

国家自然科学基金资助项目(49672094)

华北地块北缘 晚古生代盆地演化 及盆山耦合关系

周安朝 著

HUABEI DIKUAI BEIYUAN WANGUSHENGDAI PENDI YANHUA JI PENSHAN OUHE GUANXI

0.2

煤炭工业出版社

国家自然科学基金资助项目

项目编号：49672094

华北地块北缘晚古生代盆地演化 及盆山耦合关系

周安朝 著

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

华北地块北缘晚古生代盆地演化及盆山耦合关系/周安朝
著. —北京: 煤炭工业出版社, 2002

ISBN 7-5020-2141-8

I. 华… II. 周… III. 聚煤区-构造盆地-研究-华北地区 IV. P618.110.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 008864 号

**华北地块北缘晚古生代盆地演化
及盆山耦合关系**

周安朝著

责任编辑: 王铁根 田园

*

煤炭工业出版社 出版发行
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
北京密云春雷印刷厂 印刷

*

开本 787×1092mm $\frac{1}{16}$ 印张 10 $\frac{1}{2}$

字数 220 千字 印数 1—600

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

社内编号 4912 定价 30.00 元



版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

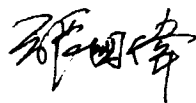
序

地质科学是一门实践性与探索性很强的科学，其中地质科学研究就是一个在不断实践、探测、实验分析基础上的不断探索和不断发现与思维、创新的认识过程。

本书作者以板块构造理论和大陆动力学探索为学术指导思想，从实际出发，以沉积作用研究为主线，重点选择了华北地块北缘具有代表意义的内蒙古大青山和辽西南票两个晚古生代聚煤盆地为研究对象，并把盆地的形成、演化、沉积充填与内蒙古造山带的造山作用过程联系起来综合分析研究。作者以翔实的沉积岩石学资料论证了大青山和南票两个晚古生代聚煤盆地是从统一的华北晚古生代克拉通盆地背景下的断拗陷盆地转化成为类前陆盆地的，从而追索了华北地块北缘的古板块构造演化，揭示了华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的形成和演化与内蒙古造山带板块构造碰撞造山的盆山耦合关系，探讨了板块碰撞造山后的构造动力学机制及其大陆动力学意义，富有探索创新的科学意义。作者在华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的研究中，系统进行了地层格架、岩相和沉积环境再造，砂、砾岩成分的量化研究和古流向测量等方面的工作；并通过砂、砾岩层的碎屑成分随地质时间进程的变化规律分析，找到了与北侧陆源物质来源区隆升、剥蚀历史之间的很好的对应关系，提出了“阴山古陆”是晚石炭世初在内蒙古造山带形成过程中才开始形成的拱起隆升区，并在后期的构造演化中转化成为内蒙古造山带的前陆褶皱冲断带，而后又遭受中生代构造运动的强烈叠加改造，才成为现今古老变质结晶基底岩系广泛剥露的隆起带。也就是研究表明，“阴山古陆”并非是古老基底隆升的“地轴”古陆，而是中生代才隆升剥露的古老结晶基底的隆升构造带。这一创新见解，从盆山关系方面揭示了华北地块北部边缘的板内构造变形与大陆动力学过程；从中国大陆地质的重要区域构造的研究，参与了当代国际地学发展前缘领域的研究。作者还在盆地研究中确认了 12 个火山事件沉积序列，通过内蒙古造山带 C_2-P_1 中酸性火山岩和盆地中火山碎屑岩的岩石学、岩石化学、微量和稀土元素的对比分析，不仅论证了赋存于华北地块北缘晚古生代聚煤盆地火山事件沉积层中的火山碎屑物来源于内蒙古造山带在 C_2-P_1 时期大规模中酸性火山喷发，而且为华北大面积石炭二叠纪煤系地层精细对比提供了新的可靠依据，具有重要的实践指导意义。

总之，本书实际资料丰富，思路新颖，立论有据，具有独到见解，富有创新性。愿它尽早付梓，以饕读者。

中国科学院院士



2001 年 11 月 20 日

目 录

序

第一章 绪 论	1
一、引 言	1
二、华北地块北缘晚古生代聚煤盆地及内蒙古造山带研究概况及 研究意义	3
三、学术指导思想与主要研究内容	5
四、新的进展和重要认识	6
第二章 华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的区域地质背景	9
一、华北地块北缘与内蒙古造山带晚古生代构造单元划分	10
二、华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的区域地质背景	17
第三章 大青山晚古生代聚煤盆地的沉积作用及盆地演化	19
一、地层格架	19
二、岩相及沉积环境	23
(一) 滨岸环境	23
(二) 河流环境	28
三、砂、砾岩特征及构造意义	33
(一) 砾岩层特征	33
(二) 砂岩特征	46
(三) 砂、砾岩构造意义	61
四、大青山晚古生代聚煤盆地的沉积特征及盆地演化	64
(一) 晚石炭世—早二叠世早期断陷盆地阶段	65
(二) 早二叠世中晚期—晚二叠世叠合类前陆盆地阶段	66
(三) 大青山晚古生代聚煤盆地的后期陆内构造演化	67
第四章 辽西南票晚古生代聚煤盆地的沉积作用及盆地演化	69
一、地层格架	69
二、岩相及沉积环境	73
(一) 滨岸环境	73
(二) 河流环境	76

三、砂岩特征及构造意义	79
(一) 砂岩的物源区位置	80
(二) 砂岩的基本类型及碎屑组成	80
(三) 物源区构造背景	87
四、南票晚古生代聚煤盆地的沉积特征及盆地演化	89
(一) 晚石炭世—早二叠世早期断拗陷盆地阶段	90
(二) 早二叠世中晚期—晚二叠世叠合类前陆盆地阶段	91
(三) 辽西南票晚古生代聚煤盆地后期构造演化	93
第五章 内蒙古造山带晚古生代火山岩及华北北缘晚古生代聚煤盆地中的	
火山碎屑岩特征	95
一、内蒙古造山带晚古生代火山岩的物质组成特征	95
(一) 晚石炭世火山岩	95
(二) 早二叠世火山岩	100
二、华北地块北缘大青山、南票两晚古生代聚煤盆地沉积层中的	
火山碎屑岩特征	106
(一) 火山碎屑岩的确定方法、依据及主要岩石类型	108
(二) 火山喷发期次划分	118
(三) 火山碎屑岩的地球化学特征	118
三、内蒙古造山带晚古生代火山岩与华北地块北缘晚古生代聚煤盆地	
火山碎屑岩的特征对比及火山碎屑物来源	125
(一) 晚石炭世火山岩与火山碎屑岩的特征对比	126
(二) 早二叠世火山岩与火山碎屑岩的特征对比	126
(三) 大青山和南票两个晚古生代聚煤盆地沉积层中的	
火山碎屑物的来源	127
四、华北地块北缘晚古生代火山事件沉积的全序列及其主要特征	
和研究意义	128
第六章 华北地块北缘晚古生代聚煤盆地类型、成因及盆山关系	136
一、大青山、南票晚古生代聚煤盆地特征对比	136
二、华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的成因及动力学特征	139
(一) 概述	139
(二) 盆地成因及动力学特征	140
(三) 华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的盆地类型	143
三、华北地块北缘晚古生代聚煤盆地与内蒙古造山带的耦合关系	145
(一) 盆地的形成与其北侧造山作用的密切相关性	145

(二) 盆地的性质随内蒙古造山带板块作用的演化而转化	146
(三) 盆地的沉积特征、物质充填与造山作用密切相关, 同时也记录了 造山带的造山构造变动与隆升过程	147
(四) 盆地中的火山沉积事件层记录了造山带与盆地的密切关系	149
参考文献	151

第一章 绪 论

一、引 言

造山带与沉积盆地是大陆结构中紧密相关、相伴生的两个基本构造单元。造山带一直是地质科学研究的前沿课题之一，是人类寻找和开发矿产资源的基地，是研究岩石圈地质作用过程最重要的天然实验室。沉积盆地则是地质科学的另一重要领域和天然实验室，它不仅蕴藏着丰富的石油、天然气、煤炭等能源矿产，而且也是许多其他固体矿产富集的地质单元。因而它们也都是研究全球变化，改善人类生存环境，减轻灾害等可持续发展问题的重要研究对象。显然，造山带与盆地是地壳岩石圈形成演化的主要地质记录，是人类了解和认识固体地球和岩石圈的重要窗口。特别是 90 年代以来，造山带与盆地已成为当代大陆动力学研究的基本对象与内容。

20 世纪 60 年代，板块构造理论的诞生和发展为地质科学的研究和发展注入了新的巨大活力。板块构造以活动论观点科学地论述了大洋的形成与演化，大陆边缘，洋、陆关系等一系列重大的地质问题，极大地推动了地球科学的向前发展。但是，随着板块构造理论应用于大陆地质研究的不断深入，逐渐发现陆、洋板块之间具有很大的差异，用刚性板块运动学原理很难解释大陆板内复杂的构造变形（李晓波等译，1993；郑剑东，1993）与机制。所以，从经典板块构造解释大陆地质遇到了新的疑难，如经典的板块构造理论不能完好地解释在大陆内部发生大规模侧向位移、岩片叠覆堆置和广泛弥散性的构造变形及陆内构造作用成山的大陆构造过程，也不能很好地解释大陆板块内造山成盆作用的动力学（张国伟等，1993）。近十几年来，随着大陆岩石圈内部变形研究的深入和地球物理探测技术的发展，研究成果和探测资料表明大陆岩石圈具“三明治式结构”（Matthews D., Cheadle M., 1986; Ranalli G., Murphy D.C., 1987），即大陆岩石圈的垂向流变分层结构及不同力学性质的多层软弱界面可能成为控制和影响陆壳构造变形的具动力学意义的构造层。岩石圈的这种分层流变现象已被认为是研究大陆构造和大陆地壳演化的基础（Wernicke B., 1990; 张国伟等，1993, 1995; 李晓波等译，1993; 宋子新等，1996）。

造山带与沉积盆地是大陆岩石圈的两个基本组成部分，它们是在统一的构造框架和动力学体制下形成的孪生体。对造山带和盆地两个前沿领域的研究进展表明，大陆造山带的研究正处在一个重要发展时期。一是板块运动研究，从过去着重于阐明板块运动的历史和板块边界的相互作用，转向更加重视碰撞和碰撞后的造山作用研究；二是造山带的岩石圈研究，从过去偏重于地壳的精细结构，转向更多重视深部地质作用研究，如岩石圈地幔及其以下的软流层和上地幔与上部地壳构造关系的研究；三是造山带动力学研究，从对水平

方向的板块间的相互作用,转向对三维的块体和圈层的相互作用的研究,特别是对岩石圈与软流圈、上部地壳和壳内软层的相互作用的研究。盆地作为大陆地质的另一前沿领域,对它的研究随着现代科学技术的发展,如三维地震和高分辨率地震技术、深部地震反射技术、计算机技术等的高速发展,正向着整体分析和定量模拟,建立盆地形成和演化的定量模式方向发展。盆地分析,由过去的盆地内部沉积层的沉积环境和相的分析向着沉积体系和沉积体系域,以及盆地分析与动力学的研究方向发展。在沉积地层的对比上,由通常采用的把生物地层和海相层作为标志层转向了以高分辨率事件层、火山事件沉积层等作为标志层的研究。盆地形成的动力学机制研究,则由重视垂向的升降运动转向了同时重视水平运动作用及两者相结合的研究。尤其是关于盆地形成的动力学模式,20世纪80年代以来已在 Mckenzie (1978) 提出的纯剪切岩石圈伸展和成盆模式及已被广泛地应用于世界各国拉伸型沉积盆地研究的基础上, Wernicke (1985) 及 Kuszniir 等 (1987) 又提出了简单剪切模式, Barbier 等 (1986) 又提出了复合剪切模式等,并自 90 年代以来又有新的重要发展。

前陆盆地学及前陆盆地分析是一个活跃并受关注的领域,并且是侧重于研究前陆构造环境中盆地的形成、演化和前陆沉积体系及其与造山作用的关系,以及矿产资源的特点的学科。近年来,在前陆盆地形成机制方面,挠曲沉降的动力学研究取得了明显进展。盆地模拟技术无论是岩石物理学实验,还是计算机数值模拟都取得了良好效果。如 Beaumont 等 (1984, 1988) 的粘弹性三维挠曲模型, Cloetingh 等 (1988, 1990) 的板内应力挠曲模型, Watts (1981, 1989, 1992) 的进积沉积负荷的岩石圈挠曲模型, Waschbusch 等 (1992) 的横向强度变化与非弹性屈服大陆岩石圈的挠曲模型, Stern 等 (1992) 的三维挠曲模型等,都从不同侧面探讨了前陆盆地沉降及成因机制。上述各模型,总体上表明了前陆盆地是由于板块俯冲或碰撞引起造山带地壳增厚,区域碰撞构造压力和构造负荷使俯冲碰撞下行板块前缘的克拉通岩石圈挠曲,并随之因沉积负荷作用加大了盆地的沉降。所以前陆盆地的宽度和深度与造山冲断楔和沉积楔的大小和形态有关,同时也受控于基底岩石圈的挠曲刚度和厚度等。

当前大陆地质研究的一个引人注目的动向是越来越多的地质工作者重视和加强了造山带和盆地的整体综合研究,即把沉积盆地的形成、演化与周边造山带紧密结合起来,作为一个统一系统加以研究。这是因为大陆造山带和盆地具有其特定的时空结构,并通过物质的相互迁移和构造相互制约形成一个具有内在联系的统一体。造山带既是古盆地的充填区,由盆地发展、转化而成;又是新盆地的物源区,对盆地的类型、演化及改造具有重大的控制作用。盆地与造山带演化关系的研究不仅对板块的俯冲碰撞、造山带抬升历史、盆地形成期次有着重要的意义,而且为造山带与盆地形成演化中的拉张、挤压应力转换过程及物质充填等的研究提供了思路。如重要的构造变动期沉积了相应的充填层序,并形成每一层序的不整合面。区域性不整合面的存在说明了曾经发生过褶皱构造以及边缘地区的构造倾斜和翘曲旋转等。不同形式与类型的沉积作用和岩相及岩相组合在时空上的变化能够反映不同类型沉积盆地的形成和演化;而盆地的发展及演化又受构造作用的控制,在不同

的构造作用演化阶段、不同的构造部位形成不同性质与类型的盆地和不同的沉积充填。而且造山带与盆地的形成演化在深部可能是统一动力学过程的不同时空表现,有着紧密的动力学成生关系。这就意味着盆地中的沉积记录能够反映造山作用的性质、特征、强度和过程以及隆升时代、速度及其变化。

华北晚古生代聚煤盆地是发育在华北板块上的巨型克拉通盆地,它北接兴蒙-阴山造山带,南邻秦岭-大别造山带,是一个南、北面临造山带的广阔盆地。从区域构造背景来看,华北晚古生代聚煤盆地的形成、沉积充填、发展演化与古秦岭洋、古亚洲洋板块的演化与消亡和扬子板块、西伯利亚板块分别对华北板块的作用有关。在时间关系上,华北晚古生代聚煤盆地沉积充填之时,正值北部古亚洲洋逐渐封闭,西伯利亚板块与华北板块陆-陆碰撞及南部秦岭沿商丹-北淮阳带由点接触碰撞转入面接触碰撞阶段。在空间关系上,随着俯冲碰撞造山作用和山脉的不断扩大与不断隆起,诱发华北晚古生代聚煤盆地的形成,并成为盆地沉积物的蚀源区。可见造山带与盆地是在时空发展和形成机制上密切相关的统一构造系统。因而把造山带和盆地置于统一的动力学系统加以研究,搞清它们之间的相关关系,是解决大陆动力学许多难题的突破口之一。据此,作者选择研究华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的形成演化与内蒙古造山带的关系,并侧重于盆地的沉积充填研究,探索盆山关系和华北地块北缘聚煤盆地的属性与特征,从而探索大陆动力学问题。

二、华北地块北缘晚古生代聚煤盆地及内蒙古造山带研究概况及研究意义

华北地块北缘晚古生代聚煤盆地包括位于包头—呼和浩特一线以北的大青山煤田,河北北部的兴隆、平泉煤田及辽宁西部的北票、南票煤田等,呈东西向展布于华北陆块最北缘的阴山山脉以南。多年来,众多学者(叶连俊,1983;陈钟惠,1989,1993;刘焕杰等,1987;潘随贤等,1987;陈忠惠等,1988;杨起等,1987;煤炭科学研究总院地质勘探分院,山西省煤田地质勘探公司,1987;程保洲等,1992;尚冠雄等,1997)主要侧重于华北大面积的生物地层学、沉积岩石学、沉积环境和古地理、聚煤规律及勘探等方面的研究,并取得了丰硕成果,确定了华北晚古生代聚煤盆地是一个发育于华北板块上的巨型克拉通聚煤盆地,其含煤岩系主要由河流沉积体系、三角洲沉积体系、碎屑滨岸沉积体系和陆表海-海湾沉积体系等4大沉积体系组成;指出了华北晚古生代聚煤作用受控于古地理、古气候和古构造条件,有利的聚煤或富煤带呈自下而上、由北向南迁移的总趋势;建立了华北晚古生代聚煤盆地为向上变浅的碳酸盐岩-碎屑岩陆表海缓坡相的沉积模式;说明了华北晚古生代聚煤盆地的碎屑岩建造中碎屑颗粒自北而南由大到小的变化趋势,沉积物的主要物源是华北北缘的“阴山古陆”。

西伯利亚和华北板块间曾是一个广阔的多块体长期相互作用的复杂俯冲碰撞造山带,其中内蒙古造山带现今位置包括阴山山脉及其以北,西伯利亚陆块以南我国境内内蒙古自治区的中东部广大地域。前人的研究表明,内蒙古造山带是华北与西伯利亚陆块之间的古亚洲洋在先期构造基础上,自早古生代末到晚古生代末板块俯冲碰撞逐渐封闭造山的地

区,包括早古生代加里东造山带及晚古生代华力西造山带,是我国北方十分重要的大地构造单元。自20世纪70年代后期板块构造理论应用于大陆造山带的研究以来,我国许多学者对内蒙古造山带的构造地质演化历史做了大量研究工作,一批论文、文集和专(集)著相继出版,它们集中反映了内蒙古造山带研究的巨大成果和重要进展。起初,主要集中于寻找有关华北和西伯利亚板块之间的缝合带位置,以及蛇绿岩片等的形成演化(曹从周等,1986,1987;刘家义,1983;胡晓等,1986;邵济安,1986;李锦轶,1987;左国朝等1987;王荃等1991;唐克东,1992;何国琦1994),以研究古生代古亚洲洋板块的俯冲、消减、拼贴、增生、碰撞,寻找残余洋壳的蛇绿岩片及相关构造侵位地层,并恢复构造演化为主要目的,已寻找出若干条具大地构造意义的蛇绿岩带。随着研究工作的不断深入,逐步发展到较为全面系统的造山过程研究。胡晓等(1990)的研究提出了温都尔庙-白乃庙俯冲海沟-岛弧及弧后盆地体系,认为中志留世末至晚志留世初的晚加里东造山运动,在华北地块北侧的白乃庙-白云鄂博一线,由于古亚洲洋板块向南俯冲,岛弧与大陆边缘碰撞发生褶皱和强烈隆升,形成了华北板块北缘东西向加里东陆缘增生带。邵济安(1991)的研究表明,索伦山-贺根山蛇绿岩形成于晚泥盆世,在早石炭世华北与西伯利亚两大板块完成了对接,两大板块的对接为“软碰撞”,没有造成地壳的大幅度加厚和褶皱、形成高峻山脉。王荃等(1991)的研究,在内蒙古古生代造山带中识别出6条蛇绿岩带和至少5个增生地体,认为西伯利亚和华北地块之间的古生代洋壳多次向南北两侧陆缘带俯冲,在二叠纪晚期两古陆块相碰撞,华北与西伯利亚的分裂到二者的重新拼合是一个漫长而完整的威尔逊旋回。任纪舜等(1990)的研究认为蒙古-兴安带的构造演化,经历了中晚元古代、早古生代、晚古生代三个旋回洋盆的形成、发展与闭合,是手风琴式往复运动、多旋回发展。王东方等(1992)的研究提出“内蒙地轴”应解体,并提出了在西伯利亚板块“推土机”动力机制作用下的造山作用模式。王瑜(1996)的研究认为西伯利亚与华北板块之间的古亚洲洋壳消失是对称的向南北两侧俯冲,最后在中部消失,板块的俯冲—碰撞机制是活动大陆边缘与活动大陆边缘之间的由北至南为陆-弧-弧-陆的碰撞,两岛弧间碰撞始于 P_1 末— P_2 早期,强烈作用时期在 P_2 — T_2 ,等等,不再一一列举。总之,迄今对内蒙造山带的构造地质演化历史的认识尚未统一,正在深入探索研究之中。

上述研究成果无疑为此后的研究奠定了良好的基础。但不同观点间的争议与分歧显而易见,表明仍存在着许多有待解决的问题,其中有关山盆关系,也即华北地块上克拉通盆地与内蒙古造山带演化间的关系,就有以下诸问题:①华北地块与内蒙古造山带之间的构造关系,即造山带构造演化与华北板块古生代构造发展间的山盆耦合关系;②华北地块上晚古生代巨型聚煤盆地,尤其是华北地块北缘晚古生代聚煤盆地沉积建造的属性及意义是什么,盆地形成和演化与内蒙古造山带究竟是什么关系?③华北地块北缘现属于内蒙古造山带南缘地带为什么会发生许多晚古生代中晚期的构造岩浆活动?④在过去的华北晚古生代聚煤盆地岩相古地理研究中,都把阴山山脉脚下的晚古生代沉积自西至东划分出数个大小不等的冲积扇群,事实果真如此吗?究竟这些快速堆积的岩层是在什么构造背景下和属于什么性质和类型的盆地中形成的?⑤近年来的研究中发现石炭二叠煤系地层中夹有多层

火山碎屑沉积事件层, 这些火山碎屑物来源于哪里? 具有什么地层划分与对比和大地构造意义? ⑥华北北缘晚古生代聚煤盆地, 特别是大青山煤田, 许多学者(李星学, 1954, 1963; 韩德馨等, 1980; 张遵信, 1987) 将其一直视为“内蒙地轴”上的一个山间盆地, 钟蓉(1988)、张泓(1997) 认为大青山聚煤盆地是华北巨型克拉通聚煤盆地的一部分, 那么它究竟是一个什么性质和类型的盆地, 其成因如何? 等等。这些重要的地质问题要求我们, 不能再像以前那样仅单一地分别去研究内蒙古造山带和华北晚古生代聚煤盆地的地质特征, 而现在应该将它们置于统一的构造作用系统中, 去探求华北地块与内蒙古造山带之间的相关关系, 研究盆山关系, 进而探索大陆动力学的基本问题。

越来越多的地质事实证明, 华北地块北缘晚古生代的盆地构造演化, 严格受区域构造背景下的内蒙古造山带主造山期板块运动的控制。华北北缘的晚古生代盆地构造演化与内蒙古造山带的造山作用经历了长期而复杂的演化过程。无论单独地研究盆地或造山带, 都很难全面地反映该地区的构造演化过程, 需要从整个区域的统一构造观出发, 系统地进行综合研究和探索, 研究不同时期, 不同构造体制下的造山带与盆地发展演化。从古亚洲洋的最终封闭时限和内蒙古造山带的造山过程, 以及对华北北缘晚古生代聚煤盆地沉积充填特征及其意义的详细系统研究中去探讨盆地的形成、演化、成因, 确定盆地的类型、性质与特征; 同时通过对内蒙古造山带晚古生代火山活动和华北北缘晚古生代煤系地层中火山碎屑事件沉积层的对比研究, 确定煤系地层中火山碎屑物的来源, 以及研究火山碎屑事件层在煤系地层中的典型特征, 为华北晚古生代煤系地层中的煤岩层对比研究, 提供新的信息, 无疑具有十分重要的意义。从盆山关系统一观点出发, 侧重研究华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的形成、演化、属性、特征及意义, 不但重新认识华北北缘晚古生代聚煤盆地, 而且从中探索内蒙古造山带与华北北缘聚煤盆地间的盆山耦合关系, 具有十分重要的意义。

三、学术指导思想与主要研究内容

自 20 世纪 80 年代以来, 尤其是 90 年代以来, 人们愈来愈认识到山-盆关系、山-盆系统演化与动力学研究的重要性, 正在把沉积盆地的形成、演化与周围的造山带密切结合起来, 作为一个统一系统加以研究。当前, 沉积盆地研究的理论与实践日益为地质学家所重视。英、美等国家都把沉积盆地及其动力学研究列为 90 年代的优先课题, 特别是美国科学基金会地学部所制定的 1990~2020 年为期 30 年的“大陆动力学研究国家计划”中, 把“大陆中的哪些动力学相互作用控制了沉积盆地的形成”这一命题列为新的要解决的重大科学问题之一, 并在造山过程与盆地演化之间成因关系的研究方面获得很快发展。这是因为占大陆三分之二面积的沉积地层是在盆地中形成的, 盆地的形成和演化受控于更深部的构造作用过程和更广阔的板块构造背景, 尤其受控于大陆动力学背景。沉积记录不仅为人们研究盆地的沉积充填、发展演化、岩相古地理提供重要的物质基础, 而且也为人们重建岩石圈动力学过程和板块相互作用的历史过程, 尤其对于大陆动力学的探索研究提供第一手资料。

华北北缘经历了自中、新元古代到古生代,乃至中生代的长期复杂、多期次的盆山转化过程,无疑是研究山-盆构造关系不可多得的良好场所之一。本次研究选择华北北缘内蒙古大青山、辽西南票两个晚古生代聚煤盆地,并以它们为典型代表,在充分学习和研究前人的成果,利用和分析整理已有的地质资料的基础上,以新的学术观点,本着实事求是的原则,采取严谨的科学态度,开展新的野外地质调查和室内综合分析研究;以板块构造理论和大陆动力学探索为学术指导思想,运用山-盆统一研究的学术思路,从活动论观点出发,以沉积作用研究为主线,从重点研究华北北缘两个晚古生代聚煤盆地不同时期的岩相古地理、岩相岩性特征、岩石组合、砂砾岩的骨架颗粒组成及物源分析、陆源区的母岩组合和构造背景入手,结合前人关于内蒙古造山带的最新研究成果,把沉积作用、盆地发展、构造演化与造山作用过程联系起来,探讨论证内蒙古造山带的造山作用过程及其对华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的影响,分析盆地的属性、特征及演化和盆山关系。研究的主要内容和试图解决的科学问题如下。

(1) 在前人研究的基础上,通过对内蒙古造山带主要构造单元的构造演化特点分析与研究,说明内蒙古造山带在晚古生代板块最后俯冲碰撞和洋壳消亡的基本过程与构造格架及其以后的构造演化过程,目的在于以此为依据说明华北北缘晚古生代聚煤盆地的成盆区域构造背景。

(2) 研究的重点在于通过对内蒙古大青山及辽西南票两个晚古生代聚煤盆地沉积地层的岩相古地理、砂、砾岩骨架成分、结构及沉积组合等方面的研究,确定其物源和蚀源区母岩组合及蚀源区构造背景;阐明盆地以北造山带板块构造作用对盆地沉积充填的控制作用,进而讨论盆地的成因、类型及其随造山带构造演化过程的变化与探索盆-山耦合关系。

(3) 通过对内蒙古造山带晚石炭世一早二叠世的火山岩及华北地块北缘两个晚古生代聚煤盆地沉积层中所赋存的火山碎屑岩的岩石学、岩石化学、稀土元素地球化学等对比研究,确定华北北缘晚古生代聚煤盆地沉积地层中的火山碎屑物的来源,并详细研究盆地C₂-P₁地层中火山碎屑沉积事件层全序列及其特征,为大面积煤系地层的煤岩层对比提供新的依据。

综合以上各项研究,分析内蒙古大青山和辽西南票两个晚古生代聚煤盆地发展与演化规律及其动力学原因,探索内蒙古造山带与华北北缘晚古生代聚煤盆地的关系并探讨大陆动力学问题。

四、新的进展和重要认识

通过对华北地块北缘两个晚古生代聚煤盆地的重点详细深入研究和对内蒙古造山带部分的观察与研究,主要取得如下进展和成果。

(1) 确定了华北北缘晚古生代聚煤盆地是复合性叠合盆地,具有从初期克拉通盆地边缘断拗陷盆地转化为类前陆盆地,最终叠合而成复合性叠合盆地。研究表明晚石炭世一早二叠世早期华北北缘晚古生代聚煤盆地在华北统一晚古生代克拉通盆地背景下具有断拗陷盆地性质。它是由于晚石炭世初华北板块北部陆缘前缘发生向北向西伯利亚南缘南蒙微板

块之下的强烈俯冲,导致俯冲板块后部的华北地块北缘地区受挤压而拱起隆升,在这一隆升带的南侧发生断拗陷沉降的构造背景中形成。在早二叠世中晚期随内蒙古造山带发生全面陆-陆碰撞的构造作用发展演化,早二叠世中晚期—晚二叠世,华北地块北缘晚古生代聚煤盆地演化成为类前陆盆地。它是在两大板块进入强烈碰撞、全面隆升造山作用阶段,导致盆地北侧陆源区发生大规模指向向南的强烈褶皱与冲断并使其演化成为内蒙古造山带前陆褶皱冲断带的构造作用过程中,由先期的断拗陷盆地转化、演化而成,并叠合于其上。

(2) 建立了华北地块北缘晚古生代聚煤盆地沉积充填和盆地北侧陆源剥蚀区不同时期母岩组合与风化剥蚀的时空序列。通过华北地块北缘两个晚古生代聚煤盆地砾岩的物源分析、砂岩的骨架颗粒类型及其量比统计分析,确定了陆源区不同时期的母岩组合,证实石炭二叠纪时盆地北侧陆源区的风化剥蚀具有先从下古生界寒武奥陶系开始,逐渐过渡到中、新元古代沉积盖层和出现大面积的太古界变质岩为主及侵入其中的花岗岩的风化剥蚀时空演化特点。早二叠世末—晚二叠世,先期喷发的中酸性火山熔岩也是重要的母岩类型。陆源区不同时期的母岩组合及其变化,决定于内蒙古造山带不同时期的板块构造作用。

(3) 建立了华北地块北缘晚古生代聚煤盆地煤系地层精细对比的火山事件沉积序列和确定了盆地中火山碎屑的来源,为华北晚古生代聚煤盆地煤系地层对比提供了新的依据。①通过野外对内蒙古大青山童盛茂和辽西南票苇子沟两个石炭—二叠系地层剖面精细实测,并按 0.5~0.8 m 间距采样,室内用显微镜法、电镜法、X 光衍射分析,综合判定华北北缘晚古生代聚煤盆地煤系地层(C_2-P_1)中赋存有 34~39 层火山碎屑沉积事件层,两个剖面均划分出 12 个火山事件沉积序列,并且具可对比性,为华北北部晚古生代聚煤盆地煤系地层的煤岩层精细对比提供了新的依据。②通过内蒙古造山带区晚石炭世、早二叠世火山岩和华北地块北缘晚古生代聚煤盆地中的火山碎屑岩的岩石学、岩石化学、稀土元素对比分析研究,证实华北地块北缘晚古生代聚煤盆地中的火山碎屑物来源于内蒙古造山带 C_2-P_1 的大规模中酸性火山喷发;盆地中的火山碎屑物是在强烈的火山爆发过程中由大气流搬运并降落于盆地中,得以保存、固结成岩而成;同时为研究盆山关系提供了证据。

(4) “阴山古陆”并非是古老隆升的古陆。它是晚古生代伴随内蒙古造山带的板块构造作用逐渐抬升剥蚀出露,并在早二叠世末期—早三叠世初的强烈碰撞全面造山过程中发生大规模的褶皱冲断和隆升,成为造山带前陆褶皱冲断带,并又遭受后期的强烈构造运动,尤其是中生代燕山期构造运动的叠加改造,急剧抬升,最终才成为一条古老变质结晶基底岩系广泛裸露的隆起带。

(5) 内蒙古造山带和华北北缘晚古生代聚煤盆地是在统一的构造框架和动力学体制下形成的孪生体,它们的形成和发展演化都受控于西伯利亚和华北两大板块的构造作用,山、盆之间存在着耦合关系。①华北北缘晚古生代聚煤盆地伴随北侧造山带造山作用的发生和演化而形成。晚石炭世初期,它形成于内蒙古造山带板块俯冲挤压的构造背景之中。②盆地的性质随内蒙古造山带板块作用的演化而转化。晚石炭世—早二叠世早期在内蒙古

造山带板块俯冲、碰撞过程中，华北北缘晚古生代聚煤盆地在华北统一晚古生代克拉通盆地背景下具断拗陷盆地性质；到早二叠世中晚期—晚二叠世随两大板块的全面陆-陆碰撞到强烈碰撞全面隆升造山而转化成为类前陆盆地。③盆地的沉积特征、物质充填与造山作用密切相关，同时也反映和记录了造山带的造山过程。两盆地不同时期砂、砾岩的骨架颗粒及其量比的规律性变化所反映的不同时期物源区的母岩组合变化，以及盆地在不同时期的沉降与沉积充填及其速率变化均受控于内蒙古造山带的不同时期的板块作用，客观地记录和反映了盆地以北陆源区由一般性的挤压隆升向发生大规模褶皱与冲断转化的构造作用特点，以及内蒙古造山带的板块作用由早期俯冲碰撞到全面陆-陆碰撞、再到强烈碰撞全面隆升造山的造山过程。

第二章 华北地块北缘晚古生代聚煤盆地的 区域地质背景

华北地块北缘晚古生代聚煤盆地自西至东包括内蒙古大青山煤田、河北兴隆及平泉煤田、辽西南票煤田。它们呈东西向展布于内蒙古造山带的南侧（图 2-1）。这些聚煤盆地中的石炭二叠含煤岩系均平行不整合于下古生界寒武奥陶系以碳酸盐岩为主的地层之上。因而，多数研究者认为它们是位于“阴山古陆”南侧，属于华北晚古生代巨型克拉通聚煤盆地的北缘部分。另一方面，由于后期构造运动的影响，尤其是燕山运动的影响，晚古生代沉积层发生褶皱变形，地层直立甚至局部倒转，如大青山煤田中的石炭二叠纪煤系地层因受后期构造运动影响，被古老变质岩组成的高山所围限，因而在盆地类型的确定上存在争议。

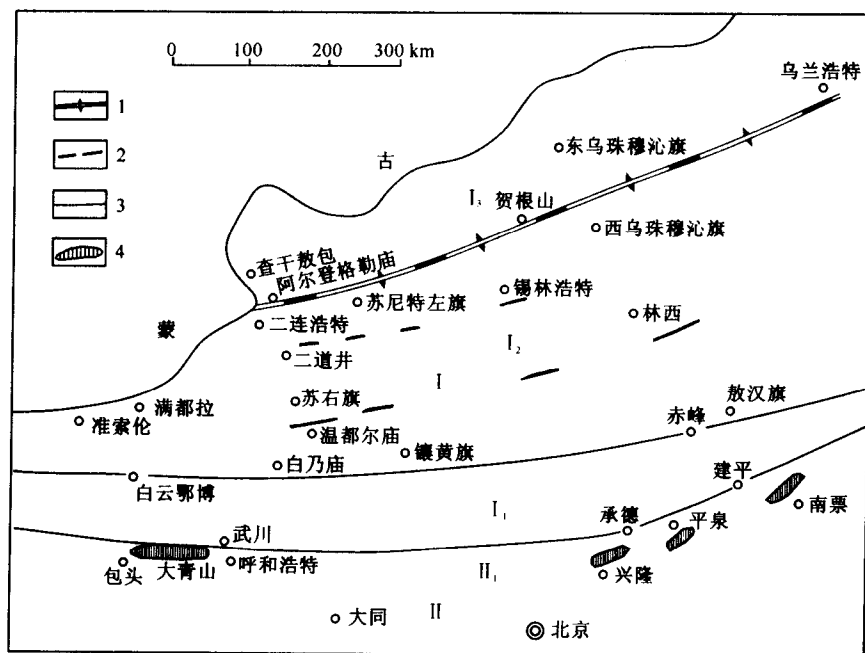


图 2-1 晚古生代华北地块北缘与内蒙古造山带构造单元划分图

1—晚古生代板块碰撞缝合带及晚古生代早期蛇绿岩分布带；2—早古生代蛇绿岩残片分布带；3—断裂带；4—华北地块北缘晚古生代聚煤盆地位置；I—内蒙古造山带；I₁—内蒙古造山带南缘前陆逆冲断褶隆升带；I₂—苏尼特右旗-林西构造带；I₃—东乌珠穆沁旗构造带（西伯利亚板块南缘南蒙古地块）；II—华北地块；II₁—华北地块北缘聚煤盆地沉降带

华北地块北缘晚古生代聚煤盆地处于我国北方重要的大地构造位置。从板块构造观点分析,时空上盆地的生成,以及在盆地充填过程中的构造—沉积演化,都和当时的板块古大陆边缘的构造活动有关,具体来讲和西伯利亚板块与华北板块相互作用直接有关。笔者根据自己新的野外地质实际考察与室内综合研究,并认真学习前人(唐克东,1983,1992,1996;何国琦等,1983,1996;彭立红,1984;胡晓等,1990;王荃等,1991;邵济安,1991,1994,1996,1997;徐备等,1997;张臣等,1999)的研究成果,首先概述华北地块北缘与内蒙古造山带的构造单元划分、构造岩浆活动和板块构造演化特点,在剔除中生代以来叠加的陆内构造的基础上,阐明华北北缘晚古生代聚煤盆地形成与演化的区域地质背景。

一、华北地块北缘与内蒙古造山带晚古生代构造单元划分

构造单元划分及其构造演化和古大陆边缘研究,是造山带研究的基本课题。造山带构造单元划分应以地质、地球物理和地球化学的综合研究结果为基础。不同的大地构造演化阶段,有不同的构造单元。内蒙古造山带的地质构造经历了长期而又复杂的构造作用演化历史,主导形成于华北和西伯利亚两大板块间的长期俯冲碰撞构造作用过程。笔者在学习吸收前人研究成果的基础上,并结合新的研究成果,认为华北与西伯利亚板块之间曾是一个经历长期多块体相互作用,从中新元古代到早古生代不同板块、微板块、地块的俯冲碰撞拼合反复构造演化,于晚古生代在前期演化奠定的基础上,进一步发展演化,沿二连浩特北东的阿尔登格勒庙—贺根山一线出现的蛇绿岩带应代表晚古生代的板块主缝合带(图2-1)。故依此晚古生代重要基本板块界线为界,其南侧是晚古生代华北板块,北侧则是已拼合组成的西伯利亚板块南缘的南蒙微板块。该蛇绿岩带规模大,连续性好,近东西向展布。蛇绿岩呈透镜状块体或狭长的断片,主要产出在上石炭统,部分产出在下二叠统地层之中,有的被推覆至下二叠统地层之上。蛇绿岩板片中的纯橄岩和斜辉辉橄岩全岩 K-Ar 法年龄值为 346 Ma 和 380 Ma,残余洋壳上部的放射虫硅质岩中含放射虫 *Entactinia sp.* 和 *Tetrentactinia sp.*, 时代为晚泥盆世(邵济安,1991),二者共同说明蛇绿岩的上限时代为晚泥盆世。但是前人的研究表明,洋壳的消减并非在晚泥盆世完成,而是经历复杂过程,直到石炭—二叠纪晚期才逐渐完全封闭,最终于二叠—三叠纪初才全面碰撞造山,显然是一个漫长复杂俯冲碰撞造山过程。但不论如何这条蛇绿岩带不仅是晚古生代早期洋壳存在的标志,而且也是划分华北和西伯利亚两大板块在晚古生代板块构造单元的重要界限。

内蒙古造山带包括主缝合带北侧的东乌珠穆沁旗(简称东乌旗)构造带,属西伯利亚板块南缘地区,即南蒙微板块;主缝合带南侧包括苏尼特右旗—林西构造带和造山带南缘前陆逆冲断褶隆升带,它们是晚古生代华北板块的北缘组成部分(图2-1)。苏尼特右旗(简称苏右旗)—林西构造带原是内蒙古早古生代—晚古生代初板块碰撞拼合的造山带部分,拼合而成为晚古生代华北板块组成部分,并卷入晚古生代华北与西伯利亚间新的板块强烈碰撞造山过程中,成为内蒙古造山带新的南侧组成部分。造山带南缘前陆逆冲断褶隆