

# 4M1E 分析法在地质钻探安全管理中的运用

刘 治<sup>1</sup>, 赵 辉<sup>1</sup>, 万 鹏<sup>1</sup>, 姜春晓<sup>2</sup>

(1. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004; 2. 山东省鲁东地质工程有限公司, 山东 烟台 264004)

**摘要:**地质钻探属于高危行业,施工场所不固定,作业环境恶劣,从业人员流动性大、技术要求较低,施工涉及的机械、设备多,存在着影响因素复杂多变、风险隐患大的安全生产问题。本文引入4M1E分析法(人机物法环分析法),通过分析地质钻探安全工作特点,讨论各过程阶段的安全管控意义,重点对钻探实施阶段应用4M1E分析法辨识各工作环节的影响因素,进行相关性分析,进而从人、机器、物料、方法、环境等5个方面提出相应的管控措施,以期促进从业人员理解与掌握4M1E分析法,促进该方法在安全管理中的推广应用。

**关键词:**地质钻探;安全管理;风险分析;4M1E分析法

**中图分类号:**P634.8 **文献标识码:**B **文章编号:**2096-9686(2023)06-0077-08

## Application of 4M1E in geological drilling safety management

LIU Zhi<sup>1</sup>, ZHAO Hui<sup>1</sup>, WAN Peng<sup>1</sup>, JIANG Chunxiao<sup>2</sup>

(1. The Third Geological Team of Shandong Bureau of Geology and Mineral, Yantai Shandong 264004, China;

2. Shandong Ludong Geological Engineering Co., Ltd, Yantai Shandong 264004, China)

**Abstract:** Geological drilling is a high-risk industry. The construction site is not fixed, the working environment is harsh, the employee mobility is high, the technical requirements are low, and the construction involves many machinery and equipment. There has been always complex and changeable influencing factors, the risk of hidden dangers of safety production problems. This paper introduces 4M1E analysis method (Man Machine Material Method Environment analysis method), discusses the significance of safety management and control in each process stage by analyzing the characteristics of geological drilling safety work, focuses on the application of 4M1E analysis method to identify the main risk factors in each work link in the drilling implementation stage, and then puts forward corresponding management and control measures from five aspects, such as human, machine, material, method and environment, to show the systematic advantages of 4M1E in safety management. In order to promote the practitioners to understand and master 4M1E analysis method, and promote its application in safety management.

**Key words:** geological drilling; security management; risk analysis; 4M1E analysis method

## 0 引言

4M1E是指Man(人)、Machine(机器)、Material(物料)、Method(方法)、Environment(环境),简称人机物法环,是全面质量管理理论中的5个影响产品质量的主要因素。其中人(Man),是指在为完成某项工作所涉及的一切人员,包括决策人员、管理人员、操作人员等。机(Machine),是指生产中所使

用的设备及工具等辅助生产用具。物(Material),指物料,包括半成品及为完成工作使用的原材料与物资等。法(Method),是指在生产过程中所采用的方法及须遵循的规章制度,包括技术方案、操作规程、管理方法与制度等。环(Environments),指环境,包括自然环境、作业环境、社会环境、政治环境等<sup>[1]</sup>。

4M1E分析法多用于现场管理,特别是在产品

收稿日期:2023-02-15; 修回日期:2023-07-20 DOI:10.12143/j.ztgc.2023.06.010

第一作者:刘治,男,汉族,1987年生,高级工程师,勘查技术与工程专业,长期从事地质钻探技术与生产管理工作,山东省烟台市市场路271号,373273034@qq.com。

引用格式:刘治,赵辉,万鹏,等.4M1E分析法在地质钻探安全管理中的运用[J].钻探工程,2023,50(6):77-84.

LIU Zhi, ZHAO Hui, WAN Peng, et al. Application of 4M1E in geological drilling safety management[J]. Drilling Engineering, 2023,50(6):77-84.

质量、成本管理方面,基于问题从5个因素中查找原因,探索解决与预防措施,从而实现质量与成本的有效控制。但在安全管理中,该方法应用较少,安全管理人员习惯从合规性出发,根据管理制度从风险辨识、隐患排查、应急救援等方面进行专项的安全知识传输。知识相对专业、零散,系统性不强,不能因人而异,很难让知识素养不高的作业人员理解、接受。而地质钻探行业因其行业特点,人员知识素养参差不齐,迫切的需要一种通俗易懂的方法,以利于作业人员反向理解各项安全管理制度的目的与作用,从而消除接收安全教育培训的被动性与消极性,减轻对安全管理的抵触心理,促进各项安全生产管理制度的贯彻落实。

## 1 地质钻探安全工作特点

地质钻探属于高危行业,归属于非煤矿山领域。在《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》中规定,地质勘探企业必须依法取得安全生产许可证,否则不得从事生产活动。在保险公司对被投保人职业分类中,将地质钻探人员划归为4~6级,属于职业高风险人员。

地质钻探的施工区域一般在野外,多处于荒郊野岭、人员稀少、交通较为不便的地方。施工环境较为艰苦,工期变化不定,作业人员流动性大,精细化管理较难开展。安全工作存在以下几个问题。

### 1.1 人的问题

#### 1.1.1 决策人员

部分企业领导,特别是民营企业,没有树立正确的发展观,没有算清“安全账”,重生产轻安全,认为安全阻碍生产进度,降低经营利润,是额外的工作与成本;安全生产责任意识淡薄,对第一责任人的涵义理解不够,对“三管三必须”、“一岗双责”领悟不足,片面认为安全管理部门抓好安全即完成履职,解决安全生产问题不彻底,决策浮于表面。安全风险意识不足,存在侥幸与麻痹思想,认为事故是天定,安全工作不走心,应付监管,不同程度地存在“说起来重要,做起来次要,忙起来不要”的现象。

#### 1.1.2 管理人员

企业普遍缺乏综合型的专职安全管理人员,因施工地点分散,对野外项目的检查频率与深入程度不够,导致安全生产监管与指导不足。现场管理人员对安全生产管理缺乏系统性、整体性理解,安全履

职停留在听从安排、应付检查的层面。安全工作开展缺乏主动性,安全工作多为做资料、理档案。

### 1.1.3 施工人员

施工人员普遍存在年龄偏大、安全意识不强的问题。地质钻探由于工作条件较差、业余生活枯燥、工资待遇不高,对年轻人缺乏吸引力,导致目前的从业人员年龄偏大、流动性较强。又因2018年国家取消地质勘查资质,地质钻探从业门槛降低,大量民营企业涌入地质钻探市场,为增强竞争力,降低生产成本,多数民营企业或采取超强度作业,或雇用年龄较大的农民工,这都为生产埋下了安全隐患<sup>[2-4]</sup>。

### 1.2 机的问题

地质钻探在施工作业中涉及钻机、泥浆泵、搅拌机、拧管机、发电机等主要设备及电焊机、切割机、砂轮机、氧气、乙炔等维修设备。因工作场所不定、搬运频繁,加之施工现场环境恶劣、维修不便,很多设备设施缺少安全防护、带病作业<sup>[5]</sup>。

### 1.3 物的问题

主要的动力燃料如柴油、汽油,为方便生产,需在现场进行储存。但现场往往忽视其危险性,存放位置距离明火太近、未采取防晒措施等,使动力燃料处于不稳定状态。此外,常用的冲洗液处理剂如火碱、氢氧化钾等具有强烈的腐蚀性,做饭使用的燃气具有易燃易爆的特性,现场普遍存在的煤炭取暖与电缆等,在处置、架设不当的情况下均会造成人员伤亡。

### 1.4 法的问题

对安全生产管理制度缺乏适宜性的改进,全员安全责任制定不符合实际,缺乏督责、问责的有效手段,导致安全教育培训不及时、不全面、效果性差,从业人员对岗位安全风险不知、隐患排查不懂、安全操作水平不高、应急自救不会;安全投入能省则省,劳保用品配发不规范、安全设施未及时检查保养、应急救援物资储备不齐全;现场管理混乱,安全责任未层层传递,岗前安全检查流于形式等。对施工组织设计不重视、审查不严,导致设计不符合实际、不详细、不全面,使施工组织设计丧失了指导作用。安全生产风险分级管控与隐患排查治理办法未建立、未完善、未落实,导致安全风险辨识不全、危险源定级不准、管控措施不利,管控岗位不明等。安全生产事故应急预案编制不符合实际,项目危险源辨识不充分,应急资源调查不全面,应急演练流于形式,导致应急

处置能力差,不能及时响应、处置突发事件,降低损失。

### 1.5 环的问题

#### 1.5.1 自然环境

地质钻探属于室外作业,受自然环境影响较大。大风、暴雨、寒潮、高温等对作业人员都会造成不良影响。且因找矿要求,钻孔位置有时不可避免让各种不良地形地貌,多受落石、泥石流、滑坡、洪水的影响<sup>[6]</sup>。

#### 1.5.2 作业环境

施工人员主要集中在钻塔下,受钻机的噪声影响较大<sup>[7]</sup>。因生产需要黄油、冲洗液以及各类机具,作业地面较为湿滑,杂乱。施工地点偏僻,一般交通不便,特别是需要修路进场的钻探项目,应急救援力量无法快速到达现场。

## 2 运用 4M1E 分析法对地质钻探进行安全分析

### 2.1 对地质钻探工程进行阶段划分与安全管控

分析

《中华人民共和国安全生产法》第三条规定,安全生产工作要坚持安全第一、预防为主、综合治理的方针,从源头上防范化解重大安全风险。这为安全生产管理指明了方向。安全生产管理要在全过程中进行管控,必须将预防事故作为安全生产的着眼点和落脚点,必须主动、超前管理,通过准确把握安全生产的特点和规律,加强对各种风险的精准研究与预判,深入找准可能存在的安全风险,从管结果转变为管因素,确保风险隐患处于受控状态。

地质钻探按照实施人员、实施对象、实施地点的不同可划分为 3 个阶段,即确定阶段、实施阶段、收尾阶段<sup>[8]</sup>。其中工程确定阶段,从工程问询或立项分析开始,至合同签订或立项截止;施工阶段从工程准备开始,至工程现场撤离截止;之后到工程款全额结算为收尾阶段。这 3 个阶段的工作内容、风险情况、管控意见见表 1。

表 1 地质钻探各阶段的安全风险管控分析

Table 1 Safety risk management and control analysis in eachstage of geological drilling

| 项目<br>阶段 | 主要工<br>作内容            | 风险<br>等级 | 本阶段风险控制分析   |          | 本阶段风险管控在全过程中的分析           |             |                             |
|----------|-----------------------|----------|-------------|----------|---------------------------|-------------|-----------------------------|
|          |                       |          | 风险重点管控环节    | 管控人员     | 意义                        | 主要管控人员      | 管控措施                        |
| 确定<br>阶段 | 任  务  书 ( 标 书 ) 的 分 析 | 低风险      |             |          |                           |             |                             |
|          | 实地踏勘                  | 低风险      | 实地踏勘        | 踏勘人员     | 决定作用,决定下一个阶段安全风险是否发生      | 踏勘负责人、决策人员  | 综合分析风险与得失,风险过大进行规避;风险可控提前谋划 |
|          | 标书或施工方案编写、报送          | 低风险      |             |          |                           |             |                             |
| 实施<br>阶段 | 技术准备                  | 低风险      |             |          |                           |             |                             |
|          | 工程准备                  | 高风险      | 整个阶段(除技术准备) | 实施现场管理人员 | 关键作用,是安全风险管控的主要阶段         | 现场管理人员、操作人员 | 以双重预防机制控制风险,以加强应急处置能力降低风险影响 |
|          | 施工作业                  | 高风险      |             |          |                           |             |                             |
| 收尾<br>阶段 | 钻后作业                  | 高风险      |             |          |                           |             |                             |
|          | 资料归档                  | 低风险      | 现场交流的路途中    | 前往会晤人员   | 提升作用,安全风险管控经验作为今后工作的参考与指导 | 工程总结人员      | 多方对比,多人参与,全方位归纳总结           |
|          | 合同结算                  | 低风险      |             |          |                           |             |                             |
|          | 工程总结                  | 低风险      |             |          |                           |             |                             |

从表 1 可以看出,地质钻探安全管控的第一关,是确定阶段的实地踏勘。这个环节需要踏勘人员详细收集项目有关资料,与决策人员综合衡量项目安全风险,确定安全风险是否规避,项目是否实现。若接受风险,则在此环节中形成大概的管控思路。第二关是实施阶段的准备工作,此环节需要专业能力与安全素养较高的人员参与,详细制定涵盖项目所

有作业活动与设备设施的风险管控清单及施工方案等,并以此指导工程实施,监督风险管控措施的落实。

### 2.2 对实施阶段进行工作环节划分与 4M1E 分析

实施阶段作为地质钻探从实现到完成过程中安全生产管控的关键阶段,以钻孔开始施工与钻孔验收为节点划分,可分为准备工作、钻孔施工工程、钻

后工程。其中准备工作按照准备对象分为技术准备与工程准备,工程准备又分为钻前工程、设备运输、设备安装等。钻后工作从钻孔验收开始,分为设备

拆迁与场地恢复。

运用4M1E分析法对实施阶段各环节的影响因素进行分析(见表2)。

表2 实施阶段各环节工作成果与影响因素

Table 2 Work results and influencing factors of each work link in the implementation stage

| 工作环节 |      | 工作成果                    | 影响工作实施的主要因素      |                       |                    |               |                      |             |
|------|------|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|---------------|----------------------|-------------|
|      |      |                         | 人                | 机                     | 物                  | 法             | 环                    |             |
| 准备工作 | 技术准备 | 施工方案、应急预案、项目安全风险分级管控清单等 | 项目管理人员、职能部门人员    | 电脑                    | 办公用品、参考文件          | 岗位职责、资料编写要求   | 室内环境                 |             |
|      | 工程准备 | 钻前工程                    | 适用于运输或施工的场地、道路等  | 项目建设指挥人员、外部队伍         | 挖掘机、装载机、自卸车等       | 渣土、砖石、水泥、围栏等  | 施工方案、工程建设标准规范        | 现场自然环境      |
|      |      | 设备运输                    | 设备运至作业地点         | 叉车司机、吊车司机、货车司机、现场装运人员 | 叉车、吊车、货车           | 吊索、捆绑带        | 叉运作业规程、吊装作业规程、货车装载规定 | 吊装作业环境、道路情况 |
|      |      | 设备安装                    | 设备在孔位处安装,并调试     | 项目人员、吊车司机             | 吊车                 | 吊索、安全带、五金工具   | 施工方案、吊装作业规程          | 现场自然环境、安装环境 |
| 钻孔施工 |      | 成孔或成井                   | 项目人员(专职安全员)      | 安装、调试好的钻探设备、车辆、通讯设备   | 动力燃料、冲洗液、劳保用品、五金材料 | 施工方案、项目管理办法等  | 自然环境、现场作业环境          |             |
| 钻后工作 | 设备拆卸 | 设备拆解成可装运状态              | 项目人员、吊车司机        | 吊车                    | 吊索、安全带、五金工具        | 施工方案、吊装作业规程   | 现场自然环境               |             |
|      | 设备运移 | 运至其他地点                  | 吊车司机、货车司机、现场装运人员 | 吊车、货车                 | 吊索、捆绑带             | 吊装作业规程、货车装载规定 | 吊装作业环境、道路情况          |             |
|      | 场地恢复 | 场地尽可能恢复原状               | 现场指挥人员、外部队伍      | 挖掘机、装载机、自卸车等          | 混凝土工程、生活垃圾、废弃泥浆    | 施工方案          | 现场自然环境               |             |

根据表2内容,结合《企业职工伤亡事故分类》(GB/T 6441—1986)<sup>[9]</sup>与危险源辨识对实施阶段各环节可能发生的事故类别与危险作业及产生原因进行分析<sup>[10-13]</sup>(见表3)。

根据地质钻探实际施工情况,结合表2、表3内容,可得出以下结论:

(1)技术准备不存在危险作业,危险性较小;但其作业成果是后期各环节实施的依据与要求,对后期安全工作的管控影响较大。因此应加强技术准备的质量管控。

(2)钻前工程一般存在的危险作业主要是挖掘作业,但遇不良地形地貌,则将可能存在交叉作业、爆破作业,危险性较大。其施工质量可为后续工作环节(除场地恢复)降低环境影响,但同时混凝土工程较多的钻前工程也会为场地恢复增加工作量,增

加安全风险。

(3)设备运输、设备安装、设备拆卸、设备运移均存在吊装作业,危险性大,且不可避免,都需要外部人员(吊车司机)、外部设备(吊车)参与,其安全风险性受吊车司机的影响较大。

(4)设备安装时,现场设备摆放混乱,存在多人同时作业,危险作业可能有吊装、临时用电、动火、高处等,持续时间较短,但安全风险较大。

(5)钻孔施工作业持续时间长,可能发生的事故类别多,事故发生的原因多为人的不安全行为(违规作业)与物的不安全状态(安全设施缺失、线缆破损、危险物品存储不当)等。其中物的不安全状态受设备安装作业质量的影响较大。

(6)地质钻探实施阶段安全管控的重要环节为钻孔施工、设备运输与安装、设备拆迁与运移,应加



| 表 3  可能发生的事故类别、存在的危险作业和产生原因                                                                                            |               |                                          |                             |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Table 3  The types of accidents that may occur, the hazardous operations that exist and the causes of their occurrence |               |                                          |                             |                  |
| 工作环节                                                                                                                   | 可能发生<br>的事故类别 | 主要产生原因                                   | 可能存在的危险作业                   | 产生原因             |
| 准备工作                                                                                                                   | 技术准备          | 触电                                       | 无                           | 无                |
|                                                                                                                        |               | 火灾                                       |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 摔倒                                       |                             |                  |
|                                                                                                                        | 钻前工程          | 车辆伤害                                     | 挖掘作业、交叉作<br>业、爆破作业          | 消除不良的地<br>形地貌    |
|                                                                                                                        |               | 物体打击                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 火药爆炸                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        | 设备运输          | 起重伤害                                     | 吊装作业                        |                  |
|                                                                                                                        |               | 吊运装卸货车时,违反吊装作业规定、<br>不正确站位、监护不到位         |                             |                  |
|                                                                                                                        | 工程准备          | 车辆伤害                                     | 吊装作业、临时用<br>电、高处作业、动<br>火作业 |                  |
|                                                                                                                        |               | 起重伤害                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 起吊安装时,违反吊装作业规定、不正确站<br>位、监护不到位、吊索不满足作业要求 |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 物体打击                                     |                             |                  |
| 钻孔施工                                                                                                                   | 设备安装          | 高处坠落                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 钻塔安装,未正确使用安全带、操作不当                       |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 触电                                       | 高处作业、动火作<br>业、临时用电          | 工艺流程             |
|                                                                                                                        |               | 电器连接,操作不当、监护不到位                          |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 机械伤害                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 使用设备,操作不当、安全设施缺失                         |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 物体打击                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 操作不当引起工具飞出、坠落                            |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 高处坠落                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 塔上作业,不正确使用安全带、违规操作                       |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 触电                                       |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 线缆破损、铺设不当、违规操作、监护缺失                      |                             |                  |
| 钻后工作                                                                                                                   |               | 火灾                                       |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 燃油储存不当、动火作业前未消除隐<br>患、取暖措施不当             |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 车辆伤害                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 物资运输时,指挥不当、站位不安全                         |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 高处坠落                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        | 设备拆卸          | 塔上作业,不正确使用安全带、违规操作                       | 建筑物和构筑物<br>拆除作业、高处作<br>业    |                  |
|                                                                                                                        |               | 物体打击                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 坠落物伤人                                    |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 起重伤害                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 起吊安装时,违反吊装作业规定、不正确站<br>位、监护不到位、吊索不满足作业要求 |                             |                  |
| 钻后工作                                                                                                                   | 设备运移          | 起重伤害                                     | 吊装作业                        |                  |
|                                                                                                                        |               | 吊运装卸货车时,违反吊装作业规定、<br>不正确站位、监护不到位         |                             |                  |
|                                                                                                                        | 场地恢复          | 车辆伤害                                     | 交叉作业                        | 消除人为原因<br>对环境的影响 |
|                                                                                                                        |               | 车辆伤害                                     |                             |                  |
|                                                                                                                        |               | 交叉作业时不正确站位、现场指挥混乱<br>渣土倾倒                |                             |                  |

强安全管控的危险作业为吊装作业、高处作业、临时用电、动火作业(特别是在防火严格的工区)。

(7)除吊装作业需要外部人员协作外,钻前工程、场地恢复以及钻探施工中也可能涉及外部人员参与,应加强现场的安全管理,统一协调。

(8)为确保钻探施工管理的连贯性,充分发挥监督管理作用,宜选派项目经理等管理人员或第三方监理全过程参与。

3  4M1E 的安全管控

3.1  人的管理

地质钻探工程整个阶段涉及的人员按照隶属关系有外部人员、己方职工,己方职工按照工作地点又分为室内人员、现场人员,按照工作性质分为管理人员与施工人员。其人的管理应从以下分类进行。

3.1.1  外部人员的管理

根据《中华人民共和国安全生产法》第四十九条的规定,应对外部人员进行以下管理:

(1)根据施工内容择优选取具有相应资质、具备安全生产条件的外部协作队伍,特别是委托吊装、运输、爆破等作业时,要充分考虑其管理水平,并对资格证件、设备、人员等进行审查确认。

(2)入场前,及时与外部协作队伍签订合同、安全生产管理协议,明确双方的安全责任,确定现场安全管理人员,以责任督促外部协作队伍加强安全管理,落实己方安全生产主体责任。

(3)作业前,要加强对外部作业人员的资格审查,并对其进行详细的安全技术交底。交底内容要包括且不限于作业内容、涉及的风险点与危险源、安全注意事项、应急处置等。

(4)将外部人员纳入内部的统一管理,对其作业过程进行经常性检查。

(5)在同一作业区域内进行生产时,应加强沟通与交流,设置专人进行安全作业指挥、协调。

### 3.1.2 己方人员的管理

(1)建立健全全员安全生产责任制,明确、细化履职考核细则,严肃履职考核,紧扣明责、履责、督责、问责责任链条,推进责任层层压实,安全压力层层传导,形成“人人有责、各负其责、齐抓共管”的安全局面,督促全员切实将安全生产要求落实在工作的每个环节。

(2)对安全生产法律法规加大宣传,确保宣传的针对性、及时性与覆盖率。重点强调安全责任的法定性、失职追责的严肃性,以倒逼的方式推动安全生产责任全面落地见效。

(3)常态化开展安全警示教育,以案为鉴、以血示人、以痛警人,特别是以身边、行业相关的事故案例,剖析事故原因、展示事故后果,通过惨痛的事故代价直击心底,对心存侥幸、思想麻痹者以警醒,强化人员安全意识。

(4)增强安全教育培训效果,分岗位、分专业开展有针对性的安全知识的灌输,避免安全教育泛泛而谈、夸夸其谈,提高安全教育与人员工作的适用性与契合性。如决策者应重点培训安全生产法律法规、安全文化塑造等,管理人员重点培训安全管理方法、安全管理规范等,操作人员重点培训安全操作、岗位风险辨识、应急处置等,适时按照季节特点开展生产生活的安全知识防范培训。

(5)增强安全会议的指示性、强调性、桥梁性作用。安全管理人员要通过定期的安全会议总结回顾

过去的安全生产工作绩效,让决策者部署安排今后的安全工作要求,沟通、解决安全生产管理的难题;要通过晨会、班前班后会,对作业人员进行安全提醒,规范作业行为,实现安全生产的预控。

(6)加强野外一线安全管理队伍建设,按照“按岗择人、人适其岗、人岗匹配”的原则选人用人,加强对项目经理、安全员、班长的培养,采取激励措施促进自我学习、自我提升,多措并举提高野外一线安全管理队伍的整体素质。

(7)以人为本,重视人文管理,关注从业人员的身体、心理状况和行为习惯,加强对从业人员的心理疏导、精神慰藉,防范从业人员行为异常导致事故发生。

### 3.2 机的管理

(1)对重要或危险性较大的设备要出队检查或入场验收,并调试确认;要监督外部人员对其所属的机械设备进行安全检查,并进行试操作,如吊车、叉车等。

(2)对机器设备进行档案管理,详细记录入库日期、主要性能、运行情况、保养周期和故障情况等,对危险性较大或超过规定使用年限的设备,应进行重新检测评估。及时淘汰、更新安全隐患大的机器设备。

(3)做好机器设备的安全管理,严格做好定期维护保养、定期检查,重点检查设备的运行情况与安全设施,禁止机器设备带病工作,禁止超负荷工作。

(4)编制机器设备的安全操作规程,并做好相关培训;定人定机,要求操作人员做到“四懂”“三好”“四会”。

(5)按照相关要求、规定,装配、安装设备,并进行试车,确保创造良好的设备使用环境。

### 3.3 物的管理

(1)加强危险性较大的物资的管理与使用,如柴油、汽油等燃料的运输与储存,氧气、乙炔瓶等压力容器的使用与搬运,火碱等的保管与使用。

(2)对容易造成触电、火灾的配电系统加强安装与使用检查,确保电缆、配电箱安全完好。

(3)安全警示、照明、防晒防雨等场地安全设施要齐全,灭火器、应急药箱、应急食品等应急救援物资要储备充分。

(4)现场各项物资摆放整齐、有序,避免妨碍生产与阻碍逃生。

(5)加强安全帽、安全带、绝缘手套等劳保用品与缓降器、防护栏、防护罩等安全设施的定期检查,及时更换,确保安全有效。

### 3.4 法的管理

(1)加强施工方案的针对性、可操作性,以技术措施降低或控制生产过程中的安全风险。

(2)严格落实项目双重预防体系建设,确保项目分级管控清单、隐患排查清单全面具体;加强安全生产事故应急预案的隐患分析与资源调查,确保预案契合实际、应急资源有效。

(3)采用PDCA方法督促安全责任的落实与制度的执行,定期督导、定期总结,确保安全要求在工程实施中落地见效。

(4)推进安全管理的信息化建设,实现档案规范化、管理便捷化。

### 3.5 环的管理

(1)要提前消除不良地形地貌的潜在危险,合理利用原有的地形地貌;对场地与道路建设要充分考虑使用时间,注重施工质量,避免人为造成不良路况,如转弯半径与会车点不合理。

(2)设备搬运前,应详细调查行车路线,合理选择运输方案,减少二次搬运。

(3)施工作业现场环境应设置专人负责,及时清除积雪、积水、油污等,避免自然环境对人员活动产生影响。

(4)及时关注天气预警,做好恶劣天气来临前的隐患排查与恶劣天气过后的安全确认,在大风、雷雨等恶劣天气期间应按照要求停止相关作业<sup>[14-15]</sup>。

(5)营造积极的安全生产氛围,在野外一线积极组织开展“反三违、零违章”、“我是吹哨人”、“安全隐患随手拍”等安全主题活动,通过物质奖励、精神表彰,营造人人关心、支持、参与安全生产的浓厚氛围。

## 4 实施成效

从2011年以来,笔者利用4M1E的方法实施安全管理,通过宣传教育、灌输方法、理念使基层安全管理人员与作业人员的安全素养显著提高,累计组织完成小口径岩心钻探34.89万m,实现产值1.2亿元,均未发生重伤事故<sup>[16-18]</sup>。在西藏高原与海上实施地质钻探时,通过此方法分析环境的特殊性,针对环境进行设备、物资、人员的管控,顺利完成了泽当科钻、三山岛海上钻探。在单位地质钻探产业转型

升级时,根据页岩气、地热井、油气井等钻探不同工艺,分别按照井控方法、防喷设备等从人机料法环上进行管控,确保了新地2井、焉地1井等10余口页岩气地质调查井,共和DR3地热井、惠热1井以及新温地1井、新哈地1井的顺利实施。

## 5 结论

目前,安全生产形势越来越严峻,安全知识越来越细化,安全责任越来越严格,如何正确理解与掌握安全生产知识已经是每个从业人员的必备条件与基本能力。4M1E方法的通俗易懂是其广泛应用于质量、成本、安全的原因,其必将成为一种常用的安全教育培训方法,特别是针对知识素养不高的一线人员。但4M1E也具有一定的局限性,那就是教育培训人员必须具备较为专业的技术知识与工作经验,只有这样才能深刻理解与解析其在安全中的应用,才能更好地助推安全教育培训。

## 参考文献(References):

- [1] 黄演忠,郑军,何少宁,等.运用4M1E分析法提高安全管理水平[J].建材世界,2014,35(6):97-101.  
HUANG Yanzhong, ZHENG Jun, HE Shaoning, et al. Use 4M1E analysis to improve safety management[J]. Building Materials World, 2014,35(6):97-101
- [2] 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.  
LIU Zhi, LI Ning, LIU Changjiang. Discussion on Drilling Project Construction Management [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(2):82-84.
- [3] 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.  
TIAN Guoliang. Standardized management of exploration engineering projects[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(11):88-92.
- [4] 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.  
ZHAO Yuangang, WU Lin, SHI Shaoyun, et al. Innovation research and practice on the management mode for separate budget drilling projects in geological survey [J]. Drilling Engineering, 2021,48(4):54-59.
- [5] 张惠来,蒋勇.岩芯钻探设备危险分析与安全管理[J].西部探矿工程,2010(10):188-190.  
ZHANG Huilai, JIANG Yong. Hazard analysis and safety management of core drilling equipment[J]. West-China Exploration Engineering, 2010(10):188-190
- [6] 罗英,陶军.地质钻探安全管理浅析[J].探矿工程(岩土钻掘工

- 程), 2013, 40(S1): 351-354.
- LUO Ying, TAO Jun. Analysis of geological drilling safety management[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2013, 40(S1): 351-354.
- [7] 涂运中, 李保红, 隆东, 等. 土耳其卡赞天然碱矿溶采对接井工程 HSE 管理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2020, 47(8): 85-93.
- TU Yunzhong, LI Baohong, LONG Dong, et al. HSE management of the Kazan Trona Mine solution mining project in Turkey [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020, 47(8): 85-93.
- [8] 田国亮, 董泽训, 王文龙, 等. 关键链法在 3000 m 小口径深钻工程管理中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2019, 46(9): 104-109.
- TIAN Guoliang, DONG Zexun, WANG Wenlong, et al. Application of key chain technology in 3000m small-diameter drilling project [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019, 46(9): 104-109.
- [9] GB/T 6441—1986, 企业职工伤亡事故分类[S].
- GB/T 6441—1986, The classification for casualty accidents of enterprise staff and workers[S].
- [10] 焦映辉, 殷科华, 谢配红. 安全评价方法在深孔钻探施工中的应用探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(S2): 370-375.
- JIAO Yinghui, YIN Kehua, XIE Peihong. Discussion on the application of safety assessment method in deep hole drilling construction [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012, 39(S2): 370-375.
- [11] 孙宏晶, 刘治. 小口径岩心钻探海上施工安全风险管控[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(10): 88-89, 92.
- SUN Hongjing, LIU Zhi. Safety risk control of offshore construction for small-diameter core drilling [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017, 44(10): 88-89, 92.
- [12] 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.
- WANG Deqiang, AN Xipo, LI Xiaohui, et al. Risk factors of geotechnical engineering drilling operation and the emergency measures of safety management [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2015, 42(5): 80-84.
- [13] 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.
- XU Qiyun, ZHOU Guanghui, HONG Lu, et al. Discussion of safety risk control of drilling prospecting for marine wind power generation [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2013, 40(1): 81-84.
- [14] 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.
- WANG Chuanwu, ZHANG Bo, ZHANG Jinping, et al. Safety management and technical discussion of geological exploration units in drilling operations [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012, 39(S1): 103-108.
- [15] 胡汉月, 陈晓林, 刘志强, 等. 土耳其天然碱溶采钻井项目管理实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2020, 47(8): 3-6.
- HU Hanyue, CHEN Xiaolin, LIU Zhiqiang, et al. Management of the drilling project for trona solution mining in Turkey [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020, 47(8): 3-6.
- [16] 田志超, 翟育峰, 林彬, 等. 西藏甲玛 3000 米科学深钻施工技术[J]. 钻探工程, 2022, 49(3): 100-108.
- TIAN Zhichao, ZHAI Yufeng, LIN Bin, et al. Drilling technology for 3000m deep scientific drilling in Jiama, Tibet [J]. Drilling Engineering, 2022, 49(3): 100-108.
- [17] 葛晓华, 翟育峰, 王鲁朝, 等. 南黄海地震监测台网 CSDP-2 孔扩孔改造技术[J]. 钻探工程, 2022, 49(6): 30-35.
- GE Xiaohua, ZHAI Yufeng, WANG Luzhao, et al. Reaming technology for CSDP-2 hole of South Yellow Sea Earthquake Monitoring Network [J]. Drilling Engineering, 2022, 49(6): 30-35.
- [18] 刘振新, 翟育峰, 徐志权, 等. 小秦岭整装勘查区综合普查钻探技术[J]. 钻探工程, 2023, 50(3): 37-43.
- LIU Zhenxin, ZHAI Yufeng, XU Zhiqian, et al. Drilling technology applied during comprehensive prospecting in the Xiaoling integrated exploration area [J]. Drilling Engineering, 2023, 50(3): 37-43.

(编辑 荐华)