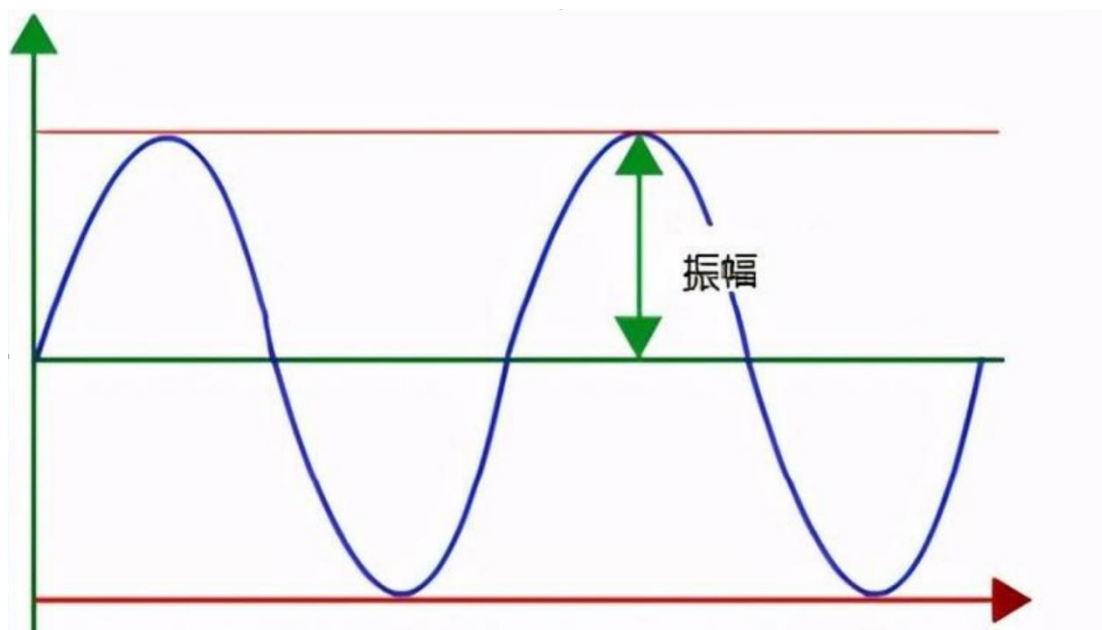


抗振检测技术

一、前提条件：

- 工业相机曝光时间:控制在 1000us 以内
- 常见漆面缺陷大小取中位数 = 0.5 mm
- 图像中单像素尺寸 $\approx 0.065\text{mm/pixel}$
- 图像上可以允许 2 到 3 个像素的相对运动，即最大 $\approx 0.2\text{mm}$



按照前提条件，可得出如下结论：

- 振动频: $f = 10\text{HZ}$ 时,振幅 A 最大为 20mm, 5HZ 时 振幅 A 最大为 40mm, 依次类推
- 振动频率: $10\text{HZ} < f < 100\text{HZ}$ 时, $2\text{mm} < \text{振幅 } A < 20\text{mm}$
- 振动频率: $100\text{HZ} < f < 1000\text{HZ}$ 时, $0.2\text{mm} < \text{振幅 } A < 2\text{mm}$
- 振动频率: $f > 1000\text{HZ}$ 时, 振幅 $A < 0.2\text{mm}$

备注：

频率越高，要求的振幅范围越小。

如果在保证图像质量不变的情况下还可以缩短曝光时间，则振动频率和幅度范围可以按系数进行放宽。

二、实验测试

1. 主要参数设置：

- 相机工作距离：30cm
- 曝光时间：500us
- 增益：1
- 伽马：0.8
- 光圈：F/2.4

2. 评价标准：

(1) 主观评价：

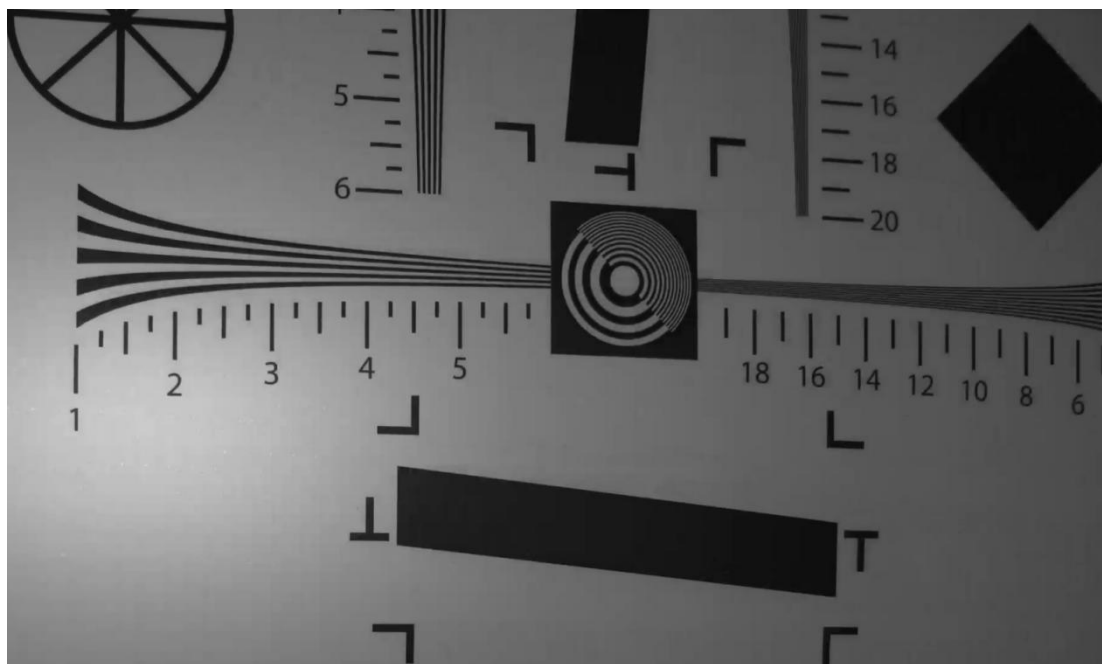
- 对焦评价：查看中心圆形对焦环在移动拍摄过程中是否有失焦。
- 成像精度评价：查看线对数目是否达到成像系统的设计精度，目前系统设计为 0.1mm/Pixel。

(2) 客观评价：

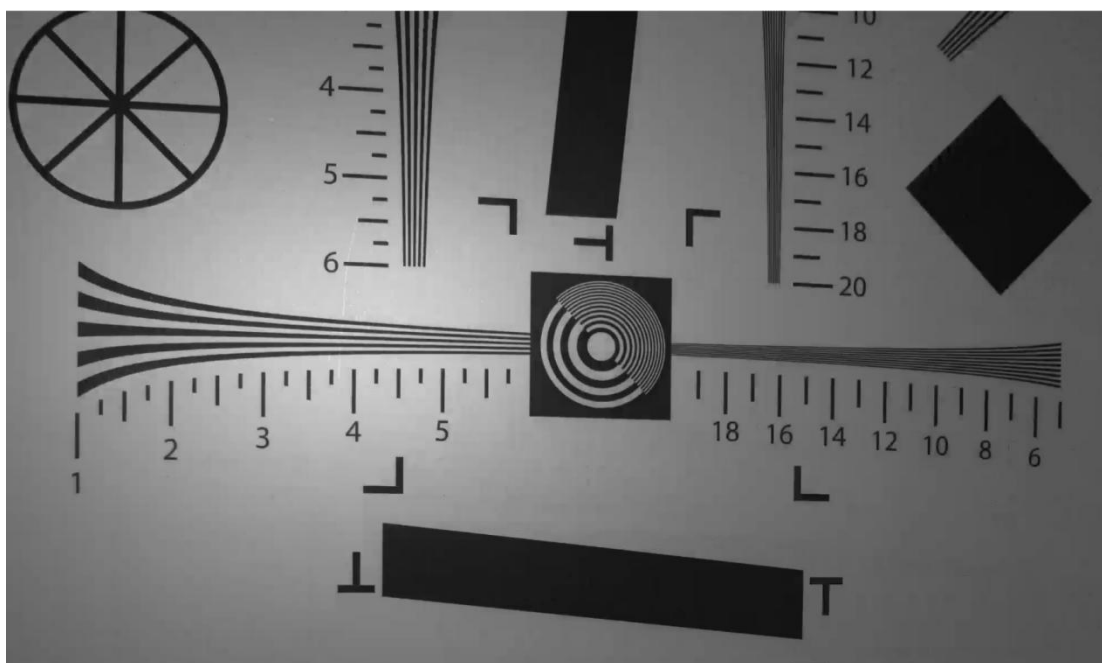
客观上主要评价在振动过程中，图像的清晰度和锐度有没有发生大的变化，评价以边缘扩展函数和调制传递函数为基准，该测试项是衡量成像系统性能的重要指标之一。图七到图十二为移动拍摄过程中标准测试卡的计算结果，图十三为静止拍摄下的计算结果。

3. 测试结果：

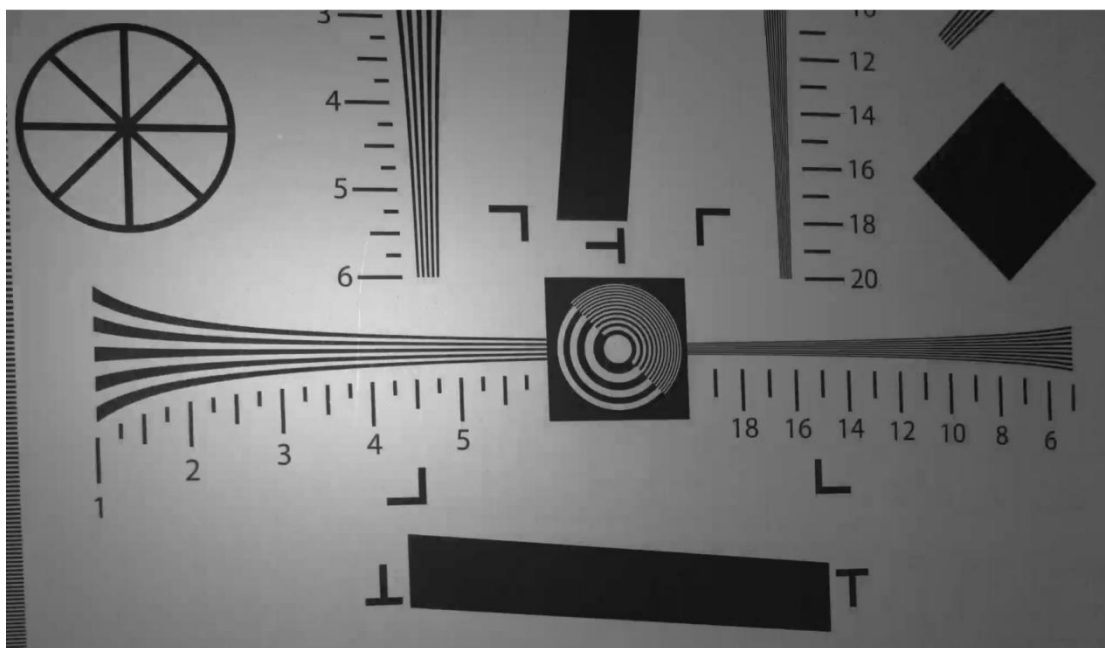
图一到图六均在移动过程进行拍摄与实际车身漆面拍摄方式保持一致。



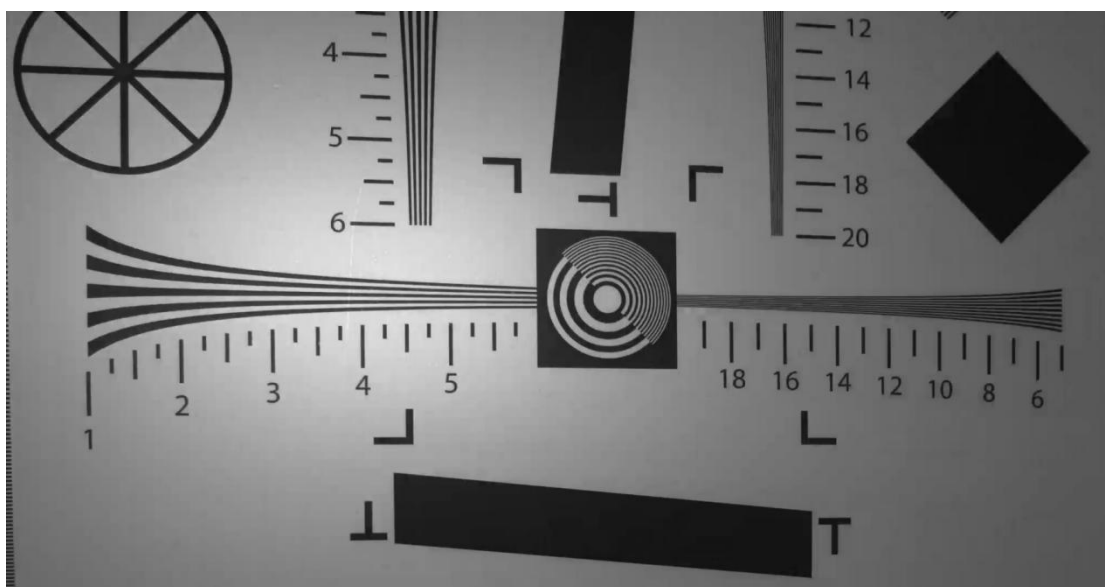
图一 (移动拍摄)



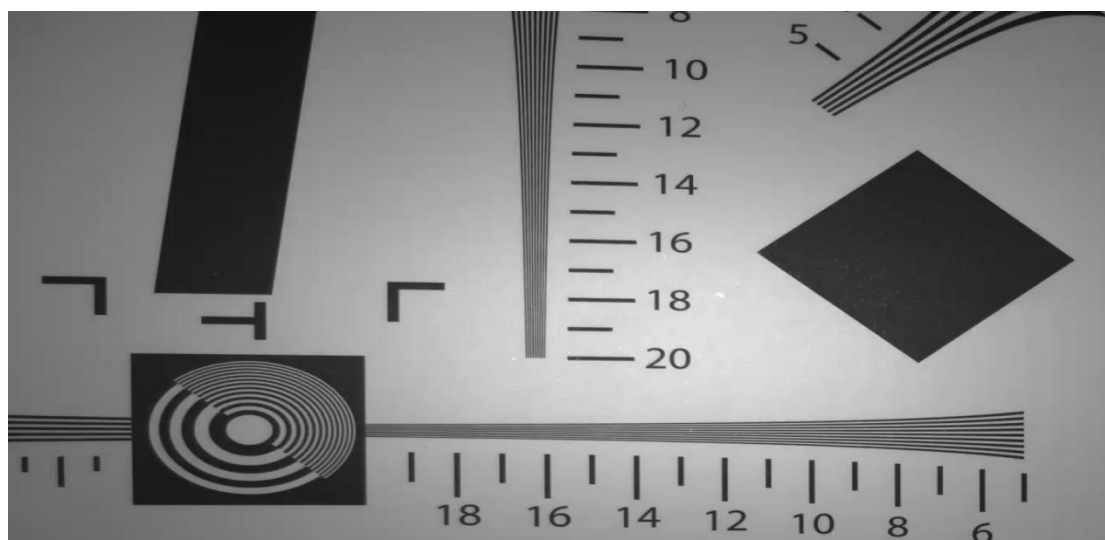
图二 (移动拍摄)



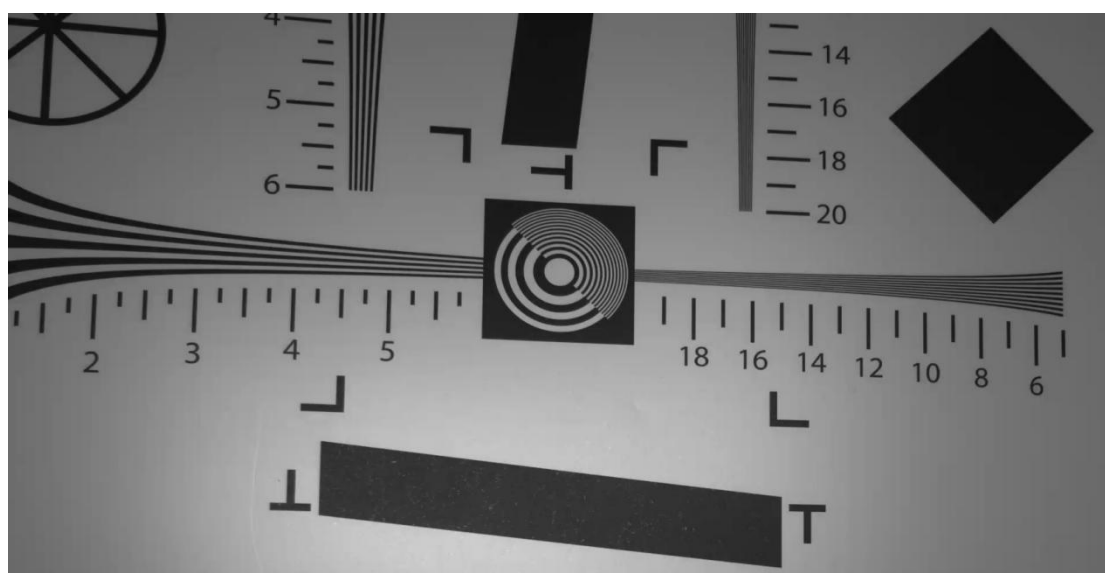
图三（移动拍摄）



图四（移动拍摄）



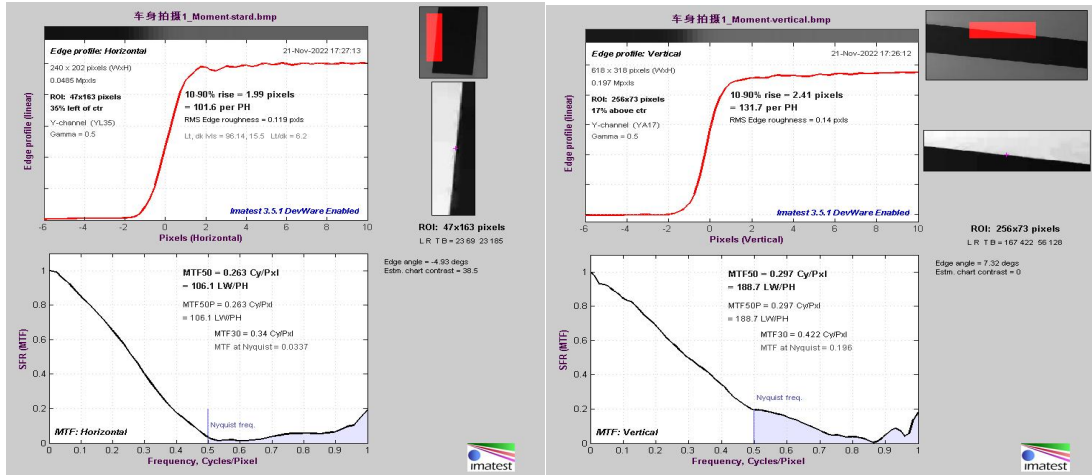
图五（移动拍摄）



图六（移动拍摄）

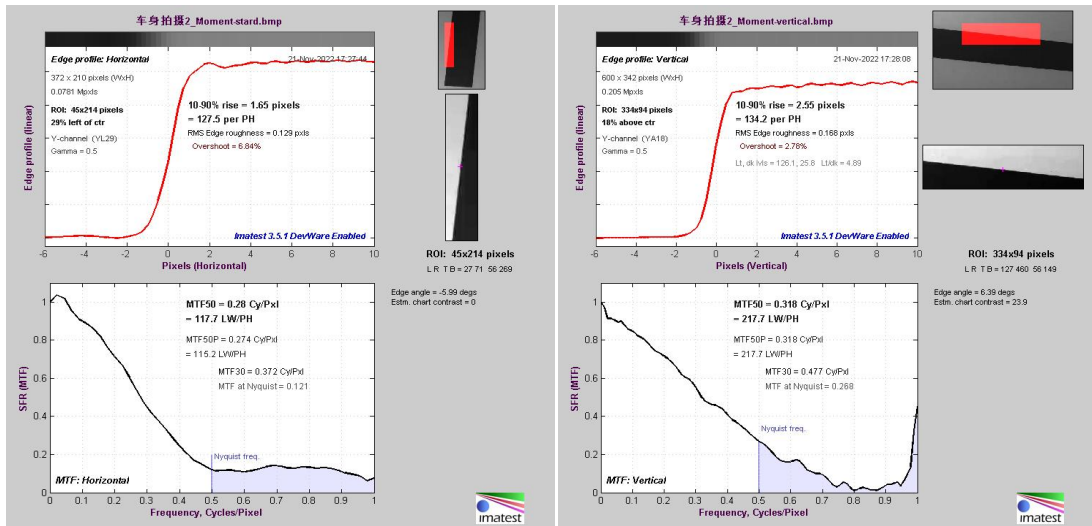
结论：

- 圆形对焦环，清晰可见，移动拍摄&振动不影响清晰对焦。
- 测试的六幅图像，每毫米线对数=10 的线条清晰可见，移动拍摄&振动过程中不影响成像精度。



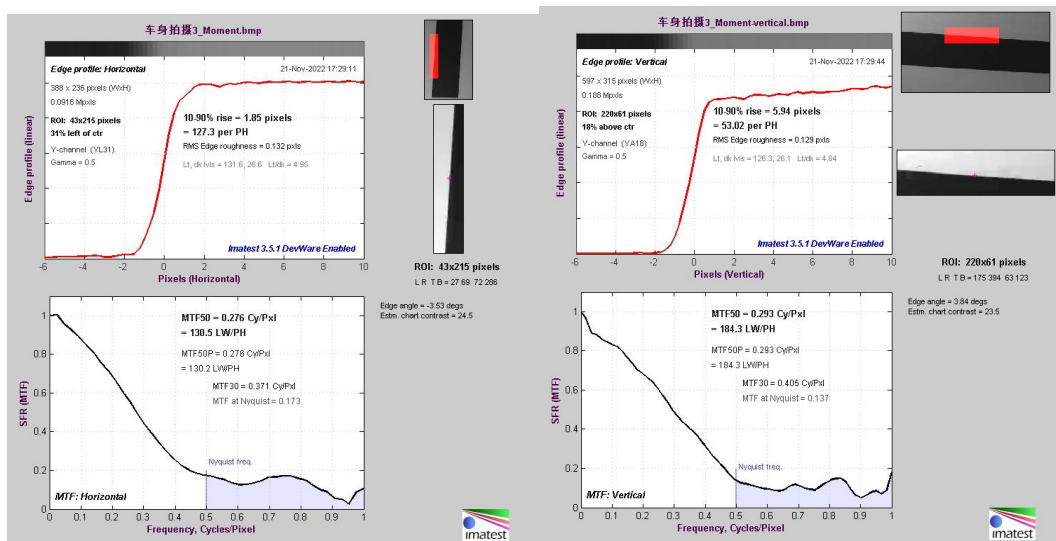
图七：计算结果：水平方向

垂直方向



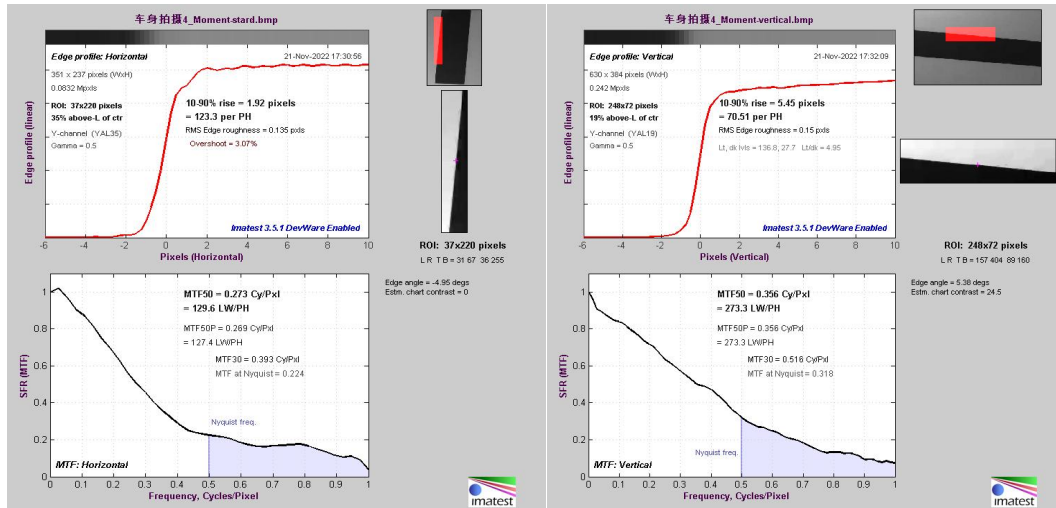
图八：计算结果：水平方向

垂直方向



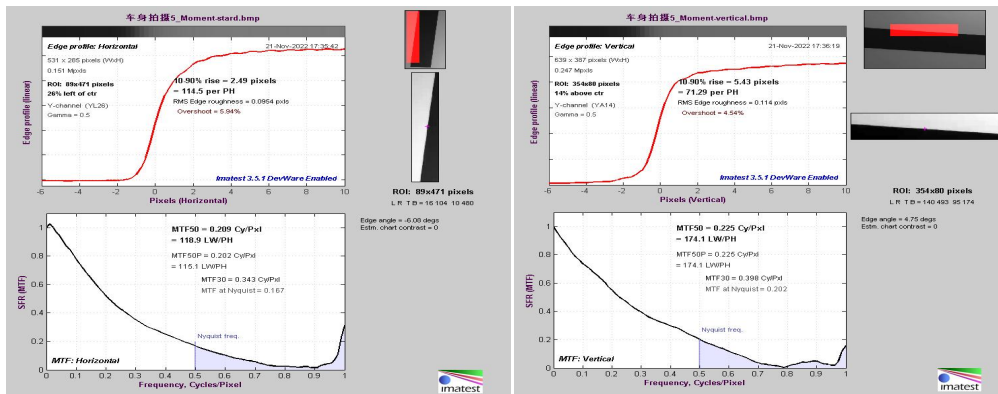
图九：计算结果：水平方向

垂直方向



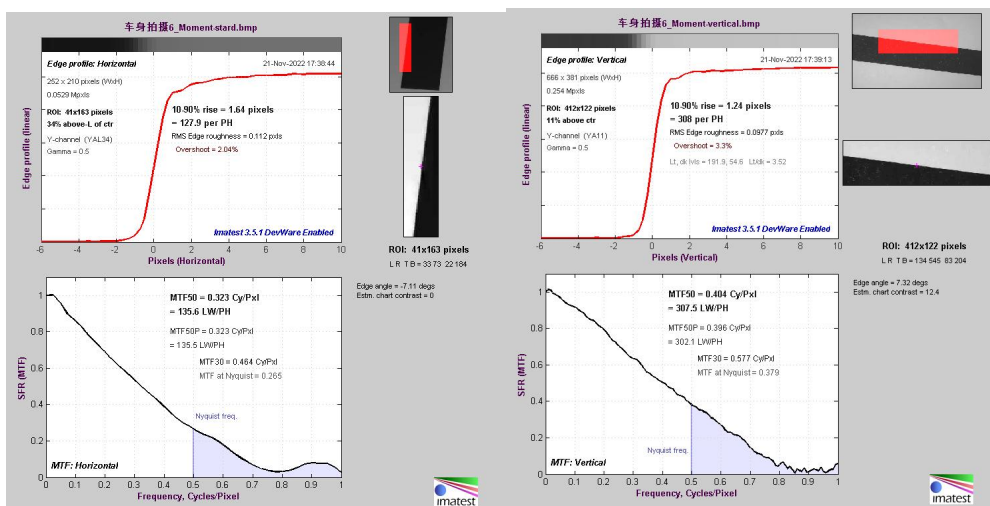
图十：计算结果：水平方向

垂直方向



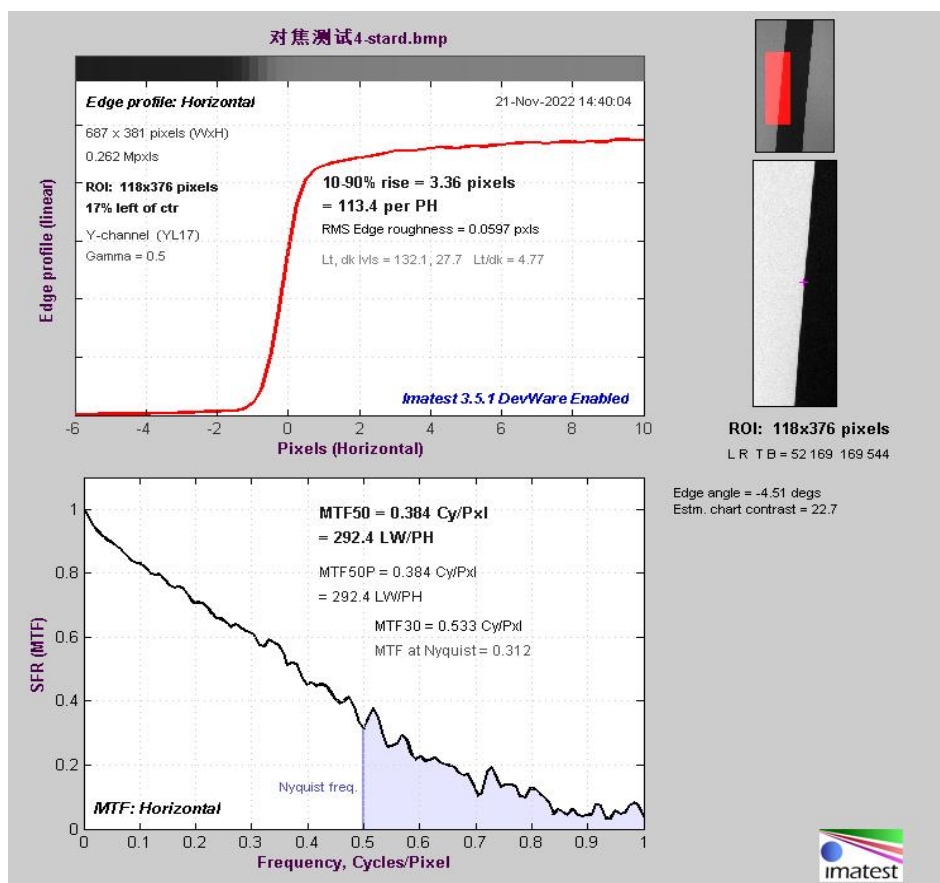
图十一：计算结果：水平方向

垂直方向



图十二：计算结果：水平方向

垂直方向



图十三： 静止拍摄

结论：

图像锐利度&清晰度：

从图中可以看出，楔型形状的边缘过度为 1 到 5 个像素，平均过度像素为 3 个像素，与静止拍摄时的 3 个像素保持一致。

调制传递函数：

从测试结果看，所有 MTF 曲线的下降斜率保持一致，因此在移动中拍摄不影响系统的成像输出能力。