



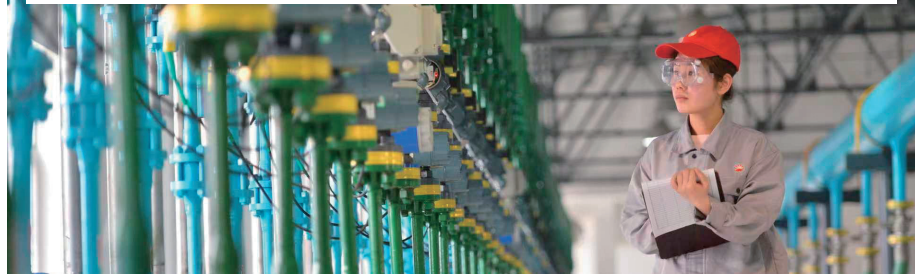
石油深藏在千米地下岩石的微小孔隙中,有的孔隙大小甚至不到头发丝的百分之一。作为不可再生战略资源,提高原油采收率是油田开发永恒的主题。

大庆油田创新发展化学驱油理论,形成了系列化学驱大幅度提高采收率技术,使我国成为世界上首个大规模工业化应用该技术的国家——该系列研究成果助力大庆主体油田采收率突破60%,创造了世界同类型油田开发奇迹。

“化学驱”：刷新老油田采油成绩单

□ 讲述人 程杰成

石油是现代工业的重要能源和原料,被誉为“黑金”。它深藏于千米地下,储存在岩石的微小孔隙中,开采难度极大。在石油领域,“一次采油”是靠地层压力形成的自喷采油,“二次采油”是向油层注水把油“挤”出来,“三次采油”就是在二次采油基础上向地下注入化学剂溶液和热流体等驱替物质,把单靠注水无法采出的油“驱洗”出来,从而大幅度提高原油采收率。采收率越高,采出的油就越多。



油田员工正在进行巡检 (受访单位供图)

水驱原油采收率已近极限

世界陆相砂岩油田开发实践表明,水驱开采最终仅能采出原始地质储量的30%左右。我国多数老油田采出程度超28%,接近水驱开发极限。大庆油田属于陆相砂岩油田的典型代表,已进入高含水、高采出程度开发后期,亟须发展新技术大幅度提高原油采收率,延长老油田生命周期。

为此,大庆油田化学驱油技术研发团队把“突围”方向瞄准了“化学驱”。

作为提高原油采收率的重要手段,化学驱油技术的核心就像给注入水配了套高效清洁工具——往水里加入化学剂后,

这些“工具”能将水驱“够不着”的原油“赶出来”,还能把水“扫过却没带出来”的原油“彻底清扫”,把原本藏在角落的“宝藏”全挖出来,最终让原油采收率实现大幅度提高。

然而,这项技术的理论和工程化难度极大,长期停留在室内和小型试验阶段。曾有外国专家断言,聚合物驱(化学驱油方式之一)只能比水驱提高采收率2%至5%。面对大庆油田逐渐步入高含水开发阶段的现实,如何进一步提高采收率,延长油田寿命,成为摆在我们面前的一道难题。

助力大庆主体油田采收率突破60%

1983年,在聚合物驱的“寒冬”季节,我加入了大庆油田勘探开发研究院。那时,聚合物驱研究组仅有5人,但大家都坚信化学驱能够大幅度提高原油采收率,可为油田的高效接续发展闯出一条新路。

在那段激情燃烧的岁月里,团队创新提出了聚合物黏弹性驱油理论,形成了聚合物与油层匹配原理,并研发出工业应用配套技术,建立世界首个工业化技术体系。

1996年,大庆油田开始大规模工业化高效应用聚合物驱油技术,采收率比水驱提高了10%以上。对大庆油田来说,采收率每提高1%,就相当于增加6000万吨的原油产量;如果提高5%,就相当于找到了10亿吨地质储量的大油田。

我们的脚步并未就此停歇,作为聚合物驱的“升级版”,三元复合驱具有更强的驱油“魔力”。面对法国专家“大庆油田原油酸

值太低,三元复合驱不适用”的论断,我们也并未放弃,反而铆足了劲儿地研究。最终,我们创新发展了低酸值原油三元复合驱理论,并以此为基础,全力完善配套复合驱技术,创建了完整的工程技术体系。

其间,我们“挑战不可能”——自主研发高效表面活性剂,填补了国内空白,其综合性能优于国外产品,成本却降低了40%。

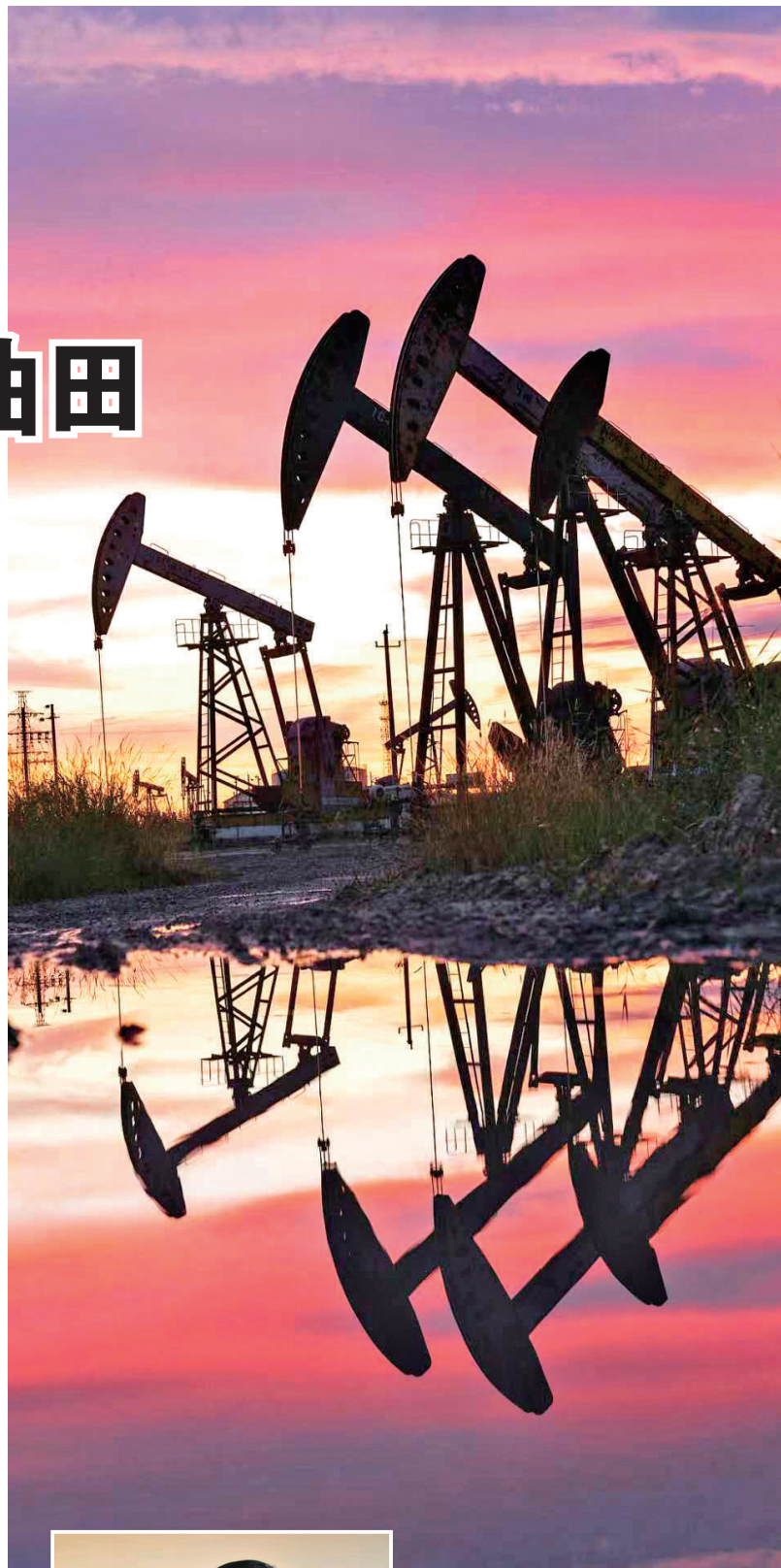
2014年,三元复合驱技术在大庆油田推广,使我国成为世界上首个大规模工业化应用该技术的国家。经过实践检验,原油采收率比水驱提高20%以上,比聚合物驱增加10%。

截至2025年5月,我国大庆油田化学驱累计生产原油3.244亿吨,占历史总产量的12%,助力大庆主体油田采收率突破60%——相当于可采储量翻一番,较国外同类油田平均高20%。

开创世界四次采油的先河

目前,大庆油田化学驱油技术已经站在世界水平的“制高点”,但我们还在向更高的水平攀登。

聚驱后的剩余油高度分散,进一步开发相当于在水中找油、水中捞油,是油田开发的世界级难题。我们从剩余油分布



认识程杰成

程杰成,1962年生于黑龙江省,中国工程院院士,油气田开发工程专家,中国石油大庆油田有限责任公司首席技术专家,国家能源陆相砂岩老油田持续开采研发中心主任。他长期致力于大幅度提高原油采收率技术研究和工程实践,在化学驱提高采收率方面取得系列创新性成果。2024年,他带领的团队获得“国家卓越工程师团队”称号。

及形成机理入手,研发出“堵、调、驱”相结合高效驱油技术,现场试验提高采收率首次突破12%大关,开创了世界四次采油的先河。

国内适合化学驱的地质储量超100亿吨,预计可增加可采储量10亿吨以上,相当于我国5年的原油产量,这既可以保障国家能源战略安全,又可以显著提升我国油田开发技术的国际影响力和竞争力。

作为我国老油田的典型代表,大庆油田已进入“后油藏、非常规”

开发阶段,对提高采收率技术提出了更高要求。未来,提高采收率技术将朝着多元化方向发展,我们将继续弘扬大庆精神、铁人精神,在创新攻关的道路上笃定前行,筑牢祖国能源安全基石。

(科普时报记者朱虹采访整理)

责编:吴琼
美编:澜雅

►扫描二维码
看视频

