



MTS Advantage™ 光学引伸计(AOX)

简化材料力学测试过程中轴向应变测量与控制的非接触测量解决方案

优势

简单

- » 容易设置与操作;
- » 激光辅助对中;
- » 无需在样件上喷涂或划分网格;

精确

- » 实时测试;
- » 数据采样率: 30~3000Hz;
- » 所有引伸计均提供计量校准, 满足或超过ISO 9513 0.5级或ASTM E83 B1级精度;

功能多样

- » 可适用于多种类型样件的轴向力学测试应用;
- » 可快速安装于各类型测试框架, 便于在不同系统之间移动;

如同传统的MTS接触型引伸计一样简单易用, MTS Advantage™ 系列光学引伸计(AOX)采用非接触测量技术实现了高精度的应变测量, 同时具有极佳的工作效率。

极致简单易用

只需要简单几个步骤的设置, 通过激光辅助瞄准样件就可以实现应变测量。MTS光学引伸计(AOX)可主动搜索样件标距的标识, 实时提供反馈数据。该引伸计产品无需过多额外操作就可以完成试验应用, 能够有效节约时间。

提升生产效率

MTS光学引伸计(AOX)不需要反复调整定位, 用户可以快速更换样件, 保持持续不断的测量。快速复

位功能可以自动开始相关的测试, 不需要调整引伸计, 可以有效提升测试的速度和效率。

不同类型的应用

无论是相对简单的拉伸测试, 还是需要长时间运行的疲劳测试, 或是基于应变控制的疲劳裂纹扩展测试, 都可以使用MTS光学引伸计(AOX)来实现这些测试过程中的应变测量。无论试验对象是脆性的陶瓷材料, 或者是常规金属材料, 亦或是高强度的复合材料, 或是高延展性粘弹性材料(应变率超过1000%), 都可以使用MTS光学引伸计(AOX)来实现这些材料的力学性能测试。MTS光学引伸计(AOX)还能够实现一些具有挑战性的任务, 聚合物膜实现薄膜、丝线、胶卷等产品的力学性能测试。

优势

更迅捷的测试速度

与常规的MTS接触引伸计类似，MTS光学引伸计只要设置完毕就一直在持续不断地进行测量工作。这一能力可以有效节约时间，特别是需要反复重复的力学试验，这一特性可以有效提升试验效率：

- » 提升试验量：只需将新样件安装就位，利用快速复位功能可以自动重新开始应变测量任务，可以有效提升QC试验的效率；
- » 实时数字输出：基于高速数据流的软件控制与状态显示；
- » 快速试验：超过200Hz的动态特性，自动增益补偿滤波功能，业内领先，满足各类试验要求；
- » 无需后处理：所有数据以最高速率传递给测试系统，由测试系统直接使用；

更优异的测量精度

从试验准备阶段的计量校准开始，到试验设置阶段的瞄准样件，再到实时的数据测量，MTS光学引伸计全面满足力学试验的高精度要求：

- » 满足A2LA规范的计量认证：完整全面的计量校准修订比例尺、视场偏移、镜头扭曲以及不均匀光照等；
- » 激光辅助瞄准系统：精确定位光学引伸计瞄准样件标距段；
- » 高刚度安装支架：适用于各种振动环境下的高动态特性安装支架；
- » 可靠的自动标识检测：可以精确跟踪样件的标识位置，可超过1000%应变测量范围以及1500mm/s的变化速度；
- » 可选远心镜头：可以用于补偿面外测量误差；
- » 强大的应变控制能力：内建高速16-bit模拟输出，无需担忧信号扭曲带来的循环控制误差；

更简化的设置操作

MTS光学引伸计的软件可以直接运行于试验系统的计算机，无需购置额外的计算机或者显示器，其它简化设置操作的特性包括：

- » 无需在样件上划分网格或者栅格，可以更加快速地进行应变测量；
- » 多线式样件标识：可选测量方式可快速并且实时识别、输出样件的高应变集中区域数据；
- » 管理员/用户工作模式：管理员可以修改、定义试验设置以及针对特定样件的参数并且保存，用户只能调用相应的参数不能修改；
- » 滤波以及光栅设置：适用不同类型的材料以及样件模式；
- » 可选应变数据模式：可以输出五种不同类型的有限或者小应变理论分析数据；

更极致的测量性能

MTS 光学引伸计结合了最先进的光学测量技术和算法实现了单轴材料力学性能试验过程中高分辨率、高刷新率以及更高精度的应变测量工作：

- » 分辨率：
 - 准静态测试 <0.5 μm ；
 - 动态测试 <2.5 μm ；
 - 蠕变测试 <0.1 μm ；
 - 典型分辨率与光学器件和滤波器设置有关；
- » 引伸计精度：满足ISO 9513 0.5级和ASTM E83 B1级精度或者更高，典型应用，标距长度 $\geq 10\text{mm}$ ；
- » 实时数据更新率：300~3000Hz；

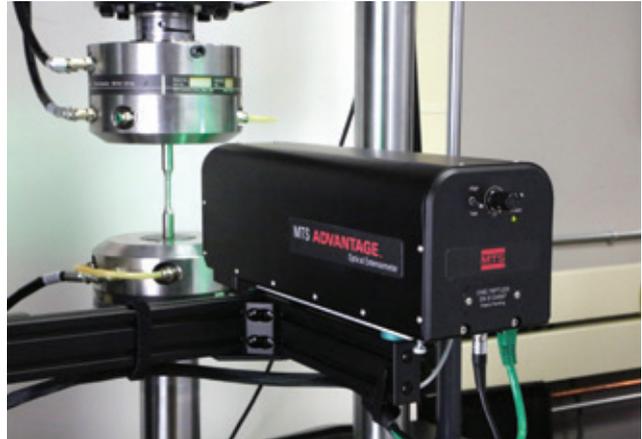
如此高性能的MTS光学引伸计非常适用于各种材料的弹性模量、屈服强度、抗拉强度以及应力-应变曲线的测量工作。

应用

复合材料、金属材料与陶瓷材料

选择MTS 光学引伸计配置远心镜头，其极佳的分辨率和精度可以实现弹性模量较高的金属材料、陶瓷材料或者复合材料相关力学性能测试：

- » 可实现各类材料的弹性模量、屈服强度、抗拉强度以及应力-应变曲线的测量工作；
- » 典型分辨率：准静态 $<0.5\mu\text{m}$ ，动态 $<2.5\mu\text{m}$ ，蠕变 $<0.1\mu\text{m}$ ；
- » 引伸计精度满足ISO 9513 0.5级和ASTM E83 B1级或更好，标距 $\geq 10\text{mm}$ ；
- » 典型分辨率与光学器件和滤波器设置有关，建议使用具有较好的刚度和对中度的夹具或者工装；



工程塑料与弹性体材料

选择使用MTS AOX-500CE型光学引伸计可以实现最高1000%的应变测量范围具有500mm视场，10mm或25mm标距：

- » 在样件出现大变形时对比度会降低，标识难以识别，MTS光学引伸计光源和先进的数据处理算法确保样件标识可被准确识别跟踪；
- » 传统近心镜头 — 推荐用于高应变率的应用，例如应变率超过2%；某些小应变率测量也可使用，请咨询MTS的应用工程师；



薄膜、丝线和聚合物膜

在进行某些特殊材质样品的拉伸试验时，采用非接触测量技术往往是应变数据测量的最佳选择，有些时候甚至是唯一的选择。使用MTS 光学引伸计来采集薄膜、丝线、聚合物膜等轻薄、高延展性材料的应变数据，实现这些材料的相关力学性能测试工作：

- » 根据样件的延伸率选择不同的配置，推荐选择MTS AOX-200CE型光学引伸计，适应标距范围10-180mm；
- » 超高的镜头分辨率和3000Hz的数据刷新率，先进的图像处理技术满足高精度应变数据采集应用，具有高分辨率、低噪声的特性。



非接触COD位移规

可以利用MTS光学引伸计作为COD规来实现 K_{Ic} 、 J_{Ic} 以及疲劳裂纹扩展(da/dN)试验过程中的应变采集与控制。推荐选择远心镜头来满足此类试验的精度以及样件面外运动的数据采集工作。其主要特性包括：

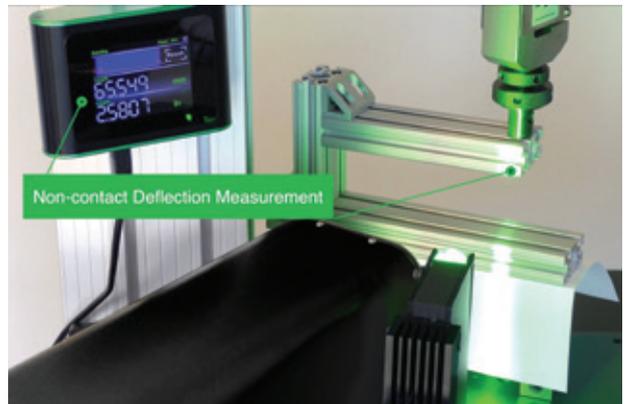
- » 狭窄的光路适用于开口位移的高精度测量，此类开口位移量往往很小，甚至传统COD规也无法准确测量；
- » 没有运动的部分，可提供高速实时数据，实现最高100Hz的疲劳裂纹扩展测试，该频率超过了一般COD规的工作频率；
- » 高分辨率、高精度以及大测量范围结合于一体，满足 K_{Ic} 和 J_{Ic} 测试的高精度要求；



非接触式挠度计

可以利用MTS光学引伸计作为非接触式的挠度计来使用，可以实现各种部件、零件或者结构件的变形量或位移量测量，需要根据试验类型的不同选择合适的产品配置，可实现最高达100Hz的疲劳试验应用：

- » 可以实现初始位置以及位置变化量的自动测量，测量取决于视场空间，无需担心标识的位置；
- » 可以用于各种方向的位移量测量，只需要保持标识在同一平面内运动即可；



持续运行，实时测量

样件标识的识别完全自动进行，一旦识别，MTS光学引伸计就会开始持续不断的测量工作，实时提供应变数据：

- » 自动识别样件标识，主动搜索标识，实现快速持续数据测量；
- » 无需在每次更换样件之后停止或者重启应用；
- » 实时数据输出刷新率最高为3000Hz，具体刷新率取决于光源、滤波器和试验设置；

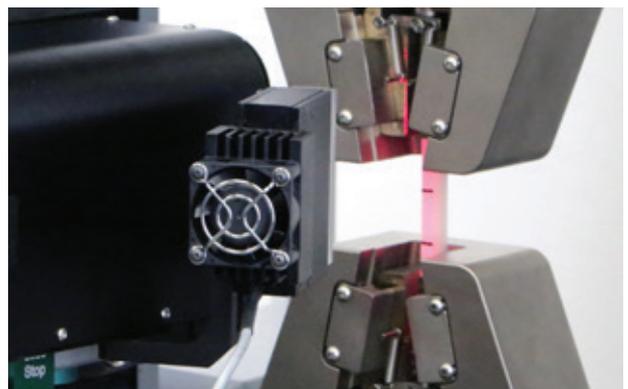


激光辅助瞄准系统

让试验设置更加快速便捷：

- » 光线识别样件对准；
- » 可以设置不同距离的样件，无需要每次针对样件的网格或者标距变化进行校准；

MTS光学引伸计提供出厂产品计量，在客户现场只需正常安装、调试，连接好控制器就可以实现力学试验的应变测量工作。



性能参数

性能参数	
视场	50~500mm FOV光学测量包, 其他测量范围请联系MTS系统公司
数据实时刷新率	300~3000Hz, 包括图像帧刷新率、模拟输出以及数字输出
应变输出(模拟输出)	±10V, 具有短路保护, 可选输出单位以及输出范围, 包括2.4m(8ft)屏蔽输出线缆
数字输出	16~64bit RS232 输出, 可设置数据类型和标量单位, 典型32位数据输出时每秒钟可输出2900个应变数据, 包括1.8m(6ft)屏蔽多模线缆;
分辨率	准静态 <0.5 μm; 动态 <2.5 μm; 蠕变 <0.1 μm; 典型RMS分辨率采用基本设置, 分辨率与滤波器以及镜头设置有关;
引伸计精度级别	ISO 9513 0.5级, ASTM E83 B1级, 或者更高(标距大于10mm)
绝对精度	PT 模式: <±1 μm或者 读数的 0.5%, 不超过 ±30 μm; 典型CE模式 <±1 μm或者 读数的 0.5%;
最小样件尺寸	< Ø20 μm (0.001")
标距	最小2mm, ≥4倍样件宽度或者直径, 若样件偏小请联系MTS系统公司
最大延伸率	>1000%, 受到视场和标距范围的影响
最大跟踪速度	>1500 mm/s (90,000 mm/min)
循环测试	>100Hz循环测试频率, 波形独立
应变控制	适用于短时力学和应变控制循环疲劳测试
面外敏感度	满足ISO 9513 0.5级@15mm标距, ASTM E83 B1级<1000 μm (0.040")当型号为AOX-PT-xx或 <25 μm (0.001") 当型号为AOX-CE-xx
功率	100~240V, 交流, 50/60Hz, 100W, 可兼容IEC320C14, 请选择正确的供电电缆
系统环境	使用或存储环境10~40° C (50~100° F), 20%~80%相对湿度无凝露
主机(可选)	需要使用Windows 10操作系统, 分辨率为900x550显示器, 一个串行通信接口或USB接口

可选项

- » 根据力学测试系统产品需选择不同的安装附件, 例如立柱安装形式或者槽台安装形式等;
- » AOX-TI-1触屏接口模块 – 用于本地(框架端)控制;
- » 定制样件标识 – 可根据用户进行定制;

为样件增加标识简单、快捷, 所需要模板、标记笔等均包含在产品包之内。

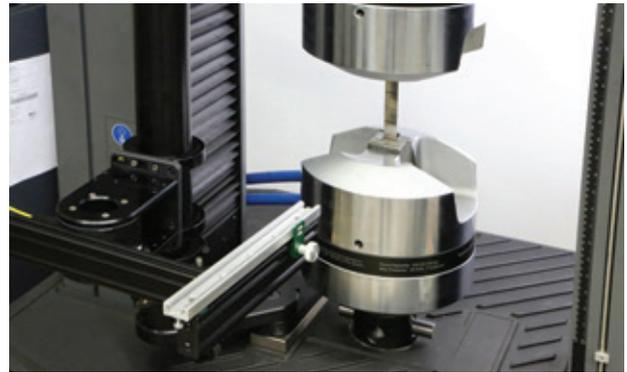
框架安装和系统控制器的连接

适用于MTS Criterion®和MTS Exceed®系列电子万能试验机

选择AOX MS-02型安装附件将MTS光学引伸计(AOX)直接安装于框架左侧。

数据连接

- » 通过串行通信线缆将AOX控制器与计算机连接，实现光照设置以及滤波器设置；
- » 应变信号采用模拟信号输出(± 10 VDC)，BNC接头转换到RJ线缆接入系统应变输入端口1；



光学引伸计基础包配置包括：

- » 引伸计本体以及光学套件；
- » 安装支架；
- » 激光辅助瞄准系统；
- » 样品标识套件；
- » 光源；
- » 线缆；
- » 引伸计控制器；
- » 高质量屏蔽线缆以及设备箱；

满足ISO或者ASTM试验标准应用包括：

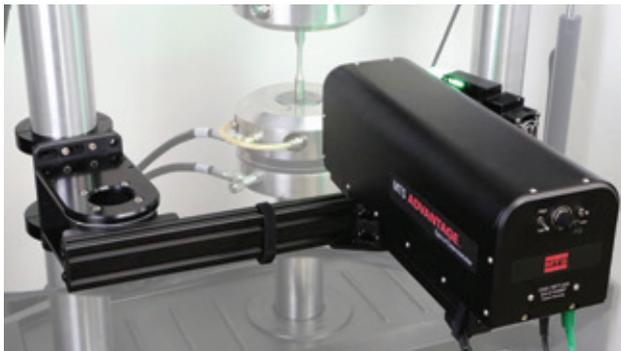
- » ISO 6892-1, 527-2, 527-4, 527-5
- » ASTM E8, E9, D3039, D638, A370, D3552, E646

适用于MTS Landmark®和MTS Acumen®系列动态疲劳测试系统

选择AOX MS-03型安装附件将MTS光学引伸计(AOX)直接安装于框架左侧立柱，可在一定范围内旋转定位。

数据连接

- » 通过串行通信线缆将AOX控制器与计算机连接，实现光照设置以及滤波器设置；
- » 应变信号采用模拟信号输出(± 10 VDC)，可以用下列两种方式之一连接到FlexTest控制器：
 1. 通过BNC至RJ转换线缆连接至FlexTest控制器可用的通用数字信号调理器接口(494.26 DUC)；
 2. 通过BNC至BNC转换线缆连接至FlexTest控制器的模拟输入接口(494.45 A/D)；



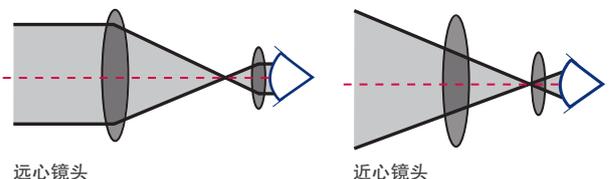
选择合适的引伸计光学套件

从预先设置好的六种不同的光学套件中选择最合适的解决方案，实现最佳性价比的应变测量，满足试验需求。首先，需要判断试验需求决定选择远心镜头(telecentric, PT模式)或者近心镜头(conventional entocentric, CE模式)，如果被测对象需要极高的测量精度，请选择远心镜头组合。

如果被测对象在试验过程中面外运动不明显，两种镜头就都可以满足测量精度需要。不过，很多试验过程中，在拉伸载荷的作用下样品活动或多或少都会有一定的面外位移，远心镜头对这些面外位移不甚敏感因此能够保持足够好的测量精度。当使用远心镜头时：

- » 当样品受到载荷作用与镜头的距离发生变化时，测量样品图像可以保持一致；
- » 一旦拉伸变形超过一定范围，样品移除了视场范围或者出现较大的面外位移时，依然可以保持足够的应变测量精度；

每套光学套件包含LED单色光源，为试验应用提供足够的照明。



远心镜头套装(PT)

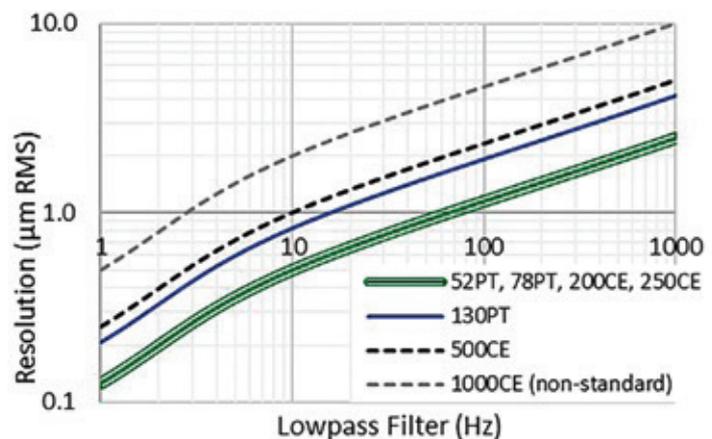
MTS 光学引伸计远心镜头套装适用于较高精度的应变测量应用，样件应变范围<10%，常规金属材料、陶瓷材料或者复合材料测试应用；

高精度远心镜头套装	测量范围	典型标距 vs. 最大应变率/行程																					
型号: AOX-52PT-System » 高精度远心镜头 » 52 mm 视场(FOV) » 150 mm 工作距离(WD)	AOX-52PT-150 测量范围 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>标距</th> <th>最大应变率</th> <th>最大延伸量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10 mm</td><td>320%</td><td>32 mm</td></tr> <tr><td>12 mm</td><td>250%</td><td>30 mm</td></tr> <tr><td>20 mm</td><td>110%</td><td>22 mm</td></tr> <tr><td>25 mm</td><td>65%</td><td>17 mm</td></tr> <tr><td>30 mm</td><td>40%</td><td>12 mm</td></tr> <tr><td>40 mm</td><td>5%</td><td>2 mm</td></tr> </tbody> </table>	标距	最大应变率	最大延伸量	10 mm	320%	32 mm	12 mm	250%	30 mm	20 mm	110%	22 mm	25 mm	65%	17 mm	30 mm	40%	12 mm	40 mm	5%	2 mm
标距	最大应变率	最大延伸量																					
10 mm	320%	32 mm																					
12 mm	250%	30 mm																					
20 mm	110%	22 mm																					
25 mm	65%	17 mm																					
30 mm	40%	12 mm																					
40 mm	5%	2 mm																					
型号: AOX-78PT-System » 高精度远心镜头 » 78 mm 视场(FOV) » 200 mm 工作距离(WD)	AOX-78PT-200 测量范围 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>标距</th> <th>最大应变率</th> <th>最大延伸量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10 mm</td><td>580%</td><td>58 mm</td></tr> <tr><td>12 mm</td><td>470%</td><td>56 mm</td></tr> <tr><td>20 mm</td><td>240%</td><td>48 mm</td></tr> <tr><td>25 mm</td><td>170%</td><td>43 mm</td></tr> <tr><td>50 mm</td><td>35%</td><td>18 mm</td></tr> <tr><td>65 mm</td><td>5%</td><td>3 mm</td></tr> </tbody> </table>	标距	最大应变率	最大延伸量	10 mm	580%	58 mm	12 mm	470%	56 mm	20 mm	240%	48 mm	25 mm	170%	43 mm	50 mm	35%	18 mm	65 mm	5%	3 mm
标距	最大应变率	最大延伸量																					
10 mm	580%	58 mm																					
12 mm	470%	56 mm																					
20 mm	240%	48 mm																					
25 mm	170%	43 mm																					
50 mm	35%	18 mm																					
65 mm	5%	3 mm																					
型号: AOX-130PT-System » 高精度远心镜头 » 130 mm 视场(FOV) » 210 mm 工作距离(WD)	AOX-130PT-210 测量范围 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>标距</th> <th>最大应变率</th> <th>最大延伸量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10 mm</td><td>≥1000%</td><td>110 mm</td></tr> <tr><td>12 mm</td><td>900%</td><td>108 mm</td></tr> <tr><td>25 mm</td><td>380%</td><td>95 mm</td></tr> <tr><td>50 mm</td><td>140%</td><td>70 mm</td></tr> <tr><td>75 mm</td><td>60%</td><td>45 mm</td></tr> <tr><td>100 mm</td><td>20%</td><td>20 mm</td></tr> </tbody> </table>	标距	最大应变率	最大延伸量	10 mm	≥1000%	110 mm	12 mm	900%	108 mm	25 mm	380%	95 mm	50 mm	140%	70 mm	75 mm	60%	45 mm	100 mm	20%	20 mm
标距	最大应变率	最大延伸量																					
10 mm	≥1000%	110 mm																					
12 mm	900%	108 mm																					
25 mm	380%	95 mm																					
50 mm	140%	70 mm																					
75 mm	60%	45 mm																					
100 mm	20%	20 mm																					

MTS光学引伸计分辨率—基于型号和滤波器设置

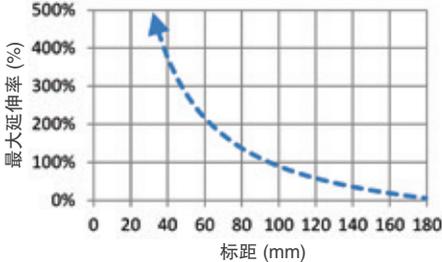
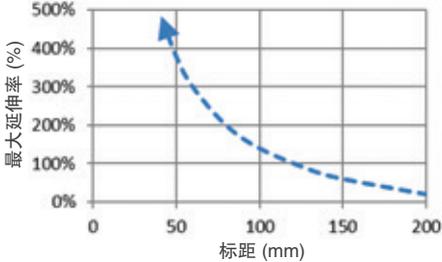
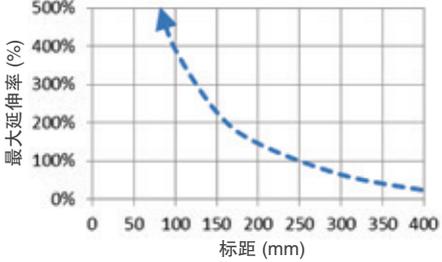
不同型号和滤波器设置的引伸计分辨率(Hz)

- » 典型拉伸测试需要10~100Hz设置；
- » 蠕变试验需要1Hz设置；
- » 疲劳试验需要100~1000Hz设置；



近心镜头套装(CE)

MTS 光学引伸计近心镜头套装适用于较高测量范围的应变测量应用，
 样件应变范围>10%，常规塑料、弹性体材料测试应用；

近心镜头套装	测量范围	典型标距 vs. 最大应变率/行程																										
型号： AOX-250CE-System » 近心镜头 » 200 mm 视场(FOV) » 220 mm 工作距离(WD)	AOX-200CE-220测量范围 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>标距</th> <th>最大应变率</th> <th>最大延伸量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10 mm</td><td>>1000 %</td><td>180 mm</td></tr> <tr><td>25 mm</td><td>660 %</td><td>165 mm</td></tr> <tr><td>50 mm</td><td>280 %</td><td>140 mm</td></tr> <tr><td>75 mm</td><td>150 %</td><td>115 mm</td></tr> <tr><td>100 mm</td><td>90 %</td><td>90 mm</td></tr> <tr><td>150 mm</td><td>25 %</td><td>40 mm</td></tr> <tr><td>180 mm</td><td>5 %</td><td>10 mm</td></tr> </tbody> </table>	标距	最大应变率	最大延伸量	10 mm	>1000 %	180 mm	25 mm	660 %	165 mm	50 mm	280 %	140 mm	75 mm	150 %	115 mm	100 mm	90 %	90 mm	150 mm	25 %	40 mm	180 mm	5 %	10 mm		
	标距	最大应变率	最大延伸量																									
	10 mm	>1000 %	180 mm																									
	25 mm	660 %	165 mm																									
	50 mm	280 %	140 mm																									
	75 mm	150 %	115 mm																									
	100 mm	90 %	90 mm																									
150 mm	25 %	40 mm																										
180 mm	5 %	10 mm																										
型号： AOX-250CE-System » 近心镜头 » 250 mm 视场(FOV) » 280 mm 工作距离(WD)	AOX-250CE-280测量范围 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>标距</th> <th>最大应变率</th> <th>最大延伸量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10 mm</td><td>>1000 %</td><td>230 mm</td></tr> <tr><td>25 mm</td><td>860 %</td><td>215 mm</td></tr> <tr><td>50 mm</td><td>380 %</td><td>190 mm</td></tr> <tr><td>75 mm</td><td>220 %</td><td>165 mm</td></tr> <tr><td>100 mm</td><td>140 %</td><td>140 mm</td></tr> <tr><td>150 mm</td><td>60 %</td><td>90 mm</td></tr> <tr><td>200 mm</td><td>20 %</td><td>40 mm</td></tr> </tbody> </table>	标距	最大应变率	最大延伸量	10 mm	>1000 %	230 mm	25 mm	860 %	215 mm	50 mm	380 %	190 mm	75 mm	220 %	165 mm	100 mm	140 %	140 mm	150 mm	60 %	90 mm	200 mm	20 %	40 mm		
	标距	最大应变率	最大延伸量																									
	10 mm	>1000 %	230 mm																									
	25 mm	860 %	215 mm																									
	50 mm	380 %	190 mm																									
	75 mm	220 %	165 mm																									
	100 mm	140 %	140 mm																									
150 mm	60 %	90 mm																										
200 mm	20 %	40 mm																										
型号： AOX-500CE-System » 近心镜头 » 500 mm 视场(FOV) » 270 mm 工作距离(WD)	AOX-500CE-270测量范围 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>标距</th> <th>最大应变率</th> <th>最大延伸量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10 mm</td><td>>1000 %</td><td>480 mm</td></tr> <tr><td>25 mm</td><td>>1000 %</td><td>465 mm</td></tr> <tr><td>50 mm</td><td>880 %</td><td>440 mm</td></tr> <tr><td>100 mm</td><td>390 %</td><td>390 mm</td></tr> <tr><td>200 mm</td><td>145 %</td><td>290 mm</td></tr> <tr><td>300 mm</td><td>63 %</td><td>190 mm</td></tr> <tr><td>400 mm</td><td>23 %</td><td>90 mm</td></tr> </tbody> </table>	标距	最大应变率	最大延伸量	10 mm	>1000 %	480 mm	25 mm	>1000 %	465 mm	50 mm	880 %	440 mm	100 mm	390 %	390 mm	200 mm	145 %	290 mm	300 mm	63 %	190 mm	400 mm	23 %	90 mm		
	标距	最大应变率	最大延伸量																									
	10 mm	>1000 %	480 mm																									
	25 mm	>1000 %	465 mm																									
	50 mm	880 %	440 mm																									
	100 mm	390 %	390 mm																									
	200 mm	145 %	290 mm																									
300 mm	63 %	190 mm																										
400 mm	23 %	90 mm																										

- » MTS 光学引伸计可以在相应光学套件适配的范围内适用于各种标距的应变测量应用；
- » 为了简化应用和保护设备的考虑，每套组合具有5~10mm的测量范围上下限空间；
- » 一般情况，样件的标距长度为样件标距段的宽度或者直径的4倍；

* 其他工作距离或者视场范围可选，请联系MTS系统公司的应用工程师予以确认。



美特斯工业系统(中国)有限公司
 MTS Systems(China) Co., Ltd.

上海
 电话: 021-24151000
 传真: 021-24151199

北京
 电话: 010-65876888
 传真: 010-65876777

电邮: MTSC-Info@mts.com
<http://www.mts.com>

ISO 9001 Certified QMS

MTS、MTS Criterion、MTS Exceed、MTS Acumen和MTS Landmark是MTS系统公司的注册商标，MTS Advantage、MTS TestSuite是MTS系统公司的商标，这些商标在美国境内注册，在其他国家和地区也受到法律保护。RTM No. 211177.

© 2023 MTS Systems Corporation
 100-635-095c AdvantageOpticalAOX_CN 09/23