

中国石油油气田开发工程技术面临的挑战与发展方向

费致鸿（河北省沧州市大港油田第三采油厂第二采油作业区生产，河北 沧州 061023）

摘要：随着全球范围内油气资源开发难度的不断加剧，中国石油公司在油气田开发工程技术领域遭遇了众多挑战。研究深入分析了高含水老油田、深层油气田、非常规油气以及浅海油气开发过程中所面临的诸多技术难题，并针对这些挑战提出了技术创新的方向。对于高含水老油田，文章强调了通过提高采收率技术来延长其开发周期的重要性；在深层及非常规油气领域，迫切需要在地质勘探和储层改造技术上取得突破；而浅海油气开发则应专注于提高勘探和开采的效率。文章进一步指出，中国石油未来的发展重点应聚焦于技术创新、智能化管理以及多功能技术平台的构建，通过优化开发模式和综合应用新技术来提升油气田开发的整体效率和经济效益。

关键词：油气田开发；工程技术；技术挑战；发展方向；中国石油；经济效益

1 引言

作为全球主要的油气资源消费国，中国正面临能源开发形势的日益复杂化以及资源品质下降的严峻挑战。油气田开发工程技术在保障国家能源安全方面发挥着至关重要的作用。尽管中国石油在油气田开发领域取得了显著成就，但随着开发环境的不断变化和开发难度的增加，现有技术体系在应对高含水老油田、深层及非常规油气资源、浅海油气等领域的开发难题时，显示出了一定的局限性。特别是在提高采收率、提升开发效率以及降低成本等方面，仍有较大的改进空间。

为了确保油气资源的高效利用和可持续发展，迫切需要在技术创新、工程优化以及管理体系升级等方面做出进一步的努力。研究基于中国石油在不同油气开发领域的实际案例，分析了当前油气田开发技术所面临的挑战，探讨了未来可能的发展方向，并提出了一系列优化开发技术和管理模式的建议，旨在为油气田工程技术的发展提供参考。

2 油气田开发工程技术面临的挑战

随着全球油气资源开发难度的日益增加，中国石油在油气田开发工程技术方面，虽在过去数十年取得了显著的成就，但面对未来的挑战，特别是在高含水老油田、深层及非常规油气资源以及深水油气的开发领域，依然存在众多技术难题和瓶颈。这些挑战涵盖了开发效率的提升、成本控制、环境保护以及安全生产等多个层面，亟需通过技术创新和工程实践的持续优化来应对。

2.1 高含水老油田开发技术挑战

中国东部地区的大部分老油田自 20 世纪 70 至 80

年代起便已投入开发，现今普遍已进入高含水率的中后期开发阶段。随着油田的持续开发，地层中水的比例显著上升，这导致原油产量显著下降，保持产量稳定愈发艰难。以大庆油田为例，作为中国石油重要的老油田，其高含水率已经成为开发的主要挑战之一。大庆油田的含水率在开发过程中逐步上升，部分油井的含水率超过 90%，这对原油的采收率 and 经济效益带来了巨大压力。尽管中国石油在精细注水、三次采油技术（如聚合物驱油）、水平井等领域取得了显著进展，但面对老油田“高含水、高采出程度”的现状，传统的增产措施效果逐渐减弱。因此，提升剩余油开采效率的创新技术成为当务之急。通过更精细的油藏描述与开发模式创新，能够进一步延长老油田的经济开采寿命，提高采收率。

2.2 深层油气田开发技术挑战

深层油气资源的勘探与开发已成为未来油气储量增长的核心领域，然而，其开发难度正日益加剧。通常，深层油气藏位于地表 5000m 以下，它们具有高温高压、多重压力体系以及复杂的油气水关系等特征，这为钻井、完井及储层改造技术带来了严峻的挑战。以中国石油在塔里木盆地的克深气田为例，在其深层油气资源的开发过程中，超深水平井钻井技术取得了显著进展，成功钻探至超过 7000m 的深度，并在高温高压的环境下实现了高效的储层改造，这充分展示了中国石油在深层油气开发领域的技术实力。然而，东部渤海湾盆地和西部准噶尔盆地的深层油气田开发仍面临技术障碍，特别是在低渗透储层的钻井稳定性和储层改造的有效性方面，仍需进一步的技术突破和创新，以确保开发的经济效益和可持续性。

2.3 非常规油气开发技术挑战

非常规油气资源，涵盖页岩气、致密油气及煤层气，被认为是未来油气资源的重要补充及替代品。然而，在其开发过程中，技术难题依然存在。中国石油在页岩气开发领域也取得了显著进展，例如成功开发了四川盆地的长宁-威远页岩气田，并实现了大型页岩气田的商业化开采，这标志着中国石油在非常规油气开发中取得了重大突破。然而，总体而言，我国在非常规油气开发的基础理论研究方面仍显不足。在深层页岩气开发技术、致密油气采收率提升技术以及煤层气开发的新型压裂工艺等领域，亟需进行深入的技术研究与创新。此外，鉴于非常规油气资源多位于地表复杂区域，现有开发技术对环境的影响较大，未来的发展方向应着重于开发更加环保且经济高效的开采技术，以应对环境保护与资源利用的双重挑战。

2.4 浅海油气开发技术挑战

随着全球油气资源开发的焦点逐渐向海洋区域转移，浅海油气的开发已经成为各大国际油气公司竞争的战略重点。中国石油在浅海油气开发领域积累了丰富的经验，特别是在浅海钻井、完井以及储层改造等关键技术环节取得了显著成就。然而，与国际油气巨头相比，中国石油在深水开发领域经验有限，且不会涉足深海油气开发。相比之下，中国石油的优势集中在浅海区域，但在浅海钻完井平台数量、技术创新以及生产系统优化方面，仍有提升空间。

3 油气田开发工程技术的发展方向

为达成油气田高效开发之目标，中国石油必须持续在技术创新与工程实践领域进行深入探索与突破。尤其在老油田、高含水油田、深层及非常规油气资源、以及新兴深水油气开发等关键领域，中国石油亟需针对未来能源需求的演变及挑战，对以下关键方向进行深入研究及开发。

3.1 老油田提高采收率技术发展方向

对于高含水率的老油田而言，提升采收率始终是开发工作的核心目标。未来技术进步需聚焦于以下三个主要方面：首先，发展具备高精度预测与识别功能的油藏综合地球物理技术，基于精细化的地质建模和剩余油分布预测，以提高油藏勘探与开发的精确度。其次，改善复杂结构井（例如水平井、大位移井）的钻探与完井技术，通过优化钻探与完井工艺，减少井下事故，提升钻井成功率及开发效率。最后，加速智能化开采与采油增产技术的实施，采用智能油田管理

系统和数字化监控平台，实时监控并优化生产流程，降低开发成本，同时提升老油田资源的利用率和整体经济效益。这些技术领域的突破，将为高含水老油田的持续稳定生产提供坚实保障。

3.2 深层油气、非常规油气等新领域开发技术发展方向

随着我国油气资源需求的不断增长，深层油气和非常规油气资源的开发已成为补充油气资源的重要方向，对相关工程技术提出了更高标准。首先，在地球物理勘测技术领域，必须实现技术突破，特别是在宽频三维地震数据采集处理解释技术以及多尺度储层精细评价技术的研发上，以增强对复杂构造的精准预测能力。其次，深层气藏的储层改造技术亟需进一步优化，例如，大型体积压裂、多井同步压裂等新型无水压裂技术的开发和应用，这些技术的广泛应用有望显著提升资源的动用率和采收率。此外，为应对环境保护与资源开发的双重挑战，还需研发环保型钻井液和压裂液等关键材料，以减少开发过程中的环境影响。

3.3 浅海油气开发技术发展方向

海洋石油与天然气开发技术，作为中国石油工业未来技术研发的核心领域之一，肩负着我国能源战略的关键任务。首先，中国石油工业应在基础研究领域打下坚实的基础，建立和完善海域盆地油气地质综合评价体系及优选有利区带的技术，运用科学的评价方法，精确地确定最佳的勘探和开发区域。随后，必须进一步提升浅海油气资源的勘探与开采工艺技术，以提高生产效率和经济效益。中国石油工业应致力于浅海区域钻井与完井技术的创新，增强海底储层改造和生产系统的研发力度。通过这些技术手段，推动浅海油气资源的高效开发，这不仅能够提升中国石油工业在国内外的竞争力，还将为国家能源安全和社会经济发展作出贡献。同时，应加快智能化油气开发技术的应用，确保在低成本、高效能的基础上实现可持续发展。

4 油田开发工程技术发展思考

在油气资源品质逐渐降低、开发目标日益复杂化，以及低油价成为常态的背景下，中国石油必须通过技术创新和集成应用，解决油气生产中的关键技术难题，持续提升油气开发的经济性和效率。油田开发工程技术的发展应聚焦于提高采收率和难采储量的动用率。因此，必须针对不同类型的油气藏，研发精细化的勘探、钻井、完井和采油技术，并结合更为精确的油藏

描述和开发管理方法,全面提升从地质建模到生产优化的全过程技术能力,实现资源的高效利用和动用。

油气田开发技术的发展应重视适用性和经济性,特别是在低油价环境下,寻找更具成本效益的开发模式和工程技术显得尤为重要。涵括了精密化的经营管控措施、推行成本效益较高的钻探与提升产量技术,并采用智能化、自动化的管理系统来完善生产过程,减少开采开支。这不仅能提升油田的整体开采效益,亦能更加有效地应对市场波动、资源及环境所带来的诸多考验。

4.1 提升采收率和动用率的策略

以大庆油田为例,该油田是中国石油产业的重要组成部分。面对高含水阶段的挑战,大庆油田采取了三次采油技术,包括聚合物驱油和二氧化碳驱油等方法,以提高原油采收率。特别是聚合物驱油技术的应用,使得大庆油田的采收率提高了超过10%。此外,大庆油田还依托于精细注水技术、精细油藏描述以及智能化开采系统,优化了产能结构,提升了老油田的经济效益和开发效率。这些措施有效地帮助大庆油田在高含水开发阶段维持了相对稳定的产量。

4.2 成本效益开发模式的探索

长庆油田作为中国石油在致密油气开发领域的典范,坐落于鄂尔多斯盆地,是一处典型的低渗透油田。该油田的开发面临诸多挑战,包括开发难度大和成本高昂。面对诸多挑战,长庆油田采纳了“工业化”经营策略,采取了大规模生产手段,包含连续钻探与集体完成压裂作业。此举有效压缩了每口井的造价,并将钻探周期限定在15天内,与旧有方式相比缩减了30%的时长和费用。

4.3 建立综合研发和管理平台

四川盆地进行页岩气提取时,中国石油西南油气田分公司建立了一个合作创新的阵地,集合了不同学科和领域的技术专家,有效地推动了页岩气的勘察与提炼作业。该平台融合了国内外领先的页岩气开发技术,对钻井和压裂工艺进行了优化,成功攻克了深层页岩气开发的技术难题。通过实施实时监测和数据分析,四川盆地页岩气田的钻井成功率和单井产量均实现了显著提升,为中国石油在非常规油气资源开发领域积累了宝贵的经验。

4.4 技术集成应用的成功实践

以塔里木油田为案例,该油田坐落于新疆塔里木盆地,特指深层、高温、高压的油气储藏。面对地质

条件的复杂性以及开发环境的高风险性,塔里木油田广泛采用了旋转导向钻井技术与超深井钻井技术,并研发了适用于高温高压环境的钻井液体系。通过这些技术的综合应用,塔里木油田实现了单井钻井深度超过8000m,创下了多项国内外的记录。这些技术的成功应用,显著提升了塔里木油田的开发效率与安全性,为深层油气的开发提供了切实可行的解决方案。

尽管中国石油并未涉足深海油气资源的开发,但在塔里木油田等陆上及近海油气资源的勘探与开发领域,该公司依然取得了卓越的成就。在近海油气资源的开发方面,中国石油通过持续改进钻井、完井以及储层改造技术,有效地增强了近海油气资源的勘探与生产效率。这些技术的成熟应用不仅显著提升了生产效率,而且为未来大规模油气资源的开发奠定了坚实的技术基础。

5 结束语

作为确保国家能源安全之关键的油气田开发技术,正遭遇日益增长的复杂挑战。高含水的老油田、深层及非常规油气资源、以及浅海油气的开发,不仅需要技术上的持续创新,还要求管理模式的优化和智能化系统的全面应用。研究通过对大庆油田、长庆油田、四川页岩气田和塔里木油田等实际案例的深入分析,总结了提高采收率、优化成本效益以及建立综合研发平台等多方面的成功经验。这些经验为未来油气田开发技术的发展提供了宝贵的参考。展望未来,中国石油应继续在技术创新与集成应用的基础上,提高开发效率,优化资源利用,并推动油气田工程技术的进一步发展,以应对全球能源需求的变化和挑战,为国家能源安全作出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 李阳,薛兆杰.中国石油油气田开发工程技术面临的挑战与发展方向[J].石油钻探技术,2016,44(01):1-5.
- [2] 佚名.“记者一线行”:探访中国石油油气田建设现场[J].中国石油,2022(06):28.
- [3] 李阳.中国石油致密油藏开发面临的机遇与挑战[J].石油钻探技术,2015,43(05):1-6.
- [4] 朱学谦,刘传喜,周跃忠,陈舒薇.中国石油低渗气田开发进展及面临的挑战[J].当代石油石化,2008,16(08):15-16+38+49.
- [5] 张仕强,刘正中,陈晓华,龚久和.油气田开发数据信息管理系统研究及应用[J].天然气工业,2002(03):64-66+5.