

# 陷落柱定向斜井下套管技术

王英, 刘炳志

(山东省煤田地质局第三勘探队, 山东 泰安 271000)

**摘要:**介绍了陷落柱地层施工定向斜井下套管前顺孔难点及事故井管处理方法,以及一种简单易行的顺孔管落井事故打捞工具的制做方法。该打捞工具简单、有效,能快速处理大直径井管落井事故,缩短事故处理时间,减少事故造成的损失;提出了与常规下套管存在的差异及其注意事项。为今后施工类似钻孔积累了宝贵经验。

**关键词:**陷落柱;定向斜井;顺孔管;打捞工具;下套管

中图分类号:P634.7 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2012)04-0020-04

**Casing Technology of Directional Deviated Well in Collapse-columns/WANG Ying, LIU Bing-zhi** (The Third Geological Brigade of Shandong Province Bureau of Coal Geology, Tai'an Shandong 271000, China)

**Abstract:** The paper discusses the difficulties of hole cleaning before casing for directional deviated well construction in collapse-columns and presents an easy manufacturing method of fishing tool for hole cleaning pipe, which can handle fishing rapidly and effectively with less loss. The difference to common casing and the operation attentions are put forward.

**Key words:** collapse-columns; directional deviated well; hole cleaning pipe; fishing tool; casing

## 1 概述

2010年10月,我单位在淮南潘三矿区施工了一口定向斜井,该孔的设计目的:一是通过钻探查明12318工作面内的陷落柱与下覆各煤层的交面线位置以及各含水层间的水力联系;二是获取4-1煤和以下主要煤层顶板及太灰、奥灰及寒灰岩石力学性质及电性特征参数;三是进行相关测试工程,主要包括钻孔数字测井、声波测井、井中测温、抽水试验、盐化扩散、拟流法测漏试验、井中电法探测等技术方法,以保证探查结果的可靠性,有助于查清探查该区工程地质及水文地质特征。由于该孔位于陷落区,水深约2米左右,若施工直孔,需用土石方从路边垫到孔位,征地和修路费用约100余万元,为节约成本,经反复论证,决定施工一口定向斜井,以达到施工目的。

## 2 钻孔结构和套管程序

该钻孔设计为五开,一开孔径445 mm,钻穿第四系后下入 $\varnothing 339.7 \text{ mm} \times 8.38 \text{ mm}$ 石油套管,下深450 m;二开孔径311 mm,下入 $\varnothing 244.5 \text{ mm} \times 8.94 \text{ mm}$ 石油套管,下深503 m,主要隔离16煤采空区及陷落柱;三开孔径216 mm,下入 $\varnothing 177.8 \text{ mm} \times 8.05 \text{ mm}$ 石油套管,下深687 m,主要隔离8煤采空区及陷落柱;四开孔径152 mm,下入 $\varnothing 127 \text{ mm} \times 5.59$

mm石油套管,下深862 m,为下部抽水技术套管;五开孔径110 mm,裸孔到底。

该孔设计为穿越两层采空区的定向斜孔,定向位置为8煤防水煤柱上。按照设计要求,从第二路套管下好后开始连续造斜,造斜孔深510 m,孔径118 mm,钻孔初始顶角为 $0.5^\circ$ ,方位角为 $110^\circ$ ;施工到560 m深度时,钻孔顶角为 $12.6^\circ$ ,方位角为 $280^\circ$ 。根据钻孔设计要求,保持该钻孔顶角和方位角进行钻进,就可达到设计要求。后用 $\varnothing 118 \text{ mm}$ 牙轮钻头钻进至636 m,孔内全漏失,此时将钻孔扩大到 $\varnothing 216 \text{ mm}$ ,然后继续用 $\varnothing 216 \text{ mm}$ 牙轮钻头钻进至687 m,成功穿过8煤陷落柱和采空区。由于钻孔漏失严重,施工过程中局部孔段出现严重垮塌,为保证下部安全顺利施工,决定在687 m深度下入第三路 $\varnothing 177.8 \text{ mm}$ 石油套管。本文主要探讨如何在定向斜孔段安全下入套管以及套管事故的处理。

## 3 下套管的技术难点

(1)该孔为陷落柱孔,本孔段穿过一个采空区,地层松散,漏失、破碎严重,在该孔段下入套管时,极易产生掉块卡住套管,致使下套管失败。

(2)煤系地层中含水敏性易缩径地层,泥浆处理不好或顺孔不到位,极易在该孔段产生套管遇阻下不去的现象,也会使套管下入不顺利。

收稿日期:2011-10-18;修回日期:2012-04-06

作者简介:王英(1973-),女(汉族),河北饶阳人,山东省煤田地质局第三勘探队高级工程师,探矿工程专业,从事小口径勘探、地热水资源开发、煤层气与浅层地热开发等钻探技术指导与管理工作,山东省泰安市泰山大街869号,wwj1491@163.com。

(3)该孔自510 m开始连续造斜,在50 m内,顶角自 $0.5^\circ$ 增至 $12.6^\circ$ ,方位角自 $110^\circ$ 变化至 $280^\circ$ ,顶角和方位角均有较大变化,而 $\phi 177.8$  mm套管的刚性较大,如何使套管顺利穿过该孔段,是一个主要技术难题。

## 4 定向斜孔下套管的施工方案

### 4.1 顺孔

在顺孔前用工地上 $\phi 177.8$  mm厚壁套铣钢管加工顺孔管,利用原套铣管的接头,在管子外部焊接两圈肋骨片,使外径达到213 mm,第一圈肋骨片距顺孔管下头约500 mm处,分3组均匀分布,每组肋骨片由2块肋骨片叠焊而成,其中一块的厚度为10 mm,另一块的厚度7 mm,在外部肋骨片的中间打槽,镶硬质合金,外出刃1 mm;同样另一圈肋骨片在距顺孔管上头约500 mm处按第一圈肋骨片方式加工。肋骨片用 $\phi 244.5$  mm管子加工,焊口处全部用高强度焊条焊接2遍,保证焊接牢固。这样做出的顺孔管的外径大约在215 mm。

顺孔管做好后,将顺孔管下入孔内顺孔。

#### 4.1.1 顺孔技术要求

(1)按要求将提前准备好的顺孔管下入井内,下顺孔管时一定要慢,对不顺利的孔段,特别是从510~570 m人工造斜井段,不能强行加尺,一定要慢慢地上下来回冲扫,直到顺孔管能畅通顺利地井内上下活动为止,确保井壁规则无障碍。

(2)严格执行岗位责任制,按章操作。班长操作时,一定要集中精力,对扫孔过程中出现的憋车等异常时,采取措施一定要迅速、适当,提下钻具和做其他辅助工作时,严禁将使用的工具掉入孔内,钻具提出井口、将井口盖好,并把井口附近的工具清理干净放在安全之处。

#### 4.1.2 顺孔技术参数要求

- (1)压力控制在10 kN左右,三班压力要均匀;
- (2)转速为一速,48 r/min;
- (3)提升速度控制在一速,0.136 m/s;
- (4)泥浆泵排量控制在850 L/min;
- (5)泥浆粘度一般控制在23~24 s(漏斗粘度);
- (6)泥浆pH值在8~8.5;
- (7)泥浆含砂量 $\geq 4\%$ ;
- (8)泥浆胶体率控制在98%以上;
- (9)泥浆的失水量 $\geq 10$  mL/30 min。

#### 4.1.3 顺孔管落井事故的处理

钻机在顺孔至孔深530 m处时,由于该孔段为人工造斜段,顶角和方位角变化较大,顺孔管当时由于扫孔时扭矩过大而从接头与管子的连接处折断,其中有2块加强板剪断,可能在落井的顺孔管上,也可能掉入孔内;有一块加强板在顺孔管接头上带上来。掉入孔内的顺孔管长度为7.6 m。

根据以往处理类似事故的经验,应该用公锥进行打捞,但现场没有合适的公锥,采购需要等1~2天的时间。考虑到本次顺孔管落井事故的特殊性,以及任务的紧迫性,决定利用现场已有的材料快速制做打捞工具。经过反复比较,最后决定选用现场一根10 m长的 $\phi 127$  mm套铣管,几根厚度不同、长度不同的 $\phi 244.5$ 、 $139.7$  mm的石油套管做打捞工具(见图1)。具体做法如下。

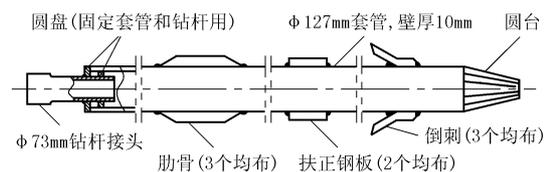


图1 自制打捞工具示意图

(1)在 $\phi 127$  mm套铣管底部,用气焊将底部400 mm左右的管子割成锯齿状,做成圆台,上口外径为127 mm,下口外径为50 mm,然后将焊缝部分一定要焊牢,这样有利于打捞工具顺利进入事故顺孔管内。

(2)在 $\phi 127$  mm管子距下头0.8 m处焊接倒刺。倒刺的做法是:从壁厚为10 mm的 $\phi 244.5$  mm钢管上,用气焊割三块弧宽50 mm、长250 mm的钢管片,钢管片的下部100 mm均匀焊接在 $\phi 127$  mm套铣管上,最下端距 $\phi 127$  mm套管底部800 mm;其余未焊接的150 mm做成三角状,并用工具将其翘起做成倒刺,其翘起高度以大于30 mm为宜,并且尖部加工 $45^\circ$ 内倒角;这样做的目的是打捞工具能顺利进入事故顺孔管,倒刺在套铣管自重作用下,张开部分受挤压收缩,进入事故顺孔管内,一旦倒刺通过事故顺孔管后,在弹力作用下,被压缩的倒刺重新张开,上提钻具时,倒刺或部分倒刺一定会钩住事故顺孔管下头。

(3)在 $\phi 127$  mm套铣管的上部,距钢板倒刺7 m处对称焊2块厚12 mm、弧宽100 mm、长200 mm的 $\phi 139.7$  mm管子,外径稍小于事故顺孔管的内径,一旦下部倒刺钩住事故顺孔管,能保证上部事故顺孔管相对 $\phi 127$  mm套铣管居中,保证提钻时事故顺孔管不歪向一边。

(4)在 $\varnothing 127$  mm 套管距倒刺8 m处焊接3块厚20 mm、高17 mm、短边长30 mm、 $45^\circ$ 等腰梯形钢板,做为肋骨,其最大边焊接在 $\varnothing 127$  mm管子上,高度以加工好的打捞工具的最大外径比事故顺孔管内径大3~5 mm为宜,其上下呈斜坡状,下部加工成斜坡状的目的,是为了保证倒刺通过事故顺孔管后,上部钻具不能通过顺孔管,重力或部分重力会压在事故顺孔管上,如果事故顺孔管不动,还可以往下蹶钻具,由于加工的钢板处的最大外径比事故顺孔管稍大,在钻具重力作用下,可以把事故顺孔管挤上来,如果管子是活动的,可上提钻具用下部钩子钩住事故顺孔管;上部加工成斜坡状的目的是为了能保证事故顺孔管上头不刮孔壁,保证事故顺孔管顺利提出孔外。

做好打捞工具后,钻机下钻,下到接近事故顺孔管上头时,班长操作应特别小心,缓慢下钻,当钻机拉力表指针下降,按计算打捞工具下头接触到事故顺孔管上头时,慢慢下放钻具,倒刺在钻具重力作用下,进入事故顺孔管,当钻机拉力表指针再次下降,并且下降较多时,证明倒刺通过事故顺孔管,打捞工具上部焊接的梯形块接触事故顺孔管上头。此时下放钻具,钻具向下活动,证明事故顺孔管向下活动,因此上提钻具,钻机拉力表指针比原钻具时上升2 t左右,顺利将落井顺孔管提出孔外。由于落井顺孔管上部比较居中,并且顺孔管上头不刮孔壁,所以上提时阻力很小。此次顺孔管折断掉入孔内事故处理仅用了不到一天。

钻井事故一旦发生,关键是要从简单到复杂做好处理方案,正确加工和选用打捞工具,特别是处理类似管子类落井事故,处理的关键要快,时间一长,落井顺孔管一旦吸附到孔壁上或被岩粉埋住,就会造成很大的处理困难,从而造成较大的经济损失。本次工程加工的打捞工具,对处理孔内的类似事故效果较好,并能充分利用落井的事故顺孔管,因此大大减少了经济损失,非常值得借鉴。

#### 4.1.4 重新加工顺孔管继续顺孔

事故顺孔管捞出孔外后,利用折断的接头重新加工接头,利用打捞上来的落井顺孔管,将上部折断处重新处理平整,将接头与打捞上来的事故顺孔管重新对接加工,制做了一条新的符合要求的顺孔管。同原来的顺孔管相比,接头与顺孔管管体做成一体,这样处理使新制做的顺孔管强度更高,只是长度略有缩短。由于只加工接头及将接头与管子连接,所以顺孔管的二次加工速度特别快,只用了大约3 h

就把一根新的顺孔管加工好了。

由于该孔段下套管难度较大,因此钻机操作人员必须把好顺孔关,把下套管的困难在下套管之前化解。顺孔时机班长加强责任心,下钻开始遇阻时就慢慢扫孔,特别是在510~570 m孔段,顺孔难度很大,一般每加一根钻杆都要重复划孔6~10次,上下顺畅后,再提钻加尺,继续往下顺孔。顺孔到570 m后,相对阻力较小,下部顺孔较快,离孔底大约1 m,顺孔管遇阻,顺不下去,提钻用 $\varnothing 216$  mm牙轮钻头投孔并调整泥浆性能,投孔到底后,将泥浆循环均匀后提钻直接把排好的井管下入孔内。

按以往的施工经验,一般顺好孔后,为保证套管顺利下入孔内,下套管之前,要接起2~3根原管再顺一遍,顺孔通畅后才能下套管。根据本孔的具体情况,该孔下套管的最大难点在510 m之后,特别是在510~570 m之间,由于顶角和方位角变化率都比较大,套管下入过程中不可能在孔内居中,而且套管自身具有一定的柔性,套管柱接起来下入孔内时,容易按钻孔轨迹往下走;但往上提则不然,上提时套管在重力作用下,在孔壁弯曲处,套管会贴向孔壁一边。所以一旦上提钻具时,下部的接头处肯定碰挂孔壁,这样就会造成孔壁薄弱部位不稳定而塌孔,也有可能挂住孔壁提不上来,一旦发生类似事故,处理起来将有2种可能:一种是提不出来,这样将导致下一步施工非常困难;另一种是如果提出来,部分孔壁也会出现塌孔等现象,提上顺孔管后还要继续顺孔,一旦这样,至少也要损失2天的时间,还增加了施工的不安全因素。所以笔者分析认为直接下入事先排好的套管,相对会更加安全。经后续下套管证明了这一观点的正确性。

## 4.2 下套管

### 4.2.1 加工引鞋

在套管进场前,准备一块直径约200 mm的硬木,其下部加工成半圆球形。套管进场后,把套管按顺序排好,将在最下部的套管多余部分用气割割掉,下部丝扣待用,在套管的最下部,将加工好的半球形圆木,上头加工成 $\varnothing 161$  mm左右,打入套管内,在套管2侧对称打入2个销钉固定。

### 4.2.2 加工返浆孔

在加工好的引鞋上部1 m范围内,加工4个 $\varnothing 15$ ~20 mm返浆孔,自下而上螺旋形排列。

### 4.2.3 加工护丝短节

将最下部套管割下部分距下丝扣上部1 m处割下,保护好下部丝扣,在上部通过一个加工好的圆盘

将一个 $\varnothing 73$  mm 钻杆母扣接头连接到管子上,焊口处不能有沙眼,并焊接2遍,保证焊接强度;全部套管下入后,利用该护丝短节将套管送到位。

#### 4.2.4 准确丈量套管

将事先准备好的井管排开,用钢卷尺准确丈量每根的长度,并编号;全部丈量完后,计算用套管的准确长度,用最下部的那根套管调整套管全长与井深相吻合。

#### 4.2.5 下入套管

顺好孔后,将事先排好的套管按顺序下入孔内,为保证套管下入过程准确,下入过程中每根套管重新丈量并记录。大口径井管的拖进拖出,管子下面严禁站人。副绞车和钻机升降机操作人员要密切配合,其他辅助人员紧密协作,听从指挥,严禁违章操作,特别是井管下头超过510 m后,钻机操作人员严禁强拉快放,场房内除操作和指挥人员外,其他人员一律不准在架子上和场房内驻留,杜绝孔内事故与人身事故的发生。

全部套管下入后,将事先加工好的护丝短节接到套管上部,将套管送到位。固好井后,把护丝短节从距下丝扣300 mm处割断,丝扣留在套管上部以保护套管上丝扣,以防下一步施工过程中将套管上丝扣打坏。本次下套管共用4 h,套管下入687 m,套管下入非常顺利。

#### 4.3 固井

下好井管后,清理整顿好井口、机台,将主钻杆直接连接到护丝短节上部的节头上。开泵循环泥浆,等泥浆正常循环,再循环大约2 h左右,循环好泥浆后向孔内注入 $2\text{ m}^3$ 清水作为隔离液,改泵按事先计算好的水灰比(0.5:1)配制水泥浆。

严格按测井资料推荐的井径计算好水泥浆用

量,按设计要求(水:灰为0.5:1)配好水泥浆;用850/50型泥浆泵通过主钻杆把水泥浆及时注入孔壁与套管间隙,进行固井。注完水泥浆后,根据事先计算好的替浆量,先用 $1\text{ m}^3$ 清水替浆,然后用泥浆将套管中的水泥浆及时替换,套管内预留10 m水泥柱,保证孔底套管固井质量。替浆完毕后,立即关闭泥浆泵回水阀门,保压24 h后,将孔口处理好,水泥凝固3天后继续进行下一步施工。

#### 5 结语

通过本次陷落柱定向斜井下套管,总结了一套定向斜井下套管施工技术,特别是一种处理大口径井管落井事故打捞工具的制作技术。经实践检验,该工具简单实用,效果良好,并能充分利用落井的事故顺孔管,极大程度地缩短处理事故时间,降低事故引起的经济损失,具有很好的推广价值。另外,通过本次下套管施工证明,用顺孔管顺好孔后,可以直接下套管,而不用原管再顺孔,就能保证套管顺利下到位;这样能大大减少下套管前的辅助时间,节约钻井费用,缩短钻井工期,减少下套管前顺孔时把顺孔管掉入井内的风险。

#### 参考文献:

- [1] 彭桂湘. 大口径工程井管事故及预防技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(12): 51-53.
- [2] 柯玉军. 严重漏失破碎地层钻孔综合施工方法及效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(10): 25-27.
- [3] 郭再峰. 梧桐庄矿新增大口径3号排水孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(9): 83-85.
- [4] 杨宗仁. 大直径钻孔施工掉钻事故的处理及预防[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(5): 64-66.
- [5] 杜贵亭. 超大口径瓦斯抽排放井施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(12): 46-50.

## 延长页岩气“十二五”投25亿元形成5亿 $\text{m}^3$ 产能

中国国土资源报消息(2012-04-10) 近日,《陕西延长页岩气高效开发示范基地总体规划》通过国土资源部、财政部专家审查。《规划》确定,“十二五”期间将投入25亿元实施页岩气勘探、评价、开发示范工程。国土资源部总工程师钟自然出席。

根据《规划》,到2015年力争新增页岩气探明地质储量1500亿 $\text{m}^3$ ,形成页岩气开采产能达到5亿 $\text{m}^3$ ,探索形成适合鄂尔多斯盆地页岩气资源勘探、开发、直井和水平井钻完井及压裂等七大关键技术系列,总结形成《页岩气储量计算

标准》、《页岩气试气作业工艺规范》等八大标准规范体系。

延长页岩气高效开发示范基地是国土资源部、财政部2011年部署的首批40个矿产资源综合利用示范基地中之一。目前,该基地建设单位——延长石油(集团)有限责任公司已完成页岩气钻井直井11口、水平井1口,压裂试气6口,均获得页岩气流,单井日产气约为1000~2000 $\text{m}^3$ ,陆相页岩气勘探取得了重大突破。下一步将按照《规划》,加快示范基地工作进程,开展关键技术攻关,查明示范基地内资源分布和资源量,形成规模产能。