

# 斜向爬升附着式升降脚手架在高层建筑施工中的应用

蔡磊

中建八局第三建设有限公司，江苏南京，210000；

**摘要：**近年在高层建筑施工中，附着式升降脚手架因其更高的安全性和经济性已逐渐替代传统落地式脚手架，得到了广泛的应用，但在不规则截面建筑的应用中却存在一定的技术难题。本文以杭州富阳秦望超高层项目 2#塔楼为案例，研究斜向爬升附着式升降脚手架在不规则截面高层建筑中的应用，为高层建筑施工建设提供支持。

**关键词：**附着式升降脚手架；斜向爬升；高层建筑；不规则截面

**DOI：**10.69979/3029-2727.25.01.038

附着式升降脚手架为高层建筑的施工提供了良好的施工平台和作业层临边防护，具有较高的整体稳定性和安全系数，且可以上下调整高度，因此附着式脚手架在高层建筑工程施工中日益受到工作人员的关注和应用

## 1 工程概况

杭州富阳秦望超高层项目 2#楼为框架-核心筒结构，其地上总建筑面积 67944 m<sup>2</sup>，地上 46 层，地下 2 层，建筑总高度 205.65m，标准层高 4.2m。2#塔楼的 1 层至 8 层结构外立面呈竖直状，8 层至 15 层逐渐向外突出，每层突出 78mm，对角位置共计外突 975mm，16 层至 45 层逐渐向内收缩，每层收缩 76mm，对角位置每层收缩 237mm。

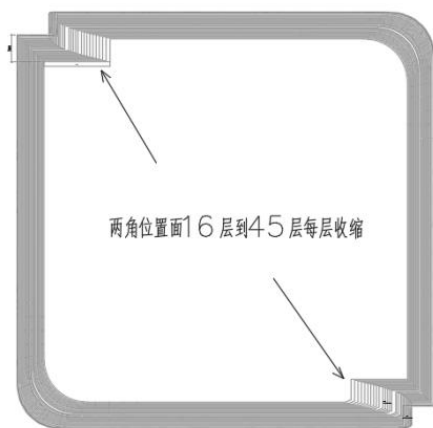


图 1 T2 塔楼结构边线变化示意

## 2 爬升方案

### 2.1 总体部署

2#楼 1 层至 8 层结构采用落地式盘扣脚手架，附着式脚手架计划从 8 层开始搭设提升至屋面，在 2 # 塔楼

附着式爬架深化设计中发现，塔楼主体结构施工过程中，爬架需要空间斜向爬升，在爬升斜度不影响爬架安全使用的情况下，需要爬架最大限度地贴合外立面，保证结构完成后实现渐变的特点，在爬升过程中，尽量减少翻板的使用来降低安全风险。而爬架的斜向爬升则是通过边部位置预埋支座螺栓孔，配合角部布置水平挑梁的预留活动空间，控制架体实现斜向爬升。

### 2.2 机位布置

(1) 本工程 2#塔楼共布置 50 个机位。相邻两机位最大直线跨度为 5m，折线最大跨度为 5m，最大悬挑长度 2m。爬架架体高 20m，覆盖 4.5 倍楼层高，每个机位均配备 3+1 个附墙座，架体提升前必须保证每个机位均安装 3 道附墙装置，如图 2 所示。

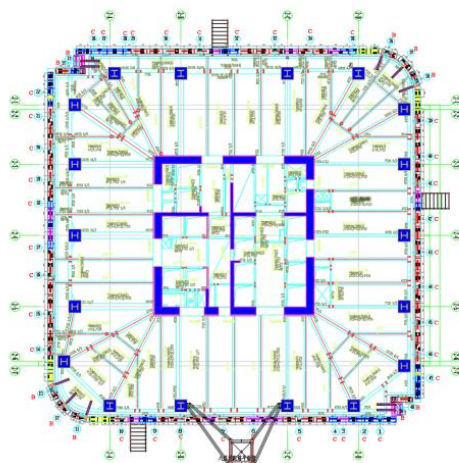


图 2 T2 塔楼爬架平面布置

(2) 当主体施工至 16 层时拆除 23 和 25 机位及 4 8 和 50 机位处内侧 1.5m 和 0.8 的脚手板，如图 3 所示。当主体施工至 21 层时拆除两对角的 300mm 的脚手板，如图 4 所示。

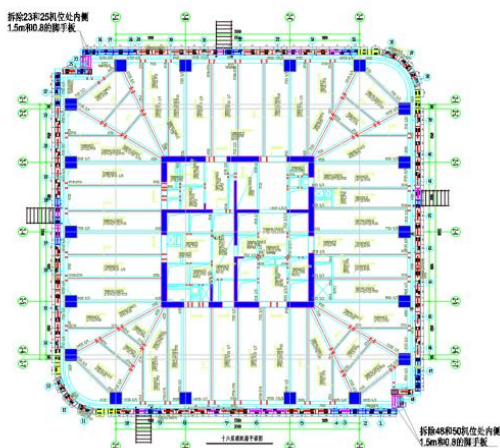


图 3 T2 塔楼 16 层机位拆除

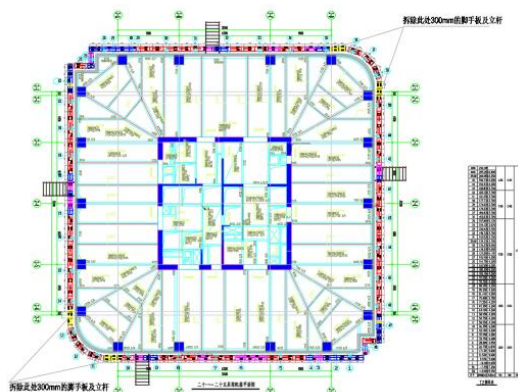


图 4 T2 塔楼 21 层对角机位拆除

(3) 架体爬升时，由于部分架体随着结构的调整，架体长度逐渐减小或增加，因此走道板以 1m 为模数拆除与安装。

当主体施工至 26 层时拆除相应的脚手板，如图 5 所示。当主体施工至 31 层时，需在 25#和 50#机位处接长架体和 1 个机位，如图 6 所示。

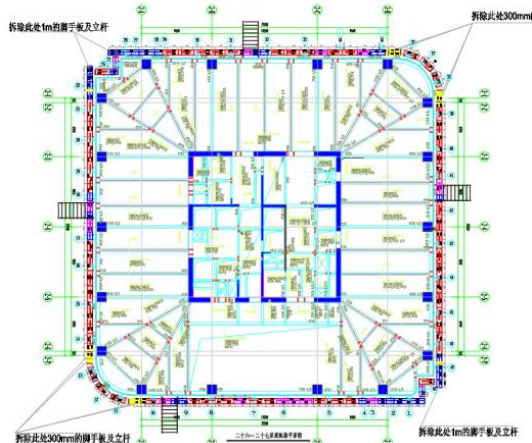


图 5 T2 塔楼 26 层脚手板及立杆拆除

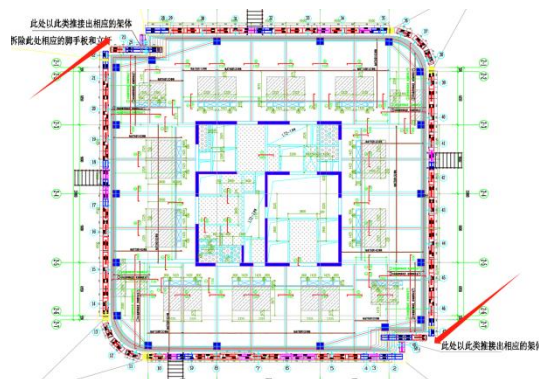


图 6 T2 塔楼 31 层机位增加及架体接长

(4) 当主体施工至夹层时需在 30 层楼面上设置辅助框架如图 7 所示。



图 7 T2 塔楼 30 层辅助框架平面布置

## 2.3 架体安装流程及施工技术要点

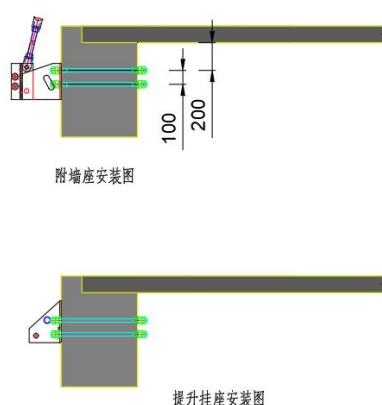
### 2.3.1 工艺流程

操作平台搭设及验收→桁架地面组装→桁架分段吊装→防护设施安装及架体校正→提升机构安装及调试→控制系统安装及调试→架体循环提升→架体拆除

### 2.3.2 施工技术要点

#### 1) 机位附着节点深化

本工程附着形式主要采用 2 种附着方式节点，如图 8、图 9 所示。四个大面主要采用边梁附着方式，对角部位由于收缩太大，采用水平梁的方式附着，由设计单位均按照水平荷载 25kN，垂直荷载按 49kN 对结构进行承载力复核，满足架体提升时的荷载要求。



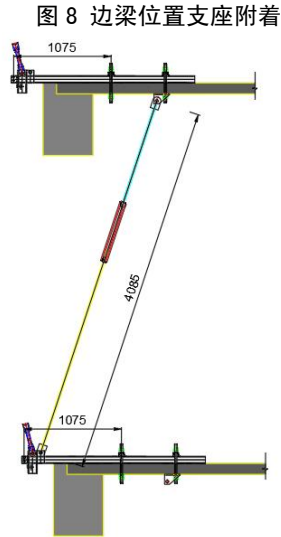


图 8 边梁位置支座附着

## 2) 架体安装平台

首次爬架安装时,下方的承重支架采用双排落地脚手架,内排立杆距墙 300mm,架体宽度为 1200mm。外侧搭设单排防护,单排防护高度 $\geq 1.5\text{m}$ 。

架体吊装前应提前在楼板设置拉结点,拉接间距不大于 6m,拐角位置必须设置拉结点,拉接方法为通过预埋 $\Phi 48 \times 3.0$  钢管或锚环至结构楼板,通过钢管与架体进行刚性拉接。预埋件可根据现场实际情况选择钢管或锚环,锚环直径不小于 16mm,预埋管位于结构边缘向内 1.5m 左右位置,保证拉接钢管角度为 45-70 度左右。架体吊装后应立即进行拉接。

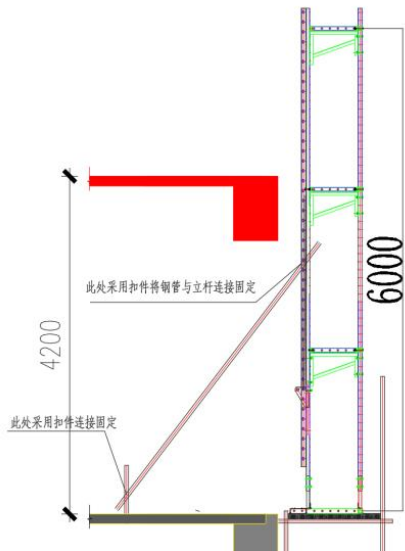


图 10 架体安装平台示意图

## 3) 斜向爬升

本工程架体在提升的过程中,由于主体结构收缩,其最大角度为 2 度,附墙支座与导轨之间的间隙为 3mm,

其与导轨之间最大角度为 3 度,因此在施工过程中,根据机位位置及架体与结构的间距要求做好附墙预埋工作,保证导轨与结构面平行,最终实现架体沿着结构的边沿斜向爬升。

## 4) 高空架体接长

在主体施工至 31 层时,因东南和西北两个对角每层的结构轮廓向内移动较多,在该处的防护架体要随着结构的变化需增加机位并对防护架体进行接长,操作步骤如下:

在架体上端 5 步架体接长 1m,外挂钢板网,接长部分走道板安装斜杆;在架体从底部端开始架体接长 2m,并补充一个机位,并在 3 步和 6 步安装斜杆,外挂钢板网;架体上端 5 步架体再次接长 1m,外挂钢板网,接长部分走道板安装斜杆;在架体从底部端开始架体接长 2m,并补充一个双立杆,并在 1 步和 4 步安装斜杆,外挂钢板网。

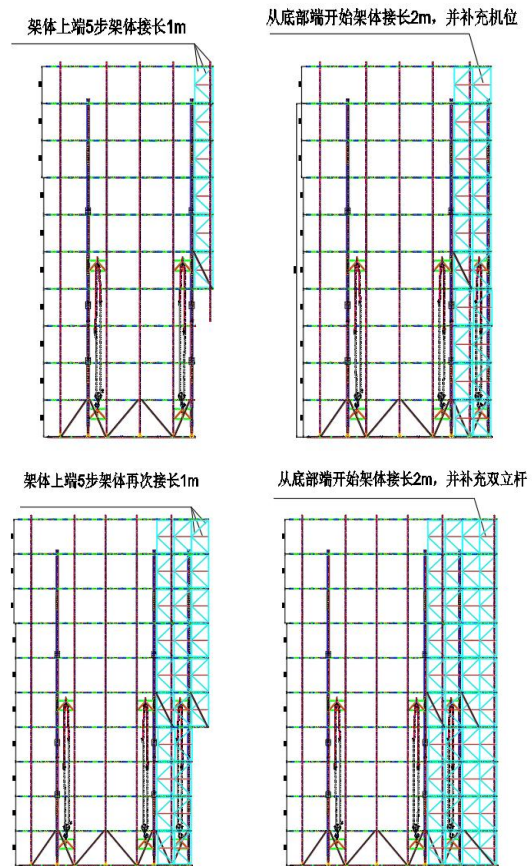


图 11 高空架体接长示意图

## 5) 架体拆除

整体升降脚手架空中拆除按照与搭设顺序相反的操作原则进行,即从上向下依次拆除。拆除架体系统前应提前清理架体内部建筑垃圾,并拆除电气系统后方可

拆除架体，具体操作如下：

拆除上部架体（高度为 8 米），拆除时连续跨数不要超过 6 跨，以避免吊装连接时架体过重而无法移送。首先用塔吊吊住要拆除部位的架体，拆除架体大横杆连接螺栓，然后拆除架体立杆连接螺栓，并利用铅丝将附墙座与导轨绑扎牢固，最后将拆除部分吊至地面进行分解。上部架体未完全拆除前，严禁对下部架体进行拆除。

拆除底部架体（高度为 12 米），首先用塔吊吊住要拆除部位的架体，拆除架体大横杆连接螺栓，然后拆除架体立杆连接螺栓，并利用铅丝将附墙座与导轨绑扎牢固，最后将拆除部分吊至地面进行分解。上部架体未完全拆除前，严禁对下部架体进行拆除。

### 3 特殊部位的架体构造处理及施工措施

#### 3.1 分断口技术措施

架体分段位置要求控制在 300mm 之内，在架体外侧安装可翻转钢板网，并在架体分段位置两侧脚手板之间采用 1.8mm 钢板及合页作为活动板进行封闭。

#### 3.2 架体转角处加固处理措施

架体转角部分脚手板连接采用 3 组 M16 螺栓进行连接，顶部横杆通过转角连接件及两组 M16 螺栓进行连接，分别在阴角及阳角位置其中一侧设置一根转角立杆，转角立杆采用与架体立杆同规格（50×50×2.75 方钢管），两侧钢板网保证贴实无缝隙，如下图所示：

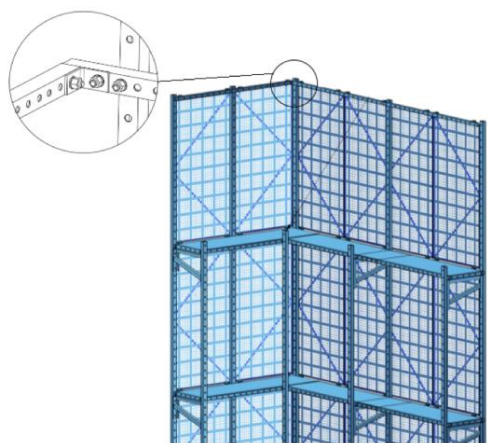


图 12 架体转角位置连接方式

#### 3.3 塔吊附臂位置技术措施

由于塔吊型号以及群塔作业等因素限制，塔吊附臂在主体结构施工时需穿入架体，因此爬架设计时需提前考虑塔吊附着位置，使主框架避开塔吊附臂并留有适当空间，塔吊附臂位置的脚手板采用可翻转脚手板，每块

脚手板设置两根  $\Phi 8$  钢丝绳作为翻转及固定脚手板的拉结工具，活动板与固定板之间通过合页连接。

当架体准备进行升降作业时，提前将底部冲突位置的脚手板向上翻转并用钢丝绳固定，当该脚手板通过塔吊附臂后立即停止升降，将其恢复后再进行升降。上部架体由于有足够的操作空间，因此为保证架体整体安全性仅底部架体设计为可翻转脚手板。

当架体通过塔吊附臂后应停止提升架体，将活动脚手板恢复并通过 M16 螺栓与固定端脚手板进行连接，外侧钢板网恢复至闭合状态后方可继续提升架体。架体升降过程中禁止人员站在架体上，翻转脚手板时必须在架体处于静止状态下进行，操作方法如下图所示：

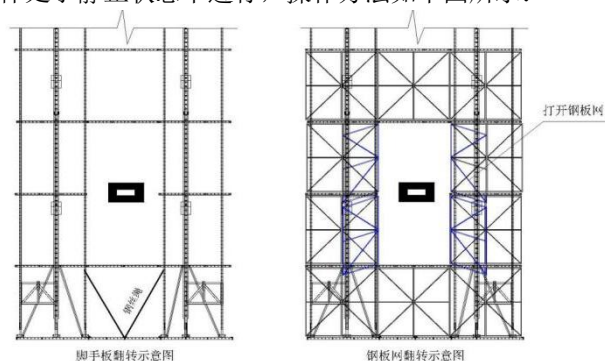
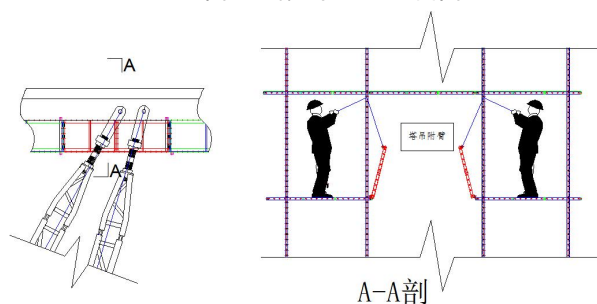


图 13 塔吊位置正立面图



A-A 剖

图 14 塔吊位置操作示意图

#### 3.4 避难层辅助框架

辅助框架采用施工升降电梯标准节与四件调节拉杆组成，采用 M30 穿墙螺杆固定在结构楼板处。后方调节拉杆共设置 4 根斜拉杆，斜拉杆采用 50 方管与 M30 螺杆加工而成（8#槽钢截面积 10.2cm<sup>2</sup>，双槽钢截面积为 20.4cm<sup>2</sup>，50×50×3mm 方管截面积为 5.64cm<sup>2</sup>，4 根 50 方管截面积为 22.56cm<sup>2</sup>，大于双槽钢截面积，可满足要求），且斜拉杆采用方管便于支杆及加强杆的安装，可将斜拉杆通过支杆形成整体。左右两侧调节拉杆采用 48×3.5 圆管与 M30 螺杆加工而成，并在后方上下两根斜拉杆之间安装支杆，形成桁架结构。

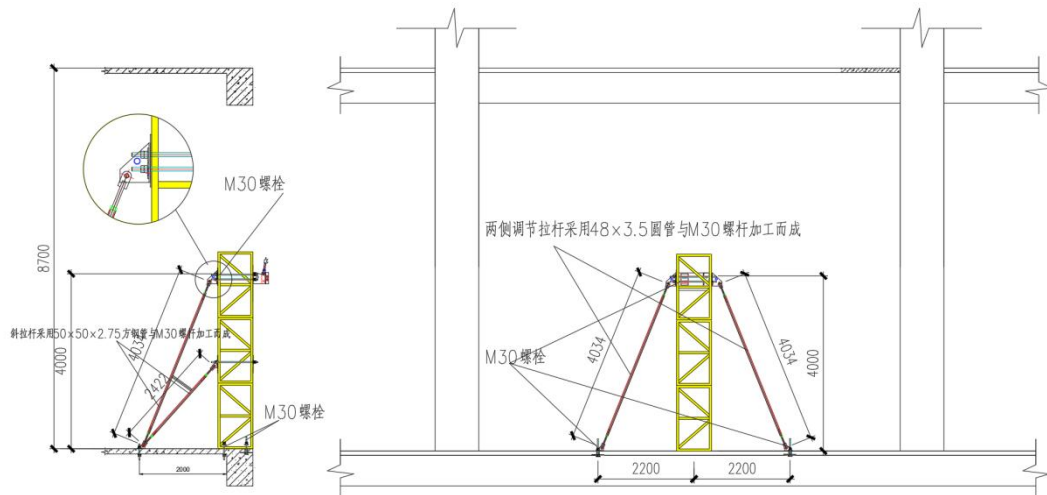


图 15 辅助框架示意图

### 3.5 料台位置处理

出料平台与爬架不得发生任何受力关系，架体在料台部位进行断开，断开的端头部位和两侧立杆之间用特制封头网进行密封独立搭设。料台根据爬架平面布置图进行布置，需避开爬架主框架，料台位于第一步、第二步架体，根据出料平台尺寸预留出相应空洞，料台两侧架体侧立面需采用钢板网完全封闭，料台位置第一步、第二步架体立杆断开。

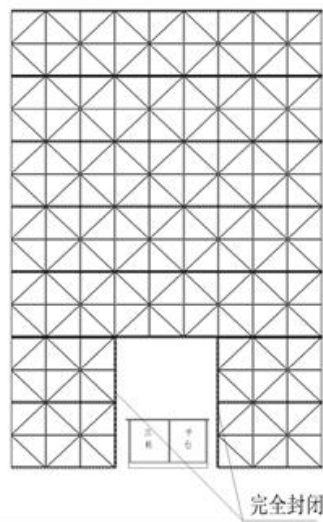
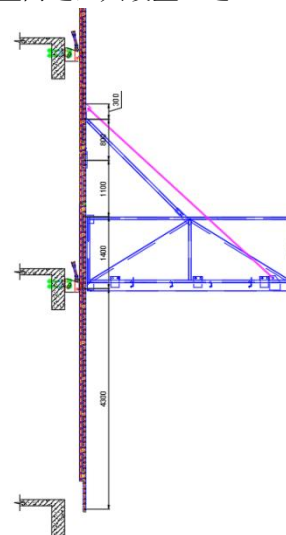


图 16 料台示意图

### 3.6 翻板密封处理

架体与结构之间通过副板以及翻板进行防护，钢制翻板采用厚度 1.8mm 钢板，通过合页与副板连接固定。副板离墙距离 150mm。翻板共设置两层，分别位于架体第一、第五步，翻板宽度为 400mm、650mm，架体底部副

平台部分纵梁采用 16#槽钢，平台横梁采用 6.3#槽钢，并与纵梁等间距焊接，各横梁间等间距焊接角钢，形成平台骨架，骨架上部满铺钢板。平台远离建筑物侧面采用角钢边框满焊钢板作为侧边防护，防护高度 1.2 m。导轨采用双 6.3#槽钢组焊，双 6.3#槽钢导轨中间用  $\phi 28 \times 3\text{mm}$  钢管焊接，单节长度 5.8m，导轨下部焊接连接耳板，厚度 10mm，与平台用螺栓连接，导轨中部设置斜拉连接耳板，用于连接斜拉钢管和保险钢丝绳，每边设置两道，共设置 4 道。



板离墙距离为 150mm，第一道翻板位置采用 450mm 翻板直接与脚手板进行固定，因此翻板角度为 45-60 度之间。转角位置翻板根据现场实际情况进行现场切割斜角，如图 17 所示。

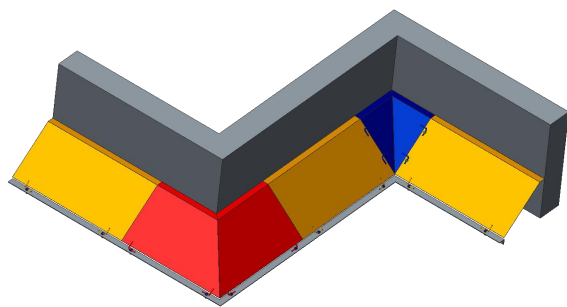


图 17 转角位置翻板做法

## 4 结论

杭州富阳秦望超高层项目 2#塔楼结构施工过程中，通过对斜向附着式提升脚手架的应用，不仅保证了施工安全和施工质量，同时也大大地降低了垂直运输的施工压力，提高了施工效率，主体结构工期整体提前约 10%，对整个项目的建设起到了重要作用。目前，附着式升降脚手架越来越多的应用在高层建筑中，通过对本项目施

工经验的总结，推进附着式升降脚手架技术的不断调整和完善，从而更好的适应新的施工环境。

## 参考文献

- [1] 赵涛杰, 高空亮, 周培东, 等. 附着式升降脚手架在大悬挑及收缩结构处附墙支座的设计与应用[J]. 建设科技, 2022, (09): 130-132.
- [2] 田宝吉, 石百军, 白超, 等. 可变角斜向爬升全钢附着式升降脚手架在超高层建筑施工中的应用[J]. 建筑施工, 2018, 40(08): 1377-1378+1384
- [3] 陈津锋. 附着式升降脚手架在高层建筑施工中特殊部位的处理措施[J]. 科学技术创新, 2022, (14): 111-114.
- [4] 王臣林. 高层建筑应用附着式升降脚手架施工技术[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(16): 36-38.