

### 概览:

GDS空心圆柱设备 (GDSHCA) 可以给空心圆柱土样施加旋转位移和扭矩。这套设备可以控制3个主应力的方向和大小。可以进行以下研究:

- 土的各向异性
- 主应力旋转的效应
- 中主应力旋转的效应

空心圆柱系统 (GDSHCA) 可以完成一系列的应力路径试验。加载系统由计算机控制, 应变直接在试样上测量。这些应变也可以伺服控制。可以在以下试验条件下研究:

- 平面应变
- 简单剪切
- 非常小的剪切应变

## 空心圆柱测试系统 (GDS SS-HCA)



### 关键参数:

该系统具有较高的轴向和扭转刚度, 并具有最少量的齿隙和摩擦:	从而使机器能够很好地适用于小应变测试, 直至高负荷和高应变测试。
系统的灵活性	试样尺寸、荷载、压力可以选择来确保系统特殊定制来适应实验和预算要求。
平衡锤:	允许静态压力控制器用于围压加载, 动态实验时不会产生明显波动
水下可更换集合轴向和扭矩的荷重传感器	测量轴向荷载或扭矩不会由于荷载锤的摩擦带入误差
压力室上盖提升框架	标配用于方式提升压力室上盖
可以用作三轴实验系统:	通过改变底座, 系统可以转换成全功能的动态三轴试验系统。

### 优点:

### 可以进行的实验:

轴向或径向变形, b检测, 固结排水 (CD) 三轴, 固结不排水 (CU) 三轴, 荷载或应变下样品的循环荷载,  $k_0$  ( $k$ -zero), 局部应变测量, 多级试验, 恒定水头渗透性, 孔隙水体积变化, 准静态 (低速/蠕变) 试验, 斜坡和循环压力或体积 UME 变化 (饱和斜坡)、循环试验慢速、低速 (小于 2Hz) 扭剪、阶梯式加载、应力路径、不固结不排水三轴 (UU)、用户定义波形、连续无限体积流 (目标或斜坡)、高级 HCA 加载、轴向拉伸、轴向压缩、恒速加载 (CRL), 固结, 恒应变速率 (CRS) 固结, 荷载控制 (静态)、荷载控制 (动态)、最大剪切模量、静态位移、静态荷载、动态 HCA 荷载、固结 (三轴)、动态循环轴向应力能力、低速 (高达 2Hz) 扭剪 (TS) 试验。

### 选项:

可选大型压力室最大 200mm 试样, 可以在试样周围提供额外的空间用于安装传感器可选局部应变传感器 (霍尔效应 6mm 范围。LVDT 5mm 或者 10mm 范围, 非接触性 Proximity 传感器 0.9 到 6mm 范围)。内部 LVDT 夹具。

### 技术参数:

- 轴力/扭矩量程 (kN/Nm): 10/100, 10/200, 12/200, 15/400, 20/100, 20/200
- 试样尺寸 (mm): 100/60/200 or 200/160/400 (OD, ID, 高度)
- 工作频率 (Hz): 2 or 5
- 围压量程 (MPa): 1, 2
- 轴向荷载分辨率: < 0.3N (用于 10kN 系统)
- 轴向位移编码器分辨率: < 1  $\mu$ m
- 扭矩精度 (Nm): 动态 HCA  $d = < 0.03$ Nm
- 扭转位移精度 (度): 动态 HCA  $d = < 0.04$ 度
- 尺寸 (mm): 700 X 700 X 1000mm (不含压力室), 1450mm (含压力室), 2350mm (含压力室提升架)
- 大概重量 (kg): 500

由于不断开发, 技术参数的改变请留意 GDS 公司网站, 恕不另行通知。

## 系统部件或选项

基本的系统硬件组件如图1。实际使用的硬件可以选择来适合你的试验和预算需求。

## DCS双通道控制系统

GDS动态系统都是以高速GDS数字控制系统 (GDSDCS) 为基础, 具有位移和荷载的闭环反馈。HCA使用16通道双轴版本。通过16位数据采集 (A/D) 和16位控制输出 (D/A), GDSDCS以每通道10 kHz的控制频率运行。这意味着当以10Hz运行时, 系统每个循环使用1000个控制点。当以1Hz的速度运行时, 它使用10000个。

## GDSLAB软件

GDSLab控制和采集软件是一个高度开发, 非常灵活的软件平台。不仅内核模块和执行数据采集的能力强大, 还可以为您的测试需求添加了额外的模块。



注意: 使用USB连接电脑。

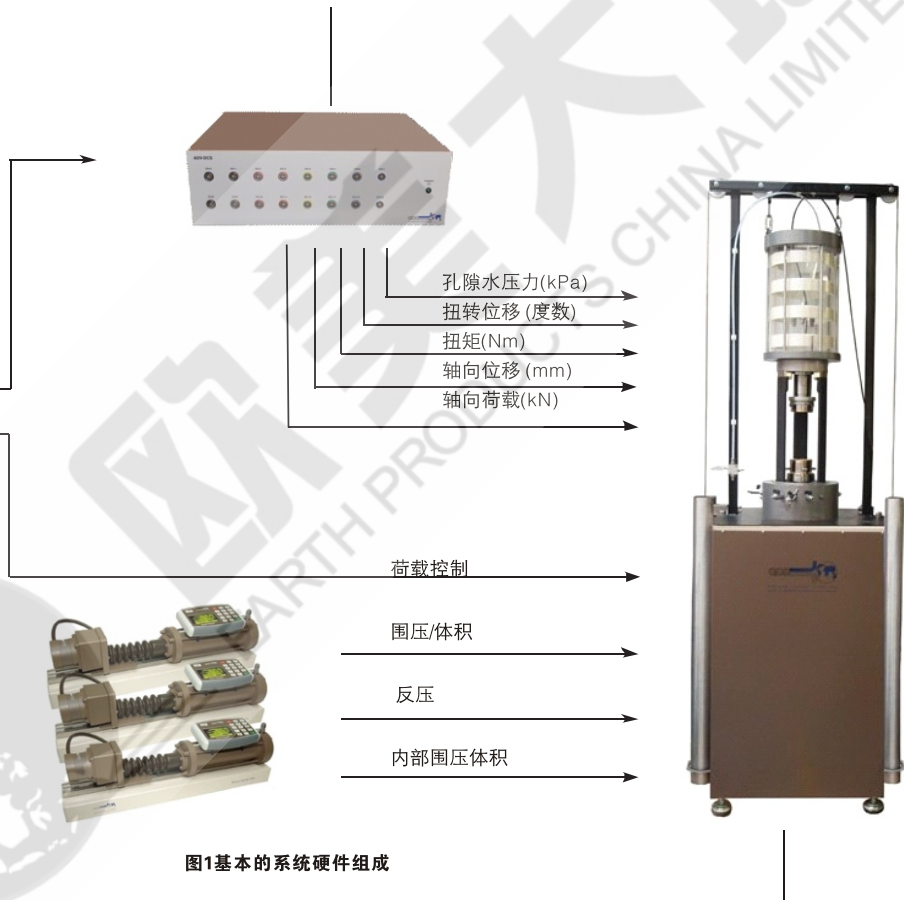


图1基本的系统硬件组成

## 压力/体积控制器

- 基于1Mpa商用压力/容积控制器 (ELDPC) 的商用三轴自动化系统 (ELTA)。
- 基于3Mpa标准压力/体积控制器 (STDDPC) 的标准三轴自动系统 (STDTAS)。
- 基于2Mpa高级压力/体积控制器 (ADVDP) 的高级三轴自动系统 (ADVTA)。

## 空心圆柱系统频率范围 (Hz)

- 2, 5

## 荷载/扭矩范围(kN/Nm)

- 10/100, 10/200, 12/200, 15/400, 20/200

## 试样尺寸(mm)

- 00/60/200, 200/160/400

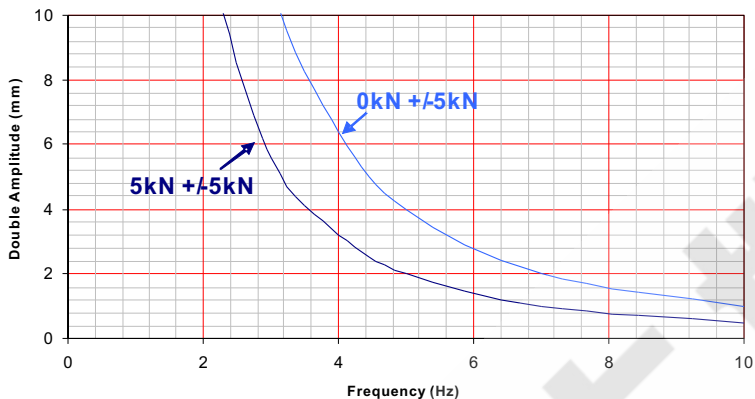
由于不断开发, 技术参数的改变请留意GDS公司网站, 恕不另行通知。

### 空心圆柱实验系统带内外围压循环控制



由于不断开发, 技术参数的改变请留意GDS公司网站, 恕不另行通知。

以下试验结果基于SS-HCA动态系统，频率为5Hz。注意：选用不同频率结果不同。

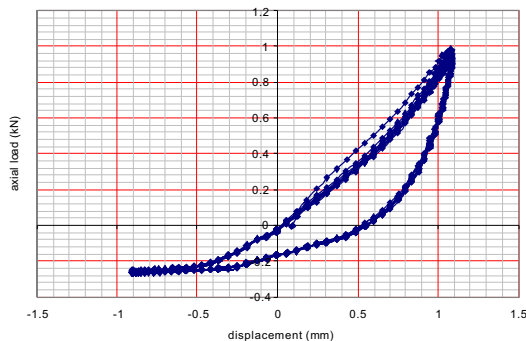
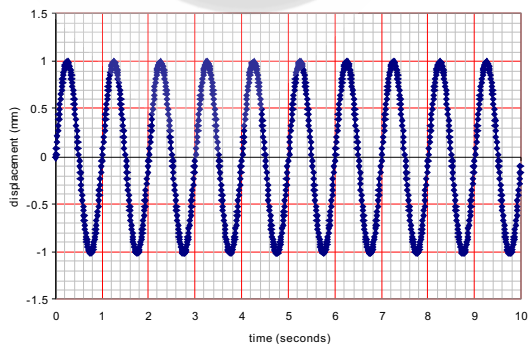


频率 (Hz)	5kN 力数据		0 kN 力数据	
	振幅 (mm)	双振幅 (mm)	振幅 (mm)	双振幅 (mm)
0.1	50	100	50	100
0.2	50	100	50	100
0.5	26.5	53	26.5	53
1	13.3	26.6	13.3	26.6
2	6	12	6	12
3	2.8	5.6	4.4	8.8
4	1.6	3.2	3.2	6.4
5	1	2	2	4
7	0.5	1	1	2
10	0.25	0.5	0.5	1

### 典型试验结果

#### 轴向位移反馈控制

频率 (Hz)	1.00
峰值到峰值 (mm)	2.000
围压 (kPa)	200.0



由于不断开发，技术参数的改变请留意GDS公司网站，恕不另行通知。



### GDSLAB控制软件

GDSLAB控制和数据采集软件是一个非常成熟可灵活扩展的软件平台。在安装核心模块和数据采集模块后，用户可根据自己的试验需求安装附加模块。目前GDS可提供以下试验模块：

- SATCON (饱和和固结)
- 标准三轴
- 应力路径试验 (p, q和s, t)
- 高级加载试验
- 非饱和土试验
- K0固结
- 渗透性
- 空心圆柱 (静态和动态)

#### 特别用于HCA的模块:

- 动态HCA实验模块
- 静态HCA实验模块
- 应力路径模块

不管用户的硬件选配得如何独特，GDSLAB都可以根据用户的选择来配置硬件。为了建立系统硬件与PC的数据连接，GDSLAB将建立一个文本文件或者是初始化文件以描述系统硬件与PC的数据连接。在GDSLAB 'object display'操作界面下，试验系统的硬件排列以图形形式表现出来，这样使得安装和检查系统硬件与PC的数据连接非常简单。(见图1)。

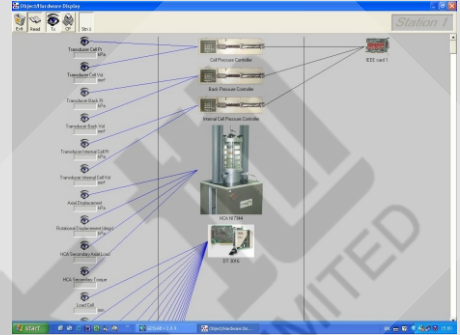


图1 Object display显示一个GDS SS-HCA配置情况

要想获得更多 GDSLAB的信息，请参考 GDSLAB提供的数据表。

### GDSLAB 静态 HCA 试验模块

1. 动态加载试验可以达到最大频率5Hz (取决于型号)。
2. 可以提供正弦循环控制轴向位移或轴向力和旋转位移/扭矩 (见图2)。
3. 周期循环的数据按照每N个循环储存，N值由用户定义。
4. 实时控制数据显示。
5. 最多每个循环可以储存1000个点。
6. 内置标准波形：正弦波、三角波、方波、半正弦波。
7. 用户自定义波形采用1000个点的ASCII文件。
8. 选择动态压力驱动器，可以动态控制内/外围压。

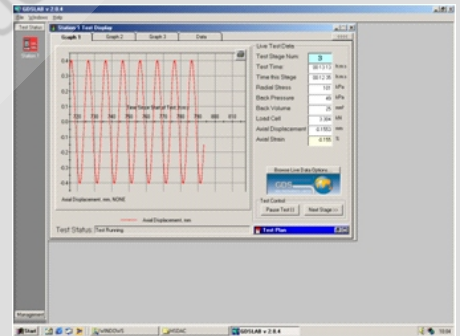


图. 2 GDSLAB 显示正在进行的动态循环试验

### GDSLAB 静态 HCA 试验模块

9. 独立控制5个基本参数轴向参数，旋转参数，外室压力，内室压力和反压
10. 轴向控制：轴向应力 (kPa)，轴向变形 (mm)，轴向荷载(kN)
11. 旋转控制：旋转应力 (kPa)，旋转荷载 (Nm)，旋转变形(度)
12. 当进行低速循环试验时，应考虑竖轴和旋转轴之间的相位差角 (见图2)

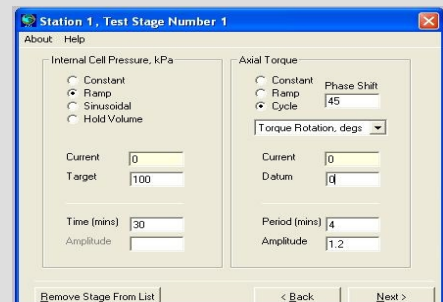
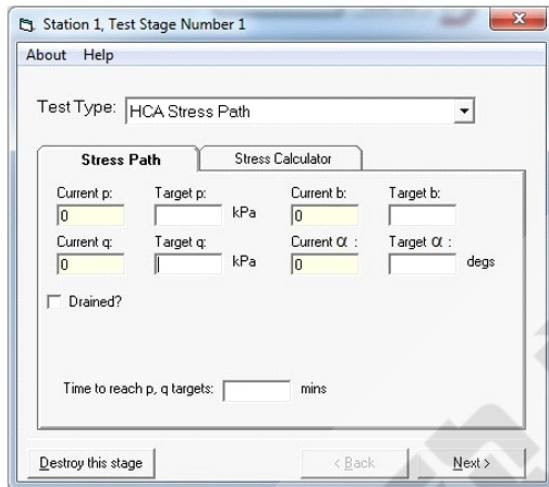


图3 HCA 静态试验安装模块

由于不断开发，技术参数的改变请留意GDS公司网站，恕不另行通知。

## GDSLABHCA应力路径模块

GDSLab-HCA应力路径模块在应力或应变控制下提供对于P、Q、B和 $\alpha$ 的独立线性控制。该模块提供测试规范要求的基本HCA应力路径控制功能，路径数量不限。下面是HCA应力路径设置窗口。



## 自适应控制固件—作为动态空心圆柱（HCA）的标配

自适应控制是一个划时代的技术改善了设备的动态荷载控制表现，因而增强了试验精度。GDS自适应控制固件算法根据观测到的试样刚度，自动调整控制增益值，无需用户预先输入试验刚度的优先值。这也带来了另外的优点，来确保试验中正确处理试样刚度改变。

举一个液化试验中的例子，过程中当土样液化时，试样刚度明显的减小。当用设备运行GDS自适应控制时，固件自动根据动态试验的试验进程，基于土样的刚度变化优化控制增益值。能持续不变的施加荷载振幅到试样上。

## GSDSCS-数字控制系统

GDS动态系统全以GDS DCS 高速数字控制系统为基础，该系统有位移和荷载闭环反馈。

GDS DCS配有16位数据采集（A/D）和16位控制输出（D/A）装置，以每通道10kHz的控制频率运行。这意味着当以10Hz运行时，每个循环可以有1000个控制点；1Hz时每个循环可以有10000个控制点。

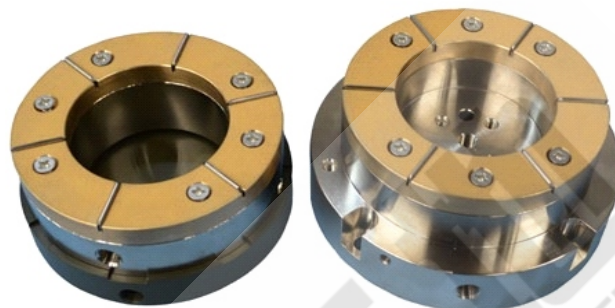
GDS DCS的优势是不管购买哪个动态系统，他们都应用同样高速的控制系统。这就确保了系统具有高水准的功能和可靠性，因为所有的动态系统都采用同样规格的控制系統。

试验的精度和分辨率只与采用驱动器的种类有关，无论是采用低价的气动驱动器，还是采用高精度的电机驱动器，或是采用高能力的液压驱动器。

Adaptive  
Control

## HCA顶帽和底座

带肋脊的烧结青铜多孔透水板。顶帽和底座具有大口径内围压接口，用于将内膜夹紧到位。



## 样品制备-粘性/颗粒型

GDSHCA可以提供一套制作粘性土（采用粘性土制样套装，见图6）或非粘性土（采用内置、可拆卸制样模见图7）试样的工具。

手动土样加工器适合所有尺寸的试样，最大尺寸可达400/200/160mm，根据试样尺寸确定底盘。特殊尺寸需要另外购买底盘。



图6粘性土制样套装



图7非粘聚土制样套装

由于不断开发，技术参数的改变请留意GDS公司网站，恕不另行通知。