

高层建筑铝模板施工技术研究与应

冯波

山西三建集团有限公司

摘要：在建筑行业中，由于建筑高度和规模的提升，施工变得更加复杂，相关施工技术也需进行改进。而铝模板施工技术便是其中之一，这种施工技术不仅具有成本低、结构强度高优势，对于众多钢筋混凝土结构形式的高层建筑来说非常适用。为了充分发挥出铝模板施工技术的积极作用，为了更好地缓解城市用地紧张问题，有必要加强高层建筑工程中铝模板施工技术的研究。因此，本文基于各位学者对铝模板施工技术研究的基础上，在翻阅诸多参考文献，再次熟悉模板工程相关施工规范后，对铝模板施工技术的应用优势进行介绍，并从该技术的应用流程和施工要点展开讨论，希望能促使该技术在未来得到更为广泛且更高效的应用，以确保高层建筑整体施工质量与安全。

关键词：高层建筑；铝模板；施工技术；应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.06.033

引言

建筑行业在不断发展过程中，模板工程也出现了很多变化，铝模板作为近些年来出现的一种新型模板系统，由于其工厂加工制作，现场构件组装便利；模板强度高，不易开裂；模板材料可回收，更加环保；拆模后，混凝土结构表面质量好等优势，在各类建筑工程项目中备受推崇。但是在高层建筑中加以应用时，考虑到高空作业的安全，同时为了确保流水施工顺利，必须要合理设计模板系统，并规范进行安装，以确保模板整体的稳定性，有效预防因施工不当等原因导致模板坍塌。确保模板安装质量达标后，才可以进行后续施工，从而切实提高施工速度，保障混凝土施工质量。

一、高层建筑铝模板施工技术研究

（一）模板工程的概念

模板是为了使混凝土凝结成型的定型模具，根据混凝土结构设计和浇筑方案设计模板，进行安装固定，才能进行后续混凝土浇筑工作，并在混凝土强度达标后拆除。而随着建筑高度和规模扩大，模板工程中的支撑体系也变得越来越重要，它承担着新浇混凝土的重量以及施工过程中所产生的荷载，可以保障模板整体不变形、不坍塌^[1]。在高层建筑工程项目中，模板虽然只是临时构造，但却是施工的重难点，也是混凝土施工中的关键环节，需要对模板施工加以重视。

（二）铝模板系统构成

铝模板系统的组成主要包括模板、支撑系统以及连接配件。1) 模板由铝合金材料制成，根据所使用的位置又可分为顶模、底模、侧模，根据构件类型又可分为

墙面板、梁侧板、梁底板、楼面模板，阴角模板、阳角模板、连接角模等。这些模板能够为浇筑提供模具，从而使混凝土在浇筑完成后形成一个完整的结构。2) 支撑部分，可以确保模板在使用过程中的稳定性，使楼面结构、梁体结构及悬挑结构更加稳定。3) 连接配件主要起固定模板的作用，确保模板成型，在浇筑过程中不会出现形变问题及涨模问题。在高层建筑模板工程中，存在对拉片体系固定模式，也可采取穿墙螺杆体系，连接配件包括销钉销片、螺栓等。前者用水泥钉加固，不损伤楼面水电管，更轻更小，易搬运、传递和穿行，后者用预埋件或打孔固定，易损伤楼面水电管，较为笨重，搬运、传递和穿行较困难^[2]。

二、高层住宅建筑铝模板施工技术应用优势

（一）性能优势

1) 铝模板作为金属材料，表面光滑，浇筑后混凝土表面不易出现蜂窝、孔洞、毛躁等质量缺陷，可以提升混凝土结构物的抗渗性能，从而进一步提高整体施工质量。2) 铝模板强度较高，虽然施工时模板更薄，但是模板、支撑体系组装后会变为一个受力性能良好的整体，能承受较大的荷载，同时质量轻便，安装操作容易。3) 铝模板抗腐蚀性强，不易因潮湿环境，湿度过大而生锈，也不易受到冻融循环的影响，因此，适用范围更广，尤其在严寒的北方地区冬季施工时特别受欢迎。

（二）工艺优势

1) 铝制材料具有易加工的特性，可按施工要求切割制作，利用销钉等进行连接、固定，提高模板的稳定性和密实性，可以避免在浇筑环节出现模板移位和漏浆现象。2) 铝模板质量较轻，且模板拼件的尺寸较小，安装时有移动操作平台辅助，使得模板组装和拆除都十分便捷、简易，不仅可以精简施工人员，且模板安装速度也较快，施工效率有保障，还能有效避免施工人员人身安全受到威胁。3) 无需修复，减少工序。铝模板拆除后，不需对混凝土表面做过多的处理，基本可以达到饰面或清水混凝土的效果。不像木模板拆除后还需重新打磨找平，进行二次抹灰处理^[3]。4) 支撑系统方便，铝模板顶模支撑是独立支撑，支撑杆互相间距大，具备充足的操作空间和构建转运空间，为模板安装施工创造了良好的条件。

（三）综合效益优势

1. 经济优势

由于铝模板拆模后不需进行二次抹灰，同时铝模板质量较轻，没有大量的吊装作业，不仅铝模板施工工序

得以简化，所使用的大型机械设备也会更少，相应的人工、材料、设备和时间成本都会减少。其次铝模板承载力较好，后续施工环节不易出现问题，不容易出现返工修正等情况，可以避免这方面的额外成本。最后，铝模板施工操作简便，模板的建造以及拆除时间较短，能够减少整个工程项目的施工时间，不仅可以避免工期延误，还有可能使得工程提前完工，从而可以避免经济赔偿，降低工程成本。

2. 环保节能优势

与传统木质模板相比，铝模板具有更高的可回收性，即便受损，也容易修复，可多次重复利用，拆卸后加以处理可在同一个项目或其他项目继续使用。从而可以节约资源，避免浪费。其次模板主要通过焊接与框架连接，浇筑过程中不易出现渗漏，拆模后模板也比较干净，所以在施工过程中产生的固体垃圾极少，可保持现场干净整洁。因此，铝模板可以提升高层建筑工程的环保性。

三、高层建筑铝模板施工技术应用要点

(一) 施工准备

1) 鉴于高层建筑特殊的施工环境，以及铝模板施工的流程和工艺要求，需要在施工前做好一系列准备工作。首先需要做好模板设计和验算，根据施工要求对不同结构部位处的模板高度、宽度等，按照有关设计规范进行受力计算，以确保模板设计满足施工要求。2) 完善图纸，根据模板方案设计，编制精准且详细的模板加工和安装施工图纸，在图纸中还要对各构件、零配件的尺寸数量等进行说明，节点等特殊构造处还需要有准确的详图。3) 按需制作模板，根据设计方案和加工图纸，在工厂内制作各种规格的零件及相应的非标零件，进行半成品组装，并做好标记，按时将各个构件送至施工现场指定位置，由专人进行保管，避免铝模板性能发生改变。

(二) 测量放线

梁板、柱墙等不同结构部位处的模板安装方式不同，安装质量验收标准也不同，为了确保模板安装位置、垂直度、水平度等合格，需要通过测量放线来确定施工位置和控制基准，确保模板安装工作进行顺利，高质量完成。测量人员不仅要准确测量混凝土楼板标高，放出墙柱控制线，还需对测量放线的工作内容进行复核，确认建筑楼层标高及主要控制轴线的准确性，并对复核通过的点线等做好标记和保护，为后续的施工提供精确的位置。

(三) 架体搭设

根据架体的组成，需要按照相关施工规范，结合实际工程，有序对架体中的各构件，按照间距和连接要求组装。如立杆搭设时，相邻立杆的对接扣件在竖直方向上应错开500mm以上，顶层立杆长度与立杆伸出建筑物的高度应符合规范要求；纵向水平杆搭设应与立杆同步，并位于立杆的内测，而横向水平杆应按操作要求及

施工规范要求搭设，端头伸出扣件盖板边缘长度不小于100mm；剪力撑应随立杆、纵向和横向水平杆等同步搭设，各底层斜杆下端均支承在垫板上。同时在各构件搭设的过程中，每搭完一步脚手架后，都需要进行检查校正，检查构件之间在水平和竖直方向的间距是否满足要求，立杆垂直度误差是否在允许范围等内容^[4]。鉴于不同的工程项目采用的脚手架方案不同，而不同的脚手架的安装要求也不同，下表1以钢管扣件脚手架为例，对脚手架的安装要求进行了简要说明。

表1 钢管扣件脚手架施工要求

连墙件设置	立杆横距	步距	下列荷载时立杆的纵距	
			2+0.35 (KN/m ²)	3+0.35 (KN/m ²)
二部三跨	1.20	1.5	2.0	1.8
		1.8	1.5	1.2
	1.40	1.5	1.8	1.5
		1.8	1.5	1.2
三步三跨	1.20	1.5	2.0	1.8
		1.8	1.2	1.2
	1.40	1.5	1.8	1.5
		1.8	1.2	1.2

注：上表为常用密目式安全立网全封闭式单排脚手架的设计尺寸，未注明单位为m，脚手架允许搭设高度为24m。

(四) 铝模安装施工

1) 铝模板施工要严格按照设计图纸进行，同时要遵循一定的安装顺序。一般先安装非标准模板，再安装标准模板。先安装墙柱模板，再安装梁板模板，并由内到外进行，以确保所有模板能顺利安装，安装效果不受到影响，各模板的垂直度、平整度以及稳固性等都合合格。

2) 模板安装前要先刷上脱模剂，以施工图纸为准，按照事先的标记，根据模板编号进行组装。放置好后需要加固与校正，如墙体模板可利用预留的开孔，通过对拉螺栓进行固定。此外还需用水平仪等仪器检查模板的垂直度、标高等是否满足要求，误差太大时，需要调整纠偏。如对于梁板模板来说，安装误差不合格时，可通过调节顶撑高度来保障模板水平度。最后，模板安装还需确保其稳定，应在墙柱模板预留处做好梁底模板的支撑工作，在墙体安装混凝土支撑条或内撑条。还应做好接口缝隙的检查工作，当缝隙宽度超过额定标准时，可利用胶条对其进行封堵，保证所有拼缝严实严密。

3) 在铝模板安装完成后，应进行整体校准、检查，整个楼面要做一次水平和标高校核，确保没有问题后，安装背楞及穿墙螺栓进行加固，经正式验收签字方可进行混凝土浇筑，若不满足设计要求，还需返工进行处理，并再次检查^[5]。

(五) 铝模板拆除

1) 浇筑成形, 强度满足工程建设要求后, 作为临时结构的模板和支撑可以拆除回收。拆模前应做同条件养护的混凝土试块, 进行强度检测, 当达到设计要求的一定比例时(参见下表2), 方可拆除。2) 拆模时一般按照侧模、板梁、支撑杆的顺序开展工作, 拆模过程中严禁碰到支撑系统的杆件, 保证支撑杆状态稳定, 但支撑拆除后严禁二次支顶。3) 拆模过程中要保护好模板, 也要避免工作人员受伤, 不可随意撬动, 不可出现生拉硬拽的行为, 也不能随意抛掷, 胡乱放置。拆下的零件必须及时清洁整理, 分类存储。对于拆下的模板和配件, 检查无损后可在清理后直接二次利用, 若出现可修复的问题时, 应交给专业的技术人员对其进行校正。

表2 拆除模板时的混凝土强度及时间

构件类别	构件跨度	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准的百分率	参考天数	
			夏季	冬季
板	≤2	≥50	5-6	7-8
	>2, ≤8	≥75	11-12	19-20
	>8	≥100	28	28
梁、拱、壳	≤8	≥75	11-12	19-20
	>8	≥100	28	28
悬臂构件	-	≥100	28	28

四、高层建筑铝模板施工技术应用建议

(一) 做好施工规划

高层建筑主要表现为施工荷载较大, 较大的施工荷载对局部杆件形成的压应力也会较大, 如模板施工技术应用不当, 施工中弹性失稳将较难察觉, 这也是高层建筑模板工程施工过程中容易出现安全事故的原因之一。因此, 在应用铝模板施工技术前, 要做好相关资料收集, 结合建筑整体设计、施工要求, 按照模板工程施工规范, 提前确认本次建设的各项信息参数, 并通过BIM等技术进行施工模拟验证, 由专家组开会讨论, 进行施工方案审核, 对施工方案进行比较、完善, 保证铝合金模板施工方案的可操作性和实用性。

(二) 严格管控施工材料

目前的建材市场还较为混乱, 存在监管不严, 经营不规范的问题, 导致铝合金模板工程采购的部分材料不符合方案要求。或是施工单位自身管理不善, 虽然采用了合格的材料, 但是使用不规范, 没有进行使用前的检查, 有些材料已经出现受损情况却没有处理直接使用, 有些材料混乱使用, 由此对施工质量产生了不可忽视的影响。为此需要建立材料采购、验收和使用制度, 针对各项材料管理任务指派专门的人员负责。采购人员应根据工程建设要求, 制定合理的采购计划, 并在深入材料市场, 做好充足调查的前提下, 优选质量可靠的产品。其次现场要安排质检验收人员做好材料质量检测工作, 对不同的材料按照质检要求抽样检测, 合格后才能

批准入场。且入场后应由专门的仓管人员进行保管, 避免铝板、配件在使用前出现损坏现象。最后要根据材料领用制度规范铝模板及相关构件的领用, 确保材料按需使用, 合理使用。

(三) 强化施工环节管控

1) 施工前, 应做好相应的技术交底工作, 对铝模板安装工艺要点、施工顺序、固定方式、注意事项等内容向施工技术人员、施工班组等相关参与人员进行明确说明, 交代清楚关键工序和施工质量管控重点, 确保施工人员掌握铝模板施工标准及要求, 能够严格按照要求施工。2) 对施工现场进行监督管控, 做好现场巡查、旁站监督、质检检验等工作, 严格按照图纸和施工规范要求要求进行质量控制, 如检查脱模剂涂刷是否均匀、检查模板安装是否牢固、检查构件间距是否标准等, 以防止出现质量问题。同样在出现质量问题时, 要认真对待, 确保能够快速合理地处理, 避免影响正常施工进度和模板工程质量。3) 重视施工安全, 制定科学完善的安全施工责任制度, 安排好安全管理人员的工作, 组织进行安全巡查、安全检查、安全培训等日常安全管理工作, 以保障现场安全的施工环境和全体成员较高的安全意识, 降低模板施工时安全事故发生的可能性^[6]。

结语

综上所述, 在当前我国建筑事业的发展现状下, 铝模板因其众多应用优势成了当前高层建筑常用的技术手段之一。但是该技术在应用过程中也会因各方面的原因出现漏浆和坍塌等问题, 为了切实提高铝模板施工技术的应用效果, 需要根据模板系统组成和施工技术规范有序进行该施工活动。而铝模板体系的组成明确, 每一部分都有不同的安装要求和功能效用, 只有做好模板安装方案设计, 确定模板规格、材质、配件等。并提高铝合金模板的施工工艺水平, 严格按照其施工流程和要点, 逐步落实每一项施工操作, 使模板、连接配件、支撑等组合成一个整体, 才能使其能够更好地服务于工程建设。

参考文献

[1] 丁延霞. 铝模板施工技术在高层建筑工程中的应用探讨[J]. 冶金与材料, 2021, 41(02): 58-59.
 [2] 于海伟. 铝模板施工技术在高层建筑工程中的应用探讨[J]. 四川水泥, 2020(12): 343-344.
 [3] 朱仁卫, 李晓光. 高层建筑铝模板施工技术研究[J]. 技术与市场, 2021, 28(4): 95-96.
 [4] 刘磊. 试论铝合金模板施工技术在高层建筑中的应用[J]. 建筑与装饰, 2019(7).
 [5] 崔起铭. 超高层建筑铝模板施工技术与质量管理研究[J]. 工程技术研究, 2020, 5(3): 43-44.
 [6] 牛犇. 超高层建筑铝模板施工技术与质量管理研究[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(23): 131-132.
 作者简介: 冯波, 1976年, 男, 汉, 山西省长治市, 本科学历, 建筑工程管理。