

## 六维力传感器 EtherCAT 适配器

### 概述

#### 1 产品描述



HPS-FT-EC2000-IO 适配器用于将六维力传感器的 RS485 接口转换为 EtherCAT 接口。数据输出频率最高可达 2000HZ。

#### 1.1 外形尺寸

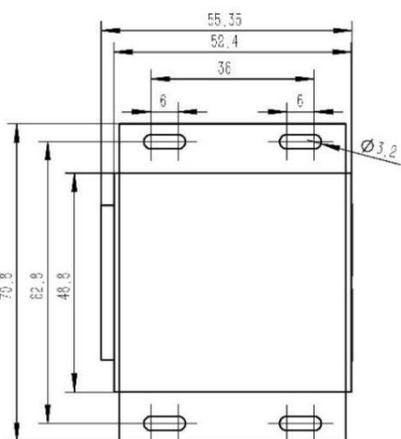


图 1. 适配器俯视图

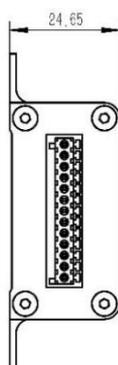


图 2. 适配器左视图

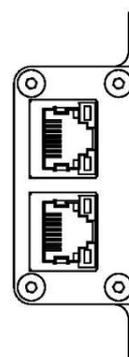


图 3. 适配器右视图

表 1. EtherCAT 适配器接线定义

端口号	信号名称	信号种类	描述
1	适配器电源正极	VCC	连接到 DC +12V ~ +24V
2	适配器电源负极	GND	连接到电源地
3	适配器屏蔽地	SHIELD	连接到机壳地
4	CH1 传感器电源正极	VCC	连接传感器电源正极(红色电缆)
5	CH1 传感器电源负极	GND	连接传感器电源负极(黑色电缆)
6	CH1 传感器 485A	Digital	连接传感器 485 A 端(白色电缆)
7	CH1 传感器 485B	Digital	连接传感器 485 B 端(绿色电缆)
8	CH2 传感器电源正极	VCC	连接传感器电源正极(红色电缆)
9	CH2 传感器电源负极	GND	连接传感器电源负极(黑色电缆)
10	CH2 传感器 485A	Digital	连接传感器 485 A 端(白色电缆)
11	CH2 传感器 485B	Digital	连接传感器 485 B 端(绿色电缆)
12 <sup>*1</sup>	光耦输出 OUT	Digital	光耦输出端
13 <sup>*2</sup>	光耦 COM 端	GND	光耦 COM 端

注: \*1 \*2

报警信号的输出端(端口号 12)是无电源 NPN 输出类型,需要外部提供电流驱动的 GPIO 来驱动。COM 端(端口号 13)和 GND 的信号地没有连接在一起,用户可自行选择外部连接在一起或者隔离不连接在一起。建议 RL 和 VCC 的选取,使得导通后的电流 IC(集电极电流)控制在 5mA-40mA 之间。输出电流大于 40mA 的情况建议用户在后端自行增加一级功率驱动,避免电流太大导致设备故障。

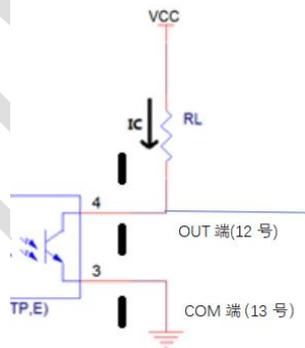


表 2、LED 指示灯功能

上方指示灯	常亮	通道 1 传感器通讯正常
	不亮	通道 1 传感器通讯异常
下方指示灯	常亮	通道 2 传感器通讯正常
	不亮	通道 2 传感器通讯异常

## 1.2 RJ45 接口指示灯

表 3. RJ45 接口指示灯状态

IN RJ45 接口	绿灯(左侧, EtherCAT 状态灯)	不亮	EtherCAT IN 网线未连接
		常亮	EtherCAT IN 处于连接待机状态
		闪烁	EtherCAT IN 处于数据传输状态
	黄灯(右侧, 传感器状态指示)	不亮	传感器 1 通讯异常
		常亮	传感器 1 通讯正常
		闪烁	传感器 1 通讯异常
OUT RJ45 接口	绿灯(左侧, EtherCAT 状态灯)	不亮	EtherCAT OUT 网线未连接
		常亮	EtherCAT OUT 处于连接待机状态
		闪烁	EtherCAT OUT 处于数据传输状态
	黄灯(右侧, 传感器状态指示)	不亮	传感器 2 通讯异常
		常亮	传感器 2 通讯正常
		闪烁	传感器 2 通讯异常

## 控制界面

### 2.1 EtherCAT 总线接口

通过 EtherCAT 适配器可实现如下功能:

- 读取传感器固件版本号和序列号
- 读取 EtherCAT 适配器固件版本号
- 实时获取传感器输出的力和力矩数据
- 配置传感器工具坐标系
- 设置力和力矩的阈值
- 滤波等级设置
- 传感器零点复位
- 扩展卡尔曼滤波

#### 2.1.1 PDO 接口

PDO 接口用来与传感器进行实时数据交换

##### a. TxPDO / 数据输出

TxPDO 映射到 0x6020: Reading Data, 详细信息请参照表 10。

##### b. RxPDO / 数据输入

RxPDO 映射到 0x7010: Control Parameter, 详细信息请参照表 12。

#### 2.1.2 EtherCAT 对象字典 (SDO 数据)

SDO 用于配置传感器, 读取版本信息等功能, 本节没有列出标准的 SDO 对象。

##### 对象 0x1D00: Sensor software version

该对象用于读取传感器的固件版本号。

表 4. 对象 0x1D00: Sensor software version 定义

Sensor software version			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Major	UINT	主版本号
0x02	Minor	UINT	次版本号

0x03	Rev	UINT	修订版本号
------	-----	------	-------

**对象 0x1D01: Ethercat software version**

该对象用于读取 EtherCAT 适配器的固件版本号。

表 5. 对象 0x1D01: Ethercat software version 定义

Ethercat software version			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Major	UINT	主版本号
0x02	Minor	UINT	次版本号
0x03	Rev	UINT	修订版本号

**对象 0x1D02: Sensor serial number**

该对象用于读取传感器的序列号。

表 6. 对象 0x1D02: Sensor serial number 定义

Sensor serial number			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Subindex 001	UDINT	传感器序列号的前 4 个字节
0x02	Subindex 002	UDINT	传感器序列号的后 4 个字节

**对象 0x1D03: Monitor condition**

该对象用于监控力和力矩并设置其阈值。

表 7. 对象 0x1D03: Monitor condition 定义

Monitor condition			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Threshold Value FX	DINT	X 轴力监控的阈值, 1000 对应 1N
0x02	Threshold Value FY	DINT	Y 轴力监控的阈值, 1000 对应 1N
0x03	Threshold Value FZ	DINT	Z 轴力监控的阈值, 1000 对应 1N
0x04	Threshold Value MX	DINT	X 轴力矩监控的阈值, 1000 对应 1N*M
0x05	Threshold Value MY	DINT	Y 轴力矩监控的阈值, 1000 对应 1N*M
0x06	Threshold Value MZ	DINT	Z 轴力矩监控的阈值, 1000 对应 1N*M
0x07	CompareGreaterThan	UINT	0 ~ 5 位分别对应各个轴力和力矩的监控状态, 1 表示当前的力或力矩大于监控阈值

注: CompareGreaterThan 置 1 后 EtherCAT 适配器的 IO 端口会导通, 用户通过 Control Parameter (RxPDO) 对象的 Control Code 的 CLEAR MONITOR 位 (bit[11:6])写 1 清零。

**对象 0x1D04: Tool transform**

该对象用于工具坐标系转换

表 8. 对象 0x1D04: Tool Transform 定义

Tool transform			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Rx	DINT	工具坐标系围绕 X 轴的旋转角度
0x02	Ry	DINT	工具坐标系围绕 Y 轴的旋转角度
0x03	Rz	DINT	工具坐标系围绕 Z 轴的旋转角度
0x04	Dx	DINT	工具坐标系向 X 轴方向的平移距离
0x05	Dy	DINT	工具坐标系朝 Y 轴方向的平移距离

0x06	Dz	DINT	工具坐标系朝 Z 轴方向的平移距离
------	----	------	-------------------

注：工具坐标系围绕某个轴旋转时，顺时针为正，1000 个单位对应 1 度，旋转顺序为 X 轴->Y 轴->Z 轴。工具坐标系向某个轴方向平移时，1000 个单位对应 1 米。

例：Rx = 90000 表示将工具坐标系围绕 X 轴顺时针旋转 90 度。

Dx = 50 表示将工具坐标系向 X 轴正方向平移 5cm。

### 对象 0x1D05: Kalman Filter

该对象用于配置卡尔曼滤波参数。

表 9. 对象 0x1D05: Kalman Filter 定义

Reading data			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Force: Weight of New Data	UDINT	力的新数据的权重，可配置为 1 ~ 100 默认值：20
0x02	Force: Kalman Threshold	UDINT	力的噪声数据的阈值，1000 对应 1N 默认值：250
0x03	Force: Number Check	UDINT	连续超过噪声阈值的力的帧数 默认值：3
0x04	Torque: Weight of New Data	UDINT	力矩新数据的权重，可配置为 1 ~ 100 默认值：20
0x05	Torque: Kalman Threshold	UDINT	力矩噪声数据的阈值，1000 对应 1N*M 默认值：2
0x06	Torque: Number Check	UDINT	连续超过噪声阈值的力矩的帧数 默认值：3

注：Weight of New Data：适当降低该数值可降低数据噪声，但会降低瞬间响应速度。

Kalman Threshold：该值应该略大于当前传感器的背景噪声值。

Number Check：数据值大于 Kalman Threshold 的连续帧数量超过该数值时数据有效，适当提高该值可以减小数据的跳动，但会损失一些瞬时响应速度。

### 对象 0x6020: Reading data

该对象用于读取传感器输出的力/力矩数据和状态信息,该对象映射到 TxPDO Reading Data, 默认输出的过程数据为 32bit, 可以通过适配器内部的 1 号拨码开关选择输出 16bit 过程数据。

表 10. 对象 0x6020: Reading Data 定义

Reading data			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Fx	DINT	X 轴的力，1000 对应 1N
0x02	Fy	DINT	Y 轴的力，1000 对应 1N
0x03	Fz	DINT	Z 轴的力，1000 对应 1N
0x04	Mx	DINT	X 轴的力矩，1000 对应 1N*M
0x05	My	DINT	Y 轴的力矩，1000 对应 1N*M,
0x06	Mz	DINT	Z 轴的力矩，1000 对应 1N*M
0x07	Status Code	UDINT	状态信息
0x08	Sample Counter	UDINT	内部采样次数计数，EtherCAT 转接板每次接收到传感器一帧数据会加 1。用户可以根据该

			数值判断当前接收到的数据和上一次接收到的数据是否是同一帧
--	--	--	------------------------------

表 11. 对象 0x6020: Reading Data 16bit 过程数据定义

Reading data			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Fx	INT	X 轴的力, 32767 对应 FxMax, -32768 对应 -FxMax
0x02	Fy	INT	Y 轴的力, 32767 对应 FyMax, -32768 对应 -FyMax
0x03	Fz	INT	Z 轴的力, 32767 对应 FzMax, -32768 对应 -FzMax
0x04	Mx	INT	X 轴的力矩, 32767 对应 MxMax, -32768 对应 -MxMax
0x05	My	INT	Y 轴的力矩, 32767 对应 MyMax, -32768 对应 -MyMax
0x06	Mz	INT	Z 轴的力矩, 32767 对应 MzMax, -32768 对应 -MzMax
0x07	Status Code	UINT	状态信息
0x08	Sample Counter	UINT	内部采样次数计数, EtherCAT 转接板每次接收到传感器一帧数据会加 1。用户可以根据该数值判断当前接收到的数据和上一次接收到的数据是否是同一帧

表 12. 不同型号传感器对应的计算最大值

型号	FxMax	FyMax	FzMax	MxMax	MyMax	MzMax
FT060/FT060E	1200N	1200N	1200N	75N*m	75N*m	75N*m
FT060S	3000N	3000N	3000N	150N*m	150N*m	150N*m
FT025	500N	500N	500N	20N*m	20N*m	20N*m
FT058	10000N	10000N	10000N	450N*m	450N*m	450N*m

表 13. 状态码解析 (Status Code)

Bit number	Description
0	为 1 时表示传感器和 EtherCAT 转接板通讯失败, 检测不到传感器
1	为 1 时表示获取传感器校正矩阵失败
2	为 1 时表示获取传感器校温补系数失败
3	为 1 时表示获取传感器 ADC 增益失败
4	为 1 时表示传感器输出 ADC 数值错误
5	为 1 时表示传感器零点复位失败
6	为 1 时表示传感器数据异常
7	为 1 时表示传感器 DAC 初始化失败
8	为 1 时表示姿态传感器初始化失败
9~31	保留位

注：当 Status Code 不为 0 时即代表有错误发生，此时可以通过设置 Control Parameter (RxPDO)中 Control Code 对象的 SENSOR PROBE 位(bit [1])重新检测并初始化传感器。

### 对象 0x7010: Control Parameter

该对象通过映射到 RxPDO 实现对传感器的实时控制

表 14. 对象 0x7010: Control Parameter 定义

Control Parameter			
Subindex	Name	Type	Description
0x01	Control Code	UDINT	用于实时参数控制
0x02	RESV0	UDINT	保留
0x03	RESV1	UDINT	保留
0x04	RESV2	UDINT	保留
0x05	RESV3	UDINT	保留

表 15. 控制码解析 (Control Code)

Bit number	Description
0	ZERO RESET 置 1: 传感器零点复位
1	SENSOR PROBE 置 1: 检测并初始化传感器
2~5	FILTER SELECT: 低通滤波等级选择, 一共有等级 0~6, 参照表 14
6~11	CLEAR MONITOR: 清零监控状态位, 6~11 位分别对应 CompareGreaterThan 的 0~5 位
12	KALMAN FILTER 置 1: 使能卡尔曼滤波, 清 0: 关闭卡尔曼滤波
13~14	为 0x03 时 EtherCAT 适配器输出传感器内部电压值; 其他值时输出力和力矩的值
13~14	OUTPUT VOLTAGE: 为 0x03 时 EtherCAT 适配器输出传感器内部电压值; 其他值时输出力和力矩的值
15~17	MEDIAN FILTER: 中值滤波等级选择, 一共有等级 0~7 *1
18~31	保留位

注:

Control Code 某个位置 1 后, 对应的功能只执行一次, 若下次想再次执行该功能则必须先把该位写 0 后再写为 1。

\*1 中值滤波一共有 0~7 个等级, 0 为关闭中值滤波。中值滤波能有效抑制噪声消除孤立的跳变点, 使曲线变化更平滑但会降低瞬时响应速率

表 16. 低通滤波等级

滤波等级	数据输出速率
0	2000HZ
1	1000HZ
2	500HZ
3	250HZ
4	125HZ
5	62HZ
6	31HZ

## 修订历史记录

表 17. 规格书修订历史记录

Date	Revision	Description
2019/09/20	2.0	重新修改手册排版, 将传感器规格和适配器规格分开

**IMPORTANT NOTICE – PLEASE READ CAREFULLY**

Hypersen Technologies Co., Ltd. reserve the right to make changes, corrections, enhancements, modifications, and improvements to Hypersen products and/or to this document at any time without notice. Purchasers should obtain the latest relevant information on Hypersen products before placing orders. Hypersen products are sold pursuant to Hypersen's terms and conditions of sale in place at the time of order acknowledgement.

Purchasers are solely responsible for the choice, selection, and use of Hypersen products and Hypersen assumes no liability for application assistance or the design of Purchasers' products.

No license, express or implied, to any intellectual property right is granted by Hypersen herein.

Resale of Hypersen products with provisions different from the information set forth herein shall void any warranty granted by Hypersen for such product.

Hypersen and the Hypersen logo are trademarks of Hypersen. All other product or service names are the property of their respective owners.

Information in this document supersedes and replaces information previously supplied in any prior versions of this document.

© 2019 Hypersen Technologies Co., Ltd. – All rights reserved