

# 特大涌水孔绳索取心钻探施工工艺

宋继伟

(贵州省地矿局 115 地质大队, 贵州 清镇 551400)

**摘要:**针对贵州省瓮安县老虎洞磷矿勘查工作中的部分特大涌水孔, 认真研究采用钻孔上部孔段泄水、加重泥浆、 $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具、改装 S75 绳索取心内管总成等多种钻探措施相结合, 形成了适用于特大型涌水孔的小口径绳索取心施工工艺。

**关键词:**涌水孔; 绳索取心钻具; 加重泥浆; 钻具改装

**中图分类号:** P634   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1672-7428(2010)12-0017-02

**Drilling Technology of Wire-line Coring for Super Large Water Gushing Hole/SONG Ji-wei** (115 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Qingzhen Guizhou 551400, China)

**Abstract:** Aiming at some super large water gushing holes in the exploration at Laohudong phosphate mine in Weng'an County of Guizhou Province, the top hole section of water releasing, weighted mud,  $\varnothing 56$  mm wire-line coring tool, S75 wire-line coring inner pipe assembly refitting and some drilling methods were combined to form a complete set of small diameter wire-line coring construction technology for super large gushing water.

**Key words:** water gushing hole; wire-line coring tool; weighted mud; drilling tool refitting

## 1 概述

我队正在施工的贵州省瓮安县老虎洞磷矿区勘查项目, 矿区内地下水丰富, 部分区段为承压水, 钻孔为涌水孔, 钻孔涌水量一般在 35 ~ 55 t/h, 最大涌水量 72.4 t/h。钻孔涌水给小口径绳索取心钻探带来以下困难和影响。

(1) 地面工作环境恶劣, 钻工每天淋泡在水中, 这种情形在秋、冬季显得尤为突出;

(2) 涌水量大时岩心内管无法下入孔内预定位置;

(3) 涌水冲蚀破碎段孔壁, 钻孔严重超径, 钻杆断落事故高发;

(4) 岩粉无法排出, 停钻时易发生埋钻事故。

针对这种情形, 积极采取多种措施, 经过 2 个钻孔实践, 总结了行之有效的施工工艺, 后经 5 个钻孔现场使用证明, 这些方法效果良好, 能保证钻孔顺利钻进, 保证岩心采取率。本文以该矿区较早发生涌水的 ZK805 孔施工过程为例介绍该施工工艺。

## 2 ZK805 孔地层概况

0 ~ 4.7 m, 碎石粘土; 4.7 ~ 124 m, 厚层粉晶灰岩, 节理、裂隙、溶孔发育; 124 ~ 368 m, 薄层钙质、粉砂质砂岩, 除 188 ~ 191 m 和 232 ~ 236 m 为破碎带

外, 其余岩心完整呈柱状; 368 ~ 650 m, 厚层含藻泥至粉晶白云岩, 岩心破碎, 多成碎块, 其中 535 ~ 545 m 为破碎带; 650 ~ 671 m, 厚层硅质岩, 节理、晶洞发育, 岩心破碎, 呈碎块状; 671 ~ 718 m, 厚层硅化粉晶白云岩, 节理、裂隙、晶洞发育, 岩心破碎, 多呈碎块状; 718 ~ 770 m, 薄至中厚层沙屑状白云质磷块岩, 部分矿心破碎, 呈碎块状。

该孔地层情况属中等复杂程度以上。该孔自孔深 389.67 m 处开始涌水, 更增加了钻探施工的难度。

## 3 钻进及处理过程

### 3.1 施工环境问题

该孔施工时间为 2009 年 11 月至 2010 年 1 月, 正为西南地区严寒季节, 为解决钻工施工环境问题, 主要采取了 2 方面措施:

(1) 初时涌水量较小时, 购置防水劳保棉衣;

(2) 后期涌水量较大时, 经仔细分析初期钻孔资料及岩心情况, 发现该孔 7 ~ 16 m、27 ~ 37 m 段裂隙及溶蚀孔洞尤为发育, 起先该段使用  $\varnothing 89$  mm 技术套管进行封隔护壁, 现决定起出套管, 对这两段钻孔位置所对应的套管钻花眼后重新下入, 以期起到钻孔上部孔内自动泄水的功能。花管下入后效果非

收稿日期: 2010-06-02

作者简介: 宋继伟(1982-), 男(汉族), 河北沧州人, 贵州省地矿局 115 地质大队项目经理、助理工程师, 地质工程专业, 从事钻探机具、钻探工艺研究工作, 贵州省清镇市, songjiwei8759@163.com。

常明显,孔口出水初时全部终止,后期也仅有极少量水涌出孔口。

### 3.2 解决水压力问题

#### 3.2.1 第一阶段

初涌量为 9.2 t/h,此时钻具尚能下入孔内,涌水较大时,采用  $\varnothing 50$  mm 钻杆 1 根加重跟管将岩心管送入孔底。

#### 3.2.2 第二阶段

涌水量增至 20.2 t/h,使用加重泥浆,配方为:1 m<sup>3</sup>水 + 50 kg 粘土 + 10 ~ 20 kg PAM + 30 ~ 50 kg CMC + 20 ~ 30 kg KP 共聚物 + 250 kg 重晶石粉。

泥浆性能:密度为 1.5 g/cm<sup>3</sup>;粘度为 35 ~ 45 s;失水量为 7 mL/30 min;pH 值为 7.5。同时仍用  $\varnothing 50$  mm 钻杆 1 根跟管送入内管总成。

#### 3.2.3 第三阶段

涌水量迅猛增至 34 t/h,流速约为 3.3 m/s,且呈连续上升趋势,此时仍采用上述加重泥浆配方,仅粘土粉加量增至 100 kg/m<sup>3</sup>,同时采用  $\varnothing 50$  mm 钻杆 2 根加重送管。后涌水量继续增大,不能再继续添加  $\varnothing 50$  mm 钻杆,此时加工一根  $\varnothing 56$  mm 圆钢(长 6 m,质量 84 kg)加重送管。

#### 3.2.4 第四阶段

涌水量增至 50 t/h,此时,经现场分析,如继续使用加重泥浆,大压力泵入,加重泥浆完全顺地层裂隙漏失,消耗之严重、成本之高得不偿失,但同时此时若不使用加重泥浆,即使使用圆钢也无法将内管总成送入孔底。此时不再使用泥浆,改用清水,也不再使用绳索取心,改用普通单管钻具钻进。

普通单管钻具钻进很有效地解决了涌水压力问题,但是出现新的问题:普通单管钻具在部分岩石较完整孔段能有效采取岩心,但在 350 m 以深层位岩石均比较破碎,根本无法保证岩心采取率。

经研究决定,采用  $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具完成剩余孔段钻探任务。 $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具生产已多年,对于部分非煤固体矿产勘查,在地层特性满足取样要求允许的情况下,可以使用  $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具钻进终孔。老虎洞磷矿区为已经勘查和开采了几十年的老矿区,地质资料非常丰富详尽,岩层、矿层控制性和准确性非常高,使用  $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具终孔完全能够达到地质要求。

现场使用  $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具效果极为明显,有效地降低了水压力对于钻具投放的影响,又消除了普通单管钻具岩心采取率不足的问题。

### 3.3 施工中其他问题

涌水孔除水压力对钻进造成影响之外,还为钻进施工带来了其它很多困难。

#### 3.3.1 断钻杆事故

该钻孔有 3 个破碎带,其余大部分孔段岩石非常破碎,涌水过大限制该孔不能使用常规泥浆处理,使用加重泥浆成本又太高,套管也无法正常下入,因此孔壁得不到有效保护,加之反复处理各种问题时间过长,操作过多,孔壁受到强烈扰动,在涌水冲刷和掏蚀下,形成很多严重超径孔段,断钻杆事故率非常高,发展到后来每个班次都至少发生一次断钻杆事故,钻进无法持续进行。

解决这个问题方法也是使用  $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具。直接把  $\varnothing 71$  mm 绳索取心钻杆在孔内充当套管用,解决了无法下入套管的问题,同时能很大程度上封隔涌水, $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具在  $\varnothing 71$  mm 绳索取心钻杆内钻进,安全性非常高,效果良好。

#### 3.3.2 埋钻事故

起初,据直观经验判断,涌水孔内应该是非常干净的,但恰恰在涌水孔内发生了埋钻事故。经仔细分析,发生这种问题的主要原因是该孔占最大比例的白云岩地层本身就易产生极多的岩粉,正常钻进时,泵压与岩层水压力的完全平衡是很难维持的,现场只能采用大于地层水压力的泵压,这样岩粉很直接被压入岩层裂隙中,停钻取心时,岩粉又被地层水压回孔内,几百米的岩粉累积,极易发生埋钻事故。

解决这个问题的方法:每钻进一段深度,便起一次大钻停钻等待一段时间,让岩粉自裂隙排出自然沉淀,然后下钻“干捉”岩粉。经观察,“干捉”出的岩粉非常多,而且沉淀得非常紧密,不仔细看外观上和完整的岩心没有差别,这样的岩粉如果埋钻后果非常严重。

#### 3.3.3 对抗水压力的其它方法

ZK805 孔使用  $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具是逼不得已的做法,对于不成熟矿区不能确保达到地质取样要求,同时在 600 m 以深的钻孔使用  $\varnothing 56$  mm 绳索取心钻具风险还是非常高的。

因此我们在岩层相对较完整的 ZK311 孔还是在 S75 绳索取心内管总成上做文章。主要措施包括在内管上段钻花眼泄压,同时取出绳索取心到位报信机构的阀体。因为在涌水孔内不开泵送内管总成至孔底的情况下,绳索取心的到位报信机构是完全没用的,取出阀体后,内管总成在孔内下降状态时涌

表 1 会泽铅锌矿区水平钻孔使用 PAA 泥浆情况表

孔号	设计倾角 / (°)	终孔深度 / m	地层及孔内情况	PAA 泥浆配方			使用效果
				粘土粉 / %	纯碱 / %	PAA / ‰	
DZK2053-57-1	0	210.50	白云岩、灰岩、断层交汇地带, 岩层破碎, 呈砂状, 坍塌物大量涌出	4.2~8.3	0.25~0.5	1.5~3	配合套管, 顺利通过
DZK1571-161-1	0	222.40	白云岩、灰岩, 破碎、坍塌、掉快	4.2	0.25	1.5	顺利通过
DZK1571-169-1	0	191.80	白云岩、灰岩、角砾状灰岩夹紫色页岩, 坍塌、缩径	4.2~8.3	0.25~0.5	1.5~3	配合套管, 顺利通过
DZK1571-169-2	0	307.70	白云岩、灰岩、角砾状灰岩、紫色页岩, 坍塌、缩径	4.2	0.25	1.5	配合套管, 顺利通过
DZK1211-102-1	0	200.20	白云岩、灰岩、角砾状灰岩、紫色页岩, 坍塌、缩径	4.2	0.25	1.5	顺利通过
DZK1211-102-2	0	268.80	白云岩、灰岩、泥质胶结角砾状灰岩、紫色页岩, 坍塌、缩径	4.2~8.3	0.25~0.5	1.5~3	配合套管, 顺利通过
DZK1764-042-3	0	166.10	灰岩、炭质页岩、石英砂岩, 坍塌、缩径	4.2~8.3	0.25~0.5	1.5~3	因设计修改, 停止施工

底, 只得停孔)。使用 PAA 泥浆后, 能够使有些无法施工的钻孔得以正常进行钻进, 达到地质目的。

7.2 经济效益

(1) 以 2053 中段为例, 2053 中段共计施工钻孔 2053.6 m, 报废进尺 472 m, 占 23%, 如果全年施工类似复杂的钻孔 5000 m, 则可能报废进尺 1150 m。

根据勘查公司施工钻孔的情况, 钻孔单价为 680 元/m, 则全年可节约成本 78.2 万元。

(2) 使用 PAA 泥浆增加的费用: 施工 DZK2053-57-1 孔共用去粘土粉 1550 kg, 纯碱 100 kg, PAA 50 kg, 合计 2284.85 元, 每米进尺 PAA 泥浆费用为 10.85 元/m。

通过以上分析, 使用 PAA 泥浆, 对减少孔内事故, 提高效率, 降低成本是非常有效的。

(上接第 18 页)

水可以自由通过内管总成, 同时取出这个阀体对于正常钻进没有任何影响。以上 2 个措施极大降低了内管总成在孔内下降的涌水推力, 实践证明这个方法非常成功。

上述方法在后期施工的 ZK311、ZK406、ZK510、ZK606、ZK705 等钻孔根据不同情况综合使用, 效果非常好, 能确保在大型涌水孔中实现高效率绳索取心钻进。

4 结语

(1) 使用加重泥浆是目前解决涌水孔问题、保证涌水孔孔壁完整、钻进能顺利实施的比较成熟的

8 结语

PAA 泥浆在会泽矿区水平钻孔中使用是有效的, 效益是明显的, 应推广使用。但在使用过程中存在如下问题: (1) PAA 溶解性较差, 需加热溶解; (2) 采用金刚钻钻进时, 泵压较高, 需降低粘土含量。

参考文献:

[1] 鄢泰宁. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2001.  
 [2] 地工[1982]558号, 岩心钻探规程[S].  
 [3] 裴向军. PAA 无固相冲洗液在水敏岩层钻进中的应用[J]. 地质找矿论丛, 2001, (6).  
 [4] 孙传欣. PAA 冲洗液在三山岛蚀变岩型金矿中的应用[J]. 探矿工程, 2003, (6).

技术, 但其弊端是成本太高;

(2) 其他的方法, 如果在不计较涌水对施工环境和钻孔孔壁损伤的情况下, 涌水孔钻进主要就是解决绳索钻具内管总成顺利下入孔底的问题。

参考文献:

[1] 李军勤, 张耀选. 涌水地层钻进工艺[J]. 西部探矿工程, 2002, (3).  
 [2] 张成亚. 煤田涌水孔施工实践[J]. 探矿工程, 1992, (5).  
 [3] 杨晓奇. 地质勘探金刚石岩心钻探中浅孔主体口径探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(11).  
 [4] 武汉地质学院, 等. 钻探工艺学[M]. 北京: 地质出版社, 1980.  
 [5] 张鸿雁, 等. 流体力学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.