

超高层建筑悬挑高支模架体施工稳定性 控制技术研究与应用

熊伟 罗建波 韩俊成 李昊原
中国五冶集团有限公司 四川
DOI: 10.12238/ems.v6i10.9270

[摘要] 随着国家经济发展,超高层建筑外形特点逐渐体现出多样化,如何在保证造型奇特的同时,保证结构稳定性是目前研究的重点。本文针对超高层建筑悬挑高支模架体施工稳定性控制展开研究,通过采用传统悬臂钢梁和扣件式钢管脚手架搭设支模架体,同时采用一定数量的水平加固措施,能有效保证其施工过程中架体稳定性以及使用的安全性。

[关键词] 超高层、悬挑钢梁、支模架、稳定性

Research and Application of Stability Control Technology for Suspended High Support Formwork Construction of Super High rise Buildings

Xiong Wei, Luo Jianbo, Han Juncheng, Li Haoyuan

China Metallurgical Group Corporation Limited Sichuan

[Abstract] With the development of the national economy, the external characteristics of super high-rise buildings have gradually become diversified. How to ensure structural stability while maintaining unique shapes is currently the focus of research. This article focuses on the stability control of the construction of cantilever high support formwork for super high-rise buildings. By using traditional cantilever steel beams and clip type steel pipe scaffolding to set up the support formwork, and adopting a certain number of horizontal reinforcement measures, the stability and safety of the formwork during the construction process can be effectively guaranteed.

[Keywords] super high-rise, cantilever steel beam, formwork support, stability

1 前言

随着我国经济、国力的提高,现代化超高层建筑建设脚步加快,在社会对建筑结构安全性、适用性和耐久性的关注的同时,建筑外观的造型新颖也逐渐成为新世纪的建设要求。现代化超高层建筑在满足建筑外观奇异性时,大多都涉及结构外挑,针对这一点,目前修建的方法大多采用悬挑式脚手架进行施工。悬挑式脚手架在造型新颖、体型复杂的建筑施工中的应用越来越广泛,与传统脚手架相比,悬挑式脚手架具有降低脚手架费用,和有效缩短工期的优点。然而,建筑使用脚手架采用悬挑形式,其本身悬挑结构的安全性能否满足上部荷载的承载要求是工程开展必定会面临也必须解决的关键问题。同时,在悬挑工字钢上方搭设支模架,对于架体本身的稳定性要求又是一个技术难题,更甚者,当悬挑支模架体的支模高度涉及到高支模区域,架体本身的稳定性,承

载性能能否满足施工要求,能否保证作业人员以及工程开展的安全需要也是值得探讨的地方。且当悬挑式脚手架的悬挑高度处于高层乃至超高层区高度时,如何减小高处风荷载对悬挑支模架立面的影响,杜绝水平荷载使得架体侧倾也是工程开展过程中亟待解决的关键问题。因此,针对超高层建筑悬挑高支模架体施工的稳定性的,如何采取一种有效且经济的施工措施就显得尤为重要。

本课题以超高层建筑悬挑高支模架体施工稳定性施工为目的展开研究,着手解决悬挑高支模架体在高层区域的结构稳定性,避免出现因悬挑工字钢脱落,支模架失稳以及架体侧倾等问题导致项目出现不必要的受损,保证悬挑支模架体混凝土浇筑时的质量安全。

2 工程概况

中国五冶集团在建某项目位于成都,占地建筑面积约 1.9

万²，总建筑面积约12.12万²。项目分为1#和2#地块，1#地块由1栋高层综合楼（1#楼，103.2m）和多层服务用房（2#楼）组成，2#地块由1栋超高层办公楼（3#楼，147.2m）及其裙楼组成，如图1所示。



图1 项目方位

然而3#楼主楼在12~13层涉及到结构外挑，楼层内架空高度较高，增大了楼层模板施工的技术难度，且超高层区域风荷载影响较大，对混凝土支模架体的稳定性存在较大影响，因此开展超高层建筑悬挑高支模架体施工稳定性控制技术研究十分必要。

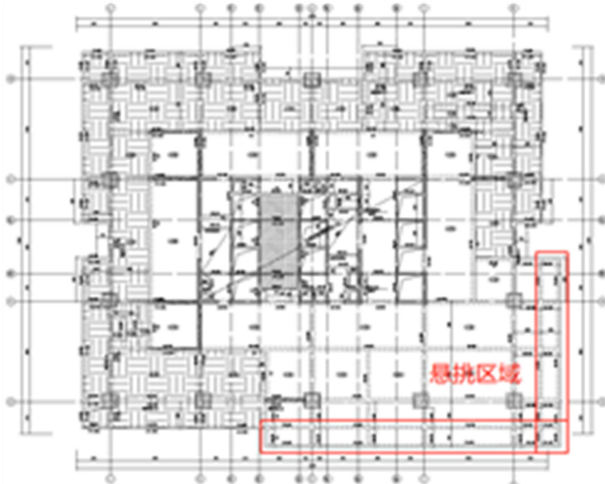


图2 3#楼12层幕墙安装平面布置图

3 超高层悬挑支模架施工参数

目前工程上多采用悬挑式脚手架的方式搭设模板浇筑混凝土，现阶段悬挑式脚手架的搭设方式主要为传统悬臂钢梁式悬挑式脚手架和新型花篮拉杆式悬挑式脚手架两大类。目前，悬臂钢梁式悬挑式脚手架应用较为广泛，施工时通过事先预埋的U型环将悬挑工字钢与结构楼板锚固，在通过上拉钢丝绳或钢拉杆将悬挑工字钢与上一层楼锚固，但当悬挑工字钢预埋点与结构剪力墙与柱体冲突时，需在结构上预埋开洞，这可能会对结构强度和防渗造成影响，也增加后期拆模的施工难度；而花篮拉杆式悬挑式脚手架通过在结构立面预埋螺栓连接悬挑工字钢一端，这种方式可消除悬挑工字钢与结构主体的冲突问题，但此类型悬挑脚手架存在以下隐患：悬挑

工字钢承力主要依靠结构与螺栓之间的摩擦力以及预埋处结构的强度，预埋处结构若不满足预埋条件，预埋螺栓长度可能存在预埋长度不足的问题；悬挑工字钢预埋螺栓至锚固点的距离较短，预埋点处的结构变形很难控制，因此这类新式的悬挑工艺目前项目应用还较少。

本工程悬挑支模架形式为传统悬挑钢梁，支模架为扣件式钢管，主要构件参数如下表1所示：

表1 悬挑支模架主要材料参数

| 名称 | 参数 |
|---------|----------------|
| 悬挑工字钢 | 18#（连梁16#） |
| 搭设高度（m） | 4.2m-9m |
| 上拉形式 | 上拉直径20花篮螺栓 |
| 支模架 | 扣件式钢管φ48.3×3.6 |

4 超高层悬挑支模架施工方法

4.1 工艺流程

悬挑钢梁：楼层梁、板内预埋U型螺栓→安装悬挑钢梁→联梁→螺栓及上一层吊环→安装拉杆

支模架：可调式定位桩→立杆安装→横杆安装→防护安装→剪刀撑、连墙件安装→梁底最后一步水平杆、立杆安装→模板安装。

4.2 施工方法

4.2.1 悬挑钢梁施工

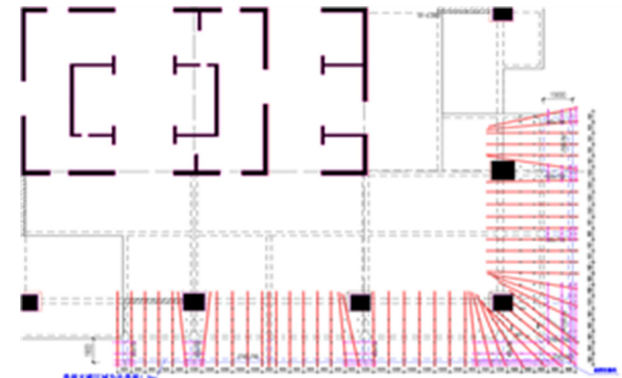


图3 悬挑支模架主梁平面布置图

(1) 楼层梁、板内预埋U型卡环

钢梁锚固段压环设置三道，尽可能埋入梁内。用于固定悬挑工字钢锚固拉环选用φ20的U型卡环，螺栓与工字钢之间的间隙采用硬木楔紧，锚固件上部200×100×10mm钢压板，并用双螺帽固定。U形卡环净宽较之固定工字钢宽度多出2cm-3cm；卡环高度为：450mm。

(2) 安装悬挑钢梁

主梁采用18#工字钢，在结构楼层板达到75%强度后将工字钢采用塔吊吊至板面，并分散堆放。根据工字钢的编号对应平面布置图将工字钢放入锚固件内，并按要求调整外伸长度，悬挑型钢梁的间距不超过1.0m，锚固段按悬挑长的1.25倍进行制作。

(3) 连梁安装

本工程在建筑物阳角位置及无条件安装工字钢的悬挑梁

处采用联梁方式搭设, 根据本工程特点, 联梁采用 16#工字钢, 联梁与悬挑主梁使用 U 形抱箍进行连接。3#楼悬挑梁板最大外挑长度为 1.9m, 单根工字钢上布置立杆根数最多为 3 根, 联梁采用 U 型抱箍的方式进行安装。

(4) 螺栓及上一层吊环

在结构的边梁或剪力墙内预埋直径 20 套管内插入上拉杆配套开口销, 为避免拉杆与外架立杆冲突致使无法拉结, 拉杆上拉节点预埋套管需偏离外架主节点 50-100mm, 施工当中通过扳手将开口销拧紧, 上部拉杆通过 M20*60mm (45#钢) 销栓与开口销进行连接。双拉杆悬挑梁上部设置双拉节点, 两个预埋套管间中心距需沿梁或墙长度方向间隔 100mm。在悬挑钢梁上部焊接双吊耳板, 焊缝高度不得小于 6mm, 焊缝等级为二级焊缝。双吊耳板与下拉杆用 M20 销栓进行连接, 销栓端部用销栓防脱扣插紧。

(5) 花篮螺栓及拉杆

拉杆自制花篮螺栓是悬挑架体中的重要受力构件之一, 与水平夹角宜为 45° - 60° 。拉杆采用直径 20mm 的圆钢 (HB300)。

1) 待上层的主体结构完成以后, 该层主体结构混凝土强度不小于设计强度的 75% 时, 及时进行上拉杆的安装。

2) 安装时先选择合适长度的上拉杆, 上部采用销栓与开口销连接。另一端与花篮螺母进行连接, 将花篮螺栓伸入上拉杆丝扣旋转, 直至旋转不动。

3) 将花篮螺栓孔与下拉杆丝扣对接不断旋转, 然后用工具将花篮螺栓旋转至下拉杆耳板与工字钢耳板正好可以伸入高强螺栓后, 及时穿入销栓并插上销栓防脱扣。上下拉杆连接完成后调节中部的花篮螺栓, 使拉杆圆钢绷紧均匀受力。

4) 所有悬挑型钢梁上均设置两根上拉杆。两根拉杆分别通过销栓与开口销连接, 两个开口销保持在同水平面左右布置。

4.2.2 支模架施工

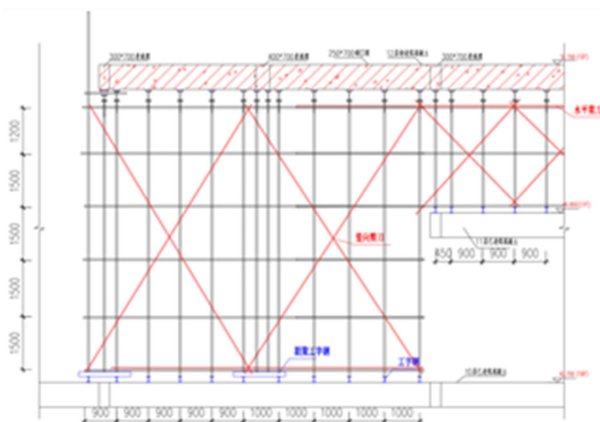


图 4 悬挑支模架主梁立面布置图

可调式定位桩安装后, 安装立杆、水平横杆和立面斜拉杆, 然后重复安装, 即主架体。悬挑工字钢共布置 4 排立杆, 离建筑物外轮廓线距离分别为 0.3m、1.2m、1.75m、2.1m, 立杆步距 1.5m。

5 可调式稳定搭接技术

传统定位装置多为焊接固定, 非常依赖于焊接质量与定位精准度, 而现有的部分可调式定位装置只通过螺栓拧紧, 在周期性的荷载下, 螺栓位置极易发生松动, 导致立杆发生滑移, 极大的影响现场施工安全。本课题采用一种一体式可调定位桩 (材质: Q235B), 包括: 矩形块 (上表面设置防滑纹)、斜块、活动板、螺纹柱、螺栓、限位杆、固定桩等组成。待悬挑支撑架立杆位置确定后, 安装可调式固定装置, 使用时将工字钢翼缘放在定位装置矩形板、活动板和斜板之间, 使斜块卡在工字钢的一边翼缘, 然后翼缘另一边旋转活动板下螺丝, 同时活动板开孔位置对准限位杆, 让活动板上移锁死工字钢, 即可完成定位装置的稳定安装。最后根据盘扣式钢管排布安装立杆, 立杆套接在定位桩上, 该技术最为方便的一点就在于该装置可改动安装位置, 若立杆搭设过程中放置点出现偏差, 可对其修改, 极为方便灵活, 且限位杆的存在可以进一步限制活动板螺栓松脱, 使得立杆与工字钢稳定搭接。

同时, 为保证悬挑部分架体稳定, 悬挑支模架体应与主楼普通支模架体水平杆纵横连通并至少保证 3 跨以上, 并与已浇筑混凝土的框柱抱柱连接。悬挑支模架在作业层下部设置一道水平防护兜网, 以防止物体坠落。悬挑层下部留两层支模架不拆除, 下两层混凝土强度达到 100% 方可施工悬挑部分结构。

再者, 高处支模架体水平加固措施, 采用连墙件, 不大于二步三跨设置, 增设竖直和水平向剪刀撑, 可有效提高支模架体抵御水平荷载的能力, 提高架体整体稳定性。

6 结论

针对超高层建筑悬挑高支模架体施工稳定性控制技术开展研究与应用, 采用传统悬臂钢梁和扣件式钢管脚手架搭设超高层建筑悬挑高支模架体, 过程采用稳定性剪刀撑和连墙件加固架体, 可提高悬挑支撑架整体稳定性, 保证施工安全和质量, 提高施工效率, 同时能为我单位在此类工程施工中获取经验, 形成一套系统的理论与实操标准, 对公司乃至整个建筑行业在超高层建筑悬挑高支模架体施工有一定借鉴作用。

[参考文献] (References):

- [1] 肖浩亮. 建筑工程中梁侧锚固螺栓悬挑脚手架施工技术研究[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22 (11): 5-7.
- [2] 刘洋. 高层建筑型钢悬挑脚手架设计特点及施工技术研究[J]. 大众标准化, 2022, (03): 73-75.
- [3] 鲁鹏旭. 浅谈高层建筑大悬挑结构模板支撑架施工技术[J]. 四川水泥, 2023, (12): 178-180.
- [4] 康娜. 高层建筑超长悬挑结构模板支撑架施工技术[J]. 中外企业家, 2018, (22): 83.
- [5] 曾志华, 鲍素贞, 郑景元, 等. 高层建筑悬空结构模板支撑体系施工技术[J]. 施工技术, 2012, 41 (06): 88-90.