

# TECHSOFT ROBOTS

## RJSIIZ 系列关节模组



### 用户手册

版本 V1.0

## 版权说明

本手册的版权为深圳市泰科智能机器人有限公司（简称“泰科智能”）所有。未经泰科智能许可，不得以任何方式复制和抄袭本手册的内容。本文档仅供用户参考，文档中的内容力图精确和可靠，但错误和疏忽之处在所难免，如果您发现错误，请不吝赐教。

泰科智能保留随时修改和完善本文档的权利，恕不另行通知。

除本手册中有明确陈述之外，本手册中的任何内容不应解释为泰科智能对个人损失、财产损害和具体适用性等做出的任何担保或保证。

版次	更新内容
V1.0	初版

# 目录

版权说明 .....	1
前言 .....	3
<b>1. 安全信息 .....</b>	<b>4</b>
1.1. 警告 .....	4
1.2. 注意事项 .....	5
<b>2. 产品质保 .....</b>	<b>6</b>
2.1. 产品质量保证 .....	6
2.2. 免责声明 .....	6
<b>3. RJSIHZ 系列关节模组介绍 .....</b>	<b>7</b>
3.1. RJSIHZ 关节模组概述 .....	7
3.2. RJSIHZ 关节模组型号说明 .....	8
<b>4. RJSIHZ 系列关节模组参数一览表 .....</b>	<b>9</b>
<b>5. RJSIHZ 系列关节模组安装 .....</b>	<b>10</b>
5.1. 机械安装 .....	10
5.2. 电气安装 .....	10
5.2.1. 选择适配电源 .....	10
5.2.2. 关节电源配线和通讯配线 .....	10
<b>6. RJSIHZ 系列关节驱动器和测试 .....</b>	<b>12</b>
6.1. 关节驱动器及接口定义 .....	12
6.2. 软件调试 .....	14
<b>7. RJSIHZ 系列关节模组常见故障排查和处理方法 .....</b>	<b>15</b>

# 前言

感谢您购买和使用本公司 RJSIIZ 系列机器人关节模组，我们将为您提供优质的产品服务。

## 关于 RJSIIZ 系列机器人关节模组

RJSIIZ 系列关节模组融合了泰科智能多年的机器人领域经验，通过高度集成的一体化设计，降低客户对机械选型、组装多个环节的人员和时间投入，简化供应链管理及质量管理综合成本，实现机器人产品快速上市。让协作机器人开发变得安全、快速、便捷。



## 关于本手册

本手册阅读对象为机器人关节模组的使用人员、调试人员及维修人员。

## 本手册的主要内容：

- RJSIIZ 系列关节模组安全使用注意事项和质保信息
- RJSIIZ 系列关节模组介绍
- RJSIIZ 系列关节模组安装
- RJSIIZ 系列关节模组测试
- RJSIIZ 系列关节模组常见故障排查和处理方法

## 更多信息

如您还需要了解我司其他产品信息，欢迎登录网站：<http://www.techsoft-robots.com>

## 联系方式：

公司全称：深圳市泰科智能机器人有限公司  
地址：深圳市南山区松白路 1026 号未来科学城(南岗第二工业区)12 栋 5 楼  
电话：+86-755-26712201  
邮箱：销售 [sales@techservo.com](mailto:sales@techservo.com)  
技术支持 [tech@techservo.com](mailto:tech@techservo.com)

# 1. 安全信息

在 RJSIIZ 进行安装和使用之前请先仔细阅读本章中的信息，下面列出了 RJSIIZ 关节模组必要的安全使用信息。此信息意在当您使用产品时保护您、驱动器及相关的设备，不正确的使用会导致人身意外伤害或财产损失。

本手册有以下安全标志：



警告！操作引起人生安全的危险标记，也包括预防这种情况发生的使用说明。



注意！驱动器可能损坏产品或设备的危险标记，也包括避免此情形发生的使用说明。



注意！指示该区域对静电敏感，要求在静电保护环境中处理。

## 1.1. 警告



警告！驱动器电压可能引起电击！电源打开时，请不要直接触摸带电部分



警告！为避免电弧放电的危险，当电源打开时请不要连接或断开驱动器与电源的接线！



警告！驱动器在运行期间表面可能发热。



警告！在驱动器运行期间，被控制的电机在运动，请远离所有运动部件避免受伤害。



**特别警告！**

## 1.2. 注意事项

### 注意！专业人员操作

只有具备相应资质的专业人员才允许诸如运输、组装、设置和维护等任务。具备资质的专业人员是指熟悉电机运输、安装、组装、调试和操作且具备履行职责所需的相关最低资质：

- 运输：只能由具备处理静电敏感部件相关知识的人员执行。
- 机械安装只能由在机械方面具有资质的人员执行。
- 电气安装：只能由在电气方面具有资质的人员执行。
- 设置：只能由具有电气工程和驱动器技术相关知识的合格人员执行。

具备资质的人员必须了解并遵守 IEC60364/IEC60664 和国家事故预防条例。

阅读文档：安装和调试前阅读相应文档。不正确的使用电机会对人员造成伤害或财产损失。因此，操作人员必须确保在电机上工作的所有人员都已阅读并理解本手册并遵守本手册中的安全事项。

### 注意！遵守技术数据和规格

遵守有关连接条件的技术数据和规格(请参考铭牌和本文相关章节介绍)。如果超过允许的电压值或电流值，则会损坏电机，比如出现过热。

### 注意！进行风险评估

机器制造商必须对机器进行风险评估，并采取适当措施来确保意外的移动不会造成任何人身伤害或财产损失。通过风险评估，可能还会对专业人员提出更多要求。

### 注意！安全运输

只能使用起重工具升降和移动重量超过 20kg 的设备。无辅助的升降会导致背部受伤。

### 注意！当心表面高温

电机在操作过程中，根据它们的防护类别，表面可能会非常烫，如触碰当心烧伤。

### 注意！关节旋转限制

RJSIIZ 关节模组在用作单轴时可在任一方向连续旋转。但是，将该装置组装到具有多轴/自由度的机器人中且输出板中心的“菊花链”接线用于连接关节对关节或关节对手臂时，任一方向的最大旋转角是 $\pm 360^\circ$ (机械)。如果超过此角度限制，可能会损坏接线而使保修失效。

## 2. 产品质保

### 2.1. 产品质量保证

RJSIIZ 关节模组具有 12 个月有限保修期。

若关节模组在投入使用后 12 个月内，出现因制造或材料不良所致的缺陷，泰科智能应提供必要的备用部件予以更换或维修相关部件。若设备缺陷是由处理不当或未遵循用户指南中所述的相关信息所致，则本产品质量保证即告失效。

在不违背本产品质量保证的原则下，若产品已经超出保修期，泰科智能保留向客户收取更换或维修费用的权利。

被更换或返至泰科智能的设备或组件的所有权归泰科智能有限公司所有。

在保修期外，如果设备呈现缺陷，泰科智能不承担由此引起的任何损害或损失，包括但不限于生产损失或对其他生产设备造成的损坏。

### 2.2. 免责声明

泰科智能致力于不断提高产品可靠性和性能，并因此保留升级产品的权利，恕不另行通知。泰科智能力求确保本手册内容的准确性和可靠性，但不对其中的任何错误或遗漏信息负责。

以下情况导致的故障不在本保修范围内：

1. 未按用户手册要求安装、接线、连接其他控制设备；
2. 使用时超出用户手册所示规格或标准；
3. 由于运输不当导致的产品损坏；
4. 事故或碰撞导致的损坏；
5. 火灾、地震、海啸、雷击、大风和洪水等自然灾害；
6. 上述情况以外非泰科智能责任导致的故障。

## 3. RJSIIZ 系列关节模组介绍

### 3.1. RJSIIZ 关节模组概述

组织结构图如下所示：



RJSIIZ 关节模组集谐波减速机、无框力矩电机、制动器、增量编码器、绝对值编码器、伺服驱动器于一体，结构紧凑，便于安装。采用自主研发的伺服驱动器和双编码器实现全闭环控制，单关节重复定位精度小于  $0.015^\circ$ 。RJSIIZ 关节模组有 14S-40 多种型号可选，让机器人开发更简单、更便捷、更灵活自由。

#### 谐波减速机

中空超扁平设计，具有传动比大、传动平稳、齿面磨损小而均匀、传动效率和精度高、回差小等优点，常作为机器人手腕关节的减速及传动装置。

#### 无框力矩电机

中空超薄大孔径，可减小关节尺寸、减轻关节重量，并提升其动作效率。

#### 伺服驱动器

伺服驱动器集成于关节模组内部，采用 48V 直流动力电源和 CANopen / EtherCAT 总线控制，因无需再为机器人的各个关节轴配备单独的伺服驱动器，这将节省大量电气柜安装空间，让设备系统变得更加紧凑。因为多个关节模组的电源和通讯端口，是可以按照链式拓扑结构串行连接的，加之 RJSIIZ 使用了空心轴无框电机和谐波减速机，这样，集成了 RJSIIZ 关节模组的机器人手臂，其电气线缆是可以直接串联敷设在机械臂空腔内部的，而不是像传统机器人那样并排挂在机械臂表面。这样不仅让机器人外观变得十分简洁，更重要的是，因为在关节处并没有多根并联电缆的扭转弯折，从而降低了机器人工作时的运动负载；同时，更少的线缆数量还将会减轻机械臂的重量，这些都有助于提升机器人的工作效率。

#### 编码器

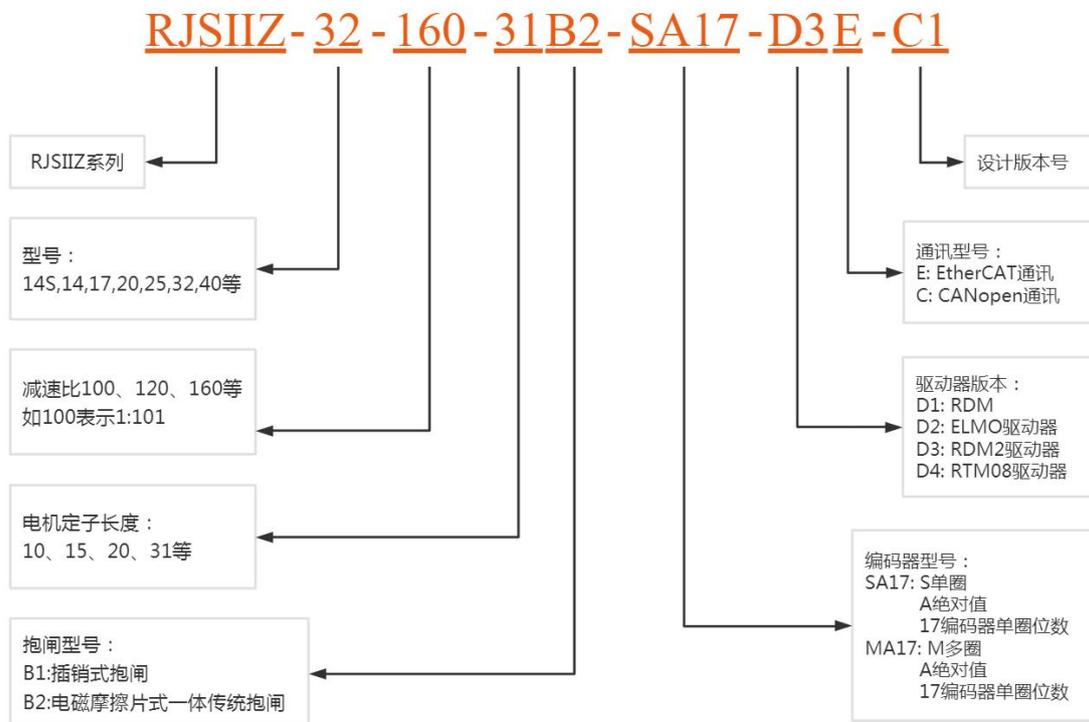
RJSIIZ 采用了 17 位/19 位 Biss 反馈，可以达到  $\pm 0.015^\circ$  的重复定位精度。同时，RJSIIZ 内部在输入端和输出端分别各有一个编码器，通过比较两个编码器的位置和速度反馈，参照驱动电流和电机扭矩的输出，可以判断出模组所在关节受到外界作用力的大小，将这一系列数据信息反馈给控制器，就能够在不额外增加辅助传感器的情况下，很方便的实现对机器人的安全控制。

#### 制动器

RJSIIZ 配有电磁摩擦片式一体传统抱闸，结构紧凑，噪音小，制动效果更好，更安全。

### 3.2. RJSIIZ 关节模组型号说明

示例：RJSIIZ-32-160-31B2-SA17-D3E-C1



## 4. RJSIIZ 系列关节模组参数一览表

参数类型	名称	单位	RJSII 14S	RJSII 14	RJSII 17	RJSII 20	RJSII 25	RJSII 32	RJSII 40
减速器 参数	减速比(可选, 此处列出默认配置)	----	100	101	101	101	101	121	121
	减速器背隙	arcsec	10	10	10	10	10	10	10
	传动精度	arcmin	1	1	1	1	1	1	1
电机电气 参数	电机极对数	----	6	6	6	6	6	6	6
	电机额定功率	W	59	118	200	282	400	750	1050
	电机额定电压	V	48	48	48	48	48	48	48
	电机额定电流	A	2.7	4.7	6	10.9	11.5	20	33.7
	电机额定转速	rpm	3000	3000	3000	3000	3000	2000	2000
	电机最大转速	rpm	5500	4800	3700	4000	3800	2500	2400
	电机额定转矩	N·m	0.21	0.3	0.706	1	1.4	4	5
	反电动势系数	Vrms/krpm	3.9	6.4	9	6.84	9.8	14	20
关节 重量 尺寸	关节重量	kg	0.9	1.0	1.9	2.5	3.4	5.9	12
	关节直径	mm	62	70	80	90	110	142	175
	关节长度	mm	88.5	112	124	116	126	150.5	164
关节输出 能力	启停容许转矩	N·m	26	34	66	102	194	436	762
	平均负载转矩	N·m	10.5	13.5	49	61	133	267	557
	静态负载转矩	N·m	21	23.7	70	100	119	400	600
	最大瞬时转矩	N·m	39.7	66	134	182	351	848	1458
	最大许用弯矩	N·m	20	41	72	140	243	460	600
	最大瞬时弯矩	N·m	40	80	140	280	480	900	1200
	额定转速	rpm	30	29.7	29.7	29.7	29.7	16.5	16.5
最大转速	rpm	55	47.5	36.6	39.6	37.6	20.7	20	
编码器	增量编码器	P/R	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
	单圈绝对值编码	Bit	17	17	17	17	17	17	17
通讯接口	EtherCAT / CANopen								
抱闸	24/12VDC 电磁摩擦片式								
关节精度	绝对定位精度可达±70 角秒, 重复定位精度可达±8 角秒								
IP 等级	IP64 防护等级(IP65 可选)								
工作环境	环境温度: -20°C - 50°C, 环境湿度: 90%相对湿度(无冷凝)								

## 5. RJSIIZ 系列关节模组安装

### 5.1. 机械安装

请结合我司给出的各型号模组图纸进行结构设计和装配。

在关节对关节的配置中将多个 RJSIIZ 装置组装到一起或在 RJSIIZ 的输出盘上增加手臂时，所需的螺钉规格和拧紧转矩值在下表中列出。建议使用内六角钢制螺钉，带有诸如锌等耐腐蚀涂层。

RJSIIZ 安装螺钉：

型号	紧固件尺寸	转矩
RJSIIZ14S	M2.5×6mm 长, SHCS	1.2Nm
RJSIIZ14	M3×8mm 长, SHCS	2.3Nm
RJSIIZ17	M3×8mm 长, SHCS	2.3Nm
RJSIIZ20	M4×8mm 长, SHCS	2.3Nm
RJSIIZ25	M4×10mm 长, SHCS	5Nm
RJSIIZ32	M4×12mm 长, SHCS	5Nm
RJSIIZ40	M5×14mm 长, SHCS	10Nm

NOTE: 建议在所有螺钉上涂抹可清除型螺纹锁固胶。

#### \*补充

关节拆除时先将电源线和通讯线拆下，拆除电源线时使用小螺丝刀按下连接器的白色弹簧然后轻轻拉出线缆，之后将关节固定螺钉拆除，最后均匀用力将关节拆出

### 5.2. 电气安装

#### 5.2.1. 选择适配电源

RJSIIZ 额定工作电压 48VDC(最小为 40VDC，最大为 56VDC)。母线电压超过 56VDC 时会出现电压故障。建议电源可以处理再生负载(比如在电源处添加再生电阻和电容)。

以下表格列出了 RJSIIZ 各型号推荐电源：

型号	电源电压(VDC)	额定电流(A)	峰值电流(A)
RJSIIZ14S	48(±10%)	2.7	6.75
RJSIIZ14	48(±10%)	4.7	11.75
RJSIIZ17	48(±10%)	6	15
RJSIIZ20	48(±10%)	10.9	27.25
RJSIIZ25	48(±10%)	11.5	28.75
RJSIIZ32	48(±10%)	20	50
RJSIIZ40	48(±10%)	33.7	80

注：以上表格列出的均是单独关节在最大负载最高转速条件下的极限电流值，但在正常的机器人运动期间，不是所有关节都会同时消耗这些电流值。

#### 5.2.2. 关节电源配线和通讯配线

RJSIIZ 装置附带有 4 或 7 芯(CANopen 为 4 芯, EtherCAT 为 7 芯)通过减速机输出盘中心的线缆，使用户能够轻松地使用“菊花链”形式连接并在机器人关节之间进行通信。14AWG /18AWG /20AWG 红色(+) 和 12AWG /18AWG /20AWG 黑色(-)为下一关节提供 48VDC 电源。带有 28AWG 白色(高位)和 28AWG 绿色(低位)的双绞线实现了 CANopen 与下一关节之间的通信(28AWG 红, 黑, 绿, 白 4 线实现 EtherCAT 与下一关节之间的通信)。

**注意：**在关节对关节的配置中，如果使用螺栓将两个 RJSIIZ 装置连接到一起，则必须极其小心以避免损坏这些线缆。

菊花链式线缆的尺寸，颜色和功能表：

功能名称		线色	线规格						
			RJSIIZ 14S	RJSIIZ 14	RJSIIZ 17	RJSIIZ 20	RJSIIZ 25	RJSIIZ 32	RJSIIZ 40
电源线	48VDC+	红色	20AWG	20AWG	20AWG	20AWG	18AWG	18AWG	14AWG
	48VDC-	黑色	20AWG	20AWG	20AWG	20AWG	18AWG	18AWG	14AWG
CANopen	CAN_H	白色	28AWG UL1332						
	CAN_L	绿色	28AWG UL1332						
EtherCAT	RX+	红色	28AWG UL1332						
	RX-	黑色	28AWG UL1332						
	TX+	绿色	28AWG UL1332						
	TX-	白色	28AWG UL1332						

关节模组上具体接线定义请参考本手册相关章节。

## 6. RJSIIZ 系列关节驱动器和测试

RJSIIZ 系列关节模组，从型号上区分，可能装配的驱动器有 RDM2, ELMO, RTM08 等驱动器型号。对模组进行测试时，请根据驱动器具体型号来进行操控。

### 6.1. 关节驱动器及接口定义

RDM2 驱动器是一款基于当前最先进的 FPGA 技术开发而成的高性能、高精度、多功能的低压直流全数字伺服驱动器，具有驱动器过流、过温、过压欠压、超速、堵转、位置超差、短路、I2t、控制错误等全面的安全保护设计，采用双编码器反馈输入实现全闭环控制，很方便的实现关节模组的位置、速度和电流的控制。

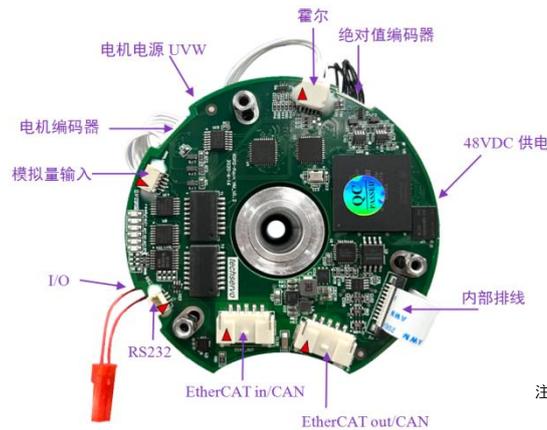
RDM2 驱动器具有高动态响应、速度响应频率高达 4KHz、运行稳定可靠，支持 EtherCAT 和 CANopen 总线控制，具有良好的兼容性。通过驱动器调试软件，客户可以方便的设置驱动器和电机参数，调节位置、速度和电流的 PID，发挥出关节模组的良好性能。

**RJSIIZ14S 和 RJSIIZ14 上 RDM2 驱动器接口定义：**



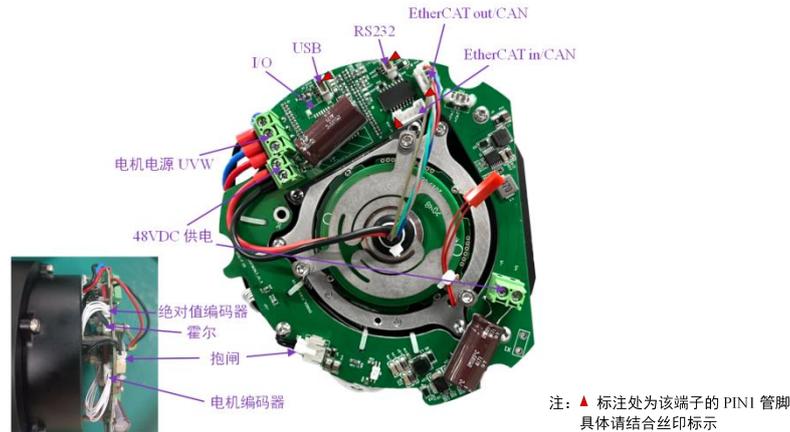
电机编码器接口			
管脚	名称	描述	类型
1	GND	信号地	-
2	5V	+5V ENC	输出
3	Z-	Encoder Z-	输入
4	Z+	Encoder Z+	输入
5	B-	Encoder B-	输入
6	B+	Encoder B+	输入
7	A-	Encoder A-	输入
8	A+	Encoder A+	输入
I/O			
1	OUT6	OUT6 输出口	输出
2	IN2	IN2 输入口	输入
3	ANI-	±10V 模拟量-	输入
4	ANI+	±10V 模拟量+	输入
RS232			
1	TX	RS232 数据发送	输出
2	RX	RS232 数据接收	输入
3	GND	信号地	-
48VDC 供电			
V+	供电电源+	48VDC+	输入
V-	供电电源-	48VDC-	输入
电机 UVW			
U	电机 U 相	三相电机 U 相	输出
V	电机 V 相	三相电机 V 相	输出
W	电机 W 相	三相电机 W 相	输出

BISS 绝对值编码器接口			
管脚	名称	描述	类型
1	5V	5V 逻辑电源(内部提供)	输出
2	GND	信号地	输出
3	SL+	绝对值编码器数据信号	输入
4	SL-	绝对值编码器数据信号	输入
5	MA+	绝对值编码器时钟信号	输出
6	MA-	绝对值编码器时钟信号	输出
霍尔信号输入			
1	HU	数字霍尔信号 Hall3	输入
2	HV	数字霍尔信号 Hall2	输入
3	HW	数字霍尔信号 Hall1	输入
4	5V	5V 逻辑电源(内部提供)	输出
5	GND	信号地	-
EtherCAT in/out 通讯接口			
1	TX-	TX-	-
2	TX+	TX+	
3	FG	Frame Gnd	
4	RX-	RX-	
5	RX+	RX+	
抱闸			
1	+	电机电磁抱闸+	输出
2	-	电机电磁抱闸-	输出

**RJSIHZ17、 RJSIHZ20、 RJSIHZ25、 RJSIHZ32 上 RDM2 驱动器接口定义：**


电机编码器接口			
管脚	名称	描述	类型
管脚	名称	功能说明	类型
1	GND	信号地	-
2	5V	+5V ENC	输出
3	Z-	Encoder Z-	输入
4	Z+	Encoder Z+	输入
5	B-	Encoder B-	输入
6	B+	Encoder B+	输入
7	A-	Encoder A-	输入
8	A+	Encoder A+	输入
模拟量输入端口			
1	GND	信号地	-
2	5V	5V 逻辑电源(内部提供)	输出
3	ANI-	±10V 模拟量-	输入
4	ANI+	±10V 模拟量+	输入
数字量 I/O			
1	IN2	IN2 输入口	输入
2	OUT6	OUT6 输出口	输出
3	GND	信号地	-
RS232			
1	TX	RS232 数据发送	输出
2	RX	RS232 数据接收	输入
3	GND	信号地	-
电源和电机 UVW			
V+	供电电源+	48VDC+	输入
V-	供电电源-	48VDC-	输入
U	电机 U 相	三相电机 U 相；有刷电机正端	输出
V	电机 V 相	三相电机 V 相；有刷电机负端	输出
W	电机 W 相	三相电机 W 相	输出

BISS 绝对值编码器接口			
管脚	名称	功能说明	类型
1	5V	5V 逻辑电源(内部提供)	输出
2	GND	信号地	输出
3	SL+	绝对值编码器数据信号	输入
4	SL-	绝对值编码器数据信号	输入
5	MA+	绝对值编码器时钟信号	输出
6	MA-	绝对值编码器时钟信号	输出
霍尔信号输入			
1	GND	信号地	-
2	5V	5V 逻辑电源(内部提供)	输出
3	HW	数字霍尔信号 Hall3	输入
4	HV	数字霍尔信号 Hall2	输入
5	HU	数字霍尔信号 Hall1	输入-
EtherCAT in/out 通讯接口			
1	TX-	TX-	-
2	TX+	TX+	
3	FG	Frame Gnd	
4	RX-	RX-	
5	RX+	RX+	
CAN			
1	CAN_L	CAN 低	-
2	CAN_H	CAN 高	
抱闸			
1	+	电机电磁抱闸+	输出
2	-	电机电磁抱闸-	输出

**RJSIIZ32、RJSIIZ40 上 ELMO 驱动器接口定义：**


电机编码器接口			
管脚	名称	功能说明	类型
1	GND	GND	-
2	5V	+5V ENC	输出
3	Z-	Encoder Z-	输入
4	Z+	Encoder Z+	输入
5	B-	Encoder B-	输入
6	B+	Encoder B+	输入
7	A-	Encoder A-	输入
8	A+	Encoder A+	输入
RS232			
1	TX	RS232 数据发送	输出
2	RX	RS232 数据接收	输入
3	GND	信号地	-
I/O			
1	Ref+	±10V 模拟量	输入
2	Ref-	±10V 模拟量	输入
3	OUT4	OUT4 输出口	输出
4	GND	信号地	-
5	IN6	IN6 输入口	输入
6	IN4	IN4 输入口	输入
7	IN2	IN2 输入口	输入
电源输入输出和电机 UVW			
V+	供电电源+	电源输入正端	输入
V-	供电电源-	电源输入负端	输入
U	电机 U 相	三相电机 U 相；有刷电机正端	输出
V	电机 V 相	三相电机 V 相；有刷电机负端	输出
W	电机 W 相	三相电机 W 相	输出
抱闸			
1	+	电机电磁抱闸+	输出
2	-	电机电磁抱闸-	输出

BISS 绝对值编码器接口			
管脚	名称	功能说明	类型
1	5V	5V 逻辑电源(内部提供)	输出
2	GND	信号地	输出
3	SL+	绝对值编码器数据信号	输入
4	SL-	绝对值编码器数据信号	输入
5	MA+	绝对值编码器时钟信号	输出
6	MA-	绝对值编码器时钟信号	输出
霍尔信号输入			
1	GND	信号地	-
2	5V	5V 逻辑电源(内部提供)	输出
3	HW	数字霍尔信号 Hall3	输入
4	HV	数字霍尔信号 Hall2	输入
5	HU	数字霍尔信号 Hall1	输入
EtherCAT in/out 通讯接口			
1	TX-	TX-	-
2	TX+	TX+	
3	FG	Frame Gnd	
4	RX-	RX-	
5	RX+	RX+	
CAN			
1	CAN_L	CAN 低	-
2	CAN_H	CAN 高	
USB			
1	USB_VBUS		
2	COMRET		
3	USB_D+		
4	USB_D-		

## 6.2. 软件调试

RJSIIZ 关节模组内驱动器控制参数在出厂时已经做好配置，用户只需将模组连接到 EtherCAT 或 CANopen 网络中控制即可。

对于 CANopen 关节模组，我们将提供 CANopen 从站.eds 文件供用户主站配置使用；EtherCAT 关节模组我们将提供.xml 格式的从站文件供用户主站配置使用。

如需通过串口通讯监控关节的运行数据等，可联系我司技术部门获取相关资料信息。

## 7. RJSIIZ 系列关节模组常见故障排查和处理方法

序号	问题信息	可能原因	处理方法
1	接通电源时关节模组没有正常通电	存在短路或 V+、V- 接反	检查是否有短路 检查关节模组电源 V+/V- 是否接反
2	通讯异常	通讯线或者通讯端子接触不良	检查通讯端子是否有虚焊或重新插拔通讯线
3	跟随错误	超出用户设置的跟随误差	重新设置跟随误差
4	编码器读数异常	编码器接线松动 编码器损坏	重新将编码器接线插牢 更换编码器
5	通电前可以用手转动机器人关节	关节模组制动器故障	更换制动器
6	编码器出现跳变	若关节模组采用单圈绝对值编码器，超过编码器单圈范围断电重启后编码器读数会恢复到编码器的正常范围	使用时尽量在编码器单圈范围内
7	关节模组噪音太大、发热过于厉害	减速器异常	更换减速器