

多高层建筑钢结构安装技术与质量控制

吴超

广州市第二建筑工程有限公司

摘要：钢结构不仅可满足多高层建筑结构的力学性能要求，而且与可循环利用的特性和绿色建筑可持续发展的理念也十分相符，因此研究多高层建筑钢结构的加工与安装技术具有重要的现实意义。本文以多高层建筑钢结构安装作为切入点，结合执信中学教育国际交流与合作试验基地建设工程实例，重点探讨钢结构安装质量控制措施，旨在进一步实现多高层建筑钢结构施工质量优化。

关键词：多高层建筑；钢结构；安装技术；质量控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.11.035

引言

钢结构具有自重轻、施工简单、整体刚度好与强度高的显著优势，在现代高层建筑工程中得到广泛应用，在明显改善结构性能、提高工程建设质量的同时，还有利于缩短工期时间、减少工程造价成本。相比于砖混结构、钢筋砼结构等型式，钢结构的结构组成与施工方法比较特殊，施工过程复杂，易受自然条件影响、常出现立体交叉作业及施工要求较高，需加强对钢结构安装的重点实践研究，保证工程建设质量。

一、工程概况

执信中学教育国际交流与合作试验基地建设工程位于广州市越秀区，北侧毗邻大通路，西侧毗邻云影街、东侧毗邻春晓街，南侧毗邻粤台路，总用地面积为18393.14m²，拟建设综合教学楼、游泳馆、综合馆与学生宿舍等建筑物，总建筑面积为27768.62m²。其中，在综合馆建筑中，采用空间钢桁架结构型式，使用Q345B钢材制作各类钢构件，在现场将各类钢构件拼装形成建筑主体结构，具体由钢架桁架、钢柱、钢梁、楼承板等钢构件和预埋螺栓等配件组成。

二、多高层建筑钢结构安装技术与要点

（一）钢构件加工制作

多高层建筑工程普遍选用H型或是T型作为钢构件结构形式，这类钢构件对焊接质量有严格的要求，容易出现焊接变形超标、焊缝未熔透、焊接部位扭曲等质量通病，进而影响钢结构整体性能。因此，为切实提高钢构件加工质量，确保构件尺寸达标，施工单位必须提高对钢构件加工制作环节的重视，掌握各类型钢构架的加工技术要点。例如，H型钢梁加工时，应掌握钢板校正、放样排版、钢板下料、坡口制作、型钢组立与焊接步骤要点。第一，在钢板校正时，作业人员要提前清理钢板表面的灰尘锈迹，将钢板放入矫平机内进行矫正处理，矫正完毕后检查钢板的平整度，进一步消除轧制应力，

提高表面致密性。第二，在放样排版时，要合理设定拼接焊缝错开距离，根据加工要求设定适当比例的收缩余量，如要求翼腹板拼接焊缝错开距离、翼缘焊缝和加劲板、腹板和翼缘焊缝间的错开距离不小于0.2m。第三，钢板下料时，要根据钢构件形状来选用切割机型号，正常情况下配备等离子或火焰切割机来下料各类直条式型钢，并根据实际情况来预留适当的工艺切割余量。在坡口制作步骤，使用自动式切割机在型钢腹板部位切割坡口，严格控制坡口大小、角度，并对坡口及其边缘部位进行打磨处理。在型钢组立步骤，作业人员提前查阅图纸来明确组立流程与方法，按照图纸检查待组立钢板的规格尺寸、编号是否正确，确定无误后，将钢板放入组立机内，每隔3.0m设置一道临时支撑，控制设备开展型钢组立作业。而在型钢焊接步骤，作业人员可选用气体保护焊机，在焊缝部位打底，将焊料均匀填充，以中间点为起始点，向两端同步施焊，完成焊接作业后检查焊缝质量是否达标，将焊接完毕的型钢进行重复矫正处理，并在指定位置钻设螺栓孔，即可完成H型钢梁加工作业^[1]。

（二）预埋地脚螺栓安装

在预埋地脚螺栓安装环节，测量人员提前参照图纸制作预埋螺栓组定位模板，定位模板可采用6mm钢板，并在现场弹放各处预埋螺栓组的纵横轴线及标高控制线，施工人员核对预埋螺栓规格、编号是否准确，清理表面灰尘锈迹，保持预埋螺栓洁净、干燥状态。随后，根据轴线及标高控制线通过模板独立支架系统临时固定定位模板并安放预埋地脚螺栓，复核地脚螺栓组其轴线及标高符合规范要求后，将地脚螺栓已与绑扎固定的基础钢筋采取刚性固结，刚性固结时可在地脚螺栓组上部和中部分别设置一道定位箍筋以确保地脚螺栓组截面，定位箍筋应分别与每根地脚螺栓及基础钢筋焊接固定，待各处预埋螺栓件安装完毕后浇筑基础或柱混凝土。最后待混凝土终凝后全面检查预埋地脚螺栓是否存在偏位，对存在的偏位情况，及时根据偏位数据从钢构件生产阶段调整钢柱底板孔位以修正前期地脚螺栓预埋偏差。

（三）钢构件安装

（1）钢柱安装

在钢柱安装环节，根据钢柱尺寸重量来制定吊装方案，正常情况下钢柱吊装就位后需要在柱身上设置4处临时连接耳板，系上钢丝绳来维持钢柱稳定状态防止钢柱倾覆。试吊前施工人员提前清理柱底、柱身上的灰尘锈迹，在现场开展试吊作业时，将钢柱起吊至地面上

方0.3m或0.5m处悬停,观察钢柱是否出现倾斜晃动以及钢丝绑扎稳定性等问题,必要时修改吊装方案,然后按照预定吊装线路将钢柱缓慢起吊,保持匀速吊装至作业面,待钢柱到达作业面上方0.5m处后悬停,对钢柱朝向角度、垂直度进行校正,确定无误后,缓慢将钢柱下落,待钢柱到达预定高度后,通过调节地脚螺栓螺母使钢柱垂直度和标高满足要求,然后拧入锁紧螺母固定钢柱,然后拆除钢丝绳等吊绳吊具。最后,重复上述操作,按照施工方案依次完成剩余钢柱的吊装、固定安装作业,待后续各楼层钢柱与钢梁吊装完毕后,将钢柱钢梁表面打磨光滑、均匀涂刷防锈漆料,然后开展后续工序作业。此外,在钢柱构件尺寸、重量较大时,为保证作业安全与安装精度,还应采取分段吊装方式,将钢柱构件拆分为若干节段,要求各节段钢柱表面保持光滑、平整与洁净状态。分段吊装时,施工人员将首节钢柱起吊至作业面上与预埋地脚螺栓连接,然后完成剩余节段钢柱的吊装,相邻两段对接时通过临时连接耳板/调节垫板调整钢柱垂直度和标高,满足要求后拧入锁紧螺栓临时固定并采用气体保护焊的焊接方式固定对接接头,以保持各节段钢柱紧密连接状态。

(2) 钢梁安装

钢梁安装要提前做好弹放安装控制线、清理钢梁表面灰尘锈迹、钢梁试吊与吊装方案修改等准备工作,并根据施工情况来明确钢梁安装顺序与吊装方式。一般情况下,要求施工人员待同楼层钢柱安装完毕后,依次安装主钢梁与次钢梁,在立面上按照从下到上顺序完成钢梁吊装作业,在同平面内按照从内到外、两侧对称方式吊装钢梁。随后,施工人员将主梁起吊至安装面上方悬停、测量校正,重点检查钢梁方向与连接板靠向是否准确。待钢梁下落就位,在梁身两端设置2颗及更多数量的高强螺栓进行固定,重复上述操作完成次梁安装作业。最后,待主梁、次梁二者上平面保持在相同水平面时,在钢梁连接板上拧紧高强螺栓,拆下钢丝绳、揽风绳等吊索,使同楼层钢梁与钢柱组成稳定框架结构,按照从下到上顺序完成剩余楼层的钢梁安装作业。

(3) 屋面钢桁架安装

在屋面钢桁架安装环节,提前在现场根据钢架结构来制作胎膜,要求胎膜表面略高于现场地面,将所准备分段钢桁架按顺序拼装为单榀桁架结构,桁架拼装时通过腹板部位连接板拧入若干高强螺栓进行固定,使用红外线水平仪等设备检查桁架平整度等参数的误差程度是否达标,待桁架拼装完毕、并经质量检查无误后,转运至作业区域等待起吊。随后,开展屋面钢桁架吊装作业,施工人员按顺序依次将屋架桁架、上下弦杆、水平支撑单元、檩条以及隅撑吊装就位。钢桁架首榀悬停就位后,在桁架两端相邻轴线钢骨柱各设置一道临时桁架来刚性固定钢桁架,同时在钢桁架屋脊腹板两侧各设一道钢丝绳辅助临时固定桁架,避免出现钢桁架倾覆问题,待各处桁架梁柱完成焊接作业、且两端采取临时固

定措施后,即可松开吊钩吊具。依次安装第二榀钢桁架梁,待施工人员利用现场塔吊完成安装下弦杆与上弦杆来连接两榀桁架,重复上述操作来形成稳定框架结构,然后完成剩余钢桁架梁安装。最后再开展钢柱对接焊接、预留混凝土梁现浇、剩余上下弦杆等安装作业^[2]。

(4) 楼承板安装

楼承板安装过程中,要求施工人员在各楼层中的钢桁架等构件安装完毕后,再铺设预制混凝土楼承板,测量人员提前在现场弹放控制线作为施工参照,检查楼承板的尺寸、外观质量是否无误。随后,以两侧檐口部位作为起始点,朝另一侧屋脊方向铺设楼承板,要求首块楼承板边线与基准线保持对准状态,再铺设剩余楼承板,采取扣合方式来连接相邻楼承板,要求楼承板拉钩紧密连接、排板方向完全一致,并把楼承板在钢梁上的搭接长度控制在30mm及以上。最后,检查各块楼承板的直线度误差是否超过10mm、板块错口距离是否超过5mm,楼承板铺设过程中及时施作栓钉增加楼面整体性,并在全部楼板铺设完毕后,依次完成楼面板钢筋及混凝土,以及安装屋面檩条和屋面铝镁锰板。

(四) 钢结构连接

(1) 现场焊接

在选取焊接形式时,为提高作业效率与保证焊接质量,应采取CO₂气体保护焊工艺,提前在现场准备二保焊机与焊材,在主材为Q235钢时选用ER49-1型焊材,主材为Q345钢时也可选用ER50-3、ER50-3型焊材。随后,根据钢构件种类、焊接位置来选择节点形式,如在钢柱连接部位在节点处开设坡口作为焊接位置,在钢梁和节点板连接部位采取连续对接焊接形式,在主梁翼缘和钢柱外环连接部位采取高空对接焊接形式。最后,作业人员清理坡口表面,按顺序依次完成H型钢柱、H型钢梁等部位的焊接作业,焊接过程中应采取焊接防变形措施,如在焊接H型钢时先后焊接翼缘板、腹板,焊接完成后检查焊缝质量是否达标。

(2) 高强螺栓连接

在选取高强螺栓连接形式时,施工人员提前对所准备高强螺栓与扳手等工具的性能进行检查,如开展螺栓轴力试验、连接面摩擦系数试验等,更换劣质螺栓、确定最佳扭矩系数。随后,待各处钢构件吊装就位后,施工人员在预留螺栓孔内拧入安装螺栓进行固定,待钢构件恢复稳定状态后,拆除安装螺栓、拧入紧高强螺栓并拧紧,并在24h内完成高强螺栓终拧作业,初拧至70%标准预拉力、终拧至100%标准预拉力,检查螺栓的质量,确定无误后,即可办理工序交接手续。

三、多高层建筑钢结构安装质量控制措施

(一) 材料质控

为减小材料因素对刚结构整体性能、安装质量造成的影响,施工单位应加大材料质控力度,在入场环节与正式施工前,重复检查各批次钢构件、配件等材料的性能质量是否达标。例如,对于钢构件,重点核对质量检

验报告与出厂许可证等文件材料是否齐全,按照采购清单与施工图纸来清点钢构件数量、重量、断面尺寸、口径值、椭圆度等参数,并观察构件表面是否存在扭曲变形、锈蚀、凹陷等质量问题,要保证符合要求,才能够让材料入场,将钢构件运输入场进行堆放保管。而对于高强螺栓,目视检查螺栓表面是否存在锈蚀、缺牙与损牙等质量缺陷,测量螺栓接触面间隙值是否达标,间隙值超过1mm时将另一侧板上磨成缓坡,在间隙值超过3mm时额外设置厚度在3mm以上的垫板,确定高强螺栓质量无误后,将螺栓按照规格与型号进行分类存放,尽量将螺栓堆放在干燥库房当中,避免螺栓在保存期间出现受潮、锈蚀等问题。

(二) 前期施工准备

为保证钢结构安装作业得以顺利开展,安装质量不受各方面因素明显影响,施工单位需要提前做好技术交底、机具设备选型与现场布置、材料预处理等准备工作。例如,在技术交底环节,以施工图纸、施工技术看方案等作为凭证,向施工人员详细讲述钢结构安装工艺流程,以及钢梁安装、钢柱安装等工序的正确操作方法与注意事项,帮助施工人员了解施工意图、树立正确作业思路,并与其签订质量责任书,将质量责任层层落实到个人。在机具设备选型布置环节,根据施工现场情况、钢结构安装要求与工期要求来选择机具设备型号,以塔吊为例,正常情况下在现场配备QTZ250型塔式起重机即可,在工期紧张时增加汽车吊,并在汽车吊入场后开展多项功能性试验,判断汽车吊运行工况稳定性、最大吊重、吊装半径是否达标^[3]。而在材料预处理环节,在钢结构安装前,对各类钢构件、高强螺栓等材料进行加工处理,清理表面灰尘污渍,对轻微变形、破损的材料进行修补处理,以及在焊接前清理焊缝部位的油污、锈迹与灰渣。

(三) 工艺过程质控

钢结构安装是施工的重点环节,为严格把控钢结构安装工艺质量,施工单位要重点加强工艺过程质控力度。首先,完善质控手段,综合采取现场旁站、设立质控点、质量抽查与工序检验等方法来判断施工质量是否达标。现场旁站是委派旁站人员前往现场监督钢构件安装等关键工序的操作过程、及时纠正错误操作行为。设立质控点是钢构件吊装、钢构件临时固定、节点拼装等对总体质量造成明显影响到工艺点设定为质量关键点,优先检查各处质控点作业质量。质量抽查是由管理人员不定期前往现场抽查各道工序的作业成果质量是否达标。工序检验是在工序交接期间,详尽检查上道工序成果作业质量,发现质量隐患并进行返工整改。其次,落实质量保证措施,提前了解各道工序中质量问题的形成原因,针对性采取质量保证措施。例如,在焊接连接工序,采取现场搭设焊接防护棚、选用药芯焊丝、提前清理焊口表面、控制焊接层间温度、反复清理焊道熔渣、焊后热处理、分多次施作焊缝等措施,并在焊接期

间采取对称焊接方式来消除焊接应力,避免出现焊接变形等问题^[4]。

(四) 成品保护

在建筑钢结构施工期间,由于现场管理不善,会导致成品破损,施工成果也受到外力碰撞、承受过重荷载而出现变形开裂等质量通病,在持续受到外部环境侵蚀而出现钢构件生锈、表面防锈漆层剥落等情况,由此形成质量隐患,在多高层建筑后续使用期间出现各类结构问题。因此,施工单位应采取成品保护措施,待各道工序通过交接检验后,根据施工成品种类来采取覆盖、包裹、隔离等相应保护措施,减小外部环境对施工成品造成的影响。例如,在易碰撞受损部位采取遮挡或是隔离保护措施,在楼承板安装完毕后覆盖严实、禁止在上方堆放物料或停放机具设备^[5]。随后,委派专人定期前往现场检查各处成品保护措施是否得到贯彻执行,检查施工成品是否损坏,及时发现问题、督促施工班组修复破损部位,以及对成品保护方案进行改进,避免同类问题反复出现。最后,在施工班组交接环节,由各个班组共同对施工成品保护情况进行检验,及时发现问题和确认责任人。

(五) 质量通病防治处理

钢结构施工受到多方面因素影响,各类质量通病时有发生,导致建筑整体结构的安全性受到威胁。因此,施工技术人员要全面分析常见质量通病的形成原因、出现部位与造成影响,根据已掌握信息来制定防治处理方案,最大程度预防质量问题出现,并减小或消除质量问题与钢结构使用性能造成的影响。例如,在钢结构焊接环节,常见质量通病包括焊缝未焊满、焊接裂纹、夹渣、气孔、厚板层状撕裂等,形成原因包括焊接电流与时间控制不当、焊接材料质量不达标、焊缝洁净度不达标等^[6]。为此,需要综合采取焊接材料取样复验、焊接工艺评定、焊接技术交底、焊接坡口与材料处理、焊前预热等措施来预防质量通病出现。同时,针对已出现的焊接质量缺陷,作业人员需要对缺陷部位开展补焊作业,且补焊次数不得超过2次。

结束语

综上所述,为推动多高层建筑钢结构施工水准、安全质量与技术水平的持续提升,顺利实现工程预期建设目标。施工单位应提高对钢结构安装技术的重视程度,制定内容详尽的施工技术方案,全面掌握钢结构安装要点与了解各类技术问题。同时,树立质量为先意识,施工期间积极落实材料质控、前期施工准备、工艺过程质控、成品保护、质量通病防治处理五项质控措施,将钢结构质量隐患消弭于无形。

参考文献

- [1] 张念念.多高层建筑工程钢结构安装技术与质量控制研究[J].陶瓷,2020(08):96-98.
- [2] 彭超,张后利.多高层建筑工程钢结构安装技术与质量控制研究[J].城市住宅,2021,28(11):214-215.