



复杂油气井固井技术

■ 2014 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

复杂油气井固井技术

——为油气勘探开发强基固本！





目 录

1 简 介	3
2 特色技术	4
3 典型案例	12
4 科研装备	16
5 资质标准	17
6 专家团队	18



中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司的基础上组建的特大型石油石化企业集团，系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司2013年国内生产原油1.13亿吨，生产天然气888.4亿立方米，加工原油1.46亿吨，全年实现营业收入2.76万亿元，实现利润1880亿元。

2013年，中国石油在世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在全球500家大公司排名中位居第5位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

复杂油气井固井技术就是具有代表性的重大创新成果之一。

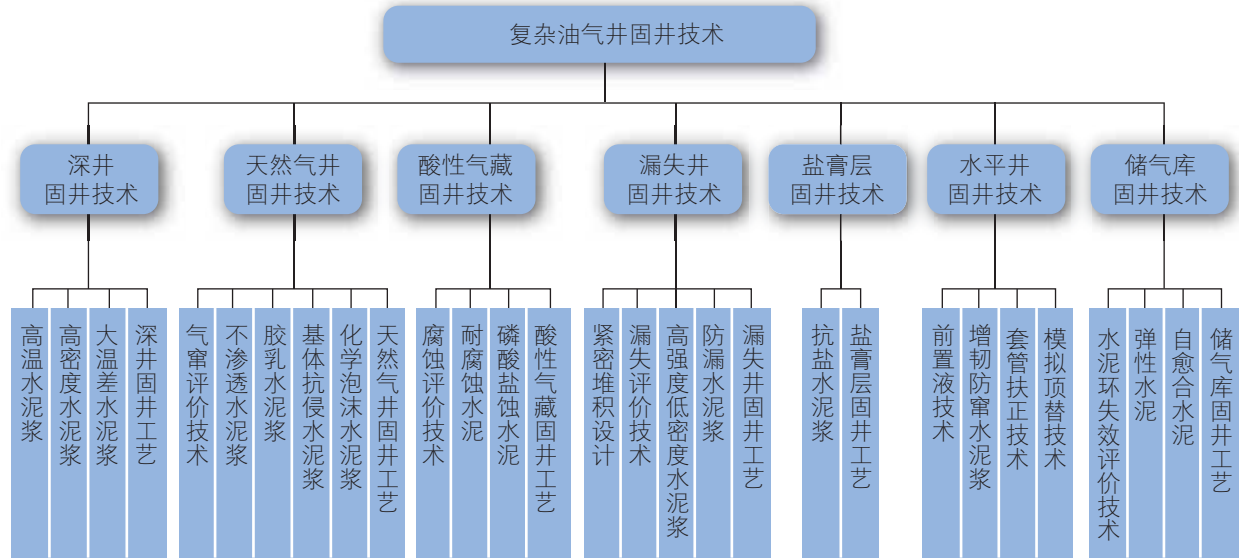
奉献能源 创造和谐

1 简介

随着油气勘探开发向深层和新领域扩展，钻完井工程面临着高温高压、盐膏层 / 盐水层、酸性气藏、长封固段等复杂地质、工况条件下的固井难题。中国石油经过几十年的攻关和积累，形成了紧密堆积理论、防窜评价方法、水泥环失效评价等前沿固井理论成果，开发出抗盐降失水剂、抗盐胶乳、大温差缓凝剂、深水固井水泥、自愈合水泥、弹性水泥等 19 类外加剂系列产品、18 套固井水泥浆及前置液体系，形成了深井固井技术、天然气井固井技术、酸性气藏固井技术、漏失井固井技术、盐膏层固井技术、水平井固井技术和储气库固井技术等

复杂油气固井技术，在中石油的海外油气作业区域和国内 26 个油田的油气勘探开发项目中得到成功应用。水泥浆最低密度达 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ ，最高密度达 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ；适用的最高温度达 240°C ，最低温度达 4°C ；一次封固段最长达到 5155m，封固段上下最大温差超过 100°C 以上。

复杂油气井固井技术获得国家授权专利 10 项、国家及省部级科技进步奖 26 项、国家级及省部级重点新产品 13 项。形成技术标准 30 余项，通过了 API Q1 质量管理体系认证。



2 特色技术

2.1 深井固井技术

深井固井技术主要包括高温水泥浆、高密度水泥浆、大温差水泥浆及配套的深井固井工艺，主要解决高温高压、窄环空、窄安全密度窗口、长封固段等复杂固井难题。

高温水泥浆 通过分析高温环境中水泥水化产物晶相，调整钙硅比 (C/S)，防止水泥石高温强度衰退。开发高温缓凝剂 BCR-300L、抗高温降失水剂 BXF-200L 等水泥外加剂。水泥浆最高温度达 190℃ (BHCT)，水泥石在 358℃ 下强度不衰退，综合性能满足工程要求。

高密度水泥浆 开发了 BCW-500S、BCW-550S 等加重材料和 BCD-210L、CF40S 分散剂。通过紧密堆积优化设计，水泥浆最高密度可达 3.20g/cm³，24h 抗压强度大于 14MPa，体系具有良好的流变性和沉降稳定性，有效压稳地层，防止地层高压流体浸出。

大温差水泥浆 通过开发大温差缓凝剂 BCR-260L，解决深井长封固段固井顶部水泥浆强度发展缓慢或超缓凝的问题，当水泥浆段上下静止温差为 100℃ 时顶部水泥石 48h 抗压强度大于 3.5MPa。大温差水泥浆适用温度为 70 ~ 180℃。

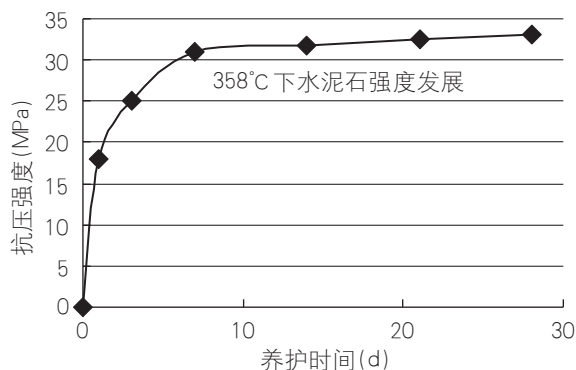
深井固井工艺 套管设计适当增加安全系数，特别考虑生产过程中可能出现的最大井口压力和井底压力、套管的磨损、弯矩、蠕变地层等因素。固井采用分级注水泥、长封固段一次上返固井技术或尾管（有时回接）固井技术。固井前适当调整钻井液性能，采用前置液体系提高窄环空顶替效率。



封隔式尾管悬挂器



液压式分级注水泥器



358℃ 水泥石 30d 强度发展曲线

2.2 天然气井固井技术

天然气井固井技术主要包括：气窜评价技术、不渗透水泥浆、胶乳水泥浆、基体抗侵水泥浆、化学泡沫水泥浆以及天然气井固井工艺，主要解决天然气井气窜问题。

气窜评价技术 通过测试水泥浆静胶凝强度的方式反演水泥浆的孔隙压力，应用有效应力原理和有限元分析方法，结合实际井眼参数，使用比例缩小法，评价环空水泥浆的防窜能力，预测固井后窜流发生的可能性，进而指导水泥浆体系优选、配方设计和工艺措施制定。

不渗透水泥浆 开发了 G60S 和 W99 等不渗透类降失水剂，运用高分子交联技术，使聚合物在水泥浆中形成网络结构，增加气体运移阻力，水泥浆在压差作用下在井壁形成韧性不渗透膜，阻止气窜发生。

胶乳水泥浆 通过胶乳粒子设计、单体配比优化和选择反应性乳化剂等方法，提高胶乳的耐温、耐盐和耐高价离子能力，开发固井专用胶乳 BCT-880L。水泥浆中胶乳微小颗粒的堵塞和加压成膜特性阻止水泥浆凝固期间的气窜。胶乳水泥浆适用温度范围为 30 ~ 190℃，可抗饱和

盐水，适用于气窜风险高的油气井固井作业。

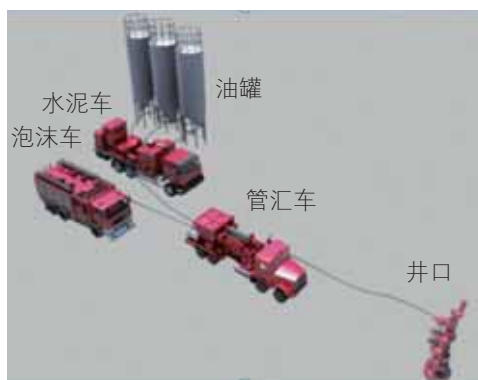
基体抗侵水泥浆 开发了基体抗侵防窜剂 BCG-200L，提高水泥浆液相粘滞力，缩短胶凝过渡时间，增加流体运移阻力，阻止油气水窜发生。适用温度范围为 30 ~ 190℃，抗饱和盐水，适用于油气水窜活跃地层的固井作业。

化学泡沫水泥浆 开发了化学发泡的发气剂 FCA、FCB 和稳泡剂 FCF。通过化学反应产生气体，使水泥浆圈闭气体压力大于地层压力，阻止气窜发生。化学泡沫水泥浆具有泡沫稳定、密度低、强度高、渗透率低、导热率低等特点，地面密度最低可达 0.42g/cm³。化学发泡泡沫水泥浆简化了机械充气水泥浆复杂的地面设备。

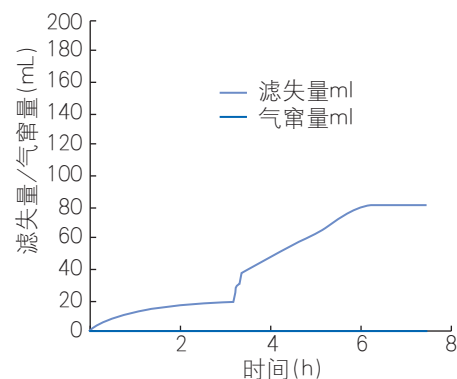
天然气井固井工艺 固井工艺主要包括气密性管柱结构设计、三压力预测、三压稳固井工艺设计、水泥浆体系优化。



耐盐胶乳与普通胶乳对比图



泡沫水泥施工工艺流程示意图



耐盐胶乳防窜实验

2.3 酸性气藏固井技术

酸性气藏固井技术主要包括：腐蚀评价技术、耐腐蚀水泥、磷酸盐水泥及配套的固井工艺，主要解决水泥环在酸性气体下的腐蚀问题。

腐蚀评价技术 通过对水泥石抗压强度、渗透率、腐蚀深度和水化产物的晶相变化的分析，评定水泥石在温度、酸性气体分压下的腐蚀程度，指导耐腐蚀材料开发、耐腐蚀水泥浆设计和水泥环寿命预测。

耐腐蚀水泥 开发了与酸性气体不发生化学反应的耐腐蚀材料 BCE-750S，降低了硅酸盐水泥石碱度和渗透率，延缓酸性气体的侵入速度，降低了水泥石腐蚀程度。耐腐蚀水泥适用温度 50 ~ 180℃ (BHCT)。



耐腐蚀水泥石

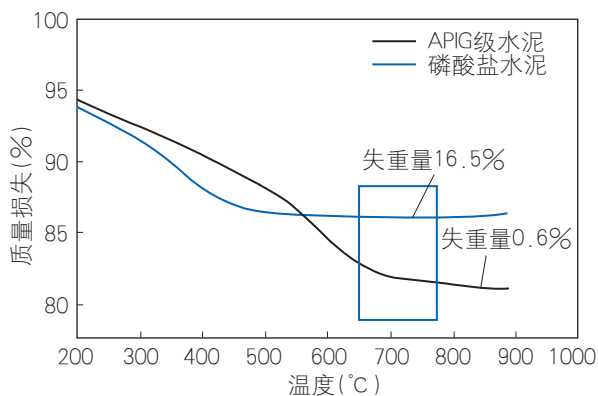


常规水泥石

腐蚀后切面腐蚀深度（水泥石养护条件：120℃、5MPa CO₂ 分压、14 天）

磷酸盐水泥 一种优异的耐 CO₂、H₂S 腐蚀的胶凝材料，其水化产物在热力学上不与酸性气体发生化学作用。开发了磷酸盐水泥专用的 BCF-600L 降失水剂、BCR-600L 缓凝剂等配套外加剂，使配制的磷酸盐水泥可满足油气固井要求。适用最高温度为 150℃ (BHCT)，耐温达 370℃，可用于酸性气藏、地热井、稠油热采井等固井作业。

酸性气藏固井工艺 选择抗酸性气体的套管、附件、工具以及固井材料。



100℃、5MPa CO₂ 分压下腐蚀 7 天的水泥石热失重对比曲线

2.4 漏失井固井技术

漏失井固井技术主要包括：漏失评价技术、紧密堆积设计、防漏水泥浆、高强度低密度水泥浆及漏失井固井工艺技术，主要解决固井过程中循环漏失引起的水泥返高不足、漏封油气层、水泥环胶结不良和油气水窜等问题。

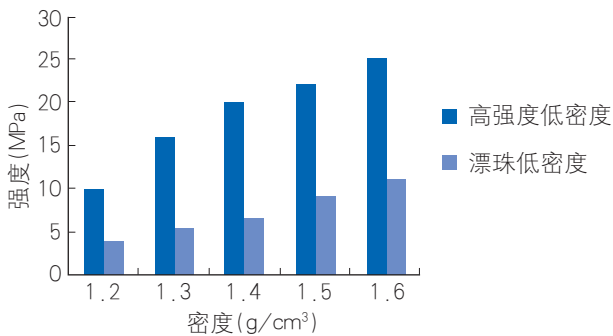
紧密堆积设计 基于材料的微观分析，通过干混组份的选择和合理的物料颗粒级配，提高干混材料堆积体积（PVF）；改善物料的表面性质，减少物料颗粒间的充填水和物料表面的润滑水，进一步提高单位体积水泥浆中的固相，形成更加致密的水泥石；根据物料组成的物理化学作用，优化的充填材料和水泥有一定的亲和性和反应活性，显著提高低密度水泥的综合性能。以可压缩堆积模型为基础，建立多元体系紧密堆积设计数值分析方法，指导高性能低密度水泥浆的设计。

高强度低密度水泥浆 以紧密堆积设计为基础，开发了PZW和BCE-600S等减轻增强材料，解决了水泥浆施工性能（密度、流变性等）和水泥环力学性能（强度、渗透率等）之间的矛盾，最低密度 $0.90\text{g}/\text{cm}^3$ 的水泥石24h抗压强度大于 14MPa ，使低密度水泥石的性能可与常规密度水泥石相媲美，满足了低压易漏长封固段固井的技术要求。

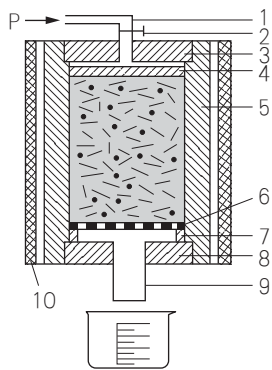
水泥浆漏失评价技术 通过实验装置模拟渗透性或裂缝性漏失地层，测定给定压差下水泥浆在各种不同渗流介质上的漏失速率，评价水泥浆体系防漏失能力，指导水泥浆配方优化和防漏水泥浆设计。



紧密堆积模型



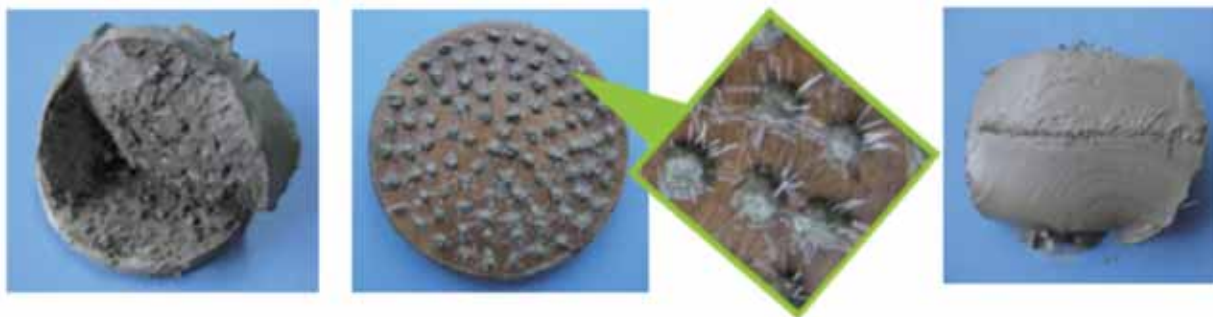
超低密度水泥石强度对比



- 1—进气口；2—阀门；
- 3—顶盖；4—活塞；
- 5—漏失筒；6—模块；
- 7—支撑环；8—底盖；
- 9—排液口；10—加热套

堵漏装置示意图

防漏水泥浆 基于桥接堵漏和紧密堆积设计，开发了特种纤维防漏材料 BCE-200S，预防和减缓渗透性及裂缝性地层的漏失。在 1mm 宽缝隙和 2mm 孔条件下，承压能力可提高 3.5MPa 以上，适用温度达 150℃，适用密度范围 1.3 ~ 2.6g/cm³。



1mm 孔隙堵漏效果图
1mm 缝隙堵漏滤饼

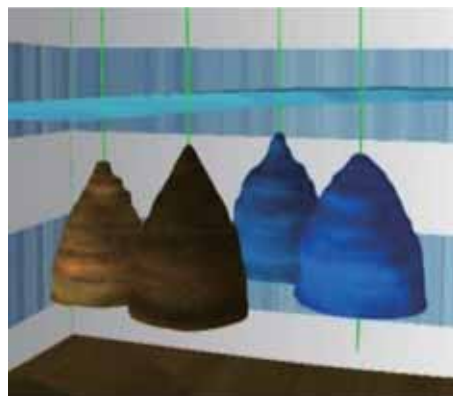
漏失井固井工艺 根据实钻资料、测井数据和水力学计算，确定地层承压能力和漏层位置，严格控制下套管速度，合理设计环空工作液密度和长度；钻井过程中使用酸溶性可固结材料等堵漏材料封堵漏层，提高地层承压能力，为固井创造良好条件；存在较大井漏风险时，采用正注反挤工艺保证固井施工安全；通过注水泥过程模拟确定影响胶结质量的主要因素，为固井设计提供指导。

2.5 盐膏层固井技术

盐膏层固井技术主要包括：抗盐水泥浆及配套盐膏层固井工艺，主要解决盐膏层对水泥浆性能的不良影响和盐膏层溶蚀造成的水泥环胶结不良等问题。

抗盐水泥浆 开发了 BCF-200L、BCF-200S 等抗盐外加剂，能够使水泥浆在含盐条件下不絮凝、不发生超缓凝，整体性能保持稳定。耐盐可达饱和，适用温度范围 30 ~ 190℃，适用于盐水层、盐岩层、盐膏层、碱层及盐穴型储气库等固井作业。

盐膏层固工艺 采用饱和或半饱和盐水水泥浆固井，避免盐膏层溶蚀。通过计算机模拟确定适宜的施工参数，选择适宜的含盐前置液体系，提高井径不规则条件下的顶替效率。



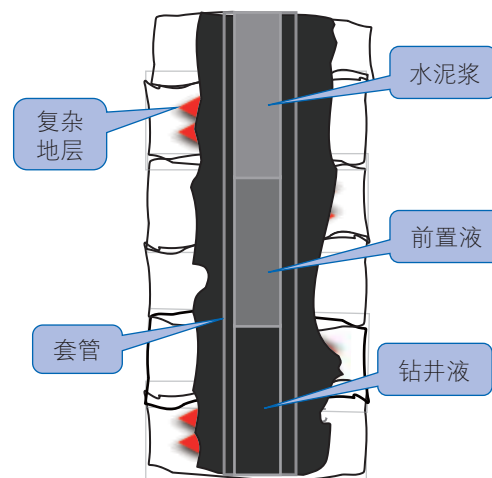
金坛盐穴型储气库固井

2.6 水平井固井技术

水平井固井技术主要包括：前置液技术、增韧防窜水泥浆、套管扶正技术以及模拟顶替技术，解决岩屑沉床、管柱居中困难、油基钻井液影响界面胶结质量和水泥环完整性要求高等难题，满足后续储层改造需要。

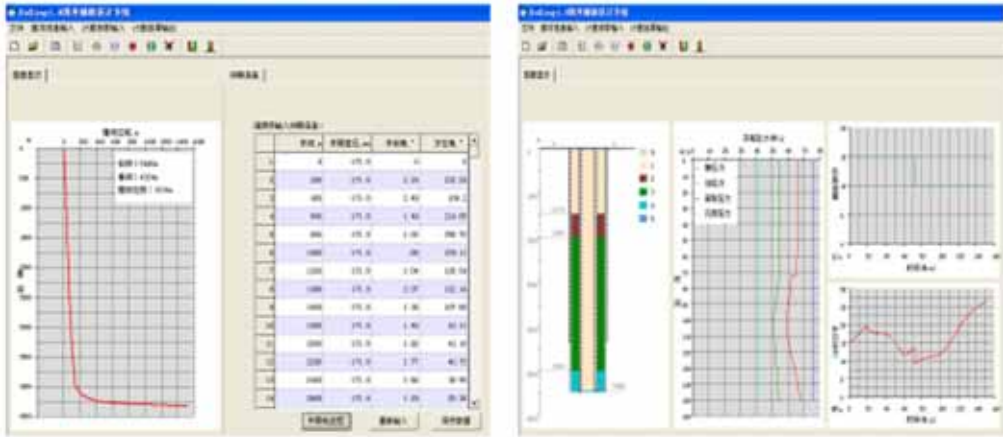
前置液技术 开发了 BCS 前置液体系。BCS-110L 冲洗液具有较强的渗透作用和洗油特性，有利于滤饼清除和钻井液驱替，对油基钻井液实现界面反转，改善胶结。BCS-040S 隔离液具有较强的隔离作用和悬浮稳定性，与钻井液和水泥浆有良好的相容性。前置液具有良好的流变性能，易于达到紊流。适用温度为 20 ~ 180℃。

增韧防窜水泥浆 开发了 BCG-300S 增韧防窜剂，是一种具有胶乳特性的柔性聚合物树脂。在水泥浆中形成柔性胶束体，抑制渗透，产生微膨胀，防止流体侵入，提高水泥石韧性，显著改善水泥石的力学性能。适用温度范围为 30 ~ 150℃，适用于定向井、水平井等特殊工艺井及天然气井固井作业。



注水泥在环空中的浆柱结构

水平井固井工艺 主要包括：模拟顶替技术、套管扶正技术和套管漂浮技术。开发了固井设计模拟软件，对套管居中度 and 固井顶替过程进行优化设计，确定套管扶正器类型及安装位置，优化施工参数，预测施工风险和评估顶替效果。



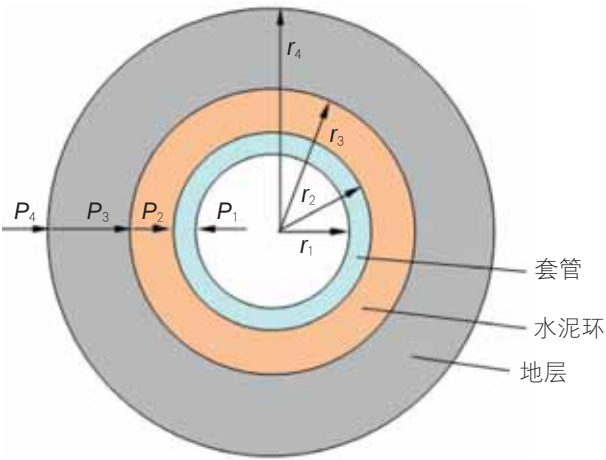
软件模拟顶替过程

2.7 储气库固井技术

储气库固井技术包括：胶乳防窜水泥浆、弹性水泥、自愈合水泥、抗盐水泥浆等水泥浆技术和水泥环失效评价技术、提高顶替效率分析、注水泥过程模拟等固井工艺，主要解决储气库井注采过程中井筒压力交替变化引起的水泥环密封失效问题。

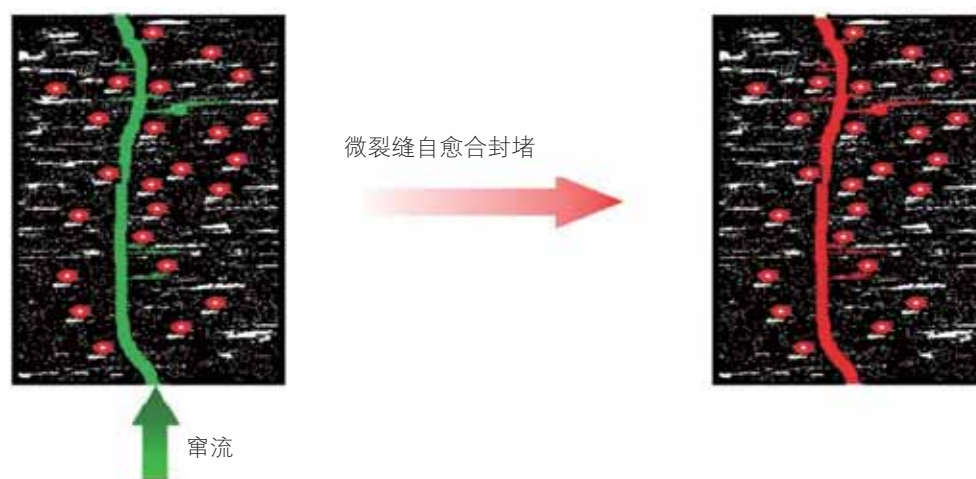
水泥环失效评价技术 通过建立井下水泥环应力分析力学模型，定量评价水泥环在管柱内压交替变化下的完整性，提出储气库固井水泥石力学性能指标要求，指导固井水泥浆设计。

弹性水泥 开发了 BCE-310S 弹性增韧材料，在同等应力状态下提高水泥石的变形能力，具有较低的杨氏模量和较高的泊松比，在交变应力下保持密封完整性。适用温度为 30 ~ 150℃。

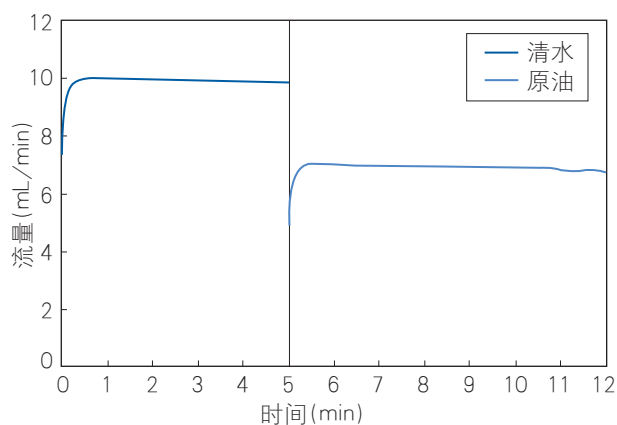


平面应变模型示意图

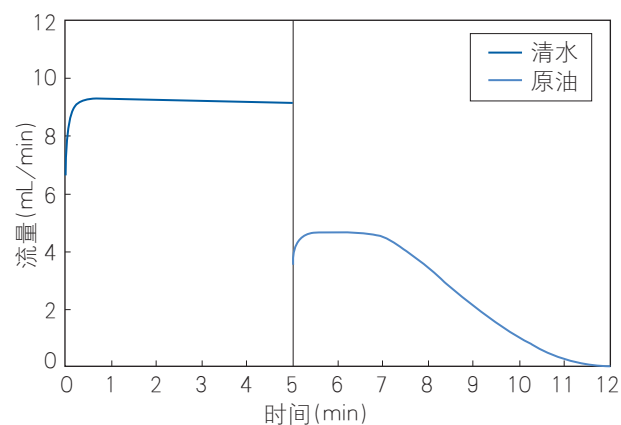
自愈合水泥 开发了 BCY-200S 自愈合剂，遇油气发生吸附溶胀，封堵水泥环裂缝，起到自愈合作用，阻止流体进一步窜流。适用温度为 $30 \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，适用于油气井、储气库井的固井作业，有效避免井口冒气，消除环空带压问题。



自愈合作用过程示意图



常规水泥石产生微裂缝后渗流情况



掺有 5% 修复剂水泥石产生微裂缝后渗流情况

储气库固井工艺 包括盐穴型储气库固井工艺和枯竭型储气库固井工艺。

3

典型案例

3.1 深井固井技术解决大港黄骅凹陷高温小间隙固井问题

新港 1 井是黄骅凹陷新港潜山构造带的一口重点风险探井。五开采用 $\phi 152.4\text{mm}$ 钻头，下入 $\phi 127\text{mm}$ 尾管至 6714m，悬挂器位置 6246m。该井段环空间隙小（悬挂器处间隙仅 3.42mm），限制了循环排量，井下沉积砂不易携出；井底静止温度高达 190°C 。针对上述难点，固井施工前对钻井液进行调整并采取通井措施，为提高顶替效率，引入前置液体系，保证前置液紊流接触时间 $\geq 5\text{min}$ ，采用了 BCR-300L 高温水泥浆体系，解决了高温难题；固井施工采用合理的注水泥和顶替排量。施工顺利，测井显示固井质量优良。



3.2 天然气井固井技术为加快川渝地区天然气工业基地建设提供有力支撑

龙岗 62 井是四川盆地川北坳陷仪陇—平昌构造带龙岗构造上的一口预探井，五开用 $\phi 190.5\text{mm}$ 钻头，完钻井深 6353.00m，下 $\phi 168.3\text{mm}$ 套管封固 3400.00 ~ 6353.00m 井。该井裸眼段长，井漏和气窜风险共存；存在大段膏盐层，易发生井眼缩径，影响套管下放；环空间隙小，岩屑不易清除；井底温度高、温差大，要求水泥浆体系防窜和满足大温差需求。针对以上难点，采取模拟套管刚度钻具组合反复通井，确保套管安全下入；优选高效冲洗型前置液体系，防止接触液相互污染；采用胶乳防窜剂，提高防窜能力；优选大温差缓凝剂，确保悬挂器位置水泥石强度发展。施工顺利，水泥胶结质量测井显示合格率为 83.7%，优质率为 49.5%。投产后，该井获日产 $98.22 \times 10^4\text{m}^3$ 高产工业性气流，无阻流量达 $759.18 \times 10^4\text{m}^3$ 。



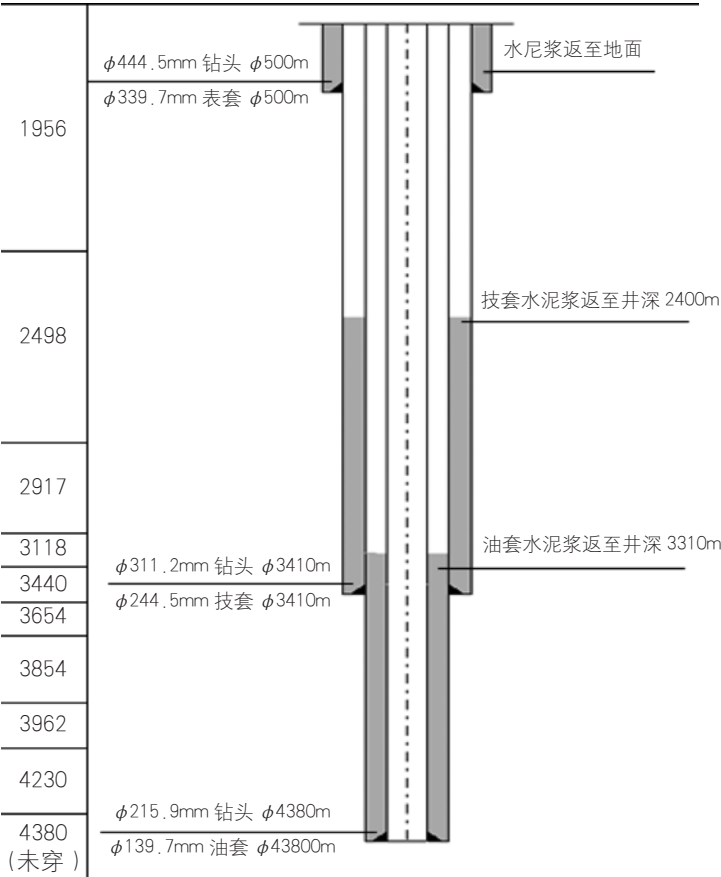
3.3 酸性气藏固井技术破解松辽盆地高含 CO₂ 井固井难题

长深 10 井位于松辽盆地南部长岭断陷乾安注陷带新立火山岩顶面构造，四开采用 $\phi 139.7\text{mm}$ 油层套管下深至 5610m。封固段地层内高含 CO₂（含量高达 90% 以上）；目的层多和压力复杂，易气窜和漏失；井底静止温度高（达 194℃）。该井在固井前进行了承压试验，明确了地层压力和漏失层位，采用双级双凝固井工艺（分级箍位置 2900m），一级固井采用密度为 1.82g/cm³ 的双凝 BCE-750S 耐腐蚀水泥浆体系，二级固井采用领浆密度为 1.60g/cm³ 高强度低密度水泥浆。封固段优质率达到 85%，该井投产 5 年以来，无异常发生。



3.4 漏失井固井技术成功应用于准格尔盆地金龙 2 区块的易漏失井固井作业

金 219 井位于准噶尔盆地西部隆起中拐凸起东斜坡带金龙 2 井区块，中完井深 3400m，技术套管下深 3397m。该井封固段存在安全密度窗口窄（0.2g/cm³ 左右），下套管和注水泥过程中漏失风险大。采用三压力预测技术，通井到底后，泵入加重钻井液模拟固井过程液柱压力，确保固井施工安全；采用封堵型冲洗液在提高顶替效率的同时确保井底安全；采用双密度双凝水泥浆固井，尾浆为 1.90g/cm³ 胶乳水泥浆，领浆为低密度高强度水泥浆，保证合理的环空液柱压力，通过模拟软件确定最佳施工参数。施工顺利，未发生漏失，72h 声幅测井表明封固段全部优质。



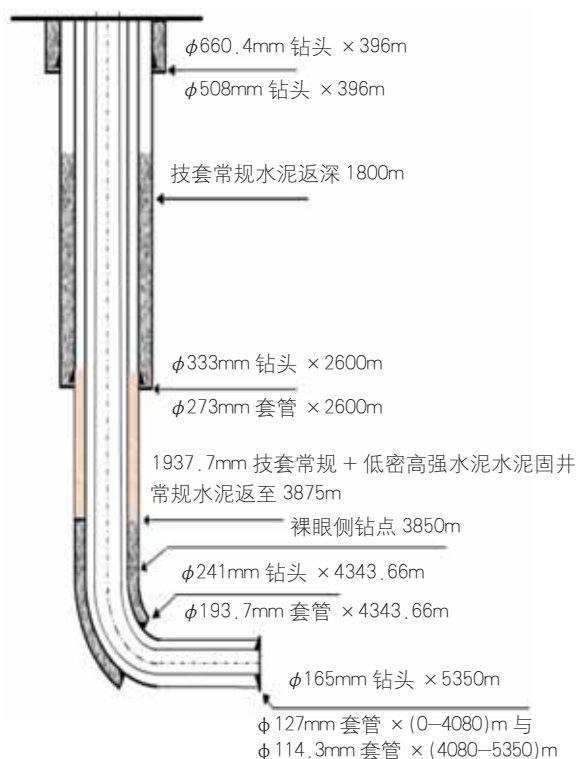
3.5 盐膏层固井技术提高哈萨克斯坦肯基亚克盐下油气藏固井质量

肯基亚克盐下油气藏位于哈萨克斯坦滨里海盆地的东缘构造带,属盐下石炭系油藏构造,埋深4500m左右,存在厚达3000m的大段盐膏层,破裂压力系数为2.0,地层压力系数1.94。钻井采用饱和盐水钻井液,密度高达 $1.98\text{g}/\text{cm}^3$,黏度高,顶替困难;密度窗口窄,后效活跃,易喷易漏,固井后存在环空带压隐患。该区块的固井采用了 $1.98\text{g}/\text{cm}^3$ 加重隔离液体系和 $2.01\text{g}/\text{cm}^3$ 饱和盐水胶乳水泥浆体系,施工顺利,封固段固井质量优质率达到70%以上,有效解决了大段盐膏层和气窜的固井问题。

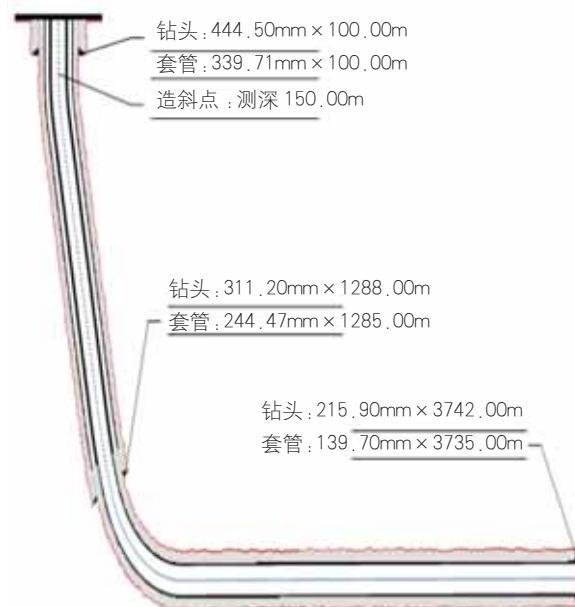


3.6 水平井固井技术应用于致密砂岩油气开发,满足后续储层改造需要

吉4H井是吐哈盆地台北凹陷鄯善弧的一口致密砂岩气水平井,也是国家致密砂岩气项目重点示范井。四开完钻井深5350m,垂深4331m,水平段长1005m,165mm井眼,水平段套管尺寸114.3mm,水平段钻进采用乳化原油聚磺体系钻井液(含油5%)。目的层为侏罗系下统的三工河组,采用压裂滑套加固井的方法完井,分十段压裂投产,压力80MPa。该井进行了地层漏失压力试验,原钻具通井,水平段每根套管安放一只扶正器,固井前对钻井液进行降粘处理,泵入BCS-010L洗油冲洗液 10m^3 ,密度 $1.50\text{g}/\text{cm}^3$ 的低密高强领浆 16m^3 ,高性能胶乳水泥浆尾浆 18m^3 ,在上部井段替入盐水,顶替时在水平段替入清水,并采用双凝胶乳水泥浆一次上返,成功封固2900~5350m井段。现场固井过程井口压力、返出排量正常,未出现井壁失稳问题,后期压裂施工过程井口压力稳定,地层起裂压力80MPa,延伸破裂压力达到60MPa。



固平 28-21 井位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡, 三开采用 $\phi 215.9\text{mm}$ 钻头, 完钻井深 3765m, 垂深 1490.88m, 水平段长 2006m, 下入 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管全井封固。该井位垂比达 1.70, 下套管难度大; 水平段长, 岩屑床清洁难度大, 套管居中度、顶替效率不易保证; 超前注水对浆体防窜性能要求高; 多级射孔和压裂对水泥环完整性要求高。针对以上难点, 采用原钻具和模拟套管刚度钻具组合相结合的通井方式, 使用漂浮接箍和两根套管安放一只刚性滚轮扶正器相结合的套管下放技术; 通井过程和下套管过程中及时循环井下钻井液、实时扫除沉砂; 采用高效冲洗液, 改善界面胶结; 1400m 以下采用增韧防窜水泥浆体系。施工顺利, 水平段胶结质量达到预期。后期先后完成 18 段 66 簇压裂, 其单井改造段数、簇数均创国内同工艺之最。该井投产第一个月平均日产油 25.5t, 创造了鄂尔多斯盆地致密油水平井单井产量最高纪录。



3.7 储气库固井技术保障了辽河盆地双 6 枯竭型储气库井固井质量

双 6 地下储气库位于辽河盆地西部凹陷双台子断裂背斜带, 属于枯竭型储气库。储层压力系数低 (0.2 ~ 0.4), 易漏失。244.5mm 技术套管下深 2600m, 水泥返至地面, 固井采用连续式双级固井, 目的层采用 177.8mm 套管复合筛管方式。针对上述情况, 水泥浆采用常规密度胶乳防窜增韧水泥浆结合 $1.35\text{g}/\text{cm}^3$ 密度高强度低密度水泥浆的双密度水泥浆体系, 增强防气窜能力和降低水泥浆液柱压力, 防止施工过程中水泥浆漏失。通过对固井水泥环完整性评价, 在储气库运行环境下, 胶乳防窜增韧水泥石最高可承受套管内压 82MPa, 高于该储气库水泥环最低需可承受的套管内压 28.8MPa。施工安全顺利, 测井显示, 技术套管及油层套管固井质量均达到优质封固效果。



4

科研装备

中国石油设有钻井工程重点实验室固井技术研究室，包括固井基础理论与工艺、水泥浆外加剂、特种水泥、化学合成和综合性能评价 5 大功能实验室。实验室拥有先进、齐备的水泥石机械性能分析仪、静胶凝强度分析仪、气窜评价仪等共计 140 台套测试仪器，自主研发设备 5 套，具备开展各类油井水泥性能模拟测试、评价以及外加剂的研发、评价的综合能力。



水泥石机械性能分析仪



静胶凝强度分析仪



水泥石腐蚀测定仪



实验室

5 资质标准

通过了 API Q1 质量管理体系和长城质量管理体系认证，制定 30 余项技术标准，获国家级及省部级重点新产品 13 项。获得国家授权专利 10 项。



专利

序号	专利名称	专利号	类别
1	油井注水泥用隔离液	200610089273.3	发明
2	一种油井水泥缓凝剂	200710120344.6	发明
3	一种油气田固井水泥浆专用改性丁苯胶乳的合成方法	200810167189.8	发明
4	一种油井水泥降失水剂	200810226689.4	发明
5	一种油井水泥高温缓凝剂	200910086737.9	发明
6	一种适用于大温差固井水泥浆体系	201010620812.8	发明
7	一种油井水泥缓凝剂及其制备方法	201010214915.4	发明
8	一种油井水泥中温缓凝剂	201010251853.4	发明
9	能耐 CO ₂ 腐蚀的固井用水泥	201110297635.9	发明
10	水泥浆堵漏模拟试验装置	z1200520119105.5	实用新型

6

专家团队



屈建省

教授级高级工程师，主要从事复杂天然气井固井技术研究与应用。重点研究高温、高压、天然气井固井技术，获国家级科技进步奖 1 项，省部级科技进步奖 9 项，获专利 4 项，发表论文 20 余篇。

电话：010-63593332

Email：qujs.cpoec@cnpc.com.cn



刘硕琼

教授级高级工程师，从事石油天然气钻井、固井技术、固井方案设计。对气井固井有独特的研究与应用经验，获省部级科技进步奖 10 项，获专利 2 项，发表论文 20 余篇。

电话：010-52781751

Email：qliushuoqiongdr@cnpc.com.cn



高永会

高级工程师，从事复杂油气井、特殊工艺井固井研究与应用。在高温井、水平井、漏喷同层井以及气井的固井技术研究与应用具有扎实的基础和丰富的实践经验。获省部级科技进步奖 11 项，获专利 4 项，发表论文 40 余篇。

电话：022-66310317

Email：gaoyh@cnpc.com.cn

**谢承斌**

高级工程师，从事高温高压油气藏固井技术研发与应用。在气井、含盐井、漏失井等固井技术方面具有较强的研究业绩和应用经验，获省部级科技进步奖 5 项，获专利 2 项，发表论文 10 篇。
电话：022-66310325
Email：xiecb@cnpc.com.cn

**吴达华**

高级工程师，从事钻井液转化固井液技术研究与应用。在气井、高温井以及提高固井水泥胶结质量的固井技术方面具有丰富的研究和应用经验，获省部级科技进步奖 4 项，获专利 2 项，发表论文 30 篇。
电话：010-63593235
Email：wudh@cnpc.com.cn

**谭文礼**

高级工程师，从事防腐蚀水泥及前置液研究与应用。在酸性气井、高温高压井以及提高顶替效果的固井技术方面具有较丰富的研究和实践经验，获省部级科技进步奖 7 项，获专利 4 项，发表论文 20 余篇。
电话：022-66310273
Email：tanwl@cnpc.com.cn

**刘爱萍**

高级工程师，从事固井工艺研究与应用。在漏失井、高压井以及固井工艺方法的固井技术方面具有较丰富的研究和应用经验，获省部级科技进步奖 1 项，发表论文 20 余篇。
电话：022-66310285
Email：lap@cnpc.com.cn



联系人：刁顺 先生
电 话：86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun
Tel: 86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn



