

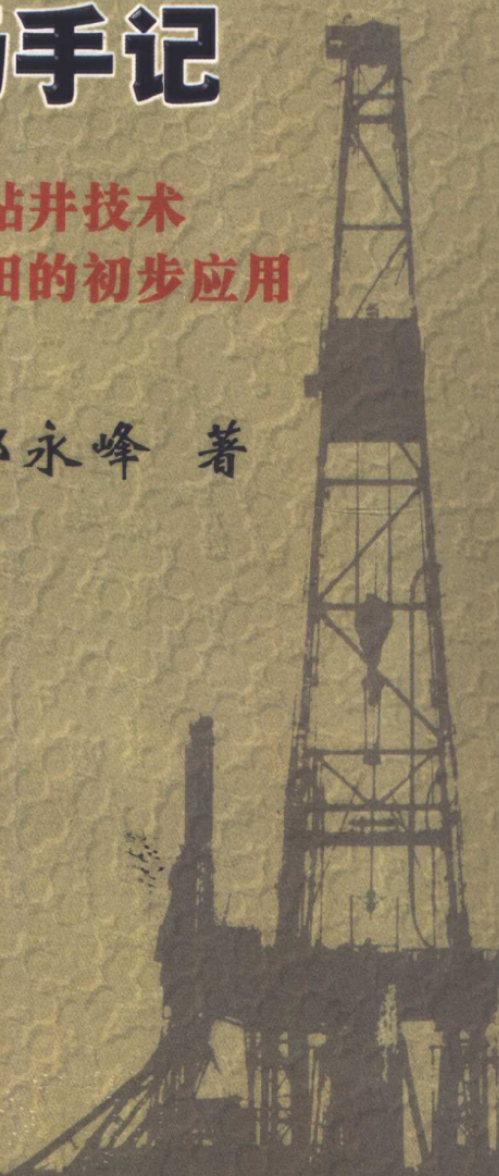
BS-7井 钻井现场手记

—— 海洋石油钻井技术
在陆地油田的初步应用

郭永峰 著



石油工业出版社



郭永峰，1955 年出生，大学讲师，1994 年在石油大学（北京）获工学硕士学位。主要从事水平井力学、常规及欠平衡钻井方面的工作，参加了陆上及渤海、南海油田近 10 口水平井钻井。在《石油学报》等刊物上发表了近 40 篇科技论文。1998 年运用海洋钻井技术参与了 BS-7 井的设计与施工组织，获得了极大成功，并由此撰写成相关的 SPE 论文在美国发表，受到了国内外钻井界的关注。

郭永峰：我与油田总经理的谈话纪要（在 BS-7 井钻井之前）就记载着这样一句话，美国人在油田附近打了一口日产千吨的油井，我最大的愿望是自己能亲手在这块土地上打一口中国人自己的千吨井。但愿我的愿望能实现。



责任编辑：曹庆红 封面设计：赛维钰

ISBN 7-5021-3149-3



9 787502 131494 >

ISBN 7-5021-3149-3/TE · 2397

定价：30.00 元



BS-7 井钻井现场手记

——海洋石油钻井技术
在陆地油田的初步应用

郭永峰 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以现场手记的形式介绍了作者在 BS-7 井施工现场所撰写的 38 篇“情况反映”，是我国第一本介绍海洋石油钻井技术在陆地油田初步应用的技术书籍。

适合于石油钻井界的各级领导、专家学者、技术人员和工人参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

BS-7 井钻井现场手记：海洋石油钻井技术在陆地油田的初步应用/郭永峰著. —北京：石油工业出版社，2000.10

ISBN 7-5021-3149-3

I. B…

II. 郭…

III. 海上钻进—应用—陆相油气田—油田开发

IV. TE34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 75047 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

河北省徐水县印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 5.5 印张 148 千字 印 1—1600

2000 年 10 月北京第 1 版 2000 年 10 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3149-3/TE·2397

定价：30.00 元

前 言

这是我国石油史上第一本介绍海洋石油钻井技术在陆地油田初步应用的技术书籍。

中央电视台 1999 年 8 月 14 日“晚间新闻联播”报道，我国渤海湾某陆地油田找到了一个大气田，“所探明的天然气可供北京生活用天然气 50 年，可延长油田寿命 20 年”。这则报道所涉及的此气田的第一口勘探井，就是本书介绍的 BS-7 井，这一井名对国内石油人来说，已基本上达到耳熟能详的程度了。这口井于 1998 年 4 月开钻，1999 年 2 月完钻，井深 5040m，最终测试日产油（折合）为 1090t。1999 年 6 月间，中国石油天然气集团公司在该油田召开现场会，向全国所属油田推广在发现这一气田中所用的“欠平衡钻井新技术”；不久，我国陆地油田获得一系列新的油气发现。2000 年 2 月，在美国路易斯安那州新奥尔良市召开 2000 年世界石油钻井 SPE/IADC（石油工程师学会及国际钻井承包商协会）年会，我在会上发表了长篇英文论文“SPE59263: Improvement on the Procedure in Exploration Well by Unbalanced Drilling: A Case History in BS7 Well in People's Republic of China”（以欠平衡的方法改进勘探井的钻井过程及在中国 BS-7 井的应用），并独立提出了一个新的钻井过程微分方程。相隔不久，国内 5 家大的石油技术刊物，如《石油勘探与开发》、

《天然气工业》等相继刊登了这篇英文论文在美国发表的简讯，并扼要地介绍了 BS-7 井的施工情况，有的还介绍了本人在 BS-7 井施工现场所撰写的 38 期“BS-7 井情况反映”。

BS-7 井的钻探成功，是我国石油界百万员工近 20 年内辛勤工作、锐意进取的结果，也是多年来数万石油技术人员技术积累的成绩展示。在施工方法上，BS-7 井创造了国内陆地油田石油钻井中的多项第一：

一是在国内石油史上第一次在陆地油田全方位地引进了海洋石油钻井的施工方法，包括设计思路、工程组织、施工指挥、各协作单位的配合与工序衔接，以及一些具体工艺措施等。由于长期以来国内海洋石油主要与美国、英国、法国等西方石油公司合作开采海上油田，所以这些施工方法基本上体现了国外 90 年代钻井行业的相关技术水平。

二是在国内陆地油田第一次从钻井设计开始直到钻井结束，积累了一套正规的施工文档材料，这就是“BS-7 井情况反映”，相当于海洋石油的“钻井平台施工指令”。建国以来，国内发现大的油气田的第一口井的说明文档基本上都是事后总结的产物，原因是钻井中很少有人将所有的施工指令、工艺参数、生产措施以及全部施工方法的工程效果系统地写成正式文档，并及时报送有关人员，其中包括国内石油界最高行政及技术领导层，所以相关工程材料缺乏应有的技术性、生动性、可信性及可判别性，因而不能对后来的施工发挥较大的参考及指导作用。

三是在国内陆地油田进行钻井施工时第一次使用国际互联网，并为保证钻井成功起到了重要作用。在进行 BS-7 井钻进时，陆地油田的互联网还没有开通。由于钻井成本的高昂，按照目前国际钻井业的流行方法，各石油公司都力求用全球的智力资源来保证每一口井的钻井成功，所以从施工一开始，我就利用在海洋石油部门工作的方便条件，开通了对国内石油界近 20 位高层领导及著名石油专家的网络咨询线，因而，这次 BS-7 井的打井过程，实际上实施了对这些国内石油界高层领导及高级专家的“网络全过程现场直播”。此书中的大部分文稿，当时都经这些领导及专家反复阅读，并提出相应的意见、建议或某些疑问。为了保证此书的实用性和可操作性，我除了依据惯例对技术敏感问题进行技术处理外，全部保留了当时在钻井现场及互联网上的“情况反映”原貌。特别需要指出的是，对于一些关键的技术问题，比如“欠平衡钻井问题”，由于以前在国内使用不多，在钻进期间，本人专门通过互联网与美国、英国、加拿大的钻井界同行进行探讨，甚至与美国石油工程师学会（SPE）的一些部门负责人进行磋商；当然这也是后来 BS-7 井的钻井技术能迅速得到国际石油界同行认可的原因之一。所以，我曾在一次会议上说过，BS-7 井的钻探成功是国内陆地石油、海洋石油、原国土资源部石油系统及石油高校共同努力的结果。

石油钻井是一个大的系统工程，一口井的钻探成功需要千百人的努力和配合，我本人只是做了应该做的一部分工作。如果说这其中有一部分工作被证明是成功

的，那么首先要感谢那些在井场上风餐露宿、披星戴月的工人、技术人员及各级领导干部；没有他们的工作，这本书中的内容不过是纸上谈兵而已。尤其还要感谢某陆地油田主要负责人那种改革时期超常规的技术工作思路，以及为发展中国石油工业义无反顾的领导心态。显然，没有这些，我根本就不可能有参加 BS-7 井施工的机会，其余的也就无从谈起了。

BS-7 井完钻以后，此书稿曾在全国各陆地油田多次进行内部翻印，据不完全统计，大约共出现了 4 个版本，发行量约 400 多册。其中一个版本的题目是“从海洋走向陆地——BS-7 井的日日夜夜”。还有些电子版本，以计算机磁盘形式流传，数量也不算少。由于这套材料是在井场直接用计算机输入的，没有手稿，所以有的油田传说找到了此“情况反映”的最初手稿是不确实的。我在此书里完全保留了这些材料的原来样式，甚至于一些词句、术语等不太合适的地方也大都予以保留，望读者谅解。由于此文体是“电报式”的语言，往往一句话就是一个重要问题的结论，或一系列推导、论证的结果，阅读时需要读者去理解、判断。此文中所给的重要参数，均没有涉及数学计算、推导，主要数学原理及推导过程见本人在 SPE 发表的英文原文。出于实用考虑，将原来“情况反映”中的工程图全部删去；相关的主要工程图已成为本人 SPE 论文的附图，有兴趣的人士可参照阅读。我真心希望石油钻井界的专家、学者、广大技术人员、工人及各级领导，对此书提出宝贵的批评和意见。

BS-7 井的钻探成功，很快引起了国内新闻界、经济理论界的注意。1999 年初，在由北京大学市场经济研究中心召开的一次研讨会上，我提交了一篇关于 BS-7 井发现后对国内石油工业发展的一些建议的发言稿。2000 年 4 月，中国经济出版社出版的《中国新时期社会科学论文选粹》中，收入了我的这篇发言及另一篇关于国内石油工业的长篇经济论文。由一个技术工作者提出的关于经济发展方面的建议能迅速得到国内经济理论界的重视，这在以前是不多见的。不久前，应各方面的建议，本人正着手这部书的英文版翻译。相信用不了多久，此书的英文版及在钻进 BS-7 井过程中的其他相关技术资料、重要书信及在其他报刊上发表的有关文章，都会陆续结集出版。

衷心感谢在 BS-7 井工作中给予我各种技术上启示及帮助的陆地石油、海洋石油及原国土资源部石油系统的技术人员、领导干部以及有关人员。在相关的 SPE 论文末尾，我列举了一个十几位专家、学者的名单，他们来自海洋石油、陆地石油及石油大学，我分别指出他们在哪些技术上给予本人以相应的帮助，在此就不重复了。我由衷地敬佩那些为我国石油事业奉献了一生的老一辈石油工作者，我们今天做出的任何工作，都是在他们用毕生精力及血汗奠定的基础上取得的，我们永远不会忘记他们。

衷心感谢在 BS-7 井工作期间所有给予我各种形式帮助的工人、技术人员、机关工作人员及各级领导干部。我相信，石油工业将会永久地记住这口井，记住它

为国家石油工业所做的贡献，记住千万名为此井做出各种贡献的人们。现在，在 BS-7 井的井场上，矗立着一块石碑，上面铭刻着“功勋井”三个字，这是此油田已有的 8000 多口井中惟一立碑的井。

感谢给我以石油基本理论及科研方法训练的石油大学（北京）的教授及老师们，特别感谢为出版此书做了许多工作的石油大学（华东）綦耀光博士，以及石油工业出版社的领导及编辑。最后，还要特别感谢陪伴我近一年时间的司机刘东升师傅，在不到一年的时间，刘师傅驱车 8 万多公里，保证了我在 BS-7 井各项任务的完成。

著者

2000 年 7 月 14 日于北京

目 录

BS-7 井钻井现场手记	(1)
1998 年 3 月 1 日	(2)
1998 年 3 月 7 日	(5)
1998 年 3 月 7 日	(7)
1998 年 3 月 22 日	(12)
1998 年 3 月 22 日	(15)
1998 年 3 月 29 日	(21)
1998 年 3 月 29 日	(23)
1998 年 4 月 11 日	(29)
1998 年 4 月 18 日	(35)
1998 年 4 月 25 日	(41)
1998 年 5 月 2 日	(45)
1998 年 5 月 10 日	(48)
1998 年 5 月 16 日	(51)
1998 年 5 月 24 日	(55)
1998 年 5 月 31 日	(59)
1998 年 6 月 7 日	(64)
1998 年 6 月 14 日	(69)
1998 年 6 月 21 日	(72)
1998 年 6 月 27 日	(75)
1998 年 7 月 5 日	(78)
1998 年 7 月 12 日	(80)

1998 年 7 月 19 日	(85)
1998 年 7 月 26 日	(87)
1998 年 8 月 1 日	(90)
1998 年 8 月 8 日	(92)
1998 年 8 月 16 日	(96)
1998 年 8 月 23 日	(100)
1998 年 8 月 30 日	(101)
1998 年 9 月 6 日	(106)
1998 年 9 月 13 日	(108)
1998 年 9 月 20 日	(112)
1998 年 9 月 27 日	(115)
1998 年 10 月 3 日	(118)
1998 年 10 月 11 日	(121)
1998 年 10 月 27 日	(123)
1998 年 11 月 1 日	(125)
1998 年 11 月 15 日	(128)
1998 年 11 月 21 日	(130)
1998 年 11 月 29 日	(133)
1998 年 12 月 5 日	(135)
1998 年 12 月 13 日	(139)
关于改进油田钻井工作的几点建议	(141)
与首都某新闻单位记者谈话记要	(153)

BS-7 井钻井现场手记



郭永峰于 1998 年初曾以某油田总经理钻井顾问的身份，参加了某油田 BS-7 井的设计及施工，并在井场写下了 38 期“BS-7 井情况反映”（相当于海洋钻井平台的“施工指令”。由于出版方面的原因，本书将各期“情况反映”以现场手记的形式展现给大家，具体文章中“情况反映”等相关词句仍保留不变）。在美国 SPE 国际钻井年会发表的论文，便是这 20 万字材料的总结。该论文首次公开了郭永峰自行导出的探井井涌过程微分方程，并讨论了由此方程计算出的若干重要钻井设计及施工控制参数，引起了与会各国石油专家的兴趣。

（摄影：郭子文）

1998年3月1日



× 副总经理:

1998年2月28日上午,在勘探公司办公室我与地质院、钻采院的几位专家进行了有关BS-7井钻井设计的座谈,当时在座的有地质院地质师、总地质师和钻采院工程师。之后,我又向勘探公司的总工程师和经理就一些技术问题进行了请教并交换了意见。现将较重要的若干问题简要汇报一下,仅供参考。

1. 将此井列为勘探和开发复合井,并以此进行地质与钻井工程设计。

这样做的好处是上段做的工作很细,争取多拿油;下段可以义无反顾地探潜山,有或没有都无关大局。若象现在这样以纯探井对待,上段的孔隙压力等所有项目和措施都按探井要求设计,按照风险性对待,即宁大勿小,宁保险不冒险。据我所知,目前国内似乎没有打过这种勘探与开发复合井。从该井的地质设计书看,这口井目的层很多,我估计油田领导原来选井的意图也是两重目的,但对于钻井地质和工程设计直至钻井施工人员来说,应彻底明确这就是两段制钻井;实际上具体工作人员都认为这口井整个为一个探井。另外从这口井的原始资料来看,在4000m以上,为A1、A3段产油层,

我们已打过很多井，情况相当熟悉。4000m 以下为××系，几乎没有什么资料可借鉴。这样可以在上段打开发井，在下段打勘探井。

2. 若可以打复合井，则这口井的地质设计应在 4000m 以上做相应的修改。

在进行钻井地质与工程设计时，勘探井与开发井有很大不同。勘探井设计较粗，有风险性，但开发井设计较细，需要严格依照压力梯度曲线施工，才能拿出油来。

3. 从打复合井的角度看，该井的地层压力梯度曲线有待进一步落实、细化。

该井在 5000m 探潜山，在 3500m 处拿油；邻井××5-1 井在该层位油气显示极好，但出油不多。所以彻底搞清这一层位的压力梯度是首要问题。据地质院专家拿来的该井地质设计书和各种原始图表对比来看，“地层孔隙压力预测图”作得太粗，我想主要是将这一井段作为探井对待，实际上这一段应严格按主力产油开发井详细设计。由原始图看，在长达 1000m 的 A3 段中，只有 30m 长度的压力系数为 1.31 左右，其余都在 1.22，但设计图上均用 1.31 的等值线画出。这样做的结果是在 1000m 长的可能储油层中，都用比重^① 1.31 以上的重泥浆钻进，实际上在绝大部分井段中，其真实

① 为保持“情况反映”原貌，本书中所有“比重”、“泥浆”、“墩土”均不改为“相对密度”、“钻井液”、“膨润土”；“中国石油天然气总公司”也不做改动。

孔隙压力系数只有 1.22, 这样很可能又重蹈 $\times \times 5-1$ 井的旧辙。我建议重做一幅压力图, 每隔 200m 画出若干条等值线, 并注明是哪口井测得的压力线, 作为参考附在地质设计书后面。地质院专家很为难, 认为这样做工作量太大, 得油田布置才行, 故请油田领导考虑。

4. 打复合井, 在工程上的保证是 $9\frac{5}{8}$ in^① 的套管下至 4000m, 然后固住。

这样整个钻井是分两个过程来打。无论 5000m 有无油气, 都可以在上面拿油, 对油田来说, 这在经济上是很合算的。

5. 为保证在 A3 段拿油, 是否可以用类似完井液的高质量钻井液钻过油层, 严格使用平衡或近平衡钻井。

但这必须要在认定上段井眼以开发井方式钻进情况下才能这样做。这样做要冒些风险, 但若油田重视, 各位专家论证充分, 还是可行的; 从另外角度说, 这一地区从未发生过井喷, 也是有利条件。

另外, 感谢勘探公司经理、总工程师和主任及有关同志对本人工作提供的良好条件。

妥否

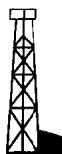
请指正

郭永峰

1998 年 3 月 1 日

① 1in = 25.4mm。

1998年3月7日



×副总经理：

我们于1998年3月7日上午，在勘探公司举行了有关BS-7井钻井设计的第2次座谈。参加这次座谈会的有地质院地质师、钻采院工程师、钻井液方面的工程师以及勘探公司有关测井方面的专家等。现将与BS-7井有关方面的问题汇报如下，仅供参考。

关于上一次“情况反映”的意见反馈。

(1) 第1次“情况反映”(1998年3月1日)共发出的24份，向各路专家征求意见。后来通过电话、传真等收集了其中大部分专家的意见。从返回的意见来看，“情况反映”中的第一点“关于将该井分为开发井和勘探井两部分来打”可能是错的，因为油田和海洋的地质情况不一样，海洋的地质构造很大，油田每个区块的地质构造很小，虽然BS-7井与××5-1井相距不远，但不在一个构造上，所以BS-7井仍为一口预探井。专家们一致认为第二条可能是对的，对于事关钻井成败的地层孔隙压力，地质部门应当持极端谨慎态度，在尊重事实的基础上尽可能缩小预测值，以达到既保证钻井过程安全，又不污染油层的目的。一位专家在电话中说，从这口BS-7井的地质设计的剖析来看，也许