

The Basement Structural Feature and Ore-controlling Regularity in the Northern Luzong Basin

Xiaodong Li¹, Mingwei Wang², Ming'an Wu³, Shu Zhang^{1,4}, Jing Wang^{1,5}

¹Institute of Geological Survey of Anhui Province, Hefei Anhui

²Mineral Resources Investigation and Evaluation Guidance Center of Shanxi Province, Xi'an Shaanxi

³Bureau of Geology and Mineral Exploration of Anhui Province, Hefei Anhui

⁴School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei Anhui

⁵School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei Anhui

Email: echinas@126.com

Received: Aug. 10th, 2018; accepted: Aug. 22nd, 2018; published: Aug. 29th, 2018

Abstract

Luzong basin is located in the southern of the middle and lower Yangtze River, and the northern part of the basin is the main deposit distribution area, which has formed a series of large and medium-sized polymetallic deposit. Formation, evolution and mineralization of Luzong Basin are influenced by regional structure setting, which is a typical area to study Mesozoic tectonic-magma-mineralization and its space-time relationship in eastern China. The area shows three grade structural ore controlling characteristics. Researching on the relationship between the basal structure, volcanic structure, intrusive contact structure, gypsum-salt diapirism and metallogenesis in the Northern part of Luzong Basin, has a larger prospecting significance for Luzong basin "second space".

Keywords

The Middle and Lower Yangtze River, Luzong Basin, Ore-controlling Structures

庐枞盆地北部构造特征与控矿规律

李小东¹, 王明卫², 吴明安³, 张舒^{1,4}, 汪晶^{1,5}

¹安徽省地质调查院, 安徽 合肥

²陕西省矿产资源调查评审指导中心, 陕西 西安

³安徽省地质矿产勘查局, 安徽 合肥

⁴合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥

⁵中国科学技术大学地球和空间科学学院, 安徽 合肥

Email: echinas@126.com

摘要

庐枞盆地位于长江中下游成矿带南段，盆地北部是主要的矿床分布区，形成了一系列大、中型多金属矿床。庐枞盆地的形成、演化及成矿受区域构造背景影响，是研究我国东部地区中生代构造-岩浆-成矿及其时空关系的典型地区。区内表现出三级构造控矿特征。庐枞盆地北部基底构造、火山构造、侵入接触构造及膏盐底辟作用与成矿关系的研究，对于庐枞盆地北部“第二空间”找矿意义重大。

关键词

长江中下游，庐枞盆地，构造控矿

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

庐枞盆地(图 1)成矿作用丰富，且尤以盆地北部为甚，是国内外地质学家长期关注的重点地区之一。在国家“六五”、“七五”、“八五”期间三轮科技攻关及相关专题研究的基础上，长江中下游地区取得了丰富的地质找矿及研究成果，庐枞盆地作为长江中下游成矿带的重要组成部分，蕴藏着丰富的矿产资源[1] [2]。罗河铁矿、泥河铁矿等大(中)型金属矿床的发现及庐枞盆地深部探测技术实验的开展，进一步提高了庐枞盆地的找矿工作和科研水平，为庐枞盆地“第二空间”找矿提供了有利的实践基础，也为研究庐枞地区的成矿提供了较为完备的成果资料。本文从构造与成矿的角度出发，总结并提出了庐枞盆地北部构造特征及控矿规律。

2. 庐枞盆地北部基底构造特征

长江中下游断陷带是华北、扬子两大板块在三叠纪相互作用结合部的产物[1] [4]，庐枞盆地即位于长江中下游断陷带内[1] [2]，地处扬子板块北东缘，郟庐断裂带的南段[5]，并受太平洋板块向欧亚板块俯冲的影响[6]，是研究我国东部地区中生代构造-岩浆-成矿及其时空关系的典型地区。

庐枞盆地北部基底由两部分组成：一是形成于新元古代之前的变质杂岩(相当于大别杂岩、阚集杂岩)所组成的变质基底；二是由新元古代至中三叠世末(可能包括晚三叠世)盖层系列所组成的褶皱基底。变质基底在庐枞盆地并未直接看到，而是前人根据邻区情况推断其存在[1] [2]。出露于盆地北、东、南三面外缘的早中侏罗世陆相地层(中厚层砂岩)组成了庐枞盆地的直接基底，与盆地火山岩系表现出同构造展布的特征；新元古代至晚三叠世地层组成了盆地的褶皱基底，与盆地内的岩浆运移及成岩成矿均有着密切的关系，是盆地内最为重要的基底[1] [2]。关于盆地基底的组成，汤加富[7] [8]等认为，上述两基底之外，还存在由早中侏罗世陆相地层(中厚层砂页岩)所组成的直接基底。国家深部探测专项(SinoProbe-03-04)于2011年通过开展反射地震剖面及大地电磁测深等工作，揭示了庐枞盆地的地壳特征，反映出较为明显的褶皱基底及基底隆起形态[10]。

受区域构造作用的影响，盆地基底总体上呈东浅西深，向心倾斜略呈盆状的特征，自盆地边缘向中

心由老至新, 呈现出一定的规律性(图 2)。庐枞盆地基底构造主要表现为基底隆起和基底断裂, 受长江断裂和郟庐断裂两个主干断裂的复合作用控制明显。

2.1. 基底隆起

庐枞基底褶皱隆起带自无为凤凰山延伸至庐江黄屯、龙桥, 然后穿过罗河直达枞阳县义津桥一带, 走向约北东 35° [6]。受火山岩盖层影响, 盆地内部难以直接观测到基底地层, 但在盆地北部边缘表现的十分清楚, 能够直观地反映出褶皱隆起带的主要地质特征。褶皱隆起带核部主要由周冲村组地层组成, 翼部主要由黄马青组和范家塘组地层所组成。褶皱形成后, 受北东向和近东西向基底断裂的破坏, 其形态变得十分复杂。盆地基底隆起影响和控制了庐枞火山岩盆地的基底构造格局、岩浆热液与火山活动以及盆地的形成与演化。

庐枞盆地直接基底一直被认为是三叠系 - 侏罗系的地层[7] [8]。安徽地矿局 327 地质队在井边 - 石门庵一带黄金洼矿区施工 ZK102 钻孔, 在钻孔 854 m 处见到了一套厚约 34 m 的生物碎屑灰岩; 该生物碎屑灰岩中可以清晰的观察到海百合茎及双壳类生物碎屑, 反映当时的海相沉积环境, 鉴定结果显示该生物碎屑灰岩属于二叠纪栖霞组。与生物碎屑灰岩接触的上、下岩性均为闪长玢岩, 且灰岩与玢岩的接触界面

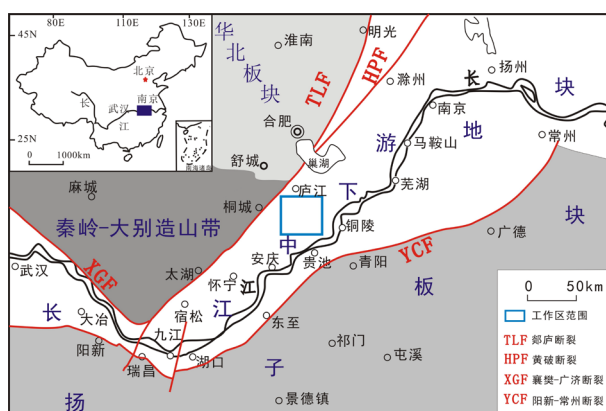
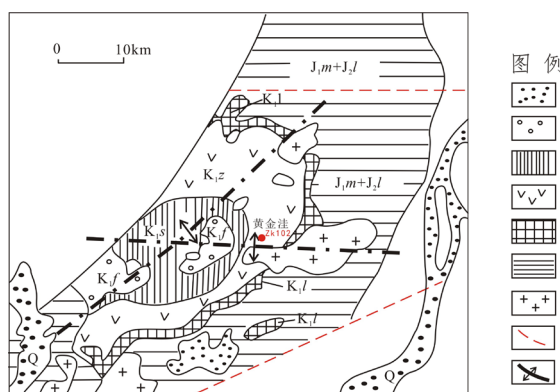


Figure 1. Geological sketch map of the Middle and Lower Yangtze River in eastern China [3]
图 1. 中国东部长江中下游地区地质构造略图[3]



- (1) 第四系; (2) 白垩纪浮山组粗面岩; (3) 白垩纪双庙组粗面玄武岩及碎屑岩; (4) 白垩纪砖桥组火山碎屑岩、粗安岩;
- (5) 白垩纪龙门院组火山碎屑岩、粗安岩; (6) 侏罗纪磨山组及罗岭组沉积岩; (7) 侵入岩体; (8) 断层; (9) 基底褶皱

Figure 2. Distribution of the cap rock, rock mass and basement fold in Luzong basin [6]
图 2. 庐枞盆地盖层、岩体及基底褶皱分布简图[6]

均呈现出向上隆起的特征,在玢岩体中观察到如此厚的灰岩层,说明玢岩体下部存在以灰岩为主的直接基底地层,并表现出基底隆起的特征。吕庆田等[10]在庐枞矿集区完成的反射地震剖面、MT数据的处理分析结果也证实了黄金洼地区隆起的存在。

黄金洼地区基底隆起的存在有两种可能性:一是受深部岩浆侵入作用的影响,造成了地层隆起形态;根据目前已有的资料,特别是井边虎栈村一带施工的庐枞科学钻探预导孔(LZSD-1),在1400米左右至终孔均为岩体,基本上可以证明庐枞盆地深部“岩浆岩海”的存在;二是该隆起本身是庐枞盆地基底褶皱隆起的反映。我们分析,庐枞盆地内火山岩地层的分布表现出由中心向四周由新至老火山岩地层分布且盆地北、东、南侧分布有侏罗系地层为特征,而盆地南、北部火山岩及基底地层近乎对称分布,地层产状在盆地东、西分别表现出向近北西、南东东倾伏的特征,因此我们认为庐枞盆地基底隆起存在近南北向构造应力所形成的近东西向的褶皱作用,这套褶皱是控制盆地东西向构造的基底褶皱。董树文等研究认为,庐枞盆地的褶皱基底应为一背(斜)两向(斜)的近东西向倒转褶皱,后被北北东向背形及向形褶皱所叠加,呈现出当前复杂的构造格局。这一认识对于我们重新审视庐枞盆地的基底构造性质及构造环境有重要的意义,对研究盆地东-西向基底构造存在的可能性有较为重要的意义。

庐枞盆地北部基底隆起带及周边分布了数个大中型矿床,虽然盆地基底隆起主要形成于印支期,而盆地内多为燕山期成矿,但盆地褶皱基底的形成和演化为后期成矿提供了有利的条件,并且后期叠加褶皱及岩浆热液沿裂隙通道上升所形成的构造作用,共同影响着矿床的形成和分布。

2.2. 基底断裂

庐枞火山岩盆地的基底断裂大致可分为四组(图3),即北东向、近南北向、近东西向和北西向。裴岗-罗河-义津桥-练潭断裂(罗河-缺口断裂)、沿江断裂、陈坡湖-黄姑闸-芜湖县断裂以及盆地以东的襄安镇-大通镇断裂、盆地以南的殷家渡基底断裂及大安山-马鞍山基底断裂控制了盆地的形态及火山岩的分布。盆地中部北东向的黄屯-枞阳断裂是区内十分重要的基底断裂,制约了盆地铜、硫、金矿化带的总体布局。四组基底断裂交叉呈网格状,使得庐枞盆地基底构造变得复杂。

北东向基底断裂是庐枞盆地的主干断裂,其形成时间最早,活动最强烈。它们不仅控制着盆地的形成与演化、盆地内的成矿作用,而且对盆地基底地层的空间分布有着明显的制约,甚至对庐枞地区早、中侏罗世的沉积作用也产生影响。

近东西向基底断裂控制着晚期岩浆的侵入活动,近南北向基底断裂与近东西向基底断裂共轭,这两组断裂将盆地基底切割成网格状,同时,在这两组断裂的交汇处,是火山、岩浆活动以及成矿作用发生的最佳地段。北西向基底断裂形成最晚,对庐枞盆地的形成、演化影响不大,但对晚期的脉状铜矿分布有一定的控制作用。

3. 庐枞盆地北部构造控矿规律

3.1. 基底构造与成矿

庐枞盆地已有的矿种在矿床成因上表现出一定的多样性(表1),如玢岩型铁矿、沉积-热液叠加改造型铁矿、斑岩型铜矿等,而成矿元素的分布却存在着明显的规律性。各种类型的铁、硫矿床(点)(图3)主要集中分布在黄屯-枞阳基底断裂以西,呈明显的北东向展布,与基底隆起带的核部空间分布范围相一致。而铜矿床(点)则主要集中分布在黄屯-枞阳基底断裂以东,与基底隆起带东南翼分布范围相吻合,这与盆地直接基底的地层性质密切相关。铁、硫成矿带的直接基底主要为周冲村组,因为周冲村组地层中含有丰富的铁、硫物质。铜成矿带的直接基底主要为黄马青组,黄马青组岩石中存在着丰富的铜物质。由此可见,基底隆起对区内成矿元素的堆积富集有着一定的控制作用。

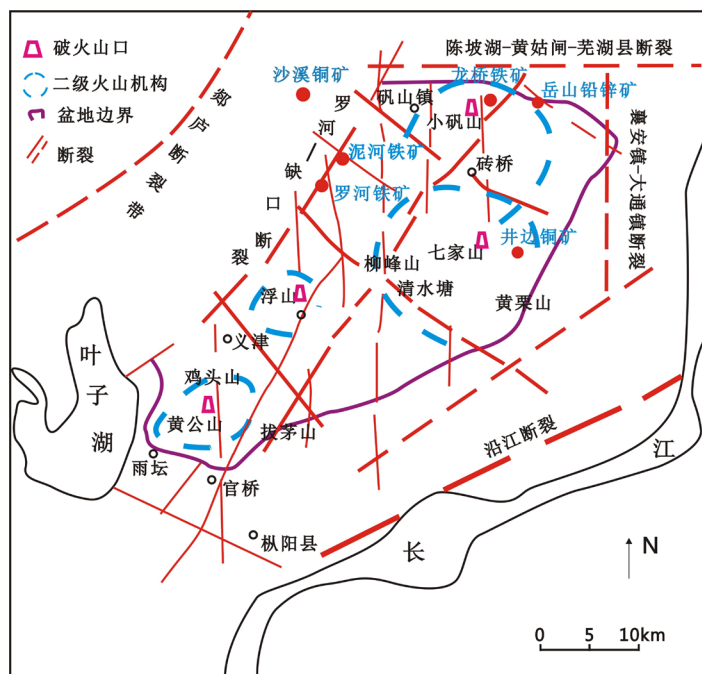


Figure 3. The basin structure and the main mineral distribution in Luzong basin [6] [9]

图 3. 庐枞盆地构造与主要矿产分布简图[6] [9]

Table 1. Genetic types of ore deposits in northern Luzong Basin

表 1. 庐枞盆地北部矿床成因类型特征

成因类型	赋矿地层	控矿构造	侵入岩	主要矿石矿物	典型矿床与规模
火山气液型	闪长玢岩	火山穹窿	闪长玢岩	磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿、硬石膏、透辉石	罗河铁矿床(大型) 泥河铁矿床(大型) 大包庄铁(中型)硫(大型)
沉积 - 热液叠加改造型	东马鞍山组白云质灰岩及含铁钙质粉砂岩	隆起带	二长岩正长岩	磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿、黄铜矿、金云母、方解石、透辉石	龙桥铁矿床(大型) 马鞭山铁矿床(中型) 黄屯硫(中型)铁(小型)
火山热液充填交代型	砖桥组火山碎屑岩	火山管道	正长岩	赤铁矿、磁铁矿	何家大岭铁矿(中型)
	砖桥组龙门院组火山岩	放射状火山构造裂隙	粗安斑岩	黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、石英	井边铜矿床 石门庵铜矿床(小型)
斑岩型	龙门院组粗安斑岩	北东向断裂与北西向断裂	粗安斑岩	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、自然银、绿泥石	岳山铅锌(中型)银(小型)
	石英闪长斑岩	北北东	石英闪长斑岩	黄铜矿、黄铁矿	沙溪铜矿(大型)

盆地基底断裂对区域成矿也同样有着明显的制约，控制了盆地内矿化带、矿田和矿床的分布。盆地火山岩系的形成与基底断裂有密切的成因联系。近南北向、近东西向派生断裂是造成基底断隆、岩体贯入和成矿的重要控矿构造，罗河、大鲍庄、何家大小岭与叠加其上的岩侵型隆起或穹窿有直接的成因联系。庐枞盆地内隆起或穹窿通常上覆厚度巨大的火山岩层，屏蔽条件优越，由于岩体的顶托，围岩常发育波状缓倾的褶皱，并导致平行岩体顶面裂隙的产生，伴随着岩体边缘冷缩裂隙带或破碎带等的发育，为矿质的运移和储集提供了良好的空间和条件。深断裂带以及基底断裂对成矿的控制作用主要以环状断裂的形式表现出来，环状断裂的形成，是由于岩浆沿深大断裂上升，在上升过程中，继承和改造了原有基底断裂而形成初始环状断裂，初始环状断裂受岩浆活动等因素影响得以发展，形成不同规模、不同形

状的环状构造体系。

总之，庐枞盆地内的成矿受基底构造影响明显，基底构造是庐枞盆地的一级控矿构造。

3.2. 火山构造与成矿

庐枞盆地的火山构造基本类型分为破火山、火山穹窿及锥火山三类，并由它们组合成火山 - 构造隆起、火山 - 构造洼地及沉积 - 火山洼地等更高一级的火山构造[6] [11] [12]，火山构造为矿液运移提供了通道，为成矿提供了演化与贮存场所。

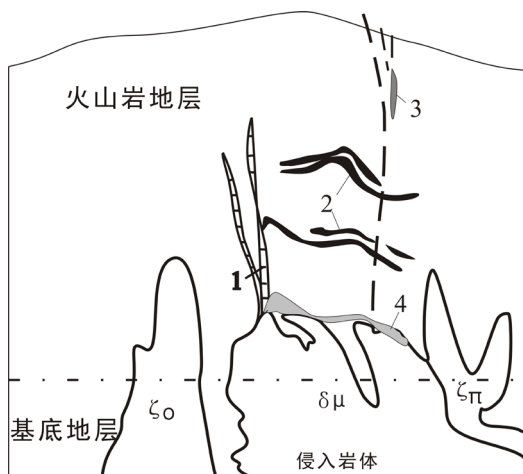
庐枞盆地大部分具有工业价值的 Pb、Zn、Au、Fe、Cu 多金属矿床主要赋存在破火山内(表 1)，例如以矾山破火山口为中心，有龙桥铁矿、黄屯铅锌矿、小岭硫铁矿等，以七家山破火山为中心，有大创山铜矿等。分析原因，可能有以下几点：1) 破火山多位于断裂构造带之上或者两组断裂的交汇处，是火山构造与区域构造的复合部位，更有利于成矿；2) 破火山有着一系列的环状、放射状断裂系统及破碎带等，有利于含矿热液上升、运移并富集成矿；3) 破火山具有爆发能量大的特点，岩石相对疏松，便于导矿和容矿。

3.3. 侵入接触构造与成矿

侵入接触构造是一种重要的成矿构造类型[13]。岩浆侵位是一个由深及浅的复杂过程，裴荣富等提出了岩浆侵位发生 - 发展与成矿的三步曲，即构造 - 岩浆、岩浆 - 构造和岩浆侵入接触构造体系。

侵入接触构造具有三个显著特点，一是具有热接触变质、热动力变质及同化混染等变质作用；二是其具有复杂的构造成分；三是呈由深及浅的垂直贯入，导致侵入接触构造在垂向上具有鲜明的垂直分带性。侵入接触构造也是庐枞盆地罗河等矿(床)区构造的复杂多变性的诱导因素之一。

庐枞盆地内主要矿床如罗河、泥河铁矿(表 1)，其形成和演化过程均伴随着岩体的侵入接触交代等作用(图 4)。侵入岩体的发育经历了就位、冷凝和固结三个阶段，看似简单的三个阶段却需要经历很长的时间，在这样一个发展演化过程中，侵入接触构造经历了岩体侵入 - 接触热变质 - 热液后期改造等三个阶段，每一阶段对区内的成矿都有着至关重要的意义。



1-多期侵入岩基 - 岩株 - 岩突 - 岩钟 - 岩墙(脉); 2-岩浆期后热液交代层状矿床; 3-中低温充填交代脉状矿床; 4-罗河、泥河式“玢岩型”铁矿床(体)

Figure 4. The contact structural system of magma emplacement and mineralize in Luzong basin
图 4. 庐枞盆地岩浆侵入接触构造及成矿示意图

3.4. 膏盐底辟作用与成矿

含膏盐地层是蒸发岩的主要组成部分, 含有较多的石膏或硬石膏等矿物, 其对金属矿床的形成有着重要的作用。长江中下游地区是我国重要的蒸发岩分布区, 局部形成了规模较大的膏盐地层, 且膏盐层的分布与 Fe-Cu-Au 等金属矿床有着重要的共/伴生关系[14]。长江中下游地区含蒸发岩(膏盐)的层位, 属于中三叠统下部, 即相当于青龙群中、上部或嘉陵江组[14]。庐枞盆地与矿化有关的岩浆岩为中(偏基性)性-酸性, 部分呈碱性, 是一套燕山期的火山-侵入岩, 这些侵入或穿插于蒸发岩层段的岩浆岩往往伴有铁铜矿化, 罗河、泥河等铁矿床即具该典型特征。庐枞盆地矿化集中于含蒸发岩的三叠系及其上部层位是岩浆对蒸发岩地层作用的必然结果。由此可以看到, 膏盐层成矿与庐枞盆地复杂的火山岩浆活动关系密切, 而区内火山构造伴随着复杂的火山岩浆活动, 表明二者关系密切。

在研究盆内矿床的同时, 注重对膏盐底辟作用的研究。由常印佛院士所提出的“庐枞盆地第二空间找矿”, 在地表及地壳浅部仅有较小的找矿预期的前提下, 开展盆地深部“第二空间”的找矿工作, 并在罗河小包庄深部有所突破, 那么, 我们在深部找矿的时候是否可以考虑通过地质、地球物理等手段找寻膏岩层, 从侧面突破找矿瓶颈。

4. 结论

庐枞盆地内矿床的分布及矿体的形态受基底构造、火山构造控制明显。表现出三级构造控矿特征: 1) 盆地褶皱基底构造为一级控矿构造, 为区内主要的导矿和储矿构造, 控制了区内矿床的分布; 2) 中生代火山活动所形成的火山构造是二级控矿构造, 复杂的火山活动及伴生的火山作用控制着含矿流体的运移, 并形成区域性矿田; 3) 区内断裂破碎带、层间褶皱及火山构造的次级断裂构造是三级控矿构造, 控制着含矿流体的运移和堆积成矿, 即矿床的形成和分布。侵入接触构造及膏盐底辟作用, 是有利的找矿指示信息。

致 谢

本文受到中国地质调查局大调查项目(工作项目编码: 12120111120862, 201011062)联合资助, 在野外调查及研究过程中, 得到安徽省地质调查院赵文广教授级高级工程师指导, 审稿专家对本文提出了宝贵的意见建议, 笔者在此一并表示感谢。

参考文献

- [1] 常印佛, 刘湘培, 吴言昌. 长江中下游铜铁成矿带[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 134-147.
- [2] 翟裕生, 姚书振, 林新多. 长江中下游地区铁铜(金)成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 1-240.
- [3] 毛景文, 段超, 刘佳林, 张成. 陆相火山-侵入岩有关的铁多金属矿成矿作用及矿床模型——以长江中下游为例[J]. 岩石学报, 2012, 28(1): 1-14.
- [4] 董树文. 长江中下游地壳物质的构造动力调整作用[J]. 中国地质科学院院报, 1989, 63(2): 43-56.
- [5] 董树文. 长江中下游铁铜成矿带成因之构造分析[J]. 中国地质科学院院报, 1991(23): 43-56.
- [6] 任启江, 刘孝善, 徐兆文, 等. 安徽庐枞中生代火山构造洼地及其成矿作用[J]. 北京: 地质出版社, 1991: 1-206.
- [7] 汤加富, 侯明金, 李怀坤, 吴跃东, 孙乘云. 扬子地块东北缘多期叠加变形及形成演化[J]. 大地构造与成矿学, 2003, 27(4): 313-326.
- [8] 汤加富, 陆三明, 李建设, 韦导忠. 安徽庐枞火山岩盆地与邻区基底构造变形、形成演化及其对矿床分布的控制[J]. 岩石学报, 2010, 26(9): 2587-2597.
- [9] 马立成. 庐-枞火山岩盆地深部构造作用与成矿[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地质科学院, 2009.
- [10] 吕庆田, 史大年, 汤井田, 吴明安, 常印佛, SinoProbe-03-CJ 项目组. 长江中下游成矿带及典型矿集区深部结构

探测-SinoProbe-03 年度进展综述[J]. 地球学报, 2011, 32(3): 257-268.

- [11] 谢家莹, 阮宏宏, 尹家衡. 东南大陆火山构造与矿产时、空关系——火山成矿作用配置模式[J]. 火山地质与矿产, 1992, 13(3): 25-31.
- [12] 尹家衡, 阮宏宏, 等. 中国东南大陆中生代火山旋回火山构造及其控矿意义[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [13] 裴荣富, 李进文, 王永磊, 王浩琳. 长江中下游成矿带构造岩浆侵位的接触构造体系与成矿[J]. 地质与资源, 2011, 20(6): 401-413.
- [14] 蔡本俊. 长江中下游地区内生铁铜矿床与膏盐的关系[J]. 地球化学, 1980(2): 193-199.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ag@hanspub.org