

古巴地区沉积盆地演化与油气成藏条件

陈榕¹, 吴朝东¹, 申延平²

(1. 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; 2. 国土资源部油气战略研究中心, 北京 100034)

摘要:结合古巴群岛构造演化及古地理格局,对比分析了北古巴前陆盆地和古巴中部盆地的演化过程及油气地质条件,认为中新世加勒比板块北缘的弧陆碰撞活动是控制古巴地区油气成藏的关键因素。古巴群岛及其周缘地区在侏罗纪裂陷期-白垩纪被动大陆边缘时期发育良好的烃源岩,烃源岩分布范围受到古地理格局的控制。白垩纪末期-古新世加勒比板块与北美板块的碰撞控制了古巴地区储盖组合及其配置关系,发育有效区域盖层是北古巴前陆盆地油气成藏的重要条件。白垩纪末期,古加勒比弧在碰撞作用下推覆北美被动大陆边缘,下部烃源岩受到荷载开始成熟。弧陆碰撞形成的大型冲断带及断层为油气的聚集提供了良好的运移通道,使得油气聚集在侏罗系-白垩系碳酸盐岩裂缝、火山岩裂缝、火山碎屑岩以及古近系砂岩等储层中,并形成了构造、地层、岩性及复合型等油气藏。

关键词:油气分布;褶皱冲断带;板块边缘;古巴

中图分类号:TE122.2

文献标识码:A

Sedimentary basin evolution and hydrocarbon accumulation conditions in Cuba

Chen Rong¹, Wu Chaodong¹, Shen Yanping²

(1. School of Earth and Space Science, Peking University, Beijing 100871, China;

2. Strategic Research Center of Oil and Gas, Ministry of Land and Resources, Beijing 100034, China)

Abstract: This paper compared the evolution and petroleum geological conditions of the foreland basin in northern Cuba and the basin in central Cuba based on the evolution history and paleogeography setting of the Cuba islands. The Mesozoic-Cenozoic arc-continent collision of northern boundary of Caribbean Plate is thought to be the key factor controlling the oil and gas accumulation in Cuba. High quality source rocks were developed in Cuba islands and its surrounding platforms during the Late Jurassic rifting and the Cretaceous passive continental margin periods. The distribution of the source rocks was controlled by the paleogeography setting. The reservoir-cap rock assemblages were controlled by the collision between the Caribbean plate and North America plate in the Late Cretaceous-Paleocene. The effective regional cap rock was an important condition for oil accumulation in the foreland basin of northern Cuba. At the end of Cretaceous, the thrust of the Caribbean Arc over the North America plate promoted the maturation of the source rocks. The large thrust fault zone and faults resulted from arc-continent collision provided the pathways for hydrocarbon migrating to and accumulating in the reservoirs such as the fractured Jurassic-Cretaceous carbonates, fractured volcanic rocks, pyroclastic rock and Paleocene sandstone, leading to the formation of structural, stratigraphic, lithological and composite reservoirs.

Key words: oil and gas distribution, fold thrust belt, plate boundary, Cuba

加勒比地区油气资源多分布于板块边缘的含油气盆地^[1]。前人针对加勒比地区不同构造边界盆地含油气性进行过许多研究,其中北缘油气资源主要集中于古巴群岛周缘推覆构造相关的盆地^[2-4],但不同盆地间油气储量差异较大,分布并不均匀^[5-6]。因此研究古巴地区周缘推覆构造与油气分布特点能够进一步分析板块碰撞作用对油气分布的影响。Itrurade - Vient 认为新生代古加勒比弧拼接北美版块,岛弧推

覆形成了古巴群岛的雏形^[7]。随后许多学者同样认为古巴群岛是由于晚白垩世-新生代古加勒比弧碰撞北美板块形成的^[8-11],并且长期的碰撞作用(晚白垩世-古新世早期)^[8,10-11]对古巴整体地层特征及盆地演化产生了重大的影响^[4,12]。

前人在研究加勒比板块构造演化和烃源岩分布的基础上对加勒比地区油气勘探远景进行了分析,认为古巴-巴哈马台地边缘地区属于加勒比板块北缘油气

收稿日期:2014-01-10;修订日期:2015-04-20。

第一作者简介:陈榕(1987—),女,博士研究生,沉积学、石油地质学。E-mail:rongrong@pku.edu.cn。

基金项目:国土资源部全球油气地质综合研究与区域优选项目(GT-YQ-QQ-2011-6-21)。

勘探的潜力区域^[4,13]。对古巴群岛及其周缘盆地油气地质条件的研究则集中在古巴群岛各盆地的油气地质特征方面,现有研究普遍认为古巴地区主力烃源岩为中、上侏罗统,白垩系具有良好的生烃潜力^[5,14]。同时北古巴前陆盆地海上部分是未来油气勘探的重点区域^[5,14]。Echevarria - Rodriguez 等将古巴划分为古巴北部油气区和古巴南部油气区两部分,并研究了不同油气区的基础地质条件,认为古巴北部油气区拥有良好的生储盖条件,古巴南部油气区也具备一定的油气潜力^[6]。周道华分析了北古巴前陆盆地三区块的石油地质条件及勘探潜力,评价了该区块的油气藏条件,认为区内的前陆冲断带是本区最有利勘探区带,南部区域发育较厚的古近系,是三区块有利远景区^[15]。这些研究结合了板块动力学演化背景,对古巴地区油气分布有较为准确的把握,总结了北古巴前陆盆地的油气地质特征及油气运移问题,但对于不同盆地油气储量及地质特征之间的差异仍有待进一步分析。

1 区域地质背景

古巴群岛是加勒比板块北缘大安德列斯岛弧带的一个重要组成单元,与北美板块相邻^[16]。古巴群岛及其周缘区域发育有前陆盆地、弧后盆地及拉分盆地3种类型的盆地,可以划分为古巴北部油气区及古巴南部油气区两大部分^{[6]①②}(图1)。其中北古巴前陆盆地及北部褶皱带等构造单元位于古巴北部油气区,古巴南部油气区则包括南部海岸带的普拉修斯拉分盆地,北部盆地,中部盆地及南部盆地等构造单元(图1)。

早-中侏罗世时期,泛大陆裂解,北美、南美板块之间开始形成古加勒比海槽,北美板块南缘发育被动大陆边缘。晚白垩世时期,古加勒比海槽俯冲加勒比

板块形成了古加勒比弧。随着加勒比板块北东向移动,古加勒比弧在白垩纪末期—始新世时期与北美板块碰撞,形成了古巴褶皱冲断带及相关盆地。古巴地区含油气盆地包括北古巴前陆盆地及古巴中部盆地(图1),普拉修斯盆地、古巴北部盆地以及古巴南部盆地尚未有油气发现^[17]。其中北古巴前陆盆地形成于白垩纪末期,为典型的前陆盆地,包括山前冲断带和前渊,发育侏罗系—新近系,中生界多发生挤压变形,上覆新生界呈楔状^[11,18],整体经历了裂谷期、被动陆缘期和前陆盆地期3个阶段,油气富集程度较高^[6]。古巴中部盆地形成于古新世,经历了裂陷期、碰撞造山期以及盆地变形期3个阶段。古巴中部盆地为弧后盆地,基底为中生界火山岛弧地层,上部发育白垩系—新近系,盆地边界受到一系列正断层控制,具有一定的油气储量^②。

截至2010年,古巴石油探明储量为 6.82×10^8 t,天然气探明储量 2.94×10^{10} m³。其中北古巴前陆盆地石油探明储量为 67.5×10^6 t,占全盆地资源量96.5%,天然气探明储量 2.72×10^8 m³,占全盆地资源量3.5%。古巴中部盆地石油探明储量为 6.36×10^6 t,占全盆地资源量97%,天然气储量 2.264×10^8 m³,占全盆地资源量2%。

2 古地理环境与烃源岩分布

古巴地区共发育4套烃源岩,包括中-下侏罗统的泥岩、上侏罗统—下白垩统的深水型碳酸盐岩及泥岩、上白垩统的深水型碳酸盐岩以及古新统的泥岩^[5,15,19]。古巴地区古地理演化经历了裂谷期、被动陆缘期、碰撞造山期以及弧后稳定期4个阶段。早-中侏罗世裂谷阶段,古巴群岛西北部及中北部地层发育于古加勒比海槽北缘,主要为含陆相硅质碎屑的砂

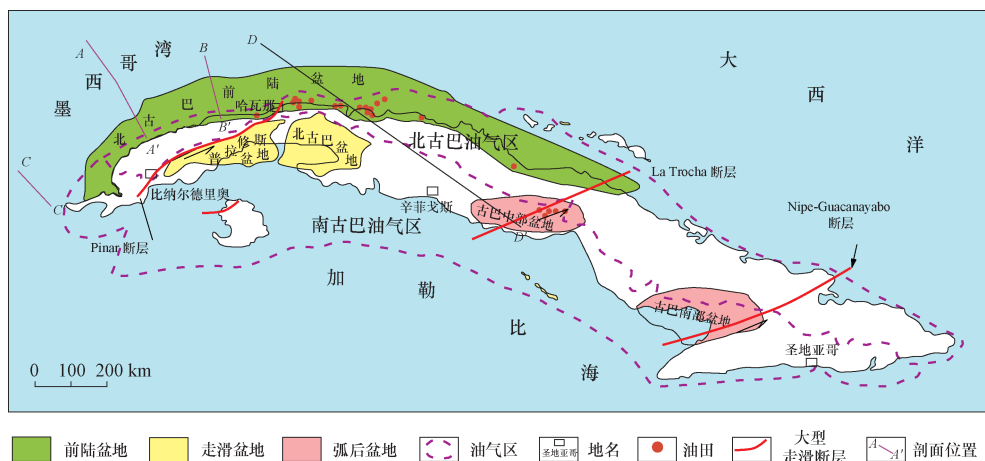


图1 古巴构造与盆地类型分布^{①②[7,14]}

Fig. 1 Structure and basin types of Cuba^{①②[7,14]}

① IHS. North Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

② IHS. South Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

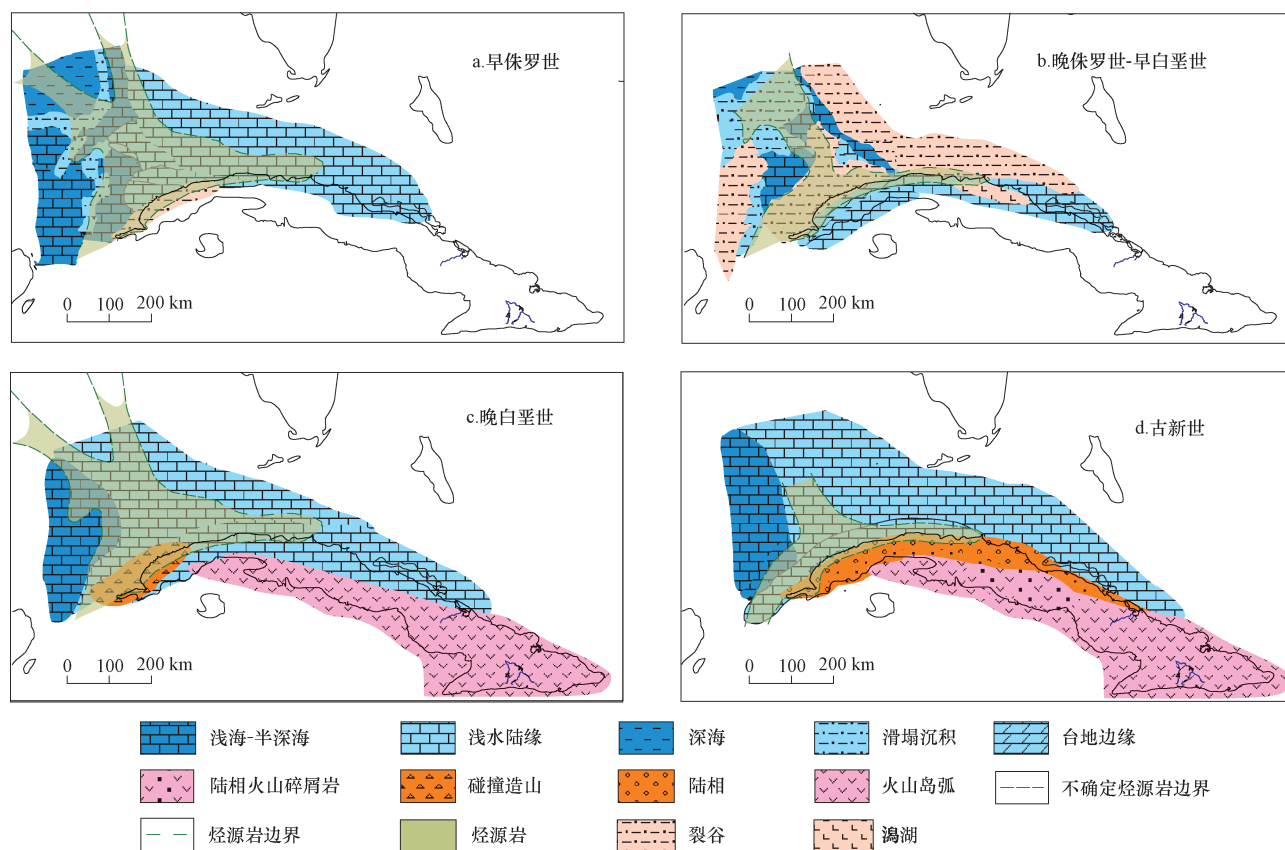


图2 古巴地区早侏罗世—古新世岩相古地理与烃源岩现今分布范围图^[14]

Fig. 2 Paleogeographic maps from the Early Jurassic to Paleocene and the current distribution of source rocks of Cuba^[16]

岩及碳酸盐岩和泥岩沉积。这一时期北古巴前陆盆地发育一系列北东—南西向和北西—南东向正断层控制的半地堑^[5,11](图2a)。下侏罗统烃源岩多分布于尤卡坦台地边缘,主要为陆相和泻湖沉积,含大量有机物。中—下侏罗统的 San Cayetano 组为泻湖相深水黑色页岩,属于裂谷沉积,厚约 5 000 m,分布在古巴北部沿海地带及盆地内部^[5,14](图2a)。

晚侏罗世—晚白垩世,古加勒比海槽进一步扩张,于北美板块边缘发育被动大陆边缘。这一时期古巴西北部及中北部属于被动陆缘的沉积环境^[20](图2b),大规模接受碳酸盐岩沉积,盆地大范围沉积了大于 12 000 m 的碳酸盐岩^[11]。沉积中心受到侏罗纪构造特征控制,位于北部地堑较为发育的地区。上侏罗统—下白垩统于被动大陆边缘时期沉积了大量的浅水型、深水型碳酸盐岩及泥岩,主要分布于北部沿岸带,沉积范围较中下侏罗统分布区域小^[5-6,14](图2b)。

晚白垩世古加勒比弧形成^[7-8],古巴中南部地区及南部地区开始发育火山岩及火山碎屑岩地层^[21](图2c)。白垩纪末期,受到古加勒比弧与北美板块边缘碰撞的影响,地层发生挠曲,逐渐形成北古巴前陆盆

地^[11]。部分中生界受到古加勒比弧的挤压推覆作用发生变形,在古巴北部沿海地带形成前陆冲断带,部分中生界暴露剥蚀,沉积中心开始转移到山前带所在的北部沿海地区(图2d),盆地内部及中北部地区继续发育海相碳酸盐岩及碎屑岩混合沉积^[11]。上白垩统的烃源岩为深水碳酸盐岩与泥岩,为被动大陆边缘沉积,厚度未知,主要分布于北部沿岸带以北的区域,部分地区受到剥蚀^[5,14](图2c)。

古新世板块间进一步的碰撞使得北古巴前陆盆地发育朝山前带逐渐增厚的楔状碎屑岩沉积,同时中生界开始接受埋藏^[5,7,10-11]。这一时期古加勒比弧逆冲推覆于中生界之上,古巴中部盆地形成于岛弧后方的拉张背景^[6],以火山碎屑充填为主。古新统烃源岩分布范围和厚度均较小^[5,14],岩石类型主要为泥岩^①(图2d)。

综上所述古巴地区烃源岩发育主要受古地理格局的控制,侏罗纪—早白垩世的裂陷—被动大陆边缘阶段是烃源岩发育的重要时间段,因此侏罗系烃源岩分布较广,受后期构造活动的影响,白垩纪以后烃源岩发育的有利相带范围逐渐缩小,白垩系及古近系烃源岩分布范围相对也较小。

① IHS. North Cuban province monitor report. Information Handling Service, 1998.

3 油气成藏条件

古巴地区发育多种类型的油气藏,具有良好的烃源岩条件,有利的生储盖组合也为古巴地区油气成藏打下了基础。

3.1 主要烃源岩生烃潜力

Morettie 等^[5]、Magnier 等^[19]对古巴北部油气区地裸露头的烃源岩样品及盆地内 DSDP 钻井岩心进行了分析(图3),得出区内4套烃源岩的地球化学数据。中-下侏罗统黑色页岩残余有机碳含量(TOC)为0.7%~3.3%,平均含量为1%,属于II型海相干酪根,地球化学特征显示这部分烃源岩处于过成熟阶段, T_{max} 约为495℃^[5,19](图3)。上侏罗统-下白垩统烃源岩 TOC 平均值为3%,最大可达13.82%,属于II、II_s型干酪根, S_2 值(吸附烃含量)为93.20 mg/g, HI (氢指数)为674 mg/g^[5](图3)。上侏罗统有机质富含硫,因此属于II_s型干酪根^[19],这种干酪根主要形成于生油期早期,具有“未成熟地区”的低温环境的特点^[5]。其中Cifuentes组的泥岩具有最好的生烃潜力,该组烃源岩富含共生和后生沥青的分散有机质,这些有机质集中在层面、裂缝、缝合线及孔洞中^[5]。泥岩 TOC 平均值为1%, T_{max} 可达410~420℃^[19](图3)。下白垩统 TOC 平均值约为6%, S_2 值约为26 mg/g, HI 约为600 mg/g^[19]。上白垩统烃源岩 TOC 含量平均为1%,最大可达3%, HI 约为610 mg/g, T_{max} 平均值约为426℃,最大可达500℃^[19](图3)。古新统烃源岩部分样品 TOC 含量很高,但整体上来未达成熟阶段^[5]。因此上侏罗统-下白垩统的碳酸盐岩-泥岩组合是古巴地区重要的优质烃源岩,白垩系烃源岩同样具有一定的生烃潜力。

北古巴前陆盆地储层主要为侏罗系、白垩系及上覆始新统(表1;图3),岩性为深水型灰岩、台地相灰岩、角砾岩、砂岩以及火山岩。储集类型主要为碳酸盐岩缝洞、碎屑岩裂缝及粒间孔^[6,17,22]。其中侏罗系及下白垩统储层孔隙度约为14%,渗透率小于 $200 \times 10^{-3} \mu m^2$,上白垩统孔隙度为12%~18%,平均13%。古巴中部盆地储层主要为上白垩统火山岛弧及上覆沉积岩,包括灰岩、火山碎屑岩、凝灰岩及砂岩^[6]。其中上白垩统灰岩孔隙度为10%~25%,平均值为12%。

古巴地区盖层主要为储集层的层间页岩^[22](图3),如古巴北部油气区的Carmita组、Constancia组、Esperanza组、Habana组、Margarita组及Vega组的层间泥岩。北

古巴前陆盆地下白垩统Constancia组及Trocha群储层属于致密灰岩(表1),亦可以作为盖层进行有效封堵形成岩性地层油气藏。下白垩统的Santa Teresa组盖层为层间页岩及凝灰岩。中生界火山岩则是一种比较特殊的储层,裂缝的生成使得地层具有一定孔隙度及渗透率,可以作为油气储集体,同时受到周围致密蛇纹岩的封堵形成孤立的小型地层油藏^[7],但由于这些储层规模较小并且缺乏连通性,因此生产周期较短。

3.2 油气藏类型

古巴地区目前已发现34个油气田,其中古巴北部油气区27个,主要位于北古巴前陆盆地前陆冲断带陆上部分,古巴南部油气区7个,主要位于古巴中部盆地。古巴地区油气藏以复合油气藏为主,包括构造油气藏、地层油气藏、岩性油气藏及不整合油气藏4种类型(图4)。

构造油气藏是古巴地区发育的最主要的油气藏类型,在古巴北部油气区及南部油气区均有发现。北古巴地区油气主要聚集于褶皱冲断带中的各个构造地层单元,包括背斜油气藏、断层油气藏等(图5),一般发育于冲断层上盘扭折带型褶皱处(图4)。此类油气藏代表为Boca De Jaruco, Cantel 和 Yumuri 油田以及古巴南部油气区Pina和Cristale油田等大型油气田^{①②}。

地层油气藏规模较小,主要为不整合油气藏,主要分布于古巴南部油气区。古巴南部油气区储集层为火山岩裂缝及岛弧序列内部的碳酸盐岩,盖层为层间页岩及上覆凝灰岩。这样使得油气聚集于下部的裂缝型火山岩及裂缝型碳酸盐岩与上覆凝灰岩组成的不整合圈闭中(图4),发育于Cristales及Jatibonico油田^②。

岩性油气藏是古巴地区分布较为广泛的油气藏之一,在上侏罗统、中上白垩统、中生界火山岩及古新统中均有发现。由于古巴地区中上侏罗统及中下白垩统的储层多发育于烃源岩所在的层位,岩性较为致密,使得油气主要聚集于碳酸盐岩裂缝、蛇纹岩裂缝以及砂岩透镜体中,由层间页岩或凝灰岩进行封堵,包括储集岩上倾尖灭油气藏与透镜体油气藏(图4)。此类油气藏普遍发育于古巴地区各个油气田^{①②}。

除上述油气藏类型外,复合油气藏也是古巴地区主要油气藏类型之一,主要包括构造-地层油气藏及构造-岩性油气藏两种类型。古巴北部油气区储层主要是碳酸盐岩,砂岩和角砾岩以及推覆体中的蛇纹岩^[15](表1;图4),油气主要聚集在轻微褶皱的碳酸盐岩裂缝中,受到上部地层不整合及断层的侧向封堵而形成构造-地层油气藏(图4),同时在砂岩中则多为由尖

① IHS. North Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

② IHS. South Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

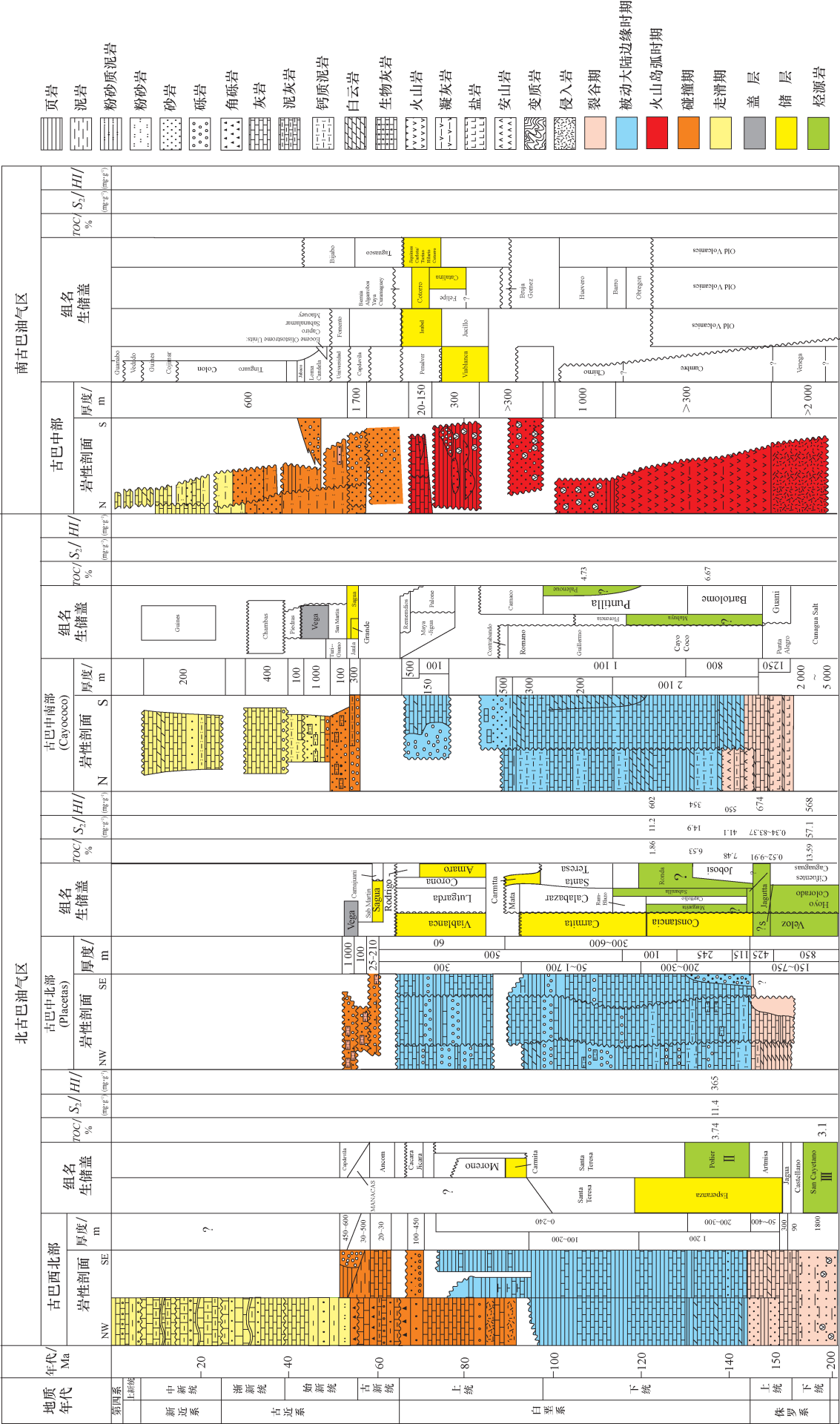


图 3 古巴地区地层综合柱状图、生储盖组合及烃源岩条件评价^{①-②③④}

Fig. 3. Generalized geological section , source-reservoir-seal combination and hydrocarbon source rock conditions of Cuba ^{①-②③④}

① IHS.North Cuban province monitor report.Information Hauding Service,1998.
② IHS. South Cuban province monitor report.Information Hauding Service,1998.

表 1 古巴含油气盆地储层特征^{①②}

Table 1 Reservoir characteristics of petroliferous Basins in Cuaba^{①②}

层位		岩性	孔隙度/%	渗透率/ (10 ⁻³ μm ²)	储层类型	代表油田
始新统	Sagua 组	角砾岩			砂岩、砾岩粒间孔	Boca de Jaruca, Penas Altas
	Grande 组	碳酸盐岩角砾岩、砂岩			砂岩、砾岩粒间孔	Boca de Jaruca, Penas Altas
上白垩统	中生代火山岩单元	蛇纹岩			蛇纹岩裂缝	Bacurana-Cruz verde, Camarioca, Cantel, Jarahueca, Motembo, Santa Maria del Mar
	Isabel 组	凝灰岩、凝灰角砾岩	14 ~ 25		凝灰岩裂缝	Cristales
	Jiquimas 组	礁体、火山碎屑岩、砂岩			碳酸盐裂缝、火山岩裂缝、砂岩裂缝	Cristales
	Cotorro 组	灰岩、凝灰岩			灰岩裂缝,海相凝灰岩裂缝	Mamonal, Reforma
	Catalina 组	灰岩、砾岩、角砾岩	10 ~ 25 平均 12		灰岩裂缝、晶间孔、砾岩裂缝	Catalina
	Habana 组	致密砂岩、凝灰岩、灰岩			砂岩、凝灰岩及浅水灰岩裂缝	Bacuranao-Cruz Verde
	Via Blanca 组	砂岩、深水灰岩	12 ~ 18 平均 15		浊流砂岩及深水灰岩裂缝	Boca de Jaruca
	Amaro 组	浊积岩及深水灰岩	12 ~ 18 平均 13		重力流砂岩、深水灰岩裂缝	Boca de Jaruca
	Carmita 组	破碎深水灰岩			深水灰岩裂缝	Camarioca, Guasimas, Varadero Sur
	Santa Teresa 组	灰岩			灰岩裂缝	Camarioca, Cantel, Guasimas, Varadero Sur
下白垩统	Esperanza 组	深水灰岩			深水灰岩裂缝	Martin Mesa
	Constancia 组	碎屑灰岩	14	< 200	灰岩裂缝、白云岩粒间孔	Litoral Piedra, Marbella, Puerto Escondido
	Margarita 组	深水灰岩			灰岩裂缝	Marbella, Cupey 1X
	Veloz 组	深水碎屑灰岩			灰岩裂缝	Puerto Escondido
上侏罗统	Trocha 群	台地相灰岩			深水灰岩裂缝	Litoral Piedra, Marbella
	Cifuentes 组	深水灰岩	14	< 200	深水灰岩裂缝	Puerto Escondido

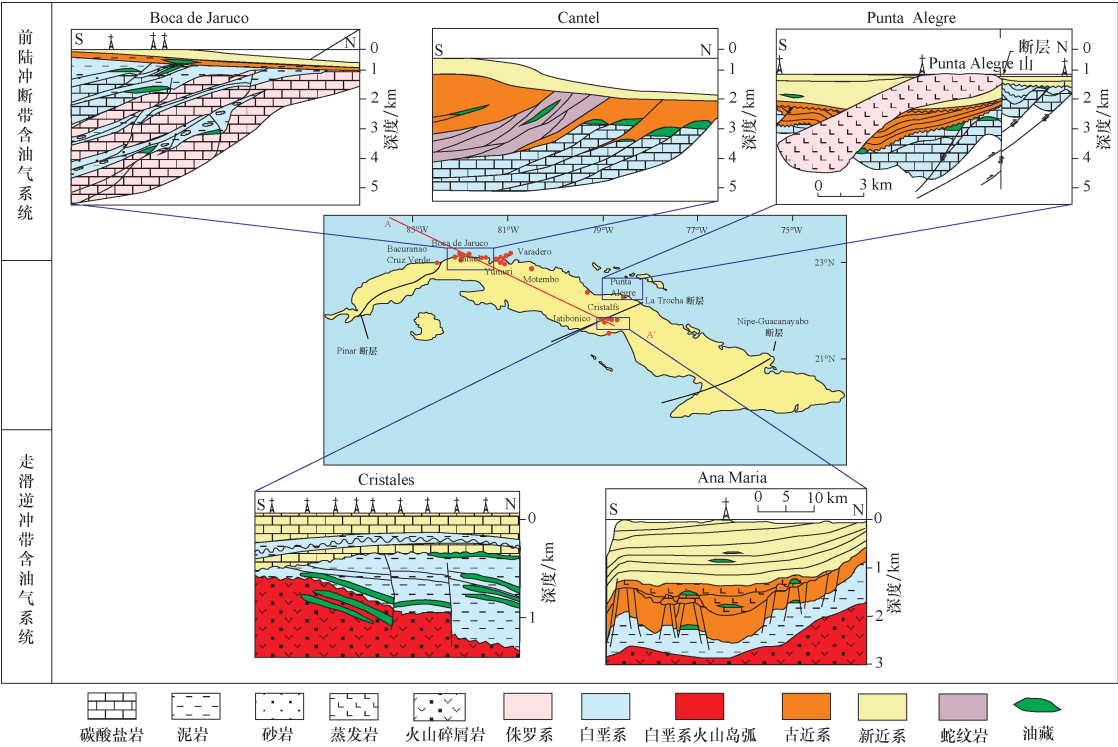


图 4 古巴主要油田油藏类型

Fig. 4 Reservoir types of main oilfields in Cuba

① IHS. North Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

② IHS. South Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

灭砂体形成的岩性油气藏,另一侧为断层封堵,从而形成了构造-岩性油气藏(图4)。其中构造-地层油气藏主要发育于 Punta Alegre、Ana Maria 地区(图4)^{①②},构造-岩性油气藏则主要发育于 Varadero、Cupey 1X 和 Yumuri 等油气田^[17]。

4 讨论

北古巴前陆盆地和古巴中部盆地作为古巴地区两大含油气盆地,二者油气成藏模式有着较大差异。从构造演化角度来看,北古巴前陆盆地形成时间较早,和古巴中部盆地相比演化时间长,并且具有较长的被动陆缘演化时间,可以划分出前陆冲断带和前陆盆地两套含油气系统(图5)。侏罗纪一早白垩世北美被动大陆边缘沉积的大套泥页岩及碳酸盐岩给北古巴前陆盆地打下良好的烃源岩基础。在前陆冲断带含油气系统中,白垩纪末期—古新世的古加勒比弧推覆作用使得前陆盆地开始形成,所造成的动力荷载及沉积物荷载促使褶皱冲断带地区的烃源岩开始成熟^[11],为盆地的

热演化过程提供了有利的地质条件。同时强烈的推覆形成的褶皱冲断带破坏了侏罗系及白垩系的地层结构,所形成的断层成为了油气运移的重要通道,为盆地油气的二次运移提供了优越的条件。前陆盆地地区同样有着良好的石油地质条件,Mognier^[19]认为北部地区海域烃源岩主要为中-下侏罗统裂陷沉积地层及中上白垩统被动陆缘, DSDP 钻井岩心中也发现了古巴北部沿海露头区下白垩统 Pons 组及 Carmita 组同层段的烃源岩^[5,17]。中-下侏罗统裂陷沉积埋藏深度约为 2 500 ~ 3 000 m,已达到生油窗^[15],因此北古巴前陆盆地海上地区的前陆盆地含油气系统也具有一定的勘探潜力。

古巴中部盆地属于弧后拉张盆地,形成于晚白垩世古加勒比弧碰撞北美板块边缘之后^[6],属于走滑推覆带含油气系统。根据古巴中部盆地内油田有限的烃源岩数据,推测其烃源岩主要为在岛弧推覆过程中被卷入岛弧带的北部侏罗系被动陆缘地层,并在上部岛弧荷载作用下开始成熟。始新世之后,随着碰撞作用的减弱,古巴中部盆地开始发生明显的走滑,发育了贯穿盆地的 La Trocha 断层以及一系列小型走滑断层^[7]。

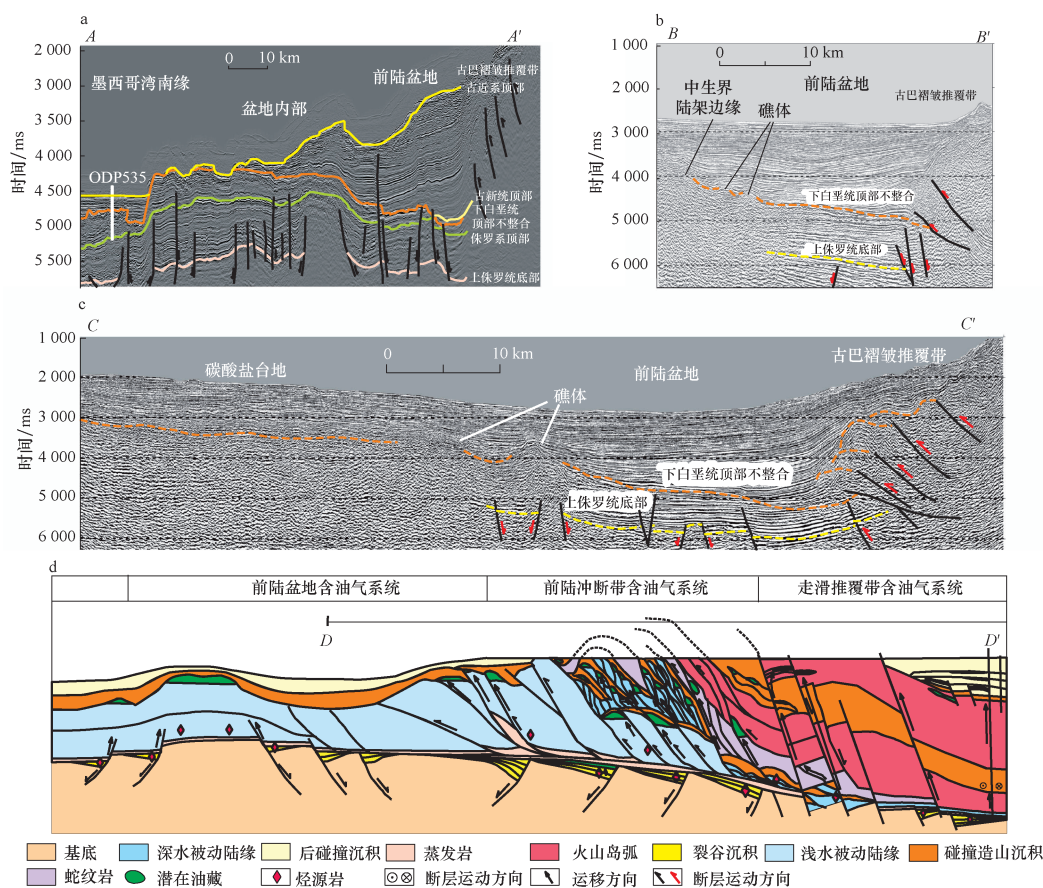


图5 古巴地区油气成藏模式(剖面位置见图1)

Fig. 5 Hydrocarbon accumulation patterns of Cuba(see Fig. 1 for the section location)

北部油气区烃源岩主要为侏罗系及中下白垩统,油气主要聚集于上侏罗统、下白垩统、上白垩统、始新统及中生界蛇纹岩,油气运移以侧向运移及垂向运移为主。晚白垩世—始新世的岛弧推覆作用控制了油气的形成于运移。)

① IHS. North Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

② IHS. South Cuban province monitor report. Information Hauding Service, 1998.

古巴中部盆地的油气运移通道也是后造山期形成的一系列大型走滑断层及相关断层系,使得下部油气运移并聚集在上部火山碎屑岩地层,与北古巴前陆盆地相比油气运移和聚集的较晚。尽管有足够的地热条件,但古巴中部盆地的烃源岩的分布范围和北古巴前陆盆地相比较小,盆地储层多为火山碎屑岩及白垩系碳酸盐岩,储层规模也较小,盖层多为层间页岩及凝灰岩,缺乏区域性盖层。古巴中部盆地在盆地油气条件上不如北古巴前陆盆地,但盆地在烃源岩成熟、储层形成及油气运移的过程中同样也受到了古加勒比弧推覆作用的影响,因此中生代加勒比板块北缘的弧陆碰撞活动是控制古巴地区油气成藏的关键因素。

5 结论

1) 古巴地区主要含油气盆地为北古巴前陆盆地和古巴中部盆地,发育侏中下侏罗统、中上侏罗统、白垩系、古近系4套烃源岩。油气主要以自生自储、下生上储等形式聚集在侏罗系-白垩系碳酸盐岩裂缝、火山岩裂缝、火山碎屑岩以及古近系砂岩等储层中。

2) 加勒比板块北缘弧陆碰撞事件形成的褶皱冲断带是控制古巴地区油气成藏的关键因素。碰撞作用使得古加勒比弧推覆北美被动大陆边缘,下部烃源岩受到荷载开始成熟,同时推覆形成的断层是古巴地区重要的油气运移通道。

3) 古巴北部油气区是较有潜力的勘探区,原因包括4个方面:较大规模烃源岩及储层;发育有效区域盖层;弧陆碰撞形成的大型冲断带为烃源岩的成熟提供了有利条件;冲断作用形成的断层为油气运移提供了良好的通道。

致谢:在本文研究过程中北京大学地球与空间科学学院郭召杰教授和中国地质大学能源学院何登发教授在构造演化方面提供了建议和帮助,李林林同学在成文过程中提供了帮助,张晨晨、房亚男等同学在资料收集及处理等方面提供了帮助,在此一并感谢。

参 考 文 献

- [1] 程小岛,李江海,高危言. 南美板块北部边界作用对其含油气盆地的影响[J]. 石油与天然气地质,2013,34(1):112-119.
Cheng Xiaodao, Li Jianghai, Gao Weiyan. Impact of the northern South America Plate boundary evolution upon petroliferous basins [J]. Oil & Gas Geology, 2013, 34(1): 112-119.
- [2] Aguilera R F. Oil supply in Central and South America[J]. Energy Policy, 2009, 37(8): 2916-2925.
- [3] Larue D K, Warner A J. Sedimentary basins of the Caribbean plate boundary zone and their petroleum potential[J]. Journal of Petroleum Geology, 1991, 14(3): 275-290.
- [4] Pindell J L. Geologic rationale for hydrocarbon exploration in the Caribbean and adjacent region[J]. Journal of Petroleum Geology, 1991, 14(3): 237-257.
- [5] Schenk C J. Jurassic-Cretaceous composite total petroleum system and geologic models for oil and gas assessment of the North Cuba Basin [M]. Cuba; Denver Publishing Service Center, 2008.
- [6] Echevarria-Rodriguez G, Hernandez-Perez G, Lopez-Quintero J O. Oil and gas exploration in Cuba[J]. Journal of Petroleum Geology, 1991, 14(3): 259-274.
- [7] Iturralde-Vinent M A. Cuban geology: A new plate tectonic synthesis [J]. Journal of Petroleum Geology, 1994, 17(1): 36-69.
- [8] Pindell J L, Kennan L. Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern South America in the mantle reference frame: an update[J]. Geological Society, London, Special Publications, 2009, 328(1): 1-55.
- [9] Rojas-Agramonte Y, Neubauer F, Garcia - Delgado D E. Tectonic evolution of the Sierra Maestra Mountains, SE Cuba, during Tertiary times: From arc-continent collision to transform motion[J]. Journal of South American Earth Sciences, 2008, 26(2): 125-151.
- [10] Pindell J, Maresch W V, Martens U. The greater antillean arc: Early Cretaceous origin and proposed relationship to Central American subduction melanges: implications for models of Caribbean evolution[J]. International Geology Review, 2012, 54(2): 131-143.
- [11] Escalona A, Yang W. Subsidence controls on foreland basin development of northwestern offshore Cuba, southeastern Gulf of Mexico[J]. AAPG Bulletin, 2013, 97(1): 1-25.
- [12] Kerr A C, Iturralde-Vinent M A, Saunders A D. A new plate tectonic model of the Caribbean: implications from a geochemical reconnaissance of Cuban Mesozoic volcanic rocks[J]. GSA Bulletin, 1999, 111(11): 1581-1599.
- [13] Leahy K, Lawrence S, Thrift J. Caribbean source rocks may point toward buried treasure[J]. Oil & Gas Journal, 2004, 102(8): 35-39.
- [14] Moretti I, Tenreiro R, Linares E. Petroleum system of the Cuban northwest offshore zone [M]//The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics. AAPG Memoir 79, 2003, 675-696.
- [15] 周道华. 古巴前陆盆地三区块石油地质特征及勘探潜力分析[J]. 海洋石油, 2009, (4): 10-18.
Zhou Daohua. Petroleum geological characteristics and exploration potential in Block III of Foreland Basin, Cuba[J]. Offshore Oil, 2009, (4): 10-18.
- [16] Mann P. Classification and tectonic setting from Jurassic to Present [M]//Caribbean Sedimentary Basins, Elsevier, 1999, 3-31.
- [17] Brust J, Huneke H, Meschede M. Facies and provenance of basin-margin deposits in the Los Palacios Basin (Capdevila Formation, Cuba) [J]. Facies, 2011, 57(1): 73-92.
- [18] Saura E, Verges J, Brown D. Structural and tectonic evolution of western Cuba fold and thrust belt[J]. Tectonics, 2008, 27(TC4002): 1-22.
- [19] Magnier C, Moretti I, Lopez J O. Geochemical characterization of source rocks, crude oils and gases of Northwest Cuba[J]. Marine and Petroleum Geology, 2004, 21(2): 195-214.
- [20] Iturralde-Vinent M A. Meso-Cenozoic Caribbean Paleogeography: implications for the historical biogeography of the region[J]. International Geology Review, 2006, 48(9): 791-827.
- [21] Schneider J, Bosch D, Monie P. Origin and evolution of the Escambray Massif (Central Cuba): an example of HP/LT rocks exhumed during intraoceanic subduction[J]. Journal of Metamorphic Geology, 2004, 22(3): 227-247.
- [22] 张发强,殷进垠,王骏. 北古巴地区构造沉积演化及含油气特征[C]//第八届中国古地理学与沉积学学术会议论文集. 大庆: 2004: 76.
Zhang Faqiang, Yin Jinyin, Wang Jun et al. Tectonic and sedimentary evolution of northern Cuba and its oil-bearing characteristics [C]//The 8th paleogeography and sedimentology academic conference proceedings, [The 8th paleogeography and sedimentology academic conference abstract. Daqing: 2004: 76.

(编辑 张亚雄)