

科索 1 井溶洞性漏失层堵漏技术

徐 泓

(中国石化中原石油勘探局 钻井四公司,河南 濮阳 457321)

摘 要:溶洞性漏失层的堵漏技术是钻井过程中的难题。科索 1 井在钻至井深 480.50 m 时井口失返,在历时 285 h,经过 5 次桥浆堵漏、1 次注水泥堵漏和 1 次凝胶聚合物堵漏失败后,采用成像测井技术对漏失层的大小和位置进行了准确判断;以漏失层特征为基础,针对常规架桥封堵难以满足施工需要的实际情况,选用大的块状材料为架桥材料、可凝固材料为填充物,形成高强度、承压能力强、持久的堵塞层,成功解决了科索 1 井溶洞性恶性漏失的堵漏难题,形成了有流动水情况下的溶洞性井漏堵漏技术。

关键词:溶洞;井漏;堵漏;成像测井;科索 1 井

中图分类号:TE28 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0890(2011)02-0120-03

Circulation Lost Plugging Technology in Well Kesuo 1 with Solution Cavity

Xu Hong

(No. 4 Drilling Company, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, Sinopec, Puyang, Henan, 457321, China)

Abstract: Plugging lost circulation in solution cavity has been considered as one of the most difficult problems during drilling. When Well Kesuo 1 was drilled to 480.50 m, loss circulation occurred with no drilling fluid returning to surface. After the failure attempts to plug using bridging fluids for five times, cementing slurry and gel polymer each for one time, image logging technique was used to identify the lost position and the size accurately. Based on the lost circulation formation characteristics and the actual situation that the conventional bridge closure cannot satisfy the implementation needs, lost circulation in Well Kesuo 1 was plugged successfully using large-size bulk materials as bridging agents and solidifiable materials as filling agents. The lost circulation technology for solution cavity with mobile water was developed.

Key words: cave; lost circulation; lost circulation control; imaging logging; Well Kesuo 1

1 概 述

科索 1 井设计井深 3 200 m,构造位置位于华北断拗与燕山台褶带的交接地区,冀中台陷Ⅲ级构造单元的北部,横跨三个Ⅳ级构造单元,地下水丰富,裂缝发育,极易出水、漏失。科索 1 井二开采用空气钻井技术钻进,钻至井深 428.00 m 时地层出水,出水量 91 m³/h;因空气钻井无法继续实施,改用聚合物钻井液钻井,钻至井深 480.50 m 时井口失返,漏失速度约 120 m³/h,初步判断为大裂缝或溶洞性漏失。

在历时 285 h,经过 5 次桥浆堵漏、1 次注水泥

堵漏和 1 次凝胶聚合物堵漏后,虽然液面有所上升,但始终不能建立循环。可见,对于大尺寸开放性溶洞性漏失采用常规的架桥封堵难以满足施工需要。为此,首先采用成像测井技术对漏失层的大小和位置进行了准确判断,并在此基础上设计了堵漏方案,成功解决了有流动水情况下溶洞性漏失层堵漏的难题,取得了可观的经济和社会效益。

收稿日期:2010-05-25;**改回日期:**2011-01-21

作者简介:徐泓(1968—),男,河南洛阳人,1992 年毕业于江汉石油学院石油工程专业,2007 年获中国石油大学(北京)石油与天然气工程专业工程硕士学位,高级工程师,主要从事钻井技术方面的研究与管理工

联系方式:(0393)4834897,zpeb-xuhong@163.com

2 漏失情况判别

科索 1 井二开裸眼井段为深灰色、浅灰色白云岩,岩石致密,井壁稳定,满足测井要求。为准确判断漏失层的位置和大小,采用成像测井技术进行了定量判断。测井结果如图 1 所示。

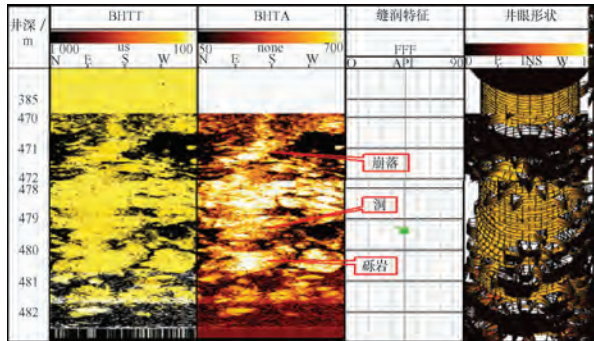


图 1 漏失层电测成像结果
Fig.1 Imaging logging for thief zone

成像测井结果表明:漏失井段为 479.50 ~ 479.90 m,属大尺寸开放性溶洞型漏失;孔洞为高 40 cm、宽 20 cm 的椭圆形,采用常规架桥粒子进行封堵十分困难;在井深 428.00 m 处存在水层,会对堵漏作业造成较大影响。

3 堵漏方案设计

3.1 技术思路

由于漏失层属于大尺寸开放性漏失通道,大的堵塞物可能在漏失层中形成堆积,但是不能形成相互交联的致密堵塞物。因此,处理该井井漏的最佳方式是首先架桥,让可凝固的充填堵塞材料通过平衡的方式停留在漏失通道中,凝固堵塞。

3.2 材料优选

为解决堵漏材料不能在漏层有效架桥的问题,选择大的块状材料作为架桥材料:一是用油毛毡包裹大颗粒架桥材料和填充材料,如棉籽壳、核桃壳、水泥和生石灰;二是选用红砖作为架桥材料;三是加入长纤维状材料架桥,如棕绳;四是选用红胶泥团作为架桥和填充的材料。

为保证堵漏层的强度,选用生石灰、水泥等可凝固材料作为填充物。红胶泥不易水化分散,同时具有较强的黏连性,红胶泥团可作为架桥材料,经过挤压以后,又可作为充填物,可形成较高强度

的堵塞层。

3.3 技术措施

1) 从井口投入毛毡、砖块、红胶泥球、水泥、生石灰等堵漏材料。毛毡内包裹水泥、生石灰、棉籽壳和核桃壳等;红胶泥搓成球状,内裹 10~20 cm 棕绳;红砖投入前浸水,增加其强度,防止投入时破碎;核桃壳、水泥按体积比 1:5 的比例混合装袋,块状生石灰装袋。投堵漏材料时,毛毡、砖块、红胶泥球、水泥和生石灰等混合投放。

2) 下钻通井,通井钻具组合为 $\phi 241.3$ mm 钻头 + $\phi 158.8$ mm 钻铤 + $\phi 127.0$ mm 钻杆。通井时,堵漏材料在激动压力和液柱压力作用下,会进一步向溶洞深处运移。若选用 $\phi 311.1$ mm 钻头通井,会把堵漏材料推入溶洞过深,远离井筒,从而增加堵漏的工作量和难度,不宜选用;而选用 $\phi 241.3$ mm 钻头通井,激动压力大大减小,有利于堵漏材料在溶洞内近井壁处堆积;同时,一旦堵漏材料在漏层形成堆积,用 $\phi 241.3$ mm 钻头在漏层井段划眼,在挤压作用下,红胶泥和石灰、水泥作为充填物,能很好地和红砖等架桥物胶结,形成强度较高的堵塞层。

3) 下钻遇阻后,应以下压为主,以保证堵漏材料的块状形态,避免划眼破坏材料的完整性,影响堵漏材料在漏层的堆积。如果下压困难,进行划眼。划眼以干划为主,为防止水眼堵塞可间断性小排量顶通。

4) 应该反复少量多次投入堵漏材料、通井,以保证堵漏材料在溶洞内近井壁处形成堆积。反复几次后,通过通井观察井筒内液面是否升高,井口灌浆是否返浆或液面升高。

5) 通过观察液面变化情况判断堵漏效果。当漏失较小时,能小排量建立循环,用速凝水泥封堵,建立牢固而持久的堵塞。

4 现场应用及效果

4.1 前期堵漏

2009 年 5 月 8 日向科索 1 井内投毛毡 30 捆,下钻至井深 484.00 m 遇阻,起钻实测液面 18 m。投 0.6 t 胶泥团 + 0.1 t 生石灰 + 0.1 t 水泥,下钻至井深 483.00 m 遇阻,采用 $\phi 241.3$ mm 钻头干划至井深 484.00 m 起钻。5 月 9—11 日间 4 次向井内

投红胶泥团、生石灰和水泥等堵漏材料,5 月 11 日划眼至井深 506.00 m 返浆正常起钻。钻井液补充膨润土 2 t、复合堵漏剂 2 t、棉籽壳 2 t。5 月 12 日下钻至井深 472.00 m 遇阻,划眼至井深 506.00 m 返浆正常,井下故障解除。起钻至地面配泡沫钻井液,改用泡沫钻井液体系钻进,密度在 0.80~0.95 kg/L 间可调。

4.2 后期堵漏

2009 年 5 月 14 日钻进至井深 747.47 m 时井口失返,漏失速度约 132 m³/h。测液面距井口 91 m。分析认为,井深 479.5 m 处溶洞再次发生漏失,原因是前期充填物主要为红胶泥,堵塞层强度不够,在钻井液冲刷和液柱压力作用下,钻进过程中堵塞层遭到破坏。

5 月 15 日配堵漏浆 23.3 m³,堵漏浆的成分为:清水+2.0 t 膨润土+1.0 t 棉籽壳+1.0 t 锯末+1.0 t 核桃壳+0.6 t 蚌壳粉+1.6 t 生石灰,下钻至井深 500.00 m 打入堵漏浆 22 m³,实测液面 82 m。起钻后投红砖 300 块、红胶泥球 300 个,下钻至井深 528.00 m 遇阻,干划至井深 530.00 m 起钻。

5 月 16—19 日向井内投红砖、红胶泥球等堵漏材料,打堵漏水泥一次仍存在少量漏失。5 月 19 日向井内投红砖 500 块,打堵漏水泥浆 12 m³,起钻候凝到 5 月 20 日,下钻探塞,水泥塞面 341.00 m,5 月 21 日钻水泥塞至井深 753.5 m 后恢复正常钻进。

4.3 堵漏效果

前期堵漏选用红砖、红胶泥球、毛毡等架桥材料及石灰、水泥等充填物,仅用 5 d 时间堵漏成功,且堵漏材料成本低,材料广泛易组织。

后期堵漏,历时 137 h,以红砖、红胶泥球为主要架桥材料,用速凝水泥作为主要充填物就成功堵漏。堵漏后,使用泡沫钻井液钻至井深 2 300.00 m

二开完钻,没有再发生漏失。堵漏前后电测对比结果见图 2。图 2 表明,堵漏材料选择合理,堵漏措施正确,形成的堵塞层强度大,承压强度高。

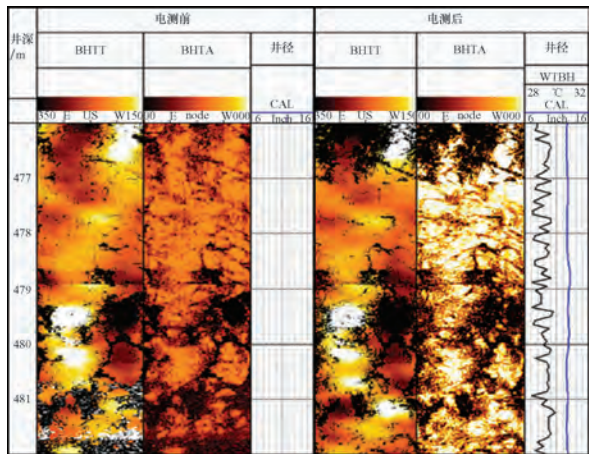


图 2 堵漏前后电测对比结果
Fig.2 Imaging logging before and after plugging

5 结论与认识

1) 科索 1 井堵漏用时 23 d,与同区邻井(如京热 141 井堵漏用时 63 d)相比,堵漏时间大幅缩短,经济效益显著。

2) 发生恶性漏失后,在井眼条件允许的情况下,可强钻一定井段,将漏层完全暴露,采用成像测井技术,确定井漏类型,为堵漏材料的选择及堵漏技术措施的确定提供依据。

3) 溶洞性堵漏的关键是填充洞口堵漏材料的选择,特别是存在流动水的情况下,选择填充堵漏材料及把堵漏材料有效送入漏层,是堵漏成功的关键。

4) 对于溶洞性漏失,实施堵漏首先要保证架桥材料在近井壁处形成堵塞层,然后选用可凝固的充填材料,形成强度高、承压能力强、持久的堵塞层。注水泥堵漏时加入一定量的锯末,可增加水泥浆的稠度,减缓水泥浆在漏层的运移速度,利于堵漏材料堆积。

本刊入编多种全文数据库系统致作者

本刊已入编《中国学术期刊(光盘版)》全文数据库系统、《ChinaInfo 网络信息资源系统电子期刊》、万方全文数据库、维普全文数据库及《中国石油文摘》全文数据库等数据库。作者稿件一经录用,将同时被上述文献信息系统全文收录,如作者不同意收录,请在向本刊投稿时提出声明,否则视为同意收录。本刊按国家规定计付稿酬,所付稿酬包含刊物内容入盘上网服务报酬(不再另付)。