

HSR-Co610-1400 机器人

电气部分用户手册



本系列说明书内容：机器人电气操作维护手册和伺服驱动故障代码说明及处理对策。

前言

本系列说明书介绍了 HSR-Co610-1400 型 6 轴协作机器人的电气组成及各部分的功能和和伺服驱动故障代码说明及处理对策等，是用户快速学习和使用的基本说明书。本说明书的更新事宜，由佛山华数机器人有限公司授权并组织实施。未经本公司授权或书面许可，任何单位或个人无权对本说明书内容进行修改或更正，本公司概不负责由此而造成的客户损失。

HSR-Co610-1400 型 6 轴协作机器人用户说明书和伺服驱动故障代码说明及处理对策中，我们将尽力叙述各种与该型号机器人操作相关的事件。由于篇幅限制及产品开发定位等原因，不能也不可能对系统中所有不必做或不能做的事件进行详细的叙述。因此，本说明书中没有特别描述的事件均可视为“不可能”或“不允许”的事件。

此说明书的版权归佛山华数机器人有限公司，任何单位与个人进行出版或复印均属于非法行为，我公司将追究其法律责任。

目录





前言	I
目录	III
1 安全	1
1.1 机器人安全使用须知	1
1.1.1 操作调试机器人时的安全注意事项	1
1.1.2 机器人本体的安全对策	3
1.1.3 自动运转的安全对策	5
1.2 试车安全	6
1.3 安全操作规程	6
1.3.3 安全操作说明	7
1.4 以下场合不可使用机器人	8
2 机器人电控系统	9
2.1 电控柜外观及内部元器件布局	9
2.2 IPC 控制器	11
2.3 动力电源	12
2.4 总线式 I/O 单元	13
2.5 机器人示教器	16
2.6 EtherCAT 总线回路	18
2.7 连接线缆	19
2.7.1 Ether CAT 连接线	19
2.7.2 本体电源线	19
2.7.3 示教器接线	20
2.7.4 电柜电源线	20
2.8 按钮面板	21
2.9 开关电源	21
2.10 安全防护装置	22
2.11 手动引导功能	22
2.12 机器人末端	23
2.12.1 指示灯	23

2.12.2 工具端输入输出接口	23
2.12.3 末端 I/O 映射地址	24
2.12.4 末端 I/O 信号端子接线图	24
3 机器人 IO 说明	25
4 常见控制器报警代码说明	28
5 伺服驱动故障代码说明	29

1 安全


1.1 机器人安全使用须知

实施安装、运转、维修保养、检修作业前，请务必熟读本书及其它附属文件，正确使用本产品。请在充分掌握设备知识、安全信息以及全部注意事项后，再行使用本产品。本说明书采用下列记号表示各自的重要性。

 DANGER	表示处理有误时，会导致使用者死亡或负重伤，且危险性非常高的情形
 WARNING	表示处理有误时，会导致使用者死亡或负重伤的情形
 ATTENTION	表示处理有误时，会导致使用者轻伤或发生财产损失的情形
 IMPORTANT	表示其他重要的情形

1.1.1 操作调试机器人时的安全注意事项

- 1) 作业人员须穿戴工作服、安全帽、安全鞋等。
- 2) 投入电源时，请确认机器人的动作范围内没有作业人员。
- 3) 必须在切断电源后，作业人员方可进入机器人的动作范围内进行作业。
- 4) 若检修、维修、保养等作业必须在通电状态下进行，此时，应该2人1组进行作业。1人保持可立即按下紧急停止按钮的姿势，另1人则在机器人的动作范围内，保持警惕并迅速进行作业。此外，应确认好撤退路径后再行作业。
- 5) 手腕部位及机械臂上的负荷必须控制在允许搬运重量以内。如果不遵守允许搬运重量的规定，会导致异常动作发生或机械构件提前损坏。
- 6) 请仔细阅读使用说明书《机器人操作说明》的“安全注意事项”章节的说明。
- 7) 禁止进行维修手册未涉及部位的拆卸和作业。机器人配有各种自我诊断及异常检测功能，即使发生异常也能安全停止。即便如此，因机器人造成的事故仍然时有发生。

 DANGER	机器人灾害以下列情况居多：未确认机器人的动作范围内是否有人，就执行了自动运转；自动运转状态下进入机器人的动作范围内；作业期间机器人突然起动；只注意到眼前的机器人，未注意别的机器人。
---	--





上述事故都是由于“疏忽了安全操作步骤”、“没有想到机器人会突然动作”的相同原因而造成的。换句话说，都是由于“一时疏忽”、“没有遵守规定的步骤”等人为的不安全行为而造成的事故。

“突发情况”使作业人员来不及实施“紧急停止”、“逃离”等行为避开事故，极有可能导致重大事故发生。

“突发情况”一般有下列几种：







- 1) 低速动作突然变成高速动作。
- 2) 其他作业人员执行了操作。
- 3) 因周边设备等发生异常和程序错误，启动了不同的程序。
- 4) 因噪声、故障、缺陷等原因导致异常动作。
- 5) 误操作。
- 6) 原想以低速再生执行动作，却执行了高速动作。
- 7) 机器人搬运的工件掉落、散开。
- 8) 工件处于夹持、连锁待命的停止状态下，突然失去控制。
- 9) 相邻或背后的机器人执行了动作。

上述仅为一部分示例，还有很多形式的“突发情况”。大多数情况下，不可能“停止”或“逃离”突然动作的机器人，因此应执行下列最佳对策，避免此类事故发生。





 DANGER	小心，请勿接近机器人。
 DANGER	不使用机器人时，应采取“按下紧急停止按钮”、“切断电源”等措施使机器人无法动作。
 DANGER	机器人动作期间，请配置可立即按下紧急停止按钮的监视人（第三者），监视安全状态。
 DANGER	机器人动作期间，应以可立即按下紧急停止按钮的态势进行作业。

为了遵守这些原则，必须充分理解后述注意事项，并切实遵行。

1.1.2 机器人本体的安全对策

 <p>IMPORTANT</p>	<p>机器人的设计应去除不必要的突起或锐利的部分,使用适应作业环境的材料,采用动作中不易发生损坏或事故的故障安全防护结构。此外,应配备在机器人使用时的误动作检测停止功能和紧急停止功能,以及周边设备发生异常时防止机器人危险性的联锁功能等,保证安全作业。</p>
 <p>WARNING</p>	<p>机器人主体为多关节的机械臂结构,动作中的各关节角度不断变化。进行示教等作业,必须接近机器人时,请注意不要被关节部位夹住。各关节动作端设有机械挡块,被夹住的危险性很高,尤其需要注意。此外,若拆下马达或解除制动器,机械臂可能会因自重而掉落或朝不定方向乱动。因此必须实施防止掉落的措施,并确认周围的安全情况后,再行作业</p>
 <p>WARNING</p>	<p>没有固定机械臂便拆除马达,机械臂可能会掉落,或前后移动,请先固定机械臂,然后再拆卸马达。</p> <div data-bbox="587 981 1139 1272" data-label="Image"> <p>The diagram illustrates a safety procedure. On the left, a robotic arm is shown with a motor. A block is placed against the base of the arm to secure it. On the right, the motor is being removed from the arm. A starburst symbol indicates a potential hazard of the arm falling or moving unexpectedly if not properly secured.</p> </div> <p>没有固定机械臂便拆除马达 ...机械臂可能会掉落,或前后移动。</p> <p>插入零点栓后,用木块或起重机固定机械臂以防掉落,然后再拆除马达(零点栓和挡块用于对准原位置,不可以用来固定机械。)</p> <p>此外,请勿在人手支撑机械臂的状态下拆除马达。</p>
 <p>ATTENTION</p>	<p>平衡弹簧装置在正常状态下其内部呈压缩状态,危险性极高,严禁拆卸或分解。(仅限搭载平衡弹簧装置的机型)</p>
 <p>ATTENTION</p>	<p>在终端生效器及机械臂上安装附带机器时,应严格遵守本书规定尺寸、数量的螺栓,使用扭矩扳手按规定扭矩紧固。</p> <p>此外,不得使用生锈或有污垢的螺栓。</p> <p>规定外的紧固和不完善的方法会使螺栓出现松动,导致重大事故发生。</p>
 <p>ATTENTION</p>	<p>设计、制作终端生效器时,应控制在机器人手腕部位的负荷容许值范围内。</p>

 ATTENTION	<p>严禁供应规格外的电力、压缩空气、焊接冷却水，会影响机器人的动作性能，引起异常动作或故障、损坏等危险情况发生。</p>						
 ATTENTION	<p>电磁波干扰虽与其种类或强度有关，但以当前的技术尚无完善对策。机器人操作中、通电中等情况下，应遵守操作注意事项规定。由于电磁波、其它噪声以及基板缺陷等原因，会导致所记录的数据丢失。</p> <p>因此请将程序或常数备份到闪存卡（compact flash card）等外部存储介质内。</p>						
 ATTENTION	<p>大型系统中由多名作业人员进行作业，必须在相距较远处交谈时，应通过使用手势等方式正确传达意图。</p> <p>环境中的噪音等因素会使意思无法正确传达，而导致事故发生。</p> <p style="text-align: center;">产业用机器人手势法（示例）</p> <table border="1" data-bbox="596 831 1123 1379" style="margin: auto;"> <tr> <td data-bbox="596 831 858 1014"> 1. 接通  做出接通开关的动作。 </td> <td data-bbox="858 831 1123 1014"> 2. 不行！断开  右手高举，左右大力地挥动。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="596 1014 858 1198"> 3. 可以吗（确认）  右手向前高高地举起。 </td> <td data-bbox="858 1014 1123 1198"> 4. 可以（OK）  右手向前高高地举起，拇指和食指合成一个圈。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="596 1198 858 1379"> 5. 稍等  右手朝向对方的方向，手臂水平伸展。 </td> <td data-bbox="858 1198 1123 1379"> 6. 离开  右手臂水平伸展，并向右侧挥动。 </td> </tr> </table>	1. 接通  做出接通开关的动作。	2. 不行！断开  右手高举，左右大力地挥动。	3. 可以吗（确认）  右手向前高高地举起。	4. 可以（OK）  右手向前高高地举起，拇指和食指合成一个圈。	5. 稍等  右手朝向对方的方向，手臂水平伸展。	6. 离开  右手臂水平伸展，并向右侧挥动。
1. 接通  做出接通开关的动作。	2. 不行！断开  右手高举，左右大力地挥动。						
3. 可以吗（确认）  右手向前高高地举起。	4. 可以（OK）  右手向前高高地举起，拇指和食指合成一个圈。						
5. 稍等  右手朝向对方的方向，手臂水平伸展。	6. 离开  右手臂水平伸展，并向右侧挥动。						
 ATTENTION	<p>作业人员在作业中，也应随时保持逃生意识。</p> <p>必须确保在紧急情况下，可以立即逃生。</p>						
 WARNING	<p>时刻注意机器人的动作，不得背向机器人进行作业。</p> <p>对机器人的动作反应缓慢，也会导致事故发生。</p>						
 WARNING	<p>发现异常时，应立即按下紧急停止按钮。</p> <p>必须彻底贯彻执行此规定。</p>						
 ATTENTION	<p>应根据设置场所及作业内容，编写机器人的启动方法、操作方法、发生异常时的解决方法等相关的作业规定和核对清单。</p> <p>并按照该作业规定进行作业。</p> <p>仅凭作业人员的记忆和知识进行操作，会因遗忘和错误等原因导致事故发生。</p>						

 ATTENTION	不需要使机器人动作和操作时，请切断电源后再执行作业。
 ATTENTION	示教时应先确认程序号码或步骤号码，再进行作业。 错误地编辑程序和步骤，会导致事故发生。
 ATTENTION	对于已完成的程序，使用存储保护功能，防止误编辑。
 ATTENTION	示教作业结束后，应进行清扫作业，并确认有无忘记拿走工具。作业区被油污染，遗忘了工具等原因，会导致掉落等事故发生。 确保安全首先从整理整顿开始。

1.1.3 自动运转的安全对策

 ATTENTION	作业开始/结束时，应进行清扫作业，并注意整理整顿。
 ATTENTION	作业开始时，应依照核对清单，执行规定的日常检修。
 ATTENTION	请在防护栅的出入口，挂上“运转中禁止进入”的牌子。此外，必须贯彻执行此规定。
 DANGER	自动运转开始时，必须确认防护栅内是否有作业人员。
 ATTENTION	自动运转开始时，请确认程序号码、步骤号码。操作模式、起动选择状态处于可自动运转的状态。
 ATTENTION	自动运转开始时，请确认机器人处于可以开始自动运转的位置上。此外，请确认程序号码、步骤号码与机器人的当前位置是否相符。
 ATTENTION	自动运转开始时，请保持可以立即按下紧急停止按钮的态势
 ATTENTION	请掌握正常情况下机器人的动作路径、动作状况及动作声音等，以便能够判断是否有异常状态。

1.2 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。因此，进行试车作业时必须进一步提高安全意识。

请注意以下各点：

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。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，首先请将操作速度设定为低速（5%~10%左右），实施动作的确认。以2~3周期左右，反复进行动作的确认，若发现有小时，应该立即停止机器人并进行修正。之后，逐渐提高速度（50%~70%~100%），各以2~3周期左右，反复作确认动作。

1.3 安全操作规程

进入机器人工作区，必须按下电柜或示教盒急停按钮，悬挂工作警示牌，方可进入。

1.3.1 开机前应做到

- 1) 请勿带手套操作示教盒；
- 2) 操作人员必须熟知机器人的性能和操作注意事项；
- 3) 机器人操作人员必须经过机器人操作专业培训合格后方可操作；
- 4) 开机前必须检查各部件（电器、机械）是否正常，确认本体线缆与电柜连接正确、正常；
- 5) 必须知道所有会引起机器人移动的开关、传感器和控制信号的位置和状态；
- 6) 必须知道机器人控制器和外围控制设备上紧急停止按钮的位置，以备在紧急情况下停止机器运行。
- 7) 安装负载后，确保安装螺钉全部安装到位，方可启动机器人。
- 8) 上电前应仔细检查外部线缆（如动力线、编码线）是否存在绝缘破损，导致带电部件连接至机器人，操作人员碰触机器人，造成电击。
- 9) 上电后对控制柜内正常运行的元器件检查电压、电流测试，检查控制柜内部电路时，应携带万用表和戴绝缘手套或其他保护设备。
- 10) 电源切断开关的操作装置应容易接近，电柜应安装在维修站台以上0.6~1.9m间，上限值建议为1.7m

1.3.2. 开机中应做到

- 1) 开启控制柜的主开关，确认电柜各指示灯是否正确；
- 2) 手动操作机器人前必须确认机器人读取的各轴位置是否与实际位置一致；
- 3) 手动低速操作机器人各轴（以5%的速度运行），确认各轴零点与软限位是否正常；
- 4) 在使用时，如遇停电而导致动作停止一半而停止，需要立即关闭控制柜上电源开关，等恢复电源后方可开电源使用；

5) 使用中，如遇故障必须停电进行排除故障，严禁自行拆解维修，及时通知调试人员。

3.手动调试应做到

1) 手动示教时，尽可能的站立在安全区域，同时降低机器人的速度并且佩戴安全护具。

2) 当错误的负载定义导致会导致驱动器报警停机，无法运动，直至报警解除才可继续运行。

4.自动运行应做到

1) 自动运行程序前，必须确认机器人零位与各程序点正确，低速（以 5%的速度）手动单步运行到程序末点，确认运行无误后，方可进入自动模式；以低速（以 5%的速度）自动运行一遍后，方可进入高速运行；

2) 当操作人员靠近正在全速运转的机器人时应该佩戴安全护具，应该2人1组进行作业。1人保持可立即按下紧急停止按钮的姿势，另1人则在机器人的动作范围内，保持警惕并迅速进行作业。此外，应确认好撤退路径后再行作业。

3)当机器人已经停止正在等待信号，操作人员需要靠近机器人需要检查机器人时，应佩戴安全护具并检查当前运行速度，并将速度降为最慢才可进入机器人运动范围。

4) 当机器人发生故障停机需要检查控制柜内电路时，应携带万用表和戴绝缘手套。

5) 在自动模式下运行程序，需检查确认机器人的初始速度，避免速度过快导致安全事故的发生。

6) 在自动模式下运行程序，需确认机器人零点位置正确，避免因零点错误而引起的机器人运行位置偏移。

7)严禁开机后直接进入高速自动状态；

1.3.3 安全操作说明

1) 当机器达到软限位时，停止运动时期望停止位置处限定距离为 $s=1/2V*0.3$ (m)。软限位有密码保护，不能随意更改，如有需要可咨询我司，根据现场情况撤销或者修改。

2) 机器人各轴在停止信号发出后，停止时间在 0.3s 之内，停止距离为 $s=1/2V*0.3$ (m)。

3) 在紧急或异常情况下，可立即断电拨开电机抱闸插头，手扶需要运动轴，使用解除抱闸装置，打开需要运动轴的抱闸，即可手动运动机器人。

4) 一个使能装置，采用三段式安全开关，在运行方式手动 T1 或手动 T2 中，确认开关必须保持在中间位置，方可使机器人运动，其他位置位关闭使能。在采用自动运行模式时，安全开关不起作用。

5) 防碰撞保护性停止，系统正常运行和受到一定外力时，即会触发防碰撞保护性停止。如功能不正常工作时，系统会输出报警信息。

6) 系统具有监测功能，使能装置、切换操作方式等功能如非正常状态，系统会输出报警信息，以此确保功能正常。

1.4 以下场合不可使用机器人

机器人不适合以下场合使用：

- 1) 燃烧的环境。
- 2) 有爆炸可能的环境。
- 3) 无线电干扰的环境。
- 4) 水中或其他液体中。
- 5) 运送人或动物。

2 机器人电控系统

机器人电控系统核心部件主要包括：IPC控制器、动力电源、IO模块、示教器、复合线缆等。

2.1 电控柜外观及内部元器件布局

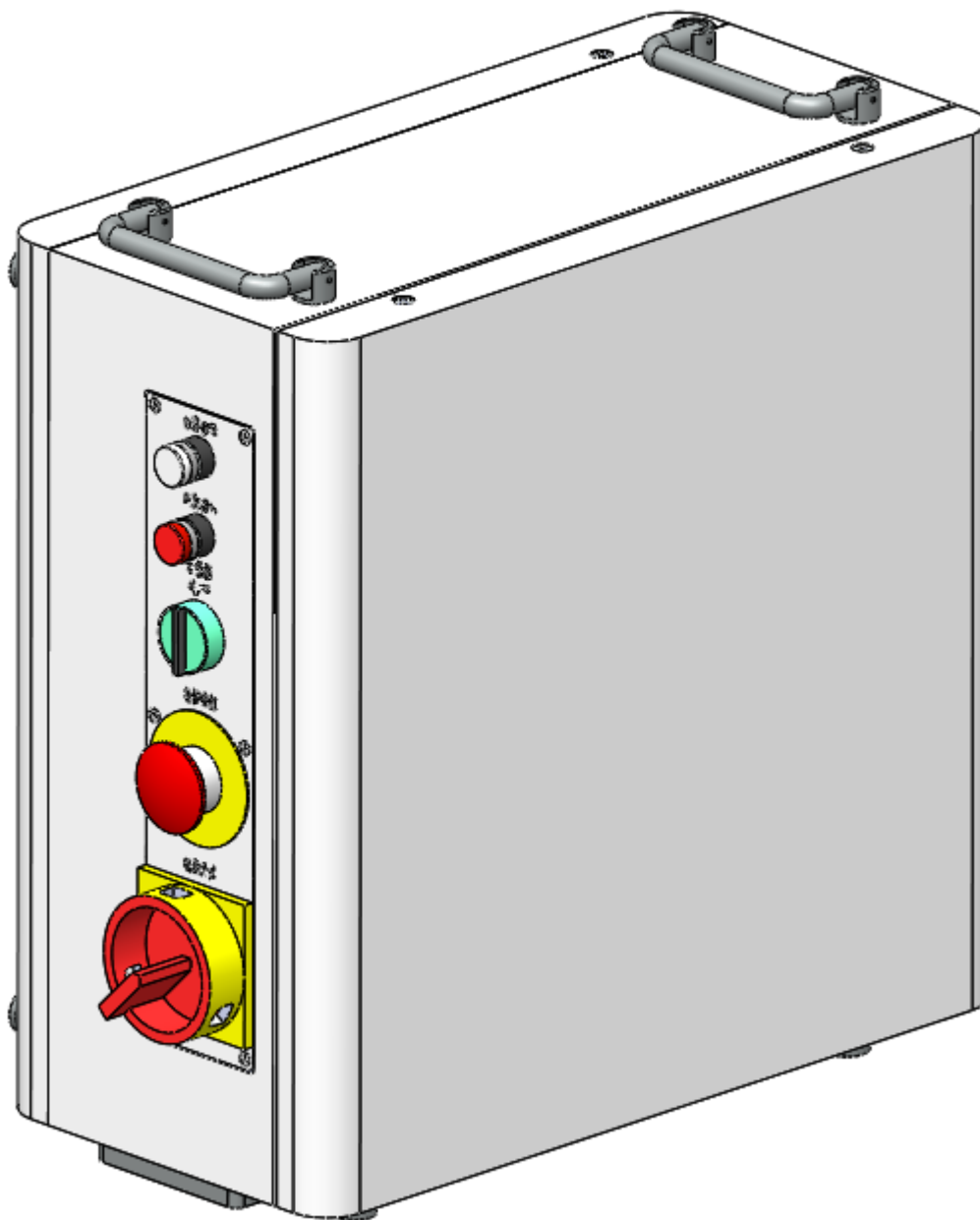


图 2.1 控制柜外观图

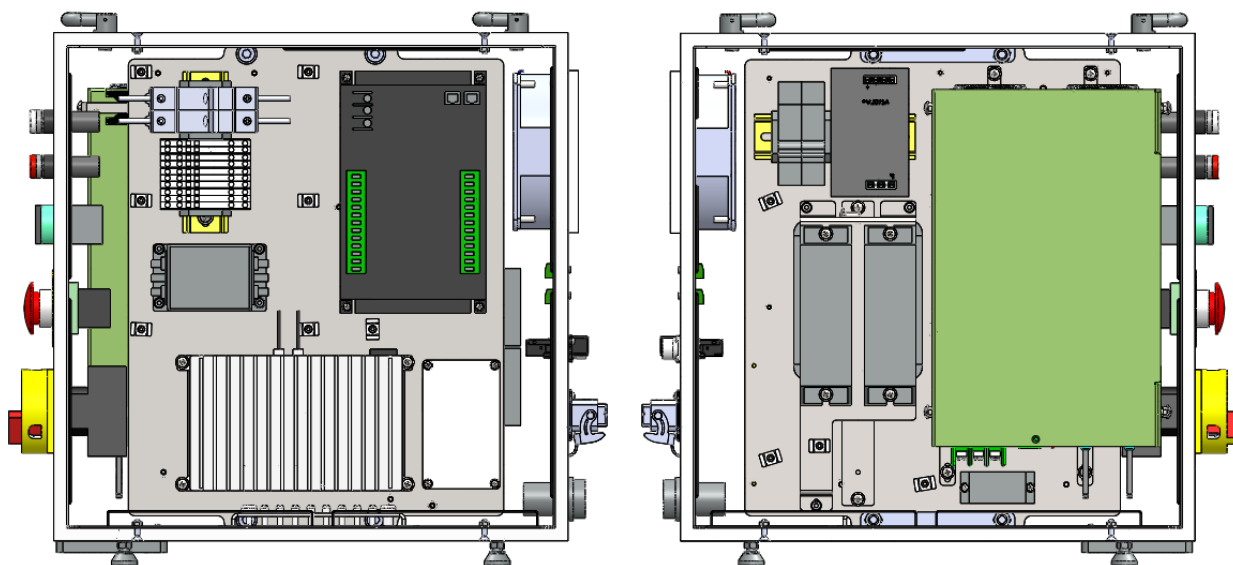


图 2.2 控制柜内部视图

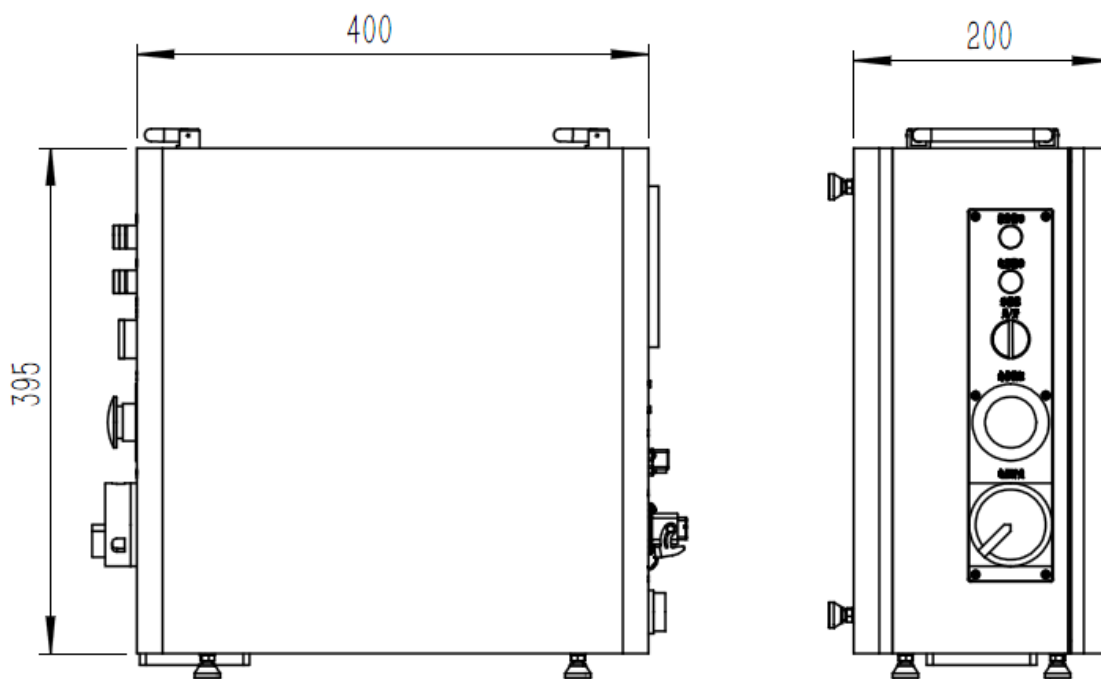


图 2.3 控制柜外观尺寸

HSR-Co610-1400 型 6 轴协作机器人电控柜整体设计上采用直观、方便、稳固的设计理念，为使机器人在使用过程中保证稳定，可靠以及安全地运行，电控柜采用了硬度以及耐久度极高的钢板为原材料，配合镀锌工艺，保证电柜外壳在满足硬度要求的同时，具有抗腐蚀，耐磨损，稳定可靠的保护功能。

2.2 IPC 控制器

IPC 控制器相当于人的大脑，所有程序和算法都在 IPC 中处理完成。该产品采用开放式、模块化的体系结构，以嵌入式工业计算机为平台，搭载实时 Linux 系统，集成了高效的机器人运动控制算法，提供了先进的故障诊断机制。受益于开放式现场总线 EtherCAT 协议，本系统最大可支持 64 轴，并支持外部轴功能。该控制器主要适用于 PUMA、DELTA、SCARA 等标准结构的机器人以及 Traverse、Scissors 等非标准机器人的控制。

IPC-200 控制器接口示意如图 2.4 所示，其接口丰富，包含 NCUC 总线接口、EtherCAT 总线接口、LAN 接口、USB 接口、VGA 接口等，方便用户扩展，接口描述如表 2.1。



图 2.4 IPC 控制器

表 2.1 IPC 控制器接口描述

接口名称	描述	接口名称	描述
POWER	DC24V 电源接口	VGA	内部使用的视频信号口
USB0	USB 3.0 接口	VGA	内部使用的视频信号口
USB1	USB 2.0 接口	NCUC	NCUC 总线接口
LAN0	1000Mbps 千兆网口		
LAN1/ECAT	EtherCAT 总线接口		

IPC-200 控制器安装规格尺寸如图 2.5 所示：

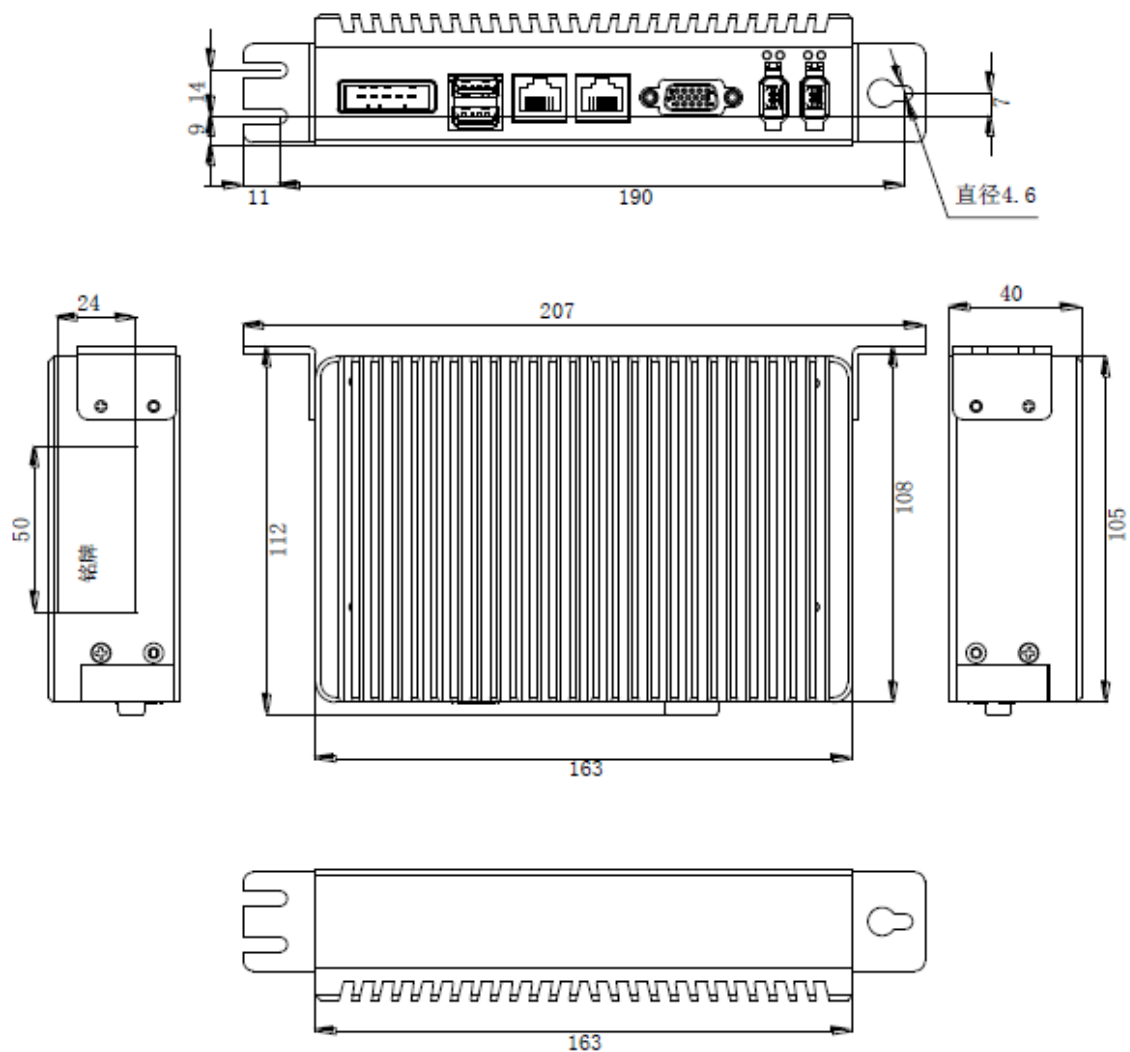


图 2.5 IPC-200 安装规格尺寸图

2.3 动力电源

动力电源为 48V 直流输出电源，为机器人本体电机及驱动器供电，作为驱动关节电机转动的能源。直流 48V 电源内部有温度检测，温度过高时会切断电源输出，确保安全。

■ 特性:

- 交流输入范围180~264VAC
- 交流输入突入电流抑制
- 保护种类：短路/过负载/过电压/过温度
- 内置直流滚轴风扇强制风冷
- 高功率密度7.8w/in³
- DC OK信号输出
- 遥控开关
- 遥感功能
- 通过UL/CUL认证

动力电源实物图如图 2.6 所示，动力电源接原理示意图如 2.7 所示。



图 2.6 动力电源实物图

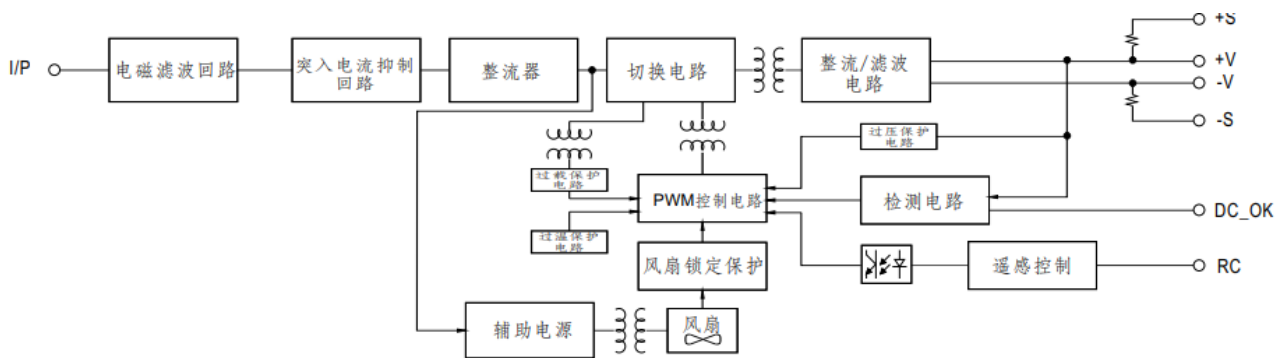


图 2.7 动力电源原理示意图

2.4 总线式 I/O 单元

雷赛 IO 模块构成特征:

EM32DX-E1 单元具有高稳定性、高可靠性的特点，输入输出具有光电隔离，IO 单元符合 EtherCAT 总线规范。



图 2.8 雷赛 IO 实物图

输入特性		输出特性	
IO 端子排	直插	IO 端子排	直插
输入通道数	16 路	输出通道数	16 路
指示灯	1 个绿色 LED/通道	指示灯	1 个绿色 LED/通道
输入类型	低电平输入有效	输出类型	漏型输出, 低电平有效
输入电压	21~27V DC	负载电压	21~27V DC
额定输入电压	24V DC	输出电流	300mA/通道
最大连续电压	30V DC	漏电流	最大 8uA/通道
浪涌	35V DC, 500ms	浪涌电流	2A, 100ms
导通电流	≥4.2mA(15V) 典型值 6.9mA(24V)		
关断电流	≤1.2mA(5V)		
光隔离	500V AC, 1Min	光隔离	500V AC, 1Min
隔离组数	16 组, 单独隔离/通道	隔离组数	16 组, 单独隔离/通道
运行环境			
环境温度	水平安装: 0~55℃		
	垂直安装: 0~45℃		
相对湿度	95%无凝结		
运输/存储环境			
运输/存储温度	-20~70℃		
自由落体 EN60068-2-32	0.3M, 5 次, 产品包装		
相对湿度	95%无凝结		
电磁兼容性			
静电放电 EN61000-4-2	±8KV, 对所有表面的空气放电, ±4KV, 对暴露导电表面的接触放电,		
快速瞬变脉冲 EN61000-4-4	±2KV, 5KHz, 到交流和直流系统电源的耦合网络, ±2KV, 5KHz, 到 I/O 的耦合夹		

雷赛 IO 参数表

功能描述:

- 符合 EtherCAT 级总线规范
- 支持 16 路数字输入 16 路数字输入输出
- 输入输出模块具有光电隔离
- 输入输出均为 NPN 类型，每个开关量均带有指示灯

以上 IO 单元已连接到电控柜外壳供客户使用(图 2.9)。

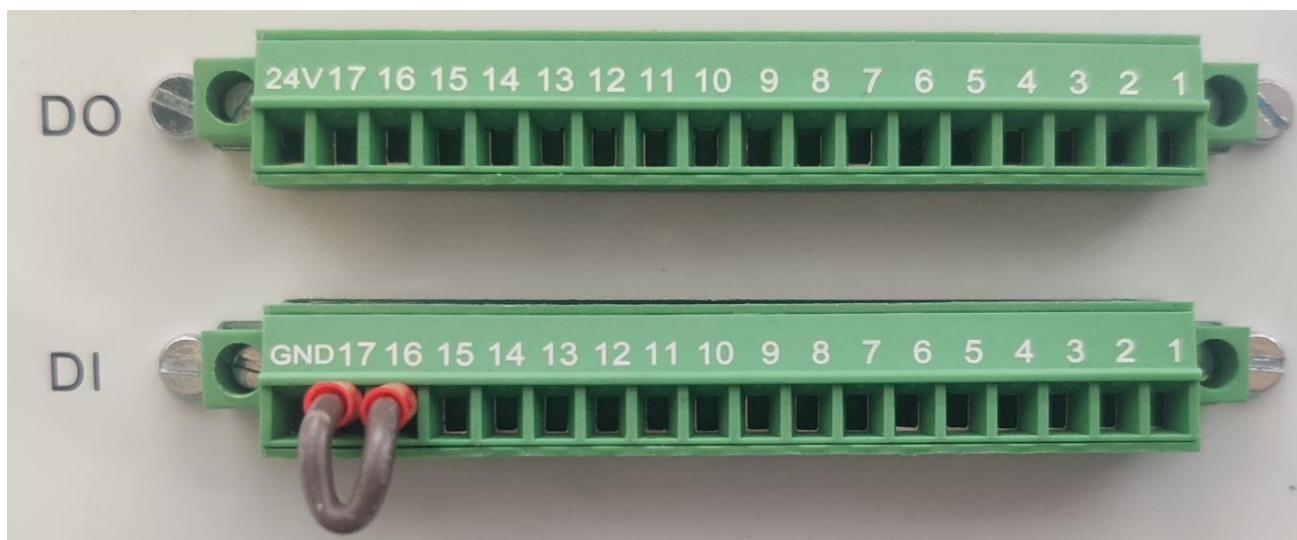


图 2.9 电控柜外壳 IO 连接端子

电控柜 IO 连接端子定义:

电控柜外壳连接端子标记(DO)	电控柜内雷赛 IO	功能
/	OUT00	报警指示灯输出
DO1---DO15	OUT01---OUT15	数字输出
DO16、DO17	/	无
24V	/	24V

表 2.2 DO 端子定义及功能

电控柜外壳连接端子标记(DI)	电控柜内雷赛 IO	功能
DI1---DI15	IN01---IN15	数字输入
DI16、DI17	IN00	急停输入
GND	/	0V

表 2.3 DI 端子定义及功能

2.5 机器人示教器

HSpad 示教器是用于机器人的手持编程器，具有使用机器人所需的各种操作和显示功能，使用手册详见《III 型示教器使用说明书 V1.4.3》，在该说明书中。借助 HSpad，用户可以实现机器人控制系统的主要控制功能：

- 手动控制机器人运动
- 机器人程序示教编程
- 机器人程序自动运行
- 机器人程序外部运行
- 机器人运行状态监视
- 机器人控制参数查看



图 2.10 机器人示教器

HSpad 特点：

- 采用触摸屏+周边按键的操作方式
- 8 寸触摸屏
- 多组按键
- 急停开关

- 钥匙开关
- 三段式安全开关
- USB 接口

示教器具有手动 T1/T2 示教编程模式、自动运行模式和外部运行模式。示教器的机器人系统连接如图 2.11 所示。

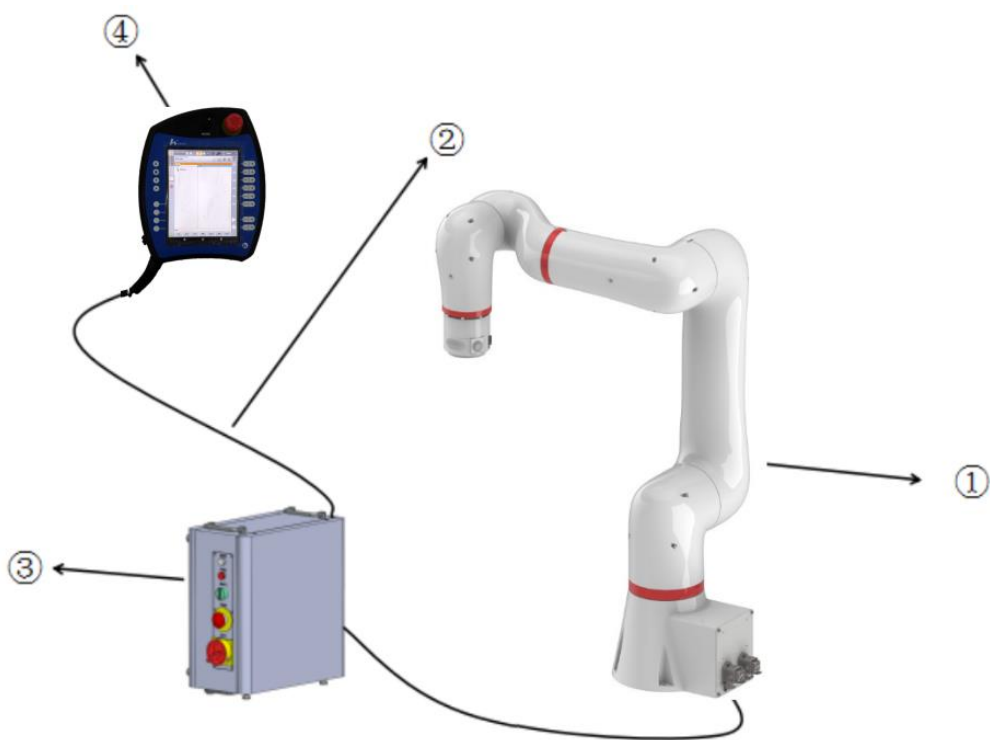


图 2.11 HSpad 与机器人系统连接图

①协作机器人 ②连接线缆 ③控制系统 ④HSpad 示教器

HSpad 示教器参数图:

项目	关键指标	介绍
硬件系统	显示屏	8 寸彩色触摸屏
	外围接口	USB 接口
	外观尺寸	272.2 x 211.9mm
	温度	0~60℃
	电源	24V

功能	手动功能	两档速度安全运行，通过钥匙开关切换
	示教功能	手动示教
	标定功能	支持 4 点/6 点工具坐标系标定，支持工件坐标系标定
	运行调试	单段、连续运行
	工艺包选择	支持码垛工艺、打磨工艺、喷涂工艺
	用户自定义	用户自定义特定按钮

2.6 EtherCAT 总线回路

EtherCAT 总线回路将 IPC、各轴伺服驱动和总线式 IO 连接通讯，如图 2.12 所示：

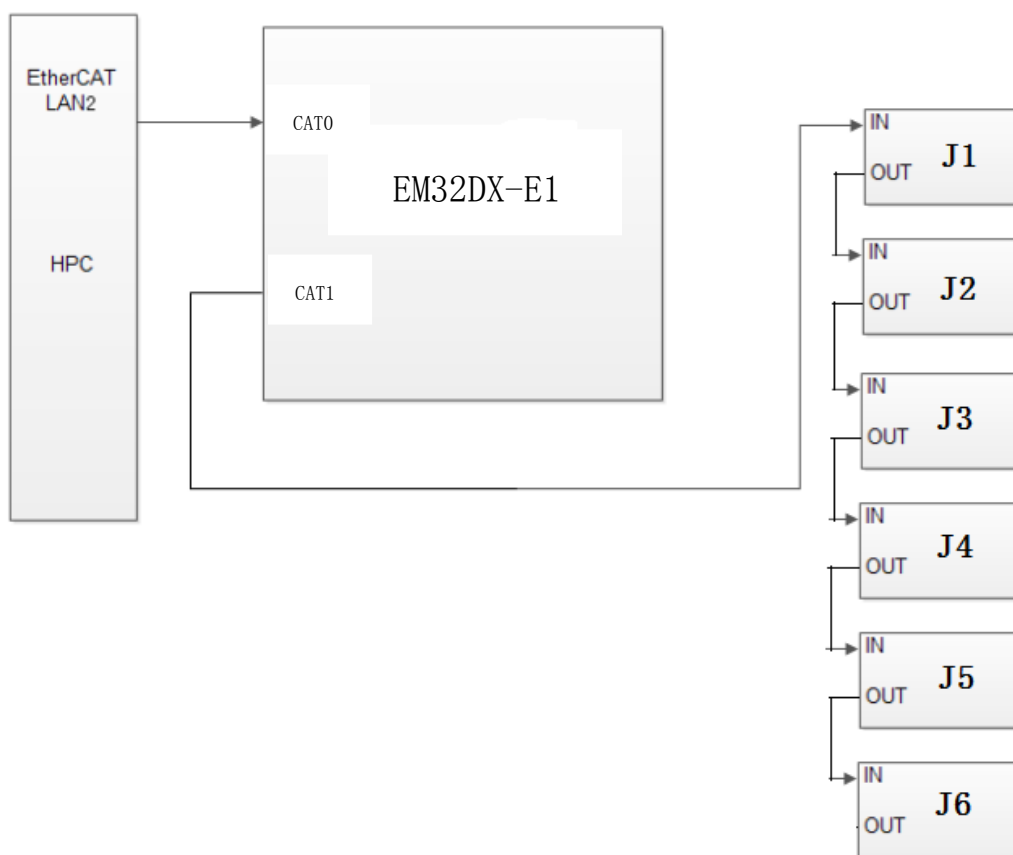


图 2.12 机器人 EtherCAT 总线回路

2.7 连接线缆

2.7.1 Ether CAT 连接线

连接线缆电柜端重载引脚定义如表 2.13 所示。



Pin No.	1	2	3	6
	TD+	TD-	RD+	RD-

表 2.13 连接线缆电柜端重载引脚定义

连接线缆本体端重载引脚定义如表 2.14 所示。



Pin No.	1	2	3	4
	TD+	TD-	RD+	RD-

表

2.14 连接线缆本体端重载引脚定义

2.7.2 本体电源线

电源连接线缆电柜端重载引脚定义如表 2.15 所示。



Pin No.	1	2	3	4
	P48	N24	N48	P24

表 2.15 连接线缆电柜端重载引脚定义

电源连接线缆电柜端重载引脚定义如表 2.16 所示。



Pin No.	1	2	3	4
	P48	N24	N48	P24

表 2.16 连接线缆电柜端重载引脚定义

2.7.3 示教器接线

示教器插座接口引脚定义：

示教器插座接口电气连接图（引脚定义）如图 2.17 所示。

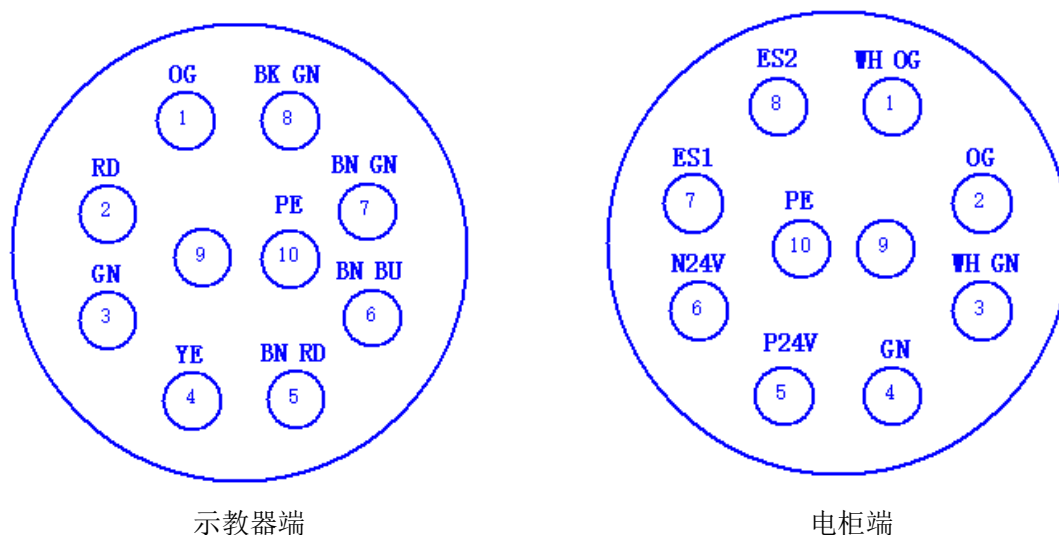


图 2.17 示教器插座接口连接定义

2.7.4 电柜电源线

电柜总电源 220V，使用线径 RVV3*2.5mm² 含黄绿地线电缆接入。电源线直接连到电源切断开关的电源端上，所有引入电源端子都需作出清晰的标记。

电源线所用过电流保护器件，32A 熔断器，对电柜短路起保护作用。

2.8 按钮面板

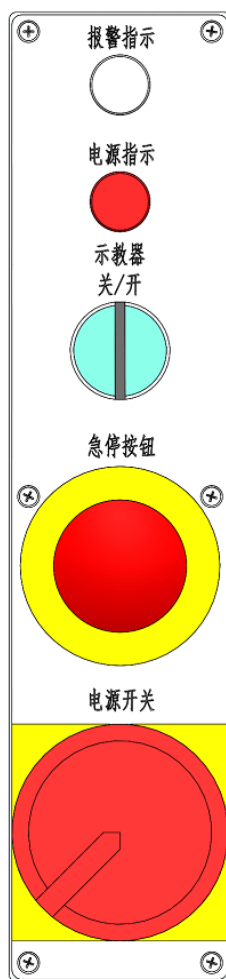


图 2.18 控制柜面板按钮

如图 2.18 为控制柜面板按钮的截图

电源开关：控制隔离开关（QF1），控制整个控制柜的强电供应

急停按钮：急停功能属于类别 0，急停信号输出立刻切除电机动力供电，同时抱闸制动，并再机器人停止后信号一直有效，直到认为复位急停按钮；切断电源有相当于急停功能。

电源指示灯：一次回路和二次回路供电指示

报警指示灯：控制系统报警指示

示教器开关：切断示教器电源

2.9 开关电源

机器人控制柜采用一台（西门子）开关电源，把交流的 220V 转变为直流的 24V 电源，功率为 100W。



系统特性:
100W, 输出 24V
全范围交流输入, (86-264VAC, 115/230VAC)
浪涌保护
空载功耗低
CCC/CE/ROHS

图 2.19 开关电源

2.10 安全防护装置

为了安全或持续运行，设置双回路联锁，多个功能相互联系确保正常的协调。在协作工作方式中，机器人具有防碰撞机制，确保工作人员的人身安全。如需调整或维修时，可切断电源暂停安全保护功能。

失效情况的控制功能，没有采用冗余技术或相异技术，具有编码器数存功能，本体内部电池保证数据不丢失，如电池出现欠压或特殊情况，伺服驱动器会发出报警信号并禁止机器人运行。

2.11 手动引导功能

手动引导在手动模式下按下使能按钮，即可开始手动引导功能。示教器可对速度和位置进行监控，同时关于动力及作用力有限制功能。

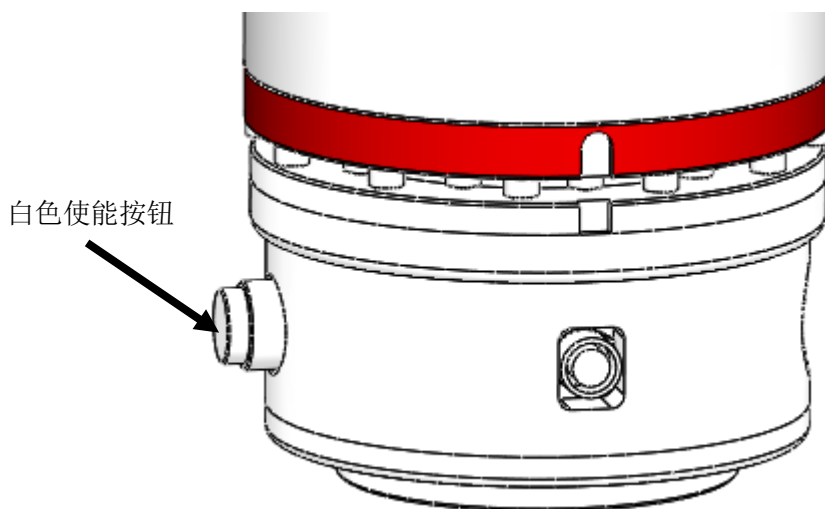


图 2.20 手动引导装置

2.12 机器人末端

2.12.1 指示灯

机器人在末端配有环形指示灯，环形指示灯的位置如图 2.21 所示，其颜色指示含义如表 2.22 所示。



图 2.21 环形指示灯

颜色	工作状态
蓝色	自动模式&外部模式
绿色	手动模式
红色	故障

表 2.22 指示灯含义

2.12.2 工具端输入输出接口

机器人末端配置 M8/8 芯连接器（图 2.23），可提供 2 组数字输入，2 组数字输出。



图 2.23 末端接口-M8 连接器

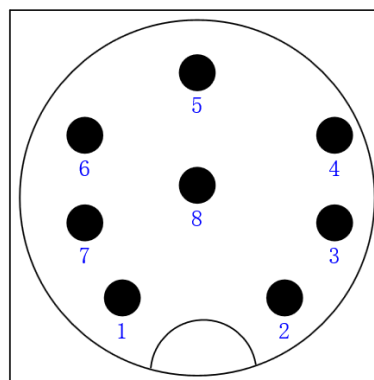


图 2.24 排位图

IO 定义:

Pin	1	2	3	4	5	6	7	8
定义	IN1+	IN1-	IN2+	IN2-	OUT1	OUT2	OUT_COM	/

表 2.25 末端接口 IO 定义

2.12.3 末端 I/O 映射地址

1. 数字输入 DI

DIn01 → 系统数字输入端：#97；
 DIn02 → 系统数字输入端：#96；

2. 数字输出 DO

DOut01 → 系统数字输出端：#97
 DOut02 → 系统数字输出端：#96

2.12.4 末端 I/O 信号端子接线图

1. 数字输入 DI

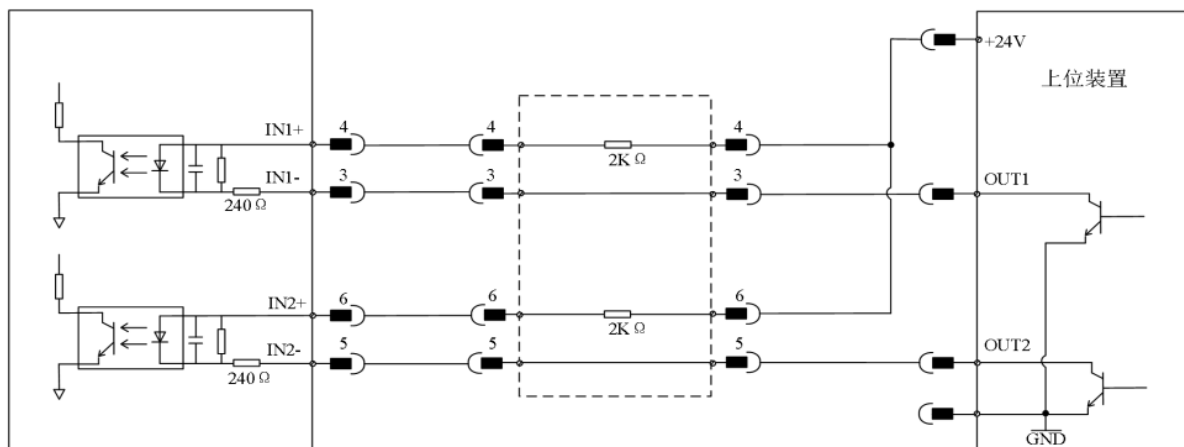


图 2.26 数字输入 DI 连接图

2. 数字输出 DO

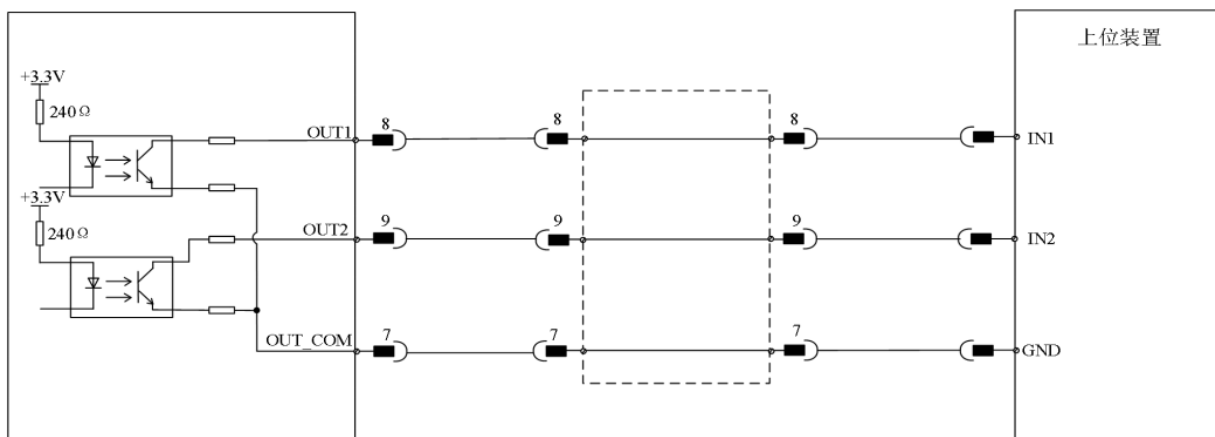


图 2.27 数字输出 DO 连接图

模组内部光耦输出电路最大允许电压、电流容量如下：

- 电压：DC30V（最大）
- 电流：DC50mA（最大）

3 机器人 IO 说明

表 3.1 输入信号分配表（标准）

信号名称	说明	生效方式
iPRG_START	启动程序信号。启动已加载的用户程序运行。	下降沿生效
iPRG_PAUSE	暂停程序信号。暂停用户程序运行。	下降沿生效
iPRG_STOP	停止程序信号。停止用户程序运行并卸载程序。	下降沿生效
iPRG_LOAD	停止程序信号。停止用户程序运行并卸载程序。	上升沿生效
iPRG_UNLOAD	卸载程序信号。该信号为系统备用，目前无作用。	下降沿生效
iENABLE	系统使能信号。	上升沿使能，置 0 断使能
iCLEAR_FAULTS	清除错误信号。	上升沿生效
iSHARED_EN[0]	共享区[0]使能开关。	系统占用，下降沿有效
iSHARED_EN[1]	共享区[1]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[2]	共享区[2]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[3]	共享区[3]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[4]	共享区[4]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[5]	共享区[5]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[6]	共享区[6]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[7]	共享区[7]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[8]	共享区[8]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[9]	共享区[9]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[10]	共享区[10]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[11]	共享区[11]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[12]	共享区[12]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[13]	共享区[13]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[14]	共享区[14]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭
iSHARED_EN[15]	共享区[15]使能开关	上升沿使能打开，置 0 关闭

以上输入均为用户自定义。

表 3-2 输出信号分配表（标准）

信号名称	说明	备注
oROBOT_READY	机器人备妥信号。当同时满足系统初始毕，用户程序处于已加载状态，且已使能时该信号输出。	程序运行中不会输出该信号
oDRV_FAULTS	错误	
oENABLE_STATE	使能状态	
oPRG_UNLOAD	用户程序处于未加载状态	同一时刻下，这些信号有且只有一个信号输出
oPRG_READY	用户程序已加载状态	
oPRG_RUNNING	用户程序运行状态	
oPRG_ERR	用户程序报警状态	
oPRG_PAUSE	用户程序暂停状态	
ols_Moving	机器人正在运动中	
oMANUAL_MODE	系统处于手动模式	
oAUTO_MODE	系统处于自动模式	
oEXT_MODE	系统处于外部模式	
oHOME	当前处于零点位置	
oREF[0]	参考点[0]	
oREF[1]	参考点[1]	
oREF[2]	参考点[2]	
oREF[3]	参考点[3]	
oREF[4]	参考点[4]	
oREF[5]	参考点[5]	
oREF[6]	参考点[6]	
oREF[7]	参考点[7]	
oAREA_OUT[0]	区域[0]输出信号	
oAREA_OUT[1]	区域[1]输出信号	
oAREA_OUT[2]	区域[2]输出信号	
oAREA_OUT[3]	区域[3]输出信号	
oAREA_OUT[4]	区域[4]输出信号	

oAREA_OUT[5]	区域[5]输出信号	
oAREA_OUT[6]	区域[6]输出信号	
oAREA_OUT[7]	区域[7]输出信号	
oAREA_OUT[8]	区域[8]输出信号	
oAREA_OUT[9]	区域[9]输出信号	
oAREA_OUT[10]	区域[10]输出信号	
oAREA_OUT[11]	区域[11]输出信号	
oAREA_OUT[12]	区域[12]输出信号	
oAREA_OUT[13]	区域[13]输出信号	
oAREA_OUT[14]	区域[14]输出信号	
oAREA_OUT[15]	区域[15]输出信号	

以上输出均为用户自定义。

4 常见控制器报警代码说明

故障代码	故障说明	现象或原因	对策
0x40200000010001	一轴前瞻超正限位	一轴处于正限位处或者即将运行到正限位	清除错误，负向点动一轴至限位内
0x40200000020001	一轴前瞻超负限位	一轴处于负限位处或者即将运行到负限位	清除错误，正向点动一轴至限位内
0x40200000030001	一轴前瞻超速度	一轴运行速度超出限制	
0x40200000040001	一轴前瞻超加速度	一轴运行加速度超出限制	
0x65030000	轴达到正限位		
0x65040000	轴达到负限位		
0x65050000	轴超速		
0x65060000	轴超加速		
0x40080000	起点位置与当前位置不匹配	系统故障	
0x80290000	空间点转关节失败	1、点位位于限位外	
0xc0170000	运动到点空间转关节失败	1、点位位于限位外	
0x40060000	平滑运动没有action	平滑处有等待信号	
0x80280000	自动运行未使能	自动模式下运行程序没有使能	清除错误，点击示教器上的使能按钮
0xc0060000	未使能不能停止	点动过程中断开使能	清除错误之后正常操作
0xc0140000	正在运动中	点动过程中连续点击点动按钮的间隔过短	清除报警
0x81f40100	伺服报错	急停报错	

【备注】

- 1、类似报错 0x81f40100 均来自于伺服，可以通过伺服软件查看具体报警信息
- 2、类似超速和超加速报错，可以通过调整运动参数和运动轨迹避免

5 伺服驱动故障代码说明

EtherCAT 错误代码	提示信息	直接原因	可能问题原因	排查建议
0	准备完成	系统正常，无报错信息		
0x7311	电机编码器差值过大	连续两次读取编码器中，两次读取差值过大	1, 错误的编码器配置(类型、参数、分辨率等) 2, 编码器通信受到干扰, 接线异常 3, 电机转速过高 (>9000RPM) 4, 编码器故障、选型错误、安装异常	1, 检查驱动器编码器设置 2, 检查编码器线缆, 安装 3, 核对工况 4, 选择正确的编码器, 正确安装使用编码器
0x7301	霍尔传感器异常	霍尔传感器接口电平全高或全低	1, 霍尔传感器故障 2, 霍尔传感器接线异常 3, 霍尔传感器供电异常 4, 电机故障	检查电机霍尔传感器、接线及电机
0x7121	电机堵转	电机运行状态触发电机堵转设置 1, 电机电流大于堵转电流 2, 满足条件 1 且大于堵转时间 3, 满足条件 2 且小于堵转速度	1, 运行阻力过大, 机械卡死 2, 不合理的额定电流设置 3, 不合理的堵转保护设置 4, 错误的电角度补偿值	1, 检查机械结构, 核算电机力矩 2, 检查额定电流设置 3, 检查堵转保护设置 4, 正确的设置电角度补偿值
0x3210	母线电压过高	母线电压高于最高允许电压设置	1, 电源电压过高 2, 不合理的最高允许电压设置 3, 电机受力方向与运行方向相同, 工作在回馈制动状态 4, 动态制动导致母线电压升高	1, 检查电源 2, 检查最高允许电压设置 3, 使用制动电阻或电源增加泄放或回收功能 4, 使用制动电阻或电源增加泄放或回收功能
0x3220	母线电压过低	母线电压低于最低允许电压设置	1, 电源电压过低 2, 不合理的最低允许电压设置 3, 电源功率不足 4, 电机动力线之间或与外壳短路	1, 检查电源 2, 检查最低允许电压设置 3, 更换合适电源 4, 检查外部接线 5, 使用报错为触发源, 观测电机 UVW 电流
0x2341 0x2342 0x2343	U 相电流超过允许电流 V 相电流超过允许电流 W 相电流超过允许电流	U 或 V 或 W 相电流超过最大单相电流 (关断)	1, U(V、W)相电流超过允许单相电流 2, 不合理的最大单相电流 (关断) 设置 3, 电机动力线之间或与外壳短路	1, 使用报错为触发源, 观测电机 UVW 电流 2, 检查单相电流设置, 应大于等于最大电机电流 (关断) 3, 检查外部接线 4, 检查电流回路 Kp\Ki 设置

			4, 不合理的电流回路 Kp\Ki 设置	
0x2250	电机电流超过允许电 流	电机电流超过最大电 机电流 (关断)	1, 不合理的电流回路 Kp\Ki 设置 2, 不合理的最大电机电流 (关断) 设置 3, 电机动力线之间或与外壳短路	1, 使用报错为触发源, 观测电机 UVW 电流 2, 检查最大电机电流 (关断) 设置 3, 检查外部接线
0x4110	功率部分温度过高	功率器件温度传感器 超过最高允许温度	1, 散热不良 2, 不合理的最高允许温度 3, 额定功率不足应对负载	1, 加强散热 2, 设置合理的最高允许温度 (<70C°) 3, 选择合适的电机、驱动、负载
0x8401	电机速度过高	电机转速超过最大允 许速度 25%	1, 错误的编码器配置 (类型、 参数、分辨率等) 2, 错误的速度环增益、积分 3, 错误的最大允许速度参数	1, 检查编码器设置 2, 从新调节速度环参数 3, 检查最大允许速度
0x8500 0x8400	位置误差过大 速度误差过大	位置误差大于允许最 大误差 速度误差大于允许最 大误差	1, 不合适的速度环增益、积 分参数 2, 不合适的位置环增益 3, 最大允许速度过低 4, 持续电流/峰值电流过低 5, 电机扭矩/功率不足 6, 最大允许误差不合理 7, 不合适的目标位置或目标 速度 8, 负载惯量/阻力过大 9, 电流环参数不合理 10, 错误的电角度补偿值	1, 调节速度环, 使之正确跟随 2, 调节位置环, 使之正确跟随 3, 设置合适的最大允许速度 (>1.2 倍期望速度) 4, 设置更大的合适的持续/峰值 电流 5, 更换合适的驱动器/电机 6, 设置合适的最大允许误差 7, 检查伺服指令是否合理 8, 检查负载情况 9, 核对电流环, 使之正确跟随 10, 正确的设置电角度补偿值
0x7350	未配置电机端编码器	未配置电机端编码器	未配置电机端编码器	检查编码器配置
0x7309	负载端编码器状态位 报错	来自于负载编码器 状态位中的错误位为 1	1, 编码器安装误差过大 2, 运行中码盘端面跳动或同 心度误差过大 3, 未正确使用安装校准工具 校准编码器 4, 编码器工作环境电磁干扰 过大 5, 码盘经历了刮伤或强磁破 坏 6, 码盘粘结有磁性或铁制粉 末污染 7, 编码器供电电压异常	1, 按照编码器手册正确安装编码 器 2, 检查编码器运行中尺寸跳动 3, 正确的使用编码器校准软件对 编码器进行校准 4, 排除可能的强电磁干扰 5, 更换码盘 6, 清洁码盘, 检擦使用环境中可 能存在的粉末 7, 检查编码器供电电压

0x730B	负载端编码器多圈错误	负载端编码器电池或计数异常	1, 电池未连接 2, 电池插头松动、线缆接触不良 3, 电池电压过低 4, 重新连接电池后, 未正确复位编码器 5, 编码器安装误差过大	1, 检查电池连接情况 2, 检查线缆连接、以及可能存在的破损 3, 测量电池电压 4, 确保电池正常下, 重置编码器 5, 按照编码器手册正确安装编码器
0x730D	负载编码器电池低压警告	负载编码器多圈保持用电池电压低于警告电压	1, 电池正常消耗至低压报警 2, 使用了错误的电池 3, 电池线路异常导致过快的损耗	1, 更换新电池并执行正确的复位操作 2, 更换正确的电池并执行正确的复位操作 3, 检查线缆, 更换新电池并执行正确的复位操作
0x730F	负载编码器电池错误	负载编码器多圈保持用电池电压低于工作电压	1, 电池消耗至低压报警后并继续使用消耗至错误报警 2, 使用了错误的电池 3, 电池线路接触不良 4, 未连接电池	1, 更换新电池并执行正确的复位操作 2, 更换正确的电池并执行正确的复位操作 3, 检查线缆, 更换新电池并执行正确的复位操作 4, 安装电池并执行正确的复位操作
0x7314	负载编码器电池重置	负载编码器经历过电池更换	1, 负载编码器经历过电池更换操作 2, 负载编码器电池接线松动	1, 执行正确的复位操作 2, 检查负载编码器连线, 执行正确的复位操作
0xF004	EtherCAT 初始化错误	EtherCAT 程序初始化自检未通过	1, 烧录了错误的驱动器固件 2, 烧录了错误的 EtherCAT XML 配置文件 3, EtherCAT 相关硬件故障	1, 检查驱动器烧录固件 2, 检查烧录的 EtherCAT XML 配置文件 3, 更换驱动器



扫码了解更多

中英官网：www.hsrobotics.cn

服务热线：400-9655-321

佛山华数机器人有限公司

Foshan Huashu Robotics Co.,Ltd.

地址：广东省佛山市南海高新区桃园东路19号

邮编：528234

电话：0757-81991729

传真：0757-81991726

Email: huashu@hzncc.com

重庆华数机器人有限公司

Chongqing Huashu Robotics Co.,Ltd.

地址：重庆市北碚区水土云汉大道5号附69号

邮编：400714

电话：023-88026882

传真：023-88537332

Email: huashu@hzncc.com

深圳华数机器人有限公司

Shenzhen Huashu Robotics Co.,Ltd.

地址：深圳市南山区高新园南区华中科技大学深圳产学研基

地A座十一层A1101-1103

邮编：518000

电话：0755-26733753

Email: sz-adm@hzncc.com

泉州华数机器人有限公司

Quanzhou Huashu Robotics Co.,Ltd.

地址：福建省泉州市经济技术开发区崇宏街288号

邮编：362000

电话：0595-28857688

传真：0595-28857688

Email: quanzhou@hzncc.com