装配式建筑工程现场质量管控难点及对策研究

熊 伟

湖北吉星化工集团有限责任公司 湖北 宜昌 444200

【摘 要】：装配式建筑是我国建筑工业化、绿色化发展的核心方向，凭借节能环保、工期紧凑、现场污染少等优势，广泛应用于住宅及公共建筑项目。与传统现浇施工模式不同，装配式建筑质量贯穿构件生产、运输堆放、吊装装配、节点连接、防水收尾全链条，具备误差传导性强、隐蔽工序多、精度要求高、返工难度大等特征。当前国内装配式施工管理仍普遍沿用传统现浇管控模式，体系适配性不足，造成构件精度偏差、套筒灌浆不密实、外墙渗漏、专业协同混乱等质量通病频发。本文结合施工现场实际，系统归纳装配式建筑现场质量管控核心难点，深度剖析问题成因，构建适配装配式施工的精细化管控体系，提出针对性、可落地的现场治理对策，有效规避结构性与功能性质量隐患，为同类工程项目质量提升提供参考与借鉴。

【关键词】：装配式建筑；施工现场；质量管控；节点施工；精细化管理

DOI:10.12417/2705-0998.26.14.025

装配式建筑依托工厂预制、现场装配的工业化建造模式，打破了传统建筑现场湿法施工的局限，是建筑行业转型升级、实现双碳目标的重要抓手。近年来，国内装配式建筑建设体量持续增长，技术体系日趋成熟，但快速扩张过程中现场质量管理短板不断凸显。装配式工程质量具备极强的链式传导特征，工厂微小偏差会逐级放大至现场装配环节，且核心连接工序多为隐蔽工程，施工不可逆、检测难度大。多数施工单位仍采用现浇工程管理思维，工艺标准不精细、人员专业能力不足、全过程管控体系缺失，导致各类质量缺陷常态化出现，严重影响建筑结构安全与使用耐久性。因此，系统梳理现场管控难点、优化全过程质量管控策略，对推动装配式建筑规范化、高质量发展具有重要的工程实践意义。

1 装配式建筑工程现场质量管控核心难点

1.1 预制构件全流程偏差累积，进场管控体系薄弱

预制构件是装配式建筑的基础载体，构件质量缺陷是现场质量问题的首要源头，质量误差贯穿生产、运输、堆放、进场验收全流程。在工厂生产阶段，部分构件生产企业设备老旧、模具精度不足、定位工装标准化程度低，导致预制墙板、叠合楼板、预制梁柱存在尺寸偏差、缺棱掉角、表面麻面裂缝等外观缺陷，同时易出现预埋套筒偏移、锚固钢筋错位、预留孔洞偏差等关键结构性问题。部分构件厂出厂质检流于形式，仅核查外观质量，未对套筒坐标、钢筋定位、构件平整度等核心参数实测核验，致使不合格构件流入施工现场。

运输与现场堆放环节的不规范操作，进一步加剧构件损伤与变形。构件运输过程中，防护缓冲措施不足、固定绑扎不牢固，车辆颠簸易造成构件边角磕碰、表层开裂；超长构件未采用专项运输方案，易产生弯曲形变。施工现场堆放管理混乱，未依据构件特性分类存放，墙板未使用专用插放架、叠合板叠放层数超标、堆放垫块与吊点位置错位，造成构件隐性开裂、受压变形。

现阶段施工现场进场验收机制存在明显漏洞，验收流程简化、标准宽松，多以外观检查为主，忽视对套筒位置、预埋管线、钢筋规格、几何尺寸的精准复核。工厂、运输、堆放产生的微小偏差无法及时排查整改，误差持续累积，最终造成现场构件对位困难、装配偏差超标，部分班组为强行安装私自切割构件钢筋与套筒，严重破坏结构受力体系，埋下重大安全隐患。

1.2 隐蔽节点施工风险较高，质量检测管控难度大

节点连接是装配式建筑结构传力、抗震承载的核心，也是现场质量管控的重难点与风险点。套筒灌浆、叠合面连接、螺栓紧固等核心工序均为隐蔽工程，施工封闭性强、可视性差、工序不可逆，质量隐患隐蔽性极强，是区别于现浇施工的最大管控难点。

套筒灌浆连接作为竖向预制构件的核心受力工艺，质量问题发生率最高。灌浆施工受环境温度、浆料配比、搅拌工艺、封堵密闭性、灌浆操作手法多重影响，极易出现灌浆空腔、浆料回流、套筒堵塞、灌浆不饱满等缺陷。目前施工现场普遍以出浆口连续溢浆作为饱满度判定依据，该判定方式主观性强、准确率低，无法排查构件内部局部缺浆、微小空腔等隐性问题。高低温恶劣环境下未采取温控施工措施，会导致灌浆料流动性、凝结时间异常，造成节点连接强度不达标。同时，灌浆工序完成后浆料快速凝固，无法二次整改，一旦出现质量缺陷，将形成永久性结构性隐患。

除套筒灌浆外，各类拼接节点管控同样存在短板。预制构件叠合面浮浆、杂物清理不彻底，未按规范凿毛、涂刷界面剂，导致新旧混凝土粘结强度不足，后期出现面层开裂、脱层空鼓。装配式节点螺栓连接施工中，操作人员未严格执行扭矩标准，存在漏拧、欠拧、超拧现象，节点紧固稳定性不足，长期荷载作用下易出现结构松动、位移问题。

1.3 吊装装配精度管控不足，安装偏差通病频发

装配式预制构件自重大、成型尺寸固定，现场吊装装配属

于一次性成型工序，调整空间极小，对测量精度、吊装工艺、支撑体系的标准化要求极高，极易出现安装精度超标问题。

测量放线偏差是安装质量缺陷的首要诱因。部分施工现场测量控制网布设不规范，轴线、标高基准点未定期复核校准，仪器设备校准滞后，导致基础放线存在原始误差。同时，施工现场交叉作业频繁、物料堆放杂乱，基准点位易被扰动破坏，施工人员未及时复测校正，持续放大构件安装的轴线偏移、垂直度、平整度偏差。

吊装作业受环境与人为操作影响极大。大风、降雨天气违规吊装，风荷载会导致大型墙板、梁柱构件晃动偏移，无法精准对位；塔吊司机与信号人员配合不当、吊装速度过快、对位操作粗暴，易造成构件碰撞移位、安装错位。构件临时支撑体系设计不规范，未根据构件自重、尺寸进行受力验算，支撑布设间距不合理、固定强度不足，构件安装后易出现沉降、倾斜、位移。同时，施工现场普遍存在提前拆除临时支撑的违规操作，构件未达到稳定受力状态便卸载支撑，直接导致垂直度、平整度偏差超标，引发结构变形隐患。

1.4 细部施工与专业协同不足，功能性缺陷突出

外墙渗漏、细部处理粗糙、多专业协同不畅是装配式建筑常态化质量通病，直接影响建筑使用功能与工程品质。装配式外墙由大量预制墙板拼接而成，存在大量水平、竖向拼缝，是防水薄弱区域。现场防水施工工艺不标准，拼缝基层残留积水、灰尘、杂物，密封胶粘结牢固度不足；防水材料选型不当，未适配外墙露天耐候需求，胶体长期老化开裂、脱落；打胶厚薄不均、存在气泡断点，密封体系失效。同时，外墙淋水试验落实不到位，隐蔽渗漏问题未及时排查，后期雨水渗入室内，维修整改难度大、成本高。

此外，项目深化设计前置不足、多专业协同割裂问题突出：设计、构件生产、土建、机电专业脱节，构件拆分方案未结合现场施工条件优化，出现钢筋碰撞、管线与套筒冲突、构件安装干涉等问题，大量设计问题滞留施工现场；BIM 深化设计流于形式，未开展虚拟预拼装与碰撞检查，现场不得不私自开孔、剔凿、切割构件，破坏构件完整性与受力性能。

2 装配式建筑工程现场质量优化管控对策

2.1 落实构件全链条管控，完善进场验收标准

建立“工厂生产—运输堆放—进场验收”一体化管控机制，从源头杜绝构件质量缺陷。推行构件首件验收制度，施工、监理单位提前介入工厂生产环节，核查模具精度、钢筋定位、套筒预埋工艺，对首件构件尺寸、预埋点位、外观质量全面核验，达标后方可批量生产。

规范构件运输与现场堆放管理，定制专用运输固定工装，增设缓冲防护垫层，严控构件运输形变、磕碰损伤。施工现场分区堆放构件，墙板采用专用插放架直立存放，叠合板严控叠放层数，堆放垫块与构件吊点精准对齐，做好防雨、防晒、防变形保护。

优化进场验收体系，摒弃单一外观检查模式，制定量化验收清单，对构件几何尺寸、套筒坐标、锚固钢筋位置、预留孔洞精度进行全数实测复核。推行构件一物一码溯源管理，录入生产、检测、运输数据，实现质量问题可追溯。严格执行不合格构件退场制度，严禁破损、超差构件进场，杜绝现场私自整改构件的违规行为。

2.2 严控隐蔽节点工序，建立专项闭环管控

针对套筒灌浆等核心隐蔽工序，制定专项施工方案，落实灌浆令审批制度，实现全过程标准化、可溯源管控。施工前核查套筒孔道通畅性、封堵密闭性、灌浆料配比与环境温湿度，条件不达标严禁开工。严格执行统一搅拌、压力灌浆、顺序施工工艺，出浆口连续均匀溢浆后封堵稳压，杜绝缺浆、回流、空腔问题。落实全过程旁站、视频留痕制度，同步留置灌浆料试块，作为强度核验依据。

完善节点检测机制，搭配超声波无损抽检技术，随机核查灌浆饱满度，彻底排查隐蔽质量隐患。规范叠合面施工，施工前彻底清理浮浆杂物，机械凿毛后涂刷专用界面剂，保障新旧混凝土粘结强度。统一钢结构螺栓拧紧力矩标准，采用扭矩扳手施工，完成后逐一复核记录，杜绝漏拧、欠拧问题。建立隐蔽工程专项台账，实现施工、检测、验收、整改全闭环管理。

2.3 标准化吊装施工，提升构件装配精度

构建高精度测量与标准化吊装体系，从根本控制安装偏差。施工前布设独立、闭合的测量控制网，定期校核全站仪、激光投线仪等设备，全程复核轴线、标高基准点，避免点位偏移引发安装误差。

优化吊装施工工艺，大风、雨雪等恶劣天气立即停止吊装作业，规避环境干扰。提前利用 BIM 开展模拟吊装，验算吊点、吊具、塔吊工况，优化吊装路径与对位方案。构件安装实行“初调—精调—复核”三步校正法，采用可调式斜支撑精准控制构件垂直度、平整度。临时支撑体系通过受力验算确定布设方案与拆除时间，严禁提前拆除支撑，保障构件安装稳定性。叠合板重点管控支座搭接长度与板缝密封性，杜绝漏浆、错台、平整度超标问题。

2.4 优化细部施工与专业协同，健全质量管理体系

规范外墙防水精细化施工，构建“构造防水+材料防水”双重防护体系。施工前彻底清理拼缝基层，保证干燥洁净；选用符合耐候标准的外墙密封胶，严控胶缝宽深比，连续施打、压实收面，杜绝断点、气泡。胶体固化前做好成品保护，完工后统一开展外墙淋水试验，逐面排查渗漏隐患，问题点位彻底返工整改，建立防水质量台账。

强化全专业协同深化，项目前期组建设计、生产、施工、机电联合深化团队，依托 BIM 技术完成构件拆分、管线排布、碰撞检查、虚拟预拼装，提前优化冲突节点，将所有问题解决于施工前。统一各专业图纸标准与变更流程，实现信息同步、协同施工，减少现场剔凿整改。

完善人员培训与管理制度，开展装配式专项岗前培训，重点强化灌浆施工、精准校正、防水细部工艺实操教学，落实持证上岗制度。更新现场质量管理模式，制定装配式关键工序旁站清单，压实管理人员、监理、班组质量责任。搭建数字化巡检体系，实现问题拍照定位、线上整改闭环，形成样板引路、技术交底、过程管控、复盘优化的 PDCA 循环管理体系，全面提升项目整体质量管控水平。

3 结语

装配式建筑的工业化建造模式，决定了其质量管控逻辑完全区别于传统现浇工程，误差链式传导、隐蔽工序风险高、装配精度严苛、专业协同复杂是现场质量管控的核心痛点。构件源头缺陷累积、隐蔽节点管控失效、吊装精度不足、细部施工粗糙、管理体系适配性差是当前质量通病频发的主要原因。本文针对各类管控难点，构建了从源头验收、关键工序、精准施工到体系优化的全流程管控方案，通过一体化构件溯源验收、隐蔽节点专项闭环管控、标准化吊装精度施工、BIM 协同深化与精细化细部治理，能够有效解决装配式施工现场常见质量问题，规避结构性与功能性隐患。未来，随着建筑工业化与数字化技术深度融合，无损检测、智能灌浆监测、BIM+三维扫描等技术将广泛应用于施工现场，装配式建筑质量管控将逐步实现智能化、可视化、精准化，持续提升装配式工程建设品质，助力建筑行业绿色、高质量转型升级。

参考文献：

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB/T 51231-2016 装配式混凝土建筑技术标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.

[2] 李刚.装配式混凝土建筑施工现场质量管控难点及对策[J].施工技术,2024,53(08):112-115.

[3] 王建军.装配式建筑节点施工质量通病及精细化防控措施[J].工程质量,2023,31(05):67-70.

[4] 张博文.BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中的应用研究[J].建筑科学与工程学报,2024,41(02):189-193.

[5] 刘磊.绿色施工背景下装配式建筑质量提升策略分析[J].建材通报,2023,32(11):201-204.