

文章编号:1671-4814(2015)04-285-06

# 皖北濉溪县杨桥孜铜金矿床的发现及其地质意义<sup>\*</sup>

汪青松<sup>1,2</sup>,张顺林<sup>1</sup>,产思维<sup>1</sup>

(1.安徽省勘查技术院,合肥 230031)

(2.安徽省电法勘探重点实验室,合肥 230031)

**摘要:**濉溪县杨桥孜铜金矿床是皖北地区最大的矽卡岩型金矿床。该矿床处于皖北平原,地表被厚层第四系覆盖,找矿难度大,是地质工作者通过40余年的地质与物探综合研究,应用模式找矿的成功范例。矿床矿体以铜金共生为主,兼有铁、银、钼、硫、钨矿体,并伴生镓、硒、碲等稀有元素。该矿床的发现为覆盖区找矿及华北地台寻找矽卡岩型金矿提供参考。

**关键词:**杨桥孜;铜金矿;覆盖区;皖北

**中图分类号:**P618.4

**文献标识码:**A

濉溪县杨桥孜铜金矿位于安徽省淮北市濉溪县四铺乡,属淮北平原,地表被第四系覆盖,下覆基岩为古生代寒武—二叠纪地层和燕山期闪长岩体。矿化受三铺岩体与寒武系接触带控制,属矽卡岩型矿床,以铜金共生为主,金矿达中型规模,是迄今皖北地区发现的最大规模的金矿床,同时还共伴生铜、铁、银小型矿床各,发现存在钼、硫、钨独立矿体,伴生镓、硒、碲等稀有分散元素丰富。杨桥孜铜金矿是华北地台区为数不多的矽卡岩型独立金矿之一,且多矿种共伴生,稀有元素丰富。该矿床处于皖北平原,属黄淮海冲积平原,地表第四系松散层覆盖厚度100 m左右,找矿难度大。该矿床的发现不仅实现了物探技术在厚大覆盖区深部找矿的突破,同时可为相邻的河南、江苏、山东、河北、天津、山西等省市具有相似地质背景地区该类矿床的找矿突破提供参考。

## 1 杨桥孜金矿床的发现

杨桥孜金矿床的发现主要分三个阶段:

(1)物探异常验证,钻探发现三铺矽卡岩型铁铜矿产地。

1961年前人在三铺地区发现航测磁异常并得

到地磁测量验证。1965~1978年,安徽省地质局325地质队依据磁异常钻探验证和勘查评价,发现了刘楼、陈庄、前常和三铺等铁矿床,主要矿种为铁矿,部分矿床发现有共伴生铜金矿。经过进一步深入研究,发现这些矿床为矽卡岩型铁铜矿床,引起了地勘科研单位和学者对皖北三铺地区的重视。

(2)磁异常验证发现了铁矿体,拉开了该区找矿序幕,并取得了重要进展。

1978年,安徽省地质局325地质队在杨桥孜矿段地磁异常进行钻探验证,在ZK01孔于209.07~221.05 m处发现了视厚11.18 m的磁铁矿体,后续工作中发现了独立铜金矿体,进而加大该区钻探工作量,获得铁矿石42.93万t,金金属量3.54 t(含伴生金0.64 t),铜金属量1.51 t。杨桥孜铜金矿勘查取得重要进展。

(3)综合勘查和科学研究探明资源量,取得重要成果。

1980~1985年,安徽省地矿局针对三铺地区金属矿勘查难题,专门设立了科研项目,向省325地质队下达了“安徽省濉溪县三铺地区铁铜矿成矿地质条件及找矿方向”研究课题。由于矿区第四系覆盖厚达80 m以上,地表无露头,地表地质工作无法开

\* 收稿日期:2015-02-06 改回日期:2015-06-15 责任编辑:谭桂丽

基金项目:安徽省地勘基金项目“淮北市三铺岩体成矿区及其外围铁、铜、金多金属矿(整体)普查”(项目编号:2009-1-48,2012-1-16)。

第一作者简介:汪青松,1959年生,男,教授级高级工程师,从事地质、地球物理矿产勘查工作。

展,同时深部铜金矿体规模小、厚度薄,多数不与磁铁矿体共生,磁异常或不明显,或很弱,找矿进展缓慢。

2005年,安徽省勘查技术院在承担省地质勘查项目“淮北市前常—徐楼地区铁铜矿产资源预查及覆盖区综合找矿方法研究”,通过物探技术与地质研究相结合的综合找矿方法,发现三铺地区矿床主要受平山背斜构造两翼与岩体接触带控制,铜金矿体主要受岩体与寒武系毛庄组和徐庄组接触带控制,查明了安徽省濉溪县岩体与奥陶系接触形成徐楼式单一铁矿、岩体与寒武系接触形成前常式铁铜金矿成矿特征,在此基础上开展杨桥孜矿区勘查评价工作,发现了中型规模的杨桥孜金矿床。

## 2 矿床概况

矿区属淮北平原,地表被第四系松散层覆盖,基岩为古生代地层和燕山期岩体,埋深约80~300 m。矿化主要发生在燕山期三铺岩体石英二长闪长玢岩与古生代寒武系海相碳酸盐岩—碎屑岩接触带及其附近。共有4个矿段,其中杨桥孜矿段为主矿段,以铜金为主,其它矿段为次要矿段,各矿段之间相对独立,矿体基本不连接,矿化特征也各不相同:刘楼村矿段以含铜金磁铁矿为主;小任家矿段以铁和铁硫矿为主,含少量铜矿,不含金矿;枣孤堆矿段以钼铜金为主,无铁矿。全矿共发现71个矿体,其中主要矿体有6个。主矿种为铁、铜、金,次要矿种为钼、硫。铜平均品位0.85%,金平均品位3.69g/t,伴生铁、钨、钼、银等。

## 3 区域地质特征

### 3.1 地层

杨桥孜铜金矿床处于宿徐弧形褶皱构造与符离集东西向区域性断裂构造(宿北断裂)交汇部位<sup>[2]</sup>,矿区所在区域被第四系覆盖,基岩以古生代地层为主(图1)。

第四系广泛覆盖,厚度约100~350 m,主要由粘土、亚粘土和砂层组成。寒武系(C)为第四系覆盖层下的基岩,以开阔台地海相碎屑岩—碳酸盐岩沉积为主,主要岩性有条带状白云质灰岩、泥灰岩、粉砂质页岩、页岩等。奥陶系(O)为标准地台型开阔台地海相碳酸盐类沉积,主要岩性为灰岩和白云岩。石炭系和二叠系(C-P)为一套海陆交替相的碳酸盐类、碎屑岩类和煤系地层,是区内主要产煤地层。

中上寒武统毛庄组、徐庄组、风山组为富镁碳酸盐岩类地层,成矿物质丰富,对形成铁、铜、金矿等成矿有利,是矽卡岩型铁铜矿和铜金矿的主要赋矿层

位。

### 3.2 岩浆岩

区内燕山期岩浆岩以中—浅成侵入岩为主,岩性以中性闪长岩类为主,其次是酸性花岗岩类及基性辉绿岩。岩浆岩产状多以岩床、岩株为主,少数为岩墙。岩体多为具多次侵入活动形成的复式岩体,分布范围广泛,岩体规模较大,主要有三铺岩体、大何家岩体、王场岩体和徐楼岩体等。

三铺岩体平面呈北西—南东向延长约19 km,与围岩的下接触带界面倾向岩体方向,倾角50°~70°,为“下小上大”的蘑菇状岩株。岩体与围岩的接触带复杂,岩体边缘具多层分叉侵入于围岩中的特点。

三铺岩体由燕山中期第一次石英二长闪长(玢)岩、第二次多斑石英二长闪长玢岩、第三次花岗闪长斑岩和燕山晚期第一次细粒石英二长闪长玢岩、第二次石英闪长玢岩组成,属于中性闪长岩—石英二长闪长岩复式杂岩体,中—浅成侵入。三铺岩体矿物成分为斜长石(52%~64%)、钾长石(5%~12%)、角闪石(17%~35%)、石英(5%~15%)、黑云母(2%~5%)和少量磁铁矿、锆石、榍石、磷灰石等副矿物。

三铺岩体接触带是区内最重要的控矿构造,两个鞍状弯曲接触带是成矿最有利的地区。一是杨桥孜弯曲接触带,位于三铺岩体北部接触带中段,北部接触带呈“W”状弯曲形态,整体近东西向分布,在杨桥孜地区接触带向岩体内侧呈鞍状弯曲,地层被东西向构造破坏较轻,有利成矿和矿体保存。二是前常弯曲接触带,位于三铺岩体西南接触带中段,西南部接触带整体呈北西向展布,在前常矿区附近也存在向岩体内侧鞍状弯曲的现象。2个鞍状弯曲接触带地区都有矿床存在,前者为杨桥孜铁金(铁)矿床,后者为前常铁铜矿、前常东矿段铁铜矿和三铺铁矿等矿床,均为矿床集中出现的地区(图1)。

### 3.3 构造

区内构造以北北东—近南北向弧形构造为主。古生代地层在印支—燕山早期构造活动中形成一系列近南北—北北东向弧形褶皱构造,构成著名的宿徐旋卷构造<sup>[6]</sup>,以复式背、向斜构造形式出现,主要有闸河复向斜、皇藏峪复背斜、百善向斜、任楼向斜和石弓背斜等。

符离集断层经过矿区,为淮北地区最大的一条区域性大断裂,断层面北倾,倾角35°~75°,走向近东西。

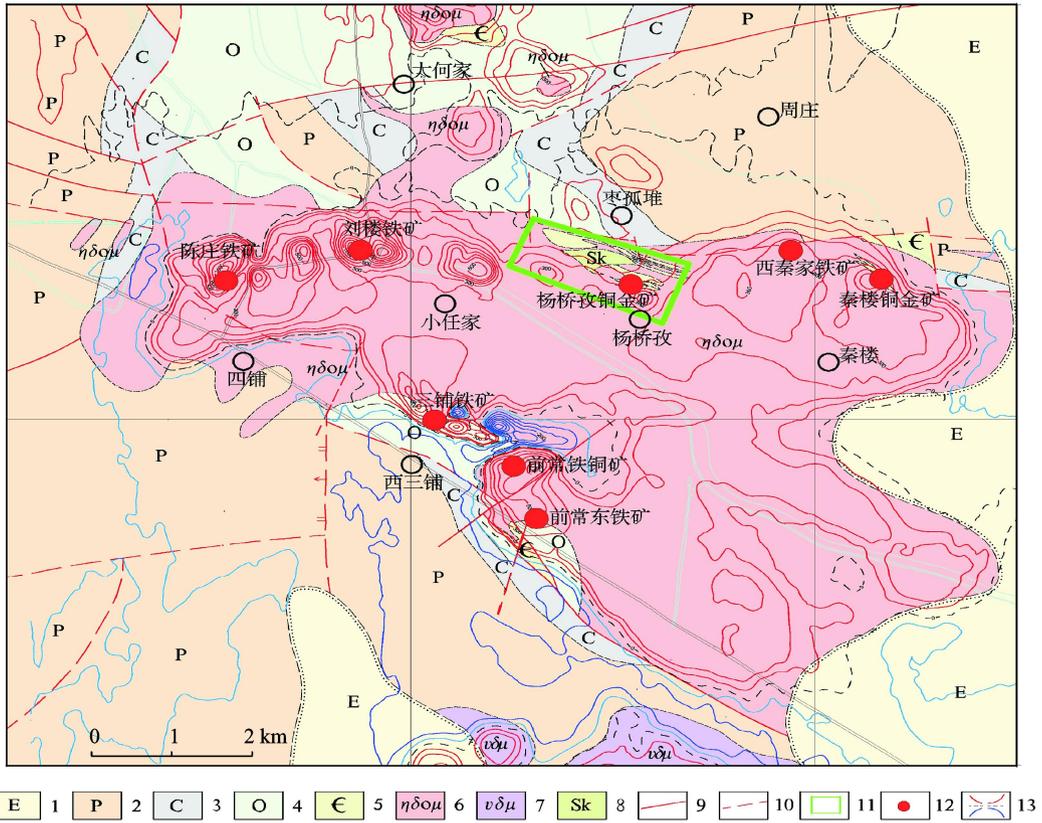


图 1 杨桥孜地区地质构造略图(据文献[5]修编)

Fig.1 Geotectonic sketch map of Yangqiaozi area (modified after reference [5])

1-古近系;2-二叠系;3-石炭系;4-奥陶系;5-寒武系;6-石英二长闪长玢岩;7-辉长闪长玢岩;8-砂卡岩;9-实测断层;10-推测断层;11-矿段范围;12-矿产地;13-磁化极异常等值线

平山背斜为皇藏峪复背斜构造组成部分,分布于三铺、前常、二铺等地古生代地层构成平山背斜的西南翼,走向北西,倾向西南。小任家、杨桥孜等地古生代地层为平山背斜的北东翼,走向北西,倾向北东。三铺岩体沿平山背斜构造核部侵入,古生代地层多被侵蚀。由于受后期上升运动影响,平山背斜核部地层和三铺岩体的上部遭受了强烈剥蚀,仅有平山背斜构造残缺不全的两翼被保留。由于三铺岩体侵蚀古生代地层不彻底,在岩体内部保留了大量围岩捕虏体,也是平山背斜构造两翼的组成部分(图 1)。

### 3.4 矿产分布及赋矿特征

三铺岩体与平山背斜构造两翼接触带和围岩捕虏体接触带是成矿最有利的部位,在平山背斜西南翼形成了陈庄铁矿、三铺铁矿、前常铁铜矿、前常东铁铜矿;在平山背斜东北翼形成了刘楼铁矿、杨桥孜铜金矿、廖家铁矿、秦楼铜金矿。矿体产于三铺岩体石英二长闪长玢岩与寒武系毛庄组、徐庄组和凤山组接触带附近或层间裂隙中,铁铜矿赋矿层位为凤山组,而铜金矿赋矿层位主要为毛庄组和徐庄组。

## 4 矿区地质特征

杨桥孜铜金矿区位于三铺岩体北接触带西—中段,处于宿徐弧形褶皱带之平山背斜东北翼,呈单斜构造,走向北西,倾向北东。区内基岩大部分为岩体,仅在北侧边缘部位存在古生代地层,符离集断层大致沿三铺岩体北接触带呈近东西向从矿区穿过。

矿区地表被第四系覆盖,厚 59.0~92.56 m。据钻孔揭露,地层主要有寒武系中统毛庄组(ε<sub>2m</sub>)大理岩、蛇纹石化大理岩、白云质大理岩、条带状大理岩及角岩;徐庄组(ε<sub>2x</sub>)鲕状白云质大理岩、条带状大理岩、蛇纹石化大理岩、白云质大理岩、泥岩及长英质黑云母角岩;张夏组(ε<sub>2z</sub>)鲕状大理岩、斑纹状白云质大理岩、鲕状白云质大理岩夹瘤状白云质大理岩;寒武系上统(ε<sub>3</sub>)为灰质白云岩、白云岩夹泥质白云岩、粉屑泥晶白云质灰岩、豹皮状、斑纹状泥晶白云质灰岩、鲕状白云质大理岩互层,奥陶系下统贾汪组(O<sub>1j</sub>)页片状泥质白云岩、泥质灰岩及页岩,萧县组(O<sub>1x</sub>)灰岩、斑纹状白云质灰岩、灰质白云岩、角砾状泥质灰岩及页片状泥质灰岩;马家沟组

(O<sub>1m</sub>)灰岩、斑纹状白云质灰岩、灰质白云岩;石炭系上统(C<sub>2</sub>)细粒长石石英砂岩、粉砂质泥岩、含铝土质泥岩、灰岩和煤层。其中毛庄组(Є<sub>2m</sub>)、徐庄组(Є<sub>2x</sub>)为主要赋矿围岩。

杨桥孜矿区岩浆岩为三铺岩体,主要岩性为石英二长闪长(玢)岩。矿区寒武系赋矿围岩多以捕虏体形式存在于三铺岩体内,或以残留体存在于三铺岩体顶部。区内围岩矽卡岩化强烈,接触带透辉石、石榴子石、绿帘石矽卡岩发育,常形成透辉石磁铁矿。自岩体向围岩,依次发育蛇纹石化,常形成含铜蛇纹岩、含铜蛇纹石磁铁矿、大理岩及角岩,并叠加绿泥石化、碳酸盐化、钾长石化等热液蚀变。

## 5 矿床地质特征

矿体主要赋存在三铺岩体与寒武系接触带内。三铺岩体内残留的寒武系围岩捕虏体接触带及其层间裂隙是矿体赋存的主要场所。

### 5.1 矿带特征

杨桥孜铜金矿体主要产于三铺岩体与中寒武统毛庄组、徐庄组接触带及其附近。从岩体接触带向外侧矿化呈有规律的变化,可依次划分为4个矿化带(图2)。

铁铜金矿化带(I):位于主接触带附近,矿化发生在岩体与毛庄组主接触带及其附近,主要被ZK301、ZK302、ZK305和ZK703孔控制,以含金铁铜矿、铜金矿为主,在岩体内部有单一铁矿出现。主要矿石类型为含铜矽卡岩、透辉石磁铁矿等。主要金属矿物以磁铁矿、黄铜矿、自然金为主,次为斑铜矿、自然银、辉铜矿、铜蓝等。矿体呈似层状,长200 m,延伸500 m,视厚度10.90~11.89 m,倾向北东,倾角68°。矿体铜品位1%~1.63%,金品位5.21~5.89 g/t,全铁品位41.3%~43.9%。

钼铜金矿化带(II):位于主接触带外侧毛庄组地层中,矿化发生于毛庄组与顺层侵入的小岩支接触带上,主要由ZK508、ZK303和ZK05孔控制,以含金铁铜矿、铜金矿为主,铜金品位较富,伴有钼矿化存在,钼可形成独立矿体。矿体规模较大,矿体分布较集中,呈带状分布。主要金属矿物以黄铜矿、斑铜矿、自然金为主,次为铜蓝、蓝铜矿、辉铜矿、黄铁矿等。矿体呈薄板状或透镜状,长100 m,延伸100~160 m,视厚度2~10.4 m,倾向北东,倾角62°。矿体铜品位0.4%~2.82%,金品位0.23~8.28 g/t。

铜金矿化带(III):位于主接触带外侧徐庄组地层中,矿化发生在徐庄组中下段与顺层侵入的小岩

支接触带上,主要由ZK02、ZK05、ZK302、ZK303、ZK305和ZK703控制,以铜金矿为主,无钼矿化存在。矿体规模较大,矿体分布较集中,呈带状分布。主要金属矿物以黄铜矿、斑铜矿和自然金为主,次为蓝铜矿、辉铜矿、黄铁矿等。矿体呈似层状或透镜状,长178~245 m,延伸133~463 m,视厚度4.15~12.05 m,倾向北东,倾角55~67°。矿体铜品位0.83%~1.25%,金品位1.99~17.1 g/t。

含金铜矿化带(IV):位于主接触带外侧徐庄组地层中,矿化发生在徐庄组中上段与顺层侵入的小岩支接触带上,主要由ZK405、ZK407、ZK05、ZK09孔控制,以铜金矿为主,主要矿石类型为含铜矽卡岩化大理岩。金品位较低,多数在工业品位以下,矿体个数多,分散不集中,呈带性差。主要金属矿物以黄铜矿、斑铜矿、磁铁矿为主,次为铜蓝、辉铜矿、黄铁矿等。矿体呈薄板状或透镜状,长144~244 m,延伸137~330 m,视厚度1.5~8.95 m,倾向北东,倾角41~62°。矿体铜品位0.22%~4.12%,金品位0.16~9.16 g/t。

### 5.2 矿体特征

矿区由东向西划分为杨桥孜、枣孤堆、小任家、刘楼村四个矿段,共圈定71个铜金铁钼硫矿体。矿体呈透镜状、似层状、薄板状,矿体形态复杂,具膨胀、收缩、分叉现象,走向北西,倾向北东,倾角44~65°。其中杨桥孜矿段有四个主要矿体(II 4、III 1、IV 5和IV 6),II 4号矿体是最大铜金矿体,IV 6号矿体是最大铁铜金矿体。II 4号矿体埋深最浅(-66~-532 m),IV 6号矿体最深且斜深最大(-260~-740 m)。矿体长为75~370 m,沿倾向延伸100~200 m,最大达533 m,矿体厚1.00~16.26 m,最大可达19.35 m(IV 6号矿体)。

### 5.3 矿石特征

矿石工业类型主要为铜金矿石、铜金铁矿石、金矿石、铜矿石、铜铁矿石、铁矿石、钼矿石、硫铁矿石等。

矿石自然类型主要有铜金(铁)矽卡岩矿石、含铜金(铁)蛇纹岩矿石、含铜金大理岩矿石、含钼石英二长玢岩矿石。主要金属矿物有磁铁矿、黄铜矿、斑铜矿、自然金、辉钼矿、黄铁矿,少量假象赤铁矿、赤铁矿、镁磁铁矿、辉铜矿、铜蓝矿等。脉石矿物有石榴子石、透辉石、透闪石、绿帘石、绿泥石、硅灰石、蛇纹石等。铜金矿石有用矿物以黄铜矿、斑铜矿、自然金为主,铜铁金矿石以磁铁矿、黄铜矿、自然金为主,铁矿石以磁铁矿为主,钼矿石辉钼矿为主。矿石主

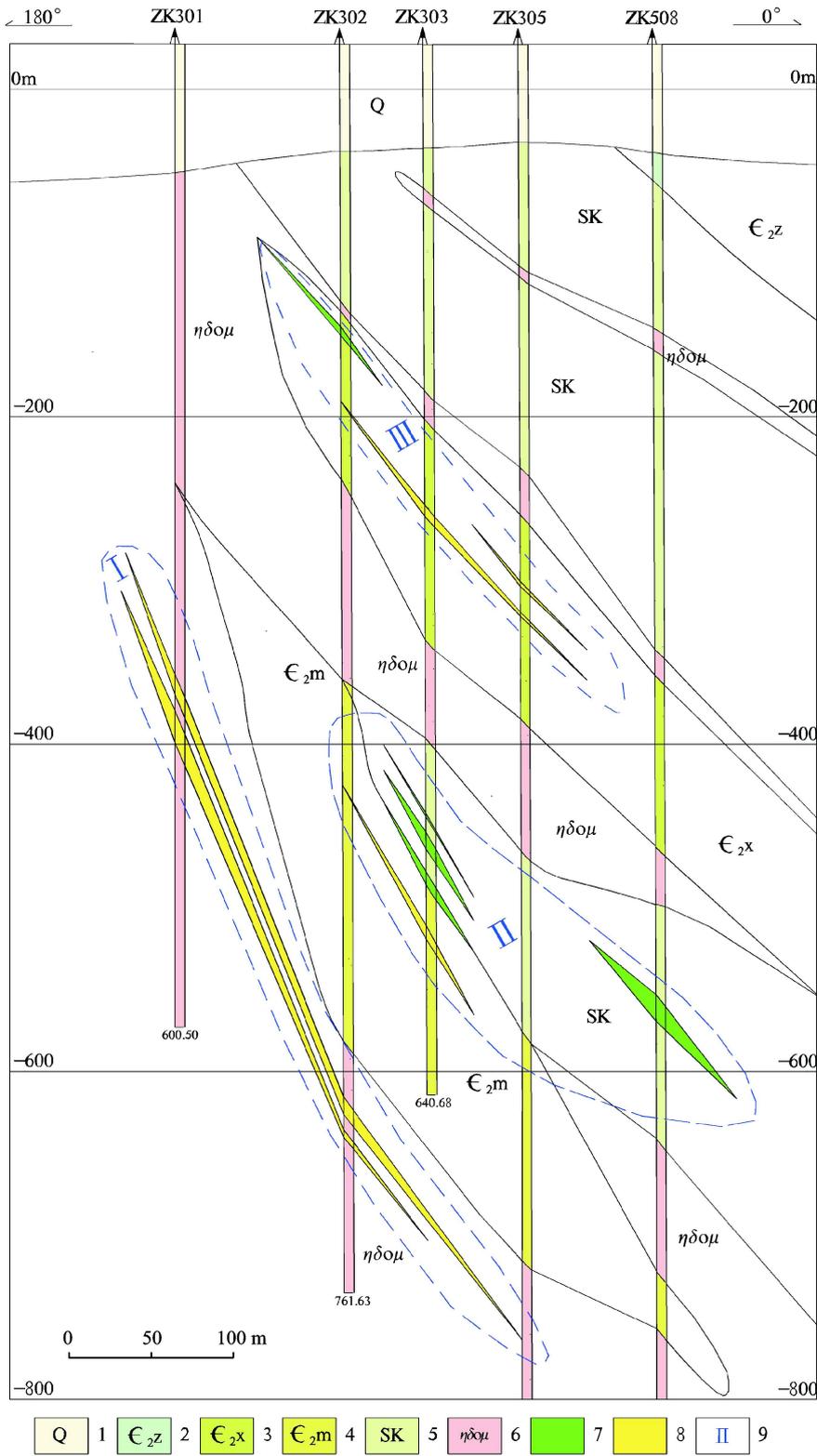


图 2 杨桥孜矿段 3 线地质剖面图(据文献[5]修改)

Fig. 2 Geologic profile of exploration line 3 in the Yangqiaozi Ore Block (modified after reference [5])

1-第四系;2-寒武系张夏组;3-寒武系徐庄组;4-寒武系毛庄组;5-砂卡岩;6-石英二长闪长玢岩;7-铜矿体;8-金矿体;9-矿带编号

要有用组分为 Cu、Au、Fe、Mo、S,共伴生 Au、Ag、Cu、Fe、Mo、S、Ga,局部伴生 W、Se、Te。金矿石 Au 含量最高 52.58g/t,一般含量 1.30~10.14g/t,平

均 3.70g/t;铁(铜铁、铜铁金)矿石 TFe 含量最高 64.12%,一般 24.75%~56.13%,平均 41.97%,磁性占有率 57.6%~99.4%、平均 92.97%;铜矿石

Cu 含量最高 7.68%，一般 0.24~2.80%，平均 0.94%；矿石中元素除共生外，还伴生有 Ag、Ga、WO<sub>3</sub>、Se、Te 等。

## 6 结论及意义

(1) 杨桥孜铜金矿主要是依靠重磁电综合物探手段结合地质综合研究发现的，根据“区域研究选区、重磁(电)扫面定靶、综合勘查定位、钻探测井定性”的原则，采用重、磁、CSAMT 法、CR 法等 4 种物探方法组合并行，在总结杨桥孜铜金矿“磁低重高”、蘑菇状电阻率高综合物探异常标志的基础上进行钻探验证。该矿床的发现中，地球物理新方法新技术的运用起了至关重要的作用。这一成功经验为皖北乃至华北覆盖区寻找矽卡岩型铜金矿床提供技术支撑。

(2) 该矿床的发现不仅实现了物探技术在厚大覆盖区深部找矿的突破，同时为相邻的河南、江苏、山东、河北、天津、山西等省市具有相似地质背景地区寻找该类矿床提供宝贵经验。

(3) 杨桥孜铜金矿为皖北地区迄今为止发现的最大规模金矿，是华北地台区为数不多的矽卡岩型独立金矿之一，同时该矿床具铁、铜、金、银等多矿种共生和伴生，因此，在淮北地区寻找该类矿床要注意

不同矿种的相互关系，尤其要注意综合找矿。

## 参考文献

- [1] 赵一鸣,张铁男,毕承思,等.安徽淮北三铺地区镁矽卡岩(铜、铁)矿床生成地质环境、分带和流体演化[J].矿床地质,1999,18(1):1-10.
- [2] 汪青松.安徽省淮北前常—徐楼覆盖区综合找矿方法研究[J].安徽地质,2010,34(3):50-56.
- [3] 汪青松.淮北地区矽卡岩型铁铜矿床控矿条件分析与成矿模式[J].资源调查与环境,2010,31(2):103-111.
- [4] 汪青松.CSAMT 法二维电阻率异常分类及其地质解释——以淮北前常—徐楼地区为例[J].安徽地质,2011,35(1):44-47.
- [5] 安徽省勘查技术院.安徽省濉溪县杨桥孜铜金(铁)矿普查地质报告[R].合肥:安徽省勘查技术院,2010.
- [6] 叶天竺,薛建玲.金属矿床深部找矿中的地质研究[J].中国地质,2007,34(5):855-868.
- [7] 沈远超,曾庆栋,刘铁兵,等.郟庐断裂与金矿成矿[J].世界地质,2003,(1):41-44.
- [8] 赵一鸣.矽卡岩矿床研究的某些重要新进展[J].矿床地质,2002,18(1):1-9.
- [9] 陈衍景,秦善,李欣.中国矽卡岩型金矿的成矿时间、空间、地球动力学背景和成矿模式[J].北京大学学报(自然科学版),1997,33(4):456-464.

# Discovery and geological significance of the Yangqiaozi copper-gold deposit in Suixi County, northern Anhui Province

WANG Qing-song<sup>1,2</sup>, ZHANG Shun-lin<sup>1</sup>, CHAN Si-wei<sup>1</sup>

(1 Geological Exploration Technologies Institute of Anhui Province, Hefei 230031, China)

(2 Electrical Exploration Key Library of Anhui Province, Hefei 230031, China)

**Abstract:** Yangqiaozi copper-gold deposit, the biggest skarn type gold deposit in northern Anhui Province, is located in the northern plains with complicated ore prospects, because that the surface of the deposit is covered by Quaternary sediments. The deposit is found by geological workers with 40 years of experience of comprehensive study of geological and geophysical exploration. The ore bodies are the intergrowth of copper and gold, iron, silver, molybdenum, sulfur, tungsten ore, and are associated with gallium, selenium and other rare elements. The discovery of the deposit provides an experience for prospecting skarn type gold deposit in the covered region and the Northern China Platform.

**Key words:** Yangqiaozi; copper-gold deposit; covered region; northern Anhui Province