

乌兰哈夏煤田灭火工程复杂地层钻进施工技术

陈磊, 王军

(新疆地矿局第七地质大队, 新疆 乌苏 833000)

摘要:煤田火区烧变岩地层复杂, 松散破碎、裂隙发育、胶结性差, 且温度高。钻进过程中会遇到钻孔漏失、掉块、坍塌, 施工效率低、成本高, 施工质量难以保证。更严重的是高温伤人、伤物等施工技术和安全问题。针对该工程钻进施工技术难题, 采用空气潜孔锤跟管钻进工艺, 并结合钻孔高温护壁的施工方案, 有效地解决了煤田灭火工程钻进施工难题, 降低了钻进施工成本, 提高了工程施工质量, 为煤田灭火工程探索出了安全有效的钻进工艺。

关键词:煤田灭火工程; 复杂地层护壁; 空气潜孔锤跟管钻进

中图分类号: P634 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2017)12-0048-06

Drilling Construction Technology in Complex Formation for Wulanhaxia Coal Field Fire Extinguishing Engineering/CHEN Lei, WANG Jun (The Seventh Geological Brigade of Xinjiang Geology and Minerals Bureau, Wusu Xinjiang 833000, China)

Abstract: The complicated burnt rock formation in coal field firing zone is loose and fractured with fracture development, poor cementation and high formation temperature. Lost circulation, block falling and collapse are often encountered in drilling process, which lead to low construction efficiency and high cost; it is difficult to ensure the construction quality. And what are more serious are the challenges to construction technology and the people's safety under the condition of high temperature. Aiming at this, by the combination of the technology of air DTH drilling with casing and the scheme of wall protection for high temperature drilling, the construction difficulties in coal field fire extinguishing engineering are effectively solved. The construction quality is improved and the drilling cost is reduced, this valuable drilling process is developed for coalfield fire extinguishing construction.

Key words: coal field fire extinguishing engineering; wall protection in complex formation; air DTH drilling with casing

新疆的煤炭资源十分丰富, 其预测储量达 1.8 万亿吨, 占全国预测储量的 40.6%。由于新疆区域地质构造的复杂性, 大陆性干旱气候的特殊性, 早期采煤工艺的落后等原因, 导致新疆煤田火灾相当严重。火区面积之大, 分布之广, 燃烧历史之长堪称世界之最。乌兰哈夏煤田位于新疆和布克赛尔蒙古自治县和什托洛盖镇, 因早期小煤窑的非法开采, 引发煤田火灾, 火区地表多处可见明火, 在火区北部有多个塌陷坑; 着火时间较早的火区南部可见煤层燃烧过的红色烧变岩露头。

通常煤田灭火工程有五大工序: 剥离, 钻探, 注水, 注浆, 覆盖, 其中钻探工作是灭火工程的核心, 而煤田火区地层的特殊性给钻探工作带来了严峻的考验。

1 火区地层概况及施工难点

1.1 地层概况

火区钻探揭露地层自上而下依次为: 砂土堆填层 - 泥岩 - 烧变岩 - 煤层 - 烧变岩 - 砂岩 - 煤层 -

砂岩。烧变岩是由于煤层燃烧后, 岩层受高温烘烤形成浅红色、砖红色岩石, 主要构造特点是既有高温烧结作用使岩石物理性质发生变化, 产生了类似构造运动的张力、剪力作用, 岩层发生变形, 产生裂隙、裂缝; 又有长年累月的空气、地下水侵蚀作用, 岩石胶结性差, 松散破碎(见图 1)。

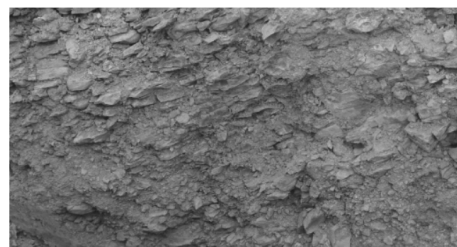


图 1 火区地表探槽(烧变岩)

1.2 施工难点

(1) 烧变岩硬脆、破碎, 裂隙发育, 钻孔坍塌、掉块、漏失严重, 钻进时易卡、埋钻。

(2) 钻进重复破碎, 钻屑难以清除, 钻进效率

收稿日期: 2017-08-21; 修回日期: 2017-09-06

作者简介: 陈磊, 男, 汉族, 1986年生, 勘查技术与工程专业, 从事钻探技术与管理工作, 新疆乌苏市乌鲁木齐北路 128 号。

低,施工成本高。

(3)孔壁极易失稳,掉块、坍塌严重,生产花管下入困难,施工质量很难保证。

(4)火区地表温度最高可达328℃,地下着火点温度最高可达800℃。施工时易发生爆喷、烫伤等安全事故,同时也会产生钻杆熔断变形等钻探事故,使得钻探施工风险进一步增大。

2 历年钻探施工概况

在历年的该工区勘察钻探施工中,主要采用了以下2种钻进施工技术,但施工效果并不理想。其表现为施工效率低,施工成本高,钻孔质量不好保证。

(1)全面钻进。一般采用泥浆护壁,牙轮钻头快速全面钻进完孔的方法。该施工工艺的特点是钻进效率低、成本高、钻孔施工质量差。

(2)跟管钻进。主要采用进口大功率双动力头钻机,边钻进边跟管施工的方法。该工艺的优点是钻孔施工成功率高;缺点是钻进效率较低、成本高。

虽然针对煤田灭火钻探施工有很多技术方法,但目前仍未有一个行之有效的解决办法。关键是应将高效率碎岩技术与有效的护壁技术结合起来,提高钻孔施工质量,降低生产成本。

3 钻进施工工艺

由于空气潜孔锤钻进施工工艺效率高、成本低,空气对地层原始物性参数影响小,可省去钻孔测温等待时间(钻孔成孔后需进行测温工作,使用液相介质钻进,必须等待24h钻孔温度稳定后方可测

温,根据温度变化情况才能确定钻孔是否达到目的),而且空气比液体的膨胀系数小,在高温情况下施工更加安全。因此空气潜孔锤钻进工艺在火区钻探施工优势明显。所以根据火区的地质和工程特点,将常规的空气潜孔锤施工工艺进行优化,就可有效形成煤田灭火工程比较理想的施工工艺。

3.1 钻孔布置

根据地质技术设计要求,在火区边界范围内划分6条勘探线,东西走向,每条勘探线间距4m,勘探线上孔间距8m,钻孔呈三花状。每条勘探线钻孔设计深度依次为15、20、25、30、35、40m。计划施工钻孔190个,总进尺5000m。

3.2 钻进设备及机具

根据地层情况和工区特点选择钻机、空压机、套管起拔设备以及钻进机具,钻进设备及机具的选型直接关系到施工效率高低和钻孔施工质量的优劣。

3.2.1 钻机

选用钻机主要从钻机能力,经济能耗、施工效率等因素综合考虑,主要特点是机动性强,搬迁方便;采用顶部驱动,升降钻具速度快,正向、倒向划眼可靠,防止卡钻,节省大量辅助时间;长行程给进方式,满足了易塌地层的划眼护壁要求;液压传动钻机部件间使用管路连接,便于改装,可以按使用要求方便地增设不同机构。

因火区地层复杂,钻孔数量多,施工中会遇到各种工况,因此根据实际施工情况,应用多类型钻机组合有助于提高钻孔施工生产效率,降低生产成本。钻机型号及参数见表1。

表1 钻机型号及参数

项目	型号	钻孔直径/mm	最大钻深/m	回转扭矩/(N·m)	回转转速/(r·min ⁻¹)	最大推进力/kN	提升力/kN	推进行程/mm	发动机功率/kW	工作压力/MPa	推进方式	备注
潜孔钻机	KG950B	80~150	70	1400	0~70	10	15	3000	50	0.7~1.8	油缸-链条	可跟管
车载钻机	150B	80~150	150	3000	0~70	40	80	5000	85	0.7~1.5	油缸-链条	不可跟管
水井钻机	HJG-W300C	105~311	300	4400	0~100	60	120	3700	93	1.05~2.46	油缸-钢绳	可跟管

3.2.2 空压机

空压机是空气钻进系统的核心设备,是潜孔锤工作的动力来源,其选型直接影响到施工成本,钻进效率和钻进深度。在空气潜孔锤钻进中使用的空压机一般都为容积结构,以活塞式和螺杆式较为普遍。其中螺杆式空压机因维护维修成本低,工作稳定最为常用。空压机的选用原则,首先要满足潜孔锤所需的最小风压和风量的需要,其次要满足钻屑的上

返要求。工区选用空压机型号及参数见表2。

表2 空压机型号及参数

项目	型号	压缩机形式	公称容积流量/(m ³ ·min ⁻¹)	额定排气压力/MPa	发动机功率/kW	备注
烟台群效	2W-12.5/8	活塞式	10/12.5	0.8/1.2	85	国产车载
LG开山	CY-15/13	双螺杆	15	1.3	177	国产机
英格索兰	XHP1070	双螺杆	30.3	2.4	347	进口

3.2.3 潜孔锤

空气钻进冲击碎岩的能量是由潜孔锤提供的,潜孔锤的选择与钻孔效率、施工质量密切相关。从使用的角度出发,工程中选择潜孔锤主要考虑钻进效率及使用寿命。我们在施工中选用了国内外技术

比较成熟的冲击器,空气潜孔锤钻进选用宣化中潜、阿特拉斯和天瑞重工等厂家的冲击器,使用效果较好。潜孔锤型号及参数见表3。

3.2.4 钻头

表3 潜孔锤型号及相关参数

项目	型号	生产厂家	工作压力/MPa	耗气量/(m ³ ·min ⁻¹)	长度/mm	配套钻头直径/mm	外径/mm	冲击频率/Hz
中风压潜孔锤	110W	宣化中潜	0.8~1.2	7~12	932	110~130	98	14~18
高压潜孔锤	DHD340A	阿特拉斯	0.7~2.1	3.5~18	1138	130~155	92	14~25
	TRC55G	天瑞重工	1.0~2.5	7~19	1110	130~155	110	16~30

空气潜孔锤冲击钻头是一种用冷压方法在钻头体中镶嵌一定数量柱齿的钻头,柱齿由硬质合金及金刚石复合材料制成。

常规施工中选用的钻头为平面弹头齿型钻头,其工作特点是钻头齿与岩石的接触面积较小,有利于入岩,因此钻速较快,并且有利于节省材料和动力,在破碎和裂隙性以及岩性多变的岩层钻进中有良好的效果。

空气潜孔锤跟管钻进采用同心跟管潜孔锤钻头(见图2),钻头可回收,回收口径130 mm,展开口径为152 mm。钻头为平面弹头齿型,与常规钻头不同的是,钻头中心为弹头齿,边刃为半球齿。目的是为了加强钻头的抗径向磨损能力。

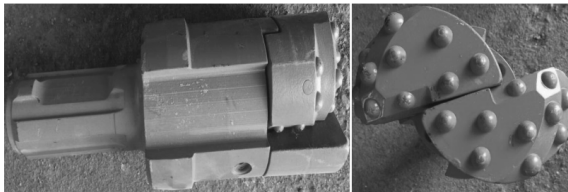


图2 同心跟管潜孔锤钻头

该灭火工程下入的生产花管口径为91 mm,为增加下管的成功率,施工尽可能选用较大口径冲击钻头,实际生产中主要使用的钻头口径为115、130、152 mm。

3.3 施工工艺组合

由于火区钻孔数量众多,各钻孔煤层燃烧情况并不均匀,钻孔烧变岩层的高温破碎程度也不相同;在钻探施工过程中,同步进行连续注水降温工作,因钻孔间火烧层大裂隙是相互连接的,这样在已施工钻孔注水时就会对相邻钻孔施工产生很大影响。因此对各条带、各方位钻孔施工所采用的工艺组合,施工顺序一定要进行周密的设计。

将钻孔按孔深、施工机械等要素分为3组(见

表4),在施工中根据设计钻孔参数和相邻钻孔情况,合理安排施工工艺组合及施工顺序,以利于降低施工成本,提高施工效率和质量。

表4 钻孔施工工艺组合

序 号	孔深/ m	施工工艺组合		孔径/ mm	施工 方法	钻孔情况
		钻机型号	潜孔锤			
1	10~25	KG950B/150B	中风压	115/130	常规	轻微漏失/大量漏失
		KG950B	中风压	152	跟管	完全漏失/孔内有水
		150B	中风压	130	常规	轻微漏失
2	25~40	HJG-W300C	高压风	130	常规	轻微漏失/大量漏失
			高压风	152	跟管	完全漏失/孔内有水
3	>40	HJG-W300C	高压风	152	跟管	漏失/孔内有水

(1)相对完整、深度浅、漏失轻微的钻孔,采用风量较小的空压机和功耗低的钻机施工,以节省成本。

(2)工区地层漏失情况反映了地层的破碎程度,破碎漏失严重时,孔内风压损失急剧增大,采用高风量空压机和大能力的钻机,可降低卡埋钻事故风险。

(3)连续降温注水会使钻孔之间沿裂隙窜水,而孔内有水会使钻屑粘附成团和上返背压增加,造成钻屑难以排出。遇到此类情况,一是对钻孔施工与降温注水工作进度差,如何防止注水影响周围钻孔施工;二是平行于火区煤层走向施工;三是遇到完全漏失及地下有水钻孔群,开孔直接采用空气潜孔锤跟管钻进施工工艺。

3.4 钻进方法及参数的选择

煤田灭火工程钻探目的是钻进成孔后,将生产花管下至设计层位,进行注浆灭火。因此施工的重点是护壁成孔,提高花管下入率。

新疆乌兰哈夏火区灭火钻探施工主要采用以常规空气潜孔锤钻进为主,空气潜孔锤跟管钻进配合的施工工艺。通常一个钻孔的施工流程如下:测放孔位、钻机就位、作业前检查、安装孔口管、钻进、提钻下管、验收封孔。

3.4.1 常规空气潜孔锤钻进

因钻孔地层变化大,孔内温度高,空气潜孔锤钻进要严格遵守灭火钻探企业标准和执行钻探设计,密切注意设备及钻孔情况,发现异常及时采取相应措施。空气潜孔锤钻进技术参数的选择是空气潜孔锤钻进的一项关键问题,主要包括空压机供风量与排气压力,钻进钻压与转速的选择。

3.4.1.1 供风量

考虑地层破碎,岩屑颗粒大,钻孔超径与漏失等因素,在选择空压机供风量时,根据经验公式,上返风速选取的是上限值,并考虑孔深修正系数和孔内涌水量修正系数,深度 < 80 m的钻孔,空压机的供风量配置应在 $8.8 \sim 29.6 \text{ m}^3/\text{min}$,实际生产中基本可满足施工要求。

3.4.1.2 排气压力

空压机排气压力大小取决于潜孔锤性质、钻孔深度、孔内水柱高度等,潜孔锤的冲击频率和冲击功能都与风压有密切关系,一般提高风压,能提高钻速和最大钻进深度。空压机排气压力应满足潜孔锤工作压力,还应克服高压输气管路的压力损失、随钻孔深度增加的排屑压降、潜孔锤压降,在灭火注水降温孔内有水情况下还要克服孔内水柱压力才能正常工作。

根据施工经验,考虑高压输气管路压力损失、孔内压力降、潜孔锤压降等因素,推荐空压机的额定排气压力比潜孔锤启动工作压力应大 0.3 MPa 左右,且小于或等于潜孔锤最高工作压力。风压不宜过大,过大会造成潜孔锤超负荷工作而缩短寿命。另外在有水情况下钻进,背压对潜孔锤风压每 10 m 增加 0.1 MPa ,必须要采用高排气压力的空压机。

3.4.1.3 钻压

从空气潜孔锤破碎岩石的工作原理来看,岩石主要是在冲击动荷载作用下破碎的。因此潜孔锤钻进效率的高低,主要取决于冲击功,而钻压的作用就在于辅助冲击功充分发挥。在空气潜孔锤钻进工艺中,保持合理范围的钻压,有利于有效地传递冲击功,提高钻进效率。但是钻压过大和过小都会影响正常钻进,过大会影响冲击钻头的使用寿命;过小会影响岩石的破碎效果,从而降低钻进效率。

工区钻探施工实践证明,用于钻进的钻压,以每厘米钻头直径钻压 $0.3 \sim 0.6 \text{ kN}$ 最为合适,破碎地层取下限,完整地层取上限。

3.4.1.4 转速

空气潜孔锤钻进是属于慢回转的一种钻进方

法,回转的目的是使钻头上的球齿在每经一次冲击后落入新的岩层位置。合理的选择转速,对钻头寿命乃至钻探成本至关重要。

工区施工中根据地层不同,选择的转速如下:砂岩层 $80 \sim 100 \text{ r/min}$;泥岩层 $60 \sim 80 \text{ r/min}$;煤层 $40 \sim 60 \text{ r/min}$;烧变岩层 $10 \sim 30 \text{ r/min}$ 。通过地层的变化及时改变转速,取得了良好的经济效果,整个工区钻探施工过程中,没有发生过任何钻头的异常磨损,球齿掉落等现象。

3.4.2 空气潜孔锤跟管钻进

空气潜孔锤跟管钻进工艺流程与常规空气钻进工艺类似,不同之处在于跟管套管需和钻杆同时加接;下入花管后,需用液压拔管机将跟管套管从孔内拔出。

乌兰哈夏火区钻探施工中空气潜孔锤跟管钻进选用同心旋翼式跟管钻具,该钻具扩孔钻头为两个形状相同,方向相反的扇形,两扩孔钻头的相对面滑动配合,当顺时针转动时,扩孔钻头沿滑动面移动和分别以传动轴为中心转动而张开,并在开启到设计位置后被限位,同心钻头钻出的孔径大于套管的最大外径,从而实现扩孔钻进;当逆时针转动时,两扩孔钻头收拢实现从套管内回收。压缩空气经潜孔锤做功后到达孔底,冲刷破碎岩屑并冷却钻头,岩屑经钻头排粉槽和套管与钻杆的环空被高速吹出孔外。其优点是扩孔钻头工作时的中心与整套钻具中心重合,使用寿命长,受力平衡;两个扩孔钻头在工作状态时互相自锁,传递扭矩可靠,扩孔效率高;使用方便快捷。

因乌兰哈夏火区烧变岩地层破碎,裂隙发育,在钻进过程中漏失严重,主要表现为钻孔间发生跑风,钻进中漏风现象。施工中为了解决成孔问题而不得不采取反复灌土固壁,多次扫孔成孔的方法。同时当烧变岩层厚度大时,采用常规护壁手段费时费力,不仅易发生钻探事故,而且提钻后钻孔坍塌掉块,难以下入花管。这样既加大了施工成本,又严重的拖慢了施工进度。

如高温区3线钻孔ZK77号钻孔施工钻至 20 m 时,出现孔内不返风现象,而且空气从邻孔3线ZK21号钻孔返出,提钻进行了6次灌土护壁和反复扫孔才下管成功。4线钻孔ZK86号也出现了同样的情况,空气从邻孔ZK76号排出,进行了5次灌土护壁扫孔下管未果,挪孔换空气跟管钻进工艺施工成功。

从乌兰哈夏灭火钻探施工效果来看,应用空气潜孔锤跟管钻进工艺有效地解决了成孔的难题,但

也存在有一定的局限性。

(1)有效地解决了因钻孔漏失和坍塌,造成大颗粒岩屑难以返出的问题,保证钻进施工钻孔的安全,为后续下管质量的保证奠定了基础。空气跟管钻进工艺排出岩屑见图3。



图3 空气潜孔锤跟管钻进排出岩屑

(2)完成40 m以浅的跟管钻进钻孔施工,平均单孔用时4 h;完成40 m以深的跟管钻进钻孔施工,平均用时8 h,单孔效率较常规钻探方法提高2倍以上,证明了空气潜孔锤跟管钻进工艺的高效性。

(3)直接效益明显,常规钻进施工费时费力费钱,而且成功率得不到保证,而空气潜孔锤跟管钻进工艺施工的钻孔优秀率几乎达100%,而且都是一次成功。无形中节约了大量的材料和时间成本,说明了该工艺的可靠性。

(4)局限性:在火区破碎地层钻孔进行跟管钻进时,如果跟进深度 >40 m,钻进摩擦阻力和扭矩不断增大,跟管钻进效率将急剧下降,造成套管跟进困难,套管的强度不够和套管难以起拔等问题。因工区大多钻孔深度 <40 m,目前设备尚可应用。将来采用空气潜孔锤跟管钻进施工深孔,应采用多级套管跟进和双动力钻机施工,可有效地增加施工孔深。

4 钻探难点攻关

4.1 烧变岩钻进

乌兰哈夏火区烧变岩地层其钻探特性表现为硬、脆、碎,在钻进中,上返的小颗粒岩粉极少,多为大颗粒的块状结构,一旦发生漏失,钻屑很难排出。如顶漏继续钻进,反复划眼不进尺,孔壁形成“大肚子”,甚至发生卡钻、埋钻事故。钻孔护壁堵漏措施更是关系到花管能否下至设计孔深,钻孔质量能否合格的关键。因此在煤田灭火工程钻探施工中要解决的难点之一就是地层的护壁堵漏,提高花管下入

率的问题。在施工中经试验采取了3种有效的措施:增加气量法、灌土护壁法、雾化钻进法。

4.1.1 增加气量法

在漏失地层,采用的空压机气量过小会导致钻屑无法排出,在选配空压机时,应配置风量有余量的空压机,但在严重破碎地层,不应盲目加大气量,会造成孔壁失稳的加剧,应采取其他护壁措施。

4.1.2 灌土护壁法

当遇到严重漏失不返渣地层时,可采用灌土护壁法,做法是将优质粘土灌入孔内漏失部位向上10 m左右,并配合雾化钻进反复划眼至孔底,并通过多次灌土护壁来堵塞漏失通道。

4.1.3 雾化钻进法

当钻遇破碎漏失时,采用雾化钻进方法是非常有效的。雾化钻进在空气流中压入少量清水,使介质形成以气为主,以水为辅,即空气中含有水滴的雾化状态。其作用改变介质状态,提高携带岩粉的能力;湿润孔壁,凝聚岩粉产生泥饼起到护壁的作用。

通常雾化钻进施工需使用专用的雾化设备,在要求便携,机动的工区施工,不仅需要增加额外的动力设备,而且搬迁麻烦,为此火区钻探施工在钻机上创新加装雾化装置,该装置由高压罐,阀门,喷嘴等部分组成,通过空压机分支管路对高压罐供压,通过球阀改变雾化水流的大小来适应不同破碎程度地层的钻进。该雾化装置在施工中应用效果很好。其装置设计加工图及安装效果图见图4和图5。

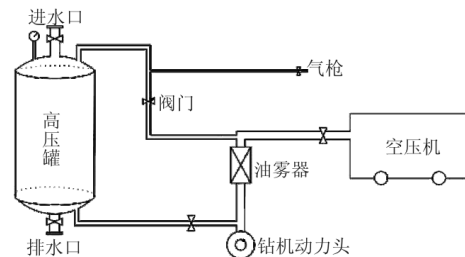


图4 设计加工图



图5 安装效果图

4.2 高温钻孔施工

乌兰哈夏火区煤层处于燃烧状态,在充分注水降温后高温层的平均温度约 250 ℃,部分燃烧层的温度最高可达 400 ℃以上。钻孔地层高温对施工工艺和施工安全带来了很大的影响,施工初期常发生钻杆高温强度下降扭断、钻具高温损坏、人员蒸汽灼伤的事故,针对以上情况,采取了如下的技术措施。

4.2.1 合理安排施工顺序

因火区面积广,地层温度传导慢,只有通过钻开火烧层,向地层裂隙内注入大量的水进行热量交换降温。钻孔施工顺序由低温区向高温区进行,高温区地层经过充分的降温后再进行钻探施工。

4.2.2 钻具改进

施工中发现潜孔锤的工作寿命很短,经拆卸检修发现潜孔锤逆止阀容易损坏。潜孔锤逆止阀的作用是防止岩屑及水倒流入潜孔锤中。潜孔锤逆止阀头的材质为树脂材质,高温熔化变形后造成岩屑进入腔体内,使得潜孔锤停止工作,寿命缩短。经与厂家沟通后,将潜孔锤逆止阀头改为合金材质,成功地解决了此问题。

4.2.3 钻进防范措施

通过观察钻进情况来判断钻孔温度,如孔口冒烟颜色,青烟较白烟温度高;返出钻屑的温度;机上钻杆的颜色及温度,颜色越深(甚至呈黑红色),钻孔温度越高。在钻进高温钻孔时,坚持短进尺,勤扫孔,发现孔内阻力过大时应及时提钻检查。

4.3 封孔方案

压力注浆为灭火工程的重要工序,而灭火孔钻探施工的封孔质量好坏直接关系到压力注浆工序的成败,也关系到施工质量验收的合格与否。以往的施工往往采取地表挖树坑,灌注水泥的方法封孔,极易产生3种质量风险:(1)高温水蒸汽将花管连带水泥从孔内顶起;(2)高压注浆时,灭火浆液从水泥与地表结合处泄压漏出;(3)高压注浆时,封孔无法承压,水泥从地表覆盖松散层中泄压漏出。

因此在乌兰哈夏火区灭火钻探施工中采取了两大措施来保证封孔质量:(1)必须将实管(下部与花管连接)下至完整原始地层上;(2)采取了包裹法和焊接法封孔(包裹法是使用袋子或棉布在连接处包裹成纺锤形架桥注水泥浆,此方法简易,但架桥质量难以控制;焊接法是切割外径与孔径,内径与花管外径相匹配的环状隔盖焊接在连接处架桥注水泥浆,

此方法可形成标准化,提高封孔速度和封孔质量)。

5 结语

乌兰哈夏火区钻探施工历时 72 d,共完成钻孔 179 个,进尺 4899.6 m,下入花管量 4744.5 m。通过生产实践,取得了如下体会。

(1)随着钻孔深度的增加,完成钻孔工序的时间并不是线性增加的。钻孔越深,相应的烧变岩地层深度和厚度增加,钻进难度大大提高。前期施工出现了钻探设备性能不够,钻孔护壁方法单一,辅助工作时间过长,花管下入难度增大等问题。因此钻探技术设计应考虑全面并留有余地。

(2)空气潜孔锤钻进工艺的改进,提高了灭火工程钻探施工效率。是解决破碎、漏失和坍塌等地层施工困难问题的有效手段。

(3)空气潜孔锤组合钻进工艺,平均生产成本低,经济效益良好。提高了火区治理效率,降低了治理成本。有利于提高灭火工程的经济效益和社会效益。该施工工艺在相关地质灾害治理领域是值得大力推广的。

(4)继续研究改进空气潜孔锤钻具,提高其在煤田灭火钻探工程中的适用性。进行复杂地层钻进施工技术研究,如双动力套管钻进,双动力空气反循环钻进等技术。进行雾化设备的改进,研发可靠、更高效的雾化设备,弥补空气介质钻进的不足。

参考文献:

- [1] 李政昭,吴金生,钱锋,等.覆盖层绿色钻探新方法-空气潜孔锤取心跟管钻进[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):122-125.
- [2] 张国忠.气动冲击设备及其设计[M].北京:机械工业出版社,1991.
- [3] 耿瑞伦.多工艺空气钻探[M].北京:地质出版社,1995.
- [4] 卢予北,王建华,陈莹,等.空气潜孔锤在松散地层中的钻进试验[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(7):9-11,27.
- [5] 石永泉.潜孔锤钻进技术[M].四川成都:西南交大出版社,2013.
- [6] 胡郁乐,张惠,等.深部地热钻井与成井技术[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2013.
- [7] 楼日新.复杂地层潜孔锤跟管钻进技术研究[D].四川成都:成都理工大学,2007:64-89.
- [8] 李广兵,叶礼明,李泉,等.采用空气潜孔锤钻进技术在井筒内施工泄水孔实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(6):48-51.
- [9] 张所邦,谭建国,王爱军,等.宜昌磷矿北部整装勘查项目深孔复杂地层钻探技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(4):23-27.