

华北断块区的形成与发展

中国科学院地质研究所

国家地震局地质研究所

科学出版社

华北断块区的形成与发展

中国科学院地质研究所
国家地震局地质研究所

科学出版社

1980

内 容 简 介

本书是中国科学院地质研究所和国家地震局地质研究所近年来科研工作成果,是比较全面系统地阐述我国华北大地构造的一本专门文集,以“断裂与断块构造”理论为主导思想,兼吸收了“板块学说”的某些观点,论述了华北大地构造的形成与发展等理论问题。

本书共包括三十四篇论文,综合了沉积学和地层学、岩石学、构造地质学、地球物理勘探、地震地质、数学地质、地热等学科的新资料,从基底形成、盖层发育、中生代构造特征、岩浆活动与大地构造关系,以及深部地质等几个方面探讨了华北断块区形成与发展的历史。

华北大地构造的研究与探寻本区丰富的铁、煤、石油等资源以及地震预报有密切的关系。同时,对于我国大地构造学理论的发展和繁荣也将会起一定的推动作用。

本书可供地质、地球物理、地震等专业的生产和科研人员以及有关院校师生参考。

华北断块区的形成与发展

中国科学院地质研究所
国家地震局地质研究所

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980年4月第 一 版	开本: 787×1092 1/16
1980年4月第一次印刷	印张: 24
精 1—2,880	插页: 精9 平8
印数: 平 1—3,100	字数: 560,000

统一书号: 13031·1189

本社书号: 1659·13—14

定 价: 精装本: 4.90 元
平装本: 4.10 元

前言

一九七七年秋,党中央发布召开全国科学大会的通知,全国一片欢腾。中国科学院地质研究所和国家地震局地质研究所的科研人员纷纷酝酿,决心以优异成绩,来迎接科学大会的胜利召开。在两所党委的直接领导和关怀下,近百名科学工作者把多年来在华北地区的地质和地震地质研究工作加以总结,并围绕着“华北断块区的形成和发展”这一总题目写出了一批相互联系又相对独立的论文,汇集成册出版。

多年来,华北是我们的重点研究区,结合富铁矿、石油、地震预报等重大研究课题,进行了地质学基础理论的研究,涉及有关地质构造、地层发育、岩浆活动、变质作用、矿产地质、地震地质、深部地质等分支学科。在张文佑教授等的倡导下,我们在地质实践中应用了地质历史分析和地质力学分析相结合的方法,研究这一地区的形成和形变以及建造和改造的关系,对华北地区地壳构造得出了以断裂运动为特征的块断构造性质的初步结论。本书收集的34篇论文,大体上都遵循着这一基本思想,按时间发展顺序,从最古老的前寒武纪直到现今时代来论述华北断块区地壳运动历史。书中有些文章还介绍了我们所开辟的一些研究领域,并引进了一些新研究方法,如对华北地区地温的研究和我国首批地热流值的测定;利用天然地震转换波探测华北某些地区地壳和上地幔结构;北京地区现代地壳应力场的有限单元法的数学模拟,前寒武纪变质岩系的原岩恢复,遥感信息判读解释等。本文集论文可分属下面六个方面:

1. 总论华北断块区的形成与发展及其边界和内部单元的划分;
2. 华北断块区前寒武纪地质及地壳早期演化历史;
3. 华北断块区古生代的沉积特征及其南缘的变质带;
4. 华北断块区中、新生代构造发展特征及其应力场的分析;
5. 华北断块区的岩浆活动及其与地质构造的关系;
6. 华北断块区的深部地质和地球物理场特征。

在本论文集,讨论古生代地质特征的文章显然不足。同时,对于中酸性侵入岩、花岗岩化和混合岩化作用也缺乏讨论。这些都是本书在内容上有待补充的地方。

尽管本书主要反映了“断裂与断块构造理论”,但是也容纳了一些略为不同的观点。近百人的作者队伍中,出现了一些不同看法,这是自然的。在本文集编辑过程中,曾经组织了一系列讨论会,对某些主要分歧看法进行求同存异、去伪存真的讨论,但对不能统一的认识,我们遵循“百花齐放、百家争鸣”的方针,仍收进本论文集中,以供读者思考。

本书初稿完成后曾于1978年6月在北京科学会堂召开“华北断块区的形成与发展”审稿会,聘请国家地质总局、国家地震局、石油部、冶金部、二机部、教育部所属有关生产、教学、科研共41个单位六十余名代表与会。著名地质学家黄汲清、马杏垣、郭令智、李春昱、王鸿祯、吴磊伯和许多生产第一线的技术负责同志参加了会议。大家认为本书具有多学科、多手段协同研究区域构造发展史的特点,有些论文提出了新观点,在学术上具有一定

的研究水平和特色,对我国地质科学的发展将起促进作用。与会代表对论文集作了充分的评价,同时,也提出了许多宝贵意见和希望补充的内容和材料。本文集的作者根据各方面的意见作了认真的修改和补充。趁本书出版之际,谨向审稿会的全体代表和科学出版社有关同志表示由衷的感谢!

本书的图件和照片是由两所绘图组、照相组和复照组共同完成的,在此一并致谢。

本书由张文佑教授主编,编委会组成人员有汪一鹏、叶大年、从柏林、李继亮、俞建新、易善锋、张步春、王钧、吴裕文、刘椿、刘春有和王传英(责任编辑)。

目 录

前言	(i)
华北断块区的形成和发展	张文佑等 (1)
华北断块区构造单元的划分及其边界问题	张步春、蔡文伯 (9)
华北断块区内地壳早期演化的探讨	李继亮等 (23)
华北断块区太古界原岩建造及其地质意义	张兆忠、张雯华 (36)
华北断块区结晶基底的形成与演化	赵宗溥 (49)
华北断块区结晶基底的早期结构	刘国栋 (62)
华北断块区前震旦纪断块的形成与断裂系统	李兴唐 (73)
泰山杂岩的岩组分析	应思淮等 (83)
华北断块区元古界的发育	刘鸿允、劳秋元 (95)
论华北断块区几个穿时的岩石地层单位	张守信 (109)
信阳变质带的 3T 型多硅白云母和 C 类榴辉岩及其大地构造意义	叶大年等 (122)
华北断块区南缘的变质作用和火山活动的初步认识	李达周、叶大年 (133)
华北断块区中、新生代构造特征及其动力学问题	张裕明、汪良谋 (143)
华北断块区东南部及邻区断块构造特征的初步探讨	方仲景等 (158)
燕山地区大地构造基本轮廓	郑炳华等 (170)
冀鲁断块北部中生代火山岩及其与地质构造的关系	从柏林、张雯华 (179)
华北断块区新生代、现代地质构造特征	邓起东、范福田 (192)
试论渤海的形成与演化	李继亮、从柏林 (206)
华北新生代沉积与断块构造	袁宝印、孙建中 (221)
华北陆缘盆地现代构造应力状态之探讨	叶洪、张文郁 (230)
北京市昌平县下庄村北西向断裂的岩组学动力分析	林传勇、史兰斌 (242)
渤海及其邻区现代地壳构造应力场与地震关系的数学模拟	罗焕炎等 (252)
燕山南麓平原的某些构造特征和唐山地震	李祥根 (261)
京津唐张地区断裂构造与地震活动性的分析	李建华、陈上福 (274)
北京地区的现代构造运动	向家翠等 (281)
华北地区地震活动与 X 型断裂构造	葛碧如 (287)
东亚更新统古地磁学数据的地质意义	刘椿等 (295)

渤海湾西岸全新世海岸线变迁	赵希涛 (302)
华北断块区前寒武纪的超基性岩	赵大升 (310)
华北地区金伯利岩的几个地质问题	刘秉光、张儒媛 (323)
华北断块区某些玄武岩深源包体及有关的玄武岩问题	郑学正 (335)
利用地震转换波研究北京地区深部构造	邵学钟等 (348)
利用重力资料推断华北平原北部地壳构造的基本特征	魏梦华等 (361)
华北平原及其邻近地区的地温特征	中国科学院地质研究所地热组 (368)

FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE NORTH CHINA FAULT BLOCK REGION

CONTENTS

Preface	(i)
On the formation and development of the North China Fault Block region	
..... Zhang Wenyong, Wang Yipeng et al. (1)	
Subdivision of tectonic units in the North China Fault Block region and some problems about their boundaries.....	Zhang Buchun and Cai Wenbo (9)
A preliminary study on the early stage evolution of Earth's crust in the North China Fault Block region	Li Jiliang, Cong Bolin et al. (23)
Geological significance of the formation of the Archean protolithocrust in the North China Fault Block region	Zhang Zhazhong and Zhang Wenhua (36)
Formation and development of the crystalline basement of the North China Fault Block region	Zhao Zongpu (49)
An outline of the early stage structure of the crystalline basement in the North China Fault Block region.....	Liu Guodong (62)
Formation of Pre-Sinian fault blocks and fracture system in the North China Fault Block region	Li Xingtang (73)
Petrofabric analysis of the Taishan complex	Yin Sihuai et al. (83)
Development of the Proterozoic sequence in the North China Fault Block region	
..... Liu Hongyun and Lau Jiuyuan (95)	
On some diachronous lithostratigraphic units in the North China Fault Block region.....	Zhang Shouxing (109)
On the 3T-phengite and C-type eclogite in the Xingyang metamorphic belt and their tectonic significance.....	Ye Dancin, Li Dazhou et al. (122)
A preliminary recognition of metamorphism and volcanism along the southern margin of the North China Fault Block region	Li Dazhou and Ye Danian (133)
On the Meso-Cenozoic tectonic and dynamics characteristics in the North China Fault Block region	Zhang Yuming and Wang Liangmou (143)
A preliminary study on the block-faulting characteristics of southeastern part of the North China Fault Block region and its surroundings	Fang Zhonging and Ji Fengju et al. (158)
On geotectonic outline of Mt. Yanshan region.....	Zheng Binghua and Guo Shunming et al. (170)
Mesozoic volcanic rocks in the northern part of Hebei-shang-dong Fault Block and their relations to tectonic features	Cong Bolin and Zhang Wenhua (179)
Cenozoic and recent geotectonic characteristics of the North China Fault Block region.....	
..... Deng Qidong and Fan Futian (192)	
A preliminary research on the origin and evolution of the Bohai Basin	
..... Li Jiliang and Cong Bolin (206)	
The Cenozoic sedimentation and block-faulting structures in the North China.....	
..... Yuan Baoyin and Sun Jianzhong (221)	
On the recent tectonic stress state of epicontinental basins in North China	
..... Ye Hong and Zhang Wenyu (230)	
Dynamic and petrofabric analysis of the NW trending Xiazhuangcun fault at Changping Xian, Beijing	Lin Chuanyong and Shi Lanbin (242)
Numerical simulation of recent crust stress field relating to seismicities in Northern China Bay area and its surroundings.	Luo Huanyan and Song Huizhen et al. (252)
Tectonic features of the plain area of the southern side of Mt. Yanshan and their relations with the Tangshan earthquake	Li Xianggen (261)

On the faulting structures and seismic activities in the Beijing-Tianjin-Tangshan-Zhangjiakou region	Li Jianhau and Chen Shangfu (274)
On the recent tectonic movement in Beijing region	Xiang Jiacui and Zhang Cunde et al. (281)
Note on the seismic activity and the X-shaped faulting structures in North China	Ge Biru (287)
The geological significance of Pleistocene paleomagnetism data from Eastern Asia	 Liu Chun and Zhu Xianyun et al. (295)
The Holocene coastline shift along the western coast of the Bohai Bay	Zhao Xitau (302)
On the Precambrian ultrabasic rocks in the North China Fault Block region	 Zhao Daisheng (310)
Some geological problems relating to the kimberlite of the North China	 Liu Bingguang and Zhang Ruyuan (323)
Some deep-seated inclusions in basalt from the North China Fault Block region and some problems about basalt	Zheng Xuezhong (335)
Study of the deep-seated structures beneath the Beijing region by the converted wave	 Shao Xuezhong, Zhang Jiaru et al. (348)
The structures of the northern part of the North China Plain and its characteristics at depth in the earth inferred by gravimetric method	Wei Menghua, Yin Xiuhua et al. (361)
Geothermic characteristics of the North China Plain and its surroundings	 Geothermal Research Group, Institute of Geology, Academia Sinica (368)

华北断块区的形成和发展

张文佑 汪一鹏 李兴唐

随着七十年代板块构造学说的提出,国际地质学界关于地壳运动理论的研究十分活跃。在我国,科学的春天已经到来,大地构造研究的朵朵鲜花也正在竞放。本书犹如春雨露阳光滋润下催长的一朵小花,绽开于百花盛开的祖国科学园地,奉献于读者的眼前。

华北断块区包括了我国贺兰山、六盘山以东、秦岭、大别山以北、北纬 42° 线以南的广大地区。这里拥有丰富的矿产资源,是我国最重要的铁、煤、石油产地之一,这些矿产分别储藏于从太古代至新生代的岩层中。因而,本区成为我国地质研究程度较高的地区。特别是华北断块区大面积地出露了我国最古老的地质体,迄今我国最古老的一批岩石年龄数据(最大年龄为铷锶法 36.7 亿年)在此区获得,使得本区具有我国最古老地块的特性,具备了研究我国地壳早期演化历史的最有利条件。有鉴于此,国内各大地构造学派对本区格外注意,提出了各种看法。中国科学院地质研究所和国家地震局地质研究所多年来的地质和地震地质研究的重点集中在华北断块区,这就使我们有可能趁全国科学大会召开之际,回顾以往,加以总结,集成此册,以充引玉之砖。

过去我们曾经指出:“综合分析地质和地球物理,特别是地层和岩石、航磁、重力等资料以及结合模拟实验,得知中国大地构造不仅现在,而且在过去都具有以断裂运动为特征的块断构造性质。”(中国科学院地质研究所大地构造编图组,1974)。“从‘断块’学说的观点看,‘板块’是断块的一种特殊类型,是最大一级的断块,相当于‘岩石圈断块’”(张文佑等,1978年)。地壳的块断构造性质,比起板块构造来,具有更大的普遍意义。这是因为,在空间上,断块的概念不仅概括了各种不同等级大地构造的“块断属性”(包括板块),而且对于远比大洋构造复杂的大陆地质构造,更加切合实际。因为岩石圈断块不是一个刚体,它在运动中和长期的力作用下,在边缘和内部可产生应力和应变,进而形成厚薄不同、大小不等的次一级断块(地壳断块、基底断块和盖层断块)。从时间上,中、新生代大地构造的“块断性质”固然十分明显。但这些断块构造的形成和活动一直可以追溯到古生代以前。中国大地构造的块断构造性质是显著的,而其中又以华北断块区最为显著。本书关于华北断块区形成和发展的论述可以作为断块学说的一个典型实例,也可以作为“断块学说”与“板块学说”结合的初步尝试。这就是本书题目“华北断块区”的由来。从空间上研究构造形变的力学性质和组合分布,并推求其应力场,这是大地构造的地质力学分析;从时间上研究各类地质体及地质构造的形成过程和变迁演化,这是地质构造的历史分析。我们提倡在大地构造研究中地质历史分析与地质力学分析相结合的方法,这好比织布机上经纬有方,才能显现出一定的图案一样。在研究华北断块区时,这也是我们采用的基本方法。

华北断块区的地质历史可概略地划分为三个大的阶段:(1)断块区形成阶段(37—6 亿年);(2)断块区平稳发展阶段(6—2 亿年)即古生代,大约止于石千峰统;(3)断块区激

发阶段(2 亿年—现代——中生代和新生代至现代阶段)。从盖层和基底的构造的形变以及深部地质作用来看,断块区形成阶段相当于“地台萌长期”,深部地幔物质由活动趋于稳定,断块区由小块逐步扩大,经铁堡、五台、中岳运动由“萌地台”经“原地台”而联合成“地台”。断块区平稳发展阶段相当于“地台成熟期”,深部地幔物质达到相当稳定程度。断块区激发阶段相当于“地台活化期”,在此阶段深部地幔物质重新活动,引起基底断裂重新活动和产生新的基底断裂和盖层褶皱。各阶段特征简述如下。

一、断块区形成阶段或称“地台萌长期”

断块区的形成阶段也是华北断块区地壳的早期演化时期,包括了大约 37 亿年至 6 亿年前之间 30 余亿年的历史。这是一个地壳从简单到复杂、由薄到厚、从活动转化为稳定的剧烈的大变动时期。根据地层的建造特征、构造变动、变质作用、岩浆活动及同位素年龄数据,进一步可把这一大阶段划分为几个时期:

(1) 桑干期(25 亿年前的太古代阶段):相应的地层有桑干群、迁西群、鞍山群、集宁群和乌拉山群、阜平群和龙泉关群、界河口群、涑水群、泰山群等。该期末的强烈构造运动,称“铁堡运动”(见本书张步春、蔡文伯的文章)。

(2) 五台期(25 亿年至 20 亿年前的早元古代阶段):相应地层有五台群、龙华河群、单塔子群和朱杖子群、宽甸群、二道洼群、吕梁山群、绛县群、登封群、霍丘群、太华群、胶东群等。该期末的强烈构造运动以五台运动为代表(见张、蔡文)。

(3) 滹沱期(20 亿年至 17 亿年前的中元古代早期阶段):相应的地层有滹沱群、辽河群、渣尔泰群和马家店群、甘陶河群、中条群、嵩山群、粉子山群等。该期末的构造运动,可以中岳运动为代表(见张、蔡文)。

(4) 震旦期(17 亿年至约 6 亿年的中元古晚期和晚元古代阶段):相应地层包括长城统除外的“震旦亚界”或其相当地层。这个阶段本已在华北断块区基本形成之后,为基底之上的类似盖层的最早沉积时期。但它表现出了承前启后的过渡性质,以一定的活动性区别于古生代时期的断块地壳运动。该期末没有发生强烈的地壳运动,而表现为断块区整体运动普遍地抬升,在遭受夷平剥蚀后,下降为浅海,寒武系往往假整合地覆盖较老岩系之上。

迄今我国最古老的火山碎屑岩在迁西县太平寨的迁西群(桑干群)内发现,其铷锶全岩等时法年龄为 36.7 亿年¹⁾左右。该地迁西群原岩为以基性火山岩为主夹碎屑岩及少量中、酸性火山岩(据本书内张兆忠文章)。变质程度中深等级,属麻粒岩相和铁铝榴石-角闪岩相。常见有紫苏麻粒岩、麻粒岩及各种片麻岩、角闪岩夹磁铁石英岩和石英岩透镜体。因此,可以认为在华北地区,具体地说在冀东存在着原大陆或岛屿,它们为陆源碎屑供给区,即华北北部有近南北向分布的原大陆或岛链存在。我们认为磁铁石英岩、石英岩分布地段即为当时的大陆边缘,太行山的阜平群有浅海相的具有交错层的石英砂岩和含铁石英岩,它们呈近南北走向分布。根据如上分析,可能的南北向古大陆或岛链,在华北地区可能有:太行山以西至丰宁、内蒙古的呼和浩特至山西大同,鞍山至海城,清原至新滨

1) 中国科学院地质研究所地质简报,第 1 号,1978 年。

一带。

据我们在鞍山、本溪、冀东、山东、河南省一些铁矿区的野外调查,含铁石英岩的走向及其围岩的褶皱轴向、片理等的走向为近南北向(北北东至北北西),少数地区铁矿或太古界岩层出露方向为东西或一些走向东西片理,是后期构造作用所致。上述地区及山西东部、山东的太古界岩层,据大比例尺地质图所显示的褶皱轴、片理亦多为南北走向。迁西至建平、阜新的麻粒岩相带为北北东向,鞍本地区变质相带亦呈北北西向。因此,在太古代华北断块区,自东向西排列着南北向的断裂隆起和断裂凹陷,它们相间存在。麻粒岩相带的形成及变质相带近南北向,反映太古代上地幔隆起方向亦为此方向。

可能在桑干期末,在太行山、中条山及泰山等处均有火山碎屑沉积岩堆积,其中基性火山岩占主要地位,中酸性火山岩常在晚期出现,沉积岩是半粘土质及杂砂岩、分选不好的碎屑岩,有少量碳酸盐岩以及可能与火山作用有关的条带状磁铁矿出现。它们还经历了太古代末期大约 25 亿年的构造变动,发生较强的区域变质,同时有强烈而普遍的花岗岩化和混合岩化。褶皱轴向和片理方向多为北北东至北北西。郯庐断裂可能开始形成。

在桑干期,还有超基性岩浆沿断裂侵入,它们侵入于桑干群等地层底部,呈小透镜状及串珠状岩体,具有与围岩一致的片麻理,呈塑性流动构造(据本书赵大升的论文)。桑干期形成的这些原始陆核是华北断块区的萌芽,它们对以后华北断块区的发展起着名符其实的“增长核”作用。

早元古代五台期是华北断块区形成阶段中,地壳活动性最普遍、最强烈的一段时期。迁就桑干期的北西西和北东东向剪切断裂形成地壳的剪切-拉开带发展成为走向近东西的凹陷活动带。它以强烈的海底火山喷发为特征,主要是基性成分,同时包括了一些经初步分选的碎屑岩、含镁碳酸盐岩,普遍地夹磁铁石英岩。部分地区形成所谓细碧角斑岩建造与复理石建造。这些建造属优地槽类型,即为岩石圈断裂的凹陷。

这一时期上地幔物质的活动剧烈,在五台群内发育许多超基性岩体,它们呈北东东向。乌拉山至阴山的北东东向麻粒岩相带与此方向的地幔物质上冲而形成的高温变质作用有关。在早元古代末,曾发生一次强烈的地壳运动——五台运动,褶皱轴方向北东东,而且发生中等程度或稍浅的区域变质作用以及花岗岩化和混合岩化。早元古代变质作用达到麻粒岩相、铁铝榴石角闪岩相和绿片岩相,变质年龄一般是 20 亿年左右。五台运动使得华北断块区的太古代的古大陆块体,经其间的下元古界大洋地壳的褶皱的拼合,联结成整体,它们共同组成太古一早元古代的克拉通。在五台运动时,伴随北东东向的褶皱,产生一套北北东和北北西向的剪切断裂,它们有的为深达上地幔的岩石圈断裂,像郯庐断裂,但它们之中的大多数为地壳断裂。

经过五台运动和太古代末期的铁堡运动,华北断块区地壳增厚了,它比以前更加固化。在断块区的北边发育北东东向断裂,南缘是北西西断裂;中间部分多为北北西与北北东断裂,但也有北西西和北东东向断裂。

据刘鸿允、劳秋元的论文(见本书),溥沱群及与它类似的浅变质岩层的时代大致和蓟县的“震旦亚界”下部长城群相当。故而,大约在 20 亿年至 17 亿年期间,华北断块区显示出几种不同的沉积环境,上地幔物质流动比较微弱,地壳运动从此进入以垂直运动为主的分异阶段。出现了控制沉积环境的三种古构造和古地貌条件:(1)剥蚀断裂隆起区;(2)大陆边缘凹陷区;(3)类似冒地槽的断陷区,它们的走向近东西向(北西西至北东东)。

第一类型的断隆区,是“震旦亚界”地层的陆源碎屑供给区,它是上升的断块。例如,“燕辽断陷带”内的“震旦亚界”由下至上主要是石英砂岩—泥质岩—碳酸盐岩石,形成由粗到细的大韵律。它的碎屑来源于我们推测当时的陆源区,为其北缘的阴山断隆带和南缘的鲁西—内黄—太行山南段—中条断隆带。在鲁西断隆上没有震旦亚界,只有土门组。中条山、太行山南段(焦作、济源一带)在太古界之上也缺乏“震旦亚界”,多为寒武系覆盖。

第二类型大陆边缘断陷,如燕辽断陷带、豫皖断陷带等,它们是因断裂而形成的凹陷,接受巨厚的浅海陆源碎屑沉积。如舞阳至凤阳的“震旦亚界”皆为一套陆源碎屑和碳酸盐沉积岩的组合。因此,是否可以设想,中条山、舞阳、鲁山等的熊耳群安山岩可否与燕辽地区“震旦亚界”下部的中基性玄武—安山岩相当。“燕辽断陷带”的下部石英砂岩等(长城群,大红峪组)向南超覆,时代变新为雁岭关组、凤阳伍山石英砾岩、砂岩,舞阳云梦山组的含砾砂岩等。“震旦亚界”的沉积特点是:北厚南薄,北老南新,并由北向南超覆,底部碎屑岩可能具有穿时性,主要受控于断陷的发育和超覆。

在华北断块区的中部,从西向东表现出受北北东向隆起和凹陷的控制。贺兰山断隆、山西断隆“震旦亚界”缺失或变薄。鄂尔多斯断陷、冀—豫—皖断陷的“震旦亚界”厚度较大,鲁西地区则缺失“震旦亚界”。从西向东沉积厚度减小,向东超覆,在山东一些地区,有的地方“震旦亚界”缺失或变薄。

第三类型类似冒地槽的断陷盆地,沉积一套颗粒较粗、分选较好的碎屑岩、粘土岩和富镁碳酸盐沉积,它们的厚度较大,包括有滹沱群、辽河群、粉子山群等。从沉积建造、构造变形和岩浆活动分析大致与所谓的冒地槽相当。这些岩层构造变形和变质程度比下元古界轻的多,褶皱轴向以近东西(北西西和北东东)向为主,在太行山以西为北东至北北东向。这套地层与上覆的“震旦亚界”的中、上部地层之间往往为不整合关系。

在中元古代的中、晚期阶段,除少量的中、基性岩浆外,其他的岩浆活动不显著。构造变动不剧烈,变质作用轻微或缺乏。在此时期上地幔物质活动已趋于相对平稳阶段。华北全区已经联合成为整体,结束了断块形成阶段。

晚元古代时期华北断块区大部分隆起,一些地区发育大陆冰川堆积。如南部豫皖断块及六盘山、贺兰山一带,可能与华南的南沱冰碛层层位相当。经过长时期的剥蚀,华北断块区的崎岖的地形相对的夷平,地壳运动处于宁静状态,为进入早古生代的“地台”阶段准备好了条件。

最后必须指出的是,在晚元古代时期华北断块与华南(大别山断隆)开始分野。在它们之间发育了走向近东西的剪切—拉张断裂,形成秦岭断陷带。在此带内出现了基性、超基性岩及其他的火山岩和复理石沉积,它即位于现今的西安—信阳—庐江一带。其西段为东秦岭断褶带,东段为信阳—庐江震旦纪—古生代断褶带,此即华北断块区的南部界限,具有岩石圈断裂性质。

前寒武系的阜平群(古陆壳)、五台群(优地槽)、滹沱群或辽河群(冒地槽),这三套岩系从分布上看,可能是围绕古陆核(一部分由古洋壳转化的)的边缘断裂发育,经铁堡运动、五台运动、中岳运动联合在一起。辽、冀、鲁、豫、皖五省区的铁矿带,从地表出露及航磁异常来分析,它们的方向主要是近南北向的。霍丘、许昌、济源、沂源、冀东的水厂、迁安、鞍山地区等太古代铁矿带皆为近南北向(北北西—北北东),仅枣庄、舞阳、鲁山为北西向西向。华北断块的南缘铁矿带和断裂以北西西为主,在断块的东缘和西缘以近南北向为

主,特别是在东部地区(辽东、山东)。在断块中间地区兼有近东西和近南北向构造。这表明前寒武纪基底断裂格架控制着铁矿的形成,铁物质大部分来源于地球内部,经火山活动沿断裂到达地面。山西地区的前寒武纪铁矿走向是北北东兼北东东,鄂尔多斯沉积岩层下伏的前寒武系走向大致为北东东(据航磁异常分析)。根据模拟实验推测,是否亦有与北东东断裂相配套(共轭的)走向北西西的剪切断裂带,控制着前寒武纪铁矿分布,应加注意。例如,平型关—代县—静乐—岚县一带的铁矿带(五台山—吕梁山)就大致呈北西西走向,根据航空磁测资料,可能向西伸入鄂尔多斯断陷中的中生代地层之下。华北断块区南缘,鲁山—舞阳的铁矿带为北西西向,但其中单个矿体为北北东—北北西走向。华北断块区的北缘,阴山—燕山也迁就北西西—北东东而形成近东西向断裂带。鄂尔多斯断块的北缘即受北东东和北西西两组断裂控制,古基底呈向南凸出的弧形。燕山地区亦有与此类似的情况。其中所夹小型近南北向的构造断裂带,可能是太古代构造的残余。

以上是我们对华北前寒武纪断块形成阶段过程中岩相建造和构造形变的初步概括分析。实际上限于当前研究程度,有些问题尚需进一步探讨,因此,在本书有关前寒武系的论文中反映出不同的观点。其中有些文章讨论了地壳演化(李继亮、张兆忠、赵大升、赵宗溥等)和前寒武纪板块构造问题,也有人从断块构造观点进行论述。但是,华北断块区的前寒武纪基底存在着近南北(北北西至北北东)向断裂及近东西(北西西和北东东)向断裂,并在铁堡运动(25 亿年)、五台运动(20 亿年)、中岳运动(17 亿年)的每一期构造中由于基底断裂再活动而引起盖层褶皱,则是比较一致的看法。

二、断块区平稳发展阶段或称地台成熟期

从寒武纪至二迭纪末(石千峰统)华北地区地壳差异运动微弱,岩浆活动不明显,可能是由于深部地幔物质处于平静分异状态,并且经过前寒武纪地壳演化过程已经有了比较硬化的较厚基底。从沉积建造、岩浆活动和构造形变等地质作用看来,都表明它已进入“地台”阶段。前寒武纪基底的断块格局控制着古生代的地质作用,亦即是古生代阶段断块的翘板状升降运动起控制作用。

寒武纪至奥陶纪为浅海环境,海浸是从南向北,反映在地层上是向北超覆,海水是南深北浅。在东西方向上,从东向西超覆,反映海水东深西浅,地层厚度是东厚西薄。这与中元古代早期的“震旦界”的长城群等沉积所表现出的升降和超覆方向是相反的。早古生代这种古地貌反映出华北断块区的最大隆起区位于本区的西北部。

志留纪至早石炭世时期华北全区断裂隆起,表现为大面积剥蚀,并在有些地方形成奥陶纪石灰岩的古岩溶地貌。中石炭世至二迭纪本区下沉遭受海浸,广大面积为海陆交替的含煤建造所覆盖。沉积物的厚度及煤层时代可反映出,海水南深北浅向北超覆;东深西浅海水向西超覆。含煤地层时代在本溪为中石炭世(C_2),在河北和山西为晚石炭至早二迭世(C_3-P_1),向南至徐州、贾汪一带为早二迭世至晚二迭世($P_1^1-P_2^1$)。中石炭统在华北断块区北部为含煤建造,在南缘则为海相碳酸盐建造。这都表明随时代进展海岸线逐渐向南东迁移(即向东海退),这也可由鄂尔多斯北缘石炭—二迭纪岩层超覆于前寒武系古老变质岩之上这一现象得到证实。

在华北断块区的地台成熟期末,二迭—三迭纪的石千峰组等红层沉积时是华北古构造

和古地貌条件的巨大变革时期,海水全部退出华北断块区,全区成为陆地。当时却以鄂尔多斯地区为中心形成了一个大型内陆盆地,沉积了巨厚的陆相砂岩、页岩。在东部隆起区则产生了一些北东向和北北东向为主的中、小型断陷盆地,表现出进入中、新生代断块区激发阶段的先兆。

本书论及古生代华北断块区地壳运动的文章较少。张守信的论文对古生代几个穿时的岩石地层单位的讨论虽然主要是从地层学角度提出的,但对地质构造研究很有启发意义。岩石地层穿时性主要是构造条件控制的,如在一个海浸过程中的沉积盆地中心和边缘往往会产生一组穿时的岩石地层。如果对华北断块区古生界的穿时地层有一个轮廓的超覆和退覆分析(见前述),那么我们即可了解到构造运动随时间、空间的变化和古地貌的发展规律。

对古生代末期的地壳运动特征,包括构造作用力的方向、性质,资料虽然还很缺乏,但却可认为在本阶段构造运动是微弱的,只是在局部地段基底断裂产生较小的继承性活动引起古生代沉积盖层的宽缓褶曲,产生一些挠曲和面积隆起。根据北京附近煤田勘探资料,有的侏罗系含煤地层与晚古生代岩层成平行不整合接触,两者形成形态一致的褶皱(一翼平缓,一翼近直立),这表明强烈的构造变动产生在侏罗纪以后。

三、断块区激发阶段或地台活化期

这阶段包括中生代至现代的地质历史,这是华北断块区地质构造发展的重要阶段。在此阶段,强烈的地壳运动伴随着深部地幔物质上升,古老的前寒武纪基底断裂再次活动,它们水平或垂直位移,产生块状断陷和隆起。块断体在北部和南部为长轴近东西的菱形断块,中部(秦岭和阴山之间)为长轴近南北的菱形断块。这时期岩浆活动十分活跃,基底断裂重新活动引起沉积盖层产生褶皱和断裂。

十多年前,我们曾论述过华北地区中、新生代地质构造发展特征(中国科学院地质研究所构造地质研究室,1966)。自那以后,我们在华北地区又做了大量的地震地质、石油地质和其他的地质工作,对本区中、新生代地质特点有了更深一层的认识,这些成果反映在本书内许多论文中。特别值得指出的是,近年来运用了一些新的研究方法,如遥感信息解释、天然地震转换波法、大地电磁探测法、有限单元法等,为更正确和深入的认识深部地质构造提供了线索,并通过地质过程的数学模拟向地质学定量化等方向摸索了经验,这些探索性的研究成果也收集在本书中。

从沉积建造和岩浆活动方面分析可看出华北断块区的本阶段活动特征。鄂尔多斯断陷的陆相河、湖相建造(T_3-J)西厚东薄,南厚北薄。山西断隆中出现了一些小型断陷盆地,如在大同、北京西山等地填充了下侏罗统(J_1)含煤建造。汾河地堑的北段分开近南北向的吕梁断块山和太行断块山,太行山东缘断裂带分开了山西高原和华北平原。这表明印支运动所产生的早侏罗世含煤盆地多位于一些断陷块体内,盆地的长轴方向与前寒武纪基底断裂方向一致。燕山运动使鄂尔多斯和山西地区转化为断隆,冀、鲁、豫断陷沿太行山东缘出现,并有大量火山岩喷发(J_2-3),与之相平行的北北东走向的沧东断裂、郑庐断裂再度活动,在胶东和辽东地区亦出现中、晚侏罗世盆地,有的也有火山岩喷发和岩浆侵入。华北断块西缘,贺兰山、六盘山一带的白垩纪沉积物出现于近南北向地堑之中,北京

西山一带的下白垩统砾岩及其上覆的河湖相沉积则可能伸入华北平原之下。这都表示鄂尔多斯和山西断隆继续上升。郑庐断裂以东的上侏罗统至下白垩统(J_3-K_1)火山岩和岩浆活动亦表现出燕山运动期间岩浆活动由西向东逐渐加强。这可能与“太平洋板块”(即我们的大洋型岩石圈断块)活动有关。我们认为,与其说太平洋板块向西俯冲,还不如说华北大型岩石圈断块依次作叠瓦式向太平洋仰冲而形成内老外新的日本岛弧和琉球岛弧,并在弧后形成拉张型的日本海和中国黄海更为恰当。

华北断块区内广大地区古生界、中生界褶皱和逆断层的走向,在阴山附近为北东东和北北东,并成向东南凸出的弧形。在断块区的中部多为北东和北北东走向。在断块的南部区中生代岩层褶皱为北西西向。可见同一时代,不同地区褶皱的走向与当地基底构造方向往往近于一致,这样一来,与其用岩层受北西-南东向或北东-南西向挤压应力作用来解释,还不如说,基底的北北东向断裂左旋扭动及近东西向基底断裂右旋扭动引起沉积盖层内北东东及北东向褶皱,更为合乎实际情况。因为北西-南东向的或北东-南西向挤压应力,并不会形成上述两种方向的褶皱和它们成雁行斜列型式出现。

第三纪初期,辽南、冀中、豫西广大地区仍处于下陷状态,东濒黄海陆缘海,而出现滨海的海陆交替建造。古黄河、古淮河、古辽河、古海河河口三角洲普遍发育,可能彼此相连,汇集于渤海和黄海西缘,它们的上游可能向西与河套和渭河地堑相通。

值得指出的是,华北断块区在中生代末至第三纪初,上地幔物质上冲,它沿前寒武纪基底断裂,如山西汾河地堑、冀鲁平原、辽河平原皆有北北东向的地幔隆起(据人工地震测深和重力异常),渭河地堑近东西向上地幔隆起,引起地壳下陷而成为拉开式地堑。在这些地堑内,第三系沉积物厚度达数千米,并伴随有玄武岩浆间歇喷发。在汾河地堑的北端还有近代火山活动。这些地堑可能与东非裂谷、莱茵地堑的形成机制是相似的。

根据华北平原济南一元氏地震测深资料¹⁾和其他物探资料表明²⁾,华北断块区边缘不仅为断裂带所围限,而其内部也被不同深度的断裂所切割,存在着岩石圈、地壳、基底和盖层四种断裂,划分断块区与其它构造单位的边缘断裂带有:(1)华北断块的北缘为阴山-燕山-铁岭断裂带,位于内蒙古古生代断褶与华北断块区之间;(2)南缘为淮河断裂带(芦氏-合肥),大致沿伏牛山、大别山北侧发育,位于古生代秦岭断褶北缘。以上两断裂是迁就走向北西西-北东东剪切断裂而形成的剪切-拉张性质的断裂;但华北断块北缘断裂带主要是北东东向,南缘的主要是北西西向,有呈扇骨状向东撒开的趋势,与日本岛弧和琉球岛弧向东凸出遥相呼应,可能与华北岩石圈断块向东仰冲(相当于太平洋板块相对俯冲)有关。(3)华北断块区的西缘为贺兰-六盘山断裂带;(4)东缘为响水口-千里岩断裂带;两者均迁就走向北北东-北北西断裂,是具有剪切-挤压性质的断裂,但主要呈北北东走向,也可能与华北岩石圈断块向东仰冲并沿纬向作不均匀扭动(北部向东,南部向西)有关。华北断块区内部的走向北东东-北西西的断裂以及北北东-北北西向断裂也是很多的。这由地震活动和地貌发育显示出来,鄂尔多斯、山西高原、华北平原、鲁西隆起、下辽河-渤海-鲁西断陷、沧县隆起、胶辽断块等长轴近南北的菱形和长方形断块等都表现出华北断块区是由时代不同、大小不等、活动性存在着差异的断块拼合而成的。断块的活动性由西向东

1) 滕吉文等:地球物理学报,1974年。

2) 刘国栋、邵学钟、孙武城等人的报道。

和由北向南增强,形体由西向东和由北向南而变小,它们的形成时代存在着由西向东和由北向南变新的趋势,似乎也都与中国大陆型地壳与太平洋海洋型地壳的相对运动有关。

华北断块区古老基底断裂对盖层的影响,特别是对中生代块断运动的控制表现得比较明显。在这方面,本书中关于航磁、重力和地震转换波资料分析的论文提供了有力的证据。例如,在中、新生代起了重要作用的太行山东缘大断裂正是重力和转换波揭示的莫霍面和康氏面的陡坡带,鄂尔多斯断块和冀鲁断块在中、新生代断块活动的强弱差异取决于基底的完整程度,这在航磁图上反映得十分明显。前已提到,中生代火山活动除有向东加强和变新的趋势外,在东西向断裂带上普遍增强,这也是基底断裂控制作用的一种表现。从柏林等的文章(见本书)说明,中生代火山岩不仅在空间分布上而且在岩石化学类型上亦受基底构造控制。汪辑安等的文章表明,华北断块区中、新生代强烈的块断运动有着明显的深部地质因素。罗焕炎等运用有限单元法对华北东部地区现代应力场计算得到认识,强烈地震发生在上地幔隆起和凹陷的斜坡上。这些都为揭示表层构造与深层构造的联系提供了线索。

顺便指出,利用转换波法探测深部构造和据卫星照片判读断裂网格是两个极有前途的方法,它们从平面和剖面上反映了地壳断块的性质。邵学钟等论文(见本书)表明,断块按切割它的断裂深度分为岩石圈、地壳、基底和盖层断块四个等级是可行的。岩石圈内低速层和高速层以及低阻层和高阻层的多层出现,再加上震源的层状分布都表明,华北断块区不仅有垂直的断裂活动,而且还有近水平的层间滑动。

综观华北断块区形成和发展的全部历史不难看出,30多亿年以来,华北断块区地壳演化历史是一个活动(前寒武纪)—稳定(古生代)—再活动(中、新生代)过程,也是一个拼合(前古生代)—拉张(中、新生代)的过程,又是一个水平运动(前寒武纪)—垂直运动(古生代)—水平运动(中、新生代)的过程,它们都表现出新生与继承的辩证发展。

地壳运动的原因是大地构造学的根本问题,也是地球科学中的一个难题。我们过去曾提出:由于地球内部热力作用和重力作用这一对基本矛盾,引起了地幔和地壳物质的分异与滑动、交换与混合,进而导致地球自转速度的变化以及地壳各壳层之间相对的层间滑动和地壳各块体之间的相对错动,这就是产生区域应力场的基本因素。华北断块区内的北北东—北北西断裂带以及北东东—北西西断裂带交替地出现所形成的断裂网格,可能是与地球自转速度变化有关的。

参 考 文 献

中国科学院地质研究所大地构造编图组, 1974, 地质科学, (1)。

张文佑、叶洪、钟嘉尤, 1978, 中国科学, (2)。

中国科学院地质研究所构造地质研究室, 1966, 华北华南中生代新生代地质构造发展特征, 科学出版社。