

油田采油过程中管道油气泄漏事故防控技术研究

孙 焘 王国伟

(大庆油田有限责任公司技术监督中心、大庆炼化公司工程管理部, 黑龙江 大庆 163000)

摘要:石油是重要的能源之一,对社会生产、生活的影响较大,这要求加强油田开采管理,包括事故预防在内。本文以油田采油过程中管道油气泄漏事故成因与危害为切入点,在此基础上研究该工作当前不足,并从技术角度出发,探讨油田采油过程管道油气泄漏事故防控方法,就强化技术针对性、优化技术应用、改善技术管理工作、加强技术团队建设等措施进行论述,以服务未来油田采油管理工作,降低、杜绝各类管道油气泄漏事故。

关键词:油田采油;管道油气泄漏事故;防控技术;智能分析

中图分类号: TE88

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 013-0143-03

Research on Prevention and Control Technology of Pipeline Oil and Gas Leakage Accidents in Oilfield Production

Sun Yan, Wang Guowei

(Technical Supervision Center of Daqing Oilfield Co., Ltd., Engineering Management Department of Daqing Refining and Chemical Company, Daqing Heilongjiang 163000, China)

Abstract:Petroleum is one of the most important energy sources, significantly impacting social production and daily life. This necessitates enhanced management of oilfield extraction, including accident prevention. This paper begins with an analysis of the causes and hazards of pipeline oil and gas leakage accidents during oilfield production. Based on this, it examines the current shortcomings in this area and explores methods for preventing and controlling such accidents from a technical perspective. The discussion includes measures such as strengthening technical specificity, optimizing technical applications, improving technical management, and enhancing technical team building. The aim is to support future oilfield production management, reduce, and eliminate various pipeline oil and gas leakage accidents.

Keywords:oilfield production; pipeline oil and gas leakage accidents; prevention and control technology; intelligent analysis

管道油气泄漏事故(Oil and gas leakage accidents)是一大类生产事故的总称,包括油气生产、储存、运输和使用过程中,因管理、操作、设备老化等因素,导致油气意外泄漏的情况,也包括因该情况导致的各类灾害,如火灾、爆炸、污染等等。现有研究认为,油田采油过程中,管道油气泄漏事故的成因比较多样,且带有一定的动态性和不可预知性,其在社会层面、经济层面的破坏性也值得关注。从技术角度出发,技术管理、使用等因素可能导致油田采油过程管道油气泄漏事故或增加发生率,加强管理工作有助于削减相关事故危害,改善油田生产效益,具有一定的现实意义。

1 油田采油过程中管道油气泄漏事故成因与危害

1.1 油田采油过程中管道油气泄漏事故成因

1.1.1 技术管理因素

技术管理不到位有可能导致油田采油过程中出现管道油气泄漏事故,包括生产技术管理、运输技术管理、技术监督管理等等。如部分油田在生产过程中,油气混合物快速膨胀上溢,并瞬间喷出,有一定可能

伤及人员、设施,也有可能产生闪爆事故。部分油田采用火驱技术开采石油,火驱过程中未能做好技术管理、井下参数分析,明火接触油气,也有一定可能诱发火灾或爆炸问题,形成管道油气泄漏情况。即便多见的水驱开采模式,也有可能出现生产安全问题,导致管道油气泄漏的隐患,这也要求重视油田采油技术分析,控制相关隐患^[1]。

1.1.2 技术应用因素

不当的技术应用形式、方法,有一定可能导致油田采油过程中出现管道油气泄漏事故。主要包括勘察技术应用、现场探测技术的应用等。现有研究表明,部分油气田的地下结构比较复杂,存在地质构造多样化、勘测难度大、井眼稳定性不足等情况,在组织开采的过程中,可能因生产破坏、机械扰动,导致部分区域的岩体开裂,形成裂缝、通道,导致油气外泄的问题^[2]。也有部分油气田生产过程中组织了现场信息采集,但选用的技术设备应用方式不当、操作粗放,难以发挥技术作用,无法第一时间察觉、控制管道油

气泄漏问题，酿成后续事故。

1.1.3 技术设备因素

各类用于油田工作的设备，其专业性较高，适用性也较广泛，能够普遍为各油气田提供工作支持。实际工作中，部分技术设备可能出现老化、安装不牢固、密闭性不佳等问题，进而导致管道油气泄漏事故^[3]。如油井的井筒，要求牢固安装、定期检查、更换老旧部件，部分工作人员对技术设备的管理重视不足，未能遵照一般标准开展工作，油田开采过程中，井筒不够牢固，有可能导致油气外泄、酿成事故。部分压力容器可以服务油田采油工作，储存原料或服务开采后的临时运输活动，此类技术设备的安装、质量管理要求较高，也需要定期进行维护，避免损坏、老化影响。部分油田对此重视不足，导致压力容器遭受腐蚀、出现较小的腐蚀破坏后快速扩大，酿成管道油气泄漏事故^[4]。

1.2 油田采油过程管道油气泄漏事故危害

油田采油过程管道油气泄漏事故危害集中于三个方面，一是经济损失，二是危及人员安全，三是污染。管道油气泄漏后大多无法回收，可能直接导致经济层面的损失，一吨原油的价格一般在600~900元之间，即便泄漏问题得到控制，经济损失也难以挽回，一旦出现火灾、爆炸事故，直接、间接经济损失往往更为突出。同时，泄漏的油气对人体有一定危害，酿成严重事故后，也可能导致人员受伤甚至死亡，形成重大生产事故。进入空气、水体中的油气或其制成品等，对大气和水体的污染也比较突出，有一定可能导致水生动物缺氧死亡，破坏区域生态系统^[5]。

2 当前油田采油过程管道油气泄漏事故防控技术不足

2.1 技术针对性不强

技术针对性不强，是当前油田采油过程管道油气泄漏事故防控技术的主要缺陷之一，是指所选的技术方法缺乏针对性，不符合油田工作的实际情况，难以应对可能出现的管道油气泄漏事故，以致防控能力不足的情况。如部分油田地下、地上各区域结构复杂，需要采用现代化的技术设备进行勘察、探测，分析是否存在管道油气泄漏事故，组织生产管理的过程中，工作人员对此重视不高，选取的勘察技术、工作设备精度不高、性能有限，无法满足周边信息感知、察觉需要，以致管道油气泄漏事故早期不能得到处理。也有部分工作人员没有针对火驱、火驱等开采技术特点进行管理，难以实现管道油气泄漏事故防控^[6]。

2.2 技术应用方式不完善

部分油田在采油过程中选取了有一定针对性的防控技术，但在技术应用方面存在不足，无法充分发挥

技术特点实现事故防控。如智能化防控模式，要求以完善的信息采集系统、分析系统、保护作业机制提升管道油气泄漏事故防控效果，实际工作中，工作人员未能利用集成技术或嵌入技术搭建一体化的作业系统，传感器发现了管道油气泄漏方面的问题、隐患，现场端管理系统无法根据相关信息完成响应，技术应用不能发挥预期作用。也有部分油田的采油技术本身存在问题，在含有挥发性气体的矿层，使用了火驱技术，或在岩体较松散、硬度不足的区域使用大功率水驱模式，有可能导致矿体外层围岩破坏或爆炸事故，导致管道油气泄漏。

2.3 技术管理松懈

松懈的技术管理，不利于发现管道油气泄漏事故隐患，也影响油田采油有关的前置性、后置性工作，引发管道油气泄漏事故。如在早期组织油田勘察时，不能使用地震波等现代化技术方法，对油田内部的岩土强度、资源分布情况进行感知和采集，形成的采油方案缺乏针对性，不能保证工作质量和安全，预留管道油气泄漏隐患。同时，一些现代化的工作系统以及采油技术设备，不同程度面临老化问题，需要在组织使用的过程中加强管理，根据设备使用情况进行维护、更换老旧和损坏的零部件，部分管理部门、人员对此关注不到位，未能建设理想的技术设备管理机制，或采用了不完善的管理方式，未能将各类技术设备全面纳入管理范围，无法处理设备问题，增加管道油气泄漏事故的发生率。

2.4 技术团队薄弱

油田采油工作具有一定的持续性，大部分具有开采价值的油田，需要在一段时间内持续组织开采作业，这要求其持续关注油田采油过程管道油气泄漏事故防控，稳定的技术团队可以为相关工作提供支持，从技术管理、应用以及选择等角度发挥积极作用。当前部分油田的技术团队比较薄弱，主要包括两个方面不足，一是缺乏应对管道油气泄漏事故防控方面的经验，专业人才配置不充裕，如一些新式防控技术，尚不能得到团队的理解和运用。二是总体人员数量不足、配置管理难度较大。油田开采、运输和加工等环节，均需要来自技术团队、人员、设备的支持，油田难以投入更多精力服务采油过程中的管道油气泄漏事故防控，在人才储备不足的情况下，管道油气泄漏事故防控的力量也较为单薄。

3 油田采油过程管道油气泄漏事故防控技术方法

3.1 强化技术针对性

为控制管道油气泄漏事故，加强油田开采工作管理水平，建议在实际工作中针对油田特点选取得当的

管道油气泄漏事故防控技术，在共性技术基础上，应用一些个性化、符合工作需要的辅助技术改善事故的防控效果。

以勘察技术为例，可以在组织油田开采前，采用物化探工作方法，借助电磁探测法、地震波法，分别对油田所处区域的地质情况、岩体强度、资源分布信息进行采集，当石油埋深较浅、不足50m时，电磁探测法可以形成地下信息有关分布图，用于开采管理。如果石油资源的埋深较大，则利用地震波法进行信息采集。所获得各类原始信息均以三维技术进行处理，对油田表面、浅表以及较深区域的信息进行完整采集，拟定合理的采油作业方法，并对可能出现的隐患进行分析，提前做好应对。一些油田的采油环境复杂，也应加强现场采油技术管理，在采油前确定合理的工作技术和应用方法，做好技术现场跟踪，保证其规范有序、针对性强，减少管道油气泄漏事故的发生可能。

3.2 优化技术应用

从应用角度出发，需要重视油气泄漏事故防控的直接性，采用各类现代化的技术方法，对可能出现的问题进行预防。建议采用智能技术提供辅助，应用于采油作业现场。

以可挥发气体的泄漏控制为例，可能因其泄漏量较小、位置隐蔽无法被察觉，未来可以建设传感器、智能分析、实时警报一体化的技术应用系统。常规工作模式下，油田周边空气中不同物质的成分是稳定的，默认其中“可挥发”气体的浓度为X。实际工作中，可挥发气体的浓度可能因气流因素、采油作业影响等出现变化，围绕X上下波动，且带有一定的线性化特点：

[min; -9; 32; JG; X; 92; H-; max]

数集中，min、max代表理论上可挥发气体的最小和最大浓度，可将其代入到计算机中完成记忆。采油作业开始后，传感器也同步开始工作，对采油作业区域以及周边可能发生油气泄漏问题区域的空气信息进行采集。当其处于min、max之间时，表明周边不存在可挥发性气体泄漏问题，当时信息表明当前空气中可挥发气体的浓度提升，接近max时，可发出警报，提示人员进行检查。当空气中可挥发气体的浓度超过max时，需要暂停作业，先对可挥发气体泄漏问题进行处理。max取值水平的确定方式，应以不同气体的危险临界点为基础，避免过高或过低的问题，以保证智能化技术应用实效。

3.3 改善技术管理工作

技术管理工作也有助于提升油田采油过程油气泄漏事故防控效果，主要工作措施包括加强技术设备管理、重视管理规范性和流程化等。

所有技术设备均应纳入一体化管理模式内，根据其工作特点、负荷态势评估出现安全问题、性能波动的可能，据此选取具有专业能力和工作经验的人员，周期进行设备性能分析，及时察觉问题和隐患。一些常用设备需要每日进行检查和记录，如护筒、压力容器、管道等等。各油田也应借助大数据技术建设完善的管理流程，根据大数据信息分析可靠的管理机制、模式，并推行于油田管理活动中。如技术设备的最小检测周期、不同部件的使用年限要求等，根据大数据分析结果建设管理制度，提升技术管理水平，控制油田采油过程油气泄漏事故。

3.4 加强技术团队建设

考虑到油田采油作业的长期性特点，还应在上述工作的基础上尝试优化技术团队建设。油田可以根据一般性的工作需要常规组织人力资源管理，侧重关注油气泄漏事故防控需要，培育专业人才。也可以面向社会组织人员招聘，聘入具有丰富经验和安防能力的技术人才建设团队，服务管道油气泄漏事故防控工作。

4 结论

综上所述，油田采油过程管道油气泄漏事故防控技术具有一定的积极价值，应在实际工作中予以更多关注。当前油田采油过程管道油气泄漏事故成因复杂，从技术角度出发，与技术应用、管理均存在一定关联，从防控角度出发，则存在技术针对性不强、应用方式不完善、管理松懈等情况。为予以应对，建议在实际工作中强化相关事故防控，重视提升技术针对性和应用管理质量，在此基础上借助智能化模式、大数据辅助，提升油田采油过程管道油气泄漏事故防控效果。最后还可以从技术团队管理角度出发，长期服务相关事故的技术控制。

参考文献：

- [1] 郭睿. 海外油田安全生产事故案例分析与预防措施研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(03): 22-24.
- [2] 李周平. 海上油田作业安全精细化管理的探索与实践 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(03): 98-100.
- [4] 杨成, 魏凯. 油田安全管理中的事故分析与应急处理 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(12): 51-53.
- [5] 王啸, 李模刚, 郭滨. 基于 Phast-QRA 的某油田拉油点密闭储油罐闪燃事故后果模拟分析 [J]. 石油化工安全环保技术, 2024, 40(02): 36-38+7.
- [6] 龙文瑾, 张雷, 罗德兵. 油田生产事故导致的环境影响与防控管理建议 [J]. 化工安全与环境, 2023, 36(10): 87-88.