



中华人民共和国国家标准

GB/T 47238—2026

铸造机械 型砂制备与砂再生设备 安全技术规范

Foundry machinery—Molding sand preparation and sand reclamation
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	9
5 安全要求和/或风险减小措施的验证	19
6 使用信息	20
6.1 一般要求	20
6.2 信号和警告装置	20
6.3 标志、符号(象形图)和书面警告	20
6.4 使用说明书	20
附录 A (资料性) 重大危险清单	22
参考文献	28
表 1 混砂机和松砂机的要求	10
表 2 砂烘干机、砂冷却机及砂温调节器的要求	11
表 3 磁选机、砂块破碎机和筛砂机的要求	13
表 4 干/湿法再生机的要求	14
表 5 热法再生炉的要求	15
表 6 型砂制备与砂再生相关设备的要求	16
表 A.1 重大危险清单	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：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、北京瑞泓翔宏大科技发展有限公司、中国汽车工业工程有限公司、福建思安智能科技开发有限公司、苏州三信机器制造有限公司、五洋百川(青岛)智能设备有限公司、浙江万丰科技开发股份有限公司、永红保定铸造机械有限公司、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、国机铸锻机械有限公司、保定维尔铸造机械股份有限公司、青岛中智达环保熔炼设备有限公司、济南锐胜铸造机械有限公司、青岛安泰重工机械有限公司、青岛三锐机械制造有限公司、济南二机床集团有限公司、山东杰创机械有限公司、威海工友铸造机械有限公司、青岛凯捷重工机械有限公司、苏州明志科技股份有限公司、中机研标准技术研究院(北京)有限公司。

本文件主要起草人：曲仲、赖志煌、于彦奇、刘小龙、陈剑、柯珍珍、支勇、王德润、吴锦华、吴军、刘海滨、管庆辉、詹昌俊、李琛、聂宇涵、朱斌、郝连涛、蔡少刚、侯若先、段金挺、相子强、李新鲲、丁仁相、武光欣、阎东兴、张杰、迟英杰、宿立国、陆高春、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 型砂制备与砂再生设备 安全技术规范

1 范围

本文件规定了型砂制备与砂再生设备的安全要求和/或风险减小措施,给出了使用信息,描述了对应的验证方法。

本文件列出了当型砂制备与砂再生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,与该类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)。

本文件适用于型砂制备与砂再生设备的设计、制造和验收。

注1:型砂制备与砂再生设备包括型砂制备设备、砂再生设备、型砂制备与砂再生相关设备。

注2:本文件未涉及湿法砂再生设备与污水处理系统相关的特定危险。

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—2025 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 14784 带式输送机 安全规范

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(所有部分) 机械安全 接近机械的固定设施

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 18452 破碎设备 安全要求

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 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 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 23580 连续搬运设备 安全规范 专用规则

GB/T 23581 散状物料用贮存设备 安全规范

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 33579 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 4273 粉尘爆炸危险场所用除尘系统安全技术规范

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

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

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

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。

3.4

型砂制备 molding sand preparation

砂型铸造工艺中制备型砂的过程,包括湿砂烘干、旧砂处理、配料和混砂。

注:型砂制备设备包括:

- 混砂机、松砂机;
- 砂烘干机、砂冷却机、砂温调节器;
- 磁选机、砂块破碎机、筛砂机;

——其他相关设备。

[来源:GB/T 25370—2020,2.9,有修改]

3.5

混砂机 sand mixer

通过搅拌或辗压、搓研作用,将粘结剂和附加物等按一定配比与铸造砂均匀混合,并使粘结剂有效包覆在砂粒表面的机器。

注:包括:

——间歇式混砂机:加料、混制、卸砂作业按顺序、分批次进行,通常用于粘土砂混砂,如辗轮混砂机、转子混砂机;

——连续式混砂机:加料、混制、卸砂作业连续自动进行,通常用于自硬砂混砂,如单臂连续式混砂机、双臂连续式混砂机。

[来源:GB/T 25370—2020,3.4.1,有修改]

3.6

松砂机 sand aerator;aerator

打散砂团,使混制的型砂松散的机器。

注:用于粘土砂制备,如带式松砂机、轮式松砂机。

[来源:GB/T 25370—2020,3.4.19,有修改]

3.7

砂烘干机 sand drier

采用热气流烘干湿砂的机器。

注:用于新砂或湿法再生砂的烘干,如三回程烘干滚筒、振动沸腾烘干装置。

3.8

砂冷却机 sand cooler

采用水分蒸发、气流和/或水冷换热等方式冷却热砂的机器。

注:用于旧砂或再生砂的冷却,如双盘冷却机、三回程冷却滚筒、振动沸腾冷却装置、沸腾冷却床。

3.9

砂温度调节器 sand temperature modulator

混砂前将原砂或再生砂的温度控制在一定范围内的装置。

[来源:GB/T 25370—2020,3.5.7]

3.10

磁选机 magnetic separator

利用磁力从旧砂中分离出铁质杂物的装置。

示例:电磁/永磁滚筒、带式磁选机。

3.11

砂块破碎机 sand lump crusher

通过挤压、击打或碰撞,应用机械能将旧砂砂块破碎,解体成砂粒,或将大砂块破碎为较小砂块的机器。

示例:振动破碎机、辊式破碎机、锤式破碎机。

3.12

筛砂机 screening equipment;riddle

采用一定孔径的筛网或孔板,通过振动、旋转或其他方式,按照不同颗粒尺寸对铸造砂等松散物料进行分类和/或去除不需要的材料的机器。

示例:振动筛、滚筒(破碎)筛。

[来源:GB/T 25370—2020,3.2.8,有修改]



3.13

砂再生设备 sand reclamation equipment

通过气流撞击或机械摩擦、焚烧、水洗等物理或化学方式,完成旧砂再生过程的机器和装置。

注1:砂再生过程主要是去除旧砂颗粒表面包覆的惰性膜(残留粘剂和其他杂质),使之恢复其使用性能,根据所采用的方法不同,砂再生设备通常分为:

- 干法再生设备(采用气流撞击或机械摩擦等方法),如气流再生机、振动再生机、离心再生机、搓擦式再生机;
- 热法再生设备(采用加热、焚烧方法),即热法再生炉,如卧式焙烧炉、立式焙烧炉;
- 湿法再生设备(采用水洗、并在水中加入酸/碱等物质产生化学反应等方法),如搅拌擦洗式再生机;
- 联合再生设备(采用混合方法)。

注2:砂再生成套设备通常还包括:

- 砂再生前处理设备,如磁选机、砂块破碎机、筛砂机;
- 后处理设备,如砂烘干机、砂冷却机、砂温调节器;
- 其他相关设备。

[来源:GB/T 25370—2020,3.3.1,有修改]

3.14

相关设备 associated equipment

型砂制备与砂再生成套设备中用于物料输送、贮存,以及除尘等配套设备。

注:通常包括带式输送机、螺旋输送机、斗式提升机、气力输送装置、煤粉贮存输送系统、料仓及给料设备,以及钢结构平台和除尘系统。

3.15

气力输送装置 pneumatic conveyor

利用空气流动的能量,在封闭管道内输送松散物料(例如干砂、煤粉等)的成套装置。

[来源:GB/T 25370—2020,10.2.12]

3.16

煤粉贮存输送系统 storage and conveying system for coal dust

将煤粉输送到混砂工序的贮仓、给料设备及管道系统。

注:煤粉或煤粉替代品可以是单一材料,也可混合有其他粘剂。

3.17

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 型砂制备与砂再生设备(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，应采用使用信息通知或警告操作者。

4.1.8 对于本文件不同章条描述的机器和/或机器功能的组合如果位于同一危险区域，需同时考虑不同机器的减小风险的措施。

4.2 一般要求

4.2.1 机器结构

4.2.1.1 基本要求

4.2.1.1.1 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的储运、安装和使用要求。

4.2.1.1.2 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。

4.2.1.1.3 机器上的螺栓、螺钉、螺母等紧固件，应采取防松措施。

4.2.1.1.4 机器配套的压力容器类部件（例如，气力输送发送罐）的制造、检验和验收应符合 GB/T 150.4 的规定。



4.2.1.2 稳定性

4.2.1.2.1 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，不应存在意外翻倒、掉落或自行移动的危险。

4.2.1.2.2 由于机器的形状特殊等原因不能确保其稳定性时，应采取措​​施实现其稳定性，包括但不限于：

- a) 地脚螺栓；
- b) 锁定装置；
- c) 运动限制器或机械式停机装置。

4.2.1.3 起吊装置

4.2.1.3.1 机器及其重型零部件，包括料斗、筒仓等钢结构件，应设置起吊装置；并根据机器的结构特点和外形，选择起吊装置的结构型式。

注：起吊装置为设置在机器上用于吊装时固定吊具的元件，其结构型式包括吊耳、吊钩、吊轴和吊环螺钉等。

4.2.1.3.2 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。

4.2.1.3.3 对于不能整体吊装的机器，各部分应分别设置起吊装置，并在机器使用说明书中予以说明。

4.2.1.3.4 由于机器的结构限制等原因，所设计的起吊装置仍不能满足机器正确吊装、需要另外增加辅助装置时，应在机器使用说明书中予以说明，并提供所需辅助装置的简图。

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，应设置防护装置。

4.2.2.2 对于因工艺需要不能设置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—2025 中 4.3.1 和 4.3.2 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运动部件,例如传动装置(如链、链轮、传送带、带轮、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。

4.2.2.4 带有活动罩盖的运动部件,应设置开盖危险和/或机器停止运行后才允许打开罩盖的警示标志,或设置罩盖与运动部件的联锁装置。

4.2.2.5 振动设备所配套的激振器应装有防护罩,并应在机体上激振器安装位置附近设置警示标志。

4.2.2.6 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。

4.2.2.7 在紧急停止或动力系统发生故障时,运动部件应就地停止运行。

4.2.2.8 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 防护装置的设计与制造应符合 GB/T 8196 的规定。

4.2.3.1.2 固定式防护装置宜固定在机器结构上。

4.2.3.1.3 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。

4.2.3.1.4 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)。

4.2.3.1.5 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。

4.2.3.2 联锁装置

4.2.3.2.1 与防护装置相关的联锁装置的设计和选择应符合 GB/T 18831 的规定。

4.2.3.2.2 当危险运动的停止时间大于人员进入危险区的时间时,应使用在危险期内有效的带防护锁定的联锁防护装置。

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 电敏保护设备的保护范围应覆盖人员进出的区域。

4.2.3.3.3 电敏保护设备相对于危险区域位置的确定,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。

4.2.4.5 急停装置复位前,对机器的任何启动指令都应是无效的。

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。

4.2.5.5 振动设备所配套的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；使用说明书应给出相关电气安装要求。

4.2.5.6 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；使用说明书应给出相关电气安装要求。

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 电气联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。

4.2.6.3 控制系统中的暂停、停止装置复位后不应引发任何危险情况。

4.2.6.4 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。

4.2.6.5 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。

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



4.2.7 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。

4.2.7.4 液压系统应采取防护措施防止高压流体的飞溅。

4.2.7.5 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。

4.2.8 接近机器的固定设施

4.2.8.1 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、绊倒；
- c) 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(无尖角、焊缝毛刺、毛边等)；
- c) 行走表面能防滑；
- d) 工作平台和通道能避免砂子和粉尘的堆积；
- e) 室外除尘器露天检修平台，能避免雨雪天积聚雨水、冰雪。

4.2.8.3 接近设施的选择和要求应符合 GB/T 17888(所有部分)的规定。

4.2.8.4 当人员通过符合规定的接近设施接近机器,有可能会暴露于机器产生的其他危险源(如机器运行时运动部件或移动式机器自身的运动,或者产生的振动、噪声、粉尘和高温)时,应在接近设施的醒目部位或附近设置警示标志。

4.2.9 热表面和热辐射

4.2.9.1 在固定工作场所、操作点和人员经过的主要路线等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。

4.2.9.2 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;如果由于技术原因无法达到上述要求,则应采取补充防护措施,如隔离、距离防护。

4.2.9.3 对于可能会接触到机器热表面,使用说明书中应包括补充措施,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。

4.2.9.4 应采取防护措施防止人员接触和接近热砂等高温材料;使用说明书中应包括补充措施,如规定冷却时间、操作者应使用个体防护装备等。

4.2.9.5 对于所有其他可接近的受到热辐射的地方,宜采用隔离防护,并应在使用说明书中说明机器运行时由于高温而产生的热危险和采取的的必要措施,如保持安全距离和使用个体防护装备。

4.2.10 振动与噪声

4.2.10.1 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,减小机器振动对周边人员的影响。

4.2.10.2 设计机器时,首先应从源头降低机器噪声,如:

- a) 采用低噪声部件(如驱动装置);
- b) 提高部件(如槽体、罩壳)的刚性,或采用阻尼材料或夹层板,降低机器结构噪声;
- c) 对于气动设备,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;
- d) 运行过程中产生高噪声的机器或部件,采用隔声措施。

4.2.10.3 对于风机、真空泵等高噪声设备,应采用降噪措施,如:

- a) 隔声房或吸/隔声屏;
- b) 减振底座;
- c) 进/出风口采用消声器和/或与管路连接采用柔性接头。

4.2.10.4 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,如使用个体防护装备。

4.2.10.5 机器的噪声限值应符合相应产品标准的规定。

4.2.11 有害物质和材料

4.2.11.1 机器减少有害物质的排放应符合 GB/T 18569.1 的规定。

4.2.11.2 储运有腐蚀性物质的装置应采用符合技术文件规定的防腐材料制造。

4.2.11.3 作业过程中需要加入有害物质(如混砂作业加入树脂粘结剂、湿法再生工艺需要在水中加入酸/碱材料)时,应采取自动或封闭加料方式,以避免皮肤接触。

4.2.11.4 运行过程中所有可能产生粉尘的工艺设备,应采用封闭式作业方式,或采用防尘/吸尘罩;包括物料输送设备转卸扬尘点、砂斗、筒仓等,均应接入除尘系统,避免粉尘逸散。

4.2.11.5 产生烟雾和有害气体的机器应设置烟、气处理装置。

4.2.11.6 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,使用说明书应给出警示信息:应采取局部通风和/或使用个体防护装备。

4.2.11.7 应采取措施,防止机器抛射的砂粒、被加工材料(如砂块)或零件碎块(如破裂的破碎机锤头)对人员造成伤害,包括但不限于:

- a) 机器所设置的防护装置的强度能承受可以预料的冲击负荷;
- b) 机器罩壳,以及检修门、观察窗密封可靠;
- c) 相关区域设置警示标志。

4.2.11.8 应采取措施防止机器或料仓周围积存散落砂,相关区域应设置警示标志。

4.2.12 防火防爆

4.2.12.1 应采取措施防止气体、液体、粉尘(或煤粉)等物质产生的火灾和/或爆炸危险。

4.2.12.2 对于易燃材料的混制或贮存设备,应隔离在符合防爆、防燃要求的区域,所使用的电气设备应为防爆型。

4.2.12.3 对于采用燃气加热装置,应采取防护措施,避免发生火灾和爆炸事故,如:

- a) 设置燃气泄漏报警装置;
- b) 设置火焰监控装置;
- c) 使用说明书给出警示信息,要求在操作区域范围内,配备灭火器和防爆装置。

4.2.12.4 粉尘爆炸危险场所用除尘系统的安全要求应符合 AQ 4273 的规定。

4.2.12.5 在可能出现火灾和/或爆炸危险的区域,应设置警示标志。

4.2.13 调整和维护

4.2.13.1 当需要对机器进行调整和维护时,应先把机器置于零机械状态。

4.2.13.2 当进入机器内部进行调整和维护时,应采取如下措施,防止机器意外启动:

- a) 为机器提供多级隔离开关;
- b) 采用上锁/挂牌控制电源、防止机器意外启动时,符合 GB/T 33579 的规定;
- c) 现场设置警示标志;
- d) 使用说明书对人员进入机器内部所产生的危险特别给出警示信息。

4.2.14 人类工效学原则

4.2.14.1 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;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。

4.2.14.2 工作岗位尺寸应符合 GB/T 14776 的规定。

4.2.14.3 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。

4.2.14.4 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章条编号或标准;
- 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 混砂机和松砂机

混砂机和松砂机的安全要求和/或风险减小措施应符合表 1 的规定。

表 1 混砂机和松砂机的要求

危险状态	重大危险	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 清理混砂机出料口,或停机清理连续式混砂机的叶片和壳体内壁时,机器意外启动	挤压、剪切、卷入	混砂机检修门应与动力电源联锁; 提供电源切断开关	4.2.3.1.5	T、V
		检修门应设置警示标志	4.2.2.3	V
1.2 维护期间,机器的意外启动对进入(辘轮或转子)混砂机内部的人员产生危险	挤压、碾压、剪切	当从事调试、调整、维修或清理的人员进入机器内部之前,机器应处于零机械状态	4.2.13.1	T、M、V
		应提供带防护锁定的联锁防护装置	4.2.3.2.2	T、V
		应采取措施,防止意外启动	4.2.13.2	T、V
		检修门不应意外关闭和锁定	4.2.6.2	T、V
		现场应设置警示标志	4.2.13.2c)	V
1.3 混砂机运行过程中,卸料门或检修门意外打开	挤压、卷入	检修门应有打开机械限制装置,并有打开即停止运动的联锁装置	4.2.3.1.5	T、V
		应在卸料门、检修门附近位置设置警示标志	4.2.2.3	V
1.4 松砂皮带或滚筒与机器罩壳之间,特别是在进、排料口处会形成挤压点:造成人的手部或上/下肢受伤	挤压、剪切、卡住	应提供防护装置	4.2.2.1	V
		现场应设置警示标志	4.2.2.3	V
		使用说明书:维修时,松砂机电源应断开,并确保不被重新启动	6.4.4	D
1.5 机器运行过程中,由于零件松脱、掉落或碎裂被甩出可能造成危险	甩出、冲击	运转零部件的固定、联接应牢固可靠,应有防松措施; 混砂机内壁应装有耐磨损护板,护板的安装应牢固,更换应方便	4.2.2.8、 4.2.11.7	T、V
2 由有害物质和材料引起危险的预防措施				
2.1 由于进料和出砂,产生石英粉尘以及粘土、煤粉等粉尘	吸入粉尘(尤其是石英粉尘)	混砂单元相关设备应采用封闭式作业,减少粉尘逸散,例如,砂子或辅料采用封闭式加料方式; 混砂机、料仓等应连接到除尘系统	4.2.11.4	D、V
		使用说明书:应提供个人防护装备	4.2.11.6、 6.4.4	D

表 1 混砂机和松砂机的要求（续）

危险状态	重大危险	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
2.2 在树脂砂混砂过程的液料加入和卸料期间,空气中存在甲醛、苯酚、糠醇等有害气体	皮肤接触有害物质和吸入有害气体,对健康造成损害	粘结剂应采取自动或封闭加料方式,以避免皮肤接触	4.2.11.3	D、V
		对逸散的甲醛、苯酚、糠醇等废气应收集到废气处理装置	4.2.11.5	T、V
		使用说明书: a) 应要求局部排气通风; b) 并提供个体防护装备	4.2.11.6、 6.4.4	D
2.3 树脂和固化剂直接混合时将引起放热反应	火灾和爆炸危险、吸入有害气体对呼吸道造成伤害、皮肤接触会引起烧灼	混砂程序应在确认有规定数量的砂料后,才能加入树脂和固化剂,或采用先加入树脂与砂料混合、后再加入固化剂的方式; 连接管路应有标识,管路接头不应有互换性,防止将树脂加入固化剂罐中或固化剂加入树脂罐中; 使用说明书:应给出可能产生放热反应的危险警示	4.2.11.3、 4.2.11.5、 4.2.12.1	T、D、V
2.4 松砂机运行过程中产生砂粒抛射危险	抛射	应提供防护罩	4.2.11.7	V
2.5 机器周围的散落砂可能给人员带来危险	滑倒、跌落	应设置警示标志	4.2.11.8	V
		使用说明书:应给出危险警示	6.4.4	D

4.3.3 砂烘干机、砂冷却机及砂温调节器

砂烘干机、砂冷却机及砂温调节器的安全要求和/或风险减小措施应符合表 2 的规定。

表 2 砂烘干机、砂冷却机及砂温调节器的要求

危险状态	重大危险	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 三回程烘干/冷却滚筒运行过程中或检修时,滚筒圈和托轮之间的相对滚动可能给人员带来伤害	挤压、卷入	应提供固定式防护装置; 现场并设置警示标志	4.2.2.1、2.2.3	V
		使用说明书:应有警示信息	6.4.4	D
1.2 振动沸腾烘干/冷却装置的电动激振器的偏心块对人员造成伤害	冲击、剪切	电动激振器两端偏心块应装有防护罩	4.2.2.5	V
		使用说明书:应有警示信息	6.4.4	D

表2 砂烘干机、砂冷却机及砂温调节器的要求（续）

危险状态	重大危险	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 双盘冷却器在维修保养期间,意外启动对进入机器内部进行清理或维修的人员产生危险	挤压、 剪切	人员进入机器清理或维修前,机器应处于零机械状态	4.2.13.1	T、V
		应提供带防护锁定的联锁防护装置	4.2.3.2.2	T、V
		应采取措施,防止意外启动	4.2.13.2	T、V
		检修门不应意外关闭和锁定	4.2.6.2	T、V
		现场应设置警示标志	4.2.13.2 c)	V
		使用说明书:应有警示信息	4.2.13.2d)、 6.4.4	D
2 电气危险的预防措施				
2.1 振动沸腾烘干/冷却装置运行过程中,电动激振器引接电缆可能造成绝缘破坏,给人员带来危险	触电	电动激振器引接电缆安装时应采取措施,防止出现机械损伤	4.2.5.5	V
		使用说明书:应给出警示信息和电气安装说明	4.2.5.5、6.4.4	D
3 热危险的预防措施				
3.1 砂烘干机机体热表面,以及热气流可能给人员带来伤害	热表面造成的烫伤、热辐射引起的不适	现场应设置警示标志	4.2.9.1	V
		当机器表面温度超过烧伤阈值,应采取防护措施	4.2.9.2	T、V
		使用说明书: a) 清理或检修前,应保证机器所需的冷却时间; b) 使用个体防护装备	4.2.9.3	D
		现场应设置警示标志	4.2.9.1	V
		使用说明书: a) 应保持安全距离; b) 使用个体防护装备	4.2.9.4	D
4 振动和噪声危险的预防措施				
4.1 振动沸腾烘干/冷却装置运行时,产生振动和噪声	振动引起人员身体不适	机器应采取减振措施; 对于需要安装在离地面一定高度的机器,宜采用砼平台;对于钢结构平台,设计时应进行动刚度校核,以防止产生共振	4.2.10.1	M、D、V
4.1 振动沸腾烘干/冷却装置运行时,产生振动和噪声	噪声引起听力损失和耳鸣; 由于声音信号受到干扰,噪声也可能导致事故	机器设计时应提高槽体尤其是密封罩刚度,以降低机器结构噪声	4.2.10.2b)、 4.2.10.5	M、D
		鼓风机应采用减振底座; 进、出风口应采用消声器	4.2.10.3	V
		使用说明书:应提供个体防护装备	4.2.10.4、 6.4.4	D

4.3.4 磁选机、砂块破碎机和筛砂机

磁选机、砂块破碎机和筛砂机的安全要求和/或风险减小措施应符合表3的规定。

表3 磁选机、砂块破碎机和筛砂机的要求

危险状态	重大危险	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 带式磁选机检修时, 手部卷入滚筒和皮带之间造成损伤	挤压、卷入	现场应设置警示标志	4.2.2.3	V
		使用说明书: 应给出警示信息	6.4.4	D
1.2 辊式/锤式破碎机停机检修时意外启动, 给人员带来危险	挤压、冲击	应提供联锁防护装置	4.2.6.5、 4.2.13.2、 GB 18452	T、V
1.3 振动破碎机、振动筛的电动激振器的偏心块对人员造成伤害	冲击、剪切	电动激振器两端偏心块应装有防护罩	4.2.2.5	V
		使用说明书: 应有警示信息	6.4.4	D
1.4 滚筒(破碎)筛运行过程中, 打开观察窗; 或设备启动时观察窗未关闭, 将会对操作、维护人员造成伤害	挤压、卷入、碰撞	应设置警示标志和/或提供联锁防护装置	4.2.2.4	T、V
2 电气危险的预防措施				
2.1 振动破碎机、振动筛运行过程中, 电动激振器引接电缆可能造成绝缘破坏, 给人员带来危险	触电	电动激振器引接电缆安装时应采取措施, 防止出现机械损伤	4.2.5.5	V
		使用说明书: 应给出警示信息和电气安装说明	4.2.5.5、 6.4.4	D
3 振动和噪声危险的预防措施				
3.1 振动破碎机、振动筛运行过程中产生振动和噪声; 滚筒(破碎)筛、锤式破碎机运行过程中产生噪声	振动引起人员身体不适	振动筛应采取减振措施	4.2.10.1	T、V
	噪声引起听力损失和耳鸣;	机器设计时应采取降噪措施, 例如, 采用低噪声驱动装置	4.2.10.2a)、 4.2.10.5	M
	由于声音信号受到干扰, 噪声也可能导致事故	滚筒(破碎)筛应采取封闭式结构	4.2.10.2d)	V
		使用说明书: 应提供个体防护装备	4.2.10.4、6.4.4	D
4 磁场危险的预防措施				
4.1 磁选机产生的磁场	磁场会对心脏起搏器之类装置产生干扰	现场应提供警示标志; 使用说明书: 应给出警示信息	6.3.4、6.4.4	D、V
	磁力易吸取工具, 对人员造成挤压危险	现场应提供警示标志; 使用说明书: 应给出警示信息		

表3 磁选机、砂块破碎机和筛砂机的要求（续）

危险状态	重大危险	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
5 由有害物质和材料引起危险的预防措施				
5.1 锤式破碎机在运行过程中,护罩意外打开,砂块,或高速运转部件可能被抛出,对人员造成伤害	冲击	应提供联锁防护装置; 护照强度应能承受可以预料的冲击负荷	4.2.2.4、 4.2.11.7a)、 GB 18452	T、D、V

4.3.5 干/湿法再生机

气流/离心/振动/搓擦式(干法)再生机和搅拌擦洗式(湿法)再生机的安全要求和/或风险减小措施应符合表4的规定。

表4 干/湿法再生机的要求

危险状态	重大危险	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 离心/搓擦式再生机、搅拌擦洗式再生机调整、检修或维护时,旋转部件(尤其是意外启动)对人员造成伤害	挤压、剪切	应采用联锁防护装置	4.2.3.1.5	T、V
		应采取保护措施,防止意外重启	4.2.13.2	T、V
		应设置警示标志	4.2.13.2c)	V
		使用说明书:应给出警示信息	4.2.13.2d)、 6.4.4	D
1.2 振动再生机电激振器的偏心块对人员造成伤害	挤压、冲击	电动激振器两端偏心块应装有防护罩	4.2.2.5	V
		使用说明书:应有警示信息	6.4.4	D
2 电气危险的预防措施				
2.1 振动再生机运行过程中,电动激振器引接电缆可能造成绝缘破坏,给人员带来危险	触电	电动激振器引接电缆安装时应采取措施,防止出现机械损伤	4.2.5.5	V
		使用说明书:应给出警示信息和电气安装说明	4.2.5.5、 6.4.4	D
3 振动和噪声危险的预防措施				
3.1 振动再生机运行时,产生振动和噪声;气流再生机鼓风机产生噪声	振动引起人员身体不适	参振机体应采取减振措施,以降低振动力对基础的传递	4.2.10.1	T、M
	噪声引起听力损失和耳鸣; 由于声音信号受到干扰,噪声也可能导致事故	鼓风机进、出风口应采用消声器; 鼓风机出风口与管路应采用柔性接头	4.2.10.3c)、 4.2.10.5	M、V
		使用说明书:应提供个体防护装备	4.2.10.4、 6.4.4	D

表 4 干/湿法再生机的要求 (续)

危险状态	重大危险	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
4 由有害物质和材料引起危险的预防措施				
4.1 气流再生机加速管、再生室壳体等部件,以及密封件,由于磨损等原因造成砂粒飞溅; 离心再生机的下挡圈的翅片容易因磨损、折断而飞出,给周边人员带来危险; 搓擦式再生机轴封采用压缩空气密封,易损坏	飞溅、冲击、喷射	机器密封应可靠; 现场应设置警示标志	4.2.11.7	V
		使用说明书: a) 应给出相关易损件更换周期; b) 定期检查	6.4.3	D
4.2 离心再生机、搓擦式再生机等干法砂再生设备内以及平台周边积累了大量的树脂膜粉尘,极易引起火灾	火灾、烧伤	现场应设置警示标志; 使用说明书: a) 应给出火灾警示信息; b) 定期清扫,杜绝粉尘积累	4.2.12.1、 4.2.12.5、 6.4.4	D、V

4.3.6 热法再生炉

热法再生炉(卧式/立式焙烧炉)的安全要求和/或风险减小措施应符合表 5 的规定。

表 5 热法再生炉的要求

危险状态	重大危险	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 热危险的预防措施				
1.1 焙烧炉炉体以及物料装卸处存在高温区域,给人员带来烫伤风险	热表面和热辐射造成的烫伤	现场应设置警示标志	4.2.9.1	V
		焙烧炉工作区域应设置围栏	4.2.9.2	V
		使用说明书: a) 清理或检修前,应保证机器所需的冷却间; b) 使用个体防护装备	4.2.9.3、 4.2.9.4	D
1.2 高温热砂存在人员烫伤风险	烫伤	现场应设置警示标志	4.2.9.1	V
		使用说明书:应给出警示信息	4.2.9.5、 6.4.4	D
2 由有害物质和材料引起危险的预防措施				
2.1 燃气泄漏	吸入、中毒、爆炸	应设置燃气泄漏报警装置	4.2.12.3a)	V
		焙烧炉区域应设置警示标志	4.2.12.5	V
		使用说明书:应给出警示信息	4.2.11.6、 6.4.4	D

表 5 热法再生炉的要求 (续)

危险状态	重大危险	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 控制系统故障造成危险的预防措施				
3.1 燃烧装置点火程序和控制系统出现故障,可能会引起燃气流量变化和爆炸事故	爆炸	炉内燃烧装置应设置火焰监控系统	4.2.12.3b)	D、V
		使用说明书:焙烧炉点火之前应经过风机气动循环排空、启动顺序强制自行顺序检查,喷嘴点火后才能打开天然气阀门	6.4.4	D

4.3.7 型砂制备与砂再生相关设备

作为型砂制备与砂再生成套设备组成部分的相关设备(如带式输送机、螺旋输送机、斗式提升机、气力输送装置、煤粉贮存输送系统、料仓及给料设备,以及钢结构平台和除尘设备)的安全要求和/或风险减小措施应符合表 6 的规定。

表 6 型砂制备与砂再生相关设备的要求

危险状态	重大危险	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 带式输送机(包括带式给料机)、螺旋输送机(包括螺旋给料机)、斗式提升机				
1.1 机器运行过程中取样时,或清理/检修中,或清理/检修时机器的意外启动;机器的驱动机构等转动部件产生缠绕危险,造成人员手臂受伤	挤压、剪切、卷入	机器的驱动机构等转动部件应设置固定式防护装置	4.2.2.3	T、V
		应提供联锁防护装置	4.2.3.1.5	T、V
		应采取措施,防止意外重启	4.2.6.5	T、V
		机器的现场操作按钮盒应设置急停开关	4.2.4.2	T、V
		带式输送机两侧或通道侧应设置拉绳开关	GB 14784	T、V
		采用U型槽体的螺旋输送机槽体应设置防护盖板;需要在盖板上开设观察孔的,孔口应有防护网格	GB/T 23580	V
		使用说明书:应有警示信息	6.4.4	D
1.2 带式输送机固定输送带托辊的紧固件松动,导致托辊从支架脱开、滚落,对人员造成伤害	碰撞	使用说明书:应定期巡检	6.4.3、GB 14784	D
1.3 斗式提升机负载运行过程中意外停机,导致快速逆转,对人员造成危险	挤压、冲击、卷入	斗式提升机应设置防止逆转的安全装置	4.2.2.7、GB/T 23580	T、V

表6 型砂制备与砂再生相关设备的要求 (续)

危险状态	重大危险	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
2 气力输送装置				
2.1 机器运行过程中,在压缩空气作用下,存在砂粒飞溅、对眼睛造成伤害的危险; 进气管采用夹布橡胶管连接,两端采用管夹固定时,使用或维修过程可能会出现胶管脱落现象	飞溅、伤眼	发送罐罐体的制造应符合压力容器标准的规定	4.2.1.1.4	D
		加砂阀、进排气阀开关应灵活,密封应可靠,工作过程中不应有漏气和漏砂现象	4.2.7.2、GB/T 23580	T、V
		进气管应采用钢管连接	4.2.1.1.1	V
		发生意外情况时,应能通过断电切断气源	4.2.4.4	T、V
		在操作人员方便到达的位置应设置手动截止阀,以便及时切断气源	4.2.7.2	T、V
		工作区域应有警示标志	4.2.11.7c)	V
		使用说明书: a) 维修时应关闭发送罐压缩空气阀门; b) 应使用个体防护装备	6.4.4	D
2.2 噪声	听力损失; 紧张和耳鸣; 由于语言交流和声音信号受到干扰,噪声也可能导致事故	应提供降低噪声的措施,例如,排气阀出口设置消声器	4.2.10.2c)	V
		使用说明书:应使用个体防护装备	6.4.4	D
2.3 在发送罐地坑进行清理、维护或排除故障时,由于照明不良、通风不畅、高粉尘,导致人员呼吸困难、跌倒等危险	呼吸困难、跌倒	照明设置应符合要求	4.2.14.4	T、V
		使用说明书:应使用个体防护装备	6.4.4	D
3 煤粉贮存输送系统				
3.1 在煤粉库和煤粉气力输送设备中,由于物料输入或产生未被发现的燃烧或静电而引起的爆炸效应的燃烧和伤害: ——粉尘或爆炸性混合物; ——煤粉在一定温度和空气不流动情况下的自燃	起火、爆炸	应采用大角度(至少与水平方向成70°夹角)和圆形出料口,如必要,应安装通风装置,以避免物料的淤积、堵塞和架桥	GB/T 23581	T、D、V
		设计在受辐射热影响的区域内的筒仓,应保护其免受辐射热的影响	4.2.9.5	D、V
		煤粉仓旁边: a) 应有易燃易爆标识,设置清晰的警示标志; b) 应配备灭火器	4.2.12.5	V
		料仓及管道设计应能抗冲击和抗压; 料仓爆炸压力的排放应进入安全区域	4.2.1.1.1、GB/T 23581	D、V

表 6 型砂制备与砂再生相关设备的要求（续）

危险状态	重大危险	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
3.1 在煤粉库和煤粉气力输送设备中,由于物料输入或产生未被发现的燃烧或静电而引起的爆炸效应的燃烧和伤害: ——粉尘或爆炸性混合物; ——煤粉在一定温度和空气不流动情况下的自燃	起火、爆炸	煤粉仓、煤粉仓除尘器和管道应采用静电接地,输送车辆也应做到静电接地	4.2.5.1	M、V
		上述设施内或在加料和排料区域附近的电气元件,应适合在爆炸性环境中使用	4.2.5.3	D
		使用说明书: a) 对于煤粉贮存输送系统,应对其起火、爆炸危险进行风险评估,并采用相应的风险减小措施; b) 对煤粉及煤粉替代品的处理、输送和储存应提供指导意见	6.4.4	D
4 料仓、钢结构平台				
4.1 平台、通道护栏或钢梯扶手未清除或未处理的焊点、焊缝毛刺、材料切割毛边等对人员手部造成伤害	刺伤、划伤	平台、通道护栏或钢梯扶手等易与使用者接触的部件的设计和制造,不应存在对使用者造成伤害或妨碍其使用的尖角、毛边、焊点、焊缝毛刺等缺陷	4.2.8.2b)	V
4.2 平台或通道地板因存在凸起物、或相邻地板间存在微小高度差,造成人员绊倒; 平台护栏强度或设计高度不够,未能起到防护作用; 平台或通道地板、钢斜梯踏板未考虑防滑设计;或平台或通道地板、阶梯踏板积存有散落砂,造成人员滑倒	绊倒、滑倒、跌落	工作平台、通道及其护栏均应按照国家标准的规定进行设计; 地板上表面之间的高度差以及相邻地板之间的间隙应符合要求,避免绊倒危险; 对于临时开启的高位护栏,应采用滑动推拉结构而非悬空平开结构; 地板或踏板应采用花纹钢板铺设; 对于存在较多散落砂的平台或通道,应采用格栅等漏空地板	4.2.8.1a)、 4.2.8.1b)、 4.2.8.3	D、V
		对于因散落砂可能引起人员滑倒的危险区域,应设置警示标志; 使用说明书:应使用个体防护装备	4.2.8.2d)、 4.2.11.8、 6.4.4	D、V
4.3 从平台或通道上意外掉落下物体或其他材料,对平台下的人员造成伤害	冲击、砸伤	工作平台或通道应按规范设置踢脚板; 平台上不应存放多余物品; 如果风险评估认为,穿过地板落下的物体或其他材料所产生的危险比滑倒等危险更为严重,则不应采用格栅等漏空地板	4.2.8.1c)、 4.2.8.3	D、V
4.4 在筒仓内清除阻塞或维护时,存在大量粉尘,空气不流通,或者还可能产生有毒气体,出现缺氧、窒息和集肤效应	粉尘吸入、缺氧、窒息	应提供警示标志; 使用说明书:应提供个体防护装备	4.2.11.6、 6.4.4、 GB/T 23581	D、V

表6 型砂制备与砂再生相关设备的要求（续）

危险状态	重大危险	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
4.5 大型砂库在检修清理内壁时,可能会发生砂库内壁粘结的砂子突然脱落	窒息、掩埋	砂库检修门应设置警示标志; 使用说明书: a) 清理维护人员应经过专业培训(培训时应重点讲述风险,并强调:清理砂库必须沿筒壁自上而下顺序清扫,严禁单人操作); b) 应使用个体防护装备	6.3.4、6.4.4	D、V
5 除尘设备				
5.1 检修除尘器灰斗卸灰用螺旋给料机或星形给料器,或从外部清理出料口时,操作人员手部受伤	挤压、剪切	应提供联锁防护装置	4.2.3.1.5	T、V
		应采取保护措施,防止意外启动	4.2.6.5	T、V
		使用说明书: a) 螺旋给料机或星形给料器运行过程中,不应直接用手清理出料口; b) 维修时,除尘器卸灰用螺旋输送机或星形给料机电源应断开,并确保不被重新启动	6.4.4	D
5.2 更换滤袋/筒、或清理除尘室时,给人员带来危险	照明触电	进入除尘室内作业时,照明应采用安全电压	4.2.14.4	M、D
	吸入粉尘	使用说明书: a) 除尘室内应保持通风; b) 应提供个体防护装备	4.2.11.6、 6.4.4	D、V
5.3 室外除尘器露天检修平台,雨雪天可能会积聚雨水、冰雪,给检修人员带来危险	滑倒、跌落	检修平台应采用格栅等漏空地板	4.2.8.2e)	V
		使用说明书:雨雪天气后检修时,应清理积水、积雪,防止滑倒、跌落	6.4.4	D

5 安全要求和/或风险减小措施的验证

5.1 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,检查机器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、警告信号、警示标志、安全标记等。

5.2 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 5.1a)~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。

5.3 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。

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,内容包括:

- 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) 其他需要说明的内容,例如,旋转部件转向标志(必要时)。

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—2025 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/维护说明书、操作/维护手册)应能满足该机器的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,应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,先把机器置于零机械状态;
- b) 经常检查紧固件是否有松动现象,如有松动应紧固到位;
- c) 检查电动机的电源接线,保证电动机转向与转向标志要求一致;
- d) 断裂的或因磨损、腐蚀而损坏的易损件、密封件以及紧固件等,定期检查,及时更换;
- e) 及时清扫机器内壁的粘砂;
- f) 及时清除机器周围的散落物和其他障碍物;
- g) 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 ^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	在安装、维修或清理过程中与机器直接接触时,机器外露零部件(如皮带机密封罩、检修门、盖板等薄板件)的尖角、锐边,对人员造成伤害	4.2.1.1.2
		大型机器和重型零部件的吊装和搬运	挤压、碰撞	在吊装和搬运混砂机、双盘冷却器、振动沸腾冷却装置,以及料仓等大型机器和重型零部件时,由于机器稳定性差等原因造成意外倾翻或移动危险	4.2.1.2
				由于未设置起吊装置,或者起吊装置或吊点位置设计不合理,引起偏重,造成不能正常起吊或意外倾翻、滑动或掉落危险	4.2.1.3
		混砂机、砂冷却机	挤压、卷入	安装在混砂机、双盘冷却器等机器外部的电机/减速机运转时,传动机构对调试或维护人员带来危险	4.2.2.3
			挤压、碰撞	混砂机工作时,筒体内搅拌和辗压部件处于运转状态,从机器上方或出料口处取样,或从机器外部清理出料口,或清理连续式混砂机的螺旋时,造成操作人员手部受伤	表 1 中 1.1
		松砂机	挤压、剪切	带式松砂机或轮式松砂机运行过程中,在型砂入口和卸料点,松砂带或松砂轮与外壳之间形成一个夹点,造成操作人员手部或上肢/下肢受伤	表 1 中 1.4
		振动沸腾烘干/冷却装置、振动筛、振动破碎机、振动再生机等振动设备	冲击、挤压	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	4.2.2.5、表 2 中 1.2、表 3 中 1.3
磁选机	挤伤、卷入	带式磁选机运行时因需要排除故障或检修时,手部或手臂被卷入皮带与滚筒之间造成损伤	表 3 中 1.1		

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	滚筒(破碎)筛	挤压、卷入、碰撞	滚筒(破碎)筛工作过程中,在驱动端与主轴的连接处,或者打开观察窗;或在设备启动前未关闭观察窗,操作、维护、清洁和排除故障时会对操作者造成伤害	表3中1.4	
		搓擦/搅拌擦洗式再生机	挤压、剪切、卷入	设备检修过程中,或意外启动,机器的驱动机构及转动部件产生挤压、剪切危险,造成人员手部受伤	表4中1.1	
		带式输送机、螺旋输送机、斗式提升机	挤压、卷入	设备运行过程中取样时,或检修中,机器的驱动机构等活动部件回转和/或自转产生缠绕危险,造成人员手臂受伤	4.2.2.3、表6中1.1	
		带式输送机	碰撞	固定输送带托辊的紧固件松动,导致托辊从支架脱开、滚落,对人员造成伤害	表6中1.2	
		砂处理平台	绊倒、滑倒、坠落	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、表6中4.1
					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、坠落,甚至是高空坠落	4.2.8.1、表6中4.2
					平台护栏强度不够或高度设计不合理,给人员带来坠落危险	4.2.8.3、表6中4.2
					平台或通道地板、钢斜梯踏板未考虑防滑设计;或平台地板或存在积砂,造成人员滑倒、摔伤、坠落,甚至是高空坠落	4.2.8.2、表6中4.2
					从平台上掉落下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、表6中4.3
		2	电气危险	设备调试或维护	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
机器调试或检修过程中,已断开的电源在调试或检修人员不知情的情况下被意外接通,造成人员触电危险	4.2.6.5、4.2.13.2					
电灼伤	触电引起手部或人体其他部位表皮组织局部烧伤				4.2.5.1	
设备调试或维护	火灾			电气线路过载或短路,造成线路发热而引起火灾	4.2.5.1	
振动设备	触电			电动激振器引接电缆在设备运行过程中受到机械损伤,造成电缆绝缘破坏,设备机体或底座可能变为带电部件,给人员带来触电危险	4.2.5.5、表2中2.1、表3中2.1、表4中2.1	

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
3	热危险	烘砂机、热法砂再生设备	烫伤	烘砂机空气加热装置或热气流给人员带来烫伤危险	4.2.9、 表2中3.1
				热法再生炉炉体以及物料转卸处存在高温区域,存在烫伤风险	4.2.9、 表5中1.1
		热砂	烫伤	未冷却的热法再生砂、落砂机回砂皮带机上的高温旧砂对人员存在烫伤风险	4.2.9.5、 表5中1.2
4	振动危险	振动设备 注:振动源来自设备运行过程。	不适、意外事故	设备运行时产生的振动对身体造成伤害;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	4.2.10.1、 表2中4.1、 表4中3.1
5	噪声危险	振动设备、筛砂机、砂块破碎机、气力输送装置、鼓风机和除尘风机等 注:主要噪声源来自设备运行过程。	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,将感到不适、紧张,造成听力降低、压力、耳鸣或听觉意识丧失; 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	4.2.10、 表2中4.1、 表3中3.1、 表4中3.1
6	磁场危险	磁选机	磁场干扰	磁选机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	表3中4.1
			挤压	永磁磁选机维修时,磁力易吸取工具可能会给人员带来挤压危险	
7	有害物质和材料产生的危险	粉尘、粘结剂、有害气体	呼吸困难、窒息、吸入粉尘	在砂处理车间,尤其是在粉料斗/仓、气力输送装置、各工艺或输送设备转卸扬尘点,在型砂制备和砂再生整个生产过程,始终存在吸入粉尘(特别是石英粉尘)的危险	4.2.11.4、 表1中2.1、 表6中4.4
			吸入废气、皮肤过敏	在混砂机混制树脂砂,或者树脂砂旧砂再生过程中,在加料和卸料期间,由于呼吸和皮肤接触,苯酚甲醛树脂、糠醇树脂以及空气中的甲醛、苯酚、糠醇等有害物质都对健康造成损害	4.2.11.3、 4.2.11.5、 4.2.11.6、 表1中2.2
		粉尘、粘结剂、有害气体	放热反应	在混砂机混制树脂砂过程中,树脂和固化剂直接混合时将引起放热反应: ——当机器无砂料或管路接错时,将有火灾和爆炸危险; ——吸入有害气体对呼吸道造成伤害; ——皮肤接触会引起烧灼	4.2.12.1、 表1中2.3
		散落砂	滑倒、摔伤	在设备、筒仓和砂斗周围的散落砂导致人员滑倒、摔伤危险	4.2.11.8

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
7	有害物质和材料产生的危险	材料、零件、工具	抛射、飞溅、冲击、剪切	松砂机运行过程中产生砂粒抛射危险	表 1 中 2.4
				砂冷却机、筛砂机和机械再生机等设备的密封罩、检修门、观察窗等部位存在砂子飞溅、对眼睛造成伤害的危险	4.2.11.7
				砂块破碎机在运行过程中，碎砂块可能被抛出；或者由于松脱、折断或碎裂，高速旋转的锤头等零件可能被甩出，给操作或其他人员造成危险	4.2.11.7、表 3 中 5.1
				气流再生机砂流加速管、再生室壳体等部件，以及密封件，由于磨损等原因造成砂粒飞溅	表 4 中 4.1
				离心再生机的下挡圈的翅片容易因磨损、折断而飞出，给周边人员带来危险	表 4 中 4.1
		煤粉、干法砂再生产生的树脂膜粉尘等易燃物	爆炸、火灾、烧伤	在气力输送煤粉的料仓和设备中，由于物料输入产生的粉尘或爆炸性混合物，或产生未被发现的自燃或静电而引起爆炸，造成烧伤或火灾	4.2.12.1、4.2.12.5、表 6 中 3.1
				离心再生机、搓擦式再生机等干法砂再生设备内以及平台周边积累了大量的树脂膜粉尘，一旦设备附近有电气焊作业或其他火星，极易引燃，引起火灾	表 4 中 4.2
		料仓内粉尘和砂料	吸入粉尘、缺氧、窒息	在料仓内清除阻塞或维护期间，由于存在大量粉尘，空气不流通，或者还可能产生有毒气体，存在吸入粉尘，并导致缺氧和窒息的危险	4.2.11.4、4.2.11.6、表 6 中 4.4
			窒息、掩埋	在破除料仓结拱、清除阻塞或清理料仓内壁时，可能会发生物料崩塌或内壁粘结的砂子突然脱落、使人窒息或被掩埋的危险 注：特别是用于粘土砂造型工艺的大型砂库。	表 6 中 4.5
		燃气	吸入、中毒、爆炸	使用燃气的热法再生炉如发生燃气泄漏，存在人员吸入、中毒和工作区域发生爆炸的风险	4.2.12.3、表 5 中 2.1
高压流体或带压空气管路	爆裂、喷射	搓擦式再生机轴封采用压缩空气密封，橡胶软管可能会出现脱落或爆裂的危险	表 4 中 4.1		

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
7	有害物质和材料产生的危险	高压流体或带压空气管路	爆裂、喷射	气力输送装置连接件密封以及管路、接头等磨损,或使用过程中由于固定螺钉松脱,导致胶管爆裂或脱落,引起高压气流喷射,脱落的胶管也会对周边人员产生危险	表6中2.1
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	不适、紧张、疲劳	人工上料、搬运工件,持续重复用力,造成紧张、疲劳	4.2.14.1
				位于平台或地坑的设备未设置机旁控制/急停按钮,或机旁控制/急停按钮位置设置过远,给调试或排除设备故障带来不便	4.2.4.2
				接近机器的固定设施设计不合理,如砂处理钢结构平台或通道上方的净空高度不够,或者通道宽度过窄、楼梯或阶梯设计不合理,造成人员通行不便、碰撞或过度消耗体力,并且增大坠落风险	4.2.8.1、 4.2.8.3
				砂处理工作区域,如平台底下、发送罐地坑等位置,进行维护或排除故障时,由于照明不良、通风不畅、高粉尘,导致人员呼吸困难、跌倒等危险	4.2.11.6、 4.2.14.4、 表6中2.3
9	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; ——机器非预期地重启; ——控制系统失效; ——安全防护装置失灵	意外停止动作或启动、停止功能失效、压力液体或气体意外喷出、工件或物料意外甩出	设备调试或维护期间,将会有人员进入轱辘或转子混砂机、双盘冷却器等机器内部,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、碾压、碰撞或剪切危险	4.2.6.5、 4.2.13.2、 表1中1.2、 表2中1.3
				热法再生用流化床焙烧炉燃烧装置点火程序和控制系统出现故障,可能会引起燃气流量变化和爆炸事故	4.2.12.3、 表5中3.1
				砂块破碎机罩盖联锁装置失效,罩盖意外打开,高速旋转的转子以及可能从破碎机内被抛出的砂块,对人员造成危险	4.2.3.2.1、 4.2.11.7、 表3中5.1
				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	4.2.2.7、 表6中1.3
				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	4.2.6.4、 4.2.6.5、 4.2.6.6

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
10	与机器使用环境有关的危险	平台、地坑、坑边孔洞 注：该平台指的是不属于本文件范围成套设备组成部分的砼或钢平台。	跌落、滑倒、摔伤	平台、地坑周边无护栏或护栏设计不符合规定、坑边孔洞无护栏或盖板缺失，导致人员跌落、摔伤	6.4.4
		落砂机地坑	呼吸困难、跌倒、晕倒、摔伤	对安装于落砂机地坑、用于旧砂回收的带式输送机、磁选机、斗式提升机等设备进行清理、维护或排除故障时，由于照明不良、通风不畅、高温、高粉尘，导致人员呼吸困难、跌倒等危险	4.2.11.6、 4.2.14.4、 6.4.4
			烫伤	由落砂机栅格落下的高温金属废料以及热砂，给人员带来热危险	4.2.9.4、 6.4.4
			振动、噪声	落砂机运行时产生的振动对人员造成伤害； 落砂机运行时产生的高强度噪声给人员带来不适、紧张，造成听力降低、耳鸣或听觉意识丧失	4.2.10.4、 6.4.4
		(室外)除尘器	滑倒、跌落	室外除尘器露天检修平台，雨雪天可能会积聚雨水、雪、冰，导致检修人员滑倒，甚至跌落危险	4.2.8.2、 表6中5.3、 6.4.4
^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。					

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
 - [4] ISO 23062:2022 Foundry machinery—Safety requirements for molding and coremaking machinery and associated equipment
-



