

复杂岩层大直径嵌岩桩钻进技术

刘睦峰^{1,2},彭振斌¹,王建军^{1,2}

(1. 中南大学地学与环境工程学院,长沙 410083;2. 湖南省煤田地质局,长沙 410014)

[摘 要]在软硬互叠产状变化大且岩层坡面偏陡的地层中进行大直径嵌岩桩基础施工是当今岩土钻掘工程界面临的主要技术难题之一。结合某桥址的工程地质特征,分析了滚刀的碎岩机理和滚刀的分布规律,采用大扭矩动力头液压钻机配组合式滚刀钻头钻进的施工工艺,改进了常规的气举反循环排渣方式,总结出回次钻进技术方法,探索出一套适应该地层的泥浆性能指标、钻压、转速和小时进尺等工艺技术参数值;研究发现泥浆对钻具的浮力影响是不能忽略的,提出了一种行之有效简易确定钻压的方法,这些技术参数和工艺方法对类似工程的施工具有一定的指导意义。

[关键词]复杂岩层 大直径 嵌岩桩 钻进技术

[中图分类号]P634. 5 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2009)05-0621-06

Liu Mu-feng, Peng Zhen-bin, Wang Jian-jun. Research on drilling technology of large diameter rock-embedded pile in complex rock[J]. Geology and Exploration, 2009, 45(5): 621-626.

随着我国经济建设的快速发展,各种特大型基础设施纷纷上马,大直径钻孔灌注桩由于其具有诸多优越性被广泛应用于以上基础工程施工中,尤其是深水、大跨径桥梁基础工程施工中,并不断向超大超深方向发展,工程地质条件越来越复杂,大多数属于嵌岩桩,施工风险很大。因此,如何优质、安全、高效完成施工这类桩孔已经成为岩土钻掘工程界面临的主要技术难题之一。本文结合正在施工的某长江大桥桥址的产状复杂、软硬互叠岩层,从滚刀碎岩机理入手,采用大扭矩动力头液压钻机配组合式滚刀钻头、气举反循环钻进施工工艺,总结出回次钻进技术方法,探索出一套适应该地层的泥浆性能指标、钻压、转速和小时进尺等工艺技术参数值。

1 桥位区工程地质特征分析

主墩设计桩径为 $\Phi 2.8\text{m}$,设计桩长 75m ,钻孔孔深 95m ,总桩数 22 根。主要工程地质条件:覆盖层为粉—砾砂层,厚度为 $24\sim 25\text{m}$ (标高 $+6.09\sim -18.71$),基岩顶部为破碎严重(强风化)粉砂质泥岩 $\textcircled{9}_{1-3}$,其下以破碎较严重(中风化)粉砂质泥岩 $\textcircled{9}_{1-2}$ 为主,其中夹有透镜状的 $\textcircled{9}_{1-3}$ 、 $\textcircled{9}_{1-1}$ 或 $\textcircled{9}_1$,下部以破碎(中风化)粉砂质泥岩 $\textcircled{9}_{1-1}$ 为主,夹有透镜状的 $\textcircled{9}_{1-1}$; $\textcircled{9}_{1-3}$

层在该墩发育的规模相对较小,在下游北面局部较厚,达到 25m ,最薄处仅 $3\sim 5\text{m}$,局部甚至未能揭露; $\textcircled{9}_{1-2}$ 层在位于墩位中心线附近的钻孔中较多揭露,其次在南面上、下游角分布亦较多; $\textcircled{9}_{1-1}$ 及 $\textcircled{9}_1$ 层分布范围及厚度较大;岩层的倾角主要有 20° 、 45° 、 70° 及近垂直,各层的天然抗压强度见表1。

表1 岩石强度一览表

Table1 Distribution parameters of rock intensity

岩层	天然抗压强度(MPa)		
	最大值	最小值	平均值
$\textcircled{9}_1$ 粉砂质泥岩	42.50	17.70	25.10
$\textcircled{9}_{1-1}$ 破碎粉砂质泥岩	34.50	11.00	20.27
$\textcircled{9}_{1-2}$ 破碎较严重粉砂质泥岩	7.50	2.50	4.58
$\textcircled{9}_{1-3}$ 破碎严重粉砂质泥岩	0.20	0.20	0.20

综上所述,桥址地层具有如下三个特征:(1)覆盖层松散易钻,但孔壁稳定性差,常出现塌孔、超径等问题,对泥浆性能要求较高,需控制进尺;(2) $\textcircled{9}_{1-3}$ 层具有遇水容易软化崩解的特性,对泥浆的性能也要求较高;(3)从岩石强度、岩层的分布及其倾角来看, $\textcircled{9}_{1-3}$ 、 $\textcircled{9}_{1-2}$ 与 $\textcircled{9}_{1-1}$ 、 $\textcircled{9}_1$ 之间强度相差较大,软硬岩层互叠且局部岩层破碎、倾角变化大、岩层坡面偏陡。

在这种大倾角岩坡面地层钻进施工,当滚刀钻头滚轮齿冲切不平整孔底岩石时,钻头及钻杆的重

[收稿日期]2009-05-20;[修订日期]2009-08-30。[责任编辑]王 梅。

[第一作者简介]刘睦峰(1962—),男,在读博士研究生,高级工程师,主要从事地质工程施工管理、大口径超深孔桩基础施工的应用研究。

力作用迫使钻头中心线偏离钻孔轴线,极易造成顺坡溜的孔斜结果。因此,应该从以下三方面来提高碎岩效果和钻进效率:

- (1) 合理布置刀具,以压裂压碎加剪切的破碎切削方式来提高碎岩效率;
- (2) 减少钻头钻进过程中的重复破碎,即利用较好的排渣工艺方法,以提高钻进效率;
- (3) 选择合适钻进参数和工艺流程来控制顺坡溜孔斜以提高钻机钻进效率。

2 滚刀碎岩分析与滚刀的布置

2.1 滚刀碎岩分析

滚刀刀齿对岩石的破碎作用有三种:压碎、冲击和剪切。压碎是刀齿在钻压的作用下对岩石的静力压碎作用,压碎作用的效果主要取决于钻压的大小和岩石的硬度;冲击是由于滚刀滚动时不同刀齿交替作用于岩石而使滚刀轴心产生上下往复振动,从而对岩石产生冲击,冲击力的大小与滚刀的直径、齿数、转速和钻压有关,它与齿数成反比,与直径、转速和钻压成正比;剪切则是由于滚刀在岩石上滚动时,刀齿还有一定的滑移,从而对岩石进行剪切破碎,剪切作用则取决于滚刀的回转半径和主锥角,由于滚刀的主锥角是一定的,在钻头上有一个纯滚动带,离纯滚动带的距离愈远,刀齿的滑移量愈大,滑移速度愈快,剪切作用也就愈强^[1-4]。

同一个钻头上,回转半径不同,滚刀的破岩效率也不完全相同。根据岩石破碎机理可知,钻进软岩时,剪切破碎破岩效率高;钻进中硬岩石时,以冲击加剪切的方式破碎岩石效果最好;钻进较硬岩石时,应以冲击方式破岩为主。因此,要保证滚刀钻头达到最佳钻进效果,并使各部位滚刀基本达到均匀磨损,钻头上的滚刀布置应根据所钻岩石的软硬程度来调整。

2.2 滚刀的分布

一般来讲,破岩效率低而滚刀磨损快的区域,滚刀数量要适当增加。同时,由于不同回转半径上滚刀的破岩效率不同,工作量也不一样,其磨损呈不均匀性。因此,应尽可能使不同回转半径上的滚刀工作量尽可能相同,以使整个钻头钻进平稳、磨损均匀。因此,在组焊滚刀钻头时应根据不同地层、循环方式和钻机加压能力等调整滚刀位置,以使钻头在使用中发挥其时效高、寿命长的特点。

2.2.1 钻头的设计

设计钻头时,除遵循一般的基本原则以外,还必须考虑:

- (1) 保证钻头整体的重心在钻头中心线上;
- (2) 在底盘上布置滚刀时,一般每一回转半径上不少于两把滚刀,并随回转半径的增大,滚刀数逐渐增多,并保证每把滚刀的工作量基本相同;
- (3) 钻头上设计有护筒和护块,护筒起到导正作用,护筒内摆放配重块;
- (4) 钻头底盘上应设计挡板和导流板,使孔底岩渣迅速排出,减少重复破碎;
- (5) 根据工程地质特征,在钻头上部安装扶正器,以减小钻头在孔底振动,从而减小边刀磨损。

为防止边刀座磨损,可在每把边刀的前部(沿回转方向)和靠近边刀座的底盘上加焊镶有合金刮渣板,以减少岩渣对边刀座的磨损。为防止钻头底盘和护筒过早磨损,造成孔内事故,一方面将底盘水口开大;另一方面,在护筒圆周上由下至上顺着钻头回转的方向连续焊上几组导正块,既可导正又有助于将孔内的岩渣导出。

2.2.2 滚刀的布置

(1) $\Phi 2.8$ 钻头共设计为 15 把滚刀,其中:外边刀 4 把(尺寸斜边夹角为 20° 、直线投影与底边夹角为 12°)、内边刀 3 把(尺寸斜边夹角为 20° 、直线投影与底边夹角为 17°)、正刀 8 把(尺寸斜边夹角为 21° 、直线投影与底边夹角为 20°),如图 1 所示。

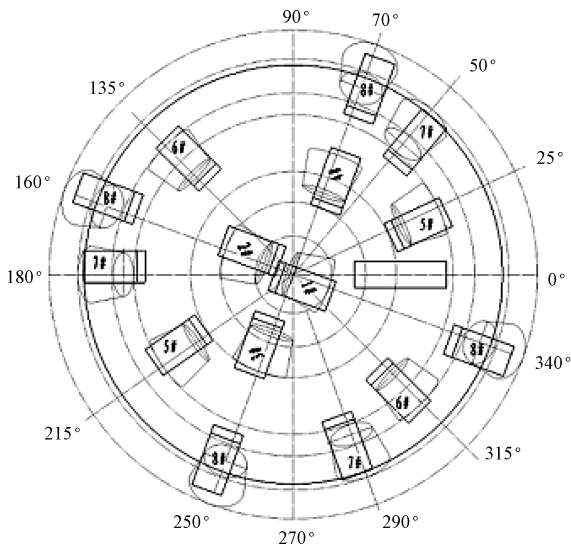


图 1 组合滚刀布置图

Fig. 1 Combination hob layout

- (2) 合金材料采用株洲硬质合金厂生产的 YG11C,对比原通用的合金材料 YG8,耐磨性、耐冲击力及强度均有提高;合金片与刀体采用高频焊接,保证焊接牢固。

2.3 滚刀钻压的计算

设:钻头重量为 P_1 , 所加的配重重量为 P_2 , 配重钻杆重量为 P_3 , 所加钻杆重量为 P_4 , 钻机动力头的重量为 P_5 , 则, 作用于钻头底部的受力模型可简化成图 2。

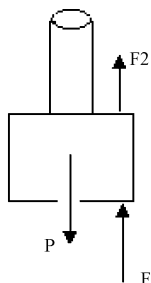


图 2 钻具受力示意图

Fig. 2 Force diagram of drilling bit

(1) 此时钻机可能施加的重量为:

$$P = \sum_{i=1}^5 P_i \quad (1)$$

(2) 视同浮力计算

设:泥浆比重为 γ_1 , 铁的比重为 γ_2 , 则

$$\lambda = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \quad F_1 = \lambda \times \sum_{i=1}^5 P_i \quad (2)$$

式中: λ — 视同浮力系数(此算法可认为是成立的, 因为钻具的体积相对泥浆的体积而言, 比值几乎等于零, 它在实际施工中一般可以忽略不计); F_1 — 视同浮力, 即泥浆对钻头可能形成的阻力。

(3) 单把滚刀钻压 F

设:钻机减压或加压钻进的作用力为 F_2 , 滚刀数量为 N 把, 则

$$F = \frac{P - F_1 \pm F_2}{N} \quad (3)$$

以釜马 RC-300(钻杆为 3.0m, 0.65t) 为例, $P_2 = 32\text{t}$ (加 8 块配重), $P_3 = 1.5\text{t}$, $P_4 = 20 \times 0.8 = 16\text{t}$ (加 20 根), $P_5 = 5\text{t}$, $P_1 = 10\text{t}$, $\gamma_1 = 1.2$, 减压 2 格钻进(每格为 4t), 15 把 $\Phi 2.8\text{m}$ 的滚刀。

由式(1)~式(3)可计算得:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 64.5\text{t}$$

$$\lambda = \gamma_1 \div \gamma_2 = 1.2 \div 7.85 \approx 0.15$$

$$F_1 = \lambda \times P \approx 9.7\text{t}$$

$$F_2 = 2 \times 4 = 8\text{t}$$

$$F = (P - F_1 - F_2) \div N =$$

$$(64.5 - 9.7 - 8) \div 15 \approx 3.1\text{t}$$

可以看出:当加完第 20 根钻杆时, 泥浆对钻杆

可能施加的浮力约为 9.7t, 对于 $\Phi 2.8\text{m}$ 的滚刀而言是不能忽视的, 而且随着深度的增加, 视同浮力 F_1 也随之逐渐增大, 由此笔者认为在现场操作中, 视同浮力对钻头所造成的影响应该引起足够的认识; 该方法简化了浮力系数的计算步骤, 方便现场对视同浮力 F_1 的实时计算, 能及时的了解每把钻刀可能施加给地层的压力; 在其他条件不变的情况下, 将配重 P_2 增加至 64t, 同理可计算出: $F = 9.3\text{t}$, 可见增加配重既可以提高碎岩效率, 同时还能起到导正纠偏顺坡溜孔斜^[5,6]。

3 钻进施工工艺探讨

3.1 大直径嵌岩桩钻进方法对比

大直径嵌岩桩施工中采取的钻进方法主要有: 组合式牙轮钻头全面钻进、组合式滚刀钻头全面钻进、冲击式钻进、潜孔锤钻进、常规硬岩钻进方法配合聚能爆破的工艺方法以及钢粒回转取心钻进等^[5,7~10]。

(1) 组合式滚刀钻头钻进及牙轮钻头钻进是当前大直径硬岩钻进中最常用的工艺方法, 且常采用全面钻进的方式, 但在实际施工中往往由于钻压不够而使钻进效率降低;

(2) 冲击式钻进方法是通过卵石、砾石、漂石地层的最好方法, 但对于坚硬完整岩石, 它的钻进效率很低;

(3) 潜孔锤钻进是当前在硬岩中钻进效率最高的工艺方法, 但随着钻孔直径扩大, 钻孔深度增加, 潜孔锤耗风量也不断增大, 使潜孔锤钻进成本也倍增加, 钻进效率降低;

(4) 常规硬岩钻进配合聚能爆破钻进工艺方法是近来出现的一种新的技术方法, 它是将聚能爆破与常规钻进方法结合, 在钻孔时遇到深、厚、大而坚硬的孤石或漂石时, 先采用聚能爆破破碎孤石、漂石, 再用常规钻进方法继续钻进。

(5) 钢粒钻进虽简单, 成本也低, 但钢粒钻进的效率最低且钻孔直径很难加大。

由此可以看出, 本工程施工应通过如下三个方面来提高钻进效率, 一是利用大扭矩动力头液压钻机, 采用加大钻头配重并控制在提吊状态下低转速的小程钻工艺来进行岩层坡面纠偏; 二是通过组合式滚刀钻头来提高碎岩效率; 三是利用气举反循环钻进来提高排渣效率, 减少孔底岩石重复破碎。在此基础上对其工艺方法进行探讨。

3.2 空压机供气方式的改进

通常情况下,单台钻机配1台空压机进行气举反循环钻进,其最小送风量和风压可采用如下公式进行计算:

$$V_1 = k \cdot D (\text{m}^3/\text{min}) \tag{4}$$

$$P = H/100 + 0.05 (\text{MPa}) \tag{5}$$

式中, k —经验系数,取0.8~1.0; D —钻杆的管内径(cm); H —孔深(m)。

釜马 RC-300 型钻机钻杆内径为 28cm, 由式(4)、(5)可推算出,钻进过程中所需的最小送风量为 22.4m³/min、风压为 1MPa; 英格索兰 VPH750E 空压机的额定风量为 21.5m³/min、风压为 1.2MPa。

在施工中发现钻进过程中,常因气量不足或气流不稳定而影响排渣效果,甚至发生堵管的工程事件。考虑到风量逸散和风压损耗,笔者改进了供气方式,如图3所示。将3台空压机产生的气体通过阀门统一排放到储气罐中,然后储气罐中的气体通过阀门再输送到钻机上,这样就可以保证有稳定的气流传输到钻机中,避免因空压机工作不稳定所造成的气压波动和气量不足,大大地提高了排渣效率。

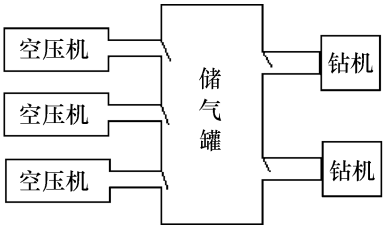


图3 改进后的空压机供气模式

Fig. 3 The improved model of air compressor gas

3.3 泥浆循环系统的改进

一般情况下是泥浆经过一次沉淀后就流入孔内(见图4(a)),在钻进过程中,针对不同地层来配置不同筛网,以此来减少渣箱中钻渣沉淀量。但在大口径桩基础施工时,若不能及时将渣箱中钻渣清除,就会因排渣时间过长而增加孔内钻渣沉淀量,从而影响钻进效率。为此改进了原有泥浆循环系统(见图4(b))。增加一个渣箱来进行泥浆循环,泥浆经过二次沉淀后再流入孔内,在已有2个排渣口的基础上,在渣箱底部再增设1个排渣口,以增加排渣效率。由于两个渣箱不可能同时填满,因此在排渣时,就可以利用另一个渣箱来进行正常钻进。采用这种工作程序后,避免了因排渣而使钻进停止,极大地提高了钻进效率。

3.4 钻进工艺参数的选用

结合钻机的技术性能,在粉砂层、砾砂层钻进主要是通过加大转速和小时进尺来提高钻进效率,而在岩层的钻进时则通过加大钻压、减小转速和控制小时进尺来提高碎岩效率和确保钻进轨迹的垂直度,具体的工艺参数如表2。

表2 钻进技术参数一览表

Table 2 Distribution parameters of drilling technique

地 层		钻压 (kN)	转数 (rpm)	进尺速度 (m/h)
覆盖层	粉砂层	150 ~ 200	8 ~ 12	3 ~ 5
	砾砂层	150 ~ 200	8 ~ 10	2 ~ 3.5
岩石层	⑨ ₁₋₂ 、⑨ ₁₋₃ 层	200 ~ 250	6 ~ 10	0.2 ~ 0.5
	⑨ ₁₋₁ 、⑨ ₁ 层	300 ~ 500	6 ~ 8	0.1 ~ 0.2

由于岩层分布复杂,为避免钻进轨迹偏离造成桩孔垂直度达不到规范要求,除在一定节段的钻杆中增加扶正器外,主要采取了如下工艺控制过程和技术措施:

(1) 钻进穿过覆盖层开始入岩时,此时钻机操作人员要轻压钻进,待小心钻进20~30cm后(是依据单把滚刀高度而定),提起钻杆扫孔,以没有任何阻力,即电流表没反映或回转压力表没有变化时再继续钻进,如此反复回次钻进,入岩5m后才允许按照正常参数进行钻进,遇岩石层位变化,须重复上述操作,以防止出现孔斜,本文将这种工艺控制过程称之为回次钻进技术;

(2) 在岩层钻进过程中,应定时检测钻机底座的水平度(底座四角高差不得大于3mm)及钻塔的垂直度,发现问题及时调整,以保证钻孔垂直度;

(3) 正常钻进参数的确认。在岩层钻进过程中,利用滚刀钻头低压慢转钻进,控制进尺;每隔1h必须认真观察钻渣1次,以判断钻孔所在的一层位,钻压、转速的参数值见表2;

(4) 孔深达到60m左右(入岩20m左右的位置)必须起钻,检查钻具、钻头的磨损程度(螺栓是否松动),并在30m处设置中间气室,以提高气举反循环的工作效率;停钻时,钻头须提离孔底1.5m以上才能停止孔压机供风,防止出渣口和风包被堵。

3.5 泥浆及泥浆性能

泥浆的护壁机理主要表现在两个方面:隔水膜的形成及泥浆液态静压力。隔水膜的形成要求地层具有一定的渗透性,否则很难在孔壁形成隔水膜。泥浆在液压作用下浸入地层,在一定范围内泥浆凝胶体粘附在土颗粒上,固定了土颗粒的相对位置,在

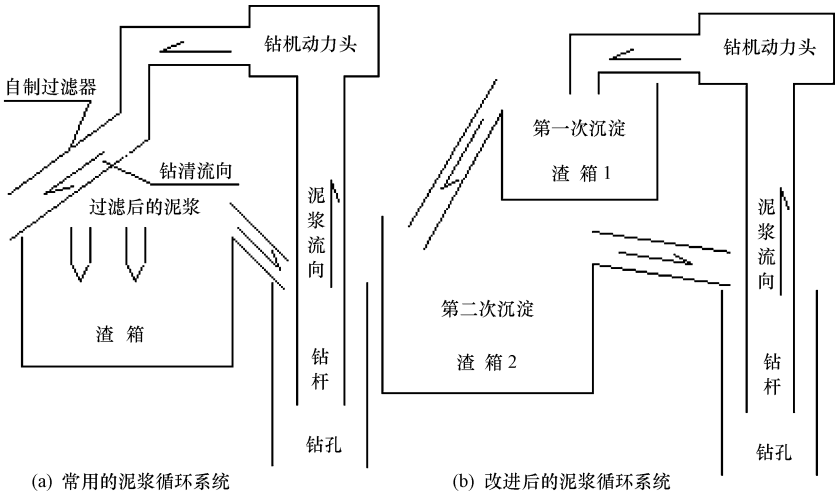


图 4 泥浆循环系统

Fig. 4 Slurry cycle system

孔壁周围(0~2m)形成较稳定的土层,使土层抗剪强度增加,从而维持了孔壁的稳定。泥浆的继续渗透使泥浆中的土颗粒逐渐填补了孔壁土层的空隙,从而堵塞了水道,在孔壁形成泥皮,即隔水膜^[10-14]。

泥浆的液态静压力可以抵抗作用在孔壁上的土压力和水压力,并防止地下水的渗入,因为钻孔破坏了原状土的受力平衡,孔壁面土体静土压力减少,孔壁的空隙水压成为负值,对土体产生了抗拉作用。根据土力学计算和大量实践证明,只要保持孔壁任何深度处压力不小于0.2MPa,即使是在粘聚力较差的流沙层,使用经过处理的泥浆(冲洗液)也可以保持钻孔不坍塌、不缩颈、不扩颈。因此,在大直径超深孔施工中,时刻保持孔内高出孔外水头2~4m,使液压力在孔壁面上平衡土压力。

由工程地质资料可知,对泥浆的粘度指标提出了较高的要求,要求控制在21Pas左右;而泥浆比重指标不宜调制太高,以减低泥浆中无用固相含量,一般控制在1.06g/cm³以内;同时掺入适量的Na₂CO₃,使pH值保持在7~8,有利于粘土颗粒分散和粘粒表面负电荷增加,为粘土吸收外界正离子颗粒提供条件,这样可增加水化膜厚度,提供泥浆的胶体率和稳定性,降低失水量;适时地用聚丙烯酰胺(PHP)作为絮凝剂,利用其浆液形成的凝胶体浸水后有一定的膨胀性,这样可密实粉沙层和破碎的岩层,以提高泥浆抗渗性能,使形成的泥皮薄而硬。

施工采用优质化学泥浆进行护壁施工,它具有不分散、低固相、高粘度等性能,其质量配比为 膨润土 水 纯碱 PHP=1 9 3.2% 0.5%,性能指标值见表3。

表 3 泥浆性能指标值

Table 3 Slurry properties guideline

粘度(Pas)	相对密度(g/cm ³)	含砂量	胶体率	PH值	失水量(ml/30min)
19~22	1.02~1.06	≤4%	≥95%	8~9	≤20

4 结语

(1) 在大直径超深孔的施工过程中,视同浮力对钻头所造成的影响应该引起足够的认识。文中提出方便现场对视同浮力 F_1 的实时计算,能及时了解每把钻刀可能施加给地层的压力,结合地层变化等特性,对调整钻进参数具有指导意义。

(2) 文中提及改进后的空压机供气方式和泥浆循环系统,极大地提高了排渣效率,具有一定的工程应用价值。

(3) 结合粉砂质泥岩的碎岩机理,对泥浆指标、钻压、转速、回次进尺等技术参数进行了探讨,对相似地层的施工具有指导意义。

(4) 针对软硬互层岩石中防斜钻进难题,总结出回次钻进技术方法,并取得了较好的应用效果。

[参考文献]

[1] 杨国春,尹洪峰,傅丰均. 大直径硬岩钻进技术的探讨[J]. 长春工程学院学报(自然科学版),2005,6(3):7-9.
Yang Guo-cun, Yin Hong-feng, Fu Feng-jun. Research on large diameter drilling in hard rock[J]. Changchun Inst. Tech, 2005, 6(3):7-9.

[2] 张时忠. 在截刀作用下岩石破碎机理的实验研究[J]. 岩石力学与工程学报,1990,9(3):202-208.
Zhang Shi-zhong. Experimental study of the mechanism of rock breakage under the action of picks[J]. Chinese Journal of Rock

Mechanics and Engineerin, 1990,9(3):202-208.

[3] 廖华林,李根生,易 灿. 水射流作用下岩石破碎理论研究进展[J]. 金属矿山,2005,349(7):1-9.

Liao Hua-lin,Li Gen-sheng,Yi Can. Advance in Study on theory of rock breaking under water jet impact[J]. METAL MINE,2005,349(7):1-9.

[4] 刘三意,刘家荣,李 洪,董 欣. 大口径工程施工用滚刀钻头的研究[J]. 长春科技大学学报,2002,2(29):206-208.

Liu San-yi,Liu Jia-rong,Li Hong,Dong Xin. Research on construction hob bit in large-diameter work[J]. Journal of changchun university of science and technology,2002,2(29):206-208.

[5] 李奋强,彭振斌,杨 坪. 海洋中大口径钻孔灌注桩施工工艺的探讨[J]. 施工技术,2004,33(5):39-41.

Li Fen-qiang,Ping Zhen-bin,Yang Ping. The Exploration of construction technology of large diameter drilled grouting pile in sea [J]. Construction Technology,2004,33(5):39-41.

[6] 李小青,乌效鸣. 钻孔灌注桩孔壁稳定性分析[J]. 地质与勘探,2001,37(2):74-76.

Li Xiao-qing,Wu Xiao-ming. Discussed and Analyzed the Stability of Wall of Bored Pile[J]. Geology and Prospecting, 2001,37(2):74-76.

[7] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社,1989:176-179.

Li Shi-zhong. Drilling Technology [M]. Beijing: Geology press 1989:176-179.

[8] 谷天本,蒋国盛. 反循环钻孔灌注桩钻进技术探讨[J]. 山西建筑,2001,34(5):134-135.

Gu Tian-ben,Jiana Guo-sheng. Discussion on the reverse circulation drilling cast-in-place pile drilling technique[J]. SHANXI Building, 2001,34(5):134-135.

[9] 荆和平,经 明,刘宁生. 卵漂石地层大口径钻头与钻进工艺的选择[J]. 地质与勘探,2001,37(4):79-80.

Jina He-ping,Jina Ming,Liu Ning-sheng, The Alternative of larged diameter bored bit and dilling technology in the boulder bed [J]. Geology and Prospecting, 2001,37(4):79-80.

[10] 肖云辉. 砂卵石地层钻孔灌注桩基础的施工[J]. 南平师专学报,2003,22(2):62-66.

Xiao Yun-hui. Drilling pile construction in sandy gravel[J]. Journal of Nanping Teachers College, 2003,22(2):62-66.

[11] 兰 凯,黄振国. 优质膨润土泥浆在大直径深桩基工程中的应用[J]. 地质与勘探,2006,42(5):94-97.

Lan Kai,Huang Zhen-guo. Application of high-performance bentonite slurry in larged diameter and deep bored pile engineering[J]. Geology and Prospecting, 2006,42(5):94-97.

[12] 朱艳峰,任凤鸣,王 红,袁 兵. 旋挖钻机与双聚合泥浆在桩基施工中的应用[J]. 地质与勘探,2003,39(4):92-94.

Zhu Yan-feng,Ren Feng-ming,Wang hong,Yuan Bing. Application of rotary boring machine and bi-polymer slurry in the construction[J]. Geology and Prospecting, 2003,39(4):92-94.

[13] Olibar A. L., De Lima and Mulul M. A grain conductivity approach to shaly sandstones[J]. Geophysics,1990,55(10):1347-1355.

[14] Zomora,M.,Bleier,R. Prediction of drilling mud rheology using a simplified Herschel-Bulkley model[J]. of Pressure Vessel Technology,1997,99(3):485-490.

Research on Drilling Technology of Large Diameter
Rock-embedded pile in Complex Rock

LIU Mu-feng^{1,2}, PENG Zhen-bin¹, WANG Jian-jun^{1,2}

(1. School of Geoscience and Environmental Engineering , Central South University, Changsha 410083;
2. Coal Geology Bureau of HuNan Province, Changsha 410014)

Abstract:In currently geotechnical engineering,it is facing one of the most important technical problem about drilling technology of large diameter bored-pile in alternating hard and soft rock which obliquity change large and steep. According to engineering geological characteristics of one bridge, this paper analysed mechanism of hob broken-rock and its distribution, adopt high torque hydraulic power drill and construction technology of combined drill, and improved the conventional air-lift reverse technique, has summarized back and forth drilling technical method, explored a set technology parameter values such as slurry properties,drilling pressure, rotational speed, and hours of footage. Also it thought there might not ignore that slurry have some buoyant force with the drill-tool in the construction of large diameter and super depth bored-pile, and presented a useful way which could calculate simply the drill-pressure, those parameters and processes will be something importance in future project practice.

Key words:complex rock,large diameter,rock-embedded pile,drilling technology