

采油过程中油井增产措施的优化与实践

赵 珺

大港油田第六采油厂 河北 沧州 061100

摘要: 采油中油井增产措施优化对提升产量至关重要。影响油井产量的因素多样,包括地质、油藏特性与开采技术等。常见增产措施有酸化、压裂、堵水及热力采油等,各有其原理和应用场景。为提高增产效果,需优化措施选择与施工参数。措施选择应基于油藏工程分析与经济评价,施工参数优化则需针对具体施工环节调整关键参数,以此有效提高油井产量,推动油藏高效开发。

关键词: 油井产量因素;油井增产措施;优化与实践

引言

在石油开采进程中,油井产量是评估油田开发效益的核心指标。当油田开发步入中后期,油井产量呈下降趋势,提升油井产量成为当务之急。油井增产措施是提高产量的关键途径,其成效关乎油田整体开发效益。鉴于不同油藏条件与开采阶段适配不同增产措施,且措施效果受多重因素制约,对油井增产措施进行优化与实践研究,对提高产量、延长油田开发周期意义重大。本文将深入剖析影响产量的因素,探讨增产措施原理与应用,并提出优化策略。

1 影响油井产量的因素

1.1 地质因素

储层渗透率作为衡量储层岩石允许流体通过能力的核心指标,对油井产量起着决定性作用。高渗透率的储层,其内部孔隙结构发育良好,孔隙连通性佳,油流在其中的流动阻力小,能够较为顺畅地从油藏流向井筒,使得油井产量相对较高^[1]。低渗透率的储层,孔隙细小且连通性差,油流通过时受到较大阻碍,导致油井产量受限。油层厚度也是影响油井产量的重要因素。油层厚度越大,意味着储油空间越大,储油量相对越多。在其他条件相同的情况下,油井能够开采的原油量也就越多,潜在产量自然更高。厚油层能够为油井提供更充足的油源,保障油井的持续稳定生产。地层倾角对油井产量的影响也不容忽视。地层倾角会影响油在储层中的流动方向和重力作用效果。当地层倾角处于适当范围时,重力作用能够促进油的自然流动,使油更容易沿着地层倾向向井筒聚集,从而提高油井产量。如果地层倾角过大,可能会导致油流分布不均匀,部分区域的油难以有效流向井筒;而过小的倾角则可能使重力作用效果不明显,油流动力不足,同样会影响油井的开采效果和产量。地质构造的复杂性、储层的非均质性等也会对油井产量产

生影响。复杂的地质构造可能导致油流通道的不规则,增加开采难度;储层的非均质性会使不同区域的储层性质差异较大,影响油井的均匀供液。因此在油井开采过程中,需要充分考虑地质因素的影响,采取针对性的措施,以提高油井的产量和开发效果。

1.2 油藏特性

原油粘度是衡量原油流动难易程度的重要指标。原油粘度越大,意味着其内部分子之间的相互作用力越强,原油流动时需要克服的阻力也就越大。在开采过程中,这种较大的流动阻力会阻碍原油顺利流向井筒。当原油粘度过高时,即使采用常规的开采方法,也难以将原油有效采出,导致油井产量降低。在一些稠油油藏中,原油粘度通常较高,常规开采方式往往无法达到理想的产量,需要借助热力采油等特殊技术来降低原油粘度,提高原油的流动性,从而增加油井产量。油藏压力作为驱动原油流向井底的动力源泉,对油井产量起着至关重要的作用。在油藏开发初期,油藏压力较高,能够为原油提供足够的动力,使其顺利流向井筒,此时油井产量相对较高。随着开采的持续进行,油藏中的原油不断被采出,油藏压力会逐渐下降。当压力下降到一定程度时,原油的流动能力会受到明显影响。一方面,压力降低会导致原油在储层中的渗流速度减慢;另一方面,过低的压力可能无法克服原油在流动过程中的各种阻力,如毛细管力、贾敏效应等,从而使原油难以到达井筒,导致油井产量降低。为了维持油藏压力,通常需要采取注水、注气等补充地层能量的措施,以保证油井的稳定产量。

1.3 开采技术

完井方式作为开采技术的重要环节,对油井产量有着显著影响。完井方式的选择需综合考虑油藏地质条件、开采需求等多方面因素。射孔完井是常见的完井方

式之一,若射孔密度、孔径等参数设置不合理,射孔效果不佳,会使油流通道变得狭窄或不规则,增加油流阻力,导致油流不畅,进而影响油井产量^[2]。射孔密度过低,油流进入井筒的通道不足;孔径过小,油流通过时受到的摩擦阻力增大。裸眼完井虽然能够提供较大的渗流面积,有利于油流进入井筒,但这种完井方式对井壁稳定性要求较高。在地质条件复杂、地层应力较大的区域,容易出现井壁坍塌等问题,堵塞油流通道,影响油井的正常生产。抽油设备是油井生产的核心动力装置,其性能直接关系到油井的采油能力。抽油机作为举升原油的主要设备,其功率大小需与油层产能相匹配。如果抽油机功率不足,无法提供足够的能量将油层中的原油举升到地面,就会导致油井产量降低。泵效是衡量抽油泵工作性能的重要指标,泵效低下意味着抽油泵在工作过程中存在能量损失,无法将输入的能量有效转化为原油的举升能量,同样会影响油井产量。

2 常见的油井增产措施

2.1 酸化措施

酸化措施在油井增产中占据重要地位,它借助酸液的化学溶蚀特性,有效解除油层堵塞,提升油层渗透率,进而提高油井产量。依据酸液类型与施工工艺的差异,酸化可细分为酸洗、基质酸化和压裂酸化等类型。酸洗操作相对简单,主要针对井筒附近的堵塞问题。在油井生产过程中,井筒附近可能会因各种原因形成机械杂质、结垢等堵塞物,影响油流通道。酸洗通过向井筒内注入适量酸液,利用酸液的溶解作用,将这些堵塞物清除,恢复井筒附近的渗流能力,使油流能够更顺畅地进入井筒。基质酸化则侧重于改善油层本身的渗流性能。施工过程中,将酸液直接注入油层,酸液与油层中的胶结物、堵塞物质等发生化学反应,将其溶解,从而扩大油层的孔隙空间,提高油层的渗透率。这种方式适用于油层本身存在一定堵塞,但尚未形成严重裂缝的情况,能够有效提升油层的整体供液能力。压裂酸化是一种综合性的增产措施。它先采用压裂技术,通过高压向油层注入压裂液,使油层形成一定宽度和长度的裂缝。随后向这些裂缝中注入酸液,酸液进一步溶解裂缝周围的堵塞物质,扩大裂缝的导流能力。

2.2 压裂措施

压裂措施作为油井增产的关键技术手段,在提升油井产能方面发挥着不可替代的作用。其核心原理在于借助高压液体的强大压力,迫使油层岩石产生破裂,形成新的裂缝网络,以此显著增加油层的渗透率和导流能力,让原油能够更顺畅地从油层流向井筒,进而提高油

井的产量。依据压裂液的类型以及施工工艺的差异,压裂技术可细分为多种类型,其中水力压裂、泡沫压裂、高能气体压裂等较为常见。①水力压裂是目前应用最为广泛的压裂技术。在施工过程中,将大量以水为主要成分的压裂液,配合一定比例的支撑剂(如石英砂等),通过高压泵组以极高的压力注入油层。当压力超过油层岩石的破裂压力时,岩石就会产生裂缝,支撑剂随压裂液进入裂缝,防止裂缝闭合,从而形成具有较高导流能力的裂缝网络。水力压裂具有施工工艺成熟、操作相对简便、增产效果显著等优点,能够适应不同类型的油藏条件,无论是低渗透砂岩油藏还是碳酸盐岩油藏,都能取得较好的增产效果。②泡沫压裂则是利用泡沫压裂液进行施工。泡沫压裂液具有滤失量小、携砂能力强、对地层伤害小等特点,适用于水敏性地层以及低压、低渗透油藏。高能气体压裂则是利用火药、火箭推进剂等在井下快速燃烧产生的高压气体,对油层进行冲击,形成裂缝。这种方式施工速度快,但裂缝的扩展和支撑效果相对较难控制。

2.3 堵水措施

在油井生产过程中,油井见水是一个常见且棘手的问题。随着开采的持续,水的产量会不断攀升,致使油井含水率大幅上升,而产油量却随之下降。这降低了油井的经济效益,还可能对油藏的开发造成不利影响。在此背景下,堵水措施应运而生,成为解决油井出水问题、提升产油量的重要技术手段。堵水措施的核心目标在于封堵高渗透出水层,通过调整油层的吸水剖面,重新平衡油水流动关系,使原油能够更顺畅地流向井筒,从而提高油井的产油量^[3]。堵水方法主要分为机械堵水和化学堵水两大类。机械堵水是借助封隔器等专业工具,直接对出水层进行物理封堵。这种方法操作相对直观,封堵效果较为确切,但施工过程可能较为复杂,且对工具的性能和施工精度要求较高。化学堵水则是向油层注入特定的化学堵剂,这些堵剂在出水层中会发生一系列物理或化学反应,形成具有一定强度和稳定性的堵塞物,有效阻止水的流动。化学堵水具有施工灵活、适用范围广等优点,但堵剂的选择和注入工艺需要精确控制,以确保达到理想的堵水效果。

2.4 热力采油措施

①热力采油是针对高粘度原油油藏的一种有效增产技术。原油粘度过高会极大阻碍其在油层中的流动,导致油井产量低下。热力采油通过向油层注入热量,改变原油的物理性质,降低其粘度,显著提高原油的流动性,进而增加油井的产量。②常见的热力采油方法各有

特点。蒸汽吞吐是较为常用的方式之一，向油井注入一定量的蒸汽后关井焖井，让蒸汽与油层原油充分进行热交换。这一过程能使原油温度升高，粘度大幅降低，在后续开井生产时，原油能更顺畅地流向井筒，有效提高原油采收率。③蒸汽驱则是将蒸汽连续不断地注入油层，形成蒸汽带，驱替油层中的原油朝着生产井方向流动，扩大原油的波及范围，提高油藏的整体开发效果。④火烧油层是一种较为特殊的热力采油方法，通过向油层注入空气或氧气并点燃原油，使其燃烧产生大量热量。燃烧产生的热量能降低周围原油的粘度，还能改变油层的物理结构，形成更多的渗流通道，进一步提高原油的流动性，实现油井增产的目的。

3 油井增产措施的优化

3.1 措施选择的优化

①油藏工程分析，在选择增产措施之前，需要对油藏进行详细的工程分析，包括油藏的地质特征、流体性质、压力分布等。通过油藏数值模拟等技术，预测不同增产措施对油井产量的影响，从而选择最适合的增产措施。对于低渗透砂岩油藏，如果油层厚度较大、含油饱和度较高，且天然裂缝不发育，压裂可能是首选的增产措施；如果油藏存在近井地带堵塞问题，则可以考虑先进行酸化处理。②经济评价，需要对增产措施进行经济评价。计算不同增产措施的成本，包括设备购置、材料费用、施工费用等，以及预计的增产效益，通过经济效益分析，选择投入产出比最高的增产措施。对于一些小型油井，如果采用大型压裂设备进行增产，成本可能过高，而采用简单的酸化处理或优化抽油设备等措施，可能在经济上更为可行。

3.2 施工参数的优化

①在酸化施工中，需要优化酸液的配方、浓度、用量以及注入速度等参数。酸液配方应根据地层岩石性质和堵塞物类型进行选择，以确保酸液能够有效地溶解堵塞物，同时尽量减少对地层的伤害。酸液浓度和用量要根据油层厚度、渗透率等因素进行合理确定，过高的浓度和用量可能会造成地层过度溶蚀，影响地层结构；过低则无法达到预期的增产效果。注入速度也要控制在合理范围内，过快可能导致酸液在井筒附近快速反应，无法深入地层；过慢则可能导致酸液在井筒内沉淀，影响

施工效果。②压裂施工参数的优化包括压裂液的类型、用量、泵注压力和排量、支撑剂的类型和用量等。压裂液应具有良好的携砂性能、低滤失性和对地层的低伤害性。根据油藏温度、压力等条件选择合适的压裂液配方。泵注压力和排量要根据地层破裂压力和油层厚度等因素进行调整，以确保能够形成足够长和宽的裂缝，并使支撑剂能够均匀地分布在裂缝中。支撑剂的类型和用量要根据裂缝的导流能力要求和地层岩石强度等因素来确定，以保证裂缝在生产过程中能够保持良好的导流能力^[4]。③注水施工参数的优化主要包括注水量、注水压力、注水速度和注水方式等。注水量应根据油藏的能量需求和地层的吸水能力来确定，既要保证能够补充油藏能量，又不能造成地层过度水淹。注水压力要控制在合理范围内，既要克服地层阻力，又不能超过地层的破裂压力，以免造成地层破裂和水窜。注水速度要根据油层渗透率和油井的生产情况进行调整，对于高渗透油层，可以适当提高注水速度；对于低渗透油层，则要采用较低的注水速度，以防止水驱效率降低。注水方式可以根据油藏的地质特征和开发要求选择边部注水、内部注水或分层注水等方式，以提高注水效果和原油采收率。

结语

采油时油井增产措施的优化与实践，是提升油井产量、助力油田高效开发的意义所在。综合考虑地质、油藏特性及开采技术，精选增产措施，优化施工参数，能切实增强增产效果。展望未来，油田开发技术发展将使增产措施愈发多元、精细。我们需不断探索实践、优化措施，为油田可持续发展添动力。强化油藏管理与监测，把握动态变化，为增产措施调整提供数据支撑，以实现油田开发效益的最大化。

参考文献

- [1]臧亚彪.采油厂的增产措施研究[J].数字化用户,2020,25(9):123.
- [2]许一荻.油井压裂措施增产效果浅谈[J].石化技术,2020,27(5):151-152.
- [3]封存新,王军敏,王建霞.油田开发过程中的增产措施[J].电脑爱好者(电子刊),2021(8):857-858.
- [4]郭广辉,张振,许志东.关于采油工艺技术的优化措施[J].商情,2020(18):237.