

弯曲元试验系统 (GDSBES)

GDS 弯曲元件可以非常容易地在三轴压力室中测量土在小应变时的最大剪切模量。

由于荷载和位移测量装置的分辨率和精度不够，因此，在室内非常小的应变条件下测量土的刚度是非常困难的。在三轴试验中测量小应变刚度通常采用局部应变传感器，虽然局部应变传感器改善了这一情况，通常可能达到0.0001%，但与使用弯曲元件相比，这种传感器的价格很昂贵，通常用于科学研究。

三轴试验系统中的弯曲元件可以很容易地测量最大剪切模量 G_{max} ，简单而高效。目前为止，GDS已经在三轴、固结、单剪、共振柱和GDS和其他供应商生产的许多其他系统中安装了弯曲元件。

主要特点:

优点:

USB 接口	即插即用连接，轻松连接到任何PC端。
钛合金插入物	钛合金-耐腐蚀性高、重量轻
广泛的兼容性	底座和顶帽可以与其他厂商或 GDS 的压力室配套使用，升级简单
标准插入设计	降低成本，使弯曲元件成为一个模块化装置，可以很容易地安装到其他的底座/顶帽上。如果元件损坏，容易更换
高速采集	用户可选择的速率500 kHz -125MHz，提供了充足的时间分辨率来确定波速
多个增益范围自动调节	11个用户可选增益范围，从±1mV到±2V，允许输入调整，以匹配观察到的信号。自动调节增益无需用户进行输入
弯曲元元件	确定S波和P波波速，进而可以确定其他参数，如杨氏模量 E
垂直和水平弯曲元可选	在同一样品上，可以同时使用垂直和水平弯曲元 (Hh & Hv) 元件来研究土样的各向异性。
非饱和土兼容性	弯曲元件可以像在饱和土系统中一样用于非饱和土系统

技术参数:

数据采集速率	最大125MHz (125,000,000采样/秒)，同时用于发射信号和接收信号的采样
工作压力范围	最大3.5MPa。超过3.5MPa以上应用需要使用声速传感器
计算机通讯接口	USB
用于数据采集的可选增益范围:	±1mV - ±2V
工作温度:	-10°C - 50°C
试样尺寸	最大直径300mm
符合标准	ASTM D8295-19

可以执行的测试:

可用于以下情况的S波波速和P波波速的测定:

- 垂直传播, 水平偏振 (轴向弯曲元)
- 水平传播, 水平偏振 (水平弯曲元)
- 水平传播, 垂直偏振 (水平弯曲元)

GDSBES 硬件

整套 GDS-BES 系统包括: 弯曲元件插入物, 配套的底座和试样帽, 外置 USB 控制盒。

弯曲元件被封装和固定在插入物中, 再安装在试样帽和底座上。插入物材料为钛, 可以安装在底座或试样帽上。由于具有较高的轴向硬度和较低重量, 当安装在试样帽上时, 可以使轴向荷载减到最小。

与试样两端使用相同元件相比, 采用不同的S波、P波传播元件可以改善信号强度, 因此需要不同的元件装配到顶帽或底座上。

如果弯曲元件需要与其它厂家的设备 (不熟悉的) 配套使用, 请提供相关参数, GDS也可以按照客户要求订做。



图1 GDSBES 系统

水平传播波的弯曲元件

除了应用轴向弯曲元插入物外, GDS水平传播弯曲元件可以用于量化研究土体刚度的各向异性程度。和标准GDS插入物一样, 水平插入物的材质也是钛合金, 但其尺寸更小以减轻重量。

水平弯曲元可以很容易地通过特制的橡胶锁环安装在试样上 (如图2所示)。安装时需要在乳胶膜上钻一个孔并使用O型圈密封处理。

这些弯曲元件可以水平安装, 也可以垂直安装, 从而产生两种不同的偏振, 即水平偏振和垂直偏振, 二者也可都产生沿水平传播的波。

这些弯曲元件可以水平安装, 也可以垂直安装, 从而产生两种不同的偏振, 即水平偏振和垂直偏振, 二者也可都产生沿水平传播的波。



图2 安装于试样上的水平弯曲元

GDS 封装的弯曲元件与插入物

插入土中弯曲元件的长度被优化，不会对能量传输或信号接收产生影响。弯曲元件被固定在插入物中，然后用柔性材料填充剩余的空间。这使得弯曲元在尖端获得最大的柔性，同时又使插入土中的长度合理。这样做的优点是可以延长弯曲元的使用寿命，同时试样安装也变的容易，特别是对于非常硬的土来说，只需要预留一个很小的凹槽。

弯曲元件系统直接连接到主控制盒（见图4），主控制盒再连接到装有GDS弯曲元控制软件运行的PC。



图3 GDS 钛合金弯曲元探头



图4 弯曲元件系统直接连接到一个主控制盒

弯曲元分析工具GDSBEAT

在分析和解释弯曲元数据时，由于在剪切波传播时间确定上存在主观性，也缺乏普遍认同的标准，GDS给出了一款弯曲元分析工具（GDSBEAT）。该工具可以快速、自动地分析弯曲元数据，客观地估计剪切波传播时间。在一定期限内，可以从GDS网站上免费下载这一工具。



我们的目的是与岩土工作者分享该软件，通过这些试验数据以期得到普遍认同的标准。GDSBEAT 是一款易于使用的软件，可通过 Microsoft Excel 访问，允许任何实验室对弯曲元数据进行自动化分析，而不需要事先具备软件编程知识。该工具的优点如下：能够使用相关文献中建议的频率和时域分析方法来估计剪切波传播时间，以及灵活地分析从任何制造商的弯曲元件测试系统中获得的数据。可以得到数字化和可视化的分析报告，并快速评估测试结果的有效性，因此该工具仍然需要用户的工程判断。

GDSBES控制软件

GDSBES v3软件（图5）为了简单性进行了改进，并包括以下功能：

- 用户友好的界面
- 数据堆叠（手动或自动；用于克服微弱信号中的噪声）
- 扣除弯曲元探头传播时间延迟功能
- 手动选择时间
- S波波速计算
- P波波速计算
- 易于调整传输脉冲波形幅值和波长
- 激发波长在0.01 ms到10s可调
- 可选正弦波、方波或自定义波形
- 仅采集模式
- 用户可以自定义波形，以.csv格式
- 11个硬件增益水平可选
- 自动优化增益水平选择
- 信号反转，以便于更容易地捕捉信号
- 允许拓展至最多三对弯曲元
- 自动频率扫描

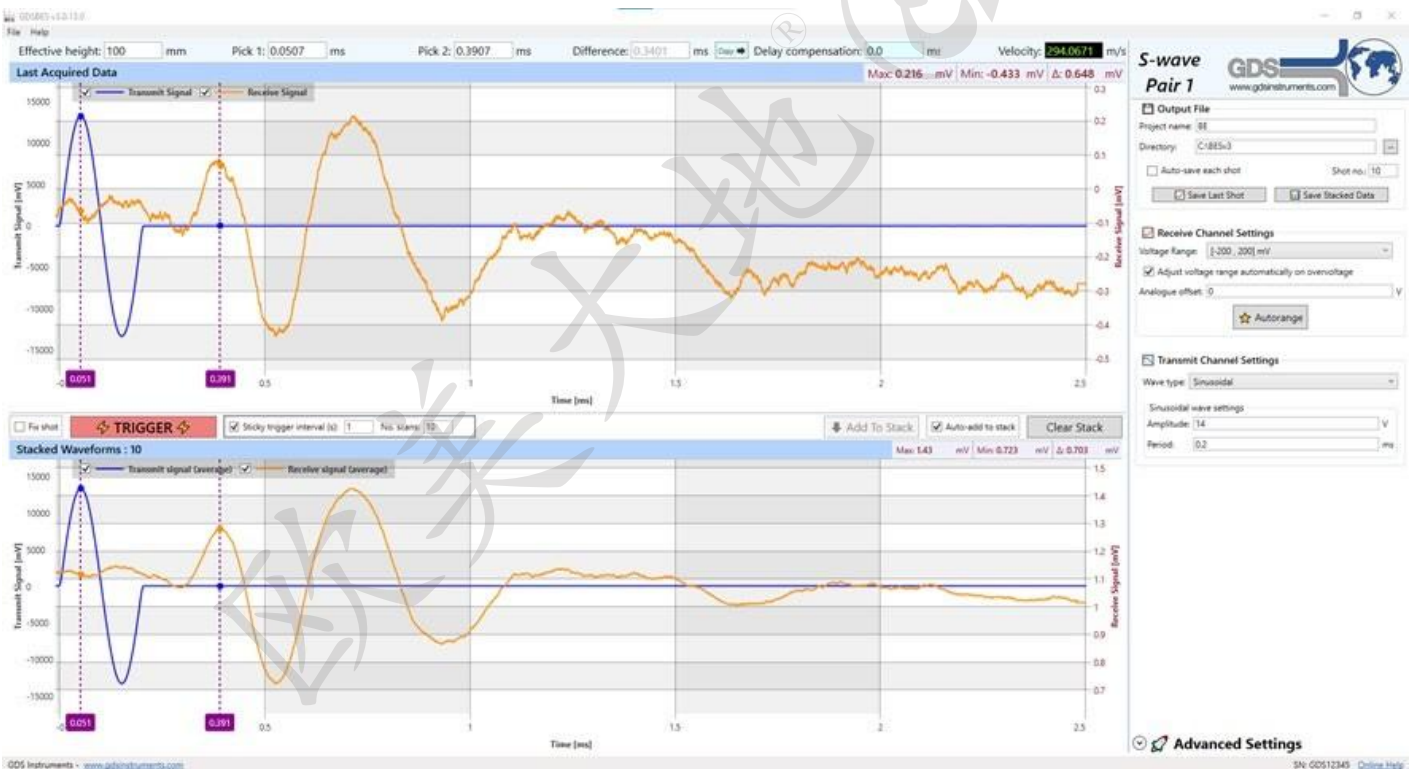


图5 GDSBES软件界面

GDS已为全球排名前50中超过86%的大学供应设备:

根据“QS2020全球大学排名”榜单，GDS已为全球排名全50中超过86%的大学供应设备，尤其是在土木和结构工程领域。

GDS也和许多商业实验室进行合作，主要包括加拿大BGC、Fugro、GEO、Geolabs, Geoteko、Golder Associates、Inpijn Blokpoel、Klonn Crippen、MEG Consulting、Multiconsult、Statens Vegvesen、NGI、Ramboll、Russell 岩土科技有限公司、SA Geolabs、SGS、Wiertsema等。



你会向你的朋友、同事、合作伙伴推荐GDS产品?

100% 的客户会回答“YES”

交货后GDS会就产品的运输、安装（如果适用）、技术资料、设备和总体满意度等向客户进行问卷调查，该项工作已持续2年。



在英国制造:

所有的GDS产品的设计、生产和装配都在英国进行，发货前产品质量可以严格保证。

GDS是由ISO9001:2015认证通过的，该认证适用于与“室内和现场试验设备”相关的质量管理体系。



延长质保服务:

所有的GDS产品都有12个月的质保期，除标准质保期外，GDS还提供12、24、36个月的延长质保期服务，客户可在前12个月质保期内任何时间进行购买。



GDS调试培训:

所有的调试和培训都有专业的技术工程师，销售期内每个订单都会分配相应的GDS工程师，在发货前确保产品质量。购买设备后，会在现场进行设备调试并进行客户培训。



技术支持:

GDS拥有自己的售后服务中心，可为客户持续提供售后支持。此外，GDS还通过其他不同的方式提供技术支持，如远程PC支持、产品操作手册、视频教学录像、邮件和电话支持等。

