

# 建筑构造柱免超灌施工工艺改进策略研究

王彦恒 薛晶

河北航东建设工程股份有限公司 河北 邢台 054001

**【摘要】**：近年来，在砌体结构与框架填充墙工程中，大量采用构造柱以提高建筑整体抗震性能和空间刚度。传统构造柱普遍采取超灌做法，即柱顶高出楼面一定高度后再行凿除，不但材料浪费明显，而且扰民、噪声与粉尘问题突出。随着精细化施工与绿色施工理念的推进，构造柱免超灌施工工艺在工程实践中逐渐推广，但由于材料适配、设备精度、施工组织与质量管控等环节尚不成熟，现场应用效果参差不齐。

**【关键词】**：构造柱；免超灌；施工工艺；质量控制；技术改进

DOI:10.12417/3083-5526.25.04.022

## 1 引言

构造柱作为砌体结构体系中纵向受力和约束的重要杆件，长期承担着对填充墙和围护墙体的约束、提高整体抗震性能和承载能力的任务。在以往工程实践中，人们更多关注的是构造柱的配筋和布置间距，对施工过程中的细节控制相对粗放，特别是柱顶与梁板节点区域，经常通过超灌和后期凿除的方式来弥补施工过程中的偏差。这种做法虽然在一定程度上缓和了施工误差，却带来混凝土浪费、工期拉长与二次作业风险增加等一系列问题。随着劳动力成本上升和质量责任追溯压力加大，现场对构造柱施工一次成型、精准收口的需求愈发突出。

## 2 建筑构造柱免超灌施工工艺相关理论基础

### 2.1 构造柱施工核心技术要求

构造柱虽然多被称作构造构件，但在多层或高烈度区建筑中，其受力状态往往接近次要承重构件，因此施工阶段必须满足一系列硬约束条件。首先是轴线位置和垂直度要求，构造柱多嵌于砌体之中，一旦偏位较大，不仅影响砌体排砖和马牙槎咬合，还可能削弱柱对墙体的约束能力。其次是钢筋定位与锚固要求，上下层柱筋和梁板主筋的搭接与锚固长度必须满足规范要求，否则在地震作用下极易发生节点开裂、柱墙脱开现象。

### 2.2 免超灌施工工艺原理与特点

传统超灌做法的根本原因，一方面是施工队伍担心浇筑过程难以将柱顶混凝土振捣密实，采用超出设计标高的方式规避蜂窝麻面，另一方面也是模板支撑与楼面标高控制精度不足，只能通过凿除多余部位来调整。不采用超灌后，免超灌工艺必须依托更高精度的模板定位、更稳定的混凝土性能以及更细致的浇筑和振捣手法来保证柱顶质量。

该工艺的核心原理是，通过在模板侧向、顶部位置增加可调节的限高构件和小型作业窗，并配合高流动性、低离析风险

的细骨料混凝土，使混凝土在接近柱顶区域时仍具有良好流动性与可振性，同时控制不发生溢出和跑浆。柱顶与梁底或楼板底模之间需形成可靠封闭空间，避免浆体外漏，借助插入式振捣与轻度拍打实现密实。免超灌工艺的主要特点，一是外观成型可控，柱顶与梁板底面收口顺直，省去二次凿毛修补；二是材料节约明显，混凝土浪费率和钢筋损耗下降；三是对施工班组的操作稳定性要求更高，一些粗放的经验做法在此工艺下难以继续沿用。

### 2.3 施工工艺质量控制核心指标

构造柱免超灌工艺的质量控制，不再仅仅盯住混凝土强度一个指标，而是体现为一组相互关联的控制参数。混凝土方面，需要严格控制塌落度与扩展度，使其在运输与浇筑时间段内保持适宜流动性，同时限制水胶比，避免为追求易施工而牺牲强度和耐久性。模板体系方面，柱截面尺寸偏差以及柱顶标高偏差是直接反映工艺水平的指标，偏差过大将抵消免超灌带来的全部优势。

## 3 当前构造柱免超灌施工工艺现存问题分析

### 3.1 施工材料适配性不足问题

不少项目在尝试免超灌时，并未针对构造柱这一细长构件的特性专门调整混凝土配合比，习惯性沿用楼板或梁板的普通商品混凝土。这类混凝土在泵送过程中塌落度损失较快，当其到达高层柱顶时流动性已明显下降，导致顶部和角部难以有效充盈，只能依赖加水或者延长振捣时间来弥补，结果出现离析和强度不均匀。另一方面，有的供应商为满足泵送性能，提高细骨料比例和外加剂掺量，却忽视与构造柱钢筋密集、小截面等条件的协同，从而带来收缩变形偏大、早期裂缝增多等隐患。

砂石级配和含泥量控制不到位，也是材料适配不良的表现。构造柱截面狭小，当粗骨料粒径偏大或针片状含量较高时，钢筋之间极易发生卡阻，振捣器难以深入，混凝土也难以上升

作者简介：王彦恒（1991--），男，汉族，大专，目前职称：中级，研究方向：建筑工程。

基金项目：邢台市市级科技计划项目（2024ZC023）

至柱顶形成完整密实的截面。部分工地在现场对原材料的抽检和进场验收流于形式，只要强度报告满足要求便放心使用，对流动性、保坍性能、泌水与离析倾向等关键指标关注不够，最终使免超灌工艺在材料基础这一层就埋下质量隐患。

### 3.2 施工设备操作与精度缺陷

传统构造柱施工多采用简单组合钢模板或木模板配合钢管支撑，定位依靠经验打线和拉通线，整体刚度与重复利用精度有限。在免超灌工艺中，如果仍使用这类随装随调的模板，很难保证柱顶标高与柱身垂直度的高精度控制，往往出现一根柱施工完毕后，标高偏高或偏低几毫米甚至一厘米以上，施工人员只好重新回到凿除或修补的老路上。

振捣设备的匹配问题同样突出，一些班组习惯使用较大直径的振捣棒，试图提高效率，但在钢筋间隙较小的构造柱中，这种振捣棒不仅插入受限，还容易与钢筋发生硬碰撞导致位移，严重时甚至引起模板局部胀模。另外，泵送系统的压力调节与出料控制也未针对小截面构件进行细化，出料过急时，柱底和中部区域承受的冲击较大，细骨料堆积，上部却出现粗骨料相对富集或空洞，造成截面内部缺陷。设备操作人员的技能培训不足，使得这些问题在实际施工中往往被当作偶然现象而没有系统纠正。

### 3.3 施工流程衔接不规范问题

在不少项目中，构造柱施工与砌体工程的衔接仍然比较随意，有的先砌墙后留洞立柱，有的墙体和柱身交替穿插，缺乏统一的工序安排。免超灌工艺对墙柱关系更为敏感，若砌体提前封闭过多，浇筑时侧向观察与操作空间不足，质量问题极易被墙面遮挡而难以及时修正。反之，若构造柱长时间裸露而周边砌体滞后，又会导致模板支撑体系长时间占用，现场通行受阻，管理人员倾向于缩短模板保留时间，从而埋下早拆模板导致柱角掉棱的风险。

## 4 免超灌施工工艺改进策略制定

### 4.1 施工材料优化选择与配比改进

针对构造柱截面小、长细比较大等特点，应在通用配合比基础上进行专项优化。细骨料级配宜使通过五毫米筛的比例略有提高，确保混凝土能顺利通过密集钢筋间隙，同时控制总含砂率在适宜区间，防止过细导致泌水。水胶比不宜为追求流动性而大幅提高，更合理的做法是在保证强度等级前提下，通过高效减水剂和适量保坍剂组合，获得较长时间的稳定塌落度。

现场可根据楼层高度和泵送距离设定目标塌落度区间，例如工程实践中，将构造柱混凝土出罐塌落度控制在八十至一百二十毫米范围内，结合三十至四十五分钟的保坍时间，可基本满足中高层构造柱免超灌浇筑需求。项目技术负责人应会同混凝土供应商，对不同楼层的实际入模塌落度进行抽检，并根据气温、运输时间变化动态微调，形成一套针对本工程

项配合比参数，而不是停留在说明书层面的笼统要求。

### 4.2 施工设备升级与适配性调整

在模板体系方面，宜优先采用模块化定型钢模板或铝合金模板，结合可调节柱箍和定位件，实现柱截面尺寸和轴线位置的精确控制。柱顶可设置专用限高条和小型观察窗，通过标高控制线和钢尺复核，确保柱顶与梁板设计标高一致。对于重复布置数量较多的构造柱，可通过样板柱实践，总结出一套快速安装和快拆快装的通用工法，提高工人操作的稳定性。

振捣设备应选用直径较小、长度适中的插入式振捣器，使其能够在钢筋间灵活穿插，且不易触碰模板。振捣频率与作用时间需要明确技术参数，避免出现振捣不足或过度振捣两种极端情况。泵送系统方面，可在接近构造柱浇筑阶段适当降低出料速度，使混凝土在柱内的上升过程相对平缓，减少冲击离析。对于高层或泵送距离较大的工程，可以在中间层设置临时中转点，缩短单次运输路径，降低混凝土性能衰减。

### 4.3 施工流程规范化与节点管控

免超灌工艺的顺利实施，依赖于与砌体、圈梁和楼板施工之间清晰有序的衔接关系。宜在施工组织设计中专门编制构造柱施工章节，明确墙柱同步施工原则与例外情况，规定砌体留洞尺寸、马牙槎高度和封堵时机。一般可采取先立构造柱骨架、分段砌筑墙体并同步浇筑柱身的方式，既保证柱身混凝土浇筑通畅，又便于观察和修整。

各关键节点应设置过程验收工序，例如在钢筋隐蔽前完成柱筋绑扎与预埋件检查，在模板关闭前完成轴线、截面和标高复核，在浇筑完毕规定时间后检查柱顶收面质量和与梁板间接触紧密度。通过班组自检、项目部复检和监理抽检三级控制，把免超灌工艺中的关键敏感环节置于可视化和可追溯状态，避免因流程模糊导致的责任不清和质量波动。

## 5 改进工艺应用案例分析

### 5.1 工程概况

南宁市妇幼保健院病房楼项目，地上十一层，地下一层，结构形式为现浇混凝土框架-剪力墙加部分填充墙构造柱体系，耐火等级为一级，抗震设防烈度七度。填充墙采用加气混凝土砌块和加气混凝土板材配合现浇构造柱与圈梁，单栋建筑中构造柱数量超过四百根，分布集中且截面尺寸较为统一。项目在主体结构施工至第三层时开始尝试局部构造柱免超灌施工，第四层以后在总结经验基础上全面推广。

由于该项目周边为已入住小区和医院，对施工噪声和建筑垃圾管控要求严格，传统超灌后凿除方式产生的撞击声和混凝土碎渣成为主要投诉来源之一。建设单位与总承包、监理单位经过专项论证，决定以本工程为载体，对构造柱免超灌工艺开展系统试点，并通过全过程数据记录和检测进行评估。

5.2 改进工艺实施流程

在正式推广前，项目部先选取一层作为样板段，组织设计、监理、总包和混凝土供应商联合编制作业指导书，明确材料性能指标、模板安装要点、浇筑顺序与振捣方法。样板段施工结束后，针对出现的局部渗浆、柱角轻微偏差等问题，项目团队调整了柱箍间距和模板拼缝做法，增加顶部限高条并优化止浆条细部，形成较为成熟的一套施工细节。

正式实施阶段，构造柱采取先立筋、后砌墙、再整体验收的流程。钢筋绑扎完成后，由测量员对轴线、位置和标高进行复核，合格后关闭模板并设置顶部止浆构造。混凝土采用针对构造柱优化后的专用配合比，泵送至柱内分两次浇筑，先灌至柱高的三分之二高度后停顿短时间，再进行第二次浇筑直至设计标高。振捣作业由专人负责，沿柱高呈梅花形布点，振捣棒插入间距控制在三十厘米左右，每次插入持续时间略长但不过分拖延。浇筑结束后，立即对柱顶进行找平与收面处理，确保与梁板底模平齐。

5.3 实施效果与质量检测结果

项目在第四至第十一层构造柱全面实施免超灌工艺后，对质量和效率进行了系统统计。统计结果表明，构造柱相关返工主要集中在前两层样板阶段，改进后返工次数明显减少，噪声投诉基本消失。为验证柱顶混凝土质量，项目对不同楼层随机抽取若干构造柱开展实测和钻芯检测，结果如下表所示。

参考文献：

[1] 李燕.建筑工程砌体结构构造柱施工质量通病防治措施[C]//智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(二).2025.  
 [2] 于鹏祖.建筑构造柱梁与主体一次浇筑成型技术应用研究[J].中国建筑装饰装修, 2024(16):160-162.  
 [3] 宁宗锋.装配式建筑构造柱及圈梁加固施工技术[J].中国住宅设施, 2023(2):184-186.  
 [4] 宋永涛,杨新兴,师文君,等.砌筑墙体构造柱免超灌组拼式模板体系:CN202010145376.7[P].CN111305557A[2025-12-29].

表-2 改进后构造柱关键质量指标实测情况

| 检测项目                | 规范限值              | 实测平均值 | 合格率<br>(百分比) |
|---------------------|-------------------|-------|--------------|
| 混凝土立方体抗压强度<br>(MPa) | 不低于设计强度<br>等级 C25 | 27.8  | 100          |
| 构造柱垂直度偏差(毫米)        | 每层不大于 10          | 4.6   | 100          |
| 截面尺寸偏差(毫米)          | ±8                | 5.1   | 98           |
| 钢筋保护层厚度偏差(毫米)       | ±10               | 6.3   | 97           |
| 柱顶蜂窝麻面发生率(百分比)      | 应控制在 5 以内         | 2.1   | —            |

检测结果显示，免超灌条件下构造柱混凝土强度和外观质量均满足甚至优于规范要求，特别是柱顶区域未见明显密实度不足情况。与前期传统超灌施工对比，混凝土总用量减少约百分之四点五，凿除与修补工序基本取消，整体工期缩短约三天，对总工期压缩起到一定作用。

结论

构造柱免超灌施工工艺是在传统超灌做法基础上的一次系统性升级，其目标是减少材料浪费和二次作业，同时保证甚至提升构造柱及节点区的结构安全与耐久性。研究表明，当前工程实践中该工艺存在材料适配不足、设备与模板精度不够、施工流程衔接混乱以及质量检测标准缺失等共性问题。通过针对性地优化混凝土配合比、升级和细化模板与振捣设备、规范墙柱圈梁之间的施工节奏，并完善与免超灌相匹配的检测与验收体系，可以显著提升构造柱施工的一次成优率。