

不分散低固相泥浆在钻孔灌注桩工程中的应用

谢文仁

(福建省第二地质工程公司,福建 永安 366000)

摘 要:分析了聚丙烯酰胺不分散低固相泥浆在钻孔灌注桩工程中的优势,介绍了其配制方法以及使用及维护应注意的问题,废浆的处理等。

关键词:钻孔灌注桩;聚丙烯酰胺;不分散低固相泥浆

中图分类号:TU473.1⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-3746(2000)S1-0027-04

钻孔灌注桩具有适应性强、单桩承载力大、抗震性能好、节省工程造价等诸多优点,近年来在高层建筑基础、铁路和公路桥基、大型设备基础、挡土墙以及锚定工程等方面都得到了越来越广泛的应用。作为钻孔灌注桩成孔血液——泥浆也取得了长足的发展,在应用上存在多种类型,如:普通泥浆、油基泥浆、铬木质磺酸盐泥浆、不分散低固相聚丙烯酰胺泥浆(以下简称不分散低固相泥浆)等等。不分散低固相泥浆早在 70 年代就应用到矿山钻探和油井开发上,但应用到钻孔灌注桩工程是近 10 年来的事,相对常用的普通泥浆,其成本较高,但它应用于某些松散、易坍塌的地层时,其护壁、携渣效果显著,而且成桩质量好。我们在泉州晚报大厦冲(钻)孔桩工程中,使用不分散低固相泥浆就有效地攻克了复杂地层(中粗砂层厚度 16 m 以上)的成孔难题。本文就不分散低固相泥浆在钻孔灌注桩工程中的推广应用问题,提出一些粗浅的认识,望与大家共同探讨。

1 不分散低固相泥浆的优点

我国自 1973 年以来,不分散低固相泥浆经历了由试验到推广的阶段。根据我们公司近年来在灌注桩工程中的应用经验,总结以下几个方面的优点。

1.1 提高成孔效率

多年来,对于泥浆的性能和钻速问题,进行了大量的研究工作,取得了许多宝贵资料,影响钻速的因素很多,大体可用下式表示:

$$R = \frac{KN\lambda(W - W_0)(R_0 - 2\Delta P)\alpha}{R_0DS^2(1 + CH)} \left(\frac{Qe}{d\mu}\right)^\alpha$$

式中:R——钻进成孔速度;K——可钻性常数;N

——钻具的转速; λ ——常数;W——钻压; W_0 ——初始破碎钻压; R_0 ——当压差为零时的钻速; α ——常数; ΔP ——桩孔泥浆液柱压力; D ——钻头直径; S ——地层可钻强度; C ——常数; H ——钻头牙齿的磨损系数; $\left(\frac{Qe}{d\mu}\right)^\alpha$ 表示钻头部位泥浆的雷诺数,其中 Q 为泥浆流速, ρ 为泥浆密度, d 为钻头水眼直径, μ 为泥浆在水眼处的粘度; α ——是常数。

在这些因素中,有 3 部分是与泥浆有直接联系的,它们是 ΔP 、 S^2 (岩石的可钻强度,随 ΔP 增大而增大)和 $\left(\frac{Qe}{d\mu}\right)^\alpha$ 。 ΔP 和 S^2 均随泥浆密度增大而增大,从而钻速降低。而雷诺数 $\left(\frac{Qe}{d\mu}\right)^\alpha$ 对钻速是有利的,但不能通过提高泥浆密度来达到,而是通过提高泥浆泵压、降低泥浆塑性粘度来达到,所以,降低泥浆密度是提高钻速的重要途径, ΔP 与机械钻速的关系见图 1。

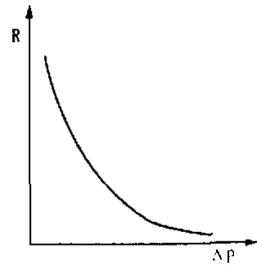


图 1 ΔP 与机械钻速的关系曲线

正因为不分散低固相泥浆密度低,孔内泥浆柱压力小,所以使用不分散低固相泥浆较使用其它泥

收稿日期:2000-06-15

作者简介:谢文仁(1968-),男(汉族),福建三明人,福建省第二地质工程公司工程二处主任工程师,工程师,探矿工程专业,主持灌注桩工程的生产技术工作,福建省永安市上东坡 48 号,13004855054、(0598)3832214。

浆,其提高成孔效率的作用是显而易见的。我们在施工泉州晚报大厦冲(钻)孔桩工程时,曾在不同阶段使用了普通泥浆和不分散低固相泥浆。现将2种泥浆在地质条件基本相同的情况下;机械钻速对比列于表1。

表1 普通泥浆与不分散低固相泥浆机械钻速对比

密度/ ($\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$)	普通泥浆			不分散低固相泥浆		
	孔 数	平均孔 深/m	平均钻速/ ($\text{m}\cdot\text{h}^{-1}$)	孔 数	平均孔 深/m	平均钻速/ ($\text{m}\cdot\text{h}^{-1}$)
1.16~1.20	14	26.33	0.45	2	27.48	0.69
1.11~1.15	6	28.69	0.52	29	28.13	0.77
1.10以下	1	23.42	0.59	25	28.13	0.87
合计	21			56		

1.2 孔壁较规则,桩身质量好

不分散低固相泥浆聚丙烯酰胺处理剂为高分子聚合物,其水解后,分子链会形成交联的网状结构,吸附在桩孔孔壁上,增强孔壁稳定性,特别是对于砂层,护壁作用尤为明显,见图2。笔者在统计泉州晚报大厦单桩砼浇注情况时,发现使用不分散低固相泥浆的桩分段充盈系数比使用普通泥浆的桩更为均匀,单位孔段的充盈系数变化不大,从而说明该桩孔的孔壁更为完整、规则,坍塌、掉块少。在该工程地下室土方开挖后,从地下室周围出露的围护桩来看,整体形态平整、光滑,桩身未见凹凸起伏,这在砂层中施工是较难见到的。

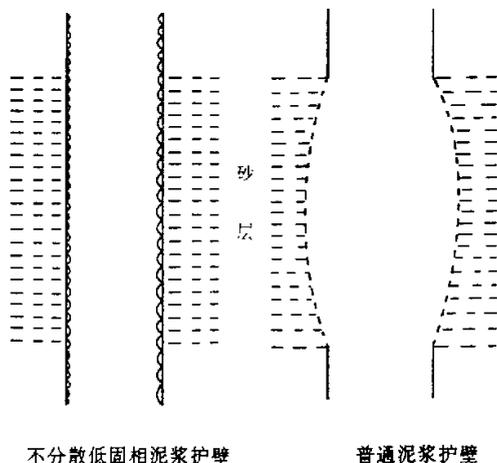


图2 不同泥浆的孔壁情况

1.3 孔底干净,桩底沉渣少

不分散低固相泥浆处理剂高分子聚合物水解后,其链条形高分子在水中形成具有网状交联结构的胶体溶液,这种胶体系统分散度很高,其表面积很

大,因此其吸附作用更显著。通常不分散低固相泥浆固相含量低,胶体率要达到96%以上,较高的胶体率有利于吸附钻渣,因此,不分散低固相泥浆悬浮携带钻渣的能力较普通泥浆强得多。实践表明,使用聚丙烯酰胺泥浆的桩孔孔底沉渣厚度小,孔底干净,在泉州晚报大厦嵌岩桩工程中,使用不分散低固相泥浆的桩,经抽心检测,桩底沉渣为0,桩底砼与基岩紧密相连。

1.4 砼浇注速度快,减少质量事故

钻孔灌注桩工程使用不分散低固相泥浆,桩孔孔壁润滑、规则,而且更重要的是泥浆密度低,因此砼灌注时上返阻力小,砼灌注时间短,砼在灌注过程中和易性保持较好,不容易发生堵管、卡管、砼离析等质量事故,因此,使用该种泥浆的桩身完整,孔隙少,砼中砂、石分布均匀,砼强度高。

1.5 减轻对农田和环境的污染

聚丙烯酰胺泥浆处理剂基本是无毒的,泥浆pH值在8左右,比普通泥浆低。又因为泥浆中固相含量低,而且细分散颗粒较少,故对农田及城市污染大大减轻了,而且聚丙烯酰胺本身还是一种土壤改良剂,因此废浆排放问题也比较容易解决。

2 不分散低固相泥浆的制备

聚丙烯酰胺的分子式为 CH_2-CH_n 。首先



要配制聚丙烯酰胺溶液,现场使用一般配制成0.5%~1%浓度的溶液,配制前可提前一天用清水浸泡,或加0.01%的烧碱。配制时采用配制桶,用一个离心泵循环,可随配随用,十分方便。如图3。

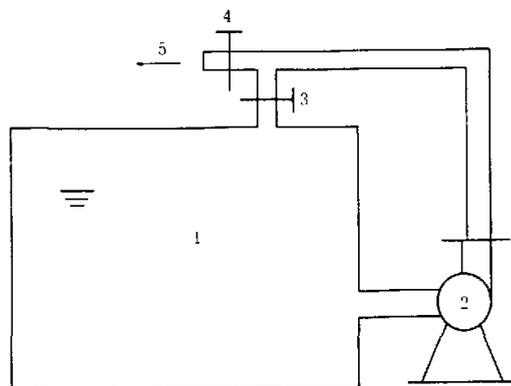


图3 离心泵循环系统

1—1.5~2 m^3 药桶;2—离心泵;3、4—阀;5—通往循环系统中的加药部位

配制聚丙烯酰胺溶液,要对聚丙烯胺进行水解,一般采用沸腾法,药量搭配按质量比:聚丙烯酰胺:NaOH:H₂O=1:0.5:5,将按配方计量的混合药物置入水解药桶中,加热至90℃左右,持续时间3~4h,就可得到相应的聚丙烯酰胺溶液。可以根据施工需要随时往泥浆中添加聚丙烯酰胺溶液,来配制不分散低固相泥浆。

3 不分散低固相泥浆的维护及使用

由于钻孔灌注桩成孔过程中产生的钻屑较多,

因此,去除钻屑,维持本身低固相特性,是正确使用不分散低固相泥浆重要的一环,在使用时要注意以下几点:

(1)泥浆中总的固相含量(主要指低密度的粘土和铁屑)应维持在4%或更小。所以,泥浆中的钻屑及粘土必须及时排除。为此要设立专门的泥浆净化系统,这个系统包括振动筛、旋流除砂器、潜水砂泵等,见图4。除此之外,为了加强固相分离效果,还必须在泥浆中使用选择性絮凝剂。

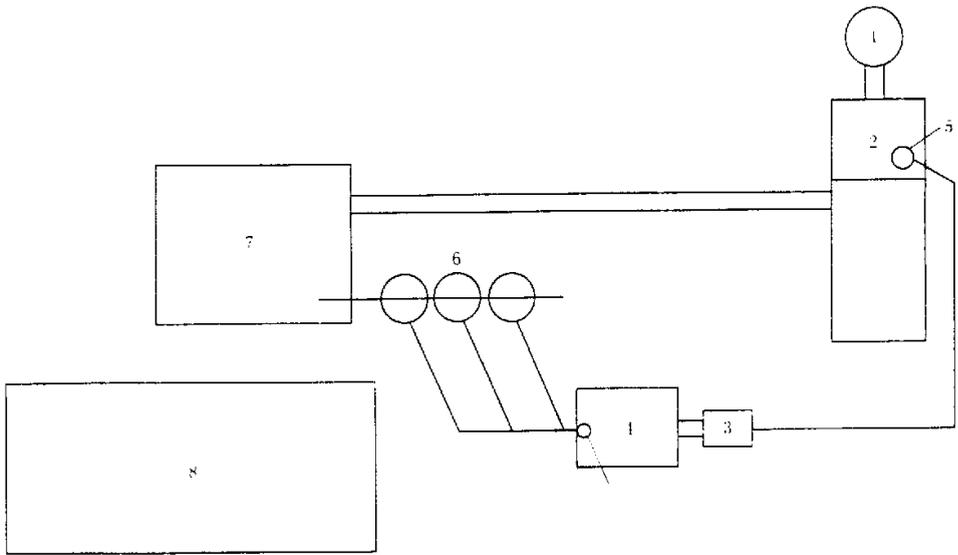


图4 泥浆净化系统

1—孔口;2—沉淀池;3—振动筛;4—一级净化泥浆池;5—潜水砂泵;6—旋流除砂器;7—二级净化泥浆池;8—废浆池

因为只有通过化学手段才能有效控制泥浆中固相含量的粒度分布,达到不分散体系的要求。同时,化学絮凝剂能适当地将细颗粒絮凝成较大的颗粒,并防止钻屑变细,这将大大提高机械除泥、除砂的效果,使泥浆的固相含量的控制更加经济。选择性絮凝剂可在一级沉淀池中添加,其加量控制在20~30 L/m³。

(2)塑性粘度与动切力值的比值应维持在1 (mpa·s):(3.60~4.78)(mg/cm²)。控制两者的比值主要是为了控制孔内上返泥浆的流态,使泥浆有最佳的携渣能力。根据流体力学研究,流体雷诺数 $Re \leq 2000$ 时,环形空间内流体为层流,其特点是泥浆保持原有的结构,有利于发挥不分散低固相泥浆网状结构的巨大携渣能力。不分散低固相泥浆固相含量低,尤其粘土含量少,不会在孔壁上形成很厚的

泥皮,因此无紊流冲刷孔壁也不会造成桩孔缩径,但是层流在边缘和中间流速差异较大,往往出现尖峰层流,这样反而不利携渣,因此,要想增大层流的流核直径 d_0 (见图5)。

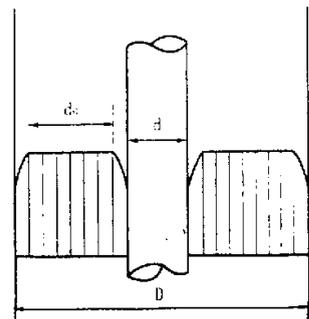


图5 流核直径示意图

$$d_0 = \frac{(\tau_0 / \eta_{sp}) - (L - d)^2}{16V_f + (8/3)(D - d)\tau_0 / \eta_{sp}}$$

式中： τ_0 ——泥浆动切力值； d ——钻杆外径； D ——桩孔直径； η_{sp} ——泥浆塑性粘度； V_f ——环形空间泥浆的上返流速。

根据经验总结出 τ_0 与 η_{sp} 比值落在 3.60 ~ 4.78 范围较好。

(3) 不能使用分散剂，主要原因是避免钻屑混入这种泥浆体系中后向分散变细方向发展，而不利钻屑在地面最大限度清除。

4 废泥浆的处理

随着社会经济的发展，环境问题显得越来越突出，为了防止废泥浆对城乡周围环境造成污染，我们

还必须对废泥浆进行必要的处理。废泥浆处理问题，我国一直十分重视，在“七五”期间就已列为国家研究项目，如今该项目已完成室内研究到推广应用的转化过程。我们常用处理不分散低固相泥浆的方法如下：从孔口返出的泥浆，首先通过振动筛分离清除粗粒钻屑，然后进入旋流除砂器，清除 20 ~ 30 目以细的钻屑，再从旋流除砂器出来进入泥浆池，经沉淀后继续使用。如果产生的废泥浆很多，则可使部分泥浆絮凝沉淀。絮凝沉淀后，上部的清水可作施工用水，絮凝沉淀物可作充填物或运到指定地点排放(见图 6)。絮凝剂一般选用 1% PHP 溶液，这种絮凝剂絮凝速度快，沉淀物不粘，含水分少，析出的清水较清洁，可作为施工用水。

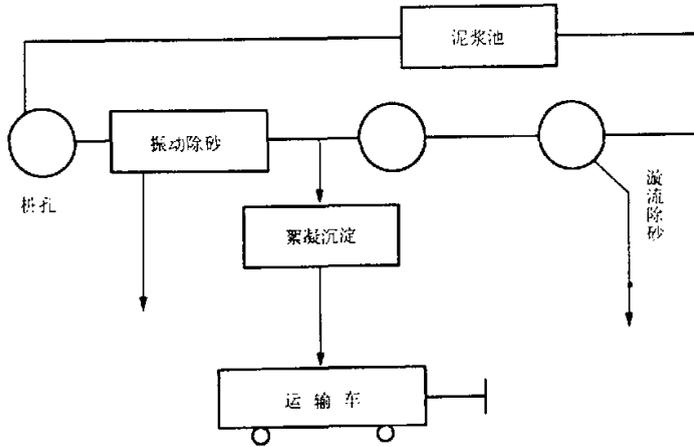


图 6 废泥浆处理示意图

参考文献：

[1] 王果庭,张春光.聚丙烯酰胺不分散低固相泥浆[M].北京:地质出版社,1980.
 [2] 张泽业.工程施工钻技术[M].成都:成都科技大学出版社,1993.
 [3] 邵维俊,胡忠嫒.普通化学[M].成都:四川科学技术出版社,1986.
 [4] 武汉地质学院.钻探工艺学[M].北京:地质出版社,1980.

(上接第 26 页)

必须使得最后桩身砼面超过桩身钢筋笼的顶面,以免内夯锤直接压在钢筋笼上而造成钢筋笼的挤压变形。

(6) 对于厚度达 2 m 以上的中粗砂层,夯扩桩机在施工中将很难穿过,应采取其它措施处理。无效时可与设计部门协商,考虑在砂层中上部终孔。

(7) 对地下水水位较高的地区,夯扩桩施工时应加强止水措施。可采用薄铁皮加干砂或水泥进行封

底止水。

(8) 在基坑土方开挖时应注意对基桩的保护,以免施工过程中碰伤基桩,造成断桩。

(9) 由于现有夯扩桩机绝大多数没有配备振动拔管装置,桩身混凝土的密实性只能通过桩锤的压实及加强桩身砼搅拌质量来控制,难以达到理想的效果,造成桩身砼动测时 I 类桩偏少。建议配置适当功率的振动器,以加强桩身砼的密实性,提高桩身砼的质量。