

ICS 25.120.30
CCS J 61



中华人民共和国国家标准

GB/T 47237—2026

铸造机械 落砂除芯设备 安全技术规范

Foundry machinery—Shakeout and decoring equipment—
Safety technical specifications

2026-02-27 发布

2026-09-01 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	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 安全要求和/或风险减小措施	5
4.1 通则	5
4.2 一般要求	5
4.3 专项设备要求	7
5 安全要求和/或风险减小措施的验证	15
5.1 验证方法	15
5.2 验证清单	16
6 使用信息	16
6.1 一般要求	16
6.2 信号和警告装置	16
6.3 标志、符号(象形图)和书面警告	16
6.4 使用说明书	16
附录 A(资料性) 重大危险清单	18
附录 B(规范性) 验证清单	22
参考文献	26
表 1 一般要求	8
表 2 落砂机的要求	10
表 3 落砂滚筒的要求	11
表 4 除芯机的要求	12
表 5 落砂相关设备的要求	13
表 6 除芯相关设备的要求	15
表 A.1 重大危险清单	18
表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证	22

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国铸造机械标准化技术委员会(SAC/TC 186)归口。

本文件起草单位：青岛三锐机械制造有限公司、南安市中机标准化研究院有限公司、金谋士(厦门)管理咨询有限公司、浙江万丰科技开发股份有限公司、山东省机械设计研究院、中国汽车工业工程有限公司、金华市宝琳科技股份有限公司、济南铸锻所检验检测科技有限公司、福建省闽旋科技股份有限公司、保定维尔铸造机械股份有限公司、济南二机床集团有限公司、青岛安泰重工机械有限公司、青岛中智达环保熔炼设备有限公司、山东杰创机械有限公司、威海工友铸造机械有限公司、江苏东方众联工业技术有限公司、一拖(洛阳)铸锻有限公司、合肥江淮铸造有限责任公司、中国重汽集团济南动力有限公司成型厂、济南锐胜铸造机械有限公司、青岛青力环保设备有限公司、青岛凯捷重工机械有限公司、中机研标准技术研究院(北京)有限公司。

本文件主要起草人：田永恒、武光欣、朱斌、赖志煌、吴军、章旭霞、宋莹、刘小龙、陈妙勇、李琛、聂宇涵、陈惠玲、侯若先、李华栋、纪岩、段金挺、张磊、赵鹏、王日东、王建平、王跃、白杨、相子强、赵智坤、宿立国、张晓飞。

引 言

根据 GB/T 15706—2012 的分类,本文件属于 C 类标准。

本文件尤其与下列与本文件所涉及的机械安全有关的利益相关方有关:

- 机器制造商;
- 健康与安全机构。

其他受到机械安全水平影响的利益相关方有:

- 机器使用人员;
- 机器所有者;
- 服务提供人员。

上述利益相关方均有可能参与本文件的起草。

本文件所涉及的机器以及所涵盖的危险、危险状态和危险事件范围已在本文件的范围中给出。

当本文件中的要求与 A 类标准或 B 类标准中的要求不同时,对于已按照本文件设计和制造的机器,本文件中的要求优先于其他标准中的要求。

铸造机械 落砂除芯设备

安全技术规范

1 范围

本文件规定了落砂除芯设备的安全要求和/或风险减小措施及使用信息,描述了相应的验证方法。

本文件列出了当落砂除芯设备按预定用途使用以及在制造商可合理预见的误用条件下使用时,与该类设备有关的重大危险、危险状态或危险事件示例(见附录 A)。

本文件适用于落砂除芯设备的设计、制造和验收。

注:落砂除芯设备包括落砂机、落砂滚筒、落砂相关设备(振动输送机、平/鳞板输送机、铸造用机械手)、除芯机、除芯相关设备(上、下件机器人)。

本文件不适用于工件起吊及转运设备、通风除尘设备。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 2894 安全色和安全标志

GB/T 3098.1—2010 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 3098.2—2025 紧固件机械性能 第2部分:螺母

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 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件

GB/T 5226.7 机械电气安全 机械电气设备 第7部分:工业机器人技术条件

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 11291.1 工业环境用机器人 安全要求 第1部分:机器人

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 14776 人类工效学 工作岗位尺寸 设计原则及其数值

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 机械安全 安全控制系统 第1部分:设计通则

GB/T 17888.1 机械安全 接近机械的固定设施 第1部分:固定设施的选择及接近的一般要求

GB/T 17888.2 机械安全 接近机械的固定设施 第2部分:工作平台与通道

GB/T 17888.3 机械安全 接近机械的固定设施 第3部分:楼梯、阶梯和护栏

GB/T 17888.4 机械安全 接近机械的固定设施 第4部分:固定式直梯

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 18209.1 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

GB/T 18717.1 用于机械安全的人类工效学设计 第1部分:全身进入机械的开口尺寸确定原则

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

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 19670 机械安全 防止意外启动

GB 20905 铸造机械 安全要求

GB/T 23821—2022 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离

GB/T 25370 铸造机械 术语

GB/T 25371 铸造机械 噪声声压级测量方法

GB/T 28780 机械安全 机器用整体照明系统

GB/T 31555 铸造用机械手

GB/T 34388 铸造机械 噪声声功率级测量方法

GB/T 41349 机械安全 急停装置技术条件

3 术语和定义

GB/T 15706—2012 和 GB/T 25370 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

危险 hazard

潜在的伤害源。

[来源:GB/T 15706—2012,3.6,有修改]

3.2

重大危险 significant hazard

已识别出的、需要设计者根据风险评价采取相应措施去消除或减小风险的相关危险。

[来源:GB/T 15706—2012,3.8,有修改]

3.3

危险状态 hazardous situation

人员暴露于至少具有一种危险的环境。

注:这类暴露可能立即或在一定时间之后对人员产生伤害。

[来源:GB/T 15706—2012,3.10]

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

剩余风险 residual risk

采取保护措施之后仍然存在的风险。

[来源:GB/T 15706—2012,3.13,有修改]

3.6

风险减小措施 risk reduction measure

保护措施 protective measure

消除危险或减小风险的行动或措施。

注：这些措施由下列人员实施：

- 设计者(本质安全设计、安全防护和补充保护措施、使用信息)；
- 使用者(组织措施:安全工作程序、监督、工作许可制度;提供和使用附加安全防护装置;使用个体防护装备;培训)。

[来源:GB/T 15706—2012,3.19,有修改]

3.7

本质安全设计措施 inherently safe design measure

通过改变机器设计或工作特性,而不是使用防护装置或保护装置来消除危险或减小与危险相关的风险的保护措施。

[来源:GB/T 15706—2012,3.20,有修改]

3.8

安全防护装置 safeguard

机器所配备的对人员具有安全防护功能的装置。

注:包括:

- 防护装置:设计为机器的组成部分,用于提供保护的物理屏障,如固定式防护装置、活动式防护装置,根据其结构,可称作外壳、护罩、盖、屏、门、围栏等;
- 保护装置:防护装置以外的安全防护装置,如联锁装置、双手操纵装置、敏感保护设备。

3.9

使用信息 information for use

由信息载体组成的保护措施,可单独或组合使用这些信息载体向使用者传递信息。

注:信息载体包括文本、文字、标记、信号、符号和图表等。

[来源:GB/T 15706—2012,3.22,有修改]

3.10

落砂机 shakeout

带有栅格,采用振动的方法进行铸件落砂作业的机器。

注1:落砂作业指在砂型铸造中,使铸件与铸型,或者铸型与砂箱分离的工艺。

注2:包括固定式落砂机、输送式落砂机。

[来源:GB/T 25370—2020,5.1.1,有修改]

3.11

落砂冷却滚筒 rotary knock-out and cooling drum

落砂滚筒 knock-out drum

冷却滚筒 cooling drum

通过滚筒的转动,使铸件与铸型分离、铸型被破碎,并可采用通风、喷水等措施使筒内热的铸件和旧砂得到冷却的落砂设备。

[来源:GB/T 25370—2020,5.1.10]

3.12

振动落砂滚筒 vibrating knock-out drum

振动滚筒 vibrating drum

通过滚筒的往复摆动,使铸件与铸型分离、铸型被破碎的落砂设备。

注:通常采用惯性激振器驱动滚筒。

[来源:GB/T 25370—2020,5.1.11]

3.13

除芯机 decoring machine

采用气动或液压振击锤,清除铸件砂芯的机器。

注:除芯机通常由振击机构、工件输送机构和除尘室等部分组成。其中,工件的输送可以采用机动辊道、移动小车、转台、机械手或机器人。

[来源:GB/T 25370—2020,5.2.1]

3.14

激振器 exciter; vibrator

用于产生激振力,作为落砂机或其他振动设备激振源的装置。

[来源:GB/T 25370—2020,5.1.17]

3.15

电动激振器 electric vibrator

由旋转不平衡质量(偏心块)与特殊电动机组合为一体的激振器。

注:激振源与动力源合为一体,也称作振动电机。

[来源:GB/T 25370—2020,5.1.21]

3.16

箱式激振器 directional force exciter

采用单台电动机驱动,所产生的激振力来自双轴旋转不平衡质量所产生的离心惯性力合力的激振器。

注1:主要由箱体、轴承、齿轮、主动轴、从动轴和旋转不平衡质量(偏心块)等组成。

注2:在外接电动机的驱动下,分别装配有同等不平衡质量的从动轴和主动轴通过齿轮啮合,等速反向旋转。

[来源:GB/T 25370—2020,5.1.19]

3.17

旋转不平衡质量 rotary unbalanced weight

偏心块 eccentric block; eccentric weight

其质心处于特定的半径位置,与其向心加速度的乘积等于惯性离心力。

3.18

振击锤 impact hammer

以压缩空气/液压介质为动力,产生振动冲击能量的装置。

注:采用压缩空气为动力的称为气动振击锤,采用液压介质为动力的称为液压锤。

[来源:GB/T 25370—2020,5.2.5,有修改]

3.19

振动输送机 vibrating conveyor

利用振动使槽体内的物料沿一定方向滑行或抛掷运行的连续输送机械。

[来源:GB/T 25370—2020,10.2.3,有修改]

3.20

铸造用机械手和机器人 manipulator and robot for foundry

用于铸造生产的机械手和机器人。

示例:落砂单元关节式抓取铸件机械手,制芯中心组芯机器人,除芯机上、下件机器人。

[来源:GB/T 25370—2020,10.2.23,有修改]

4 安全要求和/或风险减小措施

4.1 通则

4.1.1 落砂除芯设备(以下简称“机器”)的安全要求应符合 GB 20905 和本文件的规定。

4.1.2 对于本文件未涉及的相关非重大危险,机器应按 GB/T 15706—2012 规定的原则进行设计。

4.1.3 机器制造商应按照以下三步法原则顺序进行风险减小,实现机器安全:

- a) 通过本质安全设计措施;
- b) 通过安全防护措施和/或补充保护措施;
- c) 通过使用信息。

4.1.4 在设计和制造机器以及给出使用信息时,制造商应指明机器的预定使用和任何可合理预见的误用,以及机器在整个生命周期内其他活动给操作及相关人员带来的风险。

4.2 一般要求

4.2.1 机器结构

4.2.1.1 机器及其零部件的强度和刚度应满足机器在规定条件下的储运、安装和使用要求。

4.2.1.2 机器的结构和外形布局应确保其稳定性,在按规定条件储运、安装和使用,不应存在意外倾翻、掉落或自行移动危险。

4.2.1.3 机器易接触的外露部位不应有引起人体损伤的尖角、锐边,防护罩、检修门、盖板等薄板件的棱边应倒钝、折边或修边,可能引起刮伤的管端开口应包覆。

4.2.1.4 振动设备上采用的螺栓、螺钉,其力学性能不应低于 GB/T 3098.1—2010 规定的 8.8 级;振动设备上采用的螺母,其力学性能不应低于 GB/T 3098.2—2025 规定的 8 级,并应采取防松措施。

4.2.1.5 振动设备的激振器旋转零件应牢固安装在轴上,采取防松措施。应设置防护装置,并在使用信息中说明。

4.2.1.6 机器易接触并可能造成缠绕、卷入等危险的运动部件和传动装置(如链轮、传动带、滚筒、传动轴等)应设置防护装置,并在使用信息中说明。

4.2.1.7 机器的运动部件与运动部件之间或运动部件与静止部件之间防止人体部位挤压的间距应符合 GB/T 12265 的规定。

4.2.1.8 机器及大型零部件应设置起吊装置,标出吊点及其质量。起吊装置的位置设计应正确,防止机器起吊时出现偏重而失去稳定性,避免意外倾翻、滑动或掉落的危险,并在使用信息中说明。

4.2.2 安全防护装置

4.2.2.1 防护装置的设计和制造应符合 GB/T 8196 的规定。

4.2.2.2 安装在地面上的固定式防护装置(如围栏),固定应牢固。围栏与危险区的安全距离,应符合 GB/T 23821—2022 中表 2 的规定。

4.2.2.3 活动式防护装置用于防止由运动的传动部件产生的危险时,打开时宜固定在机器或其他结构上(通过铰链或导轨)。

4.2.2.4 对于人员需要进入的危险区域内的活动式防护装置,应带有防护联锁,当防护装置打开时,应断开相关危险运动的驱动电源。

4.2.2.5 与防护装置相关的联锁装置的选择和设计应符合 GB/T 18831 的规定。

4.2.3 急停装置

机器的急停功能的设计原则应符合 GB/T 16754 的规定,急停装置应符合 GB/T 41349 的规定。

4.2.4 电气设备

4.2.4.1 机器的电气设备安全要求应符合 GB/T 5226.1—2019 的规定。

4.2.4.2 电气柜的外壳防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP54。

4.2.4.3 有旋转方向要求的电动激振器或电动机应在明显的位置设置标有运动方向的转向标识。

4.2.4.4 振动设备配套电动激振器的出线电缆,自电动激振器接线盒至机器底座固定点之间应有一自然悬垂段;机器底座固定电缆采用夹紧方式固定时,电缆与夹紧装置之间应有柔性绝缘(橡胶)衬套,并在使用信息中说明。

4.2.4.5 振动设备除所配套的电动激振器本身有接地线以外,安装有电动激振器的参振机体另外还应有可靠接地措施,并在使用信息中说明。

4.2.5 控制系统

4.2.5.1 控制系统应能按规定动作顺序实现连锁。

4.2.5.2 电气连锁应具备防止因误动作引起的意外故障和/或危险事件发生的功能。

4.2.5.3 过共振区工作的振动设备,不应采用反接制动,宜采用能耗制动。

4.2.5.4 当动力或控制信号中断时,制动、夹紧、翻转、提升或下降等动作应能立即停止并保持当前状态。

4.2.5.5 应采取措施防止动力供应失效带来的危险,包括动力不稳定、动力供应中断之后或控制回路被切断时的意外重启。防止机器意外启动的控制系统内置安全措施应符合 GB/T 19670 的规定。

4.2.5.6 控制系统安全相关部件的设计应符合 GB/T 16855.1 的规定。

4.2.6 气动和液压系统

4.2.6.1 气动系统安全要求应符合 GB/T 7932 的规定。

4.2.6.2 液压系统安全要求应符合 GB/T 3766 的规定。

4.2.6.3 气动和液压系统中应设置防止压力超载的安全装置。

4.2.7 接近机器的固定设施

4.2.7.1 机器所设置的工作平台、通道、楼梯(或阶梯、直梯)和护栏等固定设施(以下称“接近设施”)应符合规定,防止产生以下危险:

- a) 坠落;
- b) 滑倒或绊倒;
- c) 可能对人员产生危险的物料或物体掉落。

4.2.7.2 接近设施的选择和基本要求应符合 GB/T 17888.1 的规定。其中,工作平台和通道应符合 GB/T 17888.2 的规定,楼梯、阶梯和护栏应符合 GB/T 17888.3 的规定,固定式直梯应符合 GB/T 17888.4 的规定。

4.2.8 热表面和热辐射

4.2.8.1 在固定工作场所、操作点和人员经过的主要路线,相关区域应设置警示标志,防止接触机器热表面和受到热辐射给人员带来的伤害。

4.2.8.2 可接近且可接触的机器热表面的温度不应超过 GB/T 18153 规定的与接触时间相对应的烧伤阈值;如果无法达到此要求,则应采取其他防护措施,如保持安全距离和使用个体防护装备。

4.2.8.3 对于可能会接触到机器热表面,使用信息中应包括补充措施,如机器维护、维修、调整时延长机器冷却时间、防止热危险的警示和使用个体防护装备。

4.2.8.4 处理高温工件或在高温环境下工作的机器,其电气线路应采取保护措施。

4.2.8.5 处理高温工件或在高温环境下工作的机器,应采取防护措施防止人员接触和接近工件、热砂等高温材料。使用信息中应包括补充措施,如规定冷却时间、操作者应使用个体防护装备等。

4.2.9 噪声

4.2.9.1 落砂机应设置密闭式或局部密闭式隔声罩降低噪声。

4.2.9.2 除芯机应配置密闭隔声罩。

4.2.9.3 气动系统排气口应安装消声器。

4.2.9.4 如果采取防护措施降低噪声仍未达到规定要求时,则应给出使用信息,如使用个体防护装备。

4.2.9.5 机器的噪声限值应符合相关产品标准的规定。

4.2.10 振动

4.2.10.1 振动设备应采取减振措施,降低机器传递到基础的动载力,减小机器振动对周边人员的影响。

4.2.10.2 振动设备上应设置警示标志和给出使用信息,防止共振机体或减振装置(螺旋弹簧)对人员造成冲击或挤压的危险。

4.2.10.3 当两台及以上落砂机或振动输送机组成机组使用时,应设置警示标志和给出使用信息,防止机器之间预留的间隙对人员产生挤压的危险。

4.2.11 有害物质和材料

4.2.11.1 落砂机应设置除尘罩,并接入通风除尘系统。

4.2.11.2 除芯机应配置密闭式除尘罩,并接入通风除尘系统。

4.2.11.3 产生粉尘和烟气的机器应采取防护措施,并接入通风除尘系统。

4.2.11.4 对于机器操作和维护过程中存在吸入有害气体和粉尘的危险时,使用信息中应给出警示信息;应采取局部通风和/或使用个体防护装备。

4.2.11.5 应采取措施防止机器周围散落砂积存,并在相关区域设置警示标志。

4.2.12 人类工效学原则

4.2.12.1 机器的设计应确保在适用的情况下,宜采用技术辅助措施代替人工操作。工作强度、运动幅度、姿势等应与人的能力和极限相适应,机器工作系统的设计应符合 GB/T 16251 的规定。

4.2.12.2 工作岗位尺寸应符合 GB/T 14776 的规定。

4.2.12.3 机器根据操作需要所开设的用于人员进出的开口尺寸,应符合 GB/T 18717.1、GB/T 18717.2 的规定。

4.2.12.4 机器的照明应符合 GB/T 28780 的规定。

4.3 专项设备要求

4.3.1 概述

针对本文件范围的机器在不同危险状态下所产生的重大危险,以表格的形式规定了各专项设备具体安全要求和/或风险减小措施。

表格内容还包括：

- 与上述要求和/或措施相关的本文件条款编号或标准；
- 根据第 5 章用来证明上述要求和/或措施符合性的验证方法。

4.3.2 一般要求

涉及重大危险、安全要求和/或风险减小措施,机器的一般要求应符合表 1 的规定。

表 1 一般要求

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件条款编号或标准	验证方法
1 机械危险的预防措施				
1.1 扎伤、划伤	在储运、安装、使用和维护过程中接触到机器外露零部件的锐角、锐边,对人员造成伤害	机器零部件外露部位不应有尖角、锐边	4.2.1.3、6.4	表 B.1 中序号 1、序号 27
		使用说明书应说明:使用个体防护装备		
1.2 挤压、碰撞	在储运、安装、使用和维护时,因机器或零部件稳定性未满足要求而发生翻倒、掉落或不可控的移动,对人员造成伤害	机器及零部件设计时应满足所需的稳定性要求	4.2.1.2、6.4	表 B.1 中序号 2、序号 27
		使用说明书应说明:当不能实现机械的稳定性时,应采取稳定性的保护措施		
1.3 冲击、撞击	储运、安装、使用和维护时,因机器或零部件强度、刚度未满足要求而发生零部件断裂、破碎、掉落或飞出等,对人员造成伤害	机器及零部件设计时应满足所需的强度、刚度要求	4.2.1.1	表 B.1 中序号 3
1.4 挤压、撞击	吊装和搬运机器或零部件时,由于被吊装的机体上未设置起吊装置,或者起吊装置位置设计不合理引起的意外倾翻、滑动或掉落对人员造成伤害	机器整机和大型部件应设置起吊装置,标出吊点及其质量	4.2.1.8、6.4	表 B.1 中序号 5、序号 27
		使用说明书中应说明: a) 制定安全作业规范; b) 使用个体防护装备		
1.5 跌落、掉落、砸伤	由于未设置工作平台/通道或设置不合理,造成人员跌落;或物件掉落对人员造成伤害	接近机器的固定设施应符合本文件的规定	4.2.7	表 B.1 中序号 10
1.6 挤压、剪切	机器的运动部件之间或运动部件与静止部件之间的间距不符合要求,对人员造成伤害	防止人体各部位挤压的间距应符合本文件规定	4.2.1.7	表 B.1 中序号 4
1.7 挤压、撞击	激振器运动部件松动、松脱或折断、碎裂、甩出等,对人员造成伤害	激振器旋转零件应牢固安装在轴上,并采取防松措施;应设置防护装置,防护装置应符合本文件规定	4.2.1.5、4.2.2	表 B.1 中序号 6
1.8 绞入、卷入	传动装置引起的运动卷入或缠绕(如传动轴等)	机器的传动装置应设置防护装置,防护装置应符合本文件规定	4.2.1.6、4.2.2	表 B.1 中序号 9

表 1 一般要求 (续)

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件章节编号或标准	验证方法
1.9 掉落、 抛出	振动设备紧固件的连接失效导致机器零部件的移位或掉落	振动设备应采用高强度联接紧固件, 并应采取防松措施	4.2.1.4、6.4	表 B.1 中 序号 7、序 号 27
		使用说明书中应说明: 定期检查		
2 电气危险的预防措施				
2.1 触电、 电击	在机器使用或维护过程中, 机器的电路因绝缘不良、接地不良或热辐射或高温引发绝缘失效等, 引起漏电危险, 对人员造成伤害	机器电气线路、电缆与机器钢结构之间应有绝缘防护, 并进行隔热防护	4.2.4、4.2.8.4、 6.3、6.4	表 B.1 中 序号 12、 序号 26、 序号 27
		电气系统应设置接地防护		
		在人员可能接触到电气元件的位置, 应设置醒目的警示标志		
		使用说明书中应说明: 定期巡检电气线路		
2.2 火灾	处理高温铸件时, 因热辐射或高温引发绝缘失效, 造成电路短路, 引发火灾	机器电气线路应进行隔热防护, 例如, 采用耐高温套管	4.2.8.4、4.2.5	表 B.1 中 序号 12
	电控系统短路、过载, 引发火灾	电控系统应具有短路、过载保护功能		
2.3 冲击、 挤伤	机器未设置急停装置或者急停装置不符合要求引发危险, 对人员造成伤害	机器应设置急停装置, 急停装置应符合本文件规定	4.2.3	表 B.1 中 序号 12
3 热危险的预防措施				
3.1 烫伤、 灼伤	高温铸件、热砂或高温环境下工作的机器, 造成人员烫伤、灼伤	使用说明书中应说明: a) 工作区域设置警示标志; b) 操作人员应保持安全距离; c) 使用个体防护装备	4.2.8、6.3、6.4	表 B.1 中 序号 26、 序号 27
4 噪声危险的预防措施				
4.1 耳鸣、 疲劳	机器使用过程中产生的噪声造成操作人员长期工作后听力损伤、精神压抑和干扰听觉信号等危险	应采取降低机器噪声, 机器噪声应符合其噪声限值的规定	4.2.9、6.4	表 B.1 中 序号 16、 序号 27
		使用说明书中应说明: 使用个体防护装备		
5 振动危险的预防措施				
5.1 不适、 疲劳	振动设备运行过程中传递到基础的振动力使人员感到不适、疲劳等	机器应采取减振措施, 降低机器传递到基础的动载力	4.2.10	表 B.1 中 序号 17
6 材料/有害物质危险的预防措施				
6.1 窒息、尘 肺病	机器使用过程中产生的粉尘、烟气对人体造成吸入危险	应接入通风除尘系统处理粉尘、烟气	4.2.11、6.4	表 B.1 中 序号 18、 序号 27
		使用说明书中应说明: 使用个体防护装备		

表 1 一般要求 (续)

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件条款编号或标准	验证方法
7 人类工效学危险的预防措施				
7.1 人为操作错误	不符合要求的局部照明,易引起事故	机器工作区域内,作业照明条件应符合本文件规定	4.2.12、6.3	表B.1中序号25
	标识不清或缺失造成误操作产生的伤害	所有标识应醒目准确		

4.3.3 落砂机

落砂机的安全要求和/或风险减小措施应符合表 2 的规定。



表 2 落砂机的要求

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件条款编号或标准	验证方法
1 挤压、冲击	落砂机上、下件区域内,因工件掉落等,对人员造成伤害	使用说明书中应说明: a) 上、下件区域应设置警示标志; b) 警示危险	6.3、6.4	表B.1中序号26、序号27
	落砂机工作过程中,参振机体或减振装置(螺旋弹簧)会对人员造成伤害	使用说明书中应说明: a) 工作区域应设置警示标志; b) 警示危险	4.2.10.2、6.3、6.4	
2 挤压、剪切	当两台及以上落砂机组成机组使用时,落砂机之间间隙会对人员造成伤害	使用说明书中应说明: a) 工作区域应设置警示标志; b) 警示危险	4.2.10.3、6.3、6.4	
3 触电、电击	电动激振器出线电缆机械损伤引起触电危险	电动激振器出线电缆应符合本文件规定 使用说明书中应说明:定期巡检电控线路	4.2.4.4、6.4	表B.1中序号8、序号27
4 冲击、砸伤	落砂机工作过程中,由于工件的意外掉落,对人员造成伤害	落砂机护板的高度不应使工件和冒口等意外掉落	6.3、6.4	表B.1中序号19、序号27
	落砂机工作过程中,不摘除吊具造成砂箱、工件移动、倾倒及其他意外事故,对人员造成伤害	使用说明书中应说明: a) 落砂机工作时,应摘除工件或砂箱上的吊具; b) 警示危险		
5 疲劳、振动	落砂机传递到基础的动载力造成机器周边及操作人员危险	大型落砂机应采用合理的振动方式	4.2.10.1、6.4	表B.1中序号17、序号27
		机器应采取减振措施		
		使用说明书中应警示危险		

表 2 落砂机的要求 (续)

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件章节编号或标准	验证方法
6 滑倒、 摔伤	落砂机周边散落砂造成的危险	落砂机周边护板的高度不应使砂散落溢出(输送落砂机输送出口的一面除外)	4.2.11.5、 6.3、6.4	表B.1中 序号19、 序号27
		落砂机周边应设置下砂栅格,防止散落砂集聚		
		使用说明书中应说明: a) 应及时清理落砂机周边散落砂及异物; b) 警示危险		
7 耳鸣、 疲劳	落砂机工作过程中产生的噪声造成操作人员长期工作后听力损伤、耳鸣、疲劳、精神压抑和干扰听觉信号等危险	落砂机应设置隔声罩,机器噪声应符合其噪声限值的规定	4.2.9、6.4	表B.1中 序号16、 序号27
		使用说明书中应说明:使用个体防护装备		
8 窒息、尘 肺病	落砂机工作过程中产生的粉尘、烟气可能对人体造成吸入危险	落砂机应设置除尘罩,并接入通风除尘系统	4.2.11、6.4	表B.1中 序号18、 序号27
		使用说明书中应说明:使用个体防护装备		

4.3.4 落砂滚筒

落砂滚筒的安全要求和/或风险减小措施应符合表3的规定。

表 3 落砂滚筒的要求

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件章节编号或标准	验证方法
1 挤伤、 撞伤	振动落砂滚筒使用或维护过程中,共振机体或减振装置(螺旋弹簧)会对人员造成伤害	使用说明书中应说明: a) 工作区域应设置警示标志; b) 警示危险	4.2.10.2、 6.3、6.4	表B.1中 序号26、 序号27
2 挤压、 卷入	落砂滚筒的托轮和滚道产生挤压或卷入危险,对人员造成伤害	托轮和滚道应采取防护措施	4.2.1.6、6.4	表B.1中 序号9、序 号27
	落砂滚筒驱动装置产生缠绕或卷入危险,对人员造成伤害	驱动装置应采用防护装置 使用说明书中应警示危险		
3 触电、 电击	振动落砂滚筒中,电动激振器出线电缆机械损伤引起触电危险	电动激振器出线电缆应符合本文件规定	4.2.4.4、6.4	表B.1中 序号8、序 号27
		使用说明书中应说明:定期巡检电控线路		

4.3.5 除芯机

除芯机的安全要求和/或风险减小措施应符合表4的规定。

表4 除芯机的要求

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件条款编号或标准	验证方法
1 掉落、 砸伤	除芯机工作过程中,上、下件区域内因工件掉落等,对人员造成伤害	上、下件区域应设置围栏,防止人员进入危险区域	4.2.2.2、6.4	表B.1中 序号20、 序号27
		使用说明书中应说明: a) 制订安全作业规范; b) 操作人员培训上岗; c) 使用个体防护装备		
	除芯机调试或维护时,上、下件小车因移动速度不合理,造成工件掉落,对人员造成伤害	移动小车行进速度应控制在规定范围内	4.2.4、4.2.5、 6.4	表B.1中 序号12、 序号20、 序号27
		使用说明书中应警示危险		
	除芯机调试或维护时,工件压紧机构压紧力不足造成工件掉落,对人员造成伤害	应保证压紧机构的压紧力满足要求	4.2.4、4.2.5、 6.4	表B.1中 序号12、 序号20、 序号27
		电气控制系统应具有联锁功能 使用说明书中应警示危险		
除芯机使用过程中因动力突然中断,造成工件掉落,对人员造成伤害	翻转摆动机构动力中断保护应符合规定	4.2.5.5、 4.2.5.6、6.4	表B.1中 序号11、 序号12、 序号27	
	使用说明书中应警示危险			
2 挤压、 卷入	进、出件机动辊道的链轮和传动装置产生缠绕或卷入危险,对人员造成伤害	机动辊道的链轮和传动装置应采用防护装置,防护装置应符合规定 使用说明书中应警示危险	4.2.1.6、 4.2.2、6.4	表B.1中 序号9、序 号27
	翻转摆动机构控制系统发生故障,对人员造成伤害	翻转摆动机构应设置机械限位,限制其翻转摆动角度在规定范围内	4.2.5	表B.1中 序号12
3 触电、 电击	除芯机配套的电动激振器出线电缆机械损伤引起触电危险	电动激振器出线电缆应符合本文件规定	4.2.4.4、6.4	表B.1中 序号8、序 号27
		使用说明书中应说明:定期巡检电控线路		
	翻转摆动机构电缆缠绕损伤引起触电危险	翻转摆动机构的电缆应采取保护措施(如采用拖链)	4.2.4、6.4	表B.1中 序号12、 序号27
使用说明书中应说明:定期巡检电控线路				
除芯机上、下件小车运行过程中电缆反复折损引起触电危险	上、下件小车的电缆应采取保护措施(如采用电缆卷筒)	4.2.4、6.4		
	使用说明书中应说明:定期巡检电控线路			

表4 除芯机的要求 (续)

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件章节编号或标准	验证方法
3 触电、电击	高温铸件造成电缆绝缘损坏引起触电危险	处理高温铸件,除芯机电缆应采取保护措施(如高温护管)	4.2.8.4、6.4	表B.1中序号12、序号27
		使用说明书中应说明:定期巡检电控线路		
4 滑倒、摔伤	除芯机周边散落砂造成的危险	除芯机在上、下件及翻转振击区域应设置下砂栅格	4.2.11.5、6.4	表B.1中序号20、序号27
		使用说明书中应说明: a) 应及时清除除芯机周边的散落砂及异物; b) 警示危险		
5 耳鸣、疲劳	除芯机工作过程中产生的噪声造成操作人员长期工作后听力损伤、耳鸣、疲劳、精神压抑和干扰听觉信号等危险	除芯机应配置隔声罩,机器噪声符合其噪声限值的规定	4.2.9、6.4	表B.1中序号16、序号27
		使用说明书中应说明:使用个体防护装备		
6 窒息、尘肺病	除芯机工作过程中产生的粉尘、烟气对人体造成吸入危险	除芯机应配置除尘罩,并接入通风除尘系统	4.2.11、6.4	表B.1中序号18、序号27
		使用说明书中应说明:使用个体防护装备		
7 意外危险	机器使用或维护过程中,人员随意进出密闭式隔声除尘罩,对人员造成伤害	隔声除尘罩人员进出通道应设置电控联锁装置	4.2.2、6.4	表B.1中序号20、序号27
		使用说明书中应警示危险		

4.3.6 落砂相关设备

落砂相关设备的安全要求和/或风险减小措施应符合表5的规定。

表5 落砂相关设备的要求

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件章节编号或标准	验证方法
1 振动输送机				
1.1 挤压、冲击	机器使用或维护过程中,参振机体或减振装置(螺旋弹簧)会对人员造成伤害	使用说明书中应说明: a) 工作区域应设置警示标志; b) 警示危险	4.2.10.2、6.4	表B.1中序号26、序号27
1.2 挤压、剪切	当两台及以上输送机或者输送机与落砂机组成机组使用时,机器之间间隙引起危险	使用说明书中应说明: a) 工作区域应设置警示标志; b) 警示危险	4.2.10.3、6.4	

表 5 落砂相关设备的要求（续）

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件条款编号或标准	验证方法
1.3 触电、电击	电动激振器出线电缆机械损伤引起触电危险	电动激振器出线电缆应符合本文件规定	4.2.4.4、6.4	表B.1中序号8、序号27
		使用说明书中应说明：定期巡检电控线路		
1.4 疲劳、振动	振动输送机传递到基础的动载力造成机器周边及操作人员危险	大型振动设备应采用合理的振动方式	4.2.10.1、6.4	表B.1中序号17、序号27
		机器应采取减振措施		
		使用说明书中应警示危险		
2 铸造用机械手				
2.1 撞击、砸伤	机械手工作过程中，工作区域内因工件坠落等，对人员造成伤害	机械手工作区域内应采取防护措施（如设置围栏）	4.2.2、6.3、6.4	表B.1中序号23、序号27
		机械手应设置可靠机械限位，限制其回转角度在规定范围内		
		使用说明书中应说明： a) 制订安全作业规范； b) 操作人员培训上岗； c) 警示危险		
	机械手因操作不当或意外造成工件掉落，对人员造成伤害	使用说明书中应说明： a) 操作人员培训上岗； b) 警示危险	GB/T 31555	表B.1中序号27
	机械手使用过程中，因动力突然中断，造成工件掉落，对人员造成伤害	机械手动力中断保护应符合本文件规定	4.2.5.7、4.2.5.8	表B.1中序号11、序号12、序号27
		使用说明书中应警示危险		
2.2 触电、电击	铸造用机械手使用过程中，电缆因反复缠绕、折损等可能造成绝缘损坏，引起触电危险	机械手的电缆应采取避免缠绕和折损	4.2.3、4.2.4、6.4	表B.1中序号12、序号27
		使用说明书中应说明：定期巡检电控线路		
3 平/鳞板输送机				
3.1 挤压、卷入	传动装置产生缠绕或卷入危险，对人员造成伤害	传动装置应采用防护装置，防护装置应符合规定	4.2.1.6、4.2.2、6.4	表B.1中序号9、序号27
		使用说明书中应警示危险		
3.2 意外危险	机器因意外事故对人员造成伤害	机器沿线应设置急停装置	4.2.2.3	表B.1中序号12

4.3.7 除芯相关设备

除芯相关设备的安全要求和/或风险减小措施应符合表6的规定。

表 6 除芯相关设备的要求

重大危险	危险状态	安全要求和/或风险减小措施	本文件章节编号或标准	验证方法
1 铸造用机器人				
1.1 意外危险	机器人不符合产品安全要求引起危险,对人员造成伤害	机器人的安全要求应符合规定	GB/T 5226.7、 GB 11291.1、 GB 11291.2	表 B.1 中 序号 22
1.2 撞击、 砸伤	机器人工作过程中,工作区域内因工件掉落等,对人员造成伤害	机器人工作区域内应采取安全防护措施(如设置围栏)	4.2.2、6.3、6.4	表 B.1 中 序号 23、 序号 27
		使用说明书中应说明: a) 制订安全作业规范; b) 警示危险		
	机器人在使用过程中,因动力突然中断,造成工件掉落,对人员造成伤害	机器人(及夹具)动力中断保护应符合本文件规定	4.2.5.4、	表 B.1 中 序号 11、 序号 12、 序号 27
		使用说明书中应警示危险	4.2.5.5、6.4	

5 安全要求和/或风险减小措施的验证

5.1 验证方法

5.1.1 通则

对于按照第 4 章确定的每种安全要求和/或风险减小措施可通过 5.1.2~5.1.5 所述方法进行验证。每一项安全技术要求和/或措施至少需用一种方法验证,根据机器的安全要求和/或风险减小措施的性质,具体采用何种验证方法,应按照 5.1.2~5.1.5 优先顺序,在前一种方法无法实施或不能验证的情况下,允许按后一种方法验证,依次进行。当某一项安全技术要求和/或措施具有多种方法可验证时,几种方法验证的结果均应相符。

5.1.2 功能试验

通过功能试验(例如,通过防护装置的强度试验或保护装置的功能试验),检查功能是否满足要求。

5.1.3 测量或检测

使用检测仪器、仪表,优先选择现行有效且经标准化的测定方法,检验机器是否满足要求。

5.1.4 计算和/或查看文件

通过计算来分析和检查机器是否满足要求(例如,重心位置或稳定性的计算);和/或通过文件证明(例如,查看设计图、计算书、试验记录、使用说明书等)。

5.1.5 目视检查

通过目视检查机器是否达到规定的要求(例如,通过目视检查机器的外形、警告信号、警示标志、安全标记等)。

5.2 验证清单

按照上述验证方法进行验证的过程宜优先选用现行有效且经标准化的验证方法。本文件范围内涉及的机器的安全要求和/或风险减小措施的验证方法应按附录 B 进行。

6 使用信息

6.1 一般要求

6.1.1 机器设计应有使用信息,使用信息应通知和警告操作者有关的剩余风险。

6.1.2 机器使用信息应包括安全说明,安全说明可单独编写,也可作为使用说明书的一部分。

6.2 信号和警告装置

6.2.1 机器的视觉信号(如警示灯)、听觉信号(如报警器)应符合 GB/T 18209.1 的规定。

6.2.2 指示灯信号颜色应符合 GB/T 5226.1—2019 中 10.3.2 的规定。

6.3 标志、符号(象形图)和书面警告

6.3.1 机器的标志、符号(象形图)和书面警告应符合 GB/T 15706—2012 中 6.4.4 的规定。

6.3.2 机器应在明显位置固定有机器识别信息的标志,标志内容应至少包括:

- a) 制造商或供应商的名称;
- b) 产品型号与名称;
- c) 出厂日期和出厂编号。

6.3.3 机器还应在明显位置固定标记有机器性能和维护有关信息的标志,内容包括:

- a) 最大负荷或处理能力;
- b) 机器质量;
- c) 运输和安装时的起吊点;
- d) 人工润滑的润滑点;
- e) 按 GB/T 5226.1—2019 的要求标识电气设备;
- f) 按 GB/T 3766 和 GB/T 7932 的要求标识液压及气动系统的压力范围数据(如有);
- g) 标识液压油和润滑油规格的技术参数(如有)。

6.3.4 机器的各种安全与警告指示应在机器的相应部位设置醒目标志。

6.3.5 机器及其电气存在剩余风险的地方应设置警告性标志。

6.3.6 机器的安全色和安全标志应符合 GB 2894 的规定。

6.3.7 机器操作面板上应有反映机器安全运行、工作状态、故障等有关信息的指示。

6.4 使用说明书

6.4.1 使用说明书应符合 GB/T 15706—2012 中 6.4.5 和 GB/T 9969 的规定。

6.4.2 机器使用说明书应满足该机器的使用和维护的要求,包括:

- a) 机器的运输、贮存、安装和调整;
- b) 机器投入使用和停止使用;
- c) 操作;
- d) 日常维护;
- e) 故障诊断和处理;

- f) 维修和安全说明。
- 6.4.3 机器的正确维修或维护对操作者的安全至关重要,在使用说明书中强调:
- a) 在操作者身体的任何部分置于危险区之前,应先把机器置于零机械状态;
 - b) 应定期检查紧固件是否有松动现象,如有松动应紧固到位;
 - c) 电动机或电动激振器的电源接线应保证其转向与转向标志或转向警示标志要求一致;
 - d) 应及时清除机器内壁的粘砂和栅格孔上的金属堵塞物;
 - e) 应及时清除机器周围的散落砂和其他障碍物;
 - f) 应定期对润滑点进行润滑。
- 6.4.4 机器的安全说明应至少包括下列内容:
- a) 对机器的安全防护措施和/或装置的详细说明;
 - b) 如机器确因其外形或结构不能实现其稳定性,应说明采取其他措施实现其稳定性,例如,地脚螺栓、锁定装置、运动限制或机械式停机装置等;
 - c) 机器工作时产生的噪声、粉尘、有害气体等数据,以及后续处理装置的工艺参数(如通风量);
 - d) 机器在不同状态下的相关危险、安全操作步骤、安全规程的详细说明;
 - e) 操作者可能需要的个体防护装备的详细资料,如听觉保护、视觉保护,以及防护服、呼吸罩等;
 - f) 人员培训要求的说明。



附 录 A
(资料性)
重大危险清单

本附录列出了本文件所涉及机器的重大危险清单,内容包括经风险评估识别为本类机器需要采取措施消除或减小风险的重大危险,以及危险状态或危险事件示例。

机器的重大危险清单见表 A.1。

表 A.1 重大危险清单

序号	危险类型	危险区域、危险源 ^a	危险 ^b	危险状态或危险事件示例	本文件对应条款	
1	机械危险	机器零部件的尖角或锐边	扎伤、划伤	在机器运输、安装、使用和维护过程中与机器直接接触时,机器外露零部件的尖角、锐边,对人员造成伤害	4.2.1.3、 表1中1.1	
		因稳定性不能满足要求,机器发生翻倒、掉落或不可控的移动	挤压、碰撞	在运输、安装、调试、使用和拆除时,因机器或零部件稳定性不能满足要求发生倾翻、掉落或不可控的移动,对人员造成伤害	4.2.1.2、 表1中1.2	
		机器和大型零部件的吊装和搬运	挤压、撞击	在运输、安装或维护过程中吊装和搬运机器或零部件时,由于被吊装的机体上未设置起吊装置,或者起吊装置位置设计不符合要求,造成偏重,或者吊具磨损等原因引起的意外倾翻、滑动或掉落对人员造成伤害	4.2.1.8、 表1中1.4	
		人员高处跌落或零部件掉落危险	跌落、掉落、 砸伤	由于未设置工作平台或通道或设置不符合要求,造成人员从高处跌落的危险	机器零部件或工具从高处掉落对人员造成伤害	4.2.7、 表1中1.5
		运动部件之间或运动部件与静止部件之间的间距	挤压、剪切	机器运动部件之间或运动部件与静止部件之间的间距不符合要求,对人员造成伤害	4.2.1.7、 表1中1.6	
		运动部件松动、松脱或折断、碎裂、甩出等	挤压、撞击	激振器运动部件松动、松脱或折断、碎裂、甩出等,对人员造成伤害: a) 激振器偏心块松动、松脱或碎裂、甩出; b) 箱式激振器附加块甩出	4.2.1.5、 表1中1.7	
因紧固件的松动、脱落导致机器零部件的松动、松脱或附属物甩出	掉落、抛出	在机器使用或维护过程中,因紧固件的松动、脱落导致机器零部件松动、松脱或附属物甩出折断、碎裂、甩出等,对人员造成伤害	4.2.1.4、 表1中1.9			

表 A.1 重大危险清单 (续)

序号	危险类型	危险区域、危险源 ^a	危险 ^b	危险状态或危险事件示例	本文件对应条款
1	机械危险	传动装置引起的运动卷入或缠绕	绞入、卷入	机器的传动部件或传动装置等产生缠绕或卷入危险,对人员造成伤害: a) 机动辊道的辊子、链轮和传动装置; b) 平/鳞板输送机的传动装置; c) 联接驱动电机与激振器或联接多台激振器的传动轴或联轴器	4.2.1.6、 表1中1.8
		振动设备之间的间隙	挤压、剪切	多台落砂机、振动输送机组成机组使用时,落砂机台面之间、振动输送机槽体之间的间隙对人员造成伤害	4.2.10.3、 表2中2、 表5中1.2
		振动落砂机、振动输送机、振动落砂滚筒	挤压、冲击	振动设备工作时,参振机体对人员有冲击危险,造成伤害 金属螺旋弹簧对人员造成挤压伤害	4.2.10.2、 表2中1、 表3中1、 表5中1.1
			挤压、撞击	激振器未装防护罩;或在机器运行过程中,由于紧固螺钉松动脱落,造成防护罩掉落,旋转的偏心块对人员造成伤害	4.2.1.5、 表1中1.7
		除芯机	掉落、砸伤	除芯机调试或维护时,上、下件小车因移动速度不符合要求造成工件掉落,对人员造成伤害	表4中1
				除芯机调试或维护时,工件压紧机构压紧力不符合要求造成工件掉落,对人员造成伤害	
铸造用机械手、机器人	冲击、砸伤	铸造用机械手、机器人调试或维护时,对进入工作区域的人员造成冲击伤害	表5中2.1、 表6中1.2		
		铸造用机械手、机器人调试或维护时,因操作不当或意外造成工件掉落,对人员造成伤害			
2	电气危险	电路漏电、接地不可靠	触电、电击	在机器使用或维护过程中,由于: a) 机器电路因绝缘不良; b) 热辐射或高温引发绝缘失效; c) 电动激振器出线电缆悬垂段过短或悬垂段未可靠柔性固定,造成电缆绝缘损坏; d) 除芯机上、下件小车和翻转摆动机构、铸造用机械手在运行过程中电缆因反复缠绕、折损等造成绝缘损坏; e) 振动设备的机体未可靠接地	4.2.4、 4.2.8、 4.2.4.4、 表1中2.1、 表2中3、 表3中3、 表4中3、 表5中1.3

表 A.1 重大危险清单 (续)

序号	危险类型	危险区域、危险源 ^a	危险 ^b	危险状态或危险事件示例	本文件对应条款
2	电气危险	短路、过载	火灾	高温铸件和热砂产生的热辐射或直接接触引起绝缘失效,造成电路短路,引发火灾	4.2.5、 4.2.8、 表1中2.2
				电控系统短路、过载,引发火灾	
3	热危险	高温机体、铸件和热砂	烫伤、灼伤	高温铸件和热砂,对人员造成烫伤、灼伤	4.2.8、 表1中3.1
				高温机体对人员造成烫伤	
4	噪声危险	落砂机、除芯机、振动输送机、落砂滚筒	耳鸣、疲劳、听力损失、意外事故	操作人员长期在噪声环境下工作,感到不适、紧张,造成听力降低、耳鸣或听力损失	4.2.9、 表1中4.1
				在噪声环境中,语言交流和声音信号受到干扰,导致意外事故	
5	振动危险	落砂机、振动输送机、振动落砂滚筒	不适、意外事故	机器使用过程中传递到基础的振动对人员造成伤害	4.2.10、 表1中5.1、 表2中5
				机械振动对机器基础,尤其是钢结构平台或支撑造成疲劳损坏,导致意外事故	
6	材料/有害物质危险	粉尘、烟气	呼吸困难、窒息、尘肺病	机器使用过程中产生的粉尘、烟气对人体造成吸入危险,对人员造成伤害	4.2.11、 表1中6.1
		散落砂	滑倒、摔伤	在机器周围的散落砂引发人员滑倒、摔伤危险,对人员造成伤害	4.2.11.4、 表2中4、6
		工件掉落	冲击、砸伤、挤伤	落砂过程中,由于工件的意外掉落,对人员造成伤害	
		砂箱、工件		落砂过程中,不摘除吊具造成的砂箱及工件移动、倾倒等意外事故,对人员造成伤害	表2中4
7	人类工效学危险	操作空间与人体尺寸不协调、按钮的设计或位置不合适、不合适的机器照明、警示标识不清	不适、紧张、疲劳	机器安装或维护过程中,人工搬运机器或部件,持续重复用力,造成人员疲劳	4.2.12、 表1中7.1
				机旁控制按钮或机旁按钮位置设置不合理,给调试或排除机器故障带来不便,造成紧张和心理压力	
				机器工作区域内,作业照明条件不符合要求,给观察和操作带来不便,引起事故	
				机器警示标识不清或标志位置不合理,不易被操作或维护人员识别和察觉,造成误操作	

表 A.1 重大危险清单（续）

序号	危险类型	危险区域、危险源 ^a	危险 ^b	危险状态或危险事件示例	本文件对应条款
8	能量供应或控制系统故障造成的危险	机器调试、维护或运行中： 能源供应无规律中断； 机器非预期的重启； 控制系统故障； 安全防护装置失灵	所有由非预期的危险动作导致的危险： 意外停止动作或启动、停止功能失效、工件或物料意外甩出	机器调试或维护时，人员进入机器内部，进行调整/检修等工作，原先断开的电源复又接通，机器意外启动，对正在机器内部工作的人员造成伤害 除芯机、铸造用机械手、机器人使用过程中，因动力突然中断，造成工件坠落，对人员造成伤害	4.2.5、 表1中2.3、 表5中3.2、 表6中1.2
^a 单个危险源可能存在有几种危险。 ^b 对于某种或某组危险，可能与几个危险源有关。					

附 录 B
(规范性)
验证清单

本附录给出了针对本文件范围涉及的机器的重大危险而采取的合理的安全要求和/或风险减小措施的验证方法。

机器安全要求和/或风险减小措施的验证应按表 B.1 执行。

表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证

序号	安全要求	本文件章节编号	相关标准	验证方法
1	机器零部件外露部位不应有尖角、锐边	4.2.1.3、6.4	GB/T 15706—2012 中 6.2.2.1	目视检查(5.1.5):机器零部件外露部位有无锐边、尖角,并给出使用个体防护装备的说明
2	机器及部件的稳定性要求	4.2.1.2、6.4	GB/T 15706—2012 中 6.2.6	计算或查看文件(5.1.4):机器及部件是否满足稳定性要求; 目视检查(5.1.5):是否采用稳定性的防护措施,并给出安全使用信息
3	机械及部件的强度、刚度要求	4.2.1.1	GB/T 15706—2012 中 6.2.3	计算或查看文件(5.1.4):机械及部件的强度和刚度是否满足要求
4	机器运动部件之间或运动部件与静止部件之间的间距	4.2.1.7	GB/T 12265	测量或检测(5.1.3):部件间的间距是否符合 GB/T 12265 规定
5	机器和大型零部件吊运要求	4.2.1.8、6.4	GB/T 15706—2012 中 6.3.5.5	目视检查(5.1.5):是否设置起吊装置,标出吊点及其质量,并给出安全使用信息
6	激振器旋转零件要求,防松措施	4.2.1.5、4.2.2	GB/T 15706—2012 中 6.2.3	目视检查(5.1.5)和测量或检测(5.1.3):激振器旋转零件是否满足要求,目视检查防松措施
7	振动及除芯机设备,紧固螺栓采用高强度螺栓,并采取防松措施	4.2.1.4、4.2.2	GB/T 15706—2012 中 6.2.3	目视检查(5.1.5):紧固螺栓是否高强度螺及采取防松措施
8	电动激振器出线电缆要求	4.2.4.4	GB/T 15706—2012 中 6.2.9	目视检查(5.1.5):出线电缆悬垂段长度符合要求否,且悬垂段是否柔性固定
9	防护装置的要求	4.2.1.6、4.2.2	GB/T 8196	功能试验(5.1.2):按 GB/T 8196 的要求对本文件采用的防护装置分别进行验证

表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证 (续)

序号	安全要求	本文件章节编号	相关标准	验证方法
10	进入机器的固定设施的要求	4.2.7	GB/T 17888.1~17888.4	测量或检测(5.1.3):工作平台、通道、楼梯、阶梯和护栏的尺寸是否符合 GB/T 17888.1~17888.4 的规定; 目视检查(5.1.5):工作平台及通道是否采取防滑措施
11	控制系统安全相关部件	4.2.5.6	GB/T 16855.1	功能试验(5.1.2):对每项单独的安全功能,验证控制系统安全相关部件是否满足要求
12	电控系统要求	4.2.3、4.2.4、4.2.5	GB/T 5226.1—2019、GB/T 16754、GB/T 41349	功能试验(5.1.2):电路的接通、断开、急停以及短路、过载保护是否符合 GB/T 5226.1—2019 的规定;急停的设计及急停装置是否符合 GB/T 16754、GB/T 41349 的规定; 目视检查(5.1.5):电气线路是否采用隔热保护措施,制造电气系统原理图是否正确,采购元器件的合格证明文件; 测量或检测(5.1.3):线路绝缘性能、电气性能指标是否满足要求
13	气动系统要求	4.2.6	GB/T 7932	功能试验(5.1.2):按 GB/T 7932 的要求进行验证; 目视检查(5.1.5):检查气动系统原理图是否正确,气动系统是否设置规定的安全装置
14	液压系统的要求: a) 满足安全要求; b) 设置安全防护装置; c) 液压管路不应有油液泄漏	4.2.6	GB/T 15706—2012 中6.2.10,GB/T 3766	功能试验(5.1.2):按 GB/T 3766 的要求进行验证;液压系统用1.2倍的额定压力进行耐压试验,保压30 min,不应有油液泄漏; 目视检查(5.1.5):检查液压系统原理图是否正确。液压系统是否设置规定的安全装置
15	处理高温铸件或在高温环境下工作的机器要求: a) 机器表面可接触的温度限值; b) 高温与辐射应采取的防护措施	4.2.8、6.3、6.4	GB/T 18153、GB/T 23821—2022	测量或检测(5.1.3):机器表面的温度限值是否符合 GB/T 18153 规定的限值; 目视检查(5.1.5):是否采取规定的防护措施,是否给出警示信息和使用个体防护装备的说明

表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证 (续)

序号	安全要求	本文件章节编号	相关标准	验证方法
16	通过隔声罩降低噪声	4.2.9、6.3、6.4	GB/T 15706—2012 中6.3.4.2	测量或检测(5.1.3):按 GB/T 25371 或 GB/T 34388 检测比较在屏障防护下噪声值是否满足要求; 目视检查(5.1.5):是否给出警示信息和使用个体防护装备的说明
17	振动设备传递到基础的振动力和频率要求	4.2.10	GB/T 15706—2012 中6.3.4.3	计算或查看文件(5.1.4):振动设备传递到基础的振动力和频率是否满足要求
18	通过除尘罩排出烟气	4.2.11、6.3、6.4	GB/T 15706—2012 中6.3.4.4	目视检查(5.1.5):设置除尘罩并将烟气接入通风除尘系统;是否给出警示信息和使用个体防护装备的说明
19	落砂机护板及周边下砂栅格要求	表2中6	GB/T 15706—2012 中6.2.3	测量或检测(5.1.3):护板尺寸是否满足要求; 目视检查(5.1.5):落砂机周边是否设置下砂栅格
20	除芯机上、下件区域护栏要求	表4中1	GB/T 23821—2022	测量或检测(5.1.3):围栏高度以及与危险区的距离是否满足要求
	除芯机上、下件小车移动速度要求	表4中1	GB/T 15706—2012 中6.3.2.7	功能试验(5.1.2):上、下件小车移动速度是否满足要求
	除芯机工件压紧机构压紧力要求	表4中1	GB/T 15706—2012 中6.3.2.7	功能试验(5.1.2):工件压紧机构压紧力是否满足要求
	除芯机在上、下件及翻转振击区域设置下砂栅格	表4中4	GB/T 15706—2012 中6.3.2.7	目视检查(5.1.5):上、下件及翻转振击区域是否设置下砂栅格
21	除芯机密闭式隔声除尘罩要求	表4中5	GB/T 15706—2012 中6.3.3.2.3	功能试验(5.1.2):隔声除尘罩的人员进出通道电气联锁装置是否满足要求
22	平/鳞板输送机急停装置要求	表4中3.2	GB/T 15706—2012 中6.2.1.18	功能试验(5.1.2):按下急停按钮,正常运行的机器断电后应立即停止运行
23	铸造用机器人安全要求	表6中1.1	GB/T 5226.7、GB 11291.1、GB 11291.2	功能试验(5.1.2):按 GB/T 5226.7、GB 11291.1、GB 11291.2 的要求进行验证
24	铸造用机械手和机器人工作区域设置护栏要求	表5中2.1、表6中1.2	GB/T 23821—2022	测量或检测(5.1.3):围栏高度以及与危险区的距离是否满足要求

表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证 (续)

序号	安全要求	本文件章节编号	相关标准	验证方法
25	人类工效学要求： a) 操作人员的工作岗位尺寸； b) 人体进入机械的开口尺寸； c) 机器照明要求； d) 警示标志	4.2.12、 6.3	GB/T 14776、 GB/T 18209.1、 GB/T 18717.1、 GB/T 18717.2、 GB/T 28780	测量或检测(5.1.3):工作岗位尺寸是否符合 GB/T 14776 的要求； 测量或检测(5.1.3):机械的开口尺寸是否符合 GB/T 18717.1或 GB/T 18717.2 的规定； 功能试验(5.1.2):机器照明符合 GB/T 28780 的要求； 目视检查(5.1.5):警示标志符合 GB/T 18209.1 的要求
26	警示标志或装置要求： a) 信号和/或警告装置； b) 警示标志或安全标记	6.3	GB/T 15706—2012 中 6.4.3、6.4.4， GB 2894	目视检查(5.1.5):是否为机器提供了需要的信号和/或警告装置,设置了警示标志或安全标记
27	使用说明书要求： a) 机器是否需要培训； b) 机器是否需要专业资格人员使用； c) 为操作者提供个体防护装备； d) 机器的预定使用和维修方法； e) 安全防护装置的使用方法和要求； f) 机器的安全工作参数限值及要求； g) 警示信息	6.4	GB/T 15706—2012 中 6.4.5, GB/T 9969	目视检查(5.1.5):制造商是否提供了有关此项要求的使用信息

参 考 文 献

- [1] GB/T 16755—2015 机械安全 安全标准的起草与表述规则
 - [2] GB/T 16856 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例
 - [3] GB/T 35076 机械安全 生产设备安全通则
 - [4] ISO 23472-1:2020 Foundry machinery—Vocabulary—Part 1:General
-



