

# 模板支撑体系在建筑施工中的应用与安全管理

杨飞飞

新疆北新国际工程建设有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 835000

**摘要:** 模板支撑体系作为现浇混凝土结构施工的核心临时设施,其安全性直接关乎工程质量和人员生命。本文系统探讨了模板支撑体系在现代建筑施工中的主流类型、应用场景及其全生命周期的安全管理策略。文章首先对比分析了扣件式、轮扣式、盘扣式等主流支撑体系的技术特点与适用性;其次,深入阐述了高大模板支撑体系从专项方案编制、专家论证到精细化施工的全过程管理要点,并融入了荷载计算、构造细节等关键技术参数;再次,通过剖析坍塌事故,揭示了设计缺陷、材料劣质、施工违规及监管缺失等核心致因,并据此提出了涵盖技术、管理和应急三个维度的系统性预防措施。研究表明,唯有将先进的支撑技术、严谨的管理流程和全员的安全文化深度融合,方能构筑起坚实的模板工程安全防线。

**关键词:** 模板支撑体系;高大模板;安全管理;坍塌事故;专项施工方案

## 引言

在现代建筑工程中,尤其是高层、超高层及大跨度公共建筑领域,现浇钢筋混凝土结构因其整体性好、抗震性能优、空间布局灵活等优势而被广泛应用。作为实现这一结构形式的关键环节,模板支撑体系承担着在混凝土浇筑和硬化期间,稳固地支撑模板、承受新浇混凝土自重、施工荷载及其他附加荷载的重任。它虽为临时结构,但其稳定性和可靠性直接决定了整个施工过程的安全底线。然而,模板支撑体系工程事故,特别是高大模板支撑体系(简称“高支模”)的坍塌事故,一直是建筑施工安全生产领域的“顽疾”。此类事故往往具有突发性强、破坏力巨大、群死群伤的特点,不仅造成惨重的人员伤亡和财产损失,更对社会稳定和行业发展带来深远的负面影响。究其原因,既有技术层面的设计计算失误、材料质量不合格、构造措施不到位等问题,也存在管理层面的方案审批流于形式、现场施工野蛮作业、安全监管缺位等深层次矛盾。面对严峻的安全形势,国家及行业主管部门陆续出台了一系列强制性规范和导则,如《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,明确要求对高支模等危大工程实行专项施工方案管理和专家论证制度。在此背景下,如何科学选择与应用各类模板支撑体系,并构建一套行之有效的全过程安全管理体系,已成为摆在所有参建单位面前的重大课题。

## 1 模板支撑体系的主要类型与应用

随着建筑工业化和施工技术的进步,传统的木支撑、竹支撑已基本被淘汰,取而代之的是以钢管为主要材料的标准化、工具式支撑体系。目前,市场上主流

的模板支撑体系主要包括扣件式、轮扣式(直插型盘扣式)和承插型盘扣式三大类,它们在连接方式、承载能力、施工效率等方面各有千秋。

### 1.1 扣件式钢管支撑体系

扣件式钢管脚手架是历史最悠久、应用最广泛的支撑形式,其主要由立杆、水平杆、剪刀撑和可调托撑(U托)等组成,各杆件之间通过直角扣件、旋转扣件和对接扣件进行连接。优点是通用性强,适应各种复杂的建筑平面和立面形状;材料易于获取,成本相对较低<sup>[1]</sup>。缺点是节点为铰接,整体刚度和稳定性相对较差;搭拆工序繁琐,人工依赖度高,效率低下;扣件质量易受市场影响,若使用壁厚不足(如低于国标要求的0.8mm)、抗滑性能差的劣质扣件,极易成为安全隐患点。多用于形状不规则、荷载较小的普通楼层板、梁的支撑,或作为其他支撑体系的补充。

### 1.2 轮扣式(直插型盘扣式)支撑体系

轮扣式脚手架是在盘扣式基础上发展而来的一种简化形式。其立杆上每隔600mm焊接一个由钢板冲压而成的“轮盘”,横杆端部焊接有“U”形插头,安装时只需将横杆插头插入轮盘孔内并用楔形锁紧即可。优点是搭拆速度极快,是扣件式的数倍,显著提高了施工效率;节点为半刚性连接,整体稳定性优于扣件式;外观整齐美观。缺点是由于其横杆长度固定(通常为600mm、900mm、1200mm模数),对建筑平面尺寸的模数化要求较高,在遇到非标准开间时需配合使用扣件式钢管进行调整;其材质通常为Q235碳素钢,承载能力低于高端盘扣式。广泛应用于住宅、厂房等标准化程度较高的楼板、梁支撑工程。

### 1.3 承插型盘扣式支撑体系

承插型盘扣式脚手架代表了当前模板支撑技术的先进水平。其立杆采用Q345B低合金高强度钢管（外径通常为 $\Phi 60.3\text{mm}$ ，壁厚 $3.2\text{mm}$ ），杆件上每隔 $500\text{mm}$ 焊接有八孔圆盘，横杆和斜杆端部均带有铸钢或钢板冲压的楔形插头。通过专用的锤子敲击插头上的楔块，使其与圆盘紧密结合，形成稳定的几何不变体系。优点是采用高强度材料，单根立杆允许承载力可达 $40\text{kN}$ 以上；节点为刚性连接，且自带斜杆，形成空间桁架效应，整体刚度和稳定性极佳；所有杆件均为定型化产品，精度高，搭拆便捷，安全可靠。缺点是初期投入成本较高。特别适用于高大模板、重载工业厂房、大跨度公共建筑等对安全性和承载力要求极高的关键部位。

在实际工程中，应根据项目的具体特点（如结构形式、荷载大小、工期要求、成本预算等），科学合理地选用支撑体系。对于高风险的高支模工程，优先推荐使用承载力强、稳定性好的承插型盘扣式支撑体系。

## 2 高大模板支撑体系的全过程安全管理

高大模板支撑体系因其规模大、荷载重、风险高，被列为“超过一定规模的危险性较大的分部分项工程”，必须实施严格、闭环的全过程安全管理。

### 2.1 专项施工方案的编制与专家论证

专项施工方案是指导高支模施工的纲领性文件，其质量直接决定了工程的安全成败。方案编制必须由项目技术负责人主持，内容应涵盖工程概况、编制依据、施工计划、施工工艺技术、施工安全保证措施、劳动力计划以及计算书和相关图纸等。

#### 2.1.1 精确的荷载计算与判定

方案的核心在于精确的力学计算。首先需准确判定工程是否属于“超危大工程”。根据住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（建办质〔2018〕31号），混凝土模板支撑工程满足以下任一条件即属此列：

搭设高度  $\geq 8\text{m}$ ；

搭设跨度  $\geq 18\text{m}$ ；

施工总荷载（设计值） $\geq 15\text{kN/m}^2$ ；

集中线荷载（设计值） $\geq 20\text{kN/m}$ 。

其中，荷载计算尤为关键。以集中线荷载为例，其设计值计算公式为：集中线荷载 = [永久荷载标准值 $\times$ 分项系数(1.35)]+[可变荷载标准值 $\times$ 分项系数(1.4)]。永久荷载包括钢筋混凝土自重（通常取 $25.5\text{kN/m}^3$ ）、模板及木方自重（约 $0.5\text{kN/m}^2$ ）。可变荷载主要指施工活荷载，如振捣混凝土产生的荷载（ $2.0\text{kN/m}^2$ ）等<sup>[2]</sup>。例如，对于一根截面尺寸为 $500\text{mm}\times 1250\text{mm}$ 的框架梁，其集中线荷载设计值经计

算常会超过 $20\text{kN/m}$ ，必须按超危大工程管理。

### 2.1.2 严谨的构造设计与验算

设计人员必须严格按照《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》（JGJ231）等相关规范，对支撑体系进行详细验算，并明确关键构造参数：（1）立杆布置：纵横向间距通常不应大于 $1.2\text{m}$ （高荷载区域需加密至 $0.9\text{m}$ 或更小），立杆接长应采用对接，严禁搭接。（2）水平杆步距：一般不大于 $1.8\text{m}$ ，顶层步距宜适当减小以增强稳定性。（3）扫地杆：距地面高度不应大于 $200\text{mm}$ ，必须纵横向满设。（4）剪刀撑：这是保证整体稳定的生命线。外侧周圈应设置由下至上的竖向连续式剪刀撑，内部每隔4-6跨（且不大于 $6\text{m}$ ）设置一道。剪刀撑与水平面夹角应在 $45^\circ\sim 60^\circ$ 之间，搭接长度不小于 $1\text{m}$ ，并用不少于3个旋转扣件固定。当架体高度超过 $8\text{m}$ 时，还须在顶部和底部设置水平剪刀撑，中间水平剪刀撑间距不大于 $8\text{m}$ 。方案绘制的平、立、剖面图及细部节点图必须清晰、准确，确保现场可执行。根据住建部规定，高支模专项方案在施工单位内部审核后，必须组织不少于5名专家组成的专家组进行论证。专家论证的重点在于审查方案的安全性、可行性和经济性。论证通过后，施工单位须根据专家意见对方案进行修改完善，并经建设单位项目负责人、总监理工程师签字批准后方可实施。

### 2.2 精细化的现场施工与过程控制

方案的生命力在于执行。现场施工阶段是安全管理的关键环节，必须做到以下几点：（1）材料进场验收：对钢管、扣件、盘扣节点等所有构配件进行严格的质量检查，重点核查其材质证明、规格尺寸（如钢管壁厚、外径）、外观质量（有无严重锈蚀、弯曲、裂纹等），杜绝不合格品流入现场。可采用游标卡尺等工具进行现场抽检。（2）精准放线与基础处理：严格按照方案进行定位放线。支撑立杆底部的地基或楼板必须具有足够的承载力，必要时需进行加固处理（如浇筑混凝土垫层）。立杆下应设置不小于 $150\text{mm}\times 150\text{mm}$ 的钢底座或厚度不小于 $50\text{mm}$ 的木垫板，确保荷载均匀传递<sup>[3]</sup>。（3）按图施工，严控构造：施工人员必须接受详细的技术交底，严格依照批准的专项方案进行搭设。重点控制前述的立杆间距、水平杆步距、扫地杆、顶部自由端长度（严禁超过 $500\text{mm}$ ）、U托外伸长度（严禁超过 $300\text{mm}$ ）以及剪刀撑的设置等关键参数。任何未经许可的变更都是重大安全隐患。（4）同步监测与动态调整：在混凝土浇筑过程中，应安排专人对支撑体系进行实时监测，观察是否有异常变形、异响或沉降。有条件可引入自动化

监测设备,对关键立杆的应力、位移进行数据化监控。一旦发现险情,必须立即停止浇筑,撤离人员,并采取加固措施。

### 3 模板支撑体系坍塌事故的成因与预防

尽管有规范和制度约束,模板坍塌事故仍时有发生。深入剖析这些血泪教训,是预防未来事故的最好教材。

#### 3.1 典型事故成因分析

归纳出以下几类主要原因:(1)设计源头缺陷:方案编制人员经验不足或责任心缺失,导致荷载计算错误(如漏算泵送冲击荷载)、立杆间距过大、未考虑架体高宽比(>2时未采取加强措施)等,使得支撑体系先天不足。(2)材料以次充好:施工单位为降低成本,采购壁厚仅2.0-2.5mm(远低于国标3.6mm)的“瘦身”钢管和劣质扣件,导致构件承载力远低于设计值。(3)施工严重违规:现场作业人员未按方案施工,如随意加大立杆间距至1.5m甚至更大、漏设扫地杆和剪刀撑、U托外伸长达500mm以上、混凝土浇筑顺序不当(如集中堆载、不对称浇筑)等。(4)管理监督失效:监理单位未能履行旁站监督职责,对违规行为视而不见;建设单位盲目抢工期,压缩必要的施工和养护时间;安全验收流于形式,未能及时发现和消除隐患。

#### 3.2 系统性预防对策

针对上述成因,必须构建多层次、全方位的预防体系:(1)强化技术保障:大力推广使用承插型盘扣式等高性能支撑体系;利用BIM技术进行施工模拟和碰撞检查,提前发现方案冲突;引入智能监测设备,对高支模的关键部位进行应力、位移的实时监控。(2)压实主体责任:严格落实建设、施工、监理三方主体责任。施工单位必须确保方案的科学性和执行的严肃性;监理

单位要敢于动真碰硬,对不符合方案要求的坚决不予验收;建设单位不得任意压缩合理工期<sup>[4]</sup>。(3)深化安全教育:对所有参与高支模施工的管理人员和作业人员进行强制性的、有针对性的安全培训和考核,使其深刻理解“按方案施工就是保命”的道理,杜绝习惯性违章。

(4)完善应急预案:制定切实可行的高支模坍塌事故专项应急预案,并定期组织演练,确保一旦发生险情,能够迅速、有序地组织抢险救援,最大限度减少损失。

### 4 结语

模板支撑体系的安全管理是一项复杂的系统工程,贯穿于项目策划、方案设计、材料采购、现场施工到最终拆除的每一个环节。面对高大模板工程固有的高风险特性,绝不能有丝毫的麻痹和懈怠。未来,随着建筑工业化和智能建造的深入推进,模板支撑体系将朝着更高强度、更轻量化、更智能化的方向发展。然而,无论技术如何进步,“方案先行、按图施工、严管过程、全员尽责”的安全铁律永远不会改变。只有将先进的技术手段与严谨的管理制度、深厚的安全文化有机融合,才能真正筑牢建筑施工的安全基石,有效防范和遏制模板坍塌事故的发生,为建筑业的高质量发展保驾护航。

### 参考文献

- [1]林少敏.建筑施工中高大模板支撑体系的应用及技术研究[J].城市开发,2025,(20):136-138.
- [2]符敦富.高层建筑施工中模板支撑体系安全性能提升关键技术研究[J].陶瓷,2026,(03):163-165.
- [3]余浩.建筑施工中高大模板支撑体系安全管理研究[J].现代工程科技,2025,4(11):77-80.
- [4]苏文博.高大模板支撑体系在大型公共建筑施工中的应用[J].全面腐蚀控制,2025,39(05):81-83.