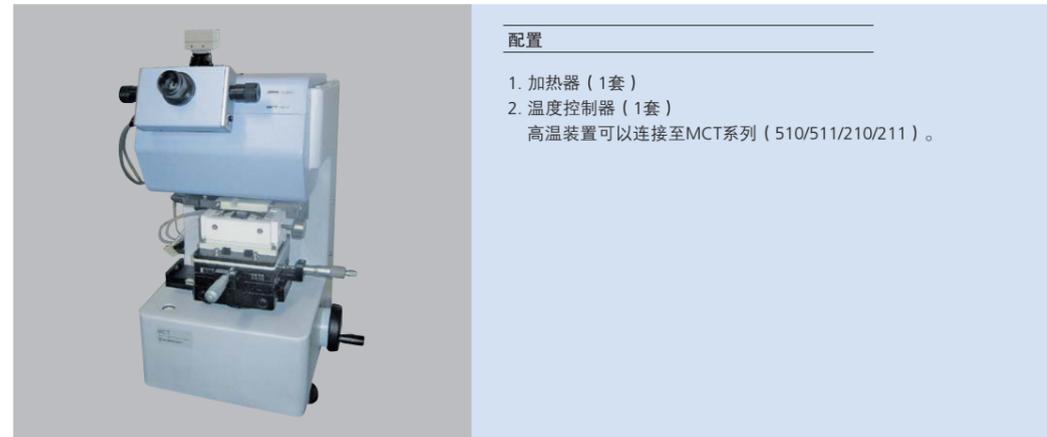


**配备高温装置的微小压缩试验机**

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  
 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**




# 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。

#### 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。

#### 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。

#### 垂直平台移动手柄

单个手柄即可平稳移动平台。

#### 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。

#### 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。

#### 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。

#### 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。）

#### 下压板台钳

符合人体工学的台钳可稳固下压缩板。

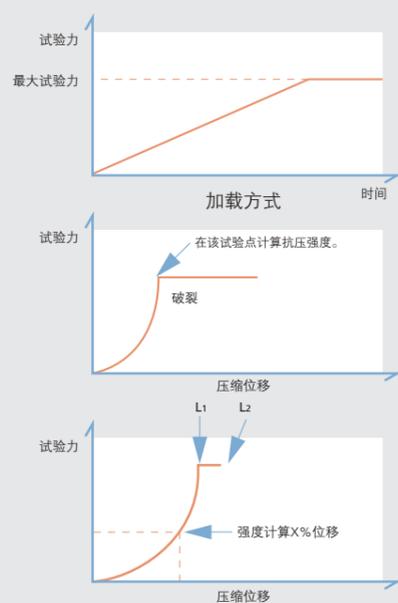
#### X-Y平台

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)

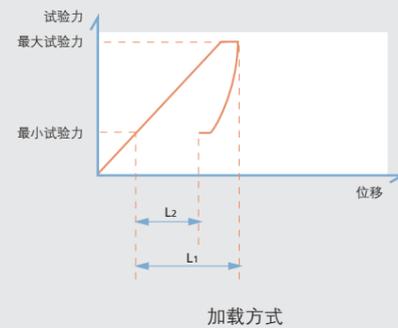
### 变化率

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

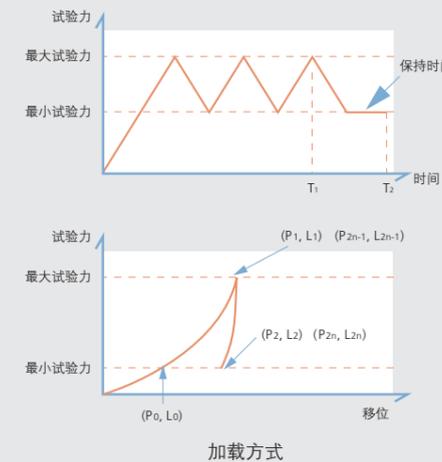
- 压缩率  $Cr = L_1/d \times 100$   
 恢复率  $Rr = (L_1 - L_2)/d \times 100$   
 $Cr$ : 压缩率 (%)  
 $Rr$ : 恢复率 (%)  
 $d$ : 颗粒或纤维直径 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_1$ : 位移 1 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_2$ : 位移 2 ( $\mu\text{m}$ )

### 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:

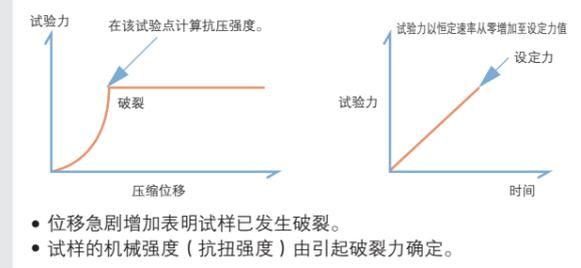
- $n$ 循环压缩率  $Cr = (L_{2n-1} - L_0)/d \times 100$   
 恢复率  $Rr = (L_{2n-1} - L_{2n})/d \times 100$   
 $Cr$ : 压缩率 (%)  
 $Rr$ : 恢复率 (%)  
 $d$ : 颗粒或纤维直径 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_0$ : 第一次循环加载过程中在最小试验力下的位移 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_{2n-1}$ :  $n$ 循环中最大试验力下的位移 ( $\mu\text{m}$ )  
 $L_{2n}$ :  $n$ 循环中卸载结束时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

### 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 ( $\mu\text{m}$ )

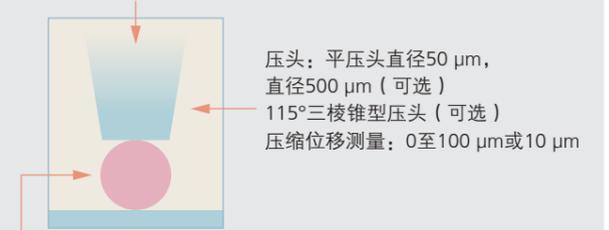
## 测量原理

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)

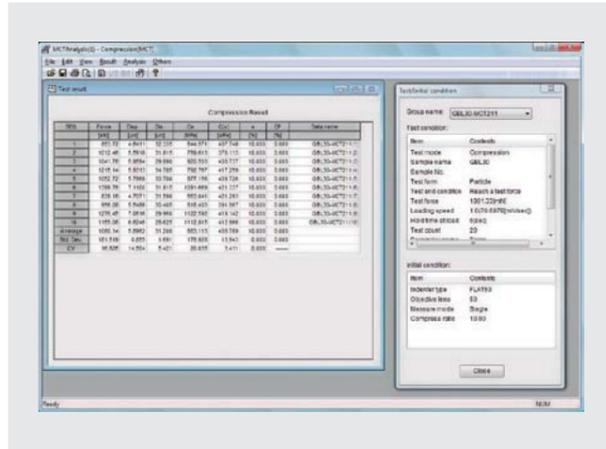
### 参考书目:

- \* 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]

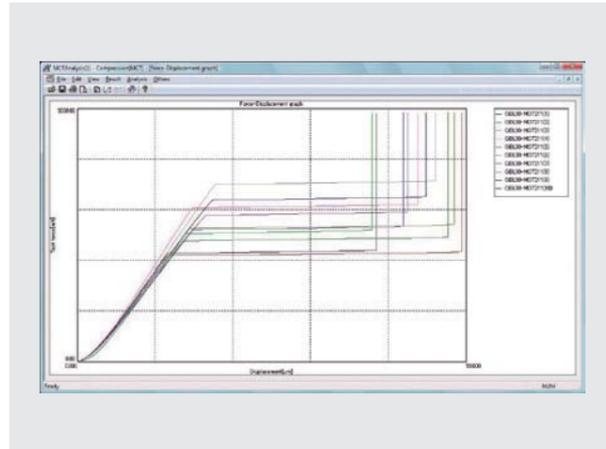
## 显示试验力、位移和强度

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。



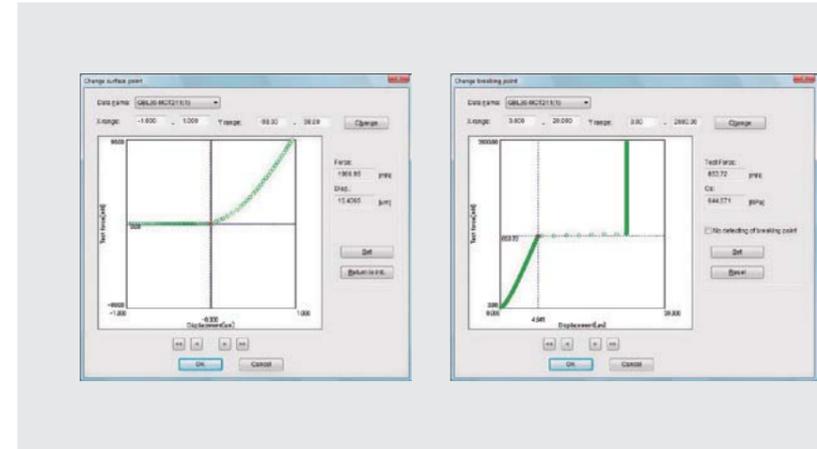
## 叠加试验力-位移曲线

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。



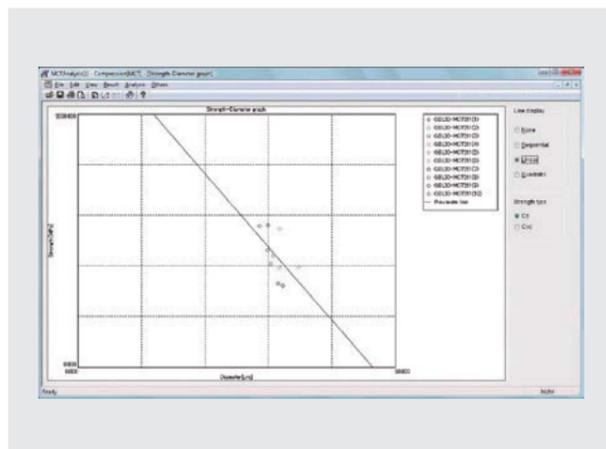
## 在PC屏幕上显示俯视图象

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）。



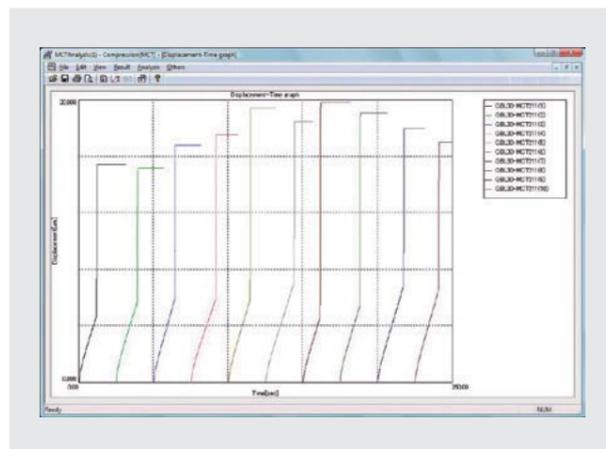
## 强度-颗粒直径曲线

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	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。			
接地*1	温度 推荐温度：23 ± 1°C 容许范围：10°C-35°C			
温度	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)			
振动	湿度 最高80% (无冷凝)			
湿度	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
• 试验机	
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

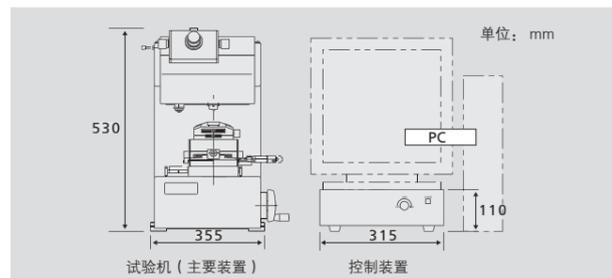
所需PC规格说明	
OS	Windows 7 (32/64位版本)
CPU	最低1 GHz
磁盘驱动器	CD-ROM驱动器
显示分辨率	最低1024 x 768
扩展总线	PCI Express (串行总线) x1, 最少2个插槽。

## 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。



## 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。



## 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。

## 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。)



## 台式减振工作台

P/N: 344-04193-06

带有螺旋弹簧的台式工作台。

## 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。

## 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。

## 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。)

## 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。

## 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

## 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

## 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