

王洼103-1号水文地质钻孔极其复杂事故的处理

吴兴荣, 夏炎*

(宁夏回族自治区煤炭地质局, 宁夏银川 750011)

摘要:王洼103-1号水文地质钻孔施工过程中出现沉砂卡钻,在处理卡钻事故过程中又使套铣筒也被卡在钻孔内,强力起拔套铣筒,造成断裂,且断口不平整、倾斜靠边,形成了极其复杂的孔内事故。事故原因是泥浆中含沙量过大所致。另外处理钻铤卡钻时下入的表层套管直径偏小,也给后期处理事故造成了很大困难。根据孔内事故特点,制定了先起拔表层套管,更换大直径表套,再套反套铣筒、钻铤的处理方案。为此专门设计制作了起拔表层套管钻进的主动钻进钻杆、钻头;设计加工了加长套铣筒、扶正事故套铣筒的扶正工具等,及时成功处理好了本次超复杂卡钻事故。本文详细论述了钻孔事故的处理过程及措施,总结了事故教训和处理经验,对于处理类似卡钻事故具有指导和借鉴意义。

关键词:水文地质孔;沉砂卡钻;套铣筒;套管钻进;泥浆配置

中图分类号:P634.8 **文献标识码:**B **文章编号:**2096-9686(2021)S1-0125-05

Treatment method for extremely complex accident at the No. 103-1 hydrogeological borehole in Wangwa Coalmine

WU Xingrong, XIA Yan*

(Coal Geology Survey of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan Ningxia 750011, China)

Abstract: The No. 103-1 hydrogeological borehole in Wangwa Coalmine happened a sand jamming accident in the drilling operation. In the process of dealing with the subsequent jamming accident, the casing milling barrel was also jammed in the borehole, and the casing milling barrel broke immediately after being pulled out. The fracture was not even and tilted to the edge, which formed a very complex accident in the borehole. First of all, there was too much sand in the mud. Second, the diameter of the surface casing was too small when the drill collar stuck, which made it difficult to deal with the accident. According to the characteristics of the accident in the hole, this paper introduces the treatment scheme of pulling out the surface casing first, replacing the large diameter surface casing, and then setting back the milling barrel and drill collar. In addition, the active drilling pipe, drill bit, extended casing milling barrel, and centralizing tool for casing milling accident were specially designed and processed, which could deal with the complicated stuck pipe accident successfully in time. This paper discusses in detail the processing process and measures of drilling accidents, summarizes the lessons and experience of the accident, which has a guiding and reference significance for dealing with similar stuck drilling accidents.

Key words: hydrogeological borehole; settling sand sticking; milling tool; casing drilling; mud configuration

1 王洼一矿103-1水文地质钻孔概况

1.1 钻孔目的及任务

通过抽水试验,控制延安组8煤以下含水层特

性曲线和实际涌水量,评价含水层的富水性;通过抽水试验及水位观测,确定含水层水文地质参数,为预测井田涌水量提供计算参数。

收稿日期:2021-05-31 **DOI:**10.12143/j.ztgc.2021.S1.019

作者简介:吴兴荣,男,汉族,1969年生,高级工程师,一级注册建造师,探矿工程专业,从事钻探技术工艺研究工作,宁夏银川市金凤区富安西巷102号,wuxinron@sina.com。

通信作者:夏炎,男,汉族,1990年生,地质工程专业,在读博士,从事地质工程技术研究工作,宁夏银川市金凤区富安西巷102号,xiayan911@qq.com。

引用格式:吴兴荣.王洼103-1号水文地质钻孔极其复杂事故的处理[J].钻探工程,2021,48(S1):125-129.

WU Xingrong, XIA Yan. Treatment method for extremely complex accident at the No. 103-1 hydrogeological borehole in Wangwa Coalmine[J]. Drilling Engineering, 2021,48(S1):125-129.

1.2 开孔、终孔层位

开孔层位:第四系;终孔层位:侏罗系延安组10煤顶板。

1.3 设计孔深及孔位

设计终孔深度:926.0 m;设计孔位:省略。

1.4 钻孔结构

钻孔结构 0.00~828.00 m,孔径 $\geq\Phi 220$ mm; 828.00~926.0 m,孔径 $\geq\Phi 190$ mm。

1.5 钻进方法及钻遇地层

全孔可采用一径到底,逐级扩孔无岩心回转钻进,采用稀泥浆或清水钻进方法,钻进中遇涌、漏水层段,不准堵涌漏。

钻遇地层如下:0~4 m第四系黄土;4~172 m古近系清水营组砂质粘土;172~262 m白垩系宜君组砾岩;262~401 m侏罗系安定组粉砂岩、细粒砂岩、中砂岩互层;401~701 m侏罗系直罗组粉砂岩、细粒砂岩、中砂岩、粗粒砂岩互层;701~926 m侏罗系延安组粉砂岩、炭质泥岩、煤、泥岩、细粒砂岩、中砂岩、粗粒砂岩互层。

2 初次事故经过及处理方法

通常把钻探工程施工过程中发生的,导致钻孔不能正常钻进的各种故障统称为孔内事故^[1-2],该钻孔一开钻进至426 m处,钻铤被卡,发生孔内卡钻事故。本钻孔采用SPJ-1500型水文钻机施工,钻具组合为: $\Phi 216$ mm钻头 + $\Phi 159$ mm钻铤8根 + 变径接头 + $\Phi 89$ mm钻杆 + $\Phi 121$ mm主动钻杆。当时初步判断为砾岩层段的砾石掉入孔内导致钻铤被卡事故,处理上来看套铤筒内壁与钻铤外壁环空中被厚层泥砂全部填满(见图1),最终认定是由于泥浆性能不好,造成沉砂卡钻^[3]。采用了倒扣方法处理,倒扣时从钻铤与钻杆变径接头处返开,孔内留有8根钻铤和钻头,孔内事故钻铤上部位置对应孔深为353.4 m处。

由于一开钻进时,没有下入表层套管,上部40 m左右第四系黄土和古近系清水营组砂质粘土有坍塌现象,为防止处理事故过程中再次出现塌孔,决定先下入 $\Phi 244 \times 6$ mm表层套管护壁(事故处理方案策划时考虑不周,没有多留一级套管备用,造成后续处理事故时,不得不起拔这层套管),再处理事故钻铤。所以先采用 $\Phi 311$ 牙轮钻头扩孔45 m,下入了 $\Phi 244 \times 6$ mm表层套管45 m;后用 $\Phi 216$ mm钻头透



图1 $\Phi 194$ mm套铤筒与钻铤之间的沉砂

孔至353.4 m处上钻,再下入 $\Phi 194$ mm套铤筒套扫,套扫长度为9 m(孔段353.4~362.4 m)。套扫时没有对泥浆性能做调整,套扫单根结束后,由于操作不当,在关闭泥浆泵后提升 $\Phi 194$ mm套铤筒,提升时遇到阻力,钻具上提5 m时,阻力变大,强力起拔造成 $\Phi 194$ mm套铤筒顶部焊接的钻杆接头从焊接点拔断, $\Phi 194$ mm套铤筒留在孔内,套铤筒事故头顶部位置对应孔深为348.4 m。事故位置见图2。

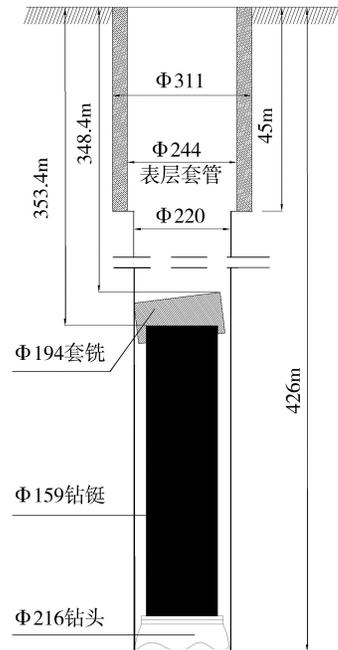


图2 事故位置

3 事故的复杂性及处理方案

发生卡钻事故,处理不当,损失巨大^[4]。此孔就是典型的例子,本来简单的卡钻事故,由于没有处理好,从而造成了事故加事故,孔内留存钻头+8根钻

铤及9 m长 $\text{O}194$ mm套铤筒,由于是强力拔断,套铤筒断口不平整,给下步处理造成了困难;另外,因套铤筒和钻杆接手焊接时,焊接了10 mm加强筋,套铤筒焊接处外径为 $\text{O}214$ mm,必须用 $\text{O}244$ 套铤筒套扫,所以必须起拔 $\text{O}244\times 6$ mm表层套管45 m,才能进行下步施工,使事故变得极其复杂。

通过多次讨论,确定起拔全部 $\text{O}244\times 6$ mm表层套管,下入 $\text{O}325\times 8$ mm表层套管;再用 $\text{O}295$ mm钻头扩孔至事故头位置起钻;再下入18 m长的 $\text{O}244$ mm套铤筒,套扫孔内 $\text{O}194$ mm套铤筒及上部第一根钻铤,套扫完成后起钻;再下入 $\text{O}127$ mm反丝丝锥,从上部第一根钻铤丝扣处上扣,从该钻铤下部反开,把此钻铤和套铤筒一起打捞上来;然后用 $\text{O}194$ mm套铤筒套扫一根反出一根钻铤,直至全部处理完事故钻铤及钻头的技术方案。

4 复杂事故处理过程及方法

(1)起拔表层套管。要想处理 $\text{O}194$ mm套铤筒,首先起拔 $\text{O}244\times 6$ mm表层套管,如果直接强力起拔表层套管,一旦拔断又是一次事故,只能利用钻机进行透扫 $\text{O}244\times 6$ mm套管外环间隙,套扫到位后,再起拔 $\text{O}244\times 6$ mm套管45 m。现场是SPJ-1500型水源钻机,钻机平台与地面没有垂直空间,原主动钻杆无法工作,必须改进主动钻具才能实现套扫工作,经过试验,选用 $\text{O}325$ mm套管两边分别焊接65 mm方钻杆,上部焊接钻机水龙头,拨杠采用60 mm厚钢板重新加工制作。改进后立轴实物见图3。

采用 $\text{O}325\times 8$ mm套管作钻杆进行钻进,用 $\text{O}325$ mm套管自制合金钻头,钻头直径385 mm,透扫时轻压慢转,钻压控制在1~3 kN,转速为钻机最低转速,每钻进5 m,至少提钻活动一次,遇到强大阻力,先分析原因,找出问题,再进行施工。每套扫完一根后,提起 $\text{O}325\times 8$ mm套管加工的主动钻具(以下简称改制后立轴),用气割割断套管与改制后立轴的连接,焊接 $\text{O}325\times 8$ mm套管,再焊接改制后立轴正常套扫。当套扫至26 m左右出现不进尺现象,提钻检查钻头,发现钻头底部硬质合金掉入孔内,套管内壁有硬物划切现象,切痕规矩,推测是因掉落的硬质合金致伤,对后面的透扫影响严重,决定改用风镐钎头代替硬质合金制作的钻头(见图4)进行透扫,套扫深度为47.5 m。套扫到位后,开始起拔 $\text{O}244$ mm套管,对起拔出的套管进行丈量复核,确认



图3 立轴实物

$\text{O}244\times 6$ mm套管45 m全部拔出,将47.5 m长的 $\text{O}325\times 8$ mm套管留在孔内作表套。



图4 风镐钎头钻头

(2)扩孔。由于受 $\text{O}325\times 8$ mm表层套管内径的限制,现场采用加工的 $\text{O}295$ mm三牙轮钻头(在 $\text{O}244$ mm牙轮钻头上镶焊硬质合金,把钻头直径变为 $\text{O}295$ mm)扩孔,扩孔钻进参数如下:钻压3~5 kN、转速60~90 r/min、排量10~14 L/s。在钻进中必须加强泥浆维护管理,随着钻孔的加深,泥浆不断消耗,按配方先配置好泥浆再逐步加入,避免在泥浆中直接加入清水使泥浆性能破坏^[5]。扩孔过程对泥浆性能进行调整。调整后泥浆参数为:密度1.06~1.08 g/cm³、粘度30~40 s、失水量<15 mL、含砂量<4%、pH值9~10。由于扩孔过程对泥浆性能严格管理,扩孔顺利,很快扩至348.4 m的事故位置。

(3)套反 $\text{O}194$ mm套铤筒。下 $\text{O}244$ mm套铤筒套扫,在事故头位置(348.4 m)多次套扫不进尺。为了避免 $\text{O}244$ mm套铤筒出现问题,提钻检查,根

据 $\text{O}244\text{ mm}$ 套铤筒硬质合金磨损情况分析,判断留在孔内事故 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒已经倾斜靠边,必须对孔内事故 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒进行扶正。

(4)扶正 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒及套反。为了扶正 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒,特在现场制作了套铤筒扶正工具(见图5)。扶正器下部用 $\text{O}168\text{ mm}$ 无缝管,长度为 3 m ,收口为锥形,上部采用 $\text{O}244\text{ mm}$ 无缝钢管,长度为 0.5 m 。扶正工具下放到位后,开车慢转,加压钻进 0.1 m ,扶正 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒。扶正套铤筒钻进工作结束后,上下活动钻具,在事故头位置没有阻力,验证事故套铤筒已被扶正,提升孔内全部钻具。



图5 套铤筒扶正工具

由于 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒与事故钻铤已经卡死,无法单独处理 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒,必须把事故 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒与卡死钻铤一同从第一根钻铤下部处反开,才能处理上来。故采用加长 $\text{O}244\text{ mm}$ 套铤筒套扫(长度为 18 m)见图6。套扫长度为 17.5 m (孔段 $348.4\sim 365.9\text{ m}$)提钻。为了保证 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒和 $\text{O}159\text{ mm}$ 钻铤反开后正常提钻,不刮擦孔壁形成新事故,特在反丝钻杆上加工提升时专用导向罩子,方法是先在反丝钻杆上,距丝锥头 4.0 m 处焊接 $\text{O}168\text{ mm}$ 导向管,导向管长 600 mm ,两头收成锥形,便于进入 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒内并起扶正作用,计算出 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒事故头及孔内钻铤事故头之间的距离为 5.1 m ,确定 $\text{O}219\times 6\text{ mm}$ 罩子开口位置,本次设计 $\text{O}219\text{ mm}$ 罩子下部开口位置距丝锥吃扣位置为 5.0 m ,保证 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒进入 $\text{O}219\times 6\text{ mm}$ 罩子内 100 mm ,丝锥吃扣位置到丝锥尖距离为 0.4 m ,从丝锥尖丈量 5.4 m 做好记号,开始焊接 $\text{O}219\text{ mm}$ 罩子,罩子长 1 m 。成品见图7。

下 $\text{O}127\text{ mm}$ 反丝丝锥,通过实际操作,当把第一根钻铤反开后, $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒和 $\text{O}159\text{ mm}$ 钻铤在提钻过程没有发生意外,提钻顺利,提钻后验证 $\text{O}219\text{ mm}$ 罩子正好罩住 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒 100 mm



图6 加长 $\text{O}244\text{ mm}$ 套铤筒



图7 反丝钻杆提升时的专用导向罩子

左右。

(5)套反钻铤。剩下7根 $\text{O}159\text{ mm}$ 钻铤,下入 $\text{O}194\text{ mm}$ 套铤筒,按照正常套铤流程套铤一根反出一根的方法处理,最后一根钻铤与钻头一块被打捞上来。很快处理完本次事故。

5 事故处理的经验和教训

(1)井身结构设计时,要根据地层特点,容易发生坍塌的地层,必须多留一级套管;

(2)处理事故时,必须分析清楚事故原因,再制定事故处理方案,避免造成二次事故;

(3)原来认为 $\varnothing 194$ mm套铣筒与钻铤是卡料卡死,结果是泥浆中的含砂量过高形成的沉砂卡钻(见图1)。出现卡钻后,先分析可能出现的卡钻类型,再对现场泥浆性能进行测定、现场物品清点,一一排除,最终确定卡钻类型,再定处理方案,否则着急想当然认定卡钻类型就会犯错误,处理方法就会出问题。

(4)处理事故时要保证泥浆的含砂量 $<4\%$,泥浆性能必须优化;

(5)事故处理过程必须精细策划,特别是细节的思考,如果在 $\varnothing 194$ mm套铣筒起拔过程不强力起拔,遇阻时开泵、开车慢转,沉砂卡钻很快就能处理好,就不会形成后来的复杂事故。

6 结语

(1)任何事故处理的成本都会远远大于事故预防的成本,钻前一定做好调查研究,针对钻孔所遇地

层情况做好钻孔施工设计,对不同地层采用适应的钻进参数和泥浆性能。

(2)本次复杂事故处理从主动钻具的改进设计,套扫钻头的设计改进,套扫扶正器的设计加工,反丝钻具提升时专用导向罩子的设计加工都是根据现场实践得出的结果,具有借鉴价值。

参考文献:

- [1] 黄涛. 钻探工程孔内事故及其处理方法浅析[J]. 科技信息, 2013, (24): 321, 316.
- [2] 朱俊武. 浅析钻探工程孔内事故及其处理[J]. 商品与质量, 2016(20): 106-107.
- [3] 张建庄. 钻探技术研究与实践[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2013: 111.
- [4] 耿书肖, 张永青, 奚国银, 等. 水平井卡钻事故处理实践及预防措施探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(2): 9-13.
- [5] 赵让乾, 张晓延, 卢敦华. 彬长矿区洛河组地层煤田钻探常见孔内事故原因分析与对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006(1): 52-54.