

高陡边坡堆积体锚固钻孔配套机具研究

吴丽¹, 余江洪², 陈礼仪¹, 赵晓俐²

(1. 成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 四川准达岩土工程有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:岩土工程中的高陡边坡堆积体的锚固工程中经常遇到的由于边坡高陡、钻机架设搬迁困难、底层破碎成孔困难等, 有针对性地选用了相应的锚固钻机, 并对钻机进行了改进, 以使其更加符合高陡边坡堆积体锚索施工的要求; 同时研制加工了符合该类地质情况的偏心跟管钻具。以期能够解决高陡边坡堆积体锚固成孔困难、效率低、造价高的难题。

关键词:高陡边坡; 堆积体; 锚固钻机; 偏心跟管钻具

中图分类号: P634; TV554⁺. 13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)08-0015-03

Research on the Drilling Matching Machines for Accumulation Body Anchoring at High-steep Slope/WU Li¹, YU Jiang-hong², CHEN Li-yi¹, ZHAO Xiao-li² (1. Chengdu University of Technology, State Key Laboratory of Geohazard Prevention & Geoenvironment Protection, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Sichuan Zhunda Rock and Soil Engineering Corporation, Chengdu Sichuan 610072, China)

Abstract: Because of high-steep slope, difficulties are often encountered, such as drilling rig relocation & erection and borehole completion in crushed bottom. Anchor drill was selected and improved in order to meet the requirements for the anchor cable construction in accumulation body at high-steep slope; and meanwhile eccentric drill with casing was developed and manufactured, hoping to solve the difficulties of anchoring borehole construction in accumulation body at high-steep slope, overcome low efficiency and high cost.

Key words: high-steep slope; accumulation body; anchor drill; eccentric drilling tools with casing

我国正处在经济飞速发展的阶段, 越来越多的大型基本建设工程上马, 如公路、铁道、隧洞、水利水电工程等的建设, 这些工程大多会涉及到边坡治理工作, 其中还不乏高陡边坡, 且边坡地质条件往往较差, 地层风化深度较大, 岩体结构破碎, 覆盖层较厚, 不良地质堆积广为分布, 岩石风化崩塌严重。高陡边坡的治理效果往往直接关系到工程是否顺利。在高陡边坡治理工程中, 各种类型的锚固手段是行之有效的支护措施。

1 锚固钻孔施工遇到的问题

很多岩土工程往往边坡高陡, 由于地质条件差, 岩体风化破碎, 裂隙孔洞多, 在进行锚固钻孔施工时, 经常塌孔、卡钻、跑风漏气, 很难成孔。根据以往工程经验, 地质条件较好时, 40 m 深的锚固孔, 正常情况下钻成一孔约一天, 而在遇到不良地质条件, 如堆积体深度大、岩石风化破碎严重、裂隙发育等情况时, 可能会要用几天甚至十几天才能完成, 常规钻孔手段为了解决成孔问题会采取灌浆等技术措施固

壁, 但往往灌浆量非常大, 甚至会出现单孔灌浆费用比单根锚索的造价还要高的情况。因此高陡边坡堆积体锚固成孔难是很多工程会遇到的棘手问题。

1.1 钻机

目前, 国内各大岩土工程施工设备生产厂家看准此发展机遇开发了很多型号的锚固工程钻机。然而, 很多时候仍然无法满足高陡边坡堆积体锚索孔的施工要求。有的钻机搬迁灵活操作方便, 但同时钻机能力比较小, 无法满足堆积体较深的孔深(现在不少工程设计了 70 ~ 80 m 甚至更深的锚索)和大口径(168 ~ 178 mm)需要。一些大型号系列的钻机在转速、扭矩等钻进能力上虽然基本满足堆积体较深锚固孔的钻进要求, 但整机质量太重, 在高陡边坡脚手架上架设、搬迁显然比较困难, 难以满足狭窄工作空间和钻机频繁移位的需要。

甚至国外一些钻机在综合性能及整机配置方面虽然可以满足深厚堆积体大口径的钻进要求, 但仍然存在自重偏大的问题, 并且使用和维护成本偏高, 有对施工环境、条件要求高的缺点, 无法在高陡边坡

收稿日期: 2009-03-19; 改回日期: 2009-08-14

作者简介: 吴丽(1976-), 女(汉族), 山西临猗人, 成都理工大学讲师、博士研究生在读, 地质工程专业, 硕士, 主要从事岩土工程施工、工程管理方面的工作, nonli@126.com。

脚手架上进行施工。为此,锚固钻机的选择与改进成为高陡边坡堆积体锚索孔施工亟待解决的问题。

1.2 偏心跟管钻具

同样不可忽视的还有偏心跟管钻具问题,目前在流砂层、砂卵石层、堆积体等复杂地层中钻进主要有偏心跟管钻进、同心跟管钻进、双动力头双管钻进、单动力头双管钻进等几种钻进工艺措施。

其中,双动力头双管钻进靠钻机前后两个动力头分别带动钻杆和套管回转钻进,但这样的工艺方法要求钻机必须具备两个动力头,钻机的桅杆也相应加长,钻机变得更加笨重,不能适应高陡边坡锚索钻机移位频繁的要求。单动力头双管钻进技术和同心跟管钻进技术目前还有其不太成熟之处,无法充分发挥其作用并被广泛采用。

目前在锚固工程中采用最为广泛的仍然是偏心跟管技术,偏心跟管钻进结构原理简单,在卵砾石等复杂地层的钻进过程中已经起到了重要作用。但由于地层堆积体的特殊性,传统偏心跟管钻具在使用过程中,暴露出钻具寿命短、钻进效率低、事故率高等问题,严重影响堆积体锚索孔施工进度。因此,在堆积体地层的钻进过程中,需从钻具结构、材质热处理等方面入手,对偏心跟管钻具进行改进,使之真正满足高陡边坡锚索快速成孔的需要,为今后同类工程高陡边坡堆积体顶应力锚索施工打下坚实的基础。

2 堆积体锚索施工设备的选择与改进

2.1 锚固钻机的选择

以小湾水电站为例,根据小湾水电站缆基基础边坡高、陡的地形特点,对国外如克来姆、福特、阿特拉斯、英格索兰等生产厂家的各型设备进行了技术调研,经过综合分析,发现这些设备虽然存在配备功率大、钻机综合配套齐全、钻进能力强等优点,但同时也存在钻机结构复杂,外形尺寸大、整机质量偏大、可拆性差、搬迁困难的缺点,并且投资大,使用及维护成本高,不适合用于边坡高、施工条件差、脚手架上移孔搬迁频繁等施工要求。

国产钻机虽然整体配套能力与国外相比有一定差距,但国产钻机的使用维护成本较低,综合性价比有一定优势。在对国内生产的锚固钻机进行充分的技术论证基础上,最终选择采用无锡双帆钻凿设备有限公司生产的 YG80 型全液压钻机。

YG80 型钻机为分体式,由主机、泵站和操纵台 3 部分组成。三部分之间依靠油管快速接头进行连

接,简单可靠,这样操纵台可以远离孔口,远离钻进过程中孔内返回的岩粉和岩屑,对钻机移位、施工操作非常有利。钻机主机由动力头、桅杆、滑移油缸、变角油缸及底座等几部分组成。该钻机整体性能稳定、可靠、分体性好,搬运、安装迅速方便,可实现较远距离操纵。钻机基本性能为:钻孔深度 80 mm、钻孔直径 100 ~ 209 mm、钻孔倾角 0 ~ 120°、电动机功率 30 kW、钻机质量 1500 kg、最大部件质量 200 kg。

2.2 锚固钻机的改进

YG80 型全液压钻机整体性能基本满足堆积体锚索孔施工需要,但在施工过程中也逐步暴露出一些薄弱环节。我们对此进行了改进研究。

(1) 钻机动力头变速箱小齿轮磨损严重,影响钻机扭矩有效传递。经过认真分析计算,在接触强度方面,原设计小齿轮材质 40Cr、大齿轮材质 45 号钢的选择上存在安全系数太低的问题。将材料选择为小齿轮 20CrMnTi、大齿轮 40Cr 的配对组合,有效地解决了齿轮磨损太快的问题。

(2) 钻机主机部分桅杆配有滑移机构和机架。滑移机构行程 500 mm,通过滑移油缸的滑移可以增加动力头行程,机架部分装有变角油缸,通过变角油缸的伸缩可以改变桅杆倾角。这两部分作用在高陡边坡堆积体锚索施工中基本没有用武之地。相反,由于这两部分的存在却增加了主机的质量,使得钻机搬迁难度增加。为此,我们对主机部分进行了改造,去掉滑移机构和机架,有效地减轻了主机质量,使得主机移位迁移更为方便,并在桅杆底部增加了同脚手架连接的机构,钻机稳定性得到很大的提高。

(3) 去掉滑移机构和机架后,对钻机的液压系统也作了相应改进,简化了油路系统。

在小湾水电站高陡边坡堆积体锚索孔大规模工程施工实践证明,对钻机所作的改进是非常成功的。此成功经验在其他工程也得到了良好推广。

3 偏心跟管结构改进

3.1 合理的跟管套管级配

(1) 偏心跟管钻具的最大钻孔直径与套管直径有关。最大钻孔直径与跟管直径差值过小,套管管壁与孔壁之间摩擦力太大不利于跟进套管的跟进与拔出;差值过大,会造成锚索用材料及资源的浪费。合理的跟管套管结构(表 1),既有利于跟管的跟进,减少了管靴的受力,又有利于跟进套管的拔出。

(2) 管靴结构改进。设计了内螺纹结构的管靴,与传统的外螺纹结构的管靴相比较,由于壁厚较

表1 ZDP 偏心跟管钻具部分参数表

钻具型号	套管直径	管靴通径	管靴直径	直径差
ZDP146	146	120	152	6
ZDP168	168	138	178	10
ZDP194	194	165	204	10

厚,结构更合理;选用40Cr优质材料再经过调质和淬火热处理工艺处理,加长管靴长度,增加了冲击跟管台阶与套管连接螺纹的距离,减弱冲击力对连接螺纹根部的影响,这种管靴的寿命要长得多。

3.2 ZDP 偏心跟管钻具结构的改进

(1) ZDP 偏心跟管钻具在结构设计上摒弃了传统的传动连接销结构,设计了定位传动块和定位传动槽结构来承担起跟管钻具定位和传递扭矩的重任。定位传动块设在偏心扩孔钻具上,定位传动槽设在导向定位器上。定位传动块和定位传动槽的两受力边的延长线均通过同一偏心圆的中心,保证了偏心扩孔钻具在收拢和甩开到最大位置时,其上的定位传动块与导向定位器上的定位传动槽有良好的平面接触,大大改善了受力条件。另外,在定位传动块的旁边设有冷却气道,工作时,压缩空气源源不断地由冲击器流向偏心跟管钻具中心孔,再经此冷却气道吹向扩孔钻头定位传动块与定位传动槽的接触面,使受力面得到充分冷却。巧妙的结构设计,确保了定位传动块与定位传动槽在钻具寿命期内几乎无磨损,很好地起到了定位和传递扭矩的作用。

(2) 连接销的结构改进。用弹性圆柱销将偏心扩孔钻具与导向定位器连接到一起,结构简单可靠,加工制造方便,是系列偏心跟管钻具结构上独具匠心的创造。弹性圆柱销连接结构,利用高级弹簧钢的弹性,将连接销与导向定位器融为一体。精确的设计,使得偏心扩孔钻具在工作状态下,不会撞击到连接销。因此,弹性圆柱销连接结构具有良好的可靠性,彻底解除了用户的掉钻之忧。

(3) 偏心扩孔钻头选用35CrMo高强度材料,经调质、渗碳、淬火热处理工艺,耐磨性能和机械强度与传统钻头相比均有较大的提高。

(4) 对原悬挂式偏心钻具破碎刃采用的梅花环状排布,改进为扩散形破碎刃排布,有利于破碎岩屑从孔底顺利地排出,减少了岩屑在孔底的重复破碎,提高了钻进效率。

(5) 采用先进的冷压固齿工艺,提高了硬质合金的镶嵌强度,避免了传统热压固齿工艺容易掉齿的问题,延长了钻具使用寿命。总而言之,合理的选材、合理的热处理工艺、合理的固齿工艺,合理、巧

妙、独特的结构设计,精心的加工制造,保证了偏心跟管钻具的高品质。

3.3 钻具的工作原理

偏心跟管钻具(见图1)由偏心扩孔钻头、导向定位器、连接销和管靴等组成。结构简单实用,装拆十分方便。装配时,将连接销打入到与导向定位器上的连接销孔口齐平,即可将偏心扩孔钻头和导向定位器牢靠地连接在一起;将铁棒插入连接销孔小端,用手锤打出连接销,即可方便地拆卸钻具。

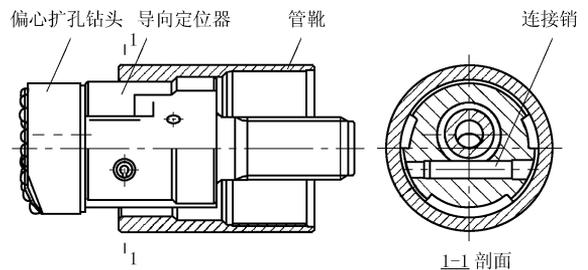


图1 偏心跟管钻具结构图

钻进时,钻机带动钻杆回转,钻杆将回转扭矩传给潜孔锤,并由潜孔锤通过花键带动冲击导正器转动。冲击导正器上有偏心轴,上面安装着偏心扩孔钻头。由于偏心轴上的摩擦力小于孔底物体对偏心扩孔钻头的摩擦力,冲击导正器转动时偏心扩孔钻头张开,并在开启到设计位置后被限位键限位,随着导正器回转。当钻具被加压到使潜孔锤工作时,空气或泡沫以冲击波和钻压传递给偏心扩孔钻头,对孔底岩石进行破碎。

偏心扩孔钻头钻出的孔径大于套管柱的最大外径,使套管柱能不受孔底岩石的阻碍而顺利通过。套管的重力大于地层对套管外壁的摩擦阻力时,套管以自重跟进。当套管外壁的摩擦力过大,套管停止下行,但内层钻具继续向前破碎岩石,直到导正器上的台肩与管靴上的台肩接触,然后导正器将钻压和冲击波部分地施加给管靴,迫使管靴带动套管柱与钻具同步跟进,保护已钻孔段的孔壁。

导正器表面开有提钻吹扫岩屑的风孔,也开有能使孔底岩屑能够通过的风槽。大部分压缩空气由中心孔通过偏心扩孔钻头直接进入孔底冲刷孔底已被破碎或松散的岩石,并冷却钻头,小直径的岩屑通过导正器表面的风槽进入套管并被高速上返的气流或泡沫带出孔外。

钻具工作时,开在导正器表面的风孔被套管靴内壁封闭,绝大部分空气进入钻头工作区,对钻头进

(下转第21页)

层或者探明矿层的储量。而常规直井取心一方面要想穿过所有需要的地层,需要很长的进尺;另一方面常规取心方式对于地层倾角再大一些的勘探孔来讲,很可能无法获取所需要的地层信息。

ZK101孔如果利用常规取心钻进方式取心,在492 m处根本无法完全穿过所需要的地层从而获得较全面的地层信息,利用定向取心工具,在300 m处就开始有意向穿透地层方向定向取心,这样就在较短的进尺情况下穿过了所需要勘探的地层,从而获取所需要的地层资料。

ZK101孔从300 m开始使用定向取心工具,在492 m完孔。一共进尺192 m,其中使用定向取心工具钻进共132 m,中间60 m(360~420 m)为仪器跟踪,使用常规取心方式取心。

由此可见,ZK101孔无论在进尺方面还是在获取地层资料方面都比ZK201孔和ZK401孔效果好的多。从ZK101孔我们可以明显的看出利用定向造斜取心的方式进行勘探,大大弥补了常规取心方法的不足。

图4为现场所取岩心样品,直径为24 mm。



图4 ZK101孔岩心样品

(3)近几年,随着地质大调查的全面展开,绳索定向造斜及定向取心技术对加快我国目前不规则沉积矿床、隐伏矿床等特殊矿床的勘探与开发速度以及特殊工程地质勘察有着重要的意义,因此迫切需要开展和加以成熟这项技术,使之尽快大范围的服务于勘探行业。

6 结论

(1)绳索定向造斜取心方法的优点:钻进成本降低、进尺减少、工期缩短、获取地层资料全面。

(2)ZK101孔的试验成功,标志着我国绳索定向造斜及定向取心工艺已可进入应用阶段。

参考文献:

- [1] 熊德智. 水平井取心工艺技术[J]. 钻采工艺, 1996, (1).
- [2] 许俊良,等. 定向井取心工具的研制及现场应用[J]. 石油机械, 2001, 29(2).

(上接第17页)

行冷却和清洗孔底。提钻吹孔时,只要导正器表面的孔露出套管靴、解除封闭状态,大量空气将通过此二孔进入套管对套管内岩屑进行强力吹除。

当钻进告一段落,需将钻具提高时,可慢速反转钻具两转,偏心扩孔钻头又依靠惯性和孔底摩擦力收回,整套钻具的外径小于套管内径,即可将钻具提高到进行配接和套管的位置或将钻具提出孔外,套管留在孔内护壁。

4 结语

经过对堆积体锚索孔造孔工艺及配套机具的研究,取得了以下主要成果:

(1)YG80型锚固工程钻机经过改进后,提高了钻机的适应性,增强了钻机功能,使其更适合堆积体

锚索施工的需要。

(2)研制改进的新型偏心跟管钻具,将平均跟管效率从0.65 m/h提高到3.65 m/h;使用寿命从17.0 m/套提高到120 m/套,大大提高了跟管施工效率和使用寿命,加快了锚索孔成孔进度,满足了堆积体锚索孔成孔需要。

(3)设计改进的跟管套管级配满足了一次性跟管至施工深度的需要。

参考文献:

- [1] 王扶志,张志强,宋小军. 地质工程钻探工艺与技术[M]. 长沙:中南大学出版社,2008.
- [2] 汪彦枢. 潜孔锤跟管钻进方法的开发及应用[J]. 探矿工程, 2003, (S1): 45-49.
- [3] 朱国平,罗强. 岩土锚固工程钻机及钻孔机具的配套选型[J]. 探矿工程, 2003, (4): 38-41.