

小修作业油管倒扣器倒扣施工安全风险评估与预防

王松涛

辽河工程技术分公司高升作业大队

【摘要】本文深入探讨小修作业中油管倒扣器倒扣施工的安全风险问题。通过分析施工过程中的各个环节，识别出潜在的安全风险因素，并对其进行评估。在此基础上，提出了一系列针对性的预防措施，旨在降低施工过程中的安全风险，保障作业人员的人身安全和设备的正常运行，为小修作业油管倒扣器倒扣施工的安全管理提供理论参考和实践指导。

【关键词】油管倒扣器；倒扣施工；安全风险评估；预防

Safety risk assessment and prevention of oil pipe inverter construction in small repair operations

Wang Songtao

Gaosheng Operation Brigade, Liaohe Engineering Technology Branch

【Abstract】 This paper conducts an in-depth analysis of safety risks associated with tubing trip operations during minor maintenance. Through systematic examination of construction processes, potential safety hazards are identified and assessed. Based on these findings, a series of targeted preventive measures are proposed to mitigate operational risks, ensure personnel safety and equipment integrity, thereby providing theoretical foundations and practical guidance for safety management in tubing trip operations during minor maintenance.

【Key words】 tubing trip; trip operation; safety risk assessment; prevention

引言

在小修井下作业中，油管倒扣器倒扣技术作为小修作业中的核心技术之一，其应用对提高作业效率、降低作业成本以及减少井下事故损失具有深远影响。在实际作业中，倒扣技术关键在于精准控制倒扣力和操作步骤，这不仅能减少井下事故发生，还能显著提升打捞成功率，从而降低整体作业成本。油管倒扣器倒扣施工也是一项常见但具有一定风险的操作。随着石油行业不断发展，对施工安全的要求也越来越高。准确评估油管倒扣器倒扣施工的安全风险，并采取有效的预防措施，对于保障作业人员安全、减少设备损坏和避免事故发生具有重要意义。

1. 油管倒扣器倒扣施工概述

油管倒扣器作为小修作业中不可或缺的工具，专门用于油管的解卡与倒扣操作，对保障油井生产的连续性具有重要意义。其工作原理主要基于液压或机械传动系统，通过卡爪与油管螺纹的啮合，实现油管的旋转与倒扣动作。在进行倒扣施工之前，充分的准备工作是确保施工成功的关键。对油井井况的详细调查、倒扣器及其配套设备的检查与调试，以及施工所需工具和材料的准备。安装倒扣器时，需严格按照设备说明书和操作规程进行，确保各连接部位牢固可靠，液压系统无泄漏现象。

倒扣操作时，操作人员需精准控制倒扣力与旋转速度，避免因操作不当导致油管损坏或施工失败。施工完成后，及时对倒扣器进行拆卸、清理与维护。整个施工过程不仅要求操作人员具备扎实专业技能与丰富实践经验，还强调对操作规程严格执行，从而最大限度地降低施工风险，保障作业的安全与高效。

2. 安全风险评估

2.1 风险识别

在油管倒扣器倒扣施工过程中，主要存在以下多种潜在的安全风险因素：

(1) 设备故障风险：倒扣器作为关键施工设备，其自身质量及使用状况至关重要。倒扣器可能存在出厂时的质量问题，如制造工艺不精导致部件缺陷，或在长期使用过程中因磨损、疲劳等因素引发故障。如，液压系统泄漏是较为常见的设备故障之一，液压油的泄漏不仅会使倒扣器无法提供足够的动力以完成倒扣操作，还可能对施工环境造成污染，甚至引发火灾等次生事故；卡爪损坏则直接影响倒扣器对油管的抓持能力，导致倒扣失败或油管脱落，进而引发安全事故。

(2) 操作失误风险：操作人员的技术水平和经验直接影响着施工的规范性与安全性。若操作人员缺乏足够的专业技能培训，对倒扣器的操作原理和施工要求理解不足，就容

易出现操作失误。如：倒扣力的控制极为关键，倒扣力过大可能超出油管的承受极限，导致油管断裂，不仅需要重新进行施工，增加成本和时间，还可能引发井下落物等复杂情况；而倒扣力过小则无法使油管与接箍分离，无法实现倒扣目的，同样需要重复施工，增加了安全风险；此外，操作顺序错误，如未按照规定的步骤安装倒扣器或进行倒扣操作，也可能引发一系列安全问题。

操作失误风险中，不同操作失误带来的后果各有不同。倒扣力过大这一失误，在操作人员对油管材质和强度缺乏准确判断，或操作过程中未严格按照压力控制要求执行时较易发生。

(3) 井况复杂风险：该风险是倒扣施工面临的又一重要挑战。油井的地质条件千差万别，不同地区的地层结构、岩石性质等都会对施工产生影响。如，在复杂地质条件下，井内压力可能异常升高，若不能及时有效控制，可能导致井喷事故，对人员和设备造成严重威胁。井身结构的不规则，如井眼狗腿度过大、套管变形等，会增加倒扣器下入和操作的难度，容易引发卡钻等事故。同时，井内流体的性质，如高粘度、高含蜡等，可能导致油管粘卡，使倒扣施工变得更加困难，增加施工时间和安全风险；其中油管粘卡问题在地层流体性质复杂的井中较为突出，粘卡会增加倒扣难度，需要更大的倒扣力和更长的操作时间，同时也增加了倒扣器损坏和井下事故的风险。

(4) 环境因素风险也不容小觑。施工现场的环境条件复杂多变，恶劣的天气条件，如强风、暴雨、暴雪等，会影响操作人员的视线和操作稳定性，使倒扣操作的精准度降低，增加操作失误的可能性。狭窄的作业空间会限制操作人员的活动范围，增加操作难度，在紧急情况下也不利于人员的疏散和救援。此外，施工现场的噪音和振动不仅会影响操作人员的注意力难以集中，反应速度降低，容易引发操作失误，长期处于这种环境中还可能对操作人员的身体健康造成损害，进而影响施工安全。

2.2 风险评价

基于上述风险分析结果，需对各个风险因素进行评价以确定其风险等级。可采用定性与定量相结合的风险矩阵法，将风险分为高、中、低三个等级。对于设备故障风险中的液压系统泄漏、卡爪损坏等可能导致严重安全事故和重大经济损失的因素，可评定为高风险因素；操作失误风险中，倒扣力过大导致油管断裂等后果严重且发生可能性较高的失误，也属高风险因素；井况复杂风险里，井内压力过高引发井喷事故以及油管粘卡导致严重施工困难的情况，同样为高风险因素。对于这些高风险因素，必须采取重点监控和严格预防措施，如加强设备日常维护保养、提高操作人员技能培训、制定详细的井控方案等。

(1) 对于操作失误风险中倒扣力过小等虽有一定影响

但后果相对较轻，且通过加强培训和规范操作可有效降低发生可能性的因素，可评定为中风险因素；井况复杂风险中，一些对施工影响较小但需关注的井况因素，如轻微的地层变化等，也属中风险因素。针对中风险因素，需进行定期检查和维修，确保施工过程的安全可控。

(2) 环境因素风险中，恶劣天气、狭窄作业空间等对施工安全有一定影响但可通过合理规划和应急措施加以缓解的因素，一般评定为低风险因素。然而，低风险因素也不容忽视，应保持关注，防止其因累积或与其他因素相互作用而演变为高风险因素。通过科学合理的风险评价，为后续制定针对性的预防措施提供有力依据。

3. 安全风险预防措施

3.1 设备管理方面

(1) 加强设备维护保养：定期对倒扣器进行检查、维护和保养，确保设备处于良好的工作状态。特别是对关键部件，如液压系统、卡爪等，要进行重点检查和维护，及时发现和排除潜在故障。液压系统作为倒扣器的动力来源，其密封性、压力稳定性至关重要，需定期检测液压油的质量和压力值，防止因泄漏或压力不足影响施工。卡爪作为直接与油管接触的部件，其磨损程度和抓握力需重点检查，以免在倒扣过程中出现打滑或损坏油管的情况。

(2) 设备质量把控：在采购倒扣器时，要选择质量可靠的产品，严格进行质量检验。同时，对倒扣器的使用情况进行跟踪和评估，及时反馈质量问题，以便厂家进行改进。采购时应优先选择具有良好口碑和丰富经验的厂家产品，依据相关行业标准进行质量检验，如 API 标准等。在使用过程中，建立设备使用档案，记录每次施工的具体情况，包括施工时长、负载情况、出现故障等，定期向厂家反馈，促进设备质量的持续改进。

(3) 设备操作培训：对操作人员进行设备操作培训，使其熟悉倒扣器的结构、性能、操作方法和注意事项，提高操作人员的设备操作技能和应急处理能力。培训内容应包括倒扣器的原理讲解、实际操作演示以及应急情况处理模拟演练等。通过理论与实际操作相结合的培训方式，使操作人员不仅熟悉设备正常操作流程，还能在突发故障时迅速做出正确反应，保障施工安全。

3.2 人员管理方面

(1) 人员培训与考核：加强对操作人员的安全培训和技能培训，使其掌握倒扣施工的操作规程和安全注意事项。定期进行考核，确保操作人员具备相应的操作能力和安全意识。安全培训应涵盖施工现场常见危险因素识别、安全防护用品使用、应急救援知识等方面；技能培训则着重于倒扣施工的各个操作步骤，如倒扣力的控制、设备调试等。考核方

式可采用理论考试与实际操作考核相结合,不合格者需重新培训,直至达到要求。

(2) 规范操作流程:制定详细的倒扣施工操作规程,明确各个环节的操作步骤和要求。操作人员必须严格按照操作规程进行操作,不得擅自更改操作流程。操作规程应细化到每一个步骤,例如安装倒扣器时需先检查连接部位的密封性,进行倒扣操作时要逐步增加倒扣力并观察油管的反应等。同时,定期对操作规程进行审查和更新,确保其与实际施工情况相符。

(3) 加强现场监督:安排专人负责现场监督,及时发现和纠正操作人员的违规行为。对违反操作规程的人员,要进行严肃处理,以确保施工安全。现场监督人员应具备丰富的施工经验和专业知识,能够准确判断操作是否合规。对于发现的违规行为,如未佩戴安全防护用品、操作顺序错误等,要及时制止并进行批评教育,情节严重的需给予相应处罚,起到警示作用。

3.3 井况管理方面

(1) 井况评估与分析:在进行倒扣施工前,要对油井的井况进行详细的评估和分析,了解井内的地质条件、井身结构、流体性质等情况。根据井况评估结果,制定合理的施工方案和安全措施。例如,对于地质条件复杂的油井,可能存在地层坍塌、井壁不稳定等风险,需提前做好防塌、加固井壁等准备;对于井内流体性质特殊的,如高含硫油气井,要采取相应的防硫化氢措施。

(2) 井控措施落实:严格执行井控措施,确保井内压力在安全范围内。在倒扣施工过程中,要密切观察井口压力变化,如有异常情况,要及时采取措施进行处理。井控措施包括安装合适的井控设备,如防喷器、节流管汇等,并定期进行试压和维护保养。施工过程中,安排专人监测井口压力,发现压力异常升高或降低时,要立即停止倒扣操作,采取相应的压井或放喷措施,防止井喷事故发生。

(3) 应急预案制定:针对可能出现的井况复杂情况,制定应急预案。一旦发生紧急情况,能够迅速启动应急预案,采取有效的措施进行处理,减少事故损失。应急预案应涵盖各种可能出现的复杂情况,如井喷、卡钻、油管断裂等。预案中需明确应急组织架构、人员职责、应急物资储备以及应急处置流程等。定期组织应急演练,提高作业人员的应急反

应能力和协同配合能力,确保在紧急情况下能够迅速、有效地应对。

3.4 环境管理方面

(1) 改善施工现场环境:对施工现场进行合理规划和布置,确保作业空间宽敞、通风良好。采取有效降噪和减振措施,减少对操作人员的影响。合理规划施工现场的设备摆放位置,预留足够的操作和通行空间,避免因空间狭窄导致操作不便或发生碰撞事故。对于产生噪音和振动的设备,如发电机、液压泵等,可采用安装消声器、减震垫等方式降低噪音和振动水平,保障操作人员身体健康。

(2) 关注天气变化:在进行倒扣施工前,要关注天气预报,避免在恶劣天气下进行施工。如遇到突发恶劣天气,要及时停止施工,采取相应防护措施。恶劣天气如大风、暴雨等可能对施工安全和设备正常运行造成严重影响。施工前,通过气象部门等渠道获取准确天气预报信息,合理安排施工时间。若施工时遇到突发恶劣天气,要立即停止作业,对设备进行固定和防护,人员撤离到安全区域。

(3) 安全标识设置:在施工现场设置明显的安全标识和警示标志,提醒操作人员注意安全。对危险区域要进行隔离和防护,防止人员误入。例如,在高压区域、吊装作业区域等设置醒目警示标志,提示人员远离;对深坑、井口等危险部位进行围挡隔离,防止人员意外坠落。同时,定期检查安全标识和防护设施的完好性,及时更换损坏或模糊的安全标识。

4. 结论

(1) 通过对小修作业油管倒扣器倒扣施工的安全风险评估与预防的研究,可以看出,在施工过程中存在着多种安全风险因素;通过对这些风险因素进行识别、分析和评价,可以采取针对性的预防措施,降低安全风险,保障作业人员的人身安全和设备的正常运行。

(2) 在实际施工中,我们要不断加强安全管理,提高操作人员的安全意识和技能水平,完善安全管理制度和操作规程,确保油管倒扣器倒扣施工的安全顺利进行。同时,也要不断总结经验教训,对安全风险预防措施进行持续改进和完善,以适应不断变化的施工环境和要求。

参考文献

- [1]赵小光.倒扣诊断技术在井下作业中的应用[J].石油石化物资采购, 2020, (21): 52-52.
- [2]阎磊.作业中倒扣法解卡应力分析[J].石油石化物资采购, 2019, 0(24): 53-53.
- [3]席仲琛; 张永红; 曹欣.机械倒扣器在水平段倒扣打捞作业中的应用[J].钻采工艺, 2017, 40(2): 102-104.
- [4]闫华; 安然; 尚国巨.井下作业小修特殊井打捞工具的优化及应用分析[J].中国设备工程, 2023, (20): 97-99.术, 2017, 24(2): 278-278.