

# 特约主编寄语

近年来我国不断向地球深部进行矿产资源勘探开发,深层乃至超深层油气资源已成为中国能源构成的重要组成部分。二十多年来,我国在东部松辽、渤海湾盆地以及中西部四川、鄂尔多斯、塔里木盆地等取得了一系列深层—超深层勘探的重大突破,深层—超深层已成为我国油气重大发现的主阵地,是未来化石能源的主要接替领域和重大研究方向。储层地质力学是运用地质、力学和数学,探究油气藏在钻探工程作业实施和生产过程中的储层应力、变形和破坏动态变化规律及其影响的学科,并推进地球科学与岩石力学的进一步结合,在井位高效部署、安全钻达储层、有效改造储层、老区科学开发中具有重要的现实意义,是破解深部油气藏全生命周期开发难题的利刃。

自“深层—超深层储层地质力学专辑”征稿以来,在全国各有关单位专家学者们的大力支持下,共收到数十篇论文,因受版面限制,本期刊登了精选出的 20 篇论文,其他入选论文将在后续期次陆续刊发。该期涵盖了深层—超深层储层地质力学的发展现状、关键技术以及实践应用等方面新取得的重要成果。

(1)深层—超深层储层地质力学理论研究方面:应力本质上是通过介质振动传播的能量,应力—应变场中,不同点的应变随时间的变化规律大致可分为三类:明显的旋回波动性、幅度较小的旋回波动以及较为简单的先减后增情况,均可通过正弦函数以及开口向上的二次函数进行表征;压应力持续作用,导致局部的应力集中现象不断产生又消失,呈现出明显的旋回性特征。在深层页岩储层地质力学方面,提出了深层页岩微裂纹扩展模式。深层页岩微裂纹的扩展主要受加载力的控制,扩展过程中会沿加载力平行方向产生主裂纹及多条次级裂纹;扩展在不同微观结构内呈现“穿晶”、“沿晶”等多种扩展模式。

(2)深层—超深层储层地质力学关键技术方面:目前国内的储层地质力学侧重于理论和方法,实际工程应用方面的软件工具仍处于探索阶段。“地质力学层与油气勘探开发”是国际前沿研究领域,对超深层油气高效勘探开发具有理论和实际意义;基于水平最小主应力、水平主应力差、弹性模量、天然裂缝密度、现今地应力优势方位与天然裂缝走向的夹角、应力集中系数等 6 种参数构建储层地质力学层划分指标,提出了一种地质力学层定量划分方法。在非常规油气藏不规则复杂裂缝表征技术方面,建立了带裂缝的 Delaunay 三角形网格和 PEBI 网格生成算法及优化方法,实现了对裂缝宽度非均匀分布、非平面裂缝以及复杂缝网的非结构网格表征,提高了缝网表征的精度。

(3)深层—超深层储层地质力学应用方面:为提高超深断控碳酸盐岩油藏的开发效益,基于高压注水提采的力学与流动耦合原理,提出了基于储层地质力学理论的地质工程一体化工作流程,科学指导井眼轨迹设计和注水方案优化;研究发现走滑断裂变形中的大规模破碎体和高角度裂缝系统是影响储层品质的关键因素;高压注水过程中断裂体内部发生力学与流动之间的耦合变化,渗流环境得到改善,通过循环举升,从而提高油气采收率;根据断裂体形态、产状、断裂启闭机制及开启性定量评价、断裂面动态剪切变形连通性,可优选定向井最佳井点和井眼轨迹,并优化注水方案。塔里木盆地顺北、富满地区的地质力学实践表明,通过断裂空间立体雕刻及应力扰动分析,结合目的层靶点空间特征,可以优选设计井轨迹;研究发现顺北 41 斜井优选井口后井身结构从前期六开优化为四开,志留系未发生严重漏失,节约钻井周期 63 天(提速 28%)。

本期文章的出版,反映了深层—超深层储层地质力学基础理论研究及应用方面的部分最新成果,希望能够助推国内储层地质力学与地质工程一体化的研究及应用领域打开新的更大的局面。

感谢所有作者、审稿专家、编辑部人员为本期专题出版付出的辛勤劳动。

刘敬青 丁文布

2024 年 7 月 5 日