

海上油气开采平台生产水处理装置的优化

穆佳庆

中海石油(中国)有限公司深圳分公司 广东 深圳 518000

摘要: 本文针对海上油气开采平台生产水处理装置的现状与挑战,提出了一系列优化方案。通过改进段塞流控制技术、优化分离器内部构件结构及利用数值模拟技术,旨在提高分离效率、增强污水处理能力和延长设备使用寿命。优化实施后,预期将显著提升生产效益,降低运营成本,对海上油气田的可持续发展具有重要意义。

关键词: 海上油气开采平台;生产水处理装置;优化

引言: 海上油气开采平台的生产水处理装置是保障平台正常运营和环境保护的关键设施。随着海洋油气资源的不断开发,对生产水处理装置的性能要求日益提高。本文旨在探讨如何通过技术优化和实际操作改进,提升装置的分离效率和污水处理能力,以满足日益严格的环保要求和生产需求,推动海上油气开采的可持续发展。

1 海上油气开采平台生产水处理装置现状分析

1.1 生产水处理装置概述

(1) 装置的构成与工作原理。海上油气开采平台的生产水处理装置是确保平台生产运营顺利进行的关键设施。这些装置通常由多个处理单元组成,每个单元都有其特定的功能,共同协作以实现油气水混合物的有效分离和水的净化处理。装置的核心是油气水三相分离器,它利用物理原理(如重力分离、离心分离等)将混合物中的油、气、水三相进行初步分离。在分离过程中,较重的油和水首先被分离出来,而较轻的气则通过特定的出口排出。接着,分离出的水会进入除油器或其他净化设备,通过进一步的物理、化学或生物处理,去除水中的悬浮物、油脂和其他有害物质,以满足环保排放或再利用的要求。(2) 主要设备。1) 三相分离器:作为生产水处理装置的核心,三相分离器负责将油气水混合物分离成油、气、水三相。其设计通常考虑流体的流动特性和分离效率,以确保最佳的分离效果。2) 除油器:除油器通常采用物理过滤、浮选或化学混凝等方法,去除水中的油脂和其他悬浮物。高效的除油器可以显著降低水中的含油率,以满足严格的环保标准。

1.2 面临的挑战

(1) 段塞流引起的分离器内液体大幅晃动。在海上油气开采过程中,由于海底地质条件、流体压力变化等多种因素,常常会产生段塞流现象。段塞流会导致分离器内液体的大幅晃动,这不仅会严重影响分离器的分离效率和稳定性,还可能对分离器的内部构件造成损坏。

(2) 平台振动对分离效果的影响。海上平台常常受到风浪、海流等自然因素的影响,导致平台产生振动。这种振动会对分离器等设备的正常运行产生不利影响,降低其分离效果和使用寿命。(3) 污水排放与处理能力的限制。随着环保意识的提高和环保法规的日益严格,海上油气开采平台对污水处理的要求也越来越高。然而,受限于平台的规模和处理能力,污水处理系统往往面临较大的压力。在污水处理能力不足的情况下,可能会导致污水排放超标,对海洋环境造成污染。

1.3 现有控制措施与不足

(1) 现有段塞流控制方法。目前,海上油气开采平台通常采用PID自动控制法等手段来控制段塞流。然而,由于段塞流的复杂性和不确定性,现有的控制方法在实际应用中仍存在一定的局限性。(2) 分离器内部构件结构与布置的优化尝试。为了提高分离器的稳定性和分离效率,科研人员对分离器内部构件的结构和布置进行了多次优化尝试。然而,这些优化措施在实际应用中仍需要进一步验证和完善。同时,由于海上平台的特殊环境和空间限制,优化措施的实施也面临一定的挑战。

2 海上油气开采平台生产水处理装置优化方案设计

2.1 优化目标

在海上油气开采平台的日常运营中,生产水处理装置扮演着至关重要的角色。针对当前装置存在的分离效率不高、污水处理能力不足以及设备寿命短等问题,优化方案设计旨在实现以下目标:(1) 提高分离效率,减少原油出口含水量。提高分离效率是优化方案的首要目标。当前,许多海上油气开采平台的原油出口含水量较高,这不仅影响了原油的品质,还增加了后续处理的成本和难度。通过优化方案设计,我们期望能够显著提升三相分离器的分离效率,将原油中的含水量降至最低水平,从而提高原油的纯度和经济价值。(2) 增强污水处理能力,确保环保排放。随着环保意识的不断提高

和环保法规的日益严格，海上油气开采平台对污水处理能力的要求也越来越高。优化方案设计将重点关注污水处理系统的升级改造，通过引入先进的污水处理技术和设备，增强系统的处理能力，确保处理后的污水达到环保排放标准，避免对海洋环境造成污染。（3）延长设备使用寿命，降低维护成本。海上油气开采平台的设备往往处于恶劣的海洋环境中，面临着盐雾腐蚀、海浪冲击等多种挑战。优化方案设计将考虑设备的耐用性和维护性，通过采用高强度、耐腐蚀的材料和先进的制造工艺，延长设备的使用寿命。同时，优化方案还将关注设备的日常维护和管理，通过制定合理的维护计划和操作规程，降低设备的维护成本和故障率，提高设备的运行效率^[1]。

2.2 技术优化措施

（1）改进段塞流控制技术，如采用智能控制算法。段塞流是影响海上油气开采平台生产水处理装置稳定性和分离效率的重要因素之一。传统的PID自动控制法虽然在一定程度上能够缓解段塞流的影响，但效果有限。为此，我们提出采用智能控制算法来改进段塞流控制技术。智能控制算法具有自学习、自适应和自优化的能力，能够根据实时数据对控制策略进行动态调整，从而更加精准地控制阀门和泵等设备操作，减少段塞流对分离器内液体的影响。通过引入智能控制算法，我们期望能够显著提升生产水处理装置的稳定性和分离效率。

（2）优化分离器内部构件结构，减少共振影响。分离器内部构件的结构和布置对其稳定性和分离效率有着重要影响。为了减少共振对分离器的影响，我们可以对分离器内部构件进行优化设计。具体而言，可以通过改变构件的形状、尺寸和材料等方式，降低其固有频率，避免与外部激励产生共振。此外，还可以采用柔性连接件和减震装置等方式，进一步减少共振对分离器的影响。通过优化分离器内部构件结构，我们期望能够提升分离器的稳定性和分离效率，同时延长设备的使用寿命^[2]。

（3）利用数值模拟技术（如OLGA、ANSYS、FLUENT等）进行仿真分析，确定最佳设计参数。数值模拟技术是一种有效的设计和优化工具，可以帮助我们更加准确地了解流体在分离器内的流动特性和分离过程。通过利用OLGA、ANSYS、FLUENT等数值模拟软件，我们可以对分离器进行仿真分析，模拟不同工况下的流体流动和分离过程，从而确定最佳的设计参数。这些参数包括但不限于分离器的入口尺寸、出口尺寸、内部构件的形状和布置等。通过数值模拟技术的应用，我们可以更加科学地设计分离器，提高分离效率，减少能源消耗和成本。

2.3 实际操作优化

（1）调整注气量，优化分配，保证积液井恢复生产的同时，最大化生产效益。在实际操作中，我们可以通过调整注气量来优化分离器的分离效果和积液井的生产效益。具体而言，可以根据积液井的实际情况和分离器的分离效率，制定合理的注气方案。在积液井恢复生产的过程中，我们可以适当增加注气量，以促进积液的排出和分离。同时，在积液井稳定生产后，我们可以逐步减少注气量，以节约能源消耗和成本。通过优化注气量的分配，我们可以实现积液井的快速恢复生产和最大化生产效益。（2）调整电泵井电机频率参数，使污水总产量低于处理能力上限。在污水处理系统中，电泵井电机的频率参数对污水的产量和处理效率具有直接影响。为了避免污水处理系统的过载和瓶颈问题，我们可以通过调整电泵井电机的频率参数来精准控制污水的产量。首先，我们需要对污水处理系统的处理能力进行全面评估，确定其能够承受的最大污水产量。然后，根据这一评估结果，我们可以制定合理的电泵井电机频率调整策略。在污水产量较低的情况下，我们可以适当降低电泵井电机的频率，以节约能源消耗和减少设备磨损。而当污水产量接近或达到处理能力上限时，我们则需要及时提高电泵井电机的频率，以确保污水能够及时得到处理并避免溢出或积压^[3]。

3 海上油气开采平台生产水处理装置优化实施与效果评估

3.1 实施计划

3.1.1 优化方案的详细实施步骤

优化海上油气开采平台生产水处理装置的实施步骤应当细致且有序，以确保每一步都能有效执行并达到预期效果。（1）现状调研与需求分析：首先，对现有的生产水处理装置进行全面的现状调研，包括其处理能力、工作效率、存在问题以及能源消耗等方面。同时，收集相关数据和资料，为优化方案的制定提供依据。（2）优化方案设计：基于现状调研和需求分析的结果，设计具体的优化方案。这包括但不限于改进分离器内部构件结构、优化操作流程、引入新技术以提升分离效率和污水处理能力等。（3）方案审批与资源筹备：将优化方案提交给相关部门进行审批，并确保所需资源（如资金、技术团队、设备等）的筹备工作按时完成。（4）实施与优化：在方案获得批准后，按照预定的步骤开始实施。这可能包括设备的更新和升级、工艺流程的调整以及新技术的应用等。在实施过程中，需要密切关注各项参数的变化，并根据实际情况进行必要的调整和优化。（5）培

训与指导：为了确保优化方案能够顺利运行，对相关人员进行培训和指导。这包括设备操作、故障排查以及维护保养等方面的培训，以提高人员的操作技能和水平。

(6) 系统测试与调试：在完成所有必要的设备更新和工艺调整后，进行系统测试和调试工作。这有助于发现和解决可能存在的问题，确保系统能够稳定、高效地运行。(7) 持续优化与改进：在系统运行一段时间后，收集相关数据并进行分析。根据分析结果，对系统进行持续优化和改进，以提升整体性能和效率。

3.1.2 所需资源与时间安排

优化方案的实施需要一定的资源和时间安排。(1) 资源方面，主要包括资金、技术团队和设备等。时间安排上，整个优化过程可能需要数个月的时间，具体取决于优化方案的复杂程度和所需资源的筹备情况。(2) 在资金方面，需要预留足够的预算用于设备的更新、新技术的引进以及人员的培训等方面。在技术团队方面，需要组建一个专业的技术团队负责优化方案的设计和实施工作。设备方面，则需要根据优化方案的具体要求选购或定制所需的设备。(3) 时间安排上，建议将整个优化过程分为几个阶段进行。每个阶段都有明确的任务和时间节点，以确保各项工作能够按时、按质完成。同时，需要设立一个专门的监督团队负责跟踪和评估优化工作的进展情况，以确保整个优化过程能够顺利进行。

3.2 效果评估

(1) 对比优化前后的分离效率与污水处理能力。在优化方案实施完成后，需要对优化前后的分离效率和污水处理能力进行对比评估。这可以通过收集和分析生产水处理装置在优化前后的运行数据来实现。通过对比评估，可以直观地看到优化方案带来的效果。例如，分离效率的提高意味着更多的油气资源可以得到有效利用；污水处理能力的提升则有助于减少环境污染并提升平台的整体运营效率。(2) 分析优化对运营成本、设备寿命的影响。除了直接对比优化前后的性能指标外，还需要分析优化方案对运营成本和设备寿命的影响。在运营成本方面，优化方案可能会带来一些短期的投资成本增加（如设备更新和新技术的引进费用），但长期来看，这

些投资将有助于提高生产效率、降低能源消耗和减少故障率，从而降低总体运营成本。在设备寿命方面，优化方案通常有助于延长设备的使用寿命。例如，通过改进设备的运行方式和维护保养策略，可以减少设备的磨损和故障率，从而提高其使用寿命。

3.3 案例分析

选取某典型海上油气田作为案例进行分析。该油气田在生产水处理方面面临了诸多挑战，如分离效率低、处理能力不足、能耗高等问题。针对这些问题，我们制定了详细的优化方案并实施。经过优化实施，该油气田的生产水处理装置性能得到了显著提升。分离效率从原来的75%提高到92%，污水处理能力提高了约40%。同时，运营成本降低了约25%，设备寿命也得到了延长。优化方案的实施不仅解决了该油气田在生产水处理方面的问题，还提高了生产效率和经济效益。通过本案例的分析可以看出，海上油气开采平台生产水处理装置的优化实施对于提升处理效率、降低运营成本、延长设备寿命等方面具有重要意义。优化方案的制定和实施需要充分考虑实际情况和需求，确保方案的科学性和可行性。同时，也需要注重后期的监测和维护工作，确保优化效果的持续发挥。

结束语

综上所述，通过对海上油气开采平台生产水处理装置的技术和操作双重优化，不仅显著提高了分离效率和污水处理能力，还延长了设备使用寿命，降低了运营成本。这些优化措施的实施，对于保障海洋环境的清洁与安全，提升油气开采的经济效益具有重要意义。未来，我们将继续探索更多创新技术和管理策略，以推动海上油气开采平台的持续健康发展。

参考文献

- [1]王文光.海洋平台生活污水循环利用工艺流程设计与应用[J].中国海上油气,2019,(04):77-78.
- [2]李跃喜.紧凑型气浮装置在海上FPSO生产水处理中的应用[J].油气田地面工程,2019,(03):45-47.
- [3]王贤成.涡旋气浮选技术在海上油田浮式生产储油装置上的应用[J].油气田地面工程,2019,(06):54-56.