

铝模板体系下高层建筑液压爬升模板施工技术

文 / 陈劲峰 广州机施建设集团有限公司

摘要：液压爬升模板是现代高层建筑最为常用的模板体系，施工效率远超传统模板体系，高度适配高效施工需求，有助于加快高层建筑工程发展步伐。本文阐述液压爬模的工作原理、系统组成及全周期工艺流程，并聚焦搭建初始体系、标准层循环爬升、体系拆除三大关键施工环节，细化技术要点；最后提出防倾覆保护、变截面施工及常见问题防治策略，旨在提升高层建筑液压爬模施工质量与效率。

关键词：高层建筑；铝模板体系；液压爬升模板；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.23.034

引言

铝模板体系下的液压爬升模板技术，通过液压驱动实现模板自爬升，无需频繁拆装，既能发挥铝模板表面平整、抗变形的优势，又能借助自动化控制提升施工效率，大幅缩短单楼层施工周期，成为高层及超高层建筑竖向结构施工的优选方案。在此背景下，系统梳理液压爬升模板的技术原理与工艺流程，明确关键施工要点并提出针对性优化策略，不仅能填补技术应用中的实操空白，更能为保障高层建筑施工质量、提升作业安全性提供切实支撑，对推动模板施工技术的升级迭代具有重要现实意义。

一、液压爬升模板施工技术概述

（一）工作原理

液压爬升模板体系工作原理包含锚固-受力转换、液压爬升和二次锚固，原理图如图1所示。其中，锚固-受力转换是在模板体系搭建完毕和爬升至目标位置后，利用预先设置的固定锚点来锚固模板位置，承受整体爬模体系重量，并在混凝土结构现浇成型后，拆除高强螺栓和锚固件，使得模板体系从锚固状态切换至可移动状态^[1]。液压爬升是在模板体系内部署液压千斤顶，模板结构爬升阶段，启动液压千斤顶，驱动爬升架向上/向下爬升，直至抵达目标位置。二次锚固是在模板爬升就位后，把模板体系锚固在建筑结构体系上，暂时固定模板位置，并承受模板自重和施工荷载。

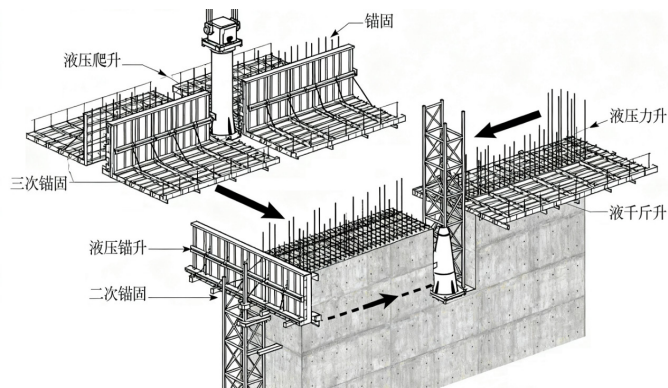


图1 液压爬升模板原理

（二）系统组成

相比普通铝模板体系，液压爬升模板体系结构较为复杂，具体由模板模块、液压模块、爬升模块、防护模块四部分组成，核心模块保持协同工作状态，缺一不可。其中，模板模块即为多片铝合金型材拼接形成的模板结构，额外设置多道背楞和打入对拉螺栓，分别用于提高模板刚度和维持模板整体形态。液压模块即为液压千斤顶与配套装置，负责在模板爬升阶段提供驱动力，要求液压模块具备自动化控制功能，可以精准调节模板爬升速度和爬升同步性。爬升模块以爬升架为主，包含模板架、导向轨等配件，把爬升架作为铝模板固定基座，利用模板架承载模板，液压模块驱动爬升模板沿着导向轨上下/平行移动。防护模块即为安全防护设施，包含脚手板、安全密目网和防护栏杆，负责预防高处坠落等安全事故发生^[2]。

（三）工艺流程

液压爬升模板施工技术的工艺流程较为烦琐，采取闭环施工方式，具体由体系搭建、循环爬模、收尾拆除三个阶段组成。体系搭建阶段，建筑地上首层搭建液压爬升模板体系，首层墙体钢筋网内设置固定爬锥构件，爬锥头部朝外，尾部绑扎墙体钢筋，按照设计图纸弹放控制线，把铝模板拼装成型，测量调节模板位置，衔接开展首层混凝土现浇作业，直至混凝土固化成型后，拆除首层模板并安装爬升架，部署液压千斤顶和安全防护设施。循环爬模阶段，利用液压模板，把铝模板连同爬升模块移动至下一楼层，铝模板固定贴合钢筋，墙体内预埋全新爬锥，按照标准工艺做法，开展混凝土现浇作业，并在混凝土到达养护时间且强度达标后，拆除模板，解除爬升架锚固状态，启动液压千斤顶，驱动铝模板和爬升架移动至下处位置，循环上述操作过程，直至完成全部楼层混凝土现浇作业。而在收尾拆除步骤，建筑结构体系现浇成型后，把液压爬升模板体系移动至地上首个楼层，按顺序依次拆除液压模块、爬升模块、防护模块和模板模块，并对建筑外墙上的残留爬锥孔进行封堵处理。

二、铝模板体系下高层建筑液压爬升模板施工技术

(一) 搭建初始体系

初始体系核心在于固定爬模基座，也是模板体系的基础层，以高层建筑地上首层作为施工区域。施工人员按顺序依次预埋爬锥构件、组装模板、现浇混凝土和固定爬升架，即可形成模板爬升受力基座，工艺做法如下。

1. 预埋爬锥构件

等待首层墙体钢筋绑扎结束后，按照设计图纸，核对钢筋位置、间距和保护层厚度是否达标，如要求钢筋保护层厚度误差小于 5mm。确认无误后，标记爬锥预埋位置，焊接设置长度超过 200mm 的定位筋，定位筋和墙体主筋进行固定，施工人员在定位筋上套入爬锥构件，爬锥头部朝向墙体外侧方向，使用铅丝绑扎固定爬锥构件和墙体钢筋，测量调整爬锥角度，要求爬锥轴线和墙体相互垂直，角度误差限制在 3° 以内^[3]。

2. 组装模板

按照标准工艺做法组装铝模板，正常工况下，施工人员按顺序依次安装墙模、阴角模和梁模板，测量调整模板位置，模板间设置楔片并打入多组销钉进行固定连接，要求楔片完全敲紧，销钉间距控制在 0.3m 以内。考虑到混凝土结构几何尺寸较大，浇筑期间产生巨大冲击力，为确保铝合金模板不会变形、晃动失稳，额外在墙模外侧设置横向背楞，选用铝合金或是型钢材质背楞，背楞间距不超过 0.6m。铝模板组装成型后，利用全站仪和撬棍测量调整模板位置，要求垂直度误差小于 3mm/2m，对拉螺栓扭矩超过 $30\text{N}\cdot\text{m}$ ，并在模板拼缝部位粘贴海绵条。

3. 现浇混凝土

全面清理模板内部影响混凝土成型质量的杂物，包括灰尘、积水、模板壁面残留浮浆等，同步检查爬锥状态和模板稳定性，清除遮挡钢筋和紧固松动部位，并在模板壁面上均匀涂刷脱模剂。完成准备工作后，即可浇筑混凝土，分层浇筑振捣混凝土，单层厚度不超过 0.5m，单点振捣时间为 20-30s，并使用木抹子多遍抹压混凝土表面，消除细微裂缝。衔接开展养护作业，养护时间必须超过 7d，中途始终保持表面湿润状态。

第四，固定爬升架。首层混凝土结构固化成型后，着手安装模板爬升系统与配套安全防护设施，以混凝土抗压强度超过 75% 或是达到 100% 设计值为标准，施工人员拆除首层铝模板。衔接安装爬升架，预留爬锥处打入高强螺栓，固定连接爬锥构件和爬升架，要求架体垂直度误差小于 0.1%。模板架和爬升架间隔部位部署液压千斤顶，接入高压油管，并在外侧部署操作平台，设置安全护栏等安全防护设施。

(二) 标准层循环爬升

液压爬升模板体系搭建成型后，自地上第 2 层至建筑顶层，所有楼层均采用一致施工方式，循环重复“模板就位、现浇施工、液压爬升”流程，工艺要点如下。

1. 模板就位

确认上层混凝土结构固化成型后，拆除对拉螺栓等配件，逐渐脱离铝模板和混凝土结构，清理模板表面残留浮浆，检查表面洁净度和平整度是否达标，修补模板破损部位，更换损坏型材/配件。确认模板质量合格后，铝模板结构整体移动至下一楼层施工位置，重新把模板结构组装成型，安装背楞件和打入对拉螺栓，架设全站仪测量模板垂直度，垂直度误差不得超过 3mm。模板移动就位前，要求施工人员在下一楼层预埋爬锥构件，各楼层爬锥构件的预埋方法保持一致，均采用定位筋焊接固定方式，并要求爬锥头部朝向墙体外侧，上下层爬锥相互对齐，位置误差限制在 15mm 以内^[4]。

2. 现浇施工

铝模板爬升就位后，按照标准工艺做法现浇混凝土结构，各楼层现浇工艺做法基本一致，具体以控制分层浇筑厚度、特殊部位加强振捣、即时开展覆盖养护作业、监测混凝土强度作为核心质控点。

3. 液压爬升

确认混凝土强度达标后，即可爬升模板结构，解除模板约束设施，核对检查爬升模块和液压模块状态，清理爬升路径上分布的障碍物。施工人员匀速爬升铝模板，实际爬升速度稳定保持在 5-10cm/min 区间，全程利用水平仪测量模板架状态，如果水平度偏差超过 5mm，立即暂停爬升过程，测量调整模板架位置。直至模板爬升就位后，关闭液压千斤顶，模板架和建筑墙体间设置临时支撑件，测量调整模板垂直度和标高，垂直度误差不超过 0.1%，标高误差不超过 10mm。模板架临时固定后，拆除上层爬锥构件，解除爬升架锚固状态，驱利用液压模块向上提升爬升架，对齐架体螺栓孔和下一楼层爬锥构件，穿入高强螺栓固定位置，结束爬升过程。

(三) 爬模体系拆除

爬模体系拆除阶段，高层建筑结构体系整体成型后，把液压爬升模板体系下行移动至地面首层，尽量避免开展高空作业，施工人员按照“先非承重、后承重”顺序拆除模板体系。率先拆除安全防护模块，依次拆除安全密目网、脚手板和防护栏杆，继续拆除液压系统，拆除顺序为“高压油管-液压泵站-液压千斤顶”。完成前置作业后，方可着手拆除铝模板，以“后装先拆”为准则，依次拆除梁模、阴角模、墙模，不得篡改拆模顺序。铝模板拆除后，施工人员继续拆除爬升架、模板架，并使用强度等级高一级的微膨胀混凝土来封堵建筑墙体上遗留的爬锥孔洞。

三、铝模板体系下高层建筑液压爬升模板施工控制策略

(一) 防倾覆保护

液压爬升模板体系整体重量超过传统铝模板体系，叠加施工荷载、风力荷载等因素，铝模板锚固状态和爬升状态下，都有一定概率出现倾覆失稳问题，造成难以估量的经济损失和人员伤亡，并扰乱现场施工秩序。根据相关事故调查结论来看，液压爬模倾覆机理较为复杂，核心因素包括锚固失效、荷载失衡、液压系统故障失灵，为预防上述问题发生，必须围绕问题原因，组合采取多项防倾覆保护措施，具体为强化锚固、均衡荷载、液压同步爬升，实现方法如下。第一，强化锚固。按照结构图纸，审查各楼层爬锥预埋位置是否合理可行，预埋位置必须避开墙体钢筋密集节点，额外设置定位支架来固定爬锥构件，要求预埋位置误差小于10mm，垂直度误差小于3°，逐点复核确认爬锥预埋情况，并以墙体强度超过15MPa作为模板爬升前置条件^[5]。第二，均衡荷载。严格控制爬模平台堆载重量，必须均匀分散堆放施工材料和工器具，单侧堆放重量限制在500kg以内，并在爬模架-墙体上部部署抗风拉杆，架体两侧部署导向轮。平台核心位置部署多台传感器，实时监测爬模平台荷载状态，确认局部荷载超标后，自行发送报警信号。第三，液压同步爬升。提前校准全部液压千斤顶，以空载同步测试作为校准方式，要求千斤顶伸缩速度误差小于5mm/min，铝模板每爬升3-4层，必须重复进行校准处理。同时，由智能控制方式取代人工控制方式，实时采集千斤顶位移数据，动态调整爬升速度，要求实际同步误差小于8mm。

(二) 变截面施工

理想工况下，建筑各楼层构造形式和尺寸保持一致，任何楼层都能按照相同工艺做法爬升模板与现浇混凝土结构，仅需施工人员熟练掌握工艺做法，即可保障施工质量与作业安全。但从现场实际施工角度来看，现代高层建筑普遍采取新颖外立面造型来解决设计同质化问题，液压爬模施工期间，频频遇到变截面施工场景，如剪力墙厚度调整、核心筒结构收进，固定截面施工惯性无法满足实际施工需求，由此引起锚固强度下滑、平台荷载失衡在内的一系列问题。对此，施工单位需要提前收集不同变截面施工场景的具体信息，量身定制专项施工方案，并组织开展工艺试验或是BIM模拟试验，验证方案可行性。例如，在某高层建筑工程，面临核心筒多阶变截面施工场景，核心筒连续2层收进，单层收进量为300mm，采取阶梯式过渡方案，首次收进时保留绝大多数铝模板，仅对核心筒收进部位铝模板的形状尺寸进行调整^[6]。首层施工结束后，拆除收进模板，组装更小尺寸

的定制铝模板，同步校准爬架同步性，要求液压千斤顶伸缩速度误差不超过3mm/min，爬架和墙体间部署临时支撑，用于提高爬架稳定性。

(三) 施工问题防治处理

液压爬升模板作为新一代模板体系，构造复杂程度、技术难度超出常规铝模板，部分施工人员未能熟练掌握工艺做法，为预防施工问题发生，必须汇总分析常见问题，总结问题形成机理，施工方案内补充防治处理措施，常见问题包括爬锥预埋位置偏差、模板拼缝漏浆、液压爬升不同步、铝模板变形受损、爬锥孔封堵不密实。例如，对于爬锥预埋位置偏差问题，以水平误差或竖向误差超过15mm作为判定标准，爬升架螺栓孔无法对准爬锥构件，架体无法顺利切换至锚固状态，形成原因在于缺少专用定位装置、爬锥钢筋绑扎不牢固、预埋位置和墙体钢筋位置相互冲突，由精准固定方式取代传统人工目测预埋方式，提前利用多根钢筋制作定位支架，支架尺寸和爬锥构件尺寸相互匹配，爬锥套入支架后，焊接连接墙体主筋和爬锥，焊缝长度保持在50mm以上，并在墙体上弹放十字定位线，作为爬锥安装基准，确保实际预埋位置误差在10mm以内。混凝土浇筑前，复核确认全部爬锥预埋位置，着手调整误差超标部位，并把振捣棒和爬锥间距保持在300mm以上。

结语

综上所述，液压爬升模板作为新一代模板体系，具备核心优势的同时，也存在诸多问题。为加快模板体系转型升级步伐，充分发挥铝模板性能优势，建筑施工人员应明确液压爬升模板施工操作规范，秉持标准化施工理念，落实防倾覆保护、变截面施工、施工问题防治处理三项策略，保障高层建筑施工质量。

参考文献

- [1] 韦奇, 崔雪, 陈华平, 等. 铝模板体系下高层建筑液压爬升模板施工技术[J]. 建筑技术开发, 2025, (09): 45-47.
- [2] 刘江李. 房建工程中新型模板施工技术的具体应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (21): 139-141.
- [3] 寿波. 超高层核心筒液压爬模施工技术[J]. 建筑技术开发, 2024, 51(07): 53-55.
- [4] 汪俊. 高层房屋建筑中铝合金模板施工质量控制技术[J]. 武汉船舶职业技术学院学报, 2025, (04): 115-122.
- [5] 姜启博. 高层建筑铝模板施工技术与质量综合检验[J]. 科学技术创新, 2025, (14): 174-177.
- [6] 杨文国. 超高层建筑核心筒液压爬升模板体系施工关键技术[J]. 中国建筑金属结构, 2025, (13): 84-86.