

斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工技术研究

李志涛

中国十七冶集团有限公司 安徽马鞍山 243000

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10793

[摘要] 本文研究斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工关键技术。分析经济与社会效益, 阐述特点、原理及应用, 包括承载提升等方面。介绍施工工艺与流程, 涵盖准备、过程及质量控制。该技术具较高效益, 为复杂建筑施工提供解决方案。

[关键词] 斜悬挑型钢混凝土结构; 自平衡自承式施工技术; 智能调控拉索; 型钢挑梁与斜撑钢管组合

Study on self-balancing and self-bearing construction technology of inclined cantilever steel concrete structure

Li Zhitao

China Seventeen Metallurgical Group Co., Ltd., Anhui Maanshan 243000

[Abstract] This paper studies the key technology of self-balancing and self-bearing construction of inclined cantilever steel concrete structure. It analyzes the economic and social benefits, expounds the characteristics, principles and applications, including carrying the promotion and other aspects. Introduce the construction process and process, covering the preparation, process and quality control. This technology has high efficiency and provides a solution for complex building construction.

[Keywords] inclined cantilever steel concrete structure; self-balancing self-bearing construction technology; intelligent control cable; steel pick beam and inclined support steel pipe combination

引言:

斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工技术在大型场馆等工程中具有重大突破, 能有效提升建筑施工的安全韧性。此技术的研究与应用为解决复杂建筑结构施工难题提供了有力支持, 对推动建筑行业高质量发展具有重要意义。

1. 斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工技术效益

斜悬挑型钢混凝土结构自平衡施工技术在滁州奥体中心体育场中、六安市体育中心已成熟采用。与传统高支模、满堂脚手架施工技术相比, 可节省木材和钢材 30%以上, 模板加固件回收利用率可达 95%, 节约工期约 10%。与预制装配式施工技术比, 对预制场和吊装设备要求低, 在国内预制件加固能力不足的情况下, 斜悬挑混凝土结构自平衡施工工艺技术的应用既安全又节约工期, 为降低成本、增加企业利润起到了积极的作用

斜悬挑混凝土结构自平衡施工技术应用了拉索, 促进了模板支撑结构形式改革, 不仅材料减少钢材用量, 还避免了

失稳现象。而施工自动化将改变建筑行业的格局。该方法在施工前采用有限元对斜悬挑结构自平衡施工进行全过程分析, 根据分析结构有针对性的对工程实体进行重点加固; 通过可自动调节拉索对斜向构件施加拉力以平衡施工荷载及结构自重, 代替了传统斜悬挑构件底部支撑的施工方法, 减少高空作业和支撑坍塌事故的发生。

2. 斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工技术理论

2.1 斜悬挑型钢混凝土结构施工技术特点

“自平衡+自承式”施工技术适用于斜悬挑钢-砼组合桁架结构。利用内置型钢高承载力及多道斜拉索体系, 转化力矩和推力, 降低施工风险和资源浪费。创建模板加固体系, 斜柱有自承式体系, 防涨模走模, 减传统模板复杂性。立柱用“方圆扣”, 特定斜梁用“对拉螺栓”, 其他部位用普通方法, 形成自承力斜悬挑施工技术, 实现 Y 型高耸结构支模和施工。

技术研发了智能调整装置及其控制系统, 解决自平衡施工技术中拉索拉力控制难题, 实现斜悬挑钢-砼组合桁架结构

施工自动化和智能化。采用自平衡拉索稳定体系和“拉索拉力一致性智能调节”设备系统,通过有线或无线控制方式,实现对各装置运行状态远程监控,实时调节拉索受力状态,避免涨模、跑模和结构过大变形,保证型钢混凝土构件施工质量。建立斜悬挑型钢混凝土结构的有限元模型,分析混凝土浇筑过程中的自平衡拉索和型钢模板体系性能,为设计加固和智能调节设备提供参数。利用BIM技术建立模型,演示施工方法和质量验收标准,指导员工操作。开展现场试验,测量结构部件的应变和位移,评估自平衡施工技术的安全性和可靠性,为大规模施工提供指导。施工过程中采用位移应力多节点反馈与三维位移控制相结合的安全智能施工方法对结构安全进行检测和反馈,提供技术支撑。

2.2 斜悬挑型钢混凝土结构施工工艺原理

斜悬挑型钢混凝土组合结构“自平衡+自承式”施工工艺主要是充分利用内置型钢钢骨,配套使用多道斜拉索,形成“自平衡+自承式”施工技术,将斜悬挑体系施工过程中的水平推力部分转化为拉索的拉力,传递到可靠的模板加固装置和已建成平台结构上,部分通过模板加固装置传递至型钢骨架。并根据分段浇筑过程中的荷载变化情况,智能调整拉索拉力,保证多根拉索超静定体系的受力平衡,避免出现局部模板失衡而导致整体模板体系的各个击破现象。根据不同构件的位置选取不同的模板加固体系,并应用BIM技术进行施工全过程演示,采用多种位移和应力监测和反馈方法监测结构安全,既为自平衡施工提供便利,也实现材料循环利用、提高施工效率的目的。



图1 所示

该工艺的原理涵盖施工全周期的数值模拟分析、“拉索拉力智能调节”系统研发、可循环的“自承式模板加固体系”及装置创新、自平衡施工原位试验验证与BIM模型技术应用。

3. 斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工关键技术应用

3.1 智能化调控拉索技术

智能调控拉索于斜悬挑型钢混凝土结构施工中扮演关键角色,精准调控力学平衡,增强施工安全稳定性。荷载于施工中变动时,拉索能自动调整其张力。当混凝土浇筑量增多致使荷载提升,智能调控拉索系统凭借传感器监测并运算后调整张力,经由电机驱动齿轮及丝杆,促使滑座移动,以适

应新的荷载状态。此自动调整机能保证结构施工中的平衡状态,避免结构失稳现象发生。

智能调控拉索装配了尖端监测体系,对施工流程实施即时回馈。于斜悬挑构造模板顶端,设有局部坐标X向、Y向、Z向测点,各测点均对应配置了位移感应器。这些感应器能即时捕捉顶点三维六自由度位移变动,并将数据传送至管控系统。系统依据数据深度分析,评估斜悬挑构造的力学均衡态。一旦位移变动逾越预设阈值,系统将即刻下达指令,调整智能调控拉索拉力,以复原力学均衡。举例而言,在某建筑工程中,监测系统探知局部坐标Z向位移变动超出允许范畴,管控系统即刻精确算出所需拉索拉力调整量,并借助智能调控拉索体系予以调整。此即时监测与回馈流程,能敏锐捕捉施工问题,并采取针对性举措予以化解,保障施工的安全与质量。

3.2 型钢挑梁搭配斜撑钢管组合结构

斜悬挑型钢混凝土结构施工中,型钢挑梁与斜撑钢管扮演核心角色,尤其在荷载传递及连接构造层面至关重要。施工过程中,常于钢梁下方增设横向水平承托钢管,并使之与斜撑钢管相接。钢梁之上焊接有 $\Phi 25\text{mm}$ 钢筋筋,旨在防控滑移,增强卸荷系统稳定性。诸如广西南宁市某办公楼项目,凭借型钢挑梁与斜撑钢管的组合运用,有效将模板支架荷载传导至结构体,保障了施工的安全稳固。

斜撑钢管荷载传递效能的调控策略对施工品质与安全至关重要。要保证斜撑钢管的荷载传递效能,关键在于精确调控其支撑点位、支撑角度及基座构造。斜撑钢管于钢梁上的支撑点应尽量部署于模板支架立杆底部,同时,斜撑钢管与水平方向的夹角应保持不小于 60° 。斜撑钢管底部配置方形木段作为基座,并在基座上开设斜面凹槽,确保斜撑钢管底端能垂直接触并作用于基座。为加强承载系统的整体稳定性,斜撑钢管架体配置纵横向的水平连接杆,并与楼层内的满堂架体及主体结构紧密拉结。在某工程的悬挑构造施工中,通过严密调控斜撑钢管的荷载传递效能,施工过程中的结构变形、弯矩、轴力等指标均被严格控制在设计要求之内,确保了施工的平稳推进。通过对细部结构的加固与优化,如科学设置支撑点位与角度、选用适宜的基座等,可大幅提升斜撑钢管的荷载传递效能,为斜悬挑型钢混凝土结构的自平衡自支撑施工提供坚实保障。

4. 斜悬挑混凝土结构之自平衡施工方法与步骤

4.1 斜悬挑混凝土结构施工准备阶段概述

斜悬挑型钢混凝土结构施工技术里,施工准备阶段至关重要。对型钢等材料的质量检验需严格把关。型钢的质量由供方技术部门负责检查验收,供方必须确保其符合规定并出

具相应的报告单。施工单位需按批次取样送至理化室进行复查。从外观上看,热轧等边角钢等型钢应无扭曲变形、裂纹等缺陷,严禁存在爆铁、烂铁现象。尺寸则需符合订货合同或样板要求,未明确的则需符合相关标准或行业规定。

施工设备调试及场地配置对施工效率与质量至关重要。设备调试时,起重机需验证起重、制动、电气系统,保其运作平稳、安全可靠;混凝土搅拌机需检验搅拌、传动、计量系统并校准,以保障搅拌品质。现场配置需依实况及施工步骤妥善规划。起重机宜设于便于吊装型钢、混凝土材料之地,兼顾工作范围与起重能力,覆盖全场施工区。混凝土搅拌机近浇筑区,以利运输、浇筑作业。智能调控拉索张拉与监测设备亦需妥善配置。实例中,施工单位施工前全面校验起重机,细查钢丝绳、吊钩等,依地形布局置于场地一侧,覆盖斜悬挑结构施工区。混凝土搅拌机设于浇筑点近旁,配输送管道。拉索设备方面,于模板顶端设位移传感器、张力监测器,张拉设备置于操作处,便于监测调整张力。

4.2 斜悬挑混凝土结构分阶段施工流程

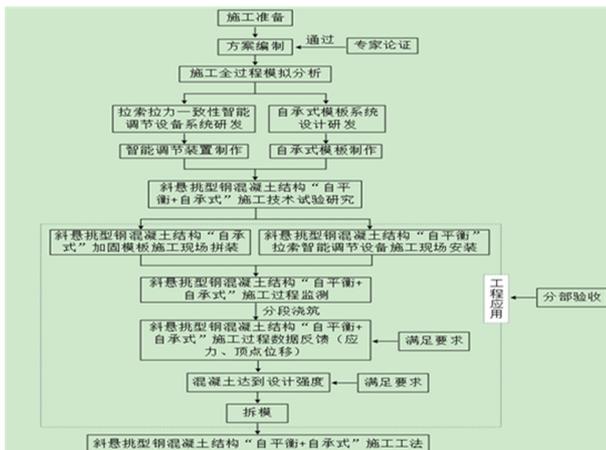


图2

在斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工方法的施工阶段中,必须严守施工流程,以保障施工质量与安全。体系荷载计算是确保施工安全与结构稳固的必要环节。首要步骤是,依据设计规范及现场施工条件,清晰界定施工中所涉及各类荷载类型,含结构自重、施工荷载、风荷载等在内。举例而言,根据《混凝土浇筑质量控制十大措施》要求,混凝土振捣及刮平操作结束后,需即刻核查板的浇筑厚度,这直接影响混凝土自重计算的准确性。针对斜悬挑型钢混凝土结构,其荷载特性颇为复杂,需全面考量斜向悬挑角度、悬挑长度等变量因素。采用结构力学分析手段,构建数学模型,以精确计算结构各部位的受力状况。确定关键参数,诸如拉索拉力、型钢挑梁承载性能、斜撑钢管支撑力等,对整个结

构的安全性具有决定性意义。

4.3 斜悬挑混凝土结构施工的质量管控

在斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工过程中,焊接质量扮演着核心角色。焊接作业启动前,需严密核查焊接材料品质,保证达标且与型钢相匹配,并审核焊工资质,确保其持有有效证书并受过专业培训。焊接实施阶段,应精确调控工艺参数,涵盖电流、电压及速度等要素。电流过高易导致过热损害质量,过低则焊接不牢;速度需恰当,过快则焊接不充分,过慢则增加热输入。焊接结束后,实施质量检验,包括直观检视是否存在裂纹等瑕疵,并借助超声波、射线等手段实施内部质量的无损检测。某具体工程项目中,超声波检测结果显示焊接部位无瑕疵,质量上乘。

混凝土浇筑的质量保障策略对斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工极为关键。浇筑前,需严谨核查混凝土原材料品质,商品混凝土入场时要核对级配单据,涵盖项目名、强度级别等信息,并在现场实施坍落度测验,以保障其流动性和易性。浇筑过程中,应严密监控工艺,采取分层浇筑法,每层厚度限制在500mm内,调控浇筑速率以避免离析和冷缝,选用恰当的振捣器械,并维持振捣时长适中。浇筑结束后,迅速开展养护作业,可通过覆盖薄膜、喷水保湿等方式,养护周期至少为14天,以确保混凝土强度和耐久性。实例工程中,采用薄膜覆盖与喷水养护结合,成效显著。

结论

斜悬挑型钢混凝土结构自平衡自承式施工技术,于建筑领域意义非凡。它凭借关键技术达成力学平衡,严谨控制施工步骤以保障品质,落实质量控制手段以增强性能。此法降低成本,积累经验,激发创新,符合绿色施工标准。展望未来,将持续精进创新,为复杂建筑结构施工带来更优解。

[参考文献]

- [1] 汤国辉, 型钢混凝土曲面屋顶悬挑结构施工关键技术. 天津市, 中国水电基础局有限公司, 2020-01-01.
- [2] 郑翔. 某工程大跨度型钢混凝土桁架悬挑结构静力实荷试验与分析[J]. 工程质量, 2015, 33(09): 51-54+58.
- [3] 何博, 夏国浩, 贺凤. 悬挑型钢混凝土结构连廊施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(21): 51-52.
- [4] 刘金忠, 黄凯, 李云杰, 黄晔. 型钢组合三角架在高空悬挑混凝土结构中的应用[J]. 天津建设科技, 2024, 34(05): 68-70.
- [5] 高层建筑型钢悬挑脚手架设计及施工技术研究[J]. 曲建军. 建筑安全, 2018(01)