

受限空间下深基坑单断面接力式跳仓开挖体系施工技术

陆宏新

江苏民程建设工程有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i1.7598

[摘要] 本文就受限空间下深基坑开挖技术发表一些意见和建议, 特别就传统的分层分段开挖方式、需多次换填施工道路、增加土方开挖成本、土方开挖工效低、并且难以满足基坑变形控制要求、基坑开挖安全隐患大等一系列问题, 进一步探讨分析改进传统施工方法, 采用单断面接力式跳仓开挖技术, 解决了传统施工方法的一系列问题, 希望能给项目上提供一些借鉴, 让此技术能更多地运用到项目上, 产生最大的效果。

[关键词] 受限空间; 深基坑; 接力式取土; 跳仓

Construction technology of deep foundation pit single section relay jump excavation system under limited space

Lu Hongxin

Jiangsu Mincheng Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] This paper presents some opinions and suggestions on the technology of deep foundation pit excavation in confined spaces, especially on the traditional layered and segmented excavation, the need for multiple roadbed replacements, the increase in earth excavation costs, the low efficiency of earth excavation, and the difficulty in meeting the deformation control requirements the foundation pit, as well as the high safety hazards of foundation pit excavation. It further explores and analyzes the improvement of traditional construction methods by using the single-section excavation technology, which solves a series of problems of traditional construction methods. It is hoped that this can provide some references for the project and allow this technology to be widely used in the project to achieve the best results.

[Key words] Confined space; Deep foundation pit; Relay soil extraction; Jump warehouse

1 前言

1.1 随着我国持续推进城镇化建设, 土地资源越来越紧张, 很多房屋建筑建设在软土地基中, 基坑设计越来越深, 不仅增加了土方开挖的难度、施工成本及开挖安全风险, 还导致土方开挖效率低下。

1.2 其中, 在我司施工的项目中, 部分基坑开挖深度分别为6m、8m, 开挖土质主要为淤泥质粘(粉)土, 周边环境复杂; 采取传统的分层分段开挖方式, 需多次换填施工道路, 增加土方开挖成本, 土方开挖工效低, 并且难以满足基坑变形控制要求, 基坑开挖安全隐患大, 这是软土深基坑开挖面临的普遍技术难题。

1.3 本公司通过技术攻关, 创新土方开挖方法, 采用受限空间下深基坑单断面接力式跳仓开挖体系施工技术, 解决了软土深基坑土方开挖难度大、工效低、安全风险大等难题, 具有明显的经济效益和社会效益。

2 工艺特点

2.1 土方开挖前, 应先划分开挖分区, 确定各分区的开挖顺序。

2.2 土方开挖时, 形成临时二级放坡, 一个开挖断面上布置三台挖机接力挖土。

2.3 退挖, 一次到底, 无需分层。

2.4 开挖分区采取跳仓挖土。

2.5 根据基坑变形监测结果, 可灵活调整开挖分区的大小。

3 工艺原理

3.1 土方开挖前, 根据结构底板控制收缩裂缝的尺寸要求、临时放坡的空间需求、挖土作业面需要, 以及兼顾挖土效率等

来划分开挖分区的大小, 然后确定各开挖分区的开挖顺序, 再根据各区开挖顺序布置场内主要临时施工道路; 每个开挖分区的每个开挖点采用三台挖机接力挖土, 开挖分区之间采取跳仓挖土。

3.2 在每个开挖点形成临时二级放坡, 在一个开挖断面上的坡顶、坡中平台、坡底各布置一台挖机, 形成单断面多挖机协同, 采取退挖、一次到底无需分层。

3.3 开挖分区之间采取跳仓挖土, 将基坑土应力分块释放, 通过在地下室底板和中楼板设置传力带, 利用区区间开挖时间差, 将基坑侧壁的土压力先后作用在地下室结构上, 大大减小基坑开挖的安全风险。

4 施工工艺流程及操作要点

4.1 施工工艺流程

施工准备→降水→临时施工道路→单断面接力式跳仓开挖→跳仓挖土→监测与分析。

4.2 操作要点

4.2.1 施工准备

(1) 技术准备: 熟悉地勘报告、施工图纸、技术标准、规范等资料, 编写施工方案、组织专家论证, 并对相关作业人员及管理人员进行详细的技术交底。

(2) 施工机械准备: 根据日均出土量, 以及土方运距配备足够数量的反铲挖掘机、土方车等施工机械。

4.2.2 降水

按基坑支护设计要求进行降水施工, 本工程采用管井降水。

4.2.3 临时施工道路

(1) 临时施工道路布置

根据土方分区开挖施工顺序，将临时施工道路布置在开挖时间较晚的区域，尽量避免临时施工道路移位。本工程基坑面积较大，日均出土量约 4000 立方，且土方开挖与基坑支护交叉施工，为了避免场内交通拥堵，临时施工道路呈环状布置，施工机械车辆考虑“一进一出”通行。

(2) 临时施工道路换填

先将临时施工道路上方的虚土挖除，然后采用砖渣回填、

压实；临时施工道路厚度约 0.6m，宽度 8-10m。

4.2.4 单断面接力式跳仓开挖

(1) 各开挖分区内采取单断面多挖机协同接力开挖方式，从基坑侧壁开始退挖，开挖时形成临时两级放坡，三台挖机分别布置在坡顶、坡中平台、坡底接力挖土、一次到底（即不分层），与分层开挖相比，不需要多次换填出土施工道路，加快了土方开挖进度。

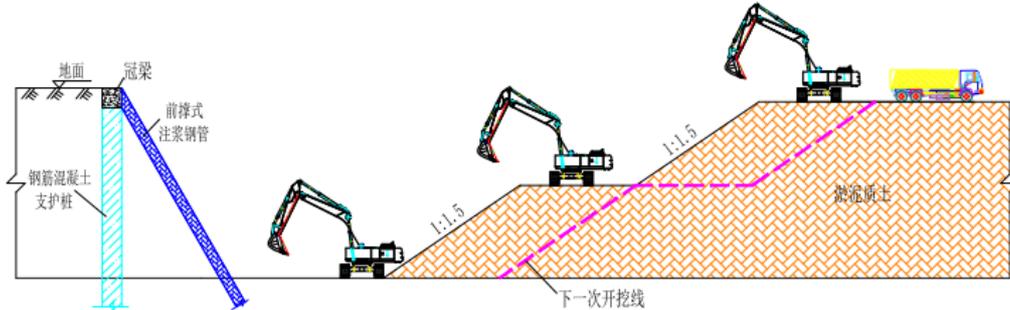


图 5.2.4 单断面接力式跳仓开挖体系示意图

(2) 临时两级放坡的坡度为 1: 1.5，在退挖过程中，始终以形成两级放坡为根本，来挖除土方。

(3) 土方开挖至设计标高后，应在 8 小时内将垫层浇筑完毕，及时施工地下室底板，防止软土基坑的基底隆起，尽快将基坑侧压力传递给地下室结构。

(4) 在休班停机前，应确保形成两级放坡，挖机驶离作业面，防止临时边坡坍塌。

(5) 土方即挖即运，严禁坑边堆载。

4.2.5 跳仓挖土

(1) 跳仓开挖分区

根据楼栋的分布、挖土分区工作面，以及结构收缩变形等因素综合考虑，将本工程土方开挖划分为 11 个区进行跳仓开挖。

(2) 跳仓开挖顺序

根据地下室顶板行车等施工部署要求，以及栈桥影响，本工程跳仓开挖顺序为 3 区→1 区→4 区→2 区→5 区→7 区→9 区→6 区→8 区→11 区。

(3) 相邻分区跳仓挖土与底板施工节奏要求

跳仓挖土的相邻分区，后开挖的分区开挖前，其相邻分区应已开展地下室底板钢筋绑扎，后开挖的分区开挖完成后，其

相邻分区的地下室底板（传力带与底板同步浇筑）应浇筑完成。相邻分区的地下室底板施工节奏与土方开挖节奏应相互协调，将基坑侧壁土应力分块释放，基坑侧壁土压力分块、先后传递给地下室结构，确保基坑开挖安全。

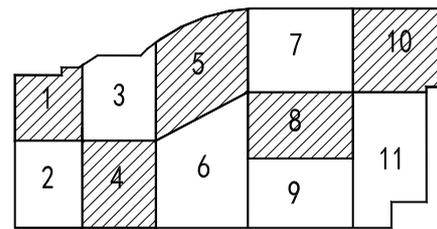


图 4.2.5 跳仓挖土分区示意图

4.2.6 监测与分析

项目部制定科学、合理的监测方案，监测点位布置、时间与第三方监测错开，形成互补，按照监测方案要求，对坡顶水平位移、坡顶沉降量、坑底标高、周边地面、地下水位等进行监测，将采集的监测数据与设计数据对比，实施动态管理，以便出现问题及时采取有效的应对措施。

表 4.2.6 监测项目表

序号	监测项目	监测仪器	监测频率	监测目的
1	坡顶水平位移	全站仪	初期：1 小时一测次；后期：2 次/天。	掌握外界条件对表层土的影响
2	坡顶沉降量	全站仪	初期：1 小时一测次；后期：2 次/天。	掌握外界条件对较深层土的影响
3	坑底标高	水准仪	2 次/天	掌握坑底隆起情况
4	地下水位	测绳	2 次/天	掌握基坑地下水稳定情况
5	周边地面	观察	2 次/天	掌握周边道路开裂、沉陷

注：应根据实际位移情况及周边环境的变化进行调整观测次数，将监测数据及时反馈给技术人员及现场施工人员。



图 4.2.6 现场整体跳仓法施工情况

通过项目部监测值与基坑监测预警值对比，当监测值未超

过预警值，说明基坑开挖过程是安全的，可按原基坑开挖方案继续施工；当监测数据超过预警值，可减缓开挖节奏，若监测值慢慢变小小于预警值，仍可按原基坑开挖方案继续施工，若监测值持续大于预警值，采取减小跳仓开挖分区面积等措施。

5 质量控制

5.1 质量控制标准

土方开挖施工执行《土方与爆破工程施工及验收规范》GB50201-2012、《建筑施工土石方工程安全技术规范》JGJ180-2009 等。

5.1.1 主控项目

表 5-1 土方开挖主控项目表

项目	允许偏差/标准	检查数量	检查方法
原状地基土	不得扰动、受水浸泡及受冻	全数检查	观察, 检查施工记录
边坡坡度及坡脚位置	符合设计要求	每 20m 边坡检查 1 点, 每段边坡至少测 3 点	坡度用坡度尺结合 2m 靠尺量测, 坡脚位置用全站仪等量测。
开挖区的标高	场地平整: $\pm 50\text{mm}$	每 400m ² 测 1 点, 至少测 5 点	用水准仪测量
	其他: $0\sim -50\text{mm}$		
开挖平面尺寸	符合设计要求	全数检查	放出开挖区设计边线, 将开挖区实际边线与设计边线进行对比。

5.1.2 一般项目

表 5-2 土方开挖一般项目表

项目	允许偏差/标准	检查数量	检查方法
分级放坡边坡平台宽度	$-50\sim +100\text{mm}$	每 20 延米平台检查 1 点, 每段平台至少测 3 点。	用钢尺量测
开挖区的表面平整度	场地平整: 50mm	每 400m ² 测 1 点, 至少测 5 点	用 2m 靠尺和钢尺检查
	其他: 20mm		
分层开挖的土方工程, 除最下面一层土方外的其他各层土方开挖区表面标高	$\pm 50\text{mm}$	每 400m ² 测 1 点, 至少测 5 点	用水准仪等测量

6 结语

6.1 本技术只需在原地面采用砖渣换填一次土方开挖的运输道路, 与传统分层开挖施工方法相比, 既减少了软土深基坑开挖需多次换填施工道路的成本, 又加快了淤泥质土的开挖进度, 节约了管理成本; 本工法驱使地下室底板和中楼板的温度后浇带变更为膨胀加强带, 节约了后浇带一侧的止水钢板、人工凿毛等费用的投入, 节约了施工成本, 具有显著的经济效益。

6.2 本技术采取分区跳仓挖土, 利用跳仓分区开挖时间差, 将基坑侧壁土压力分块、先后传递给地下室结构, 确保基坑及周边环境安全, 且在一定程度上可优化基坑支护措施, 节约施工资源, 社会效益明显。

6.3 以我司项目为例进行效益计算分析, 效益计算如下: 采用分层开挖施工成本如下:

表 6-1 分层开挖施工成本分析表

序号	项目	工程量	单价	金额
1	土方	$25500 \times 9.7 + 9139.2 = 256489\text{m}^3$	105	26931345
2	砖渣道路换填	$476 \times 0.8 \times 8 \times 3 = 9139.2\text{m}^3$	17.5	159936
3	H300×300×10×15 型钢	$284 \times 1.8 \times 94.5 \div 1000 = 48.3$ 吨	5200	251160
4	I 36c	$568 \times 1.8 \times 71.2 \div 1000 = 72.8$ 吨	5200	378560
5	后浇带凿毛清理	$863 \times 6 = 5178\text{m}$	60.26	312026.28
6	300×3 止水钢板	$863 \times 6 = 5178\text{m}$		
7	后浇带与传力型钢焊接	1296 根	30	38880
合计				28071907.28

采用受限空间下深基坑单断面接力式跳仓开挖施工成本如下:

表 6-2 单断面多挖机协同跳仓挖土施工成本分析表

序号	项目	工程量	单价	金额
1	土方	$25500 \times 9.7 + 3046.4 = 250396\text{m}^3$	105	26291580
2	砖渣道路换填	$476 \times 0.8 \times 8 = 3046.4$ m ³	17.5	53312
3	施工缝凿毛清理	$863 \times 3 = 2589\text{m}$	60.26	156013.14
4	300×3 止水钢板	$863 \times 3 = 2589\text{m}$		
合计				26500905.14
备注: 节约工期 $247350 \div 4000 - 247350 \div 5000 = 12$ 天				

采用受限空间下深基坑单断面接力式跳仓开挖施工比采用分层开挖施工每立方米土方量节约成本 = $(28071907.28 - 26500905.14) \div 250396\text{m}^3 = 6.27$ 元 / m³。

6.4 采用本技术只在原地面采用砖渣换填一次土方开挖的

运输道路, 整个基坑开挖过程安全, 驱使地下室底板和中楼板的温度后浇带变更为膨胀加强带, 节约了后浇带一侧的止水钢板、人工凿毛等费用的投入, 既节约了成本又加快了施工进度, 取得了较好的经济、社会效益。