# **超深基坑土方开挖方案的优化及现场管理**

## **超深基坑土方开挖方案的优化及现场管理**

以华敏帝豪大厦工程为例，阐述了超深基坑土方开挖施工阶段进行的技术方案优化及现场管理，以价值工程为导向，通过科学的组织、合理的计划，有效地完成了超深基坑的开挖任务，在实现技术效益、经济效益、社会效益及环境效益方面均取得了良好的效果。

**1 工程概况**

**1.1 项目简介**

华敏帝豪大厦位于上海市静安区北京西路“梅、泰、恒”高级商业商务区的核心位置。大厦61层，高241m ，总建筑面积约20万m2，是一座集五星级豪华酒店和超甲级5A 智能写字楼功能为一体的地标性建筑。作为2010年上海世博会规划功能配套项目，项目建成后，将为上海增添一道新的城市景观（图1 ）。

**1.2 基础及围护形式**

该工程由一幢塔楼以及周边裙楼和4层地下室组成，基坑施工设计采用塔楼顺作－周边裙楼逆作的方案进行。塔楼基础采用

800mm 的灌注桩，裙楼围护除南侧外采用宽度为800 mm的地下连续墙，塔楼围护南侧为1000mm宽地连墙，因塔楼先行施工故设计采用

1100mm灌注桩作为“坑中坑”基坑围护，外加三轴水泥搅拌桩和压密注浆做止水帷幕（如图2 ) ，塔楼基坑设三道钢筋混凝土支撑（图3 ）。

**1.3 工程特点**

本工程地处上海市静安区北京西路与江宁路交界处，基地周边环境复杂，地下管线密集，基坑挖深20.1m ，最深处24.7 m，属超深基坑施工，周边建筑保护要求高，工期紧，施工难度大。工程于2007 年7月开工，并于10月份完成塔楼基桩及围护施工，为满足2008年春节前大底板浇注的工期要求，现场指挥部提出了3个月完成挖土及支撑任务的目标，塔楼土方量约12万m3，每天平均出土量需确保2000m3 左右方能满足进度要求。在工期紧迫的市中心完成如此体量的挖土作业，对出土方案及现场管理提出了更高的要求。

**2 土方开挖方案优化**

**2.1 设计开挖原则**

“分层、分块、对称、快挖快撑、保持基坑围护体受力均衡”是基坑开挖施工的原则。第一层按设计组织盆式开挖完成栈桥并作为挖土机施工作业面。第二层设计方案为分块岛式开挖（如图4 ）。设计方案考虑盆中土①先挖，随后开挖坑内东西两侧土方①，此方案②区土方形成被动土压力未得以充分利用，且斜撑最后形成，其养护时间将影响下层土开挖的提早进行。

**2.2 第二层土方开挖方案优化实施**

由于栈桥底部及南北坑中部掏土工期约10天（土方量较大约20000 m3)，按原设计方案第二道支撑将推迟近10d完成，故采取从角部（西北和东南角）先现行开挖的方式，缩短技术间歇时间。完成①部位挖土后，随之进行②部位的挖土，塔楼四角斜对称相继完成，从而减少了围护体在跨中部位的弯矩。④区土方最后开挖，此期间第二道支撑已全部完成并进入养护期为下层土方开挖提前进行奠定了基础（如图5 )。

（1）开挖时充分考虑时空效应即“挖”与“撑”穿插施工。

（2）为提高支撑早期强度，对支撑混

凝土增加早强剂，以达到提前拆模并及时开展后续开挖作业之目的。

（3）合理划分施工缝，避免在受力薄弱位置及同一方向上留设施工缝，出现不同标号混凝土时，采用目前较为成熟的加设钢筋网片的方式处理接缝，同时注意支撑内主筋搭接长度满足要求。

**2.3 第三层土方开挖顺序优化**

原设计方案基坑中①区土方先行开挖，待南北坑盆中土开挖完成后进行东西两侧②区开挖，完成东西横向支撑施工，角撑部位最后完成。但经分析，因塔楼基坑东侧距离临房基础较近，最近处约15m且临房基础埋深较浅（约7m ) ，如采用设计方案实施开挖时，中部东西向横撑在基坑大面积开挖后第15d 方完成，维护体因承受临房基础挤土效应而产生较大变形量。临房观测数据表明，在第三层土方开挖时，其基础沉降和倾斜数值相对明显（沉降量为14mm倾斜量为15 mm，接近设计报警值），为开挖阶段形变量之最大时期，如不采取相应措施，将导致临房原有裂缝加剧，引发诸多不利影响。

**优化方案实施要点（如图6）：**

（1）①②区挖土完成时，随后基坑角部第三道斜撑完成。

（2）③区挖土完成时，南北坑东西横撑形成。

（3）④⑤区土方开挖后基坑四个角第三道大斜撑形成。

（4）⑥区土方挖除，栈桥两端支撑完成，南北竖撑贯通。

（5）最后挖除中部土方，完成中部支撑。中部留土至最后开挖，留土可抵挡基坑底部的隆起作用。

**2.4 第四层土方开挖顺序优化**

**原设计方案同第三层土方开挖顺序：**

调整方案实施要点（图7 )：

（1）第四层土方开挖以后浇带为分隔

线，外围1.1m 厚底板区域按顺时针方向先行开挖，垫层加设

IMG_261

8 mm钢筋网片，后浇带设置型钢支撑，使外围1.1m 底板形成内箍（支撑）体系，承担一部分维护侧向压力，减轻上道钢混凝土支撑的负荷。

（2）外围底板成形后，开挖坑中坑深度较大部位土方，最后完成后浇带内部3.2m 厚大底板。

2.5 基坑检测数据分析

表1 基坑监测数据

工况描述

第三道支撑完成时

外围1.1m厚底板区开挖至基底标高时

外围1.1m厚底板完成时

后浇带内3.2m厚底板区开挖至基底标高

后浇带内3.2m厚底板完成浇注时

底板完成后7d

时间

07/12/13

07/12/24

07/12/30

07/12/31

08/01/18

08/01/25

支撑轴力

第一道

4317.3

4566.5

5292.7

5380.1

4666.9

4487.5

第二道

14377.9

15385.2

15509.2

15497.4

14718.3

14346.6

第三道

――――

10738.3

11760.5

11725.0

12450.6

11274.7

围护体最大形变量mm

24.64

42.22

43.21

42.85

44.01

42.08

备注

1.设计第一道支撑轴力警报值为6000KN，第二道为16000KN，第三道1200KN；

2.围护体形变量设计警报值为55mm。

由表1 可看出：

（1）基坑维护变形量最大值发生在内部3.2m 厚大底板浇注完成时，根据此时第三道支撑与基底距离大（高达8.2m ，如图3所示）基坑安全存在一定隐患，故按原设计方案开挖时，基坑必须考虑额外加固措施。

（2）外围1.1m 大底板区先行开挖并完成该环状底板浇注，形成刚性支撑体系，从而减轻第三道支撑承受压力，效果较为明显。如观测数据所示，环状1.1m 厚底板浇注后支撑形变减小为52.85mm；支撑轴力值基本保持稳定，随着基坑暴露时间的增加而缓慢增大并在底板完成后降低，体现了1.1m外圈大底板发挥了有效的支撑作用。

（3）数据表明，内圈3.2m原大底板区土方在环状支撑形成后开挖，对抵抗基坑隆起效应起到明显作用，通过后浇带设置的型钢转换支撑，整个大底板混凝土层形成了受力均衡的水平支撑，后期观测数据表明基坑在完成大底板后围护体形变及支撑轴力逐渐趋于缓和。

（4）由于开挖措施的有效实施，维护体变形及支撑轴力值均未达到设计报警值，在整个开挖过程中基坑安全性能均保持在良好状态。

从第四层土方开挖（2007年12月16日）至大底板浇注完成（2008 年1月18日），总计施工天数为30余天，比该阶段原计划提前了15d，将“快挖快撑”的挖土特点发挥得淋漓尽致。

**3 土方开挖阶段现场管理**

3.1 组织管理

（1）根据工程的特点，建立以业主方为主导的现场项目部管理体系，最大限度地整合资源，提高工作效率。

（2）制定早晚一次土方开挖协调会议制度，以“天”为单位，进行施工进度的节奏控制。

（3）建立“综合值班室”制度，作为夜间挖土现场指挥部，业主代表、监理部、总包、挖土、降水、监测等单位联合办公，提高现场问题处理的效率。

（4）加强现场安全措施有效落实，如基坑防护栏、水平安全网、基坑安全爬梯、基坑照明、配电箱设置、路面防滑措施等；要求施工单位编制详细的专项方案，审查通过后严格执行。

（5）加快后续工序搭接施工，如破桩、支撑拆模后及时清理，争取下道工序的作业面。

（6）采取合理倒班的赶工措施，根据上海市静安区夜间施工时段“做二停一”的规定，夜间暂停施工时段进行挖土机械、抽水设备的检查维修工作，为正常施工保驾护航，减少客观因素的干扰。

**3.2 技术管理**

（1）要求施工方及时反馈针对临房、支撑、围护体、地面、管线等变形观测数据。

（2）降水水位观测早晚一次，必要时每隔6h 观测一次，密切监视地下水位状况。

（3）组织召开深基坑开挖专题会议，对开挖方案进行安全性专家论证，要求施工单位切实落实质量安全技术交底手续。

（4）要求施工单位及时完成设备、材料的检测及报审，及时办理相关合同、安全协议及工程保险。

（5）栈桥设计时考虑4 台挖机同时站立于栈桥上取土的状况进行荷载能力设计（栈桥面层设计负荷为25KN/m2）。此外，栈桥的宽度能满足土方车辆回转半径；栈桥部位的基桩先行施工，确保在达到设计强度后及时利用，便于土方作业的随即开展。

（6）要求施工方提前编制基坑开挖紧急预案、事故处理预案。

（7）把握“测量复核、开挖放坡、防超挖”的原则，未按要求放坡或超挖部位及时回土。

（8）加强支撑梁混凝土养护工作，要求及时追踪3d 、7d 强度试压报告，为方案实施提供数据支持。

（9）南北坑土方开挖时，在抛土线路较长部位两部挖机同时作业，采用接力方式翻土。

（10）尽量减少二次翻土工作量，加快土方装运速度。

（11）增加观测数量点，提高基坑监测密度，适时缩短观测周期。

（12）针对围护体局部渗漏采取有效补救措施，如使用堵漏剂、砌挡水坎、水泵抽水等防排结合方式进行排水作业，抽排废水经沉淀处理后充分利用，如养护及场地防尘喷洒、花坛浇灌等。

（13）监测、开挖、降水、环保节能等方案编制审批工作提早完成，为开挖创造技术条件。

**3.3 协调管理**

（1）针对扰民及投诉现象建立对外协调制度，定期走访，及时处理居民关注的问题。

（2）建立积极配合城管监查部门的检查制度。

（3）设立“确保白玉兰、争创鲁班奖”的目标，申报“上海市标化工地、观摩工地”；争取区重大办等政府部门的支持，创建良好的外部环境。

（4）渣土证、夜施证、处置证、地下结构施工许可证提早申报和办理。

（5）及时通报重大危险源，夜间施工提前公布安民告示等信息。

（6）加强夜间巡查，对噪声、光污染严格监控，外出车辆及时清洗、洒土及时清扫。

（7）设立节点目标奖、无安全事故竞赛奖等，做好节前安全施工动员工作，做好防寒保暖措施。

（8）区工会组织召开民工维权大会，稳定民工情绪。

（9）积极筹备大底板浇注计划，包括图纸会审、方案确认，尽可能实现工序“无缝对接“；设立”大底板浇注倒计时牌”并实行赶工激励措施。

（10）针对施工方案的调整，及时与设计沟通，在设计的指导下完成施工技术的变更和改进。

**4 方案实施效果**

本案以价值工程为导向，项目实施过程中体现的综合效益有：

（1）本项目实施开挖方案优化后，工期比按原设计方案计划缩短近50d ，体现了缩短工期，降低成本之效益。

（2）提高了开挖作业期间基坑的安全性能。本方案实施后，在最短时间内完成换撑，使大底板浇注时间提早，监测数据表明围护体受力变化均衡，证明此优化方案的切实可行。

（3）方案讲究时空效应，组织科学的流水施工，减少二次翻运土方工作量，提高挖土效率，体现了良好的技术效益。

（4）通过加强业主方为主导的现场管理，对控制噪声、扬尘、光污染等现象起到立杆见影的效果，监测数据表明开挖阶段周边建筑的沉降及倾斜影响均在受控范围，达到良好的环境效益。

（5）施工过程中加强与各方面的协调沟通，组织创建“工地与街道共建文明社区”的活动，树立企业“打造精品、诚信守诺、服务社会”的理念，体现了良好的社会效应。

**5 结语**

华敏帝豪大厦的建成，将成为上海市“梅－恒－泰”商圈增添新的城市景观。本案从设计方案入手，提出超高层建筑在土方开挖阶段因地制宜地进行调整措施，采取以业主方为主导的现场管理，取得了良好的效果，为市区复杂环境下深基坑土方施工提供参考经验