



打入桩（预制方桩、预应力管桩）

（一） 施工准备

1.材料

- （1） 钢筋砼预制方桩、预应力管桩的规格、质量必须符合设计和施工规范的规定，并有出厂合格证明。
- （2） 接桩用的焊条的牌号、性能必须符合设计要求和有关标准的规定，并应有出厂合格证明。一般宜用结 422 焊条。
- （3） 钢板或角钢的材质、规格因符合设计要求，且应有质保书或检验报告，宜采用低碳钢。

2.作业条件

- （1） 应有工程地质资料、桩基施工平面图、桩基施工组织设计或方案。
- （2） 桩基的轴线和标高均应测定完毕，并经过检查，办理了复核签证手续。
- （3） 已排除架空障碍物，在建筑物旧址或杂填土区施工时，应预先进行钎探，在桩位置将探明的旧基础、石块、废铁等障碍物清除和采取其它处理措施。
- （4） 打桩场地附近的建筑物或构筑物，如有震动要求和影响使用安全时，打桩前应会同有关单位采取措施予以有效的处理。
- （5） 场地已碾压平整，其表土承载力满足要求，保证桩基在移动时稳定垂直。雨季施工，必须采取有效的防水措施。
- （6） 根据轴线放出桩位线，用短木桩或短钢筋打好定位桩，并用摆灰作出标志，便于施打。
- （7） 正式施工前必须先打试验桩，其数量不少于 2 根，以确定桩长和贯入度，并校验打桩设备、施工工艺及技术措施是否符合要求。

（二） 操作工艺

1. 桩夹应平稳地夹设在打桩部位，用钢缆拉牢，打桩机的安装，必须按照有关程序或说明书进行。
3. 桩机就位。打桩机就位时，应对准桩位，垂直稳定，确保在施工中不倾斜、移动。
4. 起吊预制桩。先拴好吊桩的钢丝绳及索具，然后应用索具捆绑住桩上端约 50cm 处，起动机器起吊预制桩，使桩尖对准桩位中心，缓缓放下插入土中。插桩必须正直，其垂直度偏差不得超过

0.5%，再在桩顶扣好桩帽，即可斜去索具。桩帽与桩周边应留 5-10cm 的间隙，锤与桩帽、桩帽与桩顶之间应有相应的弹性衬垫，一般采用麻袋、纸皮或木砧等衬垫材料，锤击压缩后的厚度以 120-150mm 为宜，在锤击过程中，应经常检查，及时更换。

4.稳桩。桩尖插入桩位后，先用低锤击一二下，桩入土一定深度后，再使桩垂直稳定。10m 以内短桩可目测或吊线锤纵横双向校正；10m 以上或打接桩必须用线锤或经纬仪纵横双向校正。

5.桩在入土前，应在桩架或桩身上设置尺寸标志，以便在施工中观测、记录。

6.打桩。打桩宜重锤低击，锤重的选择应根据地质条件、桩的类型、结构、密集程度及施工条件选用。

7.打桩的顺序宜按下列原则确定：

- (1) 根据桩的密集程序，打桩顺序可采取从中间向两边对称施打；或从中间向四周施打；或从一侧向另一侧施打。
- (2) 根据基础设计标高，宜先深后浅进行施打。
- (3) 根据桩的规格，宜先大后小、先长后短进行施打。
- (4) 根据桩位与原有建筑物的距离，宜先后后远进行施打。

8.接桩。

- (1) 在桩长度不够的情况下，采用焊接接桩，焊接接桩的预埋铁件表面应清洁，上下节之间的间隙应用铁片垫密焊牢。焊接时，应采取措施，一般对称焊接，以减少变形，焊缝应连续、饱满。接桩方法和要求按设计采用。
- (2) 接桩一般在距离地面 1m 左右进行。上下节桩的中心线偏差不得大于 10mm，节点弯曲矢量不得大于 1‰桩长。
- (3) 接桩处的焊缝应自然冷却 10-15min 后才打入土中，对外露铁件应刷防腐漆。

9.送桩。设计要求送桩时，“送桩（工具）”的中心线应与桩身吻合一致方能进行送桩。送桩深度一般不宜超过 2m。

10.当桩的当桩的打入深度和贯入度达到设计要求时，应根据地质资料核对桩尖入土深处的地质情况，即可进行控制。一般以要求最后三次十锤的平均贯入度不大于设计规定，并且三次十锤的贯入度不能递增。符合设计要求后，方可收锤，移动桩机。

11.打桩时应由专职记录员做好施工记录。开始打桩时，应记录每沉落 1m 所需的锤击数并记录桩锤下落的平均高度。当下沉接近设计标高和贯入度要求时，应在一定的落锤高度下，以每落锤十击为一阵击阶段，测量其贯入度并登记入表。

12.打桩时出现下沉异常现象的判断和处理

- (1) 打桩过程中发生下沉量突然增大，原因是桩尖穿过硬土层进入软弱土层，或桩已被打断，此时应对照地质资料进行检查，若桩尖进入软土层，应继续施打；若桩身被打断，应会同有关单位研究补桩方案。
- (2) 桩到一定深度后打不下去，或桩锤和桩突然回弹，原因可能是桩尖碰到孤石或已打到硬土层，这时应减小桩锤落距，慢慢往下打，待桩尖穿过障碍之后再加大落距，如仍打不下去，应根据地质资料核对桩尖入土深入的土质情况，会同有关单位解决。
- (3) 施打过程中，若桩头已严重破损，不得再打，待采取措施后方可继续施打。

（三） 质量标准

1.保证项目

- (1) 钢筋砼预制桩的质量符合设计要求和施工规范的规定，并有出厂合格证。
- (2) 桩的贯入度、桩的接头节点处理必须符合设计要求和施工规范的规定。

2.允许偏差

桩的平面位置允许偏差和检验方法应符合下表的要求。

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
桩中心位置偏移	有基础梁的桩	垂直基础梁的中心线方向	100
		沿基础梁的中心线方向	150
	桩数为 1-2 根的单排桩		100
	桩数 3-20 根		d/2
	桩数多余 20 根	边缘桩	d/2
中间桩		d	
按标高控制的打入桩桩顶高差		-50~100	用水准仪和尺检查

注：d 为桩的直径或截面边长。

(四) 施工注意事项

1.避免工程质量通病

(1) 桩身断裂

1) 现象：桩在沉入过程中，桩身突然倾斜错位，当桩尖处土质条件没有特殊变化，而贯入度逐渐增加或突然增大，同时在桩锤跳起后，桩身随之出现回弹现象，这时可能是桩身发生断裂。

2) 原因

- 桩节的细长比过大，沉入又遇到了较硬土层。
- 桩制作时，桩身弯曲超过规定，桩尖偏离桩的纵轴线较大，沉入后桩身发生倾斜或弯曲。
- 桩入土后遇到大块坚硬的障碍物，把桩尖挤向一侧。
- 稳桩时不垂直，打入地下一定深度后，再用走架的方法校正，使桩身产生弯曲。
- 两节桩或多节桩施工时，相接的两节桩不在同一轴线上，产生了曲折。
- 桩在反复长时间打击中，桩身受拉应力作用，当拉应力值大于同抗拉强度，桩身某处即产生横向裂纹，表面砼剥落，如拉应力过大，钢筋超过流限，桩即断裂。
- 制作桩的砼强度不够，桩在堆放、吊运过程中产生裂纹或断裂未被发现。

3) 预防措施

- 施工前应对桩位下的障碍物清理干净，必要时对每个桩位用钎探探测，对桩构件要进行检查，发现桩身弯曲超过规定 ($L/1000$ 且 20mm) 或桩尖不在桩纵轴线上的不宜使用，一节桩的细长比不宜过大，一般不宜超过 40。
- 在稳桩过程中，如发现桩不垂直应及时纠正，桩打入一定深度后发生严重倾斜时，不宜采用移架方法来校正。接桩时，要保证上下两节桩在同一轴线上，接头处应严格按照操作要求执行。
- 桩在堆放、吊运过程中，应严格按照有关规定执行，发现桩开裂超过有关验收规定时不得使用。

(2) 桩顶碎裂

1) 现象：在沉桩过程中，桩顶出现砼掉角、碎裂、坍塌甚至桩顶钢筋全部外露打坏。

2) 原因

- a.设计时没有考虑到工程地质条件、施工机具等因素, 砼设计强度偏低, 或者桩顶钢筋网片不足, 主筋距桩顶面距离过小。
- b.桩预制时, 砼配合比不良, 施工控制不严, 振捣不密实等。
- c.砼养护时间短或养护措施不当, 致使钢筋与砼在冲击荷载下, 不能很好地协同工作, 桩顶容易严重碎裂。
- d.桩顶面不平, 桩顶平面与桩轴线不垂直, 桩顶保护层过厚。
- e.桩顶与桩帽的接触面不平, 桩沉入时不垂直, 使桩顶面倾斜, 造成桩顶面局部受集中应力而碎裂。
- f.沉桩时, 桩顶未加衬垫或衬垫已损坏, 未及时更换, 使桩顶直接承受冲击荷载。
- g.锤重选择不当, 桩锤小, 桩顶受打击次数过多, 桩顶砼容易产生疲劳破坏而打碎; 桩锤大, 打击力过大, 桩顶砼承受不了过大的打击力, 也会发生碎裂。

3) 预防措施

- a. 桩制作时, 要振捣密实, 主筋不得超过第一层网片, 桩成型后要严格加强养护。在达到设计强度后, 宜有 1-3 个月的自然养护, 以增加桩顶抗冲击能力。
- b. 应根据工程地质条件, 桩断面尺寸及形状, 合理地选择桩锤。
- c. 沉桩前应对桩构件进行检查, 检查桩顶有无凹凸情况, 桩定平面是否垂直于桩轴线, 桩尖有否偏斜, 对不符合规范要求的桩不宜采用或经过修补等处理后方可使用。
- d. 检查桩帽与桩的接触面处替打木是否平整, 如不平整应进行处理方能施工。
- e. 稳桩要垂直, 桩顶要加衬垫, 如衬垫失效或不符合要求要更换。

(3) 沉桩达不到要求

1) 现象: 桩设计时是以最终贯入度和最终桩长为施工的最终控制。一般情况下, 以一种控制标准为主, 以另一种控制标准为参考, 有时沉桩达不到设计的最终控制要求。

2) 原因分析

- a. 探测点不够或勘察资料粗, 对工程地质情况不明, 尤其是持力层的起伏标高不明, 致使设计考虑持力层或选择桩有误, 也有时因为设计要求过严, 超过施工机械能力或桩身砼强度。
- b. 勘察工作是以带面, 对局部硬夹层、软夹层不可能全部了解清楚, 尤其在复杂的地质条件下, 还有地下障碍物, 如大块石头、砼块等, 打桩施工遇到这种情况, 就会达不到设计要求的施工控制标准。
- c. 以新近代砂层为持力层时, 由于其结构不稳定, 同一层土的强度差异很大, 桩打入该层时, 进入持力层较深才能得出贯入度, 但群桩施工时, 砂层越挤越密, 最终则会有沉不下的现象。
- d. 桩锤选择太大或太小, 使桩沉不到或超过设计要求的控制标高。
- e. 桩顶打碎或桩身打断, 致使桩不能继续打入。

3) 预防措施

- a. 详细探明工程地质情况, 必要时应补勘。正确选择持力层或标高。根据工程地质条件、桩断面及自重, 合理选择施工机械、施工方法及打桩顺序。
- b. 防止桩定打碎或桩身断裂。

(4) 桩顶位移

1) 现象: 在沉桩过程中, 相邻的桩产生横向位移或桩身上浮。

2) 原因:

- a. 桩入土后, 遇到大块坚硬障碍物, 把桩尖挤向一侧。
- b. 两节桩或多节桩施工时, 相接的两节桩不在同一轴线上, 产生了曲折。
- c. 桩数较多, 土壤饱和密实, 桩间距较小, 在沉桩时土被挤到极限密实度而向上隆起, 相邻的桩被浮起。
- d. 在软土地基施工较密集的群桩时, 由于沉桩引起孔隙水压力把相邻的桩挤向一侧或浮起。

3) 预防措施

- a. 同本节(1)、3) a 及 b。
- b. 采用井点降水、砂井或盲沟等降水或排水措施。
- c. 沉桩期间不得同时开挖基坑, 需待沉桩完毕后相隔适当时间方可开挖, 相隔时间应视具体土质条件、基坑开挖深度、面积、桩的密集程度及孔隙压力消散情况来确定。

(5) 接桩处松脱开裂

- 1) 现象：接桩处经锤击后，出现松脱开裂现象。
- 2) 原因
 - a. 连接处表面没有清理干净，留有杂质、雨水油污等。
 - b. 连接件不平，有较大空隙，焊不牢。
 - c. 焊接质量不好，焊缝不连接，不饱满或有夹渣。
 - d. 两节桩不在同一直线上，接桩处产生曲折，锤击时接桩处产生集中应力而破坏连接。
- 3) 预防措施
 - a. 接桩前对连接部位上的杂质、油污等必须清理干净，保证连接部件清洁。
 - b. 检查连接部件是否牢固平整和符合设计要求，如有问题必须进行修正。
 - c. 接桩时，两节桩应在同一轴线上，焊接预埋件应平整服贴，焊接后，锤击数次，再检查一遍，砍有无开裂，如有应作补救措施。

2.主要安全技术措施

- (1) 打桩施工前应对临近的建筑物采取有效的防护措施，施工时应随时进行观测。
- (2) 机械司机在施工操作时，必须听从指挥讯号，不得随意离开岗位。应经常注意机械的运转情况，发生异常立即检查处理。
- (3) 桩应达到设计强度的 75% 方可起吊，100% 方可运输和打桩。
- (4) 桩在起吊和搬运时，必须做到吊点符合设计要求，如设计没有提出吊点要求时，当桩长在 16m 内，可用一个吊点起吊，吊点位置在桩端至入 0.29 桩长处，桩长在 16m 以上时，须设两吊点，吊点在桩距离两端头 0.21 桩长处，桩长大于 25m 时，应另设计吊点位置。
- (5) 桩的堆放应符合下列要求：
 - 1) 场地应平整、坚实，不得产生不均匀下沉。
 - 2) 垫木与吊点的位置应相同，并应保持在同一平面内。
 - 3) 同桩号（规格）的桩应堆放在一起，桩尖应向一端，便于施工。
 - 4) 多层的垫木应上下对齐，最下层的垫木应适当加宽。堆放的层数一般不宜超过四层。预应力管桩堆放时，层与层之间可设置垫木，也可以不设置垫木，层间不设垫木时，最下层的贴地垫木不得省去。垫木边缘处的管桩应用木楔塞紧，防止滚动。

3.产品保护

- (1) 妥善保护好桩基的轴线和标高的控制桩，不得碰撞和振动，以免引起位移。
- (1) 送桩留下的桩孔，应及时回填密实。送桩
- (2) 打桩完毕的基坑开挖，应制订合理的施工顺序和技术措施，防止土体挤压引起的位移和倾斜，甚至断裂。