



# 中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—XXXX

## 橡胶塑料机械 通用安全要求

Rubber and plastics machinery General safety requirements

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



目 次

前言 ..... III

引言 ..... V

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/或保护或风险降低措施 ..... 2

    4.1 总则 ..... 2

    4.2 物质与材料 ..... 2

    4.3 人类工效学 ..... 2

    4.4 操作位置 ..... 3

    4.5 启动、停止和重启功能 ..... 3

    4.6 急停 ..... 3

    4.7 防护装置 ..... 4

    4.8 电敏保护设备 ..... 5

    4.9 双手操纵装置 ..... 5

    4.10 压敏垫、压敏地板和压敏边 ..... 5

    4.11 动力操作式防护装置 ..... 6

    4.12 控制系统安全相关部件 ..... 6

    4.13 自动监控 ..... 6

    4.14 运动部件 ..... 6

    4.15 软管 ..... 7

    4.16 电气和电磁干扰 ..... 7

    4.17 过热部件或物料 ..... 7

    4.18 噪声 ..... 7

    4.19 气体、烟和粉尘 ..... 7

    4.20 滑倒、绊倒和跌落 ..... 8

    4.21 液压和气动系统 ..... 8

5 特定机器的补充安全要求 ..... 8

    5.1 密闭式炼胶机炼塑机 ..... 8

    5.2 开放式炼胶机炼塑机 ..... 10

    5.3 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 挤出机 ..... 11

    5.4 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 模面切粒机 ..... 12

    5.5 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 牵引装置 ..... 13

    5.6 橡胶塑料压延机 ..... 14

    5.7 橡胶塑料注射成型机 ..... 17

    5.8 橡胶塑料切刀式破碎机 ..... 20

    5.9 橡胶塑料拉条式切粒机 ..... 21

    5.10 橡胶塑料切碎机 ..... 22

    5.11 橡胶塑料团粒机 ..... 22

    5.12 平板硫化机 ..... 23

    5.13 轮胎定型硫化机 ..... 25

6 使用说明 ..... 28

6.1 总体要求 ..... 28

6.2 使用说明书 ..... 28

6.3 标记 ..... 29

6.4 警告标志 ..... 30

6.5 警告装置 ..... 30

附录 A（规范性） 橡胶塑料机械安全技术协调标准目录 ..... 31

附录 B（规范性） I 型保护 ..... 32

B.1 I 型保护，针对液压驱动系统的活动式防护装置 ..... 32

B.2 I 型保护，针对电驱动系统的活动式防护装置 ..... 33

B.3 I 型保护，针对液压驱动系统的光幕 ..... 36

B.4 I 型保护，针对电驱动系统的光幕 ..... 37

附录 C（规范性） II 型保护 ..... 41

C.1 II 型保护，针对液压驱动系统的活动式防护装置 ..... 41

C.2 II 型保护，针对电驱动系统的活动式防护装置 ..... 42

C.3 II 型保护，针对液压驱动系统的光幕 ..... 47

C.4 II 型保护，针对电驱动系统的光幕 ..... 48

附录 D（规范性） III 型保护 ..... 52

D.1 III 型保护，针对液压驱动系统的活动式防护装置 ..... 52

D.2 III 型保护，针对电驱动系统的活动式防护装置 ..... 58

D.3 III 型保护，针对液压驱动系统的光幕 ..... 75

D.4 III 型保护，针对电驱动系统的光幕 ..... 77

附录 E（规范性） 确认系统 ..... 83

E.1 单一确认系统 ..... 83

E.2 双重确认系统 ..... 83

附录 F（规范性） 噪声测试规程 ..... 84

F.1 概述 ..... 84

F.2 在操作位置上 A 计权发射声压级的测量 ..... 84

F.3 A 计权声功率级的测定 ..... 84

F.4 噪声测量的安装和固定 ..... 85

F.5 运行工况 ..... 85

F.6 记录的信息 ..... 85

F.7 测试报告的信息 ..... 85

F.8 噪声发射数值的公告和验证 ..... 85

# 前 言

本文件的所有内容为强制性的。

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 22530-2008《橡胶塑料注射成型机安全要求》，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 25433-2010《密闭式炼胶机炼塑机安全要求》，GB 25434-2010《橡胶塑料压延机安全要求》，GB 25936.1-2012《橡胶塑料粉碎机械 第1部分：切刀式破碎机的安全要求》，GB 25936.2-2012《橡胶塑料粉碎机械 第2部分：拉条式粒机的安全要求》，GB 25936.3-2012《橡胶塑料粉碎机械 第3部分：切碎机的安全要求》，GB 25936.4-2010《橡胶塑料粉碎机械 第4部分：团粒机安全要求》，GB 30747-2014《轮胎定型硫化机安全要求》。本文件与其代替标准相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 对强制性要求进行了统一要求（见第4章）；
- 增加了安全要求总则（见4.1）；
- 增加了材料要求（见4.2）；
- 增加了人类工效学要求（见4.3）；
- 增加了操作位置要求（见4.4）；
- 提炼了特定机器的补充安全要求（见第5章）；
- 对使用说明进行了统一要求（见第6章）；
- 增加了I型保护、II型保护、III型保护、确认系统和噪声测试规程要求（见附录B、附录C、附录D、附录E和附录F）。

请注意本文本的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB 20055-2006;
- GB 22530-2008;
- GB 25431.1-2010;
- GB 25431.2-2010;
- GB 25431.3-2010;
- GB 25432-2010;
- GB 25433-2010;
- GB 25434-2010;
- GB 25936.1-2012;
- GB 25936.2-2012;
- GB 25936.3-2012;
- GB 25936.4-2010;
- GB 30747-2014。

## 引 言

根据国家对强制性标准清理整顿的要求,需要对橡胶塑料机械行业的13个涉及具体机器的强制性安全标准整合为一个强制性国家标准,对GB 20055-2006 《开放式炼胶机炼塑机安全要求》、GB 22530-2008 《橡胶塑料注射成型机安全要求》、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 25433-2010 《密闭式炼胶机炼塑机安全要求》、GB 25434-2010 《橡胶塑料压延机安全要求》、GB 25936.1-2012 《橡胶塑料粉碎机械 第1部分:切刀式破碎机的安全要求》、GB 25936.2-2012 《橡胶塑料粉碎机械 第2部分:拉条式粒机的安全要求》、GB 25936.3-2012 《橡胶塑料粉碎机械 第3部分:切碎机的安全要求》、GB 25936.4-2010 《橡胶塑料粉碎机械 第4部分:团粒机安全要求》、GB 30747-2014 《轮胎定型硫化机安全要求》强制性国家标准中的强制性安全要求内容进行整合修订,形成本文件。

上述13项强制性国家标准经修订后转化为13项推荐性国家标准,与本文件配套使用。





# 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的必要的通用安全要求及特定机器的补充安全要求。

本文件适用于橡胶炼胶、压延、挤出、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/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 5226.1 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 橡胶和塑料软管及软管组合件 静液压试验方法
- GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 8196 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求
- GB/T 9574 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 机械安全 防止人体部位挤压的最小间距
- GB/T 15241.2 与心理负荷相关的工效学原则 第1部分：设计原则
- GB/T 15706-2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16251 工作系统设计的人类工效学原则
- GB/T 16754 机械安全 急停功能 设计原则
- GB/T 16855.1-2018 机械安全 控制系统相关安全部件 第1部分：设计通则
- 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 17888（所有部分） 机械安全 进入机械的固定设施
- GB/T 18153 机械安全 可接触表面温度 确定热表面温度限值的工效学数据
- 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 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则
- 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 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：切刀式破碎机的安全要求  
GB/T 25936.2 橡胶塑料粉碎机械 第2部分：拉条式粒机的安全要求  
GB/T 25936.3 橡胶塑料粉碎机械 第3部分：切碎机的安全要求  
GB/T 25936.4 橡胶塑料粉碎机械 第4部分：团粒机安全要求  
GB/T 30747 轮胎定型硫化机安全要求  
GB/T 36587 橡胶塑料机械 术语

### 3 术语和定义

GB/T 15706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/或保护或风险降低措施

#### 4.1 总则

- 4.1.1 橡胶塑料机械应符合本章中没有被附录 A 中的橡胶塑料机械安全技术协调标准的特定要求所修改的安全要求和防护措施。
- 4.1.2 协调标准是推荐性的，除非协调标准与本文件发生冲突，否则如果某橡胶塑料机械执行了协调标准，即可推定该设备符合本文件的规定。
- 4.1.3 橡胶塑料机械的安全设计应符合 GB/T 15706 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。

#### 4.2 物质与材料

- 4.2.1 橡胶塑料机械制造过程中用到的物质与材料，不应对人体、环境构成危险，避免在职业健康和安全方面对人体造成伤害。如果有使用对人体、环境构成危险的有害物质或材料，应按 GB/T 15706 的规定采取有效的保护措施。
- 4.2.2 禁止使用或有条件限制使用国家有明确规定禁用或限制使用的物质或材料。

注：涉及电器电子产品相关物质限制参见《电器电子产品有害物质限制使用管理办法》。

#### 4.3 人类工效学

- 4.3.1 设计机器时应考虑人类工效学原则，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，应考虑这些原则。

4.3.2 工作系统的设计应符合 GB/T 16251 的规定。

4.3.3 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。

4.3.4 设计者在设计机器时，尤其应注意以下人类工效学要求：

- 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）。
- 机器的设计应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、位置和标记应满足以下要求：
  - 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。

#### 4.4 操作位置

4.4.1 操作位置应有良好的可视性，保证对人员不构成危险。

4.4.2 操作位置的设置应考虑操作者的安全、方便和减少疲劳。

4.4.3 如果飞溅物料或坠落物对操作位置有可能产生危险，应采取必要的防护措施。

#### 4.5 启动、停止和重启功能

##### 4.5.1 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的操作。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）。

##### 4.5.2 停止功能

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

##### 4.5.3 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（见GB/T 15706—2012第6.2.11.4条和第6.2.11.5条）。

#### 4.6 急停

橡胶塑料机械设备的急停应按照GB/T 5226.1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。

## 4.7 防护装置

### 4.7.1 总体要求

- 4.7.1.1 防护装置的设计应符合 GB/T 8196 的规定。
- 4.7.1.2 防护装置的安全距离应符合 GB/T 23821 的规定。
- 4.7.1.3 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。
- 4.7.1.4 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。应避免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。

### 4.7.2 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）进行计算。

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

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——1.6，按照 GB/T 19876—2012 规定的接近速度，单位为米/秒（m/s）；
- t<sub>3</sub>——将防护装置打开到开口尺寸允许人体相关部位能够进入所需要的时间，单位为秒（s）

（见 GB/T 19876—2012 第 9 章）。

对于手动操作的防护装置，t<sub>3</sub>应为：

- 0.1s，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 第 9 章进行确定。

对于动力操作式防护装置，t<sub>3</sub>应根据GB/T 19876—2012第9章进行确定。

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，考虑以下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GB/T 16855.1—2018中的3类或4类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的计算可以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。

#### 4.7.3 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，应符合以下所有要求：

- 防护锁定装置应采用符合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；
- 防护锁定装置应保持锁定直至所有在其保护区域内的危险运动停止。

#### 4.8 电敏保护设备

##### 4.8.1 电敏保护设备应符合符合GB/T 19436.1的规定。

##### 4.8.2 光幕形式的电敏保护设备（ESPE）

4.8.2.1 光幕的设计应符合GB/T 19436.1—2013和GB/T 19436.2—2013的要求。

4.8.2.2 光幕应在机器一通电就立即激活工作。

4.8.2.3 光幕的定位和检测能力应符合GB/T 19876—2012第6章中给出的公式的要求。

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

4.8.2.5 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。

4.8.2.6 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：

- 中断的光幕位于可以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，可预见性的进入触发光幕中断且处于安全状态。

##### 4.8.3 对漫反射敏感的有源光电防护器件（AOPDDR）

激光扫描器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。

#### 4.9 双手操纵装置

双手操纵装置的设计应符合GB/T 19671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章给出的公式的要求，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。

#### 4.10 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。

#### 4.11 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300N。

当接触力大于75N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 $PL_r=c$ ；

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 $PL_r=b$ 。

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。

#### 4.12 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 $PL_r$ 在本文件中的相关子条款中有规定的，其设计应符合GB/T 16855.1的规定。

#### 4.13 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：

- 每个元器件应与其自己的输入模块相连接，或；
- 如果共用1个输入模块，则每个元器件应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应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，不应占据相邻的位。

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来防止信号的失效（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。

#### 4.14 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以下方式予以防护：

- 急停，和/或；
- 防护装置，和/或；
- 光幕形式的电敏保护设备（ESPE），和/或；
- 激光扫描器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。

#### 4.15 软管

- 对于液压压力超过5MPa（725 psig）和气压压力超过1MPa（145 psig）的软管，应符合下列要求。
- 软管组合件应只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，应使用下列措施进行防护：
    - 固定式封闭防护装置（见GB/T 8196），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应符合 GB/T 9574—2017 中表 1 规定。
  - 为了防止软管和接头的意外分离，软管不能使用卡套式的连接结构，能使用法兰式，扩口式或锥口式的连接方式。

#### 4.16 电气和电磁干扰

4.16.1 橡胶塑料机械设备的电气和电磁兼容性安全应符合 GB/T 5226.1 的规定。

4.16.2 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能正确运行。在安装电气和电子元器件时，机械制造商应按照元器件制造商建议的接线方式来进行安装和使用。

#### 4.17 过热部件或物料

4.17.1 凡能从防护装置外部接触到的高温部件，当最高表面温度超过 GB/T 18153 规定的极限值（接触时间为 1 s）时，为了防止橡胶塑料机械设备加热器的管路及接头意外接触的烧伤危险，应使用固定式防护装置或隔热保护装置进行防护。

4.17.2 对从未包裹的橡胶塑料机械设备加热器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。

4.17.3 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原料。

#### 4.18 噪声

4.18.1 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。

4.18.2 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。

#### 4.19 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。

## 4.20 滑倒、绊倒和跌落

4.20.1 橡胶塑料机械设备制造商应提供符合 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，该设施应由机器制造商提供解决方案。

4.20.2 橡胶塑料机械设备指定的进入区域和工作区域，应符合以下要求：

- 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 1000 mm 的平面上跌落的危险。

4.20.3 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。

## 4.21 液压和气动系统

4.21.1 液压系统的设计应符合 GB/T 3766 的规定。

4.21.2 气动系统的设计应符合 GB/T 7932 的规定。

## 5 特定机器的补充安全要求

### 5.1 密闭式炼胶机炼塑机

#### 5.1.1 加料区的机械危险的安全防护

5.1.1.1 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：

- 固定封闭式防护装置；
- PLr=d 的联锁防护装置，当加料门的动作仅能手动操作时，允许 PLr = c；
- 触发加料门动作的 PLr=c 的 III B 型双手操纵装置，危险区域应清晰可见；
- 触发加料门动作的 PLr=c 的保持-运行控制装置，危险区域应清晰可见，且距最近的破碎和剪切点的最小距离应至少为 2m；
- PLr=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 的规定。

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

5.1.1.3 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固定封闭式防护装置的要求。

5.1.1.4 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固定封闭式防护装置的要求。

5.1.1.5 由压砣的动作导致的危险应通过下列保护措施予以防护：

- 固定封闭式防护装置；
- 输送机作为联锁防护装置，PLr=d，当压砣的动作仅能手动操作时，允许 PLr = c；
- 自动模式下 PLr=d 的加料门作为联锁防护装置；
- 手动模式下 PLr=c 的触发压砣动作的 III B 型双手操纵装置，应通过符合 GB/T 15706—2012 的 6.2.11.10 和 GB/T 5226.1—2019 的 9.2.4 规定的模式选择器激活手动模式；
- 手动模式下 PLr=c 的保持-运行控制装置，应通过符合 GB/T 15706—2012 的 6.2.11.10 和 GB/T 5226.1—2019 的 9.2.4 规定的模式选择器激活手动模式；



- PLr=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,联锁防护才可解锁。
- 5.1.1.6 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 1100 mm;
  - 固定防护装置或固定输送机应起到最低高度 1100 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, PLr=d;
  - 加料开口最大尺寸不超过 500 mm x 400 mm 或 400 mm x 500 mm。
- 5.1.1.7 从加料口触及到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、送料道作为固定封闭式防护装置;
  - 固定封闭式防护装置;
  - 可以提供开口以便清理堵塞物料的固定封闭式防护装置,应通过带防护锁定的联锁防护装置来关闭开口。
- 5.1.1.8 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, PLr=b。
  - 注油器应安装在密炼室或侧面壁上。
- 5.1.1.9 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固定封闭式防护装置和安全距离予以防护。
- 5.1.1.10 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,该门的设计应符合带防护锁定的联锁防护装置;压砣和转子的动作应符合 PLr=d; 在自动模式下加料门的动作应符合 PLr=d; 在手动模式下,加料门和后门的动作应符合 PLr=c;
  - 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,该门的设计应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 中的 B.2 要求的截留钥匙电动联锁, PLr=d。
- 5.1.1.11 加条状物料导致的机械危险应通过在加料区附近应设置一个急停装置予以防护。
- 5.1.2 串联密炼机过渡料槽区域机械危险的安全防护
  - 5.1.2.1 推板动作导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护:
    - 固定封闭式防护装置;
    - 安全距离;
    - PLr=d 的联锁防护装置,当推板的动作只能手动操作时,允许 PLr=c。
  - 5.1.2.2 转子动作导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护:
    - 固定封闭式防护装置;
    - 安全距离。
  - 5.1.2.3 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 PLr=c 的推板作为联锁防护装置予以防护。
  - 5.1.2.4 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:
    - 固定封闭式防护装置;
    - 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 PLr=d。

### 5.1.3 阻止卸料区域机械危险

5.1.3.1 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：

——固定封闭式防护装置；

——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， $PL_r=d$ 。

5.1.3.2 位置指示器动作导致的机械危险应通过固定封闭式防护装置予以防护。

5.1.3.3 物料掉落导致的机械危险应通过下列保护措施予以防护：

——固定封闭式防护装置；

——带有防护锁的联锁防护装置，且  $PL_r=c$ （密炼机手动加料，加料门关闭，所有自动加料机构停止的  $PL_r=b$ ；开启联锁防护，阻止危险动作重启的  $PL_r=d$ ）。

5.1.3.4 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。

5.1.3.5 从卸料口伸入时压砣的动作导致的机械危险通过下列保护措施予以防护：

——安全距离；

——带有防护锁的联锁防护装置，且  $PL_r=c$ 。

### 5.1.4 防止转子驱动元件动作引起机械危险的安全防护

5.1.4.1 转子轴和其驱动元件的动作导致的机械危险应通过固定封闭式防护装置予以防护。

5.1.4.2 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。

## 5.2 开放式炼胶机炼塑机

### 5.2.1 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 第 6 章的规定。

联锁防护装置的定位应符合 GB/T 19876 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。全系统停机性能（见 GB/T 19876—2012 的 3.1.2）应考虑在电源失效的情况下计算。安全功能应符合 GB/T 16855.1—2018 中  $PL_r=d$ ，3 类。如果不符合 GB/T 19876—2012，应采用带防护锁定的联锁防护装置。这个防护锁定的解锁信号应符合 GB/T 16855.1—2018 的  $PL_r=c$ 。安全功能应符合 GB/T 16855.1—2018 的  $PL_r=d$ 。

### 5.2.2 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。

### 5.2.3 辊筒驱动机构吸入和碾压的危险

应按照 5.2.1 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 GB/T 16855.1—2018 中  $PL_r=c$  的规定。

### 5.2.4 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 2mm。挡胶板的工作位置需要检测，挡胶板只有在在工作位置时开炼机才可能启动。此安全功能应符合 GB/T 16855.1—2018 中  $PL_r = c$  的规定。

### 5.2.5 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。

## 5.3 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 挤出机

### 5.3.1 驱动和传动装置、螺杆驱动轴

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。

### 5.3.2 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，如料斗或堵塞式喂料系统，执行联锁功能的控制系统安全相关部件应符合GB/T 16855.1—2018中 $PL_r=c$ 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。

### 5.3.3 料斗

应通过安全距离来防止进入危险区域。

### 5.3.4 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。

### 5.3.5 堵塞式喂料系统

堵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应符合GB/T 16855.1—2018中 $PL_r=c$ 的规定。

### 5.3.6 过压保护

挤出机和承压的部件应通过以下一项或多项保护措施来防止超过制造商声明的最大允许内压：

——安全断点；

——爆破片；

——可拉伸螺栓；

——符合GB/T 16855.1—2018中 $PL_r=c$ 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GB/T 16855.1—2018中 $PL_r=c$ 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（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。

#### 5.3.7 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GB/T 16855.1—2018中 $PL_r=c$ 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以被安全转移，例如使用导向板。

#### 5.3.8 熔体齿轮泵

熔体齿轮泵应使用固定式防护装置进行防护。

#### 5.3.9 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。

#### 5.3.10 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应符合 GB/T 16855.1—2018 中规定的  $PL_r=c$ 。
- 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应符合 GB/T 16855.1—2018 中规定的  $PL_r=c$ ；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应符合 GB/T 16855.1—2018 中规定的  $PL_r=c$ 。

#### 5.3.11 动力操纵的整机及其部件的水平运动

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—2009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。

应防止机器的意外运动，例如可以通过制动系统达到此目的。防止意外启动的要求见GB/T 19670。

### 5.4 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 模面切粒机

#### 5.4.1 熔体连接体、开车阀

应采取下列措施防止接近开车阀的危险区：

- 通过安全距离；或
- 设置封闭式防护装置；或
- 设置距离防护装置；或

——设置联锁防护装置，使之与开车阀联锁。

#### 5.4.2 切粒区、切粒室

应采取下列措施防止接近切刀、切割设备的危险区：

- 设置封闭式防护装置；和/或
- 设置不带防护锁定的联锁防护装置；或
- 设置带防护锁定的联锁防护装置。

以下情况应有防护锁定功能：

- 考虑残余危险移动，应符合 GB/T 18831—2017 中 6.2.1 的规定；或
- 考虑到用于冷却和运输的切粒水室需要的排水时间，需要采用防护锁定装置。

此列项也适用于切粒室上的开口。

切粒室的设计应具有足够的强度，能承受切刀损坏或紧固件松脱时，切刀以最高转速射出。

#### 5.4.3 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：

- 通过设计；或
- 同 5.4.1 一样的防护；或
- 设置固定的粒料冷却和换向装置。

#### 5.4.4 驱动电机和传动区

应采取下列保护措施防止接近电机、减速机及其之间的驱动轴和联轴器而产生的危险：

- 设置封闭式防护装置；或
- 设置距离防护装置。

#### 5.4.5 水平移动轮组

为防止脚部被挤压，设备脚轮应配备固定式防护装置，安全距离应符合 GB/T 23821—2009 中表 7 的规定，最大的开口尺寸宜为 15 mm。

#### 5.4.6 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，例如：

- 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生产制造，应保证其相对水平面倾斜 10° 时不发生自身倾翻。

### 5.5 橡胶塑料挤出机和挤出生产线 牵引装置

#### 5.5.1 喂料区

应采取下列一种或多种保护措施防止进入危险区：

- 固定式防护装置；
- 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。打开防护装置，驱动应停止，联锁功能应符合 GB/T 16855.1—2018 中规定的  $PLr=c$ ；
- 电敏感保护设备；根据 GB/T 19876—2012 第 6 章，其位置应考虑到探测区域失灵和进场速度标准；电敏感保护设备应停止驱动器，联锁功能应符合 GB/T 16855.1—2018 中的  $PLr=c$ ；
- 当无法应用上述解决方案时，例如由于尺寸过大，应根据 GB/T 8196—2018 中 5.3.11 的规定安装自动可调防护装置，以便防护装置和材料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 23821—2009 中表 3 和/或表 4 的规定。

### 5.5.2 输送区、驱动和动力传输区、出料区

应采取下列保护措施防止进入危险区：

- 固定式防护装置；和/或
- 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。打开防护装置，驱动应停止，联锁功能应符合 GB/T 16855.1—2018 中规定的  $PLr=c$ 。

### 5.5.3 重力引起的坠落/失控下降

在电源故障的情况下，应通过以下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。

### 5.5.4 可进入全身的附加要求

当使用联锁防护装置或保护装置时，整个人可进入联锁防护装置或保护装置与危险区域之间，则应根据 GB/T 16855.1—2018 中 5.2.2 的规定提供复位装置。

当在关闭防护装置后，其复位功能被需要从危险区外部进行人为特意的机械动作的联锁装置（例如，位于危险区清晰视野位置的钥匙联锁装置或插头插座联锁装置）替代时，则不需要复位装置。

当存在感应装置（如符合 GB/T 17454.1—2017 的压敏垫）位于外壳内，以便其检测被围在保护或防护装置及危险区域内的人员，不需要复位装置。激活存在感应装置时，应防止控制系统发出启动命令。

根据 GB/T 16855.1—2018 的规定，与复位开关或存在感应装置相关的控制系统（SRP/CS）安全相关部件的所需性能等级应为  $PLr=c$ 。

### 5.5.5 危险区域的启动和机器设置操作

启动和机器设置操作时，应通过设计牵引装置防止进入危险区域的任何危险移动，以允许在防护装置/保护装置运行的情况下进行这些操作，例如，在启动时喂入牵引装置，挤压产品可通过手拉。

## 5.6 橡胶塑料压延机

### 5.6.1 防止进入挤压区

当辊筒旋转时，应该采用以下一个或多个措施阻止物体或操作者的肢体进入挤压区：

- 固定式防护装置；或
- $PLr=d$  的联锁防护装置；或
- 压敏垫或压敏地板；或

——非机械致动的自动停机装置。光幕应符合 3 型 ESPE 或 4 型 ESPE 的规定，按照 GB/T 19876—2012 第 6 章定位；扫描器应符合 3 型 ESPE 的规定。

也可使用跳闸杆，使用跳闸杆达到的安全等级应至少等同于使用其他防护措施达到的安全等级。

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起动任何进一步的运动。机器的重新运作需要新的起动命令。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 的 5.2.2 进行设计。

压延机辊筒的闭合运动只能在以下情况下进行：

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

### 5.6.2 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，制造商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。

### 5.6.3 传动系统引起的危险

应通过以下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；
- 所需性能等级  $PLr=c$  且定位符合 GB/T 19876—2012 中第 9 章规定的联锁防护装置。

### 5.6.4 辅助辊处的危险

应通过以下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 2700mm 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—2009 表 2、表 3 和表 4 或 4.3.1.2 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  $PLr=d$ ；
- 应根据 GB/T 19876—2012 进行定位。

防护锁定的解锁信号应符合  $PL_r=c$ 。

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。手动复位的起动不得导致辅助辊发生任何移动。

#### 5.6.5 辅助设备引起的危险

##### 5.6.5.1 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以露出。

##### 5.6.5.2 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以下方式实现：

- 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 2m 的符合  $PL_r=c$  的保持-行控制装置控制；或
- 由符合 GB/T 19671—2005 的 I 型双手操纵装置控制，其定位应符合 GB/T 19876—2012 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 2700mm 处或使用定位符合 GB/T 23821—2009 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。

##### 5.6.5.3 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 4mm，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  $PL_r=c$ 。

##### 5.6.5.4 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，应提供以下一个或多个措施。

- 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 的表 1 中手臂的规定；
- 输送装置往复运动的驱动力限制在 150N。

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  $PL_r=c$ 。

##### 5.6.5.5 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，应通过以下措施之一防止危险运动：

- 由一个符合  $PL_r=c$  的保持-运行控制装置在距离 2m 以上且具有良好的可视性的位置上控制；
- 由符合 GB/T 19671—2005 的 I 型双手操纵装置控制，其定位应符合 GB/T 19876—2012 第 8 章要求；
- $PL_r=c$  的联锁防护装置，其定位符合 GB/T 19876—2012 第 9 章要求；
- 固定式防护装置。



### 5.6.6 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，应采用以下一种或多种措施：

- 联锁防护装置，其定位符合 GB/T 19876—2012 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 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 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  $PL_r=c$ 。

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。

## 5.7 橡胶塑料注射成型机

### 5.7.1 模具区操作侧

#### 5.7.1.1 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 中的 III 型保护或  $PL_r=e$ 。
- 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 中的 III 型保护，或；
  - 控制回路  $PL_r=e$ ，使用符合 4 型 ESPE 规定的光幕。

#### 5.7.1.2 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 中的 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 中的 III 型保护，或；
  - 安全停止  $PL_r=e$ ，且安全停车  $PL_r=d$ ，3 类。
- 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 中的 III 型保护，或；
  - 控制回路  $PL_r=e$ ，符合 4 型 ESPE 规定的光幕，安全停止  $PL_r=e$ ，安全停车  $PL_r=d$ ，3 类。

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 中的 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。

#### 5.7.1.3 使用双手操纵装置

双手操纵装置可以在满足以下要求情况下使用：

- 无法采用防护装置或者光幕对模具区域进行防护的，例如，用于组装很长或很大的部件的注射成型机；且
- 仅用于加工在生产过程中不产生飞溅危险的材料机器；且
- 整个人体无法进入模具区域。

#### 5.7.1.4 从水平锁模的顶部进入

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中的II型保护或者 $PL_r=d$ 。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—2009中表1的规定，则无需采用联锁防护装置。

#### 5.7.2 模具区非操作侧锁模动作

非操作侧的联锁防护装置应符合附录C中的II型保护或 $PL_r=d$ 。

当液压驱动合模运动的机器使用附录C中的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中的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。

#### 5.7.3 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制造商提供。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；
- 双手操纵装置操纵器释放时。

安全装置触发的安全功能应符合 $PL_r=d$ ，3类。

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中的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，则该抑制装置只可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。

#### 5.7.4 合模机构区域或动模板后面区域

##### 5.7.4.1 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中的 II 型保护或 $PL_r=d$ ，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中的 I 型保护或 $PL_r=c$ ；
- 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 $PL_r=d$ ；
- 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中的 I 型保护或 $PL_r=c$ ，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。

5.7.4.2 对于带有上行模板的机器，为防止模板下方存在挤压或剪切的危险，应采用一个抑制装置（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动器释放时；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制造商提供。

#### 5.7.5 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 中的 I 型保护或 $PL_r=c$  的联锁防护装置，或；
- 符合 $PL_r=d$  的光幕（保护模具区域并延伸至该区域），或；
- 固定式防护装置。

#### 5.7.6 喷嘴区域

5.7.6.1 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。

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

5.7.6.3 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。

5.7.6.4 防护装置的设计应防止熔融原料的喷溅危险。

5.7.6.5 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。

5.7.6.6 当危险运动部件的安全距离已符合 GB/T 23821—2009 中表 1 的规定，且不存在喷溅危险时，则无需安装上述的防护装置。

5.7.6.7 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。

5.7.6.8 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  $PL_r=b$ ；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%。

5.7.6.9 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）。

### 5.7.7 注射装置区域

5.7.7.1 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—2009 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—2009 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 中的 I 型保护或  $PL_r=c$ ，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。

5.7.7.2 当料斗或注射装置的任何部件与固定模板，在离地面为 1300 mm 至 1700 mm 的高度区间内，最小间距小于 300 mm（见 GB/T 12265—2021）时，为了防止头部的危险，则应：

- 使用固定式距离防护装置或封闭式防护装置，或使用符合  $PL_r=c$  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  $PL_r=c$ ；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。

5.7.7.3 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—2009 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 中的 I 型保护或  $PL_r=c$  或光幕（如果不存在喷溅危险）。

### 5.8 橡胶塑料切刀式破碎机

5.8.1 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。

5.8.2 对通过开口进入破碎室，应进行以下保护：

- 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。控制系统有关安全部件应符合 GB/T 16855.1-2018 中的 3 类 [plr=d] 规定。

5.8.3 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（具体开口尺寸见 GB/T 23821—2009 中表 4 的规定）。

转子抑制器在以下情况，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，通过某一方法，如关闭破碎室，或其它合适的方法，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。

5.8.4 喂料装置应通过安全距离以避免上肢触及运动部件。

5.8.5 当加工薄膜、纤维及塑胶条等极易缠绕的材料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。

5.8.6 在设计阶段，应采取措施来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。可以采取的措施，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它措施。

## 5.9 橡胶塑料拉条式切粒机

5.9.1 切割室要能承受正常运转及其可能有以下原因产生的应力：

——运转时刀片意外断裂或松脱；

——物料中的杂物或其它物品。

5.9.2 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。应通过以下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：

- $PL_r=d$  或  $SIL=2$  用于联锁功能，和；

- $PL_r=c$  或  $SIL=1$  用于锁定功能。

5.9.3 应通过安全距离防止从卸料区进入切割室内部。

5.9.4 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：

—— $PL_r=d$  或  $SIL=2$  用于联锁功能，和；

—— $PL_r=c$  或  $SIL=1$  用于锁定功能。

5.9.5 当喂料装置是固定于机器上时，为防止触及运动部件，应通过以下各项予以防护：

——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：

- $PL_r=d$  或  $SIL=2$  用于联锁功能，和；

- $PL_r=c$ 或 $SIL=1$ 用于锁定功能。

5.9.6 应按照 4.6 的要求设置急停装置并实现急停功能，以防止缠绕。

5.9.7 通过孔口触及喂料辊的安全距离避免上肢触及运动部件。

5.9.8 卸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。

5.9.9 应通过以下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  $PL_r=c$  或  $SIL=1$ 。

5.9.10 带有水冷却系统的机器的设计应避免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。

## 5.10 橡胶塑料切碎机

5.10.1 应通过以下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  $PL_r=d$  或  $SIL=2$ ；

——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 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  $PL_r=d$  或  $SIL=2$ ；

——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，不允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，制造商应提供闭锁装置。

5.10.2 在设计阶段应采取措施，防止机械零部件或物料从喂料口弹出。例如，可以采取的措施有：

——喂料装置的设计应尽可能防止机械零部件或物料弹出；

——防护挡板。

5.10.3 在转子停止转动前，应阻止通过排料区触及切碎室的转子。

## 5.11 橡胶塑料团粒机

5.11.1 团粒机应设有用于喂料、卸料、检查团粒室内部进程和更换或维修团粒工具的开口。应通过以下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：

- $PL_r=d$ 或 $SIL=2$ 用于联锁功能和；

- $PL_r=c$ 或 $SIL=1$ 用于锁定功能。

5.11.2 应通过安全距离防止接触到团粒工具及其旋转支撑部件。

5.11.3 为防止团粒工具及其旋转支撑部件意外运动，应提供合适的装置，例如机械插销。

5.11.4 为防止团粒工具发生堵塞，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工具转速。控制系统安全相关部件应符合  $PL_r=b$ 。

5.11.5 团粒机的预期用途是加工可能导致缠绕的薄膜卷材、纤维卷材、股线或类似材料时，在喂料口处应提供机械致动的敏感保护设备（例如压敏边、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自 1.20m~1.40m 之间的高度，在缠绕作用力小于等于 250N 时也能被致动。

控制系统安全相关部件应符合 $PL_r=d$ 或 $SIL=2$ 。

#### 5.11.6 应通过以下一项或多项保护措施防止触及卸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，其安装定位应符合 GB/T 19876—2012 的规定。

控制系统安全相关部件应符合 $PL_r=c$ 或 $SIL=1$ 。

### 5.12 平板硫化机

5.12.1 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 $PL_r=e$ 。同时，光幕应符合 4 型 ESPE 的规定。

5.12.2 特定设计的平板硫化机应采用双手操纵装置，如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。应符合以下要求：

- 采用 IIC 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，可不选用附加的双手操纵装置（例如：使用钥匙锁定的选择开关或访问口令）。未设置双手操纵装置的平板硫化机侧面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。平板硫化机应设计为只能在其防护装置或保护装置控制系统有关安全部件（SRP/CS）应符合安全性能等级 $PL_r=e$ 的情况下运行；
- 所有选定的双手操纵装置致动之前，热板的闭合运动应无法运行；
- 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，应停止任何危险运动；
- 如果模具已经闭合（间距不大于 6mm），双手操纵装置的致动器可以松开而不中断平板硫化机的运动。为此，应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。探测可以允许松开双手控制装置致动器的模具间距的系统，应至少具有双手控制装置同样的防护水平。双手控制装置应在下一个生产循环周期开始之前，重新自动激活。

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

5.12.4 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阀，且这样的液压阀应直接安装在液压缸上。如果不可行，则应尽量接近液压缸安装，接头应使用法兰接头（扩口接头）或锥管接头等。

当其中一个抑制装置发生故障时，另一个抑制装置应能阻止热板因重力下降。为确保抑制装置功能准确无误，当一个抑制装置发生故障时，应按以下方式予以自动监控：

- 故障应被自动识别；且
- 防止热板进一步下行运动的发生。

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，应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。

5.12.5 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的安全功能应符合 $PL_r=d$ 。

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脱开时，可以允许手动操作平板硫化机的模芯和顶推器，采用符合 $PL_r=c$ 的保持-运行控制装置，保持不大于 10mm/s 的降速，

或采用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。

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

停止功能应确保安全转矩取消（STO，见GB/T 12668.502—2013的4.2.2.2）功能满足：

- $\text{PL}_r=\text{e}$ ，4类适用于生产过程中需进出平板硫化机侧面的热板轴；且
- $\text{PL}_r=\text{d}$ ，适用于生产过程中不需要进出平板硫化机侧面的热板轴；且
- $\text{PL}_r=\text{d}$ ，适用于模芯和顶推器轴。

安全转矩取消功能（STO）启动之前，防护锁定功能应保持有效，并满足以下一种或多种情况：

- 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 $\text{PL}_r=\text{d}$ ，3类或4类。

当防护装置没有关闭和锁定时，抑制装置和安全转矩取消功能（STO）应有效。

不要求测量停止时间。

为防止重力方向的轴向运动部件在安全转矩取消（STO）时，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），并保证正确的定时（例如：制动器应在STO之前接合）。

防止载荷下降的机械抑制装置夹持力，应超过重力方向轴向运动部件（包括安装在热板上的工具）总质量的1.5倍。

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。

**5.12.7** 电驱动模芯或顶推器的平板硫化机，且不存在重力下降危险（压力 $\leq 150\text{N}$ ，压强 $\leq 50\text{N}/\text{cm}^2$ ）时，则可使用不带防护锁定的联锁防护装置。

使用不带防护锁定的联锁防护装置时，应满足以下条件：

- 停止功能应实现安全停止功能SS1[见GB/T 12668.502—2013的4.2.2.3 a)或b)]；
- 安全停止功能SS1（包括STO，见GB/T 12668.502—2013）都应符合 $\text{PL}_r=\text{d}$ ，3类或4类。
- 应依据GB/T 19876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 $t_2$ ；计算保护装置（例如：光幕）的反应时间 $t_1$ 。SS1功能应包括减速率监测。

**5.12.8** 对可能进出的热板驱动机构的危险运动区，例如：操作者可触及的区域（见GB/T 23821—2009中的表1）或未设置5.12.1和5.12.2规定的防护装置或保护装置的区域，则应提供符合 $\text{PL}_r=\text{d}$ 的联锁防护装置。

当联锁防护装置打开时，两个位置开关应：

- 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出之处，应使用固定式防护装置。

**5.12.9** 热板开启运动可能造成的挤压和/或剪切和/或冲击点的相关危险，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， $\text{PL}_r=\text{d}$ 。



5.12.10 如进出模芯和顶推器驱动机构的危险运动区，则应设置如下防护措施：

——下行式平板硫化机：

- 活动热板之上，应采用适用于热板驱动机构的联锁防护装置；此外，该联锁防护装置的安全性能等级应达到 $PL_r=c$ ；
- 固定热板之下，应采用安全性能等级达到 $PL_r=c$ 的联锁防护装置或固定式防护装置。

——上行式平板硫化机：

- 活动热板之下，应采用适用于热板驱动机构的联锁防护装置；此外，该联锁防护装置的安全性能等级应达到 $PL_r=c$ ；
- 固定热板之上，应采用安全性能等级达到 $PL_r=c$ 的联锁防护装置或固定式防护装置。

5.12.11 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，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，应使用抑制装置来防止，该抑制装置应在整个热板危险行程中都能起作用。

对于生产过程中可以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以被机械装置锁住，或者可以将热板移动到一个不可能产生意外重力下降危险的位置。

5.12.12 动力操作式模具夹持系统的危险运动应通过活动式防护装置、光幕或双手操纵装置进行防护，安全功能应符合  $PL_r=c$ 。

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 $PL_r=e$ 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以夹紧和松开。

5.12.13 电动换模装置应配备符合  $PL_r=c$  的防护装置，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。

在有可能全身进出换模区时，应使用以下保护措施之一：

- 附加的保护装置，例如：2 型 ESPE、压敏垫或压敏地板，其安全性能等级应符合  $PL_r=c$ 。当该保护装置启动，应能中断换模设备运动的控制回路。
- 符合附录 E 规定的确认系统。

在没有保护装置或保护装置打开或附加保护装置无效的情况下，可以手动启动模具和/或模具转移装置，使用所有位置都可锁定的钥匙选择开关，并执行以下操作：

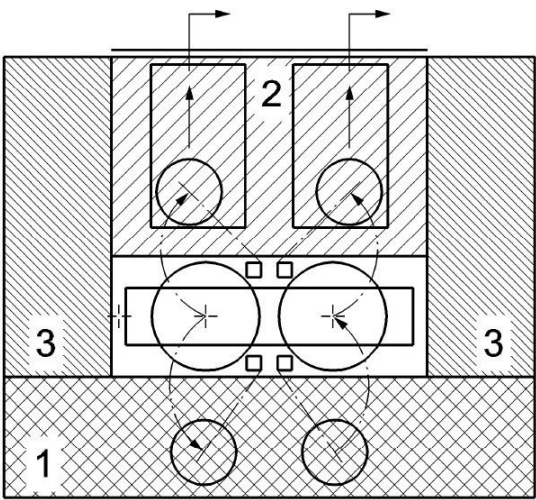
- 保持-运行控制装置，最大速度不能超过 75mm/s；或
- 有限运动控制装置。

手动控制装置应安装在能清晰看到危险区的位置。

## 5.13 轮胎定型硫化机

### 5.13.1 概述

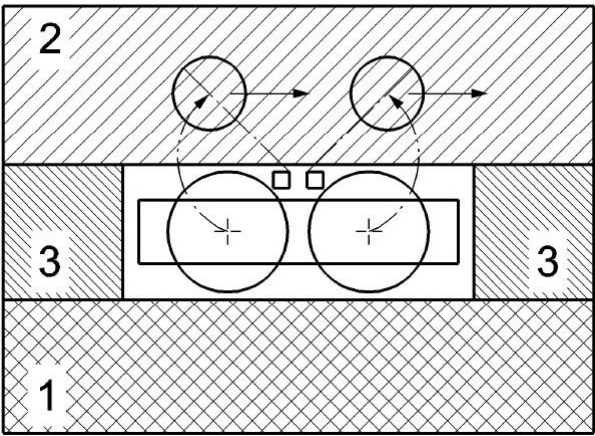
常规运转区域的硫化机和带自动供料和卸料装置的硫化机的前面、后面和侧面的位置，见图1和图2。



标引序号说明:

1——前面; 2——后面; 3——侧面。

图 1 常规运转区域的硫化机的位置



标引序号说明:

1——前面; 2——后面; 3——侧面。

图 2 带自动供料和卸料装置的硫化机的位置

5.13.2 移动上部分关闭(合模运动)和打开(开模运动)

5.13.2.1 常规运转区域的硫化机前面应通过扫描装置,或光幕,或固定式距离防护装置与机械设备的组合阻止进入;  $PL_r=d$ 。

5.13.2.2 常规运转区域的硫化机后面应通过固定式距离防护装置和/或输出带作为固定式距离防护装置阻止进入;  $PL_r=d$ 。

5.13.2.3 常规运转区域的硫化机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设备的组合阻止进入;  $PL_r=d$ 。

5.13.2.4 带自动供料和卸料装置的硫化机前面和后面应通过联锁防护装置阻止进入，侧面通过固定式距离防护装置阻止进入； $PL_r=d$ ；停止功能  $PL_r=c$ 。

### 5.13.3 移动上部分在开模极限位置时的意外坠落

5.13.3.1 常规运转区域的硫化机应通过固定式距离防护装置，和/或输出带作为固定式距离防护装置，或机械抑制装置予以防护； $PL_r=d$ 。

5.13.3.2 带自动供料和卸料装置的硫化机应通过上部分机械抑制装置，或固定式距离防护装置和上部分机械抑制装置予以防护， $PL_r=d$ 。

### 5.13.4 移动上部分在开模任意位置时的意外坠落

5.13.4.1 硫化机的前面和侧面应通过固定式距离防护装置与机械设备的组合，或限制系统予以防护， $PL_r=d$ 。

5.13.4.2 硫化机的后面应通过固定式距离防护装置，和/或输出带作为固定式距离防护装置，或限制系统予以防护， $PL_r=d$ 。当使用带防护锁定的联锁防护装置时，性能等级要求可不作要求。

### 5.13.5 移动上部分锁紧装置闭锁或开锁

5.13.5.1 常规运转区域的硫化机的前面应通过扫描装置，或光幕，或固定式距离防护装置与机械设备的组合作为固定式防护装置，和/或固定封闭式防护装置予以防护， $PL_r=d$ 。

5.13.5.2 常规运转区域的硫化机的后面应通过固定式距离防护装置，或输出带作为固定式距离防护装置，或固定封闭式防护装置予以防护， $PL_r=d$ 。

5.13.5.3 常规运转区域的硫化机的侧面应通过固定式距离防护装置和联锁防护装置，或固定式距离防护装置与机械设备的组合作为固定式防护装置，或固定封闭式防护装置予以防护， $PL_r=d$ 。

5.13.5.4 带自动供料和卸料装置的硫化机的前面和后面应通过固定式距离防护装置或联锁防护装置予以防护， $PL_r=d$ 。侧面应通过固定式距离防护装置予以防护， $PL_r=d$ 。

### 5.13.6 模具操纵装置向上和向下运动

应通过扫描装置；或光幕；输出带离站立面高度不低于2.5m；固定式防护装置和带或不带防护锁的联锁防护装置；或固定式防护装置与机械设备的组合予以防护，性能等级要求 $PL_r=d$ 。

### 5.13.7 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0.02MPa时解锁装置才能解锁。当蒸汽室内的压力过高时，解锁装置无法解锁。性能等级要求 $PL_r=e$ 。

### 5.13.8 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制造商规定的最大合模力。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 $PL_r=e$ 。

### 5.13.9 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0.15MPa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 $PL_r=d$ 。

### 5.13.10 在工作位置滑倒、绊倒或从工作位置跌落

机器上高于地面的指定工作位置，应提供符合GB/T 17888.2、GB/T 17888.3和GB/T 17888.4的进入机械的固定设施。由于机器布局使提供固定设施不可行时，机器应设计，使它有可能使用一个非固定的安全进入设施。

### 5.13.11 蒸汽室、热板压力过高

应设置联锁装置，硫化过程中，错按开模按钮或误动紧急停机安全装置，硫化机不会开模： $PL_r=e$ 。蒸汽室上设置安全阀，开启压力符合设计要求；设置零压开关装置，当压力高于0.02MPa时，无法开模。

## 6 使用说明

### 6.1 总体要求

使用说明应符合GB/T 15706—2012中6.4的要求。

### 6.2 使用说明书

#### 6.2.1 总体要求

机器制造商应针对每一台机器提供1本使用说明书，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；
- 清晰地说明机器的使用意图，如果机器是仅使用不会产生飞溅危险的原料进行生产，尤其需要详细说明。

#### 6.2.2 急停

机器制造商应提供急停触发后停止的内容。

#### 6.2.3 停止时间

机器制造商应声明，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。

机器制造商应给出关于停止时间验证的具体说明。

#### 6.2.4 立式机上的维修保养作业

对有上行或下行模板的机器，机器制造商应给出在维修保养作业时，机械抑制装置（如机械安全挡块）的操作说明。

#### 6.2.5 人体全身可进入的机器

机器制造商应告知用户如何对压敏地板进行安全功能检测。

#### 6.2.6 软管组件

机器制造商应提供软管组件常规检查及更换的信息。

### 6.2.7 调试和维修保养

机器制造商应：

- 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

### 6.2.8 排气系统

机器制造商应：

- 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，应由用户负责排气系统的定位和安装；且
- 提供排气系统的定位和安装信息。

机器制造商应告知用户，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。

### 6.2.9 安全的非固定进入设施

机器制造商应声明：

- 为了安装非固定进入设施，应预留相关的空间；
- 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，不能从该设施上接触到机器的危险区。

### 6.2.10 进入位置和工作位置

机器制造商应声明：

- 所有未按要求指定的进入位置或工作位置均视为不能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。

### 6.2.11 液压系统清洗

机器制造商应提供液压系统清洁、更换过滤器和更换液压油的操作流程和时间间隔。

机器制造商应提供用户在对液压系统进行相关操作时，避免液压油被污染的措施。

### 6.2.12 噪声

机器制造商应：

- 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一样的噪声值。

### 6.2.13 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，则机器制造商应告知用户相关危险防护的基本要求。

## 6.3 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；
- 机器制造商的名称和地址；
- 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（如果有的话）。

#### 6.4 警告标志

警告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。

#### 6.5 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                | 标准号【核对】       |
|----|---------------------|---------------|
| 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 切刀式破碎机     | GB/T 25936. 1 |
| 10 | 橡胶塑料粉碎机械 拉条式粒机      | 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/T 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

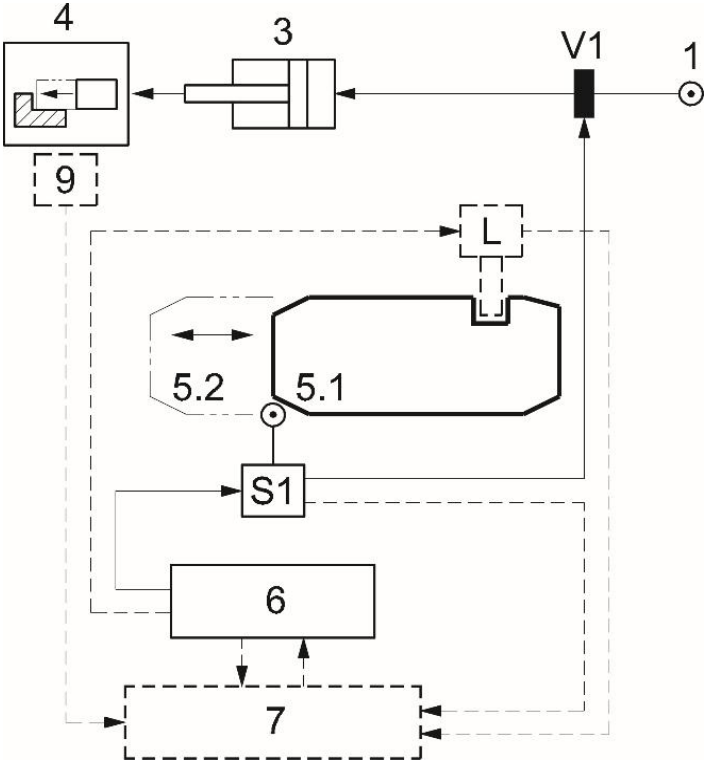
B.1.1 一般要求

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。



标引说明：

- |               |              |
|---------------|--------------|
| 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1：位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。

注2：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4.7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。

### B.1.2.3 防护锁定

如果按照 4.7 的要求需要防护锁定，则在符合 4.7.3 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。

### 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 中的 1 型或 2 型联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中的 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。

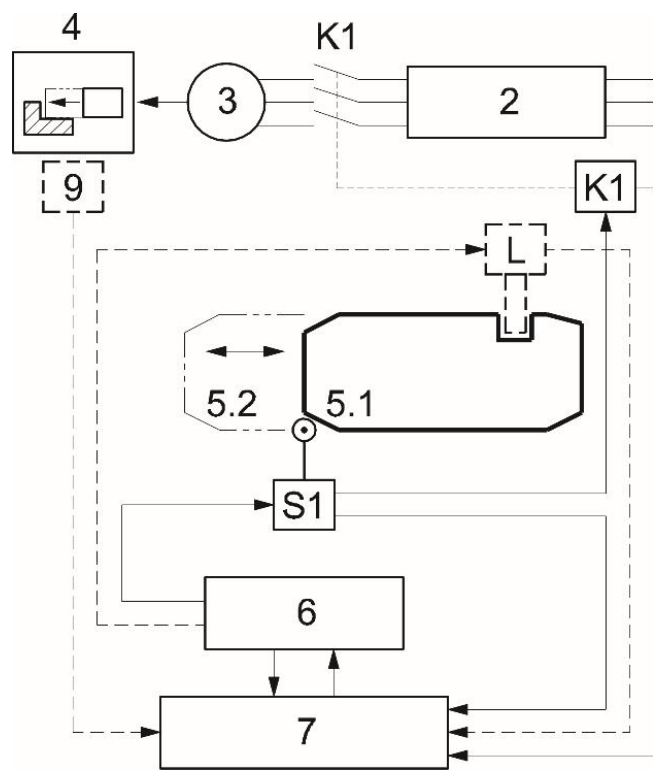
应使用一个位置开关和一个切断装置，切断装置应采用：

- 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。



- 标引说明：
- |    |           |     |            |
|----|-----------|-----|------------|
| 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1：位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。  
注2：如果没有防护控制  
注3：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4.7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。

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。

B. 2. 2. 3 防护锁定

- 如果按照 4. 7 的要求需要防护锁定，则在符合 4. 7. 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。

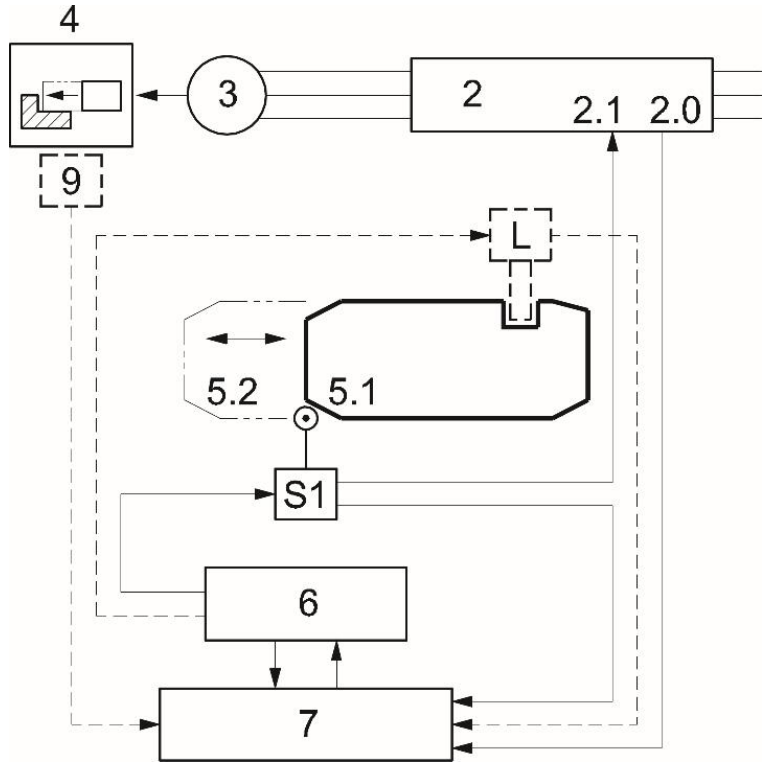
B. 2. 2. 4 安全相关的零部件

- 下列的相关装置应为符合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 中的 1 型或 2 型联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中的 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。



标引说明：

- |     |                       |     |            |
|-----|-----------------------|-----|------------|
| S1  | ——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；           | 6   | ——机器的控制回路； |

- 7 ——机器的监控回路； 9 ——停止检测。
- 注1：位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。
- 注2：停止的信息也可由9到2，再由2到7。
- 注3：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4.7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。

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和 $PL_r=c$ 。

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。

### B.2.3.3 防护锁定

如果按照4.7的要求需要防护锁定，则在符合4.7.3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。

### B.2.3.4 安全相关部件

下列的相关装置应为符合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中的1型或2型联锁装置。如果使用GB/T 18831—2017中的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

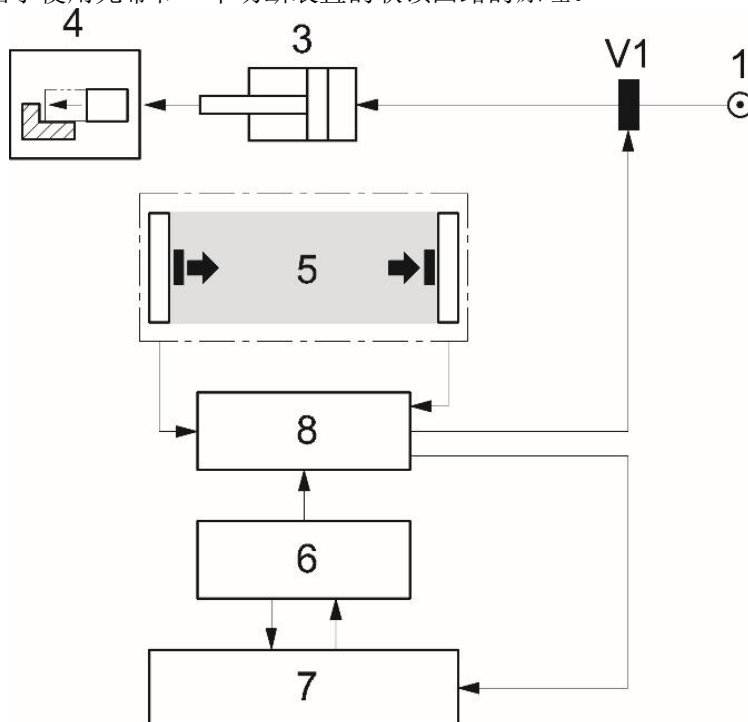
本章给出了液压驱动系统的光幕采用I型保护时应符合的要求。

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。



标引说明:

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。

注：装置5和8可是一个部件单元。

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4.8.2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8的组合)的安全功能应符合GB/T 19436.1—2013中2型和 $PL_r=c$ 。

#### 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：

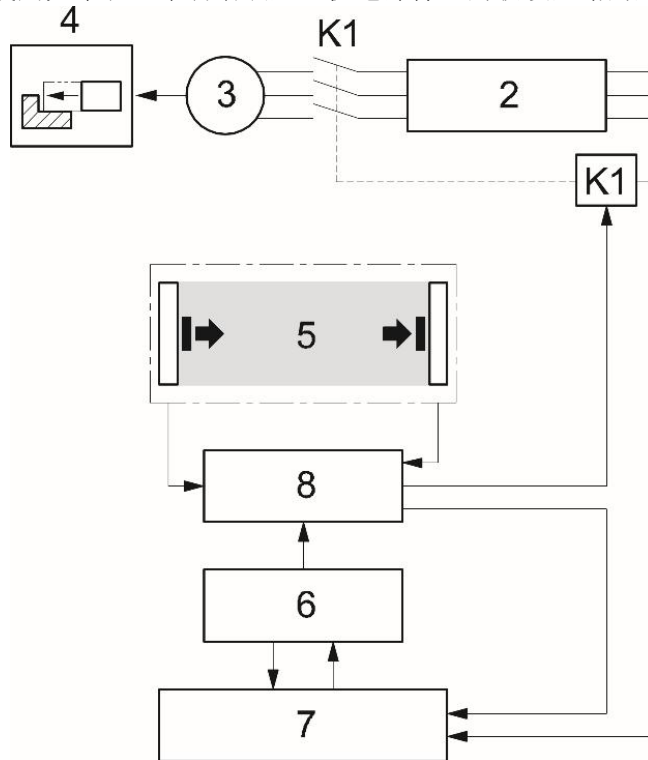
——机电部件（见 B.4.2），或；

——帶有安全相關功能的電動機控制器（見 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。



标引说明:

- 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。

注：装置5和8可是一个部件单元。

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4.8.2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

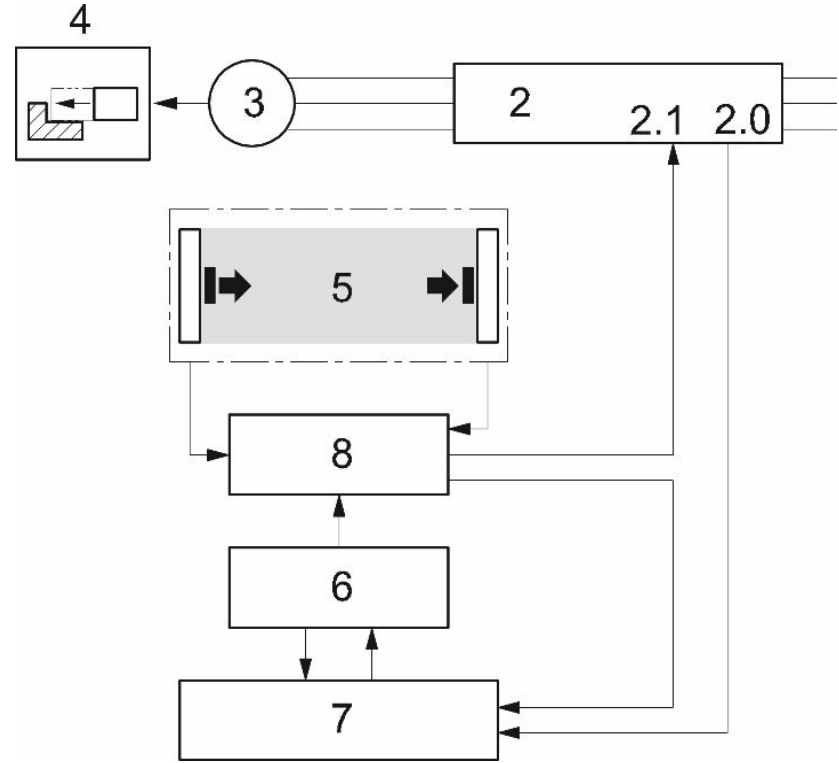
切断装置（带有联锁触头或镜像触头的接触器）应为符合GB/T 16855.1—2018中6.2.4规定的经验证的元件。

ESPE (图B.5中装置5和8的组合)的安全功能应符合GB/T 19436.1—2013中2型和 $PL_{r,c}$

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。



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。

注：装置5和8可是一个部件单元。

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. 8. 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：

- 关闭运动轴的危險运动；且
- 防止危險运动的意外启动。

STO的功能应符合GB/T 12668. 502和 $PL_r=c$ 。

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8的组合）的安全功能应符合GB/T 19436. 1—2013中2型和 $PL_r=c$ 。



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

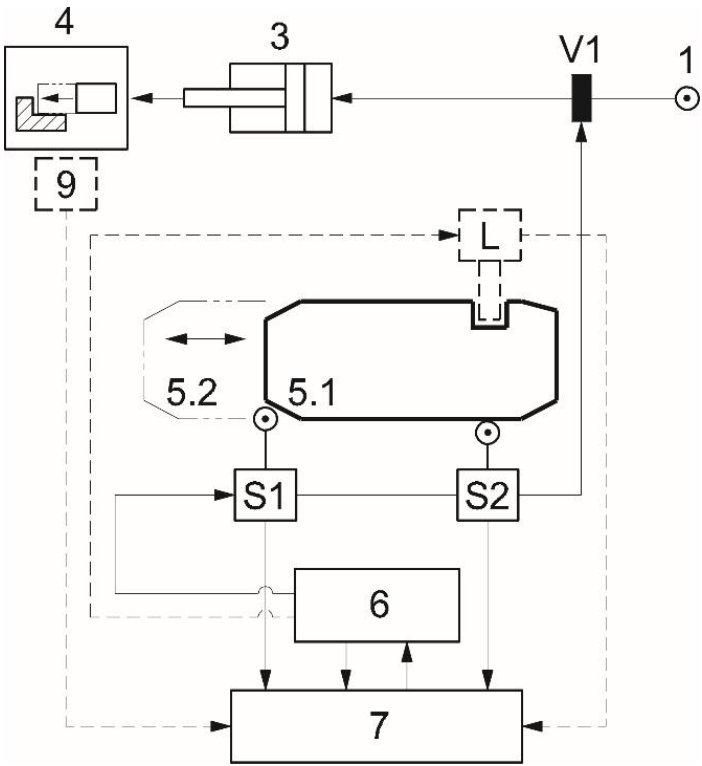
C.1.1 一般要求

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。



标引说明：

- |       |            |     |            |
|-------|------------|-----|------------|
| 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    | ——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1：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。  
注2：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4.7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。

两个机械式触发的位置开关可使用下列方式进行替换：

- 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。

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，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。

### C.1.2.3 防护锁定

如果按照4.7的要求需要防护锁定，则在符合4.7.3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。

### C.1.2.4 安全相关的零部件

下列的相关装置应为符合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 中的 1 型或 2 型的联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中的 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）。



注1：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。

注2：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4.7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。

两个机械式触发的位置开关可使用下列方式进行替换：

- 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。

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，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。

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。

#### C.2.2.3 防护锁定

如果按照4.7的要求需要防护锁定，则在符合4.7.3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。

#### C.2.2.4 安全相关的零部件

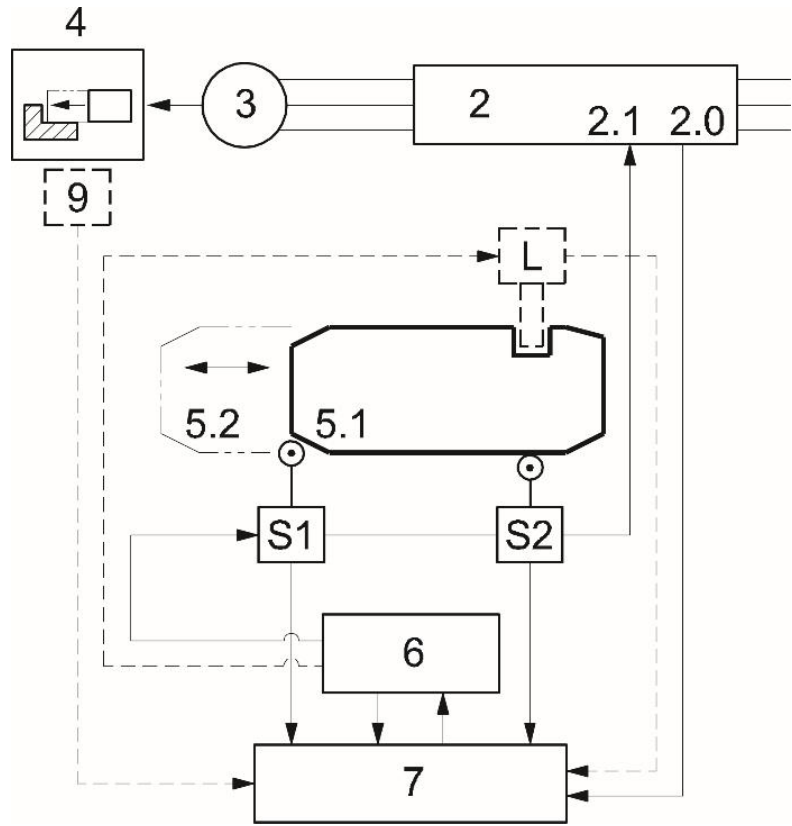
下列的相关装置应为符合GB/T 16855.1—2018中6.2.4规定的经验证的元件：

- 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 中的 1 型或 2 型的联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中的 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。



标引说明：

- 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1：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。

注2：停止信息可由9到2，再由2到7。

注3：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4.7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。

两个机械式触发的位置开关可使用下列方式进行替换：

- 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。

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，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。

电动机控制器应带有下列内部的安全功能。

- a) ST0 的功能应符合 GB/T 12668.502 和  $PL_r=c$ ，且 ST0 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 和  $PL_r=c$ 。

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。

### C.2.3.3 防护锁定

如果按照4.7的要求需要防护锁定，则在符合4.7.3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。

C. 2. 3. 4 安全相关的零部件

下列的相关装置应为符合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 中的 1 型或 2 型的联锁装置。如果使用 GB/T 18831—2017 中的 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

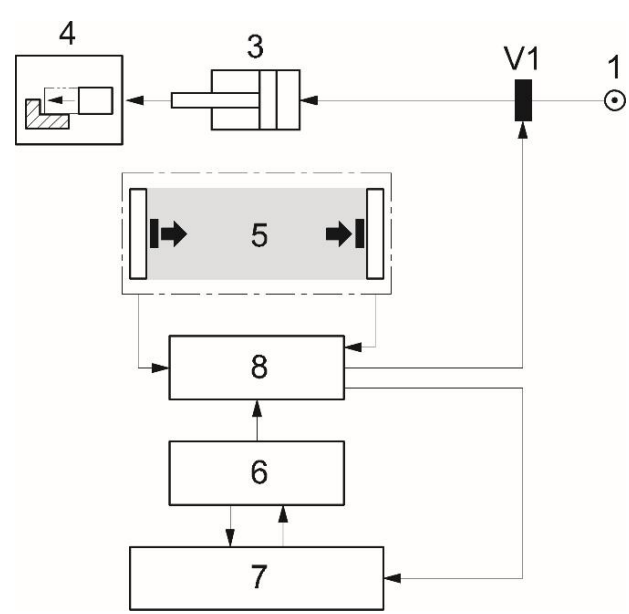
C. 3. 1 一般要求

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。



标引说明：

- 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。

注：装置5和8可是一个部件单元。

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4.8.2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8的组合)的安全功能应符合GB/T 19436.1—2013中4型和 $PL_r=d$ 。

#### 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。

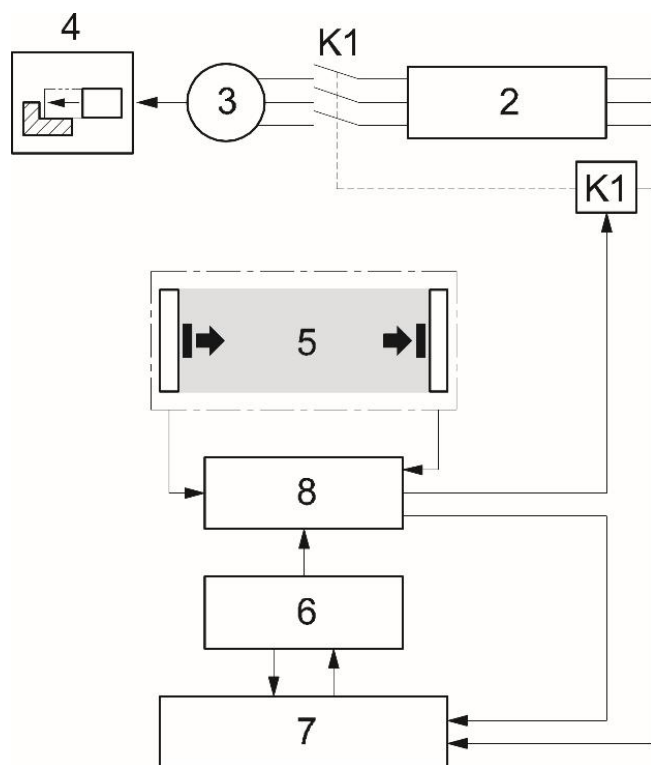
应使用一个切断装置，切断装置应采用：

- 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。



标引说明:



- 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。

注：装置5和8可是一个部件单元。

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. 8. 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的校验，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

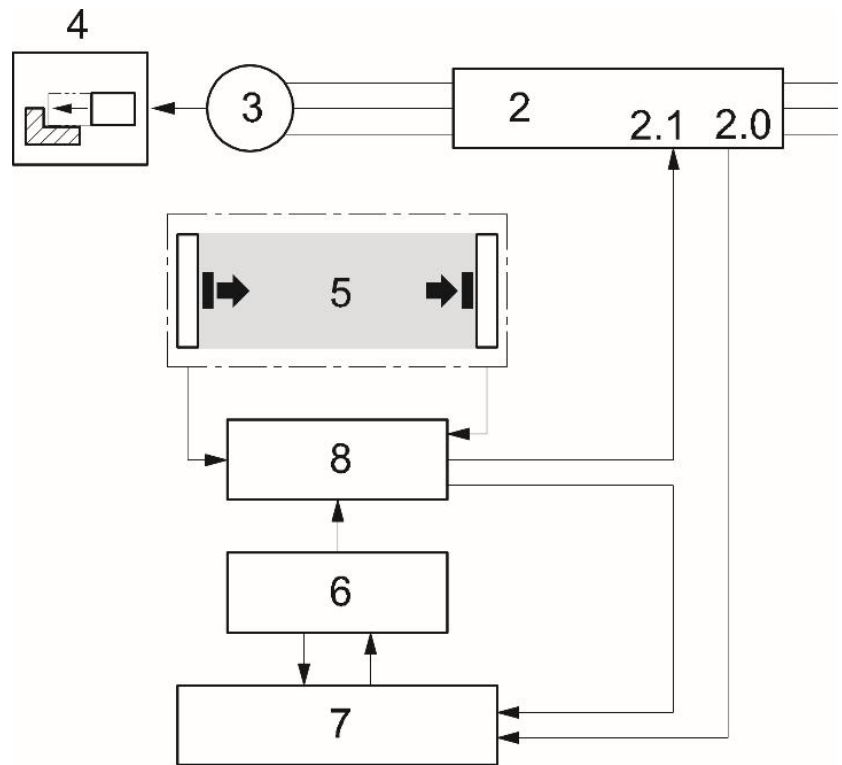
切断装置（带有联锁触头或镜像触头的接触器）应为符合GB/T 16855. 1—2018中6. 2. 4规定的经验证的元件。

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<sub>r</sub>=d。

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。



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。

注：装置5和8可是一个部件单元。

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. 8. 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) ST0 的功能应符合 GB/T 12668. 502 和  $PL_r=c$ ，且 ST0 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 和  $PL_r=c$ 。

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的校验，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8的组合）的安全功能应符合GB/T 19436.1—2013中4型和 $PL_r=d$ 。

## 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。

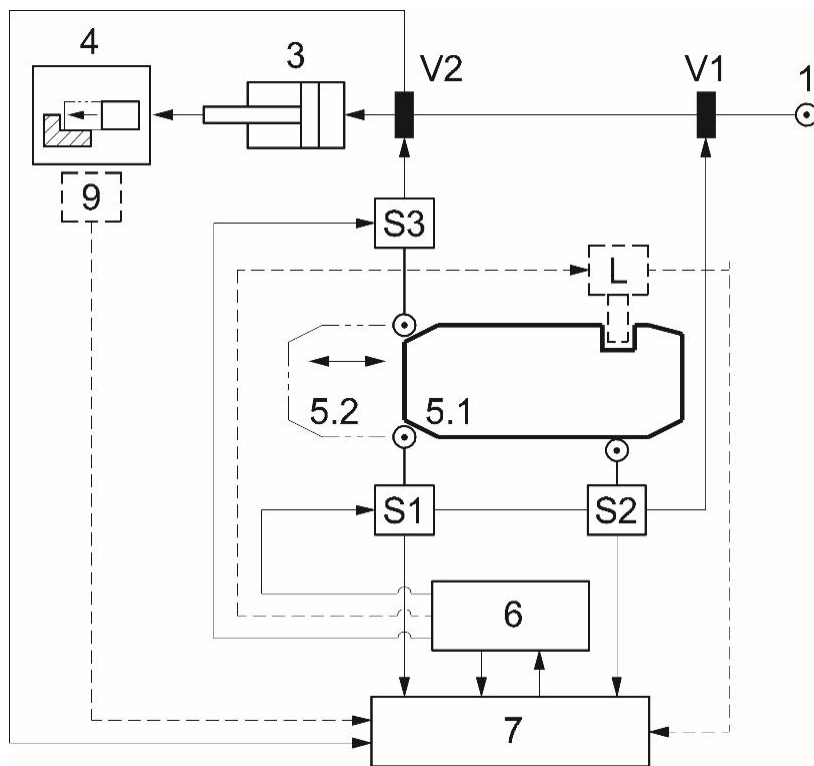
应使用:

- 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。



标引说明:

|          |                  |     |            |
|----------|------------------|-----|------------|
| 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: 其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。

注3：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4.7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。

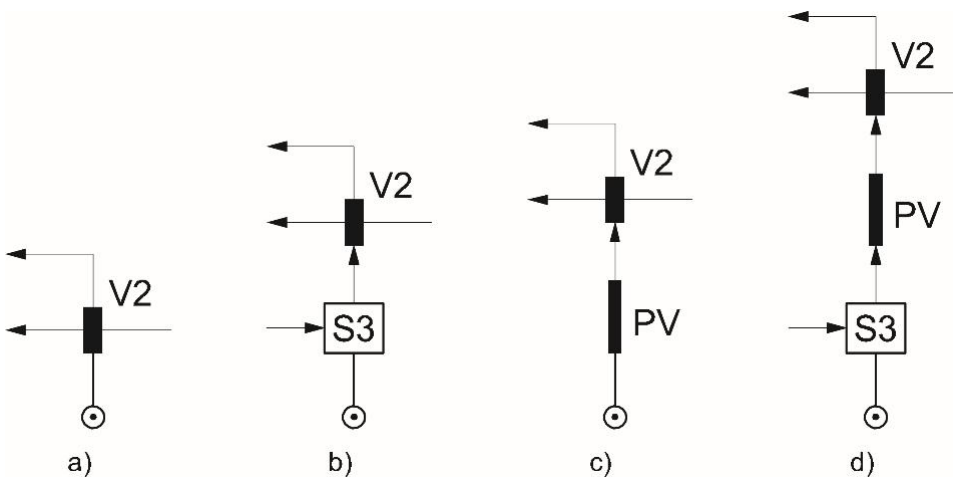
当防护装置未在关闭位置时：

- 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：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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）。

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中的方式 b) 或 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, 才能进行注射成型机的循环动作:

- 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 中的方式 b) 或 d) ]和/或先导阀的状态[图 D. 2 中的方式 c) 或 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. 7的要求需要防护锁定, 则在符合4. 7. 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. 1. 2. 4 安全相关的零部件

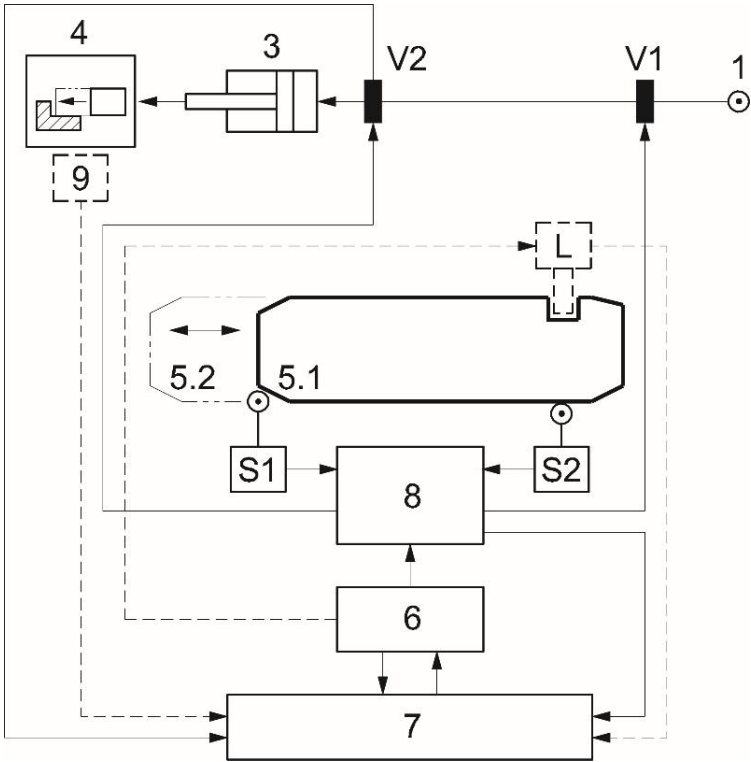
下列的相关装置应为符合GB/T 16855. 1—2018中6. 2. 4规定的经验证的元件:

- 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。



- 标引说明：
- |       |                  |     |                          |
|-------|------------------|-----|--------------------------|
| 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1：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。  
注2：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4.7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 $PL_r=e$ 。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：

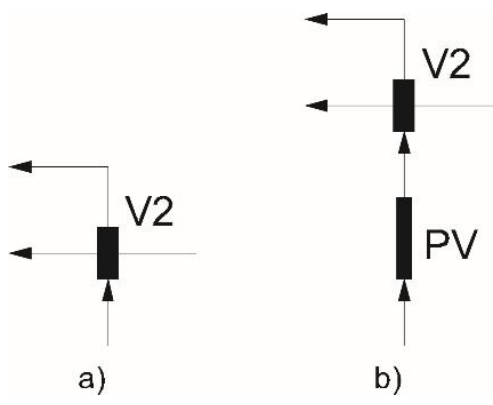
- 第一个位置开关 S1 应未被驱动；且
- 第二个位置开关 S2 应已被驱动；且
- 所有的位置开关的触头应在闭合状态；且
- S1 和 S2 应通过安全装置 8 给出控制信号到切断装置，允许启动危险运动。

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。

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 $PL_r=e$ ，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. 7的要求需要防护锁定，则在符合4. 7. 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. 1. 3. 4 安全相关的零部件

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

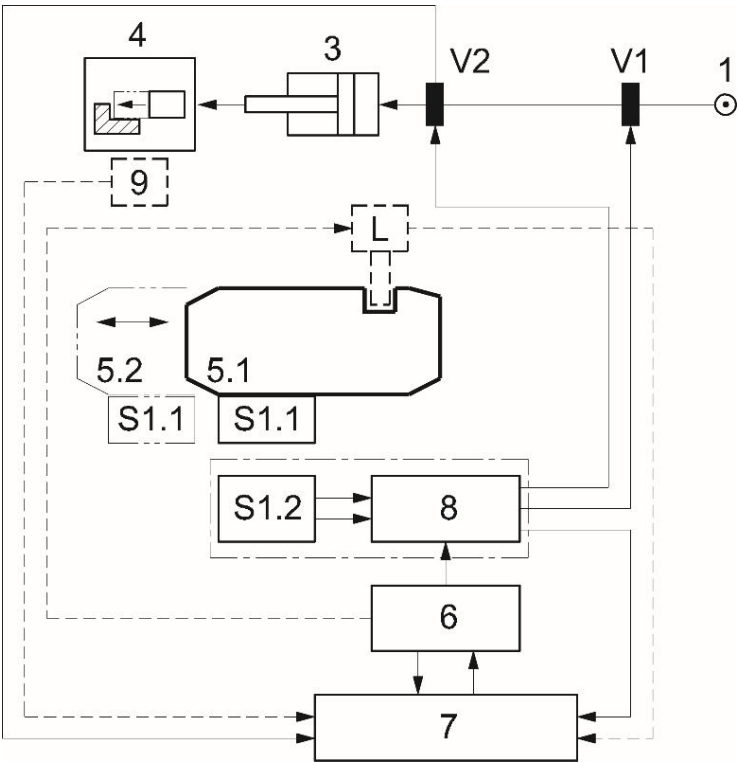
- 主切断装置（阀）；
- 第二个切断装置（阀）；
- 先导阀（如果适用）；
- 位置开关；
- 防护锁定装置（如果适用）。



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。



标引说明：

- |                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| 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1：位置开关S1. 2和安全装置8可为同一个零部件。

注2：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. 7的基础上，还应符合以下要求。

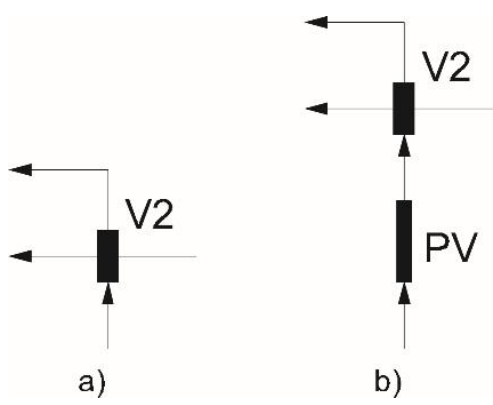
位置开关（GB/T 18831—2017，4型联锁装置，磁感应式、光学式或高编码式的RFID）应直接连接到控制和监控的安全部件或可为同一个零部件，符合PL<sub>r</sub>=e。当防护装置打开时，应通过两个切断装置中断危险运动的动力回路。

当防护装置在关闭位置时，位置开关应通过给出控制信号到安全装置，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。

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 $PL_r=e$ ，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. 7的要求需要防护锁定，则在符合4. 7. 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. 1. 4. 4 安全相关的零部件

下列的相关装置应为符合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

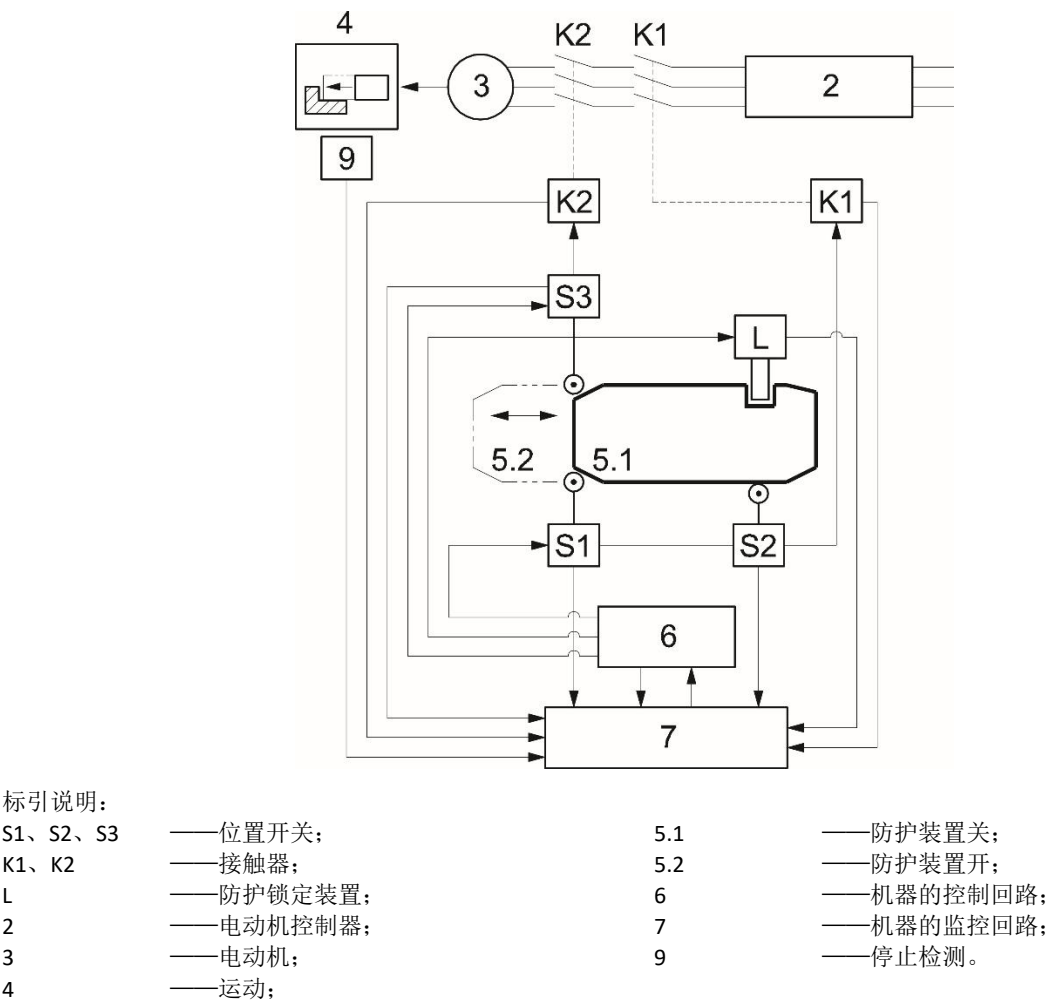
本章给出了电驱动系统的活动式防护装置采用III型保护时应符合的要求。  
应使用：

- 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。



注2：停止的信息也可由9到2，再由2到7。

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4.7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4.7的要求需要防护锁定，则在符合4.7.3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

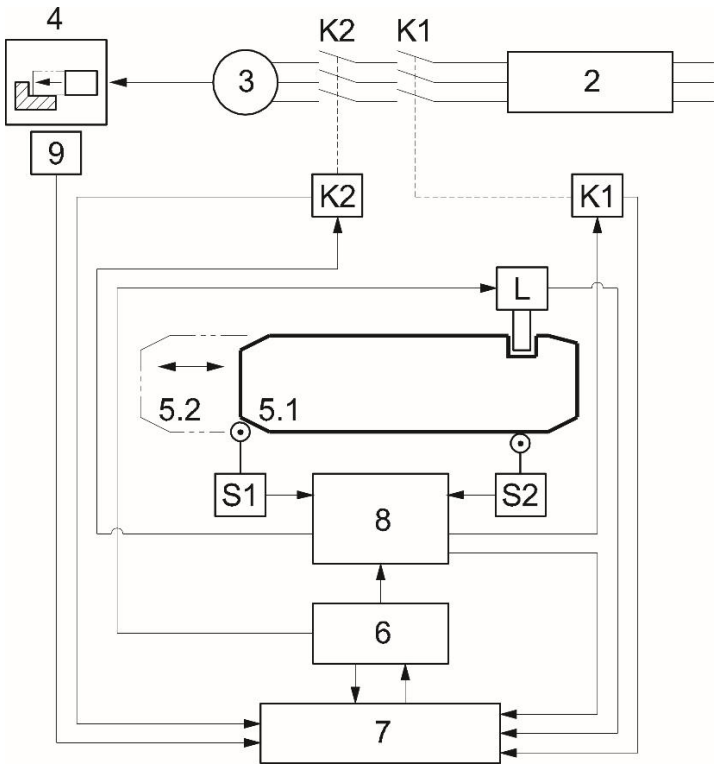
下列的相关装置应为符合GB/T 16855.1—2018中6.2.4规定的经验证的元件：

- 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。



标引说明：

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

注：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。

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. 7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 $PL_r=e$ 。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 应通过安全装置 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4.7的要求需要防护锁定，则在符合4.7.3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

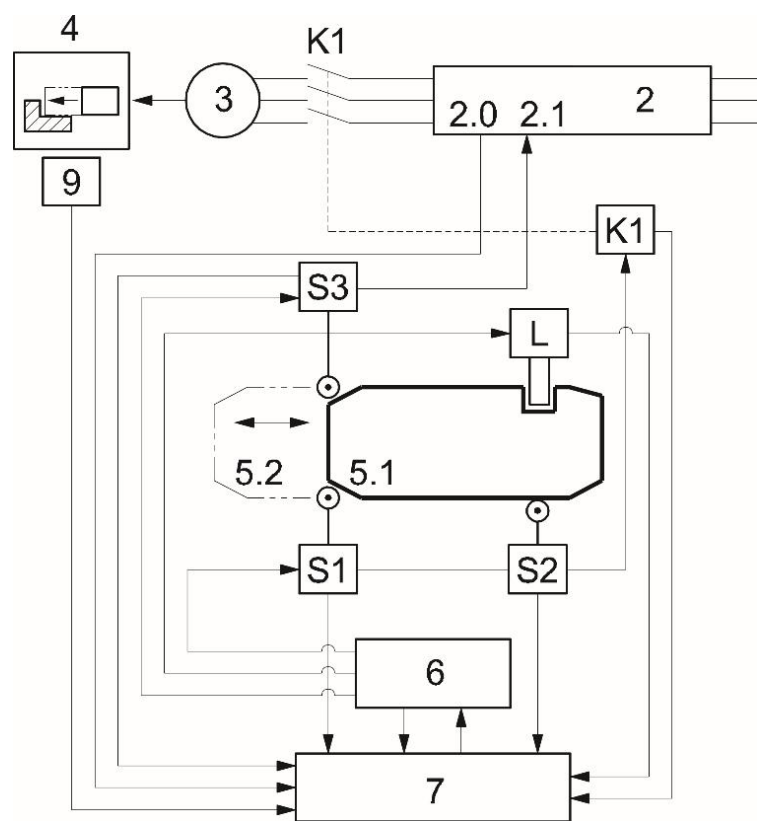
下列的相关装置应为符合GB/T 16855.1—2018中6.2.4规定的经验证的元件：

- 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。



- 标引说明：

S1、S2、S3

——位置开关；

K1

——接触器；

L

——防护锁定装置；

2

——带有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；

5.1

——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1：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。  
注2：停止的信息也可由9到2，再由2到7。

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4.7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 ST0：

- 关闭运动轴的危险运动；且
- 防止危险运动的意外启动。

ST0 的功能应符合 GB/T 12668.502 和  $PL_r=c$ 。

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.2.4.3 防护锁定

如果按照 4.7 的要求需要防护锁定，则在符合 4.7.3 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.2.4.4 安全相关的零部件

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

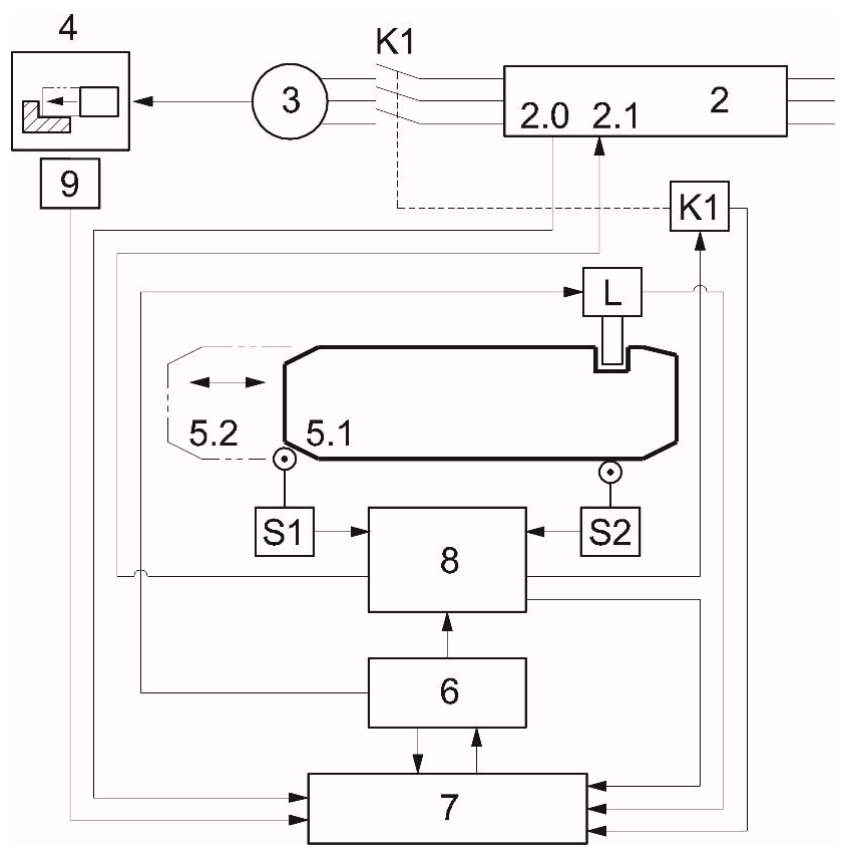
- 切断装置（带有联锁触头或镜像触头的接触器）；
- 位置开关；
- 防护锁定装置。

#### 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。





- 标引说明：
- |       |                       |     |                          |
|-------|-----------------------|-----|--------------------------|
| 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   | ——位置开关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；                |     |                          |
| 4     | ——运动；                 |     |                          |

注1：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。

注2：停止的信息也可由9到2，再由2到7。

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. 7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 $PL_r=e$ 。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 应通过安全装置 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和 $PL_r=c$ 。

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. 5. 3 防护锁定

如果按照4. 7的要求需要防护锁定，则在符合4. 7. 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. 5. 4 安全相关的零部件

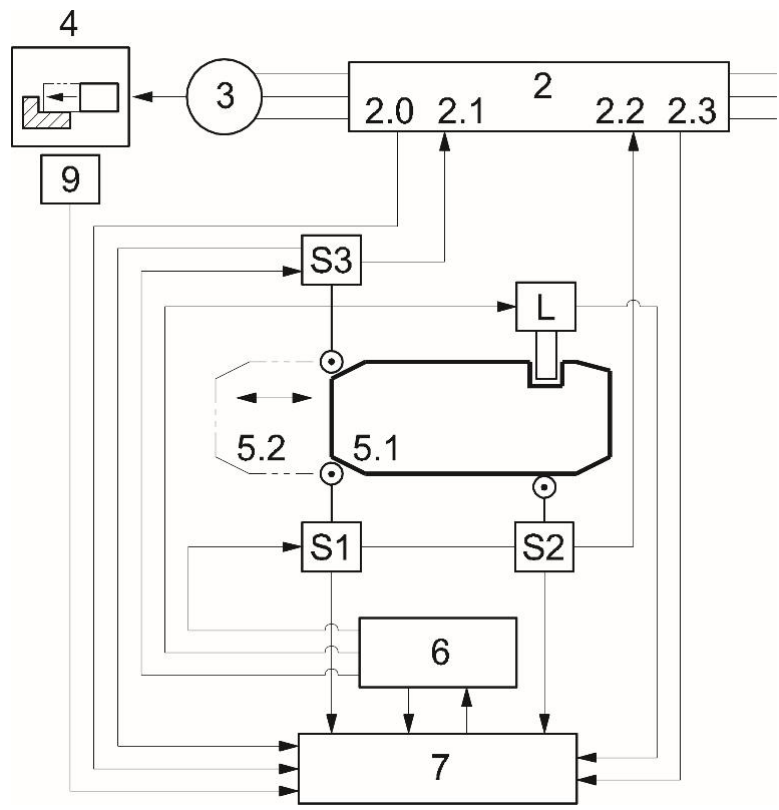
下列的相关装置应为符合GB/T 16855. 1—2018中6. 2. 4规定的经验证的元件：

- 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。



- 标引说明：
- |          |                       |     |            |
|----------|-----------------------|-----|------------|
| 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1：其中一个位置开关和防护锁定功能可集成到一个元器件。  
注2：停止的信息也可由9到2，再由2到7。  
注3：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4.7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和 $PL_r=d$ ，3类。

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.2.6.3 防护锁定

如果按照4.7的要求需要防护锁定，则在符合4.7.3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.2.6.4 安全相关的零部件

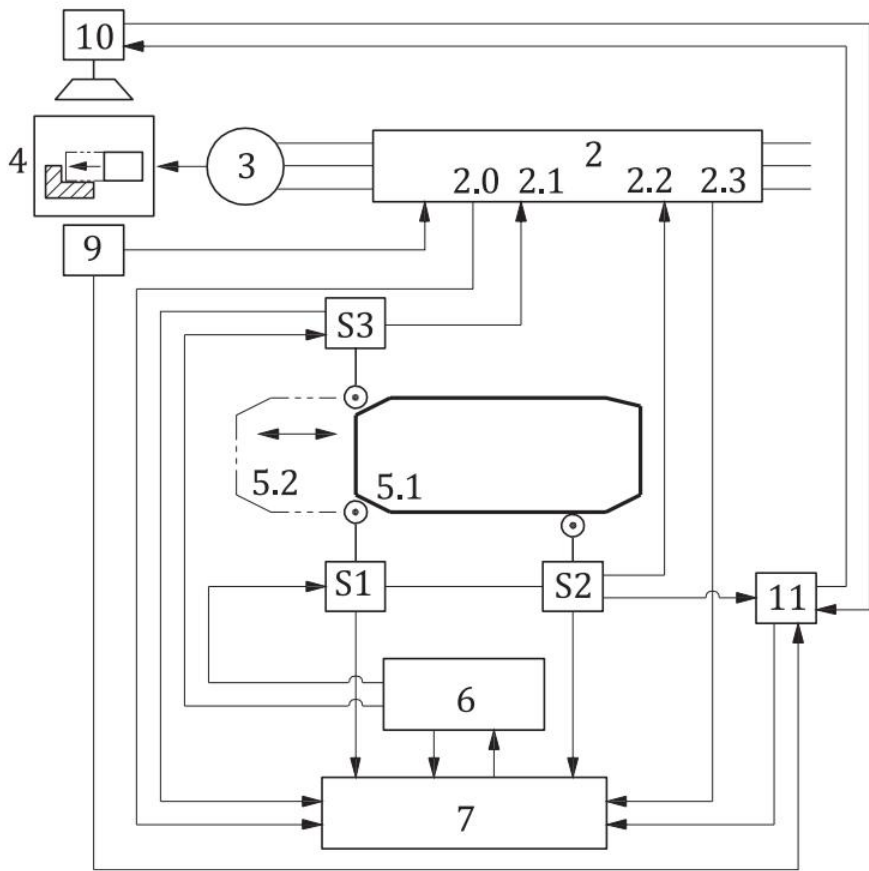
下列的相关装置应为符合GB/T 16855.1—2018中6.2.4规定的经验证的元件：

- 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。



- 标引说明：
- |          |                       |     |                             |
|----------|-----------------------|-----|-----------------------------|
| 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。  
注2：可选项，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。

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. 7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 和  $PL_r=d$ , 3 类, 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 和  $PL_r=d$ , 3 类。

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.2.7.3 安全相关的零部件

下列的相关装置应为符合 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  $PL_r=c$ 。

### 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。

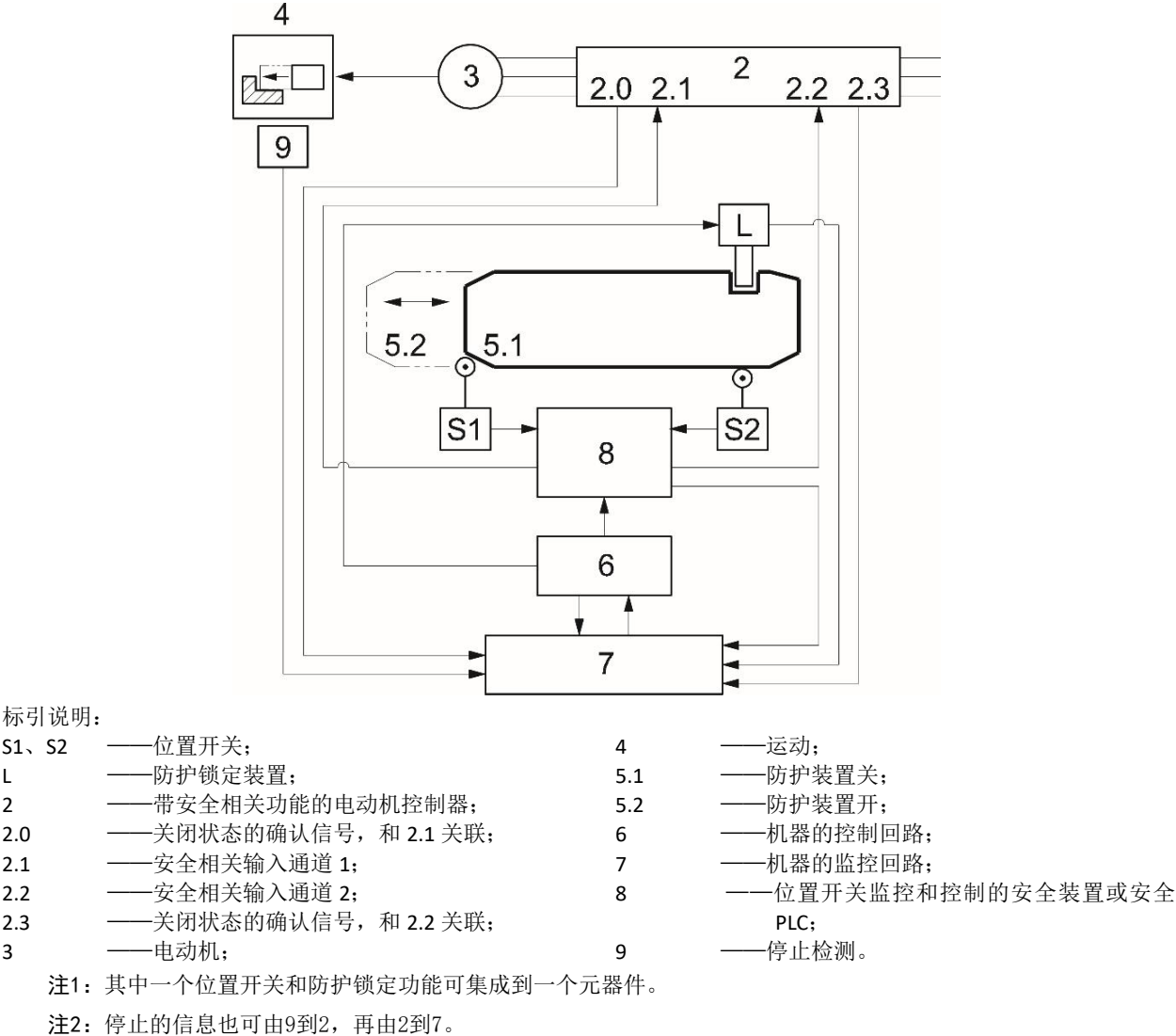


图 D.13 使用配安全装置的两个位置开关和一个切断装置（带安全相关功能的电动机控制器）的联锁回路示意图

D.2.8.2 联锁功能

在符合4.7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 $PL_r=e$ 。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 应通过安全装置 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和 $PL_r=d$ ,3类。

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.2.8.3 防护锁定

如果按照4.7的要求需要防护锁定,则在符合4.7.3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.2.8.4 安全相关的零部件

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

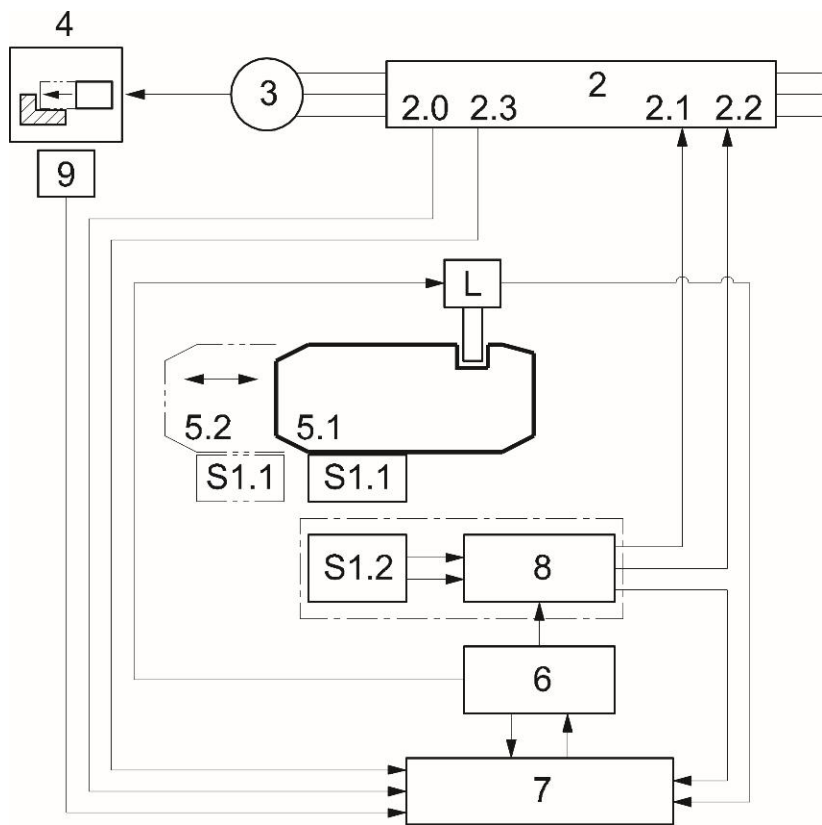
- 位置开关;
- 防护锁定装置。

#### 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。





- 标引说明：
- |      |                       |     |                          |
|------|-----------------------|-----|--------------------------|
| 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；         | 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。                  |

注1：位置开关S1.2和安全装置8可为同一个零部件。  
注2：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。  
注3：停止的信息也可由9转到2，再由2转到7。

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4.7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<sub>r</sub>=e。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ST0：

- 关闭运动轴的危险运动；且
- 防止危险运动的意外启动。

ST0的功能应符合GB/T 12668.502和PL<sub>r</sub>=d，3类。

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. 9. 3 防护锁定

如果按照4. 7的要求需要防护锁定，则在符合4. 7. 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. 9. 4 安全相关的零部件

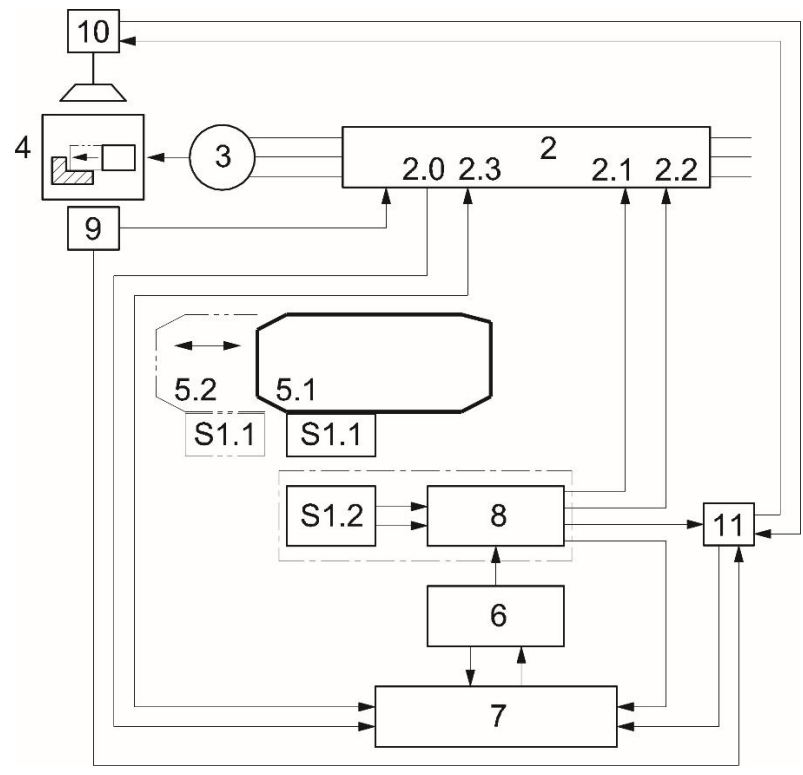
位置开关应符合GB/T 14048. 13—2017的相关要求。

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。



标引说明：

- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| S1.1 ——位置开关操动件；           | 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。

注2：位置开关S1.2和安全装置8可为同一个零部件。

注3：可选项，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。

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4.7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 $PL_r=c$ 。

电动机控制器应带有下列内部的安全功能。

a) ST0 的功能应符合 GB/T 12668.502 和  $PL_r=d$ ，3 类，且 ST0 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 和  $PL_r=d$ ，3 类。

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 $PL_r=c$ 。

## D. 3 III型保护，针对液压驱动系统的光幕

### D. 3. 1 一般要求

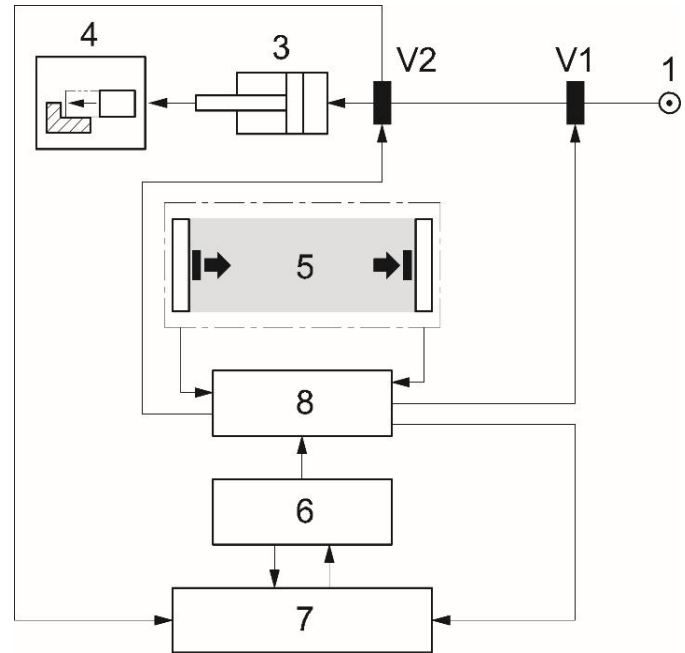
本章给出了液压驱动系统使用光幕采用III型保护的安全要求。

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。



- 标引说明：
- 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。
- 注：装置5和8可是一个部件单元。

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. 7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。

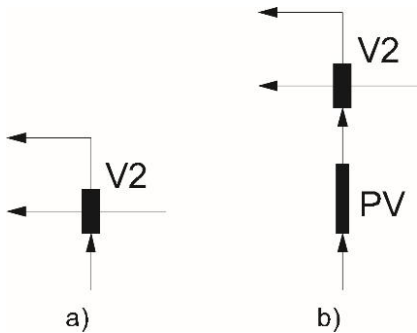
控制和监控的单元（装置8，见图D. 16）应符合 $PL_r=e$ ，且：

- 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。

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

下列的相关装置应为符合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8的组合）的安全功能应符合GB/T 19436. 1—2013中4型和 $PL_r=e$ 。

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。

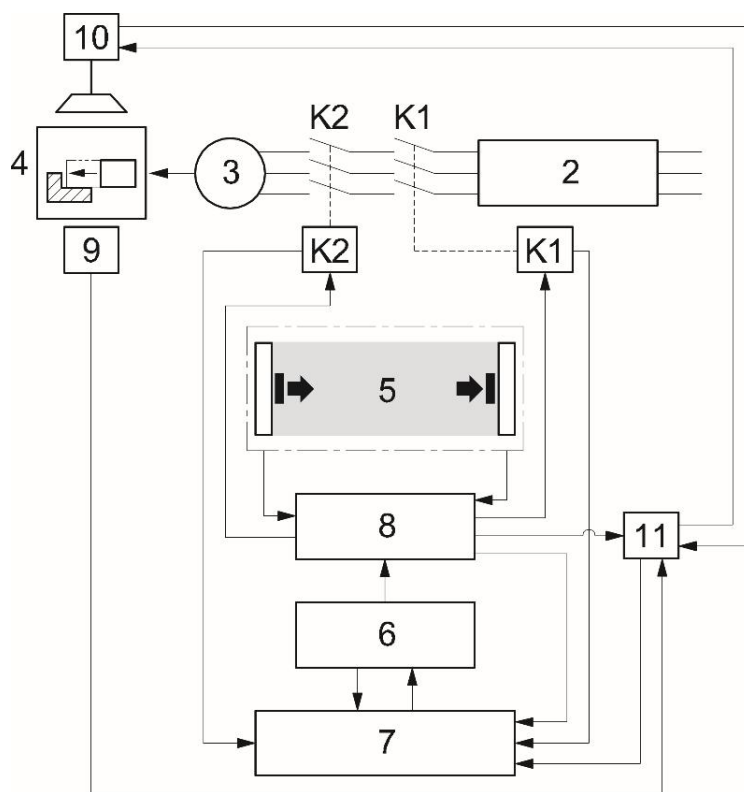
应使用：

- 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。



标引说明:

K1、K2 ——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;

9 ————停车/停止检测;

10 ——停车装置（如：可控的制动器）；

11 —用来控制、测试和监控第二个停车装置的安全装置。

注1: 装置5和8可是一个部件单元。

注2: 装置11的功能可包含在装置8中。

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4.8.2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12h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8的组合)的安全功能应符合GB/T 19436. 1—2013中4型和 $PL_r=e$ 。

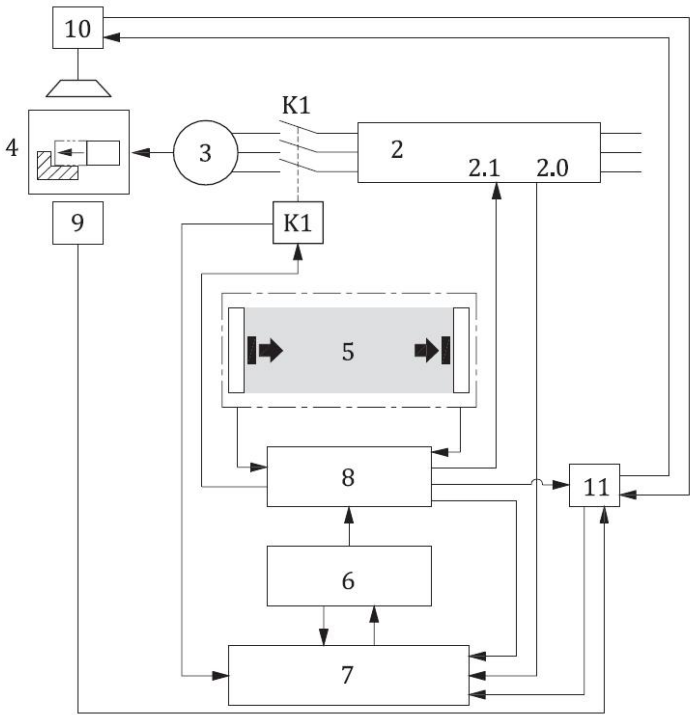
停车装置应为失效安全型。

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。



标引说明：

- K1 ——接触器；
- 2 ——带有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；
- 9 ——停止检测；
- 10 ——停车装置（如：可控的制动器）；
- 11 ——用来控制、测试和监控第二个停车装置的安全装置。

注 1：装置 5 和 8 可是一个部件单元。

注 2：装置 11 的功能可包含在装置 8 中。

注 3：可选项，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。

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. 8. 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 ST0：

- 关闭运动轴的危险运动；且
- 防止危险运动的意外启动。

ST0 的功能应符合 GB/T 12668. 502 和  $PL_r=c$ 。

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 12h 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 8 的组合）的安全功能应符合 GB/T 19436. 1—2013 中 4 型和  $PL_r=e$ 。

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。



- 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 1;
- 2.2 —安全相关输入通道 2;
- 2.3 —关闭状态的确认信号, 和 2.2 关联;
- 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;
- 9     ——停车/停止检测;
- 10    ——第二个停车装置 (如: 可控的制动器);
- 11    ——用来控制、测试和监控第二个停车装置的安全装置。

注2: 装置11的功能可包含在装置8中。

注3: 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。

注4：可选项，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。

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4.8.2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) ST0 的功能应符合 GB/T 12668.502 和  $PL_r=d$ , 3 类, 且 ST0 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 和  $PL_r=d$ , 3 类。

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8的组合）的安全功能应符合GB/T 19436.1—2013中4型和 $PL_r=e$ 。

## 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作确认开关。

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。时间的间隔由机器制造商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注射成型机的噪声进行对比，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  $h = (1600 \pm 25)$  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 H.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，注射成型机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 的第 11 章、GB/T 17248.3—2018 的第 12 章和 GB/T 17248.5—2018 的第 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 H.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，测定应符合 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 中的规定。

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 1m。

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的第9章、GB/T 3768—2017的第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；
- G.4和G.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G.2规定的操作位置的A计权发射声压级不超过70 dB；
- G.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 G.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G.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 G.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 μPa)/dB | XX |
| 不确定度 $K_{Pa}$ /dB                        | X  |
| A 计权声功率级 $L_{WA}$ (基准 1 pW)/dB           | XX |
| 不确定度 $K_{WA}$ /dB                        | X  |
| 注1：噪声的总值和相关的不确定度经常会以一个上限值来进行表述。          |    |