

软土地区旋挖钻机与振动锤 联合施工钻孔灌注桩施工工艺

郭传新¹ 李德镇² 宋斗华³

(1.北京建筑机械化研究院,北京 100007; 2.浙江八达工程机械有限公司,浙江 瑞安 325200;

3.中建-大成建筑有限责任公司,北京 100044)



1 旋挖钻机与振动锤简介

旋挖钻机因其效率高、污染少、功能全等优点,目前在国内外的钻孔灌注桩施工中得到了广泛应用,尤其在欧洲和日本等发达国家已经成为大直径钻孔灌注桩施工的主力机型。

近年来,旋挖钻机及施工工法在国内逐渐被认识,以北方地区为代表在大直径钻孔灌注桩施工中已经得到很快的普及应用。如已建成或在建的几项大工程:青藏铁路、

2008年奥运会主要场馆、首都机场新航站楼等基本都是旋挖钻机的天下。但是也应看到我国幅员辽阔,地质状况千变万化,目前单一的旋挖钻机施工钻孔灌注桩具有一定的局限性。如我国的南方特别是东南沿海发达地区由于地层较软,桩一般较大较深,旋挖钻机成孔困难,所以目前仍以正反循环工程钻机为主。实际上旋挖钻机配上一些其他设备完全可以在该地区施工。一种方法是旋挖钻机与套管式钻机联合作业,利用旋挖钻机本身的动力驱动,套管边摇动边下压,套管全程或部分护壁,旋挖钻机中间取土。此种工法几乎适合于任何地层,在欧洲用的很多。但套管钻机及套管本身的造价较高,我国目前同时拥有旋挖钻机和套管钻机2种设备的施工企业很少,将来套管钻机若能完全国产化,是有很大的发展前途。另一种方法就是利用我国目前已广泛使用的振动桩锤沉拔钢护筒也能实现旋挖钻机在软土地区的成孔施工。振动桩锤在我国发展已十

分成熟,从几千瓦到几百千瓦我国都能自行设计制造。振动桩锤配上钢管夹头利用桩架或起重机沉拔大直径大深度钢管桩或钢管护筒在我国也有十分成熟的施工经验。将振动锤与旋挖钻机结合在软土地区的施工通过最近几个工程的实践,如浙江大唐乌沙山电厂(宁波地区)、浙江宁波金华兰溪电厂、福建宁德电厂等,证明完全是可行的,施工效率高、成本低。

下面结合浙江大唐乌沙山电厂钻孔灌注桩施工的情况介绍一下旋挖钻机与振动锤联合施工的情况。

2 工程地质情况

浙江大唐乌沙山发电厂建设工程是浙江省的重点工程,基桩主要为钻孔灌注桩,其余为PHC桩。该工程地处浙江东海沿岸滩涂区,厂区为人工填筑。上部地层为回填的碎石土,层厚1.5~2.5m,其下为厚层软塑-流塑淤泥和淤泥质粘土非稳定地层,层厚1.6~

24m, 该层下部为工程性较好的粘性土圆砾层。作为持力层, 桩端座落于该部位。

3 试桩施工

该工程于2003年12月进行了试桩施工, 桩径分别为800mm、1000mm, 桩长50m左右, 共21桩。由河北建设勘察研究院等2家施工单位共同进行试桩施工, 所采用的施工方法主要是下入钢护筒辅之以泥浆护孔, 由旋挖钻机钻进成孔, 最后进行钢筋混凝土灌注。混凝土灌注之后, 一次或几次将钢护筒拔出。试桩施工期间沉入和拔出钢护筒的方式有2种: (1) 用旋挖钻机直接压入和拔出。如casagrande B250旋挖钻机就采用这种方法。但由于受设备能力限制, 压入深度只有10m左右。(2) 使用旋挖钻机附带的配套装置, 由动力头正、反向旋转压入和拔出护筒, BAIJER系列钻机就采用这种方法。此外, 还投入了1台回转钻机进行成孔试验基本获得成功。但由于泥浆池和泥浆槽设置在回填的碎石上, 反循环钻进困难, 成孔周期较长, 未能达到预期的时间要求, 只完成了一个孔即撤场。

由于对软塑、流塑地层进行钻孔灌注桩没有成熟的施工经验, 因此, 在护壁钻进中遇到了一些困难。例如在流塑淤泥地层成孔时, 出现了2次坍孔事故。一是旋挖钻机成孔时下入了15m钢护筒, 钻进时造成缩径, 由于淤泥挖出量较大, 在钻孔周围形成较大面积地面下沉, 并对后期正常施工造成了影响。二是回转钻机下入6m钢护筒, 在进行反循环清孔时, 由于回流泥浆不足, 造成钻孔缺少泥浆而坍

塌。后经回填重新钻孔, 用了4天时间才勉强将这个孔完成。当时采用较为保守的护壁方法只下了9m钢护筒, 顺利地完成了第一个桩, 桩的质量指标均处于优良水平, 受到了业主的好评。但是, 在以后几个桩的施工中, 由于新开孔位与事故孔较近, 地层已经受到扰动很不稳定, 只有加大钢护筒的沉入深度, 将淤泥层全部隔离才能顺利成孔, 否则无法施工。在这种状况下, 施工进度很缓慢。

4 施工工艺的确定

根据工程地质条件和试桩经验发现, 如何在厚层软塑、流塑的淤泥和淤泥质粘土层钻进成孔, 是施工成败的关键。因此, 必须实施切实可行的施工措施, 采用在该地层环境下顺利成桩的施工工艺, 才能避免在该地层发生缩径、坍塌等现象而高效率的顺利成孔。虽然第一个试桩钻孔只沉入9m钢护筒顺利成孔, 但是考虑到孔口围堰占用场地问题, 以及个别钻孔倘若发生上述坍孔对地层造成扰动等不利因素, 这个保守的方法是不可取的。

鉴于深厚的软塑-流塑淤泥和淤泥质粘土层的不稳定性, 以及试桩所获得的经验教训, 经慎重考虑后, 确定该项目的工程桩仍采用试桩初期拟定的用振动锤沉入钢护筒、泥浆护壁成孔的方法施工, 用钢护筒将敏感地层全部隔离, 确保成孔安全。

5 沉入和起拔钢护筒间的主要工序及要求

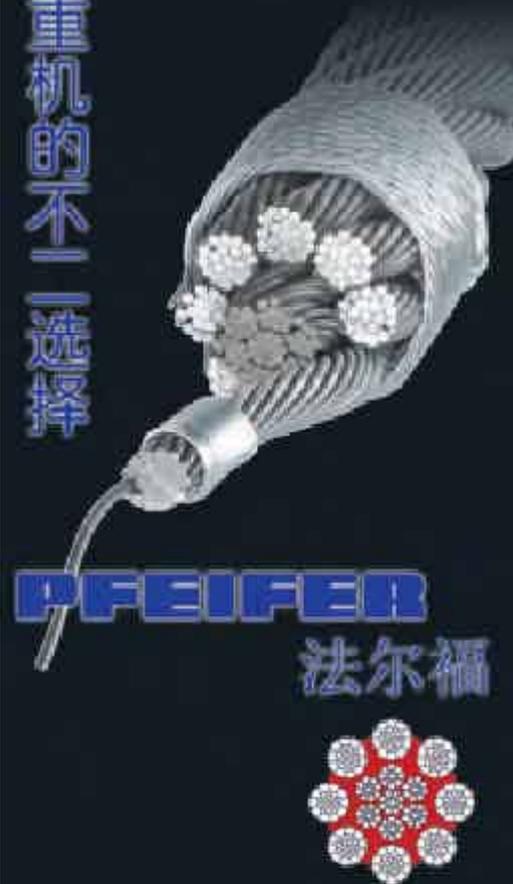
在工程开工前期短促的准备时间里, 在现场的2个位置进行了3次振动锤沉入和起拔试验。沉入深度

法尔福钢丝绳

品牌起重机的不二选择

法尔福钢绳(上海)有限公司是德国法尔福(PFEIFER)集团公司在中国设立的唯一一家全资子公司及深加工服务中心。也是德国德撒(CASAR)钢丝绳中国地区总代理。

德国法尔福集团及法尔福钢绳(上海)有限公司客户: 勃勒海、德马格、宝峨、格鲁夫、波坦、马尼托瓦克、森德伯格、多田野建、徐工、中联重科、长起、三一等等。



PFEIFER 法尔福



法尔福钢绳
(上海)有限公司

地址: 上海市闸北区灵石路709号64-2
电话: +86-21-56778006
传真: +86-21-56779229
邮编: 200072
网址: www.pfeifer.com.cn



分别为 18m 和 21m。沉入和拔出试验获得了预期的效果，并得到了宝贵的经验数据，为确保工程顺利进行奠定了基础。

(1) 基本要求。

起吊设备：适应现场道路及负重行走、起重 50t 左右的履带式起重机。

振动桩锤：对于触变性很强的软塑或流塑淤泥地层选择了浙江八达工程机械有限公司生产的 DZ45、DZ60 型振动锤及钢管夹头。

附属工具：钢护筒、钢护筒定位架、监测钢护筒垂直度的经纬仪、水平尺等。

(2) 钢护筒的沉入。

在仪器监测下调整钢护筒的垂直度，确认钢护筒垂直后由吊机缓慢将钢护筒下放，靠其自重使钢护筒沉入土层。当自重沉入受阻，并确认钢护筒垂直后，即可启动振动锤继续沉入钢护筒。启动振动锤要断续进行。即采用试振方式，避免对地层造成大的扰动。在沉入过程中，如果钢护筒发生倾斜，则应将钢护筒拔起，纠正倾斜后再继续沉入。

(3) 成孔。

钻进软塑 - 流塑的淤泥质粘土和淤泥地层应使用挖泥短螺旋钻头和设有泄压孔及锥形筒体的挖泥钻头(BAIJER 公司所采用的或类似的钻头形式)。

钢护筒内建议使用短螺旋钻头钻进，这样可以提高钻进速度。每回次进尺深度要适当，防止滞钻。同时要集中精力，听到异常声响时要查明原因及时处理，不可强行钻进，避免损坏钢护筒；

钻头钻出钢护筒后需更换挖泥钻头钻进。要控制回次进尺，少

钻勤提，避免活塞效应破坏孔壁。为避免成孔过程出现孔壁坍塌和超径，每次下钻时要进行修孔，保持孔径，以利于钻头上下顺畅。在同一位置多次挖出但不进尺时，要立即停止钻进，待查明原因进行处理后再继续施工，避免造成地层大面积流陷；

钢护筒上口及其连接器均为沉入护筒、起拔护筒的工作部位，钻进过程及其他工序均不可将其损坏。

钻头提至钢护筒底口时要小心操作，避免刮碰护筒底口使底口变形造成卡钻事故。

成孔护壁泥浆采用普通泥浆，但要进行适当处理，减小其失水量和黏度，适当增加比重。成孔钻进时，必须使钻孔内充满泥浆。特别要指出的是，由于地层为软、流塑状，一旦孔内缺少泥浆致使泥土移动，除缩径坍塌外，还会危及相邻桩体，使相邻桩体位移弯曲，其后果极为严重。所以，每当钻头下入钻孔至孔底后要将泥浆加满至距钢护筒上口 20 ~ 30cm 处，以保证孔壁的稳定。

(4) 起拔钢护筒。

导管及钢护筒埋深控制。当混凝土灌注速度较低时，混凝土灌注至钢护筒内 5 ~ 6m 处，就需要起拔钢护筒(约 3.0m 左右)，并将该节钢护筒拆除。同时，导管在混凝土中的埋深应控制在 2.0 ~ 6.0m 之间。起拔钢护筒时，导管要用钢丝绳另外固定，避免受到附加震动造成导管内混凝土离析堵塞。倘若混凝土灌注顺畅、钢护筒孔段灌注时间短，可以在混凝土全部灌注完毕后整体起拔钢护筒，但该项工作必须确保在混凝土初凝前 5h 完成。

起拔钢护筒初期要用振动锤振动起拔，所用吊具、索具必须安全可靠，禁止超负荷运转。起拔要缓慢，吊机提升力要适中，不可以将振动锤减震弹簧完全压缩，避免损坏振动锤和钢护筒。起拔全过程要求吊机天轮 - 振动锤 - 钢护筒轴线成 - 直线。当振动锤工作伴有金属敲击声音时，说明吊机提升力太大，或是钢护筒间连接螺栓松动，此时应立即减小提升力，紧固连接螺栓，以免损坏吊机和振动锤，甚至损坏钢护筒。振动锤仍要采用试振方式启动，不可长时间振动。当吊机可以直接拔起钢护筒时，应立即停止振动锤直接用吊机起拔。

6 结语

振动锤沉、拔钢护筒旋挖钻机取土施工方法已经成功地应用于浙江大唐乌沙山发电厂钻孔灌注桩工程。成为我国在厚层软塑 - 流塑淤泥地层地区进行钻孔灌注桩施工的先例，也为以后在该类地层施工提供了工艺保证。实践证明，振动锤沉、拔钢护筒施工方法具有以下优势：(1) 成孔周期短，不占用钻机工作时间，提高了钻机的工作效率，深度 54m 的钻孔一般 4 ~ 6h 完成，比钻机下钢护筒提高 30% 以上成孔率；(2) 连接方便、快捷，可以根据需要制作成不同长度护筒单元，2 节钢护筒对口方便；(3) 接点强度高，整体性强，只要按照要求操作，使用安全可靠。经粗略统计，每套钢护筒平均沉入和拔出次数应在 30 次以上。

由于振动锤沉入拔出钢护筒方法具有诸多优点，适于软、流塑地层钻孔灌注桩流水作业。因此，可以在类似的工程中应用。

