

# 小口径岩心钻探海上施工安全风险管控

孙宏晶, 刘 治

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004)

**摘要:**小口径岩心钻探海上施工不同于陆地,要借助海上钻探平台作为实施场地进行施工。因其施工环境中风、浪等自然因素所占影响比例较大,其交通运输、施工过程、人员安全防护等都较陆地施工有很大区别。为保证海上岩心钻探施工安全,通过对比分析海上与陆地施工的危险源异同,经过危险源辨识、评价、控制等3个步骤,从技术与安全管理2个角度,就平台搭建及拆除、施工过程、海上交通、人身防护等方面对海上施工风险进行系统化管理,确保安全施工。

**关键词:**海上勘查;海上平台;小口径岩心钻探;风险管控;安全管理

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2017)10-0088-05

**Safety Risk Control of Offshore Construction for Small-diameter Core Drilling/SUN Hong-jing, LIU Zhi** (No. 3 Exploring Institution of Geo-mineral Resources, Shandong Province, Yantai Shandong 264004, China)

**Abstract:** Small diameter core drilling offshore construction must rely on offshore drilling platform as the construction site. Due of the larger influence of wind, waves and other natural factors in the construction environment, the transportation, construction process, personnel safety and some other aspects are quite different with the land construction. In order to ensure the offshore core drilling safety, by the comparative analysis on the similarities and differences between dangerous sources at sea and land construction and through 3 steps of hazard identification, assessment and control, the systematic management of offshore construction risk control is carried on in platform construction and demolition, construction process, maritime traffic and personal protection and other aspects in technology and management for safe construction.

**Key words:** offshore exploration; offshore platform; small diameter drilling; risk management and control; safety management

近几年,为迎合市场的需要与地勘产业“转型升级,提质增效”的总要求,我单位在总结以往海上钻探经验的基础上,成功实施了一项大型海上勘探项目。不仅在海域探获了超大型金矿,还开创了在国内海上实施大规模地质岩心钻探的先河,也为地质岩心钻探走向海洋积累了丰富的施工经验。基于此,将项目实施过程中的安全管理工作总结如下,借以与各位行业专家交流、学习。

## 1 项目概述

三山岛北部海域金矿钻探工程项目位于莱州市北约26 km,与新建的莱州港为邻,行政区划隶属于山东省莱州市三山岛工业园区(三山岛街道办事处)。地处渤海海湾,施工范围为三山岛北部海域及小部分海岸区域。该项目以探查区域内金矿的范围、品味、储量及地质情况等为目的,分为陆地与海

上2种作业环境。其中海上施工一般为近海海域,施工水深5~10 m。需要在海上搭建结构物作为场地进行施工。图1为海上钻探施工现场。



图1 海上钻探施工现场

## 2 危险源分析与辨识

### 2.1 岩心钻探陆地与海上施工的异同分析

小口径岩心钻探陆地与海上施工最大的差别在于施工环境。其实施所使用的设备、机具、管材与物

收稿日期:2017-03-26;修回日期:2017-08-31

作者简介:孙宏晶,男,汉族,1982年生,国家注册安全工程师,安全工程专业,从事岩心钻探生产安全管理与资产管理工作,山东省烟台市芝罘区机场路271号,abelsun@sina.com;刘治,男,汉族,1987年生,勘查技术与工程专业,从事岩心钻探技术应用与生产管理工作,373273034@qq.com。

资是基本一样的。除了部分生产工艺、技术、方法有稍微出入外,受外部自然环境的影响较大的,有施工过程中场地的修建、设备的搬迁与运输、设备的吊装

以及人员安全防护、设备维护、消防急救等管理方面。表 1 为岩心钻探陆地与海上施工过程的异同分析。

表 1 岩心钻探陆地与海上施工过程的异同分析

比较项目	陆地施工	海上施工	影响实施因素所占比例较大者	
			陆地施工	海上施工
场地修建	场地平整、地基加固	钻探平台的运输、搭建	地形	风、浪、海底地层
设备搬迁	使用车辆运输	使用船只运输	车辆、交通状况	船、风、浪
设备吊装	随车吊或吊车	装载于船上的吊车	树木、高架管线、风	风、浪
设备安装	人工或吊装	人工或吊装	树木、高架管线、风	风、浪
钻探过程	钻探所使用的设备、机具、管材、方法工艺、技术几乎一致		地层情况、技术方法、设备管材	
人员安全防护	侧重于物体打击、机械伤害、高空坠落、触电	侧重于物体打击、机械伤害、高空坠落、触电、落水	安全意识、安全教育、安全管理	除安全意识、安全教育、安全管理外,人的生理不安全因素、运输环境
设备维护	定期保养	定期保养、防腐防锈	管理	环境、管理
消防急救	简单自救,侧重于他救	他救,侧重于自救	管理	管理、环境
警示隔离	围栏实施	备案与警示系统	管理	管理、天气

## 2.2 海上钻探施工过程中的危险源辨识

通过表 1 的对比分析,以及现场观察、问询交谈,发现海上钻探施工过程危险源除了风、浪等自然环境外,主要集中在场地修建与拆除(平台的搭建与拆除)、交通运输、设备吊装以及钻探过程中平台安稳等方面。

### 2.2.1 风、浪危险源

风力大于 6 级或浪高超过 2 m,禁止一切作业。

### 2.2.2 平台搭建、拆除过程中的危险源

平台搭建的主要过程有:岸边平台组装、平台吊上浮箱、船舶拖运、平台定位、船舶抛锚、平台定位桩(4 根角桩)施工、平台提升、平台支撑桩(剩余其他柱桩)施工、平台固定、附属机构安装。

(1)岸边平台组装。平台的组装需要经历平台箱体拼装、箱体间连接、整体梁与三块平台箱体的依次连接 3 个过程。其中平台箱体拼装需要吊车将 4 m × 9 m 箱体依次摆放,吊装过程中大体积箱体易受大风影响发生坠落、侧翻等事故。另外箱体间连接、主体梁与箱体连接都是采用螺栓,当对齐孔眼时,需要吊车小位移调整,容易发生挤手事故。

(2)平台吊上浮箱。因施工地点距岸边较近,平台使用船舶拖运一般采取跨拖的方式。先将浮箱通过柔性连接于船的远岸侧,之后将平台吊装到浮箱上。平台组装后长 12 m、宽 9 m、质量 14 t 左右。属于大体积、大质量构件,吊装易受风力影响。另外吊在岸边操作,视线受船体阻挡,加之平台摆放于箱体位置要求归中,吊装作业需要吊装操作员、信号员以及通过拉绳调整平台状态的协助人员通力合

作。稍有不慎,容易发生人员落水以及平台碰撞船侧事故。

(3)船舶拖运。跨拖方式阻力大,行驶缓慢,拖船马力消耗大,易受海浪影响发生平台撞击船侧事故。

(4)平台定位。作业人员手持 GPS 定位仪站在平台上定位。因平台在吊上浮箱后,要提前安装周围护栏以及桩孔盖板,因此此处不易发生伤害事故。

(5)船舶抛锚。投锚水中泊定。

(6)打桩。包括平台定位桩(4 根角桩)施工与平台支撑桩(剩余其他柱桩)施工。采用振动锤将管桩打入海底。在此过程中,需要经历吊桩、定位、接桩、连接振动锤等步骤。整个过程中都需要使用吊车作业,需要竖直起吊长度为 10 m、直径为 480 mm 管桩(有时 2 根,长度为 20 m),此过程管桩受风与浪的影响较大,容易发生物体打击伤害与人员落水。定位时,需要人力控制管桩底端入孔,易发生管桩底部受力脱钩倾倒事故,危险性极大。接桩与连接振动锤因需要吊车辅助调整螺栓孔眼,易发生人员挤手与打击事故。

(7)平台提升。平台提升利用 4 根角桩上架设倒链将平台提至安全标高,要超过最大浪高 2 ~ 3 m。在此过程中,容易发生倒链架设不牢或平台提拉环断裂导致平台倾覆,造成人员落水或被活动物体打击事故。

(8)平台固定。采用高强度插销将平台与桩腿对孔连接。此过程很少发生事故。

(9)附属机构安装。安装平台吊笼。

平台的拆除过程为船舶抛锚、附属机构的拆除、平台支撑桩的起拔吊装、浮箱吊放海面与定位、平台的提升与下放、平台定位桩的起拔与吊装、浮箱与船体的固定、平台的拖运、平台吊装于岸上以及拆卸。虽然过程与搭建平台有些出入,但总体的操作基本一致,只是实施顺序为逆操作。

2.2.3 海上交通运输过程中的危险源

(1)人员在码头上下船和搬运材料的过程中以及船在行进过程中有可能发生落水事故。

(2)船在向码头、平台停靠过程中有可能发生挤伤、撞伤事故。

(3)小船超载或装载较长的货物及载重分布不均的情况下有可能发生翻船事故。

2.2.4 设备吊装的危险源

海上吊装设备易受海风和海浪影响,吊车晃动幅度与陆地相比较较大。加之平台面积有限,设备物资占地较多导致人员活动空间较小。因此与陆地吊装过程相比要更容易发生人员被吊装物体挤压或撞击的伤害。

2.2.5 钻探过程中的危险源

小口径岩心钻探海上与陆地施工的钻探过程基本相同,因此这里只分析海上钻探过程独有的危险源。

(1)平台的稳定:平台猛然受大风大浪的冲击或冬季流冰,有可能导致平台偏斜甚至倒塌;另外,

钻探过程中由于海水、海风长时间的腐蚀、施工产生的持续振动以及长期的不均匀荷载可能导致平台各部件变形或失效,影响平台稳定性。

(2)平台的安全防护的缺失。平台四周安装有护栏,但以下几种情形将导致护栏失去效用:一是由于生产将部分护栏拆除或损坏;二是护栏高度不足以起到防护作用,这种情况主要由于平台上堆放材料物资过多,导致护栏内侧平台面增高;三是平台护栏由于长时间的使用与腐蚀,安装的紧密性及坚固性下降。

3 危险源评估

利用作业条件危险性评价法进行危险源评价。

3.1 评价方法介绍

作业条件危险性评价法认为,在某种环境条件下进行作业时,影响危险性的主要因素有3个:发生事故或危险事件的可能性、暴露于危险环境中的时间、发生事故后可能产生的后果。因此,某种作业条件的危险性计算公式为:

$$D = LEC$$

式中: $D$ ——作业条件危险性分数值; $L$ ——事故或危险事件发生的可能性分数值; $E$ ——暴露于危险环境中的时间长短短分数值; $C$ ——事故或危险事件后果的分数值。

各分数值确定标准如表2所示。

表2 各分数值确定标准

事故或危险时间发生的可能性分数值(L)							
事故或危险事件发生的可能性	完全会被预料到	相当可能	不经常,但可能	完全意外,极少可能	可以设想,但绝少可能	极不可能	实际上不可能
分数值	10	6	3	1	0.5	0.2	0.1
暴露于危险环境中的分数值(E)							
暴露于危险环境的情况	连续暴露于潜在危险环境	逐日在工作时间内暴露	每周一次或偶然地暴露	每月暴露一次	每年几次出现在潜在危险环境	非常罕见地暴露	
分数值	10	6	3	2	1	0.5	
事故后果分数值(C)							
可能结果	大灾难,许多人死亡	灾难,数人死亡	非常严重,1人死亡	严重,严重伤害	重大,致残	引人注目,需要救护	
分数值	100	40	15	7	3	1	
危险等级(D)							
危险分数	>320	160~320	70~159	20~69	<20		
危险等级	极其危险	高度危险	显著危险	可能危险	稍有危险		
危险对策	停产整顿	立即整改	及时整改	需要整改	一般可接受,但亦应该注意防止		

3.2 海上钻探施工危险源评估(见表3)

通过表3的评价可得出各生产过程危险源的危险等级如表4所示,其中可以看出重大危险源主要

集中在恶劣天气、吊装作业、行船交通以及平台的安全防护这几个方面。

表3 海上钻探施工危险源评估

分析项目	施工过程	序号	危险源	可能导致的事故	L	E	C	D
自然环境		1	风力大于6级行船、施工	平台倒塌、翻船	1	10	40	400
		2	浪高超过2 m行船、施工	平台倒塌、翻船	1	10	40	400
平台搭建、拆除	岸边平台 组装	3	风较大的天气下吊装作业	起重事故	10	2	7	140
		4	吊绳长短不一,有破损	起重事故、物体伤害	3	6	7	126
		5	螺栓连接时吊车小位移调整构件	挤压事故	6	3	1	18
	平台吊上 浮箱	6	吊装信号不清或可见度低环境	起重事故	6	3	40	720
		7	调整平台位置时平台晃动或作业人员不协调	挤压、落水、碰撞事故	3	3	7	63
	船舶拖运	8	在有风浪的情况下船速过快或操作失误	翻船	6	2	40	480
		9	船侧无轮胎防护	撞击	10	1	1	10
	平台定位	10	未安装护栏或桩孔未遮盖	落水	3	10	15	450
		11	管桩在大风大浪情况下吊起	落水、物体打击	6	3	7	126
		12	上螺栓固定时振动锤或桩不稳	挤手事故、高处坠落	3	5	3	45
		13	振动锤皮带高速运转	机械事故	1	6	15	90
		14	吊桩时下端晃动	碰撞挤压事故	3	6	3	54
		15	平台护栏未安装或缺失	人员落水	3	10	15	450
	平台提升	16	倒链架设不牢	平台倾斜、人员落水	1	10	7	70
		17	平台提拉环断裂		1	10	7	70
海上交通 运输		18	人员乘船时未穿救生衣	人员溺水	2	4	15	120
		19	船靠码头或平台	挤压、碰撞事故	6	4	3	72
		20	风、浪较大的情况下行船	翻船事故	6	2	40	480
		21	船超载、装载超长货物或载货质量不均	翻船事故	3	2	40	240
设备吊装		22	设备在有风浪的情况下起吊	物体打击、碰撞事故	6	3	7	126
	平台稳定	23	受大海风、海浪冲击	平台倒塌	0.5	2	40	40
		24	冬季海冰推动	平台倒塌	6	1	15	90
25		长期振动、腐蚀、荷载导致部件变形、失效	平台不稳定	0.2	10	7	14	
钻探过程		26	风浪较大的天气下吊装作业	起重事故	10	2	15	300
		27	大风天气人员滞留平台上	饥饿、寒冷、落水	3	1	40	120
		28	护栏未起作用	人员落水	1	10	15	150
		29	平台上救生设施不全或失效	人员落水	3	6	15	270

表4 海上钻探施工过程中各危险源危险等级分布

危险等级	危险源序号
极其危险	1/2/6/8/10/15/20
高度危险	21/26/29
显著危险	3/4/11/13/16/17/18/19/22/24/27/28
可能危险	7/12/14/23
稍有危险	5/9/25

## 4 风险控制

### 4.1 风险控制原则

风险评价后,应对所有危险源,尤其是重大危险源进行优先排序,然后具有针对性与侧重性的制定风险控制措施或管理方案。对风险的控制应遵循以下原则。

(1)可行性:可以依靠现有资源和条件确保各项管控措施的执行,即必须切合实际,能够实现。

(2)安全性:各项控制措施或管理方案要确保自身符合安全规定,无危险性。

(3)可靠性:各项控制措施能够保证风险控制的要求,达到改善安全生产环境、减少和杜绝安全生产事故的目标。

## 4.2 安全管理

### 4.2.1 安全生产组织保证

(1)项目部必须成立安全生产小组,小组成员涉及交通、设备、生产、质检等各个实施环节。

(2)每个钻探平台现场建立安全生产领导小组,以机长为组长,以各班班长为副组长,负责平台上安全设施与生产过程的检查监督。

(3)重大施工现场如平台安装与拆除、重型设备的吊装以及救护现场,必须明确一名安全负责人,负责现场安全管理以及突发事件的处理。

### 4.2.2 安全管理制度

#### 4.2.2.1 安全检查制度

(1)交通船只每日一检:检查船只工作性能、急救用品的数量与有效性以及驾驶人的身体状态情况。

(2)平台每周一检:检查平台沉降、各桩腿垂直度与锈蚀、平台各箱体的连接与锈蚀情况。

(3)吊车使用前的必检:操作人员的特殊工种证、吊车的年检合格证以及要求操作人员将钢丝绳、滑轮、制动器、支腿与液压系统工作前检查与试吊。

(4)安全生产检查:采取日常巡查、定期检查、专项检查等手段检查工人操作、设备维护、安防设施的完整有效、劳动用品的正确佩戴等。

#### 4.2.2.2 安全会议

(1)平台搭建与拆除前应召开安全风险分析会;

(2)钻探施工前应召开安全交底会;

(3)主管平台设施的经理应每周召开各平台负责机长的安全评估会;

(4)生产作业班组交接班前后应召开班前、班后会。

#### 4.2.2.3 教育培训

(1)海上作业人员,必须经过培训学习,培训内容要包含海上作业施工相关的危险源、防范措施、海上应急救援预案及其他相关安全知识。根据海上施工特点和实践经验,效果比较好的培训方案是出队前进行一次综合安全培训,施工期间不定期组织专项内容的安全培训。确保全年每个职工的培训时间不少于20学时。

(2)平台搭建、拆除过程危险源较多,危险性较大,应对负责搭建、拆除平台的人员进行专门的安全培训。

#### 4.2.3 天气预警

(1)海上施工期间指定专人随时与当地气象、水文站等部门保持联系,每日收听气象预报,做好记录。并作以下要求:风力 $\geq 5$ 级时,不得从事搭建或拆除平台的工作;风力 $\geq 6$ 级或遇雷电天气应停止钻探和吊装作业,并切断电源、关闭发电设备,盖好机电设备,易损零件、小件工具等装箱保存。风力 $\geq 7$ 级或雷雨天气,应提前撤人,避免人员因恶劣天气滞留海上带来的风险。恶劣天气过后,开始作业之前应对平台、设备、电气线路及安全设施进行全面检查,发现有松动、变形、损坏或脱落等现象,应立即修理完善,确认安全后方可继续作业。

(2)形成完善全覆盖的通讯网络,做到天气预警的快速传达。

#### 4.2.4 安全警示

主要是按照海域管理部门的要求进行施工备案

并配备雾笛以及航标等安全警示设施。

#### 4.2.5 劳动保护

除常规的劳动安全防护用品外,必须配备高空作业安全带,临水作业救生衣,特殊工种作业相应的劳保用品。

#### 4.2.6 守护船

钻探作业期间现场24 h,5海里范围内配备一艘值班守护船,以应对突发情况。平台上贮存3天以上的食物、淡水、急救药品。

#### 4.3 安全技术

(1)制定完善的安全作业操作规程,特别是吊装作业以及平台的搭建与拆除作业,并严格执行。

(2)每个钻探平台施工前都要与项目部进行安全技术交底,明确海上施工危险因素和防范措施,以及项目部海上施工管理的有关规定,交底内容双方签字确认,各保存一份。

(3)平台单孔施工后进行检查与测量核算分析,确定平台的工作情况以及维修方案。

(4)合理布设平台施工现场,做到设备安放合理、材料堆放有序,确保一些特殊作业与危险物品存放的安全距离,保证安全逃生的需要。

(5)制定完善有序、响应迅速的应急救援预案,配备齐全的逃生急救设施设备。严格按照要求开展现场应急演练,熟练掌握海上施工遇险自救他救的能力与技巧。

## 5 结语

(1)通过对小口径岩心钻探在海上作业的风险辨识、分析、评价与控制,确保了海上施工的安全。通过施工业绩验证了此次安全管理的科学性与可行性。

(2)安全是生产的基础。安全管理要立足于实际生产,结合以往类似的安全管理经验,进行系统的理论分析、相似对比与共点借鉴,提出具有针对性的措施进行安全防范,并在使用过程中不断改进、创新。

(3)海上岩心钻探工程的安全重点环节是海上运输、平台质量好坏以及平台的吊运、安装、拆卸,这些环节的安全实施是通过提前编制专项实施方案与评估,在过程中严格执行等举措得以实现。

(4)海上岩心钻探作为新兴的施工领域,施工

(下转第54页)

### 3.1.2.2 维护处理措施

经过多次现场小样试验,确定加入2%的高温保护剂最为理想,调整后的配方使钻井液具有合适的粘度和切力,钻井液性能稳定效果明显。

(1)随着井深的不断增加,密度从 $1.15\text{ g/cm}^3$ 提高到 $1.20\text{ g/cm}^3$ 。

(2)井深达到5800 m以后对井底循环出来的钻井液进行性能检测,根据钻井液高温破坏后的性能变化情况,加入1%复合型堵漏剂,进一步提高钻井液封堵能力。

(3)电稳定性的维护主要通过调节乳化剂的加量来完成,为防止高温破乳,根据实测破乳电压数据来定期补充足够的主乳化剂(HTMUL)和辅助乳化剂(SUPMUL),同时补充润湿剂AXWET,确保钻井液具有良好的乳化稳定性。

(4)结合使用CTCOTROL与CYFT-I改善泥饼质量和增强泥浆的润滑性。

(5)施工后期加大HTCOTROL(抗高温降滤失剂)用量,将钻井液HTHP失水控制在12 mL以内,减少钻井液滤液对地层的浸泡,对储层进行保护,对非储层减少破坏。完钻前配制 $15\text{ m}^3$ 高粘稠浆扫井,确保井眼净化,满足电测、井壁取心、下套管等作业要求。

### 3.2 现场试验效果

(1)钻井液流变性能稳定,滤失性、热稳定性、电稳定性、润滑性等都不错,保证了钻探的顺利完成。

(2)钻井液稳定井壁能力较强,HTHP滤失量相对较小,降低了滤液对地层的浸泡作用,井眼扩大率2%,井眼规则,无井壁剥落掉块现象。

(3)钻井液净化井眼能力较强,全井起下钻畅通,电测、下套管等作业顺利。

## 4 结论

(1)抗260℃白油基油包水钻井液性能稳定,满足GL-1井的施工任务,是一种特别适合超高温深井钻井的钻井液。

(2)钻井液经过高温破坏后,通过改善钻井液流变性能,井下复杂问题能够得到有效解决。

(3)性能优良、质量合格的泥浆处理剂是保证钻井液性能的基础。

(4)钻井液环保毒性检测结果为无毒,对现场操作人员及施工周围环境无害。

## 参考文献:

- [1] 周辉,郭保雨.深井抗高温钻井液体系的研究与应用[J].钻井液与完井液,2005,40(4):46-48.
- [2] 薛玉志,刘宝峰.非渗透钻井液体系的研究与初步应用[J].钻井液与完井液,2005,22(2):23-25.
- [3] 金胜利,王东.塔深1井钻井液技术[J].石油钻采工艺,2007,29(2):85-88.
- [4] 孙中伟,何振奎.泌深1井钻井液技术[J].钻井液与完井液,2009,26(3):9-11.
- [5] 刘绪全,陈敦辉.环保型全白油基钻井液的研究与应用[J].钻井液与完井液,2011,18(2):10-12.
- [6] 王松,樊营.一种新型油基钻井液体系研究[J].长江大学学报,2013,19(32):90-92.
- [7] 林学文,李家龙.抗高温复合金属聚磺钻井液的评价与应用[J].钻采工艺,2000,13(1):65-77.
- [8] 汪世国,张毅.莫深1井抗高温密度水基钻井液体系室内研究[J].新疆石油科技,2006,25(3):9-12.
- [9] 黄雪静,崔茂荣.钻井液生物毒性评价方法对比[J].油气田环境保护,2006,16(3):25-27.
- [10] 周辉,郭保雨.深井抗高温钻井液体系的研究与应用[J].钻井液与完井液,2005,40(4):46-48.
- [11] 何家国.安徽庐江泥河铁矿钻探工程施工组织管理经验与启示[J].探矿工程(岩土钻掘),2012,39(S1):117-119.
- [12] 汪传武,张波,张金平,等.地勘单位钻探作业安全管理及技术探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S1):103-108.
- [13] 王德强,安喜坡,李晓慧,等.岩土工程钻探作业危害因素与安全管理应急措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(5):80-84.
- [14] 赵亮.武警黄金部队工程爆破器材安全管理工作浅探[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):73-75.
- [15] 王维献.地铁工程勘察水域钻探油桶筏钻探平台的设计与安全保障措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(3):53-55.
- [16] 梁俭,陈永平,刘鹏.青海地质岩心钻探安全标准化建设经验及探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(11):81-84.
- [17] 许启云,周光辉,洪炉,等.浅谈海洋风电勘察安全风险控制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1):81-84.
- [18] 刘治,李宁,刘长江.谈钻探项目施工管理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):82-84.
- [19] 周勇,罗英.地质钻探项目管理浅议[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1):441-442.
- [20] 刘治.钻探成本管理探析及实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(3):80-84.
- [21] 袁波,王振福.岩心钻机从事煤层气勘探HSE管理尝试[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(2):79-81.
- [22] 汤士博,熊伟,彭万利,等.加强钻探工程管理的措施和建议[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):68-70,79.
- [23] 丰武江,龚宏伟,付正群,等.岩心钻探市场管理之探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):367-369.

(上接第92页)

危险性较大,应总结相关的规程或标准进行指导与规范。

## 参考文献:

- [1] 刘治,李宁,刘长江.谈钻探项目施工管理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):82-84.
- [2] 周勇,罗英.地质钻探项目管理浅议[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1):441-442.
- [3] 刘治.钻探成本管理探析及实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(3):80-84.
- [4] 袁波,王振福.岩心钻机从事煤层气勘探HSE管理尝试[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(2):79-81.
- [5] 汤士博,熊伟,彭万利,等.加强钻探工程管理的措施和建议[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):68-70,79.
- [6] 丰武江,龚宏伟,付正群,等.岩心钻探市场管理之探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):367-369.