

房屋建筑工程高支模施工安全风险防控及应急对策研究

杨盼根

中国水利水电第十工程局有限公司 四川 成都 610200

摘要:高支模是房屋建筑工程危险性较大的分部分项工程,整体施工工况复杂、安全隐患隐蔽性强,极易引发架体坍塌事故,是施工现场安全管控的重中之重。本文结合现行建筑施工安全规范,围绕高支模搭设、浇筑、拆除全施工流程开展风险辨识,从人员、材料、技术、管理多维度分析风险成因,提出常态化安全防控措施,搭建动态预警与应急处置体系,有效补齐现场安全管理短板,为同类工程安全施工提供科学参考。

关键词:房屋建筑工程;高支模施工;安全风险防控;应急对策

引言:随着城市建筑行业快速发展,大跨度、超高层建筑数量持续增多,高支模施工技术得到广泛应用。高支模架体受力复杂、动态变化明显,整体失稳风险较高,现阶段施工现场仍存在管控不精细、隐患治理不彻底、应急体系不完善等问题,安全事故频发。为有效防范化解施工安全风险,本文系统开展高支模施工风险研究,梳理风险诱因并制定针对性防控及应急对策,全面提升建筑施工安全管控水平。

1 房屋建筑工程高支模施工基础理论与施工特性

1.1 高支模施工核心概念与规范界定

(1)高支模工程定义:高支模是指搭设高度8m及以上、搭设跨度18m及以上,或施工总荷载(设计值)15kN/m²及以上、集中线荷载(设计值)20kN/m及以上的混凝土模板支撑体系。其适用范围涵盖大跨度公共建筑、高层建筑转换层、大截面构件等施工场景,具有临时性、高承载性和高失稳风险三重工程属性。(2)相关规范标准:现行主要依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162)、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130)及《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(住建部令第37号)。验收标准执行《建筑施工安全检查标准》(JGJ59),重点核查架体构造、节点连接与荷载试验数据。

1.2 高支模施工工艺流程

(1)施工前期准备:包括专项施工方案编制及专家论证审查,钢管、扣件等材料进场力学性能复检,场地平整夯实及排水设施布设,以及全员安全技术交底,确保方案、材料、人员三到位。(2)架体搭设施工:按放线定位→立杆安装→水平杆连接→剪刀撑加固→顶托调节的工序推进,严格把控立杆垂直度(偏差≤架体高度的1/500)、横杆步距(≤1.5m)、剪刀撑角度(45°~60°)及扣件扭紧力矩(40~65N·m)等核心参

数^[1]。(3)混凝土浇筑施工:采用对称、分层、均匀的浇筑顺序,浇筑速度控制在方案设计值以内,实时监控架体变形与荷载分布,防止局部超载引发失稳。(4)模板拆除施工:遵循“先支后拆、后支先拆”原则,设置警戒隔离区,配备专职监护人员,拆后物料分类清运,做到工完场清。

1.3 高支模施工安全特性

(1)高危性:架体搭设高度大、跨度广,立杆轴力与弯矩耦合作用使受力机理复杂,一旦局部杆件失效易引发连续性整体坍塌,群死群伤风险突出。(2)动态性:混凝土浇筑全过程中荷载持续变化,加之环境温度波动影响材料刚度、地基不均匀沉降改变支撑边界条件,架体力学状态处于动态演化之中。(3)隐蔽性:扣件内部滑移、碗扣松动、杆件初始弯曲等缺陷难以通过常规目视检查发现,隐患潜伏积累,突发性强。

1.4 高支模施工安全风险管理逻辑

(1)风险管理核心内涵:构建“风险辨识→风险评估→风险分级管控→隐患排查治理→应急响应”全流程闭环体系,以关键节点受力监测和架体变形监控为技术主线,实现事前预防、事中控制与事后兜底的有机统一。(2)风险管控基本原则:坚持预防为主,强化方案源头把关与材料进场检验;坚持动态管控,实施浇筑全过程实时监测与预警响应;坚持闭环管理,落实隐患发现、登记、整改、复查、销号五步流程;坚持应急兜底,编制专项应急预案并组织演练,确保突发险情时人员有序撤离、科学处置。

2 房屋建筑工程高支模施工安全风险识别与成因分析

2.1 施工全流程安全风险识别

(1)前期准备阶段风险:专项施工方案编制与现场实际脱节,关键参数取值缺乏计算依据;专家论证流于形式,意见未实质性采纳;钢管壁厚不足、扣件脆性超

标等材料质量问题隐蔽性强；三级技术交底流于签字走过场，作业人员未真正掌握操作要点。（2）架体搭设阶段风险：立杆间距与步距超标削弱整体承载力，对接扣件布置在同一截面形成薄弱带；扣件紧固力矩不足导致节点滑移，剪刀撑连续搭设长度及角度不符规范，架体与主体结构抱柱、拉结措施缺失，整体抗侧移刚度严重不足。（3）混凝土浇筑阶段风险：单侧集中浇筑致使偏载失稳，浇筑速度过快引发架体瞬时超载；泵管冲击荷载叠加、布料机支腿下未设置应力扩散垫板产生局部应力集中；架体沉降及杆件弯曲变形超预警值未触发停工响应^[2]。（4）拆除与运维阶段风险：提前拆模或违规先拆后支破坏受力转换路径，架体局部失稳；高空抛掷扣件、钢管危及下方人员安全；拆除区域警戒缺失、交叉作业管控空白；后期监测断档，残余变形隐患被忽视。

2.2 多维度安全风险分类梳理

（1）人员风险：架子工等特种作业人员无证上岗，新进场工人安全意识淡薄，长期作业形成省略工序的惯性违章，现场管理人员过程纠偏与风险辨识能力不足。

（2）设备材料风险：钢管锈蚀严重、壁厚负偏差超标，扣件开裂滑丝，可调托撑丝径不合格，模板胶合强度不足；进场检测仅凭合格证或抽检批次不足，未按规定比例进行力学性能复验。（3）技术风险：方案未针对工程实际支撑条件、风荷载及泵送附加荷载进行专项受力验算，计算简图与现场实际受力模型偏离；工艺参数缺少定量监控手段和可视化预警工具。（4）管理风险：日检周检记录不实，分段验收与整体联合验收程序执行不到位；安全责任划分模糊且考核刚性不足，隐患整改拖延、复查销号缺失，形成“发现—整改—复查”链条断裂的管理真空。

2.3 高支模安全事故案例分析

（1）典型事故案例选取：选取近年来国内房屋建筑工程高支模坍塌、倾覆典型安全事故，覆盖搭设期、浇筑期、拆除期等不同施工阶段及扣件式、碗扣式等不同支撑体系类型。（2）事故直接原因分析：梳理每起事故的施工违规操作行为、架体材料失效部位与破坏模式（立杆局部屈曲、整体侧向失稳、扣件节点拔出滑移、地基不均匀沉降等），明确工序偏差、荷载失控及变形超限等具体直接诱发因素。（3）事故间接原因总结：挖掘方案编制深度不足、安全投入欠缺、日常巡查虚化、隐患整改拖延、应急物资及预案演练不到位等深层管理缺陷，提炼同类事故共性教训。

2.4 安全风险核心成因总结

（1）人为因素：作业人员对高支模受力机理及破

坏征兆缺乏基本认知，凭经验盲目作业；管理人员存在重进度轻安全的侥幸心理，工期高压下主动放松安全标准，违章指挥与违规操作相互叠加形成风险累积。（2）技术因素：施工方案精细化程度低，未针对现场条件动态调整优化；技术复核与量化交底执行不力，关键工序缺少旁站监督；架体受力状态、变形及沉降缺乏实时动态监测与智能预警手段，风险萌发至失控全过程缺少可视化管控工具。（3）管理因素：安全责任制度建设刚性约束不足，全流程风险管控存在工序衔接盲区与时间管控缺口；隐患排查治理未形成闭环回路，同类事故在行业内反复发生，系统性管理痼疾亟待根治。

3 房屋建筑工程高支模施工安全风险防控及应急对策

3.1 全流程常态化安全风险防控对策

（1）前期筹备防控：方案编制须纳入施工工况及荷载组合的定量计算，承载力验算同时涵盖整体稳定与局部抗弯；专家论证严格执行独立审核与意见逐条回复机制，未通过严禁开工；材料进场检验实施“合格证+见证取样”双控，钢管壁厚、扣件扭矩性能须全数复验合格；技术交底按项目级、班组级、岗位级分层落实，核心参数书面交底并双向确认。（2）搭设过程防控：立杆底部设置垫板保证轴心受力，对接扣件按规范错开布置，同一截面接头面积占比不超过50%；扣件紧固力矩采用扭矩扳手逐件抽检，步距及纵横向间距偏差控制在 $\pm 50\text{mm}$ 以内；剪刀撑连续搭设跨越不少于5根立杆，角度 $45^\circ\sim 60^\circ$ ，架体与结构柱墙按竖向间距不大于3m设置刚性拉结；搭设完成后经施工、监理、分包三方联合验收，合格挂牌后方可进入下道工序^[3]。（3）浇筑过程防控：浇筑严格遵循对称分层均匀原则，分层厚度不超过500mm，浇筑速度由方案验算反推确定且不得超过设计限值的80%；布料机支腿下设专用钢垫板扩散局部应力，严禁泵管冲击直接作用架体；全过程专职安全员旁站，应用传感器实时监测沉降及变形，沉降超5mm即下令停工撤人。（4）拆除阶段防控：核查同条件养护试块强度报告，确认达到设计拆模强度后方可作业；拆除顺序遵循“先支后拆、后支先拆，先拆侧模后拆底模”原则逐层进行，不得上下同时作业；拆除区域设置硬质隔离围挡及警示标志，专人指挥监护，严禁高空抛物；拆后材料分类码放、及时清运出场。

3.2 多维度精细化安全管理防控措施

（1）人员管控：严格审查架子工、起重工等特种作业人员资格证书，持证上岗率100%；每半月组织一次专项安全培训，每季度开展一次实操演练，重点讲解高支模破坏征兆识别及应急避险技能，安全行为纳入绩效

考核。(2)材料设备管控:建立“一料一档”动态台账,钢管每批次抽检不少于3组进行力学性能试验,扣件进行抗滑及扭转刚度试验;周转材料投入使用前逐根逐件外观检查,壁厚偏差超-0.3mm、锈蚀深度大于0.1mm或有裂纹的一律报废^[4]。(3)技术管控:架体受力采用Midas、PKPM等专业软件建模分析,考虑风荷载及泵送附加动力系数(取1.1~1.3);设置监测公示牌将关键控制值可视化上墙,应用BIM模拟提前识别工序冲突与薄弱区域,实现事前预警。(4)制度管控:建立“班组日检+项目周检+公司月检”三级检查制度,验收表格统一编号归档;推行安全责任网格化,分区划片落实到责任人;监理全过程见证并留存影像,隐患整改实施“红黄牌”警示,闭环后方可复工。

3.3 高支模施工安全应急体系构建

(1)完善专项应急预案:编制坍塌、倾覆、高处坠落三类专项应急预案,明确应急救援指挥部架构及职责分工;绘制应急处置流程图,细化事故报告程序与信息报送时限(事发1h内向属地住建及应急部门报告),确保内部响应与外部联动衔接顺畅。(2)配齐应急物资设备:设置专用应急物资储备库,配备抢险钢管不少于50根、液压千斤顶不少于4台、救援三脚架及绳索系统2套、急救箱2个、对讲机6台、应急照明灯10盏;建立物资台账标注有效期及存放位置,每月清点、每季度试运行,消耗或过期物资24h内补充到位。(3)建立动态预警机制:在架体关键断面布设沉降观测点(间距不超过10m)和倾角传感器,混凝土浇筑全过程连续采集数据并无线传输至监控终端;按风险等级设置黄、橙、红三级预警阈值,分别对应沉降3mm、5mm、8mm,预警信息同步推送至项目负责人及监理单位。

3.4 应急处置流程与事后优化对策

(1)事故预警响应:监测触发预警后值班人员2min内核实上报;黄色预警加密至每10min一次监测,橙色预

警下达局部停工并组织现场排查,红色预警由总指挥立即下令全区域停工,按疏散路线撤离人员并清点人数,同步启动预案上报主管部门,全过程书面记录备查^[5]。

(2)现场应急处置:总指挥5min内集结各应急小组就位;警戒组设置半径不小于20m隔离区封闭通道;抢险组优先抢救被困人员,采用千斤顶和支撑钢管对残余架体临时支护,切割变形杆件开辟救生通道;救护组初步急救并联系120;联络组事发1h内向住建及应急部门书面报告,确保口径统一。(3)事后复盘优化:总指挥48h内组织召开复盘分析会,对事故诱因、预警有效性、响应时效、救援效果全链条评估;形成复盘报告逐条对照修订方案与制度,整改事项列入销号清单限期落实,成果纳入企业安全培训教材,防止同类问题重复发生。

结束语

本文全面探究房屋建筑高支模施工的安全特性与工艺流程,系统识别施工全周期各类安全风险,深入剖析事故发生的核心诱因,形成全方位、精细化的风险防控方案,搭建了科学完善的应急处置与事后复盘优化体系。落实本文管控与应急措施,可有效降低高支模施工安全事故发生率,筑牢施工现场安全防线,为建筑工程高支模安全标准化施工提供有力的理论与实践支撑。

参考文献

- [1]王永泉,郭正兴,田正宏.钢管扣件式独立高支模架抗倾覆计算方法研究[J].施工技术,2024,43(05):73-76.
- [2]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(04):189-190.
- [3]陈云琨.高层建筑施工中模板支撑体系的安全设计与实施[J].价值工程,2025,44(26):165-168.
- [4]袁雪霞,金伟良,鲁征,等.扣件式钢管支模架稳定承载能力研究[J].土木工程学报,2023,39(05):43-50.
- [5]张星宇.房建土建工程中的高支模施工技术探究[J].建筑与施工,2025,4(21):52-54.