



### 局部应变测量传感器 (霍尔效应传感器 或 LVDT 局部应变传感器)

GDS 霍尔效应传感器或 LVDT 局部应变传感器都可以直接用于测量试样的轴向和径向的小应变。通过常规室内试验很难精确确定土体的刚度。一般情况下，三轴试验中土体的变形是通过一系列附加的外置位移传感器来测量确定的。土体实际产生的应变往往会被加载系统和应变测量系统的变形所掩盖。测量系统本身会导致试样产生不规则变形而很难正确获取试验过程中土体的应力-应变特性，特别对于小应变范围内的试验。

#### 主要特点:

#### 优点:

精确确定土体刚度	土体实际产生的应变往往会被加载系统和应变测量系统的变形所掩盖。测量系统本身会导致试样产生不规则变形而很难正确获取试验过程中土体的应力-应变特性，特别对于小应变范围内的试验
直接测量土体轴向和径向应变	消除不规则变形和端部效应
测量小应变	近期研究表明，土体和岩石一样脆，对 0.05%以内剪应变的测量是极其重要的
测量试样中间三分之一的应变	因此，在这一区域内轴向和径向应变的测量是非常可取的，可以获取土体真实的变形模量

#### 技术参数:

	霍尔效应传感器	LVDT 传感器
量程	±3.0mm	±2.5mm 或 ±5.0mm
分辨率	±3.0mm: 分辨率 ≤ 0.1μm	±2.5mm: 分辨率 ≤ 0.1μm , ±5.0mm: 分辨率 ≤ 0.2μm
精度	量程 4mm: ±0.2% FRO 量程 5mm: ±0.3% FRO 量程 6mm: ±0.4%FRO	0.1% FRO
径向夹具重量 (70mm 夹具)	46g	74g
轴向装置重量(1 个)	16g	26g
传感器重量(1 个)	5g	20g
最大耐压能力:	最大 2000kPa	低压版用水加围压: 最大 3500kPa 高压版用油加围压: 最大 200MPa
工作温度:	+10°C — +40°C	-20°C — +60°C



图 1 轴向霍尔效应传感器

### 轴向霍尔效应传感器

如图 1 所示，弹簧摆和一磁铁固定一起，从用销子固定在试样上的支座上垂下来，与橡皮膜靠粘合剂粘结，弹簧在支座和摆锤间可伸缩运动，而不需要轴承，这是该装置很重要的一个特点，因它在摩擦很小的情况下保证系统不松动。

该设备的下面部分是一个金属容器，内部装有线性输出霍尔半导体，并用环氧树脂粘结密封。仪器是安装在用螺栓固定的支座上（Clayton & Khatrush, 1986）。



图 2 径向霍尔效应传感器

### 径向霍尔效应传感器

如图 2 所示，这种装置由一种卡规组成，这种卡规与原先 Bishop & Henkel（1962）设计的并与他们所著的“三轴试验中土特性测试”一书中类似。该型号的夹具已经在三轴试验上用来测量侧向变形很多年了。

卡规通过两个直径相对应的衬垫固定在试样上，这两个衬垫用针和黏合剂与橡皮膜相固定。

霍尔效应传感器通过张开的测径器固定，该测径器测量狭口的张开和闭合。轴向和径向装置都被设计成通过浮力补偿自重。

#### 主要特点:

半导体芯片小而轻

输出电压±1V DC

#### 优点:

霍尔效应半导体芯片非常小且很轻，部件轻型而紧凑，以弥补温度和直流电压的变化

可以与任何标准数据采集系统配套适用

### 霍尔效应传感器工作原理

如果一个通电的金属或半导体板被放在一个磁力线与板和电流垂直的磁场里，载荷流子将偏斜，使得产生的电压在垂直于电流的方向上越过该板，这就是 1879 年 E.H.霍尔所发现的，这就是所谓的霍尔效应。霍尔效应半导体传感器被广泛用于测量磁通量密度。这些装置的线性型产生典型的直流输出，并在整个指定量程范围内，与磁通量密度呈线性变化。

这种装置被用来量测三轴试样的轴向和径向变形。这个工作首先由 Dr. C.R.I. Clayton 及其同事在 Surry 完成，并已成功使用了数十年。

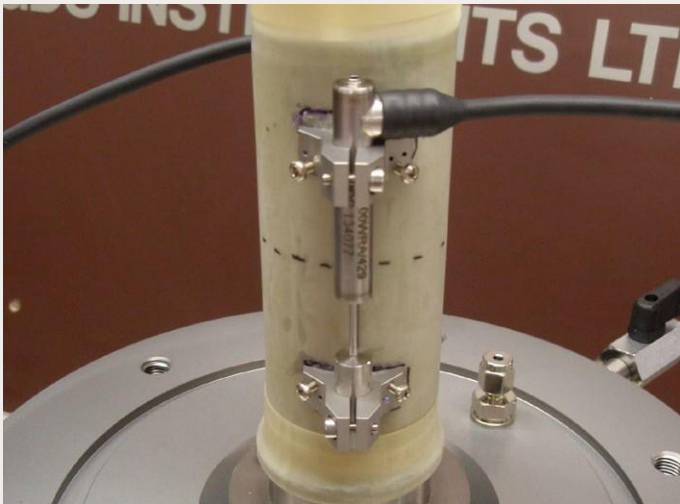


图 3 轴向 LVDT

### LVDT 轴向应变测量装置

如图 3 所示，轴向 LVDT 安装在上方的金属支座上，支座使用销钉和粘合剂与试样外面的橡皮膜固定。LVDT 传感器一段带有探头，探头会因自重垂于下支座上，在安装的时候会使用两块铝片把上下支座定位以保证安装精度，安装完后拆开这两片支撑片。



图 4 径向 LVDT

### LVDT 径向应变测量装置

如图 4 所示，径向 LVDT 和测径器可以通过销钉或者黏合剂以直径对称的方式固定在试样上。

LVDT 通过张开的测径器固定，该测径器测量狭口的张开和闭合。轴向和径向装置都被设计成通过浮力补偿自重。

#### 主要特点:

#### 优点:

交叉的 LVDT 感应元件没有物理接触	无磨损，使用寿命长，低摩擦
低压版可以应用于水下	可以承受 3500kPa 压力
高压版可以应用于非导电液压油中	可以承受 200MPa 压力
配置通孔	当超出其量程范围后可以继续完成试验
径向采用铝合金夹具，具有低摩擦特性	传感器测量的不是夹具的变形而是试样的变形

### 连接 LVDT 到直流数据采集系统

LVDT 局部应变传感器的主要输出信号是一种交流波形信号，这个交流波形信号必须具有一定的振幅，而这个信号的频率不能和平常的交流电源频率一样。LVDT 局部应变传感器由 GDS 专门的多功能信号调节器或者激励箱提供激励源，激励装置会作为标准件由 GDS 随同传感器一起提供。其他的功能包括将 LVDT 的低电平交流信号转化成更加方便的高电平的直流信号，通过将 LVDT 内核通过零点作 180 度的相位移动将信号解码为直接的测量信息。

GDS 还可以提供用于标定将 LVDT 的输出信号转化成 +/-10V 的直流信号的信号调节设备，这个输出电平适合于所有的 GDS 以及大多数其他厂家生产的数据采集设备。有必要的时候用户可以标定输出信号的电平在 10V 以内。

## 为什么进行小应变测量?

小应变测量与土体的动态力学响应密切相关。已有研究表明，小应变特性在土体静态加载过程中也起到非常重要的作用。Simpson(1992),Burland(1989)等人的研究表明，工程结构的应变水平为小应变到中等应变(0.2%以内)，强调了评价土体刚度随应变衰减的重要性。对于未达到屈服的土体，通过刚度-应变曲线可以获取的特征参数是小应变剪切模量或最大剪切模量  $G_{max}$ , 有时也称为  $G_0$ 。

## 为什么进行局部应变测量?

常规三轴试验，由于试样两端与试验设备底板间的接触，会产生表面摩擦，使得试样侧向被约束，纵向也同样如此。因此，试样产生不规则变形，体现为轴向和径向位移从两端的零变化到中部的最大值。

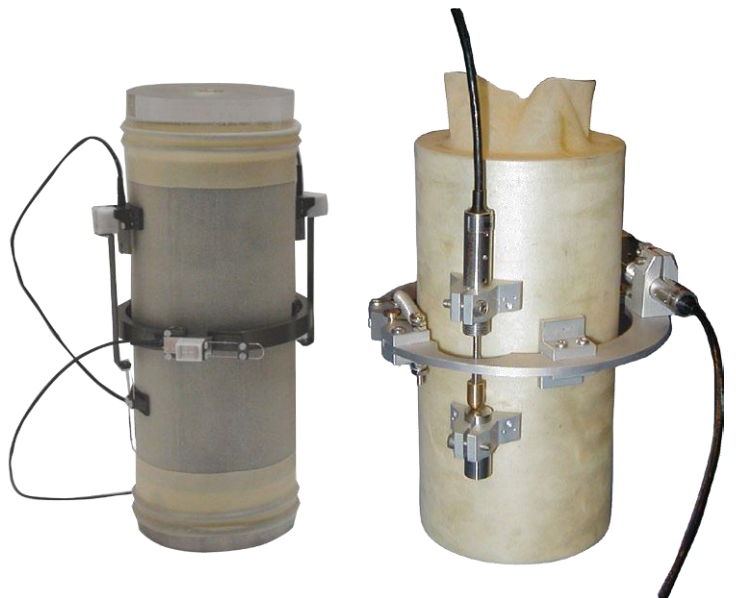
通常认为高径比为 2 的三轴试样端部受约束，而中间三分之一基本上不受约束，所以要获得真实的变形模量，测得局部的径向和轴向变形是非常必要的。

一般情况下，轴向变形的测量是基于试样帽和底座间的相对位移，而试样和底座的安装是有误差的，这些误差是由于很难给三轴试样提供绝对平面，平行而光滑的端部而引起的。试样帽可能放置在表面粗糙的试样上，或在试样的某一侧与之不完全接触。可能由于这个点荷载的影响，在三轴压缩试验开始阶段，试样将产生急剧的变形，直至试样帽完全安放好为止。大部分三轴（未进行小应变测量）试验所获得的土体刚度通常都远低于土体的原位试验的刚度 (Jardine,Symes&Burland, 1984)。

## 选择霍尔效应传感器还是 LVDT?

选用 LVDT 还是霍尔效应传感器

- 霍尔效应传感器更轻，且易于安装到试样上，要是放置和安装的很好，试验结果也会很好。如果试样比较硬，就不必担心这个问题了。
- 霍尔效应传感器可以测量小应变，LVDT 可以测量非常小的应变，因而精度更高。
- LVDT 比霍尔效应传感器更耐用，使用寿命更长，但也更重一些，因此推荐用于刚度较大的试样上。



霍尔效应传感器（左图）和 LVDT（右图）

## 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 已为全球排名前 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、GolderAssociates、InpijnBlokpoel、Klonn Crippen、MEG Consulting、Multiconsult、StatensVegvesen、NGI、Ramboll、Russell 岩土科技有限公司、SAGeolabs、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。

