

工业建筑工程施工全过程质量管理措施

王宏彪

昆明建设咨询管理有限公司，云南省昆明市，650228；

摘要：本文聚焦工业建筑工程施工全过程质量管理，从施工前期（设计、准备）、过程中（工序、材料、专业协同）、竣工验收阶段梳理具体措施，构建监督、考核、追溯机制及智慧化技术的保障体系。结合某重型工业厂房案例，验证该体系成效：项目一次验收合格，分项工程优良率92%，按期竣工且无质量问题。研究为工业建筑工程质量管理提供科学路径，助力提升工程质量与效益。

关键词：工业建筑工程；全过程质量管理；保障体系；重型工业厂房

DOI：10.64216/3080-1508.26.02.003

引言

工业建筑工程（如重型工业厂房）具有结构复杂、设备安装精度高、工艺关联性强等特点，其施工质量直接影响生产安全与企业效益。当前部分项目因全过程管控缺失，出现结构裂缝、设备安装偏差等问题，导致返工延误与经济损失。随着工业制造升级，对建筑质量要求更高。因此，本研究系统分析工业建筑施工全过程质量管理措施，构建保障体系，结合案例验证成效，旨在为解决质量管理痛点、提升工程质量提供实践指导，适配工业建筑高质量发展需求。

1 工业建筑工程施工全过程质量管理措施

1.1 施工前期质量管理措施

1.1.1 设计阶段质量管控

一是深化设计交底，组织设计单位向施工、监理单位详细交底工业建筑结构特点（如吊车梁受力形式）、设备安装要求（如设备基础标高误差）、工艺关联细节（如管线与设备接口位置），形成书面交底记录并签字确认；二是开展图纸会审，重点审查设备基础尺寸、预埋件位置、结构承载力是否满足工艺需求，排查图纸矛盾（如管线与钢结构冲突），邀请工艺设备厂家参与会审，确保设计与设备安装匹配；三是优化设计方案，对复杂结构（如大跨度屋盖）、特殊工艺区域（如防爆车间），采用BIM技术进行设计优化与碰撞检查，提前规避施工风险。

1.1.2 施工准备阶段质量管控

一是编制专项施工方案，针对工业建筑关键工序（如钢结构安装、设备基础浇筑）制定详细方案，明确施工工艺（如焊接顺序、混凝土配合比）、质量标准（如允许偏差范围）、检测方法（如超声波探伤检测焊缝），方案需经专家论证后方可实施；二是材料设备采购管控，建立合格供应商名录，对工业专用材料（如高强度钢材、防腐涂料）进行厂家考察，签订采购合同明确质量标准与检测要求，要求供应商提供产品合格证、检测报告；

三是人员培训与交底，对管理人员开展工业建筑质量管理培训（如学习GB 50205-2020标准），对施工班组进行技术交底与技能考核，特种作业人员需持证上岗并进行专项培训（如钢结构焊接人员实操考核）。

1.2 施工过程中质量管理措施

1.2.1 工序质量管控

一是建立“三检制+旁站监理”制度，施工班组对每道工序进行自检，工序交接时进行互检，质量员进行专检，对关键工序（如设备基础混凝土浇筑、钢结构螺栓紧固）由监理人员全程旁站，验收合格后方可进入下道工序；二是关键参数实时监测，对混凝土坍落度（控制在 $180\pm 20\text{mm}$ ）、钢结构焊接电流（根据钢材型号调整）、设备基础标高（误差 $\leq \pm 3\text{mm}$ ）等关键参数进行实时监测，记录监测数据，超差时立即停工调整；三是隐蔽工程验收管控，对地基处理、管线预埋、钢结构节点等隐蔽工程，验收时需留存影像资料（如地基承载力检测照片）、检测报告，建设、施工、监理单位共同签字确认，形成闭环管理。

1.2.2 材料设备质量管控

一是材料进场检验，对进场钢材、混凝土、防腐材料等进行抽样检测，如钢材力学性能试验、混凝土抗压强度试验、涂料耐腐蚀性试验，不合格材料严禁入场；对设备基础预埋件、高强度螺栓等关键构件，核对型号、规格与设计一致，检查外观质量（如无变形、锈蚀）；二是材料存储管理，按材料特性分类存储，如钢材防潮防锈、防腐涂料避光密封、焊接材料烘干存储，设置标识牌注明材料名称、规格、进场时间与检验状态；三是施工设备管理，定期对塔吊、混凝土输送泵、焊接设备进行维护保养，检测设备（如全站仪、回弹仪）需定期校准并出具校准报告，确保设备性能与检测精度达标。

1.2.3 专业协同质量管理

工业建筑涉及多专业交叉施工，需强化专业协同：一是制定交叉施工计划，明确土建、钢结构、设备安装

等专业施工顺序（如先完成设备基础施工，再进行设备安装），避免工序冲突；二是建立专业沟通机制，每周召开多专业协同会议，解决施工中专业衔接问题（如钢结构预留孔洞与设备管线匹配）；三是 BIM 技术协同应用，搭建 BIM 协同管理平台，各专业将施工进度、质量数据上传至平台，实时查看专业间衔接状态，提前发现偏差（如设备安装与土建结构标高不符）。

1.3 竣工验收阶段质量管理措施

1.3.1 分项工程验收

按《工业建筑工程施工质量验收统一标准》，对结构工程（如钢结构焊缝质量、混凝土结构强度）、设备安装工程（如设备找平找正精度）、防腐保温工程（如涂层厚度、保温层密实度）等分项工程逐一验收，采用专业检测设备（如超声波探伤仪检测焊缝、激光测距仪检测设备定位），验收不合格项需制定整改方案并复检。

1.3.2 功能测试与专项验收

针对工业建筑功能需求开展专项测试：一是结构性测试，如吊车梁静载试验（加载至设计荷载 1.2 倍）、屋面抗风揭试验；二是设备联动测试，对生产线设备进行单机调试、联动调试，检查设备运行精度（如定位误差 $\leq \pm 0.1\text{mm}$ ）、生产流程连贯性；三是专项验收，涉及消防、环保、防爆的工业建筑，需通过消防验收（如火灾自动报警系统测试）、环保验收（如废气排放检测）、防爆验收（如防静电接地电阻测试）。

1.3.3 竣工资料与交付管理

整理完整的竣工资料，包括设计图纸、施工方案、质量检测报告、验收记录、设备说明书等，资料需真实、完整、规范，满足工业建筑后期运维需求；组织建设、设计、施工、监理单位进行竣工验收，形成竣工验收报告，对验收中发现的质量问题，明确整改责任人与整改期限，整改完成后进行复验，确保工程质量符合交付标准。

2 工业建筑工程施工质量保障体系构建

2.1 体系构建原则

2.1.1 系统性原则

质量保障体系需覆盖工业建筑施工全过程，整合“人员、材料、设备、工艺、环境”五大要素，形成“前期策划-过程管控-验收评估-持续改进”的闭环管理，避免出现管理盲区。

2.1.2 针对性原则

结合工业建筑结构复杂、工艺特殊的特点，针对关键工序（如重型设备基础施工）、特殊环境（如高温、防腐区域）制定专项保障措施，确保体系适配工业建筑质量需求。

2.1.3 责任化原则

明确建设单位（质量总负责）、施工单位（质量主体责任）、监理单位（质量监督责任）、设计单位（质量设计责任）的职责分工，签订质量责任书，将质量目标分解至部门与个人，实现“人人有责、层层落实”。

2.2 核心保障机制

2.2.1 质量监督机制

建立“政府监督+社会监督+企业自检”三级监督体系：政府质量监督部门对工业建筑关键部位（如结构安全）进行抽查；引入第三方质量检测机构，对工程质量进行独立检测（如钢结构焊缝质量抽检）；施工单位建立内部质量监督小组，开展日常质量巡查与专项检查。

2.2.2 质量考核与奖惩机制

将工业建筑工程质量纳入参建单位与个人绩效考核，设置质量奖励基金，对质量达标、无质量事故的班组与个人给予奖励（如奖金、荣誉证书）；对质量不合格、造成质量隐患的，进行通报批评、经济处罚，情节严重的追究相关责任，形成“奖优罚劣”的激励约束机制。

2.2.3 质量问题追溯与改进机制

建立质量问题台账，记录工业建筑施工中出现的质量问题（如结构裂缝、设备安装偏差），分析问题原因（如材料质量不合格、工艺不合理），明确整改措施与整改效果；定期开展质量复盘，总结质量管理经验与不足，更新质量管理措施（如优化施工工艺、完善检测方法），实现持续改进。

2.3 智慧化质量管控技术应用

2.3.1 BIM 技术全流程应用

在工业建筑施工前期，利用 BIM 模型进行设计优化与施工模拟，提前规划设备基础施工顺序、钢结构安装路径；施工过程中，将 BIM 模型与现场施工进度、质量数据关联，通过移动端 APP 实时上传质量检测数据（如混凝土强度），对比模型与现场偏差，及时调整施工方案；竣工验收阶段，基于 BIM 模型生成竣工模型，整合竣工资料，为后期运维提供数据支撑。

2.3.2 物联网实时监测技术

在工业建筑关键部位（如设备基础、吊车梁）安装传感器（如应变传感器、沉降传感器），实时监测结构受力、沉降变形数据，数据传输至云端管理平台，当数据超限时自动报警，及时采取加固措施（如设备基础注浆加固）；对施工环境（如温度、湿度、粉尘浓度）安装监测设备，确保施工环境满足工业建筑质量要求（如焊接环境湿度 $\leq 80\%$ ）。

2.3.3 大数据质量分析技术

搭建工业建筑工程质量大数据平台，整合历史质量数据（如同类工业项目质量问题统计）、实时施工数据

(如材料检测数据、工序验收数据),通过大数据分析识别质量风险点(如某类焊接工艺质量合格率低),预测质量趋势(如混凝土强度发展趋势),为质量管理决策提供数据支持,提升质量管控精准度。

3 案例分析——以某重型工业厂房项目为例

3.1 案例项目概况

该项目为某重型机械制造企业厂房,总建筑面积2.8万 m^2 ,包含主厂房(大跨度钢结构,最大跨度36m)、设备基础区(含12台重型机床基础)、辅助车间三大区域,工期18个月。项目具有结构荷载大(吊车最大起重量50t)、设备安装精度高(机床基础平面度误差 $\leq 0.1\text{mm/m}$)、工艺关联性强(生产线设备需连贯布局)等特点,施工单位为某大型建筑集团,监理单位为甲级工业监理公司。项目通过构建全过程质量管理体系,最终实现一次验收合格,结构安全零隐患、设备安装精度达标,获评“省级优质工业建筑工程”。

3.2 全过程质量管理实施过程

3.2.1 施工前期管理措施

一是设计优化与交底,设计单位针对吊车梁受力特点进行有限元分析,优化钢结构节点设计;组织3次专项设计交底,重点明确机床基础预留螺栓孔位置(误差 $\leq \pm 2\text{mm}$)、钢结构焊接工艺要求(焊缝等级一级);二是专项方案编制,编制《钢结构安装专项方案》《重型设备基础施工方案》,邀请5位行业专家论证,方案中明确钢结构采用“分区域对称吊装+临时支撑加固”工艺,设备基础采用“基坑支护-钢筋绑扎-模板安装-高精度找平-混凝土浇筑”五步施工法;三是材料设备管控,对高强度钢材(Q355ND)、钢结构焊接材料(低氢型焊条)进行厂家考察,进场时抽样检测钢材力学性能、焊条扩散氢含量,检测合格后方可使用。

3.2.2 施工过程管理措施

一是工序质量严控,钢结构焊接采用“双人互检+超声波探伤”模式,每道焊缝先由焊工自检,再由质量员复检,最后委托第三方检测机构进行100%超声波探伤,一级焊缝合格率达100%;设备基础施工中,采用激光找平仪控制基础平面度,混凝土浇筑时分层振捣(每层厚度 $\leq 500\text{mm}$),养护期间实时监测环境温度,采用覆盖保温棉+养护液养护,确保28天混凝土强度达C40设计要求;二是智慧化监测应用,在吊车梁安装过程中,利用BIM模型实时比对安装位置偏差,偏差超3mm时立即调整;在设备基础预埋螺栓处安装位移传感器,监测混凝土浇筑过程中螺栓位移,确保位移量 \leq

1mm;三是专业协同管理,每周召开土建、钢结构、设备安装专业协同会,解决钢结构预留孔洞与设备管线衔接问题,如调整3处管线预埋位置,确保与机床接口匹配。

3.2.3 竣工验收管理措施

一是分项验收严格把关,钢结构验收时检测吊车梁挠度(满载时挠度 $\leq L/1000$,L为跨度),设备基础验收时采用精密水平仪检测平面度(误差 $\leq 0.08\text{mm/m}$),均满足设计要求;二是功能测试全面覆盖,进行吊车静载试验(加载至60t,持荷1h无变形)、机床单机调试(定位精度误差 $\leq \pm 0.05\text{mm}$)、生产线联动调试(连续运行48h无故障);三是资料整理规范完整,形成竣工资料12册,包含BIM竣工模型、质量检测报告、设备调试记录等,通过档案馆专项验收。

3.3 管理实施效果

1.质量成效:项目一次通过竣工验收,分项工程合格率100%,优良率92%,未出现结构裂缝、设备安装偏差等质量问题,吊车梁使用1年后检测挠度仍满足设计要求,设备运行精度稳定;

2.效率成效:因质量管理到位,避免返工整改,项目按期竣工,较计划工期提前15天,设备提前投产,为企业创造经济效益约200万元;

3.安全与社会成效:施工全过程无质量安全事故,项目获评“省级安全文明工地”,其质量管理模式被当地工业建筑项目推广借鉴,为同类项目提供实践参考。

4 结论

本研究构建了工业建筑工程施工全过程质量管理体系,明确施工前期(设计交底、专项方案)、过程中(三检制、材料管控、专业协同)、竣工验收(分项验收、功能测试)各阶段具体措施,配套“三级监督”“奖惩考核”“问题追溯”机制及BIM、物联网等智慧化技术应用。案例表明,该体系可实现分项工程合格率100%、优良率92%,保障项目按期竣工且无质量问题。此体系适配工业建筑结构与工艺特性,能有效规避质量风险,为同类工程质量管理提供可行方案,具有实际应用价值。

参考文献

- [1] 邓英军,夏存景.工业建筑工程施工全过程质量管理研究[J].工业建筑,2022,52(4):266.
- [2] 王志涛.工业建筑工程施工全过程质量管理研究[J].中国地名,2025,(1):187-189.
- [3] 程晨.工业建筑工程施工全过程质量管理研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2024,(5):9-12.