

栋仁煤田 ZK801 深孔严重落物事故的处理与反思

李 宏

(福建省第二地质勘探大队,福建 永安 366000)

摘 要:栋仁煤矿区 ZK801 孔设计孔深 1200 m,钻至孔深 1141.09 m 时,发生严重的孔内落物事故。通过回顾施工和事故发生的过程,分析、总结了事故发生的原因、采取的措施和处理的方法,结合案例思考防范类似事故的对策,根据事故处理中发生的问题,指出了当前钻探施工与管理存在严重不足的现状,并提出了几点思考和建议。

关键词:煤田勘探;钻探;深孔;落物事故;对策;建议

中图分类号:P634.8 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)01-0024-04

Treatment of Serious Deep Hole Object Falling Accident in ZK801 of Dongren Coalfield and the Introspection/LI Hong (No. 2 Geological Exploration Team of Fujian, Yongan Fujian 366000, China)

Abstract: ZK801 of Dongren coalmine area was designed for 1200m in depth, a serious object falling accident occurred while drilling to 1141.09m. By the analysis and summary on the accident causes and the countermeasures, the status of mismanagement was realized, several ponder and suggestions were put forward.

Key words: coalfield exploration; drilling; deep hole; object falling accident; countermeasure; suggestion

1 钻孔施工简况

1.1 项目概况

栋仁矿区为福建省地质勘查资金项目,采用深部钻探工程揭露,以了解含煤地层分布的范围、煤层厚度、煤层储量、煤层层数、煤类煤质,以及其他有益矿产。

预查区面积 9.83 km²,位于大田县北部,直距约 40 km,行政隶属于三明市大田县广平镇管辖。预查区属于亚热带季风气候,植被发育,水源充足,机耕路发达并有省道 306 线穿过,施工条件较为优越。

矿区预查安排钻孔 1 个,设计孔号 ZK801,设计孔深 1200 m。

1.2 矿区地质条件

预查区属于太华—长塔复式背斜,背斜轴向东北、向南西方向倾伏。

据周边矿区地质资料,含煤地层为童子岩组第一、三段,其中:第一段含煤性较好为该煤田的主要勘探和开采对象,地层厚度 250 ~ 317 m,含煤 26 层,可采和局部可采 10 层,平均可采总厚度 7.27 m;第三段含煤地层厚约 100 m,含较稳定可采煤层一层,平均厚 1.3 m。

煤类煤质:主要煤层为条带结构。条带由亮煤、镜煤相间组成。煤岩类型属半亮型,少数煤层因部

分煤分层中矿物杂质多而呈现半暗型。

根据地质设计,主要岩层情况如下:

0 ~ 10 m,第四系松散土层;

10 ~ 700 m 左右,花岗岩、石英脉花岗岩,压入硬度 3400 ~ 4400 MPa,可钻性 8 级;

700 ~ 890 m,硅化泥岩,压入硬度 420 ~ 5200 MPa,可钻性 9 级;

890 ~ 1200 m,砂岩、碳质泥岩、煤层,压入硬度 900 ~ 1900 MPa,可钻性 4 级。

钻孔施工过程中,开孔至 800 多米孔段的岩层依次为细颗粒致密的花岗岩、硅化泥岩,花岗岩中间不少层位为纯石英岩,属于岩石研磨性弱、可钻性差的“打滑”地层,采用常规方法钻进,平均纯钻时效为 0.5 m,平均回次进尺为 1.5 m。929 m 后主要钻遇岩层有泥岩、砂质泥岩、碳质泥岩及煤等煤系地层,岩石较松散破碎,局部坍塌。

1.3 主要钻探工艺和技术措施

1.3.1 钻探设备、机具

根据地质设计及以往周边矿区的钻孔施工情况,并考虑到深部矿层的不可预测性,钻孔有可能加深的因素,栋仁 ZK801 孔采用了适合于孔深 0 ~ 1500 m 的 XY-5 型钻机, BW-250 型泥浆泵, SGZ-23 型加重钻塔, STC-10 型发电机,动力设备为 4135 型柴油机。

收稿日期:2012-10-18

作者简介:李宏(1965-),男(汉族),山东寿光人,福建省第二地质勘探大队工程师,探矿工程专业,从事矿山钻探技术工作,福建省永安市东坡路 568 号,1037367786@qq.com。

钻进方法以绳索取心钻进为主,采用了两端墩粗加厚的 $\varnothing 71$ mm 金刚石绳索取心钻杆。

1.3.2 分层钻进方法与钻孔结构

根据地质理想柱状图、设计孔深及考虑上部地层的可能复杂性,采用三开结构:一开采用 $\varnothing 110$ mm 硬质合金钻具开孔,穿越第四系松散土层1~2 m(深度9.50 m)后下入 $\varnothing 108$ mm 套管;二开采用 $\varnothing 91$ mm 金刚石钻具钻进,钻进至完整基岩2~3 m(孔段长11.20 m)后下入 $\varnothing 89$ mm 套管;三开采用 $\varnothing 77$ mm 金刚石绳索取心钻进,根据不同地层、岩性分别采用不同配方的不分散低固相冲洗液护壁至终孔。

1.3.3 钻进冲洗液

选择的思路:上部硬地层以携带岩粉、润滑钻具为主;煤系地层应以减轻钻具回转阻力,防止孔壁坍塌为主。

1.4 主要施工成果

(1)ZK801 钻孔于2011年8月2日开孔,2011年12月26日终孔,实际终孔孔深1263.87 m。根据地质测井资料,1263 m 的钻孔顶角为 2.5° ,整孔岩矿心平均采取率95%以上,其它各项指标也满足了要求,达到了地质预期目的,得到了甲方的高度赞扬。

(2)钻孔施工主要技术经济指标:台月效率258 m,小时效率0.9 m,纯钻时间利用率42.9%,辅助时间占用率18.6%,事故与等待时间占用率41.5%。

(3)钻至孔深1141.09 m 时,发生严重的孔内落物事故、孔内坍塌事故。

本文将通过回顾施工和事故发生的过程,分析、总结事故的原因和处理的方法,也为后续钻探工作的开展积累宝贵的经验教训,并结合该案例提出防范类似事故的对策与措施。

2 严重孔内落物事故的发生与处理

2.1 事故的情况

ZK801 孔钻至900 m 后进入煤系地层,岩性主要为泥岩、砂质泥岩、碳质泥岩及煤等煤系地层,岩层松软破碎、漏失、易坍塌掉块,其中:905~908 m 为破碎接触带,1072~1076 m 见煤。钻至孔深1131 m 时,1028 m 处发生坍塌,孔内岩粉增多,泵压增大。2011年10月19日钻至孔深1141.09 m 时,冲洗液无法送通循环,内管无法提取,上提217 m 后,逐根冲扫孔,至孔深1029 m 时,由于孔内坍塌,扫孔

时孔内阻力逐渐加大,泵压升高,冲洗液无法继续送通循环,2011年10月19~21日经过多次上下反复冲扫孔,均无效;2011年10月21日,发现钻杆内壁结垢,内管无法投放,故使用自制刷杆器(见图1)清理钻杆内壁。由于下放过深,提取自制刷杆器时,提拉不动,多次活动无效后,使用主机卷扬机强力提取,把 $\varnothing 6.2$ mm 绳索取心钢丝绳拉断,自制刷杆器连同 $\varnothing 6.2$ mm 绳索取心钢丝绳500 m 脱落孔内。提钻后发现金刚石钻头有微烧现象、金刚石胎体已全部脱落,内径已与钻具外管内径一样大,超过自制刷杆器的最大外径,自制刷杆器可以顺畅通过。

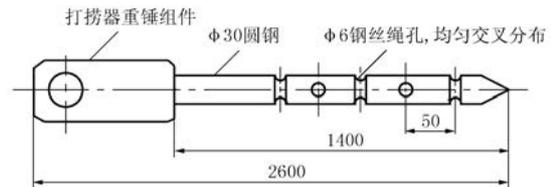


图1 自制刷杆器示意图

刷杆器和绳取钢丝绳脱落后,自制了钢丝绳打捞钩(见图2)进行捞取(钢丝绳打捞钩通过丝扣与钻杆连接)。第一次捞取时,提钻后发现钢丝绳打捞钩倒刺向下弯曲变形,重新制作并适当加大钢丝绳打捞钩倒刺,进行第二次捞取,由于钢丝绳位置判断失误,钢丝绳打捞钩穿入太多,并且受钻杆重力挤压(钻杆已提出孔口),使钢丝绳挤为一团,把钢丝绳打捞钩紧紧挤住卡死,多次活动无效后,使用主机卷扬机强力提取,经强力提拉,在钢丝绳打捞钩与钻杆连接处断开,钢丝绳打捞钩脱落孔底。打捞钩的脱落并与先期落物刷杆器、绳索取心钢丝绳(500 m)在孔内交错,增加了事故的复杂性,加大了事故处理的难度。

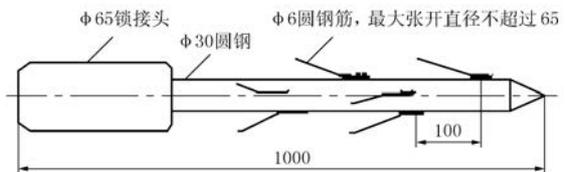


图2 自制钢丝绳打捞钩示意图

钢丝绳打捞钩也脱落孔内后,下入 $\varnothing 75$ mm 硬质合金钻具捞取,在315 m 处遇事故头,轻压慢转,孔内阻力很大,上下活动无效,上提时负荷很大,强力提取;提钻后发现 $\varnothing 75$ mm 硬质合金钻具脱落孔底;下 $\varnothing 73$ mm 公锥打捞 $\varnothing 75$ mm 硬质合金钻具,在捞取时孔内阻力很大,提钻检查发现,S71 绳索取心钻杆21 m、 $\varnothing 50$ mm 钻杆2.46 m、 $\varnothing 73$ mm 公锥、变

丝接头 0.16 m 落在孔内;这时有大量的脱落后落在孔内,加上长时间事故处理,对冲洗液、孔壁破坏严重,而且此时还没有认识到问题的严重性,未能及时调整冲洗液性能,保护孔壁,致使在事故处理过程中不稳定层坍塌,又发生了孔内坍塌事故,导致事故更加复杂。

2.2 事故的原因

经对该事故综合分析认为,本次事故主要由以下几方面原因造成:

(1)孔内岩粉太多,没有采取有效措施及时处理,造成泵压过高,钻具无法继续向下跟进;这样就形成在同一个孔段反复扫孔、长时间对同一个孔段冲刷、加剧了对不稳定层的破坏,使不稳定层的坍塌更加严重。

(2)长时间进行冲扫孔,没有注意观察返浆及提钻检查钻头钻具磨损情况,也没有发现钻头微烧、金刚石胎体已全部脱落等现象,结果导致自制刷杆器跑出钻具,无法提起,发生事故。

(3)正常情况下,钻杆内壁结垢在上部孔段比较容易形成,一般刷几十米或 100 多米即可,本孔刷至孔底,在操作上存在失误。

(4)操作时注意力不集中,没有及时准确判断钢丝绳位置,钢丝绳打捞钩穿入太多,导致卡住,脱落孔底,使事故复杂化。

(5)事故处理过程中,没有吸取教训,及时更换冲洗液,配置与岩性相适应的冲洗液,有效保护孔壁,使不稳定层再次坍塌,延长了事故处理时间。

2.3 事故的处理

2.3.1 捞取脱落孔内钻杆

经检查钻杆丝扣完好,分析应是钻机回车后丝扣松开,导致钻杆脱落,下钻到位后先采用人工旋转的方法对扣上紧,然后开车晃动吃紧,上下活动,使孔内慢慢松动,待阻力减小后提钻,S71 钻杆 21 m、 $\varnothing 50$ mm 钻杆 2.46m、 $\varnothing 73$ mm 公锥、变丝接头 0.16 m 及 $\varnothing 75$ mm 硬质合金钻具等全部打捞上来。

2.3.2 下入硬质合金钻头捞取

操作方法与扫孔内脱落岩心相似,采用轻压、慢转的方法,把钢丝绳搅碎进入岩心管内,提钻取出。经过反复扫抓,于 2011 年 11 月 21 日将自制刷杆器、打捞钩及钢丝绳全部捞起,事故处理的第一阶段结束。

采用硬质合金钻头捞取法虽比较稳妥,不易发生次生事故,但是存在以下缺点:

(1)由于采用回转方法把钢丝绳搅碎进入岩心管内,提钻取出,每次取上钢丝绳量不多,需频繁提下钻,事故处理时间较长,费时、费力,工人劳动强度加大;

(2)频繁提下钻,在孔内反复进行抽吸,产生抽吸力,加剧了对孔壁的破坏,同时,孔内冲洗液经不停地搅动,性能遭受破坏,对孔壁的保护作用下降,导致不稳定层失稳,发生孔内坍塌;

(3)把钢丝绳搅碎后产生大量钢丝绳碎屑沉落孔底,使孔底沉渣增多,孔底情况更加复杂,并且钢丝绳碎屑较重,冲洗液不易携带排出口口。

2.3.3 修壁清渣

由于大量钢丝绳碎屑沉落孔底,加上长时间处理事故,对冲洗液、孔壁破坏严重,孔内坍塌,情况比较复杂。根据实际情况,采取以下方法修壁清渣:

(1)重新配置冲洗液,把原被破坏的冲洗液全部替换。采用优质人工钠土 + 部分水解聚丙烯酰胺 (PHP 分子量 500 万,水解度 30%) + 钠羧甲基纤维素 (Na-CMC) 为主要材料的不分散低固相泥浆体系,重新配置性能优良的低固相泥浆(见表 1 之配方一),冲孔循环,把原被破坏的冲洗液全部替换,慢慢修复孔壁。

(2)孔壁修复好后,加大冲洗液中固相含量(见表 1 之配方二),以便更有效携带孔底钢丝绳碎屑、岩粉等。

(3)2011 年 12 月 16 日冲扫孔到底,提放钻具、投放内管均正常,事故处理完毕。再次调整低固相泥浆性能(见表 1 之配方三),在确认孔内无残留钢丝绳碎屑和岩粉后,恢复正常钻进。

表 1 泥浆配方与性能

配方号	配方(每立方米加量)						性能			
	加土量 /kg	CMC /kg	植物胶 /kg	PHP /ppm	润滑剂 /kg	护壁剂 /kg	密度 /(g·cm ⁻³)	失水量/[mL· (30 min) ⁻¹]	粘度 /s	pH 值
配方一	30	1.5	1~3	100	1	2	1.02	10	22	8
配方二	45	2.5~5	1~3	100	0.5	2	1.035	10~15	23~29	8.5
配方三	30	1.0	0.5~2	100	1.5	1.5	1.02	10	20.2	8

(4)不分散低固相泥浆的优越性。

3 几点反思

分析 ZK801 孔严重孔内落物事故,其本质原因是操作者技术不熟练、经验不足、思想麻痹等,对孔内情况掌握不清、判断不当、违章操作所造成。同时,也反映了当前钻探施工与管理存在严重不足的现状。结合事故处理中发生的问题,有以下几点思考和建议:

(1)提高一线钻探工人的技术水平和业务技能、加强钻探现场管理是刻不容缓的工作。

(2)发生孔内事故后,不以事故简单而大意,首先应冷静分析事故的性质,找出事故原因,再选择比较有利的处理方法,然后进行精心操作、认真处理。

(3)在孔内事故处理过程中,要防止孔内事故复杂化。在遇到孔壁不稳定、不能连续排除事故时,应先用优质泥浆护孔,保持孔壁稳定后再处理事故,防止孔内事故复杂化;任何时候均应盖好或遮严孔口,防止再有落物掉入。

(4)分析本孔钻杆内结垢严重的原因,可以认定主要是固相控制不力致使冲洗液中固相颗粒含量过大(尽管也有孔壁坍塌引起冲洗液流动困难的因素)造成的。因此,复杂地层钻进,除必须使用能有效维护孔壁稳定、应满足实际钻进工艺(如绳索取心)要求的冲洗液外,还必须确实做好冲洗液的性能维护工作,如除砂净化等。

(5)要保证深孔钻探的顺利进行,只有开孔前设计,施工中改进,施工后总结,才能提高钻探效率和质量。深孔穿过的岩层较多,不同岩层对冲洗液的需求不同,只有具体岩层具体分析,根据不同岩层使用不同的冲洗液,才能取得较好的钻探生产效益。

(6)在矿山钻探中,冲洗液的作用至关重要,有“钻探血液”之称,其使用是否合理,直接影响着矿山钻探施工的效率、质量、安全。因此,在煤田钻探施工中应高度重视冲洗液的配制使用,加强冲洗液的管理,保证冲洗液的性能,以充分发挥冲洗液的重

要作用。

4 结语

深孔岩心钻探是一个复杂的系统工程,对其影响的因素很多,必须对钻孔过程的风险有充分的评估与认识,在钻孔过程中做到心中有数,以采取一切必要的有效措施,将风险降低到最低程度,才能安全、高效和优质地实现钻探目的。

孔内事故应重在预防。孔内事故预防应树立“不以处理了孔内事故而骄傲,应以防患事故于无形而自豪”的理念。复杂地层钻进前,就应在钻探技术方案的制定时,综合考虑预防孔内事故的措施,并以合理、有效、优化的工艺技术方法给予配合。

为了强化孔内事故的预防,要选择素质高、责任心强、技术精湛、实际操作经验丰富的同志担任机班班长,挑选文化水平较高、积极上进、工作中不怕苦的年轻技术工人充实到一线,并对机台施工人员进行岗位技术培训和施工经验交流。同时,钻探技术管理人员要深入基层,及时指导,且对矿区资料进行详细研究,对可能出现的问题提前预防,对孔内出现的问题及时做出正确判断,采取正确的有效措施,避免被动局面,确保施工顺利进行。

参考文献:

- [1] 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).
- [2] 任维焕. 柴达木盆地资源环境科学钻探工程实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 37(6).
- [3] 张长茂, 鲍洪志. 廊热 S 地热井坍塌卡钻事故的发生及处理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 35(11).
- [4] 陈金照. 大河煤田钻孔复杂因素分析及施工技术对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 37(10).
- [5] 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).
- [6] 首照兵, 章述, 向昆明. 绳索取心钻进冲洗液的性能控制技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 36(4).
- [7] 全志钢, 王禹, 杨春柳. 长白沿江矿区勘查 ZK0902 孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 38(4).
- [8] 巫相辉, 董光明. 钻井液配制技术及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 37(5).

山西省页岩气地质调查及评价项目立项

《中国矿业报》消息(2013-01-17) 经山西省煤炭地质局申请,《山西省页岩气地质调查及评价》项目近日已经山西省发改委批复同意立项。

该项目主要针对山西省重点层位页岩气、砂岩气有效层和储层的空间发育特征、综合特征进行研究,全面分析山

西省页岩气、砂岩气的资源分布及赋存情况,研究适合山西省页岩气、砂岩气气藏条件的勘探开发方法等。

据介绍,此举将有利于加快推进山西省页岩气开发步伐,更好地服务“气化山西”和山西省资源型经济转型综改区建设。