

# 软土地区地铁车站深基坑变形控制施工技术研究

杨欣霖 陈 波

中建八局轨道交通建设有限公司 江苏 南京 210000

**【摘 要】**：软土地区地铁车站深基坑施工中，开挖卸荷、围护受力、地下水变化与周边环境响应相互耦合。本文针对变形控制施工技术，分析软土条件下的主要变形机制，提出分层开挖、支撑协同、降水控制和监测预警的过程控制方法。以工序条件核验、监测数据复核和异常处置闭合为主线，说明控制要点及适用边界，并结合施工转换阶段提出资料追溯要求。相关技术可为同类地铁车站深基坑施工组织提供参考。

**【关键词】**：地铁车站；施工管控；软土地区地铁车站

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.056

## 引言

地铁车站深基坑多处于交通密集区，软土具有压缩性大、强度增长慢和扰动敏感等特征。施工中若开挖节奏、支撑安装或降水条件失配，围护位移与地表沉降可能在短时间内累积。变形控制不能只依赖单次报警，应把地层条件、施工状态和监测趋势放在同一时间序列中判断。本文从机理、施工技术与过程管理三个层面讨论软土地区地铁车站深基坑的控制路径，并明确各类技术措施须以设计和专项方案为边界。

## 1 项目概况与变形控制对象

### 1.1 工程概况与软土环境

软土地区车站基坑通常邻近现有道路、管线或建构筑物，施工控制宜识别围护体系、坑内土体与周边敏感对象之间的传力关系。开工前核对地勘资料、围护设计、支撑布置和降水方案，并按开挖分区建立责任清单。对软弱夹层、承压水和邻近荷载变化较大的部位，应在施工组织中预留复核节点，核验结论应写入本区段作业条件记录。围护稳定、周边环境与施工组织需要作为同一控制链统筹核验，才能避免局部工况变化在相邻区段累积为安全风险<sup>[1]</sup>。该核验要求应随区段交接进入下一轮作业条件确认，并由现场技术人员留存记录。对邻近道路和管线，可在施工前形成保护对象清单，标明允许作业时段、巡查责任和异常联络方式；当坑边堆载、车辆通行或降雨条件改变时，现场应重新核对清单所列控制条件，避免保护要求停留在交底文件而未进入班组作业。项目技术负责人应定期抽查记录的完整性，使现场控制与施工组织保持一致，并纳入日常安全例会核查事项和班前交底内容。

### 1.2 研究对象与监测要点

变形控制对象包括围护墙水平位移、支撑轴力、立柱沉降、坑外地表沉降及地下水位等。各对象并非孤立指标：围护位移增大时，需要同步检查开挖标高、支撑施加状态和坑外堆载；

水位变化异常时，则应复核降水设备、止水帷幕与周边补给条件。监测点布置应与施工分区和关键节点对应，避免只记录数值而无法回溯工况。监测信息应服务于围护结构、周边环境和施工状态的联合判读，使异常点位能够回溯到相应的开挖或支撑工序<sup>[2]</sup>。本节控制的落点是形成可追溯的监测对象台账。

## 2 软土地区地铁车站深基坑变形控制机理研究

### 2.1 深基坑变形形成机制分析

基坑开挖会解除坑内土体原有应力，软土在卸荷后产生回弹、侧移与固结变形；围护结构的水平位移会带动坑外土体沉降。若开挖面暴露时间过长，支撑未能及时形成约束，位移增量会在相邻工序中继续传递。控制时应把每层开挖标高、无支撑暴露时间和支撑成体系状态作为同一组条件复核。分阶段约束围护受力与土体位移，可削弱卸荷效应与支撑滞后共同造成的累计变形，为调整施工节奏形成判读基础<sup>[3]</sup>。应依据连续趋势而不是单点数值决定下一步作业。

### 2.2 支撑体系对变形控制影响

支撑体系的作用在于限制围护墙变形并重新分配开挖引起的内力。钢支撑安装前应复核冠梁标高、支撑节点、轴线和预加力条件；安装后检查连接可靠性及轴力变化。开挖与支撑必须遵循先支后挖、分层对称和及时闭合的原则，局部超挖或单侧卸载会放大结构偏心受力。每次换撑前应确认新支撑已具备承载条件，再解除原体系约束。控制效果需要结合围护位移和支撑轴力的同期变化综合判读。

### 2.3 监测研究设计

降水施工应满足坑内作业条件，并防止坑外水位过度下降引发附加沉降。软土地区宜采用分区、分级和动态调整的方式组织抽排，运行中连续核对水位、出水浑浊度与周边沉降变化。发现水位下降速率与沉降增量同步异常时，应先排查管井、止水帷幕和周边补给，再确定是否调整抽排强度。为使不同工况

下的位移变化可比,可采用位移增量 $\Delta s=s-s_0$ 进行复核,其中 $s$ 为本次记录值, $s_0$ 为同一测点的前次记录值。该关系仅用于施工过程趋势判断。

### 3 施工技术方案与应用实践

#### 3.1 分层开挖施工工艺优化

分层分区开挖应以支撑形成条件和监测反馈为约束,而不是仅按土方效率安排。每层开挖前明确开挖边界、运输路线和支撑安装窗口;临近围护墙、立柱或敏感管线时采用小步距、短进尺作业,减少长时间暴露。相邻分区高差应受控,避免形成持续的单侧土压力差。现场技术人员按班记录开挖标高、支撑完成状态和异常情况,并在下一层开挖前完成复核。软土土体对扰动敏感,雨后或停工复工前还应检查坑边排水、坡顶堆载和支撑节点,确认条件稳定后再调整开挖节奏。

#### 3.2 施工质量与变形控制

监测预警的价值在于把趋势性变化转换为明确的处置动作。软土地区日常记录应同时保留本次值、前次值、累计值 and 对应工况;当位移增量连续增大时,先复测测点与仪器状态,再核查开挖、支撑、降水及坑边荷载。常规工况下,过程复核频次设置为每4h一次;遇到开挖换层、支撑转换或强降雨时应加密检查。对经复核确认的异常,技术负责人应提出暂停、加密监测、补强或调整工序的意见,复验满足条件后方可恢复作业。监测频率和预警阈值应以专项方案为准,不能将管理示例替代设计控制要求。软土基坑变形控制闭环见图1。

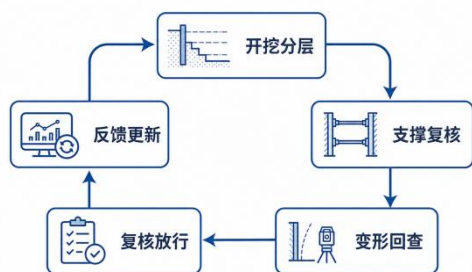


图1 软土基坑变形控制闭环

图1表明,施工质量控制需通过开挖分层、支撑复核和变形回查识别异常,变形控制的复验放行再反馈至下一循环施工条件。

#### 3.3 工序转换与资料闭合

工序转换是变形控制最易出现信息断点的阶段。由开挖转入支撑、由降水调整转入主体施工前,应核对实体状态、监测趋势、技术交底和现场环境。开挖完成面需确认无超挖、坑底积水和局部扰动,待安装支撑应核对构件型号、节点位置和安装条件;降水方案调整时,则应同时查看水位记录、抽排设备状态及坑外沉降变化。交接人员不能只勾选表单,应在现场对照测点编号、作业区段和限制条件逐项确认。若监测曲线仍有连续上升趋势,或现场荷载、雨水和交通条件发生改变,应把该信息写入交接单并暂停转换申请,待技术负责人复核后再确定下一道工序。交接资料应写明测点是否有效、最近一次异常及处置结果、下道工序限制条件和责任人,并保留复测记录、影像编号和会签时间。对于支撑转换,可将原支撑解除条件、新支撑验收结果和轴力复核意见放在同一记录链中;对于降水调整,应记录抽排强度变化、观测时段和异常处置意见,使后续人员能够判断数据变化来自工况还是测量误差。资料缺项或数据存在矛盾时,不得以经验判断替代复核。条件确认、书面会签和复验放行构成闭合流程,可使施工技术措施在软土环境变化时保持可追溯性和可执行性,也便于在异常复发时追查决策依据和责任界面。

### 4 结语

软土地区地铁车站深基坑变形控制应以地层条件和周边环境为起点,将分层开挖、支撑协同、降水调整和监测预警组织为连续控制链。施工中重点关注位移增量与工况变化的对应关系,异常信息须经复测、技术核查和处置复验后再决定工序转换。表格、公式和图示用于明确内部过程复核关系,实际控制值仍应服从设计文件、专项方案和现场监测结论,并应在后续施工中持续复核其适用条件。

#### 参考文献:

- [1] 乔晓磊.软土地区地铁车站长大深基坑施工安全控制技术研究[J].运输经理世界,2025,(3):7-9.
- [2] 尹明远.软土地区地铁车站深基坑工程施工控制技术研究[J].价值工程,2024,43(3):155-157.
- [3] 王义盛.软土地区地铁车站超深基坑变形控制技术[J].工程建设与设计,2018,(7):69-71.