

小秦岭北矿带厚覆盖层钻探技术研究

张青海

(河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院,河南 郑州 450000)

摘要:小秦岭北矿带上部覆盖层为第四系沉积物,其厚度 700~950 m,钻探施工中经常出现卡钻、埋钻、塌孔等恶性事故,甚至造成钻孔报废,严重制约钻探效率,造成钻探成本过高。针对这些技术难点开展技术分析和研究,通过优化钻孔结构,采用适宜该矿区厚覆盖层的绳索取心钻进方法,合理选择护壁性能好的冲洗液等技术措施解决了厚覆盖层钻进难题,提高了钻探施工效率和质量,降低了工程成本。

关键词:厚覆盖层;钻孔结构;绳索取心钻进;冲洗液

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2019)10-0053-05

Drilling technology for thick overburden in the northern mining belt of Xiaoqinling

ZHANG Qinghai

(No.3 Geological Exploration Institute, Henan Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan 450000, China)

Abstract: The upper overburden in the northern mining belt of Xiaoqinling is quaternary sediments with thickness from 700 to 950m. Malignant incidents such as bit sticking, bit burial, hole caving often happen in drilling, and even result in the scrapping of the drilling hole, which seriously restricts drilling efficiency, leading to high drilling cost. In view of these technical difficulties, technical analysis and research were carried out. Through optimizing the borehole structure, adopting the wireline core drilling method suitable for the thick overburden in the mining area, properly choosing the drilling fluid with good borehole wall protection, and other technical measures, the difficulty in drilling the thick overburden was solved; meanwhile, the drilling efficiency and quality were improved, and the drilling cost was reduced.

Key words: thick overburden; borehole structure; wire-line core drilling; drilling fluid

1 概况

小秦岭北矿带勘查钻探工程(大湖矿区和桥上寨矿区),位于河南省灵宝市阳平镇,北邻陇海铁路,距灵宝、故县 10~30 km,矿区有简易公路,交通较为便利。矿区区域位于小秦岭山脉北麓山前基岩与黄土层的交接带上,属于山前黄土塬区的南侧。厚覆盖层区域处在山前沟槽带上,上部覆盖层为第四系沉积物,其厚度 700~950 m,地层主要为含块石、砂砾、粘土,0~300 m 砂砾较大,粒径多为 10~50 mm,局部大于 50 mm,底部有风化冲积砾石,岩层条件复杂;覆盖层下部为基岩,基岩属于中研磨性和

弱研磨性地层,岩石级别 8~9 级,较为完整,可钻性较差。

该区域设计钻孔 2 个,大湖矿区 ZK12011 孔设计孔深 1200 m,覆盖层厚度约 700 m;桥上寨矿区 SZK613-1 孔设计孔深 1500 m,覆盖层厚度约 950 m。钻探施工中经常出现卡钻、埋钻、塌孔等恶性事故,甚至造成钻孔报废,严重制约钻探效率,造成钻探成本过高。因此,针对北矿带矿区厚覆盖层的钻进技术难点,我们在收集已有钻孔施工资料及孔内事故处理技术的基础上,通过冲洗液配制与试验、孔内钻具试验及聘请专家技术指导等方法,开展该区

收稿日期:2019-05-28; 修回日期:2019-09-29 DOI:10.12143/j.tkgc.2019.10.009

作者简介:张青海,男,汉族,1967 年生,从事地质钻探工程、隧道工程、桩基工程、地质灾害及环境治理工程等工作,河南省洛阳市洛龙区展览路红太阳小区(471023),2565176939@qq.com。

引用格式:张青海.小秦岭北矿带厚覆盖层钻探技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(10):53-57.

ZHANG Qinghai. Drilling technology for thick overburden in the northern mining belt of Xiaoqinling[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(10):53-57.

域钻探技术研究,总结了一套厚覆盖层钻探技术措施。

2 技术难点及前期施工遇到的问题

小秦岭北矿带大湖矿区、桥上寨矿区巨砾厚覆盖层钻探施工中均出现以下技术难点。

2.1 地层因素

(1)覆盖层成分复杂,断钻杆事故多发。由于覆盖层主要由滚石、砂砾、粘土等交替堆积而成,其组成成分复杂;滚石由花岗岩、片麻岩、石英岩等混合出现,滚石大小不均,钻孔表现为100~800 m,滚石比例占覆盖层厚度的30%~40%,滚石可钻性级别较高。该矿区钻进方法基本采用全孔普通金刚石钻进和普通金刚石与绳索取心金刚石混合钻进法,使用 $\varnothing 50$ mm外丝钻杆和 $\varnothing 71$ mm绳索取心钻杆。施工中断钻杆事故频发,多个钻孔出现因断钻杆导致报废部分钻探工作量或钻孔报废重新移位。

(2)覆盖层水敏性强,钻孔缩径卡钻事故多发。水敏性地层主要是粘土层,粘土易吸水膨胀发生孔壁破坏坍塌,而且冲洗液质量下降容易造成钻头泥包,导致卡钻、缩径等事故多发。

(3)覆盖层成孔后易失稳,钻孔坍塌埋钻事故多发。在覆盖层中松散的砂砾层及块状的碎石层孔段,当岩石被钻开形成新的孔眼后,新孔壁的岩石就失去了被钻掉岩石的支持而丧失平衡,孔壁便形成了自由面。在岩石水平侧压力作用下,松动的岩石就会向孔内移动(完整岩石由于具有一定的结构强度而不易向孔内移动),导致施工受阻,造成孔壁坍塌、埋钻等事故发生。

2.2 钻孔结构选择不合理^[1]

由于北矿带厚覆盖层地质条件极其复杂,覆盖层比较厚,在换径技术上,钻孔结构选择较为复杂,换径次数多,导致孔斜的概率大,钻孔质量不佳。其钻孔结构如下:

一开: $\varnothing 150$ mm钻至10 m左右,下入 $\varnothing 146$ mm孔口管;

二开: $\varnothing 130$ mm钻至200~300 m,下入 $\varnothing 127$ mm套管;

三开: $\varnothing 113$ mm钻至500~600 m,下入 $\varnothing 108$ mm套管;

四开: $\varnothing 94$ mm钻至基岩700~950 m,下入 $\varnothing 89$ mm套管;

五开: $\varnothing 77$ mm全绳索取心钻进至终孔。

2.3 钻杆选择问题

北矿带厚覆盖层钻进方法采取金刚石绳索取心与金刚石提钻取心混合钻进法,即覆盖层采用 $\varnothing 50$ mm外丝钻杆提钻金刚石钻进;覆盖层下部(基岩)采用 $\varnothing 71$ mm金刚石绳索取心钻进。但由于 $\varnothing 50$ mm钻杆对孔壁摆动作用,造成钻孔超径,易发生卡钻、埋钻事故。

2.4 冲洗液选择问题

在厚覆盖地层钻孔造壁的过程中,由于对冲洗液配方和性能指标(密度、失水量、粘度和切力等)没有针对性的合理选择,引起孔壁发生坍塌、卡钻、掉块、埋钻等孔内事故。

3 钻探技术对策

为了解决北矿带厚覆盖层钻探技术难题,减少厚覆盖层钻探施工的孔内事故,降低钻探成本,提高钻探效率,我们从钻进方法选择、设备选型、钻孔结构布置以及冲洗液的选择等几个方面着手,采取针对性的技术措施。

3.1 设备的选择^[2-3]

小秦岭北矿带钻孔深度在1200~1500 m,矿层埋藏深度基本在1100 m以深,终孔口径为77 mm,钻探工艺以金刚石绳索取心为主,并且覆盖层厚,地层条件复杂,钻进难度大,因此从负荷能力、生产能力、经济性、成本和安全问题考虑,立足于国产钻探设备,选择XY-6B型立轴式钻机;BW-320型泥浆泵;120 kW柴油发电机;NY-1型泥浆测试仪;JXY-2型测斜仪。

采用SJ71钻杆,参数为:两端墩粗部分,外径73 mm,内径58 mm,钻杆体的外径71 mm,壁厚5 mm,长度3 m(± 0.03 m)。

3.2 钻进方法

由于大湖矿区巨砾厚覆盖层中块石、砂砾、粘土等交替堆积,贯穿于整个覆盖层中,块石、砂砾在覆盖层中的比例约为30%,为了提高钻进效率,采用金刚石绳索取心与金刚石提钻取心混合钻进法,即覆盖层中采用提钻金刚石钻进(地质设计覆盖层不取心,但由于块石含量大,可钻性极差,必须取心钻进),进入基岩后采用金刚石绳索取心钻进。

3.3 钻孔结构^[4-5]

3.3.1 钻杆选择

根据北矿带覆盖层复杂地层及钻孔结构设计特点,为提高钻进效率,改变覆盖层混合钻进方法,保证钻具与孔径相匹配,减少钻杆的摆动,减少下入套管,减少换径次数。采用以 $\text{O}71 \text{ mm}$ 金刚石绳索取心为主钻杆钻进,这种钻进方法可减少 $\text{O}50 \text{ mm}$ 钻杆对孔壁摆动超径,避免卡钻、埋钻事故,节省大量 $\text{O}50 \text{ mm}$ 钻杆费用,避免了打捞事故。

3.3.2 钻具组合

一开: $\text{O}71 \text{ mm}$ 绳索取心钻杆+ $\text{O}127 \text{ mm}$ 岩心管+ $\text{O}130 \text{ mm}$ 金刚石钻头;

二开: $\text{O}71 \text{ mm}$ 绳索取心钻杆+ $\text{O}108 \text{ mm}$ 岩心管+ $\text{O}113 \text{ mm}$ 金刚石钻头;

三开: $\text{O}71 \text{ mm}$ 绳索取心钻杆+ $\text{O}89 \text{ mm}$ 岩心管+ $\text{O}94 \text{ mm}$ 金刚石钻头;

四开: $\text{O}77 \text{ mm}$ 全绳索取心钻具至终孔。

3.3.3 钻孔结构与套管程序确定

从确定终孔直径开始,然后确定套管固孔的孔段、下入套管的深度、直径和每段深度的孔径,孔径和套管直径的选择按自下而上的原则进行;预留 $\text{O}60 \text{ mm}$ 口径,以便应对复杂地层及孔内事故的处理,确保所需要的终孔直径。

一开:开孔用 $\text{O}130 \text{ mm}$ 金刚石钻头钻进,钻至 10 m 左右,下入 $\text{O}127 \text{ mm}$ 套管并固定作为孔口管;

二开:用 $\text{O}113 \text{ mm}$ 金刚石钻头钻进,钻至 $200 \sim 300 \text{ m}$,下入 $\text{O}108 \text{ mm}$ 套管,能有效的控制易塌易漏等问题;

三开:用 $\text{O}94 \text{ mm}$ 金刚石钻头钻进,钻至基岩 $400 \sim 950 \text{ m}$,下入 $\text{O}89 \text{ mm}$ 技术套管,隔离覆盖层碎石层或断层,并为基岩绳索取心钻进提供通道;

四开:用 $\text{O}77 \text{ mm}$ 金刚石绳索取心钻头钻进,钻至终孔。

从钻孔结构与套管程序来看,针对厚覆盖层钻孔绳索取心钻进必须下套管的特点,增大钻具的扭矩和钻杆外径与孔壁之间间隙,优化一级开孔口径,减少了 $\text{O}150 \text{ mm}$,增加了 $\text{O}94 \text{ mm}$ 进尺长度,节约了套管数量,缩短施工周期,降低劳动强度,节约成本,保证质量,提升了安全系数。

3.4 钻进技术参数

北矿带厚覆盖层金刚石钻进主要技术参数见表 1。

3.5 冲洗液护壁技术^[6-7]

表 1 钻进技术参数

Table 1 Technical Parameters of drilling

地层	钻进方法	钻压/ kN	转速/ ($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)	冲洗液量/ ($\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$)
覆盖层	$\text{O}130 \text{ mm}$ 提钻取心	12~18	<300	80~118
	$\text{O}130 \text{ mm}$ 提钻取心	10~16	<300	60~100
	$\text{O}94 \text{ mm}$ 提钻取心	8~15	300~700	50~80
基岩	$\text{O}77 \text{ mm}$ 绳索取心	6~11	400~850	40~65

覆盖层主要由滚石、砂砾、粘土等交替堆积而成,形成不稳定地层,在厚覆盖层钻孔造壁的过程中,引起孔壁坍塌、缩径、卡钻和糊钻事故。造成事故原因,一是没有对冲洗液性能指标做针对性的调整和现场试验,二是冲洗液性能与地层岩性不相适应。为了治理北矿带厚覆盖层,防止钻孔坍塌或漏失、涌水等问题,并且通过理论与实践相结合,合理选择冲洗液密度、粘度、失水量等方法进行堵漏。

3.5.1 冲洗液密度的选择

在岩层松散、坍塌、破碎孔段,当钻孔形成新的孔眼后,新孔壁的岩石就失去了被钻掉岩石的支持而丧失平衡。为保证地层稳定,根据北矿带厚覆盖层的地层复杂特点,冲洗液密度不得低于 1.15 kg/L 。

3.5.2 冲洗液粘度和静切力的选择

对覆盖层,冲洗液的粘度和切力是两个重要参数,它们直接关系到冲洗液的悬浮岩屑、携带岩屑、地面沉淀岩屑,以及起下钻时压力激动引起孔壁稳定问题,对钻进速度和孔内安全有着重要作用。在冲洗液密度一定的情况下,只要足以悬浮岩屑,粘度和静切力应尽可能降低。

在覆盖层正常钻孔情况下,要求冲洗液的漏斗粘度在 $18 \sim 20 \text{ s}$;在漏失和破碎地层中可适当提高粘度和切力,覆盖层 $25 \sim 30 \text{ s}$,水敏性地层 $20 \sim 22 \text{ s}$ 。

3.5.3 冲洗液失水量的选择

在钻孔造壁的过程中,由于冲洗液失水量大,失水滤液对孔壁的浸泡、溶蚀作用就大,易引起孔壁发生坍塌,使孔壁泥饼结厚以及泥浆稠化而导致泥饼卡钻和糊钻事故。为保持孔壁稳定,避免事故,必须控制冲洗液失水量,控制可分两种情况:

(1)水敏性地层要严格控制失水量。覆盖层在水敏性地层中,影响孔壁坍塌的主要原因是冲洗液失水量,特别是水化剥落地层(如风化的花岗岩、片岩、大理岩等)以及水化膨胀地层(如粘土岩、泥岩、页岩等)。前者遇水成颗粒状剥落,出现椭圆形,后

者遇水膨胀,孔壁缩径,常引起泥夹糊钻、夹钻。这两种地层失水量必须控制在3~5 mL/30 min,其他水敏性地层可以放宽到6~8 mL/30 min。

(2)破碎性地层和孔隙岩溶地层适当控制失水量。覆盖层破碎性地层和孔隙岩溶地层,适当控制失水量,使泥皮具有薄而韧的质量,以增加胶结强度和孔壁上的附着强度,对保持孔壁稳定有着重要作用。但是,对破碎性地层无论是松散破碎性地层(如覆盖层、流砂层、砂砾层等)还是硬脆碎性地层,主要是机械性质不稳定,要求冲洗液有较高的粘度和密度,以保持侧压力的平衡。矿区覆盖层中这类地层的失水量可控制在7~9 mL/30 min。

3.5.4 冲洗液配方优选

3.5.4.1 普通冲洗液(开孔)

开孔段0~10 m,使用普通冲洗液。主要有钠土粉与碳酸钠为冲洗液性能调节剂,能较好抑制粘土遇水膨胀,减少粘土坍塌的可能性,起到稳定孔壁的作用。

大湖矿区配方:1 m³水+60 kg钠土粉+Na₂CO₃(少量)。

桥上寨矿区配方:1 m³水+75 kg钠土粉+Na₂CO₃(少量)。

3.5.4.2 PHP-HPAN“双聚”冲洗液

用于厚覆盖层10~300 m,“双聚”冲洗液主要有PHP(水解聚丙烯酰胺)和HPAN(水解聚丙烯晴)为冲洗液性能调节剂,为分散低固相冲洗液,具有粘度高、失水量少、密度小及含砂量小等特点,起到提粘、降失水的作用。可抑制粘土、砂砾、泥岩层等遇水膨胀,剥落而导致钻孔缩径、坍塌等问题,保证孔壁稳定性。

配方:粘土:水:纯碱:HPAN:PHP=1:20:0.06:0.1:0.1~0.2。

3.5.4.3 磺化沥青冲洗液

磺化沥青是一种既部分溶于水又溶于油的棕黑色物质,冲洗液中加入磺化沥青后,可阻止水浸入破碎岩层,抑制粘土膨胀和页岩、泥岩分散,减少坍塌的可能性,起到稳定孔壁的作用。磺化沥青冲洗液用于厚覆盖层400~950 m。

基浆配方:清水+膨润土5%+纯碱4%。

磺化沥青冲洗液:基浆+100~150 mg/L浓度1%的PHP+0.1%~0.3%CMC+0.5%~1%KHm+1%~5%磺化沥青。

4 孔内事故预防及处理原则

4.1 钻杆防断防脱扣技术措施^[8-11]

钻进过程中,钻杆丝扣处是整个钻杆柱最薄弱的地方,钻杆发生折断脱扣问题,基本都在这个位置,频繁的出现钻杆断脱现象,极易造成由简单事故到恶性事故的转换,因此防钻杆断脱技术措施,是深孔钻进不可忽视的环节。

4.1.1 合理控制起钻间隔

在北矿带覆盖层钻进中,必须控制钻杆在孔内的连续工作时间。增大提钻间隔,延长钻杆在孔内的工作时间可以提高钻进效率,但必须合理控制,防止钻杆在孔内工作时间过长,造成疲劳破坏。钻杆在孔内最大工作时间控制在72 h。

4.1.2 合理调配冲洗液性能

覆盖层钻进中,要加强冲洗液的维护与管理,冲洗液中含砂量大时,采用化学沉渣与自然沉渣净化,保证冲洗液的排粉与润滑性能。

4.1.3 丝扣油配方选择

由于厚覆盖层地质复杂,钻杆接头多,为防止钻杆丝扣处漏失冲洗液,在丝扣上抹上丝扣油,丝扣油配方:石墨粉:黄油:废机油=1:2.2:0.3。

4.1.4 钻杆在孔内的工作状况分析

在厚覆盖层钻进过程中,钻杆受力严重部位是下部、孔口处和中和点附近。特别是中和点以上钻杆,在钻进中承受近200 kN的拉伸力,又承受回传的扭矩,受力极其复杂,是钻杆折断的主要部位。因此,为防止钻杆断脱事故,要在这些部位换用连接可靠、状况较好的钻杆。

4.2 孔内事故处理原则^[12-14]

由于北矿带厚覆盖层钻孔深度大,钻遇的地层复杂,加之绳索取心钻进环状间隙较小,所以,深孔引发孔内事故的隐患相对较多。为了事故处理的方便,避免一些简单事故转变为恶性事故,制定了处理事故的原则:

(1)发生事故后要准确计算孔深,量准机上余尺,不得强转、硬拉,一是防止强转扭断钻杆及给反钻杆带来困难(特别是绳索取心钻杆),二是硬拉会把钻具拉得更死,或拉脱钻杆,给后面处理带来难度。

(2)采用可退式捞矛打捞事故钻杆,该捞矛进入事故头后,可自行卡紧钻杆内壁,亦可在提拉不动事故钻杆时,退出事故头,避免丝锥捞钻杆时将钻杆头

锥劈和锥死钻杆的现象。

(3)处理方案要保证不给孔内带来后患,方案要有连续性,以争取处理时间。

5 生产效果

针对小秦岭北矿带大湖矿区 ZK12011 孔和桥上寨矿区 SZK613-1 孔厚覆盖层钻孔存在技术难点问题,开展钻探技术研究,主要任务是对钻孔结构设计不合理进行优化,提出适宜在该矿区厚覆盖层地区绳索取心钻进方法,合理选择护壁性能好的冲洗液;总结了解决厚覆盖层钻进频繁断钻杆的措施。通过解决以上关键钻探技术问题,降低了厚覆盖层钻探施工的孔内事故,降低了钻探成本,提高了钻探效率。最终小秦岭北矿带厚覆盖层钻探施工钻孔效率:大湖矿区台月效率 480 m,孔内事故率 3.4%,合格孔率 100%;桥上寨矿区台月效率 430 m,孔内事故率 4.7%,合格孔率 100%。实践证明,北矿带厚覆盖层钻探技术措施是可行的,获得了好的钻探经济技术效果。

6 结语

通过对小秦岭北矿带厚覆盖层的钻探技术研究可以看出,我们对复杂地层进行地层成因分析,在钻探工艺选择与钻孔结构设计时充分考虑这些因素,施工中就一定克服钻探过程中存在的各种困难,最终完成钻探任务。

参考文献(References):

- [1] 罗永贵,王红阳,刘建华.小秦岭金矿田北矿带原覆盖层钻探技术难点及对策[J].探矿工程(岩土钻进工程),2014,41(1):27-29,32.
LUO Yonggui, WANG Hongyang, LIU Jianhua. Technical difficulties of thick overburden layer drilling in Xiaqingling Gold Mine and the countermeasures[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(1):27-29,32.
- [2] 曾石友,杨宽才,蔡记华,等.小秦岭金矿田 2000 m 深孔钻探技术[J].地质与勘探,2015,51(1):175-180.
ZENG Shiyu, YANG Guancai, CAI Jihua, et al. Drilling technologies at the 2000m-deep hole in the Xiaqingling Gold Field[J]. Geology and Exploration, 2015,51(1):175-180.
- [3] 张成德.注浆护壁堵漏工艺在深孔岩心钻探中的应用[J].探矿工程(岩土钻进工程),2010,37(5):25-26.
ZHANG Chengde. Application of wall protection by grouting technology in deep hole coring drilling[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2010,37(5):25-26.
- [4] 范志勇,杨建新.小秦岭金矿田深部钻探工艺研究[J].探矿工

程(岩土钻进工程),2005,32(7):53-55,57.

- FAN Zhiyong, YANG Jianxin. Research deep drilling technique of gold mine in small Qinling Mountains[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2005,32(7):53-55,57.
- [5] DZ/T 0227-2010,地质岩心钻探规程[S].
DZ/T 0227-2010, Geological core drilling regulations[S].
- [6] 余桂红.洛宁上宫金矿 ZK322000 深孔复杂地层护壁技术探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(6):19-23.
YU Guihong. Discussion on the wall protection technology for ZK322000 deep hole in complex stratum of shanggong gold mine in Luoning[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(6):19-23.
- [7] 余桂红,赵尊亭.小秦岭北矿带 ZK4009 深孔复杂地层施工技术[J].西部探矿工程,2013,25(7):58-59,63.
YU Guihong, ZHAO Zunting. Drilling technology for ZK4009 deep hole in difficult formation in the northern mining belt of Xiaqingling[J]. West-China Exploration Engineering, 2013,25(7):58-59,63.
- [8] 袁宜勋,雷超.复杂地层深孔取芯钻探事故的处理方法[J].人民长江,2015,46(14):98-101.
YUAN Yixun, LEI Chao. Treatment method of deep-hole core drilling accident in complex stratum[J]. Yangtze River, 2015,46(14):98-101.
- [9] 吕奕祥.钻杆折断和脱扣事故的原因及预防措施[J].大宝山科技,1996(2):9-13.
LÜ Yixiang. Analysis of causes and preventive measures for drill pipe breaking and unscrewing accidents[J]. Da Bao Shan Science & Technology, 1996(2):9-13.
- [10] 张成德,李三军,李文宝,等.岩心钻探深孔钻进技术研究[J].资源与产业,2006,8(6):91-93.
ZHANG Chengde, LI Sanjun, LI Wenbao, et al. Study on technology of deep core drilling[J]. Resources and Industries, 2006,8(6):91-93.
- [11] 焦德全.复杂地层中的钻探技术研究[J].科技传播,2012(10):121,115.
JIAO Dequan. Drilling technologies for difficult strata[J]. Public Communication of Science & Technology, 2012(10):121,115.
- [12] 陈景.钻探施工孔内事故的预防和处理[J].建筑工程技术与设计,2016(19):1518.
CHEN Jing. Prevention and treatment of accidents in drilling holes[J]. Architectural Engineering Technology and Design, 2016(19):1518.
- [13] 王海军,文启富.岩心钻探孔内事故分析处理及预防[J].矿业快报,2000(20):16-17.
WANG Haijun, WEN Qifu. Analysis treatment and prevention of accident in core hole [J]. Express Information of Mining Industry, 2000(20):16-17.
- [14] 刘义,陈军龙.深孔帷幕灌浆孔内事故预防与处理措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(S1):155-156.
LIU Yi, CHEN Junlong. Prevention and treatment of down-hole accidents in deep hole purdah grouting[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2005,32(S1):155-156.