



中华人民共和国国家标准

GB 15760—2025
代替 GB 15760—2004 等

金属切削机床 安全防护通用技术规范

Metal cutting machines—General specifications for safeguarding

2025-08-01 发布

2026-08-01 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

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 机床分类和操作模式及配置 4

 4.1 机床分类 4

 4.2 机床操作模式 5

 4.3 机床类别和操作模式的配置 5

5 机床危险 6

 5.1 机床风险评估 6

 5.2 机床危险识别 6

 5.3 机床存在的主要危险 6

6 安全要求和/或安全措施 11

 6.1 通用要求 11

 6.2 机床结构 12

 6.3 电气系统 16

 6.4 控制系统 17

 6.5 安全防护装置 21

 6.6 安全标志和安全色 22

 6.7 温度 23

 6.8 噪声 23

 6.9 振动 24

 6.10 辐射 24

 6.11 物质和材料 25

 6.12 人类工效学 26

 6.13 照明 28

 6.14 装配 28

 6.15 液压系统 28

 6.16 气动系统 29

 6.17 润滑系统 29

 6.18 切削冷却系统 29

 6.19 机床操作模式 29

6.20	测量、调整、清理和维护	31
6.21	包装、储存和搬运	32
6.22	安全要求和/或安全措施的验证	32
7	使用信息	32
7.1	通用要求	32
7.2	安全说明	33
7.3	警告信息	33
8	责任	34
8.1	制造商	34
8.2	使用者	34
附录 A (资料性)	典型机床冲击能量的计算	35
A.1	车削机床	35
A.2	铣削机床	35
A.3	磨削机床	36
附录 B (规范性)	安全要求和/或安全措施的验证	38
参考文献		42
表 1	机床类别及说明	4
表 2	机床操作模式分类	5
表 3	机床类别和操作模式的配置	6
表 4	机床主要危险一览表	7
表 5	控制系统有关安全部分的功能和所需性能等级 PL_r	17
表 6	机床空运转噪声声压级的限值	23
表 7	手轮、手柄的操纵力	27
表 8	手轮、手柄的安装高度	27
表 9	指示器的安装高度	28
表 B.1	验证方法	38

前 言

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

本文件代替 GB 15760—2004《金属切削机床 安全防护通用技术条件》、GB 16454—2008《金属锯床 安全防护技术条件》、GB 18568—2001《加工中心 安全防护技术条件》、GB 22997—2008《机床安全 小规格数控车床与车削中心》、GB 22998—2008《机床安全 大规格数控车床与车削中心》、GB 24384—2009《外圆磨床 安全防护技术条件》、GB 24385—2009《卧轴矩台平面磨床 安全防护技术条件》、GB 24386—2009《磨齿机 安全防护技术条件》。

本文件以 GB 15760—2004 为主，整合了 GB 16454—2008、GB 18568—2001、GB 22997—2008、GB 22998—2008、GB 24384—2009、GB 24385—2009、GB 24386—2009 的内容。与 GB 15760—2004 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了术语“伤害”“安全防护装置”“操作模式”“远程服务”及其定义，更改了术语“机床安全”“保护装置”的定义，删除了术语“机床危险部位(区)”及其定义(见第 3 章，2004 年版的第 3 章)；
- 增加了“机床分类和操作模式及配置”一章(见第 4 章)；
- 增加了“机床风险评估”标题(见 5.1)；
- 更改了“机床危险识别”的内容(见 5.2，2004 年版的 4.2)；
- 更改了“机床主要危险一览表”的内容(见表 4，2004 年版的表 1)；
- 更改了“通用要求”的内容(见 6.1，2004 年版的 5.1)；
- 增加了“包括地脚螺栓、运动限制……机床制造商应明确规定使用的螺栓和地基要求”(见 6.2.1)；
- 增加了“……粗糙面、凸出部分和开口……对导致陷入的开口，应安全可靠地封闭或覆盖”(见 6.2.2)；
- 增加了“通用要求”标题及“夹持装置应清楚标明……的最高安全转速”(见 6.2.4.1)；
- 增加了“可采取联锁防护……防止产生挤压手指等危险”(见 6.2.4.2)；
- 增加了“应监控动力夹持装置……气体吹向操作者”(见 6.2.4.3)；
- 增加了夹持装置“通用要求”的内容(见 6.2.4.4.1)；
- 增加了“采用机器人上下料时……应防止工件被甩出的危险”(见 6.2.6)；
- 增加了“刀库”和“换刀装置”的规定(见 6.2.7.2 和 6.2.7.3)；
- 增加了“排屑装置”的内容(见 6.2.8)；
- 增加了“工作平台、通道、开口”的内容(见 6.2.9)；
- 增加了“地坑”的内容(见 6.2.10)；
- 增加了“电气设备的动力电路、控制电路……带电部件不应被触及到”(见 6.3.1)；
- 增加了“电磁干扰”“电磁辐射”的内容(见 6.3.6)；
- 更改了“控制系统的安全”的标题(见 6.4.2，2004 年版 5.4.2)；
- 增加了“控制系统涉及安全……暂停安全功能(包括联锁防护装置)的操作”(见 6.4.2)；
- 更改了表“控制系统有关安全部分的功能和所需性能等级 PL_r ”的标题及内容，(见表 5，2004 年版的表 2)；
- 增加了“停止和紧急停止装置除外”(见 6.4.3)；

- 增加了“故障报警解除”(见 6.4.4);
- 增加了“停止控制应优先于起动控制功能”(见 6.4.5);
- 增加了“排屑装置处……紧急停止装置(仅适用 4 类机床)”(见 6.4.6.2);
- 更改了“模式选择”的内容(见 6.4.7, 2004 年版的 5.4.7);
- 增加了“远程服务”的内容(见 6.4.10);
- 增加了“能量隔离和耗散”的内容(见 6.4.12);
- 增加了“应提供其材料……附录 B 的规定”(见 6.5.1.1);
- 增加了“双手操纵装置”、“电敏装置”的内容(见 6.5.2.3、6.5.2.5);
- 更改了“温度”标题(见 6.7, 2004 年版的 5.7);
- 增加了“机床设计过程中……风险作出更好的评价”(见 6.8);
- 更改了表“机床空运转噪声声压级的限值”的参数值(见表 6, 2004 年版的表 3);
- 增加了“机械辐射”的内容(见 6.10.2);
- 增加了“接口的位置应能够……应不能启动机床”(见 6.11.2.2);
- 增加了“接口的位置应能够……应不能启动机床”(见 6.11.2.3);
- 更改了“火灾和爆炸”的内容(见 6.11.3, 2004 年版的 5.11.3);
- 更改了“生物和微生物”的内容(见 6.11.4, 2004 年版的 5.11.4);
- 更改了“装配”的标题(见 6.14, 2004 年版的 5.14);
- 增加了“切削冷却系统出现……使用信息予以说明”(见 6.18);
- 增加了“机床操作模式”的内容(见 6.19);
- 增加了“应提供机床的搬运……起重质量”(见 6.21);
- 增加了“安全要求和/或安全措施的验证”的内容(见 6.22);
- 增加了“若提供一种以上语种……其他语种前”(见 7.1.5);
- 增加了“旋转部件最高转速……可识别的数据和信息”(见 7.1.7);
- 增加了“应标明说明书的出版日期或版本”(见 7.2.2);
- 增加了“安全要求和/或安全措施的验证”(见附录 B)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1995 年首次发布为 GB 15760—1995, 2004 年第一次修订;
- 本次为第二次修订, 并入了 GB 16454—2008《金属锯床 安全防护技术条件》(GB 16454—2008 的历次版本发布情况为: GB 16454—1996)、GB 18568—2001《加工中心 安全防护技术条件》、GB 22997—2008《机床安全 小规格数控车床与车削中心》、GB 22998—2008《机床安全 大规格数控车床与车削中心》、GB 24384—2009《外圆磨床 安全防护技术条件》、GB 24385—2009《卧轴矩台平面磨床 安全防护技术条件》、GB 24386—2009《磨齿机 安全防护技术条件》的内容。

引 言

根据 GB/T 15706—2012 的分类,本文件属于 C 类安全标准。

机床安全标准对保证安全生产、财产安全以及人身安全和健康发挥了重要作用,所以本文件与下列与机床安全有关的利益相关方有关:

- 机床制造商,
 - 安全和健康机构(如监管机构、市场监督机构、事故预防机构等)。
- 其他受机床安全水平影响的利益相关方有:
- 机床使用人员,
 - 机床所有者,
 - 机床服务人员,
 - 消费者(机床预订由消费者使用时)。

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

GB 15760—2004《金属切削机床 安全防护通用技术条件》从 2004 年发布实施以来,一直用于开展国内外机床产品国家质量监督抽查、进口机床产品的商检以及安全认定等工作。为此,以 GB 15760 为主体,整合 GB 16454—2008《金属锯床 安全防护技术条件》、GB 18568—2001《加工中心 安全防护技术条件》、GB 22997—2008《机床安全 小规格数控车床与车削中心》、GB 22998—2008《机床安全 大规格数控车床与车削中心》、GB 24384—2009《外圆磨床 安全防护技术条件》、GB 24385—2009《卧轴矩台平面磨床 安全防护技术条件》、GB 24386—2009《磨齿机 安全防护技术条件》的共性内容,修订为本文件。

本文件针对金属切削机床及其附属设备和附件存在的主要危险,规定了所采取的基本安全防护技术要求和措施,为便于贯彻实施,还给出了相应的验证方法。本文件对于阻挡不安全的机床产品进入市场将发挥重要的作用。

金属切削机床 安全防护通用技术规范

1 范围

本文件针对金属切削机床存在的主要危险规定了所采取的基本安全防护技术要求、措施以及验证方法。

本文件适用于所有金属切削机床及其附属设备和附件的设计、制造和检验。

注：在不引起混淆的情况下，本文件中的“金属切削机床”以下简称为“机床”。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 1251(所有部分) 人类工效学
- GB/T 2893(所有部分) 图形符号 安全色和安全标志
- GB/T 3167 金属切削机床 操作指示图形符号
- GB/T 3168 数字控制机床 操作指示形象化符号
- GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 6576 机床润滑系统
- GB/T 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求
- GB/T 7247.4 激光产品的安全 第4部分：激光防护屏
- GB/T 7247.5 激光产品的安全 第5部分：生产者关于 GB/T 7247.1 的检查清单
- GB/T 7247.14 激光产品的安全 第14部分：用户指南
- GB/T 7932—2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 8196—2018 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB 11291.2 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成
- GB/T 12265 机械安全 防止人体部位挤压的最小间距
- GB/T 13379 视觉工效学原则 室内工作场所照明
- GB/T 14775 操纵器一般人类工效学要求
- GB/T 14776 人类工效学 工作岗位尺寸 设计原则及其数值
- GB/T 15241.2 与心理负荷相关的工效学原则 第2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 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
- GB/T 16855.2 机械安全 控制系统安全相关部件 第2部分：确认

- GB/T 16856 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例
- GB/T 17161 机床 控制装置的操作方向
- GB/T 17421.5 机床检验通则 第5部分:噪声发射的确定
- GB/T 17454(所有部分) 机械安全 压敏保护装置
- GB/T 17888(所有部分) 机械安全 接近机械的固定设施
- 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
- GB 17799.4 电磁兼容 通用标准 第4部分:工业环境中的发射
- GB/T 18153 机械安全 用于确定可接触热表面温度限值的安全数据
- GB/T 18209.2 机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分:标志要求
- GB/T 18209.3—2010 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
- GB/T 18569(所有部分) 机械安全 减小由机械排放的有害物质对健康的风险
- GB/T 18717(所有部分) 用于机械安全的人类工效学设计
- 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
- GB/T 19436.1 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 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(AOPD-
DR)设备的特殊要求
- GB/T 19436.4 机械电气安全 电敏保护设备 第4部分:使用视觉保护装置(VBPD)设备的特
殊要求
- GB/T 19670—2023 机械安全 防止意外启动
- GB/T 19671 机械安全 双手操纵装置 设计和选择原则
- GB/T 23572 金属切削机床 液压系统通用技术条件
- GB/T 23573 金属切削机床 粉尘浓度的测量方法
- GB/T 23574 金属切削机床 油雾浓度的测量方法
- GB/T 23819 机械安全 火灾预防与防护
- GB/T 23821—2022 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离
- GB/T 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
- GB/T 26118.2 机械安全 机械辐射产生的风险的评价与减小 第2部分:辐射排放的测量程序
- 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
- GB/T 28780 机械安全 机器用整体照明系统
- GB/T 32812 金属加工液 有害物质的限量要求和测定方法
- 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
- GB/T 40806 机床发射空气传播噪声 金属切削机床的操作条件
- JB/T 5062 信息显示装置 人机工程一般要求
- JB/T 8356 机床包装 技术条件



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

机床安全 safety of machine tools

机床在按说明书规定的预定使用条件下(或给定期限内),执行其功能和在运输、安装、调整、维修、拆卸和处理时不对人员产生损伤或危害健康及设备损坏的情况。

注:预定使用指根据制造商提供的信息对机床合理使用。预定使用要与说明书中的说明相一致,并且要适当考虑可预见的误用。

3.2

伤害 harm

对健康产生的生理上的损伤或危害。

[来源:GB/T 15706—2012,3.5]

3.3

机床危险 machine tools danger

机床在静止或运转时,可能使人员受到伤害、设备损坏的情况。

3.4

风险 risk

伤害发生的概率与伤害严重程度的组合。

[来源:GB/T 15706—2012,3.12]

3.5

加工区 machining area

机床上刀具切削工件经过的区域。

3.6

工作区 working area

可能出现在工作过程的区域。

注:包括机床运动部件所需的位置、上下料所需的位置,以及操作、调整和维护机床所需的位置。

3.7

安全防护装置 safeguard

防护装置或保护装置。

[来源:GB/T 15706—2012,3.26]

3.8

防护装置 guard

设计为机器的组成部分,用于提供保护的物理屏障。

注1:防护装置可以:

——单独使用。对于活动式防护装置,只有“闭合”时才有效;对于固定式防护装置,只有处于“牢固的固定就位”才有效。

——与带或不带防护锁定的联锁装置结合使用。在这种情况下,无论防护装置处于什么位置都能起到防护作用。

注2:根据防护装置的结构,可称作外壳、护罩、盖、屏、门和封闭式防护装置。

注3:防护装置类型的术语在GB/T 15706—2012的3.27.1? 3.27.6中定义。防护装置的类型及其要求也可见GB/T 15706—2012的6.3.3.2和GB/T 8196。

[来源:GB/T 15706—2012,3.27]

3.9

保护装置 protective device

防护装置以外的安全防护装置。

注：GB/T 15706—2012 的 3.28.1～3.28.9 给出了保护装置的示例。

[来源：GB/T 15706—2012,3.28]

3.10

操作模式 mode of operation;MO

在预定义的保护措施下,提供一定数量的机床功能的集合。

注：操作模式并不是一项功能。只有特定的操作模式被激活时,才能使用该操作模式下所涵盖的功能。

[来源：ISO 16090-1:2022,3.4]

3.11

远程服务 remote service

与不同地域(区域)的机床进行数据传输,提供故障查找、诊断、维护、数据分析或优化的服务方式。

注：服务方与机床之间的远程连接可以通过各种通信方式进行(如电话网络、移动无线网络、以太网)。

3.12

使用信息 information for use

由信息载体(如文本、文字、标记、信号、符号、图表)组成的保护措施,可单独或组合使用这些载体向使用者传递信息。

[来源：GB/T 15706—2012,3.22]

3.13

操作者 operator

对机床进行安装、使用、调整、维护、清理、修理或运输的人员。

4 机床分类和操作模式及配置

4.1 机床分类

根据应用和相关危险,机床可分为四种类别,见表 1。

表 1 机床类别及说明

类别	名称	特征
1 类	手动机床	不具有数控功能的手动控制机床。 具备以下特征： ——所有运动的起动和控制由操作者完成,每次操作只能起动一种运动； ——由机械手轮控制轴运动,或由机械、电气或其他动力控制单轴运动(但无法执行程序进行多轴运动)
2 类	具有有限数控功能的手动机床	利用有限数控功能进行手动控制机床。 不具备以下特征： ——自动程序起动； ——自动换刀； ——无限速轴向运动； ——自动更换工件或棒料进给系统
3 类	数控机床	由数值控制(NC)或计算机数值控制(CNC)进行自动操作的机床

表 1 机床类别及说明（续）

类别	名称	特征
4 类	组合机床、自动线和柔性系统、单轴和多轴自动机床	通过预先确定的加工操作顺序和工艺参数,加工预先指定的工件或批量工件的自动操作的机床

4.2 机床操作模式

根据应用,机床操作模式可分为 5 种(见表 2)并符合下列要求:

- a) 手动选择机床操作模式的设置,只有授权人员才可进行;
- b) 应限制被授权人员数量,防止模式选择装置意外起动或被滥用起动;
- c) 应采用激活方式激活选定的操作模式。

表 2 机床操作模式分类

操作模式	代号	符号	特征
手动模式	MO 0		操作者手动完成全部加工的操作模式,即不使用预先编制程序的非自动操作模式
自动模式	MO 1		加工过程由程序控制自动操作,直至程序结束或由操作者停止机床运行的操作模式。 自动模式下可手动或自动装载/卸载工件和刀具
设置模式	MO 2		操作者为顺利完成后续加工过程所进行的准备和调整的操作模式
具有手动干预的自动模式	MO 3		在受限工况条件下进行人工干预的可选专用模式。 在工作区防护装置打开和/或保护装置暂停时,在限制自动模式的功能下,暂时手动或数值控制机床的操作模式
服务模式	MO S		用于校准、校正等服务和维修的操作模式。在服务模式中,不允许加工工件

4.3 机床类别和操作模式的配置

4.3.1 机床类别和操作模式的配置按表 3 的规定。

表 3 机床类别和操作模式的配置

操作模式代号	机床类别			
	1 类	2 类	3 类	4 类
MO 0	必配	必配	选配	—
MO 1	—	必配	必配	必配
MO 2	—	选配	必配	必配
MO 3	—	选配	选配	选配
MO S	—	选配	选配	选配

4.3.2 具有多个操作模式(MO)的机床(2类、3类、4类),应设置一个操作模式(MO)选择控制装置,并应符合 6.4.7 的规定。

5 机床危险

5.1 机床风险评估

应按 GB/T 15706—2012 中第 4 章和第 5 章、GB/T 16856、GB/T 36954 的有关规定,对机床进行风险评估,包括危险识别和风险分析,以估计和评价机床的风险。

5.2 机床危险识别

在机床危险识别时,应结合床使用周期(试运行、操作、调整、清理、维修和维护)中各种条件下可能产生的危险,包括(但不限于):

- 意外起动,
- 控制系统失效,
- 操作者和其他人员进入危险区域所产生的危险,
- 可合理预见的操作者和其他人员的误用(见 GB/T 15706—2012 中 3.23 和 3.24),
- 与机床相关的其他重大危险。

5.3 机床存在的主要危险

表 4 列出了机床存在的主要危险。



表 4 机床主要危险一览表

序号	危险原因和危险情况	危险区域和/或危险情况举例	潜在后果	本文件对应的 相关章条号
1	机械危险			
1.1	运动部件向固定部件趋近	运动部件向固定部件趋近的进给运动； 刀具/工件与机床部件之间的手动操作； 在刀具或工件或主轴附近手动操作； 夹具与工件的夹紧	挤压 剪切 吸入 卷入 陷入 部件甩出	6.1 6.2.3 6.2.4
1.2	运动部件	在加工、调整、维修和维护时，在运动轴和机床运动部件的区域以及在自动装载装置区域内活动； 工作台往复运动； 在工作平台区域活动	碰撞 卷入 吸入 陷入	6.1 6.2.3 6.2.4 6.2.6 6.2.7 6.2.8
1.3	旋转部件	在装载和卸载或测量时，意外碰到旋转的刀具、工件或其他机床旋转部件	刮蹭 擦伤 吸入 陷入	6.1 6.2.4 6.12.2.1
1.4	尖角、锐边、锐棱、开口	在装载、卸载或测量时，意外碰到刀具、工件、运动部件和其他机床部件的锐边、锐棱等	切割 刺破 刮蹭 擦伤	6.2.2
1.5	坠落和甩出物体	在起动、调整、切削、更换刀具、维护或停用时，部分材料和碎片甩出或坠落； 工件坠落； 刀具破裂； 机床零件破裂后甩出时正好在现场或附近	挤压 剪切 磕碰 穿刺 刺破	6.1 6.2.4 6.2.7 6.2.9.1 6.2.10 6.20
1.6	重力	调整(如更换刀具或工件)时可移动的机床部件因重力而坠落； 在工作平台或地坑区域活动	挤压 剪切 磕碰	6.2.4 6.2.7 6.2.9 6.2.10
1.7	高压	在液压元件旁边或在机床附近停留，尤其在机床安装和试运转时	压力作用下介质穿透或冲击进入皮肤和眼睛	6.15 6.16 6.17 6.18

表 4 机床主要危险一览表 (续)

序号	危险原因和危险情况	危险区域和/或危险情况举例	潜在后果	本文件对应的 相关条款号
1.8	稳定性	停留在机床附近时,固定不牢的机床或机床部件坠落或倾倒	磕碰 挤压	6.2.1
1.9	粗糙表面、光滑表面	在机床周边地面、台阶和在高处作业,由于: ——金属切削液、润滑液或液压流体喷出或泄漏; ——喷出的残留液体; ——护栏或其他防护装置不完善,尤其是在有坠落风险的地方	滑倒 翻倒 跌倒	6.2.9.1 6.11.5
2	电气危险			
2.1	带电部件	接触带电部件	触电	6.3
2.2	故障导致部件带电	接触故障后带电部件	触电	6.3
3	热危险			
3.1	高温/低温物体和材料	加工时正好在机床边停留或在附近,热的切削火花溅出或接触制冷介质	烧伤 冻伤	6.7
3.2	爆炸和火灾	过热或切削火花溅出	烧伤、坠落和碰撞危险	6.11.3
4	噪声危险			
4.1	加工过程	因以下原因产生气动噪声时在机床边停留或在附近: ——旋转的刀具; ——切削时刀具和/或工件的振动; ——驱动和传动元件; ——空气吹扫	听力损伤或下降,另外的(如机械的、电气的)危险造成后果为干扰正常交流和妨碍接收声音信息	6.5.1 6.8
5	振动危险			
5.1	振动部件	操作者在操作手动机床进行切削时振动的传递	烦躁不安 神经系统疾病(如关节损伤)	6.9
6	辐射危险			
6.1	 高低频电磁辐射	电气设备运行时,尤其在调整或维护时	影响有源植入物(如起搏器、除颤器)	6.3.6 6.5.1 6.10

表 4 机床主要危险一览表 (续)

序号	危险原因和危险情况	危险区域和/或危险情况举例	潜在后果	本文件对应的 相关条款号
6.2	光辐射(红外光、可见光和紫外光),包括激光辐射	使用测量设备和激光器时,尤其在调整或维护时	烧伤、眼损伤	6.10
7	材料物质产生的危险			
7.1	生物和微生物(病毒和细菌)	在机床边停留或在机床附近接触被细菌污染的切削液	感染	6.11.4
7.2	液体	在机床边停留或在机床附近皮肤接触切削液	皮肤损伤	6.11.2.1
7.3	气体	在机床边停留或在机床附近吸入加工时使用或产生的物质(如切削液挥发)	呼吸困难 中毒	6.11.2.2
7.4	粉尘	在机床边停留或在机床附近吸入操作过程中产生的物质(如金属粉末、石墨粉末)	呼吸困难 中毒	6.11.2.3
7.5	烟雾	在机床边停留或在机床附近吸入操作过程中使用或产生的物质(如切削液)	呼吸困难 中毒	6.11.2.2
7.6	火灾和爆炸危险材料	火灾和爆炸危险: a) 加工易燃材料(如铝、镁); b) 使用易燃材料(如含油金属切削液)	火灾和爆炸产生 燃烧	6.11.3
8	人类工效学危险			
8.1	指示器和可视显示单元的设计或位置	在操作者位置错误解读指示信息	除机械,电气外人为 失误造成的其他 危险	6.12.3 6.17
8.2	控制装置的设计,位置或识别	在操作者位置误操作		6.4.3 6.12.2
8.3	费力	在控制机床和操作过程中,对工件或刀具交换时手/(手臂)或脚/(腿)解剖结构考虑欠妥	疲劳	6.12.1
8.4	身体姿势		肌肉骨骼系统受损	6.12.1
8.5	重复活动		疲劳	6.12.1
8.6	工作平台、通道	工作平台未设置脚踏板、栏杆高度不够; 通道过窄、过低	不舒服	6.2.9.2
8.7	闪烁、频闪、眩光、阴影	照明装置安装不当; 照明装置损坏	疲劳	6.13

表 4 机床主要危险一览表 (续)

序号	危险原因和危险情况	危险区域和/或危险情况举例	潜在后果	本文件对应的 相关条款号
8.8	清晰度,局部照明	在对工件和刀具进行人工操作和调整时; 加工材料和刀具的处理/定位、装载/卸载、机床调整、刀具更换和维护等操作	疲劳 除机械、电气外人为 失误造成的其他 危险	6.13
8.9	人为失误	可预见的操作不当; 误操作机床; 对工件和刀具的处置与调整不当; 对工作场地和/或加工工艺设计有欠缺; 对手/(手臂)或脚/(腿)解剖结构考虑欠妥; 不正确安装	涉及上述所有危险	6.14
9	与机床使用环境有关的危险			
9.1	粉尘和烟雾	加工过程中,直接排放粉尘和烟雾,或 粉尘和烟雾达到闪点	呼吸困难 过敏中毒 爆炸和燃烧	6.11.2.2 6.11.2.3
9.2	电磁干扰	非受控的运动(包括速度改变、非正常的/ 意外启动) 	挤压 剪切 卷入 缠绕	6.3.6
10	组合危险			
10.1	供电故障	机床运动部件或安装的工件或刀具或 其碎片掉下或甩出; 运动部件停止失效	挤压 剪切 磕碰 切割 切断 吸入 缠绕 侵入 刺破 刮蹭 擦伤	6.4.11
10.2	能源中断后恢复	运动失控(包括速度改变); 非正常的/意外的启动		6.4.11
10.3	控制系统故障	机床运动部件或安装的工件或刀具坠 落或飞出; 运动部件停止失效; 运动失控(包括速度改变); 非正常的/突然地启动; 由于控制系统设计欠佳或缺陷而造成 的其他危险事故; 刀具速度改变(调整时)		6.4.1 6.4.2 6.4.11

6 安全要求和/或安全措施

6.1 通用要求

6.1.1 本质安全设计

应通过本质安全设计措施尽可能消除或减少所有潜在的危险因素,不采用安全防护或补充保护措施消除或减少危险。

6.1.2 安全防护和/或补充保护措施

由于预定使用和可合理预见的误用,通过本质安全设计措施不能避免或充分限制的危险,应采取必要的安全防护装置(防护装置、保护装置)和/或采用急停装置、被困人员的逃生和救援措施、隔离和耗散能量的措施、方便和安全搬运重型零部件的措施、安全进入机床等补充保护措施。

6.1.3 使用信息

对于无法通过本质安全设计措施消除或减少的,而且安全防护装置对其无效或不完全有效的剩余风险,应通过使用信息通知和警告操作者。不应仅通过使用信息代替本质安全设计措施、安全防护、补充保护措施的正确使用。

6.1.4 机床安全要求和/或风险减少措施

机床应符合本文件规定的安全要求和/或风险减少措施。此外,对于本文件未考虑的机床其他风险,也应按 6.1.1~6.1.3 的规定采取措施。

6.1.5 各类机床基本安全要求

6.1.5.1 1 类机床

1 类机床的安全防护应符合下列规定:

- a) 应设置防护装置防止接近切削刀具或旋转工件;
- b) 轴线连续进给运动速度不应超过 2 m/min;
- c) 采用保持-运行控制的快速移动速度,应不超过 5 m/min(小型机床)或 10 m/min(大型机床);
- d) 停止或紧急停止时,进给运动应不迟于主运动停止。

6.1.5.2 2 类机床

2 类机床的安全防护应符合下列规定:

- a) 工作区应采用固定式和/或活动式防护装置。若由于工件的尺寸、几何形状、机床其他具体特性或其应用造成工作区无法封闭时,应采取其他组合方式(如采用控制室、周边围栏、其他保护装置)进行安全防护;
- b) 活动式防护装置打开时(如调整),机床运动应符合下列规定:
 - 1) 轴线进给运动由保持-运行控制,速度不应超过 2 m/min,步进移动在 6 mm 以下;
 - 2) 主轴运转应由保持-运行控制,主轴(磨床为工件轴)应不超过 50 r/min,或手动数据输入(MDI)后执行“循环启动”指令;
 - 3) 启动停止指令,在无刀具情况下,主轴(磨床为工件轴)应在 2 转内停止;出现断电或意外

情况下,允许主轴惯性停止运转;

注:对于采用普通交流电动机的机床,允许主轴惯性停止运转。

4) 停止或紧急停止时,进给运动应不迟于主运动停止。

6.1.5.3 3类和4类机床

当3类和4类机床的防护装置打开时,应在满足6.1.5.2 b)要求下才能进行机床运动。安全防护应符合下列规定。

a) 工作区应采用固定式和/或联锁活动式防护装置封闭。若由于工件的尺寸、几何形状、机床其他具体特性或其应用造成工作区无法封闭时,应采取其他组合方式(如采用控制室、周边围栏、其他保护措施)进行安全防护。

注:磨床除外。

b) 断电后会出现持续一段时间运行(如主轴滑行或旋转)的机床,应采用带锁定机构的防护装置,防止接近机床危险运动。

注:磨床除外。

c) 人员整个身体接近或滞留在危险区内不易被操作者察觉到的机床,应采取下列安全措施:

- 1) 采用感应保护装置。
- 2) 采用技术手段(如采用安全挂锁)防止关门。
- 3) 双重确认(内部和外部防护装置)。
- 4) 从允许查看危险区域的位置确认(直接启动防护锁定机构)。
- 5) 提供保护装置(例如重力、弹簧操作或挂锁),防止防护装置关闭或自动关闭。

d) 机床(如单台3类机床)有多个工作区,应设置安全防护装置(如固定式或活动式联锁防护装置或保护装置)防止接近危险工作区。应使用限制装置(如机械制动器、限位开关或光幕等)防止未经授权机床运动进入相邻工作区。

e) 停止或紧急停止时,进给运动应不迟于主运动停止。

6.2 机床结构

6.2.1 稳定性

机床的结构和外形布局应确保具有足够的稳定性。使用机床时(按说明书规定的预定使用条件下),不应存在意外翻倒、跌落或意外移动的危险。由于机床的结构和形状原因不能确保足够稳定性时,应在说明书中规定其固定措施,包括地脚螺栓、运动限制、加/减速限制、负荷限制、接近稳定极限和负荷极限时发出报警等。如使用地脚螺栓,机床制造商应明确规定使用的螺栓和地基要求。

6.2.2 外形

6.2.2.1 可接触的外露部分不应有可能导致人员伤害的锐边、尖角、粗糙面、凸出部分和开口。钣金件边缘应去除毛刺、折边或倒角。对导致陷入的开口,应安全可靠地封闭或覆盖。

6.2.2.2 机床的各种管线布置排列应合理、无障碍,防止产生绊倒等危险。

6.2.2.3 机床的凸出部分、移动部分、分离部分应采取安全措施,防止产生磕伤、碰伤、划伤、刮伤危险。

6.2.3 运动部件

6.2.3.1 有可能造成缠绕、吸入或卷入等危险的运动部件和传动装置(如链、链轮、齿轮、齿条、带轮、带、蜗轮、蜗杆、轴、光杠、丝杠、排屑装置等)应予以封闭或设置安全防护装置或采用警告信息,除非其所处

位置是安全的。

6.2.3.2 运动部件与运动部件之间或运动部件与静止部件之间,不应存在挤压危险和/或剪切危险,否则应按 GB/T 12265 的有关规定采取安全措施。

6.2.3.3 有惯性冲击的机床往复运动部件应设置可靠的限位装置,必要时可采取可靠的缓冲措施。若设置限位装置有困难时,应采取必要的安全措施。

6.2.3.4 可能由于超负荷发生损坏的运动部件应设置超负荷保险装置。因结构原因不能设置时,应在机床上(或说明书中)标明机床的极限使用条件。

6.2.3.5 运动中有可能松脱的零件、部件应采取防松措施(如设置防松装置)。

6.2.3.6 对于单向转动的部件应在明显位置标出转动方向。

6.2.3.7 在紧急停止或动力系统发生故障时,运动部件应就地停止或返回设计规定的位置,垂直或倾斜运动部件的下沉不应造成危险。

6.2.3.8 运动部件不准许同时运动时,其控制机构应联锁。不能实现联锁的,应在控制机构附近设置警告标志,并在说明书中说明。

6.2.4 夹持装置

6.2.4.1 通用要求

夹持装置应确保不会使工件、刀具坠落或被甩出。夹持装置应清楚标明其最高安全转速(夹头除外),并在说明书中规定随机供应的夹持装置的最高安全转速。

紧急停止或动力系统发生故障时,夹持装置应采取安全措施,防止危险产生。

6.2.4.2 手动夹持装置

手动夹持装置应采取安全措施,防止意外危险(如钥匙或扳手停留在夹持装置上随机床运转,可采取联锁防护或采用自动弹出钥匙)。

手动上下工件、刀具时,应采取安全措施,防止产生挤压手指等危险。

6.2.4.3 动力夹持装置

动力夹持装置应符合下列规定:

- a) 机床运转的开始应与动力夹持装置夹紧过程的结束相联锁;
- b) 动力夹持装置的松开应与机床运转的结束相联锁;
- c) 应监控动力夹持装置的状态,如夹紧力、夹紧行程(直接值)或压力、电流等(间接值),未达到规定值时机床不应起动;

注:如果无法监控夹紧行程等,则提供其他安全措施。

- d) 传感器或反馈装置动作,不应引起夹持装置的危险运动;
- e) 活动式联锁防护装置打开/保护装置暂停时,动力夹持装置的运动应符合以下要求:
 - 1) 运动速度不应超过 15 m/min(若仅有冲击危险);
 - 2) 采用保持-运行控制,夹紧行程不应超过 4 mm 或运动速度不应超过 5 m/min(若仅有挤压、剪切或卷入危险);
 - 3) 采用双手控制方式;
 - 4) 需用手支撑工件安装或调整时,应采用三位脚踏开关控制,运动速度不应超过 5 m/min。
- f) 采用气动夹持装置时,应防止将切屑、粉尘和气体吹向操作者。

6.2.4.4 磁性夹持装置

6.2.4.4.1 通用要求

磁性夹持装置应符合下列规定。

- a) 应通过启动控制装置松开或夹紧工件。
- b) 应在控制装置中显示夹紧力或标称值(通过间接测量计算)。应根据制造商的规定,在规定的
时间间隔,验证所产生的夹紧力与显示的夹紧力值或标称值是否对应。
- c) 一旦断开连接,夹紧力应保持夹持装置上工件不发生意外危险。

6.2.4.4.2 电磁吸盘

电磁吸盘应符合下列规定:

- a) 其外壳防护等级应不低于 IP54,其保护联结电路应符合 GB/T 5226.1—2019 中 8.2 的有关
规定;
- b) 应符合 6.2.4.3 的有关规定。

6.2.5 平衡装置



6.2.5.1 与机床部件及其运动有关的构成危险的配重,应采取完善的安全防护措施(如将其置于机床体
内或置于固定式防护装置内使用等),并应防止由于配重系统元件断裂而造成的危险。

6.2.5.2 采用动力平衡装置时,应防止动力系统发生故障时机床部件跌落。

6.2.6 自动上下料装置

采用自动上下料装置时,应设置固定式防护装置或联锁的活动式防护装置或设置警告标志。

采用机器人上下料时,应符合 GB 11291.2 的规定。

在上下料时应防止工件被甩出的危险。

6.2.7 刀库、换刀装置

6.2.7.1 采用刀库和换刀装置时,应设置固定式防护装置或联锁的活动式防护装置或设置警告标志,除
非其所处的位置是安全的。

6.2.7.2 刀库应符合下列规定。

- a) 当活动式防护装置打开/保护装置暂停时,接近刀库应使刀库动作按 GB/T 5226.1—2019 中
9.2.2 中规定的适合停止方式停止。在做刀具补充、维修或调整时,应按以下规定进行:
 - 1) 刀库动作采用保持-运行控制,一次只能交换一个刀位;或
 - 2) 采用双手操纵装置才允许刀库连续动作;
 - 3) 运动最大圆周(线)速度应不超过 2 m/min,或从位于危险区域以外的控制装置进行操作。
- b) 当整个身体进入刀库区域,应提供装置防止接近刀库的任何运动或其他接近机床危险的
动作。
- c) 夹持刀具的设计数据(如刀具最大质量、最大直径、最大长度、转动惯量,及刀具回转空间范
围等)应提供给用户。

6.2.7.3 换刀装置应符合下列规定。

- a) 当活动式防护装置打开/保护装置暂停时,应使换刀装置的驱动和其他危险动作停止且下一
步的运动被禁止。只有在符合下列规定时,才允许换刀运动:
 - 1) 方向控制和使能装置结合的方式;

- 2) 在远离危险区域位置,运动速度不超过 5 m/min(仅存在冲击危险)或 2 m/min(存在挤压、剪切或卷入危险),或危险运动在 4 mm 内能停止的情况下,采用保持-运行控制进行换刀运动,不准许整个身体接近;或
- 3) 采用双手控制方式(双手操纵装置)进行换刀运动,不准许整个身体接近。
- b) 任何传感器或反馈装置的动作不应引起换刀过程产生危险运动。
- c) 在任何运行条件下(包括断电),刀具应被牢固夹持在换刀装置中,避免刀具掉下或甩出。

6.2.8 排屑装置

排屑装置不应应对操作者构成危险,并应符合下列规定。

- a) 必要时可与防护装置的打开和机床运转的停止联锁。若联锁防护装置打开时,排屑装置需运行(如用于清理),应满足下列条件:
 - 1) 采用保持-运行控制装置,或;
 - 2) 采用使能装置和起动装置结合的方式,且最大周边速度降低至 5 m/min 或以下。只有激活使能装置时才能起动和保持运动。松开使能装置应起动安全相关停止功能,或;
 - 3) 采用双手控制方式。
- b) 防护装置的设计和安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 3 的规定。
- c) 排屑装置集屑口应减少切屑滞留。
- d) 排屑装置集屑口的可视外表面应设置警告标志。
- e) 排屑装置集屑口的周边或周边地板应设置黄-黑色警告标志。
- f) 应提供有关操作/装卸排屑装置和容器的信息。

6.2.9 工作平台、通道、开口

6.2.9.1 工作平台

工作平台应符合下列规定。

- a) 不能在地面操作的机床,应设置钢梯和工作平台。工作平台和通道应防滑、防绊倒和防跌落,并使操作者不接近机床危险区。必要时可设置踏板和栏杆。钢梯、栏杆、踏板和工作平台应符合 GB/T 17888(所有部分)的有关规定。开口应朝向安全位置,防止意外打开产生的危险。
- b) 工作平台的物料额定负荷、人员数量、最大允许的负荷等应符合设计要求。
- c) 固定式或活动式工作平台的设计应至少有 1.3 倍的安全系数,以确保其稳定性。
- d) 工作平台,在静态下应能承受 1.25 倍的负荷,在动态下应能承受 1.1 倍的负荷。
- e) 应在工作平台处设置标志,标明最大允许负荷能力和允许承载的最多人员数量。

6.2.9.2 通道

通道应符合 GB/T 18717(所有部分)的有关规定。

6.2.9.3 开口

根据操作和维修需要,机床可设置用于进出的开口,开口的尺寸应符合 GB/T 18717(所有部分)的有关规定。

6.2.10 地坑

若机床结构包括地坑,应满足下列规定。

- a) 应设置地坑盖板(如网格盖板)防止坠落危险。若无法设置地坑盖板,应按下列优先顺序任选一种措施:
 - 1) 设置围栏;
 - 2) 距地坑 1 m~2 m 处,设置警告标志和起阻碍作用的警戒物(如链条、带子、缆绳);
 - 3) 距地坑 1 m 处,设置带黄-黑色警告标志的警戒物(如链条)。
- b) 若因观察、调整或维护需要进入地坑,应设置活动式防护装置或带联锁的活动式防护装置。
- c) 地坑内机床运动部件不应产生冲击、挤压或卷入等危险,否则应采取安全措施。

6.3 电气系统

6.3.1 触电

为防止触电危险,电气设备的防护应符合下列规定:

- a) 带电体的防护应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 6 章的有关规定;
- b) 电气设备绝缘防护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 6.2.3、6.3.2.2、12.3 的有关规定;
- c) 电气设备保护联结应符合 GB/T 5226.1—2019 中 8.2、13.1、13.2 的有关规定;
- d) 电气设备的动力电路、控制电路耐压应符合 GB/T 5226.1—2019 中 18.4 的有关规定;
- e) 电气部件外壳本身以及外壳以外的所有电气部件的防护等级,如果有液体溅到外壳,应至少达到 IP 54。电气外壳内的带电零部件应至少达到 IP 2X;
- f) 控制装置外壳的防护等级应至少为 IP2X,并应符合 GB/T 5226.1—2019 中 6.2.2 的规定。加工区域内的控制装置的防护等级应为 IP55(1 类机床除外);
- g) 电气柜应放置在不易被刀具和/或工件甩出而造成损坏的位置。带电部件不应被触及到(见 GB/T 5226.1—2019 中 6.2.2)。

6.3.2 保护

为防止意外危险,电气设备的保护应符合下列规定:

- a) 电气设备过电流的保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.2 的有关规定;
- b) 电动机过热保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.3 的有关规定;
- c) 电动机超速保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.6 的有关规定;
- d) 电压波动、电源中断的保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.5、7.9 的有关规定;
- e) 接地故障(或残余电流)的保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.7 的有关规定。

6.3.3 导线、电缆和配线

电气系统的导线、电缆和配线应符合下列规定:

- a) 导线、电缆应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 12 章的有关规定;
- b) 配线应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 13 章的有关规定。

6.3.4 电动机

电动机应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 14 章的有关规定。

6.3.5 静电

电气设备应防止或限制静电放电,必要时可设置放电装置。

6.3.6 电磁兼容

电气/电子设备的电磁兼容应符合下列规定：

- a) 电气/电子设备的设计应能防止电磁干扰,并应符合 GB/T 17799.2 的规定；
- b) 电气/电子设备的设计应能限制电磁辐射,并应符合 GB 17799.4 的规定。

6.4 控制系统

6.4.1 通用要求

除了应符合 6.4.2~6.4.11 规定外还应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 5 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章,GB/T 15706—2012 中 6.2.11、6.2.12 和 GB/T 16855.1—2018 的有关规定。

6.4.2 控制系统的安全

控制系统的有关安全部分是指从整个系统的最初控制装置或输入点的检测位置开始到机床最终执行机构或元件(如电动机)。



控制系统应确保其功能安全可靠,应能经受预期的工作负荷和外来影响、逻辑的错误(不包括操作程序),应符合 GB/T 16855.2 的规定。

控制系统涉及安全相关功能的软件访问和操作应使用密码、密码开关或合适的访问装置进行。不准许非授权的重新设置,尤其是借助于插入或调用工件程序暂停安全功能(包括联锁防护装置)的操作。

控制系统有关安全部分的功能和所需性能等级 PL_r (见 GB/T 16855.1—2018 中第 6 章)应符合表 5 的规定。

表 5 控制系统有关安全部分的功能和所需性能等级 PL_r

功能	所需性能等级 PL_r
起动和重新启动	c
停止	
0 类停止	c
1 类和 2 类停止	d
紧急停止	c
模式选择	c
保持—运行	c 或 d
使能功能	c 或 d
防护装置的联锁	
小于等于 1 次/h	c
大于 1 次/h	d
轴运动	c
传动、驱动	
小于等于 1 次/h	c
大于 1 次/h	d

表 5 控制系统有关安全部分的功能和所需性能等级 PL_r (续)

功能	所需性能等级 PL_r
垂直或倾斜轴意外下坠控制	c
危险可避免	d
危险很难避免	
工件夹紧	
限速或速度很低	a
关闭活动式防护	b
未配或打开活动式防护	c
最大速度	a
主轴限速监控	d
线性轴限速监控 	c
电子手轮	c
与使能装置配合使用	d
刀具交换	d
托板交换	
小于等于 1 次/h	c
大于 1 次/h	d
上下料	
小于等于 1 次/h	c
大于 1 次/h	d
棒料进给	c
排屑	c
围栏门和开口	
小于或等于 1 次/h	c
大于 1 次/h	d
易燃和吸雾监控	b
防护打开, 液体压力控制	
低压 ≤ 0.5 MPa (不直接接触)	a
低压 ≤ 0.5 MPa (直接接触)	b
高压 > 0.5 MPa	c

6.4.3 控制装置的位置

控制装置的位置应确保操作时不会引起危险, 并应符合下列规定。

- 设置在危险区以外(紧急停止装置、移动控制装置等除外)。
- 清晰可见, 易与其他装置区分, 必要时设置表示其功能和用途的标志。符号标志应符合

GB/T 3167、GB/T 3168 的有关规定。控制器件的颜色代码应符合 GB/T 5226.1—2019 中 10.2 的有关规定。

- c) 一个控制装置具有多重控制功能时(如键盘),执行的动作应清楚标明。
- d) 不会引起误操作和附加危险。
- e) 在操作位置不能观察到全部工作区,应设置视觉或听觉的启动警告信号装置或警告信息,以便工作区人员能及时撤离或迅速制止启动。
- f) 有一个以上的操作位置,应设置控制联锁装置,停止和紧急停止装置除外。

6.4.4 启动

机床启动应符合下列规定。

- a) 只应在人为的启动控制下,机床才能启动。包括。
 - 1) 停止或故障报警解除后重新启动。
 - 2) 操作状况(如速度、压力)有重大变化时。

注: 正常的自动控制程序,或重新启动或操作状况变化不会对人员造成危险,可不遵守上述要求。

- b) 活动式防护装置闭合时,机床不应立即启动。
- c) 活动式防护装置脱开时,机床不应意外启动。
- d) 有多个启动装置时,应设置选择装置,任何时候仅有一个启动装置起作用。

6.4.5 停止

机床应设置停止装置,停止装置应位于每个启动装置附近。机床停止应符合下列规定:

- a) 按下停止装置时,机床运动应能完全安全地停下来;

注: 由于各种机床危险情况不同,停止装置可停止机床运动中的部分或全部。

- b) 机床运动停止时,应切断执行机构的能量供应,保证断开点“下游”不再有位能和/或动能;

注: 当某些回路必须与其能源供应保持正常连通时(如夹持工件、保持通信或内部照明等),可采取特殊措施(如警告信息或报警灯等),以确保操作者的安全。

- c) 停止控制应优先于启动控制功能。

6.4.6 紧急停止

6.4.6.1 紧急停止应符合 GB/T 5226.1—2019 中 9.2.3.4.2、10.7 和 GB/T 16754 及下列规定:

- a) 能明确识别、容易看见,易于接近,且操作无危险;
- b) 动作不应影响保护操作者或机床装置的功能;
- c) 使机床或运动部件尽快地停止运行;
- d) 执行机构的任何动作应被控制装置锁紧,并持续到重调(不锁紧);
- e) 复位不应使机床启动,或启动任何危险部件的运动。

6.4.6.2 机床应设置一个或数个紧急停止装置,如在:

- a) 主操作台;
- b) 可移动的操作台;
- c) 上下料处(远离主操作位置时);
- d) 刀库与加工区分离时,封闭区或刀库内和附近(若整个人体可能接近);
- e) 排屑装置处;
- f) 应沿机床长度上设置一个“拉线式”紧急停止装置,或每间距 10 m 处设置一个独立的紧急停止装置(仅适用 4 类机床)。

6.4.7 模式选择

操作模式的选择操作应使用钥匙开关、访问代码或其他类似需授权的方式,且执行此项操作应在工作区之外。被选模式应清晰可见(如通过显示器,彩色信号灯或人机接口界面)。操作模式的选择操作不应启动或自动触发设备的运行及引起危险。

模式选择装置及其相应的控制系统应确保在任何时候只能有一种操作模式(MO)被选择生效。模式选择的安全要求见表 5。

在安全防护装置脱开或无效、或保护装置暂停的情况下,设置机床加工工艺和模式选择控制装置,应满足下列规定:

- a) 自动控制模式无效;
- b) 在进一步的控制指令下(按顺序指令)机床才能动作;
- c) 在特别的安全措施(如减速、减功率或其他措施)下,机床危险运动部件才允许运转;
- d) 通过传感器直接或间接控制机床运动时,应能防止产生任何危险运动。

6.4.8 保持-运行

保持-运行应能持续激活直至工作完成。

6.4.9 数控系统

数控系统应符合下列规定:

- a) 满足预期的操作条件和环境影响;
- b) 设置访问口令或钥匙开关,防止程序被有意或无意改动;
- c) 有关安全的软件未经授权不准许更改。



6.4.10 远程服务

6.4.10.1 远程服务时,所有安全防护装置应就位且功能正常,并应检查服务现场及机床周围没有其他无关人员出现后,才可执行远程服务。远程服务应符合下列规定。

- a) 采用远程服务应能可视化显示,且不应影响机床安全功能。
- b) 数据传输的连接应由机床控制系统控制。若使用自动连接和重新连接功能,应使用密码或相同的系统进行保存。
- c) 应能清晰地识别出单台机床(如通过 IP 地址)。
- d) 远程服务时,机床应连接至安全数据网络[如虚拟专用网络(VPN)],才允许数据传输。
- e) 数据传输故障或中断时,不应引起危险。
- f) 机床的急停功能和所有安全功能应优先于远程服务的任何指令。
- g) 应定期检测远程服务连接线路,确保其正常运行。当连接线路出现问题时(如超时),应终止连接。
- h) 应在使用说明书中规定出远程服务的所有必要条件。

6.4.10.2 使用远程服务进行远程控制时,远程服务相当于一个有效的控制面板,则应符合以下规定。

- a) 应确保只能在自动模式(MO 1)中打开远程服务,且由机床操作者起动远程控制。
- b) 远程服务操作应不能激活操作模式(MO)选择控制装置。从自动模式(MO 1)切换至另一种模式时,应取消远程服务。
- c) 自动模式(MO 1)中所有的有效保护措施、安全功能和附加保护措施(如急停)均不应影响远程

服务。

6.4.11 控制系统故障

控制系统出现故障时,不应导致危险产生,特别是:

- a) 机床不应意外起动(见 GB/T 19670—2023);
- b) 运动部件速度变化不应失控;
- c) 运动部件不应停不下来;
- d) 运动部件或机床上工件、刀具不应掉下或甩出,流体不应喷出;
- e) 保护装置不应被废弃或失效造成机床动作。

6.4.12 能量隔离和耗散

能量控制系统应符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.10、6.3.5.4 和 GB/T 19670—2023 中第 5 章的规定,应确保。

- a) 能源暂时中断后恢复,不应自动重新启动(见 GB/T 19670—2023)。
- b) 隔离能源供给,应防止意外起动(见 GB/T 3766—2015 中 5.4.7.2.1、GB/T 7932—2017 中 5.2.8 和 GB/T 5226.1—2019 中 5.3)。
- c) 储存能量的释放,应提供有效措施隔离电源。断电设备应符合 GB/T 5226.1—2019 中 5.3 的规定,除非隔离器不是 GB/T 5226.1—2019 中 5.3.2 的 d)型或 e)型。
- d) 机床配有液压或气动能源,机床电气隔离应能切断液压泵电动机和/或空气压缩机的电源供应。
- e) 液压或气动能源由机床外部供应时,机床应配有手动操作和带锁定机构的能源断开装置(切断阀)。由于隔离而能源释放无法自动进行时,应提供切断残余压力的方法。

6.5 安全防护装置

6.5.1 防护装置

6.5.1.1 通用要求

防护装置应符合 GB/T 18831 及下列规定。

- a) 性能可靠,能承受抛出零件、危险物质、辐射、噪声、火灾等。
- b) 不应引起附加危险和限制机床的功能,也不应过多地限制机床的操作、调整和维护。
- c) 防护装置与机床危险部位间的安全距离应符合 GB/T 12265、GB/T 23821—2022 的有关规定。
- d) 防护罩、屏、栏的材料,以及采用网状结构、孔板结构和栏栅结构时的网眼或孔的最大尺寸和最小安全距离,应符合 GB/T 8196—2018 的有关规定。
- e) 从地面安装的防护装置(如周边围栏),围栏的最低高度应为 1.4 m,围栏与危险区域的距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 2 的规定。从防护装置底部任何位置至地面的开口尺寸不应超过 200 mm。
- f) 防护装置的可移动部分应便于操作、移动灵活。
- g) 经常拆卸用手搬动的防护装置应装拆方便,其质量不应大于 16 kg。不便于用手搬动的防护装置,应设置吊装孔、吊环、吊钩等,并在防护装置本体或说明书中标明其质量值(kg)。
- h) 观察机床操作情况的透明防护装置应便于观察,并提供其材料以及更换/保养间隔等信息。

- i) 防护装置实际能承受冲击能量应大于其计算冲击能量。典型机床冲击能量的计算见附录 A。防护装置冲击试验方法和结果判定应按 GB/T 8196—2018 中附录 B 的规定。

6.5.1.2 固定式防护装置

应牢靠地固定或联接。可拆卸部分只能用工具拆卸。

6.5.1.3 活动式防护装置

活动式防护装置应满足下列规定：

- a) 采用重力、卡子、定位螺栓、铰链或导轨等固定；
- b) 打开时尽量与机床保持相对固定；
- c) 一些附属装置只能用工具拆卸；
- d) 采用联锁的活动式防护装置，防护装置关闭前机床不能起动，一旦打开防护装置时机床应停止运转（调整状态除外）；
- e) 必要时可设置防护锁。

6.5.1.4 可调式防护装置

整个装置可调或带有可调部分的固定式或活动式防护装置，在特定操作期间，调整件应能保持固定，不用工具也能方便地调整。

6.5.2 保护装置

6.5.2.1 联锁装置

联锁装置的联锁保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 9.3 的有关规定。

6.5.2.2 限位装置

机床的限位装置应安装到无振动、不受影响的合适位置上，动作应可靠。

6.5.2.3 双手操纵装置

双手操纵装置应符合 GB/T 19671 的有关规定。

6.5.2.4 压敏装置

压敏装置应性能可靠，并应符合 GB/T 17454(所有部分)的有关规定。

6.5.2.5 电敏装置

电敏装置应性能可靠，并应符合 GB/T 19436.1、GB/T 19436.2、GB 19436.3 和 GB/T 19436.4 的有关规定。

6.6 安全标志和安全色

必要时应在机床危险部位或附近设置安全标志或涂安全色，以提醒操作、调整和维护人员注意危险的存在。使用安全标志应符合 GB/T 18209.2 的有关规定。使用的安全色应符合 GB/T 2893(所有部分)的有关规定。

6.7 温度

经常接触的机床部件温度应符合 GB/T 18153 的有关规定。

机床部件(电气元件、照明灯等)和材料(切屑等)在异常温度时,应采取安全措施防止人员接触和接近造成伤害。

6.8 噪声

6.8.1 机床设计过程中,充分考虑控制噪声源,并应采取措施降低机床的噪声。机床的主要噪声源包括:

- a) 金属切削过程,
- b) 主轴/轴线运动,
- c) 更换刀具和工件,
- d) 修正和整形装置,
- e) 电动机、气泵、传动机构等,
- f) 液压、冷却、气动系统,
- g) 上下料或送料装置(若有),
- h) 吸排气(烟、雾、尘)系统(若有)。

6.8.2 机床噪声声压级应符合以下规定:

- a) A-计权发射声压级,超过 70 dB(A)应提供操作位置的具体信息;如果等于或小于 70 dB(A),应对具体位置的实际情况予以说明;
- b) A-计权发射声压级,超过 80 dB(A)应提供操作位置的工况;
- c) 在空运转条件下,机床的噪声声压级应符合表 6 的规定,机床运转时不应有不正常的尖叫声和不规则的冲击声。

表 6 机床空运转噪声声压级的限值

机床重量 t	≤10	>10~30	>30
普通机床噪声声压级 dB(A)	83	85	88
数控机床噪声声压级 dB(A)	81		

6.8.3 机床噪声的测量方法应按 GB/T 17421.5、GB/T 40806 的有关规定。

6.8.4 机床噪声发射取决于许多参数,若对机床噪声测量结果进行比较,按下列条件进行。

- a) 1 类、2 类和 3 类机床:
 - 1) 主轴最大转速,
 - 2) 轴线最大移动速度,
 - 3) 换刀运行(若有),
 - 4) 工件输送运行(若有),
 - 5) 排屑装置运行(若有)。
- b) 4 类机床(连续自动循环生产):

- 1) 机床连续自动循环运行；
- 2) 机床以满生产率运行；
- 3) 所有安全防护装置就位；
- 4) 所有排屑装置运行；
- 5) 所有机床附属设备和附件运行(如金属切削液运行)；
- 6) 所用刀具就位；
- 7) 机床满载工件运行,并在每个工位执行指定的工序；
- 8) 如果一台机床能加工一种以上的工件,则应分别进行测试,以识别各种工件和相关过程测量之间存在的任何明显差异。

c) 4类机床(无工件自动循环)：

操作条件应与连续自动循环生产一样,但不包括工件。如果是采用随行托板输送工件的机床,则应包括随行托盘,但不包括工件。

6.8.5 公布的噪声水平应附下列声明：

“所提供的数据为机床的噪声发射水平,未必是安全工作的噪声水平。安全工作噪声水平有时与发射水平和暴露水平二者有关。所提供的数据不能作为确定采取更进一步的必要预防措施的可依据。影响劳动者的实际暴露水平的因素包括：工作场所特性,其他噪声源(如机床数量和邻近的加工情况),操作者暴露在噪声环境的时间长短等。因此,提供这个信息是为了使机床的使用者对危险和风险作出更好的评价。”

6.9 振动

应采取措施减少机床的振动对人体健康的影响。

6.10 辐射

6.10.1 电弧、离子化学辐射

应按 GB/T 5226.1—2019 中 4.4.7 的规定采取安全措施,避免电弧、短路时离子化学辐射造成的危险。

6.10.2 机械辐射

应按 GB/T 26118.1、GB/T 26118.3 的规定采取安全措施,避免机械辐射(功能性辐射、不良辐射,及微量辐射)造成的危险。

机械辐射的测量应按 GB/T 26118.2 的有关规定。

6.10.3 激光

机床使用的激光装置应符合 GB/T 7247.1、GB/T 7247.5、GB/T 7247.14 及下列规定：

- a) 应按 GB/T 7247.4 的规定设置防护装置,防止人员接触激光辐射(包括反射、扩散及二次辐射等)；
- b) 采用活动式或可拆卸的防护装置时,应采用联锁防护装置；
- c) 操作者应经过培训；
- d) 必要时,建议操作者穿戴个人防护装置。

6.11 物质和材料

6.11.1 通用要求

机床使用和排放的物质和材料应符合 GB/T 18569(所有部分)的有关规定。

6.11.2 有害物质

6.11.2.1 液体

机床用液体有害物的限量要求和测定应符合 GB/T 32812 的规定。

机床用液体应符合下列要求：

- a) 切削液的选用应能使机床正常工作,并不会影响人体健康;
- b) 机床用油应符合有关标准的规定;
- c) 机床用涂料、油漆不应影响人体健康。

注：涂料、油漆指固化以后的。

6.11.2.2 气体、烟雾、油雾

工作时产生有害气体或大量烟雾、油雾的机床,应采取有效的封闭措施和/或设置有效的排气、吸雾装置。接口的位置应能够使机床正常使用下产生的气流的有效排出。

排气、吸雾装置不能正常工作时,应不能启动机床。

油雾浓度的测量应按 GB/T 23574 的有关规定。

6.11.2.3 粉尘

工作时产生大量粉尘的机床,应采取有效的封闭措施和/或设置有效的吸尘装置。接口的位置应能够使机床正常使用下产生的粉尘的有效排出。

吸尘装置不能正常工作时,应不能启动机床。

粉尘浓度的测量应按 GB/T 23573 的有关规定。

6.11.3 火灾和爆炸

应按 GB/T 23819 的规定采取措施防止气体(如爆炸性气体、蒸汽混合物)、液体、粉尘(如石墨、铝、钛、镁粉尘)等物质产生火灾和爆炸危险,特别是：

- a) 应提示用户使用难燃的切削液和油液,如使用闪点至少为 150 °C 的润滑油。若使用易燃切削液(含油超过 15%)、油液或加工易燃材料应采取防火、防爆措施,如：
 - 1) 灭火装置,
 - 2) 防爆装置,
 - 3) 易燃限制装置。
- b) 照明灯的安装位置应防止切削液飞溅引起的爆炸危险,否则应加防护装置;
- c) 电气设备的耐燃保护应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.4、12.3 的有关规定。

6.11.4 生物和微生物

机床的油箱、冷却箱等应便于清理。液箱内部不应有产生细菌的环境因素(如平滑、无喷涂的表面)。油箱、冷却箱应加盖,以防止外来杂物进入。应提示用户定期更换切削液和油液。

金属切削液处理系统在正常循环使用时,应防止在液箱产生“死区”,除非设计上用于沉淀的地

方,并应提供过滤装置。

6.11.5 飞溅

应防止切削液、切屑飞溅造成的滑倒、伤人等危险。如加工区的防护不足以防止溅向操作者,则应设置附加的防护挡板,或提示用户按其加工工件的形状和尺寸特征添设附加的防护挡板。

6.12 人类工效学

6.12.1 通用要求

机床的人类工效学设计应符合下列规定:

- a) 工作强度、运动幅度、可见性、姿势等应与人的能力和极限相适应,并应符合 GB/T 16251 的有关规定;
- b) 工作位置应适合操作者的身体尺寸、工作性质及姿势,并应符合 GB/T 14776 的有关规定;
- c) 应防止操作时出现干扰、紧张、生理或心理危险,并应符合 GB/T 15241.2 的有关规定;
- d) 操作机床会造成伤害的,应提示用户采用个人防护装置。

6.12.2 操作件

6.12.2.1 通用要求

操作件应符合 GB/T 5226.1—2019 中 10.1、GB/T 18209.3—2010 及下列规定。

- a) 操作者应能判明最终效应是否实现(直接或通过反馈/应答装置)。

注:最终效应指操作者在进行操作时所要求达到的预期结果(见 GB/T 18209.3—2010 中 3.3)。

- b) 操作件的操作方向应与其最终效应一致,并应符合 GB/T 17161 的有关规定。

注:对于有些机床(如磨床)操作件的操作方向与其最终效应可按常规规定。

- c) 操作者与机床的相对位置可以改变(如用遥控、便携式和悬挂操作装置),机床运动方向变化不明确时,应在机床运动部件上或其附近加贴与操作件上操作符号和/或颜色相对应的标志。
- d) 既可机动又可手动的操作件,当圆周速度大于 20 m/min 时,应与旋转轴自动脱开,或采用无轮辐和无手把的操作件。

注:脱开时,允许操作件由于惯性作用产生短时摆动。

- e) 应防止镜像对称布置。
- f) 起动操作件的位置应使操作者在操纵时能看见所控制对象。
- g) 操作件应按所控制对象操作关系或功能关系来进行逻辑组合。
- h) 操作件应防止意外操作的危险,可采用下列措施:
 - 1) 凹进或遮盖,
 - 2) 增加操纵力,
 - 3) 设置保险装置(如锁紧装置),
 - 4) 置于不会被偶然碰撞的地方,
 - 5) 按顺序作用,
 - 6) 采用双手操纵装置(见 GB/T 19671),
 - 7) 使用使能器件。

6.12.2.2 尺寸和操纵力

6.12.2.2.1 操作件的设计应符合 GB/T 14775 的有关规定。

6.12.2.2.2 手轮、手柄操纵力在行程范围内应均匀,并应符合表 7 的规定。

表 7 手轮、手柄的操纵力

机床重量 t	手轮、手柄的操纵力 N	
	经常使用的手轮、手柄	不经常使用的手轮、手柄
≤2	≤40	≤60
>2~5	≤60	≤100
>5~10	≤80	≤120
>10	≤120	≤160
注 1: 每班使用次数大于 25 次的手轮、手柄为经常使用手轮、手柄。 注 2: 用于换向、夹紧、锁紧、顶紧以及增加阻尼等特殊要求的手轮、手柄,其操纵力按设计规定。 注 3: 极少使用的手轮、手柄,其操纵力按设计规定。		

6.12.2.2.3 脚踏操作件应采取防护措施,以防止误操作。脚踏操作件的移动行程应为 45 mm~70 mm,移动力应为 20 N~200 N。

6.12.2.3 操作高度

6.12.2.3.1 手轮、手柄的安装高度(从地面或操作站台面至手轮、手柄的中间位置)应符合表 8 的规定。

表 8 手轮、手柄的安装高度

使用情况	安装高度 m
经常使用的手轮、手柄	0.5~1.7
不经常使用的手轮、手柄	0.3~1.9
仅调整时使用的手轮、手柄	≤2
注: 需站在工件或专用台板上操作的机床除外。	

6.12.2.3.2 按钮站的安装高度(从地面或操作站台面至按钮站的中间位置)应为 0.6 m~1.9 m。

6.12.3 信息显示装置

6.12.3.1 通用要求

信息显示装置应耐久、清晰、含义明确易于理解,并应符合 JB/T 5062 的有关规定。

6.12.3.2 指示器和显示器

6.12.3.2.1 位置

指示器和显示器应便于察看和识别。

6.12.3.2.2 安装高度

指示器和显示器的安装高度应符合下列规定：

- a) 指示器的安装高度(从地面或操作站台面至指示器的中间位置)应符合表 9 的规定；

表 9 指示器的安装高度

观察情况	安装高度 m
经常观察的指示器	0.7~1.7
不经常观察的指示器	0.3~2.5

- b) 显示器的视距应至少为 0.3 m,安装高度距地面或操作站台面应为 1.3 m~2 m。

6.12.3.3 报警装置

机床的视觉、听觉和触觉报警装置应符合 GB/T 1251(所有部分)及下列规定：

- a) 所表达的信息和含义明确易于理解；
- b) 在信号接受区范围内应便于识别；
- c) 定期检查信号的有效性。

6.13 照明

6.13.1 机床操作时因光线不足而对操作者产生危险,应提供确保机床安全工作的局部照明装置。

6.13.2 照明装置的设计和安装应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 15 章、GB/T 13379、GB/T 28780 及下列规定：

- a) 在工作区的照明应可靠；
- b) 避免频闪效应、眩目现象和阴影区；
- c) 灯和光的污染应很少；
- d) 维护方便；
- e) 照度至少为 500 lx。

6.14 装配

应防止装配错误或重新装配错误造成的危险并符合下列规定：

- a) 在运动部件上或附近标明运行方向；
- b) 在导管、导线、电缆、液管、气管和/或连接件上标明标记。

6.15 液压系统

液压系统应符合 GB/T 23572 及下列规定：

- a) 液压系统应设有防止超压的安全阀或调整压力变化的溢流阀；
- b) 液压系统应能承受设计规定的最大工作压力；
- c) 压力保险装置应调整到说明书的规定；
- d) 液压系统的渗漏不应引起危险；
- e) 动力源断开时,蓄能器应能自动卸压或安全闭锁(特殊情况,断开时还需压力的除外)。断开时

若蓄能器仍需保持压力,应在蓄能器上或附近明显位置标示出安全信息,信息应包括“小心(或注意)压力容器”字样。蓄能器上至少应标明下列标记:

- 1) 制造日期,
- 2) 容量(L),
- 3) 额定压力(Pa),
- 4) 允许的温度(℃)。

6.16 气动系统

气动系统应符合 GB/T 7932—2017 及下列规定:

- a) 气动系统应设有防止超压的安全阀或调整压力变化的限压阀;
- b) 气动系统应能承受设计规定的最大工作压力;
- c) 压力保险装置应调整到说明书的规定;
- d) 气动系统的渗漏不应引起危险;
- e) 机床与气源相连时,机床上应设有限压阀和压力表,并应说明最大允许接通压力。

6.17 润滑系统

润滑系统应符合 GB/T 6576 及下列规定:

- a) 油位指示器应设置在便于观察的安全地方;
- b) 机床及其附属设备和附件上的手动润滑点应设有标志,并便于操作;
- c) 只有当液压系统和润滑系统使用相同的油,才允许混合,但务必除去杂质。

6.18 切削冷却系统

切削冷却系统应符合 6.11 及下列规定:

- a) 机床尽可能容纳和有效回收切削液,切削液应能在重力作用下流向积液箱,避免在机床上或机床内部滞留;
- b) 固定切削液喷嘴的装置,应能方便、安全、可靠地固定在所需位置上;
- c) 切削液开关或流量控制器的位置应确保调整时操作者的安全;
- d) 切削冷却系统出现故障时,加工应以适当的方式自动停止,如刀具与工件分开、主轴停止运转、刀具驱动停止及抽气排烟装置关闭(针对使用易燃切削液);
- e) 机床切削液系统的结构设计应防止切削液溅出和喷出。对切削液溢出机床周边会产生滑倒危险应通过使用信息予以说明。

6.19 机床操作模式

6.19.1 手动模式(MO 0)

6.19.1.1 活动式防护装置关闭时才允许:

- a) 主轴手动起动;
- b) 轴线进给运动,行程至 1 m,移动速度不应超过 2 m/min;行程在 1 m~5 m,移动速度不应超过 5 m/min;行程超过 5 m,结合采取防护措施(如双手操纵装置或压敏垫)移动速度不应超过 10 m/min。

6.19.1.2 活动式防护装置打开时,应符合下列规定:

- a) 主轴运动、轴线进给运动只能用保持-运行控制方式,并按相关标准限速运行;

- b) 可控的动力驱动进给轴线,一次只允许一个进给轴线移动。主轴允许同时旋转。

6.19.2 自动模式(MO 1)

6.19.2.1 所有安全设施激活和防护装置关闭时才允许:

- a) 机床自动运行;
- b) 用保持-运行控制装置或电子手轮手动操作机床。

6.19.2.2 防护装置打开的情况下,机床运动应不能运行,但下列情况除外:

- a) 主轴运动、轴线进给运动只能用保持-运行控制方式,并按相关标准限速运行;
- b) 符合 6.2.7 规定的刀库和换刀装置的动作;
- c) 符合 6.2.4 规定的工件夹持装置的动作。

6.19.3 设置模式(MO 2)

6.19.3.1 无论防护装置是打开或关闭,设置模式(MO 2)不应允许进行加工。

6.19.3.2 从任何其他操作模式(MO)转换到设置模式(MO 2)时,应中断加工循环,才能进入工作区。

6.19.3.3 在联锁活动式防护装置打开和/或保护装置暂停的情况下,机床部件运动只能在满足下列条件下才能进行。

- a) 采用保持-运行控制装置或电子手轮操作机床主轴和轴线运动。
- b) 线性轴线进给运动,行程至 1 m,移动速度不应超过 2 m/min;行程在 1 m~5 m,移动速度不应超过 5 m/min;行程超过 5 m,结合采取防护措施(如双手操纵装置或压敏垫)移动速度不应超过 10 m/min。
- c) 回转轴线运动:
 - 1) 转速不超过 50 r/min;
 - 2) 圆周速度不应超过 15 m/min,2 类和 3 类车床工件主轴转速和花盘运动圆周速度不应超过 1.3 m/s,4 类车床主轴驱动盘运动圆周速度不应超过 2 m/min;
 - 3) 砂轮主轴运行,磨具的线速度应限制在 $v \leq 50$ m/s(有磨具防护罩)或 $v \leq 16$ m/s(无磨具防护罩)。
- d) 无刀具的主轴制动,发出停止指令后,主轴应在 2 转内停止。

注 1: 2 转的次数仅指减速程序涉及的位移/角度。不包括操作的响应时间,如不包括松开使能装置和控制装置。

注 2: 对于采用普通交流电动机的机床,允许主轴惯性停止运转。

- e) 应采取措施防止垂直轴或倾斜轴在重力作用下发生危险运动。
- f) 在工作区内待操作时,自动换刀和工件更换机构应保持禁用状态。只有重新选择 MO 1 模式才可能起动其自动动作。采用使能装置,允许手动控制换刀和换工件的单个动作。每个动作应由起动指令起动,例如 MDI(仅适用于 3 类和 4 类机床)。

6.19.4 具有手动干预的自动模式(MO 3)

6.19.4.1 为降低整个使用寿命周期/使用期间的风险,应限制 MO 3 使用次数和缩短使用时间。

6.19.4.2 在防护装置打开和/或保护装置暂停下,应符合下列规定。

- a) 允许手动或数控方式操作机床。
- b) 线性轴线进给运动,行程至 1 m,移动速度不应超过 2 m/min;行程 1 m~5 m,移动速度不应超过 5 m/min;行程超过 5 m,结合采取防护措施(如双手操纵装置或压敏垫)移动速度不应超过 10 m/min。
- c) 回转轴线运动:

- 1) 转速不超过 50 r/min;
- 2) 圆周速度不应超过 15 m/min, 2 类和 3 类车床工件主轴转速和花盘运动圆周速度不应超过 1.3 m/s, 4 类车床主轴驱动盘运动圆周速度不应超过 2 m/min;
- 3) 砂轮主轴运行, 磨具的线速度应限制在 $v \leq 50$ m/s (有磨具防护罩) 或 $v \leq 16$ m/s (无磨具防护罩)。
- d) 无刀具的主轴制动, 发出停止指令后, 主轴应在 5 转内停止。

注 1: 5 转的次数仅指减速程序涉及的位移/角度。不包括操作的响应时间, 例如, 不包括松开使能装置和控制装置。

注 2: 对于采用普通交流电动机的机床, 允许主轴惯性停止运转。

- e) 非程序移动应采用下列方式:
 - 1) 主轴回转运动应采用起动控制装置结合使能装置起动, 并由使能装置保持;
 - 2) 轴线运动应采用保持-运行控制或电子手轮或手动输入数据 (MDI), 并与使能装置一起循环起动。
- f) 程序执行应由循环起动控制装置结合使能装置起动, 并由使能装置保持。

6.19.5 服务模式 (MO S)

只有经过培训或授权的服务人员才能使用服务模式 (MO S)。服务模式操作时应符合下列规定。

- a) 应按使用说明书提供的相应安全说明进行。
- b) 工件更换机构应低速运动, 各步骤应连续进行。
- c) 应采取措施防止在重力作用下垂直轴或倾斜轴上的部件产生危险运动 (如冗余约束系统), 并应符合有关安全功能的要求 (如防止垂直轴或倾斜轴上部件意外下降的控制功能)。
- d) 应采取辅助安全措施, 如设置二级防护装置、配有警告标志的遮栏或屏障。
- e) 工作区防护装置打开时, 应限制机床或机床部件自动功能, 具体限制如下:
 - 1) 服务前, 应设置警戒线 (如链条等) 和警告标志, 表示机床正进行服务操作, 未经授权的人员不允许越过警戒线;
 - 2) 服务模式下不准许进行加工;
 - 3) 线性轴线进给运动, 行程至 1 m, 移动速度不应超过 2 m/min; 行程超过 1 m, 移动速度不应超过 5 m/min;
 - 4) 仅在测量和校准时, 允许主轴和轴线运动同时运动;
 - 5) 应采用保持-运行控制装置或起动装置起动换刀装置和/或刀库的运动;
 - 6) 冷却装置应停止喷射;
 - 7) 应采用危险区外的控制装置或移动式控制装置起动运动。
- f) 允许多轴插补运动。

6.20 测量、调整、清理和维护

机床的测量、调整、清理和维护应符合下列规定。

- a) 应在机床静止的状态下进行测量、调整、清理和维护工作。如在机床正常运转期间需要进入危险区, 提示用户应采取安全防护措施。
- b) 提供必要的专用工具, 以便安全调整、维护和使用机床。

6.21 包装、储存和搬运

6.21.1 包装

机床的包装应符合下列规定：

- a) 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的有关规定；
- b) 机床的包装和包装箱应符合 JB/T 8356 的有关规定。

6.21.2 储存

机床的储存应符合下列规定：

- a) 确保有足够的稳定性；
- b) 防止雨淋、潮湿、鼠害，并且通风良好；
- c) 长期存放时，应定期检查存放地方的情况和包装状态；
- d) 必要时，在说明书中说明机床储存的环境条件。

6.21.3 搬运

机床的搬运和吊装应符合下列规定：

- a) 确保安全可靠，不应出现意外的移动、倾斜和转动；
- b) 对于质量大于 16 kg 的机床零部件，必要时，应设置吊装孔、起吊环或吊装工具；
- c) 当随机提供起吊装置或升降装置时，应在说明书中提供安全工作负荷等详细资料。在动力系统发生故障时，起吊装置和升降装置应能承受住重物；
- d) 手动搬运的机床零、部件应易于用手搬动，必要时，应配备搬运把手(或手柄)；
- e) 当机床零部件因材料和形状造成危险时，应采取特别的搬运措施；
- f) 应提供机床的搬运信息，至少包括起吊点、起重设备和起重质量。

6.22 安全要求和/或安全措施的验证

有关安全要求和/或安全措施的验证方法按附录 B 执行。

7 使用信息

7.1 通用要求

7.1.1 使用信息应通知和警告操作者有关剩余风险。

7.1.2 使用信息(如各种信号、文字和警告标志等)可由机床自身、随机文件及其他方式给出。

7.1.3 随机文件应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 17 章、GB/T 9969、GB/T 15706—2012 中 6.4 的有关规定。

7.1.4 使用信息和随机文件应使用规范简体汉字。

7.1.5 若提供一种以上语种的使用信息和随机文件，中文说明应置于其他语种前。

7.1.6 使用信息和随机文件的编写应准确、通俗易懂。



7.1.7 在机床上至少应加贴下列清晰、耐久标志：

- a) 制造厂商的名称和地址；
- b) 机床名称及机床型号；
- c) 出厂日期和/或出厂编号；

- d) 各种认证标志(若有);
- e) 旋转部件最高转速;
- f) 机床和/或可移除部件的质量(kg);
- g) 最大工作负荷;
- h) 检查频次;
- i) 火灾和/或爆炸的危险如何灭火(若存在);
- j) 未与机床永久固定在一起的防护装置、保护装置和其他部件,应在机床醒目位置提供可识别的数据和信息。

7.1.8 机床电气设备的标记应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 16 章的有关规定。

7.2 安全说明

7.2.1 制造商应为每台机床提供安全说明。

7.2.2 安全说明可单独编写,也可作为使用、维护等说明书的部分内容,应标明说明书的出版日期或版本。

7.2.3 安全说明中的警告内容应用较大的字号或不同的字体表示,或用特殊符号或颜色来强调。

7.2.4 安全说明至少应包括下列内容:

- a) 机床的预定用途、安全性能、安全注意事项和要求、责任,包括:
 - 1) 机床操作前,
 - 2) 机床操作中,
 - 3) 安装和储运,
 - 4) 装配和拆卸,
 - 5) 调整,
 - 6) 测量,
 - 7) 清理,
 - 8) 维护(润滑、维修)。
- b) 安全警告;
- c) 必要时,给出:
 - 1) 禁用信息;
 - 2) 图解说明;
 - 3) 培训要求。

7.3 警告信息

7.3.1 警告信息(如标志、符号、形象图、文字警告等)应符合 GB/T 2893(所有部分)、GB/T 15706—2012 中 6.4、GB/T 5226.1—2019 中 10.3、16.2 和 GB/T 18209.2 的有关规定。

7.3.2 警告信息的编写应符合下列要求:

- a) 内容和图解要简明扼要。
- b) 安全警告按下列等级说明伤害的严重程度,必要时,说明原因:
 - 1) “危险”表示对高度危险(死亡)要警惕;
 - 2) “警告”表示对中度危险(一般不能恢复的伤害)要警惕;
 - 3) “注意”表示对轻度危险要关注。
- c) 对于如何正确操作,给予明确的指导。

- d) 对于如何避免危险,给予明确的指导。
- e) 如同时对安全、健康说明时,应优先对安全做说明。
- f) 避免频繁重复和错误警告削弱警告效力。

7.3.3 对于中度、高度危险的警告标志,应可靠地固定在机床相应的显著位置上。

7.3.4 应在安全说明中指出安全警告标志的位置,以引起操作者的注意。

8 责任

8.1 制造商

8.1.1 制造商应对所提供的机床及随机供应的辅助设备在设计和结构上已消除和/或控制的危险负责。

8.1.2 制造商应对所提供的机床及随机供应的辅助设备的安全负责。

8.1.3 制造商应对提供给使用者的使用信息和建议负责。

8.2 使用者

8.2.1 使用者应通过安全操作机床培训,并熟悉和掌握安全操作机床的内容。

8.2.2 使用者应对自己增加的夹具、工装和辅助设备的安全和造成的危险负责,应对自己变换或修改原机床及控制程序、工装和辅助设备后的安全和造成的危险负责。

8.2.3 使用者应对未按说明书的规定操作、调整、维护、安装和储运机床造成的危险负责。

附录 A

(资料性)

典型机床冲击能量的计算

A.1 车削机床

A.1.1 配置卡盘的车床

配置卡盘的车床,冲击能量的计算见公式(A.1)。

$$J_c = \frac{m \times v^2}{2} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

J_c ——冲击能量的数值,单位为焦耳(J);

m ——标准卡爪质量的数值,单位为千克(kg);

v ——冲击速度的数值,单位为米每秒(m/s)。

A.1.2 配置夹头的车床

配置夹头的车床,假设棒料截面($d/l \leq 0.2$)断裂以 $\alpha = 30^\circ$ 从机床夹头旋转轴线弹出产生的直接冲击,冲击能量的计算见公式(A.2)。

注:此计算在实际应用时仅用于参考指导。制造商在使用夹头卡盘时可规定出工件最大直径和长度。

$$J_c = \frac{\rho \times \pi^3 \times d^2 \times l^3 \times \left(\frac{n}{60}\right)^2}{24} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

J_c ——冲击能量的数值,单位为焦耳(J);

ρ ——密度的数值,单位为千克每立方米(kg/m^3);

d ——最大棒料直径的数值,单位为米(m);

l ——最大工件长度的数值,单位为米(m);

n ——工件主轴最高转速的数值,单位为转每分(r/min)。

A.2 铣削机床

铣削机床,冲击能量的计算见公式(A.3)和公式(A.4)。

$$J_c = \frac{m \times v^2}{2} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

J_c ——冲击能量的数值,单位为焦耳(J);

m ——抛射物质量的数值,单位为千克(kg);

v ——冲击速度的数值,单位为米每秒(m/s)。

$$v_c = \frac{B \times \pi \times n}{60 \times 1\,000} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

v_c ——圆周速度的数值,单位为米每秒(m/s);

B ——机床主轴可夹紧的最大刀具直径的数值,单位为毫米(mm);

n ——转速的数值,单位为转每分(r/min)。

A.3 磨削机床

A.3.1 在磨具破碎情况下碎片飞到磨具防护罩的冲击能量的计算只能采用近似的方法。其数值也取决于磨具破碎时的特征。

A.3.2 转动磨具的能量计算见公式(A.5)。

$$E = \frac{1}{4}m(1+Q^2) \times v^2 \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

E ——转动磨具的总能量的数值,单位为焦耳(J);

m ——磨具质量的数值,单位为千克(kg);

Q ——磨具孔径与外径之比值;

v ——磨具的线速度的数值,单位为米每秒(m/s)。

A.3.3 包含了碎片的平动和转动能量。假设产生的碎片大小一样,转动磨具能量计算见公式(A.6):

$$E = z \times (E_{\text{trans}} + E_{\text{rot}}) \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

E ——转动磨具的总能量的数值,单位为焦耳(J);

E_{trans} ——碎片的平动能量的数值,单位为焦耳(J);

E_{rot} ——碎片的转动能量的数值,单位为焦耳(J);

z ——磨具碎片数。

碎片的平动能量计算见公式(A.7):

$$E_{\text{trans}} = \frac{2}{9 \times \pi} \times m \times \frac{(1-Q^3)^2}{(1-Q^2)^2} \times \frac{(\sin \alpha)^2}{\hat{\alpha}} \times v^2 \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

E_{trans} ——碎片的平动能量的数值,单位为焦耳(J);

m ——磨具质量的数值,单位为千克(kg);

Q ——磨具孔径与外径之比值;

α ——碎片的半角的数值,单位为度(°);

$\hat{\alpha}$ ——碎片的半角的数值,单位为弧度(rad);

v ——磨具的线速度的数值,单位为米每秒(m/s)。

对于碎片的半角 $\alpha = 67^\circ$,平动能量达到它的最大值,计算见公式(A.8):

$$E_{\text{trans}, \alpha = 67^\circ} = 0.051 \times m \times \frac{(1-Q^3)^2}{(1-Q^2)^2} \times v^2 \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

$E_{\text{trans}, \alpha = 67^\circ}$ ——碎片的半角 $\alpha = 67^\circ$ 时的平动能量的数值,单位为焦耳(J);

m ——磨具质量的数值,单位为千克(kg);

Q ——磨具孔径与外径之比值;

v ——磨具的线速度的数值,单位为米每秒(m/s)。

碎片的转动能量计算见公式(A.9):

$$E_{\text{rot}} = \frac{E}{z} - E_{\text{trans}} \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

E_{rot} ——碎片的转动能量的数值,单位为焦耳(J);

E ——转动磨具的总能量的数值,单位为焦耳(J);

E_{trans} ——碎片的平动能量的数值,单位为焦耳(J);

z ——磨具碎片数。



附 录 B

(规范性)

安全要求和/或安全措施的验证

用于验证安全要求和/或安全措施的方法按表 B.1 进行,同时给出本文件相关章条号的信息。

表 B.1 验证方法

章条号	安全要求和/或安全措施	验证方法				
		检查图样	目测	测量	功能试验	检查信息
6.1	通用要求					
6.1.1	本质安全设计	△●	△●	—	—	△●
6.1.2	安全防护和/或补充保护措施	△●	△●	—	△●	△●
6.1.3	使用信息	—	△●	—	—	△●
6.1.4	机床安全要求和/或风险减小措施	—	—	—	—	△●
6.1.5	各类机床基本安全要求					
6.1.5.1	1 类机床	—	●	—	●	●
6.1.5.2	2 类机床	—	●	—	●	●
6.1.5.3	3 类和 4 类机床	—	●	—	●	●
6.2	机床结构					
6.2.1	稳定性	—	△●	—	—	△●
6.2.2	外形	—	△●	—	—	△●
6.2.3	运动部件	△●	△●	—	—	△●
6.2.4	夹持装置					
6.2.4.1	通用要求	—	△●	—	—	△●
6.2.4.2	手动夹持装置	—	—	—	△●	△●
6.2.4.3	动力夹持装置	—	—	—	●	—
6.2.4.4	磁性夹持装置					
6.2.4.4.1	通用要求	—	—	—	△●	△●
6.2.4.4.2	电磁吸盘	△●	△●	—	△●	△●
6.2.5	平衡装置	—	●	—	—	●
6.2.6	自动上下料装置	—	△●	—	—	△●
6.2.7	刀库、换刀装置	—	△●	—	—	△●
6.2.8	排屑装置	—	△●	—	—	△●
6.2.9	工作平台、通道、开口	—	△●	△●	—	△●

表 B.1 验证方法 (续)

章条号	安全要求和/或安全措施	验证方法				
		检查图样	目测	测量	功能试验	检查信息
6.2.10	地坑	—	△●	△●	—	△●
6.3	电气系统					
6.3.1	触电	—	●	—	●	—
6.3.2	保护	—	●	—	●	●
6.3.3	导线、电缆和配线	—	●	—	—	—
6.3.4	电动机	—	●	—	—	—
6.3.5	静电	—	●	—	—	—
6.3.6	电磁兼容	—	—	—	△●	△●
6.4	控制系统					
6.4.1	通用要求	△●	△●	—	△●	△●
6.4.2	控制系统的安全	●	●	—	●	●
6.4.3	控制装置的位置	—	△●	—	△●	△●
6.4.4	起动	—	—	—	●	—
6.4.5	停止	△●	△●	—	△●	△●
6.4.6	紧急停止	●	●	—	●	—
6.4.7	模式选择	—	△●	—	△●	△●
6.4.8	保持—运行	—	—	—	●	—
6.4.9	数控系统	—	△●	—	△●	△●
6.4.10	远程服务	—	△●	—	△●	△●
6.4.11	控制系统故障	△●	—	—	—	△●
6.4.12	能量隔离和耗散	△●	△●	—	—	△●
6.5	安全防护装置					
6.5.1	防护装置					
6.5.1.1	通用要求	—	△●	△●	—	△●
6.5.1.2	固定式防护装置	—	●	—	—	—
6.5.1.3	活动式防护装置	—	△●	—	△●	△●
6.5.1.4	可调式防护装置	—	△●	—	—	—
6.5.2	保护装置					
6.5.2.1	联锁装置	●	—	—	●	—
6.5.2.2	限位装置	—	●	—	●	—

表 B.1 验证方法（续）

章条号	安全要求和/或安全措施	验证方法				
		检查图样	目测	测量	功能试验	检查信息
6.5.2.3	双手操纵装置	—	●	—	●	—
6.5.2.4	压敏装置	—	—	—	●	—
6.5.2.5	电敏装置	—	—	—	●	—
6.6	安全标志和安全色	—	●	—	—	—
6.7	温度	—	△●	—	—	△●
6.8	噪声	—	—	●	—	—
6.9	振动	—	△●	△●	—	—
6.10	辐射					
6.10.1	电弧、离子化学辐射	—	△●	—	—	△●
6.10.2	机械辐射	—	△●	—	—	△●
6.10.3	激光	—	△●	—	—	△●
6.11	物质和材料					
6.11.1	通用要求	—	△●	—	—	△●
6.11.2	有害物质					
6.11.2.1	液体	—	—	—	—	●
6.11.2.2	气体、烟雾、油雾	—	△●	△●	—	—
6.11.2.3	粉尘	—	△●	△●	—	—
6.11.3	火灾和爆炸	—	△●	—	—	△●
6.11.4	生物和微生物	—	△●	—	—	△●
6.11.5	飞溅	—	△●	—	—	△●
6.12	人类工效学					
6.12.1	通用要求	—	△●	△●	—	△●
6.12.2	操作件					
6.12.2.1	通用要求	—	△●	—	△●	△●
6.12.2.2	尺寸和操纵力	—	●	●	—	—
6.12.2.3	操作高度	—	—	●	—	—
6.12.3	信息显示装置					
6.12.3.1	通用要求	—	●	—	—	—
6.12.3.2	指示器和显示器	—	●	●	—	—
6.12.3.3	报警装置	—	—	—	△●	△●

表 B.1 验证方法（续）

章条号	安全要求和/或安全措施	验证方法				
		检查图样	目测	测量	功能试验	检查信息
6.13	照明	—	△●	—	△●	△●
6.14	装配	—	△●	—	—	△●
6.15	液压系统	●	●	—	●	●
6.16	气动系统	●	●	—	●	●
6.17	润滑系统	—	●	—	—	—
6.18	切削冷却系统	—	△●	—	—	△●
6.19	机床操作模式					
6.19.1	手动模式(MO 0)	—	△●	—	△●	△●
6.19.2	自动模式(MO 1)	—	△●	—	△●	△●
6.19.3	设置模式(MO 2)	—	△●	—	△●	△●
6.19.4	具有手动干预的自动模式(MO 3)	—	△●	—	△●	△●
6.19.5	服务模式(MO S)	—	△●	—	△●	△●
6.20	测量、调整、清理和维护	—	△●	—	—	△●
6.21	包装、储存和搬运	—	△●	—	—	△●
7	使用信息					
7.1	通用要求	—	△●	—	—	△●
7.2	安全说明	—	△●	—	—	△●
7.3	警告信息	—	△●	—	—	△●
注：“●”表示选中的验证方法，“△”表示“和或”。						

参 考 文 献

- [1] ISO 16089:2025 Machine tools—Safety—Stationary grinding machines
 - [2] ISO 16090-1:2022 Machine tools safety—Machining centres, milling machines, transfer machines—Part 1: Safety requirements
 - [3] ISO 16093:2017 Machine tools—Safety—Sawing machines for cold metal
 - [4] ISO 23125:2015 Machine tools—Safety—Turning machines
 - [5] 2006/42/EC Machinery Directive
-

