

工业厂房建筑工程的高支模施工技术分析

文 / 曾广吉 中国空气动力研究与发展中心低速空气动力研究所

摘要：随着工业的快速发展，工业厂房的建设规模和复杂程度不断增加。高支模施工技术作为工业厂房建筑工程中的关键环节，对于确保厂房结构的稳定性和施工安全具有重要意义。本文详细阐述了工业厂房建筑工程中高支模施工技术的流程、技术要点等方面，并深入探讨了高支模技术的特点与优势，总结了高支模施工技术在工业厂房建设中的应用经验，为类似工程提供参考。

关键词：工业厂房；建筑工程；高支模施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.012

引言

工业厂房是工业生产的重要场所，其建筑结构的稳定性和安全性至关重要。在工业厂房建设中，大空间、大跨度的结构形式较为常见，这就需要采用高支模施工技术。高支模施工技术指支模高度、跨度、施工总荷载或集中线荷载超过一定标准的模板支撑系统。由于高支模施工风险较高，一旦发生事故，后果严重，因此深入研究和掌握这一技术意义重大。

一、高支模施工技术特点

（一）高风险性

高支模施工时，其支模高度往往大于8m，跨度则超过18m，在此条件下，模板支撑体系需承受极为巨大的荷载，搭建期间，任何环节的偏差均可能带来严重后果，设计方案若存在缺陷，未能准确核算各类荷载，则支撑体系难以应对实际施工中的压力，材料质量问题同样不可忽视，如钢管出现裂缝或扣件抗滑性能不足，这将显著降低支撑体系的稳定性，施工操作中的失误，像立杆间距过大、水平杆连接松动等情况，也会直接增加安全风险。

（二）复杂性

高支模施工涉及结构力学、材料力学、施工工艺等专业领域。结构力学要求精确计算模板支撑体系在不同工况下的受力状态，确保稳定性与承载能力，防止施工中发生变形或坍塌。材料力学用于指导材料选择，如钢管、扣件和模板，确保所选材料具有足够的强度和刚度。施工工艺的理解同样占据重要地位，涵盖模板安装与拆除的顺序和技巧等内容，施工期间需考量多种外部因素，场地条件便是其中之一，狭窄场地会限制材料堆放与机械设备布置；气候状况亦不可忽视，极端天气如高温、暴雨或大风会对施工安全与质量形成干扰；施工设备的性能及其适用性同样会影响工程进度与质量，这些要素彼此交错，显著提升了施工难度。

（三）高精度要求

高支模施工过程中，为保证模板支撑体系具备稳定性并确保结构准确无误，各个关键步骤均存在极为严苛的精度需求，测量放线阶段，全站仪和水准仪等精密设备被运用，按照设计图纸对模板支撑体系的位置与标高

进行确认，极小的误差也可能导致后续作业产生偏差，立杆搭建时，其垂直度的偏差需保持在规定范围内，相邻立杆接头应避免处于同一平面，否则整体承载性能将受到影响。水平杆装配环节同样重要，水平杆必须与立杆实现可靠连接，同时其水平度偏差要限制在许可区间，否则体系稳定性会遭到破坏，一旦某个环节出现失误，整个系统的安全性都将受到牵连。

二、高支模施工技术优势

（一）适应大空间、大跨度结构

高支模施工技术展现出很强的适应能力，如图1示例，可充分应对工业厂房大空间和大跨度结构的要求，与传统方式相比，其成功突破了空间约束，为厂房内部布局创造了更多选择机会，在具体实践中，设计人员能够按照不同工艺流程及设备安排的需求，灵活调整厂房空间规划，不再受制于有限的跨度与高度条件，以大型机械制造厂房为例，高大的设备往往需要宽广且挑高的空间环境，而高支模技术恰好可以构建出相匹配的建筑形态。这一特性不仅有助于设备布置趋于合理化，从而提升生产效率，还改善了人员的工作环境，降低了操作过程中的干扰因素，这种灵活性对提高厂房使用效能具有显著促进作用，为工业生产的高效运行提供了重要支撑。

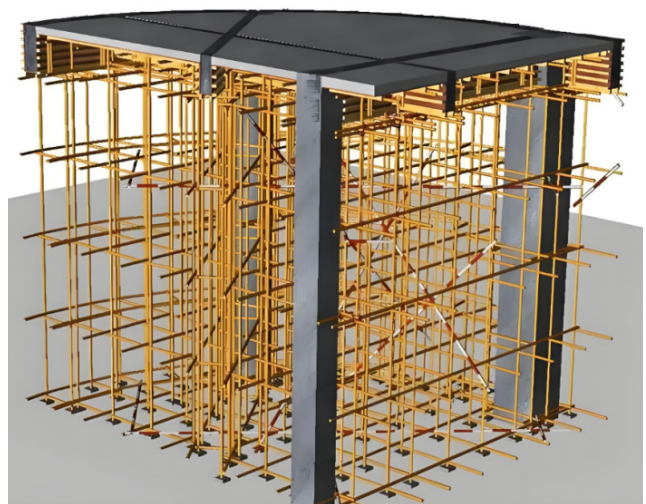


图1：高支模施工技术

（二）可重复利用性

在高支模施工环节，模板、钢管这类材料起到极为关键的作用，当这些材料达到严格的质量要求时，往往能够实现多次重复利用的目标，以模板为例，其材质坚固且表面平整光滑，在拆卸与清理阶段，只要遵循规范操作流程，尽量避免出现严重损伤，就可以在后续多个项目中继续发挥功能，优质的钢管通常不存在裂缝、变形或者锈蚀等缺陷，配合抗滑及抗扭性能优良的扣件，可以广泛应用于各类支撑体系的构建过程。这样的工程实践方式不仅有效削减了整体工程成本，通过降低不必要的材料采购支出，对预算控制产生积极作用，同时，这种材料的循环使用特性与当前社会提倡的节能环保理念紧密相连，大幅减少资源浪费现象，并且缓解了环境压力，这一做法除了具备显著的经济效益外，在履行社会责任以及推动环境保护方面同样体现出正面的价值。

（三）施工灵活性

高支模施工技术存在明显的灵活性与适应性特点，在不同工业厂房结构类型下，该技术可根据工程设计要求，对模板支撑体系的形式和参数做出精确灵活的调整，如在大跨度厂房场景内，优化立杆间距以及水平杆步距能够达成结构承载力和稳定性方面的需求；而对于不规则厂房结构而言，支撑体系布局的改变可以有效处理复杂的受力情况，这种较强的适应能力让高支模施工技术在应对复杂多样的工业厂房结构时表现出色。从各种独特设计构思出发，借助适当的技术调整手段，最终保证了施工流程的顺利推进，并且维护了工程质量及安全性。

三、高支模施工工艺流程

（一）施工前准备

工业厂房设计需由经验丰富的技术人员负责，制定详尽的高支模施工方案。方案包括厂房规模、结构、建筑高度等工程概况，明确的编制依据，施工流程、人员安排等部署细节，具体操作步骤的施工方法，精确的施工进度计划，材料与设备规格数量的计划，以及全面的安全保证措施和应急预案。

依据施工方案的规定，需事先将模板、钢管、扣件、顶托等材料准备妥当，材料抵达现场之后，必须按照严谨的检验流程与验收规范进行质量控制，通过外观检测、力学性能评估等多种手段，保证材料品质达到国家标准及设计要求，以钢管为例，其表面应不存在裂缝、变形或锈蚀等问题，同时利用游标卡尺测量管径与壁厚是否符合标准；而扣件方面，则需具备足够的抗滑移与抗扭转能力，为此需要开展专门的抗滑与抗扭试验加以验证。

在施工场地的整理过程中，采用机械与人工协同作业的方法，使场地达到平整且坚实的状态，地基承载力的检测被实施，以验证其是否具备充足的承载性能，依据既定的施工方案，材料堆放区域及机械设备停放位置得到合理布局，不同类型的材料存放区被划分出来，同时机械设备也被指定固定的停放地点，这些措施共同作用，为施工活动的开展提供了有利的前提条件。

（二）钢筋绑扎与混凝土浇筑

在模板安装完成并经过严格的质量检查，确认各项参数符合设计标准后，便进入钢筋绑扎环节。钢筋作为混凝土结构的关键受力部件，其规格、数量以及间距都必须精准无误地契合设计要求。在绑扎过程中，施工人员需运用专业工具与手法，使钢筋相互交织、紧密连接，确保每一处绑扎点都牢固可靠，以此保障在后续混凝土浇筑的动态施工过程中，钢筋位置不会因外力作用而发生偏移，从而维持结构的受力稳定性。

混凝土浇筑前，至关重要是对模板支撑体系展开全面细致的检查与验收。从立杆的垂直度、水平杆的平整度，到节点连接的紧固程度，都要逐一核查，确保体系符合设计与安全规范要求。混凝土浇筑应严格遵循先梁后板、分层浇筑的原则，这样能有效分散浇筑压力，避免局部应力集中。浇筑时，采用合理的下料方式，避免混凝土对模板支撑体系产生过大的冲击力。振捣混凝土时，选用功率适配的插入式振捣器，按照规范的操作流程，均匀振捣，直至混凝土表面泛浆、无气泡冒出，防止出现蜂窝、麻面等质量缺陷，保障混凝土结构的密实性与外观质量。

（三）模板拆除

混凝土强度达到设计要求后，方可拆除模板。这一要求是保障混凝土结构安全与稳定性的关键。一般情况下，梁、板等结构的底模拆除时，混凝土强度应达到设计强度的75%~100%。比如当梁、板跨度小于等于8m时，混凝土强度需达到设计强度的75%；而当跨度大于8m时，混凝土强度则必须达到100%，具体强度要求严格根据设计规定执行。

模板拆除应遵循严格的顺序，即先支后拆、后支先拆。首先拆除梁侧模板，因为其相对受力较小，拆除难度较低，且先拆除它有利于后续对梁底和板模板的操作。随后拆除板模板，板模板面积较大，拆除时需注意按一定顺序依次拆除，避免因拆除不当导致整块模板掉落。最后拆除梁底模板，梁底模板支撑着梁体的主要重量，拆除时更要谨慎操作。拆除过程中，应使用合适的工具，小心操作，注意保护模板和混凝土结构，避免因暴力拆除造成模板损坏影响下次使用，以及混凝土结构出现缺棱掉角等质量问题。

四、高支模施工技术要点

（一）荷载计算

在高支模施工方案设计的关键环节里，准确无误地计算荷载是保障模板支撑体系安全稳定的核心要点。高支模所承受的荷载类型丰富多样，其中，模板及支架自重作为基础恒载，其数值取决于所选用材料的材质、规格以及整体构造形式；新浇筑混凝土自重会因混凝土的密度和浇筑体积而产生变化；钢筋自重则依据设计图纸中钢筋的用量与型号而定；施工人员及设备荷载包含了施工人员的重量、施工过程中所使用的各类工具与机械设备的重量；振捣混凝土时产生的荷载是在振捣作业期

间，因振捣器的作用而额外施加于模板支撑体系上的动荷载。

在具体施工环节，要依据工程的实际情况，遵循《建筑施工模板安全技术规范》等标准的规定，对各类荷载实施科学且合理的组合计算，严谨的计算步骤被采用后，不同工况下的荷载组合得以全面分析，最不利荷载工况也能够被准确确定下来，这一过程为模板支撑体系的设计提供了可靠的数据支持，高支模施工的安全性与可靠性由此得到保障，相关规范的要求被严格遵守，计算结果被动地影响着设计环节，整个流程呈现出静态的专业特征。

（二）立杆间距与步距控制

在高支模施工技术环节里，立杆间距及步距成为影响模板支撑体系承载性能的核心要素，实际操作阶段，需要依据设计方案精准掌握立杆间距与步距的设置，该方案由专业人员综合工程结构特性、荷载分析等多重要素反复推敲形成，具备科学性，作为施工参考的关键依据存在，施工团队不应因便利或进度需求擅自调整立杆间距和步距数值，若立杆间距和步距超出合理范围，则支撑体系整体稳定性将受到显著削弱。当承受混凝土浇筑产生的重压以及动态施工荷载时，可能出现立杆形变、弯曲甚至垮塌的现象，安全风险随之攀升，此类状况不仅可能引发现场人员伤亡与财物损失，还会干扰工程计划，产生连锁反应，对立杆间距和步距实施严格管控，构成了确保高支模施工安全性与质量稳定性的必要措施，需高度重视不可轻视。

（三）节点连接质量

模板支撑体系的节点连接质量，对于整个体系的稳定性而言，有着决定性的影响。在高支模施工过程中，立杆与水平杆、剪刀撑与立杆和水平杆之间的连接部位，是整个支撑体系受力的关键节点。这些节点的连接，必须采用符合国家标准和设计要求的合格扣件。扣件作为连接的核心部件，其质量直接关系到节点的稳固性。

在实际操作中，不仅要确保扣件质量合格，还需严格把控扣件的拧紧力矩。根据相关规范和施工方案要求，扣件拧紧力矩应达到规定值，一般为 $40\sim 65\text{N}\cdot\text{m}$ 。只有达到这个力矩范围，才能保证扣件与杆件之间紧密连接，有效传递荷载。若节点连接不牢固，在施工过程中，受到混凝土浇筑时的冲击力、振捣时的振动力以及施工人员和设备的动荷载等作用，扣件极易出现松动现象。一旦节点松动，模板支撑体系的整体稳定性就会被破坏，进而引发严重的安全事故，造成人员伤亡和财产的巨大损失。

（四）起拱要求

对于大跨度的梁和板，在模板安装时按照设计要求进行起拱是极为关键的环节，如图2示例。起拱这一操作，主要目的在于有效抵消在混凝土浇筑过程中梁和板因自身重力及混凝土压力而产生的下挠变形。在混凝土浇筑时，随着重量不断增加，梁和板会逐渐向下弯曲，如果

没有起拱措施，最终成型的结构可能会出现明显的下凹现象，严重影响结构的平整度。而结构不平整不仅会影响建筑的外观质量，给人不美观、不专业的直观感受，更重要的是会对结构的受力性能产生不利影响。

起拱高度的精确控制成为关键中的关键，起拱高度一旦超出合理范围，梁和板在后续使用中将面临额外应力的问题，结构的耐久性与稳定性因此受到干扰，而起拱高度如果设定偏低，则不能充分补偿下挠变形，同样会使结构效果偏离预期目标，在实际施工环节，被要求的操作人员需要依据设计所确定的起拱高度值展开作业，借助专业测量仪器与精细施工手段，使起拱高度处于规定范围内，进而维持结构受力状态及总体质量的可靠性。



图 2：大跨度的梁和板

结语

工业厂房建筑工程中的高支模施工技术是一项复杂且具有较高风险的施工技术。其独特的特点和显著的优势，使其在工业厂房建设中发挥着重要作用。通过合理的施工方案设计、严格的施工过程控制以及有效的安全管理，可以确保高支模施工的顺利进行，保证工业厂房的结构安全。在实际工程中，应根据具体情况，不断总结经验，优化施工技术，提高高支模施工的技术水平和管理水平，为工业厂房建设提供有力的技术支持。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 王星军. 关于房建土建工程中高支模施工技术的分析[J]. 居业, 2024, (12): 25-27.
- [3] 任海辉, 李春彬, 霍红伟, 等. 高支模施工技术在土建施工中的应用探究[J]. 中国设备工程, 2024, (23): 20-22.
- [4] 陈佳正. 高支模施工过程中的关键技术分析与应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (32): 138-140.
- [5] 赵康财. 新型高支模施工技术在产业园工程中的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (17): 178-180.