

复杂地层取心堵心原因及预防措施研究

Study on causes and preventive measures of coring and plugging in complex formation

张建国(中国煤炭地质总局广东煤炭地质局勘查院, 广东 广州 510440)

摘要:本文通过广泛调研、现场试验等方式,对复杂地层条件下的取心堵心问题进行了深入研究,分析造成取心堵心的影响因素及主要原因,针对性提出预防措施,并对取心管理工作进行一定优化,有效提升了复杂地层的取心效率。

关键词:复杂地层;取心;钻进

Abstract:In this paper, through extensive research, field tests and other means, the problem of coring and plugging in complex formation is deeply studied, the influencing factors and main causes of coring plugging were analyzed, the preventive measures are put forward and the coring management is optimized, which effectively improves the coring efficiency of complex formation.

Key words: complex formation; core-taking; get into

1 前言

岩心是矿产资源开发过程中了解矿产资源分布和强度、成分等信息的第一手资料,取心作为拿到岩心最直接有效的方式,是地质找矿、详查钻探施工的必用手段,取心的准确程度决定着地质找矿、地质详查的准确程度。但在遇到节理发育、松散破碎、岩体松软等情况时,容易发生钻进堵心和退钻脱落等情况,导致取心率低,影响工程进度、取心质量。因此,深入研究取心堵心问题,对现有钻具优化提供数据参考,针对性地提出堵心预防措施,为复杂地层条件下的取心工作提供参考。

2 堵心地质特征

通过研究对比大量取心堵心情况,堵心是复杂地层取心工作的常见问题,且易发生堵心的复杂地层具有相互类似的岩体赋存情况,往往出现在泥岩、页岩夹层较厚,砂砾岩尤其是破碎程度较高的地层区域,部分堵心情况比较严重,且出现概率较高。

从取心的种类及区域分布来看,取心目标岩层及取心地区、地质类型相互有较大差别,但堵心情况发生时所处的地层具有高度相似性,往往呈现出岩层裂隙较为发育,有的出现泥化现象,有的破碎程度较高,或者岩层质地松软、含水比例大,该类型地层条件下的钻进难以形成柱状岩心,钻头内部往往形成间断的岩块、空隙分布,且呈劈裂状。有些区域地层泥化严重,岩心因吸水膨胀,最终变形破裂,也会形成堵心情况发生。

3 堵心成因分析

3.1 地质原因

根据上述分析可知,造成堵心的大多数原因都是因

文章编号:

1672-609X(2021)01-0052-04

中图分类号: P634.8

文献标志码: A

作者简介: 张建国(1964-),男,广东省清远市人,本科,高级工程师,主要从事地质勘查及综合研究工作。

为复杂地层条件下,出现岩体松软、破碎、胶结化等情况,最终导致岩泥被挤入钻头空心部位,或是堵住钻具管状结构,造成堵心。

3.2 钻具原因

因为取心工作要求,复杂地层取心时常用的钻头有单动双管、单动三管等类型,其结构上均为双管结构,正常情况下,岩心与钻头或内管之间有一定间隙,但在遇到软岩、岩心破裂、遇水膨胀、岩心振动粉碎等情况时,岩泥会进入缝隙,导致缝隙被迅速填充,最终钻具堵心,若不能及时发现,很容易造成钻头磨损严重、钻杆扭断的情况^[1-2]。

最常发生堵心的位置有两处,一是钻头内台阶和钻杆内管的接口卡簧与岩心的间隙处,另一处是钻杆内管和岩心的间隙处,钻具堵心具体位置如图1所示。其中,发生第一处堵心主要是因为卡簧内表面有纹路或浅槽,岩心转动经过时,容易被击打、摩擦,在岩体强度不高的情况下,容易粉碎或卡死,造成堵心;第二处主要是因为钻具内管表面本身未经处理,较为粗糙,且直径小、长度大,岩心与管壁摩擦形成的泥水、粉末等会增大堵心的可能心,加之内管易发生弯折,导致内管处堵心。

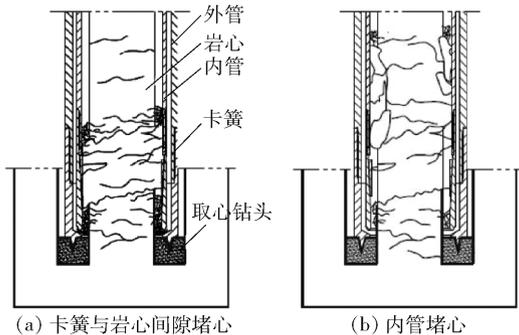


图1 钻具堵心示意图

3.3 施工管理水平

堵心的发生,若能及时发现并通过调整转速、扭矩等参数及时处理,可以有效避免或延迟堵心情况的发生,更可以有效避免钻具的破坏。若工人在施工过程中,能及时发现扭力变化,或根据岩心情况提前判断复杂地层的出现位置,采取应对措施,可以有效减少堵心情况的发生。

4 堵心预防措施

4.1 优化钻头

根据复杂地层取心时钻头处易发生堵心类型的情况,考虑在钻头内部平整度、防进水、施工管理、钻进效率方面进行优化。在遇到复杂地层取

心施工时,应选择钻头质量较高、强度较大、内外光滑度高的钻头,若市场上钻头无法满足施工现场需求,则通过二次加工,增加钻头内部光滑度。为防止部分易膨胀岩体出现遇水膨胀,钻头的选择以隔液式为主,在钻头释放冲洗液时,冲洗液可从钻头侧面或底部喷入,减少冲洗液对岩心的冲刷,尤其在遇到松散破碎程度高或是遇水膨胀性较强的岩体,可有效防止岩体水化膨胀,造成堵心情况发生。施工管理方面,应坚持“预防为主、防治结合”的原则,加强对取心前期的准备及取心时的管理工作。在施工前,应尽可能收集附近区域钻探施工的详细资料,对地层分布做到心中有数,对复杂地层提前做好防堵心预案措施,选择合适的钻头及参数,采用最适合的钻进速度及扭力,以提高取心成功率^[3-4]。

4.2 优化钻具

1) 堵心预警

为了在发生堵心情况时,及时发现堵心严重程度并及时干预,可考虑通过在钻具内布置传感器等方法实现堵心的预警功能,防止在堵心发生后,未能察觉而继续施工钻进,造成岩心被挤压、磨碎,甚至导致钻头被磨损、损坏。堵心时,因岩心的挤压受力,传递至内管,内管受力向上位移,进而推动阀体移动,造成钻具或内管局部位置断面减小,致使冲洗液流动阻力增大,反映到注液泵处表现为液压增大,压力表读数增大,利用此原理,可通过在压力表处设置传感器、报警装置,设置预警值,当压力增大到某一数值后,报警装置启动,发出预警。当然,注液泵压力过大的原因,也可能是因为钻孔受压变形、岩体膨胀变形挤压等引起,但无论是哪种原因造成预警发出,终究是有破坏取心完整度的情况发生,都应及时退钻取心,防治丢心或岩心挤压磨损^[5-8]。

2) 内管优化

内管是发生堵心的另一高频位置,若性能较弱,极易发生堵心。钻具的内管一方面是存放岩心的容器,与岩心的接触时间最长,要足够光滑,避免岩心进入时阻力过大;另一方面还要传递动力,要有足够强度,抗弯、抗扭,防止因为内管变形、弯折导致的岩心断裂、劈裂情况发生。

优化内管方式有以下几种,第一,提高岩心光滑度的方法,主要是减小阻力的处理,可以通过增加内管内表面喷涂光滑涂层、二次加工打磨光滑等方式,

降低内管内表面的摩擦系数,最大可能降低岩心进入时的阻力,防止堵心。增加涂层的方式方法有多种,目前使用较多的效果较好的喷涂产品有类金刚石碳涂层、钨合金涂层、聚四氟乙烯等,通过电镀、高温喷涂等加工过程,将涂层材料附着在内管内表面。涂层在降低摩擦阻力的同时,可有效增加内管的隔水能力,可提升内管防锈蚀、耐磨等性能,在深部取心岩体温度较高时,还可以有效隔绝热量。对于提高强度方面,通过选用密度小、强度高的合金材料,或通过在管内表面设置低密度螺纹等方式,增加内管抗弯性能,防止堵心情况发生。在内管的现场管理方面,要杜绝施工时为了取心或退钻,就大力敲击内管外表,以求振动退钻、取心,要通过增加液压或水力取心设备,预防破坏内管的行为发生,同时,可以有效增加取心完整度。第二,解决堵心可用的方法还有多层衬管式差动设计,当内管发生堵心时,岩心可以带动最内层衬套旋转上移,内管液压随之发生变化,进而通过注液泵的液压变化来判断堵心是否已经被消除,通过这种方式,有效利用内管内部空间,设置多层衬套,可连续多次解决堵心的自动解除,防止堵心情况发生^[9]。

3) 单动机构优化

单动机构的性能对取心性能的可靠性具有决定性作用。单动机构性能差的话,在取心时,内管会与外管同步转动,在复杂地层取心条件下,内外双管的振动旋转,会加快岩心的破碎速度,若岩体强度较小、破碎程度较高时,还会加速挤压、填充缝隙,致使岩心最终与内管成为一体,形成堵心。而且,内外管的同步转动,会造成内管与岩心、以及岩心破碎后的块状相互摩擦碰撞,给内管造成破坏,降低使用寿命。

优化单动结构的方式有以下几种,一是在钻具中下位置布置内管校正装置,通过配置较小的旋转阻力,使内管及单动机构同向同转,提升同心转动时间,以此来提高轴承的作用,内外管的相对稳定转动,也使得岩心进入内管更加容易。二是为了降低内管中心不稳造成的位置偏移现象,可考虑使用二级单动机构,通过降低内管随外管旋转的概率,来提高单动机构的可靠性。三是确保每次取心工作结束后,及时查看单动机构轴承的磨损情况,若出现磨损过度或痕迹较重情况,应及时更换轴承,以防出现因单动机构卡死造成堵心或磨损。

4) 割心机构优化

通常情况下,钻具的割心机构往往是由卡簧、岩心爪、拦簧等配件,以及组合形式构成,尤其是在复杂地层取心时,这些部件成为必备。这些部件在与内管搭配设置时,应尽可能地防止台阶、凹槽等不平滑的形状出现,避免因割心机构的布置失误,导致岩心进入内管受阻。可考虑采用隐藏式的布置,降低割心机构阻碍岩心进入的可能性,避免堵心情况发生。

4.3 冲洗液性能优化

在钻具中喷入冲洗液的目的,主要是为了清洁孔底、带走岩屑、冷却钻头、润滑钻具、保护孔壁。尤其是在复杂地层取心时,防止因钻进或岩心破碎形成的岩屑、岩粉、岩泥等沉淀至缝隙,造成岩心移动受阻、形成堵心。在遇到泥岩、页岩、煤层等易遇水膨胀的岩体内钻进时,冲洗液可以有效防止岩心遇水膨胀、胀大、变形开裂,进而有效防止堵心情况发生。优化方式:向冲洗液中添加滤失量小的钾基冲洗液、LBM 冲洗液等,以提升冲洗液对水化作用的抑制效果。

4.4 取心工艺优化

通过大量的实践案例分析可知,从取心施工开始到堵心状况出现,堵心的位置、时间、方式各式各样,但其中的共同点就是,岩心在管内已存入足够长度、保留足够长时间,以致被损坏的概率增大。复杂地层取心时,施工本身就存在很多不确定因素,若岩心在内管储存时间太长,必然会引起破坏,降低取心质量,因此,有效预防堵心,是提高取心效率、提高取心质量的必然选择。在复杂地层进行取心作业时,要提前做好预防措施,想方设法获取类似地层的地质详查资料,提出针对性的预案措施。在施工过程中,要根据地层实际,不断调整转速、注液压力、取心间隔等参数,做到工艺随实际因地制宜。在软岩内钻进时,要尽可能降低转速,防止速度过快造成岩心的挤压破坏。在相对破碎、裂隙发育的地层钻进时,要降低钻压,以免完整的岩心受压破坏,同时也要降低转速,防止大幅度振动造成的岩心破碎。泵量也应随着钻进进度做对应调整,强度较大区域钻进时可适当增大泵量,以获取足够冲击力,在采用隔液钻头情况下,可根据实际需要调整泵量,但遇到松散破碎地层时,要适当降低泵量,以防岩心被冲击破碎。取心施工过程要做好现场管理,实时观察钻进效率变化,通过岩屑上返情况及时作出调整,若钻进变

慢、上返量增大,要考虑堵心的可能性,随之改变钻压、转速。若判定堵心情况发生,要及时停止作业、退钻取心,以防磨损钻头、磨损岩心。割心作业要尽可能地选择岩心状态较好且较为完成的区段,防止脱落。取心退钻要慢、稳,防止过快造成的振动,导致岩心破坏或脱落。总之,在复杂地层条件下的取心工作,要按实际情况,做好预案,及时调整相关参数,做好现场管理,不断改善施工工艺,进一步预防堵心情况发生。

5 结论

通过对复杂地层条件下的取心作业进行全方位的研究分析,归纳概括出发生堵心的主要特征及重点因素,从优化钻头、优化钻具、优化冲洗液、优化施工工艺等多个方面对防止堵心情况的发生提出了具体措施。

(1)堵心是复杂地层取心作业施工时最为常见的问题之一,发生概率较大,尤其是在遇到松散破碎、软弱变形、水敏岩体等地层时发生堵心的概率更大。

(2)根据实践数据,堵心的主要发生位置,集中在岩心与钻头、岩心与内管间,主要是因为岩心因振动或其他原因导致破碎、泥化现象,使岩心进入钻头或内管阻力增大,在持续的旋进压力下,缝隙被不断填充,最终导致堵心。

(3)复杂地层取心施工时,可选用隔液设计的钻头,能有效降低冲洗液浸泡、冲蚀岩心的概率,选用水化抑制性能较好的冲洗液,对水化膨胀岩体下

的取心有利,能减少堵心出现。

(4)要避免堵心发生,需要在施工管理策略上,以预防为主、防治结合,加强对施工现场的把控,随钻进进度及地层岩性变化,及时调整相关参数,不断改良施工工艺,有效防止堵心发生,从而提高回次进尺长度及取心钻进效率。

[参考文献]

- [1] 张鹏. 复杂地层绳索取心钻具的研制[D]. 北京:中国地质大学(北京),2014.
- [2] 孟庆鸿. 松科1井复杂地层取心钻具及泥浆优化设计和应用研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2011.
- [3] 艾春娟. 复杂地层中深部绳索取心钻杆及钻具的改进研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2005.
- [4] 胡继良. 复杂地层地质钻探冲洗液研究与应用[D]. 北京:中国地质大学(北京),2012.
- [5] 李鑫淼,李宽,梁健,等. 复杂地层取心钻进堵心原因分析及其预防措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(12):12-15.
- [6] 孙建华,张永勤,赵海涛,等. 复杂地层中深孔绳索取心钻探技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006(5):46-50.
- [7] 孙建华. 大深度复杂地层绳索取心钻探技术[J]. 地质装备,2008(4):19-21,16.
- [8] 张益飞,王国平,王建,等. 复杂地层工程勘察取心钻进技术应用实践[J]. 能源技术与管理,2014,39(6):153-155.
- [9] 辛喜胜. 复杂地层中深孔绳索取心钻探技术对策[J]. 价值工程,2011,30(5):67.