

南海典型油气开发区域的实践应用研究

袁翔

中海油安全技术服务有限公司海南分公司, 海南 海口 570100

DOI: 10.61369/SSSD.2025020042

摘 要 : 油气开发工作技术含量非常高, 南海油气开发区域技术应用优化, 能够保证油气开发工作的有序开展, 减少不必要的损耗。基于此, 本文针对南海典型油气开发区域的实践应用展开分析, 深入剖析珠江口盆地、琼东南盆地、北部湾盆地及万安滩的实践应用, 针对现存技术挑战形成系列创新实践, 并提出了强化管理措施, 旨在推动南海油气资源高效开发、维护海洋权益, 实现经济与生态效益的协调发展。

关 键 词 : 南海; 油气开发; 典型区域; 技术创新; 环境管理

Research on Practical Applications in Typical Oil and Gas Development Areas of the South China Sea

Yuan Xiang

Hainan Branch of CNOOC Safety Technology Service Co., Ltd., Haikou, Hainan 570100

Abstract : Oil and gas development is a highly technical endeavor. Optimizing technological applications in the South China Sea's oil and gas development areas can ensure the orderly progress of development work and reduce unnecessary losses. Based on this, this paper analyzes the practical applications in typical oil and gas development areas of the South China Sea, deeply explores the practical applications in the Pearl River Mouth Basin, Qiongdongnan Basin, Beibu Gulf Basin, and Wan'an Shoal, forms a series of innovative practices targeting existing technical challenges, and proposes strengthened management measures. The aim is to promote the efficient development of oil and gas resources in the South China Sea, safeguard marine rights and interests, and achieve coordinated economic and ecological benefits.

Keywords : South China Sea; oil and gas development; typical areas; technological innovation; environmental management

引言

南海, 作为我国重要的油气资源富集区, 其石油储量估算 230 亿至 550 亿吨, 天然气储量超 20 万亿立方米, 其油气开发对保障国家能源安全、推动海洋经济发展具有战略意义^[1]。然而, 南海复杂的地质条件、多变的海洋环境以及部分海域存在的主权争议, 为油气开发带来诸多挑战。因此, 深入研究南海典型油气开发区域的实践应用, 探索技术创新、环境管理与权益维护的有效路径, 具有重要意义。

一、典型油气开发区域实践分析

(一) 珠江口盆地: 深水开发技术的创新与突破

珠江口盆地作为南海北部油气资源的“聚宝盆”, 以流花 11-1/4-1 油田和惠州 26-6 油田为标杆, 见证了我国深水油气开发从跟跑到领跑的跨越式发展。

流花 11-1/4-1 油田是中国首个深水油田二次开发项目, 利用“深水导管架平台+圆柱形 FPSO”的联合开发策略, 针对采用 S420 超级强度钢材、超高回弹性永恒锚聚酯缆的技术, 利用超强承压抗腐蚀能力钢铁和高强度抗拉性聚酯缆的技术, 率先实现钢材使用 S420 级超级高强度钢材和柔性耐用的超大尺寸永恒锚

聚酯缆^[2]。平台内部具备超高的耐压及抗腐蚀能力, 聚酯缆具备高强度耐拉性能和对海况的稳定性, 并采用成熟的陆地式开发技术, 大幅度降低了建设成本, 将数以十亿立方储量的二次开发, 促使我国深水油田开发寿命 30 年之久, 向全世界展示了中国深水油田二次开发的方案, 让“深水油藏再开发、效益油气藏开发”的解决方案, 被世界所关注^{3[3]}。

惠州 26-6 油田作为国内第一口深埋地下的潜山油气储层开发项目, 使用了我国海上第一座智能型采油平台, 它的“智慧大脑”能够精确定位并采出四千多米深层的油气藏, 用科技使“智慧大脑”驱动海洋“智慧油田”高效生产, 最高峰时每天生产油气混合物两千八百多吨, 标志着我国已拥有开发海上深层复杂油

气藏的能力，打破了西方长达十几年的技术垄断^[4]。

（二）琼东南盆地：超深水超浅层气田的勘探突破

琼东南盆地以陵水36-1气田和“深海一号”大气田为代表，在超深水领域书写了我国油气勘探开发的创新传奇。

陵水36-1气田作为全球超深水超浅水域中大型天然气田的典型代表，天然气探明储量超1000亿立方米。面对深度极低又极难保护的地质环境所面临的困境，中国科技工作者通过新的思路采用全新的途径来攻克难题，首次尝试世界最大深海及浅部钻井任务，并取得了重大技术突破，不仅证明我国深部复杂石油、天然气的勘探开发技术系统行之有效，更将为世界类似项目的开发建设具有重要参考价值^[5]。

“深海一号”大气田作为我国首个自营超深水大气田，汇聚了无数前沿科技成果。其采用的全球首座十万吨级深水半潜式生产储油平台，集成3项世界级创新和13项国内首创技术，开创性地实现半潜式平台立柱储油，该项目的建成投产，使我国深水气田关键设备自主化率从33%飙升至80%，极大增强了我国在深海油气开发领域的核心竞争力，为南海万亿大气区建设筑牢根基^[6]。

（三）北部湾盆地：老油田挖潜与智慧化开发

北部湾盆地以涠洲油田群和涠洲10-5油气田为先锋，走出老油田挖潜与智慧化开发之路。涠洲油田群创新采用“滚动开发+一体化生产”模式，搭建油、气、水、电互联网络，实现25座平台协同作业，累计生产油气超5000万方，同时减排二氧化碳95万吨。可控轨迹超短半径水平井技术的应用，大幅降低单井成本至1800万元，年均增油量达18万立方米。涠洲10-5油气田作为盆地首个花岗岩潜山油气发现，借助古生物鉴定、地震反演技术，精准定位有利储层，测试日产天然气37万立方米，开辟潜山勘探新方向^[7]。

（四）万安滩：争议海域的开发博弈与挑战

万安滩地处南沙群岛西部，虽油气资源富集，却因复杂地缘政治陷入开发困局。自1994年中越万安滩事件后，我国通过海空巡航与外交博弈，逐步实现常态化管控，并于2017年、2019年成功阻止越方与外企的非法勘探。如今我国实际掌控万安滩，但开发仍需突破地缘阻碍，未来将通过国际合作与法律途径，推动资源的合理开发与利用^[8]。

二、技术挑战与创新实践

（一）深水钻井与装备技术

南海深水海域复杂的地质条件，以及高温高压、松软地层等诸多因素，都会使得南海深水作业情况变得非常复杂，极易因操作的疏忽而出现井喷、井塌等事故，造成大量经济损失，并严重破坏海洋生态环境。在传统模式下，采用一体式锚定设施的流花11-1/4-1油田无法抵御南海台风频繁来袭的影响，对石油的正常生产带来了较大的冲击。为此，我国研制出多种锚定设施，可以通过分散压力使用各个锚定位置从而大幅提高了石油平台抗击台风的能力，同时降低了台风等恶劣天气对石油生产的消极影

响^[9]。“深海一号”能源站的建造是我国在超深水钻探设备技术革命的一个创新行为，在这个项目中，我国选择了“扁平浮箱+泰山吊合龙”的技术方案，改善平台的结构优化提高实用型性能，让该平台具备在海上平稳的运营状态以及强大的适应能力；泰山吊合龙技术是使用高科技起吊装置结合精细到位的操作流程将平台组合建造快速及时地搭接。通过泰山吊合龙技术，“深海一号”能源站成功缩短建造投入成本时间，建造周期比全世界类似项目的建造周期缩短60%，大大提高了建造的速度节省了建造成本投入，也为我国的深海石油天然气的开采提供宝贵经验^[10]。

（二）智慧化与数字化应用

随着现代技术的不断发展，智慧化和数字化已成为各行业发展升级的关键。在番禺油田开发的过程中，在其调整中就运用到5G网络技术，这一技术有着传输速度快、信息量大的特点。利用海管以及海缆构建起网络，进而实现对于石油开发信息的快速、实时传输。当出现像台风这种情况下时，员工可以不用现场工作，而是运用远程操作设备，实现自动化的运转，这样既保障员工生命安全又使得石油开发持续化运转^[11]。这种利用海缆以及海管构建的稳定可靠的网络平台，可使我们进一步实现对石油生产的自动化管理。陆丰12-3油田配套的智能型FPSO“海洋石油123”是智慧化与数字化应用的另一成功案例。该系统应用了云计算和物联网等现代技术，能够对油田生产的全过程进行智慧监管，比如运用物联网及时了解油田各个部位的运行情况和生产情况，将其形成各项数据，上传到线上平台，便于工作人员处理和分析，若发现问题时能够提前干预和解决^[12]。此外，这一系统能够根据实际情况自动调整生产流程，提升生产效率，提高经济效益。

（三）环保与可持续发展

涠洲油田群实行环保研究及实践，通过电力联网系统，实现油田电能引入大陆电力网络中，这样即可降低油田自用的燃油发电机比率，从而降低大比例的二氧化碳等温室气体的大量排放，总计减排约95万吨二氧化碳效果。另外，也采用了海水制淡水技术，为油田长期运作及运作保障方面做出一定的贡献。涠洲油田群的每天制淡水高达五十吨，足以满足油田的生产淡水及生活淡水需求，降低油田对内陆淡水过度依赖性的同时，避免了因生产开采而大量抽取海水导致的破坏海洋生态系统问题^[13]。

在南海区，“三联共治”监管模式的推行对于油气开发的环保工作起到了关键作用。该模式利用红外成像仪和FID（火焰离子化检测器）等先进设备，对油气回收过程进行实时监测。红外成像仪能够快速、准确地检测到油气泄漏点，FID则可以精确测量油气的浓度，从而确保油气回收工作的高效进行。

三、环境影响与管理措施

（一）生态保护与修复

南海海域拥有丰富的生态资源，珊瑚礁、红树林等生态敏感区在维护海洋生态平衡、保护生物多样性等方面发挥着重要作用。因此，在油气开发过程中，必须高度重视对这些生态敏感区

的保护。

为了减少对涠洲岛周边生态环境更大的破坏，涠洲油田群停止所有碳黑厂生产，减少了污染性物质排放量；设立环保型社区，通过宣传教育生态保护的知识，提高了当地群众生态保护意识，并积极主动参与到生态保育工作中。南海南部实施的绿色纳税制度为南海南部环保工作提供了强有力的绿色政策保障^[14]。政府也给予相应减免税收优惠，鼓励公司增加绿色环保投资，采用最先进的环保科技和设施，每年减少1.5亿 m³的天然气，有效减少了用能和污染物排放带来的破坏，进而促进海洋生态环境保护和恢复。

（二）风险防控与应急管理

南海地区台风频繁，且油气开发过程中存在溢油等风险，建立完善的风险防控与应急管理体系至关重要。“台风生产模式”是在流花油田群开创的、重要的风险管理模式，油井员工可以利用地面远控技术提前进行调校和优化石油开采设备，降低了由于风暴对石油开采设备的破坏性影响。以“海葵一号”平台为例，其配备水下机器人可以在发生溢油等事故时，快速潜入海底进行

探测和评估，为制定科学合理的应急处置方案提供准确的数据支持；智能阀门则能够在紧急情况下迅速关断生产流程，有效防止事故的扩大，减少对海洋环境的污染和破坏^[15]。

四、结论与建议

南海典型油气开发区域的实践充分证明，技术创新是攻克深水、超浅层复杂开发难题的核心要素，而国际合作与环境管理则是实现可持续开发的重要保障。

面向未来，在技术层面，加大超深水钻井与智能装备研发投入，提升核心技术自主化水平；国际合作上，依托“南海行为准则”，积极与菲律宾、越南开展对话，推动争议海域共同开发；环境治理方面，构建海洋生态监测网络，推广绿色技术，平衡经济与生态效益。通过系统性的实践与创新，南海油气开发必将为国家能源安全筑牢根基，为区域经济发展注入强劲动力，助力我国海洋强国建设稳步前行。

参考文献

[1] 魏行超, 方霖, 张伟, 等. 南海1500 m水深油气开发项目飞线安装方法 [J]. 中国海洋平台, 2023, 38(05): 95–100.

[2] 许蔡梦晓. 中菲南海油气开发合作: 法律困境与潜在风险 [J]. 亚太安全与海洋研究, 2020, (05): 89–104+6.DOI:10.19780/j.cnki.2096-0484.20200903.001.

[3] 张丽平. 自由贸易港建设使南海油气开发迎来大发展机遇 [J]. 中国石化, 2020, (06): 87.

[4] 白冰, 罗超, 亢冬春, 等. 新型水下结构保护罩在南海典型油气开发区域应用的可行性研究 [J]. 海洋工程装备与技术, 2020, 7(03): 190–194.

[5] 侯凯, 熊书权, 李凡, 等. 南海东部油气开发中后期精细速度研究 [C]// 中国地球物理学会油气地球物理专业委员会, 中国石化石油物探技术研究院, 江苏省地球物理学会. 2019年油气地球物理学术年会论文集. 中海石油(中国)有限公司深圳分公司; 2019: 332–336.DOI:10.26914/c.cnkihy.2019.022952.

[6] 孙超. 长时间序列多源遥感影像支持下南海油气开发活动监测研究 [D]. 南京大学, 2018.

[7] 周子云. 南海岛屿冲突各方在南海的油气开发现状及动因研究 [D]. 暨南大学, 2017.

[8] 卞展婷. 南海油气开发利好: 今年将重启深水探井 [N]. 中国船舶报, 2017-06-16(005).

[9] 张良福. 南海海洋权益维护的法律和体制机制保障问题研究——以油气开发为突破口 [J]. 南海法学, 2017, 1(03): 91–99.

[10] 张健. 中国海油南海油气开发步伐加快 [J]. 中国石化, 2017, (05): 52–54.

[11] 方新强. 深水油气开发工程模式与南海油气开发方案探讨 [J]. 石油工程建设, 2016, 42(06): 11–15.

[12] 王佩云. 中国南海油气开发与主权维护 [J]. 国际石油经济, 2012, 20(10): 1–4+108.

[13] 邓小辉. 关注南海油气开发系列之南海, 蓝海? 黑金, 白金?——谁先切到南海开发的第一块蛋糕? [J]. 广东造船, 2012, 31(05): 38–43.

[14] 刘雅馨. 墨西哥湾油气开发海工装备对我国南海油气开发的启示 [J]. 中国矿业, 2012, 21(09): 17–19.

[15] 刘杰鸣, 王世圣, 冯玮, 等. 深水油气开发工程模式及其在我国南海的适应性探讨 [J]. 中国海上油气, 2006, (06): 413–418.