

浅谈土木工程中的桩基础施工技术

善峥嵘

古风今韵建筑集团有限公司

摘要：随着城市化进程的加速，土木工程建设中桩基础施工技术的重要性愈发凸显。桩基础的设计要综合考虑建筑使用功能、结构类别、施工条件、环境条件、地基复杂程度。要结合当地经验、合理选择桩型、成桩工艺。在设计施工开始之前，应做好桩基施工准备措施。选择合适的桩型和成桩工艺，可以提高施工效率，节约成本，保证施工质量。

关键词：土木工程；桩基础桩型；成桩工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.08.037

一、桩基础桩型与成桩工艺的合理选择，不同桩型的施工特点

非挤土成桩、部分挤土成桩和挤土成桩的桩型与成桩工艺的选择，需要根据桩的使用功能（摩擦桩或抗拔桩等）、桩侧和桩端土层、地下水位的高低、建筑结构房屋类型、荷载的性质、施工环境、当地材料供应情况和机械设备，按照成本低、工期短、安全适用的原则选择。合理的选择桩型和成桩工艺对保证工程品质有重要的作用。

（一）非挤土成桩、部分挤土成桩和挤土成桩条件下的桩的类型及优缺点

非挤土桩包含：干作业挖、钻孔灌注桩（包含长螺旋钻孔灌注桩、短螺旋钻孔灌注桩、钻孔扩底灌注桩、机动洛阳铲成孔灌注桩、人工挖孔扩底灌注桩）；泥浆护壁法钻、挖孔灌注桩（有潜水钻成孔灌注桩，正、反循环钻成孔灌注桩、旋挖成孔灌注桩、钻孔扩底灌注桩）；套管护壁法钻、挖孔灌注桩（有贝诺托灌注桩，短螺旋钻孔灌注桩）。

优缺点：地下水位以上的风化岩层、中等密实以上的砂土、黏性土、粉土、人工填土等常用于作业挖（钻）孔灌注桩。干作业法不宜用于地下水位以下的土层，不能用于穿越淤泥与淤泥质土层。在有淤泥土层、较厚的流塑状淤泥土、地下水位较高的土层或有承压水的砂土层中人工挖孔灌注桩不能使用。在穿越碎石土层时经常使用人工挖孔扩底灌注桩；在穿越硬夹层、砂夹层、砾石夹层，此工艺也经常使用。干作业法没有排浆，对环境影响较小；震动和噪声也较小。在地下水位以下的填土、黏性土、砂土、粉土、及风化岩层、淤

泥和淤泥质土中适用用泥浆护壁钻孔灌注桩。泥浆护壁法对地下水位没有要求。但有大量浆液排出，对环保要求较高的地方不适合使用。在风化岩层、填土、砂土、粉土、黏性土中宜用旋挖成孔灌注桩。

部分挤土桩包含：混凝土灌注桩（包含长螺旋钻孔压灌桩、冲击成孔灌注桩、钻孔扩灌灌注桩）；预制桩（有钻孔打入预制桩、钻孔静压预制桩、静压混凝土（预应力）敞口管桩、打入式敞口钢管桩、静压式敞口钢管桩、钢桩等）。

优缺点：冲击成孔灌注桩能够穿透建筑垃圾填土、基岩、地基中间的硬夹层、砂夹层、砾石夹层，将孤石击碎或挤入孔壁；但容易扰动孔壁、塌孔、扩孔、卡孔或掉钻。在岩溶发育地区应慎重使用，采用时，应适当加密勘察钻孔。此工法需要排浆，振动时噪声比较大，在市区容易扰民。预制桩，钢管桩的优点是施工时间短，但打入式的工艺有噪音，在市区不适合使用。静压法施工没有噪音。在砂土、填土、粉土、非密实的碎石类土、黏性土、强风化岩中常用长螺旋钻孔压灌桩。预制桩，钢管桩施工时没有排浆，对孔底都有挤压作用。

挤土桩包含：灌注桩（包含沉管灌注桩、沉管夯扩灌注桩、沉管挤扩灌注桩）；预制桩（有打入式的混凝土预制桩、预应力混凝土空心桩和闭口钢管桩，静压桩等）。

优缺点：沉管灌注桩常用于粉土、砂土和黏性土层中；在桩端底部埋深不超过20m的碎石土、粉土、砂土和低、中压缩性黏性土层中常用夯扩桩。如中间有硬夹层、砾石夹层不建议使用静压桩和沉管夯（挤）扩灌注桩，其他土层大部分条件下可以使用挤土桩法。静压法施工没有噪音，其他挤土桩施工法都有噪音。没有排出浆液，对孔底都有挤压作用。

（二）不同桩型的施工特点

干作业人工挖孔灌注桩：人工挖孔桩的孔径宜 $0.80\text{m} \leq D \leq 2.5\text{m}$ ，孔深宜 $H \leq 30\text{m}$ 。当净距较小时，不要连续开挖，应间隔开。开挖时边挖土边浇灌混凝土护壁，第一节深度约1.0米时，安装模板后，浇灌混凝土护壁，往下按节施工循环施工，土层护壁的高度不应超过0.5米，为保证桩的垂直度每灌完三节护壁须校核垂直度和中心位置一次。人工挖孔灌注桩施工要采取较高安全措施。a) 必须系好安全带、戴好安全帽，施工人

员才能下井，不施工时孔口用盖板盖好，防止人员掉落。b) 孔内必须设有软爬梯作为应急通道，工作人员上下可使用电葫芦等，但其必须具有安全起吊能力。c) 要防止有害气体井下聚集，确保孔底有足够的新鲜空气，必要时抽送风同时进行。d) 挖出的土石方应及时运离孔口，不得堆放在孔口周边1m范围内。e) 桩孔下部岩层如需要爆破时，应在控制炸药用量及爆破深度的情况下进行，确保人员安全。f) 井下的工人必须经常观察是否存在塌方隐患，是否有涌水和涌砂现象，如发现异常情况应停止作业并及时撤离，报告上级及时处理。井下联络要保证通讯畅通。

钻孔（扩底）灌注桩施工时，钻杆保持垂直，防止打偏，防止因为偏心钻杆晃动导致扩大孔径。钻机施工过程中，孔口不能积土，随时清理，遇到特殊情况时如缩孔、塌孔等要及时处理，不能继续施工。要按设计要求扩底直径，扩孔刀片削土量不能太大。扩底桩灌注混凝土时，分步施工，第一次灌浆不超过扩底部位的顶面，振捣和浇筑同步进行，防止出现空洞。

灌注桩后注浆法可用于各类冲、钻、挖孔灌注桩，后注浆导管应使用钢管绑扎或焊接在钢筋笼加劲筋上。宜根据桩径大小设置桩端后注浆导管数量。对于桩长 $D \leq 1.2m$ ， $H \leq 15m$ 的桩，宜沿桩圆周对称设置两根；对于直径 $1.2m < D \leq 2.5m$ 的桩，宜设置3根钢管；桩端导管距离钢筋笼底部100mm。对承载力要求较高，桩长 $H > 15m$ 者，可采用桩侧和桩端一起注浆；桩顶以下，每隔6~12m设置一道桩侧注浆管，桩底设置注浆管。非通长配筋桩，为保证注浆管延伸到桩底，钢筋笼下部通底的主筋应不少于2根。钢筋笼不得悬吊，应沉放到底，往下放笼受阻时不得野蛮墩笼、扭笼、撞笼。

泥浆护壁钻孔灌注桩施工时，除黏性土可自己生成泥浆，其余都要制备泥浆，根据工艺及穿透土层制备泥浆时须使用高塑性黏土。施工期间护筒内的泥浆面应高出地下水位1.0m以上。应不断置换泥浆用来清孔，直至灌注水下混凝土之前。桩的实际承载力会因筒壁的泥浆有所降低，沉渣可造成桩的摩阻力降低。部分摩擦型和桩孔深较大的端承型，可根据土层情况采用正循环钻进，反循环清孔；也可用反循环工艺成孔或清孔。旋挖成孔灌注桩工艺可采用泥浆护壁成孔法和干作业成孔法。根据各自的地质情况和地下水埋深确定。旋挖钻机成孔应采用跳挖方式。倒出的土距桩孔不能太近以免引起塌孔，并应及时清除，堆放最小距离应不小于6m。采用泥浆护壁成孔时应根据钻进速度同步补充泥浆，所需的泥浆面高度基本保持不变。灌注水下混凝土必须连

续施工，水下混凝土施工时需掺外加剂，混凝土必须具备良好的和易性，较好的坍落度，冲击成孔灌注桩，应低锤密击施工，当上层土为细砂、软弱土、淤泥土层时，可把小片石夹在黏土块反复冲击造壁，可使用不同冲程应对不同的土层、岩层冲孔；岩石强度大，进入基岩后，宜采用低频率、大冲程冲击施工，当发现桩孔发生偏移时，应回填一定量片石重新冲孔，回填至偏孔上方300mm处为宜，当遇到孤石时冲击缓慢，可采用高低冲程交替冲击或爆破，将孤石挤入孔壁或击碎；为防止扩孔、塌孔、掉钻和泥浆失流事故应采取必要的措施和预案，发生上述情况时能及时进行处理。长螺旋钻孔压灌桩施工时在下列情况应进行试钻：当需要穿越厚层砂土、碎石土、老黏土，以及塑性指数较大的黏土时。钻头与桩位点偏差不得超过20mm，钻机定位后，应进行复检。刚开始下钻速度要缓慢；在中间钻进过程中，不宜反转或提升钻杆。在钻进过程中，如遇到钻机不停摇晃、发生偏斜、卡钻或有异常声音时应立即停止施工，查明原因、解决问题后方可继续施工。

锤击沉管灌注桩施工可选用复打法、单打法、或反插法，根据荷载要求和土质情况选用对应的施工方法。对于混凝土的充盈系数小于1.0的桩，应全长复打，对容易缩颈和断桩的桩，应局部复打，局部复打应超过断桩或缩颈区1m以上。全长复打时，桩管入土深度基本接近原桩长。

混凝土预制桩：1. 锤击成桩的施工特点。锤击沉桩施工前，必须先平整场地，保证排水畅通，有地下障碍物先清除，并应满足打桩所需的地面承载力。打桩顺序要合理，按以下原则施工：a. 根据桩的不同规格，宜先长后短，先大后小。b. 根据桩底的设计标高，宜先打深桩后打浅桩。c. 当一侧邻近已有建筑物时，由临近建筑物的一侧向另一侧施打；d. 对于桩群基础，可从中间向两个方向或四周对称施打。2. 静压成桩的施工特点。静压沉桩时，需先平整场地。压桩顺序可根据场地地质条件确定，且应符合下列规定：a. 当桩的入土深度差别较大时，宜先对长桩施压后对短桩施压；b. 当地层中局部含有碎石、卵石、砂时，可先对该区域进行压桩；c. 当桩难以穿越硬夹层时，当压力表读数显示情况与勘察报告中的土层的参数明显不符时，应暂停作业，并分析原因，采用相应合理措施。

二、混凝土灌注桩施工的准备、注意事项和验收

混凝土灌注桩施工前应对场地进行详细勘察，了解地下水位、土层分布、地质条件等情况，根据建筑物的荷载、结构形式设计桩型，桩长和桩径，确定桩的规格

和型号；并依据桩基施工工艺及桩深度选用合适的成桩工艺。在施工完成后，要对桩基进行验收和检测，确认桩基的质量和承载能力符合设计和要求。

（一）桩基施工前需要的准备措施

混凝土灌注桩施工前应准备如下资料：本项目正式的岩土工程勘察报告（盖章版），最终版施工图纸和图纸会审记录，场地和周边区域内的地下埋置管线，地下构筑物等的相关资料、桩基工程的施工组织设计，主要施工机械的技术性能资料，混凝土、钢材等原材料及其制品的质检报告。如有试桩，提供试桩报告。

要综合考虑制定施工组织计划，有针对性地制定不同质量管理措施，定期总结补充。施工图中标明桩的编号、施工顺序、临水、临电线路和相关设施的位置；当采用泥浆护壁成孔时，应注明泥浆制备设施，综合地制定泥浆排放方案。需要确定配套设备、成孔机械等有关资料。需要确定施工组织计划、机械设备、工具、材料的供应计划。工地防水、防火、防电等措施等。安全生产和冬季性施工的技术措施。

施工前必须组织图纸会审，明确图纸设计深度是否满足，有无正式下发的变更，造价有无大的变化。如图纸调整较大，要及时和甲方沟通，综合调整施工顺序和工期。施工图和会审记录有同等法律效力，都可作为施工依据和结算依据，并都要列入工程档案。

（二）桩基施工过程注意事项

a. 基桩轴线的水准点和控制点是定位点，要妥善保护，经复核后施工中要经常复测，必须设在不受施工影响的地方。b. 混凝土灌注桩基施工时，应保持桩的垂直度和位置准确，避免桩身偏斜或移位导致桩的承载能力下降。c. 确保振动棒位置放到位，振捣时间满足要求。d. 桩机的选用应与桩长和桩径相匹配，开始前要经过检查和调试，施工现场应有足够的操作空间和安全距离。e. 要保持施工现场清洁，尽量减少工地上的杂物和污染物对施工的影响，确保噪音在周边环境允许的范围。f. 施工时工人要戴好安全防护装备，遵守安全防护制度。h. 施工现场应保持通风良好，避免混凝土中的气泡、松散、缩短和裂缝。

（三）桩基工程质量检查和验收的特点

桩基检验贯穿整个施工过程，按时间顺序可分为三个阶段：施工前检验、施工检验和施工后检验。施工前，混凝土拌制时应对原材料质量与计量检测、对混凝土配合比、坍落度检测；筋笼制作时应对钢筋规格、焊条规格、品种、焊口规格、焊缝长度、焊缝质量等进行检查。在浇灌混凝土施工前，对已成孔应严格对桩位进

行检测防止打偏，桩径和桩深检测、垂直度检测。应对钢筋笼安放的位置进行检查。施工后，工程桩应对桩身质量检验和单桩承载力检测。验桩需待浇筑砼不少于28天后或砼强度达到设计要求再进行，应在注浆完成20d后进行承载力的检测。采用低应变法检测桩身的完整性。除图中注明的试桩做静载荷试验外，采用低应变法检测不应少于30%工程桩。

三、土木工程桩基施工技术优化策略

桩基础施工技术的合理与否将直接影响施工周期和工程造价，在选择桩型和成桩工艺时既要节约资源又需要保证施工质量，可考虑下列优化措施。

1. 注重勘察分析：在桩基础施工前，应充分了解场地特点，选择合适的桩型和施工工艺，以便制定出最为合理施工方案。

2. 明确成桩方案：根据现场勘察和施工环境特点，确定每个桩基础的成桩方案，包括施工序列、成桩速度、桩机设备等，以确保施工质量符合要求。

3. 规范技术操作：在桩基础施工中，操作技术规范是保证施工质量和工期进度的关键。施工人员应严格遵守操作流程，确保操作规范化，合理使用施工设备。

四、总结与展望

综上所述，桩基础施工是土木工程建设的重要环节，需要在施工前精确设计桩型、合理选择施工工艺，严格管控施工过程。未来，随着技术的不断发展和进步，桩基础施工技术将变得更加精确和高效。在科技的推动下，桩基础施工技术将为土木工程建设带来更大的便利和贡献。

1. 研究背景：作为一项土木工程中的重要内容，桩基础施工技术的选择和施工一直备受重视。根据不同的施工条件、技术特点，桩基础施工技术具有多样性。不同类型的桩基础施工各具特色，必须根据施工环境、施工条件精准把握施工方法、施工技术和施工组织，以保证桩基础施工的质量。

2. 研究目的：本文介绍了常见桩型、成桩工艺的特点，和如何进行选择、施工技术特点、施工过程中的注意事项，提出了施工技术优化策略。旨在引导桩基础施工技术的合理应用，做到精准高效，安全可靠。合理选择桩型和施工技术，在土木工程中将会有更好的节省造价，缩短施工周期，创造更多价值！

参考文献

[1] 吕荣鑫, 马广东, 孙玉川, 等. 浅谈土木工程桩基础施工技术要点[J]. 科学与财富, 2017(35): 264-264.