

# 高层建筑外脚手架连墙件设置不足的安全隐患研究

黄慧斌

湖北交投耀栋建筑有限公司 湖北 武汉 430050

**【摘要】**：高层建筑在施工阶段，外脚手架的整体稳定性依赖于足量且合理的连墙件。当连墙件设置不足时，脚手架抗侧刚度急剧下降，结构在风荷载与施工荷载共同作用下表现出明显的位移增大、节点松动及杆件失稳等风险特征。本文围绕连墙件不足的形成因素、受力机制变化及典型隐患表现进行分析，阐述连墙件缺失或布置不当对高层脚手架整体稳定性带来的潜在危害，并通过对事故案例特征的归纳脚手架倾覆及局部塌落的主要诱因，以期为高层建筑施工现场的脚手架安全管理与防控措施提供理论参考。

**【关键词】**：高层建筑；外脚手架；连墙件；结构稳定；安全隐患

DOI:10.12417/2811-0722.26.04.048

## 引言

高层建筑的施工环境往往伴随强风影响、空间受限及荷载变化等复杂条件，使外脚手架的稳定性成为施工安全体系中的关键环节。连墙件作为脚手架与主体结构的主要传力构件，其数量与布置方式直接影响整体受力传递效率。当连墙件不足时，脚手架在外力作用下容易出现晃动、位移扩大乃至局部脱离等不稳定表现，使结构风险呈现快速放大趋势。围绕连墙件不足带来的安全隐患展开针对性研究，能够揭示脚手架失稳的核心因素，为后续分析脚手架结构性能及事故成因预防必要基础。

## 1 连墙件设置不足的成因分析

连墙件数量不足通常源于多重因素共同导致，在高层建筑施工的复杂环境中更为突出。外脚手架在随主体进度同步提升时，施工班组往往受到结构施工节奏、外立面装饰进度及临时作业安排的限制，使连墙件的安装频率被迫降低，形成空档区。此外，施工现场对脚手架布置的检查往往集中于整体搭设质量，而对连墙件布置密度、间距偏差及位置偏移等细节控制不够严格，使部分应加密区域在未经过系统校核的情况下被默认通过，导致脚手架与主体之间的连接力度不足<sup>[1]</sup>。部分工程在高空风力较强的区域作业时，为加快进度而简化连接程序，也使连墙件数量无法满足脚手架抵抗水平荷载与动力响应的要求，潜在弱点由此逐渐形成。

连墙件布置不规范还可能源于施工管理层对脚手架受力机理的认知不足。在多层施工并行条件下，连墙件起到传递水平荷载、限制脚手架侧移的重要作用，一旦布置间距超过规范范围，脚手架的纵向与横向整体刚度便会产生明显降低。然而部分施工单位对风荷载作用下的侧向稳定性评估不够充分，在高层结构自重偏大、外脚手架高度不断提升的情况下，仍沿用低层建筑的经验布置方式，使连墙件无法形成有效的稳定体系。施工现场还存在部分杆件无法按设计位置布置的问题，如幕墙预埋件冲突、结构外挑构件干扰与临边防护设施占位，使连墙件安装位置被迫调整甚至减少，进一步削弱脚手架的受力

连续性与整体约束效果。

在材料与安装质量方面，连墙件不足不仅体现在数量偏少，也反映在性能衰减与安装偏差上。部分工程使用的连墙杆、扣件或连接件存在强度等级不足、锈蚀严重或重复使用次数过多等情况，使脚手架在承受水平荷载时无法维持设计强度，连接点滑移、节点变形与杆件松动的风险随之增加。施工现场的空间条件有限，部分连墙件安装位置受阻，使连接方向偏斜、夹角过大或受力方向不一致，导致连接构造未能形成可靠的受力闭合路径。安装过程中若缺乏扭矩复核、节点紧固检测与受力验算等工序，连墙件形同虚设，使脚手架的抗倾覆能力与抗侧移性能受到进一步削弱，高层施工阶段的结构稳定性因此处于长期隐患之中。

## 2 连墙件缺失条件下的受力变化特征

在连墙件缺失的状态下，外脚手架整体受力体系会发生显著改变。脚手架原本依赖连墙件将水平荷载传递至主体结构，形成稳定的受力闭合路径，当这一关键连接削弱或消失时，架体的抗侧向刚度骤然降低，立杆、横杆与斜撑之间的力流路径被迫重新分配。高层建筑施工环境中风荷载占比显著，持续变化的风压会使脚手架产生频繁的侧向摆动，使节点连接反复受力并产生累计变形<sup>[2]</sup>。由于缺少有效约束，脚手架整体位移增大，局部杆件轴力与弯矩叠加效应越来越明显，受力从原本的“结构—主体”协同模式转变为“结构自承受”模式，导致立杆稳定系数下降，进而使脚手架呈现高应力集中状态。

在连墙件未能形成有效体系的情况下，脚手架内部杆件的受力方式也随之变化。架体在水平荷载作用下会表现出明显的剪切变形趋势，纵向、横向的同步变形难以保持一致，使部分节点产生附加内力。斜撑与横向水平杆本应承担分散风荷载、均化内力的功能，但在缺乏约束的环境下，这些构件会在不同方向出现受拉或受压交替的状态，使其变形更趋复杂。受力分析中常出现斜撑屈曲提前、横杆局部弯曲、扣件滑移等现象，使结构在早期阶段就进入非线性受力区。脚手架整体刚度的下降不仅影响稳定性能，还会使动力响应显著增强，在风振作用

下易产生周期性摇摆,加剧节点疲劳,最终形成连锁性的结构弱化。

脚手架搭设高度升高,连墙件缺失带来的受力问题越趋突出。高层施工阶段,立杆长细比不断增加,结构稳定性对约束体系的依赖度更高。当连墙件不足时,立杆失稳模式由整体失稳转变为局部与总体耦合的复杂失稳模式,局部杆件在受力偏心、节点变形及水平位移叠加影响下更易产生屈曲变形。由于脚手架无法有效将水平力传递到主体结构,底部立杆的竖向荷载与侧向力相互作用,会使其产生倾斜趋势,而造成荷载分布不均和杆件内力突变。风荷载作用下的剪力滞后、振动叠加及高空涡流效应,会进一步放大这种失稳风险,使架体在较小荷载水平下也可能出现局部坍塌。连墙件缺失导致的受力特征转变,使脚手架整体行为逐渐偏离设计状态,高层外脚手架由此进入安全边界极其狭窄的运行区间。

### 3 连墙件不足导致的不稳定表现与风险表征

连墙件数量不足使外脚手架的整体稳定性呈现多层次退化,架体在受风荷载与施工荷载的共同作用下会出现明显的侧移增大趋势。高层建筑外脚手架在结构高度不断提升的过程中,原本由连墙件承担的水平力传递路径被削弱,使架体逐渐表现出横向摆动频次增多、立杆顶部位移上升等动态特征。当立杆长细比增大到临界范围时,结构进入半稳定状态,轻微扰动就可能引发局部节点间的相对滑移,使受力体系难以维持原有平衡<sup>[3]</sup>。脚手架与主体之间失去必要的约束后,风振效应在高空区域被进一步放大,节点间角变形与杆件弯曲变形率迅速累积,使整体结构在施工过程中持续处于高风险状态。

连墙件不足带来的不稳定表现还体现在节点连接松动与杆件荷载重分配的失衡上。架体内部原本依靠纵横向构件形成有限的抗侧力体系,但连墙件减少后节点传力不连续,连接扣件在反复振动下出现滑移,部分关键节点甚至发生开裂或转角超限。横向水平杆因受力再分配而承担额外弯矩,使其发生变形加剧;立杆间的荷载传递路径出现偏移,导致内部受力状态从均质转变为高度不均,局部杆件在压弯复合作用下更易出现屈曲趋势。在这种受力变化体系中,纵向斜撑也难以发挥稳定结构的作用,受力方向反复改变,会产生早期金属疲劳,使脚手架抗侧移能力进一步下降,连锁性的不稳定状态由此不断累积。

风险表征在高层施工环境中表现尤为突出,连墙件不足使架体对外部扰动的敏感性显著提高。高空风速具有突变性与脉动性,当脚手架整体刚度不足时,高频风荷载会诱发不规则晃动,使结构进入不规则振动模式,局部区域形成动力集中效应,导致立杆根部产生高应力峰值。脚手架外侧护栏和脚手板在晃动中可能脱落,从而产生次生撞击荷载,加剧架体失稳。高度较大的脚手架在无足够连墙件约束下,其倾覆半径增大,一旦水平位移累积超过临界值,就会出现整体倾斜发展、局部坍塌、

片段性脱离等高危表现。施工人员无法从外观上即时识别内部结构的失衡迹象,使隐患在短时间内急剧扩大,成为诱发重大事故的重要触发条件,高层脚手架的安全边界因此被长期削弱。

### 4 连墙件配置不足的改进路径与控制策略

连墙件配置不足的问题需要通过多维度的工程控制措施予以改善,使外脚手架受力体系重新形成稳定的连接体系。在连墙件布置阶段,可通过增加连接点密度、缩短水平与垂直间距、强化关键楼层的安全冗余配置等方式提升抗侧向刚度。高层建筑受风压影响显著,连墙件宜优先布置在受风区与结构转折处,使外脚手架在核心受力部位获得更可靠的传力路径<sup>[4]</sup>。施工过程中若存在幕墙构件或外挑结构干扰,可采用可调式连接杆、化学锚栓辅助件等过渡构造,使连墙件保持在合理的布置范围内,避免因空间受限而减少数量,确保脚手架与主体之间形成连续、稳定的力学体系。

在施工与检测环节,通过动态化管理方式提升连墙件配置的有效性。外脚手架在提升、转换和局部拆改过程中易形成连墙件空档区,可采用临时加固杆、横向加密杆件或独立支撑框架作为过渡支撑,使架体在调整期间仍保持足够刚度。连墙件安装后需要进行节点扭矩复核与拉拔力检测,使连接点达到设计要求的承载能力。高层作业区的风速变化频繁,可结合实时监测设备记录架体位移、倾角和振动形态,对连墙件受力状态进行提前预警,降低因风振作用造成的节点松动和杆件变形。在多工序交叉施工条件下,可设置专人对连墙件布置进行巡查,及时发现缺失、偏移和松脱现象,使架体保持持续稳定状态。

在材料与构造优化方面,通过选用高强度钢制连墙杆、耐腐蚀扣件、抗滑移连接件等方式提升连接节点的耐久性与受力能力。高层建筑外脚手架受力复杂,连墙件材料性能直接影响整体稳定性,可根据施工高度、风荷载等级和结构特征进行分区选材,使不同楼层形成分级强化的连接体系。在构造布置中,可采用双向连接、对称布置或多节点复合连接模式,增强架体对侧向荷载的抵抗能力。通过改进材料性能与构造方式,使连墙件不仅数量符合要求,且在实际受力过程中具备充分的安全储备,为高层外脚手架提供更稳固的结构基础。

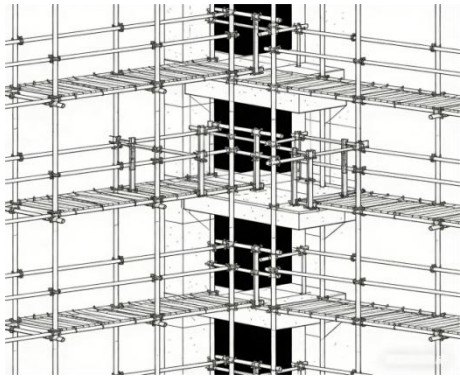


图1 高层外架连墙件构造优化示意图

## 5 连墙件设置优化的综合评价与风险归纳

连墙件设置的优化过程需要通过多维度的技术指标综合评价,使外脚手架在高层建筑施工条件下保持稳定的结构响应。连墙件的数量、布置间距、节点构造及材料性能共同决定脚手架整体刚度,在高风压区域与高空振动环境中,其配置合理性直接体现在架体侧移幅度、节点受力均匀度以及杆件稳定系数的变化规律上。通过对架体位移、振动频率和受力路径的监测,可判断连墙件布置是否满足力学需求<sup>[5]</sup>。当架体出现侧向变形增长、节点转角增大或局部区域产生明显应力集中时,可视为连墙件系统未达到稳定状态,需要进一步调整布置策略,使架体在实际荷载作用下维持设计范围内的力学表现。

风险归纳过程中,可从结构失稳迹象、节点连接弱化与杆件受力异常等方面进行系统分析。连墙件不足会促使脚手架进入高敏感受力阶段,在高层施工场景中,高空风力脉动使架体更易产生周期性晃动,从而引发连接扣件松脱、节点滑移与杆

件偏心受力等现象。结构内部受力路径一旦出现断裂倾向,脚手架将进入局部失衡发展状态,使立杆屈曲点提前出现,并在外力叠加条件下形成逐级扩散的破坏链条。风险特征通常由轻微位移变化逐步演化为节点变形与杆件弯折等可见损伤,最终可能向整体倾覆或局部坍塌方向发展,使高层建筑外脚手架的安全边界不断缩小。

在优化评估的过程中,还需要关注连墙件系统在不同施工阶段的适应性。随着建筑高度增加,脚手架提升频率加快,连墙件布置需保持连续性与同步性,使结构在动态调整过程中不产生空档区。若连墙件在提升阶段未能及时补充或重新固定,架体会在短时间内处于受力薄弱状态,风险累积速度显著加快。通过对不同施工高度、风荷载等级与脚手架结构类型的比对分析,可形成较为精确的风险分级模型,使连墙件设置优化不仅体现在布置数量上,还体现在受力响应的全面改善上。在综合评价体系的支持下,脚手架结构表现出的稳定性、可靠性与抗扰动能力得以清晰呈现,为高层建筑施工过程中识别潜在风险提供更具依据的技术判断。

## 6 结语

连墙件设置对高层建筑外脚手架的稳定性具有决定性影响,其数量、布置方式与受力连续性直接关系到结构在风荷载与施工荷载作用下的安全表现。连墙件不足所引发的受力失衡、节点松动与局部屈曲等隐患在高空环境中被进一步放大,使脚手架在施工阶段呈现更高的不确定性。围绕连墙件配置的成因、受力变化特征、不稳定表现以及改进策略的系统分析,为识别结构薄弱环节与提升脚手架整体性能提供了可靠依据,使风险控制更具针对性与工程适应性。

### 参考文献:

- [1] 刘炜.高层建筑外脚手架连墙件受力分析与优化布置研究[J].建筑机械,2025,(07):161-163.
- [2] 叶超.高层建筑工程悬挑外脚手架设计及施工技术探讨[J].工程技术研究,2023,8(16):203-205.
- [3] 林澍.高层建筑外脚手架连墙件布置方法及受力分析探究[J].福建建材,2023,(07):92-95.
- [4] 刘运龙.高层建筑外脚手架评价体系及应用研究[D].昆明理工大学,2022.
- [5] 石强.高层建筑作业中第四代多功能爬架的安全管控[J].建设监理,2021,(08):72-74.