

华东地区金矿矿床类型划分及成矿系列建立^{*}

黄国成^{1,2}, 班宜忠³, 董学发^{1,2}

(1 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083)

(2 浙江省地质调查院, 杭州 311203)

(3 中国地质调查局南京地质调查中心, 南京 210016)

摘要:以华东地区矿产资源潜力评价项目为依托,通过分析华东地区金矿床成因及控矿特征,重新划分了 7 个矿床类型。在矿床类型划分和成矿规律研究的基础上,建立了该地区金矿成矿系列,共划分了 4 个成矿系列组合 13 个成矿系列和 14 个成矿亚系列,讨论华东地区不同成矿类型的金矿找矿潜力及找矿方向。

关键词:华东地区;金矿;矿床类型;成矿系列

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

华东地区位于中国东南沿海,行政区划包括江苏、浙江、福建、安徽、江西、台湾及上海六省一市及相关海域,全区地跨华北陆块区、秦—祁—昆造山系、扬子陆块区和武夷—云开造山系四大 I 级构造单元^[1],涉及华北(陆块)成矿省、秦岭—大别成矿省(东段)、下扬子成矿省和华南成矿省四大成矿省^[2]。地质构造演化复杂,成矿作用具有长期性、多样性、继承性和叠加性等特点。

华东地区以有色金属及非金属矿产为特色,金矿资源在全国及华东地区的地位相对次要,但是近几年来在赣东北地区、安徽淮北、福建德化等地相继发现多处大中型规模金矿床,为华东地区金矿成矿规律研究提供了丰富的素材,也为该地区金矿找矿打开了全新的窗口。笔者以华东地区矿产资源潜力评价项目为依托,以板块构造学说和成矿系列理论为指导,在前人工作的基础上,通过成矿地质背景及成矿规律研究,总结归纳华东地区金矿的矿床类型,建立该地区金矿的成矿系列。

1 矿床类型划分

受成矿地质背景控制,华东地区金矿成矿作用多样,在沉积、火山、岩浆、变质、表生等各种地质作用下均可形成工业矿体。金矿床形成过程的复杂

性、控矿条件的多样性给金矿床的合理分类带来诸多困难。前人遵循不同的分类准则提出了众多矿床分类方案,深化了对金矿形成条件和工业价值的认识^[3]。根据全国矿产资源潜力评价技术要求系列丛书之“重要矿产和区域成矿规律研究技术要求”^[4]对我国金矿类型的划分方案,华东地区主要涉及侵入体内及接触带型金矿、陆相火山岩型金矿、破碎—蚀变岩型金矿、变质碎屑岩中脉型金矿、卡林型金矿、砂金矿和铁帽型金矿 7 种矿床类型,具体划分结果见表 1。

2 主要矿床类型特征

华东地区金矿以侵入体内及接触带型金矿、陆相火山岩型金矿、破碎—蚀变岩型金矿、变质碎屑岩中脉型金矿为主,矿床分布较广、规模较大,卡林型金矿、砂金矿和铁帽型金矿地位相对次要,分布局限或矿床规模不大。

2.1 侵入体内及接触带型金矿

指与岩浆侵入活动有关,分布于侵入体内部或接触带上的金矿,包括传统矿床学分类中的斑岩型金矿、接触交代型(矽卡岩型)金矿、岩浆热液型金矿等类型。华东地区受燕山期岩浆活动影响,侵入体内及接触带型金矿较为发育,分布范围较广,主要集

* 收稿日期:2014-02-18 改回日期:2014-07-25 责任编辑:汪建宁

基金项目:中国地质调查局全国矿产资源潜力评价项目子项目浙江省矿产资源潜力评价项目(项目编号:1212011121008)。

第一作者简介:黄国成,1981 年生,男,工程师,博士研究生在读,主要从事矿床地质和成矿预测研究。

表 1 华东地区金矿矿床类型划分

Table. 1 Classification of gold deposits in East China			
序号	矿床类型	代表性矿床	主要分布地区
1	侵入体内及接触带型金矿	安徽省铜陵市天马山金(硫)矿	长江南岸九江—安庆—铜陵一带及浙西赣南岩浆活动区
2	陆相火山岩型金矿	福建省上杭县紫金山铜金矿、台湾省基隆市金瓜石铜金矿	浙江、福建中生代火山岩地区及台湾东南沿海新生代火山岩地区
3	破碎—蚀变岩型金矿	安徽省绩溪县榷树坑金矿	浙皖赣三省交界处
4	变质碎屑岩中脉型金矿	安徽省五河县大巩山金矿、浙江省横山金矿、江西省金山金矿	安徽蚌埠—张八岭地区、浙江绍兴—诸暨地区、江西德兴地区以及福建中西部建宁—政和地区
5	卡林型金矿	江苏省江宁县汤山金矿	扬子陆块区
6	砂金矿	江西省景德镇市臧湾砂金矿	长江中下游地区
7	铁帽型金矿	江苏省南京市平山头银金矿	长江中下游地区

中在沿长江南岸九江—安庆—铜陵一带以及浙西赣南局部岩浆侵入活动区,成矿时代也主要集中在燕山期,成矿岩体以壳幔混合源型中酸性岩为主,包括石英闪长玢岩、花岗闪长岩等,代表性矿床有安徽省铜陵市天马山金矿、江西省瑞昌县洋鸡山金矿等。

2.2 陆相火山岩型金矿

该类金矿床与火山一次火山作用有成因联系。矿体多呈脉状充填于火山岩裂隙中,多呈成群成带分布,受各种断裂、蚀变构造带及火山机构控制。成矿时代主要有燕山期和喜山期,其中燕山期陆相火山岩型金矿分布较广,主要集中在浙闽沿海中生代火山岩地区,代表性矿床有浙江省治岭头金矿、福建省紫金山金矿、金驹山金矿等;喜山期陆相火山岩型金矿集中分布在台湾北部基隆更新世火山岩区,代表性矿床有台湾省基隆市金瓜石金铜矿。

2.3 破碎—蚀变岩型金矿

主要受层间构造破碎带控制,矿床规模以中小型为主,矿体形态为脉状及不规则状,品位较高,常伴生有银、铜、铅、锌等矿产,成矿时代以燕山期为主。该类矿床在华东地区主要分布于浙皖赣三省交界一带,尤其以皖南地区江南隆起带最为集中,在江苏沿江地区也有小型矿床产出。金矿化主要受断裂构造控制,金矿体产于构造带以及其次级构造中,呈北东东向展布,具硅化、黄铁矿化等蚀变,代表性矿床有安徽省绩溪县榷树坑金矿等。

2.4 变质碎屑岩中脉型金矿

常产于古生代变质火山—沉积碎屑岩中,金矿化与区域性韧—脆性剪切带和热液蚀变有关,是华东地区金矿矿床类型中最重要的一种类型。矿体主要产于破碎和糜棱岩化带内,单个矿体长几十至数百米,常成群成组产出。该类型金矿主要分布在安徽蚌埠—张八岭地区、浙江绍兴—诸暨地区、江西德

兴地区以及福建中西部建宁—政和地区等,每个矿化集中区均与区域性韧—脆性剪切带有关,如郟庐断裂带、江绍断裂带、赣东北断裂带及政和大浦断裂带等。从构造活动时间看,主要成矿期可分为加里东期、华力西期和燕山期三个时段,代表性矿床主要有江西省金山金矿、福建省德化县双旗山金矿、浙江省横山金矿、安徽省五河县大巩山金矿等。

2.5 卡林型金矿

华东地区卡林型金矿数量较少,主要分布于扬子陆块区内,赋矿地层以古生界碳酸盐岩建造为主,如奥陶系瘤状灰岩、泥灰岩及二叠系灰岩等,此与刘东升(1994)^[5]总结的规律类似。矿石结构以微细粒结构,显微压碎结构及胶状结构为主,近矿围岩蚀变常有硅化、次生石英岩化、碳酸盐化等一套中低温热液蚀变组合,成矿时代集中在燕山期。该类型金矿代表性矿床有江苏省江宁县汤山金矿^[6]、江西省宜春市吴村金矿^[7]等。

2.6 砂金矿

华东地区砂金矿数量较多,规模较小,矿体主要受控于原生矿床及现代河流面貌,常产于河流凸岸一侧的山间河谷地、河漫滩洪、冲积物下部的砂砾石层中,尤其在河流转弯、河流交汇以及由窄变宽的地段。该类矿床最具代表性的为江西省景德镇市臧湾砂金矿。

2.7 铁帽型金矿

该类型矿床主要为各原生含金矿(化)体经表生氧化次生富集而成,其深部多赋存有铅锌银硫化物等矿体。金属氧化物以褐铁矿为主,金属硫化物以黄铁矿为主,其次为方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等,金矿物主要为自然金。该类矿床分布较广,以长江中下游地区为主,其规模以矿点、矿化点为主,小型及以上规模的矿床较少。代表性矿床有江苏省南京市平

山头银金矿。

此外,华东地区金矿还存在众多共、伴生矿床,有的规模较大,可综合利用,如江西德兴斑岩型铜矿伴生一个大型规模的金矿,浙江东南沿海火山岩地区火山一次火山岩型铅锌矿、银矿中均伴生有规模可观的金矿。

3 成矿系列建立

3.1 成矿规律研究

通过对华东地区 175 处小型及以上规模的金矿床成矿地质背景及成矿特征分析,总结了区内金矿在时间、空间及成矿作用等方面具有以下规律。

(1)时间分布规律

华东地区金矿主成矿期可分为加里东期、华力西期、燕山期和喜山期四个时期。其中加里东期、华力西期主要表现为该期的区域性大型变形构造,形成了与之有关的变质碎屑岩中脉型金矿,如浙江省横山金矿^[8]、江西省金山金矿^[9](有资料显示该矿床主成矿期为晋宁期^[10])、江西省鄱阳县金家坞金矿^[11]及福建省德化县双旗山金矿^[12]等。此外,加里东期和华力西期沉积了巨厚的古生代碳酸盐岩及碎屑岩地层,局部层位为燕山期成矿高峰期提供了一定的成矿物质基础。燕山期华东地区进入了大规模构造—岩浆活动期,同时也进入了内生矿产(包括金矿)形成的爆发期,在板块内强烈的断块活动使得下地壳及上地幔为主的物质浅成超浅成就位,同时带来丰富的成矿物质,叠加萃取和改造部分古生代及元古代沉积地层,形成了一系列与构造、岩浆、火山活动有关的金矿床,如安徽省铜陵市天马山金矿^[13]、江西省瑞昌市洋鸡山金矿^[14]、浙江省遂昌县治岭头金矿^[15]、福建省上杭县紫金山金矿^[16]等;喜山期成矿主要包括滨西太平洋火山岛弧带与新生代中酸性火山岩有关的金矿及原生矿露头区与表生作用有关的砂金矿及铁帽型金矿,前者以台湾省基隆市金瓜石金铜矿^[17]为代表,后者有江西省景德镇市臧湾砂金矿和江苏省南京市平山头银金矿等。华东地区金矿具有长期性和继承性的特点,如福建省双旗山金矿经历了四堡—晋宁火山沉积成矿期、加里东期区域变质变形成矿期、燕山期岩浆热液活动成矿期等多个阶段,但从矿床产出特征分析加里东期区域变质变形成矿期应是该矿床的主成矿期。

(2)空间分布规律

金矿的空间分布规律主要受大地构造背景制约,结合华东地区大地构造单元,笔者总结四个规律:①沿板块构造边缘结合带部位往往形成高压变

形—变质带及深大断裂带,发育众多破碎—蚀变岩型金矿和变质碎屑岩中脉型金矿。华东地区由南往北主要有丽水—政和—大浦结合带、萍乡—绍兴结合带、伏川—樟树墩蛇绿混杂岩、苏鲁—大别高压—超高压变质折返带、宽坪—佛子岭结合带等。②岩浆弧区及部分陆缘盆地区,与侵入体内及接触带型金矿及陆相火山岩型金矿成矿关系密切。如东南沿海岩浆弧、长江中下游岩浆弧、怀玉山—天目山被动陆缘盆地及台湾陆缘盆地等。③在众多弧后盆地或陆缘盆地中接受了巨厚的元古代及古生代碎屑岩及碳酸盐岩地层,可为微细浸染型(卡林型)金矿的形成提供丰富的物质基础,如宜春陆缘碎屑盆地、下扬子被动陆缘等地区均有卡林型金矿发育。④在稳定陆块区或地块区内部,金矿成矿作用相对较弱。对于金矿而言,几乎所有与板块构造活动有关的大地构造环境中都能产出,其中最主要的是大陆裂谷带、岛弧岩浆带、结合带、各种弧后环境,不同环境的控矿特征各不相同^[18]。

(3)成矿作用规律

华东地区金矿成矿作用大致分为四大类。①与火山—侵入活动作用有关的成矿作用,形成了侵入体内及接触带型金矿和陆相火山岩型金矿。该类成矿作用在华东地区以长江为界,以南地区分布广泛,可形成大中型规模的矿床,成矿时期以燕山期和喜山期为主,查明资源量约占华东地区金矿的 52%,是华东地区最具典型意义的金矿成矿作用。②与区域大型变形构造活动密切相关的成矿作用,与韧性剪切带及深大断裂有关,主要形成了破碎蚀变岩型金矿和变质碎屑岩中脉型金矿,该成矿作用类型主要分布在板块构造边缘及板内深大断裂的两侧,成矿时代跨度较大,从加里东期到华力西期再到燕山期均有表现,查明资源量约占华东地区金矿的 37%,为华东地区金矿第二大成矿作用。③与古生代沉积作用有关的成矿作用,形成了一系列品位较低初具规模的卡林型金矿,该类成矿作用主要与古生代碳酸盐岩及碎屑岩地层有关,局部地区与元古代地层(江西铜厂群^[19])相关,目前已查明资源总量较小,但从找矿远景来看该成矿作用在华东地区仍需重视。④与表生作用有关的成矿作用,主要形成砂金矿和铁帽型金矿,受原生金矿地表露头的控制,在地表风化、机械搬运及淋滤作用的影响,在适合的地段富集成矿。在华东地区分布较广,但往往规模不大,可作为寻找原生金矿的直接找矿标志。

3.2 成矿系列

在成矿规律研究的基础上,结合华东地区大地

构造背景及全国岩金矿床成矿系列划分^[20],本文初步建立了华东地区金矿成矿系列(表 2)。

表 2 华东地区金矿成矿系列表

Table 2 Metallogenic series of gold deposits in East China			
成矿系列组合	成矿系列	成矿亚系列	代表性矿床
与火山—侵入作用有关的成矿系列类型	华北陆块南缘中生代与燕山期中酸性侵入岩有关的接触交代型、热液型 Cu、Au、Fe、Pb、Zn 矿床成矿系列	淮北断褶带内与燕山早期石英二长闪长(玢)岩、闪长玢岩有关的铁(铜、金)多金属矿成矿亚系列	濉溪县秦楼铜金矿
		蚌埠隆起内与燕山期闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩有关的金矿、重晶石矿、银铅矿矿床成矿亚系列	朱顶金矿、大巩山金矿
	大别—苏鲁地块与中生代岩浆活动有关的 Fe、Au、Ag、Cu、Mo、PbZn、Nb、金红石、萤石矿床成矿系列	北淮阳构造带与燕山中晚期偏碱性—中酸性火山—侵入活动有关的 Au、Ag、Pb、Zn、萤石矿床成矿亚系列	霍山县东溪金矿
		庐枞—宁芜火山盆地与壳幔源中基性—中酸性火山岩有关的 Fe、Cu、Au、Ag、P、S、膨润土矿床成矿亚系列	铜井金矿
	长江中下游陆内构造裂陷带与燕山期基性—中酸性火山—侵入活动有关的 Fe、Cu、Pb、Zn、Au、Ag、非金属矿床成矿系列	九江—铜陵—安庆断陷带与壳幔源花岗岩有关的 Cu、Fe、Mo、Au、Pb、Zn 矿床成矿亚系列	天马山金(硫)矿抛刀岭金矿
		怀玉山—天目山被动陆缘盆地与燕山期中酸性侵入岩有关的 Au、Ag、Sb、Hg、萤石矿床成矿亚系列	浙江省淳安县尹山庵金矿
与区域大型变形构造活动有关的成矿系列类型	武夷—云开隆起区与印支—燕山期酸性火山—侵入活动有关的 Au、Ag、W、Sn、Nb、Ta 矿床成矿系列	赣闽粤与燕山早期岩浆活动有关的 Fe、W、Cu、Mo 成矿亚系列	江西省兴国县留龙金矿
	中国东南大陆边缘与燕山期陆相中酸性火山—侵入活动有关的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、非金属矿床成矿系列	东南沿海岩浆弧与燕山晚期火山岩有关的 Pb、Zn、Cu、Mo、Au、Ag、非金属矿床成矿亚系列	福建省上杭县紫金山金矿、浙江省遂昌县治岭头金矿
	台湾俯冲碰撞带与新生代中酸性火山岩有关的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 矿床成矿系列 ^[21]		台湾省基隆市金瓜石金铜矿
	江绍接合带与华力西期韧性剪切作用有关的 Cu、Au 矿床成矿系列		浙江省诸暨市璜山金矿
	江南隆起带与加里东期—燕山期大型变形构造活动有关的 Au 矿成矿系列	江南古陆东南缘与加里东期韧性剪切作用有关的 Au 矿成矿亚系列	江西省德兴市金山金矿、江西省鄱阳县金家坞金矿
		江南古陆东南缘沿深断裂带与燕山期中酸性侵入活动有关的 Cu、Pb、Zn、Ag、Au、U 矿床成矿亚系列	安徽省绩溪县榷树坑金矿、江西省万年县虎家尖银金矿、浙江省开化县石龙头金矿
与震旦纪—古生代沉积作用有关的成矿系列类型	华北地台东南缘与燕山期大型变形构造活动有关的 Au 矿成矿系列	张八岭高压变质带与燕山期韧性剪切作用有关的 Au 矿床成矿亚系列	安徽定远县石牛山金矿、明光市上成金矿
		桐柏—大别山高压带与中生代深大断裂构造活动有关的 Au 矿床成矿亚系列	安徽省界岭金矿(点)
	龙泉—政和增生杂岩带周缘与加里东期韧性剪切作用有关的 Au 矿成矿系列		福建省德化县双旗山金矿
	下扬子陆块区震旦纪—古生界碳酸盐岩—碎屑岩中 Au、Ag、Hg、(Pb、Zn、Cu)矿床成矿系列		江西省宜春市吴村金矿、江苏省南京市燕子口金矿、安徽省全椒县范水洼金矿、安徽省南陵县吕山金矿
与表生作用有关的成矿系列组	长江中下游流域砂金矿成矿系列	与喜山期风化作用有关砂金矿成矿亚系列	江西省景德镇市臧湾砂金矿、安徽省五河县大巩山砂金矿
	长江中下游风化壳金多金属矿床成矿系列	与喜山期风化作用有关的铁帽型 Au、Fe、Pb、Zn 成矿亚系列	江苏省南京市平山头银金矿、浙江省长兴县大银山金矿

4 结 语

通过分析华东地区金矿矿床成因及控矿特征,参考全国矿产资源潜力评价“重要矿产和区域成矿规律研究技术要求”中金矿矿床类型划分方案,重新划分了华东地区金矿的矿床类型,(包括原生矿和表生矿)。初步建立了华东地区金矿成矿系列,共 4 个成矿系列组合,13 个成矿系列和 14 个成矿亚系列。认为在华东地区受复杂地质构造演化的影响,除加强火山—岩浆弧区侵入体内及接触带型金矿及陆相火山岩型金矿找矿工作外,还应重视在板块、深大断裂带两侧寻找破碎—蚀变岩型和变质碎屑岩中脉型金矿及弧后盆地、陆缘盆地区卡林型金矿找矿线索。

本文主要以前人的工作资料为基础综合分析得出的初步结论,所掌握的实际资料详实程度不一,划分的金矿类型及建立的成矿系列可能与实际情况还有所出入,需日后不断修正完善。

致谢:本文在资料收集及矿床成因类型划分过程中,得到了南京地质矿产研究中心骆学全教授级高工及孙建东工程师、江苏省地质调查院黄建平教授级高工、安徽省地质调查院吴礼彬高工、江西省地质调查院丁少辉高工、福建省地质调查院张兰生高工的大力支持,在此表示感谢。

参考文献

[1] 潘桂堂,肖庆辉,陆松年,等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质,2009,36(1):1-29.

[2] 徐志刚,陈毓川,王登红,等. 中国成矿区带划分方案[M]. 北京:地质出版社,2008:74-111.

[3] 陈毓川,李兆鼎,毋瑞身,等. 中国金矿床及其成矿规律[M]. 北京:地质出版社,2001.

[4] 陈毓川,王登红,陈郑辉,等. 重要矿产和区域成矿规律研究技术要求[M]. 北京:地质出版社,2010:107-

109.

[5] 刘东升. 中国卡林型(微细浸染型)金矿[M]. 南京:南京大学出版社,1994.

[6] 赵青友. 江苏省南京市江宁区汤山金矿地质特征及找矿前景分析[J]. 矿产与地质,2012,26(1):52-61.

[7] 黄照祥,刘晓慧. 江西吴村微细粒型金矿床地球化学找矿模式[J]. 资源与矿业,2007,9(6):45-48.

[8] 陈好寿,徐步台. 浙江横山金矿床同位素地球化学研究[J]. 浙江地质,1996,12(1):74-82.

[9] 王秀璋,单强,梁华英,等. 金山金矿成矿时代及矿床成因[J]. 地球化学,1999,28(1):10-17.

[10] 毛光周,华仁民,高剑峰,等. 江西金山金矿含金黄铁矿的 Rb-Sr 年龄[J]. 地球学报,2008,29(5):599-606.

[11] 毛大发,余忠珍,李均良,等. 江西金家坞金矿地质特征[J]. 资源调查与环境,2006,27(3):209-216.

[12] 丁宝林. 双旗山金矿床的控矿构造特征[J]. 矿产与地质,2006,20(2):138-142.

[13] 俞沧海,袁小明. 铜陵天马山硫金矿床地质特征及成因探讨[J]. 矿产与地质,2002,16(2):74-77.

[14] 陈广浩,张湘炳,王岳军,等. 江西瑞昌洋鸡山金矿构造控矿特征及找矿意义[J]. 地质与勘探,1999,35(5):13-15.

[15] 濮为民. 治岭头地区金银矿地质特征及矿床成因[J]. 有色金属(矿山部分),2009,61(3):24-28.

[16] 高天钧,黄仁生. 福建省上杭紫金山矿田铜金银矿床类型及对比[J]. 火山地质与矿产,1998,19(4):283-294.

[17] 陶奎元. 台湾金瓜石金(铜)矿床及其与福建紫金山铜(金)矿床的比较—赴台考察报告之一[J]. 火山地质与矿产,1997,18(4):260-275.

[18] 葛良胜,武玉海. 板块构造环境对金矿成矿的控制作用[J]. 黄金地质,1996,2(3):6-13.

[19] 谢代强,熊文亮,熊丁根. 德兴地区怀玉山山体前震旦纪地层划分与对比[J]. 江西地质,1999,13(2):86-93.

[20] 陈毓川,王登红,林文蔚. 中国岩金矿床成矿系列[J]. 矿床地质,1998,17(增刊):87-92.

[21] 王登红,陈毓川,徐钰,等. 中国新生代金属成矿作用的主要特点与成矿系列[C]/ 第 31 届国际地质大会中国代表团学术论文集,2000:264-269.

Deposit type classification and metallogenic series establishment of gold deposits in East China

HUANG Guo-cheng^{1,2}, BAN Yi-zhong³, DONG Xue-fa^{1,2}

(1. *School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

(2. *Zhejiang Institute of Geological Survey, Hangzhou 311203, China*)

(3. *Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing 210016, China*)

Abstract: Based on the project of mineral resources potential evaluation in East China, 7 deposit types were redistributed by analyzing the genesis and ore-controlled characteristics of gold deposits. The metallogenic series of gold deposit in East China were initially built based on gold deposit type classification and metallogenetic regularity. It refers to 4 metallogenic series associations, 13 metallogenic series and 14 metallogenic subseries. The purpose of this paper is to discuss the gold deposit potential and ore-prospecting orientation of different deposit types and different metallogenic series.

Key words: East China; gold deposit; deposit types; metallogenic series

