

岩心钻探作业安全规范化管理初探

王伟¹, 赵德贵¹, 刘强², 王聪¹

(1. 贵州省地矿局 102 地质大队, 遵义 563003; 2. 中国地质大学, 武汉 430074)

[摘要] 地质勘探作为工业领域的第一步, 是探明资源、能源的重要手段, 同时也是一种高风险作业, 本文以 XY—4 型钻机为例, 分析了地质勘探中岩心钻探作业的常见事故类型, 并应用系统工程学理论方法对钻探工艺的安全问题进行剖析, 得出了适合岩心钻探作业的安全规范化管理模式。

[关键词] 岩心钻探 安全 规范化管理

[中图分类号] P643 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2009)05-0631-06

Wang Wei, Zhao De-gui, Liu Qiang, Wang Cong. Normalized safety management for core drilling[J]. *Geology and Exploration*, 2009, 45(5): 631-636.

地质勘探作为高危作业, 钻探工作在地质勘探中的安全风险较大。根据贵州省地矿局 102 地质大队历年工伤情况分析, 地质勘探作业危险性存在一定的特点, 如图 1 所示, 从 1964 年~2000 年, 共发生工伤事故 347 起, 其中钻探工伤事故 213 起, 占事故总量的 61.4%, 钻探造成的伤害事故中, 机械伤害、物体打击和高处坠落三类事故总数为 197 起, 占钻探工伤事故的 92.5%, 由此可见, 提高钻探作业场所安全性、增加钻探作业安全规范化管理是做好地质勘探安全管理的当务之急。

1 地质钻探机场常见事故类型

(1) 机械伤害: 从钻机搬运、安装、正常钻进施工、拆塔再到搬迁整个过程都存在机械伤害。物体坠落打击、飞出物体打击、卷绕和绞缠、卷入和碾压、切割和擦伤、碰撞和刮蹭。

(2) 高处坠落: 安、拆钻塔及钻进中塔上工作人员坠落, 泥浆池、机场周边危险处坠落、触电引发坠落二次事故。

(3) 触电: 钻探机场临时用电线路不规范、雷电等造成触电。

(4) 放炮: 开挖、平整机场地基时采用放炮以减轻工作强度, 带来放炮伤害。

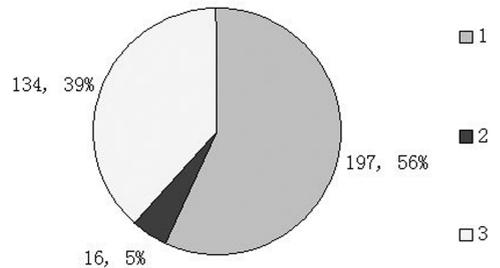


图 1 贵州省地矿局 102 地质大队 1964 年~2000 年工伤事故统计图

Fig. 1 Accidents chart of Geological Team 102 of Guizhou during 1964 ~ 2000

1—钻探中机械伤害、物体打击、高处坠落事故;
2—钻探中其他类型事故; 3—地质调查中其他类型事故
1—mechanical injury, object against; 2—other accident in core drilling; 3—other accident in geological survey

(5) 火灾: 机场取暖用火、电气短路、雷电电流、焊割作业、山火可能引发火灾。

(6) 自然灾害: 风雨雷电及其带来的浮石松动、滑坡、泥石流、塌方造成对人员及设备的威胁。

(7) 其它事故: 循环水烫伤、野外虫蛇咬伤、配制冲洗液时中毒。

2 各种事故类型分析

由于机械伤害、物体打击和高处坠落三类事故

[收稿日期] 2009-01-12; [修订日期] 2009-09-01。 [责任编辑] 王梅。

[第一作者简介] 王伟 (1983 年—), 男, 2007 年毕业于中国地质大学 (武汉), 获学士学位, 安全助理工程师, 现主要从事地质岩心钻探安全技术及管理工作。

占比重较大,重点分析这三类事故,其他事故类型提出预防措施。由于物体打击与机械伤害中其他事故类型相似,故将物体打击归到机械伤害中分析。鉴于钻探工艺的复杂性和安全问题的多样性,本文对钻探机场事故分析采用事故树分析法。

2.1 机械伤害

由图 2 分析可见,或门的个数占了逻辑门总数

的 71% 之多,根据或门的定义可得大部分的单个基本原因事件都有输出,因此从或门、与门的比例可知,机场发生机械伤害事故的可能性非常大。

由于机械伤害事故或门占大多数,所以用最小径集进行分析,由事故树可作出对应成功树,由成功树可算出一共有 81 组最小径集,如下所示:

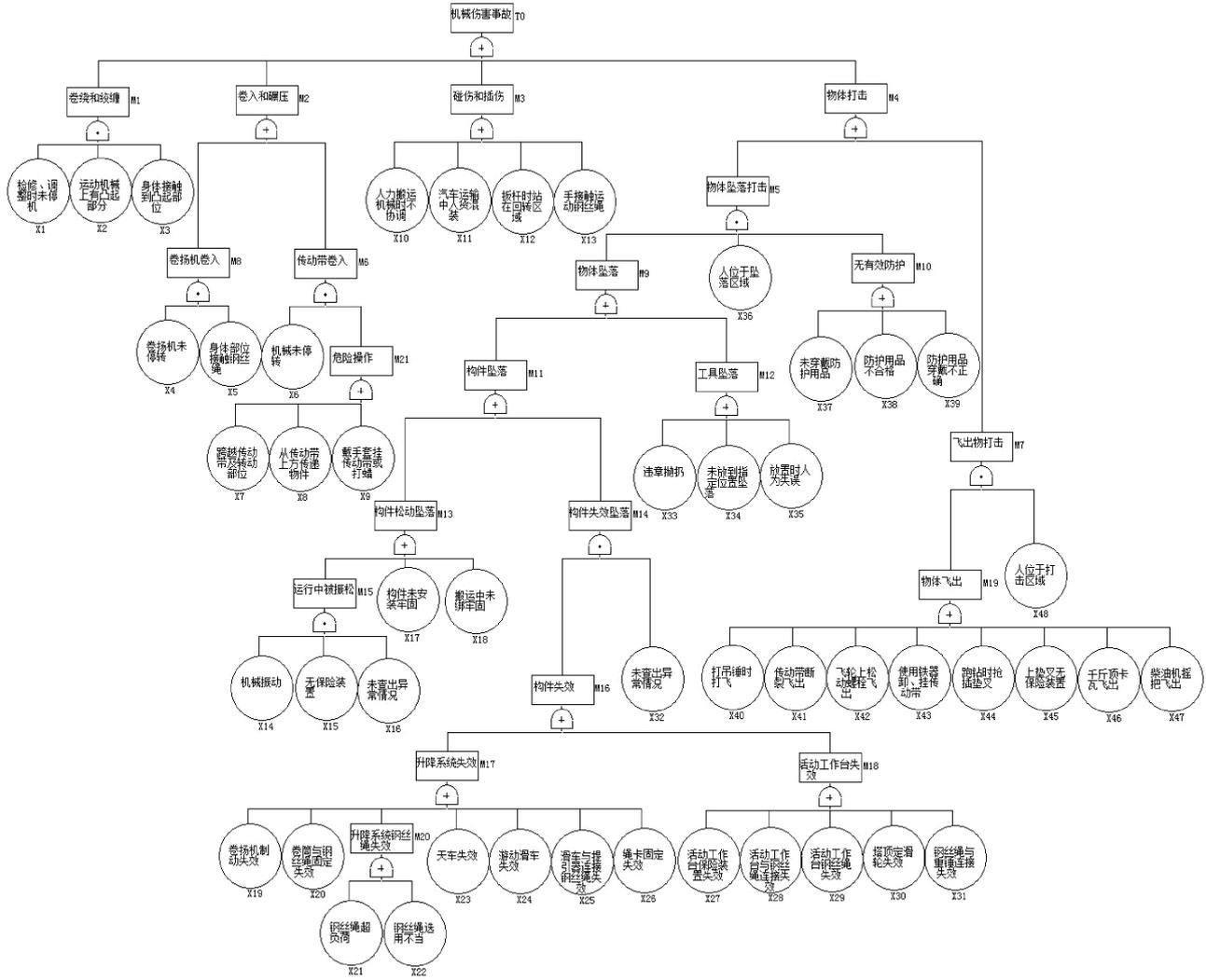


图 2 机械伤害事故树分析图

Fig. 2 Dendrogram of mechanical injury in core drilling

- $P_1 = \{x_1, x_4, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}, x_{17}, x_{18}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{40}, x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}, x_{45}, x_{46}, x_{47}\};$
- $P_2 = \{x_2, x_4, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}, x_{17}, x_{18}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{40}, x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}, x_{45}, x_{46}, x_{47}\};$
-
- $P_{58} = \{x_1, x_5, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}, x_{17}, x_{18}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{40}, x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}, x_{45}, x_{46}, x_{47}\};$
-
- $P_{81} = \{x_2, x_4, x_6, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}, x_{17}, x_{18}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{40}, x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}, x_{45}, x_{46}, x_{47}\} \circ$

从上述的求解可知,考虑到钻探机场 x_{14}, x_{36}, x_{48} 避免难度较大,因此,先排除含这些基本事件的最小径集,剩 26 个方案可供选择,为了便于方便实际操作,我们应考虑从尽可能地改善作业环境方面入手增加钻探场所的安全性,为此,我们选择破坏 P_{58} 中所有基本事件来实现对机械伤害事故的预防。

P_{58} 的基本事件中: $x_1, x_5, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{18}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{40}, x_{43}, x_{44}, x_{46}, x_{47}$ 可以在安全操作规程中作要求, $x_{15}, x_{17}, x_{32}, x_{41}, x_{42}, x_{45}$ 可在安全检查表中要求(x_{32} 应检查升降系统和活动工作台系统)。

2.2 高处坠落

同理,由图 3 分析,或门仍占逻辑门的大多数,高处坠落发生的可能性也较大。由事故树对应的成功树算出一共有 8 组最小径集,如下所示:

$$P_1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_{12}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}\};$$

$$P_2 = \{x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}\};$$

.....

$$P_6 = \{x_9, x_{10}, x_{11}, x_{13}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}\};$$

$$P_7 = \{x_9, x_{10}, x_{11}, x_{14}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}\};$$

$$P_8 = \{x_9, x_{10}, x_{11}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}\}。$$

由于基本事件 x_3, x_{15} 随机性较大,故先排除掉 P_1, P_3, P_4, P_5, P_8 ,在 P_2, P_6, P_7 中,控制 x_{13} 的效果会更好,故我们通过破坏 P_6 中的所有基本事件来实现对高处坠落事故的预防。

P_6 的基本事件中: x_9 在安全操作规程中作要求, $x_{10}, x_{11}, x_{13}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}$ 在安全检查表中要求。

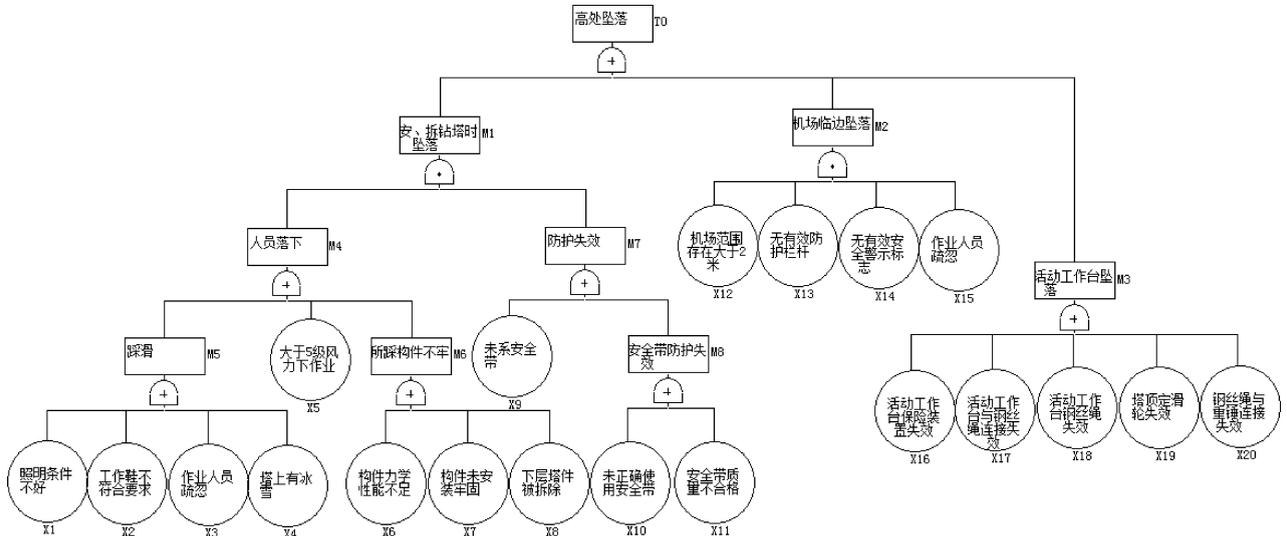


图 3 高处坠落事故树分析图

Fig. 3 Dendrogram of high falls in core drilling

2.3 触电、放炮、火灾、自然灾害及其他事故

由于这些事故类型发生率相对很低,本文不再作事故树分析,仅找出这些事故发生的原因,提出预防措施。

(1) 触电事故原因。钻塔距附近高压线安全间距不够可能引起钻塔带电;钻孔距地下铺设的电缆安全间距不够;电气设施漏电且无有效漏电保护装置;雷电产生后,无有效避雷设施而使钻塔带电。

(2) 放炮事故原因。放炮人员未取得爆破员作业证上岗;炸材失效;盲炮处理不当;爆破时未设置警戒区域;爆破后过早进入爆破场所。

(3) 火灾事故原因。电力线路短路;焊割作业

时不遵守操作规程;易发生山火的作业场所未开辟防火道;雷电引燃;寒冷季节取暖时用火不慎;易燃物品距火源的安全间距不够;使用明火加热柴油机底壳;无灭火设施;作业人员不会用灭火设施。

(4) 自然灾害事故原因。机场位于受自然灾害威胁区域;雷雨季节无有效避雷设施;无绷绳或绷绳安装不合理;洪水可能发生区域无防洪设施;受泥石流、崩塌威胁区域无预防措施;无灾害性天气应急措施。

(5) 其他事故原因。在虫蛇出没地区作业时无劳动保护用品;对有毒冲洗液无防护措施;无急救药箱;循环水箱固定不牢;循环水箱摆放在通道上;循环水水温过高。

表1 钻探机场安全技术验收检查表
Table 1 Safety check list of core drilling

序号	检查项目	检查要点	是“√”否“×”	备注
1	保险装置	(1) 高压胶管是否有保险装置 (2) 上垫叉是否有保险装置		
2	钻塔	(1) 钻塔构件是否齐全 (2) 钻塔安装是否周正、牢固 (3) 钻塔构件力学性能是否符合要求 (4) 钻塔绷绳安装是否符合要求		
3	升降系统	(1) 卷扬机制动是否有效 (2) 卷扬机与钢丝绳连接是否牢固 (3) 升降钢丝绳是否符合起重要求 (4) 升降钢丝绳是否未达到报废标准 (5) 升降系统连接绳卡安装是否符合要求(绳卡个数不少于3个,绳卡之间及绳卡与绳头距离不低于钢丝绳直径的6倍) (6) 天车安装是否牢固 (7) 游动滑车提引轴磨损是否未达到原尺寸的10% (8) 游动滑车与提引器连接是否牢固(钢丝绳绳径不低于升降钢丝绳,绳卡不少于3个) (9) 提引器易磨损部位是否未达到原尺寸的10%		
4	活动工作台系统	(1) 活动工作台防坠器是否有效 (2) 活动工作台是否配备手拉棕绳 (3) 活动工作台手刹是否有效 (4) 活动工作台与吊绳连接是否牢固 (5) 吊绳是否符合起重要求 (6) 支轮是否安装牢固 (7) 吊绳与重锤连接是否牢固		
5	水泵、泥浆泵	(1) 带轮是否安装防护罩或防护栏杆 (2) 转动构件上螺栓是否安装牢固		
6	高处坠落防范措施	(1) 塔上人员工作鞋是否符合要求 (2) 寒冷天气塔上作业时是否除冰 (3) 机场存在大于2m的高坎处是否有防护栏杆 (4) 是否正确使用安全带 (5) 安全带质量是否符合要求 (6) 供电线路是否存在短路 (7) 避雷设施是否有效		
7	电力设施	(1) 钻塔与附近高压线安全间距是否达到要求 (2) 钻孔与地下铺设电缆安全间距是否达到要求 (3) 机场供电系统有无漏电保护器 (4) 主要电气设备是否保护接地 (5) 供电线路是否符合用电需要 (6) 供电线路是否存在短路 (7) 避雷设施是否有效		
8	放炮作业	(1) 放炮炸材是否未失效 (2) 放炮人员是否有爆破员作业证 (3) 放炮时是否设置警戒线		
9	防火措施	(1) 易发生山火的场所是否开辟防火道 (2) 塔布与白炽灯安全间距是否足够 (3) 焊割作业气瓶之间及气瓶与作业点安全间距是否足够 (4) 气瓶是否可能泄露 (5) 是否配备足够的灭火器材		
10	其他防范措施	(1) 机场位于受泥石流、洪水、崩塌区域时,是否有防范措施 (2) 机场位于路边时,是否设置警戒线 (3) 配制有毒冲洗液时是否使用专用工具及劳动保护用品 (4) 循环水箱是否安装牢固 (5) 循环水箱是否安装在非通道位置 (6) 虫蛇出没区域是否配备劳动防护用品 (7) 是否配备急救药箱 (8) 夜间照明条件是否良好		

3 防止各类事故对策

3.1 安全检查验收表

根据各种事故类型形成的原因,对设备和环境的规范要求作出安全检查验收表(表1),安全检查验收表用作开孔时的安全技术验收及日常安全检查。

3.2 各种安全操作规程

机场除了在设备上作安全技术要求外,还应建立各岗位的安全操作规程,以实现对人的管理,如进入机场要求佩戴安全帽等,安全操作规程有:地质钻孔设计安全要求、钻探施工组织安全要求、搬运过程安全操作要求、安装与拆卸钻塔安全操作要求、升降钻具安全操作要求、钻进过程安全操作要求、处理孔内事故安全操作要求、爆破作业安全操作要求、机械安拆与维修安全操作要求、柴油机启动安全操作要求、钻探冲洗液配制安全操作要求。

4 结论

根据钻探机场的安全检查表和各工种的安全操作规程,我们就能在此基础上加以管理,规范钻探施工作业。

(1) 建立完善安全生产责任制

机场建立自机长到班员的安全生产责任制,明确机场所有人员的职责,使其在生产过程中自觉遵守安全操作规程,同时,也有利于事故发生后的责任追究。

(2) 加强安全技术教育培训

当前钻探施工工人的安全操作水平比以往有所降低,主要原因是老钻工退休或年龄大不能从事野外钻探作业,近年钻探技校又没有招生或技校学生进入地勘单位门槛高,呈现钻探技工断档,而从事该项工作的大部分是未经专业培训的农民工、季节工等,工人安全技术水平令人担忧,故在安全管理中,必须严格把好新上岗工人安全教育这个关口。

(3) 控制好钻探施工全过程各个危险因素

由于钻探施工的复杂性,危险因素存在钻探的各个过程,因此,从钻探钻孔设计、施工组织、搬迁一直到封孔拆塔全过程,作业人员都必须严格遵守安全操作规程,在钻孔开孔时作安全验收,定期对照安全检查表作安全检查,遇特殊天气停工后复工时和孔内事故处理前后也应作安全检查,对查出的隐患及时整改,做到不放过作业场所任何一个隐患,为钻探作业人员创造一个安全的工作环境。

(4) 建立安全生产奖惩制度

机场建立奖惩制度的目的是让工人严格遵守各种安全操作规程,惩罚违章作业人员,奖励对安全生产有功人员,让全机场生产作业朝安全方向发展。

(5) 提高事故应急能力

让每个钻探机场在每个作业点都编制相应的应急预案是不现实的,但应急机制在钻探作业中不能被忽视,因此,钻探作业人员应当有必要的应急处理知识,应急知识包括外伤急救方法和灭火知识,机场管理人员还应当明确事故发生后报告流程和有附近具备救护车医院的联系方式。

地质钻探机场虽然是一个潜在危险因素较多的系统,但做好安全技术防范措施和加强安全管理,钻探机场就能变成一个安全的作业环境。

[参考文献]

- [1] 励美恒. 探矿工程学概论[M]. 北京:地质出版社,1990:155-156.
Li Mei-heng. Introduction to Prospecting Engineering [M]. Beijing: Geological Publishing House,1990:155-156.
- [2] 李德仁. 安全培训教程(地质勘探工程与施工安全)[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1990:9-13.
Li De-ren. Safety Training Tutorial (Geological exploration and construction safety) [M]. Wuhan: China University of Geosciences Publishing House,1990:9-13.
- [3] 覃家海. 地质勘探安全规程读本[M]. 北京:煤炭工业出版社,2005:94-107.
Qin Jia-hai. Geological exploration safety procedures Reader [M]. Beijing:China Coal Industry Publishing House,2005:94-107.
- [4] 林柏泉,张景林. 安全系统工程[M]. 北京:中国劳动社会保障出版社,2007:38-57.
Lin Bo-quan, Zhang Jin-lin. Safety Engineering [M]. Beijing: Chinese Labor and Social Security Publishing House, 2007: 38-57.
- [5] 苑立清,赵金凯. 地质勘探安全生产工作的思考与对策[J]. 安全与环境工程,2009,16(3):83-86.
Yuan Li-qing, Zhao Jin-kai. Pondering and Countermeasures for the Safety Production of Geological Prospecting [J]. Safety and Environmental Engineering,2009,16(3):83-86.
- [6] 于文贵. 地勘单位安全生产存在的问题及对策研究[J]. 安全与环境工程,2009,16(2):71-73.
Yu Wen-gui. Research on the Present Situation and Countermeasures for the Safe Production of Geological Prospecting Units [J]. Safety and Environmental Engineering,2009,16(2):71-73.
- [7] 晏丹翌,赵云胜. 地质勘探行业安全文化氛围的培育与影响研究[J]. 工业安全与环保,2009,35(3):53-54.
Yan Dan-yi, Zhao Yun-sheng. The Study on Cultivation and Effect in Safety Culture Atmosphere of Geological Exploration Industry [J]. Industrial Safety and Environmental Protection,

- 2009,35(3):53-54.
- [8] 杨晨. 野外钻探施工机组人身伤害应急预案[J]. 中国煤田地质,2007,19(2):106-108.
Yang Chen. Urgent Measures Worked out in Anticipation of Possible Personal Injury of Field Drilling Teams[J]. Coal Geology of China,2007,19(2):106-108.
- [9] 周国强,刘金梅,郭奕珊. 钻探用井架承载能力试验与安全评定[J]. 石油钻探技术,2008,36(4):53-56.
Zhou Guo-qiang,Liu Jin-mei,Guo Yi-shan. Drilling Mast Load Capacity Test and Safety Evaluation[J]. Petrol Eum Drilling Techniques, 2008,36(4):53-56.
- [10] 何仲秋. 雷雨季节钻探施工的安全管理[J]. 中国安全生产科学技术,2009,5(1):151-153.
He Zhong-qiu. Safety management of drilling construction in thundered in season[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2009,5(1):151-153.
- [11] 芮静康. 建筑防雷与电气安全技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社出版,2003.
Rui Jing-kang. Building lightning protection and electrical safety technology [M]. Beijing: China Building Publishing House, 2003.
- [12] 马沈岐. 瓦斯地质钻探工艺研究[J]. 探矿工程,2007,2:40-44.
Ma Shen-qi Study on Gas Geological Drilling Technology[J]. Exploration Engineering, 2007,2:40-44.
- [13] 陆红强,刘士洪. 钻探孔内易发事故及其处理方法浅议[J]. 科技情报开发与经济,2007,17(13):273-275.
Lu Hong-qiang, Liu Shi-hong. Discussion on the Methods for Treating the Accidents Easily Occur in the Borehole [J]. SCI-TECH Information Development&Economy, 2007,17(13):273-275.
- [14] 曲文杰,赵记林. 钻探施工中的安全管理[J]. 陕西地质,2006,24(2):67-69.
Qu Wen-jie, Zhao Ji-lin. Safety control in Drilling[J]. Geology of Shanxi,2006,24(2):67-69.
- [15] 石明生,张永雨. 电测深法和钻探相结合在山区地质勘察中的应用[J]. 地质与勘探,2005,41(5):92-95.
ShiMing-sheng, Zhang Yong-yu. Application of the combinationmethod of electric sounding and drilling in geological investigation inmountain districts[J]. Geology and prospecting, 2005,41(5):92-95.
- [16] 顾军,高德利,杨仕会. 吐哈盆地煤层力学特征分析与钻探对策[J]. 探矿工程,2004,5:51-55.
Gu Jun,Gao De-li,Yang Shi-hui. Analysis of Mechanic Characteristics for Coal Bed and Drilling Countermeasure in Tuha Basin [J]. Exploration Engineering,2004,5:51-55.
- [17] 王伟. 安西县寒山金矿区钻探施工难点及解决措施[J]. 地质与勘探,2008,44(3):95-98.
Wang wei A general introduction on the drilling operation and techniques of them ineral area in anxi county, hanshan[J]. Geology and prospecting,2008,44(3):95-98.
- [18] 周英,杨冠洲. 对地勘安全工作的认识和安全教育工作思考[J]. 安全与环境工程,2003,10(1):67-69.
Zhou Ying,Yang Guan-zhou. Thinking on the Geological Exploring Safety and Its Education [J]. Safety and Environmental Engineering,2003,10(1):67-69.

Normalized Safety Management for Core Drilling

WANG Wei¹, ZHAO De-gui¹, LIU Qiang², WANG Cong¹

(1. Geological Team 102, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, Zunyi 563003;

2. China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract: Geological exploration, as the first step of the industrial field, is an important means of proving resource and energy. But it is a high-risk operation. Taking XY-4 drill as an example. The paper analyses drilling operations during the geological exploration, and dissects safety issues of the drilling process using system analysis engineering theory, and draw a suitable normalized safety management model about drilling engineering.

Key words: core drilling, safety, normalized management