

DOI: 10.7672/sgjs2025110088

新型装配式可移动焊接操作平台在钢板墙中的应用

刘福明¹, 卢小军², 姬建华¹, 杜得强²

(1. 中铁电气化局集团北京建筑工程有限公司, 北京 100036; 2. 中建钢构天津有限公司, 天津 300000)

[摘要] 装配移动式焊接操作平台核心理念为高效、灵活与安全,平台主要构件间采用标准化螺栓连接,可简化安装与拆卸流程,使操作平台能够轻松实现反复拆装与快速转场施工,大幅提升了施工效率。利用塔式起重机进行整体吊装作业,该操作平台能在施工现场的各个区域灵活调度,节省了传统架体搭设与拆除所需的时间和人力成本。采用 MIDAS 有限元软件对装配式可移动操作平台进行受力分析。计算结果表明,操作平台整体受力均匀、变形稳定,能够保证实际使用过程中的施工安全和安装精度。最后综合比选不同操作平台的设计方案,进一步筛选出最符合当前施工要求的搭设方式,确保平台的实用性与经济性达到最优平衡。

[关键词] 钢结构;钢板墙;焊接;力学性能

[中图分类号] TU741

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2025)11-0088-04

Application of a New Prefabricated Movable Welding Operation Platform in Steel Plate Walls

LIU Fuming¹, LU Xiaojun², JI Jianhua¹, DU Deqiang²

(1. China Railway Electrification Bureau Group Beijing Construction Engineering Co., Ltd., Beijing 100036, China;

2. China Construction Steel Structure Tianjin Co., Ltd., Tianjin 300000, China)

Abstract: The core concept of the assembly mobile welding operation platform is high efficiency, flexibility, and safety. The main components of the platform are connected by standardized bolts, which can simplify the installation and disassembly process so that the operation platform can easily realize repeated disassembly and rapid transfer construction, which greatly improves the construction efficiency. Tower cranes were used for integral lifting operations. The operation platform can be flexibly scheduled in various areas of the construction site, which saves both the time and the labor cost required for the erection and demolition of the traditional frame. MIDAS finite element software was used to analyze the force of the assembled movable operating platform. The calculation results indicate that the overall force of the operating platform is uniform and the deformation is stable, which can ensure the construction safety and installation accuracy in the actual use process. Finally, the design schemes of different operating platforms are comprehensively compared and selected. And the erection method that best meets the current construction requirements is further screened out to ensure that the practicability and economy of the platform achieve the optimal balance.

Keywords: steel structure; steel plate wall; welding; mechanical property

0 引言

新型装配移动式焊接操作平台以高度的灵活性和适应性成为多种规格型号钢板墙焊接施工的理想选择,该创新平台的设计充分考虑了钢板墙施工中的多样性和复杂性,通过模块化组件的巧妙组

合,能够轻松应对不同尺寸、形状及重量的钢板墙焊接需求,极大地拓宽了应用范围。该平台采用先进的装配式组装技术,使平台的搭建过程变得简单快捷。与传统的脚手架或固定式操作平台相比,装配式操作平台不仅减少了现场焊接、螺栓紧固等繁琐工序,还极大地缩短了安装时间,提高了施工效率。同时,这种设计也便于平台的拆解与重复利用,降低了材料浪费,延长了使用寿命,符合当前绿

色施工、节能减排的环保理念。

在吊装方面,新型装配移动式焊接操作平台采用了塔式起重机整体吊装的方式,这一改变彻底颠覆了传统架体需要逐层搭设、分步吊装的繁琐过程。整体吊装不仅大幅减少了常规架体搭拆所需的时间和人力成本,还避免了因搭设不当或拆卸不及时而引发的安全隐患,确保了施工过程的连续性和安全性。此外,塔式起重机的强大吊装能力使操作平台能在施工现场的各个角落灵活调度,满足了现代化施工对于高效、灵活作业的新需求^[1-2]。

本文以北京地铁 16 号线榆树庄停车场工程中运用库区钢板墙施工操作平台为例,介绍了装配式可移动焊接操作平台的应用与受力工作性能。

1 工程概况

北京地铁 16 号线榆树庄停车场工程项目用地呈东西向布置,东西长约 1 200m,南北宽约 270m,占地面积 22.879 7 万 m²,总建筑面积 26.242 万 m²。其中运用库属于上盖二次开发区域,需预留二次开发条件,采用劲性钢骨柱框架钢板墙结构,地上 2 层(局部 3 层),东西长约 430m,设 2 道结构缝,南北向宽约 201m,主要柱网尺寸东西向为 6~12m,南北向为 5.9~14.2m。运用库首层主要功能为地铁列车停车、清洗、维保及检修,2 层为上盖开发预留工程的小汽车库,首层层高 9.8m,局部跨层高 11.9m,2 层层高 5.1m,结构总高度 14.9m。

钢板墙分布在运用库 1~3 区南北两侧 A~E 轴及 S~U 轴。钢板墙分为单片和筒式 2 种,单片钢板墙宽 5.2m、高 20.2m;筒式钢板墙尺寸为 5.9~10.1m,钢板墙材质为 Q355B,厚 20,30,40,60mm。钢板墙的形式及详细尺寸如图 1 所示。

2 装配式可移动焊接平台原理

由于钢板墙超宽、超高,在加工、运输及施工时均需分成小块以方便操作,导致现场安装存在大量拼接焊缝,工人焊接量大,且焊接作业均为高空作业,作业危险系数高,各部位施工均需搭设焊接作业平台及上下爬梯。

新型装配式可移动焊接操作平台以装配式理念为核心,平台间构件的组装方式全部采用螺栓进行连接,有利于反复搭拆。利用工字钢作为主要受力构件,结合槽钢桁架组成空间架体平台,同时采用钢管扣件对平台立杆与钢板墙之间的间隙进行撑顶,利用三角形的稳定性,使平台形成稳定性结构^[3];顶部两跨间架设的槽钢也有利于塔式起重机整体吊装,可保障平台结构受力安全,BIM 模型如图 2 所示。平台大小可根据钢板墙高度设置多个操作

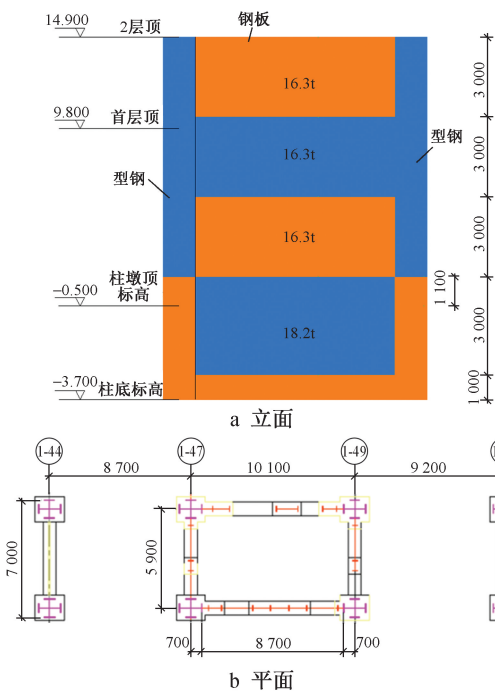


图 1 钢板墙
Fig. 1 Steel plate wall

层,同时平台的双面对称操作层可以减少钢构件因温度分布不均而引起的温度应力。

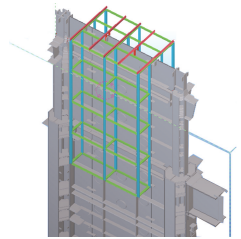


图 2 钢板墙焊接操作平台 BIM 模型
Fig. 2 BIM model of welding operation platform for steel plate wall

3 装配式可移动焊接平台受力分析

以北京地铁 16 号线榆树庄停车场项目运用库区钢板墙焊接操作平台为例,焊接操作平台为 4 层,每层高度 2m,两跨平台间距 0.8m,每跨操作平台长 1.6m,宽 0.8m,如图 3 所示。其中主要受力构件为水平向龙骨,采用 HW150×150×7×10 型钢,水平向次龙骨及竖向龙骨采用[10,材料为 Q235 钢。

采用 MIDAS 有限元软件进行受力分析计算,将各个构件设置为原件,并赋予材料尺寸等属性进行计算;结构自重由软件自动加载,计算考虑到节点做法,结构自重放大 1.05 倍,除结构自重外,其他载荷:工作平台上包括操作人员、一般工具和成品自重等,施加均布活荷载 2.0kN/m²;变形验算的荷载组合为 1.0D+1.0L,强度验算的荷载组合为 1.3D+

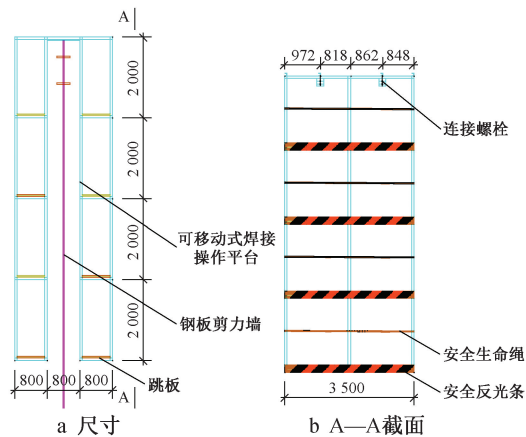


图 3 操作平台

Fig. 3 Operating platform

1. $5L$ (D , L 分别为恒载和活载), 计算结果如图 4 所示。

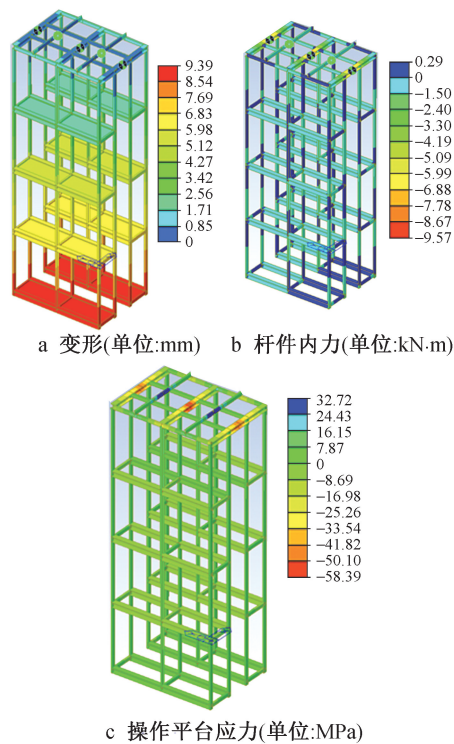


图 4 操作平台计算结果

Fig. 4 Operating platform calculation results

由图 4 可知,平台最大变形为 9.4mm, 钢构件最大应力为 58.39MPa,二者均小于钢结构设计规范规定 Q235 钢的强度设计值。

额外分析单侧施工的受力,分析结果如图 5 所示。由图 5 可知,单侧施工时,操作平台的最大相对位移为 15mm,位移比为 $1/600 (<1/250)$, 满足要求。钢构件最大应力为 168.35MPa, 小于钢结构设计规范规定 Q235 钢的强度设计值。因此在正常施工荷载下,该操作平台稳定、安全。

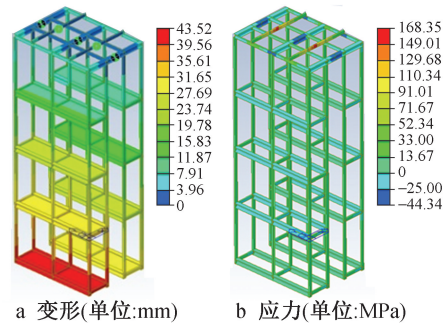


图 5 单侧施工操作平台分析结果

Fig. 5 Stress of unilateral construction operating platform

新型装配移动式焊接操作平台整体受力均匀、变形小、构件稳定,在规范允许范围内,在实际使用过程中能够保证施工安全可靠。同时结构主要构件连接方式为螺栓连接,使构件装拆方便迅速,且使用钢构件的种类少、互换性强,便于维修重复利用。

4 安装操作平台方案比选

4.1 钢管扣件式操作架

由于钢板墙自身独特的结构特性,其焊接操作平台在设计上存在一定的局限性,即无法直接与钢梁、钢柱等主体结构进行稳固连接。若强行采用传统的扣件式钢管脚手架作为支撑体系,将面临诸多挑战。由于钢板墙超高,搭设如此大规模的脚手架将不可避免地需要大量钢管、扣件以及其他辅助材料,不仅增加了材料采购与运输成本,也对施工现场的物资管理提出了更高的要求。此外,随着建筑市场的竞争加剧以及原材料的价格波动,脚手架搭设所需的材料费用与人工费用持续上涨,给项目成本控制带来了巨大压力。脚手架的搭设与拆除工作量大、耗时长,且过程繁琐,对于像钢板墙这样作业周期相对较短、作业面广泛但空间受限的施工项目而言,传统脚手架的搭建效率显然无法匹配快速施工的需求。因此,从经济效益与施工效率双重角度出发,越来越多的施工单位已经不再使用传统的钢管扣件式外脚手架。

4.2 三角支架

钢板墙焊接三角支架作业平台做法:在待焊接焊缝的下端焊接三角支架,在支架上设置跳板,采用钢管脚手架设置护栏及安全绳(见图 6)。

三角形钢架单体以其自重轻、安装便捷的特点,在建筑施工中展现出独特的优势,尤其是在处理离地面高度在 3~5m 范围内且焊缝数量相对较少的焊接部位时,这种方案尤为适用。其轻盈的结构

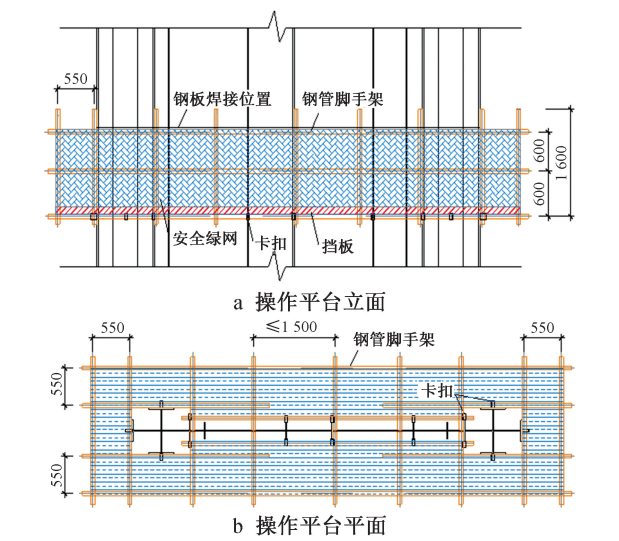


图 6 钢板墙施工

Fig. 6 Steel plate wall construction

设计,不仅减轻了施工人员的劳动强度,还显著缩短了安装时间,提高了工作效率^[2]。同时,由于三角形钢架单体结构稳定,能够有效承载焊接作业时的必要荷载,还可确保施工安全和质量。

4.3 新型装配移动式焊接操作平台

通过有限元分析和现场实例,确定可移动式焊接操作平台具有以下优点。

- 1) 吊装方便,可移动性强,现场减少了传统的操作平台的搭设,节省大量的人工成本。
- 2) 移动式焊接平台采用装配式进行加工,可以在多个项目循环周转使用。
- 3) 架体经过计算验证,安全性强,工人人身安全得到保障。
- 4) 焊接操作空间得到保障,焊接操作方便,焊

- 缝质量得到保障。
- 5) 两边可对称施工焊接,焊接效率和钢板墙焊接变形得到控制,质量可靠。
- 6) 可同时施焊立面焊缝和平面焊缝,焊接效率得到提高。
- 7) 移动式焊接操作平台在高空作业可进行大面积推广,经济效益可观。

5 结语

通过在北京地铁 16 号线榆树庄停车场项目运用库区应用钢板墙施工平台,验证了可移动装配式焊接操作平台在钢板墙焊接施工中的实用性,不仅有效降低了施工过程中人员焊接操作的安全风险,同时减少了繁琐的搭设流程,使焊接效率及焊接质量得到了提高。最后装配式的安装方式,可使得操作台重复利用,搭拆方便,既节约资源、降低成本又加快了工期。

参考文献:

[1] 王向东,高华杰,韦疆宇,等. 天津津塔钢板墙焊接技术[J]. 施工技术,2010,39(10):24-26.
WANG X D, GAO H J, WEI J Y, et al. Welding technology of steel plate in Tianjin Jinta Mansion[J]. Construction technology, 2010,39(10):24-26.

[2] 张世阳,胡成佑,范焱焱. 盘扣式脚手架立杆顶托的改进研究与应用[J]. 施工技术(中英文),2023,52(17):70-73.
ZHANG S Y, HU C Y, FAN Y Y. Improvement research and application of vertical rod jacking of disk-buckle type scaffold [J]. Construction technology, 2023,52(17):70-73.

[3] 王晓研,解丹. 新型桁架式承重悬挑架在装配式建筑中的应用[J]. 施工技术(中英文),2022,51(4):28-31.
WANG X Y, XIE D. Application of new truss-type load-bearing cantilever frame in prefabricated buildings [J]. Construction technology, 2022,51(4):28-31.