



中国低渗透(致密)油气勘探开发技术研讨会

论文集

胡文瑞 ● 主编

石油工业出版社

ZHONGGUO DISHENTOU (ZHIMI) YOUQI

KANTAN KAIFA JISHU YANTAOHUI

LUNWENJI

中国低渗透(致密)油气

勘探开发技术研讨会

论文集

胡文瑞 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以中国低渗透(致密)油气勘探开发技术研讨会为背景,介绍了目前国内外各大石油公司在低渗透油气田勘探开发领域的技术进展状况,对中国在此领域的发展具有很强的指导作用。

本书可供低渗透油气田勘探开发领域的研究人员、学者阅读,也可供相关专业的师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国低渗透(致密)油气勘探开发技术研讨会论文集/胡文瑞
主编. —北京:石油工业出版社,2010.6

ISBN 978-7-5021-7808-6

I. 中…

II. 胡…

III. ①低渗透油层-油气勘探-中国-文集

②低渗透油层-油田开发-中国-文集

IV. ①P618.130.208-53 ②TE348-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第089881号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www. petropub. com. cn

编辑部:(010)64523738 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:10

字数:117千字 印数:1—2000册

定价:68.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《中国低渗透（致密）油气勘探 开发技术研讨会论文集》

编 委 会

主 任 胡文瑞

成 员 冉新权 李鹭光 何江川

石兴春 隋 军 胡永乐

JR Justus Ron Horner

栾桂林 李启国

编辑组 张仲宏 马鹏飞 鲍敬伟

代序

胡文瑞

祝贺中国第一个原点特低渗透安塞油田建成年产300万吨原油生产能力！

2008年11月25日接到长庆油田第一采油厂厂长苏志峰、党委书记许兆超的“喜报”——安塞油田已建成年生产能力300万吨，也就是说日产水平已经上升到了8000吨，非常兴奋。它的战略意义远远大于其经济和技术意义，这无疑是中国石油值得庆幸的一件大事，也是中国能源开采史上的一件大事，真乃是国家幸甚，企业幸甚，百姓幸甚！

安塞油田建成年产300万吨原油生产能力，标志着中国特低渗透油田开发进入了一个新的时期，也标志着中国在全球特低渗透油田开发领域有了更大的话语权。说明长庆油田继续巩固了特低渗透油田开发的领袖地位，也说明中国第一个安塞特低渗透油田继续保持了原点的光辉。

安塞油田建成年产300万吨原油生产能力，肯定是长庆油田第一个整装的300万吨级的特低渗透大油田，其意义是不言而喻的。这对于长庆油田2009年实现3000万吨油气当量目标，而后奋斗5000万吨目标，奠定了坚实的基础，起到了成功的示范作用。

如果说我国注水开发的原点油田是松辽盆地的大庆油田，那么特低渗透油田开发的原点就是鄂尔多斯盆地的安塞油田。原点代表着历

史，原点代表着立场，原点代表着新生，原点也预示着未来。安塞油田作为中国特低渗透开发的原点油田，是长庆油田近40年来特低渗透油田开发最有价值的回报。这一殊荣，安塞油田是当之无愧的。

安塞油田开发初期，持续了8年攻关，先后经历了井组、先导性、工业化三大矿场开发试验，形成了油藏研究、整体压裂改造和温和注水开发、地面工艺流程革新三大技术系列，配套创新了8项技术，实践了“从简、从省、从快、适用新技术”的开发路线，最终创造了中国石油著名的“安塞开发模式”。1997年建成了中国第一个百万吨级的特低渗透油田，开创了中国特低渗透油田开发的历史性先河。

进入新世纪，安塞油田开发又有了全新的发展，继续创新发展了“安塞开发模式”，提升了安塞特低渗透油田开发的技术和管理水平，2004年跨越200万吨，今年又建成了300万吨，特别是对新储层的认识和开发，在鄂尔多斯盆地具有重大的实践意义。

中国石油目前石油探明储量近70%属于低渗透，天然气探明储量90%以上属于低渗透，其开发必然是“多井低产”，如何有效开发？安塞特低渗透油田开发的实践，提供了示范，做出了表率，值得人们认真地学习。

开发特低渗透油田并不是一件轻松的事，其中的辉煌和悲壮及酸甜苦辣，只有亲身参与了开发建设和热爱特低渗透事业的人，才有深切的体会。安塞油田开发这一无与伦比的丰碑，凝聚着采油一厂几代人的心血和辛勤汗水，镌刻着采油一厂全体员工的历史贡献，承载着安塞石油人许许多多的动人故事。

前 言

2009年4月，在北京召开了首届“中国低渗透（致密）油气勘探开发技术研讨会”。

低渗透油气勘探开发正在成为当今全球油气勘探开发的主流之一。近年来，我国新增探明储量中低渗透比例越来越大，已达70%以上，是个不争的事实。低渗透开发已是中国油气开发建设的主战场，这意味着低渗透将成为未来中国油气的主要开采对象。

历经几代人的艰辛，中国低渗透勘探取得了重大发现，并实现了规模有效开发，相关技术取得了阶跃式进步，并不断配套成熟。尤其是长庆安塞油田、苏里格万亿方级低渗低压低丰度气田、松辽盆地大庆外围低渗低流度油田、吉林低渗裂缝发育油田的有效开发和规模上产，已经形成了各具特色的配套技术和管理模式，我们需要加强交流和相互学习。冷静地审视现状并放眼未来，面对大量的已投入开发的低渗透油气田如何不断获得稳定的效益产量并改善开发效果，以及如何使已探明但未动用的大量低渗透储量得到动用，我们需要研讨，明确下一步方向。首届低渗透勘探开发技术研讨会就是在这样的背景下及时召开的。

这是一次前所未有的高层次专家研讨低渗透勘探开发技术的盛会。会议引起了政府有关部门和学术权威机构的关注。受会议邀请，全国政协副主席白立忱先生、资深三院院士师昌绪老先生到会讲话并

予以指导。会议得到了“中华国际科学交流基金会”的鼎力协助。中国石油、中国石化及各油气田公司对此次会议十分重视，中国石油勘探生产公司副总经理、中国石化开发部副总经理、各油气田公司总经理或副总经理级领导到会宣讲了高水平的论文。中国石油学会主办了这次会议，成功搭建了一个很好的交流平台。

这次会议论文集值得读者品味的是，胡文瑞教授的主题报告，回顾了低渗透油气田勘探开发的历程，分析了现状，展望了未来，诠释了低渗透工作者的心系与期望，展示了近年来低渗透勘探开发的成果亮点，指出了把低渗透事业不断推向成功的关键，泼墨挥洒了一幅宏大的画卷。其他的报告，则站在不同的角度，总结了我国各主要低渗透含油气盆地勘探开发的主体技术、特色技术和配套技术，以及管理创新的做法和经验。白立忱主席的讲话、师昌绪老院士的发言、中国石油学会理事长贾承造院士的开幕词，则告知了有关部门对低渗透勘探开发事业的态度，及学者对这一工作领域的战略判断。文章视角之宽泛，内容之全面，是读者了解低渗透勘探开发的难得一书。

目录

contents



contents

中国石油学会理事长贾承造致开幕词	(1)
全国政协副主席白立忱讲话	(5)
资深院士代表师昌绪讲话	(7)
中国低渗透油气的现状与未来	(9)
鄂尔多斯盆地低渗透油气田开发技术	(29)
中国石化低渗气田开发进展及下步 攻关方向	(55)
中石油低渗透油田开发配套技术的 应用和展望	(67)
持续推动技术创新努力实现四川盆地 低渗透气藏规模效益开发	(83)
大庆长垣外围低渗透油田开发技术进展 及攻关方向	(97)
低渗透油田注 CO ₂ 提高采收率技术	(111)
China Low Permeability Oil & Gas Workshop	(123)
低渗透储藏：斯伦贝谢公司技术解决方案	(129)
中国石油企业协会会长胡文瑞致闭幕词	(145)

中国石油学会理事长 贾承造致开幕词

各位领导、各位院士、女士们、先生们：

大家早上好！

今天恰逢北京春暖花开的季节，我们在这里召开“中国低渗透（致密）油气勘探开发技术研讨会”，目的就是总结交流我国低渗透油气勘探开发成就和技术、经验，推动我国低渗透油气生产取得更快的发展。这次会议受到政府领导及有关部门的高度重视。我们很荣幸地请来了全国政协副主席白立忱先生，两院院士师昌绪先生，以及多位院士，让我们大家以热烈的掌声欢迎他们的到来！

随着全球经济快速发展，能源需求快速增长，如何保证油气安全供应，成为各国政府和石油工业界的重大挑战。当前，全球经济面临严重金融危机，各国政府正在积极努力共渡难关。我国政府已经开始采取强有力的措施，相信我国经济必将很快走出阴影，进入新的科学发展阶段。我们预测，对油气的需求将在2009年底得到恢复，国际油价可能在2010年下半年恢复至合理水平，因此，我们在新形势下要继续大力推动石油工业上游科技发展。

全球石油工业上游发展有五个投资重点，即低渗透（致密）油气、老油田提高采收率、天然气业务、深水油气勘探开发、非常规油气资源。其中，低渗透（致密）油气业务的发展对确保油

气安全供应具有重要意义。近几年,低渗透(致密)油气勘探生产与理论技术取得快速发展,各国各公司投入巨大人力、财力,新技术不断涌现,呈现良好发展势头。

低渗透油气资源在我国占有重要战略地位,据我国 2004 年第三次油气资源评价结果,低渗透油气远景资源量分别为 $537 \times 10^8 \text{ t}$ 和 $24 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 分别占全国 49% 和 42.8%。截至 2008 年底,全国累计探明低渗透石油地质储量 $141 \times 10^8 \text{ t}$, 低渗透天然气储量 $4.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 可采储量 $2.37 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 分别占全国油气储量的 49.2% 和 63.6%。在近几年新增探明油气储量中低渗透达到 70%, 因此,我们预计我国油气产量中低渗透所占比例将持续增大,而我国未来油气产量稳产、增产将更多地依靠低渗透油气资源。

低渗透油气勘探开发面临一系列特殊的技术困难和挑战。如何实现经济高效开发,是世界级难题。近 20 年,中国石油地质学家和油藏工程师进行了艰苦的探索和努力,取得了举世瞩目的成绩,形成了以长庆油田为代表的先进的、具有中国特色和自主知识产权的低渗透油气田勘探开发技术系列,成功地开发了安塞油田和苏里格气田,低渗透油气资源开发的下限从 50mD 发展到 0.5mD, 达到国际石油界先进水平,为我国原油产量稳定增长和天然气产量快速发展作出了重大贡献,也为我国低渗透(致密)油气开发创造了技术、积累了经验,值得认真总结、学习、推广。

先生们,女士们,身处技术和信息迅猛发展的时代,我们更需要交流与合作。中国海油和中国石化拥有低渗透勘探开发的丰富经验。近年来,中国石油与斯伦贝谢(Schlumberger)、壳牌(Shell)、雪佛龙(Chevron)等国际石油公司也进行了卓有成效的实质性合作。合作使中外双方实现了双赢。今天,面对低渗透,特别是特低渗透油气勘探开发这样一个世界性难题,更加需要我

们加强国内各大油公司之间的交流与合作，需要我们加强国际同行之间的交流与合作。

作为一个全国性的学术组织，石油学会有责任、义务和能力为大家提供这样一个学术交流平台，为低渗透油气勘探开发技术交流和低渗透油气生产取得更快发展贡献自己的力量。我作为中国石油学会的理事长，愿意为大家服务好。

这次会议得到了中华国际科学交流基金会、中国石油企业协会和中国石油长庆油田分公司的大力支持，在此表示衷心地感谢！

预祝大会取得圆满成功！

谢谢大家！





全国政协副主席白立忱讲话

各位代表、专家，女士们、先生们：

早上好！

石油是国家的战略性资源，关系到国民经济的可持续发展，特别对我们这样一个发展中国家显得尤为重要。石油公司肩负着保障国家能源安全的重要使命。长期以来，国内各大石油公司很好地承担了经济、政治和社会三大责任。能源行业一直备受国家重视，在目前金融危机的形势下，更是如此。

近年来，我国原油产量实现了稳定增长，天然气产量实现了快速增长，煤层气等新能源业务正在悄然兴起，前景广阔。尽管存在着老油田稳产难度大等问题，但是低渗透、天然气、新能源等可持续性发展业务，让我们充满希望。

去年国务院审定了大庆、长庆等油气田发展规划，低渗透是重要组成部分。国家和政府已经注意到，低渗透将成为未来油气勘探开发的主战场，在近 20 年的勘探发现、产量增长中，低渗透所占比例已经清楚地证明了这一点。

今天，工作在低渗透勘探开发战线的领导、院士、专家济济一堂，研讨低渗透勘探开发问题与未来发展方向，恰值良机。因为，低渗透勘探开发积累了大量宝贵的经验，值得回顾和总结；低渗透勘探开发发展到了一个重要阶段，需要进行交流、研讨和展望。

石油学会搭建了一个很好的平台，得到了中华国际科学交流基金会的大力支持，国内三大石油公司及相关国际公司参会，相信这次会议必将产生深远影响。希望大家充分利用今天的好机会，本着求真务实的精神，博采众长，广开思路，结合实际，解放思想，描绘一张低渗透勘探开发最美的蓝图，为国家的油气事业、经济的发展再作贡献，为人民、为子孙后代造福。

预祝会议取得圆满成功！

谢谢大家！



资深院士代表师昌绪讲话

尊敬的白主席、各位代表、各位专家：

早上好！

作为会议支持单位，我代表中华国际科学交流基金会对此次会议的召开表示祝贺。现谨做一简短的发言。

科学技术是第一生产力，实现资源的有效利用和社会的可持续发展，必须依靠科学技术。

能源是社会发展的命脉，是我国可持续发展瓶颈之一，因此，能源的开发、能源技术及清洁能源技术成为国家中长期科技发展规划纲要最重要内容之一。当前新能源的呼声甚高，但化石能源在今后几十年内在我国仍占主导地位，因此，本次会议的召开意义深远。

20 世纪 60 年代大庆油田的开发，20 世纪 70 年代胜利油田的提升与 21 世纪长庆油气田的迅速崛起，代表我国油气工业的发展历程。目前，在油气工业勘探新发现中，低渗透油气田已占到了 80%，因而低渗透技术将是我国未来油气工业发展的主流。

理论与技术的不断创新及技术的产业化推动了各领域的跨越式发展，低渗透油气田的勘探开发堪称典范。据悉，近 20 年来，我国发现了一大批地质储量超过亿吨的油田和千亿立方米的气田。到 2008 年底，累计探明储量低渗透石油地质储量 $140 \times 10^8 \text{t}$ ，天然

气地质储量 $4.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ，其中苏里格气田为 $2.2 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ，超过了全部一半以上，可谓我国第一个超万亿立方的大气田，因此，低渗透油气田也成为勘探开发的主战场。

据了解，本次会议是我国石油界以低渗透勘探开发为主体的第一次会议。我相信，今后还会有更多的会议深入地研讨这一与我国能源密切相关的重大课题，使我国在这一领域有更大的发展，为解决我国能源问题作出更大的贡献。

预祝大会圆满成功！

