

钢结构工程质量检测要点探讨

江胜峰

团风县公共检验检测中心 湖北 黄冈 438800

摘要：钢结构工程质量检测需统一标准、科学选方法、保证数据完整。材料进场要检测钢材、连接及涂装材料；构件制作安装要关注精度、连接节点和安装位置。常见问题有材料检测不规范、连接节点有缺陷、数据管理混乱等，可通过加强管控、强化质量控制、规范数据管理解决。检测技术正朝智能化、自动化方向发展。

关键词：钢结构；工程质量检测；要点探讨

引言：钢结构工程在建筑领域占据重要地位，其质量关乎结构安全与使用寿命。从材料进场到构件制作安装，每一环节的质量把控都至关重要。然而，在实际检测中，存在材料检测不规范、连接节点有缺陷、检测数据管理混乱等问题，影响工程质量评估准确性。在此背景下，深入探讨钢结构工程质量检测的基础要求、各阶段检测要点，剖析常见问题并提出解决措施，同时关注检测技术发展趋势，对保障钢结构工程质量意义深远。

1 钢结构工程质量检测的基础要求

1.1 检测标准统一性

钢结构工程质量检测必须以统一、权威的技术标准作为坚实依据。这些标准应全面覆盖材料性能、构件尺寸、连接强度等核心指标。材料性能检测要明确钢材的强度、韧性、可焊性等具体参数标准；构件尺寸检测需精确到毫米级，确保构件符合设计几何要求；连接强度检测则要依据不同连接方式，如焊接、螺栓连接等，制定相应的强度判定标准。同时，检测标准必须与设计文件、施工规范紧密匹配。设计文件明确了工程的具体要求和技术指标，施工规范规定了施工过程中的操作准则和质量标准，检测标准与之相呼应，才能保证检测结果在不同阶段、不同环节之间具有可比性和权威性。若标准不统一，不同检测人员或机构可能依据不同标准进行检测，导致质量判定出现偏差，严重影响工程质量的准确评估。

1.2 检测方法科学性

针对钢结构不同的检测对象，要科学合理地选择检测方法。常见的检测方法包括外观检测、无损检测、力学性能试验等。外观检测通过目视或借助简单工具，检查构件表面是否存在裂纹、锈蚀、变形等缺陷；无损检测利用超声波、射线等技术，在不破坏构件的前提下检测内部缺陷；力学性能试验则通过拉伸、弯曲等试验，测定钢材的力学性能指标。所选择的检测方法必须经过

严格的验证，确保其准确性和可靠性。此外，操作流程要规范统一，检测人员应严格按照标准操作程序进行检测，减少人为因素对检测结果的干扰，提高检测结果的可信度^[1]。

1.3 检测数据完整性

在钢结构工程质量检测过程中，详细记录原始数据、检测部位、环境条件等信息至关重要。原始数据是检测结果的直接体现，必须真实、准确、完整地记录。检测部位的记录要精确到具体构件和位置，以便后续追溯和复核。环境条件如温度、湿度等也可能对检测结果产生影响，同样需要详细记录。通过形成完整的检测档案，为工程质量评估提供全面、可靠的依据，同时也为工程的后续维护、改造等提供重要的参考信息。

2 材料进场质量检测要点

2.1 钢材性能检测

（1）物理性能：检测钢材的屈服强度、抗拉强度、伸长率等指标，通过拉伸试验确定其力学性能是否符合设计要求。对于承受动荷载的钢结构，还需检测钢材的冲击韧性，确保其在冲击荷载作用下不发生脆性断裂。

（2）化学成分：采用光谱分析等手段检测钢材中碳、硅、锰、硫、磷等元素的含量。硫、磷含量过高会降低钢材的塑性和韧性，需控制在标准限值内，避免影响结构的受力性能。（3）外观质量：检查钢材表面是否存在裂纹、折叠、结疤等缺陷，厚度偏差、弯曲度是否在允许范围内。对于有涂层要求的钢材，需检测表面除锈等级，确保涂层附着力符合标准。

2.2 连接材料检测

在钢结构工程中，连接材料的质量直接影响结构的连接强度与整体稳定性，必须进行严格检测。（1）对于螺栓与螺母，首先要仔细核对螺栓的型号、规格，确保其与设计要求完全相符，这是保证连接功能正常实现的基础。接着检查螺纹的完整性，查看是否存在磨损、

断裂等变形或损伤情况,因为不完整的螺纹会降低连接的紧密性和可靠性。对于高强度螺栓,需开展预拉力和扭矩系数测试,通过专业设备精确测量,确保其连接强度达到设计标准。同时,螺母的硬度也不容忽视,必须与螺栓相匹配,若硬度差异过大,在受力时可能导致连接失效,引发安全隐患。(2)焊接材料方面,焊条、焊丝、焊剂等要与母材的材质精准匹配,其各项性能指标,如熔敷金属抗拉强度、冲击韧性等,都要满足设计要求。此外,还要严格检查焊接材料的包装和保质期,受潮或过期的焊接材料会改变其化学成分和物理性能,严重影响焊接质量,必须杜绝使用^[2]。

2.3 涂装材料检测

在钢结构工程里,涂装材料的质量关乎结构的使用寿命与防护性能,必须开展全面且专业的检测。(1)涂料的附着力是关键指标,它决定了涂层与基层的结合牢固程度。采用划格试验这一标准方法,用专用刀具在涂层表面划出特定规格的方格,再借助胶带粘贴撕扯,依据涂层脱落情况精确评估附着力等级,确保涂层在使用中不会轻易剥落、起皱,维持良好的防护状态。(2)耐候性和耐腐蚀性同样不容忽视。模拟不同的气候环境和腐蚀介质条件,对涂料样品进行加速老化试验,检测其在长期使用过程中抵抗紫外线、温度变化、雨水侵蚀以及化学物质腐蚀的能力,保证钢结构在不同工况下都能得到有效保护。(3)还需严格检测涂料的干燥时间和厚度。干燥时间影响施工进度和涂层质量,厚度则直接关系到防护效果,只有确保这两项指标符合设计要求,才能实现理想的涂装效果,保障钢结构工程的长期稳定运行。

3 构件制作与安装质量检测要点

3.1 构件制作精度检测

(1)尺寸偏差:对构件的长度、宽度、高度、腹板厚度等关键尺寸进行精准测量。不同构件有着严格的尺寸偏差控制要求,以保障结构受力合理。比如,钢柱作为主要的承重构件,其截面尺寸偏差必须严格控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内,若偏差过大,会改变结构的力学模型,影响承载能力;钢梁的挠度偏差要符合设计要求,过大的挠度偏差会破坏结构的受力平衡,导致结构变形甚至失稳。(2)加工质量:仔细检查构件切割、钻孔、坡口等加工部位的精度。切割边缘应具备良好的垂直度和平整度,这关系到后续的组装和焊接质量;钻孔位置偏差需控制在极小范围内,一般不应超过 1mm ,否则会影响构件之间的连接精度;坡口的角度和尺寸必须与焊接工艺相匹配,合适的坡口能保证焊接时焊缝金属充分融合,提高焊接质量,避免出现未焊透、夹渣等缺陷。(3)表

面处理:检测构件表面的除锈质量和粗糙度。除锈等级要达到设计要求,如Sa2.5级,确保钢材表面的锈蚀产物被彻底清除;同时,表面粗糙度应适宜,以增强涂层与钢材之间的附着力,防止因除锈不彻底或表面过于光滑导致钢材锈蚀,影响结构的使用寿命。

3.2 连接节点质量检测

(1)焊接节点:运用超声波检测、射线检测等先进的无损检测方法,深入检查焊缝内部质量。着重排查裂纹、未熔合、气孔等严重缺陷,这些缺陷犹如结构中的“定时炸弹”,会极大削弱焊缝的强度和韧性。同时,对焊缝外观质量也不容忽视,仔细检查余高、焊瘤、咬边等情况。余高过高会增加应力集中,焊瘤会影响构件的平整度,咬边则会减少焊缝的有效截面积。此外,焊脚尺寸必须严格符合设计要求,角焊缝的焊脚高度偏差应控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内,确保焊缝能够承受设计规定的荷载。(2)螺栓连接:重点检查螺栓的拧紧度,对于高强度螺栓,需使用专业的扭矩扳手检测终拧扭矩,保证其达到设计预拉力,使连接具有足够的摩擦力。螺栓的外露丝扣数量应不少于2扣,这是为了便于检查和更换螺栓。同时,要确保螺母、垫圈的安装方向正确,防止因安装错误导致螺栓松动,进而影响连接的可靠性。(3)铆钉连接:检测铆钉的直径、长度是否与设计要求一致,钉头需饱满、平整,无裂纹或偏斜现象。并且,铆钉与连接板的贴合度要良好,避免出现缝隙,防止因受力不均而引发结构破坏^[3]。

3.3 安装位置与精度检测

(1)轴线与标高:精准检测构件安装的轴线位移和标高偏差是保障结构位置准确的关键。钢柱作为主要承重构件,其轴线位移偏差需严格控制在不超过 5mm 的范围内,标高偏差也不应超过 $\pm 5\text{mm}$ 。若轴线位移或标高偏差过大,会导致结构整体受力不均,影响结构的稳定性和安全性。检测时,可借助全站仪、激光铅直仪等先进测量仪器,确保测量数据的准确性和可靠性,使构件的实际安装位置与设计要求高度吻合。(2)垂直度与平整度:利用经纬仪、水准仪等专业仪器,对构件的垂直度和平整度进行细致检测。钢柱的垂直度偏差应满足 $\leq H/1000$ (H 为柱高)且不大于 15mm 的要求,屋面梁的平整度偏差也需严格控制在规范允许的范围内。垂直度和平整度不符合要求,不仅会影响结构的美观,还会对屋面排水等功能造成不利影响,甚至可能引发结构局部应力集中,降低结构的使用寿命。(3)整体稳定性:着重检测结构的整体侧向弯曲和挠度,特别是大跨度钢结构,其在自重作用下的挠度必须严格控制在设计限值以

内。同时,要仔细检查支撑系统的安装质量,确保支撑的位置、数量、连接方式均符合设计要求。支撑系统是保证结构整体刚度和稳定性的重要组成部分,若安装质量不佳,结构在受力时可能发生侧向失稳或过大变形,严重威胁结构安全。

4 钢结构工程质量检测中的常见问题与解决措施

4.1 常见检测问题

(1) 材料检测不规范:存在未按规定批次抽样、检测项目不全等问题,导致不合格材料流入工程现场,影响结构质量。部分工程对焊接材料、涂装材料的检测重视不足,使用性能不达标材料。(2) 连接节点缺陷:焊接节点易出现未焊透、夹渣等缺陷,螺栓连接存在扭矩不足、丝扣外露不符合要求等问题,影响连接强度和可靠性。(3) 检测数据管理混乱:检测记录不完整、数据失真,无法追溯检测过程,给工程质量评估带来困难。部分检测报告缺乏必要的图表和说明,难以准确反映结构的质量状态^[4]。

4.2 解决措施

(1) 加强材料进场管控:为杜绝不合格材料进入钢结构工程现场,需严格执行材料进场验收制度。依据相关规范要求,对每一批次进场的材料进行科学抽样检测,涵盖材料的关键性能指标。一旦检测出不合格材料,必须坚决予以清退,严禁投入使用。同时,建立完善材料台账,详细记录材料的来源、批次、规格型号以及检测结果等信息,实现材料从进场到使用的全过程可追溯管理。如此一来,既能保证材料质量符合工程要求,又能在出现问题时迅速查明原因,采取有效措施。

(2) 强化连接节点质量控制:针对连接节点易出现的问题,要加强焊接人员培训,提高其专业技能和操作水平,并推行严格的焊接工艺评定制度,确保焊接工艺的的科学性和稳定性,从而保障焊接质量。对于螺栓连接,在连接前要对扭矩扳手进行精准校准,终拧后逐个仔细检查,对扭矩不达标或丝扣外露不符合要求的连接,及时进行返工处理,确保连接强度和可靠性。(3) 规范检测数据管理:建立检测数据信息化管理系统,详细记录检测全过程的各类信息,如检测时间、检测人员、检测设备、检测数据等。检测报告应内容完整、数据准确,

附上必要的图表和现场照片,增强报告的可读性和可信度,为工程质量评估提供可靠依据。

4.3 检测技术发展趋势

在科技飞速发展的浪潮推动下,钢结构工程质量检测技术正朝着智能化、自动化的方向大步迈进。(1) 无人机巡检凭借其灵活机动、可覆盖大面积和高空区域的优势,能够快速获取钢结构外观及部分难以触及部位的信息,大幅提升检测效率,同时降低了人工高空作业带来的安全风险。机器人检测则可深入狭小空间或复杂结构内部,进行精准检测,其搭载的高精度传感器能捕捉细微缺陷。(2) BIM技术与检测数据的深度融合意义重大,通过建立三维数字模型,将检测数据直观呈现,实现结构质量的可视化管理,还能对钢结构从设计、施工到运营的全生命周期进行追踪,为质量评估和维护决策提供全面依据。(3) 无损检测技术持续升级,不断优化检测方法和算法,提高对裂纹、气孔等缺陷识别的准确性和灵敏度,为钢结构工程质量构筑起更为坚实的保障防线。

结束语

钢结构工程质量检测是保障工程安全与耐久性的关键环节。从基础要求到材料、构件、安装检测,再到问题解决与技术创新,各环节紧密相连。统一标准、科学方法、完整数据是基础,严格把控材料与节点质量、精准检测安装位置是重点。面对检测中的问题,需采取有效解决措施。而智能化、自动化检测技术的发展,如无人机、BIM技术与无损检测升级,将为钢结构工程质量检测带来新变革,推动行业迈向更高水平。

参考文献

- [1]谢苏娜.钢结构材料的检测技术分析[J].建筑技术开发,2019,46(20):117-118.
- [2]钟飞鹏.无损检测技术在钢结构建筑工程检测中的应用[J].大众标准化,2023,(13):169-171.
- [3]卢振龙,李云周.全站仪在既有钢结构检测中的应用[J].住宅与房地产,2020,(15):282.
- [4]钟梓或.建筑工程主体结构检测内容与方法分析[J].江苏建材,2023,(05):45-46.