

美国近期陆地油气钻井业逐步回升的态势分析

左汝强

(国土资源部,北京 100812)

摘要:自2014年6月国际油价暴跌开始,世界油气市场进入低迷阶段。而当美国二叠纪盆地巨量页岩油藏发现和开发之后,从2016年中期开始,美国陆上油气钻采活动逐渐增加,钻井承包商与钻井公司携钻机蜂拥而至二叠纪盆地和其它油田。这新一轮油气市场可能回复的迹象,进一步促进了钻井设备的更新换代,以工厂化作业为标志的新型先进钻机将供不应求,而大多数老旧机械式钻机则面临淘汰。另一方面,由于这二三年油气市场的低谷,许多高级技术人员和熟练操作人员被裁员,人才大量流失,而新型先进钻机也需要具有专门技能的人员操作,于是近期美国许多公司把保留和培养钻采技术人才放在重要位置,制订和实施了许多培训人才的策略和措施。本文对近期美国陆地油气钻井活动的主要特点和态势进行了分析。

关键词:美国页岩气革命;陆地油气钻井;开动钻机数;交流变频顶驱钻机;直流驱动顶驱钻机;液压驱动步进运移系统;工厂化钻井

中图分类号:P634;TE242 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2017)07-0001-08

The Status of Onshore Drilling Ramp-up in USA/ZUO Ru-qiang (Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China, Beijing 100812, China)

Abstract: The world's oil and gas market had entered into a downturn period since the free fall of international oil price in June 2014. Then, US onshore drilling industry began to ramp up since a great abundant shale oil was discovered in Permian Basin in Q2 2016. Contractors and operators of all sizes with rig fleet are flocking to Permian Basin and other plays. The upturn of the oil market has been promoting upgrade of drilling rig. Factory drilling mode, High-spec AC and SCR top drive rigs with powerful mud pumps and walking or skid systems, as well as bi-fuel capabilities have been the most in demand, the majority of older mechanical rigs should be retired. On the other hand, a lot of excellent technicians and skilled workers were cut and lost during the downturn period, so that many companies adopt effective measures to keep experienced employee and train the new drilling crew.

Key words: US shale gas revolution; onshore oil and gas drilling; active rig count; AC top drive rig with variable frequency; SCR top drive rig; walk moving system driven by hydraulic effect; factory drilling

0 引言

10余年来,美国启动并引领的页岩气革命,推进了全球能源格局的变化。而OPEC、俄罗斯等在世界油气市场上与美国激烈的博弈,促使从2014年夏开始,国际油价暴跌,美国与世界各地油气钻采业跌入低谷。但是,2016年,美国二叠纪盆地发现巨大的页岩油藏,基于优异的地质条件,与历史传承丰厚的基础设施,诱使大量石油公司携钻机蜂拥而至,驱动了其油气产量大增,市场油价也随之略有回升。虽然目前对于未来前景还难以断言,但是一年来美国陆上油气市场的逐步回升,还是带来一息希望,使钻井承包商们蠢蠢欲动,加紧对钻井设备更新换代,积极培养钻井技术和操作人才,以便在今后新一轮

的油气市场中占有一席之地。

1 美国陆地油气钻井活动开始回升,开动钻机逐步增加

从2014年底开始,美国陆上开动钻机数急剧下滑,在约1年半的时间里,从2014年底的约1900台,到2016年5月触底降至了379台,见图1。从2016年五六月起,国际油气市场由低谷回升,油气产量增加,油价回升(由低于30美元/桶逐步上升至当前约50美元/桶)。这种下滑的趋势中止,形势逆转。开动的石油钻机数量也开始增加。在随后的每个季度内,美国陆上钻机开动数都有增长,至2017年3月,已经达到747台。据贝克·休斯与

收稿日期:2017-07-04

作者简介:左汝强,男,汉族,1941年生,国土资源部咨询研究中心原咨询委员,教授级高级工程师,探矿工程专业,北京市海淀区北三环中路77号24楼1003室(100088),zrq1941@sina.com。

Spears and Associates 预测,2017 年平均可达到 800 台,表明了从 2016 年的平均 500 台增长了 60%。

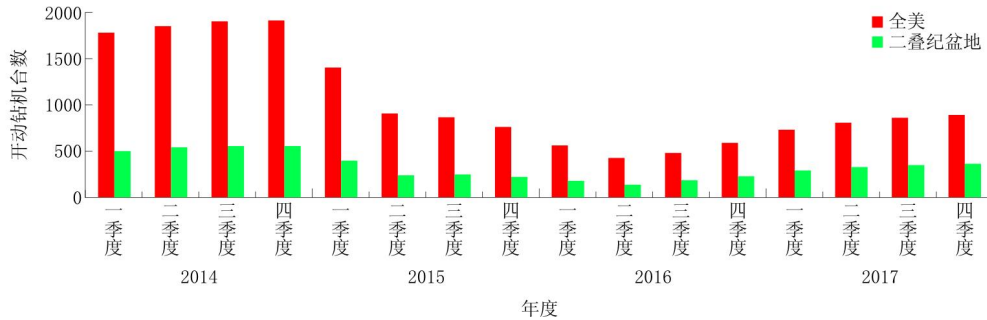


图 1 美国 2014—2017 年各季度陆上钻井开动钻机数目

由图 1 还可发现,在 2017 年 3 月全美陆上开动的 747 台钻机中,竟约有 300 台钻机是在二叠纪盆地(Permian Basin,图 2)的油田实施作业,其所占比例几乎高达 42%。由此可见,目前二叠纪盆地油田已经引领美国陆上油气产量。二叠纪盆地作为美国油气增长的主要驱动油田,甚至对全世界油气市场的复苏也起着重要推动作用。

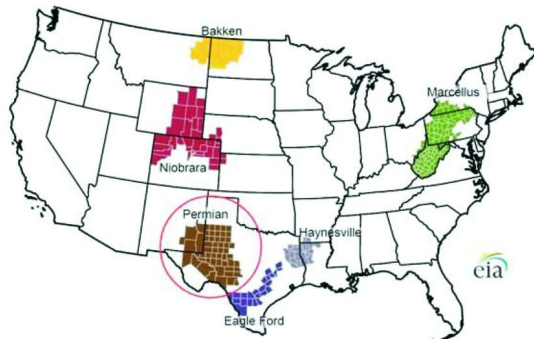


图 2 美国主要页岩油气盆地位置 (红圈内为二叠纪盆地)

2 美国二叠纪盆地石油储量巨大,开发成本低廉,钻机蜂拥而至

2.1 二叠纪盆地石油储量巨大

2016 年 9 月,在已有百年历史、业已衰败的二叠纪盆地重又发现了大量页岩油藏。估计发现的资源量超过 30 亿桶石油储量、75 万亿 ft³ (注:1 ft³ = 0.02832 m³,下同)天然气储量(约合 142.5 亿桶)。2016 年 11 月 15 日,美国地质调查局(USGS)宣布,在二叠纪盆地发现了美国历史上最大的连续型油藏,其原油技术可采储量高达 200 亿桶,天然气储量 16 万亿 ft³,凝析油储量 16 亿桶。

二叠纪盆地目前的石油日产量约 220 万桶,相当于中国现在石油日产量的 1/2。据能源数据机构 IHS Markit 预测,二叠纪盆地到 2021 年的石油产量

将达到 400 万桶/日。

2.2 二叠纪盆地石油价格低廉

二叠纪盆地能够如此兴旺,在很大程度上源于其超低的页岩油开采成本。能源咨询公司 Rystad Energy 的研究结果显示,二叠纪油田 2016 年的盈亏平衡价在 40 美元/桶以下,在一些最好油田的油价已经降低到 25 ~ 30 美元/桶或更低,比美国其它油田油价要低得多,如 Bakken 盆地的油价比二叠纪盆地的高达 2 ~ 3 倍。在二叠纪盆地的 Delaware 和 Midland,很多区块的开发成本还不到 30 美元/桶。二叠纪盆地作为非常规石油的页岩油,其开采成本为何低至如此程度,甚至比一些常规油田还要低呢?其原因如下。

2.2.1 地质条件优越,油气储量巨大

- (1)资源埋藏深度浅,许多区块储层深度仅 1000 m。
- (2)含油气地层厚,目标储层像千层饼(图 3),最多可达 10 ~ 15 层,甚至更多。无需运用投资高昂和技术高超的水平钻井,只采用简易经济的垂直井就能够钻越十多个储层。
- (3)正如前述,油气资源极为丰富。

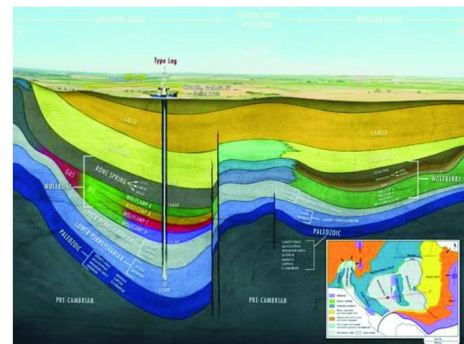


图 3 二叠纪盆地如同千层饼一样的页岩油气藏储层

2.2.2 油气开发史悠久

百年以上的油气开发史,使二叠纪盆地在人员、技术、资金和法律法规等方面有雄厚的积累。比如,许多区块在历史上早已形成的地价就很低;地表基础设施,如早先开发常规油气的老旧钻井都可再次利用;二叠纪盆地也是全美油气管网最密集的两个地方之一,以及该盆地原先就存在许多小型油服公司。诸多因素都促成二叠纪盆地钻采活动成本低下。

2.2.3 经济负担低

德克萨斯州的土地属于私有财产,许多区块土地就是德克萨斯大学奥斯汀分校(UT, Austin, 美国最著名石油工程大学)的财产,而美国其他州的土地多属于美国联邦政府,石油公司在租地、缴税以及环保等方面要承受更重的负担。

2.3 二叠纪盆地钻采作业活跃,低谷时撤离的钻机重新回归

根据 Douglas - Westwood 统计数据,美国于 2015 年陆地钻井 21000 口,而到 2016 年,跌落至 11000 口,减少了 47.6%。但是,2017 年则期望钻井达到 20000 口。而且,钻井数目可以预期在 2016—2020 年期间总共增加 143%。

随着二叠纪盆地的油气开采活动逐步兴盛,已占有美国陆地石油钻采和供给的主体地位,到 2017 年上半年,自 2016 年 5 月由二叠纪盆地油田撤离的一半钻机业已回归。

如图 4 所示,Independence 钻井承包公司的 ShaleDriller 210 型钻机,在二叠纪盆地正为 Pioneer 自然资源公司(Pioneer Natural Resources)施工作业。而当 2016 年 5 月钻机市场处于低谷时,该公司只有其 14 台钻机中的 4 台在此盆地施工,但至 2017 年 5 月,其 14 台钻机全都参与了钻井作业,且主要应用于二叠纪盆地与 Haynesville 油气田。所有钻机的利用率均达到 100%,而且对该钻机的需求还在增长。公司正在考虑下一步再订购新造钻机。

美国最大的 3 家石油公司最近也都把目标瞄向了二叠纪盆地。埃克森美孚公司 2017 年初发布,其勘探开发重心将转移到二叠纪盆地,计划当年将 25% 的投资用于以该盆地为主的非常规油气勘探开发;雪佛龙公司也寄希望于 2017 年依靠二叠纪油田实现盈利;美国第三大石油公司马拉松石油公司计划将以 11 亿美元现金收购美国二叠纪盆地油气资产。

二叠纪盆地不但吸引传统的大石油公司,而且



图 4 在二叠纪盆地施工的 Independence 公司的 210 型页岩钻探钻机

有不少刚建立的新公司也积极进入。如 Fortuna 资源公司于 2017 年 1 月刚开始成立,已在二叠纪盆地 Delaware 油田获得了约 8000 英亩(1 英亩 = 4046.86 m²)土地。至 5 月,该公司已获得 5 口油井,计划在年内钻 3 口水平井。

二叠纪盆地钻采活动如此火热,各家大小公司纷纷前住争抢土地和油田,以至人们称此现象为“二叠纪恐慌”(Permian Panic),或认为二叠纪盆地是“美国页岩油气的未来”(The Future of US Shale),甚至认为二叠纪盆地的开发是“美国第二次页岩油气革命”。

3 新型先进钻机供不应求与多数老旧钻机面临退役

3.1 市场需求新型先进钻机以提高钻井效率和生产率

大批钻机拥向或重新回归二叠纪与其它油田,表明了美国陆上钻井业复苏的迹象。但是,另一方面,钻机开动数目的多少,在当今也许不能再完全认为是钻井市场兴衰的标志。这种标志在过去的钻井业是有显著意义的,但是到了现在,因为钻井设备和技术的改进,提高了钻井效率,缩短了钻井时间,需要施工的天数也就减少了。所以,当前钻井公司只需开动较少数目的钻机而能够完成更多的钻井数量。目前,在二叠纪盆地,能够在 30 天内钻一口井。而在 5 年以前,在此地区钻一口井则平均需要 60 ~ 90 天。另一方面,现在油井的油气采收率也大大地提高了,每一口井每天都比过去增产出更多的油气量。现在钻井的生产量比 2014 年增加了 20% ~ 30%。预测今年和明年 2 年内,钻井生产率将再提

高 10% ~ 15%。

钻井效率和油气生产率的提高取决于钻采业各方面的技术进步,其中最重要的是水平钻井与水力压裂技术的迅速提高。更深的水平钻井及延深钻井(ERD, Extended Reach Drilling)使油气储层更多地暴露于井眼;更大程度的水力压裂效果,也进一步将井眼油气采收延伸至储层更远的部位,从而获得更

高的油气采收率。

美国页岩气革命发生之后,自 2009 年起,美国用于钻水平井的钻机数量超过其它井型的钻机。而自 2010 年起直至 2015 年的 6 年间,水平钻井的钻机数成倍增长(图 5)。至 2015 年,水平井钻机开动数(1420 台)已经是垂直井钻机开动数(380 台)的 3.7 倍,是定向井钻机开动数(200 台)的 7.1 倍。

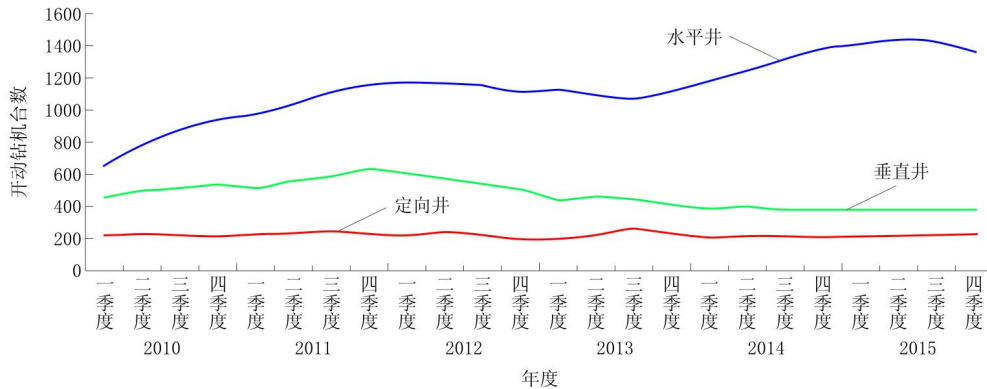


图 5 美国 2010—2015 年水平井与其它井型在用钻机数量对比

水平井钻井有其特殊性和难度,其所运用的钻机比钻垂直井和定向井的钻机在技术性能上有更高的要求。在水平井的水平井段钻进中,因重力作用,井眼环空低边会逐渐形成岩屑沉淀,这就使钻杆柱和钻具回转增加了很大的摩阻,从而就需要更大功率,特别是更大扭矩的顶驱钻机方可胜任。另一方面,对泥浆泵则要求大功率使钻井液对井眼实施有效的冲洗,方可顺利地实施钻井作业。

3.2 页岩气开发对石油钻机的基本要求

近几年来,对于逐步增大水平位移的水平钻井,特别是为适应页岩气开发,广泛应用工厂化钻井作业的需要,从而对当代石油钻机提出以下基本要求。

3.2.1 运用大功率先进的交流变频顶驱或直流驱动顶驱钻机

水平井广泛的运用改变了钻井公司挑选钻机的方式。美国钻井市场在传统上主要是按绞车的功率对钻机分级,这对于实施垂直钻井具有实际意义,因为当时将提升能力(大钩载荷)作为主要的考虑因素。但是,对于现代广泛应用的水平钻井,提升能力却变得不是特别重要了。目前,水平井钻井通常是根据其测量深度(MD, Measured Depth)来表示其钻井深度,但是若按照实际垂直深度(TVD, True Vertical Depth),现在水平井钻井的实际垂深却是变浅了。因此,对钻机提升能力的要求就不那么重要了,

而是要求钻机大功率,特别是要求较大的连续扭矩,现在的交流变频或直流驱动的顶驱钻机都可以满足这个要求。

3.2.2 选用大功率泥浆泵

施工现场一般要求提供约 51.68 MPa(7500 psi)压力的泥浆泵系统。传统钻垂直井通常要求泥浆泵压力在 24.12 ~ 34.45 MPa(3500 ~ 5000 psi)的范围内。选用 51.68 MPa(7500 psi)及其以上压力的泥浆泵,能够以更大的液力功率对井眼实施有效地冲洗,并可以钻进延伸得更远的水平钻井。

3.2.3 配置步进或滑轨运移系统(Walking or Skid System),满足批量钻井(Pad Drilling)和工厂化钻井(Factory Drilling)的需要

近 20 年,特别是美国页岩气革命开始以来,油气钻井模式也发生了很大的变化,已经从单井模式和丛式井模式发展到批量钻井和工厂化钻井模式。过去,将常规钻机从一个井口迁移到下一个井口通常需要 3 ~ 4 天,而配置以液压或电动的步进或滑轨运移系统的钻机,其整套钻机连同全部钻杆立根可在几小时甚至 1 h 之内迁移完毕。由此可显著地缩短钻井周期,大大地降低钻探成本。

3.2.4 研发应用自动化钻井作业钻机

完全自动化钻机的广泛应用还有待时日。但是,为了配合工厂化钻井作业模式,目前美国陆上钻

机主要采用交流变频或直流顶驱钻机,并配备自动化井口装置(如铁钻工),自动管具操作系统、远离井口一体化司钻控制室、自动猫道等。

3.2.5 日益广泛应用双燃料(柴油,天然气)动力系统

双燃料动力是指采用柴油和天然气两种燃料,而且是这两者之间能实现无缝切换的动力机组。这种新型发动机组具有良好的经济性和环保性。

一套双燃料装置成本为 6~10 万美元,加上 2 万美元安装费用,实施钻井作业一年后可回收成本,并在以后多年内大幅节约燃料费用。例如,一套原来配备 3 台柴油机的钻井设备,更换采用双燃料动力装置后,每年能够节约的成本约为 40 万美元。

由于在双燃料动力机中,天然气对柴油的替代率通常都在 50% 以上,可达到“节能减排”的效果,对减少污染、保护环境是有利的。

3.3 当代新型先进钻机的应用

自 2016 年中期钻采市场回暖后,大部分返回油田施工作业的钻机,是专门设计用于批量钻井和工厂化钻井的,具有 1500 hp(1118.55 kW)功率,配置步进运移系统并配备约 51.68 MPa(7500 psi)泥浆泵的交流钻机。图 4 是 Independence 钻井承包公司的 ShaleDriller 210 型钻机,为交流变频顶驱钻机,配置了约 51.68 MPa(7500 psi)的泥浆泵,液压驱动步进运移系统,并具有双燃料动力装置。该公司页岩气钻机系列中 201 型钻机的步进系统,是在整套钻机底座的四角上各安装一个液压“步行鞋”(Walking shoe,图 6)。每只“步行鞋”有一个垂直油缸用于“抬脚”,一个水平油缸用于“跨步”。钻机 4 只“步行鞋”行走的步伐节奏如同四脚动物,可将全套钻井设备连同所有立根钻杆,迅速地运移至下一个的井口位置。该 201 型钻机籍助其步进系统,运移整套钻机的速度大约为 20 m/h(60 ft/h)。上述的 201 型为四五年前配备步行系统的钻机,目前新型步进系统钻机运移的速度要快得多。

如果说把步进或滑轨系统作为工厂化钻井施工最必须配备的要求来看,而配置约 51.68 MPa(7500 psi)泥浆泵的要求,最初只是对应用于 1524~3048 m(5000~10000 ft)或更长水平井段油田的要求。Latshaw 公司已经有少数钻机在奥克拉荷马州的 STACK 油田施工,在那里钻进 1524 m(5000 ft)水平井段并无需约 51.68 MPa(7500 psi)的泥浆泵。但是,



图 6 Independence 公司 201 型钻机(1500 hp) 步进系统 4 个“步行鞋”之一

一旦完成任务,转移到二叠纪盆地 Delaware 油田去施工,那里正在钻进 1524~3048 m(5000~10000 ft)水平井段的水平井,则要求配备约 51.68 MPa(7500 psi)的泥浆泵了。Latshaw 公司至今已经为钻机配备了步进系统和约 51.68 MPa(7500 psi)的泥浆泵。该公司目前正在对其全部 41 台钻机中 1/3 没有步进系统的钻机都重新予以安装,并配备约 51.68 MPa(7500 psi)泥浆泵。

Nabors 公司是全球最大的陆地钻井承包商,在全世界 25 个国家约有 500 台钻机实施钻井施工。该公司至今已经生产了一系列属于交流变频顶驱并配备步进系统的工厂化钻机,2013 年推出 17 台最新的 PACE-X 型钻机(图 7)。自 2014 年以来,Nabors 公司又继续向市场提供 35 台 PACE-X 型钻机。近两年,该公司还推出提供美国市场的 PACE-M800 型钻机,以提高钻机步进运移系统的灵活性,满足工厂化作业施工现场井口排列图形更加紧凑、复杂的要求,并能钻进水平井更长的水平井段,以及进一步减少钻井时间达 20%~30%。2016 年,Nabors 公司还完成了安装用于美国本土的 Rigtelligent 模块式钻机,能够远程连续地实时监测与控制钻机的施工作业,从而增强了钻井性能,提高了钻井效率,并强化了实施日益复杂困难的定向钻井的能力。

美国计划从 2016 年起,在 5 年内新建 500 台工厂化钻机。其中大部分(70%)用于美国陆地钻井市场,其他 30% 投放境外国际市场。

上述新型先进钻机日益受到钻井承包商和施工作业公司的欢迎,并促使拥有老旧钻井设备的钻井



图7 Nabors 公司 PACE - X 新型工厂化作业钻机在施工现场

承包商去投资置办新的钻机,以保持在市场中的竞争地位。

3.4 老旧钻机难以胜任当代水平钻井需要,多数面临退役

目前,在美国各油田大部分正在执行项目合同施工中的钻机,一旦钻井任务完毕,是可能寻找新的施工项目的。那些在油气市场低迷期间一直承担施工任务的钻机,都是钻井施工公司所钟爱的,具有高技术性能的新型先进钻机,而不是从闲置库房中取出的老式钻机。而且,如果把市场低迷时入库闲置的钻机取出,准备投入使用则还需再投入费用。不仅仅是除尘和组装之后就能胜任作业,还要求检修或升级使钻机达到工作状态。若将这些钻机再送至油田作业,则每台都还需要花费 25 ~ 100 万美元。

由于较老的机械式钻机不能满足水平井工厂化钻井作业的需要,钻井承包商已大量地让此类钻机退役。国民油井华高公司(NOV, National Oilwell Varco)2014 年在美国总共可提供 3250 台钻机,而到了 2016 年则只有 2100 台。其开动钻机下降数量竟超过 1/3。在这些退役的钻机中,70% ~ 80% 是过去那些仅适用于钻垂直井的老旧机械式钻机。预计今后几年退役最多的钻机也还是这些市场已不太需要的老钻机。

虽然机械式钻机应用市场正在萎缩,但是对于垂直井钻井仍然具有一定市场。原因在于它们比交流变频顶驱和直流顶驱钻机便宜得多,其钻井成本约为后者的 1/3,而且还无需承担钻水平井和水力压力作业等的额外费用。所以,机械式钻机还具有

少量市场用途。图 8 为 Texakoma 公司承包于 Unit 钻井公司在德州 Roberts 县施工的 23 型钻机,正在钻探一口垂直井。



图8 Texakoma 钻井公司 23 型钻机在德克萨斯 Robert 县实施垂直井作业

4 油气市场前景仍然不十分明朗,钻机日租费仍处低位

2017 年内,钻机日租费适当的增加是可能的,但不能期待其增加过快。交流变频电驱动钻机和直流驱动钻机最高的日租费已降低至 14000 ~ 16000 美元。2017 年上半年,这个价位变化不是很大。贯穿整个 2017 年,对于具有工厂化钻井作业能力的交流变频顶驱钻机,预期日租费会有所增长,但是不可能太多,因为油气市场的前景尚不十分清晰。

实际上,钻井施工公司要求与承包商签订长期合同,而不只是一口井一口井的项目合同。钻井施工公司期望获得一年期长的施工合同,是因为目前钻机的日租费接近低谷,争取合同签长些更为有利。但是,钻井承包商(如 Latshaw 公司)则更希望只签订 6 个月的合同,而不是锁定于目前最低的日租费去签订全年承包合同,因为正在回暖的市场日租费随时有望看涨。

图 9 为 Latshaw 公司的 14 型钻机正在俄克拉荷马州的 STACK 油气田施工。该公司将 2016 年 5 月撤离的 9 台钻机已全部返回此处油田施工,并签订了 6 个月的合同。钻井施工公司很想按既定的低日租费签订一年时间的长合同,但是 Latshaw 承包商决定其钻机对外租赁只能按 6 个月签订合同。

5 未来油气市场要求对各类人员加强培训提高

2014 年国际油气市场下滑之后,国际油气价格暴跌,全球油气行业的工作岗位急剧减少,仅美国德克萨斯州就减少了 10 万个。针对油气市场低谷期间



图9 Latshaw 公司签订6个月合同的14型钻机在STACK油田施工

钻采技术、管理和操作人员的大量流失、降格使用和离职退休,许多油气公司十分重视,积极制订策略和措施,加强招聘、培训和提高各类实用熟练人才,以防未来油气市场恢复后的后继缺人,造成在激烈的市场拼搏中失去竞争力。油气技术人员和熟练操作工大量流失和退休,是逐步回暖的油气市场面临的另一个问题。

5.1 对高级管理人才实施“知识传承”策略

近一二年,油气行业中约有一半人员陆续退休,具有30年以上工作经验的高级技术人员先后离开钻采岗位,这将会造成丰富的知识和经验被带走,使得今后钻采技术水平大为下降。因此,许多公司将“知识传承”作为重要决策,在这些高级人才退休前3~5年采取措施和办法,如培训、导师、教练、交流,以及新员工培训等,将知识和经验保留、传承给年轻的员工。也有许多公司让退休高级技术和管理人员发挥“余热”,为他们保留3年邮箱和电话,建立咨询指导平台,继续发挥作用。

5.2 加强对钻井现场施工操作人员培训

自2016年中期油气市场开始回暖之后,另一个有待解决的问题,是要重新雇用原来已被辞退的员工,并且招聘新的员工并对其提供适当的培训。而且,对原有处于油气开发低迷阶段仍在工作的人员也需要重新培训。原因是在过去不景气的时段内,钻井承包商为挽留人才,不使其失业,已经将许多熟练老员工降级使用,例如,井场经理降为司钻的职务。目前形势已经转好,应把他们重新提升回原有的职务,从而再进行培训还是必要的。

5.3 Latshaw 钻井公司为保障施工安全对员工的培训方法

对于钻井作业安全问题,并不是雇用以前老钻工比聘用新钻工会发生事故更少。Latshaw 公司分析表明,85%有记录的事故发生于刚到公司工作不到6个月,但只具有以前老钻井经验的操作人员身上。这些老钻井人员到一家新公司来操作以前从未使用过的新型先进钻机,当然容易酿成事故。另一方面,刚进入钻井行业的新操作人员,反而比上述拥有老经验的员工具有更少事故记录。这是因为新人行参加钻井操作的人员是一切从零开始的,他们不会自以为是,也没有以前在别处井场染上的陈规陋习,因而能够完全接受 Latshaw 公司的企业文化和新型先进钻机的操作技能,以及安全作业的要求,从而能够在施工现场顺利、安全地完成施工作业。

Latshaw 钻井公司自2016年增加开动钻机数目以来,至2017年二季度已雇用约250名新员工,并采取将新雇员与公司原来有经验的技工相结合的办法。每名新的雇员与一位老员工搭配,结为师徒关系,在开始的14天内配对,紧密结合工作。如果需要,这个教学周期也可能延长至2个周期。新钻工需要经过3个月的培训项目才可以成为钻台工。这种计划安排表明,伴随着雇用新员工的施工过程,钻井事故正在减少。

6 总结和启示

6.1 世界和我国页岩气等非常规油气资源巨大,油气能源前景良好

20世纪70年代,就有多名专家提出,常规资源只占油气总资源量的一小部分,大部分是致密砂岩气、页岩气、煤层气、重油、页岩油气和天然气水合物等非常规油气资源。近年来,美国著名石油公司和大学对美国7大油气盆地开展资源评价,表明常规油气仅占总资源量的10%~20%,而80%~90%则是非常规油气资源。

美国具有近百年历史、业已衰败的二叠纪油气盆地的起死回生,近一年重新发现了巨大的页岩油气资源,使该盆地成为全球第二大油气盆地。这给我们以启示,即在业已开采多年的常规油气盆地开展进一步的勘探,是可能发现超出想象的、巨大的非常规油气资源的。另外,美国最近研发出一项开采稠油的气压热流技术——S-BTF技术(baric-thermal

flow),运用于二叠纪盆地 Wardlaw 油田开采稠油,生产成本很低。即使油价降至 25 美元/桶,也能实现盈利。其每口井的盈亏平衡价,可降至 16.5 美元/桶。

我国是世界上页岩油气资源最丰富的国家之一。据美国能源信息署(EIA)等预测,中国的页岩气、页岩油储量分别占世界第一、二位。同时,在我国的辽河油田、渤海油田、塔里木盆地等也分布有稠油油藏。所以,今后通过加强对非常规油气资源的勘探和钻采技术的研发,依靠科技进步,对于开发我国丰富的非常规油气资源的前景是良好的、乐观的。这对于保障我国能源安全,改善能源消费结构是具有重要意义的。

6.2 随着我国页岩气广泛开发的需要,应加速工厂化作业钻机的研发应用

我国近年来已经跃居为世界第二钻井大国,但是整体钻井技术水平与美国相比,尚有很大的差距。在陆地钻机技术性能方面,电驱动特别是交流变频顶驱钻机很少,配备步进式和滑轨式运移系统的钻机就更少,自动化钻井作业程度较低,工厂化作业钻机严重不足,这些都显著地影响了我国页岩气等非常规油气资源的开发,限制了钻井效率和油气生产率的提高,难以降低生产成本。为此,应积极鼓励石油公司、油服公司与钻井公司,并联合有关科研院所与高等院校,加速研发以工厂化作业钻机为标志的现代化陆地石油钻机,并加速推广应用。

6.3 加强对我国油气钻采技术和操作人员的培训,迎接新一轮油气市场的复苏

自 2014 年油价开始暴跌,全球油气市场处于低迷以来,已约 3 年时间。在此期间,美国许多页岩油气公司亏损、倒闭,世界各地不少油田减产、关闭、裁员,以及提前退休等,大量富有经验、技术娴熟的技

术人员和操作技工流失。另一方面,新一轮油气市场的回复,必将更加广泛地应用新一代的先进钻机,这些都需要补充和准备一批新型技术人员和操作人才。

我国近几年油气市场不振所面临的问题,与美国及某些其它国家是类似的,上述美国对陆地钻井高级管理人才实施“知识传承”办法,以及加强对钻井现场施工操作人员培训策略和措施,是值得我们参考和借鉴的。

参考文献:

- [1] Kelli Ainswort. Market remains competitive as contractors seek to upgrade rig fleets, hire and train new personnel while maintaining safety performance/US onshore continues ramp-up, but dayrates remain near bottom[J]. Drilling contractor,2017,(5-6).
- [2] Alex Endress. From supermajors to tiny start-ups, operators of all sizes are flocking to prolific but low-cost Permian Basin; contractors maintain focus on rig upgrades, performance gains to meet customer demands / Permian Panic' draws operators, boosts US onshore rig count[J]. Drilling contractor,2016,(11-12).
- [3] 小熊猫. 全中国油田产量之和都不敌它? 这座超级油田必将重塑世界格局[J/OL]. 石油 Link,2017-05-02.
- [4] Joanne Liou. Horizontal drilling, oil-rich plays to fuel US onshore activity despite expected slide in oil prices[J]. Drilling contractor,2014,(11-12).
- [5] Joanne Liou. Rigs equipped with walk/skid systems, higher-powered mud pumps and top drives satisfy horizontal-drilling/Drilling the distance[J]. Drilling contractor,2014,(9-10).
- [6] Katie Mazerov. US market going strong; in emerging markets, potential being weighed against challenges/Global Shale Report: An expanding playground[J]. Drilling contractor,2013,(5-6).
- [7] 中国石油集团经济技术研究院. 国外石油科技发展报告(2015)[M]. 北京:石油工业出版社,2016.
- [8] 子竹. 开采成本不到 25 美元/桶! 美国又现石油开采逆天科技[J/OL]. 石油 Link,2017-06-12.
- [9] Nicholas Newman. 石油版“机器人总动员是否加剧就业危机”[J/OL]. Oilsns,2017-07-03.