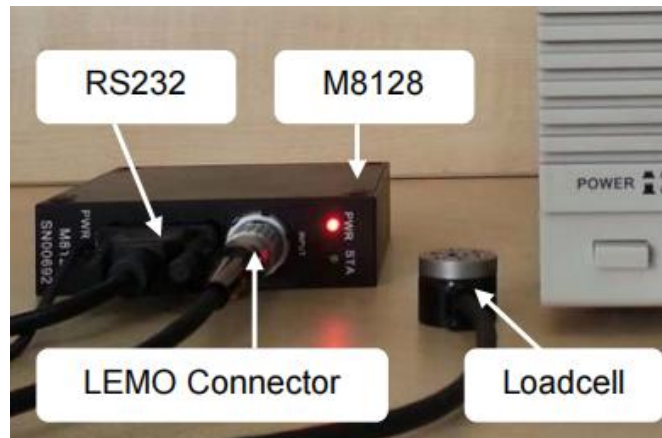


力传感器与 ROS 通讯调试手册

1、传感器型号：宇立 M3705C；控制柜型号：宇立 M8128



M8128 与力传感器通过 LEMO 连接器连接，并通过 RS232 与电脑端相连，PWR 为电源线，+VIN 和-VIN 分别连接电源的正负极，Shield 连接地线，电源通电并连接正常之后，电源灯常亮绿色，M8128 上 PWR 灯常亮红色，与电脑端串口连接成功之后 M8128 上 STA 等闪烁绿色。

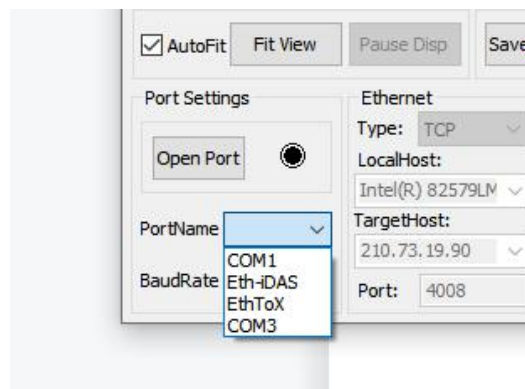


注：电源供电为 36V，连接需要把螺钉拧开，如果中途电源线从电源上脱落断电之后仍残留电压，不要用手直接拧螺丝有触电危险，建议用带绝缘柄的螺丝刀。

2、连接串口



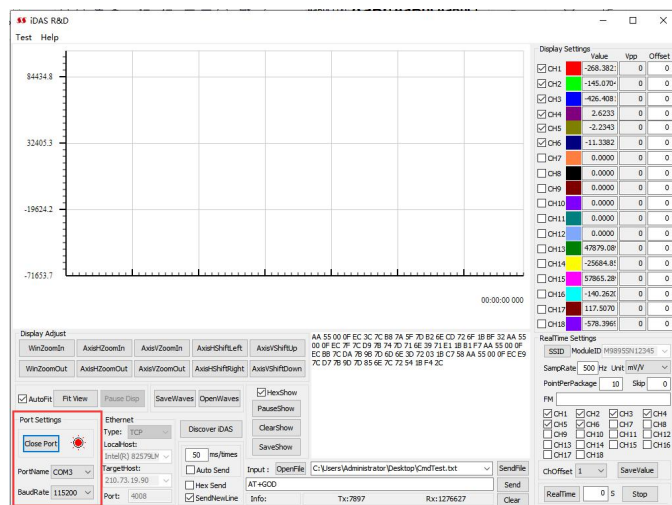
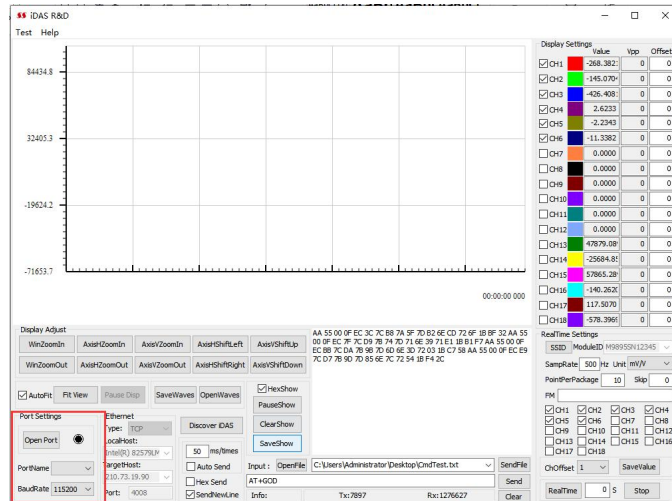
通过转接线与电脑端 USB 接口连接，第一次连接初始化串口需要重启电脑，打开宇立自带的 windows 调试工具 iDAS R&D.exe，串口名称窗口可以看到串口增加一个，说明成功与电脑端通信。



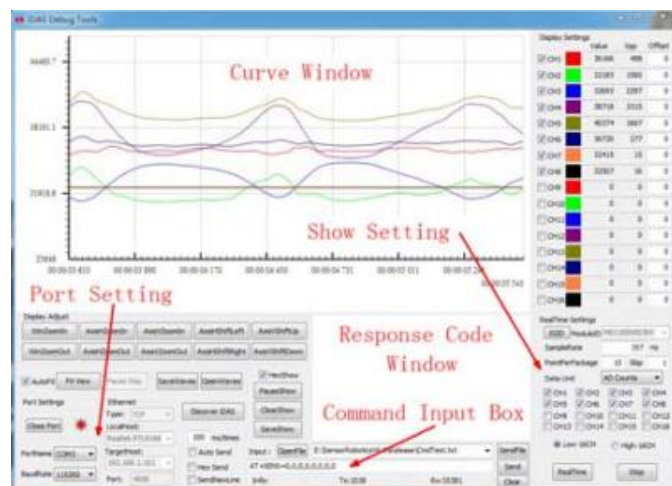
3、windos 系统调试

1) 软件界面

双击 iDAS R&D 安装调试软件，界面如图所示，设置左下角串口为 COMx，x 为 2 中新增的串口号；波特率设置为 11520，点击“open port”按钮打开串口，按钮右侧指示灯变成红色说明串口正在工作。



发送命令和接收信号的窗口及布局如下：



2) 配置系统

在校准报告里获得传感器解耦矩阵。有两种解耦方法：结构化解耦和矩阵解耦，M8128 采用矩阵解耦方式，直接在矩阵报告中获得：

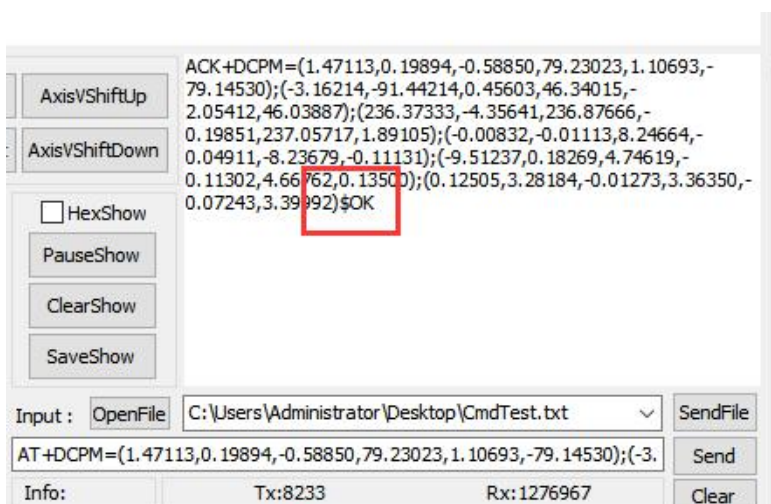
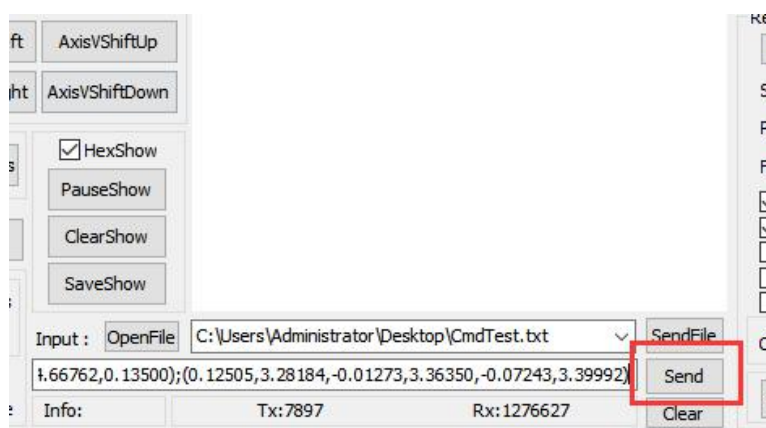
Decoupled Matrix

[DECOUPLED] =

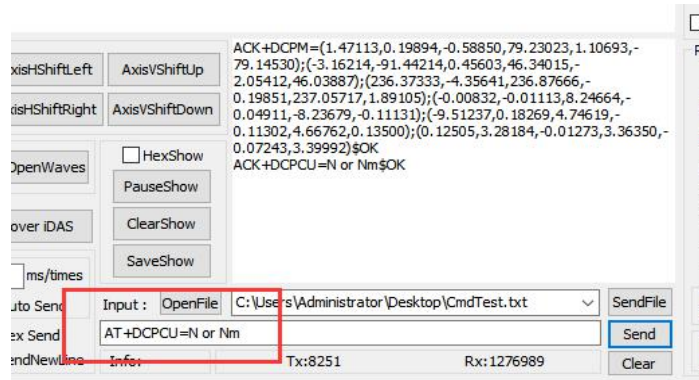
| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 1.47113 | 0.19894 | -0.58850 | 79.23023 | 1.10693 | -79.14530 |
| -3.16214 | -91.44214 | 0.45603 | 46.34015 | -2.05412 | 46.03887 |
| 236.37333 | -4.35641 | 236.87666 | -0.19851 | 237.05717 | 1.89105 |
| -0.00832 | -0.01113 | 8.24664 | -0.04911 | -8.23679 | -0.11131 |
| -9.51237 | 0.18269 | 4.74619 | -0.11302 | 4.66762 | 0.13500 |
| 0.12505 | 3.28184 | -0.01273 | 3.36350 | -0.07243 | 3.39992 |

用 DCPM 命令上传解耦矩阵，点击 send 发送，看到相应窗口显示发送成功：

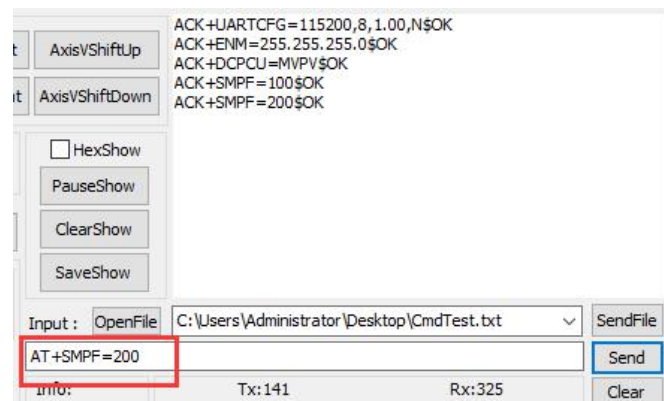
AT+DCPM=(1.47113,0.19894,-0.58850,79.23023,1.10693,-79.14530);(-3.16214,-91.44214,0.45603,46.34015,-2.05412,46.03887);(236.37333,-4.35641,236.87666,-0.19851,237.05717,1.89105);(-0.00832,-0.01113,8.24664,-0.04911,-8.23679,-0.11131);(-9.51237,0.18269,4.74619,-0.11302,4.66762,0.13500);(0.12505,3.28184,-0.01273,3.36350,-0.07243,3.39992)



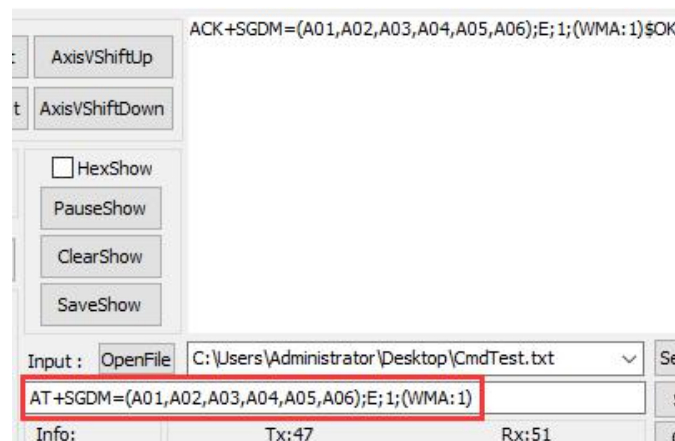
发送命令 AT+DCPCU 设置解耦矩阵计算单位，用于设置或读取计算工程单位时采用的数据单位，包括 MV 和 MVPV



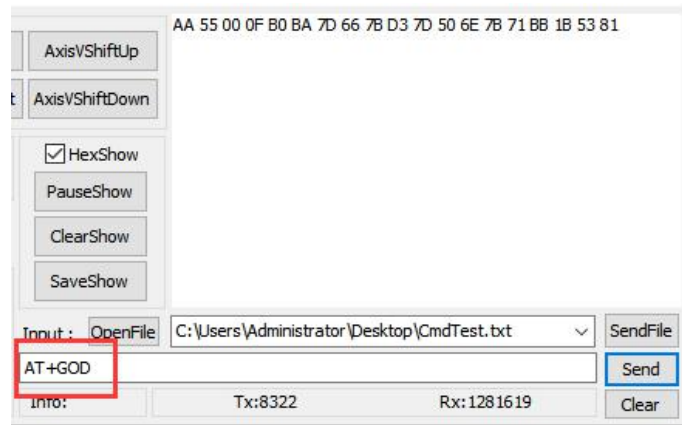
发送命令 AT+SMPF 设置系统采样率，设置为 200



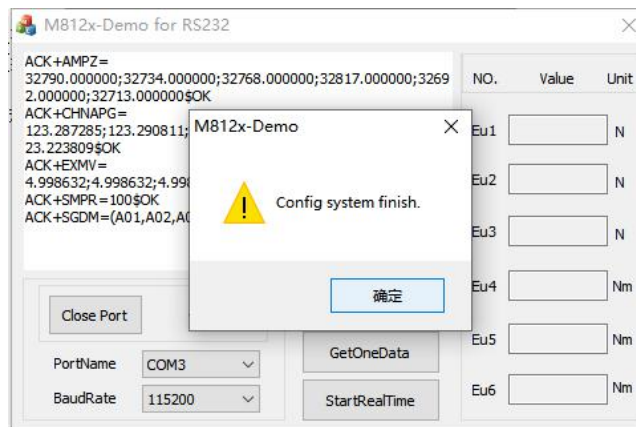
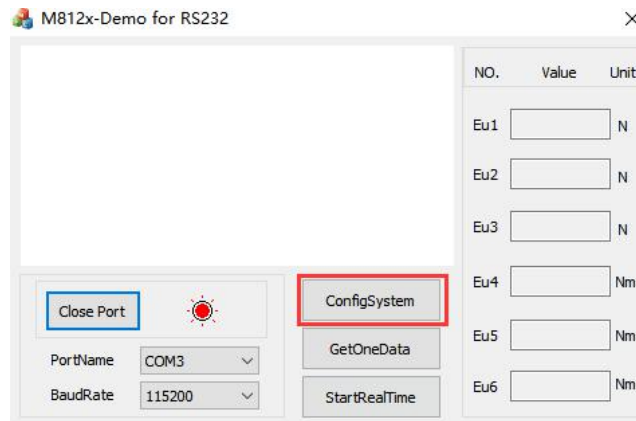
发送命令 AT+SGDM 设置数据接收模式。发送 AT+SGDM=(A01,A02,A03,A04,A05,A06);E;1;(WMA:1)，其中(A01,A02,A03,A04,A05,A06)代表 1-6 个通道，E 表示从 M8128 上传的数据单位为工程单位（E,V，M，C 分别代表工程单位、mV/V、mV 或 AD Counts），后两位默认即可。

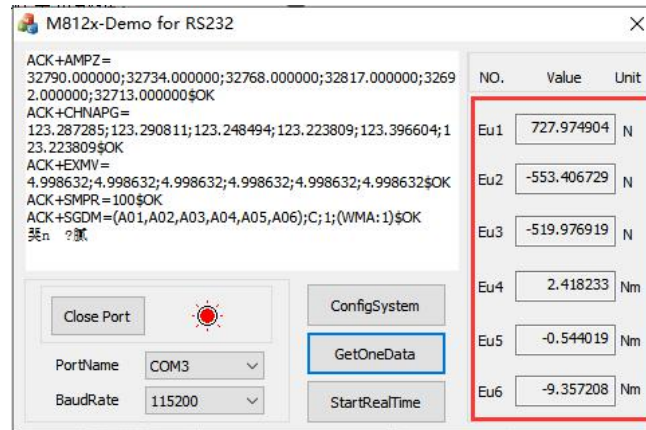


发送命令 AT+GOD 获得单个实时数据，或 AT+GSD 获得持续实时数据



宇立提供了一个 demo 软件及其源码存储在压缩包 M812x-Demo for RS232 里，解压缩后在 debug 文件夹，启动 M812x-Demo.exe，串口连接方法同上，先点击按钮 ConfigSystem 配置系统，点击按钮获得单个数据或实时数据，右侧窗口显示工程单位数据。





4、与 ROS 通讯调试

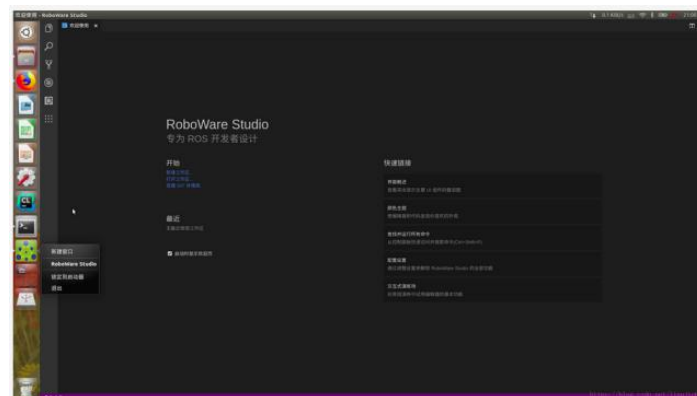
1) 安装 roboware

安装教程：

<https://blog.csdn.net/lixujie666/article/details/80139112> 和

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/163844770>

安装完成之后，打开终端，输入 roboware-studio 软件自动运行



2) 安装过

程中可能出现问题：“有几个软件包无法下载，要不运行 apt-get update 或者加上 --fix-missing 的选项再试试？”

解决：重新打开终端，输入 apt-get update 并运行升级过程中如果出现 Ubuntu 现在没有可用的软件包，但是它被其它的软件包引用了——可能的解决方法，无法定位软件包问题（见：<https://www.jianshu.com/p/3f7c41e08536>），说明 apt 软件源太旧，需要更新源

更新源教程：先备份系统自带的源以免误操作造成麻烦

```
sudo cp /etc/apt/sources.list /etc/apt/sources.list.back
```

更换源教程：

<https://blog.csdn.net/davidhzq/article/details/102634325>

博文的第二部分：二、基于命令行修改更新源服务器方法详细介绍了更新源的方法，不同的源地址见 <https://www.cnblogs.com/zls1ch/p/6860229.html>，更新源之后输入 `apt-get update` 并运行

建议更新为 官方默认更新源 `sources.list`，否则容易出现：Ubuntu 更新源报错 W：校验数字签名时出错。此仓库未被更新，所以仍然使用此前的索引文件；或：部分索引文件下载失败。如果忽略它们，那将转而使用旧的索引文件。

如出现 Ubuntu `apt-get update` 更新失败：无法认证来自该源的数据，所以使用它会带来潜在风险，解决方法见：

https://blog.csdn.net/qq_36063562/article/details/94888843

和：

https://blog.csdn.net/weixin_44468210/article/details/117731964

<https://blog.csdn.net/maohule/article/details/107341948>

完成更新源之后，输入 `apt-get upgrade` 更新系统软件

完成更新源和系统软件之后重新安装 `roboware`

3) 用 `roboware` 编译调试

安装完成之后，测试 ROS 用 `roboware` 实现节点信息发送和接收：

<https://blog.csdn.net/hfujkkk/article/details/82700235>

https://blog.csdn.net/qq_43066145/article/details/100848909

测试成功之后添加 `talker`, `listener`, 和 `serial` 串口文件

4) 实现串口通信

没有实现串口通信的情况下，编译出错，缺少 `serial.h` 文件，需要下载安装 ROS 的 `serial` 软件包。

https://blog.csdn.net/fb_941219/article/details/84486603

其中 `sudo apt-get install ros-kinetic-serial` #ros 为 Kinect 版本需要 ROS 版本，查看 ROS 版本：（`kinetic`, `indigo` 和 `melodic`）

先在终端输入 `roscore` 打开新终端，再输入，`roscparam list`，再输入 `roscparam get /roscdistro`，就能得到版本，在终端输入位置 `ctrl+c` 可以中断进程，如果出现 `Unable to open serial port /dev/ttyUSB0`，没有获取串口权限

解决：ubuntu 获取串口权限：

<https://blog.csdn.net/weirancg/article/details/64438796>

串口已连接之后，查看本机串口信息，查看正在使用的串口名称：

<https://blog.csdn.net/maizousidemaoy/article/details/103236666>


```

ros::Publisher read_pub = nh.advertise<std_msgs::String>("read", 10);

try
{
    //设置串口属性，并打开串口
    ser.setPort("/dev/ttyUSB0");
    ser.setBaudrate(115200);
    serial::Timeout to = serial::Timeout::simpleTimeout(1000);
    ser.setTimeout(to);
    ser.open();
}
catch (serial::IOException& e)
{
    ROS_ERROR_STREAM("Unable to open port ");
    return -1;
}

```

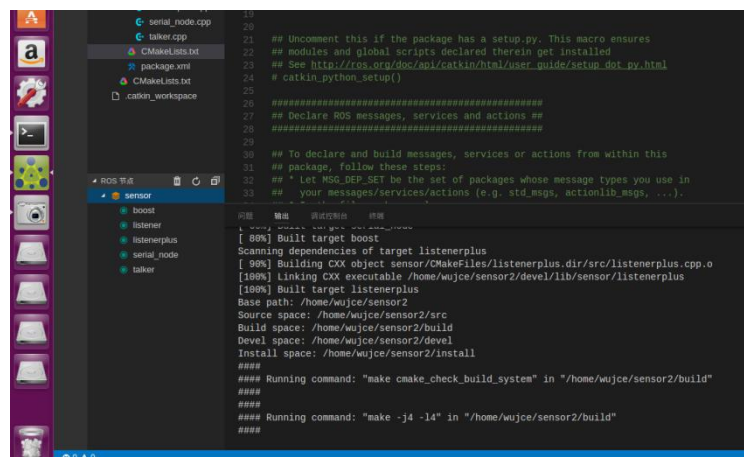
在 setport 里更改串口名为正在使用的串口名，并在 src 文件夹下的 Cmake lists 文件里 findpackage 包里添加 serial 包，不然会编译失败，显示“未定义的引用”

```

6
7  ## Find catkin macros and libraries
8  ## if COMPONENTS list like find_package(catkin REQUIRED COMPONENTS xyz)
9  ## is used, also find other catkin packages
10 find_package(catkin REQUIRED COMPONENTS
11   roscpp
12   rospy
13   std_msgs
14   serial
15 )
16
17 ## System dependencies are found with CMake's conventions
18 # find_package(Boost REQUIRED COMPONENTS system)

```

详见：<https://blog.csdn.net/w1050321758/article/details/115468648>
编译成功之后，显示成功创建 ROS 节点，根据前文 ROS 教程，调试串口，收发消息



依次运行 talker、serial_node、listenerpuls 接收传感器信息（文件夹里 listener 代码用于输出 16 进制结果，listenerplus 代码用于输出工程单位结果）

5、调试测试

传感器空载读数：

```
FX is 209.481N
FY is -158.852N
FZ is -147.682N
MX is 3.32906N.m
MY is -1.92186N.m
MZ is -13.1793N.m
FX is 209.472N
FY is -158.835N
FZ is -147.711N
MX is 3.32701N.m
MY is -1.92422N.m
MZ is -13.1792N.m
```

放置华为 mate20 手机，官方质量：188g，重 1.842N

```
FX is 209.545N
FY is -159.072N
FZ is -149.479N
MX is 3.3241N.m
MY is -1.91501N.m
MZ is -13.1805N.m
FX is 209.545N
FY is -159.049N
FZ is -149.478N
MX is 3.32612N.m
MY is -1.91502N.m
MZ is -13.18N.m
```

$$\Delta F_z = 19.479 - 147.682 = 1.797\text{N}$$

测量值偏小 0.045N，考虑到用于测量的手机已经使用 3 年机身有少许磨损，测量值偏小 2%认为合理。

放置洗衣液，净含量 2.8kg，重 27.44N

```
FX is 207.946N
FY is -159.653N
FZ is -174.628N
MX is 3.11124N.m
MY is -2.00076N.m
MZ is -13.1842N.m
FX is 207.896N
FY is -159.658N
FZ is -174.392N
MX is 3.11023N.m
MY is -1.98723N.m
MZ is -13.1848N.m
```

$$\Delta F_z = 174.628 - 147.682 = 26.946\text{N}$$

测量值偏小 0.5N，洗衣液本身净含量准确度低，测量值偏小 1.7%认为合理。

结论及问题：用传感器分别对手机和洗衣液进行测量，测量值和标定值误

差均小于 2%，基本判断传感器测试功能正常。但用于测量的物体质量不精确，精确验证需要质量更精准的砝码

6、程序优化

原程序完成数据传输需要启动三个节点过于繁琐，优化程序只需要启动一个节点，以 Wrench 格式输出数据，并增加启动、关闭和清零开关。

1) 启动节点：serial_node



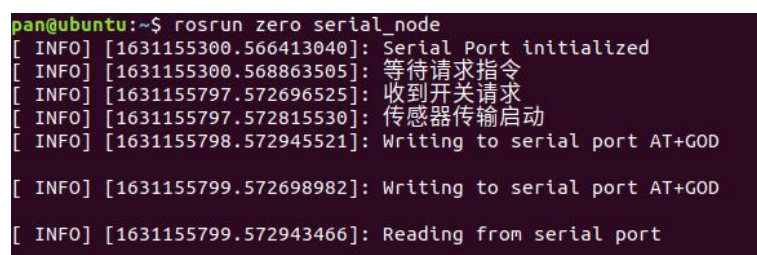
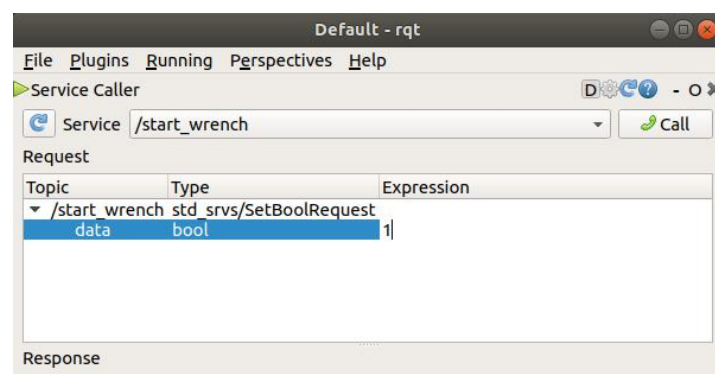
```
pan@ubuntu: ~  
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 搜索(S) 终端(T) 标签(B) 帮助(H)  
pan@ubuntu:~ x pan@ubuntu:~ x pan@ubuntu:~  
pan@ubuntu:~$ rosrun zero serial_node
```

程序挂起等待启动命令



```
pan@ubuntu: ~  
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 搜索(S) 终端(T) 标签(B) 帮助(H)  
pan@ubuntu:~ x pan@ubuntu:~ x pan@ubuntu:~ x pan@ubuntu:~  
pan@ubuntu:~$ rosrun zero serial_node  
[ INFO] [1631155300.566413040]: Serial Port initialized  
[ INFO] [1631155300.568863505]: 等待请求指令
```

2) 启动 rqt 工具，Service 选择 start_wrench，设置命令值为 1，启动传感器数据传输

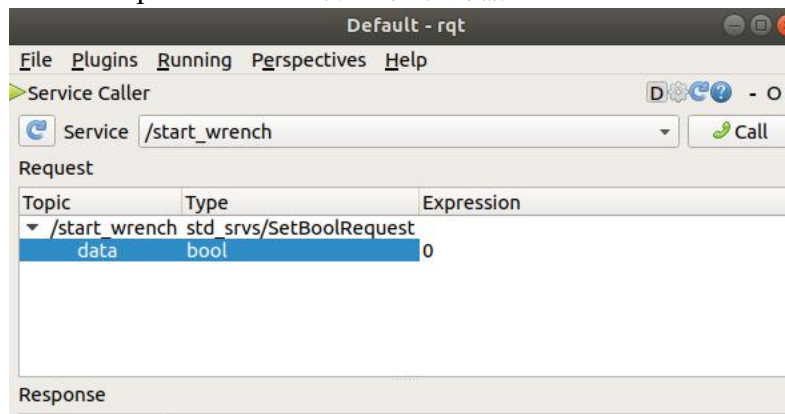


```
pan@ubuntu:~$ rosrun zero serial_node  
[ INFO] [1631155300.566413040]: Serial Port initialized  
[ INFO] [1631155300.568863505]: 等待请求指令  
[ INFO] [1631155797.572696525]: 收到开关请求  
[ INFO] [1631155797.572815530]: 传感器传输启动  
[ INFO] [1631155798.572945521]: Writing to serial port AT+GOD  
  
[ INFO] [1631155799.572698982]: Writing to serial port AT+GOD  
  
[ INFO] [1631155799.572943466]: Reading from serial port
```

- 3) 启动 rostopic echo, 查看传输数据

```
pan@ubuntu:~$ rostopic echo wrench
force:
  x: 209.993347168
  y: -159.400421143
  z: -150.103363037
torque:
  x: 3.33172416687
  y: -1.91204285622
  z: -13.1613616943
---
force:
  x: 210.002716064
  y: -159.405151367
  z: -150.220794678
torque:
  x: 3.33173751831
  y: -1.91086900234
  z: -13.1618032455
---
```

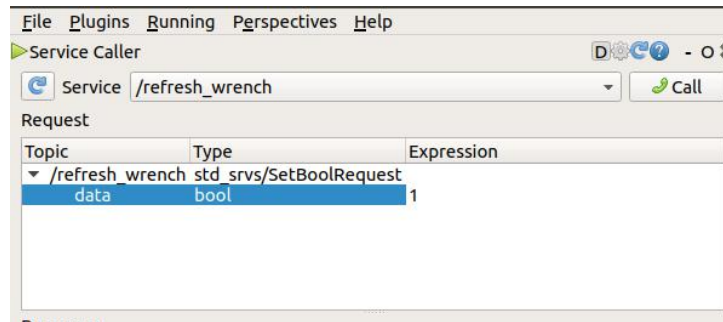
- 4) rqt 工具中, Service 选择 start_wrench, 设置命令值为 0, 关闭传感器数据传输, 可以在 rostopic echo 中查看到数据传输已暂停



```
[ INFO] [1631156005.572741835]: Writing to serial port A
[ INFO] [1631156005.572967290]: Reading from serial port
[ INFO] [1631156006.572980693]: Writing to serial port A
[ INFO] [1631156006.573391977]: Reading from serial port
[ INFO] [1631156006.573648424]: 收到开关请求
[ INFO] [1631156006.574339246]: 传感器传输关闭
```

```
force:
  x: 209.993270874
  y: -159.400238037
  z: -150.162033081
torque:
  x: 3.33172178268
  y: -1.91320824623
  z: -13.1613512039
---
force:
  x: 209.993270874
  y: -159.400238037
  z: -150.162033081
torque:
  x: 3.33172178268
  y: -1.91320824623
  z: -13.1613512039
---
```


- 5) rqt 工具中, Service 选择 refresh_wrench, 设置命令值为 1, 传输数据以当前值为零点进行检测传输



```
[ INFO] [1631156214.573635324]: 收到清零请求
[ INFO] [1631156214.573678472]: 清零
[ INFO] [1631156215.572570487]: Writing to serial port AT+GOD

[ INFO] [1631156215.572736568]: Reading from serial port

[ INFO] [1631156216.572831906]: Writing to serial port AT+GOD

[ INFO] [1631156216.572936626]: Reading from serial port
```

可以在 rostopic echo 中查看到数据已清零

```
force:
  x: 0.0100250244141
  y: 0.00543212890625
  z: -3.0517578125e-05
torque:
  x: -0.00204682350159
  y: -2.44379043579e-05
  z: 0.000409126281738
---
force:
  x: -0.00949096679688
  y: -0.0286865234375
  z: -0.0891265869141
torque:
  x: -0.00204348564148
  y: -0.00345993041992
  z: 0.000425338745117
---
```

在 Z 方向上施加压力, 依旧可以正确识别传输

```
force:
  x: -0.0181427001953
  y: 0.0448303222656
  z: -10.9647064209
torque:
  x: 0.0375382900238
  y: 0.16117310524
  z: 0.0141820907593
---
force:
  x: -0.00851440429688
  y: 0.0281982421875
  z: -10.9947662354
torque:
  x: 0.0375518798828
  y: 0.162357091904
  z: 0.0141534805298
---
```