



青岛鼎信通讯股份有限公司技术文档

Q/DX D121.015-2020

工程技术本部 机器人安全应用规范

V1.0

2020 - 09 - 20 发布

2020 - 09 - 30 实施

目次

1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 定义	2
4 总则	2
5 危险源	2
6 基本设计要求	3
7 机器人安全防护	4
8 使用和维护	5
9 程序验证	6
10 故障排查	6
11 维护	6
12 安装、试运行和功能测试	7
13 培训	7

前 言

为确保鼎信自动化产线应用机器人安全稳定运行，特制定本规范。在编制过程中参考了中华人民共和国国家标准工业机器人安全规范及工业机器人安全实施规范的相关要求。

本规范适用于青岛鼎信通讯股份有限公司机器人的安全规范。

本规范适用于制造环境中的机器人及其系统。

本规范由青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部标准化小组起草。

本标准主要起草人：姜伟



机器人安全应用规范

1 范围

本标准规定了工业机器人及其系统在设计、制造、编程、操作、使用、修理和维护阶段的安全要求及注意事项。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 11291-1997	工业机器人安全规范
GB_T 20867-2007	工业机器人安全实施规范

3 定义

GB_T 20867-2007中确定的定义适用于本标准。

4 总则

由于机器人的运动特性和其他设备的有所不同，机器人属于高速运动略过比其基座大的空间，机器人手臂的运动形式和启动很难预料，且可能随生产和环境条件而改变，因此可能造成安全事故。

预防偶然事故的技术措施遵循下述两条基本原则：

- (1) 自动操作期间安全防护空间内无人；
- (2) 当安全防护空间内有人进行示教、程序验证等工作时，应消除危险或至少降低危险。

上述原则包括：

- 1) 设立安全防护空间和限定空间；
- 2) 机器人系统的设计，应使绝大多数作业在安全防护空间外完成。
- 3) 要预设安全补偿措施，以防有人闯入安全防护空间。

5 危险源

危险可能由机器人系统本身产生，也可来自周边设备，或来自人与机器人系统的相互干扰，如：

- (1) 由于下述设施失效或产生故障：
 - 1) 保护设施（如设备、电路、元器件）移动或拆卸；
 - 2) 动力源或配电系统失效或故障；
 - 3) 控制电路、装置或元器件失效或故障。
- (2) 机械部件运动引起夹挤或撞击：
 - 1) 部件自身运动；

2) 与机器人系统的其他部件或工作区内的其他设备相连的部件运动。

(3) 储能:

1) 在运动部件中;

2) 在电力或流体动力部件中。

(4) 动力源:

1) 电气;

2) 液压 (大型机器人);

3) 气动。

(5) 危险气氛、材料或条件:

1) 易燃易爆;

2) 腐蚀或侵蚀;

3) 放射性;

4) 极高温或极低温。

(6) 噪声

(7) 干扰

1) 电磁、静电、射频干扰;

2) 振动、冲击。

(8) 人因差错

1) 设计、开发、制造 (包括人类工效学考虑);

2) 安装和试运行 (包括通道、照明和噪声);

3) 功能测试;

4) 应用和使用;

5) 编程和程序验证;

6) 组装 (包括工件搬运、夹持和切削加工);

7) 故障查找和维护;

8) 安全操作规程。

(9) 机器人系统或辅助部件的移动、搬运或更换。

6 基本设计要求

(1) 安全失效

机器人系统在设计、制造和应用中应考虑到万一某个元部件 (电气、电子、机械、气动或液压) 发生不可预见的失效时, 安全功能应不受影响, 若受影响时, 机器人系统仍应保持在安全状态。安全功能至少应包括如下方面:

1) 限定运动范围;

2) 紧急停机和安全停机;

3) 慢速;

4) 联锁防护装置。

电源机器人电源必须符合机器人的出厂规定, 并且机器人必须进行接地处理。

(2) 电源隔离

每个机器人系统都应有与其供电电源隔离的装置，该装置要设在无人身伤害危险之处，且具有断路或开路功能。

7 机器人安全防护

(1) 风险评价应规定所需限定空间之外的附加空间，以确定安全防护空间。

(2) 机器人系统与布局

1) 控制柜应安装在安全防护空间外。当控制柜安装在安全防护空间内时，控制柜定位和安装应符合本标准中有关安全防护空间内人员的安全要求(在围栏防护范围内)。

2) 机器人系统的设计应避免机器人运动部件与其他固定物体和运动物体之间的夹挤和碰撞。布局应按下述方式设计，即机器人运动部件和周围环境中的物体之间(如结构支柱、平顶隔栅、防护栏、电源线等)要有足够的安全间距。

3) 当要求由设计限定主轴运动范围给出限定空间时，必须提供的限定装置(安全围栏、安全光电、安全扫描仪等)。

4) 末端执行器应按下列要求设计和制造或进行安全防护。

5) 动力源失效不引起负载松脱或发生危险,如快换设备保持、拆码垛电磁阀保持等;

6) 由负载和末端执行器累计产生的静力和动力应在机器人负载能力和动态响应范围之内。

7) 机器人系统布置应考虑操作员执行与机器人有关的手动操作(如零部件的上下料)时的安全,或通过采用上下料装置,使操作人员不必进入危险区,或为手动操作提供适当的安全防护装置。

8) 动力关闭时,机器人系统或任何辅助设备不应发生危险。

9) 各机器人系统操作站均应设有便捷的急停装置,急停后,重新启动机器人系统时,手动操作和复位应在限定空间外进行。

10) 远程控制

任一远程控制机器人应具有防止由任何其他场所启动机器人而产生危险状况的有效手段。

对于远程操作的(如通过通信网络)机器人系统,应配置一种装置(如键控开关),以确保局部控制时,任何远程命令均不能引发危险状态。

(3) 安全防护装置

1) 固定防护装置

固定防护装置应:能经受预定操作的和环境的作用力;除通过与联锁或现场传感装置相连的通道外,应阻止由别处进入安全防护空间;永久固定,只有借助工具方可拆卸;无锐边和凸出部分,其本身不应产生危险。

2) 联锁防护装置

应按下述原则设计、安装和调整:

a) 防护装置未作用时,联锁可防止机器人系统自动操作;防护装置起作用时不应重新启动自动操作,重新启动应在控制台上进行确认无误后方可进行;

b) 危险消除前防护装置锁定在闭路状态(具有防护锁定的联锁防护),或是当机器人系统正在工作时,一旦防护装置开路,即发出停机或急停指令(联锁防护)。联锁装置动作后,若不产生其他危险,应能由停机位置重新启动机器。进入通道前,动力源中断可消除危险。在电源中断不能立即消除危险处,联锁系统需包含锁定防护装置或制动系统。

c) 安全防护空间联锁门进出口,应设防止联锁门无意中关闭的装置。应确保联锁装置的动作免除了一种危险(如停止机器人系统的危险运动),不会引起其他危险(如释放危险物质进入工作区)。

(4) 现场传感装置

用于安全的现场传感装置均应遵守以下条款：

1) 现场传感装置的安装和配置应做到：传感装置未起动前，人体不得进入和伸入危险区域；或危险状态解除前，人体不能伸入限定空间。 隔栏和现场传感装置同时安装使用， 以阻止人员绕过传感装置进入危险区。

2) 现场传感装置的工作不应受系统预期所处环境条件的影响，例如光反射等；

3) 现场传感装置动作后，只要不产生其他危险，可由停机位置重新启动机器人系统；

4) 恢复机器人运动，要求排除传感区的遮断，此时不应重新启动自动操作。

(5) 警示方式

可兼用下述警示方式，但不能替代安全防护装置。

1) 警示隔栏

应设警示隔栏，以阻止人员无意中进入限定空间。

2) 警示信号

应设警示信号装置， 以给接近或处于危险中的人员提供可识别的视听信号。 限定空间以光信号告警时，为使接近限定空间的人员都能看到光信号，应设置足够多的器件。声音报警装置应具有比环境噪声等级更高的独特的警示声音。

3) 安全生产规程

对于机器人系统使用中的某些阶段（如试运行阶段、工艺过程变换阶段、清洁和维护阶段），在不可能设计出能完全消除所有危险的防护装置时或某安全防护装置暂停使用时，应采用适当的操作规程。

4) 安全防护装置的复位

联锁门或现场传感装置区的恢复， 其本身不应重新启动自动操作。 重新启动机器人系统应在安全防护空间外谨慎操作。重新启动装置应安装在安全防护空间内不能触及处，且能看到安全防护空间。

(6) 示教盒

1) 示教盒的位置设计必须放在防护栏之外，并便于操作的位置，不能有与其他地方干涉；

2) 在安全防护空间内使用示教盒时，应不能启动机器人自动操作；

3) 示教盒应设急停装置；

安全防护空间内的人员使用示教盒启动机器人运动时，该示教盒应具有握持运行控制装置；

4) 设计机器人控制器应考虑：当用示教盒控制机器人时，其所有运动只能由示教盒启动；

由示教盒启动机器人的所有运动速度都应不大于“慢速”，确定可接受的“慢速”取决于机器人的作用力及机器人的使用要求（如安装布局）。机械接口处测量的“慢速”值应不超过 250mm / s；

例外情况：当要求大于“慢速”时（如验证工作程序），操作人员应以特别小心的动作（如用键开关）进行选择。当安全防护空间内有人时，应仅使用握持运行控制装置和使能装置启动机器人运动。

8 使用和维护

(1) 自动运行

仅在以下情况才允许自动操作：

1) 规定的安全防护装置安装就位和有效；

2) 安全防护空间内无人；

3) 遵守安全操作规程。

(2) 编程

程序员应在实际机器人系统中的机器人上进行训练，并熟悉包括所有安全防护措施在内的推荐的编程规程。程序员应目检机器人系统和安全防护空间，确保不存在产生危险的外界条件。要求编程的场合，为确保正常操作应对示教盒进行检测。任何故障或失效均应在编程前排除。编程时应关断机器人驱动器不需要的动力源（必要的平衡装置应保持有效）。程序员进入安全防护空间前，应确保所需的安全防护装置均安装就位和有效，并开始编程操作，同时不能进行自动操作。

9 程序验证

当根据任务程序对机器人系统进行的目检必须作为验证步骤的一部分时，所有人均应在安全防护空间外进行。当必须有人在安全防护空间内完成程序验证时，应满足以下条件：

- (1) 程序验证应在“慢速”下进行，运动控制只用握持运行或使能装置控制。
- (2) 当机器人运动需在全速下验证时，应满足：
 - 1) 仅由程序员谨慎操作（如使用键控开关）进行“慢速”暂停；
 - 2) 安全防护空间内人员应使用使能装置或具有等效安全级的装置；
 - 3) 制定安全工作规程，使安全防护空间内人员的危险减至最低。

10 故障排查

故障查找应在安全防护空间外进行，若不行，设计机器人系统时应考虑到在安全防护空间内进行故障查找的必要性，且应满足以下要求：

- (1) 故障查找人员要经过特别批准和培训。
- (2) 进入安全防护空间的人员应使用使能装置使机器人运动。
- (3) 制定安全操作规程，使安全防护空间内人员的危险减至最低。

11 维护

- (1) 机器人或机器人系统应有检查和维护程序，以确保其连续安全运行。
 - 1) 机器人或机器人系统维修人员，必须接受安全规程培训。
 - 2) 应对机器人系统维修人员进行人身安全保护。
 - 3) 应尽可能将机器人臂放置预定位置，在安全防护空间外进行维护。
- (2) 当必须在安全防护空间内进行维护时，按照规定的安全防护措施应考虑风险评价。
 - 1) 应使用“锁定”或“标记”方式关断机器人系统。
 - 2) 当机器人加电时，在安全防护空间内工作应做到如下几点：
- (3) 进入安全防护空间前，应完成以下步骤：
 - 1) 对机器人系统进行目检，以判断是否存在可能引起误动作的状态；
 - 2) 如用示教盒控制，为确保正常操作，使用前应做功能测试；
 - 3) 如发现任何故障或误动作，在人员进入安全防护空间前，应按要求进行校正和再测试。
- (4) 安全防护空间内维修人员应能全面控制机器人或机器人系统，此时：
 - 1) 机器人控制应脱离自动操作状态；
 - 2) 机器人应不响应任何遥控信号；
 - 3) 机器人系统的所有急停装置应保持有效；
 - 4) 启动机器人系统自动操作前，暂停的安全防护装置应恢复原有效用。

12 安装、试运行和功能测试

(1) 限定空间的设计

试运行和功能测试前，若未实施安全防护措施，则应在运行前安装限定空间的临时装置。

(2) 人员限制

试运行和功能测试期间，安全防护装置生效前不允许人员进入安全防护空间。

(3) 安全和运行检验

机器人或机器人系统的试运行和测试应遵照制造厂说明书进行。准备工作应包括如下步骤：

1) 通电前检查

- a) 机器人安装正确且稳固；
- b) 电路连接正确且电源参数（如电压、频率、干扰等级）在规定范围内；
- c) 其他设施（如水、空气、气体）连接正确，且在规定范围内；
- d) 周边设备连接正确；
- e) 已设立限定空间（当使用时）的限定装置；
- f) 已采用安全防护措施；
- g) 物理环境符合规定（如照明、噪声等级、温度等）。

2) 通电后检查

- a) 启动、停机和方式选择（包括键控锁定开关）等控制装置功能符合预定要求；
- b) 各轴都在限定范围内运动；
- c) 急停及安全停机的电路和装置有效；
- d) 可与外部电源断开和隔离；
- e) 示教和再现装置功能正常；
- f) 安全防护装置和联锁装置功能正常；
- g) 其他安全防护装置安装就位（如隔栏、警示装置等）；
- h) “慢速”时机器人运行正常，并具有作业能力；
- i) 自动（正常）操作时，机器人运行正常，且具有在额定速度和负载下完成预定任务的能力。

13 培训

用户应保证对机器人或机器人系统的编程、操作、维护或检修人员进行培训，并持证上岗。培训内容应包括：

- (1) 学习适用的安全规程标准和机器人制造厂及机器人系统设计者的安全建议；
- (2) 指派任务的明确定义；
- (3) 用于完成指派任务的所有控制装置及其功能的识别和说明；
- (4) 识别与指派任务有关的危险；
- (5) 指定的安全防护措施包括从识别危险开始的安全操作规程；
- (6) 保证安全防护装置和联锁装置正常功能的测试方法和其他方法。

版本记录

版 本 编 号 / 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	姜伟			