

多级拼装预制挡墙仿石一体成型 及精准拼装施工技术研究

台道松

青岛市建筑工程管理服务中心

摘要：现在施工设计中，装配式应用技术越来越普及，脱胎于传统挡墙的多级拼装预制挡墙越来越多，成为很多建筑设计的首选。那么，如何提高预制挡墙的成型质量和拼装精确度成为摆在建设者面前的一道难题。本文通过对多级拼装预制挡墙仿石一体成型及精准拼装施工技术研究，形成一套有效地施工工艺，对于各类多级预制挡墙拼装均有实际意义，可以推广应用。

关键词：预制挡墙；一体成型；精准拼装；定型化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.013

现在社会发展迅速，区域规划因地制宜，因填土过高而需在填土一侧设置挡墙的设计也越来越多。现如今，由于土方过高而设计的多级仿石形挡墙形式越来越普遍，挡墙多为外露结构，需要在注重安全，满足挡土要求的同时，尽可能的与周围环境融为一体，体现人与自然的和谐。因此，越来越多的设计采用了多级预制仿石形挡墙，而如何快速且能保证高标准完成预制挡墙仿石一体成型及精准拼装成了摆在施工建设者面前的一道难题。

传统的挡墙多采用重力式混凝土挡墙或者砌石挡墙，但是这两种挡墙都有高度的限制。当填土高度过大时，分级挡墙是比较好的选择。传统分级挡墙采用混凝土形式，高度较高，钢筋绑扎及混凝土浇筑过程中均需要搭设脚手架，高空作业危险系数大，同时设计要求的仿石效果挡墙一般较难做到或者效果不理想，施工效率不高，对于工期要求紧的情况下不容易做到。采用预制挡墙的形式，可以在加工成集中预制加工成型，而且可以做到仿石一体成型，既能保证钢筋的加工制作质量，又能环保节材，节省了人力物力。本工法是结合项目施工特点，对预制挡墙在加工厂完成仿石一体成型，具备良好的清水效果，避免了二次造型施作，然后运至施工现场，进行精确拼装，完成一级挡墙的拼装后，在挡墙后背填土，布设土工格栅，分层碾压，然后进行二级挡墙的拼装，最后完成多级的拼装。

本工法应用于工程后，多级挡墙的施工质量得到很大提高，既节省人材机，又能提高挡墙施工速度，提升效果明显。

一、工程概况/研究的目的

青岛市地铁6号线一期工程抓马山车辆基地工程，基地选址位于抓马山以东、团结路及疏港高速以西、黄岛垃圾填埋场以北、可洛石水库以南地块内，由中间站抓马山车站接入。抓马山车辆基地定位为定修基地，承担本线所有车辆定修任务，承担本线部分车辆的双周/三月检任务，部分车辆的日常维修和保养任务，承担车辆运行中出现事故时的救援工作，承担全线的综合维修任务。

抓马山车辆基地总建筑面积约19.2万平方米。车辆基地共计18个单体建筑，在为满足沿街景观布置的填方地段，设置六级预制挡墙，总共2.7km。

二、工程重难点/研究的方法

针对抓马山车辆基地的设计情况，本工程在施工过程中的重点和难点为预制挡墙的仿石一体成型和精准拼装。经过多地调研，实地查看类似工程项目成品质量，经过研究总结，我们决定从定型化硅胶钢板模入手来达到仿石一体成型效果，拼装过程中采用红外激光准直仪控制拼装精度。

装配式分级挡墙采用C35钢筋混凝土预制，预制场使用定型化钢模板及定制硅胶模具，将设计要求的仿石形状硅胶模板套合在钢模板上，在每次浇筑前均安排专人涂刷钢模漆及MC-313K硅胶脱模剂，混凝土浇筑过程中采用附着式振捣器及振捣棒组合的振捣方式，实现预制挡墙的充分振捣，保证挡墙及墙背仿石结构一体成型，提高挡墙的表现质量。混凝土浇筑完成后，在预制场内进行洒水覆盖养护，待强度合格后方可运输出厂。在冬季施工期间，混凝土浇筑完成后进行蒸压养护，保证冬施期间混凝土质量。该装配式分级挡墙应用于各种挖填边坡支挡工程中，目前基于该挡墙的核心技术，申请《一种用于挖方边坡滑坡的固定结构》实用新型专利已获批准。

多级拼装预制挡墙仿石一体成型及精准拼装施工工法完全跳出以往在现场搭设脚手架对多级挡墙进行钢筋绑扎及混凝土浇筑的方式，在预制工厂区对预制挡墙进行仿石一体成型，是装配式建筑应用的一个体现，是建筑施工集约化、效率化、经济化的发展趋势。

提高挡墙仿石一体成型质量。仿石一体成型挡墙采用预制厂加工预制制作，对于L型预制挡墙，首先浇筑的是底板及埋入途中部分，这一部分使用的普通钢模板，与平常浇筑混凝土相同，确保达到一定强度后，拆模，然后将半成品预制挡墙翻转90度，进行仿石一体部分的制作，钢筋绑扎到位，仿石部分使用的是硅胶模板，里面是按照仿石效果进行定制的，模板加固到位后进行混凝土浇筑，注意此部分的浇筑振捣很关键，可以影响到后期的仿石效果，因此对于操作有一定严格要求。预制厂内环境稳定，各因素可控，避免了施工现场浇筑的仿石效果差，混凝土成效不好的问题，同时也可以为后续提供更多的可靠案例。

提高各工序间的衔接速度，加快施工进度，缩短工期。预制挡墙在预制厂加工好，仿石成型一体化，可在填土地基处理前将预制挡墙完成，地基处理好进行垫层浇筑，完成后直接整体吊装就位，节省了搭设脚手架、钢筋现场绑扎及混凝土浇筑的时间，缩短了工序间的时间间隔，极大地加快了施工进度。

预制挡墙在运输过程中，采用固定支架进行定位，在支架内部放置挤塑板等材料进行包裹，防止运输过程中造成分级挡墙破坏。

对预制挡墙依据受力计算进行加固和吊点布设，在墙两端1/4长度处设置4个吊点固定环，吊装过程中采用钢丝绳将吊钩穿过吊环中，保证受力平衡，便于起吊及安装。安装过程中，采用200t汽车吊进行吊装，将吊索具穿过吊点固定环，试吊完成后方可允许正式吊装，在安装过程中，工人在旁边辅助安装，保证安装精准。

预制挡墙为了能够在每一级拼装完成后保持平顺，不发生沉降，特意在L形挡墙的横向底板设置一道凸梁，安装时需要在地面挖一道基础梁沟槽，垫层浇筑完成后，将挡墙的基础梁凸榫安装在沟槽中，保证基础平稳，底部无明显缝隙。第一节挡墙安装完毕，相应安装第二节挡墙，挡墙侧面设置采用榫卯结合，起到精确连接的作用，第一节挡墙全部安装完成后，墙背安装PPF复合防水反滤层，保证墙背良好的过滤效果。为增加填土力学性质，挡墙后填土内铺设GGR/HDPE/US80土工格栅，上下间隔0.4m一层，第二、三、四级挡墙后铺设格栅宽度15m，其余挡墙后格栅铺设宽度5m。分层填土至第二级挡墙的底面，开始安装第二级挡墙，依次施工，直至完成所有分级预制挡墙安装。

三、施工工艺流程/研究的过程

多级预制拼装挡墙仿石一体成型及精准拼装施工工法从定型化钢模板的加工抓起，根据设计图样加工定型

化钢模板，根据设计要求的仿石形状制作硅胶模板套合在一侧钢模板上，按照图示尺寸加工预制每一段挡墙，不同高度，不同尺寸的挡墙分别加工，按照顺序挂牌存放。

预制厂采用厂房模式，不受外界风雨影响，可以保证施工生产按时进行。定型化钢模板采用优质型钢，按照要求进行加工，保证模板表面平顺，尺寸偏差及平整度要求满足允许值。对于仿石成型，采用的是整体硅胶模板与钢模板的套合，保证在浇筑过程后能够达到仿石一体的效果。为了能够精确拼装预制挡墙，采用的是中国传统木匠工艺的榫卯结构，相邻的两节挡墙，一端设置为凸榫，另一端设置为凹槽，吊装时，一节的凸榫与另一节挡墙的凹槽相连接，榫卯契合，同时安装时采用激光准直仪控制线型，能够达到精准连接的效果。

对预制挡墙依据受力计算进行加固和吊点布设，确定在挡墙据两端1/4处，各设置一个吊点固定环，吊装过程中采用钢丝绳将吊钩穿过吊环中，保证受力平衡，便于起吊及安装，同时能够在运输过程中有一个绑扎点，便于长途运输，不会损坏挡墙。

预制挡墙为了能够在每一级拼装完成后保持平顺，不发生沉降，特意在L形挡墙的横向设置一道凸梁，安装时需要在地面挖一道基础梁沟槽，打完垫层后，将挡墙的基础梁凸榫安装在沟槽中，保证基础平稳。

（一）施工工艺流程

测量放样→填土至挡墙基础底面→开挖悬臂挡墙基础凸榫→施工第一级预制挡墙→分层铺设墙后土工格栅，分层填土碾压至上一级挡墙基础底面→开挖上一级悬臂挡墙基础凸榫→施工上一级挡墙。

（二）测量放样

基坑开挖前按测量方案进行放样，挡墙基础顶标高和槽底边线控制准确，采用白灰撒线标记边线，在中桩位置采用竹片桩进行高程定位，保证挡墙安装顺直。

（三）挡墙基础回填及凸榫施工

首先平整场地，进行地基承载力检测，承载力应不小于150KPa，满足要求后开始回填土方。先填土至第一级挡墙基础底面，注意分层回填，分层碾压，保证达到设计要求压实度及承载力。然后开挖挡墙的基础凸榫，一般需要比设计凸榫尺寸稍大一些，可以砌筑砖胎膜并内侧抹灰，然后浇筑垫层，这样可以保证凸榫安装下落平稳，作用在一个良好的基础底面上，最大程度上避免了后期的沉降及挡墙拼装可能的晃动，有利于挡墙落地平稳。垫层浇筑的平整度对于精确拼装起到很大作用，采用激光水准仪控制垫层顶标高，借助收面机器人进行

压光收面，保证完成后垫层面平整，减少墙底缝隙。在预制挡墙安装完成后，采用M50灌浆料进行缝隙灌浆，保证墙底密实，安装牢固。

（四）预制厂加工挡墙

预制挡墙是提前进行的，在设计尺寸及样式确定好以后，就可以开始准备加工制作。预制厂根据设计每一节的尺寸进行定制钢模板，一般是多设置几套，周转使用，模板需要考虑榫卯结构处设置合理，可以先试做一段，看看效果，然后再进行大面积开展，避免因为模板问题导致的拼接不顺。预制挡墙首先进行L形的横向预制，即L挡墙的悬臂基础及竖向连接的30公分处，这一部分使用的普通的钢模板，不需要特殊处理，在浇筑横向基础底的同时，还需要多浇筑竖向的30公分，是为了保证施工缝留置在墙高30个公分，这也符合常规的施工缝留置要求，不会导致后期开裂而影响结构。预制完成后进行养护，一般需要保湿养护至少七天后，进行拆模。然后就可以进行L形挡墙的竖向预制，这一部分是含有仿石形的，是对成型质量有严格要求的。本工法采用的是硅胶模板套合在钢模板上，将拆完模的挡墙翻转90度放平，然后放在已经加固好的仿石模板上，钢筋绑扎牢固，预留号吊点钢筋圆环，拼装加固模板，进行混凝土浇筑。为了更好的体现仿石效果，需要对混凝土配合比有一定要求，可以多做几次试验，查看效果，选择最好配合比，同时仿石硅胶模板需要刷特定脱模剂，保证达到仿石一体成型的效果。

预制挡墙在加工厂预制完成，存放在仓库，可以跟现场实际施工进度协调好，提前备足一部分挡墙，现场施工时，同时加工剩余预制挡墙，保证同步穿插进行。挡墙从预制场运输到现场，需要注意运输过程中的保护，可以在挡墙外皮包括一定软性材料，防止运输途中的撞击，起到一定缓冲作用。现场存放也应注意一定的保护，避免磕碰污染。

（1）第一级预制挡墙施工

对打完垫层的挡墙基础凸榫测量放线，一般可以放出一条中心线，然后进行挡墙的安装拼接。利用激光准直仪发射出的直线，控制拼接的精确度，保证挡墙拼接的线型平顺笔直，吊装时划定作业范围，设置警戒线，专人指挥吊装，无关人员禁止随意入内。起吊后，指挥人员与安装操作人员沟通好，缓慢下落，离地50cm时，安装人员同时辅助下落，调整方向，使挡墙基础凸榫正好落在预先做好的沟槽中，然后进行下一节安装，上一节预制挡墙端口是凸榫，下一节安装就要选择卯榫的一

端进行精确拼装，一般可以在挡墙上编号，便于确定安装顺序。下一节的安装需要确定好对接位置，在挡墙即将缓慢落地的同时，安装操作人员利用工具，推动挡墙与上一节挡墙对接，榫卯结合，完成精确对接，对于安装人员与操作信号指挥人员都是需要默契配合的。此时完成两节对接，然后继续进行本级挡墙剩余节段的安装。

（2）铺设挡墙后土工格栅

第一级挡墙安装完成后，立即在墙后安装PFF复合防水反滤层，PFF整体复合反滤层比传统墙背排水滤料导水能力优越，10mm厚PFF整体复合反滤层排水能力相当于300mm厚度散体集料。

墙背分层布设土工格栅，然后按照每层40cm分层回填碾压，碾压时注意不要碰撞挡墙，可用小型压实机具，多次碾压，达到要求压实度后方可停止。继续填土至第二级挡墙的基础底标高，然后开挖基础凸榫，按照第一级的施工顺序，进行相应的挡墙安装。

多级挡墙安装完成后，挡墙之间按照设计要求进行回填土，种植绿化苗木，与仿石成型相得益彰。

四、结语

多级预制拼装挡墙仿石一体成型及精准拼装施工工法完全符合绿色施工要求，在保证质量、安全等基本要素的前提下，通过深化预制集中化加工的优势，做到仿石一体成型，现场精确拼装，最大限度地节约资源与减少对环境的负面影响，实现四节一环保（节能、节地、节水、节材和环境保护）。仿石一体成型是本研究的一大优势，通过在预制厂内加工，采用合适的硅胶模板，达到仿石成型效果，避免了后期二次装修进场做仿石效果工作，若采用二次装修来达到仿石效果，需要装修人员贴砖装饰，需要购买仿石砖及各种辅助耗材，按照2.6km的工程量考虑，此工法可以节省二次装饰费约200万元。通过在本项目的技术研究，可以适用于各种多级复杂挡墙的制作加工，可根据挡墙形式及仿石成型效果的不同更改模板及拼装连接方式。后续我们也会继续研究，不断创新，进一步提升工艺。

参考文献

- [1] 廖丽华. 预制装配式挡墙安装工程质量控制要点分析[J]. 安徽建筑. 2020, 12.
- [2] 肖飞知, 高柏松, 杨泉. 预制拼装式绿色挡墙的填筑试验研究[J]. 路基工程, 2016, 03.
- [3] 王海峰. 关于预制块挡墙施工技术总结[J]. 山西建筑, 2011, 30.