

华北地台南部 中新元古界层序地层研究

周洪瑞 王自强 崔新省 雷振宇 等著



地质出版社

华北地台南部 中新元古界层序地层研究

周洪瑞 王自强 崔新省 著
雷振宇 董文明 沈 亚

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以层序地层学的理论作指导,采用地表露头“廊带式”剖面研究及追索的方法,以精细的露头沉积相分析及界面识别为基础,对华北地台南部中、新元古界进行了不同级别的层序地层单元和沉积旋回划分及高分辨率地层学的研究,从而建立了区域层序格架和区域层序地层模型,提出了区域地层对比的新认识,并对层序地层学的一些基本问题进行了初步探讨。

本书可供从事地层学、沉积学研究的专业技术人员和高等院校有关师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

华北地台南部中新元古界层序地层研究/周洪瑞等著. -北京:地质出版社, 1999. 9
ISBN 7-116-02876-5

I. 华… II. 周… III. 元古代-地层层序-研究-中国-华北地区 N. P535.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 42686 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑: 张新元

责任校对: 李 玫

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 $1/16$ 印张: 6.125 图版: 2 字数: 150 千字

1999 年 9 月北京第一版·1999 年 9 月北京第一次印刷

印数: 1—400 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-116-02876-5

P·2042

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行处负责调换)

序

《华北地台南部中新元古界层序地层研究》是由国家科委和地质矿产部共同资助的国家“八五”基础性研究重大关键项目“中国古大陆及其边缘层序地层及海平面变化研究(SSLIC)”项目成果的系列专著之一,是项目的子课题“中朝地台南部中、新元古代层序地层和海平面变化研究(SSLIC-I-1)”的研究成果。

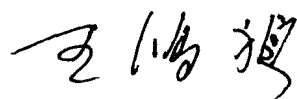
相对于中、新生代和古生代来说,元古宙层序地层学的研究,在国内和国外都比较薄弱,可借鉴的经验不多,因而研究过程经历了较多的困难,带有很大的探索性。本书的作者们以层序地层学的理论作指导,采用了地表露头“廊带式”剖面研究及追索的方法,以精细的露头沉积相分析及界面识别为基础,对华北地台南部中、新元古界进行层序地层单元和沉积旋回划分及高分辨率地层学的研究,从而建立了区域层序格架;对研究区各地地层对比,特别是对层序地层和相对海平面升降旋回的对比,提出了新的见解,并尝试性地分出了不同的级别。研究中采用了沉积地球化学的综合分析,验证了野外认识,提高了结论的可信度。可以认为:本书在实际资料、理论方法,以及区域地层研究等方面都取得了明显的进展。

层序地层学作为一个地层学分支学科兴起不过10余年,这个新兴学科分支在油气勘探和盆地研究方面一直保持着热点和重点地位。从理论方面说,它在等时界面的厘定及远距离对比上有特殊的优势,因而对地层的基础研究,在地质时代表的完善和地质填图和编图的革新等根本问题上具有重要的影响和广阔的前景。

但是也应看到,这一学科分支还处在发展的初期阶段。在诸如海平面变化的周期性和全球性这些基本问题上,认识仍有分歧。我们主要根据近期进行的中新生界和古生界的研究,根据各学科、各方面所表现的以中层序为主共同周期,初步提出了层序地层的级别体系,试图与某些天文周期相联系,因而主张对各级层序都可提出一个恰当的时限范围。这是由于我们相信地层层序的周期现象和过程尽管由于多种因素的叠加干扰而不易辨识,但仍然可能有一个最终的控制因素,因而具有一个最佳的时限范围。当然,我们的设想肯定是不完备的,有些天文周期也还在推断甚至猜想阶段,含有不确定因素,如银河年就可能时代愈古其时限愈长。应当指出:层序的划分在前寒武系遇到特殊的困难,

正确分出级别，几乎是不可能的。美国的 N. Christie-Blick 最近的研究也只是把层序地层和全球界限层型及点(GSSP)的工作方法应用到前寒武纪的末期。这些问题只有通过研究的实践使它逐步解决，不断前进。还应指出：在时间不长的情况下，作者们能够取得对豫西地区的中新元古界层序地层较全面的认识，是很不容易的。他们的持续和奋发努力是值得敬佩的。

我国的层序地层研究刚刚开始，理论和应用两方面都需要不断扩展，相互促进，也需要同有关学科交叉渗透，共同前进。我愿借此机会，向作者们表示诚挚的贺意和谢意。



1999 年 7 月于北京

前 言

本书是以王鸿祯院士为首席科学家、由国家科学技术委员会和地质矿产部共同领导并资助的国家“八五”基础性研究重大关键项目“中国古大陆及其边缘层序地层及海平面变化研究”(SSLC)项目的子课题“中朝地台南部中、新元古代层序地层和海平面变化研究”(编号 SSLC-I-1)的研究成果。研究区位于华北地台的南部,即所谓的南华北地区,包括洛南-栾川-确山断裂以北的豫西、豫北、陕西洛南及山西南部;研究时代为中元古代蓟县纪和新元古代(包括震旦纪,即距今 1400~570 Ma);研究重点工作区为豫西地区。

华北地台南部中、新元古代地层发育齐全,露头较连续,是华北地台新元古代地层出露最好的地区之一,前人曾对其地层分布、分区及地层划分、时代对比进行过较为详细的研究,并从不同角度对该区的构造古地理背景和中、新元古代的沉积环境做了较为深入的研究。研究结果表明,华北地台南缘中、新元古代为一发育有裂谷系的被动大陆边缘,由北向南,海水由浅变深,总体为滨海-浅海环境,真正的大洋盆地的深水沉积应在洛南-栾川-确山断裂带以南的北秦岭地区。前人的工作奠定了在本区开展中、新元古代层序地层学研究的地层学和沉积古地理学两方面的基础。

研究区内对中新元古代地层研究迄今为止主要存在三大问题:最大的问题是不同地层小区间的对比,以及华北地台南部的中、新元古代地层是否存在普遍的穿时现象,同一岩组在不同地区是否代表着不同时期的沉积;第二个问题是对区内中、新元古代地层的沉积特征研究较零散,缺乏对沉积相、沉积体系的详细系统的研究,对空间上不同相带的展布、时间上各种沉积相的更替演化缺少深入探讨;第三个问题是由于近年来某些新微体化石的发现和少量新同位素年龄数据的获得,导致对原地层划分及时代归属提出了疑问。随着研究工作的深入,如何提高地层的划分精度、研究地层的三维空间的变化规律及其成因联系将成为深化该地区地层研究工作的关键。

层序地层学是研究在不同海平面升降旋回阶段中形成的沉积上互有联系的地层层序的地层学分支,它是通过识别由海平面升降周期性变化所产生的沉积特征来划分对比地层和解释地质记录的新方法。层序地层学的特点之一在于注重广泛存在于地层中的不同周期的沉积旋回及其物理界面的研究,这些界面均有区域性的等时对比意义,因而可以大大提高地层的对比精度,也避免了由于岩石地层单位的穿时所造成的混乱,较好地解决了生物地层、岩石地层及年代地层中地层界线的矛盾问题。层序地层另一个特点强调对地层的形成从整个盆地范围内进行成因及分布规律的综合分析,层序地层等时格架的建立及海平面变化研究是古地理再造、区域地层对比乃至全球对比的重要基础。目前,国内外对层序地层学和海平面变化的研究有两个趋势,一方面是由以地震地层学方法为主向地震地层、钻井资料和露头研究结合的方向发展,精细的露头研究正逐渐占据重要地位;另一方面是研究的地层时代由新向老扩展,即由中生界向古生界乃至元古宇扩展。

露头层序地层学研究,特别是元古宙地层的露头层序地层学及海平面变化研究在国内

外仍处在起步阶段,可借鉴的经验不多,因而研究方法带有很大的探索性,并需在实践中不断总结、改进。我们的研究思路是以精细的露头沉积相分析及界面识别为基础,进行不同级别的层序地层单元和沉积旋回划分及高分辨率地层学的研究,从而建立层序格架,总结层序的基本构成特征,探讨层序形成的主要控制因素,建立反映地区性特征的层序地层模型。在研究过程中,我们以层序地层学的概念、理论作指导,采用了地表露头“廊带式”剖面研究及追索的方法,选择豫西为重点工作区,进行了详细剖面测制;而对晋南、小秦岭采取了剖面对比观察的方法进行研究。为了正确地建立本区的层序地层年代格架,还进行了微古植物组合、同位素年龄及古地磁的测试等综合研究。对于重点层段,除进行高频旋回的沉积微相及岩性特征研究外,还进行了地球化学、碳氧同位素等方面的研究。

通过野外研究和室内测试数据的综合整理分析,本书对华北地台南部地区中、新元古代地层进行了层序划分,对重点层段层序内部结构特征进行了研究,根据层序地层学的研究成果探讨了区内中、新元古代的地层对比及等时地层格架的建立,并对研究中涉及的一些层序地层学的基本理论问题进行了初步探讨。

本书是课题组的集体研究成果。参加本课题研究工作的人员有周洪瑞(课题负责人)、王自强、崔新省、雷振宇、董文明和沈亚。周洪瑞、王自强、雷振宇负责中元古界和新元古界青白口系的研究;崔新省、董文明、沈亚负责震旦系的研究。书稿在集体讨论基础上完成,由周洪瑞统编。

在课题的研究和本书完成过程中得到了项目首席科学家王鸿祯院士的热情指导,得到了中国地质大学(北京)地层古生物教研室史晓颖、陈建强、王训练、张传恒等以及许多兄弟单位和个人的大力支持和帮助。中国地质科学院地质研究所乔秀夫、高林志、尹崇玉等给予了大力帮助并与作者就有关问题进行了有益的讨论,野外工作得到河南区调队张兴辽、劳自强、裴放、席文祥、张良等和车队司机同志们的大力帮助,在此一并表示衷心感谢。

作者

1999年7月

目 录

序

前言

第一章 露头层序地层学及其研究方法	1
一、露头层序地层学.....	1
二、露头层序地层学的研究方法.....	2
第二章 华北地台南部中、新元古界地层系统及沉积特征	5
一、中、新元古界地层分区及地层系统.....	5
二、沉积相、沉积体系的类型及其主要特征.....	9
第三章 华北地台南部中、新元古界露头层序地层学研究	15
一、层序界面及其识别标志	15
二、层序的内部构成单元和重要界面	17
三、澠池-确山地区层序划分及其特征	25
四、嵩箕地区中、新元古界的层序划分及其特征	32
五、相对海平面变化特征分析	34
第四章 层序内部物理结构及地球化学特征研究	37
一、岩石、岩相组合特征	37
二、地球化学特征研究	46
三、碳氧同位素在副层序及体系域中的分布特征	50
四、钴元素的含量与古水深的确定	53
第五章 华北地台南部地层对比及等时地层格架的建立	56
一、层序地层与地层对比	56
二、澠池-确山地层小区的层序地层对比	58
三、澠池-确山地层小区与嵩箕地层小区的层序地层对比	65
四、层序地层单元与岩石地层单位的关系	68
五、等时地层格架及层序地层模式	69
第六章 有关问题的讨论	77
一、层序划分的级别及其时限讨论	77
二、深切谷的形成条件及充填物的特征	79
三、副层序的类型及其成因	82
结束语	84
主要参考文献	86
图版说明及图版	90

第一章 露头层序地层学及其研究方法

“层序”一词最早是由 Sloss (1963) 在研究北美克拉通内部盆地的地层时首先提出，用以代表由重大区域不整合所分隔的地层序列。70 年代，Vail 等在大量的地震地层剖面资料中发现了上超、下超、顶超、削切等地震反射结构，研究结果认为这些地震反射面不仅代表具有波阻抗差的物理界面，而且基本上代表了地质上的沉积界面或等时面。Vail 等 (1977) 将这些界面的成因与海平面相对变化联系起来，并发表了中、新生代海平面相对变化曲线，认为每一个海平面相对变化周期产生一个层序。层序地层学是 P. R. Vail 等人于 80 年代后期在地震地层学的基础上提出并迅速发展起来的，现已在沉积学、地层学、石油地质与勘探等领域得到了广泛的应用。

一、露头层序地层学

1. 层序地层学

层序地层学是根据地震、钻井和露头资料来研究在不同海平面升降旋回阶段中形成的沉积上互有联系的地层层序的地层学分支，它是通过识别由海平面升降周期性变化所产生的沉积特征来划分对比地层和解释地质记录的新方法。层序地层学的基本单位是层序，层序为一相对整合的、有成因联系的地层序列，其顶、底以不整合或与之相当的整合为界，由一系列体系域组成，沉积于不同海平面升降旋回阶段的两个下降拐点之间。层序内的沉积组合和组合型式是全球海平面变化、构造沉降、陆源补给等多种因素相互作用的结果，但主要是海平面升降和构造活动的结果。这两者决定了盆地内的有效容纳空间（表 1-1）。

表 1-1 层序地层参数

参 数	控 制 作 用	
海平面升降	容纳空间	有效容纳空间系数
构造沉降	地层形式和岩相类型	
沉积物供给速率	充填方式和古水深	
古气候	沉积物类型	

地层记录中有两类层序，即Ⅰ类层序和Ⅱ类层序，两类层序的鉴别标志和主要区别在于层序底界面的性质，底部界面可划分为Ⅰ类界面和Ⅱ类界面两种类型。根据层序底部界面类型，层序可以分为Ⅰ类层序和Ⅱ类层序，其底界分别为Ⅰ类层序界面和Ⅱ类层序界面，但其顶界可以是Ⅰ类层序界面，也可以是Ⅱ类层序界面。

每个沉积层序都是由沉积体系域所组成。Ⅰ类层序是由低位体系域（LST）、海侵体系域（TST）和高位体系域（HST）组成；Ⅱ类层序则由陆架边缘体系域（SMST）、海侵体

系域和高位体系域所组成。其中，低位体系域和陆架边缘体系域是海平面下降或下降后期的沉积；海侵体系域是海平面迅速上升期间的沉积；高位体系域是海平面上升后期、稳定期和下降早期的沉积。

2. 露头层序地层学

层序地层学源于地震地层学，而露头层序地层学的研究是层序地层学在相应领域的扩展。创立层序地层学的先行者们如 P. R. Vail 特别强调进行层序地层学研究的基础必须依靠地震勘探、测井和钻孔资料，但随着这方面研究工作的不断深入，人们愈来愈感到进行露头层序地层学研究的重要性和先进性，并已取得了诸多的成果(H. W. Posamentier, 1992; 乔秀夫, 1990; 刘宝珺等, 1990; 牟传龙、吴应林, 1990; 许效松, 1990、1993)。

露头层序地层学研究是直接对地表露头进行沉积学和地层学研究，而露头本身具有比地震反射剖面、测井和钻孔所获得信息更直观、详尽的优越性，主要包括：

(1) 世界上许多国家，不管其科学技术如何发达，就其国土范围而言，地表露头数总是远远地多于其钻孔（包括一切地球物理钻孔）数。通过钻孔或测井所得的数据虽十分珍贵，但取得资料的广度与绵延数十公里甚至数百公里的地表露头是不能相提并论的。

(2) 所有的钻孔、测井都受分辨能力的限制。以地震波为例，许多细小的地层间断和相的间断很难分辨；有的不整合，即使生物地层学的资料已经肯定其存在但在地震波反射剖面上就可能难以辨认。但在地表露头上，所有的层序及层序界面标志和特征都暴露无遗。

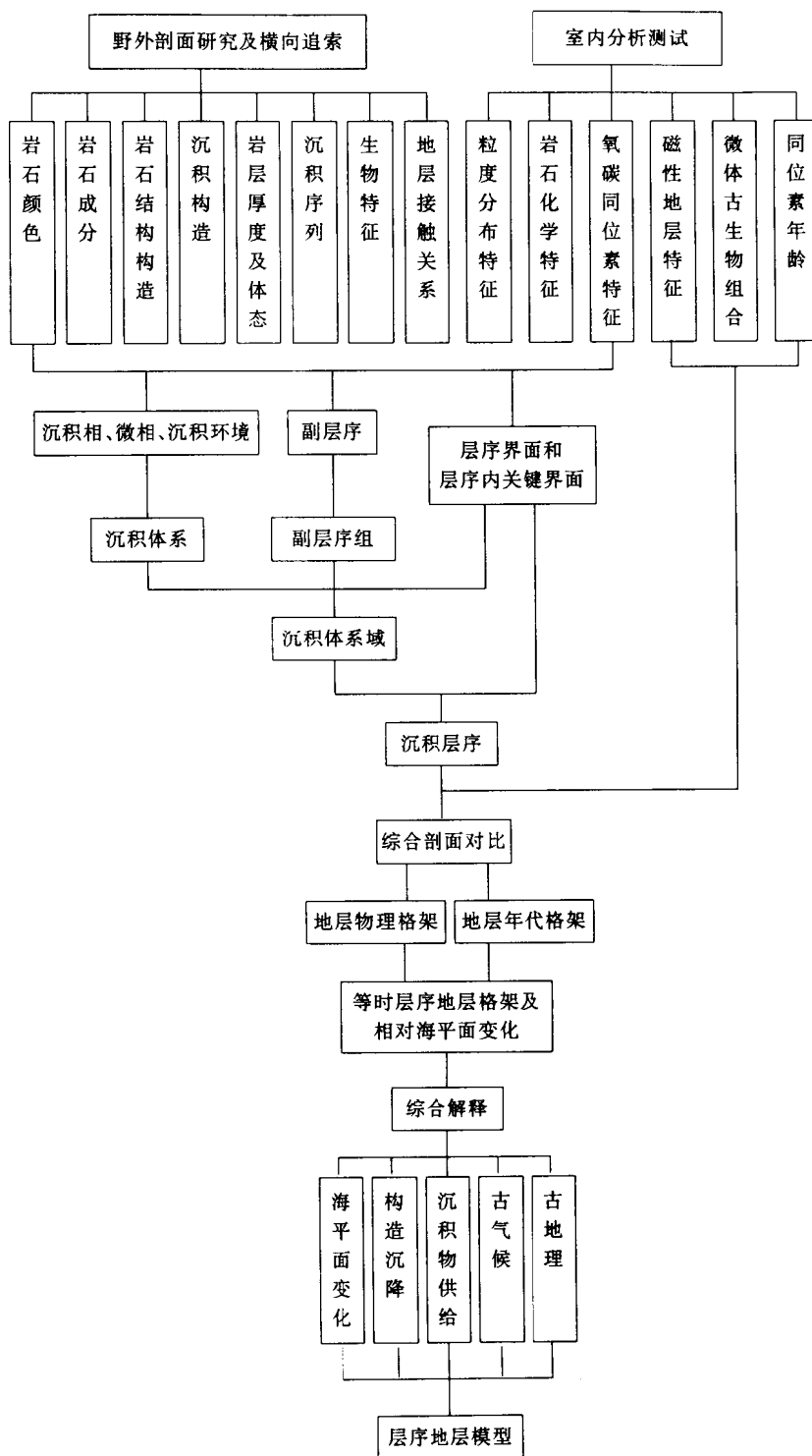
(3) 虽然钻孔、测井以及地震反射面取得的数据图像等都是地层特性的真实反映，但它们不是地层实体本身，而是要研究者去解译这些数据或图像之后，才能认识或了解地层的特性或标志。其中，原始资料的可信度（原始资料受仪器设备影响很大），处理技术以及解释人员的判读原则和经验等均起决定性的作用。与之相反，地表露头上观察和研究的是地层的实体，其真实性与直接性要比地震资料优越得多，不仅可以直接进行沉积学和地层学研究，而且可以非常清晰地识别层序界面特征和划分沉积层序。

当然，露头层序地层学研究也有它的局限性，就是受到地层出露程度的限制较大，同时对露头之间所缺少的地质记录只能进行推断。与地震剖面相比，显然连续性较差。因此，在有条件的地区，将地震、露头及钻井资料有机结合、互为补充才是提高层序地层学研究精度的有效途径。

二、露头层序地层学的研究方法

层序地层学是 70~80 年代由北美大陆边缘海相的中新生代地震地层学和全球海平面变化的研究提出并迅速发展起来的。目前，国内外对层序地层学和海平面变化的研究有两个趋势，一方面是由以地震地层学方法为主向地震地层、钻井资料和露头研究结合的方向发展，精细的露头研究正逐渐占据重要地位；另一方面是研究的地层时代由新向老扩展，即由中新界向古生界乃至元古宇扩展。

众所周知，中、新元古代地层缺少进行准确地层对比的古生物依据，难以像古生代及以后地层的工作方法那样，在详细生物地层对比基础上开展层序地层学研究，而只能反过来，先进行各剖面的露头层序地层分析研究，然后再结合微古植物组合、同位素年龄、事件地层学等工作，进行不同剖面对比，才能优化过去由直接岩性对比所造成在不同剖面地



层对比的误差和错误，建立较为可信的三维等时的区域地层格架。

露头层序地层学研究，特别是元古宙地层的露头层序地层学及海平面变化研究在国内仍处在起步阶段，可借鉴的经验不多，因而研究方法带有很大的探索性，并需在实践中不断总结、改进。我们的研究思路是以精细的露头沉积相分析及界面识别为基础，进行不同级别的层序地层单元和沉积旋回划分及高分辨率地层学的研究，从而建立层序格架，总结层序的基本构成特征，探讨层序形成的主要控制因素，建立反映地区性特征的层序地层模型。

在研究过程中，我们以层序地层学的概念、理论作指导，采用了地表露头“廊带式”剖面研究及追索的方法，在重点地区——豫西地区由北向南，即由大陆内部向其南部边缘选择系列剖面进行详细测量、研究，而对其它非重点地区晋南、小秦岭采取了剖面对比观察的方法。工作过程中以精细的沉积相分析为基础，通过野外沉积相的研究，确定各种沉积相（微相）及其组合关系，划分副层序；据副层序的堆叠型式及沉积环境（即相对水深的变化）分析确定副层序组的类型，进而确定体系域和层序。在实际工作中尤其重视了两种界面的识别，一种是层序界面的识别和类型的确定，毫无疑问这对层序划分是至关重要的，另一种是最大海泛面的识别，它是划分海进体系域和高位体系域的重要标志。在确定了层序及体系域基础上，进行了相对海平面变化的分析以及不同剖面的对比，进而建立等时地层格架。为了正确地建立本区的层序地层年代格架，还进行了微古植物组合、同位素年龄及古地磁的测试等综合研究。对于重点层段，除进行高频旋回的沉积微相及岩性特征研究外，还进行了地球化学、碳氧同位素等方面的研究。研究思路和研究方法如图 1-1 所示。

第二章 华北地台南部中、新元古界 地层系统及沉积特征

本书所称的华北地台南部,即所谓的南华北地区,包括洛南-栾川-确山断裂以北的豫西、豫北、陕西洛南及山西南部。中、新元古代指中元古代蓟县纪和新元古代(包括震旦纪,即距今 1400~570Ma),研究重点地区为豫西地区。

研究区内中、新元古代地层(指中元古代蓟县纪和新元古代地层,下同)发育齐全,露头较连续,是华北地台中、新元古代地层出露最好的地区之一,前人曾对其地层分布、分区及地层划分、时代对比进行过较为详细的研究(关保德等,1980、1988;李钦仲等,1980、1985;河南地矿局,1989;翦万筹等,1990)。与此同时,孙枢等(1981、1982)、王鸿祯(1982、1990)、乔秀夫等(1985)、贾承造(1986)、杨巍然(1987、1991)、胡德祥(1987)、胡受奚(1988)、周洪瑞(1991、1999)、孟庆任(1992、1993)、王自强等(1994)分别从不同角度对该区的构造古地理背景和中、新元古代的沉积环境做了较为深入的研究。华北地台南缘中、新元古代为一发育有裂谷系的被动大陆边缘,由北向南,海水由浅变深,总体为滨海—浅海环境,真正的大洋盆地的深水沉积应在洛南-栾川-确山断裂带以南的北秦岭地区。前人的工作奠定了在本区开展中、新元古代层序地层学研究的地层学和沉积古地理学两方面的基础。

一、中、新元古界地层分区及地层系统

中元古代长城纪(1700~1400Ma),华北地台南缘发育了以熊耳群、西洋河群等火山岩系为代表的三叉裂谷系,并在此基础上发育了中、新元古代沉积。前人(关保德,1980、1988;李钦仲,1980、1985)据其岩性组合和沉积特征将华北地台南部中、新元古界地层分区划分为渑池-确山小区(即中条山-乐山小区)、小秦岭小区(即卢氏-洛南小区)、栾川小区和嵩箕小区(图 2-1),并建立了各小区的地层系统和对比关系。除嵩箕小区分布于三叉裂谷东北部的地台内部,其沉积作用未受该裂谷系的直接影响外,其它三个小区分别位于三叉裂谷的东北部、西北部和南部,其沉积作用都不同程度地受到该裂谷系的直接影响。

现将各小区地层发育的特征简述如下。

1. 渑池-确山小区

分布于豫西渑池、汝阳、鲁山、方城、泌阳、确山和晋南阳城、垣曲等地。小区内的中、新元古界包括中元古界蓟县系汝阳群、新元古界青白口系洛峪群和震旦系。

汝阳群主要为一套陆源碎屑沉积,不整合覆于熊耳群火山岩系之上(图版 1, 2),由下到上分为云梦山组、白草坪组、北大尖组三个岩组,总厚度 700~1500 m。云梦山组主要岩性为紫红色砂砾岩、不等粒石英砂岩夹紫红色泥岩;白草坪组主要由一套呈互层状的紫红色、紫灰色砂岩、页岩组成;北大尖组主要岩性是灰白色石英砂岩夹灰绿色页岩,顶部为

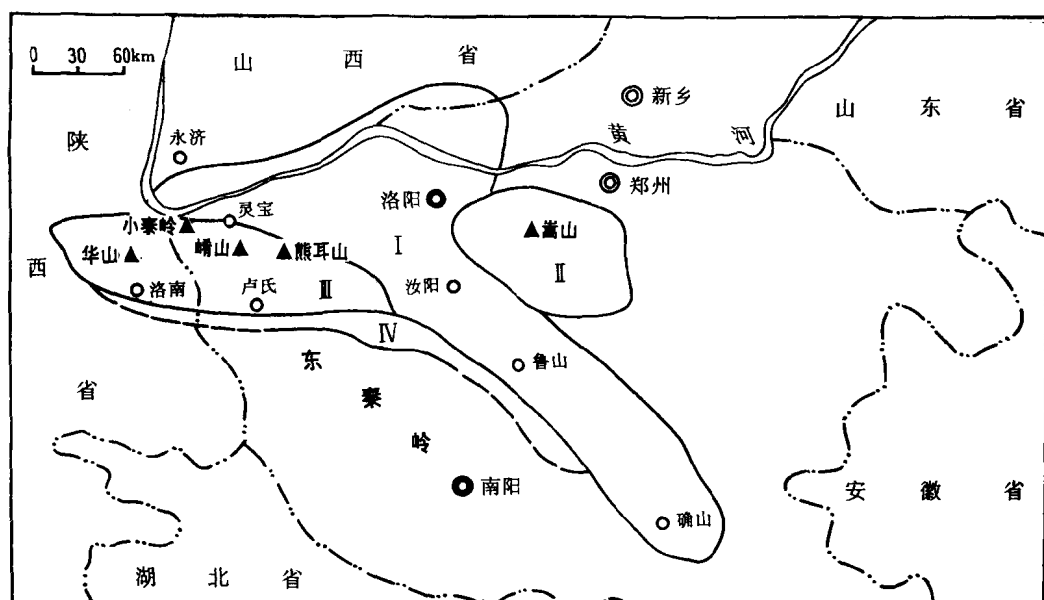


图 2-1 华北地台南部中、新元古界地层分区图

(据关保德, 1988 修改)

I—浞池-确山小区; II—小秦岭小区; III—栾川小区; IV—嵩箕小区

砾屑、砂屑白云岩及叠层石白云岩。

洛峪群与下伏汝阳群为平行不整合接触(图版 3), 顶部被震旦系平行不整合覆盖, 自下而上分为崔庄组、三教堂组和洛峪口组。崔庄组下部为中细粒石英砂岩夹页岩, 中上部为页岩、粉砂质页岩夹细砂岩和粉砂岩, 与北大尖组呈平行不整合接触, 厚 130~227 m; 三教堂组主要由一套石英砂岩组成, 厚 32~158 m; 洛峪口组主要岩性是白云岩、叠层石白云岩, 底部为页岩, 本组厚度为 50~225 m。

震旦系自下而上由黄连垛组、董家组、罗圈组和东坡组构成。黄连垛组主要由白云岩、硅质白云岩组成, 其底部为砾岩、砂岩, 与下伏洛峪口组不整合接触, 厚 134~443 m; 董家组下部为砂砾岩、砂岩、粉砂岩, 上部为泥质白云岩, 与下伏黄连垛组呈平行不整合接触(图版 4), 厚 10~360 m; 罗圈组冰绩泥砂砾岩、含砾砂泥岩组成, 与下伏董家组平行不整合接触(图版 5), 并可超覆于不同层位上, 最大厚度 180 m; 东坡组为细砂岩、粉砂岩和页岩, 与下伏罗圈组整合接触, 顶部被寒武系平行不整合覆盖(图版 6, 7), 厚 94 m。

汝阳群和洛峪群中微古植物组合及叠层石面貌分别可与燕山地区蓟县纪和青白口纪地层对比。另外, 舞阳云梦山组下部所夹火山岩 Rb-Sr 等时线年龄为 1283Ma (孙枢等, 1977 转引自关保德, 1988), 白草坪组泥质岩 Rb-Sr 等时线年龄为 1200Ma (河南地矿局第三地调队, 1986), 北大尖组海绿石砂岩的海绿石 K-Ar 年龄为 1140~1256Ma (平均 1183Ma $\pm$ 73 Ma), 董家组下部海绿石石英砂岩中海绿石 K-Ar 年龄为 617~674 Ma (关保德等, 1988); 本课题测得的洛峪口组上部碳酸盐岩的 U-Pb 等时线年龄为 855 Ma。据此可以确定本区的时代归属中、新元古界。

2. 嵩箕小区

主要分布在河南偃师、登封、伊川、临汝和禹县等地的嵩山—箕山地区（简称嵩箕地区），中、新元古界自下而上分为兵马沟组、马鞍山组、葡峪组、骆驼畔组、何家寨组和红岭组。兵马沟组和马鞍山组的时代为蓟县纪，葡峪组、骆驼畔组和何家寨组的时代为青白口纪，红岭组的时代为震旦纪。

兵马沟组为紫红色砾岩、砂砾岩、长石石英砂岩和紫红色泥岩，底部与下伏的太古宙登封群变质岩呈角度不整合接触（图版 8），最大厚度 575 m。马鞍山组主要为灰紫色、紫红色、灰白色石英砂岩，下部夹砾岩，上部夹页岩，厚 360 m。葡峪组为灰色、黄灰色、灰黑色粉砂岩和炭质泥岩，厚 158 m。骆驼畔组为灰白、紫红色砂砾岩，厚 42 m。何家寨组下部为黄绿色页岩夹薄层石英砂岩，中部为灰色灰岩、泥质白云岩、角砾状灰岩和叠层石灰岩，上部为绿色页岩与粉砂岩，共厚 337 m。红岭组下部为钙质石英砂岩、紫红色页岩夹粉砂岩，上部为灰色、紫红色白云质灰岩，与下伏何家寨组和上覆寒武系辛集组均为平行不整合接触（图版 9），厚度大于 140 m。

3. 小秦岭（卢氏—洛南）小区

该地层区位于河南省西部的卢氏、洛宁、灵宝和陕西省洛南一带。中、新元古界由下而上分为官道口群（包括高山河组、龙家园组、巡检司组、杜关组、冯家湾组）、石北沟组和罗圈组。

官道口群与下伏熊耳群呈不整合接触，由下到上分为五个组，高山河组主要为一套粗粒—细粒石英砂岩及长石石英砂岩，夹泥质岩及白云岩，厚度变化大，为 180~3290 m。龙家园组为浅灰色—灰色白云岩夹燧石条带，叠层石丰富，厚 730~780 m。巡检司组为灰白色—灰色燧石条带白云岩，下部具泥质夹层，厚 434~695 m。杜关组为薄层白云岩，中部夹白云质同生砾岩层，局部具燧石条带，厚 31~228 m。冯家湾组为浅灰色—灰色中层—薄层夹燧石条带白云岩，富含叠层石，厚 42~266 m。

官道口群的时代，根据其叠层石面貌及微古植物组合与燕山地区蓟县系相似，底部高山河组绢云母板岩获有 1394 Ma 的 Rb-Sr 等时线年龄（李钦仲等，1985），以及它不整合于熊耳群之上并被年龄为 999Ma 的小河花岗岩体侵入，故其形成时代应在 1000~1400Ma 范围内，属中元古代蓟县纪。

石北沟组分布较局限，主要岩性为硅质岩、炭质硅质岩及粉砂质板岩、绢云母板岩组成，平行不整合于冯家湾组之上、罗圈组之下，厚 19~207 m，其上部炭质板岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 902 Ma（李钦仲等，1985），故其时代应属新元古代青白口纪。

罗圈组主要岩性为块状砂砾岩，含砾层状泥岩，砂岩、粉砂岩、泥岩，底部以不整合覆于不同时代地层之上，其上为早寒武世辛集组平行不整合覆盖，根据其在地质柱中的位置以及区域对比，认为其时代为震旦纪。

4. 栾川小区

位于河南省栾川、卢氏县南部，向东延至方城等地。周洪瑞（1991）对本区中、新元古界的层序进行了修订，将其自下而上分为下栾川群、上栾川群和震旦系。

下栾川群分为下部的白玉沟组和上部香子坪组。白玉沟组为肉红色、灰色白云质大理岩，灰色—深灰色中—厚层大理岩、硅质条带大理岩，底部为石英砂岩，厚 1620 m。香子坪组下部为含叠层石的灰色中—厚层纹层状大理岩，石英大理岩，上部为硅质条带白云岩

及薄层钙质板岩，厚 941 m。根据下栾川群整合覆于熊耳群之上，平行不整合于新元古界青白口系上栾川群之下，并与小秦岭地区的蓟县系官道口群总体岩性特征、叠层石面貌和微古植物组合均可对比等特征，确定下栾川群时代当属中元古代蓟县纪。

上栾川群由下而上分为四个组。白术沟组的主要岩性灰绿色、灰色粉砂质板岩，黑色炭质板岩夹炭质大理岩透镜体，厚度为 251 m。三川组下部为灰色变质长石石英砂岩夹板岩，上部为钙质板岩，薄层大理岩，厚 330 m。南泥湖组为薄层变质石英砂岩、粉砂岩、板岩及大理岩，厚 382 m。煤窑沟组为浅灰色变质石英砂岩，石英大理岩、粉砂岩，黑色炭质板岩夹煤层，大理岩中叠层石丰富，厚 977 m。根据上栾川群整合覆于下栾川群之上，微古植物组合、叠层石面貌可以和燕山地区青白口系对比、侵入煤窑沟组的辉长石年龄为 743Ma(河南地质三队,1977),以及区域上小秦岭地区和白术沟组相当的石北沟组有 902Ma 的同位素年龄等证据，将上栾川群的时代定为新元古代青白口纪。

震旦系由下到上分为大红口组、鱼库组和三岔口组。大红口组为粗面岩、粗面安山岩、粗面质火山集块岩及凝灰岩，夹大理岩，厚 739 m。鱼库组为灰色—灰白色厚层白云质大理岩、含硅质条带大理岩，夹同生角砾岩层，厚 472 m。三岔口组为灰黑色炭质钙质砾岩，灰黑色钙质板岩，厚 259 m。根据大红口组火山岩的 Sm-Nd 等时线年龄为 682Ma，Rb-Sr 等时线年龄 660Ma (张宗清等, 1991)，以及覆于上栾川群之上，伏于下古生界陶湾组之下，确定其时代应为震旦纪。

应特别指出的是，近年尹崇玉等在永济水幽等地的云梦山组、白草坪组和北大尖组中获得一批新的微古植物化石，其所见种属，目前在全球仅见于距今 1000 Ma 以来的地层中。因此，主张将上述三组划归新元古界。但这一方案尚缺少必要的新的同位素年龄证据，而现有的年龄数据都难以支持将其划入新元古界的方案。为此，本书仍暂将云梦山组、白草坪组和北大尖组划归中元古界。

表 2-1 华北地台南部中、新元古界地层分区对比表

地层分区		渑池-确山		卢氏-洛南		栾川地区		嵩箕地区	
地层系统									
下古生界	寒武系	辛集组		辛集组		陶湾组		关口组	
新元古界	震旦系	东坡组		罗圈组		三岔口组		红岭组	
		罗圈组				鱼库组			
		董家组		大红口组					
		黄连梁组							
	青白口系	洛峪群	洛峪口组	石北沟组		上栾川群		何家寨组 骆驼畔组 葡萄峪组	
三教堂组									
中元古界	蓟县系	汝阳群	崔庄组	官道口群		下栾川群		马鞍山组	
			北大尖组						
			白草坪组						
			云梦山组						
	小沟背组			兵马沟组					
长城系	熊耳群		熊耳群		熊耳群		熊耳群		

各地层小区中、新元古界的地层系统和对比关系如表 2-1 所示。

二、沉积相、沉积体系的类型及其主要特征

根据野外详细地层剖面的观察、测量,对岩性、沉积构造及其组合特征的研究和室内综合分析,认为区内中、新元古代地层的沉积环境主要为滨海—浅海环境,也有少量陆相河流环境和冰川沉积。我们将其划分为无障碍海岸陆源碎屑沉积体系、障壁海岸陆源碎屑沉积体系、滨岸碳酸盐沉积体系、浅海陆棚沉积体系、河流沉积体系和冰川沉积体系等 6 种沉积体系及 13 种沉积相、38 种微相(表 2-2)。

1. 无障碍海岸陆源碎屑沉积体系

广泛发育于汝阳群各组和马鞍山组、高山河组中。形成于由波浪作用控制的开阔且陆源物质供应充足的滨岸环境,主要为砂泥质沉积,局部地段见有砾质海滩沉积。一个完整的砂质海滩相序列自下而上分别为下临滨沉积、上临滨沉积、前滨沉积和后滨沉积。下临滨沉积为薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩或细砂岩(图版 10),仅见水平层理、波状层理和小型交错层理。上临滨多为中粗粒石英砂岩,发育大型板状交错层理、楔状交错层理及平行层理。偶尔也可见到冲洗交错层理和浪成对称或不对称波痕。前滨沉积的厚度最大,粒度最粗,以中—粗粒石英砂岩为主,沉积构造十分发育,最典型的是海滩冲洗交错层理,其次为平行层理、板状、楔状交错层理(图版 11, 12, 13, 14),而且波痕构造特别发育,类型繁多,有对称波痕,不对称波痕,波脊有弯曲状、平直状、分叉状,也有舌形、新月形及菱形波痕,还有反映多次同向水流作用形成的削顶波痕、圆顶波痕、双脊波痕以及由多向水流作用形成的网格状、叠瓦状干涉波痕(图版 15, 16),有时在前滨沉积的砂岩层面上发育有泥裂、雨痕、遗迹化石等暴露标志(图版 17, 18, 19, 20)。后滨沉积较少见,一般由粉砂岩或粉砂质泥岩组成,发育水平纹层及波状纹理,也常见小型波痕和泥裂构造。

砾质海滩沉积除上临滨沉积由分选较好、成熟度极高的砾岩或含砾粗砂岩组成、前滨沉积主要为含砾粗砂岩及粗砂岩组成外,沉积构造组合特征类似于砂质海滩沉积。

海滩沉积物中砂岩的粒度分布特征是仅出现跳跃次总体和悬浮次总体(图 2-2),缺乏滚动次总体,跳跃次总体占 90%~95%,且斜率很陡,一般可达 75°以上,反映其分选性极好;而且跳跃次总体常由两个次总体构成,指示了可能存在两种强度的水流,即波浪的冲刷与回流作用,是较典型的海滩环境的粒度分布特征。C-M 图(图 2-3)也反映了海滩环境的特点。

2. 障壁海岸陆源碎屑沉积体系

障壁海岸陆源碎屑沉积体系形成于以潮汐作用为主的、陆源碎屑供应充分的滨岸环境,广泛发育于汝阳群各组 and 震旦系董家组中,根据其沉积特征可分为碎屑潮坪相、障壁砂坝相和泻湖相三种类型,其中以碎屑潮坪相最为发育。

碎屑潮坪相的沉积物主要由中—细粒石英砂岩、粉砂岩及泥岩组成,完整的碎屑潮坪型副层序由潮上带、潮间带、潮下带三个部分构成,但有时发育不全,仅见其中两个部分。潮上带由泥岩或粉砂质泥岩组成,发育水平层理、波状纹层及泥裂构造;潮间带由泥岩及细粒石英砂岩构成,最常见透镜状层理、波状层理、脉状层理、小型交错层理(图版 21);潮下带主要由中—细粒石英砂岩组成,由于水体的能量相对较强,故常见羽状交错层理及