

文章编号: 1001-1412(1999) 03-0017-08

扬子地台北缘地壳演化与金成矿特征

涂怀奎

(核工业西北地质局 214 队, 陕西 城固 723200)

摘要: 文章讨论了扬子地台北缘地壳演化、地层分区、构造分带和金成矿特征。确定大部分大中型金矿位于扬子地台北缘裂谷系, 微古陆内外接触带。认为该区经历了复杂的地质构造演化, 形成了不同的金矿类型与矿化组合。最后总结了找矿方向。

关键词: 地壳演化; 金成矿特征; 扬子地台北缘; 找矿方向

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

1 地壳演化概述

1.1 太古宙—早元古宙变质结晶杂岩系基底

现今呈分散残块夹持在扬子地台北缘裂谷带, 规模较大的有大别山、桐柏岩块, 后来发现鱼洞子岩块, 近期发现佛坪、小磨岭、陡岭岩块。尚难可靠地恢复其早期构造体制与演化。

1.2 中晚元古宙火山—沉积浅变质岩层

属过渡性基底, 出露广泛, 有红安、随县、武当、平利、牛山、汉南岩块, 近期新发现有罗汉寺、老安寺、武关和西峡小岩块。以伸展构造为特色, 呈断续分布, 为裂谷小洋盆兼杂并存环境的产物, 10~8 亿年前的晋宁期构造活动强烈广泛。

1.3 晚元古宙—中三叠世

广泛发育裂谷型火山岩建造, 演化为两类微古陆边缘沉积和裂陷沉积, 形成不同的蛇纹岩与花岗岩, 以商丹与勉略蛇纹岩混杂结合带为代表, 纵贯于扬子与秦岭之间。勉略宁与大别山两处微古陆边缘有金矿化形成。

1.4 中新世

内陆断陷、陆盆沉积及构造运动与岩浆活动时期, 揭示了造陆运动。

2 地层分区

根据地质特征分为东区、西区和中区三区, 见图 1。

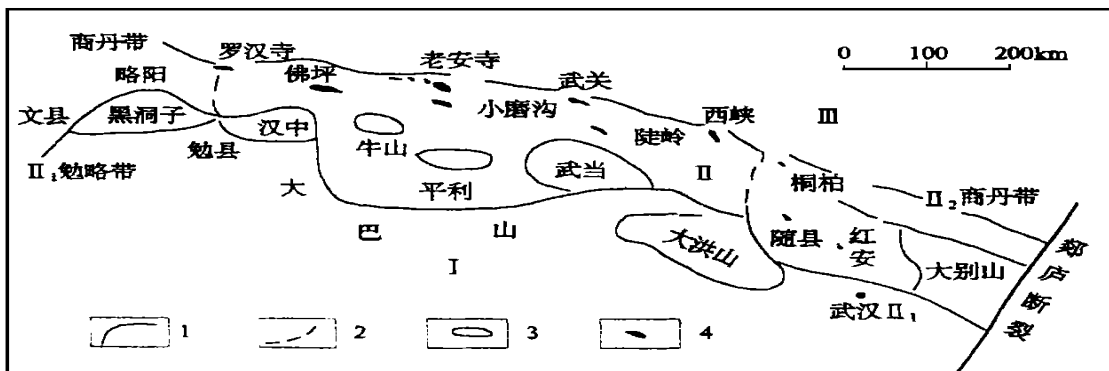


图 1 扬子地台北缘裂谷带地质略图

Fig. 1 Schematic geological map of rift zone in north margin of Yangtze platform

1. 深大断裂 (商丹、勉略、郧庐)
2. 裂谷带地层分区
3. 微古陆 (勉略、大别山、牛山、平利、武当、红安等)
4. 新发现岩块 (佛坪、小磨岭、陡岭、罗汉寺、老安寺、武关、西峡)

扬子地台区 裂谷区 地槽区

2.1 东区

主要分布在鄂、陕、豫三省的大别山微古陆 (含桐柏、红安岩块)。

太古宙: 分两个亚群。下亚群岩性有斜长角闪片麻岩、角闪岩, 原岩为酸性—中基性火山岩夹似层状、透镜状大理岩、磁铁石英岩。据铀矿地质研究院 U-Pb 法年龄 3 120 Ma, 属大别群最老地层; 上亚群, 在京广线以西称桐柏群, 以富含碱性长石和斜长石片麻岩为主, 偶夹少量大理岩和磁铁石英岩。

元古宙: 有中上元古界红安群, 不整合于大别群之上, 具有绿片岩相矿物组合。常见白云母钠长片麻岩、微斜钠长浅粒岩及钠长角闪岩, 见原岩的变余结构、变余辉长辉绿结构、变余火山碎屑结构。化学成分研究表明下部为滨海相陆源沉积建造; 中上部为富钠海相火山—碎屑建造 (据铀矿地质研究院 U-Pb 法年龄 922 Ma)。上部应山群多分解出上元古界随县群, 主要为云母石英片岩, 钠长片岩与变粒岩、千枚岩等。

2.2 西区

分布于陕、甘、川三省交汇区, 东西秦岭分界处, 主要有 '勉—略—宁' 微古陆。

太古宙: 鱼洞子岩群。自 1987 年发现之后, 从碧口群解体出来, 是一个新的突破, 经对比相当于大别群。鱼洞子岩群由斜长角闪岩、绿泥角闪片岩、绿泥绿帘片岩夹磁铁石英岩组成, 原岩为基性火山岩。据秦克令锆石 U-Pb 法年龄 $2\ 657 \pm 9$ Ma, 主要分布在鱼洞子至煎茶岭一带, 东西长 18 km, 南北宽 4 km。

元古宙: 底部称陈家坝岩群 (Pt1-2ch), 为高压绿片岩相。古岛弧低钾拉斑钙碱性火山岩组

合。主要分布在东沟坝-黑木林一线以北, 该火山岩 Sm-Nd 年龄 2 360 Ma。中部大安岩群 (Pt_{1-2d}) 为一套增生边缘大洋-岛弧拉斑玄武岩, 主要分布在李家沟-黑木林一线以南, Sm-Nd 模式年龄 1 836 Ma, 等时线年龄 1 611 Ma。上部碧口群 (Pt_{1-2k}) 为一套岛弧双峰火山岩, 暂定为中晚元古代。顶部震旦系陡山沱组含磷岩系碳板岩中 Rb-Sr 等时线年龄为 761 ± 110 Ma 和 660.5 ± 90 Ma, 初步分析前者属成矿年龄, 后者属变质年龄(陕西地质矿产志, 1991)。

2.3 中区

主要分布在陕西南部, 据近些年区调及同位素研究, 新发现一些残存的小岩块^[2]。

太古宙: 在商南赵川穹隆新得到陡岭岩群 Sm-Nd 等时线年龄 3 113 ± 15 Ma, 湘河陡岭群 Sm-Nd 等时线年龄 2 515 ± 80 Ma, 前者是目前南秦岭获得的最老同位素年龄信息, 揭示了造山带内秦岭中部存在很老的结晶基底。根据佛坪龙草坪片麻岩地质特征、岩石组成、结构构造、稀土元素等特征和年龄信息, 单晶锆石空气磨蚀法 U-Pb 年龄 2 506 ± 24 Ma^[3], 认为其主体属一套复杂的受变形改造的晚太古宙的古老侵入体, 具偏基性 TTG 岩套的特点。从陡岭、小磨沟直至佛坪发现一系列前寒武系残存的小岩块。初步分析, 南秦岭与中秦岭之间存在一条新的东西向基底隆起。

元古宙: 属过渡性基底, 原认为牛山、平利、武当微古陆属较老的地层。目前又从泥盆系地层中解体出一些元古代地层, 紧靠商丹大断裂南侧断续分布, 西部有罗汉寺与老安寺岩群、中部有武关岩群、东部有西峡岩群。据陕西地矿局 Sm-Nd 模式年龄, 罗汉寺斜长角闪岩 1 380 ± 30 Ma(裴先治, 1996), 老安寺岩群 2 499.8 Ma(张宗清测定)。西峡岩群斜长角闪岩全岩等时线 Sm-Nd 年龄 1 605 ± 70 Ma, 可代表该岩群形成年龄。武关岩群与老安寺岩群极为相似, 故认为上述新发现岩群应属早元古代至中上元古代。

上述地层, 从结晶基底至陆缘过渡性基底形成之后, 到上古生代则进入裂谷构造期, 属加里东运动时期, 与金成矿关系密切。至加里东运动本区地层分布, 从西区 → 中区 → 东区, 地层分布, 见表 1。

表 1 扬子地台北缘地层分区表

Table.1 Stratigraphic divisions in the north margin of Yangtze platform

地壳演化阶段 (期)	地层时代	地壳运动	地 层 分 区		
			西 区	中 区	东 区
裂谷构造期	早古生代 (Pz)	加里东期 570 Ma	中上志留系为主 (大河店组)	志留统梅子垭 或 $\epsilon-O-S_1$	奥陶—志留为主
陆缘过渡性基底阶段	大陆边缘	晚元古代	震旦系陡山沱组	风北千枚岩	应山群
	沉积期	震旦系 ^② 850 Ma	761 ~ 661 Ma	(K-Ar) 765 Ma ^②	636 Ma ^③
	与岛弧有关的 喷发期	中晚元古代 Pt ₂₋₃ 900 ~ 1 900 Ma	碧口群 1 350 Ma ^② 大安岩群 1 610 Ma ^②	河南西峡岩组	
				1 605 Ma ^② 商南基性岩	红安群
				1 382 Ma ^② 汉南三花石三湾 岩组 1 109 Ma ^②	922 Ma ^③

续表 1

结晶 基底 形成 阶段	花岗岩体	早元古代	中条期	陈家坝岩群	柞水老安寺组	
	侵入期	Pt ₁	1 900 ~ 2 500 Ma	2 300 Ma ^②	2 499 Ma ^②	
	中深变质	太古宙	阜平期	鱼洞子岩群	2 518 Ma ^②	大别群
	结晶期	Ar	2 500 ~ 3 200 Ma	2 657 Ma ^①	赵川陡岭岩组	3 120 Ma ^③
					3 113 Ma ^②	

资料来源: ①秦克令混合岩锆石年龄; ②陕西地矿局Rb-Sr 法、Sm-Nd 法、K-Ar 法; ③铀矿地质研究院 U-Pb 法

3 构造分带

扬子地台北缘有一系列近平行的 NWW 向构造带,主要有两条:一是勉县-略阳简称勉略带;二是商县-丹凤简称商丹带。它们既是深大断裂带,又是蛇绿构造混杂结合带,在金矿成矿中占有重要地位。东端有郯庐深大断裂带,西侧控制秦岭大别山金成矿与金刚石、刚玉、水晶矿。商丹与勉略两条构造带主要特征见表 2。

表 2 勉略与商丹构造带特征对比
Table. 2 Characteristics of Mianluo, Shangdan tectonic belts

主要特征	勉略带(1)	商丹带(2)
断层与性质	红椿坝-平利断层、石泉-安康逆冲断层与十堰断层	山阳-凤镇逆冲断层与商丹主断裂之间,斜交断层
微古陆与岩块	勉略微古陆(含鱼洞子结晶基底、陈家坝、大安过渡性基底)与牛山、平利、武当过渡性基底岩块	大别微古陆(含大别、桐柏结晶基底及红安、随县过渡性基底)及罗汉寺、老安寺、武关西峡岩块
花岗岩类型与时代	勉略带北侧有一系列俯冲型花岗岩 219.9~205.7 Ma(U-Pb 法),煎茶岭花岗岩 213 Ma,铜厂-金子山 201~213 Ma,勉县 164 Ma,表明印支期为主	碰撞型花岗岩 323~211 Ma(U-Pb、Rb-Sr),俯冲型花岗岩有两期 743±32~659 Ma(U-Pb);487~382 Ma(Rb-Sr),在大别山北广布重熔型中生代花岗岩。
岩体与金矿关系	古生代超基性岩,煎茶岭超基性岩 405 Ma(K-Ar),郭镇基性细碧岩 218(K-Ar),407-330 Ma(U-Pb),铜厂 504 Ma(K-Ar)都含 Au 较高。	中生代花岗岩与大别群接触带,霍山胡家河盆地,有岳山主簿花岗岩,含 Au 较高,分燕山期 S 型和型

3.1 勉略带

主要特点是从勉县—略阳向西经文县连接昆仑,向东经大巴山直通大别山南,属巨形深断裂带。它原是古特提斯板块缝合线,因受燕山期阳平关-大巴山-大别山南侧断裂向南的推覆作用强烈逆冲掩盖致使东段失去原貌,仅勉县-略阳段保持缝合遗迹。在勉略区北段宽约 1~5 km,多条主滑断裂为骨架,含多种地层岩石和铁镁质混杂构造岩,形成自南向北的叠瓦状逆冲构造混杂带,属金与多金属矿主要成矿微古陆。简称“勉略宁”金三角区。该区演化:太古宙主

要有鱼洞子岩群, 元古宙有陈家坝、大安岩群。前者为结晶基底, 后者为渡过性基底, 经晋宁运动使之合并成扬子晋宁期基底。金矿化具有以下特征:

(1) 蛇绿混杂岩带 由于长期构造剪切破坏影响, 使其展布零散, 控制着与超基性岩有关的金矿。以煎茶岭金矿为代表。

(2) 中酸性岛弧岩浆岩带 含火山岩与侵入岩, 主要有铜厂与东沟坝式金-铜-铅锌矿。

(3) 陆缘基性蚀变岩带 主要有郭镇蚀变细碧岩中金矿化, 物源来自地壳深部, 又受韧性剪切带制约。

3.2 商丹带

主要特点是由商县-丹凤向东西方向延伸, 长达数千公里, 宽度 8 ~ 10 km。是长期分割南北秦岭的分界线, 至少震旦系扬子型陡山沱组与灯影组在南秦岭广布而不超过商丹带。古生代南北遥相对应发育两类不同的大陆边缘等基本事实可以看出, 商丹带自晚古生代一直是华北板块与扬子板块分界线, 曾是一个消失的有限海洋, 故商丹带又称消亡的俯冲碰撞线和深大断裂带。商丹带与其南侧勉略带不仅控制大别山微古陆金矿化, 经地质与勘查证实, 大别山与大洪山又是金与宝石成矿区, 具有以下特征:

(1) 大别山区 背斜北缘桐柏岩块有著名的桐柏银洞坡式含碳片岩型金银矿, 后在桐柏-小林见有与花岗岩有关的金矿化。中部有大悟县白云金矿床, 南缘有与正长片岩、蓝闪片岩有关的英山、宿松刚玉矿及与榴辉岩有关的金刚石矿。

(2) 大洪山区 勉略带东段, 近侧属襄樊-广济断裂, 由于南阳-武汉断陷作用, 形成了复杂的金伯利岩群控矿, 从武当微古陆离散出金刚石形成砂矿, 自发现第一颗金刚石后, 发现金刚石矿点 20 余处, 拾到金刚石 40 余颗。附近有超基性岩与碱性正长岩。在武当微古陆有大型银洞沟银金矿, 系火山热液脉状矿床。武当群富硫化物绢云母片岩, 是找金矿的重要标志。

4 金成矿特征^[4]

4.1 含金层的分布

含金层在本区古老地层中, 多形成原生金源层, 以太古宙变质基性火山岩含金量高, 多属绿岩系, 主要分布在西区与东区结晶基底鱼洞子岩群与大别群。含火山岩与火成岩的早元古代过渡性基底中金源亦较多(见表 3)。

次生金源层又称衍生金源, 以古生代含碳泥质碎屑岩为主。原生金源层以西区较好。次生金源层东区偏高, 含金量变化大。

4.2 构造控矿特征

目前所见之金矿化主要集中在勉略与大别微型古陆。前者主要受勉略构造带控制, 后者主要受丹凤断裂构造带控制, 在勉略与大别古陆中都有三条构造带控制着北、中、南三条金矿组合带, 其特征见表 4。

表 3 扬子地台北缘金源层分类特征表

Table. 3 Classification and characteristics of Au ore source beds at north margin of Yangtze platform			
$w(\text{Au})/10^{-9}$			
金源层	金 源 层 分 区		
分类	西 区	中 区	东 区
次生金源层	中上志留统大河店组	下志留统梅子垭组	
	粉砂质板岩 7.08	绢云母片岩 6.3	
	含碳粉砂质板岩 1034*	含碳绢云母片岩 5.4	奥陶系高家湾组泥质板岩 5~670
	(肖民录, 1998)	(李会民, 1997)	志留系兰家畈组千枚岩 10~300
	震旦系白云岩接触带 8.4	震旦系跃岭河 50.41	(蒋贤礼, 1990)
原生金源层 含晚期火山岩 火成岩金源	(梁彦辉, 1987)	郧西群 124.87	
		(张德常, 1987)	
	碧口群变质火山岩		
	超基性岩含 Ni 部位 1.73~138		
	(梁彦辉, 1987)		
	大安岩群		
	50~500(细碧岩、角斑岩)	罗汉寺岩群	侏罗系北带火山岩 4.7
	凝灰岩 80~100	周至马鞍桥金矿、原划桐峙组	南带火山岩 5.53
	(李林贵, 1982)	斜长角闪岩 4.4	响洪甸正长岩 5.6
	陈家坝岩群细碧岩	区域平均 3.3	主簿源花岗岩 7.78
	240(铜厂 30~650)	金矿化区 12.4	(辜骏如, 1984)
	闪长岩 20~500	绢云母千枚岩 28.6	大别山岩群
	(杨可法, 1989)	黑云母千枚岩 2.3	上亚群 5.48
	鱼洞子岩群	(李瑞生, 1997)	下亚群 4.51
	磁铁石英岩 152		(辜骏如, 1998)
	绿泥角闪片岩 171		
	绿泥阳起片岩 16		
	斜长角闪岩 5.6		
	(冯华, 吴闻人, 1997)		

* 原稿如此

表 4 大别山与勉略微古陆矿化分带对比表

Table. 4 Mineralization zoning of Dabie and Mianlue microcontinents		
分 带	大 别 山 微 古 陆	勉 略 微 古 陆
北 带	河南桐柏-安徽霍山断裂带金铜矿-铜锌矿组合带。 银洞坡金银矿(大型) 刘山岩铜锌矿伴生金(大型)	勉县-略阳-文县断裂带两侧金-镍-钴组合带, 金-黄铁矿组合带, 煎茶岭金矿(大型), 西段有铔厂沟金矿(中型)
中 带	新城-郝家店-芳略断裂带金与重晶石, 宝石成矿组合。 大悟山白云金矿(大型), 宿松、英山刚玉矿	勉略-东沟坝与罗家山断裂带金与多金属重晶石组合带, 东沟坝金矿(罗家山) 中型
南 带	大洪山-随县向斜构造带金矿、铜矿、重晶石与金刚石组合, 随南乔麦冲金矿, 同兴店铜矿, 柳林重晶石矿, 大洪山金刚石矿	勉县-四川阳坝断裂带, 金-铜组合, 李家沟中型金、铜矿, 铜洞湾小型铜金矿, 燕子砭中型铜矿伴金, 阳坝铜矿(中型)

4.3 地壳演化与金矿化分区

扬子地台北缘地壳演化与三个金矿化区的形成关系复杂, 其特征见表 5。

表 5 扬子地台北缘三个成矿区演化特征对比

Table. 5 Evolution features of 3 metallogenic areas at north margin of Yangtze plat farm

地壳演化		金 成 矿 分 区		
阶段		西 区	中 区	东 区
内陆裂谷		勉县-略阳第四系砂金-砂铂	月河第三系与第四系砂金矿	郧阳汉江第四系砂金矿(中
(中生代地洼期)		(中小型)	(大、中型)	型)
大陆架		铔厂沟泥盆系细碧岩型金矿	双王-二台子金-砷型金矿床	郧西沙口峡-周公山汞锑金矿
(泥盆系地台期)		床(中型)	(大、中型)	(小型)
被动裂谷		中上志留系构造蚀变型与煌	下志留统梅子垭组黄龙金矿	湖北乔麦冲奥陶-志留系汞
(下古生代地槽期)		斑岩型(小型)多处	复合成因(小型)	金矿床(小型)
古陆核前地槽期	元古宙	变质酸性岩东沟坝金矿(中	新发现周至马鞍桥蚀变岩型	变质酸性岩银洞沟金-银-
		型)多金属组合	金矿(大中型)凤县罗汉寺金	锌组合 银洞沟中型金矿
	太古宙	变质中基性岩李家沟金矿-铜	矿(中型)	
	结晶基底	矿组合(小型)		
		变质热液型与超基性岩有关		大悟白云含金石英脉型金-银
		的煎茶岭大型金矿		组合(大型)

- (1) 前地槽古陆核形成从太古宙至元古宙具有两套基底, 属主成矿期, 控制着多种类型金与多金属矿组合, 多属大中型。
- (2) 被动裂谷形成下古生代地槽期, 属于次要的成矿区, 志留系含碳粉砂质金源层控制蚀变岩型, 脉岩型与复合型金矿床。
- (3) 大陆架地台期属地台边缘外陆后期消减带, 以泥盆系 Au-As-Hg-Sb 组合为主, 属渗流热卤水型, 多属低品位大中型金矿。
- (4) 内陆裂谷中生代地洼期, 多属第三系和第四系砂金(砂铂)矿床以中小型为主。

5 找矿方向

5.1 微古陆中太古宙—元古宙地层分布区

目前已证实勉略与大别微古陆有丰富的金源层, 也有多种类型金矿, 多属大中型。新发现一系列太古宙与元古宙地层, 北部商丹断裂带, 控制有罗汉寺、老安寺、武关与西峡等一系列等间距分布早元古代中基性火山岩系, 应属于新的找矿方向之一。中部新发现最古老太古宙地层赵川与湘河陡岭岩群, 小磨岭直至佛坪可能属于一条新的古陆带, 亦是新的找金方向。

5.2 古陆带边缘裂谷

目前已证实志留系广布金源层, 伴随含金脉体, 以中基性脉为主, 多属中小型蚀变岩型与

脉岩型, 预测是一个新的找矿方向, 武当群找矿亦是新的方向,

5.3 地台裂陷槽泥盆系含金层

目前已证实双王、二台子属凤太与镇安一系列半封闭盆地控制着较多的含金层, 一般矿区金丰度 $w(\text{Au}) 14 \times 10^{-9}$, 沿断裂带广布钠长岩与围岩组成角砾岩带, 多属 Au-As-Hg-Sb-Ba 组合热卤水型。中生代岩浆活动引起了热液作用, 在深部与含金源岩反应, 同时从含金层中溶滤出金, 沿裂隙上升, 在有利的钠长岩与角砾岩中成矿。

参考文献:

- [1] 张国伟. 秦岭造山带组成与结构及构造演化[J]. 陕西地质, 1997, (2).
- [2] 张拴厚. 陕西“八五”区调新进展[J]. 陕西地质, 1997, (1).
- [3] 崔建堂. 柞水原划分泥盆系中发现早前寒武纪变质岩系[J]. 陕西地质, 1998, (2).
- [4] 涂怀奎. 扬子地台北缘裂谷系金与多金属成矿特征[J]. 黄金地质, 1997, (4).

CRUSTAL EVOLUTION AND CHARACTERISTICS OF GOLD MINERALIZATION IN NORTH MARGIN OF YANGTZE PLATFORM

TU Huai-kui

(No. 214 Geological Team, CNNC, Chenggu 723200, China)

Abstract: This paper outlines crustal evolution, stratigraphic division and tectonic zoning in the north margin area of Yangtze platform. The area is characterized by complex evolution of geology and tectonism during which the characteristic gold deposit types and mineralization associations were formed. Then are pointed the ore-searching directions for the area.

Key words: crustal evolution; Au metallogenic characteristics; the north margin of Yangtze platform; ore-searching direction