

PHC管桩桩基施工方法浅析

秦朝辉

河北省水利工程局集团有限公司第五分公司 河北 石家庄 050011

摘要：在建筑工程领域，桩基是确保建筑物稳定与安全的关键基础结构。本文围绕 PHC 管桩桩基施工展开分析，首先阐述了 PHC 管桩强度高、质量稳定、穿透力强、施工便捷、环保及经济性好等特点。随后详细介绍了其施工方法，包括施工前的图纸熟悉、方案编制、场地与材料设备准备、人员培训，以及桩位测设、桩机就位、吊桩植桩、锤击法、接桩、送桩和终桩控制等环节。最后探讨了施工中的常见问题及处理措施，为 PHC 管桩桩基施工提供了全面的技术参考，旨在保障施工质量与效率。

关键词：PHC管桩；桩基施工；方法浅析

引言：随着建筑工程对桩基承载能力和施工效率要求的提升，PHC 管桩凭借其优良性能在桩基工程中得到广泛应用。PHC 管桩由高强度混凝土制成，经离心成型和高压蒸汽养护，具备高强度、耐久性等优势，能适应多种地质条件。然而，其施工质量直接影响整个建筑结构的安全性与稳定性，施工过程中需严格把控各环节技术要点。本文结合 PHC 管桩的特点，系统梳理其施工方法及常见问题处理措施，为工程实践提供理论与技术指导，助力提升桩基施工水平。

1 PHC 管桩的特点

1.1 强度高

PHC 管桩采用 C80 及以上高强度混凝土，经离心成型工艺密实成型，并通过高压蒸汽养护强化，其立方体抗压强度可达 80MPa 以上，远超普通混凝土桩。同时，桩身配筋合理，纵向钢筋与螺旋箍筋协同作用，抗裂性能和抗弯承载力优异，能承受较大的竖向荷载和水平力，适用于高层建筑、重型厂房等对桩基强度要求高的工程。

1.2 质量稳定可靠

PHC 管桩在工厂标准化生产，生产过程中严格控制混凝土配合比、搅拌时间、离心速度及养护条件，避免了现场浇筑桩易出现的蜂窝、麻面等质量缺陷。每根桩出厂前均经过抗压、抗裂等性能检测，桩长、直径等尺寸偏差小，力学性能均匀。此外，管桩的耐久性强，抗渗、抗腐蚀性能良好，能在潮湿、盐碱等复杂环境中长期稳定工作。

1.3 穿透力强

PHC 管桩桩身结构密实，桩尖设计尖锐（如锥形、十字形等），在静压或锤击施工时，能有效集中应力，突破硬土层、砂层等复杂地质障碍。其高强度特性保证

了桩身在穿越障碍物时不易断裂，可顺利打入设计持力层。实践表明，即使在存在孤石、硬夹层的地层中，PHC 管桩仍能通过合理的施工工艺实现有效穿透，满足桩基深度要求。

1.4 施工便捷

PHC 管桩为预制构件，出厂时已达到设计强度，无需现场养护，可直接吊装施工，大幅缩短工期。施工时采用专用桩机作业，设备操作简便，桩身连接采用焊接或机械快速接头，接桩效率高。同时，管桩重量相对较轻，吊装难度低，对施工场地的平整度和承载力要求适中，尤其适用于工期紧张、场地狭窄的工程项目。

1.5 环保性能好

PHC 管桩施工过程中无需现场搅拌混凝土，减少了水泥、砂石等原材料的现场堆放和粉尘污染；采用静压法施工时无噪音、无振动，避免了锤击桩施工产生的强烈噪声和振动对周边居民及建筑物的影响。此外，管桩材料可回收再利用，生产过程中能源消耗和废弃物排放较少，符合现代建筑工程的绿色环保理念，降低了对施工周边环境的干扰。

1.6 经济性好

从综合成本来看，PHC 管桩具有显著的经济优势。其工厂化生产效率高，批量生产降低了单桩制造成本；施工周期短，减少了设备租赁、人工等时间成本；桩身强度高，可减少桩数或缩短桩长，降低材料总消耗。同时，PHC 管桩耐久性强，减少了后期维护费用，全生命周期成本低于普通混凝土桩或钢桩^[1]。

2 PHC 管桩桩基施工方法

2.1 施工前准备

2.1.1 熟悉施工图纸和地质资料

施工前，技术人员需全面熟悉设计图纸，明确桩位

布置、桩长、桩径、单桩承载力等关键参数，核对桩基与周边建筑物、地下管线的相对位置，避免施工冲突。同时，深入分析地质勘察报告，掌握土层分布、岩土性质、地下水位及不良地质（如软土层、孤石）的具体情况，预判施工难点。通过图纸会审与地质资料研判，形成书面记录，为后续施工方案编制和技术交底提供依据，确保施工符合设计要求和地质条件。

2.1.2 编制施工方案

施工方案需结合工程特点、地质条件及设计要求编制，内容包括工程概况、施工流程、关键技术参数（如锤击法、接桩工艺）、质量控制标准、安全保障措施及应急预案等。方案中应明确桩位测设精度、桩机行走路线锤击法顺序（如由中间向两侧或由近及远），并针对特殊地质制定专项处理措施。方案需经监理单位和建设单位审批后实施，同时根据现场实际情况动态调整，确保施工过程有序可控，降低质量与安全风险。

2.1.3 施工场地准备

施工场地需进行平整处理，清除地表杂物、障碍物及地下管线（无法迁移时需采取保护措施），场地坡度控制在 1% 以内，确保桩机行走稳定。对于软土地基，需采用换填砂石或铺设钢板、路基箱等方式加固，提高地基承载力，防止桩机沉降。同时，划分桩材堆放区、加工区及办公区，设置排水系统（如明沟、集水井）排除地表水，避免场地积水影响施工。此外，需设置测量控制点和水准点，做好保护措施，为桩位测设提供基准。

2.1.4 材料准备

PHC 管桩进场时需查验出厂合格证、质保书及检测报告，核对桩身标识（桩号、长度、强度等级），确保与设计要求一致。逐根检查桩身外观，不得有裂缝、蜂窝、露筋等缺陷，桩端平整度偏差不超过 5mm。管桩堆放时采用两点支垫，支点距桩端 0.21 倍桩长处，堆放层数不超过 3 层，避免桩身变形。同时，准备焊接材料（如 E43 型焊条）、防腐涂料等辅助材料，其性能需符合规范要求，并妥善存储防潮、防损坏。

2.1.5 锤击设备

根据桩体类型、地质条件及施工要求，选用合适的锤击设备，如柴油打桩机、液压打桩机等，确保设备性能与施工需求匹配。施工前对设备进行全面检查与调试，包括桩锤重量、落距、液压系统及制动装置等，确保设备运转正常。配备备用设备及易损零部件，如桩帽、钢丝绳等，预防设备故障导致施工中断。设备安装需符合安全规范，设置稳固的机座，确保锤击过程中设备稳定，避免因设备晃动影响桩体垂直度及施工精度。

2.1.6 人员培训与交底

对施工人员进行专项培训，内容包括 PHC 管桩施工工艺、质量标准、安全操作规程及应急处理方法。特种作业人员（如桩机操作员、焊工）需持有效证件上岗，熟悉设备性能和操作要点。施工前召开技术交底会，由技术负责人向班组人员明确施工流程、关键环节控制要点（如锤击法速度、接桩焊接质量）、质量验收标准及安全注意事项，交底内容需形成书面记录，双方签字确认。通过培训与交底，确保施工人员掌握技术要求，规范操作行为，减少质量与安全隐患。

2.2 桩位测设

桩位测设需以施工控制点为基准，借助专业测量仪器开展工作。先复核场区水准点和轴线控制桩，保证基准数据准确无误。依据设计图纸坐标，逐个确定桩位中心点，用木桩或钢筋做好标记，并在桩位周边设置护桩形成十字控制线。测设完成后必须进行二次复核，确保桩位和轴线位置精准，为后续桩机就位提供可靠依据，避免因桩位偏差影响施工质量。

2.3 桩机就位

桩机就位前，清理桩位周边杂物，保证场地平整坚实。根据桩位位置规划桩机行走路线，通过液压支腿将桩机调至水平状态，并用水平仪校核。桩机对位时，要让桩架上的起重钩、桩帽中心与桩位中心点在同一竖直线上。就位后锁定桩机履带或支腿，防止施工中位移，同时检查桩机配重与锤击法匹配情况，确保设备稳定运行，为锤击法施工做好准备。

2.4 吊桩植桩

吊桩前仔细检查吊具的完好性，采用两点起吊法确保桩身平衡。起吊时缓慢提升，避免碰撞桩身造成损伤。桩体竖直后，由专人指挥将桩端对准桩位，缓慢放入土中，过程中用两台经纬仪在互相垂直方向监测桩身垂直度。植桩深度以保证桩身稳定为标准，防止桩体歪斜。吊桩完成后摘除吊具，准备锤击法作业，全程避免桩身与地面摩擦受损。

2.5 锤击法工艺

锤击施工时，根据桩体类型、地质条件设定合理的锤击参数，初始阶段采用轻锤低击，避免桩头受损。随着桩体入土深度增加，逐渐加大锤击力度，保持锤击节奏均匀，同时监测桩体贯入度及锤击数。当桩体接近设计标高时，减缓锤击速度，严格控制最后贯入度，确保满足设计要求。锤击过程中，随时检查桩体垂直度及桩头完整性，发现异常立即停机处理，防止桩体断裂或倾斜。

2.6 接桩

当桩顶接近地面需要接桩时,先将上节桩吊起,清理上下桩端的泥土和杂物,保证桩端平整。采用焊接接桩法,将上节桩与下节桩精准对准,确保轴线和垂直度符合要求。在桩周对称布置焊点,由两名焊工同时施焊,保证焊缝质量,避免出现夹渣、气孔等缺陷。焊完后需自然冷却至常温再继续锤击法,严禁焊后立即施压,防止焊缝因高温受力开裂。

2.7 送桩

送桩前测量桩顶标高,根据设计桩顶标高计算送桩深度,选择长度匹配的送桩器,确保其中心线与桩身中心线一致。送桩器下端与桩顶接触处垫设缓冲材料,避免直接碰撞损伤桩顶。锤击法过程中,通过送桩器顶部的水准点监测桩顶标高,控制送桩深度。送桩至设计标高后,缓慢收回锤击法缸拔出送桩器,记录最终压力值和桩顶标高,及时清理桩孔内泥土,为后续施工创造条件。

2.8 终桩控制

终桩控制需结合设计要求和地质条件,采用“双控”标准。一方面以桩端进入持力层深度为主,核对地质资料,确保桩端嵌入设计持力层的长度符合要求;另一方面以锤击法力为辅,结合桩的最终贯入度判断。终压时应进行稳压操作,保证桩身稳定。终桩后及时记录锤击法力、桩长、桩顶标高等数据,与设计值对比,偏差超限时会同设计单位制定处理方案,确保单桩承载力达标^[2]。

3 PHC 管桩桩基施工常见问题及处理措施

3.1 常见问题

3.1.1 桩身断裂

桩身断裂多发生在锤击法过程中,表现为桩体突然倾斜,桩机出现异常振动。成因包括桩身存在出厂缺陷(如裂缝、配筋不足),或施工时遇硬土层、孤石导致桩身受力不均,也可能因接桩轴线偏差过大,使桩身承受附加弯矩。断裂部位多在桩身中部或接桩处,若未及时发现,会严重影响桩基承载力。

3.1.2 桩顶破碎

桩顶破碎表现为桩顶混凝土开裂、掉角甚至露筋,常见于锤击法后期或接桩后。主要因桩帽与桩顶接触不平整,导致受力集中;或送桩器与桩顶间隙过大,锤击法时产生冲击荷载;也可能是桩顶混凝土强度不足,或焊接接桩时焊缝冷却不均,使桩顶承受额外应力而破损。

3.1.3 沉桩达不到设计标高

沉桩至预定深度时,桩顶仍高于设计标高,无法满足承载力要求。多因地质勘察不准,低估了硬土层厚度或桩端持力层强度;或桩身强度不足,受压时出现屈曲变形,无法继续下沉;也可能是锤击法设备压力不足,

难以克服土层阻力,导致桩端未能进入设计持力层。

3.2 处理措施

3.2.1 针对桩身断裂的处理措施

若发现桩身断裂,应立即停止锤击法,查明断裂位置和原因。对于浅层断裂且桩体倾斜较小的情况,可采用千斤顶顶推纠偏,配合挖土机清除周边土体,缓慢调整桩身垂直度后重新施压。若断裂位置较深或桩体倾斜严重,需将断裂桩段拔出,清理桩孔后重新沉桩。对于无法拔出的断裂桩,可在其周边补打新桩,通过承台连接分担荷载,补桩数量和位置需经设计单位核算确认,确保桩基整体承载力满足要求。

3.2.2 针对桩顶破碎的处理措施

桩顶出现破碎时,应先停止施工,清除破碎混凝土碎屑,检查破损程度。若破损较浅,可剔除松动部分,用高强度等级水泥砂浆修补平整,养护至强度达标后继续施工。若破损较深露出钢筋,需截断桩顶破损段,采用同规格桩段接桩处理,接桩时严格控制垂直度和焊接质量。同时,检查桩帽与桩顶接触状态,增设缓冲材料,避免再次出现破碎。

3.2.3 针对沉桩达不到设计标高的处理措施

当沉桩未达设计标高时,需重新核对地质资料,判断是否因硬土层或孤石阻挡。若遇局部硬土层,可采用桩机反复施压、轻锤低击等方式逐步穿透,必要时预先钻孔松动土层。若存在孤石,应定位后采用冲击钻破碎或人工挖孔清除。若因桩体强度不足导致无法下沉,需更换高强度管桩重新施工。对于地质与勘察不符的情况,应及时与设计单位沟通,调整桩长或桩型,确保桩端进入合适的持力层^[3]。

结束语

PHC 管桩桩基施工需兼顾技术严谨性与实践灵活性,其优良性能的发挥依赖于对施工全流程的精准把控。从前期准备的图纸研判、方案编制,到施工中的桩位测设、锤击法控制,再到常见问题的及时处理,每一环都直接影响桩基质量。通过规范操作、动态监测及科学应对施工难题,可充分发挥 PHC 管桩强度高、经济性好的优势,保障桩基承载能力与结构安全。

参考文献

- [1]付海宁.PHC管桩桩基施工方法浅析[J].中国房地产业,2022(34):142.
- [2]刘迪.管桩桩基施工方法浅析[J].砖瓦,2023(03):155-157.
- [3]陈利元.PHC 管桩桩基施工常见问题与措施[J].福建建材,2022(02):49-51.