

全球主要盆地油气分布规律

康玉柱

(中国石化石油勘探开发研究院,北京 100083)

[摘要] 全球发育的含油气盆地有上千个,根据盆地结构特征可将含油气盆地分为3大类型:克拉通盆地、断陷盆地和前陆盆地。笔者按这3大类型盆地论述其油气分布规律。克拉通盆地:油气主要分布在盆地内的古隆起、古斜坡,区域性的不整合及断裂带内;断陷盆地:油气主要分布在深凹带内的构造带、陡坡带和缓坡带;前陆盆地:油气主要分布在前陆断褶带、斜坡带、逆掩带及坳陷带。这些规律性的认识,对全球油气勘探工作具有重要的指导意义。

[关键词] 含油气盆地;油气田;油气分布规律

[中图分类号] TE1;TE3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2014)08-0014-12

1 前言

全球地质构造十分复杂,多构造体系发育,形成了七大地块,各地块之间地质条件和成藏条件均有较大差别,为搞清油气的分布规律,笔者经多年研究和实践认为,以盆地类型为基础,以油气成藏因素为核心,以构造体系控油为条件,进行油气分布规律进行研究总结。第一,油气的层位上分布;第二,油气横向分布,其横向分布按盆地类型——克拉通盆地、断陷盆地及前陆盆地为基础论述油气分布。这些规律性的认识,对全球油气勘探具有重要的指导意义。

2 克拉通盆地油气分布规律

2.1 层位上分布

全球克拉通盆地,主要分布于古生界及部分中生界。油气田层位上分布具有多时代层段的特征。从寒武系—白垩系等各个层系都发现了油气田。但是,目前发现油气田最多、储量最大的层系主要有:石炭—二叠系、侏罗—白垩系、寒武—奥陶系,特别是阿拉伯地块二叠系油气储量大,天然气

占本区的57.4%(见表1)。

表1 古生代克拉通盆地油气分布简表

Table 1 Time profile of distribution of oil-gas in the Paleozoic Craton Basins

地区	z	ε	O	S	D	C	P
西西伯利亚		√					
东西伯利亚	√	√	√	√	√	√	√
中亚					√	√	√
俄罗斯			√		√	√	√
中国	√	√	√	√	√	√	√
中东			√	√	√	√	√
南亚		√	√			√	√
东南亚							√
澳大利亚		√	√	√		√	√
欧洲						√	√
北非		√	√	√	√	√	√
南非						√	√
西非						√	√
美国		√	√	√	√	√	√
加拿大				√	√	√	√
南美洲			√	√	√	√	√

2.2 油气横向分布

近年来的研究和勘探成果认为,全球克拉通盆地大油气田主要分布于古隆起区、古斜坡区、断裂

[收稿日期] 2014-03-20

[作者简介] 康玉柱,1936年出生,男,辽宁北宁市人,中国工程院院士,教授级高级工程师,研究方向为石油地质研究和油气勘探;

E-mail: kangyz@pepris.com

带及不整合面附近。

2.2.1 古隆起控制油气分布

通过研究,古生代隆起形成有两种:一种是古生代沉积时就是隆起区,如塔里木盆地的沙雅隆起;另一种是古生代沉积后由于构造运动形成隆起区(带)。但两种隆起都是油气聚集的有利地区。

2.2.1.1 中国主要盆地古隆起控制油气分布

塔里木盆地沙雅隆起自加里东期到燕山期的

历次构造变动中,沙雅隆起一直处于构造变动的隆起部位,有利于接受两侧生油坳陷不同时期的油气。在早古生代,东南侧的满加尔坳陷发育有利生油的巨厚寒武系—奥陶系盆地相沉积;北侧的库车坳陷发育有三叠—侏罗系烃源岩,隆起成为油气运移指向区(见图1)。鄂尔多斯盆地古生界大气田均分布在古隆起—古斜坡区(见图2)。

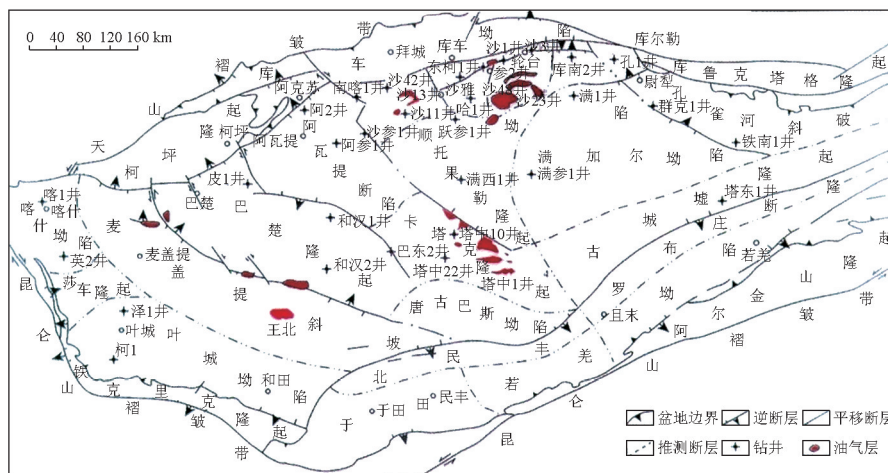


图1 塔里木盆地构造分区及古生界油气田分布图

Fig. 1 Tectonic division and distribution of Paleozoic oil and gas fields in the Tarim Basin

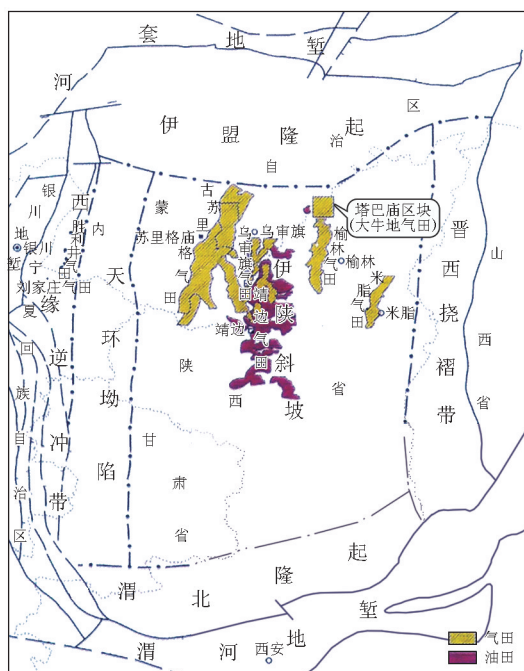


图2 鄂尔多斯盆地构造单元划分和油气田分布图

Fig. 2 Tectonic division and distribution of oil and gas fields in the Ordos Basin

四川盆地已发现的古生界大气田均分布在古隆起区(见图3)。如加里东—龙女寺隆起、泸州古隆起、开江古隆起等。

2.2.1.2 俄罗斯主要盆地古隆起控制油气分布^[1]

俄罗斯东西伯利亚地区主要有巴伊基隆起、澳普—包图奥滨隆起等,均发现多个古生代油气田(见图4)。伏尔加—乌拉尔地区,目前,已在鞑靼隆起、阿尔兰斜坡及隆起发现多个大油气田(见图5)。

2.2.2 古斜坡控制油气分布

古斜坡一般处于古隆起和坳陷区之间的过渡带,从油气源分析,坳陷内生成的的油气首先向斜坡部位运移,如有较好储层和圈闭即可成藏。另外古斜坡区从古地理条件分析易形成生物礁(滩)相或颗粒状碳酸盐岩,储集性能好于盆地相,有利于储集油气。因此,古斜坡是寻找古生代油气田的有利地区。

例如中国塔里木盆地麦盖提斜坡就属于此类斜坡。1992年已在斜坡上发现了巴什托石炭系油气田和玉北油田。鄂尔多斯盆地的伊陕斜坡上已发现多个大气田。

又如美国二连盆地(见图6)美国埃普科油气田,气田位于西得克萨斯州二叠盆地内。是一个与二叠系不整合有关的油气圈闭,处于中央隆起区上,大多数油气田位于该隆起的斜坡上,其产层为奥陶系—泥盆系的碳酸盐岩。奥陶系的主要产层

是埃伦伯格白云岩,它属于孔隙性和裂隙性好的岩层,其原因在暴露地表时受强烈风化淋滤所致。前二叠系不整合与碳酸盐岩之单斜构成一个幅度不大的突起,油气受该突起控制。

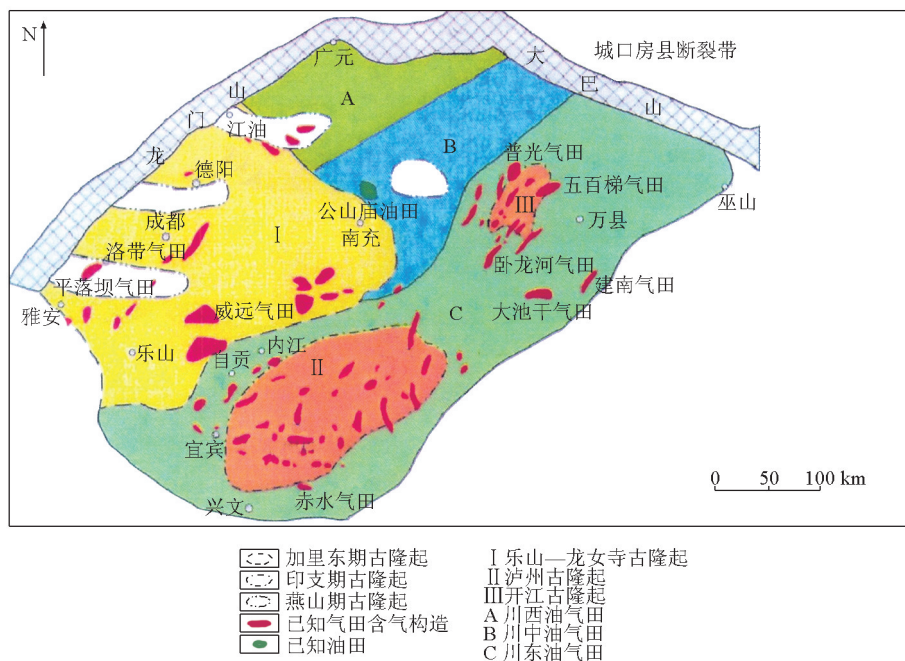


图3 四川盆地不同时期隆起与油气田分布

Fig. 3 Different periods of uplift and distribution of oil and gas fields in the Sichuan Basin

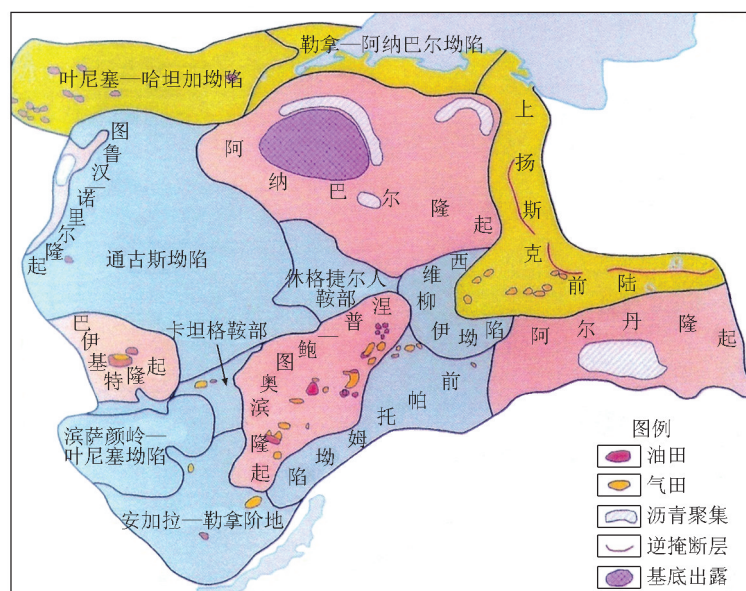


图4 东西伯利亚古生代克拉通盆地古隆起控制油气田分布

Fig. 4 Distribution of oil and gas fields controlled by paleo uplift in Paleozoic Craton Basins in the East Siberian

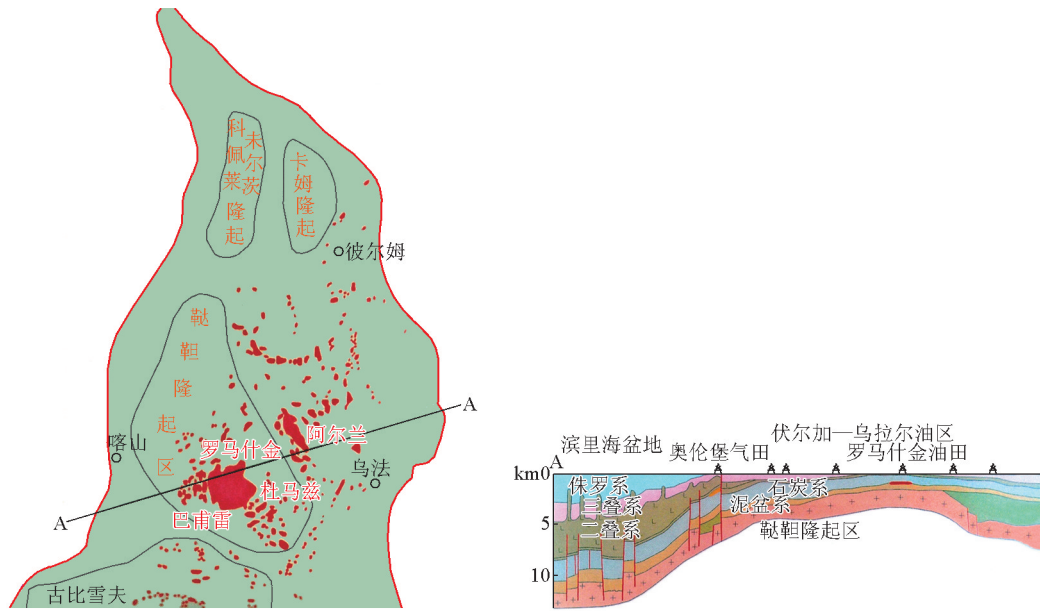


图5 俄罗斯伏尔加—乌拉尔地区油气田分布简图

Fig. 5 Distribution of oil and gas fields in Vogal—Ural area in the Russia

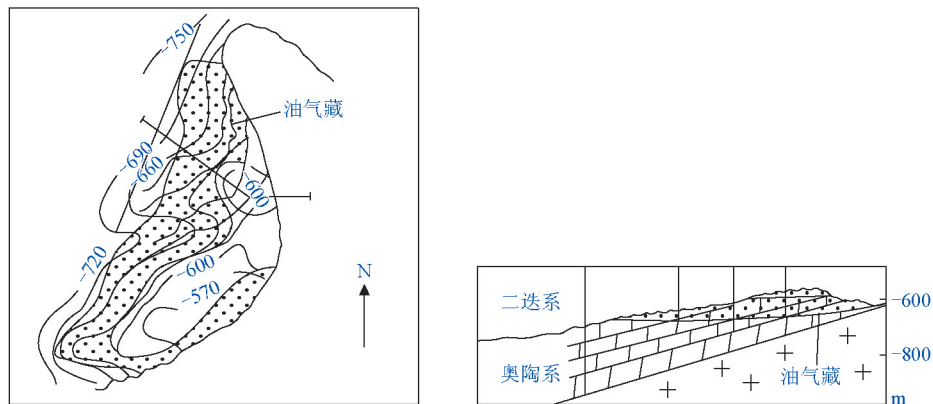


图6 古隆起控制美国埃普科油气田示意图

Fig. 6 Map showing Ai Puke oil and gas fields controlled by paleo uplift in the USA

2.2.3 区域性不整合面控制油气分布

中国各地块区域性不整合面,以加里东中期构造运动形成的奥陶系顶部不整合面,华力西期早期运动形成的志留系—泥盆系顶部不整合面和华力西末期运动形成的二叠系顶部不整合面对油气运移聚集最为重要。在不整合面上、下发现了一系列油气田的事实,有力地说明了不整合控油的重要性。不整合面控油具有以下特点:a. 不整合面是油

气运移的通道;b. 不整合面沟通储油层导致多层系聚集油气。

如塔里木盆地阿瓦提和满加尔坳陷的寒武系—奥陶系主生油层,在其北的沙雅隆起南部奥陶系顶部的不整合面与志留系—泥盆系的不同层位、不同岩性及不同类型圈闭沟通^[2]。

中国鄂尔多斯中部大气田就是聚集在中奥陶统顶部不整合面上下形成的大气田。

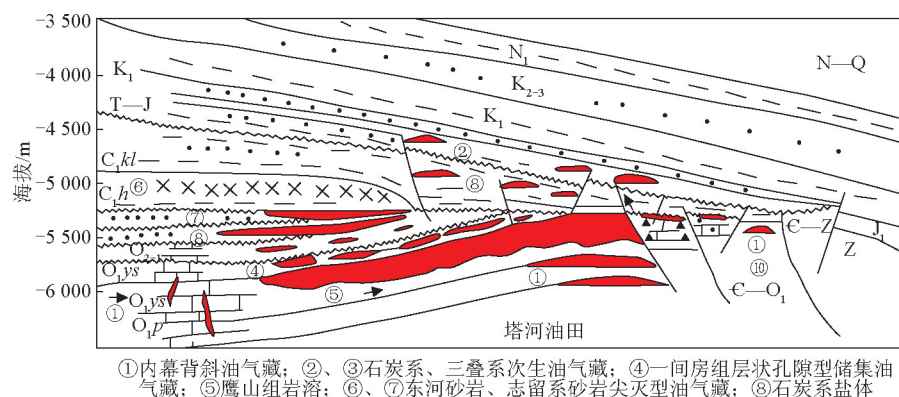


图7 塔河油田复合油气藏剖面图
Fig. 7 Profile of composite reservoirs in Tahe oil field

美国俄克拉荷马油田(见图8):位于西内地区俄克拉荷马台地内,油气田分布于被宾夕法尼亚系所不整合覆盖的背斜中,沿背斜轴部断裂发育着阿尔帕克组(ϵ -O)白云岩。这些白云岩向西朝阿纳达

科盆地方向,并被上覆下石炭统密西西比系碎屑岩和碳酸盐岩所覆盖。油气储集在中奥陶统锡普孙组的三个砂层中,平均埋藏深度1970 m。这是西内地区最老的大油气田之一。

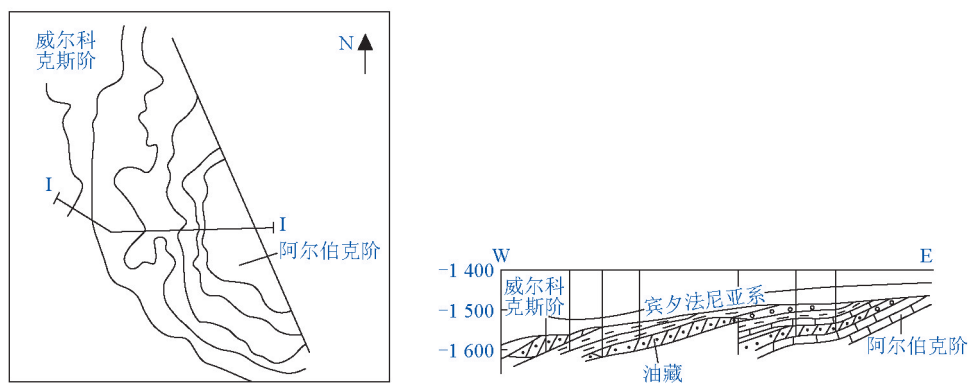


图8 美国俄克拉荷马油田图
Fig. 8 Map showing Oklahoma oil field controlled by regional unconformity in the USA

美国潘汉得油气田:位于西内地区俄克拉荷马州西南部阿马里洛—威奇塔隆起和阿纳达科盆地

之间。储层为二叠系狼营统覆盖在前寒武系花岗岩风化面之上(见图9)。

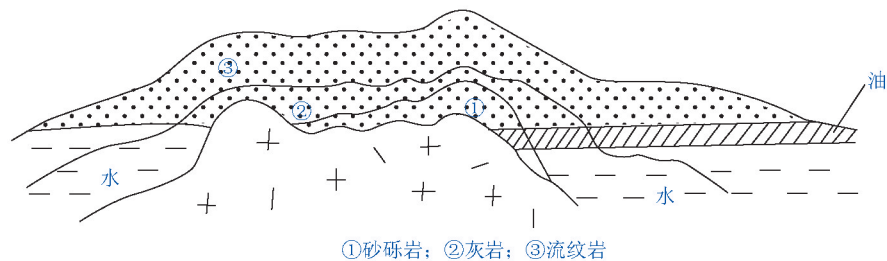


图9 潘汉得油气田剖面图
Fig. 9 Profile of Panhandle oil field

2.2.4 断裂控制油气分布

断裂对油气的控制作用已被大量实践所证明,特别是古生代,大多数油气田均与断裂有关。

2.2.4.1 断裂输导油气

断裂,对隆坳构造格局形成、局部构造、输导油气、改善储集性能、封闭油气均起到非常重要的控制作用。

大型断裂,多构成构造单元边界,控制隆坳构造格局。一方面造成沿不整合面侧向运移的油气向上接力运移;另一方面串通油源岩或已聚集的油气藏,使油气通过断层上窜输入上覆地层中聚集,而且断层所断至的任一层位,只要该层位圈闭和储集条件具备,就可使油气聚集成藏。

2.2.4.2 断裂控制油气藏的分布聚集

在沙雅隆起圈闭构造油气的形成都与断裂有直接关系,断裂对油气藏的分布、聚集起着显著的控制作用。断裂与局部构造、储层、烃源层三位一体的有机配置,有利于油气富集成藏。断裂带旁常形成牵引背斜,在断裂带的端点、拐点、交点、分支点和错列点处,有利于形成圈闭,油气在应力驱动下,可优先在这些部位聚集成藏。

2.2.4.3 断裂改善储集性

断裂通过的地层产生多组微裂缝改善地层储集性,形成大油气田。又如俄罗斯伏尔加—乌拉尔地区的尤基德油气田^[1],断裂P₂-P₃断开了上泥盆统地层砂岩,并形成了断背斜构造。天然气沿断裂运移到上泥盆统断背斜中,砂岩富集成藏(见图10)。

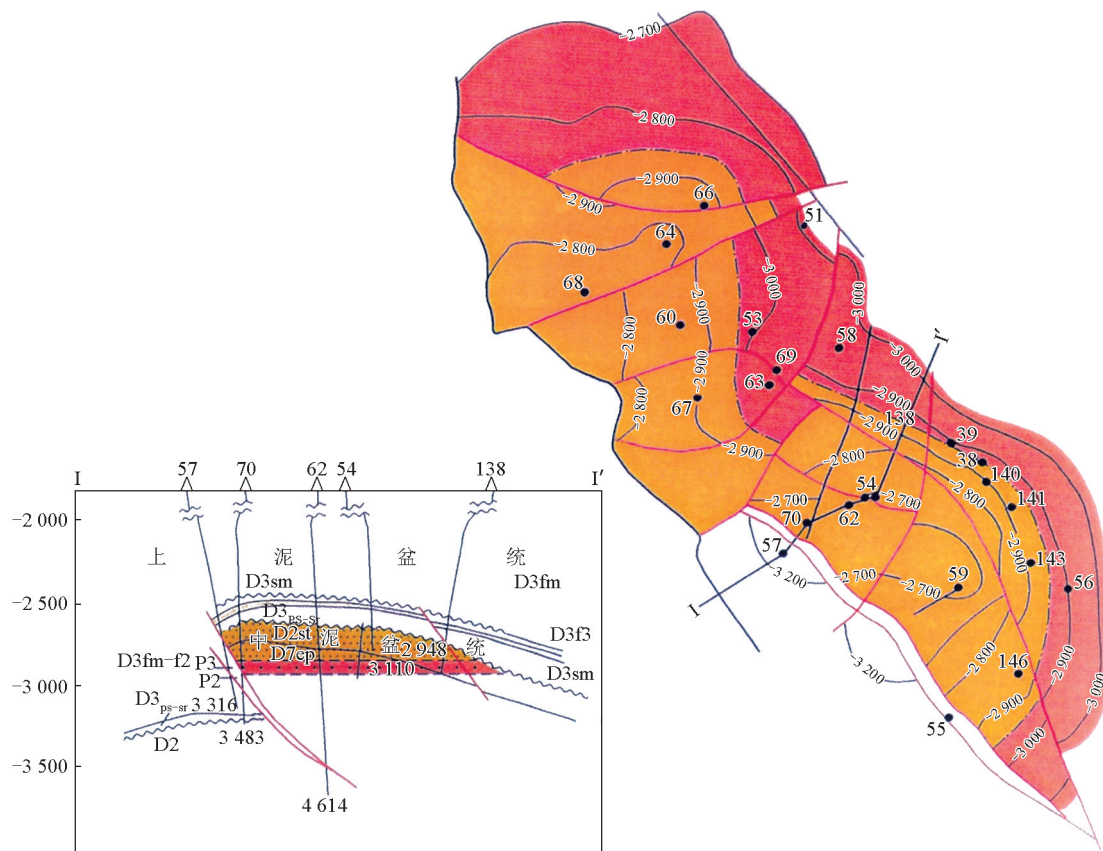


图10 伏尔加—乌拉尔地区的尤基德油气田

Fig. 10 Map showing Ugdé oil field controlled by fracture in Vogal—Ural area

2.2.5 有利相带控制油气分布

海相沉积有两类沉积构造:一种是碳酸盐岩,另一种是碎屑岩,这类沉积岩类对油气田形成均有控制作用。

碳酸盐岩型:在斜坡部位沉积的生物礁、鲕粒滩或颗粒滩相一般储集物性好易形成大油气田,例如中国四川盆地普光大气田,就属这类储层(见图11)。在美国的二连盆地,上二叠统生物礁中

形成多个大油气田。

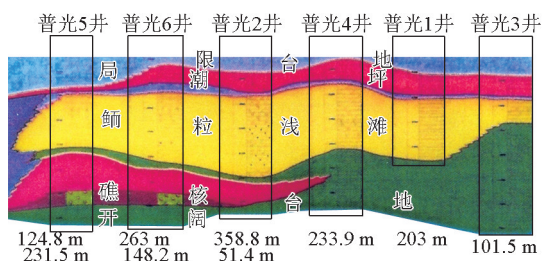


图 11 普光气田主要储层段连井剖面
Fig. 11 Connecting-well profile of major reservoir in the Puguang gas field

美国二连盆地:宾夕法尼亚系上部,除正常沉积的碳酸盐岩外,还广泛分布有高能环境下形成的礁相岩层。在二叠盆地西南部的卡尼昂组、锡斯科组中均发现了与礁有关的油气藏,有些是属于大型油气田。霍尔舒环礁中的一些油气田如图12所示^[3]。

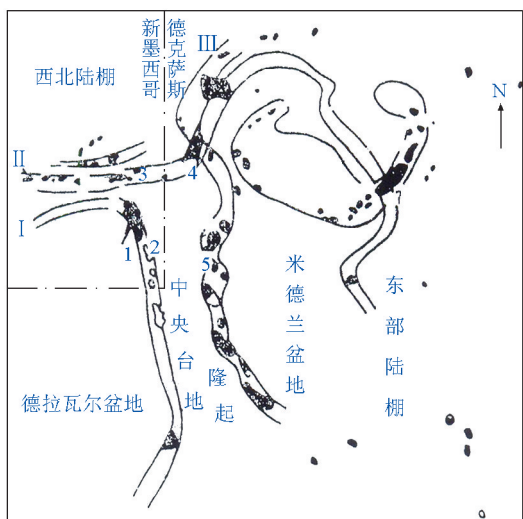


图 12 二连盆地礁体及主要油气田分布图
I-船长堤礁: 1-尤尼斯—莫纽门特, 2-库佩尔(上二叠统);
II-埃特堤: 3-埃姆派尔, 4-瓦木公(下二叠统)
III-圣安德鲁斯堤礁: 5-法赫赫曼—马绍(上二叠统)

图 12 二连盆地礁体及主要油气田分布图
Fig. 12 Distribution of reef and major oil and gas fields in the Erlian Basin

碎屑岩油气田:美国安季奥科斯油田:位于西内地区俄克拉荷马州南部,1946年发现,中宾夕法尼亚系直接覆盖在志留—泥盆系侵蚀面上的吉布孙组砂岩中获得了工业油气流。这个砂体属坝成因,其走向北西。砂体厚度为0~12 m,砂岩孔隙度为15%,渗透率为5~34 mD,美国安季奥科斯油田如图13所示。

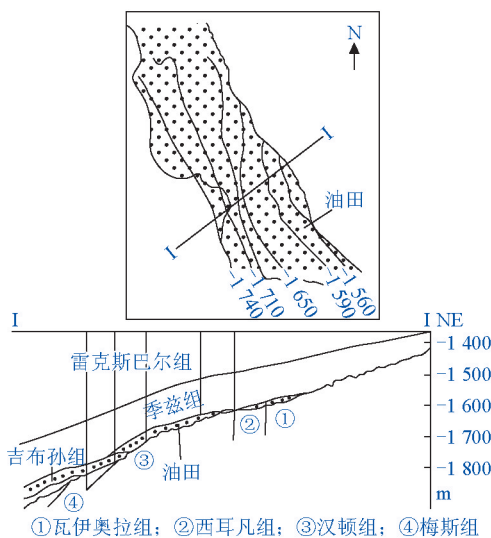


图 13 美国安季奥科斯油田
Fig. 13 Map showing Angiaoks oil field in the USA

2.2.6 区域性盖层控制油气分布

区域性盖层的存在是控制大中型油气成藏的重要因素。

2.2.6.1 中亚地区滨里海盆地盐岩盖层控制的油气田

滨里海盆地下二叠统发育一套孔谷阶盐岩盖层,厚度达100~1 000 m,盐层上、下均形成油气田。但以盐下油气储量最大,盐下油气储量占93.7%,表明下二叠统盐层对油气的封盖作用,这类膏盐封盖条件在各地块均有发现(见图14)。

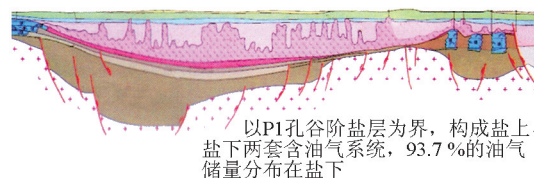


图 14 中亚地区膏盐盖层剖面图
Fig. 14 Profile of anhydrous and salt beds in Central Asia

2.2.6.2 南阿曼侯格夫含油气系统

南阿曼侯格夫含油气系统的烃源岩为下寒武统阿拉群盐内埃塞尔组和U页岩以及盐下前寒武系布阿赫组和好拉姆组。干酪根类型为I/II型,TOC最高达到7%,平均为4%,HI为500~900 mgHC/gTOC,厚度为50~400 m。大部分侯格夫原油主要来自阿拉群内部碳酸盐和硅质生物岩。埃塞尔组烃源岩能在相对低温下生成大量的

油气。

侯格夫原油的储层为阿拉盐岩中碳酸盐岩条带、盐内埃塞尔硅质生物岩、下寒武统海马超群以及石炭一二叠系豪希群碎屑岩。阿拉群盐岩是南阿曼盐盆重要的盖层,封闭了阿拉盐内碳酸盐岩条带、埃塞尔硅质生物岩以及盐下布阿赫组储层中的油气^[4]。

海马超群沉积时期,烃源岩达到最大埋深,油气主要在早古生代生成。生成后的油气首先于盐下和盐内储集层内聚集成藏。由于古生代晚期,东翼隆升,盐盆收缩,盐岩不断溶解,油气再次运移至较浅的盐上储集层中聚集成藏。

盐内碳酸盐岩条带和埃塞尔硅质生物岩既作为烃源岩又作为储集层,这种自生自储模式在南阿曼盆地西南部中很常见(见图15)。

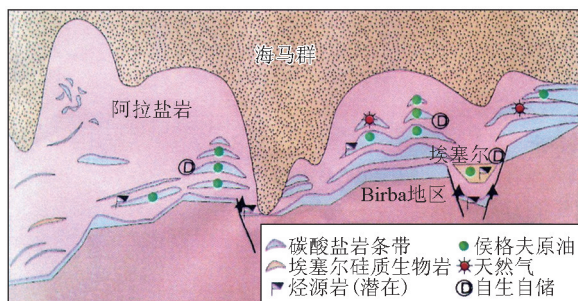


图15 南阿曼盆地油气模式图

Fig. 15 Map showing Characteristics of petroleum model in the Oman basin

3 断陷盆地油气分布规律

该类盆地发育在全球各地块和大陆边缘。经研究该类盆地主要发育于中生代,油气主要分布在盆地的陡坡带、凹陷带及缓坡带。

3.1 陡坡带

长期发育的控拗大断裂,不但控制了沉积,而且由于重力和扭张应力场的作用,形成了形式多样的构造样式。由于受次级断层持续活动的影响,发育了高低不平、宽窄不一的断阶。这种特殊的古地貌景观决定了该带沉积具有近物源、多物源、沉积厚度大、相变快的特点。主要发育冲积扇、冲(洪)积扇和三角洲等沉积体系。研究发现,低位扇砂体具有储集性能好、近油源和圈闭条件好的特点,是

岩性油藏的最有利储集体。

3.2 凹陷带

凹陷带一般是盆地的沉降中心,多为深湖相沉积区,也是盆地的油源中心。缓坡带、中央隆起带的三角洲和扇三角洲前缘砂体等储集体垮塌沉积可发育大量浊积砂体,并形成众多的岩性相对较细的原生砂岩油气藏,其油藏规模与洼陷及砂体大小有直接关系。

在开阔的拗陷内易形成大型的中央背斜构造带。背斜顶部还发育多组断层。由于断层极为发育,构造面貌十分复杂,形成了多种圈闭类型。形成了十分有利的生—储—运—集配置,为大中型油气田(如中国大庆油田)的形成创造了有利的条件。

3.3 缓坡带

该类构造带外接隆起,内临拗陷,地层现今坡度小($0^{\circ} \sim 30^{\circ}$),构造变动持续缓慢,发育大型的鼻状构造和盆倾断层是其基本的构造特征,而且存在多个不整合面,还发育大量的冲积扇,因此成藏条件极为有利。

而且断层对沉积具有一定的控制作用。该地区扇三角洲、低位扇等发育,是寻找中等规模构造—岩性油气藏的有利场所(如中国的胜利油田,见图16)。

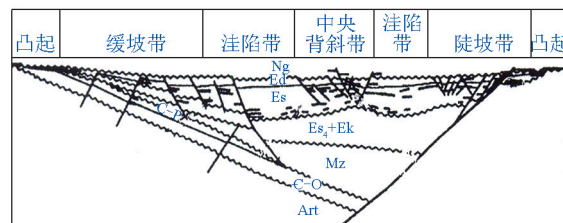


图16 中国东部断陷盆地油气田分布横剖面图

Fig. 16 Profile of distribution of oil and gas field in the Rift Basin in East China

俄罗斯萨哈林盆地。该盆地中生代有二期断裂,第一期古近纪末,这期断裂把白垩—古近系断开,并遭到不同程度的剥蚀。新近纪为拗陷型广泛覆盖于白垩—古近系之上,新近纪末发生第二期断裂油气田,油气田目前主要分布于断裂附近的局部断背斜内(见图17)。

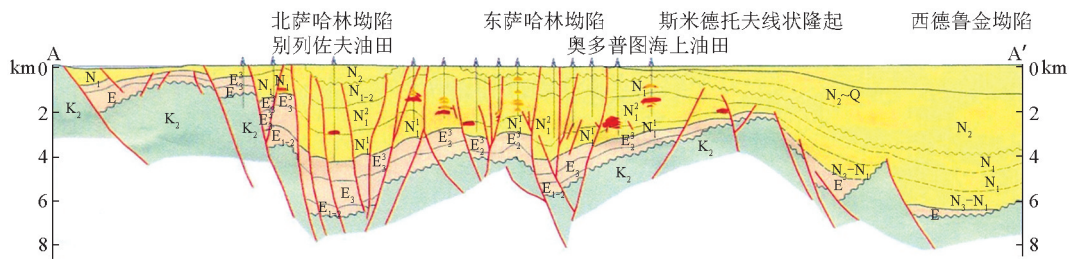


图 17 俄罗斯萨哈林盆地油气田分布剖面图

Fig. 17 Profile of distribution of oil and gas fields in the Sakhalin Basin in Russia

中亚地区卡拉库姆盆地。该盆地是发育在上古生代二叠系之后的中生代断拗型盆地，盆地于三叠—侏罗系为断陷发育期，白垩纪—第三纪为拗陷型沉积并广泛覆盖在侏罗—三叠系之上，构成完

好的断拗陷型盆地。目前仅在侏罗—白垩系发现多个油气田，横向分布在陡坡带断裂下盘，拗陷内隆起部分及缓坡带等(见图 18)。

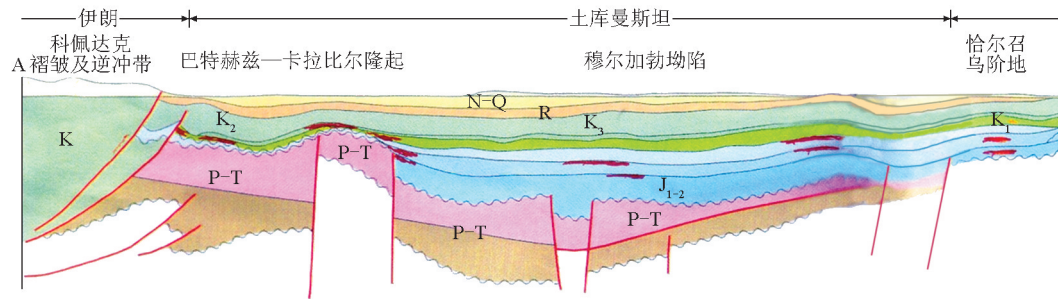


图 18 中亚地区卡拉库姆盆地油气田分布剖面图

Fig. 18 Profile of distribution of oil and gas fields in the Karakum Basin in Central Asia

中亚滨里海盆地。该盆地位于南里海地区，侏罗—白垩纪为断陷阶段，新近纪为拗陷型沉积，广布于侏罗—白垩系之上，第四纪为萎缩时期两期张性正断裂控制盆地原型，第一期白垩末期，第二期

为新近纪末—第四纪。油气主要受断裂和断背斜构造控制，大多数的油气田都分布在断裂附近(见图 19)。

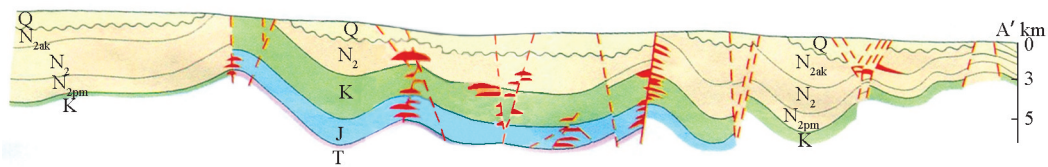


图 19 滨里海盆地断—拗型盆地油气分布剖面图

Fig. 19 Profile of distribution of oil and gas fields in fault—depression Basin in Caspian Basin

4 前陆盆地油气分布规律

现有资料表明，前陆盆地油气主要分布在前陆盆地的 3 个构造带内，即断褶带、斜坡带以及逆掩带内。

4.1 中国前陆盆地

4.1.1 前陆断褶带

油气田主要分布在山前断褶带 2—3 排断裂构造带内，而且以断背斜含油为主(见图 20 和图 21)。如中国准噶尔盆地、乌鲁木齐前陆盆地；呼图壁气

田,霍尔果斯、齐古、吐谷鲁、玛纳斯、古牧地等油气田;塔里木盆地、库车前陆盆地:依奇克里克、克拉

2、迪那2、依南、大北、克深、吐孜洛克、大宛齐、大北等油气田^[5]。

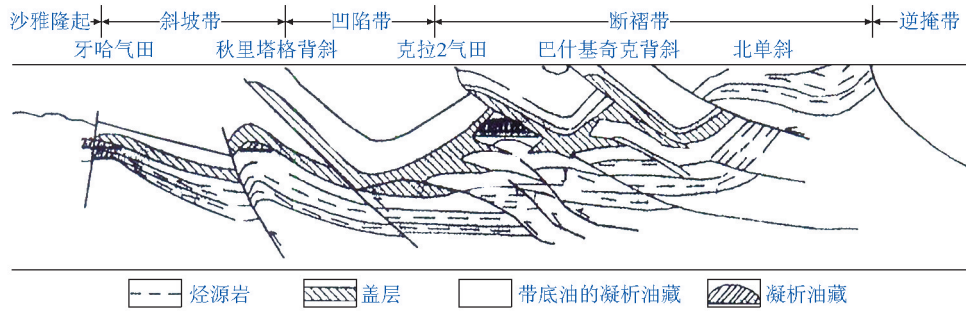


图20 库车前陆盆地构造剖面示意图

Fig. 20 Map showing the structural profile in Kuche Foreland Basin

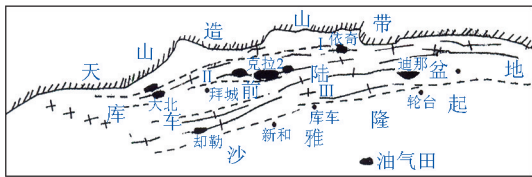


图21 库车前陆盆地构造纲要示意图

Fig. 21 Tectonic scheme map of Kuche Foreland Basin

4.1.2 前陆斜坡带

前陆斜坡带,如中国乌鲁木齐前陆盆地的永进、董1油气田,库车前陆盆地的却勒、牙哈油气田。

4.1.3 前陆逆掩带

逆掩带因地质条件十分复杂,勘探技术所限,目前仅在中国西部酒西前陆逆掩带志留系之下白垩系油田^[2,6],在塔里木盆地叶城前陆盆地胜和1井,在志留系变质岩之下的二叠系钻入高压气层。但是有理由相信随着勘探技术进步,勘探程度提高,定会发现更多油气田。

4.2 喀尔巴阡前陆盆地

俄罗斯喀尔巴阡造山带形成的前陆盆地,形成时间为新生代,使二叠系逆冲到新近系之上。油气田主要分布在逆掩带,山前断褶带的2—3排构造带及陆斜坡带内(见图22)。

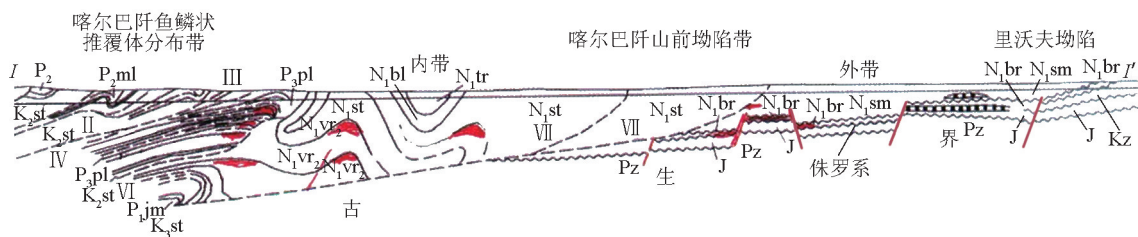


图22 喀尔巴阡前陆盆地油气田分布剖面图

Fig. 22 Profile of distribution of oil and gas fields in the Kalpacien Foreland Basin

4.3 中东扎格罗斯前陆盆地

位于中东地区北部为北西走向的中新生代前陆盆地,从山前向盆内可分为逆冲带、断褶带、拗陷带和斜坡带,油气田主要分布在断褶带、拗陷带和斜坡带内(见图23)。

4.4 阿拉斯加前陆盆地

阿拉斯加前陆盆地形成于晚古生代—中新生代,使泥盆系逆冲到侏罗系之上,油气田主要分布于前陆断褶带2—3排断背斜内和前陆斜坡上,以及晚期白垩世背斜(见图24)。

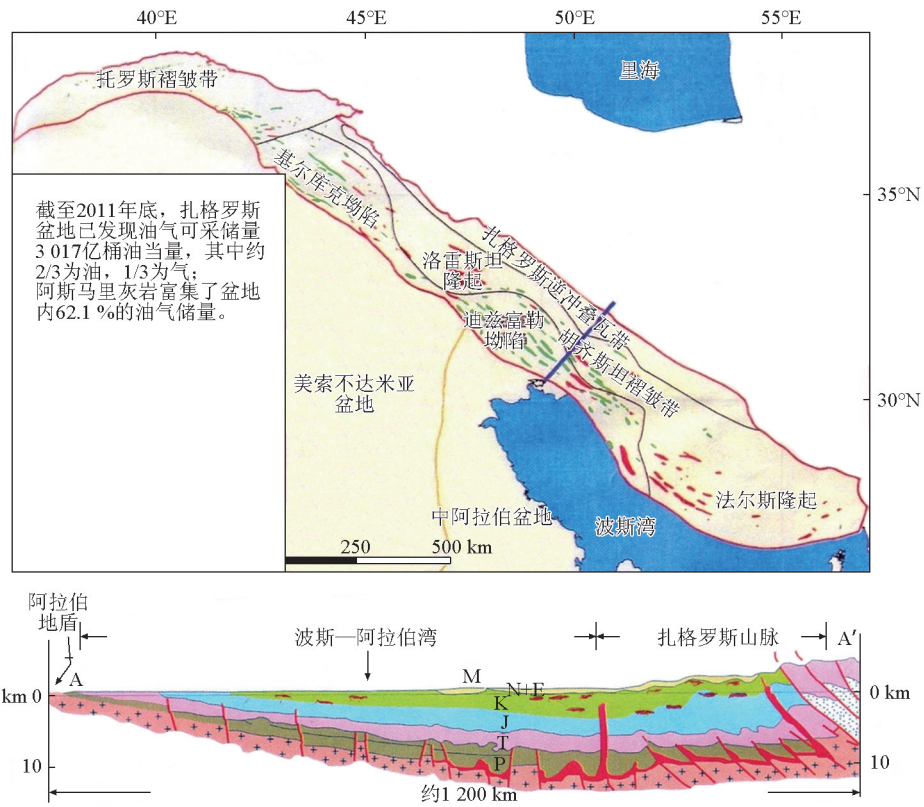


图23 扎格罗斯前陆盆地油气田分布剖面图

Fig. 23 Profile of distribution of oil and gas fields in the Zagros Foreland Basin

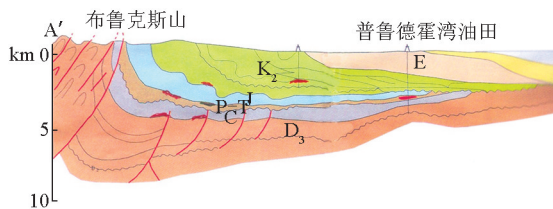


图24 北美西部阿拉斯加前陆盆地油气分布剖面图

Fig. 24 Profile of distribution of oil and gas fields in the Alaska Foreland Basin in the West USA

5 结语

全球地盾构造十分复杂,成芷条件各异。跟据目前的勘探研究成果,上述3大类盆地油气分布规

律具有广泛的代表性,但因篇幅所限大量典型的油田实例不能纳入本文。

参考文献

- [1] 李国玉,金之钧. 新编世界含油气盆地图集[M]. 北京:石油工业出版社,2005.
- [2] 康玉柱. 世界油气资源潜力及中国海外油气发展战略思考[J]. 天然气工业,2013,33(3):1-4.
- [3] 胡文海. 美国油气田分布规律和勘探经验[M]. 北京:石油工业出版社,1995.
- [4] 童晓光,张湘宁. 跨国油气勘探开发国际研讨会论文集[M]. 北京:石油工业出版社,2006.
- [5] 康玉柱. 中国古生代海相油气地质学[M]. 北京:地质出版社,2011.
- [6] 康玉柱. 中国三大类型盆地油气分布规律[J]. 新疆石油地质,2013,33(6):635-639.

The distribution of oil and gas in the global main basins

Kang Yuzhu

(SINOPEC Exploration and Production Research Institute, Beijing 100083, China)

[Abstract] According to the structural characteristics of petroliferous basin can be divided into three major basins: Craton basins, Rift basins and Foreland basins, thousands of which developed in the global. The distribution of oil-gas is discussed in the three major basins. Oil and gas is mainly distributed in the paleo uplift, paleo slope, regional unconformity, fault belt of the Craton basins, and is also distributed in the structural belt, steep slope belt, gentle slope belt of the Rift basins and in the fault-folded belts, slope belt, overthrust belt, depression belt of the Foreland basins, which proved that it has important guiding significance in the oil-gas exploration.

[Key words] petroliferous basin; oil and gas field; distribution of oil-gas