

钢结构工程施工管理中安全防护的探讨

欧阳波

江西嵘嵘建设工程有限公司 江西新余 338000

摘要: 随着钢结构工程在建筑领域的广泛应用,其施工过程中的安全防护问题愈发关键。本文以某超高层建筑群为例,深入剖析了所涉及的高空作业、起重吊装、动火焊接等关键环节存在的安全风险,详细阐述与之对应的有效安全防护措施,旨在为提升钢结构工程施工安全水平、保障作业人员生命健康、推动行业安全发展提供理论支撑与实践指导。

关键词: 钢结构工程; 施工管理; 安全防护

引言

随着城市化进程的迅猛推进,超高层建筑如雨后春笋般拔地而起,钢结构以其卓越的力学性能、施工便捷性等优势成为此类建筑的首选结构形式。然而,钢结构工程施工涉及大量高空、高危作业,安全防护工作若稍有不慎,极易引发严重安全事故,不仅危及施工人员生命安全,还会造成巨大的经济损失与社会负面影响。因此,结合具体工程案例深入研究钢结构工程施工管理中的安全防护策略具有极其重要的现实意义。

一、工程概述

本项目为极具规模与挑战性的超高层建筑群工程,其占地广袤,约达 5.1万m^2 ,总建筑面积高达 52万m^2 ,地上、地下空间布局分明,地上建筑面积 34.5万m^2 ,地下 17.5万m^2 。建筑主体拔地而起,最高处达39层,巅峰高度直抵191m,尽显雄伟气魄。

结构设计精妙独特,采用核心筒的钢框架结构体系,框柱以十字型钢混构造铸就稳固根基,每层由H型钢制钢梁与钢筋桁架板材楼板完美搭配,既确保结构强度,又兼顾施工便捷性。在建筑外观方面,主用铝木材料,融合美观与实用,打造别具一格的视觉效果。施工组织上,地上部分的核心筒与外部钢结构协同作业,错层间实施平行施工策略,高效统筹资源,力求在保障质量的前提下,加速工程推进,为城市天际线增添新地标。

二、建筑安全防护特征

其一,复杂的结构使防护工作较为困难。从上到下塔楼外立面的最大收缩倾角有 12.6° ,致使楼层楼板产生最大 4.9m 的收缩变化,传统防护手段难以契合这种不规则外形,无论是核心筒的电梯井口、楼梯间洞口,还是建筑边缘等临边、洞口区域,都极易出现防护漏洞,极大增加了高空坠落风险。

其二,建筑规模庞大衍生多样风险。工程涵盖深基坑、大体积混凝土、高空钢结构连廊等大量重难点施工项目,施工工序繁杂,风险因素交织。大规模的施工意味着更多的人员、设备和材料投入,作业场地局促,交叉作业频繁,使得安全防护的覆盖面与协调难度剧增,稍有不慎就可能引发严重事故。

其三,本工程施工任务繁重,涉及机电、钢框架、土建、内装、外立面幕墙等诸多领域,且各专业工序紧密交织,形成复杂的交叉作业局面。然而,项目计划工期仅1183天,颇为紧张。这无疑给有限作业场地内的安全防护带来极大困难,亟待妥善应对。

三、具体施工中的安全风险分析

1. 结构与作业特性风险

建筑整体结构复杂,塔楼外立面各层有 12.6° 收缩倾角,自下而上楼层楼板收缩变化,最大收缩长度 4.9m ,常规防护难以适配,临边与洞口防护易现漏洞,如核心筒电梯井口、楼梯间洞口多,防护若不及时,高空坠落风险极大。

施工多为高空作业,人员在高层钢梁、钢柱行走作业时,因构件光滑、风力大,身体平衡难控,且随楼层升高垂直运输距离长、作业时间久,疲劳作业增加失足坠落可能。

地上部分按外部钢结构与核心筒两条流水作业,错层平行施工,工序错综交叉,不同工种同时作业,沟通协调不畅易引发物体打击事故,如上方钢结构安装掉落物砸伤下方土建、机电工人。

2. 构件吊装风险

钢结构构件体积大、重量沉,部分巨型钢柱达数十吨,对起重设备起重能力与稳定性要求苛刻,大风天气下构件空中晃动剧烈,难以精准就位,还可能碰撞周边结构致坍塌。

起重设备长时间高强度运行，钢丝绳、吊钩、制动器等关键部件易磨损、疲劳，若未及时检测更换，吊装中可能断裂、失控，造成灾难性后果。

3. 动火作业风险

钢结构焊接、切割动火作业频繁，塔楼内部空间封闭，火灾一旦发生，火势借助建筑连通性蔓延迅速，外部消防救援难度大，损失惨重。

施工场地狭窄、材料堆放杂乱，动火区域与易燃物防火间距难保证，部分施工人员防火意识淡薄，未按规定清理易燃物、配备消防器材，火灾隐患大。

4. 施工机械使用风险

超高层起重机械爬升及相互间攀爬有安全风险，无防护易引发事故。

外部框体作业电梯与建筑主体连接若不稳固，锚固点不足，作业电梯两端防护不到位，易威胁人员安全。

核心筒内作业电梯在材料、人员运输时，若电梯口及周边防护缺失，如未设隔离网、警示标识，有坠落、碰撞风险。

四、核心筒和外部钢结构的安全防护

1. 核心筒安全防护

核心筒作为超高层建筑的关键竖向支撑结构，其安全防护意义重大。在核心筒周边，首先应设置稳固且连续的防护栏杆，采用高强度钢管焊接而成，高度不低于1.2米，横杆间距控制在0.5米以内，防止人员意外失足坠落。同时，满挂密目式安全网，其网目密度不低于2000目/100cm²，有效阻挡小型物件掉落，且需定期检查、及时更换破损部位，确保防护无死角。

进入核心筒内部，随着施工楼层递增，楼梯防护不容忽视。每一层楼梯踏步两侧务必安装临时扶手，扶手直径不小于40mm，高度维持在0.9-1.1米，保障施工人员上下通行安全。而核心筒内的电梯井口，需配备定型化防护门，高度1.5-1.8米，门栅间距不超150mm，再加上可靠的闭门器，使电梯井口时刻处于封闭状态，杜绝人员坠入风险。此外，在核心筒模板施工区，尤其是高支模地段，周边铺设宽度不小0.6米的脚手板作为操作平台，脚手板绑扎牢固，周边设0.15米高挡脚板，防止工具材料滑落，全方位保障核心筒施工安全。

2. 外部钢结构安全防护技术

(1) 钢结构走行装置防护

横向走行通道、竖直爬梯通道为两种外部钢结构走行防护设施。于已搭建完毕且和楼层平行的钢梁处，增设横向走行通道，同时配套安装防护栏、踢脚板，底部铺设钢丝网，其目的是可有效保障施工机械、人员横向

移动的安全。钢制爬梯是竖直爬梯通道的主体，辅以先进的防坠监测装置，在吊装塔楼外部钢柱结构前，就稳稳地装设在建好的钢柱之上。施工人员利用钢制爬梯登高架设钢柱时，必须严格遵守安全规范，面向爬梯稳步上下，严禁手中携带物品，更不得将钢柱栓钉当作攀爬辅助，全方位确保登高过程的安全无虞。

(2) 钢结构施工平台

钢结构施工平台关键组成有施焊平台与施焊吊笼设施。装配式施焊平台意义重大，一方面能防止钢柱施焊火花引燃周边材料，另一方面可为施焊人员保驾护航。钢柱安装完毕，塔机迅速将平台安置于同层钢柱一周，再添上风布、防火布，有效实现防火与防风的双保证。施焊吊笼一方面便于高强螺栓与钢梁焊接操作，也最大程度保证安全防护效果。

(3) 安全绳防护

施工人员高空作业时，需配备高强度安全绳，其一端固定在稳固的钢结构节点上，另一端与人员安全带相连。安全绳应定期检查磨损状况，确保在关键时刻能稳稳“拉住”生命，为施工保驾护航。

3. 框体楼承板安全防护技术

在本工程中，鉴于建筑外立面从下到上逐层收缩的独特形态，框体楼承板安全防护面临挑战。为此采用临时钢丝绳与装配式竖杆防护技术相结合的方式。临时钢丝绳沿着楼承板边缘合理布局，其拉力需经过精准计算，确保稳固，能有效阻挡小型物件掉落。装配式竖杆则间隔安装，高度适中，与钢丝绳协同构建起立体防护屏障。这些竖杆安装便捷，可依据楼承板收缩变化灵活调整位置，既能保障施工人员行走安全，又能防止物料滚落，为框体楼承板施工筑牢安全防线。

4. 框体柱结构安全防护技术

本工程中，框体柱结构采用混凝土包住钢柱的形式，这种独特构造决定了其安全防护重点。在施工前期，对钢柱表面进行清洁、防锈处理，确保混凝土与钢柱贴合紧密，提升结构稳定性。

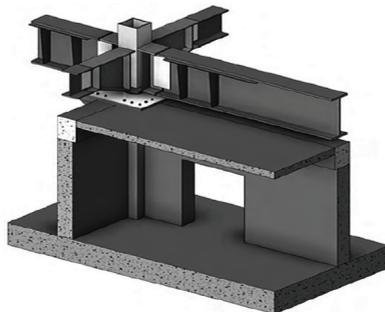


图1 钢结构梁柱衔接部位结构

随着施工进度推进,在柱体周边搭建临时防护围栏,高度不低于1.2米,采用牢固材质,防止人员碰撞钢柱。对于混凝土浇筑阶段,在柱顶设置防溢装置,避免混凝土外溅伤人,同时合理安排振捣位置,防止振捣棒触碰钢柱,损伤结构。在后续养护时,设置警示标识,提醒人员避开柱体周围,全方位保障框体柱结构施工安全。

5. 框体悬挑安全防护技术

在本工程框体施工过程中,分层悬挑网防护起着关键作用。悬挑网采用双层构造设计,极大增强了防护性能。首层悬挑网距离楼层面约3米,后续每隔一定楼层合理设置,确保全高度防护无死角。

双层网片选用高强度、耐腐蚀材料,网目密度符合安全标准,既能有效拦截高处坠落的人员与物料,又可抵御一定程度的风力冲击。安装时,悬挑钢梁严格依据设计方案选取与布置,确保稳固承载悬挑网。连接件坚固可靠,防止松动位移。同时,在悬挑网周边显眼位置悬挂警示标识,提醒施工人员注意安全,为框体悬挑施工提供坚实的安全屏障。下图2为外部框体悬挑防护效果图。

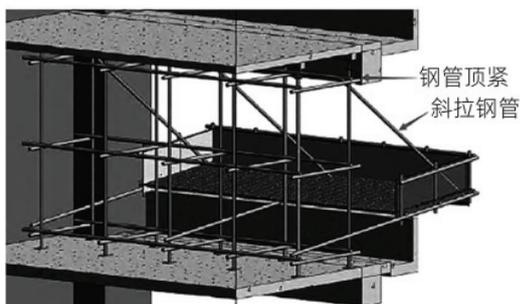


图2 外部框体悬挑防护效果

五、电梯井道等设施的安全防护

1. 超高层电梯井道防护

超高层电梯井道防护是建筑施工安全保障的重点环节。首先,井道口应设置坚固的防护门,采用钢材制作,高度不低于1.8米,门栅间距小于150毫米,且安装可靠的闭门器,确保常闭状态,防止人员不慎坠入。

井道内,随着施工楼层攀升,每隔一定距离(如4层)需沿井壁安装一道安全平网,网目紧密、材质坚韧,能有效承接坠落物,避免其直达井底造成冲击伤害。同时,在电梯导轨安装、轿厢组装等作业时,为施工人员配备安全带并增设临时作业平台,平台四周设防护栏杆,保障施工操作安全,全方位守护超高层电梯井道施工安全。

2. 塔楼洞口防护

应将单层双向的钢筋材料作为防护网,将其埋设在孔径不超过1.5m的塔楼洞口的模板内,然后灌注混凝土。模板拆卸后,洞口用硬质磨具盖上,以此更好的进

行防护。反之,若塔楼洞口超过1.5m孔径,为确保安全施工,防护网可选适配网片材质,底部加踢脚板,横向安全网也要拉设到位。临边防护运用标准网片依尺寸固定,用膨胀螺栓紧固,再设提醒标志施,保障施工安全无虞。

六、建筑施工机械设施安全防护

1. 外部框体作业电梯防护

在建筑施工中,外部框体作业电梯的安全防护至关重要。电梯轿厢四周需安装坚固的防护围栏,高度不低于1.5米,采用防撞材质,防止碰撞变形。其进出口应设置灵敏可靠的安全门,开启关闭顺畅,且带有自闭功能,杜绝人员坠落风险。

导轨架作为支撑体系,要定期检查垂直度、连接螺栓紧固度,确保运行平稳。同时,在电梯运行通道两侧,拉设警示标识带,提示周边人员注意避让,全方位保障外部框体作业电梯在施工期间安全、高效运行。

2. 核心筒内作业电梯防护

核心筒内作业电梯防护是保障施工安全的关键一环。电梯轿厢内部要保持整洁,无杂物堆积,避免影响人员进出与设备运行。轿厢门应安装光幕保护装置,一旦有物体遮挡光线,立即停止关门,防止夹人。

在电梯井道内,沿导轨全程设置刚性导轨防护,防止轿厢脱轨。同时,核心筒内电梯出入口处,设置不低于1.2米高的防护栏杆,搭配醒目的警示标识,提醒施工人员注意安全,确保核心筒内电梯运行与人员搭乘万无一失。

结语

概而言之,据上文的分析,可以知道,在钢结构工程施工管理领域,安全防护绝非一时之功,而是贯穿全程的关键任务。从超高层复杂结构到常规建筑施工,每一处细节的精准把控、每一项防护技术的合理运用,都承载着对生命的尊重与工程顺利推进的保障。唯有持续强化安全意识,不断革新防护手段,让安全防护真正落地生根,才能在钢铁架构间筑起坚固防线,确保钢结构工程高质、高效、安全竣工。

参考文献

- [1] 韩军.超高层建筑施工过程中的安全防护及应用[J].城市住宅,2020(1):233-234.
- [2] 崔利刚.现代建筑钢结构工程的安装施工及其安全防护[J].砖瓦世界,2023(9):16-18.
- [3] 甘宜华,岳玺石.标准化安全防护设施在钢结构高层建筑施工中的应用[J].装饰装修天地,2024(12):154-156.