

# 地铁车站附属基坑围护结构选型经济分析研究

费云

上海城建市政工程(集团)有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8845

**[摘要]** 地铁车站附属基坑作为城市轨道交通工程的关键配套结构, 涵盖出入口、风亭、风道等分部工程, 相较于主体基坑, 具有体量小、布局不规则、埋深5~18m、施工场地狭窄、周边紧邻敏感载体等特征, 工况复杂且约束条件多。围护结构作为安全、工期与成本控制的核心, 其选型合理性直接决定工程投资效益、风险等级与运维能力, 是精细化设计与造价管控的关键。当前地铁建设转向高质量发展, 附属基坑围护选型存在过度设计、经济性不足等问题, 造成投资浪费或安全隐患。本文聚焦地下连续墙、钻孔灌注桩+止水帷幕两大主流形式, 剖析其技术特性、全周期成本构成与适用场景, 通过量化对比、实例实证, 构建经济选型体系, 为降本增效提供理论与实践参考。

**[关键词]** 地铁附属基坑; 围护结构; 经济分析; 造价管控

## Economic analysis and research on the selection of retaining structure types for the auxiliary foundation pit of subway stations

Fei Yun

Shanghai Urban Construction and Municipal Engineering (Group) Co., Ltd.

**[Abstract]** As a key supporting structure in urban rail transit projects, the auxiliary foundation pits of subway stations encompass various subprojects such as entrances, ventilation pavilions, and air ducts. Compared to the main foundation pits, they are characterized by small size, irregular layout, burial depth ranging from 5 to 18 meters, narrow construction sites, and close proximity to sensitive carriers, presenting complex working conditions and numerous constraints. The retaining structure serves as the core for safety, schedule, and cost control. The rationality of its selection directly determines the project's investment benefits, risk level, and operation and maintenance capabilities, making it crucial for refined design and cost control. Currently, as subway construction shifts towards high-quality development, issues such as over-design and insufficient economic efficiency exist in the selection of retaining structures for auxiliary foundation pits, leading to investment waste or potential safety hazards. This paper focuses on two mainstream forms: underground diaphragm walls and bored piles combined with waterproof curtain walls. It analyzes their technical characteristics, full-cycle cost composition, and applicable scenarios. Through quantitative comparisons and empirical examples, an economic selection system is constructed to provide theoretical and practical references for cost reduction and efficiency improvement.

**[Key words]** subway auxiliary foundation pit; retaining structure; economic analysis; cost control

### 引言

我国城市轨道交通建设持续推进, 工程规模大、投资高, 精细化造价管理成为提升效益的核心。地铁基坑分为主体与附属两类, 主体围护设计、施工及经济分析技术已成熟, 而附属基坑因单体小、分布散、工况差异大, 常被视为配套工程, 选型多照搬主体或套用常规方案, 缺乏针对性经济分析, 成为成本管控薄弱环节。

地铁附属基坑埋深集中在5~18m, 地质多样, 且多位于建成区, 对变形、止水要求极高, 围护结构需兼顾挡土、止水、施工效率与经济性。当前选型存在两大误区: 一是过度追求安全, 盲目选用高造价刚性围护, 造成无效投资; 二是片面压缩造价, 选用防护不足的形式, 引发渗漏、变形等问题, 增加后期成本。地铁附属基坑常用灌注桩+止水帷幕或地下连续墙作为围护结构, 针对两大核心围护形式开展专项经

济分析，明确适用边界与选型逻辑，对优化投资、推动行业高质量发展具有重要意义，本文从全周期成本维度展开研究，提供精准指导。

### 1 两大核心围护结构技术特性及工程适配性

结合工程应用频次、造价重点与技术成熟度，本文重点分析地下连续墙、钻孔灌注桩+止水帷幕两大核心围护形式，明确其技术特性与适配场景。

#### 1.1 钻孔灌注桩+止水帷幕

钻孔灌注桩+止水帷幕是地铁基坑工程中应用最普遍的刚性围护形式，属于分体式支护体系，由两部分组成：一是钻孔灌注桩作为主受力结构，通过钻机成孔、下放钢筋笼、浇筑混凝土形成钢筋混凝土桩体，承担基坑侧向土压力与水压力，控制基坑变形；二是止水帷幕，通常采用高压旋喷桩、深层搅拌桩或摆喷桩，布置在钻孔灌注桩外侧或桩间，形成连续防渗体系，阻断地下水渗流通道。该围护形式刚度大、变形控制能力强，工艺成熟，施工设备通用性高，适配地质范围广，是中等埋深、环境敏感区域附属基坑的主流选型。

技术参数与适配性：适用基坑埋深8~18m，适配黏土、粉质黏土、砂层、卵石层等各类地质；基坑水平变形控制在15~30mm，止水效果可通过调整止水帷幕工艺实现分级把控，安全性与稳定性突出，缺点是施工工序多、工期较长，灌注桩与止水帷幕需分开施工。

#### 1.2 地下连续墙

地下连续墙是基坑围护体系中刚度最大、防护效果最优的刚性围护形式，采用专用成槽机在地面开挖沟槽，下放钢筋笼后浇筑混凝土，形成连续闭合的钢筋混凝土墙体，兼具挡土、止水、承重三重功能，部分工况下可兼作地铁车站主体结构侧墙，实现围护结构与主体结构一体化。该围护形式整体性极强、防渗止水效果极佳、变形极小，适用于超深基坑、高风险、特殊地质工况。

技术参数与适配性：适用基坑埋深大于12m，尤其适配15m以上超深附属基坑，可适配各类复杂地层，包括软土、砂层、卵石层及水下地层；基坑水平变形控制在10mm以内，防渗等级达到特级，几乎无渗漏风险，安全冗余度极高，缺点是施工工艺复杂、设备专用性强、施工周期长、造价较高。当附属基坑选用地下连续墙作为围护结构时，结合内部结构和围护结构两墙合一的设计，其内部结构侧墙厚度可适当减小，结构配筋可适当减少，从而达到控制施工总成本的作用。

### 2 两大核心围护结构全周期成本构成分析

#### 2.1 基础成本构成定义

地铁附属基坑围护结构经济分析需遵循全周期成本核算原则，综合涵盖直接成本、间接成本、内部结构成本、工期成本、风险成本等五大维度，尤其针对两大核心围护形式的成本差异，精准拆解各项费用构成，明确经济管控核心要点，具体

表1 两种围护结构直接工程与内部结构成本对比表（每延米）

| 项目名称       | 造价(元) | 项目名称        | 造价(元) |
|------------|-------|-------------|-------|
| 灌注桩围护结构    | 36986 | 地下连续墙围护结构   | 41071 |
| 800mm 灌注桩  | 16414 | 600mm 地下连续墙 | 19843 |
| 钢筋笼        | 11396 | 钢筋笼         | 11981 |
| 土方外运       | 2555  | 土方外运        | 2782  |
| 850mm 止水帷幕 | 4178  | 槽壁加固        | 4037  |

成本构成如下：

2.1.1 直接工程成本：占总造价的65%~75%，是围护结构成本的核心组成部分，主要包括材料费、机械使用费、人工费三大项。不同围护形式的直接成本差异主要源于主材用量、设备类型及施工工艺复杂度。

2.1.2 内部结构成本：与围护结构强度、刚度、稳定性相关，不同围护结构侧墙厚度及配筋不同。

2.1.3 施工间接成本：包含安全文明施工费、场地租赁费、检测监测费、降水排水费、泥浆处置费等。刚度越大、防护等级越高的围护形式，监测频次与精度要求越高，费用越高。

2.1.4 工期成本：属于隐性成本，指围护结构施工工期差异引发的额外费用，包括项目管理费、设备延期租赁费、资金占用利息等，施工周期越长，工期成本越高。

2.1.5 风险成本：指基坑施工过程中因渗漏、变形超标、周边构筑物损坏等问题引发的维修、索赔、返工费用，防护等级越低，风险成本越高。

#### 2.2 两大核心围护形式成本专项对比

以上海轨道交通某车站附属工程为实例，对两大核心围护形式的全周期成本进行量化核算，验证两大核心围护形式经济选型的可行性与效益。该工程某附属基坑深度约12m，周边距离居民楼和社会道路较近，围护结构周长约83m，其中基坑两侧借用车站主体围护地下连续墙，新做围护结构44m。现场场地及文明施工同时满足两种工艺，降排水及基坑检测为总价包干合同，因此除材料检测费外施工间接成本均不考虑。

原设计方案：围护结构采用 $\phi 800$ 灌注桩+ $\phi 850$ 水泥土搅拌桩止水帷幕，灌注桩长25m，止水帷幕深19m，侧墙厚度600mm，侧墙施工前需挂网喷射混凝土。预计成本243万元，围护结构施工工期15天。

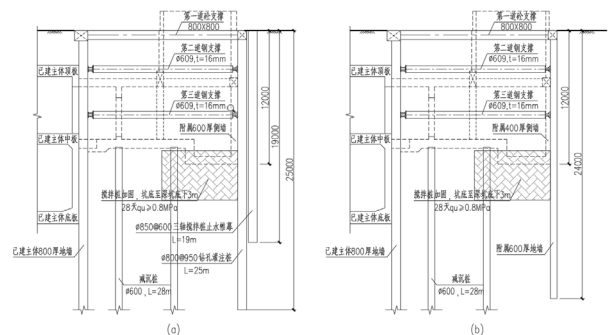


图1 附属基坑围护结构断面图

(a) 原设计方案；(b) 优化后方案

优化后方案：围护结构采用600mm厚地下连续墙，墙深24m，侧墙厚度400mm，侧墙施工前需对地墙表面进行凿毛处理。预计成本230万元，围护结构施工工期25天。两种围护结构按围护周长每延米成本如下表：

|            |       |            |       |
|------------|-------|------------|-------|
| 翻土外运       | 624   | 翻土外运       | 641   |
| 挂网喷射混凝土    | 1820  | 地下连续墙凿毛及清理 | 455   |
|            |       | 导墙及导墙钢筋    | 1179  |
|            |       | 导墙土外运      | 153   |
| 施工间接成本     | 1459  | 施工间接成本     | 690   |
| 工期成本(标准工期) | 1560  | 工期成本(标准工期) | 2600  |
| 渗漏风险成本(预估) | 5200  | 渗漏风险成本(预估) | 1300  |
| 小计         | 45205 | 小计         | 45661 |
| 内部结构       | 9992  | 内部结构       | 6516  |
| 600mm 侧墙   | 6061  | 400mm 侧墙   | 4040  |
| 侧墙钢筋       | 3931  | 侧墙钢筋       | 2475  |
| 合计         | 55197 | 合计         | 52177 |

从每延米围护结构成本对比表可以看出, 钻孔灌注桩+止水帷幕成本适中, 地下连续墙虽然施工成本较高, 但考虑其对内部结构成本和基坑渗漏风险的降低作用, 其每延米成本却比钻孔灌注桩+止水帷幕低, 两大围护形式成本相差 3020 元/每

延米, 节约成本 13 万元。

### 3 两大核心围护结构经济性深度对比与选型边界分析

#### 3.1 核心经济与技术指标对比

表 2 两种围护结构核心指标对比

| 对比指标      | 钻孔灌注桩+止水帷幕      | 地下连续墙           |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 适用基坑埋深    | 8~15m (中等深/敏感区) | >15m (超深/特级敏感区) |
| 每延米围护结构成本 | 45205 元         | 45661 元         |
| 每延米内部结构成本 | 9992 元          | 6516 元          |
| 施工工期      | 3~4m/天, 工期中等    | 2~3m/天, 工期较长    |
| 变形控制能力    | 优秀 (15~30mm)    | 特级 (<10mm)      |
| 止水效果      | 良好              | 极好              |
| 场地适配性     | 良好, 需一定施工空间     | 一般, 需大型设备场地     |
| 综合经济性评级   | ★★★★☆           | ★★★★☆           |

#### 3.2 经济性核心差异剖析

3.2.1 钻孔灌注桩+止水帷幕: 强度、刚度较大、变形可控, 但围护结构渗漏风险较大, 适配一般地质与常规区域, 属于“安全+经济”平衡型选型, 适配中等埋深场景。

3.2.2 地下连续墙: 强度、刚度极佳, 围护结构渗漏风险可控, 施工成本较高, 安全冗余与防护效果无可替代, 适用于超深场景、复杂地质和敏感区域, 此类场景下可规避巨额风险损失。当内部结构与地下连续墙两墙合一时, 其内部结构墙厚及配筋率可相应减少和降低, 从而达到控制项目总成本的作用。

### 4 附属基坑围护结构经济选型优化策略

#### 4.1 设计阶段源头管控

摒弃保守设计思维, 推行差异化精准设计: 常规附属基坑优先选用灌注桩, 优化灌注桩桩径、配筋率, 简化止水帷幕工艺, 同时对内部结构设计统筹考虑, 计算总投资情况; 敏感区域选用地下连续墙, 优化内部结构厚度和钢筋配筋, 采用两墙合一的设计方案减少总投资。

#### 4.2 施工阶段成本管控

钻孔灌注桩推行桩体与止水帷幕平行施工, 压缩工期; 地下连续墙控制设计厚度, 优化成槽工艺, 减少泥浆处理与返工成本, 全程严控施工质量, 规避风险维修费用。

#### 4.3 全周期经济管控

建立全周期成本核算机制, 灌注桩严控主材损耗与工期; 地下连续墙控制使用范围, 对内部结构设计进行相应的优化调整。同时强化前期地质勘察精度, 避免方案变更、返工带来的额外成本。

### 5 结论与展望

本文通过对地铁附属基坑钻孔灌注桩+止水帷幕、地下连续墙两大核心围护形式的技术、成本、经济性对比与实例分析, 得出结论: 钻孔灌注桩+止水帷幕是中等埋深、常规地质区域的平衡型选型; 地下连续墙适用于环境保护要求高的特殊工况, 宜与内部结构投资统筹考虑, 不应单独考虑围护结构施工成本。差异化精准选型是附属基坑降本增效的核心路径, 可减少工程投资, 提升综合效益。

围护结构选型成本需要考虑施工成本、风险成本、工期成本等, 同时还应结合内部结构投资情况共同评判围护结构选型的经济性。随着施工技术的不断创新和设计水平的不断进步, 基坑围护结构的施工工艺会越来越多, 设计的精细化程度也会越来越高。但在工艺选型的经济分析时, 应从全生命周期和工程总投资的角度进行评判, 从而做出经济、安全、高效的选择。

#### [参考文献]

- [1]中国建筑科学研究院.建筑基坑支护技术规程[M].中国建筑工业出版社,1999.
- [2]黄琴.某地铁附属基坑工法选取研究[J].山西建筑,2018,44(16):57-58.
- [3]张加春.高压线下地铁附属基坑围护方案比选[J].黑龙江科技信息,2021,(021):134-135.
- [4]聂鹏.地铁车站主体附属结构基坑围护优化设计[J].市政技术,2021,39(05):69-71.
- [5]朱成兵.软土地区地铁附属基坑围护设计安全性分析研究[J].建设科技,2017,(07):104-105.