

# 探讨预应力混凝土管桩倾斜原因分析和具体处理

林永杰

广东誉珑建设工程有限责任公司，广东中山，528400；

**摘要：**预应力混凝土管桩（PC管桩）因其单桩承载力高、造价低廉、施工速度快等优点，在建筑工程中被广泛应用。然而，PC管桩在施工过程中常出现倾斜问题，影响了桩基础的承载力和稳定性。本文将对预应力混凝土管桩倾斜的原因进行详细分析，并提出相应的处理措施，以期为类似工程提供参考。

**关键词：**预应力混凝土管桩；桩身倾斜；原因分析；处理措施

DOI：10.69979/3029-2727.24.10.048

## 引言

预应力混凝土管桩（PC管桩）作为一种高效、经济的桩基础形式，在高层建筑、桥梁、港口等大型工程中得到了广泛应用。然而，PC管桩在施工过程中常出现倾斜问题，严重影响了桩基础的承载力和稳定性。倾斜问题的出现不仅增加了施工难度和成本，还可能对工程质量造成安全隐患。因此，对预应力混凝土管桩倾斜原因进行分析，并提出有效的处理措施，具有重要的现实意义。

## 1 预应力混凝土管桩倾斜原因分析

预应力混凝土管桩倾斜的原因多种多样，涉及地质条件、施工工艺、材料质量等多个方面。以下将对主要倾斜原因进行详细分析。

### 1.1 地质条件因素

#### 1.1.1 地下障碍物

在PC管桩施工过程中，地下障碍物是导致桩身倾斜的常见原因。这些障碍物可能包括大块石头、混凝土块、旧基础结构等。当桩尖遇到这些障碍物时，由于阻力不均匀，桩身容易发生倾斜。障碍物较深且无法处理时，更可能导致桩位偏移，严重影响桩基础的承载力。

#### 1.1.2 土层性质差异

地质勘探资料不足或不准确，导致对土层性质了解不全面。在施工过程中，若遇到软硬土层交替、夹层、空洞等复杂地质条件，桩身沉入时可能因土层性质差异而发生倾斜。软土层承载力低，桩身容易下沉；而硬土层阻力大，桩身难以穿透。这种土层性质的差异，使得桩身在沉入过程中受力不均，从而导致倾斜。

#### 1.1.3 地下水位变化

地下水位的变化也可能导致PC管桩倾斜。当地下水位上升时，土体受到水的浸泡而软化，承载力降低。此时，若桩身沉入深度不足或未采取有效降水措施，桩身可能因土体承载力不足而发生倾斜。此外，地下水位变化还可能引起土体固结和沉降，进一步加剧桩身倾斜。

### 1.2 施工工艺因素

#### 1.2.1 桩机稳定性不足

桩机在施工过程中的稳定性对桩身垂直度至关重要。若桩机底盘不稳固、水平调整不当，或施打过程中桩机发生移动，均可能导致桩身倾斜。此外，桩机操作人员的技术水平也会影响桩身的垂直度。操作不当、施打速度过快或过慢，均可能导致桩身受力不均而发生倾斜。

#### 1.2.2 垂直度控制不严

在PC管桩施打前，未按要求双向校核垂直度，或校核不准确，是导致桩身倾斜的重要原因。垂直度控制不严，使得桩身在沉入过程中偏离预定方向，从而发生倾斜。此外，在施打过程中，若未及时校核和调整桩身垂直度，也可能导致倾斜问题的加剧。

#### 1.2.3 接桩质量不佳

接桩是PC管桩施工中的关键环节。若接桩时未清理干净连接部位的杂质、油污、水分等，或焊接质量不佳、焊接层数不足、焊渣未清理干净等，均可能导致接桩处开裂或强度不足。在后续施打过程中，这些缺陷可能引发桩身倾斜或断裂。

### 1.3 材料质量因素

#### 1.3.1 桩身弯曲超标

桩身在制作过程中，若弯曲度超过规定标准（如L

/1000)，则不宜使用。然而，在实际工程中，由于材料质量不佳、制作工艺不当等原因，桩身弯曲超标的情况时有发生。这种弯曲的桩身在沉入过程中，容易发生倾斜或弯曲变形。

### 1.3.2 管桩强度不足

管桩的强度是影响其承载力和稳定性的重要因素。若管桩在堆放、吊运过程中受到损伤，或制作时混凝土配比不良、振捣不密实、养护时间短等原因导致强度不足，则在施打过程中容易发生断裂或倾斜。

## 2 预应力混凝土管桩倾斜处理措施

针对预应力混凝土管桩倾斜问题，应根据具体原因采取相应的处理措施。以下将详细介绍几种常见的处理措施。

### 2.1 地下障碍物处理

当地下障碍物导致PC管桩倾斜时，应根据障碍物的深度和性质采取相应的处理措施。若障碍物较浅，可先将桩拔出，清除障碍物后重新打点打桩。若障碍物较深且无法处理，可会同监理、设计院等单位商议解决办法，更改桩位或采用其他基础处理形式。

在处理地下障碍物时，应注意保护周边环境和地下管线，避免造成不必要的损失和安全隐患。同时，应加强地质勘探工作，提高勘探资料的准确性和全面性，以减少地下障碍物对桩身倾斜的影响。

### 2.2 土层性质差异处理

针对土层性质差异导致的PC管桩倾斜问题，可采取以下处理措施：

#### 2.2.1 加强地质勘探

在施工前，应详细探明工程地质情况，必要时进行补勘。通过地质勘探，了解土层的分布、性质、厚度等信息，为施工提供准确的地质资料。在施工过程中，若发现与勘探资料不符的地质情况，应及时调整施工方案和压桩顺序。

#### 2.2.2 合理选择持力层

根据工程地质条件，合理选择持力层是减少桩身倾斜的关键。在选择持力层时，应考虑土层的承载力、稳定性、均匀性等因素。避免选择承载力低、稳定性差的土层作为持力层。同时，应注意持力层的起伏变化，避免桩身因持力层不均而发生倾斜。

#### 2.2.3 采用预钻孔法

在复杂地质条件下，可采用预钻孔法减少桩身倾斜。预钻孔法是在桩位处预先钻一个与桩径相当的孔，然后插入管桩进行施打。通过预钻孔，可以减小桩尖阻力，使桩身更容易沉入预定深度。同时，预钻孔还可以减少土体挤密效应，降低相邻桩位的上浮或位移风险。

### 2.3 施工工艺改进

#### 2.3.1 提高桩机稳定性

提高桩机稳定性是减少桩身倾斜的重要措施。在施工前，应对桩机进行全面检查和维护，确保其处于良好工作状态。在施工过程中，应按要求调整桩机底盘水平度，保持桩机稳定。同时，应加强桩机操作人员的培训和管理，提高其技术水平和操作熟练度。

#### 2.3.2 严格垂直度控制

在PC管桩施打前，应按要求双向校核垂直度，确保桩身在沉入过程中保持预定方向。在施打过程中，应及时校核和调整桩身垂直度，避免发生倾斜。可采用经纬仪或线坠等测量工具进行垂直度校核。对于倾斜量较大的桩身，可采用纠偏扶正措施进行处理。

#### 2.3.3 加强接桩质量控制

接桩质量控制是减少桩身倾斜的关键环节。在接桩前，应清理干净连接部位的杂质、油污、水分等，确保连接部件清洁。在焊接过程中，应保证焊接质量良好、焊接层数足够、焊渣清理干净。同时，应加强对接桩部位的检测和验收工作，确保其满足设计要求。

### 2.4 材料质量控制

#### 2.4.1 加强桩身质量检查

在施工前，应对进场的PC管桩进行全面检查，确保其质量合格。检查内容包括桩身弯曲度、桩身强度、桩尖形状等。对于弯曲度超标、强度不足、桩尖形状不符合要求的桩身，应及时进行更换或处理。

#### 2.4.2 提高管桩制作质量

管桩制作质量是影响其承载力和稳定性的重要因素。在制作过程中，应严格控制混凝土配比、振捣密实度、养护时间等关键参数。同时，应加强管桩制作过程中的质量检测和验收工作，确保其满足设计要求。

## 3 预应力混凝土管桩倾斜纠偏扶正措施

对于已经发生倾斜的预应力混凝土管桩，应采取相应的纠偏扶正措施进行处理。以下将详细介绍几种常见的纠偏扶正措施。

### 3.1 挖土扶正法

挖土扶正法适用于倾斜量较小的PC管桩。具体方法如下：

#### 3.1.1 确定挖土位置和深度

根据桩身倾斜情况，确定挖土位置和深度。挖土位置应选在桩身倾斜的反向一侧，挖土深度需超过桩倾斜深度一定范围（如0.5~1m）。

#### 3.1.2 进行挖土作业

采用人工或机械方式进行挖土作业，将桩身倾斜反向一侧的土体挖除。在挖土过程中，应注意保护桩身和周边环境，避免造成不必要的损伤和安全隐患。

#### 3.1.3 扶正桩身

在挖土完成后，采用钢丝绳、手动葫芦等工具将桩身与地锚连接起来，轻轻拉动手动葫芦进行扶正。扶正过程中，应对桩身进行测量和监控，确保其垂直度和位置满足设计要求。扶正完成后，可采用砂或碎石等材料将桩周空隙填实。

### 3.2 钻孔取土扶正法

钻孔取土扶正法适用于倾斜量较大的PC管桩。具体方法如下：

#### 3.2.1 确定钻孔位置和深度

根据桩身倾斜情况，确定钻孔位置和深度。钻孔位置应选在桩身倾斜的反向一侧，钻孔深度需超过桩倾斜深度一定范围。

#### 3.2.2 进行钻孔作业

采用钻孔机械进行钻孔作业，将桩身倾斜反向一侧的土体钻取出来。在钻孔过程中，应注意控制钻孔深度和直径，避免对桩身造成损伤。

#### 3.2.3 扶正桩身

在钻孔完成后，采用钢丝绳、手动葫芦等工具将桩身与地锚连接起来，边取土边扶正。扶正过程中，应对桩身进行测量和监控，确保其垂直度和位置满足设计要求。扶正完成后，可采用注浆或填砂等方法将桩周空隙进行加固处理。

### 3.3 千斤顶纠偏法

千斤顶纠偏法适用于桩身倾斜量较大且难以通过挖土或钻孔取土进行扶正的情况。具体方法如下：

#### 3.3.1 设置支撑结构

在桩身倾斜的反向一侧设置支撑结构，如钢梁、钢

管等。支撑结构应足够牢固，能够承受扶正过程中产生的水平推力。

#### 3.3.2 安装千斤顶

在支撑结构上安装千斤顶，将千斤顶的顶端与桩身连接起来。千斤顶的数量和位置应根据桩身倾斜情况和扶正要求进行确定。

#### 3.3.3 进行扶正作业

启动千斤顶，缓慢施加水平推力，将桩身推向预定位置。在扶正过程中，应对桩身进行测量和监控，确保其垂直度和位置满足设计要求。同时，应注意观察支撑结构和千斤顶的工作状态，确保其安全可靠。

#### 3.3.4 加固处理

扶正完成后，应对桩周空隙进行加固处理。可采用注浆、填砂或打设补充桩等方法，提高桩基础的承载力和稳定性。

## 4 预应力混凝土管桩倾斜预防措施

为了减少预应力混凝土管桩倾斜问题的发生，应采取相应的预防措施。以下将介绍几种常见的预防措施。

### 4.1 加强地质勘探与评估

在工程施工前，应进行详细的地质勘探和评估工作。通过地质勘探，了解施工区域的地质构造、土层分布、地下水位等信息。根据勘探结果，评估地基的稳定性和承载力，为桩基础设计提供准确的地质资料。

### 4.2 优化桩基础设计

桩基础设计应根据地质勘探结果和工程要求进行优化。合理选择桩型、桩径、桩长和持力层等参数，确保桩基础具有足够的承载力和稳定性。同时，应考虑桩身抗倾覆和抗滑移的能力，提高桩基础的抗倾覆稳定性。

### 4.3 提高施工工艺水平

施工工艺水平是影响桩身倾斜的重要因素。应加强对施工人员的培训和管理，提高其技术水平和操作熟练度。在施工过程中，应严格按照施工规范和设计要求进行操作，确保桩身垂直度和位置满足要求。同时，应加强施工过程中的质量检测和验收工作，及时发现和处理问题。

### 4.4 加强材料质量控制

材料质量是影响桩身强度和稳定性的关键因素。应加强对进场材料的检查和验收工作，确保其质量合格。

在桩身制作过程中，应严格控制原材料的质量、配比和制作工艺等关键环节，确保桩身具有足够的强度和刚度。同时，应加强对桩身成品的质量检测和验收工作，确保其满足设计要求。

#### 4.5 加强施工监测与预警

在施工过程中，应加强施工监测与预警工作。通过安装监测设备，对桩身垂直度、水平位移等参数进行实时监测。一旦发现异常情况，应立即采取措施进行处理，避免问题进一步恶化。同时，应建立预警机制，对可能出现的风险进行预测和评估，提前做好应对措施。

### 5 结论

预应力混凝土管桩倾斜问题是一个复杂而重要的课题。通过对倾斜原因的分析和处理措施的研究，可以得出以下结论：

1. 预应力混凝土管桩倾斜的原因多种多样，涉及地质条件、施工工艺、材料质量等多个方面。为了减少倾斜问题的发生，应加强地质勘探与评估、优化桩基础设计、提高施工工艺水平、加强材料质量控制和加强施工

监测与预警等工作。

2. 对于已经发生倾斜的预应力混凝土管桩，应根据具体情况采取相应的纠偏扶正措施进行处理。挖土扶正法、钻孔取土扶正法和千斤顶纠偏法等方法均可用于处理不同情况下的桩身倾斜问题。在处理过程中，应注意保护桩身和周边环境的安全稳定。

3. 为了确保预应力混凝土管桩的承载力和稳定性，应加强对其施工质量的控制和验收工作。通过加强施工过程中的质量检测和验收工作，及时发现和处理问题，确保桩身垂直度和位置满足设计要求。同时，应加强对桩身成品的质量检测和验收工作，确保其满足设计要求。

综上所述，预应力混凝土管桩倾斜问题的处理需要综合考虑多种因素，并采取相应的措施进行处理和预防。通过加强施工管理和质量控制工作，可以有效减少倾斜问题的发生，提高桩基础的承载力和稳定性。

### 参考文献

- [1] GB. 岩土工程勘察规范:GB 50021-2001[S]. 2002.
- [2] 中国建筑科学研究院. 建筑桩基技术规范 JGJ 94-2008 技术标准[M]. 中国建筑工业出版社, 2008.