

文章编号:1009-3850(2015)04-0001-11

华北地区奥陶纪岩相古地理

陈小炜¹, 牟传龙^{1,2}, 周恩恩¹, 康建威¹, 王启宇¹, 葛祥英¹, 梁 薇¹

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081; 2. 国土资源部沉积盆地与油气资源重点实验室, 四川 成都 610081)

摘要:通过收集、吸收前人研究以及最新的大地调成果资料,以“构造控盆、盆地控相”为编图思路,在现今纬度下对中国华北地区开展岩相古地理的研究。本文认为,华北板块在早奥陶世和中-晚奥陶世处于不同的构造背景之下,不同的板块边界类型以及原始构造单元的基底形态控制着该时期古地理的展布。在此基础上,采用优势相以及压缩相的方法,总结划分出潮坪、局限台地、开阔台地、蒸发台地、浅(礁)滩、台地边缘斜坡、深水斜坡-盆地等7类沉积环境类型;梳理了华北克拉通沉积盆地在奥陶纪的古地理演化过程,编制了早奥陶世特马豆克期、早奥陶世弗洛期、中奥陶世大坪期-达瑞威尔期、晚奥陶世桑比期-凯迪期早期以及晚奥陶世凯迪期晚期-赫南特期等5个时期的华北地区古地理图。

关键词:岩相古地理;奥陶纪;盆地演化;华北板块;阿拉善

中图分类号:P512.2

文献标识码:A

前言

中国的不同学者采取不同的指导思想和编图方法,开展区域性或局部性的古地理恢复和岩相古地理编图。早在20世纪50年代,刘鸿允先生(1955)以地层学为基础,编制了“中国古地理图”(中国最早期的大范围古地理图集)。之后,卢衍豪(1965)、关士聪(1984)、王鸿祯(1985)、冯增昭(1989)、刘宝珺、许效松等(1994)等地质学家^[1-3],均在不同理论和方法的支撑下,对中国的不同区域开展过岩相古地理的分析研究。可见,不同的指导思想下编制的岩相古地理图,其侧重点和表现形式均有差异。

笔者认为,板块构造与沉积作用关系密切,发生沉积作用的场所(沉积盆地)的形成和发展受控

于板块构造的相互作用与演化。不同的板块构造位置、不同的动力机制,决定了盆地的基本类型。而不同类型的沉积盆地又制约了沉积体系、沉积充填序列、沉积特征、沉积式样及其空间分布。最终,不同的沉积体系和沉积相又控制了最原始的生储盖层发育条件。这一规律,可总结为“构造控盆、盆地控相、相控油气基本地质条件”^[4]。因此,我们在充分收集、吸收前人研究以及最新大地调成果资料的基础之上,以“构造控盆、盆地控相”为核心思路,以现今纬度下的中国华北地区为研究区,梳理了华北克拉通沉积盆地在奥陶纪的古地理演化过程,采用优势相和压缩相的方法,编制华北地区奥陶纪岩相古地理图。本文是笔者在承担国家科技重大专项“全国油气基础地质研究与编图”和中国地质调查局“中国岩相古地理编图”项目7年以来,对华北

收稿日期:2015-09-21; **改回日期:**2015-10-10

作者简介:陈小炜(1979-),男,工程师,主要从事沉积学与岩相古地理研究。E-mail:cxw826@163.com

通讯作者:牟传龙(1965-),男,研究员,博士生导师,主要从事沉积地质与油气地质研究。E-mail:cdmchuanlong@163.com

资助项目:国家重大科技专项“全国油气基础地质编图”(2008ZX05043-005)、中国地质调查局项目“中国岩相古地理编图”(1212010916060)

地区岩相古地理研究的总结,也是这两个项目最终研究成果的一部分。

1 地质背景

1.1 构造背景

对华北板块古地理的研究,我们首先从其构造背景入手,阐明“构造”对“盆地”的控制规律,并理清盆地的性质。按各个重大构造演化阶段分期,厘清各期主要构造结合带所反映的板块运动机制及其所控制的主要沉积盆地类型与展布特征。华北板块在“早/中奥陶世”这个时间节点的前、后处于两个不同的构造大环境,其板块边缘性质先后经历了震旦纪-早奥陶世的被动大陆边缘和中奥陶世-志留纪的活动大陆边缘两个构造期次造背景的转变^[4-6],这两次构造运动是决定华北板块内古地理格局的主控因素。

1.1.1 震旦纪-早奥陶世

华北板块在经历 25 亿年和 18 亿年两次地质构造热事件之后,华北陆块由东部地块、中央裂谷带和西部地块 3 部分组成,经吕梁运动拼贴、固结为统一的克拉通陆块^[7-8]。华北板块西部以太古代形成的鄂尔多斯古陆核为基础,成为中-新元古代的古陆物源区,在显生宙期间也是华北地区长期隆起的最高部位。中、东部地区则是以裂陷带以及具有稳定板内大陆地壳为特征,这些地区在新元古代均为海侵沉积区^[9]。因此,华北地块前埃迪卡拉纪构造基底及地貌特征为早古生代盆地形态奠定了基础,原始的构造单元的基底形态差异控制了埃迪卡拉纪-早奥陶世的盆地古地形,造成从西至东由高至低的阶梯状展布。

1.1.2 中奥陶世-志留纪

华北克拉通作为一个稳定的克拉通盆地,随着由洋、陆的俯冲导致的大陆边缘构造-盆地的转型,并导致华北板块的南、北大陆边缘的性质发生了改变,直接影响了华北克拉通盆地内部古地貌、古地形的特征,控制了沉积格局的展布。围绕鄂尔多斯古陆核的继承性隆起带得到了进一步扩张,并与华北板块西南缘的前陆隆起组成断续分布的隆起带。这些隆起带围绕陆表海台地展布,对海水流通起到明显阻隔作用,在台地内部形成浅水的局限环境,为中-晚奥陶世蒸发岩的发育提供了条件。由于南北两侧俯冲时间、程度的差异,华北克拉通整体上表现为南升北降,且在西南的贺兰山地区,出现由浅至深依次从台地向深水盆地过渡的特点。华

北板块内部基本仍以碳酸盐岩沉积为主,因晚加里东运动的影响,华北板块南、北的大洋板块持续俯冲,造成华北板块整体抬升,仅在华北板块西南缘有残留海域,其余地区基本抬升剥蚀,经历了大约 1 亿余年的沉积间断。

1.2 地层

奥陶纪国际年代地层框架已大体建立,共划分为 3 统 7 阶,各阶的界线(7 个“金钉子”)分别由笔石带和牙形刺带的底界予以划定,自下而上各阶分别是特马豆克阶、弗洛阶、大坪阶、达瑞威尔阶、桑比阶、凯迪阶和赫南特阶^[10]。

在我国奥陶纪地层研究已逐步与国际标准接轨的背景下,结合我国奥陶纪构造运动期次、盆地沉积旋回以及生物组合面貌等特征,将奥陶纪分为早奥陶世特马豆克期、早奥陶世弗洛期、中奥陶世大坪期-达瑞威尔期、晚奥陶世桑比期-凯迪期早期以及晚奥陶世凯替期晚期-赫南特期 5 个断代作为研究与编图单元(表 1)。华北板块的奥陶系发育不全,在华北板块东部地区仅发育下中奥陶统,马家沟组之上地层基本均已缺失,与石炭系本溪组平行不整合接触。在华北板块的西、南缘,上奥陶统有发育,但不同地区也有相应不同程度的缺失,其顶部多与石炭系本溪组平行不整合接触。

2 典型沉积相

根据对华北地区多条剖面的实地考察结果以及近年来收集的最近地质资料,笔者对其沉积物、沉积构造、岩石组合等进行总结归纳,在奥陶纪划分出潮坪、局限台地、开阔台地、蒸发台地、浅(礁)滩、台地边缘斜坡、深水斜坡-盆地等 7 类沉积环境类型。

2.1 潮坪

华北板块的潮坪环境主要出现在特马豆克期-弗洛期的冶里组和亮甲山组,环绕着鄂尔多斯古陆呈窄条带状分布^[11]。由于受到的外部海域的障壁作用以及潮汐作用影响明显,其水动力条件为较弱的低能环境。根据岩性的差异可划分出泥云坪、灰云坪亚相。特马豆克期的鄂尔多斯周缘的潮坪相以泥云坪为特征,由于受到晚寒武世最大海泛期后海平面下降的影响,岩石组分中有较多的陆源碎屑物质,岩性主要以黄灰色泥晶白云岩、含砂泥质白云岩为主,夹浅棕红色泥质白云岩以及粉砂质泥岩;直到弗洛期,则以粉砂岩灰质白云岩和粉细晶白云岩为主,鄂尔多斯东缘、南缘的部分地区可见叠

表 1 华北地区地层划分对比以及编图单元划分

Table 1 Stratigraphic division and correlation of the Ordovician strata in the North China region

编图单元及图幅名称	年代地层		华北地区														
			鄂尔多斯地区							晋冀鲁豫地区							
	系	统	阶	内蒙古桌子山	宁夏贺兰山	甘肃环县	甘肃平凉	陕西陇县	陕西耀县	吉林桦甸	辽宁太子河	河北唐山	河北邯郸	陕西韩城	河南沁池	山东新泰	
	上覆地层		本溪组	羊虎沟组	古近纪	山西组	新近纪	本溪组	本溪组	本溪组	本溪组	本溪组	本溪组	平凉组	本溪组	本溪组	
华北地区晚奥陶世凯迪晚期岩相古地理图	奥陶系	上统	赫南特阶	赫南特阶													
			钱塘江阶														
艾家山阶			磨盘井组														
华北地区晚奥陶世凯迪早期岩相古地理图		桑比阶	蛇山组	狼嘴子组	龙门洞组	背锅山组	桃曲坡组										
		公乌素组	徐家圈组	三道沟组	平凉组	耀县组											
华北地区中奥陶世达瑞威尔期岩相古地理图		中统	达瑞威尔阶	乌拉力克组	米钵山组	三道沟组	三道沟组										
	克里摩里组		桌子山组	天景山组	三道沟组												
华北地区早奥陶世弗洛期岩相古地理图	下统	弗洛阶			(未见底)												
		道保湾阶															
华北地区早奥陶世特马豆期岩相古地理图	下统	特马豆阶															
		新厂阶															

层石、干裂纹、鸟眼构造等代表潮坪环境的标志。

2.2 局限台地

局限台地相在华北地区的奥陶纪各个时期均有出现,分布范围较广,特马豆期-弗洛期其出现范围涵盖了华北板块中东部的大部分地区,主要发育在潮坪相的外侧。另外,在白云陆、太仆寺陆和抚顺陆的周围也沉积了环带状的以白云岩为主的局限台地相。岩性以灰白色的白云岩、含燧石条带白云岩及白云质灰岩为主。大坪-达瑞威尔期的局限台地主要发育于鄂尔多斯古陆蒸发台地的外侧和华北东部河南及安徽北部地区,其范围大致在沧州-石家庄-邢台-邯郸-焦作以东。沉积的马家沟组主要以灰色白云岩、泥灰岩及白云质灰岩为主,其中白云岩地层所占的比例小于40%,一般为20%~40%。在桑比-凯迪早期,局限台地发育在华北陆和熊耳陆之间,由于受到两个古陆的围限,从而在河南沁池、冀城、安阳一带沉积了峰峰组的灰色-

深灰色泥灰岩和白云岩(图1)。在鲁西主要为阁庄组、八陡组以及新汶组,岩性以黄灰色中薄层泥晶白云岩为主,局部夹钙质页岩,下部偶夹灰岩,微细水平层理发育。

2.3 开阔台地

早奥陶世的开阔台地主要发育在华北地块北部的京、津、冀、辽地区。中奥陶世的大坪-达瑞威尔期开阔台地的分布范围则大致在呼和浩特-准格尔旗-大宁-韩城-三门峡-焦作-石家庄-沧州一线以北、以东一侧。直到晚奥陶世,开阔台地环境仅在华北西南缘呈条带状展布。岩性主要以灰岩为主,偶夹页岩、白云质灰岩及竹叶状灰岩。马家沟组岩性多为豹皮状灰岩和泥晶灰岩,偶尔夹钙质页岩,越靠近局限台地一侧其白云质含量越高。奥陶纪晚期主要岩石类型为各种颗粒灰岩及泥晶灰岩,主要分布在西缘鄂托克前旗、定边一带,岩性为生物碎屑灰岩、砂屑灰岩、灰泥灰岩,并夹有一些陆源碎

屑(砂岩、泥岩)透镜体或薄层。灰岩中含有较多的生物碎屑,见三叶虫、有孔虫、腕足类及棘皮类动物等化石出现。

2.4 蒸发台地

蒸发台地相主要发育在鄂尔多斯地区的庆阳陆与杭锦旗陆之间以及米脂凹陷周缘、华北板块中部的鲁西和河南东北部地区,以马家沟组、亮甲山组为代表。马家沟组的岩性主要以发育硬石膏及盐岩的粉细晶白云岩为主,可见干裂、鸟眼等沉积构造发育。亮甲山组多为灰色、灰白色粉细晶白云岩、藻纹层白云岩及硬石膏、盐类等蒸发产物,沉积物表面常见干裂纹。

2.5 浅滩(礁滩)

华北板块奥陶纪的浅滩相主要出现在特马豆克期的华中地区,以北京西山、河北平泉、阳泉、保定一带的上马家沟组为代表,在开阔台地内部出现

了高能点状滩相沉积,主要由竹叶状砾屑灰岩夹少量页岩组成,系由开阔台地中的水下隆起部位造成的局部高能带发展而成。直到凯迪期-赫南特期,在鄂尔多斯的西南缘一侧则形成了少量的礁滩相,这些点状生物礁滩主要分布在鄂尔多斯南缘富平、陇县、耀县桃曲坡、礼泉唐王陵及淳化铁瓦殿等剖面^[12-13],造礁生物主要为床板珊瑚、四射珊瑚、层孔虫、多种藻类等;附礁生物多为头足类、腹足类、腕足类、棘皮类、三叶虫、牙形石等。

2.6 台缘斜坡

台缘斜坡相多发育在中奥陶世板块边缘性质转变后的鄂尔多斯西南缘开阔台地的外侧,主要分布于中宁-同心以西和岐山以南一带,如在宁夏贺兰山、中卫和同心等剖面沉积的米钵山组。岩性多为纹层状灰岩、砾屑灰岩、角砾状灰岩夹泥页岩及粉砂岩和砂岩,并在该组中发现有重荷模、槽模等构造,

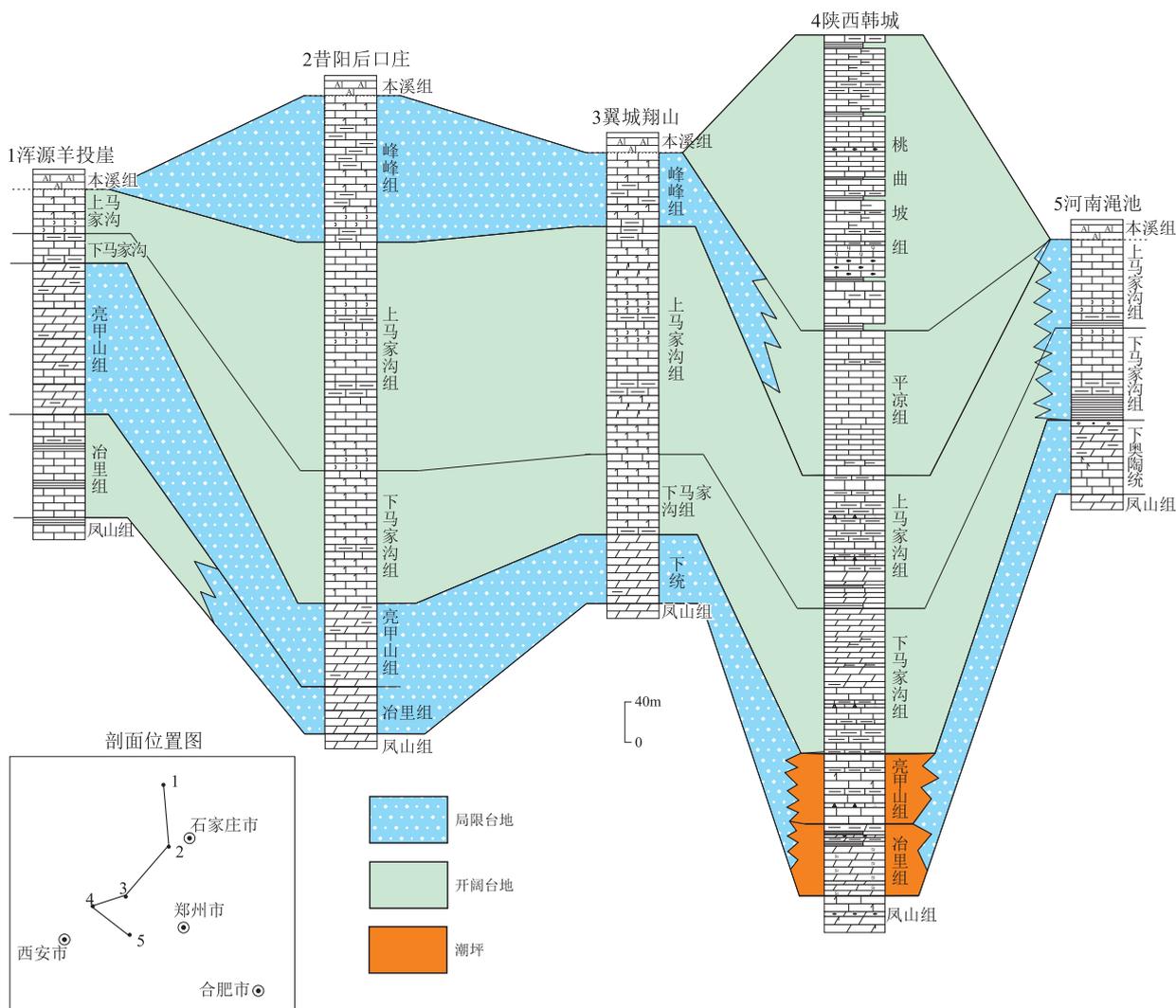


图1 华北地区奥陶纪典型剖面南北向对比图

Fig. 1 N-S correlation of the representative Ordovician sections in the North China region

属台地前缘斜坡重力流沉积。直到桑比期-凯迪早期,岩性除了有角砾状灰岩、泥质条带灰岩、页岩外,还有生物碎屑灰岩、砂屑灰岩等。

2.7 深水斜坡-盆地

由于华北地块西缘的水体的加深,台地边缘外侧由大陆斜坡迅速地过渡到深水盆地。斜坡相主要分布范围在石嘴山-银川-咸阳-西安以西至青铜峡-固原断裂一带。在乌海老石旦地区发育的克里摩里组的斜坡沉积主要为重力流带来的颗粒状灰岩沉积,岩石组合为深灰色笔石页岩、泥岩、深灰色泥晶灰岩、长石砂岩、岩屑砂岩等。深水盆地发育在斜坡相的外侧,在石嘴山-银川-平凉-西安一线之西侧,乌海-平凉地区以陆源泥质岩为主,夹碳酸盐重力流沉积。较为典型的地层有陇县景福山一带的背锅山组和乌海地区乌拉力克组,通常发育深海相黑色笔石页岩,主要岩性组合为黑色页岩、泥岩、深灰色-黑色泥晶灰岩、浊积砂岩(图2)。

3 古地理演化

3.1 早奥陶世初期(特马豆克期)

该时期的华北板块内海陆格局基本继承了晚寒武世的特点。板块中央的海域为周围岛屿与古陆所围绕,构成典型的陆表海,其中沉积几乎全为碳酸盐岩。华北地台整体为浅水陆表海沉积,西部鄂尔多斯地区的中部广大地区缺失下奥陶统冶里组的地层,为一个统一的鄂尔多斯古陆,围绕古陆华北地台为广阔的陆表海碳酸盐台地沉积(图3)。

3.1.1 古陆区

早奥陶世特马豆克期,华北地块发育5个古陆,即西部的鄂尔多斯古陆和位于华北地台北缘的白云陆、太仆寺陆和抚顺陆和华北地台南缘的熊耳陆。寒武纪末期的太康运动,使鄂尔多斯地区的东胜陆和庆阳陆两大古陆在早奥陶世时期联合在一起,共同构成大的鄂尔多斯地区古陆,古陆范围至包头-偏关-富县-平凉-银川-石嘴山-临河一线,面积明显扩大。南部北秦岭洋也开始向华北地块碰撞挤压,故其南缘被迫抬升形成熊耳陆。华北板块西侧的阿拉善陆,此时仍被大洋所分隔,游离于华北板块之外,这种状态一直维持到中奥陶世^[14]。

3.1.2 陆表海碳酸盐台地沉积区

陆表海碳酸盐台地发育在整个华北地块区,围绕鄂尔多斯古陆依次沉积潮坪相、局限台地相、开阔台地相及台内浅滩相。潮坪相环绕着鄂尔多斯古陆呈窄条带状分布。局限台地相范围大致沿至

西安-三门峡-洛阳-亳州-宿州一线,向北至大同-朔州-忻州-阳泉-石家庄-沧州一线,包括太仆寺陆和抚顺陆周边地区,局限台地中主要沉积了灰色白云岩、含燧石条带白云岩及竹叶状白云岩。在北京、河北、天津、辽宁一带主要为开阔台地沉积,其冶里组沉积以灰岩为主,偶夹竹叶状灰岩及页岩。在开阔台地中偶尔发育浅滩相,主要分布于北京西山、河北保定、曲阳、平泉等地,主要由竹叶状砾屑灰岩夹少量页岩组成,形成于开阔台地中的水下隆起部位。

3.2 早奥陶世弗洛期

在华北地块主要沉积了亮甲山组(三山子组a段)。弗洛期几乎完全承袭了特马豆克期的古地理面貌,海侵范围与冶里期相比稍微偏大,水体深度也略有增加。华北地块西部的鄂尔多斯古陆范围变小,其范围至乌海-达拉特旗-准格尔旗-临县-大宁-平凉-银川一线,整个华北地块总体特征东部为典型的浅水陆表海局限台地、开阔台地沉积,并在华北东南缘一侧开始出现了蒸发台地环境;而西部鄂尔多斯地区则呈现“陆外有坪,坪外有海”的沉积格局(图4)。

3.2.1 古陆区

华北地块依旧发育着5个古陆,即西部的鄂尔多斯古陆和位于华北地块北缘的白云陆、太仆寺陆和抚顺陆,以及华北地台南缘的熊耳陆。由于海侵作用的持续进行,西部鄂尔多斯古陆和南部熊耳陆的面积有所减小,此时的阿拉善陆仍作为一个独立陆块与华北板块互相分离。

3.2.2 陆表海碳酸盐台地沉积区

该沉积区广布于整个华北地块区,在鄂尔多斯古陆乌海-达拉特旗-准格尔旗-临县-大宁-平凉-银川一线的外侧沉积了亮甲山组的含燧石条带或团块的以粉晶白云岩为主的潮坪沉积(云坪),干裂、鸟眼构造发育。云坪以外包括华北地块东部的大部分地区(山西、河南及河北南部)发育的亮甲山组主要为灰色含燧石条带白云岩及泥灰岩沉积,具窗格构造、鸟眼构造等,属局限台地相沉积。在鲁西及河南东北部济南-新乡-郑州-商丘-徐州一线,亮甲山组多为灰色、灰白色粉细晶白云岩、藻纹层白云岩及硬石膏、盐类等蒸发岩,沉积物表面常见干裂纹,属蒸发台地沉积。华北地块东北部北京-石家庄-沧州一线以东仍主要为开阔台地相,岩相以结晶灰岩、白云质灰岩为主。在北京西山、河北平泉、阳泉、保定一带局部地区,仍沉积有由竹叶状砾屑灰岩

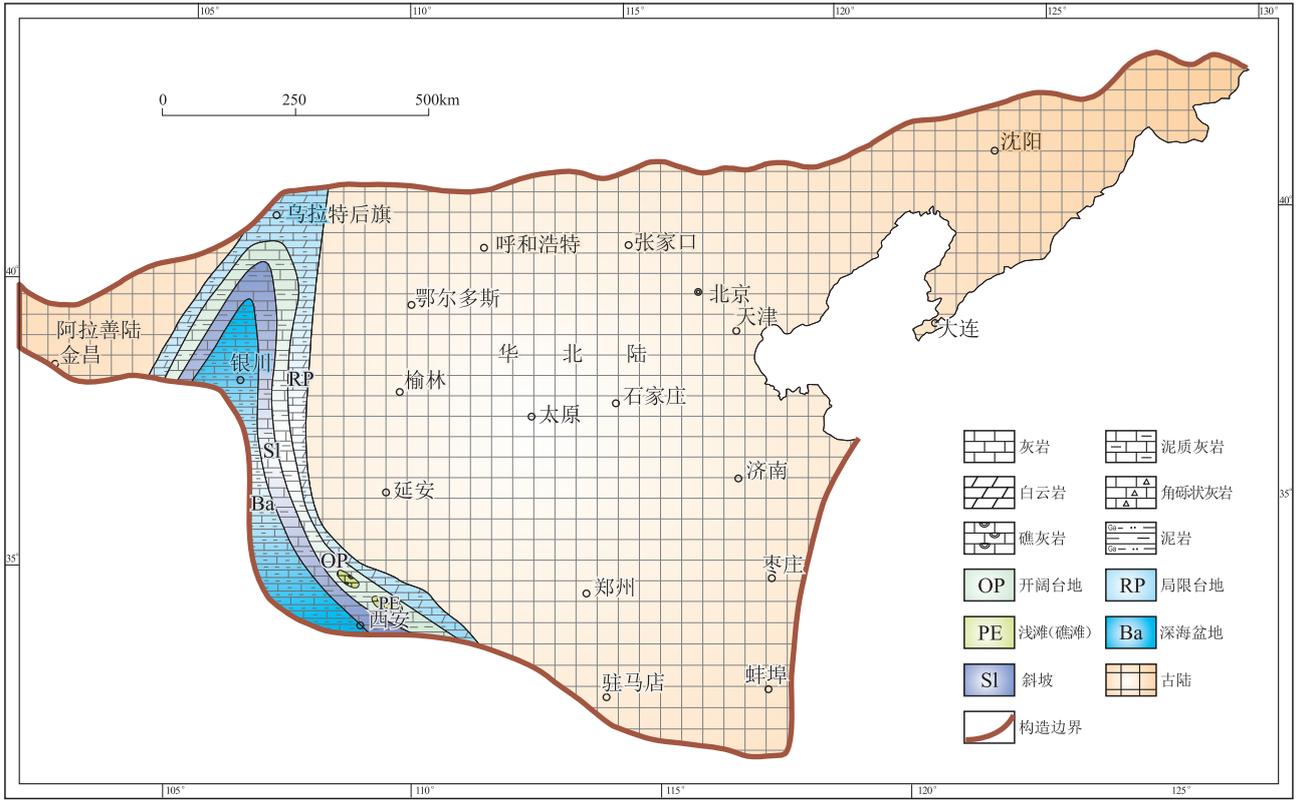


图 3 华北地区早奥陶世特马豆克期岩相古地理图

Fig. 3 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the North China region during the Tremadocian (Early Ordovician)

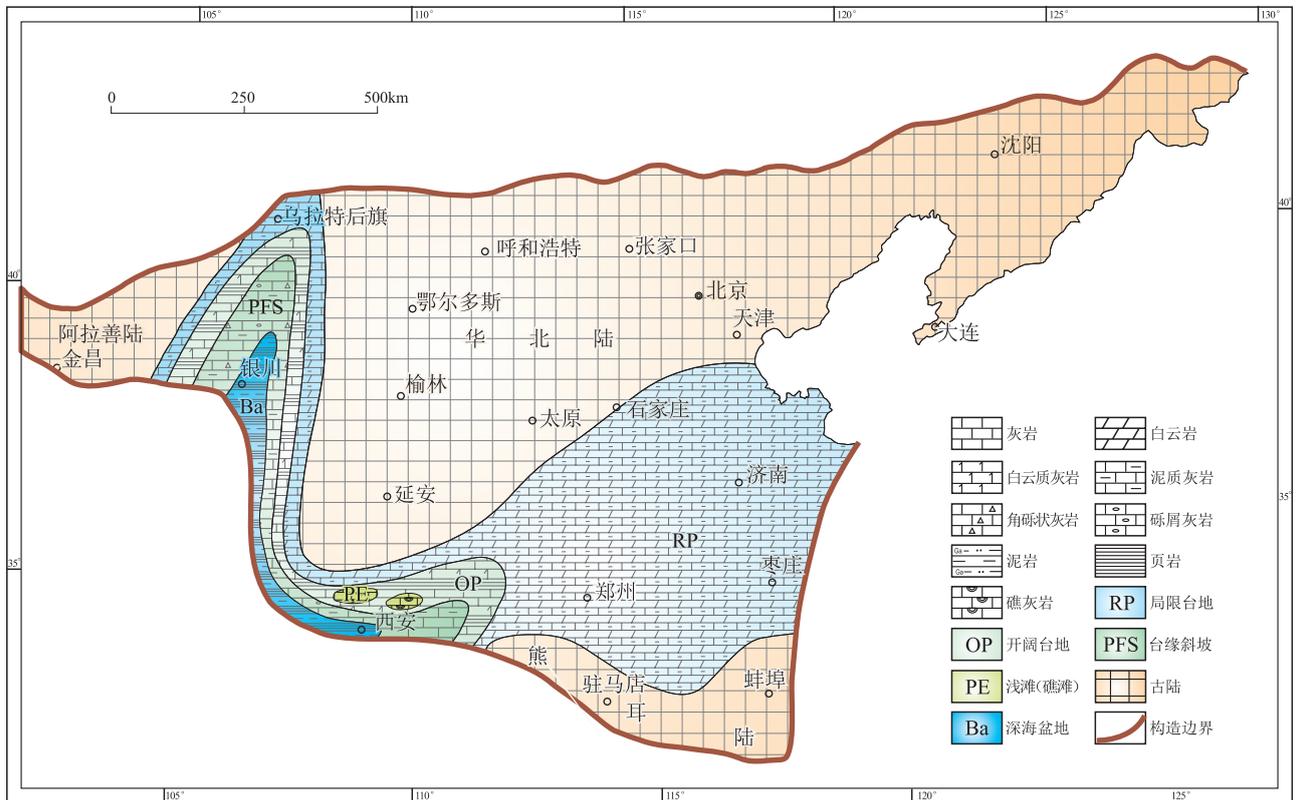


图 4 华北地区早奥陶世弗洛期岩相古地理图

Fig. 4 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the North China region during the Floian (Early Ordovician)

夹少量页岩组成的高能沉积物,其成因可能是由于风暴作用或者局部高能点滩所导致,但规模已经比特马豆克期小很多。

3.3 大坪-达瑞威尔期

随着华北板块边缘性质开始改变,大坪期的海侵持续推进,西部鄂尔多斯古陆大大缩小,并被分裂成两块陆,即东胜陆和庆阳陆。华北的陆表海仍然占据着广大的中部地区,华北陆块西缘仍然为台地相的砂泥质及碳酸盐沉积建造,并在鄂尔多斯西南缘出现了台地边缘斜坡环境。在中-晚奥陶世之前,原来认为属于华北板块的阿拉善地块仍被大洋所隔开,游离于华北板块之外。中奥陶世开始,阿拉善古陆逐步向华北拼贴,中奥陶世晚期-晚奥陶世,阿拉善古陆才正式成为华北板块的一部分(图5)。

3.3.1 古陆区

该时期华北板块白云陆、太仆寺陆、抚顺陆及南缘的熊耳陆依旧存在,其面积均因海侵作用而有所缩小。西部的鄂尔多斯古陆则分裂为东胜陆和庆阳陆,此时的阿拉善古陆也已经靠近华北板块。

3.3.2 陆表海碳酸盐台地沉积区

中奥陶世开始,整个华北板块,尤其是鄂尔多斯地区炎热干旱,海水含盐度不断升高,除了沉积白云岩外,由于鄂尔多斯中央古隆起的阻隔和消能作用,使环境相对闭塞的凹陷区内大面积发育了硬石膏岩及盐岩,形成了含白云岩的硬石膏岩蒸发台地。蒸发台地范围主要位于鄂尔多斯东胜陆和庆阳陆周缘以及榆林-米脂凹陷内部,岩性主要以硬石膏及盐岩的粉细晶白云岩为主,干裂、鸟眼构造发育。局限台地主要发育在鄂尔多斯古陆蒸发台地的外侧及华北东部、河南及安徽北部地区,其分布范围相对于上一时期大幅减少。沉积的马家沟组主要为灰色白云岩、泥灰岩及白云质灰岩。在鄂尔多斯的西缘及南缘向板块外侧,呈窄条状、带状依次发育开阔台地-台缘斜坡相。而在华北东部则为大面积的开阔台地沉积,相比早奥陶世,开阔台地范围向西南方向扩张至山西南部地区,大致在呼和浩特-准格尔旗-大宁-韩城-三门峡-焦作-石家庄-沧州一线之北东一侧,以及鲁西南、皖北地区。开阔碳酸盐台地内,白云岩不发育(所占岩石比一般<20%)。京津冀辽地区的马家沟组沉积的岩性多为豹皮状灰岩和泥晶灰岩,偶尔夹钙质页岩。台缘斜坡相发育在鄂尔多斯的西南缘,中宁-同心以西和岐山以南一带,在内蒙古阿拉善、宁夏贺兰山、中卫和

同心等剖面,沉积岩性多为纹层状灰岩、砾屑灰岩、角砾状灰岩夹泥页岩及粉砂岩和砂岩,并在该组中发现重荷模、槽模等构造,属台地前缘斜坡的重力流沉积。

3.3.3 深水盆地沉积区

深水盆地沉积区位于台地边缘斜坡外侧,其范围在青铜峡-固原断裂以西地区。河西走廊一带的米钵山组以陆源碎屑岩为主的浊积砂岩夹凝灰岩及碳酸盐岩沉积,发育黑色笔石页岩、泥岩、深灰色泥晶灰岩、长石砂岩、岩屑砂岩等。

3.4 桑比-凯迪早期

晚奥陶世初(桑比期-凯迪早期),由于加里东运动的影响,华北陆块区由于受到索伦-西拉木伦一带向南俯冲和山阳-桐城一带向北消减的影响,华北陆表海上升为陆,北部广大地区无沉积。古陆范围扩大到鄂托克旗-定边-庆阳-临汾-石家庄一线,仅在河北西南部、河南北部、鲁西等地有部分沉积。在河南境内主要沉积峰峰组,鲁西地区则为马家沟期阁庄期(马5期)、八陡期(马6期)和新汶期(马7期)沉积。华北板块西南缘水体则进一步凹陷,演化成为深海盆地(图6)。

3.4.1 古陆区

桑比-凯迪早期,海水几乎退出华北大部分地区,发育一个大型的华北古陆,范围在鄂托克旗-定边-庆阳-临汾-石家庄-沧州之北东,其南部的熊耳陆也受海退的影响面积逐渐增大。

3.4.2 陆表海碳酸盐台地沉积区

华北板块东南缘由于受到南北两侧华北陆及熊耳陆的阻挡屏蔽,在其中主要沉积了局限台地相的泥灰岩和白云岩。华北陆块区西缘和南缘仍为以碳酸盐为主的沉积,在西南缘向外海一侧依次发育开阔台地-台缘斜坡相。开阔台地向西延至临河-青龙山-环县-渭南一线,台缘斜坡相主要发育在开阔台地外侧,在西缘的北段主要发育泥灰岩、页岩、砂屑灰岩及角砾状灰岩;在其南段仍是以泥页岩及碳酸盐岩重力流沉积为主,不过所含碳酸盐岩的比例有所增加。

3.4.3 深水盆地沉积区

深水斜坡-盆地相发育于石嘴山-银川-平凉-西安以西,主要沉积了碎屑岩浊流体系,多为黑色页岩、细砂岩和凝灰岩、夹泥灰岩沉积,具典型的鲍马序列,是一套以浊积砂岩为主的厚度巨大的沉积序列。平凉地区以陆源泥质岩为主,夹碳酸盐重力流沉积,发育黑色笔石页岩,主要有黑色页岩、泥岩、深

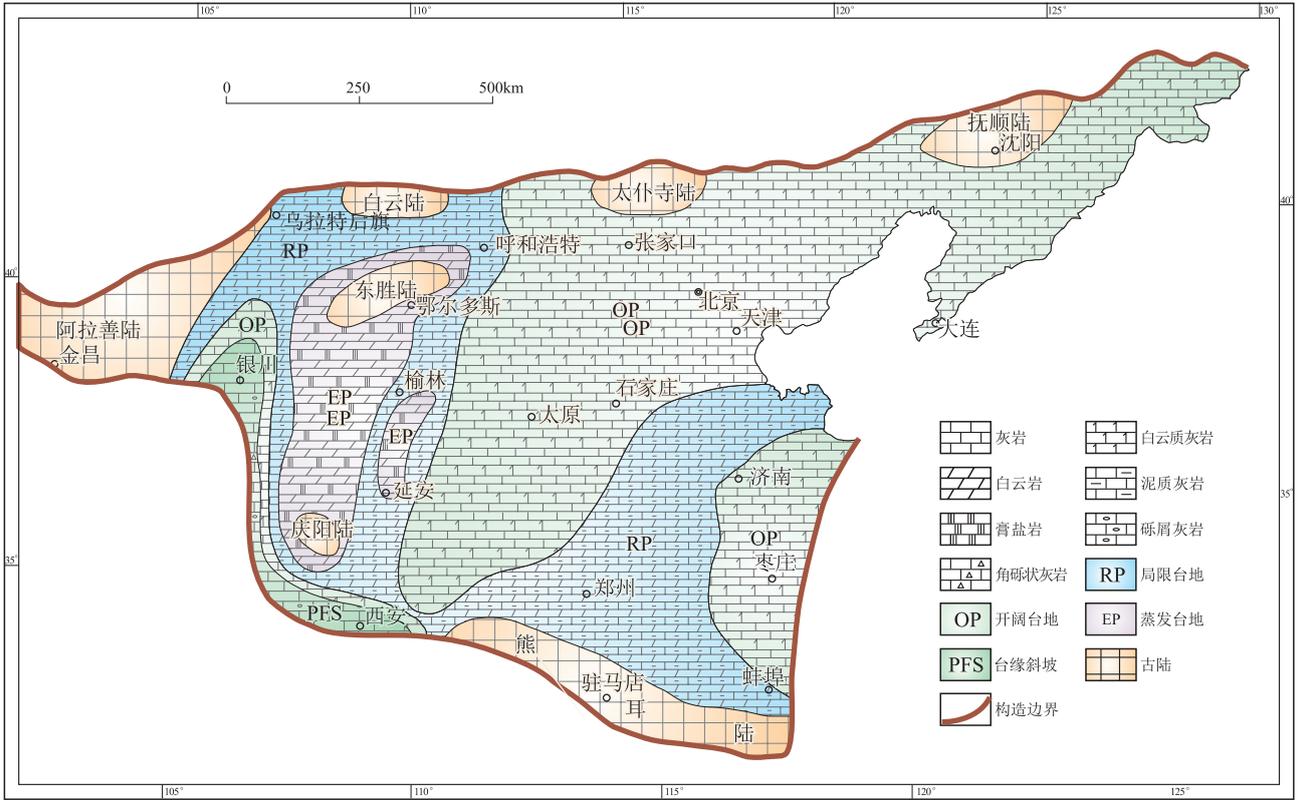


图 5 华北地区中奥陶世大坪期 - 达瑞威尔期岩相古地理图

Fig. 5 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the North China region during the Dapingian - Darriwilian (Middle Ordovician)

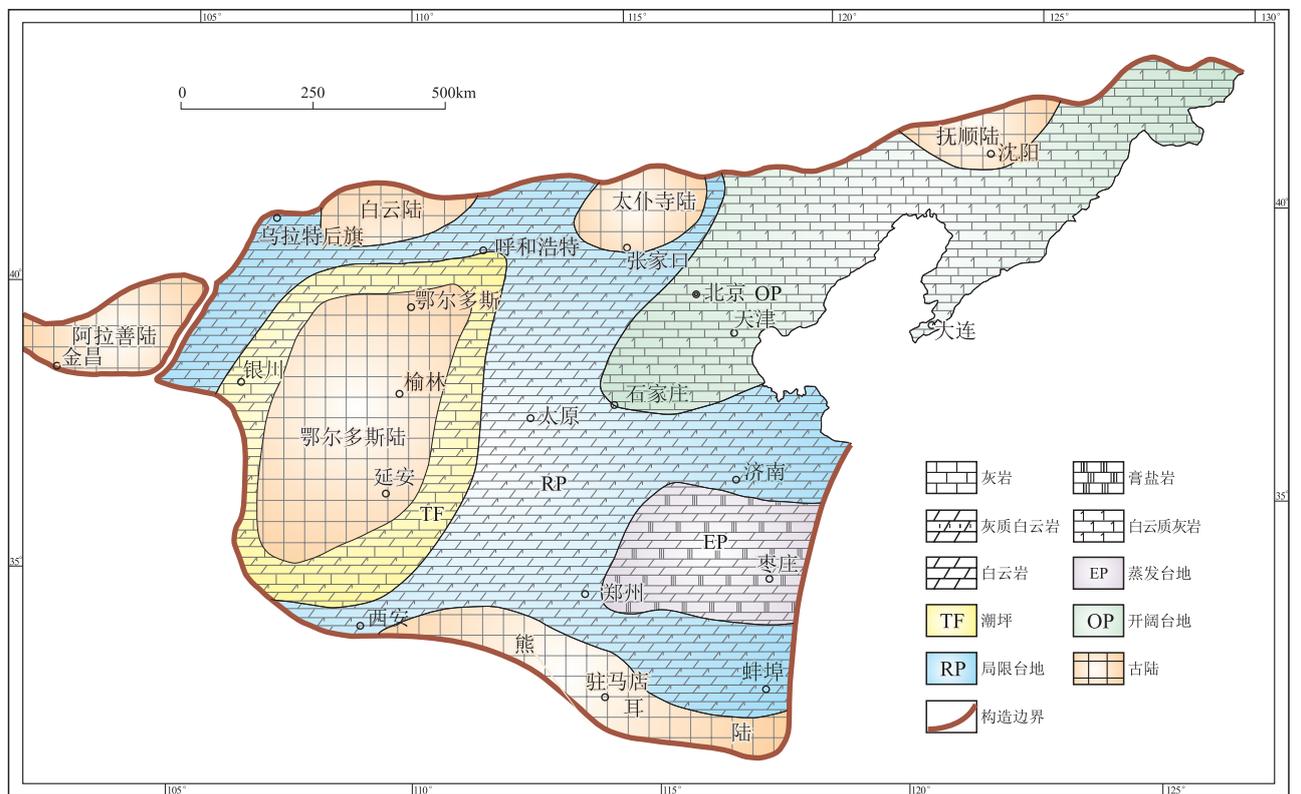


图 6 华北地区晚奥陶世桑比期 - 凯迪期早期岩相古地理图

Fig. 6 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the North China region during the Sandbian - early Katian (Late Ordovician)

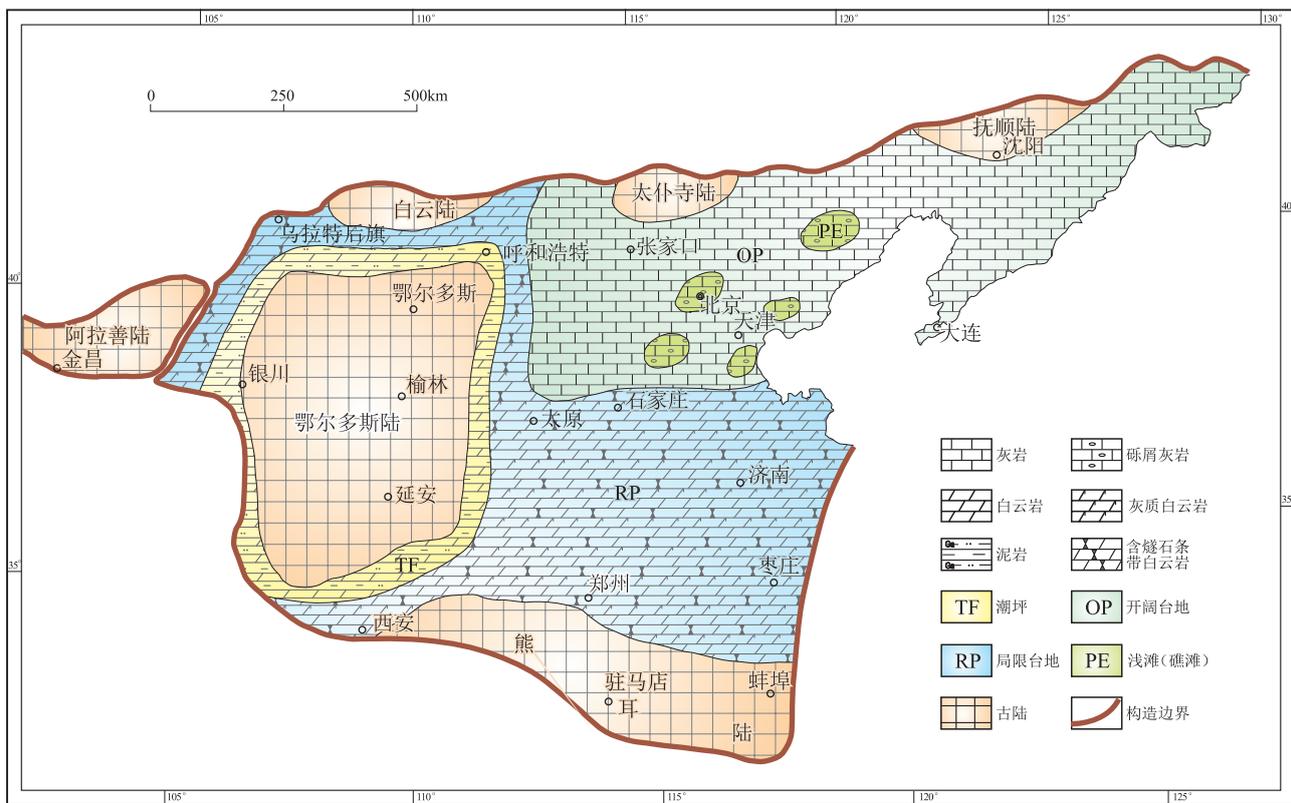


图7 华北地区晚奥陶世凯迪期晚期-赫南特期岩相古地理图

Fig. 7 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the North China region during the late Katian - Hirnantian (Late Ordovician)

灰色-黑色泥晶灰岩、浊积砂岩。

3.5 晚奥陶世凯迪晚期-赫南特期

海水几乎全部退出华北地区,华北地块上升为陆,仅在华北板块的西南缘的狭窄地区有台地-深海的连续海相沉积物发育(图7)。

3.5.1 古陆区

晚奥陶世末期,随着海退的持续进行,华北板块几乎大部分地区均抬升成陆,华北陆的面积几乎占满整个原来华北台地沉积区。其西侧的阿拉善陆块虽然已经与华北板块拼贴在一起,但此时该古陆仍被海水与华北古陆的整体部分分隔。

3.5.2 陆表海碳酸盐台地沉积区

晚奥陶世晚期的局限台地-开阔台地相的大致分布范围沿袭了桑比-凯迪早期的格局,其中南缘开阔台地内部局部地区出现了生物礁,尤其在富平、陇县、耀县桃曲坡、礼泉唐王陵及淳化铁瓦殿等剖面^[13-14]。造礁生物主要为床板珊瑚、四射珊瑚、层孔虫、多种藻类等;附礁生物多为头足类、腹足类、腕足类、棘皮类、三叶虫及牙形石等。

深水盆地沉积区,由于构造挤压导致的洼陷作用的影响,深海盆地的范围比上一时期略有扩大,深水斜坡相区已经延伸至原来台缘斜坡所在的

地区。

4 结论

(1)在“构造控盆、盆地控相”的编图思路指导下,笔者认为华北板块以中奥陶世早期为界,早奥陶世与中-晚奥陶世的华北板块处于不同的构造背景之中。不同的板块边界类型,以及原始构造单元的基底形态控制着该时期古地理的展布规律:早奥陶世的华北地区从西至东由高至低呈阶梯状展布;中-晚奥陶世,华北板块逐步抬升,最后仅在华北西南缘有残留海域,且阿拉善陆与华北板块拼贴成一个统一板块。

(2)结合我国奥陶纪构造运动期次、盆地沉积旋回以及生物组合面貌等特征,将奥陶纪分为早奥陶世特马豆克期、早奥陶世弗洛期、中奥陶世大坪期-达瑞威尔期、晚奥陶世桑比期-凯迪期早期,以及晚奥陶世凯迪期晚期-赫南特期5个断代,作为研究与编图单元进行华北地区古地理的编绘;并划分出潮坪、局限台地、开阔台地、蒸发台地、浅(礁)滩、台地边缘斜坡、深水斜坡-盆地等7个沉积环境类型;总结了在构造因素的影响下,华北克拉通盆地大部分地区由陆表浅海逐步抬升为陆地及

而华北西南缘则由浅变深的过程。

参考文献:

- [1] 王鸿祯. 中国古地理图集[M]. 北京: 地图出版社, 1985.
- [2] 刘宝珺, 许效松. 中国南方岩相古地理图集[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [3] 冯增昭, 等. 华北地台早古生代岩相古地理[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [4] 牟传龙, 许效松. 华南地区早古生代沉积演化与油气地质条件[J]. 沉积与特提斯地质, 2010, 30(3): 24-29.
- [5] 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 1:500万中国及邻区大地构造图[M]. 北京: 地质出版社, 2000.
- [6] 张渝昌. 中国含油气盆地分析[M]. 南京: 南京大学出版社, 1997. 1-450.
- [7] 黄汲清, 任纪舜, 姜春发, 等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [8] 翟明国, 卞爱国. 华北克拉通新太古代末超大陆拼合及古元古末-中元古代裂解[J]. 中国科学(D辑), 2000, 30(12): 129-137.
- [9] 王惠初, 陆松年, 赵凤清, 等. 华北克拉通古元古代地质记录及其构造意义[J]. 地质调查与研究, 2005, 28(3): 129-143.
- [10] 许效松, 门玉澎, 张海全. 古陆、古隆与古地理[J]. 沉积与特提斯地质, 2010, 30(3): 1-10.
- [11] 陈旭, 戎嘉余, 张元动, 等. 奥陶纪年代地层学研究综述[J]. 地层学杂志, 2000, 24(1): 18-26.
- [12] 李文厚, 陈强, 李智超. 鄂尔多斯地区早古生代岩相古地理[J]. 古地理学报, 2012, 14(1): 86-99.
- [13] 夏明军, 郑聪斌, 毕建霞, 等. 鄂尔多斯盆地奥陶系生物礁及其天然气勘探前景[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(2): 178-182.
- [14] 杨华, 付金华, 包洪平. 鄂尔多斯地区西部和南部奥陶纪海槽边缘沉积特征与天然气成藏潜力分析[J]. 海相油气地质, 2010, 15(2): 1-13.
- [15] 张进, 李锦轶, 刘建峰. 早古生代阿拉善地块与华北地块之间的关系: 来自阿拉善东缘中奥陶统碎屑锆石的信息[J]. 岩石学报, 2012, 28(9): 2912-2934.

Sedimentary facies and palaeogeography of the North China region during the Ordovician

CHEN Xiao-wei¹, MOU Chuan-long^{1,2}, ZHOU Ken-ken¹, KANG Jian-wei¹, WANG Qi-yu¹, GE Xiang-ying¹, LIANG Wei¹

(1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Key Laboratory of Sedimentary Basin and Oil and Gas Resources, Ministry of Land and Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: The North China plate was situated in different tectonic settings during the Early Ordovician to the Middle and Late Ordovician, and different plate boundaries and basement topography of the original tectonic units tend to determine the distribution of the sedimentary facies and palaeogeography of the North China region. Seven sedimentary facies types have been distinguished in this study, including tidal flat, restricted platform, open platform, evaporate platform, shoal (reef bank), platform-margin slope and deep-water slope-basin facies. Five stages of the palaeogeographic maps have been reconstructed for the North China region, include the Tremadocian (Early Ordovician), Floian (Early Ordovician), Dapingian - Darriwilian (Middle Ordovician), Sandbian - Katian (Late Ordovician) and late Katian - Hirnantian (Late Ordovician).

Key words: sedimentary facies and palaeogeography; Ordovician; basin evolution; North China plate; Alxa