

低渗透油田降低油井检泵率节能措施研究

裴加良（冀东油田陆上油田作业区第二工区，河北 唐山 063200）

摘要：针对部分油田渗透低、丰度低、产出低的情况，为解决其钻进困难、管杆磨损等问题，各油田开采建设单位正积极创新并落实各项预防管理机制，以期有效延长检泵周期及零部件使用寿命，避免频繁开展维修养护、零件更换作业，影响实际生产效率，提高企业实际经济效益。基于此，本文从影响检泵率的因素入手，分析低渗透对抽油机井检泵率的影响，由此深入探究降低油井检泵率的有效措施，确保可为后续开展油田生产作业提供有力支撑，避免发生不必要的安全事故。

关键词：低渗透；油田；油井；检泵率；节能措施

随着我国现有油田开采作业逐渐进入高含水工作状态，企业的实际生产效率呈现出明显的下降趋势，油品资源开采难度提升，将导致偏磨、泵漏、管漏、杆脱、杆断、老化等问题较为严重，极大影响了抽油机井的正常运行，相关技术人员不得不频繁停工整修，不仅降低了其实际的生产进度，增加了作业工程量，同时也提高了设备养护、维修资金投入量，干扰其经济收益及开发成效。由此，相关技术人员应当依据现状对泵井构成机理开展深入探究，并结合具体的故障风险因素，制定并落实合理的控制措施，全方位减少油井检泵频率，使其达到节能环保的要求。

1 影响检泵率的因素

结合某油田 2021 年油井检泵记录来看，影响检泵率的主要因素如表 1。

表 1 2021 年油井检泵原因统计表

检泵原因	占比	周期
偏磨	16.1%	912d
泵漏	6.7%	967d
管漏	28.9%	895d
杆脱	10.5%	1052d
杆断	4.2%	629d

1.1 杆管偏磨

由杆管偏磨现象导致的油井检泵次数占全部检泵作业的 16.1%，其中，60% 以上的影响因素为供液不足。若设备整体沉没度较低，将严重影响其供液性能，充满系数随之降低，若活塞下行，将无法与抽油泵内原有液面直接接触，需要额外向下多移动一段距离，此时抽油杆及活塞将产生一定的动能及速度，若与泵筒内液面相接触，将发生撞击问题，产生向上的阻力将干扰活塞继续向下运行，但抽油杆受到惯性的影响，将继续沿着下行的方向运动，使得抽油杆及活

塞出现不同步运动现象，抽油杆与管壁间摩擦系数增大，同时产生弯曲形变问题。每经历一次撞击将发生一次不同步运动，在不断的摩擦形变中，将使得杆管发生偏磨现象，长此以往，会出现较为严重的油管磨损、抽油杆磨断问题。另外，定向井也是导致杆管偏磨现象发生的具体原因，可产生约 30% 的杆管偏磨问题，其中可细分为扶正器串偏磨问题及加重杆无法加装扶正器产生的偏磨问题，其检泵频率占比约为 60% 及 40%。

1.2 泵漏

由泵漏产生的油井检泵次数约占全部次数的 6.7%，具体的产生原因如表 2。技术人员可参考产生泵漏现象的具体原因，提高对资料记录、管理工作的重视，确保及时发现并解决各类泵漏风险问题，并设计高温高压热洗、超导热洗、加密加药等针对性预防整修措施。

表 2 泵漏原因统计表

现象	原因	比例
柱塞拉伤	泵内存在杂质	71.2%
固定阀座刺	材质	20.3%
游动下阀罩断	管理	5.4%
固定阀座处有杂物	管理	3.1%

1.3 管漏

由管漏现象产生的油井检泵次数约占全部次数的 28.9%。在进行油井开采作业期间，各抽油泵需挂在约 1500m 左右的部位，有近百根油管需要承受约 9MPa 以上的压力，加之油管在输油期间会受到交变荷载的干扰发生管道蠕动，致使管道衔接口松动脱节，在高压状态下将极易引发刺漏问题。

1.4 杆脱

由杆脱现象产生的油井检泵次数约占全部次数的

10.5%。结合以往的油田生产资料可知, 68 口抽油井中约有 55 口井存在供液不足的问题, 极易引发杆脱问题。当杆管向下移动期间, 由于抽油泵内液面较低, 将产生较为严重的液面冲击问题, 使得活塞上方杆管弯曲、脱杆。同时结合实际资料可知, 约有 49 口抽油杆长期处于运行状态, 泵检间隔时间甚至超过 3 年, 将进一步加剧脱杆风险。

1.5 杆断

由杆断现象产生的油井检泵次数约占全部次数的 4.2%, 结合现有工艺技术及抽油杆实际使用不足, 技术人员创新了加重杆、阀罩改进、组合杆柱、高强连杆、优化扶正、H 级抽油杆等方式, 使得现有杆管系统的强度提升了约 35%^[1]。

2 低渗透对抽油机井检泵率的影响

2.1 对脱接器、抽油机零部件的影响

当抽油泵发挥作用时, 主要需结合钻杆 + 外力因素的方式提升液面, 保证其抽油成效。若抽油泵本身的沉没度较低, 则此时液面高度可得到显著提升, 交变载荷随之增加, 光杆实际做功量提高, 使得抽油杆需要长时间处于高压工作状态; 反之, 若抽油泵本身的沉没度提升, 则此时液面高度将逐渐下降, 交变载荷随之降低, 光杆实际做功量减少, 能够缩短抽油杆受力做功时间。由此可知, 低渗透井抽油杆工作成效将直接与交变载荷强弱、沉没度高低挂钩, 若其长期处于受力状态, 将极易发生抽油杆断裂等问题。脱接器的故障发生原理同上^[2]。

2.2 对抽油机井杆管的影响

低渗透是导致抽油机井杆管发生偏磨现象的重要因素。由于抽油井场区处于低渗透、高含水的状态下, 将导致柱塞下行卸压速度较快, 转杆的实际振动强度明显提升, 临界轴向压力及最小径向压力随之降低。若此时出现供液不足的情况, 将使得柱塞泵与液面产生瞬间冲击, 若该现象发生在原有冲程区域的周边, 将导致钻杆柱受到轴向压力的影响。另外, 在此背景下也将导致地泵设备中并未预留一定的缓冲气体, 使得杆管及输油管处于过压工作状态, 进而发生形变问题, 导致油杆和输油管间出现较大摩擦, 随着设备的不断运行, 将加剧抽油机井杆管偏磨情况。

2.3 对抽油泵活塞杆的影响

在低渗透油井中, 活塞杆下行运行期间, 将与液面产生较大冲击力, 并传递给固定凡尔, 出现较为明显的荷载波动情况。从实际来看, 撞击力大小及次数,

将与抽油泵的充满指数挂钩, 二者呈正相关关系, 由此将使得凡尔球座受到重复撞击, 进而出现刺漏问题, 若是无法及时解决该问题, 将使得刺漏范围进一步扩大, 直至产生泵漏泄事故。

3 降低油井检泵率的有效措施

3.1 技术手段

3.1.1 提升系统强度

为有效解决杆断、杆脱问题, 相关技术人员应积极加大抽油杆的工作强度, 引进合理的零部件报废机制, 及时更换并处理各类不达标准的抽油杆, 并升级现有扶正器安装工艺, 提高对低渗透油井各参数的管理力度。以抽油杆当前的受力状态为基础, 技术人员可深入探究其薄弱区域, 并创新加重杆、阀罩改进、组合杆柱、高强连杆、优化扶正、H 级抽油杆等多种技术, 设计 800m 外加厚油管 + 普通油管的模式, 并以二极管柱的方式结合, 使其可达到提升抽油杆强度、缓解杆柱载荷的作用。也可利用规格为 $\phi 19\text{mm} + \phi 22\text{mm}$ 的两级 HY 级抽油杆, 使其与 100m 加重杆相衔接, 满足低冲速、长冲程的工作要求, 进一步控制抽油工作细节, 降低载荷波动幅度及频率, 使得整个抽油杆强度可提高约 35% 左右。

3.1.2 优化偏磨技术

为有效解决抽油管偏磨问题, 相关技术人员可设计预防 + 治理的工作模式, 第一, 可在井底拐角位置加装用于检查油管接箍部位完整性的钢弹性油管定心设备及尼龙增强式油管扶正器, 使其可在一根油管上移动。第二, 可在井眼形变区域增设具有氮化层结构的油管, 提升其耐腐、抗磨能力。第三, 可在井头加装专用钻柱旋转设备及旋转旋绳器, 通过抽油机自身运行动力带动抽油杆实现往复运动, 确保泵杆磨损均匀, 延长使用时限。第四, 可利用油管锚定技术额外加装加重杆, 并在杆管偏磨段加装扶正器, 避免其发生偏磨问题。第五, 可通过升级杆柱组合方式、降低抽汲参数、灵活选择扶正器等配套设施的方式, 使得扶正器可与油管接触, 防止杆体与油管间发生摩擦。

3.1.3 升级检测模式

对于抽油生产过程中涉及到的各类油管, 技术人员需检测其管体及丝扣的质量, 在通过检验后方可继续使用, 不合格的零部件则应立即更换淘汰, 防止检泵工作频率大幅提高, 产生不要的资金浪费。若丝扣损坏但管体完整, 可利用摩擦焊接、补修下钻的方式进行处理; 若是各零部件处于临界偏磨范围, 则需提

前做好防腐处理,随后投入使用;若是管体出现破损,则应直接报废;对于持续生产运行时间超过5年的油管,应开展全面换管作业;技术人员也可应用油管丝扣在线测试工艺精确判断需要进行更换的油管,并重新使用TOP-215油管密封胶涂抹管柱衔接部位,将其密封性提高65%以上。

3.1.4 引进保护装置

该方式可有效避免在油井停止作业期间,部分井筒杂质回落并积聚在泵筒处,产生卡杆、卡泵等问题,影响实际抽油质量,缓解结蜡结垢问题,对如压裂油井等存在较多泥浆、残砂的油井具有明显的使用优势。技术人员可利用各类保护装置收集大量的杂质,并随着抽油杆的上下提拉运动自动排出,保证各装置运行质量;对于如 $\phi 44\text{mm}$ 、 $\phi 56\text{mm}$ 等泵径较大的油井,由于其在单位时间内需要过滤大量含有杂质的油品,因此可针对具体的杂质类型额外加装保护器,有效延长检泵间隔时间;对于如 $\phi 28\text{mm}$ 等泵径较小的油井,则可直接安装保护设备,使用成效显著。

3.1.5 解决脱杆问题

为避免发生脱杆问题,技术人员需依据现场实际生产需要对抽油杆使用状况进行实时管理。在更换抽油杆、加装扶正器时,需综合分析杆柱受力情况,并寻找薄弱环节,优化现有抽油杆生产工艺,全方位缓解杆柱需要承担的负载,避免发生脱杆、断杆问题。

3.1.6 科学选择油泵

若是抽油泵出现凡尔罩断脱问题导致泵泄露,则技术人员需灵活选择并创新抽油泵类型。如可在传统的抽油泵柱塞外增加环槽,确保柱塞与泵通间存在一定间隔,有效降低抽油杆的下行阻力,解决零部件磨损及凡尔球冲击阀罩问题,避免凡尔罩断脱。

3.1.7 使用热洗方法

为规避井筒内结蜡影响实际生产效率,技术人员需提前控制井口温度,并在管套中加入热水,使其可沿着管壁流动,达到溶解结蜡的目的。在此期间应注意,在加入热水后,热水会沿着管壁向下流动并溶解达玛树脂,并在一定温度下使得达玛树脂可随着灌入热水排出,达到节约用水的目的。

3.1.8 控制沉没度

加强抽油井扬程可保证抽油泵的实际工作效率,可通过降低设备渗透性能的方式保证其工作质量。相关技术人员在开展生产作业期间应明确规划液面抬升高度,使其沉没度可满足最小工作需要,并在开展油

井供液期间始终维持稳定运行状态。

3.2 管理手段

3.2.1 参数管理

为做好生产参数管理工作,技术人员需首先开展参数匹配作业,科学规划泵径、杆管及力度,同时结合地面参数,利用低冲次生产方式设计次检泵次数。其中,起主要控制作用的为冲次与四冲程,可通过提升冲程使用率的方式科学调节部分沉没度较小的油井,从技术层面实现参数管理。

3.2.2 出砂处理

对于出砂作业区域,技术人员可结合现有施工方案要求在特定工作环境下开展井筒整治作业,特别是在探砂冲砂阶段,需在下泵前详细检测砂面,防止出现砂面抬升、油井出砂问题。在测绘工作结束后,则可依据实际成果制作区域图,并由此计算砂高,再依据网页状况设计砂锚及放筛管,综合砂高变化规律做好日常养护作业。

3.2.3 环境管理

做好采油环境管理工作可有效延长油井的检泵间隔时间,达到提高生产效率的目的。在清洗井筒期间,除了传统的热洗方式,也可结合酸洗冲砂、防腐防垢等方法改善油泵运行环境,避免频繁发生设备故障问题。

3.2.4 参数控制

做好地面参数控制工作可有效增加油井液面升高速率及工作效能。在低渗透环境的影响下,技术人员可利用改变地面控制参数的方式提高抽油泵对不同作业环境的适应能力,将地面参数控制在最小使用临界范围。

4 结论

综上所述,为有效降低油井检泵率,相关技术人员可从技术及管理两个层次入手,针对常见的油井杆管故障问题提出合理的管理措施,多角度、全方位加强油井检泵质效,以期充分延长油井杆管及各装置设备的使用时间,提高实际油田开采作业效率,避免发生工作量突增、浪费资金成本等问题,为相关油田开采建设企业的长效健康发展提供有力支持。

参考文献:

- [1] 张家杰,贾晨浩,吴涛涛,等.油田防偏磨措施的应用研究[J].工程技术,2023(5):153-155.
- [2] 殷宏.长庆油田低渗透油藏井筒配套技术应用研究[J].化工设计通讯,2022,48(5):32-34+48.