

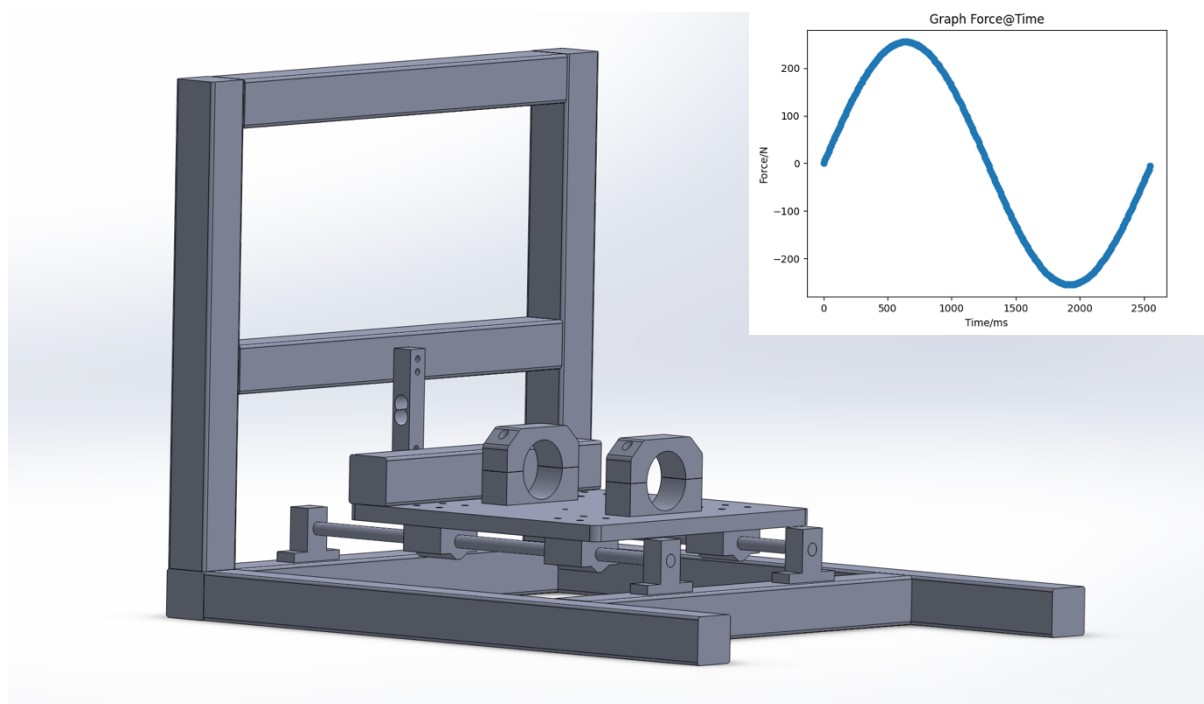
水平推力测定台说明手册

任务要求

实现 10 公斤水平推力精确测定，通过推力数据绘制力关于时间（F/t）图像。

实现思路

使用欧标 3030 铝方管作为框架材料，将 304 不锈钢材质托盘放置在滑轨上，并将产生推力的物品通过夹具固定在托盘上。产生推力时，带动滑块向前推测力计进行测力。测力计由 10 公斤测力模块组成，使用 Arduino + HX711 模块处理数据，并使用 Python 程序生成相关图像。



测试台还包括两盏大灯提供照明。

物品清单

铝方管

欧标 3030 400mm	2 个
欧标 3030 360mm	1 个
欧标 3030 300mm	5 个
欧标 3030 200mm	1 个
欧标 3030 直角连接角件	16 套
欧标 3030 滑块螺母	支架 8+托盘前挡 2+测力计前板 2+侧板 2 个
欧标 3030 端盖	8 个

轴

钢制轴 $\varnothing 8$ 300mm	2 根
轴固定支架 $\varnothing 8$	4 个
厢式滑块 $\varnothing 8$	4 个
限位器 $\varnothing 8$	1 个

有

螺丝

M4*10 (滑块)	16 根
M4*10 (固定支架)	8 根
M4*15 (前挡)	1 根

电路元件

测力计 (含 HX711)	1 套
Arduino Mega 2560	1 个
Arduino Micro SD 卡组件	1 个
数码管显示屏	1 个
杜邦线	若干

*删去, 保留拓展能力***夹具**

夹具 (3D 打印)	2 套
------------	-----

灯具

灯具 (遮光罩 3D 打印)	2 套
----------------	-----

其他自制

托盘 (木板/亚克力)	1 个
前挡板	1 个
测力计防撞板	1 个

切割

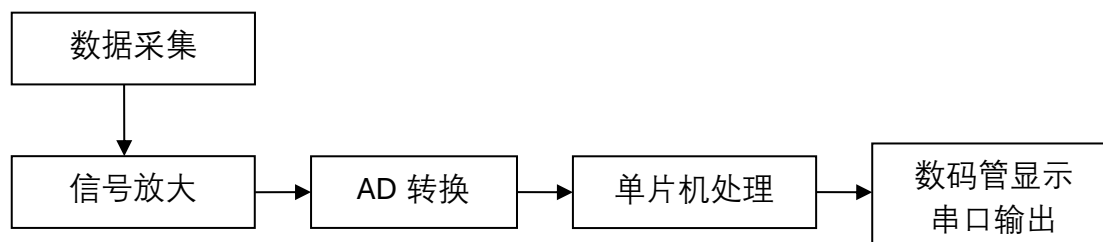
切割

切割

实现技术参数

长宽高	430*360*330
承重能力	约 50kg
测量推力范围	0.02kg-20kg
最大安全推力	30kg
承载物直径	38-52mm
承载物长度 (建议)	40-200mm
承载物长度 (理论最大)	300mm
理论最小采样率	10ms/次
实际采样率	100ms/次

原理解释



由压力传感器采集信号，并通过 HX711 芯片信号放大、AD 转换实现用数字信号输入进 Arduino 单片机进行处理，最终将数据存储并显示。

HX711 是一款专为高精度电子秤而设计的 24 位 A/D 转换器芯片。与同类型其它芯片相比，该芯片集成了包括稳压电源、片内时钟振荡器等其它同类型芯片所需要的外围电路，具有集成度高、响应速度快、抗干扰性强等优点。降低了电子秤的整机成本，提高了整机的性能和可靠性。该芯片与后端 MCU 芯片的接口和编程非常简单，所有控制信号由管脚驱动，无需对芯片内部的寄存器编程。输入选择开关可任意选取通道 A 或通道 B，与其内部的低噪声可编程放大器相连。通道 A 的可编程增益为 128 或 64，对应的满额度差分输入信号幅值分别为 $\pm 20\text{mV}$ 或 $\pm 40\text{mV}$ 。通道 B 则为固定的 64 增益，用于系统参数检测。芯片内提供的稳压电源可以直接向外部传感器和芯片内的 A/D 转换器提供电源，系统板上无需另外的模拟电源。芯片内的时钟振荡器不需要任何外接器件。上电自动复位功能简化了开机的初始化过程。

HX711 与单片机的通讯由管脚 SCK 和 DOUT 组成的串行通讯模式。当 DOUT 从高电平变成低电平后，SCK 一次输入 25 个脉冲，将 24 位 A/D 转换数据读入单片机，并在第 25 个时钟脉冲选择好下次转换的输入通道和增益。

使用方法

打开 Arduino IDE 的串口监视器，并向 Arduino 通电，等待显示屏显示“8888”，此时系统初始化完毕。

轻推测力计一下，使屏幕显示“0000”。松开后，屏幕会开始倒计时 3 秒。等到显示“0”时，开始测力。

将产生推力的物体水平推测力计，当测力计记录到力时，屏幕会显示力的大小，当力小于 10000g 时单位为克 (g)，超过时显示单位为千克 (kg)，此时会向 SD 卡内写入数据。

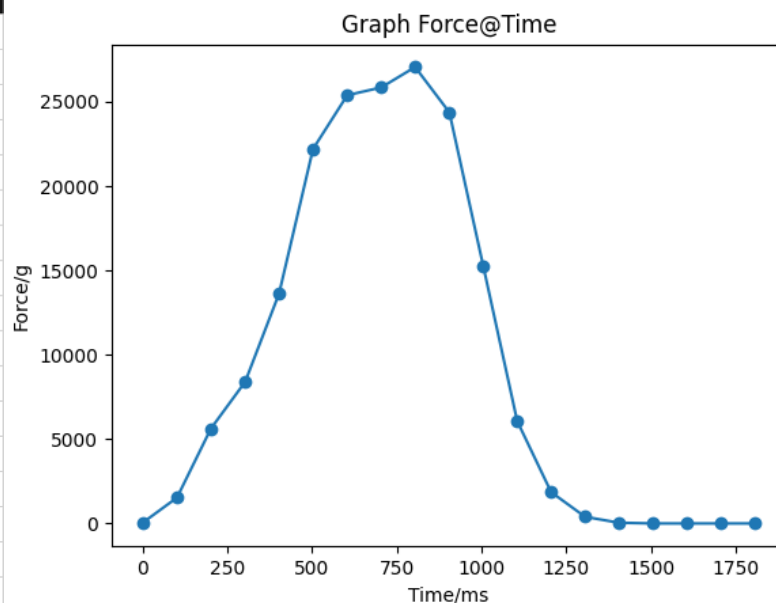
测力完成后，相反方向拉动测力模块，使之产生超过负 1000 克的力，然后切断电源即可。

总结反思

当前版本已经过手压力测试，考核范围 0-33kg，顺利通过。

本产品出色地完成了推力测定任务，在 1.5s 内完成了 16 个采样（左图），绘制出了拟合曲线，并进行了积分运算，得出了推力曲线（右图）。

	A	B
1	Time (ms)	Force (g)
2	0	31.06
3	102	1531.39
4	202	5625.43
5	303	8397.33
6	403	13632.03
7	503	22196.11
8	604	25384.54
9	704	25843.17
10	804	27053.34
11	905	24367.37
12	1005	15248.31
13	1105	6067.28
14	1205	1857.4
15	1305	396.51
16	1405	43.76
17	1506	1.74



本方案原先存在测力采样率不高的问题，主要受限于 SD 卡写入速度，目前已优化，仅使用串口通信方案。而串口通信方案的弊端在于应用时必须使用电脑有线连接本产品，不如原方案便捷。

附加信息

本设计方案由北京师范大学第二附属中学航模社设计实施，以上内容仅供参考。

本设计方案同时发布于 GitHub 平台，在 [langonginc/ForceTestStand](https://github.com/langonginc/ForceTestStand) 仓库托管，基于 GPL-3.0 协议开源，修改或商用需遵守 GPL-3.0 协议的规定。