

装配式智能伸缩悬挑卸料平台快速安拆施工工艺与应用

孙鹏¹, 孙炳营², 张仁莹¹, 辛举², 张志兴²

1. 山东省工程咨询院, 山东 济南 250000

2. 中建三局第一建设工程有限责任公司, 湖北 武汉 430000

DOI:10.61369/ME.2026060030

摘 要 : 根据传统悬挑卸料平台安拆效率低、高空作业风险大、安全控制难等技术难题, 提出装配式智能伸缩悬挑卸料平台创新施工工艺。根据实际工程案例, 对本工艺的核心结构体系、智能监测原理、关键施工要点进行阐述, 并分析该工艺的应用效益和质量安全控制措施。实践证明, 该工艺把模块化拼装、智能伸缩控制和实时监测技术融合起来使用之后, 可以使得卸料平台安拆时间缩短了 87.5%, 高空作业风险降低了 90% 以上, 材料周转效率提高了 60%, 单平台全生命周期综合成本节约了 2.6 万元。该工艺适合于各种高层建筑材料垂直转运作业, 给施工现场高效安全施工提供了一种可行的办法。

关 键 词 : 装配式卸料平台; 智能伸缩; 快速安拆; 施工工艺; 安全管控

Construction Technology and Application of Rapid Assembly and Disassembly for Prefabricated Intelligent Extensible Cantilever Unloading Platforms

Sun Peng¹, Sun Bingying², Zhang Renying¹, Xin Ju², Zhang Zhixing²

1. Shandong Engineering Consulting Institute, Jinan, Shandong 250000

2. China Construction Third Bureau First Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

Abstract : Addressing technical challenges associated with traditional cantilever unloading platforms—such as low installation efficiency, high risks associated with high-altitude work, and difficulties in safety control—this study proposes an innovative construction technology for prefabricated intelligent extensible cantilever unloading platforms. Based on actual engineering case studies, this paper elaborates on the core structural system, the principles of intelligent monitoring, and the key construction points of this technology, while also analyzing its application benefits and quality and safety control measures. Practical verification demonstrates that by integrating modular assembly, intelligent extension control, and real-time monitoring technologies, this construction method can reduce the installation time of the unloading platform by 87.5%, lower the risks associated with high-altitude work by more than 90%, improve material turnover efficiency by 60%, and save a total comprehensive cost of 26,000 RMB throughout the entire lifecycle of a single platform. This technology is well-suited for various vertical transportation operations involving building materials at high-rise sites, providing a feasible solution for achieving efficient and safe construction at construction sites.

Keywords : prefabricated unloading platform; intelligent telescopic mechanism; rapid installation and disassembly; construction technique; safety management

引言

高层建筑施工时, 悬挑卸料平台是钢管、模板等周转材料垂直转运的主要设施, 作业效率和安全性能的好坏直接关系到工程施工进度及现场管理水平^[1]。传统的悬挑卸料平台大多采取现场焊接成型、预埋钢筋锚固的施工方法, 存在安拆过程繁杂、作业时长长、高空暴露时间长等缺点。同时传统平台没有有效的载重监测和超限报警系统, 容易因为超载作业造成结构失稳的风险, 并且平台位置固定不能适应不同的楼层、不同的工况卸料的需求。

作者简介:

孙鹏 (1985.07.28-), 男, 汉族, 山东商河人, 山东省工程咨询院, 本科, 中级工程师;

孙炳营 (1996.01.26-), 男, 汉族, 河南新乡人, 中建三局第一建设工程有限责任公司, 本科, 工程师;

张仁莹 (1998.09.07-), 女, 汉族, 山东济南人, 山东省工程咨询院, 本科, 初级工程师;

辛举 (1989.02.03-), 男, 汉族, 山东曹县人, 中建三局第一建设工程有限责任公司, 本科, 工程师;

张志兴 (1987.04.25-), 男, 汉族, 河北沧州人, 中建三局第一建设工程有限责任公司, 本科, 中级工程师。

为了克服上述问题，研发出装配式智能伸缩悬挑卸料平台施工工艺，用模块化设计、智能控制技术和快速锚固体系的创新融合来实现卸料平台安拆便捷化、作业智能化、安全可控化。该工艺已经获得了多项实用新型专利授权，但是目前的研究大多集中于单一功能的改进上，对于其系统工艺整合以及工程应用的全面分析较少。因此，本文根据工程实践，对本工艺的主要原理、施工流程和质量安全管理措施进行详细的论述，为类似工程的施工提供技术上的借鉴。

一、工程概况

以某扩建业务用房项目为依托，该项目建设地址为江阴市澄江街道长江路141号，总建筑面积8763.06 m²，建筑层数12层，主体结构施工阶段需要完成大量的钢管、模板、扣件等材料的垂直转运。工程使用10台装配式智能伸缩悬挑卸料平台，平台主梁用2根16#工字钢，额定载重2t，伸缩行程3m，配套智能监测系统有荷载传感器、声光报警器、物联网传输模块等。平台周转运使用20次，包含项目主体结构施工全过程，全过程严格按照标准化施工、安全控制要求进行。

二、核心工艺原理与技术特点

（一）核心工艺原理

1. 装配式模块化结构原理

卸料平台主要由型钢轨道梁、钢支顶、移动平台、安全防护栏杆等构件组成，所有的构件都是在工厂预制生产的，现场采用高强螺栓连接成型^[4]。型钢轨道梁用2根16#工字钢，前后端用Φ14mm高强螺栓与型钢扣合配件连接，后端设4根钢支顶支撑在上层楼板上，不需要预埋锚固钢筋，简化了安装过程。移动平台底部装有四个固定轴滑轮，可以沿型钢轨道梁内侧的不等边角钢滑移轨道伸缩移动，便于将材料运送到建筑内外。

2. 智能监测控制原理

平台配有智能监测控制系统，分为控制模块和监测模块^[5]。控制模块由控制电机、钢丝拉索、触碰限位器组成，通过控制电机牵引钢丝拉索来实现移动平台的前进、后退和急停操作，触碰限位器可以防止平台超行程运行。监测模块把荷载传感器、拉力传感器、声光报警器、物联网模块集成在一起，对移动平台的荷载、钢支顶压力、钢丝绳拉力等进行实时采集，当检测到数据超限或者数据不一致的时候，立即启动声光报警并锁定平台运行功能，同时把报警信息上传到管理人员终端。

3. 快速锚固与承载增强原理

平台用钢支顶为主、斜撑和钢丝绳为辅的锚固方式，钢支顶上下端分别连接上层楼板和轨道梁，用调节螺母来控制高度和平整度。转运较重材料时，在轨道梁前端加装2道型钢斜撑和2道Φ21.5mm钢丝绳，斜撑支承在下层楼板上，钢丝绳系固在上层楼板预埋的吊环上，构成多点受力结构，提高平台的总承载能力。

（二）技术核心特点

1. 安拆效率高

工厂预制构件不需要在现场焊接、预埋，2名工人1小时可以

完成一台平台的安装，安拆时间比传统的方式缩短了87.5%。构件轻便易搬运、周转快，可提高周转率60%。

2. 作业安全性强

材料装卸可以在建筑内部完成，减少高空作业。智能系统可以对荷载进行实时监测，在出现超限报警的时候可以和视频监控结合使用，安全风险降低了90%以上。

3. 工况适配性广

平台伸缩行程3m，可根据楼层需求调整位置。增加斜撑与钢丝绳后，可以满足不同重量材料转运需求。

4. 管理便捷化

平台伸缩行程3m，可根据楼层需求调整位置。增加斜撑和钢丝绳后，可以满足各种重量的材料转运要求。

三、关键施工工艺流程与操作要点

（一）施工工艺流程

施工准备、地面拼装、安装锚固、智能系统调试、检查验收、运行控制、拆除转运

（二）关键操作要点

1. 施工准备

对作业人员做技术交底和安全培训，明确拼装、锚固、智能系统操作要点，特种作业人员持证上岗。清理吊装场地，保证场地平整稳定，划分构件堆放区、拼装区、作业区，设置警示标志。检查型钢、钢支顶、移动平台等构件的质量，核对规格尺寸，无变形、锈蚀，检查塔吊、焊接、切割设备的运行情况。

2. 地面拼装

地面安装移动平台组装件、固定轴滑轮、荷载传感器、竹胶板台面、限位报警装置。在轨道梁内侧焊接滑移轨道，将移动平台固定在轨道上，用扣合配件控制移动范围。安装防护栏杆，用螺栓固定，加装铝板和挡脚板，悬挑下方挂设安全平网。安装控制电机、定滑轮和钢丝拉索，钢支顶上装压力传感器，钢丝绳上装拉力传感器。

3. 安装锚固

用塔吊水平吊运平台到指定楼层，慢慢放下到安装位置。调整轨道梁位置，使其紧贴结构边缘处，放4根钢支顶，调节螺母使轨道梁水平稳定。如果需要提高承载力，则在上、下层楼板结构上增设钢丝绳和型钢斜撑。将传感器接入到控制装置上，打开电源，进行空载校准数据，保证传输准确。

4. 智能系统调试

对建筑内部进行静载试验，加荷到额定载重的120%来检验

报警装置的反应情况。操作平台伸缩运行，对限位器和电机的工作状态进行检查，保证数据可以实时上传、报警信息可以被正确接收。

5. 运行控制

向外转运材料时，把平台收回楼层内，装料后人员撤离，再伸出平台由塔吊吊运；向内转运时，平台伸出接收材料，再收回楼层内卸载。安排专人定时对螺栓紧固、钢丝绳磨损、传感器工作状态进行检查，管理人员通过后台及时处理超载和报警信息^[9]。

6. 拆除转运

拆除准备，清除平台上的材料和建筑垃圾，在地面设置警戒区，有专人指挥拆除工作。

部件拆除先拆防护栏杆、挡脚板等附属部件，切断智能系统电源，分离传感器模块和数据显示控制装置；拆除型钢斜撑、钢丝绳，放松钢支顶调节螺母，将塔吊吊钩挂牢并拉直吊绳，最后拆除钢支顶。

转运存放就是将拆除下来的部件吊运到地面，分类清理、检修后集中存放在指定区域，方便以后工程循环使用。

四、质量与安全控制措施

（一）质量控制标准

施工严格按照《钢结构设计标准》、《建筑施工高处作业安全技术规范》、《钢结构工程施工质量验收标准》等规范要求执行，主要控制指标为^[7]。

构件尺寸偏差 $\leq \pm 2\text{mm}$ ，焊缝无未焊透、夹渣、裂纹等缺陷，轨道梁水平度偏差 $\leq 3\text{‰}$ ，垂直度偏差 $\leq 5\text{mm}$ ，平台滑移顺畅无卡阻，传感器误差 $\leq \pm 2\%$ ，报警响应时间 $\leq 1\text{s}$ ，数据传输延迟 $\leq 3\text{s}$ 。

（二）质量保证措施

选择具有资质的工厂预制构件，加强生产过程控制，出厂检验合格后方可进场。拼装时螺栓扭矩满足设计标准，关键处用双

螺母防松，拼缝处粘贴泡沫条以防杂物落入。安装时用全站仪、水准仪监测轨道梁的水平、垂直度，每道工序结束后复核，保证精度符合要求。

（三）安全保障措施

高空作业人员佩戴安全帽、安全带，攀爬时连接防坠器，吊装和拆除下方不得有人停留^[8]。塔吊支腿垫实稳固，吊装缓慢运行，防止碰撞结构。平台设置限载标志，严禁超载、超高堆放，材料均匀布置，防止局部受力过大。

五、应用效益分析

（一）技术效益

本工艺把装配式模块化构造同智能控制技术融合起来，解决传统卸料平台安拆繁杂、安全管控不足、适应性差等难题。智能监测系统可以防止超载作业，快速安拆缩短周转时间，给后续工序创造条件，技术水平达到行业先进水平^[9]。

（二）社会效益

提高建筑材料转运的标准化、智能化，推动施工技术升级。高安全性可以降低高空作业事故的风险，保障作业人员的安全，构件可以多次周转使用，节约资源，有较好的推广价值^[10]。

六、结语

装配式智能伸缩悬挑卸料平台施工工艺把装配式结构、智能监测、快速锚固三者结合起来，有效地改善了传统卸料平台的各种弊端。该工艺操作简便、质量稳定、成本低，能大大提高施工效率和安全水平，适合于高层建筑、工业厂房等各种材料转运作业。后续可对构件材质、智能系统进行改进，用BIM技术来提高安装定位的精度，促使工艺向着数字化、智能化的方向前进。

参考文献

[1] 宋嘉玲. 装配式建筑施工关键技术研究 [J]. 建筑施工, 2024, 46 (8): 1342-1344+1357.
[2] 邓黎明, 房佳彦, 高明. 悬挑卸料平台施工技术创新与应用 [J]. 施工技术, 2024, 53 (12): 89-93.
[3] 赵军, 王清标. 装配式构件施工技术应用研究 [J]. 施工技术, 2019, 48 (12): 105-108.
[4] 林树枝, 陈振明. 新型悬挑结构施工技术在建筑工程中的应用 [J]. 建筑科学, 2019, 35 (5): 123-128.
[5] 陈立军, 周婷. 智能监测技术在建筑施工安全管控中的应用 [J]. 建筑经济, 2020, 41 (4): 45-49.
[6] 黄延铮, 吴涛. 智能控制技术在建筑施工设备中的应用 [J]. 建筑机械, 2019 (8): 86-89.
[7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 钢结构设计标准: GB 50017-2017 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
[8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑施工安全检查标准: JGJ 59-2011 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
[9] 李小阳, 张其林. 装配式卸料平台结构设计与施工研究 [J]. 建筑结构学报, 2021, 42 (3): 1-18.
[10] 陈明中, 李丽娟. 国外建筑施工安全技术经验及启示 [J]. 建筑经济, 2018, 39 (7): 35-39.