



70 系列机器人关节模组控制器产品手册

产品型号：RC-70-xxx（系列）

文档版本：V1.0

适用产品：Φ70 一体化协作机器人关节内置伺服控制器

适用对象：协作机器人关节集成商、自动化设备工程师

出品单位：杭州捷足智能机器人技术有限公司

编制日期：二零二六年六月十五日

目 录

1. 产品概述
2. 主要特点
3. 技术规格与电气参数
4. 机械安装尺寸
5. 接口与引脚定义
6. 伺服控制功能说明
7. 通讯协议与总线
8. 保护功能一览
9. 上位机软件与调试
10. 使用环境与可靠性

11. 订购信息与型号编码

附录：参数速查表

1 产品概述

70 系列关节模组控制器是专为 70mm 外径级机器人关节开发的一体化内置式伺服驱动器。本产品采用三相全桥 FOC 控制架构，将电机驱动、绝对值编码器接口、电磁刹车驱动及工业现场总线高度集成于厚度仅 9.4mm 的环形 PCB 上，可直接嵌入关节壳体内部，助力客户实现紧凑型协作机器人设计。本控制器适配 70 关节模组电机（16 极、48V 母线），提供 300W 额定功率与 1200W 峰值功率输出，适用于轻型机械臂、医疗机器人、精密旋转平台等场景。

本手册为 70 系列一体化机器人关节模组内置电机控制器产品需求手册，统一规定该款系列控制器硬件、软件、电气、机械、通讯、环境、安全、接口等各类指标及交付要求。控制器集成于关节壳体内部，驱动永磁无框直流无刷电机，面向协作机械臂、人形机器人关节场景，满足高频启停、频繁正反转、低速大转矩、多关节同步协同高精度运动工况。供方需依据本手册完成 70 系列硬件设计、统一固件底层算法、样机调试、批量适配，交付满足机器人关节工况的控制器完整产品。

70 系列、80 系列区分说明

- 70 系列：适配定子外径 $\Phi 70$ 无框电机，小扭矩轻量化关节
- 80 系列：适配定子外径 $\Phi 80$ 无框电机，中大负载高扭矩关节

两款控制器底层控制算法、通讯协议、保护逻辑、软件功能完全通用，仅功率电路、电流规格、安装尺寸、散热能力、抱闸驱动能力差异化。

2 产品整体定义及主要特点

2.1 通用基础定义（70/80 系列完全一致）

- 安装形式：关节内部板载嵌入式一体化控制器，与无框电机、谐波减速器、绝对值编码器、电磁抱闸集成同一壳体
- 驱动对象：三相永磁直流无框关节电机
- 控制架构：电流 / 速度 / 位置三闭环 FOC 伺服控制，实时采集编码器位置、转速、电机 NTC 温度、三相母线电流
- 工况适配：连续长时间满载、高频启停、往复正反转、低速大转矩、动态轨迹跟随

2.2 主要特点

- 极致紧凑：外径 68mm / 内径 18mm / 高度 9.4mm，完美适配 70 模组内部空间
- 强劲动力：额定 6.25A / 峰值 25A 电流输出，峰值转速高达 4500rpm
- 三闭环伺服：支持位置/速度/转矩三环控制，频率分别达 1kHz/4kHz/16kHz
- 高精度定位：适配 23bit 绝对值编码器，机械轴端精度 $\leq \pm 0.005^\circ$
- 双总线可选：支持 EtherCAT 或 CANopen（1Mbps），同步周期 $\leq 1\text{ms}$
- 智能保护：集成过压/欠压/过流/过热/堵转/编码器断线等全故障诊断
- 算法扩展：预留摩擦补偿、齿隙补偿、振动抑制算法接口

2.3 70/80 系列整机基础参数对照

参数项	70 系列关节控制器	80 系列关节控制器
适配电机定子外径	$\Phi 70\text{mm}$	$\Phi 80\text{mm}$
适配电机额定功率区间	100W ~ 200W	200W ~ 400W
控制模式	转矩/速度/位置闭环，运行无缝切换	转矩/速度/位置闭环，运行无缝切换
编码器兼容	SSI/BiSS-C/霍尔，17~23bit 绝对值	SSI/BiSS-C/霍尔，17~23bit 绝对值
内置功能	FOC、自适应死区补偿、刹车时序控制、摩擦/齿隙补偿	FOC、自适应死区补偿、刹车时序控制、摩擦/齿隙补偿
典型应用	轻型协作机械臂、人形小臂、云台关节	中型协作机械臂、负重关节、人形大臂

3 技术规格与电气参数

3.1 供电电源与功率参数

电气项目	技术参数
------	------

额定输入电压	DC48V
持续工作电压范围	DC20V~DC54V
输入纹波	≤120mVpp
电源防护	反接保护、过压、欠压、过热硬件保护，故障锁存并总线上报
额定电流（连续）	6.25A
峰值电流（≥2s）	25A
额定功率	300W
峰值功率	1200W
PWM 载波频率	20k / 40k（软件可选）Hz

3.2 电机适配参数

项目	技术参数
适配电机极数	16P
额定转速	2500rpm
峰值转速	4500rpm
相电流正弦度（THD）	≤5%
电流采样精度	≤±1%FS

4 机械安装尺寸

项目	尺寸	公差
----	----	----

控制器外径	φ68 mm	±0.2
中心通孔内径	φ18 mm	±0.1
最大轴向高度	9.4mm	±0.3
安装方式	定位孔+卡扣嵌入式固定	-
板卡防护	防潮、防凝露涂覆	-

安装注意事项：控制器通过定位孔与关节壳体配合，卡扣提供轴向锁紧。安装时避免压迫表面器件，确保通孔与关节中空走线管无干涉。

5 接口与引脚定义

5.1 出线端子配置

端子类型	位置	连接器型号	信号定义
通信端子	左侧（2P）	SH1.0 或 GH1.25	CAN/ECT 差分信号
电源端子	右侧（2+2）	XT30 (2+2) PB-M.G.B	红+ / 黑-（48V 电源）

5.2 编码器接口

- 支持协议：SSI、BiSS-C、霍尔信号（三合一兼容）
- 物理层：RS485，速率 2.5Mbps
- 分辨率：最高 23bit 绝对值编码器
- 故障检测：断线、信号异常实时报警

5.3 数字 I/O 与状态灯

- DI×2 / DO×2：光电隔离，可配置为使能、急停、报警复位、原点触发
- 状态指示灯：电源（绿）、运行（蓝）、故障（红）、通讯（黄）四色 LED

6 伺服控制功能说明

本控制器提供完整的三闭环伺服架构，支持运行中无缝切换控制模式。

控制模式	功能描述	响应带宽
转矩环（电流环）	直接输出目标转矩，线性度 $\leq\pm 2\%$	$\geq 16\text{ kHz}$
速度环	闭环调速，稳态波动 $\leq\pm 0.5\%$ ，最低稳定转速 $\leq 1\text{rpm}$	$\geq 4\text{ kHz}$
位置环	绝对/相对定位，支持点位运动与轨迹跟随	$\geq 1\text{ kHz}$

加减速特性：支持 S 曲线与梯形曲线配置，加减速时间可通过上位机自由设定，适应不同负载惯性。

7 通讯协议与总线

项目	技术参数
主总线协议	EtherCAT（100Mbps）或 CANopen（最高 1Mbps）
CAN 波特率	1 Mbps（固定）
同步周期	$\leq 1\text{ ms}$ ，支持分布式时钟（DC）同步
协议栈	完全兼容标准 PDO 映射、SDO 参数读写

用户可通过总线读取实时电流、速度、位置、温度及故障码，支持多关节同步联动。

8 保护功能一览

本控制器内置完备的故障检测与处理机制，所有故障触发后动作可配置为：报警上报 / 自由停机 / 急停抱闸。

保护项目	动作阈值 / 说明
输入过压	>60 V 关断
输入欠压	<36 V 关断
过载保护	>28 A 限流或停机
电机绕组过热	130℃ ~ 165℃ (NTC 监测, B 值 3435)
MOS 管过热	80℃ ~ 100℃ 降功/关断
输出短路 / 相间短路	硬件瞬时关断
电机堵转	软件检测, 自动抱闸
编码器断线 / 异常	实时报警并停机关断
通讯超时	断线自动保护
ESD 防护等级	接触±8kV / 空气±15kV (工业级)

9 上位机软件与调试

配套提供 RC-Tuner PC 端调试软件 (Windows), 支持:

- 参数读写: 所有控制参数、保护阈值、通讯配置的在线修改与断电保存
- 波形观测: 实时显示电流、转速、位置跟踪曲线
- 试运行: 手动点动、阶跃响应、正弦扫频测试
- 故障诊断: 读取最近 50 条故障日志与完整故障码表
- 固件升级: 通过 RS485 或总线在线升级

10 使用环境与可靠性

项目	条件
----	----

工作环境温度	-20℃ ~ +70℃（板卡最高耐温+85℃）
存储温度	-30℃ ~ +85℃
工作湿度	10% ~ 90% RH（无凝露）
防护等级	防潮、防凝露涂覆（适配密闭关节）
抗震性能	满足 10Hz ~ 2000Hz 振动工况
绝缘耐压	电源端对地绝缘电阻 $\geq 1\text{M}\Omega$
EMC	符合工业设备辐射/传导骚扰标准

11 订购信息与型号编码

型号编码	说明
RC-70-CAN	70 系列，CANopen 通讯
RC-70-ECT	70 系列，EtherCAT 通讯

标配含控制器本体×1、配套接插件×1 套。调试线缆与上位机软件请另行咨询。

附录：70 系列参数速查总表

序号	参数名称	规格
1	外径	68mm
2	内径	18mm
3	极数	16P

4	最大高度	9.4mm
5	母线电压	48V
6	额定电流	6.25A
7	峰值电流	25A
8	额定转速	2500rpm
9	峰值转速	4500rpm
10	额定功率	300W
11	最大功率	1200W
12	过载保护阈值	28A
13	欠压保护阈值	36V
14	过压保护阈值	60V
15	电机过温保护	130~165 (NTC B 值 3435) °C
16	MOS 过温保护	80~100°C
17	编码器协议	RS485-2.5M
18	主通讯协议	CANFD / ECT
19	上位机通信	RS485
20	转矩环频率	≥16kHz
21	速度环频率	≥4kHz
22	位置环频率	≥1kHz

23	控制模式	三闭环 + 力位混合 + 温度补偿
----	------	-------------------