

## 信息化技术在超限模架施工管理中的应用

王得如

北京城乡建设集团有限责任公司, 北京 100079

**[摘要]** 建设项目中危险性较大的分部分项工程通常是建筑结构施工的重难点, 保证危险性较大分部分项工程的施工质量与施工安全, 也一直是施工管理工作中的重中之重。文章中描述了针对项目存在的属于危险性较大的分部分项工程, 在传统的施工方法与施工管理的基础上, 运用建筑行业新兴的信息化技术, 协助管理危险、大型工程的施工质量、进度和安全。主要包括运用 BIM 技术进行属于危大工程范围的结构筛选, 模架模型的建立, 专项施工方案的补充编制、可视化展示, 模架搭设方案模拟与优化, 利用移动端与物联网技术进行安全监测, 运用安全质量巡检系统平台监控模架搭设规范性检查, 保障了危大分部分项工程顺利实施, 也为其他施工工程提供管理经验借鉴。

**[关键词]** 危大工程; 超限模架; BIM; 信息化

DOI: 10.33142/aem.v3i2.3723

中图分类号: U45;U41

文献标识码: A

### Application of Information Technology in Construction Management of Transfinite Mold Base

WANG Deru

Beijing Urban Rural Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100079, China

**Abstract:** In the construction project, the more dangerous divisional and subdivisional works are usually the key and difficult points in the construction of building structure. To ensure the construction quality and safety of the more dangerous divisional and subdivisional works has always been the top priority in the construction management. Based on the traditional construction methods and construction management, this paper describes the application of emerging information technology in the construction industry to help manage the construction quality, progress and safety of dangerous and large-scale projects. It mainly includes the use of BIM Technology for structural screening within the scope of dangerous large projects, the establishment of formwork model, the supplementary preparation and visual display of special construction scheme, the simulation and optimization of formwork erection scheme, the use of mobile terminal and Internet of things technology for safety monitoring and the use of safety quality inspection system platform to monitor the normative inspection of formwork erection. It not only ensures the smooth implementation of sub projects, but also provides management experience for other construction projects.

**Keywords:** large and dangerous projects; transfinite mold base; BIM; promotion of information technology

### 引言

近年来, 随着信息技术的不断发展, 信息互联技术的应用深度和广度得到进一步拓展, 工程建设行业的信息化应用水平显著提高<sup>[1]</sup>。其中 BIM 技术成为信息化技术的主要代表技术, BIM 技术的出现和发展已经成为建筑行业的趋势。BIM 有利于项目可视化、精细化建造, 它不仅是一种管理手段, 也实现建筑业精细化、信息化管理的重要工具<sup>[2]</sup>, 同时物联网技术也逐渐在建筑施工领域显现其应用的价值。

在建设行业贯彻危险性较大的分部分项工程安全管理的背景下, 利用 BIM 技术与物联网技术等技术手段, 辅助项目危大工程的高质量、高规范、高安全性的精细化管理, 减少质量、安全风险隐患。

### 1 工程概况

#### 1.1 项目概况

项目位于通州区宋庄镇, 主要功能有公共租赁住房、附加商业、住宅公共服务、幼儿园、地下车库等。地面总建筑面积约为 16.7万<sup>2</sup>, 地下总建筑面积约 14万<sup>2</sup>。本工程地下车库结构形式为混凝土结构; 工程规划的 15 栋公租房地下及 1-4 层为混凝土剪力墙结构, 5-顶层为装配式混凝土结构; 公共建筑共 9 栋, 包括增配商业和居住公服, 幼儿园、开闭站, 结构形式包括装配式钢结构与混凝土结构。

#### 1.2 危险性较大分项工程概况

根据住建部颁发的《危险性较大分部分项工程安全管理规定》中的危险性较大分部分项工程范围设定, 集中线荷

载(设计值)超  $20\text{KN}/\text{m}^2$  的模板工程及支撑体系属于危大工程的范围,本工程危大工程施工范围涉及到地下车库地下一层至地下三层梁板支撑体系。

### 1.3 模架支撑体系概况

本工程模板支撑体系的选择主要是在工期、质量、安全要求等方面进行优化,方案选择充分考虑了以下几点:

- (1) 对模板及其支撑进行结构设计,力求实现结构安全可靠,造价经济合理。
- (2) 在规定的条件和规定的使用期限内,完全能满足预期的安全性和稳定性。
- (3) 选材时,力求达到通用性,可用于周转,维修方便。
- (4) 选择模架时,受力要明确,结构措施要到位,安装拆卸要方便,施工要方便,反复使用。

最终模架选型确定为,支撑系统采用轮扣式满堂红模板支架,配可调 U 形托作为支撑体系,具有效率高、承载力大、安全可靠、便于施工等特点,梁主龙骨为  $\Phi 48.3 \times 3.5$  双钢管、顶板主龙骨为  $40 \times 40 \times 3\text{mm}$  双方管,次龙骨为  $40 \times 40 \times 3\text{mm}$  方管,梁板接茬部位搭配  $50 \times 100\text{mm}$  方木进行固定。面板采用  $15\text{mm}$  (楼板模板)、 $15\text{mm}$  (梁模板) 厚覆膜多层板模板。

### 1.4 危大工程特点与施工重难点

本项目危大工程具有 3 项特点,包括地下车库超限楼板、梁截面尺寸种类多、截面尺寸大,包括 22 种截面,最大尺寸达到  $650 \times 2000\text{mm}$ ;模架支撑体系局部标高不同,最大支撑高差达到  $1000\text{mm}$ ;项目计划应用的轮扣式模板支撑体系,尚无国家与行业及地方技术标准,需要编制专项施工方案,需要进行专家论证,确保安全实施。

鉴于上述危险工程的特点,如何支撑体系的搭设安全、板支撑体系的验收和监控成为工过程的重点,且如何支架体系的稳定是施工技术难点。

## 2 BIM 技术应用

### 2.1 BIM 结构模型建立

项目属于危险性较大的工程范围主要集中在地下车库部分,由于项目地下车库面积较大,传统的二维图纸的平面表达形式需要施工人员进行空间想象,很难直观查看项目危大工程的具体情况,尤其对于结构复杂部位,需要借助 BIM 技术的可视化特性进行直观的可视化表达,项目主要利用 BIM 软件中的 REVIT 软件进行地下车库结构模型建立,方便施工人员更好的对危大工程进行科学分析。

### 2.2 超限梁板结构快速筛选

BIM 技术是一个复合系统,它通过数据信息和行为模型<sup>[3]</sup>的关联来模拟真实的事物。借助 BIM 软件操作,通过模型模拟的梁板构件的属性信息进行超限梁板的筛选如图 1 所示,提高对属于危大工程的梁板的数据整理效率,便于更快的对各种超限梁板进行专项的分析,更加快速进行梁板模架支撑体系的设计。

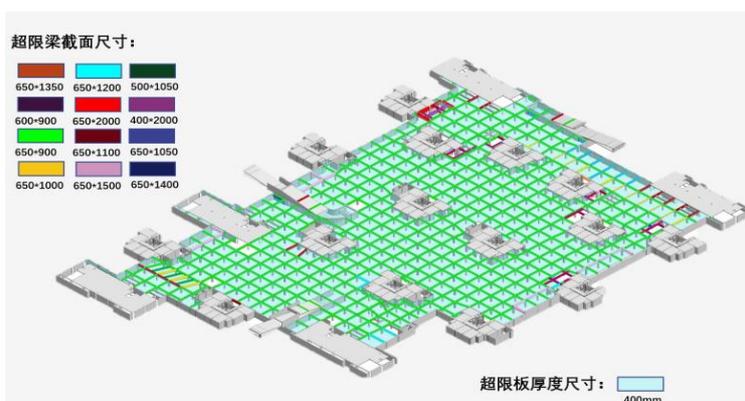


图 1 车库地下一层超限梁板筛选

### 2.3 模板支撑体系模型的建立

模板支撑体系的建立首先需要建立模架各种组成构件族模型的建立如图 2 所示,然后根据建筑施工安全规范要求搭设的尺寸及相关参数进行嵌套和组合,对不同截面尺寸的超限梁板模型,通过参数化的设置进行调整。

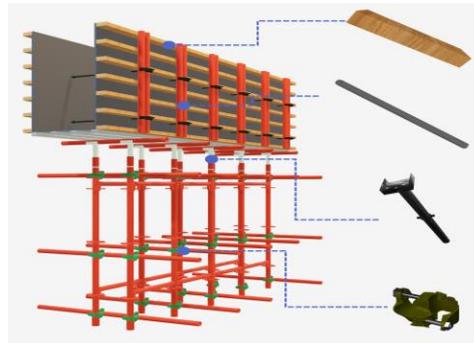


图2 模架组成构件族建立

本工程共有 22 种框架梁，均为根据本工程特殊施工方案选择的典型梁构件，属于一定规模以上风险较大的分项工程范围，建立了 5 种典型梁构件支撑体系模型，建立了典型楼板支撑体系模型，为框架梁及板的模板支撑体系进行设计、计算、论证，为本工程模板安装及支撑体系搭设提供科学指导。

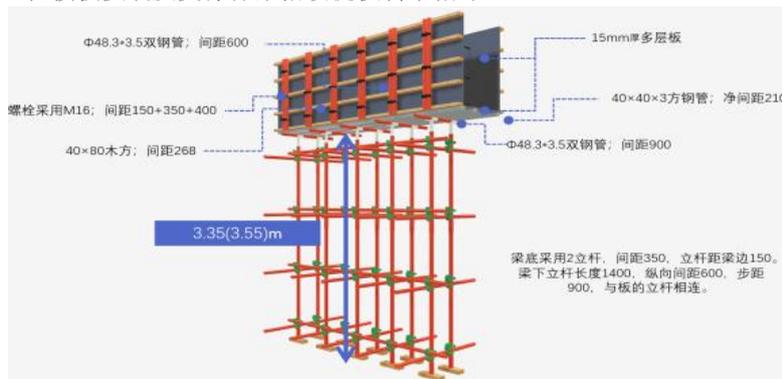


图3 典型梁支撑系统模型

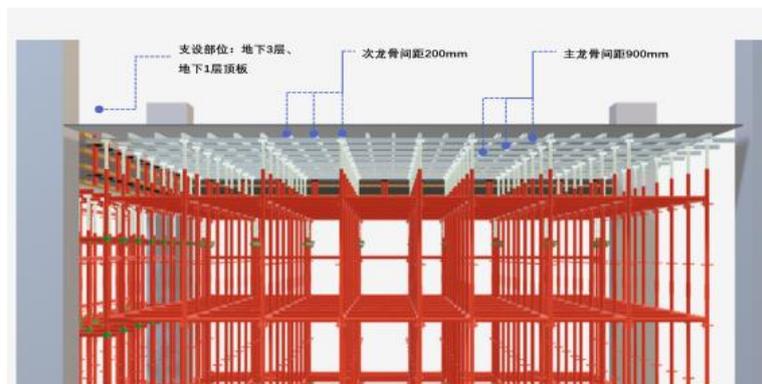


图4 典型板支撑系统模型

现场混凝土浇筑以地泵输送与布料杆布料浇筑为主，为保障支撑体系安全稳定，除梁板模架系统基础上，需要在布料杆底部设置补充支撑，利用 BIM 软件建立优化布料杆底部补充支撑模型，保障支撑体系在混凝土浇筑时的稳定性。

#### 2.4 基于 BIM 的模拟搭设

基于 BIM 技术的三维可视化特点，可以对高模板构件的施工进行空间布局规划，避免传统二维平面造成清晰客观的倒置，由于杆件之间的空间三维位置反射，预留的安全空间不够，影响整个结构的稳定性<sup>[4]</sup>。

项目根据建立的模架支撑体系模型与结构模型进行了搭设空间的布局优化，将模架支撑体系模型与结构模型进行空间整合如图 5 所示，模拟施工现场实际搭设工况，对模架搭设方案进行验证与分析，提前发现模架搭设存在的重难点，及时规避搭设过程中的不安全因素，保证模架搭设符合专项施工方案设定的搭设参数，保证模架搭设的规范性。

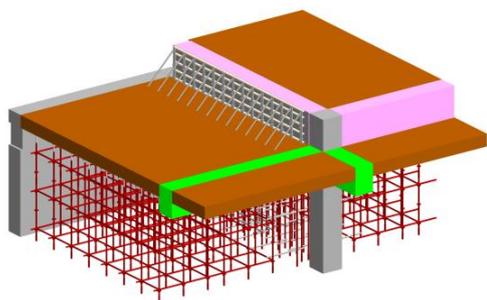


图5 支撑系统模型搭设验证

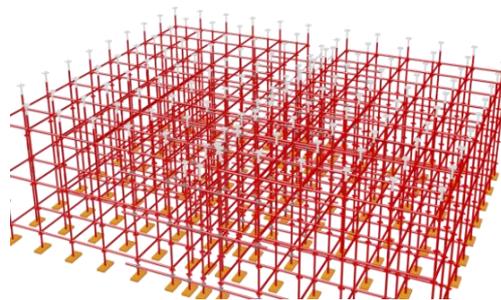


图6 支撑系统搭设三维交底

### 2.5 可视化技术交底应用

针对传统施工技术交底二维平面表达局限性的问题，在现场超限模架搭设前通过 BIM 技术制作的三维动画进行可视化展示，使得施工人员更好的掌握搭设关键点与施工工艺，提高搭设的安全性与规范性，避免安全隐患风险的发生。

## 3 基于物联网技术安全监测

### 3.1 质量安全巡检系统应用

该项目在超限模架支设过程中，项目安全员、质检员利用质量、安全巡检系统巡查超限模架的搭设高度、立杆间距、水平杆步距、可调 U 型托的外露长度、插入钢管长度、扫地杆的设置、剪刀撑等构造措施的施工是否符合方案要求。



图7 质量安全巡检系统

在巡查过程中如发现质量、安全隐患，通过手机端进行拍照，上传至质量、安全巡检系统巡查系统中并注明整改人、隐患部位、整改要求、整改期限、责任区域、通知人等重要信息。填写完毕后系统自动推送到整改人的手机端，整改人根据隐患部位及整改要求安排劳务人员进行整改，整改完毕后拍照上传至质量、安全巡检系统。系统推送至发起人进行整改验收，至此整套流程闭环。

通过信息化技术解决了工程安全质量问题的沟通、整改不及时，以及问题数据的追溯，提高了安全质量的精细化管理水平，通过网页内部数据，分析质量问题产生的主要原因，确定下一阶段施工过程中质量管理的重点，加强质量问题管理。

### 3.2 超限模架验收系统应用

在超限模架搭设完成后，相关负责人进行验收的过程中，信息化技术也在该项目有所体现，验收中如遇构造节点不清楚，规范词条、方案说明记忆不清，可根据手机专用 APP 进行在线查看构造节点图纸、规范、方案详细内容，方便相关责任人进行验收查看。

### 3.3 超限模架监测系统应用

高模板安全事故主要是由高模板在荷载作用下的过大变形或位移引起的，诱发系统内钢构件失效或诱发系统局部或整体失稳，导致高支撑模板局部倒塌或整体倾覆，造成施工人员伤亡。通过对混凝土浇筑过程中高支撑模板监控系统的系统监控，采取强有力的技术支持和管理监督措施，协助现场施工人员及时发现高支撑模板系统的异常变化，及时分析并采取加固等补救措施。当高支撑模板监测参数超过预定限制时，通知现场操作人员及时停止操作，迅速疏散现场，防止和消除支架倒塌事故的发生。因此，在混凝土浇筑过程中对高支撑模板进行监测是非常必要的。

高形式支护系统主要有六种破坏模式：(1) 支架顶部失稳引起的整体(局部)倒塌；(2) 支架底部失稳导致整体(局部)倒塌；(3) 支架中部失稳导致整体(局部)坍塌；(4) 支架损坏引起的整体(局部)坍塌；(5) 支架过度沉降和变形引起的整体(局部)坍塌；(6) 支架过度沉降和变形引起的整体倾覆塌陷。在超限模架验收合格后进行混凝土浇筑前，进行模架传感器的安装，对浇筑混凝土时模架的安全监管进行监测。

### 3.3.1 支架变形观测点（位移/沉降）

混凝土支架变形观测点应采用反射棱镜、位移计等高精度设备，便于实现自动采集。对于模板支架中部能见度较差的监测点，必要时应采用位移计等传感器将两者结合，准确计算支架的位移参数。观察点设置在关键部位或薄弱部位，一般设置在模板单元框架顶部的四角、四边的中间和中间受力较大的部位；各支撑结构应设置一个稳定的参考点，并具有良好的稳定性和可靠性，不得影响现场的正常施工；监测设备应当符合观测精度和观测范围的要求，并经过校准或者验证，在规定的有效期内。

### 3.3.2 支架倾斜观测点

倾斜观测点应采用高精度传感器、倾斜和安装点应位于特征点的支持系统，如支持系统的四个角落，长边的中点，其他部分需要注意根据施工现场的特点。设备埋设需要特殊的固定件，以保证传感器埋设的稳定性。另外，传感器需要与通信设施模块分开，两者通过柔性电缆连接，避免通信设备在更换电池和设置参数的过程中对监测结果产生干扰。

### 3.3.3 轴力观测点

轴向力观测点应采用高精度轴向力计，应布置在支撑系统的底部。根据现场实际情况，选择有代表性的位置，如应力集中的地方。由于布局在底部，安装位置的底座需要清理，底座表面与传感器之间应放置钢板。钢板厚度不应小于 10mm。另外，要确保极杆与模板和传感器紧密接触，避免悬挂。

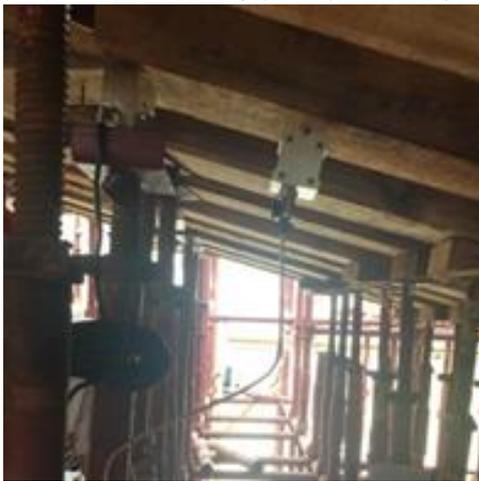


图 8 传感器安装实景图

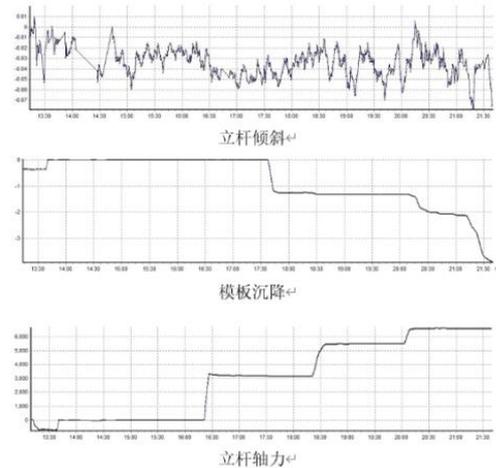


图 9 监测曲线示意图

## 4 结束语

项目采用多重信息化管理手段，对项目存在的危险性较大分部分项工程进行科学高效的管控。通过 BIM 技术的可视化与协调性的特征，提升了对超限梁板支撑体系策划的工作效率，并且提升了模板支撑体系的规范性与精细化水平，通过 BIM 技术模拟性的技术特征，直观展现模架搭设的关键工艺与安全控制要点，便于施工现场快速的进行模架的规范性搭设。

借助手机移动端与物联网技术终端进行安全监测，做到了施工前不安全因素的及时发现，并对施工工程出现的不安全隐患迅速消除解决，提升了项目安全控制措施的技术水平，实现了施工现场零事故，保障了项目危大分部分项工程顺利实施。

### [参考文献]

- [1]刘睦南. 新技术条件下建筑业信息化发展的思考与实践[J]. 中国勘察设计, 2019(9): 63-65.
- [2]部瑞东, 赵鸿宇. 探究建筑业信息化改革的关键技术[J]. 科技风, 2020(14): 7-8.
- [3]杜茜. 基于我国房地产企业本土 BIM 应用的研究[D]. 四川: 西南交通大学, 2015.
- [4]郑琪. BIM 的深层内涵与未来趋势[J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 2(2): 106-108.

作者简介：王得如（1974-），男，武汉理工大学，本科，工程管理，北京城乡建设集团有限公司，中级工程师。