

铝合金模板系统与提升式脚手架的兼容性及标准化设计研究

肖志萌 姚近

中交路桥华南工程有限公司 广东中山 528400;

中交路桥建设有限公司 北京市通州区 101100;

中交(青岛)城市建设有限公司 山东青岛 266300

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12607

[摘要] 本研究分析了铝合金模板系统与提升式脚手架的设计要求和应用场景,探讨了二者在施工中结合的技术难点及解决方案。重点讨论了铝合金模板的设计标准与施工应用、提升式脚手架的安全性设计、以及二者在复杂施工环境中的协同作用。研究表明,合理的兼容设计能够有效提高施工效率,减少工期和成本。根据对铝合金模板与提升式脚手架兼容性的分析,为建筑行业在标准化设计上提供了理论依据和技术支持。

[关键词] 铝合金模板; 提升式脚手架; 兼容性; 标准化设计; 建筑施工

1. 引言

铝合金模板的优点是轻质、高强度、耐腐蚀等,提升式脚手架有较强的适应性和安全性。两者在现代建筑施工中发挥着关键作用,但在实际应用中,二者结构特性差异及施工环境的复杂性,存在一定的兼容性问题。针对这些问题,探讨其兼容性和标准化设计显得尤为重要,能有效提升施工效率、保障安全,推动建筑行业的技术发展。

2. 铝合金模板系统的设计与应用

2.1 铝合金模板的设计标准与施工应用

依照《建筑施工安全技术规程》与《建筑模板技术规范》等标准,铝合金模板设计对承载能力、抗变形性及施工便捷性置于首位。主要考虑参数为板材厚度、接头强度和支撑结

构稳定性,混凝土浇筑和振捣过程中的压力耐受也是重要因素。快速拆装、重复使用和适配不同建筑结构形态方面也是考量之一,旨在提升施工效率且降低成本。

在施工中,铝合金模板系统常与其他施工工具如提升式脚手架、浇筑设备等配合使用,形成系统化的施工平台。与传统木模板或钢模板相比,铝合金模板的重量较轻,安装拆卸方便,能够在较短的时间内完成大规模的模板安装和拆除,尤其在大体积混凝土工程中表现出明显优势。铝合金模板的耐久性也使其能在重复使用中保持较高的精度和强度,降低了长期施工的经济负担。下图1是一项目铝合金模板与传统钢模板在施工周期和成本上的对比。

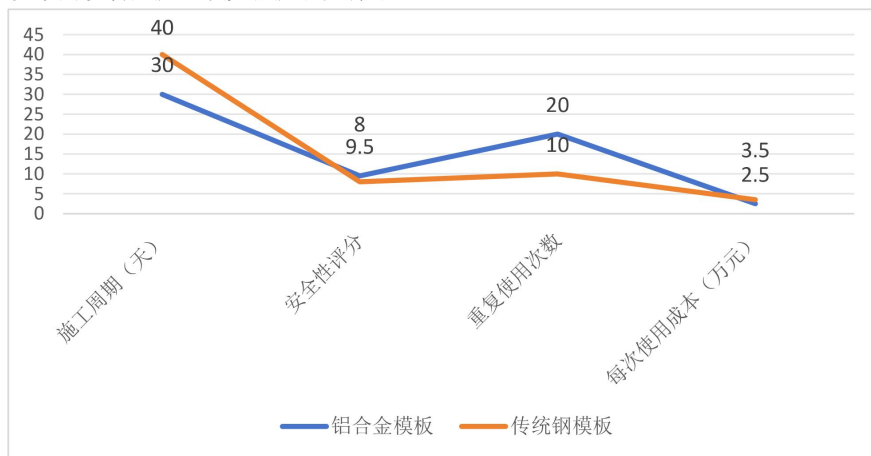


图1 铝合金模板与传统钢模板在施工周期和成本上的对比

由上图可得,铝合金模板在各项指标上均优于传统钢模板。铝合金模板的施工周期为30天,比传统钢模板的40天缩短了25%,很大程度上提高了施工效率。在安全性方面,铝合金模板的评分为9.5,高于传统钢模板的8分,显示出比之前更高的安全性。铝合金模板的重复使用次数为20次,而传统钢模板的每次使用成本为3.5万元。铝合金模板适用于需要快速施工、较高安全性和频繁模板更换的建筑项目,能够显著降低长期施工的整体成本,提升施工安全性和效率。

2.2 铝合金模板在建筑工程中的适用范围

铝合金模板在建筑工程中的主要应用领域包括住宅楼、写字楼、酒店、地下停车场、隧道、桥梁以及核电站等。铝合金模板具有较强的抗腐蚀性和较低的自重,适用于复杂的施工环境。根据不同的建筑需求,铝合金模板的规格和配件

可以进行灵活搭配,保证结构的安全性及施工的便利性。铝合金模板系统的设计中,模板的受力计算是关键。要保证铝合金模板系统的安全性,铝合金模板的最大承载能力可以通过以下公式进行计算:

$$F = \sigma \times A$$

其中, F 表示铝合金模板所能承受的最大载荷(单位:N), σ 为铝合金模板的设计强度(单位: N/mm^2), A 为铝合金模板的承载面积(单位: mm^2)。

例如,假设铝合金模板的设计强度 σ 为 $200N/mm^2$,铝合金模板的面积 A 为 $1200mm^2$,则铝合金模板的最大承载能力 F 为:

$$F = 200 \times 1200 = 240,000N$$

这表明,单块铝合金模板在设计强度下,能够承受240kN的载荷,确保了混凝土浇筑过程中模板的稳定性和安全性。

3. 提升式脚手架的设计与应用

3.1 提升式脚手架的设计规范与施工安全性

根据《建筑施工安全技术规范》（GB50870-2013）和《高处作业安全技术规程》（JGJ80-2016），提升式脚手架的设计必须满足以下几个基本要求，结构的稳定性、承载能力、平台的平整性和防护设施的完备性。提升式脚手架的设计规范包括支撑系统的选型、脚手架的立杆间距、横向支撑的布置以及防护栏杆的安装等多个方面。根据建筑施工过程中所需承载的荷载，脚手架的设计需要确保能够承受施工人员的重量、施工工具和设备的荷载、以及风荷载等外部因素的影响。根据《建筑施工荷载规范》（GB50009-2012），提升式脚手架的基本承载能力公式如下：

$$F = P_{\text{total}} = \sum P_i + P_{\text{wind}}$$

表 1 不同类型脚手架的施工效率 and 安全性数据

脚手架类型	平均搭设时间（天）	承载能力（kN/m ² ）	安全系数	平均工人作业高度（m）	施工效率提高（%）
提升式脚手架	45	1800	1.5	30	25
固定式脚手架	60	1500	1.3	25	-
钢管脚手架	50	1600	1.4	28	10

由上表可得，提升式脚手架的平均搭设时间为 45 天，相比之下，固定式脚手架需要 60 天，钢管脚手架的搭设时间为 50 天。提升式脚手架在搭设时间上具有明显优势，能够显著缩短施工周期。提升式脚手架的承载能力为 1800 kN/m²，明显高于钢管脚手架（1600 kN/m²）和固定式脚手架（1500 kN/m²）。这表明，提升式脚手架在承载能力方面具有较大的优势，能够承担更多重量和更复杂的施工任务，尤其在需要承受较大施工荷载的项目中，提升式脚手架能提供更好的支持和稳定性。其他对比数据表明，提升式脚手架在施工过程中提供了更高的安全保障，更适合用于高层建筑或大规模工程项目，提高施工效率。

4. 铝合金模板与提升式脚手架的兼容性分析

4.1 兼容性问题的理论分析与实务探讨

铝合金模板与提升式脚手架在现代建筑工程中的协同工作，面临一系列兼容性问题，二者兼容性问题主要体现在结

表 2 铝合金模板与提升式脚手架在不同承载条件下的兼容性分析数据

设计方案	承载能力（kN/m ² ）	升降稳定性（m/s ² ）	模板支撑稳定性（mm）	施工周期缩短（%）
脚手架与模板联合设计	1600	1.8	2.5	18
独立设计	1500	1.5	3	10

由上表可得，铝合金模板的施工周期为 30 天，比传统钢模板的 40 天缩短了 25%，提高了施工效率。在安全性方面，铝合金模板的评分为 9.5，高于传统钢模板的 8 分，显示出更高的安全性。铝合金模板的重复使用次数为 20 次，是传统钢模板的两倍，这使得其每次使用成本仅为 2.5 万元，而传统钢模板的每次使用成本为 3.5 万元。联合设计方案的承载能力、升降稳定性、模板支撑稳定性都明显优于独立设计，尤其在施工周期缩短方面具有显著优势。联合设计借助脚手架与模板系统的协调配合，能够提高施工效率和安全性，特别适用于高层建筑、复杂施工环境以及对施工进度有要求的项目。而独立设计虽然在某些情况下仍然适用，但在效率和安全性上相对较弱，特别是在需要较高承载能力和稳定性的施工中，联合设计方案更具优势。

4.2 提升式脚手架与铝合金模板的结合方式

两种结合方式存在于提升式脚手架与铝合金模板之间，直接和间接。直接结合的概念涉及到脚手架和模板借助支撑结构实现连接，进而让脚手架成为模板系统的部分并负责稳定性，这是高层建筑施工中广泛采用的一种方式。混凝土浇筑过程中产生的压力和模板重量由脚手架承载，保障了整个平整度以及稳定性。精确设计则是根据调整能力以及承载需求对模具和脚手架进行配比，在此方案下尤其关键。间接结合方式是在提升式脚手架提供支撑平台的基础上，铝合金模板借助其他结构进行支撑。这种方式通常应用于施工环境复杂、空间狭窄或不规则的场地。脚手架与模板虽然没有直接连接，也为施工提供了必要的作业平台，确保施工人员能够安全、高效地完成模板安装和拆卸工作。在这种结合方式下，

其中， P_{total} 为脚手架总承载能力， P_i 为单个工人、工具及设备的重量， P_{wind} 为风荷载。比如在一个项目中，假设每层脚手架的总荷载为 6000kg（包括人员和设备），风荷载取为 250kg，脚手架的设计总承载能力应该为 6250kg。脚手架设计的安全系数通常取 1.5 至 2.0，确保其安全性。

3.2 提升式脚手架在复杂施工环境中的应用

灵活调整高度、结构稳健的提升式脚手架，适配高层建筑、桥梁、隧道以及核电站等工程项目。复杂施工环境下，其有效保障了安全性，并提升了效率，降低人力成本。在高层建筑中，借助电驱动或手动提升流线性作业平台高度，问题稍微修改即可满足不同楼层需求。滑移式外立面设计减少传统拆装频繁操作，将施工速率推向最快。下表 1 展示了 A 市一高层建筑项目中不同类型脚手架的施工效率和安全性数据。

构连接、载荷分配、施工空间协调以及作业平台的稳定性等方面。铝合金模板通常依赖坚固的支撑系统来承受混凝土浇筑过程中的荷载，支撑系统的承载能力和稳定性是确保模板系统安全的关键。而提升式脚手架具有可调节高度、灵活升降的特点，通常依赖与建筑外立面紧密配合，升降时的稳定性直接影响整个施工过程。二者之间的兼容性问题通常表现为脚手架的升降运动与模板支撑系统的相互干扰，若两者配合不当，脚手架的升降可能会影响模板的稳定性，造成不必要的压力或振动，影响模板的结构性能。

在进行模板与脚手架的组合设计时，必须保证脚手架的升降不对模板的支撑产生不利影响。例如，在使用提升式脚手架时，设计应确保脚手架支撑点与铝合金模板的连接点之间的距离足够，避免两者之间的相互冲突。下表 2 是铝合金模板与提升式脚手架在不同承载条件下的兼容性分析数据。

模板的稳定性和安全性依赖于脚手架提供的稳定作业平台，在需要高度调节时，脚手架的灵活性起到了至关重要的作用。

5. 结论

现代建筑施工中，铝合金模板与提升式脚手架的重要应用价值不可忽视。有效结合这两者，施工效率得以提高同时也确保了施工安全和质量。深入分析后的铝合金模板系统与提升式脚手架设计凸显着它们之间的协同作用及兼容性问题。有着理想结合方式的两者最大化地发挥出优势，尤其是在高层建筑、复杂施工环境以及高难度工程中，能够降低施工成本、缩短时间周期并增强整体安全性。

【参考文献】

- [1] 齐自阳. 超高层建筑采用 DOKA Xclimb 60 外墙提升脚手架的施工要点[J]. 上海建设科技, 2024 (05): 66-70.
- [2] 李楠. 铝合金模板全现浇混凝土外墙技术研究及应用[J]. 建材发展导向, 2024, 22 (20): 115-117.
- [3] 王宁, 陈健, 雷亮, 黄春来. 铝合金模板与附着式升降脚手架施工应用与优化[J]. 建筑机械化, 2024, 45 (09): 147-150.
- [4] 李洪星. 一种用于超高层建筑施工的内外组合整体提升脚手架[J]. 建筑施工, 2023, 45 (11): 2241-2243.
- [5] 孙玉春, 蒋小军, 王崇波, 曾祥宇, 樊华. 装配式建筑新型塔式起重机提升式附着脚手架技术研究与应用[A]. 《施工技术（中英文）》杂志社、亚太建设科技信息研究院有限公司. 2023 年全国工程建设行业施工技术交流会论文集（上册）[C]. 《施工技术（中英文）》杂志社、亚太建设科技信息研究院有限公司：施工技术编辑部, 2023: 3.