

HSR-HC403-C30 工业机器人

机械电气操作维护手册



前言

本系列说明书介绍了 HSR-HC403-C30 型 4 轴工业机器人的机械电气组成及各部分的功能和示教器、伺服驱动器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。

在 HSR-HC403-C30 型 4 轴工业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。

重庆华数机器人有限公司

本手册所含内容若有变更，恕不另行通知。本手册所含内容不可视作华数的承诺；华数对本手册可能出现的任何错误不承担责任。

华数对本文档及其所含信息保留所有权利。未经明确许可，严禁复制、使用本文档或将其内容透露给第三方。



本说明书对 HSR-HC403 机器人的搬运、安装、运行、保养维修进行了全面的说明，在操作机器人前，请务必认真阅读并充分理解本说明书进行相应作业。



本说明书中的图解，有的为了说明细节取下外壳进行绘制，运转此类部件时，务必按照规定将盖子或安全罩还原后，按照说明书进行运行。

说明书中的图及照片，为示意图片，实物可能与图片有所不同。

说明书有时由于产品改进、规格变更及说明书自身改进等原因进行适当修改，修改后的版本号在扉页中。

由于破损、丢失等原因需订购说明书时，请与本公司联系。

客户擅自进行产品改造，不在本公司保修范围内，本公司概不负责。



操作机器人前请按下 HSR-HC403 控制柜及示教器上的急停按钮，确认机器人的急停功能正常，此时示教器使能图标变红，并显示报警信息。

紧急情况下若急停功能失效，则可能造成重大的财产损失及伤亡事故。

急停按钮



解除急停后，需清除因急停造成的报警，机器人方可运行。





解除急停



注意 HSR-HC403 机器人上的警告标识。

警告标识的说明

以下警告粘贴在 HSR-HC403 机械本体上，使用机器人时请遵循标识，并在日常维护中保持标识清晰。

	<p> 警告 WARNING 注意危险 禁止碰触</p>
	<p> 警告 WARNING 禁止进入机器人 活动范围以内!</p>

请勿进入机器人运动范围，或将肢体置于机器人各轴间，否则容易造成撞击、夹伤等严重伤害，甚至危及生命安全。

目 录

第 1 篇	I
1 安全	1
1.1 机器人安全使用须知	1
1.1.1 进行调整、操作、保全等作业时的安全注意事项	1
1.1.2 机器人本体的安全对策	3
1.2 机器人的转移、转让、变卖	6
1.3 机器人的废弃	7
2 机器人基本说明	8
2.1 型号规格说明	8
2.2 机械系统组成	9
2.3 机械性能参数	9
2.3.1 机器人性能参数	9
2.3.2 机器人外形尺寸和最大运动范围	11
2.3.3 机器人动作区域	12
3 机器人搬运与安装	13
3.1 搬运	13
3.1.1 机器人本体搬运	13
3.1.2 控制柜搬运	14
3.1.3 运输	15
3.2 安装	16
3.2.1 安全围栏的设置	17
3.2.2 安装注意事项	18
3.2.3 机器人安装环境	20
3.2.4 机器人安装尺寸	21
3.2.5 安装示例	23
3.3 机器人负载规格	24
3.3.1 初步估算力矩	25
3.3.2 初步估算惯性矩	25
3.4 零点校对	27
4 保养维修	29
4.1 维修检验项目及周期	29
4.2 作业步骤与注意事项	31
4.2.1 电池更换	31
4.2.2 管线包的维护	33
4.2.3 更换润滑油	33
4.3 电机抱闸的强制解除（选配件）	35
4.4 维护区域	36
5 本体基本故障排除	37
5.1 故障种类	37

5.2 故障原因分析.....	38
5.3 各个零部件故障的判定方法和处理方法.....	38
5.3.1 减速机.....	38
5.3.2 电机.....	39
5.4 应急处理措施.....	39
6 推荐优先选用的备件.....	40
7 机器人报废处理注意事项.....	41
8 附录.....	42
第 2 篇	II
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 试车安全对策.....	5
1.1.4 自动运转的安全对策.....	6
1.1.5 紧急停止.....	6
1.2 以下场合不可使用机器人.....	7
1.3 安全操作规程.....	8
1.3.1 操作前准备.....	8
1.3.2 示教和手动机器人.....	8
1.3.3 生产运行.....	9
1.3.4 关闭机器人.....	9
2 电控系统	10
2.1 控制柜.....	11
2.1.1 控制器.....	11
2.1.2 伺服驱动器.....	12
2.1.3 IO 单元	15
2.1.4 EtherCAT 总线回路	16
2.1.5 操作指示面板	17
2.1.6 断路器	17
2.1.7 控制电源	18
2.2 本体-控制柜连接线缆.....	19
2.3 本体信号线.....	20
3 快速操作入门	21
3.1 上电准备.....	21
3.2 系统上电.....	21
3.3 手动模式选择.....	21
3.4 坐标系选择.....	22
3.5 手动速度调整.....	22
3.6 手动使能.....	22
3.7 轴操作.....	23
3.8 系统下电.....	23
4 检修及维护	24

4.1 检修注意事项.....	24
4.2 检修项目.....	24
4.3 更换电池.....	26
4.4 零点位置校准.....	26
5 IO 单元信号说明	29
5.1 IO 信号配置.....	29
5.2 IO 电气连接.....	30
6 常见示教器报警处理.....	32
7 常见伺服驱动器报警处理.....	34
8 应急处理措施	36
8.1 分离人员与带电体.....	36
8.2 急救措施.....	36
售后服务联系方式.....	XXXVII
维修记录	XXXVIII

第 1 篇

机械操作维护手册

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。



表示处理有误时，会导致使用者死亡或者负重伤，且危险性非常高的情形。



表示处理有误时，会导致使用者死亡或者负重伤的情形。



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。

1.1.1 进行调整、操作、保全等作业时的安全注意事项

- 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) 必须切断电源后，方可进入机器人的动作范围内进行作业。
- 4) 有时，检修、维修保养等作业必须在通电状态下进行。此时，应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。



机器人事故以下列情况居多：

- 1、未确认机器人的动作范围内是否有人，就执行了自动运转。
- 2、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。
- 3、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”一般有以下几种：

- 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、联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。



小心，机器人运行过程中勿靠近机器人。



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。



危险

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), 监视安全状况。



警告

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



重要

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。



警告

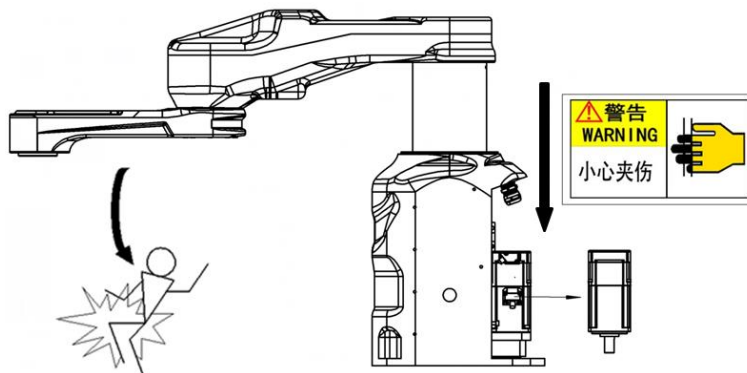
机器人的主体为多关节的机械臂结构, 动作中的各关节角度不断变化。进行示教作业必须接近机器人时, 请注意不要被关节部位夹住。各关节动作端设有机械挡块, 被夹住的危险性很高, 尤其需要注意。

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进行作业。

没有固定机械臂便拆除马达, 机械臂有可能会掉落, 或前后移动。请先固定支撑机械臂, 然后再拆卸马达。



警告





注意

在末端执行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。

此外，不得使用生锈或有污垢的螺栓。

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。



注意

设计、制作末端执行器时，控制在机器人手腕部位的负荷容许值范围内。



注意

应采用故障安全防护结构，即使末端执行器的电源或压缩空气的供应被切断，也不致发生把持物被放开或飞出的事故，并对边角部或突出部进行处理，防止对人、对物造成损害。



注意

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。



注意

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。

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。



注意

大型系统中由多名作业人员进行作业，必须在相距较远处作交谈时，应通过使用手势等方式正确传达意图。

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。

产业用机器人手势法（示例）



<p>1. 接通</p>  <p>做出接通开关的动作。</p>	<p>2. 不行! 断开</p>  <p>右手高举, 左右大力地挥动。</p>
<p>3. 可以吗(确认)</p>  <p>右手向前高高地举起。</p>	<p>4. 可以(OK)</p>  <p>右手向前高高地举起, 拇指和食指合成一个圈。</p>
<p>5. 稍等</p>  <p>右手朝向对方的方向, 手臂水平伸展。</p>	<p>6. 离开</p>  <p>右臂水平伸展, 并向左侧挥动。</p>



作业人员在作业中, 也应随时保持逃生意识。
必须确保在紧急情况下, 可以立即逃生。



时刻注意机器人的动作, 不得背向机器人进行作业。
对机器人的动作反应缓慢, 也会导致事故发生。



发现有异常时, 应立即按下紧急停止按钮。
必须彻底贯彻执行此规定。



应根据设置场所及作业内容, 编写机器人的起动方法、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。并按照该作业规定进行作业。
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。



注意

不需要使机器人动作和操作时，请切断电源后再执行作业。



注意

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。



注意

对于已经完成的程序，使用存储保护功能，防止误编辑。



注意

示教作业完成后，应以低速状态手动检查机器人的动作。

如果立即在自动模式下，以100%速度运行，会因程序错误等因素导致事故发生。



注意

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，会导致摔倒等事故发生。

确保安全首先从整理整顿开始。

1.2 机器人的转移、转让、变卖



注意

机器人转移、转让、变卖时，必须确保操作说明书、维修保养说明书等机器人附属文件类移交给新的使用者。

转移、转让、变卖到国外时，客户必须负责准备适当语言的操作维修保养说明书，修改显示语言，并保证符合当地法律规定。

新使用者由于没有阅读使用说明书而进行错误操作或不安全作业，会导致事故发生。



注意

机器人转移、转让、变卖到国外时，最初出售时的合同条款若无特别规定，则包含与安全有关的条款不得由新承受人继承。

原客户与新承受人之间，必须重新签订合同。

1.3 机器人的废弃



注意

请勿分解、加热、焚烧用于控制装置、机器人主体的电池。否则会发生起火、破裂、燃烧事故。



注意

请勿将控制装置的基板、组件等分解后再废弃。
破裂或切口等尖锐部分及电线等可能会造成伤害。



注意

电缆线、外部接线从连接器、接线盒拆除后，请勿作进一步分解再废弃。否则可能因导体等导致手或眼受伤。



注意

进行废弃作业时，请充分注意不要被夹伤、受伤。



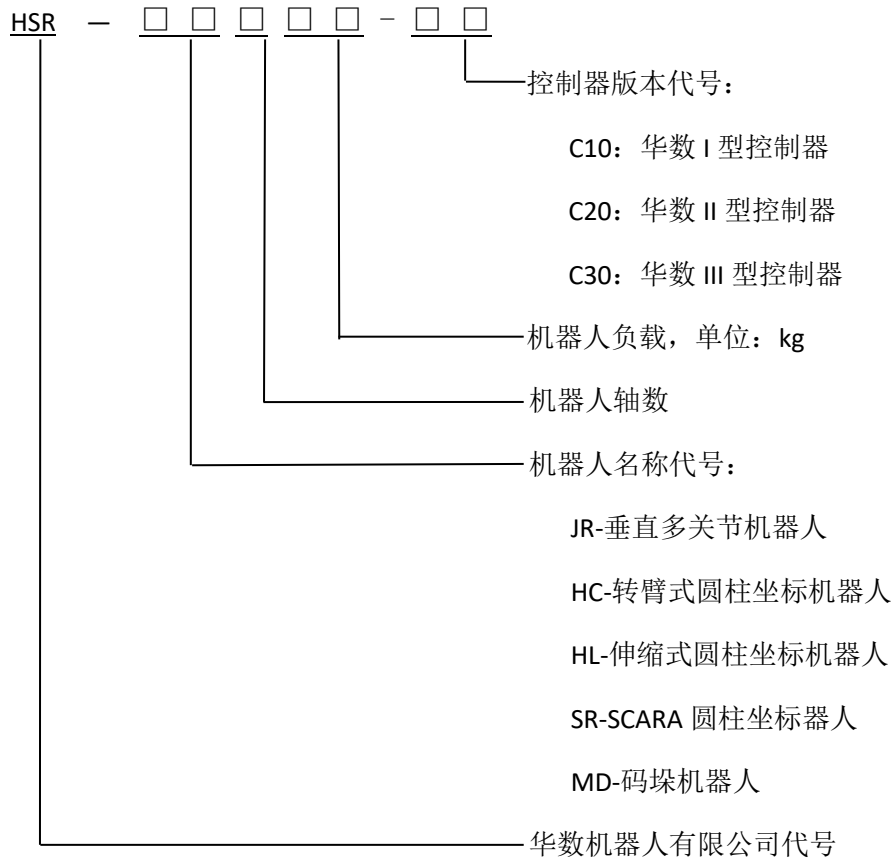
注意

废弃品应在安全状态下废弃。

2 机器人基本说明

2.1 型号规格说明

公司机器人型号说明如下：



2.2 机械系统组成

机器人机械系统是指机械本体组成，机械本体由底座部分、大臂、小臂部分、手腕部件和本体管线包部分组成，共有 4 个马达可以驱动 4 个关节的运动实现不同的运动形式。图 2-1 标示了机器人各个组成部分及各运动关节的定义。

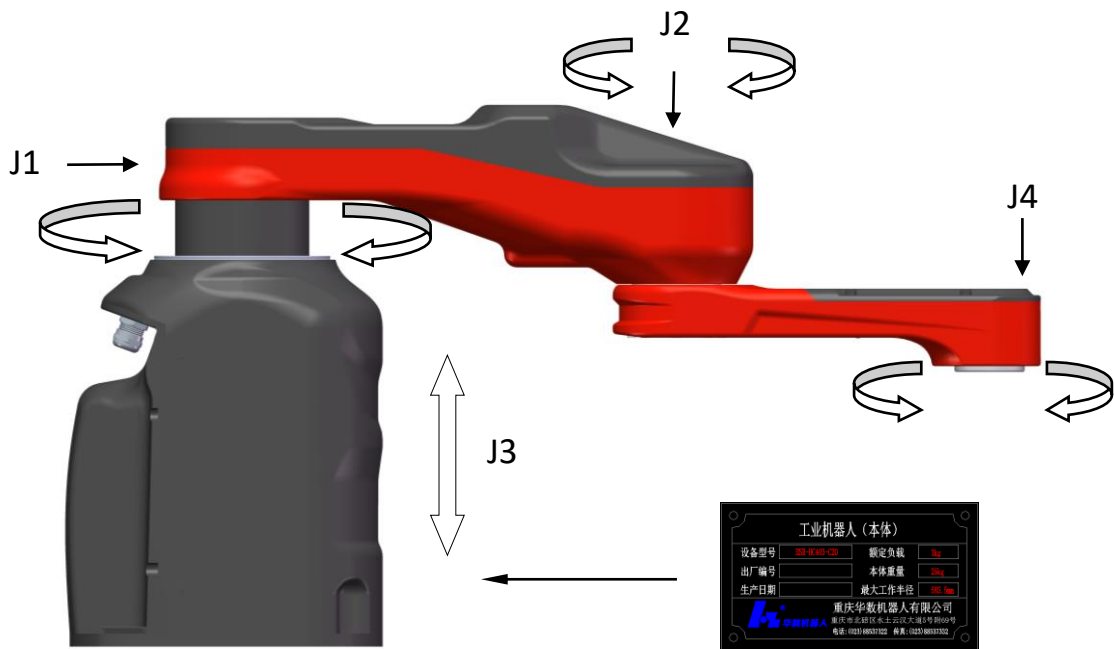


图 2-1 机器人机械系统组成图

2.3 机械性能参数

2.3.1 机器人性能参数

机器人性能参数主要包括工作空间、机器人负载、机器人运动速度、机器人最大动作范围和重复定位精度。

1) 机器人工作空间

参考国标工业机器人词汇（GB/T 12643），定义工作空间为机器人运动时手腕参考点（J4 轴线与 J5 轴线的交点）所能达到的所有点的集合。（该 HSR-HC403 机型工作空间为机器人运动时末端法兰参考点（末端法兰圆心）所能达到的所有点的集合）

2) 机器人负载设定

参考国标工业机器人词汇（GB/T 12643），定义末端最大负载为机器人在工作范围内的

任何位姿上所能承受的最大质量。

3) 机器人运动速度

参考国标工业机器人性能测试方法（GB/T 12645），定义关节最大运动速度为机器人单关节运动时的最大速度。

4) 机器人最大动作范围

参考国标工业机器人验收规则（JB/T 8896），定义最大工作范围为机器人运动时各关节所能达到的最大角度。机器人的每个轴都有软、硬限位，机器人的运动无法超出软限位，如果超出，称为超行程，由硬限位完成对该轴的机械约束。

5) 重复定位精度

参考国标工业机器人性能测试方法（GB/T 12642）。

机器人性能参数表如表 2-1 所示。

表 2-1 机器人性能参数表

HSR-HC403-C30		
产品型号	HSR-HC403-C30	
自由度	4	
最大负载	3kg	
最大运动半径	585mm	
重复定位精度	±0.02mm	
运动范围	J1	±140°
	J2	±140°
	J3	0-130mm
	J4	±360°
额定速度	J1	225° /S、3.95rad/s
	J2	225° /S、3.95rad/s
	J3	500mm/S
	J4	360° /S、6.28rad/s
最大速度	J1	375° /S、6.54rad/s
	J2	375° /S、6.54rad/s
	J3	1000mm/S
	J4	588° /S、10.26rad/s
容许惯性矩	J4	0.03kg m ²
容许负荷扭矩	J4	6.4Nm
适应环境	温度	0℃-45℃
	湿度	20%-80%
	其他	避免与易燃易爆或腐蚀性气体、

		液体接触, 远离电子噪声源 (等离子)
防护等级	手臂 IP65, 升降轴 IP54	
安装方式	地面、桌面、工作台面	
本体重量	25kg	

2.3.2 机器人外形尺寸和最大运动范围

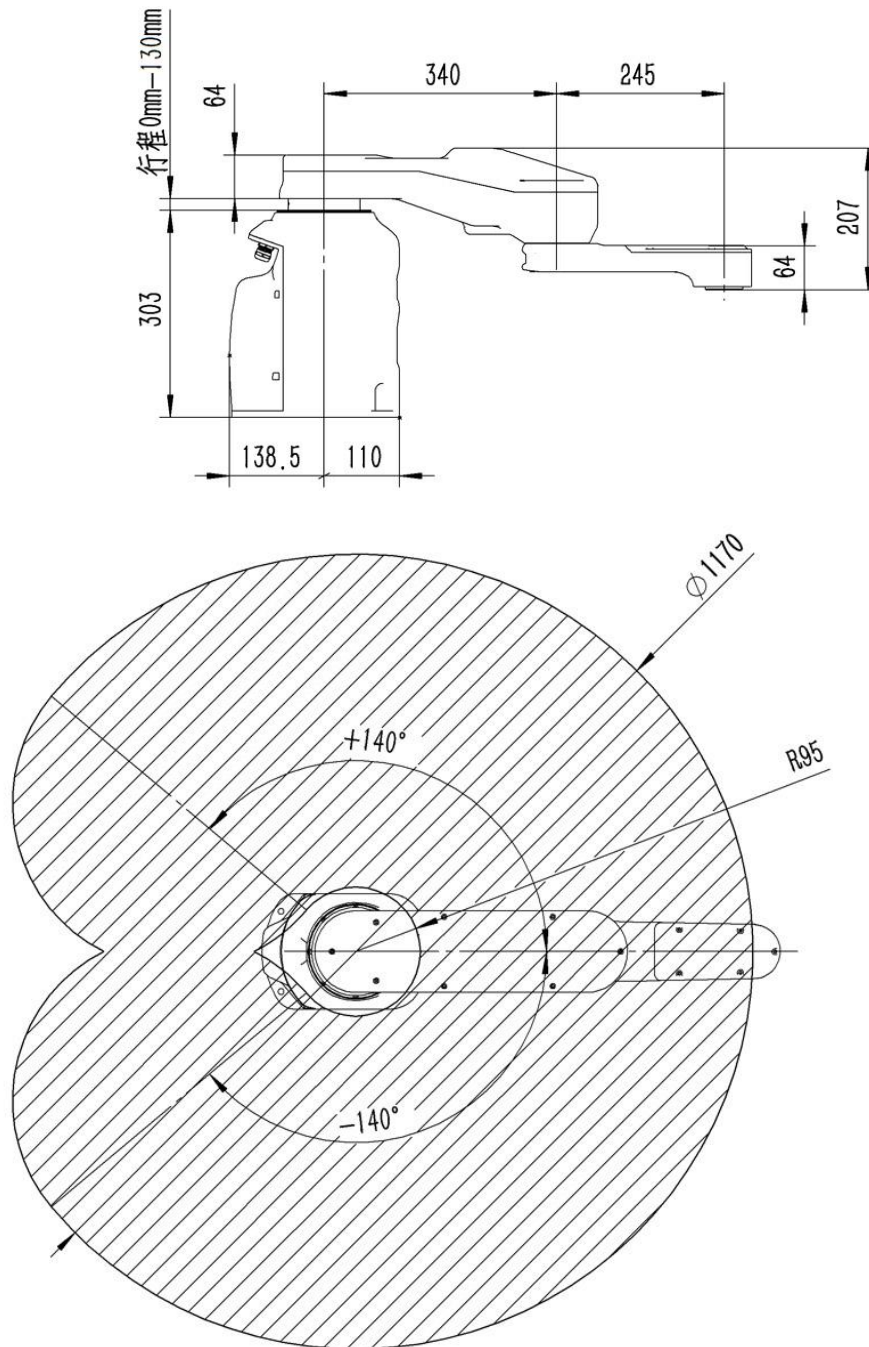


图 2-2 机器人工作空间图

2.3.3 机器人动作区域

出于安全原因限制动作区域时，务必通过脉冲范围和机械挡块进行设置。否则，可能会导致严重的安全问题。

通过以下二种方式设定动作区域：

1. 基于系统软限位范围的设定（所有机械臂）
2. 基于机械挡块的设定

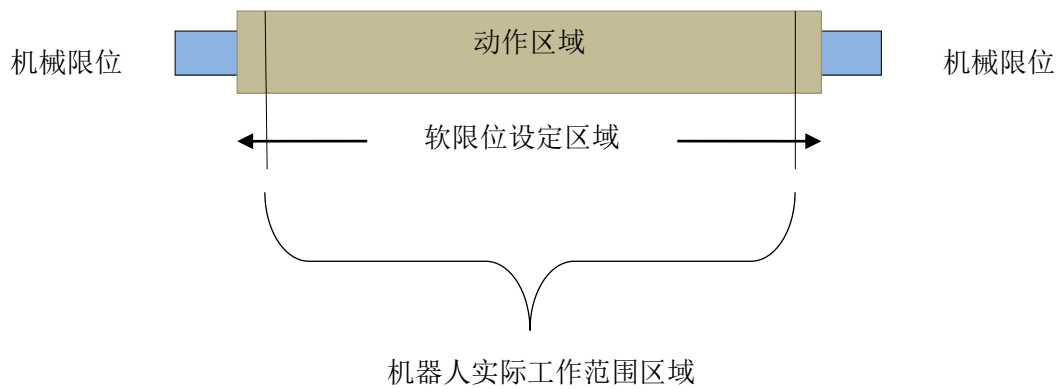


图 2-3 机器人动作区域

3 机器人搬运与安装

3.1 搬运



必须由具有挂钩、起重作业、叉车等作业资格的人员进行机器人和控制装置的搬运作业。由未掌握正确技能的作业人员实施搬运作业，可能导致翻倒、掉落等事故发生。



搬运机器人和控制装置时，请按维护手册中记载的方法，确认重量和步骤后再行作业。如不能按照指定方法进行作业，可能使机器人和控制装置在搬运过程中翻倒或掉落，从而导致事故发生。



进行搬运和安装作业时，应注意避免损坏配线、电机等。此外，在装置装配结束后，应采取加盖防护罩等防护措施，而避免作业人员、叉车等损坏配线。



进行搬运和安装作业时，应确保起重设备及叉车设备状态，保证安全无故障。

3.1.1 机器人本体搬运

使用叉车搬运前，先用示教器将机器人各关节轴运行至表 3-1 所述角度，达到运输姿态。建议卸掉机器人所带外设负载后，再进行搬运。

把机器人搬运放置在运输托盘上（机器人本体重量为 25kg），人工搬运机器人时应注意脚下，避开障碍物，机器人落放托盘时应平稳低速。固定机器人之前，请用泡沫垫块支撑机器人前端以确保平衡，避免机器人因重心不稳翻到而导致工人受伤和机器人损坏。

表 3-1 本体搬运各轴角度

轴数	角度
一轴	0°
二轴	-140°
三轴	0mm
四轴	0°

将机器人本体放置在运输托盘的相应位置,再用 4 颗 M6x45 的外六角圆柱头自攻螺钉(配平垫圈)通过机器人安装孔将机器人锁固在托盘底板上,如图 3-1 所示,锁固牢固可靠无松动,打好防松标记,使用叉车叉入托盘后可搬运移动。

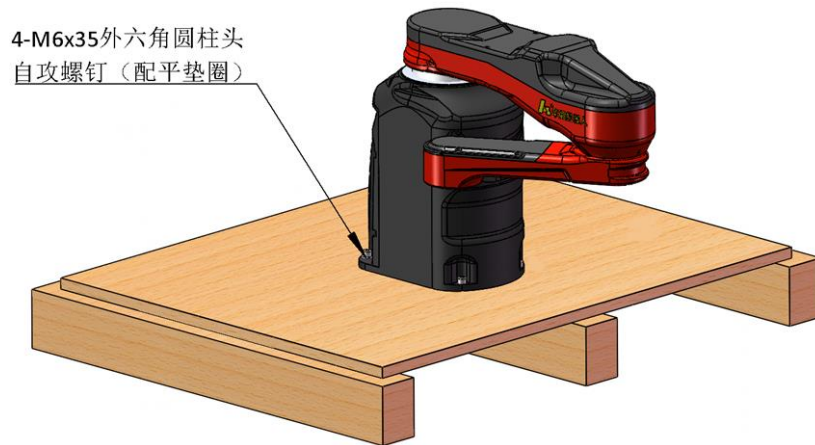


图 3-1 机器人本体固定

3.1.2 控制柜搬运

搬运电柜所用的吊环已经安装在控制柜上,按照图 3-1 控制柜吊装示意图所示吊装控制柜,起吊前确认:

- 电柜重量 38kg, 确认吊装绳是否能够承载电柜重量。
- 确认吊环无松动。
- 周围无干涉物。

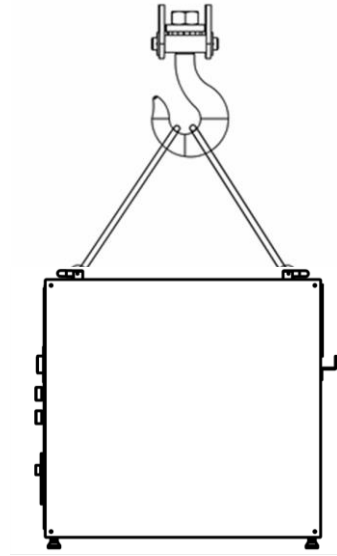


图 3-1 控制柜吊装示意图

以较慢的速度运行行车，将控制柜平稳的吊运到安装地点。

3.1.3 运输

拆箱检查

- 检查包装箱情况有无破损
- 核查清单列表
- 检查机器人是否存在损伤情况

卸货搬运

- 检查运输过程中包装箱是否有损坏风险
- 应安排从事特种作业人员使用行车或叉车等专用特种设备进行机器人的搬运作业
- 搬运前务必检查搬运设备的运行状态，保证安全无故障
- 清理搬运途径上的杂物
- 在搬运作业时，警示无关人员远离运输区域，禁止站在作业区周围围观提升机械臂，并在作业区域放置安全警示标识

在对 HSR-HC403-C30 工业机器人实施运输和存放过程中，应采取适当的预防措施；应在 -25℃ 到 55℃ 温度范围内运输和存放。不得强烈颠簸、振动、冲击和碰撞应采取防潮措施，以免损坏电气设备。

拆卸机器人底座固定螺栓时，请进行支撑，以防机器人翻倒。若未提供支撑而拆卸设置螺栓，则可能会因机器人跌落而导致夹住手脚。

吊起机器人时，请用手扶住以确保平衡。起吊不稳则可能会因机器人掉落而导致重伤或重大损害，非常危险。

开箱与移设期间，请避免对机器人的机械臂和电机施加外力。长距离运输机器人时，需将其固定至托盘以防机器人倾翻。必要时，采用交货时的包装箱运输。

如果机器人在运输/保管期间产生结露，则请在消除结露之后打开电源。

若要将长期保管之后的机器人再次组装到机器人系统中使用时，请进行试运转，确认没有异常之后切换为正规运转。

3.2 安装



请设置安全栏。否则有可能发生人身伤害、设备损坏等事故。机器人要放置在即使机器人手臂伸到最长，其手腕部的工具和工件也不会碰到墙壁、安全围栏的位置。否则有可能发生人身伤害、设备损坏等事故。

机器人不固定，不能进行通电和运转。否则有可能发生倾倒、人身伤害、设备损坏等事故。



不要安装或运转有损坏、缺少零件的机器人。误动作有可能引起人身伤害、设备损坏等事故。设置完成后，在最初通电前请务必取下搬运固定夹具。有可能发生驱动部分损坏事故。



进行搬运和安装作业时，应确保起重设备及叉车设备状态，保证安全无故障。

3.2.1 安全围栏的设置

安全围栏：

ISO13857：请参照 Safety of machinery –Safety distances to prevent danger zone being reached by the upper limbs.



中华人民共和国国家标准 GB11291-XXXX 《工业机器人安全规格（报批稿）》中 7.3 节关于安全防护装置规定：“工业机器人在自动运转时，因操作者有接触机器人的危险，所以必须设有防止操作者靠近的防护栏等安全措施”。

为避免机器人运转中造成设备损坏、操作者及周围人员人身伤害，请务必设置安全栏。安全围栏的尺寸建议大于1300x1200x550mm，限定安全围栏>工作空间。

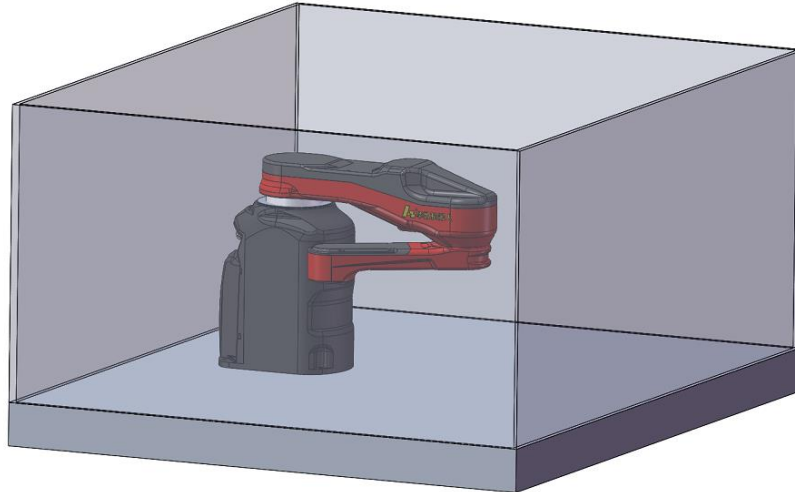


图 3-3 安全围栏示意图



安全防护栏 应具备不易翻越、不易移动的结构。此外，在门上必须安装安全锁，非经授权的人员不能打开安全锁。如不遵守上述事项要求，作业区域可以轻松随意进出，则非常容易发生危险。



打开安全锁或打开安全防护栏时，设计配线必须确保机器人的伺服电源（运转准备）处于OFF状态。作业人员试图进入作业区时，机器人能够自动停机。（在控制装置上设有安全锁输入信号以及外部运转准备切断信号。）



需在拔下安全插销的状态下使机器人动作时，应使机器人进行低速动作。如果机器人进行高速动作，则可能因无法逃避而导致事故发生。（在控制装置上设有切换至低速再生模式的输入信号。）



请在作业人员能够随时触按的位置设置机器人的紧急停止按钮。如果不能随时按下紧急停止按钮，则可能因无法停止机器人运行而引发事故。（在控制装置上设有外部紧急停止输入信号。）



如果未设置安全防护栏，则应在机器人动作范围内的所有入口处设置替代安全插销的光电开关、拦网开关等。从而在有人进入时，能够使机器人自动停机。



危险区域（机器人的动作区域）应采取用颜色分区的方法，明显区分危险区域。

3.2.2 安装注意事项



连接控制装置和周边装置的电源时，应确认供给侧电源是否切断。由于所使用电源为AC100V、200V或、400V等高压电，一旦触电将十分危险。



请勿在机器人动作区域内配置操作平台、调整平台。机器人控制装置、联锁控制盘以及其它操作盘应全部设置在安全防护栏之外，能够进行操控的场所。如果设置在接近机器人的场所，一旦机器人出现误动作时，则可能导致作业人员被机器人夹伤的事故。



设有操作台时，紧急停止按钮也应设在操作台上，以便在操作台进行操作中发现异常时，能够立即进行紧急停止。



设置的机器人主体和控制盘、联锁操作盘等的配线、配管等，应避免绊倒作业人员或直接被叉车碾压。作业人员被绊倒或配线断线可能引发事故。



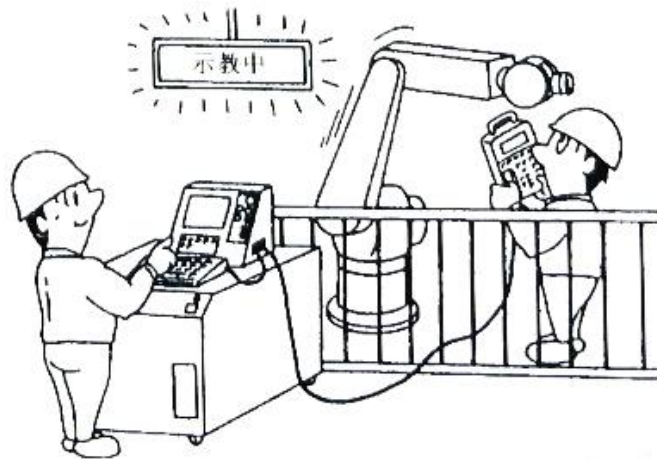
切勿将控制装置、联锁操作盘、操作台等设置在无法观察到机器人主体动作的位置。如果无法观察到机器人的动作，则会在发生异常时来不及反应，从而引发严重事故。此外，无法确认作业人员在场也可能引发事故。



生产作业所需机器人作业区域比机器人规格中的最大动作区域小时，应限制机器人的作业区域。可通过限位开关限制动作区域。这样，即使因异常等原因导致机器人在通常作业区域外动作时，也可在事先予以停止。



应使用即使在远距离也能够识别的大而清晰的标牌显示机器人处于自动、手动运转状态。此外，在开始自动运转时，蜂鸣器和广播等报警装置也应处于有效状态。即使在远处仍能容易确认机械是否处于自动运转状态。





注意

机器人周边装置应尽量避免有突出部位。如有必要，应盖上防护罩。即使在通常情况下，作业人员接触设备也是十分危险的，如果机器人突然启动，可能使作业人员受到惊吓，从而导致摔倒受伤。



警告

在搬入、搬出工件时，禁止将手伸入栏内进行布局作业。机器人可能会运动到手伸入栏内的位置，从而导致事故发生。



注意

必须按指定方法确实进行安装。如果不按指定方法安装，则在使用过程中机器人基座部分可能出现偏差，从而导致机器人翻倒，十分危险。



警告

连接机器人的控制装置或周边装置时，应完全掌握连接方法后，再正确地进行作业。错误的作业可能导致机器人动作异常。



注意

在进行搬运和安装作业时，应注意避免损坏配线。此外，在装置装配结束后，应采取加盖防护罩等防护措施，从而避免作业人员、叉车等损坏配线。

3.2.3 机器人安装环境

机器人的安装对其功能的发挥十分重要，机器人安装环境如下：

- 1) 安装面的平面度在 0.5mm 以内；
- 2) 周围温度 0°~45°；
- 3) 湿度较小、较干燥的场所（湿度 20%~80%，不结露）；
- 4) 不存在易燃、腐蚀性液体及气体的场合；

- 5) 远离大的电气噪音源的场所;
- 6) 不受大的冲击、振动的场所。

3.2.4 机器人安装尺寸

1) 机器人的最小安装尺寸

安装机器人过程中，为避免造成机器人与其他外部设备形成干涉，需满足机器人最小安装尺寸，机器人最小安装尺寸如图 3-4 所示。

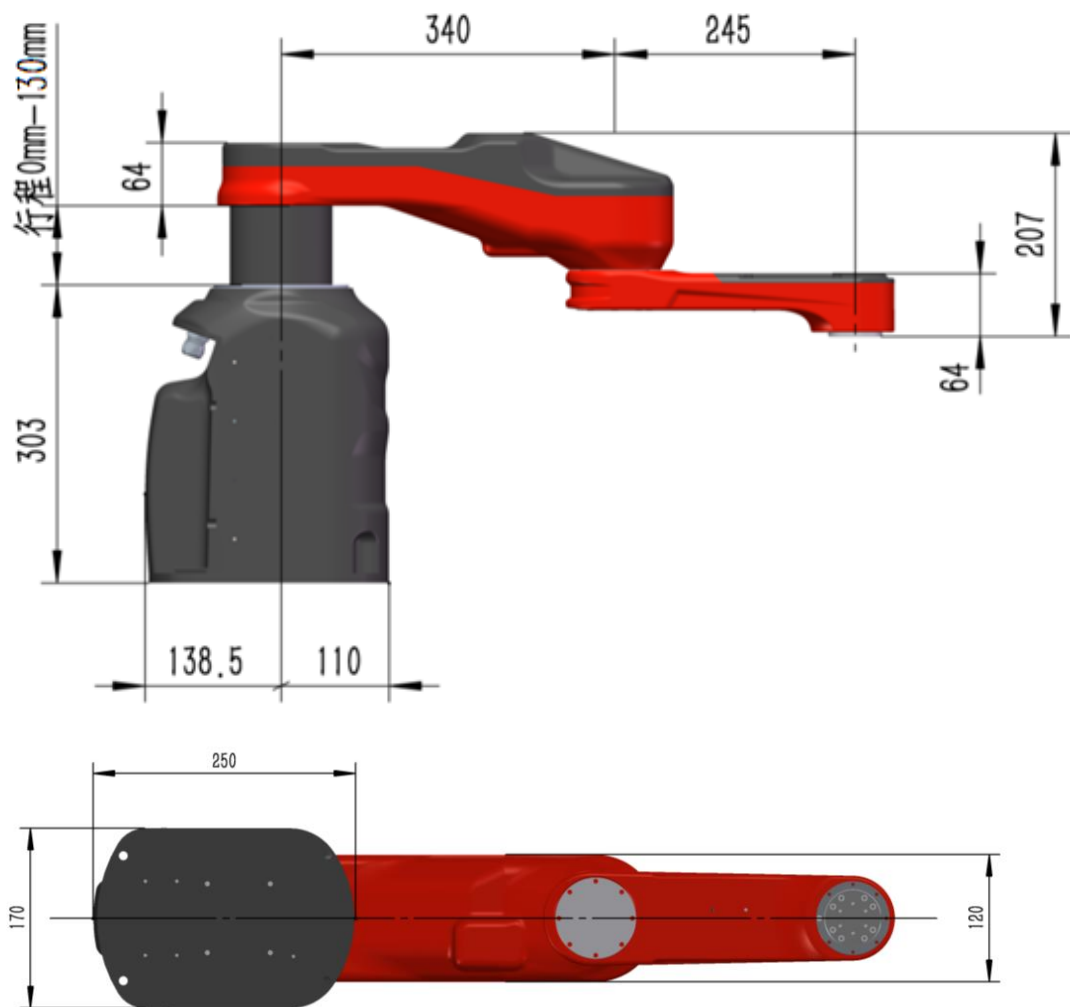


图 3-4 机器人最小安装尺寸

2) 机器人底座的固定安装

注意事项:

在机器人加减速时，在底座的所有方向上都会产生较大的反作用力。因此，在安装机器人时固定基座应能够承受足够力保证机器人底座固定牢固不会松动，固定基座需要足够的强

度和刚度，推荐固定底板的厚度 15mm 及以上。

安装机器人主体时，不得使底座变形。机器人底座安装接触面的平面度应在 0.5mm 以内。采用 4 个 M8（12.9 级）以上的螺钉固定，按照规定力矩将机器人固定于安装板上。机器人底座固定安装尺寸如图 3-5 所示。

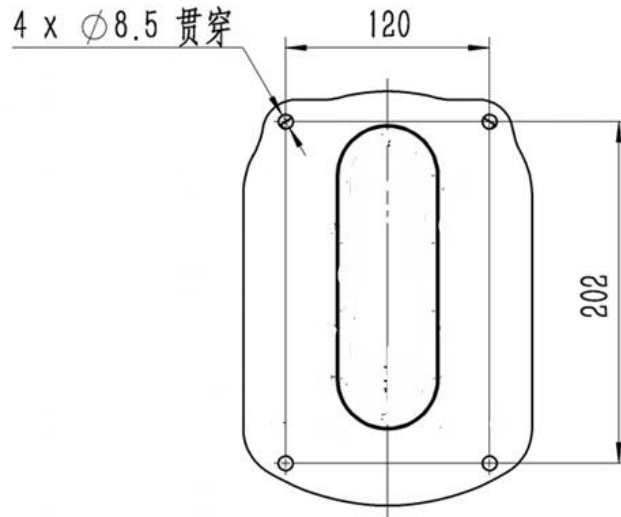


图 3-5 机器人底座固定安装尺寸

3) 末端执行器安装尺寸

末端执行器安装尺寸如图 3-6 所示

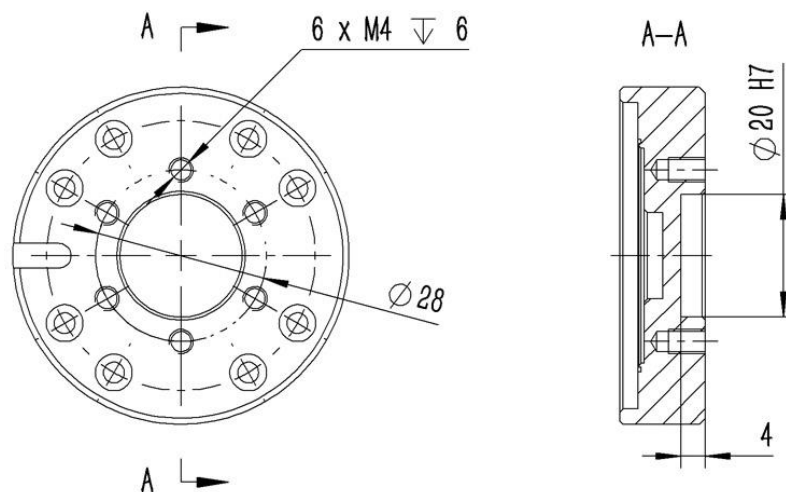


图 3-6 末端法兰安装尺寸

3.2.5 安装示例

机器人安装

首先把底板固定在地面上，底板必须具有足够的强度和刚度。机器人的底座应通过其上四个安装孔用 M8 螺钉（12.9 级）固定在底板上，以 $37.2 \pm 1.86\text{N}\cdot\text{m}$ 紧固，如图 3-7 所示。

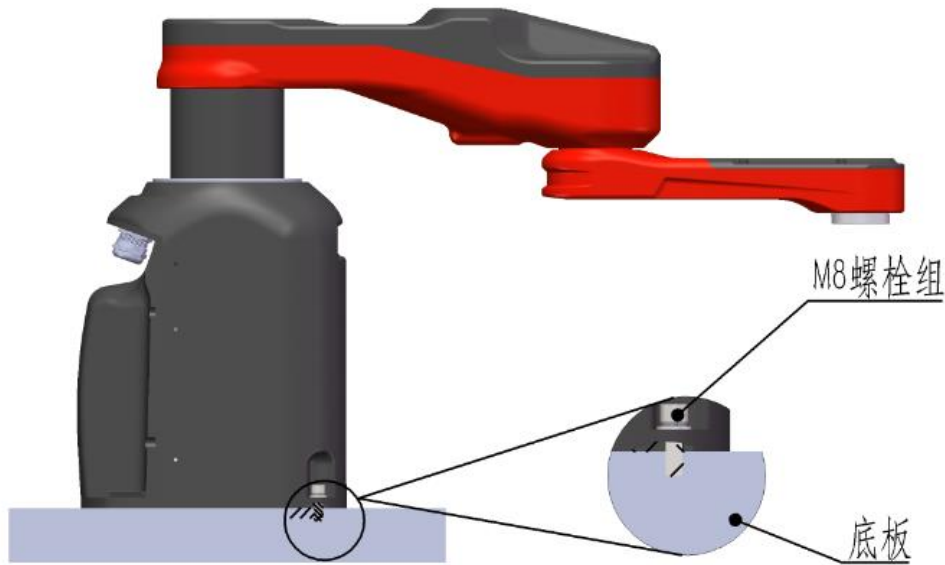


图 3-7 安装示例

安装检查

选用适用长度螺钉，紧固机器人安装螺钉，使用扭力扳手检查螺钉是否拧紧到位，并在机器人安装点检表上做好记录，完成后使用记号笔在安装螺钉处打好防松标记。

安装测试

机器人安装完成后，需试运行机器人，检查机器人及各附属配件是否安装紧固，机器人启动前，检查所有机械固定装置，相关作业人员远离至安全区域。

控制柜安装

控制柜可以直接搬运放置到所需安装位置，前提条件是不会有倾倒的风险。电柜安装区域要求通风，且四周无其他强电设备及发热设备。



请勿倚靠控制柜，长期接触控制柜有烫伤风险。

通电之前，对照相关电气原理图，对所连接线路，用万用表测量 2 次及以上。测量时，工作人员戴绝缘手套。

按照电气原理图及柜体标识，正确连接电源。

3.3 机器人负载规格

本节重点介绍机器人载荷。在选用机器人时如相关负载、转矩、惯量超过容许值请选用更大负载机器人或咨询我司。HSR-HC403 末端法兰可以承受的最大重量为 3kg，在此对允许值及制约条件进行说明，使用时必须同时满足这些条件，机器人本体上安装设备尺寸参照章节 3.2.4。



机器人手腕前端的安装负荷受手腕容许可搬重量、容许负荷扭矩值、容许惯性矩值影响，容许负荷扭矩值根据实际负荷惯性矩的不同而发生变化。

手腕负荷应严格控制在各容许值以内。在容许值以外的手腕负荷使用机器人时，不能保证正常动作。

(1) 可允许搬运重量

表 3-2 容许可搬重量

机器人型号	容许可搬重量
HSR-HC403	3kg

(2) 容许最大静态负荷扭矩

表 3-3 容许最大静态负荷扭矩

机器人型号	容许静态符负荷扭矩
	J4 轴转动
HSR-HC403	6.4Nm

(3) 容许最大惯性矩

表 3-4 容许最大惯性矩

机器人型号	容许惯性矩
	J4 轴转动
HSR-HC403	0.03kg.m ²

3.3.1 初步估算力矩

力矩为抵消影响负载的重力的必要力矩（保持力矩）。设计夹具末端时应确保连接负载位置处的离心率处于允许力矩范围内。

通过以下公式计算最大扭矩 (T)。

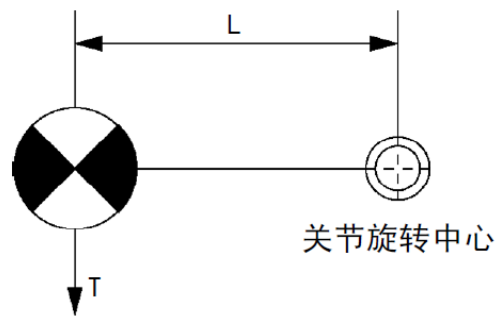
$$T = m \text{ (kg)} \times L \text{ (m)} \times g \text{ (m/s}^2\text{)}$$

m: 负载重量 (kg)

L: 负载离心率 (m)

g: 重力加速度 (m/s²)

T L 关节旋转中心 负载的最大离心率



关节旋转中心与负载重心之间的距离

轴	WEIGHT 1 kg	WEIGHT 2 kg	WEIGHT 2.5 kg	WEIGHT 3 kg
4	150mm	100mm	50mm	20mm

注意:

负载的最大离心率限制在 200 mm 以下;

工件及相关夹具同视为负载;

3.3.2 初步估算惯性矩

惯性力矩是指“对刚体施加的力矩与其对动作产生的阻力之比”。该值通常称为“惯性力矩”、“惯性”或“GD²”。在第 6 机械臂上安装夹具末端等并进行动作时，必须要考虑负载的惯性力矩

注意：

负载（夹具末端重量 + 工件重量）的惯性力矩必须为额定惯量以下。机器人不可在惯性力矩超过许用惯性力矩的情况下工作。

如果实际惯性力矩与许用惯性力矩匹配相差过大，可能会导致发生错误或冲击，这不能充分发挥性能，而且还可能会缩短 各机构部件的使用寿命。

惯性力矩的计算

如图 3-8 所示负载（握持工件的夹具末端）的惯性力矩的计算示例，按 (a)~(c) 之和求出全体负载的惯性力矩。

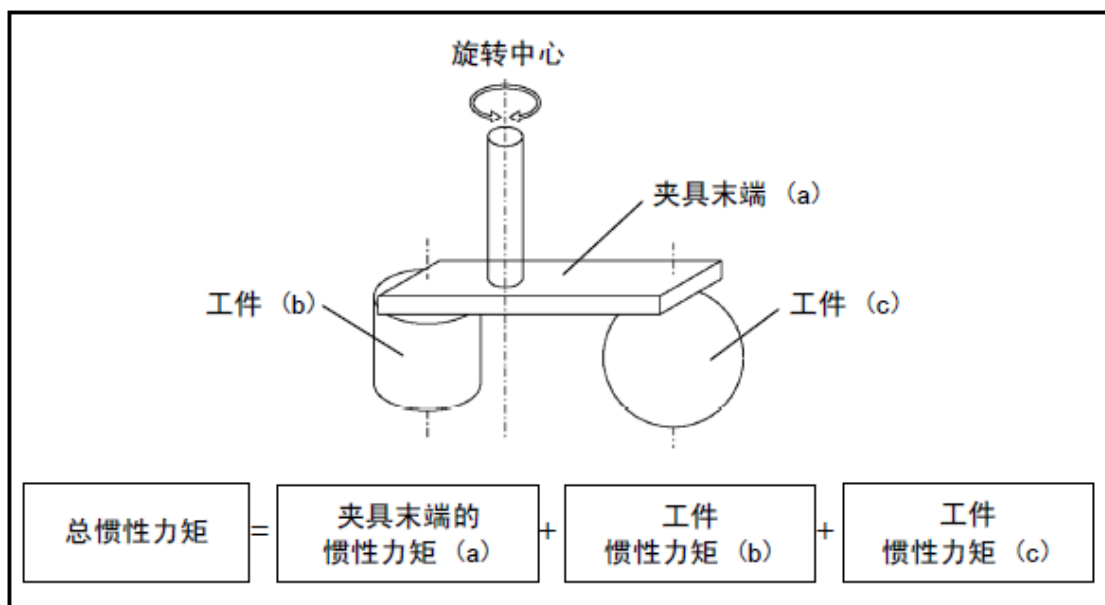


图 3-8 总惯性力矩计算方法

本页及下页所示为 (a)、(b)、(c) 各惯性力矩的计算方法。使用下述基本公式计算总惯性力矩。

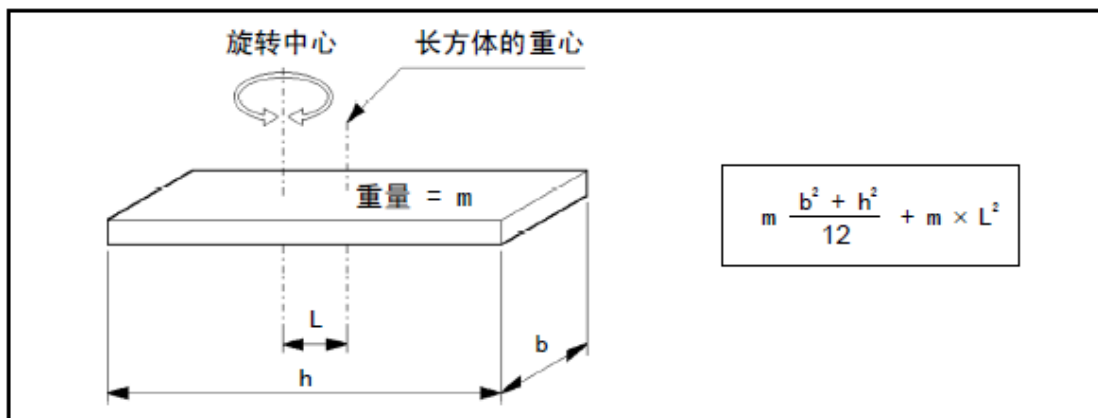


图 3-9 (a) 长方体的惯性力矩计算方法

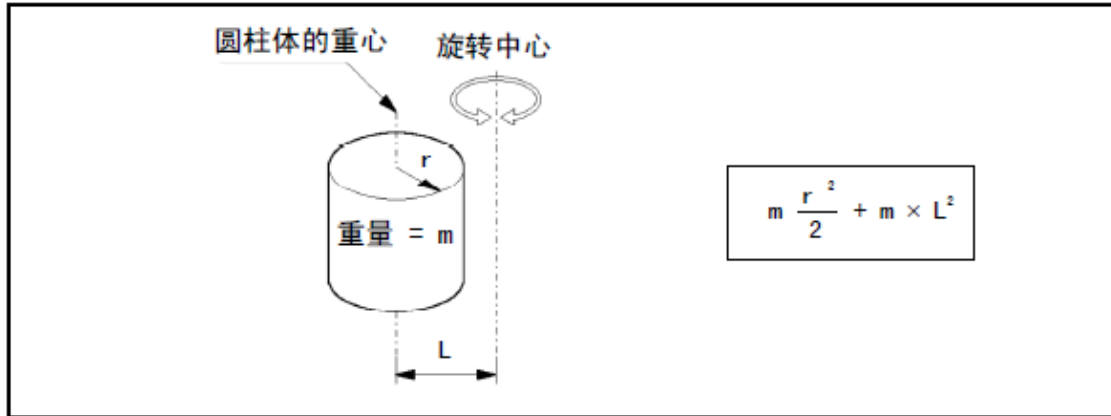


图 3-10 (b) 圆柱体的惯性力矩计算方法

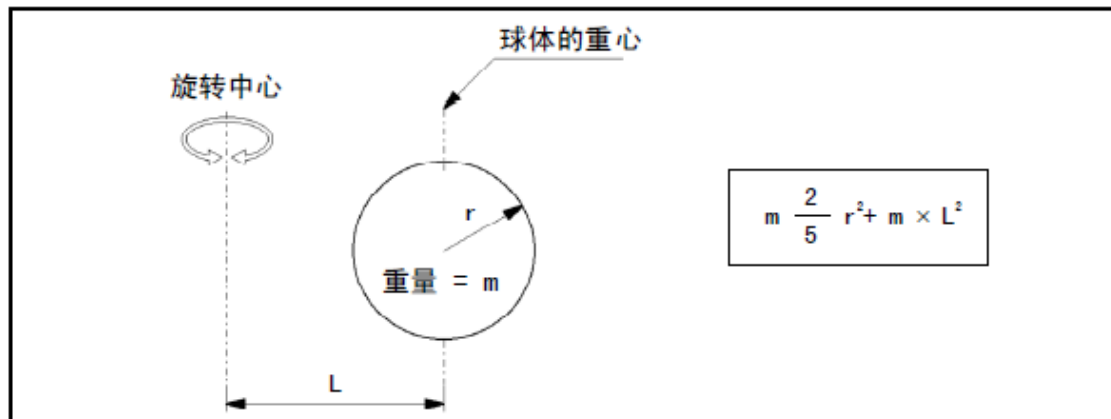


图 3-11 (c) 球体的惯性力矩计算方法

3.4 零点校对

“零点校对”指的是将每个机器人轴的运转角度与编码器计数值关联起来。“零点校对”操作目的是获得对应于机器人零位时的编码器计数值。“零点校对”是在出厂前完成的。在日常操作中，一般没有必要执行零点校对操作。

但是，在下述情况下，需要执行零点校对操作。

- 1) 更换马达。
- 2) 更换编码器。
- 3) 更换减速机。
- 4) 更换电缆。

机器人各轴机械零点标识：

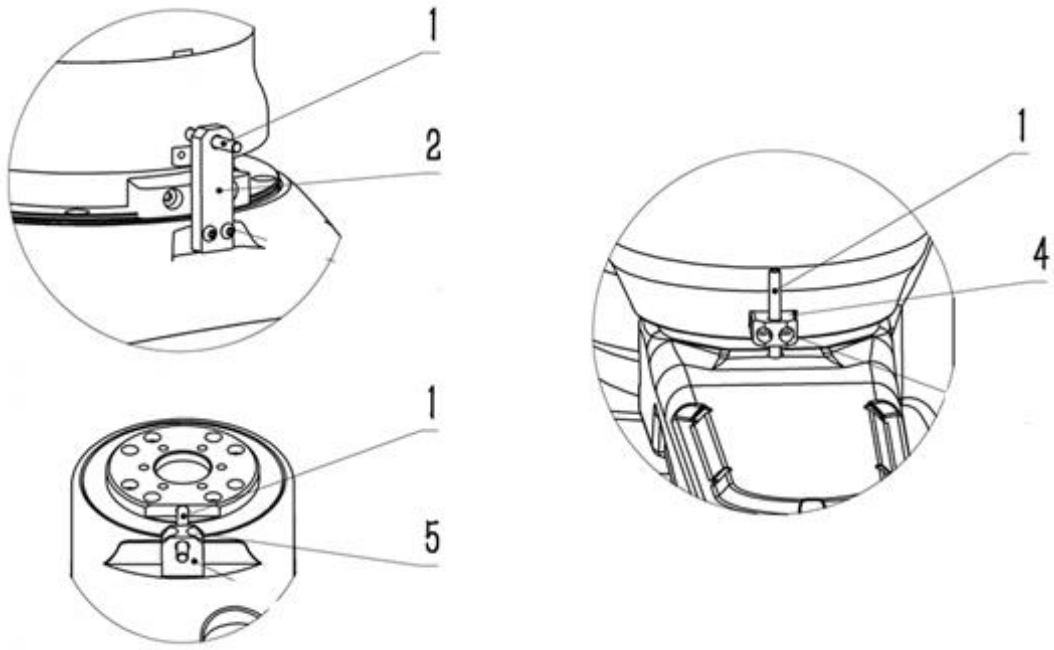


图 3-12 零点标识位置

1-定位销 2-J1 轴零位块 4-J2 轴零位块 5-J4 轴零位块

4 保养维修



进行维修、检修作业人员必须是由接受过特殊指导教育或法律规定时间的教育、熟知相关内容的人员担任。



维修、检修作业必须在确认周围的安全、确保躲避危险所必需的通道和场所的前体下安全的进行作业。



进行机器人日常的检修、修理和部件更换作业时，请务必先切断电源然后再进行。另外，为了防止其他作业者不小心接通电源，请在一级电源位置挂上“禁止接通电源”的警示牌。



如需拆卸、修理建议请与我司联系。



更换零部件需进行搬运和安装作业时，应确保起重设备及叉车设备状态，保证安全无故障。

4.1 维修检验项目及周期

为了使机器人能够长期保持较高的性能，必须进行维修检查。

检修分为日常检修和定期检修，其基本周期如下图所示，检查人员必须编制检修计划并切实进行检修。关于检修项目请参阅表 4-1。

另外，必须以每工作 20000 小时或每 2 年之中较短的时间为周期进行大修。检修周期按照实际工作情况具体制定。装卸作业等使用频率较高的作业建议按照约 1/2 的周期实施检修及大修。

此外，检修和调整方法不明时，请联系本公司服务部门。

表 4-1 维修检验项目及周期

检修部位		检修间隔					方法	检修处理 内容
		日常	间隔 1000h	间隔 6000h	间隔 12000h	间隔 24000h		
1	清扫主体	○						擦除污垢； 清除堆积物
2	原点标记	○					目测	零点是否 丢失
3	外部线缆	○					目测	检测是否有 污迹、损伤
4	整体外观	○					目测	清理尘埃， 检测各部分有无龟裂
5	底座螺栓		○				扳手	检测有无 缺少、松动
6	盖类螺栓		○				扳手	检测有无 缺少、松动
7	主要螺栓		○				目测、 扳手	检测有无 松动
8	航插		○				手触	检查有无 松动插紧
9	同步带		○				手触	检查皮带 张紧力及 摩擦程度

10	电池组 *1			○					示教器显示报警
11	各轴减速机		○						检测有无异常
12	机内线 缆			○				目测	检查有磨损, 扭断
13	终端夹 具		○					目测	检测有无缺少、松动

*1 电池组更换参照章节 4.2.1

表 4-2 主要螺钉检查部位

序号	检查部位	序号	检查部位
1	机器人安装用	5	J4 轴马达安装用
2	J1 轴马达安装用	6	手腕部件安装用
3	J2 轴马达安装用	7	末端负载安装用
4	J3 轴马达安装用		



螺钉的拧紧和更换, 必须用扭矩扳手以正确扭矩紧固后, 再行涂漆固定, 此外, 应注意未松动的螺栓不得超过所规定的扭矩进行紧固。

4.2 作业步骤与注意事项

4.2.1 电池更换

机器人体内装有一组电池, 共计四个。若示教器持续出现“编码器电池欠电压告警”警告, 请按以下步骤更换电池。安装封板时, 注意不要挤压电缆。



更换电池时，请将机器人调回零点，并切断电源。若在特殊情况下无法回到零位，请勿切断机器人电源，否则会造成编码器零点丢失。



当带电更换电池时，应拍下机器人急停按钮，并有安全员对机器人进行监视，如有异常应立即撤离！



电池每2年更换一次，旧电池应妥善处理，以免造成污染。更换电池时，请在电控系统通电状态下进行。电池更换后务必确认零点位置是否正确；若零点位置丢失需重新进行零点位置校准，方能正常运行机器人。

更换步骤：

- 1) 断电拧松重载连接器一端的 4 颗固定螺钉，再用活动扳手拧松另一端 2 颗固定螺母，拔出插芯，拉出电池；
- 2) 拔下旧电池，将新电池插入接头，绑好线，放入重载连接器；
- 3) 重新安装好重载连接器；
- 4) 开启机器人设置其零点。

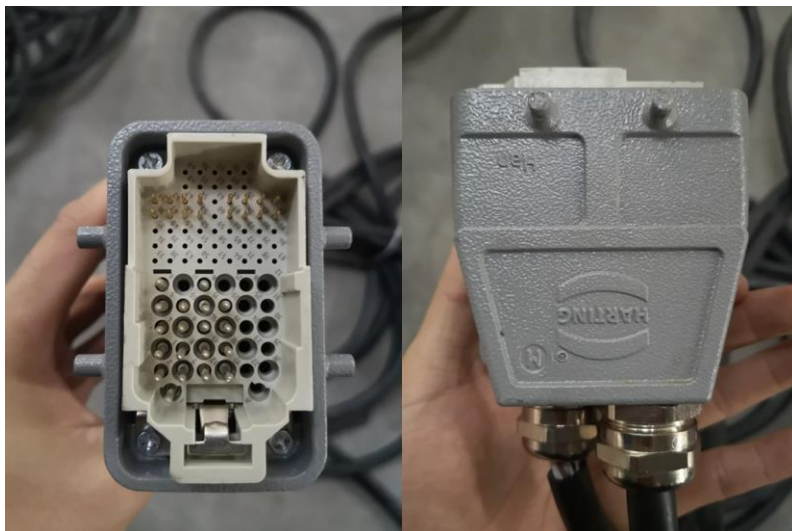


图 4-1 电池更换示意图

4.2.2 管线包的维护

对于底座到马达座这一部分，管线包运动幅度比较小，主要是大臂和马达座连接处，这一部分随着机器人的运动，会和本体有相对运动，如果管线包和本体周期性的接触摩擦，可添加防撞球或者在摩擦部分包裹防摩擦布来保证管线包不在短时间内磨破或者是开裂，添加防撞球位置由现场应用人员根据具体工位来安装。

管线包的更换：由于本体管线包更换比较复杂，需更换时请联系本公司服务部门。

4.2.3 更换润滑油



注意

该机器人保养需按照以下规定定期进行润滑和检修以保证效率。



注意

混用不同油品可能导致减速机严重受损。加注减速机润滑油时，请勿混用不同油品，说明中另有规定的除外。只能使用制造商指定的润滑油脂类型。

(1) 润滑油的检查

每运转 5000 小时或每隔 1 年（装卸用途时则为每运转 2500 小时或每隔半年），请测量减速机的润滑油铁粉浓度。超出标准值时，有必要更换润滑油或减速机，请联系本公司服务中心。必需的工具：

润滑油铁粉浓度计（推荐润滑油铁粉浓度计出光兴产制造 型号 OM-810）润滑油枪（带供油量确认计数功能）



注意

检修时，如果必要数量以上的润滑油流出了机体外时，请使用润滑油枪对流出部分进行补充。此时，所使用的润滑油枪的喷嘴直径应为 $\phi 17\text{mm}$ 以下。补充的润滑油量比流出量更多时，可能会导致润滑油渗漏或机器人动作时的轨迹不良等，应加以注意。



注意

机器人刚刚停止的短时间内等情况下，内部压力上升时，在拆下检修口螺塞的一瞬间，润滑油可能会喷出。



检修或加油完成后，为了防止漏油，在润滑油管接头及带孔插塞处务必缠上密封胶带再进行安装。

有必要使用能明确加油量的润滑油枪。无法准备到能明确加油量的油枪时，通过测量加油前后润滑油重量的变化，对润滑油的加油量进行确认。

(2) 润滑油供油量

J2/J4 轴减速机润滑油，必须按照如下步骤每运转 3000 小时或每隔 6 月（用于打磨抛光时则为每运转 2200 小时或每隔 4 月）应更换润滑油。表 4-3 示出指定润滑油和供油量。

表 4-3 更换润滑油油量表

提供位置	上油量	润滑油名称	备注
J2 轴减速机	20ml	公司指定	更换油脂需拆机，详情咨询公司售后人员。
J4 轴减速机	12ml		

(3) 润滑的空间方位

对于润滑油更换或补充操作，建议先将机器人运动到表 4-4 给出位置，再进行加油。

表 4-4 润滑方位

名称	位置
J1	零点位置
J2	零点位置
J3	130mm
J4	零点位置

(4) J2/J4 轴减速机润滑油更换步骤

- 1) 将机器人运动到表 4-4 所介绍的润滑位置。
- 2) 切断电源。
- 3) 在需要更换油脂轴处拆机。
- 4) 提供新的润滑油。
- 5) 如果供油没有达到要求的量，可用供气用精密调节器挤出腔中气体在进行供油，气

压应使用调节器控制在最大 0.25MPa 以下。

6) 仅请使用指定类型的润滑油。如果使用了指定类型之外的其它润滑油, 可能会损坏减速机或导致其它问题。

7) 重新装配机器人, 装机过程中避免各类杂质进入油腔体。

8) 为了避免因滑倒导致的意外, 应将地面和机器人上的多余润滑油彻底清除。

如果未能正确执行润滑操作, 润滑腔体的内部压力可能会突然增加, 有可能损坏密封部分, 而导致润滑油泄漏和操作异常。

(5) 更换油脂试机运行

更换油脂, 由于油脂粘度系数较大, 流动性低, 故新油脂不能完全进入齿隙中进行润滑, 因此需进行低速试机, 运行时间 10Min 以上, 使油脂浸入减速机齿隙进行润滑, 从而避免损坏减速机。

4.3 电机抱闸的强制解除 (选配件)



解除抱闸后, 机械臂会因重力掉落。在解除制动器之前, 请务必用行车等合适工具牢固固定住机械臂, 防止其运动。如果没有固定, 则可能导致夹住、碰伤等严重的伤亡事故。



注意使用起重设备时, 确保设备处于正常状态, 以免发生意外。

解除抱闸前, 务必固定住机械臂, 在固定过程中要注意各轴重心, 以及机械臂沿重力掉落的方向。确认抱闸松开后机械臂不会掉落。

解除抱闸步骤:

- 1) 切断机器人电源;
- 2) 固定机器人各轴;
- 3) 拆卸下需要解除抱闸所对应轴电机上的抱闸线接头;

4) 将抱闸解除器接头接到对应电机抱闸接头上，接通抱闸解除器电源。

抱闸解除器接通电源后，可以听到清脆的“啼嗒”声，表明抱闸已经解除，此时便可转动解除抱闸的关节。



完成相应工作后，请将电机抱闸等各项变更还原。在拆除机械臂固定装置前，请通电确认机器人各轴抱闸工作正常。

4.4 维护区域

在图 4-2 中给出了机械本体的维护区域，同时为机器人的校对留下足够空间，请按照维护要求按时维护清洁该区域。

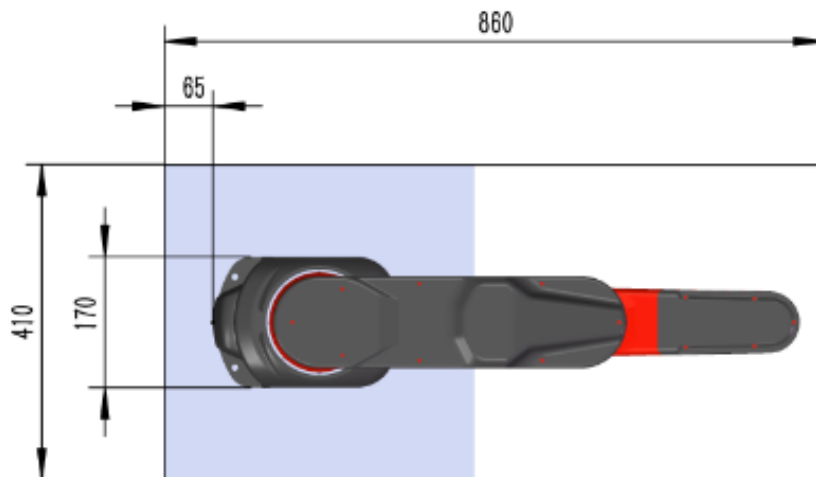


图 4-2 维护区域

5 本体基本故障排除

5.1 故障种类

机器人设计时尽可能考虑到可能发生的各种异常情况，也可以立即检测出异常，并立即停止运行。即便如此，在危险状态没有解除的情况下，绝对禁止继续运行。

机器人的故障有如下各种情况：

- 1) 一旦发生故障，直到修理完毕不能运行的故障。
- 2) 发生故障后，放置一段时间后，又可以恢复运行的故障。
- 3) 即使发生故障，只要关闭电源后再重新上电，则又可以运行的故障。
- 4) 即使发生故障，立即就可以再次运行的故障。
- 5) 非机器人本身，而是系统侧的故障导致机器人异常动作的故障。
- 6) 因机器人侧的故障，导致系统侧异常动作的故障。

尤其是 2)3)4) 的情况，肯定会再次发生故障。而且，在复杂的系统中，即使老练的工程师也经常不能轻易找到故障原因。因此，在出现故障时，请勿继续运转，应立即联系接受过规定培训的保全作业人员，由其实施故障原因的查明和修理。此外，应将这些内容放入作业规定中，并建立可以切实执行的完整体系。否则，会导致事故发生。

机器人动作、运转发生某种异常时，如果不是控制装置出现异常，就应考虑是因机械部件损坏所导致的异常。为了迅速排除故障，首先需要明确掌握现象，并判断是因什么部件出现问题而导致的异常。

第 1 步 是哪一个轴出现了异常？

首先要了解是哪一个轴出现异常现象。如果没有明显异常动作而难以判断时，应对

- 有无发出异常声音的部位，
- 有无异常发热的部位，
- 有无出现间隙的部位，等情况进行调查。

第 2 步 哪一个部件有损坏情况

判明发生异常的轴后，应调查哪一个部件是导致异常发生的原因。一种现象可能是由多个部件导致的。故障现象和原因如下页表格 5-1 所示。

第 3 步 问题部件的处理

判明出现问题的部件后，按 5.3 所示方法进行处理。有些问题用户可以自行处理，但对于难于处理的问题，请联系本公司服务部门。

5.2 故障原因分析

如表 5-1 故障分析表所示，一种故障现象可能是因多个不同部件导致。因此，为了判明是哪一个部件损坏，请参考此后所示的内容。

表 5-1 故障分析表

故障现象	可能导致故障的元件	
	电机	减速机
发生异响	●	●
位置偏差	●	●
运动时振动	●	●
停止时晃动	●	
轴掉落	●	●
异常发热	●	●
误动作、失控	●	

5.3 各个零部件故障的判定方法和处理方法

5.3.1 减速机

减速机损坏会产生振动、掉臂、异常噪声等异常现象。此外，会妨碍正常运转，导致过载、位置偏差，出现异常发热现象。损坏严重，还会出现完全无法动作、卡死现象。

1) 检查方法

检查关节轴运行噪音：

检测关节轴噪音，如有明显撞击、尖锐噪音或出现不规则振动，则判定减速机出现异常。

检查减速机温度：

短暂运行一段时间，温度急速上升，且与运行相同机型同轴减速机温度相差较大，温度较通常运转上升 10° 时基本可判断减速机出现异常。



检查减速机异响时，请处于安全围栏外，如需靠近机器人，请务必设置安全人员，当观察人员靠近机器人时，监视人员时刻观察机器人，一旦发现异常立即停止机器人。

2) 处理方法

请更换减速机。须由专业人员更换，需更换请联系我司售后服务部门。

5.3.2 电机

电机异常时，可能造成机器人动作异常、精度丢失以及异常发热等。由于出现的现象部分与减速机损坏时现象相同，因此应同时进行减速机的检查。

1) 检查方法

检查有无异响、异常发热、系统有无报警。

2) 处理方法

更换电机，请联系我司售后服务部门。



请勿私自拆除电机，以免造成人员伤害及机器人损坏。

5.4 应急处理措施



当有人被卡在机械臂和某固定物体之间时，严禁使用解除制动按钮来解救被困人员！

当按下解除制动按钮时，机械臂的自重会使得机械臂下落得更多，导致被困人员受到二次伤害。请先固定支撑机械臂，然后再解除制动缓慢移开机械臂，解救被困人员。

6 推荐优先选用的备件

推荐按表 6-1 选用机器人的零部件，请适当选购以备维修时使用。

选用非本司零部件进行维修保养，本司不能保证机器人性能。

更换零件务必与我司洽谈或委托我司完成。

表 6-1 推荐备件

序列	名称	规格和标记	单位	使用数量/台	推荐数量/台	备注
1	一轴主动轮		个	1	1	
2	一轴从动轮		个	1	1	
3	三轴主动轮		个	1	1	
4	三轴从动轮		个	1	1	
5	四轴一级主动轮		个	1	1	
6	四轴一级从动轮		个	1	1	
7	四轴二级主动轮		个	1	1	
8	四轴二级从动轮		个	1	1	
9	一轴同步带	S5M-415-10	条	1	1	
10	三轴同步带	S3M-336-8	条	1	1	
11	四轴一级同步带	S3M-339-8	条	1	1	
12	四轴二级同步带	S3M-612-6	条	1	1	
13	编码器电池		组	1	1	

7 机器人报废处理注意事项

- 1) 拆除、报废处理开机前应保证各部分接线正常，检查时应用万用表测量，且检查人员应戴绝缘手套。
- 2) 机器人在提升过程中，警示无关人员尽量远离作业区域，禁止站在作业区周围围观提升机械臂，并在作业区域放置安全警示标识。
- 3) 机器人报废后，应将其所有姿态收低，使其重心降低，不易倾覆。在运输车辆上要固定妥当，必要时进行拆解后运输。
- 4) 拆除电机应有专业人员进行，并在拆除电机之前，释放各个轴，必要时借助吊具或升降平台进行拆除。
- 5) 用剪切枪拆除之前，应先卸下电池。
- 6) 没有固定机械臂便拆除马达，机械臂有可能会掉落，或前后移动。请先固定支撑机械臂，然后再拆卸马达。

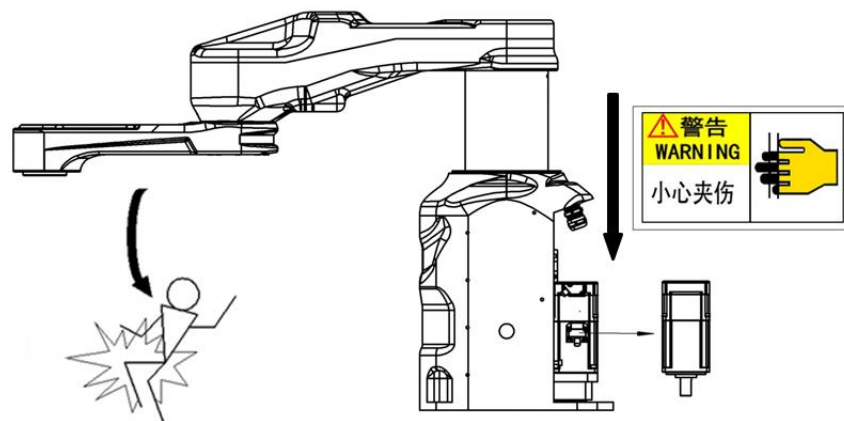


图7-1 拆卸电机注意事项

8 附录

在维护检修机器人时，螺钉拧紧应采用力矩扳手采用十字交叉法进行紧固。

十字交叉法：螺钉紧固呈十字交叉的形式的形式紧固，如下图。拧紧时应分多阶段逐步进行。初固：拧紧力矩的30%左右，第二次紧固：拧紧力矩的80%左右，第三次紧固：拧紧力矩的100%。

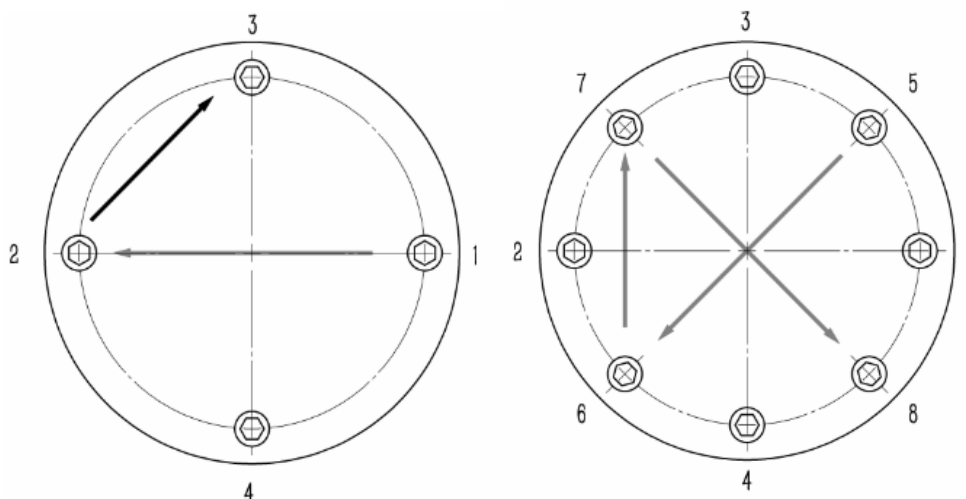


图 8-1 十字交叉法紧固

螺钉安装及注意事项：

- 1) 安装前观察螺钉外观是否合格，按要求领取螺钉。
- 2) 螺钉紧固时可在螺钉上做好标记区分紧固与未紧固的螺钉，紧固完成后在螺钉及紧固件上皆做上标记。
- 3) 对于拆卸多次的垫圈（弹簧垫圈及碟形弹簧垫圈）拆卸紧固多次后已无弹性变形力应将其废弃，固定减速机相关用垫圈（弹簧垫圈及碟形弹簧垫圈）应在拆卸 2 次后即废弃更换新的。
- 4) 螺钉在拆卸使用多次后已出现螺钉螺纹损坏应废弃。
- 5) 用螺钉紧固零部件的过程中，如果出现螺钉被螺孔卡紧，无法继续打进的情况，为防止螺钉打滑或拧断螺钉，必须将螺钉退出，换用另外一颗。

表 8-1 螺钉锁紧力矩表

规格	螺钉等级 8.8 级		螺钉等级 12.9 级	
	标准扭矩值 Nm	扭矩范围 Nm	标准扭矩值 Nm	扭矩范围 Nm
M3	1.2	1.1~1.5	2	1.6~2.2
M4	2.5	2.2~3.5	4.5	3.8~5.7
M5	5	3.2~4.4	9.01	8.4~10.2
M6	8	7.4~11.2	15.6	15~16
M8	20	16~26	37.2	35~53
M10	40	36~52	73.5	70~76
M12	75	61~94	128.4	120~134
M14	120	97~150	204.8	195~220
M16	200	170~230	318.5	303~334

注：若螺钉连接件为铝件，拧紧力矩统一按8.8级要求紧固。





第 2 篇

电气操作维护手册

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。

 危险	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。
 警告	表示处理有误时，会导致使用者死亡或负重伤的情形。
 注意	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。
 重要	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“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。

 危险	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启动；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”一般有以下儿种：




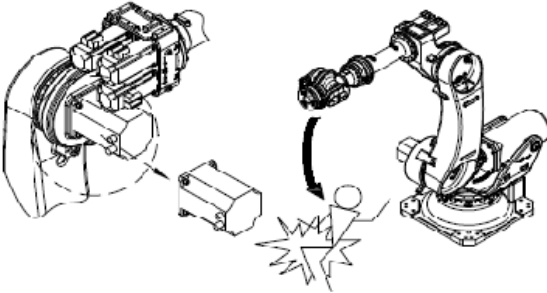


- 1) 低速动作突然变成高速动作。
- 2) 其他作业人员执行了操作。
- 3) 因周边设备等发生异常和程序错误，启动了不同的程序。
- 4) 因噪声、故障、缺陷等原因导致异常动作。
- 5) 误操作。
- 6) 原想以低速再生执行动作，却执行了高速动作。
- 7) 机器人搬运的工件掉落、散开。
- 8) 工件处于夹持、连锁待命的停止状态下，突然失去控制。
- 9) 相邻或背后的机器人执行了动作。


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。







 危险	小心，请勿接近机器人。
 危险	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。
 危险	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。
 危险	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

 重要	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。
 警告	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。
 警告	<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>  <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>
 注意	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)
 注意	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。 此外,不得使用生锈或有污垢的螺栓。

	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。
 注意	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。
 注意	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。
 注意	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。 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。
 注意	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。 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。 产业用机器人手势法（示例） 
 注意	作业人员在作业中，也应随时保持逃生意识。 必须确保在紧急情况下，可以立即逃生。
 警告	时刻注意机器人的动作，不得背向机器人进行作业。 对机器人的动作反应缓慢，也会导致事故发生。

 警告	发现异常时，应立即按下紧急停止按钮。 必须彻底贯彻执行此规定。
 注意	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。 并按照该作业规定进行作业。 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。
 注意	不需要使机器人动作和操作时，请切断电源后再执行作业。
 注意	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。
 注意	对于已完成的程序，使用存储保护功能，防止误编辑。
 注意	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 试车安全对策

试车时，示教程序、夹具、序列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，首先请将速度超控设定为低速（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，若发现有问题时，应该立即修正。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。

1.1.4 自动运转的安全对策

 注意	作业开始/结束时，应进行清扫作业，并注意整理整顿。
 注意	作业开始时，应依照核对清单，执行规定的日常检修。
 注意	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。
 危险	自动运转开始时，必须确认防护栅内是否有作业人员。
 注意	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。
 注意	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。
 注意	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
 注意	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。

1.1.5 紧急停止

如果在机器人动作期间感觉到异常，请立即按下紧急停止开关。电机电源将关闭，且电磁制动器和动态制动器将停止机械臂的惯性运动。

但在正常动作时，请勿随意按下紧急停止开关。如果在动作期间按下紧急停止开关，停下之前的机器人动作轨迹则会与正常动作时的轨迹不同，可能会撞到外围装置等。处于紧急停止以外状态时（正常时），如果要将机器人系统置于紧急停止状态，请在机器人不动作时按下紧急停止开关。

机器人操作时，切勿在不必要的情况下按下紧急停止开关。操作期间按下开关会使制动器工作。这样会因摩擦片磨损而缩短制动器的使用寿命。

制动器的正常使用寿命：约2年（制动器每天使用100次时）

1.2 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。
- 6) 不可攀附。

其他。

1.3 安全操作规程

进入机器人工作区域，必须按下控制柜或示教器急停按钮，悬挂相应工作警示牌，关好相应防护栏安全门，方可进行相应机器人作业。

1.3.1 操作前准备

- 1) 请勿带手套操作示教器；
- 2) 操作人员必须熟知我司机器人的机械、电气性能，熟悉 HSpad 示教器的使用和操作注意事项；
- 3) 操作人员必须经过我司机器人操作专业培训合格后方可操作；
- 4) 检查各部件（电器、机械）是否正常，查看控制柜和本体铭牌的出厂编号一致，确认示教器与控制柜及本体与控制柜的线缆连接正确、正常，确保控制柜的供电电源及配线正确；
- 5) 确保机器人周围区域清洁，控制柜离墙面及固定物具有足够的散热、维修空间，无油、水及杂质等；
- 6) 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；
- 7) 必须知道机器人控制器和外围控制设备上的紧急停止按钮的位置，以备紧急情况下停止机器人运行。

1.3.2 示教和手动机器人

- 1) 开启控制柜的主开关，确认控制柜各指示灯是否正确；
- 2) 手动低速操作机器人各轴（以 5%的速度运行），确认各轴零点、旋转方向及软限位是否正常；
- 3) 手动模式下操作机器人时，要采用较低的修调速度以增加对机器人的控制机会；
- 4) 在按下示教器上的点动按键之前，要考虑到机器人的运动趋势；
- 5) 要预先考虑好避让机器人的运动轨迹，并确认该线路不受干涉；
- 6) 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；

7) 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，及时通知相关调试人员。

1.3.3 生产运行

1) 生产运行严禁开机后直接进入高速自动状态；

2) 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；

程序末点，确认程序运行无误后，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；

3) 自动运行程序前，必须知道机器人所执行程序是整个流程及动作；

4) 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；

5) 永远不要认为机器人没有移动就说明其程序已经执行完毕，此时机器人很有可能是在等待使其继续移动的输入信号；

6) 必须知道机器人控制器和外围控制设备上的紧急停止按钮的位置，以备紧急情况下停止机器人运行；

7) 带载运行应确保安装负载后不超过机械操作维护手册中规定的手腕部分负荷允许值，并确保安装螺钉全部安装到位，方可运行机器人。

1.3.4 关闭机器人

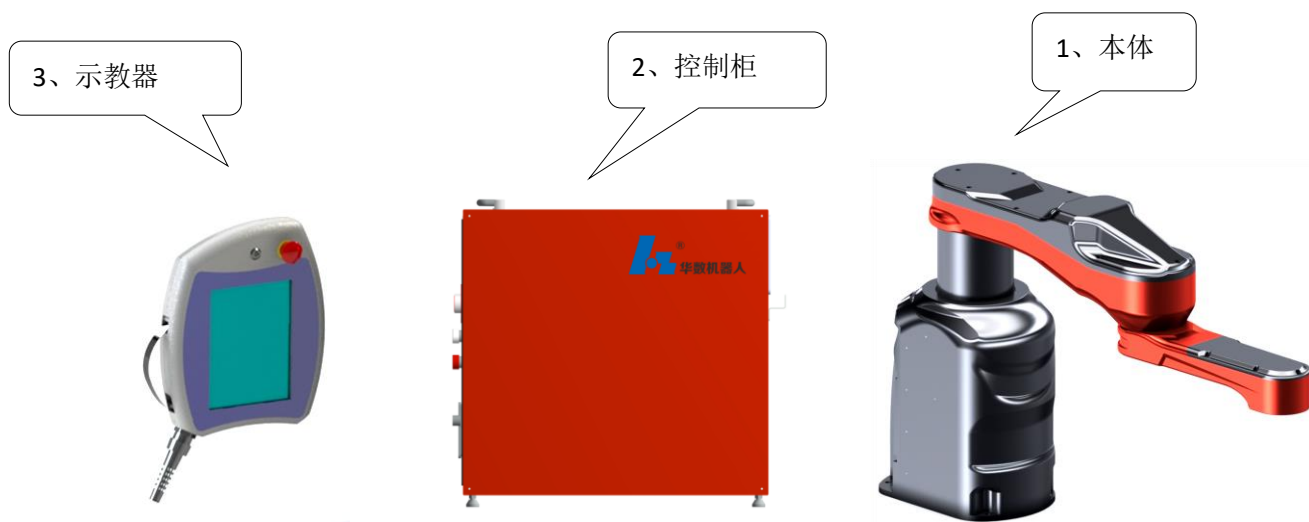
1) 停止运行中的机器人，务必先暂停或停止运行程序，特别注意停止机器人刚好处于外围设备范围内或离外围设备较近时，务必低速手动运行机器人至安全区域，严禁直接自动运行程序或点击自动移动至点操作；

2) 关闭机器人使能，切换至手动模式下，确保机器人手动安全运行至安全区域，按下示教器上暂停或停止按键，再按下控制柜或示教器急停按钮；

3) 将电源开关置于 OFF 状态，并将上一级配电断路器断开，设置相应防护措施，防止误将相应断路器接通。

2 电控系统

HSR-HC403型机器人系统连接如图2-1所示，电控系统核心部件主要包括：控制器、伺服驱动器、IO单元、隔离变压器、开关电源、示教器、动力/抱闸线缆、编码器线缆和伺服电机（含绝对式编码器）等，其中控制器、伺服驱动器、IO单元、隔离变压器和开关电源安装于控制柜内；动力/抱闸线缆和编码器线缆共同组成本体—控制柜连接线缆；4台伺服电机分别装载于机器人本体的四个关节处。电控系统采用电压AC220V(±10%、2P+PE)，频率50Hz(±1%)的电源进行供电，建议供电电缆采用3*1.5mm² 电缆进行配线。



- 1、机器人本体
- 2、控制柜
- 3、HSpad 示教器

图 2-1 机器人配置图

2.1 控制柜

HSR-HC403 机器人控制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，控制柜柜体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，保证控制柜柜体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。控制柜内主要安装有控制器、伺服驱动器、IO 单元、开关电源、断路器、接线端子、继电器、电源开关、急停按钮、指示灯、扇热风扇及重载连接器等电器件。控制柜外形及柜内布置如图 2-2 所示。

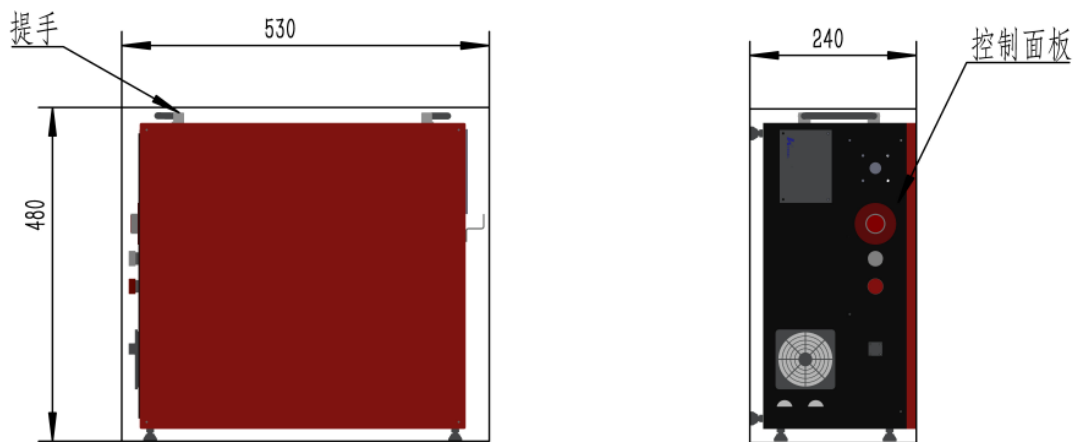


图 2-2 控制柜外形尺寸

2.1.1 控制器

HNC-808iR 控制器相当于人的大脑，所有程序和算法都在 HNC-808iR 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 3 个外部同步轴，并可扩展非限制非同步外部轴。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。

HNC-808iR 控制器外观如图 2-5 所示，其接口丰富，包含 NCUC 总线接口、EtherCAT 总线接口、标准以太网接口、VGA 接口、USB 接口等，方便用户扩展，HNC-808iR 控制器接口描述详见表 2-1。



图 2-5 HNC-808iR 控制器

表 2-1 HNC-808iR 控制器接口

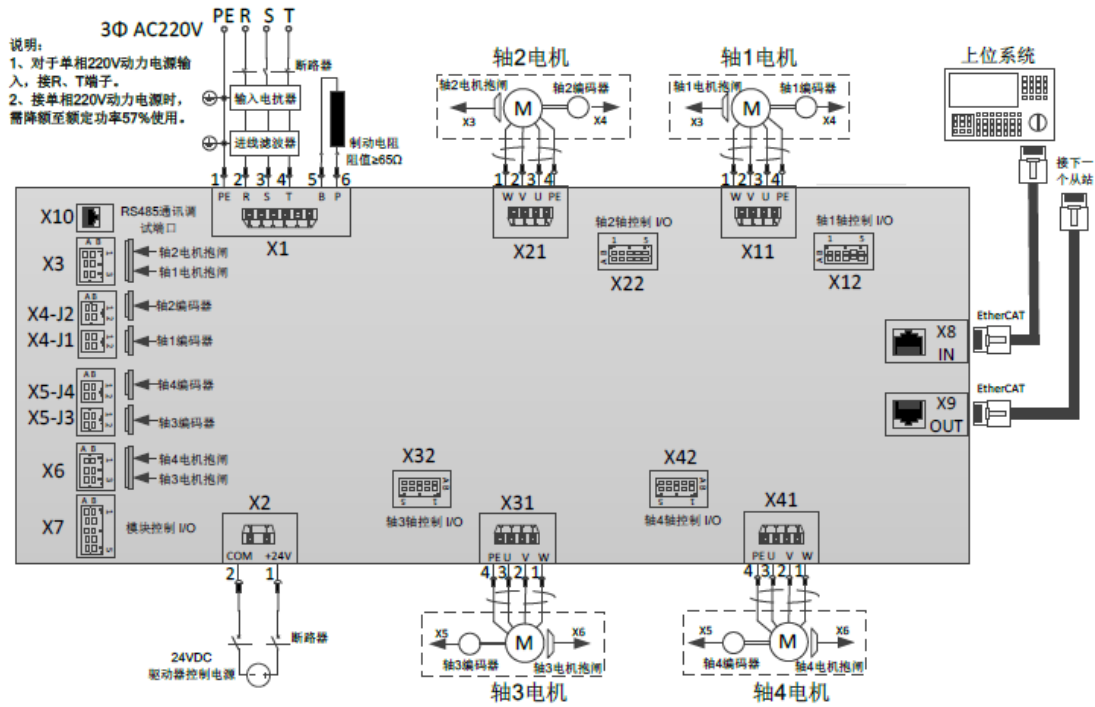
	接口名称	描述
1	电源接口	5 Pin 插座, 24V 电源输入, 带 AC_F 信号
2	USB 接口	USB 3.0 X 2
3	LAN 口	1000M bps 千兆网口 X 2
4	VGA 口	标准 VGA X 1
5	NCUC 总线接口	IEEE1394-6 X 2

2.1.2 伺服驱动器

伺服驱动器是用来控制伺服电机的一种控制器,应用于高精度的传动系统定位。CoolDrive R 系列伺服驱动器是一款全功能、高性能的伺服驱动器,采用创新技术设计制造,具有业界领先的功率密度,具有实时以太网总线接口,采用开放式现场总线 EtherCAT 协议,实现和数控装置高速的数据交换;具有高分辨率绝对式编码器接口,可以适配多种信号类型的编码器。CoolDrive R 伺服驱动器外观如图 2-6 所示,伺服驱动单元连接原理示意图如 2-7 所示。



图 2-6 CoolDriveRC4 伺服驱动器



备注：上图为 RC46 系统接线图，RC4 通用伺服产品系统接线图，机器人专用伺服产品无“轴控制 IO”。

图 2-7 CoolDriveRC4 伺服驱动接线示意图

伺服驱动器编码器连接引脚(X4/X5)定义如表 2-2 所示。

驱动器侧 信号名称	编码器侧信号名称				
	尼康	多摩川	松下	三协	MotorPower
Vcc	+5V	Vcc	E5V	Vcc	DC+5V
GND	0V	GND	E0V	GND	GND
DATA-	ES-	/SD	\overline{PS}	-D	DATA-
DATA+	ES+	SD	PS	+D	DATA+

表 2-2 伺服驱动器编码器引脚定义

伺服驱动器电机抱闸口 X3 和 X6 如图 2-8 所示：

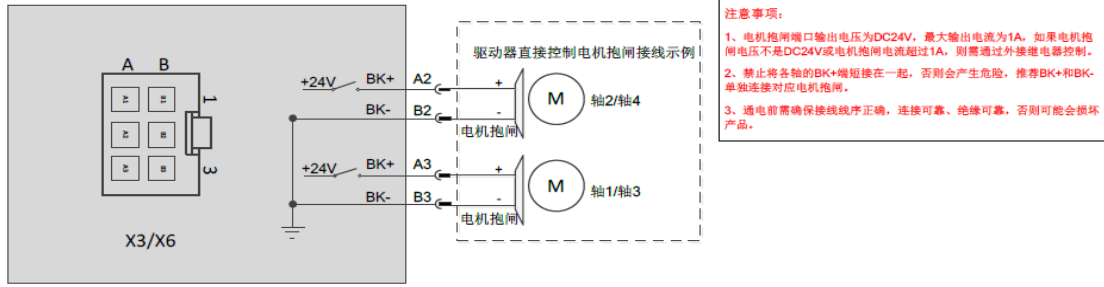


图 2-8 伺服驱动器电机抱闸接口 X3 和 X6 接线示意

伺服驱动器 RC6 模块控制 I/O 端口 X7 接线图如图 2-9 所示:

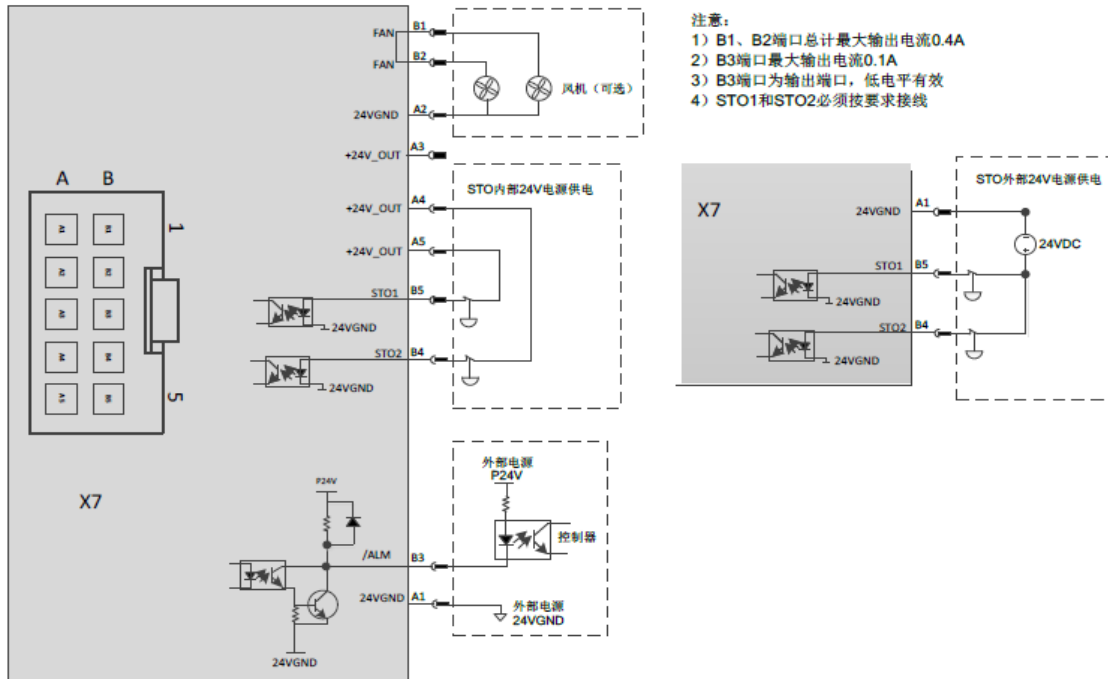


图 2-9 RC4 模块控制 I/O 端口 X7 接线图

2.1.3 IO 单元

HIO-1100 总线式 IO 单元具有高稳定性、高可靠性的特点。产品经过严格的三防处理，具有输入滤波以及掉电保护功能。该 IO 单元符合 EtherCAT 总线规范，扩展模块可任意配置数字量输入输出，支持模拟量输入输出。

功能描述：

- 符合 EtherCAT 级总线规范
- 支持数字输入输出模块、模拟输入输出模块
- 输入输出模块数量可根据用户实际需求进行配置，每个 IO 模组最多可配置 7 块 IO 子模块
- 输入滤波功能
- 掉电保护功能

HIO-1100 总线式 IO 单元可由以下模块配置组成：

HIO-1108 底板子模块：可提供 1 个通讯子模块插槽和 8 个功能子模块插槽；

HIO-1161 通讯子模块：该通讯子模块上集成有为整个 IO 单元供电的电源接口（DC24V）、EtherCAT 总线 IN（X2A）接口和 EtherCAT 总线 OUT（X2B）接口；

HIO-1111 开关量输入子模块：提供 16 路开关量输入，输入点 NPN 和 PNP 类型可切换；

HIO-1121 开关量输出子模块：提供 16 路开关量输出，输出点为 NPN 型接口；

HIO-1173 模拟量输入/输出子模块：提供 4 通道 A/D 信号和 4 通道 D/A 信号。

HIO-1100 总线式 IO 单元标准配置如下表 2-3 所示，具体可根据客户实际需求进行配置，默认以实际出厂为准。

表 2-3 HIO-1100 总线式 IO 单元标准配置表

类型	子模块名称	子模块型号	数量
底板	9 槽底板子模块	HIO-1108	1 块
通讯	EtherCAT 协议通讯子模块	HIO-1161	1 块
开关量	NPN 型开关量输入子模块	HIO-1111	2 块
	NPN 型开关量输出子模块	HIO-1121	2 块

HIO-1100 总线式 IO 单元外观如图 2-10 所示（标配出厂）。

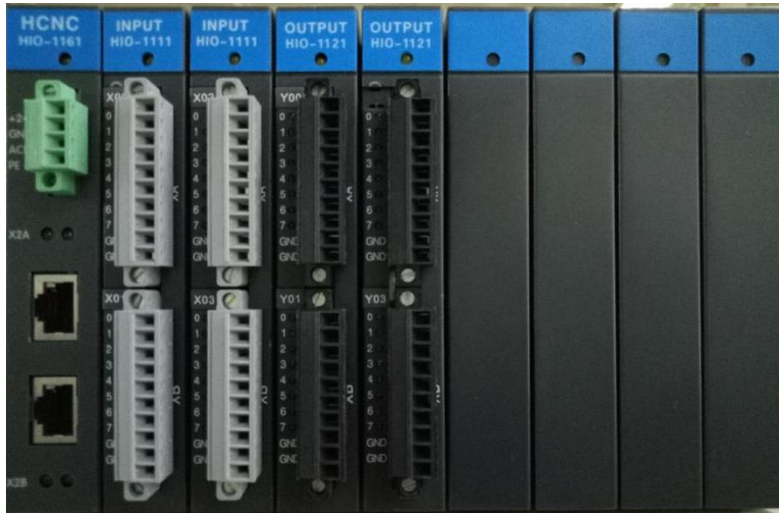


图 2-10 HIO-1100 总线式 IO 单元

2.1.4 EtherCAT 总线回路

控制器、伺服驱动器及 IO 单元之间采用高速工业以太网 EtherCat 总线接口进行网络通讯，实现数据的高速交互，其 EtherCat 总线网络回路如图 2-11 所示。

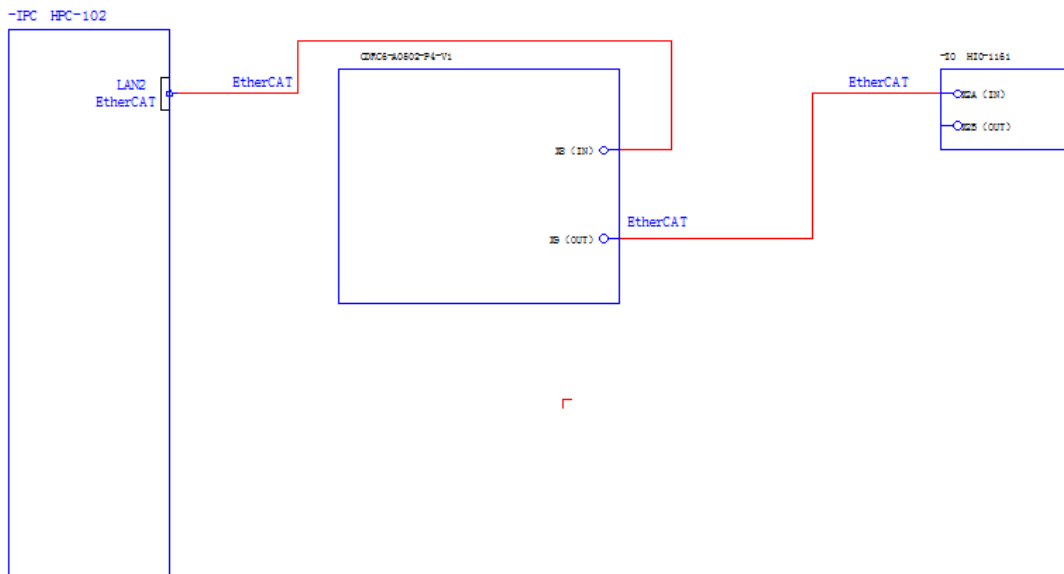


图 2-11 EtherCAT 总线网络

2.1.5 操作指示面板



图 2-12 控制柜操作指示面板布置图

电源指示灯：一次回路和二次回路供电指示。

报警指示灯：系统及驱动器故障报警指示。

急停按钮：紧急情况下压下此按钮，抱闸抱住电机轴，同时断掉伺服使能信号。

电源开关：电源开关采用复合开关，直接控制 AC220V 电压的通断

2.1.6 断路器

断路器（10A）QF1 用于控制 2 相 AC220V 主电源进线及对后续电路进行短路保护，进行设备维护及检修时，请务必将此断路器置断开位置。



图 2-13 断路器

2.1.7 控制电源

机器人控制柜采用一台明纬开关电源（150W，DC24V）V1，用于把交流 220V 电压转变为直流 24V 电压，电源 V1 给示教器及控制柜内控制器、IO 单元、继电器等元器件进行供电。



图 2-14 开关电源

2.2 示教器

Hpad-201 示教器是用于华数工业机器人的手持编程器，具有使用华数工业机器人所需的各种操作和显示功能，使用手册详见《Hpad-201 使用说明书》。借助 Hpad-201 示教器，用户可以实现工业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

Hpad-201 示教器采用高性能触摸屏（8"彩色 LCD 触摸屏）+周边按键的操作方式，具有多组按键，进行机器人的参数设置、运动控制及状态监视；示教器设有模式选择旋钮，可以实现 T1/T2 示教编程模式、自动运行模式和外部运行模式；设置有急停按钮和三段式安全开关，确保机器人操作的安全性；具有 USB 接口，可以进行示教程序的外部存储；示教器至控制柜的连接线缆标配长度为 8m，确保操作员处于机器人的安全范围。HSpad 示教器外观如图 2-15

所示。



图 2-15 HSpad 示教器

示教器与控制柜采用接插件进行对应连接，便可快速完成两者的电气连接。通过将示教器对接插接头（公）与控制柜柜体对插接座（母）进行连接，便可实现示教器 DC24V 供电、示教器急停信号接入控制柜内伺服驱动器 IO 接口；以及实现示教器与控制器的以太网通讯。Hpad-201 示教器的电气接线图如图 2-16 所示。

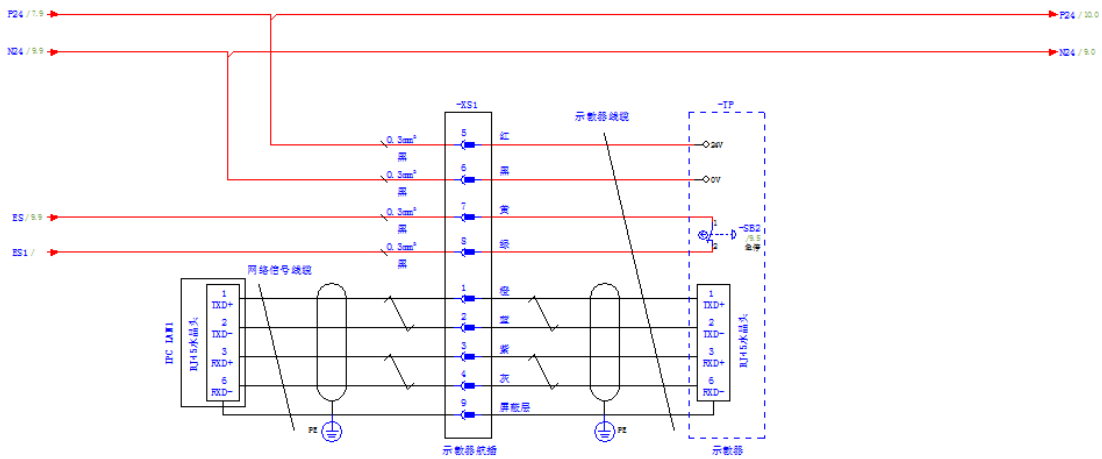


图 2-16 HSpad 示教器电气接线图

2.2 本体-控制柜连接线缆

本体—控制柜连接线缆是由两根动力/抱闸线缆和编码器线缆和信号线共同组成，线缆长度标配为 3 米，动力/抱闸线缆和编码器、信号线缆重载引脚定义分别如图 2-17 所示。

1	U1	25	W1
2	U2:RD	26	W2:GN
3	U3	27	W3
4	U4	28	W4
7	SD1+	31	VCC1
8	SD2+	32	VCC2
9	SD3+:GN	33	VCC3:RD
10	SD4+	34	VCC4
11	P24, 10:BU	35	P24, 11-1:BU
12	X2, 0	36	X2, 2
13	V1	37	PE1
14	V2:YE	38	PE2:GNYE
15	V3	39	PE3
16	V4	40	PE4
19	SD1-	43	GND1
20	SD2-	44	GND2
21	SD3-:BU	45	GND3:YE
22	SD4-	46	GND4
23	N24, 10:BU	47	P24, 12-1:BU
24	X2, 1	48	X2, 3
49	BK1+		
59	YL1		
60			
61	BK1-		
71	YL2		
72			

图 2-17 动力、编码、信号线缆重载引脚定义

2.3 本体信号线

暂时未配置

3 快速操作入门

本章节内容涉及示教器的最基本使用，进行机器人操作前，请务必对照查看《HSpad 使用说明书》中第 4 章节相关内容的讲解，严格按本手册第 1.3 节安全操作规程所述内容执行；本章节简要介绍通过 HSpad 示教器手动运行机器人各轴，以使用户能够简单快速地熟悉 HSR-JR603 机器人的最基本操作，对 HSpad 示教器的使用及整个机器人系统建立一个直观的认识；再通过对 HSpad 示教器说明书的深入学习，达到对 HSR-JR603 机器人更深入使用的目的，帮助客户尽量缩短现场应用调试时间。

3.1 上电准备

将配电柜 AC220V 电源（2P+PE）对应接入控制柜的 X1 端子排上，将 HSpad 示教器、本体与控制柜之间的连接线对应连接好。

3.2 系统上电

接通配电柜供电开关或断路器，确认 AC220V 电压无误；旋转控制柜电源开关为 ON 状态，控制柜电源指示灯（白色）点亮，待示教器与控制柜连接成功，示教器信息栏提示机器人初始化成功。

3.3 手动模式选择

转动 HSpad 示教器上的钥匙开关，出现运行模式选择界面（图 3-1），选择手动 T1 运行模式，将钥匙开关再次转回初始位置，所选的运行模式会显示在 HSpad 示教器主界面的状态栏中。



图 3-1 运行模式选择

3.4 坐标系选择

在机器人控制系统中定义了下列坐标系：轴坐标系、世界坐标系、基坐标系和工具坐标系，此处选择轴坐标系。在 HSpad 示教器手动 T1 模式下，点击坐标系选择按键，选择坐标系为轴坐标系，右侧【运行】键旁边会显示 A1~A6（图 3-2），同时显示轴坐标系图标。



图 3-2 轴坐标系选择

3.5 手动速度调整

在 HSpad 示教器手动 T1 模式下，通过按右侧的手动倍率调节按键【+】键或【-】键，可以选择机器人的运动速度，通过状态区的速度显示来确认。

按手动倍率调节按键【+】键，每按一次，手动速度按以下顺序变化：微动 1%→微动 3%→低 10%→中 30%→中 50%→高 75%→高 100%；按手动倍率调节按键【-】键，每按一次，手动速度按以下顺序变化：高 100%→高 75%→中 50%→中 30%→低 10%→微动 3%→微动 1%。

3.6 手动使能

在 HSpad 示教器手动 T1 模式下，轻握 HSpad 示教器背面的【三段安全开关】，这时 HSpad 示教器上的【使能】指示灯亮起，表示伺服电源接通，同时可以听到机器人本体伺服电机抱闸打开的声音，若没有伺服电机抱闸打开声音说明有可能未打开，需进一步查明故障情况。

释放或用力握紧 HSpad 示教器背面的【三段安全开关】，这时 HSpad 示教器上的【使能】指示灯熄灭，表示伺服电源切断，同时可以听到机器人本体伺服电机抱闸闭合的声音。

特别注意：按下控制柜或示教器上的任意急停按钮，伺服使能信号便无法激活，轻握 HSpad 示教器背面的【三段安全开关】无效，无法进行机器人的运动操作。

3.7 轴操作

在 HSpad 示教器手动 T1 模式下，选择系统坐标系为轴坐标系，按下手动倍率调节按键【+】键或【-】键调节至适当速度，轻握 HSpad 示教器背面的【三段安全开关】，待 HSpad 示教器上的【使能】指示灯亮起，按动右侧各轴操作键【+】键或【-】键，使机器人的每个轴产生所需的动作；各轴只在按住轴操作键时运动，按下【+】或【-】运行键，以使机器人轴朝正或反方向运动，机器人各轴的旋转方向如图 3-3 所示。

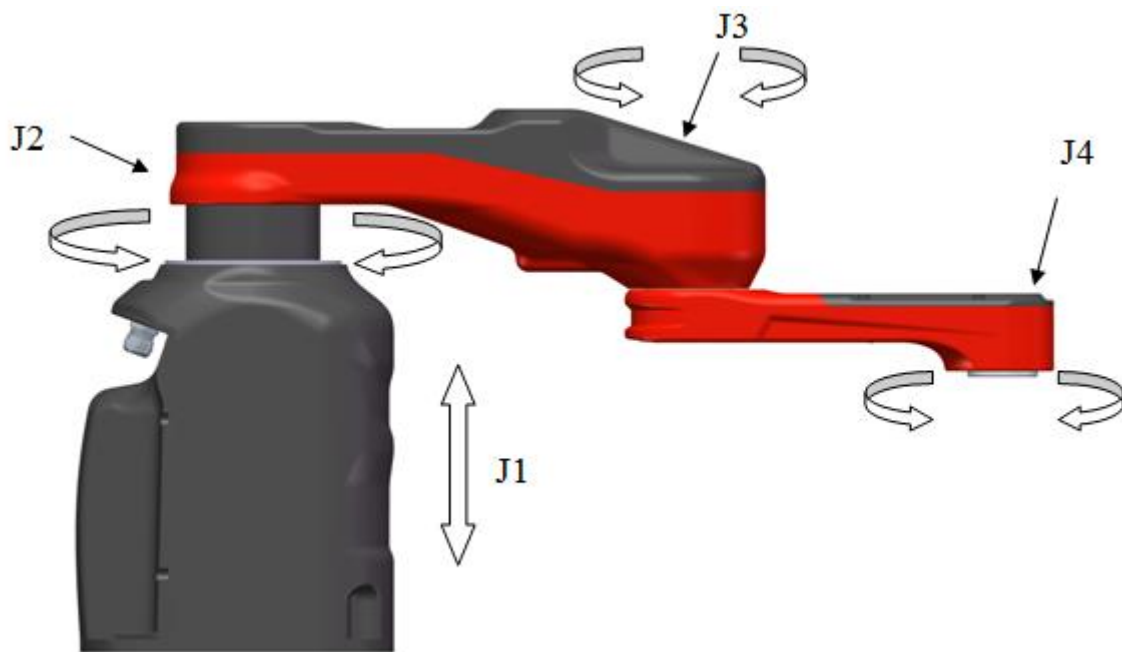


图 3-3 轴旋转方向

3.8 系统下电

机器人操作完毕，按下控制柜或示教器上的任意急停按钮，将 HSpad 示教器挂在控制柜的示教器固定架上；旋转控制柜电源开关为 OFF 状态，同时确保控制柜内断路器 QF1 置于 OFF 状态，控制柜电源指示灯（白色）熄灭，断开配电柜供电开关或断路器。

4 检修及维护

为确保安全生产，维持产品性能，以防患于未然，必须实施必要的日常维护及定期检修作业。

4.1 检修注意事项

检修或更换零件时，应遵守以下注意事项，进行安全作业。

- 1) 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；
- 2) 进行检修作业之前，请对作业所需的零件、工具和图纸进行确认；
- 3) 更换零件时，请先切断一次电源，5 分钟后再进行作业；更换零件请使用本公司指定的零件，更换时切勿损坏连接线缆；
- 4) 进行机器人本体的检修时，请务必先切断电源再进行作业；
- 5) 打开控制装置的门时，请务必先切断一次电源，并充分注意不要让周围的灰尘入内；
- 6) 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；
- 7) 一边操作机器人本体一边进行检修时，禁止进入动作范围之内；
- 8) 电压测量应在指定部位进行，并充分注意防止触电和接线短路；
- 9) 禁止同时进行机器人本体和控制装置的检修；
- 10) 检修后，必须充分确认机器人动作后，再进入正常运转。

4.2 检修项目

为了使机器人能够长期保持较高的性能，必须进行维修检查。检修分为日常检修和定期检修，其基本周期及检修项目请参阅表 4-1，检修人员必须编制检修计划并切实进行检修。

表 4-1 检修项目表

序号	检修周期				检修项目	检修内容	检修方法
	日常	3个月	6个月	1年			
1	●	●	●	●	柜门	前后柜门是否关好，门锁是否锁紧到位	目测
						柜内密封构件部分有无缝隙和损坏	
2	●	●	●	●	示教器	示教器外观是否污损	目测、操作
						操作是否灵活、准确	
						显示是否清晰、完整	
3		●	●	●	缆线组	连接线外观是否破损、断裂	目测
						器件端子连接处是否松动	
4	●	●	●	●	柜体操作指示面板	电源开关操作灵活、无卡顿现象	目测、操作
						电源指示灯、故障指示灯显示正常	
5	●	●	●	●	急停	控制柜和示教器急停按钮操作灵活、无卡顿现象，急停动作准确、可靠	操作
6	●	●	●	●	柜内器件	各器件相应指示灯显示是否正常	综合观察
						各器件是否有较多灰尘覆盖	
						是否有发热、声音异常、异味或电弧烧黑现象	
7		●	●	●	散热风扇	风扇转动是否异常，有无异响	感受排风口的出风量，倾听运转声音
						防尘网罩及防尘棉是否堵塞	
8		●	●	●	百叶窗	百叶窗外是否留有足够的通风空间	目测、清理
						百叶窗内的防尘棉是否堵塞	
9		●	●	●	本体电池	电池电压是否为 DC3.0V 以上	测电压
10		●	●	●	电压等级	柜内 AC380V、AC220V、DC24V 等级电压是否正常	测电压

用户在进行检修作业时，如有对上表中检修项目存在检修内容和方法不明时，请联系本公司售后服务部门，以便进行正确的检修作业。

4.3 更换电池

本机器人在电控系统断电时，采用 DC3.6V 锂电池作为本体伺服电机绝对编码器数据备份用电池，编码器电池存放于机器人本体线重载端内。当电池电压下降超过一定限度，则无法正常保存编码器数据，需更换编码器电池。

若控制柜内驱动器 AXIS STA 指示灯红绿交替闪烁且机器人能正常运行说明本体编码器电池电压低于 3.15V，则需要尽快更换本体编码器电池，否则可能会使机器人零点丢失，如果在驱动器运行时更换电池，可以保留位置信息。

若需进行电池更换，只需拆开机器人本体线端重载，拔掉需更换的旧电池，更换上本公司指定的新电池，将电池组捆扎好装回原处即可。

注意：电池每 2 年更换一次，旧电池应妥善处理，以免造成污染。更换电池时，请在电控系统通电状态下进行。电池更换后务必确认零点位置是否正确；若零点位置丢失需重新进行零点位置校准，方能正常运行机器人。

4.4 零点位置校准

零点位置校准是将机器人位置与绝对编码器位置进行对照的操作。零点位置校准是在出厂前进行的，如果没有进行零点位置校准，将不能进行示教和再现操作。在下列情况下必须再次进行零点位置校准：

- 改变机器人与控制柜的组合时
- 更换电机、绝对编码器时
- 机器人碰撞工件，零点偏移时
- 更换电池操作不当致使编码器位置丢失时

校对零点前，需先将本体各轴的机械零标对齐。随着机器人的轴转动，两个零点标识牌长刻度线互相大概对正时，低速微调机器人转动角度，调置机器人到零点位置。

零点位置校准步骤：

- 1) 示教器手动 T1/T2 模式下，运行机器人本体各轴机械零点对齐；
- 2) 在示教器主菜单选择“配置->用户组”，登录为 Super 用户，登录用户登录界面如图 4-4

所示：

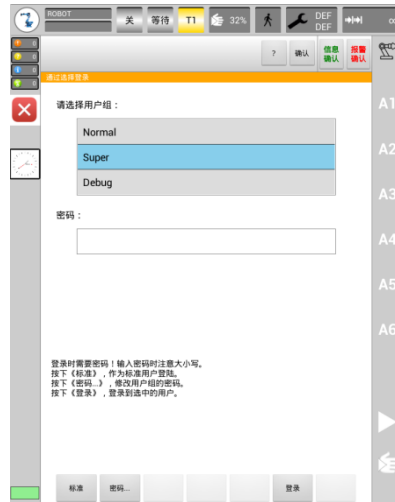


图 4-4 用户登录界面

3) 在示教器主菜单选择“投入运行->调整->校准”，按图 4-5 点击输入各轴初始位置数据，点击“保存校准”按钮保存数据，重启电控系统，轴校准生效；

轴校准	
轴数据校准：	
轴	初始位置
机器人轴1	0.0
机器人轴2	-90.0
机器人轴3	180.0
机器人轴4	0.0
机器人轴5	90.0
机器人轴6	0.0

图 4-1 轴零点校准数据

4) 示教器手动 T1/T2 模式下，运行机器人本体各轴远离机械零点位置，在主菜单选择“显示->变量列表->JR 选项卡”，在图 4-6 所示的界面中选中 JR[1]变量，点击“修改”按钮，选中“关节”坐标，将轴 1~轴 6 的值分别更改为“0, -90, 180, 0, 90, 0”，点击“移动到点”按钮可使机器人本体各轴自动运行到零点位置，至此零点位置校准操作完成。

变量概览显示									
序号	说明	名称	值						
0		JR[1]	{0, -90, 180, 0, 90, 0}	+100					
1		JR[2]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}	-100					
2		JR[3]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}						
3		JR[4]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}	修改					
4		JR[5]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}						
5		JR[6]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}	刷新					
6		JR[7]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}						
7		JR[8]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}	保存					
EXT	REF	TOOL	BASE						

图 4-6 JR 关节位置寄存器变量表

5 IO 单元信号说明

5.1 IO 信号配置

机器人出厂时，已在系统中对 IO 信号进行了相应配置，用户可根据实际需要接入或自定义使用，具体配置详见表 5-1、表 5-2。

表 5-1 输入信号分配表（标准）

输入点位	变量名	信号名称	功能	备注
X0.0	D_IN[1]	iPRG_START	程序启动	系统占用，下降沿有效
X0.1	D_IN[2]	iPRG_PAUSE	程序暂停	系统占用，下降沿有效
X0.2	D_IN[3]	iPRG_RESUME	程序恢复执行	系统占用，下降沿有效
X0.3	D_IN[4]	iPRG_KILL	程序停止并卸载	系统占用，下降沿有效 此操作会自动卸载程序
X0.4	D_IN[5]	iPRG_LOAD	程序加载	系统占用，下降沿有效
X0.5	D_IN[6]	iENABLE	使能	系统占用，下降沿有效； 使能持续有效需保持输入信号持续有效
X0.6	D_IN[7]	iCLEAR_DRV_FAULT S	伺服错误清除	系统占用，下降沿有效

X0.7、X1.0~X1.7对应变量D_IN[8]~D_IN[16]——通用输入点位。

X2.0~X2.7对应变量D_IN[17]~D_IN[24]——通用输入点位。

X3.0~X3.7对应变量D_IN[25]~D_IN[32]——通用输入点位。

表5-2 输出信号分配表（标准）

输出点位	变量名	信号名称	功能	备注
Y0.0	D_OUT[1]	oSYS_ERR	系统错误	固定系统功能输出，连接控制柜故障指示灯，
Y0.1	D_OUT[2]	oROBOT_READY	机器人准备好	系统占用
Y0.2	D_OUT[3]	oENABLE_STATE	系统使能状态	系统占用
Y0.3	D_OUT[4]	oPRG_UNLOAD	用户程序未加载	系统占用
Y0.4	D_OUT[5]	oPRG_READY	用户程序已加载	系统占用
Y0.5	D_OUT[6]	oPRG_RUNNING	用户程序正在运行	系统占用

Y0.6	D_OUT[7]	oPRG_ERR	用户程序出错	系统占用
Y0.7	D_OUT[8]	oPRG_PAUSE	用户程序暂停	系统占用
Y1.0	D_OUT[9]	oPRG_KILLED	用户程序停止	系统占用
Y1.1	D_OUT[10]	oIN_REF[1]	参考点 1	系统占用
Y1.2	D_OUT[11]	oIS_MOVING	机器人运动中	系统占用
Y1.3	D_OUT[12]	oMANUAL_MODE	手动模式	系统占用
Y14	D_OUT[13]	oAUTO_MODE	自动模式	系统占用
Y1.5	D_OUT[14]	oEXT_MODE	外部模式	系统占用

Y1.6、Y1.7、Y2.0~Y2.7对应变量D_OUT[15]~D_OUT[24]——通用输出点位，

Y3.0~Y3.7对应变量D_OUT[25]~D_OUT[32]——通用输出点位。

注：表5-1、表5-2中所列配置了系统功能的IO点位（除固定系统功能外），用户可根据需求自行调整IO点位的系统功能配置，进行相应增加、减少或更改点位，特别是表5-1配置的系统功能输入必须是在示教器选择为外部模式下才有效，具体配置使用方法详见《HSpad使用说明书》中外部运行配置章节。

5.2 IO 电气连接

IO 单元中 HIO-1111 开关量输入子模块（NPN 型）各输入点接低电平（0V）有效，外部输入信号连接示例如图 5-1 所示。



图 5-1 HIO-1111 子模块（NPN 型）输入信号连接电路图

IO 单元中 HIO-1121 开关量输入子模块 (NPN 型) 各输出点输出低电平 (0V) 有效, 每个点的最大输出电流为 100mA, 连接外部执行器件的信号连接示例如图 5-2 所示。

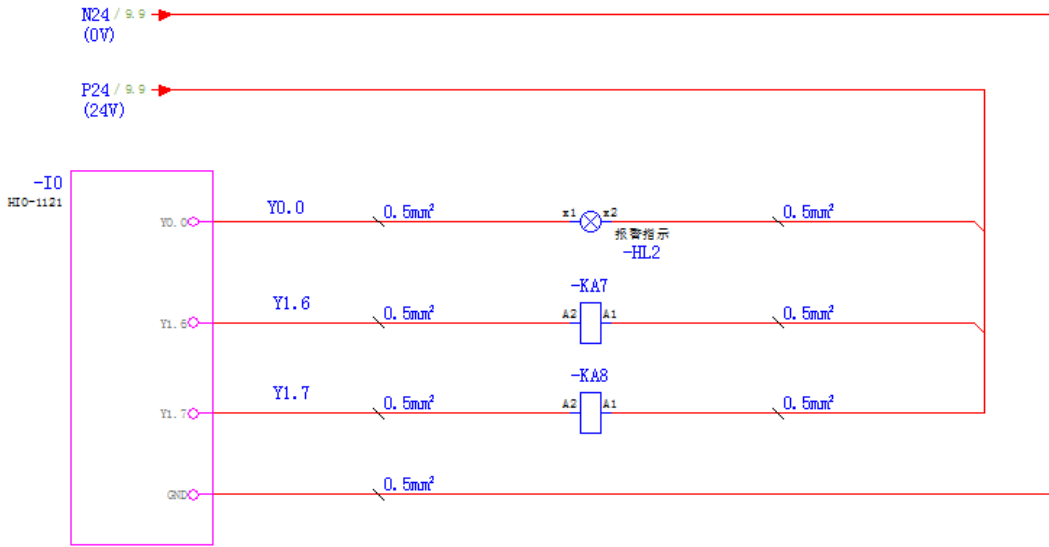


图 5-2 HIO-1121 子模块 (NPN 型) 输出信号连接电路图

6 常见示教器报警处理

报警代码	报警说明	原因分析	处理对策
3115	急停	示教器“急停按钮”或控制柜“急停按钮”按下	松开急停按钮，清除报警
/	示教器网络状态显示“■”	①示教器与控制器通讯水晶头接触不良或未插牢固 ②IP 地址未设置正确 ③示教器硬件故障	①确保控制器侧水晶头插接牢靠 ②设置机器人通讯配置： IP 地址：90.0.0.1 设置示教器以太网配置： IP 地址：90.0.0.123 子网掩码：255.255.255.0 ③更换示教器
/	示教器网络状态显示“■”	①控制器初始化未完成 ②示教器软件版本与控制器软件版本、固件版本不匹配 ③控制器软件包内无机器人类型文件(未选择机器人型号)	①确保控制器与驱动器、IO 模块的网络连接正确无误；确保控制柜与本体之间的连接线已连接可靠 ②确保示教器软件版本与控制器软件版本、固件版本匹配，已经选择正确的机型 ③重启系统多次仍无法解决，更换示教器或控制器
3121	机器人在软限位附近无法上使能，例如：“PUMA at axis A2: the target point is not reachable”	①机器人 A2 轴超软限位 ②机器人误报目标点不可达	①登录用户组“Super”用户模式下，关闭软限位，手动使 A2 轴处于软限位范围内，开启软限位 ②清除报警，更改目标点
3082	反馈速度超限：“Feedback velocity is out of limit”	机器人实际速度超过了系统设定速度，机器人停止	①系统故障 ②反馈技术人员
6029	空文件：“Zero file size detected.”	不能加载空文件：“Cannot load an empty file”	示教器界面“清理系统”
8062	文件名太长：“The file name is too long. A file name should contain no more than 8 characters”	文件名超过了 8 个字符：“A file name should contain no more than 8 characters.”	减小文件名字符长度

19012	不能上驱动使能：“Cannot enable axis/group.”	丢失驱动使能信号或者驱动连接错误	检测驱动 EtherCAT 网络连接是否正确
19013	不能清除驱动错误：“Cannot clear fault on drive.”	驱动错误持续存在：Fault on drive persists.”	查找驱动故障原因，首先解决驱动故障

7 常见伺服驱动器报警处理

RC 系列驱动器发生异常时，会以告警或故障的形式进行警示，并进行相应的保护动作。

告警：伺服驱动器检测到轻度异常，**AXIS STA** 指示灯红绿交替闪烁，并发出告警信号，不进行停机保护动作。

故障：伺服驱动器检测到严重异常，**AXIS STA** 指示灯红色闪烁，并发出故障信号，进行停机保护动作。

根据驱动器异常的严重程度，故障分为以下三中类型：

不可恢复故障：驱动器检测到十分严重的异常情况，立即停止 **PWM** 输出，进行停机保护动作，**AXIS STA** 指示灯红色快速闪烁，排除故障后，需重启驱动器清除。

可恢复故障 0：驱动器检测到较严重的异常情况，立即停止 **PWM** 输出，进行停机保护动作，**AXIS STA** 指示灯红色慢速闪烁，排除故障后，可通过发送 **reset** 信号清除。

可恢复故障 1、2：0 驱动器检测到严重程度较轻的异常情况，进行停机保护动作，停机方式可选，**AXIS STA** 指示灯红色慢速闪烁，排除故障后，可通过发送 **reset** 信号清除。

驱动器告警原因及处理如下所示：

表 7-1 常见伺服驱动器报警处理

索引	告警代码	描述	告警原因	处理建议
0	0xFF30	EEPROM 版本变更	变更了 EEPROM 版本。	重新启动驱动器或软复位。
1	0xFF31	电机过载告警	1. 电机负载率超过了设定阈值，缺省值为 80%。 2. 电机负载过大。	1. 检查机械，是否有润滑不良或卡堵现象。 2. 更换功率更大的电机。
2	0xFF32	能耗制动过载告警	1、能耗制动电阻功率过小。	1、更换更大功率的能耗制动电阻。
3	0xFF33	欠压转速限制告警	由于驱动器输入电源电压过低而导致电机转速被限制。	检查输入电源电压。
4	0xFF34	直流母线欠压告警	直流母线电压过低。	检查直流母线电压。
5	0xFF35	历史故障记录异常告警	1. 历史故障记录异常。 2. 驱动器损坏。	1. 重新启动驱动器或软复位。 2. 维修或更换驱动器。
6	0xFF36	不支持设定控制模式	驱动器控制模式设定超过允许范围。	重新设定参数 0x6060。
7	0xFF37	更改了重上电有效参数	更改了重新上电有效的参数	重启驱动器或软复位。
8	0xFF38	CPU 过载告警	驱动器内部故障	更换或维修驱动器。
9	0xFF39	编码器电池欠电压告警	检测到编码器电池电压过低。	更换编码器电池。
10	0xFF3A	驱动器内部告警	驱动器未经过出厂测试。	更换驱动器。
11	0xFF3B	机械原定未标定	机械原点未标定	重新标定机械原点。
12	0xFF3C	驱动器未准备好	驱动器内部故障	维修或更换驱动器

8 应急处理措施

8.1 分离人员与带电体

若发生人员触电事故，首先应保证人员与带电体分离，且莫直接拉拽触电人员，应按以下做法将人员与带电体分离：

- 1、关掉总电源，拉开闸刀开关或拔掉熔断器；
- 2、使用有绝缘柄的电工钳，将电线切断；
- 3、用绝缘物从带电体上拉开触电者。

8.2 急救措施

现场救护当触电者脱离电源后，如果神志清醒，使其安静休息；如果严重灼伤，应送医院诊治。如果触电者神志昏迷，但还有心跳呼吸，应该将触电者仰卧，解开衣服，以利呼吸；周围的空气要流通，要严密观察，并迅速请医生前来诊治或送医院检查治疗。如果触电者呼吸停止，心脏暂时停止跳动，但尚未真正死亡，要迅速对其人工呼吸和胸外按压。具体操作方法和步骤如下：

将触电者仰卧在木板或硬地上，解开领口、裤带，使其头部尽量后仰，鼻孔朝天，使舌根不致阻塞气道。再用手掰开其嘴，取出口腔里的假牙、呕吐物、粘液等，畅通气道。然后，一只手托起他的下颌，另一只手捏紧其鼻子，人工呼吸约 2s，使被救者胸部扩张；接着放松口、鼻，使其胸部自然缩回，呼气约 3s。如此反复进行，每分钟吹气约 12 次。如果无法把触电者的口张开，则改用口对鼻人工呼吸法。此时，吹气压力应稍大，时间也稍长，以利空气进入肺内。2

售后服务联系方式

重庆华数机器人有限公司

地址：重庆市北碚区水土高新技术产业园云汉大道 5 号附 69 号

邮编：400714

客服电话：023-88026878

客服邮箱：service_cq@hzncc.com

佛山华数机器人有限公司

地址：广东省佛山市南海区桃园东路 19 号

邮编：528234

客服电话：0757-81991717

客服邮箱：service_fs@hzncc.com

重庆华数机器人有限公司

电 话：023-88537708

传 真：023-88537332

Eamil: huashu@hznc.com

网 址: www.hsrobotics.cn www.huazhongcnc.com

地 址：重庆市北碚区水土云汉大道两江云计算中心科技



扫二维码了解更多

