

## 山东蓬莱地区金矿成矿背景与成矿规律探讨

李爱民, 吕军阳, 张朋, 滕嘉文, 董浩, 孙亮亮

(山东省第六地质矿产勘查院, 山东 威海 264209)

**摘要:**在系统分析蓬莱地区各矿山已有地质资料及近年来该区金成矿理论研究的基础上,对蓬莱地区区域地质背景进行了分析,认为蓬莱地区金成矿为一系列构造、岩浆活动叠加,中生代集中成矿的结果。蚀变、矿化分带与构造分带协调对应,呈现三位一体;矿床空间分布具有一定规律性,断裂构造拐弯或交会部位赋矿,构造倾角变化部位赋矿,矿体尖灭再现、分枝复合规律,矿体侧伏规律;各种类型金矿床在时空分布和成因上密切相关,由于控矿条件和成矿环境的异同,形成不同类型矿床和同种类型矿床的组合。

**关键词:**金矿;成矿背景;成矿规律;山东蓬莱

**中图分类号:**P618.51

**文献标识码:**A

蓬莱位于山东半岛北海岸,金矿产资源丰富,近年来蓬莱地区相继勘查评价了黑岚沟、庵口、齐沟等金矿床(点)87处,探明资源储量的大中小型金矿床43处,累计探明金矿资源储量超过154 t。金矿类型以岩浆热液型为主,包括破碎带蚀变岩型金矿和含金石英脉型金矿2种,其中以含金石英脉型金矿为主。区内金矿主要受燕山晚期岩浆活动、断裂构造等因素控制。成矿条件复杂,区域变质作用、韧性变形作用及岩浆活动,均对金矿的形成有明显的影响。

## 1 成矿地质背景

蓬莱位于胶东西北部,大地构造位置属中朝陆块(I)、滨太平洋岩浆活动带(II)、胶北隆起(III)、胶北凸起(V)。其西与龙口凹陷、明村-但山凸起为邻,东南与烟台凸起、臧家庄凹陷、栖霞-马连庄凸起相接。

蓬莱地区地层隶属华北地层大区,鲁东地层分区,胶北地层小区。出露地层有前寒武纪变质地层和中新生代陆相火山—沉积地层。区内侵入岩总体呈近EW或NE向展布的岩基、岩株、岩瘤状产出,多集中构成复式岩体。岩石类型齐全,从超基性—酸性者均有,尤以中酸性、酸性者规模大、分布广。形成时代自新太古代至新生代均见及,其中以元古

宙和中生代燕山晚期侵入岩最发育。区内构造有穹窿构造和褶皱构造、韧性变形带、断裂构造等多种表现形式。

断裂构造主要发育NE—NNE走向断裂,其次为近EW—NEE走向断裂,二者构成共轭“X”型断裂组合。其中NE—NNE走向断裂是区内主要的成控矿断裂。

### 1.1 主要赋矿地层及含矿性

**表 1 1:20 万蓬莱地区各地质单元地球化学元素含量分布特征**

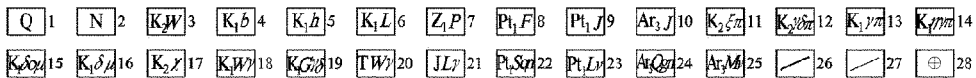
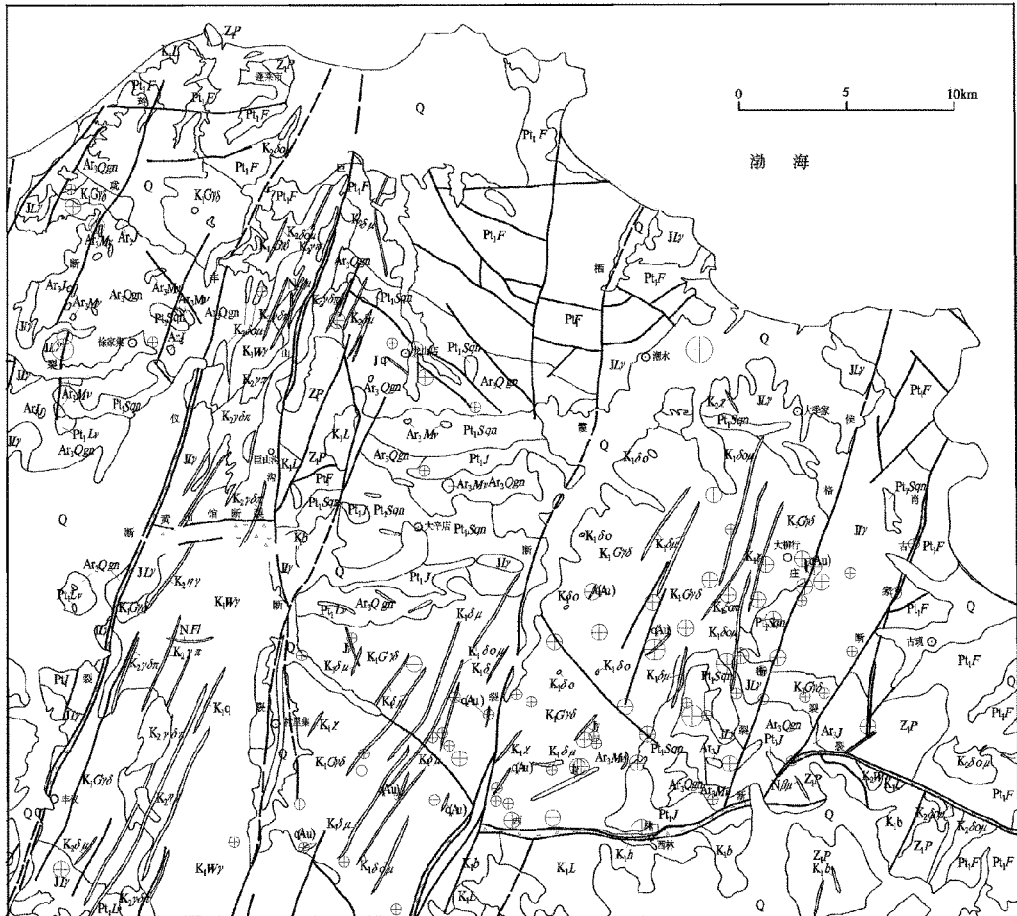
地质单元	金(剔除奇异值)			金(未剔除奇异值)		
	平均值/ 10 <sup>-9</sup>	离差	变异 系数	平均值/ 10 <sup>-9</sup>	离差	变异 系数
王氏群	1.46	0.49	0.33	1.5	0.57	0.38
青山群	1.64	0.63	0.39	2.24	4.66	2.08
莱阳群	1.68	0.75	0.45	3.81	33.9	8.91
蓬莱群	2.03	0.73	0.36	2.88	2.72	0.94
粉子山群	2.38	1.3	0.55	2.9	2.63	0.91
荆山群	1.79	2.82	1.15	3.4	10.38	3.05
胶东岩群	1.8	0.95	0.53	4.47	11.88	2.65
伟德山超单元	1.5	0.64	0.43	1.64	0.99	0.6
郭家岭超单元	1.76	0.57	0.32	9.91	36.9	3.72
文登超单元	1.47	0.52	0.36	5.4	27.8	5.14
玲珑超单元	1.62	0.81	0.5	13.9	53.7	3.88
栖霞片麻岩套	1.38	0.45	0.33	2	3.61	1.81

收稿日期:2013-06-05;修订日期:2013-07-22;编辑:陶卫卫

作者简介:李爱民(1965—),男,山东沾化人,高级工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail: lywhzy@126.com。

由表1可知,正常地层或岩体中,金丰度值较高的地层和岩体有青山群、莱阳群、古元古代一新太古代地层,燕山期侵入岩,其金丰度值一般大于  $1.6 \times 10^{-9}$ 。除荆山群外,其他离差及变异系数均较小,表明在没有热液作用的情况下,不易形成有工业意义的矿体。有矿化蚀变时,各地层及单元的金含量不

同程度地增高,以莱阳群、荆山群、胶东岩群、郭家岭超单元和文登超单元、玲珑超单元金含量增高较多,均大于  $2 \times 10^{-9}$ ,离差亦由  $0.1 \times n$  上升为  $n \times 10$ ,变异系数由  $0.1 \times n$  上升为  $n$ ,成矿作用明显提高,是成矿和找矿的重要层位(图1)<sup>[1]</sup>。



1—第四系;2—新近系;3—王氏群;4—八亩地组;5—后介组;6—莱阳群;7—蓬莱群;8—粉子山群;9—荆山群;10—胶东岩群;11—正长斑岩脉;12—花岗闪长斑岩脉;13—花岗斑岩脉;14—二长花岗斑岩脉;15—石英闪长玢岩脉;16—闪长玢岩脉;17—煌斑岩脉;18—伟德山花岗岩;19—郭家岭花岗闪长岩;20—文登花岗岩;21—玲珑花岗岩;22—双顶片麻岩套;23—莱州组合;24—栖霞片麻岩套;25—马连庄组合;26—断层;27—地质界线;28—金矿床(点)

图1 蓬莱地区地质略图

### 1.2 构造-岩浆活动与成矿关系

栖霞片麻岩套 TTG 质花岗岩系是蓬莱地区太古宙规模最大的岩浆活动事件,亦是具重要意义的一次岩浆侵入活动<sup>[2]</sup>。岩浆侵入致使处于塑性一半塑性原始陆核、陆壳物质被冲碎、解体,分散为规模不等、形态各异的残留包体。TTG 岩系在侵位过程中,活化、萃取原始陆核、陆壳金质与其自身携带

的金元素融于一体,完成了胶东地区原始金质的首次积累。以栖霞片麻岩套 TTG 岩系为主体的太古宙变质基底岩系的发生、形成和演化过程,是金矿形成的建造基础,是矿源岩系得以逐步演化成矿的物质渊源<sup>[3]</sup>。

中生代侏罗纪玲珑花岗岩在成岩过程中交代重熔了胶东岩群(或变质侵入岩)及元古宇地层。在交

代重熔过程中,金等成矿物质从高能带向岩体边缘的低能带迁移,最终在岩体边缘富集成矿。交代中心不易成矿,矿床一般产于玲珑花岗岩边缘相或与前寒武纪地层及郭家岭花岗闪长岩的内接触带中。

蓬莱地区广泛发育中基性脉岩(闪长岩、闪长玢岩、煌斑岩、辉绿玢岩脉等),与金矿脉相互穿插、包裹,脉岩的含金量高于花岗岩围岩和区域异常值下限数倍一数十倍,部分遭受强烈热液蚀变的中基性脉岩可直接构成蚀变岩型金矿石(如黑岚沟金矿床中的部分矿体)。脉岩群的发育,特别是煌斑岩脉群是金矿床存在的标志。

控矿断裂构造主要为 NE, NNE 向,个别为近 EW 向,往往发育有糜棱岩及碎裂岩,并叠加在一起,反映了断裂是多次不同应变机制下的叠加构造。它们经历了早期的韧性剪切、晚期的脆性变形 2 个阶段。韧性变形时期,金初次富集,后期脆性断裂活动、广泛的热液作用使金更加富集。2 种构造序列的共存叠加既有了富集金的物化条件,又有了沉淀金的空间,是金矿富集的重要条件。断裂构造是热液矿床空间定位的首要条件,区内构造格架决定了金矿床的空间展布形式。

## 2 蚀变矿化规律

(1) 蓬莱地区金矿成矿具有多次脉动、叠加的特点。主要可分为早期蚀变、晚期矿化 2 个阶段<sup>[4]</sup>。早期蚀变主要为钾化、绿泥石化、绢云母化、硅化、黄铁矿化,形成黄铁绢英岩,晚期矿化作用分为:粗粒黄铁矿-石英脉、含金中细粒黄铁矿-石英脉、含金石英-黄铁矿脉、含金石英-多金属硫化物脉和石英-碳酸盐岩脉 5 个阶段。其中中期 3 个阶段为矿体的主要成矿阶段。

(2) 围岩蚀变较普遍,但蚀变强度、范围及规模受断裂带控制。破碎蚀变岩是在构造岩基础上,经后期热液作用改造而成,在走向及倾向上均呈带状分布。在蚀变岩型金矿中表现更为明显,由主裂面向外依次为黄铁绢英岩带、黄铁绢英岩化碎裂岩带、黄铁绢英岩化花岗质(斜长角闪岩质)碎裂岩带、黄铁绢英岩化花岗岩带。一般主裂面上盘黄铁绢英岩化较弱,尤其是黄铁矿化更为微弱,而下盘黄铁绢英岩化强,往往是矿体的赋存部位。

含金石英脉型金矿床,围岩蚀变以黄铁绢英岩化为主,其次为碳酸盐化、绿泥石化等,常见于石英

脉两侧及沿走向尖灭端,构成矿体者,主要为石英脉、黄铁绢英岩或强黄铁绢英岩化花岗岩。

(3) 空间分布规律。在空间分布上,蚀变、矿化分带往往与构造分带协调对应,呈现三位一体。

## 3 金的富集特点

各类型金矿的矿化富集具共同的特点,即多成矿阶段叠加部位形成富矿体,当矿石中金属硫化物呈细脉状、网脉状或其含量增高时,金矿化富集,矿石品位高。

从矿石结构构造来看,具有半自形、他形晶粒状结构,浸染状、细脉浸染状、块状构造矿石金品位高。自形粒状结构,斑状、星散状、条带状构造金品位低。

从微观上看,自然金、银金矿严格受石英、黄铁矿的晶隙和裂隙控制,石英和黄铁矿是主要载金矿物,其晶隙和裂隙愈发育,易于富集成矿、金品位愈高。

## 4 矿床空间分布规律

(1) 断裂构造的拐弯或交会部位赋矿:断裂构造的拐弯位置是适宜于成矿物质富集的引张扩容空间。如:西林金矿床,矿体赋存在主干断裂走向由近 EW 向转向 30°的部位,且矿体偏向于走向方位较大段。2 条断裂的交会处和主断裂分枝复合或其与侧羽断裂交会处是成矿的有利部位,其中靠近主干断裂位置更有利于矿体的赋存。

(2) 断裂构造倾角变化部位赋矿:剖面上,断裂构造倾角变化部位,即压扭性断裂的倾角变缓处和张性断裂的倾角变陡处是构造的引张扩容段,常形成厚大矿体。如西林金矿床,主矿体厚大部位出现于浅部断裂产状由陡明显变缓处。

(3) 矿体尖灭再现、分枝复合规律:矿体常具尖灭再现、分枝复合、膨胀夹缩特点。矿体不仅在倾向上尖灭再现,同时在走向上也表现出尖灭再现特点;矿体的分枝复合不仅在平面上经常见及,在剖面上也非常普遍。

(4) 矿体侧伏规律:区内断裂走向一般为 NE 或 NNE,倾向 SE,其控制的矿体 SW 侧伏较多,部分 NE 侧伏。

(5) 矿体斜列、叠瓦规律:黑岚沟金矿床⑥号金矿脉在平面上呈斜列分布,构成多字形排列,反映了在成

矿作用过程中含矿热液沿一组斜列裂隙充填成矿。

在控矿构造主带内形成一套完整的构造岩系,其内因多次构造变动常形成彼此大致平行的断裂或强化裂隙带,在此基础上,主带内常形成“多层”平行矿体而显叠瓦规律。

## 5 矿床类型的分布规律

(1)蓬莱地区金矿表现为单矿种多类型的共生规律:各种类型金矿床在时空分布和成因上密切相关,由于控矿条件和成矿环境的异同,形成不同类型矿床和同种类型矿床的组合。如大柳行金矿田中包含破碎带蚀变岩型金矿床、含金石英脉型金矿床2种类型。

(2)矿床类型空间分布规律:赋矿断裂中存在2种空间类型:即连续自由空间和连通弥散型空间<sup>[5]</sup>。

在主要金矿田乃至金矿床(体)的控矿断裂中,2种空间是紧密伴生的。因此,充填作用和蚀变作用是同时进行且不可分割的,但在不同的断裂构造环境中,2种作用的量比发生变化,从而形成不同的矿化类型。所以,在同一矿床中,石英脉型和蚀变岩型2种金矿类型经常同时存在,密切共生,只是在量比上有所不同,决定了该矿床成因类型的归属。如黑岚沟、奄口等金矿床就是2类矿化类型同时出现。

蚀变岩型、石英脉型2种类型金矿,其矿石矿物、矿化类型、有益有害元素相似,严格受断裂构造控制等众多共同点反映出:它们是同一含矿热液沿断裂或裂隙构造运移充填及交代的结果。断裂构造的空间状态是导致二者在矿石结构构造、矿体规模及空间上稳定性差异的主要原因。

(3)受控构造及矿床分布规律:蚀变岩型金矿

主要受控于主干控矿断裂带,在其中呈串珠状分布;石英脉型金矿主要受控于主干断裂下盘的次级断裂、裂隙构造,成群出现或零星分布于断裂下盘的玲珑和郭家岭花岗岩中。

## 6 结论

(1)对蓬莱地区区域地质背景进行了分析,认为蓬莱地区成矿为一系列构造、岩浆活动叠加,中生代集中成矿的结果。

(2)蓬莱地区成矿具多次脉动、叠加特点,矿化分为5个阶段,其中中间3个阶段为主要成矿阶段,蚀变、矿化分带往往与构造分带协调对应,呈现三位一体。

(3)矿床空间分布具有一定规律性,断裂构造的拐弯或交会部位赋矿,断裂构造倾角变化部位赋矿,矿体尖灭再现、分枝复合规律,矿体侧伏规律,矿体斜列、叠瓦规律。

(4)蓬莱地区各种类型金矿床在时空分布和成因上密切相关,由于控矿条件和成矿环境的异同,形成不同类型矿床和同种类型矿床的组合。

## 参考文献:

- [1] 刘玉强. 鲁东金矿成矿规律及新的找矿方向[J]. 山东地质, 1999, 15(2): 24-11.
- [2] 李士先, 刘长春, 安郁宏, 等. 胶东金矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 2007: 76.
- [3] 宋明春, 崔书学, 伊丕厚, 等. 胶西北金矿集中区深部大型—超大型金矿找矿与成矿模式[M]. 北京: 地质出版社, 2010: 33.
- [4] 李宏曦. 胶北地区内生金矿成矿规律[J]. 山东地质, 2002, 18(3-4): 72-77.
- [5] 申玉科, 吕古贤, 李颖, 等. 构造—流体—蚀变矿化网络模式浅析[J]. 矿物学报, 2009, 29(Z1): 244-247.

# Reserach on Geological Condition of Ore – forming and Metallogenic Regularity in Penglai City of Shandong Province

LI Aimin, LU Junyang, ZHANG Peng, TENG Jiawen, DONG Hao, SUN Liangliang

(1. No. 6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weihai 264209, China)

**Abstract:** Combining with exploration and based on geological data of mines and theoretical research on gold mineralization in recent years in Penglai area, alteration and mineralization regularity, characteristics of gold enrichment, spatial distribution pattern of gold deposits and deposit types distribution regularity have been summarized. It will provide the basis and direction for further gold exploration work.

**Key words:** Gold deposit; ore – forming geological condition; metallogenic regularity; Penglai city in Shandong province