

汶川地震断裂带科学钻探项目

WFSD-2孔钻探施工技术

贾军¹, 李旭东², 樊腊生³, 段晓青⁴

(1. 北京探矿工程研究所, 北京 100083; 2. 江苏省地矿局第六地质大队, 江苏 连云港 222023; 3. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734; 4. 陕西省煤田地质局一八五队, 陕西 榆林 719000)

摘要:介绍了WFSD-2孔钻探施工中采用的关键技术,包括:半合管取心技术、活动套管技术、螺杆马达取心技术和钻井液技术,以及发生的几次重大孔内事故的处理过程。

关键词:汶川地震;地震断裂带;科学钻探

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)09-0006-06

Drilling Technology in WFSD-2 of Wenchuan Earthquake Fault Scientific Drilling Project/JIA Jun¹, LI Xu-dong², FAN La-sheng³, DUAN Xiao-qing⁴ (1. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China; 2. No. 6 Geological Brigade, Jiangsu Geology & Mineral Exploration Bureau, Lianyungang Jiangsu 222023, China; 3. The Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China; 4. 185 Brigade, Shaanxi Bureau of Coal Geology, Yulin Shanxi 719000, China)

Abstract: This paper introduces the key drilling technology used in WFSD-2, including half-open core barrel coring technology, moving casing technology, down hole motor coring technique and drilling fluid technology. Several major accident management processes are summarized also.

Key words: Wenchuan earthquake; earthquake fault; scientific drilling

1 概述

WFSD-2孔是汶川地震带科学钻探工程的2个主孔之一,位于四川省都江堰市虹口乡。该孔原设计深度3000m、全孔连续取心、终孔直径150mm、岩心采取率不低于85%、岩心保持原状。2009年7月初开钻不久,由于井场发生历史罕见的特大泥石流灾害,经专家论证后设计深度调整为2000m,从孔深500m后连续取心。

按照设计,为满足钻探施工的要求,中国地质科学院探矿工艺研究所和中国地质装备集团公司联合专门设计制造了一台KZ3000型全液压钻机,装备有液压顶驱、液压转盘和液压绞车,并配有液压绳索取心卷扬,采用机电一体化控制。

根据钻探工程需要,委托无锡钻探工具厂研制了一套 $\varnothing 150$ mm绳索取心钻具和配套的 $\varnothing 89$ mm绳索取心钻杆及钻铤。

WFSD-2孔布置在地震断裂带上,地层资料缺乏,岩层复杂,施工难度大。上部采用牙轮钻头全面

钻进,然后采用单动半合管提钻取心和绳索取心钻进,下部采用螺杆马达驱动的单动半合管提钻取心。期间经历了一次纠斜、一次侧钻和一次侧钻开窗补心,完钻深度2283.56m,终孔直径122mm,全孔平均岩心采取率91.1%,平均回次长度2.76m,平均机械钻速0.66m/h。WFSD-2孔施工进度曲线如图1,实际的钻孔结构和套管程序见图2,钻进施工时间分配见图3,开孔顶角 0° ,终孔顶角 6.9° 、方位角 297° (图4)。

2 WFSD-2孔钻探施工简况

WFSD-2孔上部孔段(0~897.66m)由北京市地质工程设计研究院承包钻探施工,下部孔段(897.66~2283.56m)由陕西省煤田地质局一八五队承担日费制的钻探施工。

钻遇地层情况:

0~14.00m为第四系冲洪积、坡洪积的漂砾石层;

收稿日期:2012-08-08

基金项目:科技部科技支撑计划专项“汶川地震断裂带科学钻探(WFSD)”项目之“科学钻探与科学测井”课题

作者简介:贾军(1956-),男(汉族),黑龙江人,北京探矿工程研究所副所长、教授级高级工程师,汶川地震科学钻探工程(WFSD)中心副总工程师、钻井工程部主任,曾任中国大陆科学钻探工程(CCSDB)现场指挥部调度室主任,探矿工程专业,博士,从事科学钻探工作,北京市海淀区学院路29号探工楼307室。

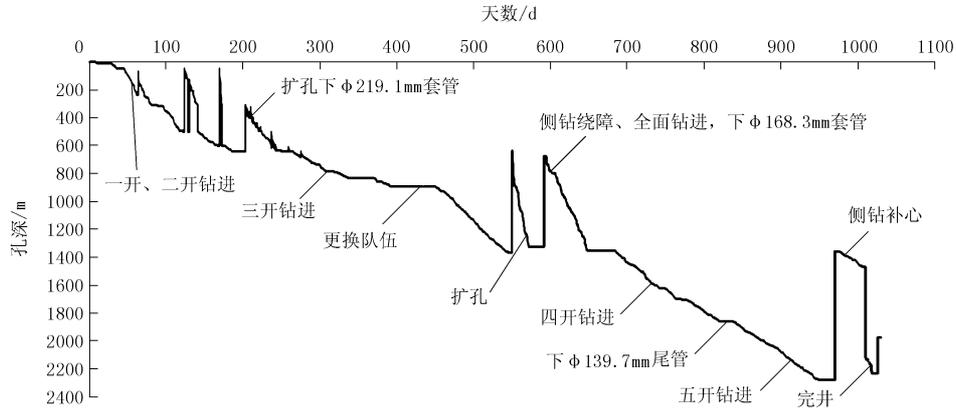


图1 WFS-2 孔的钻进施工进度曲线图

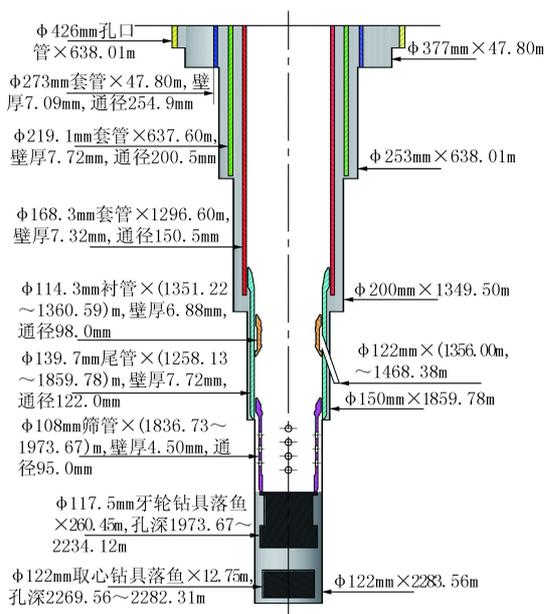


图2 WFS-2 孔的钻孔结构与套管程序

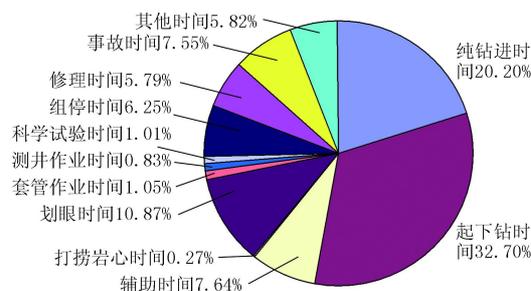


图3 WFS-2 孔钻进时间分配

14.00 ~ 600.00 m 主要为花岗岩, 夹有闪长岩和火山凝灰岩;

600.00 ~ 1218.00 m 为三叠系沉积岩, 岩性以碳质砂泥岩、泥岩、页岩和砂岩为主, 较破碎;

1218.00 ~ 1680.00 m 主要是花岗岩、闪长岩、凝灰岩;

1680.00 ~ 1710.00 m 沉积岩, 以断层角砾岩、

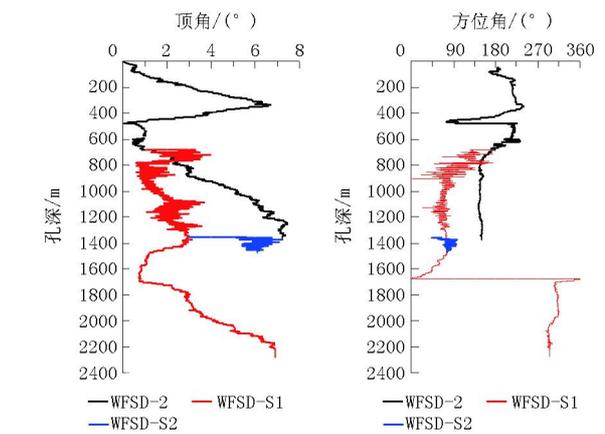


图4 WFS-2 孔施工过程中的顶角、方位角(测井原始数据)

碳质泥岩为主, 有缩径现象;

1710.00 ~ 2081.30 m 以凝灰岩、花岗岩、花岗闪长岩为主;

2081.30 ~ 2283.56 m 为碳质泥粉砂岩。

2.1 一开钢粒钻进(0 ~ 47.80 m)

采用 Ø377 mm 钢粒钻进至孔深 47.66 m, 下 Ø374.6 mm 牙轮钻具通井并钻进至 47.80 m, 消除孔底残留岩心后下入 Ø273 mm 表层套管并固井。

2.2 二开钻进(47.80 ~ 638.01 m)

采用 Ø244.5 mm 牙轮钻头全面钻进至 74.79 m 时发生孔内涌水, 加重泥浆, 密度调整到 1.15 g/cm³ 压住涌水。钻进至 311.39 m, 发现孔深 200 m 以后顶角增加较快, 孔深 300 m 顶角增大到 5.6°。

为了控制孔斜, 从 311.39 m 用 Ø152.4 mm 牙轮钻头带 Ø243 mm 稳定器钻进至 317.43 m (居中孔), 采用 5LZ120 × 7 弯外管螺杆马达定向纠斜钻进 491.15 m, 钻孔顶角纠到 1° 之内, 期间在 365.11 ~ 368.09 m 孔段进行了第一次点取心, 纠斜结束之后在 491.15 ~ 494.12 m 孔段进行第二次点取心。Ø152.4 mm 牙轮钻头钻进至 499.03 m 后, 换 Ø150

mm 金刚石普双取心钻进 605.63 m, 期间扩孔后下入 $\varnothing 168.3$ mm 活动套管至孔深 311.84 m。

采用 $\varnothing 150$ mm 半合管取心钻具钻进至孔深 637.56 m 时发生上扩孔器折断事故, 钻具掉入孔底。综合测井后起出活动套管, 用 $\varnothing 252$ mm 导向扩孔牙轮钻头扩孔至 632.45 m, 换 $\varnothing 250$ mm 套铣钻具套铣至 638.01 m 取出事故钻具。然后下入 $\varnothing 219.1$ mm 套管并固井。

2.3 三开钻进 (638.01 ~ 1369.80、675.05 ~ 1349.50 m)

钻水泥塞及套管附件后下入 $\varnothing 168.3$ mm 活动套管。从孔深 638.01 m 采用 $\varnothing 150$ mm 半合管提钻取心钻具钻进到 838.66 m, 把 HXY-8B 型岩心钻机更换为 KZ3000 型深部取心钻机。采用 S150 绳索半合管取心钻具钻进至 894.17 m 时, 提钻时上扩孔器脱扣, 钻具掉入孔内, 处理完孔内事故后取心钻进至 897.66 m, 更换钻探施工组织模式。

从孔深 897.66 m 采用 $\varnothing 150$ mm 半合管取心钻具钻进至 1369.80 m, 综合测井、测地温后起出活动套管。

磨扫 $\varnothing 219.1$ mm 套管承托短节(套管鞋)后从孔深 637.56 m 采用 $\varnothing 200$ mm 导向 PDC 扩孔钻头扩孔钻进至 1224.52 m, 换 $\varnothing 200$ mm 牙轮钻头扩孔钻进至 1330.23 m 提钻时发生埋钻事故, 处理无效后从稳定器处爆炸松扣, 提出上部钻柱。套铣打捞下部“落鱼”下钻至孔深 771.25 m 时再次发生卡钻事故, 人工倒扣后提出套铣筒以上钻具。

打水水泥塞后, 钻扫水泥塞至孔深 675.05 m, 采用 $\varnothing 200$ mm 牙轮钻头 + 1.25°弯螺杆马达(5LZ165) + 定向接头 + $\varnothing 105$ mm 无磁钻铤的钻具组合定向侧钻绕障(有缆随钻测斜仪)至 799.39 m。 $\varnothing 200$ mm 牙轮钻头全面钻进至 1349.50 m, 修孔后分别测孔斜和井径, 井径仪下至孔深 1300 m 处上提测井径时发生探头卡钻事故, 反复处理无效后, 从电缆头处拉断电缆。下 $\varnothing 168.3$ mm 套管并固井。

2.4 四开 $\varnothing 150$ mm 取心钻进 (1349.50 ~ 1859.78 m)

钻扫套管内水泥塞、磨铣孔内“落鱼”后, 用 $\varnothing 149.2$ mm 牙轮钻头全面钻进至 1360.26 m, 恢复 $\varnothing 150$ mm 半合管取心钻进至 1859.78 m, 其中在孔深 1500.99 m 处开始试用螺杆马达取心钻进。

偏心扩孔后进行综合测井和测地温, 期间处理电成像探头遇卡事故。修孔后下入 $\varnothing 139.7$ mm 尾管并固井。

2.5 五开 $\varnothing 122$ mm 取心钻进 (1859.78 ~ 2283.56 m)

钻、扫水泥塞及浮箍、浮鞋后换 $\varnothing 122$ mm 半合管取心钻具螺杆马达钻进至 2283.56 m, 下钻至距孔底 13 m 左右开泵循环, 发现螺杆马达旁通阀以下钻具脱落在孔内, 因螺杆马达的外壳可以在打捞时跟着转动, 处理的风险较大, 在不影响地学研究的目标情况下, 经研究不再处理。其中在孔深 2136.67 m 处开始试用螺杆马达液动锤取心钻进。

完成综合测井、测地温后, 准备开窗侧钻补心。

2.6 侧钻开窗补心钻进 (1356.00 ~ 1468.38 m)

通井后把可取式斜向器安装在孔深 1356.00 m 处, 用 $\varnothing 121$ mm 铣锥从 $\varnothing 139.7$ mm 套管内开窗侧钻, 从孔深 1362.87 m 以 $\varnothing 122$ mm 口径螺杆马达驱动补心钻进至 1468.38 m。测斜、测地温后, 顺利打捞出斜向器。

2.7 完井

用 $\varnothing 117.5$ mm 钢齿牙轮钻头通井至 2234.15 m 发生埋钻事故, 反复处理无效后, 在孔深 1973.67 m 爆炸松扣倒开扣。

再次通井后, 下入 $\varnothing 108$ mm 筛管至孔深 1973.67 m, 用 pH 值 10 的清水替换孔内泥浆。下入 $\varnothing 114.3$ mm 衬管至孔深 1360.59 m, 投钢砂后倒扣封闭侧钻窗口。甩钻杆单根后于 2012 年 4 月 29 日 24:00 时完井。

3 采用的关键技术

3.1 半合管取心技术

半合管取心技术是汶川地震科学钻探采用的主要取心方法, 很好地保证了取心的原状性。WFSD-2 孔取心钻进使用的半合管钻具规格有 $\varnothing 150$ 和 $\varnothing 122$ mm, 长度分别为 3、4 和 6 m。尽管地层破碎, 容易堵心, 但也曾采用 6 m 长半合管完成了回次进尺 6 m 的纪录。图 5 所示为 WFSD-2-S1-13 回次 (1401.70 ~ 1405.40 m) 采用半合管在极破碎地层中钻取的较好保持原状结构的岩心。

通常, 半合管取心方法主要应用在钻取软的、易被冲蚀的岩矿层, 由于受到施工成本和钻具加工条件的限制, 在一般的工程中很少使用。在汶川地震科学钻探中, 由于对岩心原状性的特殊要求, 几乎全部采用半合管取心。在使用中发现, 半合管整体刚度较整管大为降低, 存在卡箍易碎裂、锁紧力不够, 岩心堵塞时易将管体涨开造成单动失灵等问题。这些问题在施工期间得到了一定程度改进, 但仍不够

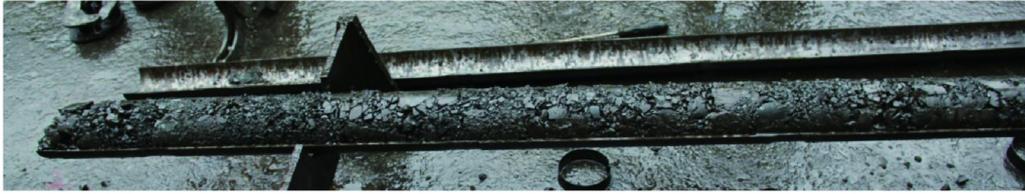


图5 采用半合管钻取的 WFS D-2 S1-13 回次岩心

完善。

3.2 活动套管技术

采用了活动套管技术解决了 WFS D-2 孔上部孔段取心钻进期间的钻具稳定和泥浆上返携带岩屑问题。分别在钻进孔深达到 605.63 m 和 638.01 m 时 2 次下入 $\varnothing 168.3$ mm 活动套管。第一次活动套管下入深度为 311.84 m,其目的是解决 500 m 以下孔段的取心钻具的稳定和泥浆返速问题;当取心钻进至 637.56 m 时,发生了钻具断落事故,为了处理事故拔出 $\varnothing 168.3$ mm 活动套管,实施扩孔和套铣,事故处理完后,下入 $\varnothing 219.1$ mm 技术套管并固井,然后又在 $\varnothing 219.1$ mm 套管内第二次下入 $\varnothing 168.3$ mm 活动套管,取心钻进至 859.63 m 发生活动套管脱扣事故,处理后再次下入活动套管,取心钻进至 1368.80 m,再次拔出活动套管,实施扩孔。

通常选用活动套管直径规格应该是套管程序中较小的一种套管,在上部孔段施工中用作活动套管,在下部孔段用作技术套管,免得造成浪费。选用的套管扣型最好可重复拧卸,采用 API 套管时可选用 BTC 扣型,比长圆扣更适于多次拧卸。

下入的活动套管防止倒扣是非常重要的,最好在活动套管底部安装有防止倒扣功能的承托短节,即可承托套管的重力,又可防止钻进期间套管倒扣。

3.3 螺杆马达取心钻进技术

螺杆马达驱动的单动双管(半合式内管)取心钻进工艺是 WFS D-2 孔深部采取的主要取心钻进方法。采用螺杆马达取心钻进工艺主要是解决了钻遇地层严重破碎,有利于维护井壁稳定,防止掉块、减小井壁坍塌埋钻的事故风险。

施工中选用的螺杆马达主要有 2 种型号: 4LZ120 和 5LZ95,均为天津立林机械集团有限公司生产的。

WFS D-2 孔从孔深 1500.99 m 开始使用螺杆马达取心钻进,到孔深 1861.07 m 变更孔径为 122 mm,更换 5LZ95 螺杆至终孔。

在极其破碎的断裂带中,采用螺杆马达取心钻进不仅有效地维护孔壁稳定,而且提高了机械钻速,

避免了钻杆磨损,对提高岩心采取率和保持岩心原状都很有利。

3.4 泥浆技术

泥浆的使用效果和管理水平直接关系到钻进效果,特别是在复杂地层中,泥浆的作用显得尤为突出。WFS D-2 孔钻遇地层极为复杂,孔壁十分脆弱,施工期间遇到的主要问题如下。

(1) 孔壁坍塌、掉块。WFS D-2 孔位于地震断裂带,地层极其破碎,钻进中(尤其是扩孔钻进)经常发生掉块和坍塌现象,轻则使得钻具上(下)行遇阻,重则发生(卡)钻事故。

(2) 缩径。进入三叠系含有蒙脱石、伊利石和高岭石等粘土矿物的泥页岩地层,由于地层水敏和地应力释放,若钻具停留时间稍长,就会出现起下钻遇阻,必须扫孔通过。

(3) 涌水和漏失。该钻孔浅部涌水,深部漏失。取心钻进到孔深 1270 m 以后,地层压力低,一旦立管压力超过 3 MPa,便发生漏失,严重时孔口失返。

(4) 断层泥。汶川地震科学钻探所在的龙门山断裂带在历史上发生过许多次地震,地下岩层中断层泥十分发育。断层泥一方面在强地应力作用下,孔壁岩层朝着钻孔径向塑性流动产生钻孔缩径;另一方面,断层泥中富含伊利石和绿泥石等吸水膨胀性很强的粘土矿物,遇水即胀,极易导致钻孔缩径。

WFS D-2 孔泥浆设计和管理由北京探矿工程研究所和成都理工大学负责,采用以 LBM 为主料的泥浆体系,为达到稳定孔壁的作用,复配有 GLA(俗称高改性沥青粉),提高裂缝的粘结力,抑制地层水化,防止孔壁掉块和坍塌;在缩径严重的断层泥孔段,适当加入 HV-CMC 和 PAC141 降低失水,加入重晶石调整泥浆密度,适量添加 GLUB 提供泥浆的润滑效果;采用螺杆马达钻进孔段要提高泥浆的润滑性;在地层压力允许的情况下,尽可能降低泥浆的含砂量,使泥浆对孔底动力系统的磨损降到最小。

4 几次严重的孔内事故

4.1 SDB150 钻具扩孔器折断

SDB150 钻具是成都李工钻探设备有限公司新设计的大直径半合管取心钻具,在 WFSD-2 孔首次使用,2010年1月4日孔深637.56 m时发生上扩孔器公扣根部折断事故。折断的上扩孔器见图6。



图6 折断的SDB钻具上扩孔器

首先下 $\varnothing 108$ mm 掏心钻具,清理“落鱼”内掉块及沉砂;下 $\varnothing 127$ mm 套管公锥造扣后用立轴上顶260 kN未顶动,然后用千斤顶顶到800 kN也未顶动;返出钻杆、起拔活动套管后,进行扩孔;然后下入 $\varnothing 250$ mm 金刚石套铣钻具套取事故钻具,套钻到孔深638.01 m,即超过事故钻具0.45 m以后投入卡条、卡料卡取,成功取出事故钻具。取出的事故钻具见图7。



图7 套铣出的SDB钻具

这次事故处理时间为22天,导致提前下入 $\varnothing 219.1$ mm 套管和 $\varnothing 168.3$ mm 活动套管。

金刚石扩孔器公扣丝底厚度薄弱,疲劳破坏是导致此次事故的直接原因,说明SDB150钻具初次设计不够成熟。

4.2 绳索取心钻具脱扣

S150 绳索取心钻具是为汶川科钻项目新研制的钻具,在 WFSD-2 孔首次使用,从孔深838.66 m开始到894.17 m,使用了29回次。在第29回次钻进结束后,内管打捞不动,提钻后发现弹卡室(母扣)与钻具上扩孔器(公扣)脱扣,内管总成和上扩孔器及以下部分落入孔内。

经多次打捞,均未成功,并且导致第二套钻具卡

钻,强拉520 kN,钻具再一次从弹卡室与上扩孔器连接丝扣处拉断,造成事故套事故。

下入 LM-T127 打捞矛加 ZSJ46 液压随钻上击器打捞上“落鱼”,经过反复振击,最大拉力540 kN,每次振击后钻具上升几厘米,振击十几次后钻具解卡,随后接主动钻杆开泵循环,上提至550 kN 拉动钻具,成功打捞出上“落鱼”。

通孔后用 ND-S140 水力式内割刀从下扩孔器上面割断以减小打捞阻力;然后下入 LM-T127 ($\varnothing 117$ mm 卡瓦)打捞矛+ZSJ46 随钻上击器进行打捞,打捞矛卡瓦卡不住“落鱼”,连续多次打捞均未成功。不得已,采用磨削钻具消灭“落鱼”,期间下入 LM139.7 打捞矛($\varnothing 127$ mm 卡瓦)+ZSJ46 液压随钻上击器,捞出0.27 m的割口位置以上“落鱼”。尚有 $\varnothing 150$ mm 扩孔器和 $\varnothing 150$ mm PDC 钻头留在孔底,继续用磨鞋消灭孔底“落鱼”,从892.93 m磨削至894.17 m后,两次下入取心钻具均未取出岩心,最后下入强磁打捞器,取出部分金属碎屑。再次下入取心钻具,钻进至895.94 m,进尺0.53 m,取出岩心0.70 m。此次事故处理时间从2010年7月31日到2010年9月2日,共计用时约33天。

发生事故的原因主要是:

(1) 地层破碎,受泥浆浸泡以后孔壁剥离岩屑或出现掉块;

(2) 扩孔器设计扣高为1 mm,材质为45钢,抗拉脱的强度低。

这次严重的事故,最终导致更换施工队伍。尽管事故处理已结束,孔深也超过了事故前的深度,但采用磨削的办法消灭“落鱼”,很难做到干净彻底,孔底仍然存在有大量未完全消灭的钻具残骸,给后续的施工带来很大麻烦。图8是在后续施工中取出的事故残骸和被破坏的PDC钻头。



图8 处理事故后遗留的钻具残骸和被破坏的PDC钻头

4.3 扩孔埋钻

取心钻进至1369.80 m后,考虑到孔壁安全,开始实施扩孔,准备下入 $\varnothing 168.3$ mm 套管。扩孔钻头

直径为 200 mm,扩孔钻进从 638.01 m 开始。上部沉积岩地层采用复合片(PDC)导向钻头扩孔至 1224.52 m,下部地层为花岗岩,改用牙轮扩孔钻头。当扩孔钻进至 1330.23 m 时,因孔内钻具跳动严重,扭矩波动大,进尺缓慢,决定提钻检查钻具。当提钻至 1249.57 ~ 1254.83 m 孔段时,发生坍塌埋钻事故,经多次反复提压和震击均未解卡,不得已聘请川庆钻探工程有限公司测井公司实施爆破松口,提出稳定器以上全部钻具。

爆破松口后,打算采用套铣的办法,打捞下部“落鱼”。先后 2 次下入套铣筒,均没能到达“鱼顶”,第二次套铣筒下到 771.25 m,又发生卡钻事故。采用孔口预紧倒扣的方法,从套铣筒上部松开,起出除套铣筒以外的全部钻具,“鱼顶”位置 769.04 m。为加快施工进度和减少施工成本,最后决定水泥封固,实施侧钻。

这次事故耽误工期 12 天。发生事故的原因主要是扩孔钻进造成钻孔直径加大,导致井壁失稳,提钻诱发坍塌埋钻。

5 地震科学钻探有待解决的问题

(1)通过汶川地震科学钻探工程的检验,首次设计制造的 $\varnothing 150$ mm 绳索取心钻具还不够成熟,在管体连接强度上还存在一些问题,打捞的可靠性还不高,有待改进。

(2)专门为汶川地震科学钻探设计制造的 KZ3000 型全液压钻进钻机经施工实践检验,发现存在输出效率低和顶驱回转扭矩不足、给进控制不便和绞车排绳等不足问题。

(3)在破碎带实施大直径深孔取心钻探,不管从设备到工艺方面,由于并存有多重复杂因素(破碎、坍塌、涌漏、缩径等),有待针对多种复杂条件并存的情况,开展复合工艺的研究。

6 结论

(1)在 WFSD-2 孔钻探施工中,采取了一系列综合技术措施,解决了地震断裂带钻探施工存在的岩层破碎、钻孔涌水、钻孔坍塌扩径、断层泥缩径、卡钻、埋钻、取心和护壁困难等诸多技术难题,为地震断裂带的钻探施工摸索和积累了宝贵的经验。

(2)采用半合管取心工艺,解决了破碎地层取心质量技术难题,为地学研究提供了原状性好的优质岩心。

(3)采用活动套管技术解决了 WFSD-2 孔上部孔段取心钻进期间的钻具稳定和泥浆上返携带岩屑问题。

(4)在极其破碎的断裂带中,采用螺杆马达取心钻进不仅有效地维护孔壁稳定,而且提高了机械钻速,避免了钻杆磨损,对提高岩心采取率和保持岩心原状都很有利。

(5)采用高密度低失水泥浆体系,解决了钻孔垮塌、断层泥膨胀缩径的技术难题,为钻孔任务的完成提供了重要的保障条件。

参考文献:

- [1] 胡时友,宋军,张伟,等.汶川地震断裂带科学钻探(WFSD)项目钻探和测井课题的组织实施与管理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12).
- [2] 樊腊生,贾军,吴金生,等.汶川地震断裂带科学钻探一号孔(WFSD-1)钻探施工概况[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12).
- [3] 张伟,贾军.汶川地震科学钻探二号孔取心钻进方法的选择[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(7).
- [4] 李海明.WFSD-2 孔二开孔斜分析及纠斜施工[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1).
- [5] 李之军,陈礼仪,贾军,等.汶川地震断裂带科学钻探一号孔(WFSD-1)断层泥孔段泥浆体系的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12).
- [6] 王达,张伟,张晓西,等.中国大陆科学钻探工程科钻一井钻探工程技术[M].北京:科学出版社,2007.

宁煤地质局成功钻探 4220 m 深井

《中国矿业报》消息(2012-09-18) 宁夏煤田地质局第二工程处承钻的中国石油天然气总公司重点一级风险气探井莲 54 井近日顺利完钻,钻井深达 4220 m,创煤田地质行业钻探全国最深记录。

莲 54 井位于甘肃省华池县南梁乡,是宁夏煤田地质局第二工程处施工的第一口超深气探井。据现场专家介绍,莲 54 井的完工,在煤田地质行业创出多项第一:第一次使用 346 mm 钻头一开、241 mm 钻头二开完井;第一次在天然气

井施工中下 178 mm 7 层套管;第一次成功施工完 4000 m 以上天然气一级风险气探井;第一次成功完成 4000 m 天然气深井井壁取心;第一次尝试 4000 m 井分级固井工艺;第一次尝试三磺泥浆体系。

这位专家表示,莲 54 井的成功完成,不仅为今后施工超深井积累了经验,而且标志着宁夏煤田地质局在深井钻探技术方面迈上了一个新台阶,为该局开拓新的市场领域,推进宁夏页岩气、煤层气的开发利用具有十分重要的意义。