

# DYDW-100 六维力传感器

## 技术手册





## 目录

1. 产品特点.....	1
2. 关键技术指标.....	1
3. 外形尺寸.....	2
4. 技术特性.....	3
5. 通信接口.....	6
6. 力值测量.....	7
7. 倾角传感器的使用.....	8
8. DYDW-100 传感器在打磨机器人上的应用分析.....	9
9. 传感器安装.....	11

## 1. 产品特点

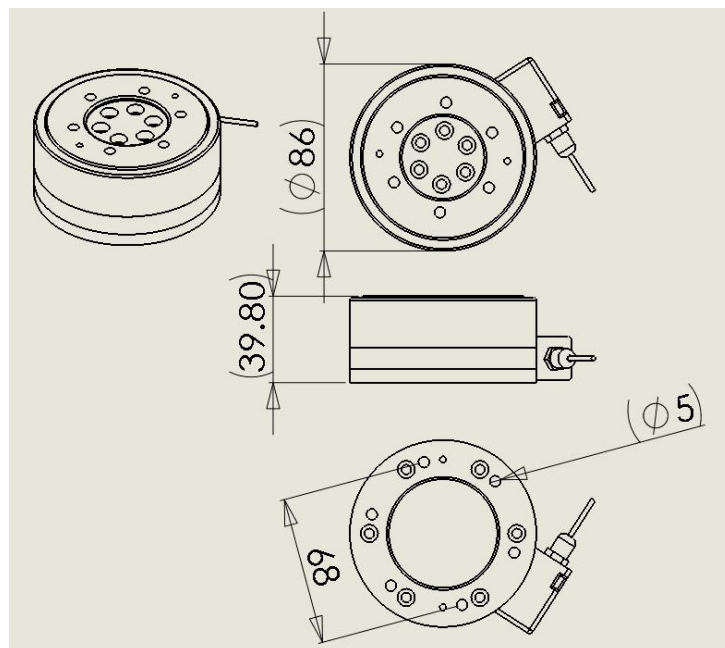
1. 三维力、三扭矩、三倾角数字化传感器
2. 软件解耦、维间耦合误差小于 1%
3. 传感器出厂前已经进行精确测试、解耦处理
4. 配套手持仪或者上位机调试软件
5. 提供多种应用案例并可助客户进行应用研究
6. 多种通信接口，方便与各种上位机设备通信连接。
7. 耐折弯电缆，超长寿命

## 2. 关键技术指标

类别	项目	单位	参数
规格	Rated Capacity (FS) Fxy 量程 Fz	N	100、200、500、1000 200、500、1000、2000
	Maximum Overload %FS 最大允许过载	%FS	500
	Total Weight 重量	Kg	1.2
	Dimensions 外形尺寸	mm	Φ86*42
精度	ACCURACY 精度	%FS	1
	Nonlinearity 非线性误差	%FS	<0.2
	Hysteresis 迟滞误差	%FS	<0.2
	Non-repeatability 重复性	%FS	<0.2
	Creep (30 min) 蠕变	%FS	<0.2
	Temp effect on zero 零点温漂	%FS/°C	0.1
	Crosstalk 维间耦合 (Fz→Fx Fy, Fx→Fy Fz, Fy→Fx Fz)	%FS	<1

固有频率	Natural frequency 固有频率	Hz	5000
	Rigidity 刚性	N/ $\mu$ m	500-600
倾角测量	dip angle scale 倾角测量分度	°	0.1
	dip angle accuracy 倾角测量精度	°	0.8
接口特性	communication interface 通信接口		RS485
	Data update rate 数据更新速率	Hz	40
	communicating protocol 通信协议		Modbus-RTU DST-ASC
电缆	Cable specifications 电缆规格		
	Cable bending life 电缆弯曲寿命		
	Cable tensile strength 电缆抗拉强度		
工作环境	Power 工作电源		10-30V DC <50mA
	Operating temp range 工作环境		-10~70°C
	Protection class 防护等级		

### 3. 外形尺寸

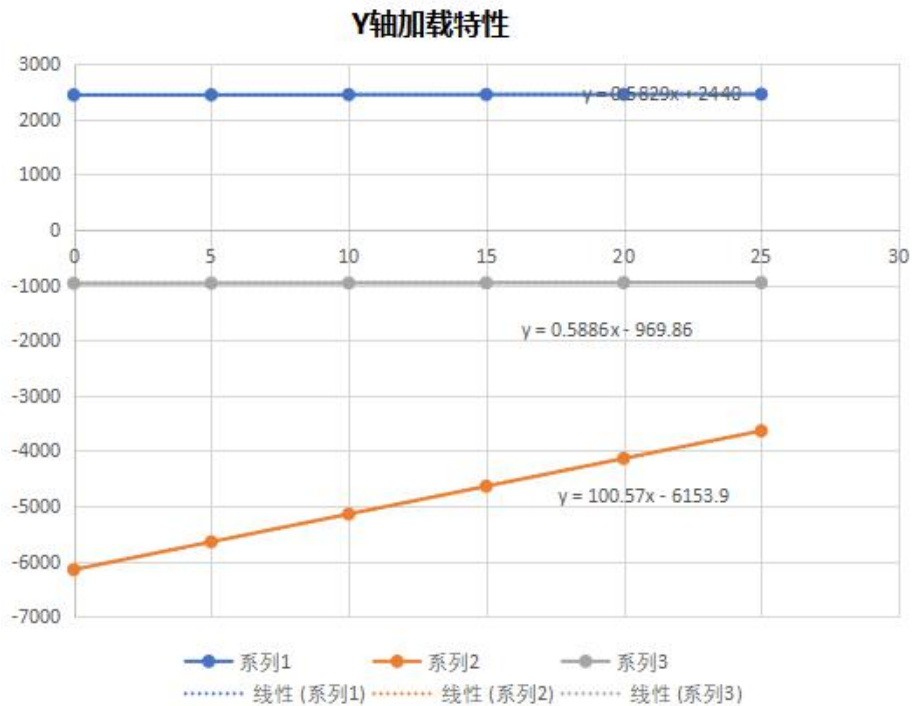
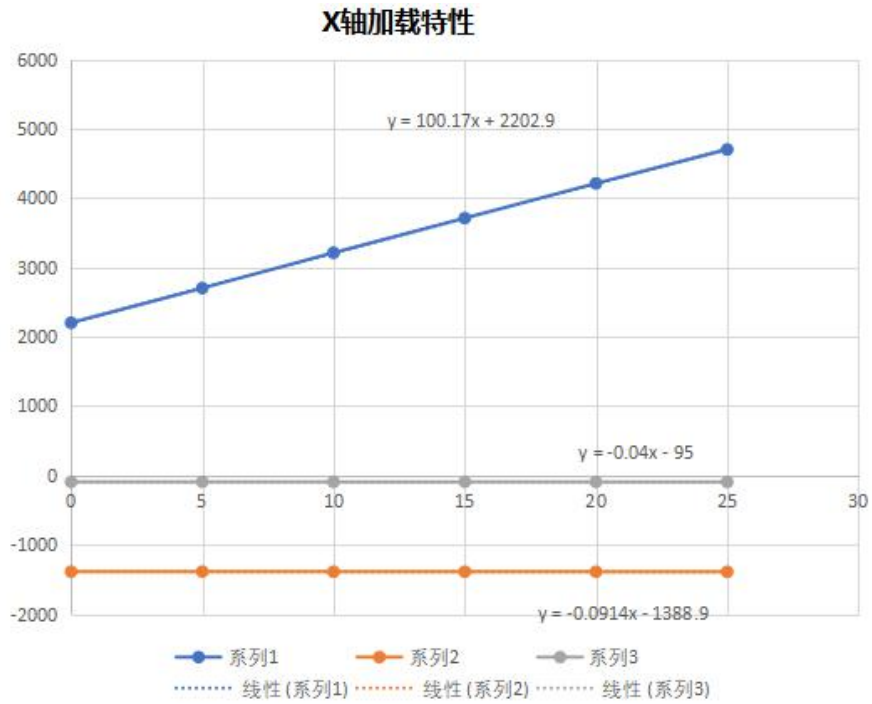


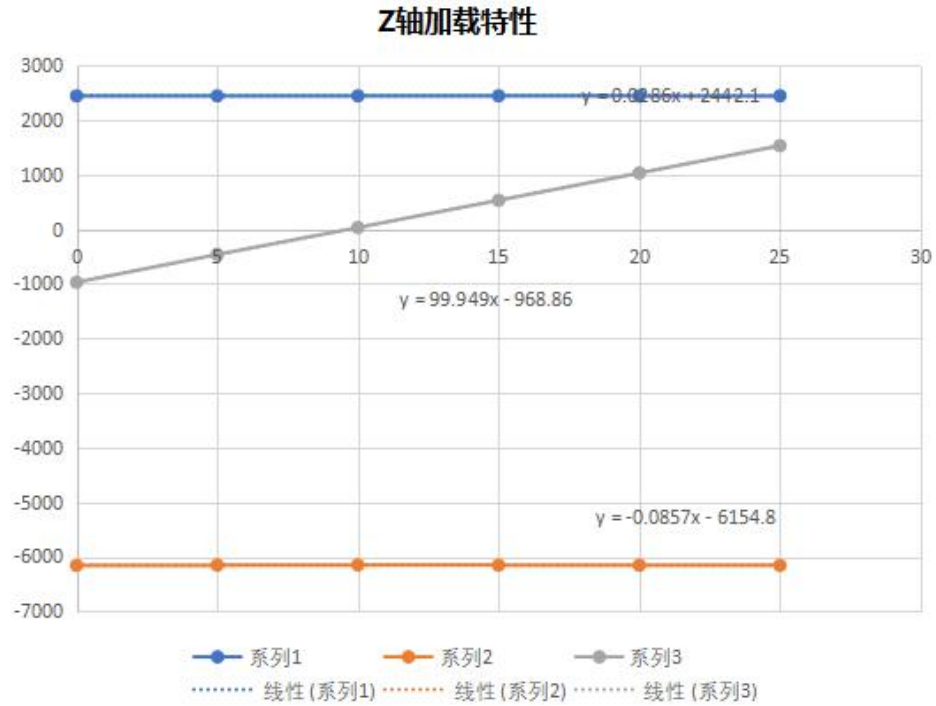
## 4. 技术特性

- 线性性能及耦合关系。

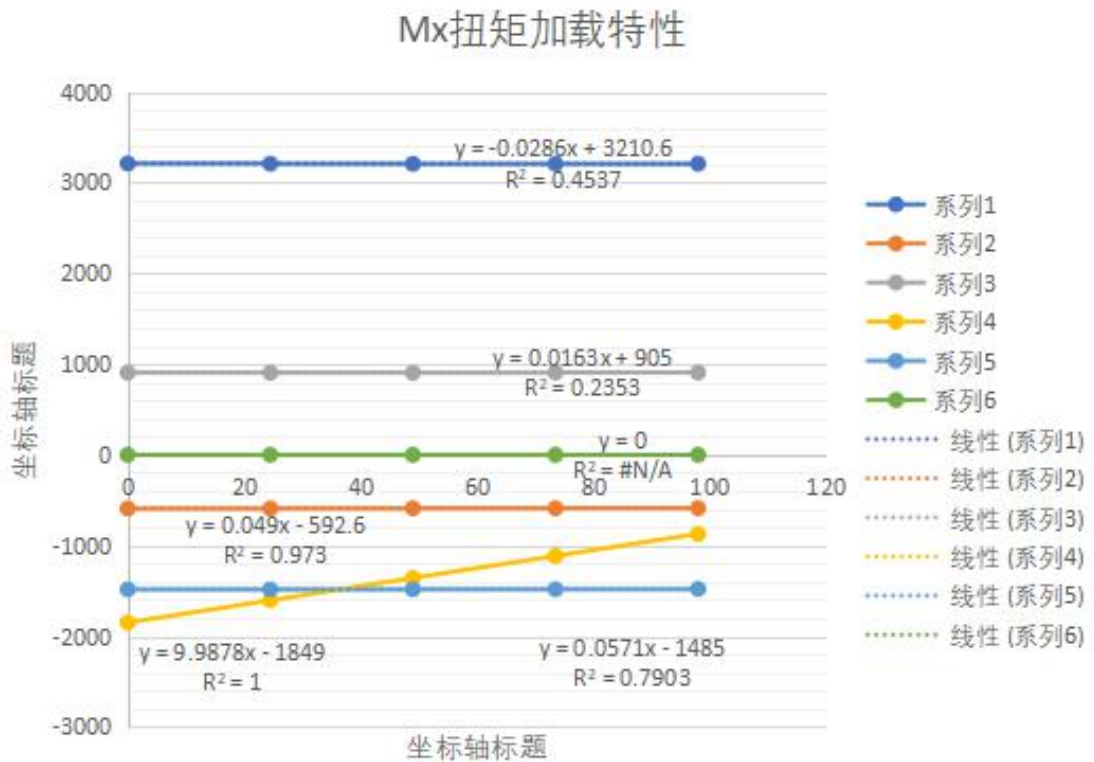
下面三个曲线图测试时 Z 轴力臂为 0, XY 轴力臂为 35mm。

注:系列 1 为  $F_x$ , 系列 2 为  $F_y$ , 系列 3 为  $F_z$

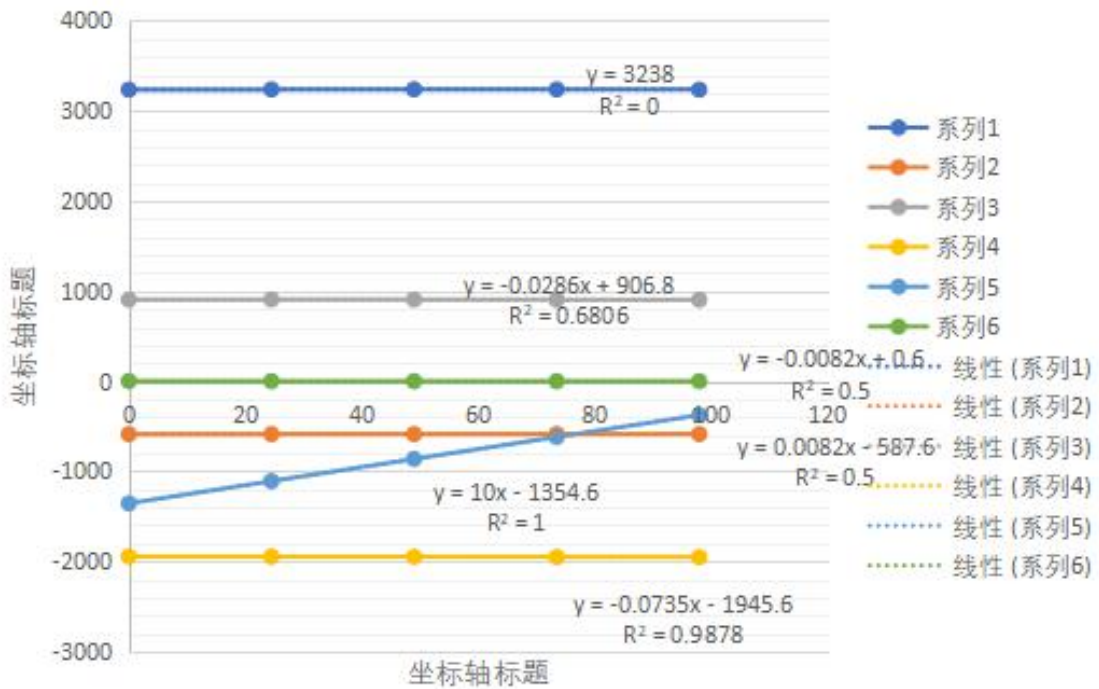




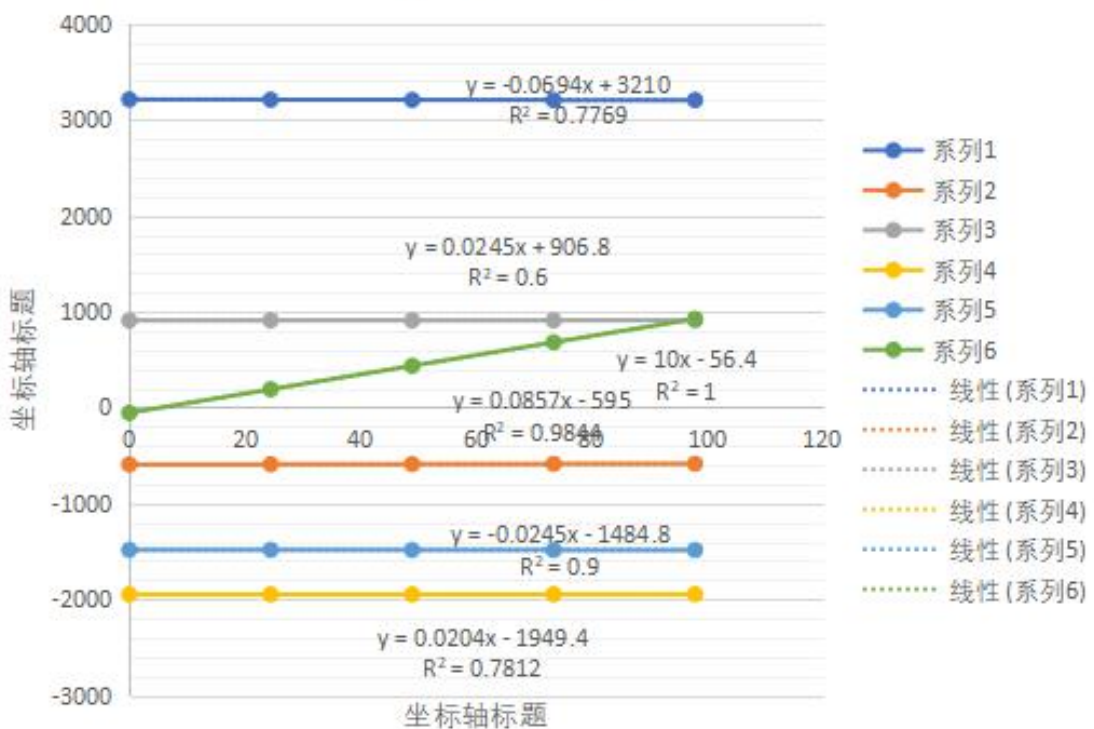
注:系列 1 为 Fx, 系列 2 为 Fy, 系列 3 为 Fz, 系列 4 为 Mx,系列 5 为 My,系列 6 为 Mz



My扭矩加载特性



Mz扭矩加载特性



- 力和力臂的相互影响。传感器通过解耦后力和力矩时相互独立的，但在使用过程中力和力矩往往是同时出现的。传感器作用力的中心点在传感器中心位

置，而施加力的点跟外部结构有关，力的力臂往往不是 0，这样施加力的同时就产生了力矩。同样施加扭矩时，如果不是正反双向的力，产生扭矩的同时也会产生额外的力。使用时应该考虑这一点。

## 5. 通信接口

传感器采用 RS485 串口，执行 modbus-RTU 协议，通过 modbusde 03 指令可以读取传感器 3 个方向力值、3 力力矩和 3 个轴的倾角。参数对应的地址如下表。参数为 long 型数据，力值小数点为 2 位，单位为 N,倾角为。

参数	地址	范围	备注
Fx	4000		
Fy	4002		
Fz	4004		
Mx	4006		...
My	4008		
Mz	4010		
$\alpha$	4036		
$\beta$	4038		
$\gamma$	4040		

- 例如读取力值可以使用下面的 modbus-RTU 指令（十六进制格式）  
计算机发送：01 03 0f a0 00 0c crc0 crc1  
传感器返回：01 03 0c x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4 z1 z2 z3 z4 m1 m2



m3 m4 n1 n2 n3 n4 l1 l2 l3 l4 crc0 crc1

crc0 crc1	为 CRC 校验字的低字节和高字节
x1x2x3x4	为 Fx 数据(long) 的 4 个字节(十六进制)
y1y2y3y4	为 Fy 数据的 4 个字节(十六进制)
z1z2z3z4	为 Fz 数据的 4 个字节(十六进制)
m1m2m3m4	为 Mx 数据的 4 个字节(十六进制)
n1n2n3n4	为 My 数据的 4 个字节(十六进制)
l1l2l3l4	为 Mz 数据的 4 个字节(十六进制)

● 读取角度测量值

计算机发送: 01 03 0f c4 00 06 crc0 crc1

传感器返回: 01 03 0c  $\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4$   $\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4$   $\gamma_1\gamma_2\gamma_3\gamma_4$  crc0 crc1

crc0 crc1	为 CRC 校验字的低字节和高字节
$\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4$	为 $\alpha$ 数据(long) 的 4 个字节(十六进制)
$\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4$	为 $\beta$ 数据的 4 个字节(十六进制)
$\gamma_1\gamma_2\gamma_3\gamma_4$	为 $\gamma$ 数据的 4 个字节(十六进制)

注: 出厂时波特率为 19200、数据格式 N81, 站号为 1

## 6. 力值测量

DYDW-100 传感器有 4 个常用规格型号, 量程从 100N 到 1000N, 允许过载 500%. 当传感器前端总负载较大、或者机器臂运行时加速高度较大时应考虑总负载惯量对传感器产生的冲击力, 因此传感器量程选择要预留足够的余量。

传感器各个方向的量程不一样, 仪表情况 XY 轴的量程一致, Z 轴可以根据需要略大或者略小于 XY 轴。DYDW-100 经过内部软件解耦后维间耦合误差确保小于 1%。

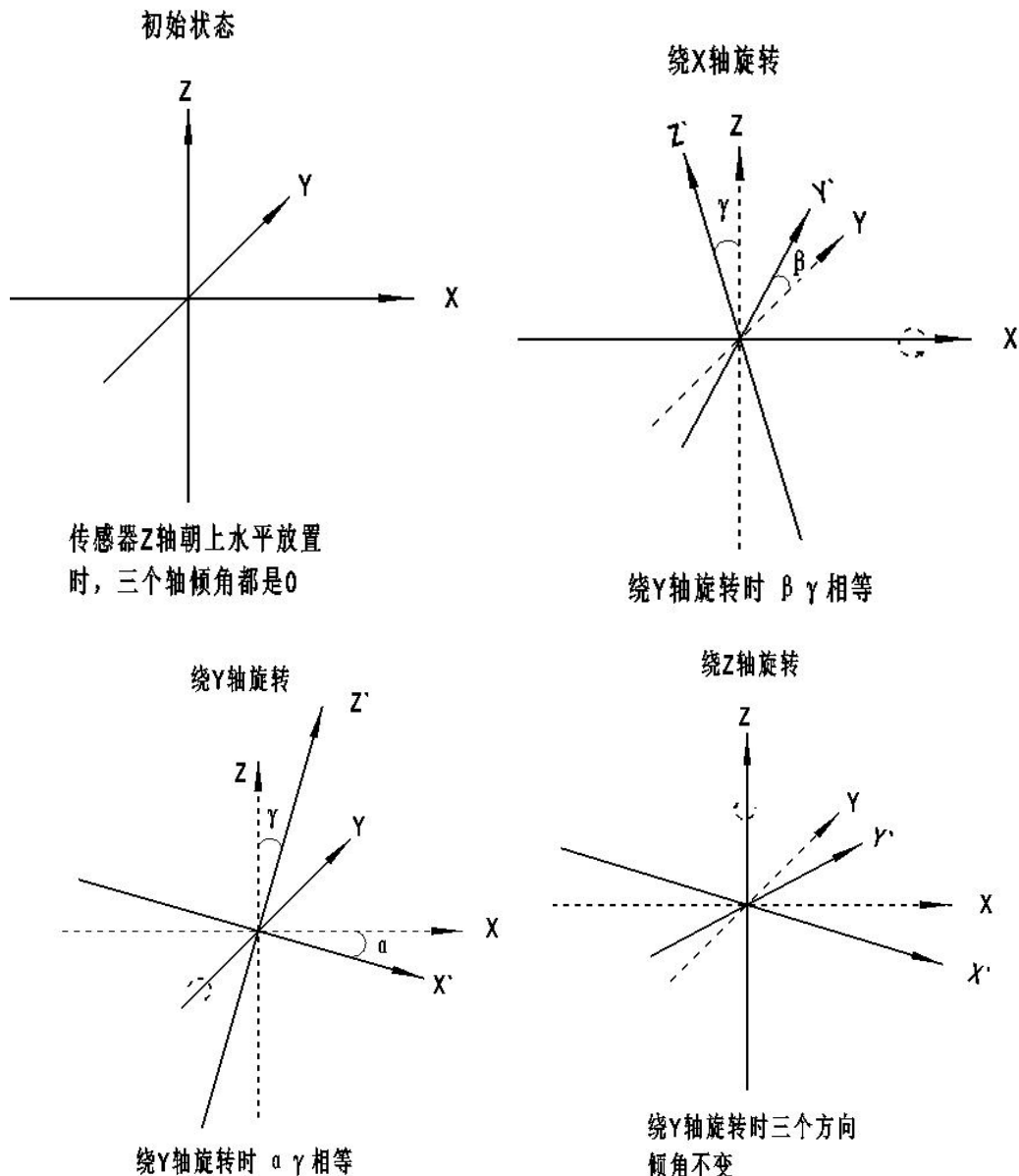
传感器上标注有 XYZ 轴的方向, 使用时要注意角度偏差对测量值的影响。上下

法兰都有定位销，以确保安装的精度。

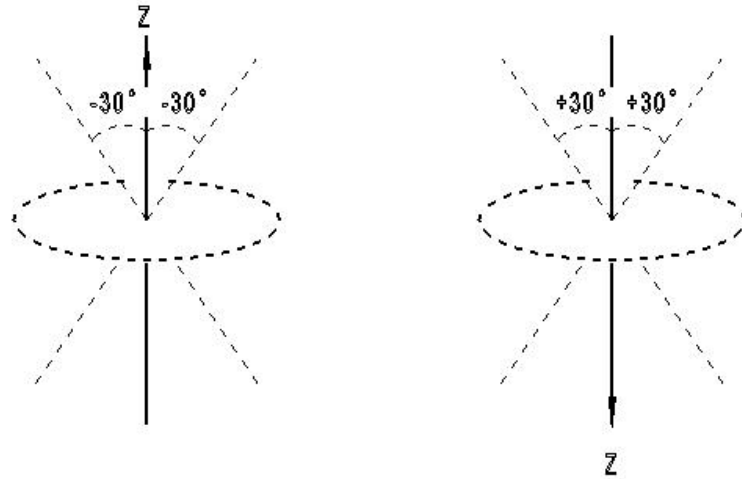
另外，XY 轴施力点并不是传感器的中心点，也就是力臂不是 0，施加力的同时会产生额外的力臂。

## 7. 倾角传感器的使用

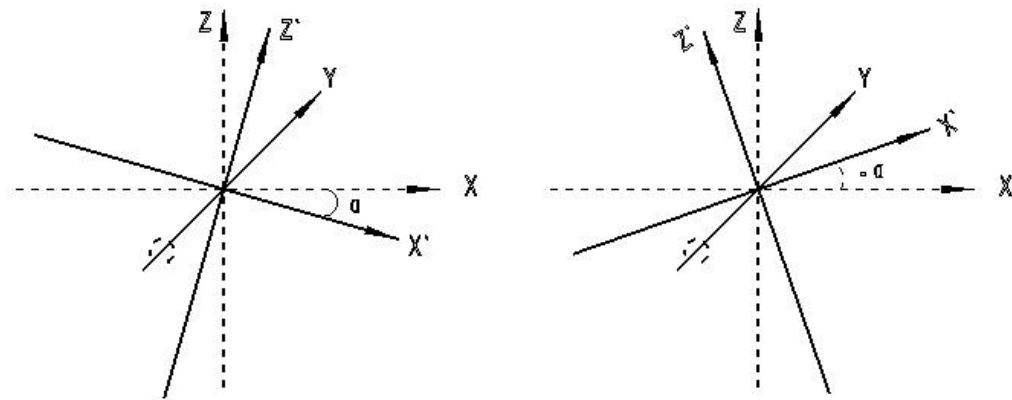
- Z 轴朝上水平状态时，三个倾角输出为 0，成为初始状态。
- 初始状态，绕 Z 旋转时，三个倾角不变。 $\alpha\beta\gamma$
- 初始状态，绕 X 轴旋转， $\alpha=0^\circ$ ， $\beta$   $\gamma$ 角相等。
- 初始状态，绕 Y 轴旋转时， $\beta=0$ ， $\alpha$   $\gamma$ 角相等。
- 实际上 $\alpha\beta$ 是传感器 X 轴和 Y 轴与水平面的夹角， $\gamma$ 是 Z 轴与垂直线的夹角。



- Z 轴朝上时夹角为负数，Z 轴朝下是夹角为正数。
- 以 Y 轴为轴中心 X 轴左旋和右旋夹角相反。以 X 轴为中心，Y 轴旋转，左旋和右旋夹角相反。



Z轴朝上时90° 内夹角是负值  
Z轴朝下时90° 夹角是正值

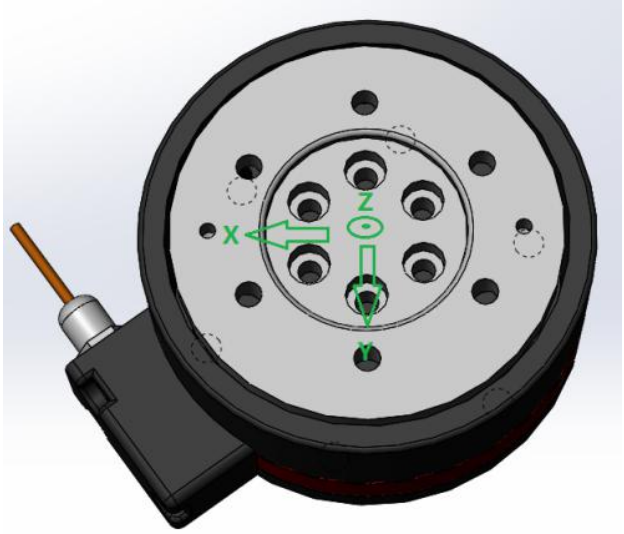


以Y轴为中心，X轴左旋和右旋夹角相反  
以X轴为中心，Y轴左旋和右旋夹角相反

## 8. DYDW-100 传感器在打磨机器人上的应用分析

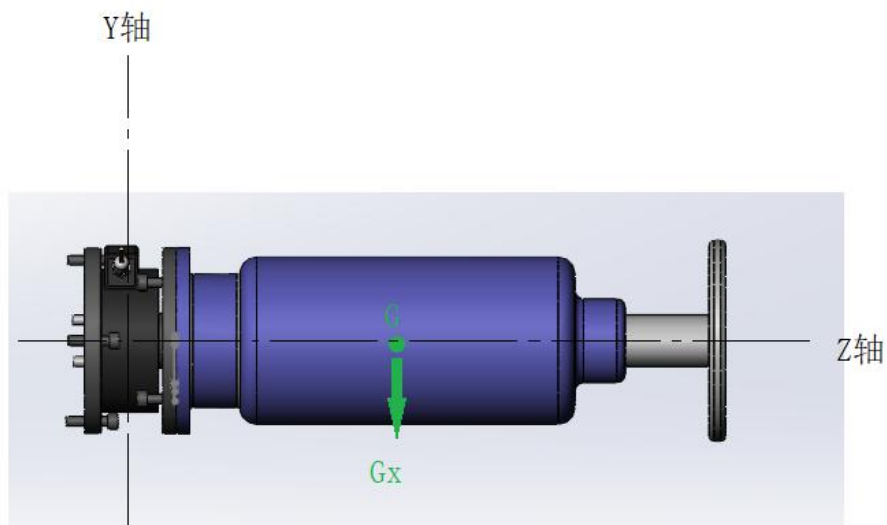
为适应打磨机器臂测力需要，DYDW-100 传感器增加了倾角测量功能，除了能够测量三个维度的力值、三轴的扭矩外，还可以测量三个轴的倾角。

使用时，传感器安装在机器手和打磨头中间，并且尽量保证在打磨过程中，打磨头的压力方向与传感器的夹角固定，最好与传感器某一个轴平行或者重合。比如与 Z 轴重合，也就是打磨时的加载力的方向与传感器法兰端面垂直，并且力的方向最好通过传感器中心（即与传感器 Z 重合），这样测力精度最高，运算也比较简单。

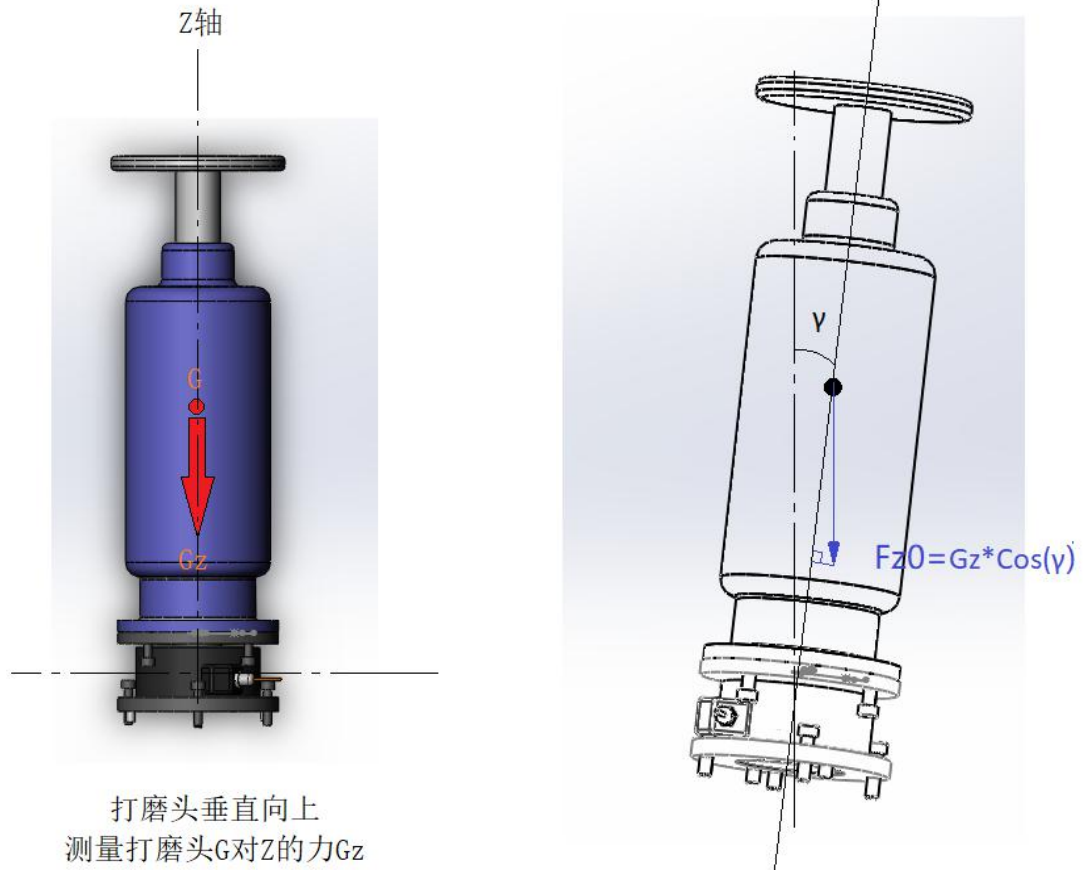


由于打磨头本身有一定重量，该重量会对传感器 3 个方向的力值有一定影响，并且随着打磨头的姿态变化，这个影响值也在实时变化，为了消除打磨头的影响，DYDW-100 配备有倾角传感器，根据打磨头的姿态可以将打磨头自重在某轴上的分力计算出来，测量值减去该分力即为打磨头的加载力。

下面以 Z 轴为打磨有效负荷对应的轴为例，分析一下机器臂在工作过程的受力。在使用前先将打磨头分别垂直朝上、沿 XZ 水平放置和沿 YZ 轴水平放置，测量打磨头重量 G 对三个轴的最大作用力  $G_x$ 、 $G_y$  和  $G_z$ 。见下面附图。当 Z 轴与垂直轴的夹角为  $\gamma$  时，G 对 Z 的分力为  $FG_z = G_z \cdot \cos(\gamma)$ 。Z 测量值 FZT 减去  $FG_z$  就是机器臂对工件的压力  $F_z = FZT - FG_z$ 。



打磨头沿 XZ 轴面水平放置  
测量 G 对 X 轴的力  $G_x$



机器手的调整方法根据被打磨工件的材质不同而不同。对于带毛刺的焊缝，可以先用铣刀去毛刺然后再进行打磨，打磨过程中用确保加载力的恒定，如果压力增加可以适当降低行进速度，或者适当抬高打磨头。处理打磨头与工件表面垂直的压力外，打磨头行进方向的阻力(该阻力的方向尽量与另外的轴重合或者平行，比如 X 轴)，也能反映工件焊缝的情况，如果阻力增加很大应该太高打磨头或者避开该打磨点，否则可能会损坏设备。

另外借助传感器准测量结果可以实现打磨机器人拖动示教学习。

## 9. 传感器安装

(配图)上下连接法兰、接触面及定位孔使用、安装角度、电缆固定

