

# 一种凸出混凝土墙面复杂预埋构件的精准高效施工方法 研究与应用

姚维和

中建珠江海外发展有限公司 广东 广州 511466

**摘要:** 本文结合工程实践,针对凸出混凝土墙面的复杂预埋构件—防坠落清洁环装置,在传统施工方法中存在的定位固定困难、工序交叉繁杂等技术难题,提出了一种“分层模板安装结合局部开施工洞口”的创新型施工方法。通过系统阐述该方法的工艺原理、施工流程、技术要点及质量控制措施,并结合现场实操验证了其可行性。该方法有效解决了立面中凸出混凝土表面型预埋件在混凝土结构施工中定位精度与工效难以兼顾的问题,显著提高了预埋质量与施工效率,对类似复杂预埋构件的施工具有重要的参考与推广价值。

**关键词:** 凸出混凝土立面预埋件; 防坠落清洁环; 分层模板; 工艺孔; 施工方法; 质量控制

## 1 引言

在现代建筑外装饰工程中,预埋件的精准安装是确保外装系统安全可靠的基础。常见预埋件多采用板式或管式埋设,与混凝土墙面平齐或嵌入内部,施工工艺相对成熟。然而,随着建筑外立面设计的日益复杂化与功能需求的多样化,出现了一类新型预埋构件—其部分结构需埋入混凝土内,部分结构则凸出墙面,并附带外露功能部件。此类构件在安装过程中,不仅需确保其在混凝土中的锚固可靠性,还需严格控制其外露部分的平面位置、垂直度及高度,施工难度显著增加。

本文介绍的“防坠落清洁环”属于典型的凸出墙面复杂预埋件。若沿用传统预埋工艺,极易导致定位偏差、模板安装困难、混凝土浇筑质量缺陷等问题。为此,项目技术团队联合分包单位,通过专项方案比选与工艺创新,最终形成了一套行之有效的施工方法,成功实现了该类构件的精准、高效安装。本文旨在系统总结该方法的研发背景、技术方案、实施过程与应用效果,以期为同行提供借鉴。

## 2 工程概况与问题分析

### 2.1 项目简介



本医院项目位于柬埔寨金边市，项目总建筑面积约24,015.77 m<sup>2</sup>。主体结构为钢筋混凝土框架结构，地上7层，地下1层，建筑总高度为40.2米。外立面设计兼顾美观与实用，设置了多个用于后期维护的防坠落系统连接点，即“防坠落清洁环”。

### 2.2 预埋布置方案、构件特点与施工难点



图1 埋件布置及实图

本项目的防坠落清洁环，其布置及构造如图1所示，主要由埋入混凝土的锚固部分、凸出墙面的连接杆件及端部的金属环组成。其核心特点在于：

**结构复合性：**构件集锚筋、连接件、外露功能环于一体，并非简单的预埋钢板或套管。

**空间凸出性：**安装后部分结构永久凸出墙面，对模板体系的完整性与密闭性构成挑战。

**安装精度要求高：**外露环的空间坐标 (X, Y, Z) 需严格控制在设计允许偏差内，否则将影响后期防坠落系统的安装与使用。

在传统施工方法中，通常面临以下三大难题：

(1) 先安埋件后支模：虽便于埋件固定，但其在后续模板安装、加固及混凝土浇筑过程中极易因碰撞而移位，且模板需根据凸出环位置进行大面积切割开洞，严重影响模板整体性与周转效率。

(2) 先支模后安埋件：虽能保证模板完整性，但构件无法从模板外侧送入设计位置，内部锚筋的焊接与固定操作空间极其受限，安装质量难以保证。

(3) 工序交叉与协调复杂：土建结构与预埋分包的作业面交接频繁，若协调不当，极易造成返工、窝工，影响整体施工进度。

### 3 创新施工方案策划

针对上述难点，经过多轮方案研讨与模拟分析，最终确定了“下层模板先行，埋件精准定位，上层模板覆盖，局部工艺孔辅助”的综合施工方案。

#### 3.1 施工方案总体思路

本方案的核心思想是将模板安装工序进行分解，为预埋件安装创造出“半开放”的作业空间。具体流程如下：

(1) 分层模板设计：将每层墙体模板分为上、下两段进行安装。下层模板安装高度略高于该楼层大多数清洁环的设计标高。

(2) 预埋件安装：在下层模板安装并初步加固后，在其顶面操作平台上进行清洁环的测量、定位与安装固定。

(3) 上层模板安装：待清洁环安装验收合格后，继续安装上层模板，完成整个墙体的封闭。

(4) 特殊位置处理：对于少数标高高于下层模板顶面的清洁环，采用在模板上开设200mm×200mm施工工艺孔的方法进行辅助安装。

该方案巧妙地将复杂的空间定位问题转化为有序的工序穿插问题，既保证了模板的整体性，又为预埋件提供了稳定、可操作的安装环境。

#### 3.2 关键技术要点

##### 3.2.1 模板分层设计与安装

(1) 分层原则：下层模板的高度需根据该楼层清洁环的统计分布标高确定，通常使其顶面高于大部分环的安装位置100~150mm，以便操作。

(2) 安装精度：下层模板的安装必须确保其顶面水平度与设计标高一致，这为后续清洁环的标高控制提供了基准。

(3) 加固措施：下层模板需独立进行足够的加固，以抵抗混凝土侧压力，防止在安装上层模板和浇筑过程中发生变形。



图2 下层模板安装与清洁环定位现场实景

##### 3.2.2 清洁环定位与固定

(1) 测量放线：利用全站仪或激光投线仪，在下层模板顶面及已浇筑楼板上精确放出清洁环平面控制线和

标高线。

(2) 定位焊接：将清洁环按其设计位置临时固定，检查其外露环的中心坐标与垂直度。确认无误后，将其锚筋与结构钢筋进行搭接焊，焊接长度与质量满足规范要求。

(3) 最终复核：焊接固定后，再次复核清洁环的最终位置，确保在混凝土浇筑时不因扰动而偏差。

### 3.2.3 施工工艺孔的应用

预埋件的安装位置有一部分高于底层模板上边缘，针对这种情况，本方案引入了在埋件安装位置附近开安装工艺孔。具体施工内容和标准如下：

(1) 开孔位置：在清洁环设计位置的左上角或右上角的模板上进行开孔。

(2) 孔洞尺寸：经讨论确定开200mm×200mm方形孔。此尺寸既能满足清洁环穿入和内部锚筋焊接的操作空间需求，又不因过大而过多削弱模板刚度。

(3) 开孔工具：选用兼具钻孔与切割功能的钻锯，确保孔边缘整齐、顺直，利于封堵。

(4) 缝隙封堵：预埋件与模板之间的缝隙使用发泡胶或专用密封条进行封堵，严防混凝土浆液泄漏。

(5) 孔洞恢复：待清洁环安装固定并验收后，立即使用与原模板同材质、同厚度的木板，从内侧对工艺孔进行封闭，并用胶带密封接缝。

## 4 施工工艺流程与操作要点

### 4.1 标准化施工流程

为确保施工质量，制定了以下施工工艺流程：

(1) 施工准备：图纸会审→技术交底→材料（清洁环、钢筋、模板等）进场验收→测量仪器校准。

(2) 测量放样：在楼板及下层模板上放出墙体边线、清洁环中心线及标高线。

(3) 下层模板安装与加固：按线安装下层模板，采用对拉螺栓和钢管背楞进行可靠加固，校核其垂直度与顶面标高。

(4) 清洁环安装（主流程）：

a、对于标高低于下层模板顶面的清洁环，直接在模板顶面空间位置进行定位、焊接固定。

b、对于标高高于下层模板顶面的清洁环，在其对应模板位置开设200mm×200mm工艺孔。

(5) 通过工艺孔安装特殊位置清洁环：将清洁环从工艺孔穿入，在内部分别进行定位和锚筋焊接。

(6) 工艺孔封闭与缝隙处理：安装完成后，立即封闭工艺孔，并严密封堵所有预埋件与模板间的缝隙。

(7) 质量验收：对全部清洁环的位置、标高、垂直

度、固定牢固度、缝隙封闭等进行验收。

(8) 上层模板安装：验收合格后，安装上层模板，与下层模板可靠连接，形成整体。

(9) 混凝土浇筑：采用分层浇筑、对称下料的方式，振动棒避免直接接触预埋件。

(10) 模板拆除与成品保护：待混凝土强度达到规范要求后拆模。拆模时避免使用撬棍等猛烈撞击清洁环。对外露部分采取保护膜等保护措施。

### 4.2 关键工序控制要点

(1) 定位精度控制：采用“初定位→粗调→精调→复测”的四步定位法，将清洁环的中心位置偏差控制在±3mm以内，标高偏差控制在±5mm以内。

(2) 焊接质量控制：锚筋搭接焊采用J50系列焊条，焊缝饱满、无夹渣、无咬肉，焊接长度不小于5d（d为锚筋直径）。

(3) 混凝土防漏控制：封堵缝隙的材料必须具备良好的弹性和耐久性。在混凝土浇筑过程中，安排专人对预埋件周边进行巡查，发现漏浆立即处理。

(4) 成品保护：拆模后至完工前，对凸出的清洁环金属环用塑料套或泡沫包裹，防止碰撞损坏和锈蚀。

## 5 质量控制与安全措施

### 5.1 质量管理体系

严格执行“三检制”（自检、互检、专检），对每道工序进行验收并记录。

### 5.2 关键质量控制点

(1) 模板分层标高：必须准确无误，这是后续一切精度控制的基础。

(2) 工艺孔开孔质量：孔口规整，位置准确，避免因开孔不当致模板报废。

(3) 预埋件最终复核：在模板完全封闭前，必须进行最后一次全面复核，这是纠正偏差的最后机会。

(4) 混凝土浇筑监护：重点关注预埋件周边的浇筑密实度与有无位移。

### 5.3 安全文明施工措施

(1) 使用钻锯等电动工具时，操作人员需佩戴绝缘手套和防护眼镜。

(2) 开设工艺孔产生的木屑、碎料应及时清理，严禁落入模板内的钢筋上，以防形成混凝土浇筑缺陷。

(3) 高空作业时，下层模板顶面需设置临边防护，操作人员系挂安全带。

(4) 施工现场动火作业（如焊接）必须办理动火证，并配置灭火器材。

## 6 应用效果与分析



图3 施工过程及完工效果

本创新施工方法在本项目中得到全面应用,共计完成此类凸出预埋件安装131个。经统计,取得了以下显著效果:

(1) 质量提升:预埋件的一次安装合格率由传统方法的约85%提升至近98%,位置精度完全满足设计及后期安装要求。

(2) 工效提高:通过工序优化,避免了模板的大量异形切割和后期修补,平均每个预埋件的综合安装工时节约了近30%。

(3) 工期保障:清晰的工序穿插避免了土建与预埋单位的作业面冲突,保障了主体结构的施工进度。

## 7 结论与展望

本文所研究的“一种凸出混凝土墙面复杂预埋构件的精准高效施工方法”,通过模板分层安装与局部开工艺

孔辅助安装相结合的创新思路,成功解决了复杂凸出预埋件在混凝土结构施工中的技术瓶颈。该方法的优势主要体现在:

(1) 科学性:将整体问题分解处理,符合工业化施工的流水作业原理。

(2) 适用性:不仅适用于防坠落清洁环,对于其他类似凸出墙面的预埋螺栓、连接件等均有广泛的适用价值。

(3) 经济性:在保证质量前提下,显著提高了施工效率,降低了成本。

本工法的成功实践表明,面对新型、复杂的建筑部品与构件,施工企业应从传统的经验型施工向技术型、管理型施工转变,通过方案创新与过程控制来破解难题。

展望未来,随着建筑工业化和智能建造的发展,此类复杂节点的施工可进一步探索 BIM技术进行精准的管线综合与碰撞检查,并利用3D打印技术定制带预留孔的工具式模板,从而实现更高层次的标准化、预制化和智能化施工,为本方法的升级与应用开辟更广阔的前景。

## 参考文献

[1]王伟,李建国.复杂建筑幕墙预埋件施工关键技术研究[J].施工技术,2022,51(10):45-48.

[2]张华.超高层建筑外挂系统预埋件精准定位施工方法[J].建筑技术开发,2021,48(15):32-34.