



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 47257—2026

## 铸造机械 抛喷丸设备 安全技术规范

Foundry machinery—Abrasive blasting 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 .....	3
4.1 通则 .....	3
4.2 一般要求 .....	4
4.3 喷丸器 .....	6
4.4 抛丸器 .....	6
4.5 抛/喷丸室 .....	7
4.6 工件承载体 .....	7
4.7 磨料循环系统 .....	7
4.8 喷丸清理机 .....	8
4.9 抛丸清理机 .....	8
4.10 抛喷丸联合清理机 .....	8
4.11 有害物质和材料 .....	8
4.12 防火防爆 .....	8
5 安全要求和/或风险减小措施的验证 .....	9
5.1 验证方法 .....	9
5.2 验证清单 .....	9
6 使用信息 .....	11
6.1 一般要求 .....	11
6.2 信号和警告装置 .....	11
6.3 标志、符号(象形图)和书面警告 .....	11
6.4 使用说明书 .....	12
附录 A (资料性) 重大危险清单 .....	13
参考文献 .....	17
表 1 验证清单 .....	9
表 A.1 重大危险清单 .....	13



## 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：南安市中机标准化研究院有限公司、盐城市丰特铸造机械有限公司、山西华翔集团股份有限公司、厦门绥之科技有限公司、江苏东方众联工业技术有限公司、福建海西滤水龙头研究中心有限公司、山西中设华晋铸造有限公司、济南铸锻所检验检测科技有限公司、中国汽车工业工程有限公司、金华浩翔汽配有限公司、青岛中智达环保熔炼设备有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、福建省闽旋科技股份有限公司、永红保定铸造机械有限公司、青岛安泰重工机械有限公司、保定维尔铸造机械股份有限公司、山东开泰抛丸机械有限公司、山东融鑫铸造机械有限公司、山东杰创机械有限公司、威海工友铸造机械有限公司、重庆美利信科技股份有限公司、青岛青铸装备有限公司、青岛青力环保设备有限公司、安徽安簧机械股份有限公司、常州市罗军机械设备有限公司、中机研标准技术研究院(北京)有限公司。

本文件主要起草人：柯珍珍、余丽奎、乔圣兵、王渊、杨楠、王日东、李琛、郭中贵、王华、刘小龙、杨良群、杨浩、詹昌俊、段金挺、黄庆、陈惠玲、吴瑞敏、李岚、纪岩、侯若先、徐金成、孙长青、张慧英、迟英杰、蒋汉金、邢海伟、隋成富、陈福来、徐亚光、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 抛喷丸设备 安全技术规范

## 1 范围

本文件规定了抛喷丸设备的安全要求和/或风险减小措施及使用信息,描述了对应的验证方法。

本文件列出了当抛喷丸设备按规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,与该设备有关的重大危险,以及危险状态或危险事件示例(见附录 A)。

本文件适用于抛喷丸设备的设计、制造和验收。

注 1: 抛喷丸设备包括喷丸器、喷丸清理机、抛丸器、抛丸清理机和抛喷丸联合清理机。

注 2: 本文件未涉及移动式抛喷丸设备(例如设计用于在不同位置操作的抛丸清理机)与移动相关的特定危险。

本文件不适用于工件装卸系统和通风除尘系统。

## 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/T 150.4 压力容器 第 4 部分:制造、检验和验收

GB 2894 安全色和安全标志

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 3836.15 爆炸性环境 第 15 部分:电气装置设计、选型、安装规范

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 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/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 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:工作平台和通道

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 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

原则

- GB/T 18831 机械安全 与防护装置相关的连锁装置 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/T 19670 机械安全 防止意外启动
- GB/T 19876—2012 机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位
- GB 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 28780 机械安全 机器用整体照明系统
- GB/T 32567—2016 抛丸器
- GB/T 33579—2017 机械安全 危险能量控制方法 上锁/挂牌
- GB/T 41349 机械安全 急停装置技术条件
- AQ 4272 铝镁制品机械加工粉尘防爆安全规范

### 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

##### **抛喷丸设备 abrasive blasting equipment; shot blasting equipment**

采用离心力或压缩空气作为加速磨料方法,对待处理的工件表面强力持续冲击以达到预期效果的机器和装置。

注1:采用喷丸器,以压缩空气作为加速磨料方法清理工件的设备称作喷丸清理机;采用抛丸器,以高速旋转叶轮所产生的离心力作为加速磨料方法清理工件的设备称作抛丸清理机。

注2:除抛/喷丸器外,通常还包括抛/喷丸室、工件承载体,以及磨料循环系统。

[来源:GB/T 25370—2020,6.2.2,有修改]

#### 3.2

##### **喷丸器 air blaster**

由喷丸罐、喷枪和/或喷嘴和连接软管和/或直管组成,通过压缩空气加速磨料的成套装置。

[来源:GB/T 25370—2020,6.2.5,有修改]

#### 3.3

##### **喷丸罐 blast pot; blast hopper**

喷丸器存放磨料的容器。

注:工作时通常会通入压缩空气,承受压缩空气压力。

[来源:GB/T 25370—2020,6.2.9,有修改]

#### 3.4

##### **抛丸器 wheel blaster**

利用带叶片的旋转叶轮加速磨料的装置。

注1:通常包括叶轮、叶片、分丸轮、定向套、进丸管和罩壳(含顶盖及护板),以及驱动或传动装置。

注2:包括驱动或传动装置的抛丸器也称作抛丸器总成。

[来源:GB/T 25370—2020,6.2.15,有修改]

#### 3.5

##### **抛喷丸联合清理机 wheel and air blasting combined cleaning machine**

采用抛丸和喷丸清理工艺相结合的抛喷丸设备。

注：通常先进行抛丸清理，而后通过喷丸方式对工件内腔或部分表面再进行补充清理。

## 3.6

**抛丸室 blasting chamber****喷丸室**

抛喷丸设备中容纳工件并防止磨料逸出到外部环境的腔室。

[来源：GB/T 25370—2020, 6.2.3, 有修改]

## 3.7

**工件承载体 workpiece carrier**

抛喷丸设备中，具有独立的驱动系统，用于承载工件并使工件按设定要求进行运动的装置。

示例：滚筒、履带、吊钩、吊链、辊道、台车、摆床、转台、机械手。

注：不包括吊挂式抛丸清理机用于承载工件的电动葫芦、行车等起重设备。

[来源：GB/T 25370—2020, 6.2.29, 有修改]

## 3.8

**磨料循环系统 abrasive recycling system****弹丸循环系统**

抛喷丸设备中用于回收使用过的磨料、并去除其中的杂质后再定量供应给抛丸器或喷丸器，使之循环使用的系统。

注：抛丸清理机的磨料循环系统，通常由斗式提升机、螺旋输送机、振动筛、丸砂分离器、储丸斗，以及弹丸闸门、流丸管等组成。

[来源：GB/T 25370—2020, 6.2.26, 有修改]

## 3.9

**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]

## 3.10

**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。

## 3.11

**零机械状态 zero mechanical state**

机器的机械能处于零的状态。

注：机器的零机械状态指：

- a) 能使机器产生运动的每个动力源都已被断开并锁定；
- b) 所有可运动的部件都已被固定或处于静止状态；
- c) 机器所有部分的势能都处于其最低实际值；
- d) 所有的压力容器都减压至大气压力；
- e) 滞留在机器管路或其他部件内的压力流体在任何阀的动作下都不会使机器出现运动。

## 4 安全要求和/或风险减小措施

## 4.1 通则

4.1.1 抛喷丸设备(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,机器应按照 GB/T 15706—2012 规定的原则进行设计。

4.1.3 机器设计时应进行风险评估并采取减小风险的措施。

注:附录 A 列出了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,以及危险状态和危险事件示例。

4.1.4 机器的风险评估及其实施过程中所采用的方法见 GB/T 15706—2012 中第 5 章和 GB/T 16856。

4.1.5 减小机器风险的首要措施,是进行本质安全设计,即通过适当选择机器的设计特性和/或暴露人员与机器的交互作用,消除危险或减小相关的风险。

4.1.6 通过设计不能避免的危险,应采取安全防护(使用防护装置和/或保护装置)及补充保护措施。

4.1.7 对于无法通过设计和采取安全防护措施而避免的剩余风险,应通过使用信息通知或警告操作者。

## 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按规定条件下储运、安装和使用的要求。

4.2.1.2 机器易接触的外露部位不应有引起人体损伤的尖角、锐边,密封罩、检修门、盖板等薄板件的棱边应倒钝、折边或修边,可能引起划伤的管端开口应包覆,焊缝毛刺、焊点应打磨。

4.2.1.3 机器上的螺栓、螺钉、螺母等紧固件,应采取防松措施。

4.2.1.4 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,不应因偏重、稳定性差等原因造成意外倾翻、自行移动或掉落危险;当因机器的形状特殊等原因不能确保其稳定性时,应在机器使用说明书中明确规定其固定措施。

### 4.2.2 运动部件

4.2.2.1 人员易触及并有可能造成伤害的运动部件,应采取防护措施。

4.2.2.2 对于因工艺需要不能安装防护装置的运动部件,应在其端部或突出部位喷涂表示危险位置的安全标记,安全标记应符合 GB 2894 的规定。

4.2.2.3 对于有可能造成缠绕、吸入或卷入等危险的传动装置(如链、链轮、传动带、滚筒等)应予以封闭或设置其他防护装置,并在其邻近位置设置警示标志和/或在使用说明书中给出警示信息。

4.2.2.4 带有活动罩盖的运动部件,应设置开盖危险和/或应在传动装置停止运行后才允许将罩盖打开的警示标志。

4.2.2.5 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,当无法满足要求时应采取防护措施。

4.2.2.6 运动中有可能松脱的零部件应有防松措施和/或设置防护装置。

### 4.2.3 安全防护装置

#### 4.2.3.1 防护装置

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

4.2.3.1.2 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。

4.2.3.1.3 对于需要人员进入(如零件装卸、设置、定期手动清洁或喷涂,或需要故障排除)的危险区域内的活动式防护装置应带有防护联锁。

#### 4.2.3.2 联锁装置

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。

### 4.2.3.3 电敏保护设备

4.2.3.3.1 电敏保护设备(如光幕)的设计应符合 GB/T 19436.1、GB/T 19436.2 的规定。

4.2.3.3.2 电敏保护设备相对于危险区域的位置确定,应按 GB/T 19876—2012 中第 5 章和第 6 章的要求进行计算。

### 4.2.4 急停装置

4.2.4.1 急停装置应符合 GB/T 41349 的规定。

4.2.4.2 急停装置应设置在使操作者或者需要操纵它的人员易于接近且无操作危险的位置。

4.2.4.3 由多人协同操作的机器,每个操作点都应设置急停装置。

4.2.4.4 急停装置应保证在任何操作规范下都能停止机器的工作,但不应断开若中断其工作会引起事故的夹紧装置、制动装置或其他装置。

### 4.2.5 电气设备

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

注:本文件未明确涉及具体的电气危险,GB/T 5226.1—2019 涵盖了这些危险。

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

4.2.5.3 在可能发生爆炸的环境中使用的电气设备应符合 GB/T 3836.15 的规定。

4.2.5.4 要求单方向旋转的电动机应在明显的位置设置标有运动方向箭头的转向标识。

### 4.2.6 控制系统

4.2.6.1 控制系统应能按规定动作顺序实现联锁。

4.2.6.2 控制系统中的暂停、急停装置复位后不应引发任何危险情况。

4.2.6.3 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保证处于安全状态。

4.2.6.4 应采取适当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;防止机器意外启动应符合 GB/T 19670 的规定。

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

### 4.2.7 液压和气动系统

4.2.7.1 液压系统安全要求应符合 GB/T 3766 的规定。

4.2.7.2 气动系统安全要求应符合 GB/T 7932 的规定。

4.2.7.3 液压和气动系统中应设置防止压力超载的安全装置;对液压或气压的突然失压或中断应有保护措施和信号显示。

4.2.7.4 液压系统的液压泵启动后,应保证工作部件在工作按钮操作前不应有动作。

4.2.7.5 液压系统的动力源断开后,对于仍需保持压力的蓄能器应能继续保持压力,对于不需要保持压力的蓄能器应能自动泄压或安全闭锁。

### 4.2.8 接近机器的固定设施

4.2.8.1 机器设置的工作平台、通道、阶梯(或直梯)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) 跌落;
- b) 滑倒;
- c) 绊倒;

d) 可能对人员产生风险的物料或物体掉落。

4.2.8.2 接近设施的设计和制造应使其能满足可预见的使用条件,例如:

- a) 构件(包括紧固件、连接件、支撑物和地基)的选择和尺寸确定能确保其刚度和稳定性;
- b) 易与使用者接触的任何部件的设计,不会对使用者造成伤害或妨碍使用者使用(如尖角、焊缝毛刺、毛边等);
- c) 通道和工作平台的尺寸基于人体测量数据(见 4.2.10);
- d) 行走表面能防滑;
- e) 工作平台和通道能避免磨料、砂子和粉尘的堆积。

4.2.8.3 接近设施应符合下列规定:

- a) 接近设施的选择和基本 requirements 符合 GB/T 17888.1 的规定;
- b) 工作平台和通道符合 GB/T 17888.2 的规定;
- c) 楼梯、阶梯和护栏符合 GB/T 17888.3 的规定;
- d) 固定式直梯符合 GB/T 17888.4 的规定。

#### 4.2.9 振动与噪声

4.2.9.1 对于振动设备,应采取减振措施,降低机器运行时传递给基础的动载力。

4.2.9.2 对于机器的高速运转部件,应进行动平衡试验,减小振动和降低噪声。

4.2.9.3 应通过采用低噪声喷嘴、气阀排气孔安装消声器等措施,降低气流噪声。

4.2.9.4 与抛丸清理机安装为一体的除尘风机,应采用减振垫和/或出风口采用消声器等措施降低风机运行噪声。

4.2.9.5 对于从源头和/或通过防护措施降低噪声仍未达到要求的机器,应给出使用信息,如使用个人防护装备。

4.2.9.6 机器的噪声限值应符合相应产品标准的规定。

#### 4.2.10 人类工效学原则

4.2.10.1 机器的设计宜确保在适用的情况下,采用技术辅助措施代替人工操作;机器工作系统的设计应符合 GB/T 16251 的规定。

4.2.10.2 工作岗位尺寸应符合 GB/T 14776 的规定。

4.2.10.3 机器根据操作需要开设的用于人员进入的开口尺寸应符合要求,其中:

- a) 全身进入机器的开口尺寸应符合 GB/T 18717.1 的规定;
- b) 人体局部进入机器的开口尺寸应符合 GB/T 18717.2 的规定。

4.2.10.4 机器的照明应符合 GB/T 28780 的规定。

#### 4.3 喷丸器

4.3.1 喷丸器各组成元件应能承受喷丸过程中压缩空气产生的压力。

4.3.2 喷丸罐罐体的制造应符合 GB/T 150.4 的规定。

4.3.3 机器使用说明书应给出喷丸器的维护和检查信息。

4.3.4 手持喷枪式喷丸器除满足上述规定外,还应满足以下要求:

- a) 喷丸启动应在操作者唯一控制之下、停止在操作者可控制之下进行;
- b) 喷丸控制开关便于操作者直接使用;
- c) 喷丸软管采用防静电喷丸软管。

#### 4.4 抛丸器

4.4.1 抛丸器叶轮应进行动平衡试验,试验后的平衡校正应符合 GB/T 32567—2016 中 5.1.16 的规定。

- 4.4.2 叶轮、叶片和分丸轮等旋转运动件不应松脱。
- 4.4.3 抛丸器的罩壳及其顶盖机构应能承受抛丸器运行过程中叶片、分丸轮、叶轮等碎裂时可能发生的加速部件的冲击。
- 4.4.4 抛丸器罩壳的顶盖应与抛丸器控制装置联锁。
- 4.4.5 抛丸器应有叶轮转向标识。
- 4.4.6 采用带传动的抛丸器,传动系统应设置防护装置。
- 4.4.7 机器使用说明书应给出抛丸器的维护和检查信息。

## 4.5 抛/喷丸室

### 4.5.1 基本要求

- 4.5.1.1 抛/喷丸室的构造应能防止磨料溅出。
- 4.5.1.2 抛/喷丸室体在使用有效期内应能承受磨料冲击和磨损。
- 4.5.1.3 抛/喷丸室内的地面应采用防滑设计。

### 4.5.2 喷丸室

- 4.5.2.1 喷丸室用于人员进出的门应确保内、外两侧均可开、关。
- 4.5.2.2 喷丸室应设置观察窗。

注:观察窗通常采用抗碎无色透明板;观察窗内侧通常采用活动挡板保护透明板免受磨料冲击。

- 4.5.2.3 喷丸室内(包括地坑)应设置照明装置,并配备应急照明灯。
- 4.5.2.4 喷丸室内的操作平台地板应采用钢格栅或铺钢板网。

### 4.5.3 抛丸室

- 4.5.3.1 抛丸室室体(含护板)应能防止抛丸器运行过程中可能发生的叶片等碎裂或松脱时加速零件的冲击所带来的危险。
- 4.5.3.2 机器使用说明书应给出警示信息:抛丸室安装完成后,周边外露的地坑需及时安装护栏和/或盖板,防止人员跌落。

## 4.6 工件承载体

- 4.6.1 工件承载体的驱动和传动机构应设置防护装置。
- 4.6.2 工件承载体在抛/喷丸室外部运行的工作区域应设置警示标志;经风险评估需设置隔离装置的应设置隔离装置(如围栏)。

## 4.7 磨料循环系统

- 4.7.1 磨料循环系统中的斗式提升机、螺旋输送机等磨料回收输送设备的传动系统应设置防护装置,并提供使用信息,以防止造成缠绕或卷入的危险。
- 4.7.2 斗式提升机应设有防逆转装置。
- 4.7.3 用于磨料分选的振动筛所配套的电动激振器应装有防护罩,并应在筛体上电动激振器安装位置附近设置警示标志。
- 4.7.4 振动筛使用说明书中应给出电动激振器使用和维护安全要求,例如,电气安装警示信息:电动激振器的引接电缆应有一自然悬垂段,防止电缆因机械损伤破坏绝缘、引起触电危险。
- 4.7.5 用于丸砂分离的磁选滚筒所产生的磁场对心脏起搏器之类装置会产生干扰,机器使用说明书对

此应给出警示信息。

4.7.6 安装于抛丸清理机地坑的斗式提升机等磨料回收输送设备,应在地坑设置急停装置。

#### 4.8 喷丸清理机

4.8.1 喷丸器应与喷丸室门进行连锁。

4.8.2 喷丸室门上应设置人员不得随意进入的警示标志。

4.8.3 对于人员进入喷丸室内操作的喷丸清理机,使用说明书应给出警示信息:进入喷丸室的人员应使用个体防护装备。

#### 4.9 抛丸清理机

4.9.1 抛丸室供工件和/或人员进出的门应与抛丸器控制装置连锁,只有门都处于关闭状态,抛丸器才能启动;抛丸室的门一旦打开,抛丸过程应立即停止(停止供丸、抛丸器停止运行和/或采用防护装置关闭抛丸器出口)。

4.9.2 抛丸清理机维护期间,应采取措施,防止机器意外启动,包括但不限于:

- a) 安装防止机器意外启动的装置,例如,可拆卸手柄、电子锁;
- b) 按照 GB/T 33579—2017 中 6.3 的规定,采用上锁/挂牌控制电源;
- c) 机器使用说明书给出机器维护期间防止意外启动的警示信息。

#### 4.10 抛喷丸联合清理机

当抛丸和喷丸在同一抛丸室内作业时,抛丸器和喷丸器应连锁,在喷丸器启动前,抛丸器的电源应被切断并锁定。

#### 4.11 有害物质和材料

4.11.1 机器应接入除尘系统。

4.11.2 在机器的使用信息中应给出机器的安装要求(如设置通风/除尘系统)和除尘系统的工艺参数(如通风量)等信息。

4.11.3 对于人员可能接触和接近高温铸件,机器使用说明书应给出防护信息,例如规定冷却时间和操作者应使用个体防护装备等。

4.11.4 机器所设置的防护装置的强度应能承受可以预料的冲击负荷,防止从机器中抛射出的磨料或破碎的零件(如碎裂的叶片)对人员造成的伤害。

4.11.5 应采取措施防止磨料或砂子散落在机器周边并积存,从而导致人员滑倒的危险,相关区域应设置警示标志。

#### 4.12 防火防爆

4.12.1 当抛喷丸作业产生易燃易爆粉尘混合物时,应采取防爆措施。

4.12.2 对于在抛喷丸作业过程中产生潜在爆炸性的粉尘,应进行风险评估:

- a) 如果在机器的预定使用中允许产生可燃性粉尘,则应根据抛喷丸过程中产生的粉尘量及其可燃性,设计通入足量的新鲜空气,以避免形成可燃性粉尘环境;
- b) 如果在机器的部件中无法避免可燃性粉尘环境,则应在机器的相应部件中避免点火源。

4.12.3 机器的设计应减少粉尘沉积(如光滑表面、充足气流)。

4.12.4 用于铝、镁、钛等工件的抛/喷丸清理机应符合 AQ 4272 的规定。

## 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 机器是否与第4章中的安全要求和/或风险减小措施相符,可通过如下方法予以验证:

- a) 试验——用英文字母 T(test)表示,例如,通过防护装置的强度试验或保护装置的功能试验,检查设备的强度或功能是否满足要求;
- b) 测量——用英文字母 M(measurement)表示,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,检查某项规定的要求是否在限定值之内,例如,噪声、粉尘浓度的测量;
- c) 计算或检查文件——用英文字母 D(document)表示,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;或者通过文件证明,例如,检查设计图、计算书、试验记录、使用说明书等;
- d) 目视检查——用英文字母 V(visual check)表示,例如,通过目视检查机器的外形、警示信号、警示标志、安全标记等。

5.1.2 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 5.1.1a)~d) 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。

5.1.3 机器的每一项安全要求和/或减小风险措施至少需用上述一种方法验证,当某一项安全要求和/或减小风险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。

### 5.2 验证清单

机器安全要求和/或风险减小措施的验证清单见表1。

表1 验证清单

本文件条款编号	内容	安全要求相关标准	验证方法
4.2.1.1	机器及其零部件应满足其强度和刚度要求	—	D
4.2.1.2	机器外露部位不应有锐边、尖角和开口	—	V
4.2.1.3	紧固件应采取防松措施	—	T、V
4.2.1.4	机器结构应确保其稳定性	—	D
4.2.2.1	人员易触及的运动部件应采取防护措施	—	V
4.2.2.2	喷涂黄色和黑色相间条纹的安全标记	GB 2894	V
4.2.2.3	传动装置封闭或设置防护装置	—	V
4.2.2.4	活动罩盖应设置警示标志	—	V
4.2.2.5	防止人体部位挤压的间距应符合规定	GB/T 12265	M
4.2.2.6	可能松脱的零部件应有防松措施	—	T、V
4.2.3.1.1	防护装置设计与制造应符合规定	GB/T 8196	V
4.2.3.1.2	围栏与危险区的安全距离应符合规定	GB/T 23821—2022	M、D
4.2.3.1.3	人员进入的危险区域应带有防护联锁	—	T、V
4.2.3.2	联锁装置的选择和设计应符合规定	GB/T 18831	T、V
4.2.3.3.1	电敏保护设备(如光幕)的设计应符合要求	GB/T 19436.1、GB/T 19436.2	T、V

表 1 验证清单 (续)

本文件条款编号	内 容	安全要求相关标准	验证方法
4.2.3.3.2	电敏保护设备位置的确定应进行计算	GB/T 19876—2012	T、D
4.2.4	急停装置的设计与安装要求	GB/T 41349	T、V
4.2.5.1	电气设备安全要求	GB/T 5226.1—2019	T、M
4.2.5.2	电气柜的外壳防护等级要求	GB/T 4208—2017	D
4.2.5.3	爆炸环境中使用的电气设备要求	GB/T 3836.15	D
4.2.5.4	单方向旋转的电动机转向标识要求	—	V
4.2.6.4	防止机器意外启动应符合规定	GB/T 19670	T、V
4.2.6.5	控制系统安全有关部件设计应符合规定	GB/T 16855.1	T、V
4.2.7.1	液压系统安全要求	GB/T 3766	T、M、V
4.2.7.2	气动系统安全要求	GB/T 7932	T、M、V
4.2.8.3	接近机器的固定设施的选择与要求	GB/T 17888.1~17888.4	M、V
4.2.9.1	振动设备应采取减振措施	—	M、D
4.2.9.2	高速运转部件应进行动平衡试验	—	T、M
4.2.9.3	降低气流噪声	—	T、M
4.2.9.4	风机应采用减振垫和/或出风口采用消声器	—	M、V
4.2.9.6	机器噪声应符合产品标准的规定	—	M、D
4.2.10.1	机器工作系统的设计应符合规定	GB/T 16251	T、V
4.2.10.2	工作岗位尺寸应符合规定	GB/T 14776	M、V
4.2.10.3	进入机器的开口尺寸应符合规定	GB/T 18717.1、GB/T 18717.2	M
4.2.10.4	机器的照明应符合规定	GB/T 28780	M、V
4.3.1	喷丸器各组成元件应能承受压缩空气压力	—	M
4.3.2	喷丸罐罐体的制造应符合规定	GB/T 150.4	T、D、V
4.3.4	手持喷枪式喷丸器应满足要求	—	T、V
4.4.1	抛丸器叶轮应进行动平衡试验	GB/T 32567—2016	T、D
4.4.4	抛丸器罩壳的顶盖应采用联锁装置	—	T、D、V
4.4.5	抛丸器应有叶轮转向标识	—	V
4.4.6	抛丸器采用带传动的机构应设置防护装置	—	V
4.5.1.1	抛/喷丸室构造应能防止磨料溅出	—	T、V
4.5.1.3	抛/喷丸室内的地面应采用防滑设计	—	V
4.5.2.1	喷丸室门应确保内、外两侧均可开、关	—	T、V
4.5.2.3	喷丸室应设置照明装置,配备应急照明灯	—	V
4.6.1	工件承载体传动机构应设置防护装置	—	V
4.7.1	斗式提升机等传动系统应设置防护装置	—	V
4.7.2	斗式提升机应设有防逆转装置	—	T、V

表 1 验证清单 (续)

本文件条款编号	内 容	安全要求相关标准	验证方法
4.7.3	电动激振器应装有防护罩	—	V
4.8.1	喷丸器应与喷丸室门进行联锁	—	T、V
4.8.2	喷丸室门应设置警示标志	—	V
4.9.1	抛丸室门应与抛丸器控制装置联锁	—	T、V
4.9.2	抛丸清理机维护期间防止机器意外启动	—	T、V
4.9.2 b)	采用上锁/挂牌控制电源应符合规定	GB/T 33579—2017	T、D、V
4.10	抛喷丸联合清理机抛丸器和喷丸器应联锁	—	T、V
4.11.1	机器应接入除尘系统	—	T、V
4.11.4	磨料或破碎零件抛射不应对人体造成伤害	—	T、D、V
4.11.5	防止磨料或砂子散落在机器周边并积存	—	V
4.12.1	抛喷丸作业产生易燃易爆粉尘混合物时,应采取防爆措施	—	T、D、V
4.12.3	机器的设计应减少粉尘沉积	—	T、D、V
4.12.4	用于铝、镁、钛等工件的抛/喷丸清理机应符合防爆要求	AQ 4272	D、V

## 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标记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、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,例如:  
 a) 额定生产率或处理能力;  
 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) 电动机转向标志；
- f) 其他必要的文字警告(如对在潜在易燃、易爆气氛中使用的机器,以及尽管动力源已被切断并锁定,然而尚未符合零机械状态的有可能造成意想不到危险条件的机器部件等)。

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 机器的安全色和安全标志应符合 GB 2894 的规定。

6.3.6 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 机器使用说明书(或称操作/维护手册)应能满足该机器的操作使用和维护所有要求,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) 应经常检查喷丸软管是否出现松软点、破漏之处,应对有缺陷的软管及时更换；
- c) 应定期检查供丸系统的金属管及其配件,以防过度磨损,有缺陷的管道及接头配件应及时更换；
- d) 断裂的或严重磨损、腐蚀的耐磨护板、叶轮、定向套、分丸轮及其紧固件等应进行更换,并进行定期检查；
- e) 所有防止磨料飞出的密封件如发现有缺陷应进行更换；
- f) 工件承载体或所有支撑负载的机构如有缺陷应进行更换；
- g) 应采取防止散落在地面及机器周围的磨料引起人体滑倒；
- h) 所用的吊钩、吊具应按有关规定进行定期检查；
- i) 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) 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)；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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 <sup>a</sup>	危险 <sup>b</sup>	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	在安装、维修或清理过程中,机器零部件的尖角、锐边,可能会对人员造成伤害	4.2.1.2
		机器和重型零部件的吊装和搬运	挤压、碰撞	在吊装和搬运机器和重型零部件时,由于机器稳定性差、偏重等原因导致意外倾翻、滑动或掉落危险	4.2.1.4
		抛丸器传动装置; 工件载体驱动机构、 运动部件	挤压、缠绕、卷入	安装于抛丸室外部的抛丸器带传动装置、机动辊道等工件承载体的链轮、链条等传动机构对人员带来缠绕、卷入危险	4.2.2.3、 4.2.2.4
			挤压、碰撞	处于运转状态的转台、台车等工件载体对人员产生挤压、碰撞危险	4.2.2.1、 4.6.2
		振动筛	剪切、碰撞	电动激振器未装防护罩,高速旋转的偏心块对人员造成伤害	4.2.2.1、 4.7.3
		斗式提升机、螺旋输送机	挤压、卷入	机器的驱动机构等活动部件回转和/或自转产生缠绕危险,造成人员手部受伤	4.2.2.3、 4.7.1
		抛/喷丸室	抛射、喷射、冲击	门或可开启的观察窗未关严,或密封帘未能有效遮挡,造成磨料对外抛/喷射,对人员带来伤害	4.5.1.1
				内壁护板磨损或脱落,或观察窗被击穿,抛丸器零部件(如叶片)可能因碎裂或松脱而抛出,对室外人员造成伤害	4.5.1.2、 4.5.3.1
		抛丸清理机检修平台	绊倒、滑倒、跌落	平台或通道地板因存在凸起物,或相邻地板间存在高度差,造成人员绊倒、摔伤、跌落	4.2.8.1、 4.2.8.3
				平台护栏强度不够或高度设计不合理,给人员带来跌落危险	4.2.8.3
平台或通道地板、钢斜梯踏板未考虑防滑设计;平台地板或积存磨料,造成人员滑倒、摔伤、跌落	4.2.8.2				

表 A.1 重大危险清单 (续)

序号	危险类型	危险区域、危险源 <sup>a</sup>	危险 <sup>b</sup>	危险状态或危险事件示例	本文件对应条款
1	机械危险	抛丸清理机检修平台	刺伤、划伤	平台护栏或钢梯扶手未清除的焊点、未处理的焊缝毛刺、材料切割毛边等对人员手部造成伤害	4.2.8.2
			砸伤	从平台上掉落的物料或物件会对平台下正在操作、维修或其他人员造成伤害	4.2.8.1、 4.2.8.3
		喷丸器	冲击、喷射	喷丸软管在使用过程中,由于磨损或固定连接端管夹螺钉松脱,导致胶管爆裂或脱落,引起高压气流和磨料喷射,脱落的软管也会对操作人员产生危险	4.3.1、 4.3.3
				喷丸罐因制造缺陷引起罐体爆裂,或密封件损坏,造成磨料对人员的喷射危险	4.3.2、 4.3.3
2	电气危险	调试或维护	触电	机器调试过程中,意外接触带电部件,造成人员触电危险	4.2.5.1
				机器调试或检修过程中,在未通知调试或检修人员的情况下,已断开的电源被意外接通,造成人员触电危险	4.2.6.4
		喷丸软管	静电	喷丸软管静电聚集可能产生静电放电危险	4.3.4
		振动筛	触电	电动激振器引接电缆在机器运行过程中受振动力疲劳损伤,造成电缆绝缘破坏,机器机体或底座可能变为带电部件,给人员带来触电危险	4.7.4
3	能量供应或控制系统故障造成的危险	设备调试、维护或运行中: ——能源供应无规律中断; ——机器非预期的重启; ——控制系统失效; ——安全防护装置失灵	所有由非预期的危险动作导致的危险: a) 意外停止动作或启动; b) 停止功能失效; c) 工件或物料意外甩出	机器调试或维护期间,将会有人员进入机器内部,进行调整/检修/清理等工作,原先断开的电源复又接通,设备意外启动,对正在机器内部工作的人员造成挤压或剪切危险	4.2.4.3、 4.2.6.4、 4.9.2
				抛丸室门意外打开,但抛丸器继续运行,高速抛射的磨料以及可能从抛丸器内被抛出的零件碎块,对人员造成危险	4.9.1
				斗式提升机负载运行过程中意外停机,导致快速逆转,对人员造成挤压、卷入伤害	4.7.2
				由于电子控制系统元件故障和控制阀或电驱动装置的不受控指令而导致的意外启动,对在危险区内工作的人员造成危险	4.2.6.5

表 A.1 重大危险清单 (续)


序号	危险类型	危险区域、危险源 <sup>a</sup>	危险 <sup>b</sup>	危险状态或危险事件示例	本文件对应条款
4	噪声危险	抛丸器、喷丸器、振动筛、风机； 工件碰撞	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、压力、耳鸣或听觉意识丧失	4.2.9.3、 4.2.9.4、 4.2.9.5、 4.2.9.6
				由于在噪声环境中，语言交流和声音信号受到干扰，因而噪声也可能导致意外事故	
5	振动危险	振动筛	不适、意外事故	机器运行时产生的振动使人体感到不适	4.2.9.1
				机械振动可能会对设备基础，尤其是钢结构平台或支撑造成疲劳损坏，导致意外事故	
6	磁场危险	磁力分离器	磁场干扰	用于丸砂分离的磁选滚筒所产生的磁场会对心脏起搏器之类装置有干扰，因而对安装有心脏起搏器的人员会带来危险	4.7.5
7	材料/物质产生的危险	粉尘	呼吸困难、吸入粉尘、呼吸道疾病	在喷砂房内人工喷砂作业，或在抛/喷丸室或地坑内清理、维护或排除故障时，存在呼吸困难、吸入粉尘的危险	4.11.1、 4.11.2
			爆炸、火灾、烧伤	当清理铝、镁或钛合金铸件时，抛喷丸产生的轻金属粉尘，在一定浓度条件下，可能由于静电或摩擦产生火花，引起爆炸、火灾，从而造成烧伤危险	4.12
		磨料	 抛射、喷射	抛喷丸作业过程中，始终存在磨料抛/喷射产生的危险，尤其是飞溅的细小磨料颗粒和砂子对眼睛造成的伤害	4.5.1.1、 4.5.1.2、 4.11.4
			磨损、零件失效	所有受到磨料影响的抛喷丸零部件都存在因磨损而导致零件失效可能带来的危险	4.4.7
			滑倒、摔伤	在机器周边和抛/喷丸室地面以及地坑散落的磨料，导致人员滑倒、摔伤危险	4.5.1.3、 4.11.5
		零件、工件	抛射、挤压、冲击	抛丸器在运行过程中，破损的叶片或其他零件可能被抛出，击穿抛丸器罩壳和/或抛丸室，给人员带来危险	4.4.3、 4.4.4、 4.4.5、 4.5.3.1
				装载在台车、转台，或辊道、摆床上待清理或清理过的工件，可能由于碰撞或掉落，对人员造成挤压和砸伤的危险	4.6.2
		吊挂在吊钩或吊链上的工件在运转过程中，可能对人的头部造成冲击的危险			

表 A.1 重大危险清单 (续)

序号	危险类型	危险区域、危险源 <sup>a</sup>	危险 <sup>b</sup>	危险状态或危险事件示例	本文件对应条款
8	忽视人类工效学原则产生的危险	操作空间与人体尺寸不协调； 机旁按钮的设计或位置不合适； 不合适的局部照明； 过度用力； 不健康的工作姿势	不舒服、紧张、疲劳、意外事故	采用人工装卸工件，持续重复用力，造成身体疲劳	4.2.10.1
				位于平台或地坑的设备未设置机旁控制按钮或机旁按钮位置设置过远，给调试或排除设备故障带来不便，造成心理紧张	4.2.4.2、 4.2.4.3
				接近机器的固定设施设计不合理，或者斗式提升机检修平台上方的净空高度不够，造成人员通行不便或增大跌落风险	4.2.8
				喷丸室内(包括地坑)，照明亮度不够，给观察、操作或设备维护带来不便，并且容易引起滑倒、摔伤等意外事故	4.2.10.4、 4.5.2.3
<sup>a</sup> 单个危险源可能存在有几种危险。 <sup>b</sup> 对于某种或某组危险，可能与几个危险源有关。					

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 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
- 

