

集成 EL-16-40 的 12 mm镜头

ELM-12-2.8-18-C (又名 VS-FT12HV) 测试报告

Optotune ELM-12-2.8-18-C 摘要

高分辨率与大视场角 (FOV) 兼备

- 非常适合代码读取和 OCR 应用，例如物流行业

工作距离 (WD) 范围从 250mm 到无限远

- 在 500 至 1000mm 范围内具有最佳 MTF (调制传递函数)
- 高光学杠杆 (1.13 米/屈光度)

分辨率 (针对 2.4 μ m 像素传感器，例如 Sony IMX253/304 1.1 " 或 IMX183 1

- 图像中心达到奈奎斯特极限 (高达 208 线对/毫米)
- 图像边角在 90-168 线对/毫米之间
- 最佳分辨率在 F/5.6 光圈下

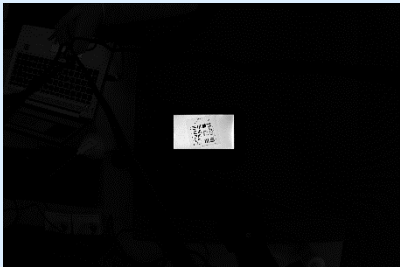
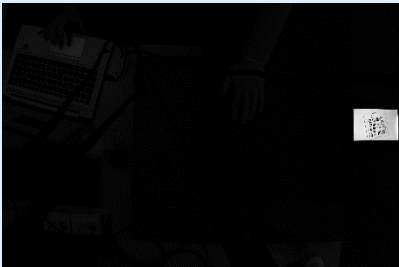
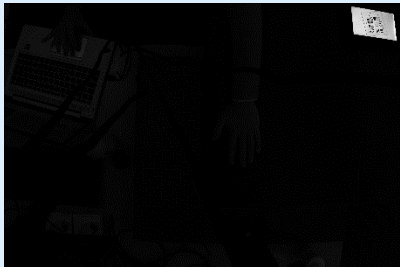
图像质量

- 在 1.1 " 传感器格式下无暗角
- 存在显著桶形畸变，可通过数字方式校正



最佳分辨率在 F/5.6 光圈下实现

- 在不同视场位置和光圈值下获取了多组测试图像
- 焦点设置在离中心约 50% 处并保持恒定
- 下表数据使用 1 米工作距离和红色背光

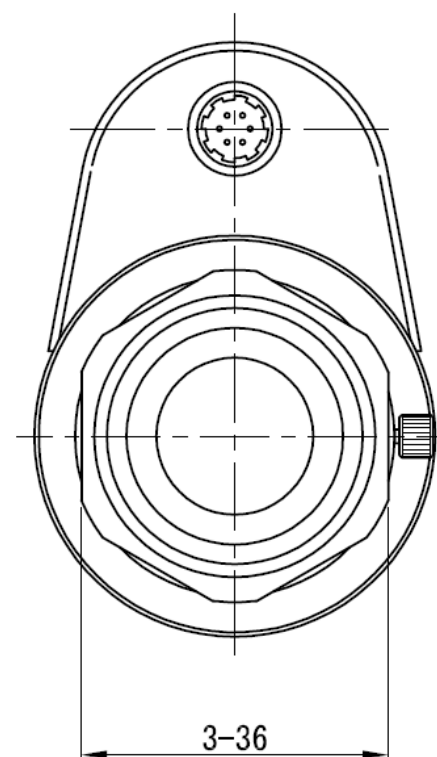
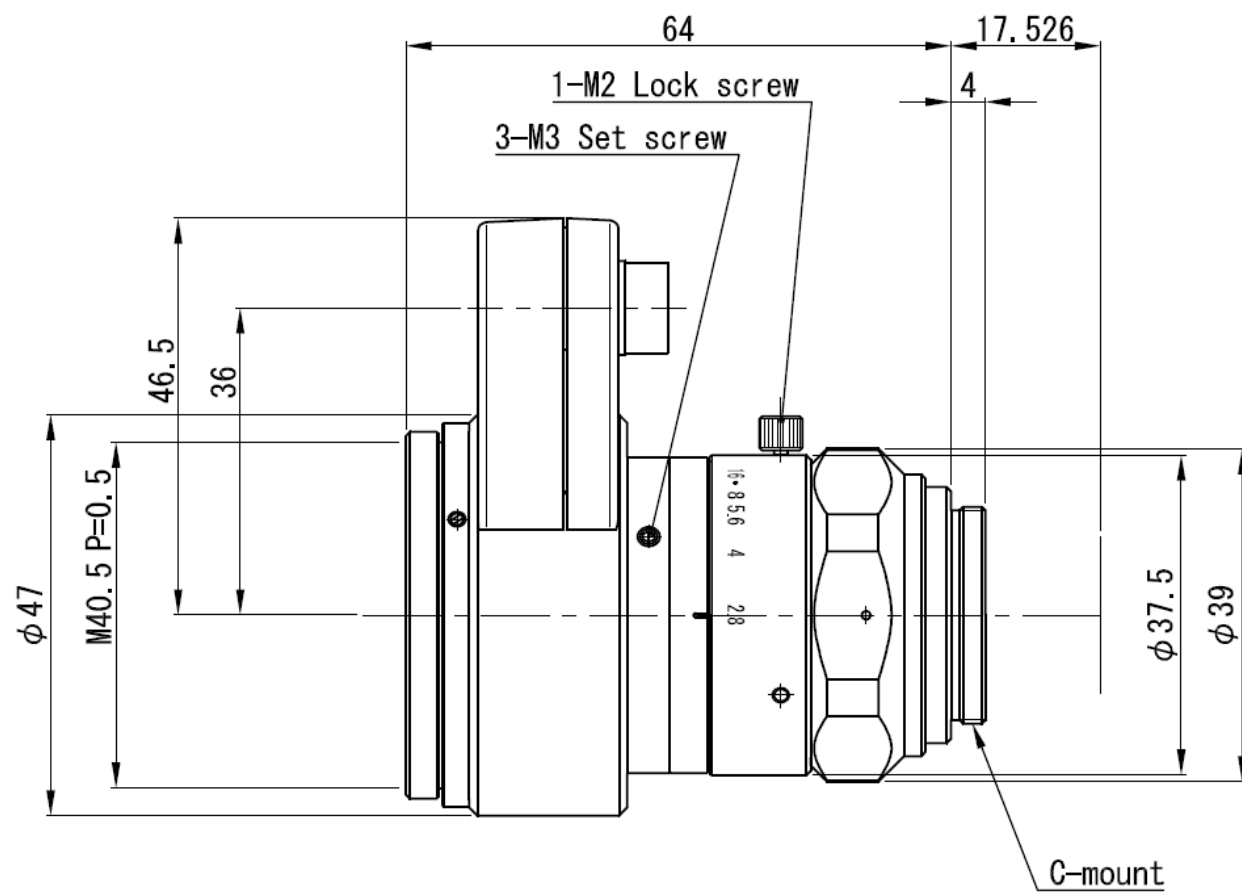
1米工作距离	中心	边缘	角落
USAF 分辨率板位置			
F/2.8	177	95	90
F/4	190	150	105
F/5.6	203	172	168

- 注意：在角落区域重新对焦可显著提高分辨率
→ 场曲可通过图像堆叠技术消除

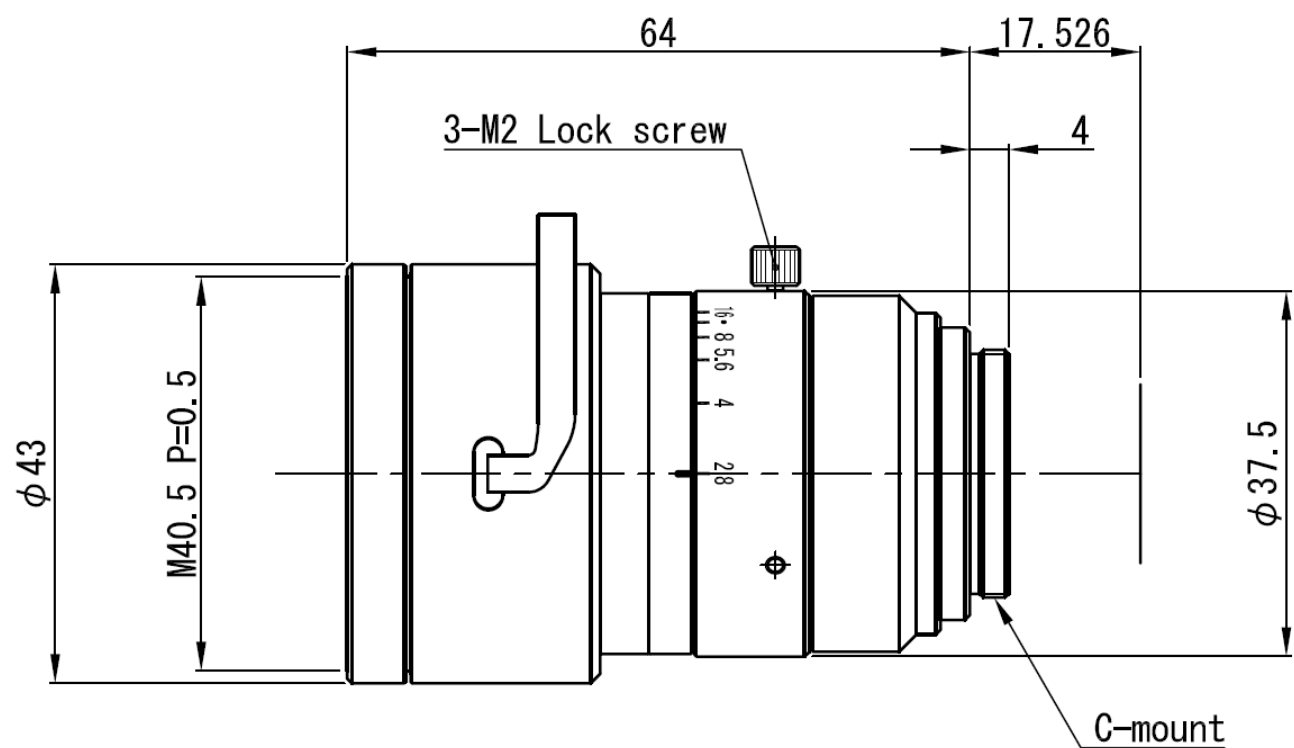
规格参数

Model		VS-FT12HV			
Focus tunable lens	Model	EL-16-40-TC			
	Optical power	-2 dpt	0 dpt	+0.5 dpt	+2.5 dpt
Focal Length (f)		12 mm			
Maximum Aperture Ratio		1 : 2.8			
Aperture		F 2.8 ~ F16			
WD		Over Infinity	1000 mm	490 mm	150 mm
Angle of View	(1.1")	-	47.8 X 66.6°	47.6 X 66.2°	46.4 X 64.5°
TV Distortion	(1.1")	-	-7.1 %	-7.0 %	-6.5 %
Relative illuminance	(Y=8.75)	-	64 %	64 %	64 %
Operation	(Iris)	Manual (Lock screw M2)			
Wavelength		Visible			
Mount		C-Mount			
Flange Back		17.526 mm			
Sensor Size (max.)		1.1"			
Filter Thread		M 40.5 P= 0.5			
Weight (approx.)		210 g			
Dimension		ϕ 47 (max.) × L = 64 mm			
Repeatability in focal power mode		±0.05dpt (small steps) ±0.1dpt (large steps)			
Response (typical at 30°C,0 to +/- 250mA step)		5ms			
Setting time (typical at 30°C,0 to +/- 250mA step)		25ms			
Lifecycles (10%-90% sinuosidal)		>1,000,000,000			

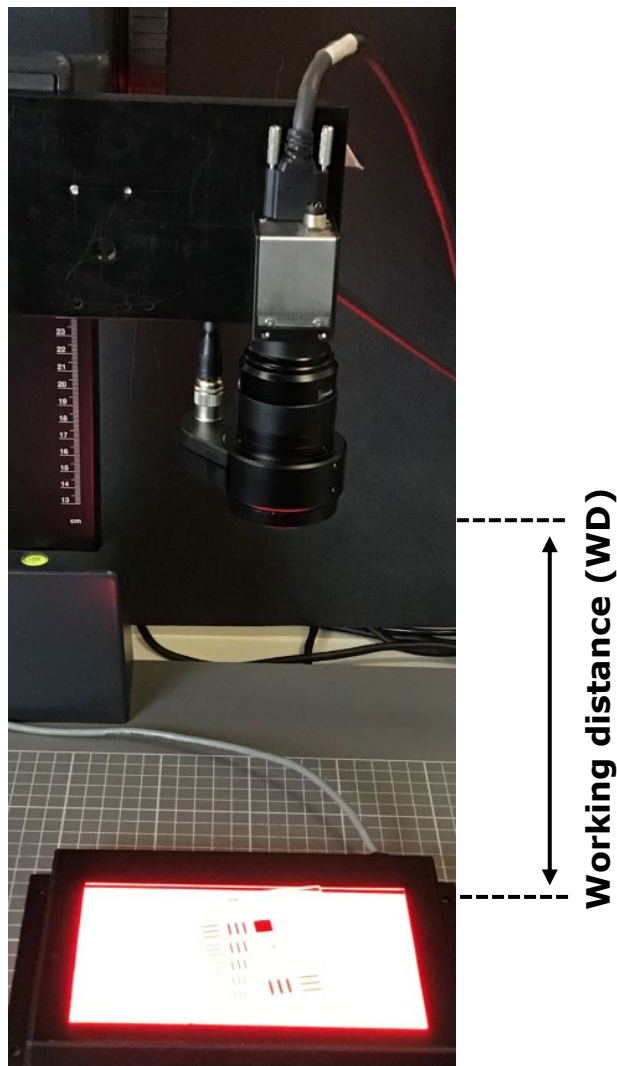
机械设计 (带 Hirose 连接器)



机械设计 (带柔性电缆)



测试设置 1：使用 1 " 传感器 (2.4um 像素尺寸)



相机: Baumer VCXU-201M.R, 1 " CMOS, 2.4 μ m 像素尺寸, 5472 $\times$ 3648 像素

驱动器: Optotune 镜头驱动器 4i

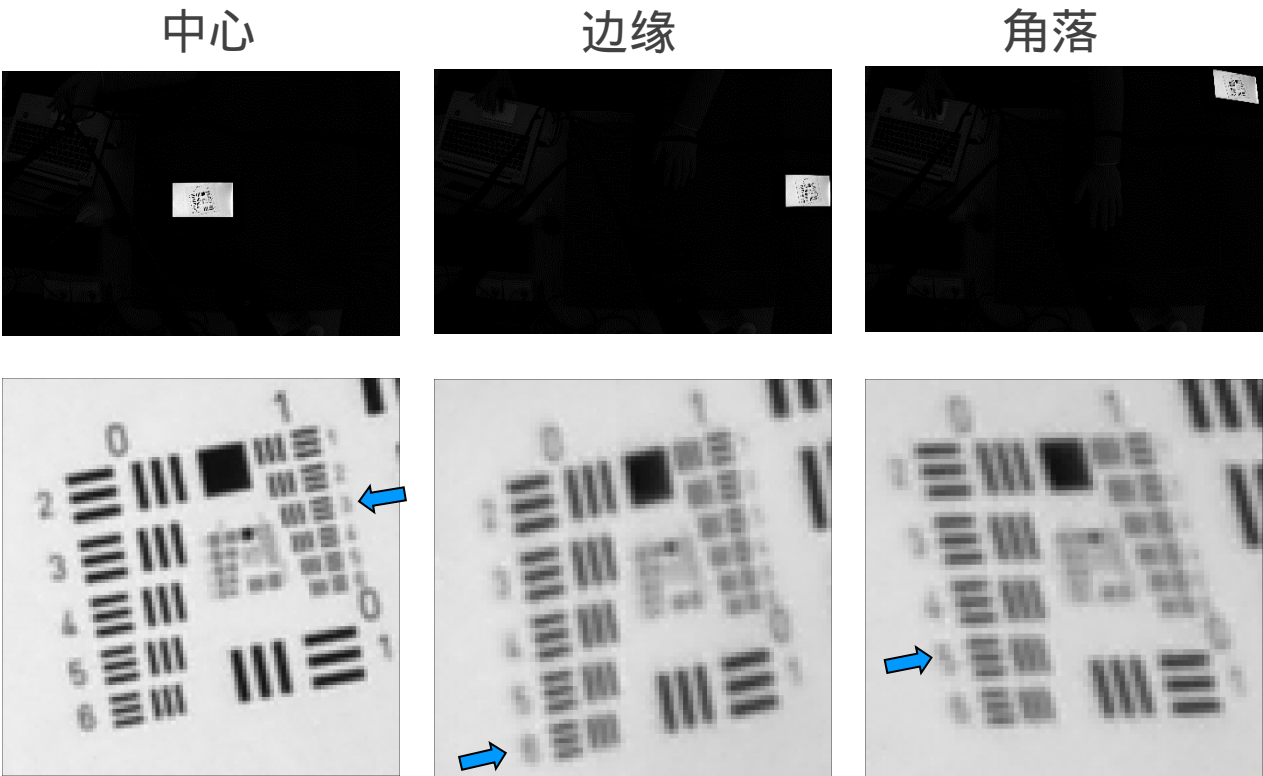
镜头: VST VS-LQ12H11, 集成液态镜头 EL-16-40-TC-VIS 的 12 mm 镜头

目标: USAF 铬分辨率板

光源: 红色背光照明

工作距离 970 mm, 镜头 @ 0.54 dpt, F/5.6

相机
传感器尺寸 = 5472 × 3648pixels
奈奎斯特极限 = 208 lp/mm
像素尺寸 = 2.4 μm

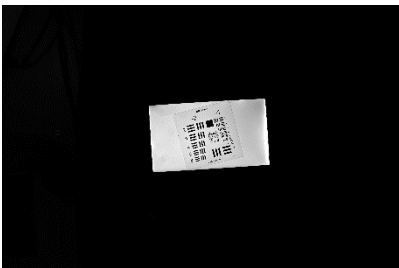


USAF 分辨率组:	1/3	0/6	0/5
线宽 (um):	198.43	280.62	314.98
线对/毫米 (物方):	3	2	2
放大率:	0.012	0.010	0.009
线对/毫米 (像方):	203	172	168

工作距离 500 mm, 镜头 @ 1.00 dpt, F/5.6

相机
传感器尺寸 = 5472 × 3648pixels
奈奎斯特极限 = 208 lp/mm
像素尺寸 = 2.4 um

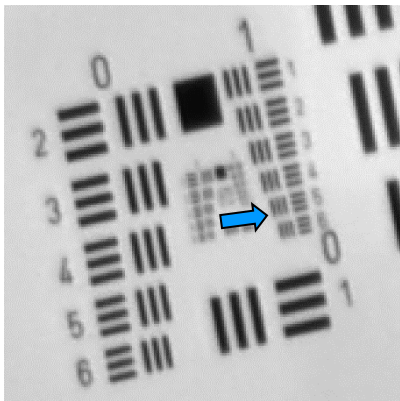
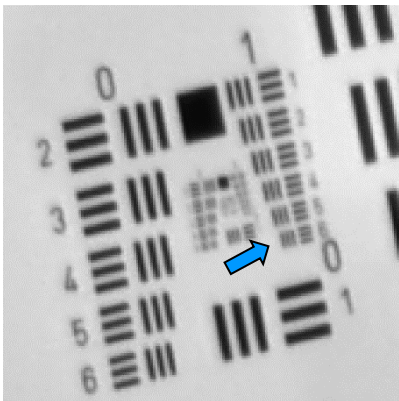
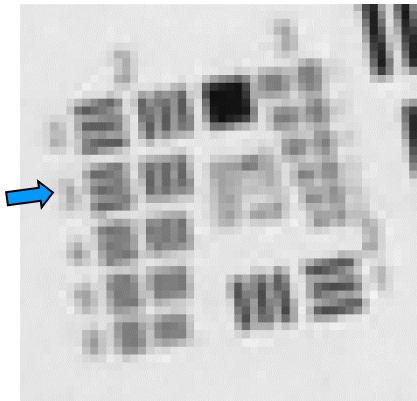
中心



边缘



角落

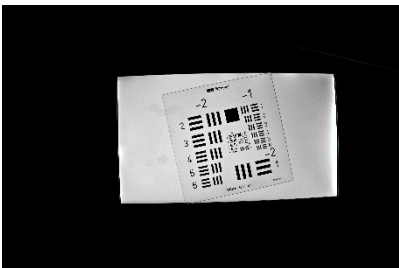


USAF 分辨率组:	2/2	1/6	1/5
线宽 (um):	111.36	140.31	157.49
线对/毫米 (物方):	4	4	3
放大率:	0.025	0.020	0.019
线对/毫米 (像方):	181	174	170

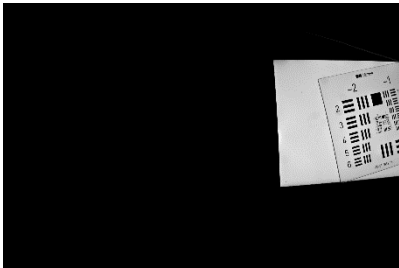
工作距离 250 mm, 镜头 @ 1.94 dpt, F/5.6

相机
传感器尺寸 = 5472 × 3648pixels
奈奎斯特极限 = 208 lp/mm
像素尺寸 = 2.4 μ m

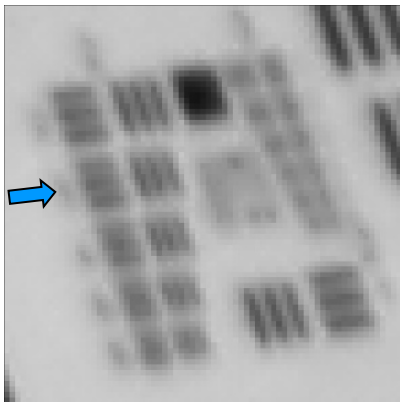
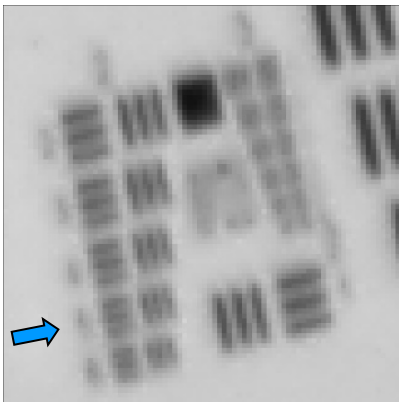
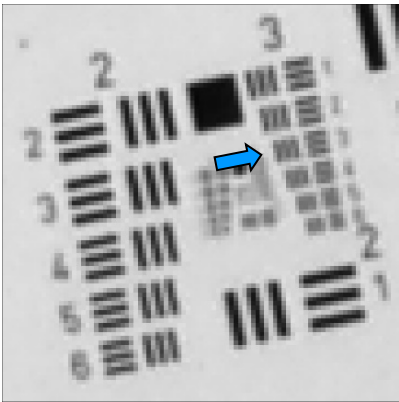
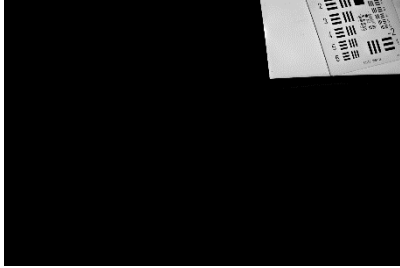
中心



边缘

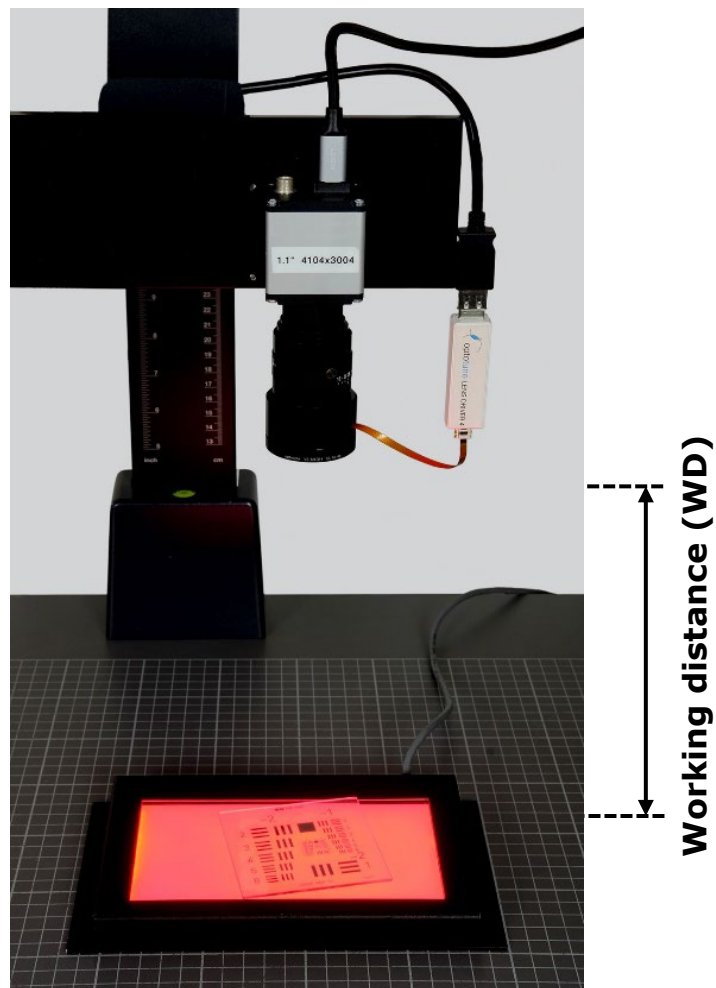


角落



USAF 分辨率组:	3/3	2/5	2/2
线宽 (um):	49.61	78.75	111.36
线对/毫米 (物方):	10	6	4
放大率:	0.048	0.039	0.038
线对/毫米 (像方):	208	164	117

测试设置 2：使用 1.1 " 传感器 (3.45um 像素尺寸)



相机: IDS UI-3200SE-M-GL, 1.1 " ,3.45um 像素尺寸, 4104x3004 像素

驱动器: Optotune 镜头驱动器 4

镜头: VST VS-LQ12H11, 集成液态镜头 EL-16-40-TC-VIS 的 12 mm 镜头

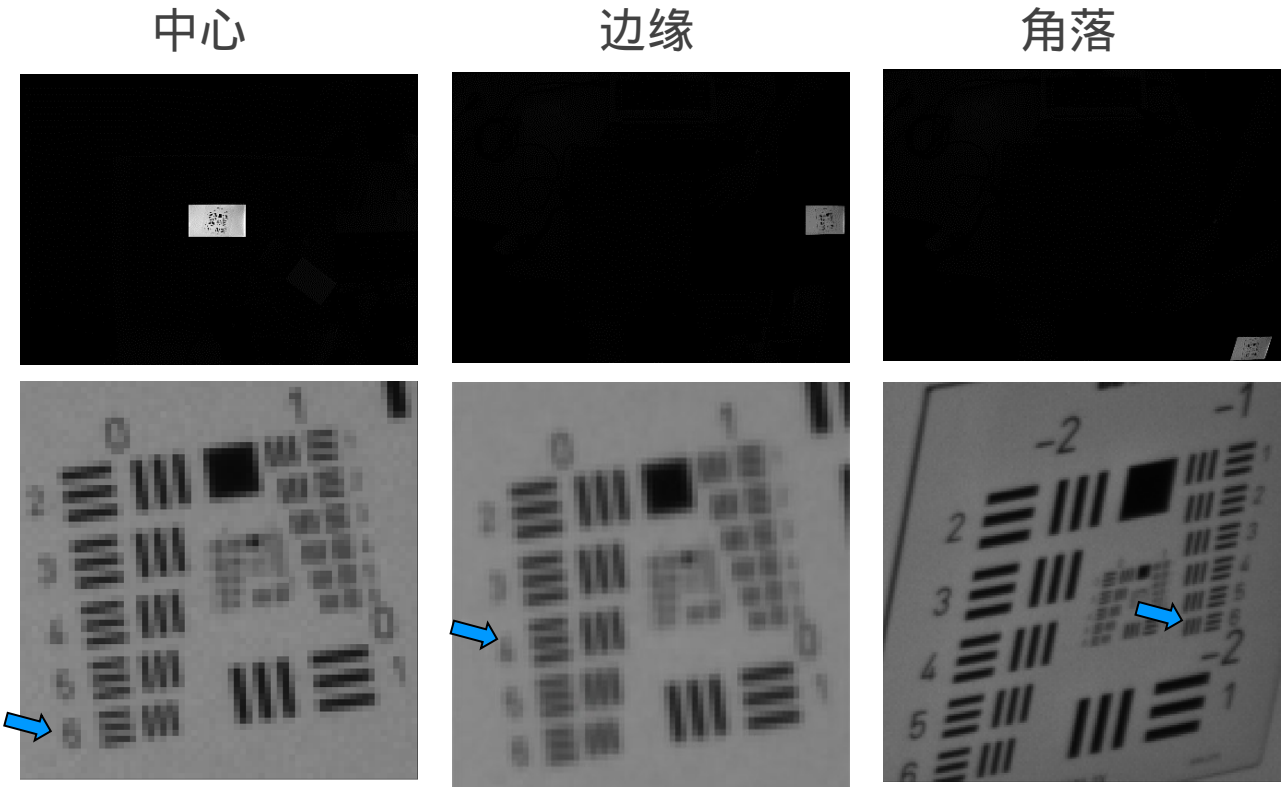
目标: USAF 铬分辨率板

光源: 红色背光照明

注意：镜头可选配柔性扁平电缆 (ribbon cable) 或工业级 Hirose 连接器

工作距离 970 mm, 镜头 @ 0.52 dpt, F/4
奈奎斯特极限下的分辨率 *(图示为F/5.6)*

相机
传感器尺寸 = 4104x3004 pixels
奈奎斯特极限 = 145 lp/mm
像素尺寸 = 3.45 μ m

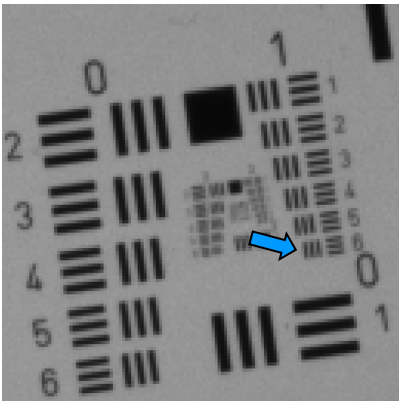
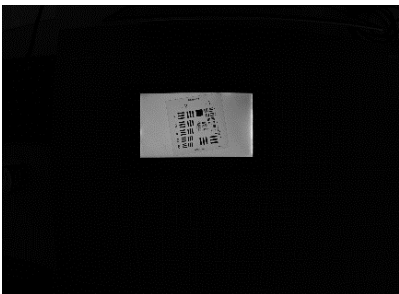


USAF 分辨率组:	0/6	0/4	-1/6
线宽 (um):	280.62	353.55	561.23
线对/毫米 (物方):	2	1	1
放大率:	0.013	0.010	0.009
线对/毫米 (像方):	139	140	105

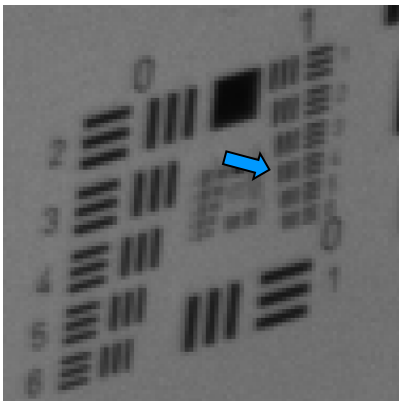
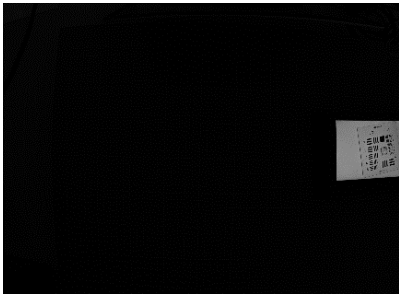
工作距离 500 mm, 镜头 @ 0.82 dpt, F/4
奈奎斯特极限下的分辨率

相机
传感器尺寸 = 4104x3004 pixels
奈奎斯特极限 = 145 lp/mm
像素尺寸 = 3.45 μ m

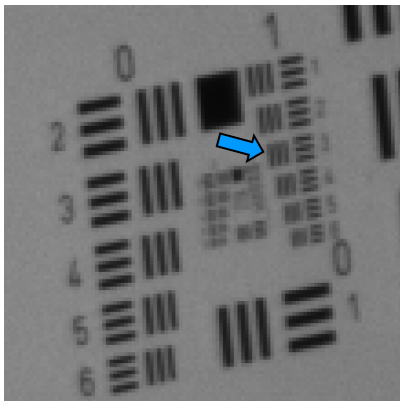
中心



边缘



角落

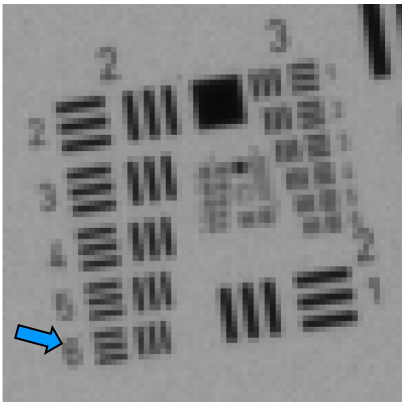
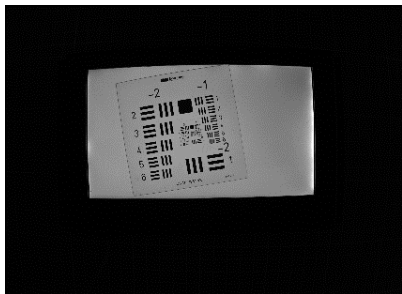


USAF 分辨率组:	1/6	1/4	1/3
线宽 (um):	140.31	176.78	198.43
线对/毫米 (物方):	4	3	3
放大率:	0.026	0.021	0.019
线对/毫米 (像方):	137	137	133

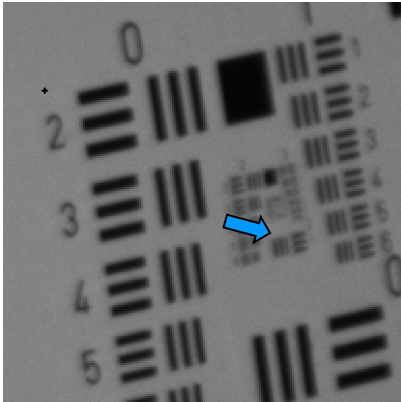
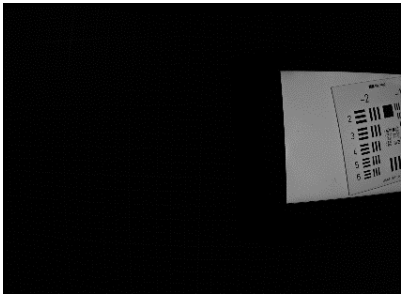
工作距离 250 mm, 镜头 @ 1.99 dpt, F/4
接近奈奎斯特极限的分辨率

相机
传感器尺寸 = 4104x3004 pixels
奈奎斯特极限 = 145 lp/mm
像素尺寸 = 3.45 μm

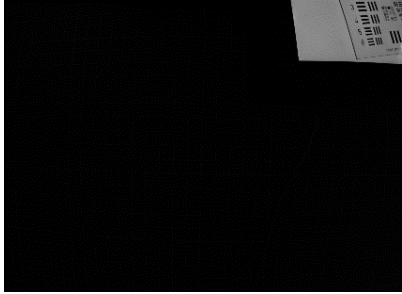
中心



边缘

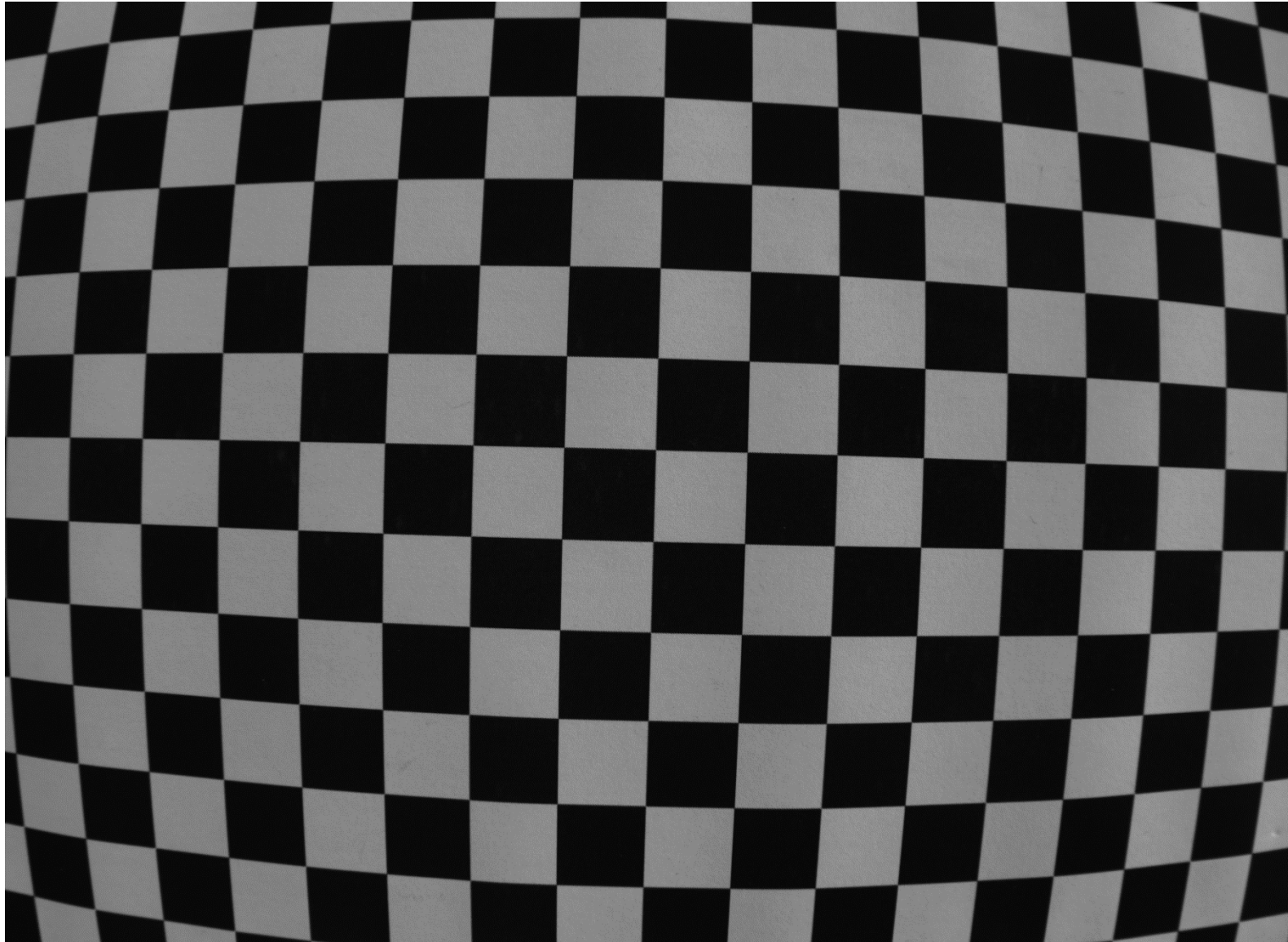


角落

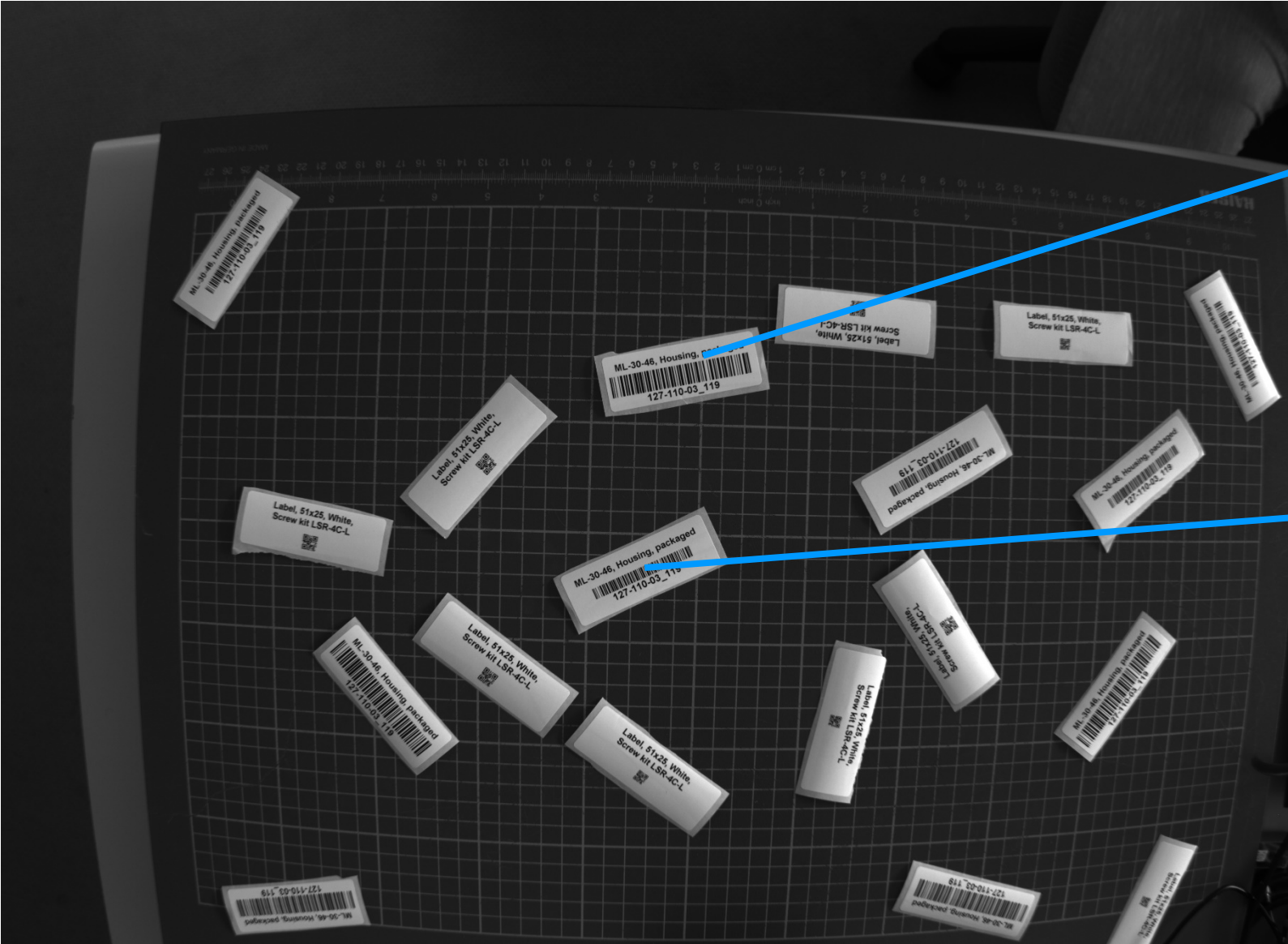


USAF 分辨率组:	2/6	2/1	1/6
线宽 (um):	70.15	125	140.31
线对/毫米 (物方):	7	4	4
放大率:	0.055	0.038	0.036
线对/毫米 (像方):	130	106	98

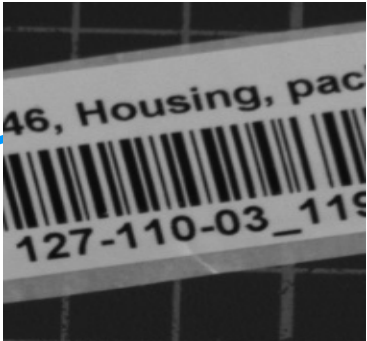
桶形畸变 (工作距离 135 mm, 2.89 dpt)



工作距离 500 mm 下的条码读取



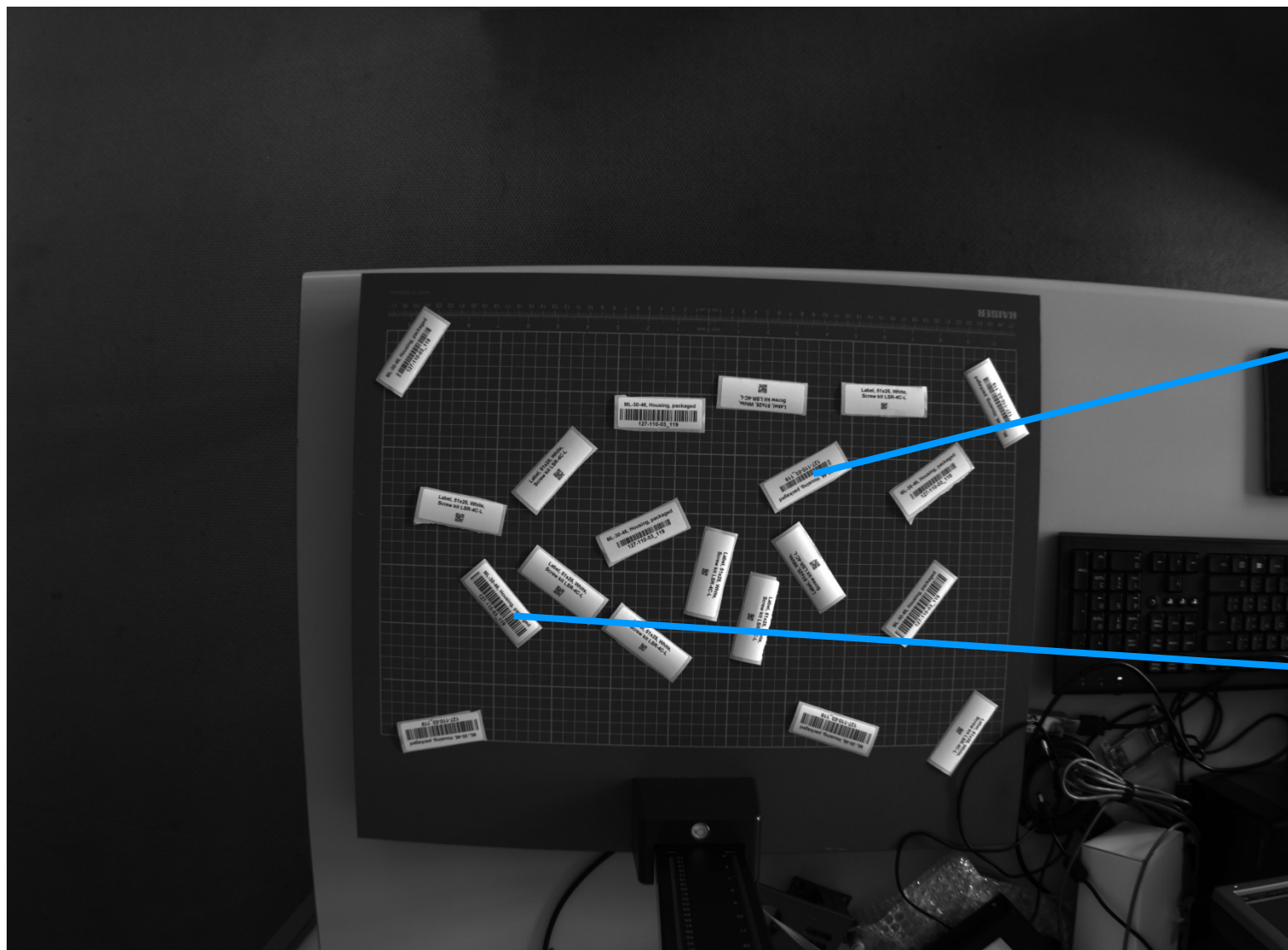
打印精度为 13 mils 的条码)



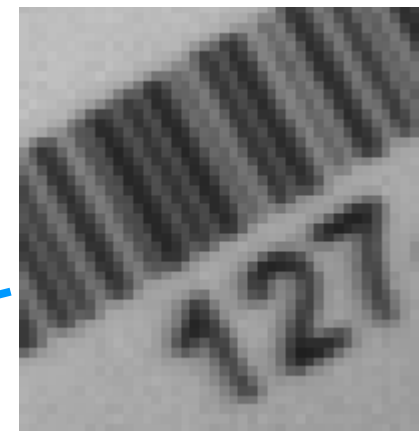
打印精度为 10 mils 的条码



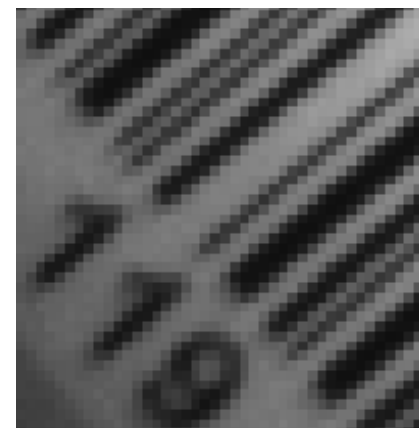
工作距离 940 mm 下读取像素极限的 10 mils 条码



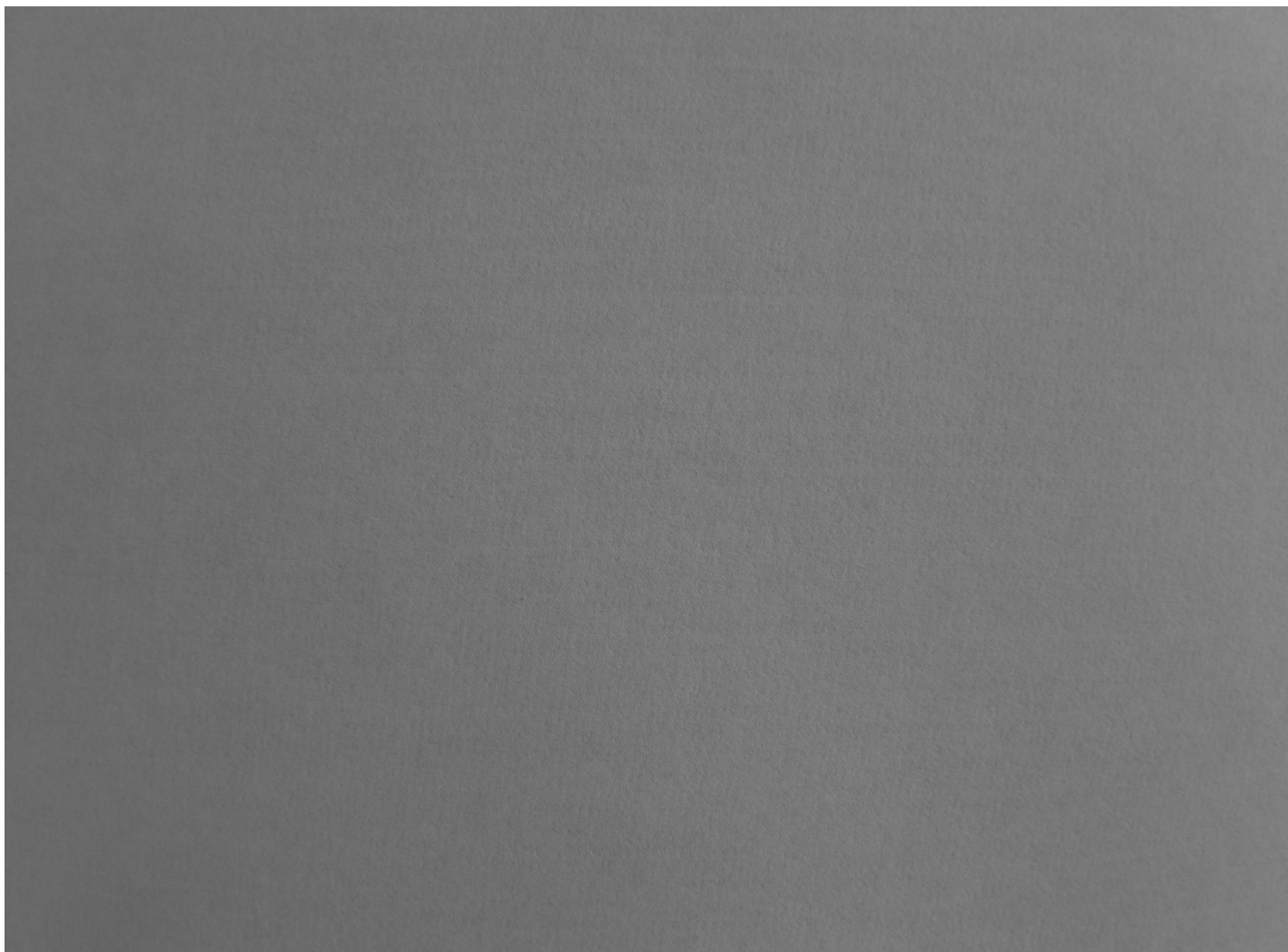
打印精度为 10 mils 的条码



打印精度为 13 mils 的条码

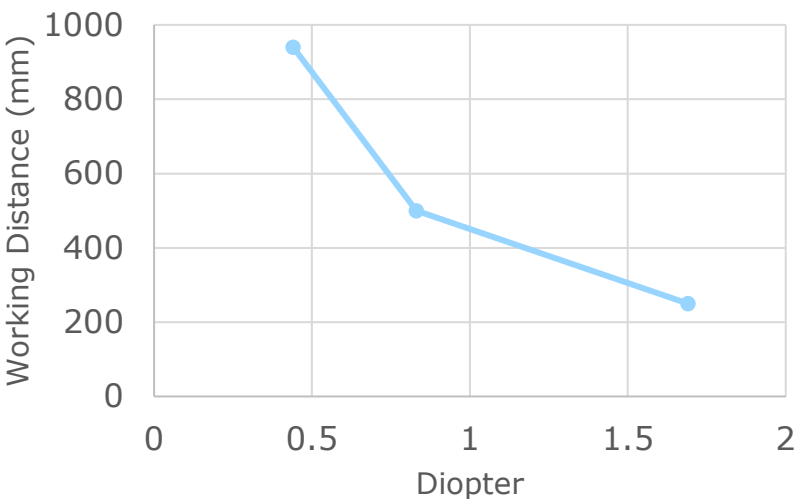


无可见暗角 (工作距离 120 mm, F/4)



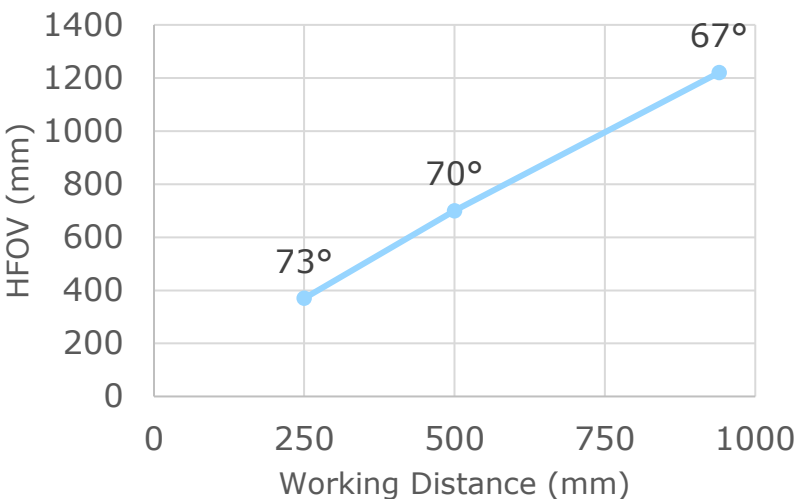
光学杠杆与视场角 (FOV)

光学杠杆



曲线显示在 0.5 dpt 到 1 dpt 范围内斜率约为 1.13 m/dpt

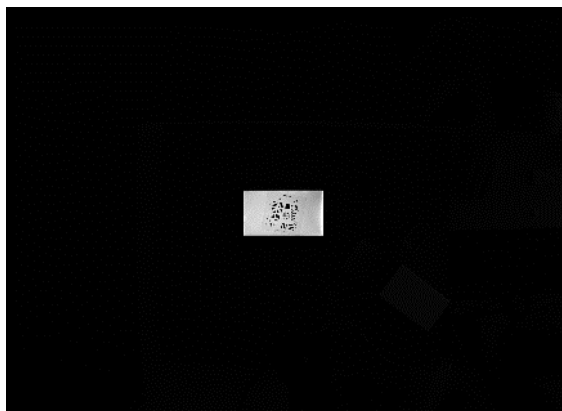
1.1 " 传感器的视场角 (FOV)



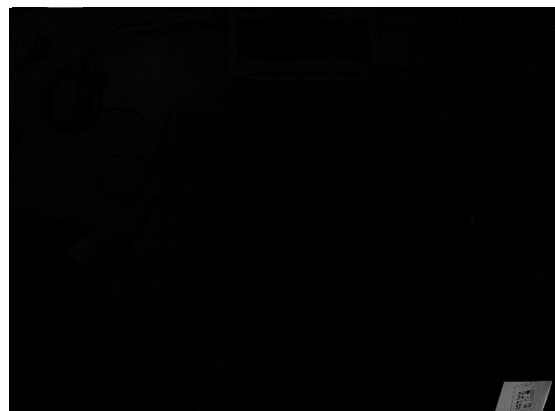
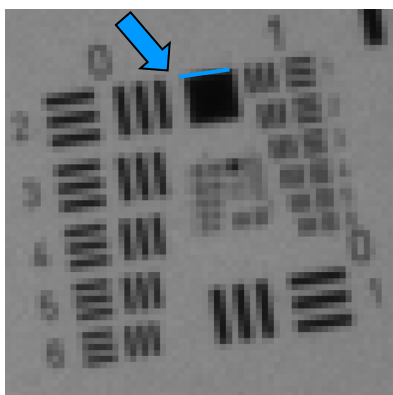
三条曲线代表不同光焦度下的水平视场宽度随工作距离的变化

940 mm 工作距离下的场曲

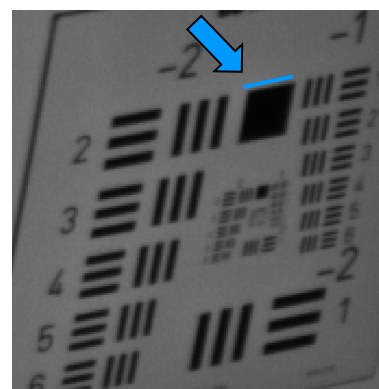
放大率从中心到角落从 0.013 变化到 0.009



33 pixels = 2227 um

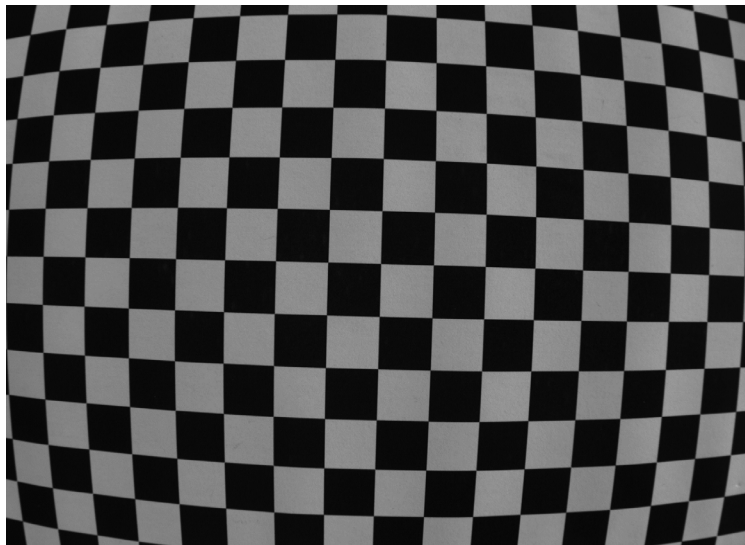


22 pixels = 8909 um

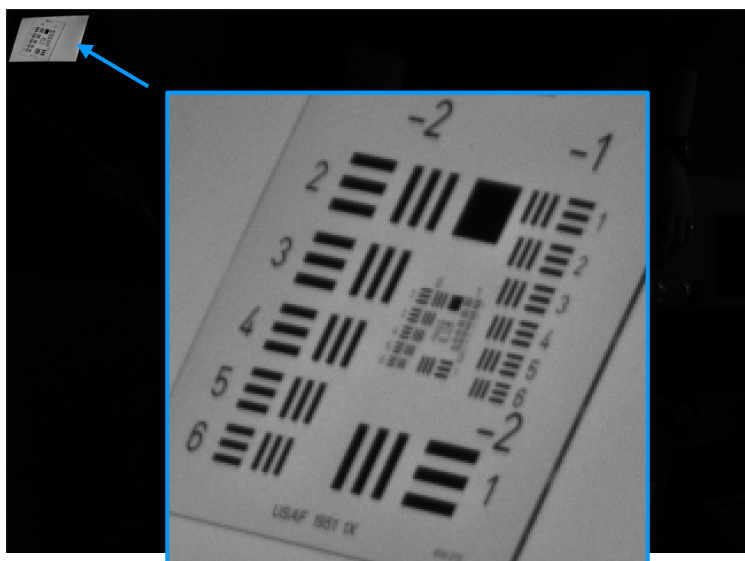
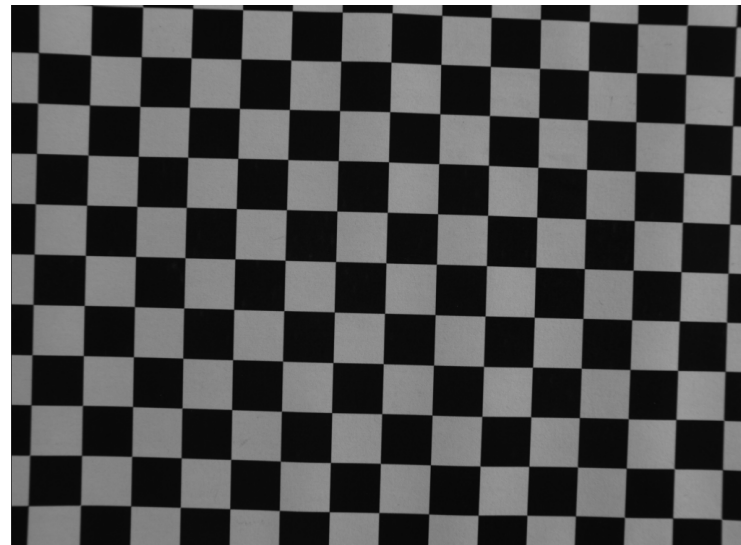


畸变可通过数字方式校正

Original image



Standard barrel distortion correction in Photoshop



物流中的典型应用设置

