

西北地区侏罗纪地质事件及其 在地层划分对比中的意义

符俊辉

(西北大学地质系 西安 710069)

提 要 在大量实际资料的基础上,深入研究了西北地区陆相侏罗纪地层中记录的地质事件。从煤层特征、颜色特征、岩性特征、孢粉组合特征、植物群特征和双壳动物化石特征等方面,建立了西北地区陆相侏罗纪地层划分对比的标志。并认为这些生物事件和旋回沉积层的形成都与大范围内侏罗纪古气候变化密切相关,中侏罗世晚期到晚侏罗世末存在一次最为明显的升温事件。

关键词 西北地区 陆相侏罗系 地质事件 划分对比 标志层

作者简介 符俊辉 男 45岁 副教授 古生物学及地层学

1 前言

在地质记录中,常可见到岩层厚度及岩石的物理属性(成分、结构和颜色等)和生物属性(生物的革新、辐射、播散、兴衰和绝灭)呈韵律性变化,构成野外露头上极为醒目的一种地质现象。这种现象是全球或较大范围内环境体系的改变在沉积物和生物界的反映,其重要特征是在区域上具有良好的侧向连续性^[1,2],不仅形成了地层划分对比的重要标志,而且也极大地提高了地层划分对比的精度和延伸了地层对比的范围^[3,4]。

近年来,笔者一直从事西北地区中生代含油气盆地陆相侏罗系的研究^[5],曾在准噶尔盆地、吐哈盆地、天山诸小盆地、塔里木盆地、北山—潮水盆地、河西走廊及大通河流域诸小盆地进行野外地质调查,共收集研究前人所做的侏罗系典型剖面七十九条,实测地质剖面二十六条,斜距达 53 127 m,厚度达 23 446 m,还采集了大量的古生物化石,有古植物、孢粉、双壳类、腹足类、叶肢介、介形类和轮藻等。在大量实际资料的基础上,总结了西北地区陆相侏罗纪地层中记录的事件信息,从煤层特征、颜色特征、岩性特征、孢粉学特征、植物群特征和双壳动物化石特征等方面,建立了西北地区陆相侏罗纪地层划分对比的标志。并认为这些生物事件^[6,7]和旋回沉积层^[8,9]的形成都与大范围内侏罗纪古气候变化密切相关。

2 煤层特征

早、中侏罗世是西北地区主要成煤时期之一^[10,11]。在温带潮湿气候条件下,形成了重要的工业煤层,这种大范围均一气候条件下的沉积物,不仅在地表剖面上容易识别,而且在地震剖面上形成强反射层,可作为区域性地层划分和对比

的一级标志。

在西北地区陆相侏罗纪地层中,虽然形成重要的工业煤层,但各地区的煤层层位(表 1)含煤层数、煤层总厚、可采煤层层数、可采煤层总厚、含煤系数均有差异。北疆地层区有八道湾组(J_b)和西山窑组(J_x)两个主要的工业煤层,塔北的库车凹陷有阿合组(J_a)和克孜勒努尔组(J_{kz})两个重要的工业煤层,柴达木盆地北缘地层区有小煤沟组下段(J_x^1)和大煤沟组(J_d)两个重要的工业煤层。其余地区均为一个工业煤层,均集中在中侏罗统下部,其中重要的有靖远地区的龙凤山组(J_l)、大通河流域的窑街组(J_y)、塔里木盆地西南和东南地区下侏罗统一般不含煤,北山—潮水、民丰—敦煌、玉门—武威地区普遍缺失下侏罗统下部沉积。中侏罗统西山窑组以及与其相当层位的煤层主要分布于该层位的中—下部。而西北地区陆相侏罗系的含煤层数、煤层总厚、可采煤层层数、可采煤层总厚、含煤系数的变化一般与侏罗系厚度的变化成正比。

3 颜色标志

颜色是沉积物对古气候的直接反映,与古气候的变化密切相关^[12]。西北地区侏罗系上统全为红层,中统上部为暗红色与灰绿色间互的杂色条带层(表 2),这种颜色特征与上、下层均有明显区别,在野外远看尤其醒目,可作为区域性地层划分和对比的一级标志。在北疆地层区代表红色和杂色的地层单位分别是喀拉扎组(J_k)、齐古组(J_q)和头屯河组(J_t),在拜城—焉耆地层区分别是喀拉扎组(J_k)、齐古组(J_q)和恰克马克组(J_q),在乌恰—叶城地层区分别是库孜贡苏组(J_{kz})和塔尔杂组(J_t),在北山—潮水地层区分别是沙枣河组(J_s)和青土井组(J_q),在走廊地层区玉门—武

威地层分区分别是苦水峡组 (J_{ks}) 和新和组 (J_x), 在靖远地
层分区分别是苦水峡组 (J_{ks}) 和王家山组 (J_w), 在大通河流
域地层分别是享堂组 (J_x) 和红沟组 (J_h), 在柴达木盆地北
缘地层区分别是采石岭组 (J_c) 和石门沟组 (J_{sh})。在不同地

层区或地层分区, 不同地层单位之间还可以进一步细分, 如
北疆地层区和拜城—焉耆地层区, 齐古组的颜色单一鲜艳,
而喀拉扎组的颜色显得暗淡。

表 1 西北地区早—中侏罗世含煤地层划分与对比简表

Table 1 The correlation and subdivision of the early and middle Jurassic coal bearing strata in Northwest China

地 层 区	北 疆	库车—焉耆	柴达木 盆地北缘	北山—潮水	民丰—敦煌	走廊区		大通河流域	
上侏罗统	喀拉扎组 齐古组	喀拉扎组 齐古组	采石岭组	沙枣河组		苦水峡组	苦水峡组	享堂组	享堂组
中侏罗统	头屯河组	恰克马克组	石门沟组	青土井组		新河组	王家湾组	红沟组	红沟组
	西山窑组	● 克孜勒 努尔组	● 大煤沟组	○ 沙婆泉组	○ 中间沟组	○ 中间沟组	● 龙凤山组	● 窑街组	● 窑街组
下侏罗统	三工河组	阳霞组	小煤沟组 上段	苕苕沟组		大山口组	大西沟组	大西沟组	大西沟组
	● 八道湾组	● 阿合组	● 小煤沟 组下段						

● 主要含煤层 ○ 次要含煤层

表 2 西北地区陆相侏罗纪地层划分与对比的颜色标志

Table 2 The colour index of the correlation and subdivision of the continental Jurassic stratigraphy in Northwest China

地 层 区	准噶尔	吐 哈	塔 北	塔西南	柴达木 盆地北缘	玉 门	靖 远	北山潮水	大通河流域
上 侏 罗 统	喀拉扎组	喀拉扎组	喀拉扎组		采石岭组	苦水峡组	苦水峡组	沙枣河组	享堂组
	齐古组	齐古组	齐古组						
中 侏 罗 统 上 部	头屯河组	七克台组 三间房组	恰克马克组	塔尔尕组	石门沟组	新河组	王家山组	青土井组	红沟组

4 岩性特征

在整个西北地区, 侏罗纪地层的岩石学特征在不同地层
区变化较大, 这与当时沉积环境密切相关。所以, 岩性特征
只能作为地层划分与对比的次一级标志, 适应于某一个地层
区或地层分区。在北疆地层区和拜城—焉耆地层区, 喀拉扎
组几乎全为厚层、块状砾岩, 而齐古组为砂泥岩互层, 在地
貌上形成明显对照, 前者坚硬常形成陡壁, 后者质松软而形
成低丘。在北疆地层区, 三工河组以大套灰绿、灰黄色泥岩
为主, 电性上基本呈大段低平曲线, 而成为井下对比的标志
层之一。与三工河组岩性相似的有柴达木盆地北缘地层区
的小煤沟组上段, 在乌恰—叶城地层区和民丰—若羌地层
分区与三工河组相当的地层单位是康苏组下段, 其岩性则
以变粗为特征, 砾岩较为发育。

5 孢粉学特征

孢粉是植物的一个组成部分, 而植物的分布以及种属的

组成直接受到纬度和气候的控制, 所以孢粉学特征应是古
气候学特征的间接反映^[13, 14], 可作为地层划分与对比的一
级标志。西北地区陆相侏罗系含有丰富的孢粉化石, 不仅数
量大, 而且种类多。我们只对反映古气候灵敏而且变化规律
较强的几类做了统计, 其结果显示, 对比性很强 (图 1, 2, 3)。

从图 1 2 3 可以看出主要孢粉类别在西北地区陆相侏
罗纪地层中的变化趋势。代表干旱气候条件的掌鳞杉科的
Classopollis 在中侏罗世晚期 (准噶尔盆地的头屯河组, 吐
哈盆地的三间房组, 鄂尔多斯盆地直罗组) 开始繁盛, 到晚
侏罗世到达高峰, 含量一般为 60% ~ 80%。我国北方辽
宁西部侏罗纪地层中 *Classopollis* 的含量变化具有同样的
规律, 从中侏罗世开始繁盛, 到晚侏罗世到达高峰 (土城子
组下段), 含量在 80% 以上 (图 4)。在潮湿气候条件下生
活的蕨类植物孢子 *Deltoidospora* 和 *Cyathidites* 主要繁
盛在中侏罗世早期 (北疆地层区的西山窑组, 鄂尔多斯盆
地的延安组, 辽宁西部的北票组和郭家店组), 含量可达
40% ~ 60%。古松柏类在

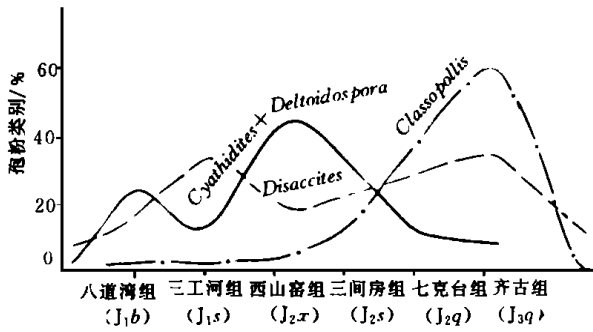


图 1 吐鲁番盆地主要孢粉类别在侏罗纪地层中的变化趋势

Fig. 1 The fluctuate tendency of the main sporopollen in Jurassic of the Turpan Basin

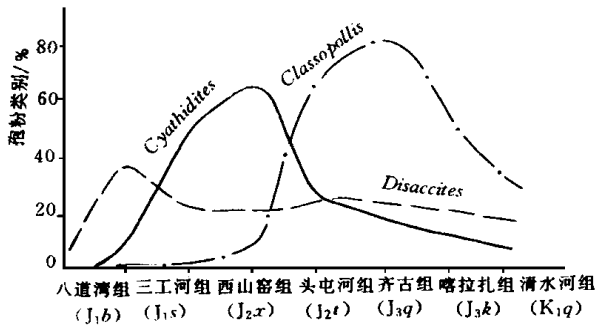


图 2 准噶尔盆地南缘主要孢粉类别在侏罗纪地层中的变化趋势 (据钱丽君等, 1987)

Fig. 2 The fluctuate tendency of the main sporopollen in Jurassic of the Southern Margin of the Junggar Basin

早侏罗世最为繁盛,含量为 25% ~ 40%, 然后不断下降 (图 2 3 4)或略显示周期性变化 (图 1)。除此之外,不同孢粉类别还有随纬度变化而变化的情况。Classopollis Os-mundacidites Marattisporites 随着纬度的降低,而含量不断增加; Neoraistrichia 和 Lycopodiumsporites 随着纬度的降低,含量则不断下降,这种变化显然受气候的控制。

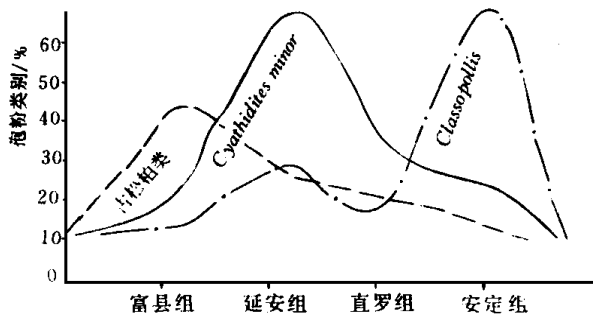


图 3 鄂尔多斯盆地主要孢粉类别在侏罗纪地层中的变化趋势

Fig. 3 The fluctuate tendency of the main sporopollen in Jurassic of the Ordos Basin

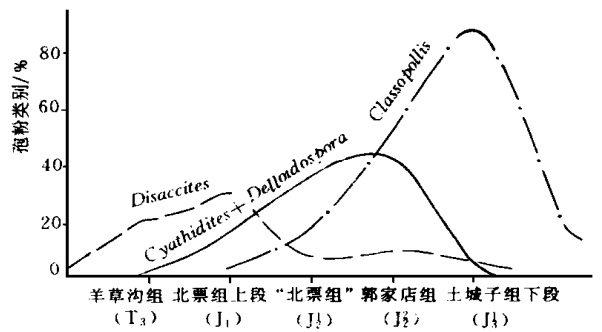


图 4 辽西主要孢粉类别在侏罗纪地层中的变化趋势

Fig. 4 The fluctuate tendency of the main sporopollen in Jurassic of the West Liaoning

6 植物群特征

西北地区陆相侏罗纪地层中含有丰富的植物化石^[15,16], 为地层的划分与对比提供了重要的依据 (表 3)。早侏罗世植物主要产于北疆地层区的八道湾组、拜城—焉耆地层区的阳霞组、柴达木盆地北缘地层区的小煤沟组下段、靖远地层分区和大通河流域地层区的大西沟组以及陕甘宁盆地的富县组。早侏罗世植物群的一个特点是典型的晚三叠世分子 *Danaeopsis fecunda*, *Bernoullia zeilleris*, *Todites shensiensis* 等已绝迹。出现了大量新生的组分,它们多是西伯利亚和中亚地区早侏罗世植物群的常见分子。如 *Coniopteris hymenophylloides* 就是一个较为常见的分子。*Coniopteris* 在侏罗纪以前尚无报导,早侏罗世早期呈零星出现,但却标志着侏罗纪的开始,具有划时代的意义。早侏罗世常见的分子还有: *Cladophlebis argutula*, *C. fukiensis*, *C. haibaunensis*, *C. hsiehiana*, *C. nebbensis*, *C. raciborski*, *C. whitbiensis*, *C. tsaidamensis*, *C. sulukensis*, *Neocalamites*, *phoenicopsis*, *Czekanowskia rigida*, *C. setacea* 等 (表 3)。

中侏罗世是植物大发展的一个时期,总的特征仍是真蕨类最丰富,银杏类居次,苏铁类、松柏类、木贼类占一定比重,种子蕨类未见。这个时期产植物化石的主要层位有北疆地层区的西山窑组、拜城—焉耆地层区的克孜勒努尔组、乌恰—叶城地层区和民丰—若羌地层区的康苏组上段和杨树组、柴达木盆地北缘地层区的大煤沟组、北山—潮水地层区的沙婆泉组、走廊地层区的中间沟组和龙凤山组、大通河流域地层区的窑街组、鄂尔多斯盆地延安组。中侏罗世植物群是早侏罗世中晚期植物群的直接延续,首先表现在木贼类植物的逐渐衰退;其二是早侏罗世零星出现的双扇蕨科中的 *Thaumatopteris* 属和 *Dictyophyllum* 属的彻底绝迹;其三最引人注目的是蚌壳蕨科的 *Coniopteris* 属发展到高潮,种类由早侏罗世的 3 种增加到 14 种,遍布所有层位,而且化石出现率极高。其中 *Coniopteris bureiensis* 在整个欧亚大陆只产于中侏罗统及更高层位,下侏罗统尚无记录。*Coniopteris* 属的空前

繁盛是中侏罗世植物群的重要特征之一。

表 3 西北地区陆相侏罗纪地层主要植物化石分布

Table 3 The distribution of plants of the continental Jurassic stratigraphy in Northwest China

主要化石	早侏罗世	中侏罗世	晚侏罗世
<i>Coniopteris hymenophylloides</i>	_____	_____	_____
<i>C. ta tungensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. bureiensis, C. tianzhuensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. bella, C. myriophyllum</i>	_____	_____	_____
<i>C. karatiubensis, C. sipoensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. min turensis, C. perpolitia</i>	_____	_____	_____
<i>C. murrayana, C. xipoensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. spectabilis, C. simplex</i>	_____	_____	_____
<i>Sphenobaiera czekanowskiana</i>	_____	_____	_____
<i>S. huangi</i>	_____	_____	_____
<i>S. longifolia</i>	_____	_____	_____
<i>S. angustilopa, S. lata</i>	_____	_____	_____
<i>S. pulchella, C. uninervis</i>	_____	_____	_____
<i>S. leptophylla</i>	_____	_____	_____
<i>Stenopteris dinosau rensis</i>	_____	_____	_____
<i>Sphenopteris modsta</i>	_____	_____	_____
<i>Ginkgoites marginatus</i>	_____	_____	_____
<i>G. ferganensis</i>	_____	_____	_____
<i>G. lepidus</i>	_____	_____	_____
<i>Nexcalamites, Phoenicopsis</i>	_____	_____	_____
<i>Mara ttiopsis</i>	_____	_____	_____
<i>Todites denticulatus</i>	_____	_____	_____
<i>T. princeps, T. recurrratus</i>	_____	_____	_____
<i>T. willamsoni</i>	_____	_____	_____
<i>Czekanowskia rigida</i>	_____	_____	_____
<i>C. setacea</i>	_____	_____	_____
<i>Cladophlebis argutula</i>	_____	_____	_____
<i>C. fukiensis, C. haiburnensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. hsiehiana, C. nobbensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. raciborski</i>	_____	_____	_____
<i>C. whitbensis, C. tsaidamensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. sulu ktensis, C. scorebyensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. in gensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. aldanensis, C. coniopteroides</i>	_____	_____	_____
<i>C. fangtzuensis, C. kamenkensis</i>	_____	_____	_____
<i>C. kansuensis, C. magifica</i>	_____	_____	_____
<i>C. paradalicatula, C. tersus</i>	_____	_____	_____
<i>C. punctata, C. sulcata</i>	_____	_____	_____
<i>C. tenticulata</i>	_____	_____	_____

7 瓣鳃动物化石

瓣鳃类是一种演化慢、延续时间长的生物类别。对于我国早侏罗世非海相瓣鳃类化石的面貌^[17,18],至今还认识模糊,很难肯定哪一化石组合的时代确属早侏罗世。中侏罗世非海相瓣鳃动物群特征则较明显,主要由 *Margaritifera*, *Psilunio*, *Lamprotula* (*Eolamprotula*), *Cuneopsis*, *Pseudocardinia kweichouensis*, *Xinjiangconcha* 等组成。这一动物群主要产于北疆地层区的头屯河组、三间房组、西山窑组,拜城—焉耆地层区的克孜勒努尔组,玉门—武威地层区的新和组,靖远地层分区的王家山组,大通河流域地层区的红沟组。

8 介形类化石

侏罗纪介形虫的研究与其它门类相比,基础较薄弱,研究程度较低,从目前已发现的化石来看,属种比较单调,其中以 *Darwinula* 属为主。早侏罗世与三叠纪晚期的介形虫组合面貌基本相似,明显地反映了其继承性和连续性。中侏罗世介形虫组合面貌大为更新,出现了一些有代表性的属种(表 4)。这些化石主要产于北疆地层区的头屯河组、柴北缘地层区的大煤沟组、走廊地层区的新和组、大通河流域地层区的窑街组和红沟组以及鄂尔多斯盆地的直罗组。从表 4 可以看出,中侏罗世介形虫的重要属种有: *Darwinula sarytirmensis*, *D. impudica*, *D. magna*, *Timiriasevia catenaria*, 但这几个种在晚侏罗世地层齐古组、苦水峡组、红水沟组和采石岭组、安定组、享堂组中几乎都有出现。在四川盆地, *Darwinula sarytimensis* 种分布于整个侏罗纪,只是自中侏罗世晚期到晚侏罗世未含量不断增大。综合分析 *Darwinula* 不同种与其它属种的组合,似乎可以看出自头屯河组以及与其相当的地层

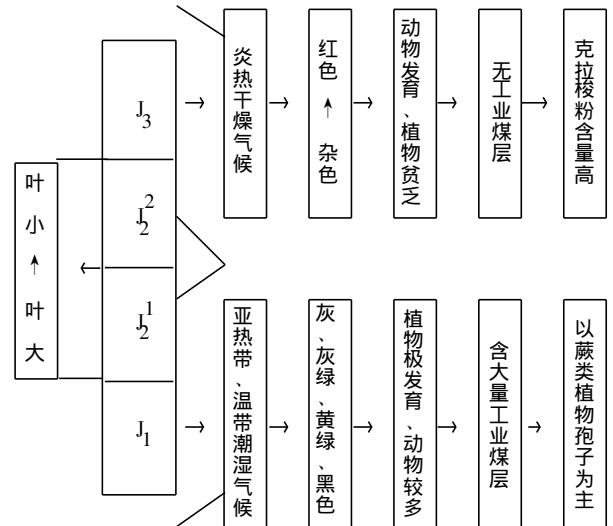


图 5 西北地区侏罗纪古气候变化与地层划分对比标志的关系

Fig. 5 The relation between the Jurassic paleoclimate evolution and the index of stratigraphical correlation and subdivision

开始到晚侏罗世末为介形类演化的一个新阶段,这一界线划分与整个西北地区侏罗纪沉积环境与气候的变化相吻合。

西北地区的陆相侏罗系虽然受古构造、古地理、古气候等因素的影响,不同地层区的沉积建造、岩相特征、生物组合面貌等均有一定差异,但有较强的可比性。根据上述地层划分与对比标志,结合剖面结构、地层接触关系等,我们建立了西北地区陆相侏罗纪地层划分、对比方案(表 5)。

总之,西北地区陆相侏罗纪地层中的生物事件信息和旋回沉积层的形成均与当时的古气候变化^[19]密切相关(图 5)。早侏罗世至中侏罗世早期,处于温暖潮湿气候的控制下,古植物非常发育(表 3),为煤层的形成提供了物质基础。从

中侏罗世晚期开始,随着古气候向半干旱、干旱的演变,植物群随之衰落^[20],聚煤作用随之而终止。由此可见,自中侏罗世晚期开始到晚侏罗世末,存在着一次明显的升温事件。古气候的变化影响到沉积环境的改变^[21],从而导致了沉积岩颜色的变化、动植物组合面貌差异的阶段性的。工业煤层的有无,植物叶子由大变小,蕨类植物孢子和克拉梭粉含量在不同阶段的显著差异。这些大范围变化的均一性,形成了地层划分与对比的良好标志。

参 考 文 献

1 吴智勇. 米兰科维奇旋回及年代地层意义. 地层学杂志, 1995,

表 4 西北地区中—晚侏罗世介形虫化石分布简表

Table 4 The stratigraphic distribution of the Middle and Late Jurassic Ostracods in Northwest China

地 区		准噶尔盆地	走廊—靖远	柴达木盆地	鄂尔多斯盆地	民和盆地
侏 罗 纪	晚侏罗世	喀拉扎组	苦水峡组	红水沟组	安定组	享堂组
		齐古组		采石岭组		
	头屯河组	新河组	石门沟组	直罗组	红沟组	
	西山窑组	龙凤山组	大煤沟组	延安组	窑街组	

表 5 西北地区陆相侏罗纪地层划分对比简表

Table 5 The correlation and subdivision of the continental Jurassic stratigraphy in Northwest China

地 区 层	准噶尔	塔里木	吐 哈	柴达木	玉 门	靖 远	窑 街	阿右旗	
上覆地层	K _{1q}	K _{1kp}	K ₁	K _{1qy}	K _{1hk}	K _{1hk}	E	E	
侏 罗 系	上 统	喀拉扎组	喀拉扎组	喀拉扎组	采石岭组	苦水峡组	苦水峡组	享堂组	沙枣河组
		齐古组	齐古组	齐古组		王家山组	红沟组	青土井组	
	中 统	头屯河组	哈克马克组	七克台组 三间房组	石门沟组	新河组	王家山组	窑街组	沙婆泉组 苾苾沟组
		西山窑组	克孜勒努尔组	西山窑组	大煤沟组	中间沟组	龙凤山组	窑街组	大西沟组
下 统	三工河组	阳霞组	三工河组	小煤沟组上段	大山口组	大西沟组	大西沟组	Z	
八道湾组	阿合组	八道湾组	小煤沟组下段						
下伏地层	T _{3h}	T _{3h}	T _{3h}	P	P _{1dh}	T _{3ny}	Z	Z	

- 19(2): 156~ 160
- 2 吴智勇. 地质事件与高分辨事件地层. 地层学杂志, 1966, 20(3): 237~ 240
 - 3 Connolly W M, Stanton R J. Interbasinal cyclostratigraphic correlation of Milankovitch band transgressive-regressive cycles: correlation of Desmoinesian-Missourian strata between southeastern Arizona and the midcontinent of North America. *Geology*, 1992, 20(11): 999~ 1 002
 - 4 Kauffman E G, Elder W P, Sageman B B. High-resolution correlation: a new tool in chronostratigraphy. In: Einsele G, et al eds. *Cycles and events in stratigraphy*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1991. 795~ 819
 - 5 符俊辉. 西北地区陆相侏罗纪地层区划及沉积矿产分布. 沉积学报, 1996, 14(4): 134~ 140
 - 6 Kauffman E G. Concepts and Methods of high-resolution event stratigraphy. *Annu. Rev. Earth Planet Sci.*, 1988, 16: 605~ 654
 - 7 Walliser O H. Towards a more critical approach to bio-events. In: Walliser O H, ed. *Lecture notes in Earth science*, 8, *Global Bio-Events*, 1986. 21
 - 8 Einsele G, Ricken W, Seilacher A. Cycles and events in stratigraphy—basic concepts and terms. In: Einsele G, et al eds. *Cycles and events in stratigraphy*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1991. 1~ 22
 - 9 Olsen P E. Periodicity of lake-level cycles in the Triassic Lockatong Formation of the Newark Basin. In: Berger, et al. eds. *Milankovitch and climate, part 1*. Dordrecht: D. Reidel Pub. Co., 1984. 29~ 146
 - 10 王思恩. 中国的侏罗系. *中国地层* (11). 北京: 地质出版社, 1985. 5~ 43
 - 11 王思恩, 张志诚, 姚培毅. 中国侏罗—白垩纪含煤地层与聚煤规律. 北京: 地质出版社, 1994. 119~ 198
 - 12 赵锡文. 古气候学概论. 北京: 地质出版社, 1992. 119~ 130
 - 13 钱丽君. 陕西北部侏罗纪含煤地层及聚煤特征. 西安: 西北大学出版社, 1~ 36
 - 14 蒲荣干, 吴洪章. 辽西中侏罗世孢粉组合. *中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊*. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1982. 169~ 184
 - 15 中国地质科学院地质研究所. 陕甘宁盆地中生代地层古生物(下册). 北京: 地质出版社, 1980. 30~ 62
 - 16 李佩娟. 青海柴达木盆地东北缘早、中侏罗世地层及植物群. 南京: 南京大学出版社, 1988. 5~ 34
 - 17 中国科学院南京地质古生物研究所. 中国的瓣鳃类化石. 北京: 科学出版社, 1976. 410~ 414
 - 18 魏景明. 新疆晚二叠世—中、新生代软体双壳类动物群化石组合序列及其对地层时代划分与对比和古气候的意义. *新疆石油地质*, 1982, 1: 11~ 15
 - 19 Olsen P E. A 40-million-year lake record of early Mesozoic orbital climatic forcing. *Science*, 1986, 234: 842~ 848
 - 20 Vail P R, Audemarb F, Bowman, et al. The stratigraphic signatures of tectonics, eustacy and sedimentology— an overview. In: Einsele G, et al. eds. *Cycles and events in stratigraphy*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1991. 618~ 659
 - 21 周志毅. 塔里木生物地层和地质演化. 北京: 科学出版社, 1990. 267~ 283

Geological Events and Their Significance in the Subdivision and Correlation of the Continental Jurassic in Northwest China

Fu Junhui

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069)

Abstract

On the basis of detailed investigation of large quantity of geology sections, the geological events recorded in the continental Jurassic strata in Northwest China have been systematically studied in this paper. The index bed of the subdivision and correlation of continental Jurassic are established according to the distribution of coal-bearing rocks, lithologic and sedimentary characteristics and spore-pollen flora assemblage characteristics, as well as bivalve fossil association features. The forming mechanism of bio-events and cyclic sedimentary bed is due to the change of palaeoclimate and palaeoenvironment effect during that period. The existence of one temperature-rising event is extraordinarily evident during late middle to late Jurassic.

Key words northwest China continental Jurassic geological event stratigraphical subdivision and correlation index beds