

侧钻技术在钻孔事故处理中的应用

张文英¹, 张廷茂², 吴德军³, 张宜⁴

(1. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 610081; 2. 四川省地矿局四〇三地质队, 四川 峨眉山 614200; 3. 吉林省四平地质工程勘察院, 吉林 四平 136001; 4. 中国建筑材料工业地质勘查中心四川总队, 四川 成都 610017)

摘要:介绍了用连续造斜器在水泥人工孔底侧钻绕过孔内事故钻具的原理,并通过多个工程实例阐述了侧钻技术的要点,总结的经验体会对类似工程有参考意义。

关键词:孔内事故;连续造斜器;侧钻

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)06-0010-03

Application of Sidetrack Drilling Technology in Borehole Accident/ZHANG Wen-ying¹, ZHANG Ting-mao², WU De-jun³, ZHANG Yi⁴ (1. The Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 610081, China; 2. No. 403 Geological Team of Sichuan Bureau of Geological Exploration and Exploitation of Mineral Resources, Emeishan Sichuan 614200, China; 3. Institute of Siping Geologic Engineering Exploration of Jilin Province, Siping Jilin 136001, China; 4. Sichuan Team of Geological Survey Center of China Building Materials Industry, Chengdu Sichuan 610017, China)

Abstract: This paper introduces the examples of sidetrack drilling at artificial cement hole bottom with continuous whipstock bypassing down-hole accident drilling tools and the technical points of sidetrack drilling technology.

Key words: hole accident; continuous whipstock; sidetrack drilling

钻探生产过程中,孔内事故时有发生,若是钻孔较浅或事故不太复杂,用传统方法比较容易处理,一旦钻孔较深或事故比较复杂时,用传统方法处理就很困难,费时费力,稍有不慎就会使事故进一步复杂化。因孔内事故无法处理导致钻孔报废的现象屡见不鲜,不但延缓了工程进度也造成了经济损失。笔者根据以往工作实践并结合实例,介绍侧钻技术绕过孔内事故钻具的应用,供同行参考。

1 侧钻技术原理

所谓侧钻,是在事故孔段灌注水泥建造人工孔底,然后用专业工具(如中国地质科学院探矿工艺研究所研制的LZ型连续造斜器)在水泥孔底上造斜偏出新孔转入正常钻进,达到绕过事故钻具的目的。

如图1所示,LZ型连续造斜器在孔底工作时,造斜钻头在连续切削孔底的同时也在侧向连续切削(铣削)孔壁,造斜器运动方向不断偏离原轴线,造斜器运动轨迹是一条弧线,具有如下关系:

$$\Delta\alpha = \arctg \frac{V_2}{V_1}$$

式中: $\Delta\alpha$ ——顶角瞬时增量; V_1 ——孔底切削

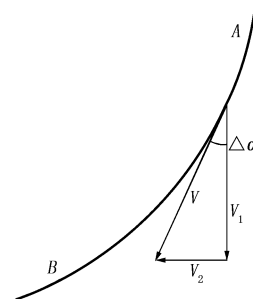


图1 切削速度比示意图

速度,m/s; V_2 ——侧向切削速度,m/s。

侧向切削速度 V_2 对孔底切削速度 V_1 的比值越大,钻孔顶角增量 $\Delta\alpha$ 越大,造斜器造斜强度也越高。这一点对水泥孔底侧钻十分重要。因为水泥孔底硬度多数情况下低于孔壁岩石硬度,如果钻头切削孔底速度很快,而侧向切削孔壁速度很慢,将出现钻头在孔壁打滑现象而导致侧钻失败,故在水泥孔底侧钻时必须提高造斜器的造斜强度,也就是提高 V_2/V_1 。提高 V_2/V_1 有以下途径:一是选用侧刃锋利造斜钻头,硬度6级以上地层用天然表镶钻头,6级以下地层用复合片钻头;二是选用合适的钻进规程:(1)钻压要大,对于LZ-73、LZ-89造斜器侧钻钻压为30~33kN,钻压越大,钻头上侧向切削力越

收稿日期:2010-12-27

作者简介:张文英(1940-),男(汉族),北京顺义人,中国地质科学院探矿工艺研究所教授级高级工程师,探矿工程专业,从事定向钻探科研开发工作,四川省成都市一环路北二段1号,zwy_iet@126.com。

大,造斜强度也越高;(2)转速要低,钻机转速 <100 r/min,低转速的目的是限制切削孔底的速度,而给钻头更多的切削孔壁的机会。

2 侧钻技术要点

2.1 建造水泥孔底

侧钻成功的先决条件是在事故钻具上部建造具有足够强度的水泥孔底,尽可能降低与孔壁岩石的硬度差,以满足侧钻要求,因此要注意以下几点:

(1)孔内灌注水泥前应清洗钻孔,把孔内泥浆或高聚物处理剂排出孔外,否则会影响水泥凝固强度。

(2)往孔内灌注水泥有2种方法:①泵送法,将水灰比0.4~0.5的纯水泥浆用泥浆泵压送到孔内预定位置,若泵压较高可以低速开车并缓慢提升钻具;②孔口灌注法,在绳索取心钻孔中,可以用较稠的水泥砂浆通过绳索取心钻杆从孔口直接灌入孔内,效果会更好。

(3)为缩短水泥凝固时间,可加速凝剂,无水氯化钙3%~5%,三乙醇胺0.1%。

(4)水泥灌注高度应在事故头以上15~20 m。

(5)水泥灌注72 h后扫孔,取出完整水泥心即可侧钻。

2.2 压浆替水量计算

灌注完毕,必须用清水将钻杆柱内的水泥浆压送到预定位置,清水压送量即灰浆替水量要准确计算,否则水泥浆被稀释将影响水泥凝结强度,不少单位注浆失败的主要原因之一就是压浆替水量计算不正确,造成浪费,也影响工期。

压浆替水量计算方法有2种:静压平衡法和排量充填法。前者要考虑孔内静水位变化,实践中不易掌握。后者只考虑钻杆柱内外水泥浆高度一致,现场便于操作。根据多年侧钻经验,推荐以下计算公式:

$$Q = Q_1 + Q_2 - 0.5Q_3$$

式中: Q ——压浆替水量,L; Q_1 ——钻杆柱内容积,L, $\varnothing 50$ m 钻杆为1.2 L/m, $\varnothing 71$ mm 绳索钻杆约2.9 L/m, $\varnothing 89$ mm 绳索钻杆约4.9 L/m; Q_2 ——地面管路容积,L,一般60~70 L; Q_3 ——灌注水泥浆体积,L。

式中 $0.5Q_3$ 的含义是水泥浆的一半注入钻孔中,另一半仍留在钻杆内,此时钻杆内外水泥浆液面高度基本一致,在钻杆提升过程中能保证水泥浆不被稀释,达到预期的注浆效果。

2.3 操作注意事项

(1)根据岩石硬度选用不同造斜钻头,钻头侧刃要锋利,较硬地层选用天然表镶钻头,中硬以下地层选用复合片钻头或自制硬质合金钻头。

(2)为防止侧钻出的新孔与事故孔段交叉,造斜器在孔内安装方向应与老孔错开。

(3)机上余尺尽量加高,只要有进尺就继续钻进,直到不进尺为止。

(4)造斜器的工作原理是钻头侧向切削孔壁,钻进参数要求大压力(28~33 kN)、低转速(<100 r/min),以增大钻头侧向切削力并提高侧向切削速度与轴向进尺速度的比值。

(5)侧钻完毕用总成1.0 m短钻具进行取心钻进2个回次,取出完整岩心后转入正常钻进。

(6)侧钻完毕转入正常钻进的初始阶段,应当低转速钻进一段时间再把转速适当提高,在绳索取心钻孔中更应如此。

3 侧钻绕过事故钻具实例

3.1 四川惠东黄坪铁矿区

2009年1~2月,四川省地矿局403队在惠东黄坪铁矿区施工ZK405孔,由于地层复杂,在孔深180、280 m处发生2次卡钻事故,均用LZ-73型造斜器侧钻绕过事故钻具(见图2)。

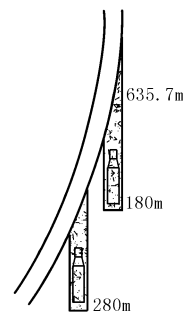


图2 惠东黄坪铁矿区ZK405孔侧钻示意图

3.2 汶川地震科钻1号孔(WFSD-1)

四川汶川“5.12”特大地震发生后,为研究地震断裂带和地震机理并捕捉余震信息,国家迅速组织实施了汶川地震断裂带科学钻探项目。项目1号孔(WFSD-1)设计孔深1200 m,由四川省地矿局403地质队承担施工任务。从孔深585 m开始进入主断裂带,主断裂带为黑色断层泥,厚约30多米,断层泥主要特点是地应力很强并且遇水膨胀,钻孔形成后迅速缩径,容易造成孔内事故。2009年3月25日在孔深625.8 m处,由于钻孔缩径发生夹钻事故,在处理过程中事故进一步复杂化,2根 $\varnothing 89$ mm取心

钻具(总长 5.53 m)和 1 个 $\text{Ø}89$ mm 套管公锥留在孔内,无法取出也无法消灭,若不采取有效措施,将影响科钻工程进度。经科钻中心专家研究,决定采用侧钻绕障方法处理。2009 年 4 月 1 日用 LZ-89 型造斜器从孔深 580.07 m 处侧钻出新孔转入正常钻进(见图 3)。

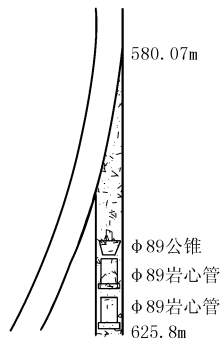


图 3 WFS-1 孔侧钻示意图

3.3 吉林通化煤矿区

2009 年吉林省地矿局四平基础工程公司在通化煤矿区施工 ZK9-02 孔,设计孔深 1000 m。2009 年 10 月在孔深 619.6m 处发生烧钻事故,处理过程中 $\text{Ø}60$ mm 钻杆被扭断,断头劈裂,事故钻具 20 多米,并且孔内留下不少碎铁皮,后用水泥封闭事故孔段。2010 年 5 月用 LZ-89 造斜器配复合片钻头在水泥孔底侧钻,自 531 ~ 534.06 m 侧钻进尺 3.06 m,成功偏出新孔转入正常钻进,至 6 月 3 日顺利终孔(见图 4)。

3.4 四川会理拉拉铜矿区

2010 年,四川省地矿局 403 地质队在四川会理拉拉铜矿区施工 ZK104 孔,设计孔深 1300 m,由于地层破碎采用 $\text{Ø}89$ mm 套管护壁,2010 年 6 月出现套管事故,上部套管被反出,下部套管留在孔内,事故头孔深 660 m,因事故套管较长,无法取出,也很难消灭,后采用 LZ-89 造斜器进行侧钻,从孔深 590 m 处偏出新孔,绕过了事故套管(见图 5)。

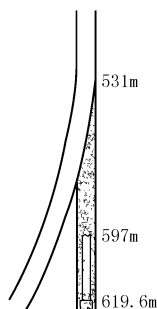


图 4 通化煤矿 ZK9-02 孔侧钻示意图

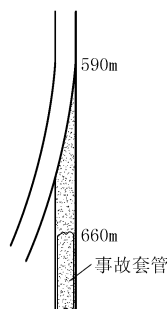


图 5 会理拉拉铜矿 ZK104 孔侧钻示意图

3.5 其他矿区

2010 年 7 月,广西核工业 310 队在湖南耒阳煤矿区施工 ZK911 孔,设计孔深 1000 m,在孔深 913 m 处发生卡钻事故, $\text{Ø}71$ mm 绳索取心事故钻具无法取出,后在孔内建造水泥孔底,从 790 m 处偏出新孔,成功绕过事故段。

2010 年 10 月,安徽省地矿局 311 队在怀宁多金属矿区施工 ZK011 孔,在孔深 784 m 处发生埋钻事故,后在 701 m 处侧钻绕障成功。

4 主要体会

(1) 水泥孔底侧钻技术,不但可以用于处理孔内复杂事故,挽救濒于报废的钻探工作量,还可以用于分支定向孔施工,补采岩矿心以及绕过急斜孔段等,具有重要推广价值。

(2) 有人担心在绳索取心钻孔中侧钻,会由于“狗腿”弯的存在而影响钻杆柱的安全,其实该担心是不必要的。本文所列举的侧钻实例如汶川地震科钻 1 号孔(WFS-1)、惠东黄坪铁矿区 ZK405 孔、会理拉拉铜矿区 ZK104 孔、耒阳煤矿区 ZK911 孔、怀宁多金属矿 ZK011 孔都是绳索取心钻孔,侧钻后都顺利转入正常钻进至终孔。实践证明,只要正确操作就能保证钻柱安全。

(3) 用侧钻技术绕过孔内事故钻具,与传统处理孔内事故方法相比具有安全、可靠、孔内不留隐患等特点,经济效益十分突出,具有重要推广价值。

参考文献:

- [1] 张文英,胡赵华. 用 LZ-73 连续造斜器攻克孔斜技术难关[J]. 探矿工程,1991,(6):46-47.
- [2] 王政先. 堵漏及封孔替浆量计算问题的商榷[J]. 探矿工程,1990,(6):10-11.
- [3] 张文英,刘卫东,赵燕来,等. 若尔盖铀矿区复杂易斜地层定向分支钻孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8):22-24.
- [4] 吴金生,宋军,尤建武,等. 汶川地震断裂带科学钻探一号孔(WFS-1)定向钻进技术的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12):20-22.
- [5] 赵均文,于志坚,邢运涛,等. 承德黑山矿区钻孔纠斜技术及防斜技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):17-21.