

潜孔锤跟管钻进技术在应急抢险中的应用

严君凤

(中国地质科学院探矿工艺研究所,四川 成都 611734)

摘要:灾害发生时,时间就是生命!如何在最短的时间内进行救援取得较好的效果,必须采取先进技术进行科学救援。潜孔锤跟管钻进技术是一种能适应各种复杂地层钻进的先进技术,通过应急抢险实践证明,该技术能够在生命通道钻进、地质灾害治理及抗旱抢险等方面发挥重要作用。

关键词:潜孔锤跟管钻进;科学救援;应急抢险;地质灾害治理

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)07-0084-04

Application of DTH Drilling with Casing Technology in Emergency Rescue/YAN Jun-feng (Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China)

Abstract: When disasters occur, time is life! Only scientific rescue with advanced technologies can achieve good effects in the shortest time. DTH hammer drilling is an advanced technology which can adapt to various complex formations. It is demonstrated by the emergency rescue practice that this technology can play an important role in the life channel drilling, geological disasters control, drought-relief and emergency rescue etc.

Key words: DTH drilling with casing; scientific rescue; emergency rescue; geological disasters control

0 前言

我国幅员辽阔,各种灾害经常发生,在众多灾害中,滑坡引起的地质灾害和干旱引起的饮水困难都对人民的生命安全造成极大的威胁。在灾害发生以后,如何在最短的时间内进行救援?救援工作要取得较好的效果,时间不等人,必须采取科学救援措施,利用先进的技术方法和手段,将灾害给人类带来的损失减少到最小。潜孔锤跟管钻进技术,由于具有钻进速度快、不需要钻进泥浆、钻进的同时跟进套管进行护壁,能适应各种复杂地层的钻进,是用于克服复杂地层钻孔难的一种有效方法手段,有利于应急抢险工作的开展。偏心跟管钻具因其特有的结构、优良的工作性能为复杂地层的钻孔施工提供了可靠的技术保障。我所利用该项技术,在武隆县滑坡生命通道钻进抢险过程中;丹巴县后山滑坡抢险加固工程中;云南省、山东省抗旱找水打井中均取得了显著成效,受到了各级管理部门和当地受灾群众的肯定和表扬。

1 潜孔锤跟管钻进技术

1.1 技术原理

气动潜孔锤钻进技术^[1,2]属冲击式钻进与回转钻进结合的一种钻进技术。钻头在静压力的作用

下,由纵向冲击动载和回转切削共同作用而破碎岩石。由于冲击力是一种加载速度很大的动荷载,在作用时间极短的情况下,岩石中的接触应力瞬间达到很大值,从而提高碎岩速度。由于有冲击荷载的作用,岩石破碎更主要地以体积破碎形式出现,使钻速加快,从而提高了纯钻进时间。

潜孔锤跟管钻进技术^[3]是与空气潜孔锤相结合的扩底钻进并同步跟下套管的一种钻进方法,钻进时偏心钻头在套管管靴前端钻出比套管直径略大的钻孔,潜孔锤同时锤击套管管靴使套管同步跟进,起到保护钻孔孔壁,防止垮孔、塌孔的目的。当套管跟至完整地层时,偏心钻头回缩收回,使之从套管中提出,从而顺利通过破碎、复杂地层。

1.2 潜孔锤跟管钻进技术特点

(1)潜孔锤跟管钻进技术具有气动潜孔锤快速钻进的特点,有利于各种应急抢险工作的开展和和实施。

(2)跟管钻进技术不需要水和钻探泥浆,能适应各种复杂环境的应急抢险工作的需要,特别是干旱缺水地区。

(3)由于采用套管护壁,该种钻进技术既能利用空气潜孔锤的高速钻进特点,又能使松散的覆盖层、破碎带以及较小的溶洞在高速气流冲刷下能保

收稿日期:2013-06-15

作者简介:严君凤(1963-),男(汉族),四川仪陇人,中国地质科学院探矿工艺研究所高级工程师、注册一级建造师,探矿工程专业,从事岩土工程及地质灾害防治工程施工和技术管理工作,四川省成都市郫县现代工业港(北区)港华路139号。

持钻孔孔壁稳定,有利于成孔,提高了应急抢险的工作效率。

(4)采用潜孔锤和套管跟管钻进技术,对于覆盖层、砾石、块石等不稳定地层具有较好的效果,但遇上粘土地层时,会影响钻进效率。

(5)利用液压拔管设备,可以将跟进的护壁套管拔出以供循环使用,降低施工成本。

2 潜孔钻具设备选择及工艺技术

2.1 潜孔锤跟管钻具

在钻进施工前,首先应选择合适的钻具组合,这样有利于抢险工作的顺利进行。跟管钻进的钻具(分别见图1、图2、图3)组合包括:跟管钻头(同心跟管钻头和偏心跟管钻头)、冲击器(高风压、中风压、低风压)、钻杆(Ø73、89、108 mm等)、扶正器(根据孔径确定)、管靴、套管(根据孔径需要确定)。

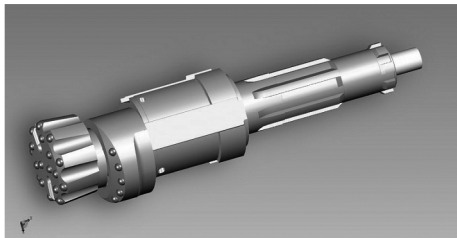


图1 三偏心跟管钻具

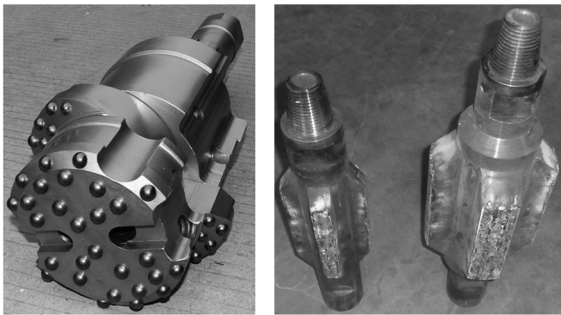


图2 Ø245 mm 偏心钻头

图3 不同尺寸的扶正器

跟管钻具分为同心跟管和偏心跟管两类,偏心跟管钻头产品规格有:SP108、SP127、SP140、SP146、SP168、SP178、SP194、SP219、SP245、SP273等,此外还有SD型、DP型潜孔锤偏心跟管钻头。同心跟管钻具有扩孔套式、旋翼式、扩孔块式,尺寸从Ø108~863 mm均有生产。冲击器可以选择阿特拉斯、长沙天和TH系列、浙江嘉兴JB系列、宣化DHD、SPMF、XFC系列等。

2.2 空压机选择

气动潜孔锤钻进最重要的一环是对空压机的选择,必须与钻孔孔径、冲击器相匹配。对大口径钻孔

必须与高风压、大流量空压机组合,有利于排渣,避免重复破碎提高钻进效率,钻进中上返风速必须不低于16 m/s才能达到要求。所需空压机风量根据下列公式^[4]进行计算:

$$Q = 47.1 K_1 K_2 (D^2 - d^2) V$$

式中:Q——送风量, m³/min; K₁——孔深修正系数 K₁ = 1 ~ 1.1; K₂——孔内涌水系数 K₂ = 1 ~ 1.5; D——钻孔直径, m; d——钻杆外径, m; V——排渣通道上返风速, m/s。

2.3 跟管钻进工艺

在复杂地层进行跟管钻进施工时,选择的钻进参数应以低转速、低给进压力、高上返风速为原则。施工操作过程中应根据所钻进地层中岩石的硬度、松散程度、含水量等因素控制钻进速度,当钻遇到特别松散或较大裂隙的地层时,尤其要降低给进速度和给进压力,反复进行排渣清孔。在具体的施工操作中还应注意以下几个方面。

(1)钻具下孔前应检查潜孔冲击器、跟管钻具、套管及套管靴连接是否牢固,偏心钻头转动是否灵活,通风是否顺畅。

(2)钻进过程中应注意观察套管的跟进情况及孔内排屑情况,每钻进0.3~0.4 m应强吹孔排屑,以保持孔内清洁。吹孔时,中心钻具向上提动距离应严加控制以能实现强力吹孔排屑为限,禁止在钻进过程中强力起拔中心钻具。

(3)钻进结束或需要更换中心钻具时,应先进行清孔,将孔底残渣吹尽,然后停止回转,把中心钻具缓缓向上提动,提升力的大小以刚好能提动中心钻具为合适,提升高度以偏心钻头后背与套管靴前端接触为佳;然后低速反转钻具,同时缓慢向上试提中心钻具。当观察到中心钻具可以顺利提升时,表明偏心钻头已收拢,这时可以按照常规方法提升中心钻具,直到全部提出中心钻具。在反转钻具时,应小心操作,防止钻具脱扣。

(4)有时会因孔底残留岩渣过多,偏心钻头回转部分被岩渣卡死而影响偏心钻头的收拢。当试提几次仍不能奏效时,应输送高压空气,重新对钻孔进行清洗,并使潜孔锤作短时间工作,然后重新进行中心钻具提升作业。

3 在生命通道钻进中的应用

2009年6月5日下午3时许,重庆市武隆县铁矿乡鸡尾山突发大面积山体滑坡,一千余万方滑落山体的土石导致山对面的三联采矿场和6户居民及

一些路人近90人被埋,井下的27名矿工被埋急需生命通道救援。2009年6月7日下午3时,我所接到国土资源部、中国地质调查局和重庆武隆铁矿乡山体垮塌现场救灾指挥部的通知,当即组织专业技术人员研究施工技术方案,调集救援的设备和物资,成立了以潜孔锤跟管钻进技术为主的抢险救灾救援队。钻进设备及钻具组合是:英格索兰高压空压机1070;无锡探矿机械厂生产的80型锚固钻机; $\varnothing 146$ mm三偏心跟管钻头+CIR110冲击器+ $\varnothing 89$ mm外平钻杆;套管采用 $\varnothing 146$ mm节长1.5 m无缝钢管。6月8日抵达武隆抢险现场后,克服大雨浓雾、道路泥泞、坡陡路窄等诸多困难及时开钻实施救援工作,运用潜孔锤钻进和潜孔锤跟管钻进技术当天即施工1个98 m的钻孔,是前两天3家施工队伍总进尺的3倍,起到了表率作用,稳定了当地群众的情绪,为当地政府做好群众的工作提供了技术支撑。直至6月25日,我所救援队共完成8个钻孔,总计钻进625 m,为武隆抢险救灾提供了有力的技术支持,得到了国土资源部、重庆市委、市政府的高度赞扬。

4 在地质灾害抢险中的应用

4.1 丹巴县特大滑坡概况

丹巴特大滑坡位于县城建设街南侧,平面上呈圈椅状,高程在1881~2110 m,前后缘高差223 m。根据前期勘查计算,滑坡面积 0.075 km^2 ,滑坡长300 m,宽200 m,平均厚度30 m,滑坡体积约 $225 \times 10^4 \text{ m}^3$ (含主滑区、2号区及3号区)。从2004年12月以来滑坡活动强烈,造成丹巴县建设街南侧建筑物拉裂变形严重,监测数据显示滑坡体每天下滑速度达到2~3 cm/d,有时甚至达到5 cm/d^[5]。如果滑坡整体下滑将威胁县城4000多人、6700万元财产的安全,甚至可能堵塞大渡河,形成天然堆石坝和堰塞湖,后果极为严重。

4.2 应急抢险方案及抢险关键技术

由于丹巴特大滑坡滑移速度极快、威胁严重,在工程治理中分2个阶段进行:应急抢险阶段和综合治理阶段。应急抢险阶段主要是快速稳固加速下滑的滑坡体,综合治理阶段主要是解决滑坡体长期稳定性问题。应急抢险阶段主要采取下列措施:(1)主动加固措施,在滑坡体的I区、II区布置预应力锚索;(2)在滑坡体前缘堆载压脚,尽可能降低坡体下滑速度。

预应力锚索工程,水平间距4 m、纵向间距6 m

(斜距),锚墩之间用横梁连接,锚索孔深一般为40~50 m,锚固段8~10 m,设计施加预应力1300 kN。针对坡体破碎、不断蠕变的特点,在锚索施工中采取潜孔锤跟管钻进技术,选用YZX-70A型锚固钻机、三偏心跟管钻头和CIR110型冲击器进行组合。在抢险施工中重点把握快速钻进、快速安装锚索、快速拔出跟进的套管,由于山体不断地在滑移,极易造成钻孔扭曲变形使套管不能拔出影响成孔速度和应急抢险进度。

5 在抗旱井钻进中的应用

5.1 应急抗旱找水打井概况

2010年、2011年我所分别在云南省曲靖地区(三县一市)和山东省泰安市进行了抗旱找水打井工作。由于该项工作着重点在快速钻进、快速成井、探采结合直接解决旱区群众的饮水困难,在钻进方法的选择上就应重点考虑这些因素。在具体实施时我们根据不同地层情况,分别采用了潜孔锤跟管钻进技术和潜孔锤钻进技术。

2010年在西南抗旱找水施工中,采用潜孔锤跟管钻进技术完成30口抗旱井钻探施工,成井29口,完成钻探进尺2156 m,出水量达到 $3583.6 \text{ m}^3/\text{d}$,解决了40334人和16770头大牲畜饮水问题。2010年4月3日在马龙县旧县镇下袜度村用19 h钻成一口深度达104.5 m的水井,成功找到地下水,该井也是国土资源部支援云南省抗旱打出的第一口出水井,快速、高效的钻进技术更是创造了云南打井速度最快纪录。

2011年在山东省泰安市抗旱找水打井抢险工作中,采用了跟管钻进和不跟管钻进2种方法,钻探抗旱井31口,成井29口,完成钻探进尺4881.5 m,出水量达 $13554 \text{ m}^3/\text{d}$,解决了13408人和10600头大牲畜饮水困难和10300亩农田的灌溉问题。

5.2 典型抗旱井施工技术

5.2.1 抗旱井概况

板桥镇一中抗旱水井位于陆良盆地北部,海拔1877 m,经度 $103^{\circ}46'01''$,纬度 $25^{\circ}06'59''$ 。表部为第四系(Qh)冲湖积粘性土夹砾石,厚度10~20 m,下部为第三系(N₂)粘土夹粉细砂,厚度>300 m。地下水为第三系孔隙水和被污染的第四系孔隙水,设计井深60~80 m,预计水量为 $50 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

5.2.2 钻进技术

采用空气潜孔锤跟管钻进技术成孔,开孔后用外径为168 mm的套管跟进护壁,防止钻孔垮塌,孔

径为 168 mm 一径到底。主要钻孔设备为:YXZ - 90A 型锚固钻机,VHP750 型空气压缩机,TZH - 100 型柴油发电机,CIR110 型潜孔冲击器,122 型潜孔冲击器, $\varnothing 168$ mm 型三偏心跟管钻具, $\varnothing 89 \times 1500$ mm 钻杆和 $\varnothing 168 \times 1500$ mm 套管。CIR110 这类有阀冲击器,当遇到细砂、粉细砂地层时,砂子容易随水灌入机器内而出现故障,操作过程中采取一些技术措施可以减少这类故障的发生,但不能杜绝这类故障的发生。如果采用 122 无阀冲击器就可以避免这类事故发生提高工作效率。在钻进中,为了避免提钻后粉细砂涌入套管内重复钻进,反转钻杆收回偏心块以后,将钻具刚好提至 $\varnothing 168$ mm 套管管靴内就应停止操作,待水位恢复到静止水位时再将钻具提出地面。

5.2.3 成井技术^[6]

针对粉细砂地层中取水困难较多(图 4),因此要精心设计和施工。采用直径 127 mm、缝隙为 0.25 mm 的钢质桥式过滤管和盲管做井管,在出水层位用桥式过滤管,非取水层位用盲管,每根管的长度为 3.25 m,管与管之间用螺纹连接(图 5)。在钻井现场配备了 30、60、80、100、120 目的筛子,将井内喷出的砂子取到筛子里,在水中摇着筛分,看哪一级通过的砂子最多,然后降一级选用筛网的目数。该井在桥式过滤管外表用一层 60 目/cm²(根据粉细砂颗粒的大小选择)的不锈钢纱缠裹(图 6),井底最下部第一根桥式过滤管外表用三层 60 目/cm²的不锈钢纱缠裹,且将井管底部做成锥形,同时将底部



图 4 粉细砂地层钻进

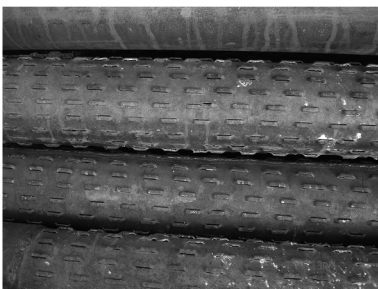


图 5 桥式过滤管



图 6 缠裹不锈钢纱

封住以防流砂涌入过滤管内,最下部第二根桥式过滤管外表用二层 60 目/cm²的不锈钢纱缠裹。安装桥式钢管后,在井壁与桥式过滤管之间填入不同粒径级配的米石和粗砂,填的时候不断摇动井管让砾料往下沉,防止砾料在中途架桥。填砾将有利于过滤层的形成,抽水时将滤网周围的砂子抽出,地层中随水流不断过来的细砂被粗砂堵住形成反滤层,抽采的饮用水不再浑浊。

6 结语

通过我所在武隆大型滑坡发生后生命通道应急钻进、丹巴县建设街滑坡地质灾害应急治理和云南曲靖地区、山东泰安市抗旱找水打井应急抢险中的应用,充分证明潜孔锤跟管钻进技术具有较多优势。在生命通道应急钻进和地质灾害应急治理中,不仅钻进速度快、能适应复杂地层和缺水条件施工,而且能保护钻孔孔壁、防止垮孔塌孔。在应急抗旱井的施工中,由于没有使用泥浆,既可适应无水的情况又减少了洗井时间,同时高压空气无污染,有利于保护出水通道。在遭遇小型溶洞和粉细砂地层时能顺利穿越,减少了事故处理时间,提高了钻孔成功率和钻进效率。随着潜孔锤跟管钻进技术的不断发展和完善,将会在各种需求钻探技术的应急抢险中发挥越来越重要的作用。

参考文献:

- [1] 杜祥麟,张茂举,李敦宝. 潜孔锤钻进技术[M]. 北京:地质出版社,1988.
- [2] 刘家荣,王建华,王文斌,等. 气动潜孔锤钻进技术若干问题[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):40-44.
- [3] 汪彦枢. 潜孔锤跟管钻进方法的研究[J]. 西部探矿工程,1991,(3):47-50.
- [4] DZ/T 0148-1994,水文地质钻探规程[S].
- [5] 范宣梅,许强,黄润秋,等. 丹巴县城后山滑坡锚固动态优化设计和信息化施工[J]. 岩石力学与工程学报,2007,26(S2):4139-4146.
- [6] 严君凤,王朝朝. 西南严重缺水地区地下水勘查成果报告[Z]. 2011.