



# 阻抗式传感器

Impedance Sensors





### 3. 常用桥源模块

#### AD581：高精度10V基准电压源

- 电压输出：10.000V $\pm$ 5 mV（激光调整）
- 温度系数：5 ppm/ $^{\circ}$ C（0 $^{\circ}$ C~70 $^{\circ}$ C）  
10 ppm/ $^{\circ}$ C（-55 $^{\circ}$ C~125 $^{\circ}$ C）
- 长期稳定性：25 ppm/1000小时（非累积）
- 10 mA 电流输出能力



### 3. 常用桥源模块

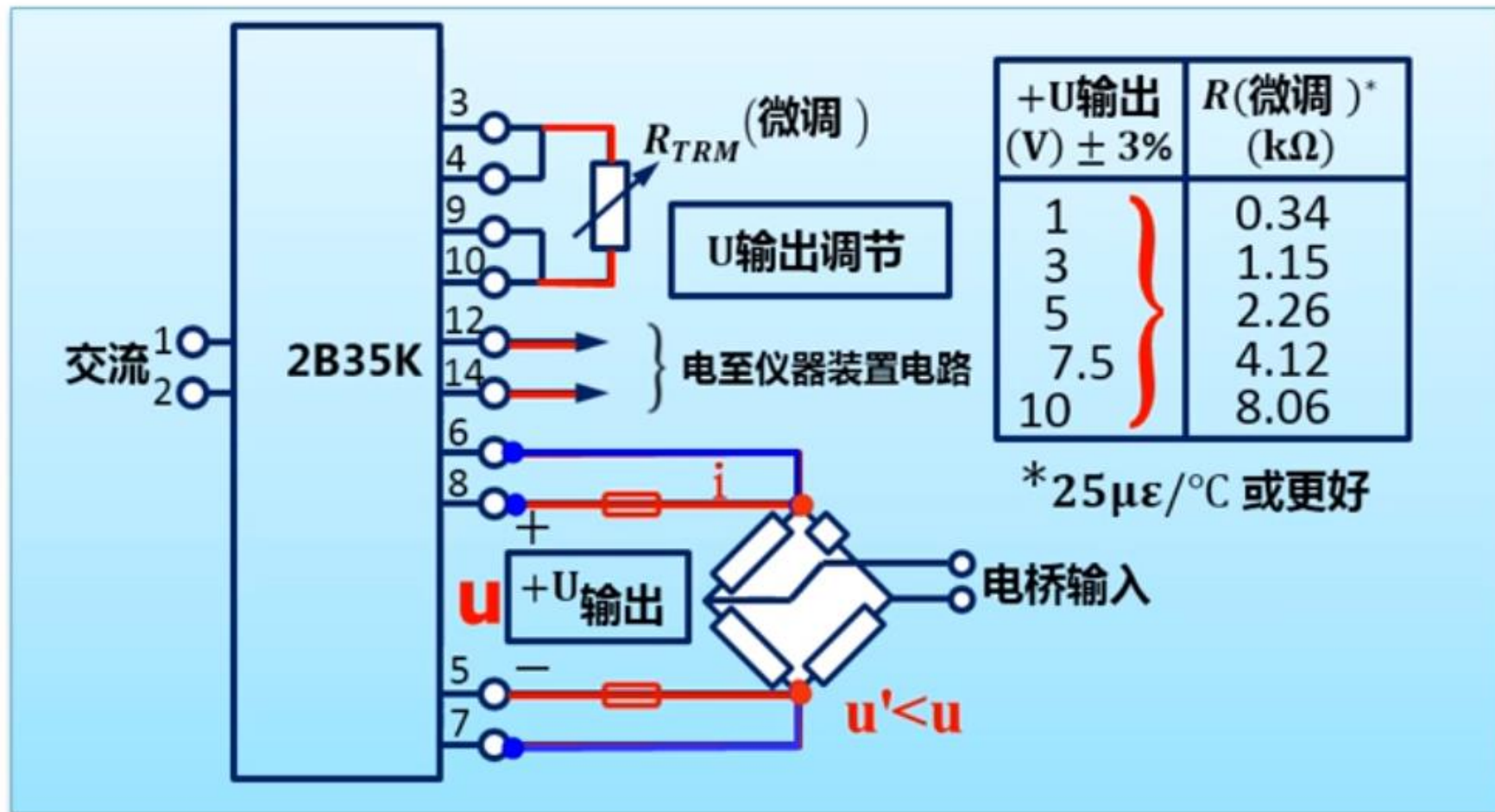
#### AD584：引脚可编程的精密基准电压源

- 四种可编程输出电压：10.000、7.500、5.000、2.500V
- 温度系数：5 ppm/°C (0°C~70°C)  
15 ppm/°C (-55°C~125°C)
- 10 mA 电流输出能力



### 3. 常用桥源模块

## 2B35





### 3. 常用桥源模块

#### 例：某车载动态应变仪的技术指标

##### 技术指标:

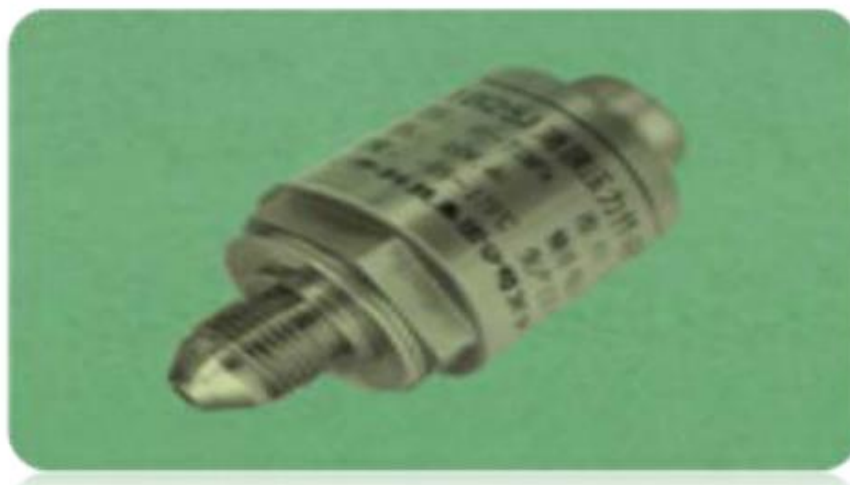
- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1、通道数：6                         | 9、工作方式，单臂、半桥、全桥  |
| 2、量程：0 ~ $\pm 5000 \mu\epsilon$ | 10、稳定性： $\leq 0.2\% \text{ F}\cdot\text{S}/4\text{小时}$ |
| 3、输出：0 ~ 5V                     | 11、放大倍数：0、500、1000、                                    |
| 4、非线性： $\leq 0.5\%$             | 2500、5000、10000  |
| 5、桥压：4V, 12V                    | 12、增量微调： $\pm 10\%$                                    |
| 6、应变计电阻： $120\Omega$            | 13、自动调零： $\geq \pm 5000 \mu\epsilon$                   |
| 7、灵敏系数：2                        | 14、残余应变 $\leq \pm 2 \mu\epsilon$                       |
| 8、信噪比： $\geq 60\text{dB}$       | 15、标定：100% , 80% , 30%                                 |



## 4. 应变式传感器的应用

电阻应变片主要是用于两个方面：

- 各种传感器
- 应力分析测试

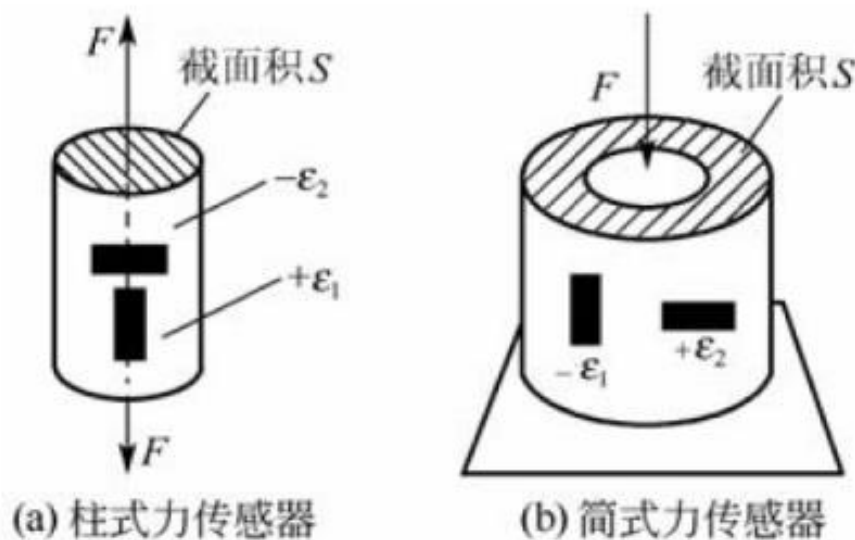




## 4. 应变式传感器的应用

### 电阻应变式力传感器

#### 1) 柱式力传感器



有实心（柱形）、空心（筒形）。在圆筒（柱）上按一定粘贴应变片。

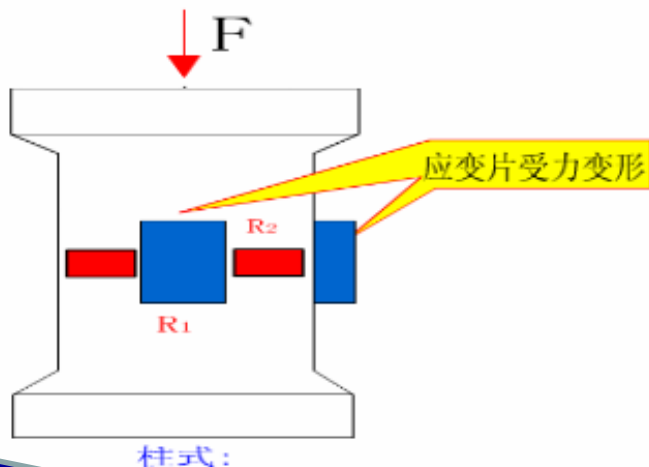




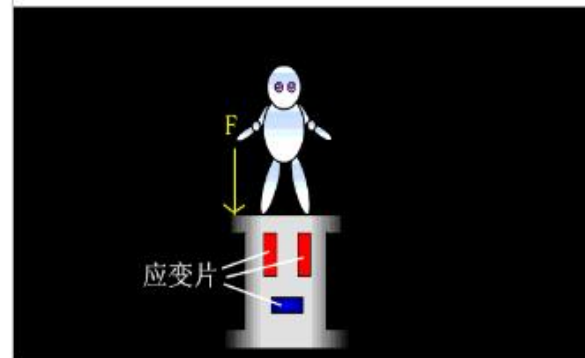
## 4. 应变式传感器的应用

### 电阻应变式力传感器

#### 1) 柱式力传感器



用于大吨位的实验机、轨道、起吊装备、火车头拉力测试以及各类电子秤。  
(如: 量程40t, ...500t, 精度0.2%)







## 4. 应变式传感器的应用

### 电阻应变式力传感器

#### 1) 柱式力传感器



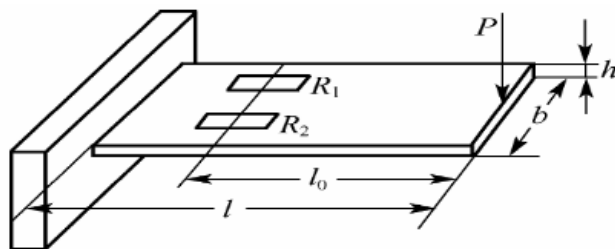
- 微型拉压力传感器，微型称重传感器；
- 量程：10kg，20kg…，5000kg；
- 准确度（线性+迟滞+重复性）：0.25%



## 4. 应变式传感器的应用

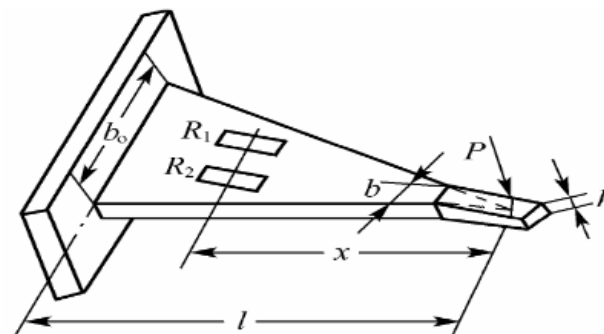
### 电阻应变式力传感器

#### 2) 悬臂梁式力传感器



等截面悬臂梁

$$\varepsilon = \frac{6l_0 F}{bh^2 E}$$



等强度悬臂梁

$$\varepsilon = \frac{6l F}{b_0 h^2 E}$$

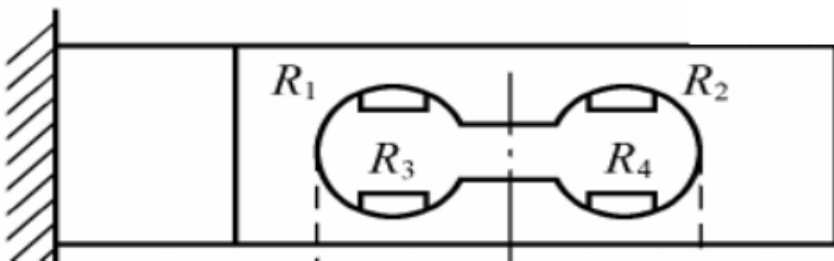
结构简单，灵敏度高，常用于几百kg的小载荷测量。



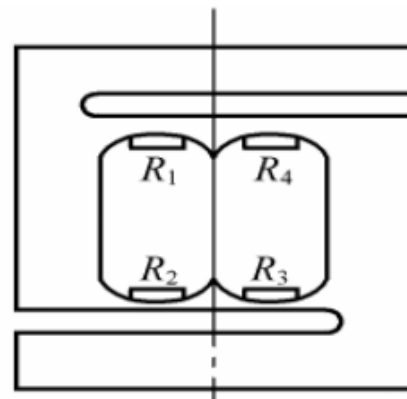
## 4. 应变式传感器的应用

### 电阻应变式力传感器

#### 2) 悬臂梁式力传感器



双孔梁



S型弹性元件

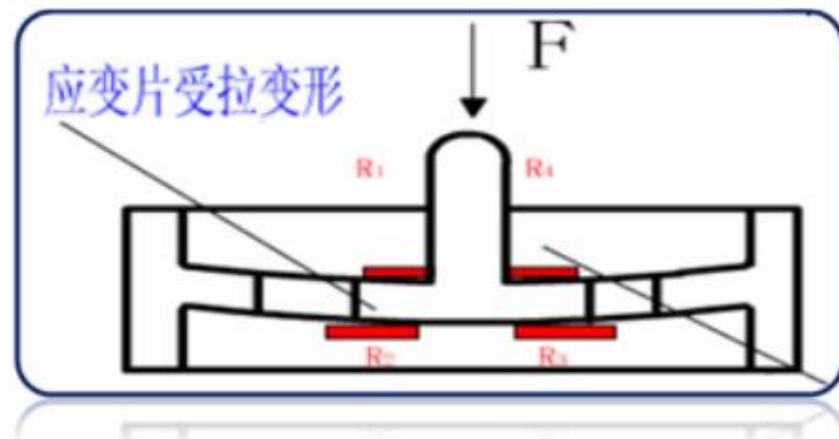
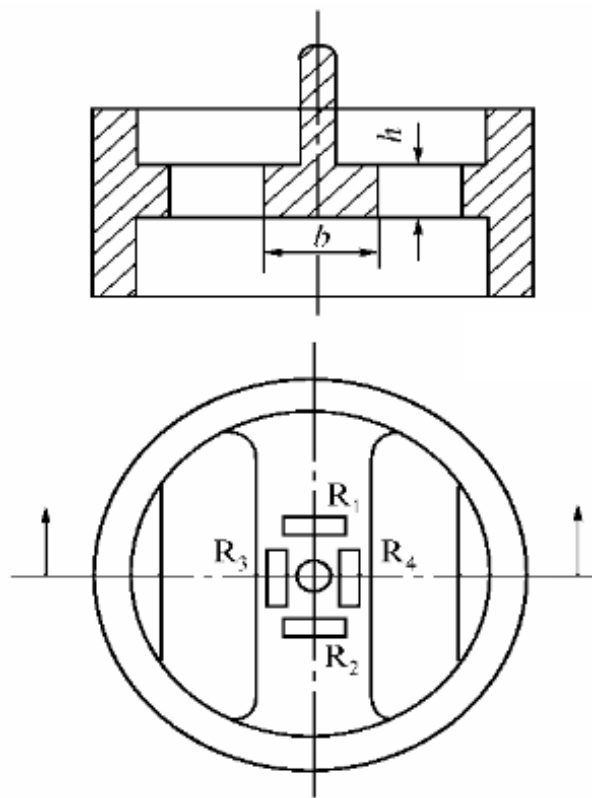
- **双孔梁**多用于小量程工业电子秤和商业电子秤。
- **S型弹性元件**，用于测量较小载荷。如：吊钩秤、配料秤、搅拌机、测力机、电子磅秤。



## 4. 应变式传感器的应用

### 电阻应变式力传感器

#### 3) 双端固定梁式力传感器



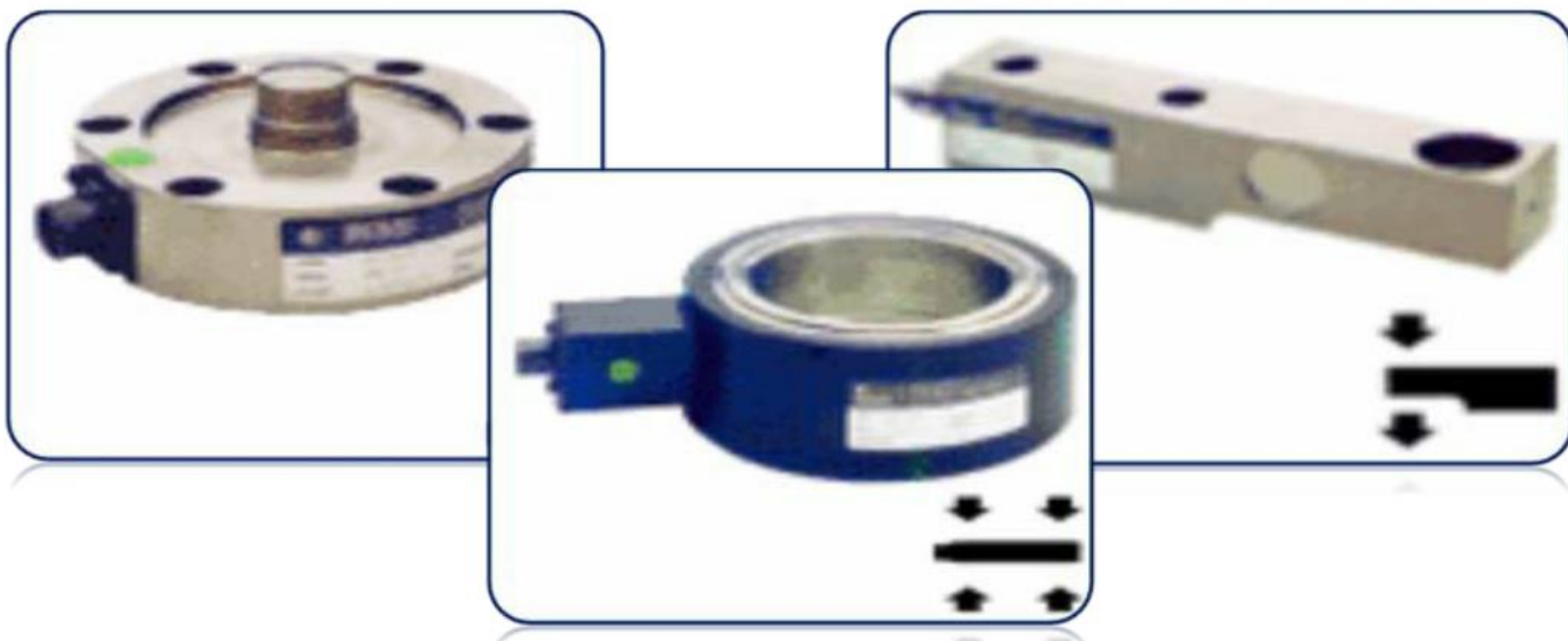
$$\varepsilon = \frac{3lF}{4bh^2E}$$

梁的两端固定，中间加载荷。这种梁的结构在相同力的作用下产生的挠度比悬臂梁小。



## 4. 应变式传感器的应用

### 电阻应变式力传感器

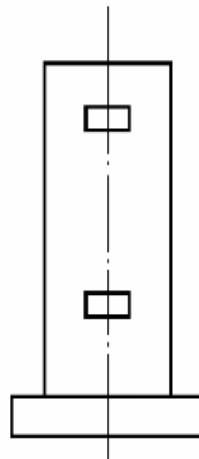
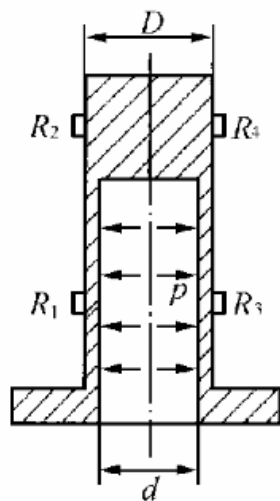
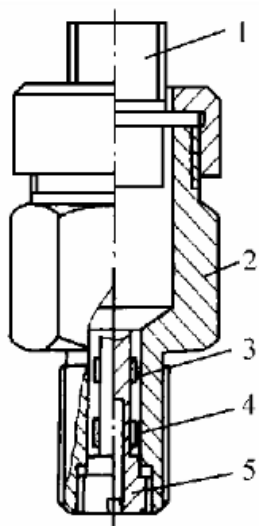


标准产品



## 4. 应变式传感器的应用

### 电阻应变式力传感器



(a) 结构示意图 (b) 筒式弹性元件 (c) 应变计步片

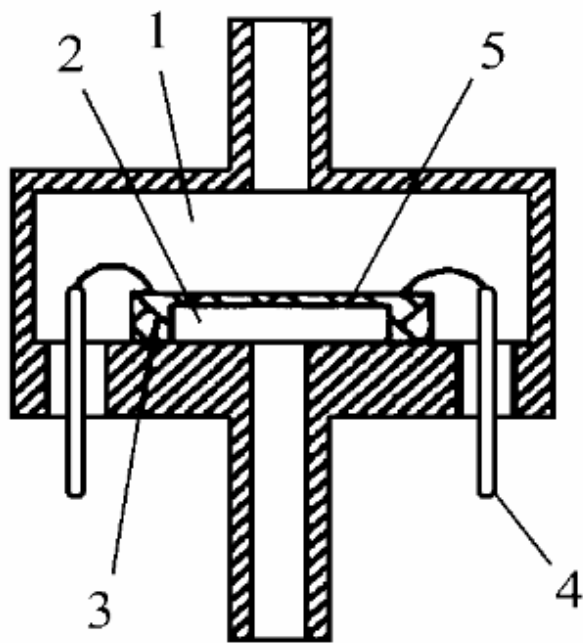
1-插座；2-基体；3-温度补偿应变计；4-工作应变计；5-应变筒

### 筒式压力传感器



## 4. 应变式传感器的应用

### 压阻式压力传感器



硅压力传感器示意图

1-低压腔；2-高压腔；  
3-硅杯；4-引线；5-硅膜片

### 恩德福克Endevco硅压力传感器

	8520A-10	8520A-500
量 程：	10psi	500psi
灵敏度：	30mv/psi	0.6mv/psi
非线性度：	0.25%	0.25%
温度范围：	-54~260°C	-54~260°C
固有频率：	110kHz	900kHz
重 量：	8.5g	8.5g

·1psi=6894.8 Nm<sup>2</sup>/(Pa)  
(Pounds per square inch)





## 4. 应变式传感器的应用

### 压阻式压力传感器

#### 小型压阻式压力传感器



低压进气口

高压进气口





## 4. 应变式传感器的应用

### 应变式传感器的用途

#### 1、应变式力传感器

- 主要用来测量荷重及力。
- 在电子自动秤中应用非常普遍，如电子轨道衡、电子吊车衡、电子配料秤、商用电子秤、电子皮带秤等。

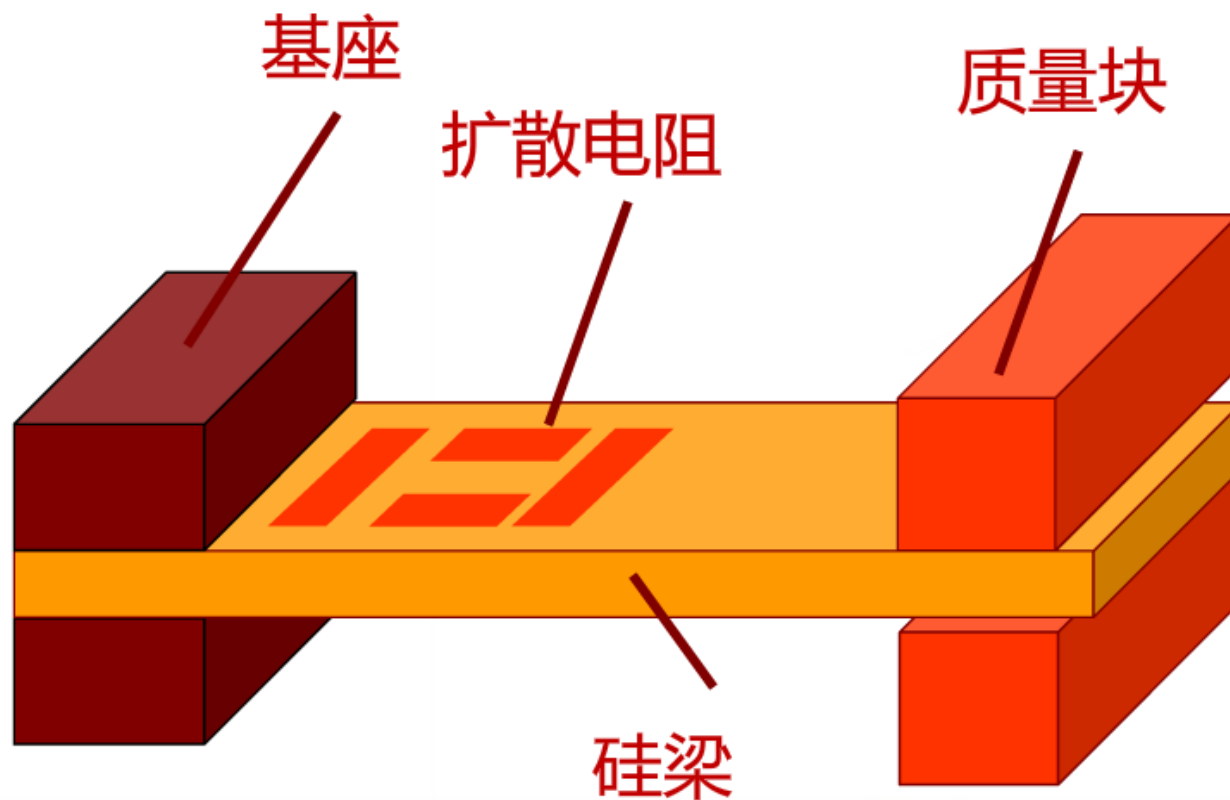
#### 2、应变式压力传感器

- 主要用来测量流动介质动态或静态压力。



## 4. 应变式传感器的应用

### 压阻式加速度传感器





## 4. 应变式传感器的应用

### 汽车衡





## 4. 应变式传感器的应用

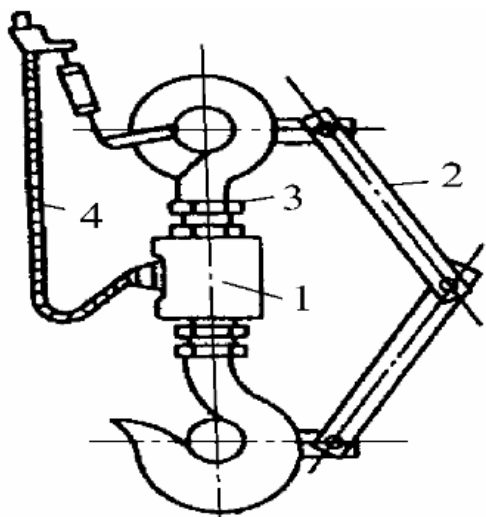
### 汽车衡



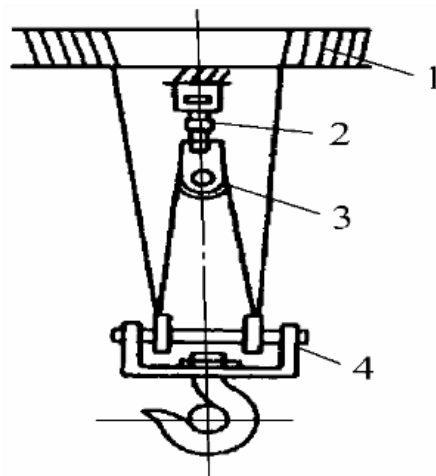


## 4. 应变式传感器的应用

### 吊钩秤



荷重传感器安装在吊钩上  
(图中1为传感器)



传感器安装在钢丝绳固定端  
(图中2为传感器)





## 4. 应变式传感器的应用

### 实际科研实例—大运载质量质心测量

- 大型运载火箭新型号不断发展
- 总装工艺和检测技术不断提高和进步
- 运载火箭的质量、质心参数直接影响运载能力和入轨精度



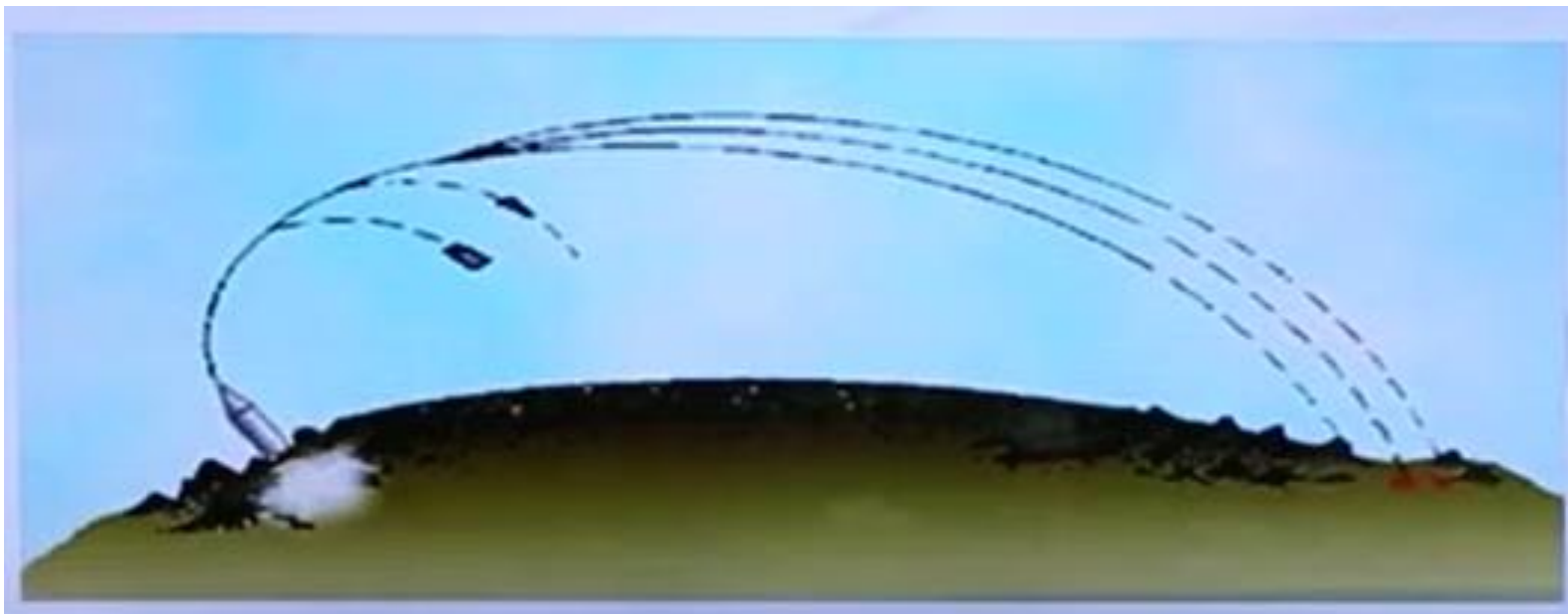




## 4. 应变式传感器的应用

### 实际科研实例—大运载质量质心测量

- 飞行器的形心与质心的不重合程度，将直接影响发射的姿态和其在空中的轨迹。





## 4. 应变式传感器的应用

### 实际科研实例—大运载质量质心测量

- 一般飞行器内部结构非常复杂，各类控制元件林立，质量分布不均，用理论计算很难得到质心的几何位置。

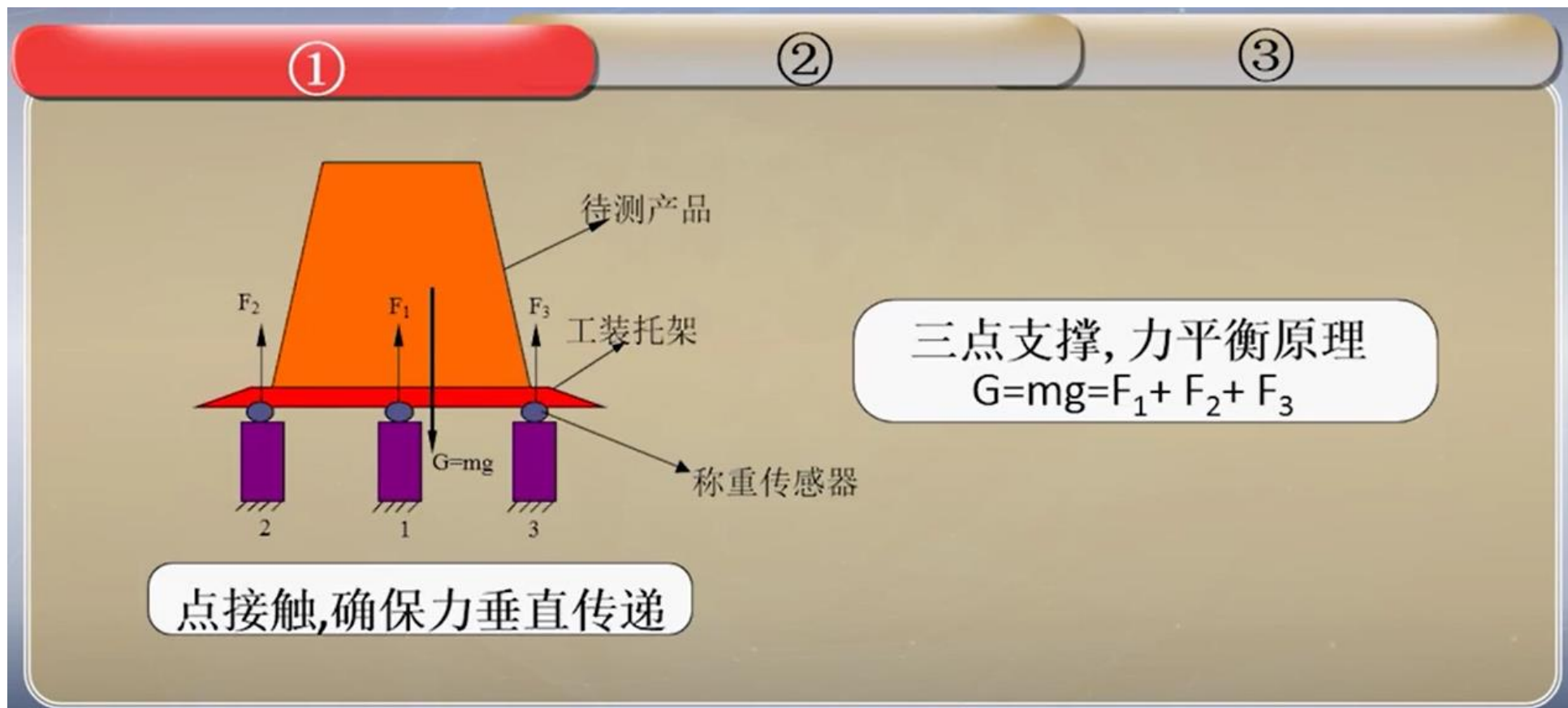
AIM-54 “不死鸟” Phoenix 远程空空导弹





## 4. 应变式传感器的应用

### 质量、质心测量的基本原理





## 4. 应变式传感器的应用

### 质量、质心测量的基本原理

①

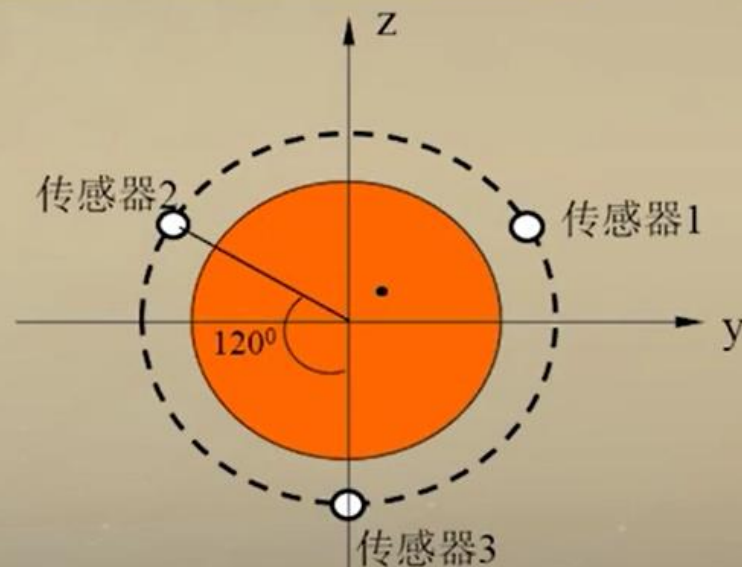
②

③

根据力矩平衡原理，可得横向质心坐标

$$Y_G = \frac{(P_1 - P_2)}{P} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \right) R$$

$$Z_G = \frac{P_1 + P_2 - 2P_3}{2P} R$$



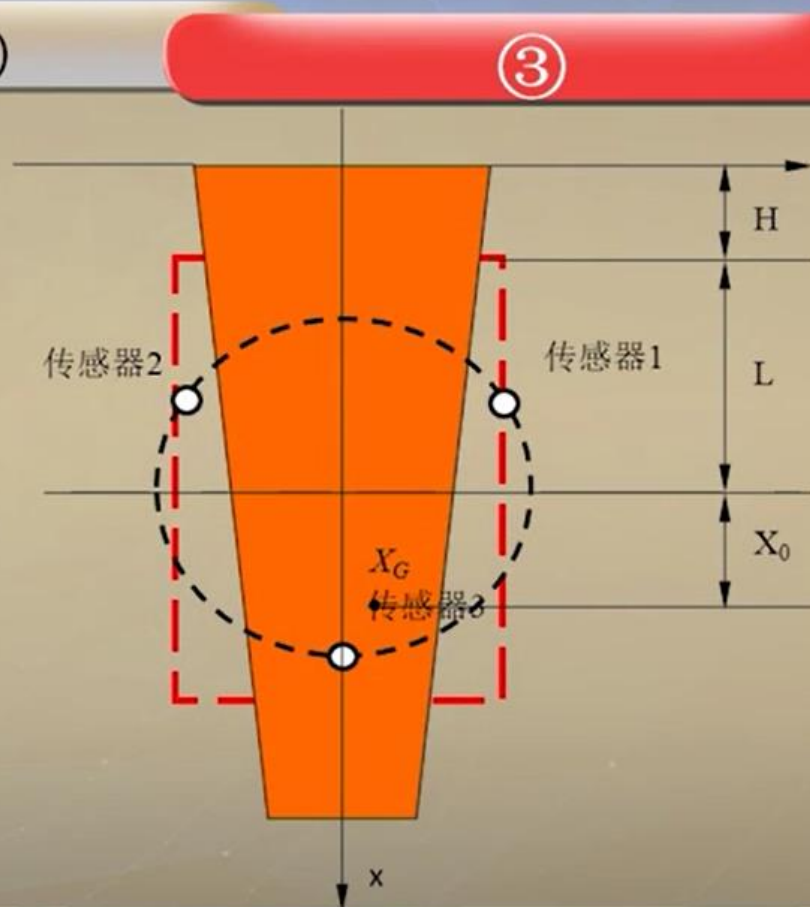


## 4. 应变式传感器的应用

### 质量、质心测量的基本原理

根据力矩平衡原理，  
可得纵向质心坐标

$$X_G = H + L - \frac{P_1 + P_2 - 2P_3}{P} R$$

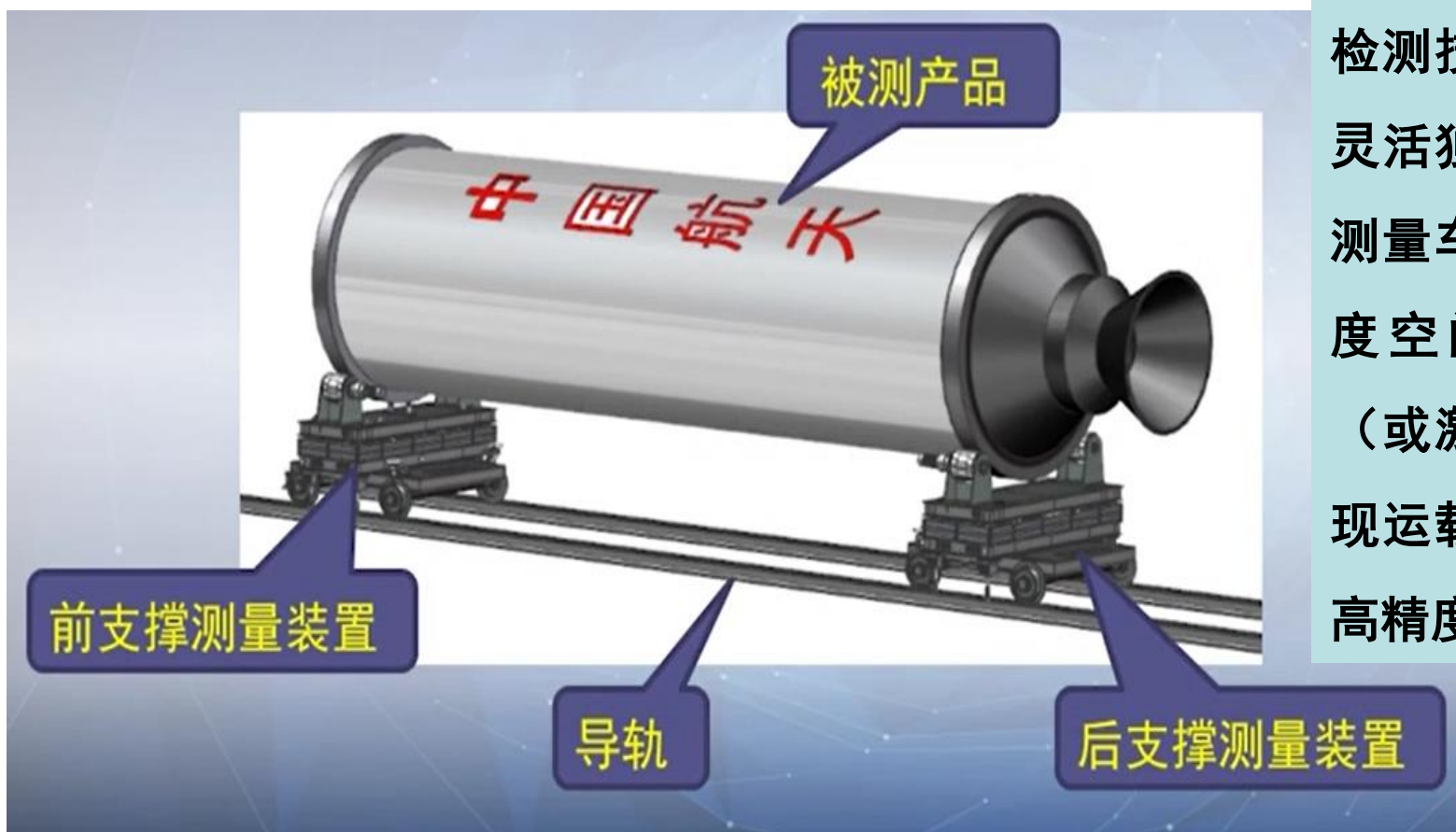






## 4. 应变式传感器的应用

### 实际科研实例—大运载质量质心测量

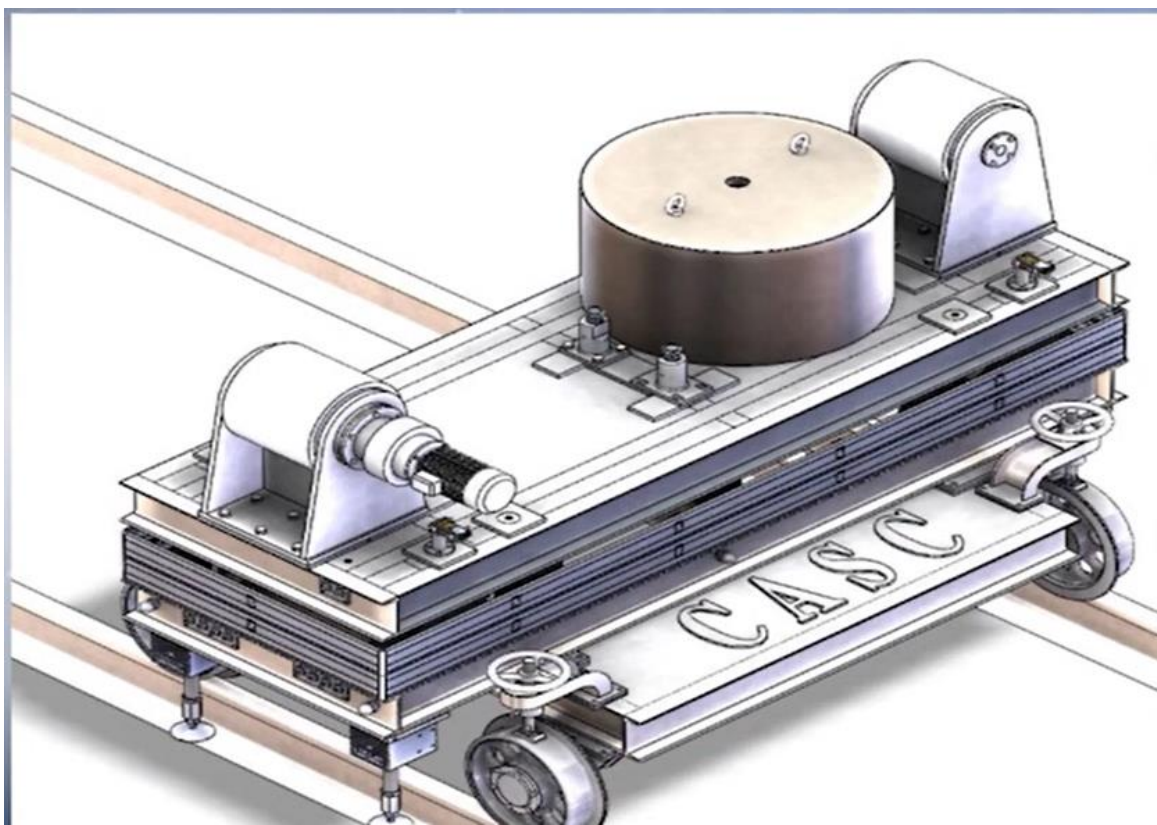


运载火箭质量质心柔性检测技术，即采用两套灵活独立的高精度组合测量车，并可配合高精度空间坐标测量仪器（或激光测距仪），实现运载火箭质量质心的高精度测量。



## 4. 应变式传感器的应用

### 实际科研实例—大运载质量质心测量



测量机构作用：

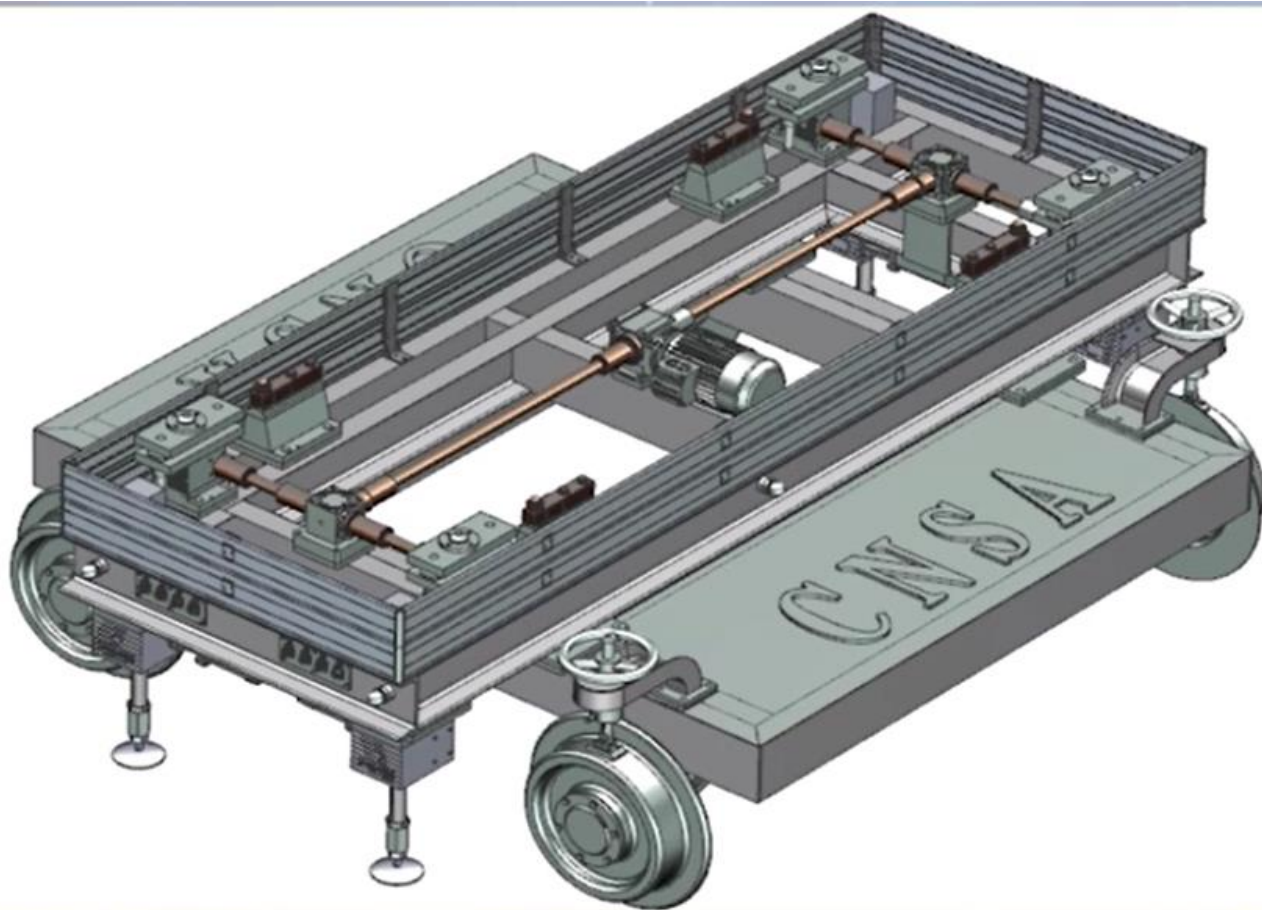
通过对重量的测量，及  
测量点的水平位置，计  
算出被测产品的质量  
和质心。





## 4. 应变式传感器的应用

### 实际科研实例—大运载质量质心测量



由四个称重传感器组成，  
每个传感器对应上台框  
上的一个球窝（或柱窝，  
或平面）。



## 4. 应变式传感器的应用

### 应变式传感器小结

- 应变效应、压阻效应；
- 应变片的灵敏系数 $K$ ；
- 温度误差及其补偿；
- 测量电桥；
- 应用。

