

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

新疆准噶尔盆地南缘郝家沟组和八道湾组底部 孢粉组合及三叠系—侏罗系界线

卢远征^{1, 2)}, 邓胜徽²⁾

1) 中国地质大学, 北京, 100083; 2) 中国石油勘探开发研究院, 北京, 100083

内容提要:新疆乌鲁木齐郝家沟剖面郝家沟组及八道湾组底部的孢粉分为3个组合。即郝家沟组的 *Alisporites-Chordasporites-Chasmatosporites* 组合和 *Aratrisporites-Alisporites-Chasmatosporites* 组合以及八道湾组底部的 *Asseretospora-Dictyophyllidites-Cycadopites* 组合。前两个组合主要由常见或仅见于三叠系的属种组成, 时代属于晚三叠世无疑; 后一组合中前期分子大量消失, 蕨类孢子迅速崛起, 反映植物群出现显著变化, 其中常见和仅见于晚三叠世的分子不复存在, 主要成分为晚三叠世到侏罗纪常见的分子, 具有晚三叠世到早侏罗世的过渡特点, 时代趋向于早侏罗世。因此, 本文提出三叠系—侏罗系的界线划在郝家沟组之顶是合适的。

关键词:郝家沟组; 八道湾组; 孢粉组合; 三叠系—侏罗系界线; 新疆

我国北方三叠系和侏罗系主要为陆相沉积。大多数地区侏罗系底部往往存在不整合或沉积间断, 界线比较清楚, 但在部分地区上三叠统一侏罗统为连续沉积, 两者界线位置及相关地层时代往往长期存在争议(袁复礼, 1956; 杨遵仪等, 1982; 杨基瑞等, 1982; 张璐瑾, 1983), 如: 准噶尔盆地南缘郝家沟组和八道湾组、塔里木盆地库车坳陷塔里奇克组和阿合组、宁夏六盘山盆地窑山组、北京西山的杏石口组以及河南济源盆地谭庄组等。

塔里木盆地阿合组时代主要意见为早侏罗世(斯行健等, 1962; 刘兆生, 1998), 但也有人认为是晚三叠世(Zhang, 1980)。据植物、叶肢介和双壳类化石, 塔里奇克组的上部应划入早侏罗世(吴舜卿, 1995), 而据孢粉(刘兆生, 1998, 2003)和大孢子(张义杰等, 2003)则被划归上三叠统。宁夏六盘山盆地一套含煤地层原归入中侏罗统延安组, 其中的叶肢介和双壳类等反映了早侏罗世的特点, 而植物化石和孢粉反映为晚三叠世的面貌(邓胜徽等, 1998; 傅智雁等, 1998)。

准噶尔盆地南缘上三叠统到下侏罗统连续出露, 自下而上划分为黄山街组、郝家沟组、八道湾组和三工河组。三叠系—侏罗系界线的位置存在较大

争议, 主要牵涉到对郝家沟组和八道湾组的认识。张璐瑾(1983)根据孢粉认为八道湾组属于晚三叠世, 并认为三工河组也属于三叠系(张璐瑾, 2000), 但多数研究人员认为至少八道湾组中部以上应属于早侏罗世(王思恩等, 1985, 2000; 邓胜徽等, 2000, 2003)。在修订版《中国地层指南及中国地层指南说明书》中, 八道湾和三工河被定为中国下侏罗统陆相阶的阶名(全国地层委员会, 2001)。

在“九五”期间, 中国石油天然气集团公司组织开展了“中国北方侏罗系划分、对比研究”的重点项目, 对中国北方地区的上百条侏罗系剖面进行了系统研究(邓胜徽等, 2003)。对郝家沟剖面进行了详细的测制和系统的古生物研究工作, 在郝家沟组的中下部出现了晚三叠世的标准植物 *Danaeopsis*, 其时代为晚三叠世无异议; 虽在郝家沟组上部到八道湾组下部的层段也发现了多门类的化石, 但对于三叠系与侏罗系的界线不同化石门类研究者的观点存在分歧。其中, 叶肢介、双壳类及大孢子化石反映了早侏罗世的特点, 植物化石呈现晚三叠世最晚期至早侏罗世最早期的过渡色彩, 而孢粉则表现为晚三叠世(张义杰等, 2003), 但任何门类都还不能确切地划定三叠系—侏罗系的界线, 因此, 这一界线成了一个

注: 本文为国家自然科学基金项目(编号 40372021)、中国国土资源部地调局、地层委员会和中国科学院知识创新工程项目(编号 KZCX2-SW-129)资助的成果。

收稿日期: 2004-05-28; 改回日期: 2004-10-08; 责任编辑: 王思恩。

作者简介: 卢远征, 1976年生。2001年毕业于中国石油勘探开发研究院研究生部, 2003年在中国地质大学攻读博士学位, 主要从事孢粉学和地层学研究。Email: Luyz@petrochina.com.cn。

遗留问题。

最近,笔者对新疆地区陆相三叠系—侏罗系界线开展了专项研究,对乌鲁木齐郝家沟剖面进行了补充采样和进一步的孢粉分析工作(图 1)。本文即是这一工作的初步结果。本次研究工作集中于郝家沟组中上部到八道湾组底部。在郝家沟组中上部建立了 *Alisporites-Chordasporites-Chasmatosporites* 和 *Aratrisporites-Alisporites-Chasmatosporites* 组合,在八道湾组底部建立了 *Asseretospora-Dictyophyllidites-Cycadopites* 组合。其中,后一个组合在组成上发生了显著的变化,在前两个组合中出现的三叠纪特征分子没有延续到该组合中,而蕨类孢子突发性增加,优势分子也不相同。据此认为孢粉植物群存在显著变化。这一蕨类孢子突发性增多与北美 Newark 盆地三叠系—侏罗系界线之上蕨类孢子含量峰值的特点类似(Olsen et al., 2002),表明三叠系—侏罗系界线在第二和第三组合之间,也即相当于郝家沟组和八道湾组之间。

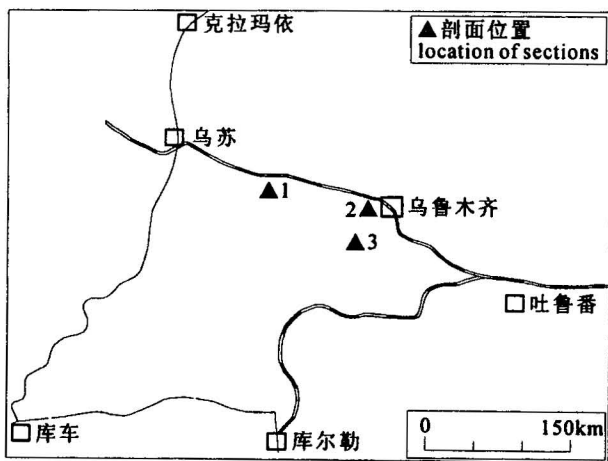


图 1 新疆准噶尔盆地南缘郝家沟剖面位置图

Fig. 1 Map showing the location of Haojiagou section

1—玛纳斯河剖面;2—西山剖面;3—郝家沟剖面

1—Manasi river section;2—Xishan section;3—Haojiagou section

1 地层简述

据新疆石油勘探开发研究院的实测资料(张义杰等,2003),乌鲁木齐郝家沟剖面上三叠统到八道湾组为一套河流沼泽相为主的含煤地层,主要岩性特征简述如下(图 2):

上覆地层 下侏罗统三工河组(J_1s)

——整合——

下侏罗统八道湾组(J_1b)

753.7 m

78~102 层:河流相含煤沉积序列,浅黄绿、灰

绿色厚层中粗粒砂岩与细、粉砂岩及深灰色泥岩、粉砂质泥岩不等厚互层,夹黑色炭质泥岩和煤层;产丰富的植物、孢粉、叶肢介和双壳类化石。其中植物化石为 *Cladophlebis-Coniopteris gaojiantianensis* 组合

381.45 m

73~77 层:湖泊相或湖泊—三角洲相沉积,下部较细,为暗色泥岩、含砾泥岩夹深灰绿色泥质细、粉砂岩及薄层泥灰岩;向上逐渐变粗,以灰绿、黄绿细砂岩、泥质粉砂岩为主夹深灰色粉砂质泥岩和薄层泥灰岩;顶部出现少量中粗粒砂岩和炭质泥岩。产双壳类 *Unio* 和 *Waagenoperma* 等

122.36 m

52~72 层:河流相含煤沉积序列,由灰白、浅灰绿色砾岩,浅黄绿、灰绿色中粗粒砂岩与灰绿、黄绿色细、粉砂岩组成多个旋回,每个旋回上部夹炭质泥岩、煤层;产植物,孢粉及大孢子化石,其中植物有: *Cladophlebis* sp., *Clathropteris elegans*, *Ginkgoites sibiricus*, *Baiera* sp., *Sphenobaiera longifolia*, *Sph.* sp., *Czekanowskia* sp.

249.89 m

51 层:浅灰绿—灰白色砾岩与灰绿—黄绿色砂岩、粉砂岩互层夹深灰色炭质粉砂岩,构成 6 个岩性正旋回。产植物 *Neocalamites* sp., *Clathropteris elegans*, ? *Schizolepis* sp., *Podozamites* sp., *Phyllocladopsis* cf. *heterophylla*, *Cladophlebis* sp., *Todites princeps*

18.96 m

50 层:底部为灰绿色块状砾岩,具大型交错层理;上部灰黄绿色粉砂岩、深灰—灰黑色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩

4.52 m

49 层:底部灰绿色砾岩,砂泥质胶结;上部为深灰绿色粉砂质泥岩、薄层细粉砂岩夹灰绿色粗砂岩及褐红色—紫红色泥岩条带,红色泥岩条带横向不稳定

9.08 m

46~48 层:由三个正旋回组成,每个旋回的底部为浅灰绿色砾岩,上部为浅灰绿色细—粉砂岩、粉砂质泥岩。砾岩钙质胶结,局部砂泥质胶结,具大型交错层理,底面具冲刷构造,砾石分选磨圆均较差,杂基支撑结构,平均砾径 1 cm,最大可达 5 cm

8.02 m

45 层:由底部灰白、浅灰绿色砾岩、含砾粗砂岩,上部灰白色炭质泥岩、深灰色炭质细粉砂岩、灰黑色炭质泥岩夹煤线组成两个岩性正旋回。产植物: *Desmiophyllum* sp., *Podozamites* sp.

3.8 m

——整合——

上三叠统郝家沟组(T_3hj)

521.83 m

44 层:由黄绿色—灰绿色砾岩、含砾粗砂岩及

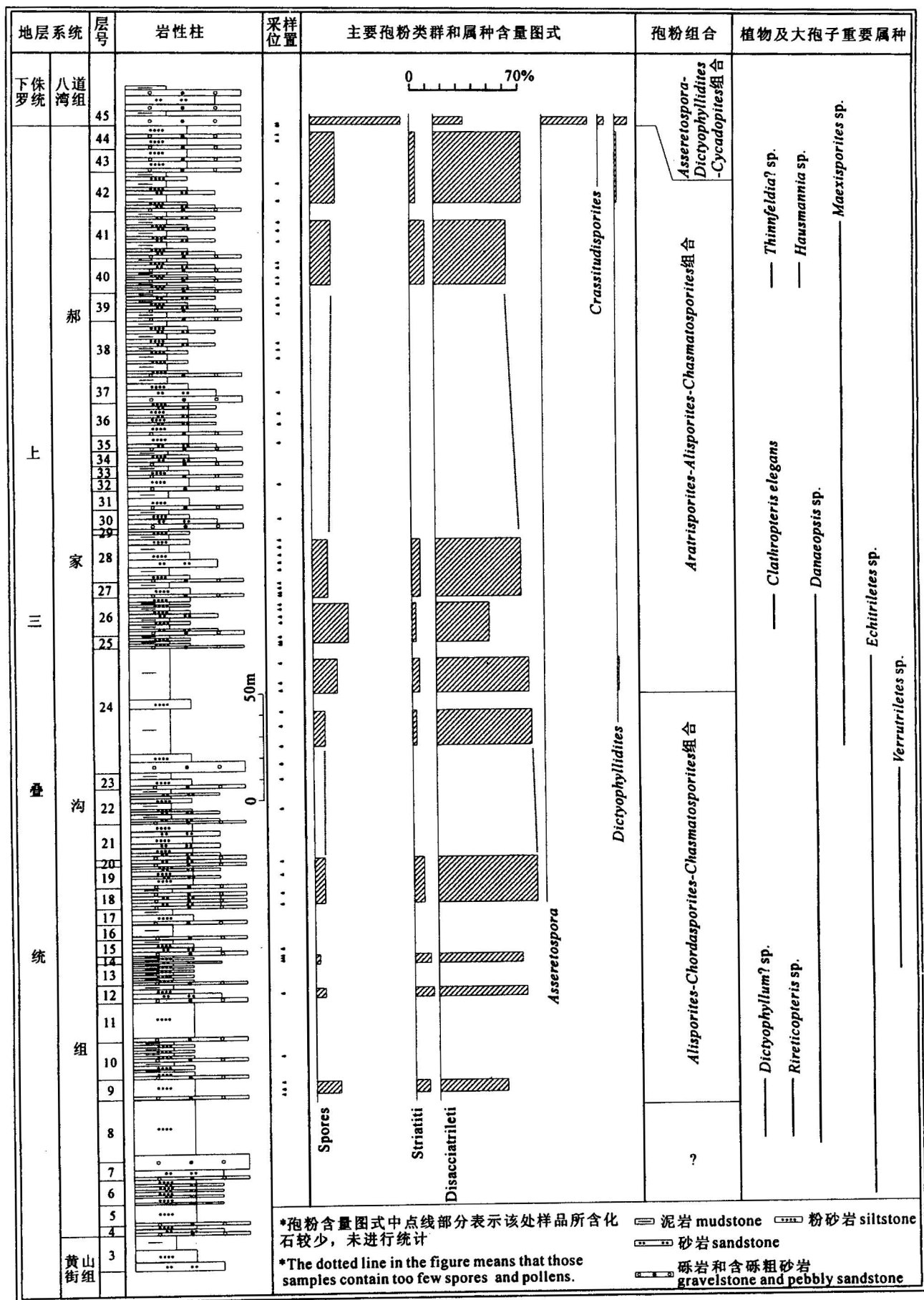


图2 郝家沟剖面郝家沟组—八道湾组底部综合柱状图(据张义杰等,2003资料改绘)

Fig.2 Column of the Haojiagou—Badaowan Formations (lithostratigraphic data from Zhang et al. , 2003)

灰绿色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩组成两个正旋回,上部夹褐色菱铁矿,顶部夹灰黑色炭质泥岩及煤线,富含芦木化石 11.03 m

41~43 层:由浅灰绿色—黄绿色细砾岩、含砾粗砂岩与灰绿色砂岩、粉砂岩,深灰色炭质粉砂岩、炭质泥岩组成 9 个岩性正旋回,夹褐色铁质砂岩与薄煤层。产大孢子 *Trileites* sp., *Maexisporites* sp.

51.49 m

40 层:底部为黄绿色厚层状中砾岩,上部由浅黄褐色薄层铁质砂岩,浅灰绿色砂岩与灰绿色粉砂岩、灰黑色炭质泥岩组成 3 个正旋回,中部夹煤线。含叶肢介: *Palaeonlimnadia* aff. *baitianbaensis*, *Euestheris* cf. *taniiformis*, 双壳类: *Ferganoconcha*? sp.; 植物: *Cladophlebis* sp., *Sphenopteris* sp., *Podozamites* sp., *Thinnfeldia*? sp., *Pityophyllum* sp., *Hausmannia* sp. 等 16.33 m

29~39 层:灰黄—黄绿色砂砾岩与深灰色粉砂岩、灰黑色炭质泥岩不等厚互层,夹褐色铁质砂岩、菱铁矿、煤线或薄煤层。产大孢子 *Maexisporites* sp., *Trileites murrayi* 113.87 m

27~28 层:下部以灰绿色砾岩为主,夹深灰色炭质粉砂岩、炭质泥岩及菱铁矿、褐煤层,富含植物碎屑;中部为灰黑色炭质粉砂岩、炭质泥岩夹菱铁矿及褐煤线;上部由灰绿—灰白色砂岩、深灰—灰黑色炭质泥岩、炭质粉砂岩夹煤层组成两个岩性旋回。产植物 *Neocalamites* sp., *Cladophlebis haiburnensis*, *Cl.* sp., *Sphenobaiera* sp., *Nilsoniopteris* sp., *Ginkgoites* sp., *Phoenicopsis angustifolia*, *Podozamites* sp.; 大孢子: *Trileites murrayi* 29.75 m

26 层:底部为黄绿色厚层砾岩,铁质胶结,风化面呈黄褐色;中部由灰绿色砂岩、褐色铁质砂岩与深灰色炭质粉砂岩、灰黑色炭质泥岩及煤层组成 4~5 个岩性旋回;顶部为灰绿色泥质砂岩、深灰色粉砂质泥岩夹菱铁矿透镜体。产植物: *Danaeopsis* sp., *Clathropteris elegans*, *Cladophlebis* sp., *Podozamites* sp., *Neocalamites* sp. 等; 大孢子: *Bacutritiles* sp., *Maexisporites* sp. 18.46 m

23~25 层:由灰绿色砾岩,灰黑色炭质粉砂岩、炭质泥岩组成多个旋回,夹黄绿—浅灰绿色砂砾岩透镜体、菱铁矿及煤层,煤层自下而上增多变厚。产植物: *Podozamites* sp., *Cladophlebis* sp., *Sphenopteris* sp.; 大孢子: *Echitritiles hispidus*, *Echitritiles* sp., *Erlansoniopites sparasis*, *Horstisporites* sp., *Aneuletes* sp., *Trileites murrayi*,

Hughesisporites gibbsus, *maexisporites* sp. 72.23 m

4~22 层:由黄绿色、灰绿色厚层状砾岩、含砾粗砂岩、砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩组成多个旋回,除夹少量灰黑色炭质泥岩和煤线外基本不含厚煤层。产植物: *Danaeopsis fecunda*, *D.* sp., *Dictyophyllum*? sp., *Rireticopteris* sp., *Cladophlebis ichunensis*, *Cl. nebbensis*, *Cl. paralobifolia*, *Cl. shensiensis*, *Cl.* sp., *Sphenopteris chowkiawanensis*, *Sph.* sp., *Neocalamites* sp., *Czekanowskia*? sp., *Ferganiellac.* *urjanchaica*, *Pityophyllum longifolium*, *Podozamites lanceolatus*, *P.* sp. 208.67 m

整合

下伏地层:上三叠统黄山街组(T₃h)

1~3 层:深灰色泥岩、粉砂质泥岩与浅灰绿色粉砂岩、细砂岩互层,夹薄层菱铁矿。产植物: *Cladophlebis* sp., *Sphenopteris* sp., *Carpolitus* sp., *Neocalamites* sp., *Dictyophyllum* sp., *Podozamites* sp.; 昆虫 *Hadeocoleodes* sp. 23.48 m

未见底

2 孢粉组合特点及其时代

郝家沟剖面孢粉属种计有 86 属 181 种,表 1 示各类群和重要属种的百分含量。其中,对确定组合时代作用不大的部分松柏科双气囊花粉已经合并到 *Paleo-coniferae* 和 *Disacciatrileti* indet. 两个类群中。

根据优势分子的不同和重要分子的出现与否,郝家沟组—八道湾组底部的孢粉化石可以划分为以下三个组合。

2.1 *Alisporites*-*Chordasporites*-*Chasmatosporites* 组合

产于郝家沟组下部(9~23 层)。

(1) 组合特点:以裸子植物花粉占绝对优势(90.8%),蕨类植物孢子稀少(6.2%),疑源类少量出现(3.0%)为特征。其中蕨类植物孢子中常见 *Aratrisporites* 属(1.8%)和 *Densoisporites chinensis* (0.67%),个别出现 *Deltoidospora*, *Polycingulatisporites*, *Kraeuselisporites*, *Limatulasporites* 等。裸子植物花粉中以松柏科双气囊花粉占最多(50%以上),其中代表分子为 *Alisporites* (15.5%), *Piceapollenites* 等,个别还出现 *Quadraeculina*。具肋纹双囊粉含量为 9.2%左右,包括 *Chordasporites*, *Taeniaesporites*, *Striatopodocarpites* 等。有沟类花粉 *Chasmatosporites* 和 *Cycadopites* 的含量分别达到 10.5%和 9.3%之多,个别还出现有 *Bharadwajapollenites*。单气囊类和无口器类较少,单气囊花粉包括

表 1 郝家沟剖面主要孢粉类型的含量(%)

Table 1 Chart(%) showing distribution of genera or species from Haojiagou section

属 种 名 单	层位			属 种 名 单	层位		
	9~23 层	24~44 层	45 层		9~23 层	24~44 层	45 层
Sum of Spores	6.18	15.29	59.16	<i>Dictyophyllidites junggarensis</i>	1.02		
<i>Asseretospora scanicus</i>			6.12	<i>Dictyophyllidites</i> sp.			5.10
<i>Asseretospora gyrata</i>	0.17		7.14	<i>Plicifera</i> sp.			1.02
<i>Asseretospora parva</i>		0.18	2.04	<i>Biretisporites lavigatus</i>			1.02
<i>Asseretospora</i> sp.	0.17		14.28	<i>Calamospora</i> sp.			1.02
<i>Crassitudisporites</i>		4.08		<i>Cyathidites minor</i>		0.35	1.02
<i>Annulispora</i> sp.			1.02	<i>Cyathidites</i> sp.		0.35	1.02
<i>Cingulatisporites circulator</i>		0.18		<i>Deltoidospora</i>	0.33	0.70	1.02
<i>Polycingulatisporites</i> sp.	0.33			<i>Leiotriletes</i> sp.	0.33	0.35	1.02
<i>Duplexisporites</i> sp.	0.17	0.18	1.02	<i>Punctatisporites</i>	0.17	0.35	
<i>Auritulinaspores</i> sp.		0.18		<i>Sphagnumsporites</i>		0.35	
<i>Concavisporites aequalis</i>	0.17			<i>Osmundacidites speciosus</i>			1.02
<i>Concavisporites bohemiensis</i>			1.02	<i>Todisporites</i> sp.		0.35	
<i>Concavisporites toralis</i>		0.35	1.02	<i>Apiculatisporis</i>	0.17	0.18	
<i>Concavisporites</i> sp.		0.35	1.02	<i>Cyclogranisporites</i>	0.17	0.88	
<i>Dictyophyllidites harrisii</i>	0.17	0.35	2.04	<i>Verrucosiporites</i>	0.17	0.88	1.02
<i>Granulatisporites</i>	0.33	0.35	1.02	<i>Indusiisporites convolutus</i>	0.17		
<i>Converrucosiporites</i> sp.		0.53		Sum of Striatiti	9.18	5.45	
<i>Lophotriletes sparsus</i>		0.18		<i>Chordasporites australis</i>	0.33	0.36	
<i>Lunzisporites pallidus</i>		0.18		<i>Chordasporites</i> sp.	6.34	3.87	
<i>Densisporites chinensis</i>	0.67			<i>Striatopodocarpites</i> sp.	0.33		
<i>Densisporites velatus</i>		0.18		<i>Colpectopollis</i> sp.	0.17		
<i>Densisporites</i> sp.	0.17	0.35		<i>Hamiaipollenites bullaeformis</i>	0.17		
<i>Stenozonotriletes</i>			1.02	<i>Lueckisporites tatoensis</i>		0.18	
<i>Propterisipora sparsus</i>			1.02	<i>Protohaplexypinus</i> sp.		0.18	
<i>Kraeuselisporites</i>	0.33	0.35		<i>Taeniaesporites quadratus</i>	0.67	0.18	
<i>Triassisporis roeticus</i>		0.18		<i>Taeniaesporites</i> sp.	1.17	0.71	
<i>Limatulasporites</i>	0.17			Sum of Monosaccites	1.84	1.05	
<i>Cardargasporites</i>	0.17			<i>Callialasporites</i> sp.	0.50	0.35	1.02
<i>Lycopodiacidites</i>		0.71		<i>Cordaitina</i> sp.	0.17	0.18	
<i>Lycopodiumsporites</i>		0.35		<i>Endosporites</i> sp.	0.33	0.18	
<i>Aratrisporites granulatus</i>	0.17	0.70		<i>Junggaresporites</i>		0.18	
<i>Aratrisporites</i> sp.	1.50	2.29		<i>Remysporites</i> sp.	0.83		
<i>Laevigatosporites</i> sp.		0.70		<i>Walchites</i> sp.		0.18	
<i>Marattisporites scabratus</i>		1.23		Sum of Plicates	21.04	20.21	12.25
<i>Thymospora</i> sp.		0.18		<i>Chasmatosporites apertus</i>	1.84	1.58	
Sum of Disaccitrileti	55.26	50.97	19.38	<i>Chasmatosporites feveolatus</i>		0.53	1.02
<i>Alisporites australis</i>	0.33	1.41		<i>Chasmatosporites hiaus</i>	0.17		1.02
<i>Alisporites equalis</i>	0.17	0.53		<i>Chasmatosporites major</i>	0.33	0.88	1.02
<i>Alisporites toralis</i>	0.50	0.35		<i>Chasmatosporites minor</i>	2.84	1.58	
<i>Alisporites nuthallensis</i>	0.17	0.35		<i>Chasmatosporites triangularis</i>	1.67	1.23	
<i>Alisporites parvus</i>	1.67	0.53	2.04	<i>Chasmatosporites</i> sp.	3.67	4.39	2.04
<i>Alisporites</i> sp.	12.69	6.68	1.02	<i>Cycadopites</i>	9.34	8.44	7.14
<i>Klausipollenites tenuicorpus</i>	0.17	0.18		<i>Bharadwajapollenites fusiiformis</i>	0.17	0.36	
<i>Disaccitrileti</i> indent.	32.08	29.2	13.26	<i>Bharadwajapollenites</i> sp.	0.50	0.88	
<i>Palaeo Coniferae</i>	6.51	8.44	3.06	<i>Marsupipollenites wuchangensis</i>		0.18	
<i>Quadraeculina cibisis</i>		0.18		Sum of Other	6.51	7.03	9.18
<i>Quadraeculina ordinata</i>		0.35		<i>Eridosporites</i> sp.	0.33	0.18	
<i>Quadraeculina limbata</i>		0.18		<i>Inaperturopollenites</i>	0.33	0.54	
<i>Quadraeculina</i> sp.	0.33	1.58	1.02	<i>Ovalipollis</i>	0.17		
<i>Tetrasaccus</i> sp.	0.33	0.18		<i>Psophosphaera</i>	2.51	1.23	
<i>Vesicaspora</i> sp.	0.17	0.70					

Cordaitina, *Callialasporites*, *Endosporites* 及 *Remysporites*, 尽管是个别出现, 但值得注意; 无口器类主要包括 *Psophosphaera*, *Spheripollenites* 等中生代常见类型。还有个别的 *Eridosporites*, *Indusiisporites convolutus* 和 *Ovalipollis ovalis*。

(2) 时代讨论: 具肋纹双气囊类的组成在三叠纪有较大变化。一般来说, 下三叠统大量出现 *Taeniaesporites*, 而不含 *Chordasporites*; 而在中、上三叠统, *Chordasporites* 属成为具肋纹双囊粉类的主要类型。如在塔里木盆地库车坳陷下三叠统俄霍布拉克组含 29.6% 的 *Taeniaesporites* 属, 未见 *Chordasporites*, 而中、上三叠统中 *Taeniaesporites* 的含量仅有 0.48%~1.48%, 同时出现少量 *Chordasporites* (刘兆生, 2003)。在准噶尔盆地小泉沟剖面 *Chordasporites* 也仅发现于中上三叠统小泉沟群, 而 *Taeniaesporites* 在下三叠统上仓房沟群和中上三叠统小泉沟群的含量分别为 10.55%~22.0% 和 0.57%~1.82%。另外 *Colpectopollis* 也是中、晚三叠世重要分子, 广泛分布于中国、前苏联及荷兰等地的相当层位中 (黄嫔, 1993)。在当前组合中 *Taeniaesporites* 属含量有 1.8%, *Chordasporites* 达 6.7%, 而且 *Colpectopollis* 也有出现, 这充分表明当前组合时代只能是中一晚三叠世。

当前组合的命名分子 *Chasmatosporites* 属在瑞替期一里阿斯世最为发育 (Pocock et al., 1969; 雷作淇, 1986), 比如在塔里木盆地库车坳陷塔里奇克组的含量最高 (刘兆生, 2003)。本属在当前组合中占重要地位, 这就排除了其时代为中三叠世的可能性。*Aratrisporites* 的母体植物被认为是海岸边缘沼泽陆生植物 *Annalepis* (张振来等, 2002), 在早中三叠世比较繁盛, 而晚三叠世含量较低, 至侏罗纪仅偶见子遗分子 (黎文本等, 1980; 张望平, 1990; 吴洪章等, 1983; 徐钰林等, 1980)。当前组合中该属含量不高 (1.8%), 其中 *Aratrisporites granulatus* 在吐鲁番盆地郝家沟组 (刘兆生, 1999c)、塔里木盆地库车坳陷黄山街组 (刘兆生, 2003) 都曾报道, 这进一步增加了组合时代为晚三叠世的可能。

一般来说, 中三叠世孢粉组合中, 蕨类孢子 *Puncatatisporites* 和 *Verrucosisporites* 较为繁盛; 晚三叠世情况较复杂, 在南方以 *Dictyophyllidites*, *Concavisporites* 为主, 而在北方各属种含量相对较平均, 以观音座莲科孢子略具优势, 常见 *Aratrisporites*。鄂尔多斯盆地的研究程度较高 (曲立范, 1980; 刘兆生等, 1981), 在北方区有较好的代表

性。其中三叠世二马营组和铜川组都以高含量的 *Puncatatisporites* 为重要特征, 这与当前组合差别明显, 难以对比; 而晚三叠世延长组的孢粉中蕨类孢子类型多, 没有出现占明显优势的属种, 含量比较平均, 裸子植物花粉松柏类双囊粉和单沟粉为主, 少量出现单囊类和本体具肋纹的双囊粉, 与当前组合较为相似; 早侏罗世富县组以及时代更新地层中的孢粉以高含量的 *Cyathidites*, *Deltoidospora* 和 *Classopollis* 为主要特征, 与当前组合也明显不同。因此, 当前组合显然与延长组最为接近, 时代应与之相当。

当前组合中其他分子也都是各地上三叠统常见的分子。如 *Densoisporites chinensis* 产于准噶尔盆地上三叠统上克拉玛依组 (黄嫔, 1993); *Kraeuselisporites* 属在晚三叠世的含量最高 (刘兆生, 1999a); *Polycingulatisporites* sp. 与四川威远上三叠统 *P. weiyuanensis* 形态一致 (张璐瑾, 1984); *Limatulasporites* 以早三叠世最为繁盛, 从早三叠世晚期就开始逐渐衰退 (刘兆生, 1999a, b), 晚三叠世一般比较少见, 在当前组合个别见及; *Alisporites* 属是三叠纪一侏罗纪常见类型, 组合中出现的种也都是三叠纪和侏罗纪共有分子; *Endosporites* 见于江西、湖南及河南等地的上三叠统 (宋之琛等, 2000); 三缝双囊类 *Eridosporites* 的报道比较少, 与 *Jugasporites* 亲缘关系相近, 后者曾见于我国上三叠统塔里奇克组 (刘兆生, 2003); *Bharadwajapollenites* 属最早由 Jain (1968) 报道于阿根廷中三叠统 Cacheuta 组, 后在美国西部上三叠统 Chinle 组也有出现 (Zavada, 1990), 在我国四川晚三叠世宝鼎植物群中也有出现 (= *Sulcatopites bharadwaji*) (雷作淇, 1986); *Ovalipollis ovalis* 是晚三叠世的标志化石, 在上三叠统四川威远须家河组、云南六枝火把冲组和江西波阳安源组等都有出现 (宋之琛等, 2000)。

另外, 当前组合中出现了个别时代较老的子遗分子, 如曾记载于新疆吉木萨尔下三叠统韭菜园组的 *Hamiapollenites bullaeformis* (曲立范等, 1990), 曾见于和田河井区石炭纪卡拉沙依组的 *Remysporites* (高瑞琪等, 2000) 及 *Cordaitina* 等。这些分子晚石炭纪就已经出现, 繁盛于二叠纪, 偶见于三叠系, 但尚无见于侏罗系的记载, 表明当前组合时代不可能跨入侏罗纪。

综上所述, 当前组合的时代属于晚三叠世无疑。与该组合共生的晚三叠世标准植物化石 *Danaeopsis* 也证明了此时代意见。

2.2 *Aratrisporites*-*Alisporites*-*Chasmatosporites* 组合 产于郝家沟组上部(24~44 层)。

(1) 组合特点:本组合以裸子植物花粉为主(占 78.2%),蕨类植物孢子较少(占 15.3%),有少量疑源类分子,总体特点与第一组合比较相似,但与前一组合相比,具体类群的构成还是有明显不同。首先,孢子的含量和类型都增加了很多,新出现有 *Maratisporites scabratus*, *Cyathidites*, *Auritulinasporites*, *Lunzisporites*, *Thymospora* 等众多类型;前一组合中常见的 *Densoisporites chinensis* 没有出现,同时消失的分子还有 *Limatulasporites* 等;除 *Maratisporites scabratus* 在局部集中出现和 *Aratrisporites* 略具优势(3.0%)外,其他分子含量仍比较分散。其次,尽管花粉仍然以双气囊类(51%)和有沟类花粉(20%)为主,但 *Alisporites* 和具肋纹双气囊花粉含量有明显降低,其中 *Chordasporites* 含量由前一组合的 6.7%降低至当前组合的 3.6%,*Lueckisporites*, *Protohaplexypinus* 和 *Taeniaesporites* 都仅个别见及;值得注意的还有,*Quadraeculina* 的含量有少量增加,出现了四个种,并出现有个别 *Jungaresporites*, *Marsupipollenites* 和 *Endosporites* 等。

(2) 时代讨论:*Aratrisporites* 一般被视为三叠纪标志分子,与前一组合相比含量变化不大,反映当前组合时代仍属于三叠纪。组合中还出现很多三叠纪常见分子,如 *Cingulatisporites circulatus* 见于四川宝鼎上三叠统(雷作淇,1986),*Cyclogranisporites crassirimosus* 见于新疆阜康县黄山街组(曲立范等,1990),*Densoisporites velatus* 产于塔里木盆地塔里奇克组(刘兆生,2003),*Triassisporis roeticus* 曾见于陕西铜川中三叠世铜川组和晚三叠世延长组(宋之琛等,2000),*Taeniaesporites quadratus* 曾见于新疆吉木萨尔烧房沟组 and 新疆吐鲁番克拉玛依组(宋之琛等,2000),*Lueckisporites tatoensis* 及 *Protohaplexypinus* 曾记载于塔里木盆地库车场陷下三叠统俄霍布拉克组(刘兆生,2003),*Jungaresporites* 属见于新疆阜康中三叠统克拉玛依组(曲立范等,1990),*Chasmatosporites foveolatus* 曾报道于新疆准噶尔盆地西北缘上三叠统上克拉玛依组(黄嫫,1993),见于下三叠统湖北武昌群的 *Marsupipollenites wuchangensis*(宋之琛等,2000),以及二叠纪—早三叠世的孑遗分子 *Endosporites*, *Cordaitina* 等,这些分子的存在,进一步肯定当前组合时代为三叠纪。

当前组合整体面貌与陕甘宁盆地晚三叠世延长组孢粉组合相似,如蕨类植物孢子类型多样化,但含量较平均,没有个别属种独占优势的特点;花粉以松柏类双囊粉和单沟类为主,具肋双囊粉较少(4%~5%)等,时代应与之相当。值得注意的是,观音座莲科孢子(*Apiculatisporis*, *Marattisporites*)一般在上三叠统出现较多,如陕甘宁盆地延长组(曲立范,1980),它们在当前组合的出现,与延长组相似。尤其 *Marattisporites* 等在延长组个别样品中可高达 82.7%(曲立范,1980),而当前组合所产出层段的第 26 层中 *Marattisporites scabratus* 集中出现(可达 20%),可能存在某种联系。另外 *Marattisporites scabratus* 还曾产于四川上三叠统须家河组(刘兆生,1982)及新疆阜康克拉玛依组(曲立范等,1990),这也支持当前组合应归于晚三叠世。

中晚三叠世的标志分子 *Chordasporites* 在当前组合中占 3.7%,比前一组合的 6.7%有所降低。据刘兆生(2003),该属在晚三叠世是逐步衰退的,在晚三叠世晚期的含量一般低于晚三叠世早期,这表明当前组合时代应为晚三叠世,且晚于前一组合。

Cyathidites 和 *Quadraeculina* 都是始现于三叠纪而繁盛于侏罗纪的分子。在当前组合中 *Cyathidites* 是新出现分子,*Quadraeculina* 在前一组合中个别出现的基础上,含量有所增加,种的数目也由 1 个增加到 4 个,显示出比前一组合时代要新,更接近侏罗纪。组合命名分子 *Chasmatosporites* 和 *Alisporites* 依然是重要成分,这两个属是三叠纪—侏罗纪共有类型。组合中还出现了其他一些从晚三叠世延到侏罗纪的过渡型分子,如 *Auritulinasporites* 属曾见于陕西延长群(曲立范,1980)、四川威远上三叠统(张璐瑾,1984)、乌鲁木齐下侏罗统三工河组(曲立范等,1990)及湖南观音滩下侏罗统(尚玉珂,1981);*Lunzisporites pallidus* 曾见于四川上三叠统须家河组到下侏罗统自流井组(刘兆生,1982)、湖北上三叠统沙镇溪组到下侏罗统香溪组(黎文本等,1980);*Biretisporites lavigatus*, *Dictyophyllidites jungarensis* 见于新疆八道湾组(张望平,1990)。这也表明当前组合比前一组合时代要新。

以上说明,当前组合时代仍然属于晚三叠世,但有更多侏罗纪常见分子参与,时代晚于前一组合,更接近于侏罗纪,应为晚三叠世晚期。目前发现的晚三叠世植物 *Danaeopsis* 最高出现于第 26 层(图 1),也支持晚三叠世的意见。

2.3 *Asseretospora-Dictyophyllidites-Cycadopites*组合产于八道湾组底部(第 45 层)

(1) 组合特点:当前组合与前两个组合相比变化显著。在总体面貌上,蕨类植物孢子的含量(59.1%)超过了裸子植物花粉含量;在具体属种构成上,蕨类植物孢子类型较单调,以 *Asseretospora* (29.6%), *Dictyophyllidites* (8.1%), *Crassitidisporites* (4.1%) 及 *Concavisporites* (3.1%) 等少数几个属的繁盛为特点,其他少数属种都是个别出现,新出现的有 *Osmundacidites*, *Stenozonotriletes*, *Propterisipora sparsus* 等少数几个分子。裸子植物花粉虽然仍以松柏类双囊花粉(20.4%)和具沟的 *Cycadopites* (7.1%), *Chasmatosporites* (5.1%) 等为主,但前两个组合中常见的三叠纪特色分子,如 *Chordasporites*, *Taeniaesporites*, *Bharadwajapollenites*, *Cordaitina*, *Endosporites* 都没有再出现,而 *Alisporites* 和 *Chasmatosporites* 的含量也都明显减少。总之,当前组合与前两个组合相比发生了显著的变化,显示一个新的植物群面貌。

(2) 时代讨论:当前组合一个重要特点是众多三叠纪特征分子的消失(图 3),如 *Kraeuselisporites*, *Aratrisporites*, *Eridospollenites*, *Bharadwajapollenites*, *Chordasporites*, *Taeniaesporites*, *Vesicaspora*, *Eridospollenites*, *Cordaitina* 和 *Endosporites* 等。这些分子的缺失表明当前组合时代当为早侏罗世。尤其是可以延续到晚三叠世最晚期的 *Aratrisporites* 和 *Chordasporites*,它们在前两个组合中是很常见的,因而在当前组合的消失显得很突兀,暗示植物界存在一次大的演替事件。在前两个组合中含量可达 10% 的 *Chasmatosporites* 属的含量在当前组合降低至 5% 左右,显示了明显的衰退,由于本属在早侏罗世的含量一般要低于在瑞替期的含量(刘兆生,2003),这也增加了组合时代为早侏罗世的可能性。

当前组合另一重要特点是,以 *Asseretospora*, *Crassitidisporites*, *Dictyophyllidites* 和 *Concavisporites* 为主的蕨类植物孢子迅速增长,并超过裸子植物花粉成为组合优势类群。其中 *Asseretospora* 在三叠纪—白垩纪都很常见,如塔里木盆地库车坳陷中三叠统克拉玛依组底部有 34% 之多,下侏罗统阿合组中也有 3% (刘兆生,2003),在河南义马地区是下侏罗统义马组底砾岩中 *Asseretospora* 的含量甚至高达 11.3% (杨世蓉,1994),当前组合所见的 *A. gyrata*, *A. scanicus* 是各地上三叠统一侏罗统常见分子。*Crassitidisporites* 与 *Asseretospora* 相似,分布时限较

长,是分布于三叠纪—白垩纪的分子, *Crassitidisporites anagrammensis* 曾见于甘肃中侏罗统延安组(刘兆生等,1981)和辽西中侏罗统海房沟组(吴洪章等,1983), *C. papilloperus* 曾见于河北中侏罗统九龙山组(宋之琛等,2000)。*Dictyophyllidites* 往往与 *Concavisporites* 一起组成我国南方晚三叠世孢粉组合的重要成分,如四川盆地上三叠统须家河组中这两属的含量可达 38.1% 之多(尚玉珂等,1992),在湖北三峡地区早侏罗世早期香溪组下段也有很多 *Dictyophyllidites*, *Concavisporites* 等具弓形加厚孢子,前者还是组合命名分子。这些分子构成当前组合中孢子的主要成分,使组合时代具有晚三叠世—早侏罗世过渡色彩。

当前组合中出现有少量的 *Cyathidites* (2%), 该属的鼎盛期为中侏罗世,但其含量在早侏罗世早期就开始逐渐增加了,如准噶尔盆地玛纳斯河剖面早侏罗世早期八道湾组中,其含量自下而上由 1% 逐渐增加到 10% (张望平,1990),该属在当前组合的低含量也表明组合时代可能为早侏罗世最早期。与四川宝鼎大养地组的 *Stenozonotriletes* sp. 相似的分子及见于云南富源卡以头组的 *Propterisipora sparsus* (宋之琛等,2000) 在本组合中也有个别出现,也说明当前组合与晚三叠世孢粉组合有密切关系。

综上所述,与前两个组合相比,当前组合有显著的变化,特别是蕨类植物孢子从前两个组合中的弱势类群迅速成为组合的主要类群,并表现为少数几个属种的高度繁盛,以及中晚三叠世特色分子的消失等,可能与三叠纪—侏罗纪之交的生物绝灭事件有关联,因此组合时代应为早侏罗世。考虑到有一定晚三叠世—早侏罗世过渡色彩,本文将组合时代定为早侏罗世最早期。

3 三叠系—侏罗系界线

上述分析表明,郝家沟组顶为孢粉植物群发生显著变化的界面,界面之下孢粉面貌以晚三叠世为特点, *Aratrisporites*, *Chordasporites*, *Taeniaesporites*, *Bharadwajapollenites* 等分子频繁出现;界面之上,典型的晚三叠世分子消失,以三叠纪—侏罗纪多种类型为主,蕨类植物孢子迅速崛起,成为组合中主要类群。其中孢子突发性增长的特点与北美 Newark 盆地的情况很相似。在 Newark 盆地的三条不同剖面的三叠系—侏罗系过渡层段内,都发现在蕨类孢子低含量背景下有一个短暂的孢子含量峰值,其含量可达 50%~89% (Olsen et al., 2002; Fowell et

近系界线和二叠系—三叠系界线之上都发现有类似的孢子含量峰值(Pfefferkorn, 1999)。因此,三叠系—侏罗系界线应置于郝家沟组顶。

[illegible]

Fig. 3 Distribution of some genera or species from Haojiagou section.

在郝家沟剖面上,郝家沟组和八道湾组岩石地层单位定义在不同时期是不同的。《西北地区区域地层表新疆维吾尔自治区分册》(1981)中的郝家沟组仅相当于本文的 4~22 层,从 23 层起已经划为八道湾组。在 1995~1997 年之后,新疆石油管理局在一系列工作的基础上将 23~44 层划入郝家沟组,而八道湾组从 45 层开始(邓胜徽等,2003;张义杰等,2003),也即本文采用的划分方案。根据本文对孢粉的研究,八道湾组的时代应为早侏罗世早期,其他门类化石都支持这个观点(邓胜徽等,2003;张义杰等,2003),那么,三叠系—侏罗系界线就应在郝家沟组—八道湾组之间。

张璐瑾(1983)研究了位于乌鲁木齐以西 18 km 的西山剖面“八道湾组”的孢粉,其蕨类孢子以 *Aratrisporites* 为主,占孢子总数的 4/5,具肋双囊粉占裸子植物花粉总数的 2/3,面貌确为三叠纪。但该剖面的“八道湾组”与郝家沟组剖面的八道湾组是否相当是值得怀疑的。从其孢粉组合特征来看,西山剖面的“八道湾组”肯定低于郝家沟剖面的八道湾组,甚至要低于后者的郝家沟组上段。张望平(1990)研究了准噶尔盆地玛纳斯河剖面和郝家沟剖面的侏罗纪孢粉,发现两地的八道湾组孢粉面貌有较大差异。郝家沟剖面八道湾组下段含有很多的 *Limatulasporites* (23%), *Dictyophyllidites* (5%~13%) 和 *Concavisporites* (1%~11%) 等,因此认为八道湾组下段可能为晚三叠世沉积。按照后来厘定的八道湾组(邓胜徽等,2003;张义杰等,2003),张望平研究的八道湾组下段应相当于本文的郝家沟组上段,因此,其八道湾组下段属于晚三叠世的结果与本文其实是一致的。吐鲁番盆地桃树园剖面的三叠系—侏罗系界线曾被置于郝家沟组和八道湾组之间,经多位学者研究(张望平,1990;刘兆生,1999c),确认八道湾组下部存在晚三叠世沉积。刘兆生(1999c)认为三叠系—侏罗系界线应置于该剖面的第 8 层和第 9 层之间。

根据以上讨论,在准噶尔盆地和吐哈盆地,三叠系—侏罗系的界线位置其实与八道湾组的定义密切相关。全国地层委员会(2001)将八道湾阶作为陆相侏罗系的第一个阶,本文认为,以发育连续的郝家沟剖面为标准,对其他剖面的八道湾组所包含层位进行重新厘定是十分必要的。

致谢:野外工作得到新疆石油研究院程显胜工程师的帮助;中国科学院南京地质古生物研究所的沙金庚研究员、张海春副研究员、姜宝玉博士、杨小

菊博士和陈渐苇硕士参加了部分野外工作;笔者曾就部分属种的鉴定请教了南京地质古生物所的黄嫔研究员,并获赠相关参考文献,在此表示感谢。

参 考 文 献

- 邓胜徽, 厉大亮. 1998. 宁夏六盘山盆地三叠系新知及其意义. 科学通报, 43(4): 425~431.
- 邓胜徽, 程显胜, 齐雪峰, 罗正江. 2000. 新疆准噶尔盆地晚三叠世—早侏罗世植物组合序列. 见: 第三届全国地层会议论文集. 北京: 地质出版社, 174~178.
- 邓胜徽, 姚益民, 叶得泉, 等. 2003. 中国北方侏罗系(I)地层总论. 北京: 石油工业出版社.
- 傅智雁, 袁效奇. 1998. 宁夏六盘山盆地晚三叠世孢粉组合及其地层意义. 古生物学报, 37(4): 447~454.
- 高瑞琪, 朱宗浩, 郑国光, 赵传本, 等. 2000. 中国含油气盆地孢粉学. 北京: 石油工业出版社.
- 黄嫔. 1993. 新疆准噶尔盆地西北缘三叠纪孢粉组合. 微体古生物学报, 10(4): 363~395.
- 雷作淇. 1986. 四川宝鼎龙碛晚三叠世孢粉组合. 古生物学报, 25(2): 129~142.
- 黎文本, 尚玉珂. 1980. 鄂西中生代含煤地层中的孢粉组合. 古生物学报, 19(3): 201~219.
- 刘兆生, 尚玉珂, 黎文本. 1981. 陕西、甘肃一些地区三叠纪和侏罗纪的孢粉组合. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 3: 13~210.
- 刘兆生. 1982. 四川合川、梓潼、巴中中生代的孢粉组合. 见: 四川盆地陆相中生代地层古生物. 成都: 四川人民出版社, 440~461.
- 刘兆生. 1998. 塔里木盆地北缘侏罗纪孢粉组合. 微体古生物学报, 15(2): 144~165.
- 刘兆生. 1999a. 塔里木盆地北缘三叠纪孢粉组合. 古生物学报, 38(4): 474~504.
- 刘兆生. 1999b. 塔里木盆地北缘晚三叠世孢粉组合及三叠系—侏罗系界线. 地层学杂志, 23(2): 96~106.
- 刘兆生. 1999c. 吐鲁番盆地桃树园剖面三叠系与侏罗系生物地层界线. 新疆石油地质, 20(2): 117~122.
- 刘兆生. 2003. 塔里木盆地库车凹陷三叠纪和侏罗纪孢粉组合. 中国古生物志, 新甲种第 14 号. 北京: 科学出版社.
- 曲立范. 1980. 三叠纪孢子花粉. 见: 陕甘宁盆地中生代地层古生物(上). 北京: 地质出版社, 115~143.
- 曲立范, 王智. 1990. 新疆北部三叠纪孢粉组合. 见: 新疆北部二叠纪—第三纪地层及孢粉组合. 北京: 中国环境科学出版社, 37~56.
- 全国地层委员会. 2001. 中国地层指南及中国地层指南说明书. 北京: 地质出版社.
- 尚玉珂. 1981. 湘西南、桂东北早侏罗世孢粉组合. 古生物学报, 20(5): 428~440.
- 尚玉珂, 黎文本. 1992. 川西北三叠、侏罗纪孢粉组合. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 13: 138~186.
- 斯行健, 周志炎. 1962. 中国中生代陆相地层. 北京: 科学出版社.
- 宋之琛, 尚玉珂等. 2000. 中国孢粉化石(II)中生代孢粉. 北京: 科学出版社.
- 王思恩等. 1985. 中国的侏罗系. 北京: 地质出版社.
- 王思恩, 郑少林, 于菁珊, 刘桂芳, 张武, 等. 2000. 中国地层典, 侏罗系. 北京: 地质出版社.
- 吴洪章, 张心丽. 1983. 辽宁北票组上含煤段孢粉组合. 古生物学

- 报, 22(5): 564~570.
- 吴舜卿. 1995. 塔里木北缘早侏罗世塔里奇克组植物化石. 古生物学报, 34(4): 468~474.
- 新疆维吾尔自治区区域地层表编写组. 1981. 西北地区区域地层表新疆维吾尔自治区分册. 北京: 地质出版社. 1~496.
- 徐钰林, 张望平. 1980. 侏罗纪孢子花粉. 见: 陕甘宁盆地中生代地层古生物(上). 北京: 地质出版社, 143~186.
- 杨基端, 孙素英. 1982. 新疆准噶尔盆地早、中侏罗世大孢子的发现及其意义. 地质学报, 56(4): 373~380.
- 杨世蓉. 1994. 河南义马地区晚三叠世—侏罗纪孢粉组合及其地质意义. 古生物学报, 33(6): 765~779.
- 杨遵仪, 李子舜, 曲立范, 卢重明, 周蕙琴, 周统顺, 刘桂芳, 刘本培, 吴瑞棠. 1982. 中国的三叠系. 地质学报, 56(1): 1~21.
- 袁复礼. 1956. 新疆天山北部山前拗陷带及准噶尔盆地陆台地质初步报告. 地质学报, 36(2): 133~144.
- 张璐瑾. 1983. 新疆北部八道湾组地层的时代问题. 中国科学(B辑), 4: 366~374.
- 张璐瑾. 1984. 川中晚三叠世孢粉. 中国古生物志, 总号第167册, 新甲种第8号. 北京: 科学出版社.
- 张璐瑾. 2000. 中国陆相三叠系孢粉. 见: 中国地层研究二十年. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 263~266.
- 张望平. 1990. 新疆准噶尔盆地侏罗纪孢粉组合. 见: 新疆北部二叠纪—第三纪地层及孢粉组合. 北京: 中国环境科学出版社, 57~96.
- 张义杰等. 2003. 中国北方侏罗系(VI)新疆地层区. 北京: 石油工业出版社.
- 张振来, 徐光洪, 牛志军, 孟繁松, 姚华舟, 黄照先. 2002. 三叠系. 见: 长江三峡地区珍贵地质遗迹保护和太古宙—中生代多重地层划分与海平面升降. 北京: 地质出版社, 229~288.
- Petroleum Industry Press (in Chinese).
- Huang Pin. 1993. Triassic sporopollen assemblages from northwestern margin of Junggar basin, Xinjiang. Acta Micropalaeontologica Sinica, 10(4): 363~395(in Chinese with English abstract).
- Jain R K. 1968. Middle Triassic pollen grains and spores from minas de petroleo beds of the Cacheuta Formation (Upper Gondwana), Argentina. Palaeontographica B, 122(1~3): 1~47.
- Lei Zuoqi. 1986. Upper Triassic sporopollen assemblage from Longdong of Baoding, Sichuan. Acta Palaeontologica Sinica, 25(2): 129~142(in Chinese with English abstract).
- Li Wenben, Shang Yuke. 1980. Sporopollen assemblages from the Mesozoic coal series of western Hubei. Acta Palaeontologica Sinica, 19(3): 201~219(in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaosheng, Shang Yuke, Li Wenben. 1981. Triassic and Jurassic sporopollen assemblage from some localities of Shaanxi and Gansu, north-west China. Bulletin of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica. 3: 13~210 (in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaosheng. 1982. Mesozoic sporopollen assemblages from Hechuan, Zhitong and Bazhong counties, Sichuan Province. In: Continental Mesozoic stratigraphy and palaeontology in Sichuan Basin of China. Chengdu: People's Publishing House of Sichuan, 440~461(in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaosheng. 1998. Jurassic palynological assemblages from the northern margin in the Tarim basin of Xinjiang, NW China. Acta Micropalaeontologica Sinica, 15(2): 144~165 (in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaosheng. 1999a. Triassic palynological assemblage from the northern margin in Tarim basin of Xinjiang, NW China. Acta Palaeontologica Sinica, 38(4): 474~504(in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaosheng. 1999b. Palynological assemblage of the late Triassic Tariqiye Fm. and Triassic—Jurassic boundary on the northern margin of the Tarim basin, Xinjiang. Journal of Stratigraphy, 23(2): 96~106(in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaosheng. 1999c. Biostratigraphic boundary of Jurassic and Triassic at the Taoshuyuan section of Turpan basin. Xinjiang Petroleum Geology, 20(2): 117~122. (in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaosheng. 2003. Triassic and Jurassic sporopollen assemblages from the Kuqa Depression, Tarim basin of Xinjiang, NW China. Beijing: Science Press(in Chinese with English abstract).
- Olsen P E, Kent D V, Sues H D, Koeberl C, Huber H, Montanari A. 2002. Ascent of dinosaurs linked to an Iridium anomaly at the Triassic—Jurassic boundary. Science, 296(5571): 1305~1307.
- Pfefferkorn H W. 1999. Recuperation from mass extinctions. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96(24): 13597~13599.
- Pocock S A J, Jansonius J. 1969. Redescription of some fossil gymnospermous pollen (Chasmatosporites, Marsupipollenites, Ovalipollis). Can. Jour. Bot., 47(1): 155~165.
- Qu Lifan. 1980. The spores and pollen of Triassic. In: Mesozoic stratigraphy and palaeontology of the Shanxi-Gansu-Ningxia basin (1). Beijing: Geological Publishing House, 115~143 (in Chinese).
- Qu Lifan, Wang Zhi. 1990. Triassic palynological assemblages in north Xinjiang. In: Permian to Tertiary strata and palynological assemblages in the north of Xinjiang. Beijing: China

References

- Environmental Science Press, 37~56 (in Chinese with English abstract).
- Shang Yuke. 1981. Early Jurassic sporopollen assemblages in Southwestern Hunan and Northeastern Guangxi. *Acta Palaeontologica Sinica*, 20(5): 428~440 (in Chinese with English abstract).
- Shang Yuke, Li Wenben. 1992. Triassic and Jurassic sporopollen assemblages from northwestern Sichuan. *Bulletin of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica*, 13: 138~186 (in Chinese with English abstract).
- Song Zhichen, Shang Yuke et al. 2000. Fossil spores and pollen of China (2) the Mesozoic spores and pollen. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).
- Stratigraphical committee of China. 2001. Stratigraphic guide of China and its explanatory text. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Sze Hsinchien, Zhou Zhiyan. 1962. Continental stratigraphy of China. Beijing: Science Press.
- Wang Si'en et al. 1985. The Jurassic system of China. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Wang Si'en, Zheng Shaolin, Yu Jingshan, Liu Guifang, Zhang Wu, Chen Qishi. 2000. The Jurassic system. In: stratigraphic standards and lexicons of China. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Wu Hongzhang, Zhang Xinli. 1983. Palynological assemblage from the upper coal-bearing member of the Beipiao Formation of Liaoning. *Acta Palaeontologica Sinica*, 22(5): 564~570 (in Chinese with English abstract).
- Wu Shunqing. 1995. Lower Jurassic plants from Tariqi Formation, Northern Tarim basin. *Acta Palaeontologica Sinica*, 34(4): 468~474 (in Chinese with English Abstract).
- Xu Yulin, Zhang Wangping. 1980. The spores and pollen of Jurassic. In: Mesozoic stratigraphy and palaeontology of the Shanxi—Gansu—Ningxia basin (1). Beijing: Geological Publishing House, 143~186 (in Chinese).
- Yang Jiduan, Sun Suying. 1982. The discovery of early and middle Jurassic megaspores from the Junggar basin, Xinjiang and their stratigraphic significance. *Acta Geologica Sinica*, 56(4): 373~380 (in Chinese with English abstract).
- Yang Shirong. 1994. Late Triassic—Jurassic sporopollen assemblages from Yima area, Henan. *Acta Palaeontologica Sinica*, 33(6): 765~779 (in Chinese with English abstract).
- Yang Zunyi, Li Zishun, Qu Lifan, Lu Chongming, Zhou Huiqin, Zhou Tongshun, Liu Benpei, Wu Ruitang. 1982. The Triassic system of China. *Acta Geologica Sinica*, 56(1): 1~21 (in Chinese with English abstract).
- Yuan P L. 1956. A resume of geological data of north foreland of Tianshan and Dzungaria platform, Sinkiang. *Acta Geologica Sinica*, 36(2): 133~144 (in Chinese with English abstract).
- Zavada M S. 1990. The ultrastructure of three monosulcate pollen grains from the Triassic Chinle Formation, western United States. *Palynology*, 14: 41~51.
- Zhang Lujin. 1980. Palynological contribution to the chronology and stratigraphy of Xinjiang. In: Paper for the 5th International Palynological Conference. Printed in Nanjing. 1~7.
- Zhang Lujin. 1983. On the age of Badaowan Formation in northern Xinjiang. *Scientia Sinica (Series B)*, 26(7): 774~784.
- Zhang Lujin. 1984. Late Triassic spores and pollen from central Sichuan. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).
- Zhang Lujin. 2000. Continental Triassic palynology of China. In: stratigraphical studies in China (1979~1999). Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 263~266 (in Chinese).
- Zhang Wangping. 1990. Jurassic sporopollen assemblages in Junggar basin of Xinjiang. In: Permian to Tertiary strata and palynological assemblages in the north of Xinjiang. Beijing: China Environmental Science Press, 57~96 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Yijie et al. 2003. Jurassic system in the north of China (7) Xinjiang stratigraphic region. Beijing: Petroleum Industry Press (in Chinese with English Abstract).
- Zhang Zhenlai, Xu Guanghong, Niu Zhijun, Meng Fansong, Yao Huazhou, Huang Zhaoxian. 2002. Triassic. In: protection of precise geological remains in the Yangtze Gorges area, China with the study of the Archean—Mesozoic multiple stratigraphic subdivision and sea-level change. Beijing: Geological Publishing House, 229~288 (in Chinese with English abstract).

图版说明

标本保存于中国石油勘探开发研究院,所有照片放大 500 倍。

- 水藓孢 (未定种) *Sphagnumsporites* sp.。产于剖面 26 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG27(3606-29)。
- 诺赫特水藓孢 *Sphagnumsporites nochtenensis* (Krutzsch, 1963) Huang, 2000。产于剖面 44 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG61(3606-21)。
- 3~4. 哈里斯拟网叶蕨孢 *Dictyophyllidites harrisii* Couper, 1958。产于剖面 26 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG27(3606-26)。
- 产于剖面 9 层 (上三叠统郝家沟组); HJG1(3606-08)。
- 小桫椤孢 *Cyathidites minor* Couper, 1953。产于剖面 26 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG27(3606-28)。
- 窄环孢 (未定种) *Stenozonotriletes* sp.。产于剖面 45 层 (下侏罗统八道湾组); 样品号: HJG63(3606-09)。
- 美丽紫萁孢 *Osmundacidites speciosus* (Verb.) Zhang, 1965。产于剖面 45 层 (下侏罗统八道湾组); 样品号: HJG63(3606-28)。
- 近光稀饰环孢 *Kraeuselisporites punctatus* Jansonius, 1962。产于剖面 41 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG56(3606-17)。
- 9~10. 斯堪尼亚阿赛尔孢 *Asseretospora scania* (Nilsson) Huang, 1993。产于剖面 45 层 (下侏罗统八道湾组); 样品号: 9. HJG63(3606-07); 10. HJG63(3606-08)。
- 圆瘤阿赛尔孢 *Asseretospora gyrata* (Playford et Dettmann) Schurman, 1977。产于剖面 45 层 (下侏罗统八道湾组); 样品号: HJG63(3606-12)。
- 小阿赛尔孢 *Asseretospora parva* (Li et Shang) Pu et Wu, 1985。产于剖面 44 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG61(3606-20)。
- 球状圆形锥瘤孢 *Apiculatisporis globosus* (Leschik) Playford et Dettmann。产于剖面 14 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG6(3606-35)。
- 背光背孢 *Limatulusporites limatulus* (Playford) Helby et Foster, 1979。产于剖面 14 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG6(3606-10)。
- 膜缘拟套环孢 *Desoisporites velatus* Weyland et Krieger, 1953。产于剖面 41 层 (上三叠统郝家沟组); 样品号: HJG56(3606-26)。
- 中华拟套环孢 *Densoisporites chinensis* Huang, 1993。产于剖面 14

- 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG6(3061-36)。
17. 光明孢(未定种) *Cardargasporites* sp.。产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG7(3060-03)。
 18. 微凸圆形光面孢 *Punctatisporites microtumulosus* Playford et Detmann. 产于剖面 12 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG5(3061-26)。
 19. 光滑苏铁粉 *Cycadopites glaber* (Luber) Ouyang et Zhang, 1982. 产于剖面 26 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG27(3060-30)。
 20. 苏铁粉(未定种) *Cycadopites* sp.。产于剖面 9 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG1(3061-08)。
 21. 瑞替三叠孢 *Triassisporis roeticus* Schulz, 1965. 产于剖面 24 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG-20(3060-13)。
 22. 粒纹离层单缝孢 *Aratrisporites granulatus* (Klaus) Playford et Dettmann, 1965. 产于剖面 23 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG15(3060-16)。
 23. 离层单缝孢(未定种) *Aratrisporites* sp.。产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG6(3060-14)。
 24. 科达粉(未定种) *Cordaitina* sp.。产于剖面 27 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG33(3060-25)。
 25. 雷氏粉(未定种) *Remysporites* sp.。产于剖面 9 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG3(3061-12)。
 26. 广口粉 *Chasmatosporites* sp.。产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG7(3060-04)。
 27. 三角广口粉 *Chasmatosporites triangularis* Li, Duan et Du, 1982. 产于剖面 12 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG5(3061-15)。
 28. 泡形哈姆粉 *Hamiapollenites bullaeformis* (Samoilovich) Jansonius, 1962. 产于剖面 12 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG5(3061-14)。
 29. 有边四字粉 *Quadraeculina limbata* Maljavkina. 产于剖面 42 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG58(3060-05)。
 30. 纺锤形巴德沃基粉 *Bharadwajipollenites fusiformis* Huang, 1993. 产于剖面 12 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG5(3060-37)。
 31. 罗汉松多肋粉(未定种) *Striatopodocarpites* sp.。产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG6(3061-37)。
 32. 正方四肋粉 *Taeniaesporites quadratus* Qu et Wang, 1986. 产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG6(3061-32)。
 33. 澳洲单脊双囊粉 *Chordasporites australiensis* De Jersey. 产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG6(3060-16)。
 34. 单脊双囊粉(未定种) *Chordasporites* sp.。产于剖面 27 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG33(3060-24)。
 35. 南方阿里粉 *Alisporites australis* De Jersey. 产于剖面 9 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG1(3061-06)。
 36. 阿里粉(未定种) *Alisporites* sp.。产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG6(3061-29)。
 37. 多凹罗汉松粉 *Podocarpidites multisimus* (Bolsh.) Pocock, 1962. 产于剖面 12 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG5(3060-02)。
 38. 四囊粉(未定种) *Tetrasaccus* sp.。产于剖面 14 层(上三叠统郝家沟组);样品号: HJG6(3061-30)。

Triassic—Jurassic Sporopollen Assemblages on the Southern Margin of the Junggar Basin, Xinjiang and the T—J Boundary

LU Yuanzheng^{1,2)}, DENG Shenghui²⁾

1) China Unieversity of Geoscience, Beijing, 100083

2) Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing, 100083

Abstract

The present paper deals with the Late Triassic—Early Jurassic sporopollen assemblages from the Haojiagou Formation and the base of the Badaowan Formation in the southern margin of the Junggar Basin, Xinjiang. The *Alisporites-Chordasporites-Chasmatosporites* assemblage and *Aratrisporites-Alisporites-Chasmatosporites* assemblage, yielded from the mid-upper parts of the Haojiagou Formation, are characterized by predominance of gymnospermous pollen that consists mainly of coniferous bisaccate pollen. These two assemblages are assigned to the Late Triassic based on the appearance of many typical Triassic elements, such as *Aratrisporites*, *Kraeuselisporites*, *Bharadwajipollenites*, *Taeniaesporites* and *Chordasporites*. The *Asseretospora-Dictyophyllidites-Cycadopites* assemblage from the base of the Badaowan Formation is markedly different from the two assemblages from the Haojiagou Formation in being dominated by spores of ferns. The fern spores, which consist mainly of *Asseretospora*, *Crassitudisporites* and *Dictyophyllidites*, occupy 57.14% of the assemblage. Those typical Triassic elements of the above two assemblages are absent, while some Jurassic ones appear. The spore spike is considered to be similar to that of the Passaic Formation of the Newark basin, eastern North America, which indicates the beginning of the Jurassic in that basin. Therefore, this assemblage is assigned an Early Jurassic age. Consequently, the Triassic—Jurassic boundary should be placed at the contact between the Haojiagou Formation and the Badaowan Formation.

Key words: Haojiagou Formation; Badaowan Formation; sporopollen assemblage; Triassic—Jurassic boundary; Xinjiang

卢远征等:新疆准噶尔盆地南缘郝家沟组和八道湾组底部孢粉组合及三叠系—侏罗系界线 图版 I

