

混凝土结构模板支撑体系施工技术优化与安全管控

赵俊邦

新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 本文聚焦混凝土结构模板支撑体系施工技术的优化与安全管控,详细阐述了模板支撑体系的组成、分类及受力特性,分析了现存施工技术问题,如模板选型不合理、支撑搭设不规范等,并提出了针对性的优化路径,包括模板材质与规格优化、支撑材料优化等。同时,构建了安全管控体系,明确了事前、事中、事后的安全管控措施,旨在杜绝坍塌事故、减少安全隐患,保障施工人员安全,为混凝土结构模板支撑体系的安全高效施工提供指导。

关键词: 混凝土结构; 模板支撑体系; 施工技术优化; 安全管控

引言: 在建筑工程中,混凝土结构模板支撑体系是确保混凝土结构成型质量与施工安全的关键环节。随着建筑行业的不断发展,对模板支撑体系施工技术的要求也日益提高。然而,当前在实际施工中,仍存在模板选型不合理、支撑搭设不规范等诸多问题,这些问题不仅影响混凝土结构的施工质量,还可能引发安全事故。因此,对混凝土结构模板支撑体系施工技术进行优化,并构建完善的安全管控体系,具有重要的现实意义。

1 混凝土结构模板支撑体系相关理论基础

1.1 模板支撑体系的组成与分类

(1) 核心组成: 模板系统、支撑系统、连接系统的结构及功能。模板系统是直接接触混凝土的部分,由面板、次楞、主楞组成,主要功能是成型混凝土结构,保证其形状、尺寸和表面平整度;支撑系统是体系的受力核心,由立杆、横杆、斜撑等组成,承担模板和混凝土的全部荷载并传递至基础;连接系统包括扣件、螺栓等部件,负责连接各组成部分,保证体系整体性和稳定性。(2) 常见分类: 按支撑材料可分为木支撑、钢支撑、铝合金支撑,木支撑轻便但承载力低,钢支撑强度高、可重复利用,铝合金支撑轻便且耐腐蚀;按支撑形式分为满堂支撑、排架支撑、悬臂支撑,满堂支撑适用于大面积楼板,排架支撑适用于梁、柱结构,悬臂支撑适用于边梁、挑檐;按适用结构类型分为楼板模板支撑、梁模板支撑、柱模板支撑,各自适配对应结构的受力特点和施工需求。

1.2 模板支撑体系的受力特性分析

(1) 荷载类型: 恒荷载、活荷载、偶然荷载的计算与取值。恒荷载包括模板自重、支撑结构自重、混凝土自重及钢筋自重,按实际材质和尺寸精准计算;活荷载包括施工人员、施工机具重量及浇筑冲击力,按规范取值,楼板施工活荷载通常取 2.5kN/m^2 ;偶然荷载如地震、

大风等,结合工程所在地地质和气候条件,按相关规范确定取值标准,确保体系抗突发荷载能力。(2) 受力传递路径: 荷载在支撑体系中的传递规律及关键受力点。荷载传递路径为: 混凝土及钢筋自重→模板面板→次楞→主楞→立杆→基础,传递过程中需保证各构件受力均匀。关键受力点包括主楞与立杆连接处、立杆底部与基础接触处、斜撑与立杆连接点,这些部位需加强连接,防止受力集中导致构件破坏^[1]。

1.3 施工技术与安全管控的核心要求

(1) 技术要求: 模板安装、支撑搭设、拆除的规范标准。模板安装需保证位置准确、拼缝严密,面板平整度符合规范;支撑搭设需按专项方案执行,立杆间距、横杆步距、斜撑设置符合要求,立杆底部需设垫板;拆除需遵循“先支后拆、后支先拆”原则,混凝土强度达到设计要求后方可拆除,拆除过程中做好防护。(2) 安全要求: 承载能力、稳定性、防坍塌的核心管控指标。承载能力需满足各荷载组合作用下的强度要求,不发生塑性变形;稳定性需通过设置扫地杆、斜撑、剪刀撑等措施保证,防止体系失稳;防坍塌需严格执行搭设验收制度,定期检查支撑体系,及时整改隐患,确保施工过程中不发生坍塌事故。

2 混凝土结构模板支撑体系施工技术现存问题及优化路径

2.1 现存施工技术问题分析

(1) 模板选型不合理: 材质、规格与工程需求不匹配,存在质量隐患。部分工程盲目选用低成本木模板,其强度、刚度不足,易出现变形、破损,影响混凝土成型质量;模板规格与构件尺寸不匹配,拼接过多导致拼缝不严,易产生漏浆、蜂窝麻面等缺陷,且部分模板周转次数过多未及时更换,进一步加剧质量隐患。(2) 支撑搭设不规范: 立杆间距、横杆步距、扫地杆设置不符

合要求。施工中常存在立杆间距超标、横杆步距过大的问题，导致支撑体系承载力不足；部分区域未按规定设置扫地杆或扫地杆高度超标，立杆底部未设垫板，易出现立杆沉降、倾斜；剪刀撑设置不连续、角度不符合要求，降低体系整体稳定性。（3）模板安装与拆除不科学：安装精度不足、拆除时机不当影响结构质量。模板安装时定位偏差过大，拼接缝隙未采取有效密封措施，导致混凝土结构尺寸偏差、表面平整度超标；拆除时未按规定检测混凝土强度，过早拆除易导致构件开裂、变形，拆除顺序混乱，易引发支撑体系坍塌隐患。

2.2 模板系统施工技术优化

（1）模板材质与规格优化：新型环保模板的选型与应用。结合工程结构类型、施工荷载及使用场景，优先选用高强度、耐腐蚀、可重复利用、环保无污染的新型模板，如覆膜胶合板、铝合金模板、塑料模板等，替代传统劣质木模板，既提高模板的承载力和刚度，减少变形破损，又能降低材料损耗和环境污染；根据混凝土构件的具体尺寸，精准选用匹配的模板规格，减少拼接次数，对异形、特殊构件采用定制模板，确保模板与工程需求高度契合，有效解决拼缝漏浆问题，降低质量隐患，同时合理规划模板周转使用，延长使用寿命^[2]。

（2）模板安装精度优化：定位方法、固定措施的改进的技术手段。引入激光定位仪、全站仪等高精度定位工具，对模板安装进行精准定位，将安装偏差控制在规范允许范围内，确保混凝土结构尺寸精准；优化模板固定措施，在模板主次楞连接处增设加固件，拼缝处采用密封胶、海绵条等密封材料进行封堵，杜绝漏浆现象；加强模板安装后的验收工作，重点检查定位精度、固定牢固度及拼缝密封情况，验收合格后方可进入下一道工序，确保模板安装质量达标。

2.3 支撑体系施工技术优化

（1）支撑材料优化：高强度、轻量化支撑材料的选用及应用要点。选用高强度钢支撑、铝合金支撑等轻量化支撑材料，替代传统木支撑，此类材料强度高、稳定性好，且重量轻、便于搬运和安装，能有效提高支撑体系的承载力和整体稳定性；支撑材料进场前，严格进行强度、刚度检测，剔除破损、变形、锈蚀的构件，确保材料质量符合规范要求；施工过程中合理规划材料周转使用，做好材料的维护保养，提高材料利用率，降低施工成本。（2）搭设工艺优化：立杆、横杆、剪刀撑的合理布置及搭设流程改进。严格按照专项施工方案，结合工程荷载计算，确定立杆间距、横杆步距，立杆底部必须铺设垫板，扫地杆距地面控制在20cm以内，确保立杆

受力均匀、沉降稳定；剪刀撑按规范连续设置，角度控制在45°-60°，与立杆、横杆采用可靠连接，形成完整的支撑受力体系，增强整体稳定性；优化搭设流程，实行“分层搭设、分层验收”制度，每完成一层支撑搭设，及时进行验收，发现搭设隐患立即整改，确保支撑体系搭设质量^[3]。

2.4 拆除技术优化

（1）拆除时机的科学判定：基于混凝土强度的拆除时间计算方法。根据混凝土构件的类型（板、梁、柱等），制作同条件养护试块，通过试块强度检测结果，结合规范要求科学判定拆除时机，板类构件混凝土强度达到设计值75%以上、梁类构件达到80%以上、柱类构件达到100%以上方可拆除，杜绝过早拆除行为；同时结合现场施工实际，采用混凝土强度计算公式，结合温度、养护条件等因素，精准计算拆除时间，确保混凝土构件在拆除时具备足够的承载能力，避免出现结构性损伤。

（2）拆除流程与防护措施优化：分段拆除、安全防护的改进方案。严格遵循“分段拆除、先非承重后承重、先支后拆、自上而下”的原则，划明确切的拆除区域，设置明显的警示标识和防护围栏，禁止交叉作业，防止拆除构件坠落伤人；优化安全防护措施，作业人员必须佩戴安全帽、安全带等防护用品，高空作业搭设安全脚手架，拆除的模板、支撑构件及时清理、分类转运，避免堆积在作业区域，确保拆除过程安全、有序，减少安全隐患。

3 混凝土结构模板支撑体系安全管控体系构建

3.1 安全管控体系构建原则与目标

（1）构建原则：科学性、系统性、可操作性、全过程管控原则。科学性原则要求管控体系立足模板支撑施工实际，结合力学原理和行业规范，采用科学管控方法与技术手段，确保管控措施贴合现场、切实可行；系统性原则强调管控覆盖施工全流程、各环节，统筹事前、事中、事后管控，形成完整闭环；可操作性原则要求管控措施简洁清晰、流程明确，便于现场人员执行，杜绝形式化；全过程管控原则贯穿施工方案编制、材料进场、搭设施工、拆除作业全阶段，实现无死角管控。

（2）管控目标：杜绝坍塌事故、减少安全隐患、保障施工人员安全。核心目标是坚决杜绝模板支撑体系坍塌重大事故，防范群死群伤事件；次要目标是全面排查整治各环节隐患，将隐患消除在萌芽状态；最终目标是保障施工人员生命财产安全，规范施工行为，营造安全有序的施工环境，确保施工安全顺利推进，兼顾质量与效率。

3.2 事前安全管控措施

(1) 施工方案编制与审核: 专项施工方案的编制要点及审核流程。编制要点需结合工程结构、荷载、施工环境, 明确模板选型、支撑参数、拆除流程及安全防护, 制定隐患防控方案; 审核实行“编制人自检→项目技术负责人审核→企业技术负责人审批→监理审核签字”四级流程, 重点审核科学性、可行性和安全性, 未经审核严禁施工。(2) 人员培训与技术交底: 作业人员安全培训、技术交底的内容与方式。安全培训涵盖施工规范、操作规程、隐患识别及应急技能, 培训后考核合格方可上岗; 技术交底采用“书面+现场演示”模式, 明确搭设参数、操作要点及安全注意事项, 交底双方签字确认, 确保作业人员熟练掌握要求。(3) 材料进场检验: 模板、支撑材料的质量检验标准与流程。检验标准遵循相关规范, 模板检查强度、刚度及平整度, 支撑材料检查规格、强度及锈蚀情况, 严禁不合格材料进场; 检验流程为材料进场后, 由材料、质量管理人员联合验收, 核对合格证与检测报告, 抽样检测, 合格后投入使用并建立台账^[4]。

3.3 事中安全管控措施

(1) 现场搭设监督: 关键工序的现场旁站监督要点。旁站监督重点覆盖立杆搭设、横杆连接、剪刀撑设置、扫地杆安装等关键工序, 监督作业人员严格按方案施工, 检查立杆间距、横杆步距及连接牢固度, 发现违规操作立即制止整改, 做好旁站记录, 确保搭设质量符合安全标准。(2) 荷载监测与预警: 荷载实时监测系统的应用及预警机制建立。安装荷载实时监测系统, 实时采集分析立杆受力、整体沉降等数据, 合理设置预警阈值; 建立分级预警机制, 当数据接近阈值时发出预警, 立即停止施工、排查隐患, 整改复核合格后方可恢复作业。(3) 隐患排查与整改: 常态化隐患排查流程及闭环整改措施。实行“日常排查+专项排查”模式, 日常排查由现场管理人员每日开展, 专项排查每月至少1次, 重点排查支撑变形、连接松动、材料破损等隐患; 建立闭环管理, 明确隐患整改责任人、措施及期限, 整改完成后组织复核, 确保隐患全部清零^[5]。

3.4 事后安全管控措施

(1) 拆除安全管控: 拆除过程中的安全监督与防护。拆除作业安排专人现场监督, 严格执行拆除流程, 监督作业人员佩戴防护用品、禁止交叉作业, 检查构件转运情况, 防止高空坠落、构件碰撞事故; 拆除完成后及时清理现场、回收可用材料, 消除安全遗留隐患。

(2) 事故应急处置: 坍塌等突发事件的应急预案及处置流程。制定坍塌事故应急预案, 明确应急组织机构、响应流程及救援措施, 配备充足应急物资; 事故发生后立即启动预案, 组织人员疏散、伤员救治, 控制事故扩大, 及时上报相关部门并配合调查。(3) 总结复盘: 安全事故及隐患的总结分析与改进措施。对发生的安全事故和重大隐患, 组织人员总结分析, 查找根源、明确责任主体; 针对问题制定针对性改进措施, 优化管控体系, 完善施工方案与管控流程, 避免同类问题重复发生, 持续提升安全管控水平。

结束语

通过对混凝土结构模板支撑体系施工技术的优化与安全管控研究, 我们提出了一系列针对性的优化措施与管控策略。这些措施与策略的实施, 有助于提高模板支撑体系的施工质量和安全性, 减少施工过程中的安全隐患, 保障施工人员的生命财产安全。未来, 随着建筑技术的不断进步和安全管理理念的不断提升, 我们将继续深化研究, 不断完善模板支撑体系施工技术与安全管控体系, 为建筑行业的持续健康发展贡献力量。

参考文献

- [1] 邹俊星. 建筑工程高大模板支撑体系安全施工工艺及控制措施探讨[J]. 建材与装饰, 2022, 9(16): 222-225.
- [2] 郭云虎. 高大模板支撑体系施工质量及控制[J]. 智能城市, 2023, 5(15): 177-178.
- [3] 陈成灿. 试论高大模板支撑体系施工安全质量及其控制[J]. 中国住宅设施, 2022, 10(2): 90-92.
- [4] 吴万杰. 高大模板支撑体系施工质量控制及安全管理的探析[J]. 四川建材, 2020, 46(11): 183-186.
- [5] 刘军亮. 高大模板支撑体系施工安全质量与控制策略[J]. 四川建材, 2022, 46(4): 189-191.