

石油钻井井控设备现状与改进策略

谷青梅

中原石油工程有限公司管具公司 河南 濮阳 457001

摘要: 石油钻井井控设备对作业安全意义重大。本文首先介绍了井控设备构成、作用及发展历程,接着分析了其现状,包括技术水平提升、国产化程度提高、管理规范完善等进展,以及设备可靠性、智能化水平、人员素质、维护保养等方面的不足。最后从技术创新、管理优化、人员培训、维护保养四个方面提出改进策略,以提升井控设备水平,保障钻井作业安全,推动石油行业持续健康发展。

关键词: 石油钻井; 井控设备现状; 改进策略

引言: 石油钻井作业中,井控设备是保障安全、高效生产的核心要素。它不仅能有效预防井喷等严重事故,确保人员与财产安全,还能提升钻井效率、保护油气层。历经多年发展,我国石油钻井井控设备在技术水平、国产化程度、管理规范等方面取得显著进展,但设备可靠性、智能化水平、人员素质及维护保养等方面仍存在不足。本文将深入剖析井控设备现状,并从技术创新、管理优化、人员培训、维护保养等维度提出改进策略,以推动石油行业持续健康发展。

1 石油钻井井控设备概述

石油钻井井控设备是用于控制井内压力防止井喷、井涌等事故保证钻井作业安全顺利进行的一系列设备,主要包括防喷器组、节流压井管汇、钻井液循环系统、井控监测设备等,其中防喷器组是核心设备用于封闭井口,节流压井管汇用于控制井内流体压力,钻井液循环系统通过调节钻井液性能平衡地层压力,井控监测设备实时监测井内压力等参数为井控操作提供依据。井控设备在石油钻井中作用至关重要,能有效防止井喷事故发生,井喷是钻井作业最严重灾难之一,会破坏钻井设备、引发火灾爆炸等次生灾害、对周边环境和生态造成严重破坏,使用井控设备可避免人员伤亡和财产损失。能保证钻井作业连续性和稳定性,精确控制井内压力可减少井涌、井漏等复杂情况发生,提高钻井效率、降低钻井成本。还有助于保护油气层,减少对地层损害、提高油气采收率^[1]。石油钻井井控设备发展经历从简单到复杂、从低性能到高性能过程,早期井控设备主要是简单机械式防喷器,功能单一、可靠性差,随着石油工业发展对井控设备要求提高,逐渐出现液压防喷器、多功能防喷器等先进设备,液压防喷器利用液压系统实现快速关闭和开启井口,操作更便捷、密封更可靠,多功能防喷器则集多种功能于一体,能适应不同钻井工况需求,

同时井控监测技术也不断进步,从最初人工监测发展到如今自动化、智能化监测系统,能实时准确获取井内压力、温度等参数,通过数据传输和分析技术,将监测数据及时反馈给操作人员,为井控操作提供更科学依据,如今随着科技不断进步,井控设备还在持续创新升级,新材料、新工艺不断应用其中,进一步提高设备性能和可靠性,以适应日益复杂和严格的钻井作业需求。

2 石油钻井井控设备现状

2.1 取得的进展

技术水平提升显著,在防喷器组领域,研发出压力等级更高、通径更大的产品,可满足深井与超深井钻井需求,其密封性能与可靠性也大幅增强,有效降低泄漏事故发生概率,保障钻井作业安全稳定进行;井控监测设备方面,先进传感器技术与自动化控制技术得到应用,实现对井内参数实时监测与自动控制,极大提高井控操作的及时性与准确性,使工作人员能更迅速精准掌握井下状况并做出反应。国产化程度不断提高,过去我国石油钻井井控设备多依赖进口,成本高且受外部因素制约,如今通过自主研发与技术革新,国内企业已具备生产高性能井控设备的能力,能满足国内大部分钻井作业需求,不再过度依赖国外产品,这不仅降低国内石油企业设备采购成本,还减少因进口设备供应不稳定带来的风险,同时国产井控设备逐步走向国际市场,凭借可靠性能与合理价格,在国际石油装备领域占据一定份额,提升我国石油装备在国际市场的竞争力^[2]。管理规范逐步完善,石油企业为加强井控设备管理、保障钻井作业安全,从内部管理入手,构建完善的井控设备管理制度,明确各部门与人员职责,规范设备管理流程,从设备采购、安装到使用、维护等各环节都有详细规定,确保设备始终处于良好运行状态,还制定科学合理的应急预案,针对可能出现的井控事故,明确应急处置流程与

责任分工,通过定期组织应急演练,提高员工应对井控事故的能力,确保在事故发生时能迅速、有效开展救援工作,最大限度减少事故损失,保障人员生命安全与钻井作业顺利进行。

2.2 存在的不足

我国井控设备存在多方面不足,设备可靠性方面,虽技术水平有提升,但关键部件与核心技术同国外先进水平有差距,部分设备可靠性欠佳,在恶劣工作环境易出故障影响钻井作业,一些防喷器密封元件在高温高压下易老化损坏致密封失效。智能化水平上,与国外先进设备相比,我国井控设备智能化程度低,监测控制多靠人工操作,自动化程度不足,复杂地质条件下人工操作易失误,难及时准确应对井控事故,且信息化程度不高,缺乏统一数据管理平台,难实现数据共享分析,不利科学制定井控决策。人员素质方面,井控设备操作维护需要专业技术人员,可我国石油行业井控人员素质参差不齐,部分人员缺乏系统培训,对设备原理、性能和操作方法不熟悉,工作中易违规操作,一些人员安全意识与应急处理能力有待提高,面对井控事故不能及时有效采取措施致事故扩大。维护保养方面,井控设备维护保养是保证正常运行的关键环节,但部分石油企业重视不够,存在维护保养不到位情况,一些企业未制定完善维护保养计划,不能定期检查、维护和保养设备,导致设备老化加速、故障频发,还有企业在维护保养过程中使用不合格配件、维修工艺不规范,影响设备性能和可靠性,这些问题相互关联,设备可靠性不足增加故障风险,智能化水平低使人工操作压力增大,人员素质不高难以应对复杂情况,维护保养不到位加速设备老化,共同制约我国井控设备发展,影响钻井作业安全与效率,需从提升设备可靠性、提高智能化水平、加强人员培训、完善维护保养体系等多方面入手加以改进。

3 石油钻井井控设备改进策略

3.1 技术创新策略

(1) 加强关键技术研发,需加大对井控设备关键技术的投入,突破国外技术限制,重点聚焦高性能密封材料、耐高温高压零部件、智能化控制系统等关键技术。以此提升井控设备可靠性与智能化水平,高性能密封材料可增强设备在复杂环境下的密封效果,耐高温高压零部件能确保设备在极端工况下稳定运行,智能化控制系统可提高设备自动化程度与操作精准度。(2) 推动智能化发展,要积极引入人工智能、大数据、物联网等先进技术,构建井控设备智能化管理平台,实现设备远程监控、故障诊断与预测性维护。通过大数据分析挖掘设备

运行数据潜在信息,为井控决策提供科学支撑,物联网技术可让井控设备互联互通,实时共享运行状态信息,人工智能算法能对设备故障智能诊断与预测,提前采取维护措施避免故障发生。(3) 促进产学研合作,要加强企业、高校和科研机构间的合作,建立产学研合作创新机制。企业依据市场需求提出研发课题,高校和科研机构凭借人才与技术优势开展攻关研究。将科研成果快速转化为实际生产力,通过产学研合作整合各方资源,提高研发效率,加速井控设备技术创新,企业与高校合作开展井控设备新材料研究,可共同培养专业人才,为技术创新提供人才保障,与科研机构合作开展井控设备智能化技术研发,推动技术成果产业化应用,使先进技术更快应用于实际生产,提升我国石油钻井井控设备整体技术水平,增强我国石油装备在国际市场的竞争力,推动石油行业持续健康发展。

3.2 管理优化策略

完善管理制度是基础,要进一步健全石油钻井井控设备管理制度,清晰界定各部门与人员职责,构建完备的设备管理流程。对井控设备从设计、制造、安装到使用、维护各环节加强管理,保证设备契合相关标准与规范要求,制定严格设备采购管理制度可保障采购设备质量可靠,建立设备使用档案记录设备运行与维护保养情况,能为设备管理与决策提供有力依据。加强质量监管是关键,需建立健全质量监管体系,强化对设备制造企业资质审查与质量监督,严格执行产品检验制度,确保出厂设备质量达标,同时加强对施工现场井控设备质量检查,严禁不合格设备投入使用^[3]。建立设备质量追溯制度能对出现质量问题的设备及时追溯至生产企业和责任人,加强对设备检测机构监管可确保检测结果准确可靠。强化应急管理必不可少,要完善井控事故应急预案,通过加强应急演练提升应对井控事故能力,建立应急物资储备库储备必要井控设备与物资,确保事故发生时能及时调配使用。加强与周边救援力量合作建立联动机制可提高应急救援效率,定期组织井控事故应急演练并提高应急预案可行性与有效性,对应急物资定期检查维护可保证物资处于良好状态,通过这些管理优化策略,可提升我国石油钻井井控设备管理水平,保障钻井作业安全,减少井控事故发生,降低事故损失,促进石油行业稳定发展,增强我国石油企业在国际市场的竞争力,推动我国石油产业向更高水平迈进。

3.3 人员培训策略

(1) 开展系统培训,需制定全面系统的井控人员培训计划,培训内容广泛,涵盖井控设备原理、性能、操

作方法、维护保养知识,以及井控制度、标准和应急处理等方面。通过这样全方位的培训,能有效提升井控人员专业素质与操作技能,使其熟悉设备操作维护要点,掌握制度标准要求,具备应对井控问题的能力。(2)加强安全教育,要着重强化井控人员安全意识与责任感,通过开展安全知识讲座、案例分析等活动,让井控人员深刻认识井控事故危害性,增强自我保护与安全防范意识。安全知识讲座可系统传授安全知识,案例分析能让井控人员从实际事故中吸取教训,从而在面对类似情况时能做出正确反应,提高应急处理能力。(3)建立考核机制,要构建井控人员考核机制,对培训效果与操作技能进行考核评价,考核内容既包括理论知识考试,也涵盖实际操作考核^[4]。对于考核不合格人员,安排补考与再培训,直至其考核合格,以此确保井控人员具备相应能力。

3.4 维护保养策略

制定维护保养计划是首要步骤,需依据井控设备使用说明书与实际状况,拟定详细且具有针对性的计划,清晰明确维护保养周期、内容及标准,以此保障设备能获得及时且有效的维护保养,像不同类型设备可按其重要性及使用频率设定不同周期,关键设备可适当缩短周期,一般设备按常规周期进行。规范维护保养操作至关重要,要强化对维护保养人员的培训工作,使其熟练掌握规范操作流程,维护保养人员必须严格依照操作规程开展作业,选用合格配件与工具,从源头上确保维护保养质量,如在涉及零部件更换、设备调试等操作时,每个环节都要精准无误,避免因操作不当引发新问题^[5]。建立维护保养档案是重要支撑,要构建完善的井控设备维护保养档案,全面记录设备维护保养情况,涵盖维护保养时间、具体内容、更换零部件信息以及维护保养人员等关键内容,借助这一档案,能清晰地了解设备运行状况与维护历史,为设备管理与决策提供有利依据,通过

对档案数据的分析,可掌握设备故障发生规律,提前制定预防性维护计划,降低故障发生概率,对于频繁出现故障的设备,可依据档案记录进行重点监控与维护,及时排查潜在隐患。通过制定维护保养计划、规范维护保养操作、建立维护保养档案这一系列策略,可有效提升井控设备维护保养水平,延长设备使用寿命,保障设备稳定可靠运行,减少因设备故障导致的钻井作业中断与安全事故发生,为石油钻井作业的顺利开展提供坚实保障,推动我国石油行业高质量发展。

结束语

综上所述,石油钻井井控设备是保障钻井作业安全的核心屏障,其技术水平与管理效能直接关系到石油行业的可持续发展。当前,我国井控设备在技术突破、国产化替代和管理规范等方面已取得显著进展,但仍面临智能化不足、人员素质参差不齐等挑战。通过持续技术创新、优化管理机制、强化人员培训与完善维护体系,可系统性提升设备可靠性与应急能力,为深井、超深井及复杂地质条件下的作业提供安全支撑,推动我国石油装备迈向全球价值链中高端。

参考文献

- [1]万广伟.石油钻井机械设备现场管理质量控制探讨[J].石化技术,2025,32(8):363-365.
- [2]李皓.石油钻井工具机械的磨损性能改进研究[J].石油石化物资采购,2025(21):64-66.
- [3]杜海洋,孙冰心,黄磊.石油钻井井控设备现状与改进对策[J].化工设计通讯,2024,50(11):46-48.
- [4]杨志宽.石油钻井井控设备的应用现状与改进措施[J].智能城市应用,2024,7(8):109-111.
- [5]郭江保.石油机械设备的现状及质量控制分析[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023(9):169-172.