

荆州市某基坑支护设计方案比选

袁小刚

湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司, 湖北 荆州 434000

[摘要] 由于基坑工程是临时工程, 如何平衡基坑工程安全性与经济性是基坑工程设计面临的重难点问题。本文以荆州市某深基坑支护工程为例, 通过分析该项目环境及岩土工程条件, 提出了三个基坑工程支护设计方案, 通过综合分析各方案在安全性、经济性及施工便利性等方面特点, 得出了最佳方案。本文为类似地质条件下的基坑支护设计提供了参考依据。

[关键词] 基坑工程; 支护设计; 方案比选

DOI: 10.33142/ucp.v1i5.14454

中图分类号: TU463

文献标识码: A

Comparison and Selection of Support Design Schemes for a Foundation Pit in Jingzhou City

YUAN Xiaogang

Hubei Jianyi Geotechnical Engineering Survey and Design Co., Ltd., Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract: As foundation pit engineering is a temporary project, how to balance the safety and economy of foundation pit engineering is a key and difficult problem in the design of foundation pit engineering. This article takes a deep foundation pit support project in Jingzhou City as an example. By analyzing the environmental and geotechnical engineering conditions of the project, three design schemes for foundation pit support are proposed. Through comprehensive analysis of the characteristics of each scheme in terms of safety, economy, and construction convenience, the best scheme is obtained, which provides a reference for the design of foundation pit support under similar geological conditions.

Keywords: foundation pit engineering; support design; scheme comparison and selection

引言

随着城市建设发展, 出现了大量的基坑工程, 目前, 对于基坑支护设计有两个截然相反的现象, 一是考虑到基坑工程为临时工程, 为了节省造价, 设计方案安全冗余较小, 另外一类是为了防止出现安全问题, 刻意增大安全系数, 导致造价过高。如何在平衡安全、经济等因素基础上合理进行基坑支护设计是基坑工程中的一个重点, 也是难点。邹志彪^[1]、蒋大为^[2]、欧孝夺等^[3]、张毅^[4]等基于实际工程案例, 分析了基坑工程难点, 经多种设计方案比选后得出最佳支护方案; 王靖凯^[5]从基坑支护结构优化设计研究现状出发, 研究了目前基坑结构设计中在计算、空间及参数等方面存在的问题, 并提出相应的设计优化方法。本文以荆州市某基坑工程为例, 提出三种基坑支护形式, 通过综合比较三种设计方案在安全、经济及施工等方面的特点得到最佳方案。

1 工程概况

项目位于湖北省荆州市, 基坑开挖面积约 7600m², 开挖深度为 5.90m。基坑开挖影响范围内的土层自上而下为①杂填土, 第四系人工堆积层, 稍湿, 松散; ②粉质黏土, 第四系全新统冲积层, 稍湿, 可塑; ③淤泥质粉质黏土, 第四系全新统冲积层, 饱和, 流塑; ④粉砂夹粉土, 第四系全新统冲积层, 湿, 中密; ⑤粉砂, 第四系全新统冲积层, 饱和, 稍密; ⑥圆砾, 第四系上更新统冲洪积层, 稍密。各土层的物理力学参数如表 1 所示。上层滞水赋存于

①杂填土层中, 接受大气降水及地表水补给, 并易达到饱和, 入渗补给强度差。孔隙承压水主要赋存于④粉砂夹粉土、⑤粉砂及以下砾卵石层中, 主要接受与其连通的承压含水层侧向补给, 层间径流排泄; 勘察期间测得承压水水头埋深约为 2.50~3.90m。根据经验及计算表明基坑不会发生突涌。

基坑北侧为现状道路, 分布有燃气管网(距用地红线约 2.5m, 埋深约 1.0~2.5m)及供水管网(距用地红线约 4.5m, 埋深约 1.0~2.5m); 基坑西侧为现状道路, 分布有电力管网(距用地红线约 4.0m, 埋深约 1.0~2.5m), 人行道路中有市政雨污管线; 基坑东侧为现状道路, 分布有电缆(距用地红线约 3.0m, 埋深约 1.0~2.5m)及燃气管网(距用地红线约 3.5m, 埋深约 1.0~2.5m); 基坑南侧红线内有高压线塔, 基坑施工前移除。

表 1 地基土体物理力学参数

土层编号	土层名称	重度/ (kN·m ⁻³)	黏聚力/ (kPa)	内摩擦角 / (°)	承载力/ (kPa)	压缩模量 / (MPa)
①	杂填土	18.0	4	20.0	—	—
②	粉质黏土	18.4	22	12.5	110	5.0
③	淤泥质粉质黏土	16.5	10	4.5	50	2.5
④	粉砂夹粉土	19.0	11	23.0	120	5.5
⑤	粉砂	19.0	0	28.0	130	10.5
⑥	圆砾	19.0	0	36.0	320	21

2 基坑支护设计方案

根据湖北省标准《基坑工程技术规程》(DB42/T 159—2012)规定,确定本基坑重要性等级为二级;基坑支护结构最大水平位移控制标准值为小于或等于 50mm。基坑周边 2 倍开挖深度范围内,严禁堆载钢筋等建筑材料、控制重载车通行;坑顶采用轻质围挡隔离;坑边荷载不大于 25kPa。

本工程地质条件复杂,填土层厚 0.8~3.7m,淤泥质粉质黏土层厚 7.3~13.4m,基底位于淤泥质粉质黏土;本工程基坑周边环境复杂,基坑周边有地下管线及道路;基坑施工时支护结构变形过大,会导致周边道路及地下管线变形。

选用基坑西侧支护方案对比分析,该段地质条件差,基底位于淤泥质粉质黏土层,基坑开挖深度为 5.90m。其支护方案的选择直接关系到工程施工安全、工程成本、施工周期及对周边环境的影响。综合考虑挖深、岩土工程条件及周边环境,该支护段可以采用以下三种支护方案。

(1) 方案一: 钻孔灌注桩+内支撑+水泥土搅拌桩

采用 $\Phi 1000@1500$ 钻孔灌注桩桩长 16.0m,桩身嵌入 \textcircled{C} 圆砾层中;桩后两排 $\Phi 500@350*400$ 水泥土搅拌桩桩长 8.0m,用作止水及挡淤;冠梁采用宽 1200mm 高 500mm;内支撑采用宽 800mm 高 800mm 混凝土支撑,位于支护桩桩顶;桩顶放坡 1:1 坡高 1.6m 并挂网喷砂;桩间挂钢板网喷射细石混凝土;换撑采用基础底板,底板与支护桩间采用混凝土回填。支护结构剖面图如图 1 所示。

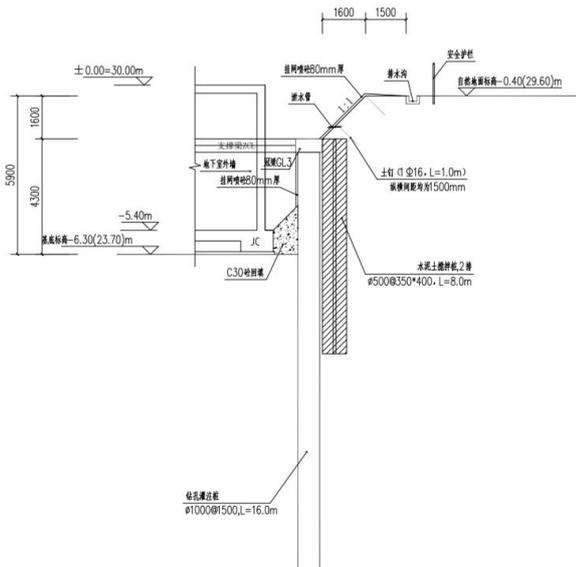


图 1 支护结构剖面图

(2) 方案二: 钻孔灌注桩+被动区加固+水泥土搅拌桩

采用 $\Phi 1000@1500$ 钻孔灌注桩桩长 16.0m,桩身嵌入 \textcircled{C} 圆砾层中;三排 $\Phi 500@350*400$ 水泥土搅拌桩桩长 8.0m,用作止水及挡淤;冠梁采用宽 1200mm 高 500mm;桩顶放

坡 1:1 坡高 1.6m 并挂网喷砂;桩间挂钢板网喷射细石混凝土。被动区加固分为两个区域,第一个区域为坑内临近桩边位置,加固深度 6.0m 宽度 3.85m,为十排水泥土搅拌桩 $\Phi 500@400$;第二个区域为距离坑壁 3.85m 处,加固深度为 4.0m 宽度 4.0m,为十排水泥土搅拌桩 $\Phi 500@400$ 。支护结构剖面图如图 2 所示。

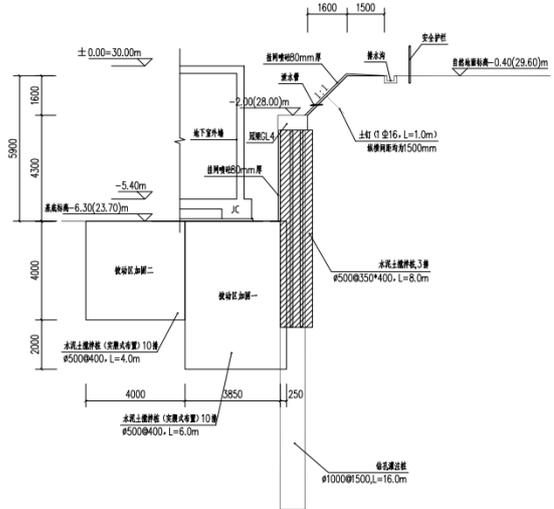


图 2 支护结构剖面图

(3) 方案三: 双排桩+水泥土搅拌桩

采用 $\Phi 1000@1500$ 双排钻孔灌注桩桩长 16.0m,排距 2.4m,桩身嵌入 \textcircled{C} 圆砾层中;排桩间两排 $\Phi 500@350*400$ 水泥土搅拌桩桩长 8.0m,用作止水及挡淤;冠梁采用宽 1200mm 高 500mm;桩顶放坡 1:1 坡高 1.6m 并挂网喷砂;桩间挂钢板网喷射细石混凝土。支护结构剖面图如图 3 所示。

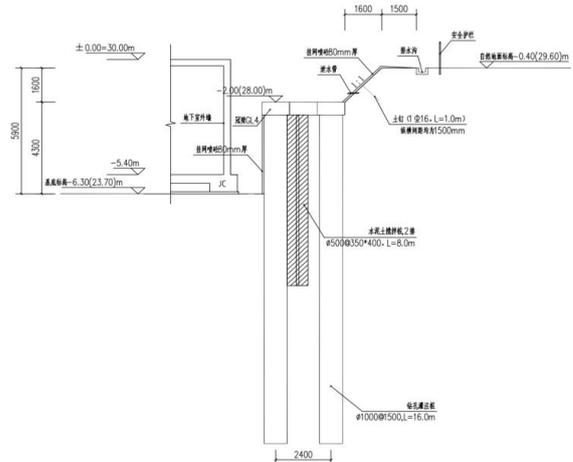


图 3 支护结构剖面图

3 方案比选

3.1 支护结构安全性分析

3.1.1 支护结构变形分析

图 4 为开挖至基底支护结构水平位移曲线。由图可知,方案一深度 8m 以上范围斜率较小;深度 8~13m 斜率较大;

深度 13~18m 斜率最大, 桩身 13m 以下嵌入⑥圆砾层中, 表示在这一段位移变化不大; 最大水平位移发生在桩顶, 值为 31.8mm; 整体位移变化曲线较为均匀。方案二深度 9m 以上范围斜率较小; 深度 9~13m 斜率较大; 深度 13~18m 斜率最大, 位移基本为 0; 最大位移发生在桩顶, 值为 42.5mm。方案三深度 11m 以上范围斜率较小; 深度 11~15m 斜率较大; 深度 15~18m 斜率最大, 位移接近于 0; 最大位移发生在桩顶, 值为 46.6mm。

总体来看, 方案三位移最大, 方案二次之, 方案一最小; 方案三整体位移大于其他两个方案, 而另外两个方案在深度 10m 以上, 方案二位移大于方案一; 深度 10m 以下, 方案二位移小于方案一。由此可见, 方案一采用内支撑能够有效控制水平位移, 并且使得桩顶位移比方案二小 10.7mm, 但深层水平位移控制效果不如方案二。

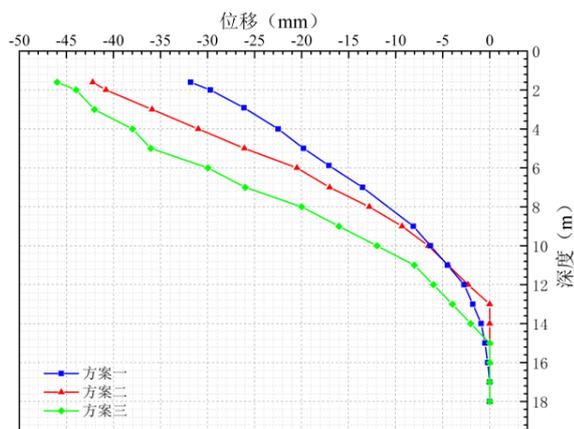


图 4 支护桩桩身水平位移

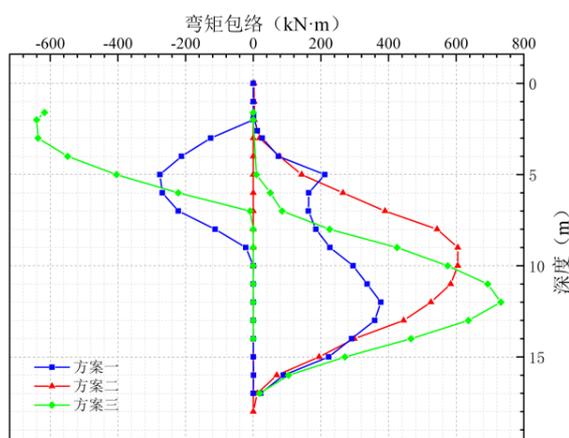


图 5 支护桩桩身弯矩

3.1.2 支护结构内力分析

图 5 为开挖至基底支护结构弯矩包络图。由图可知, 方案一负弯矩发生在深度 2~9m 范围内, 其他位置负弯矩为 0, 最大负弯矩发生在约 5m 处, 值为 -283kN·m, 可能是因为 169 kN 支撑力在 1.6m 处, 导致此处结构受到了较大的弯曲应力作用; 正弯矩发生在深度 2~17m 的范围内,

在深度约 5m 处弯矩出现尖点, 值约为 160kN·m, 是因为该点为换撑点, 有 227 kN 的轴力作用在该点, 最大正向弯矩发生在深度约 12m 处, 值为 376kN·m。方案二在整个深度范围内未出现负弯矩; 表示被动区加固有效增强了深层土体的承载能力, 使支护结构主要承受正弯矩。最大正向弯矩发生在约 10m 处, 值约为 600kN·m; 由于被动区加固提高了整体的稳定性, 土压力得到了有效控制, 尤其是在深层, 正弯矩较大说明支护系统在此处承受了较大的土体侧压力。方案三负弯矩发生在深度约 2~7m 范围内, 其他位置负弯矩为 0, 最大负弯矩发生在约 3m 处, 值约为 -640kN·m, 随着深度减小, 弯矩随之减小; 正弯矩发生在深度 5~18m 范围内, 深度 5m 以上弯矩基本为 0, 在深度 5~7m 弯矩出现一个小的增量; 随后增长速度加快, 至深度 12m 处, 达到最大, 值约为 742 kN·m。

总体来看, 方案三弯矩最大, 方案一在浅层出现较大的负弯矩, 表明此处结构受拉应力影响较大; 深层正弯矩较方案二小, 表明该方案在深层受力相对较小。方案二整个深度范围内没有负弯矩, 表明被动区加固有效抑制了负弯矩的产生, 结构始终承受正弯矩。深层正弯矩显著大于方案一, 说明方案二在深层承受了更大的侧压力。

3.2 支护方案经济性分析

方案一包括钻孔灌注桩、内支撑、立柱桩及两排水泥土搅拌桩, 每延米造价约 1.8 万元。方案二包括钻孔灌注桩及二十三排水泥土搅拌桩, 每延米造价约 2.4 万元。方案三包括双排钻孔灌注桩及两排水泥土搅拌桩, 每延米造价约 2.5 万元。即方案一较方案二节省 25% 建设成本, 较方案三节省 28% 建设成本。

3.3 支护方案施工便利性分析

方案一能够有效控制桩顶的水平位移, 但内支撑在施工过程中存在一些难点和局限性。内支撑支护结构需要与基坑开挖同步进行, 这对施工进度要求较高, 并且支撑体系的施工会对土方开挖带来一定的障碍。方案二施工难度相对较低, 在整个开挖过程中, 减少了土方开挖的障碍, 同时简化了施工工序, 有利于加快基坑开挖的进度。对于深层土体稳定性要求高的项目, 如地下水位较高或地质条件较复杂的场地, 搅拌桩加固可有效应对深层土体变形问题。但由于其施工质量容易受到外界条件的影响, 需要严格的施工监控与质量把控, 以确保加固效果达到设计要求。方案三施工方式较为灵活, 可以减小对土方开挖的干扰, 提升施工效率, 所需空间较大。

3.4 支护方案比选结果

方案一优点在于控制位移具有显著优势, 且造价较低。方案二在深层位移控制方面表现优越, 弯矩分布更加均匀且稳定性较强, 施工过程相对简便, 造价较高; 方案三位移控制在该地层条件下较差, 造价高, 不予考虑。因此, 在当前项目条件下, 方案一为最优选择, 虽施工便利性稍

差,但经济性及安全性较好。

4 结论

(1)在安全性上,方案一在位移控制上表现优越,最大水平位移较小;方案二在深层位移控制方面表现较为突出,能够有效减少深层位移;方案三位移控制较差,最大水平位移较大。在经济性上,方案一较方案二及方案三节省。在施工便利性上,方案二在施工过程上更为简便,施工效率较高,适合地质条件复杂且要求工期的项目;方案一的内支撑施工对工程组织要求较高,可能会延长施工周期;方案三施工较为灵活,所需空间较大。

(2)综合考虑支护效果、施工难度和成本等因素,方案一在控制位移和经济性上表现出更大的优势,适合地质条件复杂、需严格控制位移的工程项目。因此,在本基坑工程中,推荐采用方案一的支护形式,以确保基坑施工的安全性和经济性。

(3)在基坑支护设计中,除了关注安全性、经济性和施工便利性外,还需综合考虑土层分布及其物理力学参

数、地下水位、周边管线及建筑物等因素,同时在施工过程中进行动态监测,以便及时调整方案。

[参考文献]

- [1]邹志彪.建筑基坑支护方案比选及变形控制效果研究[J].工程技术研究,2024,9(15):177-179.
 - [2]蒋大为.淤泥土质深基坑支护方案比选研究[J].价值工程,2024,43(13):131-134.
 - [3]欧孝夺,梁枫,江杰,等.高边坡下方管廊基坑支护设计方案比选[J].工程勘察,2024,52(4):1-6.
 - [4]张毅.软弱地层下的基坑支护方案比选[J].山西建筑,2024,50(17):97-100.
 - [5]王靖凯.基坑支护结构设计的优化方法及措施分析[J].工程机械文摘,2024,12(5):15-17.
- 作者简介:袁小刚(1987.6—),毕业院校:中国地质大学(武汉),所学专业:工程管理,当前工作单位:湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司,职务:岩土技术部经理,职称级别:中级工程师。