

“燕山运动”的分期及几个关键问题

张宏仁

中华人民共和国国土资源部,北京,100812

内容提要:翁文灏最初定义的“燕山运动”主要根据《北京西山地质志》所提供的信息,当时并未对“燕山运动”分期。在赴辽西北票地区考察后,翁文灏将“燕山运动”分为 A、B 两期,A 期为绪动,B 期为主要期。详细的文献研读发现,翁文灏对“燕山运动”在北京西山和辽西的原始定义有出入。经对比分析,本文认为在北京西山一带代表“燕山运动”的主不整合面应在上窑坡组煤系地层与龙门组砾岩之间,在辽西一带应为北票组煤系地层与海房沟组砾岩之间。另外,本文认为“燕山运动”的 A 期(绪动)可能与中国东部北东向区域性大断裂发生同时。最为重要的是,本文认为 A 期“燕山运动”形成于极短的时间,如同时间坐标上的一个点,这个点构成了 B 期的边界点。

关键词:燕山运动;北京西山;A 期;窑坡组煤系地层

在槽台学说盛行的时代,为造山运动分期是一种通行的做法。人们希望从造山运动的分期中探寻出事物发展的规律,对“燕山运动”的研究也不例外(黄汲清,1959)。然而,与地质历史上其他造山运动相比,“燕山运动”的研究历程大不相同,这表现在以下几个方面。

1 “燕山运动”的原始定义与分期

翁文灏创立“燕山运动”(Wong W H,1926),但其主要根据《北京西山地质志》(Yih L F,1920)所提供的材料。《北京西山地质志》认为:“髫髻山砾岩层,每复于各种古代岩层之上。即倾斜亦无不貌似整合。而最新之岩层,被其所复者,即九龙山紫绿岩系。可知在九龙山系之后,与砾岩层未成之先,其间必有大不整合焉”。《北京西山地质志》列出了髫髻山组下覆不整合面的三种情况:

(1)清水尖髫髻山之南翼,本层继续整合于九龙山系之上。两者之间界限不清。所可区别者,惟斑岩状之砾岩不见於九龙山系,而含炭层与富於石灰岩卵石之砾岩,似尝为髫髻山层之底部是也。

(2)髫髻山之北,本系整合於下震旦系之鲕状灰岩之上。

(3)“在淤泥坑东北之佛子岭本层整合於矽质灰岩之上。

需要说明,《北京西山地质志》没有提供角度不

整合的证据,但同一个地层在不同地点、覆盖于不同时代地层之上,同样是不整合面的标志。“据此三种接触之现象观之,可知髫髻山层未沉淀之先,侵蚀作用极烈,故成此中断之状态也。”可见,1920 年的《北京西山地质志》实际上已经发现了“燕山运动”存在的关键证据。

翁文灏根据《北京西山地质志》提出:“目前讨论为“燕山运动”年代应限于北京西山的九龙山系与髫髻山系之间(Wong W H,1926,1927)。”

然而,此后不久的辽西北票考查,给翁文灏留下深刻的印象,使他对“燕山运动”产生了新的看法。在“热河北票附近地质构造研究”一文中,翁文灏进一步将“燕山运动”分为三期(翁文灏,1928),原文如下:

“余从前尝论中国东部燕山期地壳运动之重要,按之北票地质则知所谓燕山期者应相当于上煤系及上火山岩系间之不整合(见表格 1),仅为绪动期间。而主要运动则为时尚稍后。而其动之性质又极猛烈。使余前说不得不有所补充或修正。“由上研究,余拟分燕山期为下列三分期。

(1)“A 期地壳变动。此期在侏罗纪之末或白垩纪之初,地层起宽缓之折曲或拗曲,大部分倾斜不甚急,而局部的上下升降则颇大。”

(2)“中间火山期。大多数地方在白垩纪之初,火山喷发甚盛,亦有少数地方从侏罗纪之终,火山作

用即已开始。其岩石先为安山岩,渐变为粗面岩,或流纹岩,更继以花岗岩及闪长岩之侵入。

(3)“B期地壳变动。火山作用之后,地壳变动复烈,而在特别地带更发生剧烈折曲与逆掩构造。在造山带外之地方则折曲较为和缓。”

这是目前对“燕山运动”分期认识中最为流行的观点。同时,对于“燕山运动”的分期,即便翁文灏本人也认为需要继续加强研究。章鸿钊生动地再现了当时的景象(章鸿钊,1936),原文如下:“自翁文灏先生唱‘燕山运动’之说,一时言中国地质构造者莫不宗之。顾以其时调查未遍,立论往往有所出入。即翁先生亦复前后稍异其词,始谓‘燕山运动’在侏罗纪末,白垩纪前,继乃分为甲乙二期,而以期间为火山活动期。甲期在侏罗纪末,白垩纪初,谓之绪动。乙期在下白垩纪火山岩系之后,以盛大褶曲及逆掩断层为特征,为‘燕山运动’之主要期。其次丁文江先生复就‘燕山运动’之分布与期次加以推广,以翁先生之甲期为第二期,一期为第三期,而于其前加第一期。其第一期之见于云南者,仅由安南缅甸等处比较而得。舍此在时期上与翁先生所见略同。”

2 “燕山运动”A期在北京西山与北票地区的表现

北京西山的燕山运动A期的含义。北京西山地质志认为髫髻山组“每复于各种古代岩层之上”。然而,髫髻山组火山岩之下尚有九龙山组砾岩。谢家荣(1933)指出:“九龙山组与各种不同的地层相接触,如下侏罗、二叠乃至奥陶系石灰岩。换句话说,九龙山组是躺在不同成分截平了的表面之上的”,他同时还指出:“在九龙山组底部存在明显的巨厚底砾岩。”这就出现了髫髻山组和九龙山组之下的两个不整合面,同时谢家荣(1933)指出,九龙山组为部分的髫髻山组。可惜,当时正处于抗日战争前夕,没有学者去查证谢家荣的意见。

这里面还有一个历史性的误会,就是龙门组的来历。叶良辅(1920)发现在九龙山组底部存在两套砾岩,并将上部砾岩划分为九龙山组,下部砾岩划分为窑坡组,但未给出将这两套砾岩分开的理由。王竹泉应中英煤矿公司的邀请,对门头沟矿区进行了较详细的地质调查,并发表了题为《京西门头沟煤田》的文章(Wang C C et al., 1933)。为了适应煤矿生产的需要,王竹泉把《北京西山地质志》命名的门头沟煤系细分为下窑坡组、上窑坡组和龙门组,并表示未看出龙门组砾岩和九龙山组底部砾岩的差别,

但是为了谨慎考虑,提出了龙门组的名词。这就是龙门组的来历,所以龙门组砾岩实际上与九龙山组底部砾岩本就是一套岩层(张宏仁等,2013)。甚至可以说髫髻山组—九龙山组—龙门组、在宏观上可以归并为一套地层,由砾岩—砾岩夹火山岩—火山岩组成。

辽西“燕山运动”A期的含义。李海龙等(2014)对此进行了详细的论述。本文将其重点引述如下:“按照翁文灏的认识,辽西中生代地层可分为下火山岩系、下煤系地层、上煤系地层和上火山岩系四套地层,其间存在两个重要的不整合面,即下火山岩系之下的不整合面和上煤系地层与上火山岩系地层之间的不整合面。翁文灏(1928)强调后者(即上煤系地层和上火山岩系之间的不整合)实为一大变动,即‘燕山运动’形成的初始不整合面。他列举的理由:下火山岩系地层砾石‘虽亦时见,然砾体不大,绝少太古界花岗岩(仅为间断期,并未有褶曲变形);上火山岩系的砾石成分较之前多为太古界地层,同时粒径甚大,磨圆也极差,表明侵蚀极其剧烈。实际山,辽西的上火山岩系实际上包括了蓝旗组火山岩和海房沟组砾岩。也就是说翁文灏确定的‘燕山运动’不整合面在北票煤系之上,海房沟组砾岩之下。海房沟砾岩可对应于北京西山的龙门—九龙山组砾岩(李海龙等,2014)。”

将“燕山运动”不整合面划分在煤系地层之上,在北京西山的龙门组之下、在辽西的海房沟组之下是合理的(张宏仁等,2013;李海龙等,2014)。这里面存在的问题就是如何解释髫髻山组火山岩和九龙山组火山岩之下的不整合面,李海龙等(2014)认为这两个不整合面实际上可以收敛于煤系地层之上的不整合面,体现了陆相地层的同时异相性。这样,翁文灏原来定义的“目前讨论为‘燕山运动’年代应限于北京西山的九龙山系与髫髻山系之间。”应当改正为:“目前讨论为‘燕山运动’年代应限于北京西山的上窑坡组与龙门组之间(张宏仁等,2013)。”虽然,龙门组砾岩中缺乏可直接测定其形成年代的测年对象,但通过构造、沉积、岩浆事件等方面的综合分析,认为其可能不晚于161Ma(李海龙等,2014)。

3 “燕山运动”的绪动(A期)与华北地台的活化

本文认为“燕山运动”的绪动(即“A期”)应当是指北京西山的上窑坡组与龙门组之间的不整合面所代表的地壳变动。这个不整合面产生之前的十几

亿年,华北地台一直保持稳定。如翁文灏所说:“我国沉积记录中虽常出现地层间断,但从震旦系(未变质的前寒武系)直到侏罗系、有些地方可到更高的层位的全部序列显然是整合的,而没有或很少角度不整合的踪迹(Wong W H, 1926, 1927)。”

根据地质学的一般规律,煤田的形成需要相对稳定的地质环境,在窑坡煤系之前,似乎没有发生北东向区域性大断裂的迹象。这样,本文推测能将原本完整、稳定的华北地台被一系列北东向断裂切割成巨型断块的构造运动,只能是“燕山运动”的绪动(A期)。

翁文灏对“燕山运动A期”变形的特点概括如下:“地层起宽缓之折曲或拗曲,大部分倾斜不甚急,而局部的上下升降则颇大(Wong W H, 1926, 1927)。”这体现了以垂向升降变形为主的特征。分割北京西山和平原区的黄庄—高丽营断裂,是北东向区域性大断裂很好的例证。北京西山从元古界到中侏罗统,地层序列一直保持完整,而大量地热钻孔资料表明,在平原区与北京西山相反,表现为从元古界直到中生界地层全部缺失。这说明黄庄—高丽营断裂一开始是一条逆断层,平原区当时是断层的上盘,也是上升盘,北京西山是下盘,故平原区大量地层遭受剥蚀,并向北京西山及以西地带提供物缘。按缺失地层厚度计算,黄庄—高丽营逆断层的垂直断距应当在4000 m以上,断层面倾角可达60°,且上、下盘地层产状变化很小,几乎没有挠动,推测断层面应当能插入上地幔。髫髻山组以后。区域应力由挤压改为拉张,黄庄—高丽营断裂由逆断层转为正断层,北京平原区开始接受大量白垩系、第三系碎屑沉积。华北地台经历了先挤压、后拉张的过程,许多人把北京平原区叫做北京洼陷,其实这种叫法只反映了北京平原区后一段的历史,而前一段挤压条件下的历史往往被后一段拉张所掩盖,所以才有挤压与拉张说之争。其实,两者都是不全面的。

本文还认为,“燕山运动”绪动(A期)可能造成了通向地幔的北东向断裂的形成,为后期岩浆作用提供上升通道,同时造就华北地台的破裂。

在此需要解释一个小小的问题,这牵扯到对地质构造行文重要性的认识。翁文灏(1928)对辽西北漂考察之后认为“B期”比“A期”可能更重要,这又是为什么呢?其实,在地槽假说盛行的时代,逆掩断层、推覆体被认为是造山运动最高级的形式。辽西北漂之行使翁文灏(1928)相信:“上煤系及上火山岩系间之不整合,仅为绪动期间。而主要运动则为时

尚稍后。“B期地壳变动”在“火山作用之后”,“地壳变动复烈,而在特别地带更发生剧烈折曲与逆掩构造。而其动之性质又极猛烈。使余前说不得不有所补充或修正。”

然而,本文认为“A期”所生成深切的高角度逆断层发生在刚性的华北地台上,一开始生成的只能是脆性的。正由于高角度北东向断裂深切入地幔,才使岩浆得以上升,逐渐演化。“侏罗纪之终,火山作用即已开始。其岩石先为安山岩,渐变为粗面岩,或流纹岩,更继以花岗岩及闪长岩之侵入”。一段时间以后,在温度、化学成分的共同作用下,岩石圈脆性降低,使得逆掩断层、推覆体成为可能。

本文对燕山运动整个发展过程可以简单概括如下:

(1)“燕山运动”之前的华北地台曾经长期保持完整和稳定;

(2)“燕山运动”导致北东向断裂的生成,华北地台的长期完整和稳定被破坏;

(3)断裂深切入地幔,使地幔物质上升,大规模岩浆作用发生;

(4)巨量岩浆的上涌使得地壳强度降低,便于形成“折曲与逆掩构造”。

所以,“燕山运动”的绪动(A期)对地台活化起决定性的作用,或者“绪动”才是“燕山运动”的先决条件,而褶皱、逆掩断层、推覆体是断裂的后果或地台活化更为醒目的现象。

4 渐变还是突变,内因还是外因

地质用语中,所谓“期”应当有一定时间长度。本文将“A期”定义为北东向断裂的产生。然而,“A期”的是否是在极短时间产生的呢,是否就像地震造成断裂的发生于一个瞬间呢。本文认为“A期”是不同一般的、极其短促的“期”,而与其说是一个“期”,不如将其定义为时间坐标上的一个时间点。与“A期”不同的是“B期”具有时间的跨度。而B期的火山活动,是从“绪动”以后不久,断断续续但却长期发生。沿着断裂或形成大量的火山岩、并出现大型逆掩断层。按照这种认识“燕山运动”以“绪动”(A期)为开端,带动了所谓“B期”及以后一系列地质过程的发生。绪动(A期)可以看作“B期”的开端。

造山运动、既可能是地球自身发展的结果,也可能是外来事件引起(张宏仁,1998)。现用两张小图表示两者的差别(图1)。图1的左图表示,由内部

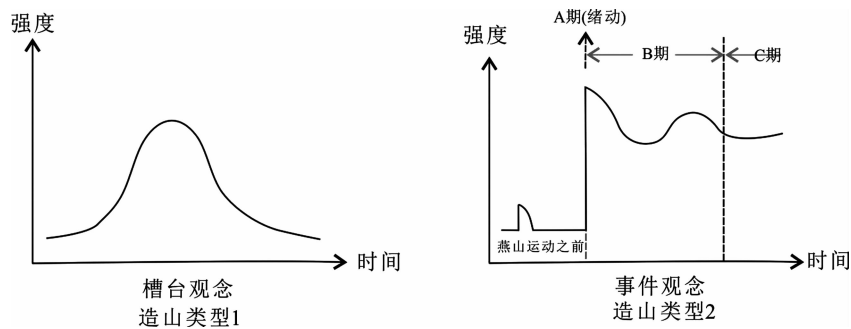


图 1 不同观念下的两种造山类型(据张宏仁 1998,修改)

Fig 1 Two types of orogenic cycles under different conceptions (Modified from Zhang Hongren, 1998)

左图为槽台观念下的造山类型。右图为事件观念下的造山行为。图中水平线段表示“燕山运动”以前长期稳定的地质环境。垂直线段表示突发的构造行为,表现为区域断裂系统的形成。这也就是 A 期、也是绪动、也是 B 期的开端。

Fig-left, the geosyncline orogenic cycle. Fig-right, orogenic under sudden tectonic event. The horizontal line in the figure means a long-time and stable geological environment before the “Yanshan Movement”. The vertical line means a sudden tectonic event, showing the formation of regional fracture system. Also, the vertical line means the phase A, the period of triggering, and the boundary point of the Phase B.

演化引起的造山运动,像有机体一样,有发生、发展和消亡的过程。图 1 的右图表示,由外部事件引起的造山运动,事先没有预兆,突然发生。张宏仁(1998)认为“燕山运动”属于后者,应当称之为燕山事件。在此,需要说明,在图 1 的右图中,即事件观念下,“A 期”可浓缩为一个“时间点”,指事件本身。另外,关于 B 期的末端,不同的人可能有不同的选取方法,作者认为最佳的选择,是区域应力由挤压转为拉张的时间点,后面紧跟的是传统分期中的 C 期。

5 “燕山运动”、华北地台破裂、外星事件

通过对“燕山运动”全过程分期的综合分析,可以提出一个假设性认为,“燕山运动”是一次外因突发事件引起的造山运动。纵观华北地台的历史,导致华北地台破裂的原因,按照穷举法或排除法,非“燕山运动”莫属,可以把“绪动/A 期”看作是破裂的触发点,而“B 期”则是破裂的一系列后果。褶皱、逆掩断层、推覆体对“燕山运动”来说,不应当是判别主要期的标准。真正的“燕山运动”“主要期”应当是导致地台破裂的“绪动”。近年来,华北克拉通破坏的研究通过岩浆作用分析、地球物理勘察、构造地质学研究和沉积盆地恢复等方法,讨论了华北地区晚中生代地质演化历史(Zhu Rixiang et al., 2012),我们认为克拉通破坏应是“绪动”之后各种地质现象的综合表现。

简言之,“燕山运动”是华北地台破裂的前因,华北地台破裂是“燕山运动”的主要后果。或许现阶段

地质界对“燕山运动”本身发生的最终原因还知之甚少,但这并不意味着我们可以停步不前。风靡全球的板块学说的动力至今也尚无定论。所以,对“燕山运动”继续研究将促使地质科学的深入发展,同时,在新理论、新方法、新设备和新工艺的综合利用下,解决和解释各种具体问题,并逐步逼近真理。

6 结语

张宏仁教授为我国著名地质学家,曾任国土资源部副部长,国际地科联主席,中国地质学会理事长等职。他精通多国语言,曾翻译多部外文地质科学著作。他非常关心《地质学报》中英文版和《地质论评》出版工作,经常上门指导,告诫大家要明确办刊思路,洞察期刊发展方向。张宏仁教授无论从科研管理、科学研究以及中国的地质事业走向世界等方面均为我国地质事业的发展做出过重要贡献。张宏仁教授晚年致力于“燕山运动”的研究,年近八旬尚前往北京西山、辽西、宁夏、甘肃、山西、陕西、浙江和福建等地实地考察。同时与中国科学院、中国地质科学院、中国地质大学(北京、武汉)、西北大学和北京大学等科研院所与高校地质学界一线人员就“燕山运动”深入交流。2016 年 7 月 16 日张宏仁教授与世长辞。本文为张宏仁教授未完成之遗作。为了呈现出张宏仁教授对“燕山运动”基本构想,本刊委托曾协助张宏仁教授研究“燕山运动”的李海龙副研究员、渠洪杰副研究员、王猛高工对其遗稿进行了整理。谨以此稿纪念张宏仁教授。

References

Hsieh C Y. 1933. New researches on geology of Hsishan. In: Hsieh

C Y. 2007. Hiseh C Y Papers, volume(2). Beijing, Geological Publishing House, 115~121(in Chinese).

Huang T K. 1959. New researches on geotectonic subdivisions of eastern China and their characteristics. *Acta Geologica Sinica*, 39(2):115~134(in Chinese with English abstract).

Li Hailong, Zhang Hongren, Qu Hongjie, Wang Meng. 2014. Initiation, the First Stage of the Yanshan(Yenshan) Movement in Western Hills, Constraints from Zircon U-Pb Dating. *Geological Review*, 60(5):1026~1042(in Chinese with English abstract).

Weng W H. 1928. Researches on structural geology of Beipiao, Jehol. *Geological Report*, 11:1~23(in Chinese).

Wong W H. 1926. Crustal movements in Eastern China. *Proceedings of 3th Pan-Pacific Science Congress*, Tokyo, 462~485.

Wong W H. 1927. Crustal movements and igneous activities in eastern China since Mesozoic time. *Bulletin of the Geological Society of China*, 9~37.

Yih L F. 1920. Geology of Hsishan or Western Hills of Peking. *Mem. Geol. Surv. China*, Ser. A, No. 1.

Zhang Hongren, Zhang Yongkang, Cai Xiangmin, Qu Hongjie, Li Hailong, Wang Meng. 2013. The triggering of Yanshan movement: Yanshan event. *Acta Geologica Sinica*, 87(12): 1779~1790(in Chinese with English abstract).

Zhang Hongren. 1998. Yanshan event. *Acta Geologica Sinica*, 78(2):103~111(in Chinese with English abstract).

Zhang Hongzhao. 1936. Discussions on the style and time of crust movement after late Mesozoic in China, and new research on Sinian direction. *Geological Review*, 1(1): 7~31(in Chinese).

Zhu Rixiang, Yang Jinhui, Wu Fuyuan. 2012. Timing of destruction of the North China Craton. *Lithos*, 149:51~60.

参 考 文 献

黄汲清. 1959. 中国东部大地构造分区及其特点的新认识. *地质学报*, 39(2):115~134.

李海龙, 张宏仁, 渠洪杰, 蔡向民, 王猛. 2014. “燕山运动”“绪动/A幕”的本意及其锆石 U-Pb 年代学制约. *地质论评*, 60(5):1026~1042.

翁文灏. 1928. 热河北票附近地质构造研究. *地质汇报*, 11:1~23.

谢家荣. 1933. 西山地质的新研究. 见: 谢家荣. 2007. 谢家荣文集, 第二卷: 地质学(2). 北京: 地质出版社, 115~121.

叶良辅. 1920. 北京西山地质志—地质专报, 中华民国农商部地质调查所, 甲种 1 号.

张宏仁, 张永康, 蔡向民, 渠洪杰, 李海龙, 王猛. 2013. “燕山运动”的“绪动”——燕山事件. *地质学报*, 87(12):1779~1790.

张宏仁. 1998. 燕山事件. *地质学报*, 78(2):103~111.

章鸿钊. 1936. 中国中生代晚期以后地壳运动之动向与动期之检讨并震旦方向之新认识. *地质论评*, 1(1):7~31.

The Phasing of Yanshan Movement and Its Several Important Questions

ZHANG Hongren

Ministry of Land and Resources of the People’s Republic of China, Beijing, 100812

Abstract

The Yanshan Movement was originally defined by Weng Wenhao. This was based on the book of “Geology of Western Hills of Peking”. In fact, there was no phasing for the Yanshan movement in that time. After the field geological investigation of Western Liaoning province, Weng Wenhao divided the Yanshan Movement into two phases, named Phase A and B. While, Phase A is the period of triggering, Phase B is the main stage. However, after the detailed literature studies, we found the inconsistency of the original definition of the Yanshan movement between Western hills of Beijing and West Liaoning province. Using comparative analysis, this paper considers that the unconformity of the Yanshan movement should be between the Yaopo coal-bearing strata and the Longmen conglomerate in western hills. As well as, in the western Liaoning province, it should be between the Beipiao coal-bearing strata and the Haifanggou conglomerate. In addition, this paper considers that the period A may be related to the regional major faults showing the NE extension in Chinese continent. It is most important that this paper considers the Phase A of Yanshan Movement is a very short period. Maybe, it is a starting point which constitutes the boundary point of the Phase B.

Key words: Yanshan movement; Western Hills of Beijing; Yaopo coal-bearing strata; Phase A