

大口径煤矿定向排水井钻探及完井施工技术

刘炳志, 韩成彬, 王 英, 王永丰

(山东省煤田地质局第三勘探队, 山东 泰安 271000)

摘 要:介绍了大口径煤矿排水井在较复杂地层中的成孔、完井的施工技术。从多个角度详细介绍了利用正循环钻进工艺施工过程中,对于一些复杂地层的处理方法和处理工艺。利用泥浆处理技术,成功克服了大口径排粉的困难;应用塔式钻具及减压钻进技术保证了钻孔垂直度。建议在类似工程中推广应用气举反循环钻进工艺技术。

关键词:煤矿定向排水井;塔式钻具;减压钻进;组合式牙轮钻头;气举反循环

中图分类号:TD745 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)04-0047-02

临沂矿务局邱集煤矿为解决矿井水问题,委托我队施工了一口井径较大的定向排水井,该井终孔深度 425 m,终孔直径 508 mm。由于钻孔直径大,地质条件复杂,垂直度要求高,成井难度大。为此,我单位组织相关技术人员研究制定了一系列技术保障措施,最终达到了设计要求,受到了业主的好评。

1 地质条件

(1)第四系:以砂土、砂质粘土为主,夹有多层粉砂、细砂及中砂层,底部为一层不稳定的含砾或含砾粘土,局部为砾石层,与下伏第三系呈不整合接触;

(2)第三系:以粘土、钙质粘土为主,层底埋深 300 m 左右;

(3)二叠系石盒子组:以灰绿色砂岩、杂质粘土岩为主,局部夹灰色至深灰色粘土岩及粉砂岩;

(4)二叠系山西组:以深灰色、灰黑色粉砂岩及泥岩和灰色、白色砂岩为主,含薄煤层 3 层(2、3、4 煤);

(5)石炭系:主要由深灰色、灰黑色粉砂岩,泥岩,灰色砂岩,石灰岩组成,为主要含煤地层。

排水孔的终孔层位为 10 煤顶板。

2 钻井施工设备及器具

施工设备:GZ-1000 型钻机;24 m 角塔井架;TBW-850/50 型泥浆泵 2 台;ZD-1 型振动筛除砂器 1 台;110 kW/100 kW 发电机 3 台。

钻具:Ø203 mm 钻铤 45 m,Ø159 mm 钻铤 27 m,Ø127 mm 钻杆 430 m。

钻头:Ø660.4 mm 钢齿牙轮钻头 1 个,组合式镶齿牙轮钻头 1 个;Ø508 mm 组合式镶齿牙轮钻头 2 个。

3 井身结构设计

本排水井设计为二开。一开采用 Ø660.4 mm 孔径,钻入基岩不少于 10 m,深度 320 m,下入 Ø560 mm 表层套管,水泥全固井。表层套管主要是封隔第四系地层,钻进中重视泥浆质量管理,防止孔壁坍塌。二开采用 Ø508 mm 孔径,钻至设计孔深 425 m,全井下入 Ø426 mm 抽水管,水泥全固井封闭。

4 钻进工艺的选择

根据地质资料显示,该孔地层复杂,裂隙发育,容易产生坍塌、掉块而造成卡钻、埋钻等孔内事故,因此成孔过程中孔壁维护难度较大;另外,由于孔径较大,携粉及排粉困难;对孔的垂直度要求高。因此,本井采用以下技术措施,保证施工的顺利进行。

4.1 利用塔式钻具和减压钻进技术解决孔斜问题

4.1.1 塔式钻具

塔式钻具是指钻具组合中从粗径加重钻铤到小径钻杆的级配要合理,同心连接,每一级组合要平缓过渡,尽量避免应力集中,造成钻具的损坏。这样的钻具组合具有在高速旋转中钻具的同心度好、受力分散、从而能起到钻孔孔径规则、防斜作用好,延长钻具寿命的作用。本孔采用的塔式钻具组合为:钻头+Ø203 mm 钻铤(长 45 m)+Ø159 mm 钻铤(长 27 m)+Ø127 mm 钻杆+主钻杆。

4.1.2 减压钻进技术

收稿日期:2006-11-14; 改回日期:2007-03-29

作者简介:刘炳志(1968-),男(汉族),山东高密人,山东省煤田地质局第三勘探队工程师,探矿工程专业,从事煤田地质勘探、深水井、地热井及煤层气井等方面的钻探技术工作,山东省泰安市泰山大街 869 号,lbzh1968@163.com。

利用孔底部分钻铤加压,钻压不超过钻铤重力的70%。

4.2 携粉及排粉

施工使用优质低固相泥浆,选用正循环钻进工艺,采用2台TBW850/50型泥浆泵并联使用,增大泥浆的入口泵量,从而提高泥浆的孔内上返速度,达到携粉及排粉的目的。

4.3 钻进规程参数及注意事项

针对不同的地层,采用不同的钻压、转速、泵量等工艺参数。由于本孔要求垂直度很高,所以采用塔式钻具减压钻进技术,实现垂直钻进的目的。钻压一般为80~100 kN,转速较低,一般用48 r/min,尽量采用大泵量。实践证明,这种钻进技术在该孔成孔过程中应用非常成功,控制了钻孔顶角 0.1° (410 m),远远小于允许的偏斜要求,达到了设计目的。

钻进过程中,实行定深测斜,每20 m测斜1次,发现井斜及时纠正,要求孔斜 $\geq 2\%$;采用“塔式钻具”防斜,严禁弯曲钻具下入孔内;二开时加扶正器纠斜、稳直;坚持每钻程扫孔。

5 泥浆处理技术

5.1 泥浆性能参数

由于钻孔孔径大,产生的岩粉多,钻杆与孔壁的环状间隙大,用正循环钻进工艺,能及时地将井底岩粉排出孔外是调整泥浆性能的主要依据。

在开孔第四系地层和第三系地层的钻进过程中,由于第四系地层主要以砂土、砂质粘土为主,含砂量较高,所以,采用优质粘土配制聚丙烯酰胺低固相泥浆,添加腐植酸钾、纤维素等外加剂,稳定孔壁。泥浆性能参数为:粘度26~32 s,密度1.10~1.20 kg/L,失水量 ≥ 15 mL/(30 min),pH值8~9,含砂量 $\geq 4\%$ 。在钻进过程中,要一直保持振动筛除砂,保证泥浆的质量。

为保证表层套管下管顺利,顺孔时适当调整泥浆性能参数,保证孔壁稳定和孔底沉渣在允许范围内,适当调整泥浆性能参数。下表层套管前顺孔泥浆性能参数为:粘度为22~26 s,密度1.12 kg/L左右,失水量 ≥ 10 mL/(30 min),含砂量 $\geq 4\%$ 。

二开钻进泥浆性能参数为:粘度23~28 s,密度1.10~1.15 kg/L,失水量 ≥ 15 mL/(30 min),pH值8,含砂量 $\geq 4\%$ 。

达到设计孔深后,为保证抽水井管下管顺利,顺孔时泥浆性能参数调整为:粘度21~23 s,密度1.08

~1.10 kg/L,失水量 ≥ 10 mL/(30 min),含砂量 $\geq 4\%$ 。

5.2 泥浆的维护

(1)正常钻进中,每回次检测泥浆全部性能一次,并记录。发现泥浆性能变差时,及时调整泥浆性能并保持泥浆性能的稳定。

(2)每次调浆或搅浆后要测定泥浆性能并记录。

(3)当井内遇特殊情况或重要施工工序时,要注意观察,并测定泥浆性能变化,以便及时调节。

(4)要坚持泥浆交接班制度,保证泥浆性能稳定。

5.3 特殊情况下的泥浆处理注意事项

上部地层造浆井段:应避免直接加入清水稀释,必要时采用稀释剂溶液进行处理。

坍塌井段:泥浆粘度30~35 s,密度1.20 kg/L左右,失水量 ≥ 8 mL/(30 min)。

漏失井段:泥浆粘度24~30 s,密度1.10~1.15 kg/L,视漏失情况采取相应的处理措施,并备有充足的储备泥浆。

现场配有振动筛除砂器,并保持其正常工作。钻进间隙随时清理泥浆循环槽里的沉砂。

6 成井工艺

6.1 一开

一开钻进到预定深度后,下入表层套管。

顺孔:钻孔达到孔深320 m时,根据设计要求,用 $\varnothing 630$ mm、不短于9 m的顺孔管顺孔,孔内钻具上下顺畅后,用 $\varnothing 560$ mm井管(长30 m)顺孔,经验证整个井段井管上下活动顺畅后下 $\varnothing 560$ mm井管。

下管方法:根据钻机的提升能力,采用钻机提吊安装井管方法。由于井管井径大、质量较大,经计算,井管总质量43 t,所以下井管时一定要制定相应的下井管安全措施,专人指挥,专人操作,当放入井内的井管较多时,提动井管应谨慎,保证下井管时安全可靠。

固井:采用水泥浆全孔段固井止水,注浆压力2~3 MPa,水泥标号42.5R,水灰比0.6。

6.2 二开

二开钻进到设计孔深后,下入抽水井管完井。

顺孔:钻孔达到设计孔深(425 m)后,根据设计要求,用 $\varnothing 500$ mm、不短于9 m的顺孔管顺孔,孔内钻具上下顺畅后,用 $\varnothing 426$ mm井管(长30 m)探孔,

(下转第50页)

力进行冲击,将挤扁的过滤管撑大到一定的孔径。每次冲击的力量必须适当、均匀,防止将套管冲断而增加事故处理的复杂程度。冲击时应开泵冲孔,排除套管内的泥砂,增强处理效果。

2.1.2 回转法

利用图2所示的旋转撑管器,施加适当的压力,在钻具回转的作用下,将挤损套管逐渐扩大到原来的直径,达到修复的目的。在撑管过程中,仍需开泵冲孔,排除过滤管内外积砂,增强处理效果。

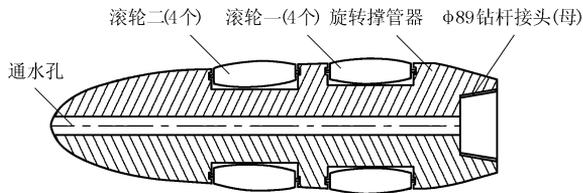


图2 旋转撑管器示意图

2.2 过滤管修复

通过以上两种方法处理完成后,损坏的过滤管内径已基本达到了原来的直径,上下钻具畅通无阻。在洗井的过程中,返上大量的细砂,证明缠丝遭到破坏,已失去滤水作用,无法交井。通过井下视频技术也证明了过滤管已经遭到破坏。必须对过滤管进行处理,增强过滤管的过滤作用,防止细砂进入井内。

如图3所示,采用套管内壁挂管技术,选用 $\phi 127$ mm 过滤管,缠丝间距仍为 0.35 mm,在其两端缠好止水膨胀胶带,每端各2道,通过钻具下到过滤

管受损部位,静止48 h,通过止水胶带的膨胀作用,将 $\phi 127$ mm 过滤管固定在受损过滤管的位置,起到过滤、阻砂的作用。经过48 h后,通过提拉实验,证明已悬挂牢固,进行摘挂处理,提出井内钻具,重新洗井,出水正常,直到事故处理完毕。

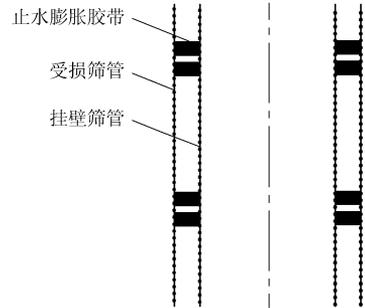


图3 内壁挂管法示意图

3 事故处理的效果

事故处理结束后,经过抽水实验,水中含砂量达到设计要求,水质完全符合国家饮用水的标准,水量满足设计要求,处理达到了预期效果,处理工作圆满结束。

4 结语

通过本次事故,我们认为在深井下套管作业中,必须向套管内注水,调整好套管内外压力差,使套管内外的压力基本达到平衡,否则极易造成套管损坏,影响成井质量。

(上接第48页)

经验证整个井段井管无阻力后,下入 $\phi 426$ mm 井管。

下管方法:采用提吊浮力塞法下管。经计算, $\phi 426$ mm \times 12 mm \times 425 m 井管总质量为51.74 t,浮力塞控制浮力 ≥ 220 kN,即管内液面深度 ≥ 200 m。

固井止水:采用水泥浆全孔段固井止水,注浆压力3~5 MPa,水泥标号42.5R,水灰比0.6。

7 井管密封检查及井管内泥浆处理

固井结束48 h后按设计要求进行试压保压试验,试压压力达设计压力后保压20 min以上,证明

井管密封良好。

采用提桶法,清空管内稀泥浆,管内的残液高度 < 0.5 m。

8 结语

该排水井施工比较成功,按设计要求在业主要求的工期之内顺利完成了施工任务。但基于该井井径较大,使用正循环钻进工艺排粉难度较大,钻进效率相对较低,施工过程中维护泥浆性能难度较大,泥浆质量要求较高。笔者认为施工该类井或比该井深度更大、井径更大的类似工程时,如果结合气举反循环钻井工艺,会取得更加良好的技术效果和经济效益。