

大型钢结构厂房钢结构安装施工技术

范炳权

四川航焱建筑工程有限责任公司 四川 宜宾 644000

摘要：本文聚焦于大型钢结构厂房的钢结构安装施工技术，阐述了其重要性及发展现状。深入剖析了施工前期的多维筹备事项，涵盖技术筹备、材料与构件筹备、人力与设备筹备等。深入分析了安装施工过程中的关键技术，如基础验收与交接、钢柱安装、钢梁安装、高强度螺栓连接、焊接技术等。最后，结合实际案例分析了施工技术的应用效果，并对未来大型钢结构厂房钢结构安装施工技术的发展趋势进行了展望，旨在为提高大型钢结构厂房的施工质量和安全性提供参考。

关键词：大型钢结构厂房；钢结构安装；施工技术；质量控制；安全管理

1 引言

大型钢结构厂房因跨度大、强度高、施工快、空间利用率高，在工业建筑领域应用广泛。钢结构安装施工是建设关键，其质量关乎厂房结构安全、使用功能与耐久性，深入研究相关技术意义重大。目前，我国在该技术上已有进展，但实际施工仍存问题，如工艺不规范、质量控制不严、安全管理不到位等，影响质量、进度甚至引发安全事故。故加强此技术研究应用、提升施工水平，是建筑行业重要任务。

2 施工前准备

大型钢结构厂房钢结构安装施工前，需做好多方面准备：技术上，技术人员要熟悉图纸、组织会审，编制含工程概况、施工部署等内容的详细方案并做好技术交底；材料与构件方面，按图采购钢材等材料并严格检验，构件在工厂加工制作，运输时防护防变形损坏，到现场后分类堆放并标识；人员与设备上，依工程规模和进度配足专业施工人员，选合适起重设备并全面调试，配备必要焊接、测量设备且保证精度；现场需平整场地、设置临时道路和排水系统，验收基础坐标等是否达标，检查复测预埋件的数量、位置等是否符合要求。

3 安装施工关键技术

3.1 基础验收与交接

基础验收是钢结构安装施工的重要环节，直接影响到钢结构安装的质量和安全性。基础验收环节需着重核查混凝土强度、坐标、标高、平整度等指标是否满足设计标准。依据《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB50202-2018），基础混凝土强度须达到设计强度的100%后方可开展钢结构安装作业。对于坐标偏差，柱基的纵横轴线允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；标高偏差方面，柱基底面标高允许偏差为 $-50\text{mm}\sim 0\text{mm}$ ，柱基顶面标高允许偏差为

$0\text{mm}\sim 3\text{mm}$ 。同时，还应检查预埋件的规格、数量、位置和垂直度等是否准确无误。预埋件位置偏差需控制在 10mm 以内，垂直度偏差须不超过 $1/1000$ 。验收通过的基础，应尽快完成交接手续并留存记录。

3.2 钢柱安装

（1）钢柱吊装：根据钢柱的重量、尺寸和安装高度等，选择合适的起重设备和吊装方法。一般采用单机旋转法或双机抬吊法进行钢柱吊装。例如，对于重量在 20t 以内、高度在 30m 以下的钢柱，可采用单机旋转法吊装；对于重量超过 20t 、高度超过 30m 的钢柱，宜采用双机抬吊法^[1]。在吊装过程中，应确保钢柱的垂直度和稳定性，避免钢柱碰撞其他物体。吊装时，钢柱的垂直度偏差应控制在 $H/1000$ （ H 为钢柱高度）以内，且不大于 25mm 。

（2）钢柱校正：钢柱吊装就位后，应及时进行校正。校正内容包括钢柱的垂直度、标高和轴线位置等。垂直度校正可采用经纬仪或全站仪进行测量，通过调整钢柱底部的调整螺母或采用缆风绳等方法进行校正。采用经纬仪测量时，应在相互垂直的两个方向上进行测量，确保钢柱的垂直度符合要求。标高校正可通过测量钢柱顶部标高，采用垫铁或调整螺母等方法进行调整。垫铁应放置在钢柱底板与基础之间，每组垫铁不超过3块，且垫铁之间应点焊牢固。轴线位置校正可通过测量钢柱的中心线与基础轴线的偏差，采用千斤顶或倒链等方法进行校正。轴线位置偏差应控制在 5mm 以内。

（3）钢柱固定：钢柱校正完成后，应及时进行固定。固定方式通常选用焊接或高强度螺栓连接。焊接过程中，需严格遵循工艺规范操作，以保障焊接质量。采用高强度螺栓连接时，应按照规定的扭矩值进行拧紧，并做好检查记录。高强度螺栓的拧紧扭矩值应根据螺栓的规格和性能等级确定，以 $M24$ 规格的10.9级高强度螺栓

为例,其初拧时扭矩大概为 $300\text{N}\cdot\text{m}$,终拧时扭矩约为 $600\text{N}\cdot\text{m}$ 。

3.3 钢梁安装

(1) 钢梁拼接:对于长度较长的钢梁,一般需要在现场进行拼接。拼接时应严格按照设计要求和规范规定进行操作,确保拼接质量。拼接前,应对拼接部位进行清理和打磨,去除铁锈、油污等杂质^[2]。拼接时,应采用合理的拼接顺序和焊接方法,控制焊接变形。例如,对于H型钢梁的拼接,可采用先焊腹板,再焊翼缘板的顺序进行焊接。焊接过程中,宜使用小电流配合多层多道焊的方式,以此降低焊接变形情况。

(2) 钢梁吊装:钢梁拼接完成后,进行吊装作业。根据钢梁的重量和跨度等,选择合适的起重设备和吊装方法。一般采用两点吊装法进行钢梁吊装,在吊装过程中,应确保钢梁的平衡和稳定,避免钢梁发生扭曲和变形。吊装时,钢梁的侧向弯曲矢高应控制在 $L/1000$ (L 为钢梁跨度)以内,且不大于 25mm 。

(3) 钢梁校正与固定:钢梁吊装就位后,应及时进行校正。校正内容包括钢梁的垂直度、侧向弯曲和轴线位置等。校正方法与钢柱校正类似。钢梁垂直度偏差应控制在 $H/250$ (H 为钢梁高度)以内,且不大于 15mm ;侧向弯曲矢高应控制在 $L/1000$ 以内,且不大于 25mm ;轴线位置偏差应控制在 10mm 以内。钢梁校正完成后,应及时进行固定。固定方法一般采用高强度螺栓连接或焊接。

3.4 高强度螺栓连接

(1) 高强度螺栓进场检验:高强度螺栓到场后,需核查其质量证明文件、规格型号及数量等是否与设计要求相符。同时,应对高强度螺栓进行抽样复验,检验其扭矩系数、紧固轴力等性能指标是否符合规范要求。根据《钢结构工程施工质量验收标准》(GB50205-2020),每批高强度螺栓应抽取8套进行扭矩系数复验,抽取8套进行紧固轴力复验。扭矩系数平均值应在 $0.110\sim 0.150$ 范围内,标准偏差应不大于 0.010 ;紧固轴力的平均值和标准偏差应符合设计要求。

(2) 高强度螺栓安装:高强度螺栓安装前,应对连接摩擦面进行清理,去除铁锈、油污等杂质。安装时,应按照规定顺序进行穿入,不得强行敲打。高强度螺栓拧紧需分初拧与终拧两步,初拧扭矩通常为终拧的50%上下。终拧要在初拧后1小时内开展,且按既定扭矩拧紧。大型节点还需增设复拧,复拧扭矩同初拧。

(3) 高强度螺栓连接质量检查:高强度螺栓连接完成后,应及时进行质量检查。检查内容包括螺栓的穿入方向、拧紧程度、摩擦面的接触情况等。对于终拧完成

的高强度螺栓,应采用扭矩扳手进行抽检,抽检数量应符合规范规定^[3]。每个节点应抽取10%且不少于2个进行扭矩检查,如有一个不合格,则应扩大一倍进行检查,如仍有不合格,则整个节点应重新拧紧。

3.5 焊接技术

(1) 焊接工艺评定:焊接作业开展前,需依据钢材材质、规格及焊接方式等,开展焊接工艺评定工作。焊接工艺评定应按照相关规范规定进行,通过试验确定合适的焊接工艺参数,如焊接电流、焊接电压、焊接速度等。例如,对于Q345B钢材的手工电弧焊,采用E5015焊条,焊接电流宜控制在 $160\text{A}\sim 210\text{A}$,焊接电压宜控制在 $22\text{V}\sim 26\text{V}$,焊接速度宜控制在 $15\text{cm}/\text{min}\sim 20\text{cm}/\text{min}$ 。

(2) 焊前准备:焊前应对焊接部位进行清理和打磨,去除铁锈、油污等杂质。同时,应根据焊接工艺要求,对焊条、焊丝等进行烘干处理。对于低氢型焊条,烘干温度宜为 $350^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$,烘干时长建议设为 1h 至 2h ,烘干完毕需置于 100°C 到 150°C 的保温箱内保温,用时即取。对于重要焊缝,应在焊缝两侧一定范围内进行预热处理,预热温度应根据钢材的材质和厚度等确定。例如,对于Q345B钢材,厚度大于 40mm 时,预热温度宜为 $100^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 焊接过程控制:焊接时,务必严格依照焊接工艺规范操作,精准把控焊接电流、电压以及速度等参数。针对多层多道焊,要逐层逐道开展检查,以便迅速发现并消除焊接缺陷。此外,焊接过程中还需留意焊接顺序,防止产生较大焊接变形。比如,对称结构应采用对称焊接方式;长焊缝则宜采用分段退焊或跳焊的方法。

(4) 焊后检验:焊后需对焊缝开展外观与无损检测。外观检查侧重于焊缝表面质量,涵盖形状、尺寸、表面气孔及夹渣等情况。焊缝表面要平整光滑,不能有裂纹、气孔、夹渣、咬边等瑕疵。无损检测通常运用超声波探伤或射线探伤等手段,查看焊缝内部有无缺陷^[4]。一级焊缝须100%进行超声波探伤检测,二级焊缝则进行20%的此类检测。若焊缝不合格,要及时返修,且返修次数不能超2次。

4 实际案例分析

4.1 工程概况

某大型钢结构厂房工程,建筑面积约为 27379.58 平方米,钢结构跨度为 36m ,长度为 1158m ,高度为 16.1m 。钢结构主要采用H型钢和箱型钢,连接方式为高强度螺栓连接和焊接。该工程位于工业园区,项目一侧紧临交通要道,项目占地面积大,对施工组织和安全管理提出了较高的要求。

4.2 施工技术应用

在该工程中,严格按照上述钢结构安装施工技术进行施工。在施工前,进行了充分的技术准备、材料与构件准备、人员与设备准备和现场准备。技术准备方面,组织技术人员熟悉施工图纸,编制施工组织设计和专项施工方案,并进行技术交底;材料与构件准备方面,对钢材、高强度螺栓、焊条等材料和构件进行严格检验,确保质量符合要求;人员与设备准备方面,安排专业的施工人员和先进的起重设备、焊接设备等;现场准备方面,对施工现场进行平整、硬化,设置临时设施和安全防护设施。在安装施工过程中,重点控制了钢柱安装、钢梁安装、高强度螺栓连接和焊接等关键环节的质量。例如,在钢柱安装过程中,采用双机抬吊法进行吊装,严格控制钢柱的垂直度和标高偏差;在钢梁安装过程中,采用两点吊装法,确保钢梁的平衡和稳定;在高强度螺栓连接过程中,严格按照规定的扭矩值进行拧紧,并进行质量检查;在焊接过程中,采用合理的焊接顺序和焊接方法,控制焊接变形,并对焊缝进行外观检查 and 无损检测。

4.3 应用效果

通过采用科学合理的钢结构安装施工技术,该工程顺利完成,施工质量达到了设计要求和规范标准。钢结构安装精度高,各项质量指标均符合要求。例如,钢柱的垂直度偏差最大为8mm,小于规定的25mm;钢梁的侧向弯曲矢高最大为12mm,小于规定的25mm;高强度螺栓的终拧扭矩偏差最大为 $\pm 5\%$,小于规定的 $\pm 10\%$;焊缝的一次合格率达到98%以上。在施工过程中,未发生任何安全事故,保障了施工人员的生命安全和身体健康。该工程的成功实施,为类似大型钢结构厂房的建设提供了有益的参考和借鉴。

5 未来发展趋势展望

5.1 智能化施工技术应用

随着科技的不断进步,智能化施工技术将在大型钢结构厂房钢结构安装施工中得到更广泛的应用。例如,利用无人机进行施工现场的测量和监测,提高测量精度和效率;采用机器人进行焊接作业,提高焊接质量和稳

定性;运用物联网技术对施工设备和材料进行实时监控和管理,实现施工过程的智能化控制。

5.2 绿色施工理念推广

在未来的大型钢结构厂房建设中,绿色施工理念将得到进一步推广。在钢结构安装施工过程中,将更加注重节能减排、环境保护和资源循环利用。例如,采用环保型的焊接材料和涂料,减少对环境的污染;优化施工方案,降低能源消耗;对施工废弃物进行分类回收和再利用,提高资源利用率。

5.3 装配式钢结构技术发展

装配式钢结构技术具有施工速度快、质量可控、节能环保等优点,是未来大型钢结构厂房建设的发展方向。伴随装配式钢结构技术的持续进步与日益成熟,其应用领域会愈发广阔。在未来的施工中,将更加注重装配式钢结构构件的标准化设计和工厂化生产,提高构件的质量和生产效率。同时,加强现场装配施工技术的研究和应用,提高装配施工的精度和效率。

结语

大型钢结构厂房的钢结构安装施工属于系统性工程,涵盖施工前期筹备、核心安装技术、施工品质管控及安全保障等关键环节。实际作业中需高度重视钢结构安装技术的实施要点,严格遵循设计规范与施工标准开展作业,强化全流程质量监管与安全防护措施。通过持续积累实践经验并主动应用新型技术工艺,推动大型钢结构厂房安装施工的技术效能与工程质量同步提升。同时,要关注未来发展趋势,积极适应市场需求,推动大型钢结构厂房钢结构安装施工技术向智能化、绿色化和装配式方向发展,为我国建筑行业的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]刘少斌,秦骏,高英峰,等.大型钢结构厂房中钢结构的制作与安装施工技术[J].四川建材,2023,49(12):124-125+138.
- [2]段莹.钢结构厂房加工、安装及防腐涂装施工技术研究[J].造纸装备及材料,2022,51(09):138-140.
- [3]胡世亮.大型钢结构厂房钢结构的制作与安装施工技术的分析[J].四川水泥,2020,(12):159-160.