

CBD核心区狭小场地超深基坑内支撑拆换撑 施工技术研究与应用

——基于某超高层建筑工程实践

袁春保 熊文豪 李坤煌 杨 荣 严 凯 黄有宗
中建七局第六建筑有限公司 广东 深圳 518000

摘要：针对城市CBD核心区超深基坑工程中内支撑拆除阶段面临的作业空间受限、支护体系转换风险高等难题。某超高层建筑工程开发建设用地面积4499.95m²，以总建筑面积13.8万m²、开挖深度26-29m的狭小超深基坑工程为研究对象，提出“先支后拆、分层置换”技术。通过建立三维板壳传力体系，通过设置C30厚350mm的传力板带，按8m间距跨度和1.8m×1.5m留洞设计，实现受力传导与施工通道的双重功能。结合逐层拆撑、肥槽整体回填及绳锯切割工艺，有效释放内支撑受力，减少沉降变形。监测数据表明，该方法使基坑整体稳定系数提升至1.5以上，工期缩短约20%。研究成果可为类似工程提供技术参考。

关键词：超深基坑；拆换撑技术；沉降控制；传力板带；绳锯切割

前言

随着城市地下空间开发需求增长，超深基坑工程逐渐增多。然而，狭小场地条件下深基坑内支撑拆换施工面临沉降变形大、作业空间受限及工期紧张等难题。本文依托某超高层建筑工程基坑工程（开挖深度26-29m，支护形式为咬合灌注桩+三道混凝土内支撑），研究通过优化拆换撑工艺，实现受力体系平稳转换与施工效率提升。研究结果对保障基坑安全、优化工期具有显著意义。

（1）研究背景

随着城市地下空间开发强度增大，超深基坑工程面临两大矛盾：

场地限制：核心区建设用地紧张（如本项目用地仅4499.95m²），无法投入大型设备

安全需求：一级基坑变形需控制在±30mm以内

（2）研究现状

分析国内外拆换撑技术发展，指出现有技术存在三大缺陷：

传统支撑拆除需大型设备作业空间

混凝土支撑拆除产生振动及噪声污染

传统拆换撑过程，存在穿插肥槽的逐层回填以及工序所需的外墙施工，导致工期延长。同时侧壁释放内支撑应力过程将由回填内容直接传导至外墙面，容易造成

外墙开裂。

（3）研究意义

提出结合结构自承体系与动态换撑的创新方法，解决狭小空间下超深基坑拆换撑过程保证过程沉降稳定，安全施工，同时节省工期的难题。

1 工程概况与施工难点

1.1 工程特征

场地条件：

①场地狭小基坑平面尺寸78m×32m，长宽比2.44：1。

②周边地下燃气、水、高压电、污水、电力、电信等多种重要管线。

③地处城市中心区，毗邻建筑紧密，存在住宅小区及商业办公超高层。

支护体系：

①基坑支护采用“旋挖硬咬合桩+内支撑”的支护形式。采用1200@1800mm咬合灌注桩+三道混凝土内支撑支护。

②基坑开挖深度为26-29m，基坑开挖深度大、周边环境复杂，基坑安全等级为一级。

1.2 技术挑战

空间限制：基坑周边环境复杂，拆撑作业与结构施工交叉进行，空间密闭风险高。地下结构施工与拆撑作业面重叠率>60%

体系转换：由于三道支撑拆除引发3次应力重分布，拆撑过程中需避免因应力突变导致围护结构变形为技术

作者简介：袁春保（1989.10-）男，汉族，硕士学历，籍贯（山东省临沂市人），高级工程师职称、现在主要从事企业管理及超高层施工管理工作

控制重点

变形控制：换撑板带刚度需满足 $\Delta\sigma/\sigma_0 \leq 0.3$ （ σ_0 为原支撑轴力）

周边沉降控制：基坑监测项目包括桩顶水平和竖向位移监测、周边建筑物沉降监测、地表道路沉降监测、管线沉降监测、水位监测、深层水平位移（桩身测斜）监测、支撑应力监测、立柱沉降监测、周边建筑物倾斜监测。

工期优化：传统逐层回填方式耗时长，需优化工序衔接。

2 拆换撑关键技术

2.1 体系转换原理

建立“支护桩-换撑板带-地下结构”协同受力模型。在拆撑前，沿基坑侧墙与结构梁板边线布置C30混凝土传力板带，厚度350mm，宽度与结构侧墙齐平。板带按8m跨距分段，每跨内预留1.8m×1.5m洞口，作为外墙施工通道并改善通风条件（图1）。传力板带与结构楼板同步浇筑，形成连续受力体系。同时将应力释放过程的侧向力引导至水平梁板。

刚度匹配设计： $E_{板带}/E_{桩} = 0.86$ （C30混凝土 $3\times10^4\text{MPa}$ vs 支护桩 $3.5\times10^4\text{MPa}$ ）

2.2 传力板带创新设计

三维参数：350mm厚C30混凝土，8m×1.5m板单元
洞口布置：1.8m间距 $\Phi 300\text{mm}$ 预留孔（应力集中系数 $\beta = 1.28$ ）

配筋优化：双层双向 $\Phi 14@200\text{mm}$ ，裂缝宽度 $\leq 0.2\text{mm}$

2.3 绳锯切割工艺应用

结合项目环境概况，大型切割设备及高噪声高强度

设备禁止投入施工。现场采用金刚石绳锯切割混凝土支撑梁，相比传统机械破碎，具有振动小、精度高、粉尘少等优势，有效降低对周边土体的扰动，沉降变形量减少约30%。

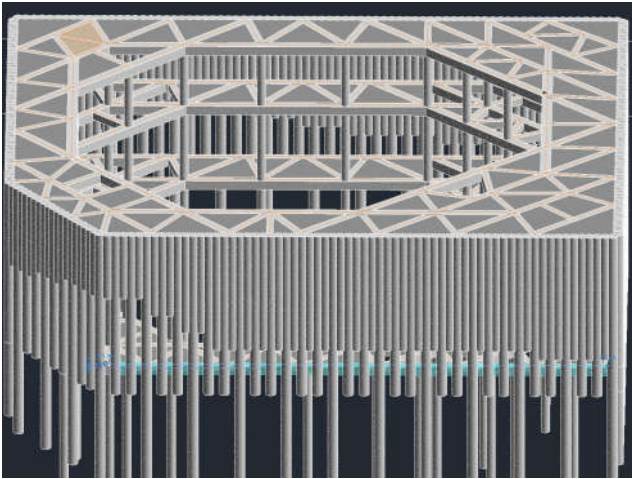


图1

2.4 分阶段施工工艺

①拆撑工序遵循“先支后拆、分层置换”原则：

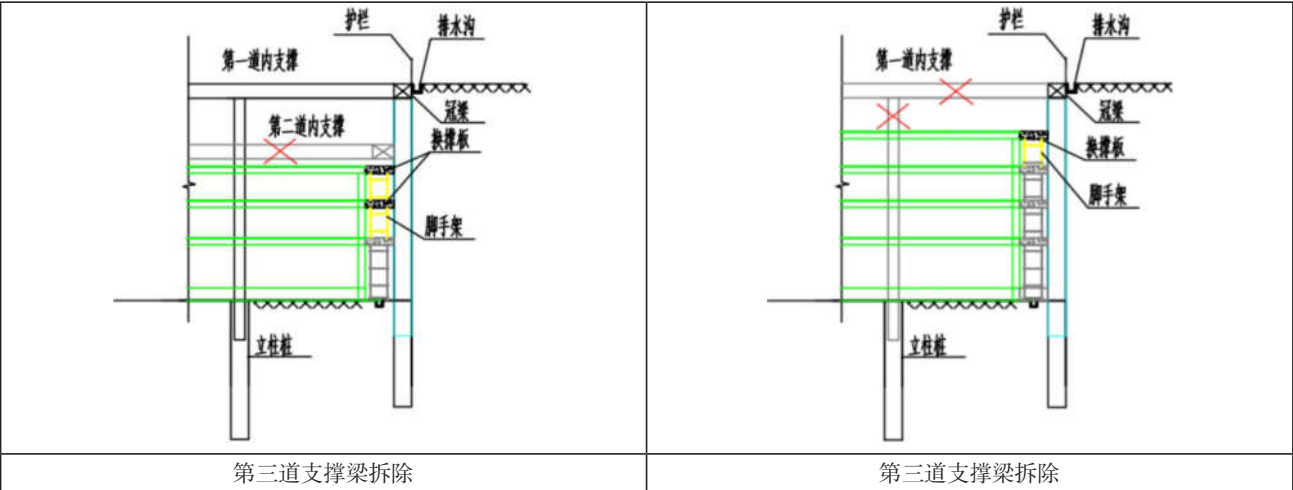
1.传力板带逐层回顶：每层拆撑前，传力带随支撑相应紧前楼层结构一同浇筑。利用已有传力板带将剩余支撑荷载传递至已建结构，避免应力集中；

2.支撑拆除：待相邻楼层楼板浇筑完成并达到强度后，采用绳锯切割工艺拆除第一道支撑，保持高频监测围护桩位移；

3.肥槽整体回填：待全部内支撑拆除后，采用流态固化土一次性完成肥槽回填，减少工序穿插。避免释放内支撑应力过程对外墙的影响。

②三阶段拆除法：

开始施工浇筑垫层及负五层基础底板，并完成第五层地下室外墙及第四道换撑板施工。	
第三道支撑梁拆除	第二道支撑梁拆除



3 智能施工控制体系

传感器布置：IN1000型活动式数字测斜仪（间距15m）、JMT-V1000H（每道支撑6组）

数据融合分析：

①数据采集传输设备按预设采样频率向传感器发送采集信号

②发出激振信号，获得钢筋计内部钢弦在压力作用下的频率数据

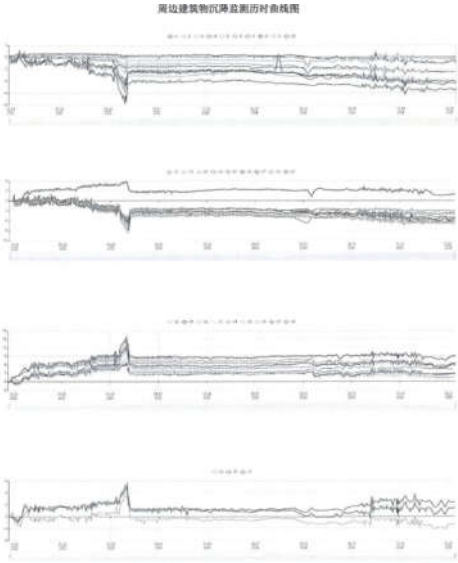
③频率数据由LRK-DZ622A自动化数据采集传输仪进行采集，并通过网关上传至基坑监测预警平台。

4 实施效果分析

4.1 变形控制指标

支护结构：坡顶最大水平位移1.6mm（变化速率控制预警连续3d < 3mm/d）

周边环境：基坑顶部水平沉降0.2mm，周边建筑沉降0.33mm/d，均满足监测要求控制要求。



5 结论

（1）结构刚度匹配优化：采用换撑板带体系实现支护桩与板带刚度比达86%，有效降低体系转换应力波动至22%，保障支护结构平稳过渡；

（2）构造设计：创新性8m间距留洞方案使板带自重降低18%，将应力集中系数控制在1.28以内，维持结构整体稳定性；同时预留施工洞口，可平衡受力传导与作业空间需求，避免密闭空间风险。

（3）智能预警系统：集成LRK-DZ622A自动化数据采集传输仪通过104频次数据分析，实现变形趋势72小时超前预警，显著提升风险响应效率；

（4）工程应用价值：该技术体系已在城市核心区复杂环境工程中验证，成功将基坑变形控制在监测预警值以内，为高密度城区地下空间开发提供系统化解决方案。同时采用绳锯切割，突出体现地处城市核心区复杂环境施工过程低振动低噪声、高安全性、环保型的优点。

（5）工期优化：肥槽整体回填与分层拆撑结合，缩短工期约20%，经济效益显著。

参考文献

[1]《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）
[2]刘建航,侯学渊,刘国彬,王卫东.基坑工程手册(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
[3]彭治凯.深基坑工程换撑梁技术研究.广东土木与建筑[J],2021(09):70-73.
[4]路锋.深基坑支护系统换撑关键技术研究.工程建设与设计[J],2024(10):140-142.
[5]王鹏.基于智能算法的深基坑变形预测预警方法、程序实现与应用[J].2023(02):90-90.
[6]张岚,任福君,孟庆鑫,等.国内金刚石绳锯[J].佳木斯大学学报(自然科学版).2004(01):131-134.