



海上钻井装置的发展历程

周 珊 王才良

1894年,在美国的加利福尼亚州的圣巴巴拉附近,发现了萨默兰德(Summerland)油田。经过多年的开发,人们发现,越是靠近海边,油井的产量越高。有一个名叫威廉姆斯(H.L.Williams)的人认定,油田向海里延伸,水下部分的油田比陆上部分还要好。1896年,他就往海里打木桩建造码头,把钻机安在码头上打井。最早的两座码头分别深入海里300英尺和500英尺。每座码头上可以钻6~12口井。另外两个人——斯特文斯和克拉克则往海里修建木头栈桥,在栈桥上钻井。第1座栈桥长250英尺。到1900年,这个海滩上一共建了11座码头。最长的一座长1230英尺,是特雷德威尔(J.B.Treadwell)建造的。当时用的是轻便的冲击钻机,用汽油发动机做动力。

另一次水上找油的实践是在路易斯安纳州的卡多(Caddo)湖上。海湾(Gulf)石油公司的前身格菲(Guffey)石油公司发现并开发了卡多油田,在湖的三面开采石油。1907年

麦克兰发现湖中有气苗,在他的主张下,梅隆(L.Mello)接管了这家公司,改名海湾石油公司,花8万美元买下了湖区8000英亩土地。公司的钻井经理梅拉特把钻机用驳船沿密西西比河和红河运来,让工人们砍倒湖边的大树,用做木桩,建成木头钻井平台。1911年卡道湖上第1口油井钻成了,日产油450桶。这一年,海湾公司在湖上打了8口井,铺设了集油管网,建了4座水上集油站。1915年,这里一共有300口油井,产油1350万桶。

在地球的另一边,在阿塞拜疆的巴库,富产石油的阿普歇仑半岛上的油田也向里海水域延伸。1923年,为了开发比比艾巴特油田伸向海中的部分,向海里填土,在人工小“半岛”上钻了一口井,在井深460米处喷出了石油。这是开发里海石油的开端。1925年,在浅海区堆筑了一座人工岛,用来打井。建人工岛造价太高,这里同样采取了建造木头栈桥的办法,开采水深5~6米的浅水

区的石油。

1934年,美国加州开始开发第2个海滩油田——艾尔伍德油田。这时候,冲击钻机已经被旋转钻机所取代。焊接技术已经广泛应用。艾尔伍德油田主要采用钢质栈桥。

但是,只有开发并且拥有了多种多样的能在水上进行钻井作业的船只,人们才能真正“下海”找油。

1932年,得克萨斯公司(Texas Co,德士古公司的前身)在路易斯安那州租下了大片沼泽地。一个大目标是佩尔托湖。一个名叫麦克赖德(McBride)的带来一个新方案。这是一种带有压水舱的钻井驳船(Drilling Barge)。这种驳船到了井位上,往舱里灌水,使驳船下沉,坐落在湖(海)底,成为稳固的钻台。钻井完成后,抽出舱里的水,驳船就浮起来,可以拖到新的井位上去钻新井。得克萨斯公司接受了这个方案。令人惊讶的是,他们发现,在4年以前,即1928年8月21日,一个名叫路易斯·吉列索(Luis Giliasso)的船长所申报的专利,

其思路完全样。他们在巴拿马找到了吉列索。这位船长听说得克萨斯公司要实现他的专利,非常高兴,于1932年7月返回美国。他说,他在委内瑞拉的马拉开波湖上看见过钻井,受到了启发。他同意转让专利使用权。不久,世界上第1条钻井驳船诞生了,取名吉列索号,用于佩尔托湖上打井。第1口井钻至5700英尺,可惜是干井。这条船一年里钻了5口半井,充分显示优越性。1932年8月,得克萨斯公司按同样原理建造了一条小一点的浮式驳船,取名麦克布里德号,在花园岛海湾投入使用。第3条可沉浮钻井驳船是双体式,两条驳船的尺寸是110×24×10英尺。它可以在15英尺水深处钻5700英尺深的井。

1932年,印第安纳标准石油公司(Standard Oil Company of California)(后来的阿莫科 Amoco 公司)建造了一条用绷绳的水上平台,命名为卡莫隆(Cameron)号,用在路易斯安那州的墨西哥湾离克里奥尔镇海岸3000英尺处钻井,水深12英尺,打了一口干井。

普尔(Pure)石油公司认定克里奥尔(Creole)构造延伸进了海里,会同黄必利尔(Superior)石油公司于1937年夏租借了陆上7000英亩、海上33000英亩土地,由布朗路特(Brown&Root)公司设计、建造了一座木结构固定的钻井平台。平台的甲板100×300英尺,工作水深15英尺,平台底座的基础桩打入了14英尺。这年10月,在这座平台上钻第1口井。1938年春,这口井钻至9394英尺处完井,并在5610英尺处打出

了油流,发现了美国墨西哥湾第1个海上油田,揭开了墨西哥湾油气勘探的序幕,直到21世纪之初,墨西哥湾地区仍然是美国以至世界石油天然气勘探的热点地区之一。

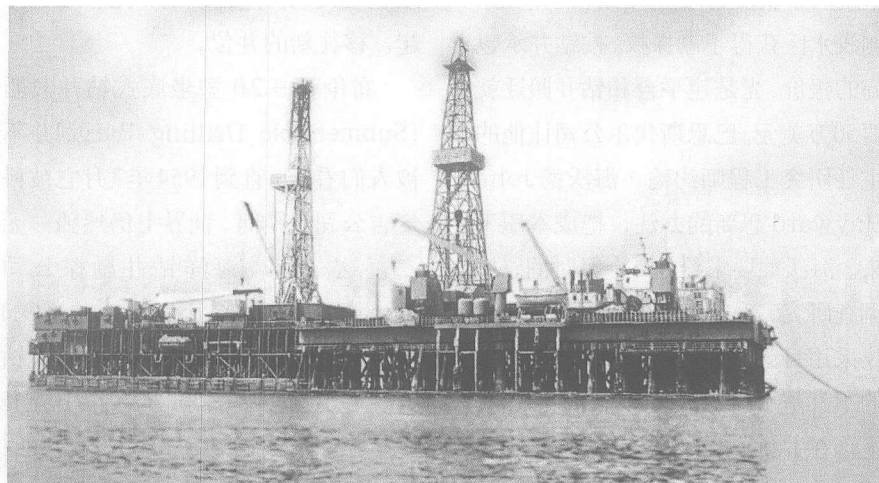
第2次世界大战使墨西哥湾以至全世界的油气勘探活动中断。

1945年8月,路易斯安那州招标第1批海上石油租借地,马格诺利亚(Magnolia)石油公司捷足先登。它在离岸6英里处用338根木桩和52根工字钢建造了一座固定式钻井平台。从此,钢材开始取代木材用来建造钻井平台。

热中于墨西哥湾找油的另一家公司是科麦吉石油工业公司(Kerr McGee Oil Industries)。1946年8月,它花了3万美元,获得了2个区块。它把大部分股权转让给菲利普斯公司(Phillips Oil Co.)和斯塔诺林德石油天然气公司(Stanolind Oil & Gas Co.),自己只保留1/8股权,但是由它做作业者。探区离开海岸有10.5英里,如果建造固定平台,打出来的是干井,这个平台就白扔了,风险不小。他召集工程师们动脑筋想办法。他们建议采取固定平台同浮式驳船相结合

的方案,钻机安在平台上,其它设备安在驳船上。这样,就只需要建一座小平台。建平台的合同给了布朗路特公司。这家公司在井位上打了3根试验桩,经过测试,每根直径24英寸的钢桩,打入海底104英尺,可以承受48吨载荷。他按科麦吉的设计,打16根钢桩和6根经过防腐处理的木桩,打入海底69英尺,把上部平台支撑在低潮位以上20英尺的高度。钢桩和木桩分别支撑平台的两个部分。

科麦吉公司在战争剩余物资拍卖市场上廉价购得2条自航驳船,一条坦克登陆舰,3条海空救援船。布朗路特公司租用其中一条驳船改作打桩船。科麦吉把另一条驳船改造作为钻井供应船;登陆舰也作为供应船用;救援船接送工人上下班。这条钻井供应船,长260英尺,宽48英尺,除了安放设备,堆放材料,还安排了工人的生活区,包括卧室、厨房、洗衣间、医务室。基地设在离井场52英里的贝尔维克。经过一系列准备,第1口井于1947年9月9日开钻,钻到2563英尺深,试油日产960桶。从开钻到完钻只用了87天,其中受天气影响仅6天。从此,墨西哥湾吸引了更多的公





司来钻探。一些公司仿效科麦吉,也到战争剩余物资市场上去买旧船来改造。他们总结了科麦吉的经验,不再用自航驳船而用坦克登陆舰改作钻井供应的船。1948年11月,汉布尔公司(属埃克森)一家就买了19条。

墨西哥海的海底多淤泥。钻井供应船用通常的锚链固定不住,作业者们只好在海底打桩,再加链条。

在科麦吉公司发表它的技术总结之后,巴恩斯代尔 Barnsdall 等3家小公司认为这套技术代价太大。它们组成的合伙公司在密西西比三角洲东侧浅水区获得了勘探权。按钻井承包商的报价,光是建平台和钻井搬迁就要50万美元。巴恩斯代尔公司让他的主任研究工程师约翰·海沃德 John Hayward 想新的办法,把成本压下来。海沃德要求给他2个月时间,搞调查研究,重新考虑钻井方案。他建议采用可沉没坐底的双甲板驳船。船的下部是水舱,灌进水去,船就下沉,坐落在井位上;抽出水,船就上浮,

可以移动。甲板上安装钻机等设备。估计造价为25万美元,搬迁一次需1万美元。合伙人们非常赞成这个方案,决定立即付诸实施。1949年初,布伦顿 Breton-20号钻井装置建成。它重2000吨,吃水5英尺,重心在龙骨上方30英尺。它由3条拖轮牵引,航行70英里到达井位。中途遇到每小时25英里的大风,船安然无恙。它坐落到海底就得到了平衡。在井场4个月,钻成了一口深达10906英尺的井。在此期间,它经受住了每小时70英里以上的大风。完井以后,此船顺利浮起,移往新的井位。

布伦顿-20型坐底式钻井驳船(Submersible Drilling Barge)并不被人们看好。直到1954年3月它被科麦吉公司收购时,世界上仍然独一无二。这一年,海洋钻井勘探公司(Ocean Drilling & Exploration CO.)和科麦吉公司各建造了一条坐底式钻井驳船。前者定名为“查理 Charlie 先生”号,工作水深40英尺;后者取

名“约翰·海沃德”号,工作水深30英尺。设计这种船的人是区尔登·腊鲍特。此人1938年毕业于海军学院,二次大战时在美国军队里当维修工程师,1948年加入科麦吉公司。他接受任务设计钻井驳船,但是科麦吉公司不满意他的设计,却被壳牌石油公司看中了。“查理先生”号就是他的处女作。

1956年建造的科麦吉-54号,是世界上最大的坐底式钻井驳船,其甲板呈等边三角形,边长388英尺,3个顶端各有一根直径30英寸的圆柱插入水底,使船体升降时保持稳定。工作水深可达175英尺。

一个名叫莱翁·德龙的法国人提出了一种全新的概念。他的方案是在平底驳船上设几根可以升降的支腿,船在航行时,支腿升起,就位后,支腿下落,插入海底,把船体顶升到浪峰以上。这就是后来广泛采用的自升式钻井平台。

第一家试用德龙概念的是玛格诺利亚石油公司。1950年建造了德龙1号平台,可以在水深30英尺处作业,但是不能移动。真正意义上的第1艘自升式钻井平台,是海洋公司的1号船,于1954年4月投入使用。它的工作水深是40英尺。它用德龙的气压顶升器使支腿升降。海洋公司对它非常满意,又订购了另一艘更大的。它有14根直径2英尺的支腿。每根支腿下部有一个直径16英尺、高18英尺的沉箱。

美国石油工业史称,具体设计和制造第1台自升式钻井装置的公司是麦克德莫公司。它30年代就开始设计、制造、安装钢结构的外海平台。它首

创在岸上制造平台巨大的上部结构,浮运到井位上去安装,从而大大缩短了海上建造的时间,降低制造成本。

制造商勒图诺被称为“当时美国石油界最有创造思维的人”。他认为德龙设计的自升式装置应该改用电动机来驱动升降装置。1955年新成立的扎帕塔外海公司接受了这一主张。勒图诺不懂钻井,他设计的钻井平台有不少缺陷,而扎帕塔熟悉钻井,克服了这些缺陷。1956年3月26日,扎帕塔·斯考品(Zapata Scorpion)号钻井平台建成。它采用3条桁架式支腿,支腿上装了齿条,用单独的电动机通过齿轮来驱动,使支腿上下升降。

德龙对自升式钻井平台的发明流芳百世。1952年,他创办了德龙公司,后来成为美国以至世界主要的自行式和其他海上钻井平台的制造商。

1958年墨西哥湾海上已经有36台钻井装置在工作。

加利福尼亚州的石油公司也想“下海”。但加州西海岸与墨西哥湾不同,大陆架的坡度很陡,而且,人们不希望海上有固定平台阻挡视线。那里的石油公司主管们认为,这里适宜采用浮式钻井船。大陆(Coonoco)、联合(Unoco)、壳牌(Shell Oil)、苏必利尔(Superior)四家组成的CUSS集团着手研制试验性的钻井船。它们从战争剩余物资中找了一条300吨的旧船,长174英尺,宽23英尺,吃水8英尺,加以改造。在船的中部加上了悬臂式的平台,伸向后方。在船的后部进行钻井作业,1953年这条钻井船Submarex号投入了试验,发现了很多问题,需要重新设计。

CUSS集团再次到战争剩余物资

市场上去找合适的旧船。1955年,它们买了一条大型甲板驳船,长260英尺,宽88英尺,加以改造。这回不在船上加悬臂式平台,而是在船的底部切出一块菱形的空间,上面安装钻机。采用桅杆式井架。大钩的载重能力为55万磅。每2根钻杆组成1个单根。船上有3块甲板,工作面积达3万多平方英尺。船到达井位后用6根由柴油发动机驱动的绞车带动的钢缆锚定。设计了一套独特的立管和井口。实践证明,这条船的设计是成功的。到1958年,这条CUSS-1号船已经钻进10万多英尺。其他一些公司以它为范例设计、建造了几条浮式钻井船。

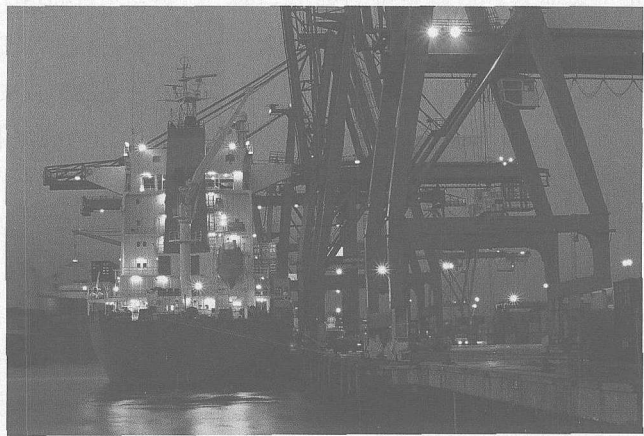
集团解散以后,联合油公司接收了这些设备,组成环球海洋勘探公司(Global Marine Exploration Company),用这些钻井船作业。后来这家公司被休斯公司兼并。它建造的格罗玛(Glomar)号浮式钻井船是新一代钻井船的代表,自行驱动,吃水量5800吨。

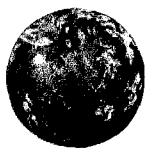
另外几家公司却以Submarex号为基础,加以发展。悬臂式钻台位于船的一侧。第1台此类钻井装置是扎帕塔外海公司的诺拉Nola 1号,是用1959年退役的一条自航甲板驳船改建的,可以在200英尺水深海域作业。1962年扎帕塔公司又加以改进,建成了组合式的Sidewinder号,既可以在船的侧面钻井,也可以通过船

中部的月形孔钻井。

与此同时,出现了另一种新型的海上钻井装置。布鲁斯·科里普Bruce Collipp发明了半潜式钻井平台(Semi-submersible drilling unit)。第1台半潜式平台是“蓝水1号”(Bluewater I),诞生于1962年,是用坐底式平台改造而成的。当年在墨西哥湾投入了使用,可惜1964年被飓风刮倒沉没。大体也是1962年,外海钻井勘探公司(Offshore Drilling & Exploration co.)建成了海洋钻井者(Ocean Driller)号在墨西哥湾钻井。1964年,凯撒公司为圣菲国际(Santa Fe International)公司制造的“蓝水2号”又前进了一步,它有4条腿(立柱),工作水深达900英尺。

半潜式平台综合了浮式钻井船和坐底式驳船的优点。浮在水面作业,才能在较深的海域工作;船体灌放水,可以调节吃水深度,保持船体稳定。它的下部是有相当容积的浮筒,上面是若干个中空的立柱,支撑着上部平台,平台上面是全部钻井装备和必要的生活设施。整个平台靠浮筒浮在水面,由拖轮牵引而移动。到达井位后,向浮筒里灌入一定量的水,以增加吃水,提高作业时的稳定性。并





且用锚链固定。

60年代以后,随着勘探日益向较深的海域发展,半潜式钻井装置得到了广泛的应用。特别是欧洲北海地区油气勘探的兴起,这一带水深,浪高,半潜式平台成为主要钻井手段。有两家公司对此做出了重要的贡献。

一家是扎帕塔公司。它不仅设计、拥有自升式钻井平台,而且按它自己的概念设计制造半潜式钻井平台。扎帕塔系列的双体船半潜式平台,其下部巨大的浮筒,像一条双体船。比如,1958年美国英格尔斯公司为他制造的“路易斯安那号”,双体船式的浮筒上共有6条立柱,工作水深600英尺。

另一家是赛德科(Sedco)公司,它设计、拥有自己的半潜式钻井平台系列。它的浮箱型平台,下部是一组立式圆柱形浮筒。

北海的勘探,难度要大得多。危险也大得多。第一批进入北海作业的大体上都是自升式钻井平台。第1台充当“先锋”的是英国石油公司BP的“海上宝石”号。它本是1952年建于美国的一条起重船,1964年拖到法国波尔多,进行了改装。它两边各有5条支腿,可以升降。改名“宝石103”号,在法国近海工作了5个月,为民用工程服务。它被英国石油公司看中,1964年10月又在法国的勒阿佛尔再一次改造成为自升式钻井平台,取名“海上宝石”。在甲板上加建了宿舍等生活设施和直升飞机平台。1965年5月拉到英国的米德尔斯布勒,安装了钻井设备。6月1日,它拔起10条220英尺高的支腿,由2条拖轮在前面牵引,1条在后面保护,来到48/6区块。6月3日成功就位,落下支腿,

把上部平台抬起到高出水面50英尺。此处水深80英尺,离岸48英里。6月5日开钻。这是BP在它自家大门口钻的第1口井。9月下旬钻遇了含气地层,继续钻进,10月12日钻达9657英尺完钻。12月7日试油,日产天然气1000万立方英尺。第1炮打响了,发现了北海第1个气田——西索尔气田。“海上宝石”号首战告捷。

喜气洋洋的“海上宝石”号准备搬迁到新的井位去再立新功时,不幸在风浪中沉没,13人丧生。

“海上宝石”号事故告诉人们:北海的自然条件十分恶劣,到这里来作业的船只必须特殊加固。适宜于钻井作业的时间大致只有4月到10月的6~7个月。

在北海建立第2功的是Shell/Esso租用的“海神一号”平台。1966年4月5日,在49/26区块打成一口气井,发现世界级的莱蒙气田。

60年代后期的勘探重点在英国海域的南部,发现了几个气田,没有找到石油。但一个美国的菲利普斯石油公司为首的集团这时正在北海的北部挪威海域进行勘探。1959年,菲利普斯公司的地质家们就对北海发生了兴趣,开始收集和分析这里的地质资料。他们发现,这一带海域覆盖着中生代第三系沉积岩。世界上大多数油田都发现于这一地层里。墨西哥湾、波斯湾、马拉开波湖都是在这种地层里出油的。因此,早在1962年,挪威自己还没有意识到北海的油气资源,



菲利普斯通过挪威驻西德大使馆进行了洽谈,终于取得了勘探的许可。1969年12月,它在美国的总部宣告:“看来我们发现了一个特大油田”——埃科菲斯克油田。这是西欧第1次重大的石油发现。

于是,各大石油公司都把勘探重点向北转移。1970年夏天,英国石油公司把它的大型钻井平台“海洋探索”号开到了阿伯丁东北110英里的21/10区块打井,10月19日晚上8点半,公司宣布:经过一个半小时的测试,这口井日产石油约4700桶。“在做出具有商业价值的评价之前,还需要进行地震勘察和钻井”。一年后,“海洋探索”号又钻成了2口评价井,证实这是世界级的大油田,取名福蒂斯。

从此,北海进入了油田发现的高潮期。北海风大浪高,大部分海域比较深。浮式钻井船不太适合。1972年11月底,一条自带螺旋桨的、具有动力定位能力的钻井船“海潮”号从挪威海域行驶到荷兰海域去的过程中,

大风暴骤然而起,险些沉没。

为了适应北海的恶劣海况,相继建造了更大的海上钻井装置。例如,壳牌集团向美国休斯顿近海公司租用的一座半潜式钻井平台,上部平台长270英尺,宽223英尺,下面6根巨大的支柱,每根直径达27英尺,再下面是相距207英尺的一对鱼雷状浮筒,每只都长390英尺。各有一具4000马力的螺旋桨。全船总排水量23000吨,比一般的巡洋舰都大。它是1973年在西班牙建造的。

1986年,由日本川岛播磨公司制造的赞恩·巴恩斯(Zane Barnes)号,可能是世界最大的半潜式平台。长370英尺(113米),宽255英尺(77.7米),总排水量达53139吨。2具推进器各7000马力。作业水深达4000米。它可以在风速50节(每小时50海里),浪高40英尺的条件下作业。船体和甲板可以适应零下20度的低温。

1991年美国圣菲公司采用哥德曼公司的设计,由新加坡的莱文斯顿造船公司建造的加莱克斯1型平台,大概是世界最大的自升式钻井平台。全长250英尺,宽237英尺,上部平台高35英尺,支腿高560英尺。它的工作水深为400英尺(122米),最大钻井深度为30000英尺(9144米)。抗浪能力为100英尺。

墨西哥湾、北海等地区的勘探,带动了钻井装置的迅速发展。而钻井装置的进步又帮助人们向更深的海洋进军。到20世纪90年代,美国的墨西哥湾,非洲西海岸,南美洲的东海岸,油气勘探都越过1000英尺水深,甚至突破了1000米。现在把水深大于

3500英尺称为深水区。在21世纪开始的时候,全球共有83条深水钻井装置在海上作业,其中浮式钻井船有26条,占31%;半潜式钻井平台有57条,占69%。2000年,全球海上钻井(Glbal Marine Drilling)公司的“格洛马·凯尔特海(Glomar Celtic Sea)号”半潜式钻井平台在墨西哥湾的一个区块,钻井水深达到5610英尺(1710米);2001年,泛洋赛特科福雷克斯(Transocean Sedco-Forex)公司的“深水鹦鹉螺(Deepwater Nautilus)号”半潜式平台在墨西哥湾创造了钻井水深7790英尺(2375米)的新记录。至于浮式钻井船,全球海上钻井公司的“格洛马挑战者(Glomar Challenger)号”曾经在23104英尺(7044米)的超深水域作

业过。2001年,泛洋赛特科福雷克斯公司的“发现者精神(Discoverer Spirit)号”在墨西哥湾的作业区,水深是9687英尺(2953米)。

2001年,泛洋赛特科福雷克斯公司在韩国建造了一条最新的超深水半潜式钻井平台,取名“深水水平(Deepwater Horizon)”号。它的钻井水深可达10000英尺,最大钻井深度为30000英尺。这座平台装备的总动力达59460马力。2000年,全球海上钻井公司建造了一条格洛马系列的钻井船,钻井水深可达12000英尺,最大钻深为35000英尺。这条船长达759英尺,航速达12节。全船总动力达456320马力。

人们正在向更深的海域进军。

美国“世界石油”杂志预测 2004年世界钻井技术发展趋势

美国“世界石油”(World Oil)杂志钻井编辑ROBERT总结了2003年世界钻井新纪录,预测2004年的技术趋势。

- 碳纤维钻杆投入现场工业试验。这种钻杆增强了钻杆的耐磨性,大大降低材料成本,为小井眼钻井提供了便利。试验的型号包括2½"到7"的不同钻杆。试验由美国国家能源实验室主持,历时5年,耗资280万美元。

- 会有新的世界钻井纪录产生。2003年在墨西哥湾及西非,钻井业创下了在1,565m海水深度,钻井垂深为10,608m,使用MWD(随钻测量)

及LWD(随钻测井)的新纪录。预计这一纪录很快会刷新。

- 会有最短的单井钻进时间纪录出现。2003年最短的钻井时间,Smedvig公司用5.3天,在水深1351m,打了一口深度为2992m的井。预测这一纪录会被打破。

- 新的欠平衡井钻井纪录。BJ服务公司钻一口高温水平井。水平段为142m,井深为4748m,井下温度达146℃,完井后产气每天5亿立方米。很可能会有更好的成绩取代这一纪录。

(郭永峰 编译自WORLD OIL
2004年第1期)