

安徽安庆铜矿接触带三维形态及其控矿机制分析

赵义来, 刘亮明, 蔡爱良, 邹陈

(中南大学计算地学研究中心, 长沙 410083)

[摘要] 安庆铜矿是长江中下游成矿带中规模最大的铜铁矿床, 其绝大部分矿体产在月山岩体与三叠系灰岩的接触带上, 矿体的产出位置及规模与接触带的特征密切相关。本文通过三维模拟的方法研究了岩体接触带的三维形态及其与安庆铜矿矿体空间定位的关系, 认为: 月山矿田的矿体分布极不均匀, 绝大部分矿体产在形态复杂、产状显著变化的岩体东枝南接触带; 安庆铜矿的控矿接触带形态从东到西具有阶梯状-阶梯状-舌状过渡-舌状的变化规律; 阶梯状接触带的陡倾及由陡变缓的位置和舌状接触带的尖端处是主要的成矿部位。上述接触带控矿规律推测是区域构造应力场、岩体侵位、冷凝造成的局部应力场以及成矿流体共同作用的结果。

[关键词] 接触带 矿体 三维形态模拟 控矿机制 安庆铜矿

[中图分类号] P624.7+ P628 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)04-0649-08

Zhao Yi-lai, Liu Liang-ming, Cai Ai-liang, Zou Chen. Three-dimensional geometry of the contact zone in the Anqing copper deposit, Anhui Province and its ore-controlling mechanism [J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(4): 0649-0656.

0 引言

安庆铜矿位于安徽省安庆市, 是一个典型的与长英质浅成岩体相关的矽卡岩型铜铁矿床, 也是长江中下游成矿带目前已发现矿床中规模最大的矿床。其最显著的特征是: 已发现的矿体绝大部分都分布在月山岩体的接触带上, 且分布极其不均匀。很明显, 矿体的空间定位及规模与接触带的特征是密切相关的。

前人对矽卡岩矿床的研究, 多侧重于地球化学方面(赵一鸣等, 1986; 毛景文等, 1996; 聂凤军等, 2007; 王建中等, 2008), 部分学者进行了接触带控矿的探讨, 则主要涉及水-岩反应(刘亮明等, 2008)、接触带两侧的岩性变化(徐辉煌等, 2006)及接触带的构造特征(或形态特征)(徐辉煌等, 2006; 刘玉成, 2006; 余君鹏等, 2007), 也有学者对安庆铜矿的接触带构造进行了讨论(章传玲等, 1994)。然而, 矽卡岩矿床接触带形态方面的已有研究都局限于二维尺度, 未见有从三维形态研究接触带控矿的。本文以安庆铜矿为研究对象, 主要通过三维形态模拟的方法研究安庆铜

矿的接触带形态特点及矿体的空间展布规律, 并在此基础上进行接触带控矿机制分析。

1 地质背景及矿床特征

1.1 地质背景

安庆铜矿床位于安徽省怀宁县月山镇, 在板块构造上位于大别山中生代碰撞造山带前陆缩短带江北亚带安徽省境内中南段, 长江中下游弧形成矿带东翼。这一区域的岩浆作用、成矿作用与中生代前陆缩短带地壳的挤压(T_3-J_2)-伸展(K_2-E)机制密切相关(董树文等, 1993)。

控制安庆铜矿产出的岩浆岩是月山岩体。月山岩体地表出露形态呈十字交叉状, 面积约 11km^2 , 岩体主要成分为闪长岩, 次为石英闪长岩, 属燕山早期(董树文等, 1993; 陈江峰等, 1991)(图1)。

矿区出露地层主要为三叠系下统南陵湖组、中统月山组、铜头尖组及下侏罗统磨山组, 与成矿相关的是月山组白云质大理岩(主要含矿层位)及南陵湖组大理岩(有利的成矿围岩)。

[收稿日期] 2009-10-26; [修订日期] 2010-06-13; [责任编辑] 郑杰。

[基金项目] 国家自然科学基金项目(编号: 40772195)资助。

[第一作者简介] 赵义来(1982年-)男, 2005年毕业于中南大学, 获学士学位, 在读博士生, 主要从事矿床成因及预测方面的研究, Email: zhaoyilai_1982@yahoo.com.cn。

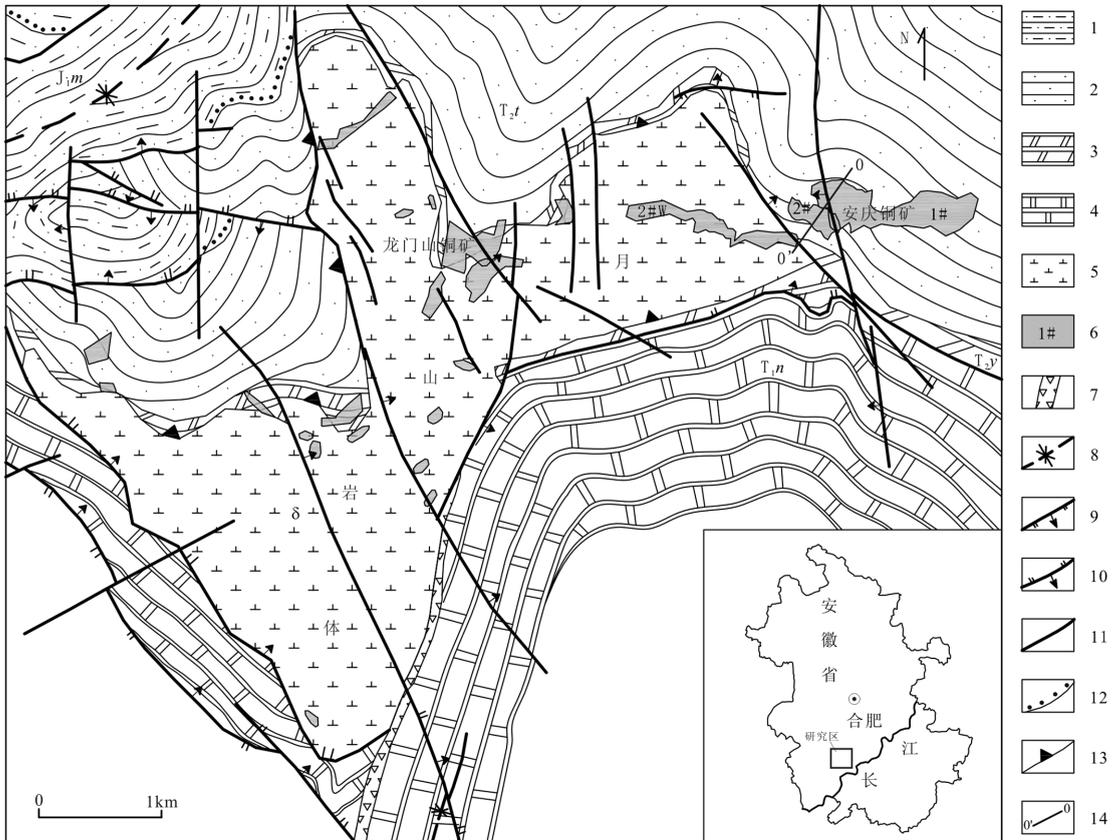


图1 月山矿田地质略图(据安徽省326地质队^①修改)

Fig.1 Sketch map showing geology of the Yueshan field (modified after 326 Geological Brigade, Anhui Province)

1-下侏罗统磨山组;2-中三叠统铜头尖组;3-中三叠统月山组;4-下三叠统南陵湖组;5-闪长岩;6-矿体水平投影及编号;7-断层角砾岩;8-向斜;9-正断层;10-逆断层;11-性质不明断层;12-不整合界线;13-接触带倾向;14-0'线位置
 1-Lower Jurassic Moshan Formation;2-Middle Triassic Tongtoujian Formation;3-Middle Triassic Yueshan Formation;4-Lower Triassic Nanlinghu Formation;5-diorite;6-horizontal projection and number of orebodies;7-fault breccia;8-syncline;9-normal fault;10-reverse fault;11-undetermined fault;12-unconformable boundary;13-trend of contact zone;14-position of section 0-0'

矿区内的骨干构造有轴向 NNE 至 NNW 的褶皱构造、近东西向的基本顺层的层滑断裂构造、走向 NW 的断裂构造及走向近 SN 向的断裂构造四大构造系统(图 1,图 2)。褶皱构造系统和层滑断裂构造系统产生于月山岩体侵位之前,NW 走向和近 SN 向的断裂构造系统的断裂活动则主要发生在岩体侵位以后^②。

1.2 矿床特征

安庆铜矿床位于月山岩体东枝南接触带,共有 40 余个矿体,都是隐伏矿体。主矿体有三个:1 号、2 号和 2 号西矿体,由东向西一次展布(图 1)。

1 号矿体走向近东西,矿体西高东低,随接触带向东侧伏,矿体中心厚度较大,两侧则逐渐变薄,尖

灭,为一稍具复杂变化的较大透镜状矿体,矿体内部较为完整,连续延伸,形态稳定。该矿体铜金属量 40 万吨,平均品位 1.4%,占整个安庆矿床总储量的 73%,是安庆铜矿中规模最大的矿体。

2 号矿体走向近东西,矿体形态沿走向变化不大。在倾向上,其中心厚度较大,上部则渐趋变薄、尖灭,下部矿体转弯,紧绕接触带发育,呈弯曲的透镜状。其铜金属储量 4.3 万吨,平均品位 1.3%,占矿床总储量的 8%,矿体规模仅次于 1 号矿体。

2 号西矿体东高西低,向北西西侧伏,沿走向矿体连续,倾向上矿体呈分叉复合自然尖灭,矿体中间膨大,矿头收缩变薄尖灭,基本呈囊状,总体呈中间厚两边薄的透镜体。矿体规模比 2 号矿体小,其铜

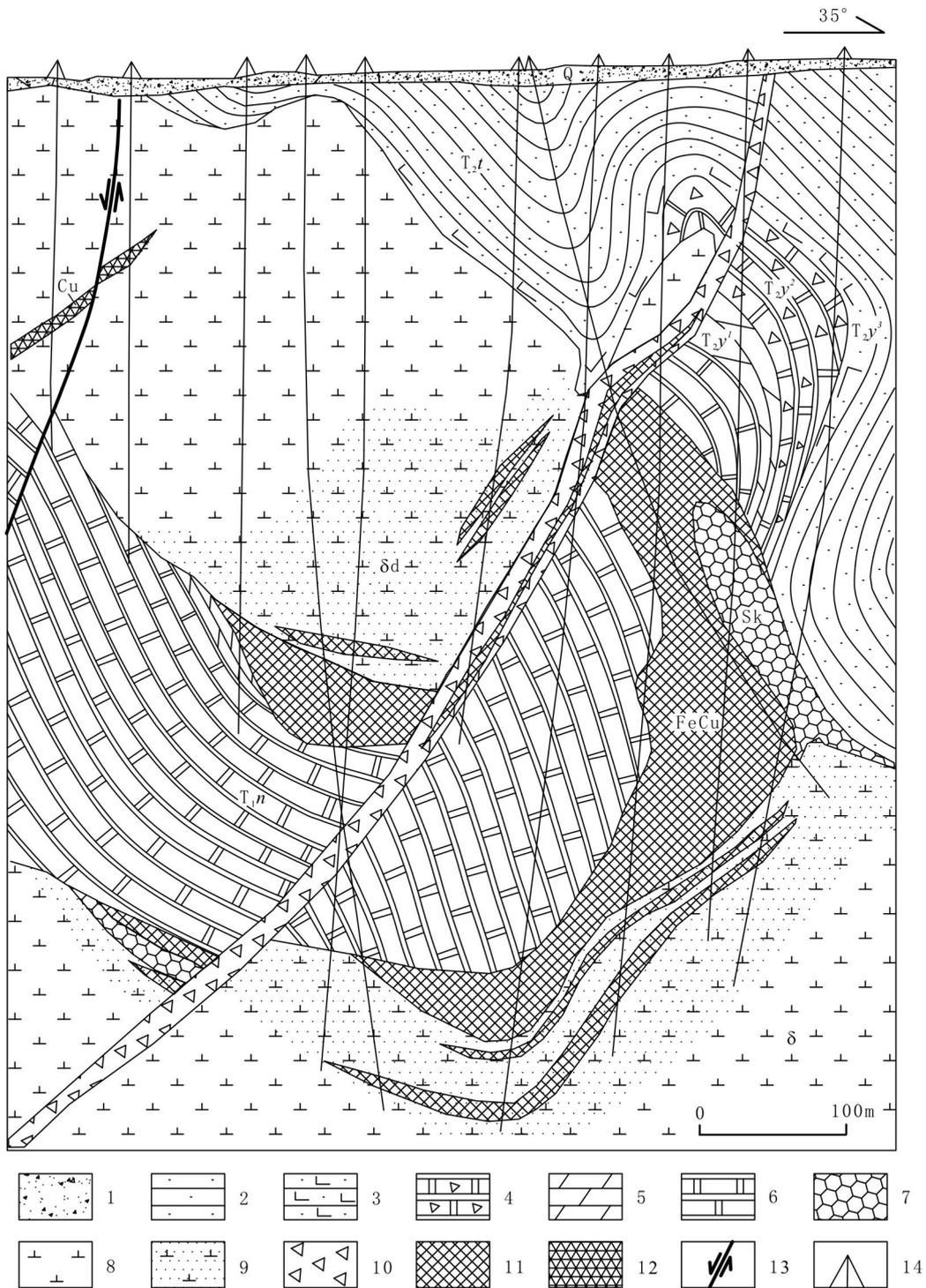


图 2 0 线地质剖面图(剖面位置见图 1)

Fig. 2 Cross section of survey line 0-0' (see Fig. 1 for location)

- 1-第四系; 2-中三叠统铜头尖组; 3-中三叠统月山组上段; 4-中三叠统月山组中段; 5-中三叠统月山组下段; 6-下三叠统南陵湖组; 7-砂卡岩; 8-闪长岩; 9-透辉石化闪长岩; 10-断层角砾岩; 11-铁铜矿体; 12-铜矿体; 13-正断层; 14-钻孔
- 1-Quaternary; 2-Middle Triassic Tongtujian Formation; 3-Upper segment of Middle Triassic Yueshan formation; 4-Middle segment of Middle Triassic Yueshan formation; 5-Lower segment of Middle Triassic Yueshan formation; 6-Lower Triassic Nanlinghu Formation; 7-skarn; 8-diorite; 9-diopside-diorite; 10-fault breccia; 11-Fe-Cu orebodies; 12-copper orebody; 13-normal fault; 14-drill holes

金属量 3.6 万吨,平均品位 1.3%,占矿床总储量的 7%。

小矿体一般分布于主矿体旁侧、靠近内接触带的闪长岩裂隙中。如 3 号矿体即是产于闪长岩中的脉状铜矿体,走向近南北,倾向西,倾角为 $55^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。该矿体规模较小,其铜金属储量占矿总储量的 2%。

安庆铜矿的矿石类型主要是含铜磁铁矿、含铜矽卡岩及含铜闪长岩。矿石金属矿物以黄铜矿、磁铁矿为主,次为磁黄铁矿、黄铁矿;脉石矿物以石榴石、透辉石为主,其次为方解石、角闪石、钾长石、斜长石、方柱石等;矿石构造主要为浸染状,其次为细脉状及团块状。含铜磁铁矿体与围岩间的界线分明,而矽卡岩型矿化和闪长岩型矿化主要发生在岩石裂隙化带和破损带中,并伴随有强烈的围岩蚀变。

2 三维形态模拟方法

三维形态模拟是进行矿床研究的一种新方法,用该方法构建地质体的三维模型,可以直观、清楚地表示地质体的形态、产状以及不同地质体之间的位置关系,是辅助研究者进行矿床分析的有力工具。

对地质领域而言,三维形态模拟方法有显式模拟和隐式模拟两种。显式模拟是根据工程所揭露的点数据,先在二维尺度由对应点构线,再在三维尺度由线构面,从而形成地质体的面模型,或对面模型进行填充,建立三维实体模型;隐式模拟即通过已有采样点数据,确定分布函数,然后通过函数由已知推未知,将不完备的样品数据通过空间插值获得完备的样品数据,然后再通过三维曲面、实体构建算法自动生成三维可视模型。本文采用显式方法进行矿体及接触带的三维形态模拟。

2.1 软件平台及构模方法

本文将 AutoCAD 与 GOCAD 软件相结合来构建接触带及矿体的三维曲面模型。AutoCAD 是目前世界上应用最广的 CAD 软件,具有完善的图形绘制、编辑功能,可进行多种图形格式转换,具有较强的数据交换能力。GOCAD 是主要用于地质领域的三维可视化建模软件,在地质工程、地球物理勘探、矿业开发和水利工程中均有广泛的应用。

在不区分准 3D 和真 3D 的前提下,空间构模方法可以分为面模型、体模型和混合模型 3 大类构模体系(吴立新等,2003)。本文采用断面-不规则三

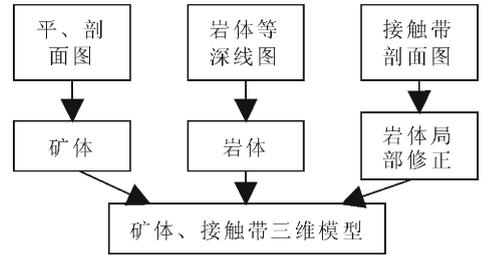


图3 矿体及岩体接触带模型构建流程图

Fig. 3 Flow chart of model construction for ore bodies and intrusion contact zone

角网法对安庆铜矿矿体及接触带进行三维形态模拟,属面模型构模法。

2.2 数据来源及构模流程

构建模型所用数据包括:勘探线剖面图、中段平面图、岩体等深线图及局部接触带剖面图。平、剖面图是由工程所揭露的点数据联结绘制的,包含的是矿体范围的地质界限信息,覆盖范围小,准确度高,做为构建矿体的数据来源;岩体等深线图是根据物探等深数据绘制的,覆盖整个月山矿田,但准确度较差,用来构建月山岩体的整体轮廓;局部接触带剖面图是由 EH4 数据推测而来的,覆盖范围为安庆铜矿南深部区域的接触带,精确度高于岩体等深线,用于岩体局部形态的修正。将上述所有曲面对象在同一三维场景中显示,得到安庆铜矿矿体及接触带形态的三维模型(图 3,图 4)。

3 接触带控矿规律分析

通过对比矿体产出位置与岩体接触带的空间关系,有如下发现:

(1) 月山矿田的矿体分布极不均匀,绝大部分产在岩体东枝南接触带。

从平面上看,月山矿田的矿体集中定位于两处(图 1):岩体东枝东端的安庆铜矿和岩体东枝、北枝交叉处的龙门山铜矿床。安庆铜矿是整个矿田中唯一一个达到大型规模的矿床,其铜铁储量大大超过矿田内其它矿床铜铁储量的总和,三维模型清楚地显示该矿床产在岩体东枝南接触带的内凹部位;龙门山铜矿在空间上位于安庆铜矿西侧的岩体内、接触带内凹部位前端,和安庆铜矿一样沿着岩体东枝南接触带产出(图 5);而岩体其余部位只有零星小矿体或无矿。

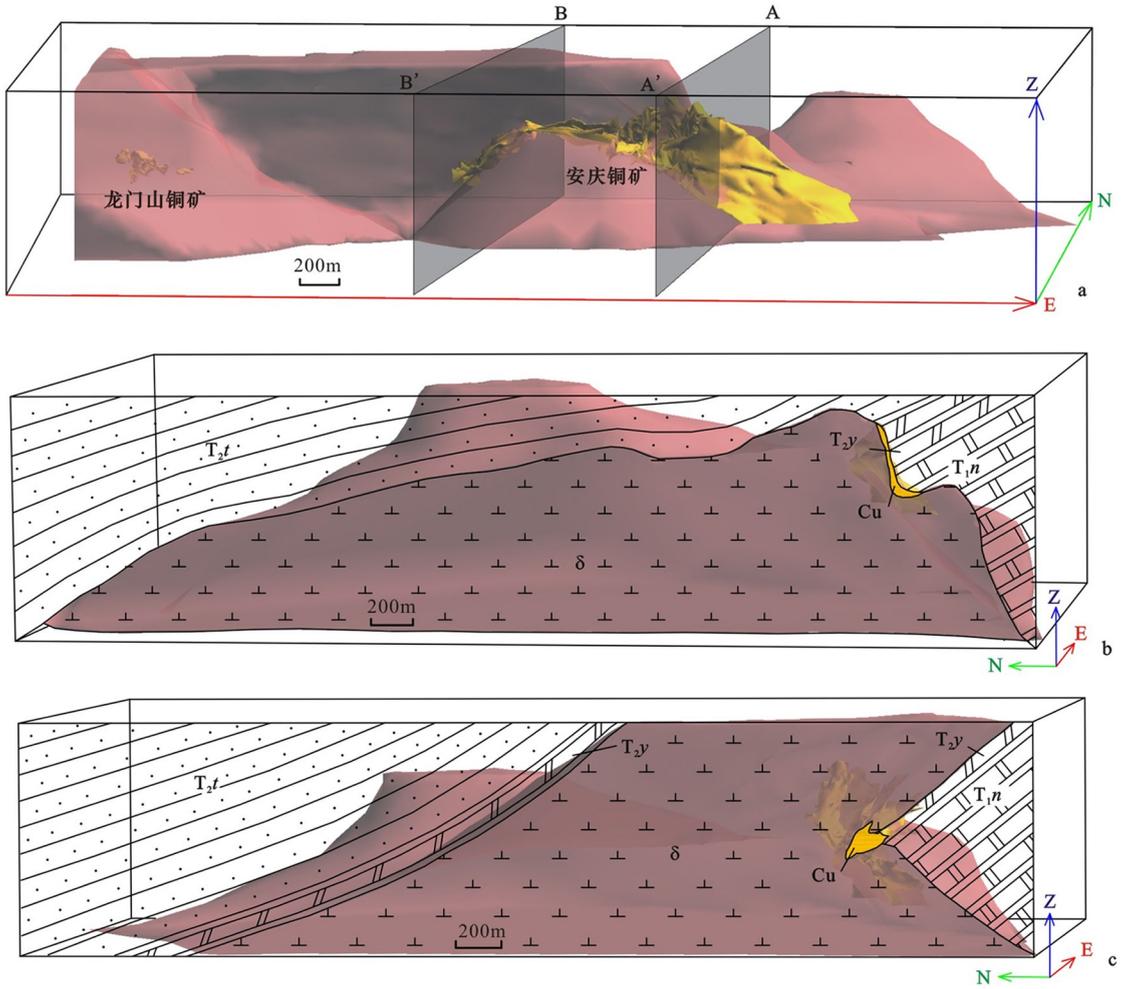


图 4 安庆铜矿接触带及矿体形态三维模型

Fig. 4 3D geometry of the contact zone and ore bodies in the Anqing copper deposit

a-岩体及矿体 3 维形态及分布; b-A-A' 线剖面图, 剖面位置见图 a
 a-3D morphology and distribution of pluton and orebodies; b-A-A' cross section, the location of which is shown in figure a; c-B-B' cross section, the location of which is shown in figure a

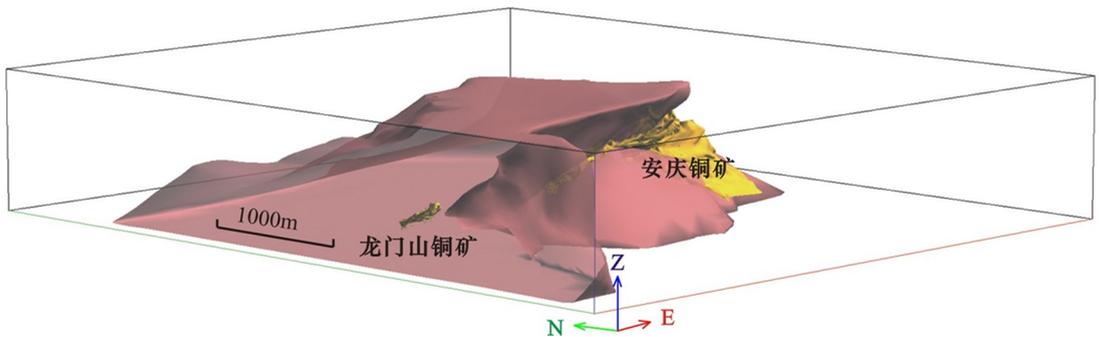


图 5 龙门山铜矿与接触带空间关系示意图

Fig. 5 Sketch showing the spatial relationship between the Longmenshan copper deposit and the contact zone

接触带形态应是造成上述矿体分布不均匀的一个重要因素,因为岩体不同部位其成分虽然有所变化,存在闪长岩、石英闪长岩、二长闪长岩等差别(周涛发等,2005),但整个岩体都为闪长岩类岩石,其岩性并无本质不同,不足以因岩性差异造成成矿的巨大反差;而接触带形态的复杂程度在成矿和未成矿部位则存在很大差异:岩体东枝南接触带形态复杂,岩垄、岩凹构造发育,接触面起伏多变,接触带其它部位多呈平缓延伸,变化不大。从整个矿田来看,复杂接触带对应于大规模成矿位置,应是控制矿体形成的重要因素。

(2) 岩体东枝南接触带虽形态复杂,但并非处处成矿,矿体只产在局部地段。

岩体东枝南接触带上产出的即为安庆铜矿,在其东段(图4b),矿体产在接触带陡倾及由陡倾向缓倾转折的部位,转折部位的矿体较陡倾处有所增厚;西段(图4c),矿体产在接触带由北倾向南倾的转折处,而在接触面的其余部位未见矿。有矿和无矿部位具有如下共同点:岩体岩性相同,均为闪长岩;围岩相同,都为三叠系灰岩;接触带上都有砂卡岩产出。而其最大不同之处是成矿位置接触带产状的显著变化,这种变化必然通过一定的方式影响成矿过程并引起矿体就位。

(3) 安庆铜矿的控矿接触带形态沿走向方向具有一定的变化规律。

接触带东段的剖面形态为阶梯状,总体倾向南-南东,由浅到深呈现陡倾-缓倾-陡倾的变化趋势,主要控制1号矿体;西段接触带在剖面上呈舌状形态,即围岩呈舌状体插入岩体,-500m以上接触带倾向北,从-500m向深部接触带反转南倾,该接触带控制2号西矿体;中间地段为两种接触带的过渡类型,浅部为舌状接触带,往深部延伸变为缓倾-陡倾的阶梯状接触带,主要控制2号矿体,矿体赋存于舌状体的前端及由舌状体向阶梯状过渡的缓倾部位。

4 接触带控矿机制分析

对于安庆铜矿的形成,已有研究从岩浆演化(周涛发等,1997)、流体运移(周涛发等,2001)、水岩作用(周涛发等,2002)方面进行了解释。我们认为:出现上述接触带控矿规律的主要原因是区域构造应力场、岩体侵位、冷凝造成的局部应力场以及成

矿流体共同作用的结果。

(1) 区域构造应力场的影响:月山矿田受中生代前陆缩短带地壳的挤压-伸展机制的影响,月山岩体在侵位、基本固化以后,区域地壳运动由逆冲转为伸展(刘亮明等,2008)。由于闪长岩、灰岩物理特性的差异,在拉张应力场作用下,岩体与围岩沿二者的接触界面发生拆离扩容,且陡倾界面显然比缓倾部位更易于在张应力下形成大的扩容空间,因此阶梯状接触带的陡倾部位成为了容纳矿体的最有利空间,从而为规模最大的1号矿体定位于此提供了先决条件。

(2) 岩体侵位、冷凝的影响:前人对于月山岩体的侵位方式有3种不同认识:①岩体沿多个通道呈多期性侵入(阎桂林等,1990);②侵位中心位于岩体中部,沿地表构造层向四周贯入(邱瑞龙,1992);③侵位中心位于岩体东枝东北侧,由NE向SW方向上侵(章传玲等,1994),这三种观点实际都难以解释岩体及其构造背景所表现出来的特征。我们认为岩体应该是受逆冲-褶皱构造系统中断坪上的断展褶皱控制而由南向北侵位的,这样不但岩体的南部要比北部固结晚,岩浆后期的热液趋于在南部富集,而且由于南部围岩中正断层的发育使南部接触带的形态变得比北部复杂,复杂的形态造成应力的局部集中,进一步导致该处的岩石破裂扩容,从而为成矿热液的汇聚和矿石沉淀创造空间。另外,岩体在侵位后的冷凝收缩,亦对储矿空间的释放有一定贡献。

(3) 成矿流体的作用:成矿流体包括热液流体和成矿物质。月山矿田的热液流体主要来源于岩浆水,其次为大气降水;成矿物质主要来源于闪长质岩浆,岩浆的熔-液分离作用是成矿物质获取的主要机制。由岩体侵位带来的成矿流体于岩体内及岩体边部发生运移,一方面向岩体东枝南接触带上的扩容空间贯入,另一方面流体向上运移过程中与大气水发生混合,受控于减压沸腾机制及不同来源流体的物质交换作用,成矿物质不断沉淀、富集并最终形成矿体(Zhou *et al.*, 2007)。

5 结论

月山矿田的矿体分布极不均匀,绝大部分位于形态复杂的岩体东枝南接触带;在岩体东枝南带上,矿体产出受接触带产状变化的控制;阶梯状和舌状

接触带是安庆铜矿典型的控矿接触带类型,沿接触带走向方向二者呈渐变过渡;阶梯状接触带的陡倾及由陡变缓的位置和舌状接触带的尖端处是主要的成矿部位。区域构造应力场、岩体侵位、冷凝造成的局部应力场以及成矿流体的共同作用是造成上述接触带控矿规律的原因。

致谢:研究工作得了铜陵有色金属集团控股有限公司吕才玉、疏志明、王建青、汪宏、王勇及其所在单位安庆铜矿刘道昆、方志甫、胡强、罗皖东、王建平等同志的大力支持和帮助,在此深表感谢。

[注释]

- ① 安徽省地质矿产局 326 地质队. 1989. 月山矿田大比例尺成矿预测地质报告: 22-29
- ② 刘亮明. 2004. 安庆矿田铜金成矿规律及找矿潜力分析-铜都铜业股份有限公司地质找矿科研报告: 7-10

[References]

Chen Jiang-feng, Li Xue-ming, Zhou Tai-xi, K. A. Foland. 1991. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Dating for the Yueshan Diorite, Anhui Province and the Estimated Formation Time of the Associated Ore Deposit[J]. *Geoscience*, 5 (1): 91-99 (in Chinese with English abstract)

Dong Shu-wen, Qiu Rui-long. 1993. Tectonism and magmatism in the Anqing-Yueshan area[M]. 1st Edition. Beijing: Geological Publishing House: 1-18 (in Chinese)

Liu Liang-ming, Shu Zhi-ming, Zhao Chong-bin, Wan Chang-lin, Cai Ai-liang, Zhao Yi-lai. 2008. The Controlling mechanism of ore Formation due to flow-focusing dilation spaces in Skarn ore deposits and its significance for deep-ore exploration; examples from the Tongling-Anqing district[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 24 (8): 1848-1856 (in Chinese with English abstract)

Liu Yu-cheng. 2006. The combination of the integrated prospecting method and the ore-control structure and its application in the Daye iron mine[J]. *Mineral Deposits*, 25 (supp.): 431-434 (in Chinese with English abstract)

Mao Jing-wen, Li Hong-yan, B Guy, L Raimbault. 1996. Geology and metallogeny of the Shizhuyuan skarn-greisen W-Sn-Mo-Bi deposit, Hunan province[J]. *Mineral Deposits*, 15 (1): 1-15 (in Chinese with English abstract)

Nie Feng-jun, Zhang Wan-yi, Du An-dao, Jiang Si-hong, Liu Yan. 2007. Re-Os isotopic age dating of molybdenite separates from the Chaobuleng skarn iron-polymetallic deposit, Dong Ujimqin Banner, Inner Mongolia[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 28 (4): 315-323 (in Chinese with English abstract)

Qiu Rui-long. 1992. Petrological characteristics and genesis of High-K diorites in Yueshan, Anhui province[J]. *Geological Review*, 38 (2): 98-107 (in Chinese with English abstract)

Wang Jian-zhong, Li Jian-wei, Zhao Xin-fu, Qian Zhuang-zhi, Ma Chang-qian. 2008. Genesis of the Chaoshan gold deposit and its host intrusion, Tongling area; constraints from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages and ele-

mental and Sr-Nd-O-C-S isotope geochemistry[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 24 (8): 1875-1888 (in Chinese with English abstract)

Wu Li-xin, Shi Wen-zhong, Christopher Gold. 2003. Spatial modeling technologies for 3D GIS and 3D GMS[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 19 (1): 5-11 (in Chinese with English abstract)

Xu Hui-huang, Wu Shi-chong, Yu Yang-chun, Xie You-liang, Long Wei-ping. 2006. Geological characteristics and ore-controlling factors of Xitian skarn-type W-Sn deposit in Hunan province[J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, (2): 37-42 (in Chinese with English abstract)

Yan Gui-lin, Zhang Ming, Li Yong-tao. 1990. On magnetic fabric and palaeomagnetism of the Yueshan pluton, Anqing, Anhui[J]. *Earth Science*, 15 (6): 667-673 (in Chinese with English abstract)

Yu Jun-peng, Qin Song-xian. 2007. Intrusive contact structures in the Northwest of the Guposhan pluton, Southern Hunan province[J]. *Geological Science and Technology Information*, 26 (2): 25-29 (in Chinese with English abstract)

Zhang Chuan-ling, Lin Xin-duo, Zhang Shu-zhen. 1994. Ore-controlling regularities of structure in the frontal Zone of Yueshan intrusion in Huaining, Anhui province[J]. *Mineral Deposits*, 13 (supp.): 107-109 (in Chinese with English abstract)

Zhao Yi-ming, Lin Wen-wei, Bi Cheng-si, Li Da-xin. 1986. Basic geological characteristics of skarn deposits of China[J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 14 (3): 59-87 (in Chinese with English abstract)

Zhou Tao-fa, Liu Xiao-dong, Yuan Feng, Yue Shu-cang. 2001. Migration velocity and scale of the ore-forming fluid for Formation of Cu, Au deposits in Yueshan orefield, Anhui province[J]. *Geological Review*, 47 (2): 139-145 (in Chinese with English abstract)

Zhou Tao-fa, Yuan Feng, Yue Shu-cang, Liu Xiao-dong, Zhao Yong. 2002. Water/rock interaction during Formation of skarn-type deposits in Yueshan orefield, Anhui province[J]. *Mineral Deposits*, 21 (1): 1-9 (in Chinese with English abstract)

Zhou Tao-fa, Yue Shu-cang. 1997. Formation mechanism of copper deposits in Yueshan orefield, Anhui province[J]. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 27 (3): 310-316 (in Chinese with English abstract)

Zhou Tao-fa, Yue Shu-cang, Yuan Feng. 2005. Lithogenesis of diorites and copper, gold mineralization in Yueshan ore field, Anhui province[M]. 1st Edition. Beijing: Geological Publishing House: 13-17 (in Chinese)

Zhou T F, Yuan F, Yue S C, Liu X D, Zhang X, Fan Y. 2007. Geochemistry and evolution of ore-forming fluids of the Yueshan Cu-Au skarn-and vein-type deposits, Anhui province, South China[J]. *Ore Geology Reviews*, 31 (1-4): 279-303 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

陈江峰, 李学明, 周泰禧, K. A. Foland. 1991. 安徽月山岩体的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及与其有关的成矿时代估计[J]. *现代地质*, 5 (1): 91-99

董树文, 邱瑞龙. 1993. 安庆-月山地区构造作用与岩浆活动[M]. 北

- 京:地质出版社:1-18
- 刘亮明,疏志明,赵崇斌,万昌林,蔡爱良,赵义来. 2008. 矽卡岩矿床的汇流扩容空间控矿机制及其对深部找矿的意义:以铜陵-安庆地区为例[J]. 岩石学报,24(8):1848-1856
- 刘玉成. 2006. 综合找矿方法和接触带控矿构造研究在大冶铁矿深部找矿中的应用[J]. 矿床地质,25(增刊):431-434
- 毛景文,李红艳,B Guy, L Raimbault. 1996. 湖南柿竹园矽卡岩-云英岩型 W-Sn-Mo-Bi 矿床地质和成矿作用[J]. 矿床地质,15(1):1-15
- 聂凤军,张万益,杜安道,江思宏,刘妍. 2007. 内蒙古朝不楞矽卡岩型铁多金属矿床辉钼矿-钼同位素年龄及地质意义[J]. 地球学报,28(4):315-323
- 邱瑞龙. 1992. 安徽月山高钾闪长岩岩石学特征及岩石成因探讨[J]. 地质论评,38(2):98-107
- 王建中,李建威,赵新福,钱壮志,马昌前. 2008. 铜陵地区朝山矽卡岩型金矿床及含矿岩体的成因:⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄、元素地球化学及多元同位素证据[J]. 岩石学报,24(8):1875-1888
- 吴立新,史文中,Christopher Gold. 2003. 3D GIS 与 3D GMS 中的空间构模技术[J]. 地理与地理信息科学,19(1):5-11
- 徐辉煌,伍式崇,余阳春,谢友良,龙伟平. 2006. 湖南锡田地区矽卡岩型钨锡矿床地质特征及控矿因素[J]. 华南地质与矿产,(2):37-42
- 阎桂林,张鸣,李永涛. 1990. 安徽安庆月山岩体的磁组构及古地磁特征[J]. 地球科学,15(6):667-673
- 余君鹏,秦松贤. 2007. 湘南姑婆山岩体北西侧侵入接触带构造控矿研究[J]. 地质科技情报,26(2):25-29
- 章传玲,林新多,张叔贞. 1994. 安徽省怀宁月山岩体侵入前缘带构造的控矿规律[J]. 矿床地质,13(增刊):107-109
- 赵一鸣,林文蔚,毕承思,李大新. 1986. 中国矽卡岩矿床基本地质特征[J]. 地球学报,14(3):59-87
- 周涛发,刘晓东,袁峰,岳书仓. 2001. 安徽月山矿田成矿流体的迁移速率和规模[J]. 地质论评,47(2):139-145
- 周涛发,袁峰,岳书仓,刘晓东,赵勇. 2002. 安徽月山矿田夕卡岩型矿床形成的水岩作用[J]. 矿床地质,21(1):1-9
- 周涛发,岳书仓. 1997. 安徽月山矿田铜矿床的形成机制[J]. 长春地质学院学报,27(3):310-316
- 周涛发,岳书仓,袁峰. 2005. 安徽月山矿田成矿成矿作用[M]. 北京:地质出版社:13-17

Three-Dimensional Geometry of the Contact Zone in the Anqing Copper Deposit, Anhui Province and Its Ore-Controlling Mechanism

ZHAO Yi-lai, LIU Liang-ming, CAI Ai-liang, ZOU Chen

(Computational Geosciences Research Centre, Central South University, Changsha 410083)

Abstract: The Anqing copper deposit is the biggest copper-iron deposit in the lower-middle Yangtze metallogenic belt. Most orebodies of this deposit lie in the contact zone between Yueshan intrusion and the Triassic limestone. The position and scale of ore bodies are closely related to the characteristics of the contact zone. Studies on the three-dimensional geometry of the contact zone and its relation to controlling on ore bodies of the deposit are performed based on three-dimensional simulation in this paper. Results show that the ore bodies of the Yueshan field are distributed much unevenly; of which most are located in the southern contact zones of the eastern intrusion branch which is complicated in shape and highly various in occurrence. In the Anqing deposit, the shapes of ore-controlling contact zone are characterized by step, step-tongue transition, and tongue from the east to the west. The steep position and the position turning from steep to gentle in step-shaped contact zone and the tip of the tongue-like zone are the major sites of mineralization. It is inferred that the interaction of the regional tectonic stress field, local stress field arose from pluton intruding and cooling and fluid flow resulted in the above mentioned ore-controlling regularities of the contact zone.

Key words: contact zone, orebody, three-dimensional geometry, simulation, ore-controlling mechanism, Anqing copper deposit