

论高层建筑钢结构安装焊接施工质量控制的策略

喻清华

重庆巨能建设集团建筑安装工程有限公司 重庆 400000

摘要: 钢结构因其高强、自重轻、施工效率高、可回收再利用等优点而得到广泛应用。本文以高层建筑钢结构安装为切入点,对建筑钢结构安装技术要点进行了详细地阐述,并针对施工技术要点以及施工过程中出现的问题进行了分析,并提出有效质量控制措施。

关键词: 高层建筑; 钢结构; 安装焊接

一、高层建筑钢结构安装焊接施工的技术要点

(一) 焊接材料的选择与准备

高层建筑钢结构的安装和焊接,首先要做好焊接材料的选择和准备工作。焊接材料的选择是非常重要的。常用焊接材料有焊条,焊丝,焊剂等。针对不同类型、不同厚度的钢材,选用合适的焊材。如,Q235钢可选用E43,345钢可选用E50。然后,还要做好焊接材料的准备工作。焊条及焊丝在使用前应先干燥,一般温度300~350℃,时间1~2小时,以除去焊条中的水分,避免焊接时产生气孔、裂纹等缺陷。另外,还要保证焊接材料在干燥的环境中储存,防止受潮。对焊接材料进行质量检验,对焊接材料进行外观检验、化学成分分析及机械性能检测,以保证焊接材料满足GB/T5117、GB/T8110等相关标准^[1]。

(二) 焊接工艺参数的控制

焊接工艺参数的选择直接影响到焊接质量。在高层建筑钢结构的焊接过程中,需要对焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊接顺序等进行严格地控制。先根据焊条的直径及焊接部位来选择焊接电流。对于直径3.2mm的焊条,一般应控制在90~130安培;焊条直径4.0mm时,电流宜控制在140~190安培。然后,再为了保证电弧的稳定,一般要控制在20~30V的范围内。焊接速度也要根据实际情况进行调整,一般为10~15m/分钟,才能保证焊接质量。

(三) 焊接环境与施工条件

高层建筑钢结构的焊接质量受焊接环境和施工环境的影响。先将焊接环境温度控制在-5℃~40℃范围内,若环境温度低于-5℃,则需进行预热,保证钢表面温度在5℃以上。此外,焊缝处要保持干燥,防止雨、露或其他湿气进入焊缝处,如有需要,可在焊缝处设置防风遮

雨装置。另外,焊接现场要保持良好的空气流通,避免强风直接吹入焊区,以免造成电弧不稳。焊接施工的环境还需要满足一定的条件,比如焊接电源要稳定,电缆连接要牢固,焊接设备要经常检查,以保证它们的正常运转。同时,施工人员要有相应的焊接资格,有一定的工作经验,严格按规范操作。

(四) 焊缝质量的检查与验收

在高层建筑钢结构焊接施工中,焊缝质量检验和验收是非常重要的环节。焊接完毕后,应全面检查并验收焊缝,保证焊接质量满足设计及规范要求。对焊缝进行外观检验,检查焊缝表面是否平整,有没有裂纹,气孔,夹杂物等缺陷。外观检验按照GB 50205有关规定进行。再采用超声、射线、磁粉等无损检测方法,对焊缝中的缺陷进行检测。超声检测适合厚壁焊缝,射线检测适合薄壁焊缝,磁粉检测适合表面及近表面缺陷检测。根据试验结果,评定焊缝质量等级,并将其记录在案。通过拉伸、弯曲、冲击等力学性能测试,研究焊接接头的强韧性。机械性能的测定要按照国家标准GB/T2651、GB/T2653进行^[2]。

二、高层建筑钢结构安装焊接施工过程中存在的问题

(一) 焊接质量控制难度大

在高层建筑钢结构的焊接施工过程中,焊接质量难以控制是一个突出的难题。焊接质量控制不仅包括焊缝表面质量,同时也要对其内部缺陷进行检测。焊接过程中可能出现的气孔、夹渣和裂纹等缺陷对接头的力学性能有很大的影响。为保证焊接质量,通常需采用超声、射线等无损检测方法。然而,在实际焊接过程中,由于焊接环境复杂,高空作业条件艰苦,作业人员技术水平参差不齐,很难保证焊接质量。另外,焊接过程温度控

制、焊接速度及电流电压等参数的精确控制也是影响焊接质量的重要因素。例如，在焊接时，应根据钢的厚度及焊接部位选择焊条电流，一般为100-300安培。若控制不当，极易出现焊缝缺陷，从而影响结构的安全性^[3]。

（二）焊接变形及应力集中

在钢结构焊接施工中，焊接变形和应力集中也是一个比较突出的问题。焊接时，焊缝材料因热膨胀、冷却收缩而产生局部变形。这种变形不仅影响了结构的美观，而且造成了应力集中，降低了结构的承载力。如焊接大直径钢梁、钢柱等，其焊缝区可达1000℃，且冷却后残余应力较大。若不采取合理的焊接顺序、分段焊接及预热处理等措施，则很难避免焊接变形及应力集中的问题。一般情况下，测量焊缝的平直度、角偏差等参数可反映焊接变形，但不同类型的焊缝有不同的容许误差，如钢梁平直度误差一般不超过全长的1/1000。另外，合理设计焊缝形状及尺寸，选择适当的焊接工艺，也可减轻焊接应力集中现象。

（三）焊接材料和设备选择不当

焊接材料与设备的选用，直接关系到焊接质量与施工效率。焊接材料及设备选用不当，会造成焊接缺陷，降低焊缝强度，甚至引发安全事故。在高层建筑钢结构的焊接施工中，经常采用焊条、焊丝、焊剂等焊接材料，其质量及性能要达到相应的标准。如焊条抗拉强度不低于490 MPa，焊丝必须有较好的塑性及韧性，以适应复杂的受力条件。此外，针对不同的焊接工艺，需要与之配套的焊接设备，如手工电弧焊、GMAW、SAW等。在施工现场，如果采用不合适的焊接设备，会造成焊接工艺参数的控制困难，从而影响焊接质量。如气体保护焊，为了保证焊接质量，对气体流量、电弧电压的要求很高。如果设备陈旧，维修不及时，极易发生燃气流量不足，电弧不稳定等现象。

（四）施工现场管理不善

施工现场管理不到位常导致焊接质量问题。高层建筑钢结构焊接环境复杂，人员流动频繁，若缺乏管理，易引发施工无序、设备布局不合理等问题。焊接时需保持部位清洁，防止杂质影响质量，但管理不擅长导致现场脏乱。此外，高空作业中，焊工需佩戴安全装备，但因管理不足，工人安全意识差，易发生事故。

三、高层建筑钢结构安装焊接施工质量控制的有效策略

（一）材料质量检验

高层建筑钢结构的安装、焊接施工过程中，原材

料的质量检查是非常重要的。一般情况下，所有的钢筋焊接材料都要在施工前经过严格的质量检查，以保证满足相关标准及设计要求。如，钢铁产品必须符合GB/T1591—2018标准，含碳量不能大于0.25%。另外，焊条、焊丝的型号、规格、性能等还必须满足GB/T5117—2012、GB/T8110—2008的要求。在实际应用中，可利用光谱分析仪检测钢材的化学组成，以保证其成分满足设计要求。如，在某高层建筑工程中，发现一批钢材中硫含量超标，及时进行原料替换，避免了后期焊接时可能发生的开裂。另外，在焊接材料选择方面，本项目还将对其进行试焊及力学性能测试，以保证焊接质量。以北京某高层建筑为例，采用低氢焊条焊接，经试焊、拉拔试验，焊缝强度达355 MPa，焊接质量稳定可靠。除了物料本身的品质，贮存与管理亦不能被忽略。焊接材料的运输、贮存应避免潮湿，否则会影响焊接质量。在某工程项目中，由于焊条受潮，造成焊缝产生气孔、夹渣等缺陷。通过加强仓库管理，加强电极干燥处理等措施，最终解决了上述问题。在实际施工过程中，对原材料进行再检验是非常重要的。一般情况下，都是从工地中随机抽取一定比例的钢材及焊接材料，以保证其质量合格。以某工程为例，在现场随机抽取10%钢材进行拉拔试验，试验结果表明，所有试件均满足设计要求。

（二）钢构件试吊

在高层建筑钢结构的安装、焊接施工中，为了保证施工质量，必须对钢构件进行试吊。对吊装设备及吊点位置进行合理选择，以保证吊装及安装过程中钢构件的受力均匀，防止其变形、破坏。根据工程实际情况，选用适当的起重设备，如塔吊、履带吊、车吊等，根据构件的重量、形状和安装位置，对吊点进行合理布置。通常，为了保证吊装过程的稳定，钢构件的起吊点间距不能小于构件长度的1/3。在实际施工过程中，在试吊前，要仔细检查钢构件的尺寸、外形和焊接质量是否满足设计要求。为避免一次吊装存在安全隐患，对大型钢构件可采取分段吊装、分段试吊、安装的方法。如某高层建筑工程，采用200吨履带吊试吊装主体结构，每节钢构件长度控制在12米以内，总质量在10吨以内，起吊位置采用特殊加固措施，保证钢构件在起吊、安装时的稳定性。

在吊装过程中，应严密监视钢构件的受力状态及变形状况，及时调整吊装设备及吊点位置，保证钢构件处于最优受力状态。施工人员必须严格遵守施工规范，保证起吊速率均匀，不能急升急降，避免因受力不均匀造

成钢构件变形和破坏。如某钢结构厂房工程,施工小组采用先进的应力监测装置,实时监控钢构件受力状态,保证各节钢构件在吊装过程中受力均匀,最终成功完成钢结构安装。另外,在吊装过程中,还要注意周围的环境安全,如风速、气候等。通常,当风速大于6级时,为避免吊装过程中钢结构受风影响而发生摇摆或倾斜,应立即停止吊装作业。某高层建筑工程试吊钢件时,施工小组严格执行此项规定,在风速较大时暂停吊装作业,待风速降低后再试吊,以保证施工安全。

(三) 钢构件安装测量校正

保证钢构件的安装测量与校正精度,保证其精度与稳定性是十分重要的。首先,为了保证资料的准确,必须使用全站仪、激光测距仪等先进的测量仪器。全站仪测角精度为 $\pm 2s$,测距精度为 $\pm 2\text{ mm}$,对100 m以上的超高层建筑尤为重要。测量时严格按JGJ 81—2002《建筑钢结构焊接技术规程》中有关规定进行,保证测量误差不超过允许值。在施工过程中,必须对参考点及控制网进行准确标定,保证各钢构件安装位置的坐标精度。高程测量时,要用精密水准仪反复测量,保证标高误差在 $\pm 3\text{ mm}$ 以内。结合具体工程实例,对某大型商业综合体钢结构的安装进行了三次测量校正。也就是首次安装后的第一次修正,安装后的第二次测量修正,最后整个结构完工后的第一次修正。采用该方法,可有效控制钢构件的安装误差小于 $\pm 5\text{ mm}$,使结构稳定可靠、安全可靠^[6]。

另外,环境因素也是影响测量结果准确性的重要因素。如,温度变化会使钢结构发生热胀冷缩等现象,从而对测量精度产生影响。在实际操作中,应根据当日气温的变化,对温度进行必要的补偿修正。某超高层办公建筑在冬季施工时,因昼夜温差较大,测量结果出现偏差。经温度补偿公式修正后,测量误差小于 $\pm 2\text{ mm}$,从而保证了钢结构安装质量。

表1 展示不同温度条件下的测量误差及修正后精度

温度条件	初始测量误差	修正后精度
正常温度	$\pm 3\text{ mm}$	$\pm 1\text{ mm}$
高温	$\pm 4\text{ mm}$	$\pm 2\text{ mm}$
低温	$\pm 5\text{ mm}$	$\pm 2\text{ mm}$

(四) 节点施工检验

节点施工检查时,应先检查焊缝表面是否有明显缺

陷,如裂纹,气孔,夹渣等。一般来说,焊缝的外观检验可采用目测法,也可在放大镜的帮助下完成。实践证明,用10倍放大镜观察,能有效地发现肉眼不易发现的微小缺陷,提高检测精度。焊缝无损检测是保证焊接质量的重要环节之一。常用的无损检测方法有超声法、射线法、磁粉法和渗透法。其中,超声检测技术由于其对厚壁焊缝的检测能力强,得到了广泛地应用。根据GB 11345—2013《焊缝超声检测技术规程》中对焊缝缺陷的检测要求,一般采用2.5兆赫~5兆赫为宜。

以某高层钢结构工程为例,对超声波检测技术进行了研究。在检验过程中发现,在某节点焊缝中存在长达20 mm的内夹渣缺陷。《钢结构工程施工质量验收规范》中规定,焊缝内有缺陷不能超过焊缝长度的10%,应按GB50661—2011标准进行评定。为此,我公司立即对该焊缝进行了返修,以保证产品的质量。另外,节点施工检查也包括焊接过程参数的控制与记录。在此基础上,提出了一种新的焊接方法。这些参数的精确控制直接影响到焊接质量。如在某节点焊接时,发现焊接电流与预先设定的值存在偏差,造成焊缝成形不良。通过对焊接电流的调节,使焊接电流稳定在300~320 A之间,从而保证了焊接质量。

结束语

综上所述,为实现高标准多层建筑工程,充分发挥钢结构的功能,建设单位必须对钢结构安装技术给予足够的重视。要全面掌握施工工艺要点,加强对钢柱吊装、钢梁吊装、节点连接等关键工序的现场质量监控。在施工过程中,要积极开展原材料质量检查、钢件试吊、钢件安装尺寸校正、节点施工检查等质量控制措施,为提高钢结构安装质量提供技术保证。

参考文献

- [1]张慧鹏.高层建筑钢结构安装施工工艺分析[J].北方建筑,2022,7(04):51-54.
- [2]王杰生.高层建筑钢结构安装施工技术[J].住宅与房地产,2019,(09):218-219.
- [3]岳艳红.高层建筑金属结构焊接施工[J].世界有色金属,2017,(09):227+229.