

EXR 系列防爆工业机器人 安全手册

声 明

感谢您购买埃夫特机器人产品，为确保已对产品进行正确的设置，请您在使用本产品之前，务必仔细阅读本手册。本声明及手册所提及的内容涉及您的人身及财产安全，若不遵循或不按照手册的说明与警告而擅自操作，可能会给您和周围的人带来人身伤害或给埃夫特机器人或周围的其他物品造成财产损失。本声明及手册为截至本批次产品出厂前的最新版本，后续请通过访问 www.efort.com.cn 官方网站以获取更新的信息。

本手册仅作为对产品进行正常使用和维护的指导，在产品使用过程中，埃夫特公司并不对除产品缺陷外的其他原因引发的人身伤害、财产损失承担责任。埃夫特公司郑重建议：参与机器人搬运、操作、示教、维护、维修、点检等相关活动的人员，在学习完毕埃夫特公司准备的培训课程前，请勿赋予其对机器人的操作使用权限。

版本号：V 1.0.4

目录

第 1 章 安全须知	1
第 2 章 EXR 系列防爆工业机器人安全运用五原则	2
第 3 章 安全预防总则	3
第 4 章 工作过程中的安全注意事项	5
4.1 正压型“p”“pD”型防爆电气设备检查与维护规范	5
4.2 机器人安装和连接的安全	6
4.3 机器人启动前的安全	7
4.4 机器人启动时的安全	8
4.5 试车安全	9
4.6 示教过程中的安全	9
4.7 自动运行时的安全	10
4.8 维修时的安全	11
4.9 点检和维护时的安全	12
第 5 章 紧急安全信息	15
5.1 停止系统	15
5.2 紧急释放机械手臂	15
5.3 解救受控于机器人手臂的工作人员	16
修订记录	15

第 1 章 安全须知

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

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

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

在本手册中，下述符号的内容应特别注意。

为确保机器人的正确安全操作、防止人员伤害和财产损失，请遵守下述方框符号表达的安全信息。

 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。
 警告	表示处理有误时，会导致使用者轻伤或者发生财产损失的情形。

第 2 章 EXR 系列防爆工业机器人安全运用五原则

1. 将机器人安装在安全围栏内，用户应该遵守中华人民共和国国家标准 GB 11291.2-2013 《机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第 2 部分：机器人系统与集成》中 5.10 节安全防护装置有关规定：“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等安全措施”。

注： GB 11291.2-2013 标准等效于 ISO 10218-2:2011 标准；

同时请参阅标准 EN ISO 13857-2019，了解安全围栏的设计。

2. 围栏上的安全门应带有安全插销及其锁定机构，安全门必须通过拔开插销才能打开，并且拔开插销后，机器人必须可以自动停止运行。
3. 在机器人操作运行中或者等待运行中，决不可进入机器人的运动范围。
4. 当需要示教、检查机器人，而进入安全围栏时，操作人员必须将安全插销随身带在身上进入，以免有人意外操作机器人。同时，请在控制器前指派一个监察员，用于监控各操作，并能随时按紧急停止按钮。监察员也必须是完成了特别培训课程的员工。
5. 操作场地要具备清晰的显示装置以显示机器人当前运行状态，例如：自动模式，示教中，紧急停止等信息。这样每个人都可以看到机器人当前的运行情况。

第 3 章 安全预防总则

1. 示教和维护机器人的行为必须完全遵照国家、国际法律，地方法规和工业标准。机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB 11291.1-2011/ISO 10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。
2. 建议所有从事安装、操作、示教、点检、维护、维修机器人的人员，参加 EFORT 公司准备的，有针对性的机器人培训课程。咨询培训课程有关信息，请与 EFORT 公司联系。
3. 在安装、操作、示教、点检、维护和维修机器人之前，请用户完整理解“安全手册”和其他相关手册、文件的内容，并请严格遵照执行，以避免事故的发生。
4. 工厂有关部门必须制定和遵守安全规章制度条文，以确保安全工作。
5. 工厂有关部门必须指定一个专职的操作工和一个安全监督员，安全监督员负责制定、执行安全规章制度，包括安全教育。
6. 为了防止机器人发生事故，安全监督员必须根据具体情况提供下述的安全措施。此外，全体人员必须全时间地完全遵照执行。始终把机器人放置在安全防护装置（可以防护的装置、围栏、设备等）内，使机器人手臂运动时，不会有人进入其运动范围，同时，在操作人员容易操作的地方，设置紧急停止装置。安全防护的范围（安全围栏围起来的地方），必须能有效防止机器人因出错或手臂断裂而导致的出或伸出围栏外的情况发生。请尽量把安全防护装置上的门数量减到最少（最好是只有一个）。门上必须装备有安全插，并且此安全插在关闭或打开门时必须需要手动去除。然后将电机电源设定为：在自动模式下拔出安全插销电源立即断电。请在进入安全防护装置前，务必确认安全装置，如紧急停止按钮和安全插等工作正常。然后操作人员必须将示教器上的示教锁打到 ON 位置，以免有人意外地切换到自动模式。同时操作人员也必须随身保存好安全插。在安全防护装置（围栏）上，清晰地显示机器人的状态信息，例如：自动模式，示教中，紧急停止中等等，这样可以让每个人都能看到机器人目前的状态。制定针对生产线及其周边设备的安全规程。管理员必须为操作、示教、点检、维护、维修系统的人员提供相关的培训。同时，操作人员必须经过我司专业培训，包括确保安全工作的各种措施。
7. 在开机或启动机器人前，永远记住要确认各项安全条件、清除一切机器人运动范围内的阻挡物。同时记住永远不要试图做危险动作，例如用你的身体或工具去阻挡机器人的运动。记住，要使机器人立即停下来，请按紧急停止按钮。

8. 不要操作机器人超出它额定的能力。包括：负荷、速度、运动范围、环境等。
9. 请在地面上用油漆标明危险区域，包括机器人或周边设备的动作范围。另外，在周围留出足够的空间（安全区域），安装好安全防护装置，以供在异常操作或紧急情况时操作人员躲避。同时必须清楚地知道危险区域和安全区域。
10. 机器人可以在一个很大的范围内以不确定的运动方法运动。请采取预防措施来防止机器人手爪中工件的甩落，防止机器人手臂和周边设备之间的碰撞和挤压。同时操作人员必须小心固定和移动设备之间会产生挤压，必须保证消除这些危险区域。
11. 安全围栏必须足够牢固，能够经受住来自内部和外部的冲击和压力。安全围栏的位置必须是固定、不可移动的，防止操作人员轻易拆除或打破安全围栏。同时安全围栏必须没有任何锐角、锐边或者尖刺，不能有潜在的危险部件。
12. 请核实紧急停止开关的位置和功能。千万不可使用任何手段（无论机械的还是电气的）来跳开安全装置。
13. 妥善安装全面的安全防护装置来预防危险，并请拟定计划对安全防护装置进行定期的维护。
14. 为安全起见，请为系统装置之间，设计安装失效安全的机电接口。失效安全：一种构造装置的标准，它可以保证：1）即使装置中有任何零件失效，也可以保证人员不受伤害，2）出现故障时，系统自动进入安全状态。
15. 在机器人电源接通时，禁止插/拔任何印刷线路板上的任何电器连接器。
16. 示教器（挂板）是个精密的仪器，要采取保护措施，防止遭到冲击或掉落。
17. 如果机器人手臂上标有警告标志，请遵守该标志代表的安全信息，并请保护该标志免受损坏和污染。当标志变得难以辨认时，请和 EFORT 公司联络。
18. 请勿踩在机器人手臂或控制箱上。否则，可能会引起如下事故：（1）失足（2）轴刹车意外释放，机器人手臂突然运动（3）如果控制箱小脚轮松开，就引起控制箱的移动或倾覆，这不但会引起部件变形，造成不必要的财产损失，还会使人员受到伤害。。
19. 请勿穿着宽松的衣服、领带、丝巾、手表以及珠宝。另外请根据工作环境或要求，穿戴好指定的保护装置、安全眼镜、头盔和安全鞋。
20. 如果任何人发现不安全的工作情况发生，必须立即向安全监督员或工厂安全部门汇报，以杜绝一切不安全因素，养成安全习惯。

第 4 章 工作过程中的安全注意事项

4.1 正压型“p”“pD”型防爆电气设备检查与维护规范

4.1.1 基本要求

整套装置或设备在试运行前应进行初始检查,应由具有相应防爆专业资质的检验机构进行,检查和其他附加要求应符合 GB 3836.15 的规定(注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本适用于本文件)。

对设备的任何调整、维护、修理、修复、检修、改造,或更换设备和相关的设备部件后均应进行详细检查。

检查活动应充分独立于维护活动,以免影响检查报告结果的可靠性。

危险场所的分类或设备保护级别(EPL)发生变化时,或电气设备位置发生变化时,应进行检查,确保与已改变的条件相适应。

当装置或设备在检查期间需要拆卸并重新组装时,应采取措施确保防爆型式的完整性不受损坏。

4.1.2 检查依据

《GB 3836.16-2024-爆炸性环境 第 16 部分:电气装置检查与维护规范》。

4.1.3 检查类型

检查类型包括以下几种。

(1) 初始检查,用来检查所选的防爆型式和其安装要求是否相适应,以详细检查为基础。

(2) 连续监督,在正常工作中专业人员应经常巡视电气装置。

(3) 定期检查,定期检查包括业主定期检查和专业机构定期检查。业主定期检查为业主组织有能力的专业人员按本文件进行的检查;专业机构定期检查为由业主委托或接受有资质的第三方检验机构进行的检查。

(4) 抽样检查,专业人员对代表性部分电气设备、系统和装置进行的目视检查、一般检查、详细检查或其组合。

(5) 第三方检验机构检查,可由制造商、业主或政府等委托进行。

检查结果应记录和保存，并根据检查结果决定是否采取措施。

4.1.4 检查一览表

检查		检查等级		
		D	C	V
A	设备			
1	设备适合于EPL/区域要求	√	√	√
2	设备类别正确	√	√	
3	设备温度组别或表面温度正确	√	√	
4	设备电路标识正确	√		
5	设备电路标识清晰	√	√	√
6	外壳、透明件及透明件与金属密封垫和/或黏结剂满足要求	√	√	√
7	不存在损坏或未经批准的修改	√		
8	不存在未经批准的修改的证据		√	√
9	灯具光源的型号、额定值和位置正确	√		
B	安装			
1	电缆型号合适	√		
2	电缆无明显损坏	√	√	√
3	接地连接件、包括附加的等电位接地连接件满足要求			
	— 物理检查(例如：连接牢固、导线截面足够)	√		
	— 目视检查		√	√
4	故障回路电阻(TN系统)或接地电阻(IT系统)满足要求	√		
5	电气自动保护装置在允许范围内动作	√		
6	电气自动保护装置整定正确	√		
7	保护气体进气口温度低于规定的最高值	√		
8	管道、管线和外壳状态良好	√	√	√
9	保护气体基本未受污染	√	√	√
10	保护气体压力和/或流量合适	√	√	√
11	压力和/或流量指示仪、报警器和联锁装置功能正常	√		
12	危险场所排气管道中火花和火花颗粒挡板状态良好	√		
13	符合特殊使用条件(如果适用)	√		
C	环境			
1	电气设备适应防腐、气候防护、防止振动和其他不利条件	√	√	√
2	无粉尘、脏物的过度堆积	√	√	√
注 1: D=详细检查 ;C=一般检查 ;V= 目视检查。				
注 2: √ = 需要。				

4.2 机器人安装和连接的安全

机器人遵照工业环境用机器人安全要求(GB 11291.1-2011/ISO 10218-1:2006)进行安全功

能方面的设计。

1. 运输机器人时，应避免超过指定的高度。
2. 如需将机器人起吊，需用钢丝绳钩住吊环，并在操作前，确认吊环没有松动。
3. 当使用钢丝绳提升控制柜时，请去除示教器及其支架，以免电缆等钩住其他设备。
4. 在搬送机器人前，请移除所有不需要的物体，并清理到安装位置的通道。
5. 如果用叉车搬运，控制柜可能会倾斜。要防止控制柜倾斜，请使用带子将控制柜牢牢地固定在叉车上。
6. 由于机器人由精密的元器件组成，请保护机器人免受碰撞、冲击。
7. 当安装地的总电源开启时，切不可连接控制柜的电源电缆。否则将是极端危险并可导致触电。连接输入电源电缆时，请务必确定主电源为关断状态。同时为防止输入电源或断路器被误合上，请在所有的电源单元、断路器上放置清晰的关断标志，表示检查/ 保养、维修进行中，并用锁锁定或放置夹头夹住主电源开关。
8. 当接线工作完毕时，务必盖上输入电源连接端的盖板。否则将是极端危险的，如果误触到端子可导致触电事故。
9. 请将连接机器人的动力/信号线束放置在电缆槽内，以防止受到损害。另外请采取措施以免它们受压。

 危险	只允许具备叉车和起重机操作资格的人，来移动/运输机器人手臂、控制柜、走行轴。在搬运中，决不可靠近或走到提起的机器人部件、控制柜、走行轴下方。切勿在搬运中呆在机器人手臂、控制柜、走行轴上面，也决不可触碰或人工支撑它们。
 警告	在控制柜与机器人之间全部连接完毕之前，请勿连接接入电源。否则则非常危险，可导致触电等事故。
 重要	操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和 EFORT 公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。

4.3 机器人启动前的安全

1. 务必把机器人的控制柜、操作面板和所有其他的控制装置安装在安全防护装置(围栏)之外，只有这样才能监视整个机器人的运动范围。
2. 确认在机器人手臂的运动范围内，没有任何人员、包装材料、夹具或其他各类障碍物。
3. 消除固定设备和移动设备之间任何可能夹人的区域。

4. 连接电源电缆前，请确认供电电源的电压、频率、电缆规格等是否符合要求。
5. 确保控制箱和周边设备的正确接地。机器人控制箱的接地线和周边设备的接地线应分开接地，不能连在一起。同时如果外部设备上加电磁开关、接触器等装置时，请在邻近机器人控制箱的电源进线上，安装电源滤波器或相当装置。
6. 在打开机器人的“电源” ON 之前，请确认机器人的安装符合机器人安装的要求。
7. 在操作员操作机器人时，必须配置有一个观察员进行监控，这个观察员也必须完成 EFORT 公司对应的培训。
8. 对于应用项目（水、压缩空气、保护气体等），系统必须配置有监控仪表，以便及时自动发现供水供气的不正常情况。
9. 注意保护气体气源应处在非危险性场所，保护气体温度不超过 40℃，充气程序应采用我司标准程序。
10. 注意保护气体应有备用供给，如果在保护气体的主要供给失效的情况下需要有一个备用供给，且每个供给都应能独立地保持需要的压力水平或保护气体供给速率。两个气源可以共用同一个管道系统或管路。备用供给也应满足 4.3 章节第 8 条、第 9 条的要求。
11. 如果机器人在工作过程中会产生废料、金属尘粒、细小粒子等，请在机器人、 机器人控制箱、周边装置上罩上合适的罩壳，并在点检维护要求、正压型“p”“pD”型防爆电气设备检查与维护规范要求之上及时清洁机器人、机器人控制箱、周边装置及其罩壳上方的粉尘，以免对机器人产品性能和使用安全造成影响。

4.4 机器人启动时的安全

1. 在启动机器人时，除非机器人电源断开，否则不可进入安全围栏。同时，在开动机器人前请确认各安全防护装置功能正常。
2. 当启动机器人和从故障状态恢复运行时，在开启电机电源后，请把你的手放在紧急停止开关上，以便在出现异常情况时，可以立即切断马达电源。
3. 在机器人启动时应确认以下事项：
 - （1） 确认 hold/run（暂停/运行）和 Manual/Automatic（手动/自动）模式选择开关功能正常。
 - （2） 确认机器人各轴在限定的范围与速度下运动正常。
 - （3） 确认在手动/自动模式下机器人动作时，在控制柜、示教器、周边系统上的紧急停止

线路与安全装置的功能正常。

(4) 请确认示教模式下的限位开关（选件）的功能正常。

(5) 确认安全回路功能正常，并在自动模式的机器人运行中，可通过拔出安全插来停止机器人。

(6) 确认在示教模式中，可通过松开或全部按下使能开关来停止机器人。

(7) 确认警告信号标签没有被破坏或污染，并且所有的安全装置包括报警灯与安全防护装置功能正常。

(8) 确认外部动力源包括控制电源、气源等能被切断。

(9) 确认手动和自动功能正常。

(10) 确认机器人的轴可正常移动并且能够执行工作。

(11) 确认机器人能够在自动模式下能正确动作，并且能按指定的速度和负荷执行规划的动作。

4.5 试车安全

试车时，示教程序、夹具、逻辑控制器等各种要素中可能存在设计错误、示教错误、工作错误。因此，进行试车作业时必须进一步提高安全意识。

试车过程中需要注意以下几点：

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

4.6 示教过程中的安全

1. EFORT 公司建议应在安全围栏外完成示教工作。但如果确实需要进入安全栅栏，请严格遵守下面事项，同时参考下面（GB 11291.1-2011/ISO 10218-1:2006）安全标准。
2. 开动机器人前，请确认所有的安全防护装置（安全围栏）工作正常。
3. 示教员在进入安全围栏前，必须把示教器上的示教开关打到手动位置。一旦机器人做出任

何不正常的运动，立即按下急停按钮。

4. 紧急停止开关，并立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。
5. 在安全围栏外、可监控整个机器人运动的位置上，请为观察员安装一个急停开关。一旦机器人出现不正确的运动，观察员必须可以非常方便地按下开关来立即停止机器人。另外，如果需在紧急停止后重新启动机器人，请在安全围栏外进行复位和重启手动操作。示教员和观察员必须是经过特别培训的合格人员。
6. 请清楚的标识机器人示教工作正在进行中，以免有人通过控制柜、操作面板、示教器等误操作任何机器人系统装置。
7. 完成示教工作后，在确认示教的运动轨迹和示教数据前，请清除安全围栏内、机器人周围的全部人员和障碍遗留物，确认安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物后，请在安全围栏外执行确认工作。这时，机器人的速度应小于等于安全速度（250mm/s），直到运动确认正常。
8. 如需在紧急停止后重启机器人，请在安全围栏外手动复位和重启。同时确认所有的安全条件，确认机器人周围、安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物。
9. 示教过程中，请确认机器人的运动范围，永远不要大意靠近机器人或进入机器人手臂的下方。特别注意，当机器人手爪中抓有工件时，永远不要进入它的下方，因为工件随时可能由于误操作时突然掉落。
10. 为了安全，在示教或检查模式中，机器人的最大速度被限制在了 250mm/s 之内（安全操作速度）。但是，在刚完成示教或出错恢复后，操作员校验示教数据时，请把检查运行的速度设得越低越好。
11. 示教过程中，无论示教操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰装、挤压点。同时，请确认示教操作员的安全通道，以供在紧急时撤退之用。
12. 在机器人的运动示教完毕后，请把机器人的软件限位设定在机器人示教运动范围之外一点点的地方。如何设定软件限位，请参阅软件说明书。



示教工作前，请确认紧急停止开关功能正常！

4.7 自动运行时的安全

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



自动操作前，请确认紧急停止开关功能正常。

4.8 维修时的安全

1. 在进入安全围栏前，请确认所有必须的安全措施都已准备好并且功能良好。
2. 在进入安全围栏前，请切断控制电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、维修进行中，并且采用锁定或夹定主电源开关，以免有人误开电源。
3. 维修工作仅限于完成了相应型号机器人的特别培训的人员。
4. 在维修工作前，确认机器人周围具备足够的空间，以免与周边设备干涉。同时将周边装置于固定状态，防止它们出现任何的突然动作。
5. 在进入安全围栏前，请务必关断自动操作功能。如果机器人出现任何的异常运动，应立即按急停开关，并立即从规定的撤离路线撤出。
6. 除操作人员手中紧急停止开关之外，请在安全栏外、便于观察全部机器人运动范围的地方，为监察员安装另外一急停开关。一旦在维修中机器人出现异常动作，此开关必须可以让监察员非常容易地按到。在急停后，请从围栏外面来复位并重启机器人。此外，操作者和监

察员都必须是完成了特别培训课程的人员。

7. 操作中，操作者和监察员都必须时刻注意观察异常运动、可能的碰撞点及机器人周围。
8. 更换时，请只使用 EFORT 提供的零部件。
9. 在拆除任何关节轴的伺服马达前，请用合适的提升装置支撑好机器人手臂。拆除马达，将使该轴的刹车机构失效，如果没有可靠的支撑，手臂将会下坠。
10. 如果供有压缩空气或水时，维修前，请切断供应源、并清除管线内的任何剩余压力。
11. 当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停链路中。
12. 当变更机器人部件时一定要确认该部件和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。



在维修前，请确认紧急停止开关功能正常。

4.9 点检和维护时的安全

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

1. 在检查与维护工作前，清除不要的物体，并清理到安装位置的通道。
2. 点检和维护保养工作，只限于完成了本机器人或相同型号机器人特别培训的人员。
3. 进行点检和维护保养工作前，请确认机器人周围足够的空间，以避免与周边设备发生干涉。同时把周边设备设成固定状态，确保它们不会突然运动。
4. 在进入安全围栏前，请按工作需要切断整条线的电源或机器人电源，并请切断电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、检查/维修进行中，并且采用锁锁定或夹夹定主电源开关，以免有人误开电源。如果整条线不能停止下来，请在目标机器人与任何相邻机器人之间安装临时安全围栏。
5. 当进行连锁信号线路的点检和维护工作时，请无误地关闭所有信号关联设备的电源，以确保安全。在进行此项工作期间，不得进入安全围栏。
6. 除操作者持有的紧急停止开关之外，请为安全护栏外的监督员安装另一个急停开关，安装位置请选在可以监控全部机器人运动范围的地方。如果在维护/点检中，机器人出现不正常的运动，监督员必须很容易地按到开关。急停后，恢复和重启机器人必须在安全围栏外进行。另外，操作员和监督员必须是完成了特别培训课程的人员。

7. 示教员在进入安全栅栏前，必须把示教器上的示教模式开关打到手动模式，以防控制柜模式开关打到自动模式而引发事故。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下紧急停止开关，并立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。
8. 点检/维护过程中，无论操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰撞、挤压点点。同时，请确认操作员的安全通道，以供紧急撤离之用。
9. 如果在点检/维护过程中，不可避免地需要拆除安全围栏，请提供足够的安全措施：
 - (1) 把机器人和周边设备停在合适的地方。
 - (2) 锁定/标定电源和开关，必须避免任何人误开电源或误把开关打到自动模式。
 - (3) 完成点检/维护后，重新装好安全围栏，并确认所有的安全措施、安全功能和原来的一样。
10. 请只使用 EFORT 公司认可的零件来替换。并且，在点检/维护中，请一定用示教模式、并以尽可能低的速度运动机器人。
11. 如果在维修前后，机器人必须保持同样的姿态，请在更换部件前，记录机器人的姿态数据。
12. 在更换过程开始阶段，当拆除印刷线路板或电缆时，检查并记录他们的位置、连接器编号、安装方式、设置数据等，这样就可以按原样恢复了。连接器在插入完毕后，必须把它的锁紧机构牢靠地锁定。另外永远不要触摸连接器的插针。
13. 当应用装置(水、压缩空气、保护气体等)使用时，在进行点检/维护前，请关闭它们的供应源，清除管路中的剩余压力。
14. 点检/维护后，请确认全部的安全功能正常。
15. 未经公司许可，不要改变或改装机器人。如果发生未经许可的改装，EFORT 公司将不负任何责任。
16. 当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停链路中。接入扩展轴后需要对急停链路的安全功能进行测试，确保符合安全控制逻辑。变更与安全相关部件后需对急停链路的安全功能进行测试，确保符合安全控制逻辑。
17. 变更机器人部件时一定要确认该部件和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。

 危险	在检查与维护前，请确认紧急停止开关功能正常。
 危险	在完成点检和维护工作后, 请确认安全防护装置（安全栅栏、安全插销、急停止开关等）、周边设备、联锁线路等安全装置的工作正常。

第 5 章 紧急安全信息

5.1 停止系统

5.1.1 紧急停止

紧急停止是一种超越其他任何操纵器控制的状态，紧急停止状态意味着所有电源都要与操纵器断开连接。必须执行恢复步骤，即重置紧急停止按钮，才能返回至正常操作。

紧急停止可导致：

- 非受控停止，通过断开电机电源快速停止操纵器操作。
- 受控停止，向电机提供电源，因此可保持操纵器路径，从而停止操纵器操作。

可受控类别	停止类别
非受控	类别 0（零）
受控	类别 1

5.1.2 安全停止

安全停止意味着仅断开电机的电源。因此不需要执行恢复步骤。只需重新连接电机电源，就可以从安全停止状态返回正常操作。安全停止也称为保护性停止。

因为可配置操纵器系统，所以停止可导致：

- 非受控停止，通过断开电机电源快速停止操纵器操作。
- 受控停止，向电机提供电源，因此可保持操纵器路径，从而停止操纵器操作。
- 操作完成后，电源从电机断开。

可受控类别	停止类别
非受控	类别 0（零）
受控	类别 1

5.2 紧急释放机械手臂

1. 紧急情况下，可点击抱闸释放功能释放机器人任意轴。
2. 对于较小的机器人型号可手动移动机器人手臂，但移动较大型号可能需要使用高架起重机或类似设备。在释放制动闸前，先确保手臂重量不会增加对受困人员的压力进而增加任何受伤风险！

3. 释放制动闸时，机器人轴可能移动非常快，且有时无法预料其移动方式！必须确保机器人手臂附近或下方没有人。

5.3 解救受控于机器人手臂的工作人员

在释放抱闸前，先确定手臂重量不会增加对受困人员的压力进而增加任何受伤风险，解救操作方法：

1. 按下紧急停止按键，确认人员的状态，并及时拨打 120。
2. 确保受困人员不会因解救操作进一步受伤后采用起吊装置将机器人的重力臂吊起。并让起吊带向上绷紧。
3. 释放抱闸，启动起吊装置，将机器人重力臂移动并安全离开受困人员，并实施观察现场状态，方式其他意外发生，解救受困人员离开机器人区域。
4. 解救受困人员并给与医疗。
5. 确保机器人工作空间已清空，调整到安全姿态确保不会出现其他人员受伤风险。



警告

非特殊用途，严禁触碰该手动释放抱闸功能，否则机器人轴将会掉落，造成严重后果！



注意

在使用抱闸释放功能前，要对松抱闸的轴做好吊装准备，以免松抱闸后机器人跌落。确保机器人手臂重量不会增加对受困人员的压力进而增加伤害的程度！

修订记录

版本	修订日期	修订细节	修订人工号
V1.0.4	2025/7/22	初版记录	2991

服务热线：400-052-8877

本产品的额定功率、规格、外部尺寸等如需改变而进行变更，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。

EFORT | 股票代码
688165

埃夫特智能机器人股份有限公司

EFORT Intelligent Robot Co., Ltd.

中国（安徽）自由贸易试验区芜湖片区万春东路 96 号

No.96 East Wanchun Road, China(Anhui) Pilot

Free Trade Zone Wuhu Area, Wuhu, Anhui Province, China

网址: <http://www.efort.com.cn>

