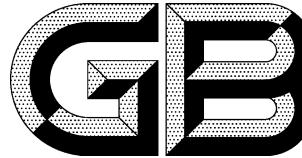


ICS 71.120;83.200  
CCS G 95



# 中华人民共和国国家标准

GB 46035—2025

部分代替 GB 20055—2006,GB 25431.1~25431.3—2010,GB 25432—2010 等

---

## 橡胶塑料机械 通用安全要求

Rubber and plastics machinery—General safety requirements

2025-08-01 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	VII
引言 .....	VIII
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 通用安全要求和/或保护或风险减小措施 .....	2
4.1 总体要求 .....	2
4.2 人类工效学 .....	3
4.3 操作位置 .....	3
4.4 启动、停止和重启功能 .....	3
4.5 急停 .....	4
4.6 防护装置 .....	4
4.7 电敏保护设备 .....	5
4.8 双手操纵装置 .....	5
4.9 压敏垫、压敏地板和压敏边 .....	5
4.10 动力操作式防护装置 .....	6
4.11 控制系统安全相关部件 .....	6
4.12 自动监控 .....	6
4.13 运动部件 .....	6
4.14 软管 .....	7
4.15 电气和电磁干扰 .....	7
4.16 过热部件或物料 .....	7
4.17 噪声 .....	7
4.18 气体、烟和粉尘 .....	8
4.19 滑倒、绊倒和跌落 .....	8
4.20 液压和气动系统 .....	8
5 密闭式炼胶机炼塑机的特定安全要求 .....	8
5.1 加料区的机械危险的安全防护 .....	8
5.2 串联密炼机过渡料槽区域机械危险的安全防护 .....	9
5.3 卸料区域机械危险安全防护 .....	10
5.4 转子驱动元件运动引起机械危险的安全防护 .....	10
6 开放式炼胶机炼塑机的特定安全要求 .....	10
6.1 在正常(正转和反转)操作时被两辊吸入和碾压的危险 .....	10

6.2 因制动性能减弱导致的危险 .....	10
6.3 辊筒驱动机构吸入和碾压的危险 .....	10
6.4 挡胶板与辊筒间的吸入和碾压危险 .....	11
6.5 人员紧急释放附加安全要求 .....	11
6.6 适用于大型开炼机( $D \geq 400$ mm)的特定要求 .....	11
6.7 适用于小型开炼机( $D \leq 200$ mm)的特定要求 .....	14
6.8 适用于中型开炼机( $200$ mm < $D < 400$ mm)的特定要求 .....	16
7 橡胶塑料挤出机的特定安全要求 .....	16
7.1 驱动和传动装置、螺杆轴 .....	16
7.2 机筒上的开口 .....	16
7.3 料斗 .....	16
7.4 单/双辊喂料系统 .....	16
7.5 填塞式喂料系统 .....	17
7.6 过压保护 .....	17
7.7 换网装置 .....	17
7.8 熔体齿轮泵 .....	17
7.9 排气装置 .....	17
7.10 挤出机头 .....	17
7.11 动力操纵的整机及其部件的水平运动 .....	18
8 橡胶塑料挤出生产线中的模面切粒机的特定安全要求 .....	18
8.1 熔体连接体、开车阀 .....	18
8.2 切粒区、切粒室 .....	18
8.3 粒料排放区/换向装置、冷却和输送介质出口区 .....	19
8.4 驱动电机和传动区 .....	19
8.5 水平移动轮组 .....	19
8.6 失去稳定引起的危险 .....	19
9 橡胶塑料挤出生产线中的牵引装置的特定安全要求 .....	19
9.1 喂料区 .....	19
9.2 输送区、驱动和动力传输区 .....	20
9.3 出料区 .....	20
9.4 重力引起的坠落/失控下降 .....	20
9.5 可进入全身的附加要求 .....	20
9.6 危险区域的启动和机器设置操作 .....	21
10 橡胶塑料压延机的特定安全要求 .....	21
10.1 总体要求 .....	21
10.2 防止进入碾压区 .....	22
10.3 清理的附加要求 .....	23

10.4 传动系统引起的危险 .....	23
10.5 辅助辊处的危险 .....	24
10.6 辅助设备引起的危险 .....	24
10.7 接合/分离压延机的动力运动 .....	25
11 橡胶塑料注射成型机的特定安全要求 .....	25
11.1 模具区域合模运动产生的危险 .....	25
11.2 模具区域非操作侧合模运动产生的危险 .....	26
11.3 生产过程中合模运动以外的运动造成的危险 .....	26
11.4 带控制功能的防护装置的使用 .....	28
11.5 对带有下行模板的机器的安全要求 .....	30
11.6 对模具区和联锁防护装置或光幕之间的区域可人体全身进入的机器的附加要求 .....	30
11.7 对可人体全身进入模具区的机器的附加要求 .....	31
11.8 合模机构区域或动模板后面区域 .....	32
11.9 模具区域和/或合模机构区域外的中子和顶针以及它们的驱动机构运动的区域 .....	33
11.10 喷嘴区域 .....	33
11.11 注射装置区域 .....	34
11.12 制品下落区域 .....	34
12 橡胶塑料刀片式破碎机的特定安全要求 .....	35
12.1 破碎室 .....	35
12.2 喂料区 .....	35
12.3 排料区 .....	36
13 橡胶塑料拉条式切粒机的特定安全要求 .....	36
13.1 切割室 .....	36
13.2 喂料装置 .....	37
13.3 喂料区 .....	37
13.4 排料区 .....	37
13.5 启动装置 .....	37
13.6 水溢危险 .....	37
14 橡胶塑料切碎机的特定安全要求 .....	37
14.1 切碎室 .....	37
14.2 喂料区 .....	38
14.3 排料区 .....	39
15 塑料团粒机的特定安全要求 .....	39
15.1 团粒室 .....	39
15.2 未预切割物料的喂料 .....	40
15.3 排料系统的运动部件 .....	40
16 平板硫化机的特定安全要求 .....	40

16.1 模具区 .....	40
16.2 模具区之外的锁模装置区 .....	43
16.3 动力操作式模具夹持系统的危险 .....	44
16.4 动力操作式换模装置的危险 .....	45
16.5 全身可进入模具区的活动式防护装置或光幕和模具区之间的平板硫化机 .....	45
16.6 全身可进入模具区的平板硫化机 .....	46
16.7 往复/转台平板硫化机 .....	47
17 轮胎定型硫化机的特定安全要求 .....	47
17.1 概述 .....	47
17.2 移动上部分关闭(合模运动)和打开(开模运动) .....	48
17.3 移动上部分在开模极限位置时的意外坠落 .....	48
17.4 移动上部分在开模任意位置时的意外坠落 .....	49
17.5 移动上部分锁紧装置闭锁或开锁 .....	49
17.6 装胎装置和/或存胎器下降、上升、转进和转出 .....	49
17.7 装胎装置在上升位置时坠落 .....	49
17.8 卸胎装置运动 .....	50
17.9 施加合模力或释放合模力运动、模套自动锁紧和解锁装置运动、活络模操纵装置向上和 向下运动 .....	50
17.10 硫化机在半封闭位置(二次定型位置)以上时,向胶囊施压力 .....	50
17.11 硫化机在半封闭位置(二次定型位置)以下时,向胶囊施压力 .....	50
17.12 蒸汽室解锁之前,蒸汽室内压力过高 .....	51
17.13 硫化机合模并锁紧时,向胶囊施压 .....	51
17.14 解锁之前,胶囊压力过高 .....	51
17.15 胶囊泄漏导致胶囊和轮胎之间热水聚集 .....	51
17.16 胎坯或轮胎在装胎或卸胎时坠落 .....	51
17.17 后充气装置 .....	51
18 使用信息 .....	52
18.1 总体要求 .....	52
18.2 使用说明书 .....	52
18.3 标记 .....	53
18.4 安全标志 .....	53
18.5 警告装置 .....	54
附录 A (规范性) 橡胶塑料机械安全技术协调标准目录 .....	55
附录 B (规范性) I 型保护 .....	56
B.1 I 型保护,针对液压驱动系统的活动式防护装置 .....	56
B.2 I 型保护,针对电驱动系统的活动式防护装置 .....	57
B.3 I 型保护,针对液压驱动系统的光幕 .....	61

B.4 I型保护,针对电驱动系统的光幕 .....	62
附录 C(规范性) II型保护 .....	66
C.1 II型保护,针对液压驱动系统的活动式防护装置 .....	66
C.2 II型保护,针对电驱动系统的活动式防护装置 .....	67
C.3 II型保护,针对液压驱动系统的光幕 .....	71
C.4 II型保护,针对电驱动系统的光幕 .....	73
附录 D(规范性) III型保护 .....	76
D.1 III型保护,针对液压驱动系统的活动式防护装置 .....	76
D.2 III型保护,针对电驱动系统的活动式防护装置 .....	82
D.3 III型保护,针对液压驱动系统的光幕 .....	100
D.4 III型保护,针对电驱动系统的光幕 .....	102
附录 E(规范性) 确认系统 .....	108
E.1 单一确认系统 .....	108
E.2 双重确认系统 .....	108
附录 F(规范性) 噪声测试规程 .....	109
F.1 概述 .....	109
F.2 在操作位置上 A 计权发射声压级的测量 .....	109
F.3 A 计权声功率级的测定 .....	109
F.4 噪声测量的安装和固定 .....	110
F.5 运行工况 .....	110
F.6 记录的信息 .....	110
F.7 测试报告的信息 .....	110
F.8 噪声发射数值的公告和验证 .....	110
参考文献 .....	112

## 前　　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件部分代替 GB 20055—2006《开放式炼胶机炼塑机安全要求》、GB 25431.1—2010《橡胶塑料挤出机和挤出生产线 第 1 部分：挤出机的安全要求》、GB 25431.2—2010《橡胶塑料挤出机和挤出生产线 第 2 部分：模面切粒机的安全要求》、GB 25431.3—2010《橡胶塑料挤出机和挤出生产线 第 3 部分：牵引装置的安全要求》、GB 25432—2010《平板硫化机安全要求》、GB 25434—2010《橡胶塑料压延机安全要求》、GB 30747—2014《轮胎定型硫化机安全要求》的强制性内容。本文件与其所代替文件相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 对橡胶塑料机械强制性安全要求进行了统一归纳(见第 4 章)；
- b) 增加了安全要求总则(见 4.1)；
- c) 增加了人类工效学要求(见 4.2)；
- d) 增加了操作位置要求(见 4.3)；
- e) 提炼了相应机器的特定安全要求(见第 5 章～第 17 章)；
- f) 对橡胶塑料机械使用信息进行了统一归纳(见第 18 章)；
- g) 对橡胶塑料机械 I 型保护、II 型保护、III 型保护、确认系统和噪声测试规程进行了统一归纳(见附录 B～附录 F)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB 20055,2006 年首次发布；
- GB 25431.1,2010 年首次发布；
- GB 25431.2,2010 年首次发布；
- GB 25431.3,2010 年首次发布；
- GB 25432,2010 年首次发布；
- GB 25434,2010 年首次发布；
- GB 30747,2014 年首次发布。

## 引　　言

根据 GB/T 15706—2012 的分类,本文件属于 C 类安全标准。

橡胶塑料机械安全标准对保证安全生产、财产安全以及人身安全和健康发挥了重要作用,所以本文件与下列与橡胶塑料机械有关的利益相关方有关:

- 橡胶塑料机械设备生产者;
- 安全和健康机构(如监管机构、市场监督机构等)。

其他受橡胶塑料机械安全水平影响的利益相关方有:

- 橡胶塑料机械设备研究人员;
- 橡胶塑料机械设备使用人员;
- 橡胶塑料制品工厂工作人员;
- 橡胶塑料机械设备所有者;
- 橡胶塑料机械设备服务人员。

当本文件与 A 类或 B 类安全标准中规定的要求不同时,对于已按本文件设计和制造的橡胶塑料机械,本文件的要求优先于其他标准中的要求。

# 橡胶塑料机械 通用安全要求

## 1 范围

本文件规定了橡胶塑料机械的设计和生产所必要的通用安全要求及相应机器的特定安全要求。

本文件适用于橡胶炼胶、压延、挤出、裁断、成型、硫化、粉碎等和塑料炼塑、压延、挤出、注射、喷塑、压力、真空、中空、泡沫成型、编织、流延、造粒、粉碎等橡胶塑料机械。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,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(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3766—2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
- GB/T 5563—2013 橡胶和塑料软管及软管组合件 静液压试验方法
- GB/T 7932—2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 8196—2018 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
- GB/T 9574—2017 橡胶和塑料软管及软管组合件 验证压力、爆破压力与最大工作压力的比率
- GB/T 12265—2021 机械安全 防止人体部位挤压的最小间距
- GB/T 12668.501 调速电气传动系统 第5-1部分:安全要求 电气、热和能量
- GB/T 12668.502—2013 调速电气传动系统 第5-2部分:安全要求 功能
- GB/T 14048.13—2017 低压开关设备和控制设备 第5-3部分:控制电路电器和开关元件在故障条件下具有确定功能的接近开关(PDDB)的要求
- GB/T 14574—2000 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证
- GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16754 机械安全 急停功能 设计原则
- GB/T 16855.1—2018 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分:设计通则
- GB/T 16855.2—2015 机械安全 控制系统安全相关部件 第2部分:确认
- GB/T 17248.2—2018 声学 机器和设备发射的噪声 在一个反射面上方可忽略环境修正的近似自由场测定工作位置和其他指定位置的发射声压级
- GB/T 17248.3—2018 声学 机器和设备发射的噪声 采用近似环境修正测定工作位置和其他指定位置的发射声压级
- GB/T 17248.5—2018 声学 机器和设备发射的噪声 采用准确环境修正测定工作位置和其他指定位置的发射声压级
- GB/T 17454.1 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
- GB/T 17454.2 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
- GB/T 17454.3 机械安全 压敏保护装置 第3部分:压敏缓冲器、压敏板、压敏线及类似装置的设计和试验通则

GB/T 17888(所有部分) 机械安全 接近机械的固定设施  
GB/T 18153 机械安全 用于确定可接触热表面温度限值的安全数据  
GB/T 18831—2017 机械安全 与防护装置相关的联锁装置 设计和选择原则  
GB/T 19436.1—2013 机械电气安全 电敏保护设备 第1部分:一般要求和试验  
GB/T 19436.2—2013 机械电气安全 电敏保护设备 第2部分:使用有源光电保护装置(AOPDs)设备的特殊要求  
GB 19436.3 机械电气安全 电敏防护装置 第3部分:使用有源光电漫反射防护器件(AOPDDR)设备的特殊要求  
GB/T 19670 机械安全 防止意外启动  
GB/T 19671—2022 机械安全 双手操纵装置 设计和选择原则  
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  
GB/T 20055 开放式炼胶机炼塑机安全要求  
GB/T 22530 橡胶塑料注射成型机安全要求  
GB/T 23821—2022 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离  
GB/T 25431.1 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 第1部分:挤出机的安全要求  
GB/T 25431.2 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 第2部分:模面切粒机的安全要求  
GB/T 25431.3 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 第3部分:牵引装置的安全要求  
GB/T 25432 平板硫化机安全要求  
GB/T 25433 密闭式炼胶机炼塑机安全要求  
GB/T 25434 橡胶塑料压延机安全要求  
GB/T 25936.1 橡胶塑料粉碎机械 第1部分:刀片式破碎机安全要求  
GB/T 25936.2 橡胶塑料粉碎机械 第2部分:拉条式切粒机安全要求  
GB/T 25936.3 橡胶塑料粉碎机械 第3部分:切碎机安全要求  
GB/T 25936.4 橡胶塑料粉碎机械 第4部分:团粒机安全要求  
GB 30747 轮胎定型硫化机安全要求  
GB/T 36587 橡胶塑料机械 术语  
IEC 61800-5-2;2016 调速电气系统 第5-2部分:安全要求 功能(Adjustable speed electrical power drive systems—Part 5-2:Safety requirements—Functional)

### 3 术语和定义

GB/T 15706—2012 和 GB/T 36587 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 通用安全要求和/或保护或风险减小措施

#### 4.1 总体要求

- 4.1.1 橡胶塑料机械应符合本章规定的安全要求和防护措施。  
4.1.2 如果某橡胶塑料机械符合附录 A 中的协调标准,即可认为该设备符合 4.2 和 4.3 以外条款的规定。  
4.1.3 橡胶塑料机械的安全防护及补充保护措施应符合 GB/T 15706—2012 中 6.3 的规定。  
4.1.4 橡胶塑料机械用的 I 型保护应符合附录 B 的规定,II 型保护应符合附录 C 的规定,III 型保护应符合附录 D 的规定。  
4.1.5 橡胶塑料机械用的确认系统应符合附录 E 的规定。

- 4.1.6 橡胶塑料机械噪声测试规程应符合附录 F 的规定。
- 4.1.7 橡胶塑料机械用安全标志应符合 GB 2894 的规定。
- 4.1.8 安装/连接辅助设备不应降低本文件中对橡胶塑料机械规定的安全等级。

## 4.2 人类工效学

- 4.2.1 设计机器时应符合人类工效学原则,以减轻操作者心理压力和紧张程度。在初步设计阶段,分配操作者和机器功能时,宜考虑这些原则。
- 4.2.2 人机界面的所有元件,如控制装置、信号或数据显示元件,其设计应易于理解,使操作者和机器间的相互作用尽可能清楚、明确。
- 4.2.3 设计者在设计机器时,尤其应注意下列人类工效学要求。
- 避免操作者在机器使用过程中采用紧张姿势和动作的必要性(如提供按照不同操作者调节机器的装置)。
  - 机器的设计考虑人力的可及范围、控制机构的操作,以及人的手、臂、腿等解剖学结构,使其容易操作。
  - 尽可能限制噪声、振动、热效应(如极端温度)。
  - 避免操作者的工作节奏与自动连续循环之间的联系。
  - 手动控制装置的选用、位置和标记应满足下列要求:
    - 清晰可见、可识别,必要处适当加标志;
    - 操作不应引起附加风险。
  - 指示器、刻度盘和视觉显示单元的选择、设计与位置应使得:
    - 它们在人员能觉察的参数和特征范围之内;
    - 对操作者的要求和预定使用而言,显示的信息应便于察看、识别和理解,即耐久、清晰、含义确切、易懂;
    - 操作者在操作位置能觉察到它们。

## 4.3 操作位置

- 4.3.1 操作位置应有良好的可视性。
- 4.3.2 如果飞溅物料或跌落物对操作位置有可能产生危险,应采取必要的防护措施。

## 4.4 启动、停止和重启功能

### 4.4.1 启动功能

应在所有安全防护装置安装到位且正常工作的情况下,才能启动橡胶塑料机械设备。机械的启动应通过致动一个专门的启动装置或关闭一个符合 GB/T 15706—2012 中 3.27.6 定义的带控制功能的防护装置(带启动功能的联锁防护装置)。

### 4.4.2 停止功能

橡胶塑料机械设备应具备符合 GB/T 5226.1—2019 中规定的 0 类或 1 类的停止功能。

### 4.4.3 供电电源的中断或者故障后的重启功能

供电电源的中断或者故障时,在整个橡胶塑料机械设备停止的过程中不应丧失安全功能。供电电源恢复时,机器不应自动重新启动。

#### 4.5 急停

橡胶塑料机械设备的急停应按照 GB/T 5226.1—2019 中规定的 0 类或 1 类的方式进行设计,应确保最快速的安全停车。

急停装置应符合 GB/T 16754 和 GB/T 5226.1 的规定。急停装置应至少安装在每一个操作位置及风险评估确认为有必要安装的位置。

急停装置致动后,应停止所有的危险动作,并应在释放能量不造成危险的情况下释放蓄能器的能量。

除此之外,在急停装置致动后,除非相关动力的保持对防止进一步的危险是必要的(例如,过热/过压产生的 PVC 塑料原料降解的危险),应切断下列动力源:

- 冷却/加热元件的电源;
- 气/水。

#### 4.6 防护装置

##### 4.6.1 总体要求

4.6.1.1 防护装置的设计应符合 GB/T 8196 的规定。

4.6.1.2 防护装置的安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 1、表 3、表 4、表 6 和表 7 的规定。

4.6.1.3 除了使用 GB/T 15706—2012 中 3.27.6 定义的带控制功能的防护装置以外,联锁防护装置的关闭不应自动启动进一步动作,应通过一个新的启动命令。

4.6.1.4 与防护装置相关的联锁装置应符合 GB/T 18831—2017 的规定,尤其是联锁装置的类型、安装位置和固定。应防止联锁装置在可合理预见的情况下被弃用。GB/T 18831—2017 中 3 型的联锁装置只能用于无法被弃用的特殊应用场合。当使用符合 GB/T 18831—2017 中 3 型或 4 型的联锁装置时,应使用两个独立的电气触头,且均应独立地接入到控制和监控系统。

##### 4.6.2 不带防护锁定的联锁防护装置

不带防护锁定的活动式联锁防护装置的定位应满足:当活动式联锁防护装置被打开后,全系统停机性能( $T$ )小于进入时间( $t$ )。进入时间( $t$ )按公式(1)计算。

$$t = \frac{d}{v} + t_3 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中:

$t$  ——进入时间,单位为秒(s);

$d$  ——防护装置开口边缘到危险点的最短距离,单位为米(m);

$v$  ——按照 GB/T 19876—2012 规定的接近速度,取值 1.6,单位为米每秒(m/s);

$t_3$  ——防护装置打开到开口尺寸允许人体相关部位能进入所需的时间,单位为秒(s)。对于手动操作的防护装置, $t_3$  应为:

——0.1 s,或

——根据 GB/T 18831—2017 中表 I.1 的作用力进行计算,或

——根据 GB/T 19876—2012 中第 9 章进行确定。

对于动力操作式防护装置, $t_3$  应根据 GB/T 19876—2012 中第 9 章确定。

在计算或测量全系统停机性能( $T$ )时,应在机器的整个生命周期内,考虑下列因素的最恶劣情况以及机器断电时:

——速度;

——重量;

- 温度；
- 阀/接触器的切换时间；
- 元器件的老化。

如果使用双通道的结构(使用类别3或类别4的控制系统安全相关部件),且通道的停止时间的延迟能够被检测出来,并能够防止下一个循环启动, $T$ 的计算可使用两个停止通道中速度最快的那个通道。

当 $t$ (进入时间) $<T$ (全系统停机性能),存在停止危险,其防护装置应采用带防护锁定的联锁防护装置。

作为替代方案,可采用机械式的刹车器或同等性能的刹车系统,以满足全系统停机性能。

对于螺杆的转动和螺杆或柱塞的直线运动,不存在相关的停止危险。

#### 4.6.3 带防护锁定的联锁防护装置

带防护锁定的活动式联锁防护装置,应符合下列要求。

- 防护锁定装置采用符合GB/T 16855.1—2018中6.2.4规定的经验证的元件。该元件应能承受至少1000N,例如,当试图打开带防护锁定的防护装置时,保持锁定有效。
- 防护锁定装置保持锁定直至所有在其保护区域内的危险运动停止。

### 4.7 电敏保护设备

#### 4.7.1 光幕形式的电敏保护设备(ESPE)

4.7.1.1 光幕的设计应符合GB/T 19436.1—2013和GB/T 19436.2—2013的规定。

4.7.1.2 光幕应在机器一通电就立即激活工作。

4.7.1.3 光幕的定位和检测能力应符合GB/T 19876—2012中第6章的规定。

4.7.1.4 光幕的安装应防止从光幕的周围、上方或下方绕过光幕进入危险区域。

4.7.1.5 光幕中断恢复后不应自动启动进一步动作,应通过一个新的启动命令。

4.7.1.6 机器上装有光幕的每一侧均应安装一个确认开关。当光幕中断后,在给出循环或动作指令前,应先操作确认开关,除非:

——中断的光幕位于可启动机器循环的操作侧;且

——整个人体不能进入的机器,按照操作流程,可预见性地进入触发光幕中断且处于安全状态。

#### 4.7.2 对漫反射敏感的有源光电防护器件(AOPDDR)

扫描仪等对漫反射敏感的有源光电防护器件(AOPDDR)应符合GB 19436.3的规定。

### 4.8 双手操纵装置

双手操纵装置的设计应符合GB/T 19671—2022的要求。

双手操纵装置操动器的定位应符合GB/T 19876—2012中第8章的规定,且该位置应确保对危险区具有清晰的视野。

对于未安装双手操纵装置的设备侧,应配备附加的安全防护防止进入到危险区。

### 4.9 压敏垫、压敏地板和压敏边

压敏垫、压敏地板的设计应符合GB/T 17454.1的规定,压敏边的设计应符合GB/T 17454.2的规定。

压敏垫、压敏地板、压敏边应在机器一通电就立即激活工作。

当压敏垫、压敏地板用来防止危险动作的意外启动时：  
——其感应范围应覆盖整个工作人员暴露在危险运动下的可站立区域；且  
——其控制系统应符合 GB/T 19670 的规定。  
压敏垫、压敏地板、压敏边的定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 7 章的要求。

#### 4.10 动力操作式防护装置

对橡胶塑料机械设备用的动力操作式防护装置，凡操作者有可能被撞击的区域，其接触力应不超过 300 N。

当接触力大于 75 N 时，应安装符合 GB/T 17454.2 规定的压敏边。压敏边触发后应停止防护装置的闭合动作，并符合  $PL_r = c$  的规定。

当接触力大于 150 N 时，还应符合下列要求：  
——压敏边触发后，应打开防护装置，且不产生任何额外危险；  
——防护装置的关闭动作应使用保持-运行控制装置，其安全功能符合  $PL_r = b$  的规定。  
关闭防护装置的操动器的安装位置应对危险区域有一个清晰的视野。  
如果动力操作式防护装置的供电电源出现故障，应防止重力原因所产生的运动危险。

#### 4.11 控制系统安全相关部件

如橡胶塑料机械设备的控制系统安全相关部件的  $PL_r$  和类别在本文件中的相关子条款中有规定的，其  $PL_r$  和类别的确定应符合 GB/T 16855.1—2018 的规定。

#### 4.12 自动监控

如果控制系统的任何一个安全相关部件发生故障，系统都不应触发下一个动作或下一个循环。相关的安全防护装置应在每一个操作周期内被至少自动监控一次。

监控回路不应产生一个直接的控制信号，用来启动一个动作或一个循环。

可通过 PLC 进行监控。其监控程序应储存在不受电气干扰的永久存储器内，同时监控系统应配备启动测试和生命测试（如看门狗时钟）。除此之外，当位置检测装置、接触器和/或带有安全相关功能的电动机控制器用于同一安全功能控制时，应符合下列要求：

- 每个元器件与其自己的输入模块相连接；或
- 如果共用 1 个输入模块，则每个元器件同时将正向和反向信号接入，并进行异或监控；如果输入回路的任何故障可自动识别，则无需接入反向信号；或
- 如果 1 个输入单元（输入卡）由几个输入模块组成，进行异或监控（逻辑异或）的任何一个元器件的信号至少按照输入模块上的输入点的位距进行隔离（如 4 位、8 位或 16 位）。另外，不需要异或监控的，如果使用同一个输入模块，不占据相邻的位。

如果使用继电器，如为了触点扩展，应使用强制机械联锁触头。这些继电器应进行自动监控。监控可由可编程的电子系统来进行。继电器的任何故障应被自动识别，以防止进一步的危险运动。

总线系统可执行监控功能，如监控带有安全相关功能的电动机控制器的停止信号和关闭状态信号。在这些情况下，机器的监控回路需要设计基本的预防措施防止信号的失效（如信号状态在发出请求后的规定时间内没有改变或信号没有周期性地改变）。

机器控制回路的使能信号应由监控回路产生。

#### 4.13 运动部件

橡胶塑料机械设备生产过程中运动部件产生的机械危险应通过下列方式予以防护：

- 急停，和/或

- 防护装置,和/或
- 光幕形式的电敏保护设备(ESPE),和/或
- 扫描仪等对漫反射敏感的有源光电防护器件(AOPDDR),和/或
- 双手操纵装置,和/或
- 压敏垫、压敏地板和压敏边。

#### 4.14 软管

对于液压压力超过 5 MPa 和气压压力超过 1 MPa 的软管,应符合下列要求。

- 软管组合件使用经验证符合相关产品标准要求的管接头进行装配,且符合相关的使用意图。
- 软管甩击的危险,使用下列措施进行防护:
  - 固定式封闭防护装置,或
  - 软管上增加附加的保护装置(如保护链、保护线或保护支架),或
  - 选用能通过 GB/T 5563—2013 中 8.1 规定的试验压力试验的软管组合件。
- 软管和接头的爆破压力和最大工作压力的比率符合 GB/T 9574—2017 中表 1 规定。
- 为了防止软管组合件和接头的意外分离,软管组合件不应使用卡套式的连接结构,可使用法兰式、扩口式或锥口式的连接方式。

#### 4.15 电气和电磁干扰

- 4.15.1 电气设备的电击防护应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 6 章的规定。
- 4.15.2 电气设备的过电流保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.2 的规定。
- 4.15.3 电动机的过热保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.3 的规定。
- 4.15.4 电气设备的保护联结电路应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 8 章的规定。
- 4.15.5 控制设备的外壳防护等级应不低于 IP22,应符合 GB/T 5226.1—2019 中 6.2.2 的规定。
- 4.15.6 绝缘电阻试验应符合 GB/T 5226.1—2019 中 18.3 的规定。
- 4.15.7 耐压试验应符合 GB/T 5226.1—2019 中 18.4 的规定。
- 4.15.8 机器的电气回路对电磁骚扰应有足够的抗扰度水平,以保证电气回路能在其使用环境中正确运行。在安装电气和电子元器件时,机械生产者应按照元器件生产者建议的接线方式进行安装和使用。

#### 4.16 过热部件或物料

- 4.16.1 凡能从防护装置外部接触的高温部件,当最高表面温度超过 GB/T 18153 规定的烫伤阈值(接触时间为 1 s)时,为了防止橡胶塑料机械设备过热部件意外接触的烫伤危险,应使用固定式防护装置或隔热保护装置进行防护。

- 4.16.2 对从未包裹的橡胶塑料机械设备热的管路和接头处泄漏的流体造成的热危险,应采用防护装置予以防护。

- 4.16.3 橡胶塑料机械设备应采用固定式或活动式防护装置,防护喷出的熔融橡胶塑料物料。

#### 4.17 噪声

- 4.17.1 橡胶塑料机械设备的设计和制造,应降低噪声发射引发的危险。

- 4.17.2 主要噪声来源:

- 液压系统,尤其在生产过程中;
- 机械部件的运动;
- 气体的释放。

#### 4.18 气体、烟和粉尘

橡胶塑料机械设备的设计应能安装或放置有害气体、烟、粉尘收集处理系统。

#### 4.19 滑倒、绊倒和跌落

4.19.1 橡胶塑料机械设备生产者应提供符合 GB/T 17888(所有部分)要求的固定进入设施。因设计或功能原因无法提供固定进入设施的,机器的设计应使用非固定进入设施,该设施应由机器生产者提供解决方案。

4.19.2 橡胶塑料机械设备指定的进入区域和工作区域,应符合下列要求:

- 提供给客户一个基本平面示意图;且
- 设计尽可能减小因颗粒物和泄漏油带来的滑倒和绊倒的危险;且
- 设计尽可能减小从高于地面 1 000 mm 的平面上跌落的危险。

4.19.3 可能被误认为指定进入区域的非安全区域的表面应粘贴禁止标志。

#### 4.20 液压和气动系统

4.20.1 液压系统的设计应符合 GB/T 3766—2015 中 5.2.2、5.2.3 和 5.2.5 的规定。

4.20.2 气动系统的设计应符合 GB/T 7932—2017 中 5.2.2、5.2.3、5.2.5 和 5.2.11 的规定。

4.20.3 充气式蓄能器应符合 GB/T 3766—2015 中 5.4.3 和 7.3.2.1 的规定。

4.20.4 储气罐应符合 GB/T 7932—2017 中 5.4.10 的规定。

### 5 密闭式炼胶机炼塑机的特定安全要求

#### 5.1 加料区的机械危险的安全防护

5.1.1 加料门的运动导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护:

- 封闭式防护装置;
- $PL_r = d$  的联锁防护装置,当加料门的动作仅能手动操作时,允许  $PL_r = c$ ;
- 触发加料门动作的  $PL_r = c$  的ⅢB型双手操纵装置,其安装位置能清晰地看见危险区域;
- 触发加料门动作的  $PL_r = c$  的保持-运行控制装置,其安装位置能清晰地看见,且距最近的破碎和剪切点的最小距离应至少为 2 m;
- $PL_r = d$  的用于监控操作者的存在感应装置。装置(如压敏垫、压敏地板或光幕)的触发应阻止加料门的动作。电敏保护设备和有源光电防护装置应为 GB/T 19436.1—2013 的 3 型或 4 型,其定位应符合 GB/T 19876—2012 的规定。

5.1.2 加料门外部旋转件的动作导致的机械危险应通过封闭式防护装置予以防护。

5.1.3 从侧口或后开口伸入导致的机械危险应通过管道、送料道、侧口或后开口的封盖予以防护,管道、送料道、侧口或后开口的封盖的设计应符合封闭式防护装置的要求。

5.1.4 从排气孔伸入导致的机械危险应通过连接管予以防护,连接管的设计应符合封闭式防护装置的要求。

5.1.5 由压砣的动作导致的危险应通过下列保护措施予以防护:

- 封闭式防护装置;
- 输送机作为联锁防护装置, $PL_r = d$ ,当压砣的动作仅能手动操作时,允许  $PL_r = c$ ;
- 自动模式下  $PL_r = d$  的加料门作为联锁防护装置;
- 手动模式下  $PL_r = c$  的触发压砣动作的ⅢB型双手操纵装置,应通过符合 GB/T 15706—2012

中 6.2.11.10 和 GB/T 5226.1—2019 中 9.2.4 规定的模式选择器激活手动模式；

——手动模式下  $PL_r = c$  的保持-运行控制装置，应通过符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.10 和 GB/T 5226.1—2019 中 9.2.4 规定的模式选择器激活手动模式；

—— $PL_r = d$  的带防护锁定的联锁防护装置，只有当加料门关闭或设备处于手动模式时，联锁防护装置才可解锁。

#### 5.1.6 经加料口跌落至转子导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

——加料门打开时的上边缘、其他加料口和封闭式防护装置上的开口打开时的下边缘应在操作者正常站立位置高度之上至少 1 100 mm；

——固定防护装置或固定输送机应起到最低高度 1 100 mm 的固定封闭防护装置的作用；

——移动输送机作为带防护锁定的联锁防护装置， $PL_r = d$ ；联锁阻止加料门打开；加料门关闭时，输送机才可解锁；

——加料开口最大尺寸不超过 500 mm×400 mm 或 400 mm×500 mm。

#### 5.1.7 从加料口触及转动的转子导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

——安全距离；

——管道、送料道作为封闭式防护装置；

——封闭式防护装置；

——便于清理堵塞物料的带开口的封闭式防护装置，通过  $PL_r = d$  的带防护锁定的联锁防护装置关闭开口。

#### 5.1.8 加工流体飞溅导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

——设计应确保当加料门或后门打开时，注油动作是停止的， $PL_r = b$ ；

——注油器应安装在密炼室或侧面壁上。

#### 5.1.9 压砣的位置指示系统、冷却管、软管和液压式压料装置的驱动元件导致的机械危险应通过封闭式防护装置和安全距离予以防护。

#### 5.1.10 从后门进入到加料斗内导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

——密炼机后面的加料斗配有一个频繁操作的门，该门的设计符合带防护锁定的联锁防护装置；压砣和转子动作的联锁功能符合  $PL_r = d$  的规定；在自动模式下加料门动作的联锁功能符合  $PL_r = d$ ；在手动模式下，加料门和后门动作的联锁功能符合  $PL_r = c$  的规定；

——密炼机后面的加料斗配有一个用于进行主要的清洁或维护操作的门，该门的设计符合带防护锁定的联锁防护装置的要求，并与符合 GB/T 18831—2017 中 B.2 要求的截留钥匙电动联锁， $PL_r = d$ 。

#### 5.1.11 加条状物料导致的机械危险应通过在加料区附近设置一个急停装置予以防护。

### 5.2 串联密炼机过渡料槽区域机械危险的安全防护

#### 5.2.1 推板动作导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

——封闭式防护装置；

——安全距离；

—— $PL_r = d$  的联锁防护装置，当推板的动作只能手动操作时，允许  $PL_r = c$ 。

#### 5.2.2 转子动作导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

——封闭式防护装置；

——安全距离。

#### 5.2.3 上位密炼机卸料装置动作与混合物下落导致的机械危险应通过推板用作 $PL_r = c$ 的联锁防护装置予以防护。

#### 5.2.4 从开口伸入到过渡料槽内导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

- 封闭式防护装置；
- 维护与检查操作时,应使用检修门,检修门应作为带防护锁定的联锁防护装置,且  $PL_r = d$ 。

### 5.3 卸料区域机械危险安全防护

- 5.3.1 卸料门、锁紧装置和旋转转子的动作导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：
  - 封闭式防护装置；
  - 带防护锁定的联锁防护装置与封闭式防护装置相结合,且  $PL_r = c$ ;对于重启功能, $PL_r = d$ 。
- 5.3.2 位置指示器动作导致的机械危险应通过封闭式防护装置予以防护。
- 5.3.3 物料掉落导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：
  - 封闭式防护装置；
  - 带防护锁定的联锁防护装置,且  $PL_r = c$ ;密炼机手动加料,加料门关闭时,所有自动加料机构停止的安全功能, $PL_r = b$ ;开启联锁防护装置时,阻止危险动作重启的安全功能, $PL_r = d$ 。
- 5.3.4 加工流体飞溅导致的机械危险应通过  $PL_r = b$  的控制系统设计予以防护。
- 5.3.5 从卸料口伸入时压砣的动作导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：
  - 安全距离；
  - 带防护锁定的联锁防护装置,且  $PL_r = c$ 。

### 5.4 转子驱动元件运动引起机械危险的安全防护

- 5.4.1 转子轴和其驱动元件的动作导致的机械危险应通过封闭式防护装置予以防护。
- 5.4.2 密炼机端面密封区域转子轴的动作导致的机械危险应通过安全的机械设计予以防护。例如,检查区内机器零件(如支架、管路)的设计和定位,应防止意外触及危险点。

## 6 开放式炼胶机炼塑机的特定安全要求

### 6.1 在正常(正转和反转)操作时被两辊吸入和碾压的危险

在可行的情况下,应通过防护装置防止进入主要碾压区。  
防护装置类型的选择应符合 GB/T 18831—2017 中第 6 章的规定。  
联锁防护装置的定位应符合 GB/T 19876—2012 的要求,并考虑到弹簧操作制动器或制动系统(不包括电子制动)实现的制动性能,在无电源运行时具有同等的制动性能。符合 GB/T 19876—2012 中 3.1.2 定义全系统停机性能应在电源失效的情况下计算。安全功能应符合  $PL_r = d$ 、类别 3 的规定。如果不符合 GB/T 19876—2012,应采用带防护锁定的联锁防护装置,防护锁定的解锁信号应符合  $PL_r = c$  的规定,安全功能应符合  $PL_r = d$  的规定。

在闭合的防护装置与辊之间可能站人时,应按照 GB/T 16855.1—2018 中 5.2.2 的规定设计和安装专用手动复位操动器。

### 6.2 因制动性能减弱导致的危险

当断电时,制动系统应能保证辊筒自动停止运转。

### 6.3 辊筒驱动机构吸入和碾压的危险

应按照 6.1 中给出的一种或多种解决方案防止进入驱动机构的危险区域。安全功能(如果有)应符合  $PL_r = c$  的规定。

#### 6.4 挡胶板与辊筒间的吸入和碾压危险

在正常工作时,挡胶板与辊筒之间的间隙应小于 2 mm。挡胶板的工作位置需要检测,挡胶板只有在工作位置时开炼机方可启动。此安全功能应符合  $PL_r = c$  的规定。

## 6.5 人员紧急释放附加安全要求

开炼机应配置手动操作机构或自动分离功能,以允许在动力失效的情况下,使辊筒分离或者反转。如果开炼机配置了自动分离功能,可不配备手动操作机构。

## 6.6 适用于大型开炼机( $D \geq 400$ mm)的特定要求

#### 6.6.1 防止两辊碾压危险

#### 6.6.1.1 一般要求

如果不能使用防护装置，则应采用安全杆式自动停机装置防止接近主要碾压区。

#### 6.6.1.2 安全杆安装的先决条件

安全杆的安装应满足下列条件。

- a) 机器辊筒的上顶面距操作者所站立的操作平面的高度不小于 1 300 mm。
  - b) 刹车性能:

最大停车角( $\alpha$ )应为  $60^\circ$ ;

如这个要求不能满足,只有当开炼机安装在封闭式防护装置内,且开炼机速度减小到使停车角小于 $60^{\circ}$ 才能打开防护装置门时,才可使用安全杆。

- c) 测量装置：

  - 1) 大型开炼机安装自动测量停车角的装置；
  - 2) 对于装有机械制动和电子制动系统的开炼机，制动性能的测量按只采用机械制动系统的条件下执行；
  - 3) 控制系统的设计确保在测试结果达不到要求或未在生产者预先规定的期限内进行测试时，机器不能重新启动。

#### 6.6.1.3 安全杆的定位

安全杆的定位应满足下列要求。

- a) 安全杆延伸在辊筒整个工作长度上。
  - b) 安全杆按下列要求确定安装位置：
    - 1) 安全杆距操作者所站立的操作平面高度为 1 200 mm±50 mm；
    - 2) 安全杆与工作辊距中心的水平距离( $h$ )不小于公式(?)的计算值。

$$b = \frac{D}{2} \left[ 1 - \cos \left( 60^\circ + \arccos \frac{D-8}{D} \right) \right] + 802 \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

式中：

*b* ——安全杆与工作辊距中心的水平距离,单位为毫米(mm);

$D$ —锯筒的直径,单位为毫米(mm)。

- 3) 安全杆距辊筒表面距离( $c$ )不小于300 mm。对于 $c$ 大于400 mm时,见6.6.1.7。

#### 6.6.1.4 安全杆的驱动

设计为上身操作的安全杆应至少满足下列要求：

- 安全杆在靠近辊筒和远离辊筒时,驱动位移都不超过 10 mm;
- 安全杆驱动所需要的力量应不大于 200 N;
- 安全杆每端至少安装一个位置开关。

驱动安全杆停止开炼机,应按照 GB/T 5226.1—2019 的 9.2.2 中 0 类或 1 类停止的最佳方式停止开炼机。其安全性能应符合  $PL_r=d$ 、类别 3 的规定。

安全杆复位时,不应引起开炼机重新启动。

应在对危险区具有清晰视野的位置安装一个单独的手动复位装置。触发复位装置不应引起开炼机重新启动。

#### 6.6.1.5 安全杆对辊筒动作的影响

辊筒在任何转动情况下,驱动安全杆后辊筒停车角应小于或等于  $60^\circ$ 。

注: 在实际中,停止角总是远小于在上述条件下测量的角度,因为在工作中,开炼机是带载的,并且没有以最大额定速度运行。

辊筒运转停止后,后续动作应采用下列措施之一:

- 在 5 s 内辊隙至少自动分离 50 mm;或
- 在 3 s 内辊隙至少自动分离 30 mm 同时辊筒在不超过 2 s 内自动反转,反转角度为  $60^\circ \pm 5^\circ$ 。

即使在能源失效的情况下,也应使用永久储存的能量实现分离,例如,弹簧、势能等。如果这种能量不能永久储存(如蓄能器),则应有一个监测装置监测能量水平,并且当检测到能量不足时,应停止机器。

#### 6.6.1.6 安全杆对其他动作及附属设备的影响

驱动安全杆应:

- a) 当开炼机配备有自动反转功能时,使 6.6.2.2 中规定的电敏保护设备(ESPE)开始运行;
- b) 停止翻料摆动装置,安全功能符合  $PL_r=c$  的规定;
- c) 停止翻料辊筒,安全功能符合  $PL_r=c$  的规定。另外,对于具备自动反转功能的开炼机,辊筒反转时翻料辊筒同时反转。

#### 6.6.1.7 附加防护装置

如果安全杆与辊筒或者与处于安全杆与辊筒之间的固定部件之间间距大于 400 mm 或者处于安全杆与辊筒之间的固定零件可用作脚踏点提高操作人员正常操作高度,则从安全杆延伸至接料盘应提供一个固定防护装置或符合  $PL_r=c$  规定的与辊筒转动联锁的活动式防护装置,防护装置应设计成不能用做脚踏点。

### 6.6.2 辊筒反转时吸入和碾压危险

#### 6.6.2.1 有意反转

辊筒有意反转应通过下列方式实现:

- 使用一个符合 GB/T 15706—2012 中 3.28.3 定义的保持-运行控制装置,  $PL_r=c$ , 辊筒反转的最大速度限值应为 5 m/min 或者其定位距离远离危险区域至少 2 m;或
- 使用一个符合 GB/T 19671—2022 规定的Ⅲ A 型,且符合 GB/T 15706—2012 中 3.28.4 定义的双手操纵装置,  $PL_r=c$ , 其定位应符合 GB/T 19876—2012 的规定, 辊筒反转的最大速度限值应为 5 m/min。

控制装置的位置应对危险区有清晰视野。如果不可能,应安装辅助视觉装置。

#### 6.6.2.2 自动反转

对于配备自动反转功能的开炼机,应通过下列方式之一防止进入辊筒下方区域:

- 使用固定式防护装置,防止进入辊筒下方危险区域;
- 使用符合  $PL_r = c$  规定的,带或不带防护锁定的联锁防护装置,防止进入辊筒下方危险区域直至自动反转完成;
- 使用符合 GB/T 19436.1—2013 中 2 型电敏保护设备(ESPE),其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定。这个防护设备至少应在开炼机每次启动时自动检测一下,并仅在安全杆启动时才可运行。且一旦被触发,停止自动反转应符合  $PL_r = c$  的规定。在不中断电敏保护设备(ESPE)情况下,不可能到达危险区的位置。

#### 6.6.2.3 动力驱动的挡料板挤压危险

动力驱动的挡胶板的运动应仅通过下列方式:

- 使用布置在危险区 2 m 以外,符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置;或
- 使用符合 GB/T 19671—2022 中 I 型,  $PL_r = c$  规定的双手操纵装置,其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定。

#### 6.6.2.4 切刀装置引起的危险

##### 6.6.2.4.1 与切刀刀刃无意接触而造成的切割危险

除非刀刃由于其安装位置而本质上是安全的,否则不应无意触及刀刃。

##### 6.6.2.4.2 由切刀和驱动机构引起的切割、剪切及挤压危险

切刀装置的设置应符合下列要求。

- a) 切刀装置从静止位置移动到工作位置通过下列方式:
  - 1) 手动,前提是需要双手才能实现移动;或者
  - 2) 使用一个符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置,其定位至少离切刀静止位置 2 m;或者
  - 3) 使用一个符合 GB/T 19671—2022 中规定的 I 型双手控制装置,其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定。
- b) 在使用旋转圆盘刀的地方,应通过距离或防护装置防止由于圆盘刀与辊筒的相对旋转造成的切割、剪切或挤压危险,如果由于操作的原因,上述防护无法实现,生产者应在使用说明书中提醒用户注意切刀没有完全防护的残余危险及给出保护装置调整的说明指导。

使用防护装置时,防护装置应为带防护锁定的联锁防护装置,联锁装置的设计应确保:

- 在切刀处于静止位置或者开炼机已经停止前,无法打开防护装置;和
- 在切刀处于静止位置或防护装置关闭并锁定之前,开炼机不能启动。

控制系统安全相关部件应符合  $PL_r = c$  的规定。

切刀的设置应按下列情况执行:

- 当辊筒停止后防护装置打开时,由一个距切刀静止位置 2 m 以外的且符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置控制切刀装置的设定运动;或
- 关闭防护装置,辊筒运转。

#### 6.6.2.5 翻料摆动装置挤压危险

若翻料摆动装置与翻料机架间的间隙可触及时(GB/T 23821—2022 中表 1),则应通过下列方法防

止二者之间的挤压危险：

——按照 GB/T 12265—2021 中表 1 中关于避免手指挤压的最小间距来限制摆动架的行程；或

——机械触发自动停机装置(例如,符合 GB/T 17454.2 的压敏边)。

该功能的控制系统安全相关部件应符合  $PL_r = c$  的规定。

#### 6.6.2.6 翻料辊筒引起的危险

翻料辊筒的安装位置应确保在不触发安全杆的情况下无法被触及。

该位置应按照 GB/T 23821—2022 中表 1“保护结构”的高度取 1 200 mm 来确定。

#### 6.6.2.7 回收传送带

对于配备自动和/或有意反转的两辊开炼机,开炼机辊筒与回收传送带之间的距离至少应为 120 mm。

#### 6.6.2.8 接料盘

如果接料盘是可移动的,则应配备机械自锁装置,将其锁定在工作位置。

接料盘的设计不应作为脚踏点。因此,安全杆与接料盘水平距离不应小于 300 mm,或应安装一个辅助防护装置,以防止作为脚踏点。

### 6.7 适用于小型开炼机( $D \leq 200$ mm)的特定要求

#### 6.7.1 设备安装

辊筒的上顶面距操作者所站立的操作平面的高度应大于或等于 1 100 mm。

#### 6.7.2 通过防护装置防止进入主要碾压区

对于小型开炼机应采取固定式防护装置或通过带或不带防护锁定的联锁防护装置防止进入主碾压区。

这些防护装置应是完全封闭的或者安装在辊筒上方整个宽度方向上,距离辊筒表面最大间隙应不超过 4 mm。

联锁防护装置的定位应符合 GB/T 19876—2012 的要求,并考虑到弹簧操作制动器或制动系统(不包括电气制动)实现的制动性能,在无电源运行时具有同等的制动性能。

应在电源故障的情况下计算符合 GB/T 19876—2012 中 3.1.2 定义的全系统停机性能。安全功能应符合  $PL_r = d$ 、类别 3 的规定。如果不能满足 GB/T 19876—2012 的要求,应采用带防护锁定的联锁防护装置,防护装置的解锁信号应符合  $PL_r = c$  的规定,安全功能应符合  $PL_r = d$  的规定。

打开联锁防护装置应按照 GB/T 5226.1—2019 中 9.2.2 的 0 类或 1 类停止中最佳方式停止开炼机。

一个单独的手动复位按钮的安装位置应对危险区具有清晰视野。触发复位按钮不应引起开炼机重新启动。

#### 6.7.3 组合使用固定式防护装置和/或使用带或不带防护锁定的联锁防护装置以及其他保护装置防止进入主要碾压区

##### 6.7.3.1 一般要求

如果由于工艺限制无法满足 6.7.2 的要求,应按照 6.7.3.2 或 6.7.3.3 的规定,防止进入主碾压区。

### 6.7.3.2 固定式防护装置和/或与带或不带防护锁定的联锁防护装置和机械驱动自动停机装置的组合

应使用固定式防护装置或使用带或不带防护锁定的联锁防护装置,防止从顶部进入主碾压区。

应使用机械驱动停车装置,防止从开炼机的前部和后部进入主碾压区,机械驱动停车装置的位置应符合附录 B 的要求。

停车装置和防护装置之间的间隙(如有)应符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的要求。

停车装置应延伸至辊筒的整个长度范围,并且驱动力应小于 25 N。

不触发停车装置的情况下,不应增加停车装置与辊筒之间的间隙。

应安装停车角自动测量装置。

自动停机装置的触发。

——应按照 GB/T 5226.1—2019 中 9.2.2 的 0 类或 1 类停止中最佳方式停止开炼机。安全功能应符合  $PL_r=d$ 、类别 3 的规定。

——即使是在空载并以最大速度运转情况下,应使辊筒以不大于 60° 的角度停止。制动系统应为弹簧制动或制动系统(不包括电气制动),在没有电源的情况下运行时具有同等的制动性能。且

——不应产生新的危险。

辊筒运转停止后,应在 5 s 内至少自动分离 50 mm。即使在能源失效的情况下,也应使用永久储存的能量实现分离,例如,弹簧、势能等。如果这种能量不能永久储存(蓄能器),则应有一个监测装置监测能量水平,并且当检测到能源不足时,应停止设备。

停车装置的复位不应引起开炼机重新启动。

一个单独的手动复位按钮的安装位置应能对危险区具有清晰视野。触发复位按钮不应引起开炼机重新启动。

另外,应提供符合 6.7.4 规定的膝压板。

### 6.7.3.3 固定式防护装置和/或与带或不带防护锁定的联锁防护装置和光幕形式的有源光电保护装置的组合

应使用固定式防护装置或使用带或不带防护锁定的联锁防护装置,防止从顶部进入主碾压区。

应使用 GB/T 19436.2—2013 中 3.205 定义的光幕形式的有源光电保护装置,防止从两辊开炼机的前部和后部进入主碾压区。

光幕应符合 GB/T 19436.1—2013 和 GB/T 19436.2—2013 中 4 型的规定,其定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 6 章的规定。

光幕和防护装置之间的间隙(如有)应符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的要求。

开炼机通电时,光幕应立即生效。

从光幕上部或者下部不应接触危险区。

中断光幕,应按照 GB/T 5226.1—2019 中 9.2.2 的 0 类或 1 类停止中最佳方式停止开炼机。安全功能应符合  $PL_r=d$ 、类别 3 的规定。

光幕中断的结束不应自动启动任何进一步的运动。需要按新的启动指令运行。

一个单独的手动复位按钮的安装位置应能对危险区具有清晰视野。手动复位功能应使控制系统能够接受单独的启动命令。复位功能应符合 GB/T 16855.1—2018 中 5.2.2 的要求。

### 6.7.4 膝压板的要求

膝压板应设计为压敏保护装置,应在操作侧延伸至辊筒整个工作宽度,且在触发后执行的安全功能

应符合 6.7.3.2 的规定。

膝压板驱动力应小于或等于 100 N,但应大于或等于 25 N。

如果从两侧操作开炼机,则两侧都应安装膝压板。

控制系统安全相关部件应符合  $PL_r = c$  的规定。

膝压板的复位不应引起开炼机重新启动。

一个单独的手动复位按钮的安装位置应能对危险区具有清晰视野。触发复位按钮不应引起开炼机重新启动。

## 6.8 适用于中型开炼机( $200 \text{ mm} < D < 400 \text{ mm}$ )的特定要求

辊筒的上顶面距操作者所站立的操作平面的高度应不小于 1 300 mm。

对于中型开炼机,如果由于操作原因不能使用固定式的和联锁的防护装置,则应采用 6.6.1 中规定的安全杆作为首要保护措施。但是,安全杆与工作辊距中心的水平距离应不小于 850 mm。

如果安全杆不能安装在安全极限之外,并获得符合人体工程学的工作位置,则应采用小型开炼机所用的安全防护。

## 7 橡胶塑料挤出机的特定安全要求

### 7.1 驱动和传动装置、螺杆轴

位于电机和减速器之间的驱动轴和连接器以及传动带,无封闭外壳的螺杆轴端部,应使用固定式防护装置进行防护。

### 7.2 机筒上的开口

主喂料口和不承受压力的辅喂料口的防护应:

- 通过安全距离;或
- 提供固定的或联锁的喂料系统,如料斗或填塞式喂料系统,执行联锁功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r = c$  的规定。

承受压力的辅喂料口和用于安装辅件的开口应通过提供辅件或使用固定塞进行防护。

### 7.3 料斗

应通过安全距离来防止进入危险区域。

### 7.4 单/双辊喂料系统

单/双辊喂料系统入口区域的防护应:

- 通过安全距离;或
- 使用固定式料斗或其他固定式防护装置。

单/双辊喂料系统应配备一个急停装置,该装置能停止挤出机螺杆和喂料辊的运动。

如果单/双辊喂料系统被打开,螺杆和/或喂料辊的运动应通过一个 GB/T 15706—2012 中 3.28.1 定义的联锁装置停止,执行联锁功能的控制系统安全相关部件应符合  $PL_r = c$  的规定。

如果喂料辊的打开和闭合是动力驱动的,其危险点的防护应:

- 使用一个符合 GB/T 8196 规定的联锁防护装置,执行联锁功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r = c$  的规定;或
- 使用一个 GB/T 15706—2012 中 3.28.3 定义的保持-运行控制装置,其位置保证操作者能看到

危险区,且留有足够的距离防止操作者因喂料室开闭而处于危险中。执行保持-运行控制功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r = c$  的规定。

对特定的操作而言,当打开喂料系统时,如果螺杆或喂料辊的转动是必须的,而且它们没有通过设计进行防护,则应配备一个符合 GB/T 19671—2022 中规定的Ⅱ型双手操纵装置。该双手操纵装置应安装在紧邻喂料辊的区域。在有必要阻止第二个人进入危险区的地方,应安装符合 GB/T 8196 要求的固定式防护装置或等效的保护装置。

## 7.5 填塞式喂料系统

填塞式喂料系统的危险区的防护应:

- 通过安全距离;或
- 使用固定式防护装置;或
- 使用联锁防护装置,执行联锁功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r = c$  的规定。

## 7.6 过压保护

挤出机和承压的部件应通过下列一项或多项保护措施来防止超过生产者声明的最大允许内压:

- 安全断点;
- 爆破片;
- 可拉伸螺栓;
- 符合  $PL_r = c$  规定的压力检测系统,当达到压力限值时,能通过控制系统关闭所有压力源;
- 符合  $PL_r = c$  规定的位置检测系统,用来记录突出安装的挤出机螺杆的向后位移,当达到位移限值时,能通过控制系统关闭所有压力源。

以上元件或系统应按照挤出机或挤出生产线的结构来确定数量和位置。

为降低危险的过压,当控制系统故障或失效时,应有报警信息。

用于过压保护的零部件或材料(例如,安全断点、防爆片、可拉伸螺栓)的可能抛射应被安全地引导,例如,使其向下;或通过设计被安全地偏转,例如,使用导向板。

## 7.7 换网装置

换网装置应被防护以防止危险运动和热挤出物的飞溅。

自动换网装置应使用联锁防护装置进行防护,执行联锁功能的控制系统安全相关部件应符合  $PL_r = c$  的规定。

手动换网装置应通过设计来进行防护,使意外的物料飞溅可被安全转移,例如,使用导向板。

## 7.8 熔体齿轮泵

熔体齿轮泵应使用固定式防护装置进行防护。

## 7.9 排气装置

排气装置应使用固定防护装置进行防护,应提供一个适当的遮蔽物用于遮挡任何挤出物的飞溅。

## 7.10 挤出机头

挤出机头危险区的防护应:

- 通过安全距离;或
- 使用固定式防护装置;或
- 使用联锁防护装置,执行联锁功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r = c$  的规定;

- 使用电敏保护设备,执行联锁功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r=c$  的规定;或
  - 使用压敏垫或压敏地板,执行联锁功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r=c$  的规定。
- 如果接近危险运动区域,危险运动只可通过下列方式启动:
- 使用符合 GB/T 19671—2022 中规定的Ⅲ型双手操纵装置,该装置应位于紧邻挤出机头的区域,可让操作人员清楚地看到危险区;或
  - 使用 GB/T 15706—2012 中 3.28.3 定义的保持-运行控制装置,该装置距危险区的最小距离为 2 m;执行保持-运行控制功能的控制系统安全相关部件符合  $PL_r=c$  的规定。

在有必要阻止第二个人进入危险区的地方,应安装符合 GB/T 8196 规定的固定式防护装置或等效的保护装置。当挤出机头打开时,其零部件应被防护以阻止由重力坠落或液压、气压、控制电路故障引起的危险运动。

## 7.11 动力操纵的整机及其部件的水平运动

如果机器的设计无法让操作人员看到整机的所有部件,应配备自动的听觉和/或视觉信号装置对机器即将发生的运动提供警示。

为了防止机器挤压脚,脚轮应配备固定式防护装置,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 7 的规定,最大的开口尺寸宜为 15 mm。

当机器最大运动速度超过 100 mm/s 时,应在其运动方向提供一个符合 GB/T 15706—2012 中 3.28.5 定义的敏感保护设备(自动停机装置),以确保超限后机器能安全停机。如果敏感保护设备(自动停机装置)不能安装在运动部件上,应提供一个 GB/T 15706—2012 中 3.28.3 定义的保持-运行控制装置,此时机器最大允许运动速度为 100 mm/s。执行联锁功能和保持-运行控制功能的控制系统安全相关部件应符合  $PL_r=c$  的规定。应防止机器的意外运动,例如,可通过制动系统达到此目的。防止意外启动的要求应符合 GB/T 19670 的规定。

如果机器配备供操作人员站立的操作平台,其安装的安全距离应符合 GB/T 12265—2021 的规定,以避免任何由固定或移动的相近部件引起的挤压危险。如果安全距离无法满足,应使用一个 GB/T 15706—2012 中 3.28.5 定义的敏感保护设备(自动停机装置)防止机架的运动。

## 8 橡胶塑料挤出生产线中的模面切粒机的特定安全要求

### 8.1 熔体连接体、开车阀

应采取下列措施防止接近熔体连接体、开车阀的危险区:

- 按 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 或表 4 规定的安全距离进行设计;或
- 设置 GB/T 8196—2018 中 3.2.1 定义的封闭式防护装置,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的规定;或
- 设置符合 GB/T 8196—2018 中 3.2.2 定义的距离防护装置,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2 的规定;或
- 设置符合 GB/T 8196—2018 中 3.5 定义的联锁防护装置,使之与开车阀联锁。

### 8.2 切粒区、切粒室

切刀、切割设备等危险区,应采取下列防护措施:

- 设置 GB/T 8196—2018 中 3.2.1 定义的封闭式防护装置,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的规定;或
- 设置符合 GB/T 8196—2018 中 3.5 定义的联锁防护装置;或
- 当存在剩余危险,或切粒水室需要排水时间时,设置符合 GB/T 8196—2018 中 3.5.2 定义的带

防护锁定的联锁防护装置。

上述要求也适用于切粒室上的视窗等开口。

切粒室的强度应能承受当切刀最高转速运转时,由于切刀损坏或紧固件松脱导致的切刀射出。

当模面切粒机移离挤出机时,熔体连接体、开车阀区与切粒区、切粒室区之间的分离区应采用符合 GB/T 18831—2017 中 3.5 规定的带防护锁定的联锁装置加以监控,以防切刀转动发生危险。

在调试、维护保养时,在防护装置打开且切刀停止状态下,为避免切割危险而采取的措施应在说明书中注明。其危险也应以安全标志标明。

### 8.3 粒料排放区/换向装置、冷却和输送介质出口区

应采取下列保护措施防止系统打开时,穿过粒料排放区/换向装置、冷却和输送介质出口区接近切粒区、切粒室产生的危险:

——在设计上考虑;或

——采用同 8.2 相同的防护装置;或

——设置固定装置,使切粒室和冷却传送介质通道实现绕道。

在上述任一情况下,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 或表 4 的规定。

### 8.4 驱动电机和传动区

应采取下列措施防止接近电机和减速机之间的驱动轴和联轴器以及传动带而产生的危险:

——设置 GB/T 8196—2018 中 3.2.1 定义的封闭式防护装置;或

——设置 GB/T 8196—2018 中 3.2.2 定义的距离防护装置。

在上述任一情况下,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2 或表 4 的规定。

### 8.5 水平移动轮组

为防止脚部被挤压,车轮应配备符合 GB/T 8196—2018 中 3.2.2 规定的距离防护装置,最大开口尺寸宜为 GB/T 23821—2022 中表 7 规定的 15 mm。

### 8.6 失去稳定引起的危险

模面切粒机的设计和制造,应保证其在下列情况下的稳定性:

——模面切粒机在不用支架或小车时,应配备:

- 在其重心下设置支架,以防止紧固件松开或拆卸时,设备发生倾翻;或
- 安装或拆卸用的起吊连接装置;

——模面切粒机安装架或小车的设计制造,应保证其相对水平面倾斜 10°时不发生自身倾翻。

## 9 橡胶塑料挤出生产线中的牵引装置的特定安全要求

### 9.1 喂料区

应采取下列措施防止进入危险区。

——固定式防护装置,可以是距离防护装置,应设计为:

- 防护结构的形式,安全距离符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和/或表 4 的规定;或
- 通道的形式,安全距离符合 GB/T 23821—2022 中表 3 和/或表 4 的规定;如果存在因产品特性造成的吸入或卷入风险,则产品和防护装置固定部件之间的间隙符合 GB/T 12265—2021 中表 1 的规定,以避免产生额外的危险。

和/或

——不带防护锁定的联锁防护装置,且其定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章的规定,或带防护锁定的联锁防护装置。打开防护装置应停止驱动,联锁功能应符合  $PL_r=c$  的规定。安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和/或表 4 的规定。

和/或

——符合 GB/T 19436.1—2013 中 2 型和 GB/T 19436.2—2013 规定的电敏保护设备,其定位需考虑绕开探测区的情况且接近速度应符合 GB/T 19876—2012 中第 6 章的规定;触发电敏保护设备应停止驱动,联锁功能应符合  $PL_r=c$  的规定。

或

——如果无法应用上述解决方案(例如,由于尺寸过大),应安装符合 GB/T 8196—2018 中 5.3.11 规定的自动可调式防护装置,以便防护装置和产品之间的间隙始终限制在工作所需的最小值;安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 3 和/或表 4 的规定;如果存在因产品特性造成吸入或卷入风险,则移动的挤出产品和防护装置固定部件之间的间隙应符合 GB/T 12265—2021 中表 1 的规定,以避免产生额外的危险;如果使用控制回路检测该间隙,则其应和驱动联锁,联锁功能应符合  $PL_r=c$  的规定。

## 9.2 输送区、驱动和动力传输区

应采取下列保护措施防止进入危险区:

——固定防护装置,可以是距离防护装置,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和/或表 4 的规定;和/或

——不带防护锁定的联锁防护装置,且其定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章的规定,或带防护锁定的联锁防护装置。打开防护装置,驱动应停止,联锁功能应符合  $PL_r=c$  的规定。安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和/或表 4 的规定。

## 9.3 出料区

应采取下列措施防止进入出料区。

——固定式防护装置,可以是距离防护装置,应设计为:

- 防护结构的形式,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和/或表 4 的规定;或
- 通道的形式,安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 3 和/或表 4 的规定。

和/或

——不带防护锁定的联锁防护装置,且其定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章的规定,或带防护锁定的联锁防护装置。打开防护装置应停止驱动,联锁功能应符合  $PL_r=c$  的规定。安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和/或表 4 的规定。

## 9.4 重力引起的坠落/失控下降

在电源故障的情况下,应通过下列保护措施防止因重力导致悬挂的输送物安装件坠落或失控下降的危险:

——在气动或液压系统中,使用直接安装在气缸缸体或连接在缸体上的刚性管道上的限制阀;或

——在机械传动的情况下使用自锁或单向(止回)传动。

## 9.5 可进入全身的附加要求

如果全身可进入联锁防护装置或保护装置与危险区之间的区域,则应提供符合 GB/T 16855.1—2018 中 5.2.2 规定的复位装置。

如果使用了从危险区外部执行有意机械动作的联锁装置(例如,位于对危险区有清晰视野的位置的

截留钥匙联锁装置或插头插座联锁装置),则不需要复位装置。

当防护装置或保护装置与危险区之间设置有检测该区域人员存在的存在感应装置(如符合 GB/T 17454.1 规定的压敏垫),则不需要复位装置。存在感应装置的触发应防止控制系统发出启动命令。

与复位开关或存在感应装置相关的控制系统安全相关部件(SRP/CS)的性能等级应符合  $PL_r = c$  的规定。

## 9.6 危险区域的启动和机器设置操作

牵引装置的设计应防止在启动和机器设置操作时接近危险区的任何危险运动,允许在防护装置/保护装置运行的情况下进行这些操作,例如,在启动时可通过手拉的方式将挤出产品喂入牵引装置。

# 10 橡胶塑料压延机的特定安全要求

## 10.1 总体要求

### 10.1.1 制动系统

如果空载时压延辊筒在最高转速下,最大停止角  $\alpha_{max} \leq 120^\circ$ ,则对制动系统没有具体要求。

在运行中的碾压区由固定式防护装置保护的情况下,对制动系统和停止角没有具体要求。

如果运行中的碾压区由具有  $PL_r = d$  规定的带防护锁定的联锁防护装置进行防护,则对制动系统和停止角没有具体要求。

如果一个或多个运行中的碾压区采取了下列保护措施:

- 符合  $PL_r = a$ 、 $PL_r = b$  或  $PL_r = c$  规定的,带或不带防护锁定功能的联锁防护装置;或
- 自动停机装置(如跳闸杆)。

则应配备符合  $PL_r = d$ 、类别 3 规定的双通道制动系统,可使用:

- 两个弹簧操作的机械制动器;或
- 一个弹簧操作的机械制动器,以及一个可在没有电源的情况下运行的电子制动系统。

一旦致动保护装置,应立即开始制动。

应在能源失效情况下计算符合 GB/T 19876—2012 中 3.1.2 定义的全系统停机性能。

对于联锁防护装置和自动停机装置,如果不能满足 GB/T 19876—2012 的要求,则应采用带防护锁定的联锁防护装置。

如果制动时能源失效,辊筒应在最大停车角  $\alpha_{max}$ ( $120^\circ$ )内停止。当压延辊筒的最大转速  $v_{max}$  大于  $120\text{ m/min}$  时,  $\alpha_{max}$  可随  $v_{max}$  的增大而上升到最大值  $160^\circ$ 。

制动器的手动释放应按照  $PL_r = d$  的要求与控制电路联锁,只要手动释放制动器,就可防止压延辊筒的动力旋转。

### 10.1.2 反转救助

因打开联锁防护装置或有意/无意触发自动停机装置或触发急停装置引起压延辊筒停止后,应能通过操作一个专用的符合 GB/T 15706—2012 中 3.28.3 定义的保持-运行控制装置或手动操作装置(如手轮)使辊筒进行反转,以解救陷入辊筒间或辊筒与物料间的人员。

此控制装置应在不需手动复位、独立于模式选择器的位置时就能发挥作用;控制装置应被清楚地标明“反转救助”。辊筒的反转速度不应超过  $5\text{ m/min}$ 。只要停止了手动控制,反转救助应因制动而停止。应给出视觉和听觉的报警信号。

速度应限制在  $5\text{ m/min}$  以内,SRP/CS 应符合  $PL_r = d$  的规定,如果辊间间隙大于  $50\text{ mm}$ ,则应符

合  $PL_r=c$  的规定；如果辊筒间隙可调整，则应具有符合  $PL_r=c$  规定的监控间隙和停止旋转的功能。

下列情况，不需要反转救助：

- $PL_r=d$ 、类别 3，辊筒可在 12 s 内实现 120 mm 的自动分离；或
- 使用固定式防护装置保护运行中的辊筒间隙；或
- 使用带防护锁定的联锁防护装置保护运行中的辊筒间隙，其锁定功能的性能等级至少符合  $PL_r=d$  的规定。

辊筒分离不应产生其他危险，例如，辊筒和固定部件之间的挤压。

## 10.2 防止进入碾压区

### 10.2.1 一般要求

当辊筒旋转时，应采用下列一个或多个措施阻止物体或操作者的肢体进入碾压区：

- 固定式防护装置；或
- 符合  $PL_r=d$  规定的联锁防护装置；或
- 符合 10.2.4 规定的跳闸杆；或压敏垫或压敏地板；或
- 非机械致动的自动停机装置，例如，光幕或扫描器。

除反转救助外，自动停机装置的激活结束或联锁防护装置的关闭不应自动启动任何进一步的运动。机器的重新运作需要新的启动命令。应将单独的手动复位装置安装在可以完全看到危险区域的位置，并按照 GB/T 16855.1—2018 中 5.2.2 进行设计。

如果机架和联锁防护装置之间的最小水平间隙不小于 100 mm 或机架与非机械致动自动停机装置之间的最小水平间隙不小于 150 mm，使得操作者可站在防护装置/自动停机装置与机架之间。此情况下，当操作者停留在该区域时，应使用附加保护措施（如使用存在感应装置）防止危险运动的重启，除非由于技术原因（如机器部件阻挡）不会发生操作者停留的情况。

压延机辊筒的闭合运动只能在下列情况下进行：

- 联锁防护装置关闭或自动停机装置未致动；或
- 通过符合  $PL_r=c$  规定的保持-运行控制装置将关闭速度限制为 10 mm/s；控制位置应能让操作者清楚地看到危险区域。

联锁防护装置、跳闸杆、压敏垫或压敏地板、光幕和扫描仪应具有下列功能：

- 按 10.1.1 的规定使压延机辊筒停止；
- 符合  $PL_r=d$ 、类别 3 的规定，在 5 s 内至少使辊筒自动分离 50 mm，辊筒分离不产生其他危险，例如，辊筒和固定部件之间的挤压；
- 允许 10.1.2 中规定的反转救助。

### 10.2.2 固定式防护装置

固定式防护装置应结合压延机机架，消除从任何一侧进入危险区的可能性。

安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和表 4 的要求。

如果固定式防护装置位于压延机辊筒之间：

- 其应延伸至整个辊筒长度；且
- 防护装置与辊筒表面之间的间隙应不小于 4 mm；且
- 防护装置与辊筒表面切线之间的角度应不小于 90°。

单独的喂料装置不应取代压延机辊筒之间的固定式防护装置。然而，它可能有助于防止进入运行中的辊筒间隙，在这种情况下：

- 应满足上述辊筒间防护装置的要求；

——应根据 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和表 4 要求,与固定式防护装置相关联,以防止进入运行的辊筒间隙。

如果操作过程(例如,清洗或设置操作)必须进入危险的通道区域,则不应使用固定式防护装置,而应使用联锁防护装置。

如果压延机辊筒之间有固定的防护罩,则不需要辊筒自动分离功能。

### 10.2.3 联锁防护装置

联锁防护功能应符合  $PL_r = d$  的要求。

不带防护锁定的联锁防护装置的定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章的要求。

安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和表 4 的要求。

联锁装置的选型应符合 GB/T 18831—2017 的要求。

如果使用带防护锁定的联锁防护装置,则联锁防护装置的解锁信号应符合  $PL_r = c$  的规定。

如果带防护锁定的联锁防护装置的性能等级达到符合  $PL_r = d$  以上的规定,则不需要自动分离辊筒。

按 10.1.2 安装的喂料装置可作为带防护锁定的联锁防护装置,该装置应能实现仅当喂料装置处于适当位置时才允许辊筒旋转,且在辊筒静止之前不准许将喂料装置从工作位置移除。控制回路的  $PL_r$  与带防护锁定的联锁防护装置相同。

### 10.2.4 跳闸杆

跳闸杆是一根机械驱动的水平刚性杆,满足下列要求:

- 当操作者的身体向辊筒移动不超过 10 mm 时,跳闸杆即应被启动;
- 无论是在杆的两侧或者中间,驱动杆所需力均应不大于 200 N;
- 沿杆的长度上发生“推”的动作时,杆任意一处发生 10 mm 位移都能使至少一个位置的传感器强制动作,应符合 GB/T 18831—2017 中 5.4 的规定;
- 跳闸杆复位时不应引起压延机再次启动(反转救助见 10.1.2)。单独的手动复位装置应安装在能看到危险区的位置,并按 GB/T 16855.1—2018 中 5.2.2 设计。

为防止从跳闸杆的下面进入碾压区,应使用一个固定式防护装置或带防护锁定的联锁防护装置来补充防护,防护装置的设计应能防止脚踏入。

此外,在工作侧从压延机的边侧到各辊筒的端部如果存在入口,应按照 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和表 4 规定的安全距离要求设置侧面防护。

跳闸杆应覆盖整个辊筒长度。

跳闸杆的安装高度应为 1 200 mm±50 mm(高于操作者站立的水平面)。

### 10.3 清理的附加要求

机器的设计应确保操作者无需进入危险区即可对压延机辊筒进行清理(例如,自动清理装置、清理工具)。

当不能站在地面进行清理时,生产者应提供接近机器的安全设施,从此类设施位置不应触及机器的危险区。

### 10.4 传动系统引起的危险

应通过下列一项或多项保护措施来防止传动系统引起的危险:

- 固定式防护装置;
- 符合  $PL_r = c$  的规定,且定位符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章规定的联锁防护装置。

## 10.5 辅助辊处的危险

应通过下列一项或多项保护措施来防止接近辅助辊：

- 将辅助辊定位在高于站立水平面 2700 mm 或以上的高度；
- 辅助辊相对于压延机辊筒、其他辊或其他固定部件的位置需符合 GB/T 12265—2021 中表 1 的规定；
- 固定式防护装置或作为固定式防护装置的机械固定部件，根据 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 和表 4 或 10.2.2 定位；
- 不带防护锁定的联锁防护装置；
- 带防护锁定的联锁防护装置；
- 自动停机装置。

联锁防护装置的打开或自动停机装置的自发或非自发驱动应能够使压延辊筒停止运行或分离，安全距离应符合 GB/T 12265—2021 中表 1 的规定。

联锁防护装置或自动停机装置：

- 使辊停止或自动分离，性能等级符合  $PL_r = d$  的规定；
- 应根据 GB/T 19876—2012 进行定位。

防护锁定的解锁信号应符合  $PL_r = c$  的规定。

辅助辊的停止和分离不应因进料而产生其他危险。

分离后，应将可能因重力下落的辊固定在打开位置，例如，使用止回阀，并应防止意外关闭。只有通过手动操作才能释放。独立的手动复位装置应安装在能看到危险区全域的位置。手动复位的启动不应导致辅助辊发生任何移动。

## 10.6 辅助设备引起的危险

### 10.6.1 意外接触切割装置刀刃的切割危险

除非切刀刀刃的位置能够保证操作者的安全，否则应设置安全装置，以防止人员在无意中触碰到刀刃。

只有在操作过程中，切割装置中需要进行切割的刀刃才可露出。

### 10.6.2 切割装置及其执行机构的动作所导致的切割、剪切和挤压危险

切割装置从静止位置到工作位置的运动应通过下列方式实现：

- 手动操作，应使用双手才能完成，例如，同时激活两个机械装置；或
- 由距离切割装置静止位置至少 2 m 的符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置控制；或
- 由符合 GB/T 19671—2022 的 I 型双手操纵装置控制，其定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 8 章的要求。

应通过将切割装置放置在站立位置上方大于或等于 2 700 mm 处或使用定位符合 GB/T 23821—2022 中表 2 规定的防护装置，来防止由于切割装置与压延辊筒或辅助辊接触而导致的切割、剪切或挤压危险。

### 10.6.3 挡料板

当装有挡料板的压延机正常工作时，压延机辊筒与挡料板之间的间隙不应超过 4 mm，并应能够检测到挡料板的工作位置。压延机的操作只能在挡料板处于工作位置时进行。该安全功能应符合  $PL_r = c$  的规定。

#### 10.6.4 喂料输送装置

喂料输送装置应防止运转造成的挤压危险。

为防止与往复式喂料输送装置移动相关的危险,应提供下列一个或多个措施。

- 固定式防护装置;
- 可使输送机停止的压敏垫或压敏地板或自动停机装置;
- 输送机和固定部件之间的最小间距符合 GB/T 12265—2021 中表 1 中手臂的规定;
- 输送装置往复运动的驱动力限制在 150 N。

与压敏垫、压敏地板、自动停机装置或驱动力限制有关的停止输送机的控制电路应符合  $PL_r = c$  的规定。

#### 10.6.5 电动移动式红外线加热装置

当压延机配备有电动移动式红外线加热装置时,应通过下列措施之一防止危险运动:

- 由一个符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置在距离 2 m 以上且具有良好的可视性的位置上控制;
- 由符合 GB/T 19671—2022 的 I 型双手操纵装置控制,其定位符合 GB/T 19876—2012 中第 8 章要求;
- 符合  $PL_r = c$  规定的联锁防护装置,其定位符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章要求;
- 固定式防护装置。

#### 10.7 接合/分离压延机的动力运动

为防止与整个压延机的动力运动相关的碰撞和挤压危险,应采用下列一种或多种措施:

- 联锁防护装置,其定位符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章要求;
- 固定式防护装置;
- 压敏垫或压敏地板,其定位符合 GB/T 19876—2012 中第 7 章要求;
- 符合 3 型 ESPE 或 4 型 ESPE 规定的光幕,其定位符合 GB/T 19876—2012 中第 6 章要求,和/或符合 3 型 ESPE 规定的扫描器。

停止整个压延机的运动的控制电路应符合  $PL_r = c$  的规定。

应通过使用例如制动器或夹紧元件将运输轮固定在地面上的方式防止压延机意外移动。

### 11 橡胶塑料注射成型机的特定安全要求

#### 11.1 模具区域合模运动产生的危险

##### 11.1.1 液压驱动的模板运动

当模板运动为液压驱动时,合模运动产生的危险应采用下列一种方式进行防护。

- 联锁防护装置。当联锁防护装置打开时,防止合模运动的联锁安全功能应符合附录 D 中Ⅲ型保护或  $PL_r = e$  的规定。
- 光幕,仅当机器不存在喷溅的危险,应满足下列安全要求:
  - 附录 D 中Ⅲ型保护;或
  - 控制回路  $PL_r = e$ , 使用符合 4 型 ESPE 规定的光幕。

##### 11.1.2 电动驱动的模板运动

当模板运动为电动驱动时,合模运动产生的危险应采用下列一种方式进行防护。

——带防护锁定的联锁防护装置,应符合:

- 附录 D 中Ⅲ型保护;或
- 安全停止  $PL_r = e$ , 防护锁定功能的控制回路  $PL_r = d$ , 不要求使用 2 个防护锁定装置。

——不带防护锁定的联锁防护装置,应符合:

- 附录 D 中Ⅲ型保护;或
- 安全停止  $PL_r = e$ , 且安全停车  $PL_r = d$ 、类别 3。

——光幕,仅当机器不存在喷溅的危险,应符合下列安全要求:

- 附录 D 中Ⅲ型保护;或
- 符合 4 型 ESPE 规定的光幕,安全停止  $PL_r = e$ , 安全停车  $PL_r = d$ 、类别 3。

对于电驱动系统,当模具区的联锁防护装置(带防护锁定或不带防护锁定)打开或光幕中断时,应采用符合附录 D 中Ⅲ型保护或  $PL_r = e$  来中断模板运动的动力,实现安全停止。中断模板运动的动力的控制回路应独立于 PLC,应通过下列方法:

- 1 个或多个接触器,切断电动机或带有安全相关功能的电动机控制器的电源;和/或
- 带有安全相关功能的电动机控制器的安全相关输入。

### 11.1.3 使用双手操纵装置

双手操纵装置可在满足下列要求情况下使用:

- 无法采用防护装置或者光幕对模具区域进行防护(如用于加工很长或很大的制品的注射成型机);且
- 仅用于加工在生产过程中不产生材料飞溅危险的机器;且
- 整个人体无法进入模具区域。

### 11.1.4 从水平合模机器的顶部进入

水平合模的机器为防止从顶部进入,相关的顶部联锁防护装置应符合附录 C 中Ⅱ型保护或者  $PL_r = d$  的规定。当采用防护装置或机器的固定部件作为固定式防护装置,使得从指定进入区域或指定工作区域通过顶部进入到模具区域的安全距离符合 GB/T 23821—2022 中表 1 的规定,则无需采用联锁防护装置。如果顶部防护装置和操作侧或非操作侧的活动式防护装置采用机械连接而不能独立移动,则顶部防护装置不需要附加的联锁防护。顶部防护装置关闭时,机器不应自动启动下一个动作,在机器操作侧需要 1 个新的启动命令后方可启动机器的循环。

## 11.2 模具区域非操作侧合模运动产生的危险

非操作侧的联锁防护装置应符合Ⅲ型保护或  $PL_r = e$  的规定,也可按照符合Ⅱ型保护或  $PL_r = d$  的规定。

当液压驱动合模运动的机器使用附录 C 中Ⅱ型保护时,在防护装置打开时,应自动:

- 切断危险运动的主驱动的动力源,且
- 关闭并释放合模用的液压蓄能器。

当电动驱动合模运动的机器使用附录 C 中Ⅱ型保护,并使用 SS1 来防止停车过程中的危险时,应使用附加的机械装置(如刹车)或同等性能的系统。

### 11.3 生产过程中合模运动以外的运动造成的危险

#### 11.3.1 一般要求

11.1 和 11.2 中规定的防护装置或保护装置也应防止生产过程中合模以外的运动造成的危险。

当防护装置打开或光幕中断或双手操纵装置操纵器释放时,符合下列要求。

——切断塑化螺杆转动,应符合 I 型保护或  $PL_r = b$  的规定,除非不存在原料飞溅的危险(如机器仅用于加工不会产生飞溅危险的原料或机器安装了锁闭喷嘴并喷嘴处于关闭位置)。

——切断螺杆或柱塞的前进运动,应符合 II 型保护或  $PL_r = c$  的规定,除非机器安装了锁闭装置(如锁闭喷嘴)且相关的锁闭装置能承受最大的注射压力。

——切断注射座的前进运动,应符合 I 型保护或  $PL_r = b$  的规定。

——切断中子或顶出杆及其驱动机构的运动,应符合 II 型保护或  $PL_r = c$  的规定。

——切断调模前进运动。当调模前进运动的最大速度:

- $\leq 10 \text{ mm/s}$  时,应符合 I 型保护或  $PL_r = b$  的规定;
- $> 10 \text{ mm/s}$  且  $\leq 33 \text{ mm/s}$  时,应符合 II 型保护或  $PL_r = c$  的规定;
- $> 33 \text{ mm/s}$  时,对于操作侧,应符合 III 型保护或  $PL_r = e$  的规定;对于非操作侧,应符合 II 型保护或  $PL_r = d$  的规定。

——如果动力驱动喷嘴或挡板及其驱动结构的运动存在危险,应切断其运动,符合 II 型保护或  $PL_r = c$  的规定。

——切断模具的旋转运动及其相关驱动机构的运动,应符合 II 型保护或  $PL_r = d$  的规定。

通过定模板上的模具定位孔可进入模具区域(如在更换模具的时候),打开喷嘴区域的联锁防护装置应停止合模运动,应符合为  $PL_r = b$  的规定。

### 11.3.2 允许中子和/或顶出杆运动的特殊模式

当中子和/或顶出杆操作侧的模具区防护装置打开或光幕中断时,为了允许中子和/或顶出杆继续运动,应使用符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.10 要求的可锁定的二位或三位模式选择器。

选择器的设计应确保开关的每一个未使用位置,采用带强制操作触头或带冗余和监控设计的硬件实现电路的完全隔离。

当选择器在位置 1 时,中子和/或顶出杆仅在防护装置关闭或光幕未中断时,允许动作。

当使用二位模式选择器时,当选择器在位置 2 时,应激活下述中 a 模式或 b 模式。

当使用三位模式选择器时:

- 当选择器在位置 2 时,应激活下述中 a 模式;且
- 当选择器在位置 3 时,应激活下述中 b 模式。

在 a 模式下,中子和/或顶出杆在防护装置打开或光幕中断时,应使用下列装置才能允许动作:

- 符合 GB/T 19671—2022 规定的 II 型双手操纵装置;或
- 符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置,且中子和/或顶出杆的速度应保持低速(小于或等于  $10 \text{ mm/s}$ ),相关的速度控制应符合  $PL_r = b$  的规定。

在 b 模式下,应符合下列要求:

——在控制器界面上出现警告提醒并经过操作人员确认后,才能进行中子和/或顶出杆运动,这个警告画面应一直持续显示在这个控制器界面上,直到这个模式关闭;且

——经过警告确认后,中子和/或顶出杆在防护装置打开或光幕中断时,应使用下列装置才能允许运动:

- 符合 GB/T 19671—2022 规定的 II 型双手操纵装置,或
- 符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置;

——在半自动模式下,无需使用双手操纵装置和保持-运行控制装置,允许中子和/或顶出杆正常动作。

如果保持-运行控制装置的操动器安装在 1 个便携式的控制装置上,应使用符合下列特点的三位装置:

- 位置 1:停止功能(操纵器未被致动);
- 位置 2:启动功能(操纵器被致动至中间位置);
- 位置 3:停止功能(操纵器被致动超过中间位置);
- 在操纵器到位置 3 后,只有在操纵器返回至位置 1 后,才能重新启动。

如果使用脚踏式保持-运行控制装置,则脚踏至位置 3 的触发力需要在 200 N~350 N 之间。

#### 11.4 带控制功能的防护装置的使用

当满足下列要求时,可使用符合 GB/T 15706—2012 中 3.27.6 的带控制功能的防护装置(带启动功能的联锁防护装置)作为联锁防护装置的替代。

- 满足 GB/T 15706—2012 中 6.3.3.2.5 的要求,下列要求除外:
  - GB/T 15706—2012 中 6.3.3.2.5 b),循环时间长但不产生额外的危险;
  - GB/T 15706—2012 中 6.3.3.2.5 c),防护装置打开时间长但不产生额外的危险。
- 满足 11.1 和 11.3 的要求。
- 整个人体不可能进入到模具区域和防护装置之间的区域。
- 对于卧式机器:
  - 图 1 和图 2 中尺寸  $b$  应小于或等于 100 mm;且
  - 图 2 中尺寸  $a$  应大于或等于 750 mm;且
  - 图 1 和图 2 中距离  $e_1$  和  $e_2$  均应小于或等于 630 mm。
- 对于立式机器:
  - 图 3 中尺寸  $h_1$ (下模板平面到操作人员站立的地面)应大于或等于 750 mm;且
  - 图 3 中尺寸  $h_2$ (模板之间的最大距离)应小于或等于 630 mm,模板最长边的尺寸应小于或等于 1 000 mm;且
  - 图 3 中尺寸  $h_1$  应小于或等于 100 mm。

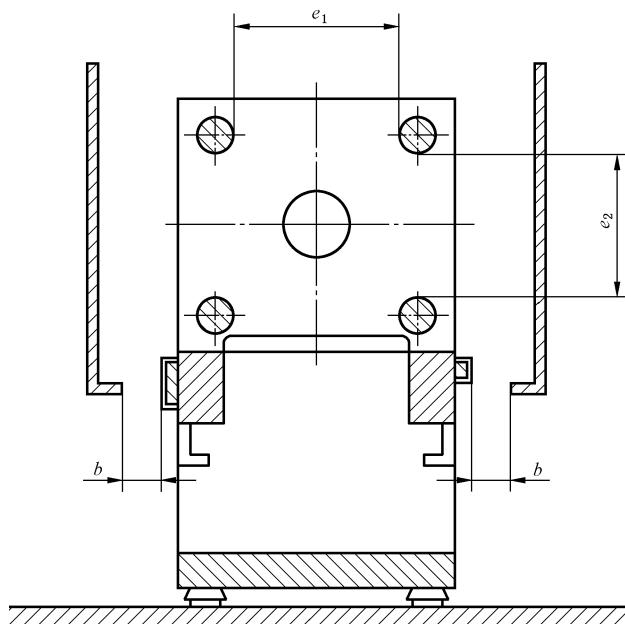


图 1 活动式防护装置的位置要求和卧式带拉杆的注射成型机尺寸  $b$ 、 $e_1$ 、 $e_2$  的示意图

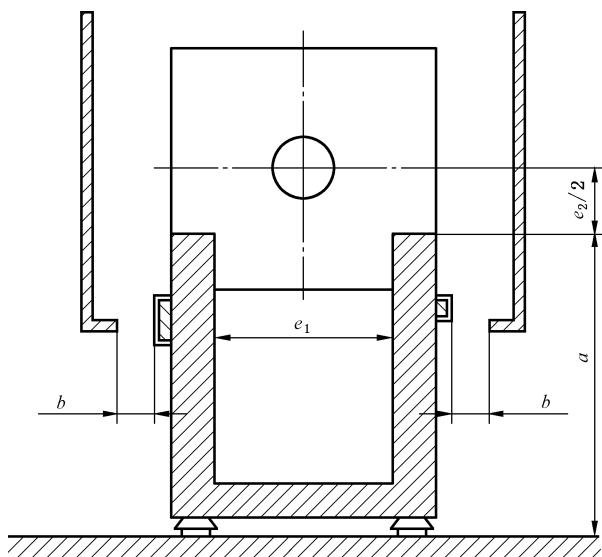


图 2 活动式防护装置的位置要求和卧式不带拉杆的注射成型机尺寸  $a$ 、 $b$ 、 $e_1$ 、 $e_2$  的示意图

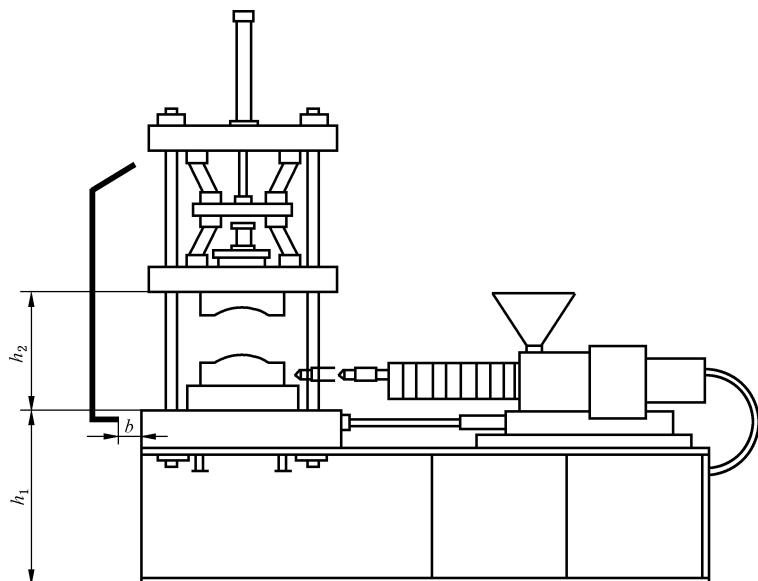


图 3 活动式防护装置的位置要求和立式注射成型机尺寸  $b$ 、 $h_1$ 、 $h_2$  的示意图(只显示了操作侧的防护装置)

此外,动力操作式的带控制功能的防护装置还应满足下列要求:

- 在每个循环周期前或防护装置停止后,应检测手动控制按钮是否释放,关闭防护装置应需要 1 个新的手动致动信号;
- 对于防护装置的关闭信号为非持续信号,且其控制指令存储在机器的存储器中,在防护装置关闭时间超过设定的安全时间或防护装置停止(部分关闭或完全关闭)后,其控制指令应进行清除;
- 符合 4.11 的要求。

## 11.5 对带有下行模板的机器的安全要求

带有下行模板的注射成型机应配备 2 个独立的抑制装置。每一个抑制装置应具有承受模板和最大模具重量总和的能力。最大允许的模具重量由机器生产者提供。相关的抑制装置应在模板的全行程中均能自动触发,且触发后模板不应产生其他危险(如使用刹车器或带棘轮、棘齿的机械保险杆)。应在下列情况下被触发:

- 当活动式防护装置被打开;或
- 光幕中断;或
- 双手操纵装置操动器释放时。

安全装置触发的安全功能应符合  $PL_r = d$ 、类别 3 的规定。

当使用 2 个液压式抑制装置时,其中 1 个抑制装置可被用作为附录 D 中Ⅲ型保护的 1 个切断装置。

当使用机械式抑制装置时,如果模板打开到最大行程时,才允许打开模具区的活动式防护装置,则该抑制装置可只在模板位于最大行程时触发。

当其中 1 个抑制装置发生故障,另 1 个抑制装置应阻止模板的坠落。

抑制装置的状态应被自动监控,当其中 1 个出现故障时:

- 能自动识别出故障;且
- 阻止模板的进一步下行运动。

当使用带防护锁定的联锁防护装置,防护锁定装置应一直保持锁定直到:

- 已检测到抑制装置到位;或
- 运动轴处于一个安全的位置。

## 11.6 对模具区和联锁防护装置或光幕之间的区域可人体全身进入的机器的附加要求

对于下列机器:

- 防护装置和机器机架之间水平距离大于 100 mm 的机器(见图 1,图 2 和图 3 中尺寸 b),或光幕和机器机架之间水平距离大于 150 mm 的机器;或
- 防护装置或光幕与模具区域之间区域,设计为可进入区域,且在正常操作位置对该可进入区域没有清晰视野的机器。

安全防护装置除了按照 11.1 和 11.2 中规定以外,还应附加配备下列一种保护装置。

- a) 单一或双重确认系统,用于联锁防护装置或光幕,符合附录 E 规定。
- b) 机械插销,阻止联锁防护装置意外关闭,并符合如下的要求。
  - 1) 该插销应在防护装置每次打开时生效。且
  - 2) 该插销应在机器循环周期启动前进行单独的复位。复位装置应安装在对联锁防护装置和模具区之间的区域有 1 个清晰视野的位置。且
  - 3) 该插销的状态应在防护装置每一次动作后至少监控一次,以确保其故障能被自动识别。下一次的合模运动仅在插销状态检测正常后才能进行。且
  - 4) 对于所有安装机械插销的动力操作式防护装置,其关闭动作采用保持-运行控制装置,且操动器应安装在对联锁防护装置和模具区之间的区域有 1 个清晰的视野的位置。
- c) 保持-运行控制装置,用来控制动力操作式防护装置水平关闭运动,应符合下列要求:
  - 1) 保持-运行控制装置的安全功能应符合  $PL_r = c$  的规定;且
  - 2) 保持-运行控制装置的操动器应安装在防护区域以外且对联锁防护装置或光幕和模具区之间的区域有 1 个清晰视野的位置;且
  - 3) 保持-运行控制装置应不易被弃用(如可通过采用在每次防护装置关闭后,自动监控保持-运行控制装置的状态来实现)。

- d) 防护装置的 1 个部件,当操作人员站立在受保护区域时,可防止防护装置的闭合;当防护装置打开时,操作人员不能轻易地避开这个部件。
  - e) 敏感保护设备,用来检测模具区域和活动保护装置或光幕之间的区域是否有人,应使用:
    - 1) 符合 GB/T 19436.1—2013 规定的 2 型的 AOPD,或
    - 2) 符合 GB/T 17454.1 和  $PL_r=c$  规定的压敏垫,或
    - 3) 符合  $PL_r=c$  及下列规定的压敏地板:
      - GB/T 17454.1,或
      - 使用带有强制操作功能的限位开关,且限位开关应由踏板直接强制触发,当限位开关信号使用继电器进行转接时,这些继电器需要冗余设计并进行监控,注射成型机的控制系统应对踏板的正确功能进行周期检测,至少 1 个月 1 次,只有在检测通过后才能开始产品循环周期,在检测时需要验证限位开关是否正常工作,如踩到踏板上或直接触发限位开关,相关的检测流程以及必要的检测装置应由机器生产者提供;
- 或
- 4) 符合 GB/T 19436.1—2013 规定的 3 型 AOPDDR。
- 敏感保护设备应在机器通电后就马上激活,当有人员站立在该区域时,应:
- 防止开模和合模运动,符合  $PL_r=c$  的规定;且
  - 防止动力操作式防护装置(当使用时)的关闭运动,符合  $PL_r=c$  的规定;且
  - 防止中子和顶出杆的任何危险运动,符合  $PL_r=c$  的规定;且
  - 防止注射运动,符合  $PL_r=c$  的规定。

## 11.7 对可人体全身进入模具区的机器的附加要求

对于下列机器。

- a) 有拉杆的水平式合模装置的机器(见图 1),其中  $e_1$  或  $e_2 > 1200 \text{ mm}$ 。而带有两拉杆的机器,其相应的尺寸为  $e_1$ 。带有三拉杆的机器,其相应的尺寸是其中任意两根拉杆之间的最大间距。
- b) 无拉杆的水平式合模装置的机器(见图 2),其中:
  - 1)  $e_1$  或  $e_2 > 1200 \text{ mm}$ ;或
  - 2)  $a < 850 \text{ mm}$ ,且  $e_2 > 400 \text{ mm}$ 。
- c) 有拉杆的立式合模装置的机器,其中:
  - 1)  $e_1$  或  $e_2 > 1200 \text{ mm}$ ;且
  - 2) 模板最大开距大于  $1200 \text{ mm}$ 。
- d) 无拉杆的立式合模装置的机器,其中:
  - 1) 模板的任意一个长宽尺寸大于  $1200 \text{ mm}$ ;且
  - 2) 模板的最大开距大于  $1200 \text{ mm}$ 。

安全防护装置除了按 11.1 和 11.2 中规定以外,还应附加配备下列的保护装置。

- a) 对于模具区采用防护装置防护的机器:
  - 1) 为了防止联锁防护装置意外闭合,具备符合 5.7.6 规定的机械插销,或符合 5.7.6 规定的、用于控制动力操作式防护装置关闭动作的保持-运行控制装置;或
  - 2) 符合附录 E 要求的单一或双重确认系统。
- b) 对于模具区采用光幕防护的机器,在任何装有光幕的一侧,均应安装符合附录 E 要求的单一确认系统。1 个或多个光幕中断后,应在每一个光幕的中断侧进行确认。
- c) 对于水平合模装置的机器,为了能检测模具区是否有人存在,应安装敏感保护设备,并符合下列要求:

- 1) 敏感保护设备应符合 11.6 的要求；且
- 2) 为了防止生产周期意外中断(如因产品掉落),在防护装置关闭后或模具区域的光幕复位后,未检测到模具区域有人存在,敏感保护设备可被屏蔽。在防护装置打开或光幕中断时,敏感保护设备应自动重新激活,其回路应符合  $PL_r = c$  的规定；且
- 3) 对于用于特殊生产目的的机器,如在模具区中间有旋转台的机器,敏感保护设备可由符合附录 E 规定的双重确认系统来代替。
- d) 对于立式合模装置的机器,应使用下列一种保护装置：
  - 1) 符合 11.6e) 要求的 AOPD 或 AOPDDR；或
  - 2) 如果下模板的模板平面的最低位置离操作人员站立面的间距大于或等于 750 mm,符合附录 E 要求的单一确认系统；或
  - 3) 符合附录 E 要求的双重确认系统。

注：对于人体全身进入模具区的机器,对于模具区的每一侧均只需要安装 1 个确认开关。

对于需要在模具区域内进行上模/卸模操作的机器,应符合 4.19 要求的指定进入区域和指定工作区域。

## 11.8 合模机构区域或动模板后面区域

### 11.8.1 基本安全要求

为了防止触及合模机构区域或动模板后面区域的危险运动,应配备下列一种装置。

——联锁防护装置,当联锁防护装置打开时：

- 应中断模板和合模机构的所有运动,符合附录 C 中 II 型保护或  $PL_r = d$  的规定；且
- 如果动力操作式防护装置的打开运动,对于从合模机构区域的防护装置进入的操作者存在危险,应中断打开运动,符合附录 B 中 I 型保护或  $PL_r = c$  的规定。

——防护模具区域的光幕,使其延伸覆盖整个合模机构区域。该光幕中断时,应中断这些危险运动,符合  $PL_r = d$  的规定。

——固定式防护装置,如果该区域只在机器维修或维护时才需要进入。

针对中子和顶出杆的驱动机构的区域,防止相关的危险,联锁防护装置的设计应符合附录 B 中 I 型保护或  $PL_r = c$  的规定,也可使用固定式防护装置。

在模具区防护装置打开或光幕中断或双手操纵装置的 1 个操动器释放时,不准许进行开模运动,除非该区域相关的挤压和/或剪切危险已经得到有效防护。

### 11.8.2 带有上行模板的机器的附加安全要求

对于带有上行模板的机器,动模板下方因下列情况存在挤压或剪切的危险：

——在设置中子和顶出杆的行程时,模板因重力而意外坠落；或  
——在生产过程中,有可能进入动模板下方。

应采用 1 个抑制装置(如止逆阀/止回阀,刹车器)来进行防护,这个抑制装置应：

——被激活,当合模机构区域的防护装置打开或光幕中断或双手操纵装置操纵器释放时；且  
——在模板的整个危险行程应都能正常工作；且  
——能承受模板和最大模具重量的总和。最大能承载的模具重量由机器生产者提供。

当机器处于维修或维护状态,相关的机械式抑制装置还未安装时,机器应设计：

——1 个机械装置,能防止动模板的运动；或  
——1 个特殊的位置,动模板移动到该位置后防止因重力而产生进一步的意外运动。

### 11.8.3 对于使用曲肘连杆合模机构机器的附加要求

如果机器存在因曲肘连杆机构内部存储的能量可能引起的动模板的意外动作(一般为开模运动),应使用下列防护措施:

- 能防止意外动作的附加防护措施(如刹车器、阀);或
- 固定式防护装置;或
- 带防护锁定的联锁防护装置。当存储的能量还能引起危险运动时,防护锁定装置应保持锁定状态。

### 11.9 模具区域和/或合模机构区域外的中子和顶针以及它们的驱动机构运动的区域

对于该区域,应使用下列措施进行防护:

- 符合附录 B 中 I 型保护或  $PL_r = c$  规定的联锁防护装置;或
- 符合  $PL_r = d$  规定的光幕(保护模具区域并延伸至该区域);或
- 固定式防护装置。

当中子和/或顶出杆操作侧的模具区防护装置打开或光幕中断时,如果符合 11.3.2 的要求,中子和/或顶出杆允许运动。

### 11.10 喷嘴区域

11.10.1 喷嘴区域的机械危险应采用联锁防护装置或固定式防护装置加联锁防护装置的组合进行防护。该防护装置的尺寸设计应覆盖所有正常生产过程中的喷嘴运动的区域。带有水平注射装置的注射成型机,喷嘴防护装置在喷嘴下方的区域允许开口。

11.10.2 联锁防护装置应符合附录 B 中的 I 型保护或  $PL_r = c$  的规定。

11.10.3 当注射座的向前运动是由电动驱动时,可在不考虑任何故障的情况下计算系统的全系统停机性能。

11.10.4 防护装置的设计应防止熔融原料的喷溅危险。

11.10.5 注射座在任何位置上,喷嘴的联锁防护装置打开时,应中断下列运动:

- 注射座的向前运动;且
- 注射螺杆或柱塞的向前运动;且
- 塑化螺杆的转动;除非不存在原料喷溅的危险(如机器仅用于使用不会产生飞溅危险的原料,或机器安装了机械式锁闭喷嘴);且
- 动力驱动闭锁喷嘴及其驱动机构的运动,当这些运动存在挤压和/或剪切的危险。

11.10.6 当危险运动部件的安全距离已符合 GB/T 23821—2022 中表 1 的规定,且不存在喷溅危险时,则无需安装上述防护装置。

11.10.7 对于带有立式注射装置的注射成型机,应增加附加的防护装置,除非已有的防护装置已经能防止喷溅危险。

11.10.8 在更换螺杆或止逆环(防止原料回流)时,需要打开喷嘴防护装置或整个注射装置移动到防护装置外,只有满足下列要求,螺杆和注射装置才可运动:

- 采用手动模式,符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.10 规定;且
- 使用保持-运行控制装置,安全功能符合  $PL_r = b$  的规定;且
- 直线运动速度小于或等于 33 mm/s;且
- 最大转动速度为最高转速的 10%。

11.10.9 当喷嘴防护装置打开时,倾斜/垂直的塑化螺杆/柱塞因重力的原因可能产生熔融原料喷出的危险,应采用抑制装置防止相关的危险(如使用止逆阀/止回阀或机械式的锁闭喷嘴)。

### 11.11 注射装置区域

11.11.1 进入到下料口时触及塑化螺杆和/或注射柱塞产生的挤压、剪切和/或卷入危险,应使用下列措施进行防护:

- 防护装置,安全距离符合 GB/T 23821—2022 中表 1 和表 4 的规定(如通过永久固定的料斗或使用上料系统作为距离防护装置);或
- 封闭式防护装置,安全距离符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的规定;或
- 联锁防护装置(如使用活动式料斗作为联锁防护装置)或光幕(如果不存在喷溅危险),符合附录 B 中 I 型保护或  $PL_r=c$  的规定;或
- 按照下列尺寸进行设计:
  - 圆形下料口的直径或矩形下料口边长应小于或等于 50 mm,下料口到塑化螺杆/注射柱塞之间的距离应大于或等于 120 mm;或
  - 圆形下料口的直径或矩形下料口边长大于 50 mm,则应安装平行杆来减小开口尺寸,两根邻近的杆之间的距离应小于或等于 25 mm,而平行杆与塑化螺杆/注射柱塞之间的距离应大于或等于 120 mm。

11.11.2 当料斗或注射装置的任何部件与固定模板,在离地面为 1 300 mm~1 700 mm 的高度区间内,最小间距小于 300 mm 时,为了防止头部的危险,则应:

- 使用距离防护装置或封闭式防护装置,或使用符合  $PL_r=c$  规定的联锁式防护装置或其他保护装置(如光幕);且
- 使用联锁防护装置,可和 5.7.6 中规定的覆盖注射装置区域的防护装置同为 1 个防护装置;且
- 联锁防护装置打开或保护装置触发后应中断注射座的前进运动;且
- 联锁防护装置打开或保护装置触发后,仍旧需要进行注射座的运动,应符合:
  - 手动模式,符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.10 的规定;且
  - 保持-运行控制装置,符合  $PL_r=c$  的规定;且
  - 低速度运动,直线运动速度小于或等于 33 mm/s;且
  - 对危险区有清晰视野。

11.11.3 注射装置的驱动机构在运动时产生的危险,应使用下列措施进行防护:

- 安全距离符合 GB/T 23821—2022 中表 1 和表 4 的规定;或
- 固定式防护装置;或
- 联锁防护装置,符合附录 B 中 I 型保护或  $PL_r=c$  或光幕(如果不存在喷溅危险)的规定。

### 11.12 制品下落区域

人体通过制品下落口触及任何危险运动,应使用下列措施进行防护:

- a) 安全尺寸符合图 4 的要求,必要时使用固定式防护装置,具体为:
  - 1) 当  $a < 100 \text{ mm}$ ,  $b \geq 550 \text{ mm}$ ;
  - 2) 当  $a \geq 100 \text{ mm}$ ,  $b \geq (550 \text{ mm} - a)$ ;或
- b) 联锁式防护装置,符合 I 型保护或  $PL_r=c$  的规定;或
- c) AOPD,符合 GB/T 19436.1—2013 规定的 2 型。

这些保护装置不能用来启动机器循环。

单位为毫米

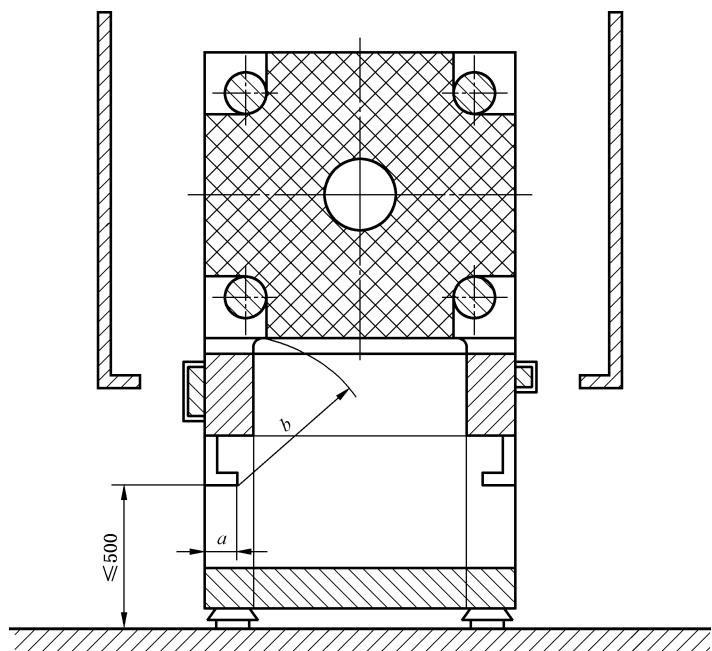


图 4 制品下落区的尺寸

## 12 橡胶塑料刀片式破碎机的特定安全要求

### 12.1 破碎室

12.1.1 破碎室应能承受正常运转和由于刀片断裂或松脱产生的应力。

12.1.2 对通过开口进入破碎室，应进行下列保护：

- 通过安全距离；或
- 设置距离防护装置；
- 带防护锁定的联锁防护装置，控制系统安全相关部件用于防护锁定安全功能和防止意外启动的联锁功能符合  $PL_r = d$  的规定；或
- 不带防护锁定的联锁防护装置；联锁防护装置的定位在考虑到不带料、最大速度的情况下符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章的规定；控制系统安全相关部件联锁功能符合  $PL_r = d$  的规定；
- 集成喂料装置和/或排料装置。

12.1.3 破碎机转子运动的惯性足以引起伤害，例如，某部件拆卸后或正在拆卸时失去平衡，或在拧松刀片进行拆卸时。在破碎室开启到能触及转子之前，转子抑制器应起作用，具体开口尺寸应符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的规定。

转子抑制器在下列情况，应能解除限制：

- 需要转动转子时，通过操作者需连续操控解除限制；
- 在破碎机能够启动之前通过关闭破碎室或其他合适的方法，确保转子抑制器解除限制；
- 使转子抑制器解除限制的装置，应设计成由控制转子运动的操作者激活。

### 12.2 喂料区

12.2.1 喂料装置应按 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 或表 4 的规定进行设计，以避免上肢触及破碎室

运动部件。

12.2.2 进料口的高度大于 0.4 m, 宽度大于 0.5 m 时, 应通过下列措施之一防止从进料口坠落:

- 进料口的下边缘位于工作平面上方至少 1.2 m 的高度;
- 装载台固定并放置在工作平面上方至少 1.2 m 的高度;
- 使用可防止全身接触的与机器一体的机械喂料装置。

如果机器较大, 生产者应提供装置(如镜子), 使操作员能够从远处看到进料区。

12.2.3 当加工薄膜、纤维及塑胶条等极易缠绕的材料的破碎机采用动力喂料装置时, 应在喂料口处配备符合 GB/T 15706—2012 中 3.28.5 定义的机械致动的敏感保护设备(自动停机装置), 用来自动停止喂料。GB/T 19876—2012 的全系统停机性能应小于或等于 1 s。跳闸装置的位置应能在发生缠绕时自动启动。

触发敏感保护设备(跳闸装置)的作用力应小于或等于 150 N。控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = d$  的规定。

12.2.4 如果喂料斗设有转轴或铰链, 打开或关闭喂料斗应使用能自动激活的抑制装置, 以防止喂料斗意外闭合。

12.2.5 如果喂料斗动作作为动力驱动, 应通过下列措施防止接近撞击/挤压危险区域:

- 使用符合 GB/T 19671—2022 中表 1 规定的ⅢB 型双手操纵装置, 其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定, 且确保在安装位置能够看清喂料斗的开启和闭合区; 或
- 使用符合 GB/T 15706—2012 的保持-运行控制装置, 其安装位置距离危险区至少 2 m, 且确保在安装位置能够看清喂料斗的开启和闭合区。

控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = c$  的规定。

有关手动喂料的信息资料, 应在使用说明中给出。

12.2.6 在设计阶段, 应采取措施消除加工时机械零部件或物料通过喂料口从破碎室内弹出的可能性。可采取的措施, 例如有:

- 喂料装置配备遮挡屏;
- 安装防护挡板;
- 当喂入长料可能造成防护挡板无法闭合时, 应在使用说明书中给出降低危险的其他措施。

### 12.3 排料区

在加工过程中, 物料或机械零部件通过排料口排出, 应有保护措施(例如, 排料管), 减少排料产生的冲击力。

在转子停止转动前, 应防止通过排料区接近破碎室的转子。应按 5.8.1 规定的带或不带防护锁定的联锁防护装置实现。可由集成排料装置代替带或不带防护锁定的联锁防护装置。

如果排料装置为动力驱动, 应通过下列措施防止接近撞击/挤压危险区域:

- 使用符合 GB/T 19671—2022 中表 1 规定的ⅢB 型双手操纵装置, 其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定, 且确保在安装位置能够看清喂料斗的开启和闭合区; 或
- 使用符合 GB/T 15706—2012 的保持-运行控制装置, 其安装位置距离危险区至少 2 m, 且确保在安装位置能够看清喂料斗的开启和闭合区。

控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = c$  的规定。

## 13 橡胶塑料拉条式切粒机的特定安全要求

### 13.1 切割室

13.1.1 切割室应能承受正常运转及其可能有下列原因产生的应力:

- 运转时刀片意外断裂或松脱；
- 物料中的杂物或其他物品。

13.1.2 转动切刀和喂料辊停止转动前,应不能打开切割室盖进入到切割室内部。应通过下列一项或多项保护措施来防止通过开口接触到切割室内的切割工具及其旋转支撑部件:

- 固定式防护装置；
- 带防护锁定的联锁防护装置,使防护装置保持关闭和锁定直到转动切刀和喂料辊所有运动停止下来;控制系统安全相关部件应符合:
  - $PL_r = d$  用于联锁功能;和
  - $PL_r = c$  用于锁定功能。

13.1.3 应通过安全距离防止从卸料区进入切割室内部。

13.1.4 对于切割室壁上的维修或清洁孔口,应设置带防护锁定的联锁防护装置,控制系统安全相关部件应符合:

- $PL_r = d$  用于联锁功能;和
- $PL_r = c$  用于锁定功能。

## 13.2 喂料装置

13.2.1 当喂料装置是固定于机器上时,为防止触及运动部件,应通过下列各项予以防护:

- 固定式防护装置;和/或
- 带防护锁定的联锁防护装置,控制系统安全相关部件应符合:
  - $PL_r = d$  用于联锁功能;和
  - $PL_r = c$  用于锁定功能。

13.2.2 应设置急停装置并实现急停功能,以防止缠绕危险。

## 13.3 喂料区

通过孔口触及喂料辊的安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2、表 3 或表 4 的规定,避免上肢触及运动部件。

## 13.4 排料区

排料区的设计应使其能够承受运转时刀片意外断裂或松脱引起的应力,并防止机械零部件弹出。

## 13.5 启动装置

应通过下列各项防止触及启动装置运动部件:

- 固定式防护装置;和/或
- 带防护锁定的联锁防护装置,控制系统安全相关部件应符合  $PL_r = c$  的规定。

## 13.6 水溢危险

带有水冷却系统的机器的设计不应对电气设备产生水溢溅或滴漏。该类设备的外壳防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 中规定的 IP 54。

# 14 橡胶塑料切碎机的特定安全要求

## 14.1 切碎室

应通过下列一种或多种措施防止接近切碎室内的转子运动:

- 作为固定防护装置的机器固定零件/元件；
- 固定防护装置；
- 带防护锁定的联锁防护装置；控制系统有关安全部件用于防护锁定安全功能和防止意外启动的联锁功能应符合  $PL_r = d$  的规定；
- 无防护锁定的联锁防护装置；联锁防护装置的定位应符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章的规定，考虑到不带料、最大速度的最坏情况；控制系统有关安全部件联锁功能应符合  $PL_r = d$  的规定；
- 集成的喂料装置和/或排料装置。

当切割室打开时，应通过驱动系统的设计防止转子意外旋转，不准许在无动力状态下发生任何移动。当驱动系统使用的技术不适用时，生产者应提供闭锁装置。

## 14.2 喂料区

### 14.2.1 一般要求

当喂料装置是料斗，其尺寸和设计应：

- 防止上肢通过进料口碰到切碎室中的运动部件；
- 防止上肢碰到推料器的运动部件（如果有）。

安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2～表 4 和/或表 6 的要求。

如果进料口的高度大于 0.4 m，宽度大于 0.5 m，应通过下列措施之一防止从进料口坠落：

- 进料口的下边缘应位于工作平面上方至少 1.2 m 的高度；
- 装载台应固定并放置在工作平面上方至少 1.2 m 的高度；
- 使用可防止全身进入的与机器一体的机械喂料装置。

如果机器较大，生产者应提供装置（如镜子），使操作员能够从远处看到进料区。

### 14.2.2 被喂入的物料缠绕

如加工薄膜、纤维、线或类似的可能导致缠绕危险的材料，生产者应向用户说明应采取的预防措施。

如果安装了电动喂料装置来处理薄膜、纤维、线或类似的可能导致缠绕的材料，应在喂料口处配备符合 GB/T 15706—2012 中机械致动的敏感保护设备（跳闸装置），以自动停止进料。全系统停机性能应小于或等于 1 s。跳闸装置的位置应能在发生缠绕时自动启动。

触发敏感保护设备（跳闸装置）的作用力应小于或等于 150 N。控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = d$  的规定。

### 14.2.3 移动式喂料装置的附加要求

如果集成喂料装置是可移动的，应防止碰到切割室内的切碎刀具，直到转子停止运动。喂料装置应起到带或不带防护锁定的联锁防护装置的作用。

如果在机器中，通过枢轴或铰链连接打开或关闭喂料斗，应配备自锁抑制装置防止处于打开位置的料斗无意中关闭，或者处于打开位置的料斗应由于重力而保持稳定。

如果喂料斗是动力驱动的，应通过下列措施防止接近撞击/挤压危险区域：

- 使用符合 GB/T 19671—2022 的Ⅲ B 型双手操纵装置，其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定，并确保能够清楚地看到喂料斗的危险区域；或
- 使用符合 GB/T 15706—2012 中保持-运行控制装置，其安装位置距离危险区域至少 2.0 m，且确保在安装位置能够看清喂料斗的开启、闭合区域。

控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = c$  的规定。

#### 14.2.4 机械零部件或物料弹出

应采取下列一项或多项措施,防止机械零部件或物料从喂料口弹出:

- 通过喂料装置的设计防止机械零部件或物料弹出;
- 配备防护挡板。

#### 14.3 排料区

在转子停止转动前,应阻止通过排料区接近切碎室的转子。应通过带或不带防护锁定的联锁防护装置来实现。可由集成卸料装置代替带或不带防护锁定的联锁防护装置。

如果防护装置与转子的最小距离符合 GB/T 19876—2012 的规定,应使用符合 GB/T 18831—2017 规定的联锁防护装置。如果最小距离不符合要求,则应使用符合 GB/T 18831—2017 规定的带防护锁定的联锁防护装置。

控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = c$  的规定。

如果排料装置是动力驱动的,应通过下列措施防止接近撞击/挤压危险区域:

- 使用符合 GB/T 19671—2022 的ⅢB 型双手操纵装置,其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定,并应确保能够清楚地看到排料装置的危险区域;或
- 使用符合 GB/T 15706—2012 的保持-运行控制装置,其安装位置距离危险区域至少 2.0 m,且确保在安装位置能够看清排料装置的危险区域。

### 15 塑料团粒机的特定安全要求

#### 15.1 团粒室

15.1.1 团粒室应设有用于喂料、卸料、检查团粒室内部进程和更换或维修团粒工具的开口。应通过下列一项或多项保护措施来防止通过开口接触到团粒室内的团粒工具及其旋转支撑部件。

- 固定式防护装置。
- 带防护锁定的联锁防护装置,使防护装置保持关闭和锁定直到团粒工具所有运动停止下来。

控制系统安全相关部件应符合:

- $PL_r = d$  用于联锁功能和;
- $PL_r = c$  用于锁定功能。

15.1.2 防止接触到团粒刀具及其旋转支撑部件的安全距离,应符合 GB/T 23821—2022 中表 2~表 4 和/或表 6 的规定。

15.1.3 如果喂料装置或其部件或排料系统用作防护装置,且能在不使用工具的情况下移出工作位置,并导致由此进入团粒机时不能满足 GB/T 23821—2022 中表 2~表 4 和/或表 6 规定的安全距离,则其应起到符合 GB/T 18831—2017 规定的带防护锁定的联锁防护装置的作用,使其保持在锁定位置直到团粒刀具所有运动停止下来;控制系统安全相关部件应符合:

- 联锁功能  $PL_r = d$ ;
- 锁定功能  $PL_r = c$ 。

15.1.4 当喂料口开口尺寸超过 500 mm×400 mm,可全身进入机器时,为防止从喂料口跌落,喂料口的下边缘离工作平面的高度应至少为 1.2 m。

15.1.5 由于操作原因在联锁防护装置打开时有必要移动团粒刀具及其支撑部件(如更换或调整团粒刀具),旋转支撑部件应设计为准许手动移动且防止与团粒刀具有任何接触(如安装可拆卸手柄),并应在使用信息中进行说明。

15.1.6 如果不能实现手动旋转(如由于大型机器旋转支撑部件的质量),则在联锁防护装置打开时应

准许一种特定操作模式使团粒刀具及其支撑部件实现动力旋转。这种特定的操作模式应：

- 通过符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.10 要求的选择器激活,该选择器可通过编码或可拔出的钥匙或其他方式锁定在任何位置以防止未授权的选择;
- 通过符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.9 和 GB/T 5226.1—2019 中 9.3.6 规定的保持-运行控制装置使团粒刀具及其支撑部件旋转,此时最大外缘旋转速度不大于 2 m/min。

控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = d$  的规定。

为防止团粒刀具及其旋转支撑部件在更换或调整时意外运动,应提供抑制装置,例如,机械插销。

15.1.7 为防止团粒刀具发生堵塞,被加工物料的温度应自动控制,例如,使用冷却系统或降低团粒刀具转速。

控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = b$  的规定。

## 15.2 未预切割物料的喂料

如果团粒机的预定使用是加工可能导致缠绕的物料(如薄膜卷材、纤维卷材、丝材),在喂料口处应安装符合 GB/T 17454.2 或 GB/T 17454.3 规定的机械致动的敏感保护设备(如压敏边、压敏线等)。当敏感保护设备被致动时,应自动停止喂料。敏感保护设备应安装在 1.20 m~1.40 m 之间的高度,以便在缠绕作用力小于或等于 250 N 时自动致动。

控制系统安全相关部件的联锁功能应符合  $PL_r = d$  的规定。

## 15.3 排料系统的运动部件

15.3.1 应通过下列一项或多项措施防止触及排料系统的动力驱动运动部件:

- 固定式防护装置或机器的固定部件作为固定式防护装置;
- 联锁防护装置,其定位符合 GB/T 19876—2012 的规定。

安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2~表 4 和/或表 6 的规定。

15.3.2 如果从排料系统能够进入到团粒室的危险区域,还应符合 15.1 的规定。

# 16 平板硫化机的特定安全要求

## 16.1 模具区

### 16.1.1 生产过程中平板硫化机操作侧热板闭合运动产生的危险

在生产过程中为防止热板运动产生的危险,平板硫化机操作侧的联锁防护装置或光幕应符合Ⅲ型保护或  $PL_r = e$  的规定。同时,光幕应符合 4 型 ESPE 的规定。

特定设计的平板硫化机可采用双手操纵装置,因其模具区无法用防护装置或光幕予以防护,例如,模具部件或镶嵌件突出于模具区。应符合下列要求。

- 采用ⅢC 型双手操纵装置。
- 平板硫化机设计为可有一个以上的操作者在上工作,每个操作者应配备一个双手操纵装置。
- 当操作者的数量因生产情况发生变化时,可根据实际情况抑制不使用的双手操纵装置(例如,通过钥匙锁定的选择开关或访问口令)。双手操纵装置被抑制的一侧应配备其他防护装置或保护装置。只有当所选的双手操纵装置组合与实际连接到平板硫化机的双手操纵装置的组合完全匹配时,平板硫化机才能运行。平板硫化机的防护装置或保护装置符合Ⅲ型保护,或附录 E 规定的双手操纵装置,或其控制系统安全相关部件(SRP/CS)符合  $PL_r = e$  的规定。
- 所有选定的双手操纵装置致动之前,热板不能闭合运动。
- 在循环周期的任何危险运动期间,如果释放或取消其中一个被选定的双手操纵装置,停止任何

危险运动。

——如果模具已经闭合(间距不大于 6 mm),双手操纵装置的操动器可松开而不中断平板硫化机的运动。为此,配备两个位置传感器,以能在一个生产循环周期内至少监视一次。探测可允许松开双手操纵装置操动器的模具间距的系统,应至少具有双手操纵装置同样的完整性能等级。双手操纵装置在下一个生产循环周期开始之前,重新自动激活。

#### 16.1.2 生产过程中平板硫化机非操作侧热板闭合运动产生的危险

只有维修或维护保养时才接近平板硫化机非操作侧活动热板闭合运动的场合,可采用固定式防护装置。

如不能全身进入,可使用Ⅱ型保护或符合  $PL_r = d$  的联锁防护装置予以防护。

#### 16.1.3 热板意外闭合的危险

下行式平板硫化机应配备两个抑制装置,这两个抑制装置应为机械抑制装置或液压抑制装置,且液压抑制装置应直接安装在液压缸上。如果不可行,则应使用刚性管件接近液压缸安装,接头应使用法兰(扩口或焊接)或扩口式管接头等。对长宽尺寸至少有一个大于 800 mm 且开模行程超过 500 mm 的热板,应使用两个防泄漏液压抑制装置或其中至少有一个机械抑制装置。在热板的整个行程内,当模具区活动式防护装置打开、光幕中断或双手操纵装置的一个操动器释放时,这两个抑制装置应自动起作用。如果只有当热板打开到最大行程时,才可以打开模具区的活动式防护装置,则允许机械式抑制装置只在热板位于最大行程时起作用。

当其中一个抑制装置发生故障时,另一个抑制装置应阻止热板的坠落,抑制装置的功能应被自动监控,以使在这些装置之一出现故障时,满足下列要求:

- 故障被自动识别;
- 阻止热板任何进一步的下行动作。

对于配备有两个液压抑制装置的平板硫化机,应为维护操作提供一个附加的机械式抑制装置,能自动将热板阻挡在其最大开启位置上。这一装置的接合状态应可视。

#### 16.1.4 模芯和顶推器及其驱动机构运动的危险

16.1.1 或 16.1.2 所规定的防护装置和保护装置在生产周期中被自动触发后,也应防止模芯、顶推器及其驱动机构的危险运动。防护装置和保护装置对这些危险运动的安全功能应符合Ⅱ型保护或  $PL_r = d$  的规定。

如果模具(例如,叠层模具)需要设计其他防护措施,应至少达到上述安全性能等级。

当模具区的防护装置打开时,或光幕中断时,或控制热板运动的双手操纵装置释放时,准许手动操作平板硫化机的模芯和顶推器,采用符合  $PL_r = c$  规定的保持-运行控制装置,保持不大于 10 mm/s 的速度,或采用符合 GB/T 19671—2022 的ⅢB 型双手操纵装置。此工作模式应通过一个钥匙锁定的模式选择器来选定,该模式的选择应符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.10 与 GB/T 5226.1—2019 中 9.2.3.5 和 9.3.6 的规定。

平板硫化机的设计应保证模芯和顶推器的油缸内不产生真空,以防在模具卡住或卡死时,模芯和顶推器意外缩回。

#### 16.1.5 使用带控制功能的防护装置

满足下列条件,可使用 GB/T 15706—2012 中 3.27.6 定义的带控制功能的防护装置来代替联锁防护装置:

- 符合 16.1.1 和 16.1.4 的规定;

- 符合 GB/T 15706—2012 中 6.3.3.2.5 的规定[不包括 6.3.3.2.5 b)、c) 内容];
  - 不能全身进入模具区和防护装置之间;
  - 下热板夹持面距操作者站立面的高度不小于 750 mm,且热板之间最大间距不大于 630 mm,热板长度和宽度均不大于 1 000 mm。
- 另外,对于动力操作的带控制功能的防护装置。
- 带控制功能的防护装置的手动操纵位置应能清晰看见模具区。
  - 在每个新的机器循环工作前或防护装置停止后,应检测到手动操纵装置的释放。对于操作者通过单个脉冲启动防护装置关闭的机器,每次关闭都应由其自身脉冲启动。如果防护装置的关闭被中断,则需要一个新的脉冲(例如,超过设定的防护装置关闭时间)。
  - 其控制系统安全相关部件(SRP/CS)的安全功能应至少为 II 型保护或  $PL_r=c$  的规定。

#### 16.1.6 电驱动系统的平板硫化机热板闭合运动以及模芯和顶推器的运动引起的危险

##### 16.1.6.1 使用带防护锁定的联锁防护装置

对于平板硫化机热板为电动驱动时,或存在模芯或顶推器的重力下降危险(压力大于 150 N,或压强大于 50 N/cm<sup>2</sup>)时,应使用带防护锁定的联锁防护装置。

停止功能应符合 GB/T 5226.1—2019 中 0 类或 1 类停止要求,GB/T 12668.502—2013 中 4.2.2.2 规定的安全转矩取消(STO)功能应符合:

- $PL_r=e$ 、类别 4 适用于生产过程中平板硫化机操作侧的热板闭合运动;
- $PL_r=d$  适用于生产过程中平板硫化机非操作侧的热板闭合运动;
- $PL_r=d$  适用于模芯和顶推器运动。

安全转矩取消(STO)功能启动且满足下列一种或多种情况,防护锁定才可以解锁:

- 制动试验取得良好效果;或
- 轴处于安全位置;或
- 检测到机械抑制装置的接合状态准确无误。

防护锁定功能的控制系统安全相关部件(SRP/CS)应符合  $PL_r=d$ 、类别 3 或类别 4 的规定。

当防护装置没有关闭和锁定时,抑制装置和安全转矩取消(STO)功能应有效。

不要求测量停止时间。

在安全转矩取消(STO)时,为防止由于重力或储能造成的失效而可能发生重力下降危险,应采用机械抑制装置(例如,弹簧闸)防止此类危险。机械抑制装置应以机械方式有效连接到轴向运动部件上。

机械抑制装置的控制回路应与 STO 信号相结合,以防止其损坏(例如,制动器接合状态时,电机也应停止工作),并保证正确的时序(例如,制动器应在 STO 之前接合)。

防止重力下降的机械抑制装置夹持力,应超过轴向运动部件(包括安装在热板上的模具)总质量的 1.5 倍。

如果采用基于摩擦的抑制装置,则应监测夹持力。在试验过程中施加的力或扭矩以及持续时间应根据夹持力来选择。如果同时使用多个基于摩擦的抑制装置(例如,两个制动器),则应逐一测试。

动力传送系统的机械部件应设计成能承受两倍以上载荷的静态和动态应力。

##### 16.1.6.2 使用其他防护装置

只有模芯或顶推器为电驱动的平板硫化机,如果不存在重力下降危险(压力不大于 150 N,压强不大于 50 N/cm<sup>2</sup>),则可使用第 4 章规定的其他防护装置。

使用未带防护锁定的联锁防护装置时,下列条件应满足:

- 停止功能符合 GB/T 5226.1—2019 中 1 类停止要求,实现安全停止功能 SS1,且应符合

- IEC 61800-5-2:2016、GB/T 12668.502—2013 中 4.2.2.3 a)或 b);
- 符合 IEC 61800-5-2:2016、GB/T 12668.502—2013 规定的安全停止功能 SS1(包括 STO),且  $PL_r = d$ 、类别 3 或类别 4 的规定;
- 依据 GB/T 19876—2012 给出的方法确定用于计算安全距离的停止时间。计算或测量停止时间(包括 SRP/CS 的反应时间,未包括保护装置的反应时间)可使用 GB/T 19876—2012 中 5.1 给出的停机时间  $t_2$ ;应计算保护装置(如光幕)的反应时间  $t_1$ 。SS1 功能应包括减速率监测。

### 16.1.7 热危险

应切实合理地降低热危险。应张贴警示标志,以对模具、热板、加热元器件和/或材料仍具危险性的热危险引起注意。

## 16.2 模具区之外的锁模装置区

### 16.2.1 热板驱动机构

对可能进入的热板驱动机构的危险运动区,例如,按 GB/T 23821—2022 中表 1 操作者可触及的区域或未设置 16.1.1 规定的防护装置或保护装置的区域,则应提供符合 II 型保护或  $PL_r = d$  的联锁防护装置。

当联锁防护装置打开时应能:

- 中断生产循环周期;
- 中断热板的任何运动。

对于仅供维修或维护保养进入之处,应使用固定式防护装置。

### 16.2.2 热板开启运动

热板开启运动可能造成的挤压和/或剪切和/或冲击相关危险,应通过设计或固定式防护装置来确保安全。

此外,模具区的安全防护装置应能停止热板开启运动,应符合 II 型保护或  $PL_r = d$  的规定。

### 16.2.3 模芯和顶推器的驱动机构

如进入模芯和顶推器驱动机构的危险运动区,则应设置下列防护措施。

- a) 下行式平板硫化机:
  - 1) 活动热板之上,采用适用于热板驱动机构的符合 II 型保护或  $PL_r = c$  的联锁防护装置;
  - 2) 固定热板之下,采用 II 型保护或  $PL_r = c$  的联锁防护装置或固定式防护装置。
- b) 上行式平板硫化机:
  - 1) 活动热板之下,采用适用于热板驱动机构的符合 II 型保护或  $PL_r = c$  的联锁防护装置;
  - 2) 固定热板之上,采用 II 型保护或  $PL_r = c$  的联锁防护装置或固定式防护装置。

### 16.2.4 上行式平板硫化机的重力下热板运动

对于上行式平板硫化机,在设定模芯和顶推器行程时,在活动热板以下区域会因热板重力下降导致挤压或剪切危险,应使用抑制装置来防止。当合模机构区域的防护装置被打开或光幕被中断或双手操纵装置的操动器被释放时,该抑制装置应在整个热板危险行程中都能起作用。

对于生产过程中可进入活动热板以下区域的机器,当模具区域的防护装置被打开或光幕被中断或双手操纵装置的操动器被释放时,该抑制装置也应在整个热板危险行程中都能起作用。

对于未配备机械抑制装置的机器的维修或维护保养,机器应设计成活动热板可被机械装置锁住,或

者可将热板移动到一个不可能产生意外重力下降危险的位置。

### 16.3 动力操作式模具夹持系统的危险

#### 16.3.1 一般要求

活动式防护装置、光幕或双手操纵装置应对动力操作式模具夹持系统的危险运动起到保护作用,应符合  $PL_r = c$  的规定。

即使在动力源出现故障的情况下,也应确保防止模具或其部件下降,例如,使用附加的机械抑制装置或自保持夹持元件,或使用需施压才能松脱的夹持元件,或使用符合  $PL_r = e$  规定的夹持系统。

应通过带钥匙锁定的选择开关或访问口令进入特定操作模式后才可夹紧和松开。

#### 16.3.2 磁性夹持系统

磁性夹持系统应符合下列要求。

- a) 只允许使用永磁体。
- b) 模具上部的磁性夹持力至少达到下列各项的最高值:
  - 1) 如果顶推器存在于模具上部,则最大顶推力加上 6 倍的模具上半部分最大重量;
  - 2) 整个模具最大重量的 3.5 倍;
  - 3) 平板硫化机的开模力。
- c) 模具下部的磁性夹持力高于下列项的值:
  - 1) 平板硫化机的开模力;
  - 2) 顶推器的推力。
- d) 传感器安装在磁性热板下部,如果顶推器从上至下运动,在磁性热板上部安装传感器用于检测模具底板是否松脱。当平板硫化机在非“换模(装/卸)模式”下运行时,如检测到松脱,控制系统安全相关部件(SRP/CS)在 6 mm 行程内停止运动, $PL_r = b$ 。
- e) 当选定“换模(装/卸)模式”时,传感器被自动监控,给出退磁指令,移出模具;如果检测到故障,防止选择任何其他模式。
- f) 如果模具区未配备带防护锁定的联锁防护装置,减速/加速产生的动态力不超过模具上部重量的 2 倍。
- g) 关闭退磁/磁化电流, $PL_r = e$ 。
- h) 模具的移位被监控;当平板硫化机在非“换模(装/卸)模式”下运行时,如果检测到模具发生位移,停止模具运动, $PL_r = b$ 。
- i) “换模(装/卸)模式”具备磁化/退磁的附加功能,并满足下列要求:
  - 1) 此功能由钥匙开关选定;
  - 2) 只有在光幕不被中断、模具区的防护装置关闭或双手操纵装置被激活并符合下列条件时,才可执行磁化/退磁指令:
    - i) 磁化时,模具闭合,有模压力;
    - ii) 退磁时,模具最大间距不超过 6 mm;
  - 3) 磁性夹持控制系统能准确无误地监测磁化饱和,应符合  $PL_r = d$ 、类别 3 或类别 4;
  - 4) 准确的磁化/退磁由视觉信号指示;
  - 5) 在开启行程限定在 6 mm 的范围内,通过操作者的验证(例如,目视检查)确认松开和夹持的正确性,只有启动确认按钮后,才能继续开启行程;
  - 6) 只有在按照上一个列项确认两块热板都已被正确磁化或消磁后,才可以退出“换模(装/卸)模式”;

- 7) 光信号(黄色闪烁灯)给出指示,磁化或退磁过程进行时,操作者不进入安全防护区。
- j) 磁性夹持系统的控制回路装有温度传感器。当达到专用温度限值时,传感器报警,中断当前生产周期,防止下一个生产周期继续运行, $PL_r=b$ 。
- k) 每块热板需要单独的控制装置进行磁化/退磁;清晰标注热板对应的控制装置,以确保有效。

对于全身可进入模具区的活动式防护装置或光幕和模具区之间的机器,和/或全身可进入模具区的机器,其配备的保护装置检测到有人存在时,应防止磁化/退磁, $PL_r=c$ 。

#### 16.4 动力操作式换模装置的危险

应配备符合  $PL_r=c$  规定的安全防护装置,以防止有人在换模设备运动时进入换模区,必要时还应配备固定式防护装置。

在有可能全身进入换模区时,应使用下列保护措施之一。

- 附加的保护装置,例如,符合 GB/T 19436.1—2013 的 2 型电敏保护设备(ESPE)、压敏垫或压敏地板,符合  $PL_r=c$  的规定。当该保护装置启动,能中断换模设备运动的控制回路。
- 符合附录 E 的确认系统。

在没有防护装置或防护装置打开或附加保护装置无效的情况下,可使用所有位置都可锁定的钥匙选择开关,并通过下列装置手动启动模具和/或模具转移装置:

- 保持-运行控制装置,最大速度不应超过 75 mm/s;或
- 有限运动控制装置。

手动控制装置应安装在能清晰看到危险区的位置。

#### 16.5 全身可进入模具区的活动式防护装置或光幕和模具区之间的平板硫化机

如果闭合状态的防护装置与机架之间最小间距超过 100 mm 的机器或如果光幕与机架之间最小水平间距超过 150 mm 的机器,除了应符合 16.1 和 16.6 的规定外,还应提供下列保护装置中一种。

- a) 符合附录 E 要求的用于联锁防护装置或光幕的单一确认系统和双重确认系统。或
- b) 机械安全栓;防护装置每次开启运动时,机械式安全栓同时生效。平板硫化机新的循环周期启动之前,对该安全栓进行重置。重置安全栓的位置能清晰看到模具区,必要时使用辅助装置进行观察。在防护装置的每个运动周期中,监测一次或一次以上,确认安全栓功能,确保自动识别安全栓故障,以防止发生进一步的热板闭合运动。所有配备了机械安全栓的动力操作式防护装置的闭合运动由保持-运行控制装置控制,符合  $PL_r=b$  的规定。保持-运行控制装置安装在能清晰看到模具区的位置,且不能从危险区内对其进行操作。或
- c) 对于带水平闭合运动的动力操作式防护装置,保持-运行控制装置应满足下列要求:
  - 1) 保持-运行控制装置和控制回路符合  $PL_r=c$  的规定;
  - 2) 保持-运行控制装置的操动器安装在能清晰看到模具区的位置,且不能从危险区内对其进行操作;
  - 3) 保持-运行控制装置不易失效(例如,通过自动监测实现,手动操动器在每次防护装置闭合运动后松开)。

或

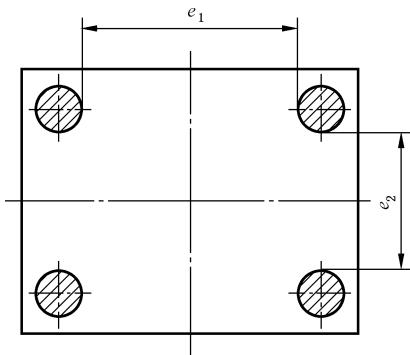
- d) 当操作者站立在受保护区域时,防护装置的一个部件可以防止防护装置的闭合;当防护装置打开时,操作者不能轻易地避开这个部件。或
- e) 用来检测模具区和模具区的活动保护装置或光幕之间是否有人的敏感保护设备,如:
  - 1) 符合 GB/T 19436.1—2013 规定的 2 型的光幕;或
  - 2) 符合 GB/T 17454.1 规定且  $PL_r=c$  的压敏垫或压敏地板;或
  - 3) 符合 GB 19436.3 规定且  $PL_r=d$  的扫描器。

- f) 敏感保护设备应在机器通电后立即激活,当有人员站立在该区域时,应:
- 1) 防止热板的开启和闭合运动,符合  $PL_r = c$  的规定;
  - 2) 防止动力操作式防护装置(当使用时)的关闭运动,符合  $PL_r = c$  的规定;
  - 3) 防止模芯和顶推器的任何危险运动,符合  $PL_r = c$  的规定;
  - 4) 防止磁性夹持的磁化/退磁,符合  $PL_r = c$  的规定。

## 16.6 全身可进入模具区的平板硫化机

全身可进入模具区的机器应符合下列条件。

- a) 带拉杆的平板硫化机(见图 5):
  - 1)  $e_1$  或  $e_2$  大于 1 200 mm;
  - 2) 热板开启的最大间距大于 1 200 mm。
- b) 无拉杆的平板硫化机:
  - 1) 单块热板尺寸大于 1 200 mm;
  - 2) 热板开启的最大间距大于 1 200 mm。



标引符号说明:

$e_1$ ——较大的拉杆间距;

$e_2$ ——较小的拉杆间距。

图 5 带拉杆的平板模具区示意图

对于这些机器,除 16.1 和 16.5 规定的保护装置外,还应提供:

——对于模具区有联锁保护装置保护的机器,配备防止联锁保护装置意外关闭的装置,如:

- 16.5 规定的机械安全栓;或
- 对于有水平关闭动作的动力操作式防护装置,配备 16.5 规定的保持-运行控制装置;

——对于模具区有光幕保护的机器,在光幕的任何一侧设置一个符合附录 E 要求的单一确认开关。在一个或多个光幕中断后,在平板硫化机四周有光幕的位置进行中断确认。

此外,在上述两种情况下,应配备 16.5 规定的光幕或扫描仪检测模具区有无人员存在。

如果由于工艺原因(如灰尘、蒸汽)无法进行检测,应使用符合附录 E 规定的单一确认系统来替换光幕或扫描仪。但是,如果下热板夹紧面最低位置距操作者站立面小于 750 mm,将符合附录 E 要求的单一确认系统替换为双重确认系统。

在整个身体可进入模具区的平板硫化机上,双手操纵装置不是唯一的保护装置。但是,平板硫化机可安装一个钥匙锁定开关,在工艺需要时,例如,对于超出防护区的部件,该开关允许抑制联锁防护装置或光幕。在此平板硫化机上,用 16.1.1 规定的双手操纵装置来启动热板的闭合运动。

## 16.7 往复/转台平板硫化机

为防止接近转台的危险运动,应采用下列防护措施:

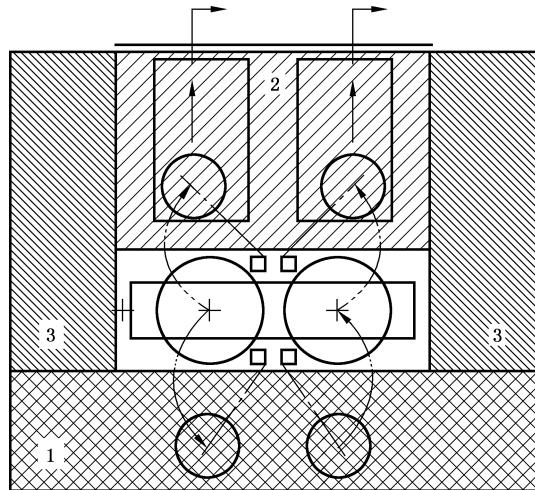
- 固定式防护装置;
- 联锁防护装置或保护装置,符合Ⅱ型保护或  $PL_r = d$  的规定。

如果以上联锁防护装置或保护装置也用于对模具区的保护,则其对热板闭合运动的安全功能应符合Ⅲ型保护或  $PL_r = e$  的规定。如果往复/转台正常运行在每个生产周期至少被监控一次,故障被自动识别后能阻止热板的进一步闭合运动,则对热板闭合运动的安全功能符合Ⅱ型保护或  $PL_r = d$  的规定即可。

## 17 轮胎定型硫化机的特定安全要求

### 17.1 概述

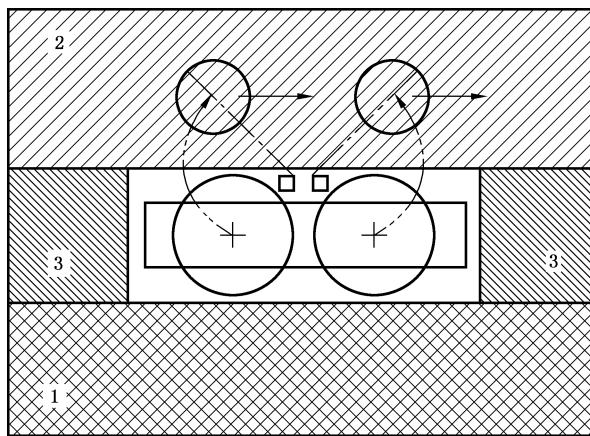
常规装胎模式硫化机和自动后装胎模式硫化机的前面、后面和侧面的位置,见图 6 和图 7。



标引序号说明:

- 1——前面;
- 2——后面;
- 3——侧面。

图 6 常规装胎模式硫化机的位置



标引序号说明：

- 1——前面；
- 2——后面；
- 3——侧面。

图 7 自动后装胎模式硫化机的位置

## 17.2 移动上部分关闭(合模运动)和打开(开模运动)

17.2.1 常规装胎模式硫化机的前面应通过扫描仪,或光幕,或距离防护装置与机械部件的组合阻止进入,PL<sub>r</sub>=d,当移动上部分打开(开模运动)时,如果不能接近挤压/剪切危险,则PL<sub>r</sub>=b。

如果以上防护措施无法实际实施,例如,空间不足,则可在下列条件下安装符合GB/T 17454.3规定的压敏缓冲器:

- 压敏缓冲器的尺寸和定位应确保发生任何伤害之前,危险运动部件已停止,且无人位于压敏保护装置和挤压/剪切点之间;
- 如果压敏缓冲器可调,在开始运动之前,机器控制系统的安全相关部件应检测其相对于模套和模具尺寸的安全位置。

17.2.2 常规装胎模式硫化机的后面应通过距离防护装置和/或卸胎输送带作为距离防护装置阻止进入,PL<sub>r</sub>=d,当移动上部分打开(开模运动)时,如果不能接近挤压/剪切危险,则PL<sub>r</sub>=b。

17.2.3 常规装胎模式硫化机的侧面应通过固定式防护装置和联锁防护装置,或固定式防护装置与机械部件的组合阻止进入,PL<sub>r</sub>=d,当移动上部分打开(开模运动)时,如果不能接近挤压/剪切危险,则PL<sub>r</sub>=b。

17.2.4 自动后装胎模式硫化机的前面和后面应通过联锁防护装置阻止进入,侧面通过距离防护装置阻止进入;移动上部分关闭(合模运动)时,安全防护功能PL<sub>r</sub>=d;停止功能PL<sub>r</sub>=c;当移动上部分打开(开模运动)时,PL<sub>r</sub>=d,如果不能接近挤压/剪切危险,则PL<sub>r</sub>=b。

## 17.3 移动上部分在开模极限位置时的意外坠落

17.3.1 常规装胎模式硫化机应通过距离防护装置,或固定式防护装置,或自动启动的机械抑制装置予以防护;PL<sub>r</sub>=d。距离防护装置与机器部件的组合、卸胎输送带都可作为固定式防护装置。

17.3.2 自动后装胎模式硫化机应通过自动启动的机械抑制装置,或距离防护装置和自动启动的机械抑制装置的组合予以防护,PL<sub>r</sub>=d。

## 17.4 移动上部分在开模任意位置时的意外坠落

17.4.1 硫化机的前面和侧面应通过距离防护装置与机械部件的组合予以防护,或通过联锁防护装置打开或保护装置致动来激活抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等),使得移动上部分的停止距离小于30 mm,  $PL_r = d$ 。

17.4.2 硫化机的后面应通过固距离防护装置,和/或卸胎输送带作为固定式防护装置予以防护,或通过联锁防护装置打开或保护装置致动来激活抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等),使得移动上部分的停止距离小于30 mm,  $PL_r = d$ 。对于自动后装胎模式硫化机,当使用带防护锁定的联锁防护装置时,性能等级可不做要求。

## 17.5 移动上部分锁紧装置闭锁或开锁

17.5.1 常规装胎模式硫化机的前面应通过扫描仪,或光幕,或距离防护装置与机械部件的组合作为固定式防护装置,和/或符合GB/T 23821—2022中表4规定的封闭式防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.5.2 常规装胎模式硫化机的后面应通过距离防护装置,或卸胎输送带作为固定式防护装置,或符合GB/T 23821—2022中表4规定的封闭式防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.5.3 常规装胎模式硫化机的侧面应通过距离防护装置和带或不带防护锁定的联锁防护装置,或距离防护装置与机械部件的组合作为固定式防护装置,或符合GB/T 23821—2022中表4规定的封闭式防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.5.4 自动后装胎模式硫化机的前面应通过距离防护装置或带或不带防护锁定的联锁防护装置予以防护,  $PL_r = d$ ;后面应通过用于供料/卸料系统的带防护锁定的联锁防护装置,和/或不带防护锁定的联锁防护装置与光幕的组合,或距离防护装置予以防护,  $PL_r = d$ ;侧面应通过距离防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

## 17.6 装胎装置和/或存胎器下降、上升、转进和转出

17.6.1 常规装胎模式硫化机的前面应通过扫描仪,或光幕,或距离防护装置与机械部件的组合作为固定式防护装置予以防护,装胎装置和/或存胎器下降和上升  $PL_r = d$ ,装胎装置和/或存胎器转进和转出  $PL_r = c$ ;装胎装置和/或存胎器下降、转进和转出时,如果以上防护措施无法实际实施,例如,空间不足,则可安装符合GB/T 17454.3规定的压敏缓冲器。

17.6.2 常规装胎模式硫化机的侧面应通过距离防护装置和带或不带防护锁定的联锁防护装置,或距离防护装置与机械部件的组合作为固定式防护装置予以防护,装胎装置和/或存胎器下降  $PL_r = d$ ,装胎装置和/或存胎器转进和转出  $PL_r = c$ ,装胎装置和/或存胎器上升  $PL_r = c$ ,如果不能接近挤压/剪切危险,则  $PL_r = a$ 。

17.6.3 装胎装置和/或存胎器下降、转进和转出时,自动后装胎模式硫化机的后面应通过用于供料/卸料系统的带防护锁定的联锁防护装置予以防护,侧面应通过距离防护装置予以防护,装胎装置和/或存胎器下降  $PL_r = d$ ,装胎装置和/或存胎器转进和转出  $PL_r = c$ 。

17.6.4 装胎装置和/或存胎器上升时,自动后装胎模式硫化机的后面应通过用于供料/卸料系统的带防护锁定的联锁防护装置,和/或不带防护锁定的联锁防护装置与光幕的组合予以防护,侧面应通过距离防护装置予以防护,  $PL_r = c$ ,如果不能接近挤压/剪切危险,则  $PL_r = a$ 。

## 17.7 装胎装置在上升位置时坠落

17.7.1 常规装胎模式硫化机的前面和侧面应通过距离防护装置与机器部件的组合作为固定式防护装置,和/或抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等)予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.7.2 自动后装胎模式硫化机的后面应通过距离防护装置,和/或卸胎输送带可用作固定式防护装

置,或抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等),侧面应通过距离防护装置与机器部件的组合作为固定式防护装置,或抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等)予以防护,PL<sub>r</sub>=d,当使用带防护锁定的联锁防护装置时,性能等级可不做要求。

### 17.8 卸胎装置运动

17.8.1 常规装胎模式硫化机的后面应通过距离防护装置,或卸胎输送带作为固定式防护装置予以防护,侧面应通过距离防护装置和带或不带防护锁定的联锁防护装置,或距离防护装置与机械部件的组合作为固定式防护装置予以防护,PL<sub>r</sub>=c;如果不能接近挤压/剪切危险,则PL<sub>r</sub>=a。为防止卸胎装置在上升位置时坠落,可使用抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等)。

17.8.2 自动后装胎模式硫化机的后面应通过用于供料/卸料系统的带防护锁定的联锁防护装置予以防护,侧面应通过距离防护装置予以防护,PL<sub>r</sub>=d。为防止卸胎装置在上升位置时坠落,后面应通过距离防护装置,和/或卸胎输送带可用作固定式防护装置,或抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等)予以防护,侧面应通过距离防护装置与机器部件的组合作为固定式防护装置,或抑制装置(例如,升降缸上的止回阀,制动系统等)予以防护,PL<sub>r</sub>=d,当使用带防护锁定的联锁防护装置时,性能等级可不做要求。

### 17.9 施加合模力或释放合模力运动、模套自动锁紧和解锁装置运动、活络模操纵装置向上和向下运动

17.9.1 常规装胎模式硫化机的前面应通过扫描仪,或光幕,或距离防护装置与机械部件的组合作为固定式防护装置予以防护,后面应通过距离防护装置,和/或卸胎输送带可用作固定式防护装置予以防护,侧面应通过距离防护装置和带或不带防护锁定的联锁防护装置,或距离防护装置与机器部件的组合作为固定式防护装置予以防护,PL<sub>r</sub>=d;对于锁定系统,PL<sub>r</sub>=c。

17.9.2 自动后装胎模式硫化机的前面应通过带或不带防护锁定的联锁防护装置,或距离防护装置予以防护,后面应通过用于供料/卸料系统的带防护锁定的联锁防护装置,和/或不带防护锁定的联锁防护装置与光幕的组合,或距离防护装置予以防护,侧面应通过距离防护装置予以防护,PL<sub>r</sub>=d;对于锁定系统,PL<sub>r</sub>=c。

### 17.10 硫化机在半封闭位置(二次定型位置)以上时,向胶囊施压力

17.10.1 硫化机的控制电路应能监测胶囊压力,其压力应不大于胶囊生产者给出的最大值,且任何情况下不应超过0.07 MPa,PL<sub>r</sub>=d。

当发生下列情况之一时,应关闭流体供应并泄压:

- 压力超过最大定义值持续时间5 s以上;
- 压力达到0.15 MPa;
- 在任何情况下,常规装胎模式硫化机的安全装置被打开/中断。

17.10.2 由压敏缓冲器保护的机器,压力达到0.07 MPa或在任何情况下,压敏缓冲器致动,应关闭流体供应并泄压,PL<sub>r</sub>=d。

17.10.3 自动后装胎模式硫化机的前面和后面的带防护锁定的联锁防护装置,侧面的距离防护装置应设计成能够抑制材料或蒸汽喷射,PL<sub>r</sub>=d。

### 17.11 硫化机在半封闭位置(二次定型位置)以下时,向胶囊施压力

17.11.1 硫化机的控制电路应能监测胶囊压力,其压力应不大于0.2 MPa,PL<sub>r</sub>=d。

当发生下列情况之一时,应关闭流体供应并泄压:

- 压力大于0.2 MPa;
- 在任何情况下,安全装置被打开/中断/致动。

17.11.2 硫化机侧面的距离防护装置应设计成能够抑制材料或蒸汽喷射,  $PL_r = d$ 。

17.11.3 自动后装胎模式硫化机的前面和后面的带防护锁定的联锁防护装置应设计成能够抑制材料或蒸汽喷射,  $PL_r = d$ 。

#### 17.12 蒸汽室解锁之前,蒸汽室内压力过高

解锁装置与压力检测装置联锁,只有当蒸汽室内的压力低于 0.02 MPa 时解锁装置才能解锁,  $PL_r = e$ 。

#### 17.13 硫化机合模并锁紧时,向胶囊施压

仅当硫化机合模并锁紧时,才能启用高压;锁紧系统应标示出能承受的生产者规定的最大合模力;最大合模力和最大内部压力的信息应在说明书中给出;当硫化机合模并锁紧时,如果打开/中断/致动安全防护装置,不要求停止已关闭模具内的硫化过程;性能等级要求  $PL_r = e$ 。

#### 17.14 解锁之前,胶囊压力过高

解锁系统应与压力检测系统联锁,只有当胶囊内的压力低于 0.15 MPa 才能解锁;胶囊内的压力过高时,锁定系统将无法打开;性能等级要求  $PL_r = d$ 。

#### 17.15 胶囊泄漏导致胶囊和轮胎之间热水聚集

覆盖活络模滑块张开行程的距离防护装置,其范围能抵抗至少 20% 轮胎容积的泄漏量;和/或在每个循环中,硫化机解锁之前,上环向下运动;性能等级要求  $PL_r = d$ 。

#### 17.16 胎坯或轮胎在装胎或卸胎时坠落

17.16.1 硫化机的前面应通过存胎器的设计,阻止进入装胎装置下方;或通过装胎装置与安全防护装置联锁,阻止当安全防护装置打开/中断/致动时,装胎装置释放胎坯;  $PL_r = d$ ; 对轮胎重量小于或等于 20 kg 时的常规装胎模式硫化机,  $PL_r = c$ 。

17.16.2 常规装胎模式硫化机的后面应通过卸胎输送带设计阻止进入卸胎装置下方;和/或距离防护装置予以防护。自动后装胎模式硫化机的后面应通过用于供料/卸料系统的距离防护装置和带防护锁定的联锁防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.16.3 常规装胎模式硫化机的侧面应通过卸胎输送带设计阻止进入卸胎装置下方或卸胎装置与安全护栏联锁,阻止当安全防护装置打开/中断/致动时卸胎装置释放轮胎;  $PL_r = d$ 。自动后装胎模式硫化机的侧面应通过距离防护装置予以防护。

17.16.4 能源供应故障应不会导致装载物掉落。

#### 17.17 后充气装置

17.17.1 常规装胎模式硫化机的后面应通过距离防护装置,和/或卸胎输送带可用作固定式防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.17.2 常规装胎模式硫化机的侧面应通过距离防护装置和带或不带防护锁定的联锁防护装置;或距离防护装置与机器部件的组合作为固定式防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.17.3 自动后装胎模式硫化机的后面应通过用于供料/卸料系统的带防护锁定的联锁防护装置,和/或不带防护锁定的联锁防护装置与光幕的组合,或距离防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.17.4 自动后装胎模式硫化机的侧面应通过距离防护装置予以防护,  $PL_r = d$ 。

17.17.5 对于后充气装置的活动梁升降和活动梁旋转,常规装胎模式硫化机的后面和侧面  $PL_r = c$ 。

## 18 使用信息

### 18.1 总体要求

使用信息应符合 GB/T 15706—2012 中 6.4 的要求。

### 18.2 使用说明书

#### 18.2.1 总体要求

机器生产者应针对每一种规格的机器提供至少 1 份使用说明书，并符合 GB/T 15706—2012 中 6.4.5 的要求。使用说明书应包含：

- 总体的使用说明；
- 机器适用的加工原料的说明。

#### 18.2.2 急停

机器生产者应提供急停触发后停止的内容。

#### 18.2.3 停止时间

机器生产者应声明，用户应验证当光幕中断、压敏垫或压敏地板触发以及双手操纵装置操动器释放时的系统停止时间，并要求至少每年验证一次。

机器生产者应给出关于停止时间验证的具体说明。

#### 18.2.4 机械抑制装置

机器生产者应给出在维修保养作业或设定时，机械抑制装置(如机械安全挡块)的使用说明。

#### 18.2.5 压敏地板

机器生产者应告知用户如何对压敏地板进行安全功能检测。

#### 18.2.6 管组件

机器生产者应提供软管组件常规检查及更换的信息。

#### 18.2.7 调试和维修保养

机器生产者应：

- 声明所有维护和保养的内容及频率；
- 提供调试和服务的信息(如拉杆螺母的拧紧、螺杆或机筒更换)以及如何使用专用工具和设备的信息。

#### 18.2.8 排气系统

机器生产者应：

- 声明部分原料在生产过程中会产生有害的气体、烟雾或粉尘；且
- 声明在上述情况下，应由用户提供排气系统，并负责定位和安装；且

——提供排气系统的定位和安装信息。

机器生产者应告知用户,在生产过程中使用氮气时,应对该区域的含氧量进行最高优先级的检测。

#### 18.2.9 安全的非固定进入设施

机器生产者应声明:

——为了安装非固定进入设施,应预留相关空间;

——安装了非固定进入设施后的必要注意事项;

——将非固定进入设施安装在正确的地方,不应从该设施上接触到机器的危险区。

#### 18.2.10 进入位置和工作位置

机器生产者应声明:

——所有未指定的位置均不应作为进入位置或工作位置;

——用户有责任保持地面、进入位置和工作位置的清洁。

#### 18.2.11 噪声

机器生产者应:

——给出安装方法的信息来减少噪声;且

——声明当机器的噪声值有可能对听力产生破坏时,需要穿戴听力保护装置;且

——按附录 F 规定,给出机器的噪声发射数值并提供按 F.7 规定的信息;且

——确保销售资料中提供的机器技术性能参数含与说明书相同的噪声值。

#### 18.2.12 使用双手操纵装置时的喷溅危险

如果机器需要靠模具的结构设计来防止喷溅危险,则机器生产者应告知用户相关危险防护的基本要求。

### 18.3 标记

对于所有机器,机器上应至少包括下列标记:

——机器的名称,

——机器生产者的名称和地址,

——机器的系列或型号,

——序列号或机器编号,

——制造年份,

——在机器上指定的进入区域和工作区域(如有)。

### 18.4 安全标志

安全标志应在有剩余风险时使用。剩余风险举例如下:

——热危险,

——挤压危险,

——电击危险,

——电弧危险,

——喷溅危险。

## 18.5 警告装置

机器应安装警告装置，并在下列情况下给出：

- 在控制面板上进行警告，当保护装置被抑制，进入到特殊模式时；
- 视觉和/或听觉的警报，当运动被意外中断时；
- 警报，当定位出现错误时；
- 警报，当双确认系统的确认开关操作错误或顺序错误时。

**附录 A**  
**(规范性)**  
**橡胶塑料机械安全技术协调标准目录**

表 A.1 给出了橡胶塑料机械专业领域的协调标准目录。

**表 A.1 橡胶塑料机械安全技术协调标准**

序号	机械名称	标准编号
1	开放式炼胶机炼塑机	GB/T 20055
2	橡胶塑料注射成型机	GB/T 22530
3	橡胶塑料挤出机和挤出生产线 挤出机	GB/T 25431.1
4	橡胶塑料挤出机和挤出生产线 模面切粒机	GB/T 25431.2
5	橡胶塑料挤出机和挤出生产线 牵引装置	GB/T 25431.3
6	平板硫化机	GB/T 25432
7	密闭式炼胶机炼塑机	GB/T 25433
8	橡胶塑料压延机	GB/T 25434
9	橡胶塑料粉碎机械 刀片式破碎机	GB/T 25936.1
10	橡胶塑料粉碎机械 拉条式切粒机	GB/T 25936.2
11	橡胶塑料粉碎机械 切碎机	GB/T 25936.3
12	橡胶塑料粉碎机械 团粒机	GB/T 25936.4
13	轮胎定型硫化机	GB 30747

附录 B  
(规范性)  
I型保护

### B.1 I型保护,针对液压驱动系统的活动式防护装置

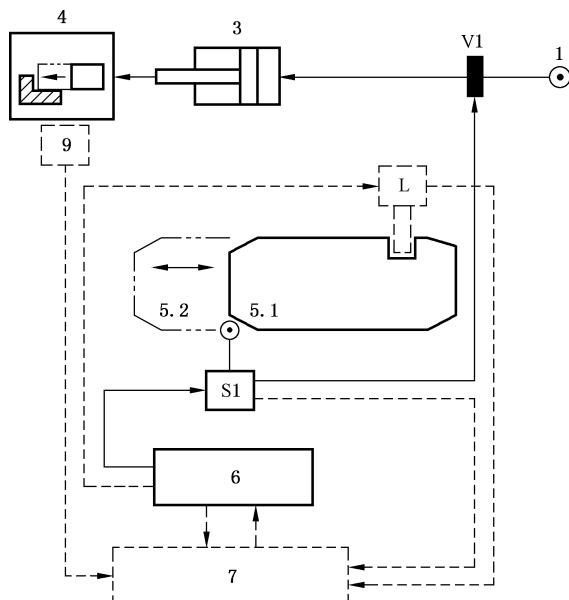
#### B.1.1 一般要求

本章给出了液压驱动系统的活动式防护装置采用I型保护时应符合的要求。  
应使用一个位置开关和一个切断装置。

#### B.1.2 使用一个位置开关或非接触式位置开关和一个切断装置的联锁回路

##### B.1.2.1 一般要求

图B.1给出了使用一个位置开关和一个切断装置的联锁回路的原理。其中,位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。



标引序号(符号)说明:

S1 —— 位置开关;	5.1 —— 防护装置关;
L —— 防护锁定装置;	5.2 —— 防护装置开;
V1 —— 切断装置(阀);	6 —— 机器的控制回路;
1 —— 动力回路;	7 —— 机器的监控回路;
3 —— 液压驱动;	9 —— 停止检测。
4 —— 运动;	

注:如果没有防护锁定(见B.1.2.3),不需要使用虚线绘制的元器件。

图B.1 使用一个位置开关和一个切断装置的联锁回路示意图

##### B.1.2.2 联锁功能

在符合4.6的基础上,还应符合下列要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 3.16、3.17 定义的 1 型或 2 型联锁装置的机械驱动式位置开关。

当防护装置在关闭位置时,位置开关 S1:

- 应未被驱动;且
- 触头应在闭合状态;且
- 应给出控制信号到切断装置 V1,允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时,位置开关 S1:

- 应由防护装置直接操作且强制动作;且
- 应通过切断装置 V1,中断危险运动的控制信号。

机械驱动式位置开关可使用符合 GB/T 18831—2017 中 3.18、3.19 定义的 3 型或 4 型联锁装置的非接触式位置开关进行替代,并实现同等的功能。在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,非接触式位置开关的两对电气触头的状态变化应至少被自动监控一次。活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### B.1.2.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定,则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求:

- 新的危险运动开始前,防护锁定装置的位置应被自动监控;
- 停止检测的信号变化应被自动监控;
- 活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### B.1.2.4 安全相关部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

- 切断装置(阀)。
- 位置开关,符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中 3 型或 4 型联锁装置的位置开关,则应需要两对独立的电气触头。
- 防护锁定装置(如果适用)。

### B.2 I 型保护,针对电驱动系统的活动式防护装置

#### B.2.1 一般要求

本章给出了电驱动系统的活动式防护装置采用 I 型保护时应符合的要求。

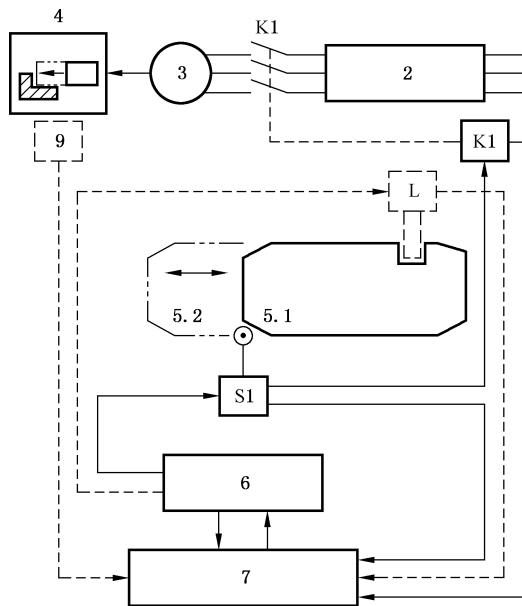
应使用一个位置开关和一个切断装置,切断装置应采用:

- 机电部件(见 B.2.2),或
- 带有安全相关功能的电动机控制器(见 B.2.3)。

#### B.2.2 使用一个位置开关或一个非接触式位置开关和一个切断装置(机电部件)的联锁回路

##### B.2.2.1 一般要求

图 B.2 给出了使用一个位置开关和一个切断装置(机电部件)的联锁回路的原理。其中,位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。



标引序号(符号)说明:

S1 ——位置开关;

5.1——防护装置关;

K1 ——接触器;

5.2——防护装置开;

L ——防护锁定装置;

6——机器的控制回路;

2——电动机控制器;

7——机器的监控回路;

3——电动机;

9——停止检测。

4——运动;

注:如果没有防护锁定(见 B.2.2.3),不需要使用虚线绘制的元器件。

图 B.2 使用一个位置开关和一个切断装置(机电部件)的联锁回路示意图

### B.2.2.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合下列要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 3.16、3.17 定义的 1 型或 2 型联锁装置的机械驱动式位置开关。

当防护装置在关闭位置时,位置开关 S1:

- 应未被驱动;且
- 触头应在闭合状态;且
- 应给出控制信号到接触器 K1,允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时,位置开关 S1:

- 应由防护装置直接操作且强制动作;且
- 应通过接触器 K1,中断危险运动的控制信号。

机械驱动式位置开关可使用符合 GB/T 18831—2017 中 3.18、3.19 定义的 3 型或 4 型联锁装置的非接触式位置开关进行替代,并实现同等的功能。在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,非接触式位置开关的两对电气触头的状态变化应至少被自动监控一次。活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动，则接触器 K1 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有，则 K1 可放置在电动机控制器的前端。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，接触器 K1 的正确动作状态应至少自动监控一次。活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### B.2.2.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### B.2.2.4 安全相关的零部件

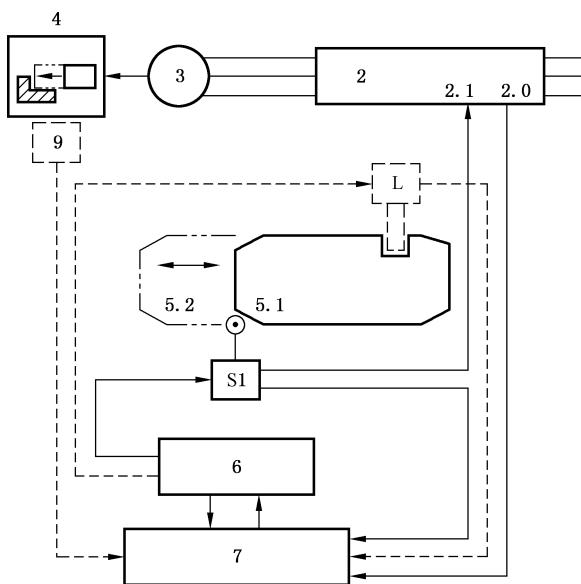
下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

- 切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器)。
- 位置开关，符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中 3 型或 4 型联锁装置的位置开关，则应需要两对独立的电气触头。
- 防护锁定装置(如果适用)。

### B.2.3 使用一个位置开关或一个非接触式位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路

#### B.2.3.1 一般要求

图 B.3 给出了使用一个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路的原理。其中，位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。停止的信息也可由 9 到 2，再由 2 到 7。



标引序号(符号)说明:

S1 ——位置开关；	4 ——运动；
L ——防护锁定装置；	5.1——防护装置关；
2 ——带安全相关功能的电动机控制器；	5.2——防护装置开；
2.0 ——关闭状态的确认信号, 和 2.1 关联；	6 ——机器的控制回路；
2.1 ——安全相关输入通道；	7 ——机器的监控回路；
3 ——电动机；	9 ——停止检测。

注: 如果没有防护锁定(见 B. 2.3.3), 不需要使用虚线绘制的元器件。

图 B.3 使用一个位置开关和一个带安全相关功能的电动机控制器作为切断装置联锁回路的示意图

### B.2.3.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合下列要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 3.16、3.17 定义的 1 型或 2 型联锁装置的机械驱动式位置开关。

当防护装置在关闭位置时,位置开关 S1:

- 应未被驱动;且
- 触头应在闭合状态;且

——应给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 B.3 中 2.1),允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时,位置开关 S1:

- 应由防护装置直接操作且强制动作;且
- 应通过电动机控制器的安全相关输入通道(见图 B.3 中 2.1),中断危险运动的控制信号。

机械驱动式位置开关可使用符合 GB/T 18831—2017 中 3.18、3.19 定义的 3 型或 4 型联锁装置的非接触式位置开关进行替代,并实现同等的功能。在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,非接触式位置开关的两对电气触头的状态变化应至少被自动监控一次。活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO:

- 关闭运动轴的危险运动;且
- 防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,电动机控制器关闭状态的确认信号应至少被自动监控一次。活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### B.2.3.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定,则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求:

- 新的危险运动开始前,防护锁定装置的位置应被自动监控;
- 停止检测的信号变化应被自动监控;
- 活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### B.2.3.4 安全相关部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

- 位置开关,符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中 3 型或 4 型联锁装置的位置开关,则应需要两对独立的电气触头。
- 防护锁定装置(如果适用)。

### B.3 I 型保护,针对液压驱动系统的光幕

#### B.3.1 一般要求

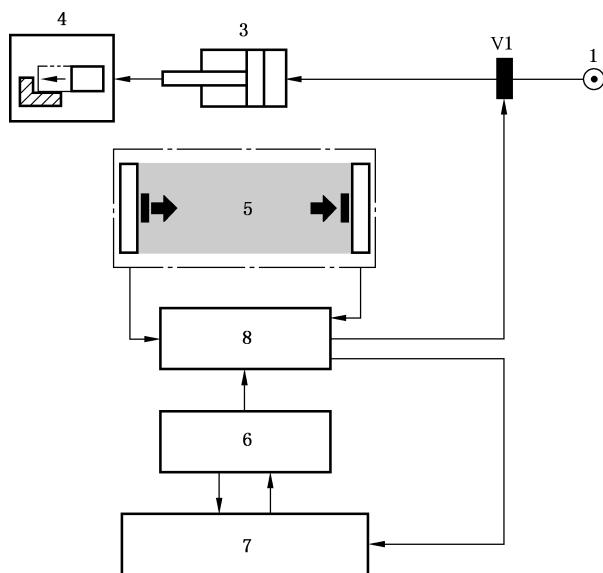
本章给出了液压驱动系统的光幕采用 I 型保护时应符合的要求。

应使用一个切断装置。

#### B.3.2 使用光幕和一个切断装置的联锁回路

##### B.3.2.1 一般要求

图 B.4 给出了使用光幕和一个切断装置的联锁回路的原理。其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。



标引序号(符号)说明:

- V1——切断装置(阀);
- 1 ——动力回路;
- 3 ——液压驱动;
- 4 ——运动;
- 5 ——光幕;
- 6 ——机器的控制回路;
- 7 ——机器的监控回路;
- 8 ——光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC。

图 B.4 使用一个光幕和一个切断装置的联锁回路示意图

### B.3.2.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应通过给出控制信号到切断装置,中断危险运动的动力回路。

当光幕中断和复位后,光幕的保护功能应被自动校验,只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

### B.3.2.3 安全相关的零部件

切断装置(阀)应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

ESPE(图 B.4 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 2 型和 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

## B.4 I型保护,针对电驱动系统的光幕

### B.4.1 一般要求

本章给出了电驱动系统的光幕采用 I型保护时应符合的要求。

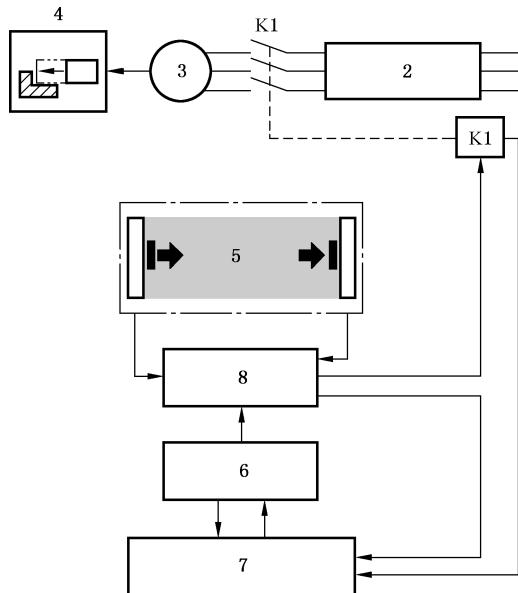
应使用一个切断装置,切断装置应采用:

- 机电部件(见 B.4.2),或
- 带有安全相关功能的电动机控制器(见 B.4.3)。

## B.4.2 使用光幕和一个切断装置(机电部件)的联锁回路

### B.4.2.1 一般要求

图 B.5 给出了使用光幕和一个切断装置(机电部件)的联锁回路的原理。其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。



标引序号(符号)说明:

K1——接触器;

2 ——电动机控制器;

3 ——电动机;

4 ——运动;

5 ——光幕;

6 ——机器的控制回路;

7 ——机器的监控回路;

8 ——光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC。

图 B.5 使用一个光幕和一个切断装置(机电部件)的联锁回路示意图

### B.4.2.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应通过给出控制信号到接触器 K1,中断危险运动的电源。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动,则接触器 K1 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有,则 K1 可放置在电动机控制器的前端。

当光幕中断和复位后,光幕的保护功能和接触器的正确动作应被自动校验,只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

### B.4.2.3 安全相关的零部件

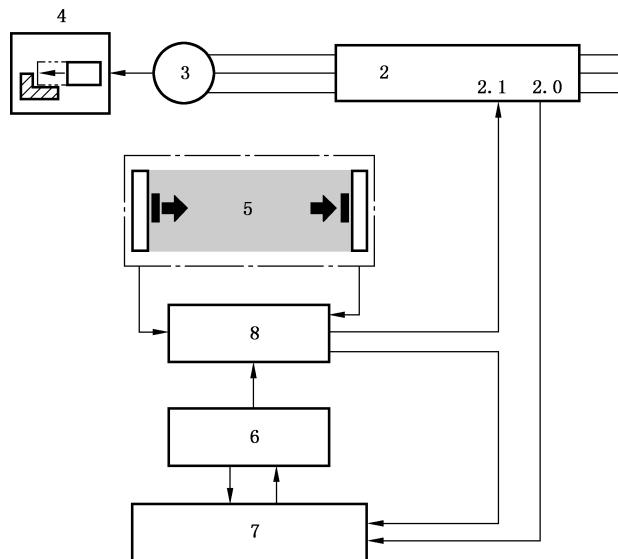
切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器)应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

ESPE(图 B.5 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 2 型和  $PL_r = c$  的规定。

#### B.4.3 使用光幕和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路

##### B.4.3.1 一般要求

图 B.6 给出了使用光幕和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路的原理。其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。



标引序号说明:

- 2 ——带安全相关功能的电动机控制器;
- 2.0——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联;
- 2.1——安全相关输入通道;
- 3 ——电动机;
- 4 ——运动;
- 5 ——光幕;
- 6 ——机器的控制回路;
- 7 ——机器的监控回路;
- 8 ——光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC。

图 B.6 使用一个光幕和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

##### B.4.3.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应通过给出控制信号到电动机控制器,中断危险运动的电源。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO:

- 关闭运动轴的危险运动;且
- 防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和  $PL_r = c$  的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

当光幕中断和复位后,光幕的保护功能和电动机控制器关闭状态的确认信号应被自动校验,只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

#### B.4.3.3 安全相关的零部件

ESPE(图 B.6 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 2 型和  $PL_r = c$  的规定。

附录 C  
(规范性)  
Ⅱ型保护

### C.1 Ⅱ型保护,针对液压驱动系统的活动式防护装置

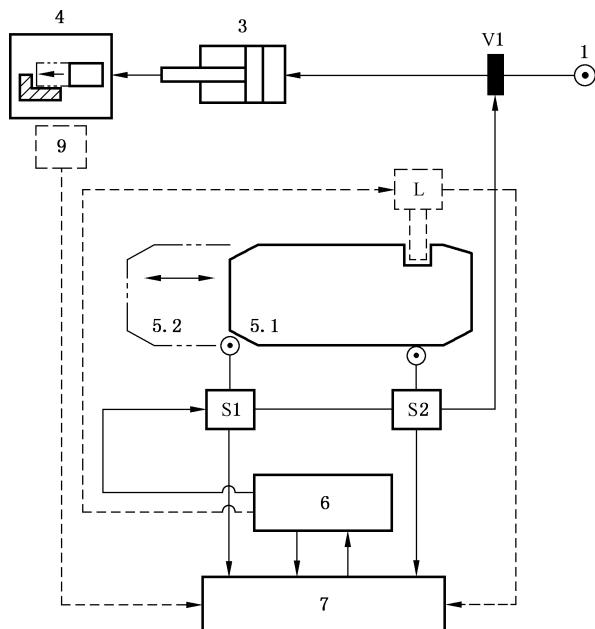
#### C.1.1 一般要求

本章给出了液压驱动系统的活动式防护装置采用Ⅱ型保护时应符合的要求。  
应使用两个位置开关和一个切断装置。

#### C.1.2 使用两个位置开关或一个非接触式位置开关和一个切断装置的联锁回路

##### C.1.2.1 一般要求

图C.1给出了使用两个位置开关和一个切断装置的联锁回路的原理。其中,一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。



标引序号(符号)说明:

- S1、S2——位置开关;
- L——防护锁定装置;
- V1——切断装置(阀);
- 1——动力回路;
- 3——液压驱动;
- 4——运动;
- 5.1——防护装置关;
- 5.2——防护装置开;
- 6——机器的控制回路;
- 7——机器的监控回路;
- 9——停止检测。

注:如果没有防护锁定(见C.1.2.3),不需要使用虚线绘制的元器件。

图C.1 使用两个位置开关和一个切断装置的联锁回路示意图

### C.1.2.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用两个符合 GB/T 18831—2017 中 3.16,3.17 定义的 1 型或 2 型联锁装置的机械驱动式位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 两个位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应给出控制信号到切断装置 V1,允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作;且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动;且
- S1 和 S2 应通过切断装置 V1,中断危险运动的控制信号。

在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,两个位置开关的状态变化应至少被自动监控一次,避免下一个危险运动的产生。活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

两个机械式触发的位置开关可使用下列方式进行替换,并实现同等的功能:

- 两个符合 GB/T 18831—2017 中 3.18 定义的 3 型联锁装置的非接触式位置开关;或
- 一个符合 GB/T 18831—2017 中 3.19 定义的 4 型联锁装置的非接触式位置开关。

在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,每个非接触式位置开关的两对电气触头的状态变化应至少自动监控一次。活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

### C.1.2.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定,则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求:

- 新的危险运动开始前,防护锁定装置的位置应被自动监控;
- 停止检测的信号变化应被自动监控;
- 活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

### C.1.2.4 安全相关的零部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

- 切断装置(阀)。
- 位置开关,符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中 3 型或 4 型的联锁装置的位置开关,则应需要两对独立的电气触头。
- 防护锁定装置(如果适用)。

## C.2 II型保护,针对电驱动系统的活动式防护装置

### C.2.1 一般要求

本章给出了电驱动系统的活动式防护装置采用 II 型保护时应符合的要求。

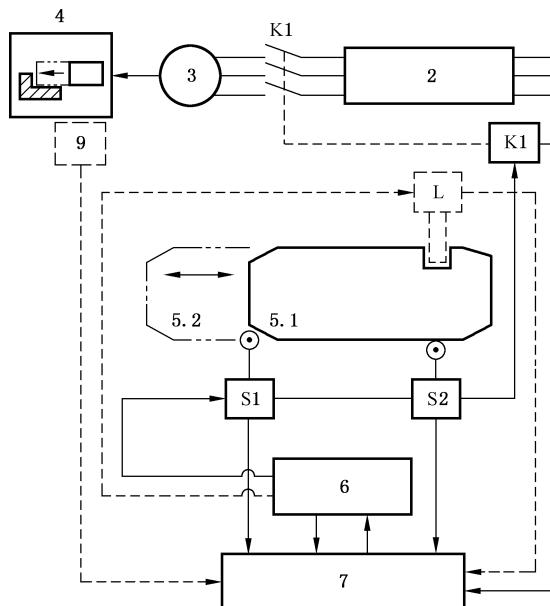
应使用两个位置开关和一个切断装置,切断装置应采用:

- 机电部件(见 C. 2. 2),或
- 带有安全相关功能的电动机控制器(见 C. 2. 3)。

### C.2.2 使用两个位置开关或一个非接触式位置开关和一个切断装置(机电部件)的联锁回路

#### C.2.2.1 一般要求

图 C. 2 给出了使用两个位置开关和一个切断装置(机电部件)的联锁回路的原理。其中,一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。



标引序号(符号)说明:

- S1、S2——位置开关;
- K1——接触器;
- L——防护锁定装置;
- 2——电动机控制器;
- 3——电动机;
- 4——运动;
- 5.1——防护装置关;
- 5.2——防护装置开;
- 6——机器的控制回路;
- 7——机器的监控回路;
- 9——停止检测。

注:如果没有防护锁定(见 C. 1. 2. 3),不需要使用虚线绘制的元器件。

图 C.2 使用两个位置开关和一个切断装置(机电部件)的示意图

#### C.2.2.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用两个符合 GB/T 18831—2017 中 3.16、3.17 定义的 1 型或 2 型联锁装置的机械驱动式位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动；且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动；且
- 两个位置开关的触头应在闭合状态；且
- S1 和 S2 应给出控制信号到接触器 K1，允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时：

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作；且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动；且
- S1 和 S2 应通过接触器 K1，中断危险运动的控制信号。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，两个位置开关的状态变化应至少被自动监控一次，避免下一个危险运动的产生。活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

两个机械式触发的位置开关可使用下列方式进行替换，并实现同等的功能：

- 两个符合 GB/T 18831—2017 中 3.18 定义的 3 型联锁装置的非接触式位置开关；或
- 一个符合 GB/T 18831—2017 中 3.19 定义的 4 型联锁装置的非接触式位置开关。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，每个非接触式位置开关的两对电气触头的状态变化应至少被自动监控一次。活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动，则接触器 K1 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有，则 K1 可放置在电动机控制器的前端。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，至少应自动监控一次：

- 位置开关的状态变化；
- 接触器 K1 的正确状态。

活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

### C.2.2.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

### C.2.2.4 安全相关的零部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

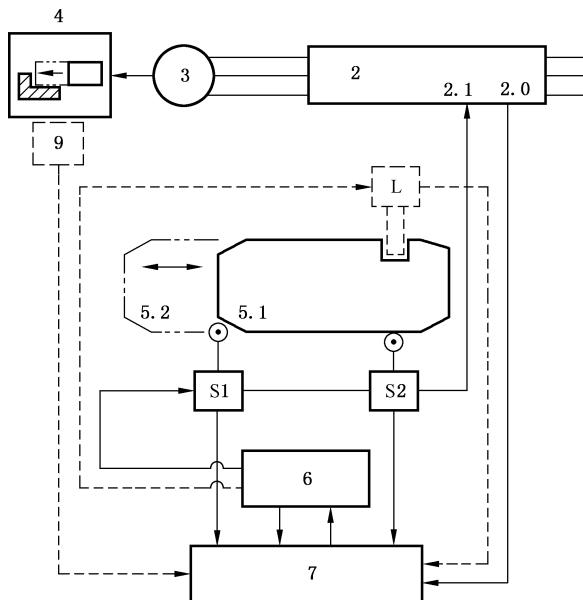
- 切断装置（带有联锁触头或镜像触头的接触器）。
- 位置开关，符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中 3 型或 4 型的联锁装置的位置开关，则应需要两对独立的电气触头。
- 防护锁定装置（如果适用）。

## C.2.3 使用两个位置开关或一个非接触式位置开关和一个切断装置（带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路

### C.2.3.1 一般要求

图 C.3 给出了使用两个位置开关和一个切断装置（带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路

的原理。其中,一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。停止信息可由 9 到 2,再由 2 到 7。



标引序号(符号)说明:

S1、S2——位置开关;

L——防护锁定装置;

2——带安全相关功能的电动机控制器;

2.0——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联;

2.1——安全相关输入;

3——电动机;

4——运动;

5.1——防护装置关;

5.2——防护装置开;

6——机器的控制回路;

7——机器的监控回路;

9——停止检测。

注:如果没有防护锁定(见 C.2.3.3),不需要使用虚线绘制的元器件。

图 C.3 使用两个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

### C.2.3.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用两个符合 GB/T 18831—2017 中 3.16,3.17 定义的 1 型或 2 型联锁装置的机械驱动式位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

——第一个位置开关 S1 应未被驱动;且

——第二个位置开关 S2 应已被驱动;且

——两个位置开关的触头应在闭合状态;且

——S1 和 S2 应给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 C.3 中 2.1),允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作；且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动；且
- S1 和 S2 应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 C.3 中 2.1），中断危险运动的控制信号。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，两个位置开关的状态变化应至少被自动监控一次，避免下一个危险运动的产生。活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

两个机械式触发的位置开关可使用下列方式进行替换，并实现同等的功能：

- 两个符合 GB/T 18831—2017 中 3.18 定义的 3 型联锁装置的非接触式位置开关；或
- 一个符合 GB/T 18831—2017 中 3.19 定义的 4 型联锁装置的非接触式位置开关。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，每个非接触式位置开关的两对电气触头的状态变化应至少被自动监控一次。活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

电动机控制器应带有下列内部的安全功能。

- a) STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和  $PL_r=c$  的规定，且 STO 应：
  - 1) 关闭运动轴的危险运动；且
  - 2) 防止危险运动的意外启动。
- b) 如果没有锁定装置（见 C.2.3.3），应使用安全功能 SS1 进行安全停车。SS1 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和  $PL_r=c$  的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，应至少自动监控一次：

- 位置开关的状态变化；
- 电动机控制器关闭状态的确认信号。

活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

### C.2.3.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

### C.2.3.4 安全相关的零部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

- 位置开关，符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中 3 型或 4 型的联锁装置的位置开关，则应需要两对独立的电气触头。
- 防护锁定装置（如果适用）。

## C.3 Ⅱ型保护，针对液压驱动系统的光幕

### C.3.1 一般要求

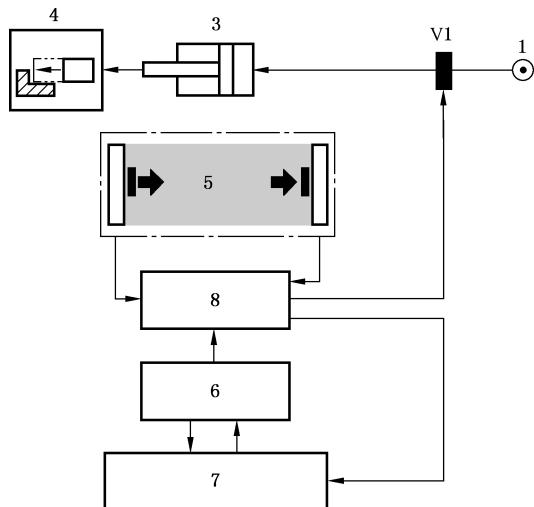
本章给出了液压驱动系统的光幕采用Ⅱ型保护时应符合的要求。

应使用一个切断装置。

### C.3.2 使用光幕和一个切断装置的联锁回路

#### C.3.2.1 一般要求

图 C.4 给出了使用光幕和一个切断装置的联锁回路的原理。其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。



标引序号(符号)说明:

V1——切断装置(阀);

1 —— 动力回路;

3 —— 液压驱动;

4 —— 运动;

5 —— 光幕;

6 —— 机器的控制回路;

7 —— 机器的监控回路;

8 —— 光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC。

图 C.4 使用一个光幕和一个切断装置的联锁回路示意图

#### C.3.2.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应通过给出控制信号到切断装置,中断危险运动的动力回路。

当光幕中断和复位后,光幕的保护功能应被自动校验,只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

#### C.3.2.3 安全相关的零部件

切断装置(阀)应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

ESPE(图 C.4 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 4 型和 PL<sub>r</sub>=d 的规定。

## C.4 II型保护,针对电驱动系统的光幕

### C.4.1 一般要求

本章给出了电驱动系统的光幕采用II型保护时应符合的要求。

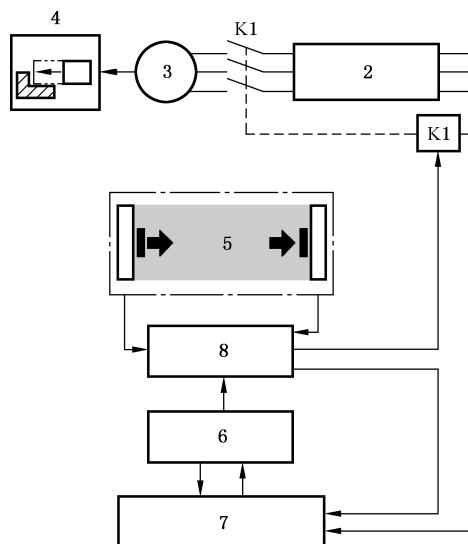
应使用一个切断装置,切断装置应采用:

- 机电部件(见C.4.2),或
- 带有安全相关功能的电动机控制器(见C.4.3)。

### C.4.2 使用一个光幕和一个切断装置(机电部件)的联锁回路

#### C.4.2.1 一般要求

图C.5给出了使用光幕和一个切断装置(机电部件)的联锁回路的原理。其中,装置5和装置8可是一个部件单元。



标引序号(符号)说明:

K1——接触器;

2——电动机控制器;

3——电动机;

4——运动;

5——光幕;

6——机器的控制回路;

7——机器的监控回路;

8——光幕监控和控制的安全装置或安全PLC。

图C.5 使用一个光幕和一个切断装置(机电部件)的联锁回路示意图

#### C.4.2.2 联锁功能

在符合4.7.2的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应通过给出控制信号到接触器K1,中断危险运动的电源。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动,则接触器K1应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有,则K1可放置在电动机控制器的前端。

光幕中断和复位后,光幕的保护功能和接触器的正确动作应被自动地校验,只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

#### C.4.2.3 安全相关的零部件

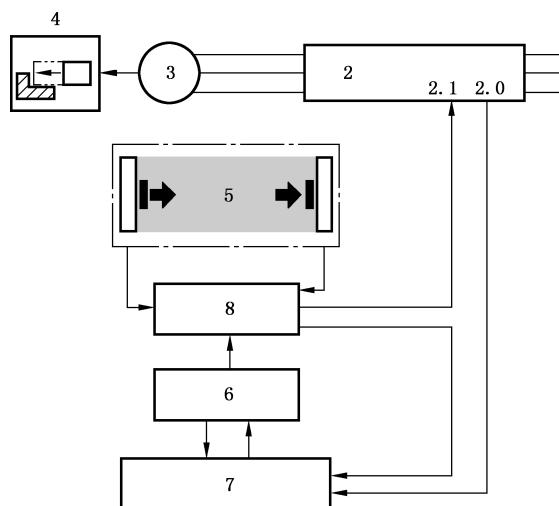
切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器)应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

ESPE(图 C.5 中装置 5 和 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 4 型和  $PL_r=d$  的规定。

#### C.4.3 使用光幕和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路

##### C.4.3.1 一般要求

图 C.6 给出了使用光幕和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路的原理。其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。



标引序号说明:

- 2 ——带安全相关功能的电动机控制器;
- 2.0——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联;
- 2.1——安全相关输入通道;
- 3 ——电动机;
- 4 ——运动;
- 5 ——光幕;
- 6 ——机器的控制回路;
- 7 ——机器的监控回路;
- 8 ——光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC。

图 C.6 使用一个光幕和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

##### C.4.3.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应通过给出控制信号到电动机控制器,中断危险运动的电源。

电动机控制器应带有下列内部的安全功能。

- a) STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=c 的规定,且 STO 应:
  - 1) 关闭运动轴的危险运动;且
  - 2) 防止危险运动的意外启动。
- d) 使用安全功能 SS1 进行安全停车,SS1 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

当光幕中断和复位后,光幕的保护功能和电动机控制器关闭状态的确认信号应被自动校验,只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

#### C.4.3.3 安全相关的零部件

ESPE(图 C. 6 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 4 型和 PL<sub>r</sub>=d 的规定。

附录 D  
(规范性)  
Ⅲ型保护

### D.1 Ⅲ型保护, 针对液压驱动系统的活动式防护装置

#### D.1.1 一般要求

本章给出了液压驱动系统的活动式防护装置采用Ⅲ型保护的安全要求。

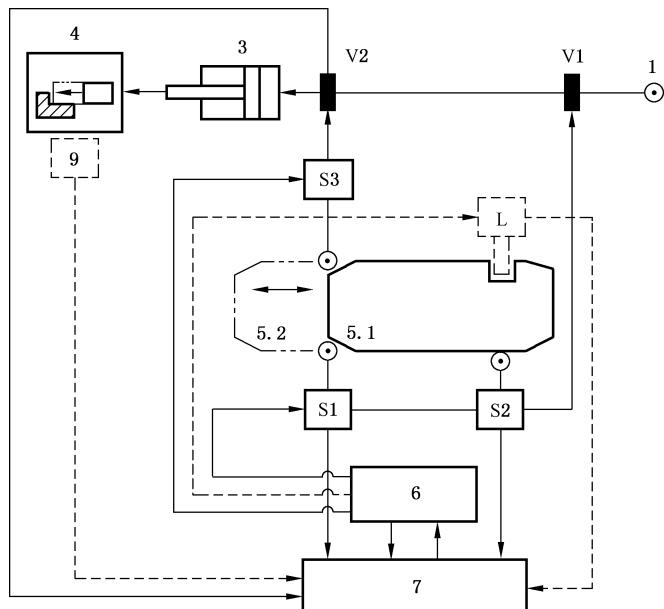
应使用:

- 三个位置开关和两个独立的切断装置(见 D. 1. 2);或
- 配安全装置的两个位置开关和两个独立的切断装置(见 D. 1. 3);或
- 一个非接触式的位置开关和两个独立的切断装置(见 D. 1. 4)。

#### D.1.2 使用三个位置开关和两个独立的切断装置的联锁回路

##### D.1.2.1 一般要求

图 D. 1 给出了使用三个位置开关和两个独立的切断装置的联锁回路的原理。其中,一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。



标引序号(符号)说明:

S1、S2、S3	——位置开关;	4	——运动;
L	——防护锁定装置;	5.1	——防护装置关;
V1	——主切断装置(开合模方向阀);	5.2	——防护装置开;
V2	——第二个切断装置;	6	——机器的控制回路;
1	——动力回路;	7	——机器的监控回路;
3	——液压驱动;	9	——停止检测。

注 1: 第二个切断装置的触发有 4 种方式(见 D. 1. 2. 2)。

注 2: 如果没有防护锁定(见 D. 1. 2. 3), 不需要使用虚线绘制的元器件。

图 D.1 使用三个位置开关和两个独立的切断装置的联锁回路示意图

### D.1.2.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 第三个位置开关 S3 应未被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应给出控制信号到主切断装置 V1, 允许启动危险运动;且
- S3 应给出控制信号到第二个切断装置 V2, 允许启动危险运动。

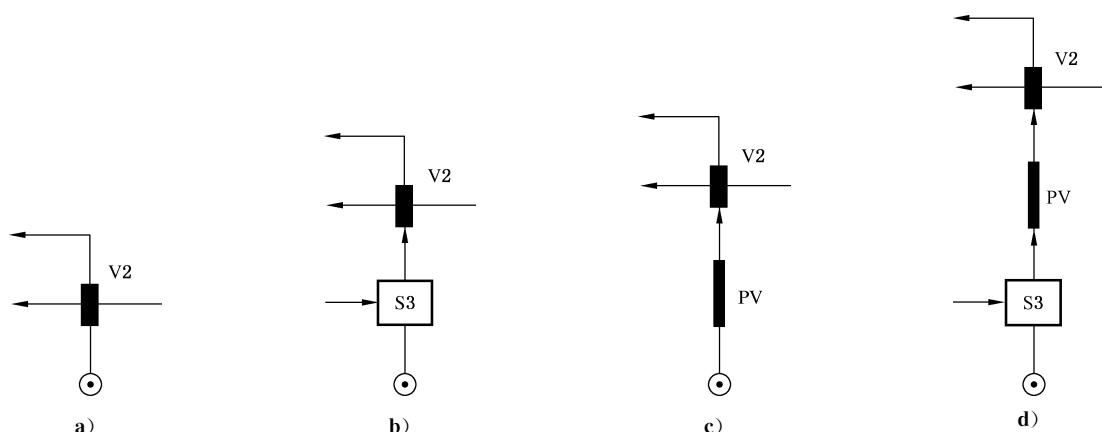
当防护装置未在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作,并应通过主切断装置 V1, 中断危险运动的控制信号;且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动,并应通过主切断装置 V1, 中断危险运动的控制信号;且
- 第三个位置开关 S3 应由防护装置直接操作且强制动作,并应通过第二个切断装置 V2, 中断危险运动的控制信号。

切断危险运动油缸流量的第二个切断装置 V2 应是一个附加的阀,该阀应:

- 由活动式防护装置直接操作且强制动作(防护装置打开时);或
- 由一个附加的位置开关触发,该位置开关由活动式防护装置直接操作且强制动作(防护装置打开时);或
- 由一个先导阀控制,该先导阀由活动式防护装置直接操作且强制动作(防护装置打开时);或
- 由一个先导阀控制,该先导阀由一个附加的位置开关触发,该位置开关由活动式防护装置直接操作且强制动作(防护装置打开时)。

第二个切断装置的各种触发方式见图 D.2。



标引符号说明:

S3 —— 第三个位置开关;

PV —— 先导阀;

V2 —— 第二个切断装置。

图 D.2 第二个切断装置的各种触发方式

当第二个切断装置/先导阀由一个位置开关控制时[图 D.2 中方式 b)或方式 d)]:

- 位置开关(S3)应有强制断开触头；
- 位置开关和第二个切断装置或先导阀之间的连接应通过一个独立于非安全 PLC 的硬件回路。

在每一个防护装置动作周期内，第二个切断装置的关闭状态应被自动监控，其故障应被自动识别以防止任何危险运动的发生。

如果第二个切断装置由先导阀控制，则应监控先导阀的正确状态。如果可通过第二个切断装置的切换状态来实现自动监控，则不需要再对先导阀进行附加的监控。

活动式防护装置关闭后，只有在对下列情况进行了自动监控而未发现故障的情况下，才能进行橡胶塑料机械的循环动作。

- 驱动主切断装置的两个位置开关的状态。
- 第二个切断装置位置切换状态。
- 附加的位置开关的切换状态[图 D. 2 中方式 b)或方式 d)]和/或先导阀的状态[图 D. 2 中方式 c)或方式 d)]。如果通过第二个切断装置的切换状态来实现自动监控，则不需要再对位置开关和/或先导阀进行附加的监控。

主切断装置的故障应通过相关的过程进行检测(如方向阀)或有必要进行监控(如插装阀)。

#### D.1.2.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.1.2.4 安全相关的零部件

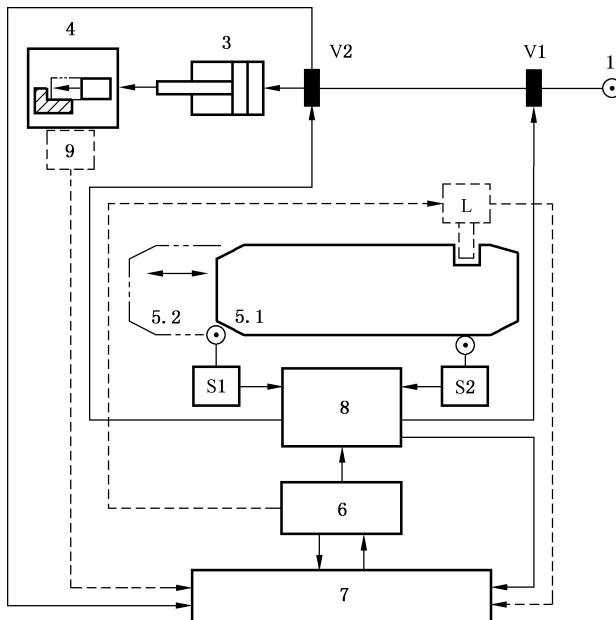
下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件：

- 主切断装置(阀)，
- 第二个切断装置(阀)，
- 先导阀(如果适用)，
- 位置开关，
- 防护锁定装置(如果适用)。

### D.1.3 使用配安全装置的两个位置开关和两个独立的切断装置的联锁回路

#### D.1.3.1 一般要求

图 D. 3 给出了使用配安全装置的两个位置开关和两个独立的切断装置的联锁回路的原理。其中，一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。



标引序号(符号)说明:

S1,S2——位置开关;	5.1——防护装置关;
L——防护锁定装置;	5.2——防护装置开;
V1——主切断装置(开合模方向阀);	6——机器的控制回路;
V2——第二个切断装置;	7——机器的监控回路;
1——动力回路;	8——位置开关监控和控制的安全装置或安全 PLC;
3——液压驱动;	9——停止监控。
4——运动;	

注:如果没有防护锁定(见 D.1.3.3),不需要使用虚线绘制的元器件。

图 D.3 使用配安全装置的两个位置开关和两个独立的切断装置的联锁回路示意图

#### D.1.3.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

两个位置开关应直接连接到控制和监控部件 8,符合  $PL_r = e$  的规定。当防护装置打开后,应通过两个切断装置中断危险运动的动力回路。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应通过控制和监控部件 8 给出控制信号到切断装置,允许启动危险运动。

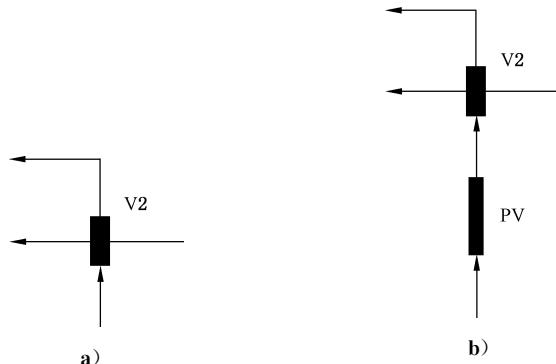
当防护装置未在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作,中断危险运动的控制信号;且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动,中断危险运动的控制信号。

切断危险运动油缸流量的第二个切断装置 V2 应是一个附加的阀,该阀应:

- 由安全装置直接触发,或
- 由先导阀控制,先导阀由安全装置触发。

第二个切断装置的各种触发方式见图 D. 4。



标引符号说明：

PV——先导阀；

V2——第二个切断装置。

图 D.4 第二个切断装置的各种触发方式

在每一个防护装置动作周期内,第二个切断装置的关闭状态应被自动监控,其故障应被自动识别以防止任何危险运动的发生。

如果第二个切断装置由先导阀控制,则应监控先导阀的正确状态。如果可通过第二个切断装置的切换状态来实现自动监控,则不需要再对先导阀进行附加的监控。

安全装置的控制和监控符合  $PL_r = e$  的规定,应:

——监控两个位置开关的状态;且

——控制两个切断装置。

主切断装置的故障应通过相关的过程进行检测(如方向阀)或有必要进行监控(如插装阀)。

### D.1.3.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定,则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求:

——新的危险运动开始前,防护锁定装置的位置应被自动监控;

——停止检测的信号变化应被自动监控;

——活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

### D.1.3.4 安全相关的零部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件:

——主切断装置(阀),

——第二个切断装置(阀),

——先导阀(如果适用),

——位置开关,

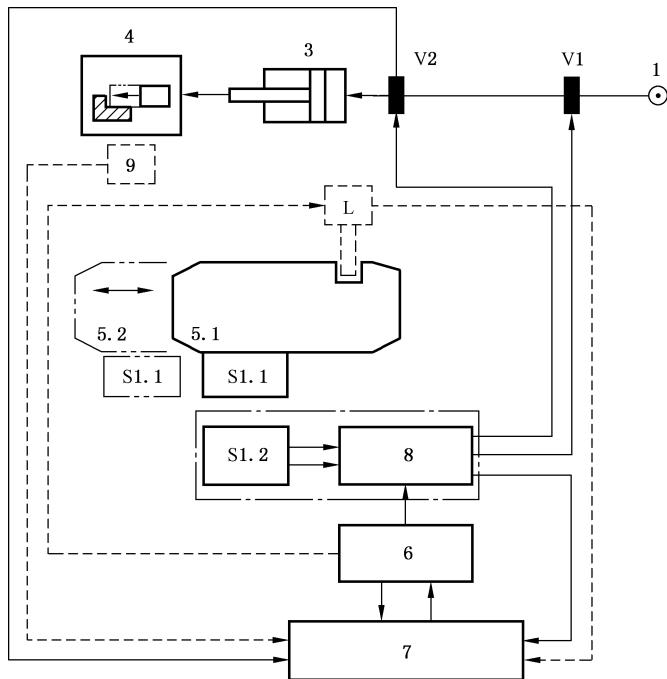
——防护锁定装置(如果适用)。

### D.1.4 使用一个非接触式开关和两个独立的切断装置的联锁回路

#### D.1.4.1 一般要求

图 D. 5 给出了使用一个非接触式开关和两个独立的切断装置的联锁回路的原理。其中,位置开关

S1.2 和控制和监控部件 8 可为同一个零部件。



标引序号(符号)说明：

S1.1——位置开关操动件；	4——运动；
S1.2——位置开关；	5.1——防护装置关；
L——防护锁定装置；	5.2——防护装置开；
V1——主切断装置(开合模方向阀)；	6——机器的控制回路；
V2——第二个切断装置；	7——机器的监控回路；
1——动力回路；	8——位置开关监控和控制的安全装置或安全 PLC；
3——液压驱动；	9——停止检测。

注：如果没有防护锁定（见 D.1.4.3），不需要使用虚线绘制的元器件。

图 D.5 使用一个非接触式开关和两个独立的切断装置的联锁回路示意图

#### D.1.4.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上，还应符合以下要求。

位置开关(GB/T 18831—2017, 4 型联锁装置，磁感应式、光学式或高编码式的 RFID)应直接连接到控制和监控的安全部件或可为同一个零部件，符合  $PL_r = e$  的规定。当防护装置打开时，应通过两个切断装置中断危险运动的动力回路。

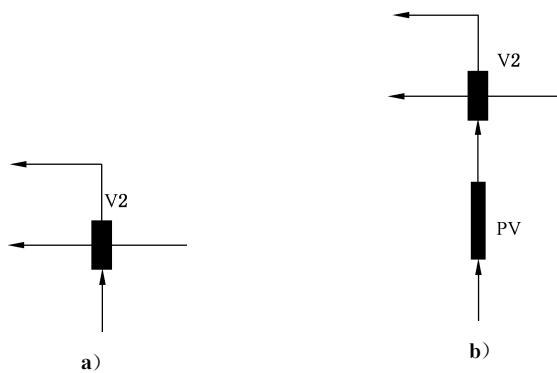
当防护装置在关闭位置时，位置开关应通过安全装置给出控制信号，允许危险运动。

切断危险运动油缸流量的第二个切断装置 V2 应是一个附加的阀，该阀应：

——由安全装置直接触发，或

——由先导阀控制，先导阀由安全装置触发。

第二个切断装置的各种触发方式见图 D.6。



标引符号说明：

PV —— 先导阀；

V2 —— 第二个切断装置。

图 D.6 第二个切断装置的各种触发方式

在每一个防护装置动作周期内,第二个切断装置的关闭状态应被自动监控,其故障应被自动识别以防止任何危险运动的发生。

如果第二个切断装置由先导阀控制,则应监控先导阀的正确状态。如果可通过第二个切断装置的切换状态来实现自动监控,则不需要再对先导阀进行附加的监控。

安全装置的控制和监控符合  $PL_r = e$  的规定,应:

—— 监控位置开关两对电气触头的状态;且

—— 控制两个切断装置。

主切断装置的故障应通过相关的过程进行检测(如方向阀)或有必要进行监控(如插装阀)。

#### D.1.4.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定,则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求:

—— 新的危险运动开始前,防护锁定装置的位置应被自动监控;

—— 停止检测的信号变化应被自动监控;

—— 活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### D.1.4.4 安全相关的零部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件:

—— 主切断装置(阀),

—— 第二个切断装置(阀),

—— 先导阀(如果适用),

—— 防护锁定装置(如果适用)。

### D.2 Ⅲ型保护,针对电驱动系统的活动式防护装置

#### D.2.1 一般要求

本章给出了电驱动系统的活动式防护装置采用Ⅲ型保护时应符合的要求。

应使用:

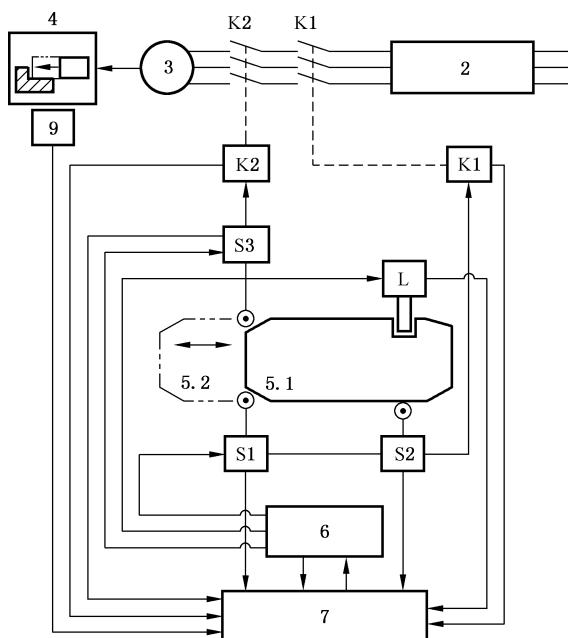
—— 三个位置开关和切断装置(两个机电部件)(见 D.2.2);或

- 配安全装置的两个位置开关和切断装置(两个机电部件)(见 D. 2. 3);或
- 三个位置开关和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)(见 D. 2. 4);或
- 配安全装置的两个位置开关和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)(见 D. 2. 5);或
- 三个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)(见 D. 2. 6 和 D. 2. 7);或
- 配安全装置的两个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)(见 D. 2. 8);或
- 一个非接触式位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)(见 D. 2. 9 和 D. 2. 10)。

## D.2.2 使用三个位置开关和切断装置(两个机电部件)的联锁回路

### D.2.2.1 一般要求

图 D. 7 给出了使用三个位置开关和切断装置(两个机电部件)的联锁回路的原理。其中,一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。停止的信息也可由 9 到 2,再由 2 到 7。



标引序号(符号)说明:

S1、S2、S3——位置开关;	5.1——防护装置关;
K1、K2——接触器;	5.2——防护装置开;
L——防护锁定装置;	6——机器的控制回路;
2——电动机控制器;	7——机器的监控回路;
3——电动机;	9——停止检测。
4——运动;	

图 D.7 使用三个位置开关和切断装置(两个机电部件)的联锁回路示意图

#### D.2.2.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 第三个位置开关 S3 应未被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应给出控制信号到接触器 K1,允许启动危险运动;且
- S3 应给出控制信号到接触器 K2,允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作,并应通过接触器 K1,中断危险运动的控制信号;且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动,并应通过接触器 K1,中断危险运动的控制信号;且
- 第三个位置开关 S3 应由防护装置直接操作且强制动作,并应通过接触器 K2,中断危险运动的控制信号。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动,则接触器 K1、K2 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有,则其中一个接触器应放置在电动机和电动机控制器之间,另一个接触器应放置在电机控制器的前端,以避免共因失效。

在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,至少自动监控一次:

- 位置开关的每一次状态的变化;
- 接触器的正确状态。

应对位置开关 S3 的状态进行自动监控,如果位置开关 S3 的状态变化可通过接触器 K2 的状态切换实现自动监控,则不需要再对位置开关 S3 进行自动监控。

活动式防护装置关闭后,应检测相关的状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### D.2.2.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定,则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求:

- 新的危险运动开始前,防护锁定装置的位置应被自动监控;
- 停止检测的信号变化应被自动监控;
- 活动式防护装置关闭后,应检测相关的状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### D.2.2.4 安全相关的零部件

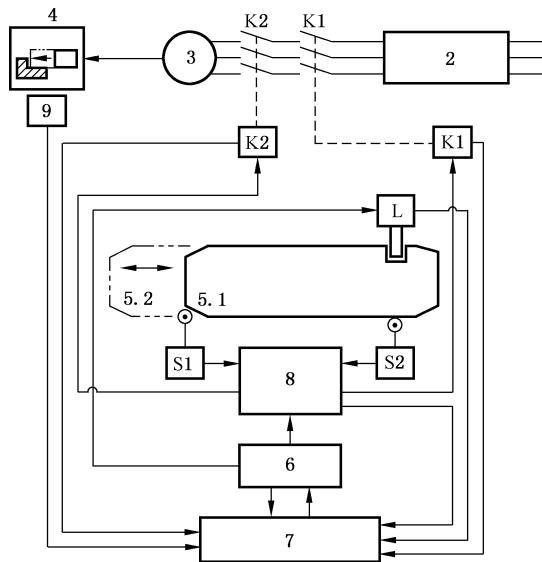
下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件:

- 切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器),
- 位置开关,
- 防护锁定装置。

### D.2.3 使用配安全装置的两个位置开关和切断装置(两个机电部件)的联锁回路

#### D.2.3.1 一般要求

图 D.8 给出了使用配安全装置的两个位置开关和切断装置(两个机电部件)的联锁回路的原理。其中,一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。



标引序号(符号)说明:

S1、S2 ——位置开关；	5.1——防护装置关；
K1、K2——接触器；	5.2——防护装置开；
L——防护锁定装置；	6——机器的控制回路；
2——电动机控制器；	7——机器的监控回路；
3——电动机；	8——位置开关监控和控制的安全装置或安全 PLC；
4——运动；	9——停止检测。

图 D.8 使用配安全装置的两个位置开关和切断装置(两个机电部件)的联锁回路示意图

#### D.2.3.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

两个位置开关应直接连接到控制和监控部件 8,符合  $PL_r = e$  的规定。当防护装置打开后,应通过两个切断装置断开危险运动的电源。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应通过控制和监控部件 8 给出控制信号到接触器,允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时：

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作，并中断危险运动的控制信号；且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动，并中断危险运动的控制信号。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动，则接触器 K1、K2 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有，则其中一个接触器应放置在电动机和电动机控制器之间，另一个接触器应放置在电机控制器的前端，以避免共因失效。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，至少自动监控一次：

- 位置开关的每一次状态的变化；
- 接触器的正确状态。

活动式防护装置关闭后，应检测相关的状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.3.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关的状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.3.4 安全相关的零部件

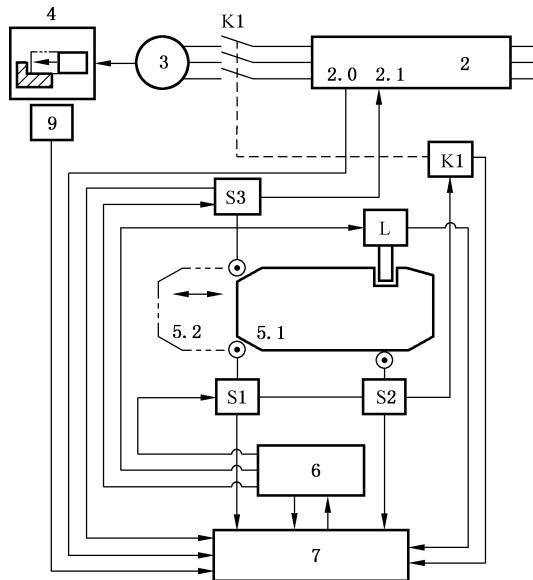
下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件：

- 切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器)，
- 位置开关，
- 防护锁定装置。

### D.2.4 使用三个位置开关和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路

#### D.2.4.1 一般要求

图 D.9 给出了使用三个位置开关和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路的原理。其中，一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。停止的信息也可由 9 到 2，再由 2 到 7。



标引序号(符号)说明：

S1、S2、S3	——位置开关；	4	——运动；
K1	——接触器；	5.1	——防护装置关；
L	——防护锁定装置；	5.2	——防护装置开；
2	——带有安全相关功能的电动机控制器；	6	——机器的控制回路；
2.0	——关闭状态的确认信号, 和 2.1 关联；	7	——机器的监控回路；
2.1	——安全相关输入通道；	9	——停止检测。
3	——电动机；		

图 D.9 使用三个位置开关和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

#### D.2.4.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。

当防护装置在关闭位置时：

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 第三个位置开关 S3 应未被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应给出控制信号到接触器 K1, 允许启动危险运动;且
- S3 应给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D.9 中 2.1), 允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时：

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作,并应通过接触器 K1, 中断危险运动的

控制信号；且

- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动，并应通过接触器 K1，中断危险运动的控制信号；且
- 第三个位置开关 S3 应由防护装置直接操作且强制动作，并应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 D.9 中 2.1），中断危险运动的控制信号。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动，则接触器 K1 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有，则 K1 可放置在电动机控制器的前端。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO：

- 关闭运动轴的危险运动；且
- 防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，至少自动监控一次：

- 位置开关的状态变化；
- 接触器的正确动作状态；
- 电动机控制器关闭状态的确认信号。

活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.4.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.4.4 安全相关的零部件

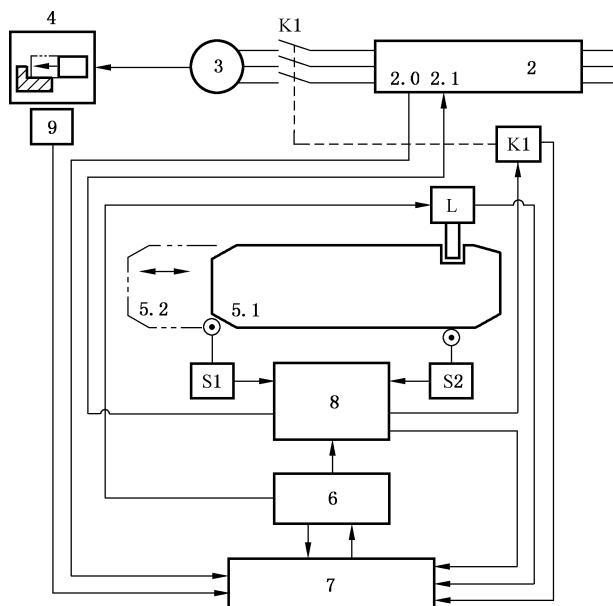
下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件：

- 切断装置（带有联锁触头或镜像触头的接触器），
- 位置开关，
- 防护锁定装置。

### D.2.5 使用配安全装置的两个位置开关和切断装置（一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路

#### D.2.5.1 一般要求

图 D.10 给出了使用配安全装置的两个位置开关和切断装置（一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路的原理。其中，一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。停止的信息也可由 9 到 2，再由 2 到 7。



标引序号(符号)说明:

S1、S2——位置开关；

## 5.1——防护装置关；

K1 ——接触器；

## 5.2——防护装置开；

L ——防护锁定装置；

## 6 ——机器的控制回路;

## 2 ——带有安全相关功能的

7 ——机器的监控

## 2.0 ——关闭状态

8 ——位置开关监控和控

## 2.1 ——安全相关

9 ——停止检测。

图 D.10 使用配安全装置的两个位置开关和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

#### D.2.5.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

两个位置开关应直接连接到控制和监控部件 8, 符合  $PL_r = e$  的规定。当防护装置打开后, 应通过两个切断装置断开危险运动的电源。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关

当防护装置在关闭位置时。

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动；且
  - 第二个位置开关 S2 应已被驱动；且
  - 所有的位置开关的触头应在闭合状态；且
  - S1 和 S2 应通过控制和监控部件 8 给出控制信号到接触器和电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D. 10 中 2.1)，允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时：

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作，并中断危险运动的控制信号；且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动，并中断危险运动的控制信号。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动，则接触器 K1 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有，则 K1 可放置在电动机控制器的前端。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO：

- 关闭运动轴的危险运动；且
- 防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，至少自动监控一次：

- 位置开关的状态变化；
- 接触器的正确动作状态；
- 电动机控制器关闭状态的确认信号。

活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.5.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.5.4 安全相关的零部件

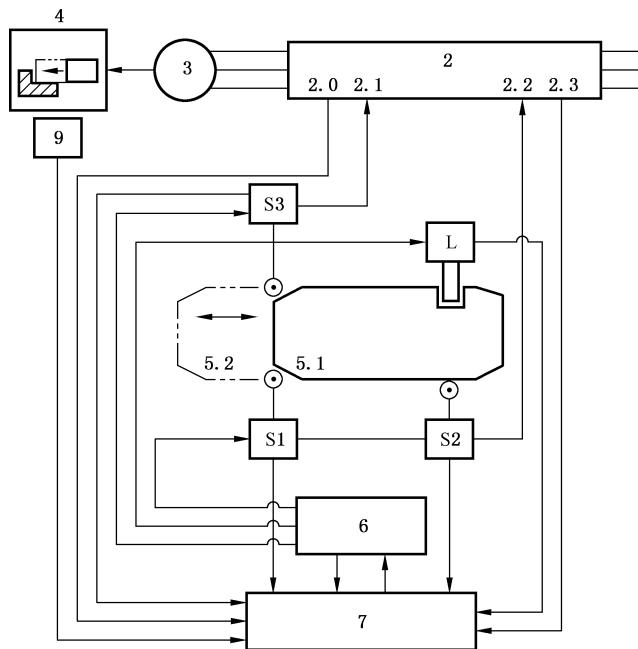
下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件：

- 切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器)，
- 位置开关，
- 防护锁定装置。

### D.2.6 使用三个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(带防护锁定装置)

#### D.2.6.1 一般要求

图 D.11 给出了使用三个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(带防护锁定装置)的原理。其中，一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。停止的信息也可由 9 到 2，再由 2 到 7。



标引序号(符号)说明:

S1、S2、S3	位置开关;	3	——电动机;
L	——防护锁定装置;	4	——运动;
2	——带安全相关功能的电动机控制器;	5.1	——防护装置关;
2.0	——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联;	5.2	——防护装置开;
2.1	——安全相关输入通道 1;	6	——机器的控制回路;
2.2	——安全相关输入通道 2;	7	——机器的监控回路;
2.3	——关闭状态的确认信号,和 2.2 关联;	9	——停止检测。

注: 如果安全相关的输入监控由装置 2 本身完成, 1 个从 2 返回到 7 已经足够了。

图 D.11 使用三个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(带防护锁定装置)示意图

#### D.2.6.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 第三个位置开关 S3 应未被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D.11 中 2.2),允许启动危险运动;且
- S3 应给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D.11 中 2.1),允许启动危险

运动。

当防护装置未在关闭位置时：

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作，并应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 D.11 中 2.2），中断危险运动的控制信号；且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动，并应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 D.11 中 2.2），中断危险运动的控制信号；且
- 第三个位置开关 S3 应由防护装置直接操作且强制动作，并应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 D.11 中 2.1），中断危险运动的控制信号。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO：

- 关闭运动轴的危险运动；且
- 防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=d、类别 3 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，至少自动监控一次：

- 位置开关的状态变化；
- 电动机控制器关闭状态的确认信号。

活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.6.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

- 新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；
- 停止检测的信号变化应被自动监控；
- 活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.6.4 安全相关的零部件

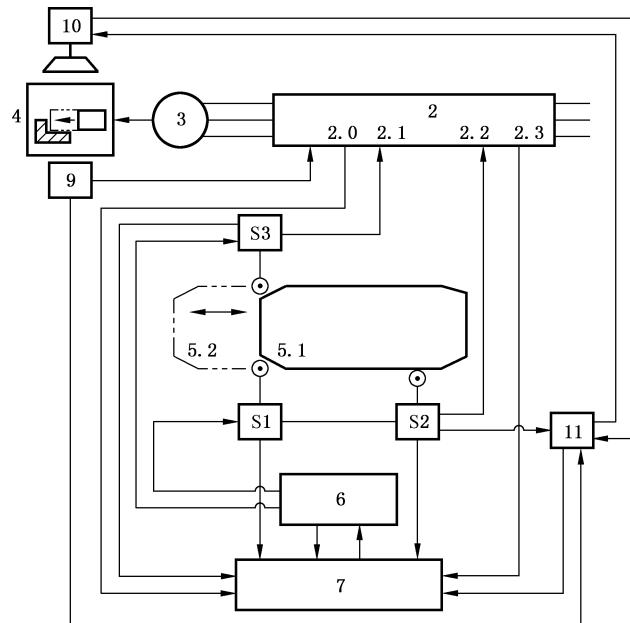
下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件：

- 位置开关，
- 防护锁定装置。

### D.2.7 使用三个位置开关和一个切断装置（带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路（不带防护锁定装置）

#### D.2.7.1 一般要求

图 D.12 给出了使用三个位置开关和一个切断装置（带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路（不带防护锁定装置）的原理。其中，第二停车装置的控制和监控可由装置 2 通过安全功能（安全制动功能和安全制动测试）来完成。



标引序号(符号)说明:

S1、S2、S3——位置开关；	5.1 ——防护装置关；
2 ——带安全相关功能的电动机控制器；	5.2 ——防护装置开；
2.0 ——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联；	6 ——机器的控制回路；
2.1 ——安全相关输入通道 1；	7 ——机器的监控回路；
2.2 ——安全相关输入通道 2；	9 ——停车/停止检测；
2.3 ——关闭状态的确认信号,和 2.2 关联；	10 ——第二个停车装置(如可控的制动器)；
3 ——电动机；	11 ——用来控制、测试和监控第二个安全停车装置的安全装置。
4 ——运动；	

注: 如果安全相关的输入监控由装置 2 本身完成,1 个从 2 返回到 7 已经足够了。

图 D.12 使用三个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)  
的联锁回路(不带防护锁定装置)示意图

#### D.2.7.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 第三个位置开关 S3 应未被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D.12 中 2.2),允许启动危险运动,并通过安全装置 11 取消激活第二个停车装置(如制动器);且
- S3 应给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D.12 中 2.1),允许启动危险

运动。

当防护装置未在关闭位置时：

- 第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作，并应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 D. 12 中 2. 2），中断危险运动的控制信号，同时通过安全装置 11 激活第二个停车装置（如制动器）；且
- 第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动，并应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 D. 12 中 2. 2），中断危险运动的控制信号，同时通过安全装置 11 激活第二个停车装置（如制动器）；且
- 第三个位置开关 S3 应由防护装置直接操作且强制动作，并应通过电动机控制器的安全相关输入通道（见图 D. 12 中 2. 1），中断危险运动的控制信号。

电动机控制器应带有下列内部的安全功能。

- a) STO 的功能应符合 GB/T 12668. 502—2013 和 PL<sub>r</sub>=d、类别 3 的规定，且 STO 应：
  - 1) 关闭运动轴的危险运动；且
  - 2) 防止危险运动的意外启动。
- b) 使用安全功能 SS1 进行安全停车。SS1 的功能应符合 GB/T 12668. 502—2013 和 PL<sub>r</sub>=d、类别 3 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668. 501 的规定。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，至少自动监控一次：

- 位置开关的状态变化；
- 电动机控制器关闭状态的确认信号；
- 停车/停止的检测信号。

活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

当使用基于摩擦原理的刹车抑制装置，需要定期对每一个抑制装置进行独立的检测。只有在最近 4 周内制动器已经检测有效后才可进行生产。如果机器一直处于全自动模式，则不需要进行停机检测。这种情况下，在停机后重新开始新的生产周期前，需要通过检测。

#### D.2.7.3 安全相关的零部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855. 1—2018 中 6. 2. 4 规定的经验证的元件：

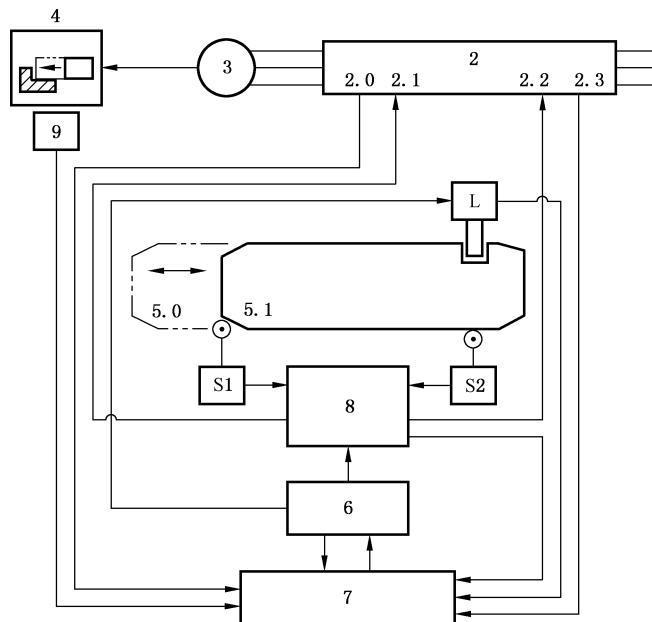
- 位置开关，
- 第二个停车装置（如制动器）。

安全装置用于控制、测试和监控第二个停车装置应符合 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

### D.2.8 使用配安全装置的两个位置开关和一个切断装置（带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路

#### D.2.8.1 一般要求

图 D. 13 给出了使用配安全装置的两个位置开关和一个切断装置（带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路的原理。其中，一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。停止的信息也可由 9 到 2，再由 2 到 7。



标引序号(符号)说明:

S1,S2——位置开关;	4——运动;
L——防护锁定装置;	5.1——防护装置关;
2——带安全相关功能的电动机控制器;	5.2——防护装置开;
2.0——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联;	6——机器的控制回路;
2.1——安全相关输入通道 1;	7——机器的监控回路;
2.2——安全相关输入通道 2;	8——位置开关监控和控制的安全装置或安全 PLC;
2.3——关闭状态的确认信号,和 2.2 关联;	9——停止检测。
3——电动机;	

图 D.13 使用配安全装置的两个位置开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

#### D.2.8.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

两个位置开关应直接连接到控制和监控部件 8,符合  $PL_r = e$  的规定。当防护装置打开后,应通过两个切断装置断开危险运动的电源。

应使用符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的联锁装置的位置开关。

当防护装置在关闭位置时:

- 第一个位置开关 S1 应未被驱动;且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动;且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态;且
- S1 和 S2 应通过控制和监控部件 8 给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D.12 中 2.1 和 2.2),允许启动危险运动。

当防护装置未在关闭位置时:

——第一个位置开关 S1 应由防护装置直接操作且强制动作，并中断危险运动的控制信号；且  
——第二个位置开关 S2 应不再被防护装置驱动，并中断危险运动的控制信号。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO：

——关闭运动轴的危险运动；且  
——防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668. 502—2013 和 PL<sub>r</sub>=d、类别 3 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668. 501 的规定。

在活动式防护装置打开，新的危险运动开始前，至少自动监控一次：

——位置开关的状态变化；  
——电动机控制器关闭状态的确认信号。

活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.8.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定，则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求：

——新的危险运动开始前，防护锁定装置的位置应被自动监控；  
——停止检测的信号变化应被自动监控；  
——活动式防护装置关闭后，应检测相关状态信号，只有当相关信号正常时，才能进行下一个机器循环。

#### D.2.8.4 安全相关的零部件

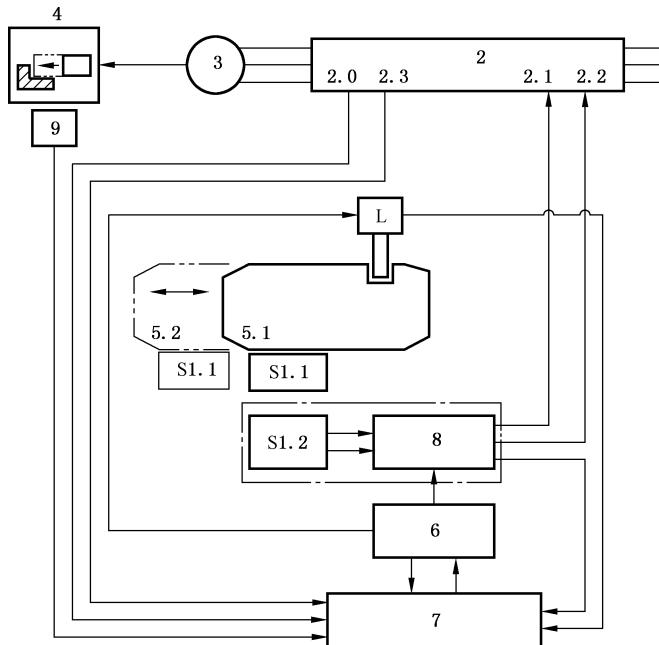
下列相关装置应为符合 GB/T 16855. 1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件：

——位置开关，  
——防护锁定装置。

### D.2.9 使用一个非接触式开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(带防护锁定装置)

#### D.2.9.1 一般要求

图 D.14 给出了使用一个非接触式开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(带防护锁定装置)的原理。其中，位置开关 S1.2 和控制和监控部件 8 可为同一个零部件。停止的信息也可由 9 转到 2，再由 2 转到 7。



标引序号(符号)说明：

S1.1——位置开关操动件；	3——电动机；
S1.2——位置开关；	4——运动；
L——防护锁定装置；	5.1——防护装置关；
2——带安全相关功能的电动机控制器；	5.2——防护装置开；
2.0——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联；	6——机器的控制回路；
2.1——安全相关输入通道 1；	6——机器的监控回路；
2.2——安全相关输入通道 2；	8——位置开关监控和控制的安全装置或安全 PLC；
2.3——关闭状态的确认信号,和 2.2 关联；	9——停止检测。

注：如果安全相关的输入监控由电动机控制器本身完成，则对相关状态的监控只需要一个。

图 D.14 使用一个非接触式开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)  
的联锁回路(带防护锁定装置)示意图

#### D.2.9.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

当防护装置在关闭位置时,位置开关应给出控制信号到安全装置,允许危险运动。

位置开关(GB/T 18831—2017,4 型联锁装置,磁感应式、光学式或高编码式的 RFID)应直接连接到控制和监控的安全部件或可为同一个零部件,符合  $PL_r = e$  的规定。当防护装置打开时,通过电动机控制器中断危险运动的电源。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO:

- 关闭运动轴的危险运动;且
- 防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和  $PL_r = d$ 、类别 3 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,至少自动监控一次:

- 位置开关的状态变化;
- 电动机控制器关闭状态的确认信号。

活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### D.2.9.3 防护锁定

如果按照 4.6 的要求需要防护锁定,则在符合 4.6.3 的基础上还应符合下列要求:

- 新的危险运动开始前,防护锁定装置的位置应被自动监控;
- 停止检测的信号变化应被自动监控;
- 活动式防护装置关闭后,应检测相关状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

#### D.2.9.4 安全相关的零部件

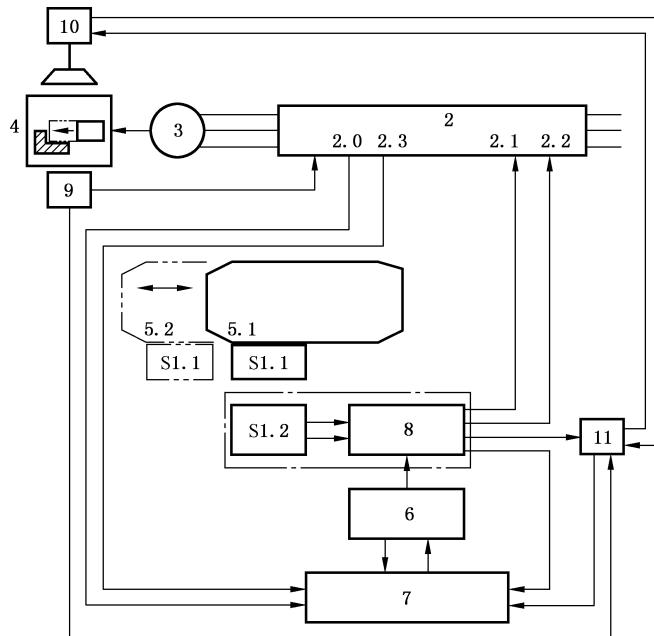
位置开关应符合 GB/T 14048.13—2017 的相关要求。

安全门的防护锁定装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

### D.2.10 使用一个非接触式开关和一个切断装置(带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(不带防护锁定装置)

#### D.2.10.1 一般要求

图 D.15 给出了使一个非接触式开关和切断装置(一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(不带防护锁定装置)的原理。其中,位置开关 S1.2 和控制和监控部件 8 可为同一个零部件。第二停车装置的控制和监控可由装置 2 通过安全功能(安全制动功能和安全制动测试)来完成。



标引序号(符号)说明：

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| S1.1——位置开关操作件；           | 5.1——防护装置关；                   |
| S1.2——位置开关；              | 5.2——防护装置开；                   |
| 2——带安全相关功能的电动机控制器；       | 6——机器的控制回路；                   |
| 2.0——关闭状态的确认信号,和 2.1 关联； | 7——机器的监控回路；                   |
| 2.1——安全相关输入通道 1；         | 8——位置开关监控和控制的安全装置或安全 PLC；     |
| 2.2——安全相关输入通道 2；         | 9——停车/停止检测；                   |
| 2.3——关闭状态的确认信号,和 2.2 关联； | 10——第二个停车装置(如控制制动器)；          |
| 3——电动机；                  | 11——用来控制、测试和监控第二个安全停车装置的安全装置。 |
| 4——运动；                   |                               |

注 1：如果安全相关的输入监控由装置 2 本身完成,1 个从 2 返回到 7 已经足够了。

图 D.15 使用一个非接触式开关和切断装置(一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路(不带防护锁定装置)示意图

#### D.2.10.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

当防护装置在关闭位置时,位置开关应给出控制信号到安全装置,允许危险运动,并通过安全装置取消激活第二个停车装置(如制动器)。

当防护装置打开时,位置开关(GB/T 18831—2017,4 型联锁装置,磁感应式、光学式或高编码式的 RFID)应通过电动机控制器切断通道,中断危险运动的控制信号,同时通过安全装置 11 激活第二个停车装置(如制动器),符合  $PL_r = c$  的规定。

电动机控制器应带有下列内部的安全功能。

- STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和  $PL_r = d$ 、类别 3 的规定,且 STO 应:

- 1) 关闭运动轴的危险运动;且
  - 2) 防止危险运动的意外启动。
- b) 使用安全功能 SS1 进行安全停车,SS1 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=d、类别 3 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

在活动式防护装置打开,新的危险运动开始前,至少自动监控一次:

- 位置开关的状态变化;
- 电动机控制器关闭状态的确认信号;
- 停车/停止的检测信号。

活动式防护装置关闭后,应检测相关的状态信号,只有当相关信号正常时,才能进行下一个机器循环。

当使用基于摩擦原理的刹车抑制装置,需要定期对每一个抑制装置进行独立的检测。只有在最近 4 周内制动器已经检测有效后才可进行生产。如果机器一直处于全自动模式,则不需要进行停机检测。这种情况下,在停机后重新开始新的生产周期前,需要通过检测。

#### D.2.10.3 安全相关的零部件

位置开关应符合 GB/T 14048.13—2017 的相关要求。

用于控制、测试和监控第二个停车装置(如刹车器)的安全装置应符合 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

### D.3 Ⅲ型保护,针对液压驱动系统的光幕

#### D.3.1 一般要求

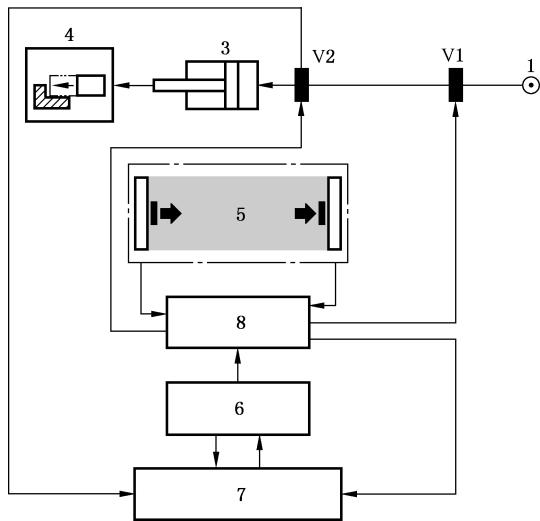
本章给出了液压驱动系统使用光幕采用Ⅲ型保护的安全要求。

应使用两个独立的切断装置。

#### D.3.2 使用光幕和两个独立的切断装置的联锁回路

##### D.3.2.1 一般要求

图 D.16 给出了使用光幕和两个独立的切断装置的联锁回路的原理。其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。



标引序号(符号)说明：

- V1——主切断装置(开合模方向阀)；
- V2——第二个切断装置；
- 1 ——动力回路；
- 3 ——液压驱动；
- 4 ——运动；
- 5 ——光幕；
- 6 ——机器的控制回路；
- 7 ——机器的监控回路；
- 8 ——光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC。

图 D.16 使用一个光幕和两个独立的切断装置的联锁回路示意图

### D.3.2.2 联锁功能

在符合 4.6 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应通过两个切断装置直接中断危险运动的动力回路。

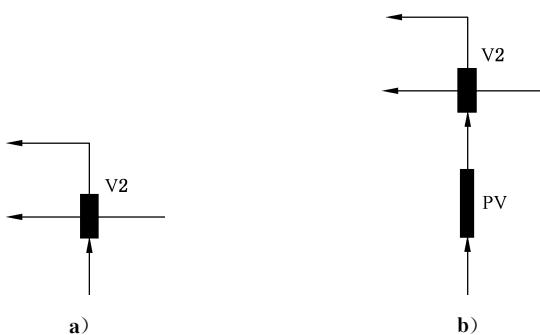
控制和监控的单元(装置 8,见图 D.16)应符合  $PL_r = e$  的规定,且:

- 监控光幕的状态;且
- 控制两个切断装置。

切断危险运动油缸流量的第二个切断装置 V2 应是一个附加的阀,该阀应:

- 由安全装置直接触发;或
- 由先导阀控制,先导阀由安全装置触发。

第二个切断装置的各种触发方式见图 D.17。



标引符号说明：

PV——先导阀；

V2——第二个切断装置。

图 D.17 第二个切断装置的各种触发方式

每次光幕被中断时或中断后，第二个切断装置的关闭状态应被自动监控，其故障应被自动识别以防止任何危险运动的发生。

主切断装置的故障应通过过程进行检测（如方向阀）或有必要进行监控（如桶式插装阀）。

如果第二个切断装置由先导阀控制，则应监控先导阀的正确状态。如果可通过第二个切断装置的切换状态来实现自动监控，则不需要再对先导阀进行附加的监控。

### D.3.2.3 安全相关的零部件

下列相关装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件：

- 主切断装置(阀)，
- 第二个切断装置(阀)，
- 先导阀(如果适用)。

ESPE(图 D.16 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 4 型和  $PL_r = e$  的规定。

## D.4 Ⅲ型保护, 针对电驱动系统的光幕

### D.4.1 一般要求

本章给出了电驱动系统使用光幕采用Ⅲ型保护的安全要求。

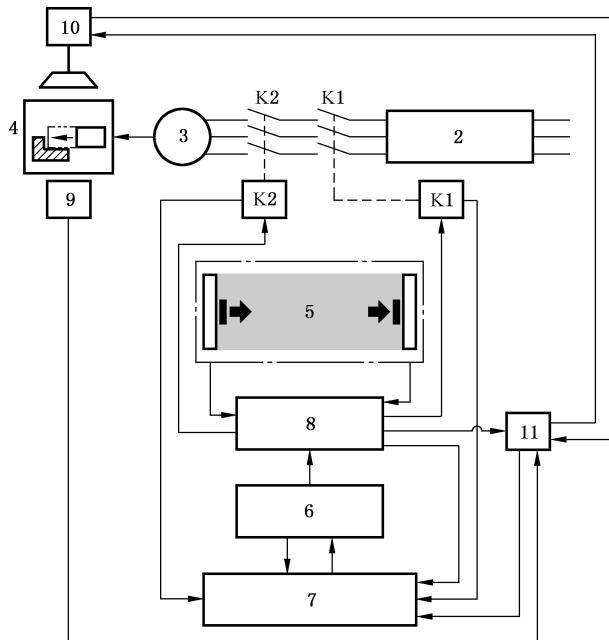
应使用：

- 两个独立机电部件作为切断装置(见 D.4.2)；或
- 一个机电部件作为切断装置和一个带安全相关功能的电动机控制器作为切断装置(见 D.4.3)；或
- 一个带安全相关功能的电动机控制器作为切断装置(见 D.4.4)。

### D.4.2 使用光幕和切断装置(两个机电部件)的联锁回路

#### D.4.2.1 一般要求

图 D.18 给出了使用光幕和切断装置(两个机电部件)的联锁回路的原理。其中，装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。装置 11 的功能可包含在装置 8 中。



标引序号(符号)说明：

- |              |                          |
|--------------|--------------------------|
| K1、K2——接触器；  | 7 ——机器的监控回路；             |
| 2 ——电动机控制器；  | 8 ——光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC； |
| 3 ——电动机；     | 9 ——停车/停止检测；             |
| 4 ——运动；      | 10——停车装置(如可控的制动器)；       |
| 5 ——光幕；      | 11——用来控制、测试和监控第二个停车装置    |
| 6 ——机器的控制回路； | 的安全装置。                   |

图 D.18 使用光幕和切断装置(两个机电部件)的联锁回路示意图

#### D.4.2.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应:

- 给出控制信号到接触器 K1、K2,切断危险运动的电源;且
- 激活停车装置。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动,则接触器 K1、K2 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有,则其中一个接触器应放置在电动机和电动机控制器之间,另一个接触器应放置在电机控制器的前端,以避免共因失效。

光幕中断和复位后,应自动校验:

- 光幕的保护功能;
- 接触器的正确动作状态;
- 停车/停止的检测信号。

只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

如果使用一个以摩擦式的安全停车装置(如刹车器),应进行定期检测。只有在最近 12 h 内制动器已经检测有效后才可进行生产。如果机器一直处于全自动模式,则需要在机器重新启动下一次全自动生产前或模式切换时,进行检测。

#### D.4.2.3 安全相关的零部件

切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器)应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

ESPE(图 D.18 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 4 型和 PL<sub>r</sub>=e 的规定。

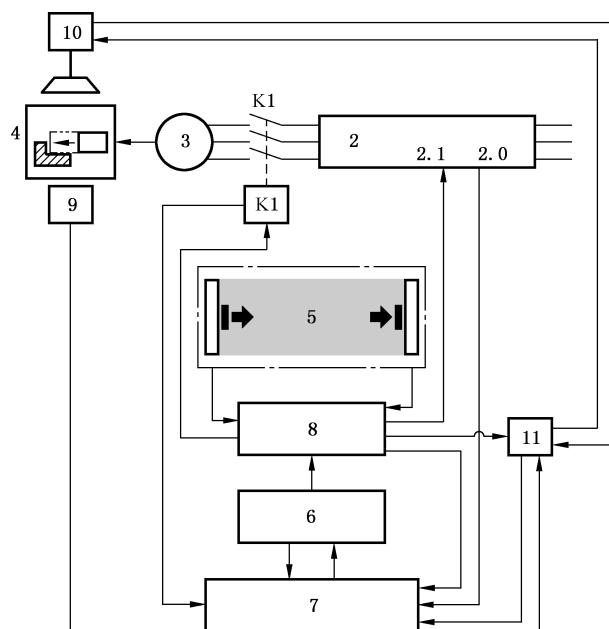
停车装置应为失效安全型。

所有的机械部件应符合 GB/T 16855.2—2015 中表 A.4 要求的设计规范,这样就可排除相关机械部件可能出现的故障。制动器的安全结合和脱开应不影响相关的安全功能,否则应使用一个冗余的停车系统。

#### D.4.3 使用光幕和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路

##### D.4.3.1 一般要求

图 D.19 给出了使用光幕和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路的原理。其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。装置 11 的功能可包含在装置 8 中。第二停车装置的控制和监控可由装置 2 通过安全功能(安全制动功能和安全制动测试)来完成。



标引序号(符号)说明:

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| K1 —— 接触器;                 | 6 —— 机器的控制回路;                 |
| 2 —— 带有安全相关功能的电动机控制器;      | 7 —— 机器的监控回路;                 |
| 2.0 —— 关闭状态的确认信号,和 2.1 关联; | 8 —— 光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC;     |
| 2.1 —— 安全相关输入通道;           | 9 —— 停止检测;                    |
| 3 —— 电动机;                  | 10 —— 停车装置(如可控的制动器);          |
| 4 —— 运动;                   | 11 —— 用来控制、测试和监控第二个停车装置的安全装置。 |
| 5 —— 光幕;                   |                               |

图 D.19 使用光幕和切断装置(一个机电部件和一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

#### D.4.3.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上,还应符合以下要求。

当光幕中断后,应:

- 给出控制信号到接触器 K1 和电动机控制器,切断危险运动的电源;且
- 激活停车装置。

如果电驱动系统可能会因存储在电动机控制器的残余能量产生后续的危险运动,则接触器 K1 应放置在电动机和电动机控制器之间。如果没有,则 K1 可放置在电动机控制器的前端。

电动机控制器应带有内部的安全功能 STO:

- 关闭运动轴的危险运动;且
- 防止危险运动的意外启动。

STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=c 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

光幕中断和复位后,应自动校验:

- 光幕的保护功能;
- 接触器的正确动作状态;
- 电动机控制器关闭状态的确认信号;
- 停车/停止的检测信号。

只有当校验通过后,才能进行下一个机器循环。

如果使用一个以摩擦式的安全停车装置(如刹车器),应进行定期检测。只有在最近 12 h 内制动器已经检测有效后才可进行生产。如果机器一直处于全自动模式,则需要在机器重新启动下一次全自动生产前或模式切换时,进行检测。

#### D.4.3.3 安全相关的零部件

切断装置(带有联锁触头或镜像触头的接触器)应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

ESPE(图 D.19 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 4 型和 PL<sub>r</sub>=e 的规定。

停车装置应为失效安全型。

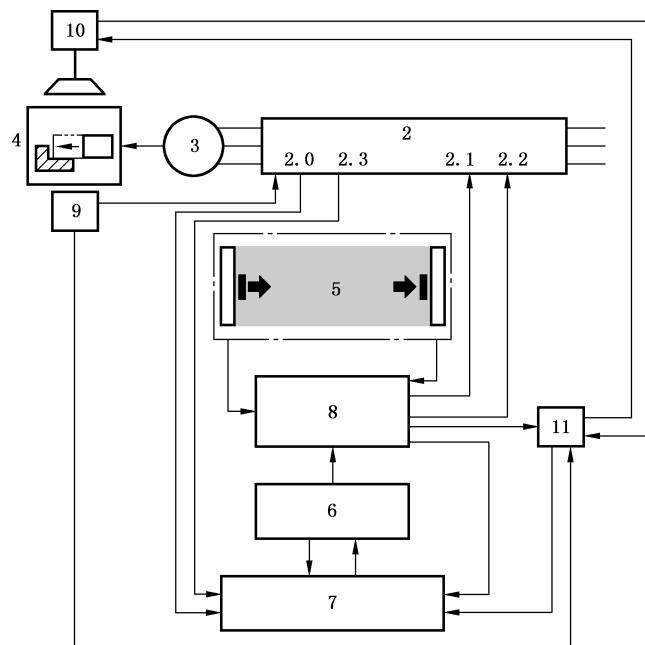
所有的机械部件应符合 GB/T 16855.2—2015 中表 A.4 要求的设计规范,这样就可排除相关机械部件可能出现的故障。制动器的安全结合和脱开应不影响相关的安全功能,否则应使用一个冗余的停车系统。

#### D.4.4 使用光幕和切断装置(一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路

##### D.4.4.1 一般要求

图 D.20 给出了使用光幕和切断装置(一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路的原理。

其中,装置 5 和装置 8 可是一个部件单元。装置 11 的功能可包含在装置 8 中。第二停车装置的控制和监控可由装置 2 通过安全功能(安全制动功能和安全制动测试)来完成。



## 标引序号说明：

- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 2 —— 带安全相关功能的电动机控制器；        | 5 —— 光幕；                      |
| 2.0 —— 关闭状态的确认信号, 和 2.1 关联； | 6 —— 机器的控制回路；                 |
| 2.1 —— 安全相关输入通道 1；          | 7 —— 机器的监控回路；                 |
| 2.2 —— 安全相关输入通道 2；          | 8 —— 光幕监控和控制的安全装置或安全 PLC；     |
| 2.3 —— 关闭状态的确认信号, 和 2.2 关联； | 9 —— 停车/停止检测；                 |
| 3 —— 电动机；                   | 10 —— 第二个停车装置(如: 可控的制动器)；     |
| 4 —— 运动；                    | 11 —— 用来控制、测试和监控第二个停车装置的安全装置。 |

注：如果安全相关的输入监控由装置 2 本身完成, 1 个从 2 返回到 7 已经足够了。

图 D.20 使用光幕和切断装置(一个带安全相关功能的电动机控制器)的联锁回路示意图

#### D.4.4.2 联锁功能

在符合 4.7.2 的基础上, 还应符合以下要求。

当光幕中断后, 应:

- 给出控制信号到电动机控制器的安全相关输入通道(见图 D.20 中 2.1 和 2.2), 切断危险运动的电源; 且
- 激活第二个停车装置。

电动机控制器应带有下列内部的安全功能。

- a) STO 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=d、类别 3 的规定, 且 STO 应:
  - 1) 关闭运动轴的危险运动; 且
  - 2) 防止危险运动的意外启动。
- b) 使用安全功能 SS1 进行安全停车, SS1 的功能应符合 GB/T 12668.502—2013 和 PL<sub>r</sub>=d、类别 3 的规定。

电动机控制器应符合 GB/T 12668.501 的规定。

光幕中断和复位后, 应自动校验:

- 光幕的保护功能;

——电动机控制器关闭状态的确认信号；

——安全停车装置的状态信号；

——停车/停止的检测信号。

只有当校验通过后，才能进行下一个机器循环。

如果使用一个以摩擦式的安全停车装置(如刹车器)，应进行定期检测，定期检测的周期为4周一次。如果定期检测失败，则不能启动生产。如果机器处于持续的全自动模式，无法进行定期检测，则需要在机器重新启动下一次全自动生产前或模式切换时，进行检测。

#### D.4.4.3 安全相关的零部件

第二个停车装置应为符合 GB/T 16855.1—2018 中 6.2.4 规定的经验证的元件。

ESPE(图 D.20 中装置 5 和装置 8 的组合)的安全功能应符合 GB/T 19436.1—2013 中 4 型和  $PL_r = e$  的规定。

附录 E  
(规范性)  
确认系统

E.1 单一确认系统

单一确认系统应由一个位于危险区之外的确认开关组成,当活动式防护装置关闭或光幕未被中断时,不能从危险区内部来操作确认开关。

确认开关安装的位置应确保对危险区有清晰视野。只能在下列情况发生之后,才能重新启动危险运动:

- 光幕中断后触发确认开关;或
- 相应的活动式防护装置关闭后操动确认开关。

确认开关的操作不应作为危险运动的启动信号。

为确保确认开关的故障能被自动识别,每次活动式防护装置打开后新危险运动启动前或每次相关的光幕中断时,确认开关的正确状态应被至少监控一次,防止重新启动危险运动。确认系统的自动监控可由 PLC 来进行。

E.2 双重确认系统

双重确认系统应包括一个处于保护区内并对模具区有完整视野的确认开关(1),以及位于保护区外并对这一保护区有清晰视野的第二个确认开关(2),它不能从保护区内启动。

只有在一个时间间隔内,对完成如下操作步骤后,才能开始一个循环。时间的间隔由机器生产者根据机器的大小和两个开关的距离决定:

- 按下确认开关(1);
- 关闭操作门或退出光幕保护的区域;
- 按下确认开关(2);
- 确认开关的操作不应作为危险运动的启动信号。

监控回路应检查每一按钮的操作状态。如果检测到操作错误或顺序错误时,机器的循环应被中止并启动警报。

确认系统的自动监控可由 PLC 来进行。

附录 F  
(规范性)  
噪声测试规程

### F.1 概述

本噪声试验规程规定了在标准条件下对橡胶塑料机械发射噪声值的测定、声明和验证所需的所有有效信息。

本噪声试验规程描述了噪声测量方法，并规定了测量实施和安装的条件。

发射噪声值包括发射声压级和声功率级，这些参数主要用于：

- 供应商可提供发射噪声值；且
- 用户可在市场上对不同橡胶塑料机械的噪声进行对比；且
- 设计者可在设计阶段对噪声进行控制。

本噪声试验规程的使用确保了测量的再现性，且使用准确度等级噪声测量方法确保了在一定测量范围内的噪声发射值的可比性。

### F.2 在操作位置上 A 计权发射声压级的测量

#### F.2.1 噪声测量标准和测量过程

对于任何机器，噪声测量的位置为制造厂商规定的每一个常规操作位置，高度  $h = (1\ 600 \pm 25)$  mm ( $h$  为传声器在基准面上的高度)，距离机器外表面的距离  $d = (500 \pm 25)$  mm 的点上进行。应使用 GB/T 17248. 2—2018 的 2 级准确度或 GB/T 17248. 3—2018 的 2 级准确度或 GB/T 17248. 5—2018 的 2 级准确度中的一种方法来测定 A 计权发射声压级。如果不能使用工程方法(2 级准确度)，可使用 GB/T 17248. 3—2018 的 3 级准确度测试方法，但需要说明使用该方法的理由。噪声测量应进行 5 个试验周期的连续测量，试验周期应符合 F. 5 的规定。

#### F.2.2 测量不确定度

如果使用 2 级准确度的方法，A 计权的再现性标准偏差值是：

$$\sigma_{RA} = 1.5 \text{ dB}$$

通常情况下，橡胶塑料机械在稳定的工作条件下，测量的不确定度为 3 dB。

如果使用 3 级准确度方法和/或机器的工作条件不稳定，测量的不确定度可能会高得多。

**注：**关于不确定度的详细信息在 GB/T 17248. 2—2018 中第 11 章、GB/T 17248. 3—2018 中第 12 章和 GB/T 17248. 5—2018 中第 11 章中给出。另 GB/T 14574—2000 提供了一种再现性标准偏差的值中派生总测量不确定度的方法。

### F.3 A 计权声功率级的测定

#### F.3.1 噪声测量标准和测量过程

如果按照 F. 2 规定，测量的 A 计权发射声压级超过 80 dB，则应进行 A 计权声功率级的测定，测定宜符合 GB/T 3767—2016 的规定。可使用 GB/T 3768—2017 来代替 GB/T 3767—2016。

每一个传声器位置上均应测量一次，每一次测量的时间长短符合 F. 5 规定。

在使用 GB/T 3767—2016 或 GB/T 3768—2017 时，测量的平面应为一个平行六面体。测量距离应为 1 m。

### F.3.2 测量不确定度

如果使用 2 级准确度方法,A 计权的再现性标准偏差值是:

$$\sigma_{RA} = 1.5 \text{ dB}$$

通常情况下,机器在稳定的工作条件下,测量不确定度为 3 dB。

如果使用 3 级准确度和/或机器的工作条件不稳定,测量的不确定度可能会高得多。

注:关于不确定度的详细信息在 GB/T 3767—2016 中第 9 章、GB/T 3768—2017 中第 9 章中给出。另 GB/T 14574—2000 提供了一种再现性标准偏差的值中派生总测量不确定度的方法。

### F.4 噪声测量的安装和固定

机器的固定和连接应按照制造厂商在使用说明书中的说明进行。

如果在机器和支撑面之间设置了弹性隔振基垫,则应记录下弹性隔振基垫的技术特性参数。

试验对象的安装和固定情况,对于测定发射声压级和声功率级,应保持相同。

可使用试验模块或模具。

### F.5 运行工况

试验应在机器不带辅助机器的条件下进行。但如机器设计意图只能在带有辅助机器时才能操作,则测量应在机器带辅助机器一起进行。

对于测定发射声压级和声功率级,应保持相同的运行工况。

### F.6 记录的信息

信息记录应满足噪声测量标准的要求。

### F.7 测试报告的信息

测试报告的信息主要包括:

- 机器型号、序列号(如果有)和制造年份;
- 噪声发射值和相关的不确定度;
- 测试日期、地点和测试人;
- 环境背景噪声;
- 测量仪器的特性和参数;
- 所采用的测量标准;
- F. 4 和 F. 5 所规定的安装、固定和运行情况;
- 操作者位置;
- 在噪声测试中使用的辅助设备(如果有),需要说明是否应被视为整机的一部分。

测试中产生的任何偏差应体现在报告中。

### F.8 噪声发射数值的公告和验证

噪声声明应按照 GB/T 14574—2000 规定给出双值噪声发射标示值,如分别给出测量的数值和不确定度。应包括下列各项:

- 说明 F. 2 规定的操作位置的 A 计权发射声压级不超过 70 dB;
- F. 2 规定的操作位置的 A 计权发射声压级数值,当测定的 A 计权发射声压级数值超过 70 dB 时;
- A 计权声功率级数值,仅当 F. 2 规定的至少一个位置测定的 A 计权发射声压级数值超过

- 80 dB 时；
- 辅助设备的相关信息(如果有)；
- 机器的安装信息。

噪声声明应说明相关的噪声值是按照本试验规程和噪声的测试标准,在试验周期条件下测量获取的噪声发射数值。噪声声明应明确指明与所用的本试验规程以及/或噪声测量标准的偏差之处。

对噪声发射值的验证,应按照 GB/T 14574—2000 中 6.2 规定,并采用相同的安装固定方式和运行工况。

表 F.1 为机器的噪声发射值声明的示例。当 A 计权发射声压级高于 80 dB 时,需要提供声功率级的测量结果和声明。

表 F.1 机器的噪声发射值声明的示例

机器种类 XY、型号 XYZ、序列号 12345、制造年份	
双值噪声发射标示值符合 GB/T 14574—2000	
测试日期、地点、测试人:……	
环境背景噪声:……	
测量仪器:……	
所采用的测量标准:……	
安装和运行情况:……	
操作者位置:……	
在噪声测试中使用的辅助设备:……	
操作者位置的 A 计权发射声压级 $L_{pA}$ (基准 20 Pa)/dB	× ×
不确定度 $K_{pA}$ /dB	× ×
A 计权声功率级 $L_{WA}$ (基准 1 pW)/dB	× ×
不确定度 $K_{WA}$ /dB	×
注: 噪声的总值和相关的不确定度经常会以一个上限值进行表述。	

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 3767—2016 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 反射面上方近似自由场的工程法
- [2] GB/T 3768—2017 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法
-