

高支模混凝土大梁模板支撑体系施工技术研究与应用

朱礼平

中冶南方武汉建筑设计有限公司 湖北 武汉 430000

摘要: 在大型场馆、大型产业园等工程中,高支模混凝土大梁因荷载大、施工难度高,其模板支撑体系的安全性与稳定性直接决定工程质量与施工安全。本文围绕高支模混凝土大梁模板支撑体系施工展开研究,明确高支模混凝土大梁判定标准,系统分析支撑体系设计要点,优化施工全流程工艺,并构建施工安全与质量管控体系。研究旨在结合工程案例并提供标准化技术路径,解决高支模施工中支撑失稳、混凝土浇筑质量差等问题,助力提升高支模混凝土大梁施工的安全性与效率,为同类工程提供参考。

关键词: 高支模混凝土;大梁模板支撑体系;施工案例

1 高支模混凝土大梁的判定标准

高支模混凝土大梁的判定涉及多方面因素。从高度上看,当模板支撑体系搭设高度达到一定数值,如超过8米,通常会被认定为高支模范畴。跨度也是重要指标,大跨度的大梁,如跨度超过18米,因其施工难度和受力特点,易被归为高支模混凝土大梁。此外,施工荷载对判定也有影响,若施工总荷载超过一定标准,如 $15\text{kN}/\text{m}^2$,或集中线荷载超过 $20\text{kN}/\text{m}$,也符合高支模混凝土大梁特征。这些判定标准并非孤立存在,而是相互关联。在实际工程中,需综合考量高度、跨度、荷载等因素,准确判定是否为高支模混凝土大梁,以便采取针对性的设计、施工及管控措施,确保工程安全与质量^[1]。

2 支撑体系设计研究

2.1 支撑体系设计原则

高支模混凝土大梁模板支撑体系设计要遵循安全性、经济性与可操作性三大原则,兼顾工程安全、施工效率与成本控制。安全性是首要原则,支撑体系承载能力要覆盖最不利荷载组合,预留1.2倍以上安全系数,应对混凝土浇筑等动态荷载变化,还要考虑地震、强风等偶然荷载,防止极端条件下支撑失稳。经济性原则要求在安全前提下,优化构件选型与布置,优先用标准化、可周转的盘扣式钢管构件,减少定制材料,精准计算立杆间距等,避免资源浪费。可操作性原则需结合现场条件,搭设流程简洁清晰,参数明确标注,预留足够操作空间,方便后续工序开展,三大原则协同保障设计科学合理。

2.2 荷载计算与分析

荷载计算与分析是支撑体系设计核心,需全面覆盖各类荷载,精准量化并合理组合,为构件选型与布置提供数据支撑。荷载分永久与可变两类:永久荷载有混凝土、

模板与支撑体系、钢筋自重,混凝土自重按 $24\text{kN}/\text{m}^3$ 算,依梁体截面尺寸得出线荷载;模板与支撑体系自重依材质确定,钢筋自重结合配筋率。可变荷载含施工人员与设备、振捣混凝土、风荷载,沿海地区风荷载需提高。荷载组合按规范,强度验算用基本组合(永久荷载 $\times 1.35$ +可变荷载 $\times 1.4$),稳定性验算用偶然组合(永久荷载 $\times 1.2$ +可变荷载 $\times 1.3$ +偶然荷载 $\times 1.0$),反映最不利工况^[2]。

2.3 支撑体系结构设计

支撑体系结构设计需根据荷载计算结果,确定构件选型、布置参数与连接方式,构建稳定可靠的受力体系。构件选型方面,立杆优先选用 $\phi 48.3 \times 3.6\text{mm}$ 无缝钢管,其抗压强度设计值达 $205\text{N}/\text{mm}^2$,满足高荷载需求;当线荷载 $\geq 30\text{kN}/\text{m}$ 时,需选用加厚钢管($\phi 48.3 \times 4.0\text{mm}$)或双立杆布置。横杆采用与立杆同规格钢管,模板次楞选用 $50 \times 100\text{mm}$ 方木(含水率 $\leq 18\%$),主楞选用10号槽钢,确保荷载均匀传递。布置参数需精准设定:立杆间距根据梁宽与荷载确定,通常 $\leq 1.2\text{m}$,梁底立杆需加密至 $0.6\text{m}\text{--}0.8\text{m}$,避免梁体中部挠度过大;立杆步距 $\leq 1.8\text{m}$,扫地杆距地面 $\leq 200\text{mm}$,防止立杆底部沉降;纵向剪刀撑沿支撑体系长度方向连续布置,间距 $\leq 6\text{m}$,横向剪刀撑每3-4跨设置一道,与地面夹角保持 $45^\circ\text{--}60^\circ$,增强整体稳定性。连接方式采用扣件连接,立杆与横杆连接使用直角扣件,剪刀撑与立杆连接使用旋转扣件,扣件螺栓拧紧力矩需控制在 $40\text{--}65\text{N}\cdot\text{m}$,确保节点抗滑承载力满足要求。

2.4 支撑体系稳定性设计

支撑体系稳定性设计需从整体与局部两方面入手,通过结构优化与验算,防止支撑体系发生失稳破坏。整体稳定性设计重点关注立杆整体失稳,需计算立杆长细比,根据横杆约束情况确定计算长度系数,例如步距

1.8m、横杆双向布置时,计算长度系数取1.5,立杆长细比 ≤ 210 ,确保立杆处于稳定工作状态;同时通过设置水平剪刀撑(每隔2-3步设置一道),将支撑体系连成整体框架,减少侧向位移。局部稳定性设计需针对薄弱节点与构件:立杆底部需设置木垫板(厚度 $\geq 50\text{mm}$ 、宽度 $\geq 200\text{mm}$)或钢垫板,垫板下地基需采用C15混凝土硬化(厚度 $\geq 100\text{mm}$),防止地基沉降导致立杆失稳;顶托螺杆伸出钢管长度 $\leq 300\text{mm}$,避免螺杆悬臂过长产生弯曲变形;模板拼缝处需采用海绵条密封,同时在梁侧模设置对拉螺栓(间距 $\leq 600\text{mm}$),防止混凝土浇筑时模板胀模;稳定性验算需采用极限平衡法,计算支撑体系在最不利荷载组合下的稳定系数,要求稳定系数 ≥ 1.5 ;对关键部位(如梁端、跨中)需进行局部应力验算,确保构件与节点承载能力满足要求。

3 高支模混凝土大梁模板支撑体系施工工艺优化

3.1 施工准备阶段优化

施工准备优化从技术、材料、场地三方面着手。技术上,编制专项施工方案,涵盖荷载计算等内容,经专家论证通过后实施;开展全员技术交底,用BIM模型可视化展示支撑搭设参数等关键信息,交底记录签字存档。材料准备强化进场验收,钢管壁厚偏差 $\leq 0.3\text{mm}$ 、锈蚀深度 $\leq 0.5\text{mm}$,扣件单扣件抗滑承载力 $\geq 8\text{kN}$,方木与胶合板检查含水率、平整度,不合格材料禁入;材料分类分区堆放,钢管按长度码放,扣件入防雨棚。场地准备重点处理地基与放线,地基平整压实,承载力 $\geq 120\text{kPa}$,硬化后设3%排水坡度;用全站仪精准放线,弹出多条线,立杆位置线偏差 $\leq 5\text{mm}$,标高控制线偏差 $\leq 3\text{mm}$,确保搭设位置准确。

3.2 支撑体系搭设施工工艺

支撑体系搭设遵循“由下至上、分层搭设”原则。搭设前复核地基平整度与承载力,局部沉降区域用水泥砂浆找平,立杆底部垫板居中。立杆从梁端向中间推进,垂直度偏差 $\leq 1/500$,同一排偏差 $\leq 50\text{mm}$;采用对接扣件,接头错开,同一截面接头率 $\leq 50\%$,相邻接头间距 $\geq 500\text{mm}$ 。横杆与立杆同步,先搭扫地杆,扣件拧紧力矩 $40\text{--}65\text{N}\cdot\text{m}$;梁底横杆加密,间距 $\leq 500\text{mm}$ 。剪刀撑在立杆、横杆搭设后进行,纵向通长设置,搭接长度 $\geq 100\text{mm}$;横向与纵向剪刀撑交叉,节点连接牢固^[3]。搭设中实时检查,每完成一层,测量立杆垂直度、横杆标高,及时调整偏差。

3.3 混凝土浇筑工艺优化

混凝土浇筑工艺优化聚焦浇筑顺序、振捣方式与过程监测。浇筑前检查支撑体系稳定性,复查立杆垂直度

等,清理杂物,洒水湿润模板(含水率 $\leq 20\%$)。采用“分层浇筑、对称推进”,分层厚度 $\leq 500\text{mm}$,从梁两端向中间浇,间隔时间 \leq 初凝时间(4-6小时)。振捣用 $\phi 50\text{mm}$ 插入式振捣器,间距 $\leq 400\text{mm}$,深入下层 50mm ,时间20-30秒。浇筑中专人监测,用水准仪测立杆沉降($\leq 10\text{mm}$),全站仪测梁体位移($\leq 5\text{mm}$),异常即停并加固;按规范制作同条件试块,每组3块,用于确定支撑拆除时间。

3.4 支撑体系拆除工艺优化

支撑体系拆除遵循“先支后拆、后支先拆”原则。拆除前,混凝土强度 \geq 设计强度100%,通过同条件试块试验确定;拆除方案经审批且完成交底。拆除顺序从梁体跨中向两端,先侧模,再底模次楞、主楞,最后横杆、立杆与剪刀撑;禁止暴力敲击,用扳手松扣件。立杆分层拆,及时分类堆放钢管、扣件,禁放支撑体系上;剪刀撑从顶至底逐段拆。拆除中加强防护,设警戒区,人员戴安全帽、安全带,站稳定平台;用裂缝宽度观测仪监测梁体,裂缝(宽度 $\geq 0.2\text{mm}$)即停,分析原因并加固,确保安全。

4 高支模混凝土大梁模板支撑体系施工安全与质量管控

4.1 施工安全管控

施工安全管控需构建“预防为主、全程监督”体系,从人员、设备、过程三方面着手。人员上,所有施工人员经安全教育培训合格方可上岗,特种作业人员必须持证,培训涵盖高支模施工风险等内容,每月考核确保安全意识和操作能力达标。设备方面,强化进场验收与日常维护,检查振捣器等设备绝缘性能,不合格禁用;使用前试运转,按规程操作,避免超载违规,每日施工后清洁保养、更换损坏部件。过程安全管控建立常态化检查机制,班组每日、项目安全部门每周、重大风险由项目负责人组织并监理参与检查,结果书面记录,隐患立即整改,复查合格再施工,同时制定应急预案并每季度演练。

4.2 施工质量管控

施工质量管控要明确标准、细化要点,保证支撑体系与混凝土梁体质量。支撑体系质量管控关注构件质量与搭设精度,构件进场验收留存质量证明文件,抽检钢管壁厚等,合格率需达100%;搭设精度要符合规范,立杆等偏差有要求,每道工序验收合格再进入下道。混凝土梁体质量管控涵盖原材料、浇筑、养护全流程,原材料按配合比采购,检查证明文件并检测性能;浇筑检查密实度,敲击梁体表面无空鼓声合格;浇筑后及时养

护,覆盖土工布洒水,时间 ≥ 14 天。质量验收分阶段,依规范标准,验收记录存档保证质量可追溯^[4]。

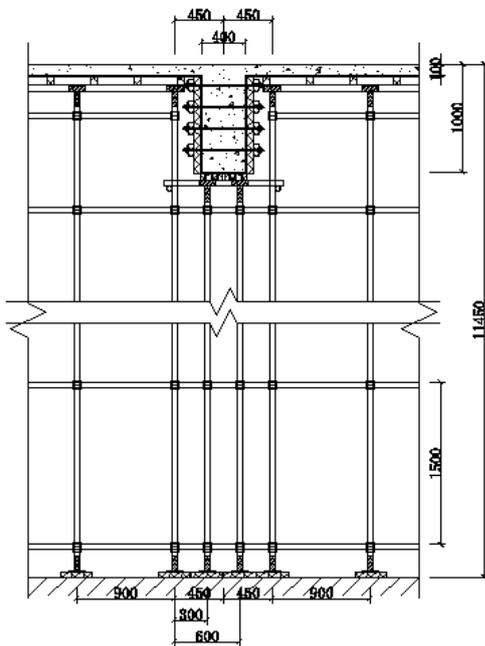
5 工程案例

以湖北省某大型产业园项目为例,总体量约13.73万方,是当地重点经济转型项目,为多层框架结构工业建筑,单栋建筑面积约19400m²。首层建筑面积约6400m²,模板搭设高度11.45米,搭设高度大于8米。梁体截面尺寸为0.4m×1.0m,最大跨度12.2米。混凝土线荷载达

$1.35 \times (10.4 + 1.2) + 1.4 \times 1.2 = 17.3 \text{ kN/m}$;根据住建部《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)及其配套文件(建办质〔2018〕31号)。本工程属超危大工程,因此编制了《高大模板专项施工方案》,并组织了专家论证。本模板工程所用主要材料:面板采用12厚胶合板,主梁采用 $\Phi 48 \times 2.7$ 钢管;模板支撑体系均采用 $\Phi 48 \times 3.0$ 承插型盘扣式满堂钢管脚手架及可调托撑。

梁截面	梁底立柱根数	梁底支撑小梁根数/材料	两侧立杆间距	跨度方向立柱间距	模板支架高度	步距	顶层步距	梁底支撑小梁最大悬挑长度(mm)
400×1000	2	8/木方	900	900	11.45m	1500, 顶层加密	600	200

根据施工部署,模板架体搭设顺序为:轴线及梁位置线,定好水平控制标高→梁板承插型盘扣钢管脚手架安装→架设梁底龙骨于钢管脚手架顶托板上→梁底模安装→架设板底龙骨于钢管脚手架顶托板上→梁板钢筋绑扎铺设→梁板混凝土浇筑→混凝土保养,达到设计强度等级→拆下盘扣式钢管脚手架可调顶托→拆除梁、板模板,清理模板→拆除水平杆、剪刀撑及脚手架立杆。架体搭设如下图所示:



通过该项目的实践应用,可见承插型盘扣式脚手架与冲孔钢板网防护设施结合,形成更安全、高效的超高架体施工解决方案,正逐步成为建筑模板支撑体系和脚手架工程的主流选择。承插型盘扣式脚手架的推广是建筑行业向工业化、标准化、安全化发展的必然趋势。

6 结束语

高支模混凝土大梁模板支撑体系施工复杂且关键,关乎工程安全与质量。本文在判定标准、设计、施工工艺优化及安全与质量管控等方面进行了系统研究。通过遵循相关原则、精准计算与设计、优化施工流程及严格管控,可有效提升施工水平。未来,随着建筑技术发展,需持续探索创新,进一步完善该体系,以适应更高标准的工程建设需求,保障建筑工程的顺利推进与高质量完成。

参考文献

- [1]张云显.高支模混凝土大梁模板支撑体系施工研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(04):19-21.
- [2]刘秀胜.建筑工程中高支模施工工艺的优化技术[J].大众标准化,2025,(02):57-58+61.
- [3]马诚厚.高支模施工技术在房屋建筑工程中的应用[J].建筑工人,2024,45(02):4-7.
- [4]赵章奇.高支模施工技术在土建施工中的应用分析[J].大众标准化,2024,(01):152-154