2020年06月

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2020.03.05

引用格式:产思维,杨治.安徽省淮北地区砂卡岩型矿床成矿系列及成矿规律[J].中国地质调查,2020,7(3):38-44.

安徽省淮北地区矽卡岩型矿床成矿系列及成矿规律

产思维1,杨治2

(1. 安徽省勘查技术院,合肥 2300311; 2. 合肥工业大学资源与环境工程学院,合肥 230009)

摘要:淮北地区是皖北重要的铁铜成矿区,为系统总结该区砂卡岩型矿床成矿系列及成矿规律,基于近年来在该地 区取得的找矿成果,通过系统研究已知矿床地质特征和成矿地质条件,结合成岩、成矿年代学特征,认为该区有3个 成矿系列:与高钾钙碱性侵入岩有关的砂卡岩型铁铜金成矿系列、与高钾钙碱性侵入岩有关的砂卡岩型铁-石膏 成矿系列和与二长花岗岩有关的砂卡岩型铁-轻稀土成矿系列。分别论述了该区4个典型矿床的地质特征及成矿 规律,认为该区为两阶段成矿,成矿空间受深断裂、弧形构造和岩浆岩带的共同控制。最终建立了该区早白垩世早 期"前常式"、"杨桥孜式"和"王场式"铁多金属矿床和早白垩世晚期"旗杆楼式"铁-轻稀土矿床的区域成矿模式。 关键词:成矿系列;成矿模式;成矿规律;砂卡岩型矿床;淮北地区 中图分类号: P611.13; P612; P618.31 文献标志码:A 文章编号: 2095-8706(2020)03-0038-07

0 引言

淮北地区位于滨太平洋成矿域华北陆块成矿 省鲁西中生代金铜铁成矿区[1]。该区金属矿产资 源丰富,以矽卡岩型铁铜矿床为主,与华北地区"邯 邢式"矿床类似^[2-3]。该区已发现中小型矿床 10 多处,主要分布在淮北濉溪县秦楼、前常、前常东、 王场、旗杆楼、石楼等地区。近几年,淮北地区矿产 普查中探明了该区规模最大的矽卡岩型金矿床,即 杨桥孜铜金矿^[4],并取得了一些找矿进展。前人根 据该区成矿母岩、赋矿地层、控矿构造、交代蚀变组 合、矿化系列以及成矿地质环境、岩浆矿质来源等因 素,创立了淮北地区矽卡岩型铁(铜)多金属矿成矿 模式^[5]:一些学者对该区控矿条件进行了详细阐 述,认为该区有"邯邢式"铁矿和"前常式"铁铜矿2 种成矿模式^[2],此外,还系统开展了覆盖区综合找 矿方法研究^[3]。然而,前人对该区成岩、成矿年代 学特征研究较少,区域成矿规律总结并不完善,尚 未建立该区成矿系列。本文在总结已知矿床地质 特征的基础上,结合该区近年找矿新发现,通过成 岩、成矿年代学特征及岩浆岩岩石地球化学特征研

究,提出淮北地区存在与高钾钙碱性侵入岩有关的 矽卡岩型铁铜金成矿系列的新认识,并对区域成矿 规律和成矿模式进行了研究,建立了淮北地区矽卡 岩型矿床成矿系列,为后续找矿工作提供了参考。

1 区域地质背景

淮北地区位于华北陆块东南缘,东距郯庐断裂 带约100 km。区内新元古界(震旦系)和古生界遭 受变形,构成了徐州—宿州弧形构造带^[6-7],该构 造带夹于北部丰沛隆起和南部蚌埠隆起之间。

该区地层属徐淮地层分区,主要出露新元古界 青白口系—下古生界奥陶系,以海相碳酸盐建造为 主。石炭系—二叠系为陆相含煤碎屑岩和红色碎 屑岩建造,出露极少。三叠系、侏罗系、白垩系、古 近系和新近系为陆相红色碎屑岩建造,均被第四系 松散层覆盖^[6]。

该区构造活动强烈,以 NNE 向一近 SN 向弧形 构造为主^[4]。主要有 NNE 向、近 SN 向和 EW 向 3 组基底断裂,其中 EW 向符离集断裂(宿北断裂)是 该区最大的区域性大断裂^[4],也是该区主要的控矿 断裂(图1)。

收稿日期: 2019-04-22;修订日期: 2019-06-26。

基金项目: 安徽省地质勘查基金"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(编号: 2009 - 1 - 48、2012 - 1 - 16)"和 安徽省公益性地质工作"徐宿弧(安徽段)金多金属矿成矿背景调查(编号: 2016 - g - 3 - 34)"项目联合资助。 **第一作者简介方数4**51(1984—),男,高级工程师,主要从事固体矿产勘查工作。Email: 37628580@qq.com。



1. 新生界(古近系); 2. 中生界; 3. 上古生界; 4. 下古生界; 5. 新元古界; 6. 花岗斑岩; 7. 花岗闪长岩; 8. 闪长岩; 9. 石英二长闪长岩; 10. 闪长玢岩; 11. 辉长闪长岩; 12. 石英闪长岩; 13. 辉长岩; 14. 推测逆断层; 15. 推测正断层; 16. 整合地质界线; 17. 不整合地质界线; 18. 背斜; 19. 向斜; 20. 铁矿; 21. 铁铜矿; 22. 铜金矿; 23. 地名; 24. 省界

图 1 淮北地区大地构造简图(a)与地质矿产图(b)^[2] Fig. 1 Geotectonic sketch (a) and geological mineral diagram (b) in Huaibei area^[2]

2 矿床成矿系列

基于淮北地区近年来找矿成果与新认识,结合 以往科研成果,认为该区砂卡岩型矿床存在以下3 个成矿系列。

2.1 与高钾钙碱性侵入岩有关的矽卡岩型铁铜金 成矿系列

该成矿系列主要有2种类型,且集中分布在三 铺地区,此实数据砂卡岩非常发育:一种是"前常 式"^[2-3,8],矿体主要产于石英二长闪长玢岩与寒武 系凤山组接触带,代表性矿床为前常铁铜矿床;另一 种为"杨桥孜式",矿体主要产于石英二长闪长玢岩 与中寒武统毛庄组和徐庄组接触带,代表性矿床为 杨桥孜铜金矿床,成矿时代为(134.32±1.95) Ma^[9]。

2.2 与高钾钙碱性侵入岩有关的砂卡岩型铁 – 石膏 成矿系列

该成矿系列在淮北地区广泛分布,如王场、徐 楼、邹楼等地区,矿床类型与"邯邢式"基本一致,称 为"徐楼式"^[2-3,8]。矿体主要产于闪长(玢)岩与 下奧陶统萧县组接触带附近,代表性矿床为王场铁 矿床和石楼铁矿床,除铁矿和石膏矿外,局部地段 富集硫和钴。该类矿床砂卡岩不发育,成岩成矿时 代为(132.1±1.9)~(127.9±2.0) Ma^[10]。

2.3 与二长花岗岩有关的矽卡岩型铁 – 轻稀土 成矿系列

该成矿系列在淮北地区分布较少,代表性矿床为 旗杆楼铁矿床,河南永城大王庄铁矿也属于该成矿系 列^[11]。矿体主要产于二长花岗岩与下奥陶统萧县组 接触带附近,除铁矿和轻稀土矿外,局部富集硫。该类 矿床矽卡岩不发育,成岩成矿时代为108~102.1 Ma^[12]。

3 典型矿床地质特征

3.1 前常铁铜矿床

前常铁铜矿床位于平山背斜南段西翼,地表被 第四系覆盖。矿区地层走向为 NW 向,有 NE 向和 NW 向2组断层,第四系下伏大面积闪长质岩体 (图2)。



 二叠系下石盒子组; 2. 二叠系山西组; 3. 石炭系太原组; 4. 石炭 系本溪组; 5. 奧陶系老虎山组; 6. 奧陶系萧县组下段; 7. 寒武系凤 山组; 8. 寒武系长山组; 9. 寒武系崮山组; 10. 石英二长闪长岩; 11. 石英二长闪长玢岩; 12. 砂卡岩; 13. 铁矿; 14. 铜铁矿; 15. 勘探 线位置及编号; 16. 推测正断层; 17. 推测逆断层; 18. 推测性质不 明断层; 19. 推测整合地质界线; 20. 推测不整合地质界线; 21. 推 测岩相界线; 22. 钻孔位置及编号; 23. 地名



矿体产于三铺石英二长闪长玢岩与下寒武统凤 山组灰岩内接触带。该矿床铁矿达中型规模,共伴 生 Cu、Au等元素。矿体主要为似层状,矿体走向为 NE向,倾向 SE 或 NW,浅部矿体埋深 100~330 m, 深部矿体埋深 675~960 m(图3)。岩体碱质交代蚀 变强烈,褪色退磁现象明显。围岩蚀变主要为矽卡 岩化,其次为蛇纹石化、绿泥石化、透辉石化等。矿 石以块状为主,其次为浸染状和条带状。主要金属 矿物为磁铁矿,其次为镁磁铁矿、黄铁矿、赤铁矿、黄 铜矿等。脉石矿物以蛇纹石、方解石为主,其次为白 云石、水镁石、金云母等。矿床为矽卡岩型铁铜矿床。



图 3 前常铁铜矿床 5 线地质剖面

Fig. 3 Geological profice of No. 5 exploration line in Qianchang iron – copper deposits

3.2 杨桥孜铜金矿床

杨桥孜铜金矿床位于平山背斜南段东翼,地 表被第四系覆盖。矿区地层走向为 NW 向,有 NE 向和近 SN 向 2 组断层,第四系下伏大面积闪长质 岩体(图 4)。

矿体产于淮北三铺石英二长闪长玢岩与中寒 武统毛庄组和徐庄组灰岩内、外接触带(图5)。该 矿床金矿达中型规模,共伴生Fe、Cu、Mo等元素。由



上寒武统; 2.寒武系张夏组; 3.寒武系徐庄组; 4.寒武系毛庄组; 5.花岗闪长斑岩; 6.石英二长闪长玢岩;
 7.多斑石英二长闪长玢岩; 8.砂卡岩; 9.石英二长闪长岩; 10.推测整合岩层(体)界线; 11.钻孔位置及编号;
 12.勘探线位置及编号

图 4 杨桥孜铜金矿床基岩地质图 Fig. 4 Geological map showing the bedrock of Yangqiaozi Cu – Au deposits



Fig. 5 Geological profile of No. 3 exploration 而方数据
giaozi Cu – Au deposits^[4]

岩体接触带向外,矿化呈规律性变化,可依次划分 为4个矿化带(Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ),其中勘探3线可见 Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ3个矿化带(图5)。矿体主要呈似层状 或透镜状,矿体走向为 NW向,倾向 NE,矿体埋深 100~700 m。岩体碱质交代蚀变强烈,钾长石化 明显。围岩蚀变主要为矽卡岩化,其次为蛇纹石 化、金云母化、透辉石化等。矿石以浸染状为主, 其次为块状。主要金属矿物为黄铜矿、斑铜矿、黄 铁矿、自然金,其次为磁铁矿、赤铁矿、镁磁铁矿、 辉铜矿等。脉石矿物以石榴子石、透辉石为主,其 次为透闪石、绿帘石、绿泥石、硅灰石和蛇纹石等。 矿床为砂卡岩型铜金矿床。

3.3 王场铁矿床

王场铁矿床地表出露下奥陶统萧县组和马 家沟组灰岩,地层走向为 NE 向,有 NE 向和 NW 向 2 组断层(图 6),闪长岩体下伏于萧县组团山 段灰岩之下(图 7)。

矿体产于闪长玢岩岩体外接触带,赋矿围岩为 下奥陶统萧县组灰岩。该矿床铁矿达中型规模,伴 生S等元素。矿体主要为似层状或透镜状,沿走向 及倾向延伸不稳定,矿体埋深200~440 m。岩体钠 长石化明显,围岩蚀变主要为矽卡岩化,其次为蛇 纹石化和绿泥石化等。矿石以块状为主,主要金属 矿物为磁铁矿,其次为黄铁矿等。脉石矿物以透辉 石、蛇纹石为主,其次为金云母、阳起石、透闪石等, 矿床为矽卡岩型铁矿床。



 奧陶系老虎山组; 2. 奧陶系马家沟组上段; 3. 奧陶系马家沟组下 段; 4. 奧陶系萧县组青龙山段; 5. 奧陶系萧县组王场段; 6. 奧陶系 萧县组团山段; 7. 实测断层; 8. 地质界线; 9. 等高线, m; 10. 钻孔 位置及编号; 11. 勘探线位置及编号

图 6 王场铁矿床基岩地质图

Fig. 6 Geological map showing the





1. 第四系; 2. 奧陶系马家沟组上段; 3. 奧陶系马家沟组下段; 4. 奥 陶系萧县组青龙山段; 5. 奧陶系萧县组王场段; 6. 奧陶系萧县组团 山段; 7. 石英闪长岩; 8. 砂卡岩; 9. 铁矿; 10. 逆断层; 11. 地质界 线; 12. 钻孔编号

图 7 王场铁矿床 0 线地质剖面图 Fig. 7 Geological profile of No. 0 exploration 万存数据 Wangchang iron deposits

3.4 旗杆楼铁矿床

旗杆楼铁矿床位于永城复背斜东翼北部倾末端,地表被第四系覆盖。地层走向为 NE 向,有 NNE 向和近 EW 向2组正断层(图8),二长花岗岩 隐伏于奥陶系萧县组之下(图9)。



 二叠系石千峰组;2.二叠系上石盒子组;3.上石炭统;4.奥陶系 老虎山组;5.奥陶系马家沟组上段;6.奥陶系马家沟组下段;7.花 岗岩;8.推测地质界线;9.推测正断层;10.勘探线位置及编号;
 11.钻孔位置及编号;12.地名

图 8 旗杆楼铁矿床基岩地质图

Fig. 8 Geological map showing the bedrock of Qiganlou iron deposits



 第四系; 2. 新近系和古近系; 3. 下二叠统; 4. 上石炭统; 5. 奧陶 系老虎山组; 6. 奧陶系马家沟组上段; 7. 奧陶系马家沟组下段; 8. 奧陶系萧县组青龙山段; 9. 奧陶系萧县组王场段; 10. 奧陶系萧县 组团山段; 11. 花岗岩; 12. 砂卡岩; 13. 铁矿; 14. 地质界线; 15. 钻 孔编号

图 9 旗杆楼铁矿床 0 线地质剖面图 Fig. 9 Geological profile of No. 0 exploration

line in Qiganlou iron deposits

矿体产于二长花岗岩岩体接触带,赋矿围岩为 下奥陶统萧县组灰岩,矿床达中型规模。矿体主要 呈似层状或透镜状,厚度不大,但较稳定,埋深 340~ 680 m。岩体钠长石化明显,围岩蚀变主要为砂卡 岩化,其次为蛇纹石化、绿泥石化等。矿石以块状 为主,主要金属矿物为磁铁矿,其次为黄铁矿、赤铁 矿、镜铁矿等。脉石矿物以透辉石为主,其次为阳 起石、透闪石、金云母等。矿床为矽卡岩型铁矿床。

4 成矿规律

4.1 两阶段成矿

淮北地区成矿作用时期为134~108 Ma,结合 区域构造背景和近年来获得的同位素年代学资料, 认为淮北地区在燕山期发生了2期规模较大的构 造-岩浆-成矿事件:第一期为早白垩世早期 (134~126 Ma),形成砂卡岩型铁铜金矿系列,该期 成矿在淮北地区分布广泛,与成矿有关的侵入岩主 要为闪长质岩体,赋矿围岩主要为下奥陶统和中— 上寒武统碳酸盐岩,除形成铁矿外,还有铜金矿点; 第二期为早白垩世晚期(108~102.1 Ma),形成砂 卡岩型铁矿系列,该期成矿主要分布于安徽省与河 南省交界处,形成的矿床数量不多,与成矿有关的 侵入岩主要为花岗质岩体,赋矿围岩主要为下奥陶 统碳酸盐岩,矿种以铁矿为主。

4.2 受深断裂控制,不同部位产出不同矿种矽卡 岩型矿床

淮北地区受徐宿弧型构造和基底构造影响,断 裂构造复杂,岩浆侵入活动与成矿作用相互制约, 控制了该区岩浆岩带、矿田和矿床的分布。

EW 向宿北断裂(符离集断裂)是该区最重要的控岩控矿断裂,控制了三铺矿田的形成。EW 向与 NNE 向基底断裂交汇处发育该区主要的成矿岩体(三铺岩体),控制了三铺地区砂卡岩型铁铜金矿床的产出,如前常铁铜矿、杨桥孜铜金矿、秦楼铜金矿和刘楼铁铜矿等,赋矿围岩为中寒武统毛庄组、徐庄组和上寒武统凤山组。此外,NNE—SN 向断裂不仅控制着该区岩浆岩的展布,同时也控制着砂卡岩型铁矿床的产出,如青龙山断裂控制着吴窑铁矿和王场铁矿,萧县—淮北断裂控制着石楼铁矿、史小楼铁矿和双庄铁矿。该类矿床在淮北地区分布广泛,赋矿围岩主要为下奥陶统萧县组,含矿岩体为闪长(玢)岩。

近 SN 向丰涡断裂控制着该区与花岗岩有关的 砂卡岩型铁矿的产出,如旗杆楼铁矿^[12]、大王庄铁 矿^[11]和马岗铁矿等。该类矿床分布在安徽省与河 南省交界处,赋矿围岩主要为下奥陶统萧县组,含 矿岩体为**万**束**税**揭岩。

5 区域成矿模式

中国东部燕山早期构造体制发生转换,构造背景由挤压转为拉张,受古太平洋板块俯冲影响,岩石圈加厚,壳幔作用加剧,软流圈上升^[13]。含矿岩浆沿淮北地区基底断裂上侵,导致部分隆起区发生高钾钙碱性系列岩浆侵位。

(1)早白垩世早期(134~126 Ma),淮北地区 受此岩浆作用影响,形成了与高钾钙碱性系列岩浆 侵位有关的砂卡岩型成矿系列及层控砂卡岩型矿 床("前常式"、"杨桥孜式"和"王场式")(图 10)。 该期成矿作用是淮北地区最重要的1期成矿作用, 形成的矿床分布广泛,如徐楼、王场、邹楼和三铺等 地。除形成铁矿外,还有铜矿、金矿、钼矿等。成矿 岩体为闪长岩类,赋矿围岩为中一上寒武统至下奥 陶统碳酸盐岩(寒武系毛庄组、徐庄组、凤山组和奥 陶系萧县组)。



下二叠统; 2. 上石炭统; 3. 奥陶系马家沟组; 4. 奥陶系萧县组;
 寒武系风山组; 6. 寒武系徐庄组; 7. 寒武系毛庄组; 8. 震旦系;
 9. 石英二长闪长玢岩; 10. 石英二长闪长岩; 11. 闪长玢岩; 12. 石英闪长玢岩; 13. 花岗岩; 14. 辉长闪长岩; 15. 铁矿; 16. 铜矿; 17. 金矿; 18. 钼矿; 19. 后马场式; 20. 前常式; 21. 秦楼式; 22. 杨桥孜式; 23. 王场式; 24. 旗杆楼式

图 10 淮北地区成矿模式示意图

Fig. 10 Metallogenic model of Huaibei area

(2)早白垩世晚期(108~102.1 Ma),淮北地 区形成了与二长花岗岩类有关的矽卡岩型矿床 ("旗杆楼式")(图10)。该期成矿主要分布在豫 皖交界处,形成的矿床数量相对较少,成矿岩体为 花岗岩类,赋矿围岩为下奥陶统碳酸盐岩(奥陶系 萧县组)。

6 结论

(1)淮北地区存在3个成矿系列,分别为:与高钾钙碱性侵入岩有关的砂卡岩型铁铜金成矿系列、与高钾钙碱性侵入岩有关的砂卡岩型铁-石膏成矿系列、与二长花岗岩有关的砂卡岩型铁-轻稀土成矿系列。

(2) 淮北地区矿床形成时代可分为 2 个阶段: 早白垩世早期(134~126 Ma),形成了与高钾钙碱 性系列岩浆侵位有关的矽卡岩型铁铜金矿床("前 常式"、"杨桥孜式"和"王场式");早白垩世晚期 (108~102.1 Ma),形成了与二长花岗岩类有关的 矽卡岩型铁—轻稀土矿床("旗杆楼式")。

(3) 淮北地区矿床空间分布受深断裂、NNE 向 弧形构造和岩浆岩带共同控制。

参考文献:

[1] 朱裕生,肖克炎,宋国耀,等.中国主要成矿区(带)成矿地质 特征及矿床成矿谱系[M].北京:地质出版社,2007:1-458.

- [2] 汪青松. 淮北地区砂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.
- [3] 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,2010,20(3):206-212.
- [4] 汪青松,张顺林,产思维.皖北濉溪县杨桥孜铜金矿床的发现 及其地质意义[J].资源调查与环境,2015,36(4):285-290.
- [5] 李全海,方招信,章中久,等.淮北夕卡岩型铁(铜)多金属矿 床成矿模式的研究[J].安徽地质,2009,19(1):27-34.
- [6] 王桂梁,姜波,曹代勇,等. 徐州—宿州弧形双冲 叠瓦扇逆 冲断层系统[J]. 地质学报,1998,72(3):228 - 236.
- [7] 王清海,许文良,王冬艳,等. 徐淮地区中生代深部地壳的物质组成及热状态——深源捕虏体证据[J]. 大地构造与成矿学,2003,27(4):362-371.
- [8] 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,2011,21(1):44-47.
- [9] 赵一鸣,张轶男,毕承思,等.安徽淮北三铺地区镁夕卡岩金 (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.
- [10] 安徽省勘查技术院.徐宿弧(安徽段)金多金属矿成矿背景调 查成果报告[R].合肥:安徽省勘查技术院,2019:65-68.
- [11] 画玉省.河南省永城市大王庄铁矿矿床特征及成矿规律[J]. 矿产与地质,2017,31(4):731-738.
- [12] 徐干干. 安徽省萧县旗杆楼铁矿成矿特征研究[J]. 西部资源,2017(1):56-58.
- [13] 邬宗玲,盛勇,黄博,等.安徽庐枞火山岩矿集区东南部成矿 系列及成矿规律[J].华东地质,2017,38(3):194-202.

Metallogenic series and regularity of skarn – type deposits in Huaibei area of Anhui Province

CHAN Siwei¹, YANG Zhi²

 Geological Exploration Technology Institute of Anhui Province, Hefei 230031, China; 2. School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Huaibei area is an important iron – copper metallogenic area in northern Anhui Province. In order to summarize the metallogenic series and regularity of skarn – type deposits systematically in this area, based on recent prospecting results and the diagenesis and metallogenic chronology, the authors systematically investigated the geological characteristics and metallogenic conditions of the known deposits and divided thern into three metallogenic series. They are skarn – type iron – copper – gold metallogenic series related to high-K calc-alkali intrusive rocks, skarn – type iron – gypsum metallogenic series related to high-K calc-alkali intrusive rocks, skarn – type iron – gypsum metallogenic series related to monzogranite. Then the geological characteristics and metallogenic regularity of four typical deposits were discussed respectively. The results show that the deposit formation can be divided into two stages in this area, and the metallogenic space is controlled by deep faults, are structures and magmatic belts. Finally, the regional metallogenic models of Qianchang type, Yangqiaozi type and Wangchang type iron polymetallic deposits in the early stage of Early Cretaceous and Qiganlou type iron – light rare earth deposits in the late stage of Early Cretaceous were established.

Keywords: metallogenic series; metallogenic model; metallogenic regularity; skarn - type deposits; Huaibei area 万方数据 (责任编辑: 刘丹)