

预制叠合板生产过程中常见质量缺陷及防治措施

张正刚

中铁三局集团有限公司勘测设计分公司，山西 太原 030001

DOI:10.61369/ETQM.2025110019

摘 要： 针对预制叠合板生产中的质量问题，解析生产流程各环节可识别常见质量缺陷表现形态和形成逻辑，继而提出系统性防治方案，研究表明生产中易发生外观缺陷、尺寸偏差等问题，企业经过工艺改进、材料管控等措施可有效遏制缺陷引发，为强化预制叠合板生产质量带来实践指导，保障其在建筑结构中的安全应用。基于此，本文就对预制叠合板生产过程中常见质量缺陷及防治措施进行具体研究，希望可以为整个行业带来一些有益的参考。

关 键 词： 预制叠合板；质量缺陷；防治措施

Common Quality Defects in the Production Process of Prefabricated Composite Plate and Prevention Measures

Zhang Zhenggang

Survey and Design Branch company, China Railway NO.3 Engineering Group Co., LTD., Taiyuan, Shanxi 030001

Abstract : To address quality issues in prefabricated composite panel production, this study analyzes common defect manifestations and formation mechanisms across manufacturing processes. A systematic prevention strategy is proposed, identifying prevalent surface defects and dimensional deviations. Through process optimization and material control measures, manufacturers can effectively mitigate these defects, providing practical guidance for quality assurance in composite panel production and ensuring their safe application in building structures. This research specifically investigates typical quality defects and corresponding prevention strategies in prefabricated composite panel manufacturing, offering valuable references for the industry.

Keywords : prefabricated composite plate; quality defect; prevention and control measures

引言

预制叠合板是由预制底板和现浇混凝土层结合而成的装配构件，其在建筑工业化过程中非常重要，质量缺陷指生产过程中因工艺、材料或操作不当导致的性能偏差，这将直接影响构件受力性能和运用寿命。企业明确此类缺陷表现和成因并制定科学防治措施，对强化建筑装配质量、推动行业标准化发展具有关键意义，此项工作是保障建筑结构安全平稳的关键环节之一。

一、预制叠合板生产过程中常见质量缺陷

（一）板面蜂窝麻面

板面蜂窝麻面表现为混凝土表面出现密集孔洞或凹凸不平的麻点，孔洞直径从数毫米到数厘米不等，麻点则呈现不规则地针眼状凹陷，混凝土浇筑时若水泥浆流动性不足，无法彻底填充骨料间隙就会在表面形成蜂窝状空隙；振捣过程中若振捣棒插入深度不足或移动速度过快，气泡未能完全排出，其聚集在模板和混凝土接触面便会形成麻面^[1]。水泥品种和骨料级配不匹配也会加剧此类问题，如运用早强水泥时，若初凝时间过短则易导致水泥浆提前丧失流动性，无法有效包裹骨料；环境温度过高时，混凝土

土表面失水过快也会使表层水泥浆过早凝固而形成麻面。这类缺陷破坏混凝土的整体性进而使板面表层强度降低，在后期运用中易因外力作用发生剥落并且还会增加水分渗透，加速钢筋锈蚀风险，这会对构件耐久性构成威胁。

（二）边缘缺棱掉角

边缘缺棱掉角多发生在叠合板的边角部位，其表现为混凝土局部脱落，形成不规则缺口，缺口深度可达数厘米，严重时甚至会暴露内部钢筋，在模具安装时若边角处密封不严，混凝土浇筑时引发漏浆则会导致边角部位骨料暴露；拆模过程中一旦过早拆除模板或拆模方法不当，外力冲击会使尚未彻底硬化边角混凝土发生碎裂^[2]。混凝土养护初期若边角受碰撞也会造成缺棱掉角，

模具材质选择对其也有影响，木质模具若边角磨损未实时修复则易导致混凝土成型时边角不平整，养护覆盖物若未彻底包裹边角就会使边角水分流失过快，强度强化不足，稍受外力便易破损。该缺陷不仅仅影响构件外观规整性，而且还削弱边角部位受力能力，在使应力集中现象加剧的同时降低构件整体承载性能，在吊装和运输过程中可能引发连锁性损坏的情况。

（三）钢筋保护层偏差

钢筋保护层偏差体现为钢筋实际位置和设计要求的距离不符，过厚或过薄均属常见问题，偏差值常超出规范允许的 $\pm 5\text{mm}$ 范围，钢筋绑扎时若垫块放置数量不足或位置不当，混凝土浇筑过程中钢筋易发生位移，振捣时强烈振动会导致钢筋骨架变形，继而改变保护层厚度^[9]。钢筋骨架自身的刚度不足则会产生偏差，如直径较小地钢筋在绑扎后若未设置支撑，易因自重引发弯曲进而改变保护层厚度，绑扎点间距过大时，钢筋易在浇筑压力下产生局部偏移，尤其是在板面受力较大区域，保护层过薄会使钢筋易受外界腐蚀介质侵蚀而缩短运用寿命，过厚则会降低截面有效高度，影响构件抗弯能力，无法满足设计承载要求并对结构安全性产生潜在影响，尤其在受弯构件中可能导致过早产生裂缝。

（四）板面平整度超标

板面平整度超标表现为板面发生局部凸起或凹陷的同时超出允许偏差范围，严重时偏差可达10mm以上，模板安装时若支撑体系刚度不足，在混凝土自重作用下会引发变形，模板表面清理不彻底存在杂物或粘结的混凝土残渣，也会导致板面发生凸起^[4]。混凝土浇筑后若未立即实行抹面处理或抹面操作不规范，则会造成板面平整度不佳，混凝土浇筑时的布料不均同样会影响平整度，如局部堆积过厚，就会导致因为重力作用引发流淌并形成凹陷，模板拼接处若存在错台未实行打磨处理，则会在板面形成明显的高低差，这种缺陷会增加后续施工难度，影响整体受力平衡，在叠合板拼接处易出现附加应力而引发开裂。

（五）预留孔洞偏移

预留孔洞偏移指预设管线孔、吊点孔等位置和设计位置存在偏差，偏移量可达数厘米且严重影响后续安装精度，模板加工时若孔洞定位标记不准确就会直接导致预留位置错误，钢筋绑扎过程中若和孔洞位置发生冲突，未经合理调整便强行施工则会使孔洞被迫移位^[9]。混凝土浇筑时的冲击力也可能推动预埋件移动并造成孔洞偏移，预埋件自身的固定方法不当会加剧偏移，如仅采用铁丝简单绑扎，易在混凝土流动时发生松动，预埋件和模板间若存在间隙而未用专用填充材料固定，浇筑时混凝土侧向压力会使预埋件发生倾斜。这种缺陷会影响后续管线安装和吊装作业，往往需要现场二次处理，不仅仅增加施工成本，还会破坏构件结构完整性，在孔洞周边出现应力集中的情况，这样就会降低构件承载能力。

二、预制叠合板生产过程中常见质量缺陷防治措施

（一）优化混凝土配比，强化振捣工艺

保证混凝土流动性和黏聚性适配且严格控制水灰比和砂

率，基于环境温度调整配比参数，高温环境下适当扩大缓凝成分，低温环境则提升早强剂掺量，掺量控制在胶凝材料用量的3% ~ 5%，选用级配合理骨料时，企业要确保持续级配且最大粒径不超过板厚的1/3，骨料进场后需实行筛分继而控制含泥量不超过1%，防止过大粒径骨料造成浇筑困难，掺入适量减水剂改善混凝土干活性能，优先选用聚羧酸系减水剂，其分散性优秀，将会使水泥浆能彻底包裹骨料并填充间隙^[6]。在振捣作业时，工作人员依据混凝土坍落度调整振捣频率跟时间，坍落度小于180mm时采用高频振捣，坍落度较大时降低频率以防离析，振捣棒需插入下层混凝土5 ~ 10cm并采用行列式或交错式移动方法，移动间距不超过振捣棒作用半径的1.5倍的同时确保振捣覆盖均匀，直至混凝土表面泛浆且不再下沉，杜绝漏振和过振现象。振捣完成后实时开展二次抹面，工作人员运用抹子沿同一方向反复压抹，消除表面气泡并减少蜂窝麻面的产生，抹面完成后立即覆盖薄膜来防止表面失水过快。

（二）加强模具管控，规范拆模流程

模具加工需保证边角精度，企业可采用数控切割技术确保接缝严密，误差控制在1mm以内，模具材质优先选用高强度钢板，厚度不小于6mm，以强化整体刚度，模具焊接处需实行打磨光滑并防止发生焊渣凸起。安装时在边角缝隙处粘贴耐油橡胶密封胶条，胶条截面呈梯形，压缩量控制在30% ~ 50%，进而在确保受压后能彻底填充缝隙并防止漏浆，模板支撑体系应实行受力验算且根据混凝土浇筑高度和自重计算支撑间距，企业要选用足够刚度地型钢支架，支架底部设置可调底座，调节精度为1mm有助于微调模板标高，防止浇筑过程中发生变形^[7]。拆模时间需基于混凝土强度确定，企业经过条件养护试块检测，达到设计强度的75%以上方可拆除，冬季施工时需做到100%强度，拆模时运用专用吸盘或撬棍并且从非承重侧开始，防止直接敲击边角部位。拆除顺序遵循“先支后拆、后支先拆”原则，拆除后对模具边角实行检查修复，立即对磨损部位实行打磨补焊，涂抹脱模剂时保证边角部位均匀覆盖，企业可选用水性脱模剂既环保又能减少对混凝土表面污染，也能为下一次浇筑创建良好根基。

（三）精准控制钢筋定位，规范垫块设置

钢筋绑扎前需复核设计图纸，企业要明确保护层厚度要求来围绕钢筋直径选择相应规格垫块，垫块强度不低于混凝土设计强度且抗压强度 $\geq 50\text{MPa}$ ，对于直径大于20mm的钢筋则采用带凹槽的专用垫块，凹槽深度为钢筋直径的1/2，防止钢筋滚动。工作人员采用梅花状布置方法放置垫块，间距控制在600 ~ 800mm且在钢筋拐角处加密至400mm，保证每一个垫块都和钢筋紧密接触，垫块和模板之间涂抹少量隔离剂进而防止粘结导致移位^[9]。工作人员在绑扎过程中运用定位卡具固定钢筋位置，卡具采用ABS工程塑料材质，这种材质具有一定弹性且强度充足，能有效约束钢筋位移，绑扎点间距不超过300mm以防止绑扎松动导致钢筋移位。混凝土浇筑前再次检查钢筋位置，工作人员运用激光测距仪逐点测量保护层厚度，测量点间距不大于500mm，一旦发现偏差则实时调整，振捣时振捣棒避免直接接触钢筋骨架，通常要维持50mm以上距离，防止振动导致钢筋偏移并促使保护层厚度

符合设计标准，偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内。

（四）严格模板校验，细化抹面操作

模板安装前实行平整度检测，工作人员采用2m靠尺检查，每米长度内偏差超过3mm的部位需实行打磨修整，模板表面清理干净后涂刷隔离剂，隔离剂选用无腐蚀性专用脱模油，在涂刷时采用海绵蘸取确保薄厚均匀，用量控制在 $0.1 \sim 0.2\text{kg}/\text{m}^2$ ，以此来防止混凝土粘结。支撑体系安装完成后实行预压试验，预压荷载为设计荷载的1.2倍，持续时间不少于24小时并且分三次加载，每次加载后静置8小时，这样才能消除非弹性变形，预压后再次检查模板标高和平整度，企业在浇筑过程中安排专人监测模板沉降，每30分钟记录一次数据，发现异常立即加固^[9]。混凝土浇筑至设计标高后采用铝合金刮杠沿模板顶面往返刮平，刮杠长度不小于3m，待混凝土初凝前实行二次抹面，此时混凝土表面手指按压有轻微印痕但不塌陷，工作人员运用抹子反复搓压表面，先横后竖交叉实行来消除早期收缩裂缝，抹面完成后在表面覆盖透气型养护布以及维持湿润状态，保证板面平整度误差控制在规范允许范围内且不超过5mm。

（五）精准定位孔洞，强化预埋件固定

模板加工时采用激光定位技术标记孔洞位置，激光发射器需每周校准一次，误差控制在2mm以内，预埋件安装时运用高强螺栓同模板固定，螺栓直径不小于8mm且拧紧扭矩做到 $30\text{N} \cdot \text{m}$ ，

螺栓间距在不超过150mm的同时要确保连接牢固。钢筋绑扎过程中若和预埋件位置冲突则需和设计单位沟通调整，可适当调整钢筋间距或增设加强筋，加强筋直径不小于原钢筋直径，这样就会防止强行移位导致预埋件变形^[10]。混凝土浇筑时，工作人员在预埋件周边采用直径30mm的小直径振捣棒轻柔振捣，振捣时间控制在10 ~ 15秒，振捣点距预埋件边缘不小于100mm，浇筑顺序从远离预埋件部位开始逐步向预埋件推进，使混凝土缓慢包裹预埋件并减少冲击力，浇筑完成后立即复核孔洞位置，运用全站仪实行三维坐标测量，测量精度为1mm，确保预留孔洞满足安装要求。

三、结束语

总而言之，预制叠合板生产过程质量缺陷控制措施的制定是影响建筑结构安全的关键要素，通过分析常见的质量缺陷及对材料、工艺、操作等提出有效控制措施，是提升产品质量的必要举措。在预制叠合板生产实际过程中，企业要加强全过程质量控制的意识，利用原材料进场控制到成品出厂的全过程检验、监测等手段，根据生产过程的实时监测及跟踪不断迭代技术及操作要求，实现生产过程精细化及规范化的同时夯实建筑工业化健康发展的基础，保障建筑工程的安全性及可靠性。

参考文献

[1] 谢辉. 混凝土预制叠合板生产工艺及质量控制 [J]. 工程机械和维修, 2024(7): 133-135.
[2] 王志强. 叠合板智能化生产线预制技术应用研究 [J]. 安徽建筑, 2024, 31(1): 36-37, 138.
[3] 梁智斌. 预制混凝土叠合板生产工艺及质量控制 [J]. 城市情报, 2024(17): 154-155.
[4] 于海洋, 李海生, 彭伟, 等. 基于机器视觉的预制叠合板智能检测关键技术 [J]. 施工技术 (中英文), 2024, 53(20): 36-41.
[5] 周晨. 叠合板智能化生产线预制技术的运用分析 [J]. 汽车博览, 2024(4): 19-21.
[6] 王新建, 秦康, 何仕, 等. 装配式预制叠合板生产效率提升的研究和应用 [J]. 房地产导刊, 2021(15): 187, 189.
[7] 付智博. 混凝土预制叠合底板生产工艺及质量控制研究 [J]. 建筑工程技术和设计, 2021(36): 227-228.
[8] 王春才, 李金伟, 金龙. 自密实混凝土配制及预制叠合楼板生产 [J]. 建材世界, 2023, 44(5): 44-47.
[9] 刘建军, 王恒. 混凝土预制叠合底板生产工艺及质量控制研究 [J]. 甘肃科技, 2021, 37(16): 136-138.D
[10] 姜魏, 李鑫, 杨镇. 基于智能化预制下叠合板构建生产技术和施工质量管理 [J]. 智能建筑和智慧城市, 2020(6): 66-67, 71.