

实验十一：索力测试

1. 实验目的

- 1、学习索力测试的原理；
- 2、学习索力测试方法。

2. 实验仪器及安装示意图

实验仪器：INV1601C 型振动教学实验仪、INV1601T 型振动教学实验台、电涡流传感器、单自由度钢丝质量系统、配重块。软件：INV1601 型 DASP 软件。

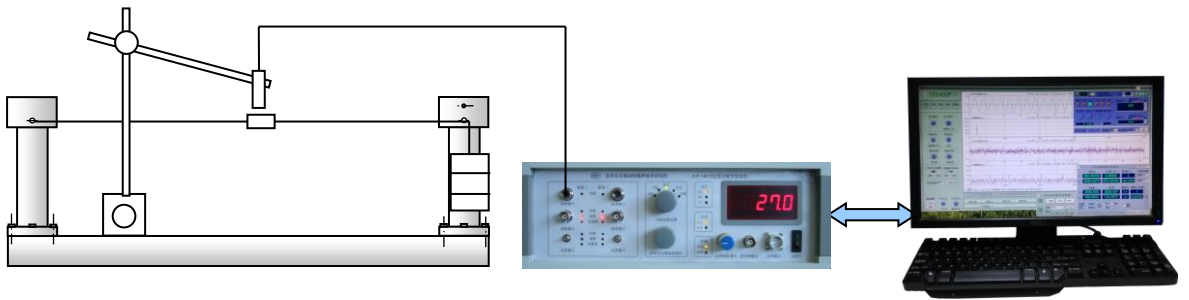


图 1 仪器连接示意图

3. 实验原理

拉索是斜拉桥和悬索桥的重要承重构件，设计和施工时通过调整拉索的索力：使塔、梁处于最佳受力状态。在运营过程中，亦应不断监测索力变化，及时调整索力，使之处于设计要求的状态。因此，无论施工过程还是运营过程中均需准确的测知索力。

频率法目前是斜拉桥测索力的普遍应用方法，索的边界条件为两端固定，索的质量均匀分布时，在本程序模块中，索力计算公式为：

$$T = \frac{4ML^2}{n^2} \cdot f_n^2$$

其中：T—索的拉力(N)； M—索单位长度的质量(kg/m)；

L—缆索的长度(m)； f_n —第 n 阶自振频率。

在该实验中采用钢丝模拟索力的测试过程，钢丝的质量可以忽略不计，在钢丝上加一质量块，形成集中质量的单自由度系统，激励质量块，产生自由衰减振动，测得其频率，就可
通过以下公式来计算：

$$T = \pi^2 f^2 Lm$$

当采用两个集中质量块均匀分布，并且两个质量块质量均为 m 时，激励质量块产生自由衰减振动，测得其两阶频率，就可通过以下公式来计算：

$$T = \frac{4\pi^2 f_n^2 Lm}{3 \times (2n-1)} \quad (n=1,2)$$

当采用三个集中质量块均匀分布，并且三个质量块质量均为 m 时，激励质量块产生自由衰减振动，测得其三阶频率，就可通过以下公式来计算：

$$T = \frac{\pi^2 f_n^2 Lm}{2 + (n-2)\sqrt{2}} \quad (n=1,2,3)$$

m ——小质量块质量 (kg)； L ——钢丝两端支承点间距 (m)； n ——为频率阶数。

4. 实验步骤

- 1、仪器安装：按示意图安装配重块和钢丝质量块组成的单自由度悬索系统，电涡流位移传感器安装在质量块上面，距离约为 2mm 左右，电涡流传感器的输出接入 INV1601C 型实验仪的第一通道的电涡流传感器输入端。
- 2、开机进入 INV1601 型 DASP 软件的主界面，选择单通道按钮。进入单通道示波状态进行波形和频谱同时示波。打开“虚拟仪器库”内的“高精度频率计”。
- 3、在采样参数菜单中推荐设置：采样频率为 200Hz，程控 1 倍、采样点数 2K、工程单位 μm 。
- 4、用手在垂直方向轻轻拉开小质量块，使小质量块离开平衡位置，放开手后，系统做自由衰减振动，在右窗口中读取频率，计算索力值。
- 5、改变配重块质量，重复以上步骤。

提示：为了更方便的读取系统频率，可以采用触发采样的方式对自由衰减振动信号进行示波

采集。触发采样参数可以设置为：

触发方式和电平 (mV): 滞后点
 绝对值 500 32

5. 实验结果和分析

配重质量 (kg)	实验次数	测试频率 (Hz)	单小质量块(g)	支承钢丝长 (m)	索力(N)
1	1	16.49	6	0.68	10.95
	2	16.48	6	0.68	10.93
2	1	22.55	6	0.68	20.48
	2	22.55	6	0.68	20.47
3	1	27.55	6	0.68	30.57
	2	27.62	6	0.68	30.71
3.5	1	29.17	6	0.68	34.26
	2	29.13	6	0.68	34.17

单一质量块，使用 $T = \pi^2 f^2 Lm$ 计算索力