

## 基于既有围护结构进行新建逆作法改造优化技术研究

王春军

上海建工五建集团有限公司, 上海 200063

[摘要]对于邻近居民闹市区域的超深地下室工程,考虑过程中对环境的影响,逆作法施工相较顺作法有较强的可应用性。本项目基于既有围护结构,对项目逆作法施工技术进行适用性优化,介绍了改造优化过程中的难特点,对逆作支撑系统的分析研究,提升施工效率,保证工程安全,形成逆作法改造优化成套技术,为今后同类型项目提供借鉴。

[关键词]既有围护结构;逆作法;结构优化改造;临时支撑立柱

DOI: 10.33142/aem.v5i4.8431

中图分类号: TU111.4

文献标识码: A

### Research on Optimization Technology of New Reverse Construction Method Transformation Based on Existing Envelope Structure

WANG Chunjun

Shanghai Construction Engineering Wujian Group Co., Ltd., Shanghai, 200063, China

**Abstract:** For the ultra-deep basement project in the adjacent residential area, considering the impact on the environment in the process, the reverse method construction has stronger applicability than the smooth method. Based on the existing envelope structure, this project optimizes the applicability of the reverse construction technology of the project, introduces the difficult characteristics in the process of transformation and optimization, analyzes and studies the reverse work support system, improves the construction efficiency, ensures the safety of the project, and forms a complete set of reverse method transformation and optimization technology, which provides reference for future projects of the same type.

**Keyword:** existing envelope; reverse approach; structural optimization and transformation; temporary support columns

#### 引言

近年来随着建筑科技的发展,城市综合体、紧邻地铁闹市等情况越来越普遍,逆作法施工技术节约用地、缩短工期、保护环境等优势使其得到广泛的应用,特别是在城市闹区综合体项目越来越常见。逆作法施工技术,是在基坑开挖前首先沿建筑物地下室外墙施工地下连续墙支护结构,并进行桩基、型钢立柱作为竖向临时支撑,结构楼板作为横向支撑,待完成底板后进行各层竖向结构回筑。

本文依托某越南逆作法施工地下工程为主要背景,针对海外逆作法的特点和难点,同时基于既有围护结构进行新建逆作法的主要内容进行改造优化技术研究,有针对性地制定了应对措施,提出优化方案,对地下逆作法工程进行了综合改造。

#### 1 工程概况

该工程位于越南胡志明市第一郡,位于主干道陈兴道街旁,东临贡琼街,南临阮居贞街,北侧为中学,西侧为居民区。交通便利,地理位置优越,功能定位为CBD商业区综合体。项目总建筑面积163669.61 m<sup>2</sup>,其中地上总建筑面积约133169.61 m<sup>2</sup>,地下总建筑面积约30500 m<sup>2</sup>,地上49层的酒店式公寓,裙房为9层商场,地下4层,塔楼最高221.8m,采用钢筋混凝土框架-核心筒结构体系,现浇混凝土结构,中庭部分使用钢桁架,外立面玻璃幕墙,地下室普遍埋深约15.45m,最深开挖深度为21.8m。

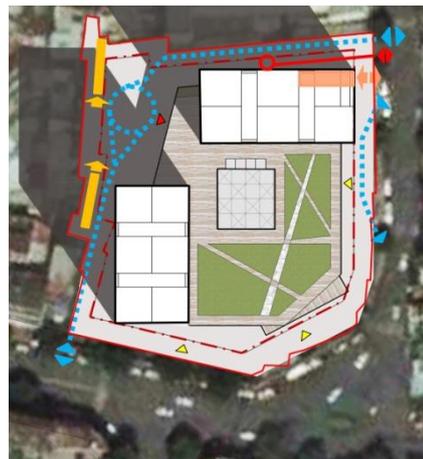


图1 工程位置图

#### 2 逆作支撑系统分析

本工程既有围护结构有工程桩、型钢立柱、地下连续墙、咬合桩等由其他实施单位完成,紧靠居民区、学校,建筑结构形式以砖混结构为主,受扰动能力低,可修复条件差,周边条件复杂。东侧南侧作为交通主干道,交通组织繁忙,需严格考虑控制对邻近建筑与道路的影响。本项目基坑面积占项目占地面积约90%,基坑外仅能布置零星临时设施,主要加工设施、堆场、行车道路需布置在场地上,施工场地布置极其困难,原设计逆作法体系未结合现

场施工组织实际情况，需要重新对逆作体系进行分析。

由于项目自身背景情况特殊，本地块建筑业态在十余年间几次调整，原始地块大小仅有目前的一半，地下室层数也有所变化，围护结构也在此期间反复施工，先后 3 次由不同的施工单位进行施工，在本项目启动时桩基及围护体系均已施工完毕。

虽本项目始终采用逆作法施工方案，但先后施工的临时支撑立柱布置错乱，对比现有设计图纸，形式已经非“一柱一桩”，有别于常见的逆作法施工方案，且国外设计公司在前期设计阶段，未考虑逆作法施工阶段受力，且经核算，目前设计图纸内的结构不满足施工阶段荷载要求，故必须对原设计方案进行分析与优化。

### 3 逆作结构加固措施

本工程在沿袭原设计逆作法施工方案的基础上，结合工程特点，经综合考量，越南当地专业机构论证计算，最终确定几个逆作法结构优化、加固措施：

#### (1) 逆作法施工体系优化技术

原设计方案先行大开挖至 B1 层底板下方 2m，即开挖 7m 左右，施工 B1 层结构，后续进行地下室顶板与 B2 层土方的开挖。原方案首层土方开挖效率高，能够极大提高施工效率，但未考虑逆作法施工场地布置，且原设计直接开挖 7m，未做任何水平支撑，基坑支护强度不能满足开挖要求，需要增加其他临时措施。

本项目占地面积 8321 m<sup>2</sup>，基坑占地面积 7397 m<sup>2</sup>，基坑外布置部分临时办公场所、临时仓库，主要加工设施如钢筋加工棚及钢筋堆场必须布置在首层板，设置 7 个取土孔以便出土及垂直运输相关材料。

最终本项目采用先行施工地下室顶板的逆作法施工方案，即利用地下室永久水平构件作为基坑横向支撑系统，外围护利用既有地下连续墙与咬合桩，兼做结构外墙，两墙合一。再结合竖向支撑立柱组成本项目的基坑支护体系。

总体开挖部署工况：基坑采用逆作法开挖，每层土方开挖至楼板下方 2m 处，搭设短排架、施工楼板，底板浇筑完成后，由下而上回筑竖向结构，拆除临时支撑立柱，完成地下室结构。由于基底开挖深度较大，为控制基坑围护结构变形，确保基坑稳定，坑底增设高压旋喷桩，钢支撑等加固措施。



图 2 逆作法施工首层布置图

考虑到本地块地处胡志明市中心区域，靠近西贡河仅 1km，地下水位高，水系丰沛，周边环境复杂，保护程度要求高，故在基坑内平均每 200 平方布置一口疏干井，控制地下水位在挖土面标高以下，地下连续墙外侧均匀布置 8 口回灌井，结合监测数据，及时开启，有效控制周边变形。最大限度地减少降水和挖土对周边建筑道路的影响。工程施工过程中，基坑围护测斜位移最大值为 34.44mm，报警值为 70mm，其余各类基坑及周边的变形监测均在设计要求及规范范围内，基坑安全满足要求。

#### (2) 逆作法结构改造优化技术

传统逆作法的竖向临时支撑结构通常临时柱与永久柱位置重合，目的是为了回筑永久竖向结构时，将支护体系的竖向支撑包裹于主体结构柱中，这样不仅能增加结构安全性，减少临时柱的拆除工作量，也能够使永久结构与临时支撑结构的受力同步，在进行逆作法施工计算时，其支座条件在逆作法施工状态下与永久结构正常使用状态下保持一致，仅区别于不同阶段的荷载工况差异。

本地块因建筑业态的多次转变，致使本项目进场时，逆作法设计方案已变更为“非一柱一桩”，临时支撑立柱布置错乱，与永久柱非同一位置，导致施工阶段与使用阶段的受力形式不一致，梁、板成了施工阶段的受力支座点，且原设计仅针对永久结构进行受力计算，设计方案未考虑施工阶段荷载与布置计算，项目针对上述情况，进行了有限元分析计算，发现原设计方案未能满足施工阶段计算复核，提出结构优化改造。

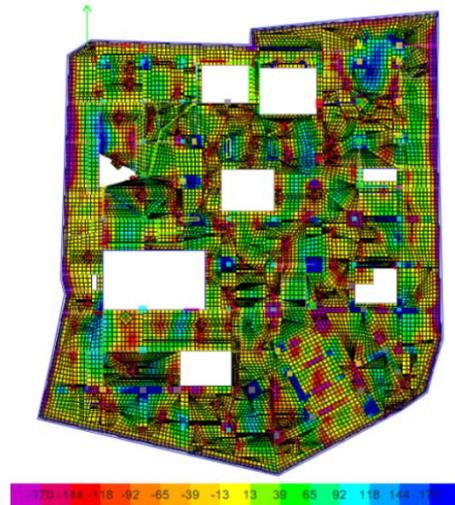


图 3 地下室顶板有限元分析受力模型

根据蓝图信息 L1~B1 层楼板厚度 300mm，B2~B3 层 200mm。临时支撑立柱型号 375\*375\*16\*30 与 350\*400\*20\*20 工字钢，结构浇筑 C40 混凝土，顶板行车道路及堆场施工荷载按照 25kPa 布载，其余楼层按照 5kPa 布载。根据分析结果，框架结构梁、板的配筋需同时满足永久结构与临时施工结构受力状态，原设计结构配筋不满足施工荷载要求，

经项目分析、计算、研究，简要总结结构优化技术如下：

(1) 局部梁、板与柱帽增加加固钢筋，临时支撑立柱部位提高抗穿刺作用，顶板行车堆载区域提高地耐力，增配加固钢筋 12~16@200 不等。且为有效传递水平荷载，在施工阶段，将局部机电设备、楼梯洞口等部位进行封闭，待竖向结构回筑后，整体受力体系完善，便可对封闭区域拆除，再进行补缺施工。

由于 B1-B3 层板上活载为 5kPa，若采用原临时支撑立柱混凝土柱帽，后期不易凿除，且会对整体结构造成影响，工程在临时支撑立柱与梁板相连接处采用抗剪钢筋与角钢相焊接的方式与临时支撑立柱相连接（如下附图节点），并增加抗剪钢筋，来承受自顶向下施工的剪力，临时支撑立柱与梁板节点做法经过验算满足抗剪切和刺穿的要求，并易于后期割除，割除时，在梁板的上部下部割除，保留混凝土内的型钢。

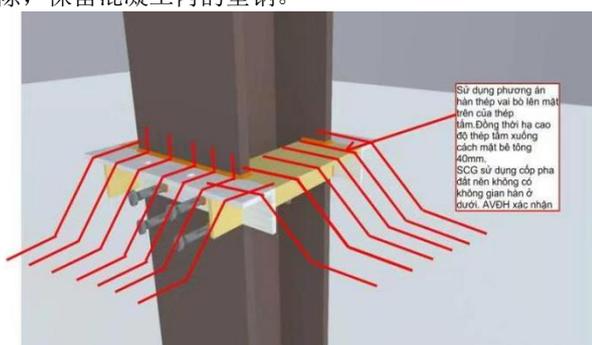


图4 B1~B3层立柱与梁板连接节点

(2) 为解决逆作法施工阶段的出土问题，提高基坑渣土出土效率，本工程沿用原设计的 7 个取土孔，最大尺寸 27\*14m，水平支撑体系刚度削弱较大，但原设计未考虑任何加固措施，安全性得不到保证。在保证安全，保障出土效率的前提下，工程针对取土孔等大开口位置，再利用部分梁、板作为水平支撑基础构件。增加钢角撑，型钢型号为 H375\*375\*16\*30，局部设置对撑，增加洞口刚度的同时，尽量保证出土效率。再结合边梁上翻 400mm 等混凝土加固措施，不仅提高水平支撑安全性，也能有效阻挡楼层明水，保证现场文明施工，后期上翻构件仅需割除，拆除效率高，面层平整性也能得到维持。

(3) 因建筑业态的调整，项目北侧区域为后增加区域，最大跨度超 40m 无任何竖向支撑，且作为施工阶段交通要道，施工荷载按照 25kPa 布置。项目部通过增大框架梁尺寸，梁支座加腋、增加临时柱帽上翻等措施，将框架梁作为转换结构来支承该区域水平构件。

针对该跨度较大区域，深化提出了体外预应力板的加固措施，支撑杆和拉索形成的桁架式结构，支撑杆的上端固定于混凝土楼板的下表面，支撑杆的下端与拉索的下端固定连接，拉索的两端与竖向结构内埋件固定连接。它无须额外增加楼板的厚度和配筋，靠自身体系的优势抵抗额外的

施工荷载，该体系不仅能够为混凝土楼板提供较好的刚度和承载力，而且降低现场施工难度，增加施工操作空间。

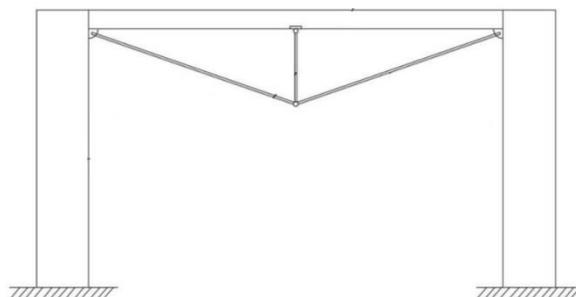


图5 体外预应力做法示意

#### 4 结语

本文针对某越南逆作法施工地下工程，介绍了逆作法优化改造技术在基于既有围护结构工程中的应用，同时介绍了逆作法施工体系优化、大跨结构与大型洞口的优化加固等处理方案，得出如下结论：(1) 先行施工地下室顶板，利用地下室梁板作为水平支撑结构，临时支撑立柱作为竖向支撑结构，既满足了逆作法施工阶段整体受力体系完整，又解决了逆作法施工项目场地布置条件紧张，保留出土空间，提高施工效率。合理配置开启降水井与回灌井，有效控制周边变形，减少降水和挖土对周边建筑道路的影响。(2) 因项目建筑业态多次变更，基于地块围护结构已存在的情况，在原设计未考虑施工荷载的前提下，结合项目施工条件布置，采用信息化、数字化手段，提出如增加配筋、取土孔支撑、加大混凝土结构转换、体外预应力等技术措施，使框架梁板同时满足永、临结构受力状态。

#### [参考文献]

- [1] 张敏. 复杂环境下地铁车站超深基坑的部分逆作法施工[J]. 建筑施工, 2022(8): 78.
- [2] 朱黎蓬. 逆作法在某工程桩已施工完毕工程中的应用[J]. 建筑结构, 2022(8): 148.
- [3] 付鸿泽. 深基坑逆作法施工技术应用现状与展望[J]. 施工技术, 2018(4): 78.
- [4] 刘浏. 商业综合体逆作法设计与施工[J]. 房地产世界, 2022(3): 43.
- [5] 王桂凯. 建筑功能改变后逆作法施工的地下结构改造技术研究[J]. 上海建设科技, 2017(9): 56.
- [6] 詹晓波, 纪元刚. 建筑密集地区深基坑逆作法设计与施工技术研究[J]. 建筑结构, 2022(6): 50.
- [7] 程美涛. 临时柱的可拆卸式钢柱帽设计在逆作法中的应用[J]. 建筑设计, 2020(11): 186.
- [8] 李洪求, 徐越. 逆作法在某既改下沉广场项目中的设计与应用[J]. 建筑结构, 2019(9): 56.

作者简介：王春军（1988.6-），毕业学校：同济大学，所学专业：建筑工程，当前就职单位：上海建工五建集团有限公司，职务：项目经理，职称级别：工程师。