中国中东部白垩纪沙漠的时空分布 及其气候意义

江新胜 李玉文

(地质矿产部成都地质矿产研究所)

[内容提要] 本文介绍了中国中东部白垩纪沙漠沉积的时空分布,探讨了时空分布规律,认为: (1)中东部白垩纪沙漠分布严格受气候带控制,其实际分布限于北纬 20—40°的干旱带(横跨当时的副热高压带),主要分布于鄂尔多斯盆地、四川盆地、江汉盆地和苏北盆地之中;(2)各盆地 沙漠发生的时间不同,鄂尔多斯盆地为早白垩世,四川盆地为中白垩世晚期,江汉盆地为晚白垩 ,世早期,苏北盆地为晚白垩世中期;(3)沙漠发生的穿时性反映了各盆地进入干旱带的顺序,由 ,北到南,由西及东;(4)造成这种顺序的原因是由于亚洲在白垩纪时其总体为顺时针旋转,因而 使西北部鄂尔多斯盆地率先进入干旱带,其次是西南部的四川盆地,然后是中部的江汉盆地。晚 白垩世的降温事件迫使干旱带南移而使其滞后的最东部的苏北盆地进入干旱带;(5)中国白垩 纪沙漠的存在说明处于"温室效应"的大气环流不仅不会"呆滞"而且还有所增强,季风的存在也 说明当时的气候并不均一。本文提出了气候带漂变(climatic zone drift)的概念,认为气候变化的 表现形式为气候带漂变。漂变既有长周期和短周期漂变之分,又有相对和绝对漂变之别。中国中 东部白垩纪沙漠的时空变迁就是干旱气候带漂变的结果。

关键词 白垩纪 沙漠分布 气候带漂变

在白垩纪这个特殊的地史时期,全球海平面大幅度上升,许多陆地被海水淹没,陆地面 积减少了 20%(Crowley, T. J. et al., 1991)⁽¹⁾。而中国这块陆地却仍然出露着大面积的陆 地,发育了众多的内陆盆地,形成了许多内陆沙漠。

古地磁研究表明,华北陆块与华南陆块作为一个整体,在白垩纪已处于北纬 20—40°之间,且在整个白垩纪没有发生南北向移动,仅作顺时针旋转。我国中东部白垩纪沙漠沉积分 布是受干旱带控制的,主要分布于当时副热高压带内及其附近。各个盆地沙漠发生的时差说 明干旱气候带发生了迁移。这种迁移是由于陆块顺时针旋转和干旱带南移造成的。

一般认为,白垩纪正处于一个温暖均一的气候期。由于极地气温的升高,地表温梯度的 减小,会导致大气环流的减弱,产生所谓"呆滞"现象,地表风力也会因此而减弱。白垩纪沙漠 的存在说明当时大气环流不会"呆滞",地表风力也没有减弱。

本文试图通过总结中国中东部白垩纪沙漠的时空分布来探讨其分布规律,并讨论其古 气候意义。最后,提出气候带漂变(climatic zone drift)的概念,指出中国白垩纪沙漠带的迁 移是由气候带漂变造成的。

1 中国中东部白垩纪沙漠的时空分布

经研究,中国中东部白垩纪沙漠主要分布于鄂尔多斯盆地、四川盆地,江汉盆地和苏北 ───── ●本文为国家自然科学基金资助项目(49572113)成果之一。 盆地(图 1),具体古纬度为北纬 20—40°,恰好横跨干旱的副热高压带。其沙漠发生时代分别 为早白垩世(鄂尔多斯盆地)、中白垩世晚期(四川盆地)、晚白垩世早期(江汉盆地)和晚白垩 世中晚期(苏北盆地)(图 2)。由于绝对年龄和化石的局限,各统中的阶界线略去。本文的地 层划分对比是采纳郝诒纯等(1986)⁽³⁾的方案。





1=desert basin;2=nondesert basin;OD=Ordos Basin;SC=Sichuan Basin; JH=Jianghan Basin;SB=Subei Basin

1.1 鄂尔**多斯盆地**

1.1.1.地层发育情况

鄂尔多斯盆地是华北陆块西部的一个典型的大型内陆盆地,白垩纪以来长期处于干旱 环境之中。盆地中白垩系地层分布广泛,约占盆地面积 2/3,由河湖相夹风成砂岩组成,上与 第三系不整合接触,下与侏罗系或更老地层不整合或假整合接触。白垩系下统志丹群自下而

¥	统	地区	鄂尔 乡斯 盆地		四川盆地		江汉盆地		苏北盆地	
			E		. E		Е		E	
		——————————————————————————————————————							泰 州组	
白	上 统	Cam panian	·		灌口组		_ 跑马岗组		赤山组	<u>//////</u> //////////////////////////////
		Sant on ian	特盖庙组				2 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.	[]]]]] [77777		000
		Conia cian		///// //////				[]]]]	蒲口组	000
	<u> </u>	88-85 Ma	┣-ーーーー	TTT.	•	7.7.7.7		00		<u>لِحْجَة</u>
垩	中统	Turonian			夹 关组	777	罗镜滩组	0 0 0 0		0
		Cenomanian				7.7.7.7.		0 0		
		Albian							葛村组	•••••
		A ptian					石门组			0 · · · ·
泵	<u> </u>	108 105 M a		┟┶└┵┶			<u> </u>	יוריו		ᡰᡥ᠇ᡥᡥ
	下统	Barremian								
		Hauterivian	志 丹 野 双洞组 群 环河-华池组 洛河组		天马山组	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			1 	
		Valanginian								
		Berriasian	义君组							
		1 3 5 - 137 M a -]~~~	[- 					hm
		· · · · ·	J ₃		J ₃		0,		J 1-2	

上分 力 宜 君 组 、 洛 河 组 、 环 河 华 池 组 、 罗 汉 洞 组 、 泾 川 组 及 喇 嘛 湾 组 , 中 统 缺 失 , 上 统 为 特 盖 庙 组 (图 2)。

图 2 中国东部白垩纪沙漠的时代分布

1. 风成沉积; 2. 水成沉积



1=eolian deposit;2=aqueous deposit

沙漠相主要发育于洛河组、罗汉洞组和特盖庙组。此外,在环河华池组及泾川组中均发 育多层风成沙岩夹层(齐骅等,1993)⁽⁴⁾。

宜君组:分布于盆地南部,呈从西南到东北减薄的楔状体(0-65m),为一套紫灰、棕红 色砾岩夹砂质泥岩条带或砂岩透镜体地层,属冲积扇沉积。

洛河组:为紫红、桔红、灰紫色块状中一细粒长石石英砂岩,大型板状交错层理发育。其 厚度由西南向东北变厚(130—355m)。在沮水以南与下伏宜君组为连续沉积,以北由于宜君 组的缺失,直接覆于中侏罗统之上。

洛河组为全盆地主要风积层位。在盆地西南缘千阳草碧沟一带为冲积扇和沙漠过渡带, 厚 130m,向西北则全为沙漠沙岩。

环河华池组:厚 329—625m。盆地北部的主要为黄绿、紫红色长石砂岩,中部及南部主要

为灰绿、棕红色泥页岩与粉砂岩互层。厚度从北向中部及西南缘逐渐变薄,为一套河湖相沉积,在其下部夹有数层风成沙岩。

罗汉洞组:厚107-338m,分布于盆地西部,上部为棕红色块状长石石英砂岩,大型板状 交错层理发育,下部为暗紫、浅灰色泥岩及粉砂岩。该套地层主要为风成沙丘沉积,其间所夹 暗紫、灰绿色砂质泥岩或粉砂岩中见泥裂,为丘间沉积。

泾川组:地层厚 114—557m,分布广泛,但盆地南北岩性变化较大。南部泾川一带为杂色 泥页岩与粉砂岩互层;北部除与泾川一带岩性相同外,在其下部还多一套灰黄色长石石英砂 岩,局部夹较多的薄层假鲕状灰岩透镜体。以湖相沉积为主,在局部发育有沙丘沉积。

喇嘛湾组:厚 226m,仅出露于盆地东北部黄河两岸。岩性主要为灰白、黄绿色块状长石 砂岩与土红、深灰色透镜状粉砂质泥岩不等厚互层,上部夹煤线或透镜状薄煤层,为一套河 湖相沉积。

特盖庙组:厚118m,仅出露于盆地西北杭锦旗特盖庙地区,四周被现代沙漠包围。上部、 下部均为棕红色粉砂质泥岩与杂色粉砂岩不等厚互层,属丘间沉积。下部之顶夹薄层含砾的 砾状粗砂岩,为砾漠沉积。中部为肉红、棕红色块状富长石砂岩,普遍发育大型板状交错层 理,砂粒滚圆度好,含肾状或结核状铁锰质结核,局部富集成透镜状,为沙丘沉积。

1.1.2 沙漠沉积特征

通过野外和室内分析,其沙丘沉积特征是:以红色中一细砂岩为主,分选性和磨圆极好。 岩性疏松,无杂基,特别是不含云母片和粘土。砂粒表毛玻璃化,并覆以铁、锰质薄膜。巨一 大型楔状和板状交错层理发育,层组界面(风蚀面)平整(齐骅等,1993)^{G4}。粒度分布以跃移 组分为主,无悬移组分,分布集中,分选极好。除沙丘沉积外,还夹有许多水成的或风成的丘 间沉积。在盆地边缘则分布有作为物源的漠外冲积沉积。

在沙漠沉积物中夹有多层河、湖沉积,说明当时气候发生多次变动,导致沙漠发生多期进退。就广义沙漠环境定义(江新胜等,1992)⁵⁵来看,上述水成沉积可属丘间沉积和漠外沉积。

1.2 四川盆地

1.2.1 地层发育情况

由于燕山运动第一幕的影响,广阔的侏罗纪内陆湖泊广泛上升,沉积范围收缩到四川盆的西北部,接受了城墙岩群的冲积扇相沉积及其相变而成的天马山组河、湖相沉积(J---Ki)。 早白垩世晚期四川盆地无任何沉积记录。在燕山运动第二幕的影响下,在盆地东南部先接受 了川南窝头山组和乐山地区夹关组下部河湖相沉积(Ki),然后沉积了川南打儿凼组和夹关 组上部沙漠沉积(Ki)。最后,在晚白垩,沙漠环境逐渐被间歇式河流及干盐湖环境所代替, 沉积了一套含膏盐的沉积岩(图 2)。

天马山组:厚 70-500m,分布于盆地西南部,岩性为一套色调鲜艳的棕红、砖红色砂岩、 泥岩、砾岩的河流相沉积。该相带西南部为山前冲积砾岩。

夹关组:厚200-700m,主要分布于雅安、邛崃、灌县、大邑、洪雅、天全及罗江等地,岩性 为砖红色砂岩、泥岩,往西砾岩增多。与下伏天马山组或上侏罗统蓬莱镇组或莲花口组假整 合接触。该组为四川盆地白垩纪沙漠沉积,向西逐渐过渡到冲积的漠外环境。

灌口组:厚400-800m,主要分布于盆地西北部,岩性以砖红、棕红色粉砂岩、泥岩互层 为主,夹多层薄层状泥灰岩,中部夹石膏、钙芒硝,为干盐湖沉积。在沉积区的西部,岩性稍 粗,砂砾岩增多,为间歇性河流环境。该组与下伏夹关组及上覆第三系整合接触。

1.2.2 沙漠沉积特征

关于四川盆地沙漠研究较详(江新胜等,1992)55,这里仅简要地作一介绍。

(1)层理构造:在沙丘沉积中见有大量板状一楔状交错层理,偶见大型槽状交错层理、沙 波层理(a型、b型)。在湿丘间沉积物中可见波纹层理、水平层理和碟状构造。交错层系底界 可见高指数(>20)的风蚀波状面,波峰处见滞留砾石——风棱石。大多数层系界面为水平 状,是由于古潜水面对风蚀的抵抗作用造成的。

(2)颗粒形态及表面结果:①砾石级颗粒:砾石级颗粒在本区风成系统中主要产于丘间 或漠外沉积物中。沙丘沉积所见砾石更少,均为滞留于层面上散布的风棱石,小者 2—5mm, 大者 20--35mm,呈三棱或多棱状,砾面光滑,并可见主风面被风吹蚀的凹形光面,面上具碟 形坑等风蚀痕迹;②表面结构:本区风成砂不仅大粒级颗粒滚圆度高,小粒级滚圆度也很高。 砂粒表面具有红色铁膜包裹,洗去铁膜之后见毛玻璃化表面、碟形坑和 SiO₂ 再沉淀现象;③ 粒度分布:本区沙丘沉积的粒度分布集中在砂级,且主要为细砂级。其分布特征为典型的沙 漠沙特征,跃移组分占绝对优势,中粒段陡直,斜率大(江新等,1992)⁶³;④沉积类型及其沉 积特征:本区沙漠系统中最主要的沉积类型为沙丘沉积,其次为丘间沉积。沙丘沉积为长石 石英砂岩,石英含量高,成熟度及分选性好,可见石膏结核及其他盐类胶结透镜体。丘间沉积 以粉砂岩、泥岩为主,可见泥裂、石膏等。

1.3 江汉盆地

1.3.1 地层发育情况

江汉盆地大致与现代江汉平原吻合,仅发育有白垩系中统以上地层,中统为石门组、五 龙组、罗镜滩组;上统为红花套组、跑马岗组(图 2)。

石门组:厚124—186m,下部为灰红、黄灰、灰色砾岩,局部夹紫红色泥质粉砂岩;上部为 红色细砂岩夹灰色薄层钙质粉砂岩及砾岩,含菱铁矿、黄铁矿。为冲积扇-河湖相沉积。

五龙组:厚 750—1600m,底部为灰色块状砾岩;下部为棕红色细砂岩、粉砂岩夹砂砾岩 和灰岩;上部为棕褐、黄灰色块状细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩及含砾砂岩互层。向东北变薄至 尖灭。为河湖相沉积。

罗镜滩组:厚 50—1000m,由灰红、紫红、灰色厚至块状砾岩夹粉砂岩组成,为冲积扇-河 流相沉积。

红花套组:厚 20—1017m,为本盆地含沙漠沉积层位,由棕黄、鲜红色厚层至块状细砂岩 夹棕黄色块状泥质细砂岩、粉砂岩组成。

跑马岗组:厚170—890m,岩性为棕红色细砂岩、粉砂岩与紫红色砂质泥岩、泥岩互层, 间夹绿色粉砂岩和泥质岩。为河-湖相沉积。

1.3.2 沙漠沉积特征

关于该盆地沙漠沉积的研究仅停留在沙漠沉积的确定上,还未见关于沉积特征的报导。 从其发育方式来看,和其他三个盆地相似,主要由沙丘、丘间沉积组成。

1.4 苏北盆地

1.4.1 地层发育情况

苏北盆地北起连云港,南至长江口,西达苏皖交界的洪泽湖区,为大面积第四系覆盖,仅 有零星露头出露。该区白垩系缺失下统,仅发育中、上统地层。自下而上可分为中白垩统葛 村组,上白垩统浦口组、赤山组及上白垩统一古新统泰洲组(图 2)。

葛村组:厚度>259m,上部为棕红色、暗深红色、棕咖啡色泥质粉砂岩、砂岩夹含砾砂 岩、砂砾岩;下部为咖啡色泥岩、棕色细砂夹粉砂岩或二者呈互层。自西向东分别为河流相, 滨湖相和浅湖相(吴其切等,1986)⁶⁹。仅局限于盆地西部,呈北东一南西狭长条状。

浦口组:厚276—518m,岩性以棕红色、暗棕色泥岩、泥质粉砂岩及砂岩为主,局部为灰、 灰绿色细砂岩。自盆地周缘向中心分别出现洪积扇-河流相、滨湖-三角洲相、浅湖相和深湖 相(吴其切等,1986)⁽⁶⁾,为该盆地湖泊发展的典盛时期。

赤山组:厚度>275m,砖红色、厚层状、具大型斜层理的长石石英细砂岩夹棕红色砂质 泥岩,偶夹薄层含细砾粗砂岩。此时盆地大幅度收缩,露出水面,遭受风力改造,形成了大片 沙漠。

泰洲组:厚 80—270m,为灰黑色泥岩、页岩夹粉砂岩及棕红色泥质砂岩、粉砂岩、泥岩, 顶部为假鲕状灰岩。属河湖相沉积。

1.4.2 沙漠沉积特征

赤山组沉积物源主要来自西北部的前赤山组河湖相沉积,大部分为地下钻井剖面,仅在 小河口、六合灵岩山和南京方山有小面积出露。陈荣林(1982)⁽⁷⁾、张国栋等(1986)⁽⁸⁾研究较 详,具有如下特征。

(1)层理构造:见大型的单层或多层系的板状交错层理,层系厚 3—8m,层系内前积纹层 一般呈板状,倾角较陡(29—34°)。

(2)石英颗粒形态及表面结构:在扫描电镜下观察具如下特点:①颗粒呈球形或浑圆状, 表面毛玻璃化;②颗粒表面常具棱角形撞击痕和浅的碟形坑或一系列上翻板状体和细裂缝; ③颗粒面见明显的 SiO₂ 溶解现象和 SiO₂ 沉淀球粒。

(3)粒度分布:概率累积曲线和频率曲线的特征可以和现代塔克拉马干沙漠对比,其斜 率和峰值更大更高(张国栋等,1986)⁽⁸⁾。

(4)矿物成热度:镜下观察石英 60%一70%,长石 25%—30%,岩屑 5%—10%,另有少 量暗色矿物、重矿物。矿物成熟度和现代一些沙漠相比显得较低,这是由于物源较近,同时也 由于当时气候较干旱的缘故。

(5)沉积类型及其界面:经笔者在南京方山红砂厂露头观察,前积层倾向为东南,表明古 盛行风为西北风。在层序上可见一层 20cm 厚的棕红色砂质泥岩,下界面为一水流冲刷面, 上界面为一风蚀面(图 3),代表一次洪水淹没事件,应属一个超级界面。其沉积类型可属湿 丘间沉积。界面上下为高角度交错层理砂岩,属沙丘沉积。沙丘层序组之间水平界面为一级 风蚀界面。界面之上常见的一些含砾砂岩则代表干丘间的滞留沉积。

2 中国中东部白垩纪沙漠时空分布规律

中国白垩纪沙漠沉积主要分布于北纬 20-40°之间的鄂尔多斯盆地、四川盆地、江汉盆 地和苏北盆地之中。据最新古地磁资料恢复(Yan Chen *et al.*,1993)⁽⁹⁾,白垩纪以来上述盆 地未作纬向移动。按地表气压带和风带分布模式,上述盆地正好横跨当时北半球副热高压带 而位于东北信风带和西风带之中。按现代气候分带模式,正好位于干旱带的位置。根据上述 盆地沙丘沉积前层倾向分析,当时盛行风系统由东北信风、西风及南北流动的季风组成。因 此,可以认为,中国白垩纪沙漠是位于北半球干旱气候带,由副热高压带南北的信风、西风及



图 3 南京方山红沙厂赤山组风成层系 Dune. 秒丘沉积, Flood mud. 洪积泥, E. S. 冲刷面, D. S. 风蚀面 Fig. 3 Eolian sequence of the Chishan Formation in Fangshan, Nanjing 南北流动的季风所造成的(江新胜等, 1993)⁽⁵⁾。

从图 2 中可见,中国白垩纪沙漠的发育是一个穿时事件。各个盆地沙漠始发时代是不相 同的,但又是有规律的。总结起来似乎有这样一个规律:由北到南、由西及东。由北到南表现 为首先由北部的鄂尔多斯盆地于早白垩世开始发育沙漠,然后在鄂尔多斯盆地南面的四川 盆地于中白垩世晚期开始发育沙漠;由西及东表现为西部鄂尔多斯盆地(K₁)、四川盆地 (K₂)首先发育沙漠,然后在江汉盆地(K₂)发育沙漠,最后在苏北盆地(K₂^{*3})发育沙漠。各盆 地的发育沙漠顺序说明了上述四盆地进入干旱带的顺序。虽然,古地磁资料还有许多不确定 性,但亚洲大陆在白垩纪时总体上存在顺时针转动却是被许多学者所承认(殷鸿福等, 1988)⁽¹⁰⁾,并且认为整个白垩纪,华南、华北板块及整个亚洲没有发生纬向位移,而处于相对 静止时期("hairpin loop"or standstill)(Yan Chen et al., 1993⁽⁹⁾, Enkin et al., 1992)⁽¹¹⁾。这 些古地磁证据似乎可以解释上述各盆地沙漠的穿时现象。首先,已连成一个整体的中国华 南、华北板块在作顺时针旋转过程,鄂尔多斯盆地将首先进入干旱带,接着将是四川盆地,然 后为江汉盆地,因苏北盆地处于最东部而留在最后。这还不够,无论旋转的圆心何在,其圆心 的纬度是不变的,而圆心左侧的点将向北移动,首先进入干旱带,右侧的点将向南移动,反而 离千旱带越远。拿极端的情况来说,假设中心在苏北盆地,该盆地将静止不动,永远也进不了 干旱带。因此,在考虑了陆块旋转的同时,似应考虑干旱带的纬度变化。古地磁资料已证明 陆块不作南北位移,只有考虑干旱带的纬向移动。白垩纪曾出现多次干旱带和潮湿带面积相 互消长的气候迁移现象,除了局部的古地理、古构造因素外,全球降温、升温事件所起的作用 可能更为重要。现在已有大量资料证明,降温事件可以导致潮湿带向南扩张,升温事件则引 起干旱热带向北侵入。晚白垩世未,马斯特利希特期的降温事件可能导致于旱带南迁,使苏 北盆地也处于旱干带之中,产生了沙漠。尚应说明的是,在未作旋转时,东部地区应位于最北 面,辽宁北漂地区中侏罗世沙漠的存在(张川波等,1983)⁽¹²⁾,好象能够说明这一问题。

实际上,当时干旱带的分布及变迁远非上述那么简单。根据现代气候带研究和模拟结果

(Barron, E. J. and W. M. Woshington, 1982)^[13] 表明,大陆内部干旱带宽度比沿海大,等温 线、等压线也在大陆内部向南北弯曲。因此,苏北盆地位于最东部,离古太平洋最近,受海洋 性气候影响,因而导致苏北盆地最后进入干旱带,这似也可以解释苏北盆地最后进入干旱带 的原因,至少这个因素也起了一定的作用。当然,上述分析仅是初步的,详细的更进一步的分 析有待于进一步的研究。

3 古气候意义

笔者认为,气候的变化形式表现为气候带移动,主要体现在地表等温线、等压带、风带、 雨带等的移动,而这些带实际上是和大气环流带密切相关的。大气环流带的移动,导致了气 候的移动。由于气候带所代表的是地球表面某一条带的大气物理特征,随着地表大气物理特 征的改变,气候带可以产生云层似漂动,笔者称之为气候带漂变(climate zone drift)。漂变有 长周期和短周期之别。长周期漂变反映了气候带慢节奏的漂移,气候的缓漫的变化。而短期 漂变反映了气候带快节奏的漂移,气候的突然的灾变性的变化,漂变还有相对漂变和绝对漂 变之分。相对漂变指的是气候带相对于地球纬度不发生位移而大陆发生了移动导致的气候 带移动;绝对漂变则反映气候带由于某因素(地内、地外)所造成的陆地不动状态下的迁移。 当然,由于种种局限,要确定地史中的漂变是相对的还是绝对的漂变是很难的,且多数是相 互作用的。前述中国东部白垩纪沙漠发生的穿时现象可以作为一个气候带漂变例子。由于 陆块旋转的运动,使盆地进入干旱带可视为干旱带的相对漂变,而由于降温事件造成干旱带 南移可视为绝对漂变。另外,从各个盆地,尤其是鄂尔多斯盆地沉积相系列看,它反映了水成 和风成的交替出现,代表气候曾经发生南北绝对漂变,以造成在总体干旱气候背景下的干湿 交替现象。

长周期的漂变在地史时期的气候变迁过程中有充分的体现,在此不必作更进一步说明。 短周期的漂变在地史时期主要反映事件性的、可导致大规模的生物绝灭,如火山的集中暴 发、天体的撞击,除直接导致生物死亡外,更重要的是导致大气成分(如 CO₂)及尘屏闭等突 然变化,产生气候带的快速漂变,使生物来不及适应而大量绝灭。现代的例子就更直观了,如 降水带的突然移动造成洪水灾害;工业化使大气中 CO₂含量急剧升高,造成全球性气温的 升高,导致地表等温线向极地迁移、冰川的快速消融,致使海平面的上升均可视为短周期的 漂变。

研究表明,地球表面气候带很大程度反映了大气环流带的分布情况,而大气环流是靠地 表温梯度来维持的。因此,古大气环流性质就成为研究古气候焦点。白垩纪是地史中一个气 候均一温热的时代,所谓"温室效应"使极地温度上升,地表温度梯度因之而减小。古气候学 家一般认为地表温度梯度的减小使大气环流强度减弱。但大气环流模拟结果则表明地表温 度梯度的减小不会导致大气环流的呆滞(Sluggish)。中国内陆白垩纪沙漠的存在,表明当时 大气环流并未产生呆滞,而且有所增强;季风的存在表明当时气候季节性变化明显。

4 结论和问题

1. 中国白垩纪沙漠的空间分布限于北纬 20—40°的干旱带之中,即副热高压带附近,主要分布于鄂尔多斯盆地、四川盆地、江汉盆地和苏北盆地之中。

2.各盆地沙漠的发生时间是不同的:鄂尔多斯盆地为早白垩世早期,四川盆地为中白垩

世晚期,江汉盆地为晚白垩世早期;苏北盆地为晚白垩世中晚期。

沙漠发生的穿时性反映了各盆地进入干旱带的顺序:由北到南,由西及东。

4. 造成这种顺序的原因是由于亚洲在白垩纪作总体的顺时针旋转,而使西北部鄂尔多斯盆地率先进入干旱带,其次是西南部的四川盆地,然后是中部的江汉盆地进入干旱带。晚白垩世的降温事件迫使干旱带南移而使滞后的最东部的苏北盆地进入干旱带。

5. 中国白垩纪沙漠的存在说明处于"温室效应"的大环流不仅不会"呆滞"而且还有所增强,季风的存在说明当时气候并不均一,季节性较为明显。

6. 气候变化的表现形式为气候带漂变。漂变有长周期漂变和短周期漂变之分又有相对 漂变与绝对漂变之别,中国中东部白垩纪沙漠的时空变迁就是干旱气候漂变的结果。

7.尚存在下列问题有待进一步完善:首先古地磁资料不确定性较大,比如有人认为在整个白垩纪,华南与华北陆块未作纬向运动(Yan Chen et al. 1993, Enkin, R. et al., 1992)⁽³⁰⁽¹¹⁾,有人又认为早白垩世到中白垩世大幅度向北漂移,甚至超越现今纬度,中晚白 垩世开始南移(方大钧等,1990、1992)⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。顺时针旋转幅度难以确定,方大钧等确定中晚 白垩世旋转量为 8—20°,但在同一板块上不同地点旋转角度不同(方大钧等,1992)⁽¹⁵⁾。其 次,通过古生物、沉积学等研究,整个白垩纪气候有多次变化,显然对干旱带分布有所影响, 不是"由北到南,由西及东"所能完全概括的。再者,各个盆地中还有许多未知情况,如地层缺 失的原因就有多解性,有由于抬升造成沉积后剥蚀,也有由于长期干旱使物源中断造成的沉 积间断等。最后,沙漠的空间分布还不能说完全搞清楚,如鄂尔多斯和苏北盆地之间的华北 盆地,应该具备发育沙漠的条件,究竟是否含有白垩纪沙漠,留待今后研究。

主要参考文献

- 1 Crowley, T. J. and North, G. R. Palaeoclimatology. New York, Oxford University Press, 1991
- 2 关士聪.中新生代陆相盆地发育沉积与油气.北京:石油工业版社,1987
- 3 郝诒纯等.中国的白垩系.北京,地质出版社,1986
- 4 齐骅等,鄂尔多斯盆地志丹群中的沙漠相.岩相古地理,1993, Vol. 14, No. 2, 64-65
- 5 江新胜等.西南区白垩一第三纪沙漠及沙漠沉积学问题.岩相古地理,1992,No.5
- 6 吴其切等. 江苏及邻区中生代生物层、沉积相和油气特征. 南京地质矿产研究所所刊,1986, 增刊第二号(总第 26 号)
- 7 陈荣林.苏南上白垩统赤山组风成沙初探.石油实验地质,1982
- 8 张国栋等.从小河口露头区晚白垩世至早第三纪沉积相特征看苏北盆地早期演化过程.岩相古理文集(2),1986, 195-211
- 9 Yan Chen et al. The Configuration of Asia, prior to the collision of India, Cretaceous paleomagnetic constraints. J. Geophys. Res., 1993, 98(B12), 21927-21941
- 10 殷鸿福等.中国古生物地理学.武汉:中国地质大学出版社,1988
- Enkin, R. et al. Paleomagnetic constraints on the geodynamic history of China from the Permian to the Present. J. Geophys. Res., 1992, 97:13953-13989
- 12 张川波等. 辽宁北漂附近中侏罗世晚期的沙漠沉积. 沉积学报, 1983 Vol. 1, No. 4
- 13 Barron, E. J. and Washington, W. M. Cretaceous Climate: a comparison of atmospheric simulations with the geologic record. Palaeogeog., Palaeoclim., Paleoecol. 1982, 40:103-133
- 14 方大钩等. 华北板块中生代古地磁. 国际岩石圈动力学讨论会(第三次构造地质学术讨论会)论文集(I). 北京:科学 出版社,1990,182-192
- 15 方大钓等. 松辽地块白垩纪地层的磁倾角数据及其构造分析. 地球物理学报,1992, Vol. 35, 250-257

-

(2)

SPATO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF THE CRETACEOUS DESERTS IN CENTRAL AND EASTERN CHINA AND ITS CLIMATIC SIGNIFICANCE

Jiang Xinsheng Li Yuwen

Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences

ABSTRACT

The spato-temporal distribution of the Cretaceous deserts in central and eastern China is described in this paper. The conclusions are summarized as follows.

1. The distribution of the Cretaceous deserts in central and eastern China is mainly controlled by climatic zones within the extent of the Cretaceous dry climatic zones crossing, the subtropical high-pressure zone (palaeolatitudes of 20-40°N) mainly in the Ordos, Sichuan, Jianghan and Subei Basins.

2. The deserts in various basins occur in different times. For instance, the desert appeared in the Ordos Basin during the Early Cretaceous; in the Sichuan Basin during the late Middle Cretaceous; in the Jianghan Basin during the early Late Cretaceous, and in the Subei Basin during the middle and late Late Cretaceous.

3. The diachronism of the desert initiation has revealed that these basins once entered the dry climatic zones in the following order; from north to south and from west to east.

4. This order is attributed to the clockwise rotation of the Asian continent during the Cretaceous, which permit the above- mentioned basins to enter the dry climatic zones in the following order: the Ordos Basin, Sichuan Basin and Jianghan Basin. The southward drift of the dry climatic zones caused by the catathermal events in the middle and late Late cretaceous made the lagged Subei Basin in the easternmost enter the dry climatic zones as the last one.

5. The existence of the Cretaceous deserts in China indicates that the general atmospheric circulations in the "greenhouse" period would not be "sluggish" but strengthened. The existence of the monsoon system also indicates that the climates were not equable at that time.

The concept of climatic zone drift is proposed in this paper. It is believed that the climatic changes are manifested in the climatic zone drift. The drift can be long or short period drift and relative or absolute drift. The temporal and spatial changes of the Cretaceous deserts in central and eastern China might be caused by the dry climatic zone drift at that time.

Key words: Cretaceous, desert distribution, climatic zone drift