

# 山丹马场长山子矿区复杂地层综合钻探技术

孙一国

(甘肃煤田地质局 145 队,甘肃 张掖 734000)

**摘要:**对于煤田钻探中遇到的第四系巨厚卵砾石层松散、坍塌、掉块、漏失,煤系地层构造复杂、裂隙发育、漏失严重,部分层段岩石致密坚硬、复杂难钻、效率低下等复杂地层问题,需要应用综合钻探技术进行施工。通过对不同地层采用不同钻进、护壁堵漏方法及施工技术措施的阐述,提出了几种可以提高钻效、降低成本的方法。

**关键词:**复杂地层;套管护壁;堵漏;薄壁钻头;钢粒钻进;综合钻探技术

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)09-0006-05

**Comprehensive Drilling Technique in Complicated Formation of Changshanzi Coal Mine Area/SUN Yi-guo** (145 Team under Gansu Coal Geological Bureau, Zhangye Gansu 734000, China)

**Abstract:** Comprehensive drilling technology is needed for drilling in complicated formation of quaternary great thick boulder with loose, collapsing, dropping and leakage, various different drilling and water-stop methods for different formations were illustrated in this paper, and some methods for higher ROP and low cost were also presented.

**Key words:** complicated formation; casing pipe protection; water proof; thin-wall bit; steel grain drilling; comprehensive drilling technology

## 1 概述

### 1.1 勘探区自然地理及地质概况

山丹马场长山子普查勘探区在甘肃省山丹军马总场二分场境内,位于北祁连山中段北缘,属河西走廊的大马营冲积洪积倾斜平原,地势南西高为丘陵区,东南侧向北东方向渐低为平坦的倾斜平原,平均海拔 2676.10 m,相对高差 > 285 m。勘探区地理坐标:东经 101°22' ~ 101°25',北纬 38°11'30" ~ 38°15'10"。

根据往年物探资料及钻探揭露表明,长山子地区为一北 45°东的单斜大构造,东端向北推移,西端向南推移,略呈 S 形。本区历经多次构造运动,区内各类构造十分复杂,几组断裂之间互相复合、继承改造和切割,使北西西向的断裂和褶皱,在走向上被北北西的斜向断裂所切割错动,并控制着石炭系上统太原群及侏罗系中统窑街组煤系地层的分布。

该区揭露的地层由新至老为第四系、第三系上新统、侏罗系、二叠系下统、石炭系及寒武系中统。第四系由地表灰黄色砂土,下部紫红、灰绿色卵砾石组成;第三系为桔黄、砖红色砂质粘土岩、砂砾岩、粉砂岩;侏罗系为浅灰绿、暗紫红色泥岩、粉砂岩、细砂岩、中夹含砾粗砂岩以及浅灰、灰白色石英砂岩;二叠系为灰绿色、紫红色砂岩;石炭系为灰黑色细砂

岩、砂质泥岩夹深灰色石灰岩,底部为灰白色石英砂岩、细砂岩;寒武系为灰绿色变质砂岩、砾岩,灰白色石英砂岩、石英板岩。区内含煤地层是侏罗系中统窑街组(J<sub>2y</sub>)和石炭系上统太原群(C<sub>3ty</sub>),属双纪煤田,其中窑街组含煤较好,为本次普查勘探的主要对象。

### 1.2 工程概况

前人曾于 1960、1968 年在长山子地区进行过不同程度的勘探,并于 1969 年 11 月在 12 线浅部建成有一对斜井的长山子煤矿,设计年产 9 万 t。1976 年为满足地方小矿井建设需要,曾围绕煤矿两侧施工 8 个钻孔,1980 ~ 1982 年,又在包括长山子矿区在内的大马营进行了普查施工。由于历年来数次在该区进行的煤田地质勘探没有按程序进行,造成勘探工程密度不合理,对含煤地层时代及煤层层数的研究对比不够,致使以往年度施工的大部分钻孔未达到预期目的。

本次普查勘探的目的有 2 个:一是控制构造形态,查清断层走向,掌握煤层稳定程度;二是为张掖火电厂二期工程筹建后备能源供应基地。本期施工范围南西起于 F<sub>4</sub> 断层,北西止于 F<sub>9</sub> 断层,北西长约 5 km,南北宽约 2 km,面积 10 km<sup>2</sup>。本次普查勘探共施工钻孔 14 个,完成钻探工程量 10310 m。

收稿日期:2008-03-13

作者简介:孙一国(1963-),男(汉族),山东泰安人,甘肃煤田地质局 145 队工程师,钻探工程专业,从事煤田及水文水井钻探技术工作,甘肃省张掖市甘州区张火公路一公里处,zyyswdbgs@163.com。

## 2 钻进施工中遇到的复杂问题及其分析

### 2.1 第四系巨厚卵砾石层坍塌、掉块、漏失、孔壁失稳

勘探区内第四系除地表为少量砂土覆盖外,下部均由卵砾石组成,砾石大小不等,砾径 20 ~ 150 mm,呈滚圆 ~ 半滚圆状,结构松散、无胶结、坚硬,砾石成分以变质岩为主,石英岩次之,厚度 1.30 ~ 148.80 m。在钻进过程中,当砾石层被钻开后,破坏了原来的相对平衡,使孔壁失衡而造成不稳定,表现为钻进阻力大,钻具磨损严重,钻进速度慢,取心率低,易发生塌孔、漏失,提钻时负荷增加,严重时发生卡钻。提钻后坍塌的卵砾石又将钻孔填埋,下钻时钻具下不到底,须重复扫孔,若钻具折断后,不易打捞。另外,在卵砾石层中钻进,容易造成钻孔弯曲。

造成孔壁失稳的主要原因有地层应力作用、钻进工艺因素、钻孔漏失以及冲洗液的冲刷作用。处于相对稳定状态的卵砾石层被钻开后,孔壁周围的地层必须维持新的平衡,即必须承受来自内力、外力的各种应力,如果应力不平衡,孔壁就失稳,极易造成坍塌、掉块。钻进过程中,当升降钻具时,钻具在孔内会发生抽吸及压渗作用,从而影响地层压力平衡。而钻进时钻具的高速回转亦产生对孔壁的碰撞、敲击,尤其当使用了弯曲的钻杆时更为明显,造成孔壁加快失稳。因第四系松散的卵砾石层本身就是一种易发生孔壁坍塌和冲洗液漏失的不稳定地层,两者相互作用又相互影响,钻进中因地层压力失衡造成的漏失可导致塌孔,而由于塌孔又加剧了钻孔的漏失,其结果必然造成孔壁失稳。冲洗液在钻进过程中的积极作用勿容置疑,但如果使用不当,对地层的破坏作用也很大,主要表现为对孔壁的冲刷以及造成压力差,进一步影响孔壁稳定。

### 2.2 钻孔普遍发生漏失,个别钻孔漏失严重,堵漏困难

勘探区内所有施工的钻孔均发生过不同程度的漏失,少数钻孔发生了轻微漏失,部分钻孔发生了中等漏失,个别钻孔则漏失严重,导致无法正常钻进,必须停钻进行堵漏。漏失主要发生在第四系松散的卵砾石层,第三系部分砂砾岩层,以及侏罗系新河组灰白色含砾粗砂岩层,窑街组浅灰色砂岩层中。最具代表性的 901 号孔,自开孔后不久就发生了漏失,此后随钻随堵,除钻进至 380 ~ 460 m(侏罗系上统苦水峡组)处未发生漏失外,剩余孔段均发生了不同程度的漏失,一直到终孔时,仍然没有穿过漏失层。该孔终孔深度 782.60 m,累计堵漏耗时 18 天。

钻孔冲洗液的漏失原因有 2 个:一是因钻孔 -

地层系统压力不平衡所造成,在钻进过程中,随着钻孔深度的逐渐增加,当钻头在轴向压力的作用下在孔底工作时,就打破了岩层的原始相对平衡状态,导致压力失衡,当地层孔隙压力小于钻孔中冲洗液的压力时,在压力差的作用下,就会发生漏失;二是与施工地区的地层构造密切相关,因区内构造多,断层、裂隙发育,钻进中冲洗液极易顺岩层裂隙流走,这种形式的漏失程度都在中等以上,严重时无法进行正常钻进,此时,冲洗液便失去了润滑钻具、携带岩粉、保护孔壁的固有作用。

### 2.3 石英砂岩致密坚硬,钻进效率低,钻探成本增加

在侏罗系中统窑街组( $J_2y$ )含煤地层中,在煤顶板之上有一层灰白色的石英砂岩,厚 3.5 ~ 16 m,该层石英砂岩致密坚硬,石英含量极高,硬度可达 10 级,正常钻进过程中,采用胎体硬度 HRC30 ~ 35、金刚石浓度 90% 的普通单管人造金刚石钻头钻进的平均效率不足 10 mm/h,有时根本不进尺,只是将钻头本身磨掉了一部分。在钻穿该层石英砂岩时,既耗费了大量时间,又增加了许多钻探成本。

根据施工状况分析,一是对该层石英砂岩未引起足够重视,二是施工前期末及时更换适岩钻头和改用其他钻进方法进行钻进。导致耗时费力,成本增加。

## 3 钻进复杂地层综合钻探技术的应用

### 3.1 钻进巨厚卵砾石层的技术措施

(1) 优化钻孔结构,把好安装、开孔、换径关。在设计钻孔结构时,应结合施工区地层情况、设计孔深、岩心采取率等因素,既要尽量简化钻孔结构,又要留有备用口径。一般应适当扩大 1 ~ 2 级开口口径,以便为下部施工创造良好条件。安装钻机时必须水平、稳固、对正,保证“三点一线”,以尽量减少钻机运转过程中的震动和位移,防止钻孔偏斜,从而减少塌孔现象。施工中开口口径确定为 130 mm,待穿过第四系松散的卵砾石层,见第三系基岩后再换用小一级口径钻进,正常情况下,中间不再换径,一径到底。

(2) 下入孔口管护壁。开孔后岩心管要随孔深逐渐加长,并利用钻铤导向钻进,卵砾石层薄的钻孔,在穿过该层后,须及时下入孔口管( $\varnothing 127$  mm),以防止孔斜、坍塌掉块和冲洗液漏失。下入时要注意下正坐牢,保证在以后的钻进中不偏向、不转动。

(3) 设计、使用适宜于卵砾石层钻进的取心钻头。钻头在卵砾石层内工作时,极少有碎岩过程,绝

大多数时间仅仅只是通过钻头的转动,破坏卵砾石层的原有结构,使其更加松散。根据这一特征,施工中设计了针对性较强的取心式硬质合金钻头,该种钻头主要技术结构参数和特点为:内出刃3~5 mm,外出刃4~6 mm,底出刃1~2 mm。内、外出刃大,保证了在钻进过程中冲洗液流动阻力小,底出刃较小可防止崩刃和断刃,硬质合金镶焊方式采用直镶式,既增加了硬质合金的抗磨性,又提高了切削刃的抗崩断性能,另外,为了尽量多地捞取孔内的卵砾石,又在钻头上打眼焊接了3股钢丝,钢丝的长短及软硬度要适宜于兜装卵砾石。根据现场施工经验,一般每钻进30~40 min后须提钻,否则钻进时间过长,焊接的钢丝会被磨断。采用这种钻头钻进,能较多地捞取孔底的卵砾石,避免重复研磨、破碎,另外,借助冲洗液的作用,将一部分小颗粒携带出孔外。

(4)采用适于卵砾石层钻进的技术参数。在卵砾石层钻进过程中,压力不宜过大,否则会减少钻头过水面积,增加冲洗液阻力,适宜的钻压应为2~4 kN。转速应尽量小一些,过快的转速会带来排泄能力不相适应的问题,而且会加大钻具磨损,并易造成孔壁失稳,孔径变大,适宜的转速为120~150 r/min。在保证冲洗液质量的前提下,可采用较大的泵量以充分排渣,适宜的泵量为150~200 L/min。故卵砾石层钻进参数应为“适当压力,低转速,大泵量”。

(5)少数巨厚卵砾石层钻孔下套管护壁。在卵砾石层中钻进,使用优质泥浆护壁,虽然效果良好,但对于巨厚卵砾石层来说,有时仍无法从根本上保证钻孔顺利施工。如601、602、701号钻孔,第四系卵砾石层均超过80 m,钻进中,由于钻具的震动和对孔壁的敲击,会有一部分松动的砾石从孔壁脱落而坠入孔内,有时会发生卡钻现象,严重时会发生大面积坍塌,导致提钻后再下入钻具时,钻孔被坍塌的卵砾石填埋而下不到孔底,需重新扫孔,从而导致重复钻进时间增多,有效钻进时间减少,钻进效率降低。因此,为保证钻孔下部施工安全,从根本上解决孔壁坍塌、漏失问题,最直接有效的措施就是下入套管( $\Phi 127$  mm)。施工中,601号钻孔下入套管85 m,602号钻孔下入套管124 m,701号钻孔下入套管93 m,均下入到第三系基岩上,并保证了下得直,坐得牢,同时下入时注意将套管补强,即在丝扣拧紧后再加3根肋骨条点焊。采用这一技术措施后,施工各孔均顺利穿过了第四系卵砾石层,并且在各孔下部施工中也未因下入套管而出现问题。

### 3.2 钻孔漏失的预防方法和堵漏措施

#### 3.2.1 预防钻孔漏失的方法

(1)使用优质泥浆护壁。在第四系松散的卵砾石层及裂隙发育、构造复杂或岩层破碎的煤系地层钻进,必须使用适于该地层的优质泥浆护壁,才能起到事半功倍的作用。钻孔开孔后由于钻进深度较浅,地层压力相对较小而开孔直径相对较大,故采用低密度、高粘度、高切力的泥浆,可有效地防止漏失,因在较高的液动压力下泥浆可快速在孔隙中扩散渗透进而堵塞漏失通道。随着钻进的深入,卵砾石层厚度的不断增加,孔壁不稳定因素也随之增多,因此,必须调配好合适的泥浆,才能保证钻进的顺利进行。施工中,将钠质膨润土调为基浆,后加入羧甲基纤维素(CMC)以及少量的植物胶、低莹光特效防塌护壁剂等为添加剂,此种配比的泥浆经多孔使用,比较适合卵砾石层钻进。而当钻进至煤系地层时,由于钻孔较深而孔径相应较小,应尽量采用低粘度、低切力的泥浆护壁,以减少泥浆在孔内循环时产生的流动阻力,降低液动压力,从而可以防止漏失或减少漏失程度,施工中经数次调试,采用低固相的“双聚”泥浆可满足煤系地层钻进需要。其配比为:水:膨润土(钠基):纯碱:PHP:HPAN=900:100:4:0.3:0.2。性能参数为:失水量9 mL/30 min,粘度22 s,密度1.1 kg/L,含砂量5%,pH值9,胶体率97%。其主要优点是泥浆流变性好,且有较好的剪切稀释特性,携带岩屑能力强,护壁防塌性能好。正常钻进中,采用该种泥浆护壁后,效果良好。

(2)控制好钻进工艺参数,减小压力波动。钻进过程中,要均匀加压,严禁突然给压。在地层岩性变化不大的情况下,尽量统一各小班的压力。起下钻时要控制好升降速度,操作升降机要平稳,严禁突然加速或减速,尽量减小抽吸效应,同时注意提钻后必须进行回灌。当泥浆粘度较大、切力较高或钻孔较深时,下钻后应将钻具提离孔底一定距离后再开泵,开泵时要稳,防止脉动压力过大。开始钻进时,采用低压、小泵量,待循环一段时间后再逐渐增加压力和泵量。

#### 3.2.2 堵漏措施

(1)在第四系卵砾石层钻进过程中,发生轻微漏失的,通过采用优质泥浆护壁,并随时调节泥浆性能,可以保证正常钻进。对于中等程度漏失的,采用在泥浆中加入惰性材料或专门的堵漏剂,经在岗小班做堵漏处理后,下一小班即可进行正常钻进。对于严重漏失的,因孔口不返水,泥浆无法循环,必须

停钻进行堵漏,现场常用的堵漏方法有水泥、粘土-水泥、化学浆液堵漏剂等。采用水泥浆液堵漏时,需加入 2%~3% 的水玻璃,凝结时间可缩短 30%~40%。采用粘土-水泥球堵漏时,需晾成半干型,向孔内投入时,需连续投入,不可一次倒入。采用化学浆液堵漏剂(如 801 堵漏剂)进行堵漏时,加入量要合适,不可过少或过多。而对于个别巨厚卵砾石层漏失的钻孔,如 601、602 号孔等,在用上述堵漏方法效果不大的情况下,为了彻底堵住漏失,同时防止孔壁坍塌、掉块而导致卡钻、埋孔事故的发生,以保证钻孔下部施工安全,施工中采用了下套管护壁,这样,既保护了孔壁又可防止钻孔再次漏失。

(2) 煤系地层的严重漏失主要发生在侏罗系新河组( $J_{2x}$ )、窑街组( $J_{2y}$ )浅灰、灰白色砂岩中。最初采用的是聚丙烯酰胺泥浆全絮凝堵漏,该堵漏浆液的配制方法是:在每立方米粘度为 30 s、相对密度 1.2 kg/L 以上的泥浆中加入 1000 ppm 的 PHP(浓度 1%)、10 kg 的惰性材料(锯末等)、0.5%~1% 的水玻璃,当裂隙较大、地层漏失严重时,可以在堵漏浆液中再加入 2%~3% 的“801”堵漏剂,经充分搅拌后,从孔口直接灌入孔内,静止 12 h 后,再重新恢复钻进。此絮凝堵漏方法简单、操作容易,特别适用于裂隙漏失。但随着钻进的继续,新的裂隙、破碎层开始发生漏失,有的层段漏失还相当严重,另外,上部刚堵住漏失的裂隙层,由于钻具的震动,泥浆循环压力的变化,亦逐渐发生重新漏失,迫使停钻进行二次堵漏,重复上述堵漏工序,耗时太多,同时造成堵漏材料成本增加。因此,采用哪一种堵漏方法,使用哪一种堵漏材料,从而有效地堵住地层漏失,成为施工中急需解决的首要问题。经过综合分析地层漏失原因,最后决定采用一种简单易行、成本低廉、见效较快的堵漏方法。该方法的施工操作要点是:遇到严重漏失层段,须钻进一段,护堵一段,力求做到该段不再漏失,即施工中每钻进通过一漏失层段,上钻后迅速将事先已搓好备用的快干水泥球投入孔内,然后下钻具捣挤,以促使较干的快干水泥强行而密实地挤入孔壁裂隙和空穴中。现场使用的是 42.5 普通硅酸盐水泥,采用  $\text{CaCl}_2$  作快干剂,其加入量为 2~3%。下钻前注意用硬木塞将需要下入孔内墩捣的钻具底部堵死,勿让水泥进入到钻具内,以免堵塞钻具和影响捣、挤效果。采用上述堵漏方法,一般只需 5~6 h 即可开始扫孔,恢复正常钻进,既减少了堵漏时间,又降低了堵漏成本,堵漏效果比采用其它方法更好。通过对 601 号孔等 5 个钻孔的堵塞实践

看,该堵漏方法切实可行,值得在其它勘探区推广应用。

### 3.3 钻进致密、坚硬石英岩层的技术措施

(1) 钻进致密、坚硬的石英细砂岩,由于石英含量高、岩石硬度大,钻进效率会明显下降,如不及时采取有效措施,很难穿过该层石英砂岩。施工前期,使用胎体硬度 HRC30~35,金刚石浓度 90% 的普通人造金刚石钻头钻进,效果不理想,具体表现为钻头磨损快,钻进效率低,钻探成本高。因此,必须换用高质量的适岩钻头。经过对比最后采用了薄壁型高品级人造金刚石单管钻头钻进,因为薄壁钻头的壁厚比普通双管金刚石钻头壁厚要小 3~4 mm,比金刚石绳索取心钻头壁厚小 6~8 mm,与孔底岩石的接触面积分别减小 1/3~1/2,因此,该种薄壁型单管金刚石钻头克取岩石的能力会增强许多,钻进效率亦可相应提高。经多次试验、比较,最后确定使用的这种薄壁钻头的指标参数为:胎体硬度 HRC20~30,金刚石粒度  $\geq 46$  目,金刚石浓度 75%,金刚石品级较高,硬度和强度较大,金刚石浓度应适当降低。采用薄壁钻头钻进时,须在泥浆中加入一定比例的乳化润滑剂以减阻降摩,同时适当提高钻机转速,这样钻进效率又会提高一些,一般每班进尺 0.5~0.8 m,比使用其它类型钻头钻进效率提高 50%~60%。但该种钻头也存在一定的缺陷,一旦遇到孔底掉块或岩层破碎,钻头便很快被打坏或磨损严重,无法获得进尺,需频繁起、下钻更新钻头,既减少了纯钻时间,增加了辅助时间,又造成钻头成本的提高。

(2) 严格控制好金刚石钻进技术参数。新钻头下入孔底后,要进行初磨,即用较小的压力(初压),同时配合较低的转速钻进,主要是保养金刚石,适应孔底状况,防止崩刃。钻进 10~15 min 后,钻头已适应了孔底情况,可以逐渐加大压力,进行正常钻进。适宜的钻压为 12~15 kN,钻压过低或过高,都不能有效地破碎岩石。若钻压过高,金刚石会被压裂,钻头破损迅速;钻压过低,金刚石磨损加快。因此,确定合理的钻压尤为重要,在钻进中必须严格控制。转速是影响金刚石钻进效率的重要因素,确定合理转速的标志是,既提高钻进效率,又能减少金刚石的磨损。施工中确定采用的合理转速为 450~600 r/min。金刚石钻进的送水量(泵量)与钻头寿命有直接关系,若泵量过大,会造成钻具内压高,从而抵消钻头压力,并增加钻具振动,冲蚀钻头胎体;泵量不足,会导致岩粉排除不畅,产生重复破碎,增

加金刚石消耗,易发生糊钻或烧钻。因此,合适的泵量应为 120 ~ 150 L/min,可满足钻进需要。在金刚石钻进过程中,钻压、转速、泵量三者是互相配合,又是互相制约的,其中一个参数变化,另外两个参数也要相应地调整,即根据岩石性质、钻头类型及其它条件,选择三者最优的配合关系。

(3) 适时换用钢粒钻进,以提高钻进效率,降低钻头成本。在致密、坚硬的石英砂岩地层中钻进,施工前期主要是采用金刚石钻进方法,包括钻头的选型及钻进参数的控制,虽然提高了一些钻进效率,但效果不是太明显,金刚石钻头磨损严重,更换频繁,从而造成钻头成本增加,钻进效率降低。因此,在施工的中后期,果断、适时地换用了钢粒钻进。首次换用钢粒钻进时,宜采用“四小”规程,即小投砂量(0.5 ~ 1 kg)、小水量(30 ~ 50 L/min)、小压力(1 ~ 2 kN)、小转速(90 ~ 120 r/min),钻进一个回次后,再改用正常钻进规程。施工中采用分批投砂法,即在每回次钻进开始前,先将回次投砂量的 50% ~ 60% (约 1 ~ 1.2 kg) 投入孔内,余下的部分再分 1 ~ 2 次在回次钻进中期补投入孔内。正常钻进时,钻压要均匀一致,调节水量要平稳。回次终了应采取措施把岩心采尽。在 602 号孔施工中,换用钢粒钻进后,单位小时进尺 0.2 ~ 0.4 m,回次进尺可达 0.6 ~ 0.8 m,该孔厚达 16 m、硬度达 9 级以上的石英砂岩,用 5 天时间就安全顺利地穿过。采用钢粒钻进,要特别注意钻头水口不宜盲目求大,以满足一个回次钻程为好。每回次终了应开大泵量冲孔,保持孔底清洁,若孔底残留的钢粒碎屑沉淀厚度超过 0.3 m,必须冲孔捞取。钢粒钻进全部结束后,必须采取有效措施,将孔底的钢粒捞取干净,确保后续钻进的安全进行。2007 年度在该矿区施工的 14 个钻孔中,先

后有 8 个钻孔采用了钢粒钻进,并且都较顺利地穿过了该层石英砂岩。钻探实践证明,遇到致密坚硬的难钻地层时,采用传统的钢粒钻进方法比金刚石钻进等其它方法有时更经济、实用,不但提高了钻效,而且还节省了钻头成本。

#### 4 结语

在煤田钻探施工中,在一个矿区内施工时,大多数钻孔同时遇到第四系巨厚卵砾石层松散、漏失、坍塌,煤系地层构造复杂、裂隙发育、漏失严重,部分层段致密坚硬、复杂难钻、效率低下等诸多钻探难题,还比较少见。因此,施工中面对这些接踵而至的复杂地层问题,需在认真分析矿区地质构造和地层特征的基础上,结合现有施工设备、施工技术,同时吸取前人在该矿区的施工经验,因地制宜采取一些有效技术措施。施工前期,针对钻孔漏失、坚硬难钻等问题,虽然采取了一些措施,但效果并不明显,曾数次进行重复钻进、重复堵漏,耗时费力。施工中、后期,通过改变堵漏方法,换用钢粒钻进等措施,才得以成功堵漏,并很快穿过致密坚硬的石英砂岩层。因此,看似传统、过时的技术、方法,只要运用得当,就仍然会发挥其重要的作用。

#### 参考文献:

- [1] 李明霄. 卵砾石不稳定地层的钻探技术实践[J]. 探矿工程, 2001, (6).
- [2] 赵树山. 强行渗透方法在小口径金刚石钻探堵漏中的应用[J]. 西部探矿工程, 2007, (5).
- [3] 赵运兴. 煤田钻探技术手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1989. 654 - 665, 938 - 956.
- [4] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000. 271 - 280, 620 - 639.

(上接第 5 页)

品厂制做,(f)是黑色致密泥岩层的主打钻头,单钻头入井 38 回次,进尺 313.69 m。

图 5(h)为锯齿电镀金刚石孕镶钻头,因镀层太薄且无保径措施,在致密泥岩中钻进 6 个回次,进尺 51.62 m 后失效。

#### 5 结语

(1) 采用保形钻具、普双钻具、螺杆马达 + 普双钻具组合,选用平底阶梯式合金、锥形嵌块式螺旋排镶硬质合金、PDC、孕镶金刚石等各类钻头,制备、调整并精心维护优质泥浆体系,高质量完成了主井钻

探工程,为深入地质研究提供了充实的地层实物资料。

(2) 根据地层变化,灵活选用干钻,大壁厚、大行程、大斜度卡簧和传统的 3° 卡簧等取心方法,保证了主井复杂多变地层的岩心采取率。

#### 参考文献:

- [1] 王成善,等. 中国白垩纪科学钻探工程: 松科一井科学钻探工程的实施与初步进展[J]. 地质学报, 2008, 82(1).
- [2] 朱永宜,王稳石. 中国白垩纪科学钻探松科一井(主井)钻探工程概要[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(3).
- [3] 朱永宜. KZ 型单动双管钻具研制与应用[J]. 石油钻探技术, 2006, 34(3).