

桥梁震动实验报告

一、实验目的

1. 了解桥梁基本结构，学习搭建桥梁；
2. 掌握利用数据采集器和计算机分析传感器数据；
3. 理解共振的概念，探究桥梁共振现象。

二、实验准备

本实验所需仪器主要由以下几部分构成: PASCO 系统 850 接口、计算机、机械振动驱动器、称重传感放大器, 称重传感器、砝码、桥梁杆件等。

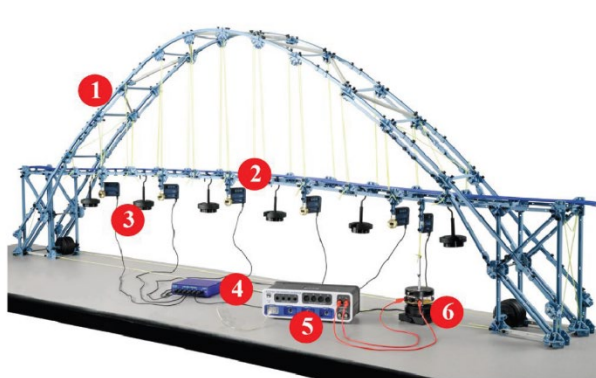


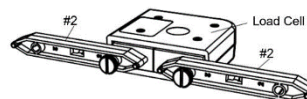
图 1 桥梁震动实验仪器图

(1: 工字梁等桥梁配件; 2: 称重传感器; 3: 配重砝码; 4: 称重传感放大器; 5: PASCO 系统 850 数据采集接口; 6: 机械振动驱动器;)

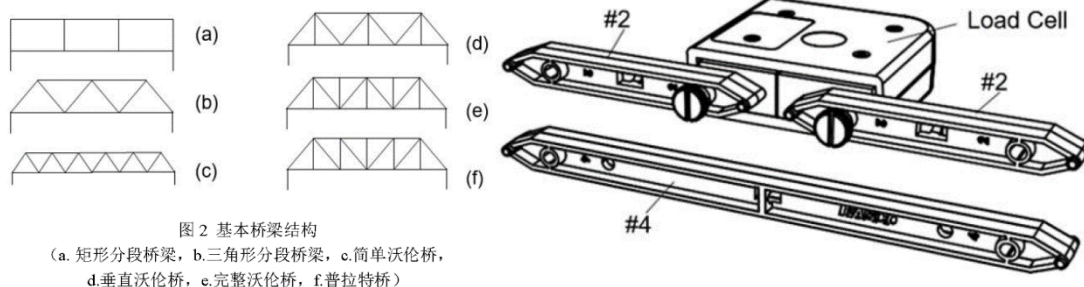
三、实验步骤

(一) 准备

1. 将称重传感放大器连接到 850 通用接口上的端口。
2. 将四个 5N 的称重传感器连接到称重传感放大器的前四个端口。
3. 在 Capstone 软件中, 创建四个“数字表”, 并为每个数据显示窗口选择一个称重传感器读数。
4. 在称重传感放大器的前面, 按归零按钮(tare)将所有传感器归零。
5. 测试正负号:
 - a) 将两个#2 工字梁连接到一个称重传感器。
 - b) 在 Capstone 软件界面, 点击“记录”。拉伸工字梁, 使力传感器处于紧张状态。
 - c) 观察数字表当中的张力数值的正负性。



(二) 基础结构桥梁受力分析



a) 矩形分段桥梁

1. 用#4 和#6 工字梁建造如图 4 所示的桥梁, 用#3 梁连接两侧。
2. 将称重传感器放入桥中。(将 #6 梁改为 2 个#4 梁连接一个传感器, 将#4 梁改为 2 个#2 梁连接一个传感器)
3. 在没有悬挂砝码的情况下, 按传感器放大器上的归零按钮 (tare) 将所有传感器设置为零。
4. 将 1.5 公斤的砝码(单个称钩与单个砝码均为 0.5 公斤)挂

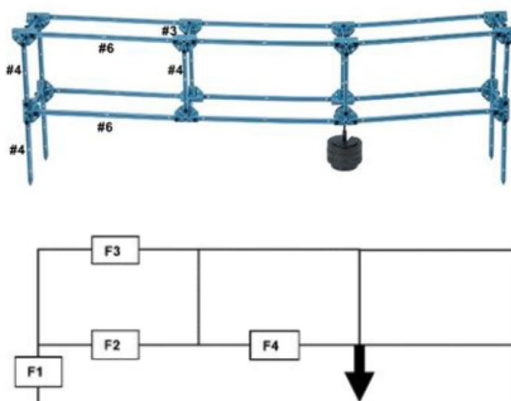


图 4 矩形分段桥梁示意图

- 在图 4 显示黑色箭头上(称钩挂在连接桥梁的#3 梁上), 并记录这些传感器的数值, 重复测量三次, 自行列表或在软件中调用表格记录数据。
5. 根据数据的正负来判断哪些梁在受压, 哪些梁在受拉, 分析矩形分段桥的主要缺点。

b) 三角形分段桥梁

1. 用#5 和#6 工字梁建造如图 5 所示的桥梁, 用#3 梁连接两侧, 并把传感器放入桥中。
2. 在没有悬挂砝码的情况下, 按传感器放大器上的归零按钮将所有传感器设置为零。
3. 将 1.5 公斤的砝码挂在图 5 显示黑色箭头上, 并记录这些传感器的数值, 重复测量三次, 自行列表或在软件中调用表格记录数据。
4. 根据数据的正负来判断哪些梁在受压, 哪些梁在受拉。

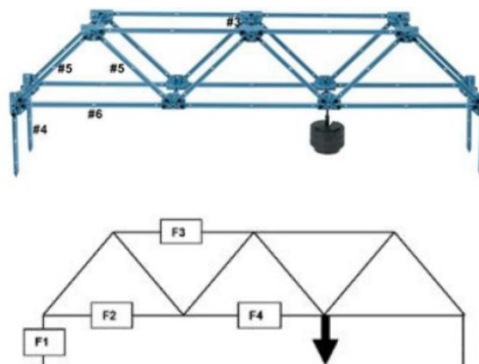


图 5 三角形分段桥梁示意图

c) 沃伦桁架桥(较小规模)

1. 用#3 和#4 工字梁建造如图 6 所示的桥梁,用#3 梁连接两侧,并将传感器放入桥中。
2. 在没有悬挂砝码的情况下, 按传感器放大器上的归零按钮将所有传感器设置为零。
3. 将 1.5 公斤的砝码挂在图 6 显示黑色箭头上, 并记录这些传感器的数值, 重复测量三次, 自行列表或在软件中调用表格记录数据。
4. 根据数据的正负来判断哪些梁在受压, 哪些梁在受拉。

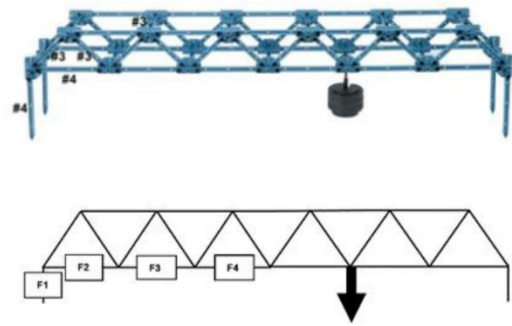


图 6 沃伦桁架桥（较小规模）示意图

d) 沃伦桁架桥与垂直支撑

1. 在此前建造的沃伦桁架桥(较小规模)中, 增加#4 垂直。(如图 7)
2. 在没有悬挂砝码的情况下, 按传感器放大器上的归零按钮将所有传感器设置为零。
3. 将 1.5 公斤的砝码挂在图 7 显示黑色箭头上, 并记录这些传感器的数值, 重复测量三次, 自行列表或在软件中调用表格记录数据。
4. 分析:桥上负荷如何改变, 桥上加入垂直结构的原因。

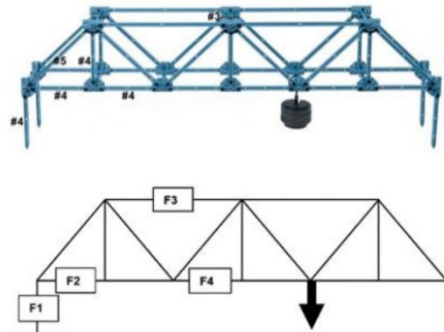


图 7 垂直沃伦桁架桥示意图

e) e/f: 完整沃伦桁架桥与普拉特桁架桥

1. 如图 8(左)所示, 构建完整沃伦架桥。
2. 在没有悬挂砝码的情况下, 按传感器放大器上的归零按钮将所有传感器设置为零。
3. 将 1.5 公斤的砝码挂在图 8 显示黑色箭头上, 并记录这些传感器的数值, 重复测量三次, 自行列表或在软件中调用表格记录数据。
4. 将完整沃伦桁架桥更换为普拉特桁架桥, 如图 8(右), 重复步骤 2)和 3)。
5. 分析两桥负荷有何不同。

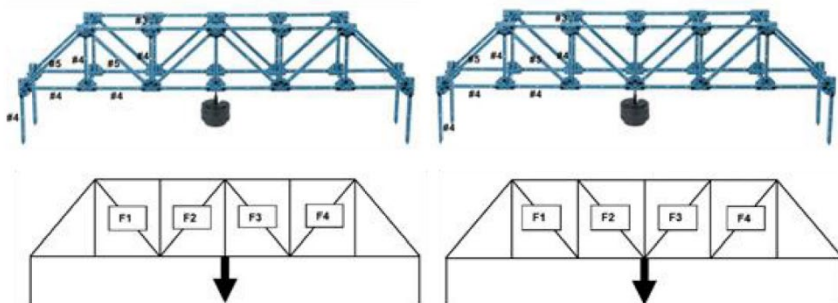


图 8 完整沃伦桁架桥（左）与普拉特桁架桥（右）示意图

(三) 复杂结构桥梁振动研究

1. 搭建桥梁与软件设置

1. 将 5 个 5N 的传感器放置在复杂拱桥的指定测量位置上, 并连接称重传感放大器, 如图 1 所示(先不悬挂砝码)。

2. 将 1 个 100N 的传感器悬挂在桥梁杆件上, 并连接机械振动驱动器, 如图 9(左)所示。

3. 使用两条香蕉型细绳将机械振动驱动器(SF-9324)连接到 850 接口的#1 输出口, 如图 9(右)所示。

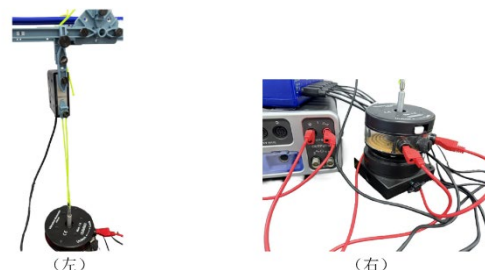


图 9 100N 传感器、机械振动驱动器的连接方法

4. 按传感器放大器上的归零按钮将所有传感器设置为零。

5. 点击 Cpastone 软件右侧菜单栏中的 FFT 图标, 创建 6 个 FFT 显示框, 并为每个数据 displays 窗口选择一个称重传感器读数。

2. 桥梁基频测量

a) 自由振动

1. 设置采样率为 70Hz。点开自动模式, 拖拽频率轴到最大频率为 35Hz。
2. 开始记录, 用手打击桥梁的横梁中间部位三次。
3. 在表格中重命名为“Hit 1”。
4. 在采样控制栏的页面底部切换到网放模式。
5. 用回放控制单步调试数据, 使用 FFT 协调工具寻找共振峰。自拟表格, 在表中记录每个称重传感器的共振频率, 重复测量三次。

b) 受迫振动

1. 打开软件左边菜单中的信号发生器, 设置信号发生器#1 端口的频率为表中的最低频率且振幅为 3V。
2. 在信号发生器关闭状态下, 勾选“自动”窗格。
3. 点击记录, 振动大约 5 秒钟注意观察桥振动时的形状。记录你观察的现象。
4. 改变信号发生器的频率到下一个最高, 重复步 2 和步 3。对表中的所有频率进行上述操作。
5. 如果最低固有频率不是基频, 试着以更低的频率驱动桥梁, 看看是否可以得到更低的模式。

c) 探究桥梁基频的影响因素

1. 改变激励桥梁的振动方式, 比如一阶正对称(节点为桥梁两侧)、一阶反对称(节点为桥梁跨中)等, 寻找不同振动模态下的主频, 自拟表格记录数据, 并分析其规律。
2. 在桥梁的不同位置悬挂砝码, 研究荷重的增加与质量的分布对桥梁基频的影响。