

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2022.01.014

山东平邑地区铜石金矿田控矿构造分析

杜显彪,张瑞*,朱宁,张英梅

(山东省鲁南地质工程勘察院,山东省地勘局第二地质大队,山东 济宁 272100)

摘要:山东平邑地区是鲁西重要的金矿产地,20 世纪 80 年代末在该区发现了鲁西唯一的大型金矿——归来庄金矿。该矿床赋存于近东西向的 F1 构造蚀变带中,为一经历多期次活动的构造隐爆角砾岩型金矿床。该金矿自发现以来,不少科研机构对其进行了一系列专题研究,提出了不同的控矿见解。笔者对以往的控矿研究分析后,对该地区金成矿主要控矿因素进行了重新梳理,提出了中生代浅成侵入岩体和碳酸盐岩、断裂构造“三位一体”控矿特征;建立了共轭 X 剪切断裂控矿为特征的新的成矿模式。本次研究在控矿构造方面取得突破性进展,发现金矿体主要赋存于共轭 X 形断裂中,共轭断裂的交汇部位和由共轭断裂形成的追踪张破碎带是最有利的成矿部位。

关键词:铜石金矿田;共轭剪切断裂;控矿构造;成矿模式

中图分类号:P618.51;P612

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2022)01-0179-11

An Analysis on Ore-controlling Structure of Tongshi Gold Field in Pingyi Area, Shandong Province

DU Xianbiao, ZHANG Rui*, ZHU Ning, ZHANG Yingmei

(Shandong Lunan Geological Engineering Survey Institute, Second Geological Brigade of Shandong Geological Exploration Bureau, Jining 272100, Shandong, China)

Abstract: Eastern Pingyi area is an important gold producing region in western Shandong Province. In the late 1980s, the only large-scale gold deposit, Guilaizhuang gold deposit, was discovered in this area. The deposit occurs in the nearly EW trending F1 structural alteration zone, and is a structural cryptoexplosive breccia type of gold deposit which has experienced multiple periods of activities. A series of monographic studies have been carried out and different opinions on ore control have been proposed ever since. Based on the previous studies, this paper reorganized the main ore controlling factors of gold mineralization in this area and put forward the Trinity ore controlling characteristics of Mesozoic hypabyssal intrusive rock, carbonate rock and fault structure, thus established a new metallogenic model characterized by conjugate x-shear fault. This study made a breakthrough in ore controlling structure, and found that gold ore bodies mainly occur in conjugate X-shaped faults. The intersection of conjugate faults and the tracing tensile fracture zone of conjugate faults were the most favorable metallogenic sites.

Keywords: Tongshi gold field; conjugate shear fracture; ore controlling structure; metallogenic model

收稿日期:2020-12-04;修回日期:2021-05-04;网络发表日期:2021-12-06;责任编辑:曹佰迪,吕鹏瑞

基金项目:山东省地勘局自然科学基金“山东省平邑地区金矿成矿规律及深部成矿预测研究”(KY2011-4)。

作者简介:杜显彪(1970-),男,山东曲阜,高级工程师,主要从事地质矿产勘查研究。E-mail:d3435119@163.com。

* 通讯作者:张瑞(1985-),男,山东德州,工程师,主要从事地质矿产勘查研究。E-mail:277693085@qq.com。

自 1987 年在山东平邑地区发现了大型归来庄金矿床以来,至今在该区还没有实现新的找矿突破。为了指导该区金矿勘查,提高已发现矿床的深部勘探和外围找矿效果,提高找矿效率,争取早日实现第二次找矿突破,对平邑地区铜石金矿田控矿构造进行研究是非常重要的。笔者在系统收集该区以往地质、物化探及科研成果资料的基础上,研究了 20 世纪 90 年代以来取得的找矿新成果及新认识,对区内金矿床的特征、控矿构造进行了系统的总结。

1 成矿地质背景

铜石金矿田位于郯庐断裂带中段西侧,鲁西断块隆起区南部,尼山凸起北端。区域出露地层主要有新太古代泰山岩群、寒武纪长青群、九龙群、奥陶纪马家沟群、侏罗纪淄博群、白垩纪莱阳群及第四系等。其中,以寒武纪九龙群、奥陶纪马家沟群分布最广(王茂争,2018;刘登峰等,2010;杜显彪等,2016)。断裂构造发育,主要为北西向、北北西向、北东向及近东西向。区域岩浆岩较发育,有新太古代二长花岗岩及花岗闪长岩、中生代二长闪长玢岩和二长斑岩。其中,以中生代岩浆岩最为发育,构成了铜石中偏碱性次火山杂岩体。归来庄金矿赋存于该杂岩体东边近东西向断裂构造内(王照波等,2001)。

2 区域构造特征

区域构造发育,一系列北西—北北西向断裂构造形成一向北西散开、南东收敛的树枝状构造格架,为郯庐断裂带的派生构造,具多期、多阶段活动的特点,也是区内的主干构造(李理等,2008)。基底岩系中发育有北西向韧性剪切构造带。北西向尼山断裂及北北西向燕甘断裂等大型主干断裂构成区内构造格架,各断裂呈略向南西方向凸出的弧形,向北西散开,向南东收敛构成鲁南小型帚状构造,控制着区内地层和中生代岩浆岩的分布(肖淳,2012;胡华斌,2005;沈远超等,2000)。区内大型主干断裂是主要的导岩构造,浅火山穹窿构造及伴生环状、放射状构造控制着矿体的展布。目前,在区内所发现的金矿(床)点中,多数与这些小型次级断裂有关,并受其严格控制(于学峰,2010;张国权,2017)。在铜石地区,由于燕甘断裂的多期次活动,导致铜石杂岩体的侵

位,在其次级东西向归来庄断裂中形成归来庄大型金矿床(图 1)。

3 金矿田控矿构造特征

铜石金矿田分布多个金矿床,本次主要对该区最大的归来庄金矿床的控矿构造进行分析。归来庄矿区内主要发育北西—北西西、北东—北东东、近东西向 3 组断裂构造(图 2),归来庄金矿床主矿体赋存于近北西向 F1 断裂中(张国权,2017;于学峰,2010)。

3.1 近东西向断裂

3.1.1 归来庄 F1 断层

分布于归来庄村西至小平安庄村东一带,地表出露长度 2 000 余米(王茂争,2018;张国权,2017),总体走向为 85° ,倾向南,倾角为 $45^{\circ}\sim 68^{\circ}$,自西向东由浅而深倾角有变缓的趋势,—300 m 标高以浅倾角为主,为 $45^{\circ}\sim 68^{\circ}$;在—540~—600 m 标高,倾角一般为 $27^{\circ}\sim 40^{\circ}$;在—600~—665 m 标高,倾角一般为 $8^{\circ}\sim 13^{\circ}$,局部近水平。东段水平断距为 50 m,垂直断距为 85~120 m;西段水平断距为 180 m,垂直断距为 90~120 m。破碎带宽为 0.60~32.30 m,沿走向和倾向均呈舒缓波状延展,膨胀狭缩变化明显。

3.1.2 归来庄 F2 断层

位于 F1 断层北西,西起曾家庄村南,东至归来庄村西,控制长度为 750 m,总体走向为 $85^{\circ}\sim 90^{\circ}$,倾向南,倾角为 $42^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。破碎带宽为 0.50~4.50 m,沿走向、倾向均呈舒缓波状延展,具膨胀狭缩、分子复合现象。工程控制最大斜深 300 余米,岩石蚀变矿化不均匀,具有东段宽而矿化强、西段窄而矿化弱的特点。

3.2 北西—北西西向断裂

包括 F3、F8、F9、F10、F11、F12、F13 断裂,长约数百米至千余米不等,宽 0.5 m 至数米不等,走向为 $295^{\circ}\sim 315^{\circ}$ 。位于矿区北部的 F8、F10、F11、F13 倾向南西—南南西;位于矿区南部的 F3、F9 倾向北东—北北东,倾角为 $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$,皆为正断层。带内碎裂状硅质灰岩及碎裂岩发育,硅化强烈,伴有褐铁矿化、碳酸盐化等。Ⅲ号蚀变带位于 F3 中,蚀变带中段金矿化较好,地表控制矿体长度为 70 m,平均厚度为 2.82 m,Au 平均品位为 5.15×10^{-6} 。

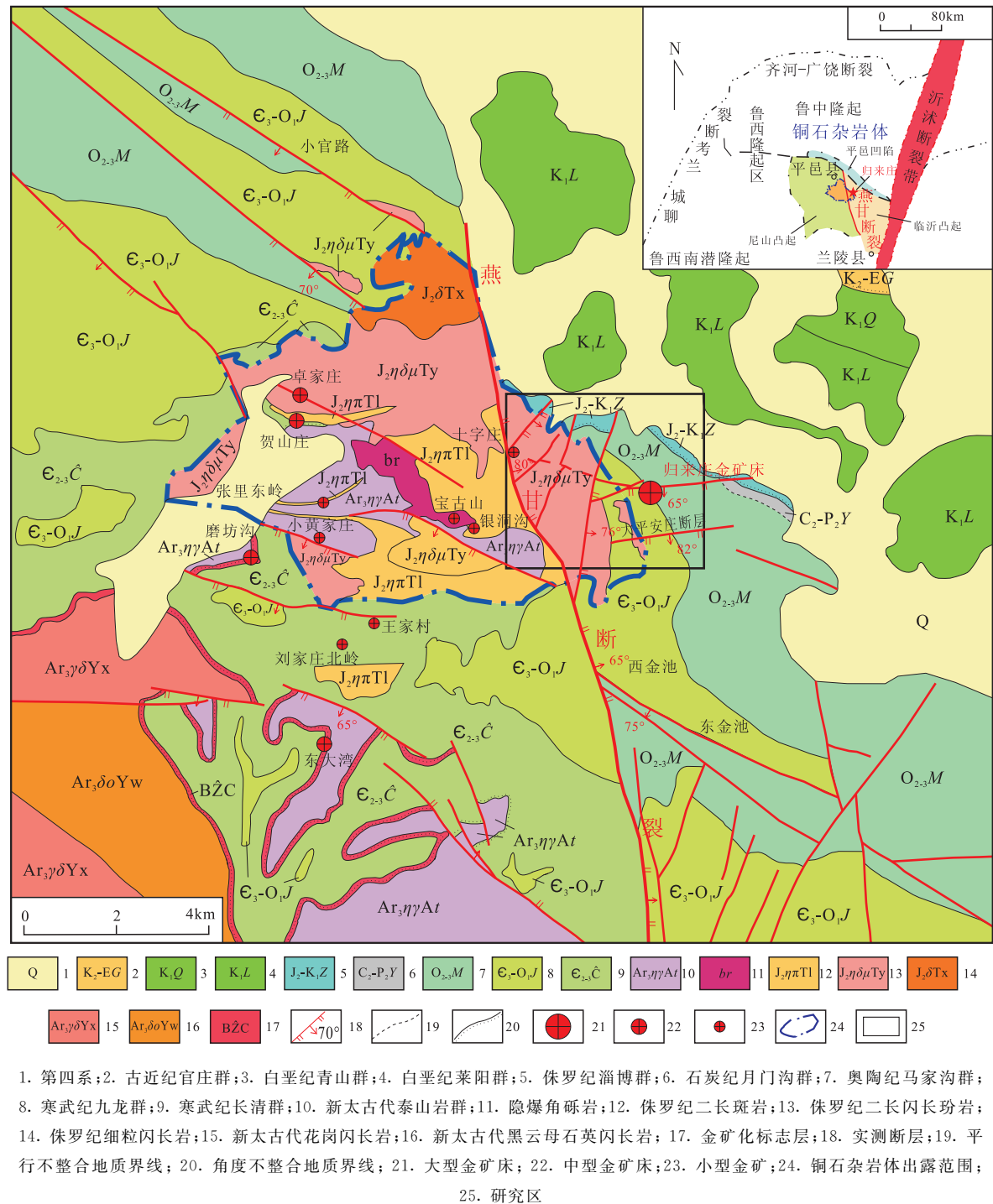


图 1 平邑地区铜石金矿田区域地质略图

Fig. 1 Regional geological map of Tongshi gold field in Pingyi area

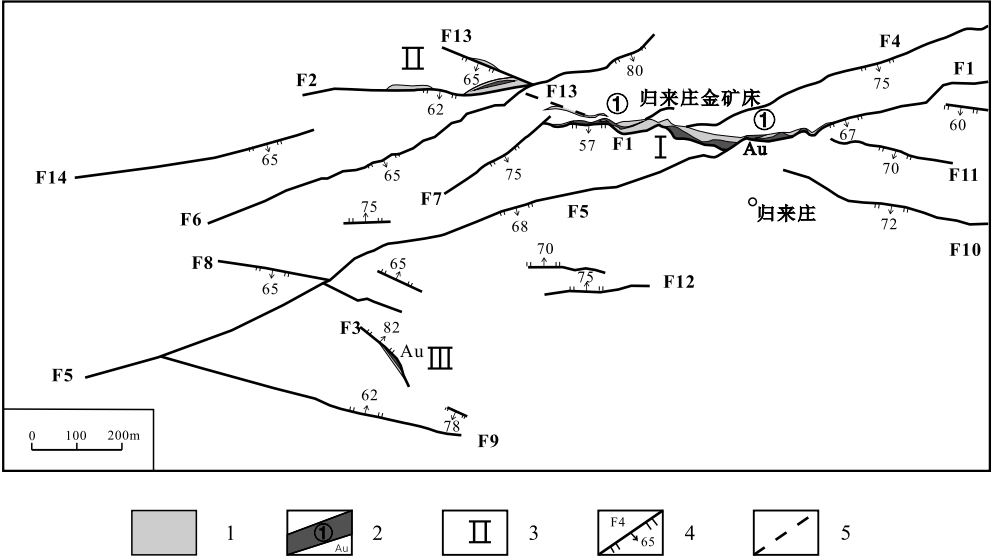
3.3 北东—北东东向断裂

包括 F4、F5、F6、F7、F12、F14 等,断层长度数百米至千余米,走向为 60°~80°,多数倾向南东,倾角为 69°~80°,只有 F12 倾向北北西。该组断裂均为高角度正断层,长度一般为 400~1 500 m。破碎

带宽一般为 3~10 m,多为碎裂状二长斑岩脉充填。金矿化较弱,高岭石化发育,局部有萤石化、黄铁矿化等。

3.4 归来庄金矿区断裂构造传统认识

此前,有学者根据断裂与归来庄金矿成矿的时



1. 角砾岩; 2. 金矿体及编号; 3. 矿化蚀变带; 4. 正断层产状及编号; 5. 推测断层

图 2 归来庄金矿区构造图

Fig. 2 Structural map of Guilaizhuang gold mining area

间关系,把归来庄金矿区构造活动划分为成矿前、成矿期和成矿后 3 个阶段(郭谱,2014;于学峰,2010;刘登峰等,2010),认为成矿前“受燕甘断裂右行剪切作用的影响,近南北向挤压应力相对集中,产生了近东西向压性结构面 F1、F2”;成矿期“受铜石次火山岩浆上侵和冷凝后的隆升等因素的共同影响,本区应力场发生了明显变化,产生了近南北向引张应力及垂直方向上的挤压应力,已形成的 F1 断裂发生了张性为主兼扭性构造活动”,为矿液运移和 Au 元素沉淀聚集提供了良好的场所;成矿后,在燕甘断裂右行剪切作用所产生的近南北向挤压应力作用下,再次表现为压扭性活动特征,区内形成了北西—北西西、北东—北东东向断层。

3.5 归来庄金矿区断裂构造新认识

本次对归来庄金矿区断裂构造进行了进一步研究,取得以下新认识。

(1)北西—北西西、北东—北东东断层是 2 组共轭 X 剪切断裂,近东西向的主断裂 F1 是沿 2 组共轭 X 剪切断裂形成的追踪张断裂。北西—北西西、北东—北东东向断裂并非形成于近东西向断裂 F1 之后,更不是形成于成矿后。相反,北西—北西西、北东—北东东向断裂形成时间应该稍早于近东西向断裂 F1。归来庄金矿区近东西、北西—北西西、北东—北东东向 3 个方向的断裂都是形成于成矿前,都对金成矿具有控制作用。

(2)在归来庄金矿成矿前后的一段时间内,控制矿区应力场的主要因素不是燕甘断裂,而是铜石岩体的岩浆侵入活动。其应力场一致是稳定的东西向压应力,并非传统认识的时而南北向、时而东北向压应力(图 3)。

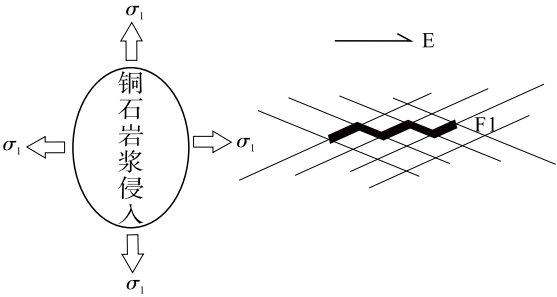


图 3 归来庄断裂 F1 形成示意图

Fig. 3 Schematic diagram of formation of Guilaizhuang fault F1

上述认识的依据如下。

(1)1 : 10 000 地质图上断裂特征。笔者把归来庄金矿区 1 : 10 000 地质图删减了地层等内容,保留了断裂构造和矿体(图 2)。图 2 中北西—北西西、北东—北东东向断层显示明显共轭 X 剪切断裂特征(图 4)。

(2)据 1 : 1 000 矿床地质图推测断裂特征。归来庄金矿区成矿期的断裂构造是在统一应力场中形

成的,根据分形理论的自相似性原则,归来庄金矿区 1:10 000地质图上呈现的 2 组断裂形成共轭 X 断裂的现象,在 1:1 000 矿床地质图上也应该会显示。为此,笔者又对 1:1 000 矿床地质图中的断裂构造进一步研究。

但是,归来庄金矿区没有开采之前,为缓坡丘陵地貌,耕地覆盖严重,更有归来庄(旧址)压覆,基岩出露很差,所以 1:1 000 矿区地质图,尤其是对 F1 断层破碎带的填图,主要依靠探槽揭露完成。填图偏重于对岩性界线,尤其是矿化蚀变带、构造角砾岩带的岩性界线的填图,对 F1 断层内部的次级构造研究不足。

现在归来庄金矿区已经成为一个巨大的采坑。

尽管如此,也不影响对 1:1 000 矿床地质图中次级构造进行研究。因为 F1 断裂带上施工了大量的槽探工程,工程间距达到了 25 m,而且探槽内的岩性界线都是测量技术人员采用仪器法在野外现场标注到地形图上确定的,点位十分准确。

从图 3 可以看出,断裂 F1 断裂面弯弯曲曲,不会是一个简单的断裂面,这个平均厚度为 10.55 m、最厚 36.5 m 的破碎带内部结构十分复杂,应该发育十分复杂的次级断层。笔者推断在断层走向突变的部位就是不同方向的次级断层经过的地方,金矿体分支或复合的部位也应该有不同方向的次级断层经过。基于上述观点,在主矿体附近推断 30 余条次级断裂(图 4)。

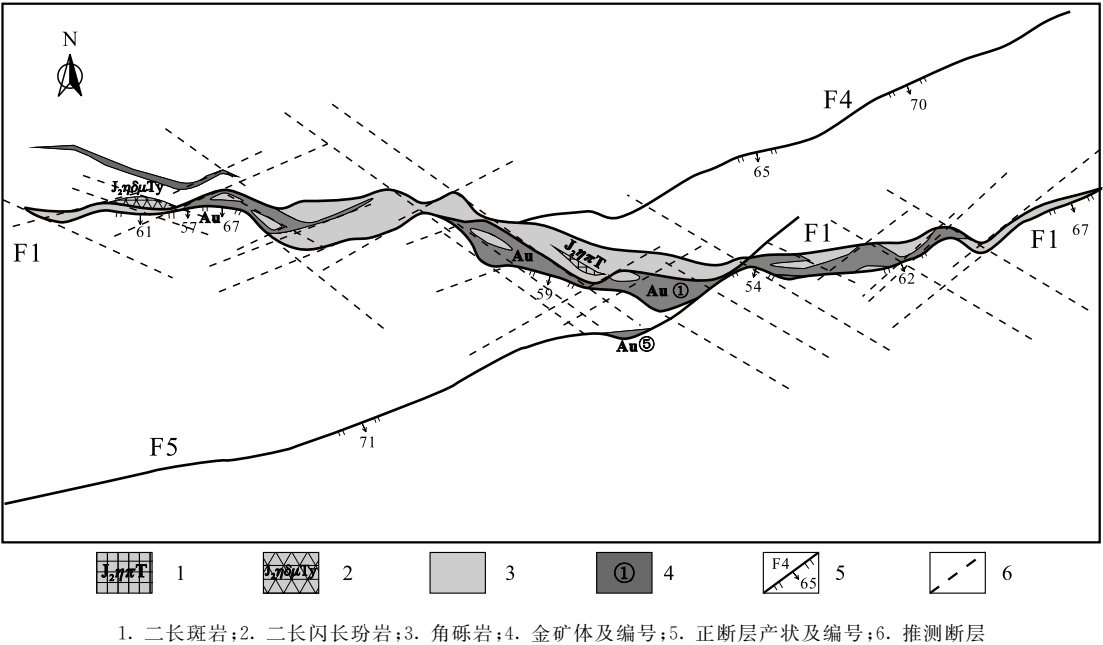


图 4 归来庄金矿主矿体控矿断裂构造平面图

Fig. 4 Structural plan of ore controlling faults in main orebody of Guilaizhuang gold mine

图 2 中,推测断裂和实测断裂明显分为北东—北东东、北西—北西西向 2 组,显示出共轭 X 剪切断裂的特点。图 2 与图 4 具有明显的相似性,完全符合分形理论的自相似性原则,从而印证了笔者的认识:F1 是由 2 组共轭 X 剪切断裂形成的追踪张断层。

(3)古应力场特征。中生代铜石岩浆上侵必然向周边产生巨大的挤压应力,归来庄金矿区位于铜石岩体的东部边缘,在来自于矿区西部的压应力挤压下,形成北西—北西西、北东—北东东向 2 组共轭

X 剪切断层(图 3)。

铜石岩浆不断上侵,对矿区产生的近东西向压应力一直持续,北西—北西西、北东—北东东向 2 组共轭 X 剪切断层不断发展,在 F1 位置形成追踪张断裂。铜石岩体是一个具有多期次的复式杂岩体,每一次岩浆上侵都会引起断裂构造的调整活动以适应应力场的变化。所以归来庄金矿区的断层多数表现为多期活动的特点。因此,断裂 F1 所表现出的压性特征是早期北西—北西西、北东—北东东剪切断裂活动形成,并非南北向压力下的产物,而是北西

向压应力下剪切力的产物。追踪张断裂 F1 形成以后,F1 显然表现为张性断层特征。尽管如此,矿区应力场的基本性质仍然没有改变,主应力 σ_1 方向为北西向,应力来自于铜石岩浆的侵入活动对周边围岩的挤压力。

矿区内北西—北西西、北东—北东东共轭剪切断裂的锐夹角平分线正是近北西向,根据岩石力学理论,该方向就是主压应力 σ_1 方向,符合古应力场特征。

4 构造对金矿的控制分析

在资料准备的过程中,发现归来庄金矿区 Au

元素三维地球化学异常图与三维构造图的形态、产状、位置十分吻合。

为了进一步查明控矿断裂特征,将归来庄金矿区构造三维图(图 5)与金矿区地质图进行对比,标定了断层的编号,它们分别与地表的 F1、F9 和不整合面对应。另外,在深部还发现一个新的隐伏断层,暂时编号 F15。在三维构造图上,这条断层与 F9 断层形态具有相似性,推断二者产状是一致的。既然归来庄金矿区 Au 元素三维地球化学异常图与三维构造图的形态吻合,在三维构造图的断层查清楚之后,就自然可以圈定异常的控矿构造。

从图 5 可以看出,归来庄金矿区的主要控矿断裂为 F1、F9、F15 和不整合面。

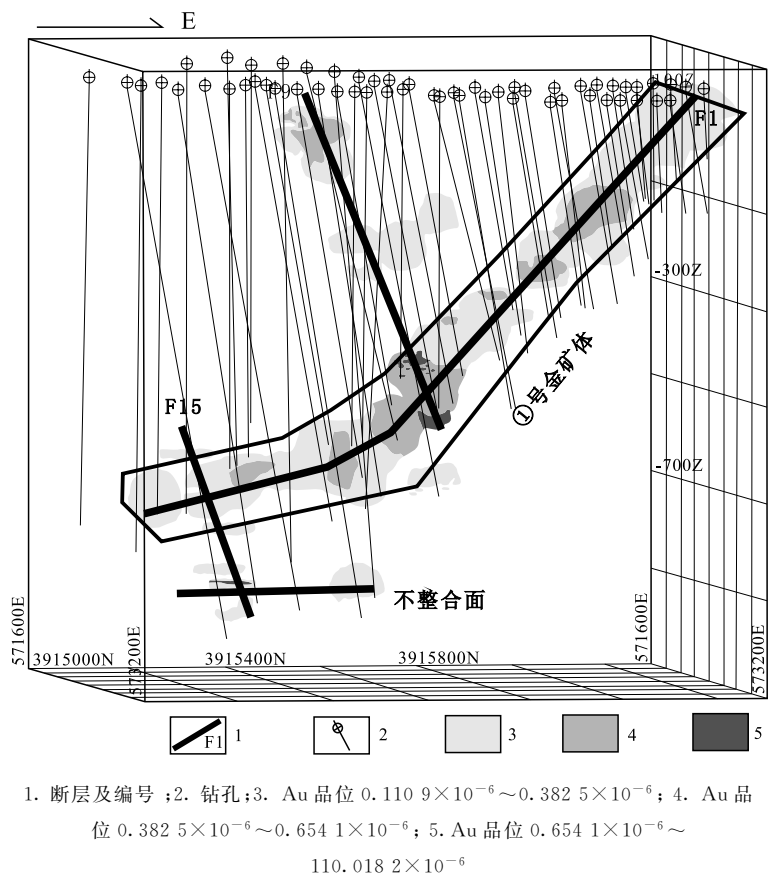


图 5 归来庄金矿区三维断裂构造与 Au 元素三维地球化学异常关系图
Fig. 5 Relationship between 3D fault structure and 3D geochemical anomaly of Au element in Guilaizhuang gold mining area

4.1 断层 F1 控矿构造分析

根据新的认识,归来庄金矿床①号矿体主要受西北西—北西西、北东—北东东剪切断裂控制,按照 2 组断裂的总体产状进行极射赤平投影(刘登锋等,

2010)。北西—北西西走向断裂总体产状为 $215^{\circ} \angle 60^{\circ}$,北东—北东东断裂总体产状为 $160^{\circ} \angle 70^{\circ}$,二者交线产状为 $211^{\circ} \angle 60^{\circ}$,显示矿体应向南西倾伏(图 6),这与归来庄金矿深部勘探结果是一致的(图 7)。

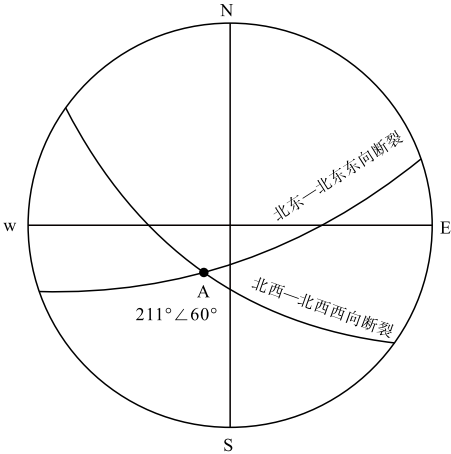


图 6 北西—北西西、北东—北东东断裂
极射赤平投影图

Fig. 6 Stereographic projection of
NW-NWW and NE-NEE faults

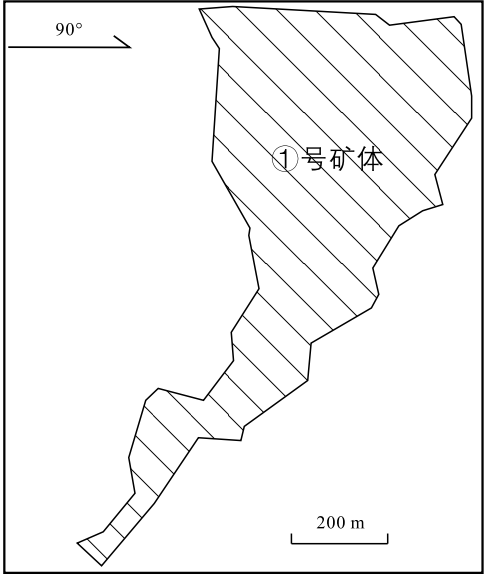


图 7 归来庄金矿①号矿体水平投影图

Fig. 7 Horizontal projection of orebody
No. 1 in Guilaizhuang gold mine

4.2 断层 F9 控矿构造分析

F9 断层分布位于金矿区中南部,走向为 290°左右,倾向为 20°左右,倾角为 55°~78°,长度约 1.16 km。

归来庄金矿的主矿体是向南倾,所以已经习惯认为归来庄金矿的控矿断裂就是向南倾,却忽略了向北倾的断裂控矿。断层 F9 的控矿作用在归来庄

金矿区 Au 元素三维地球化学异常与断裂关系图上表现的十分清楚,位于 F9 倾向方向的④、⑤、⑥、⑦、⑧号矿体应该是受断层 F9 控制所致(图 8)。F9 不仅控制了④、⑤、⑥、⑦、⑧号金矿体,还与 F1 共同控制了①号矿体的中部富集成矿作用,在二者交汇部位形成金的高品位矿体(图 5)。

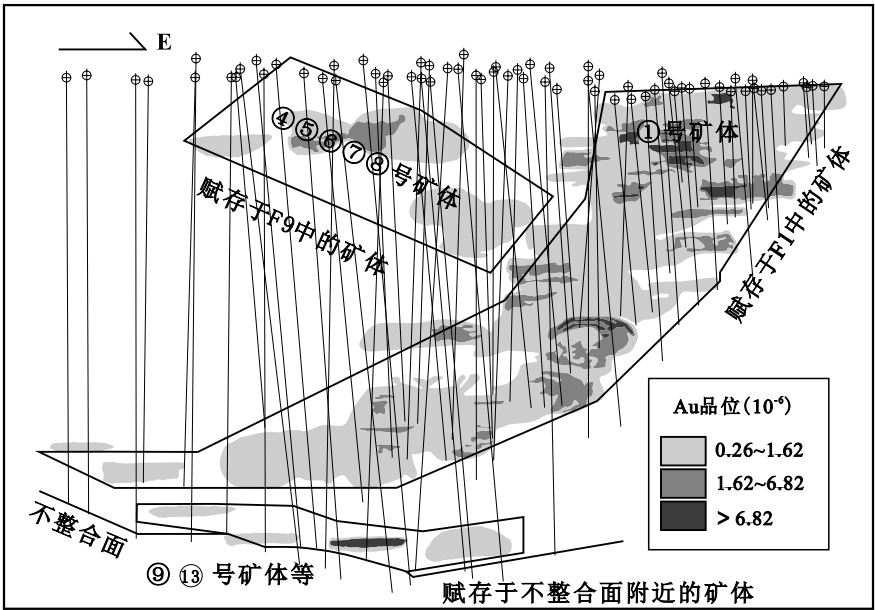


图 8 归来庄金矿床控矿构造与矿体分布图

Fig. 8 Ore controlling structure and ore body distribution of Guilaizhuang gold deposit

4.3 不整合面控矿作用分析

在归来庄金矿区南部,靠近前寒武纪结晶基底的不整合面 10~50 m 处,有一层赋存在不整合面附近、产状平缓的金矿床。在 Au 元素三维地球化学异常图上,不整合面控制的金矿化也十分清晰(图 9),该矿体平行不整合面,并随不整合面起伏而变化。

吕朋菊(1990)研究认为,在鲁西广大地区存在一个由 2 个主滑脱层和 9 个次滑脱层、2 个一级滑面和 7 个二级滑面及若干个三级滑面组成的多层次多级别滑动构造系(李理等,2008;陶涛,2009;吕朋菊等,1990)。滑动构造系均发育在岩性差异悬殊的结合力弱的界面上,滑动形成层间破碎带。层间破碎带渗透性好,有利于成矿热液的进入和交代作用发生(徐安泰等,2018;李理等,2008)。

4.4 其他断层控矿分析

4.4.1 断层 F10 控矿作用分析

由上述可知,F1 是北西—北西西、北东—北东东向 2 组共轭 X 剪切断裂形成的追踪张断裂。既然是 2 组断裂控制的追踪张断裂,哪一条为主导一直没有研究。

笔者根据归来庄金矿区金矿(化)体厚度与深度综合信息图,绘制了①号矿体等深线图(图 10)。等深线图上可见等深线平行于断层 F10,指示主导 F1

追踪张断裂的是断层 F10。

矿区 1:10 000 地质图上,F10 并没有西延至矿体,可能是野外第四系覆盖和村庄压覆的原因,没有看到,但依据 F10 走向,F10 与 F1 西段在同一条直线上,所以推断 F1 西段主要受 F10 主导。

4.4.2 断层 F12 控矿作用分析

①号矿体浅部,在深度为 0~220 m 左右金矿化特别富集,矿体厚度大,品位高,推断是由 F12 交线以上 F1 破碎带变厚所致。成矿热液从下面向上运移,过二者交线以后,破碎带变厚,致使流体压力骤降,温度也迅速降低(王照波等,2001),物理化学条件的迅速改变引起流体溶解度降低,形成厚大富矿体(图 11)。

5 平邑地区成矿模型

通过上述分析研究,新建了平邑地区金成矿立体模型(图 12)。其要点是平邑地区地壳上隆和岩浆侵入必然向岩体四周地区挤压,在四周形成共轭 X 形断裂,同时不整合面附近形成层间滑动断层,这些共轭 X 断裂具有不同尺度的自相似共轭 X 自相似次级、甚至更次级断裂、节理构造,它们属于剪切性质断裂。这些断裂属于成矿期断裂,岩浆和成矿

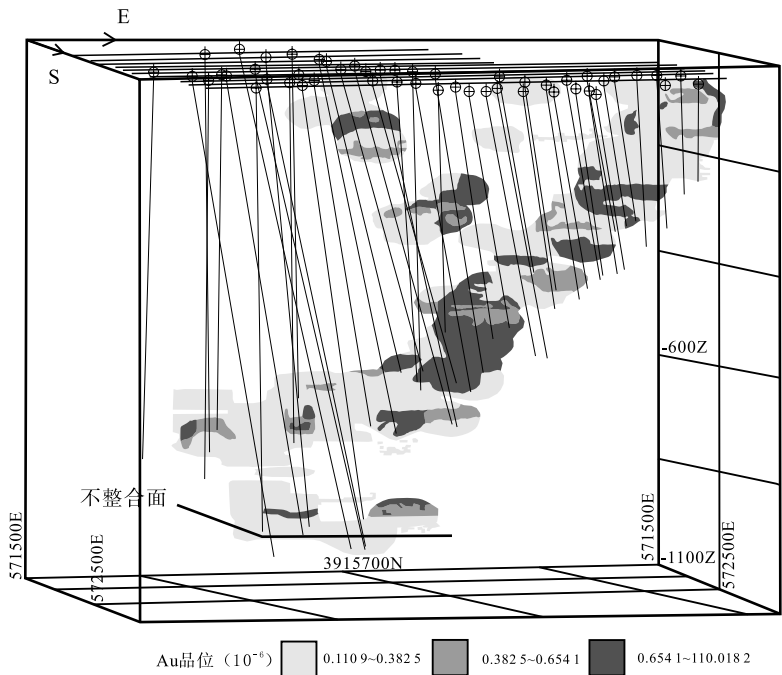


图 9 不整合面控矿图

Fig. 9 Ore controlling map of unconformity fault

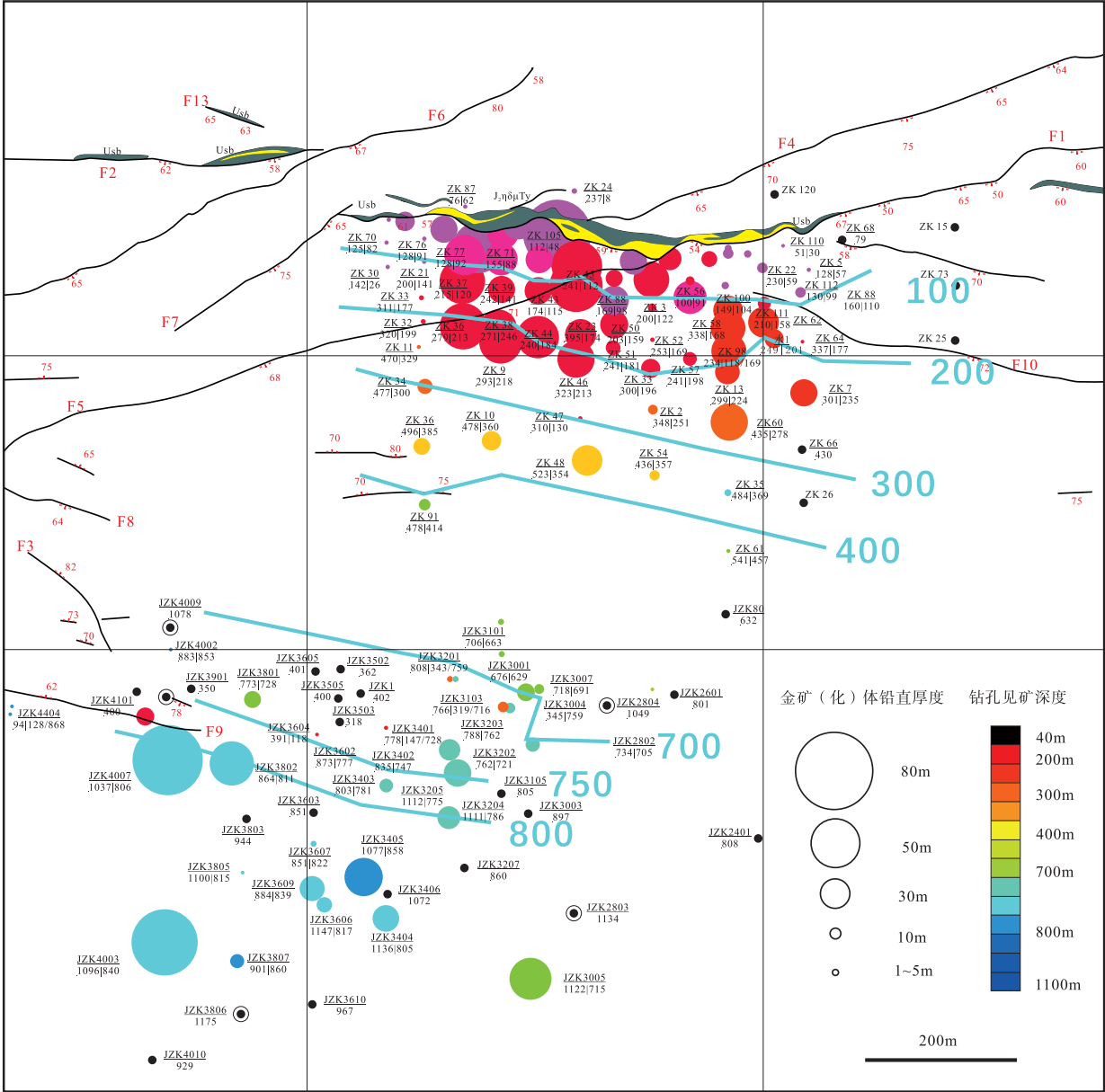


图 10 归来庄金矿床①号金矿(化)体等深线图

Fig. 10 Bathymetric map of No. 1 gold (mineralized) body in Guilaizhuang gold deposit

热液侵入到这些断裂中成矿。

岩浆和成矿热液运移中有时发生隐爆作用(沈远超等,2000)。当共轭的 2 组断裂密集发育时,隐爆作用发生在追踪张断裂中,形成归来庄式金矿——脉状金矿(化)体;当共轭的 2 组断裂稀疏发育时,隐爆作用发生在构造相对薄弱的断裂交线部

位,形成卓家庄式金矿——筒状金矿(化)体;不整合面与上述断裂交汇部位形成磨坊沟式金矿——层状碳酸盐岩型金矿(化)体(徐安泰等,2018;董树义,2008)。

平邑地区形成了工业金矿体的深部下限,初步认为是寒武系底部的不整合面。

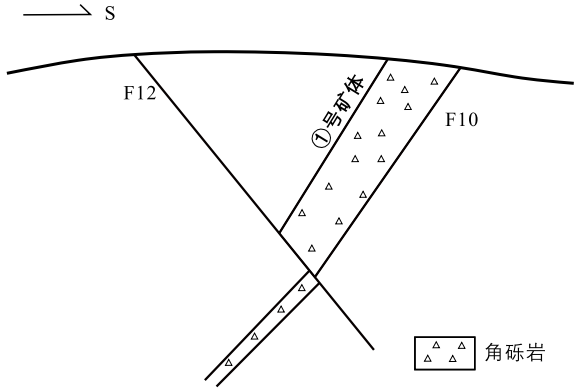
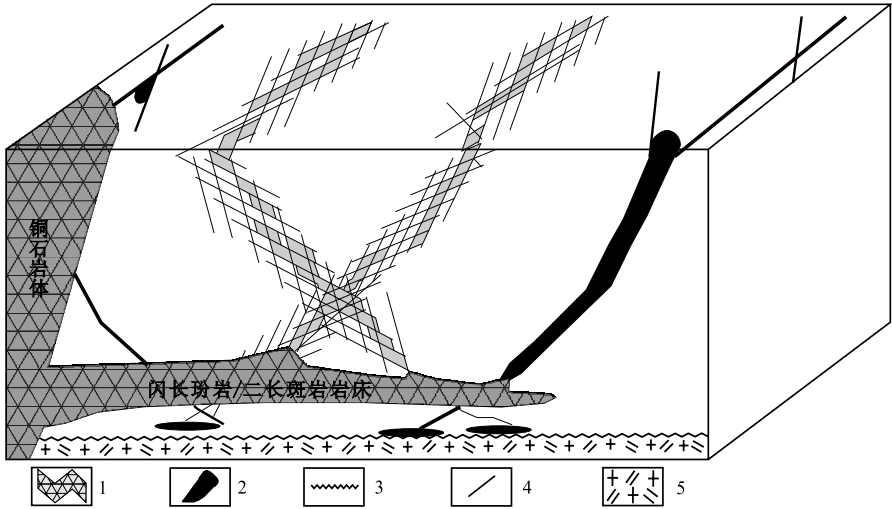


图 11 归来庄金矿床①号金矿体浅部厚大且富集现象剖面示意图

Fig. 11 Profile diagram of thick and enrichment phenomenon in shallow part of No. 1 gold body in Guilaizhuang gold deposit

6 结论

归来庄金矿区发育近东西向、北西—北西西向和北东—北东东向 3 组断裂构造,归来庄金矿床矿体赋存于近东西向断层中。由于铜石岩浆侵入时期,矿区应力场主导因素应该是铜石岩浆侵入活动,主应力 σ_1 方向为近北西向。在持续的北西向主应力 σ_1 作用下,首先形成共轭北西—北西西向和北东—北东东向剪切断裂,然后在二者密集发育部位形成近东西向追踪张断层。3 组断裂都是成矿前构造,北西—北西西向和北东—北东东向断裂内都具有成矿条件,交汇部位成矿条件较有利(沈远超等, 2000;董树义,2008),成矿不仅仅限于近东西向断裂构造。该认识颠覆了该区传统构造观点,极大地拓



1. 金矿体;2. 隐爆角砾岩筒;3. 不整合面;4. 断裂;5. 新太古代二长花岗岩

图 12 平邑地区金矿成矿模式图

Fig. 12 Metallogenic model map of gold deposits in Pingyi area

展了找矿空间,对于归来庄金矿及铜石金矿田其他金矿深部和外围找矿都具有重要指导意义。

根据归来庄金矿区控矿构造的产状特点,将控矿构造分为 3 种类型。

(1)共轭 X 断裂及其东西向追踪张断裂。金矿床矿体受北东东和北西西向 2 组共轭 X 断裂控制,沿 2 组断裂密集发育部位容易形成近东西向的追踪张断裂,其中 F1 是最大的一条追踪张断裂,控制了①号矿体的形态和产状,并且该控矿构造具浅陡而平缓的特征。共轭 X 断裂不仅在平面上表现为“X”型,在垂向上也表现为“X”型,如 F9 和 F10 就是一组走向一致,但倾向相反的共轭 X 断裂,它们是同

一构造应力场中形成的断裂构造,都是重要的导矿和容矿构造。

(2)不整合面。不整合面控矿主要指结晶基底和沉积盖层之间的不整合面,该不整合面对成矿的控制作用主要表现在 2 个方面:一方面不整合面是地球化学性质的转换带,为矿物质沉淀富集的地球化学障;另一方面不整合面附近的沉积盖层由于上覆巨厚岩层的垂直压力产生较多裂隙,形成良好的导矿和容矿构造。

(3)层间破碎带。从归来庄金矿采场了解到,①号矿体有较多的分支发育于围岩内层间破碎带中,分支矿脉与层理产状一致,只是规模一般不大。

参考文献(References):

- 胡华斌. 鲁西平邑地区浅成低温热液金矿床成矿流体及成矿作用[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2005.
- HU Huabin. The Ore-forming Fluid and Mineralization of Epithermal Gold Deposits in Pingyi, Western Shandong [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2005.
- 李理, 钟大赉, 时秀朋, 等. 鲁西地区的滑脱构造及其形成的深部背景[J]. 自然科学进展, 2008, 18(6): 651-661.
- LI Li, ZHONG Dalai, SHI Xiupeng, et al. Decollement Structure and its Deep Background in Western Shandong Province[J]. Advances in Natural Science, 2008, 18(6): 651-661.
- 刘登锋, 吕长安, 王永刚, 等. 鲁西铜石地区金矿成矿地质条件及找矿方向[J]. 科技信息, 2010, (09): 448-449.
- LIU Dengfeng, LÜ Changan, WANG Yonggang, et al. Mineralization Geological Condition and Prospecting Direction of Gold Deposits in The Tongshi Area, Western Shandong[J]. Science and Technology Information, 2010, (09): 448-449.
- 王照波, 高传波. 鲁西归来庄金矿成因[J]. 地质找矿论丛, 2001, (04): 247-251.
- WANG Zhaobo, GAO Chuanbo. Luxi Guilaizhuang Gold Deposit's Genesis[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2001, (04): 247-251.
- 肖淳. 山东省平邑县归来庄地区金矿综合信息成矿预测[D]. 焦作:河南理工大学, 2012.
- XIAO Chun. Gold Deposit Mineralization Prognosis of Synthetic Information in the Guilaizhuang Area, Pingyi County of Shandong Province[D]. Jiaozuo: Henan University of Technology, 2012.
- 杜显彪, 甘延景, 郑海涛. 鲁西铜石地区金矿床地质特征及找矿远景[J]. 金属矿山, 2016, (01): 105-109.
- DU Xianbiao, GAN Yanjing, ZHENG Haitao. Geological Characteristics and Prospecting Prospect of Gold Deposits in Tongshi Area, Western Shandong Province[J]. Metal Mine, 2006, (01): 105-109.
- 于学峰. 山东平邑归来庄矿田金矿成矿作用成矿规律与找矿方向研究[D]. 青岛:山东科技大学, 2010.
- YU Xuefeng. Study on Gold Mineralization Ore-forming Rules and Prospecting Direction of Guilaizhuang Gold Mine in Pingyi County in Shandong Province[D]. Qingdao: Shandong University of Science and Technology, 2010.
- 张国权. 山东省平邑归来庄金矿深部矿床特征及成矿规律研究[J]. 山东国土资源, 2017, 33(09): 7-13.
- ZHANG Guoquan. Study on Characteristics and Mechanism of Deep Deposits in Guilaizhuang Gold Deposit in Pingyi County of Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2017, 33(09): 7-13.
- 郭谱. 鲁西中生代金成矿的地球动力学背景研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2014.
- GUO Pu. Geodynamic setting of Mesozoic gold metallogeny in the western Shandong Province[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2014.
- 王茂争. 山东省榆林矿区金矿地质特征与找矿标志研究[J]. 中国金属通报, 2018, (12): 60+62.
- WANG Maozheng. Geological Characteristics and Prospecting Criteria of Gold Deposits in Yulin Mining Area, Shandong Province[J]. China Metal Bulletin, 2018, (12): 60+62.
- 徐安泰, 王洪洋, 马小丽, 等. 归来庄金矿床似层状碳酸盐岩型金矿体赋存规律探讨[J]. 中国金属通报, 2018, 990(03): 248-249.
- XU Antai, WANG Hongyang, MA Xiaoli, et al. Discussion on Occurrence Law of Stratoid Carbonate Type Gold Deposit in Guilaizhuang Gold Deposit[J]. China Metal Bulletin, 2018, 990(03): 248-249.
- 陶涛. 山东沂南金矿床含矿杂岩体岩石学与地球化学研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2009.
- TAO Tao. Petrography and Geochemistry of Ore-bearing Complex of Yinan Gold Deposit, Shandong Province [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2009.
- 董树义. 山东沂南金矿床成因与成矿规律和成矿预测[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2008.
- DONG Shuyi. Genesis, Metallogenic Regularity and Metallogenic Prognosis of Yinan Gold Deposit, Shandong Province[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2008.
- 沈远超, 曾庆栋, 刘铁兵, 等. 山东平邑卓家庄金矿地质特征及成矿预测[J]. 地质与勘探, 2000, 36(04): 20-23.
- SHEN Yuanchao, ZENG Qingdong, LIU Tiebing, et al. Geological Features and Metallogenic Prognostication of Zhuojiazhuang Gold Deposit, Pingyi County, Shandong Province[J]. Geology and Prospecting, 2000, 36(04): 20-23.
- 吕朋菊, 张明利, 朱兴珊. 泰山周围下古生界与泰山群不整合面上滑动构造的发现[J]. 地质论评, 1990, 36(5): 473.
- LÜ Pengju, ZHANG Mingli, ZHU Xingshan. Discovery of Sliding Structures on the Plane of Unconformity Between the Lower Paleozoic and the Taishan Group in the Vicinity of Taishan Mountains[J]. Geological Review, 1990, 36(5): 473.