

含油气盆地油气藏破坏的油气显示及其地质意义

霍志鹏^{1,2}, 庞雄奇^{1,2}, 杜宜静³, 沈卫兵^{1,2}, 姜涛^{1,2}, 郭丰涛^{1,2}

(1. 中国石油大学 盆地与油藏研究中心, 北京 102249; 2. 中国石油大学 油气资源
与探测国家重点实验室, 北京 102249; 3. 中国石油 勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 油气显示可以为发现与其相关的残留油气藏或次生油气藏提供重要的线索。通过野外调查、地质分析和文献调研,系统研究了各类油气显示在中国各盆地或地区的分布,探讨了油气显示的成因机制,并分析了其石油地质意义。研究表明,按油气藏破坏的程度,油气显示可分为轻度破坏型、严重破坏型和完全破坏型3类。这3类油气显示在中国各盆地或地区广泛分布。其中,油苗、气苗和泥火山等轻度破坏型油气显示主要分布在中国西部和南方;稠油等严重破坏型油气显示主要分布在中国西部和东部;天然沥青、沥青砂和地蜡等完全破坏型油气显示主要分布在中国西部和南方。按照油气藏破坏的次数和程度,油气显示可分为直接破坏成因和二次破坏成因。直接破坏成因的油气显示包括地表油苗、气苗和泥火山,它们的形成主要受强烈构造运动、频繁地震和快速沉积等因素影响,按照出露地表的方式可细分为断裂通天型、隆升剥蚀型、底辟刺穿型和不整合面露地型4种类型。二次破坏成因的油气显示包括地表和地下的稠油、天然沥青、沥青砂和地蜡,其显著特征是油气发生直接破坏后又发生了水洗、氧化、生物降解等稠变作用,它们常具有共生或过渡的关系。在勘探早期,轻度破坏型或位于活动冲断带和底辟构造上的油气显示对地下油气藏的指导意义更大。各种破坏作用在破坏油气藏形成各种油气显示的同时,有时也可对油气的再分配和保存起到一定的积极作用。因此,保存条件是在油气显示发育区寻找油气藏的关键因素。

关键词: 构造运动;稠变作用;油气显示;油气藏破坏;含油气盆地;中国

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

Oil-gas shows from destruction oil/gas reservoirs in the petroliferous basins of China and their geological significance

Huo Zhipeng^{1,2}, Pang Xiongqi^{1,2}, Du Yijing³, Shen Weibing^{1,2}, Jiang Tao^{1,2}, Guo Fengtao^{1,2}

(1. Basin and Reservoir Research Center, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

3. Petroleum Exploration and Development Research Institute, PetroChina, Beijing 100083, China)

Abstract: Oil-gas shows can provide much important information to explore the related residual or secondary reservoirs. Based on field survey, geological analysis and literature investigation, this paper systematically studied the distribution of oil-gas shows in different basins/regions in China, discussed their genetic mechanisms and analyzed their petroleum geological significance. According to the degree of destruction of reservoirs, oil-gas shows can be classified into three types: partial destruction, strong destruction, and complete destruction. All these three types of oil-gas shows are widely distributed in each basin/region in China. The partial-destruction type of oil-gas shows, including oil seepage, gas seepage and mud volcano, is mainly distributed in the western and southern China. The strong-destruction type of oil-gas shows such as heavy oil is mainly distributed in the western and eastern China. The complete-destruction type of oil-gas shows, such as natural bitumen, tar sand and mineral wax, mainly occurs in the western and southern China. On the other hand, in terms of the times and extent of destruction of reservoirs, the genetic mechanism of oil-gas shows can be categorized into two types: primary-destruction and secondary-destruction. The former type of oil-gas shows include surface oil seepage, gas seepage and volcano and their formation are influenced by the intense tectonic movements, frequent earthquakes and rapid deposition. It can be further divided into four kinds according to their ways of out-flowing the surface of earth: surface-cutting fault, uplifting-denudation, diapir penetrating, unconformity outcropping. The secondary-destruction type of oil-gas shows include heavy oil, natural bitumen, tar sand and mineral wax on the surface and underground, and features in water

收稿日期:2012-09-13;修订日期:2013-07-09。

第一作者简介:霍志鹏(1983—),男,博士研究生,油气藏形成与分布。E-mail:huozhipeng521@163.com。

基金项目:国家重点基础研究发展规划(“973”计划)项目(2006CB202308,2011CB201102)。

washing oxidation and biodegradation after destroyed directly and they are usually paragenic and transitional. In the early stage of petroleum exploration, the oil-gas shows of partial-destruction type or that on thrust belt and diaper structure have greater guiding significance to discover underground reservoirs. On the one hand, although all kinds of destructive effects can destroy reservoirs to form oil-gas shows, they could also have positive influences on the redistribution and preservation of hydrocarbons. Therefore, preservation condition is the key factor to find reservoirs in areas with oil-gas shows.

Key words: tectonic movement, thickening effect, oil-gas show, reservoir destruction, petroliferous basin, China

含油气盆地,尤其叠合盆地往往经历过多期的构造运动^[1-2]。多期构造运动既能导致多期成藏,同时也能造成早期油气藏的多期调整、改造和破坏^[3],以致在地表或近地表形成各种油气显示,包括地表油气苗、沥青砂、沥青脉、泥火山、地蜡以及地下稠油、沥青和沥青砂等。这些油气显示在世界上分布广泛^[4-5],在中国也大量发育(图1)。研究油气显示对认识一个沉积盆地的油气藏形成演化过程、评价该盆地油气资源潜力和勘探前景具有重要的理论和实用意义。许多学者已对油气显示做了大量而有意义的研究,并取得了重要认识和成果,但基本局限于一种或两种油气显示^[6-7],或者局限在一个地区^[8-9],对油气显示的成因和地质意义也缺少系统的分析。本文将以中国的油气显示为主,系统全面地论述油气显示的分类、在中国的分布、成因以及它们的石油地质意义。

1 油气显示的概念和分类

传统意义上,石油、天然气及其衍生物在地表的天然露头称为油气显示。笔者把油气藏遭到破坏后油气及其衍生物在地表或近地表的露头以及在地下的残留油气衍生物统称为油气显示。该油气显示的概念更好地反映了油气藏破坏后的特征,因为油气藏遭到破坏后,不仅存在逸散到地表可以直接观察到的油气,也存在未逸散到地表而滞留在地下、需通过间接方式(如钻井)才能观察到的油气。

油气藏破坏后的油气显示有多种分类标准^[4,10]。前人油气显示的分类不能有效反映油气藏被破坏的程度,笔者结合研究目的,根据油气藏破坏的程度,把油



图 1 中国各种油气显示实例

Fig. 1 Examples of oil-gas shows in China

a. 玉门油田石油沟;b. 川中某地区气苗;c. 乌苏泥火山1;d. 准噶尔盆地黑油山稠油池;e. 准噶尔盆地黑油山沥青丘;f. 柴达木盆地油砂山

气显示分为轻度破坏型、严重破坏型和完全破坏型3种类型。其中轻度破坏型油气显示主要包括油苗、气苗和泥火山;严重破坏型油气显示主要包括稠油(又称重油);完全破坏型油气显示主要包括天然沥青、沥青砂(又称油砂)和地蜡。

2 中国油气显示的分布

油气显示主要分布在构造运动强烈的地区,如盆地的边缘,或者断裂、褶皱与剥蚀发育的地层。各类油气显示在中国广泛分布,并存在很多典型实例。为了更好说明油气显示的分布规律,笔者把中国含油气盆地分为西部、中部、东部和南方4个区域位置进行论述(图2—图4)。

2.1 轻度破坏型油气显示分布

油苗在中国绝大部分含油气盆地中均有发现^[8,11-12],呈现“三多一少”的分布格局,即中国西部、中部和南方多,而东部很少。具体分布在西部塔里木盆地西南坳陷,准噶尔盆地西北缘和南部,柴达木盆地西部和北缘,西辽盆地玉门油田附近,西藏地区羌塘盆地、伦坡拉盆地;中部四川盆地西部龙门山附近、东部南桐煤矿,鄂尔多斯盆地东部的延长河、石楼和东北部以及盆地西南附近的六盘山盆地和民

和盆地;中国南方浙江沿海地区,江西东北部,湖北西部和东南部,湖南北部和南部以及滇黔桂广大地区,台湾的西北部(图2)。这些油苗纵向上分布的层位较广,上古生界至新生界均有出露。油苗的典型实例为玉门油田的石油沟(图1a)和石油河,油苗出露在河沟两侧,至今还在不断向地面冒出油流,流向低洼地或沟川之中。断裂是造成油气藏破坏、石油运移地表的主要因素。

气苗在中国许多地区均有分布^[6,13-14],但相对油苗要少的多,呈现“一多两少一无”的分布格局,即中国南方多,西部和中部相对较少,东部没有。具体分布在南方的莺歌海盆地,浙江沿海地区,湖北西部,湖南西南部,贵州中部的瓮安、福泉、平坝和安顺等地,云南楚雄盆地中部,台湾北部和南部的广大地区;西部的库车坳陷东部,准噶尔盆地南缘乌鲁木齐到独山子地区;中部四川盆地的气苗也相对较多,而且中国古代书籍记载的“火井”气苗非常多,主要分布在邛崃、自贡、富顺和蓬溪一带(图2)。这些气苗纵向上多在上古生界和中生界出露。四川盆地(图1b)和莺歌海盆地气苗最发育。其中莺歌海盆地目前共发现气苗115处,主要集中富集于莺歌海至崖城一带浅海区的四个鼻状构造处,其他地区零星展布,气苗持续已有100多年,至今大部分仍在活动^[6]。莺歌海盆地快速沉积和后期强烈构造运动形成泥底辟、深大断裂和不整合面,使部分

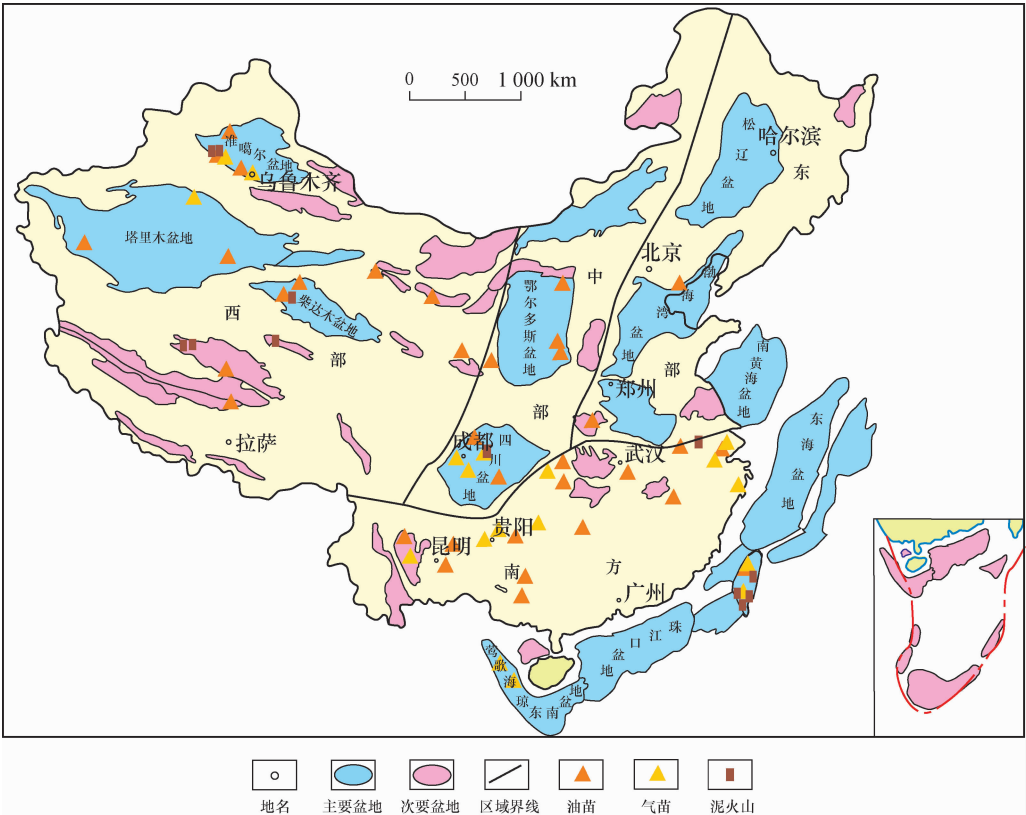


图2 中国各含油气盆地轻度破坏型油气显示分布

Fig. 2 Distribution of oil-gas shows of the partial-destruction type in the petroliferous basins of China

油气藏破坏,天然气大规模侧向运移至盆地边缘出露海底形成气苗。

泥火山在中国发现的并不是很多^[7,15-16],呈现“零星分布、个别突出”的格局。包括新疆准噶尔盆地乌苏地区泥火山群和独山子泥火山群;中国台湾南部的高雄、台东等县也发育许多泥火山,且多为现今活动的泥火山;另外在柴达木盆地西部、西藏羌塘盆地中部戈木措地区、青海可可西里地区、四川达州渠县琅琊乡和广安县肖溪以及江苏溧阳金山也发现泥火山(图 2)。以准噶尔盆地乌苏地区泥火山群最为著名(图 1c),其位于乌苏西南天山北麓山谷里的白杨沟附近,在方圆 200m 范围内分布 90 多个泥火山,其中 40 多个正在喷发着泥浆,泥火山喷发口多呈圆形,个体不大,直径从几厘米到 1~2 m。该地区同时具备了胶结疏松泥岩层(泥浆源)、断至地表的断裂通道和天然气形成的超压等形成泥火山的三大基本要素^[7],强烈构造运动和频发地震是造成油气破坏、形成泥火山的主要原因。

2.2 严重破坏型油气显示分布

稠油在中国分布很广泛^[17-18],呈现“两多两少”的分布格局,即中国西部、东部多,中部和南方少。稠油除了分布在西部塔里木盆地,准噶尔盆地,吐哈盆地外,其余绝大部分都分布在东部的松辽盆地,渤海湾盆地,

南阳盆地,苏北盆地等盆地中,而中部四川盆地的西北缘,二连盆地以及南方江汉盆地,珠江口盆地只有少量分布(图 3)。截止到 20 世纪 90 年代中期,中国已发现的稠油田有 70 多个^[17],估计目前发现的已接近 100 个。中国典型的地表稠油显示是准噶尔盆地克拉玛依东北部的黑油山,出露的是三叠系克拉玛依组,目前仍有 8 个油泉冒油(图 1d),分布在长约 5 km、宽约 3.4 km 的背斜构造上^[19]。它们主要是由于油气沿不整合面和断裂向盆地西北缘运移,继而受到强烈构造运动油气藏抬升、盖层遭到剥蚀,油层出露地表所致,其中抬升剥蚀是最重要的破坏因素。

2.3 完全破坏型油气显示分布

天然沥青在中国盆地中大量发育^[9,11,20-22],呈现“两多一少一无”的分布格局,即西部和南方多,中部相对较少,东部没有。包括西部准噶尔盆地西北缘和南部,柴达木盆地西部,酒西盆地玉门油田,西藏地区羌塘盆地中部,伦坡拉盆地,比如盆地,昌都盆地中北部,措勤盆地中部;中国南方浙江西部,湖北东南部和西部,湖南西南部以及滇黔桂广大地区;中部四川盆地西部龙门山附近和东北部,鄂尔多斯盆地南缘(图 4)。最著名当属准噶尔盆地黑油山沥青丘(图 1e)和南方滇黔桂地区广泛出露的天然沥青、沥青脉,其中南方的沥青基本上分布在强烈褶皱区、断裂发育带或盖层被

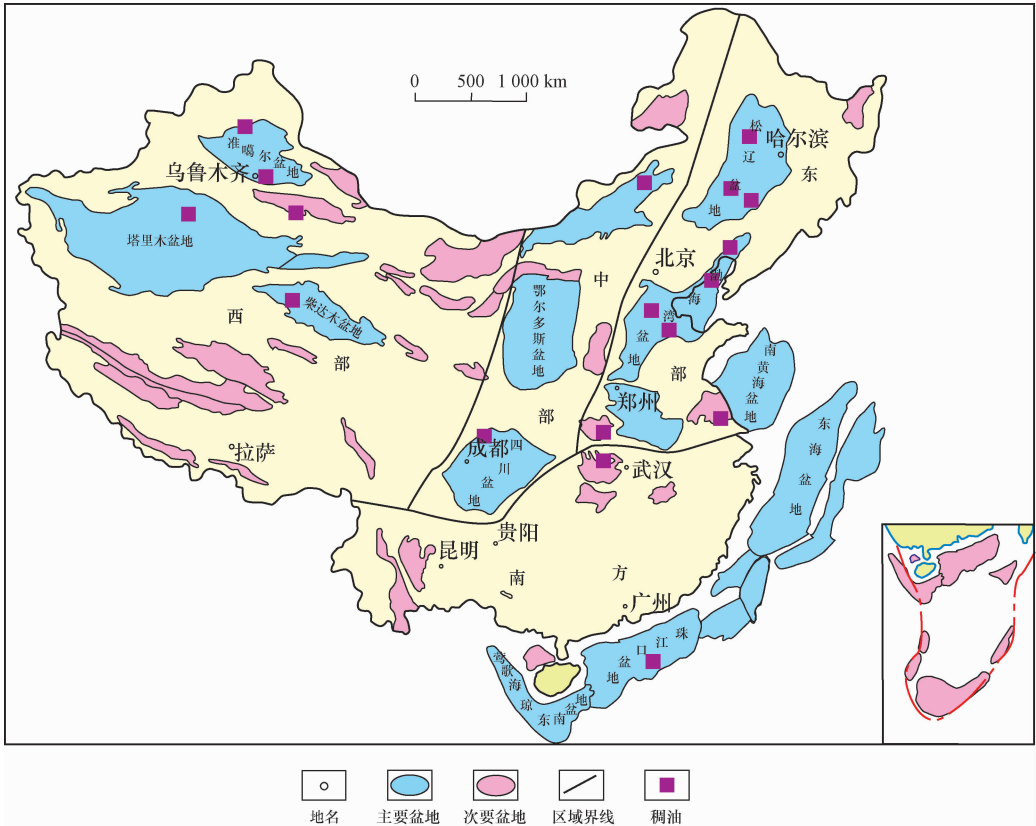


图 3 中国各含油气盆地严重破坏型油气显示分布

Fig. 3 Distribution of oil-gas shows of the strong-destruction type in the petroliferous basins of China

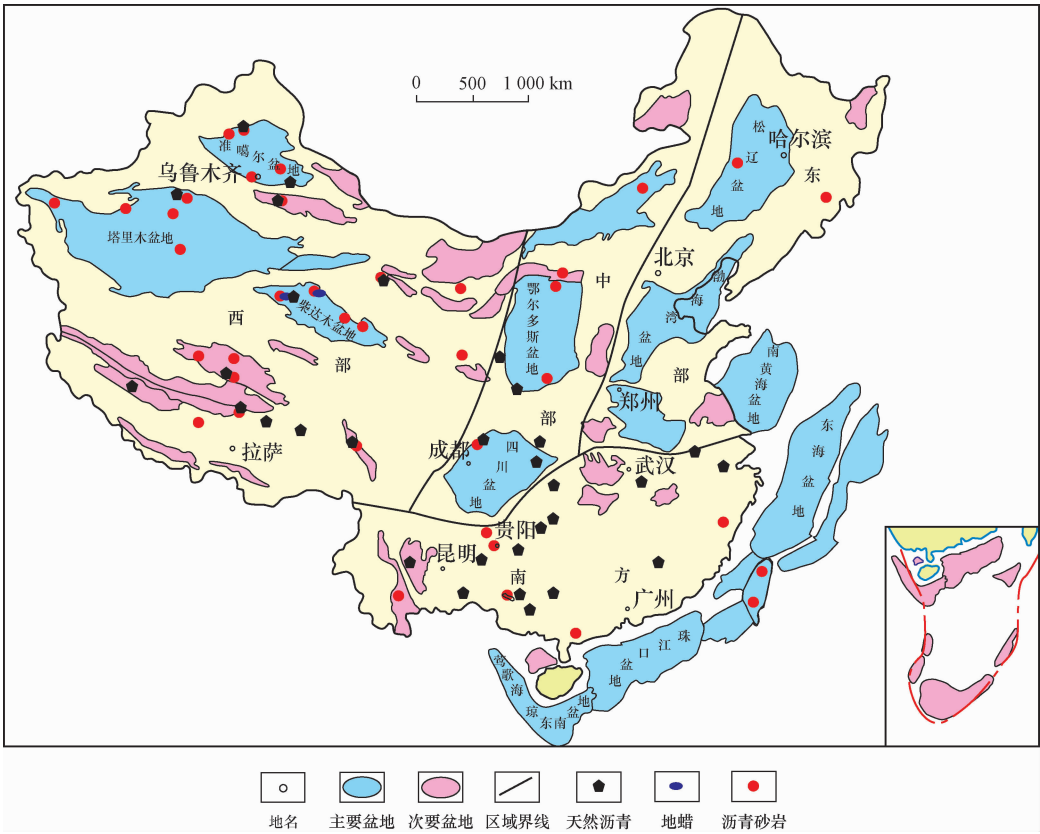


图 4 中国各盆地完全破坏型油气显示分布

Fig. 4 Distribution of oil-gas shows of the complete-destruction type in the petroliferous basins of China

剥蚀长期裸露区，特别是碳酸盐岩裸露区分布最多^[11]，尤以江南－雪峰隆起西侧为甚。截止目前，南方海相地层中共发现地面天然沥青、油气苗约 1 800 余处。它们主要是由晚加里东期、燕山期和喜马拉雅期多期强烈构造运动，油气藏抬升、盖层剥蚀或者大型断裂断至地表，油气出露地表遭受氧化和生物降解所致^[22]。

沥青砂(油砂)在中国各盆地分布也很广泛^[18,23-25]，呈现“三多一少”的分布格局，即西部、南方和中部多，东部较少。沥青砂显示可分为地表沥青砂和地下沥青砂矿两种。重点分布在准噶尔盆地、塔里木盆地、羌塘盆地、柴达木盆地、松辽盆地、四川盆地、鄂尔多斯盆地以及二连盆地中(图 4)。以准噶尔盆地西北缘乌尔禾沥青砂矿和柴达木盆地西部地表油砂山(图 1f)较为典型，其中在油砂山，出露的油砂体绵延数公里，最厚处达 150 m，地表沟壑纵横、寸草不生^[26]。这主要由喜马拉雅期构造运动和断裂作用，下部的新近纪含油层被强烈推覆或风化剥蚀，含油层出露地表而成。

地蜡在中国发现的很少，主要分布柴达木盆地西部的油泉子和冷湖地区(图 4)，准噶尔盆地西北缘也可能存在。其中典型实例为油泉子地区的地蜡，主要受断裂或岩性的控制，充填在裂缝和层理之中，或者充填在地表石灰岩、泥灰岩的溶蚀孔洞、缝隙和生物礁的骨架孔隙、溶蚀孔隙里^[20]。它们主要由石蜡基石油和

石蜡－环烷基石油在运移到浅层或地表过程中，因温度、压力急剧降低，原来溶于其中的固体石蜡在通道析出而成。

总之，轻度破坏型、严重破坏型和完全破坏型 3 类油气显示在中国各含盆地或地区广泛分布。其中，轻度破坏型油气显示主要分布在中国西部和南方，中部油苗亦较多，东部基本没有；严重破坏型油气显示主要分布在中国西部和东部，中部和南方较少；完全破坏型油气显示主要分布在中国西部和南方，中部次之。

3 油气显示的成因机制

根据油气藏被破坏的次数和程度，本文把油气显示分为直接破坏成因和二次破坏成因两种类型。

3.1 直接破坏成因

直接破坏成因指早期形成的油气藏遭到破坏后，以油、气形式直接出露地表，而没有再发生进一步破坏作用。直接破坏成因的油气显示有油苗、气苗和泥火山，为轻度破坏型。

3.1.1 影响因素

油苗、气苗和泥火山这些宏观油气显示的形成必

须要求具有油气运移到地表的大型通道。而大型运移通道的形成主要受强烈构造运动、频繁地震和快速沉积的影响。

1) 强烈构造运动

中国大陆活动性强,后期改造强烈是中国沉积盆地的重要特点之一^[27],强烈的构造运动能使地层抬升剥蚀、断裂活动活跃、地层挤压褶皱,从而形成大型断裂(尤其逆冲断层)、区域不整合面等油气运移通道,或者油气层直接出露地表。构造运动强度越大、次数越多、最晚一次越强(如喜马拉雅期构造运动),产生上述效果越明显。构造运动是造成油气藏破坏的最根本因素。

2) 频繁地震

中国地处世界上两个最大地震集中发生地带——环太平洋地震带与欧亚地震带之间,受太平洋板块、印度板块和菲律宾海板块的挤压,地震断裂带十分发育。中国发生的地震多而强。据统计自20世纪以来,中国发生6级以上地震就达近800次。频繁而强烈的地震发生于断裂带,也破坏原断裂带或创造新断裂带,形成更大的断裂,甚至通至地表。而且地震与火山和泥火山的喷发存在着一定的内在联系。

3) 快速沉积

快速沉积能导致地层超压、陡流体势梯度和泥岩底辟^[5,28]。泥岩底辟可形成侵入岩和沉积地层的接触面,可作为油气运移的通道,而超压和陡流体势梯度为油气运移提供了动力。典型实例是墨西哥湾,其快速沉积和大规模盐构造控制了广泛的油气显示。中国西部库车坳陷、柴达木盆地和东部莺歌海盆地等多个盆地都经历了后期的快速沉积,地层普遍超压,油气遇到断裂泄压区易向上运移或逸散破坏。

3.1.2 类型划分

直接破坏成因的油气显示按照油气出露地表的方式,主要分为断裂通天型、隆升剥蚀型、底辟刺穿型和不整合面露地型4种类型。

1) 断裂通天型

强烈的构造运动或地震活动形成大型断裂,断裂穿过油气藏,穿透盖层断至地表。由于开启断裂通道的连通作用,使得地下深处高压条件下的油气藏与地表常压环境相连通,油气沿大断裂迅速向上运移逸散,散失至地表的油气形成油苗、气苗,此称为断裂通天型油气显示。此类油气显示以逆冲断裂形成为主,典型实例为柴达木盆地油泉子构造油气藏(图5a)。油泉子地区油气泄漏的原因一方面由于强烈褶皱,顶部遭受剥蚀;另一重要原因是产生了断至地表并断开油气储层的逆冲断裂,油气沿断裂泄漏。油泉子地面见到

的油苗、地蜡、沥青等一系列油气显示多是沿着断裂带运移至地表而产生的^[29]。

2) 隆升剥蚀型

在强烈的构造作用下,地层抬升,油气藏随之被抬升。如果抬升幅度较大,盖层可能被完全剥蚀,油气藏也将被剥蚀从而使油气层直接出露地表形成油气显示。假如在地层抬升之前或者过程中,油气所在的圈闭发生了挤压形成隆起,那么油气藏更易被剥蚀破坏,故把此类称为隆升剥蚀型油气显示。典型实例为准噶尔盆地克拉玛依油田(图5b)。以5135井—高山水库剖面为例,其为斜坡背景下的地层油藏,油藏破坏的根本原因是喜马拉雅运动导致盆地整体抬升,沉积拗陷收缩到盆地南缘,克拉玛依地区大幅隆起,已聚集油气的圈闭上升到地表,盖层被剥蚀,圈闭储层暴露于地表,在油层压力作用下,原油外涌,该现象至今还在继续^[30]。

3) 底辟刺穿型

强烈的构造运动、频繁的地震和快速的沉积容易造成泥、盐底辟作用、火山和岩浆活动、泥火山喷发等。泥、盐或岩浆侵入地层,甚至刺穿地层至地表,同时在此作用下还常伴生断裂。侵入岩和沉积地层的接触面具有较好的孔渗,可以作为油气运移的通道。如果在侵入或刺穿附近的地层存在油气藏,油气就可能沿着接触面向上运移至地表,或者先经过接触面运移,而后沿侵入岩体上面的断裂再运移至地表而形成油苗、气苗等油气显示,这称为底辟刺穿型油气显示。典型实例有墨西哥湾与刺穿盐丘有关的大量油气苗;莺歌海盆地中央泥底辟带附近发育的气苗也属于此类^[31]。以莺歌海盆地乐8-1构造(图5c)、乐14-1构造为例,该区域形成了两期泥底辟活动。第一期活动使两侧地层均被刺穿,且向上牵引,或向上牵引不甚明显;第二期活动是在第一次活动基础上的叠加,也使两侧地层被刺穿向上牵引或未刺穿向上拱起,底辟体顶部由于能量释放而形成白状塌陷,断裂通至海底。原先牵引背斜里的油气沿着接触面和断裂向上运移到海底,在海面上形成气苗。

4) 不整合面露地型

由于强烈构造运动,地层抬升遭受强烈剥蚀,形成区域不整合面,构造高部位的不整合面上方由于后期沉积较少或没有沉积,出露地表;或者原来的不整合面在沉积埋深后,地层又褶皱、抬升剥蚀,使原来的不整合面重新露出地表。后期的构造运动可能使与不整合面有关的油气藏(如不整合面遮挡型油气藏)的油气直接沿不整合面运移出露地表,或者地下的油气先经过断裂、输导层运移到不整合面,然后再通过不整合面运至地表,从而形成油气显示。这称为不整合面露地

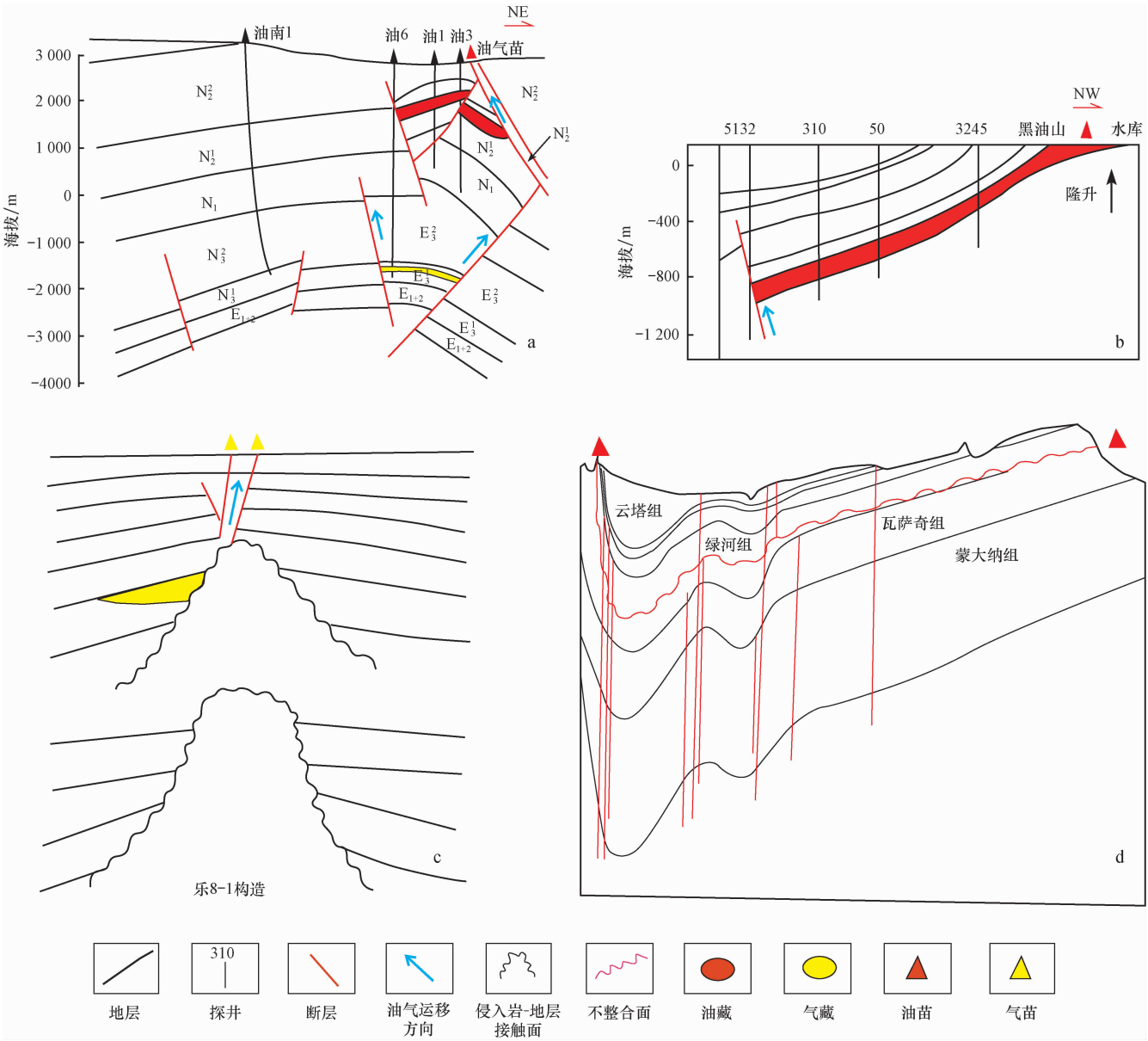


图5 直接破坏成因油气显示具体成因类型

Fig. 5 Genetic types of oil-gas shows of direction destruction origin

a. 断裂通天型^①; b. 隆升剥蚀型^[30]; c. 底辟刺穿型^[31]; d. 不整合面露地型^[32]

型油气显示,其很多情况下是比较难识别的,一般在盆地边缘较常见。典型实例有美国云塔盆地的油苗(图5d)^[32],中国准噶尔盆地西北缘、四川盆地龙门山附近的油气苗也可能属于该类型。

3.2 二次破坏成因

二次破坏成因指早期形成的油气藏遭到破坏,以油、气形式出露地表或升至近地表后,发生进一步破坏作用(如氧化作用、生物降解作用等稠变作用),进而形成油气衍生物。二次破坏成因的油气显示有稠油、天然沥青、地蜡和沥青砂,包括地表和地下的,为严重破坏型和完全破坏型。

二次破坏成因的油气显示显著特征是发生了稠变作用。稠变作用主要包括轻烃挥发作用、水洗作用、聚合作用、生物降解作用和氧化作用。其中,以生物降解作用和氧化作用为主^[33]。稠油、天然沥青、地蜡和沥青砂的成因本质是相同的,都是由于盆地发生强烈的构造运动,油藏抬升出露地表或者烃源岩中生成的油气、古油藏中油气沿着该地区发育的断裂、不整合面和其他疏导层向上运聚或散失,并在地表附近由于轻烃挥发、水洗、氧化、生物降解等稠变作用,原油中的轻质组分不断消耗,发生稠变作用相对较轻的形成稠油;稠变作用严重的形成天然沥青和地蜡;如果天然沥青含于砂岩中,则形成沥青砂。而深部储层沥青一部分也

① 蔡新红,魏彩茹,申红绢,等. 青海油田发布建设部署图册. 青海油田分公司,2003.

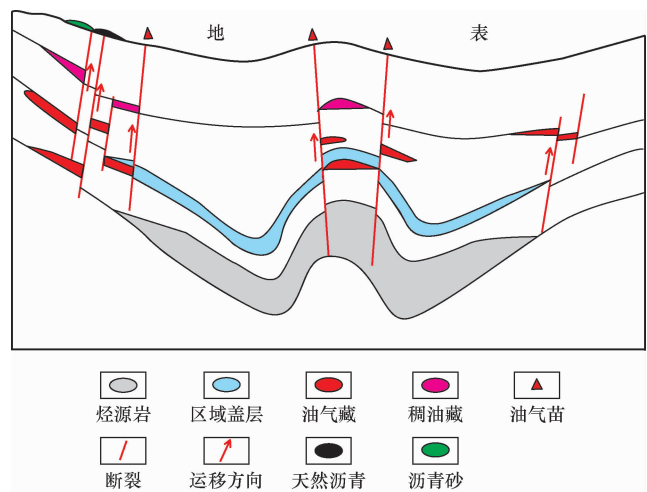


图 6 油气显示成因模式

Fig. 6 Mode chart of oil-gas shows geneses

是原来出露地表的天然沥青再深埋的结果,另一部分是古油藏原油热降解成气、气又散失的结果,如慈利南山坪古油藏的储层沥青。

需要注意的是,稠油和沥青砂(或天然沥青)、稠油和常规原油常具有共生或过渡的关系。一般盆地中心多为生油中心,沿生油中心内缘深部分布的圈闭多形成常规油田,而原油向外缘的运移中可能发生水洗、生物降解和氧化作用,迅速稠变向稠油演化,在盆地边缘浅部形成稠油带、沥青砂带或天然沥青带(图 6)。

4 油气显示的石油地质意义

油气显示绝大多数是早期油气藏遭到破坏的结果,不同类型的油气显示表明油气藏被破坏程度的不同。大量油气显示的存在表明该盆地或地区具有丰富的油源,且曾经或正在发生大规模的油气生、运、聚和散过程。研究油气显示的分布位置与成因类型的重要意义在于能为寻找和发现与其相关的残留油气藏或次生气藏提供重要的线索,主要体现在以下几个方面。

1) 在盆地勘探早期,油气显示是勘探的重要依据。新探区油气显示的发现,对于油气前景评价和进一步勘探具有重要的指导意义。在国内外勘探早期,通过探测油气显示,并结合多方面研究发现了不少油气田,如中国克拉玛依油田(黑油山)、玉门油田(石油沟)、美国加利福尼亚州众多油田(油苗)。中国西藏羌塘盆地近年来发现油苗、泥火山、沥青和地表沥青砂等大量油气显示,预示着该盆地可能具有良好的油气勘探前景。

2) 较轻破坏的油气显示对地下油气藏的指导意义更大。轻度破坏型和严重破坏型油气显示(油苗、气苗、泥火山和稠油)和活动的湖沥青指示地下存在着残余或次生气藏,储量可能仍然很大,对发现大型油气

藏而言,气苗比油苗可能更有指导意义,如库车坳陷;而完全破坏型油气显示(地蜡、沥青、地下和地表沥青砂等)表示破坏严重,预示地下油气藏可能规模较小,如中国南方滇黔桂地区;如果不同破坏程度的油气显示在同一地区混合大量分布,则该地区地下也可能存在规模较大的油气田,如准噶尔盆地西北缘。

3) 油气显示的分布位置和油气藏对应关系不同。位于活动冲断带和底辟构造中的油气显示与地下油气藏的对应关系最好,而上覆有未断裂盖层的圈闭最缺乏这种对应关系^[5],因为在冲断带和底辟构造处,大多形成高角度的油气运移通道,油气以垂直向上运移为主,在油气藏的上方形成油气显示。

4) 形成油气显示的破坏作用对油气藏的改造程度不同,保存条件是寻找油气藏的关键因素。形成各种油气显示的破坏作用主要包括构造作用——隆升剥蚀、断裂活动、底辟刺穿;稠化作用——水洗作用、聚合作用、生物降解和氧化作用;其他作用——热裂解、分子扩散作用。其中构造作用可使原来油气藏遭到严重或者完全破坏,不过断裂活动可在原生油气藏上面形成次生气藏;稠化作用在地表可对油气完全破坏,而在地层浅部也可造成油气藏破坏,但可形成具有经济价值的稠油藏,并且地表或浅部形成的沥青可对下部的稠油藏起到封堵作用,如准噶尔盆地西北缘;高程度的油热裂解可形成的大量储层沥青,油藏遭到破坏,但同样形成的沥青可封堵上方或下方的天然气,如现今资阳地区震旦系气藏的成藏与沥青封堵带相关^[34]。可见各种破坏作用在破坏油气藏形成各种油气显示的同时,有时也可对油气的再分配和保存起到一定的积极作用。要寻找油气藏,关键是分析该区的构造背景和保存条件。在油气苗运移路径和通道的附近保存条件较好圈闭中可能存在次生气藏,如乌尔禾-凤城油田^[9];在破坏作用影响范围之外的构造内可能存在原生油气藏;甚至在破坏范围内局部保存条件略好的构造内存在残余油气藏,如凯里残余油气藏。因此,在油气显示发育带,保存条件是寻找油气藏的关键因素,即使大量出现沥青、沥青砂等完全破坏型油气显示的地区也可能存在具有勘探价值的油气藏,如中国南方江南-雪峰隆起北缘地质历史时期曾是油气富集带,后被严重破坏发育众多沥青、油苗,但该地区后期保存条件较好和早期深埋后期抬升的局部区带是下古生界油气勘探的有利区^[35]。

需要指出的是,油气显示对油气勘探的指导意义只是表观的、辅助性的。要提高勘探成功率、确定油气藏位置和规模,在分析油气显示的基础上,必须深入了解生排烃时期、油气运移通道与过程和地下构造等信息,通过地质、地球物理、地球化学等的综合分析来解

决。这样也可明显提高油气显示的利用价值。

5 结论

1) 油气藏遭到破坏后,油气及其衍生物在地表或近地表的露头以及在地下的残留油气衍生物统称为油气显示。油气显示按油气藏破坏的程度,可分为轻度破坏型、严重破坏型和完全破坏型3类。其中轻度破坏型主要包括油苗、气苗和泥火山;严重破坏型主要包括稠油;完全破坏型主要包括天然沥青、地蜡和沥青砂。这3类油气显示在中国西部、中部和南方各盆地或地区广泛分布,其中以油苗、气苗、稠油、天然沥青和沥青砂为主,并存在大量典型实例。

2) 根据油气藏被破坏的次数和程度,油气显示的成因机制可分为直接破坏成因和二次破坏成因。直接破坏成因的油气显示主要包括油苗、气苗和泥火山,其形成的影响因素主要有强烈的构造运动、频繁地震和快速沉积,按照出露地表的方式,可细分为断裂通天型、隆升剥蚀型、底辟刺穿型和不整合面露地型4种。二次破坏成因的油气显示显著特征是油气发生直接破坏后又发生了水洗、氧化、生物降解等稠变作用。二次破坏成因的油气显示包括稠油、天然沥青、沥青砂和地蜡,它们常具有共生或过渡的关系。

3) 由于油气显示的类型、成因类型、构造背景和破坏作用的不同,油气显示的分布与富油气区的关系也有差异。研究油气显示的分布和成因能为寻找和发现与其相关的残留油气藏提供重要的线索,对评估盆地或地区的资源潜力和勘探前景具有一定的指导意义。

参 考 文 献

[1] 刘池洋,孙海山.改造型盆地类型划分[J].新疆石油地质,1999,20(2):79-82.
Liu Chiyang,Sun Haishan. Classification of reformed basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology,1999,20(2):79-82.

[2] 庞雄奇,金之钧,姜振学,等.叠合盆地油气资源评价问题及其研究意义[J].石油勘探与开发,2002,29(1):9-13.
Pang Xiongqi,Jin Zhijun,Jiang Zhenxie,et al. Evaluation of hydrocarbon resources of superimposed basin and its significance[J]. Petroleum Exploration and Development,2002,29(1):9-13.

[3] 庞雄奇,高剑波,孟庆洋.塔里木盆地台盆区构造变动与油气聚散关系[J].石油与天然气地质,2006,27(5):594-603.
Pang Xiongqi,Gao Jianbo,Meng Qingyang. A discussion on the relationship between tectonization and hydrocarbon accumulation and dissipation in the platform-basin transitional area of Tarim basin[J]. Oil & Gas Geology,2006,27(5):594-603.

[4] Hunt J M. Petroleum geochemistry and geology (1st Edition) [M]. New York:W H Freeman and Company,1979:261-273.

[5] Macgregor D S. Relationships between seepage,tectonics and subsur-

face petroleum reserves[J]. Marine and Petroleum Geology,1993,10(6):606-619.

[6] 何家雄,李明兴,黄保家.莺歌海盆地北部斜坡带油气苗分布与油气勘探前景剖析[J].天然气地球科学,2000,11(2):1-9.
He Jiaxiong,Li Mingxing,Huang Jiabao. The analysis of the oil and gas exploration prospect and the distribution of outflow of oil and gas in the northern slope of the Yinggehai Basin [J]. Nature Gas Geoscience,2000,11(2):1-9.

[7] 范卫平,郑雷清,龚建华,等.泥火山的形成及其与油气的关系[J].吐哈油气,2007,(1):43-47.
Fan Weiping,Zheng Leiqing,Gong Jianhua,et al. Forming of mud volcano and relation with hydrocarbon [J]. Tuha Oil and Gas,2007,(1):43-47.

[8] 郑宽勤.贵州寒武系油苗、气苗、沥青显示特征及其油气地质意义[J].贵州地质,1994,11(4):303-310.
Zheng Kuangqin. Indication of gas-and oil-seepages and asphalt in Cambrian and its geologic significance in Guizhou Province [J]. Guizhuo Geology,1994,11(4):303-310.

[9] 吴元燕,平俊彪,吕修祥,等.准噶尔盆地西北缘油气藏保存及破坏定量研究[J].石油学报,2002,23(6):24-28.
Wu Yuanyan,Ping Junbiao,Lü Xiuxiang,et al. Quantitative research on preservation and destruction of hydrocarbon accumulation in the northwest edge of Junggar Basin [J]. Acta Petrolei Sinica,2002,23(6):24-28.

[10] 潘钟祥.石油地质学[M].北京:地质出版社,1988:35-43.
Pan Zhongxiang. Petroleum geology[M]. Beijing:Geological Publishing House,1988:35-43.

[11] 张学玉,李国建.中国南方天然沥青、油气苗分布与找油气关系[J].西南石油学院学报,1999,21(2):36-40.
Zhang Xueyu,Li Guojian. The relationship between distribution of natural asphalt,oil and gas seepage and exploration in south China [J]. Journal of Southwest Petroleum Institute,1999,21(2):36-40.

[12] 彭金宁,刘光祥,吕俊祥.楚雄盆地洒芷古油藏成藏与破坏主控因素[J].石油与天然气地质,2009,30(6):769-772.
Peng Jinning,Liu Guangxiang,Lü Junxiang. Major controlling factors for oil accumulation and destruction in paleo-reservoirs,Sazhi area, Chuxiong Basin[J]. Oil & Gas Geology,2009,30(6):769-772.

[13] Pang Xiongqi,Zhou Xinyuan,Lin Changsong,et al. Classification of complex reservoirs in superimposed basins of western China[J]. Acta Geologica Sinica,2010,84(5):1011-1034.

[14] 周希云.贵州天然气苗的油气地质意义[J].贵州地质,1994,11(1):146-154.
Zhou Xiyun. Geological significance for prospecting oil-gas of the natural gas shows in Guizhou [J]. Guizhou Geology,1994,11(1):146-154.

[15] 王道,李茂伟,李猛,等.新疆独山子泥火山喷发的初步研究[J].地震地质,1997,19(1):14-16.
Wang Dao,Li Maowei,Li Meng,et al. A preliminary study on eruption of the mud volcano in Dushanzi,Xinjiang[J]. Seismology and Geology,1997,19(1):14-16.

[16] 黄华谷,邸鹏飞,陈多福.泥火山的全球分布和研究进展[J].矿物岩石地球化学通报,2011,30(2):189-197.
Huang Huagu,Di Pengfei,Chen Duofu. Global distribution and research progress of mud volcanoes[J]. Mineralogy,Petrology and Geochemistry,2011,30(2):189-197.

- [17] 胡见义,牛嘉玉. 中国重油沥青资源的形成与分布[J]. 石油与天然气地质,1994,15(2):105-112.
Hu Jianyi, Niu Jiayu. Formation and distribution of heavy oil bitumen resources in China[J]. Oil & Gas Geology, 1994, 15(2):105-112.
- [18] 牛嘉玉,洪峰. 我国非常规油气资源的勘探远景[J]. 石油勘探与开发,2002,2(5):5-7.
Niu Yujia, Hong Feng. Exploratory prospects of unconventional oil-gas resources in China[J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 2(5):5-7.
- [19] 赵群,王红岩,刘人和,等. 准噶尔盆地黑油山地区油砂成矿模式及分布[J]. 天然气工业,2008,28(12):117-120.
Zhao Qun, Wang Hongyan, Liu Renhe, et al. Oil sand mineralization mode and distribution features in Heiyoushan area, Junggar Basin[J]. Natural Gas Industry, 2008, 28(12):117-120.
- [20] 刘卫红,郭泽清,李本亮,等. 柴达木盆地西部油气藏的破坏类型与机理[J]. 高校地质学报,2006,12(1):131-141.
Liu Weihong, Guo Zeqing, Li Benliang, et al. Destruction types and mechanism of hydrocarbon reservoirs in the Western Qaidam Basin[J]. Geological Journal of China Universities, 2006, 12(1):131-141.
- [21] 黄文明,刘树根,马文辛,等. 四川盆地奥陶系油气勘探前景[J]. 石油与天然气地质,2011,32(3):461-473.
Huang Wenming, Liu Shugen, Ma Wenxin, et al. Petroleum exploration potential of the Ordovician in the Sichuan Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(3):461-473.
- [22] 李双建,高波,沃玉进,等. 中国南方海相油气藏破坏类型及其时空分布[J]. 石油实验地质,2011,33(1):43-55.
Li Shuangjian, Gao Bo, Wo Yujin, et al. Destruction types and temporal-spatial distribution of marine hydrocarbon reservoirs in South China[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(1):43-55.
- [23] 贾承造. 油砂资源状况与储量评估方法[M]. 北京:石油工业出版社,2007.
Jia Chengzao. Condition of oil sand and assessment method of reserves[M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 2007.
- [24] 刘人和,王红岩,王广俊,等. 中国油砂矿资源开发利用潜力及前景[J]. 天然气工业,2009,29(9):126-128.
Liu Renhe, Wang Hongyan, Wang Guangjun, et al. Potentials and prospects of tar sands resources in China[J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(9):126-128.
- [25] 薛成,冯乔,田华. 中国油砂资源分布及勘探开发前景[J]. 新疆石油地质,2011,32(4):348-350.
Xue Cheng, Feng Qiao, Tian Hua. Distribution and prospect of oil sand resources in China[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2011, 32(4):348-350.
- [26] 海平. 油砂山传奇[J]. 石油政工研究,2013,(1):80-81.
Hai Ping. Youshashan legend[J]. Petroleum Politics Research, 2013, (1):80-81.
- [27] 刘池洋. 后期改造强烈——中国沉积盆地的重要特点之一[J]. 石油与天然气地质,1996,17(4):255-261.
Liu Chiyang. Strong late-reformation; one of the important characteristics of sedimentary basin in China[J]. Oil & Gas Geology, 1996, 17(4):255-261.
- [28] Skinner J A, Mazzini A. Martian mud volcanism; terrestrial analogs and implications for formational scenarios[J]. Marine and Petroleum Geology, 2009, 26(9):1866-1878.
- [29] 钟建华,郭泽清,杨树锋,等. 柴达木盆地茫崖坳陷古近系-新近系 R_0 分布特征及地质意义[J]. 地质学报,2004,78(3):407-415.
Zhong Jianhua, Guo Zeqing, Yang Shufeng, et al. Vertical distribution of the Tertiary vitrinite reflectivity (R_0) and its geological significance in the western Qaidam Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2004, 78(3):407-415.
- [30] 吴元燕,平俊彪,付建林,等. 中国油气藏破坏类型及分布[J]. 地质论评,2002,48(4):377-383.
Wu Yuanyan, Ping Junbiao, Fu Jianlin, et al. Destructive style and distribution of oil and gas reservoirs in China[J]. Geological Review, 2002, 48(4):377-383.
- [31] 何家雄,陈伟煌,钟启祥. 莺歌海盆地泥底辟特征及天然气勘探方向[J]. 石油勘探与开发,1994,21(6):6-9.
He Jiaxiong, Chen Weihuang, Zhong Qixiang. Mud diapire characteristics and natural gas prospects in Yinggahai Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 1994, 21(6):6-9.
- [32] Link W K. Significance of oil and gas seeps in world oil exploration[J]. AAPG Bulletin, 1952, 36(8):1505-1540.
- [33] Hunt J M. Petroleum geochemistry and geology (2nd) [M]. New York: W H Freeman and Company, 1996:412-437.
- [34] 戴鸿鸣,王顺玉,王海清,等. 四川盆地寒武系-震旦系含气系统成藏特征及有利勘探区块[J]. 石油勘探与开发,1999,26(5):16-20.
Dai Hongming, Wang Shunyu, Wang Haiqing, et al. Formation characteristics of natural gas reservoirs and favorable exploration areas in Sinian-Cambrian petroleum system of Sichuan Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 1999, 26(5):16-20.
- [35] 徐言岗. 中国南方古生界典型古油气藏解剖及勘探启示[D]. 成都:成都理工大学,2010.
Xu Yangang. Reasons for formation of typical palaeo-reservoirs of Palaeozoic in Southern China and revelation to exploration[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2010.

(编辑 董立)