



中华人民共和国国家标准

GB/T 47253—2026

铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范

Foundry machinery—Ladles, pouring machines and associated 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 | 4 |
| 4.1 通则 | 4 |
| 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 | 14 |
| 5.1 验证方法 | 14 |
| 5.2 验证清单 | 15 |
| 6 使用信息 | 15 |
| 6.1 一般要求 | 15 |
| 6.2 信号和警告装置 | 15 |
| 6.3 标志、符号(象形图)和书面警告 | 15 |
| 6.4 使用说明书 | 15 |
| 附录 A (资料性) 重大危险清单 | 17 |
| 附录 B (规范性) 验证清单 | 19 |
| 参考文献 | 22 |
| 表 1 一般要求 | 7 |
| 表 2 浇包的要求 | 9 |
| 表 3 浇注环轨的要求 | 11 |
| 表 4 烘包器的要求 | 11 |
| 表 5 浇注机的要求 | 12 |
| 表 6 金属液自动转运系统的要求 | 13 |
| 表 A.1 重大危险清单 | 17 |
| 表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证清单 | 19 |

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：威海工友铸造机械有限公司、山东杰创机械有限公司、青岛中智达环保熔炼设备有限公司、青岛凯捷重工机械有限公司、南安市中机标准化研究院有限公司、厦门中集芯智检测设备有限公司、青岛贝诺磁电科技有限公司、浙江万丰科技开发股份有限公司、浙江卡博铜业有限公司、金华浩翔汽配有限公司、沈阳亚特重型装备制造有限公司、中国汽车工业工程有限公司、江苏东方众联工业技术有限公司、福建省闽旋科技股份有限公司、济南铸锻所检验检测科技有限公司、青岛辉鸿亮泰智能装备有限公司、江阴市铸造设备厂有限公司、青岛青力环保设备有限公司、保定维尔铸造机械股份有限公司、青岛安泰重工机械有限公司、安徽安簧机械股份有限公司、中机研标准技术研究院(北京)有限公司。

本文件主要起草人：迟英杰、赵鹏、张杰、段金挺、宿立国、柯珍珍、相洋、李海春、吴锦华、吴军、蒋柏青、杨浩、杨良群、贾春阳、李岩松、刘小龙、王日东、朱斌、武继秋、强子聪、李琛、王华、聂宇涵、陈亮、夏新海、马明辉、侯若先、王青峰、丁士苗、张晓飞。

引 言

根据 GB/T 15706—2012 的分类,本文件属于 C 类标准。

本文件尤其同下列与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:

- 机器所有者;
- 机器使用人员;
- 提供服务人员。

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 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范

1 范围

本文件规定了浇包、浇注机及相关设备的安全要求和/或风险减小措施及使用信息,描述了对应的验证方法。

本文件列出了浇包、浇注机及相关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)。

本文件适用于浇包、浇注机及相关设备的设计、制造和验收。

注:本文件适用的设备包括浇包、浇注环轨、烘包器、浇注机和金属液自动转运系统。

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 3766—2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)

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

GB/T 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 12158 防止静电事故通用要求

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 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(所有部分) 机械安全 接近机械的固定设施

GB/T 18153—2024 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 18569.1 机械安全 减小由机械排放的有害物质对健康的风险 第1部分:用于机械制造商的原则和规范

GB/T 18569.2—2020 机械安全 减小由机械排放的有害物质对健康的风险 第2部分:生成验证流程的方法

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 19436.1—2013 机械电气安全 电敏保护装置 第1部分:一般要求和试验
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
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 25285.1 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第1部分:基本原则和方法
GB/T 25370 铸造机械 术语
GB/T 28780 机械安全 机器用整体照明系统
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

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]

3.2

危险 hazard

潜在的伤害源。

注1:“危险”由其起源(例如,机械危险或电气危险),或其潜在伤害的性质(例如,电击危险、切割危险、中毒危险和火灾危险)进行限定。

注2:本定义中的危险包括:

- 在机器的预定使用期间,始终存在的危险(例如,危险运动部件的运动、焊接过程中产生的电弧、不利于健康的姿势、噪声排放、高温);
- 意外出现的危险(例如,爆炸、意外启动引起的挤压危险、破裂引起的喷射、加速/减速引起的坠落)。

[来源:GB/T 15706—2012,3.6]

3.3

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。

注:本术语是B类标准和C类标准的基本术语。

[来源:GB/T 15706—2012,3.8,有修改]

3.4

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]

3.5

危险事件 hazardous event

能够造成伤害的事件。

注:危险事件的发生过程可能是短时间的,也可能是长时间的。

[来源:GB/T 15706—2012,3.9,有修改]

3.6

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。

3.7

浇注 pouring

将熔炼或精炼后的熔融金属定量注入铸型的过程。

[来源：GB/T 25370—2020, 2.73]

3.8

浇包 ladle

用于容纳、处理、输送和浇注金属液的容器。

注1：浇包通常由钢板焊接制成，内衬以耐火材料；部分浇包还装有吊梁、倾转机构或塞杆启闭机构。

注2：根据用途、浇注方式、形状不同，浇包通常有多种型式。

[来源：GB/T 25370—2020, 9.3.1, 有修改]

3.9

塞杆启闭机构 stopper mechanism

控制塞杆升降，从而打开或关闭浇注口的装置。

注：其中塞杆是用来封堵浇包的底注口、控制金属液流动的耐火材质的杆状部件。

[来源：GB/T 25370—2020, 9.4.10]

3.10

倾转式浇包 tilting ladle

带有倾转机构，通过绕水平轴转动包体倒出金属液的浇包。

[来源：GB/T 25370—2020, 9.3.8]

3.11

底注包 bottom pouring ladle

浇注口设在底部，通过塞杆启闭机构或滑动水口机构的启闭来控制浇注的浇包。

[来源：GB/T 25370—2020, 9.3.9, 有修改]

3.12

转运包 transferring ladle

在熔炼炉和/或保温炉和浇注工位之间转运金属液的浇包。

[来源：GB/T 25370—2020, 9.3.10]

3.13

包衬 refractory lining; ladle lining

浇包内壁砌筑或捣实的耐火材料层。

[来源：GB/T 25370—2020, 9.3.20]

3.14

烘包器 ladle heater

通过喷吹火焰或辐射热量来烘烤包衬的装置。

[来源：GB/T 25370—2020, 9.5.11, 有修改]

3.15

浇注机 pouring machine; pouring device

按照工艺要求,将金属液定量注入铸型的机器或装置。

[来源:GB/T 25370—2020,9.4.1]

3.16

倾转式浇注机 tilting pouring machine

采用倾转浇包方式进行浇注的浇注机。

注:倾转中心通常位于浇包嘴或浇包重心。

[来源:GB/T 25370—2020,9.4.3,有修改]

3.17

底注式浇注机 bottom pouring machine

采用底注方式进行浇注的浇注机。

[来源:GB/T 25370—2020,9.4.4,有修改]

3.18

金属液自动转运系统 automatic transfer system for molten metal

按设定程序,用转运包将金属液从熔炼炉或保温炉按照预定路径转运至金属液处理站及扒渣处,最后到达浇注位置,将金属液倒入浇注机包内或将转运包直接输送到浇注机上,并让空的转运包返回的自动运行系统。

注1:根据工艺要求,该系统在运行过程中还能完成对金属液的孕育处理和/或球化处理等工序。

注2:该系统通常包含:金属液转运车、转运包、转运轨道、金属液处理站、扒渣平台、安全报警设施等。

[来源:GB/T 25370—2020,9.3.24,有修改]

3.19

扒渣 slagging-off

在铁液浇入型腔前,清除浇包内铁液表面熔渣的操作过程。

3.20

喂丝球化 spheroidizing through wire feeding

将球化剂制成包芯线,通过喂丝机将合金包芯线连续不断地插入球化包金属液中,对金属液进行球化处理的工艺。

注1:该工序一般在金属液自动转运过程中进行。

注2:该处的金属液通常指铁液。

[来源:GB/T 25370—2020,9.3.26,有修改]

4 安全要求和/或风险减小措施

4.1 通则

4.1.1 浇包、浇注机及相关设备(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;
- b) 通过安全防护和/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提供机器的使用信息时,制造商应指明机器的预定使用、可合理预见的误用以及在机器整个生命周期内进行相关活动给周围人员带来的风险。

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。

4.2.1.2 机器及其部件应具有按规定条件下运输、装配、使用、拆卸和其他操作时不发生翻倒、坠落或不可控移动的稳定性。

4.2.1.3 机器的重量分布或预期安装不能实现其稳定性时,机器应采取防护措施实现其稳定性(如锁定装置、机械限位装置等)。

4.2.1.4 机器及其零部件应具有满足机器在规定条件下运输、安装和使用的强度和刚度,且不应存在影响机器安全使用的缺陷。

4.2.1.5 运动部件与运动部件之间或运动部件与静止部件之间应设计符合 GB/T 12265 规定的防止人体部位挤压的最小间距。

4.2.1.6 当通过设计无法消除机器的传动装置或运动部件引起的绞入、挤压危险时,机器应采用安全防护装置。

4.2.2 电气设备和控制系统

4.2.2.1 机器电气设备的安全要求应符合 GB/T 5226.1—2019 的规定。

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

4.2.2.3 存在电击危险的电气设备应在其外壳或护罩上设置预防触电的警告标志。

4.2.2.4 因金属液飞溅、高温热辐射等造成电绝缘失效的电气设备及线路应采取隔热防护措施。

4.2.2.5 控制系统应具备防止机器误动作引发意外危险的电气联锁功能。

4.2.2.6 控制系统安全相关部件应符合 GB/T 16855.1 的规定。

4.2.3 液压和气动系统

4.2.3.1 液压系统的安全要求应符合 GB/T 3766—2015 的规定。

4.2.3.2 气动系统的安全要求应符合 GB/T 7932—2017 的规定。

4.2.4 热表面和热辐射

4.2.4.1 可接触的机器热表面温度不应超过 GB/T 18153—2024 规定的材料接触时间对应的烫伤阈值;如果无法实现此要求,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。

4.2.4.2 容易引起高温烫伤的机器及其管路应在其显著位置设置警告标志,并应在使用说明书中给出使用个体防护装备的说明。

4.2.4.3 用于金属液转运或浇注的机器应设置隔热防护装置或符合 4.2.8.3 规定的操作室,并应在使用说明书中给出使用适宜的个体防护装备的说明。

4.2.5 有害物质和材料

4.2.5.1 机器设计制造中所涉及的材料或排放的物质不应产生人体伤害的危险。

4.2.5.2 机器制造商应按 GB/T 18569.1 的原则采取控制有害物质排放的措施(如接入通风除尘系统)。

4.2.5.3 机器制造商应在使用信息中声明机器的预定使用所产生的有害物质,并应给出使用个体防护装备的说明。

4.2.5.4 容易发生液压油泄漏、喷溅等引发火灾危险的液压管路应采取与高温热源隔离的防护措施;液压介质宜采用难燃液压油。

4.2.5.5 使用可燃、有毒、爆炸性气体的机器应配备漏气报警装置,并按 GB/T 25285.1 给出的方法进行爆炸的预防和防护。

4.2.6 静电

存在放电条件或静电电荷积聚的机器应采取满足 GB 12158 要求的静电防护措施。

4.2.7 人类工效学

4.2.7.1 机器的设计应遵循人类工效学原则。

4.2.7.2 操作者的工作岗位尺寸应符合 GB/T 14776 的规定。

4.2.7.3 人体全身或局部进入机器的开口尺寸应分别符合 GB/T 18717.1 或 GB/T 18717.2 的规定。

4.2.7.4 手动操作力应设计在人力的可控范围之内。

4.2.7.5 手动控制装置、触摸屏界面应按 GB/T 18209.1 的要求标识清楚,且明确无歧义。

4.2.7.6 机器的整体照明应满足 GB/T 28780 的要求。

4.2.8 安全防护装置

4.2.8.1 防护装置

4.2.8.1.1 防护装置的设计和制造应符合 GB/T 8196—2018 的规定。

4.2.8.1.2 防护装置自身不应产生危险;由动力驱动的防护装置,其自身运动也不应产生危险。

4.2.8.1.3 固定式防护装置(如围栏)应与危险区保持安全距离,安全距离的设定应符合 GB/T 23821—2022 的规定。

4.2.8.1.4 正常运行期间需要进出危险区的机器应选用符合 GB/T 18831 规定的联锁活动式防护装置(必要时带防护锁定)。例如,防护围栏上用于经常进出的联锁安全门。

4.2.8.1.5 对于联锁活动式防护装置的定位应满足 GB/T 19876 确定的最小安全距离。

4.2.8.1.6 在人员到达危险区域所需的时间小于危险运动的停止时间的情况下,机器应使用带防护锁定的联锁活动式防护装置。

4.2.8.2 电敏保护设备

4.2.8.2.1 机器的电敏保护设备应符合 GB/T 19436.1 的规定。

4.2.8.2.2 电敏保护设备相对于危险区的定位应满足 GB/T 19876 确定的安全距离。

4.2.8.2.3 电敏保护设备的保护范围应覆盖人员进出的区域。

4.2.8.3 操作室

4.2.8.3.1 机器的操作室应具备隔离金属液飞溅和烟气的功能。具有热辐射危险的操作室还应采取隔热防护措施。

4.2.8.3.2 操作室的设置应符合人类工效学原则。

4.2.8.3.3 操作室的观察窗应为预防高温辐射的钢化玻璃。

4.2.9 补充保护措施

4.2.9.1 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。

4.2.9.2 当无法从地面接近或进入机器时,应采取满足 GB/T 17888(所有部分)要求的接近或进入机器的固定设施。

4.3 专项设备要求

4.3.1 概述

针对本文件范围内机器涉及的重大危险,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。

上述表格还包括以下内容:

- 与上述安全要求和/或风险减小措施相关的本文件章节编号或标准;
- 根据第 5 章用来证明上述安全要求和/或风险减小措施符合性的验证方法。

4.3.2 一般要求

机器涉及的重大危险、安全要求和/或风险减小措施应符合表 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 | 本文件章节编号或标准 | 验证方法 |
|------------------|---|----------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 机械危险的预防措施 | | | | |
| 1.1 刺破、 割伤 | 在运输、安装、使用、维护及拆除机器过程中接触到机器外露的尖角、锐边 | 零部件外露部位不应有尖角、锐边 | 4.2.1.1 | 表 B.1 中序号 1 |
| | | 使用说明书中应说明:使用个体防护装备 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 1.2 碰撞、 挤压 | 机器及其部件在运输、装配、使用和拆除时因稳定性不足发生翻倒、坠落或不可控的移动 | 机器及其部件应进行稳定性的设计和安装 | 4.2.1.2 | 表 B.1 中序号 2 |
| | | 应采取稳定性的防护措施 | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 |
| | 机器在使用过程中发生零部件断裂、破碎、坠落和/或弹出危险 | 机器及零部件应满足机器使用的强度和刚度要求且不应存在质量缺陷 | 4.2.1.4 | 表 B.1 中序号 4 |
| | | 使用说明书中应说明:定期对机器重要部件进行检查和维护,并做好记录 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 1.3 挤压、 绞入 | 人体部位陷入挤压危险的运动部件或接触旋转的传动部件 | 运动部件应设计防止挤压危险的最小间距 | 4.2.1.5 | 表 B.1 中序号 5 |
| | | 挤压危险区域应设置符合要求的防护装置 | 4.2.1.6 | 表 B.1 中序号 12 |
| | | 机器的运动部件、运动区域或防护装置上应设置警告标志或安全标记 | 6.3.3、 6.3.4 | 表 B.1 中序号 14 |

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 | 本文件章条编号或标准 | 验证方法 |
|--------------------|--|------------------------------------|---------------------|--------------|
| 1.4 坠落 | 大型机器在安装、维护、拆除作业时发生的高空坠落危险 | 应设计、安装接近机器的固定设施 | 4.2.9.2 | 表 B.1 中序号 6 |
| | | 使用说明书应说明:高空作业时应采取保护措施 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 2 电气危险的预防措施 | | | | |
| 2.1 电击 | 引起电击危险的情况有: ——金属液飞溅或热辐射引起电气设备线路的电绝缘失效; ——人员直接或间接接触带电部件 | 机械的电气设备及线路应进行隔热和接地防护 | 4.2.2.1、 4.2.2.4 | 表 B.1 中序号 7 |
| | | 存在电击危险的电气设备应设置警告标志 | 4.2.2.3、6.3.3 | 表 B.1 中序号 14 |
| 2.2 火灾 | 高温烘烤、铁水飞溅等导致电气线路绝缘层破损发生短路起火 | 机械的电气设备应设置隔热防护罩;外露的线路应包覆隔热套管 | 4.2.2.4 | 表 B.1 中序号 7 |
| 3 热表面和热辐射危险的预防措施 | | | | |
| 3.1 烫伤、灼伤 | 人员容易接触到的机器热表面,以及暴露在易发生金属液飞溅、热辐射的环境中 | 应根据 GB/T 18153—2024 确定可接触的机器表面温度限值 | 4.2.4.1 | 表 B.1 中序号 9 |
| | | 应设置预防高温烫伤的警告标志 | 4.2.4.2 | 表 B.1 中序号 14 |
| | | 使用说明书应说明:使用个体防护装备 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 4 有害物质和材料产生危险的预防措施 | | | | |
| 4.1 着火 | 液压油发生泄漏喷射后遇高温热源体发生起火危险 | 液压系统及元件应符合 GB/T 3766—2015 的要求 | 4.2.3.1 | 表 B.1 中序号 8 |
| | | 液压管路应采取防护措施与高温热源隔离,液压介质宜采用难燃液压油 | 4.2.5.4 | |
| 5 人类工效学危险的预防措施 | | | | |
| 5.1 人为操作错误 | 控制装置或操作界面标识不清导致操作错误 | 控制装置或操作界面的设计应简明、标识清楚且无歧义 | 4.2.7.5 | 表 B.1 中序号 11 |
| | 机器照明不足导致操作错误 | 机器的整体照明应符合 GB/T 28780 的要求 | 4.2.7.6 | |

4.3.3 浇包

浇包的安全要求和/或风险减小措施应符合表 2 的规定。

表 2 浇包的要求

| 重大危险 | 危险状态 | 安全要求和/或风险减小措施 | 本文件章条编号或标准 | 验证方法 |
|------------------|--|--|------------|--------------|
| 1 机械危险的预防措施 | | | | |
| 1.1 碰撞、 挤压 | 倾转式浇包的包体或吊梁在转动过程因倾转机构自锁功能失效导致的机械危险 | 浇包的倾转机构应具备自锁或锁定功能 | 4.2.1.2 | 表 B.1 中序号 2 |
| | | 使用说明书中应说明:浇包使用前应验证倾转机构的自锁功能 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| | 在维护浇包需拆解倾转机构时,浇包的吊梁因失去倾转机构的约束发生倾倒 | 浇包应设置吊梁锁定装置(如安全卡、插销) | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 |
| | | 使用说明书中应说明:拆解倾转机构前应先关闭吊梁锁定装置 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 2 高温与热辐射危险的预防措施 | | | | |
| 2.1 烫伤、 灼伤 | 浇包吊运金属液时由以下原因造成的包内金属液的倾洒: ——浇包的结构设计不合理; ——浇包盛装过量的金属液; ——对包体结构及包衬参数的修改而使包体重心不稳 | 浇包的设计应保证在所有操作条件下包体的合成重心始终低于耳轴中心线 | 4.2.1.2 | 表 B.1 中序号 2 |
| | | 浇包应设置吊梁锁定装置(如安全卡、插销) | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 |
| | | 使用说明书中应说明: a) 浇包盛装的金属液不应超出其额定容量; b) 处在转运或悬停的浇包,应关闭浇包的安全卡; c) 对包体结构及使用参数的修改应满足包体重心的稳定性 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| | 倾转式浇包的包体在转动过程中因倾转机构自锁功能失效导致的金属液或熔渣的倾洒危险 | 浇包的倾转机构应具有自锁或锁定功能 | 4.2.1.2 | 表 B.1 中序号 2 |
| | | 手动倾转式浇包宜设置手轮锁定装置;电动倾转式浇包宜采用制动电动机 | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 |
| | | 使用说明书中应说明:每班次使用浇包前应验证倾转机构的自锁功能 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| | 底注包吊运时底注口密封不严 | 底注式浇包的塞杆启闭机构应设置锁紧装置 | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 |
| | | 使用说明书中应说明: a) 塞杆启闭机构或滑动水口机构应锁定; b) 应对塞杆启闭机构或滑动水口机构按要求进行安装前的检查,更换变形、开裂的机件,清除上下滑板间的残钢、残渣; c) 底注式浇包的塞头砖和水口砖应按满足材料要求的工艺进行烘烤 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |

表 2 浇包的要求 (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 |
|--------------------|------------------------------------|--|---|------------------------|
| 2.1 烫伤、灼伤 | 浇包吊梁零部件的侵蚀、破损及浇包耳轴断裂、联接不足造成的金属液的泼洒 | 浇包的吊梁零部件及耳轴应经无损检测合格后方可与包体联接固定 使用说明书中应说明:定期对浇包吊梁部件及耳轴进行相应的无损检测和维护,并做好相关记录 | 4.2.1.4 | 表 B.1 中序号 4 |
| | 包衬开裂导致浇包内金属液击穿包体 | 使用说明书中应说明: a) 包衬应采用符合要求的耐火材料,并按满足材料要求的工艺进行砌筑和烘烤; b) 定期对浇包包衬进行检查和维护 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| | 浇包进行喂丝球化时产生的弧光辐射危险 | 使用说明书中应说明: a) 浇包应在球化室的防护下进行喂丝球化; b) 使用个体防护装备 | | |
| 2.2 喷射、烫伤 | 向潮湿或有积水的地方倾倒金属液或熔渣引起的爆炸、喷射危险 | 使用说明书中应说明: a) 禁止向潮湿或有积水的地面倾倒金属液或熔渣; b) 浇包吊运或倾倒金属液或熔渣的区域应设置干燥的应急事故罐或沙坑 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 2.3 烫伤 | 对完成浇注作业的浇包进行维护时 | 使用说明书中应说明: a) 浇包的检查和维护应在包体温度低于 50℃ 时进行; b) 未经冷却的浇包周围应设置预防烫伤的警告标志; c) 使用个体防护装备 | 4.2.4.1、 4.2.4.2、 6.3.3、 6.4.2 | 表 B.1 中序号 14、 序号 15 |
| 3 材料和有害物质产生危险的预防措施 | | | | |
| 3.1 窒息、中毒 | 金属液球化处理、浇注过程中产生的烟雾、有毒气体和粉尘 | 应采取控制烟尘的措施 | 4.2.5.2 | 表 B.1 中序号 10 |
| | | 使用说明书中应说明:使用个体防护装备 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 4 人类工效学危险的预防措施 | | | | |
| 4.1 | 浇包的安全卡、操作手轮或控制装置安装位置太高 | 需手动操作的装置应设置在上肢容易控制的范围之内 | 4.2.7.1、 4.2.7.4 | 表 B.1 中序号 11 |
| 4.2 | 手动倾转式浇包的操作力超出正常的人力范围 | 手动操作力应设计在合理的人力控制范围之内。持续的手动操作力不应大于 100 N, 短时的手动操作力不应大于 200 N | | |

4.3.4 浇注环轨

4.3.4.1 浇注环轨的安全要求和/或风险减小措施应符合表 3 的规定。

4.3.4.2 浇注环轨中涉及到与浇包有关的要求应符合表 2 的规定。

表 3 浇注环轨的要求

| 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 机械危险的预防措施 | | | | |
| 1.1 碰撞、 挤压 | 升降包与处在其行进路线上的人员发生碰撞 | 电动行走的升降包,应设置行走警告装置 | 6.2.1 | 表 B.1 中序号 14 |
| | | 使用说明书中应说明:浇注作业区的危险位置应设置警告标志,禁止无关人员进入 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| | 升降器自锁功能失效引发升降包不可控的坠落 | 升降器应具备自锁或锁定功能 | 4.2.1.2 | 表 B.1 中序号 2 |
| | | 使用说明书中应说明:每班次工作前应检查升降器的自锁性 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| | 升降包从开环式浇注环轨的末端意外滑落 | 开环式浇注环轨末端应安装机械限位装置 | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 |

4.3.5 烘包器

烘包器的安全要求和/或风险减小措施应符合表 4 的规定。

表 4 烘包器的要求

| 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 机械危险的预防措施 | | | | |
| 1.1 碰撞、 挤压 | 烘包器包盖水平回转时与回转半径内的人员发生碰撞 | 使用说明书中应说明:烘包器工作时禁止无关人员进入其回转区域 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 2 热表面和热辐射危险的预防措施 | | | | |
| 2.1 烫伤 | 人体部位意外触碰到未冷却的包盖 | 使用说明书中应说明: a) 应在包盖温度低于 50 °C 时进行烘包器的检查和维护; b) 未经冷却的包盖周围应设置防止烫伤的警告标志; c) 使用个体防护装备 | 4.2.4.1、 4.2.4.2、 6.3.3、 6.4.2 | 表 B.1 序号中 14、 序号 15 |

表 4 烘包器的要求 (续)

| 重大危险 | 危险状态 | 安全要求和/或风险减小措施 | 本文件章条编号或标准 | 验证方法 |
|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------|
| 3 有害物质和材料产生危险的预防措施 | | | | |
| 3.1 窒息、 中毒 | 含 CO 成分的燃气泄漏引起的人员伤害危险 | 应为烘包器配备燃气泄漏报警装置,并与燃气紧急切断阀联锁 | 4.2.5.5、 6.2.1 | 表 B.1 中序号 14 |
| | | 使用说明书中应说明:烘包器作业时应注意通风,封闭区域还应安装防爆通风风机 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 3.2 着火 | 密闭区域燃气泄漏遇明火或静电打火 | 烘包器应做好静电接地防护 | 4.2.6 | 表 B.1 中序号 7 |
| | | 烘包器应配备燃气泄漏报警装置,并与燃气紧急切断阀联锁 | 4.2.5.5、 6.2.1 | 表 B.1 中序号 14 |

4.3.6 浇注机

浇注机的安全要求和/或风险减小措施应符合表 5 的规定。

表 5 浇注机的要求

| 重大危险 | 危险状态 | 安全要求和/或风险减小措施 | 本文件章条编号或标准 | 验证方法 |
|------------------|----------------------------|---|-------------------------|------------------------------|
| 1 机械危险的预防措施 | | | | |
| 1.1 碰撞、 挤压 | 浇注机在运行过程中,与进入其移动范围内的人员发生碰撞 | 浇注机运行区域应设置围栏。全自动浇注机的围栏上还应设置联锁安全门 | 4.2.8.1.3、 4.2.8.1.4 | 表 B.1 中序号 12 |
| | | 浇注机应设置行驶过程的声光报警装置 | 6.2.1 | 表 B.1 中序号 14 |
| | | 浇注机纵移车体首尾两端设有撞击检测装置(例如,弹性减振垫/机械装置+开关/传感器) | 4.2.8.2 | 表 B.1 中序号 13 |
| | | 使用说明书中应说明:设备使用前应进行安全作业培训 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| 2 热表面及热辐射危险的预防措施 | | | | |
| 2.1 烫伤 | 浇注机机上辊道和进退包辊道位置对接出错发生浇包倾覆 | 应设置多重位置检测装置(例如,光电开关)和电气联锁保护装置 | 4.2.2.5、 4.2.8.2 | 表 B.1 中序号 7、 表 B.1 中序号 13 |
| | 浇包在进包辊道上放置不当造成的金属液泼洒 | 进包辊道上应设置放置浇包的导向装置 | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 |

表 5 浇注机的要求 (续)

| 重大危险 | 危险状态 | 安全要求和/或风险减小措施 | 本文件章条编号或标准 | 验证方法 |
|---|--------------------------------------|--|---------------------|------------------------------|
| 2.1 烫伤 | 倾转式浇注机的浇包升降和倾转后未能保持在预定位置或零部件断裂引发浇包倾覆 | 倾转式浇注机的升降和倾转装置应具有保持浇包停留在预定位置的稳定性 | 4.2.1.2 | 表 B.1 中序号 2 |
| | | 浇包重心应设定于浇注机支撑点范围内 | | |
| | | 应设置停止检测装置和机械限位装置 | 4.2.1.3、 4.2.8.2 | 表 B.1 中序号 3、 表 B.1 中序号 13 |
| | | 浇包的升降和倾转装置零部件应具有满足其安全使用的强度和刚度 | 4.2.1.4 | 表 B.1 中序号 4 |
| | | 使用说明书中应说明:应定期检查浇注机的连接件和驱动部件 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |
| | 浇注过程产生的金属液飞溅 | 浇注作业人员应在隔热防护装置或操作室保护条件下工作 | 4.2.4.3、 4.2.8.3 | 表 B.1 中序号 9 |
| | 底注式浇注机塞杆不能正常关闭浇注口导致的金属液的泄漏 | 底注式浇注机应具有塞杆不能正常关闭时还能密封浇注口的其他备用措施,如通过塞杆自重下落、安全气缸锁定等 | 4.1.3a) | 表 B.1 中序号 16 |
| 使用说明书中应说明: a) 塞杆的塞头砖与水口砖应密封; b) 每次安装的塞杆启闭机构应按要求进行塞杆升降的重复对中性检查 | | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 | |

4.3.7 金属液自动转运系统

金属液自动转运系统的安全要求和/或风险减小措施应符合表 6 的规定。

表 6 金属液自动转运系统的要求

| 重大危险 | 危险状态 | 安全要求和/或风险减小措施 | 本文件章条编号或标准 | 验证方法 |
|------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------|
| 1 机械危险的预防措施 | | | | |
| 1.1 碰撞、 挤压 | 转运设备在运行过程中,人员意外进入其移动范围内 | 转运设备运行区域应设置围栏。自动转运设备的围栏上还应设置联锁安全门 | 4.2.8.1.3、 4.2.8.1.4 | 表 B.1 中序号 12 |
| | | 转运设备应设置行驶过程的声光报警装置 | 6.2.1 | 表 B.1 中序号 14 |
| | | 转运车两端应设有撞击检测装置(例如,弹性减振垫/机械装置+开关/传感器) | 4.2.8.2 | 表 B.1 中序号 13 |
| | | 使用说明书中应说明:设备使用前应进行安全作业培训 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 |

表 6 金属液自动转运系统的要求 (续)

| 重大危险 | 危险状态 | 安全要求和/或风险减小措施 | 本文件章条编号或标准 | 验证方法 | |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------|
| 2 高温及热辐射危险的预防措施 | | | | | |
| 2.1 烫伤 | 转运设备机上辊道和进退包辊道对接错误造成转运包内金属液洒落 | 应设置多重位置检测装置(例如,光电开关)和电气联锁保护装置 | 4.2.2.5、 4.2.8.2 | 表 B.1 中序号 7、 表 B.1 中序号 13 | |
| | 在取放转运包的过程中,转运包位置发生偏离 | 进包辊道上应设置放置浇包的导向装置 | 4.2.1.3 | 表 B.1 中序号 3 | |
| | 转运包升降和倾转后未能保持在预定位置或升降和倾转装置断裂引发转运包倾覆 | 转运包的升降和倾转装置应具有保持浇包停留在预定位置的稳定性 | 转运包重心应处于转运设备支撑点范围内 | 4.2.1.2 | 表 B.1 中序号 2 |
| | | 应设置停机检测和机械限位装置 | | | |
| | | 驱动浇包升降和倾转的装置零部件应具有满足其安全使用的强度和刚度 | 4.2.1.4 | 表 B.1 中序号 4 | |
| | | 使用说明书中应说明:应定期检查转运设备的连接件和驱动部件 | 6.4.2 | 表 B.1 中序号 15 | |

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 章确定的机器的安全要求和/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 的优先顺序,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,防护装置的强度试验、机器的稳定性试验、倾转机构的自锁性试验)检查机器或部件功能是否满足要求。

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检测方法,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、机械强度、安全系数和稳定性的计算);和/或通过文件证明(例如,检查设计图、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,通过目视检查使用信息和警告标志等)。

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 的要求。

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 机器应在其不易损坏的明显位置至少标明以下信息:

- a) 制造厂或供应商的名称;
- b) 制造年份;
- c) 名称型号;
- d) 出厂日期和出厂编号;
- e) 设备额定容量、载荷或功率。

6.3.3 存在剩余风险(如机械危险、电气危险、热危险)的机器应在其醒目位置设置警告标志。

6.3.4 机器的安全色和安全标记应符合 GB 2894 的规定。

6.3.5 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 机器应带有使用说明书,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 机器的使用说明书(或称操作/维护说明书、操作/维护手册)应至少包含以下内容:

- a) 给出机器的运输、安装调试的说明;
- b) 告知用户使用该机器是否需要培训;
- c) 告知用户是否应为操作者提供个体防护装备;
- d) 机器的试运行及正确操作的详细说明;

- e) 机器的日常维护及其需要的条件说明；
- f) 机器的故障诊断和处理方法；
- g) 对机器的安全防护装置及使用方法进行详细说明；
- h) 告知用户在靠近热源及其他危险时采取的防护措施；
- i) 关于保护措施和工作方式方面的使用限制；
- j) 关于机器的安全工作参数限值和详细要求。



附录 A
(资料性)
重大危险清单

本附录包含了本文件机器所涉及的,经风险评估确定的需要采取措施消除或减小风险的重大危险、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 | 机器零部件及其防护罩壳的尖角或锐边 | 扎伤、划伤 | 在储运、安装、使用和维护过程中,机器的尖角、锐边对人员造成伤害 | 4.2.1.1、表 1 中 1.1 | |
| | | 重心稳定性不足 | 挤压、碰撞 | 机器及其部件在运输、装配、使用和拆除时因稳定性不足发生翻倒、坠落或不可控的移动 | 4.2.1.2、4.2.1.3、表 1 中 1.2、表 2 中 1.1、表 3 中 1.1 | |
| | | 机械及其部件的意外移动、坠落或翻倒 | | 浇包使用和维护过程中发生的危险事件: ——倾转式浇包的包体或吊梁在倾转过程中因倾转机构自锁失效导致的不可控的移动; ——在维修和保养浇包需拆解倾转机构箱体时,吊梁失去传动机卡叉的约束倾倒; ——升降器自锁功能失效引发浇包的坠落; ——升降包行走过程中从开环式轨道末端滑落 | | |
| | | 机器零部件发生断裂、破碎 | | 机器在使用过程中发生零部件断裂、破碎、坠落和/或弹出危险 | | 4.2.1.4、表 1 中 1.2 |
| | | 人员意外进入危险区域 | | 机器运行过程中发生的人员碰撞事件: ——浇包与处在其行进路线上的人员发生碰撞; ——烘包器包盖水平回转过程与回转半径内的人员碰撞; ——浇注机或转运车运行过程中,人员意外进入其移动范围 | | 4.2.8.1.3、表 3 中 1.1、表 4 中 1.1、表 5 中 1.1、表 6 中 1.1 |
| | | 运动部件之间或运动部件与静止部件之间的间距 | | 挤压、绞入 | | 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 |
| | | 旋转运动部件 | 人体部位陷入或接触旋转的传动部件或装置 | | 4.2.1.6、表 1 中 1.3 | |
| | | 高空作业 | 坠落 | 机器安装、调试、维修时发生的高空坠落 | 4.2.9.2、表 1 中 1.4 | |

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 | 热辐射造成的电气线路电绝缘失效 | 电击、火灾 | 电气线路发生漏电伤人或发生短路起火 | 4.2.2.1、 4.2.2.3、 4.2.2.4、 |
| | | 故障条件下成为带电的部件 | | 人体意外接触带电体发生电击危险 | 表 1 中 2.1、 表 1 中 2.2 |
| 3 | 热危险 | 高温物体表面、材料及热辐射 | 烫伤、灼伤 | 人体意外接触高温物体表面 | 4.2.1.2、 4.2.1.3、 4.2.1.4、 |
| | | 引起烫伤的材料物质 | | 高温金属熔体飞溅、泄漏、泼洒等引起的人体烫伤 | 4.2.2.5、 4.2.4.、 |
| | | 机器对接出错或出现故障 | | 浇注机或转运车的机上辊道和进退包辊道对接位置出错时发生浇包倾覆 | 4.2.8.2、 4.2.8.3、 |
| | | 机器零部件断裂、破碎 | | 浇包、浇注机零部件的断裂引起的浇包内金属液洒落 | 表 2 中 2.1、 表 5 中 2.1、 表 6 中 2.1 |
| 4 | 有害物质和材料 | 烟尘、有毒气体和粉尘等 | 窒息、中毒、爆炸、起火 | 有害物质和材料引发的人员伤害事件： ——液压油发生泄漏喷射后遇高温热源体发生起火危险； ——人体吸入金属液球化处理产生的烟雾、有毒气体和粉尘； ——含 CO 成分的燃气泄漏引起的人员中毒； ——密闭区域燃气泄漏遇明火或静电起火 | 4.2.3.1、 4.2.5、 4.2.6、 表 1 中 4.1、 表 2 中 3.1、 表 4 中 3.1、 表 4 中 3.2 |
| 5 | 忽略人类工效学的危险 | 影响人员舒适、正确操作的因素： ——操作装置的安装位置不合适； ——手动操作力太大； ——不合适的机器照明； ——警告标识不清 | 不适、紧张、疲劳 | 忽略人类工效学原则的设计导致操作不便或错误的事件： ——浇包的安全卡、操作手轮或控制装置安装位置太高； ——手动倾转式浇包的操作费力； ——控制装置或界面标识不清导致操作错误； ——照明不足导致操作错误 | 4.2.7.2、 4.2.7.4、 4.2.7.5、 4.2.7.6、 表 1 中 5.1、 表 2 中 4.1、 表 2 中 4.2 |
| ^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清单

| 序号 | 安全要求 | 本文件章节编号 | 相关标准 | 验证方法 |
|----|--|---|-------------------------------|--|
| 1 | 机械零部件应无尖角、锐边 | 4.2.1.1 | GB/T 15706—2012 中 6.2.2.1 | 目视检查(5.1.5):机械零部件有无尖角、锐边 |
| 2 | 机械及其部件的设计应具有稳定性 | 4.2.1.2 | GB/T 15706—2012 中 6.2.6 | 功能试验(5.1.2)或计算(5.1.4):机器及其部件是否具有使用的稳定性; 例如浇包的自锁性试验:将浇包底部放置到地面并取下起重吊钩,浇包吊梁在倾转机构的驱动下转动到大约 45°的倾斜位置并由倾转机构保持在该位置,证明该倾转机构具有自锁性,此自锁性要求适用于没有振动的条件 |
| 3 | 应采取稳定性的防护措施 | 4.2.1.3 | GB/T 15706—2012 中 6.3.2.6 | 目视检查(5.1.5):是否采取稳定性的防护措施 |
| 4 | 机械及零部件应具有安全使用的强度、刚度,且不应存在质量缺陷 | 4.2.1.4 | GB/T 15706—2012 中 6.2.3 | 计算(5.1.4):机械零部件的强度和刚度; 检测(5.1.3):通过检测设备对机械部件进行相应的检测,例如无损检测 |
| 5 | 机械运动部件之间应设定防止人体部位挤压的最小间距 | 4.2.1.5 | GB/T 12265 | 测量(5.1.3):运动部件间的最小间距值是否符合 GB/T 12265 的规定 |
| 6 | 应设计安装符合要求的接近或进入机械的固定设施: ——接近或进入机械的安全工作平台或通道; ——进入机器的楼梯、阶梯和护栏 | 4.2.9.1、 4.2.9.2 | GB/T 17888(所有部分) | 测量(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(所有部分)的规定; 计算(5.1.4):楼梯、阶梯和护栏的强度; 目视检查(5.1.5):安全工作平台或通道是否采取防滑措施 |
| 7 | 电气设备、控制系统及静电防护要求 | 4.2.2.1、 4.2.2.2、 4.2.2.3、 4.2.2.4、 4.2.2.5、 4.2.2.6、 4.2.6 | GB/T 5226.1—2019、 GB 12158 | 功能试验(5.1.2):进行电路的接通、断开、急停以及防电击保护功能是否符合 GB/T 5226.1—2019 中第 18 章的要求;控制系统是否采取了相应的联锁保护; 测量(5.1.3):按 GB 12158 进行静电测试; 目视检查(5.1.5):有热防护要求的电气设备及线路是否采用隔热防护措施;元器件的合格证明材料和相关元件是否损坏; 检测(5.1.3):电气线路是否可靠绝缘;电气数据指标是否满足要求 |

表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证清单 (续)

| 序号 | 安全要求 | 本文件章节编号 | 相关标准 | 验证方法 |
|----|--|---|--|--|
| 8 | 液压和气动系统应满足： ——安全使用； ——设置必要的安全防护装置； ——液压或气动管路不应有泄漏； ——不发生火灾危险 | 4.2.3.1、 4.2.3.2、 4.2.5.4 | GB/T 7932—2017 中第 5 章、GB/T 3766—2015 中第 5 章 | 按 GB/T 7932—2017 中第 6 章的要求验证； 按 GB/T 3766—2015 中第 6 章的要求验证； 查看文件(5.1.4)：液压系统原理图是否合理； 目视检查(5.1.5)：液压系统及管路是否设置合理的防护装置； 功能试验(5.1.2)：难燃液压油在实际工作温度条件下是否难以燃烧； 检测(5.1.3)：对液压系统进行 1.2 倍额定压力的耐压测试，保压 30 min，不应有液压油泄漏 |
| 9 | 机器的热表面和热辐射要求： ——机器表面可接触的温度限值； ——存在高温与辐射时应采取的防护措施 | 4.2.4.1、 4.2.4.3 | GB/T 18153—2024、 GB/T 23821—2022 中表 2 和表 4 | 测量(5.1.3)：给出的机器表面可接触的温度限值是否符合 GB/T 18153—2024 的规定； 目视检查(5.1.5)：是否采取防护装置(或操作室)屏蔽热辐射；机器是否设置热危险的警告标志；使用说明书中是否给出安全使用信息和/或使用个体防护装备的说明 |
| 10 | 材料和有害物质排放的要求 | 4.2.5.1、 4.2.5.2、 4.2.5.3 | GB/T 25285.1、 GB/T 18569.1、 GB/T 18569.2—2020 | 按 GB/T 18569.2—2020 中表 A.1 给出的验证流程进行减小机械排放的有害物质对健康的风险的验证； 目视检查(5.1.5)：在有限空间内使用危险性气体作为燃料的机器是否配备防爆风机和燃气泄漏报警装置 |
| 11 | 人类工效学要求： ——操作人员的工作岗位尺寸； ——人机界面、操作装置的信号或数据应便于操作； ——操作者全身或局部进入机械的开口尺寸； ——人员手动操作力； ——机器的整体照明 | 4.2.7.1、 4.2.7.2、 4.2.7.3、 4.2.7.4、 4.2.7.5、 4.2.7.6 | GB/T 14776、 GB/T 18209.1、 GB/T 18717.1、 GB/T 18717.2、 GB/T 28780 | 测量(5.1.3)：工作岗位尺寸是否符合 GB/T 14776 的要求； 测量(5.1.3)：机械的开口尺寸是否按 GB/T 18717.1 或 GB/T 18717.2 的要求设定； 功能试验(5.1.2)：机器是否易于操作，符合人类工效学； 测量(5.1.3)或计算(5.1.4)：手动操作力是否在人力控制范围之内 |

表 B.1 安全要求和/或风险减小措施的验证清单 (续)

| 序号 | 安全要求 | 本文件章节编号 | 相关标准 | 验证方法 |
|----|--|---|--|---|
| 12 | 防护装置相关要求： ——固定式和联锁活动式防护装置的功能； ——与防护装置相关的联锁装置的功能； ——防护装置的定位以及与危险区域保持的安全距离 | 4.2.1.6、 4.2.8.1.1、 4.2.8.1.2、 4.2.8.1.3、 4.2.8.1.4、 4.2.8.1.5、 4.2.8.1.6 | GB/T 8196—2018、 GB/T 18831、 GB/T 23821—2022、 GB/T 19876 | 功能验证(5.1.2):按 GB/T 8196—2018 中第 7 章规定对本文件采用的防护装置分别进行试验； 功能试验(5.1.2):联锁装置是否满足 GB/T 18831 的要求； 测量(5.1.3):防护装置设定的安全距离是否满足 GB/T 23821—2022 的要求； 查看文件(5.1.4):与人体部位接近速度有关的防护装置定位的最小安全距离是否按 GB/T 19876 中的方法确定 |
| 13 | 电敏保护设备的要求 | 4.2.1.3、 4.2.2.5、 4.2.8.2 | GB/T 19436.1 | 功能试验(5.1.2):电敏保护设备的要求按 GB/T 19436.1 进行验证 |
| 14 | 制造商应为机器或防护装置设计必要的信号和/或警告装置,设置必要的警告标志或安全标记 | 4.2.2.3、 4.2.4.2、 4.2.5.5、 6.2.1、 6.2.2、 6.3.3、 6.3.4 | GB/T 15706—2012 中 6.4.2.3 和 6.4.2.4、 GB 2894 | 目视检查(5.1.5):制造商是否为机器提供了符合规定的信号和/或警告装置,是否设置了警告标志或安全标记 |
| 15 | 使用信息要求： ——告知用户机器启用是否需要培训； ——告知用户应为使用者提供个体防护装备； ——给出设备的预定使用和维护方法； ——给出有关机器安全防护装置的使用方法和要求； ——给出合理预见的误用可能产生的安全风险 | 4.2.5.3、 6.4.2 | GB/T 15706—2012 中 6.4.2、GB/T 18209.1 | 目视检查(5.1.5):制造商是否给出了有关此项要求的说明信息 |
| 16 | 机器的安全相关部件失效时应保证此安全功能继续有效 | 4.1.3a) | GB/T 15706—2012 中 6.2.12.4 | 功能试验(5.1.2):机器是否采用了有效实现本质安全的冗余设计 |

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 19670 机械安全 防止意外启动
 - [3] GB/T 20001.5—2017 标准编写规则 第5部分:规范标准
 - [4] GB/T 20002.4—2015 标准中特定内容的起草 第4部分:标准中涉及安全的内容
 - [5] GB/T 35076 机械安全 生产设备安全通则
-



