

# 本章简介传感器的构成和运用。

## 一、Flexiforce 传感器

**Flexiforce** 是一种超薄和挠性印刷电路，可很方便集成多种运用。由于 **Flexiforce** 像纸一样薄的结构，可弯曲和测力特性可用来测两表面之间的压力，并且能够在一些特殊环境进行测力。**Flexiforce** 比其它薄膜测力产品有更好的特性、线性、磁滞、飘移、温度灵敏度。传感器的有效区域是传感器末端的直径为**0.95cm** 的圆。

**Flexiforce** 由两层衬底构成。这种衬底由聚脂纤维薄膜组成（高温传感器用的是聚酰亚胺构成）。在每一层上运用一种导体材料（银），再加一层对压力敏感的墨水。然后用粘合剂把两层衬底压在一起，形成了传感器。墨水外的银边表示了对压力敏感的区域。从敏感区域引出两个银线作为导线。

**Flexiforce** 传感器尾端选配一个可焊接的公的方针接头以方便连接到电路。两边的输出线是有效的，中间的是无效的。传感器的长度可选**6cm**、**12cm**、**18cm** 或由客户定制。在电路中传感器相当于一个可变电阻。当没有负载时，传感器呈高阻状态（**>5MΩ**），当有负载时，电阻下载。接一个欧姆表可以看见当在敏感区域施加外力时电阻的变化。

**Flexiforce** 需保存在温度**-9°C74°C** 之间。

## 二、标准 Flexiforce 传感器

标准 **A201**传感器有下列量程供选择：

**Sensor A201-1 (0-1 lb)(0-4.5N)**

**Sensor A201-25 (0-25 lb)(0-112.5N)**

**Sensor A201-100 (0-100 lb)\*(0-445N)**

如果要测量大于**100lb** 的力可降低供电电压和降低反馈电阻（最小**1K $\Omega$  min**）可参看驱动电路图。

三、高温 **Flexiforce** 传感器

高温 **HT201**传感器有下列量程供选择：

**HT201-L Low: 0-30lb (133N)**

**HT201-H High: 0-100lb (445N)**

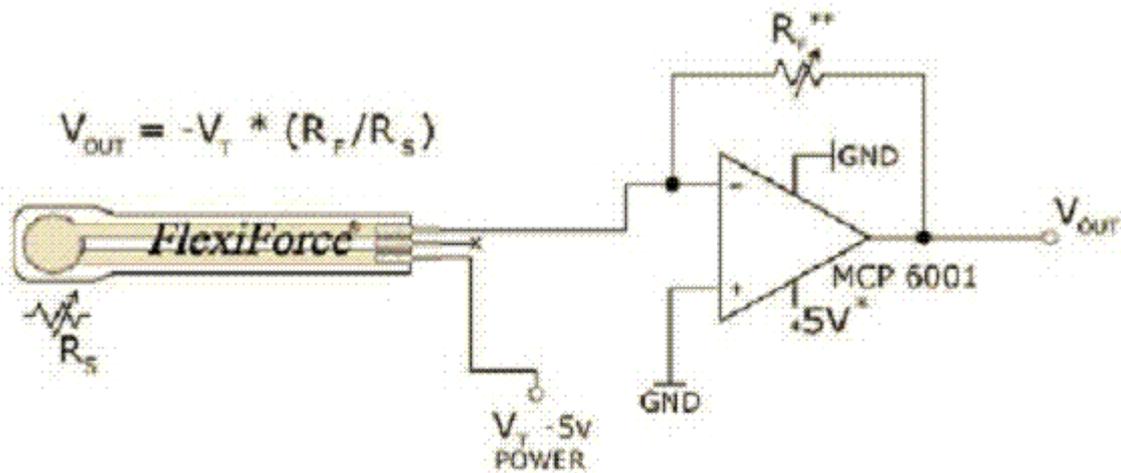
四、运用

**Flexiforce** 传感器有非常多的用法。典型的运用就是把检测的压力转化成电压信号输出。校准也必须去做，就是把输出信号和相应的压力的大小对应。根据配置，灵敏度依然可以进行调节。

典型电路如下图：

在该电路中，用**+/-5V** 的电压激励，反相比例放大电路结构，基于传感器电阻和反馈电阻的变化产生模拟信号输出。模数转换器也可把模拟信号转为数字信号输出。灵敏度由反馈电阻 **R<sub>f</sub>** 和电压 **V<sub>T</sub>** 进行调整。降低反馈电阻和电压会使灵敏度下降，但可使量程增大。

## Recommended Circuit



- \* Supply Voltages should be constant
- \*\* Reference Resistance  $R_F$  is  $1k\Omega$  to  $100k\Omega$
- Sensor Resistance  $R_S$  at no load is  $>5M\Omega$
- Max recommended current is  $2.5mA$

### 用途简介：

- 1 医疗用途：牙齿咬合力测量；病人组织插管测力；临床大夫触力检验测量；心肺复苏、人工呼吸救护训练（**CPR**）（位置、深度、频率）触力测量；诊断设备研究肌肉关节活动情况；发音矫正；智能鞋垫进行走路平衡能力测控（老年人走路摔倒报警）；重症病人，老人监护报警等。
- 2 汽车运用：乘员探测；安全气囊对乘员压力；拖车刹车控制。
- 3 休闲娱乐运用：体育用具；健身器材；握力测量；**GOLF** 训练。
- 4 工业运用：安全装置；包装与密封；自动化生产；滚动轴承；电缆卷轴；电脑芯片。
- 5 其它：动物或人类咬力测量；触力设备；抓力；库存管理；设备监控；机器人；等等。



## 传感器载荷考虑因素

下面的传感器负载运用指导适合任何运用，以帮助您取得精确的测量结果。后面传感器性能参数表对您获取准确的传感器数据也是至关重要的。

### 一、传感器负载

- 6 **Flexiforce** 传感器整个传感区域被当成一个独立的接触点。因此，负载应均匀分布在传感区域以保证准确和重复的测力数据。如果负载分布改变就会轻微地改变传感器的读数。（传感器传感区域就是银线包围中间的部分）
- 7 施加负载的持续也很重要，并保证每次是同样的方式；
- 8 不要让传感区域外面的部分也支持负载；
- 9 如果要测的负载大于传感区域，那么可使用一个圆盘（一般由硬材料构成，并小于传感区域），使负载通过圆盘压住传感区域，注意不要压住传感区域的边缘。
- 10 加的力需垂直于传感区域的平面。如果施加剪切的力会降低传感器的寿命。如非要加这样的力，需要有弹性材料进行保护。

11 如果把传感器放在一个表面，可使用带子或胶水。注意不要把胶水沾在了传感区域，如果一定要的话，要保证涂的均匀，否则一些高点会变成负载。

## 二、饱和值

饱和值就是输出不再随施加的力而变化的点。每个传感器的饱和值会印在包装盒或传感器上和灵敏度在一起。

饱和值在上面的运用电路中和反馈电阻 **Rf** 有关，当降低反馈电阻 **Rf** 时可降低灵敏度，但可增大量程，也就是可增大饱和值。

注意在测试中不要让外力到达饱和值。

## 三、传感器适应使用

在测试或校准前，让传感器适应或适用对取得准确的测量数据是必须的。它可以帮助减少磁滞和飘移。对于新传感器需要让它用一段时间以适应环境。

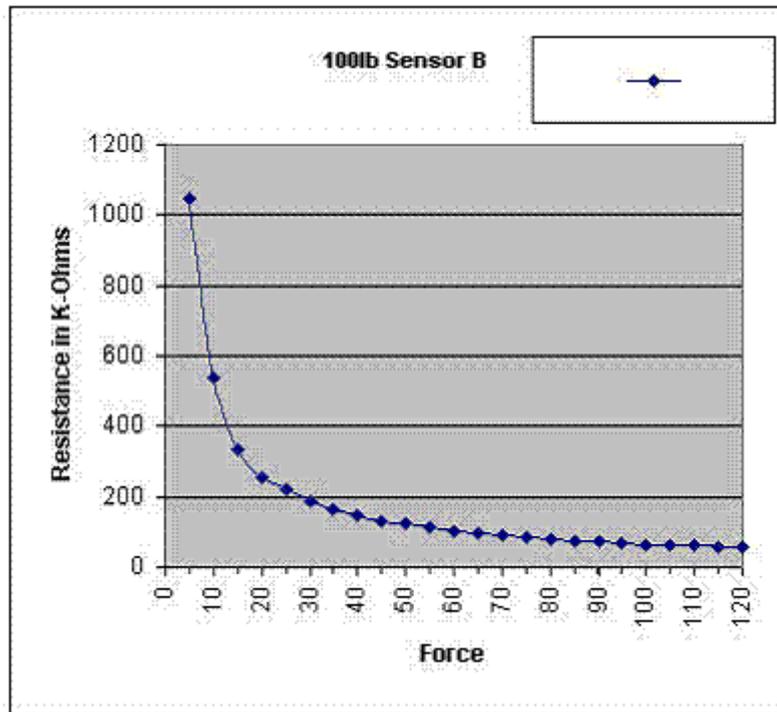
让传感器适应使用，可采用**110%**的力加在传感器上，让传感器稳定，再移动负载。重复这个过程四到五次。传感器和测试材料的接触面需保持和测试和校准时一致。

（重要：在校准和使用前，传感器必须经过适应使用）

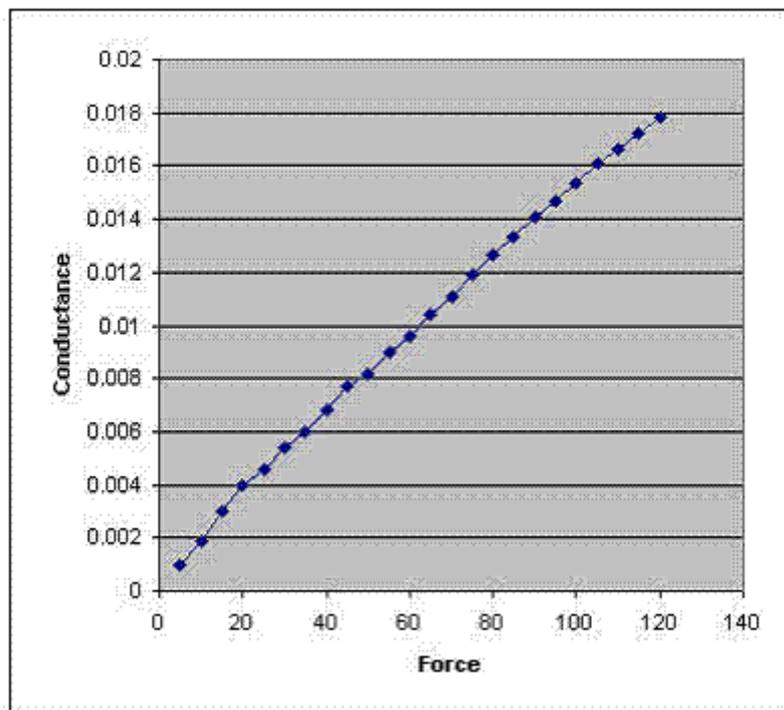
## 校准

校准就是让传感器的输出和真正的测力值建立一个对应关系如磅或牛顿。校准时，可采用一已知力加在传感器上，然后把传感器的阻值和力值对应起来。用一些和测试时接近的力值，重复进行这个校准的

过程。力和电导 ( $1/R$ ) 的对应图如下。一个线性的对应关系可从图中看出。然后，你可用传感器的输出值来决定你的测力的大小了



电阻曲线



电导曲线

## 校准指导：

在校准传感器可参考下列指导：

- 12 有与实际测试中相近的力来进行校准。（用已知的力，如砝码或测力机）。如在校准中用圆盘那么在测试中也用。
- 13 在校准时避免和测力饱和值接近，如在很少的力就饱和了，那么就调整灵敏度。
- 14 在感应区域内，均匀放置负载。负载分布改变，结果会有轻微变动。
- 15 测试和校准时温度需保持一致。

## 传感器性能指标描述：

有一些性能指标会影响到传感器的测量结果。这里对每个指标进行一些描述，以帮助减少不必要的影响。

**重复性：**对于同样多次施加的力，传感器能保持显示数据的一致性。通常，我们建议通过对传感器进行适应“训练”后，再进行测试或校准。

**线性：**指传感器针对负载的响应偏移超过了传感器的实际量程。校准可以尽量使输出保持线性。**Flexiforce** 传感器的输出线性在 $\pm 3\%$ 以内。**Flexiforce** 高温传感器的线性可以做到满量程的**1.2%**。

**磁滞：**在加负载和移除负载时，传感器的实际输出值的差异。在静态时，在负载增加时，磁滞是非常小的。但在负载一会小一会大时，会有磁滞引起的误差。

**飘移：**指在施加力后一段时间，输出会有相应的变化。如果在一个固

定的负载下，输出电阻持续减少，输出就会慢慢增大。在校准时考虑到飘移的因素，可减少其影响。最简单的方法是保证校准时和实际测试时的时间段一致。

温度灵敏度：通常，输出在大负载情况下会随温度升高而变化。为保证准确性，校准和测试时要保持一致温度。如果不一致，最好在不同的温度下都做一校准，并以保存备用。

寿命：寿命是根据你的使用情况而定。一般传感器可以反复使用，除了在一些极端情况下：如承受硬边或冲击力。经测试，对一个 **50lb** 的 **Flexiforce** 传感器可以使用一百万次。物理损伤自然会降低它的寿命。保持传感区域清洁，否则脏物会引起测量不准，及过早地进入饱和状态。

## 传感器性能指标

### 标准 **Flexiforce** 传感器（型号：**A201**）

<b>Sensor Properties</b>	
Thickness	0.008 (0.208 mm)
Length	8" (203 mm) 6" (152 mm) 4" (102 mm) 2" (51 mm)
Width	0.55" (14 mm)
Sensing Area	0.375" (9.53 mm) diameter
Connector	3-pin male square pin (center pin is inactive)
<b>Typical Performance</b>	
Force Ranges	0-1 lb (4.4 N) 0-25 lbs (110 N) 0-100 lbs (440 N)*
Operating Temperature Range	15°F to 140°F (-9°C to 60°C)
Linearity (Error)	+/- 3%
Repeatability	+/- 2.5% of full scale (conditioned sensor, 80% force applied)
Hysteresis	<4.5% of full scale (conditioned sensor, 80% force applied)
Drift	<5% per logarithmic time scale (constant load of 90% sensor rating)
Response Time	<5 microseconds
Output Change/Degree F	Up to 0.2% (~0.36% / °C). Loads <10 lbs, operating temperature can be increased to 165°F (74°C).

## 高温 Flexiforce 传感器

<b>Sensor Properties</b>	
Thickness	0.008" (0.203 mm)
Length	7.75" (197 mm) Optional: 6" (152 mm) Trimmed: 4" (102 mm) Lengths: 2" (51 mm)
Width	0.55" (14 mm)
Sensing Area	0.375" (9.53 mm) diameter
Connector	3-pin Male Square Pin (center pin is inactive)
Substrate	Polyimide (ex: Kapton)
<b>Typical Performance</b>	
Force Ranges	0-30 lbs (133N) 0-100 lbs (445N)
Operating Temperature Range	15°F to 400°F (-9°C to 204°C)
Repeatability	+/- 3.5% of full scale
Linearity	+/- 1.2% of full scale
Hysteresis	3.6% of full scale
Drift	3.3% per log time
Output Change/Degree F	0.16%

