



气举采油技术

■ 2011 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部



中国石油拥有一批具有自主知识产权的气举特色技术，致力于为石油工业提供完整的气举技术解决方案与服务。



目 录

简介	3
特色技术	4
典型案例	13
科研装备	15
资质与标准	16
专家团队	17



中国石油

中国石油天然气集团公司是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,下设上游 17 家、下游 33 家、销售 36 家大型企业。作为中国境内最大的原油天然气生产、供应商和最大的炼油化工产品生产、供应商,中国石油天然气集团 2010 年国内生产原油 10500 万吨,生产天然气 725 亿立方米,加工原油 1.35 亿吨,全年实现营业收入 1.72 万亿元,实现利润 1727 亿元,实现利润在国内企业中位居榜首。

美国《财富》杂志 2010 年度全球 500 强公

司排名中,中国石油天然气集团公司居第 10 位,在全球 50 家大石油公司中位居第 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,坚持推进科技进步,实施技术创新,以全面提升技术创新能力为主线,以解决制约主营业务发展的重大瓶颈技术为重点,不断完善技术创新体系,优化科技资源配置,强化科技人才队伍建设,技术创新能力大幅度提升,技术实力显著增强,取得了一大批高水平,具有自主知识产权的创新成果。

气举采油技术 (GLR) 就是具有代表性的重大创新成果之一。

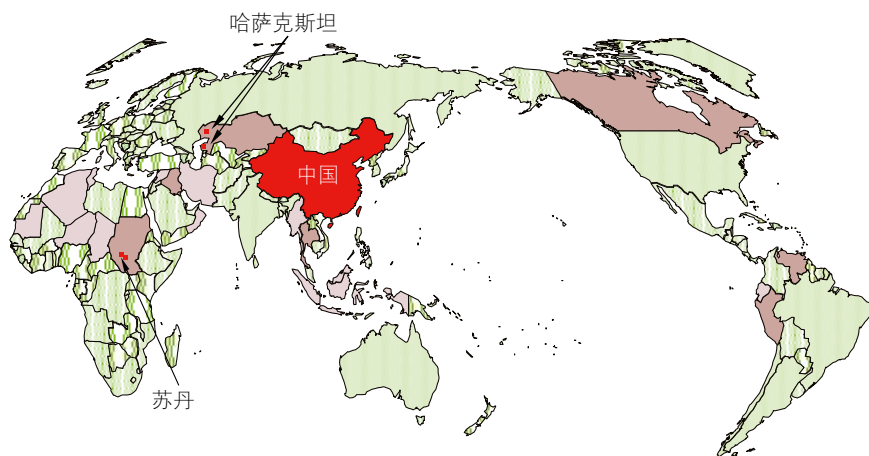
奉献能源 创造和谐

1 简介

中国石油可提供气举专业技术完整解决方案的机构，拥有一批优秀的专业技术人才，并配套成熟的气举工具与设备，可提供全套优质的气举采油技术服务。

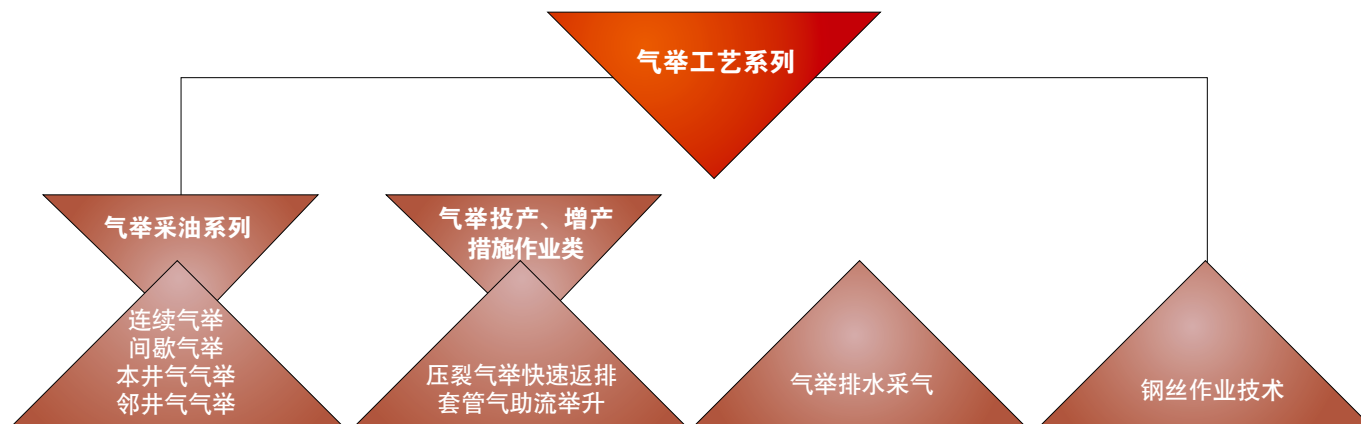
中国石油在气举采油方面积累了丰富的经验，可提供从气举采油工程方案编制、气举优化设计、工具的生产、调试及检测到气举故障诊断、气举完井及生产管理等全套服务。

自 1991 年以来，中国石油建立健全了质量与标准体系，形成了 8 个成熟的气举技术系列 29 项特色技术，开发了与三种规格生产管柱相配套的 5 大类 48 种 97 个规格的气举工具。各项技术的性能指标在同类产品中达到国际先进水平。



这些技术已在中国的吐哈油田等十个油田，以及国外哈萨克斯坦和苏丹两个服务市场得到了广泛的应用。其中在让那若尔油田的应用规模已达到 245 口井，成为世界陆上单个油藏规模最大的气举整装油田，年产油 220 万吨，自 2001 年以来，累计增产 281 万吨。

气举工艺技术系列



2

特色技术

(一) 气举采油技术系列

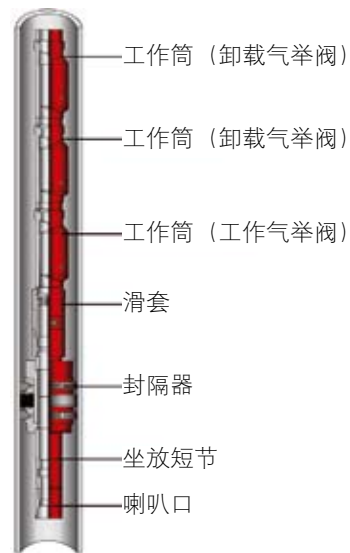
连续气举采油工艺

连续气举采油是把一定量的高压天然气通过油套环空经气举阀连续不断地注入油管，在油管内与井液充分混合后形成混合流体，从而降低井液密度，在较低的井底压力条件下将混合井液举出，达到举升采油的目的。

中国石油的连续气举采油配套形成了：

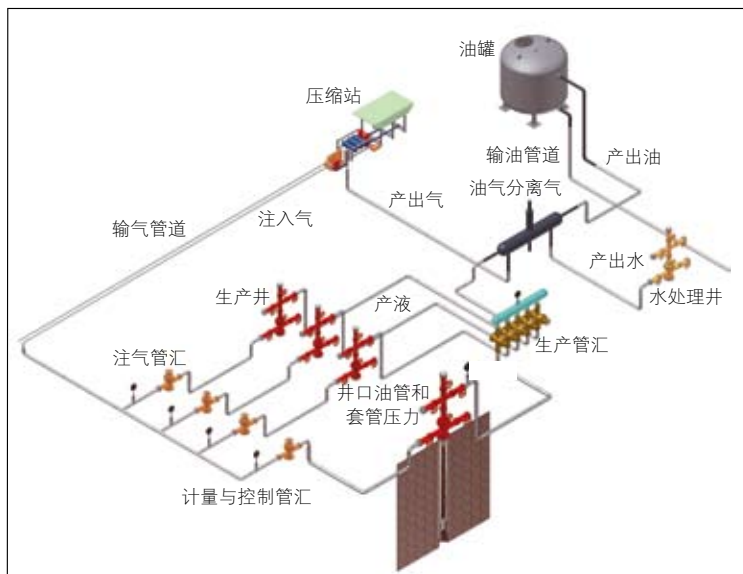
- 气举采油工程方案编制技术
- 气举井优化设计
- 工况诊断
- 生产管理技术
- 配套井下工具
- 气举系统优化

连续气举的特点是：(1) 适用产量范围广 (20 ~ 3180t/d)，在地面可实现产量



连续气举采油完井管柱示意图

调节；(2) 适应环境能力强，不受砂、气、井斜以及恶劣的地表环境等因素的影响；(3) 操作简单，易实现集中化和自动化管理，运行成本低。

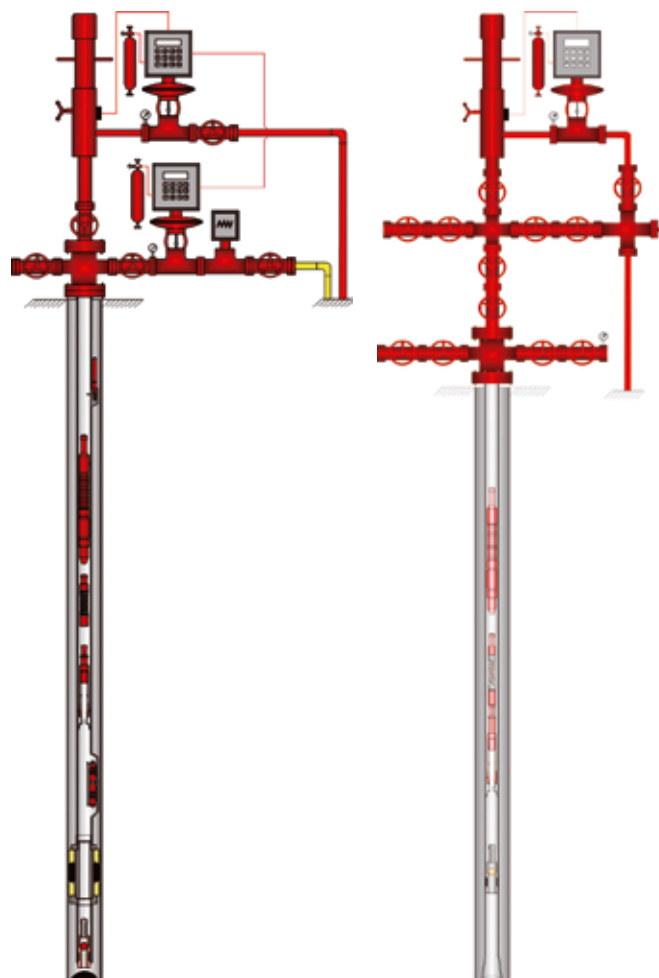


气举采油系统流程示意图

柱塞气举采油技术

柱塞气举技术是间歇气举采油技术的一种。它是以井下柱塞作为气液界面，通过间歇性地注入高压气体推动油管内柱塞及柱塞上部井液到达地面，进行油气井生产的一种机械采油方式。柱塞在被举升液体和高压气之间起分隔作用，以减小气相和液相的滑脱损失，从而提高气举的举升效率，主要用于低产、低压气举井。根据气源的不同，可分为外加气源柱塞气举和本井气柱塞气举。

柱塞气举技术有很多优点：(1) 井下工具可通过钢丝作业进行施工，简单易行；(2) 不起油管就可对柱塞进行检修，检修费用低。生产运行费用远远低于其它人工举升方式；(3) 柱塞的机械运动可以起到清防蜡效果；(4) 占地少，无污染，适于居民区和海上油田的开采。



外加气源柱塞气举管柱示意图 本井气柱塞气举管柱示意图

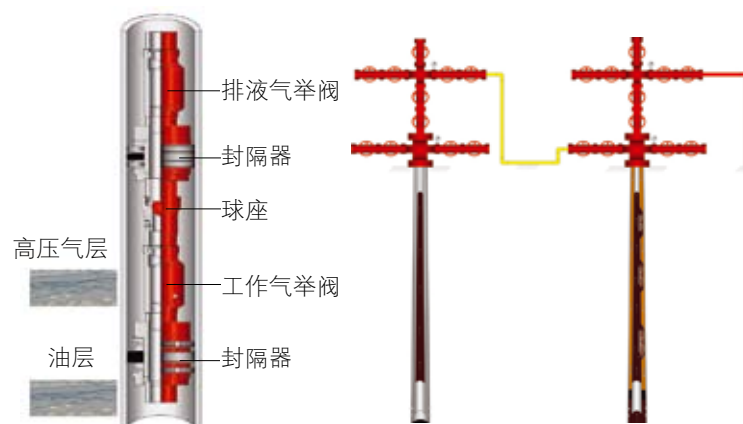
本井气气举采油技术

本井气气举采油是针对具备独立的油、气两套层系的油井进行气举开采的一种生产方式。该技术不需要外加高压气源，利用油井本身的高压气层进行气举开采油层。油井高压气层气体通过气举阀按合理配定气量连续不断的被注入油管与井液充分混合形成混合流体，从而降低了井液密度，达到举升采油的目的。该技术既可合理控制高压气层的产气量，又可达到开采油层的目的。

本井气气举采油的特点是 (1) 采油成本低；(2) 采用气举阀控制气层产量和压力，防止气层与油层开采产生的层间干扰，实现油气合采；(3) 满足孤立油井采油要求；(4) 完井管柱可实现测试、反循环和不压井作业。

邻井气气举采油技术

邻井气气举采油与连续气举采油的原理相同，不同点是：具备高压气井条件的区块，可采用高压气井替代压缩机作为气源进行连续气举生产，从而大幅度降低气举采油一次性投资。



本井气气举采油
完井管柱示意图

邻井气气举采油管柱示意图

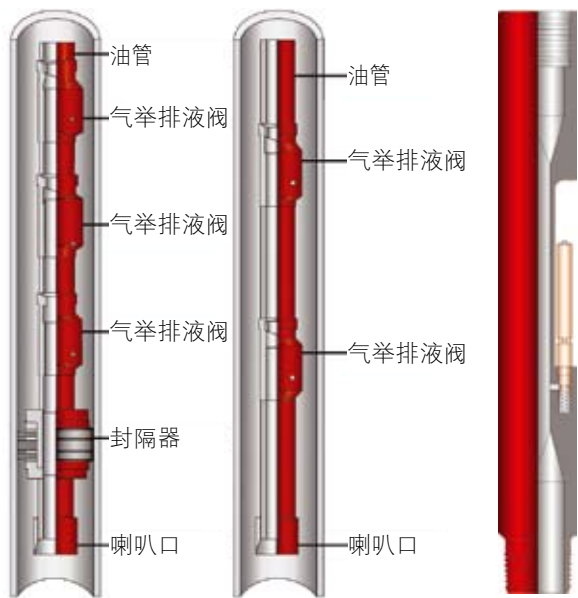


（二）气举技术的拓展应用

压裂气举快速返排技术

“压裂气举快速返排技术”是指在压裂管柱上配套高压气举工具，压裂施工结束后不起出压裂管柱，直接采用气举方式实现压裂液快速返排的一项技术，是压裂工艺和气举技术的结合。主要应用于地层压力维持水平较低的中低渗透油藏压裂后压裂液的返排。该技术能显著提高压裂液返排率，缩短排液时间，对强化压裂效果，提高油井有效利用率具有十分重要的意义。在该项技术中研发了三项专利产品，分别为：“油气田用双偏心固定式井下控制工具”、“油气田用整体式气举阀偏心安装筒”和“压裂排液作业的气举管柱”。

这项工艺的特点是：(1) 管柱承压能力可高达 105MPa；(2) 压裂后不动管柱即可实施快速返排，简化作业工序，缩短压裂液在地层的滞留时间，降低地层伤害；(3) 压裂液返排速度快，如内径 124mm 套管 3000m 井深全井返排时间约 7 小时；(4) 返排液量大，可一次性返排至井底；(5) 配套设备少，工艺简单可靠。



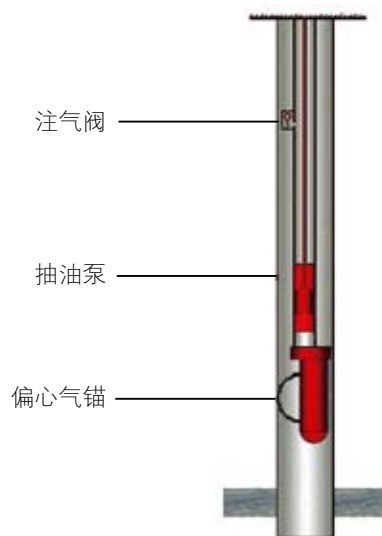
分层压裂返排管柱图 合层压裂返排管柱图 双偏心高压工作筒



套管气助流举升技术

该项技术主要是针对高气油比的有杆泵举升井，在油管的适当位置安装注气阀，配套防气工具使用。流体在进泵前，大部分气体通过气锚等防气工具被分离出来进入环空，聚集在环空中的气体通过注气阀从环空注入油管，可以降低注气点以上液柱压力梯度，从而达到降低泵排出压力和机、杆负荷，提高泵效的目的。另外，针对部分存在套喷现象的抽油井，将注气点安装在结蜡点以下还可以防止套管结蜡，能有效延长油井的热洗周期，提高生产时效，从而达到增产目的。

使用该项技术特点：(1) 降低泵排出压力，有利于抽油泵内气体的及时排出，提高泵的容积效率达 10% 左右；(2) 减小液柱载荷、降低冲程损失 $1/3 \sim 2/3$ ；(3) 防止油井生产时套喷及套管结蜡，延长杆、泵寿命，减小泵的漏失；(4) 在一定条件下可进一步加深泵挂，降低井底流压达到增产的目的，产量一般可提高 20% ~ 30%；(5) 即使出现注不进气或注气阀堵塞现象，油井仍然可以正常生产。



套管气助流举升技术原理示意图





(三) 气举在气井排水中的应用

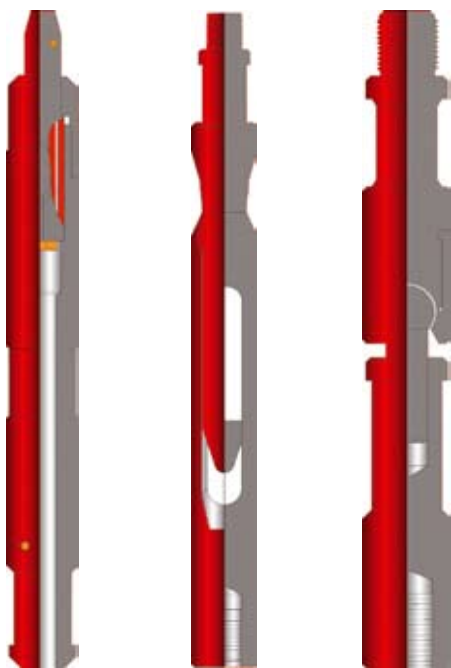
气举排水采气技术就是利用气举采油卸载原理排出气井井底的积水，从而降低气井井底流压，达到恢复气井正常生产或提高气井产量的目的。

该技术的主要特点是：(1) 可充分利用地层能量，实现气井排水后恢复自喷生产，有利于节约开采成本，可多次重复排水，易测取液面和压力资料。(2) 采用半封闭式气举管柱可避免注气压力对井底造成回压；(3) 装置设计、安装较简单，易于管理，经济投入较低。

(四) 钢丝作业技术

钢丝作业技术是指通过钢丝绞车从油管内下入钢丝作业工具进行井下作业的一种施工方式。可用于井下测试、井下气举阀、注气阀和配水器的投捞、柱塞气举工具及井下油嘴的投捞，井下控制滑套的开关、井下落物的打捞、井下事故的处理和预防及其它特殊作业。

钢丝作业是气举技术的辅助配套技术。由于气举管柱井下工具通径与油管一致，可通过钢丝作业实现产量调配、故障排除、生产数据测试等多项功能，具有操作简便、作业时间短、不伤害油层等诸多优点。吐哈气举技术中心已开发出满足 60.3mm、73mm 油管使用的钢丝作业 29 种工具。同时根据用户要求，可进行特殊尺寸工具的开发及服务。

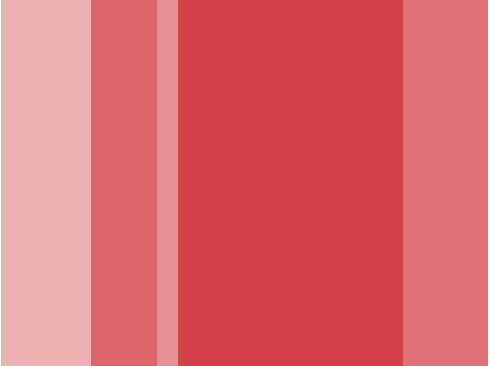


钢丝割刀

链式震击器

活动肘节

特色技术



典型专利介绍

1. 机械式坐封、解封的封隔器 (中国专利号: ZL99207783.4)

为了使承压能力不受解封力的限制, CNPC专门设计了这种采用机械方式坐封、解封的双向卡瓦封隔器。

2. 油气田用双偏心固定式井下控制工具 (中国专利号: ZL200320100404.5)

这是一种双偏心固定式井下控制工具。双偏心是指具有偏心过液孔和偏心过气孔。主要特点是采用双偏心结构节省了径向空间, 提高了工具的强度, 能满足套管内径小到 121mm 的油井作业。

3. 油气田用螺纹联结可投捞式偏心井下控制工具 (中国专利号: ZL200320127762.5)

本工具的作用是为气举阀等控制工具提供工作载体, 这些气举阀等控制工具可以在地面或井下被投放在本工具中或从其中捞出。工具没有焊缝, 耐腐蚀性能好。

4. 油气田用整体式气举阀偏心安装筒 (中国专利号: ZL200620001497.X)

为了满足酸化、压裂后的气举排液要求, 以及含硫化氢油气井对气举阀偏心安装筒要求, 专门设计了这种整体式气举阀偏心安装筒, 提高了工具耐高压能力, 同时也提高了工具抗硫化氢腐蚀的能力, 降低了氢脆产生的几率。



5. 油气田用循环滑套

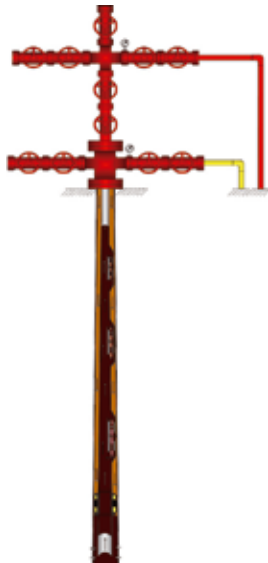
(中国专利号：ZL200620158759.3)

这是油气井气举完井管柱的核心配套工具之一。通过钢丝绞车下入专用移位工具可以实现其反复开关，从而沟通油套环空，为生产管柱提供循环通道。可用于压井或洗井；对于分层采油管柱，配合封隔器可进行分层开采。

6. 压裂排液作业的气举管柱

(中国专利号：ZL200620158616.2)

为了实现压裂后的气举排液，并进行连续气举采油生产，吐哈气举技术中心专门设计了这种管柱。该管柱承受压力高，排液速度快，不动管柱可实现连续气举生产。



压裂排液作业的气举管柱



3

典型案例



一、吐哈油田连续气举采油

于 1993 年 6 月和 1998 年 6 月，分别在鄯善油田、丘陵油田建成压缩机站两座，安装压缩机组 9 台，配气站 13 座，累计气举完井 326 井次。鄯善油田单井平均增产油量 21.5t/d ，油田累计增产油量 $40 \times 10^4\text{t}$ 。丘陵油田单井平均增产油量 11.6t/d ，气举区采油速度达 4%，实现了低渗透油田高效开发。

二、让那若尔油田连续气举采油

自 2001 年 10 月起，让那若尔油田已建成压缩机站 3 座，安装压缩机组 8 台，气举规模达到 245 口，成为世界陆上单个油藏规模最大的气举油田，年产油 $220 \times 10^4\text{t}$ 。单井平均增产 21.0t/d ，目前已累计增产 $281 \times 10^4\text{t}$ ，成为该油田主要的增产措施，保证了油田的高效、快速开发。

三、故障诊断与技术咨询

2005 年 9 月为中海油东海公司平湖油田气举采油井 A10 井进行了故障诊断及优化。经过故障诊断分析，并结合海上平台实际生产条件，提出了工艺参数优化和整改措施，实施后 A10 井产量由 $200\text{m}^3/\text{d}$ 提高到 $600\text{m}^3/\text{d}$ 。2007 年 7 月为冀东油田提供了气举技术咨询服务，并在先导试验中取得了良好效果。





四、 井气气举采油

针对让那若尔油田气举规模迅速扩大，地面工程建设相对滞后，吐哈气举技术中心开发了邻井气气举采油技术。一方面充分利用邻井高压气资源，另一方面减少地面设备投资。2002年以来共应用42井次，投产成功率100%，单井平均增产油量21.25t/d，相当于节约气举地面投资1700万元。为充分利用苏丹六区气藏能量，气举技术中心编制了邻井气气举采油工程方案，2007年现场实施2口井，单井平均增产243.3m³/d。

、气举 排技术

2003年5月该技术成功应用于塔河油田，在TK715井用于酸压后诱喷，施工最高压力达到94MPa，诱喷后该井油压12MPa，套压20MPa，日产油量在4mm油嘴控制下达到170t。

之后塔河油田将压裂气举快速返排技术作为油井酸压后的唯一排液方式，进行了全面推广应用。

2007年6月气举快速排液特色技术在玉门青西油田青2-44井应用成功，该井压裂后未能自喷，经过13小时的气举排液，返出液量115m³，返排率达85%后自喷生产，稳定产量140m³/d，实现了高效快速返排的目的。

、钢丝作业技术

从1993至2006年12月，在气举井和注水井投捞作业中应用400井次、1300阀次，成功率平均达到97.5%。在35MPa高压分层注气井配气阀投捞作业中投捞10阀次，投捞成功率100%。安装气井井下油嘴11井次，投捞成功率100%。事故处理55井次，打捞成功率95%。该技术已经在吐哈油田、哈萨克斯坦让那若尔油田等得到广泛的应用。

4

科研装备

气举模拟试验系统

气举模拟试验系统拥有的试验井和多种设备可以模拟气举采油工艺各个过程，可以进行气举配套工具性能及材料试验，为开展气举采油技术研究和试验提供了条件。



气举阀调试台



气举阀性能试验装置

气举阀调试台

气举阀调试台是气举采油工程的主要设备之一，主要用于气举阀的检验试验和调定压力等。

气举阀性能试验装置

通过试验系统装置可评价气举阀的性能，预测阀在井下的工作状况，以保证和提高气举阀的加工制造质量。将测试数据应用到现场生产中，可有效指导生产，提高气举采油工艺水平和气举系统生产效率。



5

资质与标准

企业资质

2000 年通过 ISO9001 质量体系认证，持续获 ISO9001 质量管理体系认证证书，具备了从事油田采油新工艺研究及产品提供的技术服务资格。

技术标准

在气举技术的研发过程中，引用了国内外公开发布的气举相关技术标准 60 多项，其中引用研究了 API 气举标准 7 项，生产的气举阀符合标准 API Spec 11V1 《气举阀、孔板、回流阀和平衡阀》要求，建立了符合 API Spec Q1-2003 《石油、石化和天然气工业质量纲要规范》的质量管理体系，实现了中心生产的气举产品与国际接轨。

研究配套的气举工艺设计、故障诊断、施工作业、排水采气工艺以及气举井下工具修理、检测试验和性能试验方法均符合相应的中国石油天然气行业标准；开发的防硫化氢气举产品符合 NACE MR0175 标准，可适应含 H_2S 和 CO_2 等腐蚀介质环境。



6

专家团队



雷 宇 高级工程师，吐哈石油工程技术研究院院长，1991 年从事气举采油技术研究工作，曾赴美国 Tulsa 大学接受气举采油技术培训，对吐哈油田的鄯善、丘陵油田应用气举采油开发做出了突出贡献。负责组织了 2 项国家级、2 项集团公司级气举项目的攻关研究，获省部级成果 5 项、国家专利 4 项和发表论文多篇。



王 强 高级工程师，吐哈石油工程技术研究院总工程师，1996 年从事机械采油技术研究及国外市场开发工作，主要负责气举采油实施方案编制及完井工具研制等项目。获省部级成果 4 项、国家专利 3 项和发表论文多篇。2001 年赴哈萨克斯坦让纳若尔油田负责开发气举采油技术服务市场，为开拓外部市场做出了突出贡献。



李 勇 高级工程师，吐哈石油工程技术研究院采油机械所所长，1988 年从事井下工具研发和组织科研项目研究，负责研发 40 余种井下工具，其中水力开关滑套、可取式封隔器等 8 项工具获得国家专利，连续多年被评为吐哈石油勘探开发指挥部技术专家。



王振松 高级工程师，现担任吐哈石油工程技术研究院中亚项目部主任工程师，1996 年从事机械采油技术研究及技术推广应用工作，曾赴哈萨克斯坦让纳若尔油田工作，并负责苏丹市场的开发，对拓展气举新技术应用领域发挥了重要作用。先后获得科技成果 10 余项，国家专利 4 项，连续多年被评为工程技术研究院科技标兵。



联系人：刁顺 先生
电 话：59986059
Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun
Tel: 59986059
Email: sdiao@cnpc.com.cn

