

高支模混凝土大梁模板支撑体系施工研究

邹 丹

中冶南方武汉建筑设计有限公司 湖北 武汉 430000

摘 要：高支模混凝土大梁模板支撑体系是大跨度、高净空混凝土结构施工的核心承重体系，具有承载荷载大、受力体系复杂等特点，施工风险高。研究聚焦其设计与施工，涵盖支撑体系设计依据、力学模型建立与优化，施工关键技术如准备、搭设、浇筑及拆除等，以及稳定性监测与预警机制。通过规范设计、精准施工和实时监测，可确保支撑体系稳定，保障施工安全与质量，为类似工程提供参考。

关键词：高支模；混凝土大梁；支撑体系；稳定性分析；施工控制

引言：在建筑施工领域，高支模混凝土大梁施工愈发常见，其支撑体系作为关键部分，对工程质量和安全影响重大。高支模体系承载荷载大、受力复杂，施工面临诸多难点与风险，如搭设精度难保证、荷载传递复杂等。深入研究高支模混凝土大梁模板支撑体系施工，优化设计与施工工艺，建立有效监测预警机制，对提升施工安全性、保障工程质量、推动建筑行业技术进步具有重要意义。

1 高支模混凝土大梁施工特点与风险分析

1.1 高支模体系定义

高支模体系是指混凝土大梁施工中，支撑高度 $\geq 8\text{m}$ 、或跨度 $\geq 18\text{m}$ 、或集中线荷载 $\geq 20\text{kN/m}$ 、或施工总荷载 $\geq 15\text{kN/m}^2$ 的模板支撑系统，是大跨度、高净空混凝土结构施工的核心承重体系。其主要由立杆、横杆、扫地杆、剪刀撑、顶托及模板面板等部件组成，需根据大梁截面尺寸、荷载大小及现场施工条件进行针对性搭设^[1]。高支模体系不同于普通模板支撑，其承载荷载大、受力体系复杂，对搭设精度、材料质量及施工工艺要求极高，直接决定混凝土大梁的成型质量和施工安全，是建筑施工中风险等级较高的分部分项工程，需严格遵循专项施工方案及相关规范要求，确保体系整体稳定性和承载能力满足施工需求。

1.2 施工难点与风险源

高支模混凝土大梁施工难点主要集中在三个方面：一是支撑体系搭设难度大，因大梁跨度大、高度高，立杆间距、横杆步距及剪刀撑布置需精准控制，且高空作业空间受限，搭设精度难以保证；二是荷载传递复杂，混凝土浇筑过程中，大梁自重、施工荷载及振捣荷载会通过模板传递至支撑体系，易出现局部受力集中现象；三是混凝土浇筑控制难度高，大体积、大跨度大梁易产生温度裂缝和收缩裂缝，且浇筑过程中需保证模板不变形、

不位移。风险源主要包括材料质量不达标（如立杆壁厚不足、顶托变形）、搭设工艺不规范（如立杆接长不牢固、剪刀撑缺失）、荷载计算偏差、施工过程中违规操作，以及突发恶劣天气（如大风、暴雨）影响，这些风险均可能导致支撑体系失稳、坍塌，引发安全事故。

2 高支模支撑体系设计与优化

2.1 设计依据与规范要求

高支模支撑体系设计需严格遵循国家及行业相关规范标准，核心依据包括《混凝土结构工程施工质量验收规范》《建筑施工模板安全技术规范》《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》等，同时结合施工图纸、大梁截面尺寸、混凝土强度等级、施工荷载及现场地质条件进行专项设计。设计前需明确荷载取值，包括混凝土自重、模板及支撑体系自重、施工人员及设备荷载、振捣荷载等，确保荷载计算全面准确。规范要求支撑体系立杆需设置扫地杆，立杆接长应采用对接扣件连接且严禁搭接，剪刀撑需连续设置并与立杆、横杆牢固连接，顶托螺杆伸出长度不得超过300mm，模板面板需具有足够的强度、刚度和稳定性，所有构件材料需经检验合格后方可使用，设计方案需经专家论证通过后才能指导施工。

2.2 力学模型建立与计算分析

高支模支撑体系力学模型的建立是一项严谨且关键的工作，必须紧密结合体系的结构特点来开展。在实际操作中，通常会将支撑体系简化为空间框架结构，以此为基础，运用弹性力学方法展开深入的计算分析。其核心计算内容丰富且重要，涵盖立杆承载力、横杆抗弯刚度、剪刀撑抗侧移能力以及模板面板强度验算等多个方面。在计算过程中，需要全面考虑构件的几何参数，如长度、直径等；材料力学性能，像弹性模量、屈服强度等；以及荷载分布情况，包括恒载、活载等。对于立杆，要进行轴心受压承载力计算，尤其要重点验算其稳定性。

因为立杆一旦失稳,就极有可能引发整个体系的坍塌,造成严重的安全事故。对于横杆,需进行抗弯、抗剪计算,确保它能有效地传递荷载,避免因局部受力过大而损坏。对于剪刀撑,则要进行抗侧力计算,保证体系在水平荷载作用下具有足够的稳定性^[2]。另外,还需充分考虑施工过程中的不利工况,例如混凝土浇筑顺序、荷载不均匀分布等。通过精确的力学计算,对构件布置进行优化,使支撑体系各部件受力均衡,承载能力切实满足设计要求,从而为支撑体系的科学搭设提供坚实可靠的理论依据。

2.3 支撑体系优化设计

基于力学计算分析结果,结合现场施工实际,对高支模支撑体系进行优化设计,重点解决受力集中、稳定性不足及施工不便等问题。优化内容主要包括立杆布置优化,根据大梁荷载分布特点,在荷载较大区域加密立杆间距,减小立杆步距,提高局部承载能力;剪刀撑优化,采用“纵横向连续设置+对角线交叉布置”的方式,增加剪刀撑密度,增强体系抗侧移能力,在支撑体系顶部及底部增设水平剪刀撑,形成封闭支撑结构;顶托优化,采用可调式顶托,确保顶托与模板底部紧密接触,避免出现空隙导致受力不均,同时控制顶托螺杆伸出长度,防止螺杆弯曲变形;模板面板优化,选用高强度覆膜胶合板,增加面板厚度,减少模板变形,面板接缝采用密封处理,防止漏浆。通过优化设计,在保证支撑体系安全稳定的前提下,降低施工成本,提高施工效率。

3 高支模施工关键技术

3.1 施工前准备

高支模施工前准备工作是确保施工安全和质量的前提,主要包括技术准备、材料准备、现场准备及人员准备四个方面。技术准备方面,组织施工人员熟悉施工图纸、专项施工方案及相关规范,进行技术交底,明确搭设要求、质量标准及安全注意事项,对施工人员进行专业培训,考核合格后方可上岗。材料准备方面,采购符合规范要求的立杆、横杆、剪刀撑、顶托、模板等材料,对材料进行进场检验,查验产品合格证、检测报告,对钢管、扣件进行抽样检测,剔除不合格材料,确保材料质量达标。现场准备方面,清理施工场地,平整地面,对支撑区域地基进行夯实处理,铺设垫板,防止立杆沉降,划分施工区域,设置警示标志,搭设安全防护设施。人员准备方面,配备专业的架子工、模板工、混凝土工及安全管理人员,明确各岗位职责,制定安全管理制度,确保施工过程有序开展。

3.2 支撑体系搭设工艺

高支模支撑体系搭设需遵循“先地基、后立杆,先横杆、后剪刀撑,先底部、后顶部”的工艺顺序,确保搭设过程安全有序。搭设前先根据设计方案弹出立杆定位线,明确立杆间距、步距及位置,在地基垫板上安装立杆,立杆接长采用对接扣件连接,对接处需错开布置,不得在同一截面内接长^[3]。立杆搭设完成后,安装扫地杆,扫地杆距地面高度不超过200mm,与立杆牢固连接,随后搭设横杆,横杆与立杆采用直角扣件连接,确保横杆水平、立杆垂直,步距偏差控制在规范允许范围内。横杆搭设完成后,搭设剪刀撑,剪刀撑与地面夹角控制在 45° – 60° 之间,与立杆、横杆采用旋转扣件连接,确保连接牢固,剪刀撑需连续设置,不得间断。最后安装顶托,调整顶托高度,确保顶托标高符合设计要求,顶托上铺设木方及模板面板,模板拼接严密,标高、平整度控制在规范范围内。

3.3 混凝土浇筑控制

高支模混凝土大梁浇筑控制的核心是控制浇筑顺序、振捣质量及温度收缩,防止出现裂缝、模板变形等问题。浇筑前需对模板、支撑体系进行全面检查,确认模板标高、平整度、接缝严密性及支撑体系稳定性,合格后方可浇筑。混凝土浇筑采用分层浇筑、分层振捣的方式,分层厚度控制在500mm以内,浇筑顺序从大梁两端向中间推进,避免集中浇筑导致荷载集中。振捣采用插入式振捣器,振捣棒插入深度为下层混凝土50–100mm,振捣时间控制在20–30s,直至混凝土表面不再下沉、不冒气泡、泛出水泥浆为止,避免过振或漏振。浇筑过程中安排专人监测支撑体系及模板变形情况,发现异常立即停止浇筑,采取加固措施。浇筑完成后,及时进行覆盖保湿养护,养护时间不少于14天,控制养护温度,减少温度裂缝产生,确保混凝土强度稳步增长。

3.4 拆除与验收标准

高支模支撑体系拆除需严格遵循“先支后拆、后支先拆,先非承重、后承重,分层拆除、对称拆除”的原则,严禁违规拆除。拆除前需确认混凝土强度达到设计要求,经检测验收合格后,方可启动拆除作业,拆除前清理施工现场,移除无关物品,设置警戒区域,安排专人监护。拆除顺序为先拆除模板面板及木方,再拆除顶托,随后拆除横杆,最后拆除立杆及剪刀撑,拆除过程中严禁高空抛掷构件,将拆除的构件分类堆放,及时清运出场。验收标准方面,支撑体系搭设完成后,需进行专项验收,检查立杆间距、步距、剪刀撑布置、顶托伸出长度等是否符合设计及规范要求,材料质量是否达标,连接是否牢固;混凝土浇筑完成后,验收混凝土成型质

量、标高、平整度及裂缝情况；拆除完成后，验收施工现场清理情况及构件回收情况，确保各环节均符合验收标准，杜绝安全隐患。

4 支撑体系稳定性监测与预警

4.1 监测内容与方法

高支模支撑体系稳定性监测是保障施工安全的重要环节，必须贯穿整个施工过程。其核心监测内容丰富多样，涵盖立杆沉降、立杆垂直度、横杆挠度、支撑体系水平位移以及模板变形等多个方面。同时，还需密切关注混凝土浇筑过程中的荷载变化，以及环境因素如温度、风力等对支撑体系的影响。监测方法采用专业监测设备与人工巡查相结合的方式。对于立杆沉降，使用水准仪进行监测，在立杆顶部设置清晰的监测点，按照既定周期定期测量沉降量，并详细记录数据变化情况。立杆垂直度则借助经纬仪或全站仪来监测，通过测量立杆顶端与底部的偏移量，确保垂直度偏差严格控制在规范要求范围内。横杆挠度采用位移计监测，将其布置在横杆跨中位置，精准监测横杆受力后的变形情况。水平位移利用全站仪监测，在支撑体系顶部及中部合理设置监测点，实时掌握水平方向位移。人工巡查每日不少于2次，重点检查扣件松动、立杆变形、剪刀撑缺失等情况，及时记录监测数据，最终形成全面、准确的监测报告。

4.2 实时监测数据分析

实时监测数据分析在判断支撑体系稳定性方面起着决定性作用。需要建立完善的监测数据台账，对监测数据进行实时、细致的整理与分析，并与设计允许值进行严格对比，从而准确识别异常数据及变化趋势。在数据分析过程中，要着重关注数据的变化速率以及累计变化量。例如，当立杆沉降速率超过2mm/d，或者累计沉降量超过10mm，又或者立杆垂直度偏差超过10mm时，均应视为异常情况。同时，要紧密结合混凝土浇筑进度以及荷载变化情况，深入分析数据异常的原因，判断是材料变形、搭设缺陷还是荷载过大等因素导致^[4]。通过对比不同监测点的数据，精准排查局部受力集中区域，全面评估支撑体系的整体稳定性。数据分析结果必须及时反馈给施工管理人员及技术人员，为后续施工调整以及加固

措施提供坚实的数据支撑，确保支撑体系始终处于安全稳定的良好状态。

4.3 预警机制与应急预案

结合监测数据分析结果，建立科学合理的分级预警机制至关重要。该机制分为三级预警：一级预警（一般异常），当监测数据接近设计允许值时，立即停止相关作业，迅速组织人员全面排查隐患，并采取切实有效的加固措施；二级预警（严重异常），若监测数据超过设计允许值，立即停止所有施工活动，有序疏散现场人员，启动应急加固方案，安排专业人员进行处理；三级预警（紧急情况），当支撑体系出现明显失稳迹象，如立杆弯曲、模板坍塌前兆等，立即启动应急疏散预案，组织所有人员迅速撤离至安全区域，同时及时上报相关部门，组织专家制定科学合理的应急处置方案。应急预案需明确应急组织机构、职责分工、应急响应流程、加固措施以及救援方案等内容，配备充足的应急物资，如钢管、扣件、千斤顶等。定期组织应急演练，提高施工人员的应急处置能力，确保在突发情况发生时能够及时、有效地进行处置，最大限度降低安全事故造成的损失。

结束语

高支模混凝土大梁模板支撑体系施工研究对建筑领域意义深远。通过明确设计规范、优化力学模型与支撑体系，解决了受力集中等问题；掌握施工关键技术，保障了各环节有序进行；建立稳定性监测与预警机制，可及时应对异常。未来，应持续探索创新，提升技术水平，为高支模施工提供更科学指导，推动建筑行业向更安全、高效、优质方向发展。

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(4):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]李文卿.住宅建筑工程中高支模施工技术的应用[J].居舍,2025,(07):23-26.
- [4]李泽彬,李星.站房大跨度混凝土结构体系比选及经济性分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(10):25-27.