地温梯度小,不利于金等成矿物质的溶解和迁移,但在华北地洼区南缘的坳拉谷环境中仍有金等成矿物质的溶解、迁移和堆积发生,如在熊耳山地穹、外方山地穹等发生在中元古代的金矿化堆积^[9]。中生代省内壳体演化至活动阶段,活跃的“幔团”及其热能的聚散交替是形成省内深部构造的主导因素,其引起的高的大地热流和地温梯度将产生较历史上任何一次活动阶段更为强烈的热应力和流体活动,对金等成矿物质的溶解、输运和堆积起到根本作用。

此阶段,在华中地洼区和华北地洼区相邻部位“幔团”活跃。当“幔团”上升至岩石圈底面时,该处的壳体或其中的相应地段便因受热而增温。温度增大将产生巨大的水平压缩热应力,在两个地洼区先后产生一系列推覆、褶皱构造、挤压性地洼盆地等,并造成区内结晶基底岩石的大规模重熔,形成燕山期重熔型花岗岩,为挤压的地球动力学环境。逆冲推覆及重熔型岩浆活动等使地壳厚度增厚,形成幔向斜。华中地洼区汇聚型造山运动发生在晚三叠世—侏罗纪,华北地洼区则是在早侏罗世—早白垩世。在开始的挤压型地球动力学环境下,水平压缩热应力除产生一些逆冲推覆构造等外,还使前地洼阶段产生的断裂构造重新发生构造活动。高的压力和温度还使成矿流体的对流更加强烈,也促进了金等成矿物质从矿源层中的溶解、输运,在一些重新活动的先成断裂构造中成矿堆积,形成规模较大的中深成脉型金矿。重熔型花岗岩浆的形成使成矿物质的输运和能量的传递以大规模、快速的流体对流形式进行。

“幔团”在对地壳的底部进行加热的同时,并对其进行“拱顶”作用,导致地壳上升,遭受剥蚀,使深部物质上升,温度降低,同时由于“幔团”所带热能的耗散,对地壳底部的加热程度降低,大地热流也逐渐降低,地温梯度减小。温度降低将产生巨大的水平拉张热应力。同时,“幔团”进行“拱顶”作用后开始转为分散流,据牛顿流体的性质,其将对上部的岩石圈产

生拖曳作用而产生拉张力,形成拉张型的地球动力学环境,从而在两个地洼区先后产生了一系列拉张型地洼盆地,并使在挤压型地球动力学环境下形成的挤压性构造发生力学性质的转换而产生张性活动,或形成新的张性断裂。华中地洼区的离散型造山运动开始于早白垩世,华北地洼区则开始于晚白垩世。在拉张的地球动力学环境下,近地表的水平拉张热应力可使以前形成的断裂或者脉型金矿重新发生张性活动,也可和成矿流体联合作用形成爆破角砾岩筒构造。同时水平拉张热应力可对成矿流体产生“泵吸”作用,促进成矿流体向上渗流甚至涌流,在适当的构造部位,由于大气降水的加入及物理化学条件的改变等因素而沉淀堆积,形成浅成脉型金矿。这种矿化常叠加于先成的中深成脉型金矿,使其富化,成为富而大的金矿床,也可形成规模相对较小的顺层脉型、斜层脉型金矿,也可形成细脉网脉型的爆破角砾岩筒型、夕卡岩型和斑岩型金矿。

由于“幔团”运动的周期性,地幔蠕动和热能聚散小周期地进行多次,上述成矿地球动力学环境的转换也可能进行多次,成矿上表现为脉动性成矿。第三纪以来拉张型地球动力学环境的继续可造成矿化断裂的继续活动,对形成的金矿体产生破坏作用。

4 结论

据上述从地球动力学、热动力学和流体力学角度出发得出的一些结论性认识,对省内深部构造控制金矿床的内在机制作以下解释:在壳体演化到活动阶段,逆冲推覆及重熔型岩浆活动等使地壳厚度增厚,形成幔向斜。幔向斜地壳厚度大,厚的构造层和高的温度梯度有利于成矿流体的对流。成矿流体的对流将从矿源层地层中扩散出的金等成矿物质带出,促进其进一步的扩散的发生。在成矿流体中被输运的金等成矿物质在拉张的地球动力学环境中,由于大气降水的加入导致成矿流体物理化学条件的变化而堆积成矿。地幔陡坡带和磁异常梯度带意味着这些地段有超壳型断裂的存在,其对产生大规模的流体对流和成矿物质的输运有重要作用。航磁异常和幔向斜及重力负异常的一致对应表明其深部存在大规模的燕山期重熔型花岗岩体,燕山期重熔型花岗岩浆活动是成矿流体对流和成矿物质大规模输运、堆积的重要条件。幔向斜和磁异常重叠是金成矿的深部构造条件,两者的陡坡带或梯度带是金

成矿的有利地段。

另外,在晋、豫交界处的陵川—辉县一带,有新乡慢向斜存在,其上分布有陵川磁异常,有金矿床产生的深部构造条件,局部已发现有金的异常,应注意该地区的找金工作。

参考文献:

[1] 莫伊谢年科 . 深部地质学原理(高中和译)[M]. 北京:地质出版社,1986.

[2] 黄瑞华. 中国莫霍面形态与岩金矿分布关系[J]. 大地构造与成矿学, 1994, 18(3): 191-198.

[3] 陈国达. 地洼学说新进展[M]. 北京: 科学出版社, 1992.

[4] Turcotte D L, Schubert G, John Wiley & Sons. Geodynamics Application of continuum Physics to Geological Problems[M]. New York, 1982.

[5] 郭奇斌. 从地球物理场特征谈河南地质构造[J]. 河南地质, 1992, 10(4): 264-272.

[6] 张乃昌, 阎景汉, 刘新年. 从重磁成果探讨我省深部构造及成矿作用[J]. 河南地质, 1986, 4(1): 16-22.

[7] 赖健清, 彭省临. 云南铜成矿学(上)——云南富碱斑岩成岩学与成矿学[M]. 长沙:中南工业大学出版社, 1998.

[8] 夏勇, 周惟粲, 陈庆年. 低温开放体系中元素迁移写富集及其初步试验——以贵州微细浸染型金矿床为例[J]. 地质与勘探, 1996, 32(5): 37-41.

[9] 王官福, 陈志宏, 丁士应, 等. 河南熊耳山地区金矿成矿时代的古地磁研究[J]. 地质学报, 1995, 69(3): 255-266.

ON STUDY OF MECHANISM FOR CONTROLLING GOLD
DEPOSITS OF ABYSSAL STRUCTURES IN HENAN PROVINCE

YANG Qun-zhou, PENG Sheng-lin

(Institute of Diwa theory metallogeny, CSUT, Chang sha 410083, China)

Abstract: Relationship between gold deposits and abyssal structures in Henan Province is summarized in this paper. And based upon the crustobody metallogeny, the mechanism for controlling gold deposits by abyssal structures is studied. Abyssal structural conditions for gold ore formation are brought forward and new gold exploration region is pointed out.

Key words: abyssal structures; mantle syncline; magnetic anomalies; gold deposits; Henan Province

本 刊 启 事

本刊电子邮件(E-mail)地址: luncong @ yeah.net
luncong @ eyou.com
通讯地址: 天津市河西区友谊路42号《地质找矿论丛》编辑部
邮政编码: 300061
联系电话: (022) 28367243
传 真: (022) 28357460

欢迎作者与读者通过 E-mail 投稿及联系工作,稿件请用 Word 或方正格式编排,注明图件的文件类型,用 Winzip 压缩后以 E-mail 附件形式发出。
《地质找矿论丛》编辑部