

型钢混凝土组合结构 BIM 辅助安装施工技术探讨

马良 刘天航 姚广立 姚瑞宇
安徽金鹏建设集团股份有限公司
DOI: 10.12238/jpm.v4i8.6211

[摘要] 针对型钢混凝土结构承载能力强、延性好、抗震性能优越的使用特性, 目前该结构已经被广泛用于高层建筑与大跨度建筑中。分析当前在型钢混凝土结构深化设计与现场安装施工中存在的问题, 凭借着 BIM 的可视化与模拟性应用优势, 并利用 BIM 软件进行模拟施工, 着力解决型钢与钢筋碰撞等施工难题。最终结果表明: 应用 BIM 技术对型钢混凝土组合结构各梁、柱节点进行深化设计, 对施工工艺进行优化, 通过课题攻关、样板领路、专家论证, 总结出一套较完整的型钢混凝土组合结构 BIM 辅助安装施工方法, 应用这一方法进行施工, 能够很好的确保工程质量及进度、安全等要求。

[关键词] BIM 技术, 型钢混凝土组合结构, 梁柱节点, 施工安装

Discussion on BIM auxiliary installation and construction technology of steel concrete composite structure

Ma Liang, Liu Tianhang, Yao Guangli, Yao Ruiyu
(Anhui Jinpeng Construction Group Co., LTD., Chuzhou, 239000)

[Abstract] For the use characteristics of strong bearing capacity, good ductility and superior seismic performance, the structure has been widely used in high-rise buildings and large-span buildings. Analyze the current problems existing in the deepening design of type and site installation construction of steel concrete structure, with the advantages of BIM visualization and simulation application, and use BIM software for simulation construction, and strive to solve the construction problems such as the collision between steel and steel bar. The final results show that the application of BIM technology of steel concrete composite structure each beam, column node design, optimize the construction technology, through the subject research, sample led road, expert argumentation, summarizes a set of complete steel concrete composite structure BIM auxiliary installation construction method, application of this method for construction, can ensure the project quality and progress, safety requirements.

[Key words] BIM technology, type steel and concrete combined structure, beam and column node, construction and installation

1 引言

伴随着社会经济发展, 我国高层建筑技术持续升级, 通过对建筑组合式结构的不断研究, 越来越多的钢混结构被用于建筑施工中。与钢结构或钢混结构相比, 型钢混凝土在结构布局、结构稳定性以及承载能力上有着显著优势。但是型钢混凝土构造复杂, 传统 CAD 技术无法解决节点安装的复杂性问题, 有必要将 BIM 技术用于其中, 发挥技术的可视化与模拟性优势。当前有研究人员将 BIM 技术用于型钢混凝土结构的梁柱节点处, 经过 3D 优化设计后, 实现施工技术的改进, 解决了钢筋密集与钢结构交叉作业方面的施工难题。

2 工程概况

滁州中学新校区项目为公共建筑-学校, 位于安徽省滁州市, 总建筑面积 12.3 万平方米, 结构形式为框架结构。其中综合楼总建筑面积 1.7 万平方米, 地下一层, 地上八层, 中间通道最大跨度 23 米, 高度 17 米, 为减小梁柱截面, 增加采光空间, 采用型钢混凝土组合结构, 以 BIM 辅助安装施工。通过本项技术的应用, 优化了钢筋与型钢之间的布局, 避免了因两者间的碰撞, 减少了混凝土加腋和现场焊接工程量, 确保了结构安全, 节省费用 2.1 万余元, 工程质量获得业主及监理方一致好评。

市, 总建筑面积 12.3 万平方米, 结构形式为框架结构。其中综合楼总建筑面积 1.7 万平方米, 地下一层, 地上八层, 中间通道最大跨度 23 米, 高度 17 米, 为减小梁柱截面, 增加采光空间, 采用型钢混凝土组合结构, 以 BIM 辅助安装施工。通过本项技术的应用, 优化了钢筋与型钢之间的布局, 避免了因两者间的碰撞, 减少了混凝土加腋和现场焊接工程量, 确保了结构安全, 节省费用 2.1 万余元, 工程质量获得业主及监理方一致好评。

3 BIM 技术在型钢混凝土结构的应用原理

依托 Revit 软件的内建模功能, 采用创建拉伸、剪切、空心剪切的方法, 以原设计图和钢结构相关规范作为基础, 针对型钢混凝土组合结构节点构造复杂, 在节点处型钢梁、型钢

柱、构造钢筋以及受力钢筋之间彼此相互交错插穿的特点,利用 BIM 技术对施工图纸进行三维建模、节点深化,再将模型应用在主体结构混凝土模型中,对该部位的梁柱钢筋等进行融合。利用 BIM 模型对型钢柱的开孔、加劲板、套筒焊接位置等做出精准预测和精确定位,优化箍筋的形式等,最终形成更加清晰明了的空间位置关系,向作业人员进行可视化的技术、安全交底。利用 BIM 技术进行施工模拟、钢筋碰撞检查,指导现场施工,发现问题及时处理,避免返工,降低钢构件的加工、运输、吊装和安装难度,提高工作效率。基于 BIM 可视化特点,模拟现场施工,直观反映各道工序的施工以及注意事项。

4 BIM 辅助关键应用分析

4.1 工艺流程

梁柱节点深化设计→型钢梁柱工厂加工→构件运输→预埋地脚螺栓→底板浇筑→型钢梁柱安装→构件焊接→模板安装→混凝土浇筑

5.2 要点分析

1) 梁柱节点深化设计

基于 BIM 技术建立型钢斜梁、框架柱结构模型并进行钢筋模型的构建重点控制钢筋伸至型钢框架柱的锚固长度、与套筒连接及深入耳板长度并优化保证型钢框架柱钢筋与斜梁钢筋交叉的碰撞、钢筋深入支座的节点位置。梁、柱钢筋尽量避让开型钢,当无法避免时,梁钢筋遇型钢柱,翼缘方向采用钢牛腿或钢筋接驳器与型钢连接,钢筋与钢牛腿(连接板)焊接与型钢柱连接时,需保证贯通钢筋超过钢筋数量的 50%,无法满足时应采用焊接钢筋直螺纹套筒(钢筋接驳器)与型钢连接,对于 H 型钢腹板方向梁,钢筋采用腹板开孔,开孔率超过 25%时应补强;柱钢筋排布时应避开型钢梁,型钢梁两侧柱钢筋间距大于 300mm 时增加一根不小于 14mm 构造钢筋与型钢梁翼缘套筒连接(图 1,图 2)。

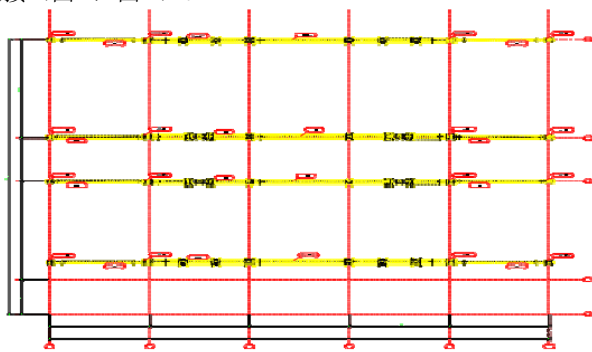


图 1 局部平面布置图

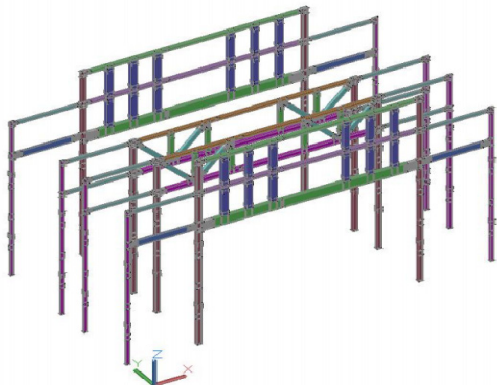


图 2 三维模型

2) 型钢梁柱工厂加工

利用 BIM 三维动态演示展示型钢框架柱和钢骨斜梁吊装技术要点并借助 BIM 模型导出精细化的加工详图,通过严格控制型钢框架柱钢结构加工与厂内预拼装。型钢柱翼缘板和腹板根据图纸设计要求,增加焊接时收缩量,使翼缘板和腹板的焊接位置定位更加精确。同时,配合柱纵筋与梁主筋的牛腿板与直螺纹套筒的焊接、配合柱箍筋与梁主筋的梁腹板处开孔等也都是重点控制加工精度的部位。在与 BIM 模型中各构件情况关联后,最终确保节点构造比较复杂的位置也能够顺利连接钢筋,或者顺利穿过型钢柱,使钢筋连接方式能够与图纸设计要求相符合。

3) 构件运输

构件的运输应根据构件制作尺寸、重量,选择相应平板拖车进行运输,装车高度应控制,运输过程中,须用手拉葫芦固定好,确保运输路途中的安全。

4) 预埋地脚螺栓

通过 BIM 技术对施工工艺分析,对钢筋三维模型进行虚拟化碰撞检查。在安装型钢柱的地脚锚栓时,应通过 BIM 三维模型对地脚锚栓理论坐标做出定位分析,从而确定型钢混凝土结构地脚锚栓安装的位置与实际范围。轴线控制点处安装全站仪,完成水平位置的精准定位,再将锚栓采用电焊的固定方式,使其在底板位置固定,最后再对措施钢筋加固连接。型钢混凝土组合结构柱脚形式主要有埋入式和非埋入式两种,埋入式柱脚为型钢柱与柱脚螺栓与基础一起浇筑,非埋入式柱脚仅预埋柱脚螺栓,本工程两种形式均有。

5) 底板浇筑

运用 BIM 可视化的三维模型对底板浇筑进行模拟动态演示。在浇捣混凝土之时,各工种应安排有经验的专人值班,既要振实混凝土又不要碰撞柱脚螺栓、柱插筋,以避免预埋螺栓的位移及标高的改变。基础混凝土浇捣之后,重新复核预埋件的标高及轴线位置,确保混凝土浇筑过程中埋件无位移。同时清理预埋螺栓杆及丝口上的残留混凝土。

6) 型钢梁柱安装

使用 BIM 技术,依靠三维模型形成的施工模拟动画来演示型钢柱吊装的过程,再对塔式起重机的覆盖范围和型钢柱吊装距离全过程展示,从而判断目前吊装过程能否达到施工要求,在确认无误后正式起吊。

利用型钢柱结构的 BIM 模型,定位型钢柱加以加固的加劲板位置,同时在模型内标注各个等级的焊缝,依据梁柱节点的 BIM 模型,将型钢柱和悬挑钢梁的空间位置确定,同时确定焊缝位置与高度,通过 BIM 模型确认后才能开展焊接施工作业。在安装箍筋之前,需要根据模型导出图纸,对现场人员作出三维可视化技术交底,对型钢柱纵向受力钢筋与套筒和牛腿的位置予以确认,再确定钢筋连接方式,对于贯穿型钢柱腹板的开孔位置,应采取一定的补强措施。利用 BIM 技术模拟箍筋安装过程,合理制作箍筋外形,解决箍筋和腹板之间的碰撞问题、防止腹板开孔过多影响强度等问题,辅助绑扎环节等过程补强处理,最终将箍筋改成拉近环绕的形式,拉钩采用 C 字形的设计方式,两端弯钩成为 135° 角,并通过 BIM 三维模型演示,确认工程设计效果。

7) 构件焊接

型钢柱节与节之间采用坡口焊接,型钢梁与型钢柱的连接、次梁与主梁、主梁与主梁一般上、下翼缘采用坡口焊接,柱两侧对称的梁应同时焊接,同一根梁的两端不能同时焊接,同一根梁的上下翼板应先焊下翼板,后焊上翼板。上下节柱的

对接头采用对称焊接, 施焊时, 采用二人同时对称焊接, 防止焊接变形引起柱弯曲。要求焊接位置和 BIM 模型中的位置保持一致。采用 BIM 技术完成型钢结构套筒的定位分析, 对梁柱节点位置处的钢筋展开 3D 动画演示, 明确型钢柱和材料的接触点, 再确定套筒位置, 对其做出标识与标高定位, 现场人员在钢材料加工时对焊接套筒的位置做出技术交底, 从而全方位的保障焊接工艺质量。

8) 模板安装

基于 BIM 技术, 辅以数字化加工技术, 实现模板深化设计和高精度加工一体化。

本工程方柱全部配制木模板, 在钢筋安装完毕, 安装专业预留预埋完成, 并经监理单位验收合格同意隐蔽后安装竖向结构模板, 型钢混凝土结构模板施工与普通钢筋混凝土结构模板施工基本相同, 但要注意以下几点竖向结构模板安装前, 上部的型钢梁已经安装完毕。本工程方柱采用四片木模板组拼, 方便快捷。柱箍采用钢管加固, 若柱截面小于 800mm 时不需要对拉螺栓, 若柱截面大于 800mm 时采用对拉螺栓, 对拉螺栓按焊接长度焊接在型钢柱上。模板配制高度以能够满足层高要求即可, 不要过高, 否则将与柱顶部的型钢梁发生冲突, 配制木模板, 可拆改, 增强模板施工的可调节性。

9) 混凝土浇筑

运用 BIM 可视化的三维模型, 对混凝土浇筑工序和施工关键点进行动态模拟与优化。

针对混凝土工程重难点, 项目从 BIM 技术入手辅助施工。首先, 项目利用 BIM 技术在模型中绘制一种插拔式定型分隔装置, 以对梁柱节点混凝土浇筑过程中进行临时分割, 再通过 BIM 技术进行模拟与优化, 确保分割效果的同时, 通过装置与钢筋碰撞检查, 避免装置与钢筋的干涉和对混凝土振捣的影响。其次, 结合混凝土供应情况与楼层特点, 对浇筑过程进行模拟, 明确每个区域与构件的浇筑顺序, 利用模型实时跟进并优化浇筑方案, 避免出现冷缝等情况, 实现对浇筑过程的精细化管理。最后, 基于 BIM 模型的快速计算功能, 准确、快速地对混凝土

材料的供应量进行计算和实施反馈, 实时调整混凝土供应计划, 即满足连续施工的要求, 又不会使混凝土在现场等待时间过长从而影响混凝土质量, 提质增效。

5 结语

BIM 技术在型钢混凝土结构施工过程中的关键应用具有明显的技术应用优势:

1) 基于 BIM 技术对复杂节点进行策划, 将安装工序步步分解, 有利于施工时钢结构和钢筋各工序穿插紧密, 使得复杂节点位置的钢筋绑扎满足设计要求, 并大幅度地有效提高一次安装合格率。

2) 基于 BIM 技术能够实现复合型钢结构构件的精确分析和现场安装精度的辅助控制, 借助 BIM 技术对复杂节点深化优化和精细化管理提供技术支持。

3) 基于 BIM 技术实现了深化设计、加工和安装一体化, 为复杂异型混凝土结构构件施工提供一种设计施工一体化协同管理模式。

4) BIM 技术在型钢混凝土中的应用作为一项创新技术, 先进可靠, 应用效果明显。为新技术应用示范工程创新技术的攻关和应用提供一种很好的范例。

[参考文献]

[1]郑巍,郭伟中.BIM 技术在型钢混凝土工程中的应用进展[J].工程建设,2021.

[2]刘晓辰.BIM 技术在型钢混凝土工程中的技术应用研究[J]中国建设信息化,2022.

[3]丁传奇,屈超,李华,曹永祯.BIM 技术在复杂型钢混凝土结构中的关键应用.山西建筑,2022.

作者简介:马良(1986-),男,安徽亳州人,毕业于中国海洋大学,项目管理专业,学士,专业方向:建筑工程管理。

屋面女儿墙泛水预制安装施工技术探讨

郭孝存 马良 陈本珠 刘天航
安徽金鹏建设集团股份有限公司
DOI: 10.12238/jpm.v4i8.6212

[摘要] 屋面女儿墙泛水处渗漏作为建筑工程常见质量问题,一直是质量管理的重点。传统屋面女儿墙泛水采用水泥砂浆或细石混凝土,在女儿墙阴角部位抹成圆弧状,对施工工人技术能力要求较高,由于技术工人的紧缺,泛水施工美观性较低、防水效果较差。结合工程案例,将传统泛水制作方法改为预制构件安装,有效解决传统施工存在的龟裂、开裂、空鼓等常见质量通病以及工效低的问题,保证了施工质量,提高了施工效率,不仅节能环保,而且取得了良好的社会和经济效益。

[关键词] 屋面女儿墙泛水, 常见质量问题, 预制构件, 施工安装

Discussion on construction technology of roof parapet

Guo Xiaocun, Ma Liang, Chen Benzhu, Liu Tianhang
(Anhui Jinpeng Construction Group Co., LTD., Chuzhou, 239000)

[Abstract] As a common quality problem in construction engineering, the leakage of the roof parapet has always been the focus of quality management. The traditional roof parapet flooding using cement mortar or fine stone concrete, in the wall corner of the parapet into a circular arc, the technical ability of construction workers higher requirements, due to the shortage of technical workers, flooding construction beauty is low, waterproof effect is poor. Combined with the engineering case, the traditional flood production method is changed to the prefabricated component installation of traditional construction, effectively solving the common problems of cracking, cracking and empty quality and low efficiency, ensuring the construction quality, improving the construction efficiency, not only energy saving and environmental protection, but also achieved good social and economic benefits.

[Key words] roof parapet flooding, common quality problems, prefabricated components, construction and installation

1 引言

屋面女儿墙是指房屋顶部四周用于避免坠落用的一道矮墙,其主要起保护作用,女儿墙泛水就是女儿墙垂直于房顶部位的防水工程,主要是为了避免沿女儿墙渗水。传统工艺女儿墙泛水采用水泥砂浆或细石混凝土,在阴角部位做成圆弧状,施工中多由人工制作,但圆弧施工的质量要求较高,对工人的技术能力有着较高的要求。由于技术工人的紧缺,普通的工人在制作泛水时会经常出现差错,造成多次返工使得泛水的美观性较低,并且一段时间后泛水便会出现开裂等质量问题,进而影响泛水的防水效果。

2 工程概况

琅琊区行政服务中心项目位于安徽省滁州市池河路南侧、银山路西侧,用于公共服务和办公,占地约30亩,总建筑面积约为45551m²。主楼分为地上5层和地下1层,为钢筋混凝土框架结构,部分结构采用型钢混凝土结构(图1)。

3 技术原理与优势

3.1 技术原理

屋面女儿墙泛水预制安装施工技术是利用自行研发的预制聚苯乙烯泡沫泛水模具在施工现场外提前预制聚苯乙烯泡沫泛水,运输至施工现场并安装至设计位置。通过水泥砂浆将

预制聚苯乙烯泡沫泛水分别与屋面女儿墙和屋面楼板面粘接并进行拼缝处理，完成屋面女儿墙泛水施工。在预制聚苯乙烯泡沫泛水背面与屋面女儿墙及屋面楼板面之间的空隙内灌注水泥砂浆。预制聚苯乙烯泡沫泛水底部与屋面面层相接处，以及预制聚苯乙烯泡沫泛水之间的拼缝处采用聚乙烯棒（PE棒）进行填充后，用密封胶勾缝，再在泛水表面进行挂设钢丝网抹灰，用以代替传统混凝土泛水做法（图2）。



图1 项目效果图

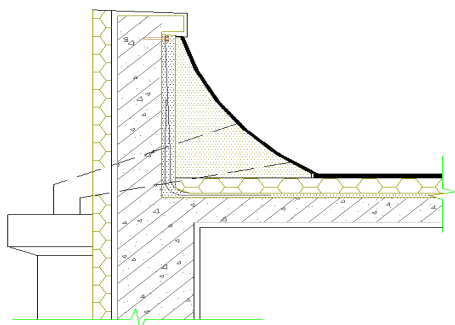


图2 技术原理图

3.2 技术优势

相比较传统屋面女儿墙泛水的水泥砂浆施工技术，屋面女儿墙预制泛水构件施工技术更具优势：

1) 制作安装方便，节省劳动力。运用预制工艺，制作安装过程机械化程度明显提高，劳动力资源投入相对减少，操作人员劳动强度得到有效缓解。

2) 整体效果美观，质量可靠。预制聚苯乙烯泡沫泛水采用工厂预制，结构尺寸精确，现场安装时，标高容易控制，安装后外形基本保持一致，非常美观。

3) 采用水泥砂浆、抗裂钢丝网等材料，不会发生开裂现象，减少质量返修。施工速度快，节约工期。屋面女儿墙泛水可以场外提前分段制作，运至施工现场后沿女儿墙一圈拼接安装即可，施工速度快，节约工期。

4) 保护环境。预制聚苯乙烯泡沫泛水采用工厂化制作，建筑材料在运输、装卸、堆放、控料过程中，杜绝了各种扬尘污染，现场湿作业降低，减少了水泥砂浆铺抹产生的建筑垃圾。

4 施工关键技术分析

4.1 施工技术流程

准备工作→测量放线→预制泛水构件安装→预制泛水构件底端标高调整→预制泛水构件垂直度调整→预制泛水构件

固定→拼缝处理→面层施工

4.2 操作要点

1) 准备工作

材料准备方面，根据图纸及工程情况，编制详细预制泛水所需的聚苯乙烯泡沫板、钢筋网片等供应及进场计划单；制订预制泛水的运输计划及方案，包括运输时间、次序、堆放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等内容。运输时构件应设有专用支垫，采取可靠的稳定措施。

技术准备方面，由技术员翻样绘制出预制聚苯乙烯泡沫泛水排列图并对预制聚苯乙烯泡沫泛水的材质、断面形状、分段长度以及预制泛水与屋面女儿墙和屋面楼板的固定连接方式进行全面深化设计，为模具材质的选择及形状、长度的设计提供充分的依据。

组织施工人员进行技术培训和交底，进行好安全教育。预制泛水安装前，屋面保温层、防水层应施工完毕并进行隐蔽验收，防水层沿屋面女儿墙上返至压顶下口。预制泛水运至现场后应叠层平放，堆放层数一般不超过4层，上下堆放整齐，构件堆放场地应平整坚实无积水。每件构件之间应留有一定的距离及合适的通道。施工时环境最低温度不得小于5℃，夏季温度不宜大于35℃，雨天不宜施工。

2) 测量放线

首先，在女儿墙上弹出预制泛水构件挡水线的标高控制线，复核预制泛水构件安装基础地面标高是否符合设计要求。尤需注意明确屋面做法中各层厚度及面层坡度要求，明确预制泛水构件安装标高，避免后期发生剔凿或填补屋面面层的现象。其次，应在屋面弹出预制泛水构件安装的水平定位线，以确定构件底部安装位置。最后，在女儿墙上弹出每片预制泛水构件安装位置的排版控制线，轴线、标高要标识清楚。

3) 预制泛水构件安装

预制泛水安装前应检查其几何尺寸、外观观感及安装配件的预留位置等是否符合要求。安装时，预制泛水构件应立放，在预制泛水构件背面与女儿墙之间塞入楔形木楔，防止预制泛水构件与女儿墙碰撞，做好成品保护措施（图3）。

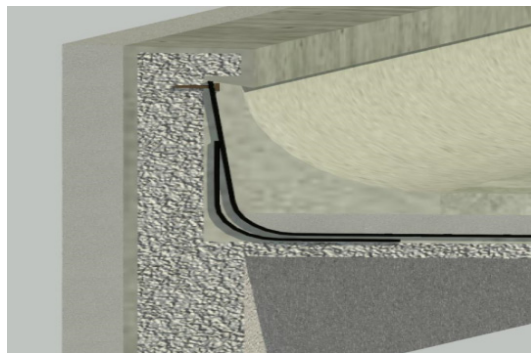


图3 预制泛水构件安装

4) 预制泛水构件底端标高调整

利用激光水平仪打出预制聚苯乙烯泡沫泛水底端安装标高控制线，按标高控制线，通过在构件底部加设垫片的方式精调构件底端安装标高。

5) 预制泛水构件垂直度调整

一面墙的预制聚苯乙烯泡沫泛水安装好以后,以初始安装块为基准,拉通线调整预制聚苯乙烯泡沫泛水垂直度,调整时在预制构件背面与非上人平屋面女儿墙之间塞入楔形木楔,通过调整木楔嵌入深度调整构件垂直度。

6) 预制泛水构件固定

预制泛水构件的标高及垂直度都调整后,就可以向预制泛水构件与女儿墙之间的空隙灌注水泥砂浆。但在灌注水泥砂浆前,需先在两块预制泛水构件之间的拼缝处暂时用 PE 棒进行封堵,PE 棒应以表面距预制泛水构件混凝土面 1cm 为宜,以免灌注的水泥砂浆将 PE 棒挤出拼缝,然后从拼缝之间流出。水泥砂浆按 1:3 的水胶比例调制好,缓慢地向预制泛水构件与女儿墙之间的空隙灌入,将空隙灌满,其间可用较细的钢筋伸入其中进行人工振捣,以便水泥砂浆更好地填满空隙,待水泥砂浆凝固之前取出木楔并修补。

7) 拼缝处理

相邻预制构件之间的缝隙在水泥砂浆灌满后及时封堵,先采用 PE 条进行塞缝,之后嵌入密封胶,表面刮平(图 4)。

8) 面层施工

女儿墙墙面面层施工时,墙面的水泥砂浆应盖住预制泛水构件的泛水挡水线 2 cm。屋面面层施工时应注意水泥砂浆应将拼接部位填满,楼板面层完成面应与泛水圆弧面顺接平整,二者之间接缝处采用 PE 条进行塞缝,之后嵌入密封胶,表面进行挂设钢丝网抹灰刮平(图 5)。

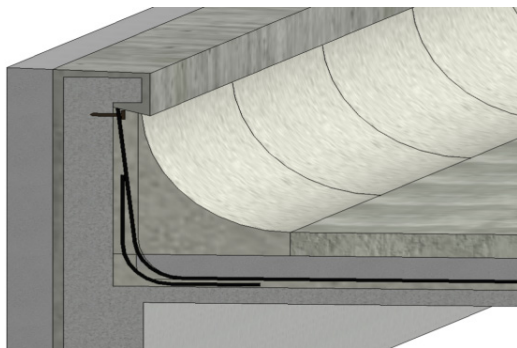


图 4 拼缝处理

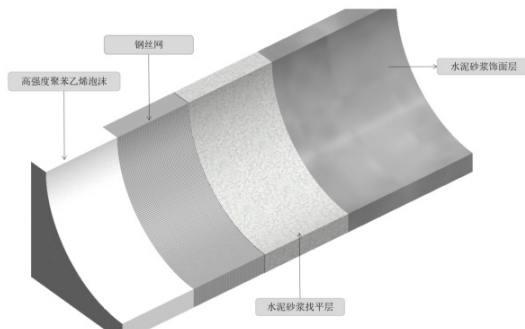


图 5 面层施工

5 结语

安徽省滁州市池河路南侧、银山路西侧工程采用屋面女儿墙预制泛水构件施工技术,其中预制泛水构件采用工厂预制,结构尺寸精确,有利于把控构件质量;制作安装过程机械化程度明显提高劳动力资源投入相对减少,机械化程度有明显提高,操作人员劳动强度得到有效缓解,现场安装简便,降低劳动强度,安装后外形基本保持一致;建筑材料在运输、装卸、堆放、控料过程中,杜绝了各种扬尘污染;整体效果美观大方、质量可靠,有效避免出现空鼓、开裂等质量问题,节约维修成本,达到了预期目标。

预制构件技术有利于新材料、新工艺、新技术在建筑行业的发展,更有利于城市的环境保护,符合“四节一环保”方针的要求,为传统泛水的水泥砂浆施工技术所带来的一系列质量问题提供了一种解决方法。

[参考文献]

[1]李济彬,朱丹,陈斌.屋面女儿墙预制泛水构件施工技术的应用[J].建筑施工,2021.

[2]程韬.建筑工程屋面预制泛水浅述[J].建筑技艺,2020.

作者简介:郭孝存(1982-),男,江苏徐州人,毕业于中国矿业大学,项目管理专业,硕士,副总工程师。专业方向:建筑工程技术。