

塔里木盆地北部早一中白垩世孢粉时代和 生物地理区系研究新进展

郭宪璞,王大宁,丁孝忠,宗文明,周玮

中国地质科学院地质研究所,北京,100037

内容提要:塔里木盆地北部地区早一中白垩世地层(白垩系一般为二分,国内外有人主张三分,国内三分条件尚未成熟.本文只是为与国外同行对比行文方便而使用早一中白垩世.)发育,是研究塔里木盆地该断代陆相地层的理想地区之一.亚格列木组过去由于化石较少,时代划分存有争议.笔者等在拜城县卡普沙良剖面首次发现该组孢粉化石之后,本次又发现51属22种(其余为未定种),将该组置于早白垩世贝利阿斯期至凡兰吟期.舒善河组孢粉以往报道很多,化石丰富,根据孢粉本文将该组划为早白垩世欧特里夫至巴列姆期.本次重要发现是该组下部赋存丰富的双手粉(*Dicheiropollis*),含量可达30%以上,1996年笔者等在该组上部发现高达53.7%~60.5%含量的双手粉.国内外孢粉学家将其视为早一中白垩世北冈瓦纳孢粉植物区系的典型分子,它出现的时限很短,仅限于早白垩世早一中期.这类花粉如此高含量在本区出现,为重新认识早一中白垩世的植物古地理分区提供了不可多得的证据和材料.许多孢粉工作者都将我国早白垩世孢粉植物区归入南劳亚孢粉植物大区.本次新材料的发现并综合前人资料可以认为早一中白垩世时期新疆塔北地区应归为北冈瓦纳植物区,而且很可能是这类孢粉发展中心地区之一。

关键词:孢粉;北冈瓦纳植物省;早一中白垩世;塔里木盆地

新疆塔里木盆地北部早白垩世地层发育,北起天山南麓,南至塔里木中央隆起,东到孔雀河以东,西延乌什盆地之西缘,是研究塔里木盆地该断代地层的理想地区之一.该区又是我国重要的能源基地之一,特别是克拉苏大型油气田的发现,使其成为国家西气东输的西部源头之一.本区白垩系的碎屑岩极为发育,成为大型油气田的主要储层,为油气资源储存提供了良好空间和条件.白垩系是塔里木盆地油气勘探重点目的层系之一,特别是天然气勘探的最重要目的层系.因此,研究该区白垩系具有重要意义.本文研究的内容是早白垩世之亚格列木组和舒善河组的孢粉化石,试图通过这些化石的研究,为两组的时代提出较为准确定位并根据孢粉新资料对这一时期的生物地理区系问题加以分析研究,得出新的认识。

本文研究的上述两个岩组均系新疆石油地质局上个世纪70年代所创建,标准剖面均为拜城县卡普沙良剖面.本次工作剖面即是该剖面.舒善河组以紫色泥岩、泥质粉砂岩、灰绿、黄绿色粉砂岩、砂岩互层为特征,简称杂色泥岩、粉砂岩、砂岩互层段.亚

格列木组以紫红、紫灰色砾岩夹砂砾岩、砂岩为特征,简称杂色砾岩段,俗称城墙砾岩,是区域对比标志层,砾岩之上为5m左右的灰绿色泥岩段。

1 亚格列木组孢粉组合及时代分析

本组合赋存于灰绿色泥岩段,孢粉含量一般,类型较多样化,共计51属22种(其余未定种),孢粉化石保存较好.这是继笔者2006年首次在该组发现孢粉之后,继续发现丰富的孢粉化石.本次孢粉组合主要成分(平均百分比含量)如下(图版I、II):

蕨类植物孢子(占孢粉含量的39.9%,下同):
Lycopodiumsporites(石松孢,1.6%),
Klukisporites(克鲁克孢,10.9%),
Cibotiumspora(金毛狗孢,0.4%),
Toroisporis(具唇孢,0.6%),
Cyathidites(杪楞孢,1.8%),
C. australis(南洋杪楞孢,0.5%),
Schizaeoisporites(希指蕨孢,7.8%),
Pterisisporites(凤尾蕨孢,4.3%),
P. medirhaptis(疤心凤尾蕨孢,0.8%),
Polycingulatisporites(多环孢,0.4%),
P. tuberculatus(瘤纹多环孢,0.2%),
P. irregularis(不

注:本文为中国石化股份有限公司项目“塔里木盆地构造背景、盆山动力学及油气前景”(编号YPH08110)的成果。

收稿日期:2011-08-16;改回日期:2011-09-14;责任编辑:黄敏。

作者简介:郭宪璞,男,1949年生.博士,研究员,主要从事微体古生物及生物地层研究. Email: guoxianpu@cags. ac. cn.

规则多环孢, 0.2%), *Neoraistrickia* (新叉瘤孢, 0.8%), *Hekousporites ballus* (美丽河口孢, 0.4%), *Interulobites* (内裂瘤纹孢, 0.2%), *Lygodiumsporites* (海金沙孢, 0.4%), *Foveolatitriletes* (锐穴孢, 0.2%), *Gleichenioidites* (里白孢, 0.8%), *Deltoidospora* (三角光面孢, 0.2%), *Multinodisporites* (繁瘤孢, 0.2%), *Undulatisporites* (波缝孢, 0.4%), *Leiotriletes* (光面三缝孢, 0.9%), *Triporoletes* (三孔孢, 0.4%), *Verrucosisporites* (圆形瘤面孢, 1.9%), *Acanthotriletes* (三角刺面孢, 0.4%), *Concavissimisporites* (凹边瘤面孢, 0.4%), *Impardecispora* (非均饰孢, 0.2%), *Osmundacidites* (紫萁孢, 0.2%), *Densoisporites* (拟套环孢, 0.5%), *Variugosisporites* (两极瘤面孢, 0.4%), *Leptolepidites* (莱蕨孢, 0.4%), *Foraminisporis* (有孔孢, 0.2%), *Brochotriletes* (大穴孢, 0.2%), *Cicatricosisporites* (无突肋纹孢, 0.2%), *Converrucosisporites* (三角瘤面孢, 0.2%) (宋之琛等, 2000; 王大宁等, 1990)。

裸子植物花粉 (59.9%): *Cycadopites* (苏铁粉, 9.9%), *Chasmatosporites* (宽沟粉, 3.5%), *Alisporites* (阿里粉, 1.1%), *Pinuspollenites* (双束松粉, 2.9%), *Psophosphaera* (皱球粉, 0.2%), *Podocarpidites* (罗汉松粉, 0.6%), *Piceapollenites* (云杉粉, 0.6%), *Piceites* (拟云杉粉, 1.2%), *Ephedripites* (麻黄粉, 10.2%), *Callialasporites* (冠翼粉, 0.9%), *Quadraeculina* (四字粉, 0.4%), *Classopollis* (克拉梭粉, 19.0%), *Protoconiferus* (原始松柏粉, 0.4%), *Monosulcites* (远极单沟粉, 0.7%), *Bennettiteapollenites* (拟本内苏铁粉, 0.4%), *Cedripites* (雪松粉, 0.5%), *Welwitschiapites* (百岁兰粉, 0.4%), 双囊松柏类花粉 (0.8%)。

1.1 孢粉组合主要特征

本组合主要特征是:

(1) 裸子植物花粉含量高于蕨类植物孢子, 分别为 59.9% 和 39.9%。未发现被子植物花粉。

(2) 蕨类孢子中, 希指蕨孢 (*Schizaeoisporites*) 和克鲁克孢 (*Klukisporites*) 含量最高, 占有突出位置 (分别为 7.8% 和 10.9%)。孢子类型多样化, 除凤尾蕨孢 (*Pterisisporites*) 有较多含量外, 其它分子均为少量出现。

(3) 早白垩世喜湿热的常见分子海金沙科孢子频繁出现, 主要有克鲁克孢 (*Klukisporites*)、海金沙孢 (*Lygodiumsporites*)、无突肋纹孢 (*Cicatricosisporites*)、凹边瘤面孢 (*Concavissimisporites*)、非均饰孢

(*Impardispora*) 及具唇孢 (*Toroisporis*) 等。

(4) 裸子植物花粉中克拉梭粉 (*Classopollis*) 含量最高, 可达 19.0%, 麻黄粉 (*Ephedripites*, 10.2%) 和苏铁粉 (*Cycadopites*, 9.9%) 也有较高含量, 宽沟粉 (*Chasmatosporites*) 和双囊松柏类花粉常见, 但含量较少。

(5) 出现一定数量的原始松柏类花粉, 如拟云杉粉 (*Piceites*)、原始松柏粉 (*Protoconiferus*) 等。

(6) 某些早白垩世常见分子时有出现, 如: 疤心凤尾蕨孢 (*Pterisisporites medirhaptis*)、多环孢 (*Polycingulatisporites*)、非均饰孢 (*Impardispora*)、海金沙孢 (*Lygodiumsporites*) 以及拟套环孢 (*Densoisporites*) 等。

1.2 地质时代及环境分析

本孢粉组合最重要的特征是属于莎草蕨科的希指蕨孢 (*Schizaeoisporites*) 频繁出现, 并具有较多含量 (7.8%), 这一特征具有重要的地层意义。希指蕨孢是我国白垩纪—古近纪早期的一类重要分子, 它始现于早白垩世早期, 仅为少量出现 (也有人认为侏罗纪晚期有个别出现), 早白垩世中、晚期数量和种类逐渐增加。至早白垩世晚期—晚白垩世早期, 这类孢子在世界许多地区发展呈鼎盛时期, 在晚白垩世继续繁盛, 被认为是我国白垩纪重要代表性分子, 古近纪后逐渐衰退。因此, 希指蕨孢被公认为我国白垩纪孢粉组合的特征分子之一。海金沙科孢子是一类喜湿热气候的蕨类植物孢子, 在国内外一些地区早白垩世孢粉组合中极为常见, 并具有较多含量。在本组合中该类孢子频繁出现, 并有一定含量 (可达 13% 左右), 主要有克鲁克孢 (*Klukisporites*)、海金沙孢 (*Lygodiumsporites*)、无突肋纹孢 (*Cicatricosisporites*)、凹边瘤纹孢 (*Concavissimisporites*)、非均饰孢 (*Impardecispora*) 及具唇孢 (*Toroisporis*) 等。其中无突肋纹孢的出现具有更重要意义, 它是目前公认的划分侏罗系与白垩系界线最重要的标志性孢粉化石。这类孢子出现在侏罗系与白垩系界线附近, 但多数材料证明, 在许多地区无突肋纹孢仅见于 J—K 界线以上层位。在早白垩世早期数量很少, 到凡兰吟期才开始增多, 至欧特里夫—巴列姆期则大量繁盛。因此, 有人将无突肋纹孢的出现作为白垩纪的开始。本组合中出现这种孢子, 尽管只是个别出现, 也反映了本组合属于早白垩世特征。

本组合另一重要特征是出现了较高含量的克拉梭粉 (*Classopollis*), 其含量可达 19.0%。克拉梭粉

与裸子植物掌鳞杉科(Chriolepidaceae)有亲缘关系,从晚三叠世开始至古近纪早期都有分布,而晚侏罗世和早白垩世是该类花粉最繁盛时期,尤以晚侏罗世更盛,其含量可高达90%以上。本组合中克拉梭粉比较发育,但远未达到晚侏罗世的发展程度,未显示出该类花粉在侏罗纪的面貌。

组合还出现一些原始松柏类花粉,如:拟云杉粉(*Piceites*)、原始松柏粉(*Protoconiferus*)等,这些具囊松柏类花粉的气囊与本体分化不完全,气囊发育程度不高;这类花粉在前侏罗纪开始出现,侏罗纪进一步发展,至晚侏罗世—早白垩世早、中期繁盛,早白垩世晚期衰退,至晚白垩世绝灭。这类花粉主要分布于我国北方和原苏联西伯利亚等地(宋之琛等,2000)。因此,本组合所出现的原始松柏类花粉,无论在数量和类型上都反映早白垩世该类花粉的特征。

早白垩世一些常见的孢粉类型在本组合中多有出现,虽含量不高,但出现频繁,显示了本孢粉组合早白垩世的面貌,主要有:疤心凤尾蕨孢(*Pterisporites medirhaptus*)、非均饰孢(*Impardecispora*)、拟套环孢(*Densoisporites*)、多环孢(*Polycingulatisporites*)、无突肋纹孢(*Cicatricosisporites*)、宽沟粉(*Chasmatosporites*)、冠翼粉(*Callialasporites*)、四字粉(*Quadraeculina*)、拟云杉粉(*Piceites*)、原始松柏粉(*Protoconiferus*)以及远极单沟粉(*Monosulcites*)等。上述分子在我国北方地区早白垩世孢粉组合中均为常见分子,如冀北、辽西热河群、内蒙二连盆地巴彦花群(宋之琛等,1986;赵传本,1987)、固阳盆地的李三沟组及固阳组(苗淑娟,1982);青海、甘肃民和盆地的河口组早白垩世中都常有出现(余静贤等,1982)。

综上所述,本孢粉组合中频繁出现白垩纪特征分子——希指蕨孢(*Schizaeoisporites*)这一特征,充分反映了该孢粉组合的时代不能属于晚侏罗世,而希指蕨孢的数量和类型远未达到该类孢子最繁盛时期的状态(最繁盛时期应为早白垩世晚期—晚白垩世早期),同时考虑到组合中频繁出现一些海金沙科孢子、较多的克拉梭粉、少量原始松柏类花粉以及某些早白垩世常见分子的存在等因素,将亚格列木组孢粉组合的时代定为早白垩世早期,即贝利阿斯—凡兰吟期是合理的。同时,根据无突肋纹孢的时代及孢粉组合的时限分析,本区侏罗系与白垩系界线划在喀拉扎组和亚格列木组之间是适宜的。

上述组合中,克拉梭粉、麻黄粉、希指蕨孢等均

为典型的反映干热气候的植物,它们几乎占据了孢粉总数的一半。因而,该孢粉植物群指示了干旱、炎热的热带—亚热带气候。但组合中也发现一些海金沙科孢子,表明在干热气候大环境中时有湿热气候波动。本组合喜中温、中湿的具囊松柏类乔木植物花粉仅少量出现,而绝大多数均为灌木、草本植物构成的植被反映当时该区缺乏山地森林植被,盆地及周边地区没有明显的中、高山地势,应以生长有克拉梭粉、麻黄粉等灌木与蕨类植物为主的丘陵、低洼、湖岸有关的盐碱地形为主的沉积环境。因此,推测此时的古天山尚未隆起,只是低矮的山地,它并未造成生物区系的阻隔。

2 舒善河组孢粉组合

本组合赋存于该组下部泥岩中,孢粉含量较少,孢粉类型较单调,化石保存较好,共计25属18种(其余未定种)。孢粉组合主要成份(平均百分比含量)如下(图版III):

(1) 蕨类植物孢子(33.7%):*Lycopodiumsporites*(石松孢,1.2%),*Klukisporites*(克鲁克孢,19.0%),*Schizaeoisporites*(希指蕨孢,1.2%),*Pterisporites*(凤尾蕨孢,0.6%),*Polycingulatisporites*(多环孢,1.2%),*Neoraistrickia*(新叉瘤孢,0.5%),*Lygodiumsporites*(海金沙孢,2.4%),*Gleicheniidites*(里白孢,0.6%),*Deltoidospora*(三角孢,0.6%),*Multinodisporites*(繁瘤孢,1.2%),*Undulatisporites*(波缝孢,2.4%),*Verrucosisporites*(圆形瘤纹孢,1.2%),*Concavissimisporites*(凹边瘤石孢,0.6%),*Leptolepidites*(莱蕨孢,1.2%)(余静贤等,1985)。

(2) 裸子植物花粉(66.2%):*Cycadopites*(苏铁粉,7.3%),*Chasmatosporites*(宽沟粉,6.7%),*Dicheiropollis*(双手粉,30.6%),*Classopollis*(克拉梭粉,15.3%),*Ephedripites*(麻黄粉,2.4%),*Monosulcites*(远极单沟粉,1.2%),*Exesipollenites*(隐孔粉,0.6%),*Caytonipollenites*(开通粉,0.6%),*Araucariacites*(南美杉粉,0.6%)。

2.1 孢粉组合主要特征

本组合主要特征是:

(1) 裸子植物花粉占优势(66.2%),蕨类植物孢子次之(33.7%)。

(2) 本组合最重要的特征是出现了丰富的双手粉(*Dicheiropollis*),这是一类裸子植物花粉,与掌鳞杉科有关,具有重要的地层和生物地理分区意义。

(3) 同属于掌鳞杉科的克拉梭粉也具有较高含

量,双手粉和克拉梭粉几乎占据孢粉总数的一半(分别为30.6%和15.3%)。

(4)蕨类植物孢子以海金沙科类型为主,主要以克鲁克孢(*Klukisporites*)、海金沙孢(*Lygodiumsporites*)、凹边瘤面孢(*Concavissimisporites*)等为代表,其它孢子有希指蕨孢(*Schizaeoisporites*)、波缝孢(*Undulatisporites*)、多环孢(*Polycingulatisporites*)、繁瘤孢(*Multinodisporites*)、圆形瘤面孢(*Verrucosisporites*)以及莱蕨孢(*Leptolepidites*)等。

(5)一些早白垩世常见分子频繁出现,如海金沙科类孢子、宽沟粉(*Chasmotosporites*)、隐孔粉(*Exesipollenites*)、多环孢、希指蕨孢、新叉瘤孢(*Neoraistrickia*)、开通粉(*Caytonipollenites*)、远极单沟粉(*Monosulcites*)等。

2.2 组合时代及环境分析

本组合最重要特征是出现了丰富的双手粉(*Dicheiropollis*),其含量可高达30%以上,双手粉与*Classopollis*有亲缘关系;该类花粉最早发现于意大利Tuecany地区的早白垩世Neocomian—Barremian期(Trevisan, 1971);该花粉在世界各地主要分布于赤道地区的西非、南美等地,它出现的时限很短,仅限于早白垩世早中期。孢粉学家一般将其视为早白垩世早中期北冈瓦纳孢粉植物区的典型分子,本组合出现大量的双手粉,无疑给本组合产出时代提供了重要依据。组合中*Classopollis*也具有较高含量,可达15.3%,这与该类花粉在早白垩世早、中期发展程度是相吻合的。双手粉和克拉梭粉二者可占本孢粉组合总数的一半左右,这已充分显示了本组合早白垩世孢粉组合的面貌;同时组合中还频繁出现多种早白垩世常见分子(见前述),这就增加了该组合早白垩世的色彩;故将舒善河组孢粉组合的时代定为早白垩世中期欧特里夫至巴列姆期是适宜的。

3 全球早一中白垩世植物地理分区

3.1 早一中白垩世植物地理分区

近数十年来,随着全球孢粉植物材料的积累增加,孢粉学者对孢粉化石类型的纬度分布愈发感兴趣。显著的地区差异是在新生代,其所反映的植物类型组合可以同现今植物类型组合分布相对比。有关中生代植物组合的地理分布的资料相对较少。但从已知的有价值的材料分析来看,白垩纪植物的纬度分布差异越来越明显(Doyle et al., 1977; Kemp, 1970; Laing, 1975; Morgan, 1978; Weissert, 1979)。

Jardiné等(1974a,b)总结了早白垩世低纬度的植物类型组合的特点。Herngreen(1975)划分出中白垩世的非洲—南美省(ASA),它涵盖了阿尔比期到森欧曼期低纬度孢粉组合类型,以引人注目的*Elaterosporites*—*Galeacornea*类型出现为其显著特征。依据孢粉证据,Brenner(1976)划分出全球4个中白垩世的植物省,从北至南依次为:

- (1)北劳亚省;
- (2)南劳亚省;
- (3)北冈瓦纳省;
- (4)南冈瓦纳省。

每个省有其独有的特征,少数的代表花粉类型只局限于单一省,因而只有极少数的孢粉类型可以作为特征分子指示特殊的植物区系。一般来说,每个省的最主要的组合特征是由主要植物类型的相对比例来确定的。北劳亚省限定北半球高纬度(北纬60°以北)的植物组合,代表较为湿润的气候。南劳亚省与北劳亚省比邻,限定北半球中纬度地区,代表亚热带温暖气候。北冈瓦纳省位于上述两省之南,其延伸范围从北非北部沿岸、南美洲到赤道南纬地区,代表热带半干旱气候。南冈瓦纳省包括南美和非洲的南纬区及澳大利亚,代表亚热带温暖湿润气候。

3.2 北冈瓦纳植物省特征

该省的孢粉植物组合的主要特征是裸子植物的某些类型有较高的丰度和分异度。综合Hochuli(1981)研究南阿尔卑斯(瑞士南部和意大利北部)早白垩世孢粉植物群和Brenner(1976)对全球早中白垩世孢粉资料的系统研究,该省以*Classopollis*和*Araucariacites*(南洋杉)占优势,*Ephedripites*(麻黄粉)和*Cycadopites*(苏铁粉)等含量丰富。含有特征分子*Dicheiropollis*(双手粉),该属仅限于北冈瓦纳省,时代从贝利阿斯—巴列姆期晚期。双手粉最早发现于意大利Tuecany地区南部的早白垩世(Trevisan, 1971),其后在瑞士南部、阿尔及利亚、摩洛哥、埃及、北非等地区的Neocomian—Barremian期有所发现,同时在非洲加蓬、安哥拉以及南美的巴西等地早白垩世也有发现,这类花粉大部分出现在冈瓦纳大陆北部的中央地区。因此,根据该类花粉形态独特、地质历程短、地理分布有明显的生物区域性等特征,被认为是早白垩世北冈瓦纳孢粉植物区的典型分子。

3.3 中亚地区可能是北冈瓦纳植物省植物类群发展中心之一

Brenner(1976)和Hochuli(1981)在划分全球早

中白垩世植物省时,没有将我国有关区域纳入北冈瓦纳省。其实,我国的一些地区早已发现具有典型的北冈瓦纳植物省的孢粉类型,而且含量远高于全球其他地区。

1996年笔者等在执行国家九五科技攻关项目时^①,将卡普沙良剖面舒善河组的孢粉划分两个组合,下部为 *Classopollis—Dicheiropollis—Deltoidorpora* 组合,其中 *Dicheiropollis* 占 0.9% ~ 3.4%, 本次为 30% 以上;上部为 *Dicheiropollis—Classopollis—Lygodiumsporites—Cicatricosisporites* 组合,其中 *Dicheiropollis* 占 53.7% ~ 60.5%。显示了由下而上逐渐增多的趋势,在该组上部形成顶峰期。对于这些资料当时并未引起足够重视,只是在 2006 年发表的文章提及(郭宪璞等,2006)(图 1-1)。黎文本报道了塔北地区见到 *Dicheiropollis* (见:周志毅等,1990)。黎文本(2000)报道了塔北地区铁列克剖

面,即卡普沙良剖面、塔北羊塔 6 井、东河 12 井、轮南 3 井舒善河组 *Dicheiropollis* 的发现,含量从 9.3% 到 84.4%,其中羊塔 6 井含量从 60.09% 到 84.4% (图 1-1,2,3,4)。江德昕等(2008)在卡普沙良剖面舒善河组亦发现 *Dicheiropollis*, 含量从 5.3% 到 15.6% (图 1-1)。

Li 等(2004)报道了青藏高原北部青海省南部雁石坪和温泉两个剖面的早白垩世贝利亚斯(?)—巴列姆期的孢粉化石,其中 *Dicheiropollis* 占有重要位置,含量从早期的 1.1% 到中晚期的 90%,并建立了 *Dicheiropollis* 顶峰组合。作为研究结果,他们初步提出将西藏—塔里木作为北冈瓦纳省的一个亚省(图 1-5,6)。

云南富民盆地安宁组(张望平,1995)(图 1-7)以及东南亚的泰国、柬埔寨等地早白垩世中均有少量双手粉出现(Lei, 1993)(图 1-8,9)。

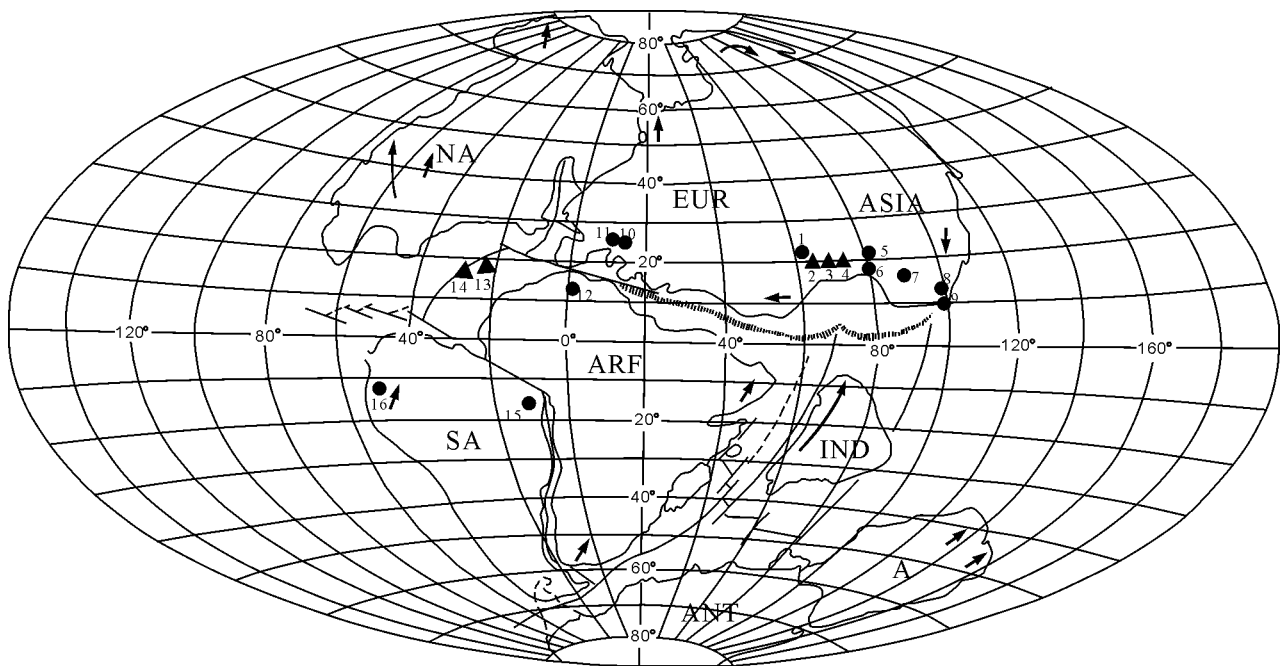


图 1 *Dicheiropollis* 等早—中白垩世北冈瓦纳植物省典型分子全球分布图(底图据 Frank 等,1974)
 Fig. 1 Showing the distribution of *Dicheiropollis* as a typical North Gondwanan element at the Early—Middle Cretaceous in the World (modified from Frank et al., 1974)

- 在露头剖面中发现;▲—在钻井中发现;1—塔北地区卡普沙良剖面[本文资料;江德昕等(2008);黎文本(2000)];2—塔北地区羊塔 6 井(黎文本,2000);3—塔北地区东河 12 井(黎文本,2000);4—塔北地区轮南 3 井(黎文本,2000);5—青海南部雁石坪剖面(Li et Batten,2004);6—青海南部温泉剖面(Li et Batten,2004);7—云南富民剖面(张望平,1995);8~9—根据 Lei, 1993;10~16—根据 Hochuli, 1981
- pollen found from sections;▲—pollen found from boreholes;1—the Kapushaliang section in north Tarim Basin (this paper;Jiang Dexin et al., 2008;Li Wenben, 2000);2—the Yangta 6 boreholes in north Tarim Basin(Li Wenben, 2000);3—the Donghe 12 boreholes in north Tarim Basin (Li Wenben, 2000);4—the Lunnan 3 boreholes in north Tarim Basin(Li Wenben, 2000);5—the Yanchiping section in southern Qinghai Province (Li et Batten,2004);6—the Wenquan section in southern Qinghai Province(Li et Batten,2004);7—the Funing section in Yunnan Province(Zhang Wangping,1995);8~9—after Lei, 1993;10~16—after Hochuli,1981

新疆塔北地区舒善河组发现丰富多彩的双手粉(*Dicheiropollis*)化石,对本区早白垩世孢粉植物区系和欧亚大陆植物群的演变、交流有一定启示意义。同时,本文所列举的前人的大量资料显示,在空间上中亚—东南亚沿特提斯分布的一条近东西向的区域均有*Dicheiropollis*的分布,而且含量丰富,在时间上从贝利亚斯—巴列姆期均有发现,并有随时间推移逐渐增多、分异度渐大的趋势,在巴列姆期形成该属演化的鼎盛时期,并在此之后消亡。上述地区*Dicheiropollis*从空间到时间上展布具有密切的关联性和同一性。

根据笔者在舒善河组中发现了大量*Dicheiropollis*(含量达30%~60%以上)、黎文本(2000)在同组见到高达84%含量的*Dicheiropollis*,Li等(2004)在青海发现90%含量的*Dicheiropollis*,这在已知该类花粉正式报道中还未见有如此高含量的早一中白垩世孢粉组合。在其他地区它的含量通常仅为1%~5%,如在巴西下白垩统中为5%,加蓬为3%~5%,在东南亚柬埔寨、泰国(4.25%)等地仅少量出现(Lei,1993)。而中亚—东南亚所发现的双手粉无论在数量或类型上都远比其它地区丰富。如此众多的双手粉在这一地区早一中白垩世出现,这不能不说是一种独特现象。同时,亚格列木组和舒善河组也具有高含量的克拉梭粉,含量分别为19%和15.3%。因此,可以认为早一中白垩世时期包括新疆塔北地区在内的中亚—东南亚地区特别是中亚地区应属于北冈瓦纳植物省,并很可能是这类孢粉发展中心地区之一。

关于我国和塔里木盆地早一中白垩世的植物地理分区是许多孢粉工作者非常关心的问题。许多孢粉工作者都将我国早一中白垩世孢粉植物区归入南劳亚孢粉植物大区。Li等(1994)根据大量的孢粉资料将我国早白垩世的植物分布划分为三个省,即:北方省、南方省和过渡省,将塔里木作为南方省的一个亚省。王鑫甫亦有相同的划分(见:宋之琛等,2000)。本文关于塔里木盆地及中亚—东南亚早一中白垩世植物区系的讨论仅是根据双手粉及克拉梭粉等典型分子所得出的初步想法,提出来供同行参考讨论。

广泛分布于北非、南欧及南美等地的双手粉,在中亚—东南亚地区早一中白垩世大量出现,表明早一中白垩世欧亚大陆没有明显的海洋水体隔断,给欧亚地区陆生植物提供了通畅的运移条件,致使我国新疆、青海、云南以至东南亚地区与北非、南欧

一些植物类型可以交流。资料表明,晚白垩世中晚期,在欧洲广泛分布而又极为重要的一类被子植物花粉——正型粉(Normapollis)在我国西部地区晚白垩世基本没有出现,至古新世这类花粉才有发现,这与晚白垩世赛诺曼—土伦期出现的大西洋裂解,从北而南的大规模海侵将欧亚大陆阻割是吻合的。由于此次海侵阻隔了欧亚大陆植物群交流、使欧洲这类特征类型(Normapollis)难以进入亚洲广大地区,至古新世海退后,这些植物又开始交流、运移,才开始出现在中亚及我国西部广大地区。

注 释 / Notes

- ① 郭宪璞,王易农,丁孝忠,王大宁. 1996. 新疆塔里木盆地白垩纪—第三纪地层划分及沉积相. 国家九五科技攻关项目研究成果报告(编号:96-111-02-01-01). 中国地质科学院地质研究所内部资料(部分发表成果见郭宪璞等,2006).

参 考 文 献 / References

- 郭宪璞,叶留生,李汉敏,丁孝忠,王大宁,苏新. 2006. 塔里木盆地白垩纪地层对比格架. 中国西部油气地质,2(2):140~146.
- 江德昕,王永栋,魏江. 2008. 新疆拜城早白垩世孢粉植物群及其环境意义. 古地理学报,10(1):77~86.
- 黎文本,2000. 塔里木盆地北部早白垩世孢粉组合. 古生物学报,39(1):28~45.
- 苗淑娟. 1982. 内蒙古固阳含煤盆地中生代地层古生物(九)——孢子花粉. 北京:地质出版社,161~192.
- 宋之琛,刘耕武,黎文本,贾秉力,花如洪. 1986. 内蒙古二连盆地早白垩世孢子花粉. 见:内蒙古二连盆地白垩纪介形类和孢粉化石. 合肥:安徽科学出版社,106~335.
- 宋之琛,尚玉珂,刘兆生,黄媛,王鑫甫,钱丽君,杜宝安,张大华. 2000. 中生代孢粉. 见:中国孢粉化石第二卷. 北京:科学出版社,575~578.
- 王大宁,孙秀玉,赵英娘,何卓生,刘俊英,吴新莹. 1990. 青海、新疆部分地区白垩纪—第三纪含油盆地微古植物群的研究. 北京:中国环境科学出版社,1~180.
- 余静贤,张望平,赵清顺,宋坤民. 1982. 青海、甘肃和盆地晚侏罗世—早白垩世孢粉组合. 见:中国地质科学院地质研究所所刊,第5号. 北京:地质出版社,111~124.
- 余静贤,韩秀萍. 1985. 江西白垩纪孢子花粉. 北京:地质出版社,1~200.
- 张望平. 1995. *Dicheiropollis* 在云南富民盆地安宁组孢粉组合中的出现及其意义. 微体古生物学报,12(1):39~49.
- 赵传本. 1987. 二连盆地早白垩世孢粉组合. 北京:石油工业出版社,28~30.
- 周志毅,陈丕基. 1990. 塔里木生物地层和地质演化. 北京:科学出版社,301.
- Brener G. 1976. Middle Cretaceous floral provinces and early migration of Angiosperms. In: Beck C B, Origin and Early Evolution of Angiosperms. New York: Columbia University Press, 23~44.
- Doyle J A, Biens P, Doerenkamp A, Jardin S. 1977. Angiosperm pollen from the Pre-Albian Lower Cretaceous of equatorial Africa. Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, 1(2): 451~473.
- Frank P, Raymond S. 1974. Earth. New York: W H Freeman and

- Company, 441 ~ 463.
- Herngreen G F W. 1975. Palynology of Middle and Upper Cretaceous strata in Brazil. Meded Rijks Geol Dienst N S, 26(3):39 ~ 91.
- Hochuli P A. 1981. North Gondwanan floral elements in Lower to Middle Cretaceous sediments of the southern Alps (southern Switzerland, northern Italy). Review of palaeobotany and palynology, 35:337 ~ 358.
- Jardiné S, Biens P, Doerenkamp A. 1974a. *Dicheiropollis etruscus*, un pollen caractéristique du Crétacé inférieur afro-sudaméricain. Conséquences pour l'évaluation des unités climatiques et implications dans la dérive des continents. Sci. Géol. Bull., 27(1 ~ 2):87 ~ 100.
- Jardiné S, Kieser G, Reyre Y. 1974b. L'individualisation progressive du continent africain vue à travers les données palynologiques de l'ère secondaire. Sci. Géol. Bull., 27(1 ~ 2):69 ~ 85.
- Kemp E M. 1970. Aptian and Albian miospores from Southern England. Palaeontographica, B131:73 ~ 143.
- Laing J F. 1975. Mid-Cretaceous angiosperm pollen from Southern England and Northern France. Palaeon., 18(4):775 ~ 808.
- Lei Zuoqi. 1993. The discovery and significance of the late Jurassic sporopollen assemblage in peninsular Thailand. In: International Symposium on Biostr. of Mainl. S. Asia; facies & paleont., 361 ~ 374.
- Li Jian Gguo, Bateen D J. 2004. Early Cretaceous palynofloras from the Tanggula Mountains of the northern Qinghai—Xizang (Tibet) Plateau, China. Cretaceous Research, 25:531 ~ 542.
- Li W B, Liu Z S. 1994. The Cretaceous palynofloras and their bearing on stratigraphic correlation in China. Cretaceous Research, 15:333 ~ 365.
- Morgan R. 1978. Albian to Senonian palynology of site 364, Angola basin. Init. Rep. Deep Sea Drill Proj., 40: 915 ~ 951.
- Trevisan L. 1971. *Dicheiropollis*, a pollen type from lower Cretaceous sediments of southern Thscany (Italy). Pollen et Spores, 13(4):561 ~ 596.
- Weissert H, McKenzie J, Hochuli P. 1979. Cyclic anoxic events in the Early Cretaceous. Tethys Ocean Geol., 7:147 ~ 151.

Early—Middle Cretaceous Sporopollen Assemblages and New Progress on Biogeography in the Northern Part of Tarim Basin

GUO Xianpu, WANG Daning, DING Xiaozhong, ZONG Wenming, ZHOU Wei

Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

Abstract: The northern part of the Tarim Basin is typical for its terrestrial Lower and Middle Cretaceous sequences. Two formations, namely the Yageliemu Formation and the Shushanhe Formation in ascending order, are found to yield rich spore-pollen assemblages in the Kapushaliang section, Beicheng County, Xinjiang. The age of the Yageliemu Formation has been long time disputed due to the poor discovery of fossils. According to the pollen and spores discovered in this study, the age of this formation fits from the Berriasian to the Valanginian. The Early—Middle Cretaceous floral assemblages in this region contain typical North Gondwanan province elements such as *Dicheiropollis etruscus*, *D. laevigatus* and *D. reticulatus*; the genus amounts from 30% to 60.5% of the total. This indicates that the northern Tarim Basin would be one of the most flourishing or dispersal centres of these sporomorphs. Their presence not only provides new data for the age of the Shushanhe Formation but also devote to the reconstruction of Early—Middle Cretaceous floral province and palaeogeography in that region.

Key words: Sporopollen; North Gondwanan Province; Early—Middle Cretaceous; Tarim Basin

图版说明 / Explanation of Plates

全部放大800倍。化石产出剖面为拜城县卡普沙良剖面。标本保存在中国地质科学院地质研究所, 属种后面的英文与数字为样品号与玻片号。

图版 I / Plate I

下白垩统亚格列木组 (the Lower Cretaceous Yageliemu Formation)。

1. *Pterisporites hengyangensis* Zhang (衡阳凤尾蕨孢) Ky-4(九)。
2. *Pterisporites* sp. (凤尾蕨孢, 未定种) Ky-4(一)。
3. *Verrucosporites* sp. (瘤面圆形孢, 未定种) Ky-4(二)。
4. *Polycingulatisporites tuberculatus* Yu & Zhang (瘤纹多环孢) Ky-4(一)。
5. *Klykisorites* sp. (克鲁克孢, 未定种) Ky-4(五)。
6. *Intercubites* sp. (内裂片孢, 未定种) Ky-4(四)。
7. *Toroisporis* (*T.*) *minoris* (Nakoman) Sun et He (小具唇孢) Ky-4(五)。
8. *Klykisorites* sp. (克鲁克孢, 未定种) Ky-4(七)。
9. *Cyathidites australis* Couper (澳洲沙罗孢) Ky-4(二)。
10. *Densoisporites* sp. (拟套环孢, 未定种) Ky-3(九)。
11. *Cyathidites minor* Couper (小沙罗孢) Ky-4(一)。
12. *Klykisorites* sp. (克鲁克孢, 未定种) Ky-5(五)。
13. *Lygodiumsporites parkinii* (Pocock) Bai (帕金海金沙孢) Ky-3(十三)。
- 14, 25, 26. *Schizaeoisporites costalis* Gao & Zhao (隆脊希指蕨孢) 14. Ky-4(二); 25. Ky-3(十四); 26. Ky-4(一)。
15. *Polycingulatisporites* sp. (多环孢, 未定种) Ky-4(九)。
16. *Lygodioisporites gemmatus* Jiang, He et Dong (芽瘤瘤面海金沙孢) Ky-3(十八)。
17. *Pterisporites* sp. (凤尾蕨孢, 未定种) Ky-3(十四)。
18. *Cicatricosisporites* sp. (无突肋纹孢, 未定种) Ky-3(九)。
- 19, 21, 23, 27. *Schizaeoisporites certus* (Bolch.) Sung et Zheng (爪形希指蕨孢) 19. Ky-3(三); 21. Ky-4(五); 23. Ky-4(七); 27. Ky-4(一)。
20. *Klykisorites brilabrosus* Yu & Han (壮唇克鲁克孢) Ky-3(六)。
22. *Polycingulatisporites tuberculatus* Yu & Zhang (瘤纹多环孢) Ky-4(二)。
24. *Schizaeoisporites jaguanensis* Chen (夹关希指蕨孢) Ky-3(十四)。

图版 II / Plate II

下白垩统亚格列木组 (the Lower Cretaceous Yageliemu Formation)。

- 1~4. *Classopollis annulatus* (Verbitzkaja) Li (环圈克拉梭粉) 1. Ky-5(七); 2. Ky-3(十); 3. Ky-3(十五); 4. Ky-5(七)。
5. *Polycingulatisporites* sp. (多环孢, 未定种) Ky-5(八)。
6. *Chasmatosporites apertus* (Rogalska) Nilsson (无盖广口粉) Ky-3(二)。
7. *C. triangularis* Li, Duan et Du (三角广口粉) Ky-5(七)。
8. *C. rugatus* Qian, Zhao et Wu (皱纹广口粉) Ky-3(七)。
9. *Corniculatisporites globosus* (Sun et He) Hua (球形顶突粉) Ky-4(九)。
- 10, 11. *Ephedripites tarimensis* He et Dong (塔里木麻黄粉) 10. Ky-4

(五); 11. Ky-5(四)。

- 12, 13. *Cycadopites subgranulosus* (Couper) Giarke (亚粒苏铁粉) 12. Ky-3(五); 13. Ky-4(八)。
- 14, 20. *C. acuminatus* (Verbitskaja) Zhang et Zhan (尖苏铁粉) 14. Ky-4(五); 20. Ky-5(九)。
15. *Monosulcites* sp. (单远极沟粉, 未定种) Ky-3(二)。
- 16, 19. *Ephedripites* (*E.*) *irregensis* Zhang et Zhan (不规则麻黄粉) 16. Ky-4(六); 19. Ky-4(七)。
- 17, 18. *E. (E.) lanceolatus* Zhu et Wu (带状麻黄粉) 17. Ky-5(七); 18. Ky-4(五)。
21. *Cycadopites pachydermus* Zhang et Zhan (厚壁苏铁粉) Ky-4(三)。
22. *Ephedripites* (*E.*) *notensis* (Cookson) Krutzsch (诺特麻黄粉) Ky-3(十)。
23. *Quadraeculina* sp. (四字粉, 未定种) Ky-4(二)。
24. *Cycadopites* sp. (苏铁粉, 未定种) Ky-5(十)。
25. *Protoconiferus funarius* (Nau.) Bolch. (富纳顿原始松柏粉) Ky-3(七)。
26. *Protopodocarpus* sp. (原始罗汉松粉, 未定种) Ky-3(十)。

图版 III / Plate III

下白垩统舒善河组 (the Lower Cretaceous Shushanhe Formation)。

1. *Dicheiropollis etruscus* Trevisan (伊特拉斯双手粉) Ks-1(十四)。
- 2, 3. *D. laevigatus* Lei (光滑双手粉) 2. Ks-1(十五); 3. Ks-1(十二)。
- 4, 5. *D. etruscus* Trevisan (伊特拉斯双手粉) 4. Ks-1(十五); 5. Ks-1(十四)。
6. *Pterisporites* sp. (凤尾蕨孢, 未定种) Ks-1(十六)。
- 7, 9. *Dicheiropollis etruscus* Trevisan 7. Ks-1(十四); 9. Ks-1(十五)。
8. *D. reticulatus* Lei (网纹双手粉) Ks-1(十六)。
- 10~12. *D. laevigatus* Lei (光滑双手粉) 10. Ks-1(十三); 11. Ks-1(十五); 12. Ks-1(十二)。
- 13, 15. *D. etruscus* Trevisan (伊特拉斯双手粉) 13. Ks-1(十四); 15. Ks-1(十六)。
14. *Schizaeoisporites perlatus* Wang et Zhao (宽极希指蕨孢) Ks-1(十五)。
16. *Verrucosporites* sp. (圆形瘤面孢, 未定种) Ks-1(十六)。
- 16a. *Neoraistrickia* sp. (新叉瘤粉, 未定种) Ks-1(十六)。
17. *Clossopollis philosopus* (Pflug) Zhang et Zhan (精美克拉梭粉) Ks-1(八)。
- 18, 19, 22. *Dicheiropollis reticulatus* Lei (网纹双手粉) 18. Ks-1(十六); 19. Ks-1(八); Ks-1(十一)。
- 20, 23. *Dicheiropollis etruscus* Trevisan (伊特拉斯双手粉) 20. Ks-1(十五); 23. (十三)。
21. *Cycadopites scabratus* Stanley (粗糙苏铁粉) Ks-1(四)。
24. *Polycingulatisporites reduncus* (Bolch.) Playford & Dettmam (规则多环孢) Ks-1(十)。
25. *Undulatisporites sichuanensis* Bai (四川波缝孢) Ks-1(一)。
- 26, 30. *Schizaeoisporites arrectus* Zhao (直立希指蕨孢) 26. Ks-1(十六); 30. Ks-1(十五)。
27. *Ephedripites* (*E.*) *lanceolatus* Zhu et Wu (带状麻黄粉) Ks-1(十一)。
- 28, 19. *Ephedripites terimensis* He et Dong (塔里木麻黄粉) 28. Ks-1(十一); 29. Ks-1(十五)。
31. *Classopollis annulatus* (Verbitzkaja) Li (环圈克拉梭粉) Ks-1。



郭宪璞等:塔里木盆地北部早—中白垩世孢粉时代和生物地理区系研究新进展

图版 II



