

附着式升降脚手架结构与施工适配性研究 ——基于奉贤区奉贤新城16单元36-02区域 地块7#、12#楼实践

杨迎文

上海威远建筑工程有限公司，上海 202150

摘 要： 本文以奉贤新城项目为背景，对附着式升降脚手架的结构设计计算进行深入剖析，并结合现场施工实际情况，探讨其适配性。通过对脚手架各部件受力分析、荷载计算及现场施工过程中的安装、提升、使用和拆除等环节的研究，揭示设计计算与施工实践的内在联系，为提高附着式升降脚手架的安全性和施工效率提供参考依据。

关 键 词： 附着式升降脚手架；结构设计计算；适配性；安全稳定

Research on the Structural Design and Construction Adaptability of Attached Lifting Scaffolding -- Based on the Practice of Buildings 7# and 12# in Area 36-02, Unit 16, Fengxian New City, Fengxian District

Yang Yingwen

Shanghai Weiyuan Construction Engineering Co., Ltd. Shanghai 202150

Abstract： This article takes the Fengxian New City project as the background to deeply analyze the structural design calculations of attached lifting scaffolding. Combined with the actual situation of on-site construction, it explores its adaptability. Through force analysis of various scaffolding components, load calculations, and research on installation, lifting, use, and dismantling during on-site construction, this paper reveals the intrinsic connection between design calculations and construction practices. It provides a reference for improving the safety and construction efficiency of attached lifting scaffolding.

Keywords： attached lifting scaffolding; structural design calculation; adaptability; safety and stability

引言

在高层建筑施工中，附着式升降脚手架因其诸多优势得到广泛应用。奉贤新城项目作为典型案例，其7#、12#楼采用了FPT-C-1-GH18型工具式升降脚手架。为确保脚手架在施工过程中的安全稳定，需对其结构设计计算与现场施工适配性进行深入研究，以实现设计与施工的有机结合，保障项目顺利推进。

一、奉贤区奉贤新城概述

本项目为奉贤区奉贤新城16单元36-02区域地块，位于上海市奉贤新城金海街道。建设单位是上海坤迈置业有限公司，设计单位为上海城乡建筑设计院有限公司。该工程7#、12#楼主楼3层以上防护采用FPT-C-1-GH18型工具式升降脚手架，在架体上升阶段，用于防护主体结构施工，待主体结构封顶后，架体将在空中分解拆除^[1]。

二、附着式升降脚手架结构设计计算

（一）计算单元选取

选取一跨脚手架作为计算单元，考虑最大跨度6m及高度

18.0m的情况。对该计算单元内的导轨下节、立杆、三角斜撑、脚手板等各构件进行详细分析，确定其数量、规格及重量，为后续荷载统计和受力分析做准备（如表1-1）。例如，导轨下节长4.8m，重78.5kg；立杆有不同规格和长度，如4.6m和4.4m等，材质为Q235，其截面特性在计算中起关键作用。

表1-1 GH10-11型附着式升降脚手架每计算单元各构件数量及其重量

序号	名称	规格	主材规格	单量 (kg)	数量	总重 (kg)
1	导轨下节	4.8m		78.5	1	78.5
2	导轨标准节	4.2m		66.4	3	199.2
3	立杆	4.6m	□50*50*4.0	19.72	10	197.2
4	立杆	4.4m	□50*50*4.0	18.85	10	188.5
5	立杆	4.6m	□70*50*4.0	21.34	2	42.68

作者简介：杨迎文（1974.08-），男，汉族，上海人，毕业于同济大学结构工程专业，获得硕士学位，中级工程师，研究方向：结构工程及工程管理。

序号	名称	规格	主材规格	单量 (kg)	数量	总重 (kg)
6	立杆	4.4m	□ 70*50*4.0	20.16	2	40.32
7	三角斜撑		□ 50*50*3.0	4.5	16	72
8	Z字撑		□ 50*50*3.0	5.6	11	61.6
9	钢板脚手板	2m	63*40*6.0	32.8	27	885.6
10	副脚手板	2m	t=3.0	11.89	6	71.34
11	翻板	2m	t=3.0	14.4	6	86.4
12	外网片	1400*2000	0.6冲孔板	33	39	1287
13	内排水平桁架	2m	□ 50*50*4.0	36	3	108
14	内排水平桁架	2m	□ 50*50*4.0	36	3	108
15	吊点桁架			32.8	2	65.6
16	电动葫芦	7.5T		80	1	80
17	连接件等配件			43	1	43
合计						3609.08

(二) 荷载系数确定

1. 恒载

包括脚手架各构件自重，经计算每机位自重荷载标准值为 $Q_{k自}$ 自 =36.09kN，架体内外排自重荷载值分别为 $Q_{k内}$ 和 $Q_{k外}$ 。如钢板脚手板、副脚手板、翻板、外网片等构配件的重量在恒载中占比较大，其重量的准确统计对整体荷载计算至关重要。

2. 活载

使用工况下考虑施工人员及材料堆放等产生的荷载，如 $3.00 \times 0.6 \times 6 \times 2=21.6\text{kN}$ （人员荷载）和 $0.50 \times 0.6 \times 6 \times 2=3.6\text{kN}$ （材料荷载）。提升工况下活载取值有所不同，且需考虑风荷载的影响。

3. 风荷载

根据上海地区常见风压值及建筑物高度、体型系数等参数计算。基本风压 W_0 取上海地区常见值（如 450N/m^2 ，10年一遇，升降及坠落工况下取 250N/m^2 ），通过风振系数、高度变化系数和体型系数计算得出风荷载标准值。如通过计算外网片穿孔率情况确定体型系数，进而准确计算风荷载，其在脚手架结构设计中 对强度和稳定性影响显著。

4. 计算系数

确定恒载分项系数1.2、活载分项系数1.4、附加安全系数1.43、附加荷载不均匀系数（使用工况1.3、升降及坠落工况2.0）、冲击系数2.0等，这些系数在荷载效应组合计算中用于调整荷载取值，以确保设计的安全性。

(三) 荷载效应组合与构件验算

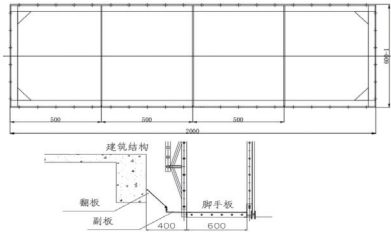
1. 架体构架验算

(1) 脚手板验算

脚手板是架体的重要定型化构件之一，由边框、中肋、面板组焊而成，标准板规格为 $2000 \times 600\text{mm}$ ，此规格为最大规格，现仅需 对此规格进行承载验算。脚手板边框为 $L63 \times 40 \times 6.0$ 角钢，中肋为 50×5 扁铁，面板为 1.8mm 厚花纹钢板。脚手板的构造尺寸如下图：

对脚手板的面板、中肋和边框分别进行承载验算。考虑脚手板自重及施工荷载作用，按不同的受力模型（如面板按四跨连续梁、中肋按简支梁）计算内力和变形。例如，面板验算时，计算其承受的线荷载，得出最大弯矩和挠度，与材料允许强度和变形

限值比较，验算其安全性。



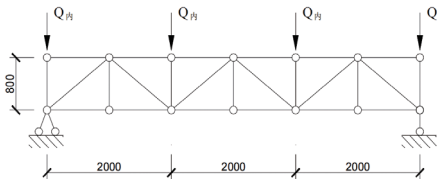
> 图 2-1 脚手板的构造尺寸

(2) 立杆验算

对内、外立杆分别进行受力分析。内立杆主要承受竖向荷载，通过计算确定其轴力，结合立杆截面特性和计算长度，计算长细比并查稳定系数，验算其强度和稳定性是否满足要求。外立杆除竖向荷载导致的轴向力外，还需考虑风荷载产生的弯矩，综合计算各工况组合下的组合应力，确保强度和稳定性符合设计标准。

2. 水平支承桁架验算

水平支承桁架由方钢管焊制而成，上下弦杆为 $\square 50 \times 50 \times 4.0$ ，腹杆为 $\square 50 \times 50 \times 4.0$ ，受力模型简化为铰接桁架计算，因构件焊接连接，节点有一定的抗弯能力，也会导致次应力产生，但总体而言这样的计算方式是偏于保守的，对保证安全有利，计算简图如下图 2-2：



> 2-2 水平支承桁架计算简图

(1) 计算简图与荷载分析

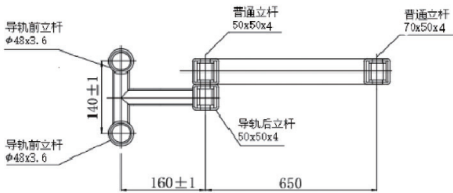
将水平支承桁架按铰接桁架计算，分析使用、升降和坠落三种工况下的荷载，确定单根立杆所承受的荷载，选取最不利工况进行后续计算。如在使用工况下，计算内、外立杆传递给水平支承桁架的荷载，为受力分析提供数据。

(2) 受力分析与承载验算

采用 Midas 软件进行受力分析，得到支座支力和各杆件内力图。根据结果对杆件进行强度和稳定验算，如对上下弦杆及腹杆，计算其最大轴压力，结合截面特性和长细比，验算强度和稳定性，确保水平支承桁架在各种工况下安全可靠^[2]。

3. 主框架验算

本型号装配式附着升降脚手架的主框架是由组合导轨、内立杆、外立杆、斜撑（含主框架横杆）构成，其断面如下图：



> 图 2-3 附着升降脚手架的主框架断面图

(1) 模型假定与计算荷载

将主框架组合导轨与内外立杆视为竖向刚架，采用等效刚截面简化计算。确定由水平支承桁架传递的竖向荷载及风载标准

值,分别计算使用工况和升降工况下的荷载,为后续建模分析提供准确的荷载数据。

(2) 计算简图、受力分析与承载验算

利用 Midas/Gen 软件建立主框架模型,考虑不同工况组合进行荷载加载和分析。得到各组合下结构的内力、弯矩图和综合应力图,据此对导轨、内立杆、外立杆、横杆和斜撑等构件进行强度验算。同时,考虑压杆稳定问题,计算长细比并查稳定系数,验算各构件在轴力和弯矩共同作用下的稳定性,确保主框架结构安全^[3]。

三、现场施工过程与适配性分析

(一) 施工准备阶段

在附着式升降脚手架施工中,技术准备是关键环节,需编制详尽施工方案并全面交底,让施工人员明晰架体构成、安装方案、技术要点与操作流程,组织学习确定架体机位、预留孔位置等参数,筑牢施工根基;材料与设备准备要依据施工方案,备好如 FPT-C-1-GH18 型机位等合格构配件和设备,严格检验进场材料的质量证明文件,保证材料性能契合设计计算,保障源头安全;现场准备工作同样重要,做好“三通一平”,规划材料设备堆放及临时设施搭建,安排物资进场并拟定计划,还需兼顾季节性施工准备,雨季防雨排水、冬季防寒保暖及混凝土养护等,全方位确保施工顺利推进。

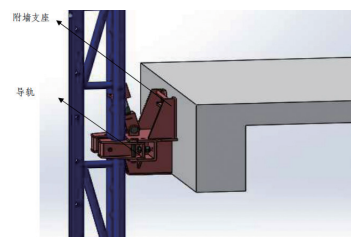
(二) 安装实施阶段

在附着式升降脚手架的安装阶段,找平架搭设至关重要,需在原临时双排外脚手架上进行,严格把控其强度、稳定性,精确控制立杆位置、水平度与平台标高,如找平架上皮距楼面 -0.5m 左右,高差及闭合差在规定范围内,为后续施工打造坚实基础。架体单元组装依平面方案在硬化地面展开,4 人一组从端部拼装,各构件安装严守设计要求,像脚手板用规定螺栓精准连接,确保单元稳固且契合力学模型。主体脱模后及时安装附墙支座, M30 螺栓固定并保证背板贴合、丝扣外露,同时安装吊挂件等部件,保证位置与连接无误,实现架体与建筑结构的可靠连接及受力传递^[4]。

(三) 提升下降阶段

在附着式升降脚手架的提升环节,提升准备工作是保障安全的重要前提。提升前需全方位检查架体,涵盖吊点、吊环等部件,保证其无损坏,并预紧链条、检查电动葫芦及工具配件,经自检整改合格后才能启动提升程序,严格遵循安全要求确保架体受力稳定(如图 3-1)。提升过程中,可整栋楼或分区分组操作,利用智能控制系统监控机位运行,保障同步性,一旦故障发生能迅速停机处理,调整导轨垂直度,且当机位荷载超设计值一定比例时,系统自动报警甚至停机,契合荷载控制与安全保护要求。升降到位后,及时进行附墙支座的安装或拆除、锁定器紧固等操作,

恢复连接与防护并检查验收,使架体在新位置稳定可靠,适配设计计算中的工况与受力变化,满足施工与安全需求^[5]。



> 图 3-1 升降脚手架附着方式

(四) 使用维护阶段

在附着式升降脚手架的使用阶段,使用荷载控制是关键要点,务必严格限制两步架和三步架同时使用时的荷载,严禁超载且保证荷载均匀分布,以防架体超出设计承载能力,切实保障使用安全。定期维护保养不可或缺,需依规定周期操作,像每周维护电动葫芦,每月全面自检架体,每次升降后保护支座并检查相关部件等,以此维持架体性能符合设计,延长其使用寿命。同时,安全防护与检查工作必须落实到位,确保安全网等防护设施完备、架体与建筑物连接稳固且底部密封良好,定期排查杆件、螺栓、防护措施及荷载等情况,及时维修或更换问题部件,使架体始终契合设计计算的安全储备与防护标准,保持安全可靠状态。

(五) 结束拆除阶段

在附着式升降脚手架拆除工作开启前,拆除准备工作至关重要。需进行详尽的安全技术交底,清晰说明拆除顺序、方法与安全要点,同时备好拆除工具,并彻底清理架体上的材料和垃圾,营造安全的拆除环境。例如在拆除前将提升装置拆除并妥善吊运至地面分类码放。拆除过程中,严格按照与组装相反的顺序操作,先拆除连接螺栓,再拆除架体单元,依据塔吊能力确定分片和单元大小,且采取在单元立杆绑缚钢丝绳等稳定措施,确保符合结构受力和拆除力学原理,安全有序推进。拆除时还注重成品保护,避免对墙面等造成损坏,及时吊运构配件分类堆放、整修保养,妥善处理小构配件和标准件,并清理现场,保障施工全过程的完整与可持续。

四、结论

奉贤新城项目中,附着式升降脚手架的结构设计计算与施工适配性研究成果显著。设计依规范精确分析确定结构与构件参数,绘制施工技术蓝图。施工各环节严格依设计操作,从准备到拆除全程紧密适配。两者结合保障施工安全稳定、提升效率,为同类项目树立榜样,助力建筑技术发展。未来还需强化设计施工沟通协作,持续优化计算方法与工艺,提升脚手架综合性能与应用水平,推动行业持续进步。

参考文献

- [1] 朱文锋; 黄毫春; 王大任; 朱文滔; 雷明. 附着式升降脚手架在高层建筑工程中的运用 [J]. 安装, 2023(11)
- [2] 王文剑; 申楚雄; 唐潮. 基于 BIM 的附着式升降脚手架施工安全管理研究 [J]. 中国建设信息化, 2023(20).
- [3] 黄必成; 郑少星; 李宏伟; 李开燕; 刘思平. 全钢附着式升降脚手架的深化设计与施工技术 [J]. 建筑技术, 2023(16).
- [4] 王超台; 任根立; 冉永红. 附着式升降脚手架的应用研究 [J]. 河南城建学院学报, 2023(02).
- [5] 王莹. 附着式脚手架施工技术应用研究 [J]. 居舍, 2023(20).