

老挝可溶性钾镁盐矿钻探冲洗液漏失的预防与处理技术

白宝云¹, 许青海¹, 吴礼林², 刘维鹏²

(1. 青海省核工业地质局第一地质矿产勘查大队, 青海 西宁 810000; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要: 根据老挝可溶性钾镁盐矿的形成过程, 简单地分析了各个层位之间的关联性, 通过对可溶性钾镁盐矿钻探中各种冲洗液漏失现象进行分类和机理研究, 系统地提出了老挝可溶性钾镁盐矿钻探冲洗液漏失的预防和处理技术。

关键词: 可溶性钾镁盐矿; 钻探; 堵漏; 防漏; 老挝

中图分类号: P634.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)11-0014-03

Leakage Prevention of Drilling Fluid in Soluble K-Mg Salt Deposit of Laos and the Processing Technology/BAI Bao-yun¹, XU Qing-hai¹, WU Li-lin², LIU Wei-peng¹ (The Nuclear Industry Geological Bureau of Qinghai Province, the First Geological Exploration Brigade, Xining Qinghai 810000, China; 2. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: According to the formation process of soluble K-Mg salt deposit in Laos, the correlation between each horizon is simply analyzed. By the classification of different leakage and the study on the mechanism, the prevention methods of drilling fluid circulation loss in soluble K-Mg salt deposit of Laos and the processing technology are systematically put forward.

Key words: soluble K-Mg salt deposit; drilling; circulation loss control; leakage prevention; Laos

0 引言

众所周知, 冲洗液漏失是钻探施工过程中经常发生的情况, 轻微的漏失会导致钻进过程中断, 严重的漏失处理会浪费大量的人力、物力和财力。如果对漏失处理不当或者不及时, 还会诱发孔内坍塌、卡钻和埋钻等事故, 甚至导致部分孔段或全孔报废。因此, 及时有效地处理井漏是钻井施工中的一项重要工作。

钾镁盐矿属于盐类矿床, 由于盐类矿物与围岩(泥岩或石膏)的物理化学性质存在巨大差异, 以及其本身化学物理的特殊性决定了在此类矿床勘查过程中发生的漏失有其独特性。

自2007年以来, 青海省核工业地质局第一地质矿产勘查大队先后在老挝甘蒙省、波里坎塞省、万象省以及万象市进行了钾盐矿勘查, 漏失在钾镁矿勘探中是一个很常见的现象。尤其是2010年以来, 在万象市进行钻探施工时, 由于该地区的地质条件复杂, 受地质构造影响严重, 漏失孔在整个矿区达到50%以上, 并且在个别孔中出现多层不同性质的漏失, 有些孔中因漏失而引发卡钻、塌孔等孔内事故, 甚至直接影响岩矿心采取率。特别在波里坎塞省进行钻探施工时因钻孔严重漏失无法按设计继续施工, 被迫中途完工, 严重影响了该矿钻探施工效率, 造成了巨大的经济损失。为了加快勘查速度, 提高

钻探效率, 通过大量的室内试验和现场反复摸索, 研究和总结出适合钾镁盐矿的防漏和堵漏钻井液技术, 并成功地在该矿区进行应用, 取得了良好的效果。

1 矿区地质条件

老挝可溶性钾镁盐矿地层根据地质设计提供的资料进行分析, 矿区内地层主要为侏罗系、白垩系、古近系及第四系, 钾镁盐矿层在古近系古新统塔贡组盐岩段中。

通过对地质设计资料的分析, 从钻探工程地质角度出发, 钾镁盐矿的地层主要分为如下几类。

(1) 植被层和弱胶结的砂岩, 砾岩, 砂质泥岩。该层位胶结性差, 在泥浆的冲刷作用下, 易造成坍塌, 甚至出现严重埋钻现象, 并且孔段较长(最深达到60 m), 松散砂砾层中存在大量的孔隙, 易造成渗漏。

(2) 棕红色、青灰色泥岩。泥岩地层的可钻性一般在4~5级, 有些地区达到7级, 胶结性好, 该层位受地质构造影响裂隙发育, 裂隙有水平和直立2种, 容易形成渗漏和完全漏失。

(3) 石盐层。其主要组成成分为NaCl。在石盐上部由于沉积和结晶过程中形成蜂窝状空隙, 且空隙中充填气体或卤水, 钻进过程中由于该层石盐的破裂压力低, 容易造成人为漏失。

收稿日期: 2014-06-16; 修回日期: 2014-08-20

作者简介: 白宝云(1976-), 男(汉族), 青海民和人, 青海省核工业地质局第一地质矿产勘查大队钻探总工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程施工工作, 青海省西宁市生物园区经三路38号, 1006517818@qq.com。

(4)矿层。其主要组成成分为钾石盐、光卤石和少量的益晶石,这一层位在施工中可能存在的主要问题是取心问题,该层在生成过程中沉积和结晶作用下,矿层晶体致密,钻进过程中不发生漏失现象。

2 可溶性钾镁盐矿钻探主要漏失类型及机理分析

2.1 漏失类型及漏失机理简析

在老挝可溶性钾镁盐矿钻探施工过程中共完成15万m工作量,约600个钻孔,漏失情况非常普遍,尤其是在万象地区进行钻探施工时,钻孔漏失率达60%。通过统计和分析,矿区内主要漏失层位集中在上部第四系砂砾石层、泥岩段、下部泥岩(石膏)与石盐接触面及蜂窝状石盐层。从地层特点分析来看,第四系砂砾石层属于冲洪堆积物,其间存在大量的孔隙;泥岩段受构造作用裂隙发育而产生漏失,特别是泥岩或石膏与石盐的接触面上由于矿物的化学物理特性发生重大变化,造成接触面上破裂压力低下,从而极易造成人为性漏失。通过收集各个漏失孔的资料显示,各层位漏失程度并不相同,即使是同一层位,在不同钻孔的施工中漏失程度也存在很大差异,分析其漏失的类型,主要分为4个类型。

第一类为砂砾石层孔隙性漏失。主要分布在第四系覆盖层中砂砾石层,漏失多为渗漏。

第二类为泥岩段裂隙性漏失。这类漏失的漏失量主要取决于裂缝的宽度和深度,在矿区大部分钻孔表现为渗漏,个别孔表现为完全漏失。裂隙通过岩心分析后发现,有2种类型的裂隙,一种为垂直裂隙,另一种为水平裂隙。

第三类为石盐层孔隙性漏失(见图1)。主要集中在石盐层的上部,由于受古气候的影响,在石盐层结晶速度过快,盐的结晶强度和其中的水分无法完全释放,造成石盐中间存在大量的卤水和气体,同时石盐强度明显下降,在此层位容易遭到泥浆的破坏而形成漏失。

第四类为石盐层与石膏(或泥岩)的接触面压裂性漏失(见图2)。由于在地层沉积过程中石膏与石盐在化学物理特性方面存在巨大的差异,所以后期的沉积过程中相互之间不能完全粘合形成整体,同时由于石盐顶部在沉积过程中产生大量的水分,使石膏和泥岩长期受水的渗透和氧化作用而变得松软,极易压裂,产生人为性漏失。

2.2 漏失预防及处理技术

2.2.1 漏失预防措施

通过对可溶性钾镁盐矿的沉积形成过程来分析,



图1 石盐层孔隙形态



图2 石盐层与石膏(或泥岩)的接触面形态

钾镁盐矿的各个岩层中富含盐类矿物,而盐类矿物又极易溶于水,并且各种盐类矿物在水中的溶解度不一致,可溶性钾镁盐矿的漏失很大程度上受到盐类矿物的化学物理特性和影响。通过室内试验以及野外生产实践的总结,可溶性钾镁盐矿中冲洗液漏失预防的重点是围绕着降低钾镁盐矿中盐类矿物(NaCl、钾石盐、光卤石)的溶解。

漏失的预防主要通过4个方面的措施进行,分别是采用合理的钻孔结构设计;调整泥浆性能降低孔内压力和地层的破坏;减少压力激动造成的破坏;随钻防漏。

(1)合理的钻孔结构设计是预防漏失最基本最主要的环节。

实践证明,在钾镁盐矿钻探过程中,采用比较大的环状间隙有利于降低孔内冲洗液的循环压力达到预防漏失的目的。我们在施工过程中结合甲方的技术要求采用了 $\varnothing 108$ mm 钻具 + $\varnothing 120$ mm 钻头,较之前使用的 $\varnothing 108$ mm 钻具 + $\varnothing 113$ mm 钻头组合,有效地降低了漏失发生的次数。

(2)通过调整冲洗液性能降低对地层的破坏。

①在钻进至含盐的泥岩前期,对冲洗液进行调整,即提前采用半饱和盐泥浆体系进行钻进;②在满足携粉要求的前提下,降低冲洗液泵排量;③优化冲洗液流变参数,满足携粉要求的前提下降低冲洗液粘度,尤其要调整好冲洗液动切力;④在泥岩段钻进时,添加降失水剂降低冲洗液的滤失量,同时防止因厚泥饼造成环空间隙减小;⑤由于钻进的地层中富含盐类矿物,且盐类矿物易溶于水,所以在钻进石盐层上部时要提前对冲洗液进行调整,使冲洗液中的盐达到饱和状态,以防止冲洗液对地层中盐类矿的溶解造成地层破坏产生漏失。

(3)减少孔内压力“激动”造成对孔壁的破坏。

①在确保冲洗液悬浮性能的前提下,尽可能降低冲洗液的静切力;②裸眼内起下钻,必须控制起下钻速度;下钻遇阻时要划眼,严禁强下;下钻前,根据需要可先开泵循环一段时间;下钻到底后在开泥浆泵前,首先缓慢转动钻具,然后采用低泵量冲孔,减轻井底压力“激动”。

(4)随钻堵漏。

除了调整冲洗液的常规性能进行防漏外,钻进至可能发生漏失的地层或发生渗漏时,可在冲洗液中加入适宜防漏材料进行防漏。

2.2.2 漏失处理方案

发生孔内漏失时,首先应根据地质构造特征、地层岩性特性、地层压力系数、冲洗液密度、漏失速度等综合分析漏失发生的原因,确定漏失层位、类型及程度,对漏点和漏失特性做出正确判断,然后采取针对性强的堵漏措施,进行堵漏施工。

(1)第四系砂砾层孔隙性漏失。

针对这一层砂砾石松散弱胶结的特点,钻进时常伴随有掉块和坍塌现象的存在,应增加冲洗液的粘度和密度,主要是添加膨润土和 Na - CMC(或植物胶),根据需要可以添加适量的水泥,以达到增加粘度的同时增加密度。

(2)泥岩段裂隙性漏失。

这种漏失的大小往往取决于裂隙的大小,在不同的钻孔中漏失量也不尽相同。在发生小的渗漏

时,可采用随钻堵漏的方法,首先应尽可能降低泥浆的密度和增加泥浆的粘度,同时加入各种比例的惰性堵漏材料进行。一旦发生大的完全漏失时需要进行静止堵漏,主要采用2种方法:一种是水泥 + 石膏胶状封隔液进行;另一种是水泥浆 + 膨润土 + 植物胶 + PAM 进行。在这2种方法中可根据裂隙的大小添加惰性材料(如砂石、锯末等)。

(3)石盐层孔隙性漏失。

这种漏失的性质与盐类矿的溶解性有着密切的联系,所以采取的堵漏措施必须先要防止盐矿物的进一步溶解。这种漏失基本上是属于渗漏或人为破坏性漏失,堵漏方法主要采用盐 + 水泥 + PAM + 石膏 + 适量的惰性材料的方法。

(4)泥岩(或石膏)与石盐接触面人为漏失。

这类漏失主要受沉积过程的影响,泥岩和石膏的强度下降,容易在泥浆的液柱压力下遭到破坏,形成人为漏失。这类漏失处理需要在堵漏的同时增加地层破裂压力,可以结合采用纯水泥浆液 + 石膏 + 惰性材料(砂石等)进行静止堵漏。在采用此方法时水泥浆液的粘度不能过大,泵入时采用小泵量进行。孔内若存在高液柱面时可采用承压式强行破坏地层进行堵漏,这样堵漏效果更佳。

3 结语

(1)可溶性钾镁盐钻探施工过程中,发生的冲洗液漏失种类复杂多样,预防和堵漏的技术需针对具体漏失特点,有针对性地选择。

(2)可溶性钾镁盐矿地质条件的特殊性,即地层中盐类矿物的多样性和溶解性的多样性,是预防漏失和处理漏失的关键,因此在进行防漏堵漏方案设计时需要进行抗盐性的分析。

(3)通过以上技术措施实施,在老挝钾镁盐矿钻探施工过程中,大大地减少了因冲洗液漏失产生的辅助时间,提高了钻探效率。

参考文献:

- [1] 宫述林,赵光贞,栾元滇,等. 钾盐矿床钻探工艺技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7):25-28.
- [2] 刘维鹏,许青海,白宝云. 可溶性固体钾镁盐矿工程地质特征分析及钻探技术探索[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(8):11-14.
- [3] 赵河江. 老挝可溶性矿床钻探无固相饱和盐水钻井液护壁技术和堵漏方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(10):20-22.
- [4] 张庆海,等. 盐矿钻探技术与工艺[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [5] 曾祥熹,等. 钻孔护壁堵漏原理[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [6] 张成亚,夏柏如. 境外某钾镁盐矿钻井液试验与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(12):16-18.