

T/CASME

中国中小商业企业协会团体标准

T/CASME XXXX—XXXX

非接触光学测量规范

Specification for non-contact optical measurement

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国中小商业企业协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉中岩科技股份有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：武汉中岩科技股份有限公司、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

非接触光学测量规范

1 范围

本文件规定了非接触光学测量技术在工程长期荷载变形检测中的技术要求和程序，包括检测技术的选择、检测设备的要求、观测点的选择、数据的采集及处理、数据分析等方面。

本文件适用于利用光学测量方法以非接触方式检验工程的徐变以及针对徐变趋势的预测工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50144 工业建筑可靠性鉴定标准
- GB 50292 民用建筑可靠性鉴定标准
- T/CECS 1114 工程结构数字图像法检测技术规程
- T/HBAS 029 基于数字图像处理技术的起重机械非接触检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

- 3.1
非接触光学测量 non contact optical measurement technology
利用光学原理，通过非接触方式获取被测物体表面形态、变形等信息的测量技术。
- 3.2
长期荷载变形 long term load deformation
长期荷载变形在长期荷载作用下，工程结构发生的缓慢、持续的变形。
- 3.3
多点测量 multi-point measurement
通过在物体表面设置多个观测点，实现对物体整体变形情况的监测。
- 3.4
全段监测 full section monitoring
对整个工程结构进行全面、连续的监测，以获取整体变形情况。
- 3.5
实时监测 real-time monitor
能够实时获取监测数据，及时反映工程结构的变形情况。

4 技术要求

4.1 检测技术的选择与设备的要求

4.1.1 技术选择

进行非接触光学测量时，应选择高精度的远程监测技术，如激光扫描测量技术、遥感监测技术等。

4.1.2 设备要求

4.1.2.1 进行非接触光学测量时，确保监测设备具有多点测量、全段监测、实时监测、高稳定性和长期连续性监测的能力。

4.1.2.2 测量现场可能会受到各种环境因素的影响，如雨水、灰尘、电磁干扰等，设备应具备防水、防尘和抗干扰特性，以保证测量数据的稳定性和可靠性。

4.1.2.3 测量现场可能会存在较高的温度、湿度、震动等因素，设备应具备适应各种工程环境的能力，以确保设备的稳定性和可靠性。

4.1.3 观测点的选择要求

4.1.3.1 选择有代表性观测点，应覆盖工程结构的关键部位和重点区域。

4.1.3.2 观测点设置要符合工程变形的实际情况，确保能全面、准确地反映结构变形情况，便于进行多点测量和全段监测。

4.2 数字图像的采集

4.2.1 采集设备

4.2.1.1 根据被测对象的特点和测量需求，选择适合的数字图像采集设备，如高分辨率的数码相机、摄像机等。

4.2.1.2 根据被测对象的特性和测量要求，设定采集参数，包括曝光时间、光圈大小、ISO 感光度等。这些参数的设定应结合实际情况进行调整，以获取清晰、准确的图像。

4.2.2 准备图像采集场景

采集前应清理被测对象的表面，确保没有杂物、污渍等会影响图像质量的因素。可采用背景板、标志物等辅助工具，来提供参考和尺度。

4.2.3 确定采集视角和距离

应根据被测对象的大小和形状，确定合适的采集视角和距离。可使用垂直或倾斜的角度来获取多个视角的图像，以获取更全面的信息。

4.2.4 控制光照条件

确保采集场景的光照条件稳定，避免强烈的直射光或阴影对图像质量的影响。可使用合适的照明设备或调整采集时间，以获得均匀、适中的光照条件。

4.2.5 采集图像

按照设定的参数和场景要求，使用数字图像采集设备进行图像采集。注意保持相机的稳定性，避免晃动和振动对图像质量的影响。

4.2.6 测量实施

4.2.6.1 依据 T/CECS 1114-2022 第 7 章的规定进行尺寸与变形的测量。

4.2.6.2 依据 T/CECS 1114-2022 第 8 章的规定进行位移的测量。

4.2.6.3 依据 T/CECS 1114-2022 第 9 章的规定场应变的测量。

4.2.7 重复采集

应对同一视角和位置进行多次采集，以提高图像的质量和准确性。在保证图像一致性的前提下，可以进行平均处理、去噪等操作，以进一步改善图像质量。

4.2.8 数据存储

将采集到的图像数据保存在合适的格式和存储介质中，确保数据的完整性和安全性。并可进行文件命名和分类，方便后续的数据处理和管理。

4.2.9 校验和验证

对采集到的图像进行校验和验证，确保图像的准确性和可靠性。可以比对已知尺度或平面的参考物体，检查图像中的距离、角度等是否符合实际情况。

4.2.10 数据管理

建立合理的数据管理系统，包括图像索引、备份和存档等，以便后续的数据处理、分析和报告编制。

4.3 数字图像处理

4.3.1 图像预处理

在进行进一步的图像处理之前，可能需要进行一些预处理操作，如图像去噪、图像增强、图像平滑等。这些步骤可以提高图像质量，减少噪声和干扰，使得后续处理更加准确可靠。

4.3.2 特征提取

根据具体的应用需求，从图像中提取出有用的特征信息。这些特征可以是形状、纹理、颜色、边缘等方面的特征。通过合适的算法和技术，可以识别和提取出重点的目标或区域。

4.3.3 图像分割

将图像分割成不同的区域或对象，以便对每个区域进行单独的处理。图像分割可以基于阈值、边缘、区域生长等方法实现。正确的图像分割可以帮助提取目标物体并准确测量。

4.3.4 图像配准

当需要对多幅图像进行比较或叠加时，可进行图像配准操作，确保图像之间的对应关系。图像配准可以校正图像的旋转、平移、缩放等变换，使得图像对齐并具有一致的尺度和空间关系。

4.3.5 图像识别和分类

可通过训练和使用机器学习、深度学习等算法，可以实现徐变和裂缝的自动识别和分类。这些算法可以根据图像的特征和内容，将徐变和裂缝分为不同的类别或进行目标检测、目标跟踪等任务。

4.3.6 图像重建和恢复

当图像存在噪声、模糊或失真时，可以采用图像重建和恢复技术来改善图像质量。这些技术可以通过去除噪声、补偿失真等方式，恢复图像的清晰度和细节。

4.3.7 图像压缩和存储

为了减少图像数据的存储空间和传输带宽，可采用图像压缩算法对图像进行压缩编码。可根据应用需求选择合适的压缩算法和参数。

4.3.8 数据分析和可视化

对处理后的图像进行进一步的数据分析和可视化，提取出有用的信息和结论。并使用统计分析、图像处理算法、图表等工具和方法，进行数据的可视化展示并生成变形趋势预测分析报告。

4.3.9 算法优化和实时性要求

测量时应考虑图像处理算法的效率和实时性。对于大规模图像数据或实时图像处理任务，需要优化算法和采用高性能的计算平台，以满足实时处理的要求。

4.3.10 结果评估和验证

对处理后的图像结果进行评估和验证，确保处理的准确性和可靠性。可以与已知结果进行比对，或通过其他测量手段进行验证，以确保图像处理的效果符合预期。

4.4 变形特征计算

4.4.1 图像预处理

在进行变形特征计算之前，应进行预处理操作，如图像去噪、图像增强、图像平滑等。这些步骤可以提高图像质量，减少噪声和干扰，使得后续处理更加准确可靠。

4.4.2 特征提取

在变形特征计算中，需要提取出与形态和变形相关的特征信息，如面积、周长、凸包、轮廓等。

4.4.3 形态学处理

可用形态学图像处理技术来描述图像的形态和变形，包括腐蚀、膨胀、开运算、闭运算等。根据具体的应用需求，选择合适的形态学处理方法进行处理。

4.4.4 变形特征计算

4.4.4.1 在经过 4.4.3 处理后，可以计算出各种与形态和变形相关的特征参数，并利用这些参数描述图像的形态和变形特征，如圆度、长宽比、偏心率、方向等。

4.4.4.2 经过 4.4.3 处理后，依据 T/HBAS 029-2021 第 6 章的规定，计算挠度值。

4.5 裂缝特征计算

4.5.1 裂缝的描述与分类

4.5.1.1 对 4.3 处理后的图像，进行裂缝的描述、分类和编号，包括但不限于裂缝的起始位置、延伸方向、长度、宽度、深度、形态等。

4.5.1.2 进行裂缝的测量和记录，确保数据的准确性和完整性。

4.5.1.3 对于存在多条或复杂裂缝的结构，应分别进行描述和计算，并区分不同裂缝间的相互作用影响。

4.5.2 裂缝长度及宽度计算

4.5.2.1 裂缝的宽度，采用数字图像处理技术进行测量，计算精度为 0.01mm。

4.5.2.2 对于裂缝的长度，采用现场测量仪器和数字图像处理技术进行测量，确保测量结果的准确性和可靠性。

4.5.2.3 对于复杂结构或多层结构的裂缝，应进行多次测量和计算，得出更加全面和准确的裂缝特征参数。

4.6 结果报告及趋势预测

4.6.1 结果报告

4.6.1.1 结果报告应详细描述工程结构的变形情况、裂缝特征参数和数字图像处理结果，包括但不限于变形分布图、裂缝宽度和长度统计表、图像处理前后对比图等。

4.6.1.2 结果报告应以图文并茂的形式呈现，直观展示工程结构的变形情况和裂缝特征，以便相关人员进行分析和评估。

4.6.1.3 对于变形特征和裂缝特征的计算结果，应进行深入分析和解释，揭示结构变形的特征和规律。

4.6.1.4 根据分析结果，对结构变形是否超出安全范围依据 GB 50144 或 GB50292 进行判断，并提出相应的风险评估和预警建议，针对可能存在的安全隐患提出相应的加固措施或监测方案。

4.6.2 趋势预测

4.6.2.1 基于历史监测数据和趋势分析，利用专业分析软件并根据 4.6.1.4 的结果对结构变形和裂缝发展趋势进行预测。

4.6.2.2 根据预测结果，评估结构安全状况，预测可能出现的问题和风险，为工程管理和维护提供科学依据。

4.6.2.3 根据趋势预测结果，提出未来维护和加固的建议，包括但不限于定期监测频率的调整、结构加固方案等，以确保工程结构的安全运行和可持续发展。

5 结果记录

5.1 记录内容

5.1.1 记录测量结果应包括测量时间、观测点位置等信息。

5.1.2 对于裂缝特征和变形特征的计算结果，应详细记录测量时间、观测点位置、测量方法和仪器型

号等关键信息。

5.1.3 对于多次测量的结果，应记录每次测量的结果和时间，并进行对比分析和评估。

5.2 记录格式

5.2.1 数据格式应符合要求，以便后续分析和使用。

5.2.2 记录数据的格式应保证数据的标准化和互通性。

5.2.3 对于不同类型的数据，应采用不同的数据格式进行记录和保存，以便后续分析和使用。

5.3 精度和可靠性

5.3.1 裂缝特征和变形特征的计算结果，应明确精度指标和误差范围，确保测量结果的精度和可靠性。

5.3.2 对于数据处理过程中的参数和算法，应明确其精度和误差范围，并进行验证和校准，确保数据处理结果的准确性。
