

钻孔灌注桩泥浆

龙大六 杨 磊

中铁上海工程局集团第五工程有限公司 广西 南宁 530000

摘要: 在厚卵石层、岩溶、长大桩基施工中, 泥浆护壁在钻孔灌注桩施工中起到决定性作用, 如何调整、控制泥浆在钻孔灌注桩各阶段的参数, 对桩基的施工质量极为重要。

关键词: 泥浆; 卵石; 速率

引言

泥浆贯穿整个钻孔灌注桩施工, 泥浆性能及质量, 对桩基进尺、塌孔、混凝土超耗, 成桩质量以及工期有决定性的作用, 本文通过对泥浆的各项性能分析, 明确各阶段泥浆的各项性能, 通过调整泥浆, 保证桩基成孔速率及灌注质量。

1 泥浆概念

1.1 名词解释

钻孔泥浆是指在灌注成孔施工时在孔壁上形成泥皮而加固孔壁和防止坍塌, 同时稳定孔内水位的一种泥浆; 又叫护壁泥浆。钻孔泥浆是由水、膨润土(或黏土)和添加剂等所组成的混和浆体。

1.2 作用机理

在钻孔桩施工过程中, 泥浆循环时, 利用泥浆与地下水之间的压力差来控制水压力, 使泥浆能在孔壁上形成泥皮而加固孔壁和防止坍塌, 同时稳定孔内水位。

2 泥浆作用

2.1 优点方面

第一, 加固孔壁和防止坍塌, 同时稳定孔内水位。

第二, 泥浆还具有能带出岩土碎屑、冷却和润滑钻头的作用。

第三, 泥浆的一个重要的作用就是桩底清孔, 其目的就是为了防止砂粒在孔中沉淀超过设计规定的厚度。如泥浆不能将孔中的钻渣清理干净, 孔底就会有过多的

沉淀, 形成软垫层, 这样必然降低桩端承载力, 增加沉降, 尤其是降低加载初期桩的刚度。

因此泥浆的作用是贯穿桩基施工全阶段的。

2.2 缺点方面

第一, 对桩侧承载力的影响机理: 泥浆在循环的过程中, 泥浆中的自由水不断向孔壁渗透, 同时泥浆中的土颗粒不断黏附在孔壁表面上, 形成一层比较柔韧的黏土膜, 抵抗冲刷介质对孔壁的冲刷, 起到稳定孔壁、防止坍塌的作用, 随着钻孔的加深和循环时间的延长, 泥皮也在不断地加厚。泥皮具有渗透能力差、止水性好、抗剪强度低的特点。其影响了混凝土与桩侧土的直接结合, 从而降低了混凝土灌注桩的桩侧摩阻力, 泥皮愈厚, 降低程度越大^[1]。

第二, 对桩身自身强度的影响机理: 在混凝土灌注阶段, 性能不好的泥浆的液柱静切力对混凝土面上升起阻碍作用, 容易造成混浆, 即桩身混凝土中夹杂泥浆, 从而影响桩身混凝土强度^[1]。

3 泥浆指标, 泥浆污染环境

3.1 泥浆参数要求

【桥规】9.2.6(1) 泥浆的配合比和配制方法宜通过试验确定, 其性能应与钻孔方法、土层情况相适应。当缺乏泥浆的性能指标参数时, 可按表9.2.6选用。泥浆各种性能指标的测定方法应符合本规范附录K的规定。

表1 泥浆性能指标

钻孔方法	地层情况	泥浆性能指标							
		相对密度	黏度 (Pa·s)	含砂率 (%)	胶体率 (%)	失水率 (ml/30min)	泥皮厚 (mm/30min)	静切力 (Pa)	酸碱度 PH
正循环	一般地层	1.05~1.20	16~22	9~4	≥ 96	≤ 25	≤ 2	1.0~2.5	8~10
	易坍地层	1.20~1.45	19~28	9~4	≥ 96	≤ 15	≤ 2	3.0~5.0	8~10
反循环	一般地层	1.02~1.06	16~20	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0~2.5	8~10
	易坍地层	1.06~1.10	18~28	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0~2.5	8~10
	卵石土	1.10~1.15	20~35	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0~2.5	8~10
旋挖	一般地层	1.02~1.10	18~22	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0~2.5	8~11

续表:

钻孔方法	地层情况	泥浆性能指标							
		相对密度	黏度 (Pa·s)	含砂率 (%)	胶体率 (%)	失水率 (ml/30min)	泥皮厚 (mm/30min)	静切力 (Pa)	酸碱度 PH
冲击	易坍地层	1.20~1.40	22~30	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	3.0~5.0	8~11

注: 1.地下水位高或其流速大时, 指标取高限, 反之取低限。
2.地质状态较好, 孔径或孔深较小的取低限。反之取高限。

注: 上表为钻进过程中的泥浆参数

3.2 泥浆各参数含义

相对密度 (泥浆比重)

泥浆密度, 一般用相对密度的方式来表示: 即相对于水的密度, 水的密度为 $1.0g/cm^3$, 有专门的泥浆密度计来测量。

主要作用是稳定内外水压力差。

黏度, 泥浆黏度 (mud viscosity) 是泥浆流变性的主要指标。作用于牛顿流体单位面积上的切向力 (剪应力) 与产生的形变 (流速梯度或剪率) 之比例常数称动力黏度或有效黏度。

主要作用是影响护壁效果: 粘度过小 (大) 护壁效果都不好, 粘度太小形成护壁薄、或形成不了; 粘度过大, 泥浆的渗透力就降低, 这样护壁就是仅仅一层泥皮。粘度过大, 灌注时困难, 而且造成钢筋和混凝土结合力下降, 影响桩的整体质量。

含砂率, 泥浆含砂率是泥浆内所含的砂和粘土颗粒的体积百分比。

胶体率, 表示泥浆中粘土颗粒分散和水化程度, 泥浆静止规定时间后胶体成分体积与总体积之比, 即100ml泥浆静置24h后沉淀后体积之比。

主要作用: 分散和水化好的粘土颗粒不易聚结沉降, 可长时间维持悬浮状态。

失水率及泥皮厚, 泥浆失水特性和滤失特性; 在泥浆失水的同时, 护壁岩石表面形成一层液固相压结物叫泥皮。

主要作用: 泥浆失水量的大小, 反映了泥浆在孔壁形成的泥皮状态, 其好坏直接反映了泥浆对孔壁所起护壁效果的好坏。泥浆失水量小, 其在孔壁上形成的泥皮薄而致密、坚韧 (固相颗粒细小, 游离水也少)。它可以预防岩层中水与泥浆互相沟通, 减少泥浆中游离水渗到有孔隙和裂隙的孔壁中, 保证孔壁的坚固; 失水量大时, 其在孔壁形成的泥皮厚而松软 (固相黏土颗粒大、游离水多), 不仅起不到保护孔壁的作用, 反而易引起孔壁的坍塌、掉块等。影响钻进的顺利进行, 严重时还会造成孔内事故。

静切力, 泥浆的静切力是指面积 $1cm^2$ 的物体在泥浆中滑动所要的最小力量。

主要作用: 静切力大的泥浆在停钻时, 能形成一定的网状结构, 有利于岩粉的悬浮, 不会因岩粉的沉淀而引起埋钻事故。同时, 在裂隙地层钻进时, 使用静切力大的泥浆可防止漏失。但是静切力大的泥浆, 钻具回转和水泵启动困难, 泥浆中的岩粉也不易净化。因此, 一般要求泥浆的静切力在 $1\sim 5Pa^{[2]}$ 。

4 泥浆检测

4.1 相对密度

可采用泥浆相对密度计测定, 将需要量测的泥浆装满泥浆杯, 加盖并洗净从小孔溢出的泥浆, 置于支架上, 移动游码, 使杠杆呈水平状态 (即气泡处于中央), 读出游码左侧所示刻度, 即为泥浆的相对密度。工地无以上仪器时, 可用一口杯, 先称其质量设为 m_1 , 再装清水称其质量为 m^2 倒去清水, 装满泥浆并擦去杯周溢出的泥浆, 称其质量为 m^3 , 则:

$$\rho_x = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

4.2 黏度

工地可采用标准漏斗黏度计测定, 用两端开口量杯分别量取200mL和500mL泥浆, 通过滤网滤去大砂粒后, 将700mL泥浆均注入漏斗, 然后使泥浆从漏斗流出, 流满500mL量杯所需时间 (s), 即为所测泥浆的黏度 η 。

校正方法: 漏斗中注入700mL清水, 流出500mL, 所需时间应是15s, 如偏差超过 $\pm 1s$, 则量测泥浆黏度时应校正。

4.3 含砂率

工地可采用含砂率计测定, 量测时, 将调制好的泥浆50mL倒进含砂率计, 然后再倒450ml清水, 将仪器口塞紧, 摇动1min, 使泥浆与水混合均匀, 再将仪器竖直静放3min, 仪器下端沉淀物的体积 (由仪器上刻度读出) 乘2即为含砂率 (%)。 (另有一种大型含砂率计, 容积1000mL, 从刻度读出的数不乘2即为含砂率。)

4.4 胶体率

胶体率亦称稳定率，是泥浆中土粒保持悬浮状态的性能。

测定方法：可将100mL的泥浆放入干净量杯中，用玻璃板盖上，静置24h后，量杯上部的泥浆可能澄清为透明的水，量杯底部可能有沉淀物。以100-（水+沉淀物）体积即等于胶体率（%）。

4.5 失水量和泥皮厚

将一张120mm×120mm的滤纸置于水平玻璃板上，中央画一直径30mm的圆圈，将2mL的泥浆滴于圆圈中心，30min后，量算湿润圆圈的平均半径减去泥浆坍平成为泥饼的平均半径（mm），算出的结果值（mm）代表失水量（单位：mL/min）。在滤纸上量出泥饼厚度即为泥皮厚（mm）。泥皮愈平坦、愈薄，则泥浆质量愈高，一般不宜厚于2~3mm。

5 泥浆对钻孔的影响

5.1 如何做好泥浆护壁

开孔时，泥浆比重稍大，增加内外压力差，尽快形成护壁泥皮，防止塌孔。

采用失水率小，泥皮厚度薄的泥浆，在孔壁形成密实较薄的护壁。

易塌地质时，应采用小冲程钻进、控制进尺速度，使泥浆有足够的时间来形成泥皮，有效护壁，防止塌孔。

孔内保持足够的水头高度，形成有效的内外压力差，易形成护壁。

保持机身基础稳定，钻进过程中减小机身摆动，防止锤头晃动，破坏已形成的泥浆护壁。

调整泥浆指标时，应在泥浆池内加水或外加剂调整，严禁直接孔内调浆。

钢筋笼下放时，应在孔口定位钢筋笼，确保钢筋笼在孔内居中下放，严禁刮孔壁。

5.2 如何保证钻进速率

钻进过程中，应采用符合规范指标的优质泥浆，宜为不分散低固相泥浆，提高携带钻渣能力，提高钻进速度。

造浆材料宜选用黏性土、膨润土等优质材料（含砂率小、失水率小、粘度高、胶体率高）。

宜设置容积较大的泥浆池，增加泥浆槽的长度或在泥浆槽中增加快速沉淀的措施，提高钻进速度。

提高泥浆静切力，增加钻渣悬浮能力，锤头冲击时，冲击力作用于基岩面，泥浆静置时间过长时，防止埋锤。

在满足孔壁稳定和携渣能力的前提下，尽量使用泥浆比重较小的泥浆，减小锤头浮力，增大钻进时的冲击力。

5.3 如何提高清孔速率

清孔前应清理泥浆池，保证泥浆循环至孔内时经过

充分沉淀，回孔为不携渣的净浆。

清孔时，泥浆不应采用直接加水的方式降低泥浆比重，导致泥浆自身参数破坏，孔底沉淀物无法循环出孔，影响桩底质量。

泥浆指标通过梯度形式调整，根据含砂率、泥浆比重、粘度等各项指标，整体调整泥浆性能，不得单项快速降低而导致泥浆自身参数破坏。

泥浆槽设置挡板形成涡旋回流加快沉淀，设置分砂器或固化机械设施，使沉渣快速沉淀。

6 泥浆如何使用

6.1 泥浆准备

【桥规】9.1.4施工前应制订环境保护方案，施工过程中产生的泥浆应妥善处理，不得随意排放，污染环境。

【桥规】9.2.5（6）泥浆初次注入时，应垂直向桩孔中间进行注浆。

6.2 泥浆调配

由于在施工过程中对泥浆的使用和特性指标主要是依赖经验和技术规范，难免在实操中走向极端而偏向某1-2个指标，其实泥浆中各性能指标是相关和相互影响的，一味追求几个指标的合格泥浆的效果反而向相反的方向发展。

为此在施工中，不应只将注意力集中在含砂率、泥浆比重上，应尽量使用反循环工艺，不需大量换浆，影响泥浆的结构和性能。泥浆循环系统中的沉淀池、储浆池要尽量大些，确保在沉淀池、储浆池中泥浆的流速小于表中所列的数值，让较大的颗粒、在一定的时间内能沉淀充分。加长循环沟槽，在沟槽中设置挡板，造成局部涡流，促使颗粒沉淀。在使用中经常清理池、沟中的泥砂，对泥浆进行净化。成孔后，要确保孔内泥浆能充分的循环，使泥浆中较大颗粒得到沉淀，使泥浆中含砂率得以降低。当孔底沉渣厚度超标时，可采用提高泥浆粘度的方式，增强泥浆的悬浮携渣能力^[1]。

结束语

综上所述，钻孔灌注桩基通过调整泥浆各项参数，达到泥浆护壁的作用，从而提高钻孔速率，提高清孔速率，保证桩基灌注质量。

参考文献

[1]中华人民共和国交通运输部.公路桥涵施工技术规范.JTGT 3650-2020;

[2]王刚.深厚卵石层冲孔灌注桩施工质量控制要点分析.建材与装饰.1673-0038(2016)40-0228-02;

[3]张波,温玉启.卵石层中钻孔灌注桩施工工艺比较.中国市政工程.1004-4655(2013)03-0091-03;