

## 六维力传感器使用注意事项



### 使用前须知:

六维力传感器属于**高精密器件**，用户应该正确使用传感器，使用不当可能会造成传感器的**永久损坏**。使用前请务必仔细学习传感器的使用方法和操作须知。

### 1、传感器过载保护

使用前应该先确定所需要测量力和扭矩的范围，以便选取合适型号的传感器。使用时一定要在程序中加入**过载保护**，或使用我司的 **EtherCAT/Ethernet 适配器** 上的 **IO 报警** 功能对机器人进行过载急停。特别是在前期调试过程中经常会使传感器受到意想不到的超出量程的力和力矩。若不对传感器进行任何过载保护，则在受到撞击时很容易会损坏传感器。

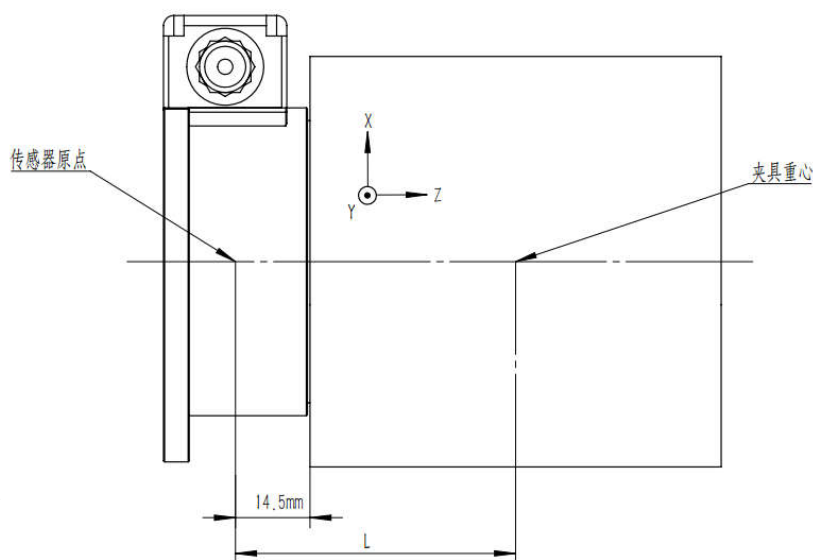
## 1.1 使用过程总力矩计算

以下计算示例计算在使用过程中传感器受到的力矩，用户使用该方法可以计算出传感器在静态载荷下受到的力矩是否过载。

计算示例：

条件：传感器夹具的重心（重心可以通过三维软件进行预估）距离传感器原点（包括弹性体中心距离上盖表面 14.5mm）的距离为  $L$ 。FT060 的  $x$  轴竖直向下放置（FT060 的  $M_y$  最大量程为 15Nm），夹具重量为  $M$ 。则有以下关系：

$$Mg \times L \leq 15\text{Nm} \quad (g = 9.8\text{N/kg})$$



夹具到传感器原点的距离(L)	50mm	100mm	200mm	500mm
夹具的最大重量 (kg)	30.6kg	16.3kg	7.6kg	3.1kg

以上计算只是在静态下传感器受到的力矩，在机器人运动时动态力矩还会高于这个值。

结论：初次使用传感器时，应该对传感器末端的夹具进行大致的力矩估算，以确保传感器在整个工作过程中受到的力矩在量程范围内。

## 1.2 机器人 IO 急停控制

用户可以将我司的 EtherCAT/Ethernet 适配器的 IO 接到机器人的急停 IO 上，设置相应的报警阈值，超过阈值时适配器通过 IO 信号对机器人进行急停，防止对传感器造成损坏。

即使有 IO 信号对机器人进行急停，传感器（含夹具）接近物体附近的时候机械臂的速度也不能太快（即传感器末端到设定位置附近的时候机械臂的单位步长不能太高），主要考虑到力控反馈的时间即机器人对 IO 信号的响应速度。

计算示例：

条件：选用 FT-060 Ethernet 接口，2kfps 采样（对于 2kfps，传感器到达机械臂控制器理想的最快时间是  $\geq 0.5\text{ms}$ ，此处按照  $T_1 = 0.5\text{ms}$  计算）。

假设：

- 1. 机械臂主机对力数据的计算和 IO 急停机械臂的反应时间总共为  $T_2$
- 2. 传感器碰撞到物体时的速度为  $v = 1\text{m/s}$

那么传感器碰撞到物体到机械臂急停的时候机械臂理论移动的距离：

$$L = v \times (T_1 + T_2)$$

$T_2$ (机械臂 IO 制动反应速度)	1ms	5ms	10ms	20ms	50ms
L (碰撞移动距离)	1.5mm	5.5mm	10.5mm	20.5mm	50.5mm

结论：机械臂过载急停的 IO 响应速度越慢，传感器夹具在接触物体时候机械臂速度就应该越放缓。

## 1.3 过载保护阈值的设定

无论是程序中设定的过载保护阈值亦或是适配器 IO 报警的阈值都应该在一个合理的范围。建议力和扭矩的保护阈值设置在正常使用时最大值的 1.5 倍左右，且应该将夹具本身产生的力和力矩考虑进去。该阈值不应该超过传感器本身的量程，特别是扭矩保护阈值的设定，用户一定要设置在一个不超出量程的范围，否则传感器在受到大扭矩时会有比较大的形变，容易对传感器造成损坏。

## 2、传感器和机械臂连接

传感器不可直接安装在机器人法兰上。需要一个安装在机器人安装法兰和传感器之间的中间法兰，传感器标有 XY 方向的一面和工具连接，另外一面和中间法兰连接如图，传感器正反两面都需要安装定位销以确保传感器正确定位。

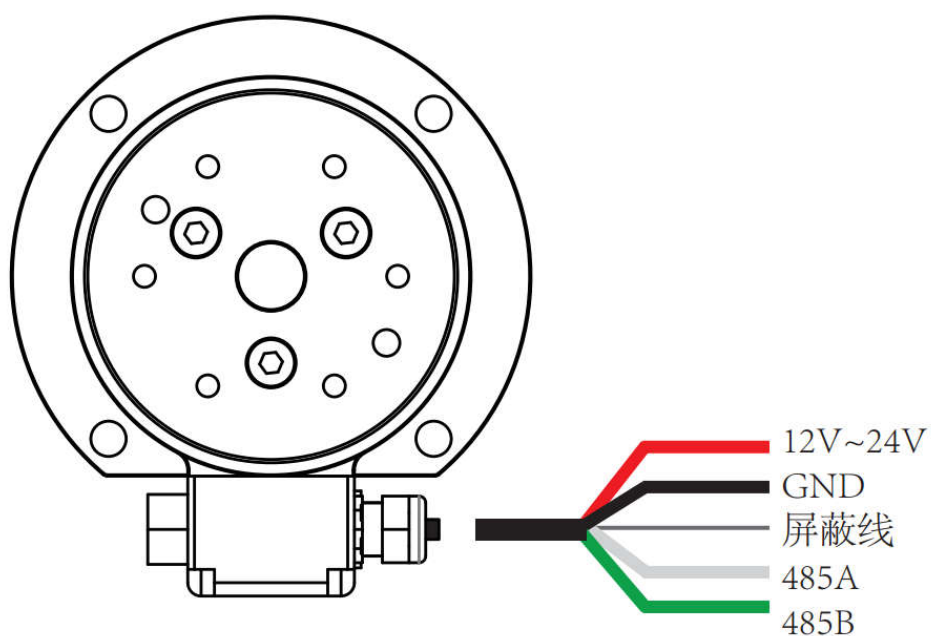
传感器的安装位置需要尽量靠近末端执行器，使得采集的力信息损失尽量少。并且末端执行器的重量要尽量小。使用大重量的执行器时机器人末端姿态变换中传感器检测到的力就是实际作用力加上末端执行器的力和力矩分量。



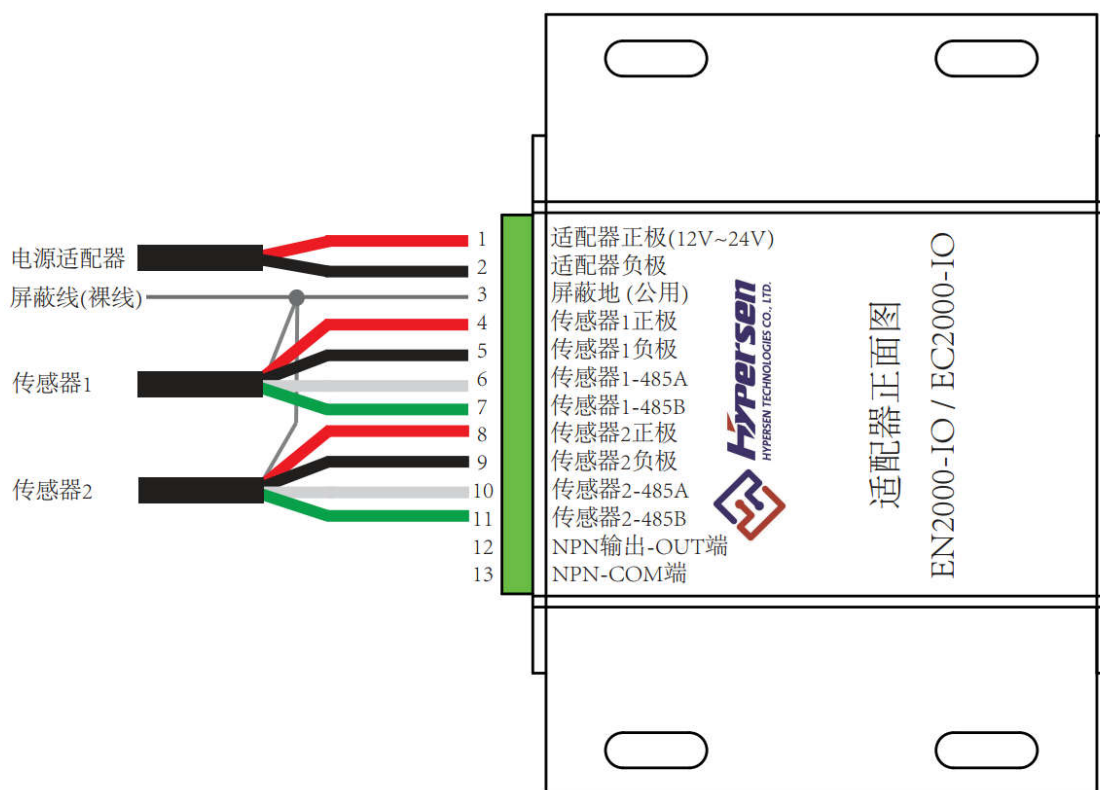
### 3、传感器接线

FT 系列六维力传感器内置放大器可以直接输出数字信号。支持的通讯方式有 RS485、EtherCAT（需要外接适配器）、Ethernet（需要外接适配器），不同通讯方式的命令格式请参考对应型号传感器的规格书。

#### 3.1、RS485 接线图



### 3.2、EtherCAT/Ethernet IO 版本接线图

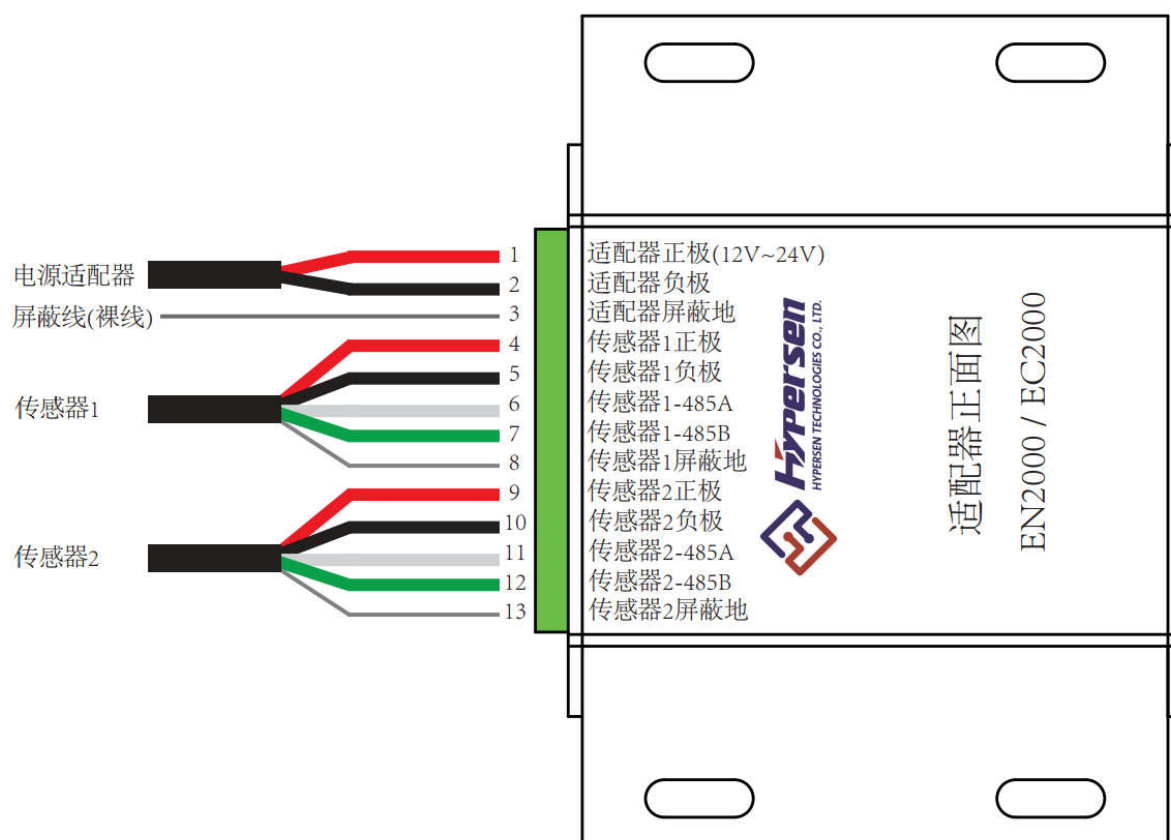


#### 注意：

适配器的 IO 端口为 NPN 无电压输出类型，若机器人 IO 端口也是 NPN 类型则直接将适配器 OUT 端和机器人的急停 IO 口连接，COM 端接到机器人的 NPN 的 COM 端。如果机器人的 IO 端口内部没有接上拉电阻，则需要外接一个上拉电阻。

若机器人 IO 端口是 PNP 类型的,则需要外接一个 NPN-PNP 信号转换模块, 将适配器的 NPN 信号转换成 PNP 信号接到机器人的 IO 口上。

### 3.3、EtherCAT/Ethernet 无 IO 版本接线图



修订历史记录

表 1 规格书修订历史记录

Date	Revision	Description
2019/08/26	1.0	初始版本。

Preliminary