

钢结构工程施工质量控制技术

韩 氏

中国二十冶集团有限公司 上海 201900

摘 要：钢结构工程是以钢铁为主体的各种结构形式，包括钢框架、钢网架、框架结构、钢架结构等轻型、重型多种结构形式，由于钢材具有强度高、韧性好、质量轻、施工简便以及造价低等特点，在土木工程中得到了广泛的应用。为此，应结合建筑工程施工实际情况，做好相关技术管理工作，确保建筑工程能够达到设计要求。基于此，本文将重点探讨钢结构工程安装施工质量控制技术，从钢结构成品进场验收质量控制、吊装安装过程技术质量控制、焊接工艺及检验工作等方面入手，对其具体控制措施进行分析研究，以期提高钢结构工程质量。

关键词：钢结构工程；施工质量控制；技术实施

引言：钢结构安装工程施工质量控制是以有效地组织和管理钢结构工程为主线，通过运用先进的技术手段来保证施工过程满足规范标准要求，同时又能充分发挥施工人员主观能动性，最大程度地减少各类不确定因素对工程质量产生的影响，从而使工程建设得以顺利进行。因此，加强钢结构安装工程施工质量控制要立足于工程项目自身实际，综合考虑各种因素的制约作用，制定科学合理的管理程序和方法，切实保障工程施工质量。

1 钢结构工程概况

本工程涉及六个单体工业厂房的建设，所有厂房采用钢框架结构。钢框架结构包括箱型柱和焊接H型钢平台梁，楼面采用钢筋桁架楼承板TD3-90型号。外墙面板选用镀铝锌彩钢板，以提供良好的隔热和隔音性能。使用的钢材材质为Q355B，保证了结构的强度和稳定性，符合建筑设计要求并考虑了结构的承载能力和耐久性。根据住建部发布的《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》37号令，本工程的施工高度不超过50米，安装跨度不超过36米，因此仅属于一般性的危险性较大工程。针对工程的施工安全管理，将严格按照相关规定执行，确保施工过程中的安全性和效率^[1]。

2 钢结构工程施工质量控制技术

2.1 大型施工机械的选择及布置

在钢结构工程施工过程中，施工机械的选择与布置是确保施工效率和安全的重要环节，针对钢柱的分段吊装，需要综合考虑构件重量、吊装高度、工期要求以及安全性等多方面因素。以厂房钢柱为例，这些钢柱通常需要分两段制造，分段位置通常位于±0.000标高以上1.2米处。与钢柱不同，钢梁的长度可达11.6米，最重约为2.62吨，因此可以整根吊装，无需分段。

在施工机械的布置方面，需要根据施工场地的实际

情况、吊装工艺流程以及各工区的运输条件，合理规划塔吊和汽车起重机的位置与数量，施工机械的性能参数是设备选择时的重要依据，塔吊应具备足够的起重能力、适当的工作半径和稳定的作业范围。同时，还需考虑机械设备的安装条件与施工场地的适配性，确保设备能够顺利进场并安全作业。

2.2 钢柱和钢梁吊装安装内容技术质量要求

2.2.1 钢结构吊装工艺

钢柱和钢梁的吊装安装是建筑工程中重要的环节，其技术质量要求直接关系到工程结构的安全性和稳定性。

在进行钢柱和钢梁的吊装前，要进行充分的准备工作，包括：确认钢柱和钢梁的规格、位置及连接方式，编制详细的吊装方案，包括吊装方法、设备选择和安全措施，检查吊装设备（如起重机、吊索、吊钩等）的技术状态，确保其满足设计要求和安全规范。

吊装设备的选择要基于钢柱和钢梁的重量和尺寸。常用的吊装设备有：起重机：包括塔式起重机、履带起重机等，起重机的选型要根据钢柱和钢梁的重量、吊装高度和现场条件来确定。吊索和吊具：吊索的安全系数应不低于4，常用的吊索有钢丝绳和合成纤维吊带。

$$W = T \times S / F$$

其中，（W）是吊装物体的重量（kg）；（T）是吊索的张力（N）；（S）是吊索的安全系数（通常为4）；（F）是吊索的强度（N）。

钢柱和钢梁在吊装过程中需准确定位。通常使用激光测量仪或经纬仪进行定位，确保构件位置与设计一致。

$$\Delta d = \sqrt{(x-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2}$$

Δd 是实际位置与设计位置的偏差（mm）；

(x_1, y_1) 是设计位置的坐标；

(x2, y2) 是实际位置的坐标。

钢柱和钢梁吊装完成后, 应检查其水平度和垂直度, 使用水平仪和垂直仪进行测量是确保结构稳定性和安全性的关键步骤。施工过程中, 钢柱和钢梁的安装精度直接影响到整个建筑物的结构性能, 因此必须进行严格的检测和校准。

在使用水平仪测量钢梁的水平度时, 应将水平仪放置在钢梁的顶部, 通过观察水平仪气泡的位置来判断钢梁的水平状态。如果气泡位于中心位置, 则表明钢梁处于水平状态; 如果气泡偏离中心, 则需要对钢梁进行调整, 直至达到水平要求为止。对于较长的钢梁, 可以在两端和中部分别进行测量, 以确保整体的水平度。

2.2.2 钢柱的安装

在钢柱安装之前, 必须对钢柱的各项指标进行全面检查, 包括长度、截面尺寸、质量等, 钢柱的长度误差应控制在±2毫米以内, 截面尺寸误差应控制在±1毫米以内, 钢柱的材质应符合国家标准《GB/T 700-2006碳素结构钢》和《GB/T 1591-2008低合金高强度结构钢》的相关规定。检查时应使用专业的量具, 如钢卷尺、卡尺、测力计等, 并由专业技术人员进行测量和记录, 若检查结果符合要求, 方可进行下一步的安装工作。

根据钢柱的重量和吊装位置, 准备合适的吊装设备。钢柱的重量一般在1吨至10吨之间, 因此需要准备不同规格的钢丝绳和卡环。钢丝绳的选择应满足钢柱重量的1.5倍以上的安全系数, 且应符合《GB/T 8918-2006钢丝绳》的标准。吊点的具体位置应根据钢柱的结构特点和设计图纸确定, 若钢柱为箱型钢, 则应选择在箱体的四角进行吊装, 采用四点吊装法。吊装过程中, 应缓慢提升钢柱, 确保钢柱平稳升起, 不得出现晃动或倾斜。当钢柱吊至距其就位位置上方200mm时, 使其稳定, 对准安装位置, 缓慢下落。落实后专用角尺检查, 调整钢柱使钢柱的定位线与基础定位轴线重合, 并用揽风绳拉好。调整时需三人操作, 一人移动钢柱, 一人协助稳定, 另一人进行检测, 就位误差确保在3mm以内, 钢柱标高调整时, 先在柱身标定标高基准点, 然后以水准仪测定其差值, 旋动调整螺母以调整柱顶标高, 钢柱垂直度校正采用水平尺对钢柱垂直度进行初步调整。然后用两台经纬仪从柱的两个侧面同时进行观测, 调整完毕后, 将钢柱固定。如需微调用千斤顶校正柱脚对中, 两台经纬仪测量钢柱垂直度。扭转调整通过上下的耳板在不同侧夹入垫板(垫板的厚度一般在0.5~1.0mm), 在上连接板拧紧大六角头螺栓来调整。每次调整扭转在3mm以内, 若偏差过大则可分成2~3次调整。当偏差较大时可通过在柱身

侧面临时安装千斤顶对钢柱接头的扭转偏差进行校正, 校正完毕后, 拧紧连接板螺栓, 可以开始焊接。

2.2.3 钢梁的安装

吊装前对钢梁的定位轴线、标高、标号、长度、截面尺寸、螺栓直径及位置、节点板表面质量等进行全面符合, 符合要求后才进行安装。钢梁安装前, 将腹板的连接板用两颗普通螺栓连接在腹板相应的位置, 与梁齐平不能伸出梁端。一旦校正结束, 各连接节点处用临时定位板进行固定, 定位板固定, 以适应焊接变形调整的需要。

钢柱、钢梁校正达到验收规范要求后, 方可换拧高强度螺栓。高强度螺栓穿入方向要一致, 以施工便利为准。扭剪型高强度螺栓连接副的螺母带台的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧, 并应朝向螺栓尾部。对每一接头, 应采用临时螺栓冲钉定位, 为防止螺纹引起扭矩系数的变化, 严禁把高强度螺栓作为临时螺栓使用。严禁强行穿入螺栓, 如不能自由穿入时, 可用绞刀进行修整, 修整后孔的最大直径应小于1.2倍螺栓直径。修孔时, 为防止铁屑落入板缝中, 绞孔前应将四周螺栓全部拧紧, 使板缝密贴后再进行, 检查螺栓孔的质量, 发现质量问题及加工毛刺等应事先予以修正。高强度螺栓的拧紧顺序按节点位置, 先中心、后外围; 先大刚度节点、后小刚度节点。一个节点有两个构件以上时, 先紧固主要构件, 再紧固次要构件。雨天不得进行高强度螺栓的安装, 摩擦面上及螺栓上不得有水及其它污物, 并注意气候变化对高强度螺栓的影响。高强度螺栓的初拧和终拧, 必须在24小时内完成^[2]。

2.3 焊接技术质量措施

在钢结构施工中, 焊缝质量的问题是影响结构安全和持久性的关键因素, 焊缝的表面和内部缺陷可能导致结构强度不足或耐久性降低, 因此必须采取严格的返修措施以确保其符合设计要求和标准。

焊接前的准备工作中, 要进行焊接材料检查, 确保焊条、焊丝和保护气体符合设计要求, 并进行必要的化学成分和机械性能测试。焊接前, 应将基材表面的油污、锈蚀和杂质清理干净, 通常采用机械清理或化学清洗方法, 其公式如下:

$$\text{清理面积} = \text{焊缝长度} \times \text{焊缝宽度}$$

焊接参数控制包括焊接电流、电压、焊接速度和保护气体流量等参数需严格控制, 以确保焊接质量。

$$I = V/R$$

其中, I是焊接电流(A); V是焊接电压(V); R是电弧电阻(Q)。坡口角度和边缘准备应

符合设计要求。一般坡口角度不小于 15° ，以确保焊接接头的质量和强度。

钻孔止裂后，使用砂轮或碳弧气刨清除裂纹及渗碳层，确保彻底去除裂纹，并重新焊接补焊，并设计开槽和坡口的角度通常大于 15° ，以提高焊接接头的质量和强度。

开槽深度 = 焊缝宽度/2

本工程现场焊接主要采用 CO_2 半气体保护焊。施工现场分区进行焊接施工，协同构件吊装和高强螺栓施工顺序。焊接作业区手工电弧焊风速大于 8m/s 、气体保护焊风速大于 2m/s 时，应设防风棚或采取其他有效的防风措施后方可施焊。其中 CO_2 气体保护焊中使用的 CO_2 要求其纯度 $\geq 99.5\%$ 。就整个框架而言，柱、梁等刚性接头的焊接施工，应先从整个结构的中间构件上施焊，先形成框架后向左、右扩展焊接。对于柱~柱的对接施焊，应由两名焊工同时从两侧不同方向焊接，柱与柱焊接采用2人对称焊接，两人先焊接各自焊缝高度的40%，再进行其它两对面焊缝40%的焊接，之后再之前焊缝剩余60%的焊接，最后结束剩余两面焊缝的焊接。在焊接过程中需要注意层间温度，防止层间温度过高。当焊缝过长时，采用分段跳焊法，但要保证两焊工同步，减少变形。在焊接最后一层时需一次焊完，不得分段焊接。在柱转角处注意成型。对柱~梁连接的焊接而言，先焊接梁的腹板与柱连接处，再焊接梁的翼板与梁的连接；焊接梁的腹板时，两人同时焊接，直至焊接完成；焊接梁的翼板时，若空间允许，两人对称焊接，保证焊接同步；否则按如下顺序进行焊接：先进行上翼板焊缝30%的焊接，再进行下翼板焊缝30%的焊接，之后结束上翼板的焊接，最后结束下翼板的焊接。

2.4 外墙的檩条和墙板的技术质量要求

外墙檩条的材料选用应符合国家标准《钢结构设计规范》（GB 50017）和《建筑钢结构焊接技术规程》（JGJ 81）的要求，通常，檩条采用冷弯薄壁型钢，材质为Q235或Q345钢，其屈服强度分别为235MPa和

345MPa。在具体选材时，应根据建筑的荷载需求和使用环境选择合适的钢材型号和厚度，例如，在常见的工业厂房中，檩条的厚度通常在1.5毫米至3.0毫米之间，以保证其具有足够的承载能力和抗风能力^[1]。

在墙板的安装过程中，墙板的拼接和固定方法直接影响外墙的美观性和防水性能。通常，墙板之间采用搭接或插接方式连接，搭接长度一般为50毫米至100毫米。在固定墙板时，应使用自攻螺钉或铆钉进行固定，固定点根据墙板的波峰及檩条的中心位置固定，上下墙板波峰在同一直线、同一平面，墙板要保持横平竖直，两板搭接、插接波峰必须严格规范，可采用红外线等仪器进行垂直监测，确保墙板的质量封闭密封性。固定点应避开板材的应力集中区域，以防止板材因应力集中而变形或破裂。

为确保外墙檩条和墙板的整体性能，建议在施工完成后进行全面的质量检测，包括檩条和墙板的安装精度、连接强度、防水性能等方面的检测，以确保符合设计要求和使用寿命。通过严格的质量控制和检测，可以确保钢结构建筑的安全性、耐久性和美观性。

3 结束语

综上所述，钢结构安装工程施工是基于对工程的现场施工条件进行分析，并结合自身实践经验而形成的一种具有一定系统性和科学性的工作，在整个过程中，需通过有效地管理来保证工程质量，确保施工安全以及进度等各项指标都能得到相应提升，进而实现企业经济效益最大化。

参考文献：

- [1]赵志云.钢结构工程施工质量控制措施研究[J].产品可靠性报告,2024,(06):54-55.
- [2]周青旺.浅谈建筑钢结构工程施工质量监理控制要点[J].陶瓷,2024,(05):212-215.
- [3]王涛,张拓,王艺程,等.混凝土与钢结构工程中的建筑工程施工技术[J].石材,2024,(04):64-66.