

燕山北部崇礼-隆化-阜新构造带 形变特征及其控矿作用

吴 珍 汉

(中国地质科学院地质力学研究所)

摘 要 崇礼-隆化-阜新构造带是燕山北部重要的控岩控矿构造。晚华力西期—印支期,该构造带以韧性剪切变形为主,形成一系列近 EW 向断续分布的韧性剪切带。燕山期,该构造带以脆性-脆性断裂变形为主,在早期韧性剪切变形的基础上叠加一系列同方向的高角度压性-压扭性逆冲断裂。喜马拉雅期,该构造带仍有一定的继承性活动,以张扭性-扭性断裂活动为主。

崇礼-隆化-阜新构造带对金矿化分布有明显的制约作用。在空间上,该构造带控制了张家口-隆化-阜新金矿带及其中 5 个金矿化集中区的展布;在时间上,该构造带不同类型的形变伴有不同类型的金矿化。该构造带与 NE 向、NW 向断裂带的复合部位是金矿成矿的有利部位。

关键词 形变特征 构造演化 控矿作用 燕山北部

燕山北部地区分布着一条近 EW 向展布的大型构造带,即崇礼-隆化-阜新构造带。该构造带具有复杂的形成、演化历史,是一条重要的区域性控岩控矿构造。前人对其西段(崇礼-赤城段)的形变特征及其控岩、控矿规律作过一定的研究工作^[1-3],而对其中段(丰宁-隆化段)与东段(松树沟-排山楼段)的研究相对薄弱。

本文在野外调研与室内综合研究的基础上,结合在中段承德大庙地区的构造填图结果,分析该构造带形成演化历史及各期形变特征,进而剖析其对金矿化时空分布的控制作用。

1 构造带基本特点及其形变历史

1.1 空间展布特点

崇礼-隆化-阜新构造带总体呈近 EW 向展布,长达 700km,最宽达 30km;西起尚义,经张家口、崇礼、赤城、丰宁与隆化,向东经宁城延至阜新以东,直至于辽河西缘(图 1)。该纬向构造带被多条新华夏系 NE-NNE 向主干断裂所切错,分为西段(崇礼-赤城段)、中段(丰宁-隆化段)和东段(松树沟-排山楼段)。西段与中段主要发育于太古宙-早元古代中深变质岩系内,局部穿切中生代火山-沉积岩系;而其东段则主要发育于中生代火山-沉积岩系覆盖区,并且

受到 NE- NNE向断裂的强烈切割与改造作用。借助于 1: 20万彩色 TM卫片与 1: 50万 MSS黑白卫片的解译工作,较好地揭示出该构造带东段的延展情况。

崇礼-隆化-阜新构造带主要由一系列近平行分布的 EW向韧性剪切带、高角度逆冲断裂及其伴生褶曲、弱变形与未变形岩块所构成,局部发育飞来峰构造;沿该构造带尚分布有 18个规模较大的中生代中酸性侵入体与 10余个基性、超基性岩体(图 1图 2)。

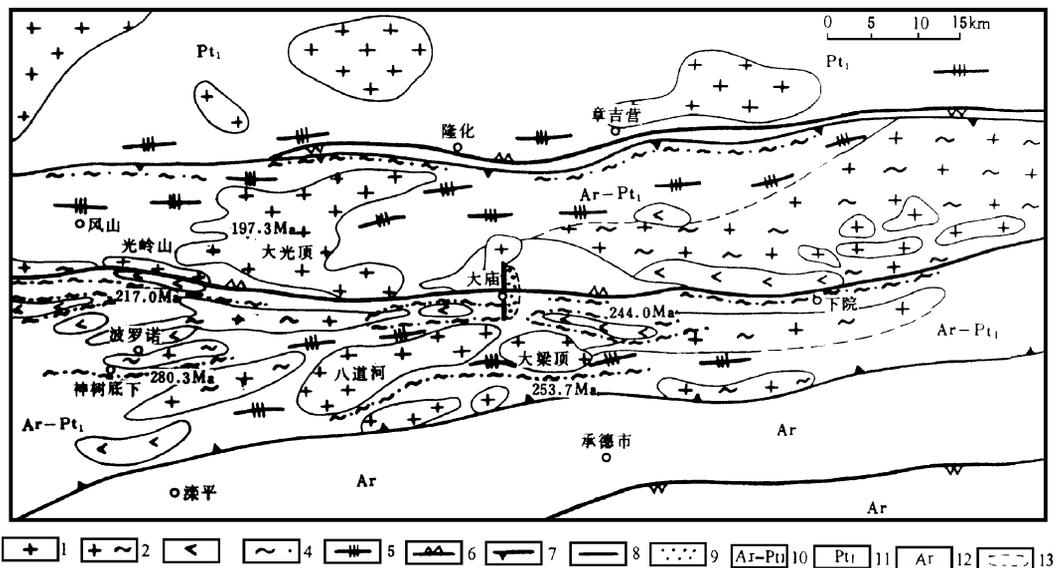


图 2 承德大庙地区晚华力西期-印支期古构造图

Fig. 2 Variscan-Indosinian palaeotectonics of Damiao area near Chengde city

1. 中酸性侵入岩; 2. 混合花岗岩、混合岩; 3. 基性、超基性岩; 4. 韧性剪切带; 5. 片理化带; 6. 逆冲断裂;
7. 韧性剪切变形带边界; 8. 断层; 9. 早侏罗世砂砾岩; 10. 太古宙-早元古代变质岩系; 11. 早元古代变质岩系;
12. 太古宙变质杂岩; 13. 推测、隐伏地质界线

1.2 韧性剪切带的组构特征与形成时代

近年来,在崇礼-隆化-阜新构造带相继查明 20多条长 20- 100km呈近 EW向展布的韧性剪切带。在中段承德大庙地区,通过详细的构造填图工作,在原晚太古代单塔子群变质岩系内新查明 12条 EW向韧性剪切带(图 2)。典型的较大规模韧性剪切带如西段的崇礼-赤城韧性剪切带、后沟韧性剪切带、小营盘韧性剪切带,中段的丰宁长阁-风山韧性剪切带、隆化-长青韧性剪切带、光岭山-大庙韧性剪切带、毛兰沟-高寺台韧性剪切带、小三岔口韧性剪切带,东段的松树沟韧性剪切带、下府韧性剪切带、排山楼韧性剪切带等(图 1)。这些韧性剪切带空间上呈近平行相间排列,隔以弱变形或未变形岩块,大部分发育于太古宙-早元古代中深变质岩系内,局部穿切中上元古界碎屑岩-碳酸盐岩系(图 1图 2图 3)。

韧性剪切带糜棱岩内发育动态重结晶结构、眼球状构造、石英的塑性拉长与拔丝结构、S-C组构、核幔结构与云母鱼、角闪石鱼等组构。糜棱岩片理以东西走向与高倾角(45°以上)为特征(图 3)。在赤城西(图 3a)、光岭山、高寺台等地,韧性剪切带切过晚华力西期-印支早期基性-超基性岩体,形成深绿色的似流纹状构造的强变形流变带。在韧性剪切带强应变中心,石英光轴具有显著定向性,平行于糜棱岩片理面。由韧性剪切中心向外,应变逐步减小,石英光轴的

定向性逐渐变弱,至未变形围岩,石英光轴的定向性变得不明显(图 4)。

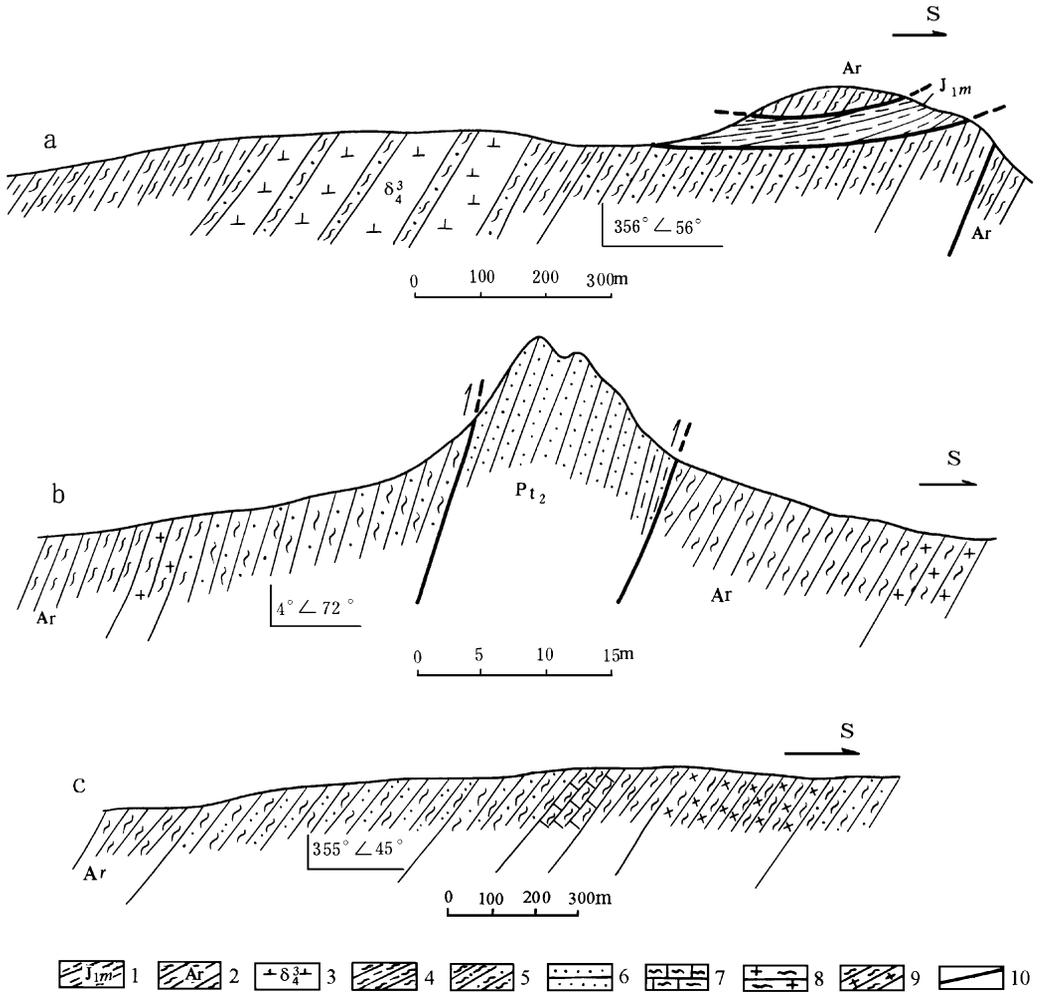


图 3 崇礼-赤城-隆化-阜新构造带典型剖面图

Fig. 3 Cross section of west, middle and east Chongli-Longhua-Fuxin structural zone

- a. 西段赤城西顺手剖面; b. 中段隆化西地质剖面; c. 东段阜新东排山楼金矿区顺手剖面; 1. 早侏罗世门头沟组煤系地层; 2. 太古宙变质岩系; 3. 晚古生代晚期辉长-闪长岩; 4. 糜棱岩化混合岩; 5. 糜棱岩; 6. 砂砾岩; 7. 白云质糜棱岩; 8. 混合岩; 9. 矿体; 10. 逆冲-推覆断裂

沿这些韧性剪切带,侵入了大量轴向近 EW 向的晚华力西期-印支期岩体,韧性剪切带既控制了这些岩体的空间展布,又穿切了其中大部分岩体,被穿切岩体的时代均大于 197Ma (图 2)。韧性剪切变形基本未延入侏罗纪地层之内,在大庙见早侏罗世煤系地层呈角度不整合盖于糜棱岩之上(图 2)。在崇礼东测得糜棱岩内绿泥石的 K-Ar 法年龄为 195.0Ma;在大庙韧性剪切带,测得其糜棱岩内角闪石的 $Ar^{39}-Ar^{40}$ 法坪年龄为 280.3Ma(图 5);在阜新排山楼韧性剪切带,测得其糜棱岩内黑云母的形成时期为晚华力西期-印支期(据骆辉,1995)。依据这些资料,推断崇礼-隆化-阜新构造带韧性剪切变形主要发生于 280.3-195.0Ma,属晚华力西期

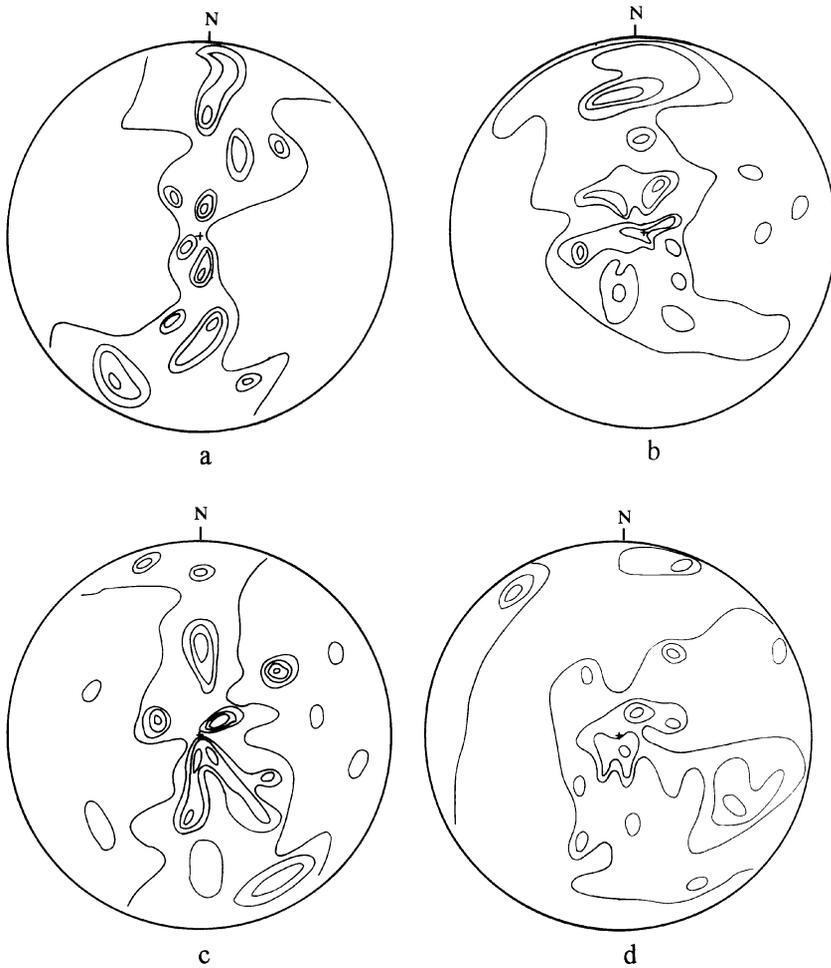


图 4 大庙韧性剪切带 X光岩组图

Fig. 4 X-ray texture map of Damiao ductile shear zone

a. 韧性剪切带中心; b. 韧性剪切带内侧; c. 韧性剪切带外侧; d. 韧性剪切带外部围岩

1.3 逆冲断裂及其主要形成活动时期

沿崇礼-隆化-阜新构造带,发育强烈的以脆性-脆性变形为主的 EW 向高角度压性-压扭性逆冲推覆断裂构造,其中规模较大的断裂有崇礼-赤城断裂、东坪断裂、张家口-小营盘断裂、丰宁-隆化断裂、光岭山-大庙断裂、长青断裂、宁城-松树沟断裂、阜新盆地北缘断裂等。这些断裂大部分断面向北倾斜,倾角大于 60° (图 3a b),属高角度逆冲断裂,其中央有中上元古界(碳酸盐岩与碎屑岩)弱变形 EW 向条带状岩块;局部断裂倾角较小,为 $7-30^\circ$,沿主断面发育飞来峰(图 3a)。断裂破碎带较宽,达数十米至上千米,其中发育大量大小不等的构造透镜体、长透镜状弱变形岩块、挤压片理、碎裂岩及断层泥,伴有较广泛的绿泥石化,控制了数十个燕山期中酸性侵入体的空间展布。

在崇礼南、西双台、隆化西大两间房、鸡冠子西山、章吉营等地,厚达 10-1500m 的弱变形

的中上元古界碳酸盐岩碎屑岩系呈长透镜状、扁豆状与条带状无根“漂浮”于逆冲断裂带内部,在隆化东、西两侧一带形成 EW 向展布的线状尖棱山脊(图 3b) 逆冲断裂带普遍穿切晚华力西期-印支期岩体与糜棱岩带(图 3a b) 在赤城西部西双台与四道沟一带,断裂带内的早侏罗世门头沟组煤系地层发生了绿片岩相动力变质作用与强烈的片理化。在东段宁城-松树沟一带,近

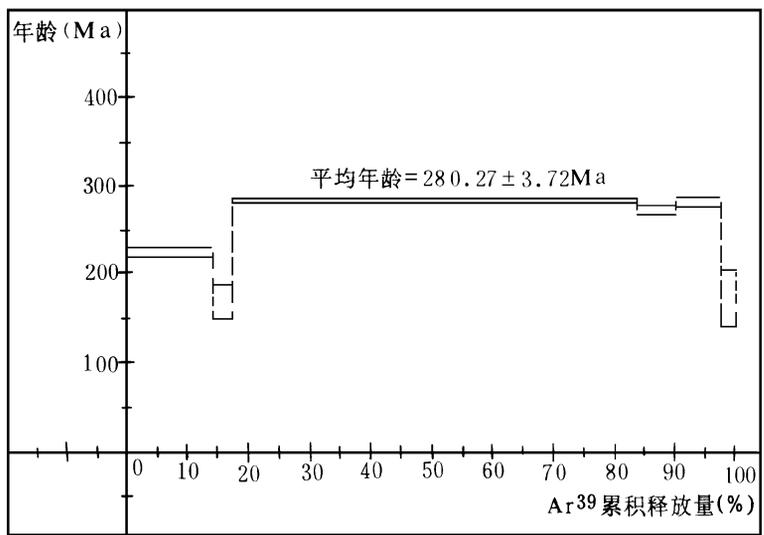


图 5 大庙糜棱岩角闪石 $Ar^{39}-Ar^{40}$ 法坪年龄图谱

Fig. 5 $Ar^{39}-Ar^{40}$ plateau age of hornblende of Damiao ductile shear zone

EW 向压性-压扭性断裂明显穿切侏罗纪-白垩纪火山-沉积岩系,部分断裂成为中生代火山-沉积盆地的重要边界断裂(图 1)。根据这些特点,推断这些 EW 向逆冲断裂的主要形成、活动时期为燕山期,部分逆冲断裂可能形成于更早的晚华力西期-印支期,但在燕山期有强烈的继承性活动。

1.4 喜马拉雅期构造活动性

崇礼-隆化-阜新构造带内一些断裂在喜马拉雅期仍有一定的继承性活动。西段沿该构造带发育线性展布的断层三角面、线状沟谷与水系;中段沿丰宁-隆化断裂带形成颇具特色的脊状、鸡冠状山系;在大庙、下双台等地见断裂局部穿切第四纪砂砾层;崇礼-赤城断裂构成坝上高原地貌的南界,控制了第三纪汉诺坝玄武岩与部分新生代火山口、现代温泉与微地震的空间展布。这些都是该构造带内 EW 向断裂在喜马拉雅期有继承性活动的良好标志。

野外观察与震源机制解资料表明,包括崇礼-隆化-阜新构造带在内的燕山及邻区,新生代断裂活动以张性-张扭性为主。

1.5 形变历史

综上所述,崇礼-隆化-阜新构造带具有复杂的构造演化历史,不同时期形变特点不同。晚华力西期-印支期该构造带的雏形已基本形成,以强烈的韧性剪切变形为主;燕山期该构造带的活动性进一步增强,在早期韧性剪切变形的基础上叠加同方向以高角度为主的逆冲断裂活动,其结构面力学性质以压性-压扭性为主;喜马拉雅期,该构造带的活动性较弱,仅部分断裂有继承性活动,结构面力学性质以张扭性-扭性为主。

2 构造控矿特点

沿崇礼-隆化-阜新构造带分布近百个金矿床、矿点与矿化点,其中有 12 个大中型金矿床,构成燕山北部规模最大且最为重要的近 EW 向金矿成矿带(图 1)。近年来,沿该构造带的金矿

找矿工作不断取得新的突破,相继发现有重要经济意义的东坪金矿、后沟金矿与排山楼金矿等大中型金矿床。进一步深入研究该构造带构造控矿规律对今后的找矿勘探工作具有一定的指导意义。

2.1 对金矿空间分布的制约关系

崇礼-隆化-阜新构造带对金矿床的空间分布有显著的控制作用,控制了张家口-隆化-排山楼近 EW 向金矿带的空间展布。在该纬向构造带与新华夏系 NE-NNE 向区域性主干断裂的复合部位,形成串珠状分布的 5 个金矿化集中区,即张家口金矿集中区、窄岭金矿集中区、叶柏寿金矿集中区、金厂沟梁金矿集中区与排山楼金矿集中区。大部分大中型金矿都分布于这些金矿集中区内。在这些 EW 向韧性剪切带中心的高应变区,发育排山楼韧性剪切型金矿(图 3c);在受纬向断裂控制的碱性岩体内发育后沟与东坪碱性岩型金矿;而在 EW 向断裂与 NE-NNE 向及 NW 向断裂的交叉复合部位,发育小营盘与金厂沟梁东侧的二道沟、窄岭等石英脉型与火山岩型金矿床。

2.2 构造变形与金矿化在时间上的相关关系

根据已有的野外地质观察资料与同位素地质年龄资料,能较好地确定崇礼-隆化-阜新构造带内重要金矿床的成矿时期^[1-5]。张家口金矿集中区内的小营盘金矿、东坪金矿、张全庄金矿、下新营金矿、水晶屯金矿与韩家沟金矿矿石铅同位素二阶段模式年龄为 170Ma^[5];后沟金矿矿石与蚀变围岩的 K-Ar 法年龄为 216.5-145Ma^[1-3];响水沟金矿蚀变矿物长石的 K-Ar 法年龄为 170.5Ma(宋瑞先,1979)。金厂沟梁金矿集中区内,金厂沟梁金矿成矿时代(经蚀变围岩与矿石的 K-Ar 法测年)为 121.71-117.93Ma^[6];二道沟金矿矿脉穿切早燕山期楼上闪长岩体与早白垩世中酸性火山岩,金矿主要形成于晚燕山期。排山楼金矿容矿围岩部分为中元古界白云岩,控矿构造(排山楼韧性剪切带)穿切华力西期花岗岩而被早燕山期形成的锦西-医巫闾山断裂带所穿切,金矿化主要形成于晚华力西期-印支期。其他大部分金矿床也都与中生代构造-岩浆活动存在明显成因联系。

对该构造带内重要金矿床的成矿时期作进一步统计分析,发现崇礼-隆化-阜新构造带内金矿成矿作用主要发生于晚华力西期-印支早期与燕山期;各期金矿化强度与构造变形强度呈良好正相关关系,构造演化的阶段性对金矿成矿的阶段性存在明显制约作用(图 6)。

3 构造形变类型与金矿化类型的对应关系

分布于崇礼-隆化-阜新构造带的金矿床据其矿床地质特征与矿化特点可分为排山楼式韧性剪切型金矿、后沟式碱性岩型金矿与小营盘式石英脉型金矿 3 种主要矿床(或矿化)类型,分别与不同时期、不同类型的形变存在成因联系(表 1)。

韧性剪切型金矿主要发育于晚华力西期-印支期 EW 向韧性剪切带高应变区,矿化与韧性剪切变形存在时间、空间与成因上的密切关系(图 3c、图 6、表 1),典型实例如排山楼金矿床。石英脉型金矿主要发育于燕山期脆性-韧脆性断裂裂隙内,金矿化明显受区域性的 EW 向逆冲断裂及其分支与配套小断层所控制,与沿断裂带分布的燕山期中酸性侵入体或火山机构存在成因联系,如小营盘金矿、风山东侧的马架子金矿、窄岭金矿、金厂沟梁金矿与二道沟金矿等。碱性岩型金矿主要与晚华力西期-印支期碱性岩浆就位、韧性剪切变形及钾化存在密切关系,如后沟金矿^[1];部分与燕山期断裂-岩浆活动的叠加存在成因联系,如东坪金矿与中山沟金矿。因此,金矿化类型与构造变形类型存在显著相关关系。

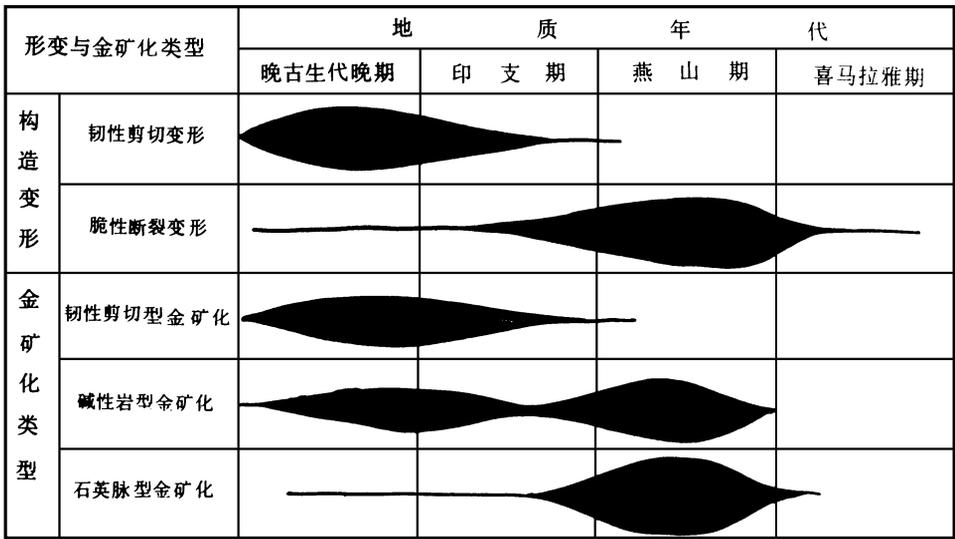


图 6 崇礼-隆化-阜新构造带形变与金矿化强度演化图

Fig. 6 Relationship between of structural deformation intensity and gold mineralization intensity in Chongli-Longhua-Fuxin tectonic zone

表 1 崇礼-赤城-隆化-阜新构造带金矿床分类

Table 1 Classification of gold deposits in Chongli-Longhua-Fuxin tectonic zone

金 矿 类 型	赋 矿 围 岩	容 矿 构 造	主要围岩 蚀变类型	矿 化 类 型	矿床实例
排山楼式 韧性剪切型金矿	太古宙 早元古代中深变质岩系、糜棱岩	EW向韧性剪切带内高应变区	黑云母化、硅化及黄铁矿化	韧性剪切型金矿化	排山楼金矿床
后沟式 碱性岩型金矿	晚古生代-中生代碱性岩类	EW向、NE向、NWW向脆性、韧性断裂	钾化、微斜长石化、硅化等	蚀变岩型与石英脉型金矿化并存,一些矿区以蚀变岩型矿化为主	后沟金矿床、东坪金矿床、中山沟金矿
小营盘式 石英脉型金矿	太古宙中深变质岩系、中生代中酸性侵入岩	EW向、NE向、NW向脆性断裂带	绢英岩化、绿泥石化、绢云母化、硅化、钾化	石英脉型金矿化为主,一些矿区伴有蚀变岩型金矿化	小营盘金矿床、马架子金矿床、老米沟门金矿床、沙金沟金矿床、韩家沟金矿床等

本文是地矿部“八五”重大基础项目“燕山地区中生代陆内造山作用”研究的部分成果,有关工作是在项目负责人崔盛芹教授的精心指导下完成的,文中不足之处难免,请专家们批评指正。

参 考 文 献

- 1 向树元, 叶俊林, 刘杰, 后沟 - 水泉沟碱性正长岩体的成因及其与金矿成矿关系. 现代地质, 1992, 6(1).
- 2 王国灿, 潭应佳, 王方正, 冀北崇礼 - 赤城大断裂的多相逆冲. 地球科学, 1992, 17(6).
- 3 王郁, 蒋心明, 商木元, 王正坤, 冀西北与偏碱性岩有关的金矿床地质特征及成因. 地质论评, 1994, 40(4).
- 4 吴珍汉, 燕山地区中生代构造控矿型式. 地质与勘探, 1993, 29(11).
- 5 吴珍汉, 燕山地区金、银成矿期与成矿演化. 地质科技情报, 1991, 10(3).
- 6 王建平, 刘永山等, 内蒙古金厂沟梁金矿控矿构造分析. 北京: 地质出版社, 1992.

DEFORMATION FEATURES OF CHONGLI-LONGHUA-FUXIN STRUCTURAL ZONE AND ITS CONTROL OF MINERALIZATION

Wu Zhenhan

(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

Abstract The Chongli-Longhua-Fuxin structural zone is of importance controlling magma intrusion and gold mineralization in the northern Yanshan area. In late Variscan-Indosinian stage, it was dominated by ductile shearing and formed a series of discontinuous east-west trending ductile shear zones. In Ysashanian stage, it was characterized by ductile-brittle and brittle faulting and formed a series of east-west trending high-angle thrust faults superposed on the early mylonite zones. In Himalayan stage, fault activity succeeded.

The Chongli-Longhua-Fuxin structural zone has exerted a notable control over gold mineralization, such as the spatial distribution of Zhangjiakou-Longhua-Fuxin gold mineralization and the five gold concentrations. Temporally different types of deformation within the zone are accompanied by different types of gold mineralization. Its compounding with north-east and northwest trending faults is favorable for gold mineralization.

Key words deformational features, tectonic evolution, ore-control, northern Yanshan area

作 者 简 介

吴珍汉, 男, 1965年生, 副研究员. 1993年获构造地质(地质力学)专业博士学位, 主要从事古构造、区域构造与区域成矿研究工作. 通讯地址: 北京市海淀区民族学院南路 11号地质力学研究所. 邮政编码: 100081