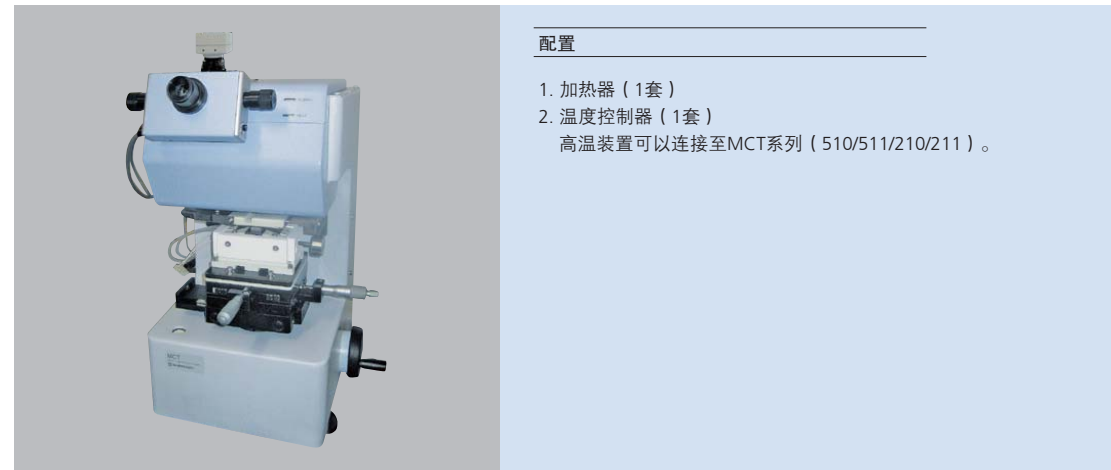


## 配备高温装置的微小压缩试验机

P/N: 347-24700-11 (50 Hz) P/N: 347-24700-12 (60 Hz)

在实际环境温度下进行微小压缩试验



## 配置

1. 加热器 (1套)
  2. 温度控制器 (1套)
- 高温装置可以连接至MCT系列 (510/511/210/211)。

主要规格	
加热器	1. 温度设置范围: (室温+ 30°C) 至250°C (在50°C或更高温度下可调) 2. 准确度: 在设定温度的±2°C范围内
光学监视器	1. 显微镜总放大倍数: x400 2. 物镜: x40 3. 目镜: x10
千分尺装置	1. 准直法: 两个指示同步移动 2. 探测器: 光学编码器 3. 有效测量长度: 250µm (使用标准光学装置进行长度测量)
实用性	1. 电源: 100 V 50/60 Hz 2. 电源功耗: 约为1000 W 3. 安装空间: 约为W 2250 mm x D 700 mm

分析测试仪器客服热线电话: 800-810-0439  
400-650-0439

## 岛津企业管理(中国)有限公司 / 岛津(香港)有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

## 北京

北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14层  
邮政编码: 100020  
电话: (010)8525-2310/2312 传真: (010)8525-2351

## 沈阳

辽宁省沈阳市青年大街167号北方国际传媒中心11层  
邮政编码: 110016  
电话: (024)2341-4778 传真: (024)2325-5577

## 西安

陕西省西安市锦业一路56号研祥城市广场A座501  
邮政编码: 710000  
电话: (029)6273-7878 传真: (029)6273-7879

## 乌鲁木齐

乌鲁木齐市中山路339号中泉广场14H座  
邮政编码: 830002  
电话: (0991)230-6271/6272 传真: (0991)230-6273

## 郑州

郑州市中原路220号裕达国际贸易中心A座20层2011室  
邮政编码: 450007  
电话: (0371)8663-2981/2983 传真: (0371)8663-2982

## 上海

上海市徐汇区宜州路180号华鑫慧享城B2栋  
邮政编码: 200233  
电话: (021)3419-3888 传真: (021)3419-3666

## 成都

成都市锦江区创意产业商务区三色路38号博瑞·创意成都写字楼  
B座12层  
邮政编码: 610063  
电话: (028)8619-8421/8422 传真: (028)8619-8420

## 南京

南京市鼓楼区汉中路2号亚太商务楼27层B座  
邮政编码: 210005  
电话: (025)8689-0258 传真: (025)8689-0237

## 重庆

重庆市渝中区青年路38号重庆国贸中心1702室  
邮政编码: 400010  
电话: (023)6380-6068/6058 传真: (023)6380-6551

## 武汉

湖北省武汉市武昌区临江大道96号武汉万达中心31层3112室  
邮政编码: 430060  
电话: (027)5908-0488 传真: (027)5908-0471

## 广州

广州市天河区高唐路230号广电智慧大厦  
邮政编码: 510656  
电话: (020)3718-3888 传真: (020)3718-3804

## 昆明

昆明市青年路432号天恒大酒店 908室  
邮政编码: 650021  
电话: (0871)6315-2986/2987 传真: (0871)6315-2991

## 深圳

深圳市福田区天安数码城天展大厦1楼 F2.6-1C  
邮政编码: 518040  
电话: (0755)8340-2852 传真: (0755)8389-3100

## 香港

香港九龙尖沙咀海洋中心1028室  
SUITE 1028, OCEAN CENTRE, HARBOUR CITY,  
TSIM SHA TSUI, KOWLOON, HONG KONG  
电话: (00852)2375-4979 传真: (00852)2199-7438

本产品资料所宣传的内容, 以本版本为准, 资料中的试验数据除注明外均为本公司的试验数据。本资料所有信息仅供参考, 如有变动恕不另行通知。  
印刷日期: 2020. 05

## 株式会社 岛津制作所

604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1  
电话: 81(75)823-1111 传真: 81(75)811-3188  
URL: <http://www.shimadzu.com>

本书中所记载的公司名称、产品服务名称及商标均为株式会社岛津制作所  
注册商标或商标。本书中有未标明TM标志和®标志之处。  
本书中所使用的其他公司的商号、商标的所有权非株式会社岛津制作所所有。

## 微小压缩试验机

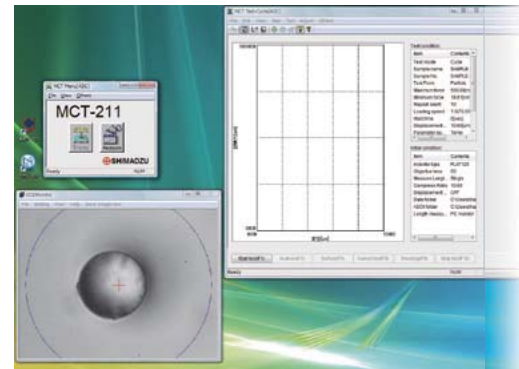
### Micro Compression Testing Machine

# MCT 系列



微小压缩试验机

# MCT 系列



## 评价各种微小试样的压缩强度

岛津微小压缩试验机MCT系列可针对各种微小部件、粉末加工工艺中的微小粒子以及新材料中所用的微细纤维实施强度评价。

随着金属和陶瓷粉末制造技术不断发展，当前已经可以生产出直径从几微米到几百微米大小不等的球形微粉末颗粒，因此评价这些颗粒的特性就显得十分必要。同样需要对复合材料及各种其他微小材料中所用的微细纤维实施压缩特性评价。

岛津MCT系列则正是一款适用上述场景的微小压缩试验机，符合在微小颗粒和微细纤维领域实施强度评价的这一需求。



## 评价微小物质的抗压强度

- 各种微小部件
- 陶瓷颗粒
- 细金属粉末
- 树脂颗粒
- 颜料
- 食物源粉末
- 药物（微胶囊）
- 微细纤维

例如粉体，因每个颗粒的运动量很小，所以颗粒间产生团聚，造成粉体的流动性差；而细微粉粒又极易飞散，是很难处理的材料。其对策是通过造粒使可见的运动单元变大。造粒后的大颗粒要求在运输、供料过程中不碎裂、而在例如高分子材料的混合过程中又很容易分散为原始大小的颗粒。也就是说，造粒颗粒必须有一个适度的碎裂载荷。

MCT系列能够评价各颗粒的压缩特性，同样也是评价增大后颗粒的理想选择。

# 一种用于评价微小材料强度的新概念压缩试验机

## 1. 微小压缩位移测量

为了评价各种微小材料的压缩特性，MCT系列提供了两种不同分辨率和测量范围的模式：

- 测量范围最高达100 μm，分辨率为0.001 μm。
- 测量范围最高达10 μm，分辨率为0.0001 μm。

## 2. 宽载荷范围

MCT系列提供两种不同的试验力：最大试验力分别为4903 mN和1961 mN。

## 3. 高准确度测量

以设定或显示试验力±1%的精度施加试验力，以较大者为准。

## 4. 试样尺寸测量作为标配提供

使用俯视图像（作为标配提供）的试样尺寸测量功能可确定试样的几何平均直径和长度。

## 5. 可在PC屏幕上进行长度测量并保存图像（选配）

使用选配测长配件（彩色或单色）在PC屏幕上显示俯视图像并测量试样长度。

图像还可以数字数据格式存储。

## 6. 压缩时显示试样图像（选配）

压缩过程中可显示侧面观察所抓取的图像（需要选配侧面观察配件）。

## 7. 同样可在高温条件下实施试验（选配系统）

可在50至250°C的温度条件下实施试验。

### 主要试验顺序

1. 设置试验参数
2. 使用显微镜观察试样并测量其尺寸（必要时）
3. 加载
4. 分析

# 简约设计



#### 测微装置（光学头）

该装置用于测量试样尺寸。使用两个指示器将试样夹在中间，以0.1 μm（使用x50物镜时）增量测量试样直至增至200 μm。测量尺寸在PC屏幕上显示，进一步处理后可计算并显示试样强度。

#### 垂直平台移动手柄

单个手柄即可平稳移动平台。

#### 压头

提供下列压头可供使用。  
-- 直径50 μm的平压头  
-- 直径500 μm的平压头（可选）  
-- 115°三棱锥型压头（可选）（三棱锥型压头应用于试样大于500 μm且在4903 mN的试验载荷下不会发生破裂的试验。）

#### 加载装置

试验力范围为9.8至4903 mN或1961 mN。电磁方法可确保高精度加载。

#### 物镜

可使用标准x50以及可选x100镜头实施长度测量。为便于观察，可使用标准x10和可选x20镜头实施测量。

#### 加载状态指示灯

加载过程中红色指示灯（运行中）点亮。绿色指示灯（就绪）表示操作人员可安全触摸压头。

#### 下压板台钳

符合人体工学的台钳可稳固下压缩板。

#### 移动平台

使用千分尺选择试验点，然后将该点转移至压头正下方。  
点停机制可确保试样定位精确。

#### 压缩位移检测器

探测器装配于压头上半部分，以准确测量压缩位移。

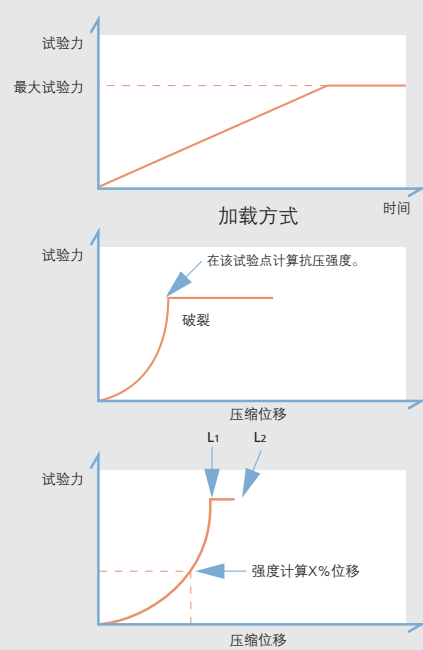
#### X-Y平台

该平台可在X-Y方向上移动25 mm范围。可使用标准千分尺以0.01 mm的增量进行移动。也可选择使用数字千分尺。

# 各种物理性能试验 [选择适合试验目的的试验模式。]

## 压缩试验

选择颗粒或纤维作为试样后，将试验力增加至设定点，并在试样破裂时确定抗压强度；如果试样未破裂，则确定达到指定形变时的强度。对于其他类型的试样，在预设力点结束试验。



### 抗压强度

使用破裂点处的2个参数力及颗粒直径计算破裂点处的抗压强度。

颗粒:  $C_s (C_x)$  或  $St (S_x) = a \times P / (\pi \times d \times d)$   
 $C_s$ : 强度 (MPa)  $a=2.48$  (JIS R 1639-5)  
 $C_x$ : 参考强度 (MPa)  $a=2.48$   
 $St$ : 强度 (MPa)  $a=2.8$  (Hiramatsu等人的方程式。(参考P.7))  
 $S_x$ : 参考强度 (MPa)  $a=2.8$   
 $P$ : 试验应力 (N)  
 $d$ : 颗粒直径 (mm)  
 纤维:  $St (S_x) = 2P / (\pi \times L \times d)$   
 $St$ : 强度 (MPa)  
 $S_x$ : 参考强度 (MPa)  
 $P$ : 试验应力 (N)  
 $d$ : 纤维直径 (mm)  
 $L$ : 纤维长度 (mm)

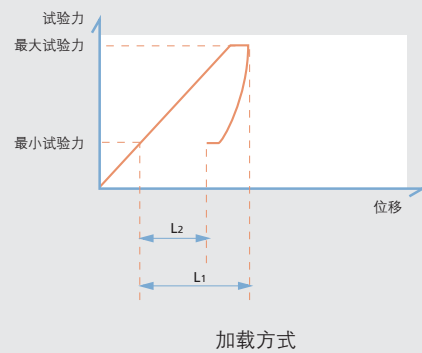
### 变化率

根据载荷保持时间开始 ( $L_1$ ) 和结束 ( $L_2$ ) 点处的位移计算变化率。

关于颗粒和纤维: 变化率  $C_p = (L_2 - L_1) / d \times 100$   
 其他试样: 变量  $D_p = L_2 - L_1$   
 $C_p$ : 变化率 (%)  
 $D_p$ : 变量 ( $\mu\text{m}$ )  
 $d$ : 颗粒或纤维直径 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_1$ : 载荷保持时间开始时的位移 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_2$ : 载荷保持时间结束时的位移 ( $\mu\text{m}$ )

## 加载/卸载试验

试验力增加至最大试验力，之后减小至最小试验力。



### 颗粒和纤维

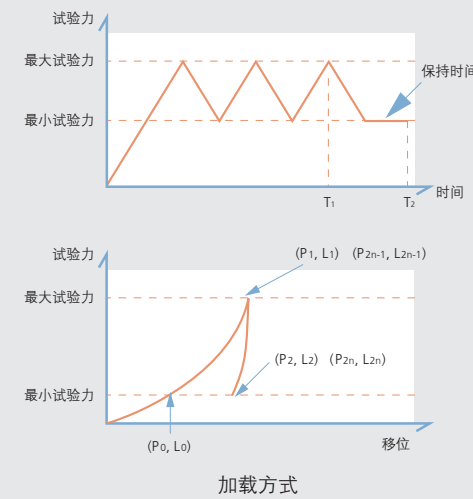
压缩率  $Cr = L_1/d \times 100$   
 恢复率  $Rr = (L_1 - L_2)/d \times 100$   
 $Cr$ : 压缩率 (%)  
 $Rr$ : 恢复率 (%)  
 $d$ : 颗粒或纤维直径 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_1$ : 位移 1 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_2$ : 位移 2 ( $\mu\text{m}$ )

### 关于其他

压缩量  $Cv = L_1$   
 恢复量  $Rv = L_1 - L_2$   
 $Cv$ : 压缩量 ( $\mu\text{m}$ )  
 $Rv$ : 恢复量 ( $\mu\text{m}$ )

## 循环试验

反复增加、减少试验力250次，评价在反复施加力后试样的性能。



确定每次循环压缩和恢复的速率或数量。

### 颗粒和纤维:

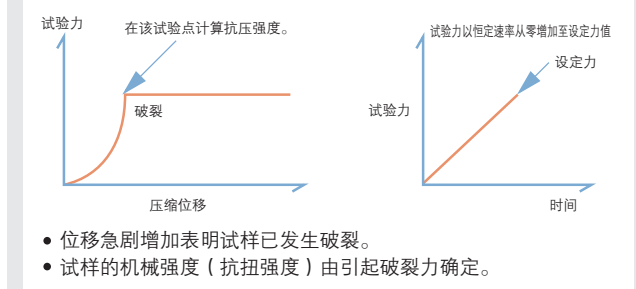
$n$ 循环压缩率  $Cr = (L_{2n-1} - L_0)/d \times 100$   
 恢复率  $Rr = (L_{2n-1} - L_{2n})/d \times 100$   
 $Cr$ : 压缩率 (%)  
 $Rr$ : 恢复率 (%)  
 $d$ : 颗粒或纤维直径 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_0$ : 第一次循环加载过程中在最小试验力下的位移 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_{2n-1}$ :  $n$ 循环中最大试验力下的位移 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_{2n}$ :  $n$ 循环中卸载结束时的位移 ( $\mu\text{m}$ )

### 关于其他试样:

$n$ 循环中压缩量  $Cv = L_{2n-1} - L_0$   
 恢复量  $Rv = L_{2n-1} - L_{2n}$   
 $Cv$ : 压缩量 ( $\mu\text{m}$ )  
 $Rv$ : 恢复量 ( $\mu\text{m}$ )

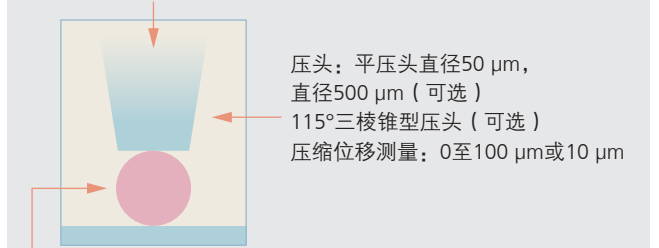
## 测量原理

将恒定增速的试验力施加至试样上，并将其固定在上压杆（标配的50  $\mu\text{m}$ 平压头）和下压板之间。然后自动测量试样的变形量。试验力可设置在9.8和4903 mN之间，或在9.8和1961 mN之间。分辨率为0.001  $\mu\text{m}$ 或0.0001  $\mu\text{m}$ 的情况下，最多分别可进行100  $\mu\text{m}$ 或10  $\mu\text{m}$ 的测量。测量并记录试样形变过程中的压力和变形量。该方式可动态测量微小颗粒的形变特性并提供大量信息。此外，由于可使用显微镜测量试样尺寸，因此还可以评价不同尺寸颗粒的试样。



- 位移急剧增加表明试样已发生破裂。
- 试样的机械强度（抗扭强度）由引起破裂力确定。

载荷: 9.8至4903 mN或1961 mN的载荷（使用电磁力）



试样: 可分别压缩1至500  $\mu\text{m}$ 直径的颗粒。  
 可压缩直径为1至500  $\mu\text{m}$ 的纤维。  
 稀释分离试样所需的稀释剂（酒精等）。

试样尺寸: 使用光学显微镜以0.1  $\mu\text{m}$ 增量测量试样尺寸。

- 颗粒
- 纤维

使用JIS R 1639-5 \*1计算出的机械强度

$$C_s = 2.48 \times \frac{P}{\pi d^2}$$

$$St = \frac{2P}{\pi dL}$$

Hiramatsu等人的方程式\*2

$$St = 2.8 \times \frac{P}{\pi d^2}$$

$C_s$ 或 $St$ : 强度 (MPa)  
 $P$ : 试验力 (N)  
 $d$ : 颗粒直径或纤维直径 (mm)  
 $L$ : 纤维长度 (mm)

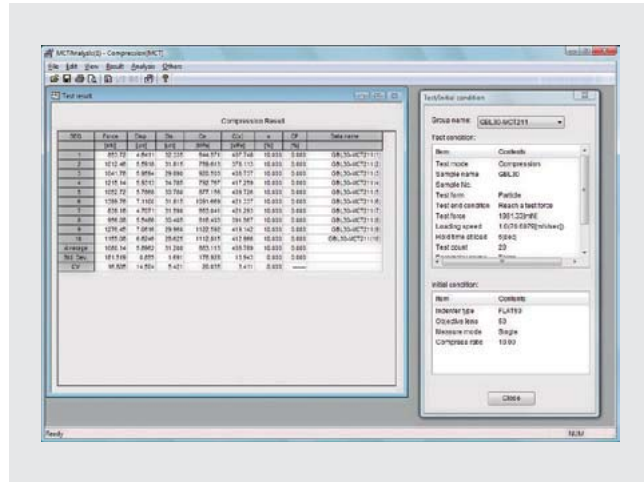
### 参考书目:

- \* 1细陶瓷颗粒性能试验方法第5部分: 单个颗粒的抗压强度
- \* 2 Hiramatsu, Oka, Kiyama; MMIJ杂志第一卷 81 (1965)

# 丰富的分析功能可辅助评价压缩特性 [数据处理示例]

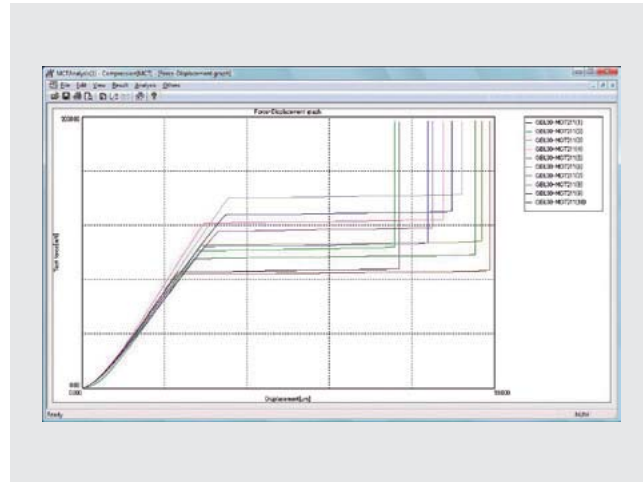
## 显示试验力、位移和强度

显示试验结果（试验力、位移和强度等）以及平均值和试验参数。



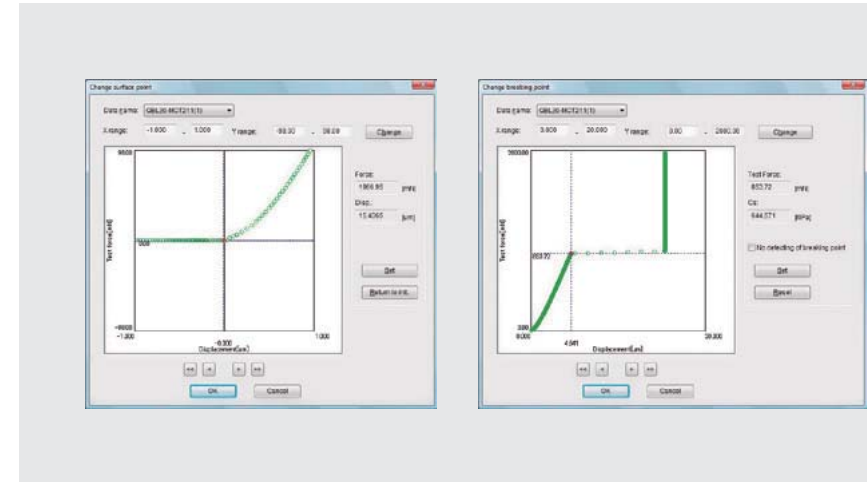
## 叠加试验力-位移曲线

通过叠加试验力-位移曲线，可以绘制多个试样的形变特性差异，从而便于比较。可从同一原点绘制曲线。



## 检查和变更表面探测点和破裂点

表面探测点和破裂点-对试验结果的主要影响-可以在分析以及试验过程中检查并变更。



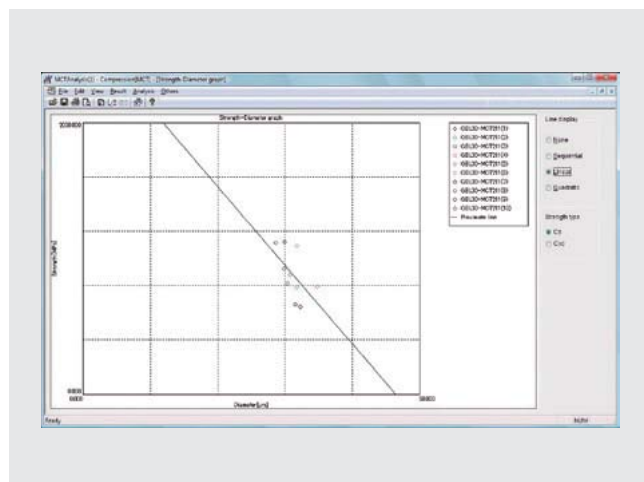
## 在PC屏幕上显示俯视图象

试样的俯视图象可在PC屏幕上显示（使用选配长度测量配件时）。



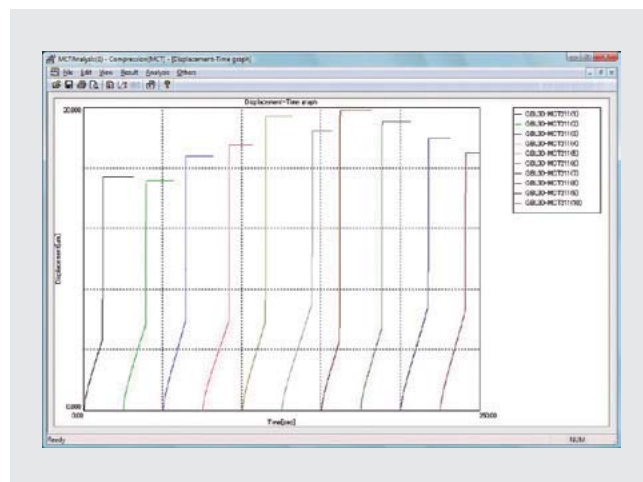
## 强度-颗粒直径曲线

粒度尺寸和强度间的关系在图中给出。



## 位移-时间曲线

这些曲线提供了压头在形变过程中从试样中所接收形变阻力的信息。



## 压缩过程中的图像观察

选配侧面观察配件可在压缩过程中从侧面方向观察试样。

试验开始时      压缩时      破裂时

试验力-压缩位移数据      侧面观察数据

试样是直径为30 μm的玻璃珠。  
压头直径为50 μm。

# 规格

	MCT系列			
	510	511	210	211
加载装置	电磁力			
加载方法	电磁力			
加载范围 (mN)	9.8 – 4903		9.8 – 1961	
载荷准确度	显示试验应力的±1%或0.1 mN (以较大者为准) 以内			
分辨率 (μm)	5 (在49 mN或以下实施试验时)		2 (在19 mN或以下实施试验时)	
位移测量装置	差动变压器			
方法	差动变压器			
测量范围 (μm)	0 – 100	0 – 10	0 – 100	0 – 10
最小增量 (μm)	0.001	0.0001	0.001	0.0001
线性	满量程的2%范围内			
光学监视器	总放大倍数 约 x 100、x 500 (x 200、x 400、x 1000可选)			
物镜	x 10、x 50 (x 20、x 40、x 100可选)			
目镜	x 10			
照明方法	投射式			
照明灯	LED 3 W / 3 V			
光路	可在观察和摄影之间进行切换			
光学头	编码器和控制手柄间的直接连接： 两个指示同步移动			
准直法	光学编码器			
探测器	有效测量范围 约 200μm (配有x 50物镜)			
有效测量范围	最小增量 0.01μm/脉冲			
最小增量	压头			
压头	上压头 类型：平压头 (直径50 μm) (可选500 μm平压头) 材料：金刚石			
上压头	下压板 SKS平板 (可选配金刚石压板)			
下压板	试样平台 垂直定位范围 约60mm			
试样平台	面积 约为 W 125 mm x D 125 mm			
垂直定位范围	水平定位范围 X和Y方向上各25 mm 最小增量：0.01 mm (可选0.001 mm)			
水平定位范围	可用试验参数			
试验模式	试验模式 压缩试验、装卸-卸载试验、循环试验			
试样形状	试样形状 颗粒、纤维或其他形状			
数据处理项	数据处理项 计算抗压强度，显示试验参数和结果 显示试验力和位移数据 显示试验力/位移曲线 显示试验力/位移识别值 显示强度/颗粒直径曲线 显示位移/时间曲线 显示强度/参数曲线			
电源	电源 单相，AC 100-115 V±10%， AC 230 V±10% (最大接地电阻100Q)			
实用性	实用性 功率消耗 约为100 W (不包括PC功耗)			
功率消耗	接地*1 3插脚连接器上的接地端子必须正确接地， 接地电阻应为100 W或更低。			
温度	温度 推荐温度：23 ± 1°C 容许范围：10°C-35°C			
振动	振动 水平振动：最大0.017 Gal (10 Hz或或更高频率) 最大0.01 μm (低于10 Hz) 垂直振动：最大0.010 Gal (10 Hz或或更高频率) 最大0.005 μm (低于10 Hz)			
湿度	湿度 最高80% (无冷凝)			
尺寸和重量	尺寸和重量 外部尺寸 试验人员：约为W 355xD 405xH 530 mm 控制装置：约为W 315xD 375xH 110 mm			
外部尺寸	重量 试验人员：约为60 kg 控制装置：约为5 kg			
重量				

\*1 本品是一种精密测量设备。产品的安装条件需特别考虑。

## 配置

名称	数量
1. 试验机主要装置	1
2. 光学头	1
3. 物镜 (x 10)	1
4. 物镜 (x 50)	1
5. 平压头 (直径50 μm)	1
6. 试样平台 (X-Y平台)	1
7. 测微头	2
8. 薄型试样附件, 3型	1
9. 下压板	1

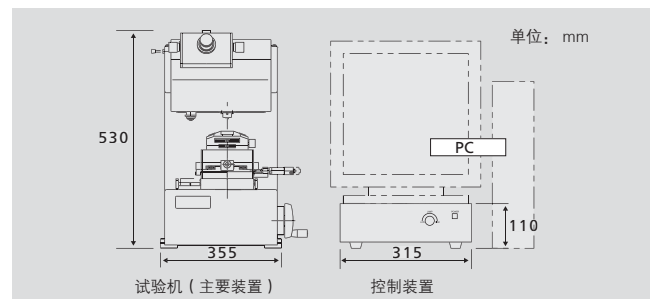
所需PC规格说明	
OS	Windows 7 (32/64位版本)
CPU	最低1 GHz
磁盘驱动器	CD-ROM驱动器
显示分辨率	最低1024 x 768
扩展总线	PCI Express (串行总线) x1, 最少2个插槽。

## 安装注意事项

选择安装地点，请阅读以下注意事项。

- 1. 避免振动**
  1. 选择地面震动最小的场所。原则上，试验机应安装于减震工作台。
  2. 避免将试验机安装于人流量较大区域。
  3. 请勿将试验机放置于会产生振动的设备附近。
  4. 由于建筑物可能会发生摇晃，如条件允许，请勿将试验机安装在二楼或更高楼层。
  5. 请将设备安装于远离道路和铁轨位置。
  6. 操作起重机等设备时，请勿使用试验机。
- 2. 避免空气流动和声音**
  1. 试验机的安装位置应远离会产生空气流动的设备 (例如空调)，并确保空气流动不会直接或间接影响试验机。
  2. 实施试验时请使用防风罩。
  3. 试验期间请勿打开或关闭附近的门。
  4. 请勿将试验机安装于会产生声音的设备 (例如电话) 附近。

## 外部尺寸



# 控制装置

## 测长配件 (彩色或单色)

测长配件，彩色P/N: 347-24778-46  
测长配件，单色P/N: 347-24778-45

该配件可通过在PC屏幕上显示试样图像和压头尺寸来轻松定位试验点。同样可在屏幕上实施长度测量并图像保存。

最大放大倍数为x2400 (配有17英寸屏幕和x50物镜)。

PC要求：  
可与本公司单独推荐的PC一同使用。



## 电阻测量配件

P/N: 347-23105-XX (-11: 120 V -17: 220 V -18: 240 V)

该配件可获取导电微小颗粒的连接阻力和压缩率之间的相关性。该配件配备有上、下压垫，在压缩试验过程中可作为电极测量电阻。

PC要求：  
RS-232C端口 (9针公 D-sub)  
可与本公司单独推荐的PC一同使用。

## 台式减振工作台

P/N: 344-04193-06

带有螺旋弹簧的台式工作台。

## 物镜千分尺

P/N: 046-60201-02

该设备具有10μm的增量刻度，可用于显微镜放大倍数对准。

## 防风罩

P/N: 347-24400-01

此种情况可减少诸如风和声音之类的空气振动影响。  
W 700 x D 600 x H 750 mm

## 物镜

x 100物镜 p/N: 344-89977-40  
x 40物镜 p/N: 347-25400  
x 20物镜 p/N: 344-89924-40  
x 40扩展操作镜头 P/N: 344-89300-41

(增强视野中的对比度。)

## 防风罩 (大型)

P/N: 347-24400-02

在使用主动减震工作台时，选择此设备。  
W 700 x D 650 x H 950 mm

## 侧面观察配件 (彩色或单色)

侧面观察配件，彩色P/N: 347-24779-16  
侧面观察配件，单色P/N: 347-24779-15

该配件可在压缩过程中观察试样状态。PC屏幕上显示图像，并且可在任何运行过程中保存。

最大放大倍数是x480 (配有17英寸屏幕)。

PC要求：  
可与本公司单独推荐的PC一同使用。



## 测微头 (数字显示)

P/N: 347-25447-12

用以1 μm增量、数字方式显示前/后或左/右方向的平台移动量 (最大为25 mm)。(照片显示测微头安装在试验台上。)



## 主动减振工作台

P/N 344-04211-11: AC 120 V  
P/N 344-04211-12: AC 230 V

该工作台与特殊安装底座一起使用，可在0.7 Hz至100 Hz的宽范围内主动吸收振动。

## 金刚石下压板

P/N: 5340-47050

当试样极难实施试验时使用该压缩板。

## 平压头

圆锥型压头的横截面直径如下。

500 μm	P/N: 340-47026-02
200 μm	P/N: 340-47026-04
100 μm	P/N: 340-47026-05
20 μm	P/N: 340-47026-06