

建筑工程主体结构质量检测方法

王世博

河北路安工程质检技术服务有限公司 河北 石家庄 050000

摘要：建筑工程主体结构质量检测对保障建筑安全至关重要。本文介绍外观质量检测，涵盖表面缺陷、尺寸偏差和变形检测；材料性能检测包括混凝土、钢筋和砌体材料检测；结构构件性能检测涉及承载力、连接和整体性能评估；还阐述红外热成像、雷达波、X射线、声发射等无损检测技术应用，为建筑工程主体结构质量检测提供全面参考。

关键词：建筑工程；主体结构；质量检测；无损检测技术

引言：建筑工程主体结构质量关乎建筑安全与使用功能。随着建筑行业发展，结构形式日益复杂，对质量检测要求更高。准确有效的质量检测能及时发现结构隐患，保障建筑安全可靠。目前检测方法多样，不同方法各有特点与适用范围。深入了解这些检测方法，有助于科学开展质量检测工作，提升建筑工程质量水平。

1 外观质量检测方法

1.1 表面缺陷检查

在建筑工程主体结构外观质量检测中，表面缺陷检查是重要环节。裂缝作为常见缺陷，类型多样，有受力裂缝、温度裂缝、沉降裂缝等。不同类型的裂缝产生原因不同，对结构的影响程度也有差异。检测裂缝时，需精确测量宽度与长度^[1]。宽度测量可借助专业裂缝测宽仪，将仪器对准裂缝，读取显示数值；长度测量则用钢尺沿裂缝走向仔细丈量。准确掌握裂缝的宽度与长度，有助于判断裂缝对结构安全性的影响程度。蜂窝、麻面、孔洞等缺陷同样不容忽视。蜂窝是混凝土表面因振捣不密实出现的小孔洞，麻面是表面粗糙不平、缺浆起砂，孔洞则是混凝土内部存在较大空腔。这些缺陷会降低混凝土的密实性和强度，影响结构的耐久性。检测时，通过目视观察和触摸感受，结合小锤敲击听声音来判断缺陷的严重程度。混凝土碳化深度检测也不可或缺。混凝土碳化会降低钢筋周围的碱性环境，削弱对钢筋的保护作用，加速钢筋锈蚀。检测时，在混凝土表面钻孔，清除孔内粉末，滴入酚酞试剂，未碳化部分会变红，通过测量变色边界到混凝土表面的距离，即可确定碳化深度。

1.2 尺寸偏差检测

结构构件尺寸测量与偏差分析是确保建筑符合设计要求的关键。使用钢尺、激光测距仪等工具，对梁、板、柱等构件的长度、宽度、高度进行测量。将测量值

与设计值对比，分析偏差是否在允许范围内。若偏差过大，可能影响构件的安装和结构整体稳定性。垂直度与平整度检测同样重要。垂直度检测常用经纬仪、激光垂直仪，通过测量构件垂直方向的偏差，判断其垂直程度。平整度检测可使用靠尺和塞尺，将靠尺放置在构件表面，用塞尺测量靠尺与构件表面间的缝隙大小，以此评估平整度。

1.3 变形检测

沉降观测能及时掌握建筑物在垂直方向上的沉降情况。在建筑物四周设置沉降观测点，定期使用水准仪进行测量，记录各观测点的高程变化。通过分析沉降数据，判断建筑物沉降是否均匀，是否存在不均匀沉降风险。倾斜度检测用于确定建筑物整体或局部的倾斜程度。采用全站仪等仪器，测量建筑物不同高度处的水平位移，计算倾斜角度。挠度测量针对梁、板等受弯构件，在构件跨中及支座处设置观测点，施加荷载后测量构件的变形量，评估构件的刚度是否满足要求。

2 材料性能检测方法

2.1 混凝土强度检测

回弹法检测混凝土强度是利用回弹仪对混凝土表面进行弹击，通过回弹值反映混凝土表面的硬度，再依据测强曲线推算混凝土抗压强度。操作时，先清理混凝土表面，确保无浮浆、杂物。将回弹仪垂直向下弹击混凝土表面，记录回弹值，每个测区选取一定数量的测点进行测量。此方法操作简便、效率高，适用于一般结构构件的混凝土强度快速检测。钻芯法检测混凝土强度适用于对回弹法等无损检测结果有疑问或对结构强度有较高要求的情况。检测时，使用专用钻机在混凝土结构上钻取芯样，芯样直径需符合规范要求^[2]。将钻取的芯样加工成标准试件，在压力试验机上进行抗压试验，以芯样试件的抗压强度代表混凝土的实际强度。不过，钻芯法会

对结构造成一定损伤,需谨慎选择测区位置。超声回弹综合法结合了超声法与回弹法的优点。超声法通过测量超声波在混凝土中的传播速度,反映混凝土内部的密实程度;回弹法反映混凝土表面硬度。将两种方法测得的数据综合分析,能更准确全面地评定混凝土强度,减少单一方法检测的误差,提高检测结果的可靠性。

2.2 钢筋性能检测

钢筋直径、数量与布置检测是确保结构安全的重要环节。采用钢筋扫描仪在混凝土表面扫描,根据仪器显示信号确定钢筋位置,再结合局部开凿验证,准确测量钢筋直径,统计钢筋数量,并绘制钢筋布置图。钢筋锈蚀状况检测有电化学方法和直观检查两种。电化学方法通过测量钢筋的电位、电阻等电化学参数,判断钢筋锈蚀程度;直观检查则是观察混凝土表面有无锈胀裂缝、钢筋表面锈蚀产物等情况,初步评估钢筋锈蚀状况。钢筋力学性能抽样检测需从结构中截取钢筋试件,在试验机上进行拉伸试验,测定钢筋的屈服强度、抗拉强度、伸长率等力学性能指标,判断钢筋是否满足设计要求。

2.3 砌体材料检测

砖、砌块强度检测通常采用试验机压溃法。从砌体中随机抽取砖或砌块,抽取数量一般不少于5块,加工成标准试件,对于砖试件尺寸一般为240毫米×115毫米×53毫米,对于砌块试件尺寸根据砌块规格确定。在压力试验机上施加荷载直至试件破坏,压力试验机加载速度一般控制在2千牛/秒至6千牛/秒,记录破坏荷载,计算砖或砌块的抗压强度。砂浆强度检测常用推出法和筒压法。推出法是将小型千斤顶安装在砌体中砂浆缝上,千斤顶量程一般为50千牛至100千牛,施加推力将砌块推出,根据推出力与砌体截面面积计算砂浆强度,砌体截面面积测量误差可控制在1平方厘米以内;筒压法将取样的砂浆颗粒装入特制筒内,特制筒容积一般为1升,施加压力,压力一般控制在200千牛至500千牛,根据筒压强度值推算砂浆强度。

3 结构构件性能检测方法

3.1 承载力检测

静载试验是评估结构构件承载力的重要手段。原理是在结构构件上施加静态荷载,模拟实际使用中的受力状态,通过测量构件在荷载作用下的变形、应变等参数,分析构件的承载能力和变形特性。实施时,先根据设计要求和规范确定试验荷载大小,选择合适的加载设备,如千斤顶、配重块等^[3]。在构件上布置应变片、位移计等测量仪器,分级施加荷载,每级荷载施加后稳定一段时间,记录测量数据,直至构件达到极限状态或设计

规定的最大荷载。通过分析数据,绘制荷载-变形曲线、荷载-应变曲线等,判断构件的承载力是否满足设计要求。动载试验以振动测试为代表,主要用于了解结构在动力荷载作用下的响应。通过在结构上施加动力激励,如脉冲荷载、随机荷载等,利用加速度传感器、速度传感器等设备测量结构的振动响应,获取结构的自振频率、振型、阻尼比等动力特性参数。这些参数能够反映结构的整体刚度和动力性能,对于评估结构在地震、风振等动力作用下的安全性具有重要意义。

3.2 结构连接检测

焊缝质量检测对钢结构的安全至关重要。超声波检测利用超声波在焊缝中的传播特性,检测焊缝内部是否存在气孔、夹渣、裂纹等缺陷。当超声波遇到缺陷时会产生反射波,通过分析反射波的波形、幅度等特征,判断缺陷的位置和大小。磁粉检测则适用于检测焊缝表面和近表面的缺陷,在焊缝表面施加磁场,撒上磁粉,若存在缺陷,磁粉会在缺陷处聚集形成磁痕,从而直观地显示缺陷的位置和形状。螺栓连接检测包括扭矩检测和松动检查。扭矩检测使用扭矩扳手测量螺栓的拧紧力矩,确保螺栓连接达到设计要求的预紧力。松动检查通过观察螺栓是否有松动迹象,如螺栓与螺母之间的相对转动、螺栓露出长度变化等,判断螺栓连接是否可靠。预应力筋张拉力检测采用传感器测量预应力筋在张拉过程中的拉力值,确保预应力筋的张拉力符合设计要求,保证结构构件的预应力效果。

3.3 结构整体性能评估

结构动力特性测试通过测量结构在自由振动或环境激励下的响应,获取结构的自振频率、阻尼比等参数。自振频率反映结构的整体刚度,对于一般建筑物,自振频率一般在1赫兹至10赫兹之间;阻尼比体现结构消耗振动能量的能力,一般阻尼比在0.01至0.1之间。结构模态分析基于动力特性测试数据,进一步分析结构的振型,了解结构在不同频率下的振动形态,为评估结构的动力性能和抗震能力提供依据。

4 无损检测技术应用

4.1 红外热成像检测技术

红外热成像检测技术依托于物体表面温度差异产生的红外辐射差异。任何物体只要温度高于绝对零度,都会向外辐射红外线,且辐射强度与温度相关,一般物体温度每升高10摄氏度,辐射强度会增加数倍。利用高精度的红外热成像仪,能够捕捉物体表面不同位置的红外辐射,并将其转化为可视化的热图像。红外热成像仪分辨率一般为320×240像素至640×480像素,温度测量范围

一般在-20摄氏度至500摄氏度,精度可达到0.1摄氏度。在建筑工程领域,此技术应用广泛^[4]。例如检测建筑外墙的保温性能,若保温层存在缺陷,热量会通过缺陷部位散失,导致该区域温度与其他部位不同,一般保温良好区域与缺陷区域温度差异在2摄氏度至5摄氏度之间,在热图像上呈现明显差异,从而精准定位保温缺陷位置与范围。对于建筑电气系统,线路过载、接触不良等问题会引发局部温度升高,一般过载线路温度比正常线路高5摄氏度至15摄氏度,接触不良部位温度可能比周围高10摄氏度至30摄氏度,红外热成像检测可快速发现这些潜在故障点,避免电气火灾等安全事故发生。该技术操作简便、检测速度快,能在不接触被测物体的情况下实现大面积快速扫描,为建筑工程质量与安全保障提供有力支持。

4.2 雷达波检测技术

雷达波检测技术利用高频电磁波在混凝土中的传播特性来探测内部缺陷。向混凝土发射高频雷达波,雷达波频率一般在100兆赫至2000兆赫之间,当波遇到不同介质界面,如混凝土内部的气泡、空洞、钢筋等,会发生反射、折射和散射。通过接收反射波信号,分析信号的传播时间、幅度和频率变化等信息,可推断混凝土内部结构情况。此技术对混凝土内部缺陷探测精度较高,对于直径在10毫米至50毫米的缺陷,定位精度可控制在5毫米以内,能准确识别缺陷的位置、大小和形状。在大型桥梁、高层建筑等混凝土结构检测中,可有效发现内部隐蔽缺陷,为结构的安全评估和维修加固提供可靠依据。

4.3 X射线检测技术

X射线检测技术在特定场景下发挥着不可替代的作用。X射线具有较强的穿透能力,能穿透一定厚度的物体。在建筑工程中,对于一些结构复杂、内部构造精细且对质量要求极高的部位,如钢结构节点焊缝、预应力锚具内部等,X射线检测可清晰呈现内部结构细节。X射线机管电压一般在100千伏至450千伏之间,管电流一般在1毫安至20毫安之间。通过X射线拍摄的影像,能直观观察焊缝内部是否存在气孔、夹渣、未熔合等缺陷,对

于直径在0.5毫米以上的气孔、长度在1毫米以上的夹渣等缺陷可清晰识别,以及预应力锚具内部钢丝的排列和锚固情况,确保结构关键部位的质量符合设计要求。

4.4 声发射检测技术

声发射检测技术是一种动态监测结构损伤的有效手段。当结构在荷载作用下产生损伤,如裂缝扩展、纤维断裂等,会以弹性波的形式释放应变能,产生声发射信号。声发射信号频率范围一般在1千赫至1兆赫之间。通过在结构上布置多个声发射传感器,传感器灵敏度一般较高,可检测到微弱的声发射信号,实时接收这些信号,并对信号进行分析处理,可确定损伤发生的位置、程度和发展趋势。对于长度在1米至10米的结构,通过布置4个至8个传感器,可较为准确地定位损伤位置,定位误差可控制在0.5米以内。在大型储罐、压力管道等结构的长期监测中,声发射检测技术能及时发现结构损伤的早期迹象,为结构的安全运行提供预警,保障工程设施的长期稳定。

结束语

建筑工程主体结构质量检测方法多样,外观、材料、构件性能检测及无损检测技术各有优势。外观检测直观反映结构表面状况;材料检测确保原材料质量;构件性能检测评估结构承载与连接能力;无损检测技术能无损探查内部缺陷。综合运用这些方法,可全面准确掌握结构质量,为建筑工程安全稳定运行提供坚实保障,推动建筑行业健康发展。

参考文献

- [1]王飞.建筑工程主体结构质量检测方法及注意事项[J].河南建材,2022(7):26-28.
- [2]吴贵尧.建筑工程主体结构质量检测方法及注意事项[J].城市情报,2024(7):129-130.
- [3]孙海龙.建筑工程主体结构质量检测方法分析[J].户内外装备,2023(12):296-298.
- [4]孙帅.建筑工程主体结构质量检测方法及应用[J].数码-移动生活,2022(8):196-198.