

# 建筑项目工程钢结构安装施工技术研究

李赫

酒泉钢铁(集团)有限责任公司

**摘要:**随着城市化进程的不断加速,城市工程建设面临着巨大的挑战和机遇。传统的混凝土和砖石结构在满足城市发展需求方面存在一定的限制,而钢结构安装施工技术的出现为城市工程建设提供了一种全新的选择。钢结构具有高强度、轻质化、可持续等特点,从而在城市建设中得到广泛应用。钢结构在大型公共建筑、工业厂房、桥梁等领域得到了广泛应用。为此,本文在简单探讨钢结构施工技术特点、发展情况的基础上,以工程案例为对象对建筑项目工程钢结构安装施工技术进行深入研究。

**关键词:**建筑工程; 钢结构; 安装技术; 钢结构吊装

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.087

## 引言

为深入了解高层建筑钢结构吊装施工,本文结合钢结构施工特点以及技术特征进行分析,以此为基础探讨钢结构吊装施工的各个环节,确保钢结构吊装施工技术的合理应用,确保各项施工都能够按照技术操作流程进行,保障钢结构施工整体质量和高层建筑稳定性。

### 一、建筑钢结构施工的技术特征

第一,多数高层建筑钢结构吊装施工都是使用立体交叉的方式进行作业的,不但作业任务繁重,而且实际操作空间有限,一线技术操作者需要在短时间内对机械设备进行合理配置,工作风险系数相对来说较大。第二,高层钢结构施工工期较紧,而且质量要求较高,钢结构焊接工艺是整体施工的基础环节,能够影响高层建筑的安全和稳定性<sup>[1]</sup>。第三,高层建筑钢结构施工,需要借助塔吊等起重设备对板材进行吊装,因此要求起重机的臂长应达到有关标准,尽量覆盖高层建筑整体作业面,同时起重设备应当满足不同钢结构构件的吊装要求。塔吊是高层建筑钢结构施工的主要设备,因此需要结合建筑结构的方位,施工现场实际情况和钢结构构件的重量来选择塔吊设备,以此来确保吊装施工的稳定性。第四,钢结构整体施工过程中,吊装施工贯穿于整个钢结构施工环节,吊装效率的有效控制和质量标准会直接影响工程建设质量。

### 二、建筑施工中钢结构的发展概况

为平衡住房供需关系,高层建筑已经成为现代文明和经济发展的重要体现,高层建筑的整体数量和规模也在不断扩展。建筑行业发展不但需要结合社会实际情况,还要重视各类技术的应用和研究,强化工程整体建设质量,满足社会对工程建设的实际需求。因此对高层建筑施工技术及其运行优化和创新势在必行。对于现阶段

的高层建筑施工情况进行分析,若想对施工技术的本质进行优化和调整,就需要全面掌控高层建筑的施工特征,采取切实可行的方法提高工程整体施工效率,实现时间和资金的有效节约,在经营过程中可以实行总承包经营模式。在设计施工过程中,为使垂直运输施工效率得到提升,需要将高层建筑的垂直发展和整体施工进度作为立足点<sup>[2]</sup>。此外,一线技术工作者需要结合施工实际情况和现场环境对施工技术进行优化和创新,确保钢结构吊装施工的安全和稳定。

### 三、钢结构施工常见不足

#### (一) 钢柱

经过对钢结构安装工程的调查研究发现,在钢柱的安装施工中,还存在一系列问题,如安装方案不科学;钢柱的布置位置不合理;吊装作业中,未能重视平整度的调整问题;钢柱的3个中心点位不在一个平面上;在校正钢柱时,出现较大的垂直误差等。这些问题的存在是导致钢结构安装工程质量不达标的关键原因。

#### (二) 钢梁

钢梁安装的施工问题,主要体现在以下几方面:1) 块体拼接不完整、钢梁水平角度不合理;2) 钢梁吊装的施工程序混乱,导致钢梁的安装高度以及占用空间,不符合工程的设计要求;3) 在加固施工中,未能结合工程的实际情况,选择合理的安装方法,致使安装效果不佳。

#### (三) 吊装设施

吊装是钢结构安装施工的重要技术手段,因此吊装设施的选择,对工程的整体施工质量和效果,起着决定性作用。但从部分钢结构安装工程目前的开展情况来看,对吊装设施以及相关器具的质量控制不到位,所选用吊装设施,与施工场地环境不符,无法满足钢结构工程,对吊装施工的需求,阻碍了工程的有序推进。

### 四、钢结构安装工程的施工技术要点

某高层建筑总建筑面积为136400m<sup>2</sup>,其中地上建筑面积75076m<sup>2</sup>,地下建筑面积61335m<sup>2</sup>,地上最高5层,地下2层。容积率要求在1.5以下,绿地率要求为35.26%,共设置停车位1100个。该高层建筑采用装配式钢结构施工技术,钢结构安装技术要点如下所示。

#### (一) 优化钢柱安装方案

针对钢柱安装施工中存在的问题,可采取以下措施解决<sup>[3]</sup>。

1) 在施工前,施工单位要做好准备工作,安排专业的人员到施工现场进行实地勘察,并详细记录勘察数据,为施工方案的制定提供可靠的数据支撑,促使施工

方案更具可行性，为工程的有序施工夯实基础。

2) 在开展钢柱的安装作业时，要做好找平工作，即找寻水平面。并对钢柱展开全面彻底的清理，严格按照施工方案和设计图纸中的内容的安装。摆放好钢柱，要对其轴线实行灵活的调整和变动，使轴线处于平整的状态，并校正钢柱的垂直度，在校正过程中能中，可选择两种方式调整垂直程度，一种是利用水平尺子，另一种是借助经纬仪，这两种方式均能起到良好的校正效果。在实际操作中，要先将钢柱安置到合理的位置，再对其实施垂直校正，确定垂直程度符合要求，再展开加固施工。

3) 在钢柱的吊装施工中，要以钢柱的列线为准线，顺着准线实施吊位作业，在吊装过程中，施工单位要派遣专业的人员，指挥钢柱的安装程序以及进度，确保钢柱的3个中心点能够在相同的平面上。在钢柱吊装的具体施工中，要先利用吊装机械，将钢柱吊离地面20~25cm左右的位置后暂停，对吊装机械中吊索的可靠性与稳定性，实行综合性检测，确定不存在任何问题时，启动回转刹车，促使钢柱与相应的线位处于对准的状态后，再对钢柱加以固定处理，钢柱的校正施工完成后，要保证其垂直度的误差 $<20\text{mm}$ 。

4) 在钢柱的脱钩施工中，若在校正期间出现了较大的垂直误差，会给钢结构的整个安装施工，造成不良影响，因此在倒吊过程中，要反复检验钢柱的垂直度并再次加以校正。

### (二) 柱脚连接与安装施工技术

(1) 首层钢构柱抗剪问题。将钢结构柱脚连接部位提升至地面首层，上部建筑结构柱抗剪能力将存在较大风险。经研究，在地下室结构浇筑前采用大直径钢筋倒插回地下室结构柱内，上端预留至地面，待钢构柱定位吊装安装完成后，外部采用箍筋间隔10cm一道进行设置，最后支模浇筑混凝土将钢筋与钢构柱进行包裹，从而增强柱脚的抗剪性能。插筋具体布置方案为沿着柱截面周边一圈进行倒插，插筋长度根据计算为外包混凝土高度的2倍，具体柱脚混凝土外包高度根据项目实际情况由设计院进行计算。经设计院复核，该方案可以满足该建筑的结构受力要求，从而解决抗剪问题。

(2) 钢结构柱首层柱脚安装施工一次合格率问题<sup>[4]</sup>。根据以往施工经验钢结构柱脚安装施工一次合格率并不高，合格率约80%~85%，本项目又全部采用钢结构建造，若在柱脚安装环节浪费大量返工时间将严重制约整体结构封顶的速度，甚至影响项目总进度计划。经过调研，影响一次合格率问题的原因有四点：①锚杆安装困难影响；②螺栓预埋位置偏位过大；③混凝土浇筑困难；④构建加工尺寸偏差。其中第一、二两点为主要影响因素，若需切实有效提高柱脚施工一次合格率必须对应着重解决。锚杆与节点钢筋冲突无法安装的主要原因是梁柱钢筋密集导致，螺栓预埋精度不足主要原因是操作空间狭小，很难准确定位导致。

针对锚杆与节点钢筋冲突无法安装问题。首先是熟悉施工图纸，汇总梁柱节点位置的钢筋安装情况，对图纸进行分析确保后续梁柱节点建模准确性。利用BIM技术进行深化检查碰撞，对梁柱节点的钢筋及预埋件进行建模排布。目标为保证无碰撞，不影响锚杆预埋施工。3D模型的建立具有直观性，不仅能较好的检查布局合理性，还能直观将问题反馈给设计单位，由设计单位调整钢筋的布置，同时派专人进行现场指导锚杆安装，降低工人施工难度。

现场利用BIM建模技术进行模拟安装施工，定形安装流程，工人可在软件中进行模拟施工学习安装流程技术，并制作施工教学视频对现场施工人员进行视频交底。经检查现场施工无冲突情况发生，衔接紧密，大大提高施工速度。

### (三) 钢梁安装施工技术

(1) 钢梁吊点设置。为方便现场安装，确保吊装安全，钢梁在加工制作时，应在钢梁上翼缘部分开吊装孔或焊接吊耳，吊点到钢梁端头的距离一般为构件总长的1/4；本工程每层安装钢梁的数量是重力柱的几倍，起重吊钩每次上下的时间随着建筑物的升高越来越长。为提高吊装效率，在塔吊起重性能允许的范围内对部分钢梁进行一机串吊。(2) 钢梁绑扎与起吊。吊装前，应清理钢梁表面污物；对产生浮锈的连接板和摩擦面在吊装前进行除锈。待吊装的钢梁应装配好附带的连接板，并用工具包装好螺栓。并且将焊接定位板焊接在钢梁端部。钢梁吊装前要注意钢梁的正反方向及水平方向，明确标注，确保安装正确<sup>[5]</sup>。(3) 钢梁就位与临时固定。钢梁吊装到位后，按施工图进行就位，并注意钢梁的靠向。钢梁就位时，及时安装螺栓、拧紧。安装螺栓数量不得少于该节点螺栓总数的30%，且不得少于3颗。

钢梁安装过程中，需要注意以下方面内容：(1) 钢梁吊装前，应清理钢梁表面污物，对产生浮锈的连接板和摩擦面在吊装前进行除锈。(2) 为便于施工人员行走时挂设安全带，临边的钢梁须在地面上安装夹具式安全栏杆并拉设安全绳。(3) 在钢梁的标高、轴线的测量校正过程中，一定要保证已安装好的标准框架的整体安装精度。(4) 钢梁的吊装顺序应严格安装钢柱的吊装顺序进行，及时形成框架，保证框架的垂直度，为后续钢梁的安装提供方便。待吊装的钢梁应装配好附带的连接板，并用工具包装好螺栓。(5) 安装时应用临时螺栓进行临时固定，不得将高强螺栓直接穿入。(6) 钢梁吊装就位时要注意钢梁的上下方向以及水平方向，安装完成后应检查钢梁与连接板的贴合方向。(7) 安装后应及时拉设安全绳，以便于施工人员行走时挂设安全带，确保施工安全<sup>[6]</sup>。

### (四) 桁架梁的安装

先对梁体进行拼装，而后将拼装完成的梁体吊装就位。为确保桁架梁的预拱度符合设计图纸要求，需要在

桁架梁的中间部位设置临时性支撑，待主体部位的混凝土强度达到设计强度以后，将临时支撑拆除。下层钢梁安全完成以后，开始安装梁体中间部位的3根钢柱，而后安装上一层钢梁，以保证钢梁的预拱度符合设计及规范要求。

项目38m大跨度桁架的安装采用分段散装+临时支撑，总重量大概为80t，梁体重量明显地超过起吊设备的吊装能力。所以，需要将梁体细分为三个节段，直接在高空环境下进行拼装。为避免桁架梁出现下挠现象，应该在桁架的节点下侧设置支架，保证6段钢梁拥有足够的支撑。

### （五）钢板墙安装施工技术

1) 钢板墙卸车。钢板墙进场后进行卸车，将钢板墙平稳堆放在堆场枕木上，并进行构件验收，确保构件质量满足要求。

2) 安装准备。在钢板墙上绑扎安全爬梯、防坠器、缆风绳、连接夹板等措施。绑扎吊装时需设置包铁保护钢丝绳。

3) 起吊控制。采用一档起吊，吊起后往安装位置移动。钢板墙吊离地面200~300mm左右时暂停起吊，观察吊装是否正常，确认无问题后，逐步增档加速起吊。较长钢板墙，在起吊过程中必须密切观察周边情况和摆幅距离。

4) 钢板墙就位。钢板墙到达吊装位置后，通过绳索调整钢板墙转向。稳定后采用点动缓慢下降，就位后及时安装地脚锚栓螺母及固定缆风绳。

5) 钢板墙解钩。钢板墙就位固定后，操作工人挂好防坠器，通过安全爬梯爬上钢柱，安全带挂在生命绳上，解钩。

6) 安装后测量矫正<sup>[7]</sup>。钢板墙进行测量矫正，确保钢板墙标高、定位、垂直度满足要求，钢柱与钢板墙、钢板墙与钢板墙间焊缝控制在1cm。

7) 钢板墙临时连接板及吊耳布置。每个吊装单元至少布置2道连接板；根据单元长度不同每个单元对称设置2个或4个吊点，根据单元重心的位置设置具体吊点的位置；为方便现场施工吊耳与临时连接板设为一体，材质均选用Q355级。

### （六）螺栓连接

1) 定位要求。所有的接头都是先使用临时螺栓进行定位；施工人员应该结合接头部位所承载的荷载量确定出临时螺栓的具体数量，一般情况下，临时螺栓的数量不得小于螺栓总数的1/3。

2) 构件摩擦面。严格按照获批的“钢结构连接加固施工方案”对构件摩擦面进行处理；摩擦面在经过处理以后应该保持干燥状态，不得出现潮湿，施工人员做保护处理，保证摩擦面不会受到雨淋；摩擦面不需要再次涂刷油漆，保证摩擦面尚未生锈之前进行组装作业。

3) 错孔处理。一个节点内需要进行错孔处理的数量应该控制在该节点内螺栓孔总数的1/3以内；经过

扩孔处理以后的螺栓孔的直径不得超过螺栓公称直径的1.2倍；在扩孔作业过程中，应确保铁屑不会混入板缝中；不得使用气割方式进行扩孔；扩孔作业必须获得原设计单位的审批，且需要签字盖章予以确认。

4) 安装高强螺栓。高强螺栓应该是自由状态插入孔内，如若入孔存在难度，不得强行使用锤子将螺栓击打至孔内；每组螺栓应该按照相同的方向穿入孔内；螺母的圆台侧应该朝向垫圈的倒角侧；螺栓拧紧分为两次完成，施拧作业必须严格按照设计图纸与规范要求进行施工；扭剪型强螺栓拧掉的梅花头应该集中放置在专用收纳器中，不得随意丢弃，严禁施工现场出现高空抛物伤人安全事故；相同螺栓的第一次拧紧与最后一次拧紧之间的时间间隔应该控制在24h以内。

### （七）钢结构焊接技术

在组立完成后，部分构件需要进行埋弧焊。焊前应清除焊道区域存在的铁锈、油污、氧化物、毛刺等影响焊接质量的杂物。主焊缝应交替对称施焊，并做好焊接记录，确保焊缝的质量。型钢在制作过程中可能会产生一些变形，因此需要进行矫正。首选是采用矫正机进行矫正，如果不能使用机械矫正，则采用火焰矫正。矫正温度通常在600℃~800℃之间，加热后严禁用水冷却。

### 结束语

综上所述，高层建筑钢结构吊装施工受建筑高度影响，在施工过程中会存在一定难度，因此技术人员需要掌握施工过程中的各项细节，确定吊装施工的具体流程，按照规定设计和技术方法进行吊装操作，从施工设备技术以及施工方法等多个方面对钢结构吊装施工进行全面控制，确保高层建筑钢结构吊装施工质量的强化，保障高层建筑结构的稳定和安全，为建筑行业发展提供支持。

### 参考文献

- [1]王光新,雷杨.试分析钢结构工程安装过程中施工技术要点[J].四川建材,2022,48(06):111-112.
- [2]陈思,葛银萍,吕航光.大跨度钢结构吊装及安装关键技术[J].施工技术(中英文),2022,51(08):26-30.
- [3]戴连双,刘鹏迪,赵迎等.局部小型钢结构屋盖滑移安装技术[J].建筑技术,2022,53(04):437-440.
- [4]朱桂琴.桥梁钢结构制作与安装技术解析[J].居舍,2022,(11):40-42.
- [5]罗魏凌.城市连廊钢结构、幕墙及机电给排水一体化制造和安装技术[J].建筑技术开发,2022,49(07):57-60.
- [6]黄业奇,童思贤,杜勇健等.复杂工况下大跨度钢结构安装技术[J].建筑技术,2022,53(03):323-326.
- [7]代程.建筑工程中钢结构安装焊接施工技术应用探究[J].河南科技,2022,41(05):77-80.