



中华人民共和国国家标准

GB/T 30574—2014

机械安全 安全防护的实施准则

Safety of machinery—Implementation criteria for safeguarding

2014-05-06 发布

2014-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 职责	5
4.1 制造者	5
4.2 用户	6
4.3 人员	6
5 危险控制	6
6 一般要求	6
6.1 安全相关功能的性能	6
6.2 安全距离	6
6.3 停机性能监控	7
7 防护装置	7
7.1 一般要求	7
7.2 固定式、可调式和联锁防护装置	7
7.3 活动式防护装置	8
8 保护装置	9
8.1 一般要求	9
8.2 光电、射频和区域扫描存在感应装置	9
8.3 双手操纵装置	11
8.4 压敏垫	12
8.5 压敏边	14
8.6 探测装置	15
8.7 单控制器安全防护装置	15
9 警示装置	16
9.1 警示隔离物	16
9.2 警示信号	16
9.3 警示标志	17
10 安全防护方法	17
10.1 概述	17
10.2 安全距离防护	17
10.3 安全夹持防护	17
10.4 安全开口防护	17

10.5 其他安全防护方法	18
11 安全操作规程	18
12 补充设备	18
12.1 一般要求	18
12.2 安全块、滑动锁、链锁和锁销	18
12.3 工件夹具	19
12.4 使能装置	19
12.5 停机性能监控	20
12.6 过程故障的检测和监测设备	20
12.7 手持工具	20
12.8 安全模块	21
12.9 盖子和防护罩	21
12.10 停机和急停装置	21
13 检查与维护	21
14 培训	21
附录 A (资料性附录) 安全防护的危险清单	22
附录 B (资料性附录) 安全相关功能的性能	24
附录 C (资料性附录) 应用场合与特征	25
参考文献	28

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)提出并归口。

本标准起草单位:如皋市包装食品机械有限公司、欧姆龙自动化(中国)有限公司、深圳市华测检测有限公司、中机生产力促进中心、苏州澳昆智能机器人技术有限公司、南京林业大学光机电仪工程研究所、国家机床质量监督检验中心、西门子(中国)有限公司、济南铸造锻压机械研究所有限公司、山东省产品质量监督检验研究院。

本标准主要起草人:史传民、付卉青、李立言、朱平、居荣华、李政德、李勤、王学智、张晓飞、程红兵、宁燕、赵钦志、褚卫中、吴健、张天强、罗广、林建荣、刘治永、李建友、马立强、李志宏、王立。

引 言

机械领域安全标准的结构如下：

——A类标准(基础安全标准)，给出适用于所有机械的基本概念、设计原则和一般特征；

——B类标准(通用安全标准)，涉及机械的一种安全特征或使用范围较宽的一类安全装置：

- B1类，安全特征(如安全距离、表面温度、噪声)标准；
- B2类，安全装置(如双手操纵装置、联锁装置、压敏装置、防护装置)标准。

——C类标准(机器安全标准)，对一种特定的机器或一组机器规定出详细的安全要求的标准。

根据 GB/T 15706，本标准属于 B 类标准。

在机械设备的全生命周期内，适当的机械设计，限制人员或限制其他人员进入危险区，或者通过制定安全操作规程均可降低人员暴露于危险的概率，从而最大限度减小潜在危险造成的风险。本标准的主要目的是规定安全防护(如安全防护装置、警示装置、安全防护方法和安全操作规程)的设计、构造、安装、操作或维护要求，以消除或减小机器对人员造成的风险。

机械安全 安全防护的实施准则

1 范围

本标准规定了安全防护装置的设计、构造、安装、操作和维护的性能要求。

本标准适用于：

- 防护装置(见第 7 章)；
- 保护装置(见第 8 章)；
- 警示装置(见第 9 章)；
- 安全防护方法(见第 10 章)；
- 安全操作规程(见第 11 章)。

本标准未规定对于特定用途选择安全防护的要求,这些要求通常在 C 类标准中予以规定。

注:合适的安全防护的选择,见附录 C 和 GB/T 15706。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 12265.3—1997 机械安全 避免人体各部位挤压的最小间距

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(ISO 12100:2010, IDT)

GB 16754—2008 机械安全 急停 设计原则(ISO 13850:2006, IDT)

GB/T 17454.1—2008 机械安全 压敏保护装置 第 1 部分:压敏垫和压敏地板的设计和试验通则(ISO 13856-1:2001, IDT)

GB/T 17454.2—2008 机械安全 压敏保护装置 第 2 部分:压敏边和压敏棒的设计和试验通则(ISO 13856-2:2005, IDT)

GB 18209(所有部分) 机械电气安全 指示、标志和操作(IEC 61310, IDT)

GB/T 18717.1—2002 用于机械安全的人类工效学设计 第 1 部分:全身进入机械的开口尺寸确定原则(ISO 15534.1—2000, NEQ)

GB/T 18717.2—2002 用于机械安全的人类工效学设计 第 2 部分:人体局部进入机械的开口尺寸确定原则(ISO 15534.2—2000, NEQ)

GB/T 19671—2005 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则(ISO 13851:2002, MOD)

GB/T 19876—2012 机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位(ISO 13855:2010, IDT)

GB 23821—2009 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离(ISO 13857:2008, IDT)

3 术语和定义

GB/T 15706—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

驱动控制器 **actuating control(s)**

操作者用于触发或维持机器运动或机器其他功能的控制器。

3.2

防重复 antirepeat

控制系统或装置将机器限制在一个单循环运转的功能。

3.3

隔离物 barrier

用于对危险提供物理边界的装置或物体。

3.4

警示装置 awareness device

用于向人员对即将发生的、接近的或已存在的危险发出警告的隔离物、信号或标志。

3.4.1

警示隔离物 awareness barrier

通过物理接触对人员进行警告的警示装置。

3.4.2

警示标志 awareness sign

通过标识、标志警告人员存在潜在危险的警示装置。

3.4.3

警示信号 awareness signal

通过可听见的声音或可看见的光对人员进行警告的警示装置。

3.5

遮蔽 blanking

使感应装置的一部分敏感区不起作用。

3.6

制动器 brake

停止、减速或防止运动的机构。

3.7

制动监测设备 brake monitor

用于监测机器停机性能的传感器、系统或装置。

3.8

绕过 bypass

使控制系统或安全防护装置的安全相关功能不起作用。

3.9

离合器 clutch

啮合时,把主动构件的扭矩传到从动构件使其运动的机构。

3.10

辅助设备 complementary equipment

用来确保或加强防护装置正常运转的设备。

3.11

控制的可靠性 control reliability

机器控制系统、安全防护装置、其他控制组件和相关接口在安全相关功能失效的情况下实现安全状态的能力。

注 1: 如果主要机构失效或多个部件同时失效时,不能防止重复循环。

注 2: 不是由简单的冗余提供,必须进行监测以确保冗余的维持。

3.12

控制系统 control system

控制机器运行装置或机构的传感器、手动输入、模式选择元件、联锁、决策电路和输出元件的组合系统。

3.13

循环 cycle

从初始启动位置或状态返回到同一起动位置或状态的一个完整运动或过程。

注：循环的示例：液压机从打开位置至关闭位置再回到打开位置，铣床从装载工件开始至工件被移除。

3.14

设计 design

研发机器或安全防护装置，以满足预定的使用目的和功能。

3.15

装置 device

为满足规定要求或执行规定功能而设计的组件、附属设施或机构。

3.16

脚控制器 foot control

用作驱动控制器的脚踏式机构或装置。

3.17

手动控制器 hand control

用作驱动控制器的手动式机构或装置。

3.18

手动工具 hand tool

用于手动进料、移除工件、释放卡住的工件或移除废料的装置。

3.19

急停指令 immediate stop command

在机器循环内任何一点触发并由此产生停止危险运动(或工作状态)动作的指令。

3.20

监测 monitoring

检查系统部件，以探测会影响安全相关功能性能的部件、组件或模块失效的过程。

3.21

抑制 muting

暂时自动绕开任何控制系统或安全防护装置的安全相关功能。

3.22

正常停机指令 normal stop command

在机器循环结束或机器功能要求的任意点触发的产生停止运动或工作状态动作的指令。

3.23

人员 personnel

与安全防护相关的安装者、操作者和维护者。

3.24

操作点 point of operation

操作人员在机器上进行材料或工件的定位以及工作的位置。

3.25

存在感应装置 presence-sensing device

产生感应场、区域或平面,用于探测是否有人或物体存在的装置,如:光电、射频或区域扫描装置。

3.26

探测装置 detection device

启动机器循环前,用于探测人员的手是否全部或部分存在于二维或三维物体围起来的危险区之内的装置。

3.27

冗余 redundancy

使用多种方式执行相同功能。

3.28

重复 repeat

意外或非正常的连续的机器循环。

注:通常源于或与失灵共存。

3.29

安全夹持(工件)防护 safe holding(workpiece)safeguarding

在机器循环过程中的危险阶段,要求操作者夹持工件时用双手操作,从而使双手远离危险区的安全防护方法。

3.30

安全开口防护 safe opening safeguarding

当工件在机器内部时,通过开口尺寸或关闭入口限制进入危险区的安全防护方法。

3.31

安全防护方法 safeguarding method

通过距离、束缚、开口的设置或机器及机器生产系统的定位,确保操作人员不能触及到危险从而保护人员免受伤害的安全防护措施。

3.32

安全距离 safety distance

计算出的危险区与相应安全防护装置之间的距离。

注:安全距离有时也被称为最小距离,参见 GB/T 19876—2012。

3.33

压敏垫 pressure-sensitive mat

由一个(或一组)能感应所施加压力的传感器、控制单元和一个或多个输出信号开关装置组成的安全装置,用于感测站立在或踩踏到该垫上的人员。

[GB/T 17454.1—2008,定义 3.1]

3.34

压敏边 pressure-sensitive edge

用于感测人体或人体部位发生接触的“机械致动断开”类安全装置,由以下部分组成:

a) 传感器,压力作用于其表面一部分时可以产生信号,该表面:

- 长度大于宽度;
- 贯穿压敏区域的横截面不变;
- 横截面的宽度大于 8 mm;
- 在驱动传感器时,有效敏感区有局部变形。

b) 控制单元,接收来自传感器的信号,并输出信号给机器的控制系统。

注:传感器横截面的宽度通常 ≤ 80 mm。

[GB/T 17454.2—2008,定义 3.1]

3.35

安全模块 safety module

为确保安全相关功能的性能而设计的装置。

注:安全模块通常也指“安全继电器模块”。

3.36

安全相关功能 safety related function(s)

控制系统或安全防护装置所具有的能够消除所暴露的危险情况或将暴露的危险或危险情况减小到可接受水平的功能。

3.37

设置 set-up

调整机器、安装或调整工件夹具、工具和安全防护装置的过程。

3.38

护罩 shield

用于将切屑或冷却液封闭在机器的某个区域内或减小模具、工件等从机器中飞出可能性的屏障。

3.39

单循环 single cycle

机器从初始(开启)位置通过闭合位置或工作执行位置再返回到初始位置的一个完整循环。

3.40

停机指令 stop command

触发产生停止危险运动或消除危险情况动作的指令。

3.41

触发 trip/tripping

驱动机器控制装置或操纵机构以开始机器循环。

注:触发机器或机构通常是指(通过)瞬间驱动一个或多个启动方法控制装置或操纵机构以启动一个完整的连续的机器循环。

4 职责

4.1 制造者

4.1.1 在其工作范围内,安全防护的供应商应确保安全防护的设计、构造、集成和安装符合本标准的要求。

4.1.2 安全防护的供应商应提供安全防护所需的文件,包括安装要求、操作说明和维护要求等。

文件宜包含下列要素:

- 性能要求;
- 电气、液压或气压的示意图及图表;
- 所需的使用环境;
- 操作者控制器、指示器和显示器的功能及位置;
- 定期维护、润滑和检查的时间表;

——标识和警告。

4.2 用户

4.2.1 用户应购置符合本标准要求的安全防护装置。

注 1：当安全、操作、维护安全防护时，用户宜考虑安全防护的规定性能、数据和图表、操作和维护说明及警告。

注 2：当用户设计、构造、安装、改造或重建安全防护时，用户被认为是制造者，见 4.1。

4.2.2 用户应对管理者、操作人员、维护和服务人员进行有关安全防护装置的正确安装、调试、操作和维护等方面的业务培训。

用户在制定安全操作规程或说明时，宜考虑制造者提供的规定性能、图表和数据、操作和维护说明、警告。

4.2.3 用户应确保制造工艺发生变化时，安全防护仍满足本标准的要求。

4.3 人员

安全防护装置的安装、操作或维护人员，应按照用户提供的培训和安全程序操作和维护安全防护装置。

人员应避免已识别的或已知的危险，不能故意绕开安全防护装置。

5 危险控制

应识别和控制与使用安全防护装置相关的危险，且作为整体风险减小策略的一部分。

注 1：危险识别和风险减小策略以及适当安全防护的选择，也可参见 GB/T 15706—2012。

注 2：与安全防护有关的危险的其他信息参见附录 A。

6 一般要求

6.1 安全相关功能的性能

当组件、模块、装置或系统失效，由此或由随后引发的另一个组件、模块、装置或系统失效从而导致安全相关功能无法响应正常的停机指令或急停指令时，安全相关功能应：

- 在故障修复或控制系统手动复位之前，防止启动危险机器运动（或状态）；或
- 在故障修复或控制系统手动复位之前，启动急停指令并且防止再次启动危险机器运动（或状态）；或
- 在故障修复或控制系统手动复位之前，防止在下一次正常停机指令后重新启动危险机器运动（或状态）。

注：有些失效直到循环或循环的一部分完成后才能被检测到，有些失效直到安全相关功能有需求时才能被检测到。

当检测到失效时，安全相关功能宜满足本条的要求。

当发生失效时，用户应确保不能通过系统或装置的反复手动复位使设备继续运行。手动复位的目的是诊断部件、组件、模块或装置的失效。安全相关功能无效时，在诊断或故障查找过程中可能发生二次失效，在此过程中宜采用补充保护措施。控制的可靠性是满足此要求的设计措施之一，更多安全相关功能的性能信息见附录 B。

6.2 安全距离

安全防护装置的安装位置至相关危险区的距离应确保人员在危险运动（或状态）停止之前不能触及

到危险。安全距离应根据 GB 23821—2009 和 GB/T 19876—2012 确定。

6.3 停机性能监控

当机器的停机时间改变到一定值,使得 6.2 计算得到的安全距离不再能保护人员的安全时,应根据 12.4 的要求提供停机性能监控。

具体要求,可见相应的 C 类标准。

7 防护装置

7.1 一般要求

防护装置应满足第 6 章的要求。

7.2 固定式、可调式和联锁防护装置

7.2.1 设计与构造

7.2.1.1 用来构造防护装置的材料在设计和强度上应能防止已识别风险对人员的伤害。

7.2.1.2 防护装置应无在搬运、拆除或使用防护装置或设备时对人员造成伤害的锐边、尖角、焊渣、紧固件或其他危险。

7.2.1.3 防护装置的设计和构造应确保人员无法从防护装置上部或下部、绕过或穿越防护装置触及到危险区。防护装置开口的要求见 GB 12265.3—1997。

为了满足本要求,保护装置或安全防护方法可能与防护装置联用。安全防护供应商宜提供正确安装和使用防护装置的说明。

7.2.1.4 防护装置的设计和构造应确保其易用性,不宜采用过于笨重的防护装置(如过大、过重或累赘的)防护装置。

7.2.1.5 防护装置的设计和构造应根据特定操作的需要,使危险区可见。应提供与特定操作相适应的危险区可见度。当要求危险区可见时,防护装置可选择适当的材料和颜色。如:

——穿孔材料或金属网宜提供充分的开口观察区域;

——颜色宜比所观察的区域颜色深以增加可见度。

7.2.1.6 联锁防护装置的设计和构造还应满足以下要求:

——与防护装置相连的联锁装置应针对安全防护的用途进行专门设计和构造;

注:具体可见 GB/T 18831—2010。

——联锁防护装置上的手柄应固定在防护装置上,以防止在手柄与防护装置、机架或机器之间产生挤压点。

7.2.1.7 制造商应提供正确安装和使用防护装置的说明。

7.2.2 安装与操作

7.2.2.1 安装在机器上或危险区的防护装置应确保人员不能从其上部或下部触及到危险区、也不能绕过或穿越防护装置触及到危险区。

7.2.2.2 可调式防护装置的调整应确保人员不能从其上部或下部触及到危险区、也不能绕过或穿越防护装置触及到危险区。

7.2.2.3 联锁或机器控制系统的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。

7.2.2.4 联锁防护装置的联锁部分在危险运动停止前应防止被打开,或防护装置的安装应确保当联锁

部分打开时在危险运动停止之前人员不能触及到危险区。

7.2.2.5 当机器改进后或重新安装时,应重新安装防护装置或按照第4章和第5章的要求重新评估,以防止人员受到已识别危险的伤害。

7.2.2.6 用户应确保防护装置的安装、维护和操作能够防止:

- 未经授权的调整或绕开;
- 防护装置与运动的机器或工件之间产生危险;
- 打开联锁、重新关闭联锁等操作本身不应产生任何机器的危险运动。

注:联锁作为一种安全防护手段,并能够在安装或维护时始终保护机器运行区域的人员,此时宜注意保护相关人员。

为了满足上述要求,防护装置的安装、调整或移除宜通过使用特定的工具进行,且不宜使用以下紧固件:

- 一字或十字槽螺帽;
- 蝶型螺母;
- 磁铁;
- 插销和搭扣;
- 钩扣。

为确保正常运行,宜提供有关安全防护装置调整、维护 and 操作的培训,并定期检查。

7.2.2.7 防护装置的定位应考虑危险的可见性。当要求危险区可见时,宜为装置选择适当的材料和颜色,如:

- 穿孔材料或金属网宜提供充足的开口区域;
- 材料颜色宜比观察区域颜色深,以增加可视性。

7.2.2.8 用户应确保经常移动的、有可移动或有铰接部分的防护装置是联锁的。

7.3 活动式防护装置

7.3.1 设计与构造

7.3.1.1 A型

A型活动式防护装置的设计和构造应确保在危险机器运动开始之前就已封闭危险区,并应在机器停止运行且回到初始启动位置之前保持关闭状态。该防护装置应在机器循环结束后处于打开状态或被打开,以便在启动下一个机器循环以前重新设置系统。

7.3.1.2 B型

B型活动式防护装置的设计和构造应确保在危险机器运动开始之前就已封闭危险区,并应在机器循环的危险阶段完成之前保持关闭状态。该防护装置应在危险运动完成后打开,并应在启动下一个机器循环以前重新设置系统。

7.3.1.3 机器循环的启动应满足下列条件:

- 活动式防护装置处于关闭状态;
- 机器的循环启动方式已开启。

7.3.1.4 活动式防护装置的设计应确保在封闭危险区过程中当防护装置遇到障碍时能够返回到打开状态。

7.3.1.5 防护装置的元件、组件或模块应满足6.1的要求。

7.3.1.6 活动式防护装置本身不应产生新的危险。

7.3.1.7 需要观察机器运行时,活动式防护装置的设计和构造应使危险区可见。

当要求操作可见性时,宜为装置选择适当的材料和颜色,如:

- 穿孔材料或金属网宜提供充足的开口区域;
- 材料颜色宜比观察区域颜色深,以增加可视度。

7.3.2 安装、操作与维护

7.3.2.1 用户应确保活动式防护装置的安装、维护、调整和操作符合本标准的规定,用户宜根据制造商的建议正确操作装置。用户宜指导人员立即向指定的人报告任何仪器失灵或不当操作。

7.3.2.2 活动式防护装置的安装和操作应确保在装置处于关闭状态时人员不能从其上部或下部触及到危险区、也不能绕过或穿越防护装置触及到危险区。

其他防护装置或装置可能与防护装置联用以满足本要求。装置开口要求见 GB/T 18717.1—2002。

7.3.2.3 只有经过授权的人员才能对影响到机器安全操作的活动式防护装置进行调整。

7.3.2.4 活动式防护装置处于围合状态或暴露于危险区时,装置本身不应产生危险。

7.3.2.5 安装活动式防护装置时应考虑到危险区的可见性。当需要通过防护装置观察机器运行时,其安装宜提供危险的可见度。

8 保护装置

8.1 一般要求

防护装置应满足第 6 章的要求。

8.2 光电、射频和区域扫描存在感应装置

8.2.1 设计与构造

8.2.1.1 存在感应装置的设计和构造应产生一个有效敏感区以探测是否有人存在。存在感应装置本身不应产生危险。装置设计和构造应确保没有下列对人员产生危险的因素:

- 锐利边缘或挤压点危险;
- 放射光或能量危险;
- 电磁干扰危险;
- 电击危险。

8.2.1.2 光电保护装置应有一个最低的分辨力,不论侵入平面处于何种角度,都会使一个尺寸相同或更大的障碍物在其有效敏感区的任何位置总会被探测到。

光电保护装置的最低分辨力应由制造商给出。

注:光电保护装置可能在检测区域的任何位置检测到直径是 32 mm 的不透明物体,但允许在检测区域特定的点不能检测到直径是 25 mm 的不透明物体。

8.2.1.3 只要存在感应装置未被抑制,则探测到有人存在时应改变其输出状态。应确保改变其输出状态。

注:抑制可能由装置、其接口、辅助控制器或机器控制系统完成。

8.2.1.4 存在感应装置的调整或配置应受到监督检查。使用钥匙型控制器是满足本要求的方法之一。

满足本要求的方法包含但不仅限于使用钥匙型控制器或带锁定装置的控制器。

调整或配置可能包括:

- 抑制;
- 遮蔽;

- 功率调整；
- 配置有效敏感区；
- 复位功能。

8.2.1.5 存在感应装置应结合可视的手段来表明在该装置有效敏感区域内人员被探测到。宜通过集成到存在感应装置、接口的部件或机器控制系统中的指示灯(通常红或绿)、显示器或仪表等来表明存在感应装置的状态。

注：对于色盲，在提供指示时，明确的位置、图形、标记或闪烁等方法可能更有效。

8.2.1.6 存在感应装置的最大响应时间不应受到分辨力或环境变化的影响。

制造商应提供存在感应装置的最大响应时间。

8.2.1.7 射频(RF)存在感应装置应提供调整场灵敏度的方法。一旦进行了调整，不应使场灵敏度低于既定水平。

8.2.1.8 光电保护装置不应受到环境光线或设备光源特性改变的影响，从而造成响应时间增加或分辨力改变。

8.2.1.9 光电、射频和区域扫描存在感应装置的元件、组件或模块的设计与构造应满足 6.1 的要求。

8.2.1.10 区域扫描装置应提供一种方法或操作模式用于验证探测范围或区域的大小、形状和探测能力。

区域扫描装置的供应商应提供以下信息：

- 最大安全防护范围；
- 安全防护范围内的最小分辨力；
- 最大视角；
- 范围测量允差；
- 根据物体反射率和距物体的距离给出的探测能力。

注：这类装置是基于漫反射原理。当物体进入探测区域，将光反射到区域扫描装置，然后确定物体的位置。更多信息见 GB/T 19436.1 和 GB/T 19436.2。

8.2.2 安装、操作和维护

8.2.2.1 应确保人员不能通过感应区上部、下部或绕过感应区，进入危险区。应提供附加安全防护装置保护这些区域。

有效的感应区应具有足够的高度、宽度和深度以使进入危险区的人员能被探测到。

如果人体或人体部位能处于有效敏感区和危险区域之间，则存在感应装置宜与附加防护装置联用以防止人员暴露于危险区。

由于邻近工件或物体的反射，光电保护装置可能无法检测到人员的存在，宜注意防止这些反射光使装置不起作用。

此类安全防护装置的安装不应产生新的风险，如：

- 装置和机器运动部件之间产生的挤压危险；
- 绊倒危险；
- 电击危险；
- 热危险。

当存在上述危险，可能需要附加的安全防护装置。

8.2.2.2 存在感应装置的安装位置应确保其有效感应区能防止人员在机器循环的危险阶段触及危险区。

注 1：安全距离的计算见 GB/T 19876—2012 和 GB 23821—2009。

注 2：射频装置的有效敏感区，会受到下列因素影响而变化：

- 天线设计；
- 邻近机器和装备的效应；
- 场灵敏度的调整；
- 环境因素(如湿度和温度)。

在机器用于生产之前,宜检查射频装置以确保有效场在安全距离内保护人员。

8.2.2.3 存在感应装置的有效敏感区在机器循环的危险阶段被中断时,存在感应装置应通过启动机器控制系统的急停指令来防止人员受到危险伤害。机器重新启动或继续运行以前应要求重置到正常启动状态。

当人员能够穿过存在感应装置的有效敏感区时,存在感应装置应启动机器控制系统的急停指令,且在危险运动发生之前需要人工复位存在感应装置或机器控制器。操作人员应确保在复位存在感应装置或机器控制器之前或启动危险运动之前,安全防护区域内没有人员。

复位装置应位于安全防护区域之外,并使其在安全防护区域内不能被触及到。只有经过检验确认安全防护区域里的人员已清空或无人,才能对存在感应装置或机器控制系统进行重置。

8.2.2.4 接口或机器控制系统的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。

8.2.2.5 应在机器循环的安全阶段才允许抑制存在感应装置。存在感应装置被抑制后,能够影响安全相关功能性能的系统或装置的某一元件、组件或模块发生单一失效不应阻止启动正常停机指令,或引发急停指令。如果发生失效,在失效得到纠正、系统或装置手动复位以前,应防止重新启动机器。

注:抑制一般通过接口电路或辅助控制器实现。抑制元件的控制可靠性宜与存在感应装置的控制可靠性相当。

失效时,不得通过对系统或装置重复手动复位进行生产操作。手动复位的目的是诊断部件、组件、模块或装置的失效。安全相关功能无效时,在诊断或故障查找过程中可能发生二次失效。在此过程中宜采用补充保护措施。更多安全相关功能的性能信息见附录 B。

如果机器具有反转功能,这种情况下抑制可能存在危险,则控制系统应具有只允许在正转时才能抑制的自动装置。例如:将驱动马达启动机与控制电路联锁(正向接触),当启动机接通电源时,只允许在正转时抑制。

如果在存在感应装置被抑制时人员能够穿过有效敏感区,应采取措施保证抑制取消时人员位于危险区域外或者机器停止危险运动。

8.2.2.6 绕开存在感应装置应受到用户监督。应对存在感应装置是否在用或被绕开的工作状况予以指示,且应便于受该装置保护的人员观察。

存在感应装置被绕开后,该装置、接口或控制系统不应指示与“绕开”无关的任何状态。

当存在感应装置被绕开时,应提供并使用其他安全防护。

8.2.2.7 射频存在感应装置不应由于机器周围环境变化受到不利影响,如环境条件、部件和零件箱的定位、操作地面的条件或工业卡车的运动等,这可能引起其灵敏度的改变,致使人员在有效敏感区的安全距离内不能被探测到。

8.2.2.8 确定从已识别最近的危险至探测范围或区域的距离时应包含区域扫描装置范围测量的总允许误差。应对该探测区域进行识别和检测,以确保区域扫描装置能够探测到进入探测区域的人员。完成安装、更换后或探测区域发生变化时,应检验有效敏感区域的大小和覆盖范围。

当区域扫描装置水平安装时,宜清晰标出探测区域。

区域扫描装置可能无法有效保护手或手指。

8.3 双手操纵装置

8.3.1 一般要求

双手操纵装置不用于安全防护时,本条款不适用。

8.3.2 设计与构造

双手操纵装置的设计和构造应需要双手同时操作触发控制器才能启动机器循环,且应防止单手触发控制而启动机器循环。

在机器循环的危险阶段,释放任何一个手动控制器时均应触发停机指令,需要释放并重新启动两个手动控制器才能重新启动危险运动。

双手操纵装置的部件、组件或模块应满足 6.1 的要求,具体参见 GB/T 19671—2005。

8.3.3 安装、操作与维护

8.3.3.1 用户应确保双手操纵装置的安装、操作和维护符合本标准的规定。

8.3.3.2 按照 6.2 的要求,双手操纵装置应与最近的危险区有一定的距离以使操作人员在危险运动中前不能触及到危险区。应要求同时操作双手操纵装置才能启动机器循环。

8.3.3.3 双手操纵装置应要求操作人员在机器循环的危险阶段应双手同时操作控制器,以使操作人员在危险运动停止前不能够触及到危险区。双手操纵装置应要求在机器周期的危险阶段操作人员双手必须同时操作。

8.3.3.4 如果采用双手触发或双手操纵装置对一个以上人员进行安全防护,每个操作人员都应具有单独的手动控制装置。

双手操作人员控制工位的选定应受到用户监督。此外,每个选定的双手控制工位都应同时操作,并应要求释放开选定的手动控制器且操作人员重新启动所有手动控制器才能启动机器循环。

应给每个操作人员提供指示其手动控制器处于被选用还是未被选用状态的方式。

8.3.3.5 接口或机器控制系统的组件、部件或模块应满足 6.1 的要求。

8.4 压敏垫

8.4.1 设计与构造

8.4.1.1 压敏垫,包括由多个垫组合成一个有效敏感区的,其设计和构造应能探测到有效敏感区上出现的人员。

如果未被抑制,当探测到有人员存在时,压敏垫应改变其输出状态。

抑制可能通过压敏垫及其表面、辅助控制器或机器控制系统实现。当压敏垫被抑制时,其输出状态可能不改变。

压敏垫本身不应产生新的危险。如:

- 锐利边缘;
- 滑倒或绊跌危险;
- 电磁干扰危险;
- 电击危险。

8.4.1.2 压敏垫应结合可视的手段指示装置检测到压敏垫表面上有人员存在。宜提供指示灯(通常红或绿)、显示器或仪表等指示装置的状态。可视的手段可能与装置是一个整体或是机器控制系统接口的一部分。

注:对于色盲,在提供指示时,明确的位置、图形、标记或闪烁等方法可能更有效。

8.4.1.3 压敏垫的最大响应时间应不受分辨力调整或环境变化影响的,并应由制造商给出。

8.4.1.4 压敏垫的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。具体参见 GB/T 17454.1—2008。

8.4.2 安装、操作与维护

8.4.2.1 压敏垫的调整或配置应受到用户监督。

满足本要求的方法包含但不限于使用钥匙型控制器或带锁盖子下的控制器。

调整或配置可能包含：

- 抑制；
- 配置垫；
- 复位功能；
- 灵敏度调整。

8.4.2.2 人员应不能通过压敏垫有效敏感区的上部、下部或绕过压敏垫有效敏感区进入危险区，应通过补充防护装置来保护这些区域。

有效敏感区应具有足够的长度和宽度，使其能够探测到进入危险区的人员。

如果人员能处于有效敏感区和危险区域之间，本装置宜与补充防护装置联用以防止人员暴露于危险。当人员能越过压敏垫时，见 8.4.2.4。

压敏垫本身不应产生新的风险。如：

- 锐利边缘；
- 滑倒或绊跌危险；
- 电磁干扰危险；
- 电击危险。

8.4.2.3 压敏垫的位置应确保其有效敏感区能够防止人员在机器循环的危险阶段进入危险区。

安全距离的确定，见 GB 23821—2009。还宜考虑得因素有：人员跨过压敏垫。

用户应确保只有经过授权的人员才可以重新安装压敏垫。

防止偶然移动的方法包括：

- 边缘固定；
- 紧固件固定；
- 尺寸大、质量重。

8.4.2.4 在机器循环的危险阶段当探测到压敏垫的有效敏感区上有人时，压敏垫应能通过触发机器控制系统的急停指令来保护人员免受伤害，并且应要求在启动或继续机器运动前将其重置到正常启动状态。

当有人能够越过压敏垫的有效敏感区时，该垫应触发机器控制系统的急停指令，并应要求在机器进行危险运动以前对压敏垫或机器控制系统进行手动复位。

操作人员应确保在装置或机器控制器复位之前和启动危险运动之前没有人员在安全防护区域。

复位装置应安装在安全防护区域的外面并且不能在安全防护区域内触及到。只有经过检验确认安全防护区域里没有人员后才应对压敏垫或机器控制装置进行复位。

8.4.2.5 接口或机器控制系统的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。

8.4.2.6 只有在机器循环的非危险阶段，才允许对压敏垫进行抑制。

注：抑制一般通过接口电路或辅助控制器实现。抑制元件的控制可靠性宜与压敏垫的控制可靠性相当。

压敏垫被抑制后，能够影响安全相关功能性能的系统或装置的某一元件、组件或模块发生单一失效不应阻止启动正常停机指令，或引发急停指令。万一发生失效，在失效未得到处理、系统或压敏垫未被手动复位以前，应防止重新启动机器。

如果机器具有反转功能，这种情况下抑制可能存在危险，则控制装置应具有只允许在正转时才能抑制的自动装置。

例如：将驱动马达启动机与控制电路联锁（正向接触），当启动机接通电源时，只允许在正转时抑制。

如果在防护装置被抑制时人员能够越过有效敏感区，应具有当抑制解除时确保人员处于危险区以外，或机器停止危险运动的措施。绕开压敏垫应受到监督。应对压敏垫是否在用或被绕开的工作状况予以指示，且应便于受压敏垫保护的人员观察。

压敏垫被绕开后,该垫、接口或控制系统不应指示与“绕开”无关的任何状态。

当被绕开时,如果装置正常状态指示灯仍正常工作则会产生误解。

注 1: 当装置被绕开或没有在使用时,去除装置动力或禁用正常状态指示灯。

注 2: 对于色盲,在提供指示时,明确的位置、图形、标记或闪烁等方法可能更有效。

当压敏垫被绕开时,应使用补充安全防护。

8.4.2.7 当压敏垫组合在一起并在连接处使用感应条时,应注意确保感应条下没有异物阻碍其启动。

8.5 压敏边

8.5.1 设计与构造

8.5.1.1 压敏边的设计和构造应能通过人员沿着其有效敏感区施加的压力或力来探测人员是否存在。

有效敏感区是压敏垫装置的一部分,通过有效敏感角度和有效敏感长度定义。

触发压敏边不应产生新的危险。如:

- 锐利边缘;
- 滑落或跌落危险;
- 电磁干扰危险;
- 电击危险。

8.5.1.2 压敏边的最小探测灵敏度应能使处在其有效敏感区上任何位置的人都可以被探测到。制造商应给出有效敏感区内驱动装置需要的力。

如果未被抑制,当压敏边探测到有人存在时应改变其输出状态。

抑制可能通过压敏垫及其表面、辅助控制器或机器控制系统实现。当压敏边被抑制时,其输出状态可能不改变。

8.5.1.3 压敏边应结合可视的手段来显示它正在探测的有效敏感区的情况。宜提供指示灯(通常红或绿)、显示器或仪表等指示装置的状态。可视的手段可能与装置是一个整体或是机器控制系统接口的一部分。

注: 对于色盲,在提供指示时,如指示灯清楚的定位、图形、标记或闪烁等方法可能更加有效。

8.5.1.4 压敏边应具有不受灵敏度调整或环境变化影响的最大响应时间。安全防护的供应商应提供该存在感应装置的最大响应时间。

8.5.1.5 压敏边的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。具体见 GB/T 17454.2—2008。

8.5.2 安装、操作与维护

8.5.2.1 压敏边的调整或配置应受到用户监督检查。

满足本要求的方法包含但不仅限于使用钥匙操作控制器或位于可封闭封盖下方的控制器。调整或配置应只能由经授权的人员完成。

调整或配置可能包含:

- 抑制;
- 复位功能;
- 灵敏度调整。

8.5.2.2 压敏边应具有足够大的有效敏感区以便能探测到暴露在危险区的人员。

如果人员能处于有效敏感区和危险区域之间,本装置宜与补充防护装置联用以防止人员暴露于危险。

应提供补充防护装置以防止人员通过压敏边有效敏感区的上部、下部或绕开有效敏感区进入危险区。

压敏边本身不应产生新的危险。如:

- 装置和机器部件之间的接口产生的挤压点危险；
- 电击危险。

宜经常检查有效敏感区，如果有效敏感区被破坏，在有效敏感区修好之前或被更换之前不宜使用。

8.5.2.3 压敏边的有效敏感区应牢固安装在固定或运动的物体上以便能探测到出现在危险区的人员并启动停机指令。

注：在对人员的伤害发生前，运动的物体不能停止时，不宜使用压敏边。

用户应确保只有经授权的人员可能重新定位有效敏感区。

8.5.2.4 在机器的危险运动过程中，当探测到压敏边的有效敏感区上有人员存在时，压敏边应能通过触发停机指令来保护人员免受伤害，并且应要求在启动或继续危险运动前将其重置到正常启动状态。

复位装置应安装在安全防护区域的外面并且不能在安全防护区域内触及到。只有经过检验确认安全防护区域里没有人员后才应对压敏边或机器控制装置进行复位。

8.5.2.5 只有在机器循环的非危险阶段，才允许对压敏边进行抑制。压敏边被抑制后，能够影响安全相关功能性能的系统或装置的某一元件、组件或模块发生单一失效不应阻止启动正常停机指令，或引发急停指令。一旦发生失效，在失效未得到处理、系统或压敏边未被手动复位以前，应防止重新启动机器。

注：抑制一般通过接口电路或辅助控制器实现。抑制元件的控制可靠性宜与压敏垫的控制可靠性相当。

如果机器具有反转功能，这种情况下抑制可能存在危险，则控制装置应具有只允许在正转时才能抑制的自动装置。如：将驱动马达启动机与控制电路联锁（正向接触），当启动机接通电源时，只允许在正转时抑制。

如果压敏边被抑制时人员能够越过有效敏感区，当抑制解除时应具有确保人员处于危险区之外或机器停止危险运动的措施。

8.5.2.6 绕过压敏边应受到用户监督。应对压敏边是否在用或被绕开的工作状况予以指示，且便于受压敏边保护的人员观察。

压敏边被绕开后，该边缘、接口或控制系统不应指示与“绕开”无关的任何状态。

当压敏边被绕开时，应提供并使用补充安全防护。

8.6 探测装置

8.6.1 设计与构造

8.6.1.1 探测装置的设计和构造应能在人员的手或手指进入危险区时防止启动或停止机器循环。

8.6.1.2 探测装置本身不应产生新的危险。

8.6.1.3 探测装置的控制器、接口或机器控制系统的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。

8.6.2 安装、操作与维护

探测装置的安装、维护、使用和调整人员应经过授权。

8.7 单控制器安全防护装置

8.7.1 设计与构造

8.7.1.1 单控制器安全防护装置用的驱动控制器应按下列方法之一正确定位：

- 需要连续驱动来完成机器循环危险阶段的驱动控制器应按 6.2 规定的安全距离定位；
- 用于触发单循环机器工作的驱动控制器应按 6.2 规定的安全距离安装。在单循环模式下操作时，单控制器的触发应具有防重复启动的功能。

单控制触发与驱动或离合机制的性能的结合可以实现防重复功能，也就是，当通过离合、双手触发单循环机构满足单循环限制的要求时宜有一个特性，要求在另一个循环或行程启动前要求释放所有运

行机构(如按钮、阀、杆)。

注:驱动控制器可能包含:

——单手控制器;

——脚控制器。

容易运动到小于安全距离或未牢固定位于安全距离内的驱动控制器不能满足本要求。

单控制器防护装置仅保护操作驱动控制器的人员。

8.7.1.2 单控制器、其接口或机器控制系统的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。

8.7.1.3 单控制器安全防护装置的设计和构造应能防止控制器被意外或疏忽大意地启动。

保护单控制器免于意外或疏忽意外启动,通常通过使用防护环或手掌防护装置或其他组合护罩来实现。

8.7.2 安装、操作与维护

8.7.2.1 应确保单控制器安全防护装置的安装、操作和维护符合本标准的规定。

8.7.2.2 单控制器防护装置的位置与最近的危险区的距离应符合 6.2 的规定,使操作者在危险运动停止前不能触及危险区,见 6.2。

8.7.2.3 在机器运动周期的危险阶段,单控制器安全防护装置应要求连续致动,以使确保操作者在危险运动停止前不能触及到危险区。

8.7.2.4 如果采用单控制器安全防护装置对一个以上人员进行安全防护,每个操作人员都应具有一个独立的单控制器安全防护装置。

操作人员控制工位的选定应受到用户监督。此外,每个选定的控制工位都应同时操作,而且需要释放并重新启动所有选定的操作人员的单控制器才能触发机器循环。

应向各操作人员提供指示单控制器安全防护装置是否被选用的方式。

8.7.2.5 接口或机器控制系统的组件、部件或模块应满足 6.1 的要求。

9 警示装置

9.1 警示隔离物

9.1.1 设计、构造、安装与操作

9.1.1.1 警示隔离物的设计、构造和安装应确保人员不能接触到隔离物且不能轻易触及危险区域。

警示隔离物是可活动的以允许各种尺寸的工件进入,但应防止操作人员在不知情的情况下触及危险区。此外,宜标明操作者的活动范围和危险区域。

宜通过说明、培训或危险区域邻近的标识,使操作人员意识到危险的形式及警示隔离物的重要性。见第 14 章。

宜定期检查警示隔离物。

9.1.1.2 警示隔离物本身不应产生新的危险。

9.2 警示信号

9.2.1 设计、构造、安装与操作

9.2.1.1 设计、构造和安装应对已存在的或潜在的危险给人员提供可识别的听觉或视觉信号。

宜通过指示灯(通常是红色或绿色)指示装置是否正常运行。

听觉装置宜有采用特殊的声音和强度,以确保高噪声水平时在危险区能被辨别出。听觉装置不宜与呼叫系统联合使用或用于启动或停止工作信号。

宜通过说明、培训或危险区域邻近的标识,使操作人员意识到危险的形式及警示信号的重要性。为了确保没有盲点,宜提供充分警示信号使人员能意识到潜在或已存在的危险。

宜定期检查警示信号装置。

9.3 警示标志

警示标志应符合 GB 18209 的规定。

10 安全防护方法

10.1 概述

安全防护方法包括安全距离防护、安全夹持防护和安全开口防护。

宜考虑到其他人员安全防护,且要求附加和补充安全防护。用户和人员的职责,见 4.2 和 4.3。

应对人员使用安全防护进行适当的培训和监督,并确保都能知晓如何正确使用。

10.2 安全距离防护

安全距离防护应满足下列要求:

- 应确定每种作业设置的安全距离;
- 应制定包含工作程序、培训和再培训以及监督的安全方案来确保此方法的正确使用;
- 操作者应以不小于最小安全距离用双手握持工件,或者如果不是用双手握持工件且操作者的另一只空闲的手可能会触及危险区,则需要提供附加防护装置来保护空闲的手。如果会有其他人员可能暴露在操作点的危险中,也应为这些人员提供安全防护;
- 使用材料检位规时,检位规应有足够的高度和大小或形状以防止材料从规中通过时滑落。检位规的放置应使操作者不可能在无意识的情况下使身体任何部位进入安全距离以内。

10.3 安全夹持防护

安全夹持防护应满足以下要求。

在机器循环的危险阶段,应通过下列方法之一使操作人员的双手远离已识别的危险:

- 需要用双手握持工件;

注 1: 工件可能是一个非常巨大、沉重、笨重以至于当工件在危险区域时,且操作在执行时,双手需要一直支持它。

- 要求一只手握持工件,同时另一只手操作机器。

注 2: 工件可能小或轻以使其可以用一只手握持或支持,而另一只手用于机器循环。

安全夹持防护可能被看作是安全工件安全防护。安全夹持只保护操作人员。

操作人员宜通过指示、培训或使用危险区域邻近的标识,意识到危险的形式和安全夹持防护的重要性,见第 14 章。

使用一个或多个感应器部件可能增强这种方法的有效性。当采用传感器时宜满足第 6 章的要求。

10.4 安全开口防护

安全开口防护应防止在工件就位后人员通过机器、防护装置中或存在感应装置盲区的开口进入已识别的危险区,或绕过工具、固定装置触及已识别的危险区。

防护装置的定位宜与已识别危险有一定距离,这个距离由开口和部件之间的最大空隙决定。具体可见 GB 23821—2009、GB/T 18717.1—2002 和 GB/T 18717.2—2002。

10.5 其他安全防护方法

使用适合于作业的其他安全防护方法时,用户应评估人员的经验和能力,并进行适当的培训和实施安全操作规程。

操作人员宜通过指示、培训或使用危险区域邻近的标识,意识到危险的形式和安全操作方法的重要性,见第 14 章。

用户应保证人员初次和持续采用其他安全防护方法的能力。

11 安全操作规程

用户应审查安全防护装置或方法以及所采用的培训来确定是否需要安全操作规程,可能需要考虑以下因素:

- 任务的复杂性;
- 任务的风险高低;
- 培训、技能和工作经验;
- 安全防护是否可能被移除或被绕开;
- 是否需要增加其他安全防护。

如果需要,用户应制定工作程序并确保其使用。

在实际中,用户宜咨询机器或安全防护的制造商以识别任务及与其有关的危险,考虑制造商规定的性能、图表、数据、安全操作和维护说明以及警告,在制造商的建议和帮助下编写安全操作规程。

12 补充设备

12.1 一般要求

本章适用于与第 7 章~第 11 章所述的安全防护联合使用的补充设备的设计、构造和操作。

12.2 安全块、滑动锁、链锁和锁销

12.2.1 设计与构造

安全块、滑动锁、链锁、锁销或其他限制危险运动的机构应与机器联锁,以防止机器危险运动的启动,并且其设计和构造应满足以下要求之一:

- 当该机构安装就位后应能承受机器启动时所能产生的机器和工具构件的满负荷工作力;
- 应能承受机器运动部件、工具和其辅助装置的最大预期负荷(通常是静态重力)。

此外,应采用可视的手段来表明锁定机构是处于完全锁紧还是松开状态。

制造此类机构所使用的材料在额定负荷下不应发生失效。

对于限制危险运动的机构,其设计和构造的安全系数宜至少为 4。

12.2.2 安装与维护

将该机构安装到机器上以后,用来支撑机器及其构件或其他辅助装置时不应被挤出或产生新的危险。

该机构联锁控制系统的位置与使用区域应有足够的距离,以确保机构在没有断开可能会造成危险运动的动力源之前不能投入使用。

12.3 工件夹具

工件夹具不应：

- 其本身对人员产生危害；
- 减小安全防护(装置或方法)的效果；
- 限制机器安全操作时所需的风险区域的可见度。

工件夹具不用于供给或移除工件,相反的,在机器循环的危险运动阶段保持在适当的位置。

工件夹具的设计、构造、安装和使用宜尽量避免在危险区域使用双手。

工件夹具的示例有:夹具、磁力计、电磁计、气动夹具、钻模和卡具。

12.4 使能装置

12.4.1 设计与构造

12.4.1.1 使能装置的设计和构造应确保人员在危险区域内时,机器能够进行有限的受控运动。

12.4.1.2 启动使能装置所需的压力和力本身不应产生危险。

使能装置的设计和构造应避免产生以下危险：

- 锐边；
- 挤压点；
- 辐射；
- 电磁干扰；
- 电击。

使能装置的设计和安装还应考虑人类工效学因素(力、姿势等)。

12.4.1.3 使能装置应具有三个位置,使其在使能位置被连续按下时可允许有限的运动。装置的释放或压过其中间的使能位置时,应触发危险运动或情况的急停指令。

12.4.1.4 使能装置的设计和构造应要求机器运动重启前对装置进行释放和重新启动。

12.4.1.5 应提供可视的手段表明使能装置的触发状态。

应提供指示灯(通常红或绿)表明使能装置的运行状态。如果被绕开,宜使用橙色的灯或其他方法表明使能装置被绕开的状态。

灯光可能与使能装置是一个整体,也可能是接口或机器控制系统的一部分。

12.4.1.6 使能装置应具有不会受环境变化影响的最大响应时间,该响应时间应由制造者提供。

12.4.1.7 机器控制系统的设计应能使在机器处于使能装置控制时,机器运动只能选择使能装置启动而不能通过其他的动力源启动。

12.4.1.8 使能装置的元件、组件和模块应满足 6.1 的要求。

12.4.2 安装与操作

12.4.2.1 用户应确保使能装置的安装、维护和操作都符合本标准的规定。

用户宜遵照制造者的建议正确操作使能装置。

如果使能装置作为安全防护被绕开时的补充防护措施,用户宜确保只有经过培训的资质人员按照安全操作规程才能操作使能装置。

12.4.2.2 如果采用使能装置对一个以上人员进行安全防护,每个操作人员都应有各自的使能装置。使能装置的选择应受到用户监督。

此外,每个选定的使能装置应同时操作,且需要释放并再次操作所有选定的使能装置才能启动机器运动。

12.4.2.3 用户应确保每个使能装置都按照供应商的建议和用户制定的程序进行检验、检查及调整。所有必要的调整、维修和维护应在机器操作前完成。

12.4.2.4 当三位置使能装置在机器循环过程中被中断时,使能装置应该通过向机器控制系统发出急停指令保护人员免受伤害。在机器开始或继续运动以前应以正常启动方式重新启动。

12.4.2.5 机器控制系统向生产模式的复位应设置在危险区外并且不能在危险区内触及到。在经过检验危险区内没有人员存在以前不应重置机器的控制系统。

12.4.2.6 接口或机器控制系统的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。

12.5 停机性能监控

12.5.1 停机性能监控系统的目的是表明机器停机性能的恶化情况。停机性能监控的设计、构造、安装和使用应确保在机器的停机时间已经恶化到安全距离不能起到安全防护作用时,仍能防止后续的正常机器循环的启动。

突发失效时,停机性能监控可能无法防止重复。

机器的停机时间及安全距离的确定见 GB/T 19876—2012 中 5.1 和 5.2。

12.5.2 停机性能监控应能表明停机性能已经恶化到超过了规定参数。

12.5.3 停机性能监控的元件、组件或模块应满足 6.1 的要求。

12.5.4 如果停机性能监控安装到采用安全防护的机器上,下列情况下应重新计算安全距离:

- 循环停机点或上停机命令点被重新调整;
- 停机性能时间或角度被重新调整。

由于上述情况导致停机时间发生改变时,可能需要改变上极限位置,重新调整停机性能监控或停机机构。调整后,宜重新计算安全距离;且需要时,宜重新定位安全防护装置以确保机器的安全运行。

安全防护的安装位置应大于重新计算的安全距离。

以下因素可能影响停机时间:

- 机器性能;
- 离合气源供给;
- 平衡器气源供给;
- 装置重量;
- 机器循环速度;
- 刹车磨损。

12.6 过程故障的检测和监测设备

因安全相关目的而用来停止机器或过程的过程故障检测和监测设备应满足本条的要求。

该设备或机器控制系统在检测到故障后应防止机器运动或循环意外继续。

此类设备通常用于探测部件弹出、错送、过载或其他相关问题。

检测到故障后,应在操作者的工位上重新启动机器系统。

过程故障的检测和控制装置不是安全防护装置,但可以减小引入危险的可能性。

12.7 手持工具

手持工具应有足够的长度和正确的配置以使人员的手能保持在危险区域之外。

手持工具的设计和构造本身应不会造成新的危险,且所使用的材料应保证当与机器或其工具发生缠绕时不应破碎,如铝或其他比机器、卡具软的材料。

手持工具设计应考虑人类工效学原则,以减小手、肘、手臂和肩膀的疲劳和压力。

12.8 安全模块

安全模块应满足 6.1 的要求。

12.9 盖子和防护罩

用于执行安全防护功能的盖子或防护罩应满足第 7 章相应的要求。

12.10 停机和急停装置

停机和急停装置是对第 7 章～第 11 章规定的安全防护装置、警示隔离物、信号和标志、安全防护方法和安全防护程序的补充,本身并不是安全防护装置。

急停装置应符合 GB 16754 的规定。如果急停装置集成到控制系统中,不应削弱安全相关功能的性能,见 6.1 和附录 B。

13 检查与维护

用户应向检查和维护人员提供所有安全防护的维护说明书、建议和程序。

用户应对安全防护进行检查和维护,并负责检查和维护安全防护的人员的初始培训使其保持持续胜任的能力。

用户宜根据安全防护的使用情况和制造商的建议确定检查周期。

每次对安全防护进行维护之后,用户应确保安全防护能够执行预期功能。

因维护而拆除或禁用安全防护时,应提供其他安全防护以保护人员安全。

14 培训

用户应为操作人员、辅助人员、维护人员、监管人员以及可能暴露于机器危险中的其他人员制定相应的培训教程。

当编制培训项目时,宜考虑制造商的说明、建议、规定等。

培训宜至少包括以下内容:

- 安全防护的类型;
- 特殊用途和危险的安全防护;
- 安全防护的功能;
- 安全防护的正确安装和操作;
- 安全防护的功能测试;
- 安全防护的限制;
- 安全防护的非正常或意外操作。

用户应确保对上述人员按照所制定的教程进行培训。

对于接受以上培训的人员,用户应考核他们的掌握程度并使其保持其持续胜任的能力。

上述人员应负责在安全防护的维护和使用过程中遵守用户提供的培训教程和安全程序。

附 录 A
(资料性附录)
安全防护的危险清单

以下列出了在安全防护设计、构造、维护和使用中执行相关任务的潜在危险(不包括机械设计、构造、维护和使用中的危险)清单。

A.1 与安全防护(安全防护装置、警示装置、安全防护方法和安全操作规程)的设计和构造有关的危险,可能包括:

- a) 挤压或剪切;
- b) 螺栓、紧固件或其他部件的松动或破裂;
- c) 外部动力源的损耗或干扰;
- d) 电动装置、气动或液压部件的故障;
- e) 危险能源;
- f) 干扰:
 - 电磁辐射和抗挠度;
 - 静电放电。
- g) 冲击、振动;
- h) 湿度、空气污染、环境噪声、光、温度、液体;
- i) 人为因素;
- j) 电击。

A.2 与安全防护装置的安装有关的危险,可能包括:

- a) 与工作区域有关的危险;
- b) 危险能源;
- c) 工作表面;
- d) 保养;
- e) 易接近性、空间局限性。

A.3 与安全防护装置的集成和启动有关的危险,可能包括:

- a) 安全防护装置和机器间的挤压点或剪切点;
- b) (重新)安装和定位不当;
- c) 动力源的不当选择和连接;
- d) 与机器控制系统接口不当;
- e) 机器运动;
- f) 电击;
- g) 与确认过程有关的危险;
- h) 安全防护装置和机器及其辅助装置之间的相互作用;
- i) 人为因素。

A.4 与安全防护使用有关的危险,可能包括:

- a) 安全防护的不当安装和调整;
- b) 安全防护功能性;
- c) 安全防护不充分;
- d) 安全防护与便携工具箱、工件夹具台面、工件等之间的磕碰;
- e) 保养;

f) 人为因素。

A.5 与安全防护的维护有关的危险,可能包括:

- a) 运动;
- b) 储存的能量;
- c) 不充分的测试程序或不当的试验和检验;
- d) 工作程序;
- e) 保养;
- f) 人为因素。

附 录 B
(资料性附录)
安全相关功能的性能

本标准规定的各项要求旨在防止人员暴露于危险运动(或状态)中。安全相关功能性能的水平取决于与危险有关的风险水平。见第5章。

可以使用各种设计策略以确保组件、模块、设备或系统的故障满足上述要求的性能水平。一些设计策略可能会允许单个故障的累积,然而,当下次严重故障会致使安全相关功能丧失时仍然要停止(或防止再启动)危险运动(或状态)。其他策略还包含对故障的自诊断、判定和应对。其他策略仍使用行之有效的组件与设计原则以将故障概率减少到容许的风险程度。控制可靠性是将系统安全相关功能分解到部件、模块、装置或系统,且能被另外的部件、模块、装置或系统监控或检查的一种设计策略、方法或特性。很显然,由于部件的多重或单一故障(偶然原因)造成安全相关功能的丧失而产生的保护,有时称为“故障安全”,但不具有实际操作性。(电气、机械或液压式)机器致动器的致命故障可以引发安全相关功能的丧失。应用(有/无监控或检查的)冗余部件、模块、装置或系统常常被用于过程控制系统,目的是维持发生故障时的过程。飞机系统、化学处理工厂和电力输送系统是故障发生时过程必须继续的应用实例。控制可靠性不是依靠单一的冗余技术来实现,应通过监控手段来确保维持冗余的持续有效。控制可靠性采用监控和检查来确定可辨别部件、模块、装置或系统发生了故障并确定危险运动(或状态)已被停止或防止启动和重启。控制可靠性保证了控制系统或装置的故障不会导致安全相关功能的丧失。

注1: 由于某些故障需要等到机器的一个循环或部分循环完成后才能被检测到,因此在部分循环中可能发生安全相关功能的丧失。

电气、电子、气动或液压系统或装置的控制可靠性关键在于所监控的多个和独立并行的或系列的组件、模块、装置或系统。机器控制系统或装置的控制可靠性能够使用但不仅限于下列两个方法或之一来实现:

- 使用两个或多个不同部件、模块、装置或系统,每个都被另外一个(多个)进行适当的检验(监控),以确保安全功能的性能;
- 使用两个或多个相同部件、模块、装置或系统,每个都被另外一个(多个)进行适当的检验(监控),以确保安全功能的性能。

这些方法要求安全防护装置、其对控制系统(或直接对致动器控制装置)的接口和致动器控制装置均应满足上述要求。

当机器运动停止且每个循环至少重启一次时,可采用另一个控制可靠性策略。该策略要求控制系统和致动器控制装置利用上述设计方法。安全防护装置及其接口可以是也可以不是控制可靠的。为了确保这些组件不能引发安全相关功能的丧失,控制系统的设计应要求该装置及其接口在后续的机器循环启动以前,可自动执行或由操作人员执行(如释放手动控制器或中断光电保护装置)。

注2: 控制可靠性的要求与 GB/T 16855.1 的要求没有直接可比性,且高于 PLC 的要求。

实现控制可靠性依赖于专门设计的和安全相关功能预期使用的部件、模块、装置和系统的选择与集成。遵守规则的设计过程(包含设计指南、审查和其他部分)是实现设计完整性和准确性的重要部分,并宜贯彻实施以保证实现控制的可靠性。

附 录 C
(资料性附录)
应用场合与特征

表 C.1 中列出了安全防护和辅助设备及其应用场合与特征,但并非是包括全部安全防护的完整列表,只不过是给出了表中所列安全防护和辅助设备的潜在应用和性能的附加资料或指南。

表 C.1 安全防护的场合与特征

安全防护	应用场合 (对应安全防护的危险区域:)	特征
固定式防护装置	——在机器的正常工作过程中,不要求人员进入危险区; ——因需要送入和取出物料、工件、废料,要求隔离防护的开槽或开口尺寸或位置不允许身体部分能触及到危险区。	——在所安全防护的危险区附近保护人员; ——与所安全防护的人员毫不相关。
联锁防护装置	——因需要变换或调整工具,更换线圈,清除废料等,要求常规进入危险区; ——在机器正常工作过程中,不要求进入危险区。	——在所安全防护的危险区附近保护人员; ——与所安全防护的人员毫不相关。
可调式防护装置	——在机器正常工作过程中,不要求人员进入危险区。 ——因需要送入和取出物料、工件、废料,要求隔离防护的开槽或开口尺寸或位置不允许身体部分能触及到危险区。	——在所安全防护的危险区附近保护人员; ——与所安全防护的人员毫不相关; ——要求调整以适合于每个作业设置; ——依赖于对安装人员进行有效安全防护的培训和监督。
活动式防护装置	在机器正常工作过程中必须进入危险区。	——在所安全防护的危险区附近保护人员; ——依赖于对安装人员进行有效安全防护的培训和监督。 使用活动式防护装置,能够增加完成一个生产循环所需的时间,显著降低机器的生产能力。
存在感应装置;光电、射频和区域扫描装置;压敏垫和压敏边	在机器的正常工作过程中,制造过程需要人员进入危险区。	——在所安全防护的危险区附近保护人员; ——操作人员和正在进行的操作之间无障碍; ——与所安全防护的人员毫不相关。
下降探头装置	在机器的正常工作过程中,制造过程需要人员进入危险区。	——只有在人员使用装置时起保护作用; ——依赖于对安装人员进行有效安全防护的培训和监督。

表 C.1 (续)

安全防护	应用场合 (对应安全防护的危险区域:)	特征
双手操纵装置	——该机器配备了一个液压或气动、电气或电子驱动(伺服变速装置)的几分之一转的离合器; ——在机器的正常工作过程中,制造过程需要人员进入危险区。	——只有在人员操纵装置时起保护作用; ——在操作人员和正在进行的操作之间无障碍。
单控制器装置	——该机器配备了一个液压或气动、电气或电子驱动(伺服变速装置)的几分之一转的离合器; ——触发控制器在被随时启动后,机器进行一个完整的机器循环; ——在机器的正常工作过程中,制造过程需要人员进入危险区。	——只有在人员操纵装置时起保护作用; ——在操作人员和正在进行的操作之间无障碍。
警示装置和警示信号	警示装置和警示信号警告人员有行将发生或快要临近的危险存在。	警示装置和警示信号通过可听声音或可见光来给人员报警。
安全距离防护	在机器循环的危险阶段,工件的定位和操作人员的位置排除了操作人员处于或接近危险区域的需要。	——在机器的危险运动过程中,要求操作人员只有保持在离危险区具有安全距离的某个位置才起到保护作用; ——与所安全防护的人员毫不相关。
安全夹持防护	在机器循环的危险阶段,要求操作人员在危险区域外用双手握持工件。	在机器循环的危险阶段,要求操作人员只有在危险区外用双手握持工件才能起到保护作用。
安全开口防护	使用防护装置上的开口将工件放置在适当位置以防止人员触及到危险区域。	——将工件放置在适当位置时,在所安全防护的危险区附近保护人员; ——与所安全防护的人员毫不相关。
安全定位防护(人员受限制)	正常生产过程中,要求生产过程有关的操作人员或辅助人员不能进入到危险区。限制他们必须停留在相距危险区具有一定距离的位置,以使操作人员或辅助人员在危险运动停止以前不能接触到危险区。	——只保护配备了控制装置的操作人员; ——在操作人员和正在进行的操作之间无障碍。
安全操作规程	由用户制定的确保正确使用和操作防护装置或具有特定作业机器的程序。	用户要确定是否确保安全工作实践达到了安全操作规程的要求。 确定安全操作规程是否达到要求,需要考虑(但不限于)下列因素: ——任务复杂的场合; ——任务具有高风险的场合; ——培训、技能或工作经验有限制的场合; ——其他防护装置被拆除或绕开的场合; ——要求增加其他安全防护的场合。

表 C.1 (续)

安全防护	应用场合 (对应安全防护的危险区域:)	特征
盖子	用于安全保护为润滑或检查而在防护装置或机器部件上提供的开口,这样的开口存在进入的危险。	——在安全防护的危险区附近保护人员; ——与被安全防护的人员毫不相关。
防护罩	——需要容纳金属切屑或冷却液; ——潜在有破碎的工具或工件碎片弹出。	——在安全防护的危险区附近保护人员; ——与被安全防护的人员不相关。

参 考 文 献

- [1] GB/T 8196—2003 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
- [2] GB/T 16855.1—2008 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则
- [3] GB/T 18831 机械安全 带防护装置的联锁装置 设计和选择原则
- [4] GB/T 19436.1 机械电气安全 电敏防护装置 第1部分:一般要求和试验
- [5] GB/T 19436.2 机械电气安全 电敏防护装置 第2部分:使用有源光电防护器件(AOPDs)设备的特殊要求
-