

依山而建深狭窄基坑空间回填技术

陈阿彬 马贵红 李思冉 孙海权 李锦标
中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450004

摘要：目前常见的地下室肥槽回填采用人工机械夯实，其常规做法要求地下室肥槽提供足够空间以便夯实机械操作，传统人工夯实效率低下，且要求逐层夯实，夯实厚度每层不超过300mm，操作上带来安全隐患。另外一种传统回填方式从设计上进行优化，采用3：7灰土或素混凝土回填以应对狭窄空间，该方法成本较高。但对于极深狭窄空间地下室肥槽回填，上述常规做法存在回填周期长、成本高、安全隐患大等弊端，对于工期紧张、要求开源节流的项目适用性较低。本文结合深圳某大学保障性住房依山而建项目地下室肥槽回填，该保障楼依靠山形地势修建地下室，不但能节约土方开挖量，而且在钢筋混凝土成本上降低造价成本，但困扰施工单位的土方回填带来了一定难度，地下室部分肥槽深度达到9m，空间仅为0.5~1m。重点解决狭窄空间无法保证回填密实度，人工操作安全隐患大，工期紧张问题。项目采用石粉结合中粗砂搅拌充分，通过布设排水管灌水深度冲击石粉，使石粉内部紧密。布设管道，其连接处处理工序流程、工艺做法、技术控制难点等问题，相关施工工艺、工艺技术为类似工程提供广泛借鉴意义。

关键词：深狭窄；不等高回填；组织部署；工序流程；工艺技术难点

引言

近些年建筑业已俨然过了快速发展期，现阶段进入下行期间，设计师们对建筑本身的价值创造考虑更加精细，尤其在环境保护、资源节约、成本控制、功能上优化等方面的综合考虑之下，建筑设计形态也呈现多样化。针对在山形地势建房屋，在充分考虑建筑施工功能的前提下，减少地下室土方开挖量，减少土方外运，降低水土流失，减少环境破坏，采用依山而建地下室，通过止水帷幕加预应力锚索高效控制土方开挖量，减少传统自然放坡的土方开挖量。该设计方案对工程造价起到很大的降低作用，但在地下室肥槽土方回填时，施工部署安排，显得更为复杂。本文以深圳某大学保障性住房为载体，研究依山而建极深狭窄基坑空间回填技术，着重解决狭窄极深空间土方回填难问题，回填土密实度难以保证，该技术原理通过动水渗透压力对中粗砂起到良好冲击致密效果，在确保施工安全和质量可控前提下，

取得良好的实操效果和可推广性。

1 工程概况

深圳某大学保障性住房项目，3层地下室，部分为半地下室，上部32~33层。地下室面积约15493.41㎡，地上建筑面积65600㎡，地下室沿山坡成阶梯走势，地下室基坑剖面示意图如图1所示。地下室西侧临近市政道路主要采用预应力锚索加止水帷幕如图2所示。AB座西侧紧临市政道路，基坑肥槽深度达到9m，肥槽宽度0.5~1m，地下水丰富。地下室挡土墙做法，基层处理后涂刮2mm厚聚氨酯防水涂料，待其干燥后再铺一层4mm厚自粘性防水卷材，在卷材面铺贴3cm厚XPS挤塑聚苯板作为其保护层，避免回填土对其造成破坏。为回填时避免聚苯板被风吹落，改用HDPE防水板一次铺设到位，利于保护卷材的同时起到排水作用。原设计ab座东侧肥槽采用石粉分层回填。

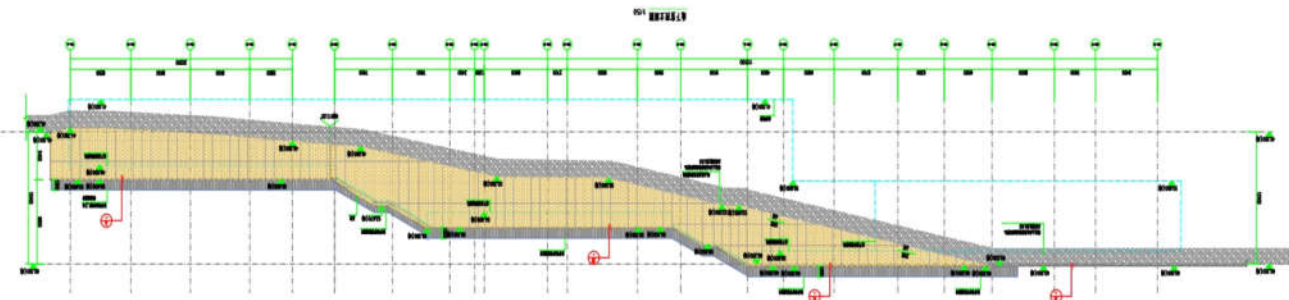


图1 保障房地下室基坑剖面示意图

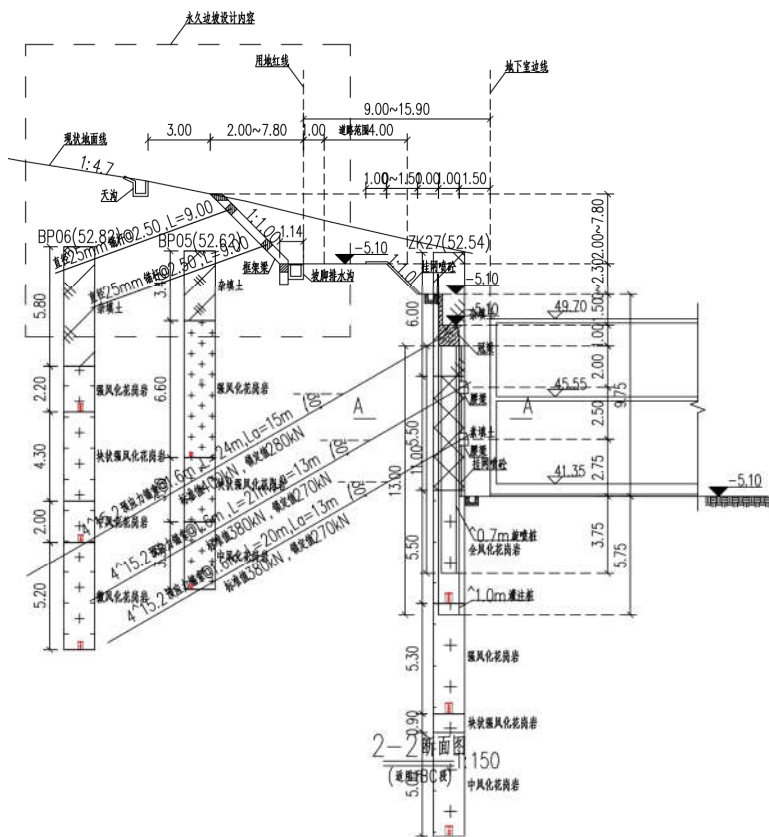


图2 保障房极深狭窄基坑剖面示意图

2 施工工况分析

设计关于回填部分要求：（1）基础施工后应及时回填土，回填土应分层回填压实，压实后土的压实系数不小于0.94，回填土的土料要求、分层厚度、每层压实遍数等，应遵守有关国家规范或标准的规定。（2）在承台和地下室外墙与基坑侧壁间隙回填前，应排除积水，清除虚土和建筑垃圾，回填材料应采用水泥石粉渣，回填应对称进行，回填材料参数应满足相关规范、标准要求。（3）地下室顶板土方回填高度不得超过设计回填土高度，土方车倒土时严禁集中堆载，以免对地下室结构造成破坏。经综合研判，项目可采用两种施工部署方案。

方案一：严格按照“先深后浅，分层分段对称、逐

层回填夯实”的方式进行施工，即回填施工应分层分段铺填和分层压实，回填土的分层铺填厚度不应大于300mm，每层长度20m一次性达到要求向前推进，在回填铺土及碾压和夯实时其推进方向与轴线平行保证分层压实质量。压实系数不应小于0.94。方案二：根据地势，在东侧各转角设置400mm宽波纹管降水井，波纹管壁开孔直径6mm若干，外侧用滤水网包裹，将石粉参拌中粗砂充分搅拌均匀一次回填到离底板面3~4m腰梁面，在其面上铺设管径70PVC水管，两侧开孔眼若干，通过往PVC输送水，从孔眼泄出来的水流形成渗透水压力致使中粗砂密实。

两种施工部署方案的施工工况优劣势对比如表1所示。

表1 施工工况优劣对比

方案	工况说明	对比分析
一	采用人工打夯方式进行	土方回填时需每回填300高时，需工人进行平整夯实，地下水多，对施工机械漏电情况存在安全隐患。空间狭窄，不利于打夯机械回转，人工操作机械难度较大，由于需打夯3~4遍，效率低下，回填工期较长。
二	采用水夯，通过布置水平管喷射动水，形成渗透水压力	在围护桩和挡土墙间肥槽通过铲车和挖掘机快速将石粉分两次，分别回填至腰梁面和冠梁面，每次回填高度3~4m，在上面布设喷射水管，形成持续动水，灌水持续时间不少于24小时，具体以回填土的密实情况是否达标暂停为准。形成的多余水通过波纹管抽排回收。该回填方式全程采用机械回填，避免人员在肥槽里有限空间操作带来的安全隐患。回填高效、安全。

故根据现场工况优劣对比分析,方案二基于阶梯式地下室采用石粉+中粗砂深层灌水夯实,现场施工部署安排时,在地下室挡土墙防水及防水保护层施工完毕后,预埋400波纹管,管壁开孔若干并外包滤水网格布固定在止水帷幕上,通过临时施工便道,将石粉通过挖掘机转运至肥槽内。分2次回填至设计标高,每层均设置喷射水管,进行回填土充分夯实紧密。

3 施工方案

3.1 施工工艺

原场地具备车辆行驶条件时采用10m³渣土车进行回填土运输,卸土后及时采用挖掘机盘运,堆土高度不得超过2米。不具备渣土车行驶条件时,采用小型三轮车运输至指定地点,并结合挖掘机进行回填。相邻挖掘机之间间距不得小于10米,回填时需有专人进行旁站,必要时采用雾炮机进行降尘处理。

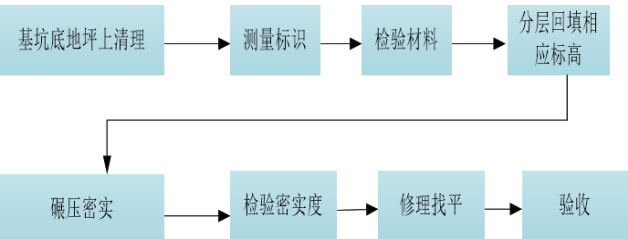


图1 土方回填施工工艺流程图

施工流程: 工艺流程: 基底处理→检验回填土质→第一层按比例铺土→第一层按比例铺石粉→挖掘机(装载机)现场搅拌及运输→夯压密实→检验密实度→第二层按比例铺土→最上层夯实→检验密实度→修整找平验收。

3.2 主要工序做法说明

(1) 地下室挡土墙后浇带位置采用大钢板超前止水带做法,钢板安装时使用粘钢胶加固使得钢板紧贴混凝土面。结构粘钢胶系A、B双组分双酚A型改性环氧树脂结构胶,具有超强粘接力、剪切力强、抗老化、耐介质(酸、碱、水)性能好、抗冲击性能强,常温固化、硬化过程收缩小、施工无流淌、不含挥发性溶剂、无毒以及施工方便等特点。由于地下室层高较高,钢板应尽可能减少水平焊接缝,水平焊缝采用双面满焊措施,另外在焊缝处以200mm宽钢板作为加强措施,并采取防锈措施。在外墙钢筋绑扎阶段,预埋水平向钢筋 $\phi 12@500$ 钢板安装后支撑钢筋玉钢板进行焊接,使钢板更加稳定,提供可靠支撑,防止回填导致钢板变形。在钢板安装完毕后可进入聚氨酯防水涂膜施工,以适应总平快速切换、地下室

提前穿插施工,地下室外墙提前回填。如图1所示。

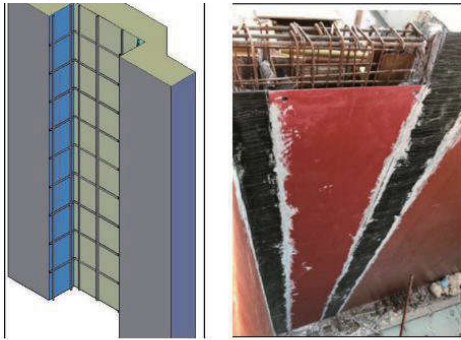


图2 工序做法1

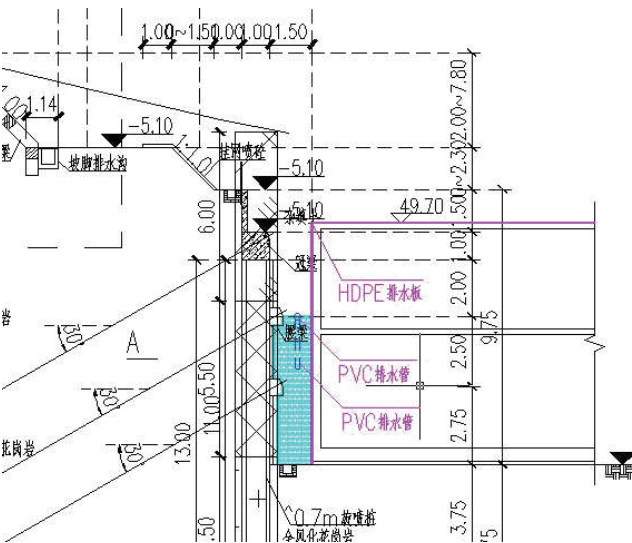


图3 工序做法2

(2) 土方回填高度达到2.5m时,开始安装竖向水管, PVC管径20, 侧壁开若干个小眼, 管长2m, 每隔10m设置一道。随后继续回填土至腰梁位置, 采用3通接头和水平管将竖向管接入水平管串联后接入水源, 在腰梁位置设置 $\phi 70$ 的水平管, 管壁两侧开具若干个小孔, 小孔间距500, 接入水源。土方首次回填至腰梁位置, 开通阀门, 使水流迅速流动喷射挤密土壤, 根据回填土下沉情况, 回填土被水充满时, 采用振动棒加以振捣, 使土壤快速紧密。第二次回填土一次性回填至设计标高, 仅重复铺设水平水管辅助振动棒加以夯实即可。

3.3 施工技术控制难点

(1) 依山而建地下室肥槽狭窄空间大钢板超前止水带施工

由于地下室肥槽深度较深, 空间狭窄, 属于有限空间施工, 安全隐患较大。避免人员在下面施工时中毒窒息, 应加强先通风、再检测、后作业。大钢板安装时通过塔吊运至指定位置, 工人通过人字梯和单排架辅助

作者简介: 陈阿彬(1988年-), 男, 汉族、本科, 福建省泉州市泉港人, 高级工程师, 现在主要从事房屋建造项目技术。

进行大钢板安装,钢板安装、固定完成之后,先在钢板与混凝土接触面以及焊缝处用聚氨酯防水涂料做加强层(涂刷宽度为500mm),后进行大面施工。

(2) HDPE排水板和水夯管安装

测量定位,根据设计图纸,实用测量工具确定排水板安装位置和高度,使用焊接机对切割好的排水板进行焊接连接,确保连接牢固,无渗漏现象。通过专用夹具将排水板固定在预定位置,确保安装牢固,不松动。安装完毕后首次回填2.5m高,预插水夯立管,再回填至腰梁位置安装水平管串联立管。另外在腰梁位置预埋 $\phi 70$ 水平水夯管,可周转至回填土标高面进行二次使用。水夯法的难点在于判断何时插入振捣棒辅助振捣,并判断振捣的密实性。待土体被水填充时,插入震动棒振捣,振动半径1m,持续间隔振捣,待回填土不再下沉为准。期间安排人员值班,观察回填土下沉情况,当层面通过环刀取样检测其密实度符合要求后即可终止水夯。

3.4 实施效果分析

通过对地下室挡土墙后浇带采用超前止水带施工,提前满足地下室防水层的施工条件。通过采用HDPE排水板替代XPS挤塑聚苯板,快速施工避免挤塑聚苯板粘结不牢情况。通过布设水平管和竖向管喷射动水致使中粗砂

内的空隙快速填充紧密。必要时施加振捣棒进行振捣,加快夯实效果。通过以上三种方法相结合方式,使得回填土短时间内夯实密实,回填土密实性满足设计要求。

4 结语

本文针对深圳某大学保障性住房肥槽狭窄极深的特点,通过研究地下室后浇带提前封闭,外墙防水快速施工形成整体。采用HDPE排水板对已施工防水卷材进行保护,同时满足回填土时,水夯对卷材的冲刷,防止侧墙长时间积水,快速排水目的。通过竖向和水平排水管喷射动水,高效解决土体内部空隙问题。土方回填时可以大面积开展,节约施工工期,在保障回填质量的前提下,有效降低施工成本,为今后类似项目施工提供一定的借鉴意义。

参考文献

- [1]李峰.超长狭窄深基坑新型流态填筑料回填施工技术[J].建筑技术开发.2024,(3):150-153.
- [2]关瑞.狭小现场深基坑肥槽回填施工技术的研究[J].建材技术与应用.2019,(1):37-39.
- [3]郝亮.浅谈狭小肥槽内外墙模板与肥槽回填施工[J].品牌与标准化.2023,(2):166-168.