

三维激光扫描技术在钢结构检测中的应用

周李方¹ 李佳鹏² 沈龙先³

中建八局第三建设有限公司 江苏 南京 210046

摘要: 钢结构作为现代建筑中常见的结构形式,其质量和安全性对于工程的长期运行至关重要。而钢结构在使用过程中可能受到各种因素的影响,如氧化、疲劳等,因此定期进行检测和评估是必要的。而采用传统的手动检测方法存在效率低、误差大的问题,因此引入三维激光扫描技术来进行钢结构检测是十分必要的,下文从三维激光扫描技术及原理入手,从四个方面阐述三维激光扫描技术在钢结构检测中的应用必要性,并分析三维激光扫描技术在钢结构检测中的具体应用,以供参考。

关键词: 三维激光扫描技术; 钢结构; 检测; 应用

随着技术的不断发展,三维激光扫描技术不断提升其精度和测量范围。目前,除了一般的激光扫描仪外,还出现了飞行式激光扫描仪和可移动式激光扫描仪等不同类型的设备。飞行式激光扫描仪可以通过无人机或飞机进行大范围的三维数据采集,广泛用于地理测绘和建筑实地调查等领域。可移动式激光扫描仪则可以在野外或工程现场进行实时测量,广泛应用于施工监测和变形分析等方面。三维激光扫描技术可以提高钢结构检测的效率和精度,同时提供全方位的数据供全面分析,实现对钢结构的完整性和安全性进行全面评估。其非接触式的检测方式也更加安全,减少了工人的伤害风险。此外,通过将每次检测的数据保存为历史档案,可以进行比对分析,及时发现钢结构中的变形和缺陷。

1 三维激光扫描技术及原理

三维激光扫描技术是一种高精度、非接触式的三维数据采集技术,通过发射激光束并测量其回波时间来获取目标表面的三维坐标信息。其原理主要包括激光测距和扫描控制两个核心部分。激光测距是三维激光扫描技术的基础。在激光扫描仪中,激光器会产生一束高强度的激光光束,然后通过光学系统将光束聚焦成一束较小的光斑。这束激光光束会被反射到目标表面上,然后再被激光扫描仪中的接收器接收。接收器会记录下从激光器发射激光到光斑反射回来的时间,根据光的速度和时间的关系可以计算出目标表面到激光扫描仪的距离。扫描控制是三维激光扫描技术的另一个关键部分。扫描控制通过激光扫描仪上的扫描器来控制激光光束的移动。扫描器一般采用旋转镜或振镜,可以使光束在水平和垂

直方向发生偏转。通过控制扫描器的运动,激光束可以在一个平面内扫描目标的不同位置,并将每个位置的测距数据记录下来^[1]。

2 三维激光扫描技术在钢结构检测中的应用必要性

2.1 检测效率和精度的提高

传统的手动检测方法需要工人上下爬行在钢结构表面进行检测,工作量大、效率低。这种方法不仅耗时耗力,而且由于工人操作的不稳定性,容易产生误差和数据的不准确性。而三维激光扫描技术采用非接触式的测量方式,无需工人直接接触钢结构表面,能够避免人为因素对检测结果的影响。这样不仅保障了工人的安全,还提高了检测的准确性和可靠性。通过三维激光扫描仪快速获取钢结构的三维点云数据,不需要工人上下爬行,大大节省了人力和时间成本。三维激光扫描仪具有高度精确的测量能力,可以实现亚毫米级的测量精度。它能够快速、准确地捕捉钢结构表面的形状和缺陷信息。通过扫描仪记录下的点云数据,可以生成钢结构的高精度三维模型。这样的模型可以精确显示钢结构的形状、细节和变形情况,进而对钢结构进行全面的分析和评估。通过对点云数据的处理和分析,可以实现对关键部位的监测和缺陷的检测,有助于提前发现和解决可能存在的问题。

2.2 全方位数据提供全面分析

三维激光扫描技术在钢结构检测中的另一个重要优势是能够获取全方位的数据,不受复杂结构和难以到达的区域限制。传统的手动检测方法可能无法到达一些局部隐藏的区域,导致数据的不完整和准确性的降低。而三维激光扫描技术可以捕捉到钢结构的每一个角度、曲线和细节,从而提供了全面、详细的数据,为进一步的分析提供了更多的信息。通过对采集到的三维点云数

通讯作者: 周李方, 1988年6月, 汉, 男, 江苏盱眙, 中建八局第三建设有限公司, 项目总工, 工程师, 本科210046, 研究方向: 建筑施工

据进行处理和分析,可以实现钢结构的虚拟重建。利用三维点云数据,可以重建出高精度的钢结构模型,完整地还原钢结构的形状和细节。这对于钢结构的维护和改进具有重要意义,可以帮助工程师更好地了解钢结构的当前状态和潜在的问题。三维激光扫描技术还能够实现钢结构的变形监测。通过连续多次的扫描,可以获得不同时间点的三维点云数据。通过比对这些数据,可以检测出钢结构的变形情况。变形监测对于钢结构的安全性至关重要,能够及早发现结构变形的迹象,及时采取措施进行修复和加固,确保其正常运行和使用^[2]。

2.3 非接触式检测更加安全

相传统的手动检测方法,三维激光扫描技术在钢结构检测中具有显著的优势,主要体现在安全性方面。传统的手动检测方法可能需要工人爬行在钢结构的高处,面临着高空坠落的风险,工作人员的安全性无法得到完全保障。然而,三维激光扫描技术采用的是一种非接触式的测量方式,工人无需直接接触钢结构表面,从而避免了直接面对潜在的危险。扫描仪通过发射激光束并记录其与钢结构表面反射回来的信号,实现对目标表面的测量。因此,工人可以在相对安全的地面或其他合适位置进行操作,无需冒险攀爬。三维激光扫描仪具有较远的测量范围,可以从较远的距离进行测量。这意味着工人可以在安全的距离处操作设备,无需过于靠近钢结构,以避免不必要的风险。在一些高难度或无法到达的区域,如钢结构的天花板、高空悬挑等,激光扫描仪可以较远的距离进行测量,准确捕获目标表面的数据^[3]。

2.4 历史数据记录和比对分析

除了能够提供全方位的数据供进一步分析,三维激光扫描技术还具有保存检测数据的优势,形成历史档案。每次进行钢结构检测时,三维激光扫描技术都会生成详尽的数据集,记录了钢结构的当前状态。这些数据集可以作为钢结构的历史记录,用于不同时间点的比对分析。通过对历史数据的比对分析,可以及时发现钢结构中的变形和缺陷。随着时间的推移,钢结构可能会出现变形、腐蚀或其他问题。通过将不同时间点的数据进行比对,可以检测到钢结构的变化情况,识别出任何未被察觉的问题。这对于及早发现并解决钢结构的缺陷和变形,确保其安全运行至关重要。此外,保存的历史数据还可以为工程运维提供重要的参考和依据。通过对比不同时间点的数据,可以观察钢结构的变化趋势和演化情况。这对于评估钢结构的健康状况、制定维护计划和决策提供了有价值的信息。工程师可以根据历史数据的变化趋势,制定预防措施,采取及时的维修和保养措施,从而保证钢结

构的长期稳定性和安全性。值得注意的是,为了确保保存的历史数据的准确性和完整性,应采取相应的数据存储和管理措施。数据应以可追溯的方式存档,并进行适当的备份和保护,以防数据丢失或损坏^[4]。

3 三维激光扫描技术在钢结构检测中的具体应用

3.1 仪器简介

三维激光扫描仪是一种高精度的测量设备,其应用在钢结构检测中具有重要意义。通过发射激光束,并测量激光束与目标表面的反射时间差,可以计算出目标表面各个点的距离,从而获取钢结构的三维点云数据。三维激光扫描仪采用非接触式测量,无需直接接触钢结构表面,避免了对钢结构造成损坏,同时降低了工人的安全风险。在钢结构检测中,三维激光扫描仪的应用具有多重优势。首先,它能够实现快速、高效的数据采集。相较于传统的手动检测方法,三维激光扫描仪能够快速获取大量的点云数据,节省了大量的时间和人力成本。其次,激光扫描仪的测量精度高,可以达到亚毫米级甚至更高的精度,能够准确地捕捉钢结构表面的形状和缺陷。三维激光扫描仪的非接触式测量方式使得数据采集更加安全,避免了工人在高处作业带来的潜在风险。通过采集到的点云数据,内场数据分析阶段起到关键作用。将点云数据通过数据处理软件进行处理,转化为三维模型,进而进行全面的数据分析和评估。钢结构的缺陷、变形、磨损等问题可以通过模型标记出来,为维护和修复提供准确的依据。同时,利用模型进行虚拟拆除、重建等操作,可以提供改进和改造的方案设计。这些分析和模拟操作能够帮助工程师准确了解钢结构的情况,为后续维护和改进的决策提供科学依据^[5]。

3.2 外业数据获取

钢结构的外场数据获取是三维激光扫描技术在钢结构检测中的重要步骤之一。在进行实际现场操作时,首先需要将三维激光扫描仪放置在适当的位置,并启动设备进行扫描。激光束会迅速扫描钢结构表面,记录下每个位置的三维坐标数据。在扫描过程中,采集到的激光反射回来的信号会经过仪器中的接收器进行接收和记录。激光扫描仪会利用计算光束的发射和接收时间之差,结合仪器中的航位系统和高精度测距装置,计算出目标表面的距离值,从而构建出钢结构表面的三维点云数据。为了确保数据的准确性和一致性,现场操作中常使用航位系统进行姿态和位置的实时校准。航位系统可以追踪和记录激光扫描仪在现场的位置和姿态信息,以便在数据后处理过程中进行精确的配准和校正。通过航位系统的应用,可以实现在大范围内的数据采集,并确

保不同视点之间的数据一致性。在进行钢结构的外场数据获取时,可以使用多个视点和进行多次扫描,以实现对外场数据的全方位、全面覆盖的数据采集。通过改变激光扫描仪的位置和角度,可以获取不同角度和视角下的数据,从而获取更全面的钢结构信息。此外,多次扫描的组合可以减少因遮挡或不可见面造成的数据缺失,提高数据的完整性和准确性。

通过外场数据获取,可以获得包括钢结构的形状、尺寸、缺陷和变形等在内的全面数据集。这些数据在后续的内场数据分析和评估中起到关键作用,为钢结构的维护和改进提供科学依据。通过三维激光扫描技术的外场数据获取,可以高效、精确地获取钢结构的详细信息,为工程师提供更准确、全面的数据支持,保障钢结构的质量和安全性。

3.3 内业数据分析

外场数据采集完毕后,钢结构的内场数据分析是三维激光扫描技术应用的另一关键步骤。首先,需要利用三维点云数据处理软件将原始数据转化为三维模型。该软件能够根据采集到的点云数据进行数据处理和重建,生成具有结构几何形状的三维模型。通过对点云数据的筛选、提取和分类,可以实现对钢结构关键部位的分析 and 监测。根据实际需要,可以选择特定的数据区域进行详细分析,以提取钢结构的形状、尺寸和几何信息。同时,也可以通过对点云数据进行缺陷检测,标记出钢结构上存在的缺陷、变形和磨损等问题。在钢结构的内场数据分析中,模型的可视化和标记是重要的环节。通过在模型上添加标记和注释,可以直观地显示出钢结构的问题区域,辅助工程师对问题的定位和评估。可以通过颜色或其他符号来表示不同类型和严重程度的缺陷,直观地提供了关于钢结构健康状况的信息。此外,通过对模型进行模拟虚拟拆除、重建等操作,能够为维护和改进提供便利和准确的数据支持。通过拆除和重建操作,可以模拟不同维护场景下钢结构的变化情况,评估各种

情况下对结构的影响,并为维护决策提供科学依据。根据模型的可操作性,工程师可以进行虚拟方案测试和比较,寻找最佳的维护和改进方案。

三维点云数据处理与分析是钢结构检测中的关键步骤。通过软件处理原始数据,可以生成具有结构几何形状的三维模型。通过对点云数据的筛选、提取和分类,可以实现对钢结构的全面分析和监测。利用模型的可视化和标记,可以直观地显示钢结构的问题区域。通过模拟虚拟拆除、重建等操作,提供了更准确、便利的数据支持,为钢结构的维护和改进提供科学依据。三维激光扫描技术的内场数据分析为钢结构的评估、维护和改进提供了强有力的工具和方法。

结语:随着现代建筑中钢结构的广泛应用,钢结构的质量和安全性对于工程的可靠运行至关重要。而传统的手动检测方法效率低、误差大,无法满足对钢结构全面、准确的检测需求。而三维激光扫描技术的出现,为钢结构的检测提供了一种高效、精确的解决方案。本文将从仪器简介、外业数据获取和内业数据分析三个方面具体阐述三维激光扫描技术在钢结构检测中的应用。

参考文献

- [1]杨敏,方林,张俊. 三维激光扫描在既有建筑检测中的应用[J]. 城市建筑空间,2022,29 (11):247-248+251.
- [2]李久林,徐浩,何辉斌,刘廷勇,李强强. 空间弯扭钢桥数字化建造关键技术分析[J]. 测绘通报,2022, (09):1-5.
- [3]王党迎,王英,闫少川,焦磊,孙箭,魏媛. 三维激光扫描技术在结构阶段的应用[J]. 建筑技术开发,2022,49 (15):78-80.
- [4]王强强,苏英强,赵切,孟玲霄,贾尚瑞. 基于结构仿真分析与三维激光扫描的钢结构数字化预拼装技术[J]. 施工技术(中英文),2022,51 (10):135-138.
- [5]杜理强,邹海涛,童宇超,许华姣. 杭州西站大跨屋盖钢结构三维激光扫描变形监测技术[J]. 土木工程信息技术,2022,14 (04):41-47.