

STEP机器人系统说明书

适用机型：全系列

出版状态：标准

产品版本：A

中国上海新时达机器人有限公司全权负责本控制系统用户操作及编程指南的编制、印刷。

版权所有，保留一切权利。

未得到上海新时达机器人有限公司的许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书（软件等）的一部分或全部，不得以任何形式（包括资料和出版物）进行传播。

版权所有，侵权必究。内容如有改动，恕不另行通知。

All Copyright© reserved by Shanghai STEP Robotics Co., Ltd., China.

Shanghai STEP Robotics Co., Ltd. authorizes in the documenting, printing to this robot control manual.

All rights reserved.

The information in this document is subject to change without prior notice. No part of this document may in any form or by any means (electronic, mechanical, micro-coping, photocopying, recording or otherwise) be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted without prior written permission from Shanghai STEP Robotics Co., Ltd.

序言

内容提要

本说明书针对 STEP 机器人本体、控制系统、性能测试、故障处理以及安全、维护等方面进行了系统的阐述，可作为机器人进行安装、操作、维护等的使用资料。

在使用机器人前，务必仔细阅读 STEP 机器人系统说明书，并在理解该内容的基础上操作机器人。

阅读对象

现场技术支持人员

设备维护人员

售后服务人员

内容说明

本说明书内容会有补充和修改，请经常留意我公司网站，更新说明书。我公司网址：www.steprobots.com。

安全标记

本使用说明书中，与安全相关的内容，使用下列标记。附有安全标记的叙述、内容重要，请务必遵守。



危险

错误使用时，会引起危险情况，可能导致人身伤亡。



注意

错误使用时，会引起危险，可能导致人身轻度或重度伤害和设备损坏。



重要

用户需要遵守和重点注意的部分。

第一章 机器人系统**第二章 机器人控制系统介绍****第三章 机器人标定和性能测试****第四章 故障处理及维护说明****第五章 安全注意事项**

目 录

第一章 机器人系统	1
1.1 机器人组成	1
1.2 机械本体说明	1
1.2.1 机械本体	1
1.2.2 机器人轴说明.....	2
1.2.3 各关节电机说明.....	3
1.2.4 各轴机械零点说明.....	4
1.2.5 机器人铭牌	5
1.3 电气控制柜说明	5
1.3.1 控制柜正面介绍.....	5
1.3.2 控制柜内部说明.....	6
1.3.3 控制柜背面说明.....	7
1.3.4 控制柜接线斜面板说明	7
1.4 示教器说明	8
1.5 连接线缆说明	9
1.6 机器人系统的吊装搬运方式.....	10
1.6.1 准备工作	10
1.6.2 搬运和拆封	11
1.6.3 安装机器人控制系统	13
1.6.4 机器人本体线缆连接	14
1.6.5 机器人控制柜电源连接	14
1.6.6 机器人工作状态确认	14
第二章 机器人控制系统介绍	15
2.1 控制器说明	15
2.2 STEP 伺服说明	16
2.3 EtherCAT 总线逻辑 IO 板说明.....	21
2.4 自主 I/O 模块	21
2.5 可扩展的通信模块.....	26
2.6 柜冷却装置说明	27
2.7 软件功能介绍	28
第三章 机器人标定和性能测试	30
3.1 机器人的标定	30
3.1.1 标定工具 DynCal	30
3.1.2 标定过程	30
3.2 机试	30
3.2.1 性能测试工具 CompuGauge.....	31
3.2.2 硬件安装及调试.....	31
第四章 故障处理及维护说明	33

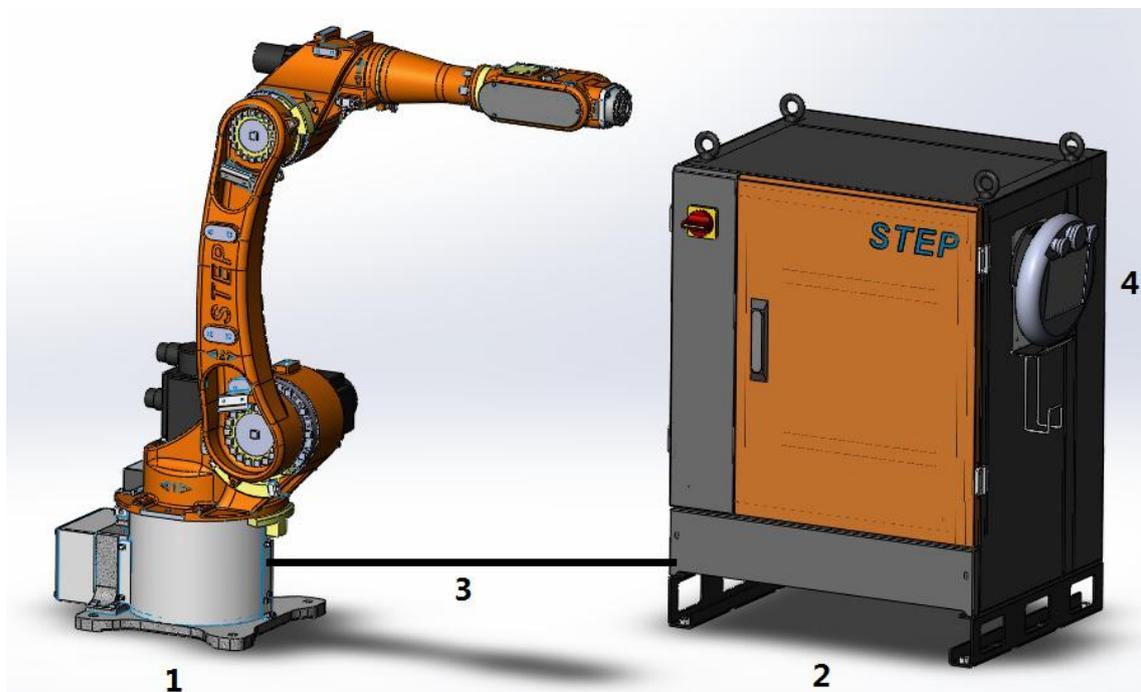
4.1 示教器常见错误信息提示及处理方法.....	33
4.2 电气系统常见故障	36
4.3 机器人维护保养	36
4.3.1 维护保养注意.....	36
4.3.2 定期检修日程表.....	37
4.3.3 检修项目	38

第一章 机器人系统

1.1 机器人组成

- 1) 机器人
- 2) 机器人控制柜
- 3) 连接线缆
- 4) 手持式示教器

其中 2 和 4 可以合称为机器人控制系统，下图为一个标准机器人系统的部件连接示意图。



1. 机器人 2. 机器人控制柜 3. 连接线缆 4. 手持式示教器

图 1.1 机器人系统

1.2 机械本体说明

1.2.1 机械本体

机械本体是机器人运动的最终执行机构，通过电机驱动完成各种动作。

机器人本体构成图，如图所示：

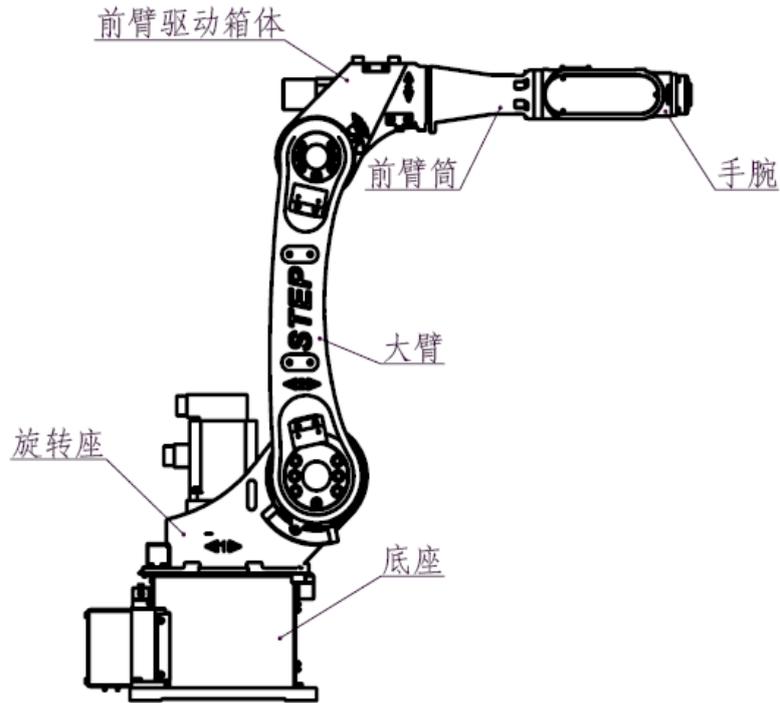


图 1.1 SA1400 机器人本体构成

1.2.2 机器人轴说明

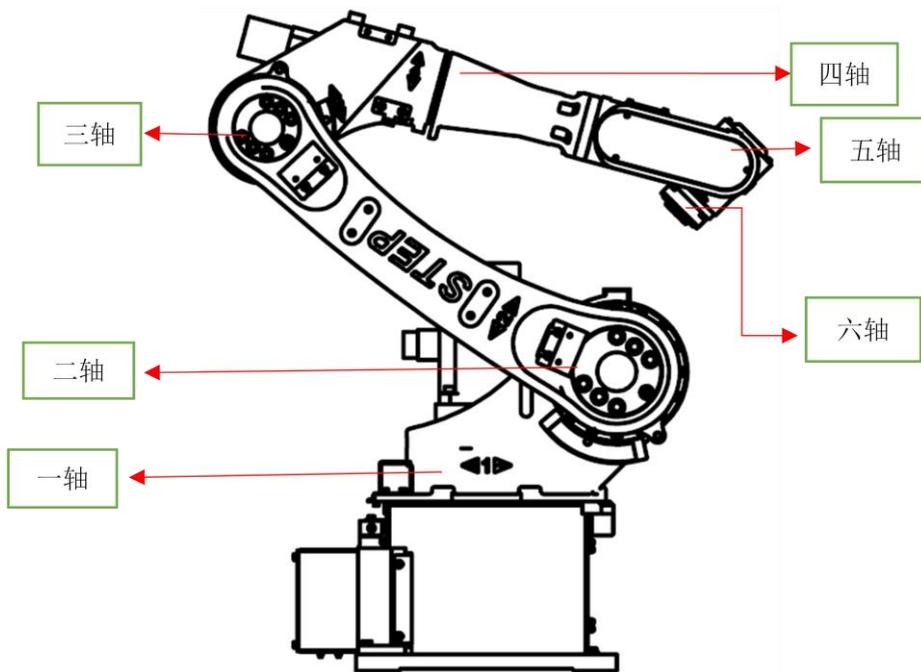


图 1.2 机器人各轴说明

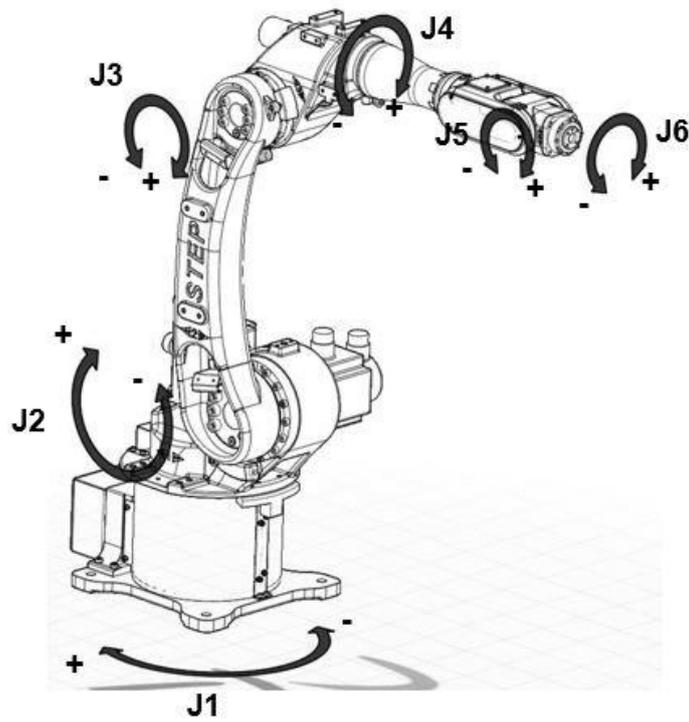


图 1.3 SA1400 机器人各关节运动示意图

1.2.3 各关节电机说明

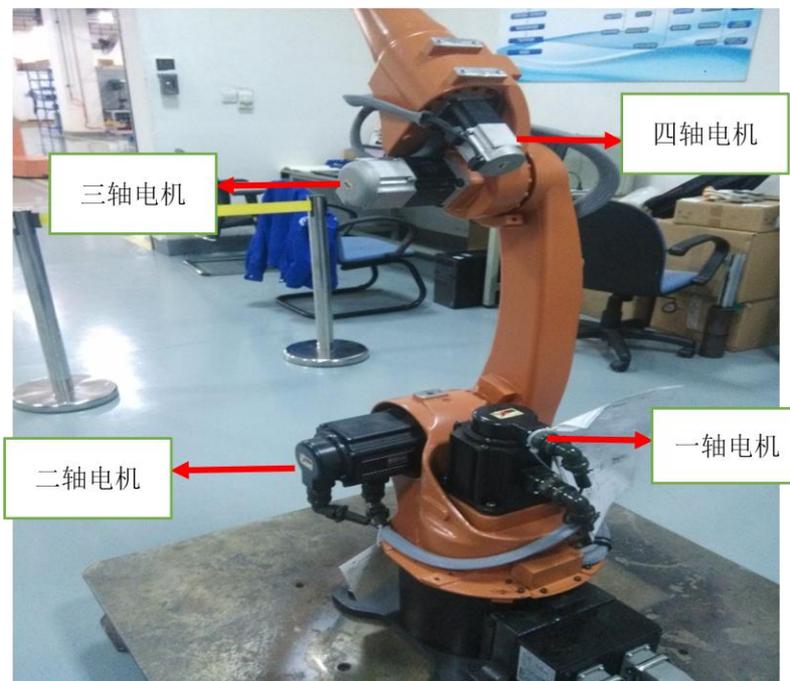


图 1.4 SA1400 的 1, 2, 3, 4 轴电机位置示意图



图 1.5 SA1400 的 5, 6 轴电机在内部

1.2.4 各轴机械零点说明

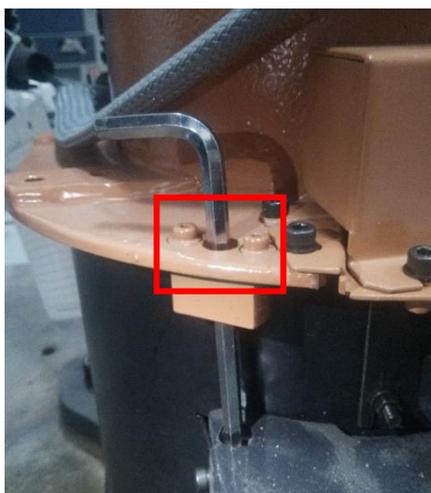


图 1.6 一轴零点



二轴零点



图 1.8 三轴零点



图 1.7 五轴零点

四轴零点



六轴零点可随意定

1.2.5 机器人铭牌

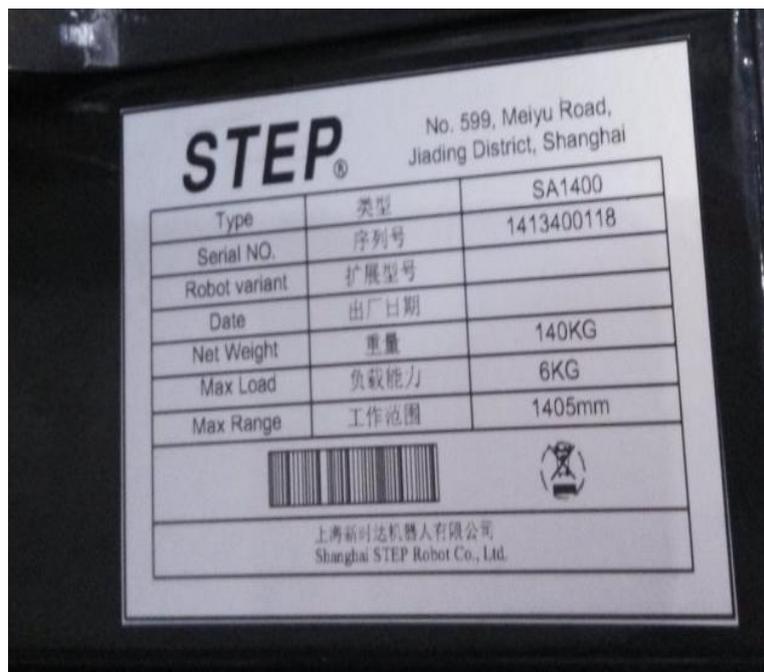
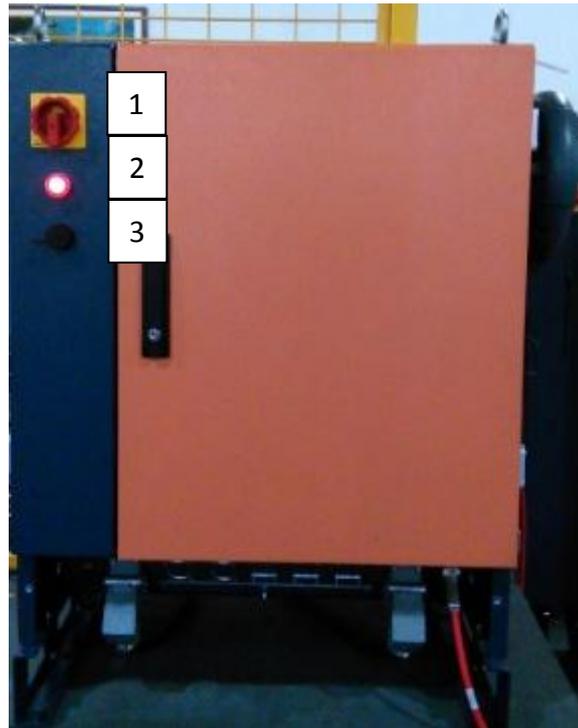


图 1.8 机器人铭牌具体规格

1.3 电气控制柜说明

1.3.1 控制柜正面介绍

下图为控制柜SRC2的正面示意图，主要包括旋转开关、主电上电指示灯和调试接口。

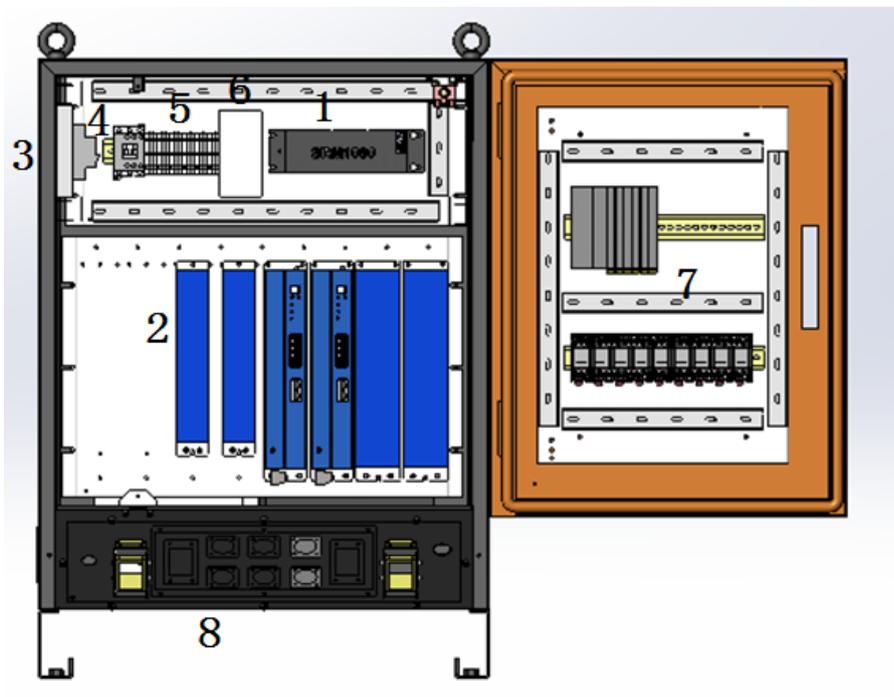


1 旋转开关 2 主电上电指示灯 3 调试接口

图1.9 SRC2控制柜正面示意图

1.3.2 控制柜内部说明

下图是控制柜SRC2的内部结构示意图，主要部分如下所述：



1. 控制器及其安装板

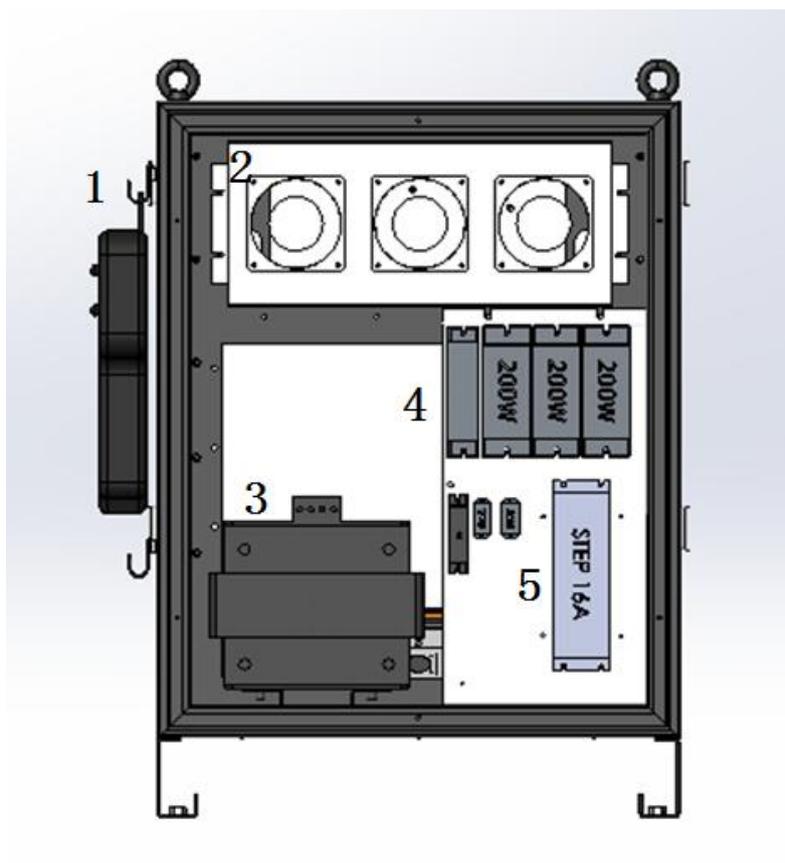
2. 伺服驱动及其安装板

- | | |
|--------------|----------------|
| 3. 断路器及其安装板 | 4. 接触器 |
| 5. 主电端子 | 6. 开关电源 |
| 7. 通信模块及其安装板 | 8. 控制柜斜面板（可定制） |

图1.12 SRC2控制柜内部示意图

1.3.3 控制柜背面说明

下图是控制柜SRC2的背面结构示意图：

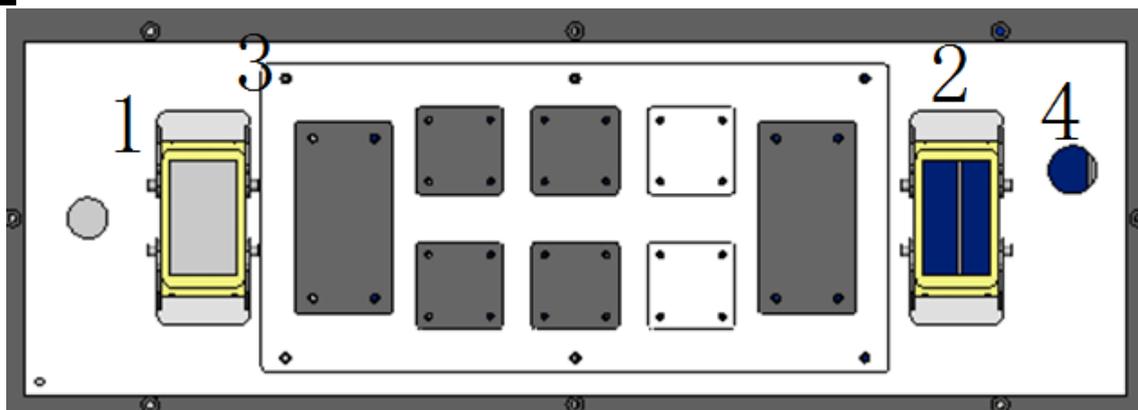


- | | |
|------------|-------------|
| 1. 示教器及其支架 | 2. 风扇及其安装板 |
| 3. 内部变压器 | 4. 制动电阻（选配） |
| 5. 滤波器 | |

图1.13 SRC2控制柜背面示意图

1.3.4 控制柜接线斜面板说明

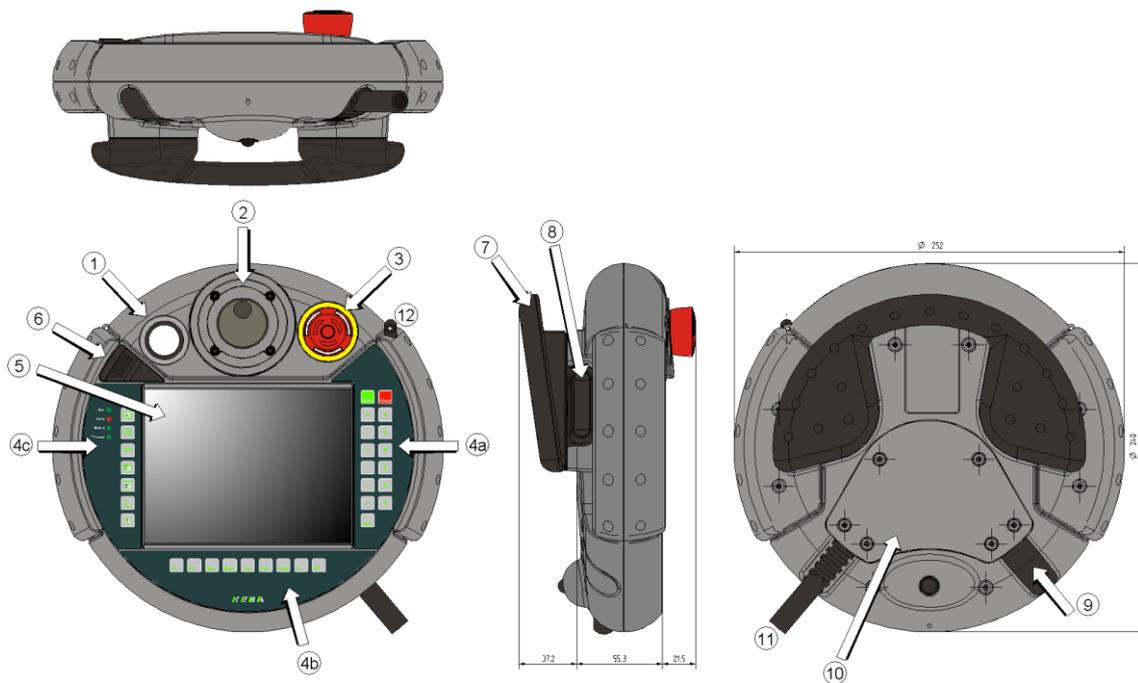
下图是控制柜SRC2的接线斜面板的接口介绍：



- 1. 机器人动力线接口
- 2. 机器人编码器线接口
- 3. 扩展板接口(自定义)
- 4. 手持式示教器接口

图 1.14 接口面板示意图

1.4 示教器说明

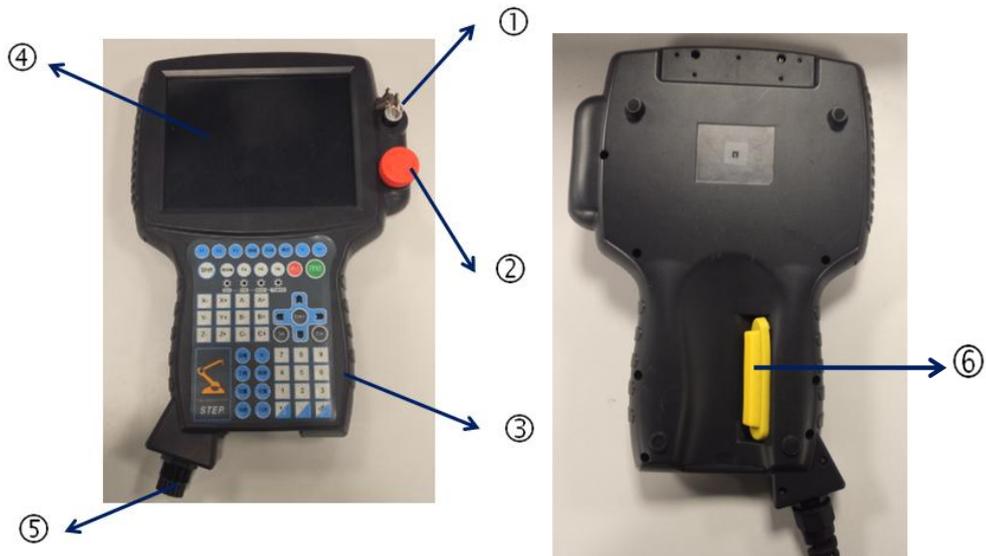


- 1 钥匙开关
- 2 选项定位旋钮
- 3 急停开关
- 4a 右侧按键
- 4b 下方按键
- 4c 左侧按键及四个LED状态指示
- 5 TFT-LCD触摸屏
- 6 USB接口保护
- 7 多功能扶手
- 8 三位使能开关
- 9 未使用的电缆出口
- 10 电缆安装区域
- 11 灯

11 应力消除和弯曲保护连接电缆

12 触笔

图 1.10 keba 示教器外观



1. 钥匙开关

3. 状态指示灯和按键

5. 连接线缆

2. 急停开关

4. LED 显示屏

6. 示教器三位开关

图 1.16 自主示教器外观

示教器上带有停止功能的按钮有 3 种，分别为：急停开关、三位使能开关和右侧按键中的“Stop”/“停止”按键。另外，在使用钥匙开关转换不同的操作模式时，也会导致机器人断电停止。

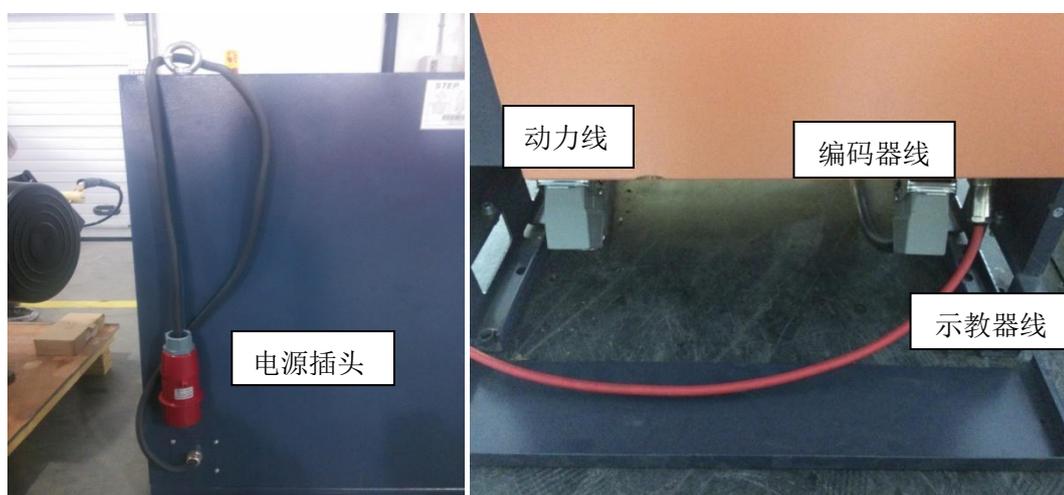
注意：在使用示教器时，首先需要检查急停开关是否打开。

1.5 连接线缆说明

连接机器人与控制柜之间有动力线和编码器线，电源插头位于控制柜侧边，示教器连接线位于控制柜下端右侧，如图所示：



(a) 连接到机器人本体的线缆



(b) 连接到控制柜上的线缆

图 1.11 控制柜和本体线缆连接示意图

连接线缆的型号分别如下（以 SA1400 机器人为例）：

1. 电源总线/9*1.5+21*0.75+1E*1.5/5m;
2. 编码器总线/6*3P*0.2/5m;
3. 柜内动力总线/4*1.5/6 组带重载。

1.6 机器人系统的吊装搬运方式

1.6.1 准备工作

表 1.1 机器人

步骤	说明
1	对机器人进行目视检查
2	安装机器人固定装置。（插座固定装置、机架固定装置或结构框架）

3	置放机器人
---	-------

电气设备：

表 1.1 电气设备

步骤	说明
4	对机器人控制系统进行目视检查
5	置放机器人控制系统
6	接上连接线缆，将机器人控制系统连接到电源上
7	确认电源参数、接通机器人控制系统
8	检查风扇的是否旋转及出风方向
9	检查安全装置(急停按钮)
10	配置机器人控制系统与外围设备之间的输入/输出端

外部环境：

表 1.2 外部环境

步骤	说明
1	已采用安全防护措施
2	周边的环境符合规定（如照明、噪声等级、湿度、温度、大气污染等）
3	其他设施（如水、空气、燃气等）连接正确，且在规定的界限内

软件：

表 1.3 软件

步骤	说明
11	检查机器人配置数据
12	无负载情况下对机器人进行校准
13	安装工具，并在负载情况下对机器人进行校准
14	检查软件限位开关，必要时进行调整
15	使用固定工具时：测量外部TCP

1.6.2 搬运和拆封

机器人的搬运一般采用吊运和搬运两种，如图 1.18，1.19 所示。

吊运：使用吊车进行吊装的示意图。注意在大臂与吊绳之间添加覆盖物（图示 A 和 B 处），预防吊绳对机器人本体的损坏。

搬运：本体搬运时，原则上需调整至下图搬运姿态（A1:0°，A2:-60°，A3:60°，A4:0°，A5:90°，A6:0°）后，使用搬夹具进行搬运。

A 专用工装

B 固定螺钉 8-M8X25

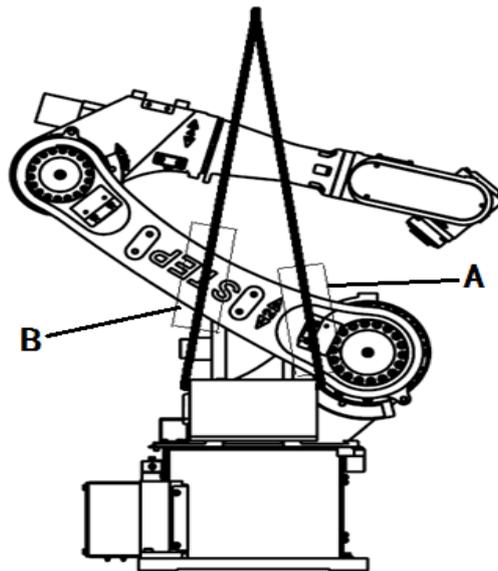


图1.12 机器人的吊运方式

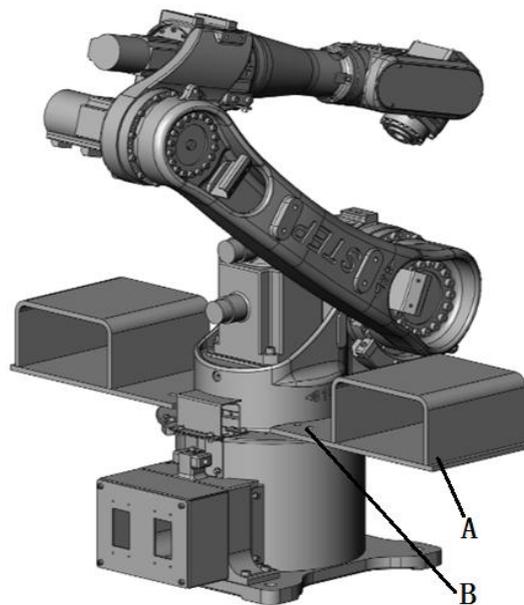


图1.19 机器人的搬运方式

控制柜SRC2设计有两种搬运方式：吊运和搬运，如图1.20所示。

吊运：按图1.20所示的方式，吊起控制柜SRC2到指定位置，吊线的最大角度如图所示，控制柜的质量请参见控制系统使用说明书中。

搬运：按图1.20所示的方式，搬运控制柜SRC2到指定位置，搬运控制柜时，只能从控制柜的正面或背面进液压车（或叉车），并注意控制柜下部的接插口。

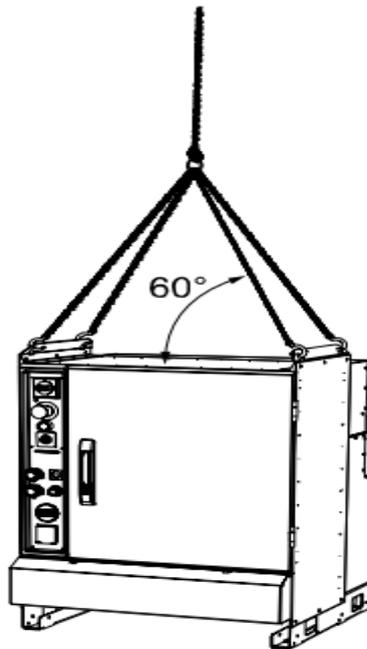


图1.13 控制柜SRC2的搬运方式

控制柜拆封前，必须仔细阅读本使用手册中的安全规范和使用条例。

拆封控制柜时，必须由新时达派遣的专业人员进行拆封。

拆封控制柜后，必须检查是否在运输过程中对控制柜造成了损坏。

控制柜如需存放一段时间后才拆封使用，请按控制系统使用说明书中的“第三章 3.1节”提供的储存环境参数存放控制柜。

1.6.3 安装机器人控制系统

- 1) 按照控制系统使用说明书中“第三章 3.3节”的空间要求，放置机器人控制系统，必须保证与墙壁及其他箱柜之间的最小间距。
- 2) 按照控制系统使用说明书中“第三章 3.4节”的尺寸要求，固定机器人控制系统，要求确保控制柜放置稳定。
- 3) 打开控制柜，检查安装板、电力部件及伺服驱动器等有无在运输中造成

松动，如有松动，请重新固定各器件。

- 4) 检查线缆有无松动，如有松动，请重新连接相应线缆。

1.6.4 机器人本体线缆连接

机器人系统配备有一个连接线缆组，用于控制柜的电源连接、机器人本体与控制柜之间的连接。它的基本配置包括：

- 1) 接到机器人本体上的动力线（机器人本体专用）；
- 2) 接到机器人本体上的编码线（机器人本体专用）；
- 3) 接到电源上的电源线（控制柜专用）。

1.6.5 机器人控制柜电源连接

- 1) 接通机器人控制柜电源。
- 2) 解除示教器紧急停止按键的锁定。
- 3) 接通主开关。

1.6.6 机器人工作状态确认

- 1) 机器人系统控制装置的功能如启动、停机、操作方式选择等符合预定要求，机器人能按预定的操作系统命令进行运动。
- 2) 机器人各轴都能在预期的限定范围内进行运动。
- 3) 急停、安全停机电路及装置有效。
- 4) 示教装置的功能正常。

第二章 机器人控制系统介绍

2.1 控制器说明

SRM1000机器人运动控制器提供三个Ethernet网口（LAN0-2），一个RS232串口，一个CAN接口，两个显示器接口（VGA和HDMI），四个USB接口，一个CFast卡槽。具体接口位置示意图可以参照图2.6，用户可以根据实际需求选用。

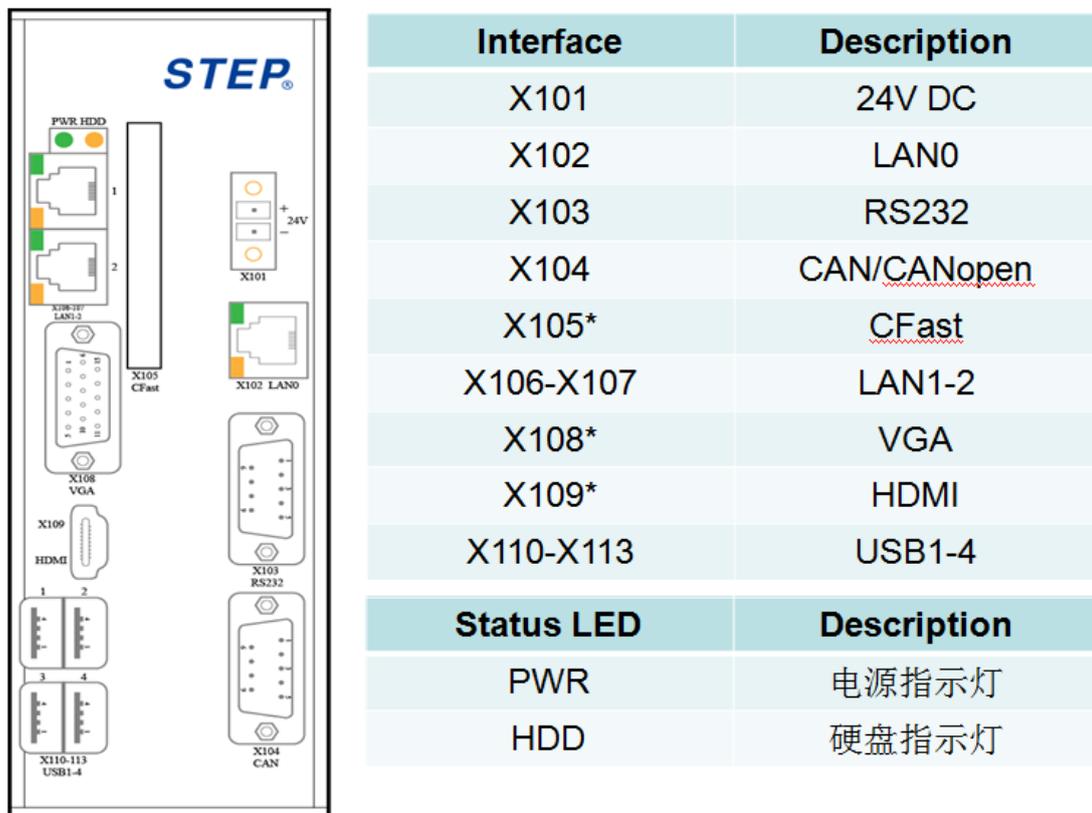


图 2.1 SRM1000 正面示意图

上述是运动控制器的所有接口描述，机器人控制系统中使用的接口有：电源接口（X101）、Ethernet网口（X102, X106, X107）、CAN接口（X104）。其中，Ethernet网口的作用如下：

X102: LAN0用于EtherCAT总线通讯；

X106: LAN1是调试网口，也可用于一些外接网络通讯；

X107: LAN2用于和示教器进行数据交换。

2.2 STEP 伺服说明

AS260 系列伺服系统是新一代网络型高性能伺服系统。伺服驱动器主控采用高速 CPU 处理器与现场可编程门阵列(FPGA)协同处理技术,且集成了 PowerLink 与 EtherCAT 高速以太网总线、CANopen 现场总线,适用于多轴控制、高精度控制、同步控制等应用场合。

伺服驱动器的正面示意图如图 2.2 所示。

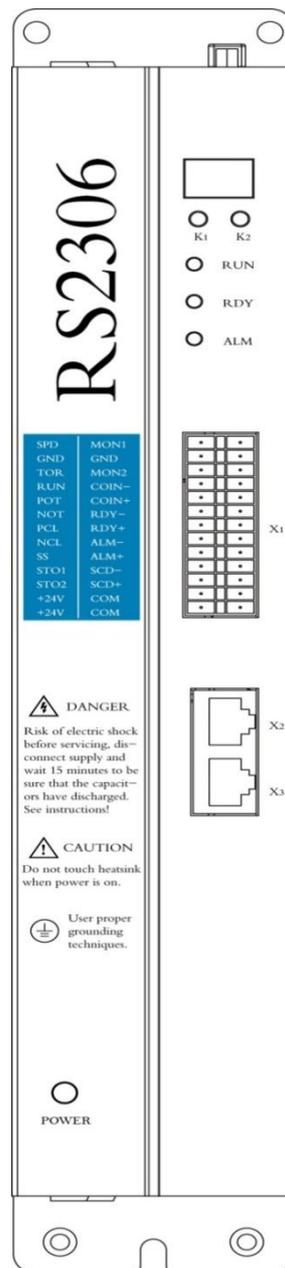


图2.2 伺服驱动器正面示意图

伺服驱动器的端子分布如图2.3所示,表2.1是端子引脚功能表。

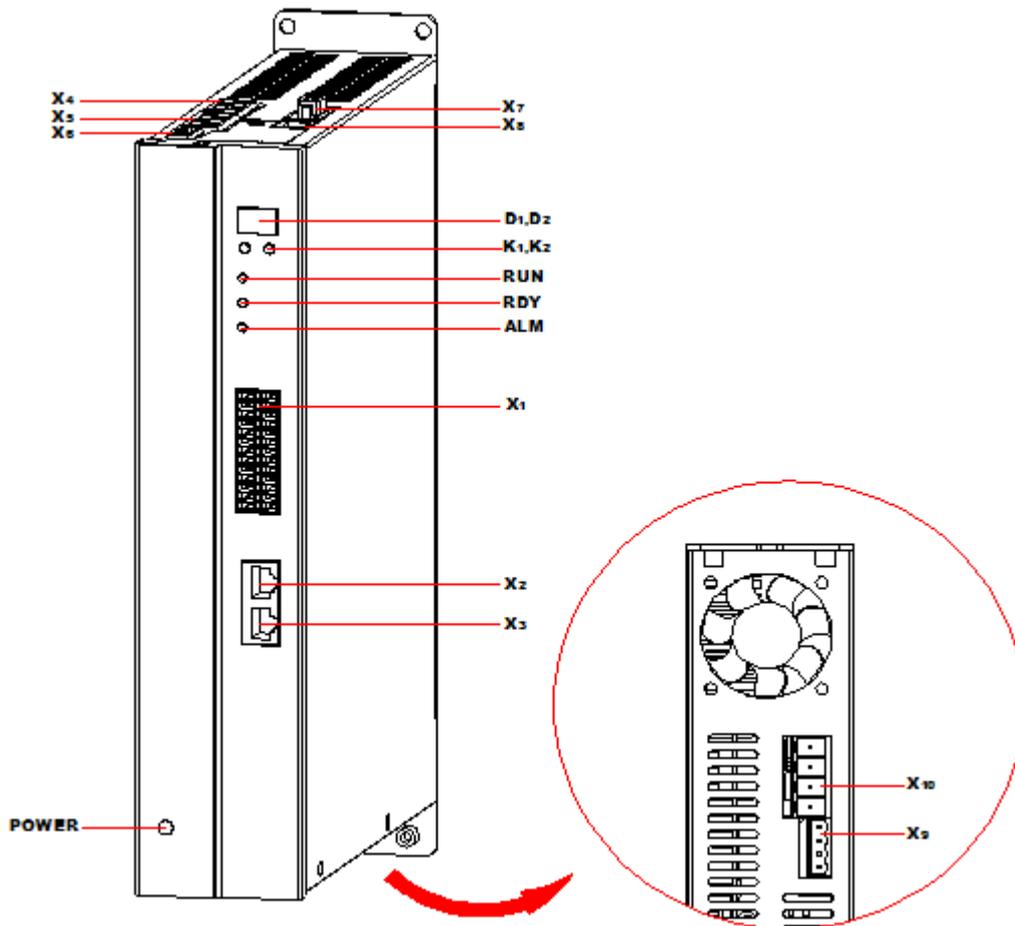
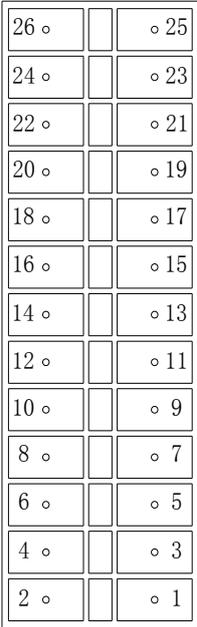
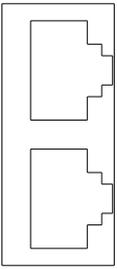
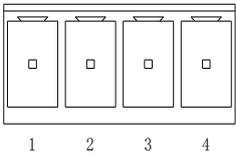
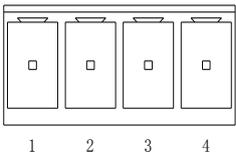
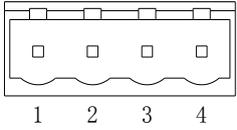
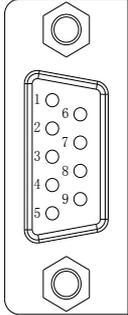
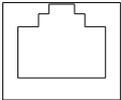
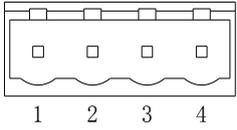
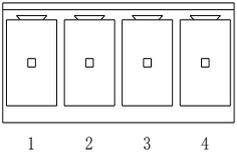


图2.3 伺服驱动器接口示意图

表2.1 伺服驱动器引脚功能表

端子	示意图	引脚	名称	功能
D1,D2		--	--	数码显示管
K1,K2		--	--	控制按钮

端子	示意图	引脚	名称	功能
X ₁		1	COM	外部电源 0V
		2	+24V	外部电源+24V
		3	COM	外部电源 0V
		4	+24V	外部电源+24V
		5	SCD+	安全转矩关断检测输出+
		6	STO2	安全转矩关断 2
		7	SCD-	安全转矩关断检测输出-
		8	STO1	安全转矩关断 1
		9	ALM+	报警信号输出+
		10	SS	伺服急停输入
		11	ALM-	报警信号输出-
X ₂		--	Ethernet interface In	总线输入接口
X ₃		--	Ethernet interface Out	总线输出接口
X ₄		1	PE	保护接地
		2	R	主电源 R
		3	S	主电源 S
		4	T	主电源 T
X ₅		1	BR	连接制动电阻
		2	BR	连接制动电阻
		3	DC+	直流电源输入+
		4	DC-	直流电源输入-
X ₆		1	-24V_C	-24V 控制电源

端子	示意图	引脚	名称	功能
		2	+24V_C	+24V 控制电源
		3	-24V_B	- 24V 抱闸电源
		4	+24V_B	+24V 抱闸电源
X ₇		1	+5V	编码器电源+5V
		2	SD+	数据输入+
		3	SD-	数据输入-
		4	COM	编码器电源 0V
		5	BAT	电池电源
		6	COM	编码器电源 0V
		7	--	--
		8	--	--
		9	--	--
X ₈		--	Serial communication interface	个人电脑或手持操作器接口
X ₉		1	Brake-	抱闸制动器-
		2	Brake+	抱闸制动器+
		3	T-	温度传感器-
		4	T+	温度传感器+
X ₁₀		1	PE	保护接地
		2	W	电机 W 相
		3	V	电机 V 相
		4	U	电机 U 相

伺服驱动器的端子接线示意图如图2.4所示：

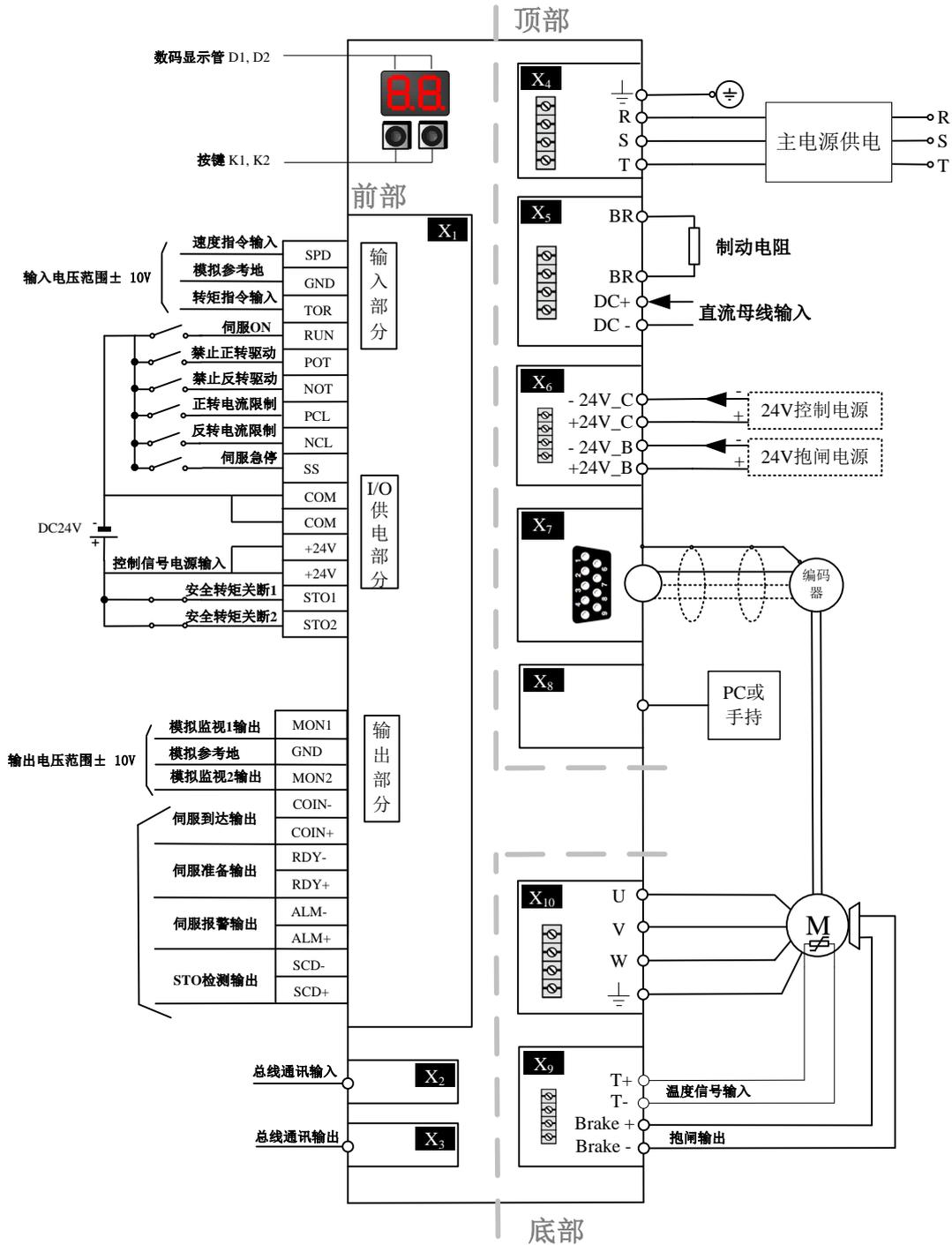


图 2.4 端子接线示意图

注意：伺服控制器的端子 X1 中有 3 个引脚需要特别注意，分别是：SS、STO1、STO2。SS (PIN10)：伺服急停输入，高电平触发，正常工作时必须提供 0V（数字地）；STO1 (PIN6)、STO2 (PIN8)：安全关断转矩 1,2，失电触发，正常工作时，必须提供 24V 高电平。

2.3 EtherCAT 总线逻辑 IO 板说明

EtherCAT 总线逻辑 IO 板主要是机器人控制系统安全逻辑管理部件，对整个系统的安全功能和相关逻辑进行集中管控，确保整个系统安全可靠、逻辑正常。

图 2.5 为 EtherCAT 总线逻辑 IO 板的顶层丝印图。

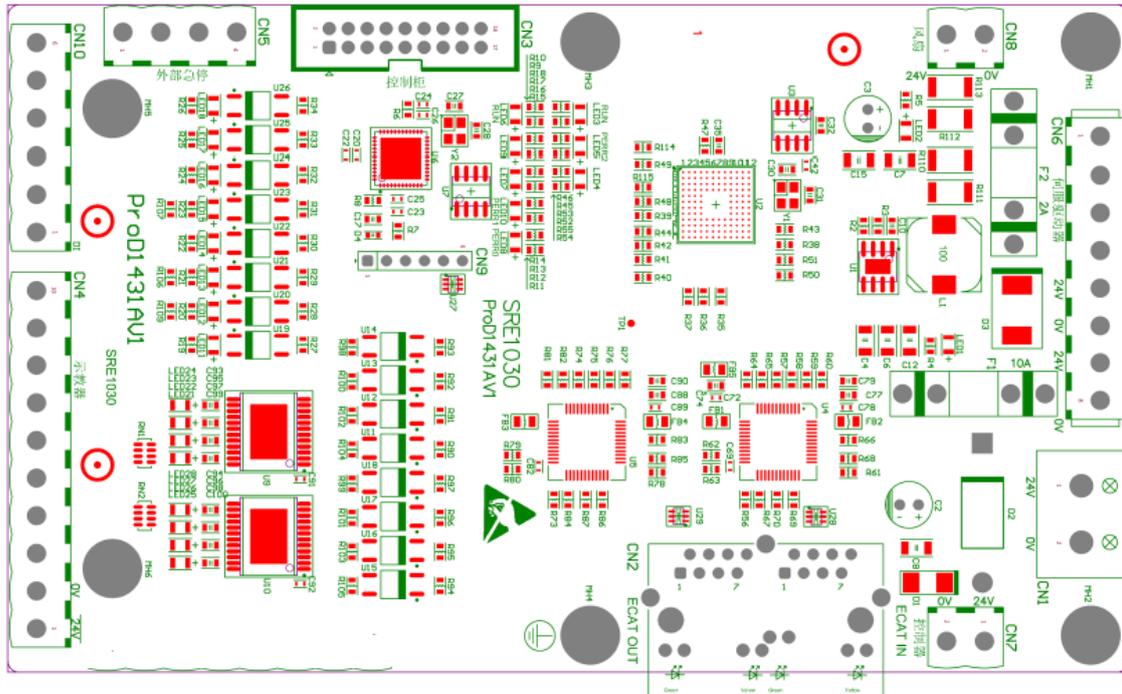


图 2.1 EtherCAT 总线逻辑 IO 板顶层丝印图

主要功能说明：

1) 电源控制功能：

检测到控制电源输入后自动输出到控制器、伺服、风扇、示教器，实现控制器回路供电控制；检测系统一切正常后且门禁开关输入信号闭合时输出信号控制接触器闭合，主电导通，伺服上主电；

2) 快速停止控制功能：

手动模式下，松开三位开关用于快速停止机器人

3) 安全转矩关断（STO）控制：

紧急情况下，安全回路断开、严重报警发生时等情况下触发，如拍下紧急关断按钮等操作，控制系统使能立即断开，触发紧急停止。

2.4 自主 I/O 模块

控制柜 SRC2 采用自主设计的 I/O 模块，标准配置的 I/O 模块可以提供 16DI、

16DO。另外，I/O 模块还可以根据客户需求扩充为 32DI、32DO。

I/O 模块安装于控制柜的门内，详细位置参见图 1.12。

自主 I/O 模块的顶层丝印层如图 2.5 所示。

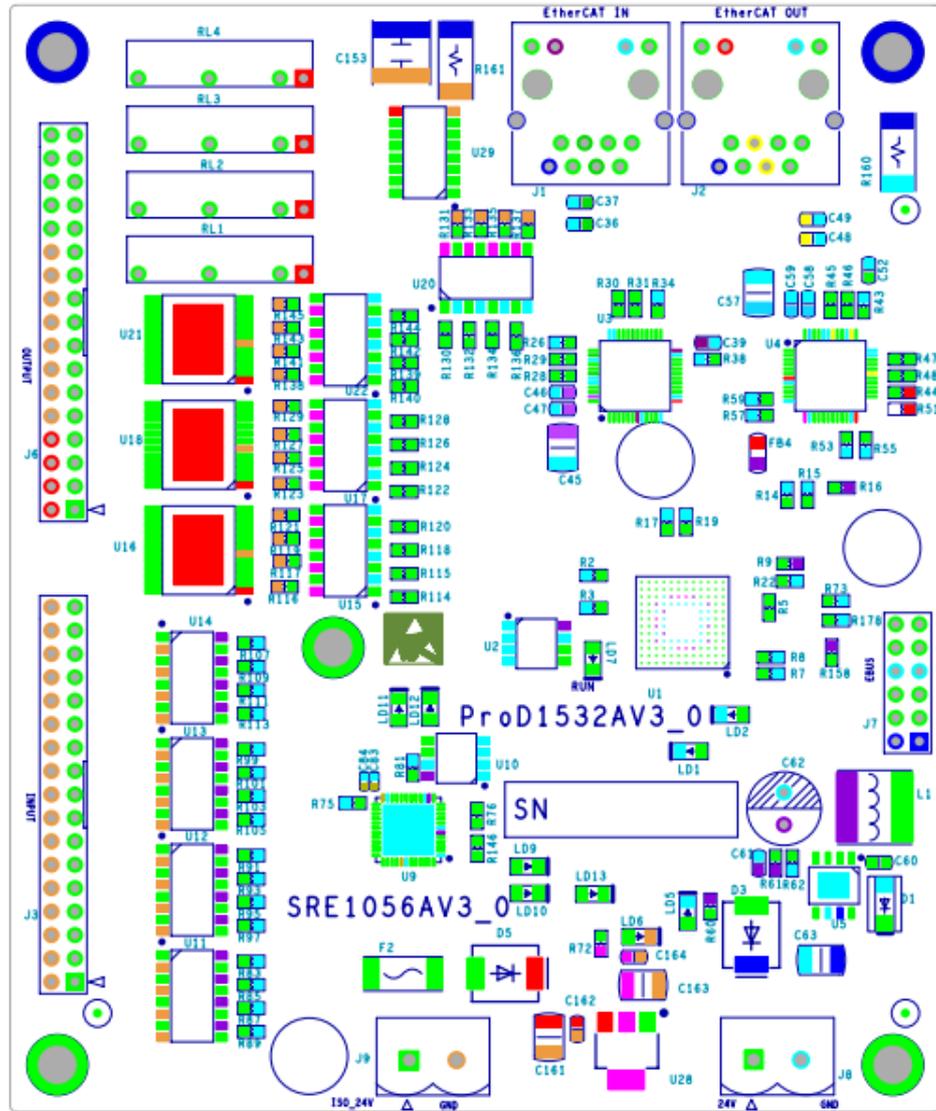


图 2.6 自主 I/O 模块板卡顶层丝印层

2.4.1 自主 I/O 模块功能介绍

1. 电源接口 J8、J9：自主 I/O 模块采用 24V 电源供电，共有两组 24V 电源接口，一组为系统工作提供电源，一组为输入输出接口供电。这两组电源接口彼此间相互隔离，互不干扰。

2. 以太网接口 J1、J2：自主 I/O 模块采用 EtherCAT 现场总线协议，与控制器等外部控制器进行通信。

3. 自主 I/O 模块扩展接口 J7：输入输出接口的数量可以根据客户的需求进行

扩展，自主 I/O 模块采用 EBUS 总线，实现 I/O 模块间的通信。

4. 16 路数字量输入接口 (DI) J3: 自主 I/O 模块提供 16 路数字量输入接口，通过扩展，最大可达 32 路。输入接口经过转接端子排后开放给客户，转接端子排共有两种型号，这两种型号的引脚定义不同，在使用时请注意区分。表 2.2 为两种输入端子排的引脚定义表。

5. 16 路数字量输出接口 (DO) J6: 自主 I/O 模块提供 16 路数字量输出接口，其中 12 路数字量输出、4 路开关量输出。输出接口也可扩展，最大可达 32 路。输出接口经过转接端子排后开放给客户，转接端子排共有两种型号，这两种型号的引脚定义不同，在使用时请注意区分。表 2.3 为两种输出端子排的引脚定义表。

注：输入、输出转接端子排的型号可以通过端子排的颜色进行区分，分别为绿色和黑色。

表2.2 输入端子排引脚定义表

数字量输入端子 INPUT 引脚定义表							
端子排颜色：绿色				端子排颜色：黑色			
1	IN1	2	GND	1	IN1	18	GND
3	IN2	4	GND	2	IN2	19	GND
5	IN3	6	GND	3	IN3	20	GND
7	IN4	8	GND	4	IN4	21	GND
9	IN5	10	GND	5	IN5	22	GND
11	IN6	12	GND	6	IN6	23	GND
13	IN7	14	GND	7	IN7	24	GND
15	IN8	16	GND	8	IN8	25	GND
17	IN9	18	GND	9	IN9	26	GND
19	IN10	20	GND	10	IN10	27	GND
21	IN11	22	GND	11	IN11	28	GND
23	IN12	24	GND	12	IN12	29	GND
25	IN13	26	GND	13	IN13	30	GND
27	IN14	28	GND	14	IN14	31	GND

29	IN15	30	GND		15	IN15	32	GND
31	IN16	32	GND		16	IN16	33	GND
33	--	34	--		17	--	34	--

表2.3 输出端子排引脚定义表

数字量及开关量输出端子 OUTPUT 引脚定义表								
端子排颜色：绿色				端子排颜色：黑色				
1	OUT1	2	24V		1	OUT1	18	24V
3	OUT2	4	24V		2	OUT2	19	24V
5	OUT3	6	24V		3	OUT3	20	24V
7	OUT4	8	24V		4	OUT4	21	24V
9	OUT5	10	GND		5	OUT5	22	GND
11	OUT6	12	GND		6	OUT6	23	GND
13	OUT7	14	GND		7	OUT7	24	GND
15	OUT8	16	GND		8	OUT8	25	GND
17	OUT9	18	GND		9	OUT9	26	GND
19	OUT10	20	GND		10	OUT10	27	GND
21	OUT11	22	GND		11	OUT11	28	GND
23	OUT12	24	GND		12	OUT12	29	GND
25	KOUT1	26	KCOM1		13	KOUT1	30	KCOM1
27	KOUT2	28	KCOM2		14	KOUT2	31	KCOM2
29	KOUT3	30	KCOM3		15	KOUT3	32	KCOM3
31	KOUT4	32	KCOM4		16	KOUT4	33	KCOM4
33	--	34	--		17	--	34	--

2.4.2 自主 I/O 模块使用说明

1. INPUT 端子排、OUTPUT 端子排共有两种安装方式：竖排、横排，使用 IO 时，请分清 INPUT 端子与 OUTPUT 端子。

2. 标准配置的 I/O 模块提供了 16 路 DI、12 路数字量 DO、4 路开关量 DO 另外，还提供 4 路内部 24V 电源，可以方便客户使用。

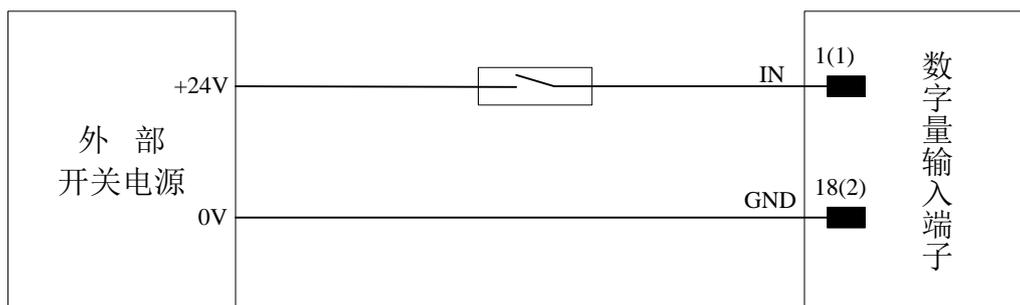
- 16 路 DI: 位于 INPUT 端子排, 整个 INPUT 端子排均为 DI 接口;
- 12 路数字量 DO: 位于 OUTPUT 端子排前 12 路, 但 12 路 DO 仅对应 8 路 GND, 前 4 路 GND 引脚预留给内部 24V 电源;
- 4 路开关量 DO: 位于 OUTPUT 端子排最后 4 路, 且每路对应独立的 KCOM 引脚, 4 路 KCOM 间互不导通, 也不与 GND 导通;
- 4 路内部 24V 电源: 位于 OUTPUT 端子排 GND 引脚排的前 4 位——24V;
- INPUT 端子排、OUTPUT 端子排中所有的 GND 引脚均在内部导通, 也就是说 20 路的 GND 相互连通, 在接线时可以任意选用。

3. 驱动能力。

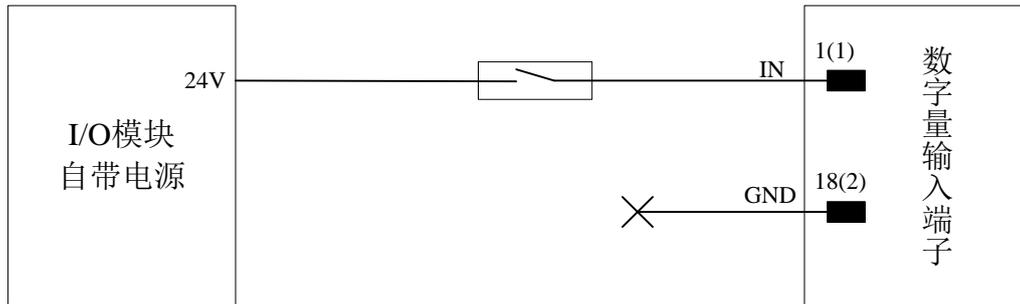
- DI: 当使用内部 24V 电源连接 DI 时, 内部 24V 电源为每路 DI 预留不大于 15mA 的电流;
- DO: 每路数字量 DO 可以驱动不大于 500mA 的负载, 12 路 DO 的驱动总电流不得大于 3A。

4. 输入 DI 连接示意图。

自主 I/O 模块提供的 DI 接口共有两种连接方式, 一种是客户自行提供 24V 电源, 此方式适用于驱动大电流负载, 客户可根据负载的需求提供适合的电源; 一种是模块内部提供 24V 电源, 此方式适用于小电流负载, 如指示灯等。相应的连接方式如图 2.6(a)、(b)所示。



(a) 外部供电连接方式

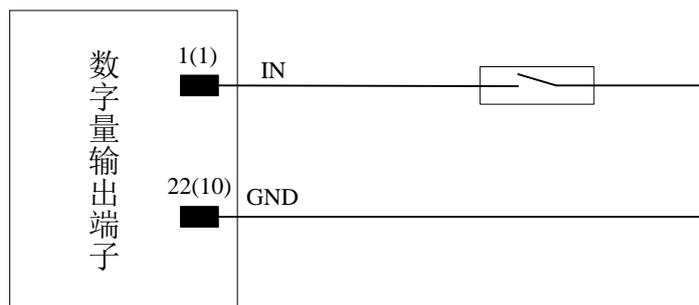


(b) 内部供电连接方式

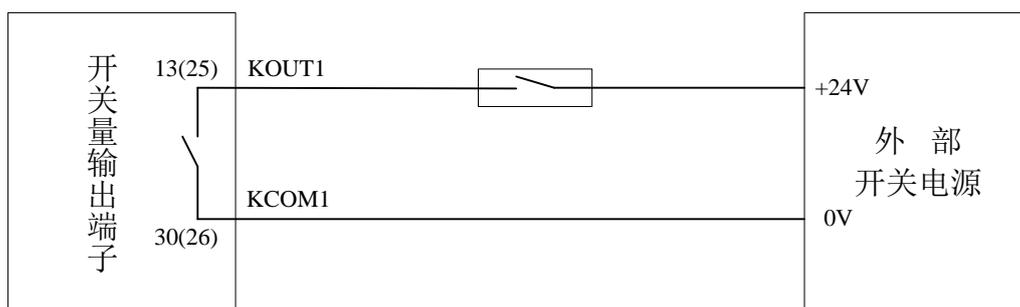
图 2.7 数字量输入 DI 连接方式示意图

5. 输出 DO 连接示意图

自主 I/O 模块提供两种输出接口：数字量输出和开关量输出。数字量输出 DO 适用于驱动小电流负载，每路 DO 可以提供不大于 500mA 的电流；开关量输出 DO 使用更方便灵活，客户可根据需求自行选配核实的电源。相应的连接方式如图 2.7(a)、(b)所示。



(a) 数字量输出连接方式



(b) 开关量输出连接方式

图 2.8 数字量及开关量输出 DO 连接方式示意图

2.5 可扩展的通信模块

控制柜 SRC2 配置的通信模块为自主设计的数字量 I/O 模块，该 I/O 模块可提供 16DI、16DO。另外，控制柜 SRC2 提供有扩展通信模块的接口，当前，可

以扩展的通信模块有：自主设计的数字量 I/O 模块、魏德米勒模拟量通信模块、Profibus 模块，其中自主设计的 I/O 模块不能与其余两种通信模块同时选择，魏德米勒模拟量通信模块和 Profibus 模块可同时选择扩展。



图 2.9 IO 模块实物图

2.6 柜冷却装置说明

柜冷却装置由一组向外抽气的风扇组成，通过设计的气路完成柜内外气流的交换达到冷却的目的。具体气路（图 2.8）：控制柜底部设计有进气口，冷空气从进气口进入柜内，伺服驱动器自带散热风扇，排出的热空气通过安装板上的孔洞进入控制柜背面，最后由抽气风扇将其排出。

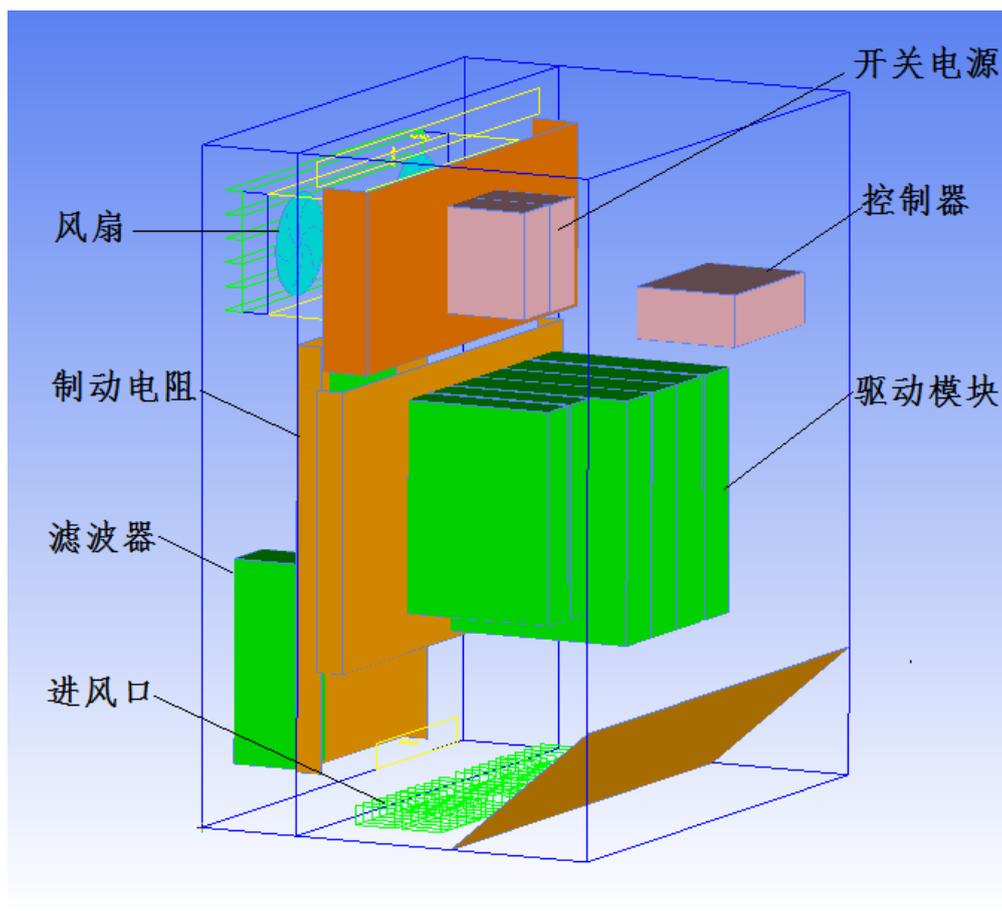


图 2.10 热分析说明图

2.7 软件功能介绍

本公司机器人是示教再现型机器人，支持机器人的点动，示教，编程等功能。软件提供的功能可以分为基本功能和高级扩展功能两类。

基本功能：

- 机器人点动：通过示教器操作手动控制机器人运动。
- 机器人示教：通过示教操作可以记录下机器人的当前位置并将其存入变量中。
- 示教器编程：通过编程指令控制机器人实现所需运动动作。
- 坐标系工具：可以添加工具和工件坐标系等，便于编程控制。
- 状态显示：可以实时查看机器人状态，位置，故障，IO 等。
- 数据备份：备份机器人参数，用户程序等。

高级扩展功能：

- 弧焊功能：提供机器人与焊机的通讯以及一系列焊接语句。

- 码垛功能：提供机器人自动解码垛命令语句。
- 折弯功能：配合折弯机进行折弯。
- 附加轴：添加附加轴，进行协同运动。
- CoDeSys 编程：可以进行一些 PLC 外部控制编程，以及网口串口等通讯扩展。

第三章 机器人标定和性能测试

3.1 机器人的标定

在机器人出厂前还要对机器人的耦合比、减速比、DH 参数、零点进行标定，标定后的机器人会更加的准确。

一般标定过程为先计算耦合比和减速比，将耦合比和减速比参数修改之后，再标定 DH 参数和零点位置。

3.1.1 标定工具 DynCal

标定需要软件 DynCal 和硬件设备如下图所示：



图 3.1 标定所需硬件设备

3.1.2 标定过程

A 标定工件安装在机器人法兰工具上，D 放置在机器人运动空间内，且有一测量线与工件 A 连接，机器人运动 50 个点，采集数据进行分析，从而对机器人的减速比，耦合比，DH 参数进行逐步标定。最后还有一个标定后生成的修正零点。

3.2 机试

CompuGauge 是一个先进的、被广泛应用的机器人性能分析系统，可以很容易的测得准确度、重复定位精度、漂移特性、互换等一系列国际公认的衡量机器人性能的参数。

3.2.1 性能测试工具 CompuGauge



图 3.2 性能测试需要软件 CompuGauge 和硬件设备如上图所示的 A,B,C,D

3.2.2 硬件安装及调试

- 该设备可以将机器人的坐标系与测试设备坐标系进行关联，最终达到在测试设备坐标系中测量机器人的各项性能指标。同时可以记录各项测试数据用于后续的数据分析。

- 数据的分析过程不需要连接硬件，只需要在离线模式下打开之前保存的指令文件.cmd 和测量数据文件.pose 或者.path 即可进行性能指标的计算。系统会自动计算准确度的均值，最大误差，重复精度均值最大误差和标准差。如下图所示：

Pose Accuracy / Repeatability

■ Commanded File Points
C:\Program Files\Dynalog\Cg3D\DATA_FILES\ddddddd

■ Measured File Points
C:\Program Files\Dynalog\Cg3D\DATA_FILES\ddddddd

Use View Limits

Limits [mm]

Xmin	<input type="text" value="-149.0"/>	Ymin	<input type="text" value="997.4"/>	Zmin	<input type="text" value="550.8"/>
Xmax	<input type="text" value="-133.6"/>	Ymax	<input type="text" value="1252.6"/>	Zmax	<input type="text" value="553.3"/>

Standard Used Points Cycles

Results

	Accuracy [mm]	Repeatability [mm]
	<input type="text" value="12.562"/>	<input type="text" value="0.023"/>
max	<input type="text" value="15.457"/>	
std. dev.	<input type="text" value="-"/>	std. dev. <input type="text" value="0.005"/>

Auto Refresh

图 3.3 性能测试结果

第四章 故障处理及维护说明

4.1 示教器常见错误信息提示及处理方法

151: Robot is disabled when it is moving

- 中文解释：
机器人运动过程中使能断掉。
- 出错原因：
运动过程中使能断掉了，一般出现在手动模式下。
- 处理方法：
上使能继续运动。

1003: Joint 1 is out of limit

- 中文解释：
关节 1 超限。
- 出错原因：
1、关节位置超限；2、运动中关节超速。
- 处理方法：
1、点动关节 1 回到未超限状态；2、降低路径速度或者去除圆滑。

1004: Joint 2 is out of limit

- 中文解释：
关节 2 超限。
- 出错原因：
1、关节位置超限；2、运动中关节超速。
- 处理方法：
1、点动关节 1 回到未超限状态；2、降低路径速度或者去除圆滑。

1005: Joint 3 is out of limit

- 中文解释：
关节 3 超限。
- 出错原因：
1、关节位置超限；2、运动中关节超速。

➤ 处理方法:

- 1、点动关节 1 回到未超限状态；
- 2、降低路径速度或者去除圆滑。

1006: Joint 4 is out of limit

➤ 中文解释:

关节 4 超限。

➤ 出错原因:

- 1、关节位置超限；
- 2、运动中关节超速。

➤ 处理方法:

- 1、点动关节 1 回到未超限状态；
- 2、降低路径速度或者去除圆滑。

1007: Joint 5 is out of limit

➤ 中文解释:

关节 5 超限。

➤ 出错原因:

- 1、关节位置超限；
- 2、运动中关节超速。

➤ 处理方法:

- 1、点动关节 1 回到未超限状态；
- 2、降低路径速度或者去除圆滑。

1008: Joint 6 is out of limit

➤ 中文解释:

关节 6 超限。

➤ 出错原因:

- 1、关节位置超限；
- 2、运动中关节超速。

➤ 处理方法:

- 1、点动关节 1 回到未超限状态；
- 2、降低路径速度或者去除圆滑。

1011: Joint5 is singular

➤ 中文解释:

关节 5 奇异。

➤ 出错原因:

关节5在0度附近时，机器人关节4和关节6共线，其解不唯一导致关节4和6无法准确求解，故报错。

➤ 处理方法:

1、点动关节 5 回到未奇异状态；2、降低路径速度或者去除圆滑。

3510: Load program when loading state

➤ 中文解释:

重复加载程序。

➤ 出错原因:

重复加载程序。

➤ 处理方法:

先卸载当前程序，再加载新程序。

4000: Program has not loaded

➤ 中文解释:

程序未加载。

➤ 出错原因:

启动程序时未加载程序。

➤ 处理方法:

加载程序。

4001: Robot has not enabled

➤ 中文解释:

未上使能。

➤ 出错原因:

未上使能。

➤ 处理方法:

上使能。

150: Error change operation mode when robot moving

➤ 中文解释:

机器人运动过程中不能切换模式。

➤ 出错原因:

运动过程中切换操作模式。

➤ 处理方法:

运动中不能进行模式切换。

4.2 电气系统常见故障

表 4.1 电气系统常见故障

后果及现象	可能故障	排除方法
开机不能听到接触器吸合的声音，主电源不能接通，伺服电源指示灯不亮	门禁开关未闭合	将门禁开关临时短接或者关门调试
	接触器可能损坏	更换接触器
控制器电源指示灯不亮，接触器不吸合，风扇不转、伺服数码管无显示	开关电源损坏无 24V 输出	更换开关电源
示教器显示报警，检测伺服处于错误状态	数码管显示 当前报警代码	根据具体故障代码排除（详见伺服说明书）
示教器无法登陆	示教器没有注册码	重新注册示教器
机器人不能上使能	手动模式，只能使用三位开关	确认运行模式是否正确
	安全回路断开	确认安全回路是否断开

4.3 机器人维护保养

4.3.1 维护保养注意



危险

更换零件时，请先切断一次电源，5 分钟后再进行作业。（切断一次电源后的五分钟内，请勿打开控制装置的门），此外，禁止用潮湿的手进行作业。



注意

更换作业必须由接受过本公司机器人维修保养培训的人员进行。



注意

各板子上的连接有多个接口。应小心谨慎地进行接口的安装及拆卸作业。



注意

更换时，请勿损坏连线。此外，请勿触摸板子上的电子零件及线路、接口的触点部分（请抓住板子的周围部分）

4.3.2 定期检修日程表

为了使机器人控制系统处于稳定的工作状态，必须定期对控制系统进行维修保养，主要保养的器件和定期保养的时间见表 4.2。

表 4.2 保养清单

	设备	保养方式	保养周期
1	控制柜下部进气口的滤网	清洁	12个月
2	控制柜背面出风口的滤网	清洁	12个月
3	冷却循环系统的风扇	清洁	24个月
4	变压器、制动电阻、滤波器、控制器、 伺服等	清洁	12个月
5	机器人本体的电池	更换	48个月
6	接线	检查	12个月
7	示教器	清洁	根据需要

注意：保养的间隔时间应根据不同的工作环境最终确定，当工作环境干净时可适当延长保养周期，当工作环境恶劣时要缩短保养周期。

➤ 定期检修注意事项：

- 检修作业必须由接受过本公司机器人维修保养培训的人员进行。
- 进行检修作业之前，请对作业也所需的零件、工具和图纸进行确认。
- 更换零件请使用本公司指定的零件。
- 进行机器人本体的检修时，请务必先切断电源再进行作业。
- 打开控制装置的门时，请务必切断一次电源，并充分注意不要让周围的灰尘进入。
- 手触摸控制装置内的零件时，须将油污等擦干净后再进行，尤其是要触摸印刷基板和连接器等部位时，应充分注意避免静电放电等损坏 IC 零件。
- 一遍操作机器人本体一边检修时，禁止进入动作范围之内。
- 电压测量硬在指定部位进行，并充分注意防止触电和接线短路。

- 禁止同时进行机器人本体和控制装置的检修。
- 检修后，必须充分确认机器人动作后，再进入正常运转。

4.3.3 检修项目

4.3.3.1 机器人本体

- 检查动力电缆与通讯电缆；
- 检查各轴运动状况；
- 检查各轴密封；
- 检查机器人本体电池；
- 检查机器人各轴马达；
- 检查机器人各轴电缆；
- 机器人各轴加润滑油；

4.3.3.2 机器人控制柜

- 检测控制柜温度；
- 价差主板、存储版、计算板以及驱动板；
- 检查程序存储电池；
- 检查变压器以及保险丝；
- 检查机器人三相电源；
- 检查 I/O 板以及保险丝；
- 检查电扇及空调；

4.3.3.3 清洁机器人

- 用毛刷清洁冷却循环回路系统的风扇；
 - 清洁换气口的滤网；
 - 用毛刷清洁控制柜内部的器件，检查其是否安装牢固；
 - 检查各个接线端子是否牢固，线路是否有松动；
 - 用毛刷清洁控制柜后部的变压器，制动电阻，滤波器；
- ◇ 清洁步骤：

① 安全说明：

1. 机器人控制系统必须保持关断状态，并做好保护，防止未经许可的意

外重启。

2. 按照 ESD 准则工作。
3. 在清洁工作时应注意遵守清洁剂生产厂家的说明。
4. 必须防止清洁剂进入电气部件。
5. 清洁工作不应使用压缩空气。

② 清洁步骤：

1. 将积聚的灰尘松解并吸出；
2. 用浸有柔性清洁剂的抹布清洁机器人控制系统；
3. 用不含溶解剂的清洁剂清洁线缆、塑料部件和软管；
4. 更换已损坏或看不清楚的文字说明和铭牌，补充缺失的说明和铭牌。

4.3.3.4 更换冷却循环系统的风扇

- 取下运输保险装置，并松开背板上的固定螺旋；
- 取下背板；
- 松开电缆线套管上的螺栓；
- 拔出风扇插头；
- 取下风扇支架的螺栓；
- 将风扇连同支架一起取下；
- 装进新的风扇；
- 插入风扇插头，并将电缆固定；
- 装上柜背板，并将其固定。

4.3.3.5 更换控制器

- 打开控制柜门；
- 拔出连接到控制器模块借口的供电电源及所有插头连接；
- 松开滚花螺母；
- 拆下控制器并向上取出；
- 装入新的控制器并固定；
- 插好各种插头连接；
- 打开控制柜的旋转开关，观察控制器模块能否正常工作。

4.3.3.6 更换伺服

- 打开控制柜门；
- 拔出连接到伺服驱动器接口的供电电源及所有插头连接；
- 松开滚花螺母；
- 拆下伺服驱动器并向外取出；
- 装入新的同型号伺服驱动器并固定；
- 插好各种插头连接。

4.3.3.7 更换本体电池

- 机器人运行回零后，断开主电源；
- 打开本体底座后盖板；
- 找到电池安装板；
- 拔出连接到电池上的电线；
- 更换新的电池；
- 重新固定底座后盖板；
- 机器人执行回零操作。

4.3.3.8 SA 系列机器人的润滑和同步带更换

1. SA 系列机器人的润滑：

为了充分发挥机器人的性能，根据不同机器人选用的减速机品牌不同，润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 和壳牌佳度 S5V142W00 润滑脂。请勿使用其他品牌润滑脂或与其他品牌的润滑脂混合使用。各型号机器人使用润滑脂如下表所示：

表 4.3 润滑油脂

机器人型号	各轴润滑脂名称	备注
SA1400	J1~J3 润滑油腔使用壳牌佳度 S5V142W00 润滑脂	J4、J5、J6 减速机免维护
SA1800	J1~J3 润滑油腔使用壳牌佳度 S5V142W00 润滑脂 J4 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	J5、J6 减速机免维护

➤ 各轴机器人加排油脂位置

SA1400 各轴加排油脂孔位置如图 4.1 所示；SA1800 各轴加排油脂孔位置如

图 4.2 所示：

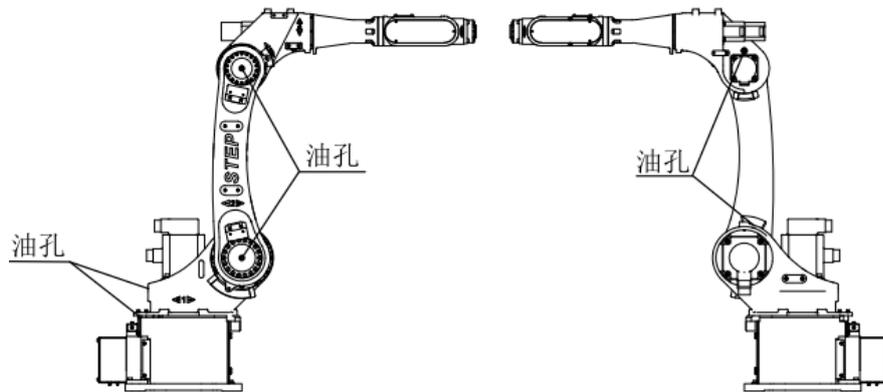


图 4.1 SA1400 各轴加排油脂孔位置

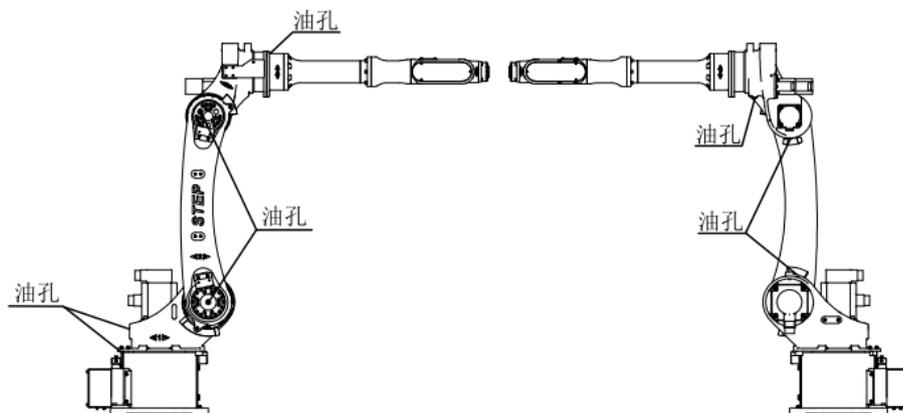


图 4.2 SA1800 各轴加排油脂孔位置

➤ 油脂更换

- 1、机器人在出厂时各轴均已注入润滑脂，更换时使用注油枪填充润滑脂。
- 2、根据润滑脂老化情况，自出厂之日起，累计满 20000 小时请更换机器人润滑脂。但是当使用时减速机表面温度达到 40℃ 以上时，请确认润滑脂的老化、受污染情况，并缩短润滑脂的更换周期。

3、加脂量应达到部件油腔的 90% 左右，具体情况请咨询 STEP 公司售后服务人员。

2. SA 系列机器人的同步带：

正确合理地使用同步带，不仅能够保证生产传输的顺利进行，而且还能减少装置的故障率，延长同步带的使用寿命。

➤ 机器人使用同步带型号

SA 系列机器人腕关节传动利用到同步带。腕关节中，同步带用于 J5 电机与 J5 减速机间传动，该同步带采用高精度进口品牌。确实需要更换时，可咨询 STEP 公司售后服务人员。同步带使用注意事项：

1. 严禁曲折，以免损伤骨架材料，影响皮带强度。
2. 严禁划伤皮带，以免皮带早期损坏。
3. 避免与化学品（尤其是强氧化性酸，如浓硫酸等）接触。
4. 尽量避免与油类、水长期接触。

5. 由于同步带的张力会随着工作时间的延长而发生变化，操作人员需要定期地调整同步带的张力，检查同步带及同步带轮的运行状况并及时调整或更换。排查和维护的周期推荐在 1 个月左右。

➤ 更换同步带注意事项

1. 更换同步带必须提前通知 STEP 公司技术人员。在得到 STEP 公司书面许可后方可进行更换。否则，由此造成的任何损失和停机，本公司概不负责。

2. 选购同步带时，选择表面整洁、皮带没有扭曲变形、带齿饱满的同步带。

3. 更换同步带时，必须使皮带的张力降到最低，才能取出，严禁同步带在有高张力的情况下，利用非专业的工具硬性撬下来。

4. 安装同步带时，如果两带轮的中心距可以移动，必须先将带轮的中心距缩短，装好同步带后，再使中心距复位。若有张紧轮时，先把张紧轮放松，然后装上同步带，再装上张紧轮。

5. 在安装的时候就应该先调整好预张紧力。如果预张紧力不够大，就会使同步带的传动能力大大降低，而且带轮也会随之急剧升温发热，磨损配件。反过来，如果预张紧力过大的话，则会使同步带的使用寿命降低。所以，适当合理的预张紧力是保证同步带正常工作的前提。

6. 同步带更换后，必须由专业技术人员将机器人归零处理，然后可正常使用机器人，否则机器人零点会丢失，可能发生危险。

4.3.3.9 SP 系列机器人的润滑

为了充分发挥机器人的性能，根据 SP 系列机器人选用的减速机品牌，润滑油腔内使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂。请勿使用其他品牌润滑脂或其他品牌的润滑脂混合使用。各型号机器人使用润滑脂如下表所示。

表 4.4 各轴油脂

机器人型号	各轴润滑脂名称	备注
SP200	J1~J4 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	
SP275	J1~J4 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	

➤ 各关节加排油脂孔位置

SP200 与 SP275 各轴加排油脂孔位置如图 4.3 所示。

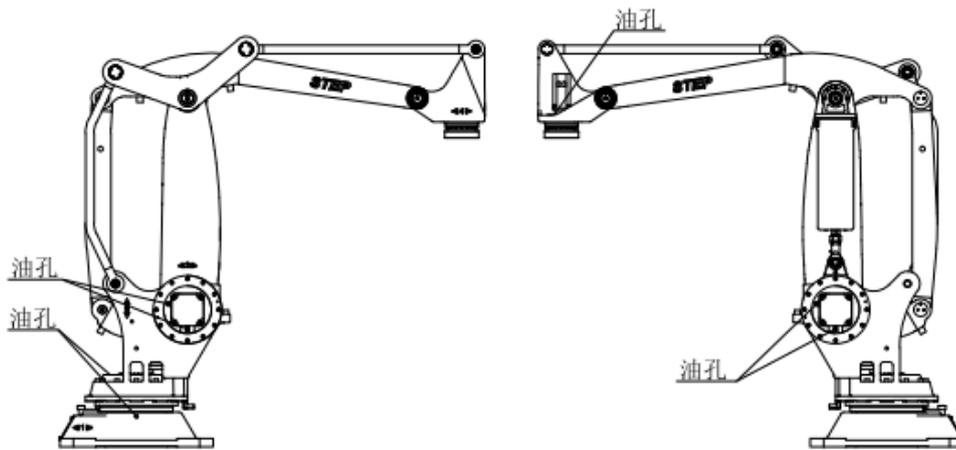


图 4.3 SP200 与 SP275 各轴加排油脂孔位置

SP 系列机型有润滑点，需要每半年用润滑脂润滑一次，注入量以完全挤出黑色杂质为止。例如下图 4.4 所示部位。

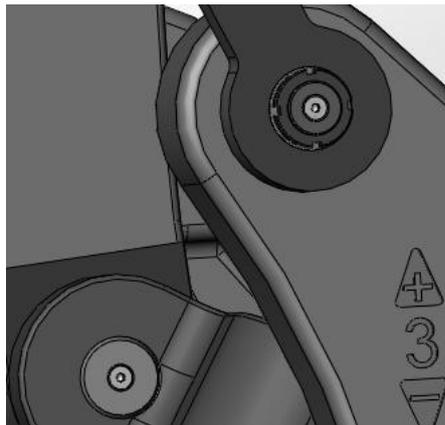


图 4.4 销轴油孔位置示意图

各轴加润滑脂孔和排润滑脂孔根据安装方式不同来确定。各轴在更换润滑脂时，选择相对位置较高的油孔为排润滑脂孔，相对位置较低的油孔为加润滑脂孔。

➤ 润滑脂更换

1、机器人在出厂时各轴均已注入润滑脂，更换时使用注油枪填充润滑脂。

2、根据润滑脂老化情况，自出厂之日起，累计满 20000 小时请更换机器人润滑脂。但是当使用时减速机表面温度达到 40℃ 以上时，请确认润滑脂的老化、受污染情况，并缩短润滑脂的更换周期。

3、加脂量应达到部件油腔的 90% 左右，具体情况请咨询 STEP 公司售后服务人员。

4.3.3.10 SR 系列机器人的润滑和同步带更换

1. SR 系列机器人的润滑：

为了充分发挥机器人的性能，根据 SR 系列机器人选用的减速机品牌，润滑油腔内使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂。请勿使用其他品牌润滑脂或与其他品牌的润滑脂混合使用。各型号机器人使用润滑脂如下表所示。

表 4.5 各轴油脂

机器人型号	各轴润滑脂名称	备注
SR18	J1~J6 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	J5、J6 减速机免维护
SR18L8	J1~J6 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	J5、J6 减速机免维护
SR25	J1~J6 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	J5、J6 减速机免维护
SR50	J1~J6 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	
SR165	J1~J6 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	
SR210	J1~J6 润滑油腔使用 VIGOGREASE RE0 润滑脂	

➤ 各关节加排油脂孔位置

SR18 各轴加排油脂孔位置如图 4.5 所示；SR18L8 各轴加排油脂孔位置如图 4.6 所示；SR25 各轴加排油脂孔位置如图 4.7 所示。

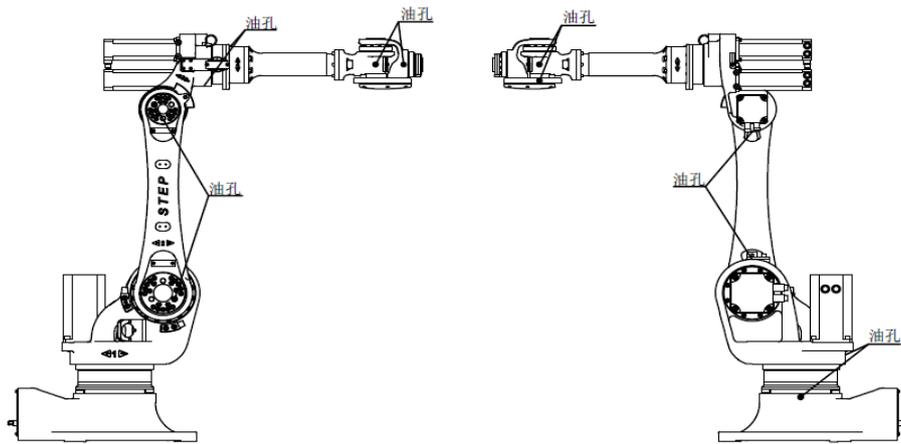


图 4.5 SR18 各轴加排油脂孔位置

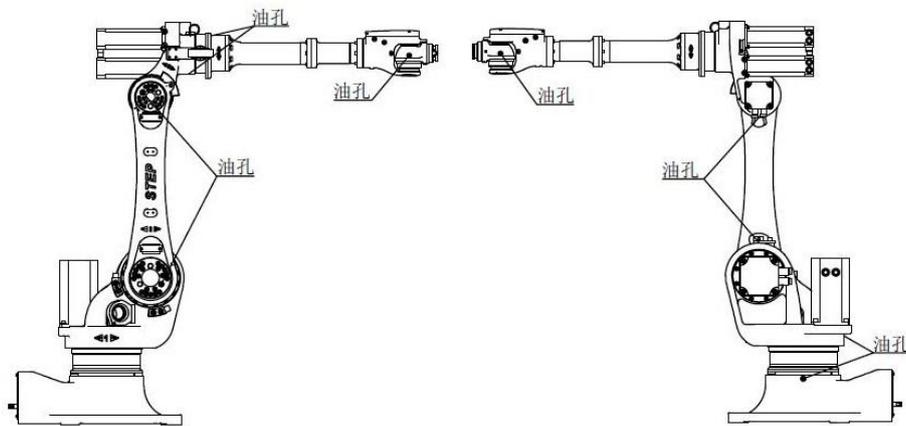


图 4.6 SR18L8 各轴加排油脂孔位置

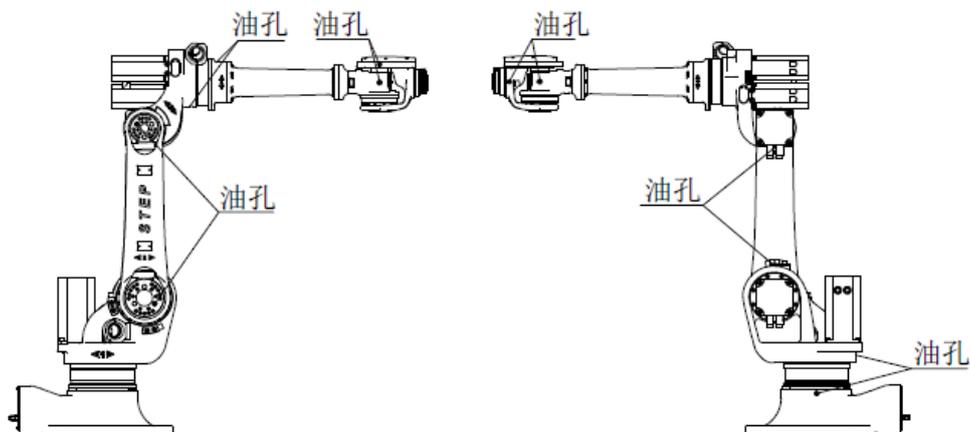


图 4.7 SR25 各轴加排油脂孔位置

SR50 各轴加排油脂孔位置如图 4.8 所示；SR165 各轴加排油脂孔位置如图

4.9 所示；SR210 各轴加排油脂孔位置如图 4.10 所示。

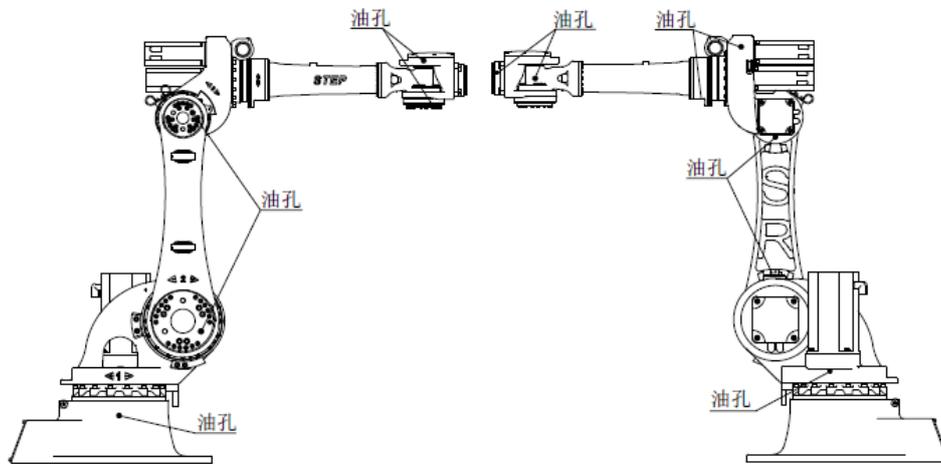


图 4.8 SR50 各轴加排油脂孔位置

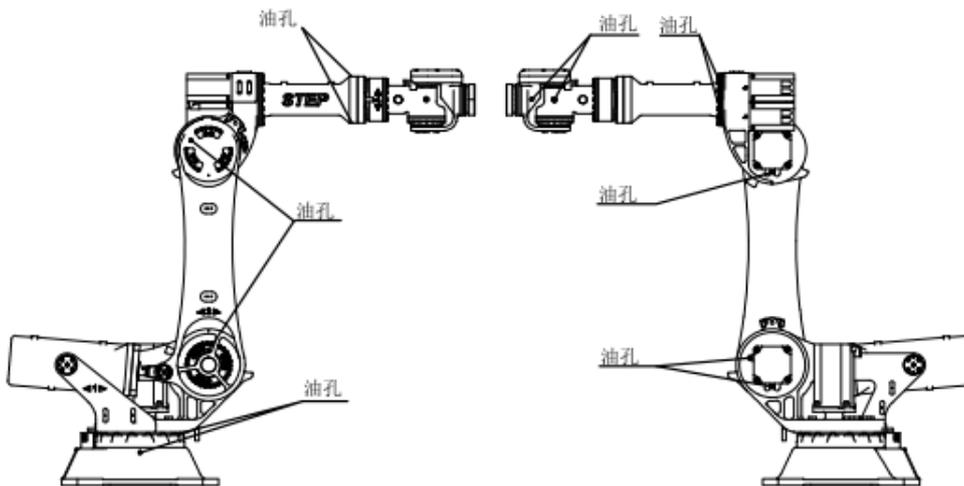


图 4.9 SR165 各轴加排油脂孔位置

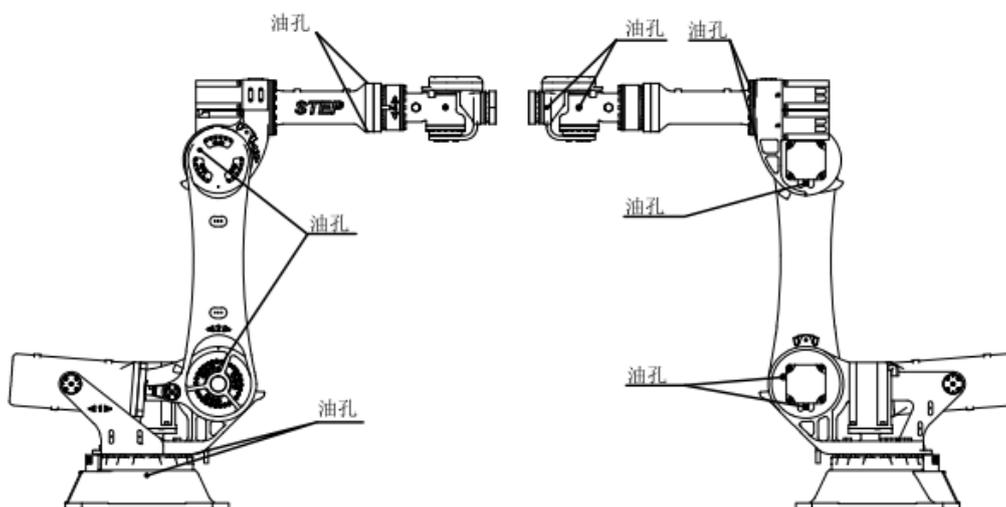


图 4.10 SR210 各轴加排油脂孔位置

带有平衡缸的 SR 机型连接销轴部分带有润滑点，需要每半年用润滑脂润滑一次，注入量以完全挤压出黑色杂质为止。例如下图 4.11 所示部位。

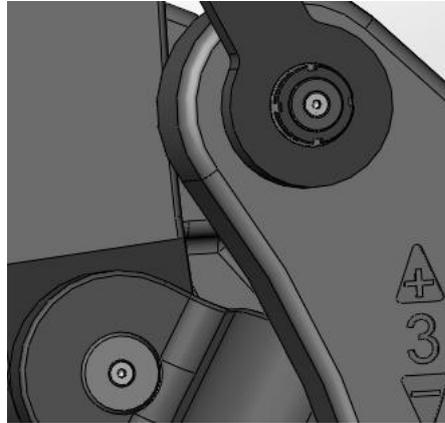


图 4.11 销轴油孔位置示意图

各轴加润滑脂孔和排润滑脂孔根据安装方式不同来确定。各轴在更换润滑脂时，选择相对位置较高的油孔为排润滑脂孔，相对位置较低油孔为加润滑脂孔。

➤ 润滑脂更换

- 1、机器人在出厂时各轴均已注入润滑脂，更换时使用注油枪填充润滑脂。
- 2、根据润滑脂老化情况，自出厂之日起，累计满 20000 小时请更换机器人润滑脂。但是当使用时减速机表面温度达到 40℃ 以上时，请确认润滑脂的老化、受污染情况，并缩短润滑脂的更换周期。

- 3、加脂量应达到部件油腔的 90% 左右，具体情况请咨询 STEP 公司售后服务人员。

2. SR 系列机器人的同步带

正确合理地使用同步带，不仅能够保证生产传输的顺利进行，而且还能减少装置的故障率，延长同步带的使用寿命。

➤ 机器人使用同步带型号

SR 系列部分机器人前臂驱动壳和腕关节传动都利用到同步带。前臂驱动壳中，同步带用于 J5 和 J6 电机与 J5 和 J6 驱动杆传动，该同步带采用高精度进口品牌。确实需要更换时，可咨询 STEP 公司售后服务人员。

➤ 同步带使用注意事项

1. 严禁曲折，以免损伤骨架材料，影响皮带强度。

2. 严禁划伤皮带，以免皮带早期损坏。
3. 避免与化学品（尤其是强氧化性酸，如浓硫酸等）接触。
4. 尽量避免与油类、水长期接触。
5. 由于同步带的张力会随着工作时间的延长而发生变化，操作人员需要定期地调整同步带的张力，检查同步带及同步带轮的运行状况并及时调整或更换。排查和维护的周期推荐在 1 个月左右。

➤ 更换同步带注意事项

1. 更换同步带必须提前通知 STEP 公司技术人员。在得到 STEP 公司书面许可后方可进行更换。否则，由此造成的任何损失和停机，本公司概不负责。
2. 选购同步带时，选择表面整洁、皮带没有扭曲变形、带齿饱满的同步带。
3. 更换同步带时，必须使皮带的张力降到最低，才能取出，严禁同步带在有高张力的情况下，利用非专业的工具硬性撬下来。
4. 安装同步带时，如果两带轮的中心距可以移动，必须先将带轮的中心距缩短，装好同步带后，再使中心距复位。若有张紧轮时，先把张紧轮放松，然后装上同步带，再装上张紧轮。
5. 在安装的时候就应该先调整好预张紧力。如果预张紧力不够大，就会使同步带的传动能力大大降低，而且带轮也会随之急剧升温发热，磨损配件。反过来，如果预张紧力过大的话，则会使同步带的使用寿命降低。所以，适当合理的预张紧力是保证同步正常工作的前提。
6. 同步带更换后，必须由专业技术人员将机器人归零处理，然后可正常使用机器人，否则机器人零点会丢失，可能发生危险。