



# GR 系列喷涂机器人

## 电气维护手册

资料编号：ZL-GR6100-003-V1

发布日期：2020 年 1 月

本手册版权归希美埃（芜湖）机器人技术有限公司所有  
仅供客户使用，未经授权禁止其他用途使用

希美埃（芜湖）机器人技术有限公司  
安徽省芜湖市鸠江经济开发区万春东路 96 号  
电话：400-052-8877

**CMA**

希美埃（芜湖）机器人技术有限公司

智能化喷涂装备提供商

## 声明

感谢您购买希美埃（芜湖）机器人技术有限公司（以下简称“CMA”）喷涂机器人产品。本文所提及的内容关系到您的安全以及合法权益与责任。使用本产品之前，请仔细阅读本文，确保已对产品进行正确的设置。不遵循或不按照本文的说明与警告来操作可能会给您和周围的人带来伤害，损坏 CMA 机器人或其它周围的物品。本文档及所有相关的文档最终解释权归 CMA 所有。

本手册作为操作指导，但不构成对使用机器人整个应用系统的担保。因此 CMA 公司不对使用此系统而可能导致的事故、损害和（或）工业产权相关的问题承担责任。CMA 公司郑重建议：在赋予操作者机器人的使用权限以前，所有参与机器人操作、示教、维护、维修、点检的人员、都参加 CMA 公司准备的培训课程。

## 版权与商标

本手册版权归希美埃（芜湖）机器人技术有限公司所有，仅供客户使用，未经希美埃（芜湖）机器人技术有限公司书面许可，本部分不能被复制或向第三方披露。

本文档必须保存在机器人的使用寿命期间，损坏或丢失的情况下，你可以订购一个替换的副本。在机器人被出售或转移到一个新的所有者时，您被要求告知希美埃（芜湖）机器人技术有限公司新的拥有者的地址。

本手册为全套手册的其中一册，所有参与机器人使用、编程、维护、维修、点检的人员，必须经过完整手册的培训，全套手册如下：

- ZL-GR-001-V1: GR 系列喷涂机器人《安全手册》
- ZL-GR-002-V1: GR 系列喷涂机器人《日常保养手册》
- ZL-GR-003-V1: GR 系列喷涂机器人《防爆使用手册》
- ZL-GR-004-V1: GR 系列喷涂机器人《远程协助手册》
- ZL-GR-005-V1: GR 系列喷涂机器人《IO 通讯手册》
- ZL-GR-006-V1: GR 系列喷涂机器人《软件编程手册》
- ZL-GR6100-001-V1: GR6100 机器人《安装和连接手册》
- ZL-GR6100-002-V1: GR6100 机器人《机械维护手册》
- ZL-GR6100-003-V1: GR6100 机器人《电气维护手册》
- ZL-GR6100-004-V1: GR6100 机器人《电气原理图》

本手册及所有相关的手册最终解释权归希美埃（芜湖）机器人技术有限公司所有，希美埃（芜湖）机器人技术有限公司保留随时停止生产或更改设计或规格的权利，如有更新，恕不另行通知。请访问 [www.cmarobot.com.cn](http://www.cmarobot.com.cn) 官方网站以获取最新的产品信息。

## 关于本手册

本手册主要面向：操作人员、设备维护人员、技术服务人员。

本手册介绍了 GR6100 型喷涂机器人电气维护说明及维护时需注意事项，适用于 CMA 公司旗下 GR6100 型喷涂机器人。

为有效的引起手册使用者的对特定主题或方面的注意，将使用以下符号，每个有以下含义解释。本手册中的安全注意事项分为“危险”、“警告”、“注意”、“重要”四类分别记载。

 <b>危险</b>	危险！处理有误时，可能发生死亡事故
 <b>警告</b>	危险！处理有误时，可能发生死亡或重伤事故
 <b>注意</b>	注意！处理有误时，可能发生轻伤或财产损失事故
 <b>重要</b>	表示特别重要的注意点

另外，即使是“注意”所记载的内容，也会因为情况不同而产生严重后果，因此任何一条注意事项都极为重要，请务必严格遵守。

- 请务必熟读并全部掌握本手册和其他附属资料，在熟知全部设备知识、安全知识及注意事项后正确使用。
- 手册中的图解，有的为了说明细节取下盖子或安全罩进行绘制，运转此类部件时，务必按规定将盖子或安全罩还原后，再按说明书要求运转。
- 本手册中的图及照片为代表性示例，可能与所购买产品不同。
- 本手册有时由于产品改进、规格变更及说明书自身更便于使用等原因而进行适当的修改，恕不另行通知。
- 修改后的说明书将更新封面中的资料编号，并以新版本发行。
- 由于破损、丢失等原因需订购说明书时，请与本公司代理商或说明书封底上的最近销售处联系，按封面的资料编号订购。
- 客户擅自进行产品改造，不在本公司保修范围之内，本公司概不负责。

# 目录

第 1 章 安全.....	1
1.1 安全须知.....	1
1.2 关于安全标识.....	1
1.3 安全规范.....	3
1.3.1 机器人系统遵循的安全规范为: .....	3
1.3.2 安全模块符合的安全规范.....	3
1.4 各工作过程中的安全注意事项.....	4
1.4.1 机器人安装和连接的安全.....	4
1.4.2 机器人启动前的安全.....	4
1.4.3 机器人启动的安全.....	5
1.4.4 试车安全.....	5
1.4.5 示教过程中的安全.....	6
1.4.6 自动运行时的安全.....	6
1.4.7 维修时的安全.....	7
1.4.8 点检和维护时的安全.....	8
第 2 章 安装与连接.....	10
2.1 概述.....	10
2.2 基本说明.....	11
2.2.1 开箱点检.....	11
2.2.2 安装前的准备工作.....	12
2.2.3 机器人储存环境.....	13
2.2.4 机器人操作环境.....	13
2.2.5 寒冷环境中启动机器人.....	13
2.3 连接.....	14
2.3.1 运输.....	14
2.3.2 安装.....	15
2.3.3 设置安全围栏.....	16
2.3.4 地线的连接.....	17
2.3.5 电源线的连接.....	18
2.3.6 示教器的连接.....	20
2.3.7 连接机器人.....	20
2.3.8 安全信号的连接（安全门）.....	21
2.3.9 安全信号的连接（安全光幕）.....	23
2.3.10 安全信号的连接（外部急停）.....	26
2.3.11 可用的输入信号.....	28
2.3.12 可用的输出信号.....	30
2.3.13 以太网连接（标准）.....	33
2.3.14 连接 Profibus 总线模块（PROFI 附件）.....	34
第 3 章 机器人控制柜.....	37
3.1 电柜说明.....	37
3.1.1 基本参数.....	39
3.1.2 控制柜布局图.....	40

3.1.3 按钮.....	41
3.2 示教器.....	42
3.2.1 示教器参数.....	42
3.2.2 示教器按钮.....	42
3.2.3 如何握持示教器.....	45
3.2.4 操作和清洁.....	46
3.3 运动控制器.....	46
3.3.1 控制器 X20CP3584.....	46
3.3.2 工控机 APC2100.....	51
3.4 驱动器电源模块与伺服驱动器.....	51
3.4.1 主电源模块.....	51
3.4.2 辅助电源模块.....	54
3.4.3 伺服驱动器.....	57
3.4.4 总线模块.....	61
3.5 安全 PLC.....	62
第 4 章 维护与保养.....	64
4.1 简介.....	64
4.2 维护计划.....	64
4.2.1 清洁电柜内部.....	65
4.3.2 检查操作柜通风（强制通风版本）.....	65
4.3.3 检查驱动器和散热器风扇的运行.....	66
4.3.4 检查安全装置是否处于正常工作状态.....	67
4.3.5 检查电柜密封.....	69
4.3.6 检查线束.....	69
4.3.7 检查主要电气元件工作情况.....	69
4.3.8 检查急停开关.....	70
4.3 临时性工作.....	70
4.4 非日常维护.....	70
4.4.1 更换保险丝.....	71
4.4.2 更换驱动器.....	72
4.4.3 更换散热器散热风扇.....	75
4.4.4 更换驱动器的散热风扇.....	75
第 5 章 故障排查.....	77
5.1 排查方式.....	77

## 第1章 安全

### 1.1 安全须知

根据国家和当地的有关法律、法规、条例，在使用包括机器人的工业系统时，安全防范是最基本的关注点。

在使用机器人导致的人身伤害和财产损失的意外中，使用机器人的工厂是负有责任的。因此，除了理解本手册及其相关资料外，必须理解所有有关健康和安全的法规和标准，并请一定遵守。

为了安全，遵守本手册及希美埃其他手册的规定只是最起码的要求。本手册记载的安全相关信息作为一个总则，并没有完全包括机器人应用系统的各方各面。所以，在使用机器人时，应当根据系统及其应用环境的实际情况，采取必要的安全措施，并严格遵守。

### 1.2 关于安全标识

按照本手册内容操作机器人时可能会遇到不同程度的危险状况，因此在可能会造成危险的操作说明附件会有专门的安全标识提示框重点提示用户注意防范，提示框中的内容包括：

一个表示安全级别的图标和对应的名称，例如警告，危险、提示等；

一段简单的描述，用于说明如果操作人员不消除该危险可能会造成的后果；

有关如何消除危险操作说明；

图标	名称	说明
 危险	危险	带有该标识的内容如果没有按照规定操作，将会对人员造成严重甚至致命的伤害，同时将会/可能会对机器人造成严重损坏。与此内危险有关的操作包括接触控制柜内高压器件、在机器人运行时进入其工作区域等。
 警告	警告	带有该标识的内容如果没有按照规定操作，可能会导致严重人身伤害，甚至可能致命，对机器人本身也将造成较大损坏。
	触电危险	提示当前操作可能会有人员触电风险，造成严重甚至致命的伤害。
	警示	带有该标识的内容如果没有按照规定操作，可能会导致人身伤害，对机器人本身也可能也会造成损坏。
	防静电	提示当前操作涉及的零部件对静电敏感，不按规范操作可能会造器件损坏。
	提示	用于提示一些重要信息或者前提条件。

	挤压	操作人员、维护人员在调试、维修、检修、工具装夹时进入机器人运动范围，可能会造成伤害。
	夹手	维护人员在进​​行维护操作时，接近带传动部件时，存在夹手的风险。
	撞击	操作人员，维护人员在调试、维修、检修、工具装夹时进入机器人运动范围，可能会造成严重伤害。
	摩擦	操作人员，维护人员在调试、维修、检修、工具装夹时进入机器人运动范围，可能会产生伤害。
	零件飞出	操作人员，维护人员在调试、维修、检修、工具装夹时进入机器人运动范围，工具或工件可能因夹持松懈飞出，此时可能会产生严重伤害。
	火灾	电路发生短路、导线或零件着火时可能会发生火灾，可能会产生严重伤害。
	高温表面	维护人员在进​​行设备检修、维护时，接触机器人高温表面，可能会导致烫伤伤害。

## 1.3 安全规范

### 1.3.1 机器人系统遵循的安全规范为：

标准	描述
2006/42/EC	机械指令
2014/30/EU	电磁兼容性指令
EN 61008-1:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全一般要求
EN 61008-2:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全 - 电气/电子/可编程电子相关安全系统的要求
EN 61008-3:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全 - 软件要求
EN 61008-4:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全 - 定义和缩写
EN ISO 13849-1:2008	机械安全性 - 控制系统部件的安全相关部件 - 第 1 部分：一般设计准则
BS EN 60204-1 2006+A1 2009	机械安全 - 机器的电气设备 - 第 1 部分：一般要求
ISO 10218-1:2011	机器人和工业机器人机械设备安全要求 - 第 1 部分：机器人
ISO 10218-2:2011	机器人和工业机器人机械设备安全要求 - 第 2 部分：机器人系统与集成
GBT 15706:2012	国内机械安全设计通则 - 风险评估与风险减小
GB 5226.1:2008	国内机械电气安全机械电气设备 - 第 1 部分：通用技术条件

### 1.3.2 安全模块符合的安全规范

GR 系列喷涂机器人配备的安全模块安全等级为 SIL3,PLe，遵循的安全规范为：

标准	描述
2006/42/EC	机械指令
2014/30/EU	电磁兼容性指令
2014/35/EU	低电压指令
EN 61496-1:2013	机械安全性 - 电敏防护设备 - 一般要求和测试
EN 61131-2:2007	可编程控制器 - 第 2 部分：设备要求和测试
EN 61008-1:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全 - 一般要求
EN 61008-2:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全 - 电气/电子/可编程电子相关安全系统的要求。
EN 61008-3:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全 - 软件要求
EN 61008-4:2010	电气/电子/可编程电子相关安全系统的功能性安全 - 定义和缩写
EN 62061:2005	机械安全 - 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全
EN ISO 13849-1:2008	机械安全性 - 控制系统部件的安全相关部件 - 第 1 部分：一般设计准则
IEC 61784-3:2008	工业通信网络 - 剖面 - 第 3 部分：功能安全现场总线 - 一般规则和剖面定义
ANSI/UL 1998	可编程组件中的安全软件

## 1.4 各工作过程中的安全注意事项

### 1.4.1 机器人安装和连接的安全

1. 操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和 CMA 提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。
2. 运输机器人时，应避免超过指定的高度。只允许具备叉车和起重机操作资格的人，来移动/运输机器人手臂、走行轴等等。在搬运中，决不可靠近或走到提起的机器人手臂、走行轴下方。切勿在搬运中呆在机器人手臂、走行轴上面，也决不可触碰或人工支撑它们。
3. 当使用钢丝绳提升机器人时，请去除示教器及其支架，以免电缆等钩住其他设备。
4. 在搬送机器人前，请移除所有不需要的物体，并清理到安装位置的通道。
5. 如果用叉车搬运，机器人可能会倾斜。要防止机器人斜，请使用带子将控制柜牢牢地同定在叉车上。
6. 由于机器人由精密的元器件组成，请保护机器人免受碰撞、冲击。
7. 当安装地的总电源开启时，切不可连接控制器的电源电缆。否则将是极端危险并可导致触电。连接输入电源电缆时，请务必确定主电源为关断状态。同时为防止输入电源 或断路器被误合上，请在所有的电源单元、断路器上放置清晰的关断标志，表示检查/保养、维修进行中，并用锁锁定或放置夹头夹住主电源开关。
8. 当接线工作完毕时，务必盖上输入电源连接端的盖板。否则将是极端危险的，如果误触到端子可导致触电事故。
9. 请将连接机器人的马达/信号线束放置在电缆槽内，以防止受到损害。另外请采取措施以免它们受压。控制柜与机器人之间全部连接完毕之前，请勿连接接入电源。否则则非常危险，可导致触电等事故。



**提示：**对于安装和接的所有操作，请严格遵守上述事项，同时参考下列国内/国际标准。喷涂机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB 11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。

### 1.4.2 机器人启动前的安全

1. 务必把机器人的控制柜、操作面板和所有其他的控制装置安装在安全防护装置(围栏)之外，只有这样才能监视整个机器人的运动范围。
2. 确认在机器人手臂的运动范围内，没有任何人员、包装材料、夹具或其他各类障碍物。
3. 消除固定设备和移动设备之间任何可能夹人的区域。
4. 连接电源电缆前，请确认供电电源的电压、频率、电缆规格等是否符合要求。
5. 确保控制箱和周边设备的正确接地。机器人控制箱的接地线和周边设备的接地线应分开接地，不能连在一起。同时如果外部设备上加电磁开关、接触器等装置时，请在邻近机器人控制箱的电源进线上，安装电源滤波器或相当装置。
6. 在打开机器人的“电源”ON之前，请确认机器人的安装符合机器人安装的要求。
7. 在操作员操作机器人时，必须配置有一个观察员进行监控，这个观察员也必须完成 CMA 公司对应的培训。
8. 对于应用项目（水、压缩空气、保护气体等），系统必须配置有监控仪表，以便及时自动发现供水供气的不正常情况。
9. 如果在机器人工作过程中会产生大量的废料、金属尘粒、细小粒子等，请在机器人、机器人

控制柜、周边装置上罩上合适的罩壳。



**警告：**操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。

### 1.4.3 机器人启动的安全

1. 操作前请完整阅读和理解所有手册、规格说明和希美埃提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。
2. 检查所有机器人操作必须的开关、显示以及信号的名称及其功能。
3. 除非机器人电源断开，否则不可进入安全围栏。同时，在开动机器人前请确认各安全防护装置功能正常。
4. 如果机器人应用系统中有几个操作人员一起工作，务必让全部操作者及其相关人员都清楚机器人已激活后，才可以启动机器人。
5. 在接通电机电源 ON、开始示教或自动操作前，请再次确认在机器人安全栅栏内和机器人周围没有任何工人员或遗留的障碍物存在。
6. 当启动机器人和从故障状态恢复运行时，在开启马达电源后，请把你的手放在紧急停止开关上，以便在出现异常情况时，可以立即切断马达电源。
7. 在激活机器人前，请再次确认下列条件已满足。确认机器人的安装状态是正确的和稳定的；确认机器人控制箱的各种连接都是正确的，电源规格（电源电压、频率等）符合要求；确认各种应用连接（水、压缩空气、保护气体等）是正确的，并和规格型号是一致的；确认与周边装置的正确连接；请确认在使用软件运动限位外，也已安装了机械限位挡块/或限位开关来限定机器人的运动范围；当机器人被机械限位挡块停止时，请确认检查了相关零件或已更换了失效的机械限位挡块（如果有必要）。确认采取了安全措施：已安装了安全围栏或报警装置及连锁信号等安装防护装置；请确认安全防护装置及连锁的功能正常；确认环境条件（温度、湿度、光、噪声、灰尘等）都满足要求，或者说没有超过系统和机器人的规格要求。



**警告：**开动机器人前，必须确认紧急停止开关工作正常。

### 1.4.4 试车安全

试车时，示教程序、夹具、逻辑控制器等各种要素中可能存在设计错误、示教错误、工作错误等情况。因此，进行试车作业时必须进一步提高安全意识。试车过程中需要注意以下几点：

1. 首先，确认紧急停止按钮、保持/运行开关等用于停止机器人的按钮、开关、信号的动作是否正常。一旦发生危险情况，若无法停止机器人将无法阻止事故的发生。
2. 机器人试车时，首先将机器人的操作速度设定为低速（5%~10%左右的速度），对示教的动作进行确认。以 2~3 周期左右，反复进行动作的确认，若发现问题时，应立即停止机器人并进行修正。确保没有问题之后，逐渐提高速度（50%→70%→100%），各以 2~3 周期左右，再次反复作确认动作。

### 1.4.5 示教过程中的安全

希美埃建议应在安全围栏外完成示教工作。但如果确实需要进入安全栅栏，请严格遵守下面事项：

1. 操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和希美埃提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。
2. 开动机器人前，请确认所有的安全防护装置（安全围栏）工作正常。
3. 示教工作应由两个人来做一个示教员、一个观察员。观察员同时也承担安全监督的责任；并在示教前，确认“工作启动”等信号情况。
4. 示教员在进入安全围栏前，必须让机器人处于停止工作状态，并把示教器上的示教开关打到手动位置，观察员时刻关注机器人的情况。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下紧急停止开关，示教员立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。
5. 在安全围栏外、可监控整个机器人运动的位置上，请为观察员安装一个急停开关。一旦机器人出现不正常的运动，观察员必须可以非常方便地按下开关来立即停止机器人。另外，如果需在紧急停止后重新启动机器人，请在安全围栏外进行复位和重启手动操作。示教员和观察员必须是经过特别培训的合格人员。
6. 请清楚地标示示教工作正在进行中，以免有人通过操作面板、示教器等误操作任何机器人系统装置。
7. 完成示教工作后，在确认示教的运动轨迹和示教数据前，请清除安全围栏内、机器人周围的全部人员和障碍遗留物，确认安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物后，请在安全围栏外执行确认工作。这时，机器人的速度应小于等于安全速度（250mm/s），直到运动确认正常。
8. 如需在紧急停止后重启机器人，请在安全围栏外手动复位和重启。同时确认所有的安全条件，确认机器人周围、安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物。
9. 示教过程中，请确认机器人的运动范围，永远不要大意靠近机器人或进入机器人手臂的下方。特别地，当机器人手爪中抓有工件时，永远不要靠近它或进入它的下方，因为工件随时可能由于误操作时突然掉落。
10. 为了安全，在示教或检查模式中，机器人的最大速度被限制在了 250mm/s 之内（安全操作速度）。但是，在刚完成示教或出错恢复后，操作员校验示教数据时，请把检查运行的速度设得越低越好。
11. 示教过程中，无论示教操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰装、挤压点。同时，请确认示教操作员的安全通道，以供在紧急时撤退之用。
12. 在机器人的运动示教完毕后，请把机器人的软件限位设定在机器人示教运动范围之外一点点的地方。



**警告：示教机器人前，必须确认紧急停止开关工作正常。**

### 1.4.6 自动运行时的安全

由于示教的程序一般将高速重现所编辑轨迹运行，所以请严格遵守如下事项，同时参阅相关国内、国际安全标准。

1. 操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和希美埃提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。
2. 在自动运行中，永远不要进入或部分身体进入安全围栏。同时，请在启动运行机器人前，确

- 认安全围栏内没有任何人员或障碍遗留物。
3. 自动运行中，机器人在等待定时器延时或外部信号输入时，看上去像停止了一样。但这时千万不要靠近机器人，因为当定时器时间到或外部信号输入时，机器人将立即恢复运行。
  4. 在自动运行中，这种情况将是极端危险的：如果机器人手腕末端工具对工件的抓握力不够，在机器人运动中，工件有可能会被甩脱，请务必确认工件已被牢牢地抓紧。当工件是通过气动夹爪、电磁方法、吸盘等方式抓握的，请采用失效安全系统，来确保一旦机构的驱动力被突然断开时，工件不被弹出。即使在出错时，工件被甩出的可能性为最小时，也请安装保护栅，如网罩等。
  5. 在安全围栏上显示“自动运行中”标志，并且不得进入工作区域。同时，请确认安全通道，以便操作人员在紧急情况下撤出。
  6. 如果存在故障导致机器人在自动运行中停止，请检查显示的故障信息，按照正确的故障恢复顺序，来恢复和重启机器人。
  7. 请在故障恢复顺序后、重新启动机器人前，确认安全的工作条件满足，并且确认在安全防护装置内或机器人周围没有遗留任何人员、夹具、周边装置或障碍物等。



警告

**警告：在自动运行前，必须确认所有开关以及示教器按钮正常。**



警告

**警告：自动运行中，机器人在等待定时器延时或外部信号输入时，看上去像停止了一样。但这时千万不要靠近机器人，因为当定时器时间到或外部信号输入时，机器人将立即恢复运行。**

### 1.4.7 维修时的安全

要进行维修时，请严格遵守下列条款，同时参阅相关国内/国际安全标准。

1. 操作前，请完整阅读和理解本说明和提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。
2. 在进入安全围栏前，请确认所有必须的安全措施都已准备好并且功能良好。
3. 在进入安全围栏前，请切断控制电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、维修进行中，并且采用锁定或夹定主电源开关，以免有人误开电源。
4. 维修工作仅限于完成了相应型号机器人的特别培训的人员。
5. 在维修工作前，确认机器人周围具备足够的空间，以免与周边设备干涉。同时将周边装置于固定状态，防止它们出现任何的突然动作。
6. 在进入安全围栏前，请务必关断自动操作功能。如果机器人出现任何的异常运动，应立即按急停开关，并立即从规定的撤离路线撤出。
7. 请在安全栏外、便于观察全部机器人运动范围的地方，为监察员安装另外一急停开关。一旦在维修中机器人出现异常动作，此开关必须可以让监察员非常容易地按到。在急停后，请从围栏外面来复位并重启机器人。此外，操作者和监察员都必须是完成了特别培训课程的人员。
8. 操作中，操作者和监察员都必须时刻注意观察异常运动、可能的碰撞点及机器人周围。
9. 更换时，请只使用 CMA 提供的零部件。
10. 在拆除任何关节轴的伺服马达前，请用合适的提升装置支撑好机器人手臂。拆除马达，将使该轴的刹车机构失效，如果没有可靠的支撑，手臂将会下坠。

11. 如果供有压缩空气或水时，维修前，请切断供应源、并清除管线内的任何剩余压力。
12. 当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停链路中。
13. 当变更机器人部件时一定要确认该部件和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。



**提示：在维修前，请确认所有开关功能正常。**

### 1.4.8 点检和维护时的安全

为防止系统故障，请严格按照下列的条款进行机器人的清洗、检查、维护或更换部件。同时参阅相关国内/国际安全标准。

1. 操作前，请完整阅读和理解本说明和提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。
2. 在检查与维护工作前，清除不要的设备与工具，并清理安装位置的通道。
3. 点检和维护保养工作，只限于完成了本机器人或相同型号机器人特别培训的人员。
4. 进行点检和维护保养工作前，请确认机器人周围足够的空间，以避免与周边设备发生干涉。同时把周边设备设成固定状态，确保它们不会突然运动。
5. 在进入安全围栏前，请按工作需要切断整条线的电源或机器人电源，并请切断电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、检查/维修进行中，并且采用锁锁定或夹定主电源开关，以免有人误开电源。如果整条线电源由于特殊情况无法关断，请在目标机器人与任何相邻机器人之间安装临时安全围栏。
6. 当进行连锁信号线路的点检和维护工作时，请无误地关闭所有信号关联设备的电源，以确保安全。在进行此项工作期间，不得进入安全围栏。在完成点检和维护工作后，请确认安全防护装置（安全栅栏、安全插销、急停止开关等）、周边设备、连锁线路等安全装置的工作正常。
7. 除操作者持有的紧急停止开关之外，请为安全护栏外的监督员安装另一个急停开关，安装位置请选在可以监控全部机器人运动范围的地方。如果在维护/点检中，机器人出现不正常的运动，监督员必须很容易地按到开关。急停后，恢复和重启机器人必须在安全围栏外进行。另外，操作员和监督员必须是完成了特别培训课程的人员。
8. 示教员在进入安全栅栏前，必须把示教器上的示教模式开关打到手动模式，以防控制柜模式开关打到自动模式而引发事故。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下紧急停止开关，并立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。
9. 点检/维护过程中，无论操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰撞、挤压点。同时，请确认操作员的安全通道，以供紧急撤离之用。
10. 如果在点检/维护过程中，不可避免地需要拆除安全围栏，请提供足够的安全措施。
11. 请只使用希美埃公司认可的元器件进行替换维护。并且，在点检/维护中，请一定用示教模式、并尽可能让机器人停止工作或运动。
12. 如果在维修前后，机器人必须保持同样的姿态，请在更换部件前，记录机器人的姿态数据。
13. 当应用装置（水、压缩空气、保护气体等）使用时，在进行点检/维护前，请关闭它们的供应源，清除管路中的剩余压力。
14. 检修/维护后，请确认全部的安全防护装置功能正常。
15. 未经公司许可，不要改变或改装机器人。如果发生未经许可的改装，CMA 将不负任何责任。
16. 在当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停链路中。

17. 当变更或替换机器人部件时一定要确认该部件型号、和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。



**提示：在检查与维护前，请确认所有的急停开关功能正常。**

## 第 2 章 安装与连接

### 2.1 概述

本章包含装配说明和在工作现场安装 GR 系列喷涂机器人信息。

开始任何安装工作前，先查看所有安全信息格外重要！请务必仔细阅读希美埃机器人安全手册，以及本手册第一章，有几个必须全篇阅读的一般安全方面，以及介绍执行程序时遇到的危险和安全风险的更具体的安全信息。



#### 强制性措施：

按照电工技术标准，电气系统设备的运行只能由电工或电工监督下受过培训的人操作。

只能使用合适的工具进行保养和维修工作。当对电气部件操作时，只能使用电绝缘工具。

确保设备的接地系统处于正常工作状态。

检查该主电源线，以使工业机器人是要连接的电压和频率与机器的额定值相匹配。

电缆电线管道和实际的连接电缆必须由阻燃绝缘材料制成，防护等级至少为 IP40。

如果工业机器人离主电柜太远，建议在实际设备附近安装一个停止装置，可以用于紧急停止。

当安装此类多台机器时，电气系统必须进行设计和改造以使得每个工业机器人可以单独使用，而不会对相邻机器人构成危害或妨害操作员。

安装布线应在没有机械性质危险（例如叉车的影响）的区域。

## 2.2 基本说明

### 2.2.1 开箱点检

1、开箱前，请确认产品外包装是否完好。

2、开箱后，请确认机器人各配件是否齐全，其型号是否与订单一致。若发现配件漏发、错发，请及时与供应商联系。

到货之后，请确认装箱内容。标准规格的产品主要包括以下部分：（详见机器人装箱清单，如有选装件，还需确认其他内容。）

- 机器人（包含附属品）
- 控制柜
- 示教器
- 电源线（机器人~控制柜之间的电源线）
- 说明书



图 2-1 机器人装箱内容

表 2-1 机器人装箱清单

机器人装箱清单					
序号	名称	配置类型	数量	单位	备注
1	机器人本体	标准配置	1	套	
2	机器人电控柜	标准配置	1	套	
3	防爆控制柜	标准配置	1	套	
4	机器人本体到电控柜连接电缆	编码线	1	套	
5		动力线	1	套	
6		地线	1	根	
7	机器人本体到防爆控制柜连接气管	Φ6	1	根	
8		Φ10	1	根	
9		Φ16	1	根	
10	机器人示教器及电缆	标准配置	1	套	
11	机器人插脚	标准配置	1	套	
12	使用说明书	标准配置	1	套	
13	出厂检验报告	企业标准	1	张	
14	产品合格证	企业标准	1	份	
15	机器人附件	附件箱	1	个	
16	380V 主电源航插	标准配置	1	套	附件箱中
17	零点插销	标准配置	1	件	附件箱中
18	其它	本体颜色为绿色；保险丝（机器人电控柜中：5A、10A 玻璃管保险丝各 2 个；2A 玻璃管保险丝 5 个；2A、32A 熔芯各 2 个）；附一份电气原理图和 3 个备用航插板。			

注：以上为标准配置清单，不包括定制机型的情况

## 2.2.2 安装前的准备工作

本节旨在供首次对机器人开箱并安装时使用。其中还包含在以后重新安装机器人的过程中所需的有用信息。

在进行机器人安装前，须进行如下检查项：

表 2-2 机器人安装前检查项

1	目测检查机器人确保其未受损。
2	确保所用吊升装置适合于搬运指定的机器人重量。
3	如果机器人未直接安装，则必须按照机器人储存环境要求储存。
4	确保机器人的预期操作环境符合机器人操作环境要求。
5	将机器人运到其安装现场前，请确保该现场符合地面安装要求。
6	移动机器人前，请先查看机器人的稳定性。
7	满足这些先决条件后，即可按下面章节所述将机器人运到其安装现场。

### 2.2.3 机器人储存环境

下表显示允许的机器人存储条件：

表 2-3 机器人存储条件

参数	值
最低环境温度	-10°C
最高环境温度	+55°C
最大环境湿度	恒温下 95%无凝露

### 2.2.4 机器人操作环境

下表显示允许的机器人操作条件：

表 2-4 机器人操作条件

参数	值
最低环境温度	0° C
最高环境温度	+40° C
最大环境湿度	恒温下 95% 无凝露

### 2.2.5 寒冷环境中启动机器人

此操作程序描述如何在寒冷环境中启动机器人。必须根据环境温度和所使用的操作程序调节升温速度。下表显示速度调节方法示例：

表 2-5 速度调节方法

工作周期	速度百分比
3 个工作周期	20
5 个工作周期	50
5 个工作周期	80
5 个工作周期	100

## 2.3 连接



吊环、行车作业，驾驶叉车等搬运工作，根据各国的相关规定必须由持有操作资格证的人员或经公司允许的人员进行。否则，可能导致人员受伤，设备受损。

### 2.3.1 运输



搬运过程中请避免过度震动和冲击。否则，会影响机器人的性能。



图 2-2 用叉车移动电柜

- 移动控制柜需要使用叉车将电控柜举起，离开托板并放置在地上。搬运时，为了防止电控柜倾倒或倾斜，请注意保持平衡，匀速缓慢行驶。
- 叉车的负载最小为：300 千克。
- 叉头之间最大宽度：700 毫米。



图 2-3 用托盘车移动电柜

- 放置在地上可以使用托盘搬运车移动至并放置到最终的位置。为了防止电控柜倾倒或倾斜，请注意保持平衡，匀速缓慢行驶。

### 2.3.2 安装

 <b>危险</b>	<p>请设置安全栏。否则，可能导致人员受伤，设备受损</p>
--	--------------------------------

 <b>警告</b>	<p>机器人安装后，要确保即使机器人手臂完全展开，其腕部工具或工件尖端也不会触到墙壁或安全栏。否则，可能导致人员受伤，设备受损。必须将机器人固定好之后，再接通电源，启动机器人。否则，机器人倾倒，可能导致人员受伤，设备受损。</p> <p>采用壁挂安装方式时、必须将机器人固定在足够结实的墙壁上。另外，以防万一，必须在机器人底部做好防坠落措施。否则，可能导致人员受伤，设备受损。请不要安装、运转有损坏或零部件缺失的机器人。否则，机器人误动作，可能导致人员受伤。</p>
--	---

 <b>注意</b>	<p>机器人安装完成后，初次接通电源前必须拆除搬运用固定夹具。否则，可能损坏机器人主要驱动部位。</p>
--	--

机器人电柜到机器人本体连接是通过电柜侧面的航插与机器人本体后的航插进行连接的，连接的主要有电机动力抱闸线、编码器线。

机器人末端执行器设备信号线连接，有的是通过外部增加的 I/O 连接的（如西门子的 ET200），有的是从控制器的输入输出端子连接的，这个根据外围的设计来确定。

机器人主体通过其防爆结构，保护内压力容器（机械臂）内的电机、连接器免受爆炸性气体伤害。但是，连接机器人主体与控制器的供电电缆不受内压空气保护。如果供电电缆淋到大量溶剂、或活动时电缆包覆层发生严重磨损、损伤，都可能会因接地、短路而引起火灾，非常危险，在连接供电电缆时必须采取保护措施。请务必将接地端子连接至接地极（否则可能发生火灾、触电）接线作业请务必在切断电源、挂牌提示（标有“禁止通电”）后再进行，否则可能导致触电事故发生。

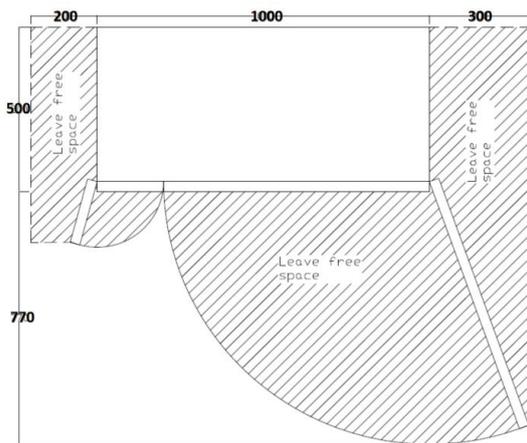


图 2-4 电控柜的安装要求

- 机器人控制电柜必须放置在外围有安全保护措施的区域，（例如定义为外围保护装置），电柜绝不能放置在户外。
- 电柜必须定位，以方便当操作员站在控制面板前可以观测机器人。
- 不要将任何物品放置在电柜前，保证电柜前有足够的空间以便工作人员很容易触碰操作控制面板。
- 当机器正在运转中的任何时候，电柜门必须保持锁住，并且钥匙必须由专业技术人员保管。
- 当电柜固定位置后，必须保持安装区域的整洁，标记在图中阴影部分，如右图所示。

电控柜左侧是风扇的进气口，USB、以太网调试端口以及电柜电源进线航插都位于该侧。

在控制柜的前面是电柜的开关门，在上面有电柜开关以及生产计数器（老版电柜有，新版电柜取消了生产计数器并将相关按钮放置在此处），一般情况下电柜的开关门不允许打开。若打开也必须由专业的技术人员开启，一方面是保护元器件，另一方面是柜内接有强电，保护操作人员的人身安全。

电控柜右侧是散热风扇的出气口，连接机器人本体的编码器线缆和动力线缆航插位于该侧。

### 2.3.3 设置安全围栏

中华人民共和国 GB 11291.2-2011 工业环境用机器人安全要求：“机器人的运行特性与其他设备不同，机器人以高能运动掠过比其机座大的空间，机器人手臂的运动形式和启动很难预料，且可能随生产和环境条件而改变。”预防偶然事故的技术措施遵循的基本原则内包括设立安全防护空间和限定空间。

为避免机器人在运转中发生设备损坏、人员受伤等意外，必须设置安全栏。

 警告	<p>请设置安全栏。否则，可能会导致设备损坏。</p> <p>请设置在机器人特有工件状态下机器人臂可充分伸展，且工具或工件的前端不会碰到墙壁，安全栏等的场所。否则，可能会导致设备损坏。机器人未固定时，请勿通电操作。否则可能会翻到，从而导致人员受伤或设备损坏。</p>
 注意	<p>请勿安装、运行已破损或缺少部件的机器人。否则，可能会因误动作等情况导致人员受伤或设备损坏。</p> <p>设置完毕后，请务必在首次接通电源前拆卸掉搬运时用固定的夹具。否则，可能会导致主驱动部受损。</p>



图 2-5：机器人保护围栏

- 划分机器人测试区域使得厂区区域清楚，工作井然有序，扩大场地利用率。大多数车间厂区都希望在最小的空间里得到最大的利用率，用防护围栏划分是比较机智的做法了。防护围栏可以用铝型材框架加有机玻璃、网格、亚克力板或者密度板等组装，对车间厂区划分起到很大的作用。
- 隔离保护机器人和人员降低事故，很多时候机器人工作的时候是智能的听令于 PLC 和 WMS 系统的，人为干预或者靠近很容易造成事故危险。

### 2.3.4 地线的连接

请务必按照电气设备技术基准及内线规程进行接地。并且，接地线尺寸应为  $5.5\text{mm}^2$  以上，并使用圆形压接端子。



绝对避免与其他电力、动力、喷涂设备等的接地线和接地极共用。铺设电缆使用金属管道、金属管接线槽时，请根据电气设备技术基准进行接地。

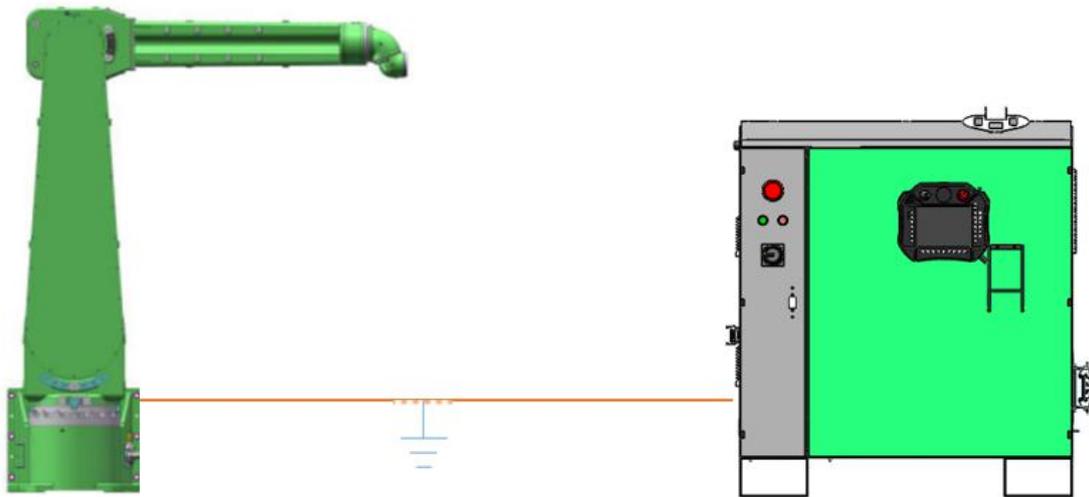


图 2-6：地线的连接

电控柜的接地端和接地点使用的连接电缆横截面积至少为  $5.5\text{mm}^2$  且符合 EN60079 标准。

用  $10\text{mm}^2$  黄绿色电线将机器人本体连接到电控柜接地点。

机器人本体上的接地电缆已在护套内，与机器人本体的末端已经连接。电缆与机柜内部的末端通过连接器的插座和连接器的插头连接。

### 2.3.5 电源线的连接



注意

连接 GR 系列喷涂机器人与周边机器的电源线要和主电源线分开配线。另外要远离高压电源线，避免平行配线。无法避免的话，请使用金属管或者金属槽来防止电信号的干扰。请将电控柜和周边机器间的配线和配管收纳在坑道内，以防被人或叉车等踩到。



图 2-7 电线连接配置图

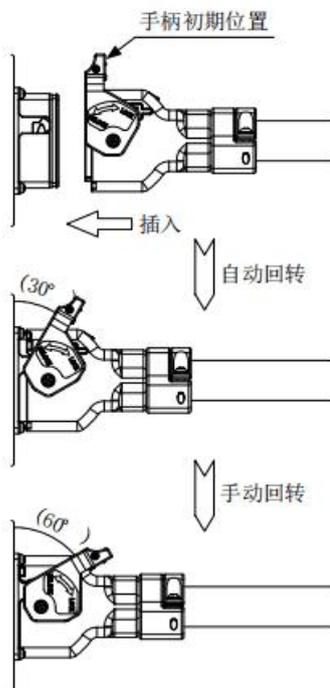
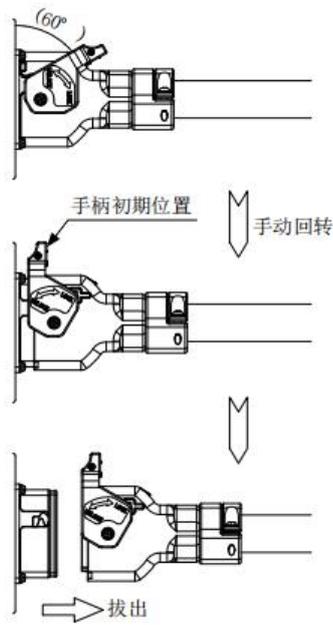


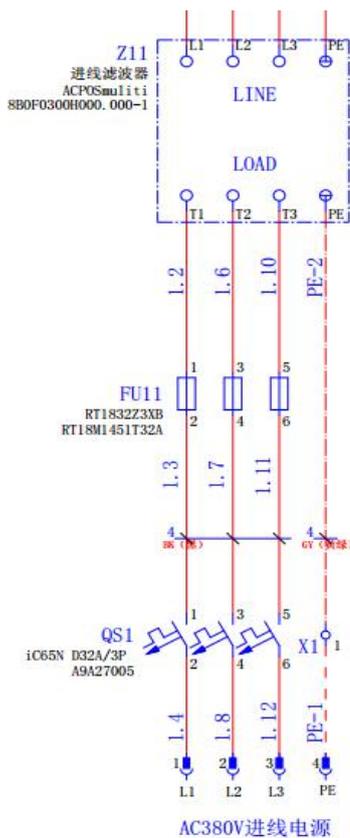
图 2-8 插入电源线步骤

- 插入电源线步骤：
- 确认电源线的插头重载在初始位置，对准控制柜的重载插座直接插入；
- 插入重载连接器后将重载上的卡扣自然旋转直到听到“咔嚓”声响（约 30°）；



- 拔出电源线步骤：
- 按下重载连接器卡扣直到听到“咔嚓”一声的声响（约 60°）；
- 直接拔出插头。

图 2-9 拔出电源线步骤



- 三相电源：
- 电源线直接连接到 QS1 断路器上端，中性线不需要连接；
- 黄绿色地线连接到 X1 接线端子；
- 注：导线的横截面积至少 2.5 mm<sup>2</sup>；
- 有噪声从电源线进入时，请在无保险丝断路器的一侧电源上安装三相滤波器；
- 此外，各电线的连接口密封好，防止灰尘进入。

图 2-10 电源进线

 <b>注意</b>	<p>突然停电或者电压突然下降时，会导致伺服电源被切断。请将控制柜连接在电压稳定的电源上。</p>
---------------	---

### 2.3.6 示教器的连接

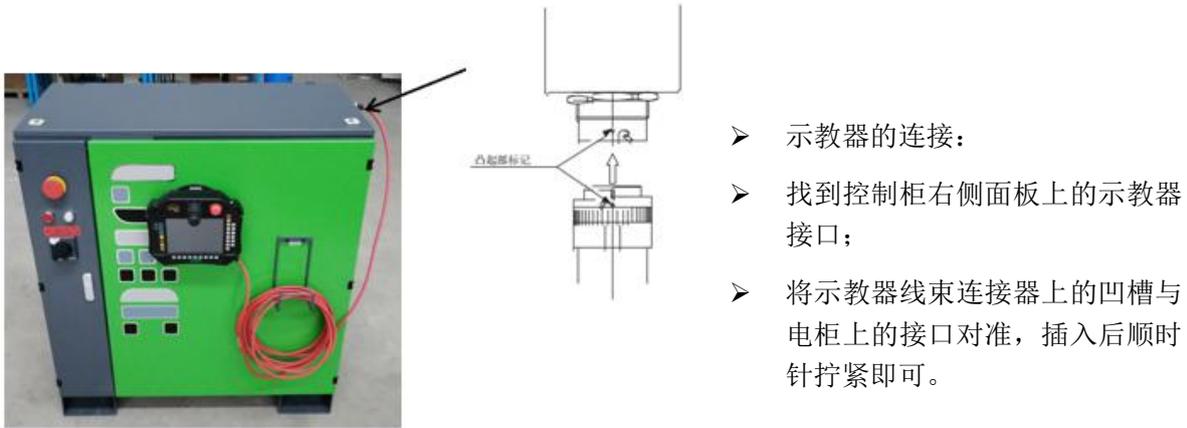


图 2-11 示教器的连接

### 2.3.7 连接机器人

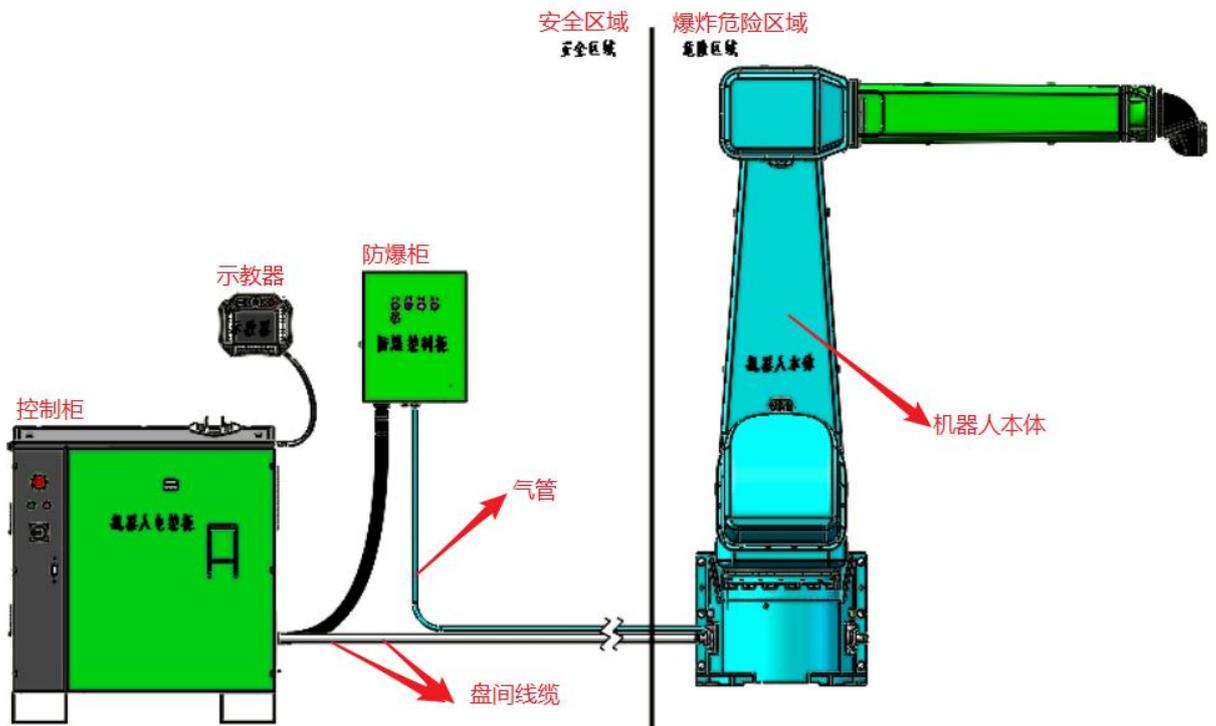


图 2-12 连接机器人

在机器人控制电柜右侧共有两个航插接线处，下图 2-13 所示为机器人控制电柜的动力线电缆（含抱闸线）和编码器线电缆航插接线端口实物图。图中左侧略长的航插接口为编码器线电缆与控制电柜中的驱动器连接，右侧略短的航插线为动力线与控制电柜中的主、辅电源模块连接。两处航插接线都将与机器人本体底座下相关接口连接。



图 2-13 电控柜各航插定义

- 电控柜侧航插的连接：
- 确认动力抱闸航插与编码器航插，对准电控柜对应的重载插座直接插入；
- 插入重载连接器后将重载上的卡扣自然旋转直到听到“咔嚓”声响（约 30°）；
- 本体侧插头在出厂时已插好并做了防爆密封处理，请勿拆卸从而导致灰尘的进入以及本体的密封。

### 2.3.8 安全信号的连接（安全门）

机器人的周边设有安全栏和具有联锁功能的安全开关，不打开门，作业人员就不能进入，打开门后，机器人停止作业。

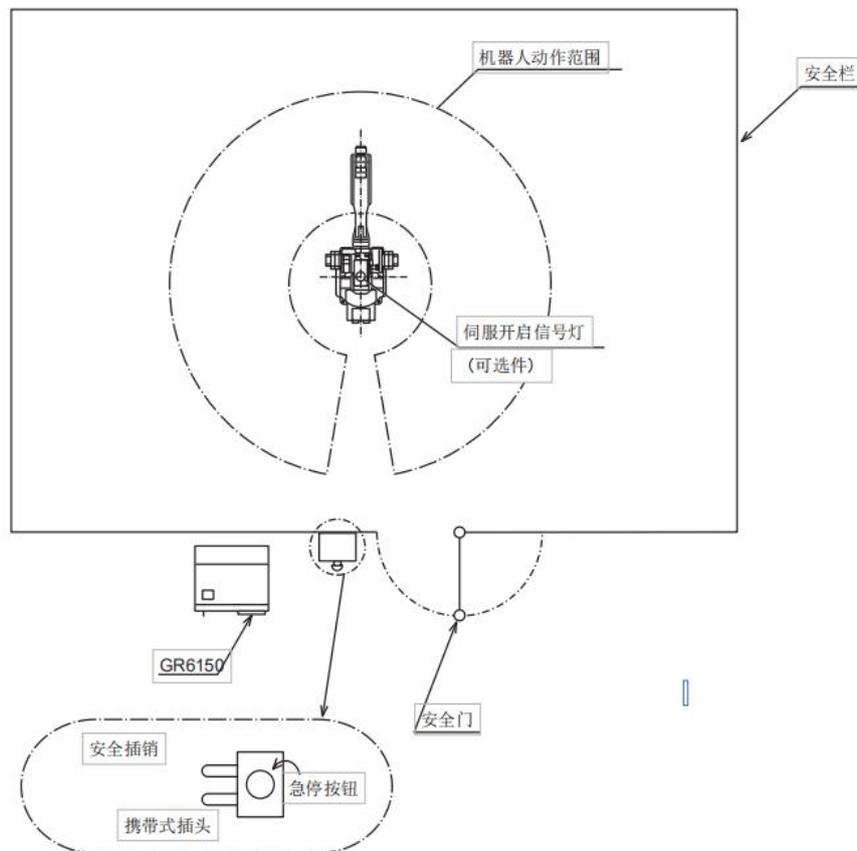


图 2-14 安全门应用实例



由于机器人出厂时配有跳线，使用时必须取下跳线。不取下跳线，即使输入了安全门信号也不会起作用，会造成人身伤害或设备损坏。



- 安全门的连接:
- 将 X13 端子 1、2 和 3、4 上的跳线取下。
- 安全门开关的两路常闭触点分别连接到 X13 接线端子的 1、2 和 3、4。(注: 1、3 为电源输入端)
- 如果安全开关配有电子锁,可以锁住进入工作区的入口。门锁的输出需要提供 0.5A 的最大电流。由接线端子 5、6 (24V, 1A) 作为辅助供电端子。

图 2-14 安全门连接端子

		X13				X13			
	24Vex	5	0		TEST CHANNEL 1	T1	1	0	
	0V	6	0		DOOR CLOSED	28.15	2	0	
LOCK DOOR	38.2	7	0		TEST CHANNEL 2	T2	3	0	
PROCTETIVE	PE	8	0		DOOR CLOSED	28.16	4	0	

图 2-15 安全门连接示意图

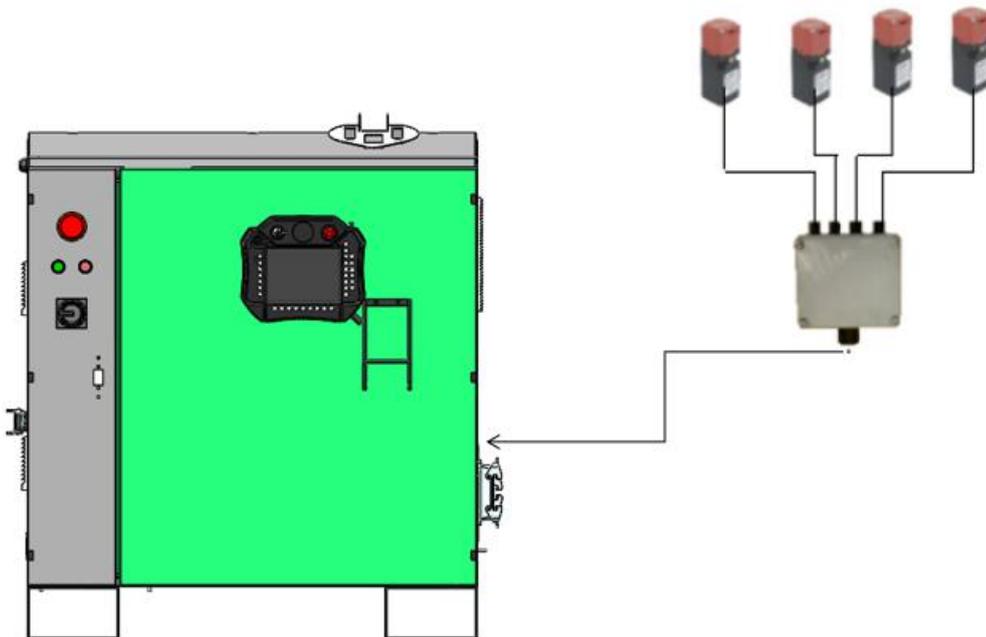
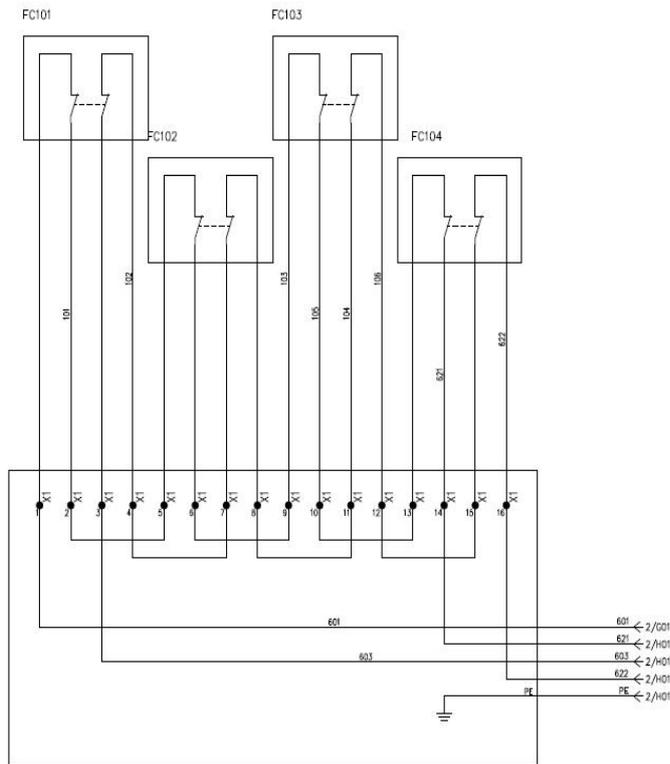


图 2-16 多个安全门连接示意图



- 左边的图显示了四个安全门开关如何连接的例子：
- 这四个开关被连接到一个接线盒，每组常闭触点被分别串联到相应的两组接线端子上；
- 最后串联连接的信号被连接到 X13 接线端子的 1、2 和 3、4。（注：1、3 为电源输入端）。

图 2-17 多个安全门连接接线图

### 2.3.9 安全信号的连接（安全光幕）

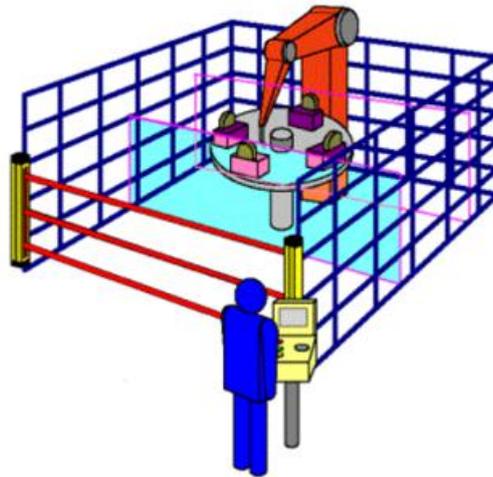


图 2-18 连接安全光幕

区域安全光幕接报警装置，接报警灯主要起到警告功能，有人或物通过区域安全光幕误入危险区域的时候，区域安全光幕就会给报警装置传送信号，报警装置就会发出报警提醒操作人员已经进入危险区域。等误入的人出来以后，再按复位键，设备重新启动，已达到减少安全事故的发生。

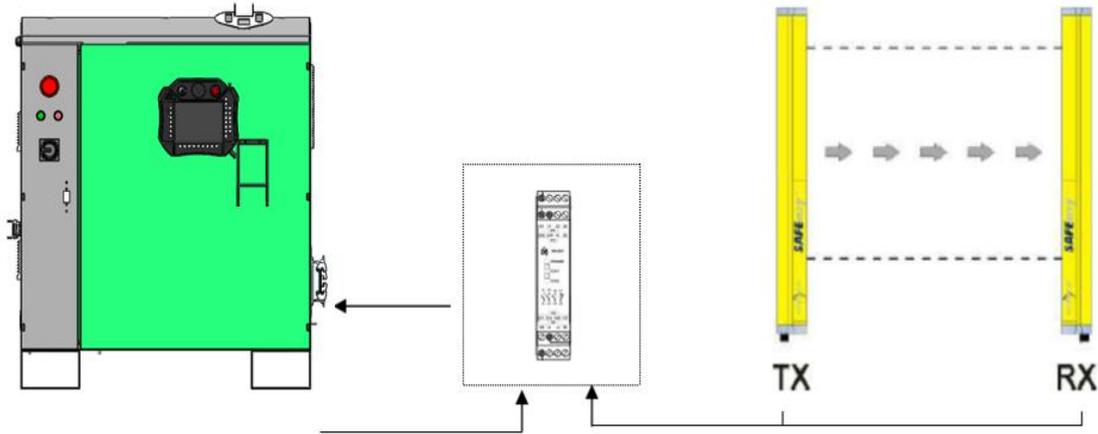
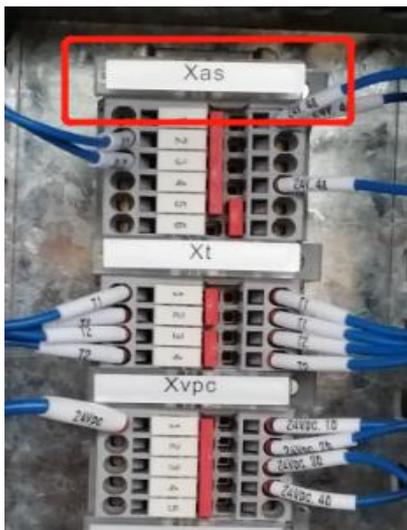


图 2-19 连接安全光幕

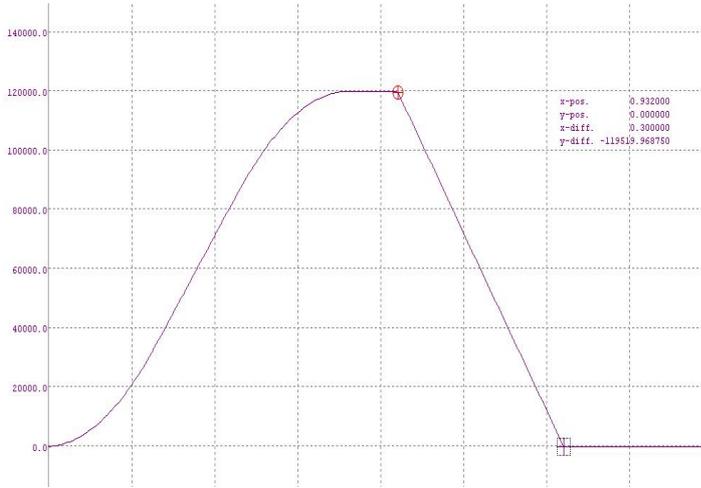
 <b>警告</b>	<p>由于机器人出厂时配有跳线，使用时必须取下跳线。不取下跳线，即使输入了安全光幕信号也不会起作用，会造成人身伤害或设备损坏。</p>
--	---



- 安全光幕的连接：
- 将 Xas 端子 1、2 和 3、4 上的跳线取下。
- 安全光幕的两路常闭触点分别连接到 Xas 接线端子的 1、2 和 3、4。（注：1、4 为电源输入端）
- 如有需要，外部的控制单元还可以容纳光幕复位按钮和报警。

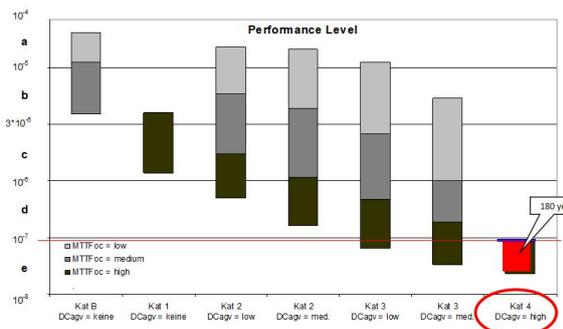
图 2-20 安全光幕的接线

根据 ISO:13855 中明确指出了安全保护装置的安装位置需要考虑到身体接近机器的速度:



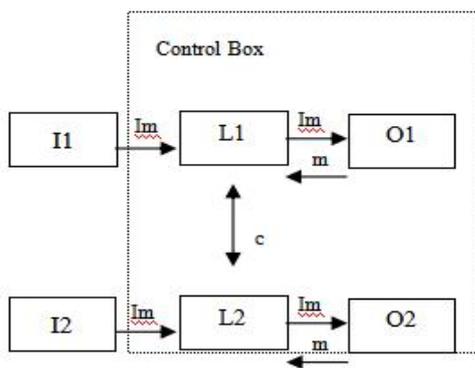
- 光幕可以置于以下距离到机器人工作区:
- $S = K (t_1 + t_2) + C$
- K=人接近危险区域的速度
- t1=光幕系统+控制单元反映时间
- t2=机器人停止时间
- $C \geq 850\text{mm}$
- 机器人停止时间 t2 为 0.3 秒。

图 2-20 1、2、3 轴停止时间图  
选择安全设备，评估整体安全等级:



- 根据 EN ISO 13849-1: 2008, 工业机器人标准 EN ISO 10218-1: 2009 要求的安全电路至少满足 3 类标准, 安全电路的性能水平不低于最低规定的安全等级, 因此不能小于” PLd” ;
- 为了评估性能水平, 我们需要考虑到安全电路的三个主要模块。
- I = 输入块
- L = 控制逻辑
- O = 输出设备

图 2-21 安全等级划分



- 块 L 和 O 是在电柜内;
- 块 L 是安全的 PLC, 安全等级可以达到 PLe;
- O 模块由安全继电器和机器人驱动器组成, 安全继电器的安全等级可以达到 PLd, 驱动器的 Enable 端的安全等级可以达到 PLd。

图 2-22 个模块之间的关系

	I	L	O
PL	?		

PL <sub>low</sub>	N <sub>low</sub>	⇒	PL
a	> 3	⇒	None, not allowed
	≤ 3	⇒	a
b	> 2	⇒	a
	≤ 2	⇒	b
c	> 2	⇒	b
	≤ 2	⇒	c
d	> 3	⇒	c
	≤ 3	⇒	d
e	> 3	⇒	d
	≤ 3	⇒	e

NOTE The values calculated for this look-up table are based on reliability values at the mid-point for each PL.

- 一旦我们知道我们想要的输入设备的性能水平, 我们可以使用左边的表来确定安全电路的整体能水平 (PLr), 按如下流程:
- 确定最低的三个 PLs;
- 在左边的表中查找 PLr;
- 若整体的电路安全等级遵循 PLr 等于 d 时, 所选择的输入装置的安全水平必须至少 PLd。

图 2-23 安全等级的确认

### 2.3.10 安全信号的连接 (外部急停)

一个完整的安全回路不仅有安全门以及安全光幕, 往往包括一个甚至多个外部急停, 用于发生紧急状况时, 立即将机器人停下, 如下图所示:

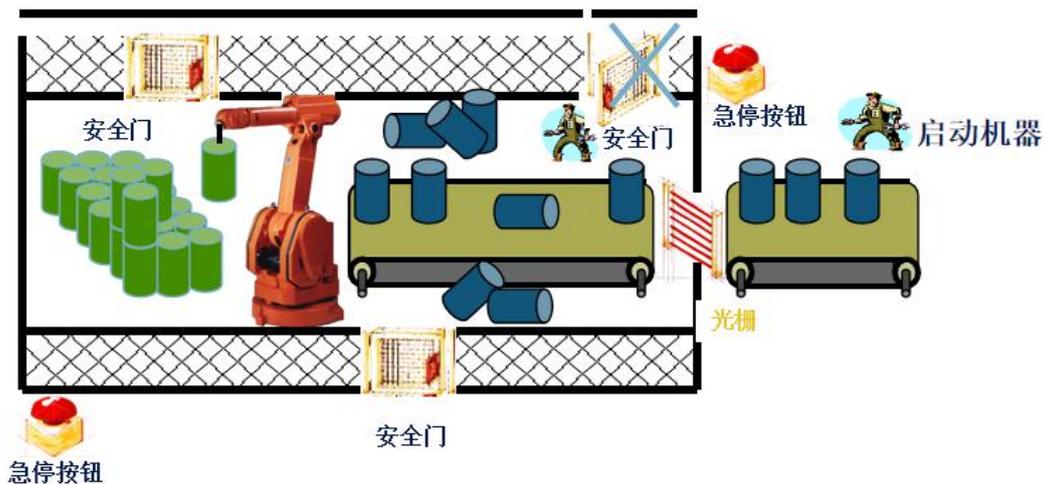
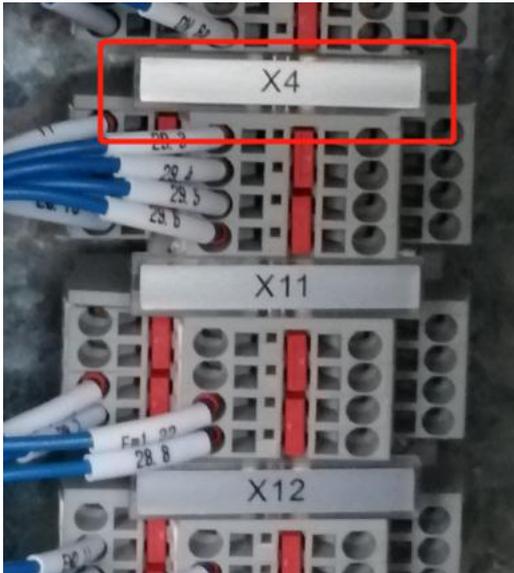


图 2-24 机器人应用场景简图



- 该图显示了 X4 接线端子的位置；
- 该机器人的急停电路符合 3 类安全等级标准；
- 出于这个原因，布线涉及两个干触点。该机器人在系统中可以作为一个主站或从站；
- 当该机器人接收到外部的急停信号时，机器人进入急停模式，立即停止运行。（从站模式）；
- 当拍下机器人的急停按钮时，该电控柜会发出一个急停信号给外部其他设备，使设备进入急停状态。（主站模式）。

图 2-25 外部急停端子接线

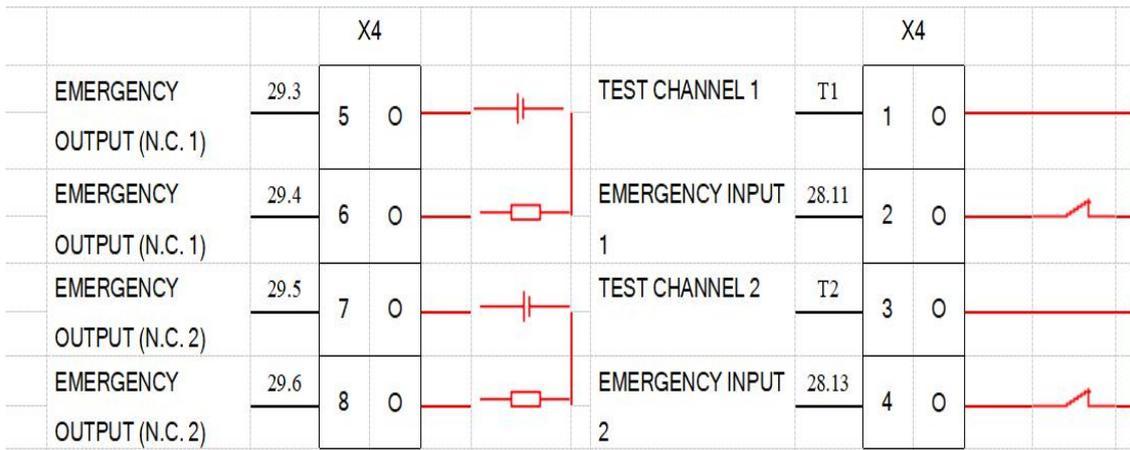


图 2-26 外部急停接线示意图

### 2.3.11 可用的输入信号



- 这张照片显示了 X2 接线端子排的位置。
- 该 X2 端子上的接线来自控制器的输入模块，方便了客户的使用。
- 所有公共端接入 24V。
- 各点定义具体可见下表 2-6。

图 2-27 输入信号连接

表 2-6 输入信号		
序号	定义	作用
X2.1	COM 1	公共端子 2, 3 及 4 (24V)
X2.2	GUN 2 SELECTION	选择枪 2
X2.3	FREE	
X2.4	FREE	
X2.5	FREE	
X2.6	ENABLE TURN TABLE ROTATION	输入用于启用 G 版本的旋转工作台
X2.7	COM 2	通用端子 5 (24V)
X2.8	COM 3	端子 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 (24V)
X2.9	REMOTE START	用于启动机器人工作周期的信号，应用在 G 版本中，并在 ST 版本中用于输送机

		的步进模式
X2.10	START FROM CONVEYOR	启动机器人工作周期的信号,用于 ST 版本中输送机的连续模式
X2.11	CONVEYOR STEP/CONTINUOS	如果输送机可以在单步和连续操作模式工作,该信号用于判断哪些机器人正在被使用中。
X2.12	CONVEYOR IN POSITION	该信号表示的输送机已经到位,且喷涂周期可以开始
X2.13	BAR ROTATION COMPLETED	该信号表示在旋转杆已经就位,且喷涂背面可以开始
X2.14	START WASHING	该输入用来在正在进行的程序结尾预置清洗周期,且在自动运行模式下

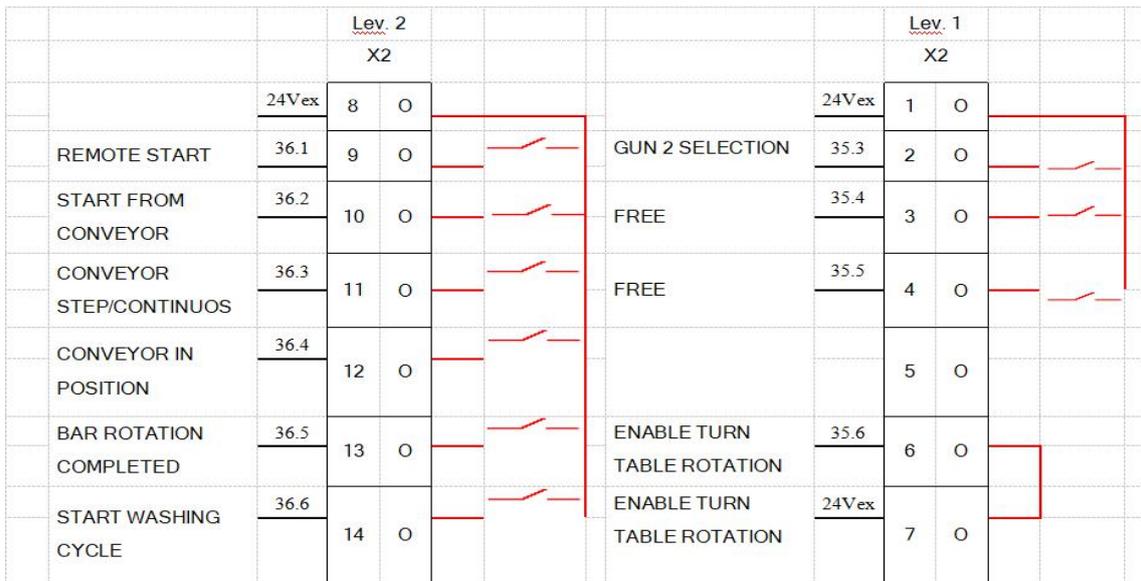


图 2-28 输入信号接线示意图

### 2.3.12 可用的输出信号



- 这张照片显示了 X3 接线端子排的位置
- 输出端的点位若是无源的，常开接触端  
可选电压：115 vAC 或 30 v DC。
- 各点定义具体可见下表 2-7。

图 2-29 输出信号连接

表 2-7 输出信号		
序号	定义	作用
X3.17	COMMON 1	公共端子 1（无电位）
X3.1	ROBOT STANDBY	这个信号表示该机器人已达到程序的第一点以及用于远程启动
X3.18	COMMON 2	公共端子 2（无电位）
X3.2	ROBOT BUSY	信号表明机器人的工作列表包含至少一个程序
X3.19	COMMON 3	公共端子 3（无电位）
X3.3	PROGRAM IN PROGRESS	表明工作程序正在运行中
X3.20	COMMON 4	公共端子 4（无电位）
X3.4	CONVEYOR STEP	请求输送步骤
X3.21	COMMON 5	公共端子 5（无电位）
X3.5	ROTATE BAR	请求旋转杆
X3.22	COMMON 6	公共端子 6（无电位）
X3.6	WASHING POSITION	该信号表明机器人已经达到了清洗位置
X3.23	COMMON 7	公共端子 7(无电位)
X3.7	GUN 1 SELECTED	选择枪 1
X3.24	COMMON 8	公共端子 8(无电位)

X3.8	GUN 2 SELECTED	选择枪 2
X3.25	COMMON 9	公共端子 9 (无电位)
X3.9	ROTATE PIECE AT HOME	如果有一个轴部的旋转,该信号指示该旋转件装置处于零度位置
X3.26	COMMON 10	公共端子 10 (无电位)
X3.10	FREE	公共输出
X3.27	COMMON 11	公共端子 11 (无电位)
X3.11	FREE	公共输出
X3.28	COMMON 12	公共端子 12 (无电位)
X3.12	FREE	公共输出
X3.29	COMMON 13	公共端子 13 (无电位)
X3.13	ENABLE CONVEYOR	输送机开始启用信号
X3.30	COMMON 14	公共端子 14 (无电位)
X3.14	ELECTROSTATIC DEVICE	单台设备的使能信号以支持所述喷涂设备
X3.31	COMMON 15	公共端子 15(0 v)
X3.15	FREE	公共输出
X3.32	COMMON 16	公共端子 16(0 v)
X3.16	FREE	公共输出

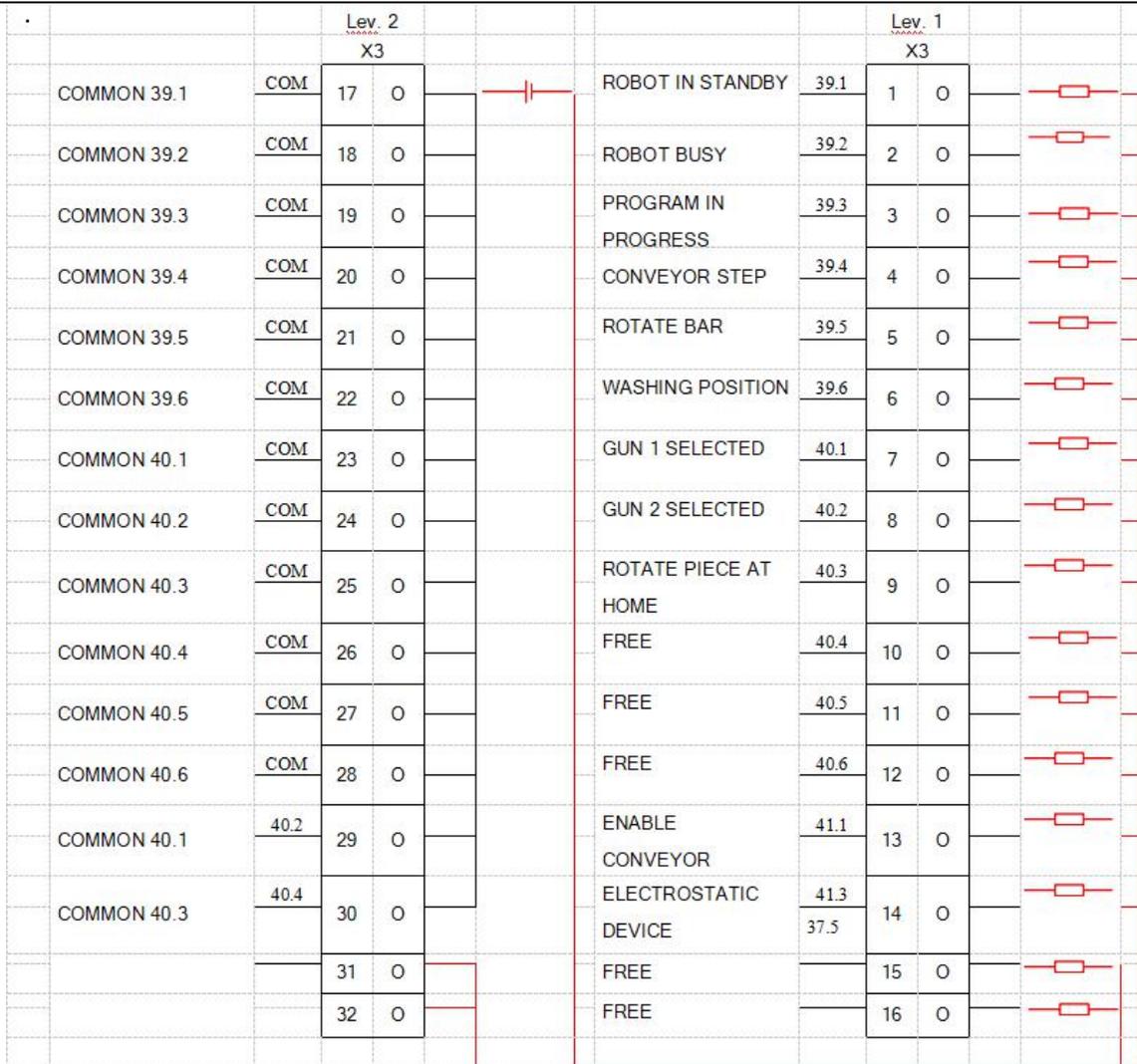


图 2-30 输出信号接线示意图

信号是如何使用的范例(基本时序图)

下图显示了机器人界面上的输送机在步进模式下使用的信号。

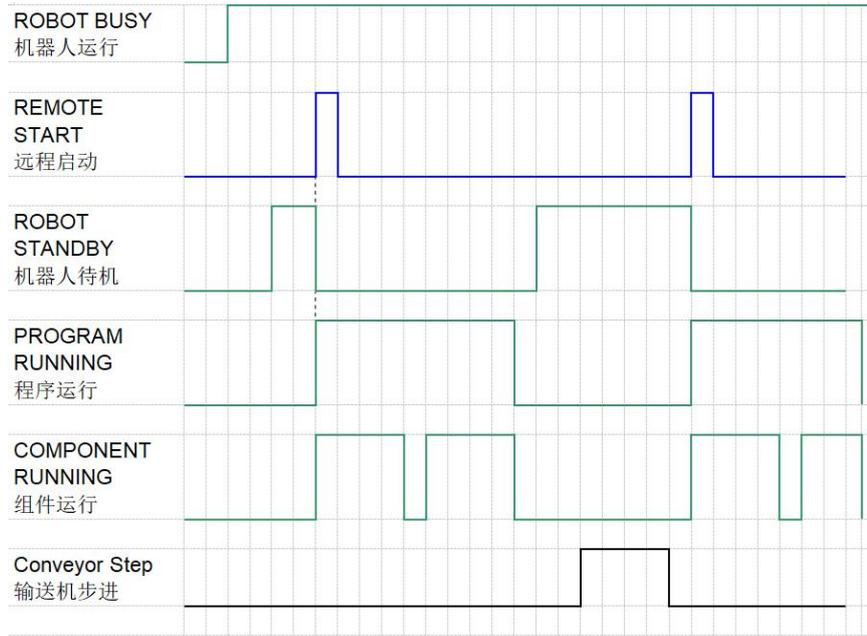


图 2-31 基本时序图

### 2.3.13 以太网连接 (标准)

机器人的电柜可连接到公司网络，以便利用 CMA 远程协助的功能或自动发送程序至机器人。连接可以通过在机柜的右侧以太网插孔进行或通过安装在电柜内部交换机连接网络。（具体操作可见《远程协助手册》）。

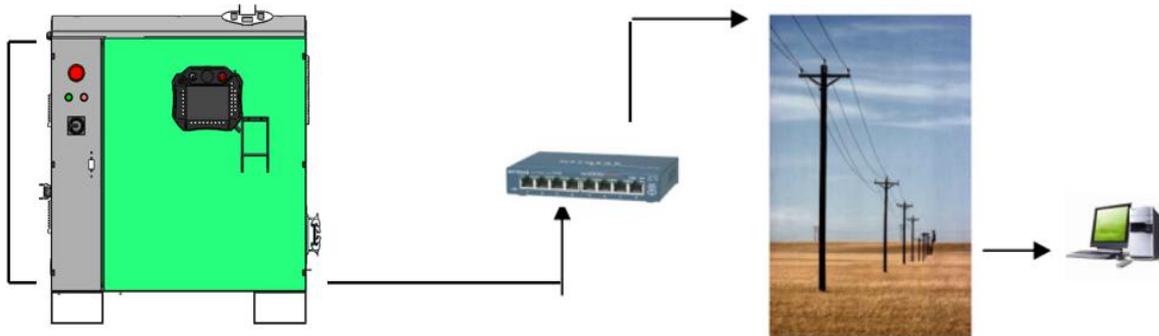
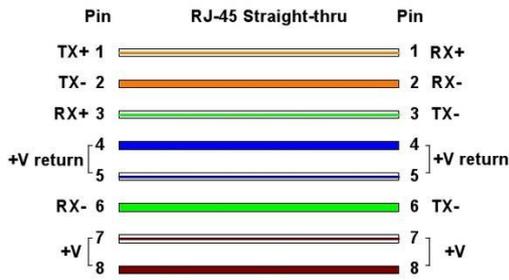


图 2-32 以太网的连接



- 在电柜左手边三个可用端口之间，可以找到以太网口 (USB+以太网+调试网口)
- 旋开保护帽和连接网络电缆

图 2-33 以太网连接



➤ 参见左侧的电缆图并使用屏蔽 5 类以太网电缆

图 2-34 以太网连接

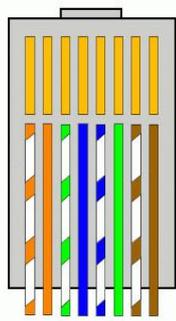
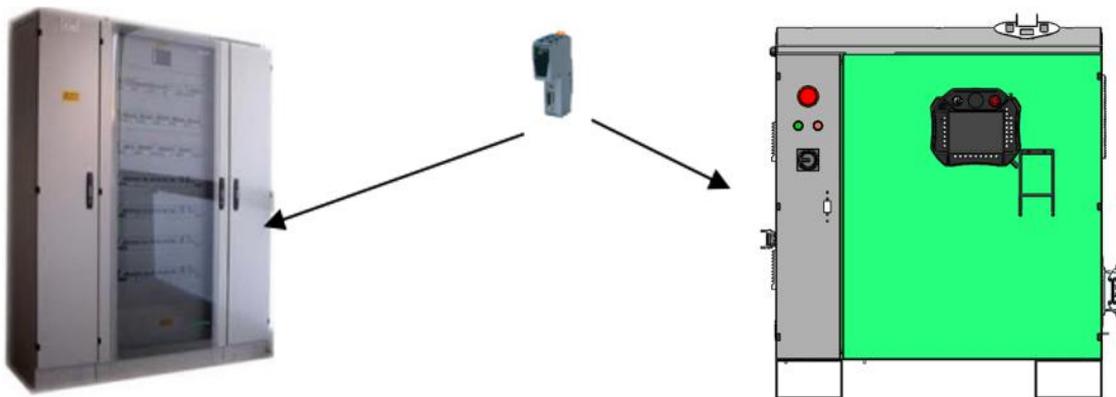


图 2-35 以太网连接

### 2.3.14 连接Profibus总线模块 (PROFI附件)

该机器人的电柜可以采用 Profibus 现场总线接口。机器人可以被插入在一个 Profibus 网络作为一个从站，这意味着必须有一个单元充当网络中的主站。在机器人发货前，您需要让希美埃知道机器人从属 Profibus 网络中的节点。希美埃会安排将其插入对应 Profibus 总线模块。



配件名称	零件号	制造商
Profibus 从站模块	X20IF1063-1	B&R
Profibus 连接器	OG1000.00-90	B&R



图 2-36 模块连接

- 电柜断电，打开柜门；
- 在 I / O 板总成的左边找到第一个空闲插槽；
- 取下橙色盖帽。



图 2-37 模块连接

- 插入 X20IF1063-1 模块。



图 2-38 Profibus 模块连接

- Profibus 总线模块的连接器。

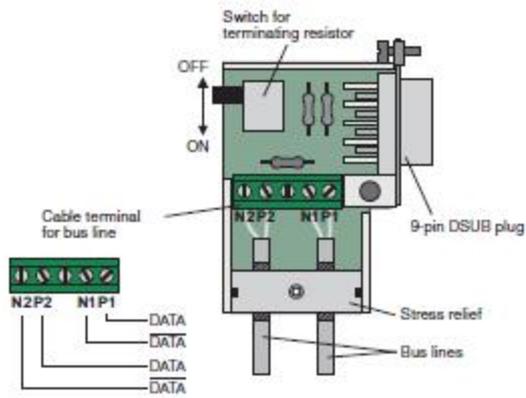


图 2-39 模块连接

- 按照左图标识对 DB9 接头连接进行布线；
- 随着在同一网络上更多的电柜，将最后的电柜上的终端开关拨至 ON。

## 第 3 章 机器人控制柜

### 3.1 电柜说明

GR 系列喷涂机器人控制系统的所有主要组件安装在一个控制柜中，该控制柜也称为 EC（EFORT Cabinet 的缩写）。

EC 控制柜内包含了控制机器人运动的所有必须组件，例如主控制器、IO 模块、安全模块、伺服驱动器、电源模块等。



- PTP 版本电柜外部设备：
- A: 门锁
- B: 开关
- C: 门板按钮
- D: 示教器
- E: 示教器挂钩

图 3-1 电柜外形图（PTP 版本）



图 3-2 电柜外形图 (APS 版本)

电柜内主要元器件:

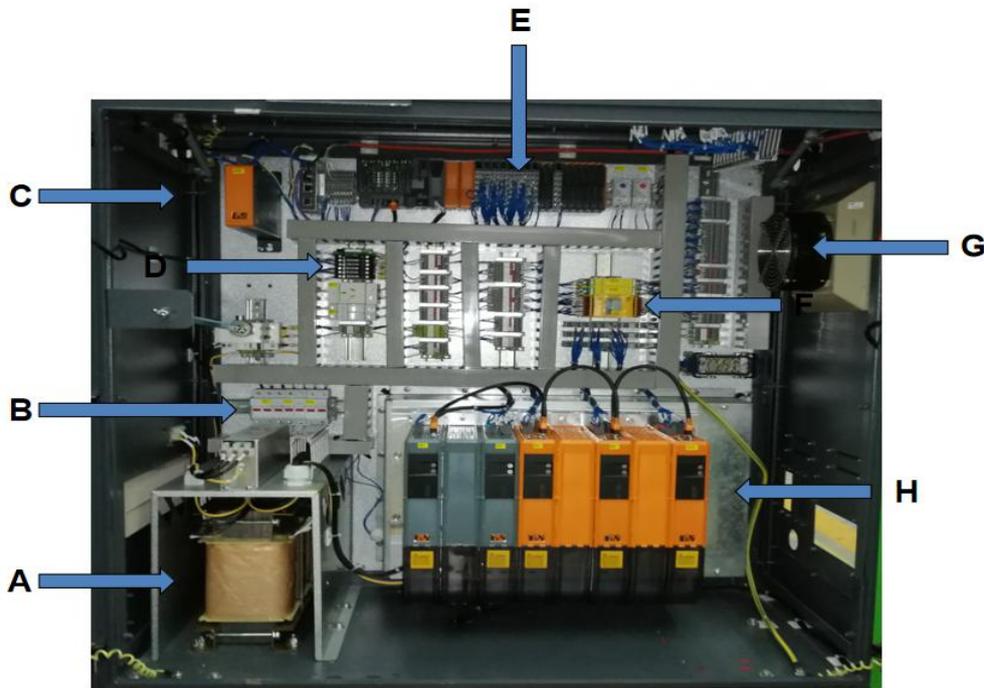


图 3-3 电柜内主要元器件

- (A) 隔离型变压器 (可选)
- (B) 10x38 380VAC 熔断器
- (C) 工控机
- (D) 24VDC 片状保险丝

- (E) IO (输入输出)
- (F) 安全 PLC
- (G) 压力通风风扇
- (H) 驱动器背板

### 3.1.1 基本参数

表 3-1 基本参数

尺寸	1000mmx500mmx1200mm
重量	250kg
供电	3×400V 50/60 Hz
安装功率	5KVA
400V 时的启动电流	10A
工作场所的温度范围	0~40℃
存储温度范围	-10~55℃
联合使用的 6 轴 GR 系列机器人	B&R system ROBOT
工作环境	室内安装 避免阳光照射 远离灰尘油烟盐分铁屑等 远离易燃性、腐蚀性液体与气体 不得与水接触 不传递冲击与振动 远离电气干扰源



警告

控制柜电源线的过电流保护需由用户提供，用户需根据所选购的控制柜的额定功率，慎重选择合适的过电流保护器件。

### 3.1.2 控制柜布局图

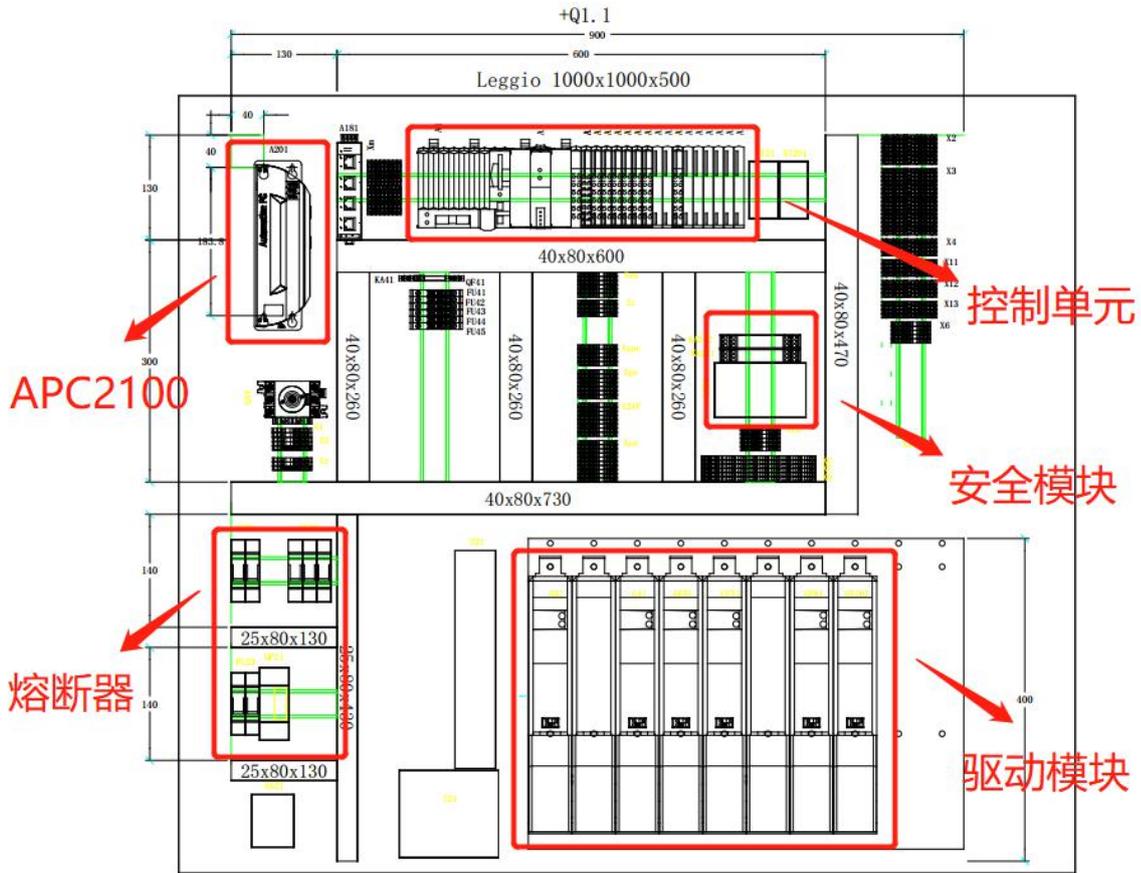


图 3-4 柜内布局图

### 3.1.3 按钮



图 3-5 面板按钮图

- A: 主电源开关, 控制整个机器人系统的电源通断;
- B: 报警按钮, 当机器人报警时, 红色按钮常亮;
- C: 伺服确认按钮, 模式由手动模式切换到自动模式时用来手动确认;
- D: 急停按钮, 按下后机器人将紧急停止, 需要执行手动复位操作才能切换回正常模式。



控制柜内包含高压部件, 严禁非授权人员私自打开控制柜外壳, 否则将可能造成严重甚至致命的人身伤害, 希美埃不对此类事故承担任何责任。

## 3.2 示教器

### 3.2.1 示教器参数

示教器是一个自带完整硬件和软件的嵌入式手持设备，您可以使用示教器来完成与机器人有关的所有功能，例如编写和调试程序、查看系统状态、设置系统参数等等。

表 3-2 示教器参数

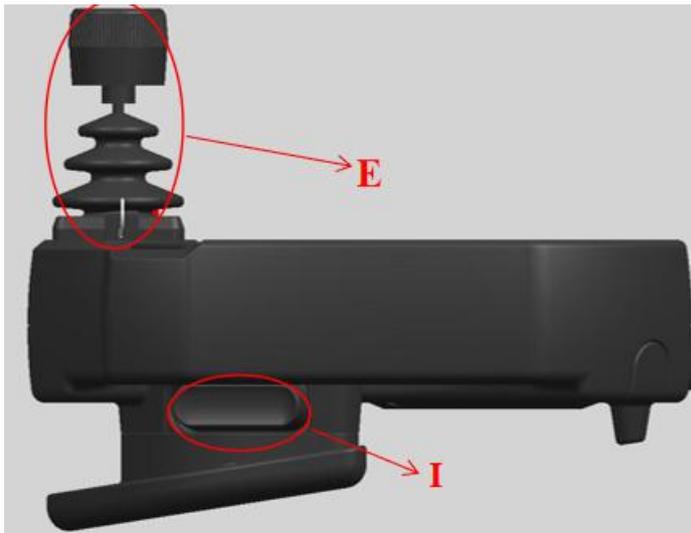
参数	值/说明
重量	3KG
屏蔽分辨率	1280×720
IP 防护等级	IP 20
工作环境温度	0℃~+40℃
储存温度	-10℃~+55℃
噪音水平	≤70dB (A)

### 3.2.2 示教器按钮



- A、示教盒触摸屏界面功能键选择区
- B、喷枪设备功能选择控制区
- D、两位选择开关，自动和示教模式（AUTO—TEACH）
- E、摇杆手柄，可用于示教模式下控制运动机器人
- F、示教盒上急停按钮，用于示教调试时，保护相关人员与设备的安全
- G、触控笔，便于操作控制示教盒
- H、机器人运动控制按键区

图 3-6 示教器图片



E、摇杆手柄,可用于示教模式下控制运动机器人

I、机器人伺服上电手压  
(Hold-To-Run )

图 3-7 示教器图片

手压开关: 示教器上的手压开关是一个具有 2 段按压 3 个位置的特殊开关, 又称三位使能开关(以下简称使能开关), 用于手动模式下控制机器人动力电源的通断, 由此来实现机器人的运动使能。

只有按下使能开关并保持在中间位置时才会接通电机电源, 使得机器人处于允许运动的状态。松手放开或者用力按压到底都会将电源切断。

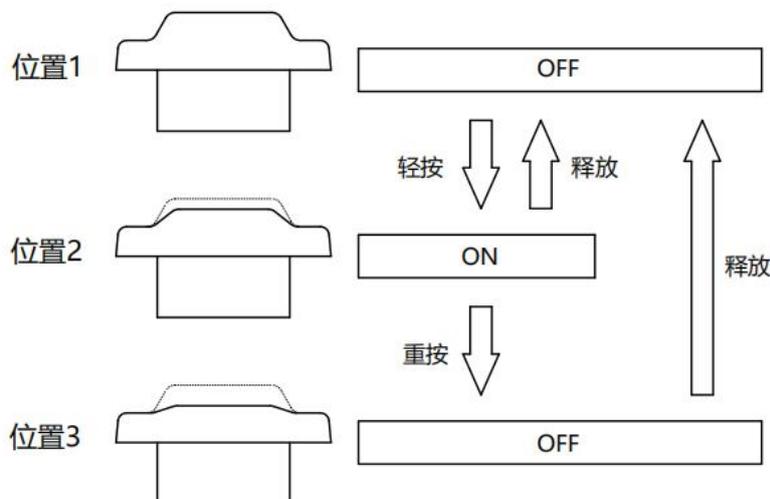


图 3-8 使能开关



注意

使能开关安装在示教器的背面, 当按压到中间位置时电机动力电源接通并自动使能, 系统处于 Motor On 状态, 可以进行点动或者运行程序。松开或者按到底时电机动力电切断, 系统回到 Motor Off 状态。为了安全的使用示教器, 必然遵守以下要求:

- 在任何情况下都必须保证使能开关可以正常工作;
- 在编程和调试期间, 当不需要机器人运动时应尽快松开使能开关;
- 任何进入机器人工作空间的人员必须随身携带示教器, 以避免其他人
- 在内部人员不知情的情况下启动机器人;

 警告	严禁使用外部装置将使能开关卡住使其停留在中间位置。
---	---------------------------



按键	功能
	手动开枪-Gun man
	自动开枪-Gun auto
	自动模式下开始运行-Start
	保持-运动 Hold-Run
	停止-Stop
	结束-End
	Wash Cycle 清洗循环
	Run-喷涂循环 Alarm-故障报警 Motion-电机使能开 Gun-喷枪打开



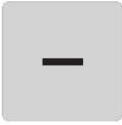
按键	功能
	清除报警 (Reset alarm)
	电机使能开/关
	示教模式时, 在不同坐标系下, 控制机器人单独负方向运动
	示教模式时, 在不同坐标系下, 控制机器人单轴正方向运动
	机器人附加轴的选择

图 3-9 示教器按钮

 警告	请妥善保管模式选择开关配备的钥匙, 以免丢失后影响使用或者非授权人员更改操作模式导致机器人停止造成生产损失。
---	--

### 3.2.3 如何握持示教器

通常情况下示教器都采用手持方式进行操作。习惯于右手操作用户需要使用左手握持示教器, 然后使用右手操作示教器上的按钮和触摸屏, 推荐的握持方式如下图所示:

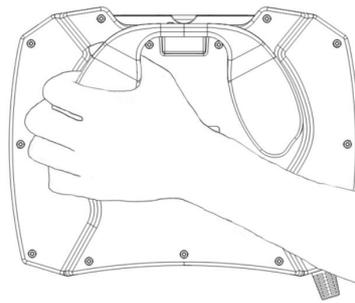


图 3-10 握持示教器的方式

### 3.2.4 操作和清洁

轻拿轻放，避免摔落、抛掷或者对示教器造成强烈冲击，否则可能会造成示教器故障；

如果示教器经历了强烈的冲击，再次使用前必须验证使能开关和急停按钮仍处于正常可用状态；

当暂时不使用示教器时请妥善存放，避免意外掉落；

在使用示教器时应避免被自带的电缆绊倒；

严禁使用尖锐的物体操作触摸屏，例如螺丝刀、笔尖等，否则可能损坏触摸屏。使用手指或者示教器顶部配备的触摸笔进行操作；

经常清洁触摸屏，灰尘和小颗粒杂质可能会导致触摸屏故障；

严禁使用化学溶剂和洗涤剂清洁示教器，使用软布和少量清水擦洗即可；



在机器人运行期间禁止将示教器从控制柜上卸下，否则将触发紧急停止，并可能对示教器内的部件造成损坏。要在关闭控制柜电源后再拆卸示教器。

## 3.3 运动控制器

### 3.3.1 控制器X20CP3584



图 3-11 X20CP3584 图片

- X20 CPU 满足广泛的要求。它们可以在从标准应用程序到要求最高性能的解决方案中实现。
- 基本型号包括 USB，以太网，POWERLINK V1 / V2 和可更换的 CompactFlash 卡。标准以太网接口能够处理千兆位范围内的通信。为了获得更高的实时网络性能，板载 POWERLINK 接口支持轮询响应链接模式（PRC）。
- 多达 3 个插槽可用于其他接口模块，以提高灵活性。

- 1、具有集成 I / O 处理器的英特尔®ATOM™1600/1000/600 性能
- 2、入门级 CPU 与集成的 I / O 处理器兼容 Intel®ATOM™333 MHz
- 3、板载以太网，带有轮询响应链和 USB 的 POWERLINK V1 / V2
- 4、1 个或 3 个插槽用于模块化接口扩展

- 5、CompactFlash 作为可移动应用程序存储器
- 6、根据性能要求，最高可支持 512 MB DDR2-SRAM
- 7、可能的 CPU 冗余
- 8、无风扇

图片	LED 灯	颜色	状态	描述
	R/E	绿色	开	应用程序正在运行
			闪烁	CPU 初始化应用程序，所有总线系统和 I / O 模块已启用
			双闪	引导模式（固件更新期间）
		红色	开	服务模式
			闪烁	出现许可证冲突时，“ R / E” LED 闪烁红色，而“ RDY / F” LED 闪烁黄色。
			开	服务或引导模式
	RDY/F	黄色	闪烁	出现许可证冲突时，“ RDY / F” LED 闪烁黄色，而“ R / E” LED 闪烁红色。
			开	服务或引导模式
	S/E	绿色 / 红色		状态/错误指示灯。该 LED 的状态在 LED “ S / E” 部分中进行了描述。
	LK	绿色	开	已建立到 POWERLINK 对等站点的链接。
			闪烁	已建立到 POWERLINK 对等站点的链接。当总线上发生以太网活动时，LED 闪烁。
	ETH	绿色	开	与对等站的链接已建立。
			闪烁	与对等站的链接已建立。表示总线上正在进行以太网活动。
	CF	绿色	开	插入并检测到 CompactFlash
黄色		开	CompactFlash 读/写访问	
DC	黄色	开	CPU 电源正常	
	红色	开	备用电池电量耗尽	

图片	LED 灯	颜色	状态	描述
	r	绿色	关闭	模块无电
			单闪	重置模式
			闪烁	预操作模式
			开	运行模式
	e	红色	关	模块没电或一切正常
			双闪	LED 指示以下状态之一： 电源的 X2X Link 电源过载

				X2X Link 电源的输入电压过低
	e+r	红开/绿单闪		无效的固件
	s	黄色	关	没有 RS232 活动
			开	通过 RS232 接口发送或接收数据时，LED 点亮。
	I	红色	关	X2X Link 电源在有效限制内
			开	电源的 X2X Link 电源过载

X20CP3584 的组成:

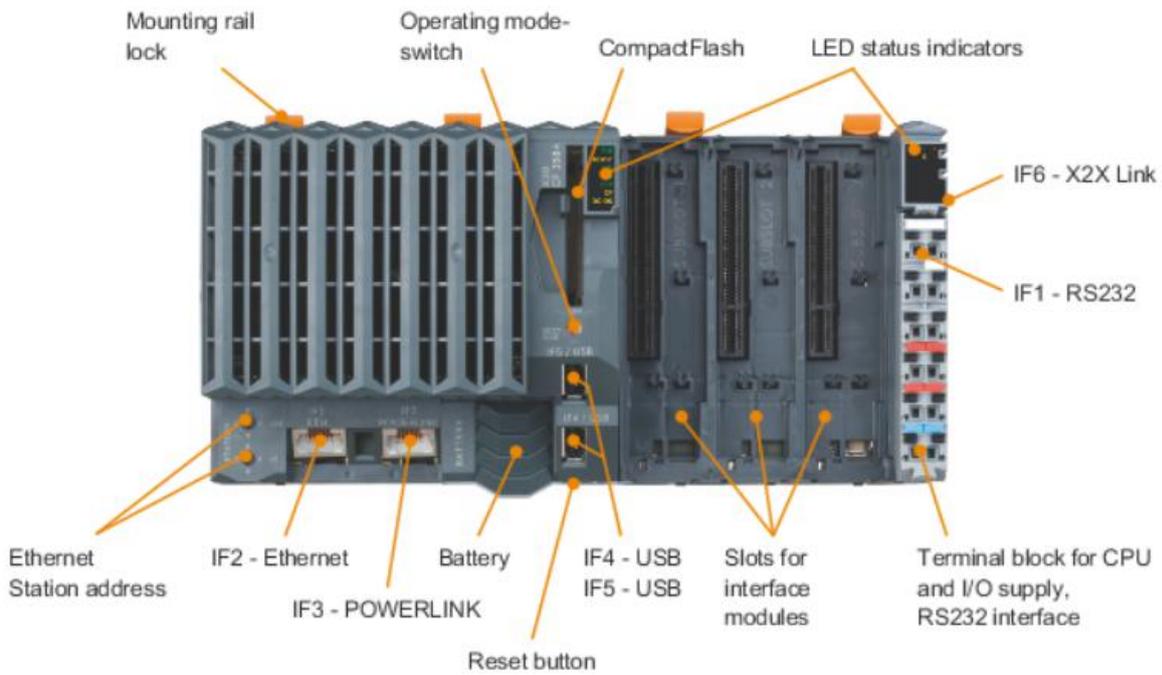


图 3-12 X20CP3584 的组成

集成电源-引脚排列:

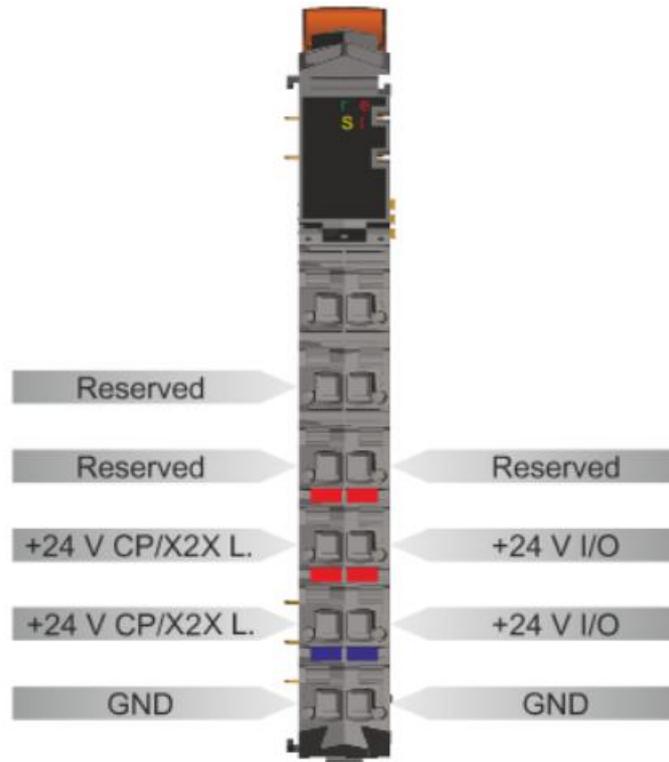


图 3-13 引脚排列

具有 2 个独立电源的连接示例：

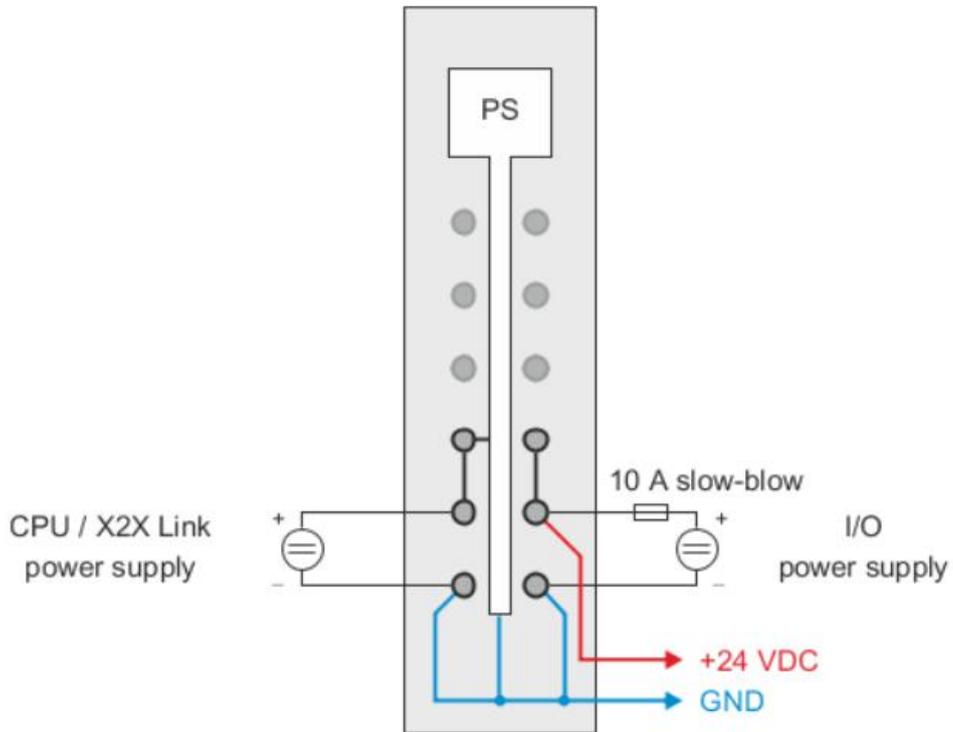


图 3-14 电源连接示意

带电源和跳线的连接示例：

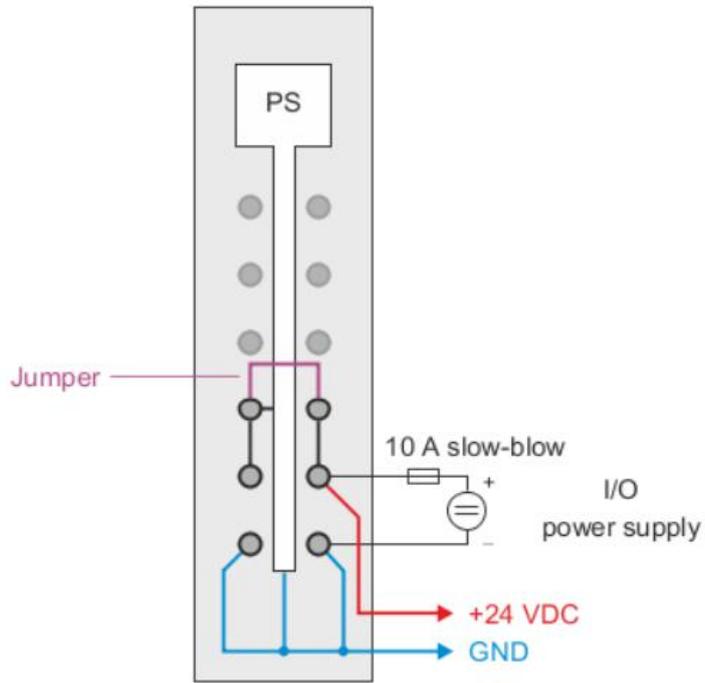


图 3-15 带电源和跳线的连接示例

非电气隔离的 RS232 接口主要旨在用作与编程设备进行通信的在线接口。

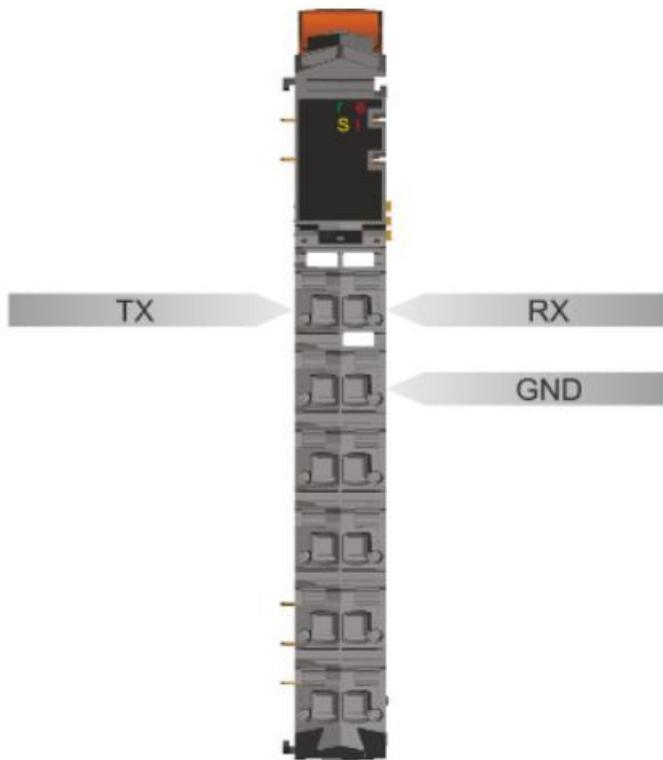


图 3-16 RS232 接口

### 3.3.2 工控机APC2100



图 3-17 工控机图片

APC2100 系统单元由一个 CPU 板，外壳和安装板组成。它们包括所有必需的接口，并提供了安装接口选项。主内存永久焊接到 CPU 板上，无法更换或扩展。

英特尔凌动处理器

- 英特尔 Bay Trail 平台
- DR3 内存
- 英特尔高清显卡
- 1 个 CFast 插槽
- 插入 1 个监视器/面板选项
- 1 个接口插槽

## 3.4 驱动器电源模块与伺服驱动器

### 3.4.1 主电源模块



- 电压：3×380V-500VAC
- 频率：50/60HZ±4%
- 容量：MAX 15.2KVA
- 额定功率：8KW
- IP 等级：IP20
- 重量：4.7Kg
- 长×宽×高：107mm×385mm×263mm
- 工作环境：
  - 避免阳光照射
  - 远离灰尘油烟盐分铁屑等
  - 远离易燃性、腐蚀性液体与气体
  - 不得与水接触
  - 不传递冲击与振动
  - 远离电气干扰源

图 3-18 主电源模块

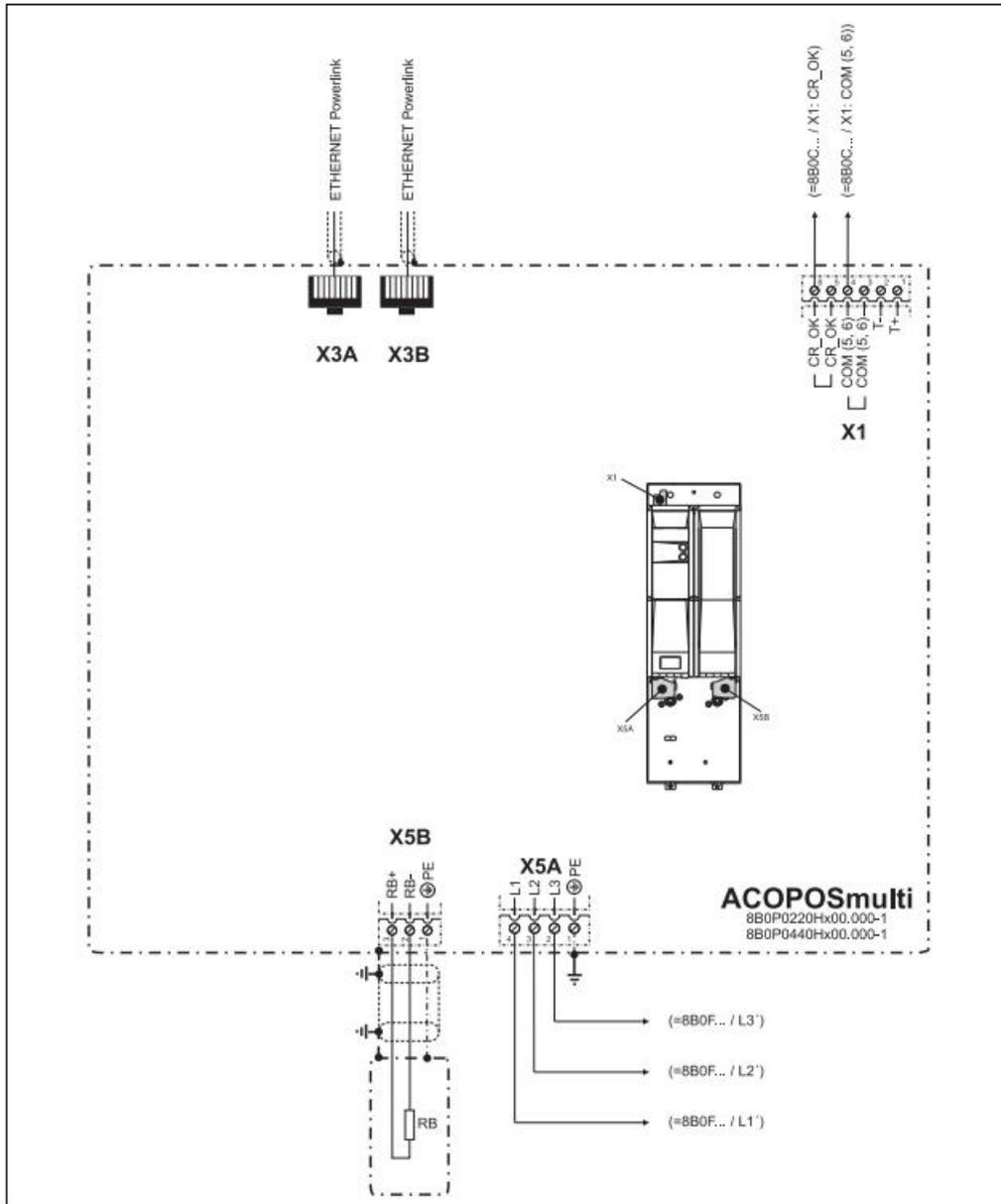


图 3-19 主电源模块接线示意图

X1		Pin	Name	Function
	1	1	T+	Temperature sensor +
	2	2	T-	Temperature sensor -
	3	3	COM (5, 6)	DC bus ready 0 V
	4	4	COM (5, 6)	DC bus ready 0 V
	5	5	CR_OK	DC bus ready <sup>1)</sup>
	6	6	CR_OK	DC bus ready <sup>1)</sup>

图 3-20 X1 端口定义

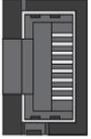
X3A, X3B	Pin	Name	Function
	1	RXD	Receive signal
	2	RXD\	Receive signal inverted
	3	TXD	Transmit signal
	4	Shield	Shield
	5	Shield	Shield
	6	TXD\	Transmit signal inverted
	7	Shield	Shield
	8	Shield	Shield

图 3-21 X3A X3B 端口定义

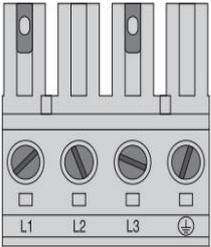
X5A	Name	Function
	PE	Network: Protective ground conductor
	L3	Network: Power mains connection L3
	L2	Network: Power mains connection L2
	L1	Network: Power mains connection L1

图 3-22 X5A 端口定义

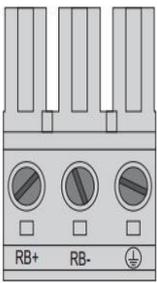
X6	Pin	Name	Function
	1	PE	Protective ground conductor
	2	RB-	Brake Resistance -
	3	RB+	Brake Resistance +

图 3-23 X6 端口定义

### 3.4.2 辅助电源模块



- 额定功率：445W
- 额定电压：24VDC±6%
- IP 等级：IP20
- 重量：3.2Kg
- 长×宽×高：53.5mm×385mm×263mm
- 工作环境：
  - 避免阳光照射
  - 原理灰尘油烟盐分铁屑等
  - 原理易燃性、腐蚀性液体与气体
  - 不得与水接触
  - 不传递冲击与振动

图 3-24 辅助电源模块

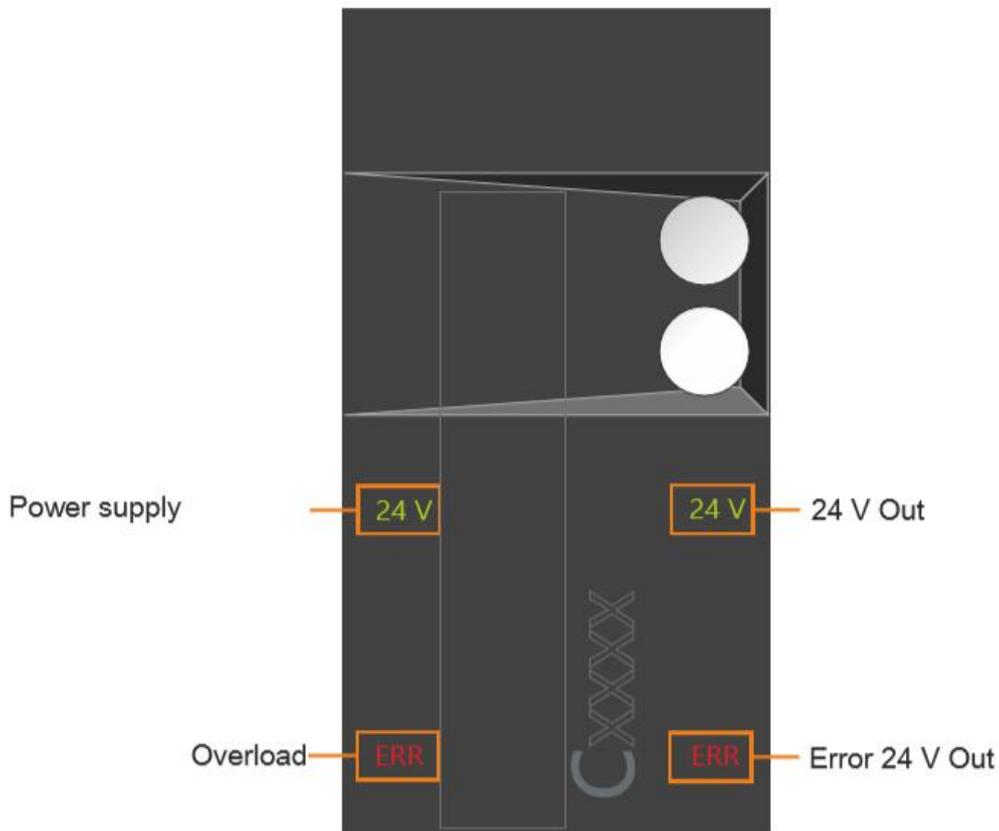


图 3-25 辅助电源模块 LED 状态指示灯

表 3-3 LED 状态指示灯

状态指示灯	类型	颜色	功能	描述
Power supply	24V	绿	24 V OK	24 VDC 内部系统电源在允许的公差内。
Overload	ERR	红	Overload	24 VDC 内部系统电源超出允许的公差（过载，过热，短路等）。
24V	24V	绿	24 V Out OK	24 VDC 内部系统电源在允许的公差内正常输出。
	ERR	红	24 V Out error	24V 输出电压异常（过载，过热，短路等）。

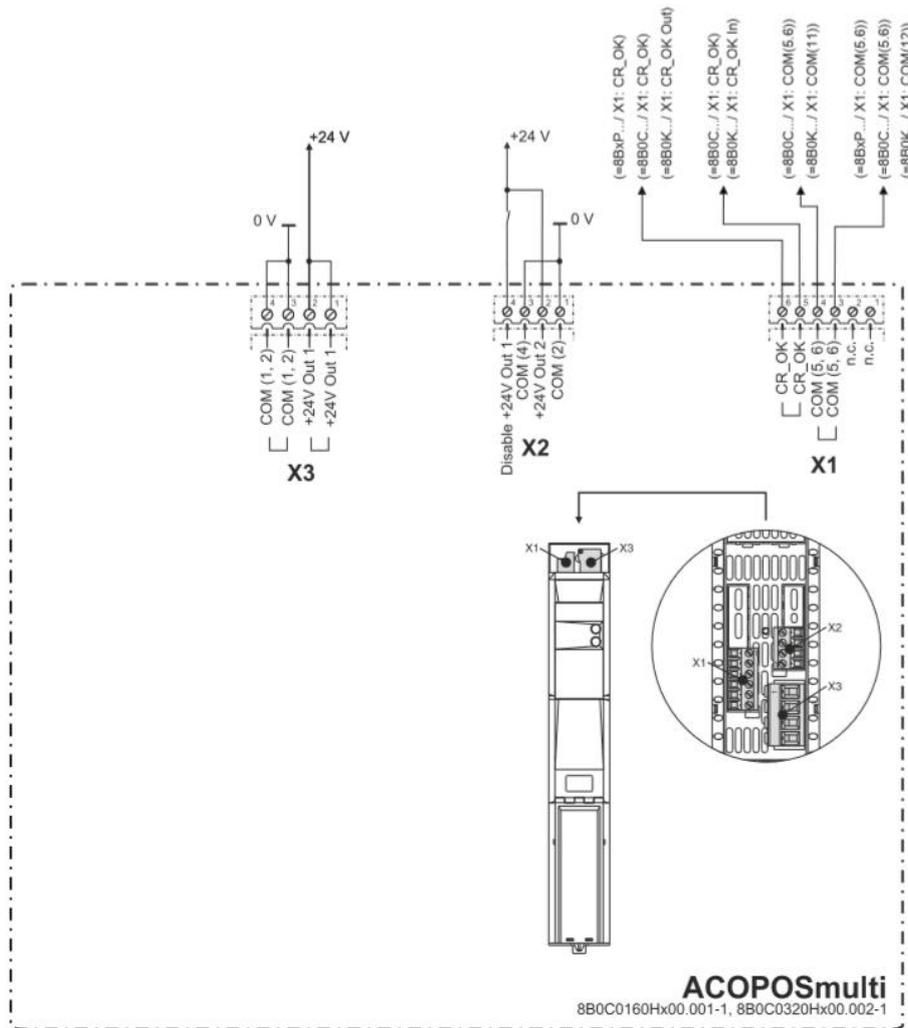


图 3-26 辅助电源模块接线示意图

X1		Pin	Description	Function
1		1	---	---
2		2	---	---
3		3	COM (5, 6)	DC bus ready 0 V
4		4	COM (5, 6)	DC bus ready 0 V
5		5	CR_OK	DC bus ready
6		6	CR_OK	DC bus ready

图 3-27 辅助电源模块 X1 端口定义

X2		Pin	Description	Function
1		1	COM (2)	+24 V output 2 0 V
2		2	+24 V Out 2	+24 V output 2
3		3	COM (4)	Disable +24 V output 1 0 V
4		4	Disable +24 V Out 1	Disable +24 V output 1

图 3-28 辅助电源模块 X2 端口定义

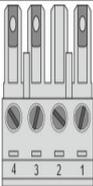
X3		Pin	Description	Function
		1	+24 V Out 1	+24 V output 1
		2	+24 V Out 1	+24 V output 1
		3	COM (1, 2)	+24 V output 1 0 V
		4	COM (1, 2)	+24 V output 1 0 V

图 3-29 辅助电源模块 X3 端口定义

### 3.4.3 伺服驱动器



- GR 系列喷涂机器人使用的驱动器符合 GB 11291.1-2011/ISO 10218-1:2006，Enable 端口的安全等级可以达到 PLe。
- 可用的安全分类（安全完整性等级，安全类别，性能等级）记录在用户手册中（“安全技术”部分）

图 3-30 驱动器

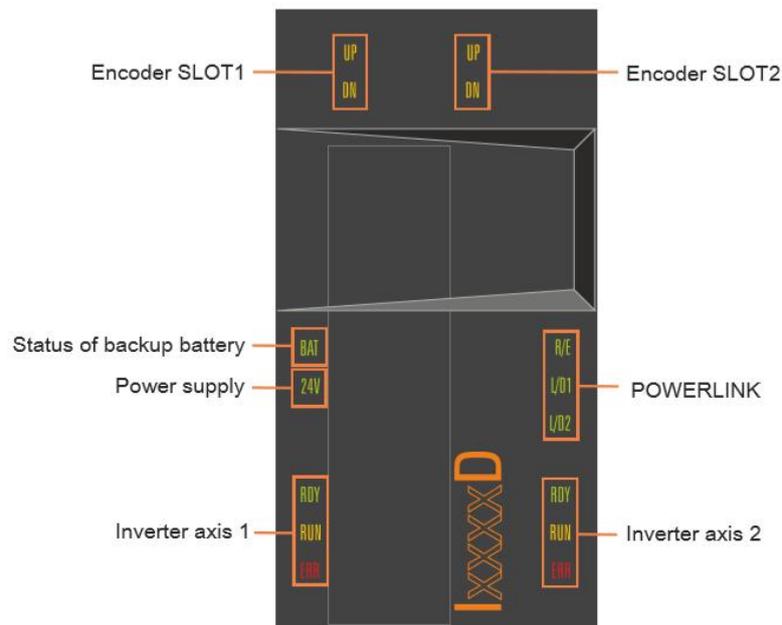


图 3-31 驱动器上 LED 状态指示灯

表 3-4 驱动器指示灯定义表

状态指示灯	标签	颜色	功能	描述
POWERLINK	R/E	绿/红	准备/错误	/
	L/D1	绿	端口 1 上数据通讯成功	
	L/D2	绿	端口 2 上数据通讯成功	
Inverter axis 1	RDY	绿	准备	/
	RUN	橘	运行	
	ERR	红	错误	
Inverter axis 2	RDY	绿	准备	/
	RUN	橘	运行	
	ERR	红	错误	
Status of backup battery	BAT	绿/红	准备/错误	/
Power supply	24 V	绿	24V 正常	24 V 模块电源电压在公差范围内。
Encoder SLOT1	UP	橘	编码器旋转方向+	连接的编码器的编码器位置正向改变。编码器位置变化越快，LED 点亮越亮。
	DN	橘	编码器旋转方向-	连接的编码器的编码器位置负向改变。编码器位置变化越快，LED 点亮越亮。
Encoder SLOT2	UP	橘	编码器旋转方向+	/
	DN	橘	编码器旋转方向-	

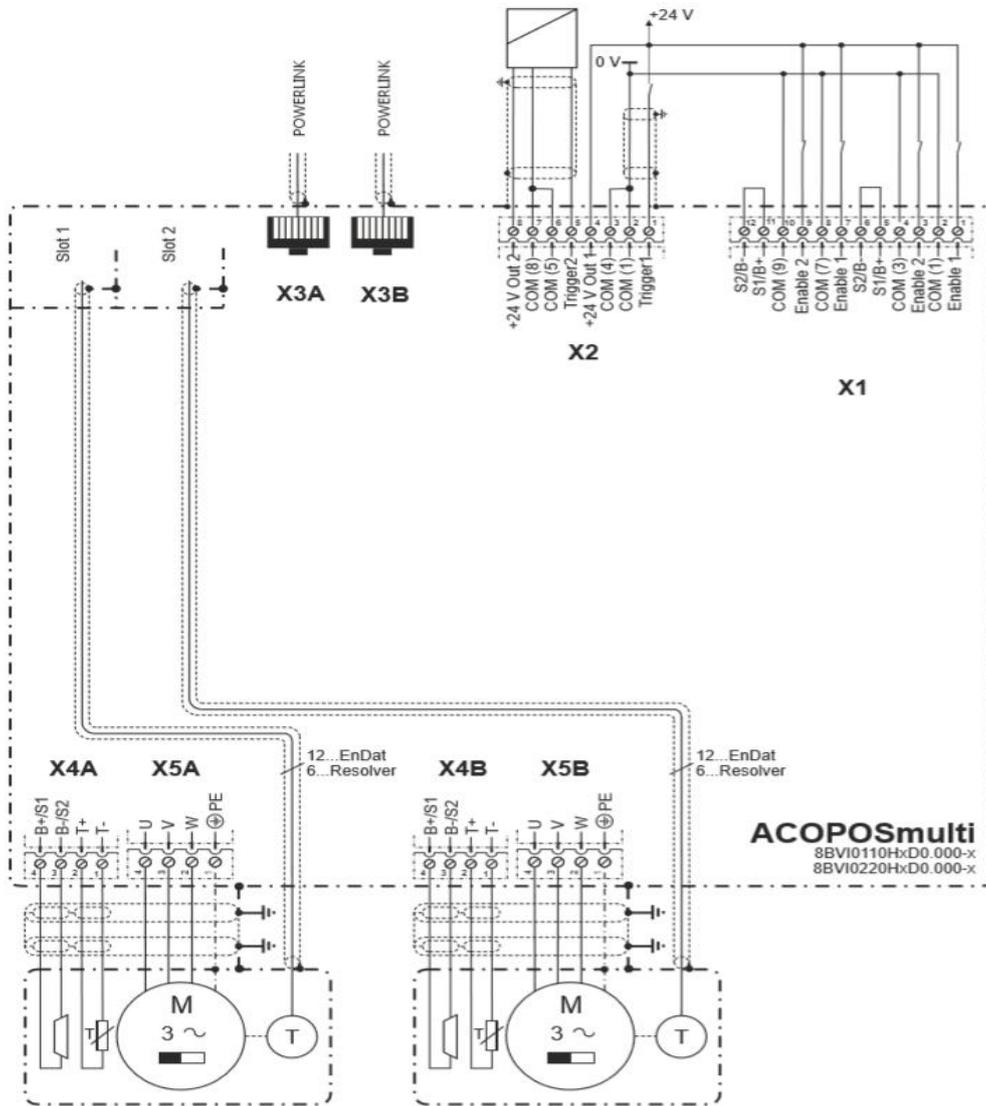


图 3-32 驱动器接线示意图

X1		Pin	Description	Function
1		1	Enable 1 <sup>1)</sup>	Axis 2: Enable 1
2		2	COM (1)	Axis 2: Enable 1 0 V
3		3	Enable 2 <sup>1)</sup>	Axis 2: Enable 2
4		4	COM (3)	Axis 2: Enable 2 0 V
5		5	S1/B+ <sup>2)</sup>	Axis 2: Brake + / Activation of the external holding brake
6		6	S2/B- <sup>2)</sup>	Axis 2: Brake - / Activation of the external holding brake
7		7	Enable 1 <sup>1)</sup>	Axis 1: Enable 1
8		8	COM (7)	Axis 1: Enable 1 0 V
9		9	Enable 2 <sup>1)</sup>	Axis 1: Enable 2
10		10	COM (9)	Axis 1: Enable 2 0 V
11		11	S1/B+ <sup>2)</sup>	Axis 1: Brake + / Activation of the external holding brake
12		12	S2/B- <sup>2)</sup>	Axis 1: Brake - / Activation of the external holding brake

图 3-33 驱动器 X1 端口定义

X2		Pin	Description	Function
1		1	Trigger1	Trigger 1
2		2	COM (1)	Trigger 1 0 V
3		3	COM (4)	+24 V output 1 0 V
4		4	+24 V Out 1	+24 V output 1
5		5	Trigger2	Trigger 2
6		6	COM (5)	Trigger 2 0 V
7		7	COM (8)	+24 V output 2 0 V
8		8	+24 V Out 2	+24 V output 2

图 3-34 驱动器 X2 端口定义

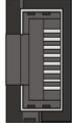
X3A, X3B		Pin	Description	Function
	1	1	RXD	Receive signal
	2	2	RXD\	Receive signal inverted
	3	3	TXD	Transmit signal
	4	4	Shield	Shield
	5	5	Shield	Shield
	6	6	TXD\	Transmit signal inverted
	7	7	Shield	Shield
	8	8	Shield	Shield

图 3-35 驱动器 X3A,X3B 端口定义

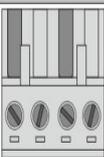
X4A		Description	Function
	T-	T-	Axis 1: Temperature sensor -
	T+	T+	Axis 1: Temperature sensor +
	B-/S2 <sup>1)</sup>	B-/S2 <sup>1)</sup>	Axis 1: Brake - / Activation of the external holding brake
	B+/S1 <sup>1)</sup>	B+/S1 <sup>1)</sup>	Axis 1: Brake + / Activation of the external holding brake

图 3-36 驱动器 X4A 端口定义

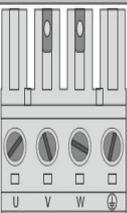
X5A		Description	Function
	⊕	⊕	Axis 1: Protective ground conductor
	W	W	Axis 1: Motor connection W
	V	V	Axis 1: Motor connection V
	U	U	Axis 1: Motor connection U

图 3-37 驱动器 X5A 端口定义表

### 3.4.4 总线模块



- Hiperface 编码器接口插件模块 8BAC0121.000-1 可以在 ACOPOSmulti 插槽中使用。模块包含一个 Hiperface 编码器接口。
- 该模块可用于评估安装在其他制造商的电机中的编码器以及编码器用于外轴（对机器运动进行采样的编码器）。监视输入信号。这使它可以检测编码器电源中的开路，导体故障和故障。

图 3-38 驱动线总线模块

Figure	X11	Pin	Description	Function
		1	SIN	Channel SIN
		2	COM	Encoder power supply 0 V
		3	COS	Channel COS
		4	+10 V	Encoder power supply +10 V
		5	D	Data input
		6	---	---
		7	T+	Temperature sensor +
		8	---	Keying
		9	REF SIN	REF SIN channel
		10	---	Keying
		11	REF COS	REF COS channel
		12	---	---
		13	D\	Data input inverted
		14	T-	Temperature sensor -
		15	---	---

图 3-39 总线模块定义表

### 3.5 安全PLC



- 为了实现较高性能的系统控制，需要通过选个高安全性能的 PLC（安全等级达到 PLe）搭建安全回路，使整个安全回路的安全性能满足 ISO 13849 中 PLd。
- 安全 PLC 的作用是对所有的安全输入信号（急停，安全门，光栅，模式开关，手压开关，使能，复位按钮，反馈信号）进行逻辑判断后输出信号控制驱动器的 Enable 信号，从而实现机器人的安全停止。

图 3-40 安全 PLC 图片

GR 系列喷涂机器人安全回路设计满足 GB11291.1-2011/ISO 10218-1:2006 中的性能要求：

- 1、任何部件的单个故障不应导致安全功能的丧失；
- 2、只要合理可行，单个故障应在提出下一项安全功能需求之时或之前被检测出来；
- 3、出现单个故障时，始终具有安全功能，且安全状态应维持到出现的故障已得到解决；
- 4、所有可合理预见的故障应被检测到。这个要求属于 GB/T 16855.1-2008 中所描述类别 3。

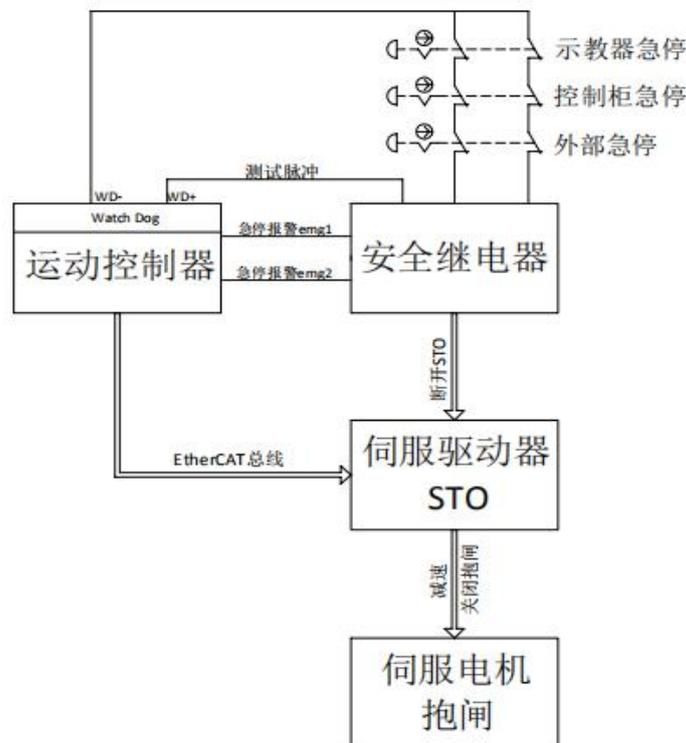


图 3-41 安全功能框图

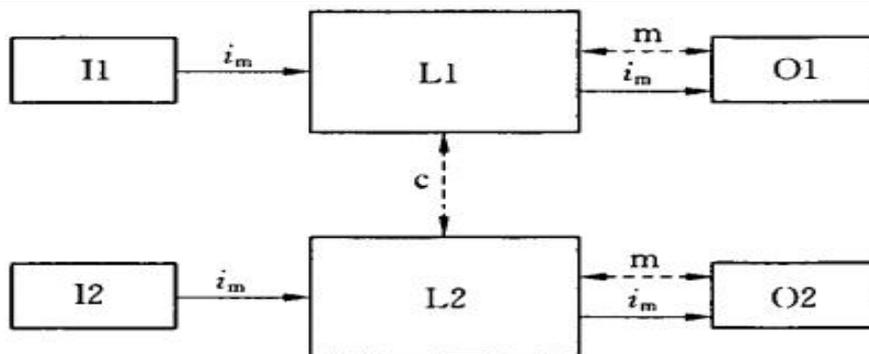


图 3-42 安全回路的设计

表 3-5 安全回路中功能描述

序号	功能	描述
1	虚线	代表合理可行的故障检测
2	$i_m$	连接方式
3	$c$	交叉检测
4	I1、I2	输入装置
5	L1、L2	逻辑模块
6	$m$	监测
7	O1、O2	输出装置

## 第 4 章 维护与保养

### 4.1 简介

本章描述了建议对 GR 系列喷涂机器人电气部分执行的所有维护活动。它以本章开头介绍的维护计划为基础。该计划中包含所需维护活动（包括维护间隔）的信息并参考这些活动的操作程序。

关于机器人本体部分的维护活动请参考《GR 系列喷涂机器人机械维护手册》

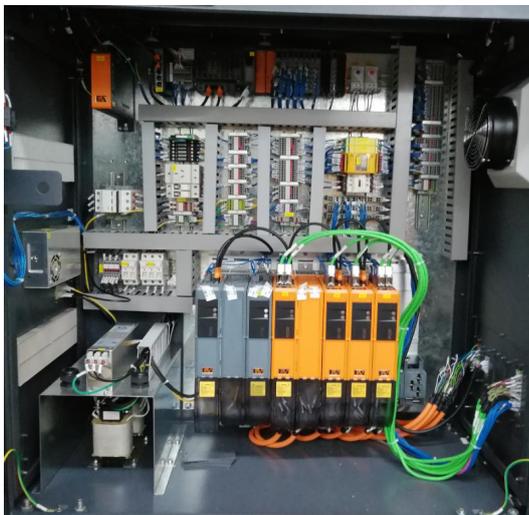
 警告	<p><b>1、开展任何检修工作前，请查阅所有安全信息！</b></p> <p><b>2、执行任何检修工作前，请先阅读本手册第一章安全内容。这些安全信息介绍了一般安全准则，此外还应仔细阅读《GR 系列喷涂机器人安全使用手册》。</b></p> <p><b>3、如果要为机器人接电，务必确保在开始任何维护工作前先对机器人进行保护性接地！</b></p>
---	---

### 4.2 维护计划

必须对机器人进行定期维护以确保其功能正常。下表中规定了维护工作内容和时间间隔。不可预测的情形也会导致对机器人进行检查。必须及时注意任何损坏！

NO	周 期				设备	检修保养内容	维护活动
	日常	3个月	6个月	1年			
1		√	√	√	电柜密封	门的压封是否变形，柜内密封	检查
2				√	信息标签	标签是否有污损、损坏	检查
3		√	√	√	机器人线束	1、检查损坏、破裂情况 2、连接器的松动	检查
4	√	√	√	√	驱动器	异常发热、噪音、气味的确认	检查
5	√	√	√	√	变压器	异常发热、噪音、气味的确认	检查
6	√	√	√	√	控制器	异常发热、噪音、气味的确认	检查
7	√	√	√	√	散热单元	检查风扇旋转情况，出风口是否有堵塞现象	检查
8	√	√	√	√	急停开关	检查动作是否正常，检查伺服 ON/OFF 情况	检查

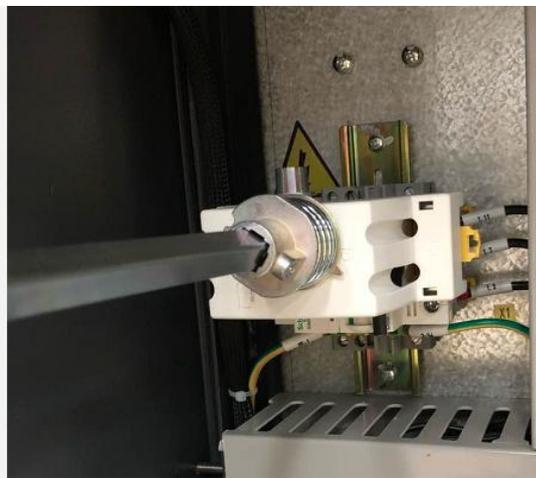
### 4.2.1 清洁电柜内部



- 关闭电柜电源
- 打开柜门
- 吸出堆积在电子设备的灰尘

图 4-1 电柜内部

### 4.3.2 检查操作柜通风 (强制通风版本)



- 关闭电柜电源
- 打开柜门
- 利用钳子直接操作 QS100 开关的控制杆重新打开电柜

图 4-2 检查通风操作



图 4-3 检查通风操作

- 定位温控器 ST121(蓝色的设置拨号)
- 用螺丝刀逆按顺时针方向转动拨盘，直到在箱体的左侧风扇开始工作
- 将拨盘回拨至 25°C

### 4.3.3 检查驱动器和散热器风扇的运行



图 4-4 检查散热器通风状况

- 关闭电柜电源
- 打开柜门
- 通过直接操作 QS100 的控制杆开关的电气柜



图 4-5 检查散热器通风状态

- 驱动器下有两个风扇
- 风扇的第一排有绿色发光二极管，是冷却驱动器的散热片。
- 第二排冷却驱动器的电子设备。
- 确保所有的风扇都在正确的旋转，并且所有的绿色 LED 灯亮

#### 4.3.4 检查安全装置是否处于正常工作状态



图 4-6 控制面板

- 按下控制面板上的蘑菇头急停按钮，并确保在示教器屏幕上显示停止和急停状态报告。



图 4-7 示教器

- 示教器上的手压开关是一个具有 2 段按压 3 个位置的特殊开关，又称三位使能开关（以下简称使能开关），用于手动模式下控制机器人动力电源的通断，由此来实现机器人的运动使能。
- 只有按下使能开关并保持在中间位置时才会接通电机电源，使得机器人处于允许运动的状态。松手放开或者用力按压到底都会将电源切断。



图 4-8 保护围栏

- 将机器人调至自动模式，开启伺服，跳闸安全装置安装在防护网上。伺服关闭时，在屏幕上显示急停状态。

### 4.3.5 检查电柜密封



图 4-9 检查电柜密封

- 检查控制柜前门密封条是否紧密贴合
- 检查控制柜左侧预留接口（电缆锁头）密封是否正常

### 4.3.6 检查线束

- 1、检查示教器线束是否完好。
- 2、检查控制柜内部线束是否完好，松动现象。
- 3、检查控制柜-本体线束是否完好，无破皮、松动现象。

### 4.3.7 检查主要电气元件工作情况



图 4-10 检查主要电气元器件工作情况

- 驱动器工作状态是否正常
- 控制器工作状态是否正常
- 安全继电器工作状态是否正常
- 开关电源工作状态是否正常
- 驱动器工作状态是否正常
- 示教器工作状态是否正常
- 变压器工作状态是否正常

### 4.3.8 检查急停开关



图 4-11 检查急停开关

- 电控柜急停是否可以正常按下、恢复
- 示教器急停是否可以正常按下、恢复
- 外部急停是否可以正常按下、恢复

## 4.3 临时性工作

 警告	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 所有维修工作必须在工业机器人停止和电源断开时才能进行。</li> <li>➤ 工作必须由经过适当培训的人员进行，必须采取预防措施，以避免意外重启和触电。</li> <li>➤ 在发生故障或故障的情况下，随时联系芜湖希美埃机器人技术有限公司，就如何解决这个问题我们能提供相关建议，或者联系你的工程师进行维修。</li> <li>➤ 未经事先书面许可，且由于修理或其他工作所造成的财产损失或人身伤害，希美埃芜湖机器人技术有限公司否认所有与之相关的赔偿。</li> <li>➤ 没有任何临时性工作可以由未经过专业帮助的机器人操作员来实施的。</li> </ul>
---	---

## 4.4 非日常维护

所描述的涉及到更换零件的工作可以按照售后服务部的指令进行更换，且一般符合资格的人员就可以进行该工作,不一定需要希美埃(芜湖)机器人技术有限公司的人员。

 警告	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 所有的维修工作必须在机器人停止断电后进行。</li> <li>➤ 该项工作必须由接受过适当培训的人员进行，且必须采取预防措施，以避免意外重启和触电。</li> <li>➤ 在发生故障的情况下，随时联系希美埃（芜湖）机器人技术有限公司，就如何解决这个问题我们能提供相关建议，或者联系工程师进行维修。</li> <li>➤ 根据相关标准规定(IEC EN 60204-1)，机器人部件以及相关电气设备更换或改变时，相关测试工作必须重新进行。</li> <li>➤ 未经事先书面许可，且由于修理或其他工作所造成的财产损失或人身伤害，希美埃（芜湖）机器人技术有限公司否认所有与之相关的赔偿。</li> </ul>
---	---

操作内容如下：

- 1、替换设备的结构部件；
- 2、电气系统部件的调节、修理或替换；

- 3、安全设备和警告设备的维护工作；
- 4、控制系统部件的调节、修理或替换；
- 6、不符合常规的日常维护工作需要拥有授权的专业服务人员进行，也可以联系制造商；
- 7、此外，其他非日常的维护工作包括应对突发事件，如：
  - (1)、突然破损
  - (2)、定期检修

#### 4.4.1 更换保险丝

下表给出了保险丝的代号以及可能遇到的问题：

表 5-1 保险丝代号和故障之间的参考列表

保险丝代号	功能
FU11	电柜未能接通
FU12	风扇未能接通
FU13	插座未能接通
FU31	输送机同步编码器无法计数
FU32	系统管理编码器无法计数
FU33	接线盒上没有电压输出信号
FU34	机器人 I/O 模块未通电
FU35	外部设备输入发生故障

更换保险丝步骤：



图 4-12 更换熔断器

- 关闭电柜电源，打开柜门。
- 确定保险丝的位置并更换。
- 保险丝 FU11、FU12、FU13 在变压器旁边。



图 4-13 更换熔断器

- 片状熔断器 FU31、FU32、FU33、FU34、FU35 位于一般隔离器旁，且配备有一个红色的 LED 灯。
- LED 在保险丝熔断时亮起。



图 4-14 更换熔断器

- 把保险丝保护盖打开
- 拿住 10x38 保险丝并拔出来
- 插入新的保险丝，盖上保护盖。



注意

参阅实际熔断器定的额定电流和布线图，用另一个相同大小保险丝的更换。

#### 4.4.2 更换驱动器

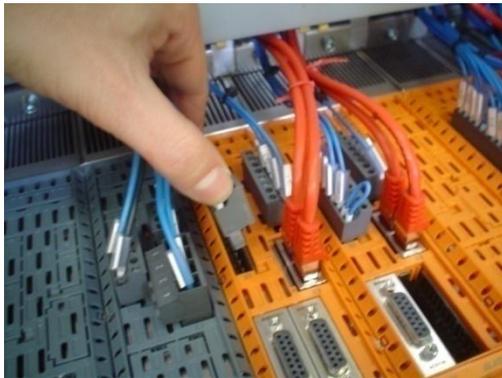


图 4-15 更换驱动器

- 使能连接端（蓝色）
- 以太网连接端（黄色/或红色）
- 反馈连接端（绿色线）



图 4-16 更换驱动器

- 断开所有驱动器底部的连接端子
- 电机线缆连接端子（橙色）
- 抱闸线缆连接端子（灰色）



图 4-17 更换驱动器

- 使用 5 号内六角扳手拧开在图中所示的紧固螺栓。



图 4-18 更换驱动器

- 使用 5 号 T 型手柄内六角扳手拧开图中所示的螺栓



图 4-19 更换驱动器

- 提起驱动器，从下部拉出，并彻底将它取出。



图 4-20 更换驱动器

- 在旧的驱动器插槽中插入新的驱动器，钩挂在背板顶部，使用 5 号内六角扳手紧固对应的螺栓。



图 4-21 更换驱动器

- 用 5 号内六角扳手拧紧这两个 M6 螺栓。不要使用超过 5Nm 的力矩。
- 尽快将所有断开线缆重新连接。



图 4-22 更换驱动器

- 打开铰链盖，并设置驱动器的地址，如下表所示。

#### 4.4.3 更换散热器散热风扇

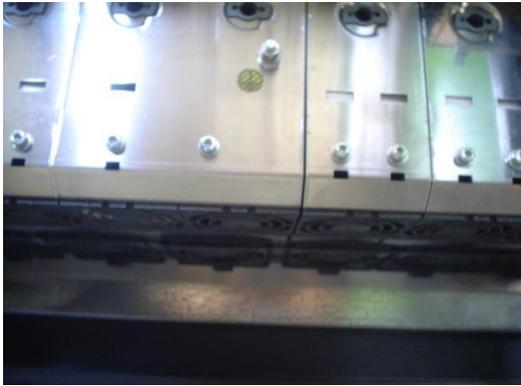


图 4-23 更换散热器风扇

- 关闭控制柜电源，打开柜门
- 散热器冷却风扇都在最里面（在第一行上）
- 使用工具压进两个卡扣

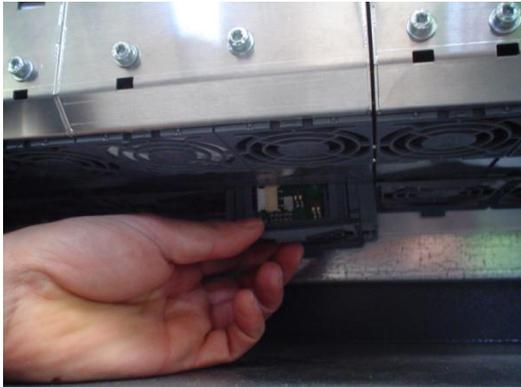


图 4-24 更换散热器风扇

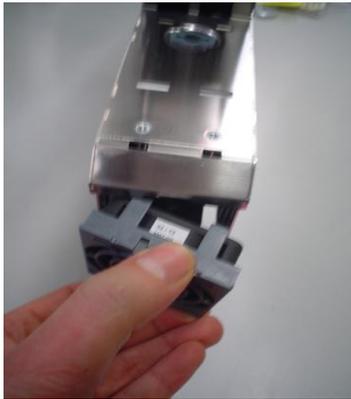
- 冷却风扇会自然从安装位置弹出。
- 当风扇掉落时需要用手托住，并轻轻地取下它
- 将新的冷却风扇插入原先的安装位置

#### 4.4.4 更换驱动器的散热风扇



图 4-25 更换驱动器的散热风扇

- 关闭控制柜电源，打开柜门
- 按照上述更换驱动器的说明拆开需要更换的驱动的风扇。
- 推出两个保护罩，如图所示
- 拿出风扇



- 将风扇取下

图 4-26 更换驱动器的散热风扇



- 按下风扇线缆底部的紧固扣件。
- 一旦你将旧风扇取出来，用新的替换它，重新连接驱动器内的电源线
- 重新放置风扇
- 复查驱动器

图 4-27 更换驱动器的散热风扇

## 第 5 章 故障排查

### 5.1 排查方式

该章节提供了两种故障排查方式，别分为：

1、根据故障现象进行排查，如果故障发生在系统启动过程中，或者没有相应的日志产生，则可以按照故障现象来进行问题排查，针对发生故障的模块或者单元逐个排查。

2、根据日志编号或者内容进行排查，如果发生故障时在系统产生了相应的错误日志，则可以通过示教器的 HMI 界面查看日志的详细说明来确认与排除故障。

故障编号	故障说明	现象	原因
6019	驱动器：过流	驱动器检测到超过电机的最大额定电流	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 可能的原因：</li> <li>➤ 不正确的电机连接</li> <li>➤ 相线和接地线之间的短路</li> <li>➤ 两个电机相位之间的短路</li> <li>➤ 驱动器有缺陷</li> </ul>
6020	硬件：24V 电源故障	24V 直流电降至最低水平	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pwa 辅助电源供电故障</li> </ul>
6021	控制器使能端输入低电平	驱动器运行时，驱动器的使能输入降至最低水平	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 电柜断电然后重新上电</li> <li>➤ 检查安全 PLC 的 00 输出的操作</li> <li>➤ 更换安全 PLC</li> </ul>
6028	抱闸：欠压/电流	随着电机抱闸释放，没有电流通过	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查电机抱闸线</li> </ul>
6029	抱闸制动：控制信号打开和输出状态关闭	当电机的抱闸被释放，500 毫秒后没有电流通过	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查电机抱闸线</li> </ul>
6045	功率等级：连接 X5：无电流，缺相	当电动机上电后，没有电流通过	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 电机接线不正确</li> <li>➤ 检查电机各相之间的电阻：它必须在所有三相相同</li> </ul>
7017	编码器：读取时出现错误参数	输送机速度 I / O 模块的错误	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查连接电缆</li> </ul>
7022	初始化激活	电机反馈编码器初始化尚未完成	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查 Rn 或 Dn 连接电缆的受损情况</li> <li>➤ 电机反馈编码器有缺陷</li> </ul>
7029	增量信号幅度太小	编码器信号的幅度比规定的最高限额低 20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查 Rn 或 Dn 连接电缆的受损情况</li> <li>➤ 电机反馈编码器有缺陷</li> </ul>
7032	编码器：增量信号幅度过小（受干扰，没有连接）	编码器信号的幅度比规定的最高限额低 10%	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查 Rn 或 Dn 连接电缆的受损情况</li> <li>➤ 电机反馈编码器有缺陷</li> </ul>
7046	解析器：电缆干扰	电机反馈解析器返回振幅信号过低	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 确保 Rn 的电缆连接</li> </ul>
7200	直流母线：过压	供应驱动器直流总线	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 运动的加速或减速过快</li> </ul>

		电压已超过最大限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 制动电阻器不工作</li> </ul>
7210	直流总线：电压不稳	供应驱动器直流总线电压已超过最大限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查电源电压是否在要求的范围内</li> <li>➤ 检查所有三相电压</li> </ul>
7211	直流总线：电压降—检查电源线	供应驱动器的直流总线电压降低	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查电源电压是否在要求的范围内</li> <li>➤ 检查所有三相电压</li> </ul>
7215	直流总线：至少一相电压出现故障	主电源单相电压丢失	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 检查当前的三个电源电压</li> <li>➤ 检查 FU11 保险丝</li> </ul>



**埃夫特智能装备股份有限公司**

安徽省芜湖市鸠江经济开发区万春东路 96 号

[www.efort.com.cn](http://www.efort.com.cn)

服务热线：400-052-8877

**希美埃（芜湖）机器人技术有限公司**

安徽省芜湖市鸠江经济开发区万春东路 96 号

[www.cmarobot.com.cn](http://www.cmarobot.com.cn)

服务热线：400-052-8877