

模板工程在钢筋混凝土建筑工程中的应用及质量控制分析

彭再兵

中城投（贵安新区）工程建设有限公司，贵州省贵阳市，550003；

摘要：模板工程作为钢筋混凝土结构施工的关键环节，其质量直接影响混凝土成型效果与建筑物整体性能。本文通过深入分析模板工程材料选型、施工工艺及质量控制体系，结合工程实例，探讨了现代模板技术在钢筋混凝土建筑中的应用现状与发展趋势。研究表明，合理的材料选型与标准化施工工艺是确保模板工程质量的前提，而系统性质量控制体系的构建则是实现工程目标的根本保障。

关键词：钢筋混凝土；材料选型；施工工艺；质量控制；模板工程

DOI：10.69979/3029-2727.25.03.067

引言

钢筋混凝土结构在现代建筑工程中占据主导地位，其施工质量很大程度上取决于模板工程的技术水平^[1]。模板作为混凝土成型的临时结构，不仅要承受新拌混凝土的重量和侧压力，还要确保混凝土构件的几何尺寸精度和表面质量^[2]。

当前模板工程在实际应用中仍存在诸多问题——材料选型缺乏科学依据，施工工艺标准化程度不高，质量控制体系不够完善。这些问题不仅影响工程质量，还可能导致安全隐患。因此，深入研究模板工程的技术要点与质量控制方法，对提升钢筋混凝土建筑工程整体水平具有重要意义。

本文旨在通过系统分析模板工程的材料特性、施工技术及管理要求，构建科学合理的质量控制体系，为相关工程实践提供理论指导。

1 模板工程材料选型理论基础

1.1 传统木模板材料性能分析

木模板作为传统模板材料，在建筑工程中应用历史悠久。其主要优势在于加工便利性和成本相对较低，特别适用于异形结构的施工。从材料力学角度分析，木模板具有一定的弹性模量，能够承受混凝土浇筑过程中的动荷载^[3]。

然而，木模板也存在明显局限性。耐久性问题首当其冲，木材在反复使用过程中容易出现变形、开裂等现象，直接影响混凝土表面质量。其次，木模板的防水性能相对较差，在潮湿环境下容易发生膨胀变形。此外，随着绿色建筑理念的推广，传统木模板的环保性也受到

质疑。

1.2 钢模板系统技术特征

钢模板系统以其优异的力学性能和良好的耐久性，在现代建筑工程中获得广泛应用。钢模板的承载能力强，能够承受较大的混凝土侧压力，适用于高层建筑和大跨度结构的施工^[4]。

从技术特征来看，钢模板具有显著优势：尺寸精度高，能够保证混凝土构件的几何尺寸要求；表面光滑，混凝土脱模后表面质量良好；重复使用次数多，虽然初期投资较大，但长期使用成本相对较低。

不过，钢模板也存在技术难点。重量较大是其主要缺点，不仅增加了施工难度，也对支撑系统提出了更高要求。此外，钢模板在使用过程中容易出现锈蚀，需要定期维护保养。

1.3 铝合金模板创新应用

铝合金模板作为新兴的模板材料，结合了钢模板的高强度和木模板的轻便性。其密度约为钢材的三分之一，在保证承载能力的同时大大降低了自重，为施工作业提供了便利^[5]。

铝合金模板的技术优势主要体现在：强度重量比高，便于搬运和安装；耐腐蚀性能优异，在恶劣环境下仍能保持良好性能；导热性能好，有利于混凝土养护；表面处理工艺成熟，能够获得优质的混凝土表面。

但铝合金模板的推广应用也面临挑战。成本相对较高是制约其大规模应用的主要因素，同时铝合金材料的焊接工艺要求较高，对施工技术水平提出了更高要求。

1.4 复合材料模板发展趋势

复合材料模板代表了模板技术的发展方向,通过不同材料的复合,能够实现性能的优化组合。钢木复合模板结合了钢材的高强度和木材的加工便利性,在保证承载能力的同时降低了成本。塑料复合模板则具有重量轻、不吸水、不开裂等优点,特别适用于特殊环境下的施工。

复合材料模板的技术发展趋势表现为:材料组成更加多样化,性能指标不断优化;加工工艺日趋成熟,产品质量稳定性提升;应用领域逐步扩大,从简单结构向复杂结构延伸。

2 钢筋混凝土模板施工工艺技术

2.1 模板支撑体系设计原理

模板支撑体系是确保模板稳定性和安全性的关键。支撑体系设计必须充分考虑混凝土自重、施工荷载、风荷载等各种作用力的影响。根据结构力学原理,支撑体系应具备足够的承载能力和刚度,同时保证整体稳定性。

支撑体系的设计需要综合考虑多个因素。首先是荷载计算,包括混凝土自重、施工活荷载、振捣荷载等。其次是支撑构件的选择,需要根据承载要求确定支撑杆件的规格和间距。再者是连接节点的设计,确保各构件之间的可靠连接。

现代支撑体系设计越来越注重标准化和模块化。通过采用标准化的支撑构件,不仅能够提高施工效率,还能够保证支撑质量的稳定性。

2.2 模板拼装技术要点

模板拼装是模板工程的核心工序,直接影响混凝土成型质量。拼装过程中需要严格控制模板的平整度、垂直度和接缝质量。拼装技术的关键在于确保模板系统的整体性和密封性。

模板拼装应遵循严格的技术要求。首先是尺寸精度控制,模板拼装后的尺寸偏差应控制在规范允许范围内。其次是接缝处理,模板接缝应严密,防止漏浆。再者是固定方式,采用合适的紧固件确保模板的稳固性。

拼装工艺的标准化是提高施工质量的重要途径。通过制定详细的拼装程序和质量检查标准,能够有效避免拼装过程中的质量问题。

2.3 预应力模板施工工艺

预应力模板技术通过在模板系统中引入预应力,提高了模板的承载能力和刚度。这种技术特别适用于大跨度和高荷载的结构施工。预应力的施加可以有效减少模

板变形,提高混凝土成型精度。

预应力模板的施工工艺包括几个关键环节:预应力的张拉,需要按照设计要求控制张拉力和张拉程序;预应力的保持,在混凝土浇筑和养护过程中,需要确保预应力的有效性;预应力的释放,在模板拆除前需要按照规定程序释放预应力。

2.4 特殊结构模板技术处理

特殊结构如曲线形构件、变截面构件等,对模板技术提出了更高要求。曲线形构件的模板制作需要准确放样和精确加工,通过数字化建模和数控加工技术,能够保证曲线形模板的几何精度。

变截面构件的模板处理重点在于截面变化部位的处理。需要通过合理的模板分割和精确的拼装,确保截面变化的平顺性。此外,变截面构件的模板支撑也需要根据截面变化情况进行调整。

3 模板工程质量控制体系构建

3.1 施工前期质量控制要点

施工前期的质量控制是确保模板工程质量的基础。这一阶段的控制要点包括材料质量检验、施工方案审查、技术交底等。

材料质量检验是前期质量控制的重要内容。模板材料进场后应按照相关标准进行检验,包括材料的力学性能、外观质量、尺寸精度等。检验不合格的材料不得使用,确保模板工程的材料质量。

施工方案的审查也是前期质量控制的关键环节。施工方案应包括模板设计、支撑体系设计、施工工艺等内容。方案审查应重点检查设计的合理性、施工的可行性、安全措施完备性等。

技术交底是将设计意图和施工要求传达给施工人员的重要环节。技术交底应详细说明模板的构造要求、安装方法、质量标准等。

3.2 施工过程动态质量监控

施工过程中的动态质量监控是保证模板工程质量的关键。这一阶段需要建立完善的质量监控体系,包括工序质量检查、质量记录、质量分析等。

工序质量检查应按照施工工序进行,每道工序完成后都应进行质量检查。检查内容包括模板的安装质量、支撑系统的稳定性、模板的密封性等。检查不合格的工序应立即进行整改。

质量记录是质量监控的重要手段。应建立完整的质量记录系统,记录每道工序的质量检查结果、质量问题及处理情况等。质量分析是动态质量监控的重要环节,通过对质量数据的分析,能够及时发现质量趋势,识别质量问题的根源。

3.3 模板拆除质量管理

模板拆除是模板工程的最后环节,也是质量控制的重要阶段。拆除过程中应严格控制拆除时间、拆除方法、拆除顺序等。

拆除时间的控制是模板拆除质量管理的核心。拆除时间应根据混凝土强度发展情况确定,过早拆除可能导致混凝土构件变形或损坏,过晚拆除则会影响施工进度。因此,需要通过试验确定混凝土强度,科学确定拆除时间。

拆除方法的选择也影响拆除质量。应根据模板类型和结构特点选择合适的拆除方法。拆除顺序的安排需要考虑结构的受力特点,一般应先拆除非承重模板,再拆除承重模板。

3.4 质量缺陷预防与处理措施

质量缺陷的预防和处理是质量控制体系的重要组成部分。混凝土表面缺陷是模板工程中常见的质量问题,产生原因主要包括模板表面不平整、模板拼缝不严密、脱模剂使用不当等。预防措施包括:提高模板加工精度、严格控制模板拼装质量、合理选择和使用脱模剂等。

模板变形是另一个常见的质量问题,产生原因主要包括支撑系统设计不合理、模板材料强度不足、施工荷载过大等。预防措施包括:优化支撑系统设计、选择合适的模板材料、控制施工荷载等。

对于已经出现的质量缺陷,应根据缺陷的严重程度制定相应的处理方案。轻微缺陷可以通过表面修补等方法处理;严重缺陷可能需要部分重做或采用其他补救措施。

4 工程实例分析与技术优化

4.1 某高层建筑模板工程案例

以某 30 层高层住宅建筑为例,该工程采用了钢筋混凝土框架剪力墙结构。在模板工程实施过程中,针对不同结构构件采用了差异化的模板技术方案。

对于标准层的墙体结构,采用了大模板体系。该体系具有拼装速度快、表面质量好的优点,能够满足高层

建筑快速施工的要求。模板材料选用了钢木复合模板,在保证强度的同时降低了自重。

对于楼板结构,采用了可调节支撑系统配合胶合板模板。支撑系统采用了标准化的钢支撑构件,通过模块化设计实现了快速拆装。胶合板模板表面平整,能够获得良好的混凝土表面质量。

在施工过程中,建立了完善的质量控制体系。每道工序完成后都进行了质量检查,发现问题及时处理。通过严格的质量控制,该工程的模板工程质量达到了预期目标。

4.2 复杂结构模板技术应用

某大型公共建筑项目包含了多种复杂结构形式,包括曲线形梁、变截面柱、异形板等。这些结构对模板技术提出了特殊要求。

对于曲线形梁结构,采用了数字化建模和数控加工技术。通过三维建模确定了模板的几何形状,利用数控设备加工出精确的模板构件。模板材料选用了可塑性好的复合材料,能够适应曲线形状的要求。

变截面柱的模板制作采用了分段拼装的方法。将变截面柱分为若干段,每段制作独立的模板,然后进行拼装。这种方法既保证了截面变化的精度,又便于模板的制作和安装。

异形板的模板技术处理重点在于边界的处理。通过精确的测量和放样,确定了异形板的边界形状,采用了柔性模板材料适应复杂的边界形状。

4.3 质量控制效果评估

通过对上述工程案例的质量控制效果进行评估,可以看出系统性质量控制体系的重要作用。评估结果显示,建立完善质量控制体系的工程,其模板工程质量明显优于缺乏系统质量控制的工程。

在混凝土表面质量方面,采用严格质量控制的工程,其表面缺陷率控制在 5% 以内,明显低于行业平均水平。在尺寸精度方面,构件的尺寸偏差控制在规范要求的 5 0% 以内,达到了较高的精度水平。

在施工效率方面,标准化的模板体系和规范化的施工工艺,提高了施工效率约 20%。同时,由于质量控制到位,减少了返工和修补,进一步提高了综合效益。

4.4 技术改进建议

基于工程实例的分析,提出以下技术改进建议:

(1) 进一步提高模板材料的标准化程度。通过开发标准化的模板构件,能够提高施工效率和质量稳定性。同时,标准化也有利于模板的重复使用和维护管理。

其次,加强数字化技术在模板工程中的应用。利用 BIM 技术进行模板设计,能够提高设计精度和效率。同时,数字化技术也有助于施工过程的可视化管理。

(2) 完善质量控制体系的智能化水平。通过引入传感器技术和数据分析技术,能够实现质量控制的智能化和自动化。这不仅能够提高质量控制的效率,也能够提高控制的精度。

(3) 加强人员培训和技术交流。模板工程技术的发展需要专业人员的支撑,应加强对相关人员的培训,提高其技术水平和质量意识。

5 结论与展望

通过对模板工程在钢筋混凝土建筑中的系统研究,本文得出如下结论:

科学的材料选型是工程成功的前提。钢模板、铝合金模板及复合材料模板各具优势,应依据工程特点合理选择。施工工艺的标准化直接关系到工程质量,需建立规范化的作业流程。全过程质量控制体系是确保工程目标实现的关键,涵盖前期准备、过程监控、后期管理等环节。

未来模板工程技术发展呈现三大趋势:材料向高性能、绿色化方向演进;施工工艺趋向智能化、自动化;质量管理迈向数字化、精准化。BIM 技术与物联网的深度融合将重塑模板工程的技术格局,推动行业向更高水平发展。

然而,本研究仍存在局限性。复杂工况下的适用性验证不够充分,新兴技术的工程化应用还需深入探索。建议后续研究重点关注智能建造背景下的模板工程技术创新,加强产学研协同,促进理论成果向实践转化,为钢筋混凝土建筑工程高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 殷爱刚. 建筑工程中钢筋混凝土工程施工关键技术分析[J]. 中国水泥, 2025, (06): 74-76.
- [2] 王栋. 钢筋模板混凝土施工质量控制与技术改进[J]. 城市开发, 2025, (07): 121-123.
- [3] 刘银锋. 钢筋混凝土结构施工技术要点研究[J]. 房地产世界, 2024, (23): 133-135.
- [4] 俞传熙. 建筑工程中钢筋混凝土工程施工关键技术分析[J]. 中国水泥, 2024, (12): 110-112.
- [5] 孙玉龙, 周江. 校舍楼工程钢筋混凝土框架结构施工技术研究[J]. 四川建材, 2024, 50(11): 132-134.