

3.湿作业成孔灌注桩

湿作业成孔灌注桩即泥浆护壁成孔灌注桩，是在钻孔过程中利用泥浆保护孔壁，通过循环泥浆将钻头切削下的土渣排出孔外而成孔，而后吊放钢筋笼，水下灌注混凝土而成桩。泥浆护壁成孔灌注桩适用于地下水位以下的粘性土、粉土、砂土、填土、碎石土及风化岩层，以及地质情况复杂，夹层多、风化不均、软硬变化较大的岩层。

泥浆护壁成孔灌注桩施工程序包括：

(1) 准备工作

平整清理施工场地，然后设置桩基轴线定位点和水准点，根据桩位平面布置施工图，定出每根桩的位置，施工前，桩位还要检查复核。桩位处挖土埋设孔口护筒，以起到定位、保护孔口、存储泥浆、维持水头等作用。护筒可用钢板制作，内径应比钻头直径大 100mm，埋入土中深度通常不宜小于 1.0~1.5m。护筒埋设应准确、稳定，护筒中心与桩位中心的偏差不得大于 50mm。在护筒顶部应开设 1~2 个溢浆口。在钻孔期间，应保持护筒内的泥浆面高出地下水位 1.0m 以上，与地下水压平衡而保护孔壁稳定。

(2) 泥浆制备

泥浆的作用是护壁、携砂排土、切土润滑、冷却钻头等，其中以护壁为主。泥浆制备方法应根据土质条件确定：在粘土和粉质粘土中成孔时，可注入清水，利用钻削下来的土与水混合成适合护壁的泥浆，称为自造泥浆；在砂土中钻孔时，泥浆可选用高塑性的粘土或膨润土和水拌和，称为制备泥浆。泥浆护壁效果的好坏直接影响成孔质量，在钻孔中，应经常测定泥浆性能。为保证泥浆达到各项指标要求，还可加入加重剂、分散剂、增粘剂及堵漏剂等掺合剂。施工中废弃的泥浆、泥渣应按环保的有关规定处理。

(3) 钻孔作业

桩架就位后，开始进行钻孔作业。成孔方式有回转钻成孔、潜水钻成孔、冲击钻成孔、冲抓锥成孔等多种。回旋钻成孔是国内灌注桩施工中最常用的方法之一，回旋钻机是由动力装置带动带有钻头的钻杆转动，由钻头切削土壤形成桩孔。

潜水钻成孔所用的潜水钻机是一种旋转式钻孔机械，其动力装置、变速机构密封后和钻头组合在一起构成潜水钻主机，直接下放到地下水中直接带动钻头在泥浆中旋转削土成孔。冲击钻成孔主要用于岩土层中成孔，冲击钻机将冲锤提升到一定高度后自由下落，产生的冲击力破碎岩层排出碎渣成孔，这种钻头设有自动转向装置以使冲出的桩孔为圆形。冲抓锥成孔是利用冲抓锥成孔机将冲抓锥斗提升到一定高度，锥斗内有压重铁块和活动抓片，松开卷扬机刹车时，抓片张开，钻头便以自由落体冲入土中，然后开动卷扬机提升钻头，这时抓片闭合抓土，冲抓锥整体被提升到地面上将土渣卸去，如此循环抓土成孔。

(4) 清孔

钻孔达到设计深度并经检查合格后，应立即进行清孔，目的是清除孔底沉渣以减少桩基的沉降量，提高承载能力，确保桩基质量。清孔方法有真空吸泥渣法、射水抽渣法、换浆法等。

真空吸泥渣法适用于土质较好，不易塌孔的碎石类土、风化岩等硬土中清孔。因孔底沉渣颗粒大，可采用空气吸泥机或抓斗将颗粒较大的沉渣吸出或抓出。

射水抽渣法是在孔口接清孔导管，分段联接后吊入孔内。清孔靠抽水机和空气压缩机进行。空气压缩机使导管内形成强大高压气流，同时向孔内注入清水，使孔底的泥渣、杂物被喷翻、搅动，随高压气流上涌，从喷嘴喷出。这样可将孔底沉渣清出，直到孔口喷出清水为止。该法可用于原土造浆的粘土以及制浆的碎石类土和风化岩土层中清孔。

注入制备泥浆的钻孔可采用换浆法清孔，换浆法是用新搅拌的泥浆置换孔底泥浆，即用泥浆循环方法清孔。置换法适用于在孔壁土质较差的软土、砂土以及粘土中清孔。

清孔应达到如下标准才算合格：一是对孔内排出或抽出的泥浆，用手摸捻应无粗粒感觉，孔底 500mm 以内的泥浆密度小于 $1.25\text{g}/\text{cm}^3$ (原土造浆的孔则应小于 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$)；二是在浇筑混凝土前，孔底沉渣允许厚度符合标准规定，即端承桩 $\leq 50\text{mm}$ ，摩擦端承桩、端承摩擦桩 $\leq 100\text{mm}$ ，摩擦桩 $\leq 300\text{mm}$ 。

(5) 吊放钢筋笼

清孔后应立即安放钢筋笼。钢筋笼一般都在工地制作，主筋环向均匀布置，净距必须大于 3 倍的骨料粒径。箍筋直径及间距、主筋保护层、加劲箍的间距等

均应符合设计要求。分段制作的钢筋笼，其接头采用焊接且应符合施工及验收规范的规定。吊放钢筋笼时应保持垂直、缓缓放入，防止碰撞孔壁。若造成塌孔或安放钢筋笼时间太长，应进行二次清孔后再浇筑混凝土。

(6) 浇筑混凝土

泥浆护壁成孔灌注桩常采用导管法水下浇筑混凝土。混凝土强度等级不低于C20，坍落度为18~22cm。导管法是将密封连接的钢管作为水下混凝土的灌注通道，同时隔离泥浆，使其不与混凝土接触。在浇筑过程中，导管始终埋在灌入的混凝土拌和物内，导管内的混凝土在一定的落差压力作用下，压挤下部管口的混凝土在已浇的混凝土层内部流动、扩散，以完成混凝土的浇筑工作，形成连续密实的混凝土桩身。浇筑完的桩身混凝土应超过桩顶设计标高0.5m，保证在凿除表面浮浆层后，桩顶标高和桩顶的混凝土质量能满足设计要求。