

页岩气开采作业风险分析

熊 波 (中原油田采油气工程服务中心特车六大队, 山东 菏泽 274500)

摘 要: 页岩气开发过程中存在的环境灾害, 地质灾害, 甲烷泄漏灾害以及页岩气开采过程中钻井设备失效等安全风险, 本文从开采作业存在的几个风险问题进行研究, 从而分析解决问题的一些措施, 以供页岩气的安全开采, 高效和可持续开发利用提供若干参考价值。

关键词: 页岩气; 开采技术; 对应措施; 风险分析

1 页岩气开采概述

1.1 页岩气简介

页岩气是一种非常规天然气资源, 作为一种新的能源品种, 既是常规天然气潜在替代能源, 也是清洁环保能源。以吸附和游离方式存在于页岩 (或泥岩) 及其间所夹砂质、粉砂质岩地层中的天然气。主体位于暗色泥页岩或高碳泥页岩中、以吸附或游离状态聚集的天然气, 与常规天然气相比, 页岩气开发具有开采寿命长和生产时间长的优点, 大部分可产气的页岩分布范围广、厚度大, 且普遍含有页岩气, 使得页岩气井能够长期以稳定的速率产气。

1.2 页岩气开发现状

我国早在 2004 年就已经开始关注页岩气的开发, 在国家推动下, 我国页岩气勘探开发逐步开展。在 2013 年我国页岩气开发取得重大突破, 产量接近 2 亿方, 使我国成为第三个实现页岩气商业开发国家。我国页岩气勘探开发尚处于起步阶段, 存在关键性技术欠缺、页岩气开发利用基础配套设施严重不足等问题。但是近期发展较快, 在不断吸收国外技术的基础上, 开发了部分具有自主知识产权的技术和装备, 如 2014 年 10 月, 我国在页岩气开采核心技术取得重大突破, 自主攻关用于地下水平井进行分段的“分割器”, 该技术的突破实现了水平井分段压裂段间的封隔, 从而实现多级压裂, 提高了开采率。

2 页岩气开采作业危险源辨识

2.1 环境灾害风险

页岩气开采过程中水力压裂过程产生的废水容易造成水体污染, 水力压裂使用的压裂剂中除了包含水和砂之外, 还含有大量化学添加剂 (如杀菌剂、表面活性剂) 等影响水质的物质。随着压裂液日益增加, 一大半的压裂液会返排回地面形成压裂返排液, 混有化学物质的返排液久存于页岩层还会混入悬浮有机物、油脂、天然放射性物质、重金属、酚类、酮类等多种污染物。页岩气开采过程完井固井工艺与具体的岩层地质条件的脱节, 会引发压裂液和甲烷气体的泄漏, 造成地下水污染。

页岩气开采过程中压裂返排液过程和重复压裂的过程中都会泄漏大量的甲烷气体, 采气阶段, 采气树、地面管道等设备也是甲烷气体泄漏的重要途径。在页岩气作业过程中的钻井、水力压裂和天然气压缩过程中还会释放出挥发性有机化合物、有毒的空气污染物。水力压裂中使用的石英砂支撑剂与其他粉尘混合产生的结晶硅石粉尘, 还会增加作业人员患肺癌或尘肺的风险。

2.2 地质灾害风险

页岩气藏的埋深深度各异, 开采均需要钻竖直井、水

平井水力压裂等关键作业, 高压水力压裂技术会改变页岩层中原有应力状态, 使因受到外部应力的岩层快速释放, 引发不同程度的微型地震, 容易造成人员伤亡, 对开采范围内地表植被造成破坏。此外, 水力压裂是高压液体运动, 钻井工作会导致地下土层与岩石层的松动, 钻井开采松动区域在雨水侵蚀的作用下, 容易发生水土流失造成泥石流、滑坡、地陷等灾害事故, 从而对地下岩层造成不可修复的伤害。

2.3 甲烷泄漏风险

甲烷泄漏风险与常规油气开采不同, 常规油气开采甲烷气体泄漏量仅为 1% 左右, 由于页岩气开采过程中井口、管道、阀门数量大增, 页岩气开采过程中甲烷气体泄漏量约为总产气量 3.6%~7.9%, 这样的浓度如果遇到火源将会产生严重的爆炸和火灾。甲烷气体泄漏给居民饮水带来极大安全隐患。此外, 甲烷气体通过水平钻井上升到竖直钻井直至井口, 形成大量的气体聚集, 如遇火源则会造成火灾、爆炸等灾害事故, 都会危及作业人员的安全, 也会损坏机械设备设施, 造成企业直接或间接的经济损失。

2.4 钻井设备失效风险

页岩气开采的钻井设备普遍沿用常规气藏开采的设备, 主要会发生套管设备失效和钻具设备失效事故。页岩气开采过程中可能引起卡钻, 井壁内有泥饼, 由于泥浆的滤失量大, 泥页岩易形成泥饼, 钻具在井内长时间停留就会被泥饼黏附住, 而造成卡钻; 选用钻井液的性能较差或密度过大, 使液柱压力与地层孔隙压力不能达到平衡状态, 并且不能及时、高效地将井内的岩屑携带出去, 而造成卡钻; 井内过多的岩屑堆积, 易使钻具卡住; 井身设计不合理, 使井身倾斜的角度过大, 易造成卡钻; 由于地层的地质特性, 如地层的抗拉及抗压强度低、地层应力大、地质构造特殊等, 在钻井过程中都有可能造成卡钻; 卡钻事故或套管磨损失效引发套管柱泄漏、安全装置套管头失效等不仅会影响采气效率, 也可能使页岩气溢流, 造成火灾爆炸事故。

3 页岩气开采安全对策

3.1 环境灾害的安全对策

3.1.1 降低水资源的浪费

①加快页岩气开采水资源利用法律法规的制定, 减少一味将压裂返排液深埋的废水处理方式, 规范淡水资源的乱排、滥用现象; ②研发和推广更加清洁的压裂液体系 (如低毒油基钻井液体系), 减少化学添加剂的使用, 降低废水治理的难度; ③开发超临界 CO_2 、液态丙烷压裂法等新方法逐渐取代水力压裂技术, 从本质上极 (下转第 236 页)

求的情况下,再适当进一步控制成本。

3.3 管道工程纠偏措施

管道工程“成本-进度”偏差属于典型的“进度冒进型”模式,进度、费用双双为正,但进度超前十分明显,有可能造成前期抢活干,后期等活干的情况。建议:有针对性地抽调一部分人员从事其他工作,如果是在加班,可以停止加班工作。如果是预制进度过快,可以适当提前进入安装阶段,可以转移一部分预制工作的人工、材料和机械,还可以更快打开工作面。

3.4 电气工程纠偏措施

电气工程“成本-进度”偏差属于典型的“赶工低效型”模式。进度为正,费用为负,但费用明显超支过多,进度加快速度赶不上费用的增加投入,说明赶工效率不高。建议:适当减少一部分作业人员,借用或支援其他专业的施工;减少过多的高薪的技能型工人;如果是管理力量过多,应适度控制,减少管理成本。

4 结语

本文设立的挣值法模型旨在为项目“成本-进度”目标集成动态控制直接提供支持,输入模式基本确立,输出结果直观快捷,原因分析联系经验,纠偏措施结合实际,可操作性、可参考性较强。在此强调从项目一开始就要对项目目标执行情况进行监控,不能等到项目执行一段较

时间以后再分析、纠偏。因为经过对700个项目调查表明,一个执行不佳、完成百分比超过15%~20%项目,对其纠正的概率为零。本文的模型在实际运用中可以结合网络计划图、关键路径、工作程序、资源配置计划,进一步科学指导项目目标控制和决策。炼化工程项目除土建工程外,安装工程也可以引入流水施工的理念,再结合本文的控制模型,更有利于资源的管理、成本的控制和进度的把握。挣值理论模型使得操作简单明了,更有利于推进动态监控,结合“PDCA”循环理论和管理控制论,将会使项目管理的水平更加提升一个档次。挣值理论的适用范围除了成本和进度的集成控制外,还可以创建质量控制和安全控制的模型,使项目的整体目标集成动态控制成为一个更加完备的系统体系。

参考文献:

- [1] 全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会.建设工程项目管理[M].北京:中国建筑工业出版社,2016(5).
- [2] 王忠伟.挣值管理方法在林业工程项目中的应用研究[J].森林工程,2014,20(5):36-38.
- [3] 唐新林.挣值管理在道路工程施工管理中的应用研究[J].公路与汽运,2004(103):121-123.
- [4] 小塞缪尔·J·曼特尔等著,林树岚,邓士忠译.项目管理实践[M].北京:电子工业出版社,2002-8.

(上接第234页)大减少淡水资源的使用和污染。

3.1.2 降低大气污染和地下水的污染

①采用水泥浆体系、油基冲洗液的优选和改善固井施工工艺等方法,改善钻井质量,并采用微地震压裂检测技术实时监测水力压裂效果,从而控制井漏;②废液池发生泄漏或可能发生外溢事故时,应及时用废水罐车把废液运至安全地点,对于泄漏到农田的废液,应堵住农田缺口,挖坑收集,防止废水流入下游河水、湖泊等造成水污染,督促相关部门制定废水排放技术规范,需运输到井场外排放的污水必须经过处理达标后才能排放到地表水体,并尽量减少返排液的外排;③采用有绿色完井之称的REC技术,在完井和其他作业过程中收集泄漏的天然气,防止页岩气排入大气中。

3.2 地质灾害的安全对策

①提高探测技术,加强页岩气开采的前期页岩气资源区的地质评价工作和各开采阶段地下岩层应力分布的实时监测,同时为减小页岩气钻井开采对地质的影响,页岩气开发选址应远离社区,形成集中开采模式,尽量扩大钻井平台的有效开采范围,减少平台数量;②全面展开页岩气储层井壁稳定性、页岩钻井储层伤害机理、钻井液优化三者对页岩气储层的伤害研究,在石油地震地质学的基础上研发适合各个开发区域的钻井液体系,降低水力压裂技术和气井钻采作业对页岩层的伤害。对于泥石流可以种植一些植被或防护林,对于山体滑坡可以采用锚固、固结灌浆和支挡物等措施加以防范。

3.3 甲烷泄漏的安全对策

①加强井口、管道和阀门等易泄漏单元的检查和维修,定期开展安全检查,防止管道腐蚀及阀门失效导致甲烷气

体的泄漏。优化固井、完井方案,使页岩气储层与其他地层,尤其是含水层完全隔离,即便发生泄漏,污染物也不会上浮至蓄水层造成水体污染;②加快页岩气开采环境保护的法律法规的制定和页岩气安全标准体系的建设,引入HSE科学管理体系,加大页岩气开采过程中的安全管理,并通过环境评估技术分析建立合理安全防护距离,提高作业人员安全意识,规范作业人员的不安全行为。

3.4 钻井设备失效的安全对策

①提高套管柱设计水平,加强套管磨损预测,利用磨损的智能监测技术实时监控套管寿命和套管磨损程度,也可从钻井技术、钻井液处理剂添加量、钻井液成分及添加剂、套管内壁涂层技术、钻杆保护器、钻井液加重材料、钻杆接头表面处理、钻柱转速等方面减少套管的磨损;②为避免卡钻事故,需改进钻井技术,保证优良的井身结构和质量;使用合适、高效且密度适宜的钻井液;定时检查井口工具,防止井口落物,并注意井口围盖;不工作时应将钻具提起,减少钻具在井下静止时间;钻具设备的使用过程要遵守相应开采工艺和操作规程,定期进行无损探伤,并加强钻具设备的日常维护和保养。

参考文献:

- [1] 潘鸿,毛健.关于我国页岩气资源开发利用问题的思考[J].工业技术经济,2014(2):3-12.
- [2] 胡颖,彭博.美国页岩气开发现状及其能源发展趋势[J].广东化工,2014,41(23):82-83.

作者简介:

熊波(1983-),男,山东东平人,助理工程师,本科,安全工程专业。