

文章编号: 1000-0550(2000)04-0595-05

新疆吐—哈盆地前侏罗系烛藻煤的发现及其地质意义

柳益群¹ 袁明生² 周立发¹ 张世焕²

1(西北大学地质系 西安 710069) 2(吐—哈石油集团公司 新疆哈密 839003)

摘要 众多地质工作者十几年的系统深入工作使吐—哈油田侏罗系的煤成烃研究取得了令人瞩目的进展。然而,侏罗系煤系泥岩和煤岩成烃的潜能不足以解释目前吐—哈油田的油气藏形成规模。在吐—哈盆地西部科牙依凹陷三叠系中首次发现的厚层烛藻煤,具有类型好、品质高、生烃潜能大的特点,是该盆地最好的烃源岩类型。该类煤的发现不但对评价该地区前侏罗系生油前景具有重要意义,而且对侏罗系煤成油类型多样化也具有启示。综合分析结果表明,烛藻煤既可能是台南凹陷前侏罗系油藏生烃物质之一,又可能对侏罗系油气藏有所贡献。在中三叠世时的科牙依凹陷和台北凹陷、早侏罗世时台北凹陷中部的丘东洼陷、早二叠世晚期的台北凹陷北部等地区均为炎热半干旱、半咸水、强还原的深湖环境,均可能发育丰富的烛藻煤等腐泥煤类,它们与湖相泥岩共同对吐—哈油田的油气藏形成提供了生烃物质。吐—哈盆地与准噶尔盆地的生烃条件十分相似。除此之外,幔源物质可能对吐—哈盆地的油气藏形成具有重要贡献。

关键词 烛藻煤 煤成烃 吐—哈盆地

第一作者简介 柳益群 女 1951年生 教授 工学博士 油气储层地质学

中图分类号 TE122.1⁺13 **文献标识码** A

我国煤成气研究起步于70年代末,而煤成油的研究则始于80年代后期,几乎与吐—哈油田的发现同步。经过十几年的系统深入研究^[1-9],吐—哈油田的煤成烃研究成果已为世界地质学界所瞩目,特别是侏罗系的煤成油研究,不仅据之发现了准噶尔盆地彩南油田、塔里木盆地牙哈、大宛齐油田,焉耆盆地宝浪—苏木油田等一系列侏罗系煤系油田^[8],而且丰富了陆

相生油理论的内容,具有重大的理论意义和实际意义。

1996年9月,我们在对吐—哈盆地吐鲁番坳陷西南部的亚一级构造单元科牙依凹陷(图1)进行野外勘探时,发现了夹于厚层状灰绿色、深灰色泥岩中的两层烛藻煤,总厚度达14 m,这是首次在该盆地前侏罗系中发现厚层腐泥煤系烃源岩,该套腐泥煤的时代经区域地层划分对比暂定于中三叠世(表1)。

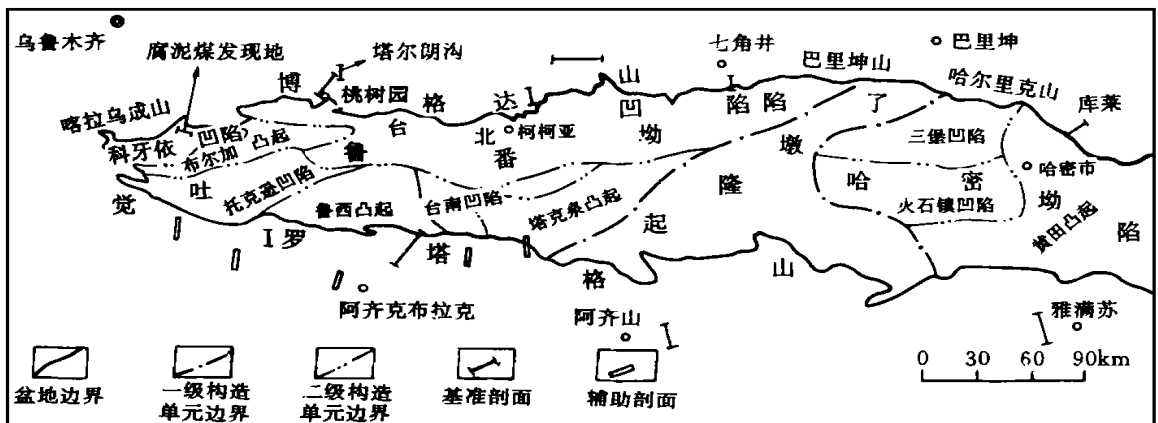


图1 吐—哈盆地剖面位置、构造单元划分

Fig. 1 Location of section and division of structural unit in Turpan-Hami basin

表1 准噶尔盆地南缘与吐一哈盆地二叠系—侏罗系地层层序表

Table 1 A table showing Permian-Jurassic stratigraphic sequence in the south of Jungger Basin and Turpan and Hami Basin

准噶尔盆地南缘			吐一哈盆地		构造运动	构造阶段
系统	群	组	群	组		
侏罗系	上统	喀拉扎		喀拉扎	中燕山运动	广盆形成阶段
		齐古		齐古		
	中统	头屯河		七克台	早燕山运动	
		西山窑		西山窑		
	下统	水西沟	水西沟	三工河		
		三工河		三工河		
八道湾	八道湾					
三叠系	上统	郝家沟	小泉沟	郝家沟	晚印支运动	类前陆形成阶段
		黄山街		黄山街		
	中统	克拉玛依		克拉玛依	克拉玛依运动	
		烧房沟		烧房沟		
	下统	上仓房沟	上仓房沟	烧房沟	早印支运动	
		韭菜园		韭菜园		
锅底坑	锅底坑					
二叠系	上统	梧桐沟	下仓房沟	梧桐沟	晚海西运动	裂谷作用阶段
		泉子街		泉子街		
		红雁池		塔儿朗		
	下统	上茨菇槽	桃东沟	芦草沟		
		井井子沟		大河沿		
		乌拉泊		塔什库拉		
塔什库拉	塔什库拉					
石人子沟	石人子沟					

1 中三叠统烛藻煤的煤岩特征及生烃潜能

腐泥煤包括烛煤、藻煤及其过渡类型,其主要成分是由菌藻类等物质充分降解而成基质的沥青质体、小孢子体和藻类体。富含小孢子体、贫藻类体的煤称为烛煤,以藻类体为主的称为藻煤,介于两者之间的称烛藻煤或藻烛煤。科牙依凹陷的这套腐泥煤呈黑色,具有光泽暗淡、沥青状、密度小、手感轻、缺乏层理、易燃、贝壳状断口等特征。野外燃之有液态油渗出。荧光显微镜下观察藻类体约占8%,具有蜂窝状结构和齿状外缘,呈纺锤状,个体较大,在蓝光激发下显较强的亮黄色荧光。小孢子体多呈短线状,在蓝光激发下显较弱的桔黄色荧光。沥青质体呈基质存在,是该套煤的主要组分,在蓝光激发下显较弱的褐色光。经广州地球化学所鉴定,认为此腐泥煤为烛藻煤。据北京石油勘探开发研究院实验中心分析,该套烛藻煤具有类型好、品质高、生烃潜能大的特点,与其相邻的泥岩也属于较好一好的生油岩类型(表2,3)。

2 烛藻煤形成的地质背景

科牙依凹陷基底主要由石炭系火山岩、泥灰岩、火山碎屑岩组成,中上三叠统以明显的角度不整合覆于石炭系之上,侏罗系在该凹陷仅发育下侏罗统和中侏罗统中下部,其上层位皆缺失,凹陷内沉积盖层总厚度约2 000余米。

石炭纪时,科牙依地区属弧后裂谷环境,火山活

表2 干酪根显微组分及有机质类型鉴定

Table 2 The identification of kerogen maceral and organic types

地点	样品编号	层位	岩性	显微组分含量/%				类型指数	干酪根类型
				腐泥组	壳质组	镜质组	惰质组		
科牙依	KY-S ₁	T ₂ k	深灰色泥岩	89	8	3	36	II ₂	
	KY-S ₂	T ₂ k	烛藻煤	85	10	3	86	I	
	KY-S ₃	T ₂ k	烛藻煤	93	4	3	87	I	
	KY-S ₄	T ₂ k	灰黄色泥岩	4	88	6	42	II ₁	
	KY-S ₅	T ₂ k	黄绿色泥岩	7	82	8	40	II ₁	
	KY-S ₆	T ₂ k	深灰色泥岩	32	56	8	50	II ₁	

动频繁,地温较高。早二叠世,这里发育陆内裂谷,普遍发育酸性火山岩和中基性火山岩。早二叠世末,裂谷槽关闭,海西运动使该区抬升剥蚀,桃东沟群被剥蚀殆尽^{[10]①},没有接受上、下苍房沟群的沉积,使地层长期处于冷却状态下。中三叠世,该区快速沉积,与托克

逊地区连成一个湖盆,沉积地层以厚层黄绿色、深灰色页岩夹薄层砂岩、钙质结核层和薄层石膏为特征,反映

① 吐一哈油田分层将桃东沟群归入晚二叠世早期,本文将其归入早二叠世晚期

表3 氯仿沥青“A”族组分及有机碳

Table 3 A table showing "A" (%), fraction composition and C_{org} (%)

地点	编号	层位	岩性	氯仿沥青 A /%	饱和烃 /%	芳烃 /%	非烃 /%	沥青质 /%	总量 /%	有机碳 /%
科 牙 依	KY-S ₁	T ₂ k	深灰色泥岩	0.0088	36.67	9.89	14.93	38.50	99.99	0.17
	KY-S ₂	T ₂ k	燧藻煤	3.7175	2.91	26.68	44.47	24.92	99.99	17.64
	KY-S ₃	T ₂ k	燧藻煤	4.3277	2.54	5.46	35.48	56.51	99.99	38.40
	KY-S ₄	T ₂ k	灰黄色泥岩	0.0158	26.34	20.66	34.75	18.42	99.99	0.81
	KY-S ₅	T ₂ k	黄绿色泥岩	0.6455	1.63	29.75	56.11	12.50	99.99	7.64
	KY-S ₆	T ₂ k	深灰色泥岩	0.1649	16.57	38.00	39.42	7.00	99.99	6.44

了炎热半干旱、半咸水的深湖环境。藻类主要繁殖在湖沼远岸富氧的水面,死亡后沉入水底贫氧还原地带,并发生腐泥化作用形成腐泥煤。中三叠统沉积后,地层曾有短暂的沉积间断,晚三叠世该区沉积环境向河流相演变,沉积中心移至托克逊一带。侏罗纪仍为河湖相沉积,早中侏罗世盆地构造沉降缓慢、沉积速率中等,在气候潮湿温暖、还原、少盐水的沼泽环境中发育了腐殖煤层,在深水湖泊中可能发育了腐泥煤。侏罗纪末期的中燕山运动使地层隆升,并一直保持在隆升状态,地层遭到较大的剥蚀。

3 腐泥煤对前侏罗系油藏的影响

3.1 腐泥煤的分布规律

按照腐泥煤的形成特点,其湖盆中心为深水相的藻煤或燧藻煤,其湖盆边缘相则为沼泽相的燧煤或藻燧煤。在区域上常构成由藻煤、燧煤、腐殖煤组成的、反映湖盆沼泽化过程中的煤的成因系列,并常与油页岩层相伴生^[11]。一般认为燧煤形成于氧化环境,腐殖煤形成于还原环境,藻煤形成于强还原环境^[12]。前已叙及,科牙依地区和托克逊地区于中晚三叠世时为一个统一的湖盆,科牙依地区为沉积中心,托克逊地区为湖盆边缘相,因而科牙依的燧藻煤形成于深湖相中,托克逊凹陷此时期可能有燧煤存在,只是燧煤多呈薄层出现在腐殖煤中或其顶底层,分布局限而常常被忽视。按照这个推论,当时的台北凹陷也可能有腐泥煤出现,而且可能属于藻煤类,因为台北凹陷和科牙依凹陷在中三叠世时虽然不一定处于同一湖盆,但是它们同属一种构造背景和沉积环境,因此应该具有相似的岩性和化石组合。据区域资料可知,吐—哈地区在早二叠世晚期可能有几个独立的深水,湖盆如盆地北部的塔儿朗沟剖面、照壁山剖面的塔儿朗组即为深湖一半深湖相,沉积了较厚的暗色泥岩并夹多层薄层泥灰岩、灰岩和钙质结核。1998年7月笔者所在课题组首次在

塔儿朗沟剖面塔儿朗组中发现了沥青质页岩和夹于其中的巨型钙质结核中的原油,显示了极强的生烃能力,这种沥青质页岩与科牙依凹陷中三叠统的燧藻煤极为相似(待检),并表现出不同于台南凹陷下二叠统桃东沟群暗色泥岩烃源岩的有机地化指标。另一方面,地震剖面解释和少数探井钻探也证实了二叠统桃东沟群和三叠系在台北凹陷的存在,因此,推测在台北凹陷中部和台南凹陷北部的二叠纪及三叠纪深水沉积中有可能分布燧藻煤类。

3.2 腐泥煤是前侏罗系主要烃源岩类型之一

受钻探条件所限,目前仅在吐—哈盆地的南带,即科牙依凹陷、台南凹陷和托克逊凹陷见到前侏罗系油藏和油气显示。对于台南凹陷的前侏罗系油藏,根据现有二叠系和三叠系暗色泥岩计算其有机质丰度不能圆满解释现有的油藏规模,现在较为成熟的看法是,大部分油可能从台北凹陷运移而来。前已叙及,台北凹陷的三叠系和二叠系可能有燧藻煤的存在,本区的前侏罗系中可能也有腐泥煤存在,它们和湖相泥岩共同组成了形成油气藏的烃类。另一方面,台南凹陷前侏罗系油藏的形成还因为早二叠世有较高的地温梯度(4.06~4.82 °C/100 m)^[13]①,印支运动又是构造热事件②,烃源岩在印支运动中成熟运移;加之该带当时发育物性相对较好的扇三角洲砂体,该套砂岩邻近北侧(台北凹陷)二叠纪和三叠纪生烃中心,在印支运动中形成了一定量的次生孔隙,油早期成熟进入储层并抑制了成岩作用使孔隙得以保存。对于科牙依凹陷来说,中上三叠统沉积伊始,地温较低,到侏罗纪末期,古地温梯度约为2.34 °C/100m,三叠系埋深已逾3700 m,古地温约为70 °C~88 °C(藻类镜质体反射率为

① 柳益群,冯乔,周立发.吐—哈盆地南带前侏罗系油气勘探前景及有利区带评价(研究报告).1997

② 周鼎武,柳益群.吐—哈盆地火山岩研究(研究报告).1998

0.59%), 正进入液态烃生成期, 烃类极易聚集在燕山运动形成的圈闭中。也就是说, 该凹陷三叠系的烛藻煤其成藏期在侏罗纪内。托克逊凹陷的油气显示集中在凹陷西部的三叠系中, 根据上述腐泥煤的分布及少数岩心中的薄层烛煤(如托参 2 井), 推测有烛煤对生烃的贡献。但油的生成聚集时间可能较晚(侏罗纪)。

除上述之外, 幔源物质可能通过深大断裂上升参与了烃类的生成。

4 腐泥煤对侏罗系油藏的贡献

4.1 台北凹陷侏罗系腐泥煤是该区侏罗系油藏烃源之一

台北凹陷侏罗系的油藏其烃源岩主要来自水西沟群腐殖煤岩和湖相高碳泥岩, 这一观点已为大多数人所认可。但是, 大多数关于水西沟群的泥岩所作的有机质丰度和有机质类型测定却得不到理想的结果, 这些泥岩多为差生油岩, 少数为中等生油岩。腐殖煤的有机质测定结果虽然好于泥岩, 但对解释目前台北凹陷的侏罗系油藏规模显然也太牵强, 其主要的原因可能正是由于忽视了腐泥煤的存在, 这些腐泥煤虽然数量较少, 却具有较暗色泥岩和腐殖煤强得多的液态烃生成能力。据唐跃刚等报道^[14], 吐一哈盆地侏罗系煤中的基质镜质体具有很强的荧光, 并向沥青质体过渡, 沥青质体是藻、浮游生物和细菌类脂化合物的分解产物, 或来自壳质组分的分泌物, 生烃潜力较大; 柯柯亚地区类脂组分相当丰富, 有多层厚 1~4 m 的富含皮拉藻的腐泥煤, 皮拉藻含量约 5%, 夹研中含 10%, 干酪根为 I 型, 为藻烛煤。刘德汉^[5]在柯柯亚、台参 1 井、陵深 1 井等侏罗系煤中均见到结构形态明显和不明显的藻类体和沥青质体, 在柯柯亚等地见多层厚度达 1 m 左右的致密、暗淡的烛藻煤, 其中柯柯亚煤矿中烛藻煤层中的结构藻类体(主要为皮拉藻)在烛藻煤中含量达 6%, 煤中藻类体含量 < 2%, 煤中还常见多种形态的渗出沥青质体。金奎励^[2]对吐一哈盆地侏罗系煤岩的研究也表明, 基质镜质体可占整个煤样的 20~60%, 其中有大量的微生物参与, 具有较强的荧光, 该类生烃组分的有机质类型多为 II₁ 和 I 型, 属于腐殖碎屑和凝胶的混合物, 或是胶结了大量壳质体和超微壳质体, 是吐一哈盆地煤成烃的主要组分。另一方面, 根据台北凹陷泥岩等厚图和煤岩等厚图所示, 早侏罗世八道湾时期柯柯亚所在的丘东洼陷属于较深湖相, 因此该地区可能有较多的烛藻煤等腐泥煤存在。

由此看来, 台北凹陷侏罗系油藏的形成既有通常所认为的腐殖煤中富氢组分所作的贡献, 也应有腐泥煤的贡献。煤的生烃潜力的差异主要与其显微组分和

变质程度有关。台北凹陷侏罗系八道湾煤富含基质镜质体和微类脂组分, 在丘东地区深水区富含烛藻煤或藻烛煤, 生烃潜力最高; 西山窑组煤富角质体, 生烃潜力略差。托克逊凹陷的煤富镜质组(烛煤), 生油能力较差。哈密坳陷的煤富惰质组, 生油能力最差。

同前侏罗系油气藏的形成条件相似, 幔源物质可能对该区侏罗系油气藏的形成起到了重要作用。

4.2 与准噶尔盆地侏罗系腐泥煤的对比

众多研究成果证实, 吐一哈盆地和准噶尔盆地同属哈萨克斯坦板块, 均具有前寒武纪结晶基底和古生界褶皱基底双重基底。直至早二叠世末期, 两盆地完全连在一起, 经历了共同的演化过程。桃东沟期末(早二叠世末期)一三叠纪, 吐一哈盆地北缘的博格达山低幅度隆升, 首次使准一吐地块分隔; 早中侏罗世两地又合而为一, 成为统一的凹陷; 中晚侏罗世开始, 博格达山又一次缓慢隆升, 准一吐两盆地再次被分割, 自此进入了各自独立的演化过程。上述表明, 准噶尔盆地与吐一哈盆地在早二叠世和早中侏罗世应有相似的气候和沉积环境, 它们的烃源岩类型及丰度亦应大体相似。

据姚素平等报道^[15], 准噶尔盆地煤中也含有丰富的基质镜质体, 其中含较多微类脂组分, 有机质类型多为 II 型, 具较强的生成液态烃潜力; 壳质组中以角质体占绝对优势, 是该区另一种生油显微组分。除此之外, 木栓质体、孢子体、渗出沥青质体、微粒体、油滴、油脂等均可见及。金奎励等^[15]也证实了准噶尔盆地侏罗系煤中的大量藻类体, 并对其生烃潜力进行了测定, 证实了该类煤具有较强的生烃潜能和早生早排特点。上述情况说明准噶尔盆地与吐一哈盆地的聚煤条件及生烃条件是十分相似的。

5 结论

(1) 科牙依凹陷中三叠统中烛藻煤的发现不仅证实了本凹陷三叠系的生烃潜力, 提高了对该凹陷油气勘探前景的评价, 而且喻示着前侏罗纪具同样沉积环境的托克逊凹陷和台北凹陷也有腐泥煤的存在, 并且可能是盆地南带前侏罗系油藏的主要烃类贡献者(油自北向南运移)。

(2) 烛藻煤形成于强还原的深湖环境, 因此在中三叠世的科牙依地区、台北地区, 早侏罗世的丘东地区以及早二叠世晚期的台北凹陷北部一带可能较为发育。

(3) 台北凹陷侏罗系腐殖煤和湖相泥岩仅是侏罗系油藏的供烃者之一, 另一主要供烃者可能是丘东地区的烛藻煤和葡北、小草湖地区的烛煤。

(4) 按照定义^[1], 煤成油即为腐殖煤和含煤沉

积有机质在成煤过程或成岩过程中生成的液态有机物质, 生油母质来源于 II 型和 II 型干酪根。很显然, 该定义中不包括腐泥煤生成的液态烃。鉴于吐—哈油田各时代煤岩类型及生液态烃的贡献以及山西浑源、蒲县等藻煤类的生烃状况, 该定义值得商榷。

参 考 文 献

- 1 傅家谟, 刘德汉, 盛国英等. 煤成烃地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1990
- 2 戴金星, 戚厚发, 宋岩. 鉴别煤成气和油型气若干指标的初步探讨[J]. 石油学报, 1985, 6(2): 31~38
- 3 黄第藩, 秦匡宗, 王铁寇等. 煤成油的形成和成烃机理[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995
- 4 徐永昌, 沈平, 中原, 华北油气区“煤型气”地化特征初探[J]. 沉积学报, 1985, 3(2): 37~45
- 5 刘德汉, 孙永革, 申家贵等. 吐—哈盆地及二连盆地侏罗系煤微类脂成分的共聚焦激光扫描显微镜(CLSM)研究及油气意义[J]. 地球化学, 1996, 25(4): 309~316
- 6 罗斌杰, 王有孝, 沈平等. 澳大利亚陆相原油与中国陆相原油的对比及形成环境讨论[J]. 沉积学报, 5(1): 10~25

- 7 程克明, 张朝富. 吐鲁番—哈密盆地煤成油研究[J]. 中国科学(B 辑), 1994, 24(11): 1 216~1 222
- 8 王昌桂, 程克明, 徐永昌等. 吐—哈盆地侏罗系煤成烃地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1998
- 9 赵长毅, 程克明, 王飞宇. 吐—哈盆地煤成烃主要贡献组分解析[J]. 沉积学报, 1997, 15(2): 95~99
- 10 程政武, 吴绍祖, 方晓思. 准噶尔南缘和吐鲁番盆地二叠—三叠系[J]. 新疆地质, 1997, 15(2): 155~173
- 11 陈佩元, 孙达三, 丁丕训. 中国煤岩图鉴[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1996
- 12 金奎励, 姚素平, 魏辉等. 准噶尔与吐—哈盆地侏罗系煤成油研究[A]. 第四届全国煤岩学学术讨论会论文集[C]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1995. 103~107
- 13 柳益群, 吴涛, 崔早云等. 新疆吐鲁番—哈密盆地的古地温梯度及地质热历史[J]. 中国科学(D 辑), 1997, 27(5): 431~436
- 14 唐跃刚, 方家虎, 王延斌等. 吐—哈盆地煤成烃特征、标志及主要成油组分[A]. 第四届全国煤岩学学术讨论会论文集[C]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1995. 115~119
- 15 姚素平, 金奎励, 魏辉. 准噶尔盆地侏罗纪煤系有机岩石学特征及成烃性研究[A]. 第四届全国煤岩学学术讨论会论文集[C]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1995. 119~123

Discovery of Pre-Jurassic Cannel-Boghead with Its Geological Significance in Turpan-Hami Basin, Xinjiang

LIU Yi-qun¹ YUAN Ming-sheng² ZHOU Li-fa¹ ZHANG Shi-huan²

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

2(Turpan-Hami Oil Company, Hami Xinjiang 839003)

Abstract

More than ten year's advanced research work has been done by numbers of outstanding geologists, so that the research of coal-derived hydrocarbon for Turpan-Hami Basin has developed a lot. However, genetic potential for Jurassic coal-system mudstone and coal is not enough to explain the formative scale of oil-gas accumulation of Turpan-Hami Basin. The cannel-boghead, discovered firstly in Triassic in Keyayi depression in western Turpan-Hami basin, is the best source rock with the characteristics of good type, high quality and great genetic-potential. The discovery of cannel-boghead has not only main significance in evaluating hydrocarbon-generated prospect of pre-Jurassic in this area but has enlightenment in analyzing diversify of coal-derived hydrocarbon types. The results of the synthetical research demonstrate that the cannel-boghead, probably, either is one of the generating hydrocarbon materials of pre-Jurassic oil accumulation in Tainan depression, or makes contribution to oil-gas accumulation of Jurassic. Fairly abundant cannel-boghead distributed in deep lake with semiarid, bracksh, and strong reduction in Keyayi depression and Taibei depression in Middle Trassic, in Quidong area of Taibei depression in Early Jurassic as well as in northern Taibei sag in late Early Permian. These cannel-boghead and lacustrine mudstones all provided hydrocarbon-generated matters to oil-gas accumulation of Turpan-Hami Basin. The hydrocarbon-generated condition of Turpan-Hami Basin is very similar with that of Jungger Basin. Besides, the mantle matters probably contribute greatly on forming oil-gas accumulation of Turpan-Hami Basin.

Key words cannel-boghead coal-derived hydrocarbon Turpan-Hami Basin