

逆边顺盆式开挖施工在深基坑工程中的研究与应用

肖三秀

武汉市汉阳市政建设集团有限公司 湖北武汉 430050

摘要: 异形狭窄空间下的超深基坑中逆边顺盆式开挖具有基坑支护结构利用率高、周边环境破坏性小、工期提升明显等特点,可应用于异形狭窄空间下的深基坑开挖施工。

关键词: 盆式开挖; 支撑被动区; 反压土代撑; 变道

Research and application of reverse side and basin excavation in deep foundation pit engineering

Sanxiu Xiao

Wuhan Hanyang Municipal Construction Group Co., Ltd Wuhan City, Hubei Province 430050

Abstract: The inverse side and basin type excavation in an extra-deep foundation pit in a special-shaped narrow space has the characteristics of a high utilization rate of foundation pit supporting structure, little destruction of the surrounding environment, and obvious improvement of the construction period, which can be applied to the construction of deep foundation pit in special-shaped narrow space.

Keywords: Basin excavation; Support passive zone; Backpressure soil support; Lane change

1 引言

通过扩展利用部分地下空间满足目前紧张的建筑空间使用需求,成为了目前公共建筑设计发展的一种新的方向。地下空间可利用率大,但其基坑开挖深度大,施工难度高,建设周期长,常规的基坑施工型式已难以适应其发展及进度要求。为此,研究如何有效利用场地周边环境及基坑支护特点进行深基坑施工作业成为目前急需解决的问题。

通过对异形狭窄空间下的超深基坑中逆边顺盆式开挖的研究与应用,为该工艺的实施与应用提供有价值的参考。

2 工艺原理分析

2.1 以原状土临时替代内支撑结构

以支护结构被动区土方反压临时替代混凝土对撑结构先行形成土方开挖作业面,实现边开挖边支撑的施工方式。

2.2 基坑地形与支撑结构的综合应用

利用基坑长边方向上的距离,在支撑未闭合的情况下,利用撑间和撑下的空间形成有效的放坡长度,保证土方运载车辆直达基坑土方作业面,提升土方开挖工效^[1]。

2.3 基坑分幅分段

通过基坑分段、分幅,在水平和垂直作业面上同步进行支撑结构和土方作业,实现土方开挖期间零等待流水施工。

3 主要施工工艺研究应用

3.1 场地平整卸载

施工场地平整标高除考虑支护结构设计标高外,需着重考虑场地周边道路高度与上下基坑土方坡道关系。根据支护结构与周边场地关系。如具备条件,将支撑冠梁结构以上土方平整至冠梁顶标高,既达到坡顶卸载的作用,也能通过标高降低达到减少上下基坑坡道水平距离的目的;在基坑周边场地较为空旷时,还可采取维护结构(支护桩、冠梁等)顶部放坡卸载,可进一步达到为基坑边坡卸载的目的。

3.2 代撑被动区反压土预留

通过对多个项目的实践发现,代撑被动区反压土在以黏土层、风化岩层为代表的地质条件下,具有较高的可实施性。

代撑被动区反压土方的预留范围及坡度一般需根据设计计算确定(《关于基坑工程设计的若干问题》中

南勘察设计有限公司), 当无明确规定时。可假设支撑底作业面为支护维护体系临界点, 临界点以下区域被动区土压力可参照桩排结构计算最大位移区域, 一般为支护桩悬臂部分 1/2 处。当深基坑支护结构为单层支撑时, 为悬臂部分 1/2 处; 当深基坑支护结构为多层支撑时, 为两层支撑间距 1/2 处。同时, 根据《建筑基坑支护技术规程 DB42/159-2012》中关于排桩被动土压力的计算规定, 被动土留土力宽度 $b > D/2$ (支护嵌固深度 $D/2$) 时, 被动区以上开挖深度可作为基坑开挖深度^[2]。(计算模型需原设计单位复核确认)。代撑反压土计算模型如图 1 所示。

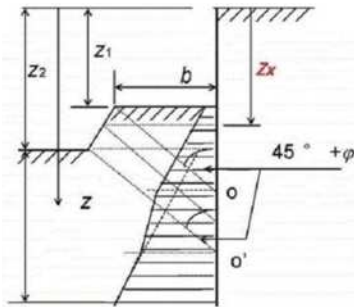


图 1 代撑反压土计算模型

根据项目基坑支护工程设计图纸, 查询支护桩在基底以下嵌固深度 (10-12m) 预留被动区反压土上口宽度 $D/2=6m$, 1: 1 放坡, 下口宽度 12m。同时满足基坑开挖安全和坡顶支撑结构施工作业面宽度。

先使用水准仪测设反压土坡顶标高控制点, 再使用全站仪对坡顶、坡底范围进行测设, 使用木桩、灰线放样定位, 方便后续土方开挖机械准确开挖。

3.3 盆式开挖、车辆换道

通过研究使用依靠被动区反压土替代混凝土内支撑结构, 可以同步进行反压区外房心土方和反压区上支撑结构施工, 房心土方采用盆式开挖法, 有效节省土方开挖和支撑施工工期^[3]。

采用盆式挖土法, 即基坑四周先预留少量土方, 利用土压力代替混凝土内支撑, 使基坑维护结构 (支护桩) 保持稳定; 待坑内土体开挖完成后再行施工混凝土内支撑结构, 待支撑混凝土结构强度满足设计要求后, 再行进行预留反压土方掏挖。该方式可减少机械于支撑下作业无法扬臂导致的功效降低, 仅预留少量渣土于支撑下掏挖, 能有效提升土方开挖效率, 加快施工进展。

待被动区代撑反压土顶部及另一侧支撑施工完成达到设计强度后, 将原有通往房心区域道路废除, 改道被动区反压土外已施工完成混凝土对撑下方。原通道采用搭设钢管支撑架体或回填的方式施工混凝土支撑。

换道过程中, 除被动反压代撑区域外土方, 不受换道区域支撑施工的影响, 可继续开挖外运作业。换道过程中需注意车辆在基坑内上下进入开挖区域行使过程中避开竖向支护构件 (格构柱), 竖向构件上应粘贴反光条警示车辆通行。盆式开挖变道如图 2 所示。

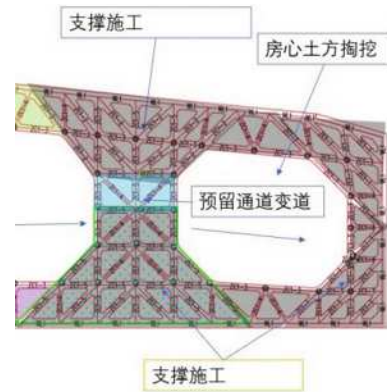


图 2 盆式开挖变道示意图

3.4 撑下土方掏挖

通过研究使用依靠被动区反压土替代混凝土内支撑结构, 可以同步进行反压区外房心土方和反压区上支撑结构施工, 房心土方采用盆式开挖法, 有效节省土方开挖和支撑施工工期。撑下土方掏挖宜由内往外退挖施工, 掏挖根据支撑下高度及土质情况选择机械设备:

表 1 掏土机械选择表

撑下净空	撑下土质	机械选择
$\geq 5m$	强度低于粉质黏土	220 型反铲挖土机
$\geq 5m$	强风化、中风化岩层	300 以上反铲挖土机 带镰刀头
3-5m	/	200 型反铲挖土机
<3m	/	160 型以下反铲挖土机

土方掏挖过程中应控制机械设备避免与竖向支护结构 (格构柱) 碰撞, 如无必要格构柱混凝土浮浆在掏挖出土完成前不进行凿除避免造成支撑体系失稳变形。

3.5 主路变道后移

因狭长基坑只能在平行于长边方向上进行放坡, 修筑土方运输道路, 每施工完成一个断面, 允许放坡距离就会减短。施工过程中无法按照常规土方开挖预留一个或多个永久坡道, 需充分利用尚未开挖完成基坑作业面形成上下基坑道路及基坑内通道。

主路原则上利用被动区代撑以外区域进行放坡变道后移, 原则上每开挖推进 20m, 坡道后移一次。坡道后移后放坡坡度考虑装载车辆满载后最大爬坡坡度 15° (坡比约 1: 6) 进行留置, 坡道经过支撑下方时应保证最小高度 $\geq 4m$ 。如图 3 所示。

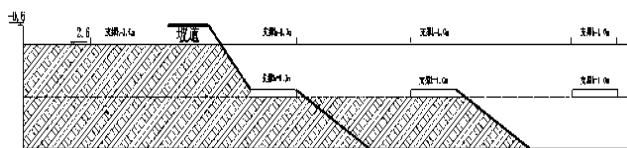


图3 主路变道后移剖面图

4 效益分析

相较于传统的撑完再挖施工，本工法施工技术具有如下的经济效益和社会价值。

4.1 经济效益分析

以土代撑使用逆边顺盆式开挖方式，改变了传统异形狭窄基坑下施工需使用大量机械、人工进行土方、材料周转的施工方法。在减少人工、机械损耗的情况下，通过流水分段施工有效缩短施工工期。

逆边顺盆式开挖方式，能有效适应各类复杂基坑形式，有效降低支护结构设计难度和工作量。经测算在不增加支护结构设计工程量的情况下，有效节省机械台班23.6%（如图4、图5所示），土方开挖经济效益对比表如表2所示。

异形狭窄空间下逆边顺盆式开挖方式，可使支撑结构与土方工程同步作业，有效节省作业面交叉带来的道



图4 土方装载车辆对比图



图5 挖土机消耗台班对比图

表2 土方开挖经济效益对比表

基本情况		常规开挖			逆边顺盆开挖			节省损耗	
工序	工程量	转土蓬松量	反铲挖土机需求量 400m³/台/台班	装卸车需求量 12m³/台	转土蓬松量	反铲挖土机需求量 400m³/台/台班	装卸车需求量 12m³/台	挖土机械台班节省	运载车辆节省
土方清表	20000	\	50	1666.7	\	50	1666.7	\	\
第一层房心开挖	30000	\	75	2500.0	\	75	2500.0	\	\
第一层撑下转土	20000	30000	75	2500.0	\	50	1666.7	25	833.3
第二层房心开挖	30000	45000	112.5	3750.0	\	75	2500.0	37.5	1250.0
第二层撑下转土	20000	40000	100	3333.3	26000	65	2166.7	35	1166.7
合计			412.5	13750.0		315	10500.0	97.5	3250.0

路反复修筑、材料二次转运成本。

4.2 社会技术价值

本研究成果对城市市中心中小型、不规则、超深建筑基坑的支护和土方作业有极强的参考价值，通过合理留土临时替代混凝土内支撑的做法，为被动区土方作为临时支护结构的可能性提供实践价值。

本研究成果为深基坑施工“先撑后挖”的技术要求提供了一种新的技术解释，即：被动区土方临时支撑也可理解为先撑的一部分，不必可以强调实体支撑结构的先撑定义。

4.3 工程效果评价

通过汉阳两个项目的研究实施。逆边顺盆式开挖过程中，由第三方检测单位对开挖过程中的基坑变形位移进行实时监测。基坑监测结果显示，基坑的变形位移规律和传统基坑顺作法规律相似，呈现土方开挖初期沉降

位移较大，内支撑封闭后稳定形变小的特点，整体基坑施工期间基坑安全稳定。同时，在地质条件较好的区域（强风化、中风化岩层含量高），适当降低被动区代撑反压土的堆放量，整体支护结构仍能保持稳定。

逆边顺盆式开挖施工工艺，通过对比同类型基坑土方作业工期，在保证支护结构安全的情况下，单截面单层土方及混凝土支撑施工有效工期有效节省约1个月。

参考文献：

- [1]陈东越.超深基坑支护方案分析与决策研究[D].福建:华侨大学, 2013.
- [2]刘楷.一种内支撑支护体系在深基坑施工期的数值模拟及分析[D].山东:山东大学, 2016.
- [3]曾铁梅, 吴贤国, 李博文, 等.城市轨道交通车站大尺寸深基坑工程中的盆式开挖逆作法技术[J].城市轨道交通研究, 2018, 21(12): 121-124, 134.