

预应力锚索孔内扩孔工艺的研究

罗宏保, 王全成, 张 勇, 姜昭群, 杨 栋

(中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734)

摘要: 预应力锚索技术是进行滑坡治理、边坡锚固等地质灾害治理中的常用技术, 传统锚索内锚头自由地搁置在内锚固段孔内, 在无预应力状态下进行内锚固段注浆; 而自承载式预应力锚索在有预应力的状态下注浆, 有利于充分发挥浆体材料及岩体的力学性能。对于中硬以下碎裂岩层, 采取在锚固段进行扩孔, 在扩孔段安装自承载式锚索承载体, 承载体扩体后, 利用孔壁的摩擦力和扩孔段端部的承载力进行初张拉锁定。因此, 研究了一种适用于中硬以下岩层(抗压强度 < 30 MPa) 且适合使用空气潜孔锤钻进工艺的扩孔钻具和钻孔工艺, 通过进行扩孔钻进室内试验, 结果表明, 该扩孔钻具和工艺能够在锚固段进行分段扩孔。

关键词: 预应力锚索; 扩孔钻具; 分段扩孔; 滑坡治理; 边坡锚固

中图分类号: P634; P642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2016)10-0044-05

Research on Pre-stressed Anchor Cable Hole Reaming Technology/LUO Hong-bao, WANG Quan-cheng, ZHANG Yong, JIANG Zhao-qun, YANG Dong (Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China)

Abstract: The pre-stressed anchor cable technology is the common technology used in geological disaster control construction, such as landslide control, slope anchorage and so on. For traditional anchor cable, anchor head was freely placed in the inner anchoring section inside the hole and the grouting was carried out in absence of pre-stressed state of inner anchoring section. But for self bearing type pre-stressed anchor cable, grouting is conducted in the pre-stressed condition. It is advantageous to the full play of mechanical properties of the slurry material and rock. In the fractured rocks of medium hard, after the anchorage section is reamed and the self-bearing type pre-stressed anchor installed, the bearing body is expanded, and the anchor is firmly locked under the action of the friction force and the end bearing capacity of the hole. It is therefore necessary to develop a reaming drill tool and drilling technology which are suitable for DTH hammer drilling in medium hard rock stratum (compressive strength is less than 30MPa). The results of the indoor experiments of ream drilling show that the developed reaming drill tool and drilling technology can be used for reaming in anchor section.

Key words: pre-stressed anchor cable; reaming drill tool; subsection reaming; landslide control; slope anchorage

0 引言

我国是一个地质灾害多发的国家, 地质灾害分布广、影响大, 严重威胁着地质灾害分布区人民生命和财产的安全, 影响着部分地区国民经济的发展。在所有的地质灾害中, 滑坡、崩塌是发生频率最高的地质灾害, 也是危害最大的地质灾害, 其中又以滑坡发生的数量最多, 造成的危害最大。预应力锚索技术是进行滑坡治理、边坡锚固等地质灾害治理施工中的常用技术。

传统锚索是将内锚头自由地搁置在内锚固段孔内, 在无预应力状态下进行内锚固段注浆; 而自承载式预应力锚索在有预应力的状态下注浆, 有利于充分发挥浆体材料及岩体的力学性能。在实际的地质

灾害治理施工中, 根据锚固段地层的不同, 一般可以采取两种施工工艺。对于中硬以上较完整岩层, 不进行扩孔, 直接在合适的位置安装自承载式锚索承载体, 承载体扩体后, 由于岩体自身强度较高, 利用承载体和孔壁摩擦力进行初张拉锁定; 而对于中硬以下碎裂岩层, 采取在锚固段进行扩孔, 在扩孔段安装自承载式锚索承载体, 承载体扩体后, 利用孔壁的摩擦力和扩孔段端部的承载力进行初张拉锁定。第二种施工工艺, 需要在锚固段进行孔内扩孔, 因此需要研究一种适用于中硬以下破碎岩层(抗压强度 < 30 MPa) 且适合使用空气潜孔锤钻进工艺的扩孔钻具和钻孔工艺, 能够在锚固段进行分段扩孔。

收稿日期: 2016-03-16; 修回日期: 2016-09-05

基金项目: 中国地质调查局地质调查工作项目“川东州河流域地质灾害调查与防治示范”(编号: 12120114094801)

作者简介: 罗宏保, 男, 汉族, 1981年生, 机械制造专业, 硕士, 从事探矿技术研究工作, 四川省成都市郫县现代工业港(北区)港华路139号, luohb_cgiet@163.com。

1 钻具设计

1.1 扩孔施工工艺

目前对于锚固孔的施工,最常用的成孔技术是

空气潜孔锤钻进工艺,因此为了提高现场设备的利用率和成孔效率,我们拟采用以下扩孔施工工艺(参见图 1)。

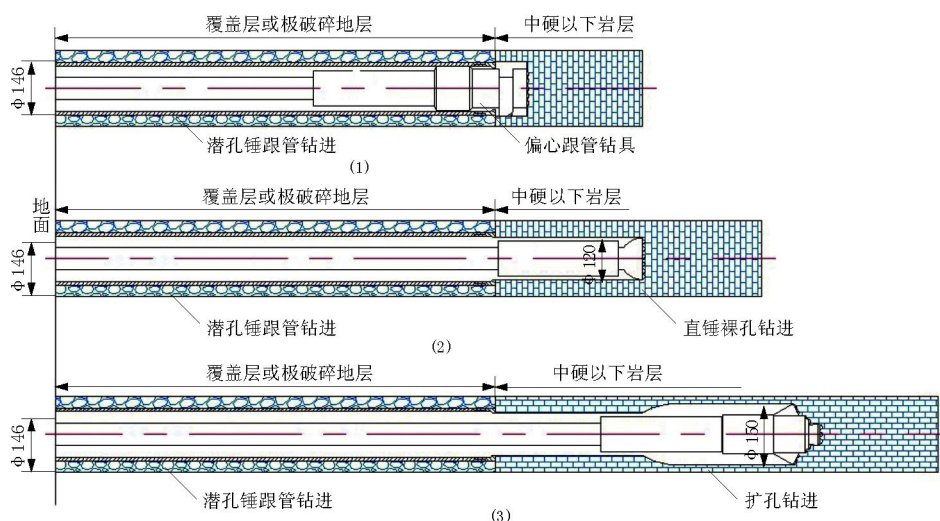


图 1 分段扩孔施工工艺示意图

(1)在覆盖层及特别破碎地层,采用潜孔锤偏心跟管钻具钻进,随钻跟进 $\phi 146$ mm 套管(管靴最小通径 120 mm)。

(2)跟管钻进至中硬以下碎裂岩层,更换 $\phi 119$ mm 直锤钻头进行裸孔钻进。

(3)裸孔钻进 1 ~ 2 m,提钻更换扩孔钻具进行分段扩孔钻进,扩孔至 $\phi 150$ mm 左右,钻进 0.5 ~ 1 m。

(4)重复(2)、(3)直至设计深度。

1.2 设计思路

根据分段扩孔施工工艺,为了满足内锚头分散设置的要求,需要在钻孔施工过程中进行分段扩孔,实现在钻进 $\phi 120$ mm 孔段之后扩孔至 $\phi 150$ mm,因此扩孔钻具的结构设计将是研究的难点。在扩孔钻具下钻过程中,扩孔钻具需要能够通过上部管靴以

及 $\phi 120$ mm 孔段,在进行扩孔钻进时,由于孔内空间原因,扩孔钻头很难在短时间内完全张开,因此钻具的张开过程是一个渐进的过程,不同结构钻具渐进至完全张开过程所需的时间的长短、扩孔成孔的效果是不同的。参照潜孔锤跟管钻具的结构特点,潜孔锤跟管钻具目前常用的有偏心 and 同心两种结构,考虑到偏心结构在钻进过程中容易出现孔斜,因此我们拟定设计同心结构型式的扩孔钻具。由于没有相关方面的施工经验参考,我们拟根据室内试验实际施工情况和扩孔段的实际效果再来对钻具结构进行优化和改进。

1.3 结构设计与工作原理

钻具型式采用同心结构,同心扩孔钻具钻进系统结构示意图如图 2 所示,钻进系统由中心钻头、滑块扩孔钻头、导正器、气动冲击器和钻杆等组成。

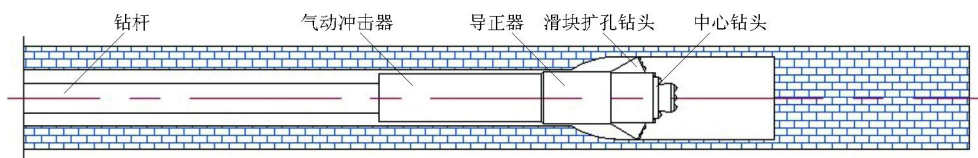


图 2 同心扩孔钻具钻进系统结构示意图

同心扩孔钻具在钻头体收拢状态下,设计要求钻具整体外径尺寸小于管靴最小通径,以保证钻具能够顺利穿过管靴提下钻。

钻头体由中心钻头和滑块扩孔钻头组成,中心

钻头设计为阶梯状,逐层扩孔钻进,中心钻头顶端起导向作用;滑块扩孔钻头设计为小半圆形,与开设在中心钻头末端的斜槽相匹配,使滑块扩孔钻头能够在斜槽内自由滑动,中心钻头和滑块扩孔钻头的外

表面都进行合理的布齿,镶嵌硬质合金。导正器与钻头体的尾端之间通过圆柱销链接,在导正器的外部开设2个或者3个平槽,作为钻进过程中的排渣槽,导正器与气动冲击器通过花键连接。在钻头体和导正器的内部进行合理的风路设计,保证气动冲击器正常工作的同时,能让岩渣顺利的通过排渣槽排出孔外并起到冷却钻头体的作用。

同心扩孔钻具由导正器、钻头体组成,导正器通过花键与气动冲击器连接,钻头体的中心钻头通过三角形花键轴与导正器相对的孔连接,并通过定位槽、圆柱销进行连接定位。当钻具工作时,钻机的扭矩和钻压通过钻杆、冲击器、导正器传递给扩孔钻头,带动钻具顺时针旋转同时钻头体下压受到岩石阻力,此时小半圆形滑块扩孔钻头在阻力作用下沿着斜槽向上方滑动,由于孔内空间的限制,滑块扩孔钻头是边向上滑动边进行扩孔的,直至滑动到导正器端面,钻头体可钻孔径逐渐变大到设计扩孔孔径(如图3a所示);当钻具不工作提钻时,钻具向上收拉,滑块扩孔钻头在上升过程中受到孔壁的摩擦力会沿着斜槽向下滑动,并且当提至管靴位置时,受管靴阻力向下滑动缩小至最小,滑块扩孔钻头收回(如图3b所示),钻具顺利通过管靴及套管提出孔外。

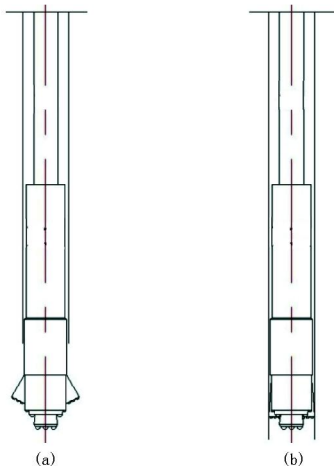


图3 钻具扩孔、钻具收拢状态示意图

1.4 钻具设计

根据同心扩孔钻具设计思路,完成钻具的结构设计图纸,图4为同心扩孔钻具的三维模型图。

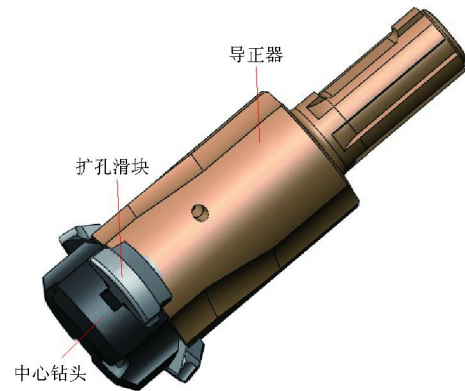


图4 同心扩孔钻具三维图

2 室内试验

根据同心扩孔钻具设计图纸,加工试制同心扩孔钻具样具一套(如图5所示),并完成钻具收敛状态的室内调试,为同心扩孔钻具的室内扩孔钻进试验做准备。



图5 同心扩孔钻具样具

2.1 试验条件

室内试验地点在我所钻探实验室,图6所示为试验场地,通过在试验孔内灌浆凝固模拟岩层来进行扩孔钻进试验。

2.1.1 试验设备、器具

英格索兰 VHP750 型空压机,成都哈迈 YXZ - 90A 型钻机,苏普曼 CIR110 型中风压冲击器,同心扩孔钻具。

2.1.2 钻进参数

钻压 15 ~ 30 kN, 转速 25 ~ 35 r/min, 扭矩(最大) 5200 N·m, 风压 1.5 MPa, 风量 20 m³/min。

2.2 试验过程

根据试验方案,同心扩孔钻具钻进试验连续进行



图 6 试验场地

三段扩孔钻进, 钻孔设计如图 7 所示, 通过在试验孔内注浆来模拟中硬以下岩层(抗压强度 < 30 MPa) 进行, 扩孔钻进的试验流程为: 试验孔注浆—等待 1 星期左右时间泥沙浆凝固—扩孔钻具钻进试验。

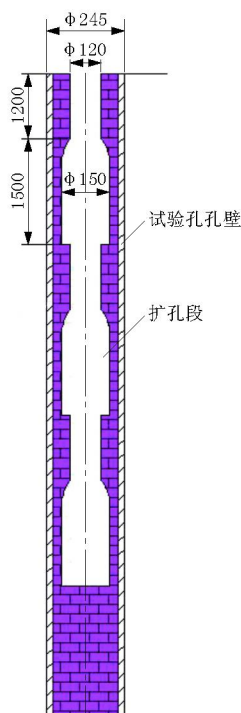


图 7 钻孔设计图

首先完成试验孔的注浆, 在注浆凝固之后, 进行同心扩孔钻具钻进试验。钻具扩孔块在收拢状态下入 $\varnothing 120$ mm 裸孔, 由于扩孔块在完全张开时外径可达 150 mm, 钻具在 $\varnothing 120$ mm 孔内无法张开, 因此在钻进初段会出现卡钻现象。基于此种情况, 在扩孔块未完全张开时, 钻进给进压力一定要小、给进速

度一定要慢, 以防卡钻, 扩孔块随着钻进在孔内是一个逐渐张开的过程。在钻机钻进过程中, 可以根据钻进情况对扩孔块是否完全张开进行判断。根据钻进情况的变化可以大致判断, 从开钻到扩孔块完全张开过程钻进深度为 0.2 ~ 0.3 m, 时间为 10 ~ 25 min。图 8 所示为钻孔形成的扩孔效果。

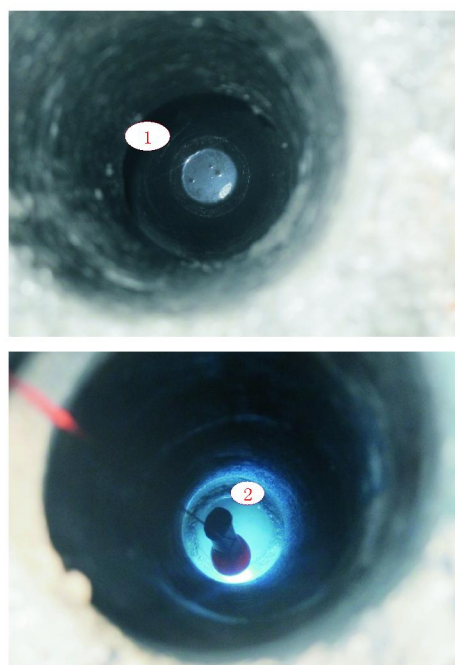


图 8 钻孔效果

从图 8 可以看出, 扩孔段上部标注①的位置形成类似葫芦形的钻孔, 下部标注②的位置有非常明显的扩孔形成的台阶。本组试验一共完成了 3 次扩孔段钻进, 成孔质量非常好, 达到了预期的效果, 表 1 为钻进数据统计表。

表 1 钻进数据

扩孔段	钻孔深度/m	时间/min	备注
1	0.2	20	扩孔块逐步张开至最大
	1.3	30	正常扩孔钻进
2	0.2	25	扩孔块逐步张开至最大
	1.3	25	正常扩孔钻进
3	0.3	15	扩孔块逐步张开至最大
	1.3	20	正常扩孔钻进

在注浆同时制作抗压强度测试试块, 通过测试试块以确定模拟岩层的抗压强度。根据四川交通大学工程检测咨询有限公司的检测, 试块抗压强度为 70.2 MPa, 远远大于中硬以下岩层的抗压强度。考虑试验孔孔壁为钢管封闭, 凝固条件较差, 试块强度折减后能满足设计要求。

3 试验分析

本次同心扩孔钻具扩孔钻进室内试验,取得了不错的扩孔效果,整体来说,这种在锚固孔内进行扩孔的工艺方法是可行的,同时根据试验中遇到的问题,我们还有很多工作需要作进一步研究、改进。在以后的研究工作中,我们计划从以下2个方面着手:

(1)通过改进设计和热处理2方面增强同心扩孔钻具扩孔块的强度;

(2)改进扩孔块的布齿。

4 结语

本次试验共完成了3段扩孔钻进试验,扩孔效果良好,达到了预期的目标。

本通过扩孔钻进室内试验,验证了这种在锚固孔内进行扩孔的工艺方法是可行性,并且在试验中发现钻具设计的一些问题,为钻具的改进设计提供了依据,室内扩孔钻进试验达到了预期的目的并取得了良好的效果。

本通过理论设计、室内试验,完成了预应力锚索

孔内扩孔钻具与施工工艺的研究,并且通过室内扩孔试验验证了所设计的同心扩孔钻具能够在锚固孔内进行扩孔钻进,实现锚固段分段扩孔,满足安装自承载式锚索承载体扩体后进行初张拉锁定的要求。

参考文献:

- [1] 王恭先. 滑坡防治中的关键技术及其处理方法[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(21).
- [2] 陆观宏, 曾庆军, 黄敏, 等. 锚杆扩孔技术应用于某高层建筑基础加固[J]. 土工基础, 2011, 25(5).
- [3] 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).
- [4] 汪彦枢. 潜孔锤跟套管钻进技术[C]// 探矿工程科技进步100例. 北京:地震出版社, 1998.
- [5] 耿瑞伦, 陈星庆, 等. 多工艺空气钻探[M]. 北京:地质出版社, 1995.
- [6] 张国樾. 凿岩钎具的设计、制造和选用[M]. 湖南长沙:湖南科学技术出版社, 1989.
- [7] 杨俊志, 冯杨文. 预应力锚固工程技术的发展与应用[J]. 探矿工程, 2003, (S1).
- [8] 汪彦枢. 钻进大口径锚索孔的新方法——浅谈潜孔锤扩底钻进[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(S1).

(上接第43页)

为第四系残坡积物,滑带位于含碎石粉质粘土层与基岩接触带,滑床为下伏强风化闪长岩,人类工程活动使该滑坡存在重新滑动的可能。

(2)滑坡的稳定性评价在定性分析时除考虑滑坡体本身的稳定性外,还考虑了滑坡体上方危岩体崩塌的影响,两者的协同作用会加大地质灾害的破坏作用;在定量计算时按天然和饱水2种工况计算,更直观的反映了降雨对滑坡的影响。

(3)防治方案综合治理了崩塌体和滑坡体2个地质灾害隐患,采用卸荷及加固的方式治理W1危岩群,采用支挡和截排水工程增加滑坡的稳定性,并对治理后的场地进行绿化和恢复,使雨山村地质灾害隐患点得到彻底的治理,保证了村民的生命财产安全。

参考文献:

- [1] 殷跃进, 朱继良, 杨胜元. 贵州关岭大寨高速远程滑坡-碎屑

流研究[J]. 工程地质学报, 2010, 18(4): 445-454.

- [2] 刘光华, 张玲, 赵鹏, 等. 模糊数学在缓倾顺向边坡稳定性判断中的作用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2015, 26(2): 23-29.
- [3] 张端森, 庞威, 吴昱, 等. 清江隔河岩库区滑坡时空分布特征和主要控制因素分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2014, 25(S1): 40-44.
- [4] 张涛, 石胜伟, 谢忠胜, 等. 四川省南江县陈家湾滑坡稳定性分析及防治建议[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(1): 14-19.
- [5] 姜德义, 等. 边坡稳定性分析与滑坡防治[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2005.
- [6] 陈祖煜, 等. 土质边坡稳定性分析——原理·方法·程序[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2003.
- [7] 唐皓, 赵法锁, 宋飞. 陕西地震灾区滑坡类型及其时空分布特征——以略阳县为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2015, 26(1): 9-15.
- [8] DZ/T 0218—2006, 滑坡防治工程勘查规范[S].
- [9] 温铭生, 方志伟, 王阳谷. 都江堰五里坡特大滑坡灾害特征与致灾成因[J]. 现代地质, 2015, 29(2): 448-453.