

ICS 号
中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CHTS XXXXX-XXXX

公路桥梁结构位移图像法测量 技术规程

Technical specification for measuring displacement of highway bridge
structure by image method

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	2
3 基本规定	4
3.1 一般规定	4
3.2 测量程序	4
4 测量设备	6
4.1 一般要求	6
4.2 成像仪器要求	6
5 数据采集	8
5.1 一般规定	8
5.2 数据获取	8
6 数据传输	11
6.1 一般规定	11
6.2 数据传输方式	11
6.3 数据存储方式	12
7 数据处理	14
7.1 一般规定	14
7.2 图像预处理	14
7.3 位移计算	15
7.4 长期监测修正算法	15
附录 A 数字图像算法	17
用词说明	18

1 总则

1.0.1 为规范图像法技术在公路桥梁结构位移测量中的应用，提高测量结果的可靠性，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用图像法的各类桥梁结构动态、静态位移检测和长期监测。

1.0.3 桥梁结构位移的数字图像法测量，除应符合本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 数字图像 digital image

数字图像是由模拟图像数字化得到的、以像素为基本元素的、可以用数字计算机或数字电路存储和处理的图像。

2.1.2 数字图像处理 digital image processing

将图像信号转换成数字信号并通过计算机进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等处理的方法和技术。

2.1.3 量测型镜头 measuring lens

透镜组的排列进行过严格的校正，内方位元素、焦距等光学信息已知的镜头。

2.1.4 定焦镜头 prime lens

只有一个固定焦距，没有变焦功能的镜头。

2.1.5 视场 field of view

指观测物体的可视范围，也就是充满相机采集芯片的物体部分。

2.1.6 标定系数 calibration coefficient

将图像像素位移换算成实际物理位移的比例系数。

2.2 符号

f ——镜头焦距

h ——相机感光器件尺寸宽度

L ——设备距被测点间距离

H ——被测点取景范围

X_1' ——水平方向修正后位移

Y_1' ——竖向修正后位移

X_l ——测点水平向位移

Y_l ——测点竖向位移

D_0 ——基准点与成像设备直线距离

X_0 ——基准点水平向位移

Y_0 ——基准点竖向位移

D_l ——测点与成像设备直线距离

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 图像法测量采用数字图像处理技术，对检测、监测获取的桥梁结构数字图像进行处理，获得桥梁结构体的位移参量。

条文说明：

图像法测量技术通过对被测桥梁结构体进行高频率采样拍照，将图像上被测点的像素位移通过算法进行识别分析，得到垂直于光路方向的结构体二维位移参量。当采用两台或多台相机同步测量时可实现桥梁结构体的三维位移参量测量。

3.1.2 图像法测量精度应符合《工程测量标准》（GB 50026-2020）的有关规定。

3.1.3 下列场景桥梁结构位移测量宜采用图像法：

- 1 不宜使用传统接触式测量或传统测量方式难以操作或存在安全隐患时；
- 2 需进行快速检测评定的桥梁结构；
- 3 需进行轻量化监测的桥梁结构；
- 4 需对桥梁结构进行多点位移同步测量时；
- 5 其他适用数据图像法测量的场景。

条文说明：

与全站仪、水准仪等传统桥梁结构位移测量方法相比，图像法测量技术具有采样频率高、自动化水平高、数据传输处理灵活等特点，在桥梁结构快速检测和长期监测领域具有明显的优势。与静力水准仪、GNSS、接触式位移计等常见桥梁结构位移自动化测量方法相比，图像法测量技术具有非接触测量、多点同步测量、测量精度高等特点。

在工程实践中人工接触式测量难以实现的场景表现为跨水桥梁、下穿桥梁、高架桥梁等测量作业。图像法测量对光照环境要求较高，无法避开太阳直射时不建议使用；图像法测量精度随测量距离的增加下降明显，可用于观测距离 500m 以内的测量，观测距离在 200m 以内效果更佳。

3.2 测量程序

3.2.1 图像法测量应依据委托内容与指标精度等要求，制定测量流程。

3.2.2 测量流程应包括下列阶段：

1 现场调查：应调查结构所处环境条件、建设和使用等情况；宜搜集被测量工程的设计施工资料、工程养护资料和历史测量数据等。

2 制定测量方案：根据调查结果及被测量对象的特征、测量类别、测量目的制定。测量方案宜包含工程概况、测量时间、测量方法、测量设备、设备架设位置、靶点配合方式、所需的资源配置、现场条件要求、安全注意事项等。

3 测量前准备：应按照测量方案进行设备标定和预测量，设备标定应按本规程第 5.2.3 条的有关规定执行，预测量数据的精度和质量应符合测量方案要求，如果不符合要求应进行调整，并复测至符合要求为止。

4 现场测量：进行结构体测点图像的采集和处理计算，输出测量结果，编制测量报告。

3.2.3 测量设备应在计量合格状态下使用，仪器的检定校准应符合《桥梁挠度检测仪》（JJG（交通）143-2020）的有关规定。

4 测量设备

4.1 一般要求

4.1.1 图像法测量设备应根据被测结构类型、测点位置、测量环境、测量距离、精度要求等因素选择。

4.1.2 所选择的图像法测量设备应符合本规程第 4.2 节的有关规定。

4.1.3 设备精度、采样频率等技术指标应符合国家和行业现行有关标准的规定，若委托方有具体要求应参照执行。

4.2 成像仪器要求

4.2.1 图像法测量设备一般由图像采集设备、成像镜头、测距等标定设备、调整云台支架和图像控制处理系统组成。

4.2.2 成像镜头选择应符合以下规定：

1 宜选用量测型镜头，若采用非量测型镜头，镜头应符合失真小、可标定、成像清晰等要求；

2 应选用高清镜头，镜头的分辨率应大于相机感光元件的物理分辨率；

3 宜选用定焦镜头，镜头焦距应根据测量距离、环境情况、测量精度和感光元件尺寸确定，宜略大于计算焦距数值的规格型号。

4 宜选用 8mm、16mm、25mm、50mm、100mm、300mm 等标准焦距镜头。

条文说明：

镜头焦距的选择可参考下式计算：

$$f = \frac{h \times L}{H} \quad (4-1)$$

式中：

f ——镜头焦距 (mm)

h ——相机感光器件尺寸宽度 (mm)

L ——设备距被测点间距离 (m)

H ——被测点取景范围 (m)

4.2.3 图像法测量对光照环境要求比较高, 当测量环境光照条件较差时, 宜按表 4.2.3 配备光学信号增强设备。

表 4.2.3 各类环境下光学信号增强方案

工作时段	现场环境	配合靶点方案
白昼	光照强度稳定	利用结构体自身表面特征 (免靶点)
白昼	光照强度变化	在结构体表面做灰度标识 (喷漆或贴纸靶)
白昼	光照强度不足	测量点安装白光 LED 靶点
白昼	强降雨雪等恶劣天气	避开环境因素干扰 (选择梁底或箱梁内等位置测量)
夜晚	无光照	测量点安装白光 LED 靶点, 或强光手电补光
昼夜 24 小时	全天候	测量点安装红外 LED 靶点 (单一波长提高信噪比)

4.2.4 图像法测量用于长期监测时应保证设备 24h 不停机连续工作, 保证野外复杂环境下监测数据的实时性和连续性。

4.2.5 传输系统宜配备多种通讯接口, 包括以太网、4G、RS485、Lora 等。

4.2.6 长期监测成像设备应具有防水、防尘能力, 防护等级应达到 IP65 及以上, 宜配备防护罩。

4.2.7 长期监测成像仪器防护罩应采取干燥除雾等措施, 防护罩玻璃视窗不得出现结露。

4.2.8 测量设备分辨率应优于 (1/100000) 测量区域范围。

5 数据采集

5.1 一般规定

5.1.1 测量目标点与图像采集设备应保持通视，中间无遮挡。

5.1.2 测量工程所处环境的工作温度、湿度等应符合成像设备工作要求。

5.1.3 应在气象条件稳定的环境中测量，避免太阳强光、雨雾等干扰，测量宜在桥下、箱内等光强均衡环境进行。

5.1.4 应避开强电磁场、电场、障碍物、反光物以及振动等因素的干扰。

5.1.5 当进行桥梁结构位移长期监测时，应设置基准参考点，减小昼夜自然光变化、图像采集设备架设点位移等因素对图像采集的影响。

5.2 数据获取

5.2.1 图像质量应符合以下规定：

1 图像采集质量不应低于 1024×1024 像素，灰度图像像素位深不应小于 8bit；彩色图像像素位深宜大于 12bit，且不应小于 8bit，饱和度等级不应小于 10 级。

2 动位移测量宜采用高速工业摄像机进行采集，图像采集频率应高于结构物基频的 2 倍，且不应低于 5Hz；

3 图像的采集应包含被测目标点，目标点宜在图像中心区域位置，且相机光路方向与垂直于被测结构体垂线夹角小于 40° 。

4 图像存储宜采用无压缩格式存储；若需压缩，压缩倍率宜小于 10 倍。

5 图像应反差适中、色调一致、纹理清楚、层次丰富，不失真、无偏色，无伤痕和污迹。

6 应通过调整调焦轮和光圈保证图像影像清晰且灰度适中，避免过曝或过暗。

5.2.2 数据采集前应对设备进行标定，可选择获取镜头与被测点间距离、计算测点实际尺寸占像素数量或使用设备内部参数等标定方法。

5.2.3 设备标定应符合以下规定：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/455143330120011341>