

高支模与大跨度模板系统的施工监理技术及质量控制实践

蔡时光

上海高程工程监理有限公司 上海 200000

摘要：高支模与大跨度模板系统在现代建筑工程中广泛应用，具有结构复杂、施工难度大的特点。本文研究了高支模与大跨度模板系统的设计要求及施工监理技术，分析了模板安装精度控制、支撑体系稳定性监测以及施工过程中风险预警的关键技术，讨论了施工前的质量审查与方案设计、施工中的质量监控以及施工后验收与问题整改等质量控制措施。研究表明，施工监理技术和质量控制措施在保证模板系统安全、稳定、合规施工中起到至关重要的作用，对提高工程施工质量具有重要意义。随着施工技术的不断发展，智能化监测手段与信息化管理方法将在高支模与大跨度模板系统的监理与质量控制中得到应用，推动施工行业的技术进步与质量提升。

关键词：高支模；大跨度模板；施工监理；质量控制；技术应用

引言

高支模与大跨度模板系统在建筑施工中广泛应用，超高层建筑、大型桥梁及复杂结构项目成为现代建筑施工的重要组成部分。随着工程规模的不断扩大和施工技术的升级，这类模板系统的设计和施工难度也相应增加，尤其是在模板安装精度、支撑体系的稳定性、施工过程中的风险控制等方面，面临着较大的技术挑战。施工监理和质量控制成为保障工程安全、提高施工质量的关键环节。研究高支模与大跨度模板系统的施工监理技术与质量控制措施，可以有效提升施工质量，还提供了后续的技术创新和工程管理重要参考。本文将围绕该系统的设计特点、施工监理技术与质量控制实践展开讨论，分析当前应用中的技术难点并提出优化方案，探索提升施工质量的有效路径。

一、高支模与大跨度模板系统特点

（一）工程案例分析

F15B-01项目中的地下车库施工采用了大跨度模板系统，面临基坑不稳定和支撑体系稳定性问题。为确保施工安全，项目实施了严格的监控与精度控制措施。基坑深度达10米，围护施工中采用了分段围护法，通过逐段推进避免了基坑土体塌方的风险。在模板支撑体系设计中，支撑点的最大间距控制在2.5米，且根据施工荷载变化调整支撑柱的设置，以保证支撑体系的稳定性。模板安装精度是该项目的关键控制点，尤其在大跨度区域，安装误差严格控制在2mm/m以内，确保结构均匀沉降，避免因安装误差影响施工质量。监理单位采用了激光扫描和全站仪等高精度测量工具，对模板的水平度和垂直

度进行严格监控，确保每个模板节点的精度符合设计要求。项目还安装了位移传感器和应变计，实时监测支撑体系的稳定性，数据通过监控平台实时传输，若监测到支撑点位移超标，系统会自动报警并启动加固措施。为了应对施工中的水位问题，项目在基坑内设置了双重排水系统，有效降低了地下水位，防止水位上升对模板支撑体系产生不利影响。施工过程中还实施了风险预警系统，通过实时数据采集和分析，及时发现潜在的安全风险。在基坑围护结构出现位移超标时，系统及时发出预警并组织加固处理，确保了施工过程中的安全性，避免了潜在的事故。

（二）常见应用与技术难点

高支模与大跨度模板系统广泛应用于高层建筑、地下结构及桥梁等项目，尤其在建筑物基坑深度较大或跨度较宽的工程中。F15B-01项目中地上建筑包括两栋高层建筑和三栋多层建筑，其中大跨度模板系统在高层建筑和地下车库施工中尤为重要。在地下车库的施工中由于基坑深度较大，基坑围护施工面临极大的技术挑战。围护结构的施工严格按设计进行来保证基坑稳定，尤其在遇到地下水位较高时，监理方要求采用双重排水系统来降低基坑内水位，从而避免影响模板的安装和支撑体系的稳定性。在模板施工中，模板的变形控制是技术难点之一，特别是在大跨度区域，模板容易因荷载不均或支撑体系不稳而产生过大变形。为此，在模板安装后，监理方组织了专业人员进行精度检测，保证每一个模板节点的连接位置、水平度和垂直度符合设计要求。支撑体系的稳定性同样面临较大挑战，尤其是在复杂地质条件下，支撑体系的设计必须结合现场实际情况，保证其

可以应对复杂荷载的变化^[3]。

二、施工监理技术应用

(一) 模板安装精度控制

模板安装精度控制是高支模和大跨度模板系统施工中的核心技术。在F15B-01项目中，精确安装依赖于三维激光扫描和全站仪等高精度测量技术，确保模板位置与设计要求一致。激光扫描提供毫米级精度，实时监测偏差并进行修正，确保安装精度。全站仪则用于定期测量模板的水平度和垂直度，及时反馈误差，保证安装的准确性。

施工工作流程中，模板安装前通过激光水平仪和水准仪校准位置，确保偏差控制在±2mm/m以内。在安装过程中，实时数据反馈帮助施工人员调整模板，确保精度符合要求。安装完成后，利用偏差计算公式验证模板位置，确保垂直度误差控制在2mm以内，水平误差控制在3mm以内，符合设计标准。超出误差范围的模板会重新定位。安装后进行模板偏差验证并利用模板偏差计算公式，公式如下：

$$\Delta = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

其中， Δ 为模板的偏差， x_1, y_1 为设计位置， x_2, y_2 为实际位置。模板安装后垂直度误差控制在2mm以内，水平误差控制在3mm以内，均符合施工标准。超出误差范围的模板立即重新定位。模板表面涂有防滑涂料并使用钢支撑系统增强稳定性^[4]。静载荷测试验证模板稳定性，最大设计荷载为2.5kN/m²，所有模板位移在48h内未超过3mm。

(二) 支撑体系稳定性监测

在F15B-01项目中，支撑体系的稳定性监测是保障模板系统安全的关键。项目通过多种传感器设备对支撑系统进行实时监测，确保模板在施工过程中始终保持稳定，防止支撑体系失稳或局部崩塌。位移传感器、应变计和加速度计等设备被安装在支撑体系的关键节点，实时监测支撑结构的位移和变形情况。监控数据通过实时传输至监控平台，施工方能够根据数据分析支撑点的受力情况。如果支撑点的受力超出预设值，系统会立即报警并根据实际情况调整施工方案，以防止支撑体系失稳。在最大荷载测试中，所有测量点的位移变化均控制在3mm以内，符合设计规范。监测过程中使用温度补偿技术修正数据，避免因温差变化造成误差。此外，支撑体系的动态响应也进行了分析，施工过程中，监测到在高速条件下支撑体系会出现微小振动。为有效减小振动对支撑体系的影响，施工单位在关键施工阶段采取了减振技术，降低了振动幅度，从而确保了支撑体系的稳定

性和安全。整个监控过程通过与施工进度的结合，确保实时调整施工策略，优化支撑体系的安全性和施工效率。

(三) 施工过程风险预警

施工过程中的风险预警是项目监控体系的重要组成部分，可以在施工中及时识别和应对潜在的安全风险，减少事故的发生。F15B-01项目中运用先进的施工风险预警系统进行实时监控。该系统依靠传感器采集关键数据，经过数据处理后对风险进行评估并发出预警。项目中主要的风险来源包括模板安装误差过大、支撑体系失稳、基坑位移过大等。项目使用基于实时监测的风险预警系统，并结合现场环境和施工进度等因素来保证施工安全，动态调整风险评估模型。借助对模板系统、支撑结构和基坑等多维度数据的采集与分析，系统可以实现早期预警，防止重大安全事故发生。基坑围护系统的位移值超过设计容许值3mm时系统会立即报警，提醒施工人员采取加固措施，避免基坑坍塌等事故的发生。项目中的基坑监测数据显示，施工过程中某一基坑边坡出现位移达到3.5mm，系统触发预警后立即组织相关人员进行加固处理，避免了安全事故。施工过程风险评估见表1。

表1 施工过程风险评估

风险类别	风险描述	风险值	预警阈值	预警响应
支撑体系失稳	支撑点位移超标	2.1 mm	3.0 mm	加固支撑体系
模板变形	模板安装偏差超限	1.8 mm/m	2.0 mm/m	调整模板位置
基坑位移	基坑位移超标	3.5 mm	3.0 mm	加强基坑支护

风险类别包括支撑体系失稳、模板变形和基坑位移，每项风险都设定了具体的风险描述、风险值、预警阈值和预警响应。支撑体系失稳的风险值为2.1mm，当支撑点位移超出3.0mm时，需加固支撑体系；模板变形方面，当安装偏差超过2.0mm/m时，需调整模板位置，当前风险值为1.8mm/m；基坑位移的风险值为3.5mm，超出预警阈值3.0mm时，需加强基坑支护。通过这些评估和响应措施，能及时采取预防和纠正措施，确保施工安全。

三、质量控制措施

(一) 施工前质量审查与方案设计

施工前的质量审查是保障项目顺利进行和高质量完成的前提。在F15B-01项目中，设计方案的质量审查、施工流程的优化及材料的选择是关键。项目每个模板系统支撑点承重要求为250 kN，模板偏差容差要求为±3 mm，支撑体系的荷载均衡计算依据《建筑结构荷载规

范》(GB 50009-2012)。审查过程中,项目严格审查了模板系统的设计、安装方案,重点关注施工过程中的安全性与荷载分配。混凝土浇筑计划要求C35强度的混凝土抗压强度达到25 MPa,且养护期不少于14天,以保证其达到预定强度。材料的选择方面中钢材的规格与性能要求符合GB/T 700-2006标准,钢材的最小抗拉强度不低于450 MPa,所有预制构件进行全面检测,满足抗震和结构强度要求。每批次预制构件的重量最大为12000 kg,吊装设备的最大承载力不低于15000 kg,保证吊装作业的安全。施工前对所有施工方案和材料清单进行了全面审核,保证设计、材料和施工工序的协调性和可操作性^[5]。

(二) 施工中监控与质量管控

施工阶段的质量管控通过多维度监控手段确保施工质量,模板安装过程中,项目使用激光测距仪和高精度位移计监测模板精度和支撑体系的稳定性。模板安装误差严格控制在 ± 3 mm以内,支撑体系最大荷载为250 kN/m²,每个支撑点的位移精度为1 mm。F15B-01项目采用无线传感器网络进行实时数据采集,系统每秒钟读取数据,并通过数据平台处理,确保支撑体系随时处于安全状态。特别是在地下车库施工中,基坑深度10米,支撑体系面临较大荷载,监控系统能够及时发现任何超标位移并发出报警,及时采取加固措施。

混凝土施工中,现场安装了15个温湿度传感器,实时监测混凝土养护环境,确保温度在 20 ± 2 °C、湿度不低于85%。混凝土强度要求在28天内达到C35设计强度,项目全程记录每次浇筑的材料批次和强度测试结果。项目总浇筑量为1800 m³,施工过程中频繁进行强度检测,确保混凝土强度合格。钢结构焊接方面,F15B-01项目中的A1#楼和A3#楼采用钢框架结构,所有钢结构焊接连接点的焊接质量通过超声波无损检测,焊接强度不低于450 MPa,焊接点检测合格率为100%。钢结构件的安装精度控制在 ± 5 mm,焊接接头的最大拉力应力为400 MPa,所有焊接接头符合设计要求。通过严格的质量监控,F15B-01项目确保了整体结构的安全和稳定。

(三) 施工后验收与问题整改

施工后项目严格按照验收标准进行质量检查与整改,模板安装后现场采用激光扫描仪对模板系统的整体精度进行全面测量。模板系统的最大偏差为2 mm且符合设计要求,偏差分布在 ± 1 mm范围内。支撑系统在验收时监测数据显示最大位移为1.2 mm,支撑体系的稳定性和承载力达标。钢结构验收时所有焊接接头经过X射线和超声波无损检测,焊接接头的最大应力为350 MPa且合格

率100%。项目对钢结构的每个安装点进行了验收,安装精度严格控制在 ± 5 mm内,焊接应力测试表明所有接头符合设计要求。幕墙安装方面中项目安装了激光垂直度测量系统,实际检测数据显示幕墙系统的安装误差控制在 ± 4 mm以内。安装过程中,发现部分幕墙构件与设计要求有偏差,安装精度超过了设计要求的误差范围,项目立即启动整改程序,要求施工队伍调整幕墙构件位置来重新检测。整改后幕墙系统的安装精度再次通过验收且符合设计要求。整改流程的关键在于实时监控与快速反应。在钢结构和幕墙系统验收中,发现个别钢梁连接件的焊接不合格,项目立刻通知施工方重新焊接,并进行复测。钢结构的最大支撑荷载经检测仍为450 kN,连接点的抗拉强度符合设计要求,焊接接头的无损检测合格率达100%。

结论

F15B-01地块项目在施工全过程中借助严格的质量审查、精确的监控与有效的整改措施,保证了各项施工环节的高质量完成。项目在模板安装精度、支撑体系稳定性、钢结构焊接及幕墙安装等方面,使用激光扫描、传感器监测等高精度技术,保证了各项指标符合设计要求,最大误差控制在可接受范围内。施工过程中,针对基坑围护、大跨度模板及装配式结构等难点,实施了全面的监理与风险预警,及时发现并解决了潜在问题。验收阶段中所有关键工序如混凝土强度、钢结构焊接质量等均达到了设计标准,整改措施得到了有效执行。项目的成功实施提供了后续类似项目宝贵经验,展现了高效的质量管控和精准的施工技术,随着技术的进一步发展,施工过程中的质量控制与风险管理将更加精细化与智能化。

参考文献

- [1]王亚廷,王志程,安雄宝,等.大跨度结构模板支撑传力体系型钢平台施工技术[J].建筑技术开发,2024,51(11):47-51.
- [2]张金林.大跨度坡屋面混凝土结构高大支模施工技术探析[J].江西建材,2024,(07):351-353.
- [3]刘翔.大跨度无梁空间结构整层整浇施工技术应用[J].建材发展导向,2024,22(12):70-72.
- [4]陈建和,郭永辉.大跨度预应力桥梁工程中挂篮悬臂浇筑施工技术[J].黑龙江交通科技,2024,47(06):75-78+83.
- [5]李忠林.大跨度混凝土拱形屋面结构施工工艺的分析与应用[J].大众标准化,2024,(05):69-71.