

基坑支护方案选择与计算研究

——以公安县中医院建筑基坑项目为例

朱斌

荆州市城市规划设计研究院, 湖北 荆州 434000

[摘要]伴随城建的不断发展, 在安全控制方面, 基坑始终属于难点, 在建筑领域中, 无论是基坑支护设置, 还是其施工, 都是相当关键的。设计施工中, 为避免一系列不良现象的发生, 例如出现基坑塌方, 应当确保基坑边坡的可靠与安全, 能够满足变形控制要求。基于此, 为更好探究基坑支护方案选择与计算, 本篇文章以公安县中医院建筑基坑项目为例, 进行了如下的探讨, 以期能为相关人员提供借鉴。

[关键词] 支护方案; 基坑项目; 医院; 悬臂桩

DOI: 10.33142/ec.v4i8.4277

中图分类号: TU942

文献标识码: A

Study on Selection and Calculation of Foundation Pit Support Scheme —— Taking the Construction Foundation Pit Project of Gong'an Hospital of Traditional Chinese Medicine as an Example

ZHU Bin

Urban Planning & Design Institute of Jingzhou, Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract: With the continuous development of urban construction, the foundation pit is always a difficulty in safety control. In the construction field, whether the foundation pit support setting or its construction is very key. During the design and construction, in order to avoid a series of adverse phenomena, such as foundation pit collapse, the reliability and safety of foundation pit slope should be ensured to meet the requirements of deformation control. Based on this, in order to better explore the selection and calculation of foundation pit support scheme, this paper takes the construction foundation pit project of Gong'an Hospital of Traditional Chinese Medicine as an example and makes the following discussion, in order to provide reference for personnel.

Keywords: support scheme; foundation pit project; hospital; cantilever pile

引言

在建筑工程中, 往往需要开展基坑支护施工, 存在一定的临时性, 支护效果是非常重要的, 与工程建设的可靠以及安全有着很大的联系, 在基坑支护有着以下两种情况时, 会有碍于后期施工的开展, 一是支护没有到位, 二是加固效果不够乐观, 基于此, 要确保建筑的可靠与稳定, 需要以实践角度为切入点, 换句话说来讲, 应当选取科学合理的支护方式。

1 工程概述

1.1 项目概况

公安县中医院拟在医院院区内新建一栋 4-6F 门诊综合楼及 1F 地下室。门诊综合楼及地下室均采用预应力混凝土实心方桩基础。本项目基坑开挖深度 5.3-6.4m, 基坑开挖面积为 10862m², 基坑下开口线周长为 635m。基坑分两期完成。基坑重要性等级为二级。公安县中医院计划在院内建设门诊综合楼, 该工程规划一共建筑面积约为 3.8*10⁴m², 从基坑范围来看, 既包括门诊综合楼, 也存在地下室。门诊综合楼及地下室均采用预应力混凝土实心方桩基础。本项目分两期建设, 一期基坑开挖面积为 4486m², 基坑下开口线周长为 273m; 二期基坑开挖面积为 6376m², 基坑下开口线周长为 362m。本工程整平地面平均绝对标高取值 35.40m, 士 0.00 绝对高程 36.30m。对于门诊综合楼, 承台底(其中包括垫层)标高为 29.00m, 具体开挖深度大概有 6.4m, 电梯井处承台底(也包含垫层)标高为 27.20 至 28.70m, 实际开挖深度大概介于 6.70-8.20m 之间; 对于地下室, 承台底(同样包含垫层)标高约为 29 至 30.1m, 实际开挖深度大概介于 5.3 至 6.40m 之间。

1.2 技术特色

场地软土深厚, 用地紧张, 周边环境条件复杂。采用斜撑、角撑、悬臂桩和被动区加固等多种形式相结合的支护

方式：在设置斜撑处对坑底软土进行被动区加固，每根斜撑增设两根钻孔灌注桩作为斜撑支座控制位移；坡前留土范围内均为软土，采用水泥土搅拌桩加固处理。

1.3 设计重点及难点

(1) 场地淤泥质粉质粘土层深厚约 5.5m，附近有多栋对变形敏感的老旧住宅及城市道路，周边环境条件复杂；由于汛期不允许施工，导致工期紧张不便采用大面积桩撑支护。支护方案须兼顾施工工期、环境保护、基坑稳定性和变形控制要求。(2) 坑底软土较厚，工程桩水平承载力不高。当局部采用钢管斜撑时，斜撑支座水平力较大，若以地下室底板作为支座，对工程桩产生不利影响。(3) 斜撑安装前须坡前留土，留土范围内均为流塑状淤泥质土，能否成功留土是斜撑安装的关键。

2 工程地质和水文地质条件

(1) 场地地形、地貌特征。这一场地是一级阶地地貌单元，土层属于冲积成因类型，表层填土，地势相对平坦，地形变化不大。(2) 场地地层结构与特征。杂填土：杂色、湿、缺乏均匀，表面约 0.3m 左右的水泥地坪，其下主要为砖渣及碎石，厚度介于 0.8-1.8m，平均大概达到 1.36m。夹粉土：颜色为灰黄、湿，表面相对光滑，干强度与韧性都一般，存在着一定的粉土，厚度 1.0-2.6m，平均约为 1.9m。淤泥质粉质粘土：颜色为褐灰，形状主要是流塑状，有着一定的散状粉土，有着一定的螺壳，表面相对光滑，无论是干强度还是，都一般，厚度 2.9-5.5m，平均厚度 4.22m。粉质粘土：颜色也为褐灰、湿，摇振作用一般，切面稍相对光滑，干强度与韧性也一般，厚度介于 0.9 至 3.2m 之间，平均大概有 2.3m。粘土：颜色为黄色、相对湿，存在着一定的铁锰质氧化物，没有摇振作用，较为光滑，干强度与韧性都很大，厚度 3.2-7.9m，平均厚度 5.38m^[1]。粉质粘土夹粉土：有两种颜色，一是褐黄，另一种是褐灰，较为湿，相对光滑，干强度与韧性一般，存在着一定的粉土，主要是中密状，摇振作用一般，切面相对粗糙，有着不多的粉砂，厚度 0.9 至 2.6m，平均大概有 2m。粉砂：颜色为灰色、相对密，在矿物颗粒构成中，有着较多的成分，例如石英及云母片，该层随深度增加密度也呈增加趋势。厚度 7.6-12.6m，平均厚度 9.97m。

3 主要荷载取值

土压力、水压力：土压力分布模式，根据朗肯土理论，水土合算方法。基坑周边在建和已有的建(构)筑物荷载：周边低层建筑物为浅基础，二号三号住院部为桩基础，浅基础建筑物荷载以每层 15kPa 考虑，浅基础深按 1.5m (d) 计算。

基坑周边施工荷载和材料堆载：基坑周围，放坡平台严禁堆载土体和建筑材料，基坑附近两米内不可以加载，两米外通常堆载以 15kPa 千帕计算^[2]。基坑周边道路车辆荷载：基坑四周运输通道车辆荷载按 30kPa 考虑加载，医院内部车道路荷载按 25kPa 考虑加载。

4 设计计算程序、基坑支护结构类型与设计选用主要材料要求

(1) 支护方案比选。按照场地地质、环境状况与开挖深度，并且借鉴很多的成功经验，现如今这一基坑能够选择多种支护形式，例如自然放坡。表 1 所示，为适应性比较分析。

表 1 适应性比较分析

支护形式	技术特征分析	与本工程特点对比分析
悬臂桩	悬臂高度低于六米、土质相对理想的基坑，选择这一支护形式，可以充分把控基坑变形，能够获取相对可观的支护效果。	对相邻已存在建筑段，为尽可能避免被基坑变形所影响，应当选择这一种支护形式。
重力式挡墙	在该种支护形式下，支护深度通常低于 6m。对于水泥土桩的制作来讲，可以采用多种方式，例如深层搅拌。在对土桩进行布置时，一般能够实行两种形式，一种是格构式，另一种是实腹式，有着多种形状，例如连拱形 ^[3] 。水泥土挡墙既挡土支护又止水，两种功能合二为一，相对比较经济，成功案例很多。	造价适中，本项目由于基坑深度较大，大于六米，且四周施工空间狭小，故对场地不适宜采用水泥土重力式挡墙进行支护。
自然放坡	施工费用经济，结合适当坡率放坡，既能够单一坡，也可以分阶坡，适用附近开阔，建筑物距离较远相对远，没有地下管线。	本项目多侧施工空间狭窄，且本场地存在软塑状粉质粘土地段，不适宜大范围放坡，上部可小范围采用自然放坡开挖。

(2) 设计计算程序：《天汉系列软件(V2015.1)》。(3) 基坑支护方式。①本基坑采用的支护形式为悬臂式钻孔灌注桩+斜撑+角撑+双排桩。AB 段：选择灌注桩与斜撑进行来实现支护，桩径为 0.8m，标高为 35.4m，长度达到 16m，桩

之间的距离为 1.2m。设有冠梁，其宽度为 1.3m，高度为 1m，混凝土等级是 C30。AB 段桩后设 2 排水泥土搅拌桩，桩径 0.5m，桩长约为十米，桩之间的距离为 0.35m，排间距 350mm。斜撑：采用 $\phi 609 \times 16$ 钢管，材质为 Q235B。斜撑承台底部支护桩，桩径 800mm，桩顶标高 30.30m，桩长 15.0m，桩间距 2400mm。

BC 段：采用双排桩进行支护，支护桩桩径 800mm，标高介于 32.90 至 35.40m 之间，前排桩长 16.0m，桩之间的距离为 1.2m；后排桩长度有 14m，桩之间的距离为 2.4m；设有冠梁，其宽度为 1m，高度为 0.5m，混凝土等级是 C30。桩顶至自然地面深度范围按坡比 1:1.0 放坡，放坡高度随桩顶标高变化。前后桩之间设 2 排水泥土搅拌桩，桩径 500mm，有效桩长 10.0m，桩间距 350mm，排间距 350mm。当填土层有渗水时应在护面中相应位置每隔 2m 设 $\phi 50$ PVC 泄水孔。

DE 段：采用钻孔灌注桩进行支护，支护桩桩径 1000mm，桩顶标高 32.90m，桩长 17.0m，桩间距 1400mm。桩顶设冠梁，冠梁尺寸为 1200mm \times 500mm（宽 \times 高），冠梁混凝土强度为 C30。桩顶 2.5m 深度范围按坡比 1:1.0 放坡。桩后设 2 排水泥土搅拌桩，桩径 500mm，有效桩长 10.0m，桩间距 350mm，排间距 350mm。坡面均采用插筋挂网喷砼保护。当填土层有渗水时应在护面中相应位置每隔 2m 设 $\phi 50$ PVC 泄水孔。CD/DI 段：选择灌注桩+支护桩来支护，桩径为 0.8m，标高有 32.9m，长度达到 15m，桩之间的距离为 1.2m。设有冠梁，其宽度为 1m，高度为 0.5m，混凝土等级是 C30。桩顶 2.5m 深度范围按坡比 1:1.0 放坡，桩顶平台宽 1.0m。桩后设 2 排水泥土搅拌桩，桩径 500mm，有效桩长 10.0m，桩间距 350mm，排间距 350mm。坡面均采用插筋挂网喷砼保护。当填土层有渗水时应在护面中相应位置每隔 2m 设 $\phi 50$ PVC 泄水孔。

EFGH/HA/J' KL/LMNO/OP 段：选择灌注桩+支护桩来支护，桩径为 0.8m，标高也是 32.9m，长度达到 15m，桩之间的距离为 1.2m。桩顶设有冠梁，其宽度为 1m，高度为 0.5m，混凝土等级是 C30。桩顶 2.5m 深度范围按坡比 1:1.0 放坡，桩顶平台宽 2.5m。桩后设 2 排水泥土搅拌桩，桩径 500mm，有效桩长 10.0m，桩间距 350mm，排间距 350mm。坡面均采用插筋挂网喷砼保护。当填土层有渗水时应在护面中相应位置每隔 2m 设 $\phi 50$ PVC 泄水孔。IJ/JJ' 段：选择钻孔灌注桩+角撑来支护，支护桩桩径 800mm，桩顶标高 35.40m，桩长 16.0m，桩间距 1200mm。桩顶设冠梁，冠梁尺寸为 1000mm \times 800mm（宽 \times 高），冠梁混凝土强度为 C30。IJ 段桩后设 2 排水泥土搅拌桩，桩径 500mm，有效桩长 10.0m，桩间距 350mm，排间距 350mm。JJ' 段桩间设 3 排水泥土搅拌桩，桩径 500mm，有效桩长 10.0m，桩间距 350mm，排间距 350mm。

②电梯井(坑中坑)支护方案。电梯井(坑中坑)坑底基本落在第③层淤泥质粉质粘土及第④层粉质粘土中，可采用槽钢支护进行垂直开挖，电梯井承台施工完后，超挖部分采用素混凝土回填^[4]。对于挂网喷砼，其混凝土级别是 C20，而对于排水沟以及集水井，等级是 C10，剩下没有标注的混凝土，其等级都是 C30。I 级钢筋： $f/y=270\text{N}/\text{mm}^2$ ；III 级钢筋： $f/y=360\text{N}/\text{mm}^2$ 。钢材采用电弧焊焊接。施工材料都需要具备合格证，同时根据相关规定开展检验；水泥采用 P.0.42.5 级水泥，其中水泥土搅拌桩每米水泥用量不少于 55kg。

5 解决措施及实施效果

(1)为满足施工工期、保护环境、基坑稳定性和变形控制要求，本项目基坑支护方案采用钢管斜撑、钢筋砼角撑、悬臂桩和被动区加固等相结合的支护形式，便于土方开挖，保证基坑稳定且变形控制在合理范围。(2)为避免斜撑支座水平力对地下室底板和工程桩的影响，避开原有主体承台增设两根钻孔灌注桩作为斜撑支座抵抗水平力达到控制位移。经理正结构软件计算，设置两根长 12.0m $\phi 800$ mm 钻孔灌注桩可满足水平承载力要求，设置 2.0m \times 1.6m 变截面牛腿可满足受剪承载力要求。经监测，支座位移均控制在允许范围内。(3)对留土范围内流塑状淤泥质土的处理，结合被动区加固，离支护桩 1.9m 和 6.1m 位置设置两排水泥土搅拌桩加固至留土边坡顶部以保证留土成功。

经实践检验，本项目基坑设计方案解决了建设单位在安全、工期和造价等方面的要求，实践效果良好，得到建设单位的肯定，取得了良好的社会效益。对本地区类似软土较厚、对变形敏感的基坑项目有一定借鉴意义。

6 结论

总而言之，科学选择基坑支护形式，可为医院建筑建设的稳定与安全，提供强有力的保障，因此在设计施工中，对于有关人员来讲，应当以实际为切入点，全方位考虑有关的项目因素，选取合适的支护结构，不但要确保经济适用，也要能在既定时间内完成项目，质量满足要求，确保基坑的可靠性与安全性。

[参考文献]

- [1]杨晓杰.某填土地基基坑支护方案的分析与选择[J].建材与装饰,2020(11):226-227.
- [2]唐寅博.深基坑支护方案优化设计与研究[D].重庆:西南科技大学,2019.
- [3]刘鹏,孙琳.基坑支护方案的比选及施工难点分析[J].建设监理,2019(7):72-74.
- [4]黄臣养.深基坑支护方式的方案优化实例[J].住宅与房地产,2019(19):175.

作者简介：朱斌，男（1984.10-），西安科技大学，地质工程，现在单位：荆州市城市规划设计研究院，工程师。