

# 关于PC组合工法桩在管廊工程中的应用

俞康军 沈俊杰

杭州萧宏建设环境集团有限公司

**摘要：**近年来，随着城市建设的飞速发展，涉及深基坑的工程也越来越多，基坑支护形式多样，常用的有SMW工法桩、地下连续墙、TRD工法桩、钻孔灌注桩等支护形式。PC组合工法桩作为一种新型支护结构，在粉质黏土、淤泥质黏土等土层中的运用日益广泛，采用钢管桩与拉森钢板桩相结合，具有施工速度快、支护刚度大、防水性能好、可回收利用率高、施工成本优势明显等特点。本文基于杭州某管廊工程，总结了PC工法桩支护结构的施工关键控制要点，并指出了该支护结构的适用范围，可为类似工程提供参考。

**关键词：**PC组合工法桩；拉森钢板桩；支护；外模

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.24.035

## 一、工程概况

### (一) 项目简介

该项目位于杭州市余杭区，管廊东西向布置，北侧为地铁项目钢筋加工棚，南侧为在建高架桥，管廊施工区域较狭小。管廊为单舱管廊，结构高3.75m，宽3.4m。基坑上部采用适当放坡，下部采用PC组合工法桩结合一道混凝土支撑的围护结构。PC组合工法桩钢管桩采用直径630mm，壁厚为14mm的螺旋钢管，钢管采用Q345钢，拉森钢板桩采用IV型拉森钢板桩。PC工法桩围护结构设计与主体结构相贴合，为单侧支模形式。

### (二) 地质条件

根据岩土工程勘察报告，本工程所涉及的各地基土层①<sub>1</sub>杂填土、④<sub>1</sub>淤泥粉质黏土、⑤<sub>1</sub>粉质黏土、⑦<sub>1</sub>粉质黏土、⑦<sub>2</sub>粉砂夹粉质黏土层。本工程基坑深度约在5m~8m不等，基坑底大部分坐落在④<sub>1</sub>淤泥粉质黏土及

⑤<sub>1</sub>粉质黏土层上，基坑底力学性质较差。

## 二、PC组合工法桩关键施工工艺

### (一) 施工工艺流程

PC工法组合桩施工工艺流程详见图3。

### (二) 施工准备

1. 根据施工进度，保证施工过程中钢管桩及拉森钢板桩供应量能满足施工需求，确保连续施工。

2. 编制实施性施工方案，并对管理人员及班组人员进行技术交底。

3. 对管廊围护场地进行清障。

### (三) 测量放线、开挖沟槽

1. 对业主方提供的控制点位进行复核，并根据该控制点位测量基点，侧放控制线。

2. 放样出桩位中心线，沿桩位中心线开挖沟槽，开挖至桩顶标高；

3. 复核桩位轴线及各桩点位，并已书面文件交付施工班组，如桩位点被破坏，及时恢复。

4. 钢管桩插打过程中采用全站仪侧放支护结构内边线，用全站仪控制桩体的垂直度，发现问题及时纠偏。

### (四) 依次吊运沉桩

1. 装好吊具，然后吊起钢管，用线锤校核垂直度，必须确保垂直；

2. 桩基就位，由当班班长统一指挥桩机就位，移动前看清上、下、左、右各方面的情况，发现障碍物应及时清除，桩机移动结束后认真检查定位情况并及时纠正。桩机应平稳、平正，并用线锤对龙门立柱垂直定位观测以确保桩机的垂直度。PC工法组合钢管桩为定位后再进行定位复核，为了使钢管能够正确定位，垂直度偏差 $\gt L/250L$  (L=桩长)。

3. 振送沉桩，钢管就位后校用经纬仪准垂直度后，启动振动锤匀速加压震送直至达到预定标高；钢管桩到位后机械手解除夹持回转，夹起拉森桩移动到预定位置由工人扶正对准企口后启动振动锤匀速加压震送至预定标高。如钢管桩及钢板桩无法下沉至设计深度时，可采用桩内射水辅助下沉。PC工法组合桩插打图详见图4。

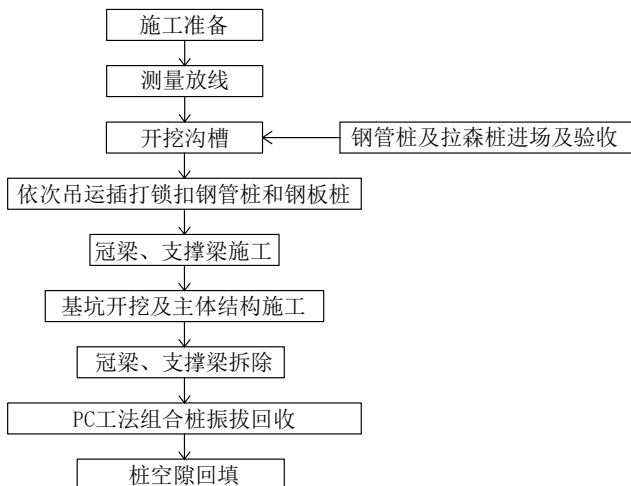


图3 施工工艺流程图

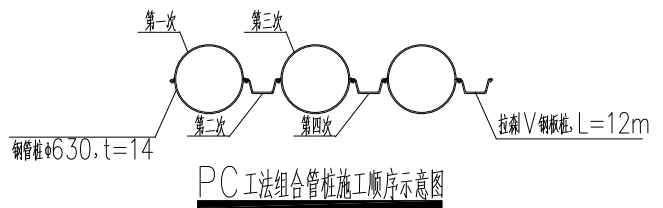


图4 PC工法组合管桩插打示意图

4. 纠偏，第一根钢管桩沉桩时的垂直度将影响整体围护结构其他桩的垂直度，故打入时垂直度必须控制到位，该桩垂直度需控制在0.5%以内；其余桩基在锁扣的共同作用下，垂直度较有保障，只需每插打5~10根做一次检查，保证桩身的垂直度在0.5%以内即可。

**(五) 冠梁、支撑梁施工及管廊主体结构施工**

1. 围护结构施工完成后，开槽并浇筑冠梁、支撑梁，钢管桩及钢板桩整体锚入冠梁中，待冠梁、支撑梁达到设计强度后方可开挖基坑。

2. 管廊主体结构侧墙采用单面支模形式，外侧采用PC组合桩作为外模，浇筑侧墙混凝土。

**(六) 拔除PC组合桩**

1. 起拔机械采用履带式起重机（带振动锤）；

2. 钢管桩与钢板桩轮流起拔；

3. 起拔较困难的钢管桩，可先用振动锤夹住桩头头部振动1min~2min，使桩周围的土松动，减小土对桩的摩擦力，然后再慢慢起拔。

4. 拔桩过程中，需加强监测并及时采用粗砂或灌浆填实围护桩的空隙，减小因拔桩造成的土体沉降和变形，从而对已施工的地下管廊造成不利影响。若有必要

可采取跳拔的方式。

**三、在管廊基坑中的应用分析**

1. 在本工程的地质条件下，钢管桩均可顺利打入以及拔出，且基坑施工过程中围护结构止水效果良好。

2. 采用PC组合工法桩施工管廊基坑围护结构，每100m管廊支护，施工时间较SMW工法桩缩短约7天，较钻孔灌注桩缩短时间约10天，用于管廊等小型基坑的围护结构可缩短整体工期。

3. 施工PC组合工法桩较SMW工法桩、钻孔灌注桩等围护结构更加环保，不产生泥浆、废料，无需进行外运处理。

4. 管廊基坑采用PC组合工法桩，钢管桩以及钢板桩均可重复利用，较SMW工法桩仅可回收H型钢，钻孔灌注桩无任何回收材料等工艺，工程成本控制上优势较大。

5. 该项目设计采用PC组合桩兼作管廊结构外模，施工过程中选取了100m管廊样板段按设计方案实施，另选取了100m管廊样板段两侧PC组合桩向外各放1m，管廊侧墙采用双面支模进行浇筑，经过现场对比，分析结论如下表1：

表1 PC组合工法桩支护管廊主体结构施工应用对比表

分析内容	PC组合桩兼作侧墙外模	侧墙双面支模
土方开挖	土方开挖量少，	土方开挖量较大
施工工期	可直接进行管廊侧墙外防水施工，工期较短	管廊侧墙外防水需内外模拆除后且侧墙强度达到设计强度后实施，工期较长
施工过程	1) 因PC组合桩由钢管桩及钢板桩相结合，开挖表面不平整，钢板桩凹陷处无法有效固定防水卷材，故管廊防水施工质量较差；2) 因钢管桩紧贴管廊结构，故钢管桩垂直度控制更严格，向内倾斜易造成主体结构完成后钢管桩无法拔除；	1) 侧墙外防水为侧墙完成后施工，防水施工质量较好；2) 因PC组合桩外放1m，故对钢管桩垂直度的要求较低。
施工成本	PC组合工法桩钢板桩凹陷处较薄弱，易造成侧墙浇筑时混凝土超方现象产生，成本控制较差；	可有效控制侧墙浇筑时混凝土超方，成本控制较好；
拔桩过程	1) 因钢管桩与管廊结构紧密贴合，且部分钢板桩凹陷处混凝土侵入，导致钢管桩与土的摩擦力较大，拔桩困难；2) 因拔桩困难导致拔桩时振动锤振动频率及振幅均加大，易引起已完成的管廊结构的损坏，对主体结构质量不利。	1) 拔桩较容易，且拔桩难度较大时可采取“水刀”等辅助措施；2) 拔桩对永久管廊结构无影响。

**四、结语**

本工程管廊工程支护采用PC组合工法桩，从地质条件、工期要求、环境保护、成本控制等多方面考虑，PC组合工法桩比较适合在粉质黏土、淤泥质黏土等土质较软弱的地层中使用，且经济效益、工期效益等方面均比SMW工法桩、地下连续墙、钻孔灌注桩、TRD工法桩等常见支护结构更具有优势。但在管廊工程的应用中，通过本工程实例，考虑PC工法桩结构特点，建议PC组合工法桩外放，留出支模作业空间，主体结构采用双侧支模的

形式，有利于PC工法桩的顺利回收，并可减少拔桩时高频振动混凝土结构影响，不宜采用PC工法桩兼作管廊结构外模。

**参考文献**

[1] 段高翔. 杭州某基坑PC工法组合钢管桩关键施工技术[J]. 山西建筑, 2019年11月第45卷第20期:

[2] 岳驰宇. PC工法组合钢管桩围护体系在公园建筑工程项目中的应用[J]. 建筑施工, 2021年第7期 1198-1200.