

塔里木盆地北部晚泥盆世孢子组合^{*}

朱怀诚

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

摘要 塔里木盆地北部草2井东河塘组产丰富的、保存完好的孢子化石, 计37属73种, 据此建立 *Apiculiretusispora hunanensis*-*Ancyrospora furcula* (HF)孢子组合带。对一些孢子的已知地质分布记录及其与西欧和塔西南晚泥盆世孢子组合带序列的对比讨论, 表明 HF 孢子带的时代为晚泥盆世法门期, 大致与爱尔兰晚泥盆世 LL+LE 孢子带时代相当。描述孢子3新种, 图示孢子61种。

关键词 孢子 晚泥盆世 东河塘组 草2井 塔里木盆地

1 前言

塔里木盆地位于我国西北新疆南部, 是国内最大的内陆盆地。盆地大部分被沙漠覆盖, 四周为天山和昆仑山—阿尔金山所环抱, 其地质发展历程和地质构造独特。塔里木盆地泥盆系孢子研究起步较晚, 在露头区, 笔者曾于1996年首次报道了产于盆地西南缘上泥盆统奇自拉夫组的孢子和疑源类化石(朱怀诚, 1996), 该孢子组合的系统研究表明其可与国内外晚泥盆世法门期孢子组合对比(朱怀诚, 1999a; 朱怀诚、李军, 1998)。在覆盖区, 有关井下泥盆纪孢子的确定尚有不同意见; 笔者等认为盆地北部草2井东河塘组发现的孢子组合的时代为晚泥盆世(朱怀诚、詹家祯, 1996; 朱怀诚, 1999b), 高联达等认为应是石炭纪(高联达等, 1996; 朱怀诚, 1998)。东河塘组是塔里木盆地的重要储油层之一, 草2井是迄今唯一的在东河塘组见有古生物化石的钻井(插图1), 故其地质时代倍受科研和产业部门的关注。1993年初, 笔者依据对张师本教授提供的草2井东河塘组2个样号(井深分别为5991.25m和5992.85m)孢子薄片的鉴定分析, 提出了组合时代为晚泥盆世晚期至早石炭世早期的初步意见(内部报告)。同年夏天, 依据对采自同一钻井的东河塘组

的8块岩芯所分析的孢子材料的研究进展, 笔者等将组合时代进一步定为晚泥盆世晚期(朱怀诚、赵治信, 1994^{**}; 朱怀诚、詹家祯, 1996)。考虑到这一孢子组合地质时代的正确确定对于盆地地质发展史的认识、勘探目的层的确定都具有非常重要的意义, 而其时代认识分歧又较大, 近年来, 笔者对草2井的孢子进行了系统的研究。为便于同行参考和讨论, 遂将研究成果总结成文。有关孢子组合中的一些新类型已于先前发表(朱怀诚, 1999b), 本文是该研究的其余部分。

2 地质背景及研究材料

草2井位于塔里木盆地塔北隆起东部, 井深5678—6057.5m 划归晚古生代, 包括卡拉沙依组上泥岩段、双峰灰岩段和中泥岩段, 巴楚组角砾岩段和东河塘组东河砂岩段(朱怀诚、赵治信, 1998)。东河砂岩段(井深5923.5—6057m)岩性为灰、绿灰色灰质粉砂、细砂岩夹灰绿、紫红色粉砂质泥岩, 底部夹砾岩。本文材料源自该段井深5974—6021.2m的8块泥岩、粉砂岩岩芯样品, 经用盐酸+氢氟酸常规方法处理, 计有6块样品获得数量丰富、保存完好的孢子化石。当前工作以此批样品为基础, 同时参照了先前对井深5991.25m和

收稿日期: 1999-07-09

^{*} 国家自然科学基金委特殊学科点基金及中国科学院留学回国择优支持基金资助项目

^{**} 朱怀诚, 赵治信, 1994. 上古生界. 见: 耿良玉等(1994). 塔里木盆地覆盖区地层划分对比. 塔里木盆地油气资源成果报告(编号: 85-101-01-02-01)

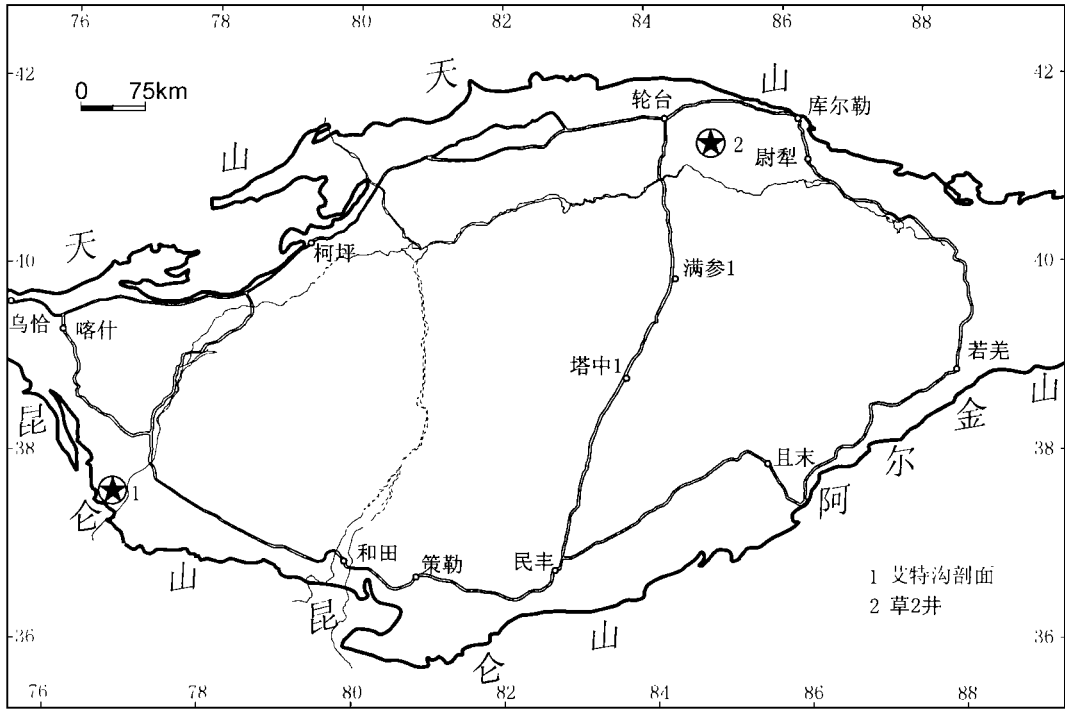


插图1 塔里木盆地草2井和艾特沟剖面位置图

Map showing localities of Borehole Cao-2 and the Aitegou section in Tarim Basin

5 992.85m 2块样品的孢子鉴定结果。

3 孢子组合特征

草2井东河塘组所产孢子化石数量丰富、类型多样,计有孢子37属73种(除朱怀诚1999年先期发表的13新种、1新联合外,本文记述了3新种),组合内各组分数量关系详见表I。考虑到这一孢子组合内重要分子的地质分布记录及相对数量关系,我们依据这一组合建立了 *Apiculiretusispora hunanensis*-*Ancyrospora furcula* (HF)组合带(尽管这一带名笔者早已提出,但以往未详细论述)。HF组合带以下尚未发现任何孢子化石,因此该带的底界尚难严格确定。据当前工作, HF带优势分子(大于10%)有: *Apiculiretusispora hunanensis* (Hou) Ouyang et Chen, *A. rarissima* Wen et Lu 和 *Spelaeotriletes radiatus* Zhu。主要分子(3%—10%)有: *Aneurospora tarimensis* Zhu, *Apiculiretusispora fructicosa* Higgs, *Auroraspora conia* Zhu, *A. corporiga* Higgs, Clayton et Keegan, *Spelaeotriletes spissus* sp. nov., *Cymbosporites bellus* Zhu, *C. tarimensis* Zhu, *Grandispora clandestina* Playford, *Punctatisporites debilis* Hacquebard 和 *Retusotriletes planus* Dolby et Neves 等。常见分

子(1%—3%)有: *Ancyrospora langii* (Taugourdeau-Lantz) Allen, *Apiculiretusispora nitida* Owens, *Auroraspora macra* Sullivan, *Geminosporea spongiformis* Higgs, Clayton et Keegan, *Grandispora uniformis* Zhu, *Punctatisporites planus* Hacquebard, *Raistrickia platyrhaphia* Zhu, *Retusotriletes incohatatus* Sullivan, *Rugospora* sp. 和 *Tumulispora ordinaria* Staplin et Jansonius 等。一些重要孢子的地层分布参见插图2。

4 组合对比及时代讨论

草2井东河塘组孢子组合的时代一直颇有争论,为使本文讨论的依据更为充分,在此除对组合内一些重要属种已知的地质分布进行讨论外,还选择了与该钻井属同一沉积盆地的莎车县艾特沟剖面奇自拉夫组晚泥盆世孢子组合带(朱怀诚,1999a)和国际上普遍承认且发育比较齐全的爱尔兰晚泥盆世一早石炭世孢子带序列(Higgs et al., 1988),作为对比研究的参照系来探讨当前组合的时代。

4.1 部分孢子地质时代讨论

为节省篇幅,这里仅列举一些对孢子组合有重要数量影响或地层意义显著的代表性分子。

表 I 塔里木盆地北部草 2 井东河塘组孢子百分含量表

Tyxa and frequencies of miospores from the Donghetang Formation of Borehole Cao-2, north Tarim Basin

孢子名称	样品号	CH2-17	CH2-17	CH2-17	CH2-17	CH2-17	CH2-19
	井深(m)	43/113	53/113	55/113	58/113	110/117	5/99
		5 992.24	5 993.64	5 993.92	5 994.33	6 001.58	6 021.16
<i>Anapiculatisporites hystricosus</i> Playford		1					
<i>Ancyrospora ampulla</i> Owens		0.5					
<i>A. baculata</i> Zhu		0.5					
<i>A. furcula</i> Owens		0.5	0.5				
<i>A. involucra</i> Owens		0.5					
<i>A. langii</i> (Tangourdean-Lantz) Allen		1.5		1			
<i>Aneurospora tarimensis</i> Zhu		3.4	2.8	6.3	3.5	2.4	1.5
<i>Apiculatisporis cf. microechinata</i> Owens		0.5					0.5
<i>Apiculiretusispora fructicosa</i> Higgs		3.9	2.3	6.7	1.5	2.4	0.5
<i>A. granulata</i> Owens			0.5	0.5			
<i>A. hunanensis</i> (Hou) Ouyang et Chen			47.2	7.1	3.5		2.4
<i>A. nitida</i> Owens		1	1.4	0.5	3		1.5
<i>A. rarissima</i> Wen et Lu		14	15.1	24.7	36.8	54.5	31.9
<i>Auroraspora conia</i> Zhu		7.2	0.5	3.3	2		1
<i>A. corporiga</i> Higgs, Clayton et Keegan		4.4	0.9	5.4	2	2.4	0.5
<i>A. hyalina</i> (Naum.) Streele in Becker et al.		2.4	1.4	3.3	2.5		3.5
<i>A. macra</i> Sullivan		1	0.9	0.4	2		1.4
<i>Calamospora</i> sp.					0.5	2.4	5.8
<i>Convolvutispora</i> sp.					0.5		
<i>Corbulispora cancellata</i> (Waltz) Bharadwaj et Venkatachala				0.4			
<i>Corystisporites costatus</i> Higgs, Clayton et Keegan		0.5					
<i>Cyclogranisporites</i> sp.		1.5			0.5		1.4
<i>Cymbosporites bellus</i> Zhu		2.4	0.9	2.1		7.1	1.4
<i>C. magnificus</i> (McGregor) McGregor et Camfield		0.5	0	0.8	0.5		
<i>C. tarimensis</i> Zhu		4.4	2.3	2.9	2	2.4	2.9
<i>C. sp.</i>		1.5	0	0.4		2.4	1.9
<i>Densosporites</i> sp.		1	0.9	0.4	1		
<i>Dibolisporites bulbiformis</i> Zhu		0.5					
<i>Dictyotriletes cancellothyris</i> (Waltz) Zhu					0.5		
<i>D. famenensis</i> Naumova		0.5		0.4			0.5
<i>Diducites plicabilis</i> Van Veen				0.4			
<i>D. versabilis</i> (Kedo) Van Veen							1
<i>Foveosporites distinctus</i> Zhu			0.5	0.4	3.5		
<i>Geminospora spongiata</i> Higgs, Clayton et Keegan		0.5		0.4	1		1.4
<i>Gorgonispora crassa</i> (Winslow) Higgs, Clayton et Keegan		0.5		0.4			
<i>Grandispora clandestina</i> Playford		1	1.4	1.8	3	4.8	5.8
<i>G. cornuta</i> Higgs					0.5		
<i>G. gracilis</i> (Kedo) Streele in Becker et al.		0.5					0.5
<i>G. uniformis</i> Zhu		1.5	0.5		1		1.4
<i>Hystricosporites triangulus</i> Zhu		0.5	0.5	0.4	0.5		
<i>Knoxiosporites literatus</i> (Waltz) Playford		0.5	0.5				0.5
<i>K. cf. triradiatus</i> Hoffmeister, Staplin et Malloy		0.5		0.4	0.5		
<i>Latosporites</i> sp.			0.9				0.5
<i>Leiotriletes microthelis</i> Wen et Lu		0.5	0.5		1	2.4	0.5
<i>Leiozonotriletes laurelensis</i> Balme et Hassell				0.4	0.5		
<i>Punctatisporites debilis</i> Hacquebard		2.4	2.3	3.3	3	4.8	5.3
<i>P. minutus</i> Kosanke		1	1.4		2.5		1.9
<i>P. planus</i> Hacquebard		2.4	1.4	2.1	1		2.9
<i>P. sp.</i>					0.5		
<i>Punctatosporites</i> sp.							
<i>Raistrickia platyraphia</i> Zhu		1		1.7			
<i>R. retiformis</i> Zhu				0.4	0.5		
<i>R. sp.</i>					0.5		
<i>Retispora cassicula</i> (Higgs) Higgs et Russell				0.4			
<i>Retusotriletes incohatus</i> Sullivan		2.4	1.4	1.3	0.5		2.4
<i>R. planus</i> Dolby et Neves		2	0.5	3.3	2	4.8	2.9
<i>R. rotundus</i> (Streele) Streele		0.5		0.4			0.5
<i>R. triangulatus</i> (Streele) Streele					0.5		
<i>Rugospora</i> sp.							2.4
<i>Spelaeotriletes radiatus</i> Zhu		12	6.9	12.6	10.7	2.4	7.7
<i>S. crustatus</i> Higgs		0.5		0.4	0.5		
<i>S. spissus</i> sp. nov.		8.2	1.8	0.4	0.5		1.4
<i>Spinozonotriletes punctatus</i> sp. nov.		1					
<i>S. tarimensis</i> sp. nov.		1			0.5		
<i>Stenozonotriletes cuspersus</i> Naumova				0.4			
<i>S. pumilus</i> (Waltz) Naumova					0.5		
<i>S. robustus</i> Zhu		0.5				2.4	
<i>S. solidus</i> Ouyang et Chen		0.5					
<i>Tumulispora ordinaria</i> Staplin et Jansonius		2	1.4	1.3	1.5	2.4	1.9
<i>Vallatisporites elegans</i> Zhu		0.5		0.4	0.5		
<i>V. solidus</i> Zhu		0.5					
<i>Verrucosiporites papulosus</i> Hacquebard			0.5	0.4	0.5		0.5
<i>V. scurrus</i> (Naum.) McGregor et Camfield		0.5					

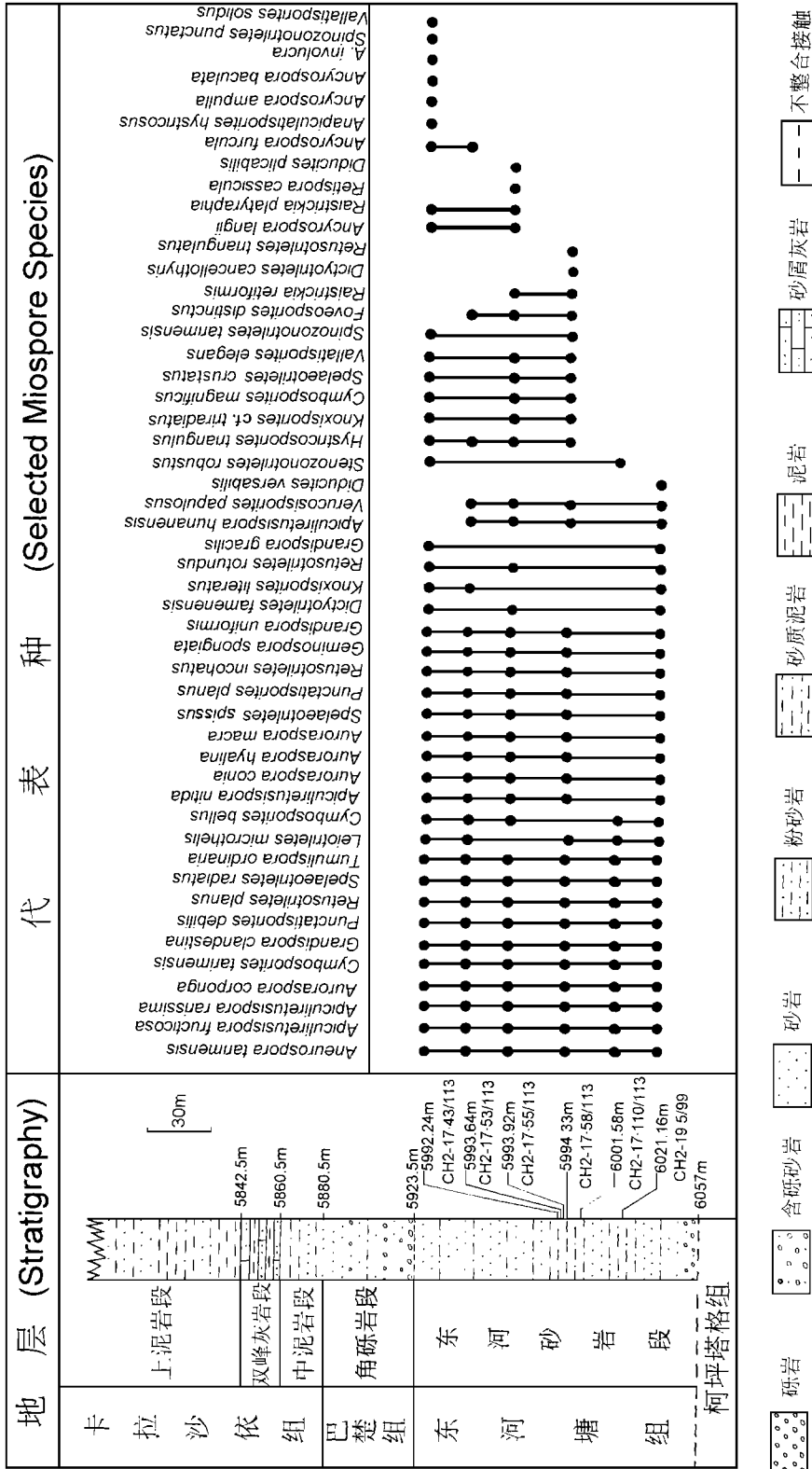


插图 2 塔里木盆地北部草 2 井东河塘组孢子垂直分布图
 Range Chart of selected species occurring in the Donghetang Formation of Borchhole Cao-2, north Tarim Basin

Apiculiretusispora hunanensis (Hou) Ouyang et Chen, 该种首次记述于湖南锡矿山地区, 主要见于马轱脑段和欧家冲段, 至邵东段下部减少(侯静鹏, 1982)。其后, 在江苏五通群擂鼓台段含鱼化石层孢子组合(欧阳舒、陈永祥, 1987)、浙西西湖组下段 LH 孢子组合(晚泥盆世斯图年阶)(何圣策、欧阳舒, 1993)和塔西南莎车上泥盆统奇自拉夫组孢子组合(朱怀诚, 1999a)中均有发现。类似标本(*Apiculiretusispora gannanensis* Wen et Lu)亦见于江西全南晚泥盆世地层(文子才、卢礼昌, 1993)。从目前已知资料来看, *A. hunanensis* 的分布仅限于我国晚泥盆世法门期地层。

Apiculiretusispora rarissima Wen et Lu 为我国晚泥盆世法门期地层的又一地区性标志分子, 常与 *A. hunanensis* 一起以高百分含量值出现于晚泥盆世孢子组合中。在江西全南晚泥盆世地层(文子才、卢礼昌, 1993)和塔西南莎车上泥盆统奇自拉夫组孢子组合(朱怀诚, 1996, 1999a)中均以较高的百分数值出现, 在当前 HF 组合中亦如此。

Apiculiretusispora fruticosa Higgs, 该类孢子最初被 Caro-Moniez 命名为 *Retusotriteles verrucosus* (Caro-Moniez, 1962, pl. 1, figs. 1, 2), 但这一种名在此前已被 Naumova 用于另一类孢子(Kedo, 1955), 因此, Caro-Moniez 的命名属后出同名而无效。尽管后来 Streel (Becker et al., 1974, p. 24) 依据比利时标本将上述种名新联合到 *Apiculiretusispora* 属, 但 Higgs (1975) 认为这类标本在比利时没有恰当的描述, 故建立了当前这一种名。此种孢子在塔西南晚泥盆世地层(朱怀诚, 1996, 1999a) 和爱尔兰晚泥盆世法门期一早石炭世杜内期地层(Higgs et al., 1988)中均有分布。

Auroraspora corporiga Higgs, Clayton et Keegan 系 Higgs 等(1988)据爱尔兰早石炭世杜内期孢子建立, 但在我国塔里木盆地莎车上泥盆统奇自拉夫组已有较多出现(朱怀诚, 1999a), 因此, 该种的地质时代为晚泥盆世法门期一早石炭世杜内期。

Diducites versabilis (Kedo) Van Veen 以其外壁内层不褶皱区别于 *D. poljessicus* (Kedo) Van Veen 和 *D. plicabilis* Van Veen。该种在西欧的地质分布为晚泥盆世法门期, 未穿越泥盆-石炭系界线(Clinton et al., 1977, Higgs et al., 1988), 在塔西南亦见于晚泥盆世法门期地层。因此, 此种可作为泥盆纪的标志分子之一。

Grandispora gracilis (Kedo) Streel 形态比较特

征, 在俄罗斯晚泥盆世法门期地层首次记述为 *Archaeozonotriteles gracilis* Kedo (Kedo, 1957, p. 29, pl. IV, fig. 2), 其后在欧洲其他地区多次发现, 时代都限于晚泥盆世法门期(Clinton et al., 1977)。在我国江苏五通群擂鼓台段下部(欧阳舒、陈永祥, 1987)、西藏聂拉木(高联达, 1983)、江西翻下组(文子才、卢礼昌, 1993)和塔西南莎车奇自拉夫组(朱怀诚, 1999a)均有发现, 并也都限于晚泥盆世地层。因此, 当前种的分布时代为晚泥盆世(法门期)。

Retispora cassicula (Higgs) Higgs et Russell 在西欧的地质历程为晚泥盆世法门期 GM 孢子带至 PL 带(Clinton et al., 1977), 并在 PL 带顶部消失, 未进入其上的 LN 带(Higgs et al., 1988)。该类孢子在地层中都不丰富, 在爱尔兰仅见于老红砂岩相地层, 塔里木盆地晚泥盆世地层中亦有见及(朱怀诚, 1999a)。因其地质历程较短, 故常与 *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford 一起被视为晚泥盆世的标志分子。

Tumulispora ordinaria Staplin et Jansonius 以具环及远极面着生一基部轮廓多少圆形的疣或块瘤状加厚为特征, 易于辨识。在波兰(Turnau, 1978)、爱尔兰晚泥盆世至早石炭世地层(Higgs et al., 1988)和江苏龙潭早石炭世地层(卢礼昌, 1994)均有分布, 它的地质时限为晚泥盆世至早石炭世。值得提及的是在我国甘肃、宁夏石炭系发现的 *Stenozonotriteles rotundus* (Wang) Zhu (王蕙, 1984; 朱怀诚, 1993; Zhu, 1989, 1993, 1995) 在形态上与 *Tumulispora ordinaria* 相似, 远极面亦见有一近圆形加厚, 但前者的加厚块相对孢子直径不及后者大, 这两种的关系仍值得进一步探讨。但不管如何, 过分强调它们形态上的某些相似性, 忽视组合中其它分子的地层意义, 将组合时代断定为早石炭世晚期在孢粉学上尚难令人信服。

Ancyrospora 是泥盆纪的一重要孢子形态属, 迄今在国内外的地层分布仅限于泥盆纪, 在我国云南沾益(卢礼昌, 1988)、塔里木盆地(朱怀诚, 1999a)、加拿大(Owens, 1971; McGregor and Owens, 1966; McGregor and Camfield, 1976)、俄罗斯地台(Naumova, 1953)和西欧(Clinton et al., 1977; Richardson and McGregor, 1986)泥盆纪地层中均有分布。这类孢子以具环和末端锚刺状分叉的刺为特征, 在泥盆纪末全部消失, 未能穿越泥盆-石炭纪界线(Higgs et al., 1978)。

上述孢子属种的时代为晚泥盆世至早石炭世,

表 II 草 2 井东河塘组 HF 孢子组合与莎车奇自拉夫组 RL 孢子组合共同种一览表

Common species between assemblages of the RL zone of the Qizilafu Formation and the HF zone of Cao⁻² borehole

塔西南莎车 PL 组合	草 2 井 HF 组合
<i>Leiotriletes microthelis</i>	<i>Leiotriletes microthelis</i>
<i>Punctatisporites minutus</i>	<i>Punctatisporites minutus</i>
<i>Retusotriletes incohatus</i>	<i>Retusotriletes incohatus</i>
<i>R. planus</i>	<i>R. planus</i>
<i>Aneurospora tarimensis</i>	<i>Aneurospora tarimensis</i>
<i>Anapiculatisporites hystricosus</i>	<i>Anapiculatisporites hystricosus</i>
<i>Apiculiretusispora fructicosa</i>	<i>Apiculiretusispora fructicosa</i>
<i>A. hunanensis</i>	<i>A. hunanensis</i>
<i>A. granulata</i>	<i>A. granulata</i>
<i>A. nitida</i>	<i>A. nitida</i>
<i>A. rarissima</i>	<i>A. rarissima</i>
<i>Raistrickia</i> sp.	<i>Raistrickia retiformis</i>
<i>Convolutispora</i> sp.	<i>Convolutispora</i> sp.
<i>Knoxisporites literatus</i>	<i>Knoxisporites literatus</i>
<i>Auroraspora corporiga</i>	<i>Auroraspora corporiga</i>
<i>A. hyalina</i>	<i>A. hyalina</i>
<i>A. macra</i>	<i>A. macra</i>
<i>A. conia</i>	<i>A. conia</i>
<i>Diducites versabilis</i>	<i>Diducites versabilis</i>
<i>Grandispora gracilis</i>	<i>Grandispora gracilis</i>
<i>G.</i> sp.	<i>G. uniformis</i>
<i>Retispora cassicula</i>	<i>Retispora cassicula</i>
<i>Ancyrospora furcula</i>	<i>Ancyrospora furcula</i>
<i>A. involucrea</i>	<i>A. involucrea</i>
<i>Densosporites</i> sp.	<i>Densosporites</i> sp.
<i>Vallatisporites</i> sp. A	<i>Vallatisporites elegans</i>
<i>Laevigatosporites</i> sp.	<i>Latosporites</i> sp.

且多限于晚泥盆世,反映组合时代应为晚泥盆世。

4.2 与莎车奇自拉夫组孢子组合对比

塔西南奇自拉夫组孢子组合计有孢子 24 属 56 种,因其含有数量众多的国际公认的晚泥盆世标志分子 *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford、植物化石 *Leptophloeum rhombicum* Dawson 和腕足类 *Cyrtospirifer* spp. 等,时代无疑应是晚泥盆世(朱怀诚,1996,1999a)。奇自拉夫组孢子组合分为下部的 *Leiotriletes microthelis*-*Punctatisporites irrasus* (MI) 带和上部的 *Apiculiretusispora rarissima*-*Retispora lepidophyta* (RL) 带。RL 带又进一步分为两个亚带,即下部 *Retispora lepidophyta*-*Ancyrospora furcula* (LF) 亚带和上部 *Retispora lepidophyta*-*Spelaeotriletes pallidus* (LP) 亚带(表 V)。草 2 井 HF 孢子带与奇自拉夫组的 RL 带共性较多,两地共同种就达 27 个之多(表 II)。这些孢子在两地组合中除保存状况略有差别外,形态特征几乎完全一致。值得提及的是, *Apiculiretusispora rarissima* Wen et Lu 在奇自拉夫组和东河塘组孢子组合中均是极盛分子(最高含量分别达到 67.0%和 54.5%)。另外,国内外晚泥盆世常见的 *Ancyrospora*、*Hystri-cosporites* 属内分子和 *Retispora cassicula* (Higgs) Higgs et Russell 在两地均有出现,且含量都很低(不

表 III 西欧晚泥盆世至早石炭世孢子带序列

Late Devonian and Tournaisian miospore zonation scheme of Western Europe

地 层 STRATIGRAPHY						孢 子 带 MIOSPORE ZONES					
Clayton et al., 1977			Cowie et Bassett, 1989			本 文					
系	阶	Tn3	系	统	依沃尔阶 Ivorian	系	统	阶	依沃尔阶 Ivorian	西 欧 Clayton et al. 1978	爱尔兰 Higgs et al. 1988
石 炭 系 CARBONIFEROUS	内 阶 Tournaisian	Tn2	石 炭 系 CARBONIFEROUS	内 统 Tournaisian	哈斯塔尔阶 Hastarian	石 炭 系 CARBONIFEROUS	下 石 炭 统 Lower Carboniferous	社 内 阶 Tournaisian	哈斯塔尔阶 Hastarian	CM	
		Tn1b								PC	
泥 盆 系 DEVONIAN	法 门 阶 Famennian	Tn1a	泥 盆 系 DEVONIAN	上 泥 盆 统 Upper Devonian	法 门 阶 Famennian	泥 盆 系 DEVONIAN	上 泥 盆 统 Upper Devonian	法 门 阶 Famennian	PL	VI	BP
		Fa2d									HD
		Fa2c								VI	
		Fa2b								LN	
		Fa2a								LE	
										LL	
	VU										
	GM										
		?									

大于 2.0%)，孢子大小及纹饰亦很相似。因此，这两个组合在特征上较为接近，时代应相当。需要补充说明的是，*Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford 在奇自拉夫组含量较高，但在草 2 井却未见其踪迹，这可能与当时的植物群生态环境和孢子沉积环境差异有关。因为在奇自拉夫组发现有腕足类和植物化石，而这些在草 2 井东河塘组均未见及，但却发现了前者未见的鱼化石(王俊卿, 1997)。综上所述，本文倾向于将 HF 带与 RL 带的 LF 亚带对比。

4.3 与爱尔兰杜内期(广义)孢子组合对比

迄今，国际上泥盆—石炭纪孢子带序列研究程度较高的当属西欧。70 年代，Clayton 等(Clayton et al., 1977, 1978)总结了西欧上泥盆统法内阶(Famennian)至下二叠统奥登阶(Autunian)的孢粉研究资料，提出了晚泥盆世—早二叠世的孢子带序列纲要。现今世界各地的孢粉学者在研究泥盆—石炭纪孢粉时，多将其作为全球孢子带对比的标准。西欧法内期至杜内期(广义)孢子研究最为系统的当属爱尔兰岛(Higgs et al., 1988)，Higgs 等对该岛 80 个

露头 and 钻井的近 500 块样品中的孢子进行了系统研究，在泥盆—石炭系杜内阶(广义)建立了 8 个孢子带。对照新的全球地层表方案(Cowie and Bassett, 1989)，上泥盆统法内阶顶部有 3 个带，石炭系有 5 个带(表 III)。与爱尔兰晚泥盆世—早石炭世孢子带序列比较，草 2 井 HF 孢子组合带与爱尔兰晚泥盆世 LL+LE 孢子带共性最多，两地共同分子达 29 种(表 IV)，说明两地组合时代应大致相当。考虑到在爱尔兰最高层位 LE 带的 *Retispora cassicula* 在 HF 带中有出现，而在 LN 带底部开始出现的 *Verrucosporites nitidus* (Naumova) Playford、*Valatisporites verrucosus* Hacquebard 和 *Lophozonotriletes malevkensis* Naumova in litt. Kedo 在 HF 组合均未见其踪迹，我们认为 HF 组合带与 LL+LE 带大致相当。又考虑到在 HF 组合带顶部还有近 2m 的地层未见 *Retispora cassicula*，而该分子在爱尔兰自 LN 带始有出现的 *Tumulispora ordinaria* Staplin et Jansonius 在 HF 组合带内各样品中均有发现，且在井深分别为 5 991.25m 和 5 992.85m 的 2 块样品中百分含量都较高(朱怀诚, 1998)，我们认为不能排除 HF 带顶部包含有相当于爱尔兰 LN 带基部的部分沉积的可能。HF 组合带顶部典型泥盆纪分子 *Ancyrospora* spp. 的存在又表明该带不包含早石炭世沉积。

综上所述，草 2 井东河塘组 HF 孢子组合带与爱尔兰 LL+LE 孢子组合带和塔西南奇自拉夫组 RL 带的 LF 亚带可大致对比，时代相当，为晚泥盆世法内期(表 V)。

表 V 草 2 井东河塘组孢子带与爱尔兰和塔西南晚泥盆世孢子带对比表
Correlation of the proposed miospore zone in Cao-2 borehole with other Late Devonian zonation scheme from SW Tarim Basin and Ireland

表 IV 草 2 井 HF 孢子组合与爱尔兰 LL+LE 孢子组合共同种一览表

Common species between assemblages of the LL+LE zones of Ireland and the HF zone of Cao-2 borehole

爱尔兰 LL 和 LE 组合			草 2 井 HF 组合		
<i>Punctatisporites minutus</i>			<i>Punctatisporites minutus</i>		
<i>P. irrasus</i>			<i>P. debilis</i>		
<i>Retusotriletes incohatus</i>			<i>Retusotriletes incohatus</i>		
<i>R. planus</i>			<i>R. planus</i>		
<i>R. triangulatus</i>			<i>R. triangulatus</i>		
<i>R. leptocentrum</i>			<i>R. rotundus</i>		
<i>Verrucosporites scurrus</i>			<i>Verrucosporites scurrus</i>		
<i>Apiculiretusispora fructicosa</i>			<i>Apiculiretusispora fructicosa</i>		
<i>A. granulata</i>			<i>A. granulata</i>		
<i>Corbulispora cancellata</i>			<i>Corbulispora cancellata</i>		
<i>Diducites versabilis</i>			<i>Diducites versabilis</i>		
<i>D. plicabilis</i>			<i>D. plicabilis</i>		
<i>Cymbosporites magnificus</i>			<i>Cymbosporites magnificus</i>		
<i>Geminospora spongata</i>			<i>Geminospora spongata</i>		
<i>Retispora cassicula</i>			<i>Retispora cassicula</i>		
<i>Auroraspora macra</i>			<i>Auroraspora macra</i>		
<i>Grandispora cornuta</i>			<i>Grandispora cornuta</i>		
<i>Spelaotriletes crustatus</i>			<i>Spelaotriletes crustatus</i>		
<i>Gorgonispora crassa</i>			<i>Gorgonispora crassa</i>		
<i>Knoxisporites literatus</i>			<i>Knoxisporites literatus</i>		
<i>K. cf. triradiatus</i>			<i>K. cf. triradiatus</i>		
<i>Hystricosporites</i> spp.			<i>Hystricosporites triangulus</i>		
<i>Ancyrospora</i> spp.			<i>Ancyrospora ampulla</i>		
			<i>A. baculata</i>		
			<i>A. furcula</i>		
			<i>A. involucrea</i>		
			<i>A. langii</i>		
<i>Latosporites</i> sp.			<i>Latosporites</i> sp.		

地 层			孢 子 带				
			爱尔兰 Higgs et al., 1988	新疆莎车 朱怀诚 1999	草 2 井 本文		
石炭系	下统	杜内阶	HD	?	?		
			VI				
泥盆系	上统	法内阶	LN	RL	LP		
			LE			LF	
			LL				MI
			?				

5 新种描述

空腔孢属 Genus *Spelaeotriletes* Neves et Owens, 1966

密饰空腔孢(新种) *Spelaeotriletes spissus* sp. nov.
(图版 II, 图 10, 13)

正模标本 图版 II, 图 10。

描述 具腔三缝小孢子, 赤道轮廓亚圆形-圆形; 大小 $75(86.5)95\mu\text{m}$ (测 12 粒), 正模标本 $95\mu\text{m}$; 三射线明显, 直或微弯, 伴以低矮的窄唇, 长约为孢子半径之 $3/4$, 末端与弓形脊相连; 外壁外层厚 $1.5-2.5\mu\text{m}$, 远极面及赤道饰以细-粗的颗粒, 偶为锥粒和细刺, 基径及高小于 $2\mu\text{m}$, 基部分离或愈合成短的不规则蠕瘤; 外壁内层明显或不明显, 薄、平整, 轮廓与孢子一致, 约为孢子半径之 $3/4$ 或更多, 直径 $58(67)75\mu\text{m}$, 正模 $75\mu\text{m}$, 在近极面与外壁外层相连; 1-2 条弧形褶皱常见。

比较 当前新种与 *S. crustatus* Higgs (Higgs et al., 1988, p. 73-74, pl. 13, figs. 8, 9) 在形态特征和个体大小上非常相似, 主要区别在于前者唇不及后者的高和明显。

产地层位 塔里木盆地北部, 东河塘组。

刺环孢属 Genus *Spinozonotriletes* Hacquebard emend. Neves et Owens, 1966

点饰刺环孢(新种) *Spinozonotriletes punctatus* sp. nov.

(图版 I, 图 4, 8)

正模标本 图版 I, 图 8。

描述 具腔三缝小孢子, 赤道轮廓凸边三角形-圆三角形; 大小 $77(82.7)87\mu\text{m}$ (测 5 粒), 正模标本 $77\mu\text{m}$; 三射线明显或不明显, 直或微弯, 伴之明显的唇, 高 $2-5\mu\text{m}$, 三射线长达孢子赤道; 外壁外层薄, 厚 $1.5-2.5\mu\text{m}$, 内颗粒纹饰, 在赤道处外延形成一环状构造, 远极面及赤道表面着生基部较宽的刺或刺瘤, 基部宽 $5-12\mu\text{m}$, 高 $5-12\mu\text{m}$, 直, 有时微弯曲, 基部相连或分离, 近极面饰以颗粒或细瘤; 外壁内层厚 $1-2\mu\text{m}$, 明显, 轮廓大致与孢子一致, 约为孢子直径之 $3/4$, 平整或颗粒状纹饰, 在近极面与外壁外层相连, 在近极面外壁外层与外壁内层连接线附近有一明显的带状加厚。

比较 本新种与 *Spinozonotriletes saurotus* Higgs, Clayton et Keegan (Higgs et al., 1988, p.

77-78, pl. 15, figs. 1-3, 7) 相似, 外壁均具内颗粒纹饰, 区别在于后者外壁内层连接线附近没有一明显的带状加厚。

产地层位 塔里木盆地北部, 东河塘组。

塔里木刺环孢(新种) *Spinozonotriletes tarimensis* sp. nov.

(图版 IV, 图 1, 5)

正模标本 图版 IV, 图 5。

描述 具腔三缝小孢子, 赤道轮廓圆三角形-亚圆形; 大小 $70(76)85\mu\text{m}$ (测 5 粒), 正模标本 $73\mu\text{m}$; 三射线明显或不明显, 直或微曲, 具发达的唇, 高 $3-7\mu\text{m}$, 射线长达孢子边缘; 外壁外层厚 $2-3\mu\text{m}$, 在赤道处外延形成环, 环宽 $7-12\mu\text{m}$, 远极面及赤道环表面着生刺, 基部宽 $3-8\mu\text{m}$, 高 $3-12\mu\text{m}$, 直, 时微弯曲, 基部分离, 刺突间外壁光滑-点状纹饰, 近极面点-细粒-细瘤纹饰; 外壁内层薄, 厚 $1-2\mu\text{m}$, 轮廓与孢子大体一致, 约为孢子直径之 $3/4$ 或更大, 在近极面与外壁外层相连, 在近极面外壁外层与外壁内层连接线附近有一明显的带状加厚。

比较 本新种以刺饰略短区别于 *Spinozonotriletes uncatius* Hacquebard (Hacquebard, 1957), 以刺间外壁光滑-点状纹饰而非强烈内颗粒纹饰区别于 *S. punctatus* sp. nov.。

产地层位 塔里木盆地北部, 东河塘组。

致谢 塔里木石油勘探开发指挥部勘探研究中心张师本教授提供有关草 2 井孢子薄片; 中国科学院南京地质古生物研究所耿良玉研究员帮助采集有关分析样品, 欧阳舒、卢礼昌研究员和大英博物馆 J. Richardson 教授曾就有关孢子鉴定等方面的问题与笔者进行过有益的讨论; 南京地质古生物所黄凤宝、何翠玲承担孢粉样品分析, 樊晓羿协助放大化石照片, 臧晓泉、任玉皋清绘图表。在此, 笔者谨向上述单位和个人表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 王 蕙, 1984. 宁夏横山堡中、上石炭统孢粉组合. 古生物学报, 23 (1): 91-106
 王俊卿, 1997. 新疆塔里木盆地胴甲鱼类化石发现的意义. 地层学杂志, 21(3): 224-225
 文子才, 卢礼昌, 1993. 江西全南小慕泥盆-石炭系孢子组合及地层意义. 古生物学报, 32(3): 295-327
 卢礼昌, 1988. 云南沾益史家坡中泥盆统海口组微体植物群. 中国科

- 学院南京地质古生物研究所集刊, 24: 109—222
- 卢礼昌, 1994. 南京龙潭地区五通组孢子组合及其地质时代. 微生物学报, 11(2): 152—200
- 朱怀诚, 1993. 孢粉植物群. 见: 李星学等著. 北祁连山东段纳姆尔期地层和生物群. 济南: 山东科学技术出版社. 142—310
- 朱怀诚, 1996. 塔里木盆地西南缘晚泥盆世孢子的发现及其意义. 地层学杂志, 20(4): 252—256
- 朱怀诚, 1998. 塔里木盆地草2井东河砂岩段孢子组合的时代. 微生物学报, 15(4): 395—403
- 朱怀诚, 1999a. 新疆南部莎车奇自拉夫组晚泥盆世孢子组合及孢粉相研究. 古生物学报, 38(1): 56—85
- 朱怀诚, 1999b. 塔里木盆地北部东河塘组孢子化石. 古生物学报, 38(3): 327—345
- 朱怀诚, 李军, 1998. 塔里木盆地西南缘晚泥盆世疑源类. 微生物学报, 15(3): 236—248
- 朱怀诚, 詹家祯, 1996. 塔里木盆地覆盖区泥盆—石炭系孢粉组合及生物地层. 古生物学报, 35(增刊): 139—161
- 朱怀诚, 赵治信, 1998. 塔里木盆地东河塘组的时代—兼论泥盆/石炭系界线. 见: 北京大学地质学系编. 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集. 北京: 地震出版社. 396—408
- 何圣策, 欧阳舒, 1993. 浙江富阳西湖组泥盆—石炭系过渡层孢子组合. 古生物学报, 32(1): 31—48
- 欧阳舒, 陈永祥, 1987. 江苏句容泥盆—石炭系孢子组合并讨论五通群的时代问题. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 23: 1—92
- 侯静鹏, 1982. 湘中锡矿山区泥盆—石炭系过渡层的孢子组合. 中国地质科学院地质矿产研究所所刊, 9: 81—92
- 高联达, 1983. 西藏聂拉木晚泥盆世孢子的发现及其地层意义. 见: 青藏高原地质论文集编委会编. 青藏高原地质论文集(8). 北京: 地质出版社. 183—218
- 高联达, 何卓生, 董凯琳, 1996. 塔里木盆地北部草2井早石炭世晚期孢子的发现及其意义. 中国区域地质, 3: 269—271
- Becker G, Bless M J M, StreeL M, Thorez J, 1974. Palynology and ostracode distribution in the Upper Devonian and basal Dinantian of Belgium and their dependence on sedimentary facies. Meded Rijks Geol. Dienst, N.S., 25(2): 9—99
- Caro-Moniez M, 1962. Sur un niveau spores du Dévonien supérieur du Sondage de Tournai (Belgique). Ann. Soc. Géol. du Nord, 82: 111—115
- Cowie J W, Bassett M G, 1989. IUGS 1989 global stratigraphic chart. Episodes, 12(2): supplement
- Clayton G, Coquel R, Doubinger J, Gueinn K J, Loboziak S, Owens B, StreeL M, 1977. Carboniferous miospores of western Europe: illustration and zonation. Meded. Rijks. Geo. Dienst, 29: 1—71
- Clayton G, Higgs K, Keegan J B, Sevastopulo G D, 1978. Correlation of the palynological zonation of the Dinantian of the British Isles. Palynologia, 1: 137—147
- Hacquebard P A, 1957. Plant spores in coal from the Horton Group (Mississippian) of Nova Scotia. Micropaleontology, 3(4): 301—324
- Higgs K, 1975. Upper Devonian and Lower Carboniferous miospore assemblages from Hook Head, County Wexford, Ireland. Micropaleontology, 21(4): 393—419
- Higgs K, Clayton G, Keegan J B, 1988. Stratigraphic and systematic palynology of the Tournaisian rocks of Ireland. Geol. Surv. Ire., Spec. Pap., 7: 1—99
- Kedo G I, 1955. Spores from the Middle Devonian of North Byelorussian S.S.R. Acad. Sci. B.S.S.R. Geol. Sci. Palaeont. Stratigr. Sbornik., 1: 5—59
- Kedo G I, 1957. Spores from the Supra-salt Devonian deposits of the Pripyat Depression and their stratigraphic significance. Rep. Palaeont. Stratigr. Byelorussion S.S.R., 2—45(in Russian)
- McGregor D C, Camfield M, 1976. Upper Silurian(?) to Middle Devonian spores of the Moose River Basin, Ontario. Geol. Surv. Can. Bull., 263: 1—63
- McGregor D C, Owens B, 1966. Devonian spores of eastern and northern Canada. Geol. Surv. Can. Pap., 66(30): 1—64
- Naumova S N, 1953. Spores and pollen assemblages of the Upper Devonian of the Russian Platfor and their stratigraphic significance. Trudy Inst. Geol. Nauk. Akad. NAUK. USSR, 143: 1—204 (in Russian)
- Owens B, 1971. Miospores from the Middle and early Upper Devonian rock of western Elizabeth Island, Arctic Archipelago. Geol. Surv. Can. Pap., 70(38): 1—157
- Richardson J B, McGregor D C, 1986. Silurian and Devonian spore zones of the old Red Sandstone continent and adjacent regions. Geol. Surv. Can. Bull., 364: 1—78
- Turnau E, 1978. Spore zonation of uppermost Devonian and Lower Carboniferous deposits of western Pomerania (N. Poland). Meded. Rijks Geol. Dienst., 30: 1—33
- Zhu Huaicheng, 1989. Palynology and biostratigraphy of Namurian A in Jingyuan of Gansu. C.R. 11th Int. Congr. Carb. Stratigr. Geo. (Beijing, 1987), 3: 211—227
- Zhu Huaicheng, 1993. A revised palynological subdivision of the Namurian of Jingyuan, northwest China. Rev. Palaeobot. Palynol., 77(2): 272—300
- Zhu Huaicheng, 1995. Namurian miospores from China and their correlation with Europe and North America. Rev. Palaeobot. Palynol., 89(3/4): 335—357

UPPER DEVONIAN SPORES FROM THE NORTH TARIM BASIN, NW CHINA

ZHU Huai-Cheng

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Key words Spores, Upper Devonian, Donghetang Formation, N. Tarim Basin

The present paper concerns chiefly with the Donghetang Formation of borehole Cao⁻², North Tarim Basin, with emphasis laid on the description and the age of the proposed spore zone from a palynological point of view. Seventy-three miospore taxa assigned to thirty-seven genera have been recognized, of which, 61 species of spores are illustrated in the plates, three species are described as new. Based on the quantitative and qualitative analyses of compositions of spore assemblages, a new spore zone, i. e. *Apiculiretusispora hunanensis*-*Ancyrospora furcula* (HF) zone is proposed to accommodate the miospores found from the Donghetang Formation.

The HF spore assemblage zone is dominated by three spore taxa (each over 10%): *Apiculiretusispora hunanensis* (Hou) Ouyang et Chen, *A. rarissima* Wen et Lu and *Spelaeotriletes radiatus* Zhu. Some species are frequent (3%–10%) in the zone: *Aneurospora tarimensis* Zhu, *Apiculiretusispora fructicosa* Higgs, *Auroraspora conia* Zhu, *A. corporiga* Higgs, Clayton et Keegan, *Spelaeotriletes spissus* sp. nov., *Cymbosporites bellus* Zhu, *C. tarimensis* Zhu, *Grandispora clandestina* Playford, *Punctatisporites debilis* Haquebard and *Retusotriletes planus* Dolby et Neves. The following spores are common (1%–3%): *Ancyrospora langii* (Taugourdeau-Lantz) Allen, *Apiculiretusispora nitida* Owens, *Auroraspora macra* Sullivan, *Geminosporea spongiata* Higgs, Clayton et Keegan, *Grandispora uniformis* Zhu, *Punctatisporites planus* Haquebard, *Raistrickia platyraphia* Zhu, *Retusotriletes incohatatus* Sullivan, *Rugospora* sp., *Tumulisporea ordinaria* Staplin et Jansonius, etc.

Comparison of the Late Devonian to Early Carboniferous miospore assemblages of western Europe with that of North Tarim Basin suggests that the HF zone of borehole Cao⁻² can be roughly correlated with the LL and LE zones of the Irish palynological zone

and the age of zone HF is Late Devonian. Although none of the spores are assignable to *Retispralepidophyta* (Kedo) Playford in the HF zone, the fact that twenty-seven common spore species, including *Retispora cassicula* (Higgs) Higgs et Russell, *Ancyrospora furcula* Owens, *A. involucra* Owens, *Diducites versabilis* (Kedo) Van Veen, *Knoxisporites literatus* (Waltz) Playford, *Apiculiretusispora hunanensis* (Hou) Ouyang et Chen, and *Grandispora gracilis* (Kedo) Strel, etc. recognised from both the present HF zone and the RL zone of the Qizilafu Formation of Sache County, SW Tarim Basin, the latter is believed to be a correlative of the Donghetang Formation and Late Devonian in age according to fossil plants *Leptophloeum rhombicum* Dawson, brachiopod *Cyrtospirifer* spp. and spores *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford in association with them, lends support to the present age determination. Besides, the Antiarchian fish fossils from the same horizons with the HF spore assemblage in borehole Cao⁻² (Wang, 1997) also indicates an age of Devonian.

DESCRIPTION OF NEW SPECIES

Genus *Spelaeotriletes* Neves et Owens, 1966***Spelaeotriletes spissus* sp. nov.**

(Plate II, figs. 10, 13)

Holotype Plate II, fig. 10.**Type locality** 5 992.24m, Donghetang Formation, Well Cao⁻², North Tarim Basin.**Diagnosis** Spores radial, trilete. Amb circular to subcircular. Laesurae distinct, straight or slightly sinuous, bordered by narrow and low labra. Laesurae about 3/4 of the spore radius in length and terminated in curvaturae perfectae. Exoexine 1.5–2.5 μm in thickness, distal surface and equator ornamented with fine to coarse grana and less commonly conical and small

spinae. Sculptural elements up to $2\mu\text{m}$ in width and height, discrete or fused to form short irregular shaped rugulae. Intexine distinct to obscure, thin, laevigate; outline almost conformable with amb, occupying $3/4$ or more of the total spore diameter and attached to the exoexine on the proximal surface only. One or two large concentric compression folds are normally present.

Dimensions Overall equatorial diameter $75(86.5)95\mu\text{m}$ and intexine diameter $58(67)75\mu\text{m}$ (based on 12 specimens), holotype $95(75)\mu\text{m}$.

Comparison The present species is closely similar to *Spelaeotriletes crustatus* Higgs (Higgs *et al.*, 1988, p. 73–74, pl. 13, figs. 8, 9.), but differs in having lower labra.

Occurrence Donghetang Formation, North Tarim Basin.

Genus *Spinozonotriletes* Hacquebard emend. Neves *et* Owens, 1966

Spinozonotriletes punctatus sp. nov.

(Plate I, figs. 4, 8)

Holotype Plate I, fig. 8.

Type locality 5 994.33m, Donghetang Formation, Well Cao-2, North Tarim Basin.

Diagnosis Trilete camerate miospores. Amb convexly triangular to rounded triangular. Laesurae indistinct to distinct, straight or slightly sinuous, accompanied by labra $2-5\mu\text{m}$ in height, extending to the equator of miospore. Exoexine $1.5-2.5\mu\text{m}$ in thickness, often infragranulate, and extended equatorially to form a flange or zona. Distal and equatorial regions ornamented with wide based spinae and galeae $5-12\mu\text{m}$ in basal diameter and height, straight or curved, discrete or fused. Proximal surface is laevigate to granulate with a few low verrucae. Intexine $1-2\mu\text{m}$ in thickness, distinct, laevigate to granulate, outline approximately conformable with amb; diameter $3/4$ of the spore diameter, attached to the exoexine on both the proximal and distal surfaces. Large concentric band-like thickening is present along the proximally attached line of exoexine and intexine.

Dimensions Overall equatorial diameter $77(82.7)87\mu\text{m}$ (based on 5 specimens), holotype $77\mu\text{m}$.

Comparison *Spinozonotriletes punctatus* sp. nov. is similar to *S. saurotus* Higgs, Clayton *et*

Keegan (1988, p. 77–78, pl. 15, figs. 1–3, 7) in having infragranulate ornaments, but differs from the later by its characteristic equatorial band-like thickening.

Occurrence Donghetang Formation, North Tarim Basin.

Spinozonotriletes tarimensis sp. nov.

(Plate IV, figs. 1, 5)

Holotype Plate IV, fig. 5.

Type locality 5 993.92m, Donghetang Formation, Well Cao-2, North Tarim Basin.

Diagnosis Trilete camerate miospores. Amb rounded triangular to subcircular. Laesurae indistinct to distinct, straight or slightly sinuous, bordered by distinct labra $3-7\mu\text{m}$ in height, extending to the equatorial margin. Exoexine $2-3\mu\text{m}$ in thickness, laevigate or punctate, extended equatorially to form a flange or zona, $7-12\mu\text{m}$ in width. Distal and equatorial regions ornamented with wide based spinae, discrete, $3-8\mu\text{m}$ in basal width, $3-12\mu\text{m}$ in height, straight or curved. Proximal surface is granulate to verrucate. Intexine $1-2\mu\text{m}$ in thickness, thin, outline approximately conformable with amb; diameter $3/4$ or more of the spore diameter, attached to the exoexine on both the proximal and distal surfaces. Large concentric band-like thickening is present along the proximally attached line of exoexine and intexine.

Dimensions Overall equatorial diameter $70(76)85\mu\text{m}$ (based on 5 specimens), holotype $73\mu\text{m}$.

Comparison The present species is distinguished from *S. uncatatus* Hacquebard by its shorter processions and from *S. punctatus* sp. nov. by its laevigate to punctate exoexine rather than infragranulate exoexine.

Occurrence Donghetang Formation, North Tarim Basin.

图版说明

所有照片未经任何润饰,除注明放大倍数外,均放大 500 倍;标本采自塔里木盆地北部草 2 井岩芯;说明栏为玻片号,井深,照相号和放大倍数;玻片存放于中国科学院南京地质古生物研究所。

图版 I

1. *Retusotriletes rotundus* (Streel) Streel

- CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940127。
2. *Retusotriletes triangulatus* (Streel) Streel
CH2-17.43/113(3), 5 992.24m, 940332。
- 3,5. *Punctatisporites planus* Hacquebard
3. CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940131。
5. CH2-17.55/113(5), 5 993.92m, 940237。
- 4,8. *Spinozonotriletes punctatus* sp. nov.
4. CH2-17.43/113(3), 5 992.24m, 940326。
8. CH2-17.58/113(2), 5 994.33m, 940429 (holotype)。
- 6,7. *Punctatisporites debilis* Hacquebard
6. CH2-17.43/113(4), 5 992.24m, 940337。
7. CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940125。
- 9,10. *Apiculiretusispora rarissima* Wen et Lu
9. CH2-17.55/113(1), 5 993.92m, 940108。
10. CH2-17.55/113(1), 5 993.92m, 940111。
11. *Retusotriletes planus* Dolby et Neves
CH2-17.55/113(5), 5 993.92m, 940233。
12. *Retusotriletes incohtus* Sullivan
CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940127。
13. *Cymbosporites bellus* Zhu
CH2-17.55/113(5), 5 993.92m, 940235。
- 14,15. *Apiculiretusispora hunanensis* (Hou) Ouyang et Chen
14. CH2-17.55/113(1), 5 993.92m, 940112。
15. CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940120。
- 16,24. *Cymbosporites tarimensis* Zhu
16. CH2-17.58/113(6), 5 994.33m, 940518。
24. CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940136。
17. *Densosporites* sp.
CH2-17.43/113(2), 5 992.24m, 940311。
18. *Dictyotriletes famenensis* Naumova
CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940128。
- 19,23. *Verrucosisporites papulosus* Hacquebard
19. CH2-17.58/113(1), 5 994.33m, 940428。
23. CH2-17.58/113(7), 5 994.33m, 940524。
20. *Convolutispora* sp.
CH2-17.58/113(2), 5 994.33m, 940431。
- 21,25. *Raistrickia retiformis* Zhu
21. CH2-17.58/113(7), 5 994.33m, 940528。
25. CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940130。
22. *Verrucosisporites scurrus* (Naumova) McGregor et Camfield
CH2-17.43/113(5), 5 992.24m, 940413。
26. *Apiculiretusispora fructicosa* Higgs
CH2-17.55/113(3), 5 993.92m, 940201。

图 版 II

1. *Auroraspora hyalina* (Naumova) Streel
CH2-17.43/113(2), 5 992.24m, 940318。
2. *Geminospore spongiata* Higgs, Clayton et Keegan
CH2-17.43/113(5), 5 992.24m, 940418。
3. *Stenozonotriletes pumilus* (Waltz) Naumova
CH2-17.58/113(4), 5 994.33m, 9400436。
4. *Stenozonotriletes robustus* Zhu
CH2-17.43/113(5), 5 992.24m, 940414。
5. *Stenozonotriletes cuspersus* Naumova
CH2-17.55/113(5), 5 993.92m, 940304。

- 6,7. *Auroraspora conia* Zhu
6. CH2-17.55/113(3), 5 993.92m, 940214。
7. CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940135。
8. *Auroraspora macra* Sullivan
CH2-17.43/113(3), 5 992.24m, 940321。
- 9,11. *Auroraspora corporiga* Higgs, Clayton et Keegan
9. CH2-17.55/113(3), 5 993.92m, 940218。
11. CH2-17.55/113(1), 5 993.92m, 940106。
- 10,13. *Spelaeotriletes spissus* sp. nov.
10. CH2-17.43/113(5), 5 992.24m, 940413 (holotype)。
13. CH2-17.55/113(1), 5 993.92m, 940101。
12. *Gorgonispore crassa* (Winslow) Higgs, Clayton et Keegan
CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 990109, ×600。
14. *Apiculiretusispora nitida* Owens
CH2-17.58/113(4), 5 994.33m, 940437。
15. *Apiculiretusispora* cf. *microechinata* Owens
CH2-17.43/113(3), 5 992.24m, 940323。
16. *Apiculiretusispora fructicosa* Higgs
CH2-17.55/113(3), 5 993.92m, 940205。
17. *Stenozonotriletes solidus* Ouyang et Chen
CH2-17.43/113(3), 5 992.24m, 940334。
18. *Apiculiretusispora granulata* Owens
CH2-17.55/113(5), 5 993.92m, 940303。

图 版 III

1. *Grandispora clandestina* Playford
CH2-17.58/113(4), 5994.33m, 940505。
- 2,3. *Spelaeotriletes radiatus* Zhu
2. CH2-17.55/113(1), 5 993.92m, 940116。
3. CH2-17.55/113(1), 5 993.92m, 940104。
4. *Corbulispora cancellata* (Waltz) Bharadwaj et Venkatachala
CH2-17.55/113(5), 5 993.92m, 940301。
- 5,8. *Foveosporites distinctus* Zhu
5. CH2-17.58/113(6), 5 994.33m, 940520。
8. CH2-17.58/113(5), 5 994.33m, 940511。
6. *Auroraspora macra* Sullivan
CH2-17.58/113(6), 5 994.33m, 940516。
7. *Cymbosporites bellus* Zhu
CH2-17.43/113(2), 5 992.24m, 940309。
9. *Cymbosporites tarimensis* Zhu
CH2-17.55/113(4), 5 993.92m, 940227。
10. *Grandispora uniformis* Zhu
CH2-17.58/113(5), 5 994.33m, 940514。
11. *Dictyotriletes cancellothyris* (Waltz) Zhu
CH2-17.58/113(5), 5 994.33m, 940512。
12. *Spelaeotriletes crustatus* Higgs
CH2-17.55/113(5), 5 993.92m, 940236。
- 13,14. *Cymbosporites magnificus* (McGregor) McGregor et Camfield
13. CH2-17.55/113(2), 5 993.92m, 940126。
14. CH2-17.55/113(4), 5 993.92m, 940219。
15. *Leiozonotriletes laurelensis* Balme et Hassell
CH2-17.58/113(4), 5 994.33m, 940503。
16. *Corystisporites costatus* Higgs, Clayton et Keegan
CH2-17.43/113(2), 5 992.24m, 940320。
- 17,18. *Tumulispore ordinaria* Staplin et Jansonius

17. CH2-17•55/113(2), 5 993.92m, 940132。
18. CH2-17•58/113(4), 5 994.33m, 940508。

16. CH2-17•43/113(2), 5 992.24m, 940310。
17. CH2-17•43/113(3), 5 992.24m, 940329。

图版 IV

- 1, 5. *Spinozonotriletes tarimensis* sp. nov.
1. CH2-17•43/113(5), 5 992.24m, 940416。
5. CH2-17•55/113(3), 5 993.92m, 940216 (holotype)。
2. *Knoxisporites* cf. *triradiatus* Hoffmeister, Staplin et Malloy
CH2-17•58/113(5), 5 994.33m, 940427。
3, 4. *Raistrickia platyraphia* Zhu
3. CH2-17•55/113(3), 5 993.92m, 940208。
4. CH2-17•55/113(5), 5 993.92m, 940234。
6. *Tumulispora ordinaria* Staplin et Jansonius
CH2-17•55/113(4), 5 993.92m, 940225。
7. *Knoxisporites literatus* (Waltz) Playford
CH2-17•43/113(1), 5 992.24m, 940308。
8. *Vallatisporites solidus* Zhu
CH2-17•55/113(2), 5 993.92m, 940133。
9. *Grandispora gracilis* (Kedo) Strel
CH2-17•43/113(1), 5 992.24m, 940307。
10. *Grandispora cornuta* Higgs
CH2-17•58/113(5), 5 994.33m, 940424。
11, 12. *Vallatisporites elegans* Zhu
11. CH2-17•58/113(7), 5 994.33m, 940529。
12. CH2-17•55/113(3), 5 993.92m, 940206。
13. *Ancyrospora ampulla* Owens
CH2-17•43/113(4), 5 992.24m, 940335。
14, 15. *Ancyrospora involucre* Owens
CH2-17•43/113(2), 5 992.24m. 14. 940312, 近极面观; 15.
940313, 远极面观。
16, 17. *Ancyrospora langii* (Taugourdeau-Lantz) Allen

图版 V

- 1—3. *Retispora cassicula* (Higgs) Higgs et Russell
CH2-17•55/113(2), 5 993.92m, ×600. 1. 近极面观, 990111;
2. 远极面观, 990110; 3. 赤道面观, 990113。
4. *Ancyrospora langii* (Taugourdeau-Lantz) Allen
CH2-17•55/113(3), 5 993.92m, 940211。
5, 6, 9. *Ancyrospora furcula* Owens
5. CH2-17•43/113(4), 5 992.24m, 940400。
6. CH2-17•43/113(5), 5 992.24m, 940411。
9. CH2-17•55/113(4), 5 993.92m, 940223。
7. *Raistrickia platyraphia* Zhu
CH2-17•55/113(2), 5 993.92m, 940121。
8, 14. *Hystricosporites triangulus* Zhu
8. CH2-17•43/113(4), 5 992.24m, 940406。
14. CH2-17•55/113(5), 5 993.92m, 940302。
10, 11. *Ancyrospora baculata* Zhu
10. CH2-17•55/113(5), 5 993.92m, 940231。
11. CH2-17•55/113(4), 5 993.92m, 940228。
12. *Latosporites* sp.
CH2, 5 992.85m, 930218。
13. *Punctatosporites* sp.
CH2, 5 992.85m, 930217。
15. *Dibolisporites bulbiformis* Zhu
CH2-17•43/113(5), 5 992.24m, 940412。
16, 17. *Gorgonispora crassa* (Winslow) Higgs, Clayton et Keegan
16. CH2, 5 992.85m, 930235。
17. CH2, 5 992.85m, 930236。

