

三山岛海上金矿勘查工程 ZK3410 孔坍塌原因与处理

宋世杰, 陈师逊, 杨芳

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264004)

摘要: 钻探施工中出现的孔内事故, 绝大多数与人的主观因素有关, 纯自然事故比较少见。针对三山岛海上金矿勘查工程 ZK3410 钻孔发生的一起严重孔壁坍塌事故, 对其事故原因进行了详细的分析, 并采取了一系列的处理措施, 增大冲洗液浓度, 增强护壁效果; 扫孔和清除孔内坍塌物, 采用特殊钻具捞取沉淀物, 直至孔壁稳定, 孔底清洁, 钻进正常。实践证明, 操作人员的主观意识对预防孔内事故的发生是至关重要的。

关键词: 海上钻探; 深部钻探; 坍塌事故原因; 聚乙烯醇

中图分类号: P634.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2014)02-0026-03

Analysis on the Collapse Causes of ZK3410 Hole in Sanshandao Offshore Gold Exploration Project and the Treatment/SONG Shi-jie, CHEN Shi-xun, YANG Fang (No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources of Shandong Province, Yantai Shandong 264004, China)

Abstract: Most of the hole accidents in drilling construction are related to the human factors, pure natural accident is relatively rare. The detail analysis was made on the a serious wall collapse accident in ZK3410 hole of Sanshandao offshore gold exploration project, and a series of measures were taken to deal with the accident. The flushing fluid concentration was increased to improve the wall protection effects and hole cleaning was done by dredging the sediment with special drilling tool, until normal drilling operation was returned. The practice proves that the subjective consciousness of the operators is crucial to the hole accidents prevention.

Key words: offshore drilling; deep drilling; accident cause for collapse; PVA

0 引言

随着传统矿产资源的不断枯竭, 国家实施了“攻深找盲”“西部开发”等一系列找矿举措。使得我们探矿人在依靠科技进步和技术创新, 不断提高钻探技术水平同时, 积极向更广阔的西部、海上和深部探矿挺进, 开拓探矿事业的地域和空间, 满足日益强大的国家建设需要, 为实现中国梦而努力奋斗。山东省第三地质矿产勘查院承接的山东省莱州市三山岛北部海域金矿详查工程, 为中国海上固体矿产勘查创立了先河。

1 概述

1.1 工程概况

莱州市三山岛海上金矿勘查工程项目, 是莱州市瑞海矿业有限公司委托山东省第三地质矿产勘查院承担勘查钻探施工任务。该矿区位于莱州市北约 26 km 三山岛北部海域, 西南毗邻三山岛金矿, 行政区划隶属莱州市三山岛工业园区管辖, 交通便利。矿区共设计钻孔 91 个, 其中, 海上 44 个孔, ZK3410 钻孔为 34 线, 第一批次施工的海上钻孔, 该区域地

层构造复杂破碎、蚀变严重, 孔内维护难度大。

1.2 矿区地质概况

矿区位于向莱州湾突出的小半岛—三山岛, 三面环海, 东面是陆地。除临海的 3 个相连的小山丘上见有二长花岗岩出露外, 其余均被第四系覆盖。第四系自上而下为中粗砂、沙淤泥以及粉质粘土, 厚度 60~80 m。第四系之下为二长花岗岩和片麻状细粒黑云角闪英云闪长岩等。岩石可钻性一般为 7~9 级, 研磨性强。三山岛~仓上及三山岛~三元 2 条规模较大断裂, 呈北东和北西走向, 贯穿整个矿区。断裂蚀变破碎带是钻探过程中最容易遇到的复杂地层, 该区域宽度 80~120 m 不等, 以灰色段层泥为标志的主断裂面位于蚀变带的中心部位, 靠主断裂面为蚀变较强的黄铁绢英岩质碎裂岩, 向两侧逐渐减弱。矿体一般赋存在主断裂面下盘的黄铁绢英岩质碎裂岩和黄铁绢英岩质碎裂岩化花岗岩中。

2 钻孔施工情况

2.1 钻孔结构及钻进方法

根据地质设计及以往施工经验, 按照满足海上

收稿日期: 2013-11-07; 修回日期: 2013-12-24

作者简介: 宋世杰(1966-), 男(汉族), 山东莱阳人, 山东省第三地质矿产勘查院工程师, 探矿工程专业, 主要从事地质岩心钻探、桩基工程等技术工作, 山东省烟台市芝罘区机场路 271 号, syssj888@163.com。

钻孔施工的原则,钻孔结构钻进方法如下:由于海上施工,所以采用 $\phi 130$ mm 跟管隔离平台中心桩内的海水,并跟过砂层镶嵌到粉质粘土中,然后用 $\phi 110$ mm 硬质合金钻头钻进至稳定的基岩,下入 $\phi 108$ mm $\times 5$ mm 套管隔离风化层,再用 S95 金刚石绳索取心钻进至设计孔深的 $1/4 \sim 1/3$ 或穿过已知的破碎带地层 5 m,下入 $\phi 89$ mm $\times 4.5$ mm 技术套管。最后换用 S75 金刚石绳索取心钻进至终孔。钻孔结构见图 1。

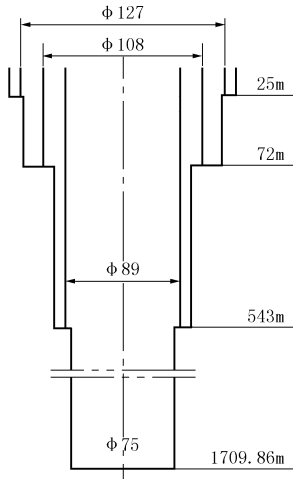


图 1 钻孔结构图

2.2 钻探设备及机具(见表 1)

表 1 钻探设备及机具

名称	型号	开动数量	备注
钻机	XY-6B	1 台套	
泥浆泵	BW-250	2 台	
发电机	150 kW	1 台	
单管钻具	$\phi 130$ mm	1 套	
	$\phi 110$ mm	2 套	
绳索取心钻具	XJS95	2 套	包括内管、外管
	S75	4 套	
套管	$\phi 127$ mm	40 m	跟管
	$\phi 108$ mm	100 m	
	$\phi 89$ mm	600 m	
钻杆	S89	600 m	
	S71	2000 m	缴租
机上钻杆	$\phi 73$ mm	2 根	
	$\phi 130$ mm	2 个	跟管钻头
金刚石钻头	S95	10 个	
	S75	20 个	

2.3 冲洗液

绳索取心采用聚丙烯酰胺无固相冲洗液。聚丙烯酰胺加量视地层情况一般在 $0.03\% \sim 0.1\%$ (重量比),性能指标控制在密度 $1.01 \sim 1.04$ g/cm³,漏斗粘度 $19 \sim 23$ s。为防止塌孔下入 $\phi 89$ mm 套管以后,选择聚乙烯醇无固相冲洗液护孔,聚乙烯醇的加

量 $0.1\% \sim 0.5\%$,性能指标控制在密度 $1.01 \sim 1.04$ g/cm³,漏斗粘度 $18 \sim 22$ s。如果遇到特别复杂地层,可以考虑采用 LBM 泥浆,加量 $3\% \sim 5\%$ 。

调整冲洗液性能的处理剂主要有 CMC(纤维素)、HPH(水解聚丙烯酰胺)、PVA(聚乙烯醇)、LBM(低粘增效粉)等。

3 事故产生的原因

2012 年,某钻机在施工 ZK3410 钻孔过程中,当孔深钻进至 1611 m 处,提钻换钻头时,由于机台操作人员为减少辅助时间,带岩心管下钻,再加上孔底岩粉沉淀较多,当下钻接近孔底时,大量孔底岩粉进入到内外管间隙,冲洗液送不通,被迫提钻,因水流不通,钻杆内的冲洗液随提钻提出,破坏了孔内的压力平衡,而且形成严重抽吸,和钻杆上提过程中冲洗液回灌不及时,加重了孔壁的失稳,造成孔壁坍塌,重新下钻时,至 1404 m 遇阻,多次扫孔也无法通过。比对岩心发现孔深 1340 ~ 1445 m 之间是破碎带(如图 2),经过研究分析,一致认为由于上次的提钻原因造成了该孔段的孔壁坍塌。

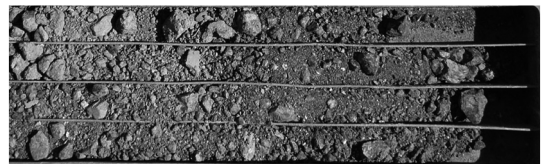


图 2 破碎段取上的岩心

4 采取措施与处理方法

4.1 聚乙烯醇的护壁机理

聚乙烯醇(PVA)是一种用途广泛的水溶性高分子聚合物,其性能介于塑料和橡胶之间。水溶液具有很强的胶结和吸附性能,日常生活中广泛应用于涂料、粘合剂等。作为冲洗液使用,对破碎岩石具有极强的吸附和胶结作用,有利于维持孔壁稳定。如把见水即散砂样放入 PVA 冲洗液中浸泡 1 s,立即取出放入清水中,砂样虽经短暂的聚乙烯醇聚合物吸附胶结,但在清水中仍能久泡不散,说明该冲洗液在岩石表面的吸附速度快和胶结性能高。该类冲洗液依靠对岩石的强胶结作用,在国内解决了多处金刚石钻进曾无法通过的复杂地层的钻进护壁与取心问题。

4.2 加大聚乙烯醇用量,提高其护壁防塌效果

把配好(热水溶解)的高浓度(约 5%)聚乙烯醇倒在水源箱内,钻具提离扫孔孔底,用泥浆泵把聚

乙烯醇溶液抽送到孔内,然后用常规冲洗液把聚乙烯醇压送出钻头底,使高浓度聚乙烯醇溶液处于钻头以上的环状间隙内停留,静止1 h后,使聚乙烯醇在孔壁充分结膜护壁,再循环冲洗液;以此方法逐渐把上部坍塌孔壁护好,也加大了常规冲洗液的浓度,增强了护壁效果。

4.3 扫孔

冲洗液的聚乙烯醇浓度加大后,扫孔,并随时用以上方法把扫过的部分坍塌孔壁护好,并不断加大冲洗液中聚乙烯醇浓度,防止再次坍塌,然后以此类推把坍塌的孔壁修复好。当扫孔至距离孔底0.5 m处时出现憋车症状,无法扫到孔底。经分析,认为是上部坍塌物中掉块或大颗粒物较多,冲洗液悬浮能力不够汇聚在孔底,扫孔时这些大颗粒物会被聚集在钻具周围,阻力增大甚至埋钻,造成憋车。提钻后,发现钻头和下扩孔器上方被磨细,这跟我们分析的情况是一致的,就是冲洗液悬浮力不够,不同粒径的粗颗粒只能悬浮到钻头和下扩孔器上方,对钻具重复磨损使其变细。要处理孔底的粗颗粒沉淀,我们设计加工了一套特殊钻具捞取沉淀物。

4.4 捞取粗颗粒沉渣

捞取沉淀物的特殊钻具的形式是用一变丝接头,在接头上打几个泻水孔,接头上方接一 $\varnothing 71$ mm母接手,以便跟钻杆连接,下方接连接管($\varnothing 71$ mm单管钻具),底部接捞砂硬质合金钻头,硬质合金钻头内镶一活动盖板即成。如图3所示。

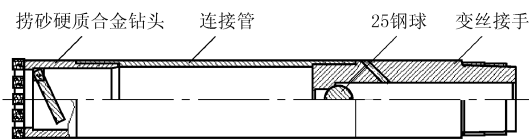


图3 无泵钻具结构图

工作原理为:当钻具下放时,盖板打开,沉渣进入钻具,提升时,盖板封死,冲洗液从泄水孔排到孔内,这样在提钻过程中就不会将冲洗液带出来,保持了孔壁的稳定,同时,沉渣留在钻具内提出孔口。具体做法为:捞渣钻具加工好后下钻,下至离孔底1 m,把钢球投到钻杆内,然后接上机上钻杆,开动泥浆泵,使其下落封住接头的水眼,冲洗液从泄水孔流出循环至孔口,既保持了孔内的压力平衡,又对孔内的泄水孔以上的钻杆进行冷却、润滑,并能保持上部孔内的清洁,减小孔内阻力,这样有利于钻具的上下活动和旋转,以保证孔底的粗颗粒沉渣被捞取。待冲洗液返出孔口后,开动钻机,慢速扫孔至孔底,提钻捞取。捞出后发现,捞出的沉渣自上而下颗粒有

粗变细排列(如图4)。这样反复捞取,直至全部捞出。



图4 孔底取上的砂子

4.5 后续处理

处理完孔壁坍塌和孔底沉淀,下入绳索取心钻具准备正常施工,但孔内开始憋车、憋泵,提钻后,钻具里发现少量如胶皮的黑色物质,这些黑色物质是在处理孔壁坍塌过程中冲洗液内聚乙烯醇浓度太大,大量结晶析出,附着在孔壁上,下钻过程中会有部分被钻头刮下聚集,在钻杆、钻具的挤压扭转下形成的。因此增大了回转阻力,必须先处理孔壁上过多析出的聚乙烯醇。

用先前加工好的岩心管无泵钻具下钻,当钻具快到孔底时,轻轻上下窜动捞取,但由于脱落物较多,故把无泵钻具加长至3 m,反复捞取,待把孔内的脱落物捞净,用冲洗液把孔内冲洗干净后,下绳索取心钻具正常钻进。最终终孔孔深1709.86 m,圆满的完成钻探任务。图5为处理上来的胶皮状聚乙烯醇。

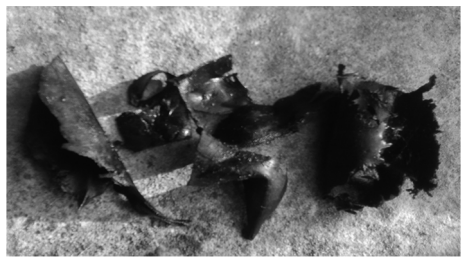


图5 胶皮状聚乙烯醇析出

5 体会和效果

通过本次事故的处理,有如下几点体会。

(1) 孔内事故重在预防。特别是海上钻探,事故的预防尤其重要,因为海上钻探首先要在水上建施工平台,施工成本较高。

(2) 一旦发生孔内事故,必须把事故的部位、

(下转第32页)

表2 部分钻孔不同时段效率对比分析

孔号	施工时间段	终孔深度/m	事故率/%	纯钻率/%	台月数/个	台月效率/m
ZK5-0905	2009.05.06~2009.07.26	472.60	66.60	18.50	2.62	180.38
ZK5-0505	2010.11.03~2010.12.03	408.03	13.84	56.96	0.87	469.00
ZK7-0002	2009.05.08~2009.12.25	602.80	80.15	6.33	6.02	100.13
ZK7-0404	2011.04.26~2011.07.11	812.91	7.77	54.19	1.90	427.85
ZK29-0401	2009.04.25~2009.09.07	305.45	73.24	11.45	3.96	77.13
ZK29-0709	2009.05.02~2009.10.29	746.56	54.10	18.40	5.70	130.97
ZK29-1509	2009.05.16~2009.12.04	714.57	59.37	14.64	6.42	111.30
ZK29-2702	2010.05.16~2010.05.31	313.33	15.68	53.30	0.48	643.39
ZK29-0805	2011.11.15~2011.11.28	365.63	2.14	34.41	0.46	787.37
ZK29-1909	2010.10.23~2010.11.21	468.33	1.46	64.25	0.57	821.63

(2)要注意整个施工过程中的泥浆配制和维护达到要求的性能指标,要明确并熟悉处理剂的性能和使用方法,对不同孔段不断变化的地层采取的应对措施要心中有数,坚持班班测试泥浆性能,勤除砂,适时调整并保持所施工孔段需要的泥浆性能。否则,即使有好的泥浆选型和配方但并不坚持执行,不进行随机应变的对症处置,必定走弯路,遇挫折。

参考文献:

[1] 曾祥焘,陈志超,何玉明. 钻孔护壁堵漏与减阻[M]. 北京:地质出版社,2007.

- [2] 乌效鸣,胡郁乐,贺冰新. 钻井液与岩土工程浆液[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2002.
- [3] 李国志,杨树伟,徐景珠. 浩布高矿区复杂地层钻进护壁堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):23-26.
- [4] 宋端正. 甘肃西和大桥金矿区复杂地层钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):34-36.
- [5] 首照兵,陈礼仪,张统得,等. 攀西钒钛磁铁矿整装勘查复杂地层钻探护壁堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2):31-34.
- [6] 曾石友. 嵩县多金属矿区复杂地层岩心钻探施工综合技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(11):16-18.
- [7] 宋端正. 甘肃西和大桥金矿区复杂地层钻探施工实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):44-46.

(上接第28页)

源头、孔内情况搞清,认真分析,对症下药,及时处理,少走弯路,缩短处理事故时间,提高钻进效率,获得更大的经济效益。

(3)聚乙烯醇有很好的护壁效果,能对处理孔壁坍塌起到很好作用,但其悬浮岩粉的能力较弱。浓度太高时容易大量析出,因此也要适当控制加量。

(4)针对不同的事故类型要研究制定不同的技术方案进行处理,因地制宜设计加工适合的钻探工具。

参考文献:

- [1] DZ/T 022-2010,地质岩心钻探规程[S].
- [2] 编委会. 地质钻探找矿新技术手册[M]. 北京:地质出版社,2010.
- [3] 孙丙伦,陈师逊,陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,36(5).
- [4] 李粤南. 深部孔段卡、埋钻事故防治对策的探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9).
- [5] 巫相辉,董光明. 钻进液配制技术及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,37(5).
- [6] 李宏. 栋仁煤田ZK801深孔严重落物事故的处理与反思[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1).

中石化在习水成功勘探出页岩气——日产气量最高达10万余立方米

《中国矿业报》消息(2014-02-19) 中国石油化工股份有限公司南方勘探分公司日前在黔北地区钻探出一口深部高产页岩气预探井丁页2HF号。

该井位于贵州省习水县境内,系川东南地区林滩场——丁山北东向构造带上,完井斜深为5451 m、垂深4417 m、水平段长1034 m,为目前国内埋藏最深的页岩气水平井。经测试,日产气量最高达10.5万 m^3 ,日均产气量为4.3万 m^3 ,油

压和气量比较稳定。

经过近5个月的分段压裂、防喷试气、固井排液和放喷求产,技术人员克服了国内外罕见的高泵压、高气压等施工难题,在套管固井、压裂试气等方面创中国石化(国内)油气勘探技术指标的十项第一,获得我国深层页岩气勘探的重大突破。这一页岩气勘探开发区块的发现,对推进我国页岩气勘探开发、改善我国能源结构具有重要意义。