

# 浅谈石油勘探工程风险来源及防范措施

冯 丽<sup>1</sup>, 杨金龙<sup>2</sup>, 王 涵<sup>1</sup>

<sup>1</sup>重庆科技学院石油与天然气工程学院, 重庆

<sup>2</sup>重庆交通大学机电与车辆工程学院, 重庆

收稿日期: 2023年9月30日; 录用日期: 2023年11月17日; 发布日期: 2023年11月23日

## 摘 要

由于经济的快速发展, 全球对能源的需求量逐渐增加, 油气资源勘探开发也变得非常重要。工业化勘探开发逐渐处于高速发展阶段。但随着勘探开发技术的进步, 也伴随着大量勘探工程事故的发生, 特别是在石油钻井过程中发生事故的因素很多, 如井喷、火灾、爆炸和坍塌等事故发生, 工程伦理问题也备受社会各界广泛关注。为了防止事故的发生本文以石油勘探工程风险的必要性为基础, 探讨石油勘探工程的一些风险来源, 同时提出强化在石油勘探工程中的防范措施。

## 关键词

石油勘探工程, 风险来源, 防范措施

# Introduction to the Sources of Risk and Preventive Measures of Petroleum Exploration Project

Li Feng<sup>1</sup>, Jinlong Yang<sup>2</sup>, Han Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Petroleum and Natural Gas Engineering, Chongqing Institute of Science and Technology, Chongqing

<sup>2</sup>College of Electromechanical and Vehicle Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing

Received: Sep. 30<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 17<sup>th</sup>, 2023; published: Nov. 23<sup>rd</sup>, 2023

## Abstract

Due to the rapid economic development, the global demand for energy has gradually increased, and the exploration and development of oil and gas resources have become very important. Industrialized exploration and development is gradually in the stage of high-speed development. However, as exploration and development technologies advance, there is also an increase in the

occurrence of numerous accidents in exploration projects, particularly in the process of petroleum drilling. Factors such as blowouts, fires, explosions, and collapses contribute to these accidents. Ethical issues in engineering have also received widespread attention from various sectors of society. In order to prevent accidents, this article is based on the necessity of assessing the risks in petroleum exploration projects. It explores some sources of risk in petroleum exploration projects and proposes measures to strengthen prevention in these projects.

## Keywords

Petroleum Exploration Project, Sources of Risk, Preventive Measures

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着时代的快速发展，石油是全球经济发展的重中之重，我国的常规油气资源和非常规油气资源十分丰富，其中非常规油气资源工业化勘探开发正处于高速发展阶段。非常规油气资源的开发是全球能源开发的重点，其中页岩油气是近年来勘探开发的重点之一。由于石油勘探环境特殊，石油勘探也变得频繁起来。在勘探过程中工程风险问题逐渐出现，也是当代的热门话题之一。目前国内外主要针对原则、全局性、风险评价和防范措施的研究，而对石油勘探的过程中勘探人员的工程伦理责任缺失的研究还很少。要加强人们对工程伦理责任意识重要性的认识。据统计 100 起钻井事故分析全国发生各类生产安全事故的原因如图 1，面对这些生产安全事故，发现事故勘探人员的工程伦理责任问题尤其突出。因此要针对相关的隐患制定完善的防范措施，以确保石油勘探工程的安全性等。

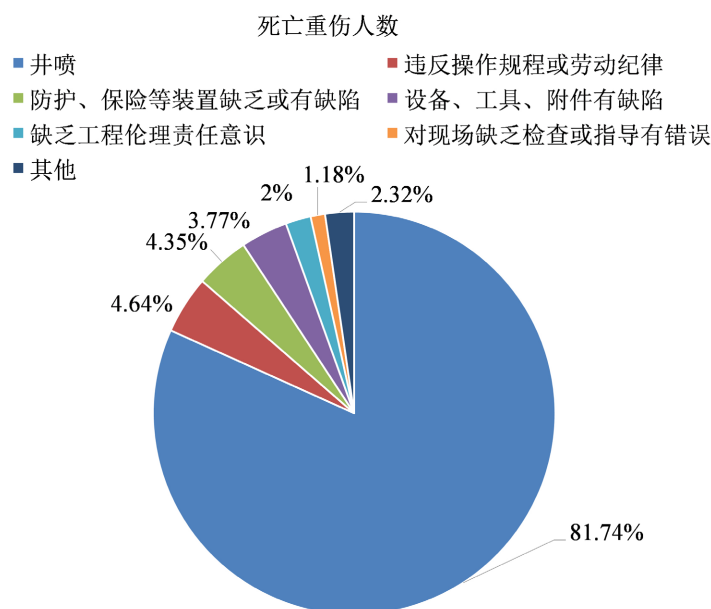


Figure 1. Analysis of accident causes

图 1. 事故原因分析

## 2. 重视石油勘探工程风险的必要性

工程中对人员的实践知识要求高,在工程进展的过程中应对的方法越科学、越合理,防范就越到位,在工程进行的时候所发生的风险就越低、工程进展就越快[1]。如果项目不进行风险预测、评估,不制定相对的防范措施,发生风险的程度增加,一旦工程出现伦理问题无法及时解决,就会导致经济损失,严重会导致人员生命安全。在石油勘探过程中,有来自各种风险的影响,如:自然风险(台风、暴雨和山洪等)、人为风险和技术风险等,会导致风险事故的发生,轻者会导致人员受伤、经济损失和工期延迟,重者导致人员死亡、环境破坏和其中一些不可再生油气资源被浪费等[2] (图 2)。

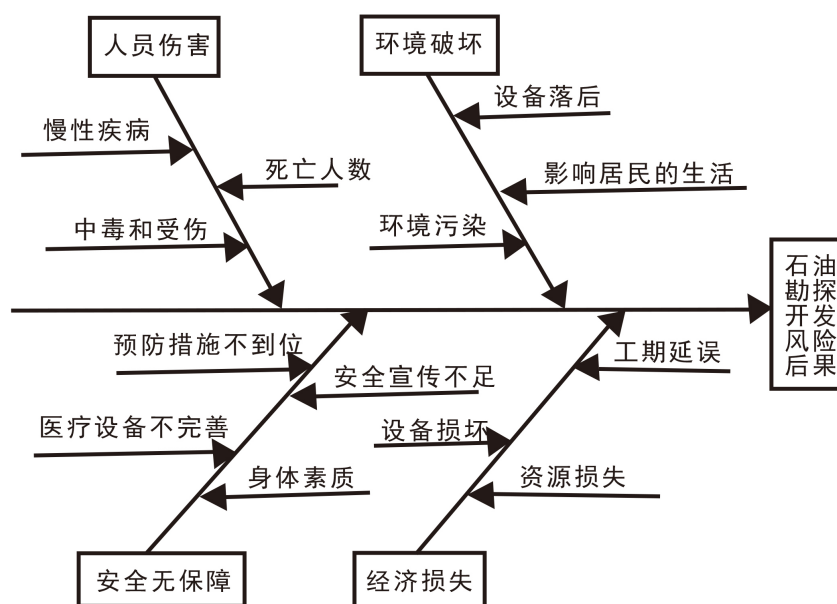


Figure 2. Consequences of risk in oil exploration and development  
图 2. 石油勘探开发风险的后果

在石油勘探工程中所有人员都要具备一定的工程伦理责任意识,一旦懈怠就会对工程造成一些不可挽回的工程伦理风险问题。为了防范在石油勘探工程中风险事故的发生,应该对相应的工程中风险的来源做好一些防范措施,来防止风险事故的发生和保障工程的安全性、经济效应,确保在工程风险事故发生的同时把损失降到最小。

## 3. 石油勘探工程中风险的来源

### 3.1. 工程伦理责任风险

无论是在石油勘探开发工程还是其他专业工程中,工程伦理责任风险都不可避免。其中的工程伦理风险一般体现在人员的自身素质的缺乏、对工程伦理的认识薄弱和对工程伦理责任宣传不到位等引起石油勘探风险的发生。

### 3.2. 自然风险

自然风险在石油勘探工程中是比较常见的风险来源,因石油勘探工程常年在一些偏僻地方,资源环境不好,自然风险会影响勘探工程的进行和对油气资源的产生和储藏也会有影响[3] (图 3)。

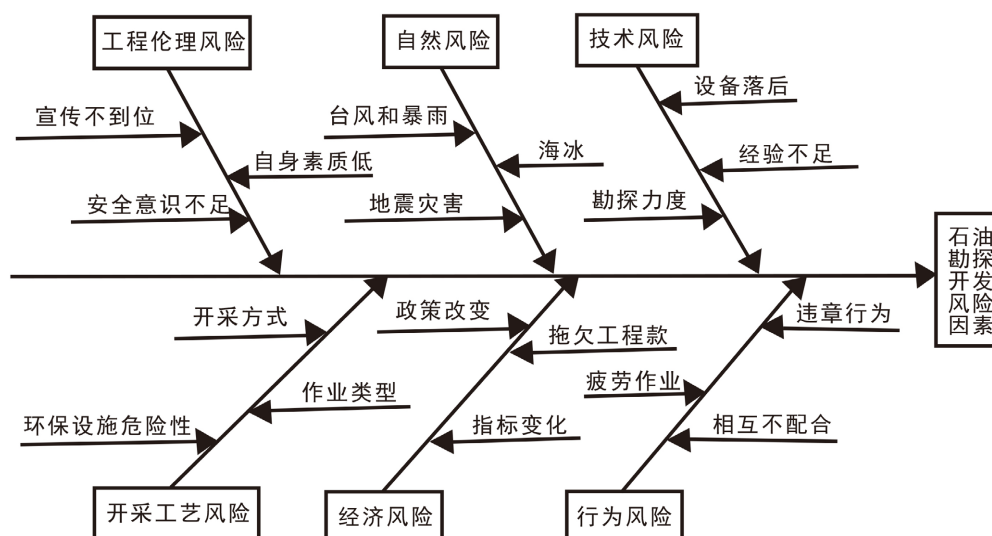


Figure 3. Risk factor map for oil exploration and development  
图 3. 石油勘探开发风险因素图

### 3.2.1. 台风和暴雨

在石油勘探过程遇到恶劣天气，台风和暴雨会影响勘探工程的进行，严重是会引发洪水，还会导致破坏设备、人员受伤和经济损失等。

### 3.2.2. 雷电和山洪

由于石油勘探工程中有些设备对电的需求量大，一般现场都设有高压电。雷电会破坏勘探工程的电力供应，导致设备不能正常使用，有可能会破坏设备导致经济损失，人员的住宿也会因为没电带来不方便，要是雷电非常大可能会导致人员伤亡。而油气是可燃物，在高压电力下会引发周围火灾。山洪导致山体坍塌淹没施工场所，防碍开采油气资源，人员生命危险，之前所做工作变成无用功。

### 3.2.3. 海冰

由于有些海域滩涂相对广阔，深度较浅等，由于涌入了大量的淡水，会降低海水的盐度，束流的速度增大，在诸多原因下，海域的海冰生成和消失都变快，由于海域的不同，海冰的结冰厚度、范围都有差别。

### 3.2.4. 地震灾害

具了解，地震灾害是非常值得关注的，我国也发生过重大地震灾害，导致人员伤亡、房屋坍塌、山体坍塌等。因每个地区的工程地质条件不同，有的地区不具备承受强地震灾害的发生，地震会导致地下局部地层失去稳定，海上作业不平稳很可能会造成海底管道破裂。

## 3.3. 经济、政治风险

经济风险主要考虑国家政策、市场和油价的指标变化，在石油勘探工程中风险来自项目建设单位因拖欠工程款，有的设备被破坏无法进行维修，勘探人员停止勘探，导致工程工期延误。国家相关政策对工程项目进行了有利程度分级，而市场的程度分级标准又有不同[4]。

## 3.4. 行为风险

石油勘探工程是国家非常重视的能源之一，投入大量人力、时间、资金，各个方面都有涉及。勘探

工程需要不同专业的人员相互配合，但配合的同时不免出现矛盾，要是因此不能很好的配合很容易出现风险问题。

如“8.11”井喷油气着火事故，其中当发现油气侵现象是，不乏有人员为了保证固井的质量，拒绝固井，而是去提高钻井液密度等行为导致井喷。

在勘探过程中人员不按照规定执行实施细则和设计要求在重要作业环节出现违章行为、施工人员偷工减料、注意力不集中和疲劳作业等。在进行勘探的时候，由于工程地质勘探有误，导致施工人员施工错误造成风险[2] [5]。

### 3.5. 技术风险

#### 3.5.1. 井喷事故

到目前为止井喷事故常有发生(表 1)，如“8.11”井喷油气着火事故的发生也存在技术上的风险，很多都因为施工和设计的不恰当，地层的流体压力高于井内的压力导致井喷，井喷风险很大，严重会造成人员伤亡。究其原因，人为破坏装置或设备受自然因素原因损坏，很容易发生井喷事故。地层的压力远远比井筒液柱压力大，造成它们之间的失去平衡[6] [7] [8]。

**Table 1.** Table of well blowout cases

**表 1.** 井喷事故案例表

事故	原因	时间
同福 6 井溢流险情	1) 对地层认识不足。2) 取芯时发生井涌，未及时进行中测，搞清地层压力和产量。3) 同一裸眼井段钻遇两个压力系统不相同的高产、高含硫气井，未及时采取果断措施，造成抢险。	2002.10.11
罗家 16H 井井喷事故	1) 罗家 16H 井储层暴露段长，且钻遇了高丰度、不均质、裂缝发育的异常带。2) 高含硫、高产量天然气水平井钻井工艺不成熟。3) 起钻前循环观察时间不够。4) 钻井队在起钻过程中灌泥浆不及时、灌入量欠缺。	2003.12.23
云南曲靖天然气井喷	1) 压力不平衡导致。由于该井为曲靖盆地摩擦的参探井，勘探公司对地层压力预测不准，处理不当，而造成井涌、井喷。2) 当打井接近天然气开采层时，由于钻柱内液柱压力小于地层压力，造成井喷。	2004.12.03
DG13-6 井井喷事故	1) 井身结构不合理，没有引起重视，设计中没有防喷器，使井喷后没有相应设备进行控制。2) 该井区地下情况复杂，同一裸眼井段中有两个压力梯度相差较大的油气水层，密度高易漏，密度低易喷，给安全钻井增加了难度。3) 设计密度偏低。	2006.01.10

#### 3.5.2. 勘探力度

在勘探工程进行之前由于勘探不全面和力度不够、设计不规范和施工方案有误等导致后期在勘探过程中导致坍塌等。在工程进行之前对环境、地理位置等勘探必须全面，不然在工程施工时很容易出现由于前期勘探力度不够全面导致施工技术上的风险，不乏有其他因素影响的原因导致勘探力度受到影响。

#### 3.5.3. 设备落后

当勘探设备落后时，其安全性不高，操作复杂。使得工人更容易出现操作失误，从而导致事故的发生。

生。随着设备的使用年限增长，其出故障的频率也不断上升，不及时维修或者更换设备，在使用时存在一定的风险。要及时对设备进行更新换代，以减少事故的发生。

### 3.6. 组织风险

由于管理人员的决策失误导致事故的发生，管理人员可能由于理论实践能力和认识不够到位，在进行工程重要决策时容易出现错误的判断或在工程进行时发现了问题确不能及时做出准确的决策[4]。

石油勘探工程一般都是大型工程，组成的人员复杂多样，又因为人员的组成不都是来自同一领域，之间的摩擦就很容易产生，相互配合会降低导致风险产生。

## 4. 石油勘探工程风险的防范措施

本文在前人的基础上加入了通过上工程伦理责任风险的来源。同时提出了以下防范措施：强化石油勘探人员的工程伦理责任、提高石油工程风险管理意识和事故成因的积累和排查等。

### 4.1. 强化石油勘探人员的工程伦理责任

石油勘探中需要运用到地球物理学、经济学、机械学、市场学等不同领域的人员。所以石油勘探人员需要具备过硬的专业知识和不同领域的人员配合，在工作中才能不犯技术上的错误，减少因为技术问题带来的安全事故。为了提高勘探人员的专业知识，需要定期开展相应的培训与演习。

同时要提高勘探人员的自身素质要求。勘探任务不是一人完成的，是各个部门的配合，在配合过程中要最大限度的发挥各个团队的长处。所以对各个团队和个人的素质要求较高，只有内部团结了，在工程中才能保证安全的进行。勘探人员的素质的提升，需要定期进行素质有关的宣讲活动，同时加强各团队之间的联系[2] [4]。

勘探人员的安全意识十分重要，在操作大型机械时，常常因为安全意识不到位，操作失误而引起事故的发生。安全意识是所有勘探人员都必须具备的，不能疏忽大意。需要定期进行安全培训，发放一些与安全相关的手册。

### 4.2. 提高石油工程风险管理意识

管理人员负责石油工程的风险管理。作为管理人员，首先要具备完善的风险管理意识，明确风险管理在石油工程中的重要性，并引导员工形成风险管理意识，还需定期安排培训提高员工的风险防范意识[9]。在工程项目建设之前，要根据工程的规模大小，建设难度合理选用相关岗位技术人员，从而避免人员安排不合理的错误。要对项目实施方案进行综合评估，保证石油工程项目的正常运行。同时管理员内部要发挥每个成员的主管能动性，要提前发现相关风险问题，并提出合适的解决方案，加强风险管理意识[10] [11]。

### 4.3. 完善规章制度，加强体系建设

合理的制度可以推动工程项目的正常推进，同时能起到很好的规范作用。所以在石油勘探工程中要加强工程担保、工程保险五方责任主体终身负责制等工程质量保障制度[11] [12]。只有工程质量得到了保障，其后期的运作才不会出现问題。当前在项目管理上存在的多头管理、流程过长、管控过多、项目经理责任制不落实、制度配套和执行不到位等问题。需要落实项目经理责任制，实现项目规范化管理，加强组织领导，落实工作部署，按时高质量完成体系建设任务。相关部门应当根据工程的实际情况及发展需求制定完善的管理制度，并落实到部门、落实到个人，同时还需贯彻到各环节中，使其形成完善的管理体系[11] (图 4)。



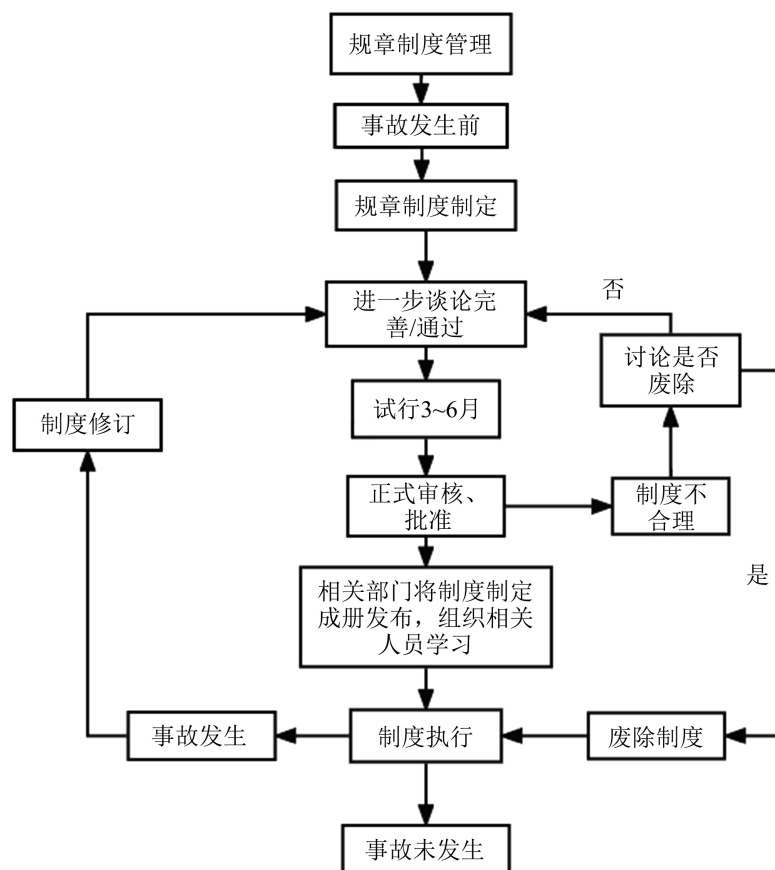


Figure 4. Flowchart of regulatory management  
图 4. 规章制度管理流程图

#### 4.4. 加大安全监督检查力度

石油开采过程安全系数比较高, 为了保障工作人员的人身安全, 减少安全事故的发生, 不仅仅通过安全教育的方式提升员工的安全防范意识, 还要加大对设备的投入力度, 只有安全系数高的设备才能对操作的工人提供更好的保护。所以企业要重视设备的引进。合理安排员工工作时间, 避免工作人员疲劳作业。

在开始工作前, 需要对所需要使用的设备进行仔细的检查, 提前发现设备的问题。在作业时, 要检查工人是否佩戴好安全装备。要派人做好工作记录, 当发生事故时好排查原因, 并及时处理。

#### 4.5. 提升安全技术手段

安全技术手段不足会导致石油工程中的安全事故问题, 当安全技术手段得到了有效的提高, 在石油开采的过程中, 会减少因为设备问题导致的安全事故, 间接的减少了事故的发生造成的经济损失和人员的伤害[13]。在大型机器人的操作上, 加上一些违规操作的报警制动装置, 防止人员围观操作导致设备出现故障[13]。这样就能更好的保护设备和操作人员。同时在作业时, 要配备各种设备的技术人员, 当设备出现故障时, 要及时排查原因。

#### 4.6. 事故成因的积累和排查

当事故发生时, 要能及时进行解决, 先保障员工的人身安全, 要及时处理突发事件。及时分析事故的原因, 要将每个事故发生的原因记录下来, 同时将这些事故案例给员工们强调, 以便下次再出现同样

的事故时。再施工附近需要配备一定紧急救援装备和临时医护人员[14]。

#### 4.7. 加大经济投入，提升保障能力

石油企业要十分重视工程安全，要清楚认识到石油工程安全对企业未来发展的影响。所以石油企业需要加大资金的投入，加强安全管理的相关团队，需要根据工程实际需求，制定科学、有效的安全管理工作体系，引进先进的勘探设备，从而有效的在石油勘探过程进行安全管理[13] [15] [16]。

#### 5. 总结

1) 随着石油勘探开发的快速发展，我国石油工程的事故发生频率也不断增长，这些事故带来严重的经济损失，严重威胁到勘探人员的生命安全，给勘探工程正常运行带来风险。

2) 要想保障石油勘探工程安全的进行，就需要加强安全管理，要建立相应的管理政策，要用更安全更先进的装备和技术，将这些安全隐患扼杀在摇篮中。

3) 本文主要研究了如何强化石油勘探人员的工程伦理责任意识和事故成因的积累和排查，是组成一个团结的石油勘探开发团队，确保在勘探过程中相互配合的重要措施。同时加大石油勘探作业的安全监督和检查工作，促进现场操作的规范化、科学化，制定工程伦理责任制度的意识加强，才能最大限度的防范安全事故的发生。

4) 只有勘探人员工程伦理责任意识得到加强，才能确保石油勘探开发安全的进行。

#### 基金项目

重庆科技学院科技创新基金项目“低渗储层物性改造地震预测研究 - 以西峰油田 X 井区为例”(YKJCX2120118); 重庆科技学院科技创新基金项目“高 13 区块扶杨油层致密储层地震预测方法研究”(YKJCX2220120)资助。

#### 参考文献

- [1] 刘星瑶. 陆上石油勘探开发环境风险评价及控制研究[D]: [硕士学位论文]. 大庆: 东北石油大学, 2018.
- [2] 祁春. 关于石油钻井作业安全管理问题及对策的研究[J]. 化学工程与装备, 2016(10): 248-249+254.
- [3] 赵婧余. 石油钻井工程项目的风险管理研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南石油大学, 2011.
- [4] 李先波. 浅谈石油钻井工程项目的风险管理[J]. 科技创新与应用, 2018(10): 193-194.
- [5] 王进军. 石油勘探企业安全现状动态综合评价研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2012, 8(S1): 105-108.
- [6] 程丙方, 刘传清, 袭润祥, 等. 渤海湾滩浅海石油勘探井控安全技术[J]. 石油工程建设, 2021, 47(S2): 202-205.
- [7] 邓文杨, 邓成辉, 王宏伍, 等. 海洋钻井井控安全管理与实践[J]. 科技创新导报, 2018, 15(7): 208-210+212. <https://doi.org/10.16660/j.cnki.1674-098X.2018.07.208>
- [8] 申文东. 石油钻井井喷事故致因机理分析及预警系统研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南石油大学, 2017.
- [9] 丁浩力. 石油钻井工程项目的安全管理[J]. 化工管理, 2018(19): 95.
- [10] 黄科. 石油钻井工程项目的风险管理分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37(20): 61-62.
- [11] 周卫斌. 浅析石油工程安全管理中的风险管控[J]. 江汉石油职工大学学报, 2020, 33(6): 104-105.
- [12] 李家国. 浅析控制钻井工程投资成本的措施[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2012, 33(9): 260.
- [13] 党克军, 王增年, 张旺宁, 等. 长庆钻井井控安全应急管理与实践[J]. 石油工业技术监督, 2011, 27(10): 27-31.
- [14] 陈忠新. 关于加强油田安全环保管理的意识和措施的分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013, 33(14): 196.
- [15] 陆裕. 深海石油勘探安全管理技术分析[J]. 化工管理, 2017(6): 141.
- [16] 姚志奇. 石油钻井工程成本控制分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2011, 31(11): 251.