第86卷 第12期
2012年12月
地 质 学 报 ACTA GEOLOGICA SINICA
Vol.86 No.12
Dec. 2012

山东胶东矿集区燕山期构造热事件与金矿成矿耦合探讨

于学峰，李洪奎，单伟

山东省地质科学实验研究院，山东省金属矿产成矿地质过程与资源利用重点实验室，国土资源部金矿成矿地质过程与资源利用重点实验室，济南，250013

内容提要：中生代胶东地区有2次重要的碰撞造山事件，印支造山作用主要表现为扬子板块向华北板块俯冲，形成苏鲁高压—超高压变质带，同造山花岗岩及后造山高碱正长岩；燕山造山作用的大陆动力学环境起源于中亚-特提斯构造域向滨太平洋构造域转化和太平洋板块的俯冲，在胶东地区表现为3次造山和2次伸展。本文基于汇集的71个SHRIMP锆石U-Pb同位素年龄，并参考前人已有划分方案，提出胶东地区燕山期花岗岩年代格架：160～150Ma玲珑-昆嵛山花岗岩侵位，130～126Ma郭家岭花岗闪长岩形成，120～110Ma伟德山花岗闪长岩-花岗岩侵位，110～100Ma崂山A型晶洞过碱性碱长花岗岩侵位，代表燕山运动的结束；区内3期金矿成矿事件(150Ma、120～110Ma和100Ma～90Ma)则与玲珑、郭家岭和伟德山岩体的构造-岩浆热事件相耦合。胶东地区构造-岩浆事件和金矿成矿作用受控于特提斯、古亚洲洋和太平洋3大构造域的相互作用，金矿形成的动力学背景是中生代构造体制转折和岩石圈减薄，起因与太平洋板块向华北板块的俯冲机制有关。

关键词：碰撞造山；金矿；构造热事件；成矿耦合；山东胶东

众所周知，华北克拉通形成于新太古代—古元古代，但于侏罗纪—白垩纪(J—K)，即燕山期该克拉通的东部转变为挤压造山带。为此Wong Wenhao(1927)提出“燕山运动”这一术语来描述侏罗纪—白垩纪的挤压造山作用，并明确指出：燕山运动以强烈的岩浆活动和挤压构造变形以及成矿作用为特征(Wong Wenhao，1927)。自此以后，中国东部大量的研究工作涉及讨论“燕山运动”及其成矿作用问题。

山东胶东地区地处华北克拉通的东南部，受控于华北板块、扬子板块和太平洋板块的相互作用，胶东地区中生代发生了2次重大的地质事件，一是印支造山事件，二是燕山造山事件。印支造山作用主要表现为扬子板块向华北板块俯冲，形成苏鲁高压—超高压变质带及同造山花岗岩及后造山高碱正长岩；燕山造山作用则表现为3次造山和2次伸展，形成玲珑、郭家岭、伟德山同造山花岗岩和后造山崂山过碱花岗岩以及相伴的胶莱盆地。

山东胶东金矿矿集区面积不足全国大陆的0.2%，而黄金储量占全国的1/4，是我国最大的黄金矿集区(图1)。胶东金矿矿集区内密集分布超大型金矿床5个，大型、中型金矿床30多个以及上百个小型金矿床，它具有区域集中、规模大、储量多和成矿期短的特点(邓军等，1999)。这一罕见的陆内动力学金矿成矿过程，已经引起地学界众多学者的高度重视(陈衍景等，1998；邓晋福等，2004，2005)。胶东金矿集中区是区域尺度地质成矿作用的综合产物，其形成演化受大陆岩石圈和深断裂控制，与太平洋板块俯冲和地球动力学体制转换有关(邓晋福等，2005)。金矿成矿作用(Golden ore-forming process)是地壳中金元素集中形成金矿床的各种地质作用的总和，是金矿成矿物质在一定地质历史发展阶段和构造环境中多次活动、长期演化、高度聚集的产物(地球科学大辞典编委会，2006)。

1 中生代重大地质事件及花岗岩类年代格架

胶东地区中生代侵入岩广泛分布，出露面积约

注：本文为国家自然基金项目山东胶东地区蚀变岩型金矿深部找矿综合信息模型研究及应用(41140025)和全国矿产资源法潜力评价项目之山东省成矿地质背景研究(1212010813014-01)共同资助的成果。

收稿日期：2012-07-06；改回日期：2012-11-09；责任编辑：郝梓国，黄敏。

作者简介：于学峰，男，1962年生。博士，研究员，主要从事矿产资源勘查与矿床学研究工作。通讯地址：250013，山东省济南市历下区历山路52号。Email：xfengy@sohu.com。

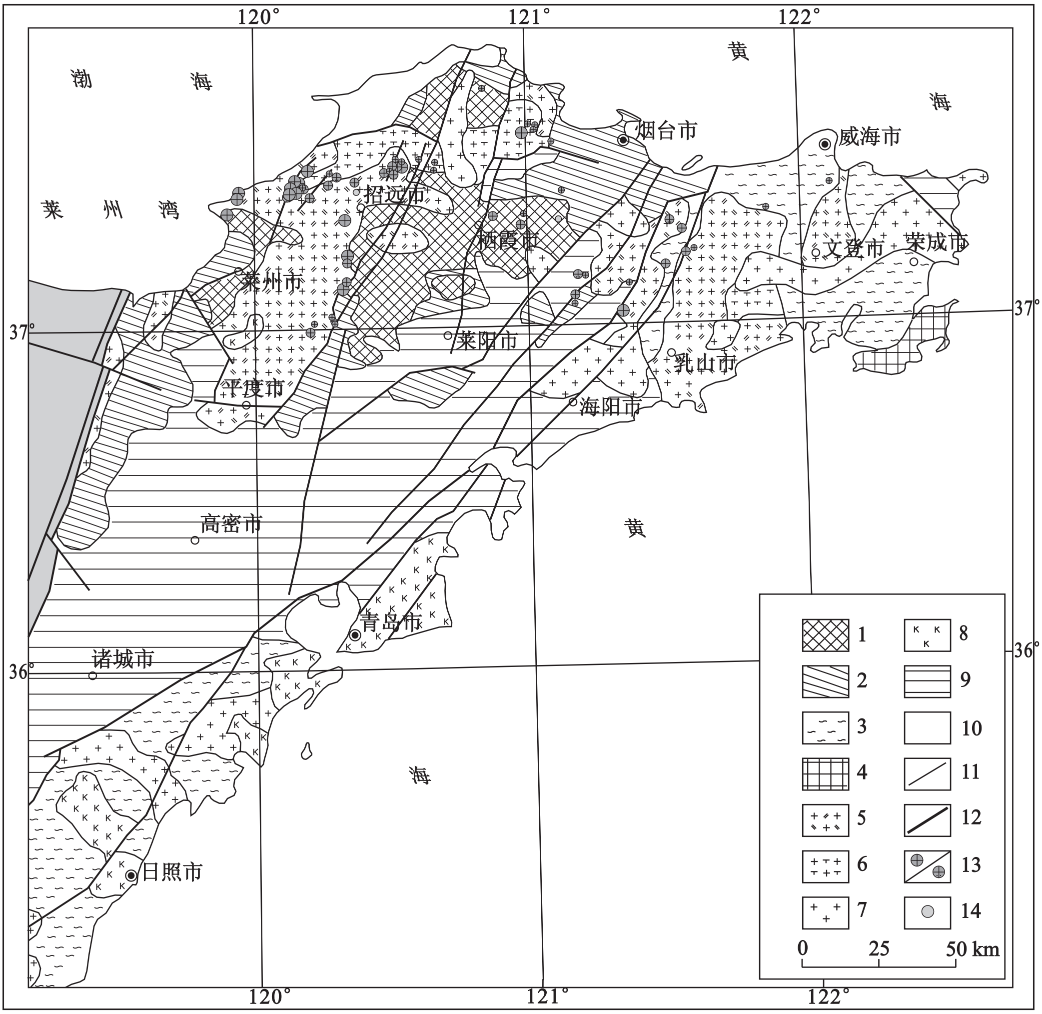

图 1　山东胶东矿集区地质构造简图

Fig. 1　Geological sketch of Jiaodong ore concentration area, Shandong Province

1—太古宙 TTG＋表壳岩；2—元古宙变质表壳岩；3—元古宙同碰撞岩浆杂岩；4—三叠纪后碰撞岩浆杂岩；5—侏罗纪玲珑造山早期侵入岩；6—晚侏罗世—早白垩世郭家岭造山中期侵入岩；7—早白垩世伟德山造山晚期侵入岩；8—早白垩世崂山后造山碱性侵入岩；9—白垩纪沉积-火山沉积岩系；10—新生代沉积-火山沉积岩系；11—主要地质界线；12—主要断裂；13—金矿/砂金矿；14—银矿

1—Archean TTG and supracrustal rocks; 2—Proterozoic supracrustal rocks; 3—Proterozoic syn-collision igneous complex; 4—Triassic post-collision igneous complex; 5—Jurassic Linglong early orogenic intrusions; 6—Late Jurassic—Early Cretaceous Guojialing mid-orogenic intrusions; 7—Early Cretaceous Weideshan late orogenic intrusions; 8—Early Cretaceous Laoshan post orogenic alkalic intrusions; 9—Cretaceous sedimentary and volcano-sedimentary rocks; 10—Cenozoic sedimentary and volcano-sedimentary rocks; 11—main geological boundaries; 12—main faults; 13—gold mines/gold placer mines; 14—silver mines

8208km^2，其中绝大部分为花岗岩类（宋明春等，2003）。对于胶东地区花岗岩类，尤其是对玲珑、郭家岭花岗岩的形成时代上，历来争论较大。玲珑花岗岩的形成时代大致有以下几种观点：形成于新元古代（朱奉三，1979），形成于印支期（山东省地矿局，1987[1]），形成于燕山早期（山东地质六队，1986[2]）。近年来获得的 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素年龄数据可信程度高，本文基于汇集的 71 个 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素年龄，并参考前人已有划分方案，提出胶东地区中生代花岗岩年代格架，详见表 1。

从表中可以看出：胶东地区中生代主要有 3 期重大的岩浆热事件，一是晚三叠世，二是中—晚侏罗世，三是早白垩世。结合花岗岩形成的大地构造背景，3 期花岗岩对应于 2 次重大的地质事件，一是印支造山事件，二是燕山造山事件。印支造山作用主要表现为扬子板块向华北板块俯冲，形成苏鲁高压—超高压变质带及同造山花岗岩与后造山高碱正长岩；燕山造山作用的大陆动力学环境起源于中亚-

表 1 胶东地区中生代侵入岩 SHRIMP 年龄统计表

Table 1 SHRIMP ages of Mesozoic intrusive rock in Jiaodong area

时代	岩体名称	SHRIMP 年龄(Ma)	资料来源
早白垩世	崂山岩体	114±2、119.8±2.5、120±4	王世进等,2010
	伟德山-招虎山-牙山岩体	114±1①、115±4①、111±2①、111±3①、114±1①、118.8±1.0①、115.4±0.7①、117.7±2.9②、113.4±2.5②	①胡芳芳等,2007;②关康等,1998
	郭家岭岩体	129.2±0.6①、129.8±0.6①、130.2±0.7①、129.5±0.7①、129.1±0.8①、129.9±0.6①、129.3±0.8①、128±2②、126±2②、129±3②、130±3②	①胡芳芳等,2007;②关康等,1998
中—晚侏罗世	玲珑岩体	144.2±3、158±3、159.2±0.9①、159.4±0.7①、159.4±0.7①、160.3±1.0①、160.1±0.8①、159.8±0.8①、159.7±0.8①、160.2±0.8①、158.0±1.5①、159.4±0.8①、152.3±0.8①、160.5±0.8①、158.8±0.8①、154±4②、160±3②、157±4②、154±4②、152±10②、160±3②、153±4②	未注者为本文;①胡芳芳等,2007;②关康等,1998
	昆嵛山岩体	150±1①、150±1①、150±3①、160±1①、160±3①、159±1①、160±1①、159±1①、160±1①、159±1①、161±3①、142±3②、160±3②、153±2③、157.1±1.4③、160±3④、160±3⑤	①胡芳芳等,2007;②郭敬辉等,2005;③王世进等,2009;④张田等,2007;⑤胡芳芳等,2004
	文登岩体	167±3①、167±2①、163±17②、161±1②	①王世进等,2009;②郭敬辉等,2005
晚三叠世	宁津所、槎山岩体	205.7±1.4、215±5、209±6.5	郭敬辉等, 2005
	柳林庄岩体	213±5、211±5	郭敬辉等, 2005

特提斯构造域向滨太平洋构造域转化和太平洋板块的俯冲。

1.1 印支造山及花岗岩年代格架

印支造山作用主要表现为扬子板块向华北板块俯冲,形成苏鲁高压—超高压变质带及同造山花岗岩与后造山高碱正长岩。

苏鲁高压—超高压变质带是秦-祁-昆造山系的东延部分,被郯庐断裂带大错距(约 300km)的强烈左行平移(李洪奎等,2009;王小凤等,2005; 徐嘉炜等,1987)。对秦岭-大别碰撞带的研究结果表明:秦岭-大别碰撞带在三叠纪晚期最后完成碰撞、拼合,碰撞带内及其两侧的边缘残余海完全消失,大量的同碰撞期变质和岩浆作用的年龄数据,均为 240~210Ma(李曙光等, 1992, 1993, 1995; 李锦轶, 2001; 王道轩等, 2001),显示了三叠纪晚期完成拼合。代表晚古生代—早三叠世残余洋壳的勉略—湖北随州花山一带蛇绿岩套在中三叠世末期受到挤压、碰撞,这是秦岭-大别带最后完成碰撞、拼合的主要表现(王道轩等, 2001)。上述认识与地质方面的证据相吻合,已经被多数地球科学工作者所接受。

胶东地区的印支造山作用大致经历了 50Ma 强烈碰撞、俯冲和折返的 3 个阶段,其时限主要在 250~200Ma,主要造山作用为:250~230Ma,华北板块与扬子板块发生碰撞,扬子板块俯冲华北板块之下,在俯冲带的前部和后部分别发生超高压变质和高压变质事件,叠加到前造山的角闪岩相变质事件之上。230~210Ma,扬子板块向华北板块推挤、逆冲,榴辉岩向地表回归,造山带近邻扬子板块一侧变形强烈。同时形成柳林庄-宁津所同造山角闪石岩-闪长岩-石英二长岩组合,在荣成邢家岩体变辉长岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 213±5 Ma、211±5 Ma(张田等, 2007),红门石岩体锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 215±5Ma(张田等, 2007)。210~200Ma,扬子板块向华北板块大规模斜向逆冲推覆,深部榴辉岩同步向地表回归,造山带结构分带进一步明显化。210~200Ma,进入后造山拉张阶段,形成槎山后造山高碱正长岩组合,在葛箕岩体含斑中细粒正长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 205.7±1.4 Ma、211.9±1.5 Ma(张田等, 2007),代表印支造山阶段的结束,同时证明三叠纪末期已经完成南北板块的拼合,到侏罗—白垩纪时期应力场与三叠纪已经完全不同,进而转入燕山造山作用阶段。

1.2 燕山造山作用及花岗岩年代格架

华北板块与扬子板块碰撞造山之后(李继亮, 1992),胶东地区大陆动力学条件发生了根本变化。有资料表明,印支运动和燕山运动在胶东表现为 2 个截然不同的构造体系域的特征,燕山造山作用的大陆动力学环境起源于中亚-特提斯构造域向滨太平洋构造域转化和太平洋板块的俯冲(肖庆辉等, 2005),在胶东地区表现为 3 次造山和 2 次伸展。

1.2.1　170～150Ma

太平洋板块俯冲开始,进入燕山造山幕初始阶段,与金矿有关的玲珑-昆嵛山造山早期片麻状花岗岩组合(J_3)的就位,对金矿形成起到初期富集作用,160～150Ma 年龄段与玲珑花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄值相吻合。玲珑花岗岩为基底岩系交代重熔的具继承性演化的复式岩体,其形成时代可以代表胶东构造体制转变的起始时代,是胶东侏罗—白垩纪大规模岩浆活动最早期形成的花岗岩体,标志着构造体制转变的开始,这与中国东部统一的以挤压为主的动力学背景相一致。

玲珑花岗岩组合,是一个成分变化不大、以结构演化为主的二长花岗岩侵入岩系列,为过铝质花岗岩类。自早到晚岩浆演化的总趋势是:矿物成分中斜长石与钾长石呈互为消长关系,化学成分 SiO_2 含量总体递减,而 K_2O+Na_2O 则呈递增趋势,岩石结构有细粒—中细粒—中粒—中粗粒—伟晶的结构变化。

玲珑岩体的 8 个锶同位素样品测定的$^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值在 0.710～0.718 之间,位于地壳部分熔融花岗岩范畴;石英的 $\delta^{18}O$ 值为+7.47、+8.71、+9.21、+10.43,多属正常 $\delta^{18}O$ 范围,指示岩浆为地壳熔融产物,玲珑花岗岩系陆壳重熔型花岗岩(宋明春等,2009)。

其后的伸展主要表现为玲珑岩体内呈 NNE 向分布的闪长岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩、花岗闪长斑岩、花岗斑岩、正长斑岩、石英正长斑岩等岩脉群。

1.2.2　130～125Ma

与金矿有关的燕山早—晚期郭家岭造山中期弱片麻状花岗闪长岩-花岗岩组合,是胶东金矿的主成矿期。

郭家岭花岗岩不连续分布,从西向东具一定规模的岩体有:仓上岩体、上庄岩体、北截岩体、丛家岩体、曲家岩体、郭家岭岩体、范家店岩体及泽头岩体。郭家岭岩体 11 个岩浆锆石 SHRIMP U-Pb 年龄集中在 130～126Ma,为早白垩世早期。

郭家岭花岗岩的 Sr 同位素组成变化范围较大,$^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值介于 0.7028～0.7160 之间,表明岩浆不可能来自统一的源区;$\delta^{18}O$ 值为+9.4‰～+11.5‰,多为高 $\delta^{18}O$ 花岗岩类,反应其源岩中有较多壳源物质。郭家岭花岗岩与典型的埃达克岩相比 K_2O 明显偏高,Al_2O_3、MgO 偏低,反应了它们之间的成因机制不同。花岗岩中含有较多的暗色闪长质包体,这些包体的岩石学、地球化学及副矿物组合表明幔源物质参与成岩作用。地幔物质直接或间接参与花岗岩成岩作用有 2 种可能机制,即幔源岩浆和壳源岩浆的混合或者早期幔源岩浆底侵形成的新生镁铁质下地壳。郭家岭花岗岩中有较多幔源闪长质包体,因此认为郭家岭花岗岩是由壳幔混合岩浆经历结晶分异形成的(宋明春等,2009)。

1.2.3　125～110Ma,造山后强烈伸展阶段

由于太平洋板块的俯冲和郯庐断裂的走滑作用,胶莱拉分盆地形成并接受沉积。随着盆地的进一步演化,其性质由坳陷盆地向断陷盆地演化,边界断裂沟通上地幔而导致青山期大规模火山喷发,同时伴有同火山期的伟德山、招虎山岩体侵位,形成胶东地区醒目近于平行的火山-岩浆岩带。

(1)早白垩世莱阳群沉积阶段。表现为早期粗碎屑的重力流沉积,中、晚期的粗碎屑、细碎屑的陆相沉积,发育有海阳和诸城 2 个沉降中心,各沉降中心内的沉积层序具有相似性。

(2)早白垩世晚期青山群火山阶段。随着地壳拉张伸展,断裂活动增强,沿近东西向和北北东向断裂交汇处爆发大规模的火山活动,形成莱阳、即墨、胶州、诸城等几个火山活动中心,火山喷发以中心式和裂隙式为主,形成中基性(八亩地组、方戈庄组)、中酸性(后夼组、石前庄组)火山喷发物质,出现双峰式火山岩组合,并有正常碎屑岩夹层沉积。

(3)118～105Ma 伟德山造山晚期闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合沿 NE 向构造侵位,伴随火山岩形成的浅成—超浅成石英闪长玢岩-花岗闪长斑岩-石英二长玢岩组合,与铜、铅锌、钼矿有关,也是区内金矿的叠加成矿期及多金属矿的主成矿期。

地球化学特征指示伟德山花岗岩具有幔源和壳源成因双重特点。花岗岩中含有大量微粒闪长质包体,这些包体不仅具有明显的岩浆结构,而且包体内部出现与围岩性质相同的斑点状酸性花岗质成分以及钾长石斑晶,从包体形态及与寄主岩边界关系来看有机械和化学混合过程的存在。寄主岩矿物特征方面,长石发育环带,而边缘环带有黑云母呈环带分布,显示出岩浆有过化学成分混合的过程。包体矿物特征方面,斜长石多出现暗化边为特点的环带结构以及磷灰石呈细长的针状显示出有岩浆过冷却和岩浆混合的痕迹。这些特征均说明岩体具岩浆混合成因特点,即伟德山花岗岩是由壳源酸性岩浆与幔源基性岩浆混合形成。

1.2.4　110～90Ma

出现后造山 A 型崂山后造山晶洞过碱性碱长

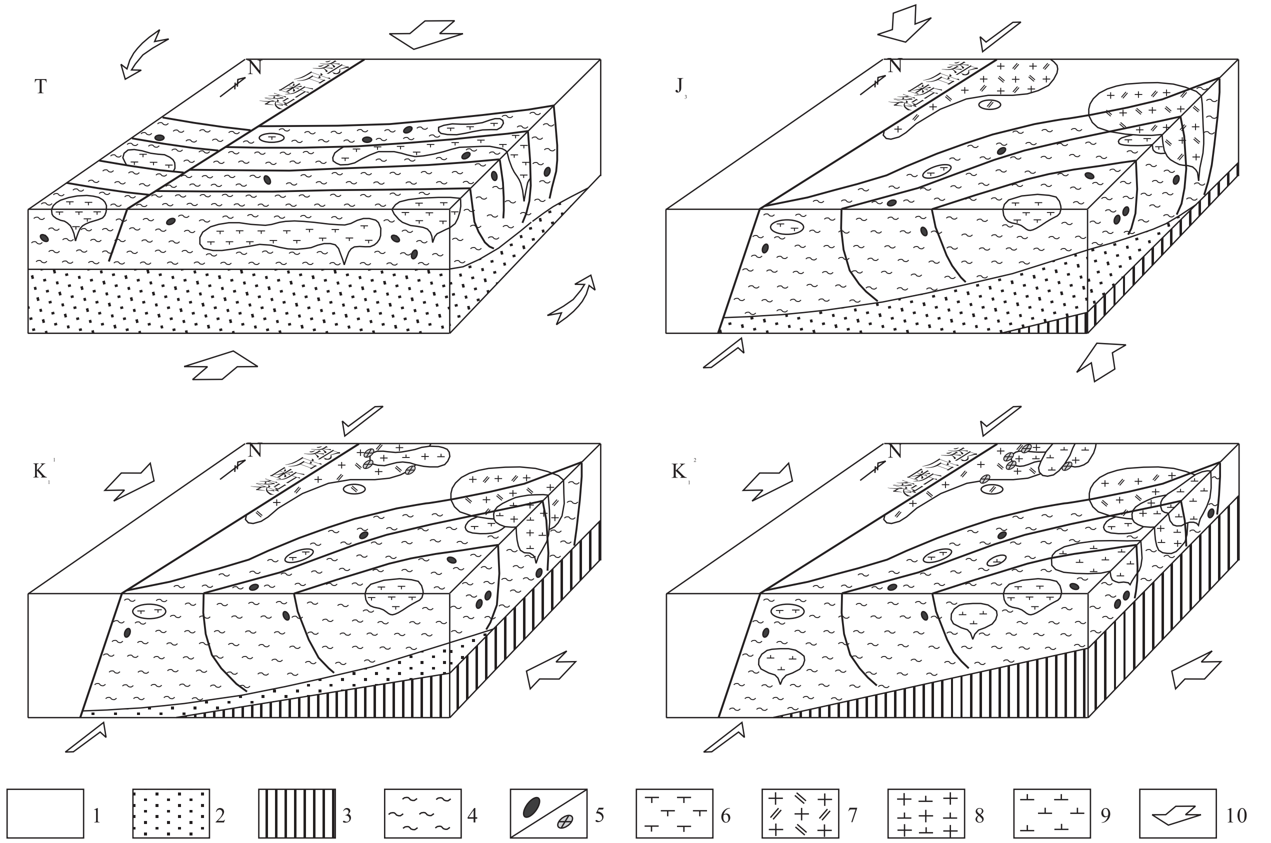

图 2 山东胶东矿集区主要造山作用阶段演化模式图

Fig. 2 Evolutionary pattern sketch of main orogenic stage in Jiaodong ore concentration area, Shandong Province

1—华北板块；2—扬子板块；3—伊佐奈岐板块；4—新元古代片麻状花岗岩；5—榴辉岩/金矿；6—宁津所同造山角闪石岩-闪长岩-石英二长岩组合；7—玲珑-昆嵛山造山早期片麻状花岗岩组合；8—郭家岭造山中期弱片麻状花岗闪长岩-花岗岩组合；9—伟德山造山晚期闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合；10—主应力方向

1—North China Craton; 2—Yangzi Craton; 3—Izanagi Plate; 4—gneissic granite in Neoproterozoic; 5—eclogite / gold mine; 6—Ningjinsuo hornblendite-diorite-granite in synorogenic stage; 7—Linglong-Kunyushan gneissic granite in early orogenic stage; 8—Guojialing gneissic granodiorite in middle orogenic stage; 9—Weideshan diorite-granodiorite-granite in late orogenic stage; 10—the principal stress direction

花岗岩-正长花岗岩组合侵入活动，标志着燕山造山过程的结束。

上述主要造山作用阶段的动力学特征可用模式图 2 简要表述之。

2 与金矿有关的造山岩浆岩

在胶北地体内，中生代花岗岩特别发育，其形成的动力学环境与郯庐断裂带的形成和演化密不可分(李洪奎等，2009)。可将这些花岗岩划分为 3 大系列：①以玲珑花岗岩为代表的片麻状黑云母花岗岩系列，包括玲珑、滦家河、磁山、昆嵛山、鹊山、文登等花岗岩基，其成因被认为属重熔型花岗岩系列；②以郭家岭花岗闪长岩为代表的花岗岩系列，包括郭家岭、艾山等花岗岩，其成因被认为壳幔混合岩浆经结晶分异而成的花岗岩系列；③伟德山花岗闪长岩组合为代表的具幔源和壳源双重成因系列；④以崂山碱性花岗岩为代表的 A 型花岗岩系列，其成因为地幔物质上涌底侵形成的 A 型花岗岩系列。现将其与金成矿的关系及年代学制约等因素分别叙述如下。

2.1 造山早期玲珑片麻状花岗岩组合(J_3)

该套侵入岩是燕山构造旋回造山早期的花岗岩组合，为二长花岗岩系列侵入岩(宋明春等，2009)，主要分布于玲珑—平度地区和鹊山—昆嵛山地区，总面积约 3948km^2。早期为弱片麻状含石榴二长花岗岩类，晚期为块状浅色二长花岗岩类，前者分布面积约占玲珑花岗岩总面积的 38%。各侵入体多组合成较大的复杂深成岩体(岩基)分布，主要岩体有：玲珑岩体、昆嵛山岩体、鹊山岩体、毕郭岩体。以玲珑岩体和昆嵛山岩体面积最大，组成最复杂。锆石

SHRIMP U-Pb 年龄结果表明，玲珑岩体形成于159～150Ma 之间。

主元素化学成分，在（K_2O+Na_2O)-SiO_2 图解上，投影在花岗岩区；在 K_2O-Na_2O 图解中，投点于钾玄岩系列区；在 K_2O-SiO_2 图解上，投点于高钾钙碱性岩系列区；在 ACF 图解中投点于 S 型和 I 型花岗岩界限附近。岩石化学成分中 SiO_2 变化于 71.86%～74.69%，Al_2O_3＝12.96%～14.95%，MgO＝0.04%～0.86%，显示出高铝低镁的岩石化学特征。Na_2O/K_2O＝0.71～1.24，多数样品小于1，属钾质花岗岩。稀土配分型式显示为轻稀土富集型，具负铕异常。微量元素中，Sr、Ba 含量高（多数样品 $Sr=425\times10^{-6}\sim561\times10^{-6}$，$Ba=860\times10^{-6}\sim2036\times10^{-6}$），Y、Yb 含量低（$Y=3.09\times10^{-6}\sim25.40\times10^{-6}$，$Yb=0.42\times10^{-6}\sim4.22\times10^{-6}$）。地球化学特征相似于埃达克岩，在 La_N/Yb_N-Yb_N 和 Sr/Y-Y 图解中，多投点于埃达克岩范畴（图 3）。

按照张旗等（2001）$Sr>400\times10^{-6}$、$Yb<2\times10^{-6}$的划分标准，玲珑花岗岩绝大部分属高 Sr 低 Y 花岗岩，张旗等认为中国东部的这种花岗岩大体相当于埃达克岩。然而，玲珑花岗岩以常具较明显的负铕异常和 Al_3O_2 一般不超过 15%而区别于埃达克岩。

玲珑花岗岩的早期单元常含石榴石，指示其为过铝质花岗岩类。其 $Al_2O_3/(CaO+K_2O+Na_2O)$（分子比）变化于 0.95～1.10 之间，多数大于 1，但均低于 1.23，主要属过铝质花岗岩。玲珑岩体的 8 个锶同位素样品测定的$^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值在 0.710～0.718之间，位于地壳部分熔融花岗岩范畴；石英的 $\delta^{18}O$ 值为＋7.47、＋8.71、＋9.21、＋10.43，多属正常 $\delta^{18}O$ 范围，指示岩浆为地壳熔融产物。上述特征指示玲珑花岗岩系陆壳重熔型花岗岩（宋明春等，2009）。

玲珑二长花岗岩系列侵入岩，是一个成分变化不大、以结构演化为主的侵入岩系列。自早到晚岩浆演化的总趋势是：矿物成分中斜长石与钾长石呈互为消长关系，化学成分 SiO_2 含量总体递减，而 K_2O+Na_2O 则呈递增趋势，岩石结构有细粒—中细粒—中粒—中粗粒—伟晶的结构变化。

玲珑花岗岩与金矿关系密切，焦家、三山岛、玲珑、大尹格庄、台上、夏甸等大型金矿均赋存其内。研究表明，金矿与岩体的边缘相且具弱片麻状构造的岩性关系最为密切，是形成大型金矿的一个重要条件。

2.2　造山中期郭家岭弱片麻状花岗闪长岩-花岗岩组合（K_1）

该套侵入岩是燕山构造旋回造山中期的花岗岩组合，其岩性为二长闪长岩-石英二长岩-花岗闪长岩-二长花岗岩系列侵入岩，主要分布于莱州、栖霞、蓬莱等地，总面积 514km^2。因郭家岭花岗岩与金矿

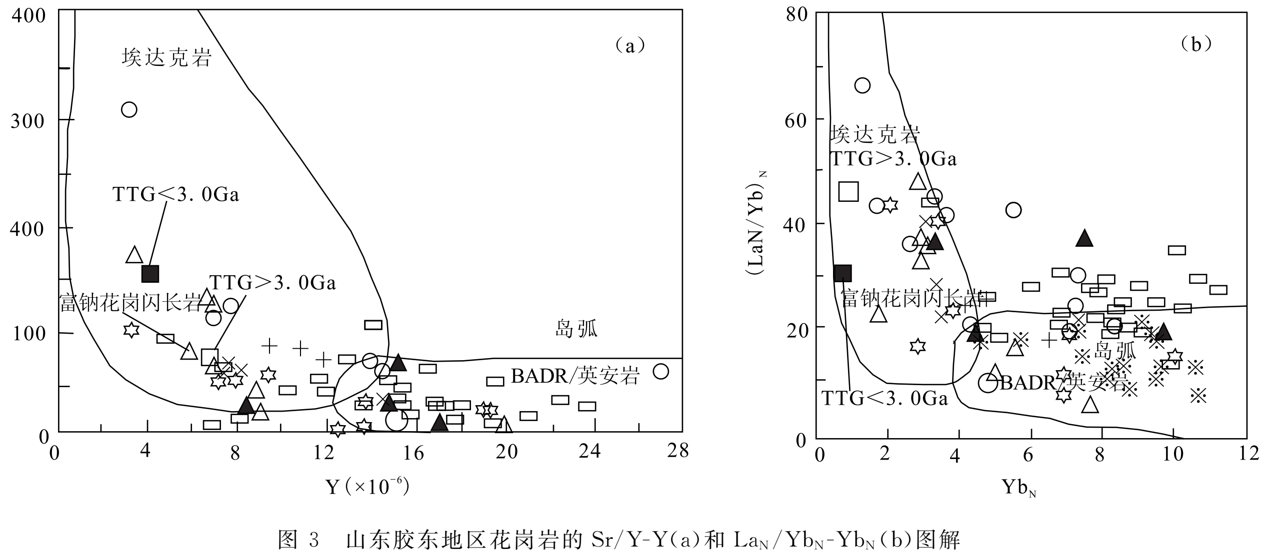

图 3　山东胶东地区花岗岩的 Sr/Y-Y(a)和 La_N/Yb_N-Yb_N(b)图解

Fig. 3　(a)Sr/Y vs. Y and(b)La_N vs. Yb_N-Yb_N plot for Jiaodong granites，Shandong

☆—玲珑花岗岩；□—伟德山花岗岩；※—崂山花岗岩；×—雨山花岗岩；▲—槎山花岗岩；△—文登花岗岩；○—郭家岭花岗岩；＋—垛崮山花岗岩

☆—Linglong Granite；□—Weideshan Granite；※—Laoshan Granite；×—Yushan Granite；▲—Chashan Granite；△—Wendeng Granite；○—Guojialing Granite；＋ —Duogushan Granite

关系密切，为历代地质工作者所重视，因此研究程度很高。

郭家岭花岗岩不连续分布，从西向东具一定规模的岩体有：仓上岩体、上庄岩体、北截岩体、丛家岩体、曲家岩体、郭家岭岩体、范家店岩体及泽头岩体。郭家岭岩体 11 个岩浆锆石 SHRIMP U-Pb 年龄集中在 130～126Ma，为早白垩世早期。

主元素化学成分，在(K_2O+Na_2O)-SiO_2图解上，投影在二长岩、正长岩和花岗岩区。在 K_2O-Na_2O 图解中，投点于钾玄岩系列区；在 K_2O-SiO_2图解上，多数样品投点于高钾钙碱岩系列区，个别样品投点于橄榄安粗岩系列区；在 ACF 图解中多投点于 I 型花岗岩区，反映了源区总体以火成岩为主。岩石化学成分中 SiO_2 变化于 56.29%～71.77%，Al_2O_3 = 13.21% ～ 17.15%，MgO = 0.37% ～ 4.19%，Na_2O/K_2O=0.85～1.48，多数样品大于 1，主要属钠质花岗岩。稀土配分型式显示为轻稀土富集型，没有铕异常。微量元素 Sr 多大于 700 × 10^{-6}，Ba 多大于 500×10^{-6}。这种地球化学特征与太古宙 TTG 岩系、埃达克岩和科迪勒拉安第斯等地的 Na 质花岗岩及高 Ba、Sr 花岗岩相似，在 La_N/Yb_N-Yb_N和 Sr/Y-Y 图解中，样品投点于埃达克岩区及其附近(见图 3)。

郭家岭花岗岩的 Sr 同位素组成变化范围较大，$^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值介于 0.7028～0.7160 之间，表明岩浆不可能来自统一的源区；$\delta^{18}O$ 值为+9.4‰～+11.5‰，多为高 $\delta^{18}O$ 花岗岩类，反映其源岩中有较多壳源物质。郭家岭花岗岩与典型的埃达克岩相比 K_2O 明显偏高，Al_2O_3、MgO 偏低，反应了它们之间的成因机制不同。花岗岩中含有较多的暗色闪长质包体，这些包体的岩石学、地球化学及副矿物组合表明幔源物质参与成岩作用。地幔物质直接或间接参与花岗岩成岩作用有 2 种可能机制，即幔源岩浆和壳源岩浆的混合或者早期幔源岩浆底侵形成的新生镁铁质下地壳。郭家岭花岗岩中有较多幔源闪长质包体，因此认为郭家岭花岗岩是由壳幔混合岩浆经历结晶分异形成的(宋明春等，2009)。

岩体就位受控于近东西向基底构造或承袭了激活的基底构造，如仓上、上庄、北截、丛家、曲家和郭家岭等岩体正好在 83°走向线上呈串珠状产出，地球物理资料表明其深部连为一体。

郭家岭超单元处于构造较稳定的胶北断隆内部，金矿与岩体的分布可以说形影不离，郭家岭岩体的存在是寻找金矿的重要标志。

对于胶东金矿的形成深度，前人通常采用压力/比重的深度换算方法，得出的成矿深度为 4～6km，认为是中深成矿。胶东金矿这些差别变化主要是由于控矿和成矿断裂构造性质及部位不同，而不仅是成矿深度不同造成的(邓军等，1999；吕古贤，1995a，1995b，1997；吕古贤等，2000，2003)。显然，在估测成矿深度时，要考虑构造因素。

2.3 造山晚期伟德山闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合(K_1)

该套侵入岩是燕山构造旋回造山晚期的花岗岩组合，系闪长岩-石英二长岩-花岗闪长岩-二长花岗岩系列侵入岩。广泛分布于鲁东地区，总面积约 2662km²，常构成规模较大的复式岩体，著名的有伟德山岩体、院格庄岩体、南宿岩体、牙山岩体、艾山岩体、龙王山岩体、三佛山岩体、海阳岩体、大山岩体，各岩体大致呈 NE 向串珠状分布。其中二长花岗岩分布面积约占总面积的 51%，石英二长岩类约占 46%。伟德山岩体 9 个 SHRIMP U-Pb 年龄集中在 111～118Ma，说明其主体形成于早白垩世。

主元素化学成分，在(K_2O+Na_2O)-SiO_2图解上，主要投点于二长岩、正长岩和花岗岩区，少量投于二长闪长岩和花岗闪长岩区；在 K_2O-Na_2O 图解中，投点于钾玄岩系列区；在 K_2O-SiO_2图解上，投点于高钾钙碱性系列和橄榄安粗岩系列区；在 ACF 图解中投点于 I 型、S 型花岗岩界限附近。岩石化学成分中 SiO_2 变化于 53.64%～75.90%，Al_2O_3 = 12.63% ～ 18.46%，Na_2O+K_2O = 6.58% ～ 11.62%，Na_2O/K_2O =0.54～1.57(多数小于 1)，A/CNK 多数样品大于 1.1，岩石化学成分显示了 I 型花岗岩特点和钙碱性岩演化特征。由早期侵入体向晚期侵入体岩石化学成分表现为，由富 Fe、Mg 向富碱质和由富 Ca 向富 Na、K 演化的趋势。稀土配分型式显示为轻稀土富集铕亏损型。微量元素 Ba =10×10^{-6}～8070×10^{-6}，在 149 件样品中，除 10 件样品外 Ba 含量均大于 500×10^{-6}，属高 Ba 花岗岩类(宋明春等，2003)。

$\delta^{18}O$ 在+1.3‰～+8‰之间，属低—正常类型 $\delta^{18}O$ 花岗岩类，指示岩浆中有幔源组分。该区岩浆岩的$^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7075～0.7091，与 I 型花岗岩的上限 I_{Sr}值相似；εNd 值很低(-19.2～-15.3)，具有地壳物质部分熔融成因特点。

地球化学特征指示伟德山花岗岩具有幔源和壳源成因双重特点。花岗岩中含有大量微粒闪长质包体，这些包体不仅具有明显的岩浆结构，而且包体内

部出现与围岩性质相同的斑点状酸性花岗质成分以及钾长石斑晶，从包体形态及与寄主岩边界关系来看有机械和化学混合过程的存在。寄主岩矿物特征方面，长石发育环带，而边缘环带有黑云母呈环带分布，显示出岩浆有过化学成分混合的过程。包体矿物特征方面，斜长石多出现暗化边为特点的环带结构以及磷灰石呈细长的针状显示出有岩浆过冷却和岩浆混合的痕迹。这些特征均说明岩体具岩浆混合成因特点，即伟德山花岗岩是由壳源酸性岩浆与幔源基性岩浆混合形成的。

根据矿物温压计和矿物包裹体估算岩浆的温度在 800℃左右，压力在 0.1GPa 左右，推算形成深度大约在 30km 左右，这一深度应该位于壳幔边界附近，因此推测伟德山花岗岩酸性端元源区应位于壳幔边界附近。鲁东地区白垩纪壳幔混合源花岗岩与侏罗纪来自于基性下地壳熔融的花岗闪长岩岩浆形成深度的差异，暗示了该地区中生代岩石圈减薄作用在 127～105Ma 达到最大（宋明春等，2009）。

伟德山造山晚期闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合定位，是在区域应力场由挤压向伸展转换的结果，也是区内金矿的叠加成矿期及多金属矿的主成矿期（李洪奎等，2011，2012）。

3　造山型金矿成矿事件

鲁东金矿的形成与中生代主造山事件的岩浆活动有关，而这一过程与中国东部动力学体制转换有关。对于华北东部岩石圈减薄的时代，大量研究从不同角度限定了中生代构造体制转折和岩石圈减薄的时限，总的认为，华北东部构造体制转折的峰期时限始于 160～140Ma，结束于 110～100Ma，峰值是 120Ma。宋明春等（2009）对山东 177 个中生代岩浆岩 K-Ar 同位素年龄数据和 112 件 U-Pb 同位素年龄数据分别统计表明：岩浆岩同位素年龄形成 3 个集中段：230～200Ma、160～140Ma 和 135～90Ma，指示山东省经历了三叠纪、侏罗纪和白垩纪 3 个岩浆活动阶段。李洪奎等（2011）对鲁东地区新近获得的 SHRIMP 年龄统计表明：晚侏罗世至白垩纪是鲁东岩浆活动的鼎盛时期，SHRIMP 年龄集中在 160～110Ma，其中在 160～150Ma、130Ma 和 120～110 Ma 存在 3 次强烈岩浆构造事件。

3.1　早期成矿事件

三叠纪末期华北板块与扬子板块的碰撞造山作用完成南北板块的拼合，至侏罗纪时，鲁东地区一方面受到华北与扬子板块后碰撞的挤压作用，另一方面受太平洋伊佐奈岐板块向 NW 方向运移的影响，呈现隆起剥蚀状态。同时，这种双重大地构造背景形成了具有碰撞后的抬升和大陆弧特点的高锶花岗岩。早侏罗世末，郯庐断裂开始产生并发生左行平移运动，玲珑岩体、昆嵛山岩体强力侵位。玲珑花岗岩为过铝质花岗岩和钾质花岗岩，以具较明显的负铕异常和铝含量较低区别于埃达克岩（张旗等，2001），是陆壳重熔型花岗岩（宋明春等，2009）。由于断裂的剪切深熔作用，产生剪切深熔型花岗岩和相关脉岩，太古宙—元古宙绿岩地体强烈活化改造，其内金及相关元素被激活，并向流体相运移，在玲珑岩体、昆嵛山岩体内、外接触带尤其是玲珑岩体与结晶基底形成的接触带处为金质聚焦的有利场所。

3.2　主成矿事件

白垩纪是中国东部构造体制转折的重要时期，表现为强烈的岩石圈减薄，构造岩浆活动非常活跃。在早白垩世，鲁东则发育了与岩石圈减薄有关的大规模岩浆作用、大范围盆地断陷、高强度金矿成矿爆发、高速度地壳隆升、多期次幔源岩浆活动和多式样脆性断裂切割等地质构造事件。研究表明：白垩纪时期鲁东地区造山挤压和伸展事件频发，主成矿事件与挤压向拉张作用转换有关。130～126Ma 郭家岭岩体在挤压作用下强力定位，并伴有快速隆升，之后转入拉张，金矿在这一时期沿构造有利部位定位。在挤压作用向拉张作用转换的过渡阶段，鲁东地区花岗岩化作用强烈，NE 向构造岩浆带发育成熟，此时，真空泵吸作用促使成矿流体进入剪切裂隙系统，使其成为矿化热液最佳吸收带，造成含矿热液大量释放，形成了鲁东金矿集中区（邓军等，1999）。在 120Ma 左右鲁东地区发生了大规模金矿成矿作用，形成的金矿床具有区域集中、规模大、富集强度高和成矿期短的特点（张旗等，2001），这与区内基础地质事件相吻合。据吕古贤等（1995a，1995b，1997，2000，2003）的研究：成矿期构造应力值明显低于成矿前古应力值，与金矿有关的成矿期差应力为 $256.84\times10^5\sim451.78\times10^5$ Pa，成矿时代为 125.8～105.0Ma。而据胡芳芳等（2007）资料，金青顶金矿成矿年龄 117 ～121Ma，邓格庄金矿成矿年龄 120Ma，与上述结论相一致。其主成矿期可用图 4 模式来表达。

3.3　叠加成矿事件

早白垩世晚期，太平洋区板块运动状态发生改变，由原来的 Izanagi 板块向 NNW 俯冲挤压变为太平洋板块的 NWW 向运动，郯庐断裂带发生右旋压

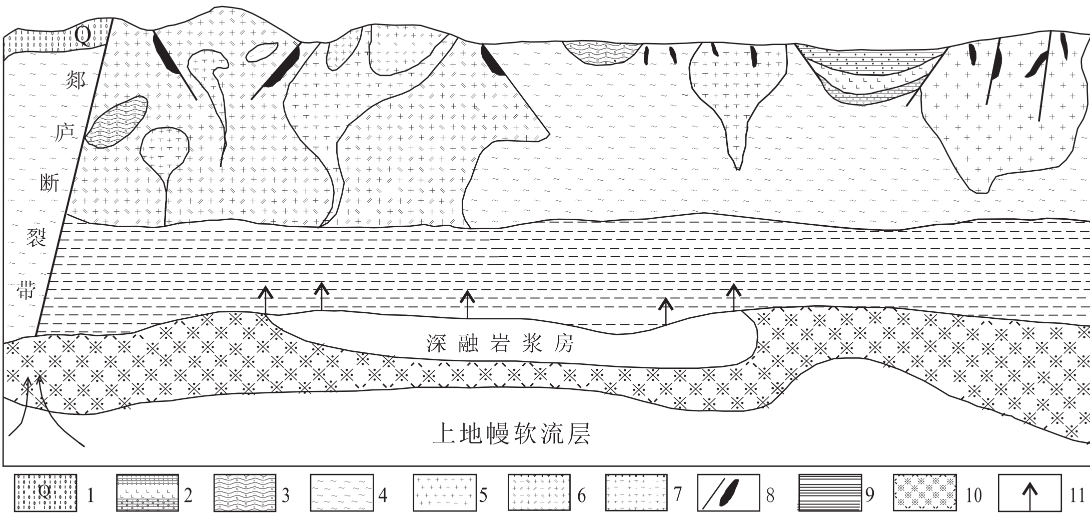

图 4 山东胶东地区金矿成矿模式简图(据李洪奎,2011)

Fig. 4 Metalloganic model sketch of the gold in Shandong Jiaodong area(after Li Hongkui,2011)

1—第四系;2—白垩系;3—表壳岩;4—太古宙基底;5—花岗岩;6—二长花岗岩;7—花岗闪长岩;8—断裂/金矿;9—上地壳;10—下地壳;11—流体流动方向

1—Quaternary; 2—Cretaceous; 3—supracrustal rock; 4—Archaean; 5—granite; 6—monzonitic granite; 7—granodiorite; 8—faulted/gold; 9—upper crust; 10—lower crust; 11—fluid flow

扭性活动。鲁东地区的构造状态已从 NW—SE 向挤压转为 SE—NW 向拉张。118~111Ma 时,伟德山造山晚期闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合定位,也是区内金矿的叠加成矿期及多金属矿的主成矿期。110~90Ma 时,出现后造山 A 型崂山晶洞过碱性碱长花岗岩-正长花岗岩组合侵入活动,代表了大规模的伸展作用(洪大卫等,2007),标志着燕山造山过程的结束。

4 讨论

山东陆块区是一个镶嵌、叠覆、年轻但又保存了几乎所有地质时期形成的地质记录的块体,其形成演化涉及多个动力学体制,具有独特的地球动力学背景,因而具有丰富多彩的大地构造组合和叠覆。山东是一系列不同起源且经历了不同演化的微大陆及地块经多期增生和碰撞而形成的复合大陆(李洪奎等,2009,2010),其漫长的板块构造演化明显具有阶段性。中生代晚期(尤其是白垩纪)是本区板块构造演化史上的一个重要转换期(宋明春等,2009)。这种变化集中表现在中国及邻区构造演化由原来的南、北分异,转变为东、西分异,西部以构造的继承性为特色,东部则是新生构造起了主要作用。而中生代构造体制转折总体表现为陆内伸展和与地幔隆起相伴的大规模岩石圈减薄,及由 EW 向到 NNE 向的盆岭格局重组。对华北东部中生代构造格局研究表明,从岩石圈深部物质上涌开始到地壳浅表层响应为止,都记录了华北早中生代所经历的构造体制转折的重大变革,中生代岩石圈减薄在鲁东地区表现得尤为明显。

鲁东大规模成矿时代为中生代,控矿围岩为鲁东克拉通基底岩系,控矿热力学条件是中生代岩浆,成矿的动力学过程受华北东部中生代构造体制制约(邓军等,1999;邓晋福等,2004; 鲁安怀等,1998;毛景文等,2003)。这一罕见的陆内动力学过程,已经引起地学界的高度重视。应该强调的是,中国大陆处于特提斯、古亚洲洋和太平洋 3 大构造域的结合部位,它们的相互作用及陆内过程都影响着中国东部大陆,而鲁东地区构造-岩浆事件也受控于该动力学机制(邱连贵等,2008)。中生代是鲁东金矿最重要的构造成岩成矿期,其金矿主成矿期为 120Ma(李洪奎等,2009),金矿形成与基底岩系活化改造、同造山期花岗岩的形成关系密切。

5 结论

(1)鲁东地区中生代有 2 次重大的碰撞造山事件,一是印支造山事件,二是燕山造山事件。印支造山作用主要表现为扬子板块向华北板块俯冲,形成苏鲁高压—超高压变质带和同造山花岗岩及后造山

高碱正长岩；燕山造山作用的大陆动力学环境起源于中亚-特提斯构造域向滨太平洋构造域转化和太平洋板块的俯冲，在鲁东地区表现为 3 次造山和 2 次伸展。

(2)鲁东金矿形成的动力学背景是中生代构造体制转折和岩石圈减薄，起因为华北板块与扬子板块碰撞及太平洋板块的俯冲机制有关。可分为造山早期玲珑片麻状花岗岩组合(J_3)、造山中期郭家岭花岗闪长岩-花岗岩组合(K_1)、造山晚期伟德山闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合和后造山 A 型崂山晶洞过碱性碱长花岗岩-正长花岗岩组合，崂山花岗岩的侵位标志着燕山造山过程的结束。

(3)造山中期郭家岭花岗闪长岩-花岗岩组合 SHRIMP U-Pb 年龄集中在 130～126Ma，与金矿的定位关系密切，而鲁东金矿形成的年龄集中在 115～120Ma，基本代表了区内金矿主成矿期的年龄。而多金属矿则与造山晚期伟德山闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合有关，也是区内金矿的叠加成矿期。

(4)鲁东地区构造-岩浆事件和金矿成矿作用受控于特提斯、古亚洲洋和太平洋 3 大构造域的相互作用，是导致区内大规模成矿的动力学条件。

致谢：非常感谢郝梓国研究员对本文撰写、修改和完善提出了建设性意见，感谢审稿专家提出的宝贵意见和建议，感谢曹丽丽翻译了英文摘要。

注　释

❶ 山东省地质矿产局金矿总量预测组. 1987. 山东省金矿资源总量预测报告.

❷ 山东省地矿局第六地质队. 1986. 山东省黄金总结.

参　考　文　献

陈衍景，郭光军，李欣. 1998. 华北克拉通花岗绿岩地体中金矿床的成矿时间、空间和地球动力学背景. 中国科学(D辑)，28(1)：35～40.

邓晋福，罗照华，苏尚国，莫宣学，于炳松，谌宏伟. 2004. 岩石成因、构造环境与成矿作用. 北京：地质出版社，1～381.

邓晋福，莫宣学，赵海玲，罗照华，杜杨松. 2005. 中国东部岩石圈根/去根作用于大陆活化. 现代地质，8(3)：349～356.

邓军，翟裕生，杨立强，肖容阁，孙忠实. 1999. 构造演化与成矿系统动力学——以鲁东金矿集中区为例. 地学前缘，6(2)：315～320.

地球科学大辞典编委会. 2006. 地球科学大辞典(基础学科卷). 北京：地质出版社，883.

郭敬辉，陈福坤，张晓曼. 2005. 苏鲁超高压带北部中生代岩浆侵入活动与同碰撞-碰撞后构造过程：锆石 U-Pb 年代学. 岩石学报，21(4)：1281～1301.

关康，罗镇宽，苗来成. 1998. 胶东招掖郭家岭型花岗岩锆石 SHRIMP 年代学研究. 地质科学，33(3)：318～328.

洪大卫，王涛，童英. 2007. 中国花岗岩概述. 地质论评，53(增刊)：9～16.

胡芳芳，范宏瑞，杨进辉. 2004. 胶东乳山含金石英脉型金矿的成矿年龄：热液锆石 SHRIMP 法 U-Pb 测定. 科学通报，49 (12)：1191～1198.

胡芳芳，范宏瑞，杨进辉. 2007 . 鲁东昆嵛山地区宫家辉长闪长岩成因：岩石地球化学、锆石 U-Pb 年代学与 Hf 同位素制约. 岩石学报，23(2)：369～380.

李洪奎，耿科，禚传源，梁太涛. 2010. 山东省优势大地构造相划分初步方案. 山东国土资源，26(6)：1～6.

李洪奎，李逸凡，耿科，禚传源，梁太涛. 2011. 山东鲁东碰撞造山型金矿成矿作用探讨. 大地构造与成矿学，35(4)：533～542.

李洪奎，杨永波，杨锋杰. 2009. 山东沂沭断裂带构造演化与成矿作用. 北京：地质出版社，99～105.

李洪奎，于学峰，禚传源，耿科，梁太涛，宋双喜，倪振平，张增奇，田秀林，郭宝奎，单伟，杨永波，王海芹，陈莉，刘继梅，汤启云，张玉波，陈国栋，刘福魁，胡戈，潘兆科，刘瑄，张俊波，王峰，张春法. 2012. 山东省大地构造相研究. 北京：地质出版社，214～221.

李继亮. 1992. 碰撞造山带大地构造相. 现代地质研究文集(上). 南京：南京大学出版社，9～21.

李锦轶. 2001. 中朝地块与扬子地块碰撞的时限与方式——长江中下游地区震旦纪—侏罗纪沉积环境的演变. 地质学报，75(1)：25～34.

李曙光，刘德良，陈移之，葛宁洁，张宗清，叶笑江. 1992. 大别山南麓含柯石英榴辉岩的 Sm-Nd 同位素年龄. 科学通报，7(4)：346～349.

李曙光，刘德良，陈移之，王松山，裘冀，胡世玲，桑海清. 1993. 中国中部蓝片岩的形成时代. 地质科学，28(1)：21～27.

李曙光，肖益林，刘德良. 1995. 大别山石马地区石榴黑云片麻岩的 Sm-Nd，K-Ar 年龄及冷却速率. 地质科学，30(2)：174～181.

鲁安怀，吕古贤，王文正，赖勇. 1998. 文登南部陆陆碰撞与流体成矿. 地球学报，19(2)：187～194.

吕古贤，刘瑞珣，王方正，郭涛，舒斌，夏林，刘杜娟. 2003. 关于成岩成矿深度构造校正测算的理论、方法和实例. 地质科学，38(4)：546～563.

吕古贤，刘瑞珣，王方正，丁悌平，李晓波，陈晶. 2000. 成岩成矿深度构造校正测算和实测. 地质力学学报，6(3)：50～62.

吕古贤. 1995a. 关于构造作用力影响静水压力问题. 科学通报，40(3)：286.

吕古贤. 1995b. 山东省玲珑金矿田成矿深度的研究与测算. 科学通报，40(15)：1398～1402.

吕古贤. 1997. 山东玲珑金矿田和焦家金矿田成矿深度的测算与研究方法. 中国科学(D辑)，27(4)：337～342.

毛景文，张作衡，余立金，王义天，牛宝贵. 2003. 华北及邻区中生代大规模成矿的地球动力学背景：从金属矿床年龄精测得到启示. 中国科学(D辑)，33：289～299.

邱连贵，任凤楼，曹忠祥. 2008. 鲁东地区晚中生代岩浆活动及对大地构造的制约. 大地构造与成矿学，32(1)：117～123.

宋明春，王沛成. 2003. 山东省区域地质. 济南：山东省地图出版社，372～477.

宋明春,徐军祥,王沛成. 2009. 山东省大地构造格局和地质构造演化. 北京:地质出版社, 36～37.

王道轩,刘因,李双应,金福全. 2001. 大别超高压变质岩折返至地表的时间下限:大别山北麓晚侏罗世砾岩中发现榴辉岩砾岩. 科学通报, 46(14):1216～1220.

王世进,万喻生,王伟,宋志勇,王金光,董春艳. 2010. 山东崂山花岗岩形成时代——锆石 SHRIMP U-Pb 定年. 山东国土资源, 26(10):1～5.

王世进,王来明,万喻生,张成基,宋志勇,王金光. 2009. 鲁东地区侵入岩形成时代和期次划分. 山东国土资源, 25(12):8～20.

王小凤,李中坚,陈柏林,陈宣华,董树文,张青. 2005. 郯庐断裂带. 北京:地质出版社,1～2.

肖庆辉,邱瑞照,邓晋福,李翠,苏尚国. 2005. 中国花岗岩与大陆地壳生长方式初步研究. 中国地质,32(3): 343～352.

徐嘉炜,刘德良,李秀新. 1987. 中国东部中生代南北陆块的对接——论大别山碰撞带及其意义. 见:国家地震局研究所主编. 中新生代地质学术讨论会论文集. 北京:地质出版社.

张旗,钱青,王二七,王焰,赵太平,郝杰,郭光军. 2001. 燕山中晚期的中国东部高原:埃达克岩的启示. 地质科学, 36(2):248～255.

张田,张岳桥. 2007. 胶东半岛中生代侵入岩浆活动序列及其构造制约. 高校地质学报, 13(2): 323～336.

朱奉三. 1979. 混合岩化热液金矿床的地球化学/岩石学与成矿作用的初步研究. 长春:吉林科学技术出版社.

Wong Wenhao. 1927. Crustal movements and igneous activities in eastern China since Mesozoic time . Bulletin of Geological Society of China, 6: 9 ～ 37.

Study on Coupling between Yanshannian Tectonic Thermal Events and Gold Mineralization in Jiaodong Ore Concentrating Area in Shandong Province

YU Xuefeng, LI Hongkui, SHAN Wei

Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Key Laboratory of Geological Processes for Mineralization of Metal Minerals and Resources Utilization in Shandong Province, Key Laboratory of Gold Mineralization Processes and Resources Utilization Subordinated to the Ministry of Land and Resources, Jinan ,250013

Abstract

There were twice major collision orogenic events in Jiaodong area in Mesozoic period. One event was Indo-china orogeny. It was mainly showed as the subduction of Yangtze plate to the North China Plate, and formed Sulu high pressure-ultra-high pressure metamorphic belt, syn-orogenic granite and post-orogenic high alkali syenite. The other event was Yanshan orogeny. Its continental dynamics environment was originated from the transformation of central Asia-Tethyan structural domain to Pacific tectonic domain, and the subduction of Pacific plate. It showed as three times of magmatic activities and stretching in Jiaodong area. In this paper, based on collecting 71 groups of SHRIMP U-Pb zircon age datas, referring to the previous classification scheme, a chronological frame pattern of Yanshanian granites had been put forward: Linglong-Kunyushan granite emplacement was in in 160～150Ma; the formation of Guojialing granodiorite was in 130～126Ma; Weideshan granodiorite-granite emplacement was in 120～110Ma; Laoshan A-type miarolitic cavity parlkaline alkali feldspar granite emplacement was in 110～100Ma and represented the end of Yanshan movement. Gold mineralization in three periods in this area (150Ma, 120～110Ma, 100～90Ma) had coupled relation with Linglong-Kunyushan granite, Guojialing granodiorite and Weideshan granodiorite-granite. Jiaodong tectonic-magmatic events and gold mineralization were controlled by the interactions among Tethyan tectonic domain, Paleo-ocean tectonic domain and the Pacific tectonic domain. The dynamics background of gold ore-forming was the transition of Mesozoic tectonic system and the lithosphere thinning, which was formed by the subduction of the Pacific plate toward the North China Plate.

Key words: collisional orogeny; gold deposits; tectonic thermal events; the mineralization coupling; Jiaodong area in Shandong province