

# 用远心镜头代替CCTV镜头来提高检测精度

50 minutes

茉丽特电子科技深圳有限公司/肖特上海精密材料和设备国际贸易有限公司

电话：0755-81794109/021-33678000

邮箱：[sales@moritex.com](mailto:sales@moritex.com)

<http://www.moritex.co.jp>

<http://www.schott.com>

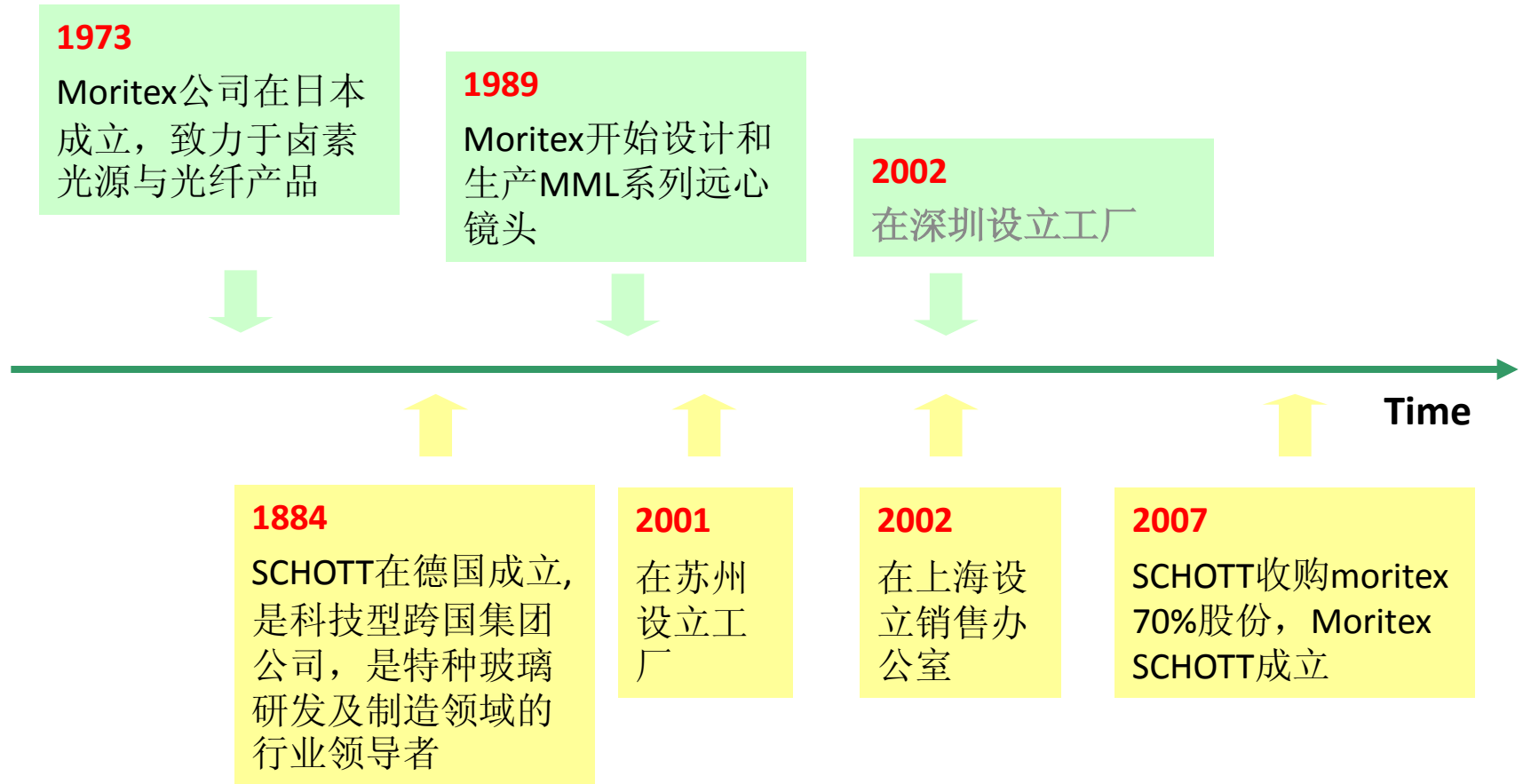


**SCHOTT**  
glass made of ideas

Yolanda Yao 2012-3-20

Copyright 2012 MORITEX SCHOTT, All Rights Reserved.

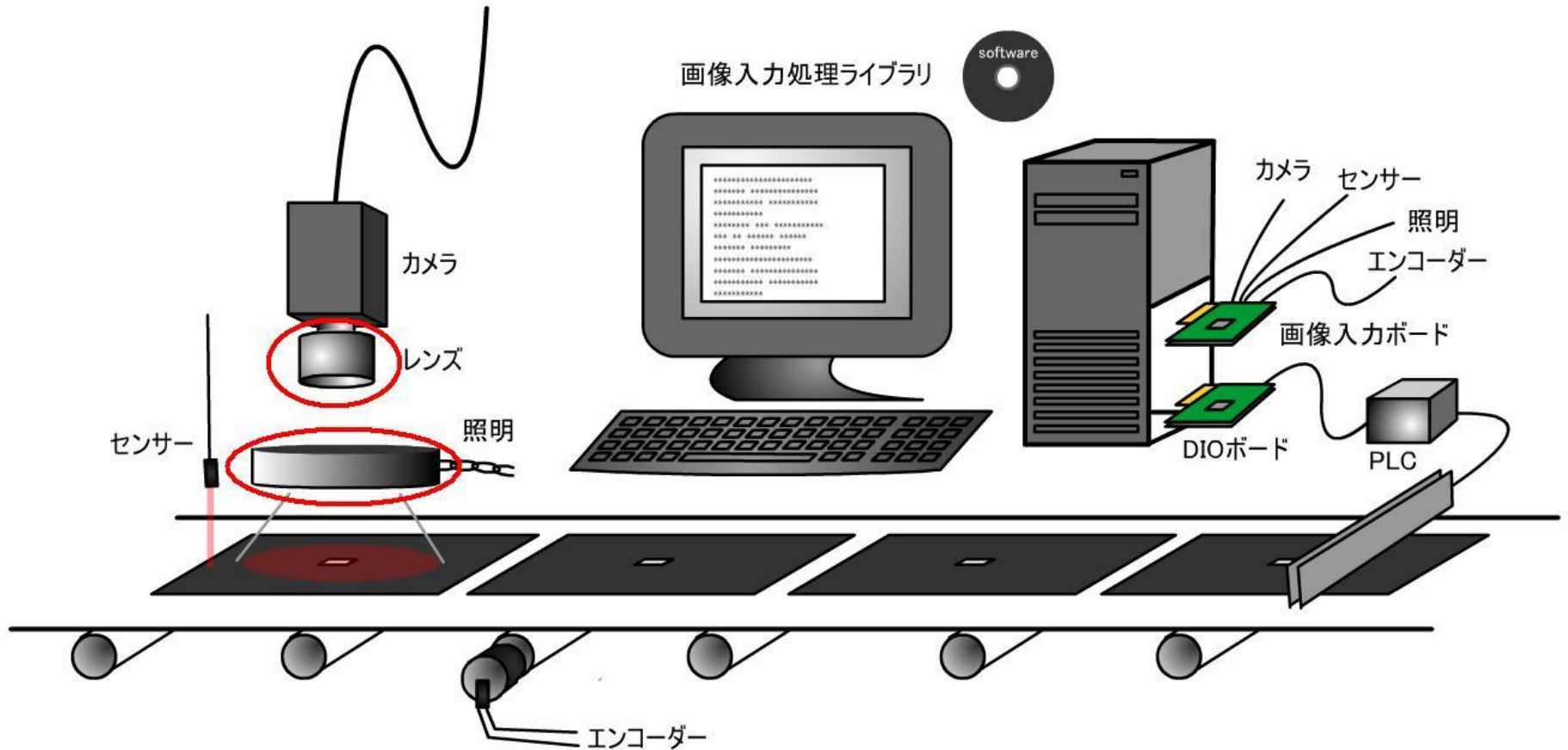
# Moritex SCHOTT 公司简介



**Moritex SCHOTT-镜头和光源的生产厂家**



# 机器视觉系统



...

# Types of FA (Factory Automation) lens 工业镜头种类

<b>Finite</b> <i>Finite working distance</i>			<b>Infinity</b> <i>Able to focus from finite to infinity working distance</i>		
<b>Macro</b> <i>Fix / Zoom</i>  <i>Low distortion</i>	<b>Telecentric</b> <i>Fix / Zoom</i>  <i>The chief ray is parallel to its optical axis</i>	<b>Objective</b>  <i>High N.A.</i>	<b>CCTV</b>  <i>Able to focus infinity</i>	<b>Line scan</b>  <i>Comes in big camera mount for line sensor camera</i>	<b>Zoom</b>  <i>Able to zoom</i>
	 				

标尺放在目标位置，把标尺成像在刻尺上，测量标尺的大小，计算仪器到标尺的距离。

- 如测距仪（大地测量）

已知光学仪器的放大倍率，将被测物体成像到刻尺上，测量像的大小，从而计算物体的大小。

- 如工具显微镜等 机器视觉领域内测量应用

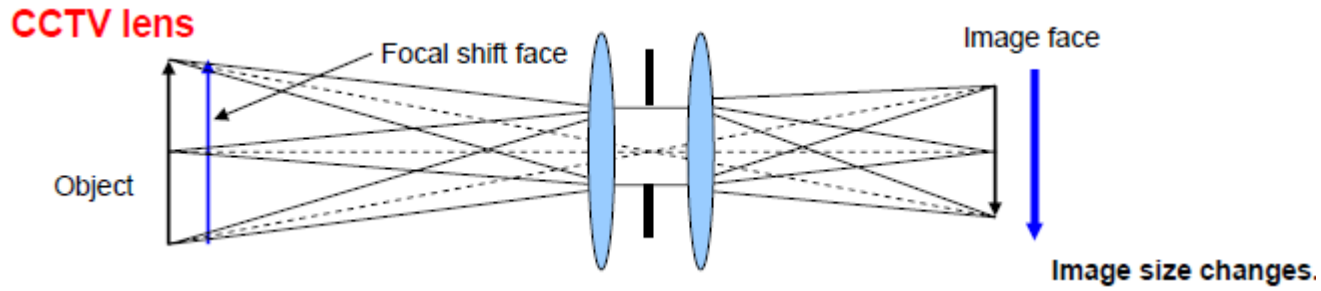
要求物距一定，  
确保光学系统放大倍率为常数。  
测量精度主要取决于像平面与CCD靶面的重合精度

由于光学系统存在景深和调焦误差，一般的光路很难做到将像平面与CCD靶面完全重合

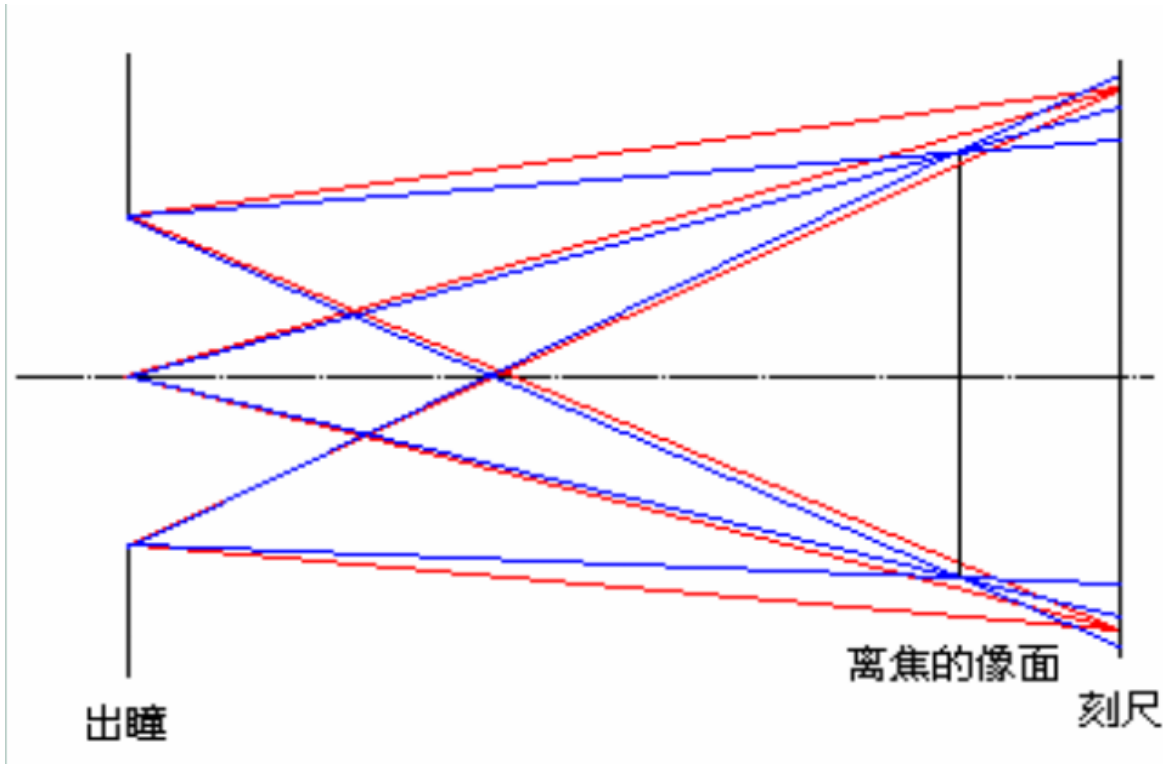


# 非远心光路

改变物体与镜头的相对位置时，会改变物体的尺寸或位置



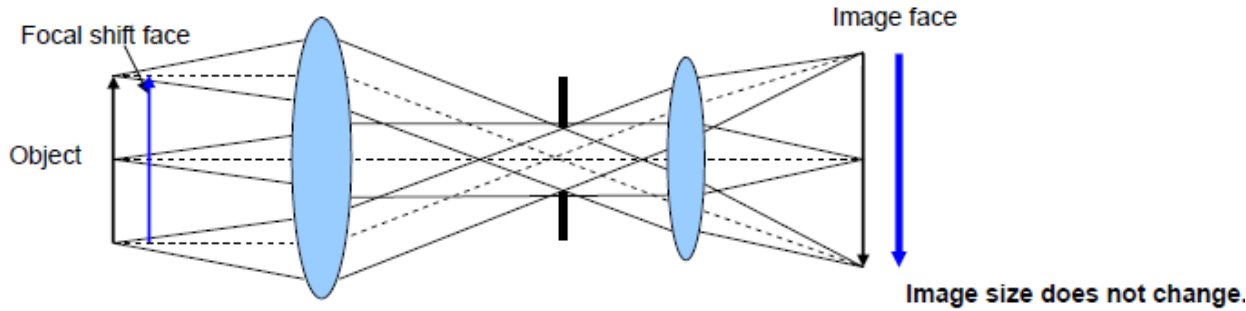
## CCTV 镜头



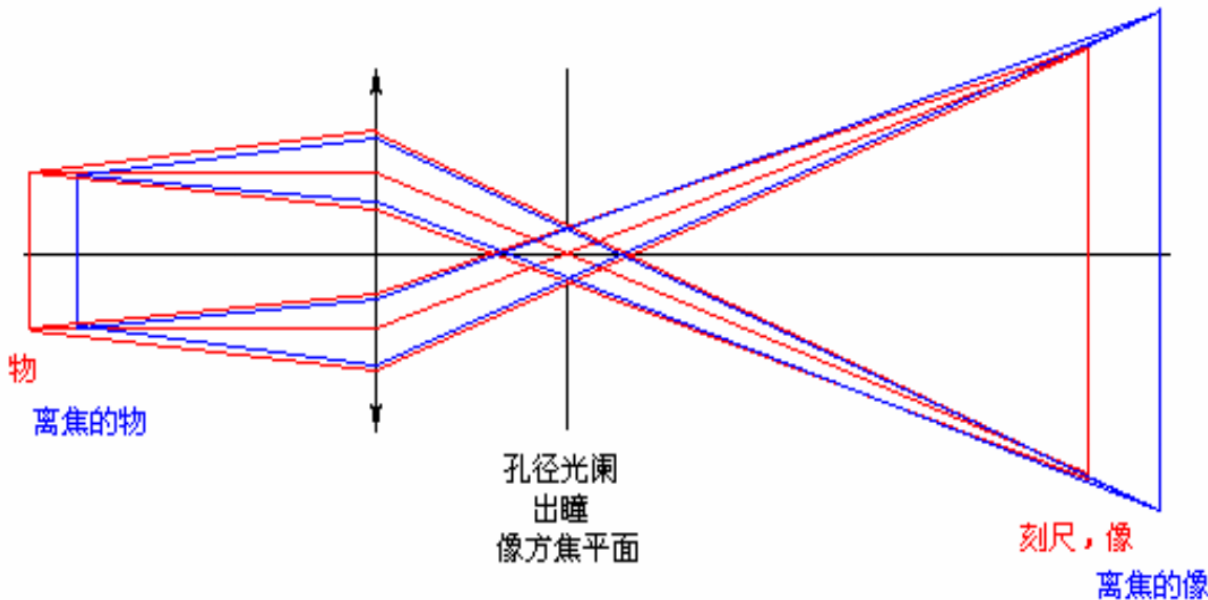
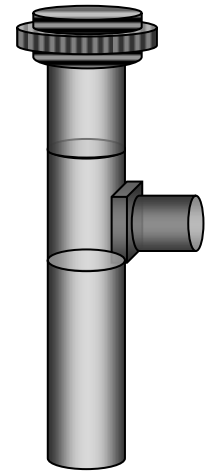
# 物方远心 光路

物距发生改变，像距也发生改变，但像高并没有发生改变，即测得的物体尺寸不会变化。

## Telecentric lens



# 物方远心 镜头

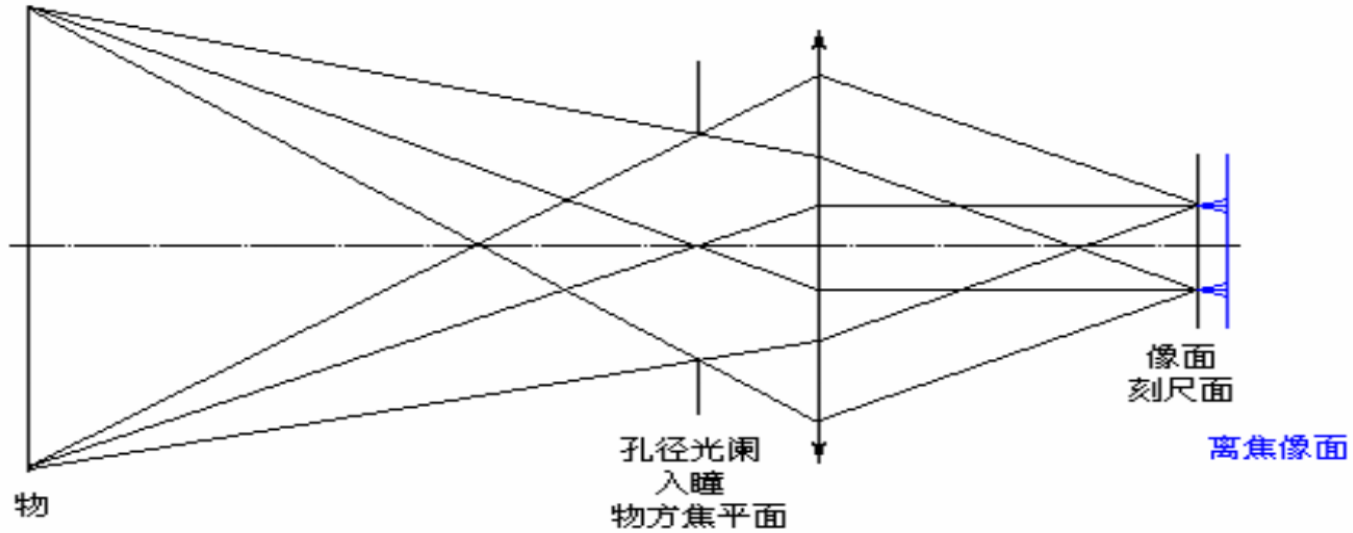


消除测量误差的方法是采用物方远心光路，即孔径光阑中心与光学系统像方焦点重合。当物离焦时，虽然在刻尺上（CCD靶面）上的像发生弥散，但是成像光束的中心不变。因此，不会因物的离焦产生测量误差。



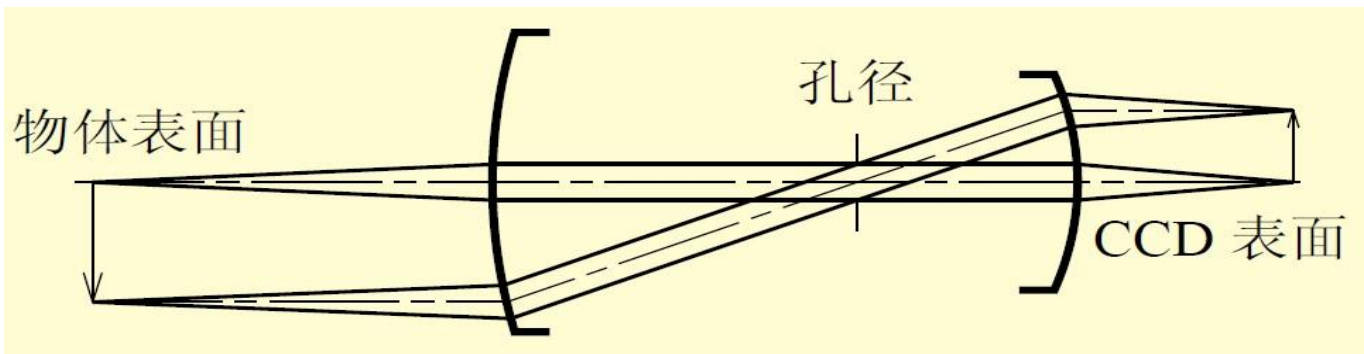


## 像方远心光路



孔径光阑中心与物方焦点重合，人眼沿垂直刻尺平面观测，人眼的对准平面与刻尺面离焦时，虽然成像光斑变大，但是成像光束的中心不变，因此不会引起测量误差。

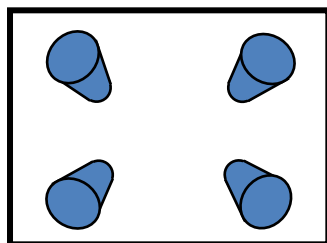
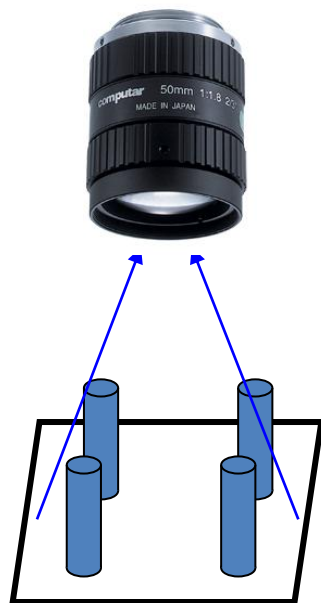
## 双侧远心光路



# 远心镜头优势 1

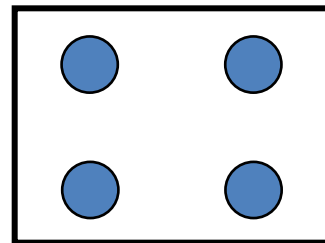
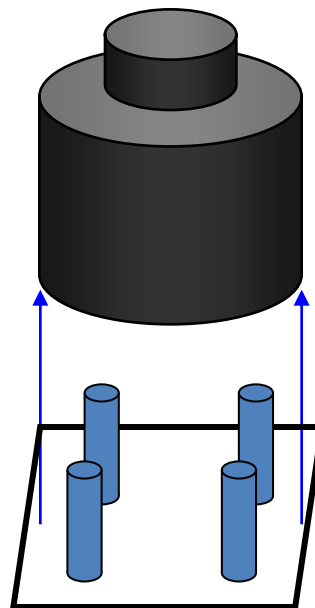
——观察二维图像时，优势主要体现在**低失真**

CCTV 镜头



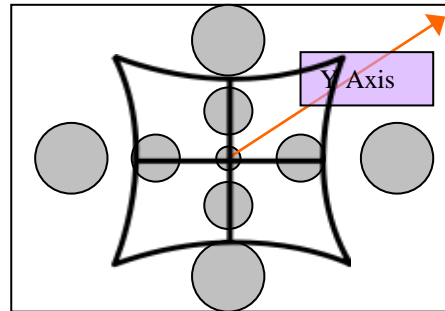
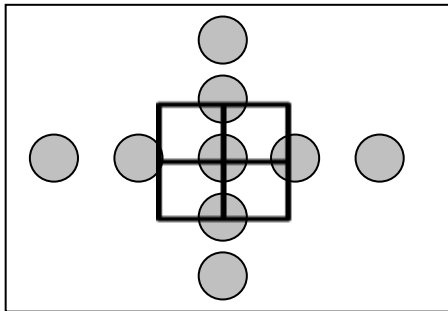
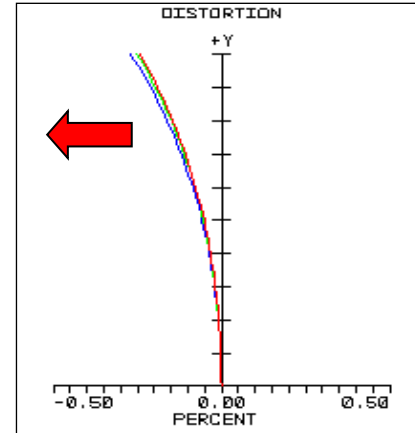
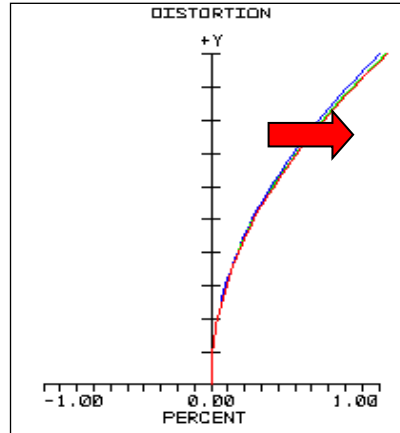
相机上显示的图像。  
四角上的对象物有  
明显的失真

远心镜头

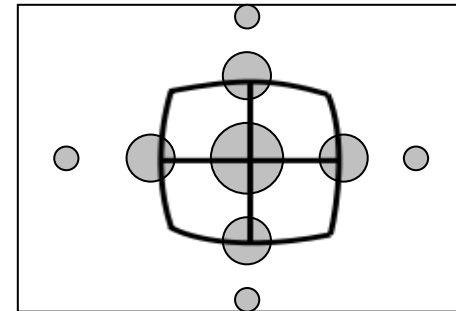


相机上显示的图像。  
整个视野内图像表现  
出相同的大小。

# 失真



枕形失真



桶型失真

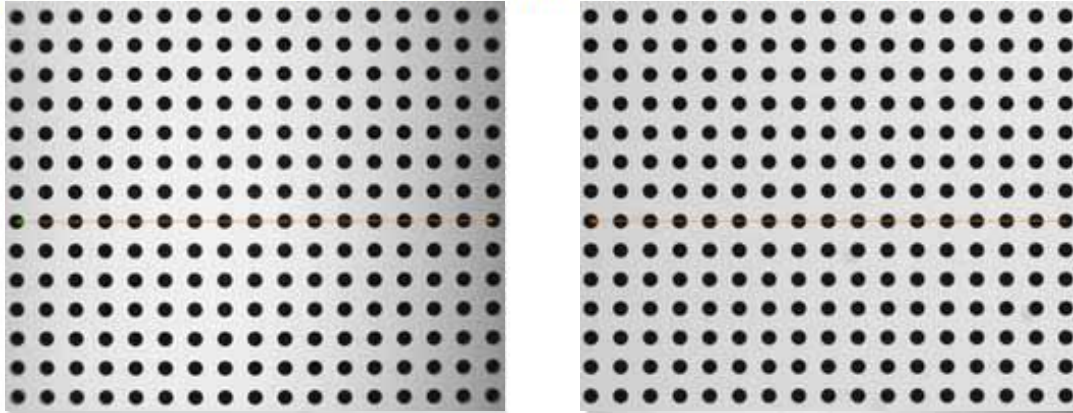
**CCTV镜头：失真率通常为 $\pm x\% \sim 0.x\%$**

**远心镜头：失真率通常为 $\pm 0.0x\% \sim 0.00x\%$**



# 实例一

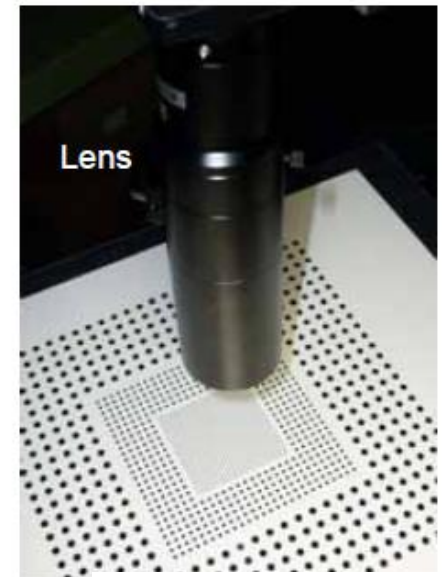
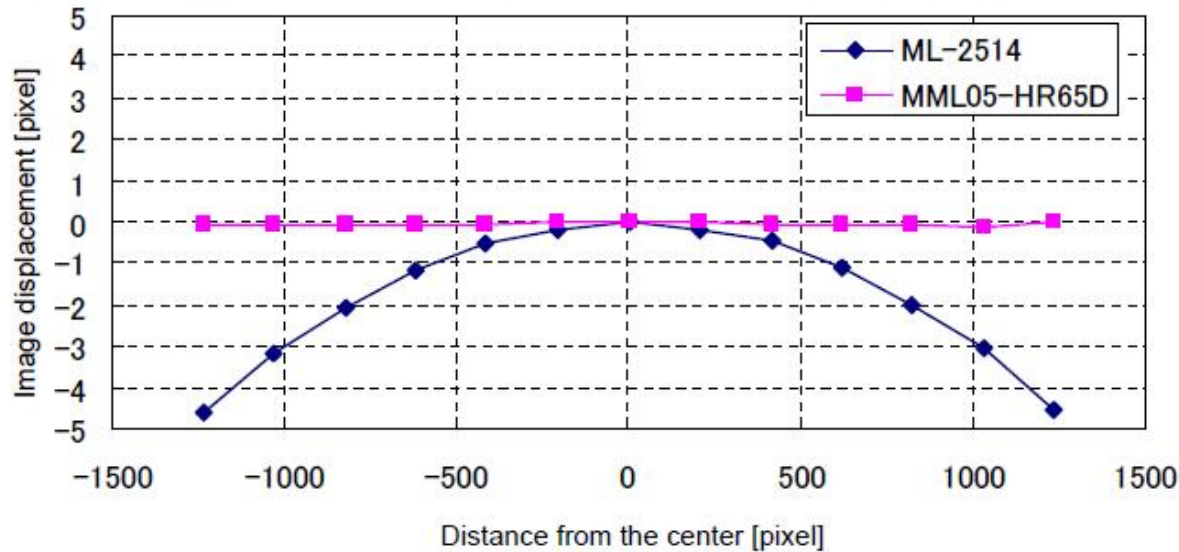
ML-2514 extension ring 11.5 mm 0.5x MML05-HR65D



## Comparison of distortions

Lens	Displacement in screen periphery
ML-2514	4.6Pixel
MML05-HR65D	0.07Pixel

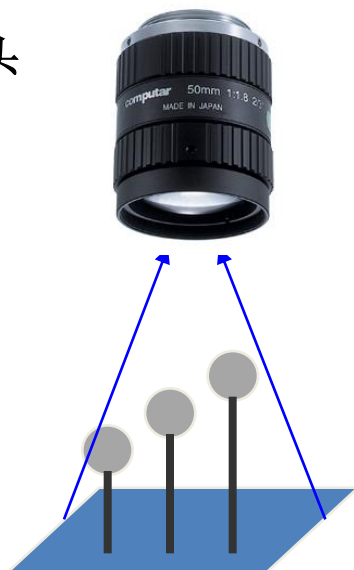
Measured with the SONY XCL-5000



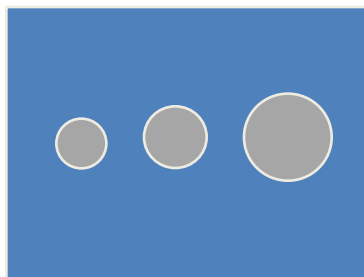
## 远心镜头优势 2

——观察三维物体时，优势主要体现在消除透视误差

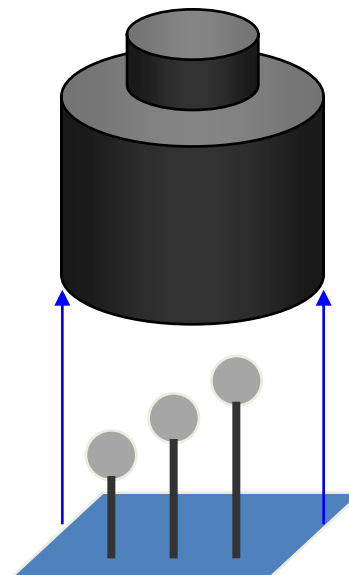
CCTV 镜头



相机上显示的图像。  
距离镜头远的物体比  
距离镜头近的物体小

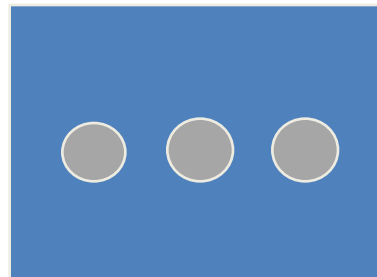


远心镜头



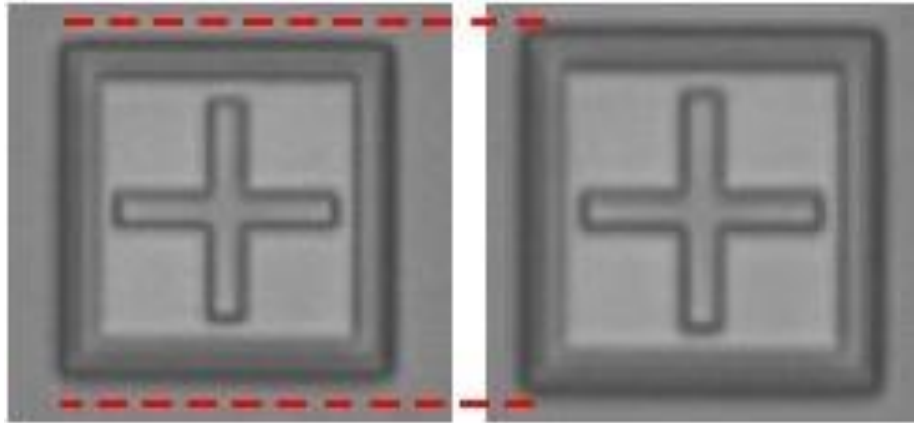
相机上显示的图像。

无论距离镜头近或  
远，所有物体都表现  
出相同的大小



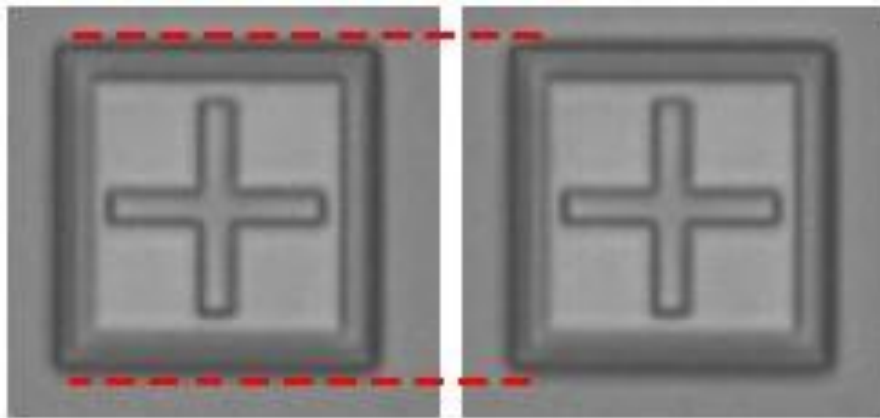
CCTV lens

实例二



FOV is always smaller than lens entrance diameter

远心 lens



远心镜头优势 3——在整体视野范围内光的均匀性更好

# 实例3

目标：对高度差4mm的2个面上的同心圆做同心度测量

实验目标则转化为测量高度差4mm的点阵距离的差异。

分析1：假设镜头能够准确测量不同高度面上的同心圆的同心度，则可得结论：拍高度差4mm的点阵所得到的图像上的点阵距离应该保持一致。即两矩阵之差越接近于零。

分析3：用不同镜头进行测量，得到的同心度不同，同心度越准确说明镜头越好。

分析2：如果根据所拍图像，得到高度差4mm的点阵距离一致则能准确的测量同心度。如果点阵距离之差越大，则不能准确测量同心度。

## CCTV镜头1(COM)

使用75mm Com CCTV镜头拍摄处于测量参考面上的标准点阵，得到图片75-std-com.BMP

将标准点阵上升4mm后拍图，得到图片75-up4mm-com.BMP



## CCTV镜头2 (UTR)

使用75mm utr CCTV镜头拍摄处于测量参考面上的标准点阵，得到图片75-std-utr.BMP

将标准点阵上升4mm后拍图，得到图片75-up4mm-utr.BMP



## 远心镜头(Moritex MML03-HR110-5M)

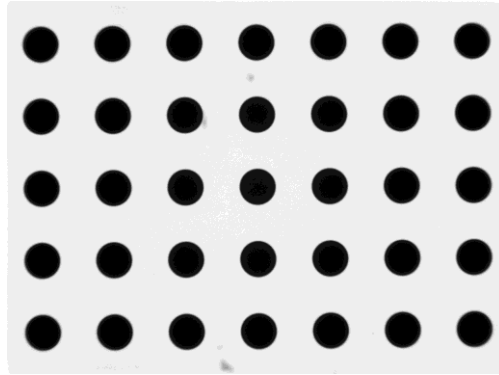
使用MML03-HR110-5M 远心镜头拍摄处于测量参考面上的标准点阵，得到图片远心-std.BMP

将标准点阵上升4mm高后拍图，得到图片远心-up4mm.BMP

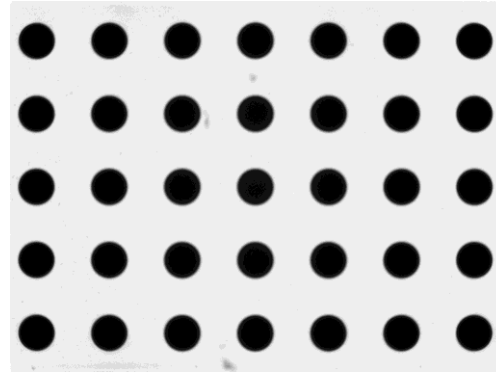


# 拍摄图片

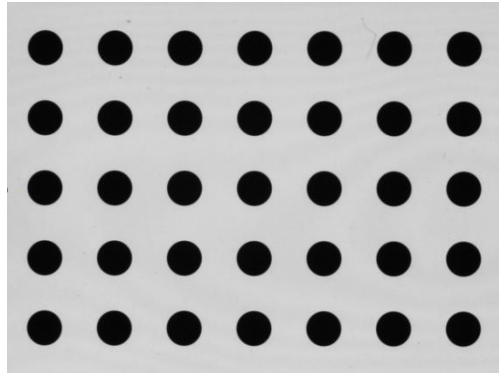
75-std-com.bmp



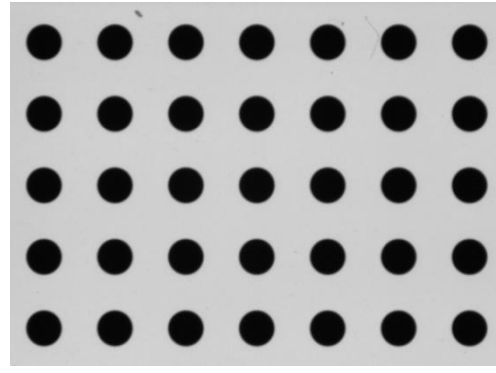
75-up4mm-com.bmp



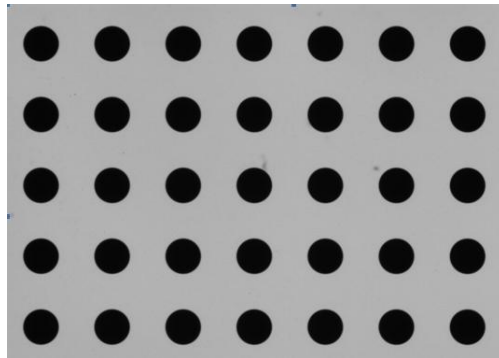
75-std-utr.bmp



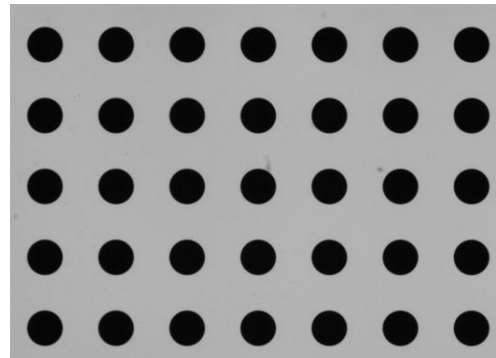
75-up4mm-utr.bmp



远心-std.bmp



远心-up4mm.bmp



### CCTV 镜头1 COM 单位: 像素

12.143	9.656	7.748	7.068	7.813	9.851	12.426
10.677	7.677	4.972	3.519	4.990	7.840	10.928
10.167	6.880	3.510	0.000	3.545	6.990	10.338
10.667	7.666	4.896	3.496	4.947	7.759	10.83
12.04	9.569	7.671	6.908	7.728	9.707	12.243

### CCTV 镜头2 UTR 单位: 像素

6.538	5.143	4.085	3.655	4.077	5.155	6.538
5.768	4.098	2.606	1.841	2.612	4.105	5.747
5.495	3.701	1.855	0.000	1.848	3.666	5.486
5.787	4.125	2.622	1.859	2.588	4.097	5.733
6.579	5.177	4.089	3.662	4.087	5.144	6.526

### 远心镜头 Moritex 单位: 像素

0.469	0.340	0.305	0.306	0.352	0.441	0.585
0.417	0.268	0.158	0.102	0.288	0.372	0.520
0.438	0.262	0.122	0.000	0.211	0.359	0.512
0.493	0.341	0.216	0.183	0.261	0.439	0.545
0.548	0.434	0.372	0.333	0.402	0.510	0.610



# 结论

当待测对象有一定的高度差时，必须用远心镜头才能克服透视误差，提高测量/检测的精确性

远心镜头拍摄的2组图像的点阵之差远小于用CCTV镜头拍摄的图像

用远心镜头拍摄的高度差为4mm的两组同心圆的同心度更准确

## 实例 4

目标：验证远心镜头和CCTV在测量非平面物体间距时的测量精度和重复型精度差异。

25mm (COM) CCTV镜头

0.18倍远心镜头  
(Moritex)

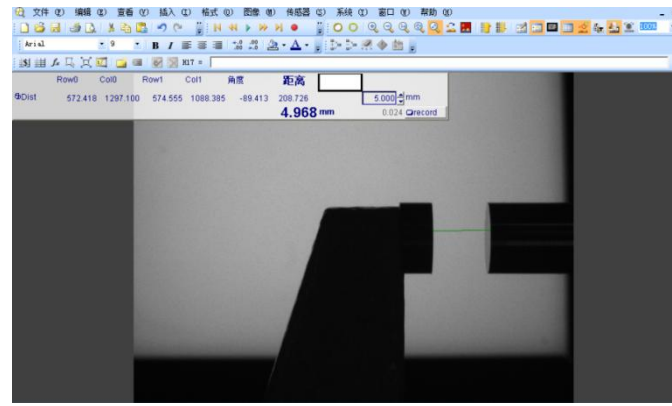
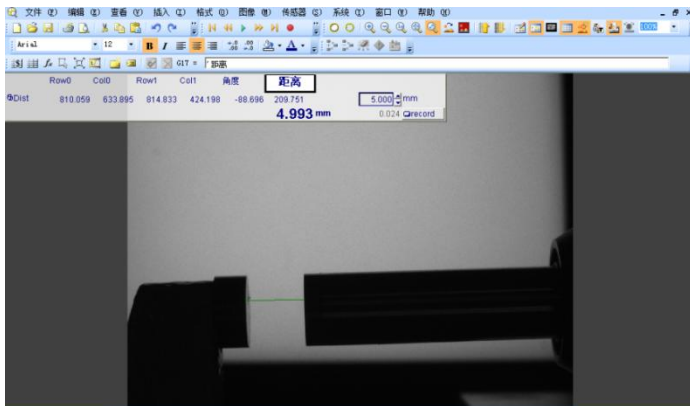
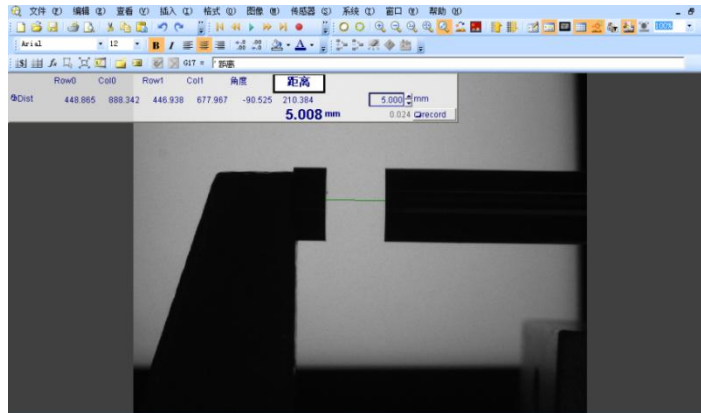
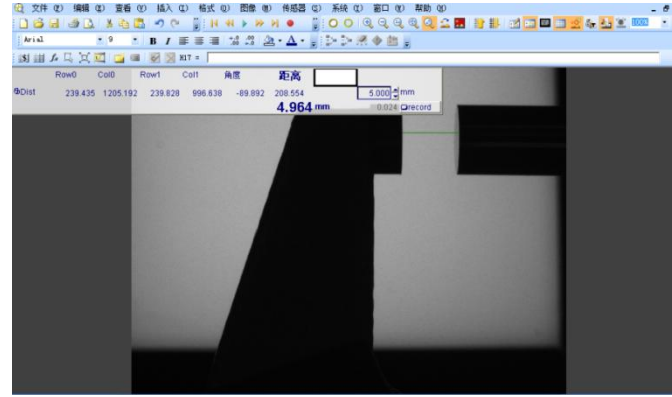
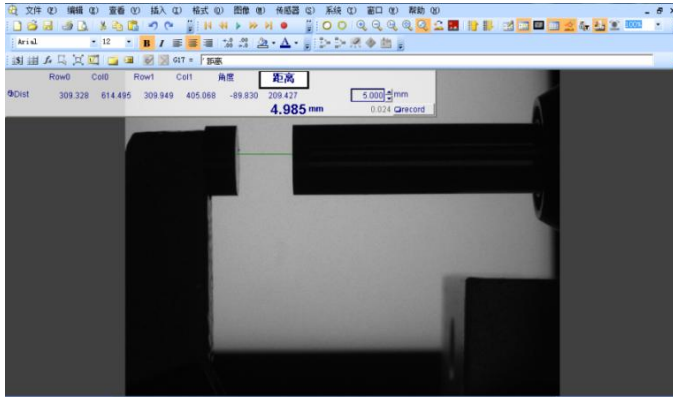
在相同相机、相同FOV的条件下，将螺旋测微仪 放在  
视野中间及四角，分别得到两组数据

25mm(COM) CCTV镜头

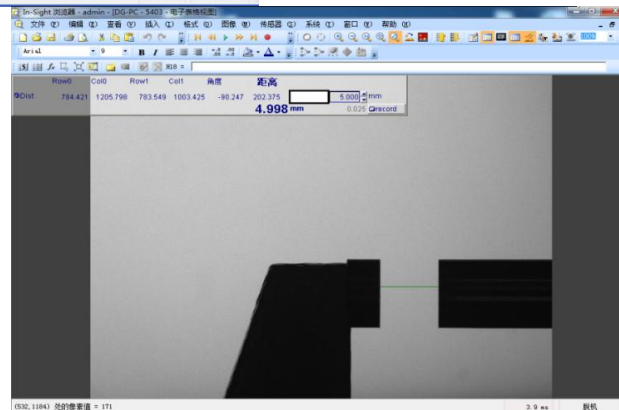
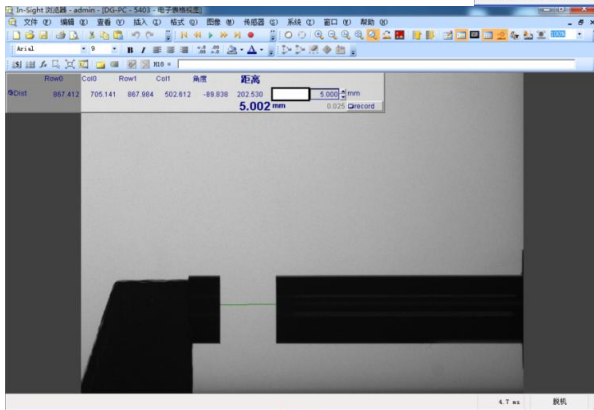
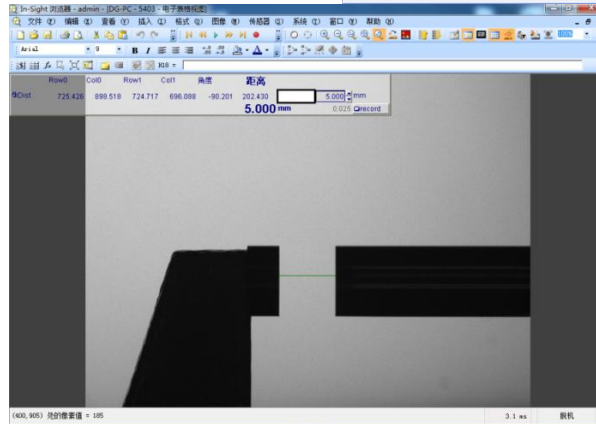
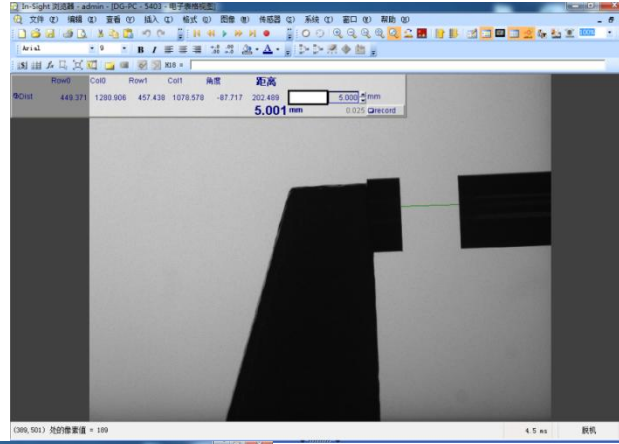
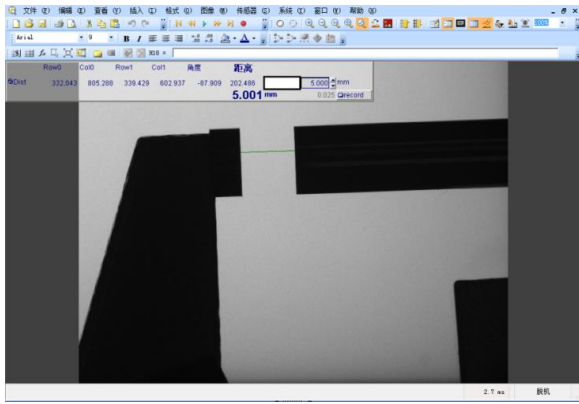
0.18倍远心镜头  
(Moritex)

改变螺旋测微仪间距，多次比较读出值和测量值

# 25mmCCTV 镜头 标准间距5mm



# 0.18倍远心镜头 标准间距5mm



Yolanda Yao 2012-3-20

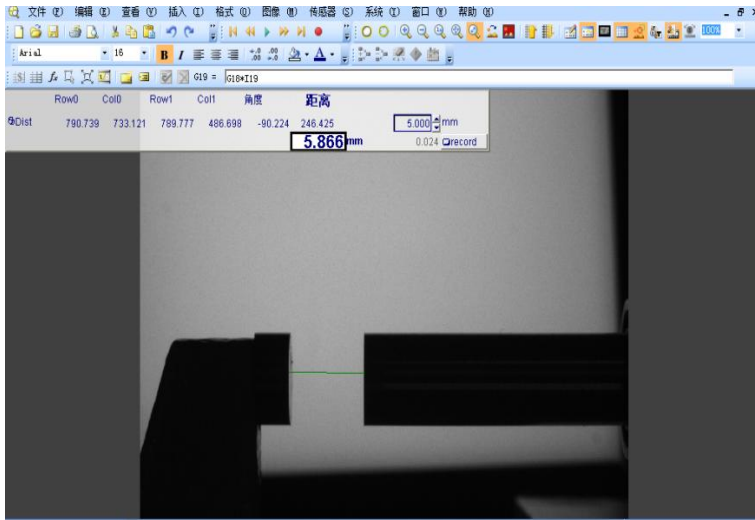
Copyright 2012 MORITEX SCHOTT, All Rights Reserved.



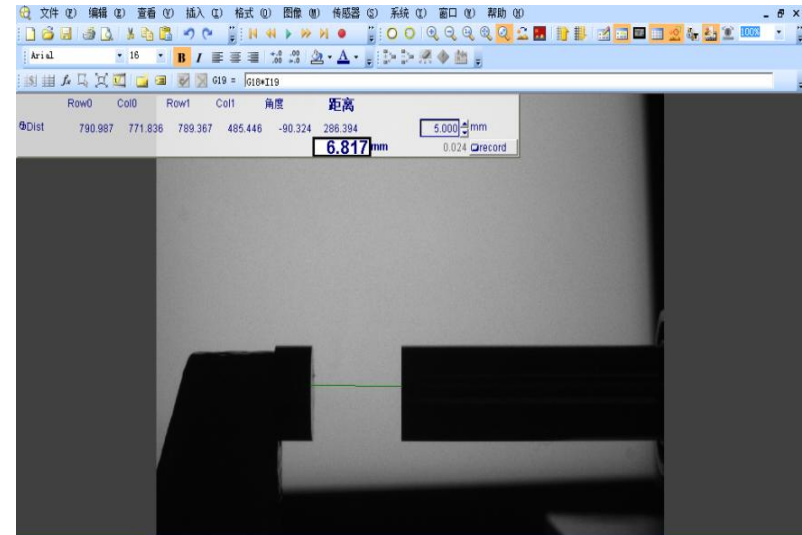
	0.18倍远心镜头	25mm CCTV镜头
左上	5.001mm	4.985mm
右上	5.001mm	4.964mm
中间	5.000mm	5.008mm
左下	5.002mm	4.993mm
右下	4.998mm	4.968mm
相关性	+0.002mm/-0.002mm	+0.008mm/-0.036mm
重复性精度	0.004mm	0.044mm

# 25mm CCTV 镜头

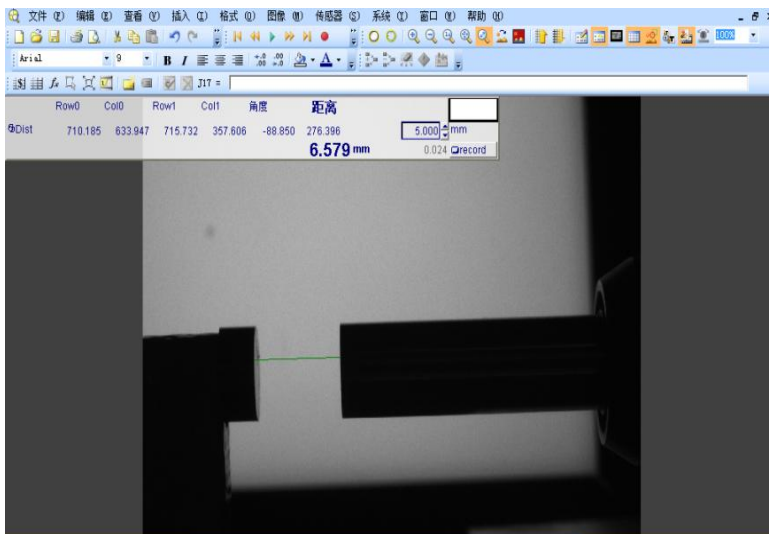
标准间距5.871mm



标准间距6.821mm



标准间距6.599mm



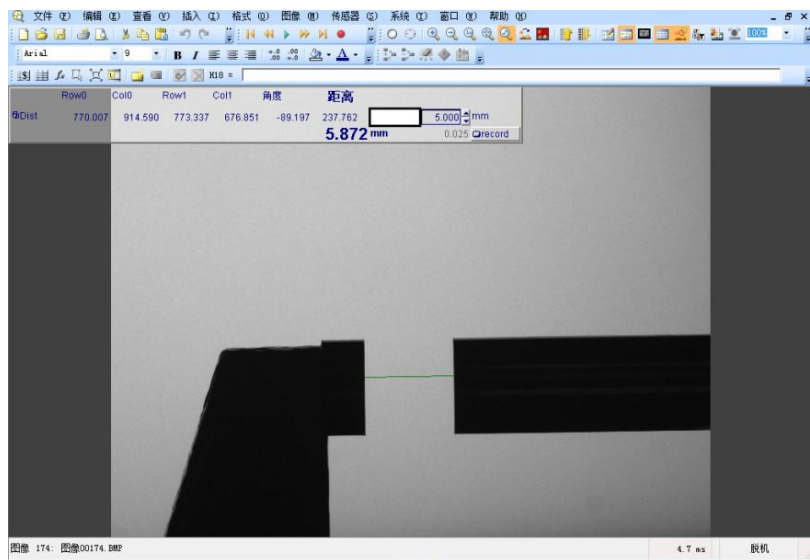
Yolanda Yao 2012-3-20

Copyright 2012 MORITEX SCHOTT, All Rights Reserved.

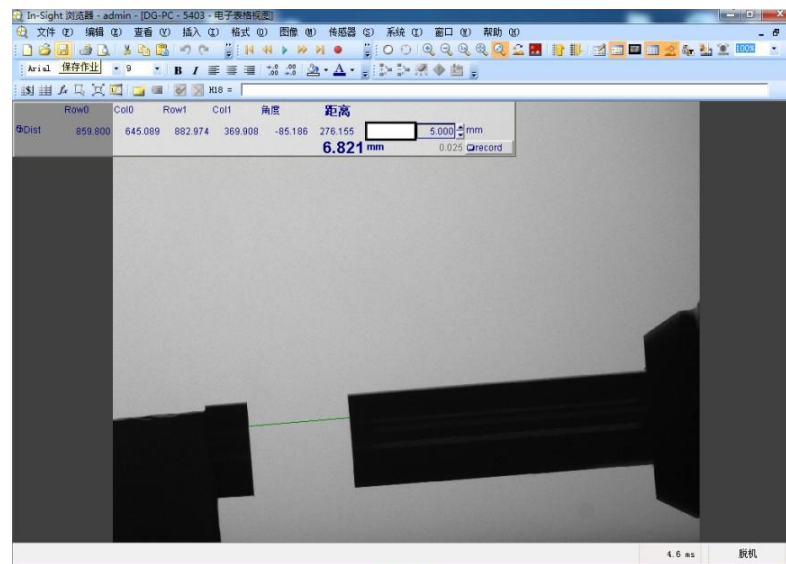


# 0.18倍远心镜头

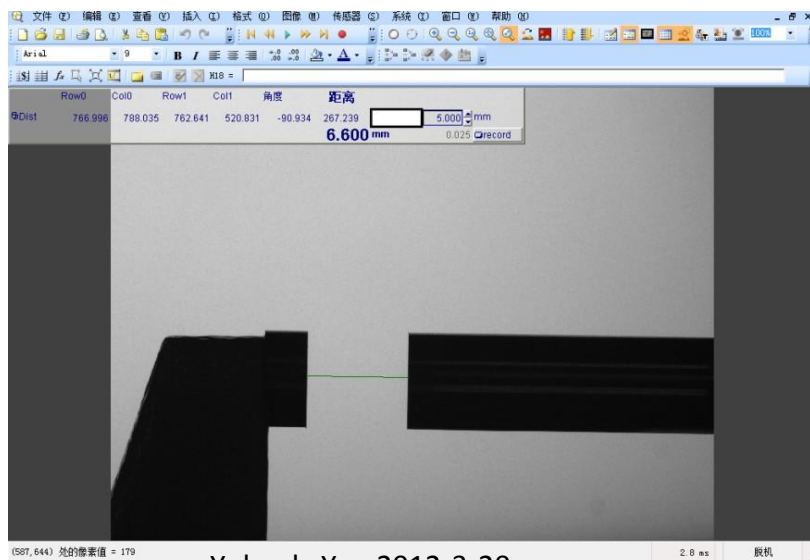
标准间距5.871mm



标准间距6.821mm



标准间距6.599mm



Yolanda Yao 2012-3-20

# 结论

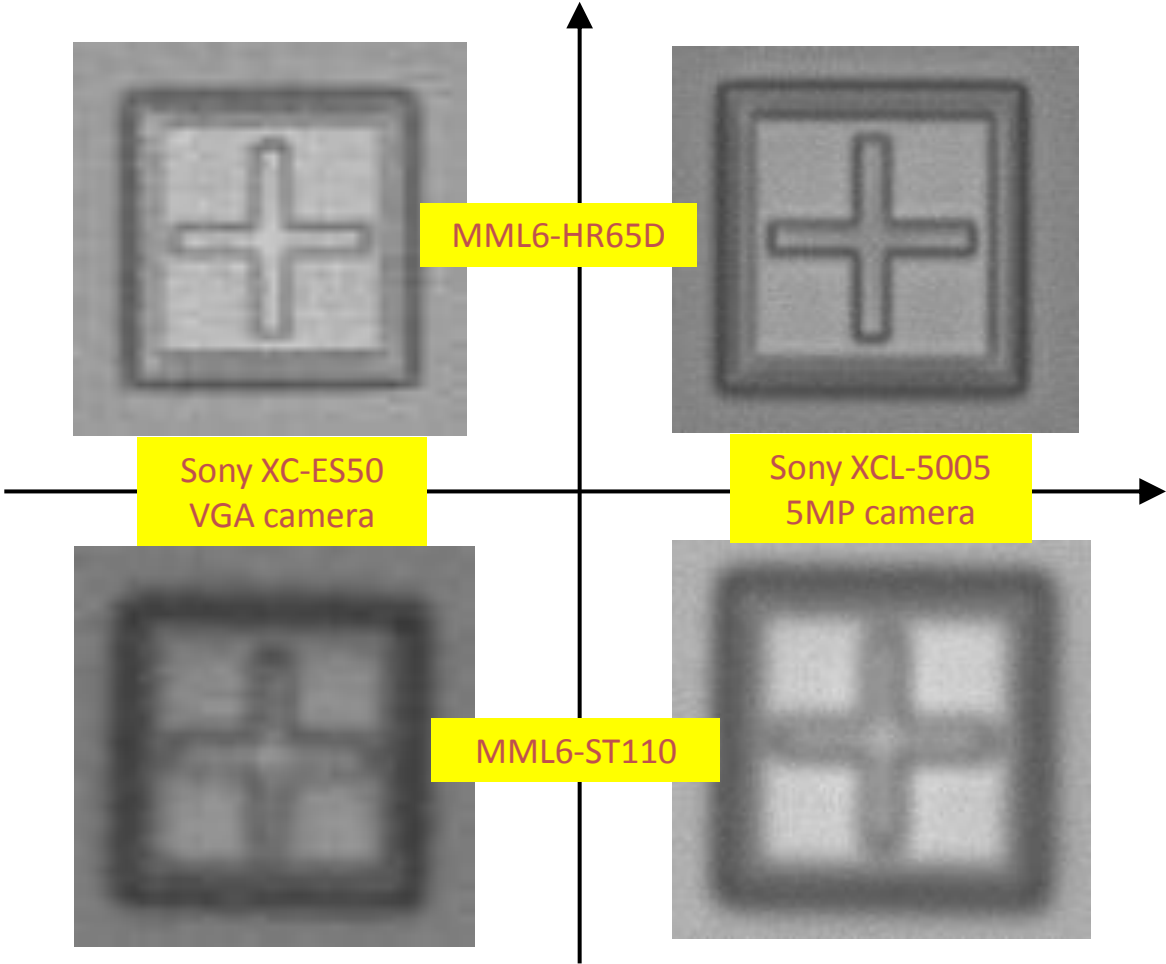
- 对象物有一定厚度时，CCTV镜头出现透视误差。越靠近视野边缘，透视误差越严重

- 用CCTV镜头测量圆柱体间距时，测量相关性比用远心镜头相差一个数量级

- 用CCTV镜头测量圆柱体间距时，重复性精度比用远心镜头相差一个数量级

# Application

哪种组合具有更好的图像分辨率效果？



# 谢谢!



**SCHOTT**  
glass made of ideas