

# GBY 型工具式表面应变传感器

## 使用说明书

### 一、用途

GBY 型工具式表面应变传感器，是由同济大学和我厂共同研制，且由我厂生产的新产品之一。它是采用高弹性材料，经过特殊的加工成形，再选用高精度电阻应变计作为敏感元件，经过粘贴组桥等工艺制作而成。它与静态、静动态和动态应变数据采集系统连接，再经过数采系统及其软件功能，可自动测得被测结构表面上的应变数值，它也可兼作测微计使用，可自动测定在标距之内裂缝宽度的发展变化的全过程。从而，它可广泛用于土建、水利、材料、桥梁、铁道、航空航天等民用或军工领域之中。

该传感器具有输出灵敏度极高、线性好、稳定性好、构造简单、安装使用方便并可揭下重复使用等优点，可取代大标距应变计，免去了大量的应变计粘贴防护工艺，改善了测试条件，提高了工作效率，性价比高，具有十分重大的经济效益，是广大用户值得选用的工具式表面应变传感器之一。

### 二、结构组成与工作原理

#### 2.1 结构组成

GBY 型传感器结构主要由下述几部分组成，参见图 1 所示。

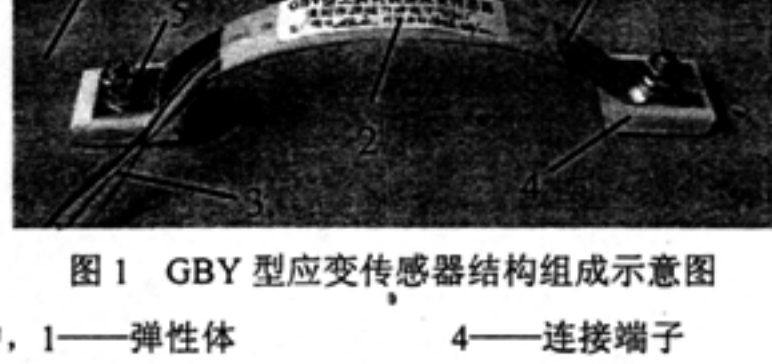


图 1 GBY 型应变传感器结构组成示意图

图中，1——弹性体  
2——电阻应变计  
3——引出导线  
4——连接端子  
5——固定螺丝  
6——被测试件

#### 2.1.1 弹性元件部分

传感器采用了高性能的弹性材料，经过专门的线切割加工，特殊的定型及热处理等工艺技术措施，设计时在弹性体中间开了一个孔，充分利用应力集中原理，提高了输出灵敏度。

#### 2.1.2 敏感元件选用及粘贴防护和组桥部分

敏感元件采用低蠕变，自补偿传感器用高精度电阻应变计，经过严格的粘贴工艺和防潮密封技术措施，再组成全电桥。

#### 2.1.3 引出导线部分

选用了特制的引出连接导线，供与各种不同型号的电阻应变放大器或数据采集系统相连接用。

2.1.4 传感器安装紧固件，采用特殊材料加工，两端底部可用 502 胶水快速固定于试件表面，再用工具把应变传感器作两次固定。

#### 2.2 工作原理

2.2.1 传感器的机电转换过程是首先采用粘贴在弹性元件上的电阻应变计的电阻效应，即如 (1) 式表示：

用户的检测方案选用本传感器，并按本说明书要求使用，可获得十分良好的效果，为更好地发挥本传感器的作用，特列出本传感器的选用原则及注意事项如下：

5.1 选用本传感器在测定被检试件表面应变时，根据不同试件材料和测试目的，正确选择应变计的标距  $L_0$  (mm)，如需测非匀质材料组成的试件（如混凝土结构），尽量选用标距大的为好，如仅需测定已知表面微细裂缝的开展情况时，则选用标距小的为好。

5.2 考虑到本传感器的安装使用方便，在弹性体设计和电阻应变计粘贴密封技术上均采用了一次成型，在使用中，注意不能损伤弹性体和敏感元件，当拆卸时，首先把传感器卸下，然后再拆除固定块，并尽量注意做好使用保养工作。

5.3 根据被检应变测点的应变方向，在作“二次”固定时作适当的量程范围调整。

5.4 当被测应变超过试件弹性范围，应考虑试件非线性影响。

5.5 每个传感器在出厂标定时，包含了 3m 长导线电阻，当传感器与放大器之间导线长  $\geq 20m$  时，将要参照有关应变数据系统的参数设置给予导线阻值的修正，或事先对该全套系统在专用的标定器上进行标定求出新的传感器系数，这样，同样可以保证应变传感器测值的精确性。

5.6 本传感器如有损坏，请送回本厂检修，对未经用户拆装且外形完好的产品，本厂对在出厂 18 个月内产品实行质量三包。

贴在被测试件的表面，待胶水固化后，再用工具旋紧两端固定螺丝作为二次固定，即为已经安装好。

#### 4.2 接桥方式

根据 GBY 型传感器引出导线上的标志或颜色接到 A (红)、B (黄)、C (蓝) 和 D (白)，正确地与使用的各种型号电阻应变放大器或数据采集系统相连，采用上述接线方法，当应变显示“正”即为被测试件受“拉”，反之则为“负”则为受“压”。

#### 4.3 应力值计算方法

本传感器均选用电阻应变式放大器或数据采集系统，只要求出某测量值的增量  $\Delta\mu\epsilon$ ，代入公式 (5)，求得  $\Delta D$ 。

$$\Delta D = \Delta\mu\epsilon / S \quad (5)$$

式中： $\Delta D$ ——表面位移增量值 (mm)；

$S$ ——GBY 型传感器输出灵敏度 ( $\mu\epsilon/mm$ )；

再代入公式 (6)，求得被测点的应变值。

$$\epsilon = \Delta D / L_0 \quad (6)$$

式中： $L_0$ ——GBY 型传感器两固定点之间的标距 (mm)

测点应力值的求得：

把式 (6) 中所求应变值代入公式 (7)，即可求得测点应力值：

$$\sigma = E\epsilon \quad (7)$$

式中： $E$ ——被测试件材料的弹性模量。

### 五、应变传感器的选用原则及使用注意事项

本传感器在一般正常使用下，不需要作特别的维护和保养，根据

$$R = \rho L / F \quad (1)$$

式中： $R$ ——金属丝栅的电阻值 ( $\Omega$ )；

$\rho$ ——金属丝栅的电阻率 ( $\Omega/mm^2/m$ )；

$L$ ——金属丝栅的长度 (m)；

$F$ ——金属丝栅的横截面积 ( $mm^2$ )。

2.2.2 利用电阻应变计灵敏度系数  $K$  值，来实现非电量的相对应变 ( $\epsilon$ ) 转换成为电阻量的相对变化量之比的关系式，如 (2) 式表示：

$$K = (\Delta R / R) / (\Delta L / L) \quad (2)$$

式中： $K$ ——电阻应变计的灵敏度系数；

$\Delta R / R$ ——电阻应变计电阻与相对变化的电阻之比；

$\Delta L / L$ ——被测试件受力后的相对变化量即  $\epsilon$ 。

2.2.3 利用电阻应变电桥的桥臂加减特性，把非电量的应变量转换为电压信号输出，其电阻应变电桥工作原理参见图 2 所示。

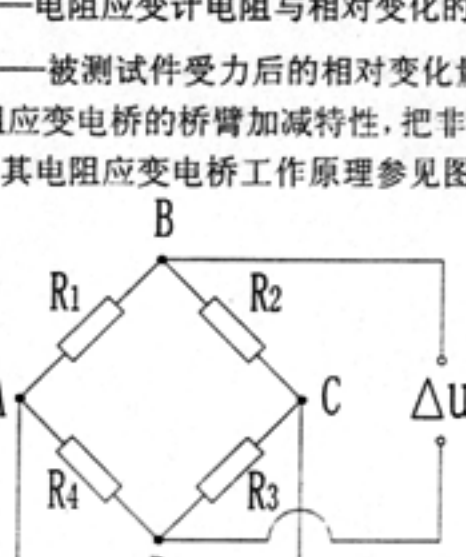


图 2 GBY 型传感器电阻应变电桥工作原理图

图中：

$R_1, R_2, R_3$  和  $R_4$ ——电阻应变电桥的 4 个桥臂电阻 ( $\Omega$ )；

$u$ ——电桥供桥电压 (V)；

$\Delta u$ ——电桥输出电压 (mV)。

根据图 2 所示，可得出电阻应变电桥的电压输出关系式如 (3) 式所示：

$$\Delta u = uK(\epsilon_1 - \epsilon_2 + \epsilon_3 - \epsilon_4) / 4 \quad (3)$$

式中： $u$ ——电桥供桥电压 V；

$\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$  和  $\epsilon_4$ ——电桥 4 个桥臂相对应应变；

$K$ ——电阻应变计的灵敏度系数。

传感器采用全桥接法，又根据贴片在弹性体上的受力机理，且已知  $\epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon_3 = \epsilon_4$  绝对值相等条件下，即其电压输出值  $\Delta u$  为：

$$\Delta u = uk\epsilon \quad (4)$$

本传感器就是充分利用上述 (1) ~ (4) 式的相关关系，其输出灵敏度比半桥独立补偿电桥提高了 4 倍，且温度又得到了自动补偿的目的。

### 三、GBY 型工具式表面应变传感器的主要技术指标

GBY 型工具式表面应变传感器的主要技术指标，参见表 1 所示。

GBY 型工具式表面应变传感器的主要技术指标 表 1

序号	技术指标	型号			
		GBY-60	GBY-100	GBY-125	GBY-350
1	标距 $L_0$ (mm)	50	100	125	350
2	变化量 $\Delta L$ (mm)	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$
3	输出灵敏度 $S$ ( $\mu\epsilon/mm$ )	2000	3000	3000	3000
4	校正系数 ( $\mu\epsilon/\mu\epsilon$ )	20	10	6.6	6.6
5	桥路电阻 ( $\Omega$ )	350	350	350	350
6	外形尺寸 (mm)	$65 \times 14 \times 0.8$	$115 \times 14 \times 0.8$	$145 \times 14 \times 0.8$	$370 \times 14 \times 0.8$
7	自重 (N)	0.01	0.02	0.03	0.1
8	使用对象	均质材料表面已知裂缝	非均质材料表面	同左	同左

9. 非线性 (%FS):  $\pm 0.1, \pm 0.3$  或  $\pm 0.5$ ;

10. 零漂和满漂 (%FS/ $\mu\epsilon$ ):  $\leq \pm 0.1/\pm 3$ ;

11. 重复性和滞迟误差 (%FS/ $\mu\epsilon$ ):  $\leq \pm 0.1/\pm 3$ ;

12. 使用温度范围 ( $^{\circ}C$ ):  $-35 \sim +80$ ;

13. 湿度使用范围 RH (%):  $\leq 90$  防水滴;

14. 供桥电压 (V):  $\leq 10.0$ ;

15. 使用应变放大器灵敏度系数:  $K = 2.00$ ;

16. 引出线长度 (m): 3.0 (可根据用户需要增或减);

17. 使用寿命 (次):  $5 \times 10^5$ 。