

深厚砂卵石覆盖层金刚石 钻进与取样技术

吴锡贤 李月良 白玉华

(水利电力部成都勘测设计院)

提 要

“深厚砂卵石覆盖层金刚石钻进与取样技术”，是《深厚覆盖层建坝研究》中的重要成果之一。在深厚砂卵石覆盖层中，成功地采用无固相冲洗液护壁配合金刚石钻进，使这类地层的钻探与取样有了新的突破，并初步解决了薄砂层取样的难题，获得了较好的技术经济效果。

一、概 述

我国西南地区河谷内砂卵石覆盖层多较深厚，有些河段砂卵石覆盖层厚达40~70米，甚至100米以上；且结构组成各不相同，层次繁多，漂卵石层中往往有1米以上的大孤石，局部架空，透水性强；间有粉细砂透镜体，组成极不均一；地层结构复杂，勘探与取样都很困难。

为解决深厚砂卵石覆盖层的勘探与取样技术，寻求适合深厚砂卵石覆盖层钻进与取样的方法，是《深厚覆盖层建坝研究》中关键技术问题之一。我们采用金刚石钻进，并着重对护壁冲洗液进行了选择与研究。

两年多来，在三个施工现场（共钻了16个砂卵石覆盖层钻孔，累计进尺700余米）的生产性试验中，在选用MY-1A交联液的基础上，又成功地研制了SM植物胶冲洗液。在深厚砂卵石覆盖层中采用这种冲洗液配合金刚石单动双管钻具钻进，随钻取出了近似原状样的薄砂层、砂夹层，岩芯采取率平均达到70%以上，使深厚砂卵石覆盖层钻进和取样有了很大的突破。与常规钻探相比可提高钻进效率1~2倍，延长了钻头的使用寿命，而且给孔内综合测试提供了良好的井孔技术条件。

二、钻孔结构及开孔方法

（一）钻孔结构

砂卵石覆盖层结构松散，孔壁不稳固。其钻孔结构取决于开孔直径、终孔直径、覆盖层深度及中间套管的层次结构和深度。

采用SM植物胶、MY-1A无固相冲洗液配合金刚石钻进，全孔段裸孔钻进尚有一定困难。当裸孔钻进一定深度或孔内多次出现不稳定现象时，仍需下套管保护。砂卵石覆盖层深度在100米以内时，钻孔结构一般为： $\phi 127$ 毫米厚壁套管跟管作为孔口管，

φ94毫米钻头钻进。裸孔钻进一定深度后，先后下入φ89、φ73毫米两层套管，使用φ57毫米金刚石钻具钻进基岩。

(二) 开孔方法

河床覆盖层由于表层结构松散，单纯依靠冲洗液难以满足护壁要求。应打入φ127（或φ130）毫米孔口管，深度视地层结构及覆盖层深度而定，一般为10~15米。

开孔采用跟管法钻进，需用φ94毫米金刚石钻头或φ91毫米硬质合金钻头掏孔，一次掏孔钻进深度为1~1.5米，当遇到粒径大于20~30厘米的漂卵石时，则用小药量进行孔内爆破。

为提高金刚石钻头寿命，跟管钻进时需用SM或MY-1A无固相冲洗液洗孔，跟管到预计深度后，用同径钻具继续裸孔钻进到可能的最大深度。

三、钻进取样

(一) 钻 具

砂卵石覆盖层中金刚石钻进对钻头要求比基岩中钻进要高，如钻头耐磨性、抗冲击性、单动性等，因此必须选用适合其特点的金金刚石钻头和钻具。

1. 金刚石钻头 在砂卵石覆盖层中，一般使用孕镶金刚石钻头。金刚石采用JR₃即可，品级毋须过高。粒度为60~80目，浓度100%，胎体硬度HRC40~50。为增加其抗冲击性能，可减少水口数量，加大胎体厚度，若钻头外径加大，钻具抽吸作用则减少，以适应覆盖层中金刚石钻进的需要，采用的钻头规格见表1。扩孔时为了与金刚石钻头配套，常用电镀扩孔器。

表1 金刚石钻头规格表 (单位：毫米)

钻 头 系 列	胎 体		钢 体		水 口		水槽规格 (深×宽)
	外 径	内 径	外 径	内 径	数 量	规 格	
75	+0.5	54±0.1	73±0.1	66+0.2	6	5×4	2×5
	77 +0.3						
91	+0.5	63±0.1	90±0.1	81+0.2	8	5×4	2×5
	94 +0.3						

2. 单动双管钻具 为适应砂卵石覆盖层钻进，我们设计了φ91毫米和φ75毫米单动双管金刚石钻具。其结构基本与普通金刚石钻具相同，不同之处是：

(1) 单动接头采用两盘圆锥滚柱轴承，盘间保持较大的距离，并增大小轴直径，以保持良好的单动性能；

(2) 采用新颁发的小口径管材系列和螺纹标准，使其系列化和标准化；

(3) 增大钻头外径，加大环状间隙，减少抽吸作用；减少水口数量，防止崩刃。

(二) 钻进规程

1. 钻压 在砂卵石覆盖层中使用孕镶金刚石钻头钻进，为减少岩芯堵塞，应采用

较低的钻压(推荐钻压值为1.96~3.92MPa)。当用新钻头初始钻进或在小卵石层钻进时,应降低钻压;当在大漂石,大孤石中钻进时,应采用较大的钻压。为避免岩芯堵塞,一般不宜在钻进途中改变压力。

2. 转速 砂卵石覆盖层金刚石钻进的转速,主要根据孔内返浆、钻杆振动、孔壁稳固、钻孔负荷能力等因素而定。SM植物胶和MY-1A冲洗液均有良好的润滑减振性能,可以满足高转速钻进的需要。因此,孔内返浆情况较好,孔内干净时,可采用高转速钻进;当孔内漏失严重,地下水位较低,孔内负荷较大时,则应使用低转速钻进。

3. 冲洗液量 砂卵石覆盖层金刚石钻进泵量的大小,应根据地层结构特征加以选择。在保证取芯的前提下,还应满足冷却钻头,排除岩粉的需要。特别松散、漏失冲洗液的地层用小泵量;比较紧密地层用较大泵量。但泵量过大,将影响取样质量。生产性试验证明,在水泵性能可靠的条件下,采用较小的泵量为佳,推荐的钻进参数如表2。

表2 钻进参数表

孔径 (毫米)	钻压 (kN)	转速 (转/分)	泵量 (升/分)	泵压 (MPa)	备注
φ 94	5.88~9.80	500~1200	32~47	0.49	
φ 77	4.90~7.84	500~1200	32~47	0.49	

(三) 操作要点

由于砂卵石覆盖层中钻进工作条件差,为能钻出好的钻孔,取出好的岩样,操作上除了严格执行金刚石钻进的有关规程外,还应注意下列几个问题。

(1) 创造好的工作条件 砂卵石覆盖层本身结构松散,为了尽可能创造良好的钻进条件,首先必须保持冲洗液的良好性能,使之能满足护壁的要求。其次,发现孔内漏水时,要及时进行堵漏处理,维持冲洗液的正常循环。对个别地段的地下水流速大,地层架空严重,用多种堵漏方法均难以收效时,可采用材质DZ-55以上、壁厚9毫米、圆弧形螺纹、平接手连接的φ127、φ89毫米的护壁管,分别与φ91及φ66毫米两种金刚石钻具相配合的跟管钻进法。以治理严重漏失的架空层,有效地保护孔壁。

此外,起下钻速度要慢,过快会造成压力激动,加剧抽吸现象,增加孔壁的不稳定因素。

(2) 防止岩芯堵塞 由于砂卵石覆盖层结构特点,岩芯容易堵塞,为了减少和消除这一现象,必须认真作到:

① 下钻前认真检查钻具,保证卡簧、卡簧座和钻头内径的配合符合规定要求。内管短节的内壁光洁度要高,下钻前应涂抹机油,如能镀铬处理,效果则更好;

② 钻压要稳定,正常进尺时不要活动钻具;

③ 倒杆时,停车、开车要缓慢,防止任何突然变化;

④ 发现岩芯堵塞,处理无效时应立即提钻。

(3) 防止烧钻 烧钻的原因往往是操作不当引起的。孔内缺少冲洗液,金刚石冷却不良则是其主要原因。因此预防烧钻的主要措施是保证浆液系统畅通,水泵的正常工作压力一般为0.49 MPa。岩芯堵塞,钻具冲洗液通道堵塞,钻头外径磨损、外环状

间隙太小都会导致泵压过高。此时应上下活动钻具或停止立轴回转,采取间断打离合器,短时间回转钻具等方法予以消除。如无效则立即提钻,不得强行钻进。

(四) 随钻取样

随钻取样是用常规的单动双管钻具,在正常钻进中提取砂层、卵砾石夹砂层、夹泥层和基岩断层破碎带的原状样的方法。钻进中要求随时注意钻进感觉,作好直观地层的判别,采取相应的操作措施。如进尺突然加快,钻机运转平稳,这是遇到砂层的征兆,可适当减少泵量,力求一次穿透砂层,继续钻进其它地层10厘米左右,以托住砂样,防止起钻时砂样脱落。

凡在重要取样地段提取钻具时要放慢提升速度,扭卸钻杆要平稳,以防人为因素使岩样脱落。退出岩芯要特别细心,不应将钻具吊起敲打,而要先卸掉钻头,抽出卡簧座和短节管,斜立钻具,轻轻倒出岩芯。必要时,卸掉单动接头,倾倒入浆液后,再退出岩芯。

当预计到金刚石钻具一个回次不能穿透的厚砂层时,可根据具体情况选用专用工具取样。

四、效益分析

采用SM植物胶和MY-1A无固相冲洗液与金刚石单动双管相结合的新工艺钻进砂卵石覆盖层与常规钻进工艺相比,具有以下突出的优点。

(一) 岩芯采取率高

覆盖层常规钻进时,全孔平均取芯率仅30%,且不能取出卵石间的充填物。新工艺钻进,取芯率平均达到70~80%,并可随钻取出薄砂层、夹泥层,卵砾石夹砂层等近似原状的岩样,为准确判断覆盖层的组成、测定其物性指标,提供了真实直观的标本。提高了钻孔质量,亦可大大减少钻孔工作量。

(二) 钻进效率高

常规工艺钻进平均台月进尺30~50米,在生产试验中采用新工艺,就可提高钻进效率1~2倍,加快了勘探速度。

(三) 钢材消耗低

试验中统计, $\phi 94$ 毫米金刚石钻头平均寿命为20~36米,最高可达39.77米,达到了在花岗岩中的钻进水平;钢材消耗仅为常规钻进的十分之一。

(四) 钻孔结构简化

由于所用SM植物胶和MY-1A无固相冲洗液具有良好的护壁作用,一般情况下可裸孔钻进,简化钻孔结构,为在砂卵石覆盖层中实现小口径金刚石钻进和孔内综合测试提供了良好的井孔技术条件。

(五) 经济效益显著

砂卵石覆盖层金刚石钻进与取样技术已在铜街子、太平驿等工程应用,为工程设计提供了重要的地质资料,加快了勘探进度,缩短了电站前期工作进程,节省大量投资,具有良好经济效益和社会效益。

太平驿工程初步设计阶段,虽然进行了较多的常规工艺的钻探工作,但砂层取样问题一直未能解决。采用该项新工艺,不仅查明了遗漏的砂层,而且取出了原状样,为查明闸基工程地质条件提供可靠资料。

铜街子工程坝基隐伏断层 F_3 、 F_6 ,在初步设计阶段曾布置数十个钻孔,但由于岩芯采取率低,断层的性状未能查明,计划开挖竖井80米取样分析。应用新工艺重新钻孔,断层带的岩芯采取率达90%以上,断层泥、角砾岩及挤压破碎带清晰可见,为设计提供了重要参数,免去了竖井开挖,节省投资近百万元。

五、结 束 语

(一) SM 和 MY-1 A 无固相冲洗液配合金刚石单动双管钻具,钻进砂卵石覆盖层的钻探新工艺质量好、效率高、工艺简便、易于推广,是目前国内深厚砂卵石覆盖层有效的钻进方法,它开拓了砂卵石覆盖层钻探的新途径,提高了砂卵石地层的采取率。具有显著经济效益,展示了广阔的发展前景。

(二) RM 植物胶 MY-1 A 无固相冲洗液的研究和应用,是深厚砂卵石覆盖层金刚石钻进取得成功的重要因素,它具有良好的护壁、润滑、减振性能,以及保护岩芯的作用。只要钻进参数、操作工艺符合规程,就可获得满意的效果。这为实现覆盖层金刚石裸孔钻进创造了条件。

(三) 覆盖层金刚石钻进与取样技术具有以上许多优点,但有一些问题待进一步研究和完善。例如:

1. 金刚石双管钻具在覆盖层中钻进、卵石容易在短节中堵塞,回次进尺低;
2. 在原砂层取样,由于卡簧部位无卵石衬托,起钻时,柱状砂样有时出现滑脱现象,有待进一步改进砂层取样工具的结构,进一步保证取样可靠性;
3. 架空层和大漏失地层裸孔钻进护壁和取样还有困难;
4. 进行水文地质渗透性对比试验,解决地层渗透系数测定问题。

新书推荐

《软基加固新技术——振动水冲法》即将出版

该书是1983年召开的振冲加固学术讨论会会议论文选编而成。全书包括会议论文总报告、水平报告、分组讨论总结及会议交流的部分论文24篇。本书概括了我国振冲加固技术的发展水平,亦有较多的工程实录,有较强的实用性。全书约350页,由南京水利科学研究所编辑,水利电力出版社出版(书号15143·6158),定价约3.00元,欲购者请向当地新华书店预订。

南京水利科研院

《岩土工程学报》编辑部