

# 地质岩心钻探标准化机台建设探索与实践

张雄, 赵亮, 牛秋生, 刘蓓, 皮建伟, 段晓

(中国地质调查局西安矿产资源调查中心, 陕西西安 710100)

**摘要:**地质岩心钻探工程是一个复杂、综合的施工体系,其作业所用的钻机、钻塔、附属设备及工器具等金属器件繁多,作业环境复杂,影响安全施工的不确定性因素众多。从规范机台施工秩序、提高机台管理水平、减少生产安全事故、改善施工作业环境等方面考虑,推行机台标准化建设具有重要的意义。文章重点介绍了我单位在机台标准化建设方面取得的一些经验做法,重点论述了施工现场标准化、装备管理标准化、施工管理标准化3个方面的做法,分析了标准化机台建设具有安全性高、规范化好、易于管理等优势,在甘肃寨上、陕南及北山等勘查区的推广实施,取得了良好效果,并为钻探行业施工更加规范化、制度化提供了参考。

**关键词:**地质岩心钻探;安全施工;标准化机台;装备管理;施工管理

中图分类号:P634 文献标识码:B 文章编号:2096-9686(2023)S1-0561-07

## Exploration and practice of standardized rig platform construction for geological core drilling

ZHANG Xiong, ZHAO Liang, NIU Qiusheng, LIU Bei, PI Jianwei, DUAN Xiao

(Xi'an Mineral Resources Research Center of China Geological Survey, Xi'an Shaanxi 710100, China)

**Abstract:** Geological core drilling is a complex and comprehensive construction system, where the drilling rig, drilling tower, auxiliary equipment, and tools used in the operation are mostly composed of metal components. The working environment is complex, and there are many uncertain factors that affect safe construction. From the perspectives of standardizing the construction order of rig platforms, improving management levels, reducing production safety accidents, and improving the construction environment, it is of great significance to promote standardized construction of rig platforms. The article focuses on introducing some experience and practices gained by our unit in the standardization construction of rig platforms, focusing on three aspects of construction site standardization, equipment management standardization, and construction management standardization. It analyzes that the construction of standardized rig platforms has advantages such as high safety, good standardization, and easy management. The promotion and implementation in exploration areas such as Zhaishang in Gansu, southern Shaanxi, and Beishan have achieved good results, and provided reference for a more standardized and institutionalized construction in the drilling industry.

**Key words:** geological core drilling; safe construction; standardized rig platform; equipment management; construction management

## 0 引言

近年来,随着我单位年钻探施工能力的提高,

钻探作业呈现点多面广、人员扩充、环境复杂的特点,施工管理难度大、漏洞多,鉴于此,我单位开始

收稿日期:2023-02-17; 修回日期:2023-05-25 DOI:10.12143/j.ztgc.2023.S1.092

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“北山地区月牙山合黎山一带萤石铜铅矿调查评价”(编号:ZD20220305)

第一作者:张雄,男,汉族,1988年生,工程勘查室副主任,工程师,地质工程专业,硕士,从事钻探技术研究和钻探生产管理工作,陕西省西安市长安区凤栖西路66号,zhangxiong021063@163.com。

引用格式:张雄,赵亮,牛秋生,等.地质岩心钻探标准化机台建设探索与实践[J].钻探工程,2023,50(S1):561-567.

ZHANG Xiong, ZHAO Liang, NIU Qiusheng, et al. Exploration and practice of standardized rig platform construction for geological core drilling[J]. Drilling Engineering, 2023,50(S1):561-567.

推行标准化机台建设并量化考核,取得了良好的效果。随着新一轮找矿突破战略行动的实施,施工任务将更加繁重,钻探施工规模不断扩大,因此减少生产危害、降低事故风险,成为我单位顺利发展的重要保障。我单位高度重视各项管理制度的逐步完善,在总结以往钻探施工经验的基础上,制定了《岩心钻探标准化机台建设规范(试行)》,成为保证钻探生产安全的有效措施之一,并在甘肃寨上、陕南及北山等勘查区进行了推广和应用,取得了良好的效果。

## 1 标准化机台建设的内涵及组织架构

### 1.1 标准化机台建设的内涵

标准化机台建设,是依据国家、行业的各种规程、规章、标准<sup>[1-3]</sup>,结合本单位实际,以确保安全、方便施工为原则,建立起符合本单位实际的工作程序、内部标准,科学指导钻探施工,将岩心钻探施工的各项活动、各项工作和作业环境等都纳入安全考量范围,制定科学、合理、简洁的标准,使各个机台现场设置有章可循,做到整个单位一个标准并可以量化考核,进而改善机台作业环境,提高机台人员作业安全系数,保障机台安全高效施工。

其内涵是通过机台标准化建设,对施工现场进行合理规划,规范各项设置,从而改善作业人员的施工环境,在设备设施、作业环境、安全管理等各方面实行统一标准。其要求是在岩心钻探施工的全过程、全方位、全人员、全天候得到贯彻实施,使钻探施工的安全生产工作不断加强并持续改进,使安全管理水平不断得到提升,使现场的人、机、环境始终处于最佳的安全状态<sup>[4-6]</sup>。其目标是通过机台标准化建设,促进本单位在安全前提下健康快速发展,逐步提高钻探施工的科学管理水平,完善钻探生产制度化、规范化、系统化<sup>[7-9]</sup>。

### 1.2 标准化机台建设的组织架构

岩心钻探标准化机台建设主要破解机台多、人员多、管理漏洞多等机台管理难题,强调以单个机台为基本管理单元,大胆简政放权,机长全面负责、项目监督、科室督导三级管理模式,明确职责,有序推进项目顺利实施。实践表明,实行三级管理<sup>[10-12]</sup>,对控制钻探施工生产进度,降低安全生产风险,加强钻探生产管理,保障施工顺利有序起到了重要的作用。

## 2 标准化机台建设的主要内容

岩心钻探机台标准化建设主要包括安全生产标准化、施工现场标准化、装备管理标准化、施工管理标准化4个方面。

### 2.1 安全生产标准化

钻探安全是标准化机台建设最为重要的出发点和落脚点,我单位在原有安全管理体系上不断完善各类管理制度,多措并举地对钻探安全生产进行强化和管理,有效防止各类生产安全事故的发生,主要有以下几个方面:

(1)制定和完善各类生产安全管理制度。根据勘查区和实际情况,对原有执行的部分管理制度进行修订完善,先后编制了《岩心钻探标准化机台建设规范(试行)》《野外安全实用手册》等安全生产管理规章制度,进一步优化了原有部分管理条款,更好地指导生产作业。

(2)扎实开展安全防护教育。每年在施工准备期,制定详细的职工教育培训计划,对所有人员进行安全知识、岗位技能、操作规程、典型案例等内容的安全培训教育,并量化考核,提高全体人员的安全防范意识和安全操作技能,对不合格人员进行安全教育再培训,确保全员参与,全部达标。编制钻探机台应急预案,进行安全紧急避险和安全应急救援演练,指导钻探人员在紧急状态下如何高效处置和规范操作,提升全员安全应急水平。

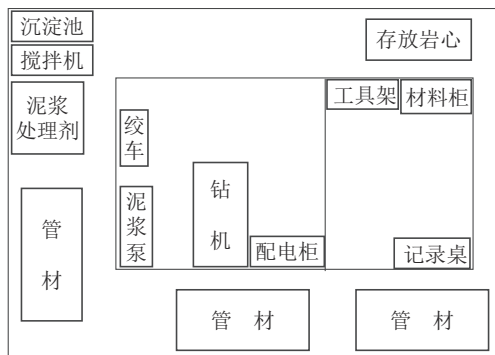
(3)传导安全管理压力,夯实安全管理责任。科室与所有作业机台签订安全目标责任书,以机长为安全第一责任人,副机长、班长为安全生产管理工作小组成员,全面负责钻探安全管理工作,每班设置一名兼职安全员,负责每天安全工作的监督、落实。机台制定制式安全隐患检查表,每周对机台施工中的安全隐患排查一遍,理清机台施工安全隐患的难点、死角,发现问题,立即整改。

### 2.2 施工现场标准化

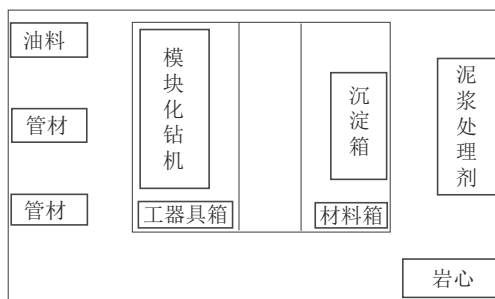
#### 2.2.1 机台整体平面设置

场地条件允许时,机台整体设置应布局紧凑、规范合理、方便施工。机台地面要求平整、坚固、稳定、适用,填方部位须用木桩、石块或沙袋等加固,并符合规范要求,机台周围修建排水沟,并视情况安装防护网,修建防护栏、积石沟。其中立轴式钻探设备机台设置:SGX-13型钻塔机台设置为长×宽=14 m×11 m,SGX-17(23)型钻塔机台设置为长×宽=

15 m×12 m,地基纵向长度与钻孔方位一致,可根据钻孔深度不同、使用材料数量的多少适当调整场地规格;全液压机台机台设置为长×宽=10 m×8 m,地形受限时应使用编织袋装土垒筑,确保机台稳固。图1为钻机机台设置平面图。



(a) 立轴式钻机机台设置



(b) 全液压钻机机台设置

图1 钻机机台设置

### 2.2.2 机台内部设置

机台内部设施摆放整齐、适用。通常设置材料存放箱1个,工器工具箱1个,工具架1个,钻具内管架1个,记录桌1个。按照施工习惯,通常在场房左侧依次放置材料箱、工具箱、工具架;右侧依次放置记录桌(椅)、钻杆接手存放箱。其中工具箱为双开门制式多层铁皮箱,箱内所放材料或工具按照大小规格依次从左到右、从里到外整齐放置。工具架上方横梁挂放各种规格管钳,下方横梁摆放各类自由钳,按照从小到大顺序依次从左挂起。记录桌左侧抽屉放置报表夹(夹放《××地质钻探原始记录》1个),右侧抽屉放置铅笔、钢笔、计算器、岩心隔板等,抽屉内物品按大小顺序分类摆放。图2为机台内部材料箱、工具架设置。

立轴式钻机场房内左侧应设置各类岗位职责牌、制度牌;全液压钻机场房内右侧设置岗位职责



图2 机台内部材料箱、工具架设置

牌、制度牌,包括《安全生产管理制度》、《机长岗位职责》、《班长岗位职责》、《泥浆岗位职责》、《记录岗位职责》;根据现场实际在场房醒目位置设置各类安全警示标识牌,提醒钻探人员规范操作,切实提高从业人员安全防范意识。图3为钻机厂房内各类职责牌、警示牌设置。



图3 标准化机台内各类职责牌、警示牌设置



### 2.2.3 机台外部设置

(1) 塔衣要求完整、清洁,不漏雨,捆系牢靠。立轴系列钻机塔衣要求:用 $\text{O}16\text{ mm}$ 以上的麻绳做围绳,从上到下对塔布进行加固。全液压钻机塔衣要求:平整、整洁、不漏雨,捆绑牢靠。

(2) 安全警示要求。根据施工现场的具体地势在醒目位置设置“安全生产、文明施工”、“进入机场必须戴安全帽”标志牌各1个;对钻探机场用警戒线圈定,以控制使用场地面积,对各个功能区域、危险因素分布区域用警示标识牌提醒、警示,以警示班组作业人员。

(3) 管材摆放要求。根据机台实际场地情况,本着“方便生产、降低劳动强度”的原则,在距钻机10 m内设置材料场,放置钻杆和套管。从靠近场房侧由近及远顺序摆放。各类管材应按口径大小分类、整齐摆放在管材架上。

(4) 冲洗液材料摆放要求。在搅拌机附近设置冲洗液材料堆放场地,下面须有垫板,距离地面10 cm左右,各类材料依次分类摆放,要求堆垛方正,须配备防雨篷布。当施工深孔时,需搭设防雨棚。

(5) 岩心箱摆放。在场房前面适当位置设置岩心箱存放处,岩心箱的摆放应便于互相置换,并预先在岩心箱侧面喷涂好矿区名称、钻孔编号、箱号等,摆放整体高度应大体一致,堆垛整齐、安全,堆高不超过1.5 m。

(6) 油脂材料摆放。立轴式钻机一般建有前场房,机油、液压油、黄油等可放置在场房左侧适当位置,便于取用,未建有前场房时在机台内、外均可放置,但在场房外放置时要上盖防雨遮阳布。全液压钻机油脂材料一般均放置于厂外适当位置,覆盖遮阳布。

机台现场外部设置参见图4。



图4 机台现场外部设置

### 2.3 装备材料管理标准化

钻探装备、材料的性能,直接影响施工的质量、成本以及施工效率,因此要想充分发挥出装备材料的功用,必须要始终保持装备材料处于良好的技术性能和工作状态。部分地勘单位过于追求施工效益,导致其缺乏对施工装备材料的有效管理<sup>[13]</sup>,致使装备没有得到应有的维护和保养,造成装备工作性能差,使用寿命短,甚至无法正常工作,增加了设备成本,得不偿失。经过多年的施工管理实践,本单位在装备管理方面形成了一些好的经验做法,并将其进行归纳总结,制定了装备材料管理标准化的要求。

(1) 明确责任,落实到人。因任务需要或勘查要求,装备需要在不同勘查区或项目间调配使用,为避免装备使用出现用而不修、修而不好情况,实行装

备使用责任划分到机台,明确“谁使用谁负责”,理清装备管理主体责任,确保装备始终处于良好工作性能,充分发挥装备材料效能。

(2) 遵守制度,定期检查。在施工过程中,严格遵守装备管理制度,杜绝违章操作,坚决杜绝设备“带病”工作,装备在施工过程中出现故障,应当立刻选择停机处理,不能对故障进行全面排除时,要及时将故障上报,让专业人士对故障检修。日常施工中,每天对装备运行情况做好检查,确保其安全运行。

(3) 对标施工,材料优选。通过实际生产应用,以生产施工效益为准绳,对装备和材料的优劣进行评价,具体由各机台进行反馈使用意见,上报单位采购部门,为下步装备和材料的采购提供依据或参考,及时做出调整,确保所用装备和材料性能优良。

(4) 做好维护,保养到位。根据钻机型号与辅助

设备的使用条件、标准、说明对其进行针对性的保养,并要求整个保养过程完全按照其固有的标准进行。具体在施工中,要求每次交接班前10 min对钻机设备进行擦拭、注油保养;在每次钻孔开工前、施工后进行一次全面的钻机及附属设备的保养;待全部施工任务结束后,对所有装备进行彻底的清洗、维修、更换各类油脂,排空水箱剩余水量,防止冻坏;并找合适地点进行封存处理,确保第二年出队后机器保持良好的性能,能够立刻投入生产运行。

(5)分门别类,妥善保存。施工结束后,对钻探所用装备及其附属设备,管材、研磨材料、工器具等进行分类清洗后入库封存。

## 2.4 施工管理标准化

钻探施工管理标准化主要包括生产管理标准化、质量管理标准化、资料管理标准化等。

### 2.4.1 生产管理标准化

(1)严格按照机场岗位职责牌,落实岗位职责。

(2)严格落实“三工制度”、交接班等制度<sup>[14-15]</sup>。“三工制度”是我单位钻探机台在长期施工中总结出的一项特有制度,其主要强调单班作业时要进行工前部署(任务)、工中检查、工后讲评,加强钻探班组作业的过程控制。交接班制度,交接事项应包括:孔内情况、设备运转情况、原始记录、泥浆性能、机台周边安全情况以及机场卫生情况等。交接班应认真负责,并按岗位分工对口交接,要求做到交清、接清。

(3)施工中按时召开周例会、月例会以及安全生产研讨会,主要讲评施工进度、分析安全形势,研究存在的问题,布置下一阶段的任务,协调各班之间的工作。

(4)机台必须建立材料登记、消耗统计台帐,定期对材料配件进行清点。对设有二级材料库的找矿基地,年底对库存材料进行分类整理,核对冲销。图5为库室标准化设置。

(5)环境修复与治理。开孔前必须设置废浆池,底部铺设防渗、防污染塑料膜(布),防止废液外流,终孔后全部废液集中到废液池中,进行硬化无害处理并掩埋,及时回填泥浆池,防止伤害人畜。生活垃圾和废弃物必须统一进行处理。复垦复绿,清场完毕后,做好草(林)地复绿、耕地复耕工作应达到现场无污染破坏痕迹,生态恢复良好,环境协调。草种及林木品种应适应当地生长并于原草(林)地环境协调;耕地经深翻、松土及覆土后,应满足耕种



图5 库室标准化设置

条件<sup>[16-18]</sup>。

### 2.4.2 质量管理标准化

地质岩心钻探以《地质岩心钻探规程》六项质量指标为标准。矿区勘探质量验收分为中心、项目、机台三级,采取机台自检、项目检查、中心抽检的方式,层层夯实质量管理责任,严把钻探质量验收关。机台日常自检主要由钻探负责人和机长把控,项目检查由项目负责人、地质编录人员、钻探负责人和机长组成,中心抽检主要采取随机巡视检查。质量管理标准化的具体要求:

(1)钻孔终孔后,由地质和钻探技术人员现场进行终孔孔深验证见证,对钻孔施工工作量进行确认。

(2)现场填写钻孔质量验收有关资料并签字。

(3)进行钻探单孔施工质量评定。由项目主持,地质、钻探技术人员参加,对钻孔质量指标完成结果进行综合评价,综合评定优质孔、合格孔、基本合格孔和报废孔。

### 2.4.3 资料管理标准化

原始记录要求填写及时,真实准确,不搞回忆录,字迹清楚,书面整洁,及时整理装订成册,无缺页漏项,按规定归档。具体要求:

(1)统一各类钻探原始资料表格,以模板的形式下发各项目,要求各项目提交的钻孔资料表格保持一致,并开展相应的培训,明确填写要求,确保各项

目每个机台提交的钻孔技术档案规范、准确,专业。

(2)明确钻孔技术档案装订顺序,确保钻孔技术档案不漏项。钻孔技术档案包括(按装订顺序):钻孔柱状图、钻机安装通知书、钻孔施工通知书、钻孔终止钻进通知书、钻孔封孔通知书、钻孔弯曲度测量原始记录表、钻孔深度验证原始记录、钻孔封闭记录表、让步放行申请表(封孔不合格时用)、钻孔封孔质量检查记录表、钻孔封孔设计与结果登记表、钻探施工过程确认责任表、固体矿产勘查岩心钻探施工质量验收记录表。

(3)每个钻孔的技术档案应在终孔后7日内整理完毕,装订成册,报送地质技术人员。

(4)勘查区所有钻孔施工结束后15日内,对所有钻孔技术档案再次进行整理完善并核对数据,统一进行装订,提交给项目部,进行验收。

### 3 标准化机台建设的其他方面

为全面落实好标准化机台建设,发挥好标准化机台建设作用,还应做好以下几个方面的工作。

#### 3.1 领导重视,提高站位

各级领导重视是标准化机台建设成功的关键<sup>[19-20]</sup>。各级领导要充分认识到标准化机台建设的重要性,有助于规模化钻探顺利,推行标准化机台建设,提高标准化机台建设的水平。

#### 3.2 奖惩分明,促进落实

建立和完善奖惩机制,坚持实事求是、分级负责的原则,坚持公开、公平、公正的原则,做到以奖促

安、以惩保安,把机台标准化建设纳入年终机台综合评比,根据各机台执行情况,评定为优秀、合格和不合格,作为年底机台奖励绩效评分标准之一,以此来督导和促进标准化机台建设的实施,真正达到标准化机台建设的目的。

#### 3.3 统筹规划,提高建设水平

标准化机台的实施,要根据勘查区的实际情况,充分了解矿区地形地貌、地质条件以及周边人文环境,通过踏勘,掌握矿区第一手资料,在实施过程中合理设计,科学布局,既要达到标准化机台建设要求,更要做到便于施工、方便施工的目的,从安全施工生产的目标出发,不断提高标准化机台建设水平。

### 4 标准化机台建设的效果

标准化机台建设的实施,能够有效改善不同矿区、不同作业环境下机台分散、管理薄弱、效率低下、安全事故高发、施工质量不高的情况,极大地改善了施工作业环境,生产效率和经济效益逐年提高。以西秦岭岷县寨上金矿勘查项目、陕南柞水-商南金多金属普查项目和北山萤石铜钼矿调查项目为例,各个勘查区交通条件、钻孔范围和钻机类型等都不相同,其中寨上和陕南勘查区同属秦岭山脉,交通均较为便利,但环境、地层差异较大,而北山勘查区属于荒漠戈壁地区,交通极为不便,给施工生产带来了较大影响,实施标准化机台建设以来,在安全保障、台月效率和钻孔质量等方面都取得了良好的效果。表1是不同矿区标准化机台建设指标统计。

表1 不同勘查区标准化机台建设指标统计

勘查区	地形地貌特点	钻机类型	孔深范围/m	施工年份	平均台效/m	安全事故/次	钻孔合格率/%	钻孔优秀率/%	材料回收率/%	设备保养率/%	绿色勘查
寨上	植被少,海拔较高	XY系列钻机、全液压钻机、便携式钻机	300~800	2020	650.4	4	90	73.1	80.0	86.4	不达标
				2021	702.4	3	90	82.3	91.4	达标	
				2022	721.6	2	100	86.5	90.1	100.0	达标
秦岭	植被覆盖率高,地势高,地势高差较大	便携式钻机	300~600	2020	670.3	2	100	72.9	90.7	89.6	不达标
				2021	702.6	2	100	73.2	92.2	90.3	达标
				2022	813.6	0	100	84.3	100.0	100.0	达标
北山	荒漠戈壁	便携式钻机	100~300	2022	728.2	0	100	88.9	100.0	100.0	达标

实践应用及数据统计分析可知,通过标准化机台建设,机台年平均施工台效提高10%~20%,安全事故率降低50%以上,钻孔合格率达到100%,其中优质孔数提高20%以上。此外,自实施标准化机

台以来,大幅加强了对钻探材料的回收(利用),其中北山项目废旧回收利用节省开支2.1万元,有效节约了成本,设备管理和保养落实扎实,设备维修保养率达到100%,绿色勘查理念深入人心,落实有利,



绿色勘查达标率100%。综上所述,标准化机台建设的推广应用,对钻探管理水平和经济效益、社会效益的提升起到了良好的作用。

## 5 结论及建议

机台标准化建设是我单位一代代“钻探人”长期在野外艰苦卓绝和复杂作业环境中不断探索和积累的结果,旨在通过规范野外营地、机台等场所设置,探索岩心钻探施工标准化程序,科学指导钻探施工全过程生产,是安全生产“预防为主,安全第一”原则的具体体现,是地勘单位安全生产工作规范化、制度化、标准化、科学化的实践探索,也是从安全操作规程和规章制度上建立起来的一种安全生产的长效机制。

通过应用实践,标准化机台建设有效提高了不同勘查区、不同作业环境下单组作业机台安全生产系数和作业效率,为单位钻探施工作业提供了更加有力的安全保障。实践应用中,要持续不断的推进和夯实标准化机台建设,提升员工自觉落实机台标准化建设的素养,提高机台施工安全意识,真正把标准化机台建设作为抓安促安、保障生产、提高效率的有利抓手,全面提高钻探队伍管理和建设水平,同时也为行业规范化、程序化施工提供了参考和借鉴。

## 参考文献:

- [1] AQ 2004—2005,地质勘探安全规程[S].
- [2] 苏严军.《地质勘探安全规程》实施手册[M].武汉:中国地质大学出版社,2005.
- [3] DT/T 0227—2010,地质岩心钻探规程[S].
- [4] 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.
- [5] 田国亮.谈探矿工程项目标准化管理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(11):88-92.
- [6] 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.
- [7] 王京庆.钻探施工企业安全指标体系[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(8):78-79.
- [8] 逢玮,张多俭.核地勘安全生产管理体系构建与提升的思考[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(8):88-92.
- [9] 张相,王刚.地质勘探钻探工程施工管理探索[J].产业与科技论坛,2021,20(8):210-211.
- [10] 赵远刚,吴琳,石绍云,等.地质调查预算分列钻探项目管理模式创新研究与实践[J].钻探工程,2021,48(4):54-59.
- [11] 樊腊生,贾小丰,王贵玲,等.雄安新区D03地热勘探井钻探施工实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(10):13-22.
- [12] 王幼凤,朱恒银,王强.浅谈深部钻探工程质量管理[J].地质装备,2015,16(2):43-46.
- [13] 秦伟.浅谈深部钻探工程质量管理[J].新疆有色金属,2018(2):40-41.
- [14] 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),2014,42(2):82-84.
- [15] 杨向红,唐海军.地勘单位安全生产标准化建设的实践与对策:以天津华北地质勘查局为例[J].中国矿业,2018,27(S2):10-12.
- [16] 申雪,卜小平,李文博,等.加强自然资源领域安全生产管理措施建议研究[J].中国矿业,2021,30(S2):23-27.
- [17] 王霞.钻探工程施工安全技术管理措施[J].石油天然气学报,2012,34(5):317-318.
- [18] 赵宝军.机台标准化建设设计方案[J].西部探矿工程,2016(5):22-26.
- [19] 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.
- [20] 汤士博,熊伟,彭万利,等.加强钻探工程管理工作的措施和建议[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):68-70.

(编辑 荐华)