

李振宏, 杨永恒, 渠洪杰, 等. 晋东北地区侏罗纪地层划分、时代重新厘定及其地质意义[J]. 中国地质, 2015, 42(4): 1046–1058.

Li Zhenhong, Yang Yongheng, Qu Hongjie, et al. Redefinition of Jurassic strata in northeastern Shanxi and its tectonic implications[J]. Geology in China, 2015, 42(4): 1046–1058(in Chinese with English abstract).

## 晋东北地区侏罗纪地层划分、时代重新厘定 及其地质意义

李振宏<sup>1</sup> 杨永恒<sup>2</sup> 渠洪杰<sup>1</sup> 公王斌<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2. 中油辽河油田分公司, 辽宁 盘锦 124010)

**摘要:** 利用地层序列中火山碎屑岩、凝灰岩及其火山岩锆石 U–Pb 同位素测年, 对晋东北地区侏罗纪地层时代进行了重新厘定。取得了以下主要认识: (1) 确认宁武—静乐盆地地下侏罗统永定庄组的存在; (2) 宁武—静乐盆地天池河组可以与鄂尔多斯盆地安定组相对比, 归属于中侏罗统; (3) 浑源盆地髻髻山组应归属于中侏罗统上部, 该套火山岩地层在整个燕—辽地区具有穿时性; (4) 广灵盆地中侏罗统窑坡组底部厚层砾岩的沉积时代可能与燕山造山带的南大岭组相当, 应该属于早侏罗世至中侏罗世早期构造运动的产物。通过地层序列的重新厘定, 确认了 159.0~(152.77±0.63) Ma 区域角度不整合的存在, 该期构造运动可能与侏罗纪东亚大陆多向汇聚产生的远程效应有关。

**关键词:** 侏罗纪; 永定庄组; 天池河组; 髻髻山组; 窑坡组

中图分类号: P534.52 文献标志码: A 文章编号: 1000–3657(2015)04–1046–13

## Redefinition of Jurassic strata in northeastern Shanxi and its tectonic implications

LI Zhen–hong<sup>1</sup>, YANG Yong–heng<sup>2</sup>, QU Hong–jie<sup>1</sup>, GONG Wang–bin<sup>1</sup>

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China; 2. Liaohe Oilfield of CNPC, Panjing 124010, Liaoning, China)

**Abstract:** Based on regional stratigraphic correlation and using zircon dating method of tuff and volcanoclastic rocks in the Jurassic stratigraphic sequence, the authors re–divided and defined Jurassic stratigraphic sequence. Some conclusions have been reached: (1) The stratigraphic age of Yongdingzhuang Formation in Ningwu–Jingle basin is identified as the lower Jurassic; (2) The middle Jurassic Tianchihe Formation may be compared to Anding Formation of Ordos basin, and therefore the stratigraphic age of Anding Formation in the controversy should be redefined to the middle Jurassic; (3) The Tiaojishan Formation is redefined to the middle Jurassic in Huyuan basin, this stratum has the diachronistic nature in the Yanshan orogenic belt; (4) The sedimentary time of basal conglomerate of Yaopo Formation in Guangling basin can be equivalent to Nandaling Formation of Yanshan orogenic belt, the basal conglomerate should be the product of tectonic movement in early Jurassic and early middle Jurassic. By the redefinition and redivision of Jurassic stratigraphic sequence in northeastern Shanxi, the angle disconformity between 159.0Ma and (152.77±0.63)

收稿日期: 2014–07–08; 改回日期: 2014–12–03

基金项目: 国家自然科学基金项目(41372122)、中国地质调查局地质调查项目(1212011121095)联合资助。

作者简介: 李振宏, 男, 1973 年生, 博士, 主要从事沉积盆地与造山带方面研究; E-mail: lizhenhong@126.com。

Ma is confirmed, and this is dynamically associated with distant field effects produced by synchronous convergences toward the East Asia continent of different plates (Siberia, Paleo-Pacific, Tethys).

**Key words:** Jurassic; Yongdingzhuang Formation; Tianchihe Formation; Tiaojiashan Formation; Yaopo Formation

**About the first author:** LI Zhen-hong, male, born in 1973, doctor, majors in sedimentology; E-mail: lizhenhong@126.com.

晋东北地区的侏罗纪地层分布区,地处太平洋西侧陆缘火山活动带与中国西北部内陆盆地的交接地带。其地层和古生物群类型,兼具上述二区的基本特征。位于山西北东部的灵丘—浑源一带,火山岩发育,显示冀北和燕山地区的特点,属于燕山地层序列<sup>[1-4]</sup>;位于山西省西部的大同、宁武等地,河湖相沉积发育,显示鄂尔多斯盆地沉积的特点,其中所夹少量火山岩沉积表明该区是鄂尔多斯盆地稳定区与燕山火山活动区的过渡类型<sup>[5-6]</sup>。因此,本次研究以晋东北地区侏罗纪露头区为研究对象(图

1),通过地层序列中火山岩夹层的锆石U-Pb同位素测年,厘定各套地层序列发育的具体时限,搞清侏罗纪河湖相地层序列与火山岩地层序列在时间上的相互关系,重建华北克拉通北缘侏罗纪构造演化过程。

### 1 侏罗纪地层原划分方案

根据最新的1:25万区域地质图岢岚县幅(2004)<sup>①</sup>和应县幅(2002)<sup>②</sup>的地质调查成果,晋东北地区侏罗纪地质露头主要集中在宁武—静乐盆地、

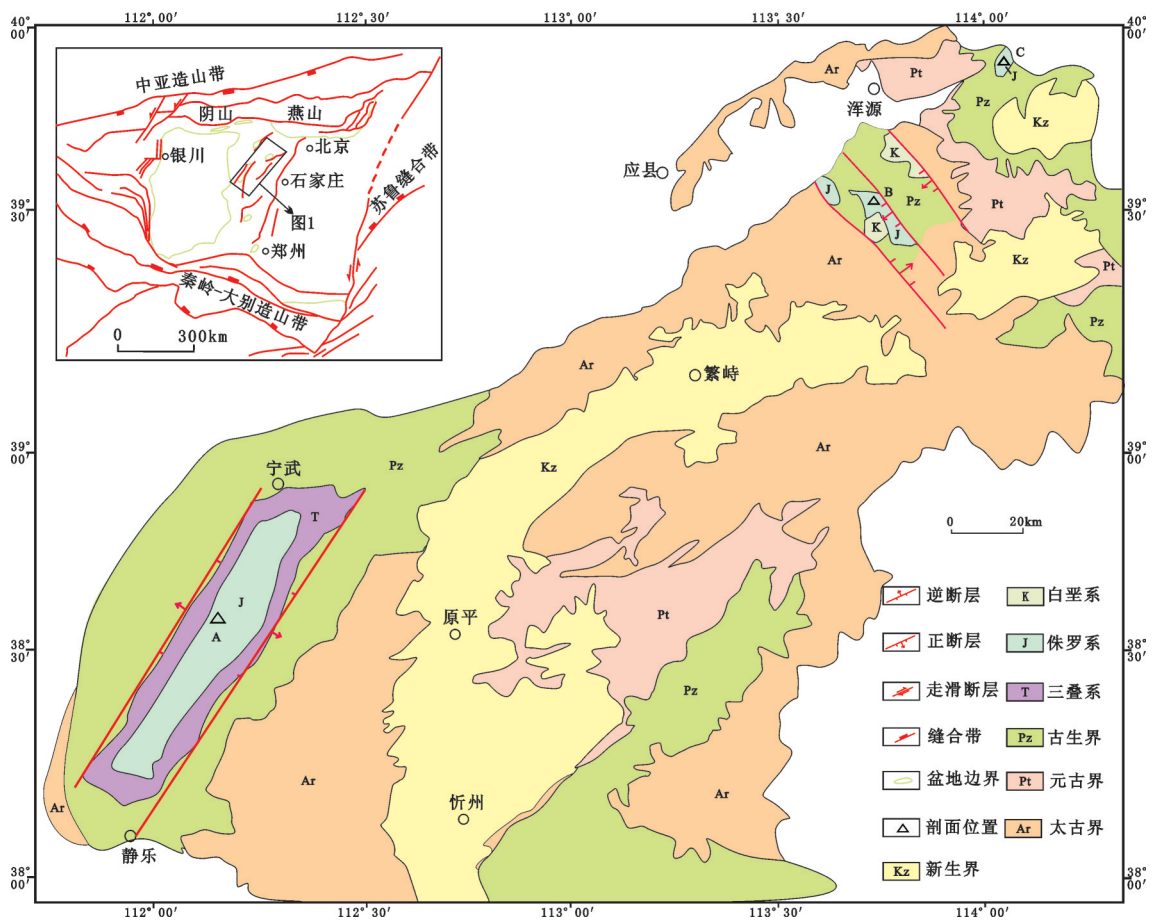


图1 晋东北地区区域地质图  
Fig.1 Geological sketch map of northeastern Shanxi

① 山西省地质调查院. 1:25万岢岚县幅区域地质调查报告. 2004.  
② 山西省地质调查院. 1:25万应县幅区域地质调查报告. 2002.

浑源盆地和广灵盆地(图1)。

### 1.1 宁武—静乐盆地

宁武—静乐盆地侏罗纪地层自下而上包括下侏罗统永定庄组( $J_{1y}$ )、中侏罗统大同组( $J_{2d}$ )、云岗组( $J_{2yg}$ )和天池河组( $J_{2t}$ ),缺失上侏罗统(图2)。

永定庄组( $J_{1y}$ ):为山西省区域地层表编写组与山西矿业学院、大同矿务局于1975年协商创立,始见于文献[7]。命名地点在大同市口泉沟永定庄,代表性剖面为口泉华严寺剖面<sup>①</sup>。该套地层是指大同煤田大同组之下一套不含煤的河流相碎屑岩地层,下部以灰白、灰黄色含砾、砂砾岩为主,夹少量粉砂岩;上部以紫、黄、灰、绿等杂色粉砂岩夹粉砂质泥岩为主,夹砂岩、砂砾岩。自20世纪50年代以来,不少地质工作者认为在宁武—静乐盆地侏罗系均属于中侏罗统,不存在下侏罗统永定庄组<sup>[2]</sup>。最新的1:25万区域地质调查认为宁武—静乐盆地存在下侏罗统永定庄组<sup>[8-9]</sup>。其主要依据为:(1)永定庄组与下伏地层呈平行不整合接触(图3-a),永定庄组底部可见1~2层砾岩、砂砾岩或者含砾砂岩,砾石磨圆度好、分选差,砾径一般2~10 cm,最大可以达到20 cm,砾石成分几乎全部为硅质;(2)恐龙化石的发现,在永定庄组中上部浅黄绿色砂岩中发现蜥脚类恐龙肋骨、肱骨、腿骨化石,化石较集中;(3)火山碎屑岩的发现,在永定庄组中下部发现1~3层厚度不一、发育不均的凝灰质砂岩、凝灰岩,岩屑多为安山岩类,并且自盆地东北至西南逐步消失,推测可能与冀西的南大岭组安山岩时代相当,但缺乏具体的测年数据。

大同组( $J_{2d}$ ):系山西省地层表编写组1979年所称的大同组,指大同煤田 $K_{21}$ 标志层之下的煤系地层。本组为还原条件下的河湖相煤系地层。呈灰至浅黄绿色砂、泥岩,与炭质页岩、煤层互层;夹泥灰岩透镜体及菱铁质结核。厚度320~450 m。纵向上韵律清晰,一般发育7~13个韵律层。本组下部砂岩发育,呈厚层状粗—细粒砂岩夹炭质页岩、薄煤层、硅质岩及紫红色砂质泥岩;中部为炭质泥岩夹粉砂岩,呈中细粒砂岩与砂质泥岩、粉砂岩、炭质泥岩互层,夹3层薄煤层,东北部地段局部可采;上部泥岩、泥灰岩透镜体和煤层相对发育,为区内可采煤层的赋存层位。本组含有丰富的植物化石,在层位上与鄂尔多斯盆地的延安组相当。

云岗组( $J_{2yg}$ ):该组最早建于云岗盆地,系指大同组含煤地层之上,云岗盆地旧高山安山岩之下的一套地层,以一套稳定发育的薄层流纹质凝灰岩及硅质结晶灰岩作为云岗组顶部的标志。在宁武—静乐盆地,该组为弱还原—弱氧化条件下的河湖相碎屑岩地层。其中,上部有少量火山碎屑岩沉积、湖相碳酸盐沉积。自下而上划分为三段,具有清晰的韵律特征。第一段以黄绿色长石砂岩或长石石英砂岩为主,间夹少量黄绿色砂质泥岩;第二段黄绿、灰绿色长石砂岩或石英砂岩与暗紫红色、灰绿色砂质泥岩互层,砂质泥岩内夹泥灰岩透镜体或者瘤状泥灰岩层,一般具有4~5个韵律;第三段以暗紫红色砂质泥岩夹暗紫红色凝灰质砂岩、流纹质凝灰岩或含火山岩屑的砂岩,砂质泥岩内富含凝灰质的瘤状泥灰岩。本组北东部碎屑岩比例大、粒度粗,南西部碎屑岩粒度细而碳酸盐沉积相对发育,上部的火山碎屑岩沉积以北东部相对发育,向南西方向明显减少。根据1:25万岢岚幅区域地质调查结果<sup>②</sup>,在大同组、云岗组中采集到植物化石,属于 *Coniopteris hymenophylloides*—*Nilssoniopteris vittata*—*Phoenicopsis speciosa* 植物组合的锥叶蕨属、蚌壳蕨属、似根属、苏铁类、银杏类等植物化石分子,故将上述两个组归属为侏罗系中统。

天池河组( $J_{2t}$ ):该组为山西省区域地层表编写组创立,首次见于文献[10]。集中分布在宁武—静乐盆地迭台寺、宁化堡一带,构成宁武—静乐向斜核部。命名地为流经宁武县迭台寺的天池河一带,代表性剖面为宁武县郭家庄剖面,辅助剖面为陈家半沟剖面。本组为氧化条件下的红色碎屑岩地层,以紫红色、暗紫红色中、细粒长石砂岩和长石石英砂岩为主,夹少量紫红色砂质泥岩。横向变化不大,岩性特征基本稳定,砂岩普遍发育斜层理。天池河组生物群特征不详,地质时代不能确定,但其岩性、岩相、沉积环境特征均与云岗组具有连续性。区域地层对比上与其相当的鄂尔多斯盆地安定组中、上部,均有化石发现。根据其中所含介形虫、腹足类、双壳类、鱼类化石的鉴定意见,应归入中侏罗世。但根据孢粉化石的研究结果,裸子植物花粉占87%,蕨类孢子仅占13%,这类孢粉组合在国外均以晚侏罗世为主<sup>[11]</sup>。因此,安定组的地层时

① 王守义,阎还中.山西省各时代地层总结——山西的侏罗系及白垩系. 1984.

② 山西省地质调查院. 1:25万岢岚县幅区域地质调查报告. 2004.

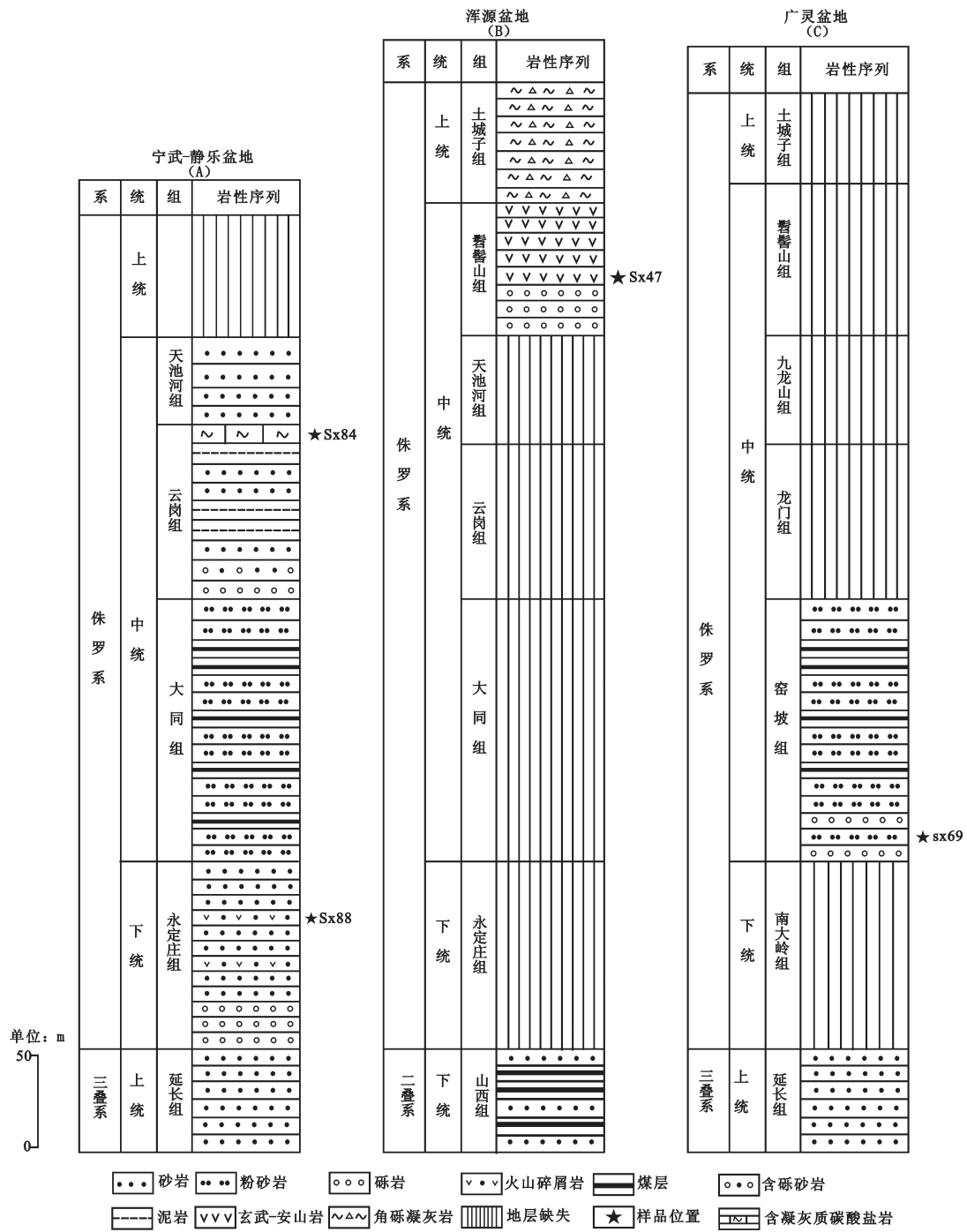


图2 晋东北地区侏罗纪典型地层序列(剖面位置见图1)  
 Fig.2 Typical Jurassic stratigraphic sequence of northeastern Shanxi (for section location see Fig. 1)

代归属也一直存在着争议,目前主要将其定义为中侏罗世晚期,但缺乏具体的年龄依据。

### 1.2 浑源盆地

根据最新的1:25万区域地质图应县幅(2002)<sup>①</sup>,浑源盆地目前仅保留了中侏罗统髫髻山组(J<sub>2</sub>tf)和上侏罗统土城子组(J<sub>3</sub>tc),缺失了下侏罗统及中侏罗统的大部分地层。

髫髻山组(J<sub>2</sub>tf):该组地层时代的确定主要是依据与燕山造山带的地层对比而确立的。本区为一套以基性—中基性火山喷出岩为主,夹有角砾凝灰岩、凝灰质砂砾岩等火山碎屑岩的火山—沉积地层。底部均发育有15~30 m的灰—灰紫色砂质砾岩,砾石成分复杂,由灰岩、燧石、泥岩、砂岩及火山岩等组成。该砾岩段发育不稳定,且成分、结构成熟度均较低,具快速堆积特征。上部为玄武岩、杏仁状安山玄武岩、玄武—安山质集块岩及安山玄武质集块凝灰(角砾)岩等。其下伏由南向北层位为山西组至石盒子组,具抬高趋势,均呈角度不整合接触(图3-b)。对于整个辽西—冀北地区,髫髻山组底部的年龄具有明显的穿时性。在承德盆地,张宏等(2008)获得了(164.4±2.7) Ma的年龄<sup>[12]</sup>,而在北京西山盆地,赵越等(2004)获得了(157±3) Ma的年龄<sup>[13]</sup>。该区对于髫髻山组火山岩目前缺乏准确的测年数据。

土城子组(J<sub>3</sub>tc):该组在山西境内尚未发现化石,但冀北、辽西的土城子组以及鄂尔多斯盆地的

芬芳河组均见化石,通过地层对比将其确定为晚侏罗世的沉积。本区土城子组为一套酸性火山碎屑岩夹火山熔岩、以含膨润土层为特征、底部具冲积砾岩的沉积—火山岩系。该组底部一般稳定发育粗碎屑岩层,岩性为紫红色凝灰质砾岩、砂砾岩,局部为灰—灰绿色中细粒凝灰质长石砂岩,横向上厚度极不稳定,一般厚0.1~0.4 m。下部岩性以流纹质凝灰岩、流纹质凝灰角砾(熔)岩、流纹质晶屑—玻屑凝灰岩等为主,上部以一套稳定发育的膨润土层为特征,全区可以追踪对比。

### 1.3 广灵盆地

该区侏罗系仅保留中侏罗统窑坡组(J<sub>2</sub>y),分别与上覆地层下白垩统张家口组流纹岩以及下伏地层奥陶系冶里组灰岩呈平行不整合接触。山西省区域地层表编写组将其称为大同组<sup>[7]</sup>。同期,河北省、天津市区域地层表编写组将相邻的蔚县煤田的该地层称为窑坡组<sup>[11]</sup>。王守义等(1984)<sup>②</sup>认为该套地层与大同组尚有一定的差异,其上覆地层与冀北、燕山地区相似,故采用燕山地区的地层划分方案,称该地层为窑坡组。本组为还原条件下以河湖相为主的含煤碎屑岩地层。岩性为浅灰色、灰黄色砂岩、砂质页岩夹粘土质页岩、炭质页岩,含煤7~10层。纵向韵律特征明显,一般以紫、灰、褐黄等杂色粘土岩及砾岩为底,平行不整合于下古生界灰岩之上。下部及底部地层横向变化大,砾岩最大厚度可

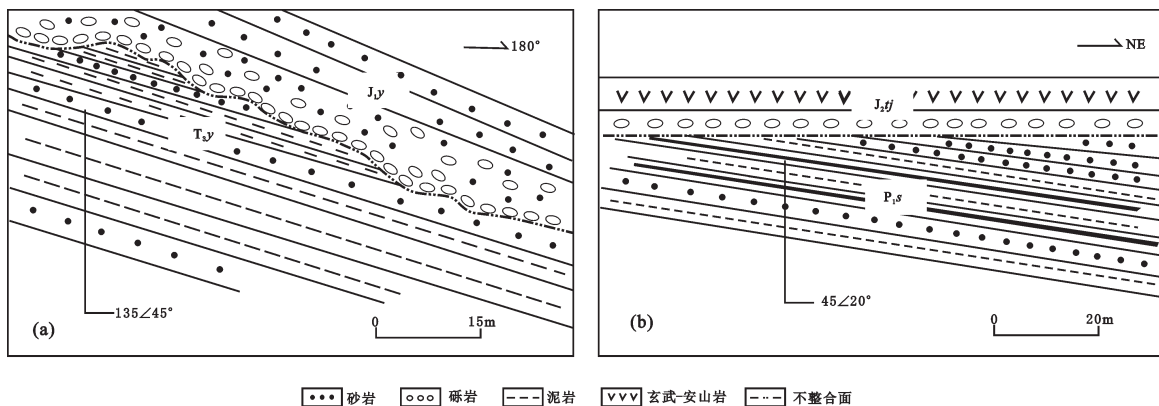


图3 晋东北地区侏罗纪地层接触关系

a—下侏罗统永定庄组(J<sub>1</sub>y)与上三叠统延长组(T<sub>3</sub>y)平行不整合接触;b—中侏罗统髫髻山组(J<sub>2</sub>tf)与下二叠统山西组(P<sub>1</sub>s)角度不整合接触

Fig.3 Jurassic stratigraphic contact relationship of northeastern Shanxi

a—Parallel unconformity between lower Jurassic Yongdingzhuang Formation (J<sub>1</sub>y) and upper Jurassic Yanchang Formation (T<sub>3</sub>y); b—Angular unconformity between middle Jurassic Tiaojishan Formation (J<sub>2</sub>tf) and lower Jurassic Shanxi Formation (P<sub>1</sub>s)

① 山西省地质调查院. 1:25万应县幅区域地质调查报告. 2002.

② 王守义, 阎还中. 山西省各时代地层总结——山西的侏罗系及白垩系. 1984.

达百余米。根据区域地层对比分析,窑坡组含煤层系属于中侏罗统毋庸置疑,但其底部巨厚砾岩沉积时代仍值得进一步探讨。

## 2 锆石U-Pb同位素测年

晋东北地区侏罗纪地层序列兼具鄂尔多斯盆地稳定区域和燕山造山带活动带的特点。在整个地层序列中,原划分方案中的下侏罗统永定庄组中下部、中侏罗统云岗组的顶部、中侏罗统窑坡组底部巨厚砾岩中均含有火山碎屑岩夹层和凝灰岩层,中侏罗统髫髻山组中部为一套安山-玄武岩系列,这些为利用锆石U-Pb同位素测年确定地层的精确年龄提供了有利条件。下侏罗统永定庄组火山碎屑岩(sx88)、中侏罗统云岗组顶部凝灰质碳酸盐岩(sx84)的测年方法及结果详见文献[14]。

本次研究进一步对中侏罗统髫髻山组底部的安山岩(sx47, 39°40'1.3"N, 113°47'40.1"E)、中侏罗统窑坡组底部巨厚砾岩中的凝灰岩夹层(sx69, 39°54'34.2"N, 114°14'43.5"E)的年龄利用LA-ICP-MS锆石U-Pb同位素测年做进一步确定。锆石分选工作在河北省廊坊区域地质调查所实验室完成。野外采集新鲜岩石样品,将样品粉碎至80目,然后经过用水粗淘、强磁分选、电磁分选和用酒精细淘之后,在实体显微镜下手工挑选锆石。对挑选出的锆石制作锆石环氧树脂靶,经过打磨和抛光后,拍摄锆石反射光和透射光、阴极荧光(CL)图像。锆石测年分别在天津地质矿产研究所同位素实验室(sx69)和中国地质科学院矿产资源研究所同位素实验室(sx47)完成。详细的分析测试和数据处理方法分别详见文献[15]和[16]。

## 3 结果及讨论

### 3.1 地层时代重新厘定

本次研究在对晋东北地区侏罗纪露头地层序列中的火山碎屑岩、凝灰岩及其火山岩进行精确的锆石U-Pb同位素测年的基础上,结合最新国际地层表地层年龄的划分标准和区域地层的基本认识,对宁武-静乐盆地下侏罗统永定庄组、中侏罗统天池河组,浑源盆地的中侏罗统髫髻山组,广灵盆地中侏罗统窑坡组底部砾岩的沉积时代进行了重新划分或厘定(图4)。

#### 3.1.1 永定庄组

宁武-静乐盆地是否存在下侏罗统永定庄组(J<sub>1y</sub>)地层一直存在着争议,尽管1:25万区域地质图崞崮县幅(2004)填图成果在该套地层中获得了恐龙化石,并且发现了2~3套火山碎屑岩,根据与燕山造山带的地层对比,确定火山碎屑岩可能与南大岭组玄武-安山岩同期,但缺乏具体年代学的制约。文献[14]对该套地层中的上部火山碎屑岩进行了锆石U-Pb同位素测年,获得了(179.2±0.79) Ma的谐和年龄(sx88),进而确认了该套地层的时代归属于下侏罗统(图4,图5-a)。同时,文献[17]报道了北京西山侏罗纪南大岭组玄武岩的锆石结晶年龄,在所获得的115个锆石年龄中,5颗锆石的年龄集中在(174.0±8.0 Ma),代表了南大岭组玄武岩喷发的年龄。该组年龄与文献[14]报道的宁武-静乐盆地地下侏罗统永定庄组火山碎屑岩的年龄基本一致,并且该组火山岩从宁武-静乐盆地的北东向南西方向逐步尖灭,推测其物源可能来自于北东方向的燕山造山带。

#### 3.1.2 天池河组

宁武-静乐盆地中侏罗统天池河组(J<sub>2t</sub>)缺乏古生物化石,其地层时代的归属主要通过和鄂尔多斯盆地安定组的对比进行限定,但安定组古生物化石的限定倾向于中侏罗世晚期,而孢粉化石的确定更倾向于晚侏罗世甚至早白垩世。文献[14]对中侏罗统云岗组(J<sub>2yg</sub>)顶部的凝灰质碳酸盐岩进行了锆石U-Pb同位素测年(sx84),获得了(160.6±0.55) Ma的谐和年龄(图5-b)。根据国际地层表的推荐年龄<sup>[18]</sup>,中、上侏罗统的界限大致位于(161.2±4.0) Ma,天池河组的地层时代应当归属于上侏罗统,但根据目前燕-辽地区地层的普遍认识,仍将其归属于中侏罗统上部(图4)。另外,该套凝灰质碳酸盐岩地层可以与鄂尔多斯盆地安定组底部的碳酸盐岩地层具有较好的对比性,进而可以确定鄂尔多斯盆地安定组的地层时代应归属于中侏罗统上部。

#### 3.1.3 髫髻山组

髫髻山组玄武-安山岩的喷发时限一直被研究燕山运动的学者所关注,将其定义为燕山运动的起始时限<sup>[19-22]</sup>。但该套火山序列具有明显的穿时性,不同区域喷发时限存在明显的差异。浑源盆地侏罗纪火山序列在区域上位于燕山地区的最西段,其喷发时限不仅决定着该套火山岩的地层时代,而

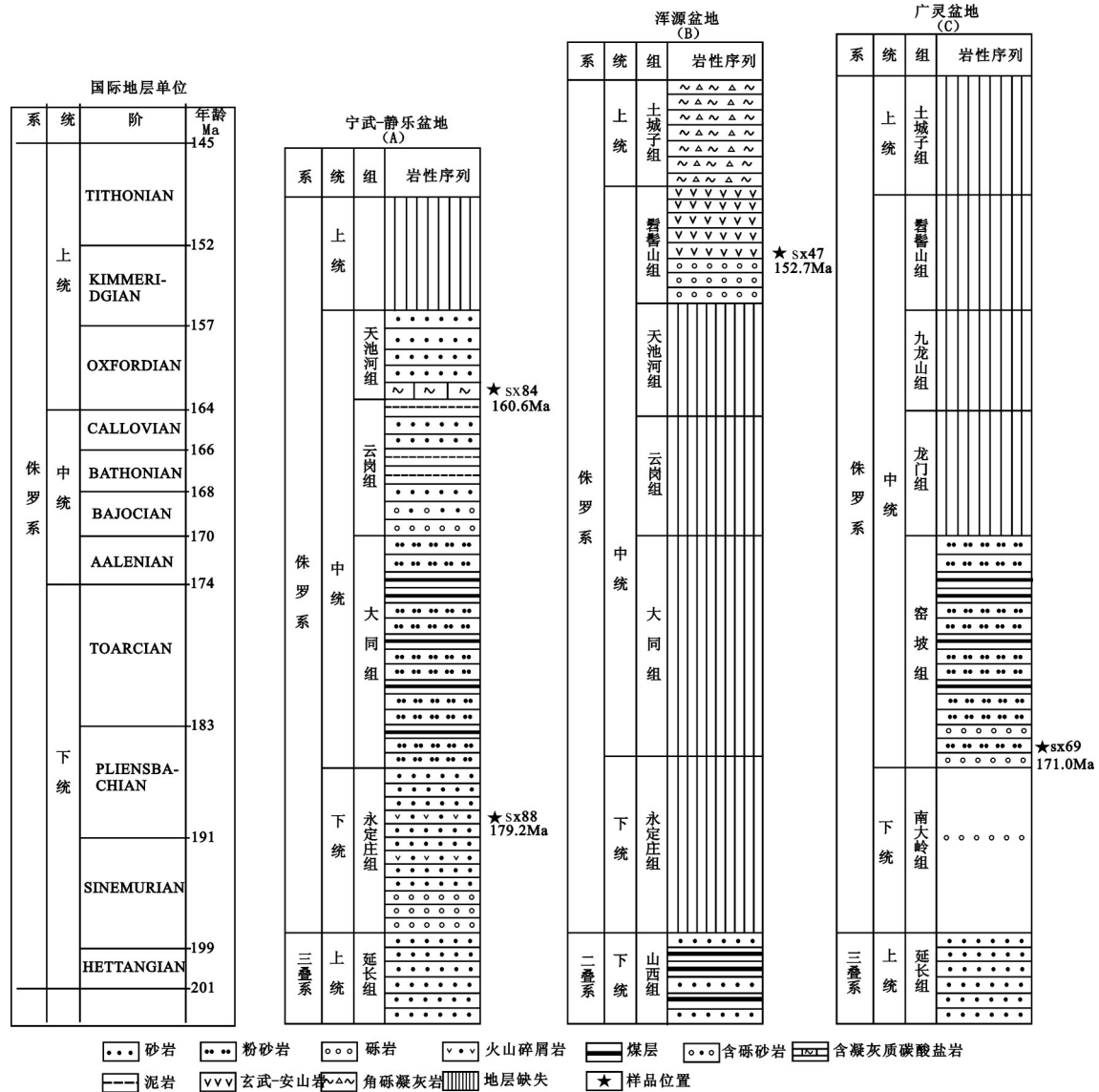


图4 晋东北地区侏罗纪地层重新划分与厘定  
 Fig.4 Jurassic stratigraphic redefinition and redi- vision of northeastern Shanxi

且对于大地构造背景的探讨也具有十分重要的意义。本次研究的髫髻山组火山岩采集于官王铺剖面玄武-安山岩的底部,样品编号 sx47,其地层时代代表了火山岩的最早喷发时限。锆石具有明显的岩浆环带(图6),共测试有效样品点24个(表1),锆石年龄段主要集中于150.6~153.9 Ma,谐和年龄为(152.77±0.63) Ma(图5-c)。该组的岩石组成、特征都与区域上(如冀北-辽西)的髫髻山组或蓝旗组均无二别,本次仍将其归属为中侏罗统的上部。

3.1.4 窑坡组底部砾岩

广灵盆地窑坡组含煤层系属于中侏罗世地层,

已得到了广泛的认可。但对于其底部厚层砾岩的时代归属在原划分方案中将其归属于窑坡组的底部层系,该套方案划分是否合理对于解释华北克拉通北缘晚三叠世至早侏罗世的构造背景尤其重要。本次研究通过详细的野外地质调查,在广灵板塔寺剖面该套砾岩的上部发现了一套凝灰岩层,样品编号 sx69,利用锆石U-Pb同位素测年对其年代学进行了厘定。锆石具有明显的岩浆环带(图6),共测试有效样品点20个(表2),其中介于169~172 Ma的样品点9个,谐和年龄为(171.0±1.0) Ma,代表了该套凝灰岩的喷发时限(图5-d)。另外,还有

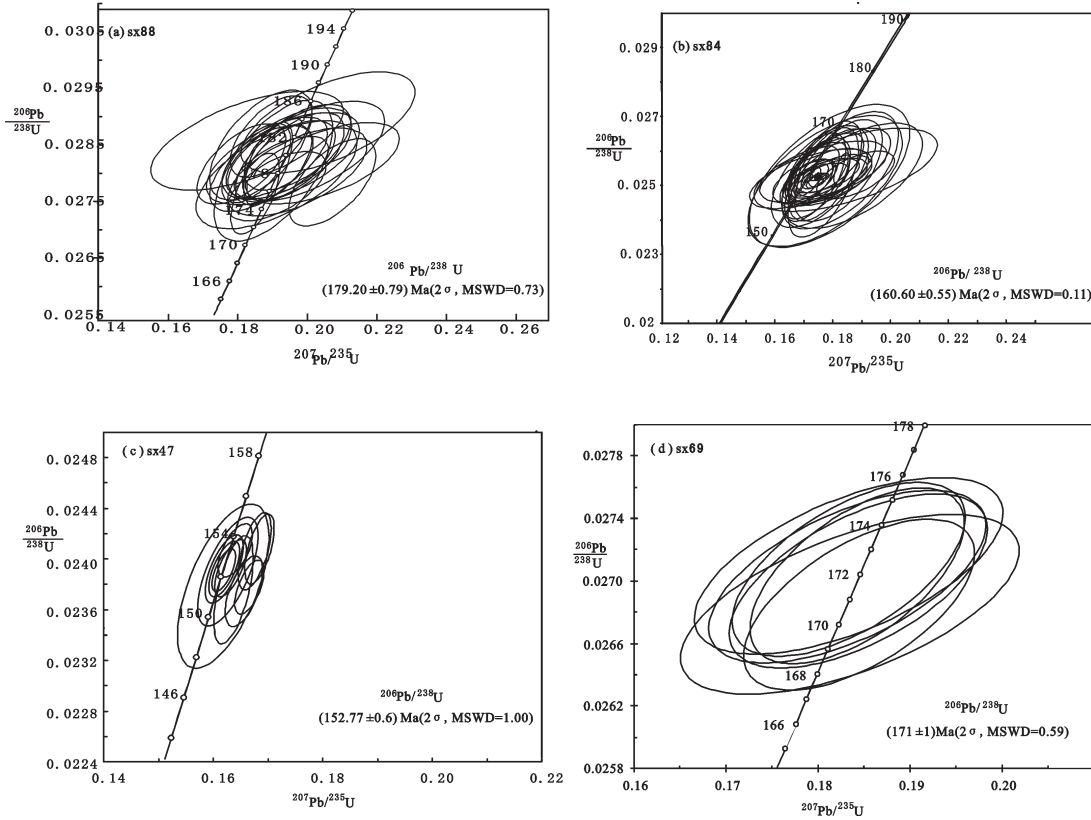


图5 晋东北地区侏罗纪火山岩锆石U-Pb谐和图(图a,b据文献[14])

Fig.5 Zircon U-Pb concordia diagram of volcanic rocks of northeastern Shanxi( Fig. a and b after reference [14])

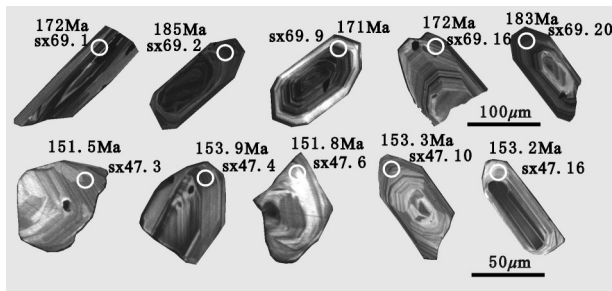


图6 典型岩浆锆石阴极发光图像

Fig.6 Representative cathodoluminescence (CL) images of zircon grains

183 Ma、185 Ma 的两个年龄点。由于该套砾岩较厚,本次测试的样品点位于砾岩较高的部位,推测中、下部可能还存在凝灰岩夹层。因此,该套砾岩的形成时代可能横跨早侏罗世和中侏罗世早期,与燕山造山带的南大岭组时代相当。

### 3.2 地质意义

本次研究对下侏罗统永定庄组以及中侏罗统

天池河组、髫髻山组地层时代的重新确定,对于探讨华北克拉通北缘侏罗纪构造背景具有重要的指导意义。

宁武—静乐盆地下侏罗统永定庄组中部火山碎屑岩锆石年龄(179.2±0.79) Ma,证明了该套河流相沉积属于早侏罗世沉积。其下伏的延长组地层中含 *Annalepis-Tongchuaniphyllum* 植物组合带及以 *Euestheria shensiensis-Euestheria cf. minuta* 为代表的叶肢介化石,属中三叠世晚期<sup>[9]</sup>。二者之间呈平行不整合接触。广灵盆地板塔寺剖面窑坡组底部砾岩凝灰岩夹层锆石年龄(171.0±1.0) Ma,结合文献[17]对北京西山南大岭组玄武—安山岩锆石年龄的测试结果,将该套砾岩限定为早侏罗世沉积<sup>[17]</sup>。其下伏地层为奥陶系亮甲山组灰岩,二者之间为平行不整合接触,与宁武—静乐盆地三叠系与侏罗系之间的平行不整合为同期构造运动的产物。这说明在晚三叠世至早侏罗世期间,华北克拉通北缘存在一期整体的隆升剥蚀。研究区东北部



表1 浑源盆地上侏罗统髫髻山组安山岩锆石U-Pb年龄数据(sx47)  
Table1 U-Pb isotope dating results for the Andesite zircons from the Tiaojishan Formation in the Hunyuan basin (sx47)

点号	含量/ $10^{-6}$		Th/U	同位素比值				同位素年龄/Ma							
	Th	U		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 $\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 $\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 $\sigma$		
1	430.6678	278.9191	1.5441	0.1126	0.0003	4.5222	0.0224	0.2910	0.0011	1842.29	4.47	1735.06	4.11	1646.7586	5.63
2	25.4326	17.9881	1.4139	0.0510	0.0013	0.1712	0.0044	0.0244	0.0002	242.66	57.39	160.45	3.82	155.5294	1.26
3	57.9224	42.8327	1.3523	0.0512	0.0010	0.1715	0.0036	0.0243	0.0002	250.06	42.58	160.71	3.13	154.6255	1.41
4	150.3100	110.649	1.3584	0.0517	0.0012	0.1693	0.004	0.0238	0.0003	275.99	51.84	158.81	3.48	151.5633	1.60
5	468.8278	258.3301	1.8148	0.0533	0.0009	0.1778	0.0033	0.0242	0.0002	342.65	40.73	166.15	2.82	153.9671	1.16
6	241.7403	248.8922	0.9713	0.0524	0.0004	0.3400	0.0029	0.0471	0.0002	301.91	18.51	297.19	2.22	296.5703	1.22
7	94.4348	85.3512	1.1064	0.0522	0.0029	0.1730	0.0115	0.0238	0.0002	294.50	125.90	162.05	9.92	151.869	1.51
8	201.4236	158.0728	1.2742	0.0505	0.0005	0.1707	0.0021	0.0245	0.0002	216.74	24.06	160.02	1.85	156.2796	1.12
9	55.2473	86.4045	0.6394	0.0534	0.0011	0.1794	0.0038	0.0244	0.0002	346.35	48.14	167.55	3.29	155.1866	0.98
10	165.6547	226.9035	0.7301	0.1752	0.0005	10.1073	0.06	0.4186	0.0024	2609.26	4.63	2444.63	5.48	2254.1153	10.91
11	190.8594	225.2892	0.8472	0.0508	0.0005	0.1666	0.0018	0.0238	0.0001	235.25	20.36	156.49	1.54	151.4880	0.88
12	108.5536	140.3083	0.7737	0.0494	0.0005	0.1641	0.0021	0.0241	0.0001	168.60	25.92	154.24	1.80	153.3131	0.87
13	67.2621	144.6901	0.4649	0.0540	0.0008	0.1854	0.003	0.0249	0.0002	372.27	63.88	172.69	2.56	158.5339	1.07
14	77.5838	78.9222	0.983	0.0542	0.001	0.1836	0.0037	0.0246	0.0002	375.98	36.10	171.11	3.16	156.5368	1.22
15	198.9297	71.9410	2.7652	0.0549	0.0013	0.3544	0.0101	0.0468	0.0007	409.31	47.21	308.05	7.57	294.6823	4.43
16	127.3371	156.5593	0.8133	0.0497	0.0004	0.1658	0.0017	0.0242	0.0001	183.41	24.99	155.79	1.52	154.0532	0.94
17	93.2708	97.6841	0.9548	0.0515	0.0006	0.1677	0.0024	0.0236	0.0002	264.88	32.40	157.43	2.09	150.6789	1.36
18	144.3105	155.5476	0.9278	0.0505	0.0004	0.1676	0.002	0.0241	0.0002	220.44	20.36	157.32	1.72	153.2650	1.26
19	55.7340	62.0441	0.8983	0.0493	0.0014	0.1618	0.0055	0.0238	0.0004	161.19	63.87	152.31	4.79	151.5486	2.69
20	271.9397	183.4389	1.4825	0.0500	0.0004	0.1637	0.0024	0.0238	0.0003	194.52	18.51	153.95	2.06	151.3621	1.77
21	6.8301	39.9777	0.1708	0.0550	0.0023	0.3573	0.0161	0.0471	0.0006	413.01	94.43	310.19	12.08	296.4465	3.57
22	103.778	126.0776	0.8231	0.0515	0.0005	0.1713	0.0021	0.0241	0.0002	264.88	22.22	160.54	1.84	153.6726	1.21
23	526.9924	291.0498	1.8107	0.0507	0.0004	0.1684	0.0018	0.0241	0.0002	227.84	14.81	158.06	1.53	153.3758	1.14
24	64.1291	83.5506	0.7675	0.0507	0.0006	0.1656	0.0023	0.0237	0.0002	227.84	29.62	155.62	1.96	151.2866	1.15

表2 广灵盆地中侏罗统窑坡组底部凝灰岩锆石U-Pb年龄数据(sx69)

Table 2 U-Pb isotope dating results for the tuffaceous zircons from the Yaopo Formation at the bottom of Middle Jurassic in Guangling basin (sx69)

点号	含量/ $10^{-6}$		Th/U	同位素比值						同位素年龄/Ma					
	Th	U		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$1\sigma$
1	263.9	618	0.4269	0.0266	0.0002	0.1829	0.0057	0.0499	0.0014	169	1	171	5	191	64
2	441.8	784	0.5632	0.0265	0.0002	0.2129	0.0053	0.0583	0.0012	169	1	196	5	539	43
3	351.8	738	0.4766	0.0268	0.0002	0.1845	0.0051	0.0498	0.0012	171	1	172	5	187	55
4	400.3	834	0.4802	0.0270	0.0002	0.1843	0.0048	0.0494	0.0011	172	1	172	4	168	51
5	193.5	516	0.3750	0.0271	0.0002	0.1833	0.0069	0.0491	0.0016	172	1	171	6	151	78
6	119.5	520	0.2298	0.4734	0.0039	10.7469	0.2188	0.1647	0.0025	2498	20	2501	51	2504	26
7	228.8	529	0.4327	0.0271	0.0002	0.1833	0.0052	0.0491	0.0012	172	1	171	5	153	57
8	565.1	476	1.1871	0.0270	0.0002	0.1844	0.0057	0.0495	0.0014	172	1	172	5	173	64
9	382	347	1.1001	0.0269	0.0002	0.1835	0.0075	0.0496	0.0019	171	1	171	7	174	87
10	402.1	340	1.1826	0.0291	0.0002	0.2420	0.0089	0.0603	0.0021	185	2	220	8	615	74
11	35.8	45	0.8013	0.0461	0.0005	0.5138	0.0546	0.0808	0.0089	291	3	421	45	1216	216
12	54.1	93	0.5851	0.3233	0.0027	4.9084	0.1100	0.1101	0.0019	1806	15	1804	40	1801	32
13	136.6	208	0.6563	0.0329	0.0003	0.2948	0.0147	0.0650	0.0029	209	2	262	13	775	95
14	69.8	90	0.7794	0.3245	0.0028	4.9312	0.1059	0.1102	0.0018	1811	16	1808	39	1803	30
15	72.4	75	0.9681	0.3375	0.0028	5.3440	0.1123	0.1148	0.0019	1875	15	1876	39	1877	29
16	705.6	481	1.4672	0.0270	0.0002	0.1832	0.0062	0.0492	0.0015	172	1	171	6	156	73
17	59.2	68	0.8707	0.3233	0.0027	4.9289	0.1034	0.1106	0.0018	1806	15	1807	38	1809	29
18	41	91	0.4513	0.3234	0.0028	4.9280	0.1044	0.1105	0.0018	1807	16	1807	38	1808	30
19	191.5	388	0.4937	0.0295	0.0003	0.4061	0.0106	0.0997	0.0021	188	2	346	9	1618	39
20	399.4	629	0.6356	0.0288	0.0003	0.3098	0.0090	0.0780	0.0019	183	2	274	8	1147	49

的隆升强度远大于西南部,早侏罗世沉积奠基于晚三叠世北东高、南西低的古地貌背景。文献[23-25]对燕山构造带进行了系统的研究,并识别出了多期构造变形,最早的变形记录时代早于180 Ma,很可能介于晚三叠世至早侏罗世期间。

宁武-静乐盆地中侏罗统天池河组底部凝灰质碳酸盐岩锆石年龄为(160.6±0.55) Ma,根据沉积速率推测其顶部的年龄可能为159.0 Ma。该盆地缺失了中侏罗统天池河组以上地层。浑源盆地中侏罗统髫髻山组玄武-安山岩的底部年龄(152.77±0.63) Ma,与其下伏的二叠系山西组含煤地层角度不整合接触。根据天池河组顶部的年龄159.0 Ma和髫髻山组玄武-安山岩的底部年龄(152.77±0.63) Ma,推测在晚侏罗世159.0 Ma~(152.77±0.63) Ma之间,华北克拉通北缘存在一期强烈的构造运动,造成了华北克拉通整体缺失了该阶段的地层,仅在鄂尔多斯盆地西缘、大青山南缘局部地区存在巨厚的砾岩沉积<sup>[26-27]</sup>。该期构造运动发生的动力学背景

与周邻不同板块(古太平洋、西伯利亚、特提斯)同向东亚大陆汇聚产生的远程效应有关<sup>[28-34]</sup>。

## 4 结 论

通过本次研究对晋东北地区侏罗纪地层的时代归属进行了重新厘定:(1)确认了宁武-静乐盆地下侏罗统永定庄组的存在,将中侏罗统天池河组的时代归属划归为中侏罗统;(2)浑源盆地髫髻山组玄武-安山岩喷发时限应为中侏罗世晚期;(3)广灵盆地窑坡组底部厚砾岩层应为早侏罗世至中侏罗世早期构造运动的产物,在地层时代上应与燕山造山带的南大岭组时代相当。同时,根据地层接触关系推测出两期重要的构造运动:晚三叠世至早侏罗世华北克拉通的整体隆升剥蚀,晚侏罗世东亚大陆的多向汇聚(159.0 Ma~152.77±0.63 Ma)。

## 参考文献(References):

[1] Wong W H. Crustal movement and igneous activities in eastern

- China since Mesozoic time [J]. Bulletin of Geological Society of China, 1927, 6(1): 9-36.
- [2] Wong W H. The Mesozoic orogenic movement in eastern China [J]. Bulletin of Geological Society of China, 1929, 8: 33-44.
- [3] Cope T C. Sedimentary Evolution of the Yanshan Fold-thrust Belt, Northeast China [M]. Palo Alto: Stanford Uni., 2003: 1-230.
- [4] 赵越, 陈斌, 张拴宏, 等. 华北克拉通北缘及邻区前燕山期主要地质事件[J]. 中国地质, 2010, 37(4): 900-915.  
Zhao Yue, Chen Bin, Zhang Shuanhong, et al. Pre-Yanshanian geological events in the northern margin of the North China Craton and its adjacent areas [J]. Geology in China, 2010, 37(4): 900-915 (in Chinese with English abstract).
- [5] 杨遂正, 金文化, 李振宏. 鄂尔多斯多旋回叠合盆地形成与演化[J]. 天然气地球科学, 2006, 17(4): 494-498.  
Yang Suizheng, Jin Wenhua, Li Zhenhong. Multicycle superimposed basin form and evolution of Ordos basin [J]. Natural Gas Geoscience, 2006, 17 (4): 494-498 (in Chinese with English abstract).
- [6] 聂风军, 孙振江, 刘翼飞, 等. 大兴安岭岔路口矿区中生代多期岩浆活动与钼成矿作用[J]. 中国地质, 2013, 40(1): 273-286.  
Nie Fengjun, Sun Zhengjiang, Liu Yifei, et al. Mesozoic multiple magmatic activities and molybdenum mineralization in the Chalukou ore district, Da Hinggan Mountains [J]. Geology in China, 2013, 40(1): 273-286 (in Chinese with English abstract).
- [7] 山西省地层表编写组. 华北地区区域地层表山西省分册. 北京: 地质出版社, 1979.  
Writing group of regional stratigraphic table of Shanxi Province. Regional stratigraphic table of North China—volume of Shanxi Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1979 (in Chinese).
- [8] 山西省地质矿产局. 山西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Shanxi Province. Regional Geology of Shanxi Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989 (in Chinese).
- [9] 卫彦升, 谢飞跃. 宁武—静乐盆地永定庄组的发现及其地质意义[J]. 太原科技, 2007, 6: 22-23.  
Wei Yansheng, Xie Feiyue. The discovery of Yongdingzhuang Group in the Ningwu-Jingle basin and its geological meaning [J]. Taiyuan Sci-tech, 2007, 6: 22-23 (in Chinese with English abstract).
- [10] 陕西省地质矿产局. 陕西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Shaanxi Province. Regional Geology of Shaanxi Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989 (in Chinese).
- [11] 河北省、天津市区域地层表编写组. 华北地区区域地层表河北省、天津市分册 [M]. 北京: 地质出版社, 1979.  
Writing Group of Regional Stratigraphic Table of Hebei Province and Tianjin Municipality. Regional stratigraphic Table of North China—volume of Hebei Province and Tianjin Municipality [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1979 (in Chinese).
- [12] 张宏, 王明新, 柳小明. LA-ICP-MS 测年对辽西-冀北地区髫髻山组火山岩上限年龄的限定 [J]. 科学通报, 2008, 53(15): 1815-1824.  
Zhang Hong, Wang Mingxin, Liu Xiaoming. Constrains on the upper boundary age of the Tiaojishan Formation volcanic rocks in west Liaoning-North Hebei by LA-ICP-MS dating [J]. Chinese Science Bulletin, 2008, 53(15): 1815-1824 (in Chinese).
- [13] 赵越, 徐刚, 张拴宏, 等. 燕山运动与东亚构造体制的转变 [J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 319-328.  
Zhao Yue, Xu Gang, Zhang Shuanhong, et al. Yanshanian movement and conversion of tectonic regimes in East Asia [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(3): 319-328 (in Chinese with English abstract).
- [14] Li Zhenhong, Dong Shuwen, Qu Hongjie. Timing of the initiation of the Jurassic Yanshan movement on the North China Craton: evidence from sedimentary cycles, heavy minerals, geochemistry, and zircon U-Pb geochronology [J]. International Geology Review, 2014, 56 (3): 288-312.
- [15] 李怀坤, 朱士兴, 相振群, 等. 北京延庆高于庄组凝灰岩的锆石 U-Pb 定年研究及其对华北北部中元古界划分新方案的进一步约束 [J]. 岩石学报, 2010, 26(7): 2131-2140.  
Li Huaikun, Zhu Shixing, Xiang Zhenqun, et al. Zircon U-Pb dating on tuff bed from Gaoyuzhuang Formation in Yanqing, Beijing: Further constraints on the new subdivision of the Mesoproterozoic stratigraphy in the northern North China Craton [J]. Acta Petrologica Sinica, 2010, 26 (7): 2131-2140 (in Chinese with English abstract).
- [16] 侯可军, 李延河, 田有荣. LA-MC-ICP-MS 锆石微区原位 U-Pb 定年技术 [J]. 矿床地质, 2009, 28(4): 481-492.  
Hou Kejun, Li Yanhe, Tian Yourong. In situ U-Pb zircon dating using laser ablation multi ion counting ICP-MS [J]. Mineral Deposits, 2009, 28 (4): 481-492 (in Chinese with English abstract).
- [17] 赵越, 宋彪, 张拴宏, 等. 北京西山侏罗纪南大岭组玄武岩的继承锆石年代学及其含义 [J]. 地学前缘, 2006, 13(2): 184-190.  
Zhao Yue, Song Biao, Zhang Shuanhong, et al. Geochronology of inherited zircons from Jurassic Nadaling basalt of Western Hills of Beijing, North China: its implication [J]. Earth Science Frontier, 2006, 13(2): 184-190 (in Chinese with English abstract).

- [18] Gradstein F M ,Ogg J G, Smith A G. A New Geological Time Scale, With Special Reference to Precambrian and Neogene [J]. *Episodes*, 2004, 27(2): 27-29.
- [19] 董树文, 张岳桥, 龙长兴, 等. 中国侏罗纪构造变革与燕山运动新诠释[J]. *地质学报*, 2007, 81(11): 1449-1461.  
Dong Shuwen, Zhang Yueqiao, Long Changxiang, et al. Jurassic Tectonic Revolution in China and New Interpretation of the Yanshan Movement[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2007,81(11): 1449-1461 (in Chinese with English abstract).
- [20] 董树文, 张岳桥, 陈宣华, 等. 晚侏罗世东亚多向汇聚构造体系的形成与变形特征[J]. *地球学报*, 2008, 29(3): 306-317.  
Dong Shuwen, Zhang Yueqiao, Chen Xuanhua, et al. The formation and deformational characteristics of East Asia multi-direction convergent tectonic system in Late Jurassic[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2008, 29(3): 306-317 (in Chinese with English abstract).
- [21] 肖庆辉, 刘勇, 冯艳芳, 等. 中国东部中生代岩石圈演化与太平洋板块俯冲消减关系的讨论[J]. *中国地质*, 2010, 37(4): 1092-1101.  
Xiao Qinghui, Liu Yong, Feng Yanfang, et al. A preliminary study of the relationship between Mesozoic lithosphere evolution in eastern China and the subduction of the Pacific plate [J]. *Geology in China*, 2010, 37(4): 1092-1101 (in Chinese with English abstract).
- [22] 张岳桥, 董树文, 李建华, 等. 中生代多向挤压构造作用与四川盆地的形成和改造[J]. *中国地质*, 2011, 38(2): 233-250.  
Zhang Yueqiao, Dong Shuwen, Li Jianhua, et al. Mesozoic multi-directional compressional tectonics and formation-reformation of Sichuan basin[J]. *Geology in China*, 2011, 38(2): 233-250 (in Chinese with English abstract).
- [23] Davis G A, Wang C, Zheng Y D, et al. The enigmatic Yinshan fold- and thrust belt of northern China: new views on its intraplate contractional styles[J]. *Geology*, 1998, 26: 43-46.
- [24] Davis G A, Zheng Y D, Wang C, et al. Mesozoic tectonic evolution of the Yanshan fold and thrust belt: with emphasis on Hebei and Liaoning provinces, northern China//Hendrix, Davis Paleozoic and Mesozoic Tectonic Evolution of Central Asia: From Continental Assembly to intracontinental Deformation. Boulder, Colorado[J]. *Geological Society of America Memoir*, 2001, 194: 1-10.
- [25] 郑亚东, Davis G A, 王琮, 等. 燕山带中生代主要构造事件与板块构造背景问题[J]. *地质学报*, 2000, 74(4): 289-302.  
Zheng Yadong, Davis G A, Wang Cong, et al. Major Mesozoic tectonic events in the Yanshan Belt and the Plate tectonic setting [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2000, 74(4): 289-302(in Chinese with English abstract).
- [26] 刘池洋, 赵红格, 桂小军, 等. 鄂尔多斯盆地演化-改造的时空坐标及其成藏(矿)效应[J]. *地质学报*, 2006, 80(5): 617-638.  
Liu Chiyang, Zhao Hongge, Gui Xiaojun, et al. Space-time coordinate of the evolution and reformation and mineralization response in Ordos basin[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2006, 80(5): 617-638(in Chinese with English abstract).
- [27] 张岳桥, 董树文, 赵越, 等. 华北侏罗纪大地构造: 综述与新认识[J]. *地质学报*, 2007, 81(11): 1462-1480.  
Zhang Yueqiao, Dong Shuwen, Zhao Yue, et al. Jurassic tectonics of North China: a synthetic view[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2007, 81(11): 1462-1480 (in Chinese with English abstract).
- [28] Enkin R Z, Yang Z, Chen Y, et al. Paleomagnetic constrains on the geodynamic history of main Chinese blocks from the Permian to the present: a review [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1992, 97: 13953-13989.
- [29] Yin A, Nie S. A Phanerozoic Palinspastic reconstruction of China and its neighboring regions[C]//Yin A, Harrison T M(eds.). *The Tectonic Evolution of Asia*. Cambridge University Press, 1996: 442-485.
- [30] Li Sanzhong, Zhao Guochun, Dai Liming, et al. Mesozoic basin in eastern China and their bearing on the deconstruction of the North China Craton [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2012, 47: 64-79.
- [31] Zhu G, Wang Y S, Liu G S, et al.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of strike-slip motion on the Tan-Lu Fault zone, East China [J]. *Journal of Structural Geology*, 2005, 27: 1379-1398.
- [32] Wang q, Xu J F, Jian P. Petrogenesis of adakitic porphyries in an extensional tectonic setting, Dexing, South China: Implications for the genesis of porphyry copper mineralization [J]. *Journal of Petrology*, 2006, 47: 119-144.
- [33] 李三忠, 张国伟, 周立宏, 等. 中-新生代超级汇聚背景下的陆内差异变形: 华北伸展裂解和华南挤压逆冲 [J]. *地学前缘*, 2011, 18(3): 79-107.  
Li Sanzhong, Zhang Guowei, Zhou Lihong, et al. The opposite Meso-Cenozoic intracontinental deformations under the super-convergence: Rifting and extension in the North China Craton and shortening and thrusting in the South China Craton [J]. *Earth Science Frontiers*, 2011, 18(3): 79-107(in Chinese with English abstract).
- [34] Zheng Y D, Zhang Q, Wang Y, et al. Great Jurassic thrust sheets in Beishan (North Mountain): Gobi areas of China and Southern Mongolia[J]. *Journal of Structural Geology*, 1996, 18: 1111-1126.