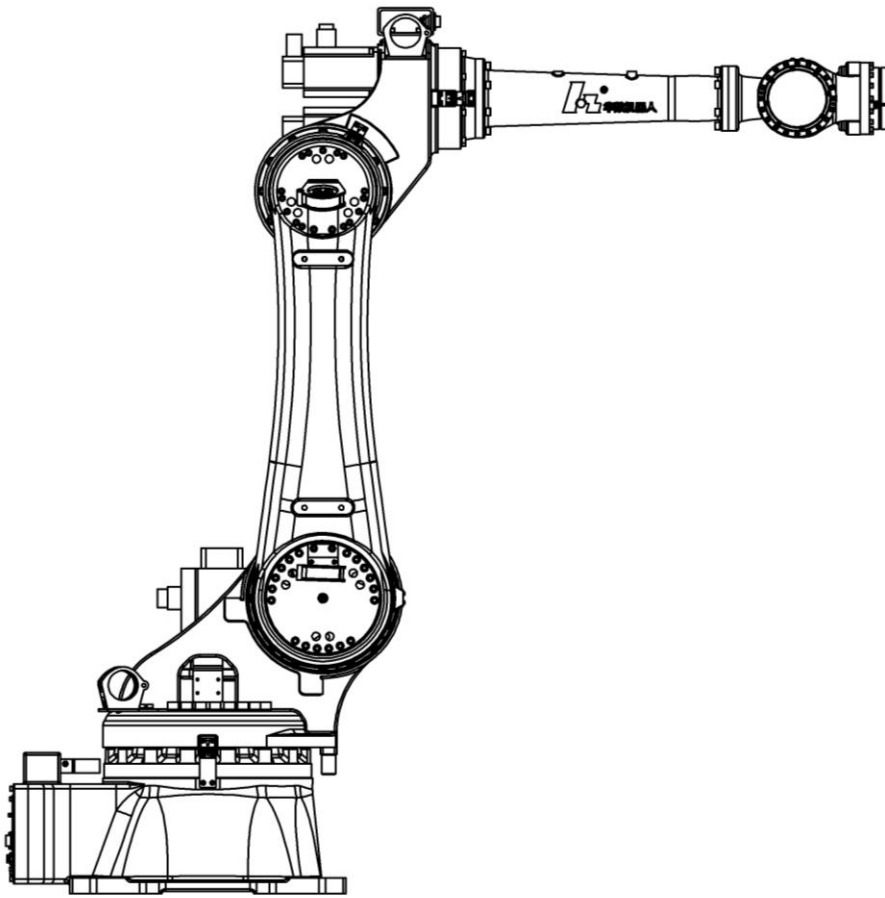


HSR-JR680/650 机器人

机械电气操作维护手册

V23.1.1



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。

前言

本系列说明书介绍了 HSR-JR680/650 型 6 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-JR680/650 型 6 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。

本产品的额定功率、规格、外部尺寸等如需改良而进行变更, 恕不另行通告。技术数据和插图仅作为供货参考, 保留更改权利

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。



注意

本说明书对 HSR-JR680/650 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。

有关安全的重要事项，在《HSR-JR680/650 安全手册》中有详细描述，在阅读本说明书前务必熟读并理解《HSR-JR680/650 安全手册》，确保安全操作。



注意

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。



警告

操作机器人前请按下 HSR-JR680/650 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-JR680/650 机器人上的警告标识。

警告标识的说明

以下警告粘贴在 HSR-JR680/650 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>在机器人各轴电机上粘贴有该标识，在机器人长时间运转时，电机、减速机等会产生较大热量，此时不应直接接触以上部位，防止烫伤。</p>
	<p>机器人电机后部粘贴有该标识，其后部的编码器比较脆弱，不允许击打或踩踏，否则容易造成电机损坏。</p>
	<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、加上等严重伤害，甚至危及生命安全。</p>

版本修订说明

版本号	描述
V22.1.2	增加开关电源 V1 供用户使用功率说明
V23.0.1	修改抱闸继电器说明

目录

机械操作维护手册

1 安全	1-1
2 产品确认	1-2
3 机器人安装	1-4
3.1 搬运.....	1-4
3.1.1 行车搬运.....	1-4
3.1.2 叉车搬运.....	1-7
3.2 安装.....	1-9
3.2.1 安全区域的设置.....	1-10
3.2.2 机器人安装环境.....	1-11
3.2.3 安装方法.....	1-12
4 机器人基本说明.....	1-18
4.3 机械性能参数.....	1-18
4.3.1 基本性能参数.....	1-20
4.3.2 机器人各部位名称和转动轴部位.....	1-21
4.3.3 机器人外形尺寸和最大运动范围.....	1-24
4.4 机器人负载规格.....	1-26
4.4.1 末端额定负载规格.....	1-26
4.4.2 机器人末端负载计算方法.....	1-27
4.4.3 机器人外设安装部位.....	1-29
4.4.4 气路及信号线连接.....	1-32
4.5 零点校对.....	1-33
5 保养维修	1-35
5.1 保养项目及间隔.....	1-35
5.2 作业步骤与注意事项.....	1-37
5.2.1 电池更换.....	1-37
5.2.2 管线包的维护.....	1-38
5.2.3 减速机油脂补充.....	1-39
5.3 电机抱闸的强制解除（选配件）.....	1-45
5.4 维护区域.....	1-47
6 本体基本故障排除.....	1-48
6.1 故障种类.....	1-48
6.2 故障原因分析.....	1-49
6.3 各个零部件故障的判定方法和处理方法.....	1-49
6.3.1 减速机.....	1-49
6.3.2 电机.....	1-50
7 推荐优先选用的备件.....	1-51
8 附录	1-53

电气操作维护手册

1 安全	2-1
1.1 机器人安全使用须知.....	2-1
1.1.1 操作调试机器人时的安全注意事项.....	2-1
1.1.2 机器人本体的安全对策.....	2-3
1.1.3 试车安全对策.....	2-7
1.1.4 自动运转的安全对策.....	2-8
1.2 以下场合不可使用机器人.....	2-9
1.3 安全操作规程.....	2-10
1.3.1 操作前准备.....	2-10
1.3.2 示教和手动机器人.....	2-10
1.3.3 生产运行.....	2-11
1.3.4 关闭机器人.....	2-11
2 电控系统	2-13
2.1 控制柜.....	2-13
2.1.1 控制器.....	2-17
2.1.2 伺服驱动器.....	2-17
2.1.3 IO 单元.....	2-22
2.1.4 EtherCAT 总线回路.....	2-25
2.1.5 操作指示面板.....	2-26
2.1.6 断路器.....	2-26
2.1.7 控制电源.....	2-28
2.1.8 继电器.....	2-29
2.2 示教器.....	2-30
2.3 本体-控制柜连接线缆.....	2-31
2.4 本体信号线.....	2-32
3 快速操作入门	2-33
3.1 上电准备.....	2-33
3.2 系统上电.....	2-33
3.3 手动模式选择.....	2-33
3.4 坐标系选择.....	2-34
3.5 手动速度调整.....	2-34
3.6 手动使能.....	2-34
3.7 轴操作.....	2-35
3.8 系统下电.....	2-35
4 检修及维护	2-36
4.1 检修注意事项.....	2-36
4.2 检修项目.....	2-36
4.3 更换电池.....	2-38
4.4 零点位置校准.....	2-38
5 IO 单元信号说明	2-41
5.1 IO 信号配置	2-41
5.2 IO 电气连接	2-42

6 常见示教器报警处理.....	2-45
7 常见伺服驱动单元报警处理.....	2-47
7.1 故障说明.....	2-47
7.2 故障及处理.....	2-50
7.2.1 A8 驱动不可恢复故障原因及处理.....	2-50
7.2.2 A8 驱动可恢复故障 0 原因及处理.....	2-52
7.2.3 A8 驱动可恢复故障 1 原因及处理.....	2-55
7.2.4 A8 驱动可恢复故障 2 原因及处理.....	2-58
7.2.5 RA 驱动故障处理及原因	2-62
8 应急处理措施	2-76
8.1 分离人员与带电体.....	2-76
8.2 急救.....	2-76
9 机器人报废处理.....	2-77
9.1 拆除、报废阶段.....	2-77
产品保修卡	I
售后服务联系方式.....	III
维修记录	III

第 1 篇

机械操作维护手册

1 安全

请完整阅读本手册、《HSR-JR680/650 安全手册》、《示教器 Hspad-201 使用说明书》、《码垛工艺包使用说明》（选配）及其他附属文件方可进行机器人相关的搬运安装、调试运行、检查、维修等工作。

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者负重伤，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者负重伤的情形。



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。

2 产品确认

装箱内容确定。

产品到达后请清点发货清单，标准发货清单包含以下 8 项：

- 1) HSR-JR680/650 机器人本体 1 台
- 2) HSR-JR680/650 电控柜 1 台
- 3) Hpad-201 示教器 1 台
- 4) 柜体本体连接线缆 1 套
- 5) 电缆固定头 EG-21S 共 4 个
- 6) 航空插头 AS28-26TQ 共 2 个
- 7) 注油嘴 2 个
- 8) 《Hpad-201 使用说明书》1 册
- 9) 《HSR-JR680/650 机械电气操作维护手册》1 册
- 10) 《HSR-JR680/650 安全手册》1 册
- 11) 《码垛工艺包使用说明》1 册（选配）
- 12) 《弧焊工艺包使用说明书》1 册（选配）
- 13) 《冲压工艺包使用说明书》1 册（选配）

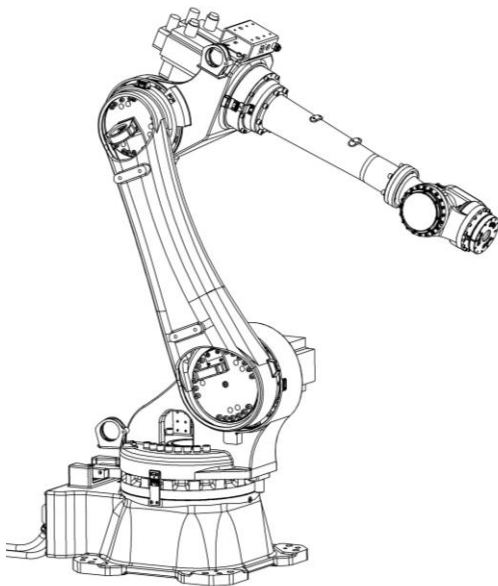


图 2.1 HSR-JR680/650 机器人本体

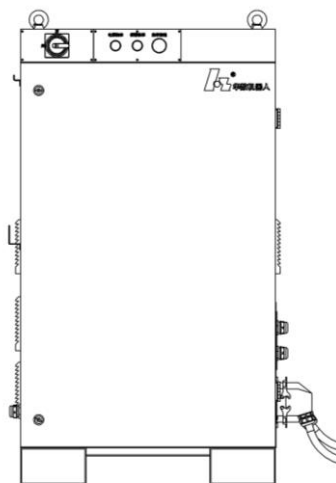


图 2.2 HSR-JR680/650 电控柜

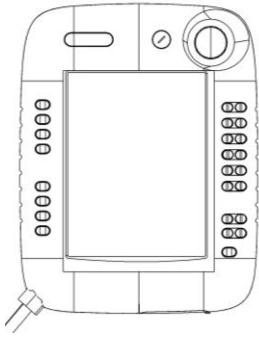


图 2.3 Hpad-201 示教器



图 2.4 柜体本体连接线缆

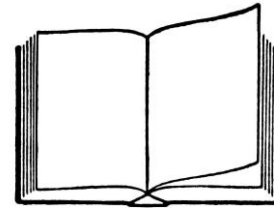


图 2.5 手册一套

3 机器人安装

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 行车搬运

1) 本体搬运

行车搬运前请将机器人各轴运行至下表所述角度，推荐卸掉机器人所带外设，避免吊装时和吊装绳干涉以及造成重心偏移。机器人 HSR-JR680-2200 机械本体重量 720kg，HSR-JR650-2400 机械本体重量 750kg, 请选用能够承受此载荷的吊装绳。

表 3.1 本体搬运各轴角度

轴数	角度
一轴	0
二轴	-157°
三轴	246°
四轴	-180°
五轴	-90°
六轴	任意

在机器人底座四角安装 M20 吊环，用两条吊装绳穿过对角吊环，绳索长度建议不小于 3.5m，钩到吊钩上，取下一轴电机动力线接头，如图 3.1 机器人本体吊装示意图所示。初步提升机器人，绷紧吊装绳，观察吊装绳是否与电机、线缆等有干涉，若有干涉，则轻微调整吊装绳或机器人各轴转角直至没有干涉。缓慢吊起机器人，保证无倾斜。以较慢的速度运行行车，将机器人运送到安装地点。

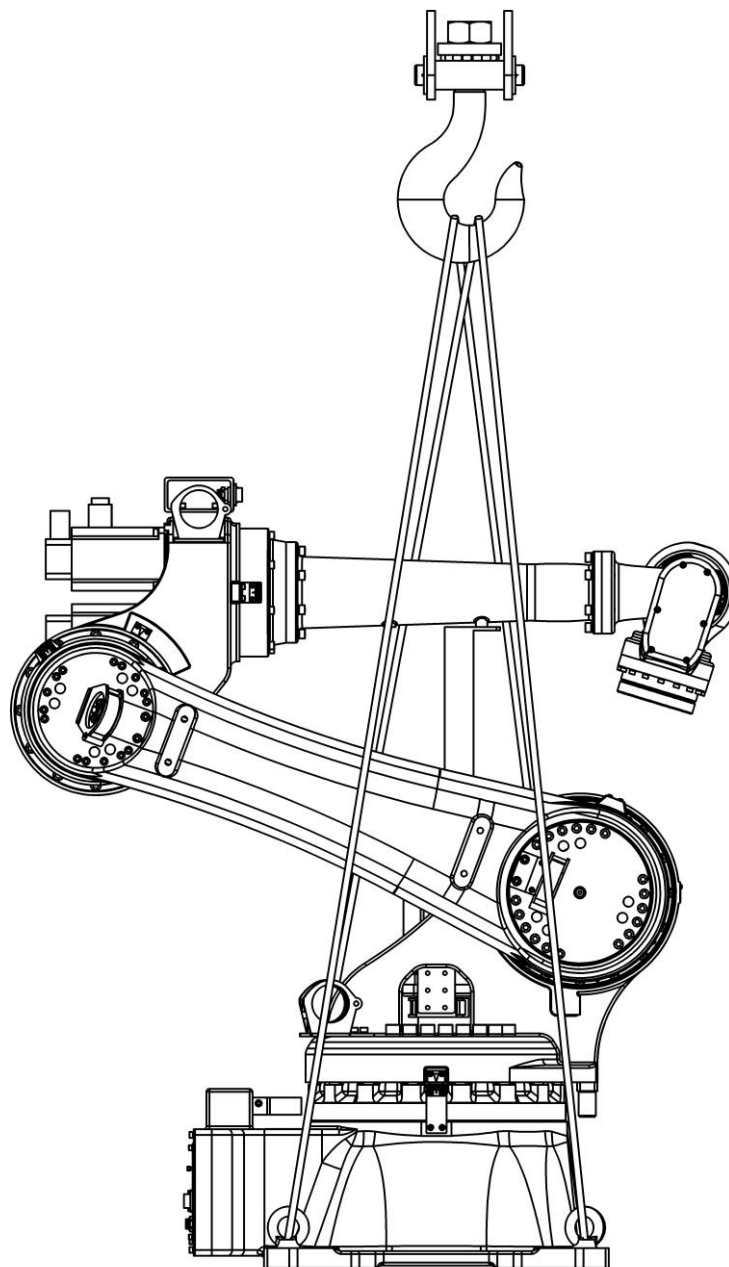


图 3.1 机器人本体吊装示意图

2) 搬运控制柜

搬运电柜所用的吊环已经安装在控制柜上,按照图 3.2 控制柜吊装示意图所示吊装控制柜,起吊前确认:

- 电柜重量 180kg, 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。

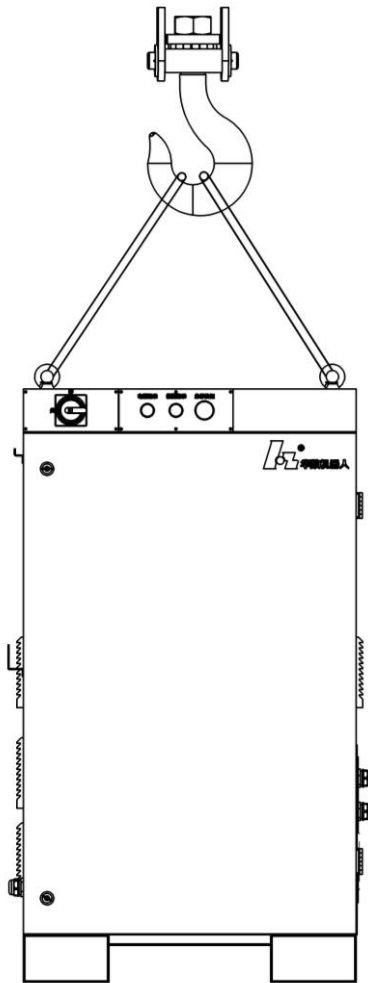


图 3.2 控制柜吊装示意图

以较慢的速度运行行车，将控制柜平稳的吊运到安装地点。

3.1.2 叉车搬运

1) 本体搬运

将叉车搬运板（选配）安装到机器人底座上并用 M20 螺钉锁紧，将机器人各轴运动到表 3.2，推荐卸掉机器人所带外设，在机器人与叉车接触的部分添加缓冲物，用绳索或其他适当方式将机器人与叉车固定，注意固定时不能让电机、管线受力。排除干涉及重心偏移，按图 3.3 方式，插起机器人本体，叉车的插板尽可能放低，以慢速将机器人运到安装地点，注意不要发生任何碰撞。HSR-JR680-2200 机械本体重量 720kg，HSR-JR650-2400 机械本体重量 750kg。

- 确认作业环境安全。
- 确认叉车通道安全，提请经过通道的其他人员注意避让。
- 尽可能低速、平稳搬运，避免颠簸。

表 3.2 叉车搬运机器人各轴角度

轴数	角度
一轴	0
二轴	-157°
三轴	246°
四轴	-180°
五轴	-90°
六轴	任意

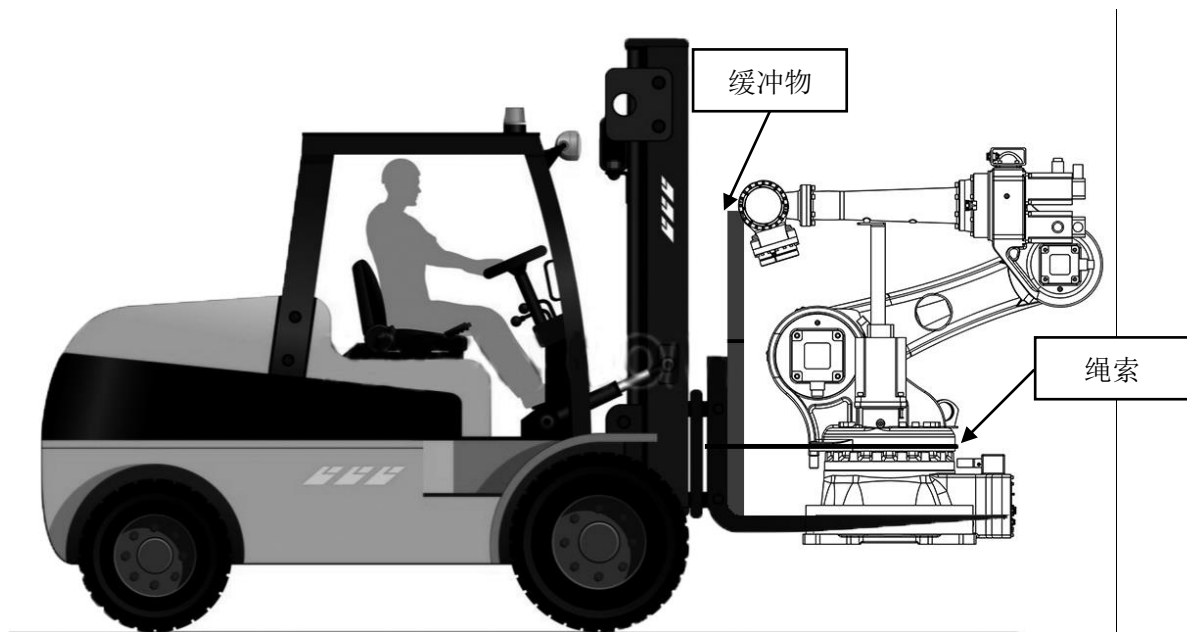


图 3.3 机器人本体叉车搬运示意图

2) 控制柜搬运

在叉车与柜体之间设置缓冲物，防止柜体与叉车碰撞，同时缓冲物不应碰撞到柜体的排气扇，用绳索或其他适当方式将电柜固定在叉车板上，按照图 3.4 控制柜叉车搬运示意图所示，平稳插起控制柜，并尽可能放低插板高度，以慢速将控制柜运到安装地点，注意不要发生任何碰撞。控制柜重量 180kg。

- 确认作业环境安全。

- 确认叉车通道安全，提请经过通道的其他人员注意避让。
- 尽可能低速、平稳搬运，避免颠簸。

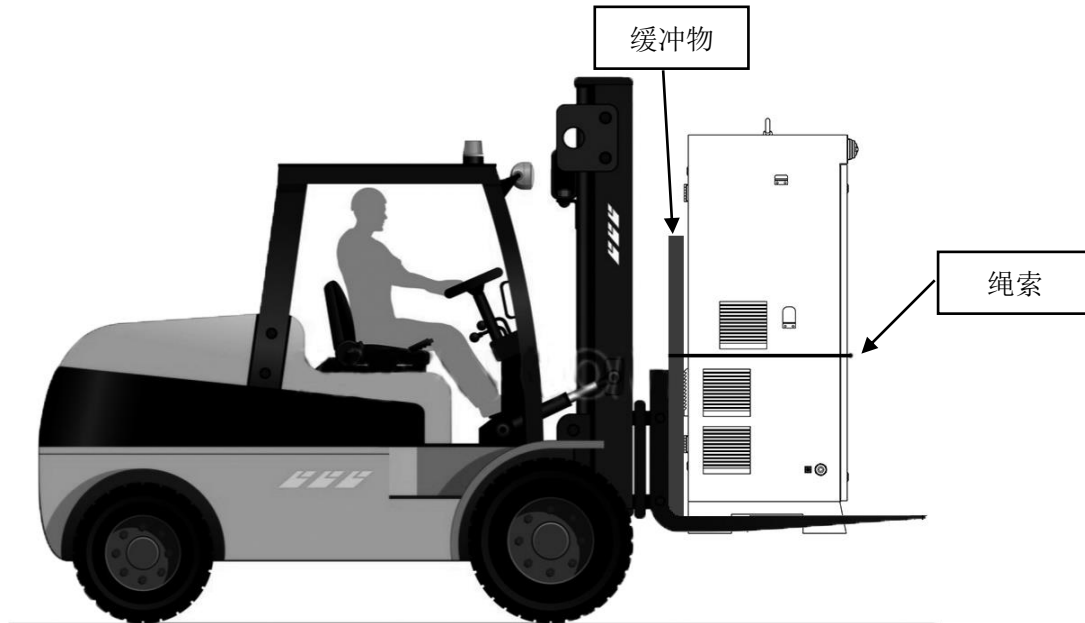


图 3.4 控制柜叉车搬运示意图

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。

3.2.1 安全区域的设置

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。

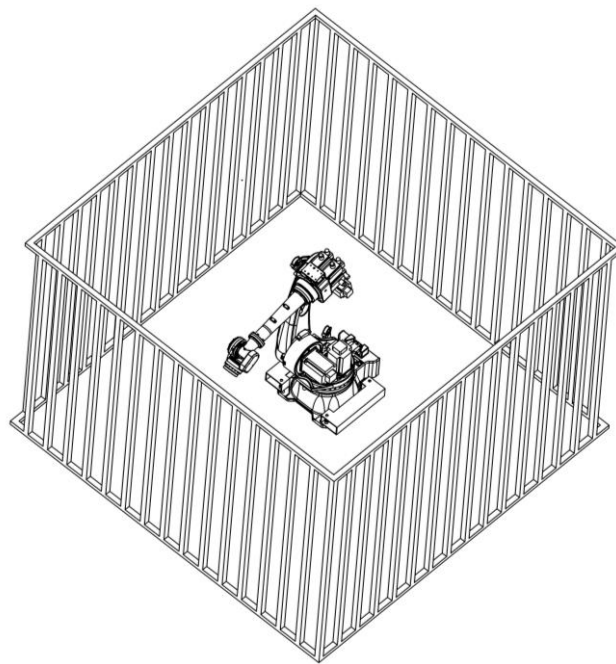


图 3.5 安全围栏示意图



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。）



需在拨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。从而在有人员进入时，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 机器人安装环境

安装场所和环境：

- 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。

3.2.3 安装方法



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。



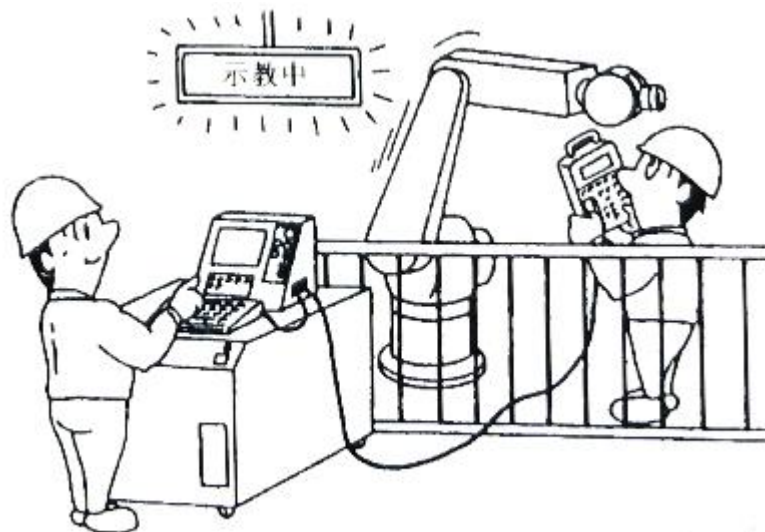
生产作业所需机器人作业区域比机器人规格中的最大动作区域小时，应限制机器人的作业区域。可通过限位开关限制动作区域。这样，即使因异常等原因导致机器人在通常作业区域外动作时，也可在事先予以停止。



进行焊接作业时，应该在焊渣等有可能飞向作业人员的方向上，在可充分看清机器人主体动作的范围内设置遮光板、防护盖等。否则可能由于焊接光和焊渣受到伤害。



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。



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。



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。



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。



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。



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。

安装方法

- 1) 首先需要确认安装机器人的的地面有足够的强度，在地面上安装固定底板。固定底板需要足够的强度和刚度，推荐底板的厚度 50mm 以上，选用 M20 长度 90mm 以上的地脚螺栓将底板紧密固定，保证机器人在工作中地脚螺栓不发生松动。根据底座螺钉的安装尺寸，用 M20 长度 80mm 以上螺钉，涂抹高强度螺纹胶，按照规定力矩将机器人固定于安装板上。



安装后请勿立即运行机器人，待螺纹胶干固后才可运行

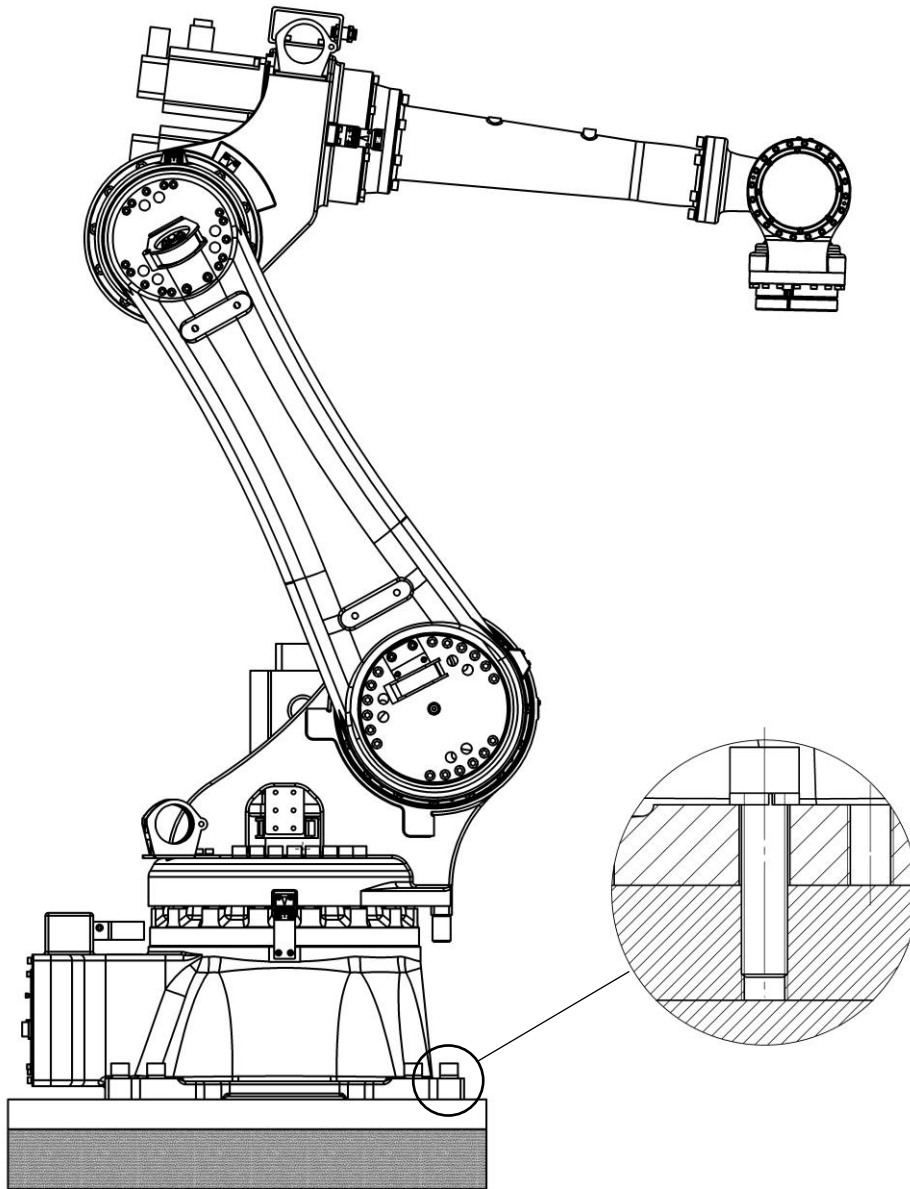


图 3.6 本体安装示意图

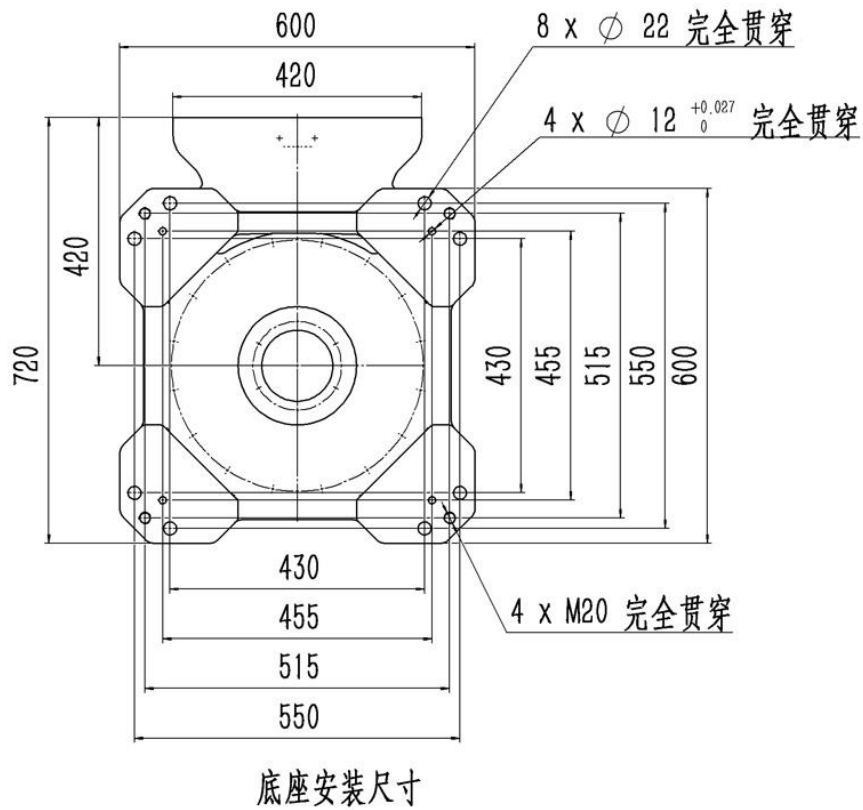


图 3.7 底座安装尺寸

2) 控制柜安装

控制柜可以直接放置到所需安装位置，前提条件是不会有倾倒的风险，否则请通过底部的固定孔，用地脚螺栓进行紧固。



请勿倚靠控制柜，长期接触控制柜有烫伤风险。

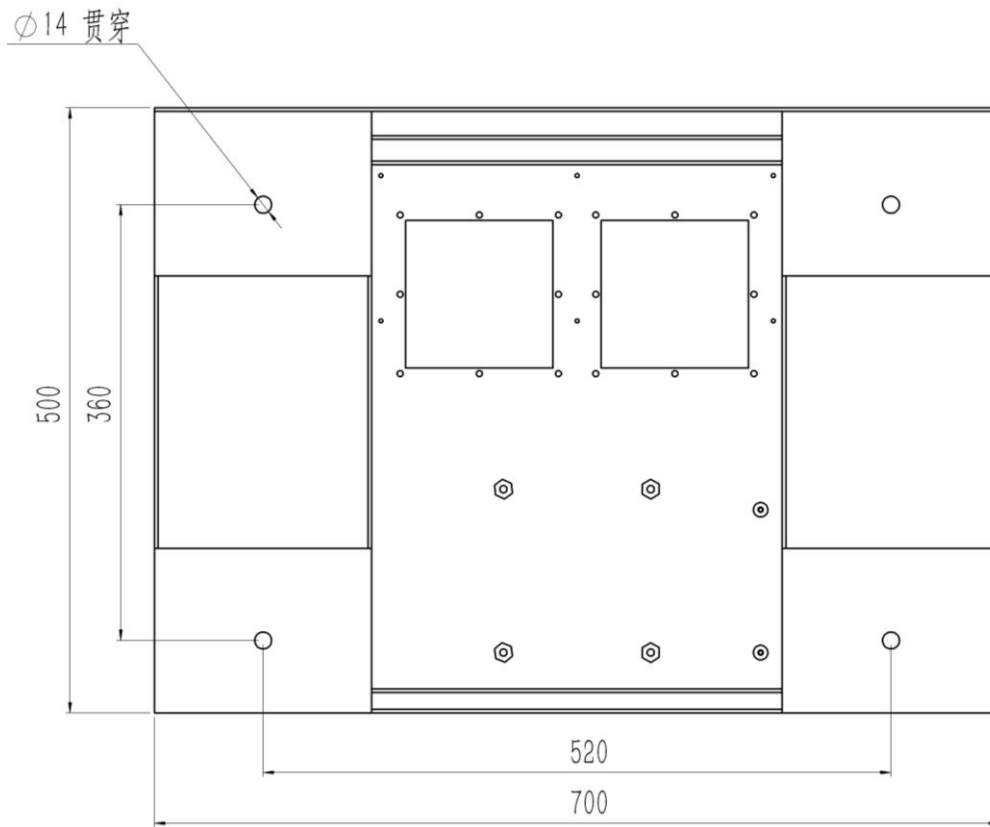
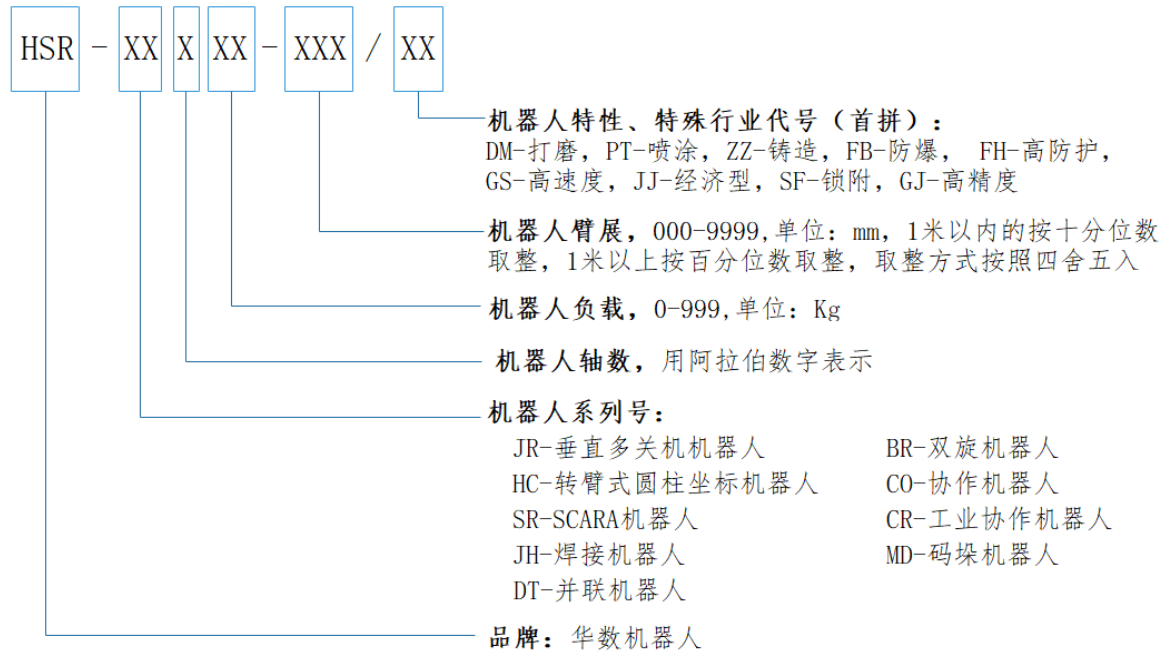


图 3.8 电柜底座安装图

4 机器人基本说明

型号规格说明

公司机器人型号说明如下：



4.3 机械性能参数

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。

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）

4.3.1 基本性能参数

表 4.1 性能参数表

型号		HSR-JR680-2200	HSR-JR650-2400
自由度		6	
负载		80kg	50kg
行程范围		2200mm	2400mm
重复定位精度		±0.07	±0.08
运动范围	J1	-180 °to+180 °360	
	J2	-160 °to+70 °230	
	J3	+10 °to+265 °255	
	J4	-360 °to+360 °720	
	J5	-105 °to+105 °210	
	J6	-360 °to+360 °720	
额定速度	J1	85 %s	
	J2	85 %s	
	J3	104 %s	
	J4	177 %s	
	J5	155 %s	
	J6	187 %s	
最高速度	J1	127 %s	
	J2	127 %s	
	J3	104 %s	
	J4	177 %s	
	J5	155 %s	
	J6	187 %s	
容许惯性矩	J6	25kgm ²	
	J5	32.7kgm ²	
	J4	32.7kgm ²	
容许扭矩	J6	330Nm	
	J5	340Nm	
	J4	400Nm	
适用环境	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，本体 IP54	
安装方式		地面安装	
本体重量		720KG	750KG

4.3.2 机器人各部位名称和转动轴部位

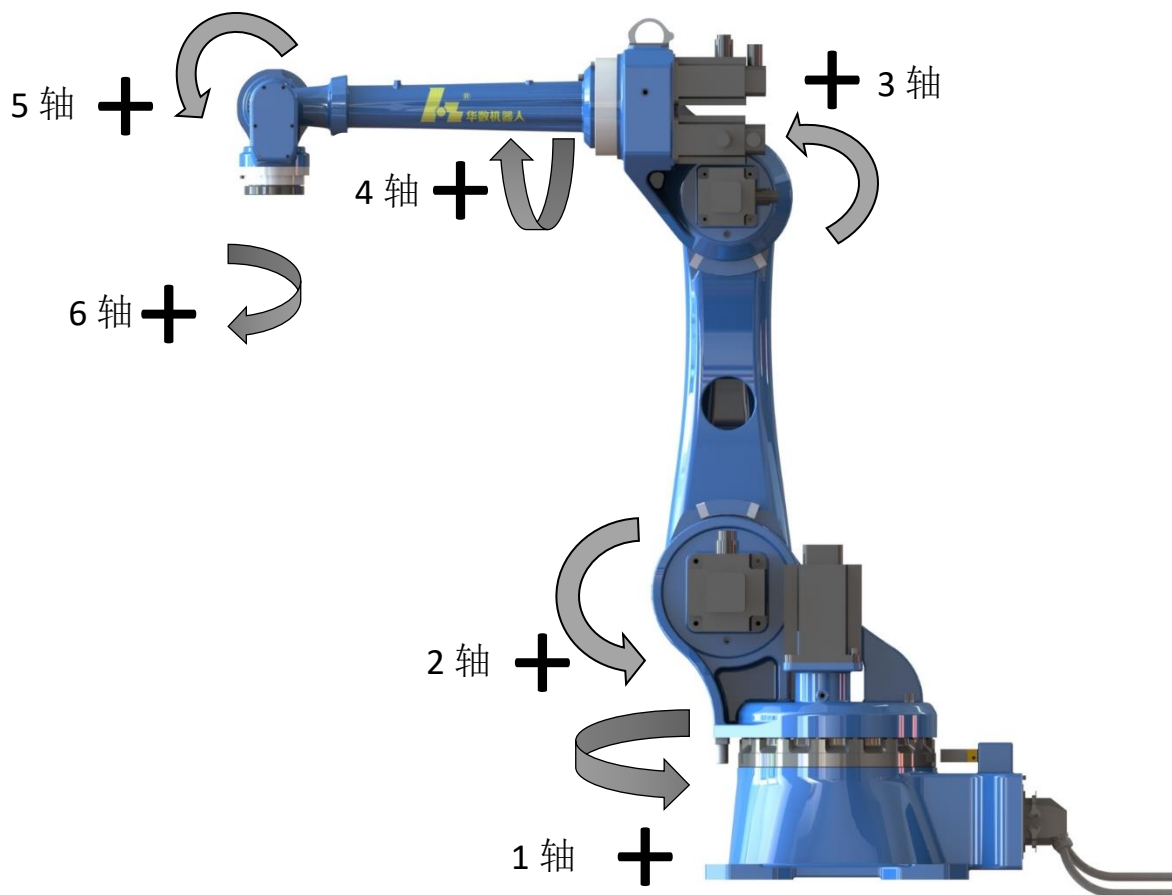


图 4.1 机器人各转轴

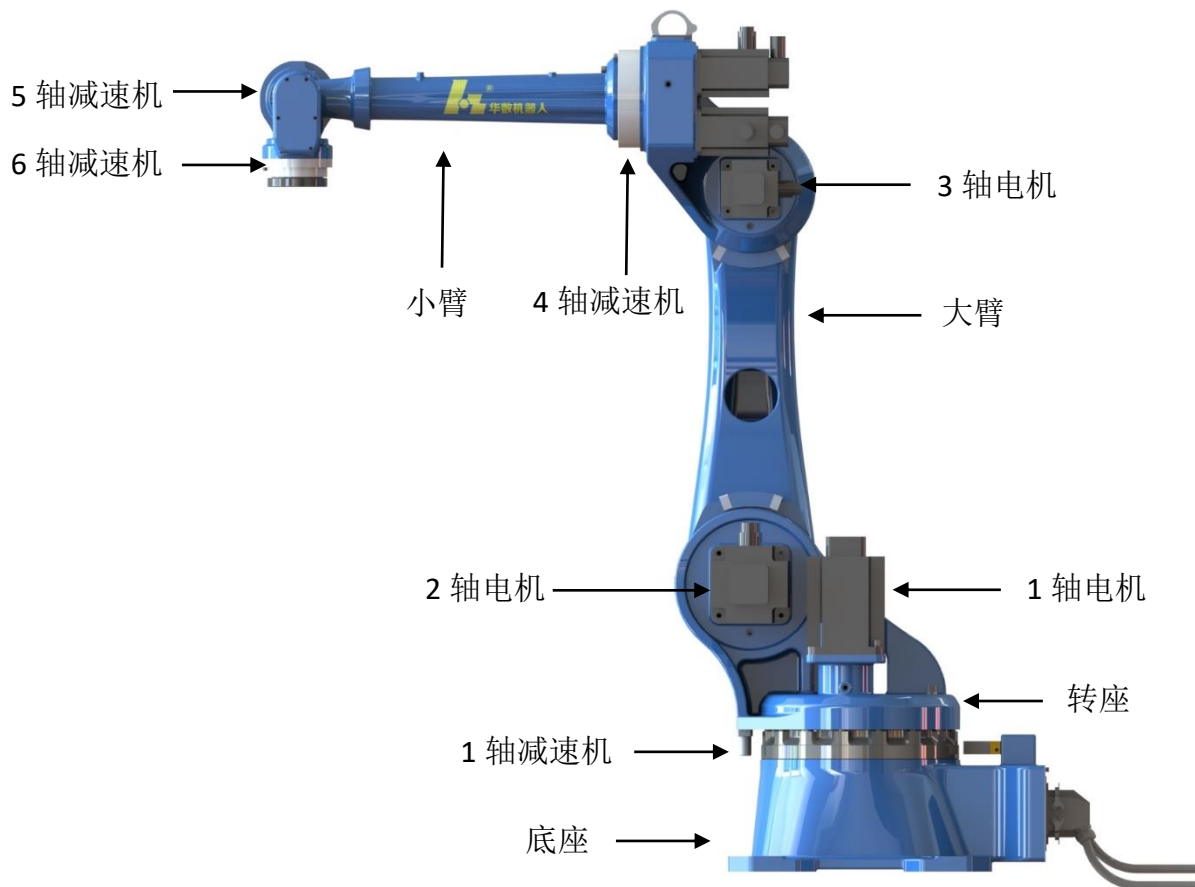




图 4.2 机器人各部位名称

4.3.3 机器人外形尺寸和最大运动范围

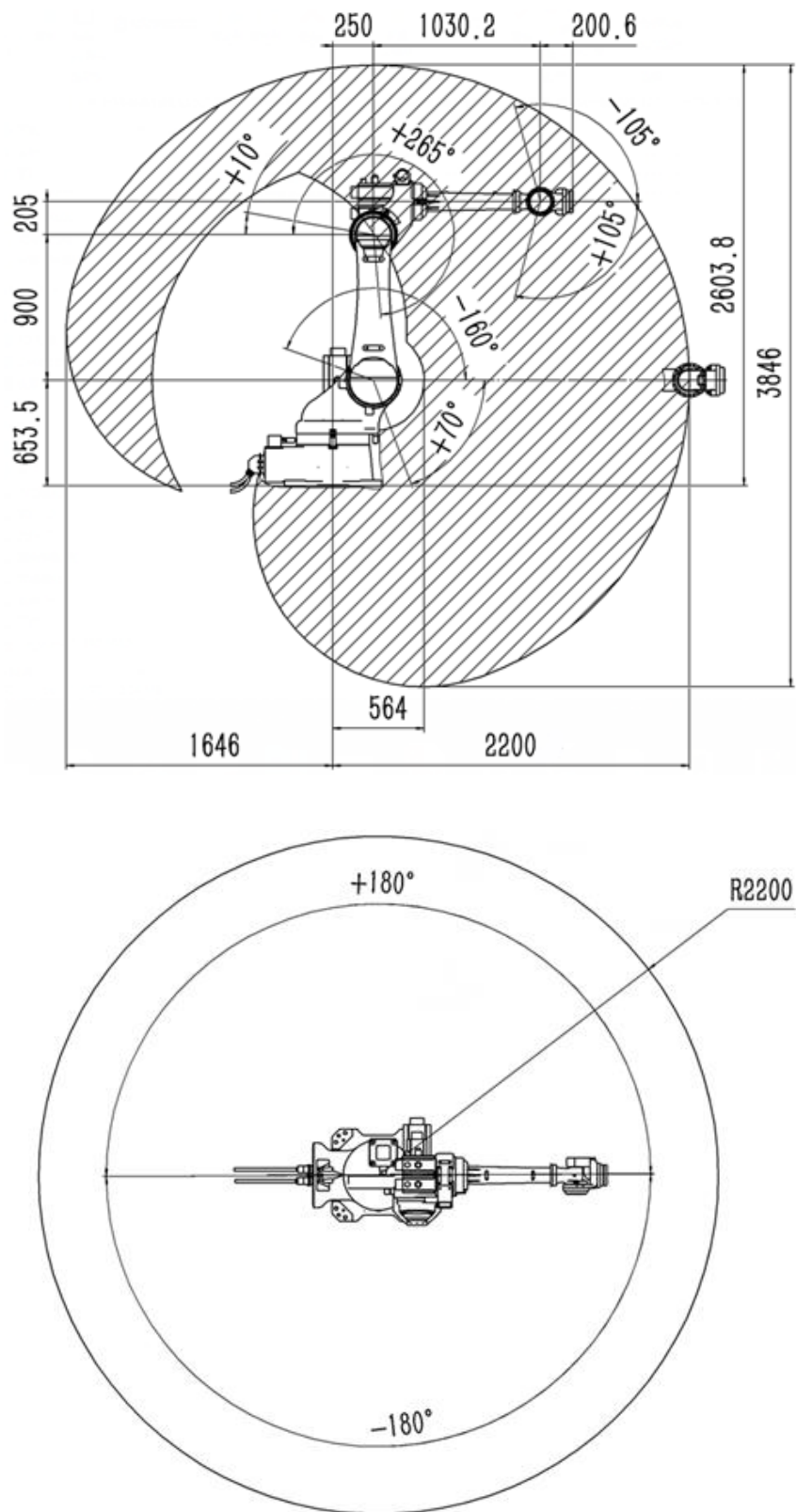


图 4.3a HSR-JR680-2200 机器人运动范围

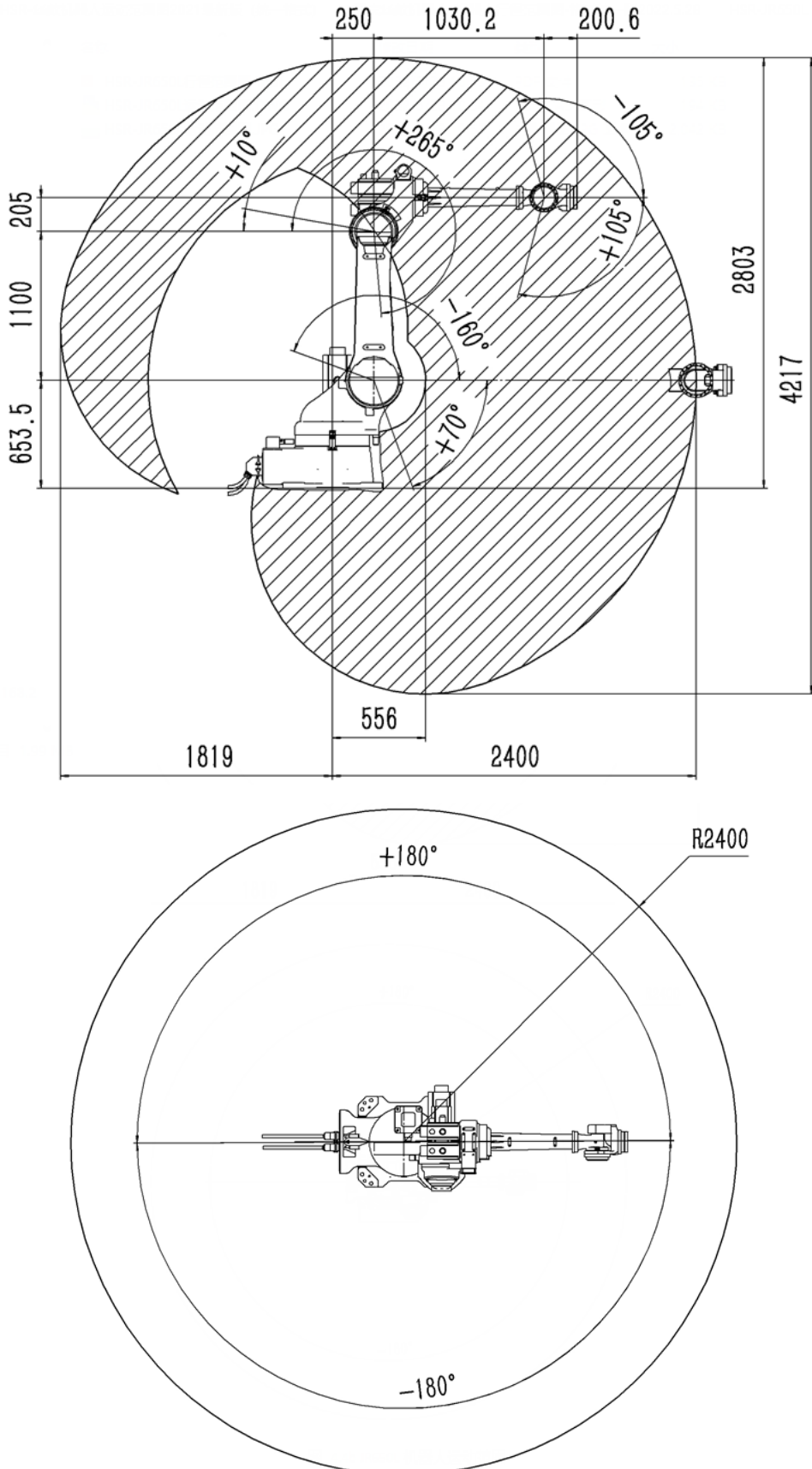


图 4.4b HSR-JR650-2400 机器人运动范围

4.4 机器人负载规格

4.4.1 末端额定负载规格

HSR-JR680-2200 手腕可以承受的最大重量为 80kg，HSR-JR650-2400 为 50kg，在此对允许值及制约条件进行说明。表 4.2 表示手腕各轴所能承受的负载力矩及负载惯量，使用时必须同时满足这些条件。

表 4.2 机器人手腕允许负载

轴数	允许力矩	允许惯量 (kgm^2)
4	400	32.7
5	340	32.7
6	330	25

如图 4.5 所示，当负载体积较小时，可确定负载安装尺寸的范围

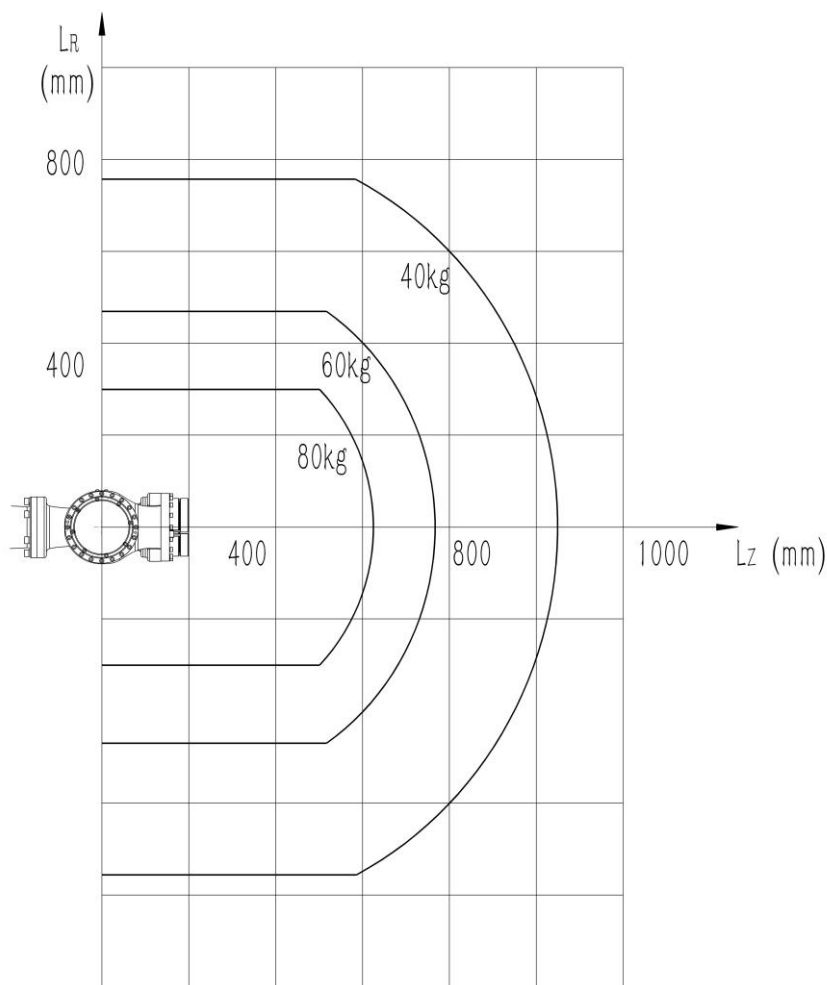


图 4.5a HSR-JR680-2200 手腕负载图

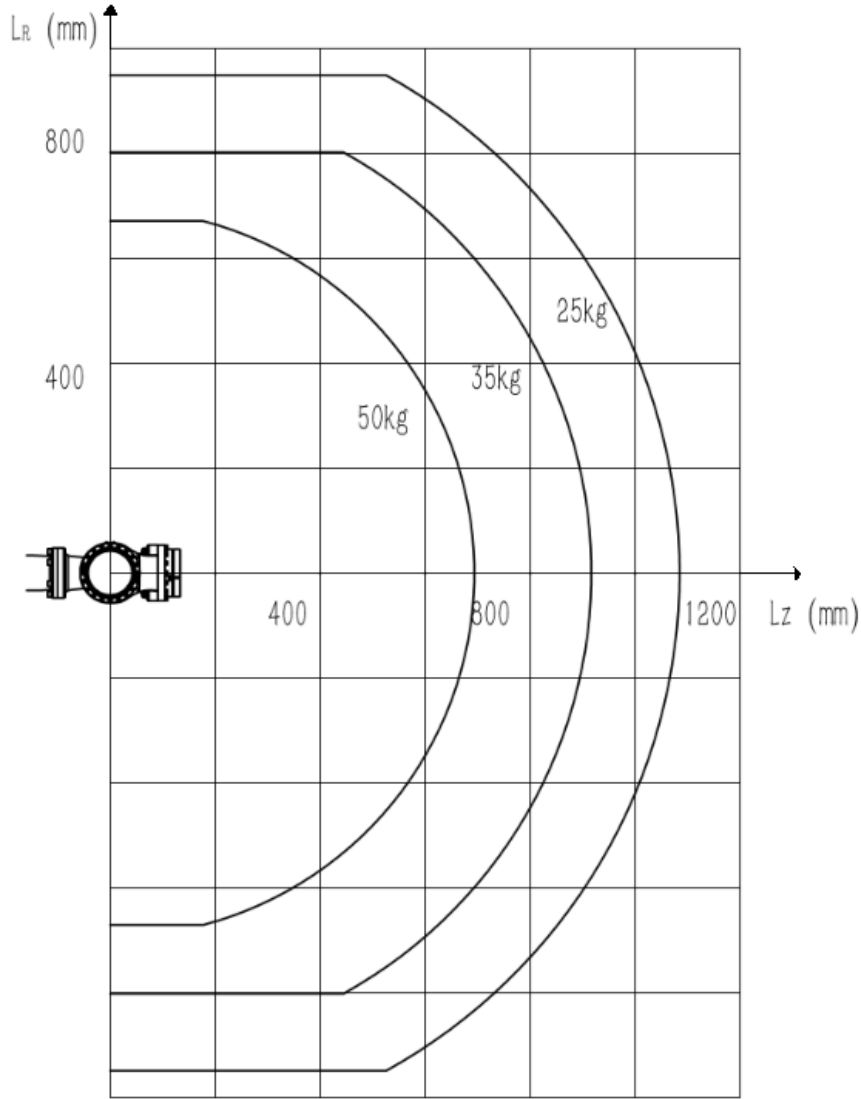


图 4.6b HSR-JR650-2400 手腕负载图

其中 $L_R = \sqrt{x^2 + y^2}$ ，中 $L_R = z$ 。x、y、z 为机器人工具坐标系各坐标方向。

4.4.2 机器人末端负载计算方法

当机器人的末端法兰安装负载时，所安装的负载必须在“5.1 末端负载规格”所要求的范围内，将负载在三维软件中建立模型，赋予模型对应材质，在图 4.7 所示位置建立坐标系，查看负载重心相对于坐标系原点距离，保证距离在负载图限制内。同时查看负载相对于机器人各轴转轴的转动惯量，保证转动惯量在各轴惯量限制范围内。



超出负载使用机器人会大大减短机器人使用寿命，并且容易发生危险！

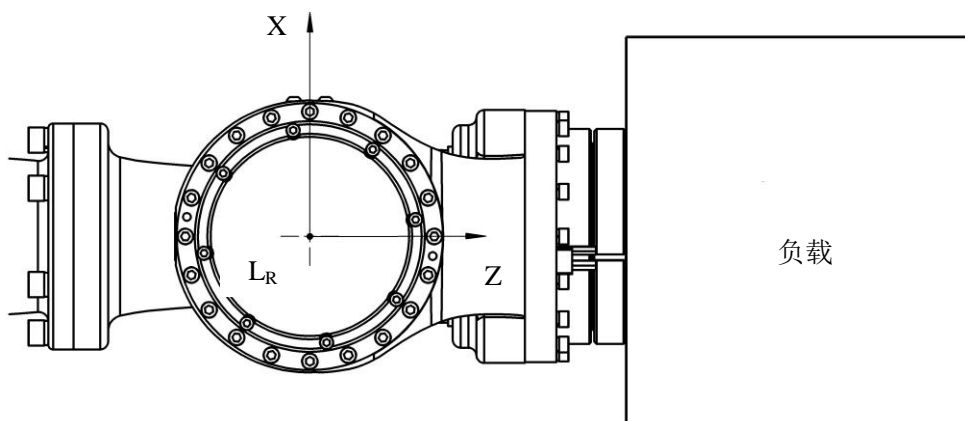


图 4.7 手腕负载示意

计算简例：

如图 4.8 所示，在图示位置，五轴旋转轴和六轴旋转轴交点建立坐标系，Z 轴指向六轴旋转方向，X 轴垂直于五轴旋转轴和 Z 轴，Y 轴通过右手法则确定（即为五轴旋转轴）。对负载赋相应材质后，在相应软件中查看负载相对于所建立坐标系的属性，其中相对于 Z 轴的旋转惯量不得超过六轴允许惯量，相对于 Y 轴的旋转惯量不得超过五轴允许惯量，同时偏心距 L_R 不得超过负载图中允许值。将五轴旋转 90° ，如图 4.9 所示，此时负载相对于 X 轴的旋转惯量不得超过四轴的允许惯量，偏心距 L_R 不得超过负载图中允许值。

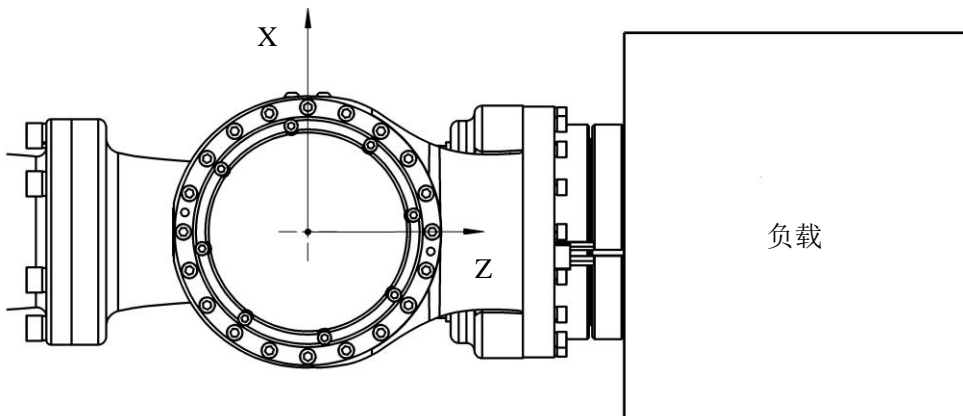


图 4.8 手腕五六轴负载计算

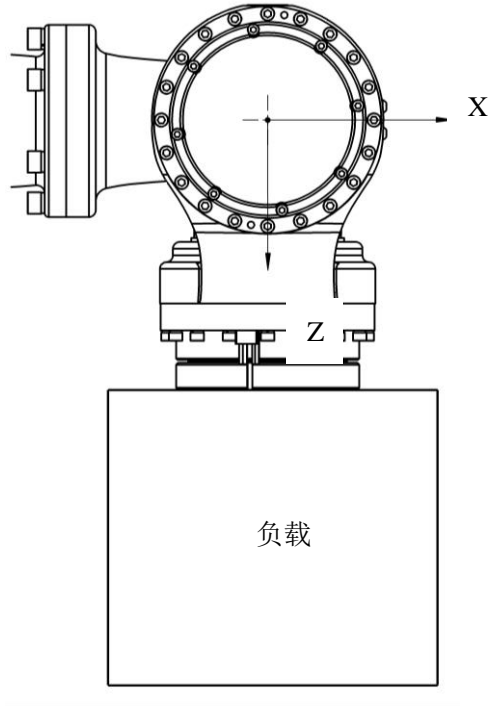


图 4.9 手腕四轴负载计算

法兰盘尺寸如图 4.13 所示。安装前端负载时，为能看见原点标记，请尽可能使用法兰盘的内孔进行定位。使用内孔和外圆柱进行定位时，配合深度请不要超过 8mm。

4.4.3 机器人外设安装部位

机器人设有四处外设安装部位，分别为大臂侧面、电机座顶部、小臂、末端法兰，尺寸及部位如图 4.10、图 4.12、图 4.13 所示。

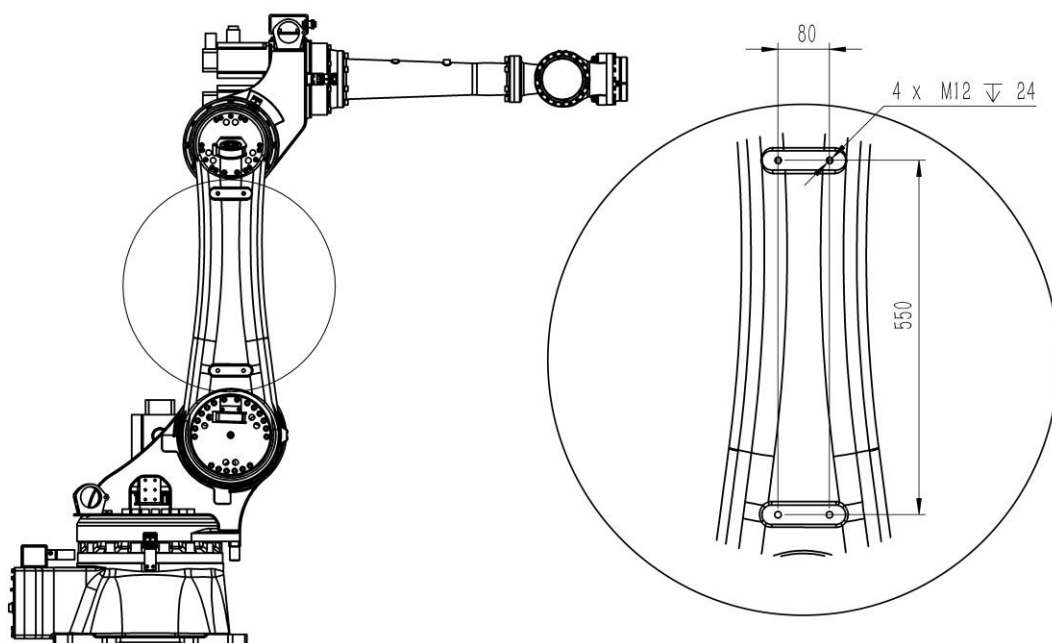


图 4.10a HSR-JR680-2200 大臂外设安装尺寸

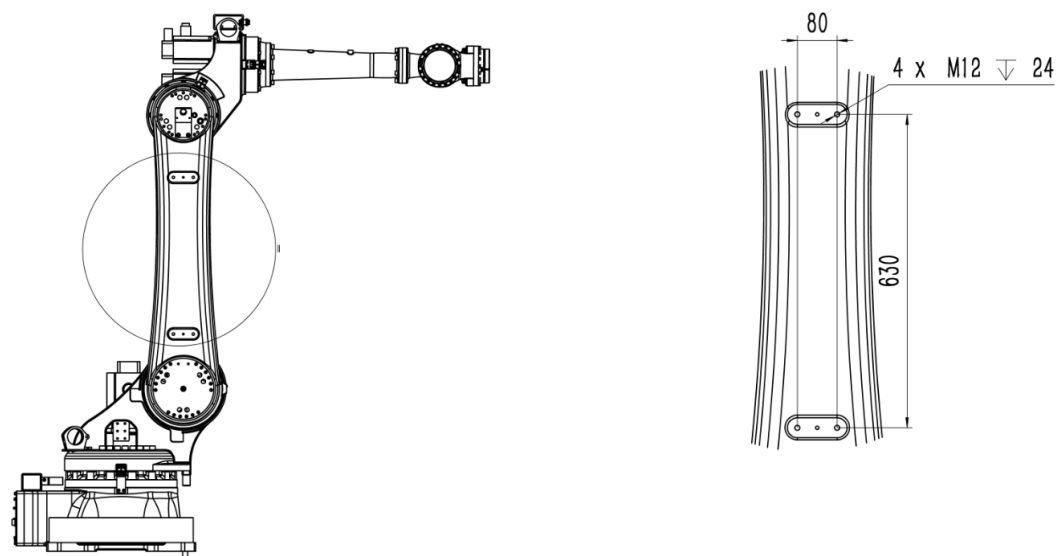


图 4.11b HSR-JR650-2400 大臂外设安装尺寸

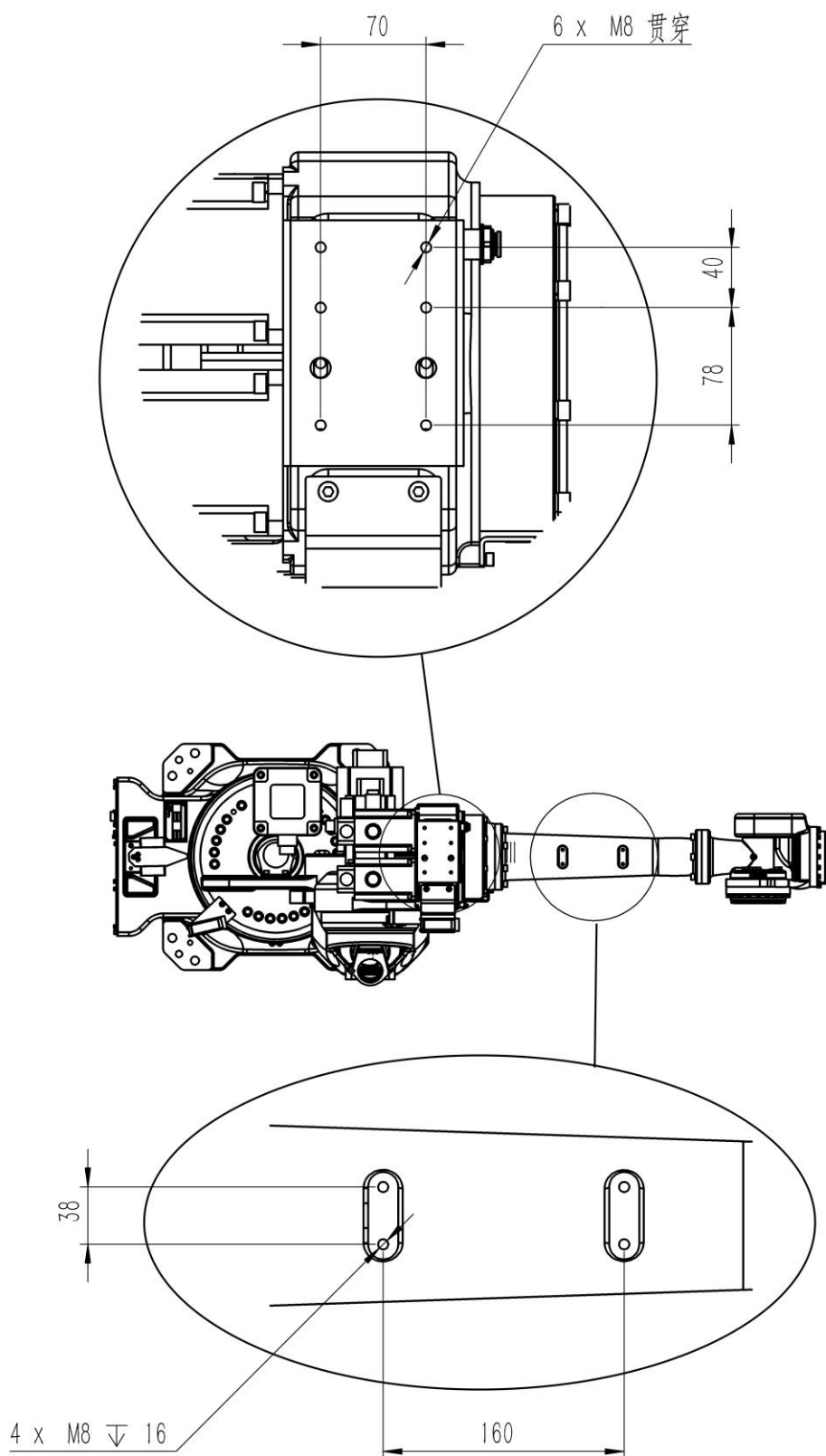


图 4.12 小臂及肘关节外设安装尺寸

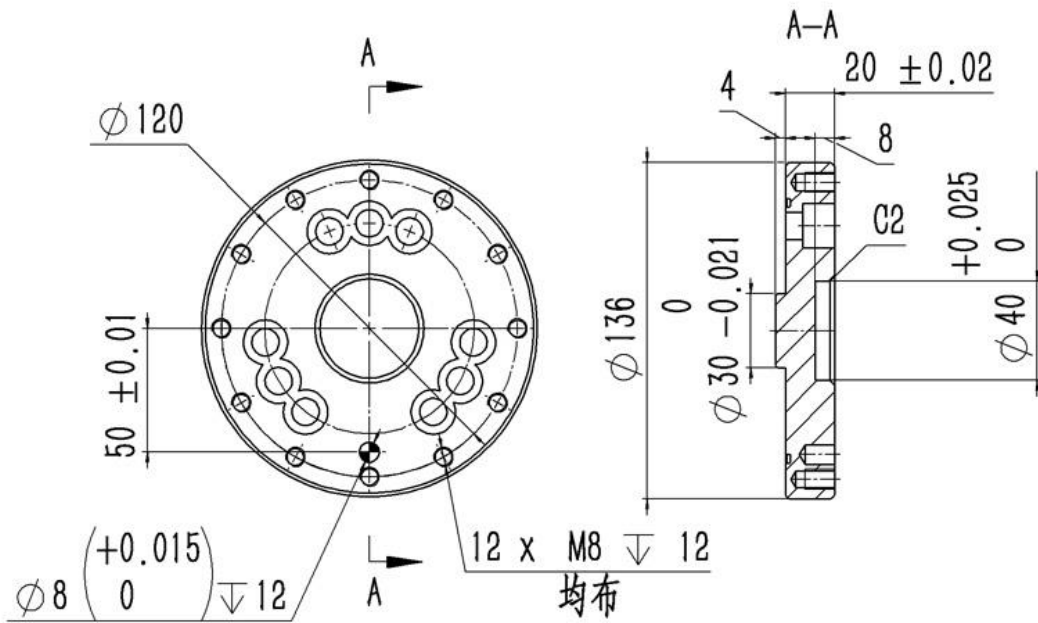


图 4.13 末端法兰外设安装尺寸



当机器人在末端以外其他位置安装负载后，机器人的末端允许负载会小于额定负载。详情请咨询我司。 21

4.4.4 气路及信号线连接

如图 4.14 所示，机器人气路及信号线输入出口位于机器人底座航插板上，如图 4.15 所示输出位置位于机器人肘关节顶部，请根据实际使用需求进行连接。气路输入输出接头有对应数字编码，请对应使用。

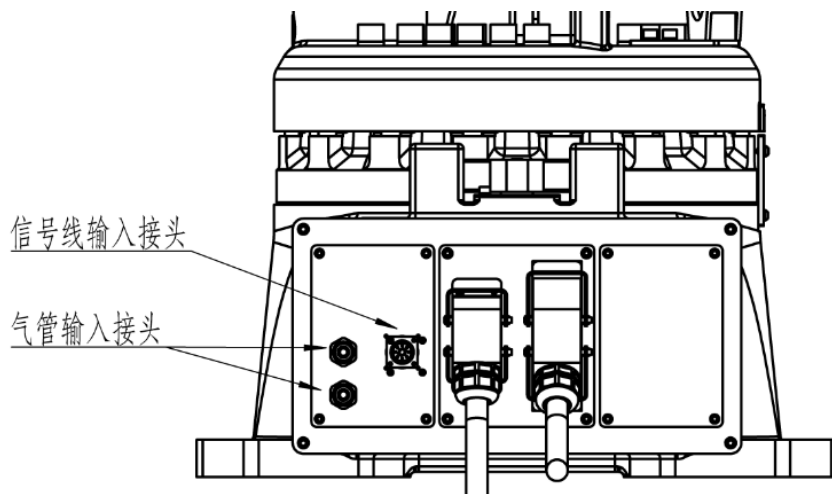


图 4.144 气路输入和信号线输入接口

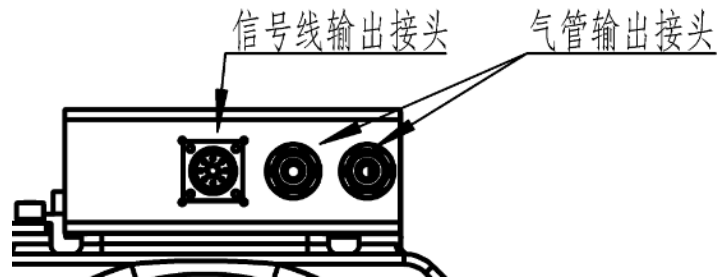


图 4.155 气路输入和信号线输入接口



气路连接时，佩戴护目镜，连通牢固后开启气源测试，预防连接不牢固带来高压气体喷射造成伤害。

4.5 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：

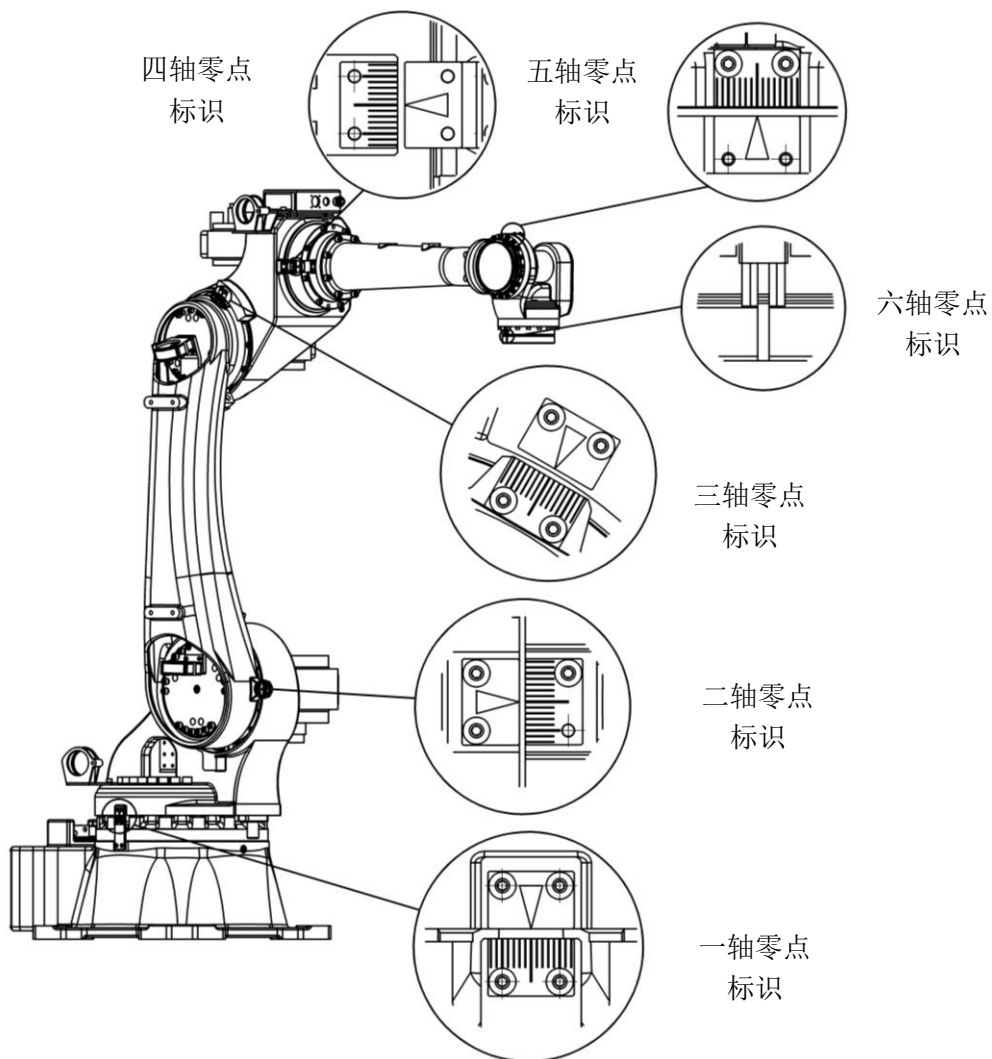


图 4.166 零点标识位置

5 保养维修

5.1 保养项目及间隔

对机器人进行必要的保养及检修，不仅可以使机器人经久耐用，对防止故障和确保安全也是必不可少的措施之一。检修项目如表 5.1 所示，检修人员资质分为三类：专业人员、有资格者、制造公司。其中专业人员为有 2 年以上相关机器人使用经验者，有资格者为经过我司培训并颁发相应资质的人员。请按表中要求制定相关资质人员进行检修。

表 5.1 检修表

检修部位		日常	每隔 1000h	每隔 6000h	每隔 12000h	每隔 24000h	每隔 36000h	方法	内容	检修人员		
										专业人员	有资格者	制造公司
1	原点 标记	•						目 测	有无污损	✓	✓	✓
2	外部 导线	•						目 测	有无污损	✓	✓	✓
3	整体 外观	•						目 测	清除粉 尘、溅水、 检查各部 分有无龟 裂、损伤	✓	✓	✓
4	各轴 电机	•						目 测	检查是否 漏油	✓	✓	✓
5	底座 螺栓		•					扳 手	检查有无 缺少、松 动、腐蚀、 拧紧	✓	✓	✓
6	壳类 螺钉				•			扳 手	有无松 动、缺失、 腐蚀	✓	✓	✓
7	各轴 电机 接头			•				手 拧	检查有无 松动、腐 蚀	✓	✓	✓
8	底座 航插				•			手 拧	有无松 动、腐蚀	✓	✓	✓

检修部位	日常	每隔 1000h	每隔 6000h	每隔 12000h	每隔 24000h	每隔 36000h	方法	内容	检修人员		
									专业 人员	有 资格 者	制 造 公 司
9	本体 管线 包			●			万 用 表	检查底座 航插与中 间接头的 导通(检 查中用手 摇动线 缆),检查 波纹管磨 损		✓	✓
								更换		✓	✓
10	本体 电 池 组				●			更换		✓	✓
11	1 轴减 速机*		●					更换油脂		✓	✓
12	2 轴减 速机*		●					更换油脂		✓	✓
13	3 轴减 速机*		●					更换油脂		✓	✓
14	4 轴减 速机*		●					更换油脂		✓	✓
15	5 轴减 速机*		●					更换油脂		✓	✓
16	6 轴减 速机*		●					更换油脂		✓	✓
17	大修					●					✓

注：初次保养，保养周期为正常周期一半。



在检修保养过程中严禁攀爬机器人，以免造成人员跌落伤害

5.2 作业步骤与注意事项

5.2.1 电池更换

机器人体内装有一组电池，共计六个，位置如图所示。当 HSR-JR680/650 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。



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！

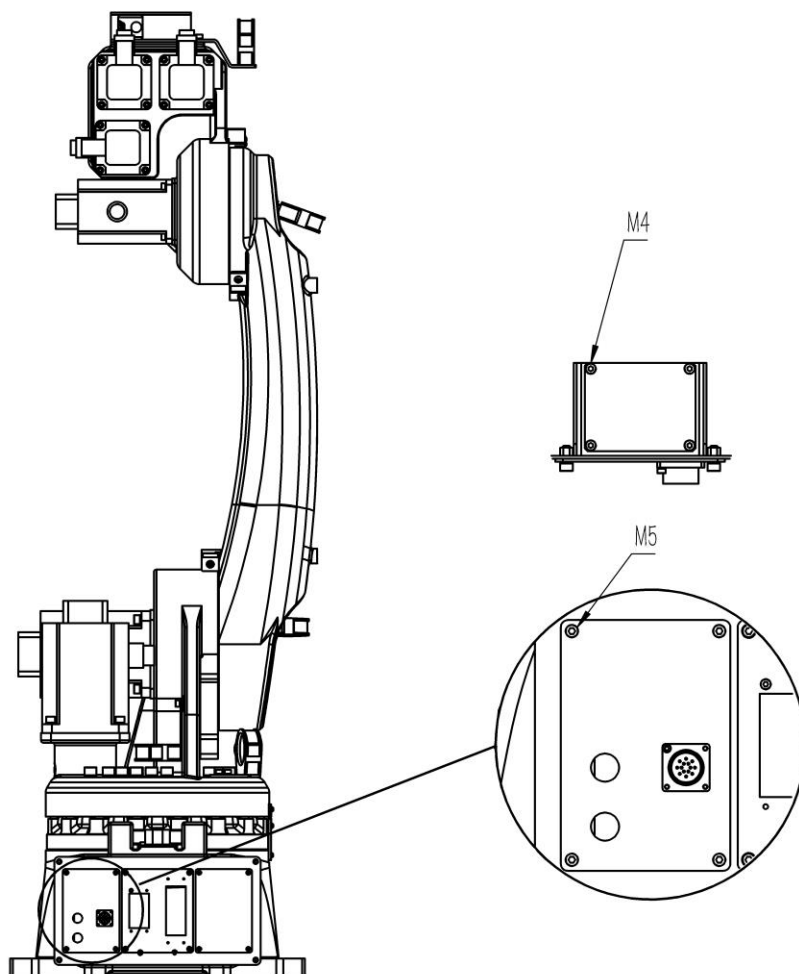


图 5.1 电池更换示意图

- a、拆下图中所示位置取出 M5 螺钉，轻轻抽出安装板，避免用力牵扯线缆；
- b、拆卸支架上电池盒盖板的 M4 螺钉；
- c、取下旧电池，连接上新电池；
- d、拧紧电池盒盖板，还原航插板。
- e、若是切断电源进行的电池更换，请进行校零作业。

5.2.2 管线包的维护

根据机器人运动情况的不同，管线包跟随机体运动和摩擦的情况也不同，当管线包出现开裂或破损后，应立即停止机器人并更换管线包。

步骤如下：

- a、松开管线包里所有线缆的接头；
- b、标记管夹所夹住的波纹管位置，松开所有管夹，将管线包从机器人本体上抽出；

- c、取下旧波纹管，截取相同长度波纹管，将线缆重新传入波纹管中；
- d、将管线包装入机体，并用管夹夹住，注意所夹位置与旧波纹管所夹位置相同；
- e、连接好各线缆接头并固定。

5.2.3 减速机油脂补充



长时间运行的机器人停下后，机体温度较高，特别是电机、减速机附近，小心烫伤。



检修或加油完成后，为了防止漏油，润滑油管接头务必缠上密封胶带再进行安装。建议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。



机器人刚刚停止的短时间内等情况下，减速机腔内部压力上升时，在拆下检修口螺塞的一瞬间，润滑油可能会喷出，应缓慢将减速机内部压力释放后再行加油。



务必使用推荐的油脂型号及品牌，严禁与其他油脂混用，否则可能损坏减速机或导致其他故障的发生。

在开始补充机器人油脂前请将机器人各轴运动到如下表所示角度左右，并关闭电源。

表 5.2 油脂更换各轴角度

供给位置	各轴运转位置					
	一轴	二轴	三轴	四轴	五轴	六轴
一轴减速机	任意	任意	任意	任意	任意	任意

二轴减速机	任意	任意	任意	任意	任意	任意
三轴减速机	任意	-22°	任意	任意	任意	任意
四轴减速机	任意	-22°	120°	-任意	任意	任意
五、六轴减速机	任意	-22°	120°	0°	0°	任意

A 一轴油脂补充

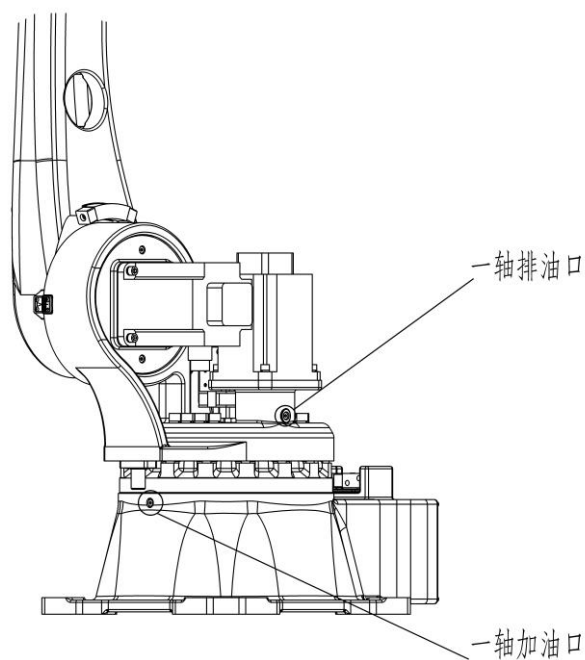


图 5.2 一轴油脂更换

- a、将机器人各轴运动到指定姿态，停下机器人，断掉使能，取下一轴排油口塞子（长时间运行的机器人取排油口塞子可能有少量油脂飞溅出来，小心烫伤），装上油嘴并接上软管。（油嘴出厂时附在主体包装箱内）



若不取下排油口塞子，则可能造成油脂进入电机，损坏本体，请务必取下排油口塞子。

- b、取下注油口塞子，安装油嘴，注入指定品牌油脂和指定量。

油脂种类：Molywhite Re No.00

注入量：约 5100cc

- c、在出油口处安装回收袋，加入油脂，直至旧油脂全部排出。让一轴在 $\pm 50^\circ$ 范围内以 75% 的速度运转 20 分钟（气温较低时延长至 40 分钟），排出多余油脂。若难以达到以上运转时长，则满速运转机器人 15 分钟。
- d、取下油嘴，擦净油口上及螺纹孔的油脂，在塞子螺纹上均匀涂抹 LOCTITE 518 密封胶，保证密封胶贴合在螺纹上，上回塞子并拧紧，擦净油口附近油脂和滴落到地面的油脂，防止污染及滑倒事故。

B 二轴油脂补充

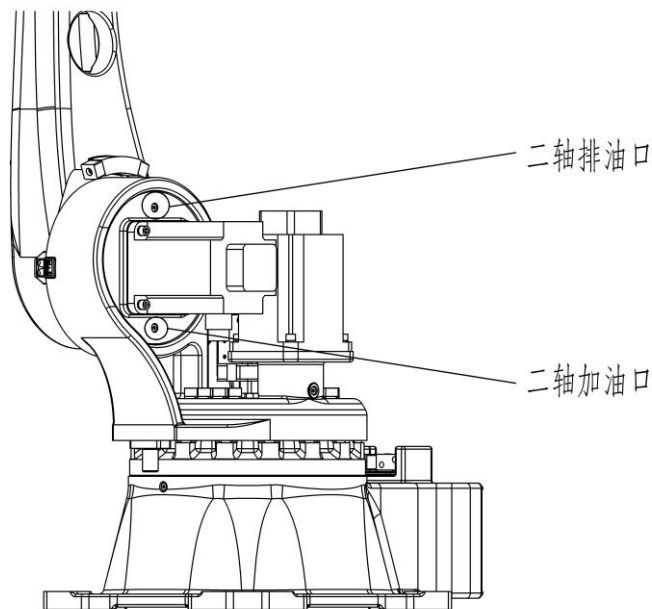


图 5.3 二轴油脂更换

- a、将机器人各轴运动到指定姿态，停下机器人，断掉使能，取下二轴排油口塞子（长时间运行的机器人取排油口塞子可能有少量油脂飞溅出来，小心烫伤），装上油嘴并接上软管。（油嘴出厂时附在主体包装箱内）



若不取下排油口塞子，则可能造成油脂进入电机，损坏本体，请务必取下排油口塞子。

- b、取下注油口塞子，安装油嘴，注入指定品牌油脂和指定量。

油脂种类: Molywhite Re No.00
注入量: 约 1800cc

- c、在出油口处安装回收袋，从排油口完全排出旧油，开始排出新油时，说明油脂更换结束，即可停止加油。旧油与新油可以通过颜色判别。
- d、将二轴转动 5-8 分钟，排出多余油脂。
- e、取下油嘴，擦净油口上及螺纹孔的油脂，在塞子螺纹上均匀涂抹 LOCTITE 518 密封胶，保证密封胶贴合在螺纹上，上回塞子并拧紧，擦净油口附近油脂和滴落到地面的油脂，防止污染及滑倒事故。

C 三轴油脂补充

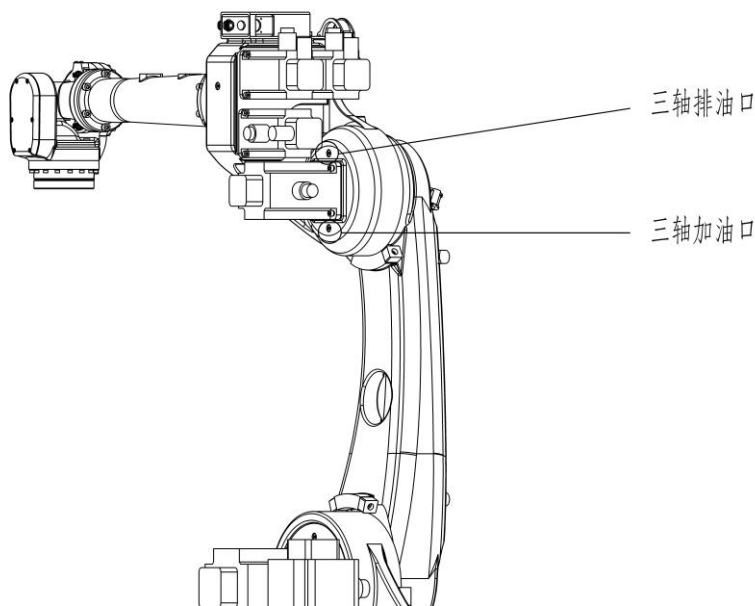


图 5.4 三轴油脂更换

- a、将机器人各轴运动到指定姿态，停下机器人，断掉使能，取下三轴排油口塞子（长时间运行的机器人取排油口塞子可能有少量油脂飞溅出来，小心烫伤），装上油嘴并接上软管。（油嘴出厂时附在机体包装箱内）



若不取下排油口塞子，则可能造成油脂进入电机，损坏本体，请务必取下排油口塞子。

- b、取下注油口塞子，安装油嘴，注入指定品牌油脂和指定量。

油脂种类: **Molywhite Re No.00**
注入量: 约 **1100cc**

- c、在出油口处安装回收袋，从排油口完全排出旧油，开始排出新油时，说明油脂更换结束，即可停止加油。旧油与新油可以通过颜色判别。
- d、将三轴转动 5-8 分钟，排出多余油脂。
- e、取下油嘴，擦净油口上及螺纹孔的油脂，在塞子螺纹上均匀涂抹 LOCTITE 518 密封胶，保证密封胶贴合在螺纹上，上回塞子并拧紧，擦净油口附近油脂和滴落到地面的油脂，防止污染及滑倒事故。

D 四轴油脂补充

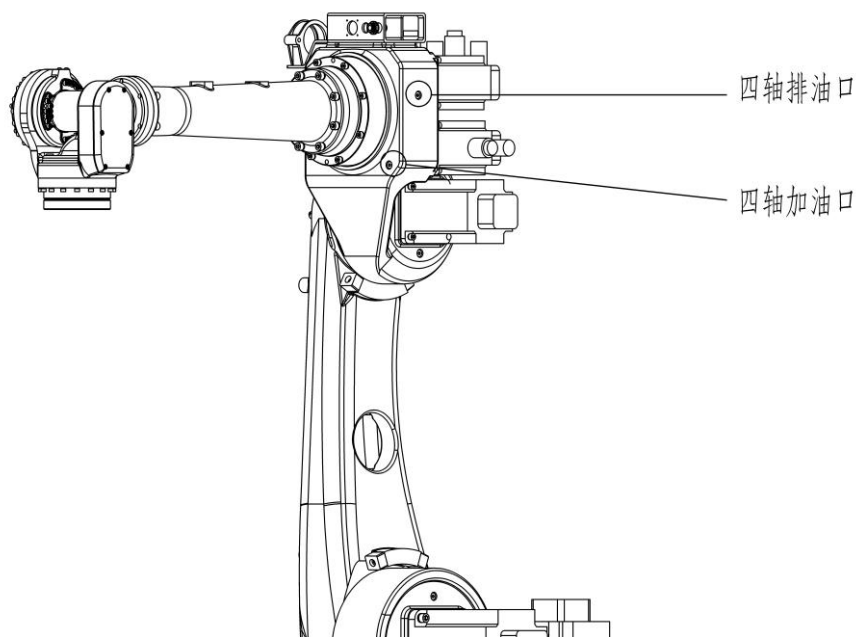


图 5.5 四轴油脂更换

- a、将机器人各轴运动到指定姿态，停下机器人，断掉使能，取下四轴排油口塞子（长时间运行的机器人取排油口塞子可能有少量油脂飞溅出来，小心烫伤），装上油嘴并接上软管。（油嘴出厂时附在主体包装箱内）



若不取下排油口塞子，则可能造成油脂进入电机，损坏本体，请务必取下排油口塞子。

- b、取下注油口塞子，安装油嘴，在加油口处安装回收袋，等待旧油脂从注油口处流出（若周围气温较低，油脂流动性差，先同时运行四五六轴 1 小时）。
- c、待旧油脂流净后，注入指定品牌油脂和指定量。

油脂种类：Molywhite Re No.00
注入量：约 3600cc

- d、取下油嘴，擦净油口上及螺纹孔的油脂，在塞子螺纹上均匀涂抹 LOCTITE 518 密封胶，保证密封胶贴合在螺纹上，上回塞子并拧紧，擦净油口附近油脂和滴落到地面的油脂，防止污染及滑倒事故。

E 五、六轴油脂补充

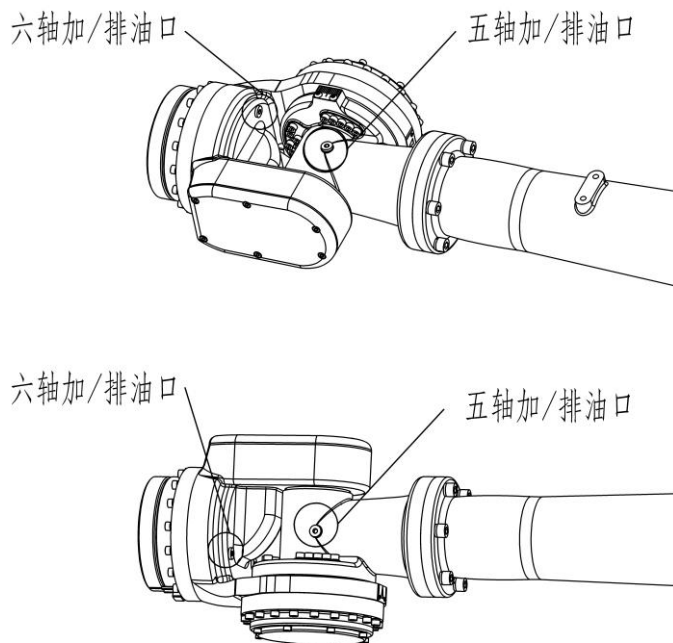


图 5.6 五六轴油脂更换

- a、将机器人各轴运动到指定姿态，停下机器人，断掉使能，取下五轴排/加油口塞子，五的加/排油口均有两个，取下靠上的一个，（长时间运行的机器人取排油口塞子可

能有少量油脂飞溅出来，小心烫伤），装上油嘴并接上软管。（油嘴出厂时附在主体包装箱内）



若不取下排油口塞子，则可能造成腔体压力过大，损坏油封造成漏油事故，请务必取下排油口塞子。

- b、取下六轴加/排油口塞子，六轴的加/排油口有两个，取下其中靠上的一个，安装油嘴，在加油口处安装回收袋，注入指定品牌油脂和指定量。当旧的油脂流尽，新的油脂开始从六轴加/排油口流出时，即可停止注油。

油脂种类：Molywhite Re No.00
注入量：约 1170cc

- c、取下油嘴，擦净油口上及螺纹孔的油脂，在塞子螺纹上均匀涂抹 LOCTITE 518 密封胶，保证密封胶贴合在螺纹上，上回塞子并拧紧，擦净油口附近油脂和滴落到地面的油脂，防止污染及滑倒事故。

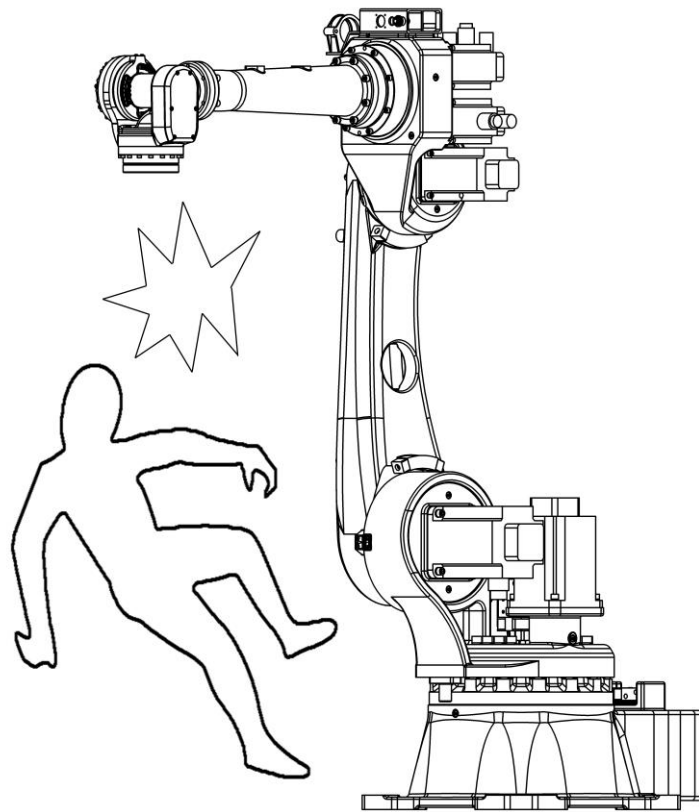
5.3 电机抱闸的强制解除（选配件）



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。

5.4 维护区域

在图 5.7 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。

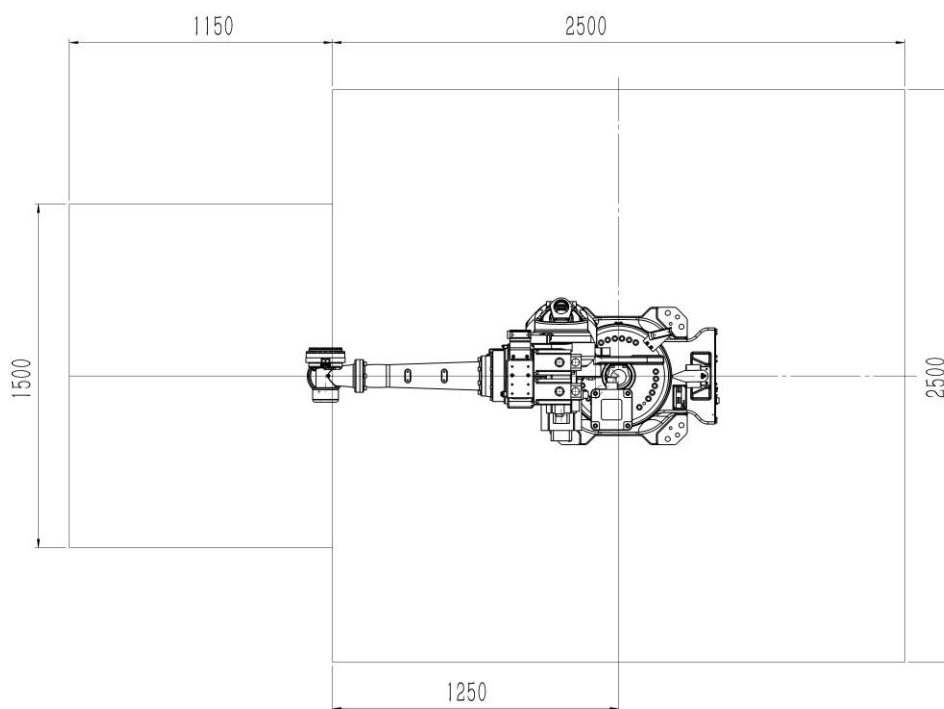


图 5.7 机器人维护区域

6 本体基本故障排除

6.1 故障种类

机器人设计时尽可能考虑到可能发生各种异常情况，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安整体系。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所示。

第 3 步：问题部件的处理

判明出现问题的部件后，按 5.2 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。

6.2 故障原因分析

如表 6.1 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，请参考此表所示的内容。

表 6.1 故障分析表

故障现象	可能导致故障的元件		
	电机	减速机	传动齿轮部件
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	●		

6.3 各个零部件故障的判定方法和处理方法

6.3.1 减速机

减速机损坏会产生振动、掉臂、异常噪声等异常现象。

1) 检查方法

检查润滑油中铁粉含量：润滑油中的铁粉量增加浓度约在 1000ppm 以上时则有内部破损的可能性。

检查减速机温度：温度较通常运转上升 10° 时基本可判定减速机损坏。



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。

检查减速机异响：当减速机部位发生异响时，减速机可能已经损坏。

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。

6.3.2 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。

7 推荐优先选用的备件

推荐按下列类别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。

分类如下：

A 类：消耗品和更换平率较高的零部件

B 类：动作频率高的机构零部件

C 类：重要的机构零部件

更换 B、C 类零件务必与我司洽谈或委托我司完成

表 7.1 推荐备件

类别	序号	名称	规格	单台使用量	备注
A	1.	油脂	Molywhite RE No.00	-	各轴减速机及手腕使用
A	2.	端面密封胶	ThreeBond 1110F	-	各端面密封用
A	3.	电池组		6	编码器用
B	4.	一轴减速机	-	1	
B	5.	一轴减速机输入轴		1	
B	6.	二轴减速机	-	1	
B	7.	二轴减速机输入轴		1	
B	8.	三轴减速机	-	1	
B	9.	三轴减速机输入轴		1	
B	10.	四轴减速机	-	1	
B	11.	四轴减速机输入轴		1	
B	12.	五轴减速机	-	1	
B	13.	五轴减速机输入齿轮		1	

B	14.	六轴减速机	-	1	
B	15.	六轴减速机输入齿轮	-	2	
B	16.	腕部单元	-	1	
C	17.	一、二轴伺服电机	-	2	
C	18.	三轴伺服电机	-	1	
C	19.	四、五、六轴伺服电机	-	3	
C	20.	本体管线包		1	

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%。

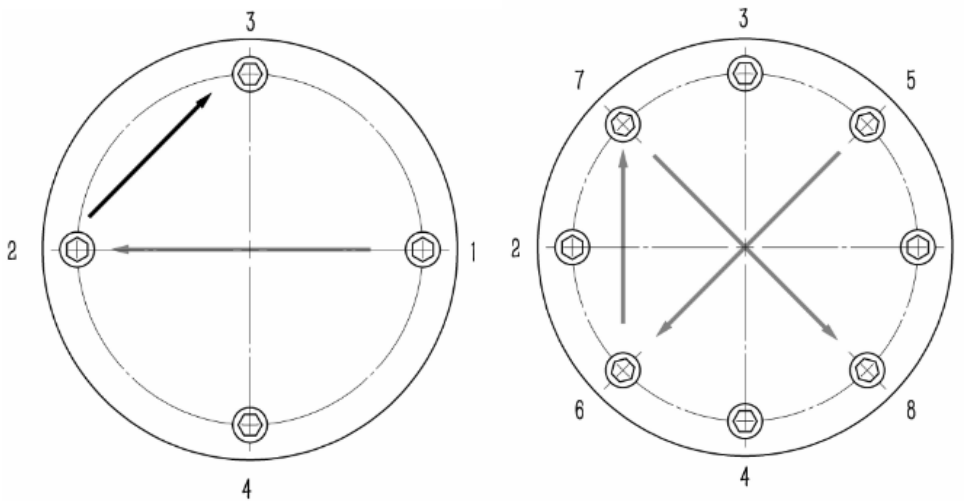


图 8.1 十字交叉法紧固

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	4.8	3.8~5.7
M5	5	3.2~4.4	9.3	8.4~10.2
M6	8	7.4~11.2	16	15~18
M8	20	16~26	42	35~53
M10	40	36~52	80	74~88
M12	75	61~94	129	120~138
M14	120	97~150	205	195~220
M16	200	170~230	380	320~425

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

请完整阅读本手册、《HSR-JR680/650 安全手册》、《示教器 Hspad-201 使用说明书》、《码垛工艺包使用说明》（选配）及其他附属文件方可进行机器人相关的搬运安装、调试运行、检查、维修等工作。

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者负重伤，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者负重伤的情形。



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, 另一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。



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，请勿接近机器人。



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。



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。



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



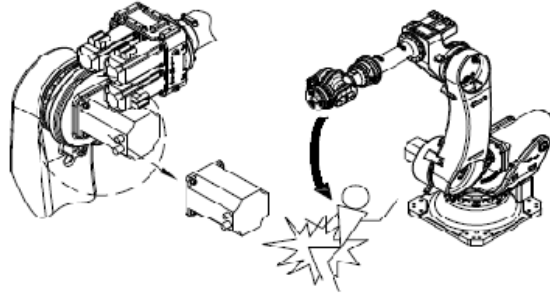
机器人的设计应去除不必要的突起或锐利的部分，使用适应作业环境的材料，采用动作中不易发生损坏或事故的故障安全防护结构。此外，应配备在机器人使用时的误动作检测停止功能和紧急停止功能，以及周边设备发生异常时防止机器人危险性的联锁功能等，保证安全作业。



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。



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。



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。）

此外，请勿在人手支撑机械臂的状态下拆除马达。



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)



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。



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。



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。



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。

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）



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。



不需要使机器人动作和操作时，请切断电源后再执行作业。



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。



对于已完成的程序，使用存储保护功能，防止误编辑。



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 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



作业开始/结束时, 应进行清扫作业, 并注意整理整顿。



作业开始时, 应依照核对清单, 执行规定的日常检修。



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。



自动运转开始时, 必须确认防护栅内是否有作业人员。



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。



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。



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



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 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 Hpad-201 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。



当发生机械臂卡住人员时，迅速观察机械臂与人员位置，采用合理方式进行救援。严禁随意松开机器人抱闸，以免机械臂下落造成二次伤害，更不能继续运行程序。

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，按下控制柜或示教器急停按钮；

3) 将电源开关置于 OFF 状态，确保控制柜相应断路器断开，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-JR680/650工业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;6台伺服电机分别装载于机器人本体的六个关节处。HSR-JR680/650电控柜根据所使用驱动器不同(A8系列和RA系列)分为两个版本,其中A8系列采用电压AC380V($\pm 10\%$ 、3P+PE),频率50Hz($\pm 1\%$)的电源进行供电,建议供电电缆采用4×4mm²电缆进行配线。RA系列采用电压三相五相AC380V($\pm 10\%$ 、3P+N+PE),频率50Hz($\pm 1\%$)的电源进行供电,建议供电电缆采用5×4mm²电缆进行配线

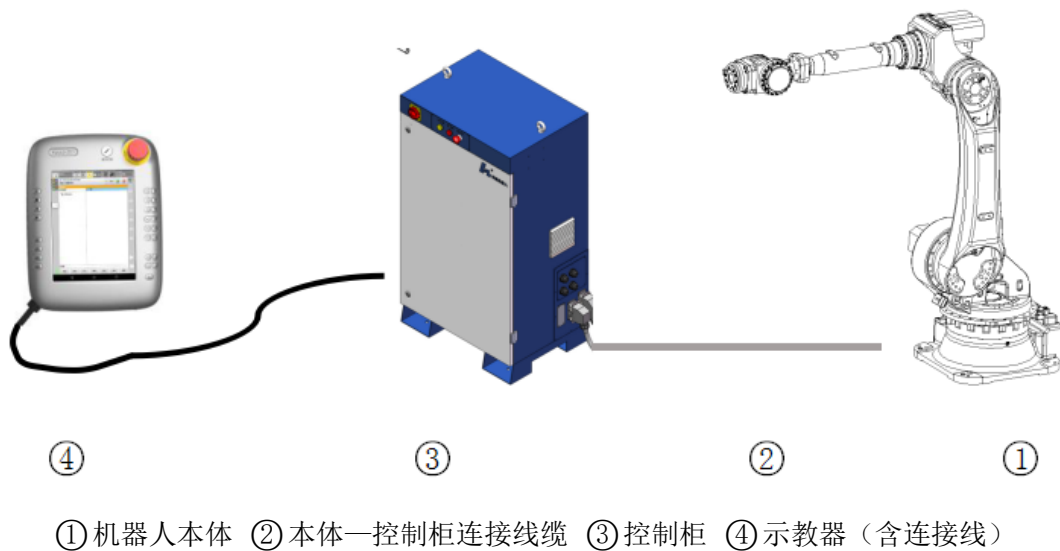


图 2-1 机器人系统连接图

2.1 控制柜

HSR-JR680/650工业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、隔离变压器、开关电源、断路器、接触器、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。A8 版本控制柜外形及柜内布置如图 2-2~图 2-4 所示。RA 版本控制柜(IP20)外形及柜内布置如图 2-5~图 2-7 所示。RA 版本控制柜(IP54)外形及柜内布置如图 2-8~图 2-10 所示。

备注：因电柜后面安装有散热风扇，需留有 20CM 以上的散热空间。



图 2-2 A8 版控制柜外观

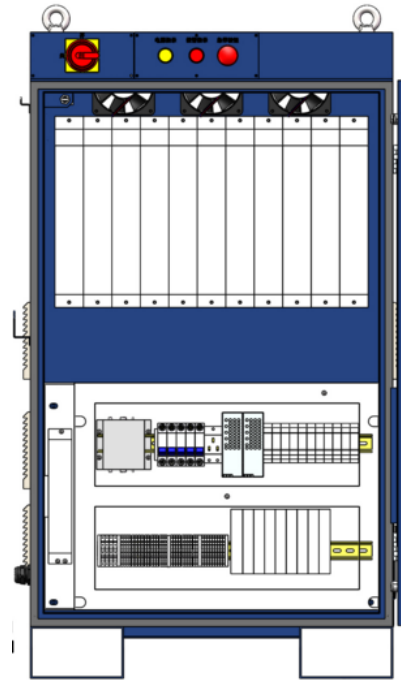


图 2-3 A8 版控制柜内部视图

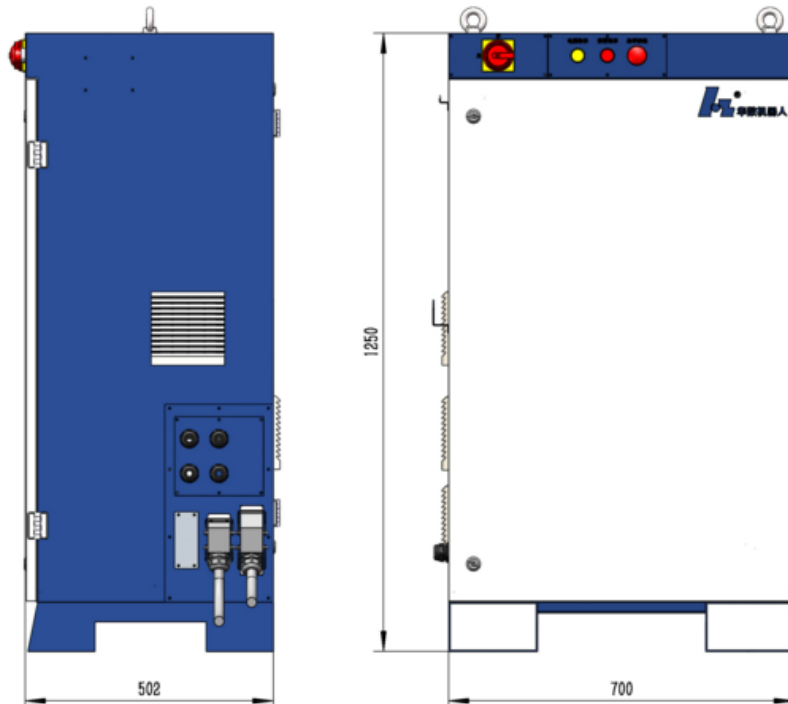


图 2-4 A8 版控制柜外形尺寸

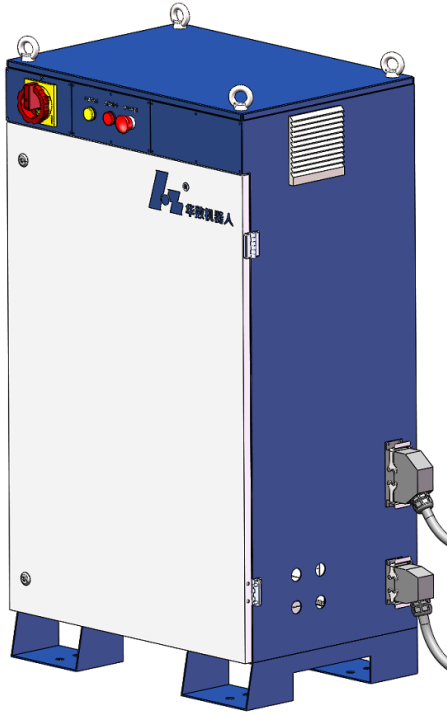


图 2-5 RA 版控制柜(IP20)外观

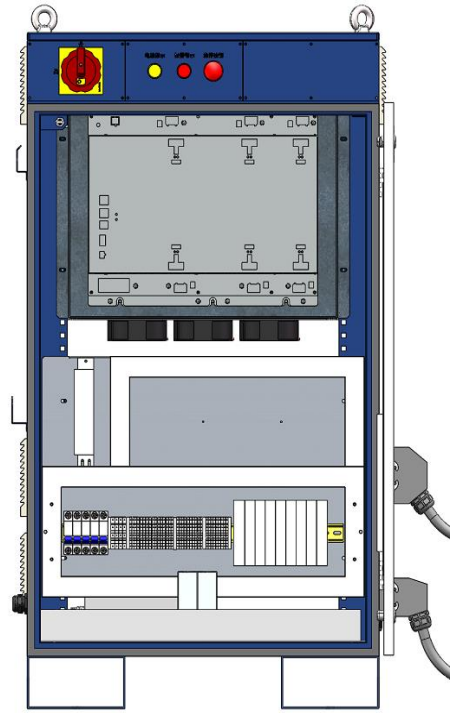


图 2-6 RA 版控制柜(IP20)内部视图

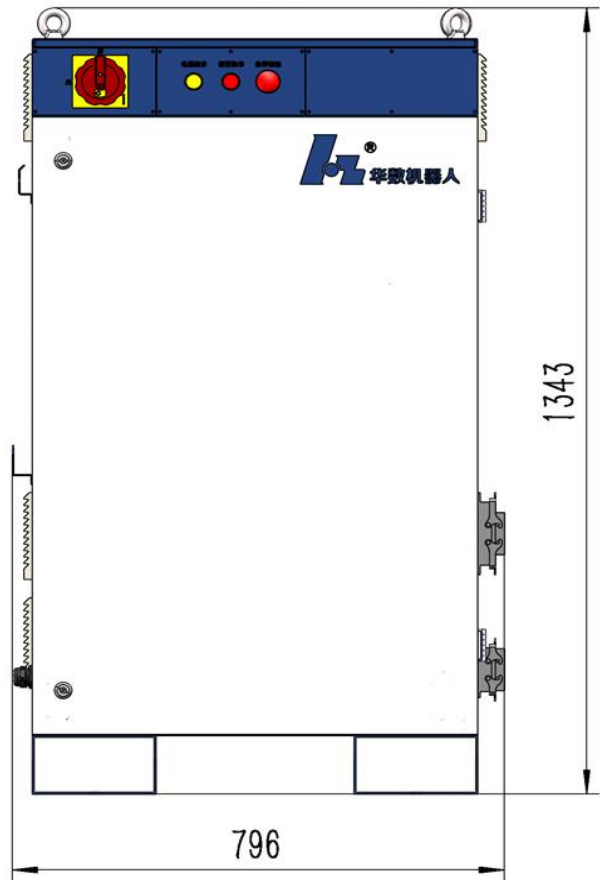
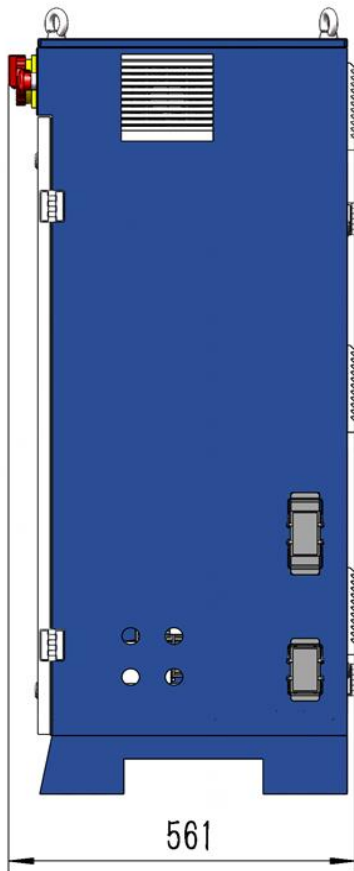


图 2-7 RA 版控制柜(IP20)外形尺寸



图 2-8 RA 版控制柜(IP54)外观



图 2-9 RA 版控制柜(IP54)内部视图

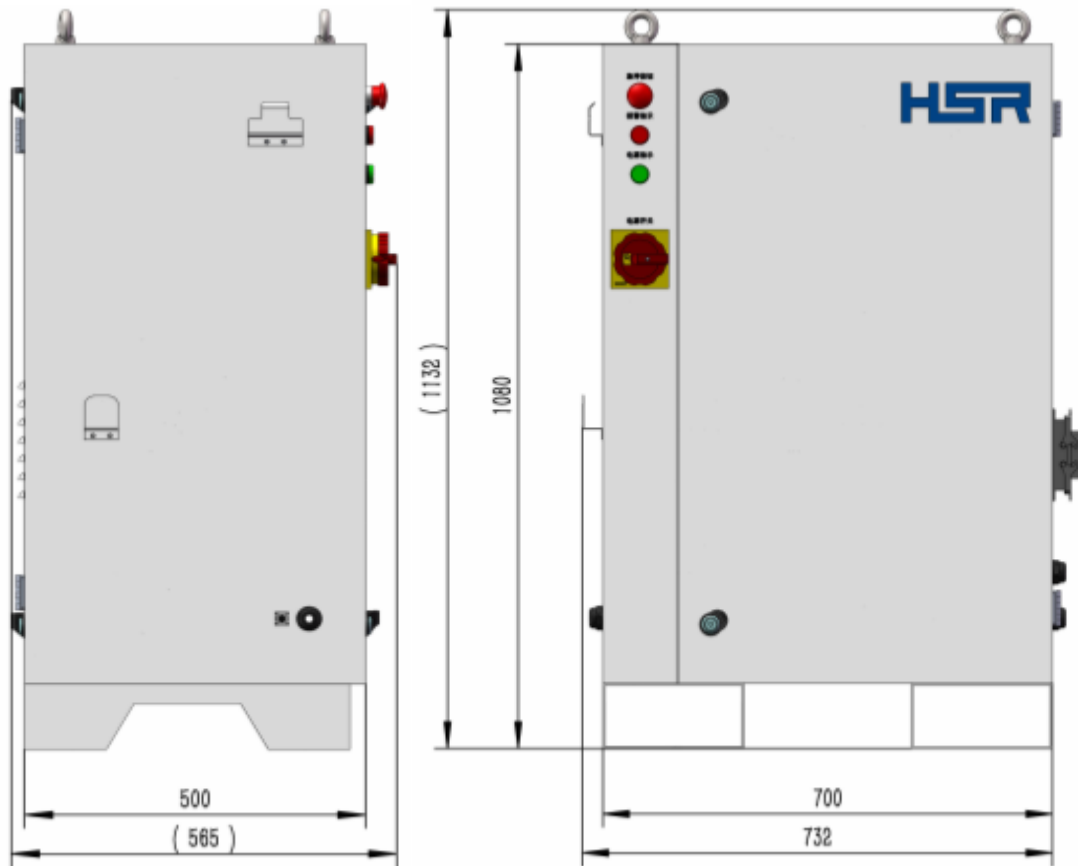


图 2-10 RA 版控制柜(IP54)外形尺寸

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 2-11 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 2-11 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 VGAX 1

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。

HSR-JR680/650 共有两种版本的驱动器一种是清能德创 A8 系列驱动器，另一种则是清能德创 RA 系列驱动器。

清能德创 A8 驱动器，主要由书本型基本电源模块和书本型电机驱动模块组成。A8 伺服驱动单元外观如图 2-12 所示，单元连接原理示意图如 2-13 所示。



图 2-12 A8 伺服驱动单元外观图

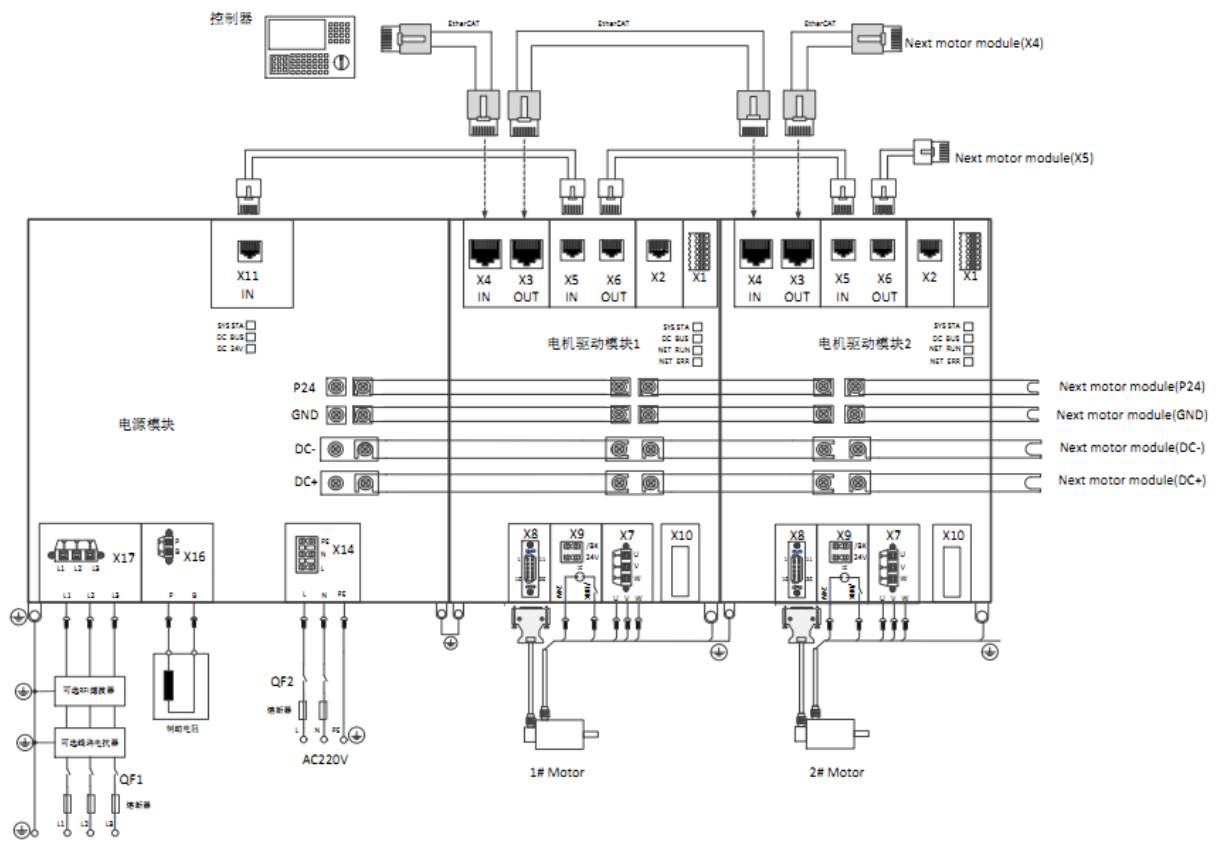
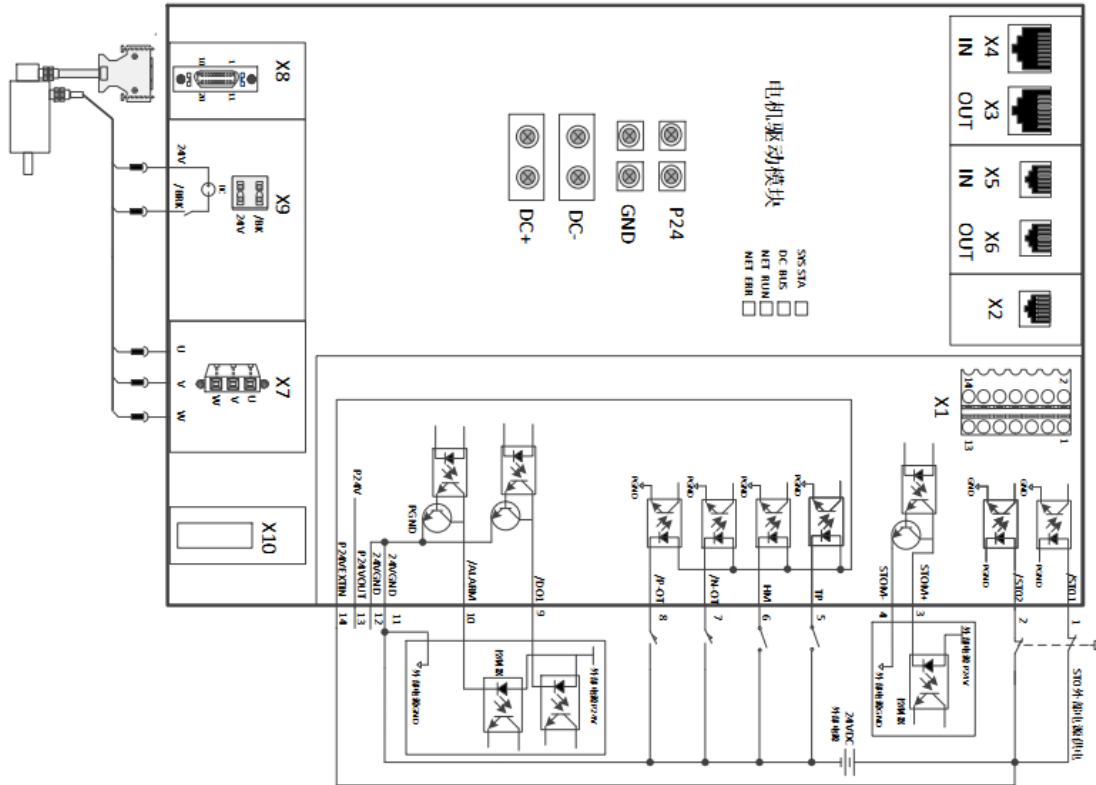


图 2-13 A8 伺服驱动单元连接原理示意图

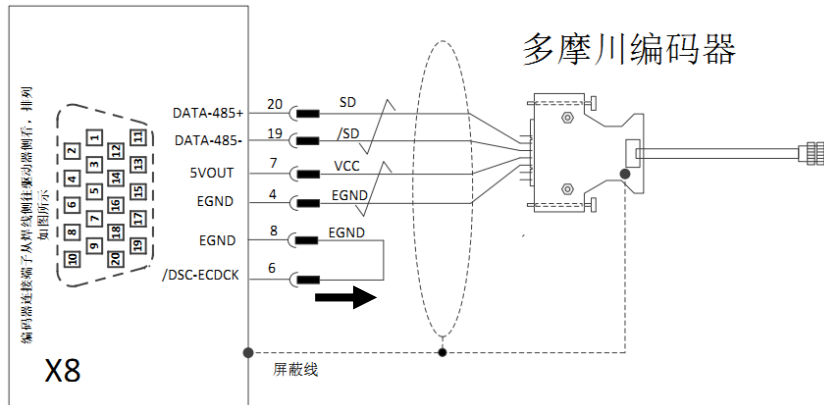
电机驱动模块与伺服电机及急停信号的电气连接如图 2-14 所示。



注：X1 接口引脚 1 和 2 接入了控制柜和示教器的急停信号

图 2-14 A8 电机驱动模块与伺服电机及急停信号的电气连接图

电机驱动模块编码器接口 X8 与多摩川绝对编码器电气连接引脚定义如图 2-15 所示。



针脚 20: SD+ (信号+) 针脚 19: SD- (信号-) 外壳: 屏蔽层
 针脚 7: 5V (电源正) 针脚 4: GND (电源负) 引脚 6 与 8 必须短接

图 2-15 A8 电机驱动模块编码器接口 X8 和多摩川绝对式编码器电气连接图

RA 驱动器，是一款高性能大功率多轴一体伺服驱动器伺服驱动，拥有体积小、高功率、强过载、强性能等优点，RA 伺服驱动单元外观如图 2-16 所示，单元连接原理示意图如 2-17 所示。



图 2-16 RA 伺服驱动单元外观图

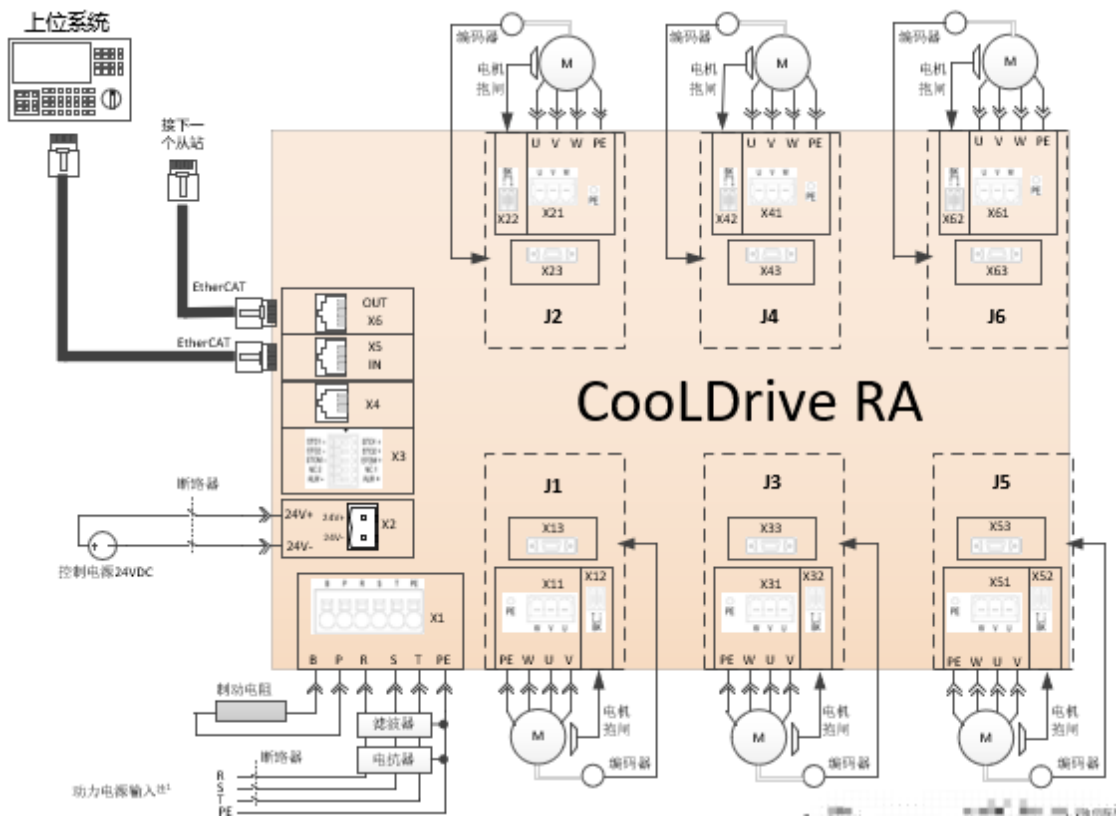


图 2-17 RA 伺服驱动单元连接原理示意图

急停信号接口为 X3 接头处，其电气连接如图 2-18 所示。

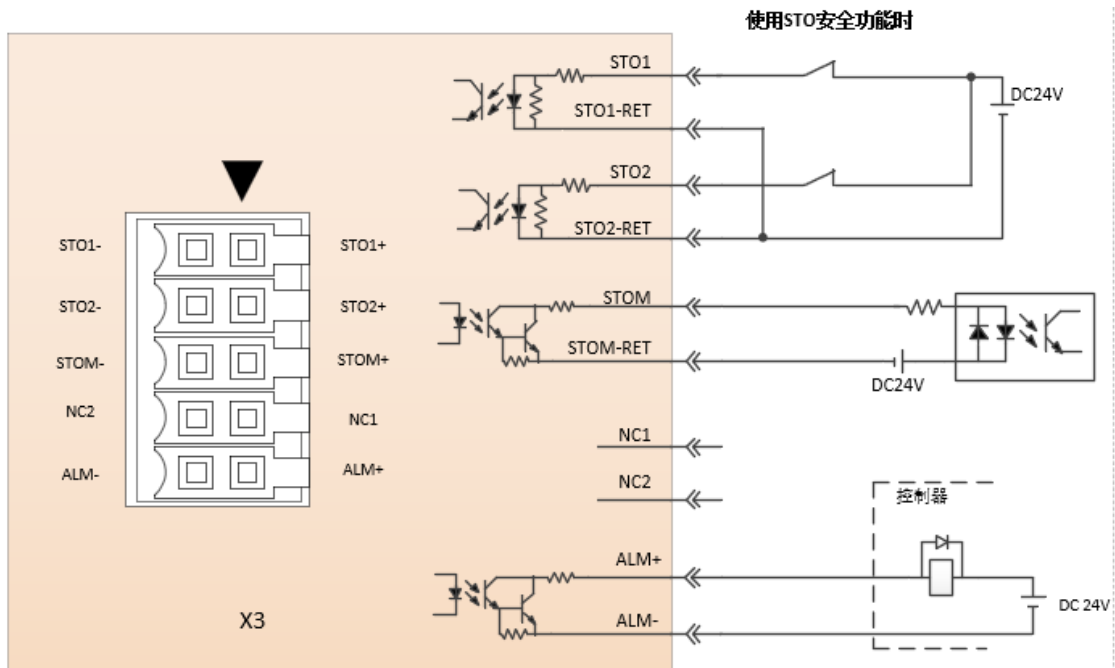


图 2-18 RA 伺服驱动 X3 接口急停连接原理示意图

RA 驱动器 X13/X23/X33/X43/X53/X63 接头对应为 1-6 轴编码器连接接头，与多摩川绝对编码器电气连接引脚定义如图 2-19 所示。

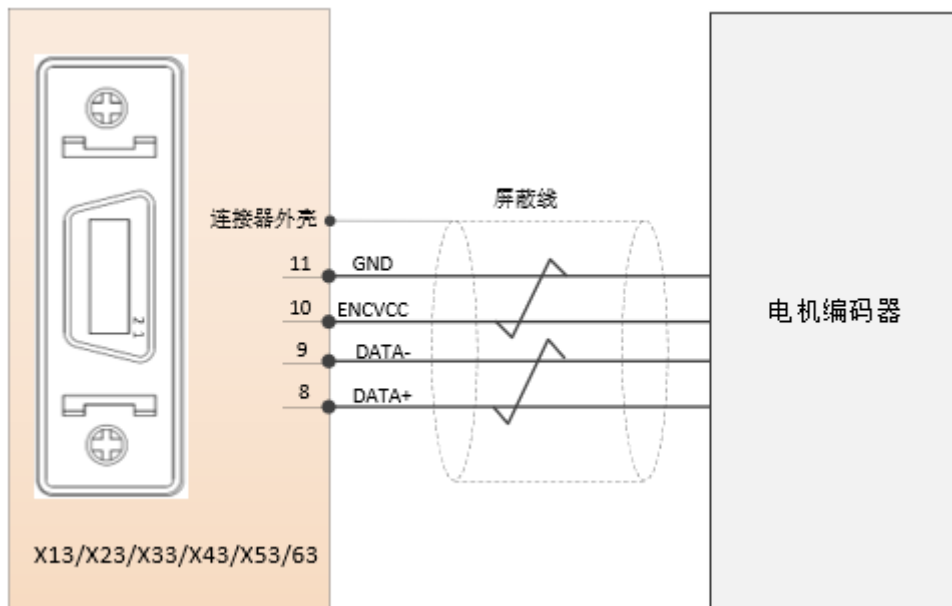


图 2-19 RA 驱动编码器与多摩川绝对式编码器连接引脚定义

2.1.3 IO 单元

HSR-JR680/650 使用三种 IO 产品，一种是华中数控的 HIO-1100 系列 IO，一种是华中数控的 HIO-1800 系列 IO，一种是雷赛 IO；

华中 HIO-1100/HIO-1800 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。

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： 该通信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 类型；

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

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 2-2 所示，具体可根据客户实际需求进行配置，默认以标准配置表为准。

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： 该通信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-1811 开关量输入子模块： 提供 16 路开关量输入，输入点 NPN 类型；

HIO-1821 开关量输出子模块： 提供 16 路开关量输出，输出点 NPN 类型；

HIO-1873 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-1800 总线式 IO 单元标准配置如下表 2-2 所示，具体可根据客户实际需求进行配置，默认以标准配置表为准。

表 2-2 HIO-1100/HIO-1800 总线式 IO 单元标准配置表

1100 系列出厂配置			1800 系列出厂配置		
型号	说明	数量	型号	说明	数量
EtherCAT/HIO-1108	8 槽底板	1	EtherCAT/HIO-1108	8 槽底板	1
EtherCAT/HIO-1161	以太网通讯板	1	HIO-1863/LAN9252	EtherCAT 通讯板	1
EtherCAT/HIO-1111	输入板(高低电平通用)	2	HIO-1811N	NPN 输入板	2
EtherCAT/HIO-1121	输出板(NPN 输出)	2	HIO-1821N	NPN 输出板	2

HIO-1100/HIO-1800 总线式 IO 单元外观如图 2-20 所示（标配出厂为 32 入 32 出，可供用户使用为 31 入 31 出，Y0.0 为报警输出占用，X0.0 为抱闸检测占用）。



图 2-20 HIO-1100/HIO-1800 总线式 IO 单元

雷赛 EM64DX-E1 IO 模块是一款基于 ASIC 技术的高性能、高可靠性的 EtherCAT 总线 IO 扩展模块，具有 32 路通用输入接口和 16 路通用输出接口以及 16 路双通道输入输出。输入输出接口均采用光电隔离和滤波技术，可以有效隔离外部电路的干扰，以提高系统的可靠性。(标配出厂为 32 入 32 出，可供用户使用为 31 入 31 出，OUT00 为输出报警占用，IN00 为抱闸检测占用)

EM64DX-E1 IO 扩展模块硬件接口分布及其接口定义表如图 2-21 所示。

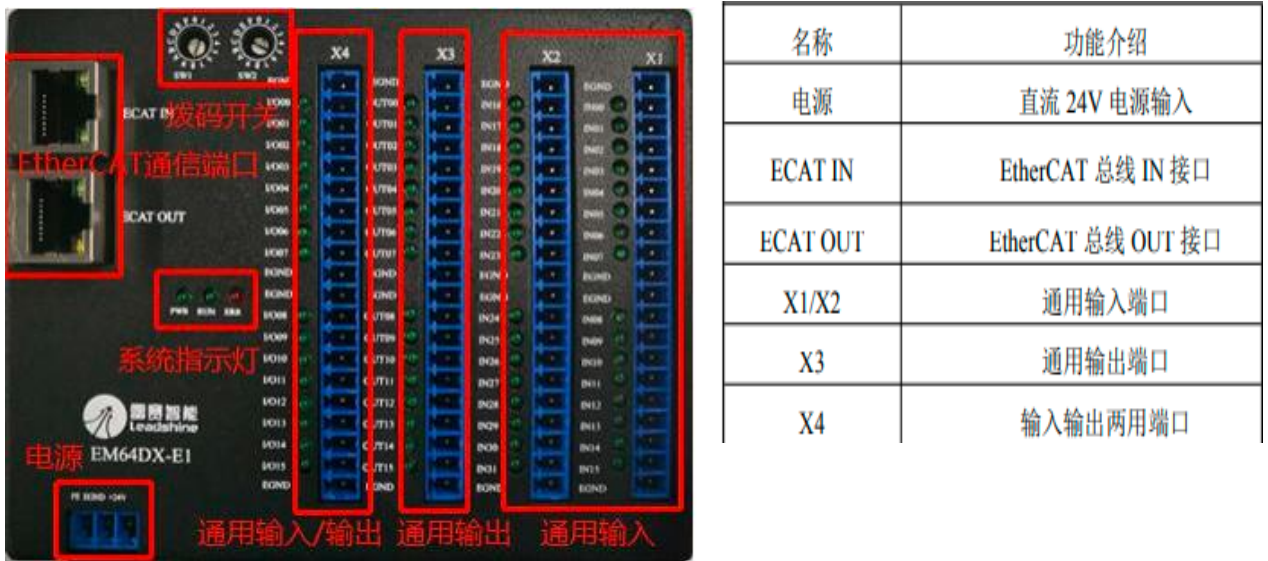


图 2-21 EM64DX-E1 总线式 IO 单元

需特别说明 X4 接口为输入输出通用接口，根据拨码开关确定，出厂默认为输出，输出端口编码在 X3 的基础上递增。四个拨码控制 16 个端子，每个拨码控制 4 路。端口编码也是在 X2 的基础上递增。

2.1.4 EtherCAT 总线回路

控制器、伺服驱动单元及 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,A8 驱动 EtherCat 总线网络回路如图 2-22 所示,RA 驱动 EtherCat 总线网络回路如图 2-23 所示。

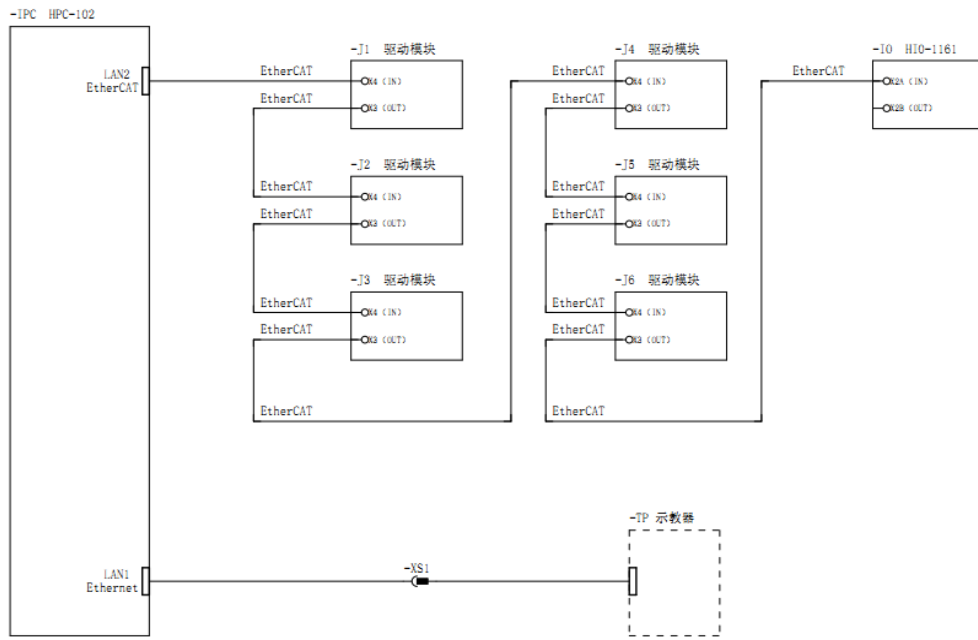


图 2-22 A8 驱动 EtherCAT 总线网络

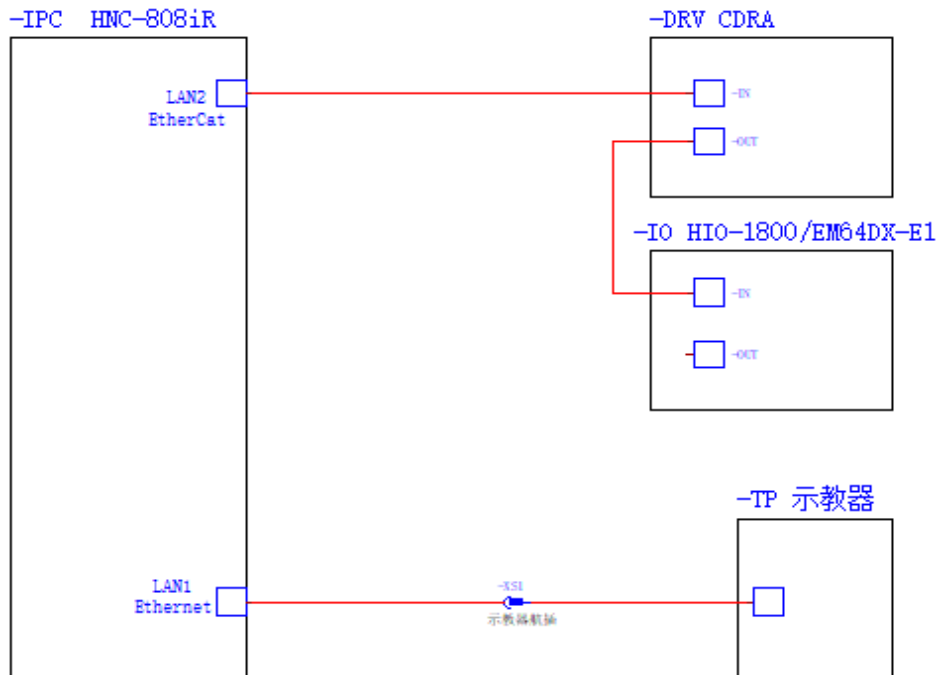


图 2-23 RA 驱动 EtherCAT 总线网络

2.1.5 操作指示面板

A8 及 RA IP20 控制柜面板布置图如图 2-24 所示。RA IP54 控制柜面板布置图如图 2-25 所示。



图 2-24 控制柜操作指示面板布置图



图 2-25 IP54 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：控制控制柜与外部 380V 电源通断，打开时控制柜内器件得电。

2.1.6 断路器

A8 驱动版本配置如下：

断路器(QF1)：断路器（32A）QF1 用于控制 3 相 AC380V 电源供电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。

断路器(QF2)：断路器（10A）QF2 用于控制开关电源、散热风机及三孔插座的 AC220V 供电及对其进行短路保护。



图 2-26 断路器

RA 驱动配置如下所示：

断路器(QF1)：断路器（25A）QF1 用于控制 3 相 AC380V 电源供电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。

保险丝 (FU)：保险丝（10A、5A）FU 两种规格用于对开关电源 V1 V2 进行输出保护，若开关电源没有输出电压，请先检查是否是保险丝熔断，若是熔断了，请先检查后续 24V 线路是否短路，待排除故障后，更换上新的保险丝方可恢复正常。

保险丝（5A）FU3 用于对维修插头进行输出保护，如外接线路有短路或者超过负载容量，保险丝熔断，若是熔断了，请检查负载容量和线路是否有问题，待排除故障后，更换上新的保险丝方可恢复正常。



图 2-27 断路器及保险丝

2.1.7 控制电源

A8 驱动配置如下：

机器人控制柜采用两台开关电源 V1（150W，DC24V）和 V2（240W，DC24V），用于把交流 220V 电压转变为直流 24V 电压，其中电源 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，电源 V2 给 6 个轴的电机抱闸线圈进行供电。



图 2-28 A8 驱动版开关电源

RA 驱动配置如下：

机器人控制柜采用两台开关电源 V1（240W，DC24V）和 V2（150W，DC24V），用于把交流 220V 电压转变为直流 24V 电压，其中电源 V1 给示教器及控制柜内控制器、驱动器、IO 单元、继电器等元器件进行供电，电源 V2 给 6 个轴的电机抱闸线圈进行供电。



图 2-29 RA 驱动版开关电源

2.1.8 继电器

A8 驱动配置如下：

控制柜中共有 8 个中间继电器，自带续流二极管，其中每个继电器对应有发光二极管进行动作指示，方便检修时通过查看二极管是否点亮来排查故障，继电器外观如图 2-30 所示。



图 2-30 A8 版继电器

- 继电器 KA1：控制 J1 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA2：控制 J2 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA3：控制 J3 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA4：控制 J4 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA5：控制 J5 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA6：控制 J6 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA7：预留
- 继电器 KA8：预留

RA 驱动配置如下：

控制柜中共有 8 个中间继电器，自带续流二极管，其中每个继电器对应有发光二极管进行动作指示，方便检修时通过查看二极管是否点亮来排查故障，继电器外观如图 2-31 所示。



图 2-31 RA 版继电器

- 继电器 KAB：220V 线圈用于控制 V2 开关 DC 24V 输出
- 继电器 KA1：控制 J1 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA2：控制 J2 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA3：控制 J3 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA4：控制 J4 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA5：控制 J5 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA6：控制 J6 轴电机抱闸线圈
- 继电器 KA7：控制抱闸专用电源 V2 是否正常

2.2 示教器

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《HSpad-03 使用说明书》或《HSpad-201 使用说明书》。借助 HSpad-03 示教器或 HSpad-201，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

HSpad-201 或 HSpad-03 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。

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）与控制柜柜体对插插座（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。示教器的电气接线图如图 2-32 所示。

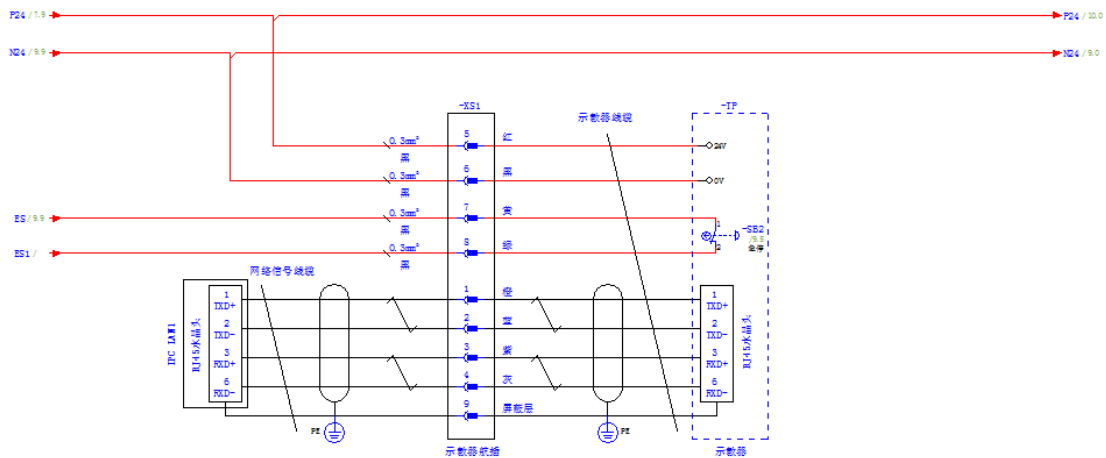


图 2-32 HSpad-201 及 HSpad-03 示教器电气接线图

2.3 本体-控制柜连接线缆

A8 驱动与 RA 驱动本体—控制柜连接线缆均是由两根动力/抱闸线缆和编码器线缆共同组成，线缆长度标配为 8 米，动力/抱闸线缆和编码器线缆重载引脚定义分别如图 2-33 和图 2-34 所示。

1-6轴动力引脚

插芯HMK-004-MC/FC						插芯HMEB-008-MC/FC					
上层		中层		下层		上层				中层	
序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号
01	U1	01	U2	01	U3	01	U4	05	U5	01	U6
02	V1	02	V2	02	V3	02	V4	06	V5	02	V6
03	W1	03	W2	03	W3	03	W4	07	W5	03	W6
04	PE1	04	PE2	04	PE3	04	PE4	08	PE5	04	PE6

1-6轴抱闸引脚

插芯HMEB-008-MC/FC (中层)				插芯HMEB-008-MC/FC (下层)							
序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号
05	EK1+	06	EK2+	01	EK5+	03	EK1-	05	EK3-	07	EK5-
07	EK3+	08	EK4+	02	EK6+	04	EK2-	06	EK4-	08	EK6-

图 2-33 动力/抱闸线缆重载引脚定义

插芯HMD-012-MC/FC (上)				插芯HMD-012-MC/FC (中)				插芯HMD-012-MC/FC (下)			
序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号	序号	线号
01	SD1+	07	SD2+	01	SD3+	07	SD4+	01	SD5+	07	SD6+
02	SD1-	08	SD2-	02	SD3-	08	SD4-	02	SD5-	08	SD6-
05	VCC1	11	VCC2	05	VCC3	11	VCC4	05	VCC5	11	VCC6
06	GND1	12	GND2	06	GND3	12	GND4	06	GND5	12	GND6

图 2-34 编码器线缆重载引脚定义

2.4 本体信号线

机器人本体内置一根 $26 \times 0.2\text{mm}^2$ 的信号电缆，线缆两端根据颜色对应接于本体转座安装板处和手臂处 26 芯航空插座（母头）相应引脚，航空插座配套公端插头附在随机打包附件中，本体上 2 只 26 芯航空插座（母头）安装位置如图 2-35 所示。

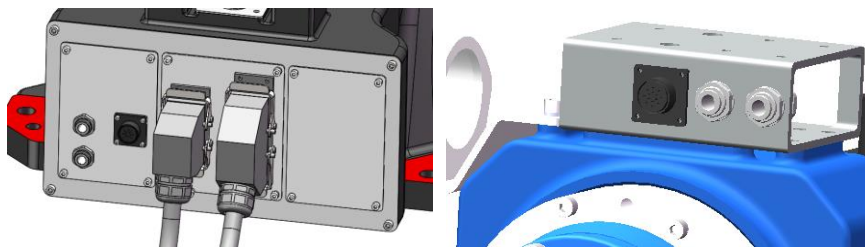


图 2-35 本体 26 芯航空插座（母头）安装位置

此信号线可以用于连接机器人末端法兰安装的夹具执行机构及传感器信号，用户可以根据具体情况进行选择使用；若有使用此信号线，并且需要在本体转座安装板 26 芯航空插座处增加延长线缆至机器人控制柜或外围设备，此延长线缆由用户自行配置。

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-03 使用说明书》或《HSpad-201 使用说明书》中相关内容的讲解，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示教器手动运行机器人各轴，以使用户能够快速熟悉 HSR-JR680/650 工业机器人的最基本操作，对示教器的使用及整个机器人系统建立一个直观的认识；再通过对示教器说明书的深入学习，达到深入使用 HSR-JR680/650 工业机器人的目的，帮助客户尽量缩短现场应用调试时间。

3.1 上电准备

A8 驱动版本将配电柜 AC380V 电源（3P+PE）对应接入控制柜的 X1 端子排上，RA 驱动版本将配电柜 AC380V 电源（3P+N+PE）对应接入控制柜的 X1 端子排上，将示教器、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 AC380V 电压无误；旋转控制柜电源开关为 ON 状态，同时确保控制柜内断路器 QF1 置于 ON 状态，控制柜电源指示灯（白色）点亮，待示教器与控制器连接成功，示教器信息栏提示机器人初始化成功。

3.3 手动模式选择

转动示教器上的钥匙开关或模式选择开关，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。在示教器手动 T1 模式下，点击坐标系选择按键，选择坐标系统为轴坐标系，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

在示教器手动 T1 模式下，轻握示教器背面的【三段安全开关】，这时示教器上的【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，并且控制柜内 KA1~KA6 继电器的 LED 指示灯点亮；若有某个继电器的 LED 指示灯不亮，说明此继电器对应控制的伺服电机抱闸有可能未打开，需进一步查明故障情况。

释放或用力握紧示教器背面的【三段安全开关】，这时示教器上的【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，并且控制柜内 KA1~KA6 继电器的 LED 指示灯应熄灭。

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，轻握示教器背面的【三段安全开关】，待示教器上的【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。

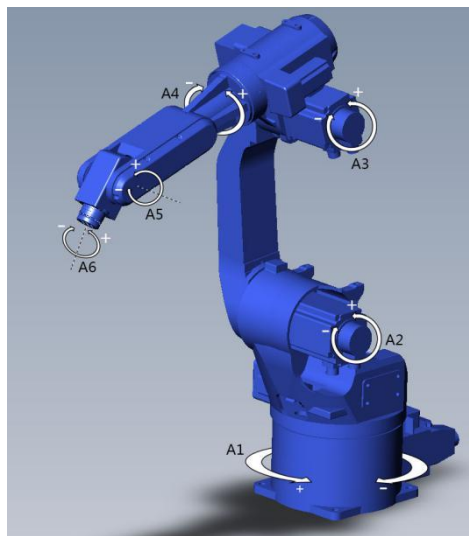


图 3-3 轴旋转方向

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底座后端重载安装板电池盒内。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。

若示教器持续出现“编码器电池欠电压告警”警告：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；若示教器出现“编码器电池欠电压故障”报警：表示驱动器检测到编码器电池电压过低，同时检测电池电压若低于 3V，则需更换电池，然后重启驱动器。如果在驱动器通电时更换电池，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底座后端重载安装板电池盒，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电池盒即可。

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，当两个零点标识牌长刻度线完全对正时，表示该位置即为机器人零点位置。各轴零标校对位置如图 4-1 所示。

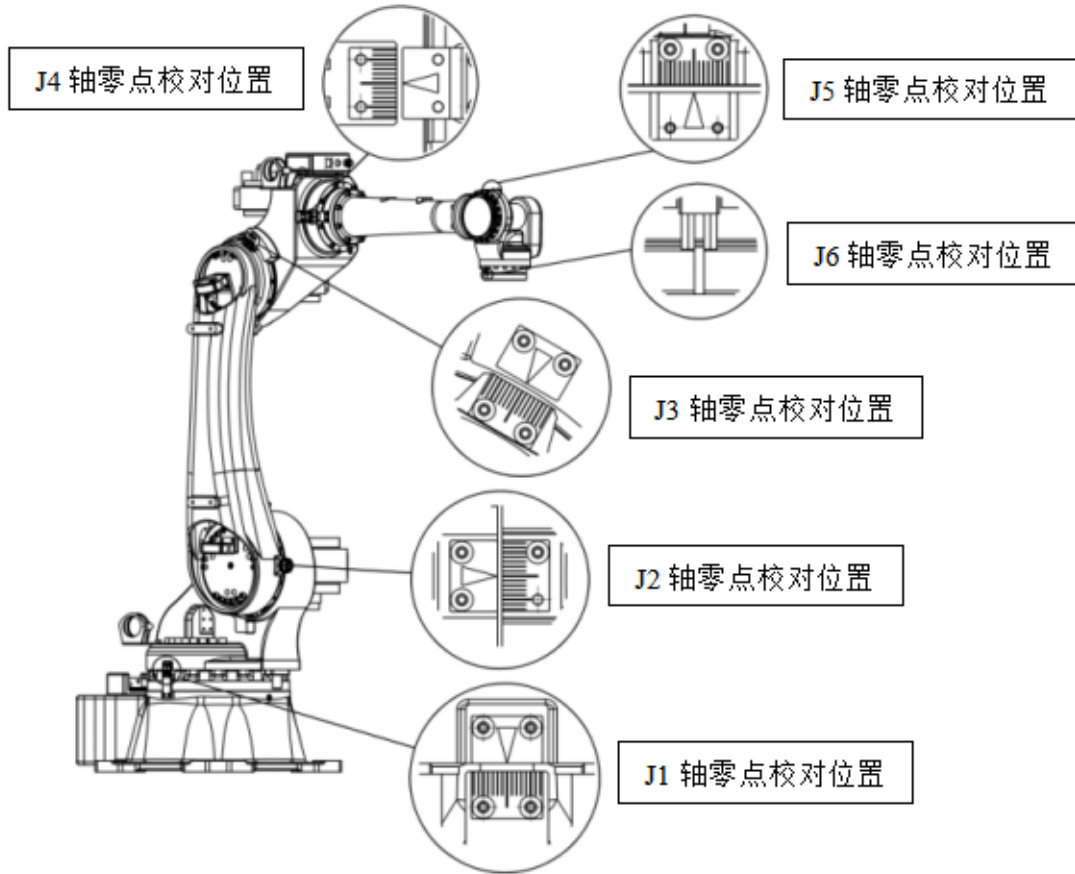


图 4-1 J1/J2/J3/J4/J5/J6 轴零点校对位置

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->示教器配置->用户组”，登录为 Super 用户，登录用户登录界面如图 4-2 所示；

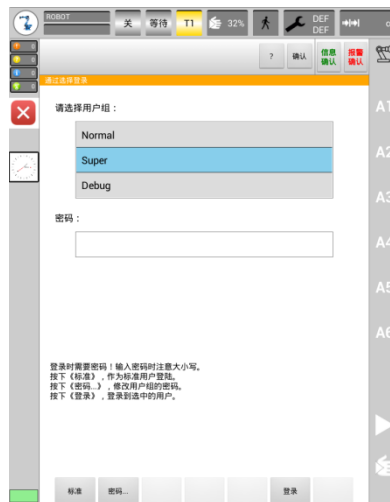


图 4-2 用户登录界面

3) 在示教器主菜单选择“投入运行->调整->单轴校准或校准”，按图 4-3 所示点击输入各轴初始位置数据，点击“保存校准”按钮保存数据，保存成功后，单轴校准或轴校准生效；保存是否成功会在状态栏显示。



图 4-3 单轴/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 4-4 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}
1		JR[2]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}
2		JR[3]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}
3		JR[4]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}
4		JR[5]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}
5		JR[6]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}
6		JR[7]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}
7		JR[8]	{0, 0, 0, 0, 0, 0}

图 4-4 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

配置外部信号是将系统信号和 IO 输入输出索引建立映射关系的过程（即将功能与 IO 绑定），建立映射关系后，可通过 IO 信号执行程序运行，获取机器人状态等。所有的系统信号都必须经过配置后才能映射到对应的 IO 点位上。在一个未进行外部信号配置的系统，默认下系统信号和 IO 之前是没有映射连接关系的。

机器人出厂时，只在系统中配置了报警信号输出 IO，若需要使用其它信号可以根据需求自由配置，具体配置使用方法详见《Hspad-201 使用说明书》和《Hspad-03 使用说明书》中 10.2 外部自动运行章节。

注意：配置后的信号输入只在外部运行模式有效且该点 IO 不能作为它用，输出只要满足该信号条件无论什么模式都有输出但该点 IO 配置后也不能作为它用。

5.2 IO 电气连接

IO 单元中 HIO-1111/HIO-1811N 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/HIO-1811N 子模块 (NPN 型) 输入信号连接电路图

IO 单元中 HIO-1121/HIO-1821N 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, 但总输出电流最大不能超过 3.6A, 若外接负载超过 3.6A (86.4W), 需用户自行增加开关电源, 增加的开关电源功率需根据外接负载选择, 外加开关电源需注意与 V1 等电位连接, 输出端口可用于对继电器、电磁阀、信号灯或其它设备的控制。连接外部执行器件的信号连接示例如图 5-2 所示。

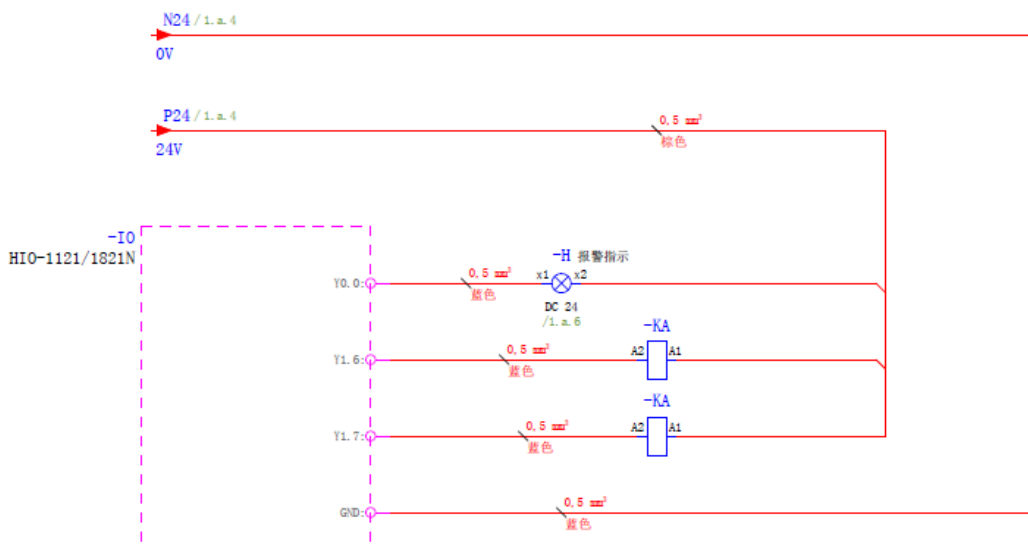


图 5-2 HIO-1121/HIO-1821N 子模块 (NPN 型) 输出信号连接电路图

雷赛IO单元中X1、X2为通用输入接口各输入点接入低电平（0V）有效，外部输入信号连接示例如图5-3所示：

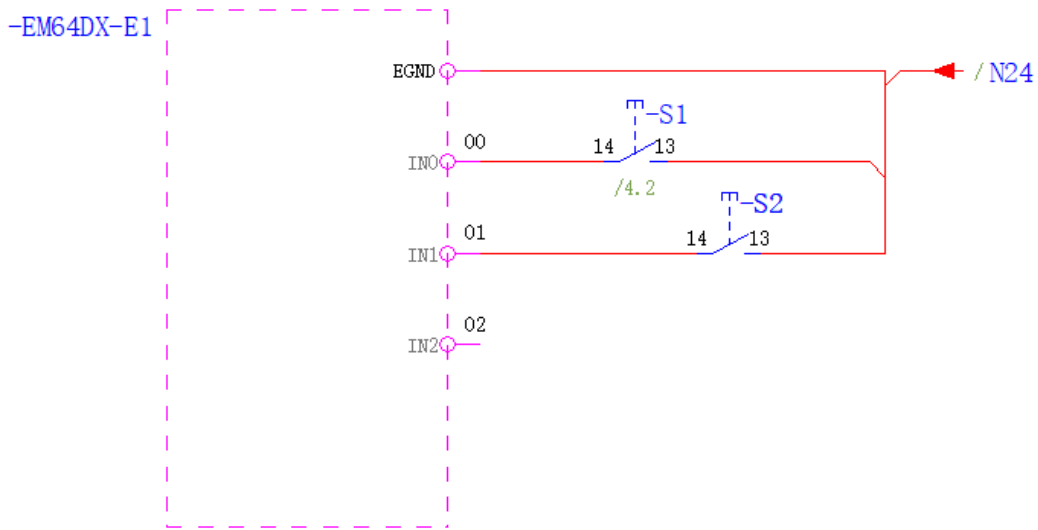


图5-3 EM64DX-E1 X1/X2/X4（X4端口设置为输入功能）子模块输入信号连接电路图

雷赛IO单元中X3为通用输出端口，输出为低电平（0V）有效，单路输出电流最大0.3A，但总输出电流最大不能超过3.6A，若外接负载超过3.6A（86.4W），需用户自行增加开关电源，增加的开关电源功率需根据外接负载选择，外加开关电源需注意与V1等电位连接，输出端口可用于对继电器、电磁阀、信号灯或其它设备的控制。连接外部执行器件的信号连接示例如图5-4所示：

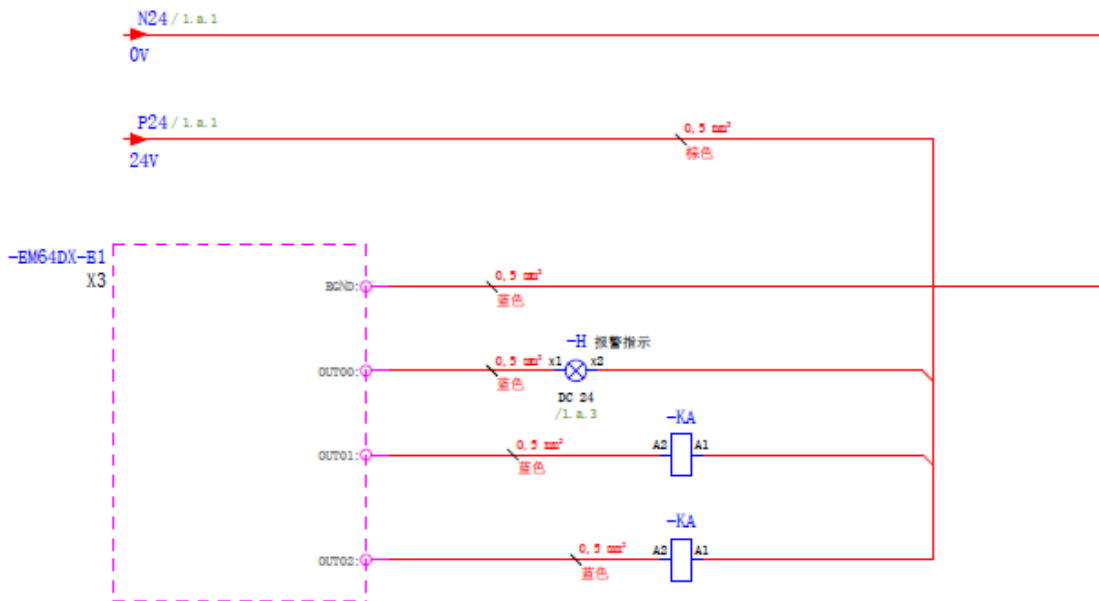


图5-4 EM64DX-E1 X3/X4（X4配置为输出功能）子模块输出信号连接电路图

雷赛IO单元中X4端口为输入输出通用端口，根据拨码确定，出厂默认为输出，输出端口编码在X3的基础上递增。四个拨码控制16个端子，每个拨码控制4格。若配制为输入功能，端口编码也是在X2的基础上递增。

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
0xff8e8100:unknown module, unknown algorithm	急停	示教器或电柜按下了急停开关	松开急停按钮，清除报警
0xc006000:未能正常上下使能	运动过程中未正常上下使能	①运动过程中（点动示教运动中、运动到点未结束运动），中途掉使能； ②运动到点未上使能 ③运行程序中，掉使能	①机器运动完成后，再掉使能 ②运动到点需先上使能再执行运动操作 ③先停止程序，再掉使能
0x8028000:自动运行未使能/	运行程序未使能	加载运行程序，未打开使能	运行程序需先上使能，点击【报警确认】复位报警，上使能后，再运行程序
0x6503000:轴达到正限位	机器人超软限位	机械臂当前已临近或超软限位	打开示教器菜单栏“投入运行-软件限位开关”，查看实际位置，检查哪个轴超限位，点击【报警确认】复位报警后，往相反方向运动；（若不确定方向，可使用增量式模式，寸动的方式确定方向；若复位不了报警，可尝试断电重启后再复位）
0x40032002:运动分解错误，关节运动目标	机器人目标点不可抵达	目标点位已超限位	检查程序目标点位是否超限位

点不可达			
0x000600 00:超区域限制 (报错)	机器人目标点位超区域限位	机器人目标点位或当前处于干涉区域、共享区域内或安全区域外	区域配置界面检查是否设置了共享区、干涉区或安全区，调整区域大小或将影响的区域重置数据为 0 或设置为无效区
0x650600 00:轴超加速	轴或轴组错误	下发的位置超速度	①适度调整运动指令点位速度、加速比、减速比参数或降速，； ②机器人当前处于奇异点位置，尝试添加过渡点或关节到点的方式避免此问题； ③目标点无法直线抵达，尝试添加过渡点或关节到点的方式避免此问题；
0xc01700 00:运动到点空间转关节失败	笛卡尔坐标关节到点转换失败	①形态位不正确 ②点位超限位，点位不可达	①手动运动到该位置，重新获取坐标，获取当前形态位，或该点笛卡尔坐标使用直线到点的位置抵达。 ②调整当前坐标
0x000400 04:前瞻超加速	前瞻超速度	运动的轨迹接近奇异位置，会放大加速度，同时运动轨迹的给速度相关，会出现超加速的情况。	解决这个问题可以从两个方面入手：（出现超加速的点位做以下一下处理） 1、将该运动直接改为关节运动，可以直接规避该问题； 2、修改该段直线运动的速度和加速度，尽量调低，多次尝试调到最优的效果；
程序正在运行，不运行切换模式	程序运行状态下不允许模式切换	加载或运行状态下皆不运行切换模式	卸载程序后再切换模式

7 常见伺服驱动单元报警处理

7.1 故障说明

A8 版本驱动器：

伺服驱动单元的状态指示灯提供了不同状态的说明，比如系统状态、直流母线状态、网络状态及故障情况等，基本电源模块和电机驱动模块的指示灯状态定义具体如表 7-1 和 7-2 所示。

表 7-1 基本电源模块指示灯状态定义

指示灯	状态	说明
SYS STA	绿色常亮	系统处于“主电源闭合”状态或“伺服使能”状态
	灭	系统处于“准备闭合主电源”状态或控制电源断开
DC BUS	灭	直流母线电压处于人体安全电压（36V）以下或控制电源断开
	橙色常亮	接入动力电源
DC 24V	灭	控制电源断开
	绿色常亮	系统接入控制电源

表 7-2 电机驱动模块指示灯状态定义

指示灯	状态	说明
SYS STA	红色常亮	系统初始化中
	绿色慢速闪烁	系统初始化成功，且处于“准备闭合主电源”状态
	红绿交替慢速闪烁	系统初始化成功，且处于“准备闭合主电源”状态，且出现警告
	绿色常亮	系统处于“主电源闭合”状态
	绿色快速闪烁	系统处于“伺服使能”状态
	红绿交替快速闪烁	系统处于“伺服使能”状态，且出现警告
	红色快速闪烁	系统处于故障状态，且故障不可复位
	红色慢速闪烁	系统处于故障状态，且故障可复位
DC-BUS	灭	直流母线电压处于人体安全电压（36V）以下或控制电源断开
	慢速闪烁	直流母线电压高于人体安全电压，但低于充电电压阈值
	常亮	直流母线充电完成
NET RUN	灭	通信网络处于初始化状态
	闪烁	通信网络处于预运行状态
	闪耀	通信网络处于安全运行状态
	常亮	通信网络处于运行状态
NET ERR	灭	通信网络正常，无故障
	闪烁/闪耀	通信网络故障

伺服驱动单元上电时，指示灯状态相同，正常状态的具体操作如下：

1) 闭合控制回路开关，此时驱动器 **SYS STA** 指示灯绿色闪烁；如果与上位建立通讯，则 **NET RUN** 灯变为绿色常亮。如果驱动器 **SYS STA** 指示变为红、绿交替闪烁，或红灯闪烁或红灯常亮，说明伺服有告警或故障；

2) 闭合主回路开关，**DC-BUS** 指示灯为橙色长亮。

机器人电气系统发生异常时，CoolDrive A8 伺服驱动单元会以告警或故障的形式进行警示，并进行相应的保护动作。

1) 告警：驱动器检测到较轻程度异常，**SYS 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；

2) 故障：驱动器检测到严重程度异常，**SYS STA** 指示灯红色闪烁，并发出故障信号，进行停机保护动作；

3) 初始化失败：驱动器启动过程中检测到异常情况，导致初始化失败，**SYS STA** 指示灯红色常亮，排除异常情况后，重启驱动器（或通过 **DriveStarter** 软复位）恢复。

根据系统异常的严重程度，故障分为以下三中类型：

1) 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，**SYS STA** 指示灯红色快速闪烁，排除故障后，需重启驱动器（或通过 **DriveStarter** 软复位）清除；

2) 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，**SYS STA** 指示灯红色慢速闪烁；

3) 可恢复故障 1、2：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，停机方式可选择斜坡停止或者紧急停止（故障停机方式可参考章节 7.7.3），**SYS STA** 指示灯红色慢速闪烁。

可恢复故障 0、1、2 在排除故障后，可通过以下方式清除：

1) **DriveStarter** 控制权时，直接通过“故障”按钮清除；

2) **EtherCAT** 主站控制权时，通过发送 0x6040（控制字）bit7 一个上升沿清除；

3) 重启驱动器或通过 **DriveStarter** 软复位清除。

RA 版驱动器:

RA 伺服驱动根据各个轴的数码器显示的内容来表示驱动器当前的状态，具体显示内容定义具体如表 7-3 所示。

表 7-30 数码管显示内容说明

序号	驱动器状态	显示方式	显示内容	说明
1	初始化	循环显示	H-[init step1, 4 位数字] -[init step2, 4 位数字] “熄灭”	初始化失败时，显示当前步骤，初始化步骤见初始化故障代码。
2	无故障运行	常显	[1 位数字]	显示字符为当前 402 状态值： 1、STATE_NOT_READY_TO_SWITCH_ON 2、STATE_SWITCH_ON_DISABLED 3、STATE_READY_TO_SWITCH_ON 4、STATE_SWITCHED_ON 5、STATE_OPERATION_ENABLED STATE_QUICK_STOP_ACTIVE 7、STATE_SHUTDOWN_ACTIVE 8、STATE_DISABLE_OPERATION_ACTIVE 9、STATE_FAULT_REACTION_ACTIVE
3	告警	循环显示	A-[告警代码, 4 位字符] “熄灭”	具体内容对照 7.2 节代码说明
4	故障	循环显示	E-[故障代码, 4 位字符] “熄灭”	具体内容对照 7.2 节代码说明
5	CPU 异常	常显	4	此时驱动器发生栈空间溢出故障，无法正常运行。
6	虚拟模式	常显	• 小数点	当驱动器工作在电机虚拟模式时，小数点常亮。

7.2 故障及处理

7.2.1 A8 驱动不可恢复故障原因及处理

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
0	0x2250	驱动器短路	1.驱动器 U,V,W 输出存在短接现象 2.驱动器受干扰导致 DI 信号异常,此为误报现象 (1).地线未接好; (2).电流环调节器参数设置不合适,导致电流振荡引发干扰; (3).驱动器内部电路异常; 3.驱动器损坏(比如 IGBT 短路,电流检测电路异常)	1.排查驱动器 U,V,W 接线(比如断开电机电力线缆后再观察驱动器是否仍报短路故障,须在电机抱闸断开的前提下进行以保证机械安全) 2.用万用表检查驱动器 IGBT,确认是否短路 3.规范布线,尤其是地线 4.调节电流环参数 5.更换驱动器
1	0x2330	驱动器输出对地短路	1.驱动器 U,V,W 输出对地存在短路现象 2.驱动器损坏(比如电流检测电路异常)	1.排查驱动器 U,V,W 接线 2.更换驱动器
2	0x2341	驱动器 UV 短路	RC 产品不支持检出	
3	0x2342	驱动器 VW 短路	RC 产品不支持检出	
4	0x2343	驱动器 WU 短路	RC 产品不支持检出	
5	0x5210	AD 采样电路异常	驱动器 AD 采样电路损坏	更换驱动器
6	0x5530	EEPROM 异常	1.驱动器受到干扰导致驱动器在更新上述 EEPROM 信息时发生错误(比如掉电保存位置值) 2.驱动器损坏(比如 EEPROM 芯片)	1.EEPROM 恢复出厂值 2.更换驱动器
7	0xFF28	栈空间溢出	1.驱动器固件存在 bug 2.驱动器损坏	1.升级驱动器固件 2.更换驱动器
8	0x6310	参数未初始化	RC 产品不支持检出	
9	0xFF04	编码器数据异常	1.Hiperface 编码器故障 2.编码器接线错误 3.驱动器内部 AD 采样电路异常 4.驱动器 DSP 固件存在 BUG	1.更换编码器 2.检查编码器接线,并确保接线正确 3.更换驱动器 4.升级驱动器 DSP 固件
10	0xFF07	转子定位错误	1.位置环、速度环、电流环调节器参数设置不合理 2.电机参数设置错误 3.参数 0x20D2 设置过小	1.检查驱动器外围接线,并确保接线正确 2.调整驱动器位置环、速度环、电流环调节器

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
			4.参数 0x2003 设置错误 5.驱动器外围接线错误(比如电机动力线,电机编码器线) 6.驱动器内部电路异常 7.参数 0x2067 和 0x2232 设置过小(此现象一般出现在二轴与三轴,且在大负载姿态下,电机抱闸释放与扭矩之间的时序关系) 8.参数 0x2207 静态平衡力矩补偿值设置过大	参数,并确保电机参数设置正确 3.重新进行转子位置补偿角检测 4.增大参数 0x20D2 设定值 5.更换驱动器 6.增大参数 0x2067 和 0x2232 设定值 7.减小参数 0x2207 的设定值
11	0xFF82	驱动器内部故障	RC 产品不支持检出	
12	0xFF09	电机抱闸输出异常	1.电机抱闸本身出现异常 2.电机在高速运行时突然停止 3.伺服参数 0x2233 和 0x20D2 设置过小 4.电机抱闸线路存在短路现象	1.更换电机抱闸 2.增大参数 0x2233 和 0x20D2 3.检查电机抱闸线路
13	0xFF0A	充电继电器异常	驱动器内部充电继电器故障	更换驱动器
14	0x7111	能耗制动接线错误	RC 产品不支持检出	
15	0xFF11	AD 校正系数异常	RC 产品不支持检出	
16	0xFF12	可编程器件固件匹配错误	RC 产品不支持检出	
17	0xFF13	控制板参数与功率板匹配错误	RC 产品不支持检出	
18	0xFF1A	电机接线相序错误	RC 产品不支持检出	
19	0xFF88	EtherCAT PDO 配置错误	PDO 配置错误	更正 EtherCAT PDO 配置
20	0xFF00	系统初始化失败	RC 产品不支持检出	
21	0xFF2B	编码器内部通信异常	1.编码器发生故障 2.电机编码器接线异常(比如断线,未采用屏蔽双绞线,与电机动力线耦合在一起) 3.驱动器地线未可靠连接 4.驱动器周围存在强干扰源	1.检查电机编码器接线并确保接线规范正确 2.编码器线缆,电机动力线缆增加磁环 3.可靠的连接驱动器地线 4.更换电机编码器 5.移除驱动器周围强干扰源,或者驱动器与周围强干扰源独自供电 6.驱动器动力输入电源增加进线滤波器
22	0xFF05	编码器内部故障	RC 产品不支持检出	
23	0xFF06	编码器类型变更	更换了编码器类型	重上电或者软复位驱动器

7.2.2 A8 驱动可恢复故障 0 原因及处理

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
0	0x2310	驱动器过流 U	1.电流环调节器参数设置不合理,导致电流控制振荡 2.电机参数设置错误 3.驱动器内部电流采样电路异常	1.调整电流环调节器参数 2.正确设置电机参数 3.更换驱动器
1	0x2311	驱动器过流 V	1.电流环调节器参数设置不合理,导致电流控制振荡 2.电机参数设置错误 3.驱动器内部电流采样电路异常	1.调整电流环调节器参数 2.正确设置电机参数 3.更换驱动器
2	0x2312	驱动器过流 W	1.电流环调节器参数设置不合理,导致电流控制振荡 2.电机参数设置错误 3.驱动器内部电流采样电路异常	1.调整电流环调节器参数 2.正确设置电机参数 3.更换驱动器
3	0x3210	直流母线过压	1.驱动器动力输入电源电压过大 2.电机快速停止时的能耗制动能量过大 (1).电机停止减速度过大 (2).能耗制动电阻接线错误 (3).能耗制动电阻阻值过大 4.驱动器内部电压采样电路异常 5.驱动器内部能耗制动电路异常	1.调整驱动器动力输入电源至允许范围 2.减小电机停止减速度 3.查能耗制动电阻接线并确保接线正确 4.适当减小能耗制动电阻阻值(阻值不能低于允许的最小值),增大能耗制动电阻功率 5.更换驱动器
4	0x5112	24V 控制电源欠压	1.24V 控制电源异常 2.24V 控制电源接线错误,比如接线不良 3.24V 控制电源负载过大 4.驱动器内部电路异常	1.检查 24V 控制电源接线并确保接线可靠 2.检查 24V 控制电源负载,确保 24V 控制电源的容量能满足所有工况下的负载消耗 3.更换 24V 控制电源 4.更换驱动器
5	0x6010	看门狗溢出	1.控制电源受干扰 2.驱动器硬件损坏(控制电源,时钟,复位信号,外部存储器)	1.驱动器重上电 2.控制电源增加抗干扰措施(加磁环,更换抗干扰能力更强的控制电源,增大控制电源容量) 3.更换驱动器
6	0xFF02	驱动器持续过载	1.电机负载过大 (1).实际机械负载过大; (2).机械负载存在卡死现象; (3).电机抱闸未释放;	1.减小电机实际机械负载 2.增大电机加减速时间

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
			2.电机加减速时间设置过小 3.驱动器内部电流采样电路异常 4.驱动器抱闸电路异常	3.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现象 4.检查电机抱闸接线确保接线可靠 5.更换电机 6.更换驱动器
7	0xFF03	编码器接线错误	RC 产品不支持检出	
8	0xFF29	CPU 过载	1.驱动器运行受到干扰 2.驱动器内部电路异常 3.DriveStarter 数据采集过大	1.规范驱动器外围布线,增加抗干扰措施 2.更换驱动器 3.关闭部分 DriveStarter 数据采集通道
9	0xFF15	驱动器输出缺相	1.驱动器 U,V,W 输出存在断线或接线不良等现象 2.电机阻抗过大 3.驱动器内部电流采样电路异常	1.检查电机 U,V,W 接线并确保接线可靠 2.更换电机(或关闭驱动器输出缺相检测功能) 3.更换驱动器
10	0xFF80	编码器操作异常故障	RC 产品不支持检出	
11	0xFF25	驱动器瞬时过载	1.电机负载过大 2.驱动器内部温度采样电路异常 3.驱动器运行环境温度超出了允许工作范围 4.驱动器运行受到干扰(比如不同步) 5.电机加速度及减速度设置过大,加减速时间设置过小	1.减小电机实际机械负载 2.规范驱动器外围布线,增加抗干扰措施 3.降低环境温度,比如改善机柜散热条件 4.更换驱动器 5.优化电机加减速,增大加减速时间
12	0xFF2C	编码器外部通信发送异常	1.电机编码器接线异常(比如断线,未采用屏蔽双绞线,与电机动力线耦合在一起) 2.驱动器地线未可靠连接 3.驱动器周围存在强干扰源	1.检查电机编码器接线并确保接线规范正确 2.编码器线缆,电机动力线缆增加磁环 3.可靠的连接驱动器地线 4.移除驱动器周围强干扰源,或者驱动器与周围强干扰源独自供电 5.驱动器动力输入电源增加进线滤波器
13	0xFF2F	编码器外部通信接收异常	1.电机编码器接线异常(比如断线,未采用屏蔽双绞线,与电机动力线耦合在一起) 2.驱动器地线未可靠连接 3.驱动器周围存在强干扰源	1.检查电机编码器接线并确保接线规范正确 2.编码器线缆,电机动力线缆增加磁环

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
				3.可靠的连接驱动器地线 4.移除驱动器周围强干扰源,或者驱动器与周围强干扰源分开供电 5.驱动器动力输入电源增加进线滤波器
14	0x2320	驱动器硬件过流	1.机械负载存在卡死现象或堵转现象 2.转子补偿角设置不正确 3.编码器接线错误 4.电流环调节器参数设置不合理,导致电流控制振荡 5.电机参数设置错误(线电阻、线电感、反电动势等) 6.驱动器内部电流检测电路异常 7.驱动器抱闸电路损坏,无24V输出 8.电机抱闸损坏 9.电机负载过大或电机加速度、减速度设置过大,加减速时间设置过小 10.0x60B2 或 0x2207 设置不合理	1.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现象 2.重新检测转子补偿角 3.检查电机编码器接线并确保接线规范正确 4.调整电流环调节器参数 5.正确设置电机参数 6.更换驱动器 7.更换电机 8.检测机械负载传动方式,确保无卡死等现象,确认机械设计是否合理,优化电机加减速,延长加减速时间 9.优化上位控制器动力学模型,优化给定值0x60B2,或重新设定0x2207
15	0xFF86	驱动器抱闸电路异常	1.驱动器抱闸输出短路 2.驱动器抱闸输出电流过大导致过热 3.驱动器抱闸输出断路 4.驱动器内部检测电路异常	1.检查驱动器抱闸输出接线并确保接线正确可靠 2.更换驱动器
16	0xFF89	驱动器旋变电路异常 (RC 暂时不支持旋变)	1.驱动器内部旋变电路异常 2.驱动器旋变参数设置与实际旋变不匹配	1.正确设置驱动器旋变参数 2.更换驱动器
17	0xFF8A	控制模式设定错误	伺服使能时,控制器设定了驱动器不支持的控制模式(各产品支持的控制模式,详见对象字典 0x6502)	伺服使能前,控制器先设定正确的控制模式

7.2.3 A8 驱动可恢复故障 1 原因及处理

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
0	0x3130	输入缺相故障	1.驱动器动力输入电源接线不良 2.驱动器伺服参数 0x202C 选择为三相输入,但实际动力电源输入为单相 3.前端使用电子变压器,电子变压器谐波异常,伺服无法识别	1.检查驱动器动力输入电源接线并确保接线可靠 2.正确设置伺服参数 0x202C 3.在伺服驱动器前端加装滤波器
1	0x3220	直流母线欠压	1.驱动器动力输入电源电压过低 2.驱动器内部电压采样电路异常 3.伺服参数 0x202C 设置错误,220V 供电设置为 380V 供电 4.驱动器动力输入电源线断开	1.调整驱动器动力输入电源至允许范围 2.更换驱动器 3.正确设置 0x202C 驱动参数 4.检查驱动器动力输入电源线接线
2	0x4210	逆变功率模块过热	1.电机负载过大 2.驱动器内部温度采样电路异常 3.驱动器运行环境温度超出了允许工作范围	1.减小电机实际机械负载 2.降低环境温度,比如改善机柜散热条件 3.更换驱动器
3	0x4220	逆变功率模块过冷	RC 产品不支持检出	
4	0x7112	能耗制动过载	1.电机频繁进行快速停止操作导致能耗制动能量过大 2.伺服参数 0x2035 和 0x2034 设置错误	1.正确设置伺服参数 0x2035和0x2034 2.改变电机运行工况,避免电机频繁进行快速停止操作,比如延长电机停止时间
5	0x8311	电机持续过载	1.电机负载过大 (1).实际机械负载过大 (2).机械负载存在卡死现象 (3).电机抱闸未释放 2.电机加减速时间设置过小 3.电机参数设置错误 4.驱动器内部电流采样电路异常 5.驱动器抱闸电路异常 6.电机选型错误,功率过小(比如大功率驱动器,带载小功率电机长时间满载高速运行)	1.减小电机实际机械负载 2.增大电机运行时的加减速时间 3.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现象 4.检查电机抱闸接线确保接线可靠 5.检查电机参数,确保电机参数设置正确(比如电机额定电流,电机热时间常数) 6.更换大容量电机 7.更换驱动器
6	0xFF19	能耗制动电阻过热	RC 产品不支持检出	
7	0xFF1C	整流功率模块过热	1.电机负载过大	1.减小电机实际机械

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
			2.驱动器内部温度采样电路异常 3.驱动器运行环境温度超出了允许工作范围	负载 2.降低环境温度,比如改善机柜散热条件 3.更换驱动器
8	0xFF20	电机 U 相瞬时过载	1.电机负载过大 (1).实际机械负载过大 (2).机械负载存在卡死现象或堵转现象 (3).电机抱闸未释放 2.电机加减速时间设置过小 3.转子补偿角设置不正确 4.电机参数设置错误 5.驱动器内部电流采样电路异常 6.驱动器抱闸电路异常 7.电机选型偏小 8. 电机动力线某相接触不良或脱	1.减小电机实际机械负载 2.增大电机运行时的加减速时间 3.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现象 4.重新检测转子补偿角 5.检查电机抱闸接线确保接线可靠 6.检查电机参数,确保电机参数设置正确(比如电机额定电流,电机快速过载保护阈值,电机快速过载保护时间) 7.更换大容量电机 8.更换驱动器 9.检查电机动力线接线是否可靠
9	0xFF21	电机 V 相瞬时过载	1.电机负载过大 (1).实际机械负载过大 (2).机械负载存在卡死现象或堵转现象 (3).电机抱闸未释放 2.电机加减速时间设置过小 3.转子补偿角设置不正确 4.电机参数设置错误 5.驱动器内部电流采样电路异常 6.驱动器抱闸电路异常 7.电机选型偏小 8.电机动力线某相接触不良或脱	1.减小电机实际机械负载 2.增大电机运行时的加减速时间 3.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现象 4.重新检测转子补偿角 5.检查电机抱闸接线确保接线可靠 6.检查电机参数,确保电机参数设置正确(比如电机额定电流,电机快速过载保护阈值,电机快速过载保护时间) 7.更换大容量电机 8.更换驱动器 9.检查电机动力线接线是否可靠
10	0xFF22	电机 W 相瞬时过载	1.电机负载过大 (1).实际机械负载过大 (2).机械负载存在卡死现象或堵转现象 (3).电机抱闸未释放 2.电机加减速时间设置过小	1.减小电机实际机械负载 2.增大电机运行时的加减速时间 3.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
			3.转子补偿角设置不正确 4.电机参数设置错误 5.驱动器内部电流采样电路异常 6.驱动器抱闸电路异常 7.电机选型偏小 8.电机动力线某相接触不良或脱	象 4.重新检测转子补偿角 5.检查电机抱闸接线确保接线可靠 6.检查电机参数,确保电机参数设置正确(比如电机额定电流,电机快速过载保护阈值,电机快速过载保护时间) 7.更换大容量电机 8.更换驱动器 9.检查电机动力线接线是否可靠
11	0xFF1D	硬件 STO1 触发	STO1 触发或接线不良	1.检查 STO1 接线并确保接线可靠 2.确认 STO1 回路(如急停开关)未处于触发状态
12	0xFF27	硬件 STO2 触发	STO2 触发或接线不良	1.检查 STO2 接线并确保接线可靠 2.确认 STO2 回路(如急停开关)未处于触发状态
13	0xFF08	STO 配线异常	STO1/STO2 接线不良	1.检查 STO1/STO2 接线并确保接线可靠
14	0xFF81	驱动器外部故障	1.其它轴发生了故障 2.驱动器内部电路异常	1.检查其它轴,并确保其它轴无故障 2.此故障可通过修改伺服参数 0x2094 来禁止检测 3.更换驱动器

7.2.4 A8 驱动可恢复故障 2 原因及处理

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
0	0x6320	参数数据异常	RC 产品不支持检出	
1	0x8611	位置跟随误差过大	1.电机机械负载存在卡死现象导致电机无法运动 2.上位机位置目标值规划加速度过高 3.伺服参数 0x6065 和 0x6066 设置过小 4.驱动器调节器参数设置不合理导致位置跟踪性能不理想 5.驱动器内部电路异常	1.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现象 2.适当降低上位机位置目标值规划加速度 3.适当增大伺服参数 0x6065 和 0x6066 设定值 4.优化调节器参数以提高位置跟踪性能 5.更换驱动器
2	0x8800	位置控制溢出	位置实际值或位置目标值超出了允许的最大范围	1.执行"编码器多圈清零"命令,并确保电机运行范围不超出允许的最大范围 2.若需要在大范围内运行电机,可通过伺服参数 0x2000 使能无限位置控制模式
3	0xFF18	速度跟随误差过大	位置实际值或位置目标值超出了允许的最大范围	1.执行"编码器多圈清零"命令,并确保电机运行范围不超出允许的最大范围 2.若需要在大范围内运行电机,可通过伺服参数 0x2000 使能无限位置控制模式
4	0xFF1B	控制周期参数设置错误	EtherCAT 通讯周期,位置控制周期,速度控制周期设置不合理	正确设置 EtherCAT 通讯周期,位置控制周期,速度控制周期
5	0xFF0D	EtherCAT 过程数据错误	1.上位机位置目标值规划不合理,比如位置目标值有突变 2.伺服参数 0x60C5 和 0x6065 设置过小 3.EtherCAT 通讯受到干扰 4.上位控制器与驱动器通讯建立后,位置目标值未做更新(此现象一般发生在首次上使能时) 5.外部网线通讯有干扰,比如:SM2 数据有丢失 6.上位控制器有干扰	1.合理规划上位机位置目标值 2.适当增大伺服参数 0x60C5 和 0x6065 设置过小 3.优化 EtherCAT 通讯布线,加强抗干扰措施,比如使用超 5 类屏蔽网线,控制器保证可靠接地等 4.修改上位控制器程序,EtherCAT 总线通讯建立,同时更新位置目标值

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
				5.系统可靠接地,系统供电与外部强干扰源供电分开,比如焊机 6.开启平滑预测控制
6	0xFF1E	写 EEPROM 失败	1.驱动器内部电路异常 2.驱动器受到干扰	1.更换驱动器 2.驱动器重新上电,加强驱动器抗干扰措施
7	0xFF0F	寻原点失败	1.寻原点参数设置不合理(0x6098,0x6099,0x609A) 2.寻原点启动时,电机已处于限位开关触发状态 3.寻原点过程中切换至非 HM 模式	1.正确设置寻原点参数(0x6098,0x6099,0x609A) 2.寻原点启动时,确保电机未处于限位开关触发状态
8	0xFF0E	EtherCAT 总线指令非法	EtherCAT 通讯状态机与控制字时序配合错误	上位机正确处理 EtherCAT 通讯状态机与控制字时序
9	0xFF10	DriveStarter 通讯异常	1.驱动器调试线缆断开或接触不良 2.驱动器调试串口通讯受到干扰	1.检查驱动器调试线缆接线并确保连接可靠 2.更换隔离型串口调试线缆 3.加强调试线缆的抗干扰措施,比如增加磁环,调试电脑可靠接地,调试电脑与驱动器分开供电
10	0xFF0C	EtherCAT 总线通讯异常	1.EtherCAT 通讯受到干扰 2.EtherCAT 网线断开或接触不良 3.上位机实时性不够 4.上位机 EtherCAT 主站底层 DC 同步机制与驱动器需求不匹配 5.驱动器内部电路异常	1.优化 EtherCAT 通讯布线,加强抗干扰措施,比如使用超 5 类屏蔽网线,控制器保证可靠接地等 2.检查 EtherCAT 网线连接确保连接可靠 3.更换实时性更强的上位机,或延长 EtherCAT 通讯周期 4.适当增大伺服参数 0x20D3 设定值 5.修改上位机 EtherCAT 主站底层 DC 同步机制,确保上位机下发 RxPDO 数据比 DC 同步信号至少提前 100us 6.更换驱动器
11	0x8612	位置硬超限	限位开关输入触发	检查限位开关状态并确保限位开关未触发
12	0xFF16	正向软限位	位置实际值超出了伺服参数 0x2004 和 0x2005 的范围	1.适当增大伺服参数 0x2004 和 0x2005 设定值 2.将电机运行到伺服参数 0x2004 和 0x2005 规

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
				定的范围内 3.若不想使用该功能,可通过伺服参数 0x2000,禁止软限位检测功能
13	0xFF17	负向软限位	位置实际值超出了伺服参数 0x2004 和 0x2005 的范围	1.适当增大伺服参数 0x2004 和 0x2005 设定值 2.将电机运行到伺服参数 0x2004 和 0x2005 规定的范围内 3.若不想使用该功能,可通过伺服参数 0x2000,禁止软限位检测功能
14	0xFF23	上电位置偏差过大	1.驱动器掉电后,电机位置发生了偏移 2.对于带电池的电机编码器,未外接电池或电池欠电压	1.对于带电池的电机编码器,确保已接入电池且电池电压正常 2.若不想使用该功能,可将伺服参数 0x200E 设定为 0,禁止上电位置偏差过大检测功能
15	0xFF26	非法更改伺服参数	RC 产品不支持检出	
16	0xFF2A	编码器电池欠电压故障	1.编码器未外接电池或电池接线不良 2.编码器电池欠电压	1.检查编码器电池接线并确保接线可靠 2.更换电池 3.若连接为多摩川编码器,执行编码器多圈清零命令 4.若不想使用该功能,可通过修改伺服参数 0x2009 禁止编码器电池欠电压检测功能
17	0xFF0B	电机超速	1.驱动器调节器参数设置不合理导致速度跟踪超调较大 2.编码器接线不良 3.编码器数据传输受到干扰 4.编码器损坏 5.驱动器内部电路异常	1.优化调节器参数以提高速度跟踪性能 2.检查编码器线缆连接情况并确保接线可靠 3.加强编码器线缆的抗干扰措施,比如增加磁环,使用屏蔽双绞线缆,可靠接地等 4.更换编码器 5.更换驱动器
18	0xFF2D	电压限幅位置跟随误差过大	1.电机机械负载存在卡死现象导致电机无法运动 2.上位机位置目标值规划加速度过高 3.伺服参数 0x6065 和 0x6066 设置过小 4.驱动器调节器参数设置不合理导致位置跟踪性能不理	1.检查机械负载传动方式,确保无卡死等现象 2.适当降低上位机位置目标值规划加速度 3.适当增大伺服参数 0x6065 和 0x6066 设定值 4.优化调节器参数以提

索引	故障代码	描述	故障原因	处理建议
			想 5.驱动器动力输入电源电压过低 6.驱动器内部电路异常	高位置跟踪性能 5.确保驱动器动力输入电源电压处于规定范围内 6.更换驱动器
19	0xFF2E	编码器超速故障	1.驱动器调节器参数设置不合理导致速度跟踪超调较大 2.编码器接线不良 3.编码器数据传输受到干扰 4.编码器损坏 5.驱动器内部电路异常 6.伺服上使能时,有外力旋转电机轴	1.优化调节器参数以提高速度跟踪性能 2.检查编码器线缆连接情况并确保接线可靠 3.加强编码器线缆的抗干扰措施,比如增加磁环,使用屏蔽双绞线缆,可靠接地等 4.更换编码器 5.更换驱动器 6.检查电机轴端机械,并确保电机轴不受重力或机械外力
20	0xFF85	位置规划运行错误	位置规划参数设置不合理,比如位置目标值,规划目标减速度(0x6084)	正确设置位置规划参数
21	0xFF87	多轴同步异常	驱动器内部电路异常	更换驱动器
22	0xFF84	EtherCAT 总线同步异常	1.伺服参数 0x20D3 设置不合理 2.EtherCAT 主站同步模式配置错误	1.正确设置伺服参数 0x20D3 2.EtherCAT 主站正确配置同步模式

7.2.5 RA 驱动故障处理及原因

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
1	驱动器短路	0x2250	1. 驱动器 U, V, W 输出存在短接现象 2. 驱动器受干扰导致误报 1) 地线未接好; 2) 电流环调节器参数设置不合适, 导致电流振荡引发干扰; 3) 驱动器内部电路异常; 3. 驱动器损坏(比如 IGBT 短路, 电流检测电路异常)	1. 排查驱动器 U, V, W 接线(比如断开电机电力线缆后 再观察驱动器是否仍报短路 故障, 须在电机抱闸断开的前提下进行以保证机械安全) 2. 规范布线, 尤其是地线 3. 调节电流环参数 4. 用万用表检查驱动器 IGBT 确认是否短路 5. 更换驱动器
2	U 相输出电流过大	0x2310	1. 驱动器 U 相输出短路 2. 电机负载过大 3. 电机绝缘不良 4. 驱动器损坏 5. 电流环调节器参数设置不合理	1. 检查 U 相接线 2. 降低电机负载 3. 测量电机绝缘, 必要时维修更换 4. 维修或更换驱动器 5. 调整电流环调节器参数
3	V 相输出电流过大	0x2311	1. 驱动器 V 相输出短路 2. 电机负载过大 3. 电机绝缘不良 4. 驱动器损坏 5. 电流环调节器参数设置不合理	1. 检查 V 相接线 2. 降低电机负载 3. 测量电机绝缘, 必要时维修更换 4. 维修或更换驱动器 5. 调整电流环调节器参数
4	W 相输出电流过大	0x2312	1. 驱动器 W 相输出短路 2. 电机负载过大 3. 电机绝缘不良 4. 驱动器损坏 5. 电流环调节器参数设置不合理	1. 检查 W 相接线 2. 降低电机负载 3. 测量电机绝缘, 必要时维修更换 4. 维修或更换驱动器 5. 调整电流环调节器参数
5	驱动器硬件过流	0x2320	1. 机械负载存在卡死现象或堵转现象 2. 磁极相位角设置不正确 3. 编码器接线错误 4. 电流环调节器参数设置不合理, 导致电流控制振荡 5. 电机参数设置错误(线电阻、线电感、反电动势等) 6. 驱动器内部电流检测电路异常 7. 驱动器抱闸电路损坏, 无 24V 输出 8. 电机抱闸损坏 9. 电机负载过大或电机加速度、减速度设置过大, 加减速时间设置过小	1. 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 2. 重新检测磁极相位角 3. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确 4. 调整电流环调节器参数 5. 正确设置电机参数 6. 更换驱动器 7. 更换电机 8. 检测机械负载传动方式, 确保无卡死等现象, 确认机械设计 是否合理, 优化电机加减速, 延长加减速时间 9. 优化上位控制器动力学模型

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
6	驱动器输出对地短路	0x2330	1. 驱动器 U, V, W 输出对地存在短路现象 2. 驱动器损坏 (比如电流检测异常)	1. 排查驱动器 U, V, W 接线 2. 更换驱动器
7	主电源输入异常	0x3130	主电源选择三相交流电, 实际接入电源存在缺相现象	检查三相交流电源确保输入电源正常
8	直流母线过压	0x3210	1. 驱动器动力输入电源电压过大 2. 电机快速停止时的能耗制动能量过大 1) 电机停止减速度过大 2) 能耗制动电阻接线错误 3) 能耗制动电阻阻值过大 3. 驱动器内部电压采样电路异常 4. 驱动器内部能耗制动电路异常	1. 调整驱动器动力输入电源至允许范围 2. 减小电机停止减速度 3. 检查能耗制动电阻接线并确保接线正确 4. 适当减小能耗制动电阻阻值 (阻值不能低于允许的最小值), 增大能耗制动电阻功率 5. 更换驱动器
9	直流母线欠压	0x3220	1. 驱动器动力输入电源电压过低 2. 驱动器内部电压采样电路异常 3. 伺服参数 0x2136 和 0x2137 设置不合理 4. 驱动器动力输入电源线断开	1. 调整驱动器动力输入电源至允许范围 2. 更换驱动器 3. 正确设置参数 0x2136 和 0x2137 4. 检查驱动器动力输入电源线接线
10	功率模块过热	0x4210	1. 电机负载过大 2. 驱动器内部温度采样电路异常 3. 驱动器运行环境温度超出了允许工作范围	1. 减小电机实际机械负载 2. 更换驱动器 3. 降低环境温度, 比如改善机柜散热条件
11	CPU1 看门狗溢出	0x6010	驱动器内部原因	1. 重启驱动器 2. 更换驱动器
12	CPU2 看门狗溢出	0x6011	驱动器内部原因	1. 重启驱动器 2. 更换驱动器
13	能耗制动电阻过载	0x7112	1. 电机频繁进行快速停止操作导致能耗制动能量过大 2. 伺服参数 0x2131, 0x2132, 0x2133 等设置错误	1. 正确设置伺服参数 0x2131, 0x2132, 0x2133 2. 改变电机运行工况, 避免电机频繁进行快速停止操作, 比如延长电机停止时间

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
14	电机持续过载	0x8311	1. 电机负载过大 1) 实际机械负载过大 2) 机械负载存在卡死现象 3) 电机抱闸未释放 2. 电机加减速时间设置过小 3. 电机参数和参数 0x2059 , 0x205A 设置错误 4. 驱动器抱闸电路异常 5. 电机选型错误 (比如大功率驱动器带载小功率电机长时间满载高速运行) 6. 驱动器内部电流采样电路异常	1. 减小电机实际机械负载 2. 增大电机运行时的加减速时间 3. 检查并确保电机参数和参数 0x2059, 0x205A, 确保参数设置正确 4. 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 5. 检查电机抱闸接线确保接线可靠 6. 更换大容量电机 7. 更换驱动器
15	位置跟随误差过大	0x8611	5. 电机机械负载存在卡死现象导致电机无法运动 6. 上位机位置目标值规划加速度过高 7. 伺服参数 0x6065 和 0x6066 设置过小 8. 驱动器调节器参数设置不合理导致位置跟踪性能不理想 9. 驱动器内部电路异常	2. 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 3. 适当降低上位机位置目标值规划加速度 4. 适当增大伺服参数 0x6065 和 0x6066 设定值 5. 优化调节器参数以提高位置跟踪性能 6. 更换驱动器
16	正向软限位	0x8612	位置实际值超出了伺服参数 0x607D.02 的范围	1. 适当增大伺服参数 0x607D.02 设定值 2. 将电机运行到伺服参数 0x607D 规定的范围内 3. 若不想使用该功能, 可通过伺服参 0x2000. Byte0 禁止软限位功能
17	负向软限位	0x8613	位置实际值超出了伺服参数 0x607D.01 的范围	1. 适当增大伺服参数 0x607D.01 设定值 2. 将电机运行到伺服参数 0x607D 规定的范围内 3. 若不想使用该功能, 可通过伺服参数 0x2000. Byte0 禁止软限位功能
18	第一编码器数据溢出	0x8800	编码器多圈实际值的变化超出允许范围	1. 保证编码器多圈实际值的变化不超出允许范围 2. 如需单方向运行, 可以使能无限位置控制

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
19	第二编码器数据溢出	0x8801	编码器多圈实际值的变化超出允许范围	1. 保证编码器多圈实际值的变化不超出允许范围 2. 如需单方向运行, 可以使能无限位置控制
20	CPU1 工作异常	0xFF00	驱动器内部原因	1. 重启驱动器 2. 更换驱动器
21	CPU2 工作异常	0xFF01	驱动器内部原因	1. 重启驱动器 2. 更换驱动器
22	CPU1 内存异常	0xFF02	驱动器内部原因	1. 重启驱动器 2. 更换驱动器
23	CPU2 内存异常	0xFF03	驱动器内部原因	1. 重启驱动器 2. 更换驱动器
24	CPU 内存冲突	0xFF04	驱动器内部原因	1. 重启驱动器 2. 更换驱动器
25	转子定位错误	0xFF05	1. 位置环、速度环、电流环调节器参数设置不合理 2. 电机参数设置错误 3. 参数 0x20A6 设置过小 4. 驱动器外围接线错误 (比如电机动力线, 电机编码器线) 5. 参数 0x20DA 设置过大 6. 驱动器内部电路异常 7. 编码器安装不可靠, 或者编码器异常	1. 调整驱动器位置环、速度环、电流环调节器参数, 并确保电机参数设置正确 2. 适当加大参数 0x20A6 设置值 3. 检查驱动器外围接线, 并确保接线正确 4. 减小参数 0x20DA 设置值 5. 重新进行转子位置补偿角检测 6. 更换驱动器 7. 重新安装或更换编码器
26	第一编码器数据异常	0xFF06	1. 编码器发生故障 2. 编码器接线错误 3. 驱动器内部原因	1. 更换编码器 2. 检查编码器接线, 并确保接线正确 3. 重启驱动器 4. 更换驱动器
27	第一编码器通信异常	0xFF07	1. 编码器发生故障 2. 电机编码器接线异常 (比如断线) 3. 电机编码器接线受到干扰 (比如未采用屏蔽双绞线; 与电机动力线耦合在一起; 驱动器地线未可靠连接等) 4. 驱动器周围存在强干扰源	1. 更换编码器 2. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确 3. 编码器线缆, 电机动力线缆增加磁环 4. 可靠的连接驱动器地线 5. 移除驱动器周围强干扰源, 或者驱动器与周围强干扰源独自供电 6. 驱动器动力输入电源增加进线滤波器

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
28	第一编码器通信超时	0xFF08	<ol style="list-style-type: none"> 1. 编码器发生故障 2. 电机编码器接线异常（比如断线） 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换编码器 2. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确
29	第一编码器内部异常 1	0xFF09	编码器内部状态发生异常	<ol style="list-style-type: none"> 1. 执行编码器清零操作 2. 重启驱动器
30	第二编码器数据异常	0xFF10	<ol style="list-style-type: none"> 1. 编码器发生故障 2. Hiperface 编码器故障 3. 编码器接线错误 4. 驱动器内部原因 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换编码器 2. 检查编码器接线，并确保接线正确 3. 对于 Hiperface 编码器，重新校正编码器正余弦 AD 系数 4. 重启驱动器 5. 更换驱动器
31	第二编码器通信异常	0xFF11	<ol style="list-style-type: none"> 1. 编码器发生故障 2. 电机编码器接线异常（比如断线） 3. 电机编码器接线受到干扰（比如未采用屏蔽双绞线；与电机动力线耦合在一起；驱动器地线未可靠连接等） 4. 驱动器周围存在强干扰源 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换编码器 2. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确 3. 编码器线缆，电机动力线缆增加磁环 4. 可靠的连接驱动器地线 5. 移除驱动器周围强干扰源，或者驱动器与周围强干扰源独自供电 6. 驱动器动力输入电源增加进线滤波器
32	第二编码器通信超时	0xFF12	<ol style="list-style-type: none"> 1. 编码器发生故障 2. 电机编码器接线异常（比如断线） 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换编码器 2. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确
33	第二编码器内部异常 1	0xFF13	编码器内部状态发生异常	<ol style="list-style-type: none"> 1. 执行编码器清零操作 2. 重启驱动器
34	控制编码器超速	0xFF14	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器调节器参数设置不合理导致速度跟踪超调较大 2. 编码器数据传输受到干扰 3. 编码器损坏 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 优化调节器参数以提高速度跟踪性能 2. 加强编码器线缆的抗干扰措施，比如增加磁环，使用屏蔽双绞线缆，可靠接地等 3. 更换编码器
35	驱动器持续过载	0xFF15	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机负载过大 <ol style="list-style-type: none"> 1) 实际机械负载过大 2) 机械负载存在卡死现象 3) 电机抱闸未释放 2. 电机加减速时间设置过小 3. 驱动器内部电流采样电路异常 4. 驱动器抱闸电路异常 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小电机实际机械负载 2. 检查机械负载传动方式，确保无卡死等现象 3. 检查电机抱闸接线确保接线可靠 4. 增大电机加减速时间 5. 更换驱动器

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
36	驱动器瞬时过载	0xFF16	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机负载过大 2. 驱动器内部温度采样电路异常 3. 驱动器运行环境温度超出了允许工作范围 4. 驱动器运行受到干扰（比如不同步） 5. 电机加速度及减速度设置过大，加减速时间设置过小 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小电机实际机械负载 2. 规范驱动器外围布线，增加抗干扰措施 3. 降低环境温度，比如改善机柜散热条件 4. 更换驱动器 5. 优化电机加减速速度，增大加减速时间
37	驱动器输出缺相	0xFF17	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器 U, V, W 输出存在断线或接线不良等现象 2. 电机阻抗过大 3. 驱动器内部电流采样电路异常 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查电机 U, V, W 接线并确保接线可靠 2. 更换电机 3. 更换驱动器 4. 如不需要可以通过参数 0x20A1.Byte0 关闭驱动器输出缺相检测功能
38	电机失速	0xFF18	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器调节器参数设置不合理导致速度跟踪超调较大 2. 参数 0x20A0 设置过小 3. 编码器接线不良 4. 编码器数据传输受到干扰 5. 编码器损坏 6. 驱动器内部电路异常 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 优化调节器参数以提高速度跟踪性能 2. 适当增大参数 0x20A0 设置值 3. 检查编码器线缆连接情况并确保接线可靠 4. 加强编码器线缆的抗干扰措施，比如增加磁环，使用屏蔽双绞线缆，可靠接地等 5. 更换编码器 6. 更换驱动器
39	协处理器通讯异常	0xFF19	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器地线未可靠连接 2. 驱动器周围存在强干扰源 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 编码器线缆，电机动力线缆增加磁环 2. 可靠的连接驱动器地线 3. 移除驱动器周围强干扰源，或者驱动器与周围强干扰源独自供电 4. 驱动器动力输入电源增加进线滤波器
40	编码器 AB 信号变化异常	0xFF20	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机编码器接线异常（比如断线，虚焊） 2. 编码器线受到干扰 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确 2. 编码器线缆，电机动力线缆增加磁环

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
41	电流跟随误差过大	0xFF21	1. 电机机械负载存在卡死现象导致电机无法运动 2. 驱动器调节器参数设置不合理导致电流跟踪性能不理想 3. 驱动器内部电路异常	1. 检查机械负载传动方式，确保无卡死等现象 2. 优化调节器参数以提高电流跟踪性能 3. 更换驱动器 4. 如不需要可以通过参数 0x20A1.Byte0 关闭电流跟随误差过大故障检测
42	位置目标值异常	0xFF22	1. 位置目标值设置过大 2. 最大加速度设置过小	合理规划位置目标值及加速度参数
43	第一编码器上电数据溢出	0xFF23	上电时编码器多圈实际值的变化超出允许范围	1. 保证上电时电机实际值与上一次断电时的位置变化不超出允许范围 2. 如需单方向运行，可以通过参数 0x2000 开启无限位置控制
44	位置目标值溢出	0xFF24	位置目标值的变化超出了允许的最大范围	1. 执行“编码器多圈清零”命令，并确保电机运行范围不超出允许的最大范围 2. 若需要在大范围内运行电机，可通过伺服参数 0x2000 使能无限位置控制模式
45	电机抱闸异常	0xFF25	1. 电机抱闸本身出现异常 2. 电机在高速运行时突然停止 3. 电机抱闸线路存在短路现象	1. 更换电机抱闸 2. 检查电机抱闸线路
46	控制电源欠压	0xFF26	1. 控制电源异常 2. 控制电源接线错误，比如接线不良 3. 控制电源负载过大 4. 驱动器内部电路异常	1. 检查控制电源接线并确保接线可靠 2. 检查控制电源负载，确保控制电源的容量能满足所有工况下的负载消耗 3. 更换控制电源 4. 更换驱动器
47	STO1 触发	0xFF27	1. STO1 触发或接线不良 2. STO 电路异常	1. 检查 STO1 接线并确保接线可靠 2. 确认 STO 回路（如急停开关）未处于触发状态 3. 更换驱动器
48	STO2 触发	0xFF28	1. STO2 触发或接线不良 2. STO 电路异常	1. 检查 STO2 接线并确保接线可靠 2. 确认 STO2 回路（如急停开关）未处于触发状态 3. 更换驱动器
49	正向硬限位开关触发	0xFF29	限位开关输入触发	检查限位开关状态并确保限位开关未触发
50	负向硬限位开关触发	0xFF30	限位开关输入触发	检查限位开关状态并确保限位开关未触发

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
51	电机超速	0xFF31	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器调节器参数设置不合理导致速度跟踪超调较大 2. 编码器接线不良 3. 编码器数据传输受到干扰 4. 编码器损坏 5. 驱动器内部电路异常 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 优化调节器参数以提高速度跟踪性能 2. 检查编码器线缆连接情况并确保接线可靠 3. 加强编码器线缆的抗干扰措施, 比如增加磁环, 使用屏蔽双绞线缆, 可靠接地等 4. 更换编码器 5. 更换驱动器
52	急停输入开关触发	0xFF32	配置为“急停开关”的 DI 被触发	<ol style="list-style-type: none"> 1. 确认配置为“急停开关”的 DI 未处于触发状态 2. 如不需要可以通过参数 0x20A1.Bit6 禁止此故障检测
53	转矩监测饱和故障	0xFF33	实际转矩电流超过了故障限制值	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适当增加参数 0x20A7 和 0x20A8 的设置值 2. 如不需要该故障, 可以将 0x20A7 设置为 0 屏蔽该故障
54	速度跟随误差过大	0xFF34	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机机械负载存在卡死现象导致电机无法运动 2. 上位机速度目标值规划加速度过高 3. 伺服参数 0x20A3 和 0x20A4 设置过小 4. 驱动器调节器参数设置不合理导致位置跟踪性能不理想 9. 驱动器内部电路异常 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 2. 适当降低上位机速度目标值规划加速度 3. 适当增大伺服参数 0x20A3 和 0x20A4 设定值 4. 优化调节器参数以提高速度跟踪性能 5. 更换驱动器
55	全闭环位置偏差过大	0xFF35	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机机械负载存在卡死现象导致电机无法运动 2. 上位机位置目标值规划加速度过高 3. 伺服参数 0x2012 设置过小 4. 驱动器调节器参数设置不合理导致位置跟踪性能不理想 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 2. 适当降低上位机位置目标值规划加速度 3. 适当增大伺服参数 0x2012 设定值 4. 优化调节器参数以提高位置跟踪性能
56	寻原点失败	0xFF36	<ol style="list-style-type: none"> 1. 寻原点参数设置不合理 (0x6098, 0x6099, 0x609A) 2. 寻原点启动时, 电机已处于限位开关触发状态 3. 寻原点过程中切换至非 HM 模式 4. 寻原点开始时, 电机处于运行状态 5. 寻原点方法设置错误 6. 寻原点距离过长 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正确设置寻原点参数 (0x6098, 0x6099, 0x609A) 2. 寻原点启动时, 确保电机未处于限位开关触发状态 3. 寻原点过程中请勿切换运行模式 4. 寻原点开始时, 电机应处于静止状态

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
57	EtherCAT 过程数据错误	0xFF37	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上位机位置目标值规划不合理, 比如位置目标值有突变 2. 伺服参数 0x6065 和 0x6066 设置过小 3. EtherCAT 通讯受到干扰 4. 上位控制器与驱动器通讯建立后, 位置目标值未做更新 (此现象一般发生在首次上使能时) 5. 外部网线通讯有干扰, 比如: SM2 数据有丢失 6. 上位控制器有干扰 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 合理规划上位机位置目标值 2. 适当增大伺服参数 0x6065 和 0x6066 3. 优化 EtherCAT 通讯布线, 加强抗干扰措施, 比如使用超 6 类屏蔽网线, 控制器保证可靠接地等 4. 修改上位控制器程序, EtherCAT 总线通讯建立, 同时更新位置目标值 5. 系统可靠接地, 系统供电与外部强干扰源供电分开比如焊机 6. 开启位置指令平滑滤波功能
58	EtherCAT 总线指令非法	0xFF38	EtherCAT 通讯状态机与控制字时序配合错误	上位机正确处理 EtherCAT 通讯状态机与控制字时序
59	EtherCAT 通讯周期错误	0xFF39	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置控制模式下, EtherCAT 通讯周期小于位置控制周期 2. 速度控制模式下, EtherCAT 通讯周期小于速度控制周期 3. 转矩控制模式下, EtherCAT 通讯周期小于转矩控制周期 4. EtherCAT 通讯周期设置不是 250us 的 2 的整数次幂 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 确保位置控制模式下, EtherCAT 通讯周期大于位置控制周期 2. 确保速度控制模式下, EtherCAT 通讯周期大于速度控制周期 3. 确保转矩控制模式下, EtherCAT 通讯周期大于转矩控制周期 4. 确保 EtherCAT 通讯周期设置是 250us 的 2 的整数次幂
60	位置规划运行错误	0xFF40	位置规划参数设置不合理	正确设置位置规划参数
61	EtherCAT 非法同步模式	0xFF41	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器 EtherCAT 通讯同步模式与上位机同步模式设置不匹配 2. 上位机同步模式配置为 DC SYNC0 模式但又未开启 DC 时钟 3. EtherCAT 同步模式既不是 DC SYNC0 模式, 也不是 Free Run 模式, 即 0x1C32.01 设定值错误 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 确保驱动器和上位机同步模式设置一致 2. 若同步模式配置为 DC SYNC0 模式必须开启 DC 时钟 3. 避免同步模式设置为 DC SYNC0 模式和 Free Run 模式以外的其他模式
62	位置目标值超出设定范围	0xFF42	位置指令值超出了允许设定范围	避免位置指令值超出参数 0x607B 的范围
63	整流模块过热	0xFF43	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机负载过大 2. 驱动器内部温度采样电路异常 3. 驱动器运行环境温度超出了允许工作范围 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小电机实际机械负载 2. 降低环境温度, 比如改善机柜散热条件 3. 更换驱动器

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
64	散热器过热	0xFF44	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机负载过大 2. 驱动器内部温度采样电路异常 3. 驱动器运行环境温度超出了允许工作范围 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小电机实际机械负载 2. 降低环境温度, 比如改善机柜散热条件 3. 更换驱动器
65	电机 U 相瞬时过载	0xFF45	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机负载过大 <ol style="list-style-type: none"> 1) 实际机械负载过大 2) 机械负载存在卡死现象或堵转现象 3) 电机抱闸未释放 2. 电机加减速时间设置过小 3. 磁极相位角设置不正确 4. 电机参数设置错误 5. 驱动器抱闸电路异常 6. 电机选型偏小 7. 电机动力线某相接触不良 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小电机实际机械负载 2. 增大电机运行时的加减速时间 3. 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 4. 重新检测磁极相位角 5. 检查电机抱闸接线确保接线可靠 6. 检查电机参数, 确保电机参数设置正确 (比如电机额定电流, 电机瞬时过载保护阈值, 电机瞬时过载保护时间) 7. 更换大容量电机 8. 更换驱动器 9. 检查电机动力线接线是否可靠
66	电机 V 相瞬时过载	0xFF46	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机负载过大 <ol style="list-style-type: none"> 1) 实际机械负载过大 2) 机械负载存在卡死现象或堵转现象 3) 电机抱闸未释放 2. 电机加减速时间设置过小 3. 磁极相位角设置不正确 4. 电机参数设置错误 5. 驱动器抱闸电路异常 6. 电机选型偏小 7. 电机动力线某相接触不良 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小电机实际机械负载 2. 增大电机运行时的加减速时间 3. 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 4. 重新检测磁极相位角 5. 检查电机抱闸接线确保接线可靠 6. 检查电机参数, 确保电机参数设置正确 (比如电机额定电流, 电机瞬时过载保护阈值, 电机瞬时过载保护时间) 7. 更换大容量电机 8. 更换驱动器 9. 检查电机动力线接线是否可靠

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
67	电机 W 相瞬时过载	0xFF47	<ol style="list-style-type: none"> 电机负载过大 <ol style="list-style-type: none"> 实际机械负载过大 机械负载存在卡死现象或堵转现象 电机抱闸未释放 电机加减速时间设置过小 磁极相位角设置不正确 电机参数设置错误 驱动器抱闸电路异常 电机选型偏小 电机动力线某相接触不良 	<ol style="list-style-type: none"> 减小电机实际机械负载 增大电机运行时的加减速时间 检查机械负载传动方式, 确保无卡死等现象 重新检测磁极相位角 检查电机抱闸接线确保接线可靠 检查电机参数, 确保电机参数设置正确 (比如电机额定电流, 电机瞬时过载保护阈值, 电机瞬时过载保护时间) 更换大容量电机 更换驱动器 检查电机动力线接线是否可靠
68	驱动器内部异常	0xFF49	驱动器出厂时整机测试未通过	更换驱动器
69	限位开关异常	0xFF50	<ol style="list-style-type: none"> 电机正向运行时, 检测到负限位开关触发 电机反向运行时, 检测到正限位开关触发 	检测接线和参数设置, 确保限位开关的极性定义与接线正确
70	EtherCAT 总线通讯异常	0xFF51	<ol style="list-style-type: none"> EtherCAT 通讯受到干扰 EtherCAT 网线断开或接触不良 上位机实时性不够 上位机 EtherCAT 主站底层 DC 同步机制与驱动器需求不匹配 驱动器内部电路异常 	<ol style="list-style-type: none"> 优化 EtherCAT 通讯布线, 加强抗干扰措施, 比如使用超 6 类屏蔽网线, 控制器保证可靠接地等 检查 EtherCAT 网线连接确保连接可靠 更换实时性更强的上位机, 或延长 EtherCAT 通讯周期 对实时性要求不高时, 适当增大伺服参数 0x21B1 设定值 修改上位机 EtherCAT 主站底层 DC 同步机制, 确保上位机下发 RxPDO 数据比 DC 同步信号至少提前 100us 更换驱动器
71	接口编码器分辨率变更	0xFF52	驱动器当前接口编码器分辨率与上次掉电时保存的接口编码器分辨率不一致	重启驱动器
72	第一编码器过热	0xFF53	<ol style="list-style-type: none"> 驱动器内部温度采样电路异常 驱动器运行环境温度超出了允许工作范围 	<ol style="list-style-type: none"> 降低环境温度, 比如改善机柜散热条件 更换驱动器

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
73	第一编码器电池欠电压故障	0xFF54	1. 编码器未外接电池或电池接线不良 2. 编码器电池欠电压	1. 检查编码器电池接线并确保接线可靠 2. 更换电池 3. 执行编码器多圈清零命令 4. 若不想使用该功能,可通过修改伺服参数 0x201B 禁止编码器电池低电压检出功能
74	第二编码器过热	0xFF55	1. 驱动器内部温度采样电路异常 2. 驱动器运行环境温度超出了允许工作范围	1. 降低环境温度,比如改善机柜散热条件 2. 更换驱动器
75	第二编码器电池欠电压故障	0xFF56	1. 编码器未外接电池或电池接线不良 2. 编码器电池欠电压	1. 检查编码器电池接线并确保接线可靠 2. 更换电池 3. 执行编码器多圈清零命令 4. 若不想使用该功能,可通过修改伺服参数 0x201B 禁止编码器电池低电压检出功能
76	控制模式设定错误	0xFF57	1. 伺服使能时,控制器设定了驱动器不支持的控制模式 2. PP 控制模式下,开启了无限位置控制模式 3. 控制模式切换错误	1. 伺服使能前,控制器先设定正确的控制模式 2. 请勿在 PP 控制模式下开启无限位置控制模式 3. 仅支持 CPS/CSV/CST 之间,以及 CSP/HM 之间切换
77	上电位置偏差过大	0xFF58	1. 驱动器掉电后,电机位置发生了偏移 2. 对于带电池的电机编码器,未外接电池或电池欠电压	1. 对于带电池的电机编码器,确保已接入电池且电池电压正常 2. 可通过参数 0x20AC 修改上电位置偏差过大检测阈值
78	第一编码器加速度异常故障	0xFF59	编码器加速度超出允许范围	1. 合理规划加速度 2. 设置合理的伺服参数 0x2037
79	电机堵转	0xFF60	1. 机械负载存在卡死现象或堵转现象 2. 电机抱闸未释放	1. 排查机械卡死情况 2. 检测抱闸回路是否正常
80	电机过热	0xFF61	1. 驱动器内部温度采样电路异常 2. 电机运行环境温度超出了允许工作范围	1. 降低环境温度,比如改善电机散热条件 2. 更换电机或驱动器
81	增量式编码器 Z 信号异常	0xFF62	1. 电机编码器接线异常(比如断线,虚焊) 2. 编码器线受到干扰	1. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确 2. 编码器线缆,电机动力线缆增加磁环
82	写 EEPROM 数据异常	0xFF63	1. 驱动器内部电路异常 2. 驱动器受到干扰	1. 更换驱动器 2. 驱动器重新上电,加强驱动器抗干扰措施
83	读 EEPROM 数据异常	0xFF64	1. 驱动器内部电路异常 2. 驱动器受到干扰	1. 更换驱动器 2. 驱动器重新上电,加强驱动器抗干扰措施

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
84	能耗制动电路异常	0xFF65	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能耗制动电路异常 2. 能耗制动电路收到干扰 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换驱动器 2. 加强驱动器抗干扰措施
85	抱闸控制电路异常	0xFF66	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电机抱闸输出开路 2. 电机抱闸输出短路 3. 电机抱闸 24V 电源欠压 4. 电机抱闸输出过载 5. 驱动器内部抱闸电路异常 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查抱闸电路接线是否正常 2. 检查电机抱闸 24V 供电电压是否足够正常 3. 更换驱动器
86	CPU 过热	0xFF67	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器内部温度采样电路异常 2. 驱动器运行环境温度超出了允许工作范围 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降低环境温度 2. 重启或更换驱动器
87	CPU1 过载	0xFF68	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器运行受到干扰 2. 驱动器内部电路异常 3. 调试软件功能使用过多 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 规范驱动器外围布线, 增加抗干扰措施 2. 更换驱动器 3. 关闭部分调试软件功能的使用
88	CPU2 过载	0xFF69	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器运行受到干扰 2. 驱动器内部电路异常 3. 调试软件功能使用过多 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 规范驱动器外围布线, 增加抗干扰措施 2. 更换驱动器 3. 关闭部分调试软件功能的使用
89	CPU1 握手失败	0xFF70	驱动器内部原因	重启或更换驱动器
90	DriveMaster 通讯超时	0xFF71	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动器调试线缆断开或接触不良 2. 驱动器调试串口通讯受到干扰 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查驱动器调试线缆接线并确保连接可靠 2. 更换隔离型串口调试线缆 3. 加强调试线缆的抗干扰措施, 比如增加磁环, 调试电脑可靠接地, 调试电脑与驱动器分开供电
91	ESC 内部访问错误	0xFF76	驱动器内部原因	重启或更换驱动器
92	伺服使能未准备好	0xFF77	驱动器收到伺服 ON 命令时, 出现以下情况 <ol style="list-style-type: none"> 1. 正常模式下, 虚拟编码器且实际电机控制 2. 电机转速高于 30r/min 3. STO 未解除 4. 直流母线充电继电器未闭合 	伺服 ON 前确保以下情况 <ol style="list-style-type: none"> 1. 确保驱动器选择实际编码器和实际电机控制 2. 电机处于静止状态 3. STO 处于解除状态 4. 直流母线充电继电器处于闭合状态
93	CPU2 握手失败	0xFF78	驱动器内部原因	重启或更换驱动器
94	CPU1 主任务超时	0xFF79	驱动器内部原因	重启或更换驱动器
95	主电源掉电	0xFF80	<ol style="list-style-type: none"> 1. 伺服 ON 时主电源断电 2. 伺服 ON 时主电源接线出现接触不良现象 	检查主电源供电状态及接线, 确保伺服 ON 时主电源供电稳定

序号	故障名称	故障代码	可能原因	处理措施
96	直流母线充电继电器 异常	0xFF81	驱动器内部充电继电器故障	更换驱动器
97	CPU 内部错误	0xFF82	驱动器内部原因	重启或更换驱动器
98	位置实际值溢出	0xFF83	位置实际值或位置目标值超出了允许的最大范围	1. 执行“编码器多圈清零”命令，并确保电机运行范围不超出允许的最大范围 2. 若需要在大范围内运行电机，可通过伺服参数 0x2000 开启无限位置控制功能
99	第二编码器上电数据 溢出	0xFF84	上电时编码器多圈实际值的变化超出允许范围	1. 保证上电时电机实际值与上一次断电时的位置变化不超出允许范围 2. 如需单方向运行，可以通过参数 0x2000 开启无限位置控制
100	第一编码器内部异常 2	0xFF85	编码器内部状态发生异常	1. 执行编码器清零操作 2. 重启驱动器
101	第二编码器内部异常 2	0xFF86	编码器内部状态发生异常	1. 执行编码器清零操作 2. 重启驱动器
102	第一编码器内部异常 3	0xFF87	编码器内部状态发生异常	1. 执行编码器清零操作 2. 重启驱动器
103	第二编码器内部异常 3	0xFF88	编码器内部状态发生异常	1. 执行编码器清零操作 2. 重启驱动器
104	第二编码器加速度异常故障	0xFF89	编码器加速度超出允许范围	1. 合理规划加速度 2. 设置合理的伺服参数 0x2037
105	STO1 电路诊断异常	0xFF8A	STO 电路异常	更换驱动器
106	STO2 电路诊断异常	0xFF8B	STO 电路异常	更换驱动器
107	霍尔信号异常	0xFF8C	1. 霍尔信号接线存在异常 2. 霍尔信号接线受到干扰	1. 检查霍尔信号接线确保接线正确 2. 霍尔信号接线增加磁环，与电机动力线分开布线
108	编码器 AB 信号欠相异常	0xFF8D	1. 编码器接线异常 2. 编码器接线受到干扰	1. 检查编码器接线确保接线正确 2. 编码器接线增加磁环，与电机动力线分开布线
109	第 2 位置跟随误差过大	0xFF8E	1. 电机机械负载存在卡死现象导致电机无法运动 2. 上位机位置目标值规划加速度过高 3. 伺服参数 0x21F7 设置过小 4. 驱动器调节器参数设置不合理导致位置跟踪性能不理想 5. 驱动器内部电路异常	1. 检查机械负载传动方式，确保无卡死等现象 2. 适当降低上位机位置目标值规划加速度 3. 适当增大伺服参数 0x21F7 设定值 4. 优化调节器参数以提高位置跟踪性能 5. 更换驱动器
110	STO 接线异常	0xFF8F	STO 接线存在错误	检测 STO 接线，确保 STO 接线正确

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

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

9 机器人报废处理

9.1 拆除、报废阶段

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人员尽量远离，同时会将机器人的姿态收低，使其重心降低，不易倾覆。
3. 机器人报废后，应将其所有姿态收低，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，并在拆除电机的之前，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。

产品保修卡

用户名称：_____

产品型号：_____ 铭牌号：_____

签收日期：_____

(以 上 由 用 户 填 写)

附 录：

我公司产品保修一年，保修期内，如果由于用户使用不当造成的损坏，我公司将按超保修期处理。超保修期后，如产品寄回我公司维修，只收取材料费和维修费；如本公司工程人员到现场维修，将收取材料费，差旅费和维修费，具体维修费请咨询我司售后服务部。

华数机器人有限公司
售后服务部

注意事项：

- 1、本产品受版权保护，在未得到本公司授权的情况下，不得向第三方透露我公司产品的软 硬件技术资料。
- 2、不得在我公司未授权的情况下，拆卸或修改本产品的软，硬件。
- 3、按合同要求，按时支付产品货款。

此卡与发票并用。

年 月 日



此卡一定交到最终用户处，并由最终用户保存，以便于我公司为最终用户提供本产品的售后服务。

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

