

预制轻钢构造结构体系在二次结构中的应用

张军福 张秀宏 朱子健

上海中建海外发展有限公司 上海 201204

DOI: 10.12238/ems.v7i11.15998

[摘要] 本文以马来西亚某在建项目为背景,围绕预制轻钢构造柱体系在二次结构中的应用展开研究。项目引入预制轻钢构造柱体系,替代传统钢筋混凝土圈梁构造柱,显著提升了施工效率和工程质量。文章从预制轻钢构造柱体系特点、施工工艺、效益分析等方面进行总结,应用结果表明,预制轻钢构造体系具有质量稳定、施工快捷、绿色环保等多重优势。

[关键词] 预制轻钢构造柱体系;二次结构;高效建造;绿色建造

1. 引言

高效建造、绿色建造是工程领域永恒的话题,如何采用“四新”技术,实现工程效益、工期、环境的多赢,工程施工人员一直在探索的道路上。

在传统建筑工程中,二次结构的构造柱与圈梁通常采用现浇混凝土工艺。然而,该施工方式普遍存在工序复杂、施工周期较长、湿作业产生污废、劳动力用量大以及施工质量难以均衡控制等问题。随着建筑工业化和装配式施工技术的发展,预制轻钢构造体系通过工厂化模块化生产,精度更高、质量更稳定,并在现场以机械连接进行快速拼装,显著缩短施工周期,降低人工成本。同时,该体系在防火、隔音等性能上能够与传统混凝土结构相媲美,从而为二次结构施工提供了一种高效、可靠且可持续的发展路径^[1-2]。

本文以马来西亚某数据中心项目为研究对象,总结分析在二次结构施工中采用轻钢构造体系替代传统混凝土结构的工程实践效果。

2. 工程概况

本项目采用设计加建造模式,总建筑面积 1.77 万 m²,地上六层,建筑高度 43.5 米,标准层高 6.4 米,建筑平面尺寸为 49.125m×61.5m,单层投影面积约 2800m²。

内墙采用蒸压加气混凝土砌块(AAC 砌块)。原设计中圈梁与构造柱为钢筋混凝土形式。项目在内墙施工中引入轻钢构造体系,替代传统圈梁构造柱。

该轻钢构造柱体系主要组件包括:1. 构造柱,采用镂空

方管,包含顶部和底部的承插连接件;2. 构造梁;3. 可承过重梁,主要用于门窗洞口处。4. 节点连接组件,可根据是否承重、梁柱类型及其他施工条件选取对应预制组件,采用螺栓和卡扣等形式完成连接。5. T 型横向连墙拉结固定件,类似拉结筋,根据砌体高度用于连接砌体墙。

3. 现场安装工艺及流程

3.1. 预制轻钢构造柱体系施工工艺介绍

预制轻钢构造柱体系是一种新型的二次结构施工技术,主要是工厂化制作的轻钢构件,现场快速拼装,实现高效建造的工艺方式。其核心构件通常包括立柱、圈梁以及与之配套的连接件(如底部连接件、顶部连接件、L 型或 C 型支撑件等),这些均由车间按照深化设计图纸加工制作,并根据现场楼层或分区施工的需要进行打包运输。通过这种方式,可以有效保证构配件之间的精准匹配,减少现场切割和焊接作业,从而提高施工的整体效率与质量稳定性。与传统砖混或现浇混凝土构造柱相比,预制轻钢构造柱体系具有以下优势:

(1) 标准化生产:构件在工厂内通过模具和专用设备加工,尺寸精确,产品质量稳定。

(2) 提升安全文明施工水平:现场拼装作业主要依赖螺栓、膨胀螺栓或自攻螺钉等机械连接,避免湿作业产生的废水模板废料,同时降低施工安全风险。

(3) 安装便捷:采用模块化组件,施工人员仅需根据放线定位安装底部连接件和主立柱,再完成顶部连接与固定,即可快速完成构造柱的组装。

(4)整体性能优越:通过刚性连接及配套的金属加强件,轻钢构造柱可显著提高砌体墙体的整体稳定性与抗侧移能力,适用于填充墙及围护墙等非承重二次结构。

因此,该体系不仅是一种高效、绿色、可工业化推广的施工技术,同时也符合现代建筑业对节能环保及施工安全性的要求。

3.2 工艺流程

在二次结构施工全过程中,轻钢构造柱体系的安装通常作为砌体砌筑和过梁施工的前置工序,实现了“先装后砌”的顺序。典型的轻钢构造梁柱安装工艺如图1所示。现场拼装工艺流程可概括为以下几个步骤:

(1) 测量与放线

使用激光测距仪或钢卷尺对墙体位置和层高进行复核,确定构造柱的准确安装位置。

(2) 底部连接件安装

在结构楼板或基础面上预先布置底部连接件,常用连接方式为机械锚栓(如HSA M8膨胀螺栓)或自攻螺钉固定,确保满足边距和锚固深度的设计要求。

(3) 主立柱就位与固定

将轻钢立柱插入底部连接件内,并采用临时支撑或人工扶正,随后通过螺栓或自攻螺钉与连接件固定,使立柱保持垂直状态。

(4) 顶部连接件安装

在立柱上端安装顶端连接件,并通过膨胀螺栓或钢筋锚固与上部结构(楼板或梁)连接,形成上下固定的稳定体系。

(5) 附属构件安装

按照设计需求增设水平连接件(如水平轻钢梁、圈梁)或加固件(L型或C型支撑件),并确保构件之间的紧固和位置精度。

(6) 过梁及砌体施工

在轻钢构造柱安装完成后,方可进行过梁的安装以及AAC砌块等砌体材料的砌筑。

(7) 质量检查与后处理

对已安装的构造柱进行垂直度、位置偏差及连接可靠性

检查,并对连接部位进行防锈、防火或防腐处理。必要时,可在立柱表面增设金属网片,为后续抹灰或饰面施工提供良好基层。

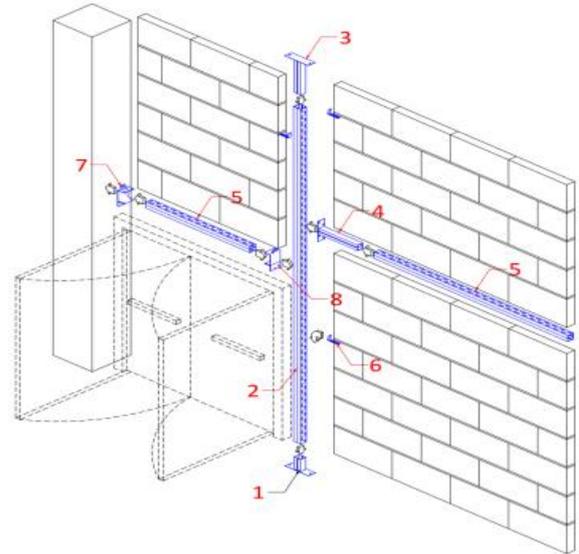


图1 典型轻钢构造梁柱体系深化图

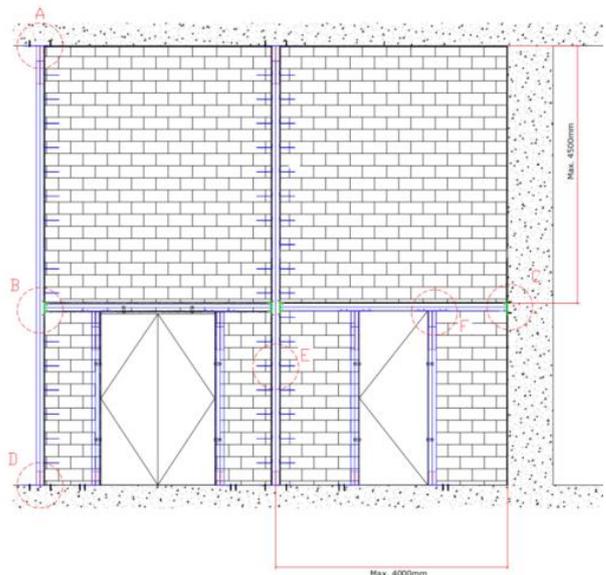


图2 轻钢构造体系门洞深化图

3.3 现场安装工艺

3.3.1 按照现场深化详图拼装、布置梁柱

预制轻钢构造梁柱经专项计算设计后,出具布置图和详图。针对于门窗洞口、房间布置等不同的位置,分别进行梁弯矩、节点受力、变形等进行了验算,在符合规范要求的力学性能同时,亦具备良好的安全和防火性能。

预制轻钢构造体系的材料均为标准配件,所有配件均可以人工搬运。施工过程中,对安装人员只需进行简单的培训,三人即可以完成全部安装。具体安装工艺流程如上文所示。过程中需注意,在柱端固定时需确保柱体垂直,柱底部需置于墙体中心处,两侧预留部分空间后期用于腻子施工。典型剖面如图2所示。

3.3.2 AAC 砌块砌筑和腻子施工

相对于传统的拉结筋,预制轻钢构造系统中采用其独特的设计,针对于不同的砌块类型设计不同的拉结构件作为拉结筋。根据 AAC 砌块类型,通常每两层放置连墙拉结片,具体放置方式和布置如图1和图2所示。腻子施工前在构造柱部位进行抹灰并加挂钢丝网或纤维网,以提高饰面附着力。

4. 主要优势及特点分析

4.1 特点分析

预制轻钢构造体系在施工工艺与结构性能方面展现出显著优势。该体系构件由工厂标准化预制,质量稳定且尺寸精确,现场主要依赖机械连接,结合后续 AAC 砌块砌筑,能够实现清洁高效的施工过程,并确保施工质量一次成优。构件采用高强度镀锌钢型材,纵横构件可可靠承载墙体自重并将荷载有效传递至主体结构,其刚度与强度均满足设计要求。同时,内部填充构造使体系在隔音与防火性能上与传统混凝土结构相当,保证了功能性与安全性。

在施工效率与综合效益方面,该体系同样具有突出表现。轻钢构件轻便,所需器材简单,用工量少,施工占地面积小,安装快速便捷,完成后可立即进入后续工序,避免了传统混凝土施工中的绑扎钢筋、支模、浇筑及养护等复杂环节,从而显著缩短工期。与此同时,该工艺取消了繁琐的湿作业,减少人工与材料投入,降低施工成本,且施工过程无污废排放,符合绿色建筑及文明施工的要求。综合来看,轻钢构造体系在质量、性能、效率和环保等方面均具备突出优势,在本项目中具有较强的应用与推广价值。

4.2 性价比分析

本项目二次结构设计采用砼圈梁构造柱,由于项目二次结构工期紧,且是关键路线工作,机电施工任务繁重。经对

比分析,L1-L5层的内墙采用轻钢预制构造圈梁构造柱,价格与传统砼人材费用相当,但可以大大加快施工工期,产生很好的工期效益。

预制轻钢构造系统采用预制构件现场安装,显著提升文明施工管理水平。构件在标准化工厂加工,质量稳定、精度较高。现场模版和钢筋工序减少,可减少人工操作带来导致的质量问题。

4.3 工期、成本分析

传统砼施工圈梁构造柱涉及钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑及拆模等多个工序,且本项目层高较高(6.4 m),施工难度加大(措施准备)。相比之下,本项目采用预制轻钢预制圈梁构造柱,所有构件均在工厂完成预制,现场仅需进行螺栓紧固与拼装作业,不仅施工过程清洁、环保,而且显著提升施工效率。以两个班组施工为例,1-5层每层均可缩短工期,整体预计可节约施工周期不少于20%。

预制轻钢预制构件价格与传统的砼施工圈梁构造柱施工对比之下,取消了传统的钢筋、支拆模板、混凝土浇筑等,相比大大降低了主材、辅材、人工的耗用量,经过核算对比,该分项工程总体节约成本约15%。

5. 结论

预制轻钢构造体系在数据中心二次结构中的应用成效显著。该体系显著缩短了施工周期,降低人工投入,有效提升施工质量,降低风险与管理难度,体现出卓越的性价比。

同时作为预制化构件,工厂化制作,在建筑行业普遍要求高效建造快速交付的时代,该工艺体系具备可复制、可推广的建议优势。

[参考文献]

- [1]刘常振,黄杰,邓恩峰等.模块化钢结构建筑体系应用与研究进展[J].结构工程师,2024,40(01):217-226.
- [2]刁建新,孙周寅,姚胜等.轻钢装配式建筑性能优化设计综述[J].科学技术与工程,2024,24(19):7956-7975.
- [3]李超.大型集团云数据中心建设规划[J].中国科技信息,2025(05):60-62.