



中华人民共和国国家标准

GB 45943—2025

建筑施工机械与设备 通用安全要求

Building construction machinery and equipment—Common safety requirements

2025-06-30 发布

2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本安全要求 3

 4.1 总则 3

 4.2 控制系统 6

 4.3 机械危险的防范 10

 4.4 安全防护及补充保护措施 12

 4.5 其他危险的防范 15

 4.6 对设置、调整、维护、修理、清理和服务等的补充要求 18

 4.7 使用信息 19

5 对便携带手持式和/或手导式机器的补充要求 22

 5.1 通则 22

 5.2 稳定性和控制装置 22

 5.3 使用说明书 22

6 对移动式机器的补充要求 23

 6.1 通则 23

 6.2 工作位置 23

 6.3 控制系统 23

 6.4 机械危险的防范 25

 6.5 其他危险的防范 26

 6.6 使用信息 26

7 对预定用于地下作业的机器的补充要求 27

 7.1 通则 27

 7.2 停机 27

 7.3 防火 27

 7.4 废气排放 27

 7.5 气体检测 27

8 对配备起升作业装置的机器及其起升装置的补充要求 28

附录 A（资料性） 对具体机器或机种的安全标准 29

参考文献 31

表 A.1 有关具体机器或机种的安全标准 29

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。

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。

建筑施工机械与设备 通用安全要求

1 范围

本文件规定了建筑施工机械与设备的通用安全要求。

本文件适用于混凝土及砂浆机械、钻孔和基础施工设备、隧道施工机械、道路施工与养护设备、建筑物拆除或处理机械、工程建材制品机械、钢筋及预应力机械等建筑施工机械与设备。

本文件不适用于土方机械、起重机械、施工升降机、高处作业吊篮、擦窗机、叉车、露天采矿专用机械与设备、开采固体矿物质用的地下采矿机械与设备等,即使这些机械与设备可能用于建筑施工或维护。

本文件不适用于运输车辆(例如,汽车、拖拉机等),即使运输车辆也可能被用作建筑施工机械与设备的主机,并为实现建筑施工机械与设备的应用而进行了特殊改造。

注 1: 本文件并未包括建筑施工机械与设备的每一具体机器或每一具体机种的所有具体要求,有关具体机器或机种的安全标准见附录 A。当应用本文件时,需考虑附录 A 所列标准的安全要求。

注 2: 本文件的第 4 章为基本要求,第 5 章~第 8 章为特定机械与设备的补充要求。

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 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第 1 部分:设计通则

GB 28526 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全

3 术语和定义

GB/T 15706—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建筑施工机械与设备 building construction machinery and equipment

用于建筑施工或工程建材制品制作的机械和设备。

注: 包括混凝土及砂浆机械、钻孔和基础施工设备、隧道施工机械、道路施工与养护设备、建筑物拆除或处理机械、工程建材制品机械、钢筋及预应力机械等。不包括土方机械、起重机械、施工升降机、高处作业吊篮、擦窗机、叉车、露天采矿专用机械与设备、开采固体矿物质用的地下采矿机械与设备等,即使这些机械与设备可能用于建筑施工或维护。

3.1.1

混凝土及砂浆机械 concrete and mortar machinery

用于制备、输送、喷射、浇注、密实和清洗残留水泥混凝土或砂浆的机械和设备。

注: 包括混凝土或砂浆搅拌机、搅拌站(楼)、搅拌运输设备、输送设备、喷射设备、浇注设备、振动器以及残留混凝土或砂浆清洗筛分设备等。

3.1.2

钻孔和基础施工设备 **drilling and foundation equipment**

为下列一种或多种应用而设计的一体式机器、可互换附属设备和配有可互换附属设备的机器：

- 为建设、勘探、建水井、地质勘察而在土壤和岩石中制备孔；
- 对地基、挡土墙、水泥土墙、土质改良所用的纵向构件进行制备、设置和回收；
- 对地下挡土墙和止水墙用连续墙槽进行制备和设置；
- 对地层改良(如排水或注浆)所用的构件进行设置；
- 对土钉或岩钉支护所用的构件进行设置。

[来源:GB/T 43746.1—2024,3.1]

3.1.3

隧道施工机械 **tunneling construction machinery**

用于隧道和竖井开挖与建造的机器。

3.1.4

道路施工与养护设备 **road construction and maintenance equipment**

用于修建和维护道路、高等级公路、跑道、停车停机坪等的机械和设备。

注：包括稳定土机械、沥青结合料用机械、沥青混合料用机械、沥青混凝土路面施工机械、水泥混凝土路面施工机械、路面精修作业用机械、路面清理机械、清除杂草杂树用机械、道路冬季养护用机械以及道路修复用机械等专用于道路施工和道路养护的机械。

3.1.5

建筑物拆除或处理机械 **building demolition or processing machinery**

用于拆除或处理建筑物、土木工程结构、道路工程组成部分或其他场所(如采石场的拆毁、切割、破松、分离)的机器。

注：包括建筑物拆除机械、移动式破碎机和筛分机械等。

3.1.6

工程建材制品机械 **construction components machinery**

应用胶凝材料生产建材制品的机械和设备。

注：包括预制混凝土构件生产设备、砖块类小型混凝土制品生产设备、混凝土制管机械、轻质混凝土制品生产设备、采用非水泥基胶凝材料生产建材制品的机械、建材制品深加工机械及配套设备等。

3.1.7

钢筋及预应力机械 **steel reinforcement and prestressing machinery**

将钢筋或预应力筋、钢绞线、索具(杆)加工成为钢筋工程和预应力工程安装施工所需要的长度尺寸、弯曲形状或安装组件的机械和设备。

注：包括钢筋强化机械、钢筋成型机械、钢筋连接机械以及预应力机械等。

3.2

移动式机器 **mobile machine**

整机能在地面(地板)或轨道上移动的机器。

注：移动式机器主要涉及：

- 工作需要移动性来实施的机械；
- 需要在一系列固定工作位置之间连续或半连续移动的机械；
- 工作时不需要移动,但其配置容易使其从一处移动到另一处的机械。

3.2.1

自主移动式机器 **autonomous mobile machine**

具有自主模式的移动式机器。

注：在自主模式下,移动式机器的所有本质安全功能都能在其行驶和工作运行区域得到保证,而无需操作者持久性互动。

3.2.2

监管员 supervisor

负责监管自主移动式机器的人员。

3.2.3

监管功能 supervisory function

通过能接收信息或警报并能向机器发出限定指令的装置对自主移动式机器进行远程而非永久性监管的功能。

3.3

起升作业 lifting operation

在特定时刻改变由货物和/或人员组成的载荷的水平高度的运动。

3.4

暴露人员 exposed person

完全或部分位于危险区的人员。

3.5

操作者 operator

操作或移动机器的人员。

注：本文件所提及的操作者，有时也包括安装、拆卸、调整、设置、检查、维护、清理和修理机器的人员。

3.6

驾驶员 driver

负责移动机器的操作者。

注：驾驶员能在机器上、跟随机器步行或通过遥控来操纵机器行走。

3.7

作业工具 working tool

机器上直接用于施工或加工作业的可拆卸零部件或装置。

注：例如切割砂轮、钻头等。

3.8

可互换设备 interchangeable equipment

可从建筑施工机械与设备或牵引机械拆下和再装上，用于改变机器或牵引机械的功能或增加新功能的不属于作业工具的装置。

注：可互换设备由操作者自己将其与机器或牵引机械组合在一起。

3.9

可互换附属设备 interchangeable auxiliary equipment

可连接于建筑施工机械与设备或农业机械、土方机械、起重机械而用于建筑施工作业的装置。

3.10

保持-运行控制装置 hold-to-run control device

只有在手动控制装置(操动器/操作器/执行器/致动器)被驱使期间才能触发并保持机器功能的控制装置。

[来源：GB/T 15706—2012，3.28.3，有修改]

4 基本安全要求

4.1 总则

4.1.1 通则

4.1.1.1 建筑施工机械与设备(以下简称“机器”)的设计和制造应适合其功能，并且在预知条件下和可

合理预见的误用的情况下对机器进行操作、调整、检查和维修时,不应给人员带来风险。

对于机器在其预期生命周期不同阶段的任何危险,都应采用保护措施来消除或减小其风险,包括运输、安装、拆卸、使用、停用和报废阶段。

注 1: GB/T 15706—2012 的第 5 章规定了风险评估的原则,其附录 B 给出了危险、危险状态和危险事件的示例。

注 2: GB/T 16856 描述了适于风险评估每一阶段的多个实际应用方法。

4.1.1.2 消除危险或减小与危险相关的风险的保护措施,应按本质安全设计和制造措施、安全防护和/或补充保护措施、使用信息的顺序来进行。

注 1: 本质安全设计和制造措施,是通过改变机器设计特性或运行特性,而不是使用防护或保护装置来消除危险或减小其风险的保护措施。这是风险减小过程的第一步,也是最重要的一步。

考虑到预定使用和可合理预见的误用,如果利用本质安全设计和制造措施消除危险或充分减小其风险不可行,则可使用经适当选择的安全防护和补充保护措施来减小风险,安全防护和补充保护措施见 4.4。

尽管采用了本质安全设计和制造措施、安全防护和补充保护措施,但仍存在风险时,则应在使用信息中明确剩余风险。使用信息应包括但不限于下列内容:

- 符合机器使用人员或其他暴露人员预期能力的机器操作程序;
- 推荐的机器安全操作方法的详细描述和相关培训要求;
- 包括对机器生命周期不同阶段剩余风险警示的足够的信息;
- 推荐使用的个体防护装备的描述,包括对其需求和使用其所需的培训等详细信息。

注 2: 个体防护装备的术语和配备规范见 GB/T 12903、GB 39800.1。

不应用使用信息来代替本质安全设计和制造措施、安全防护或补充保护措施的正确应用。

使用信息见 4.7。

4.1.1.3 机器如果用农业机械、土方机械和起重机械等机械设备作主机,则这些主机除应符合其本身的标准外,还应符合本文件。

4.1.2 材料、机器生产的产品

机器所用的(包括机器使用过程中所用的)和所生产的材料或产品,不应危及人员的安全与健康。特别是在使用流体时,机器的设计和制造应防止因其添加、使用、回收或排放而产生的风险。

为此,要考虑机器所用和所生产的材料或产品的特性,例如,毒性、危险物质、辐射。

注: GB/T 26546 提供了机器所用某些材料的环境影响表。

4.1.3 照明

4.1.3.1 如果照明不足可能导致风险,则无论环境的照度是否正常,机器均应配备适于相关操作的完备照明。

4.1.3.2 对于需要经常检查、调整和维护的内部零部件区域,应提供适合的照明或在使用说明书中提示使用适合的照明。

4.1.3.3 照明不应存在能导致风险的闪光、眩光、阴影和频闪效应。如果不得不调整光源或光源的方位,则光源的定位应使其不对调整者造成任何风险。

4.1.4 使机器便于搬运的设计

4.1.4.1 机器或其每一部件都应满足下列两个条件:

- 能安全搬运和运输;
- 其包装或设计能使其存放安全且不会损坏。

4.1.4.2 如果机器或其部件的重量、尺寸或形状妨碍手工搬运,则机器或其部件应具备下列条件之一:

- 配有起重设备或起重设备用的附件(例如,吊索、吊环等);
- 有能安装上述起重设备或附件的设计;
- 有能易于使用标准型起重设备的形状。

4.1.4.3 如果机器或其某一部件需要手工搬运,则其应具备下列条件之一:

- 容易移动;
- 有适于安全搬起和移动的配置。

4.1.4.4 当作业工具和/或机器部件的搬运存在危险时,即使其重量很轻,也应专门对其进行安排布置。

4.1.4.5 在机器或其部件运输期间,只要按照使用说明书搬运机器或其部件,就不应产生突然移动或不稳定危险。有关稳定性的其他要求另见 4.3.1。

4.1.5 人类工效学

4.1.5.1 设计机器时要考虑人类工效学原则,以减轻操作者的心理、生理压力和紧张程度。

4.1.5.2 要考虑机器预定使用者群体中适当的人体尺寸、力量和姿势、运动幅度和动作重复频率。

4.1.5.3 人机界面的所有元素,例如,控制、信号或数据显示元素,应设计为易于理解,以使操作者和机器之间能清晰明确地交互。

注:关于视觉、听觉和触觉信号以及人类工效学原则在风险评估与风险减小中的应用见 GB/T 18209.1、GB/T 36954。

4.1.5.4 设计者在设计机器时,尤其应注意下列人类工效学要求:

- a) 避免操作者在使用机器过程中采用紧张的姿势和动作的必要性(例如,提供调整机器以适应不同操作者的设施);
- b) 机器尤其是手持式和移动式机器的设计,要考虑人力的范围、控制装置的操纵以及人的手、臂、腿解剖学结构,以使其容易操作;
- c) 尽可能限制噪声、振动、热效应(例如,极端温度);
- d) 避免将操作者的工作节奏与机器自动连续循环关联起来。

有关照明和控制装置的其他要求另见 4.1.3 和 4.2.2。

4.1.6 操作位置

4.1.6.1 操作位置的设计和制造应使其避免因废气或缺少氧气引起的任何风险。

4.1.6.2 如果机器预定在对操作者的健康和安全有风险的危险环境中使用,或者机器本身会产生危险环境,则应提供足够的措施为操作者提供良好的工作条件,确保其免受任何可预见危险的伤害。

4.1.6.3 如果工作条件和空间允许且不增加风险,则操作位置应设在适当的操作室中。操作室的设计、制造或配备应满足 4.1.6.1 和 4.1.6.2 的要求。操作室的出口应便于操作者快速撤离。有关照明、人类工效学和控制装置的其他要求另见 4.1.3、4.1.5 和 4.2.2。

4.1.7 操作者座位

4.1.7.1 如果工作条件和空间允许且不增加风险,构成机器组成部分的操作位置应有用于安装座位的设计。

4.1.7.2 如果预定操作者在操作期间为坐姿,且操作位置是机器的组成部分,则座位应与机器一起提供。

4.1.7.3 操作者的座位应使操作者能保持稳定。座位及其与控制装置的距离应能适合操作者。

4.1.7.4 如果机器振动,则座位的设计和制造应将传递给操作者的振动减小到合理可能的水平。座位的支撑安装件应能承受其可能受到的所有应力。如果操作者的脚未踩在地板上,则应提供有防滑功能的搁脚板。

4.1.8 防止损坏的保护

4.1.8.1 机器的设计和制造,应使其通过连接装置本身的任何特性或通过机器通信的任何远程装置与另一装置连接,不会导致危险状态。

4.1.8.2 传输信号或数据的硬件组件,与连接或访问对机器符合相关基本健康和安全要求至关重要的软件相关,应设计防护措施。

4.1.8.3 应识别对机器与相关基本健康和安全要求的符合性至关重要的软件和数据,并应设计防护措施。

4.1.8.4 机器应能识别其上安装的安全运行必需的软件,并能始终以易于访问的形式提供相关信息。

4.2 控制系统

4.2.1 通则

4.2.1.1 控制系统设计措施的选用,应使其安全相关性能充分减小风险。

注:控制系统的某些安全相关性能见 GB/T 5226.1、GB/T 16855.1 和 GB 28526。

4.2.1.2 控制系统的设计和制造应便于操作者与机器安全互动。

4.2.1.3 控制系统的设计应将机器的部件、机器本身、机器夹持的工件和/或载荷的运动限定在设计参数(例如,范围、速度、加速度、减速度、承载)以内。应留有对动态效应(例如,载荷摆动等)的裕量。

4.2.1.4 当机器包含可独立操作的多个元件时,控制系统的设计应防止因缺乏协调而引发的风险(例如,设置防碰撞系统)。

4.2.1.5 控制系统的设计和制造符合下列规定:

- 应能承受预定的工作应力和外部影响;
- 控制系统的硬件或逻辑故障不应导致危险状态;
- 控制系统逻辑的错误不应导致危险状态;
- 可合理预见的操作过程中的人为错误不应导致危险状态。

特别注意以下几点:

- 机器不应意外启动;
- 当机器参数的变化可能导致危险状态时,机器的参数不应以失控的方式发生变化;
- 当修改由机器或操作者形成的设置或规则可能导致危险状态时,应防止进行此类修改;
- 当发出停机指令时,不应阻止机器停机;
- 机器的运动件或机器夹持的工件不应坠落或飞出;
- 无论如何,均不应阻碍运动件的自动或手动停止;
- 保护装置应完全保持有效或给出停机指令;
- 控制系统的安全相关部件的应用应与机器的组装和组合整体协调一致。

4.2.1.6 对于无线控制,当未接收到正确的控制信号或失去通信联络时,应执行机器的自动停止。

注:有关无限控制要求的其他信息见 GB/T 5226.1。

4.2.2 控制装置

4.2.2.1 手动控制装置(操动器)的选择、定位和识别应使其符合下列要求:

- 明显可见和可识别,并予以适当标志(见 4.7.3.1 和 4.7.3.2);
- 能明确无误地进行安全操作;
- 位置(对按钮)和运动(对手柄和手轮)与其作用效果一致;
- 操作不能引起附加风险。

注:手动控制装置的位置和运动与其作用效果的相关规定见 GB/T 18209.3。

有关照明和人类工效学的其他要求见 4.1.3 和 4.1.5。

当控制装置的设计和制造是用来执行几个不同动作,即非一一对应关系时,所要执行的动作应明确地表示出来,必要时还需经过确认。

控制装置的布置,要考虑人类工效学原则,使其布局、行程和操作阻力与其执行的动作相协调。要考虑由于使用必要的或可预见的个体防护装备(例如,鞋、手套等)所带来的约束。

4.2.2.2 每一启动控制装置附近均应配有停止控制装置。在启动/停止功能是通过保持-运行控制来执行的情况下,如果因保持-运行控制装置在释放时未能发出停止指令而可能导致风险,则应提供单独的停止控制装置。

4.2.2.3 除某些有必要位于危险区的控制装置[例如,急停或便携式控制单元(如示教盒)]外,手动控制装置应位于在危险区内能触及的区域之外。

注:手动控制装置的位置见 GB/T 18209.3。

机器的设计和制造以及控制装置和控制位置的定位,要尽可能使操作者能观察到工作区或危险区,如果直接可视性不足,则应安装间接观察装置(例如,视镜等)。

对于安全运行需要操作者持久地进行直接控制的工作区或危险区,应使操作者能观察到,例如,移动式机器的行走区和工作区、起升载荷的运行区以及手持式或手导式机器的作业工具与被加工材料的接触区等。

在任一操作位置,操作者应能确认没有人员位于危险区,或者控制系统的设计和制造应使其在危险区有人时无法启动。若不可能做到上述要求,则在机器启动前应给出听觉和/或视觉警示信号,并应使暴露人员有时间离开危险区或阻止机器启动。

4.2.2.4 如果有多个控制位置可操作同一危险元件,则控制系统的设计应使其中一个使用就排除其他控制位置的使用,但停机控制和急停除外。

如果机器有两个或两个以上的操作位置,则每个位置都应提供操作者互不妨碍或不将彼此置于危险状态的所必需的控制装置。

4.2.2.5 控制装置的设计或防护,应使其在涉及危险的情况下,只有通过主动作用才能达到预期效果。

注:控制装置的操作方向见 GB/T 17161。

4.2.2.6 对于依靠操作者持久、直接操控才能安全运行的机器功能,应采取措施确保操作者处于控制位置(例如,通过控制装置的设计和位置)。

4.2.2.7 机器应配备安全操作所必需的指示装置。指示器、刻度盘和视觉显示单元等的选择、设计和定位应使其符合下列要求:

- 参数和特征在人类感知的范围之内;
- 相对于操作者的需要和预定使用,显示的信息持久、清晰、明确、易懂;
- 操作者能从操作位置读取其所显示的信息。

4.2.3 启动

4.2.3.1 应只有通过主动驱动为启动机器所提供的控制装置才能启动机器。

机器无论何种原因停机,重新启动时也应符合上述要求。

机器的重新启动,也可通过主动驱动其他装置而不是为启动机器所设置的控制装置来实现,但条件是这不应导致危险状态。

对于在自动模式下运行的机器,如果不会导致危险状态,则机器可在没有干预的情况下启动、停机后重新启动。

如果机器有多个启动控制装置且操作者因此可能会将彼此置于危险之中,则应配有其他装置以排除此类风险。如果安全要求启动和/或停机应按特定顺序进行,则应配备确保这些操作按正确顺序进行的装置。

4.2.3.2 启动内部动力源或接通外部动力供应时,不应导致危险状态。例如:

- 内燃机启动不应导致移动式机器移动;
- 接通主电源不应导致机器作业部件启动。

注:对电源中断或电压降落随后复原影响的防护见 GB/T 5226.1—2019 中 7.5。

4.2.4 停机

4.2.4.1 正常停机

机器应配有能使机器安全地完全停机的控制装置。

每一操作位置都应根据存在的危险配备停止机器部分或全部功能的控制装置,以使机器处于安全状态。有关停止控制装置的其他要求见 4.2.2.2。

机器的停机控制应优先于启动控制。

当机器或其危险功能停止时,应切断有关操动器的能源。

4.2.4.2 可用的停机

如果由于运行原因而需要不切断操动器能源的停机控制时,则应监控和保持停机状态。

4.2.4.3 急停

为避免现有的或即将发生的危险,机器应配有一个或多个急停装置。但下列机器除外:

- 由于不会缩短停机时间或无法采取应对风险所需的专门措施,而使急停装置不能减小风险的机器;
- 便携带手持式和/或手导式机器。

急停装置应符合下列要求:

- 有可明显识别、清晰可见且易于接近的控制装置;
- 能迅速停止危险过程而不引起其他附加风险;
- 安全需要时,触发或允许触发某些安全防护装置动作。

注 1:更详细的规定见 GB/T 16754。

当因停机指令而发生的急停装置的主动操作结束后,该指令的有效性应持续到重置为止。应只有在启动急停指令的位置才能进行重置。急停装置的重置不应重新启动机器,而仅是允许机器重新启动。

不论何种运行模式,急停功能都应始终有效和可操作。

注 2:运行模式也称为操作模式或工作模式。

急停装置应是其他安全防护措施的备份,而非替代措施。

注 3:对实现急停功能的电气组件和元件的设计和选择见 GB/T 5226(所有部分)。

4.2.4.4 机器组

如果多台机器设计为协同工作,则机器的设计和制造应使包括急停装置在内的停止控制装置,不仅能停止继续运行可能存在危险的机器本身,还能停止继续运行可能存在危险的所有相关设备。

4.2.5 控制或运行模式的选择

4.2.5.1 选定的控制或运行模式,应优先于除急停之外其他所有的控制或运行模式。

4.2.5.2 如果机器的设计与制造允许其使用几个需要有不同保护措施和/或工作流程的控制或运行模式(例如,正常运行、调整、设置、维护、检查),则机器应配备能锁定于每一位置的模式选择器。选择器的每一位置应明显可识别且应只容许一个运行或控制模式。

选择器可用另一种选择方式所代替,这种选择方式限定只有某些操作者才能使用机器的某些功能

(例如,用于某些数控功能的访问口令)。

4.2.5.3 如果为机器的设置、示教、过程转换、故障查找、清理或维护而不得不开或拆除防护装置和/或使保护装置不起作用,且为此还有必要使机器或其部件运行时,则应同时采用满足下列条件的特殊控制模式来实现操作者和进行上述工作的人员的安全:

- 使所有其他控制模式都不起作用;
- 只通过连续驱动使能装置、双手操纵装置或保持-运行控制装置允许危险元件运转;
- 只在减小了风险[例如,降低速度、降低功率/力、缓步操作(例如,使用限制运动的控制装置)]的条件下允许危险元件运转;
- 防止有意或无意地触发机器传感器而引发任何危险功能运行。

注 1: 对一些具体机器,可能有其他更合适的保护措施。

此控制模式应与下列一项或多项措施相结合:

- 尽可能限制进入危险区;
- 急停装置位于操作者和/或进行上述工作的人员可随时触及的范围内;
- 便携式控制单元(如示教盒)和/或现场控制装置(能看到被控元件);
- 其他保护措施,例如,安排一人在主操作位置对上述作业的安全进行监控,两者之间有可靠的通信联络,且任何情况下监控人均可立即控制急停装置。

补充要求见 4.6。

注 2: 另见 GB/T 5226.1 在电气方面给出的保护措施。

4.2.6 动力供应失效

机器的动力供应中断、动力供应中断后的恢复或动力供应的任何波动,均不应导致危险状态。至少满足下列要求:

- 机器不应意外启动;
- 当改变机器的参数可能导致危险状态时,则机器的参数不应以不可控的方式改变;
- 应保持机器的停机功能有效(例如,如果已给出停机指令则不应阻碍机器停机、无论如何也不应阻止运动件自动或手动停止);
- 所有因安全而需要持久性工作的装置(例如,锁定、夹紧装置、冷却或加热装置、自行移动式机器的助力转向)仍应保持有效[例如,机器的运动件或机器夹持的工件(和/或载荷)不应坠落或飞出];
- 因势能而易产生运动的机器部件或机器所夹持的工件(和/或载荷),应在允许其安全下降的必要时间内保持住;
- 保护装置应保持完全有效或给出停机指令。

4.2.7 可编程电子控制系统执行的安全功能

4.2.7.1 通则

含有可编程电子设备(例如,可编程控制器)的控制系统,适合时可用于执行机器的安全功能。使用可编程电子控制系统时,要考虑其与所需安全功能有关的性能要求。可编程电子控制系统的设计,应充分降低对安全相关控制功能的性能产生不利影响的随机硬件失效概率和系统性失效的可能性。可编程电子控制系统执行监控功能时,要考虑其在故障检测方面的系统性能。

注 1: 可编程电子安全相关系统的功能安全见 GB/T 20438(所有部分)。

注 2: GB/T 16855.1 和 GB 28526 专门针对机械安全提供了适用于可编程电子控制系统的指南。

4.2.7.2 硬件方面

硬件(包括传感器、驱动器、逻辑运算器等)的选择和/或设计和安装,应同时满足所执行的安全功能

的功能和性能要求,特别是通过下列方式来实现:

- 架构性限制(例如,系统的配置、硬件的容错能力、硬件的故障检测性能等);
- 选择和/或设计导致危险失效概率适当的设备和装置;
- 在硬件中纳入避免系统性失效和控制器系统性故障导致的人身伤害的措施和技术。

4.2.7.3 软件方面

包括内部操作软件(或系统软件)和应用软件在内的软件,其设计应满足安全功能的性能规范。

注:软件的安全功能要求另见 GB/T 20438.3。

4.2.8 电磁兼容(EMC)

电气设备产生的电磁干扰不应超过其预定使用场合允许的水平。设备对电磁干扰应有足够的抗扰度水平,以保证电气设备在预定使用环境中可正确运行。

注:对具体机器考虑电磁兼容性及其电磁兼容性指标的要求见附录 A 所列标准,另见 GB/T 17799.2、GB 17799.4、GB/T 22359.1 和 GB/T 22359.2。

4.3 机械危险的防范

4.3.1 稳定性

4.3.1.1 机器包括其部件和配件都应有足够的稳定性,以使其在搬运、行走、安装、作业、拆卸和停放期间不发生倾覆、坠落和不受控制的移动。

4.3.1.2 稳定性要考虑的因素包括:

- 底部的几何形状;
- 包括载荷在内的重量分布;
- 由机器部件、机器本身或机器所夹持元件的运动引起的能产生倾覆力矩的动态力;
- 振动;
- 重心的摆动;
- 在不同场地行走或安装时支承面的特性(例如,地面条件、坡度等);
- 外力,例如,风力、人力。

4.3.1.3 如果不能通过重量分布等本质安全设计和制造措施实现稳定性,则应采用保护措施保持机器的稳定性,包括但不限于:

- 锚定螺栓;
- 锁定装置;
- 运动限制器或机械式停止装置;
- 加速或减速限制器;
- 载荷限制器;
- 接近稳定性界限或倾覆界限时发出警示的警报器。

4.3.2 机械强度

4.3.2.1 机器、机器各部件及其连接对其预定使用应有足够的强度。

4.3.2.2 所用材料对生产者预知的工作环境特性应有足够的耐久性,特别要考虑疲劳、老化、腐蚀和磨损现象。

为此,要考虑机器、机器各部件及其连接的机械应力和所用材料的特性,包括但不限于:

- 通过采用正确计算、构造和紧固方法限制应力,例如,螺栓连接和焊接;
- 通过超载保护(防爆膜、限压阀、断裂点、力矩限制装置等)限制应力;

- 避免交变应力(特别是循环应力)下零件产生疲劳;
- 回转件的静平衡和动平衡;
- 材料的抗腐蚀、抗老化、抗磨蚀和抗磨损性;
- 材料的硬度、延展性、脆性;
- 材料的均匀性。

4.3.2.3 使用说明书中应说明出于安全原因所需的检查和维护的类型和频次。应说明相关安全的磨损件及其更换标准。

4.3.2.4 在被加工材料向作业工具自动进给时,为避免对人员的风险,应满足下列条件:

- 工件与作业工具接触时,工具应已处于正常工作状态;
- 作业工具启动和/或停止(有意或无意)时,进给运动与工具的运动应协调。

4.3.2.5 流体压力系统的机械强度另见 4.3.9。

4.3.3 物体坠落或飞出

应采取预防措施防止由物体坠落或飞出引起的风险。

4.3.4 粗糙表面、锐边或尖角

只要不影响用途,可接近的机器部件都不应有可能造成伤害的锐边、尖角、粗糙表面、突出部位以及可能“陷住”人体部位或衣服的开口。特别是,金属薄板的边缘应除去毛刺、折边或倒角,可能导致“陷住”的管口端部应予以封盖。

4.3.5 组合机器

预定用来进行多个不同作业且每一作业之间是用手来移除工件的机器(组合机器),其设计与制造应使每一单元能单独使用而不存在对暴露人员构成风险的其他单元。为此,没有受到保护的单元应能单独启动和停机。

4.3.6 运行状态的变化

如果机器在不同的使用状态下进行运转,则机器的设计和制造应使其能安全和可靠地进行那些状态的选择和调整。

4.3.7 运动件

4.3.7.1 机器运动件的设计和制造应使其避免可能导致事故的接触风险,或者应在持续存在风险之处装配防护或保护装置。

要考虑机器部件的形状和相对位置,例如,通过加大运动件之间的最小间距来使人体相应部位可以安全地进入或者通过减小间距来使人体的任何部位不能进入,从而避免挤压和剪切危险。

注: GB/T 12265 和 GB/T 23821 分别给出了防止人体部位挤压的最小间距和防止上下肢触及危险区的安全距离的相关规定。

防止发生接触运动件风险的防护或保护装置的选择见 4.4.2。

4.3.7.2 应采取一切必要措施防止运动件意外阻塞。对于即使采取了预防措施但仍有可能发生阻塞的情况,如果可行,则应提供能安全地排除阻塞的必要特定保护装置和工具。应通过机器的使用说明书和/或标志说明这些特定保护装置和工具及其使用方法。

4.3.8 失控运动

对于已停止的机器部件,应防止其因控制装置动作之外的其他任何原因从停止位置离开,或者应保

证离开不产生危险。

4.3.9 流体压力系统

4.3.9.1 机器的气动和液压设备的设计和制造应符合 GB/T 3766、GB/T 7932 的安全要求,并应使其符合下列要求:

- 不能超出回路的最大额定压力(例如,利用限压装置);
- 不因压力波动或升高、失压或真空而导致危险;
- 不因泄漏、零件失效而导致危险的流体喷射或软管突发危险运动(例如,甩动);
- 储气罐、蓄气瓶或类似容器(例如,充气蓄能器)符合相关的设计标准;
- 设备的所有元件,尤其是硬管和软管,有对有害外部影响(例如,机械损伤、过热表面等)的保护;
- 将机器与其动力源隔离时,蓄气瓶等类似容器(例如,充气蓄能器)自动卸压(见 4.5.15);如果无法实现,则提供将其隔离、局部卸压和压力指示的措施;
- 对机器与其动力源隔离后仍保持压力的所有元件,配备标识明显的卸压装置和对机器进行任何设置或维护前有必要将这些元件卸压的警示牌。

注: GB/T 19670—2023 中第 5 章给出了动力源隔离和能量释放的相关信息。

4.3.9.2 流体压力系统的硬管、软管和接头,特别是处于高压下的硬管、软管和接头,应能承受预知的内部和外部应力,且应有可靠的连接和/或保护,以确保破裂不引发风险。

可拆开的液压动力系统(例如,为使用可互换设备)应配有合适的自密封接头件,并应有防止错误再连接的措施(例如,使用不可互换的接头件或有明确的永久性标志的接头件)。

设置在距操作者 1 m 之内且压力大于 5 MPa 和/或温度高于 60 °C 的流体压力管路,应有在其失效和/或破裂时确保操作者不受伤害的安装和保护。

注: 有关防护装置见 GB/T 25607。

4.4 安全防护及补充保护措施

4.4.1 通则

当本质安全设计和制造措施无法合理地消除危险或充分减小风险时,应使用防护装置和保护装置来保护人员。也可能不得不采用包括附加设备(例如,急停装置)在内的补充保护措施。

4.4.2 防护装置和保护装置的选择和使用

4.4.2.1 一般要求

对具体机器的安全防护装置的正确选用,应基于对该机器的风险评估。应根据运动件的性质和进入危险区的需求,来选择和使用防护装置和保护装置。

4.4.2.2 正常运行期间不需进入危险区

机器正常运行期间不需要进入危险区时,应有但不限于下列一种或多种安全防护装置:

- a) 固定式防护装置(见 4.4.3.2.1);
- b) 带或不带防护锁定的联锁防护装置(见 4.4.3.2.2);
- c) 自关闭式防护装置;
- d) 敏感保护设备,例如,电敏保护设备[见 GB/T 19436(所有部分)]或压敏保护装置[见 GB/T 17454(所有部分)]。

注 1: 固定式防护装置见 GB/T 8196, 联锁防护装置见 GB/T 8196 和 GB/T 18831, 自关闭式防护装置见 GB/T 8196—2018 中 3.3.2。

注 2: 敏感保护设备的选择和使用见 GB/T 15706—2012 中 6.3.2.5 和 GB/T 29483。

4.4.2.3 正常运行期间需进入危险区

机器正常运行期间需要进入危险区时, 应有但不限于下列一种或多种安全防护装置:

- a) 带或不带防护锁定的联锁防护装置(见 4.4.3.2.2);
- b) 敏感保护设备, 例如, 电敏保护设备[见 GB/T 19436(所有部分)];
- c) 可调式防护装置(见 4.4.3.2.3);
- d) 自关闭式防护装置;
- e) 双手操纵装置。

注 1: 联锁防护装置见 GB/T 8196 和 GB/T 18831, 自关闭式防护装置见 GB/T 8196—2018 中 3.3.2。

注 2: 敏感保护设备的选择和使用见 GB/T 15706—2012 中 6.3.2.5 和 GB/T 29483。

注 3: 双手操纵装置见 GB/T 19671。

4.4.2.4 在机器设置、示教、过程转换、故障查找、清理或维护时需进入危险区

机器的设计要尽可能使得用于保护生产操作的安全防护装置, 也能保护进行设置、示教、过程转换、故障查找、清理或维护的人员的安全, 而不妨碍他们执行其任务。此类任务应在风险评估中作为机器的使用部分进行识别和考虑。

注: 在进行一些不需机器与其动力源保持接通的工作任务(特别是维护和修理任务)时, 机器停止后的动力源的隔离和能量消散(见 4.5.15, 另见 GB/T 19670—2023 中 4.2 和第 5 章)能确保最高等级的安全水平。

4.4.2.5 其他保护装置

当机器需要操作者连续操控(例如, 移动式机器、起升装置), 且操作者的错误可能导致危险状态时, 则机器应配有使其运行保持在规定限度内的必要装置, 特别是:

- 当操作者对危险区的可视性不充分时;
- 当操作者对安全相关参数(距离、速度、质量、角度等)的实际值缺乏了解时;
- 当危险是由操作者控制之外的操作引发时。

应有但不限于下列一种或多种必要装置:

- a) 限制运动参数(距离、角度、速度、加速度)的装置;
- b) 超载和力矩限制装置;
- c) 防止与其他机器碰撞或干涉的装置;
- d) 防止对移动式机器的步行操作者或其他行人产生危险的装置;
- e) 防止组件和成套件应力过大的扭矩限制装置或断裂点;
- f) 限制压力或温度的装置;
- g) 监控排放的装置;
- h) 防止操作者不在控制位置时运行的装置;
- i) 防止稳定器不在位时进行起重操作的装置;
- j) 限定机器在斜面上的倾斜度的装置;
- k) 确保部件在移动之前处于安全位置的装置。

由上述装置触发的自动保护措施(例如, 危险运动的自动停止)使机器的运行脱离操作者的控制, 因此有必要预先或同时发出警示信号(见 4.7.2), 以使操作者能采取适当的行动。

4.4.3 对防护和保护装置的要求

4.4.3.1 通用要求

防护装置和保护装置的设计要考虑相关的机械危险和其他危险而适于预定使用。防护装置和保护装置应与机器的工作环境协调,且其设计应使其不易被弃用。为减少其被弃用的诱因,应将防护装置和保护装置对机器运行期间和生命期其他各阶段活动的干涉降至最低程度。

注 1: 其他信息见 GB/T 8196、GB/T 16855.1、GB/T 19671、GB/T 18831、GB/T 17454(所有部分)、GB/T 19436(所有部分)和 GB 28526。

防护装置和保护装置应:

- 可靠、结构坚固;
- 可靠地保持在位;
- 不增加任何附加危险;
- 不易被绕过或使其不起作用;
- 其定位与危险区有足够的距离;
- 对观察生产过程的视野阻碍最小;
- 只允许进入不得不进行工作的区域,以能进行工具安装和/或更换以及维护等必要工作,并且如果可能则不需移除防护装置或弃用保护装置。

注 2: 防护装置的安全距离见 GB/T 19876 和 GB/T 23821。

注 3: 防护装置的开口见 GB/T 23821。

4.4.3.2 对防护装置的补充要求

4.4.3.2.1 固定式防护装置

固定式防护装置应采用以下方式之一可靠地保持在位:

- 永久性固定(例如,通过焊接);
- 使用紧固件(螺栓、螺母)使其不用工具就不可能移除/打开。

当固定式防护装置被移除时,其紧固件应连在防护装置或机器上。

注 1: 固定式防护装置能装铰链以辅助打开。

注 2: 其他信息见 GB/T 8196。

4.4.3.2.2 活动式联锁防护装置

活动式联锁防护装置打开时,仍要尽可能地保持连于机器。

活动式联锁防护装置的设计和制造,应使其只有通过有意的行动才能对其进行调整,例如,使用工具或钥匙。

活动式联锁防护装置应结合联锁装置而具有下列功能:

- 防止危险的机器功能启动,直到防护装置闭合;
- 只要防护装置不闭合,就发出停机指令。

如果操作者可能在危险的机器功能引发的风险终止前触及危险区,则活动式联锁防护装置除应结合联锁装置外,还应结合防护锁定装置,从而具有下列功能:

- 防止危险的机器功能启动,直到防护装置闭合且被锁定;
- 保持防护装置的闭合和锁定,直到危险的机器功能引发的伤害风险终止。

活动式联锁防护装置的设计和制造应使得,当其某一部件缺失或失效时,危险的机器功能就停止或不能启动。

注：其他信息见 GB/T 18831 和 GB/T 8196。

4.4.3.2.3 限制进入的可调式防护装置

仅由于作业原因不能完全封闭危险区时，才可使用可调式防护装置。

根据所涉及的作业类型，可调式防护装置可手动或自动调整。手动可调式防护装置应：

- 在设计上使在规定操作期间的调整保持固定；
- 不使用工具就容易调整。

4.4.3.2.4 防护装置产生的危险

应注意防止可能由下列因素产生的危险：

- 防护装置的结构（锐边或尖角、材料、噪声发射等）；
- 防护装置的运动（由动力驱动的防护装置和由易坠落的重型防护装置产生的剪切或挤压区）。

4.4.3.3 对保护装置的补充要求

4.4.3.3.1 保护装置的选择或设计以及其与控制系统的连接，应使其正确地执行其安全功能。

4.4.3.3.2 保护装置的选择应基于其是否符合适当的产品标准[例如，关于有源光电保护装置的 GB/T 19436（所有部分）]，或者应根据 GB/T 16855.1 或 GB 28526 所规定的一项或多项原则进行设计。

4.4.3.3.3 保护装置的设置以及其与控制系统的连接应使其不能轻易被弃用。

4.4.3.3.4 保护装置只有通过主动操作才能进行调整。

4.5 其他危险的防范

4.5.1 电力供应

4.5.1.1 有供电的机器，其设计、制造和配备应使其能防止所有电气危险。

4.5.1.2 具体机器应符合与其相应的安全标准的有关要求。

注：对于机械电气设备的设计，GB/T 5226.1 给出了关于电路断开与接通以及防电击保护的一般规定。

4.5.2 静电

机器的设计和制造应防止或限制潜在的危险静电电荷积聚和/或配备放电系统。

4.5.3 非电动力源

采用非电动力源驱动的机器，其设计、制造和配备应使其避免所有与这类动力源相关的潜在危险。流体压力系统的相关规定另见 4.3.9。

4.5.4 安装错误

4.5.4.1 当安装或重装某些零部件可能出现错误而成为危险源时，则应通过零部件的设计和制造来使其避免发生这样的错误；若做不到，则应在零部件上和/或其罩壳上给出信息来避免错误安装。当为避免风险需要知道运动件的运动方向时，在运动件和/或其罩壳上也应给出同样信息。

如果安全需要，使用说明书中应给出关于这些风险的更详尽信息。

4.5.4.2 若错误连接可能成为危险源，则应通过设计来避免不正确的连接。如果做不到，则应通过提供有关连接件的信息并在适用时提供有关连接方式的信息来避免不正确的连接。

4.5.5 极端温度

4.5.5.1 应采取措施消除因接触或接近高温或极低温机器零部件或材料所引起的伤害风险。

4.5.5.2 应采取必要措施避免或防止高温或极低温材料飞出的风险。

4.5.6 防火

机器的设计与制造应使其避免由机器本身或机器使用或产生的气体、液体、粉尘、蒸汽或其他物质引起的任何失火或过热的风险。

4.5.7 爆炸

4.5.7.1 机器的设计和制造应使其避免由机器本身或机器使用或产生的气体、液体、粉尘、蒸汽或其他物质引起的爆炸风险。

4.5.7.2 预定用于爆炸性环境的机器,应根据爆炸性安全标准的规定,采用经适当选择的气动或液压控制系统以及机器操动器,使用本质安全的电气设备。

注:见 GB/T 3836.4 规定的由本质安全型“i”保护的设备。

4.5.8 噪声

4.5.8.1 机器的设计和制造要考虑技术的进步和降噪方法的可用性,降低机器噪声发射的风险,特别是降低声源的噪声。

注:见 GB/T 25078.1 和 GB/T 25078.2 给出的低噪声机器和设备设计实施建议。

噪声发射的水平可用类似机器可比的发射数据来评估。

4.5.8.2 防止噪声的补充保护措施包括:

- 隔声罩;
- 安装于机器的隔声屏;
- 消声器。

注:GB/T 19886 和 GB/T 20431 分别给出了隔声罩和消声器的噪声控制指南。

4.5.9 振动

4.5.9.1 机器的设计和制造要考虑技术的进步和减振方法的可用性,降低振动引起的对操作者的风险,特别是降低振源的振动。

振动水平可用类似机器可比的数据来评估。

4.5.9.2 防止振动的补充保护措施包括:

- 隔振器,例如,置于振源和暴露人员之间的减震装置;
- 弹性架;
- 悬浮座椅。

4.5.10 辐射

4.5.10.1 机器的辐射

4.5.10.1.1 机器的设计与制造应消除来自机器的不良辐射或将其降低到不会对人有不良影响的水平。

4.5.10.1.2 应将机器安装、运行和清理过程中的任何功能性电离辐射,限制在满足机器正常运行的最低水平。当存在风险时,应采取必要的保护措施。

4.5.10.1.3 安装、运行和清理过程中的任何功能性非电离辐射,应限制在对人员无不良影响的水平。

4.5.10.2 外部辐射

机器的设计与制造应使外部辐射不干扰其运行(操作)。

4.5.10.3 激光辐射

使用激光装置时,要考虑采取下列措施:

- 机器上的激光装置的设计与制造应使其防止任何意外辐射;
- 机器上的激光装置应加以防护,使其有效辐射、因反射或散射所产生的辐射以及二次辐射不会损害人身健康;
- 用于观察或调整机器上激光装置的视觉光学装置,不应因激光辐射导致损害人身健康的风险。

4.5.10.4 减小辐射的措施

减小辐射应有但不限于下列一种或多种措施:

- 避免使用危险辐射源;
- 在满足机器正常功能的情况下将辐射功率限制在最低水平;
- 通过设计使辐射源射线束聚集于目标上;
- 加大辐射源和操作者之间的距离或提供远程操作机器的装置。

减小非电离辐射的补充保护措施包括:

- 使用过滤和吸收装置;
- 使用衰减屏或防护装置。

注:机械辐射产生的风险的评价与减小见 GB/T 26118.1 和 GB/T 26118.3。

4.5.11 危险物质

4.5.11.1 对于机器或作业过程产生的危险物质,机器的设计和制造应避免其被吸入、摄入以及接触皮肤、眼睛、黏膜和渗透皮肤的风险。

4.5.11.2 如不能消除危险,则机器的配备应使危险物质能通过喷水、过滤而被容纳、捕获、散除、沉淀或通过其他同等有效的方法得到处理。可通过使用危害更小的物质或降低粉尘的工艺来减小危险物质的排放,也可采用下列补充保护措施:

- 机器的封闭(带负压的外壳);
- 带过滤的局部排气通风;
- 用液体加湿;
- 机器区域内的特殊通风(气幕、操作室)。

4.5.11.3 对于机器正常运行期间不能完全封闭的作业过程,用于容纳或捕获、过滤或分离以及散除的装置应位于有最大效果的位置。

4.5.11.4 如果机器的主要功能是应用危险物质,则 4.5.11.2 和 4.5.11.3 规定的保护措施不适用。但也应保护操作者免受暴露于这类危险排放的风险。

4.5.12 被机器困住

机器的设计、制造或配置应有防止人员被困在其内的措施。如果不可能做到,则应有但不限于下列一种或多种逃生和救援措施:

- 有困人危险的设施中的逃生通道和躲避处;
- 对急停后手动移动某些元件的安排;
- 对某些元件反向运动的布置;
- 下降装置的锚定点;
- 被困人员呼救的通信手段。

4.5.13 滑倒、绊倒或坠落

对人员易于在其上走动或站立的机器部件,其设计和制造应使其防止人员在或从其上滑倒、绊倒或坠落。

如果条件允许,这些部件应配备相对于使用者是固定的并能使其保持稳定性的抓手。

有关安全通道设施的规定另见 4.5.14。

4.5.14 机器的安全通道设施

机器的设计和制造应使操作以及与设置和/或维护相关的所有常规作业由在地面的人员实施。如果这不可能做到,则机器中应设有平台、阶梯/楼梯或其他设施,为执行这些任务提供安全通道。

工作用的步行区,只要有可能就应采用防滑材料制成,并且应根据其距地面的高度配备合适的护栏(见 4.5.13)。

在大型自动化设备中,应特别注意提供安全通道设施,例如,人行通道、输送桥或跨越点。

通往位于高处的机器部件的通道设施,应设有组合性的防坠落设施(例如,楼梯、阶梯及平台用的护栏和/或梯子的安全护笼)。必要时还应为防止人员从高处坠落的个体防护装备提供挂点(例如,在用于起升人员或带有升降式控制站的机器的运载装置中)。

注 1: 挂点见 GB 30862。

只要有可能,开口都应朝安全位置打开。其设计应使其防止因意外打开产生的危险。

应为进出提供必要的辅助设施(例如,台阶、抓手等)。控制装置的设计和定位应防止其被用作进出的辅助设施。

注 2: 详细规定见 GB/T 17888(所有部分)、GB/T 17300。

4.5.15 动力源隔离和能量消散

机器(或规定的机器部件)应配备将其与所有动力源隔离(脱离、分离)的器具。此类隔离器应清晰标识。如果重新接通动力源可能危及正在执行任务的operator或其他人员,则应能将隔离器锁定或通过其他方式固定在隔离位置。

动力源切断后,应能够正常消散机器(或规定的机器部件)回路中剩余或储存的能量直到对人员无风险。如果不可能,则应抑制(遏制)任何可导致危险的剩余或储存能量。

还应通过安全工作程序验证上述隔离、锁定和消散行动是否达到了预期效果。

注: 详细规定见 GB/T 19670—2023 中第 5 章、GB/T 5226.1—2019 中 5.5 和 5.6。

上述要求也有例外,例如,为夹持部件、保护信息、内部照明等,某些回路可能仍需与其能源保持连接。在这种情况下,应采取专门措施确保operator的安全(见 4.2.5.3)。

4.6 对设置、调整、维护、修理、清理和服务等的补充要求

4.6.1 设置、调整、维护、修理、清理和服务等的作业点应位于危险区之外。应在机器停止时,才能进行这些作业。

如果由于技术原因而不能满足上述一个或多个条件,应采取措施确保能安全地进行这些作业(见 4.2.5.3)。

另见 4.5.14 对机器安全通道设施的要求和 4.5.15 对动力源隔离和能量消散的要求。

对于自动化机器或必要的其他机器,应提供用于安装故障诊断系统的连接装置。

注: 辅助故障查找的诊断系统见 GB/T 15706—2012 中 6.2.11.12。

4.6.2 机器的设计、制造和配备应限制其对operator干预的需要。如不能避免operator的干预,则应使operator能容易和安全地进行干预。

4.6.3 机器的设计与制造应使在不进入的情况下就能清理那些含有危险物质或混合物的内部零部件；也应能从外部进行任何必要的阻塞清除工作。如果进入机器内部不可避免，则机器的设计和制造应使清理工作能安全地进行。

4.7 使用信息

4.7.1 通则

4.7.1.1 使用信息应以单独或组合的形式涵盖机器的运输、组装和安装、试运转、使用(设置、示教、过程转换、故障查找、清理或维护)以及拆卸、停用和报废。

注：编制使用信息是机器设计的组成部分。

使用信息应明确、清晰、恰当和完整。

4.7.1.2 应向使用者提供关于机器预定使用的信息，其中应特别考虑到机器的所有运行模式。

使用信息应包括确保安全和正确使用机器所需的所有指导。因此，使用信息也应向使用者告知或警示剩余风险。

如果适用，使用信息应指明：

- 所需的培训；
- 所需的个体防护装备；
- 可能需要的附加防护装置或保护装置。

使用信息不应排除根据机器的名称和描述而可合理预见的机器用途，还应对不按使用信息中描述的方式而按其他方式使用机器所产生的风险进行警告，其中要特别考虑到可合理预见的误用。

4.7.2 警示装置

4.7.2.1 视觉信号(例如，闪光灯)和听觉信号(例如，声响警示器)可用作警示临近的危险事件，例如，机器启动或超速。此类信号也可用作在触发自动保护措施前警示操作者(见 4.4.2.5)。

此类信号应满足下列基本要求：

- a) 在危险事件发生之前发出；
- b) 含义明确；
- c) 能被明显感知到，并且区别于所用的其他所有信号；
- d) 易被操作者和其他人员明确识别。

注：对此类信号的其他要求见 GB/T 18209.1。

4.7.2.2 警示装置的设计和定位应使其易于检查。使用信息应规定所用警示装置的定期检查。

4.7.3 机器上的信息、标志和警示

4.7.3.1 一般要求

4.7.3.1.1 标志/符号或书面警示不应只有“危险”的字样。

4.7.3.1.2 标志/符号和书面警示应耐久、清晰、易于理解且含义明确，特别是那些与机器功能相关的部分。与书面警示相比，应优先使用易于理解的图形符号。

4.7.3.1.3 标志应符合公认的标准。

注 1：图形符号的相关规定见 GB/T 3168 或 GB/T 16273.1。

注 2：有关电气设备的标志见 GB/T 5226.1，有关液压和气动设备的标志见 GB/T 3766 和 GB/T 7932。

注 3：其他信息见 GB/T 18209.2。

4.7.3.2 控制用信息和信息装置

4.7.3.2.1 所有控制装置均应有标志(见 4.7.3.1)。

4.7.3.2.2 控制机器所需的信息应明确易懂。

4.7.3.2.3 操作者和机器之间的可视显示器或任何其他互动通信设备,应易于理解和使用。

4.7.3.3 剩余风险的警示

4.7.3.3.1 尽管采取了本质安全设计措施、保护和补充保护措施,但仍存在风险时,应设有包括警示装置(见 4.7.2)在内的必要警示。

4.7.3.3.2 如果无人监管的机器运行时可能因故障而危及人员的健康和安全,则机器的配备应使其发出适当声音或光信号作为警示。

4.7.3.4 机器的标志

4.7.3.4.1 机器应有符合 4.7.3.1~本条要求的标志。

4.7.3.4.2 用于明确识别机器的标志(标牌),应包括但不限于下列内容:

- 生产者的名称和地址;
- 机器的名称;
- 系列或类型的名称;
- 产品编号或序列号;
- 出厂日期。

4.7.3.4.3 符合强制性要求时,应按其规定表明标志和有关事项,例如,在潜在爆炸环境中的预定使用。

4.7.3.4.4 机器应有针对安全使用的必要标志。

4.7.4 使用说明书(包括其他随行文件)

4.7.4.1 基本要求

使用说明书的起草和制作的要求如下。

- a) 与机型的关系:使用信息应明确联系机器的特定机型,如必要,还应与更具体的机型(例如,通过产品编号或序列号)相联系。
- b) 信息传递原则:起草使用信息时,应遵循“观察—思考—使用”的信息传递过程和顺序;应预先提出“如何做?”“为什么?”等问题并给出答案。
- c) 术语及单位:使用信息要尽量简明,术语及单位的表述应一致,对不常用的技术术语,应给出明确的解释。
- d) 插图:只要有助于理解,就应为文本配插图。插图应用详细的文字说明来进行补充,以能找到相关部件的位置并将其识别出来。
- e) 表格:以表格形式给出信息有助于理解时,要考虑以表格形式给出。
- f) 颜色:要考虑使用颜色来进行区分,尤其对于要求快速识别的部件。
- g) 字体:字体和大小应有易辨识度;安全警告和/或注意事项应通过使用颜色、符号和/或大号字体来加以强调。
- h) 目录和/或索引:如果使用信息较多,则应给出目录和/或索引。
- i) 易用性:含有需要立即行动的安全相关说明,应以操作者随时可用的形式给出。
- j) 耐久性:使用说明文件应持久耐用(即能经受频繁拿取翻看);如果采用电子形式保存使用信息,则关于需要立即行动的安全相关问题的信息,应始终有随时可用的耐久性拷贝备份。

4.7.4.2 内容

4.7.4.2.1 使用说明书应包括但不限于 4.7.4.2.2~4.7.4.2.12 的内容。

4.7.4.2.2 机器自身的信息,包括但不限于:

- 生产者或其授权代表的名称和详细地址;
- 机器名称、型式或系列;
- 机器、机器配件、防护装置和/或保护装置的详细说明;
- 机器预定的全部应用范围,包括禁止的用途;
- 图表(尤其是安全功能的图示);
- 电气设备的技术文件。

注:电气设备技术文件的相关信息见 GB/T 5226(所有部分)。

4.7.4.2.3 机器运输、搬运和贮存信息,包括但不限于:

- 机器的贮存条件;
- 机器和通常需要单独运输的部件的尺寸、质量以及必要的重心位置;
- 搬运用的指示(例如,起重设备用起吊点的图形标志);
- 为保证运输、搬运和贮存作业安全进行检查的说明,包括进行这些作业时机器满足稳定性要求的条件。

4.7.4.2.4 机器安装、拆卸(适用时)和试运转信息,包括但不限于:

- 固定/锚定以及抑制噪声和振动的要求;
- 组装和安装、拆卸以及试运转条件(包括人员条件);能安全地进行这些作业的说明,包括在进行这些作业期间应采取的保护措施、机器满足稳定性要求的条件;
- 组装、安装、拆卸和连接说明,包括图样、图表、连接方式和底盘(底架)或安装在其上的装置的名称;连接包括机器与动力源连接的说明(尤其是防止电气过载的说明);
- 使用和维护所需的空间;
- 允许的环境条件(例如,温度、湿度、振动、电磁辐射);
- 废弃物的清除/处置建议;
- 有关使用者应执行的保护措施的建议,例如,附加安全防护装置、安全距离、安全标志和信号;适用时,需要用户提供的个体防护装备的说明。

4.7.4.2.5 机器使用的信息,包括但不限于:

- 预定使用;
- 操作者可用的操作位置和手动控制装置(操纵器)的描述;
- 设置和调整;
- 停机的模式和方法(尤其是急停);
- 仍然存在的剩余风险的信息;
- 某些应用和使用某些配件所能产生的特殊风险以及适于此类应用的必要特殊安全防护装置的信息;
- 可合理预见的误用和禁止的应用,包括机器不应以某种方式使用的警告,这些使用禁止是经验表明可能发生的;
- 可配备于机器的可作业工具的基本特性;
- 修理和干预后重新启动用的故障识别和定位的信息;
- 由用户采取的保护措施和对操作者培训的说明,适用时,包括需要用户提供的个体防护装备的说明。

4.7.4.2.6 检查和维护信息,包括但不限于:

- 应由使用者执行的调整和维护操作的描述以及应遵守的预防性维护措施;
- 安全功能检查的性质和频次;
- 所用备件详细说明,当使用这些备件时可能影响操作者和有关人员的健康与安全时;

- 能安全地进行调整、检查和维修的说明,包括在进行这些作业期间应采取的保护措施、机器满足稳定性要求的条件;
- 检查和维护人员的条件及其可实施的相应工作的说明;
- 机器维护和修理以及检查其正确功能和查找故障所必需的图样、图表、描述和说明。

4.7.4.2.7 停用和报废的信息。

4.7.4.2.8 紧急状态的信息,包括但不限于:

- 在事故或破坏事件中所遵循的操作方法;如可能发生阻塞,则能安全去除设备阻塞所遵循的操作方法;
- 所用的灭火设备类型;
- 关于可能排放或泄漏危险物质的警告,如有可能,指明防止其影响的措施。

4.7.4.2.9 机器的噪声发射及相关信息。

4.7.4.2.10 手持、手导和乘驾操作的机器传递给操作者的振动的信息。

4.7.4.2.11 如果机器排放的辐射、危险气体、粉尘可能对人员造成伤害,则给出有关测量数据并提及所用的测量方法。

4.7.4.2.12 如果机器可能排放对人员、特别是对带有活性或非活性植入式医学装置的人员造成伤害的非电离辐射,则给出对操作者和暴露人员排放辐射的信息。

5 对便携手持式和/或手导式机器的补充要求

5.1 通则

本章的要求是对第4章中有关便携手持式和/或手导式机器要求的补充或修改。

注1: 便携手持式机器在使用期间由操作者携带(用或不用背带帮助)。

注2: 便携手导式机器是其重量完全或部分被支撑(例如,在工作台上、被加工的材料或工件上、地板或地面上)的便携式机器,使用期间由操作者的手引导其移动。手导式机器包括手扶式机器。

5.2 稳定性和控制装置

5.2.1 根据机器的类型,便携手持式和/或手导式机器应具有足够大的支撑面、数量足够且尺寸适当的把手和支撑件,并且其布置应确保机器在预定运行条件下的稳定性。

5.2.2 除非在技术上不可能或有独立的控制装置,否则在松开把手不能保证安全的情况下,应安装手动启动和停机控制装置,且手动启动和停机控制装置的布置方式应使操作者不松开把手就能对其进行操作。

操作者松开把手后,机器不应存在意外启动或继续运转的风险。如果此要求在技术上不可行,则应采取有同等效力的措施。

机器的设计和制造应使其把手能直接启动机器和停机。

5.2.3 如果安全需要,则应使操作者能目测观察到危险区以及工具和被加工的材料的动作。

5.2.4 机器应有带抽取连接出口的装置或所连接的排泄系统带有抽取连接出口或等效系统,以捕获或减小危险物质的排放。如果此要求导致新危险,或者机器的主要功能是危险物质的应用,或者对于内燃机排放,则此要求不适用。

5.3 使用说明书

使用说明书应给出下列由便携手持式或手导式机器传递的用加速度(m/s^2)表示的振动信息:

- 手-臂系统受到的连续振动的振动总值;
- 手-臂系统受到的重复发生的冲击振动的加速度峰值的平均值;

——以上两类测量的不确定度。

6 对移动式机器的补充要求

6.1 通则

本章的要求是对第4章中有关移动式机器要求的补充或修改。

6.2 工作位置

6.2.1 驾驶位置

6.2.1.1 驾驶位置的可视性,应使驾驶员可在保证自身和暴露人员安全的前提下,在可合理预见的使用条件下操作机器及其作业工具。当因直接视野不足而可能导致风险时,应提供合适的装置来予以弥补。

6.2.1.2 对于驾驶员乘驾的机器,其设计和制造应使驾驶员没有从驾驶位置因疏忽而触及车轮或履带的风险。

6.2.1.3 对于驾驶员乘驾的驾驶位置,只要空间允许且不增加风险,其设计和制造应使其可安装驾驶室。驾驶室内应有放置驾驶员所需的使用说明书的位置。

6.2.2 座位

对于运载操作者或其他人员的机器,如果机器滚翻或倾翻时其乘员可能会受到机器部件与周围环境之间的挤压而存在风险时,特别是对于配有6.4.3或6.4.4提及的保护结构的机器,则机器的设计或配备的约束系统应能使人员保持在其座位上或保护结构中,而不会限制操作所必需的移动或因座位的悬架而导致的相对于结构的移动。

此类约束系统或设备要考虑人类工效学原则,如果其增加风险,则不应配置。

6.2.3 其他人员的位置

如果使用条件规定非驾驶人员可偶尔或经常由机器运载或在其上工作,则应为其提供能使他们在被机器运载或在其上工作时没有风险的适当位置。

为非驾驶人员提供的位置也应符合6.2.1.2和6.2.1.3的规定。

6.2.4 监管功能

如果相关,自主移动式机器应有对自主模式特定的监管功能。该功能应允许监管员远程接收来自机器的信息。监管功能应只允许远程停止和启动机器或将其移到安全位置并处于安全状态,以避免引发其他风险。其设计和制造应使只有当监管员能直接或间接看到机器的移动和工作区域以及保护装置可起作用时,才允许采取这些行动。

当监管功能处于激活状态时,监管员从机器收到的信息应使其可完整和准确地了解机器在其行驶和工作区域的操作、移动和安全位置。

这些信息应警示监管员当前或即将发生的需要其进行干预的不可预见情况或危险状态。

如果监管功能未激活,则机器应不能运行。

6.3 控制系统

6.3.1 通则

6.3.1.1 安全需要时,应采取措施防止未经授权而使用控制装置。

6.3.1.2 对于遥控,每一控制单元应能明确识别其要控制的机器。

6.3.1.3 遥控系统的设计和制造应使其只能影响：

- 所针对的机器；
- 所针对的功能。

6.3.1.4 对于遥控的机器，其设计和制造应使其只能响应来自预定控制单元的信号。

6.3.1.5 对于自主移动式机器，其控制系统的设计应使其自行执行本章规定的安全功能，即使是通过使用远程监管功能的命令来进行动作时也应如此。

6.3.2 控制装置

6.3.2.1 驾驶员应能从驾驶位置操作机器运行所需的所有控制装置，但只有使用位于非驾驶位置的控制装置才能安全操作的功能除外。这些功能包括驾驶员不得离开驾驶位置才能安全控制的功能，特别是由非驾驶员的操作者负责操作的功能。

6.3.2.2 如果有踏板，则其设计、制造和安装应能使驾驶员以最小的操作错误风险来进行安全操作。踏板应有防滑表面且易于清理。

6.3.2.3 如果控制装置运行可能导致危险，特别是危险的运动，则除具有预设位置的控制装置外，均应在操作者松开后立即返回到中位。

6.3.2.4 对于轮式机器，其转向系统的设计和制造，应使其能减小因导向车轮受到冲击而导致方向盘或转向杆突然动作的力。

6.3.2.5 任何锁定差速器的控制装置，其设计和布置应容许在机器移动时解锁差速器。

6.3.2.6 移动式机器应配备 4.2.2.3 提及的听觉和/或视觉警示信号，但只在倒车时使用。

6.3.3 启动/移动

6.3.3.1 由驾驶员乘驾的自行式机器，其所有行走移动应在驾驶员的控制下才能进行。

6.3.3.2 如果因为作业需要，机器配备了超过其正常净空区域的装置（例如，稳定器、臂架等），则应为驾驶员提供易于检查的措施，以在移动机器之前确认该装置是否处于允许机器安全移动的特定位置。

该规定也适用于为允许机器安全移动而应锁定在特定位置的所有其他部件。

为不引发其他风险，机器应在上述部件安全定位后才能移动。

6.3.3.3 发动机启动时，机器应不可能发生意外移动。

6.3.3.4 自主移动式机器的移动要考虑到与移动和工作区域相关的风险。

6.3.4 行走功能

6.3.4.1 自行式机器及其挂车应满足减速、停止、制动和静止不动的要求，以确保在所有允许的作业、承载、速度、地面和坡度条件下的安全。

6.3.4.2 驾驶员应能通过主控装置减速和停止自行式机器。如果安全需要，则应提供在主控装置失效或驱动主控装置所需的能源不足情况下使机器减速和停止的紧急装置，该紧急装置应有完全独立且易于接近的控制装置。

6.3.4.3 如果安全需要，则应提供使停止的机器保持不动的驻车装置。如果该装置是纯机械式的，则其可与 6.3.4.2 中提及的装置之一组合在一起。

6.3.4.4 遥控式机械应配备能在下列情况下防止潜在危险操作、自动且立即停止运行的装置：

- 驾驶员失去对机器的控制；
- 收到停机信号；
- 系统中的安全相关部件检测到故障；
- 在规定时间内没有检测到确认信号。

6.3.4.5 4.2.4 的规定不适用于行走功能。

6.3.4.6 如果风险评估认为必要,则自主移动式机器符合下列要求之一或两者都符合:

- 应在配有外围保护系统(包括防护装置或保护装置)的封闭区域内移动和工作;
- 如果附近的人、家畜或其他障碍物可能对机器的安全运行造成风险,则机器应配备预定用于探测此类障碍物的装置。

6.3.4.7 移动式机器包括自主移动式机器以及与其相连的一个或多个挂车或被牵引设备的移动,不应对在机器、挂车或被牵引设备危险区内的人员、家畜或此类其他障碍物造成风险。

6.3.5 步行操控式机器的移动

6.3.5.1 步行操控的自行式机器应只有通过驾驶员对相关控制装置的持续作用才能移动。特别是启动发动机时,机器应不可能移动。

6.3.5.2 步行操控式机器控制系统的设计,应使其将机器朝向驾驶员的意外移动所引起的风险降至最低,特别是下列风险:

- 挤压;
- 来自旋转作业工具的伤害。

6.3.5.3 步行操控的非遥控移动式机器,其行走速度应与驾驶员的步行速度相协调。

6.3.5.4 对于可安装旋转作业工具的机器,当倒车控制器起作用时,应不可能驱动工具,除非机器的运动是由工具的运动导致的。对后一种情况,应使倒车的速度不危及驾驶员。

6.3.6 控制回路失效

6.3.6.1 如果机器安装了助力转向,则动力源失效时不应妨碍机器在停止前转向。

6.3.6.2 对于自主移动式机器,转向系统失效不应影响机器的安全。

6.4 机械危险的防范

6.4.1 失控运动

机器的设计和制造以及适用时在其移动式支撑结构上的布置,应确保机器移动时其重心的失控摆动不影响其稳定性,也不对其结构施加过大的应力。

6.4.2 运动的传动件

如果只能使用工具或钥匙,或位于驾驶位置的控制器才能打开发动机舱,则用来防止接近发动机舱中运动件的活动式防护装置不需要有联锁装置,但前述控制器的位置还应能防止未经授权使用。

6.4.3 滚翻和倾翻

6.4.3.1 载有驾驶员、操作者或其他人员的自行式机器,若有滚翻和倾翻风险,则在不增加风险的前提下,应为机器配备适当的保护结构。

6.4.3.2 在机器滚翻和倾翻的事件中,保护结构应为乘驾人员提供足够的挠曲极限量(DLV)。

6.4.3.3 生产者应对每类保护结构进行适当的试验,以验证其是否符合 6.4.3.2 的要求。

注:滚翻保护结构的试验见 GB/T 17922。

6.4.4 坠落物

6.4.4.1 载有驾驶员、操作者或其他人员的自行式机器,若存在因物体或材料坠落引起的风险,则机器的设计和制造要考虑该风险,并且如果其尺寸允许,则应配备适当的保护结构。

6.4.4.2 在物体或材料坠落事件中,保护结构应为乘驾人员提供足够的挠曲极限量(DLV)。

6.4.4.3 生产者应对每类保护结构进行适当的试验,以验证其是否符合 6.4.4.2 的要求。

注:落物保护结构的试验见 GB/T 17771。

6.4.5 通道装置

把手和阶梯的设计、制造和布置,应使操作者自然地使用这些装置,而不要使用控制装置来协助进入。

注:通道装置见 GB/T 17300。

6.4.6 牵引装置

所有用于牵引或被牵引的机器,应配有牵引或联接装置。此类装置的设计、制造和布置应确保能方便和可靠地进行联接和分离,并能防止使用期间意外脱开。

只要牵引杆承载需要,此类机器就应配有支承装置,该支承装置应有适于载荷和地面的支承面。

6.5 其他危险的防范

6.5.1 蓄电池

6.5.1.1 蓄电池应牢靠地固定在通风的空间中,以避免危险气体(例如,氢气、酸蒸汽)聚集。蓄电池应配有手柄和/或把手,以便于移除。

6.5.1.2 蓄电池和/或蓄电池定位的设计、制造或封盖,应最大程度地减小在机器倾翻、蓄电池充电和维护期间电池酸液或酸蒸汽对操作者和维护人员的任何危险。

6.5.1.3 带电件(未连至机架)和/或接头应用绝缘材料包覆。

6.5.1.4 蓄电池应便于断开,例如,通过快速接头或易接近的隔离开关。

6.5.2 防火

6.5.2.1 工作质量大于 1 500 kg 的机器,应设有操作者易于接近的放置灭火器的空间,或者有不妨碍操作者安全离开机器的内置式灭火系统。

6.5.2.2 操作室内部装饰材料应采用阻燃材料制作。

6.5.3 危险物质的排放

以危险物质的应用为主要功能的由驾驶员乘驾的移动式机器,应配备过滤驾驶室或有同等效力的安全措施。

6.6 使用信息

6.6.1 标志/符号、信号和警示

6.6.1.1 所有机器应有相关使用、调整和维护的标志/符号和/或指示牌,以确保人员的健康和安全。这些标志或指示牌的选择、设计和制造,应使其清晰可见且难以消除。

6.6.1.2 驾驶员乘驾的机器应有下列装置:

- 警示人员的听觉警示装置;
- 与预定使用条件相关的灯光信号系统;本要求不适用于预定只在地下作业且无电力的机器;
- 如果安全需要,则挂车与机器之间应有用于信号操作的适当连接。

6.6.1.3 在正常使用状态下对暴露人员有撞击或挤压风险的遥控机器,应配有适当的表明其运动的信号装置,或者配有保护人员免受此类风险的装置。此规定同样适用于在使用时持续沿单一轴线做前后运动而驾驶员无法直接看到机器后部区域的机器。

6.6.1.4 机械的制造应使其警示和信号装置不会被无意弃用。如果此类装置对安全至关重要,则应提供检查其是否处于良好工作状态的措施,且其失效应让操作者清晰可见。

6.6.1.5 机器或其作业工具的运动特别危险,机器上应有在工作时切勿靠近的警示标志;该标志应在危险区之外清晰可见,以确保不得不在机器附近的人员安全。

6.6.2 参数标志

6.6.2.1 应将下列信息以清晰和难以消除的方式表示在机器上:

- 标称功率,单位为千瓦(kW);
- 最常用配置的质量,单位为千克(kg)。

6.6.2.2 配有牵引连接装置的,应将下列信息以清晰和难以消除的方式表示在机器上:

- 牵引连接装置处的最大牵引拉力,单位为牛顿(N);
- 牵引连接装置处的最大垂直载荷,单位为牛顿(N)。

6.6.3 使用说明书

6.6.3.1 多种用途

基于所用设备(装置)而允许有几种用途的机器和可互换设备的使用说明书,应包含安全组装、主机的使用和可安装的可互换设备的必要信息。

6.6.3.2 自主移动式机器

自主移动式机器的使用说明书应说明其预定的行走区、工作区和危险区的特征。

7 对预定用于地下作业的机器的补充要求

7.1 通则

本章的要求是对第4章中有关预定用于地下作业的机器要求的补充或修改。

在地下停车场、地下商城、地下室或类似地面之下的建筑物进行作业的机器,不属于预定用于地下作业的机器。

7.2 停机

用于地下作业的在轨道上运行的自行式机器,应配备作用于控制机器运动的回路、在驾驶员不再控制运动时停止机器的使能装置。

7.3 防火

7.3.1 对于含有高度易燃性部件的机器,应配备内置式灭火系统。

7.3.2 预定用于地下作业的机器,其制动系统的设计与制造应使其不产生火花或导致失火。

7.3.3 使用内燃发动机的地下作业机器,应只配置使用低汽化压力燃料且不产生电火花的内燃机。

7.4 废气排放

内燃发动机的废气不应向上排放。

7.5 气体检测

预定用于地下作业的机器应配置必要的气体检测装置,当气体含量超过限值时具备报警和停机

功能。

注：本规定适用于全断面隧道掘进机（包括盾构机、岩石隧道掘进机、进入作业的顶管机），不适用于钻爆法隧道施工装备。

8 对配备起升作业装置的机器及其起升装置的补充要求

本章的要求是对第4章中有关起升装置要求的补充或修改。

如果机器配有起升作业装置，则应符合相关机器的安全标准（例如，附录A所列标准）对其起升作业装置的要求。

附 录 A
(资料性)
对具体机器或机种的安全标准

有关具体机器或机种的安全标准见表 A.1。

表 A.1 有关具体机器或机种的安全标准

序号	机器类别	标准编号及章条号	标准名称及标题名称
1	混凝土及砂浆机械	GB 28395	混凝土及灰浆输送、喷射、浇注机械 安全要求
		GB/T 37168	建筑施工机械与设备 混凝土和砂浆制备机械与设备安全要求
2	钻孔和基础施工设备	GB/T 43746.1—2024	钻孔和基础施工设备安全要求 第1部分:通用要求
		GB/T 43746.2	钻孔和基础施工设备安全要求 第2部分:建筑施工用移动式钻机
		GB/T 43746.3	钻孔和基础施工设备安全要求 第3部分:桩和其他基础施工设备
		GB/T 43746.1—2024 中第8章	对喷射、灌浆和注浆设备的补充安全要求
		GB/T 43746.1—2024 中第9章	对可互换附属设备的补充安全要求
		GB/T 37465	建筑施工机械与设备 履带式强夯机安全要求
3	隧道施工机械	GB/T 34650	全断面隧道掘进机 盾构机安全要求
		GB/T 40127	全断面隧道掘进机 顶管机安全要求
		GB/T 41051	全断面隧道掘进机 岩石隧道掘进机安全要求
4	道路施工与养护设备	GB 26504	移动式道路施工机械 通用安全要求
		GB 26505	移动式道路施工机械 摊铺机安全要求
		GB/T 30750	道路施工与养护机械设备 路面处理机械 安全要求
		GB/T 30752	道路施工与养护机械设备 沥青混合料搅拌设备 安全要求
		GB/T 30753	移动式道路施工机械 路面铣刨机安全要求
		GB/T 30754	移动式道路施工机械 稳定土拌和机和冷再生机安全要求
		GB/T 36156	道路施工与养护机械设备 除雪机械安全要求
		GB/T 36513	移动式道路施工机械 夯实机械安全要求
		GB/T 38196	建筑施工机械与设备 地面切割機 安全要求
5	建筑物拆除或处理机械	GB/T 38270	建筑施工机械与设备 移动式拆除机械 安全要求
		GB/T 30751	建筑施工机械与设备 移动式破碎机 安全要求

表 A.1 有关具体机器或机种的安全标准（续）

序号	机器类别	标准编号及章条号	标准名称及标题名称
6	工程建材制品机械	GB/T 36515	混凝土制品机械 砌块成型机安全要求
7	钢筋及预应力机械	GB/T 38176	建筑施工机械与设备 钢筋加工机械 安全要求
8	便携、手持、内燃机式 切割机	GB/T 39981	建筑施工机械与设备 便携、手持、内燃机式切割机 安全要求

参 考 文 献

- [1] GB/T 3168 数字控制机床 操作指示形象化符号
- [2] GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的設備
- [3] GB/T 5226(所有部分) 机械电气安全 机械电气设备
- [4] 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
- [5] 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
- [6] GB/T 12265 机械安全 防止人体部位挤压的最小间距
- [7] GB/T 12903 个体防护装备术语
- [8] GB/T 16273.1 设备用图形符号 第1部分:通用符号
- [9] GB/T 16754 机械安全 急停功能 设计原则
- [10] GB/T 16856 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例
- [11] GB/T 17161 机床 控制装置的操作方向
- [12] GB/T 17300 土方机械 通道装置
- [13] GB/T 17454(所有部分) 机械安全 压敏保护装置
- [14] GB/T 17771 土方机械 落物保护结构 试验室试验和性能要求
- [15] GB/T 17799.2 电磁兼容 通用标准 第2部分:工业环境中的抗扰度标准
- [16] GB 17799.4 电磁兼容 通用标准 第4部分:工业环境中的发射
- [17] GB/T 17888(所有部分) 机械安全 接近机械的固定设施
- [18] GB/T 17922 土方机械 滚翻保护结构 实验室试验和性能要求
- [19] GB/T 18209.1 机械电气安全 指示、标志和操作 第1部分:关于视觉、听觉和触觉信号的要求
- [20] GB/T 18209.2 机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分:标志要求
- [21] GB/T 18209.3 机械电气安全 指示、标志和操作 第3部分:操动器的位置和操作的要求
- [22] GB/T 18831 机械安全 与防护装置相关的联锁装置 设计和选择原则
- [23] GB/T 19436(所有部分) 机械电气安全 电敏保护设备
- [24] GB/T 19670—2023 机械安全 防止意外启动
- [25] GB/T 19671 机械安全 双手操纵装置 设计和选择原则
- [26] GB/T 19876 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
- [27] GB/T 19886 声学 隔声罩和隔声间噪声控制指南
- [28] GB/T 20431 声学 消声器噪声控制指南
- [29] GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
- [30] GB/T 20438.3 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第3部分:软件要求
- [31] GB/T 22359.1 土方机械与建筑施工机械 内置电源机器的电磁兼容性(EMC) 第1部分:典型电磁环境条件下的 EMC 一般要求
- [32] GB/T 22359.2 土方机械与建筑施工机械 内置电源机器的电磁兼容性(EMC) 第2部分:功能安全的 EMC 附加要求
- [33] GB/T 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离
- [34] GB/T 25078.1 声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第1部分:规划
- [35] GB/T 25078.2 声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第2部分:低噪声设计的物理

基础

- [36] GB/T 25607 土方机械 防护装置 定义和要求
- [37] GB/T 26118.1 机械安全 机械辐射产生的风险的评价与减小 第1部分:通则
- [38] GB/T 26118.3 机械安全 机械辐射产生的风险的评价与减小 第3部分:通过衰减或屏蔽减小辐射

蔽减小辐射

- [39] GB/T 26546 工程机械减轻环境负担的技术指南
 - [40] GB/T 29483 机械电气安全 检测人体存在的保护设备应用
 - [41] GB 30862 坠落防护 挂点装置
 - [42] GB/T 36954 机械安全 人类工效学原则在风险评估与风险减小中的应用
 - [43] GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分:总则
 - [44] GB/T 43746.1—2024 钻孔和基础施工设备安全要求 第1部分:通用要求
-