



中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 7016—2025

铸造安全规范

Safety specification for foundry

2025-04-17 发布

2025-10-18 实施

中华人民共和国应急管理部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 建筑物和作业环境安全要求	3
4.1 厂区布置和建筑物	3
4.2 车间布置与作业环境	3
5 设备设施安全要求	5
5.1 一般要求	5
5.2 熔炼和精炼设备	5
5.3 熔融金属转运和浇注设备	7
5.4 造型和制芯设备	8
5.5 砂处理设备	8
5.6 特种铸造设备	9
5.7 落砂和清理设备	9
5.8 公用辅助设备设施	9
6 铸造工艺作业安全要求	10
6.1 一般要求	10
6.2 熔炼(化)	10
6.3 熔融金属处理	11
6.4 熔融金属转运和浇注	11
6.5 造型和制芯	12
6.6 砂处理	12
6.7 特种铸造	12
6.8 落砂和后处理	12
6.9 检修和维修	13
7 安全管理	13
参考文献	15

前 言

本文件的全部技术内容为强制性。

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。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出，安全生产执法和工贸安全监督管理局业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会工贸安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 9)技术归口及咨询。

本文件起草单位：中国机械工业安全卫生协会、中国铸造协会、山东杰创机械有限公司、中车齐齐哈尔交通装备有限公司、中国第一汽车股份有限公司、四川蜀兴优创安全科技有限公司、苏州利达铸造有限公司、中色科技股份有限公司、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、安徽叉车集团有限责任公司、牡丹江中车金缘铸业有限公司、大连华锐重工集团股份有限公司、西南铝业(集团)有限责任公司、江苏中翼汽车新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：王朝富、张晓飞、张杰、卢军、李勤、秦培均、刘树生、周应泉、王新华、唐剑、薛纪二、温平、刘小龙、梁峻、陈妙勇、张山根、王子长、季吉清、乔世杰、刘少君、耿立双、孟祥军、姜红、万园、马金刚、褚立群、李建、崔佑钧。

本文件为首次发布。

铸造安全规范

1 范围

本文件规定了铸造生产过程中建筑物和作业环境、设备设施、工艺作业的安全要求和安全管理要求。

本文件适用于铸造生产企业。

本文件不适用于连铸及铸锭等冶金行业铸造生产企业。

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 安全标志及其使用导则
- GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台
- GB 4387 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程
- GB 4674 磨削机械安全规程
- GB 5083 生产设备安全卫生设计总则
- GB 5768 道路交通标志和标线
- GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB 8959 铸造防尘技术规程
- 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 12142 便携式金属梯安全要求
- GB 14784 带式输送机 安全规范
- GB 15577 粉尘防爆安全规程
- GB 20905 铸造机械 安全要求
- GB 20906 压铸单元安全技术要求
- GB 21501 冲天炉与冲天炉加料机 安全要求
- GB/T 23583.1 钢液浇包 第1部分:型式与基本参数
- GB 24390 抛(喷)丸设备 安全要求
- GB 24391 低压铸造机 安全要求
- GB 25491 造型机 安全要求
- GB 25492 落砂机 安全要求
- GB 25683 钢液浇包 安全要求
- GB 28759 粘土砂混砂机 安全要求
- GB 50033 建筑采光设计标准

- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB 50211 工业炉砌筑工程施工与验收规范
- GB 50316 工业金属管道设计规范
- GB 50681 机械工业厂房建筑设计规范
- AQ 4272 铝镁制品机械加工粉尘防爆安全技术规范
- 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

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铸造 casting; foundry

熔炼金属,制造铸型(芯),并将熔融金属浇入铸型,凝固后获得具有一定形状、尺寸和性能金属零件毛坯的成形方法。

[来源:GB/T 5611—2017,2.1]

3.2

砂型铸造 sand casting process

使用砂型生产铸件的铸造方法。

[来源:GB/T 5611—2017,2.2]

3.3

特种铸造 special casting process

与砂型铸造不同的其他铸造方法。

注:如熔模铸造、壳型铸造、陶瓷型铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造、离心铸造、连续铸造等。

[来源:GB/T 5611—2017,2.3]

3.4

熔炼 melting

通过加热使金属由固态转变为液态,然后进行成分调节和精炼,使其纯净度、温度和成分达到要求的过程和操作。

[来源:GB/T 5611—2017,3.5.1]

3.5

电压区段 voltage section

在正常运行条件下,电热设备供电电压按照第一电压区段、第二电压区段和第三电压区段进行的分类。

注:第一电压区段是指额定电压不超过交流 50 V 或平滑直流 120 V;第二电压区段是指额定电压高于交流 50 V 但不超过 1000 V 或高于平滑直流 120 V 但不超过 1500 V;第三电压区段是指额定电压高于交流 1000 V 或平滑直流 1500 V。

3.6

上锁装置 lockout device

一种主动的方式(如锁具)可保证能量隔离装置处于防止机器得能的位置。

[来源:GB/T 33579—2017,3.10]

4 建筑物和作业环境安全要求

4.1 厂区布置和建筑物

- 4.1.1 铸造生产中产生烟尘、粉尘、有害气体、蒸汽或异味的生产厂房应远离厂前区、洁净厂房以及人流密集处,并布置在厂区全年最小频率风向的上风侧,且地势开阔、通风良好的地段。
- 4.1.2 厂房及其附属建筑物应符合 GB 50681 的规定,建筑物的屋面应采取防止积尘和易于清扫的措施。
- 4.1.3 熔炼区、浇注区等可能被熔融金属或熔渣喷溅的建筑构件,应有隔热、绝热、防火等保护措施。
- 4.1.4 熔炼区、浇注区厂房屋面防水等级不应低于二级,应有防止雨水飘落、渗漏的防护措施且不应设置落水管;作业区地坪标高应高出室外地面 150 mm 以上。
- 4.1.5 建筑物的防雷装置应符合 GB 50057 的规定。
- 4.1.6 生产装置地基应满足相应的承载、震动等要求。
- 4.1.7 厂区道路、厂内企业铁路布置应符合 GB 4387 的规定。有熔融金属运输的厂区内应设置专用通道;通道应平坦无障碍,且通道基础应能承受最大运载量。
- 4.1.8 受热辐射的楼板和厂房应采取隔热保护措施。

4.2 车间布置与作业环境

4.2.1 车间布置的要求如下。

- a) 会议室、活动室、休息室、更衣室、交接班室五类人员聚集场所的设置应符合下列要求。
 - 1) 不能设置在熔融金属吊运跨或浇注跨的正下方地坪区域内。
 - 2) 位于熔融金属吊运架空层平台下方,在吊运跨或浇注跨两侧立柱边界以内的上述五类人员聚集场所,面向熔融金属吊运一侧采取实体墙完全封闭。
 - 3) 周边不存在可燃和易燃物品的仓库、储物间。
- b) 熔炼(化)区、熔融金属吊运区、浇注区的水管、氧气管道、燃气管道、燃油管道和电线电缆等,不应直接埋地敷设;浇注区应布置在车间通风良好的位置,且外侧不应设置安全疏散通道。
- c) 砂处理和清理作业区域应采用轻质材料或实体墙等与其他作业区域隔开或布置在单独厂房内。
- d) 敷设在地坑内、地下室內的有害气体和易燃气体的管道应采取防护措施。

注:实体墙是指砖墙、混凝土墙或采用耐火材料砌/浇筑的墙体。

- 4.2.2 铸造用熔炼炉、精炼炉、保温炉应设置紧急排放和应急储存设施,且应急储存设施容积不应小于炉体最大容量;两台或者两台以上熔炼炉、精炼炉、保温炉共用应急储存设施的容量不应小于各熔炼炉、精炼炉、保温炉炉体容量之和。
- 4.2.3 生产期间,铸造用熔炼炉、精炼炉、保温炉的炉底、炉坑和事故坑,以及熔融金属泄漏、喷溅影响范围内的炉前平台、炉基区域、造型地坑、浇注作业坑和熔融金属转运通道正下方平面及其周边 3 m 区域等区域不应有积水;在架空层通过固定轨道转运熔融金属时,架空层表面不应有积水。
- 4.2.4 铸造作业坑的设计除应符合 GB 50108 的规定之外,还应符合下列要求。
 - a) 坑内无渗水、渗油等现象发生。
 - b) 坑壁至少高出周边地面 200 mm。
 - c) 坑周围设置的护栏符合 GB 4053.3 的规定。
- 4.2.5 作业区域的地面荷重应满足机械设备、砂箱、物料、运输车辆的承载要求。
- 4.2.6 作业区域的地面应平坦;平台、走台、坑池边和升降口有跌落危险处,应设护栏或盖板。
- 4.2.7 车间内通道应畅通,并在地面作出明显标识。铸造车间通道的宽度应满足表 1 的要求。

表 1 铸造车间通道尺寸

单位为毫米

运输方式	通道宽度
人工运输(非机动车)	≥1500
电瓶车单向行驶	≥2000
汽车行驶	≥3500
手工造型人行道	≥800
机器造型人行道	≥1500

4.2.8 铸造生产线、带式输送机等设备设施,在人员经常横跨作业处应设置带护栏的人行过桥或者通道,且梯子角度不应大于 45°。

4.2.9 有起重机的厂房,在起重机的运行范围内,维修人员可以到达的最高点(或平台)距起重机横梁下面边缘的距离不应小于 2300 mm;维修人员不可到达的最高点距起重机横梁下面边缘的距离不应小于 1000 mm;现有厂房距离不足时,应有相应的防护措施。

4.2.10 工作平台和护栏应符合 GB 4053.3 的规定,钢直梯或钢斜梯应符合 GB 4053.1 或 GB 4053.2 的规定,便携式梯子应符合 GB 12142 的规定。

4.2.11 生产物料存放要求如下。

- a) 现场存放的危险化学品数量不应超过当班使用量,且满足安全要求;当危险化学品超过当班使用量时,应存放在危险化学品中间库或仓库,并设有明显标识。
- b) 气瓶应直立放置,安全附件及标记应齐全,并采取防倾倒措施;可燃气体和助燃气体气瓶与明火之间的间距不应小于 10000 mm,且有防晒措施。
- c) 危险化学品的废弃物和包装容器应统一回收。

4.2.12 金属工业管道的布置应符合 GB 50316 的规定;燃气加热炉出口管道中切断阀或调节阀的上游管道应设置安全泄放装置;可燃液体常压储罐的通气口和呼吸阀进、出口以及输送爆炸性气体的管道系统应设置阻火器;氧气管道不应与电缆、电线和可燃液体管道、腐蚀性介质管道共沟敷设。

4.2.13 使用煤气(天然气)的燃烧装置的燃气总管应设置管道压力监测报警装置,监测报警装置应与紧急自动切断装置联锁;燃气总管上应设置紧急自动切断阀,燃气总阀门与燃烧器阀门之间应设置放散管,放散管管口应高出屋脊(或平屋顶)1000 mm 以上,并应采取措施防止雨雪进入管道以及放散物进入房间。

4.2.14 车间内生产作业点、工作台面和安全通道照度应符合 GB 50034 的规定,照明灯具应完好;采光系数和天然光临界照度应符合 GB 50033 的规定;安全通道应配备应急照明系统及应急逃生标识。

4.2.15 厂房通风要求如下。

- a) 熔炼、浇注、造型、清理、打磨等作业区域应通风良好。
- b) 经常有人通行的地道、地下室应通风良好。
- c) 产生烟尘、粉尘和其他有害气体的部位和设备设施,应设置有效的集尘罩、通风除尘和净化装置,并应符合 GB 8959 的规定。

4.2.16 安全信号及安全标志的要求如下。

- a) 在容易发生事故或危险性较大的场所,应根据现场具体情况设置安全标志;安全标志应符合 GB 2894 的规定,道路交通标志和标线应符合 GB 5768 的规定。
- b) 重大危险源、较大危险因素的工作场所,应设置明显的安全警示标志,其内容应包含名称、地点、责任人员、事故类别、控制措施等;存在重大事故隐患的工作场所和设备设施在整改过程中应设置风险告知卡。

4.2.17 存在铝镁等可燃性粉尘爆炸的危险区域,建(构)筑物和作业环境应符合 AQ 4272 的规定。

5 设备设施安全要求

5.1 一般要求

5.1.1 铸造机械应符合 GB 20905 规定的安全要求,铸造生产使用的其他设备设施应符合 GB 5083 的规定。

5.1.2 铸造机械电气设备的带电体应有绝缘体完全覆盖,并能耐受机械、化学、电气和热应力作用;所有保护导线应进行端子连接。

5.1.3 气动系统和液压系统应设置压力过载保护的安全装置,设备及其与管道的连接部位,以及管道法兰、阀门处应密封良好,不应产生泄漏;工业管道的识别色标识应符合 GB 7231 的规定。

5.1.4 表面温度超过 50℃ 的设备和管道应采取防护措施,并设置警示标识。

5.1.5 使用煤气(天然气)的燃烧装置应设置火焰监测和熄火保护系统,并有应对突然熄火或点火失败的安全措施。

5.1.6 熔炼设备、熔融金属转运和浇注设备的液压系统应采用难燃液压油。

5.1.7 铸造生产过程使用的机器人应符合 GB 11291.1 和 GB 11291.2 的相关规定;机器人作业区应通过围栏与操作人员作业区有效隔离,围栏的安全门应与机器人控制系统连锁;不设安全门的围栏开口处应设置压敏垫或光幕等安全防护装置。

5.2 熔炼和精炼设备

5.2.1 熔炼和精炼设备的安全要求如下。

- a) 炉体金属结构件应完整、牢固,不应有腐蚀或破损。
- b) 砌体应保持完整、无破损,各部位砌体的允许误差和砖缝厚度应符合 GB 50211 的规定。
- c) 冷却水系统应设置出水温度、进出水流量差监测报警装置,出水温度、进出水流量差监测报警装置应与熔融金属加热系统连锁。
- d) 氧枪的冷却水系统应设置出水温度、进出水流量差监测报警装置,且监测报警装置应与氧气输送控制系统连锁。
- e) 可倾动、旋转或移动的电热熔炼炉应设置各运动极限的限位装置,并确保其灵敏、可靠。
- f) 电热熔炼炉应设置应急电源或应急备用发电设施。
- g) 电热熔炼炉变压器应符合下列要求。
 - 1) 设置地点无漏雨、无积水和积油;油浸式变压器设有储油池,轻、重瓦斯继电器无故障且动作灵敏。
 - 2) 变压器的瓷瓶和套管表面无积尘、无污染物、无裂纹、无破损。
 - 3) 接地部位与接地系统可靠连接。
 - 4) 配电柜各电气单元绝缘良好、接头无外露,并排列整齐、安装牢固;刀闸、开关、接触器动作灵活、接触可靠、合闸到位,触头无烧损,且有操作提示标志。

5.2.2 冲天炉的安全要求如下。

- a) 采用焦炭作为燃料的冲天炉及其加料机应符合 GB 21501 的规定;冲天炉风箱上应设置安全阀和安全逆止阀,并确保其完好、有效。
- b) 作业区域应设置 CO 探测器和报警装置。
- c) 使用热风水冷的冲天炉应设置备用电源(备用发电机)和高位水箱。

5.2.3 电弧炉的安全要求如下。

- a) 炉壳应直接或通过炉壳机座接地,并安装过电压继电器;当炉壳与大地之间出现危险电压时,

应能切断电弧炉供电。

b) 电极及其辅助装置应符合下列要求。

- 1) 电极夹持器装有水平位置调节装置,电极密封圈比电极大 40 mm~50 mm,冷却水管采取绝缘措施。
- 2) 电极升降机构设置平衡锤和两个限位装置,且其中一个限位装置用于检测超行程。
- 3) 电极支撑机构与驱动机构(电极定位机构)和炉架绝缘,驱动机构和炉架可靠接地。
- 4) 对装有底电极的电弧炉,设有底电极监测装置,并限定底电极与接地外壳之间的电压值。

c) 电炉变压器应只能从主控制屏合闸。

5.2.4 精炼炉的安全要求如下。

- a) 钢水炉外精炼装置,应采取措施防止熔融金属意外泄漏。
- b) 冷却水系统应设置出水温度、进出水流量差监测报警装置,出水温度、进出水流量差监测报警装置应与熔融金属加热系统联锁。
- c) 炉外精炼装置中的粉料发送罐、贮气罐等压力容器的压力表、安全阀、爆破片等安全防护装置应齐全。
- d) 钢包真空精炼装置应设置抑制钢液溢出的真空度调节装置,并应采取监视真空罐内钢液面升降的措施。
- e) 吹氧、吹氩管道连接应可靠、无泄漏,并应设置监控和报警装置。
- f) 精炼炉地坑应设置氩气等气体监测报警装置。

5.2.5 感应电炉的安全要求如下。

- a) 人员容易触及的加热装置裸露带电部位应采取有效的防护措施;对第二电压区段和第三电压区段带电部位的防护设施,应只能使用钥匙或其他专用工具才能移动、打开、拆下遮栏或外护物。
- b) 接地保护应符合下列要求。
 - 1) 保护电路由接地端子、电气装置外露的导体及接地保护线组成,且能承受接地故障电流所造成的最高热应力和机械应力。
 - 2) 当加热装置(电气设备)通过电阻、阻抗或放电器接地时,设置监测接地连接线电流的装置,当运行中超过最大允许值时,发出报警信号并自动切断电源。
 - 3) 所有铠装电缆、金属电线管,在通过第二电压区段的高压配电柜时,通过该柜的接地端子接地。
- c) 液压倾炉的泵、工作液贮存箱和管道的布置应能避免由于熔融金属意外流出而造成的损害;倾炉的液压系统应配置两台相同的主泵(一用一备);操纵杆应能自动返回零位,液压倾炉系统应配置应急手动倾炉系统。
- d) 应设置与电源联锁的漏炉检测报警装置。
- e) 紧急倾炉或漏炉情况下盛装全部熔融金属的贮存坑或钢包坑应设置在熔炼炉底部,周边应设置护栏或加盖防护。

5.2.6 使用燃气的熔炼(化)炉、加热炉的安全要求如下。

- a) 管道及阀门应完好,无松动、无泄漏。
- b) 应设置炉膛温度自动监控装置,超出设定值时应报警,超出最高温度设定值时应自动关闭切断阀,停止燃气供给。
- c) 燃烧装置作业区应设置可燃气体浓度监测报警装置。
- d) 烟道和封闭式炉膛应设置泄爆装置,泄爆装置的泄压口应设在安全处。

5.2.7 铝、锌、铜合金熔炼设备的安全要求如下。

- a) 坩埚式保温炉底部应设置能在紧急倾炉或漏炉情况下盛装全部熔融金属的贮存坑或钢包坑，或设置专门将熔融金属安全移出炉体外的设施。
- b) 集中保温炉的扒渣口、铝液精炼装置和保温炉的出料口附近应设置金属料斗，以贮存熔炼中产生的高温炉渣和废料。
- c) 坩埚炉、耐火料浇注炉或耐火砖砌筑炉的液面与沿口的距离不应小于 100 mm。
- d) 保温炉应设置料位报警装置，当炉料超限时，应发出报警信号。
- e) 反射炉的燃烧设备应与风机联锁，且联锁装置应灵敏、可靠；应配备炉体温度检测和报警装置，且该装置应与炉体超温的应急冷却设施联锁。
- f) 气动定量保温炉炉体应密封；应设置定量监控系统，当炉料超过定量值时，应发出报警信号并自动切断动力源/供气系统。

5.2.8 镁合金熔炼设备的安全要求如下。

- a) 预热机应设置炉膛预热温度控制装置和超温报警装置。
- b) 熔炼炉应设置故障、超温、超液位、坩埚漏液等自动检测和报警装置，该装置应能及时发出报警信号并自动切断电源。
- c) 熔炼炉应具有良好的密封性，使炉内处于惰性气体保护状态。
- d) 熔炼炉保护气体控制系统应设置气压、流量等监测报警装置，且具备保护气体的自动切换装置；当坩埚内镁液温度超过 450℃ 时，无论加热电源工作与否，炉内气体保护控制系统应处于正常工作状态。
- e) 熔炼保温炉的坩埚应采用专用材料制作，当腐蚀厚度超过 1/3 坩埚壁厚或出现鼓胀等危险情况，应立即更换。
- f) 熔炼炉周边应设置贮存炉渣、废料的专用钢包，且专用钢包应设置密封盖。

5.3 熔融金属转运和浇注设备

5.3.1 烘包器的燃烧器采用燃气作为燃料时，其安全要求如下。

- a) 燃烧器应设置完善的介质参数检测装置。
- b) 燃烧器作业区域内应设置可燃气体监测报警装置。
- c) 燃烧器应具备点火程序控制、熄火保护、燃气低压报警及联锁装置，且灵敏、可靠。

5.3.2 浇包和转运包应符合 GB 25683 的规定；吊钩、吊攀和吊杆不应使用铸件。

5.3.3 定量浇注机的安全要求如下。

- a) 倾炉装置应运行平稳、可靠，并设置可靠的限位装置。
- b) 可能发生熔融金属喷/飞溅而造成的危险部位及周围地面不应有积水。
- c) 浇注机与操作室之间应保持安全距离，或设置防护屏。

5.3.4 自动浇注机的安全要求如下。

- a) 工作区域应设置围栏，并设置安全标志。
- b) 围栏的安全门应与浇注机联锁。
- c) 定量浇注系统应有温度自动监测和报警装置，该装置应能及时发出报警信号并自动切断电源。
- d) 镁合金熔融金属定量输送系统应具有超限保护装置，防止设备故障或失效引起溢流。

5.3.5 熔融金属自动化转运设备的安全要求如下。

- a) 设备运行范围应设置封闭式围栏，围栏应牢固固定，且下沿离地高度不应超过 180 mm；在未采用光幕、区域扫描仪等安全装置保护措施的情况下，围栏的高度不应低于 1400 mm；围栏安全门的宽度不应小于 800 mm，并应与转运系统联锁。
- b) 动力系统、传动系统、电气控制系统、电气元器件、电缆线和称重系统应采取隔热、防烫、防撞、

防砸等防护措施,且不影响元器件的检查、拆装和更换。

- c) 驱动电机应有失电制动功能;倾转装置应设置有防逆转安全装置;升降装置以及空中转运设备应有防坠落装置。
- d) 转运设备应与造型系统、浇注系统、熔炼系统、球化孕育系统和除尘系统联锁。
- e) 转运设备中的回转装置、倾转装置、升降装置、横移装置和辊道输送装置的极限位置应设置电气检测保护和机械限制保护双重保护措施。
- f) 浇包运行终端应设置抗浇包冲击的机械限位装置。
- g) 转运设备在行驶过程中应发出声光报警。
- h) 电气系统、电缆与设备钢结构之间应有可靠的绝缘,电气系统的接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ 。

5.3.6 喂丝球化/蠕化设备的安全要求如下。

- a) 喂丝机的喂线进给速度应能实现变频调节。
- b) 喂丝球化/蠕化时,铁水包应处于封闭或半封闭的球化室中,并配备升降式包盖或球化/蠕化包升降;球化/蠕化时包盖应能完全覆盖铁水包顶部,防止球化/蠕化反应中的铁水飞溅或外溢。
- c) 球化/蠕化室顶部应设置检修平台,并设置直梯或斜梯。
- d) 电气柜、操作箱均应设置在球化/蠕化室封闭侧面之外。
- e) 喂丝球化/蠕化设备与铁水自动转运系统配套使用时,应具有电气联锁功能。

5.4 造型和制芯设备

5.4.1 造型机应符合 GB 25491 的规定。

5.4.2 制芯机的射砂机构周边应设置防止跑砂的挡板。

5.4.3 壳型机夹紧或合模装置应设置联锁装置;采用燃气加热的壳型机应设置燃气自动控制装置。

5.4.4 造型生产线的安全要求如下。

- a) 每台单机应设置手动开关;现场每个控制柜(操作台、从站)应设置急停装置;开机、急停或发生故障时应发出声光报警。
- b) 造型机回转工作台、换位小车应有缓冲定位器,机械手回转机构应设置回转限位器,回转区周围 1500 mm 范围应设置围栏,围栏的安全门应与动力系统联锁。
- c) 转运小车、移箱机、下芯机、合箱机等应设置限位器。
- d) 夹紧装置应设置被夹工装完全锁定后才能执行下一操作程序的联锁装置或控制装置;当作业中突然停电,或者液压/气动系统出现故障时,夹紧装置应能可靠地保持夹持状态。

5.5 砂处理设备

5.5.1 粘土砂混砂机应符合 GB 28759 的规定。

5.5.2 滚筒落砂机的滚筒体轨道与托轮应完全接触,托轮宽度不小于滚道宽度的 1.1 倍;所有螺纹连接应采用高强度紧固件,且连接可靠。

5.5.3 料斗、筒仓和料仓的安全要求如下。

- a) 开放式料斗、筒仓和料仓顶部的固定开口处应设置防护装置;需要人员经常进入的区域,应有足够的承载力。
- b) 料斗、筒仓和料仓采用自动加料时,应设置自动检测和控制装置;当料斗、筒仓和料仓达到预定料位时,应自动停止加料。
- c) 应采取防止气体、粉尘或易爆混合物产生爆炸危险的防护措施;当使用煤粉时,防护措施应符合 GB 15577 的规定。

5.5.4 气力输送系统的筒仓及输送管道应设置安全阀、压力表或其他安全装置,防止超压或真空。

- 5.5.5 带式输送机应符合 GB 14784 的规定。
- 5.5.6 斗式提升机应设置防止牵引部件逆转的安全装置;罩壳应设置清扫门,清扫门应与动力系统联锁。
- 5.5.7 整体封闭的振动输送机,检查门或活门应设置联锁装置;支撑或悬挂部件应与输送槽体隔振。

5.6 特种铸造设备

- 5.6.1 压铸机和压铸单元应符合 GB 20906 的规定。
- 5.6.2 低压铸造机应符合 GB 24391 的规定。
- 5.6.3 压铸机模温控制的冷却水系统应设置出水温度、进出水流量差监测报警装置(或者等效的测漏报警装置,如水压监测报警装置),且监测报警装置应与熔融金属输送控制系统联锁,但以下设备除外。
 - a) 有色合金铸造用机边熔保一体炉。
 - b) 用于非镁合金压铸且锁模力小于 20000 kN(含),并在开合模区域设有安全门或者安全挡板的压铸机。
- 5.6.4 压铸机和压铸单元的液压系统应使用难燃液压油,液压管路应能承受机械和热负载。当使用带压力的易燃型脱模剂时,应设置防止管路破裂时流体飞溅的防护挡板。
- 5.6.5 冷室压铸机的压射室和压射冲头之间应设置活动式防护装置,使得只有模具和防护装置均处于封闭位置时,才能进行正常压射动作。
- 5.6.6 熔模铸造的化蜡锅、脱蜡釜应设置温度和压力指示及报警装置;蒸汽管道应无泄漏并采取保温隔热措施;水玻璃型壳硬化区域应采取强制通风措施,以避免氨气、氯气及氯化物气体积聚。
- 5.6.7 离心铸造机活动旋转部分的连接螺栓应采取防松动措施。

5.7 落砂和清理设备

- 5.7.1 落砂机应符合 GB 25492 的规定。
- 5.7.2 抛(喷)丸机应符合 GB 24390 的规定。
- 5.7.3 打磨设备的安全要求如下。
 - a) 应配置除尘设施接口,除尘设施与主体设备同时使用和维护。
 - b) 落地砂轮机及其他砂轮机的砂轮防护罩、挡屑板、砂轮安装、托架等应符合 GB 4674 的规定。
 - c) 手持式砂轮打磨机应符合下列要求。
 - 1) 悬挂式砂轮机、切割砂轮机和直向手提式砂轮机用砂轮防护罩最大开口不超过 180°。
 - 2) 气动砂轮打磨机的气管及连接处牢固、无泄漏。
- 5.7.4 铝镁合金铸件清理(含打磨、抛丸、抛光等)过程中所使用的设备设施、工具等应符合 AQ 4272 的规定。

5.8 公用辅助设备设施

- 5.8.1 以电动葫芦作为起升机构,吊运熔融金属的起重机的安全要求如下。
 - a) 额定起重量不应大于 10 t。
 - b) 电动葫芦的工作级别不应小于 M6 级。
 - c) 应设置防止越程冲顶的第二级起升高度限位器,该限位器应分断更高一级的动力源。
- 5.8.2 电动平车的安全要求如下。
 - a) 应设置运行时的报警装置,制动和急停装置应齐全、可靠;运行终端应设置限位器。
 - b) 台车架(或端梁)下面应装设轨道清扫器,清扫器底面与轨道顶面之间的间隙不应大于 10 mm。
 - c) 带控制开关的电动平车,控制开关应设置在侧面,其操作部位应能观察电动平车运行时的周

边环境状况。

d) 熔融金属转运包不应采用带拖线的电动平车,平车与转运包之间应采取隔热措施。

5.8.3 悬挂输送机牵引机构的驱动装置应设置过载保护装置,运行轨道上各断开部位(起升、岔道设备等)和倾斜部位应设置防止承载构件掉落或失控的安全装置。

5.8.4 粉尘爆炸危险场所除尘系统除了应符合 AQ 4272 和 AQ 4273 的规定外,还应符合下列要求。

a) 不同类别的可燃性粉尘、可燃性粉尘与可燃气体等易加剧爆炸危险的介质不共用一套除尘系统;不同建(构)筑物、不同防火分区不共用一套除尘系统,除尘系统不互联互通。

b) 铝镁等金属粉尘除尘系统采用正压除尘方式,或者其他可燃性粉尘除尘系统采用正压吹送粉尘时,应采取火花探测消除等防范点燃源措施。

c) 在粉碎、研磨、造粒等易产生机械点燃源的工艺设备前,设置铁、石等杂物去除装置。

d) 遇湿自燃金属粉尘的收集、堆放、储存场所采取通风等防止氢气积聚措施;或者干式收集、堆放,储存场所采取防水、防潮措施。

5.8.5 电加热炉的炉门应设置联锁装置,确保进出炉时自动切断电加热系统。燃气加热炉应符合 5.2.6 的相关规定。

5.8.6 检测设备的安全要求如下。

a) 机械设备应符合其额定的使用条件,旋转、平移、往复运动或其组合应设置防护装置。

b) 电气设备的 PE 线应连接可靠,并应设置明显的接地标识。

c) 实验室内的化学品应存放于开放的实验台架、化学品存储柜或存储间内,并有明显标志。

6 铸造工艺作业安全要求

6.1 一般要求

6.1.1 操作人员应接受安全生产技能培训,具备相应的安全知识,并按规定穿戴适宜的个体防护装备。

6.1.2 应定期检查设备的电气、测量仪表、安全保护装置等,及时消除设备设施隐患。

6.1.3 应定期检查熔炼(化)炉炉墙、炉底、倾动炉的底坑等关键部位,并形成检查记录,当出现严重缺陷应立即停炉报修或报废。

6.1.4 与熔融金属接触的工具、物品应进行充分预热和干燥;中频感应电炉与熔融金属接触的操作工具应加装绝缘防护。

6.1.5 工作场地应保持整洁,物品应严格按指定区域定置堆放,排列有序;不应堵塞安全通道和消防通道。

6.1.6 作业过程中应满足防尘“五轻”:轻铲、轻倒、轻放、轻扫、轻拌;可接触水的工序应采取湿法作业;铝、镁等金属易爆粉尘不应使用风管吹尘。

6.1.7 有除尘净化设施的作业点,工作前 5 min 应开启除尘净化设施并正常运转;工作后除尘净化设施至少延迟运行 10 min 后再关闭。

6.2 熔炼(化)

6.2.1 金属废料应经过严格检验,存在爆炸、腐蚀、辐射等危险物品应妥善处理;密闭容器、潮湿物料、不明物品,以及与熔融金属接触而发生爆炸的物品不应进入熔炼(化)炉;单块炉料尺寸不应超过熔炼炉内截面直径的 30%。

6.2.2 进入炉内修炉时,炉内温度应降至 50℃ 以下,并应符合 6.9.6 的规定;清除渣瘤时应从上往下打,不应产生较大震动。

6.2.3 各种熔炼炉、加热炉的使用温度不应超过其额定操作温度,最大装炉量不应超过额定装炉量。

6.2.4 冲天炉炉前操作安全要求如下。

- a) 停风前应开启风口重新鼓风 20 s, 然后关闭鼓风机风管阀门, 以防 CO 积聚。
- b) 开炉前应将炉底门固定牢固。
- c) 捅风眼、出铁和出渣时, 操作人员应位于风眼和出铁/渣口侧面。
- d) 打炉前应停风, 并检查确认炉底无水, 且周围无相关人员。
- e) 炉壳烧红后应立即停止加料并送风, 不应浇水冷却。

6.2.5 电弧炉炉前操作安全要求如下。

- a) 装料应有专人指挥; 抽炉或旋转炉盖时, 炉盖应完全抬起, 电极应升到顶点且电极下端不应超出炉盖的水冷圈。
- b) 采用吹氧助熔时, 手不应握在氧气管接缝处; 停止吹氧时应先关阀门, 再拿出吹氧管, 以免炉外燃烧。
- c) 捅料、搅拌、扒渣时, 炉门坎应加横杆, 横杆应与接地系统连接。

6.2.6 感应炉的炉料应按熔炼(化)工艺加入熔池, 加料过程中不应造成熔融金属表面凝固或熔池上面的炉料熔结在一起(搭桥)。发生熔融金属泄漏时, 应立即切断加热电源和冷却水进水阀门, 疏散无关人员, 清空熔炼炉内的熔融金属。

6.2.7 燃气炉点火前应对燃气、管道、燃烧器、阀门、控制系统及安全装置进行安全检查, 确认正常后方可操作。

6.2.8 镁合金熔炼操作安全要求如下。

- a) 不应使用生锈、未经预热的除渣工具进行操作。
- b) 不应在坩埚内镁液未凝固的情况下吊装坩埚或打开整体炉盖。
- c) 当坩埚中留有冷却的镁合金需重新加热时, 加热的初始升温速率应控制在 $50\text{ }^{\circ}\text{C/h}\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C/h}$, 且温度达到 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时, 升温速率应控制在 $50\text{ }^{\circ}\text{C/h}$ 以下。

6.3 熔融金属处理

6.3.1 球化、孕育前应将浇包进行预热; 球化剂、孕育剂及其他合金不应含水分。

6.3.2 球化包芯线的存放应高于地面, 且远离铁水转运系统。

6.3.3 炉外精炼操作安全要求如下。

- a) 检查或清理真空罐时, 应先稀释并置换罐内的有害气体, 且人员进入前应检查罐内有害气体的含量。
- b) 真空罐车运行时, 人员应距离 5 m 以外。
- c) 放置中间包时, 只有中间包放置平稳后, 人员方可靠近作业。
- d) 吹氧过程中, 应严格控制氧枪高度、氧气流量(压力)。

6.4 熔融金属转运和浇注

6.4.1 盛装熔融金属时, 熔融金属液面与浇注包、转运包沿应留有一定的余隙高度, 余隙高度应符合 GB/T 23583.1 的规定。

6.4.2 熔融金属吊运安全要求如下。

- a) 路线下方地面应保持畅通, 且调运路径不应经过人员或危险物品上部。
- b) 吊运前, 浇包应插好保险卡, 并进行试吊; 试吊时应先点动起升机构提升浇包离开地面或运输车辆 200 mm~500 mm, 再停车观察, 确认正常后方可正常吊运。
- c) 盛装熔融金属的浇包非浇注时在空中停留时间不应大于 10 min, 浇包与邻近设备或建(构)筑物的安全距离应大于 1500 mm。
- d) 不应在人员相对集中的区域起落盛装熔融金属的浇包。

6.4.3 采用转运车输送熔融金属液转运包时, 转运包应放置牢固; 转运包在转运车上的机械和电气检

测装置应完好有效;转运轨道周边不应有障碍物,转运车轨道及周边应设置围栏;操作人员应位于安全区域位置。

6.4.4 熔融金属液转运系统运行期间,人员不得进入隔离范围。

6.4.5 砂型铸造浇注时应确认铸型上、下箱连接牢固,周边不应有积水或积油;浇注大型铸件时,底部应保持良好通气。

6.4.6 浇注时,浇包口与铸型浇口或过桥口的距离应保持在 100 mm~300 mm 之间;浇注大型铸件应设置专人扒渣、挡渣、引气。

6.4.7 设备运行前,应检查设备工作区域内有无异常,并应在转运设备运行区域设置防护围栏和警示牌。

6.5 造型和制芯

6.5.1 叠放砂箱和砂型应整齐、牢固;高度小于 600 mm 的砂箱在地面的叠放高度不应超过 2000 mm,在电动平车上叠放高度不应超过 1500 mm。

6.5.2 吊运和翻转大砂箱、大铸型时,应采用横梁一吊环(或钢丝绳、链条)吊具,且砂箱两边的吊环或钢丝绳应保持平行;用手动杠杆、滑轮、动力箱或起重机作为翻转动力时,操作人员不应站在吊起的砂箱、铸型的上面、下面或正面。

6.5.3 不应在吊起的砂箱、铸型或型芯下面修型/芯,且合箱时不应将手伸入或将头探入砂箱中进行修理、观察;合箱卡螺帽应旋紧。

6.5.4 地坑造型应有良好的防水层,设置足够的通气孔或管路,地坑内应无渗水和积水现象;作业前应对地坑进行检查确认。

6.5.5 使用抛砂机造型时,抛砂机旋转范围内不应堆放杂物;作业间断时应紧固抬臂,使其不会产生游动。

6.6 砂处理

6.6.1 混砂机转动时,不应用手扒料和清理碾轮,不应将手伸入碾盘内添加黏结剂等附加物料,不应用手到碾盘内取砂样。

6.6.2 送砂皮带机应有专人负责,不应在皮带机上坐卧或行走,不应在运转中的皮带机上过人或递送工件。

6.7 特种铸造

6.7.1 金属型重力铸造安全操作要求如下。

a) 在浇注前和浇注过程中应对模具进行加热和保温;模具采用电热元件加热时应可靠接地;采用燃气加热时应防止燃气泄漏。

b) 作业区模具之间的距离不应小于 1500 mm,且通气沟槽、通气塞应保持畅通。

6.7.2 压铸时,压铸模分型面应结合紧密,操作人员不应站在分型面处,不得将身体探入模具分型面的空隙内;清理模具或排除故障时,应切断电源。

6.7.3 低压铸造时,应观察熔融金属液面压力及温度的变化情况,发现异常应及时停车检修。

6.7.4 离心铸造安全操作要求如下。

a) 安装铸型时应保持平衡,浇注前应进行空车试运行。

b) 注入铸型中的熔融金属应定量;用水冷却铸型时,应防止冷却水与熔融金属接触。

6.8 落砂和后处理

6.8.1 在开动落砂机之前,应将铸件摆平放稳,将除尘系统的吸尘罩放置到位,启动除尘设备和落砂机

下的输送、破碎等设施,然后进行落砂作业。

- 6.8.2 人工打击砂箱落砂时,锤头方向不应有人,不应交叉作业。
- 6.8.3 使用风铲时,应将风管与风铲连接牢固,风铲铲削时前方不应有人。
- 6.8.4 抛丸室悬挂输送链上的铸件,不应超过吊钩的额定载荷。
- 6.8.5 燃气加热炉在通入可燃气体前,应用中性或惰性气体充分置换炉内气体。

6.9 检修和维修

- 6.9.1 设备设施检修和维修时,应关闭涉及本区域的所有动力源,并通过上锁/挂牌程序控制危险能量。承压设备检修时应将压力卸载至常压。
- 6.9.2 燃气设施检修时,应切断燃气源,并将设备设施内的燃气吹净;长期检修或停用的燃气设施,应打开上下人孔、放散管等,保持设施内部的自然通风。
- 6.9.3 作业过程中涉及高处作业、动火作业、有限空间作业和临时用电等危险作业时,应办理相应的审批手续,并设置现场指挥和监护人员,采取相应的防范措施。
- 6.9.4 动火作业现场应通风良好;动火作业前应检测低凹处、地坑和容器内的可燃气体含量,可燃气体含量超标时不应作业。
- 6.9.5 采用梯子进行登高作业时,不应单手登梯,不应上下抛物;便携式金属梯应符合 GB 12142 的规定。
- 6.9.6 有限空间安全作业安全要求如下。
 - a) 对有限空间应进行辨识、建立安全管理台账,并且应设置明显的安全警示标志。
 - b) 应执行有限空间作业审批,制定安全作业方案,作业现场应设置监护人员。
 - c) 作业应执行“先通风、再检测、后作业”要求;当可燃或有毒有害气体浓度降至允许限值内,且有限空间内的氧浓度检测合格后,方可进入作业现场;作业中断超过 30 min 时应重新检测。
 - d) 照明灯具、工具应采用安全电压或设置漏电保护器;当存在可燃性气体和粉尘,电气设施应符合防爆要求;出入口应保持畅通,并设置明显的警示标志和说明。
 - e) 作业前应制定应急措施,现场配备应急装置,不应盲目施救。
- 6.9.7 粉尘爆炸危险场所安全作业安全要求如下。
 - a) 只有完全停止操作,并按规定进行审批,采取防范措施后才能在作业区内进行动火作业,否则不应在作业区进行动火作业。
 - b) 含铝镁粉尘的作业区每班应进行粉尘清理,作业场所及设备设施上积尘层厚度不应大于 0.8 mm;清理作业时,应按照安全操作规程,采用不产生扬尘的清理方式和不会产生火花的清理工具进行清理。
 - c) 作业人员应正确佩戴和使用防尘、防静电的个体防护装备,不应穿化纤制品衣裤。
 - d) 作业前,应严格检查通风除尘系统;通风除尘系统应与主机同步运行;含铝镁粉尘的通风管道每班次应按照规定检查和清理管道中的积尘;在除尘系统停运期间和粉尘超标时,不应进行作业。
 - e) 粉尘爆炸危险场所不应存在各种明火;与粉尘直接接触的设备或装置,其表面允许温度应低于相应粉尘的最低着火温度;操作人员应采取防静电措施。
 - f) 灭火时,应根据粉尘的物理化学性质,正确选用灭火剂,并应防止粉尘扬起形成粉尘云。

7 安全管理

7.1 企业应建立健全并落实全员安全生产责任制,加强对安全生产责任制落实情况的监督考核,确保安全生产责任制落实到位。

- 7.2 企业应当建立健全并落实安全生产管理制度和标准,完善并落实各工种、岗位的安全技术操作规程。
- 7.3 企业主要负责人和安全生产管理人员应具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力,并经考核合格。
- 7.4 企业从业人员超过 100 人的,应当设置安全生产管理机构,配备专职安全生产管理人员;从业人员在 100 人以下的,应当配备专职或者兼职安全生产管理人员。
- 7.5 企业应严格执行新建、改建、扩建工程项目的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。
- 7.6 企业应对承包单位、承租单位的安全生产工作统一协调、管理,或者定期进行安全检查;企业应与承包单位、承租单位签订专门的安全生产管理协议或者在承包合同、租赁合同中约定各自的安全生产管理职责。
- 7.7 从业人员(含劳务工等相关方人员)应符合下列要求。
- a) 无职业禁忌证,健康状况符合工作岗位的要求。
 - b) 已接受安全生产知识培训和教育;特种作业(特种设备操作)人员经专门的安全技术培训,考试合格并取得相应资格证书后方可上岗作业;熔炼、浇注等岗位人员经专门的安全技术培训,并考核合格方可上岗作业。
 - c) 熟悉本岗位安全技术操作规程,掌握岗位应急处置方法。
- 7.8 企业应加强安全生产标准化、信息化建设,构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制,健全风险防范化解机制,提高安全生产水平,确保安全生产。

参 考 文 献

- [1] 《工贸企业重大事故隐患判定标准》(中华人民共和国应急管理部令第10号)
- [2] GB/T 150.4—2024 压力容器 第4部分:制造、检验和验收
- [3] GB/T 3883.3—2007 手持式电动工具的安全 第二部分:砂轮机、抛光机和盘式砂光机的专用要求
- [4] 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
- [5] GB/T 5611—2017 铸造术语
- [6] GB/T 5972—2023 起重机钢丝绳保养、维护、检验和报废
- [7] GB/T 5976—2006 钢丝绳夹
- [8] GB/T 6067.5—2014 起重机械安全规程 第5部分:桥式和门式起重机
- [9] 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
- [10] GB/T 16754—2021 机械安全 急停功能 设计原则
- [11] GB/T 17888(所有部分) 机械安全 接近机械的固定设施
- [12] GB/T 18831—2017 机械安全 与防护装置相关的联锁装置 设计和选择原则
- [13] 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
- [14] GB/T 20801.6—2020 压力管道规范 工业管道 第6部分:安全防护
- [15] GB/T 23821—2022 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离
- [16] GB/T 27476.5—2014 检测实验室安全 第5部分:化学因素
- [17] GB/T 33579—2017 机械安全 危险能量控制方法 上锁/挂牌
- [18] GB/T 34529—2017 起重机和葫芦 钢丝绳、卷筒和滑轮的选择
- [19] GB/T 36697—2018 铸造起重机报废条件
- [20] GB/T 50065—2011 交流电气装置的接地设计规范
- [21] GBZ 117—2022 工业探伤放射防护标准
- [22] JB/T 7688.5—2012 冶金起重机技术条件 第5部分:铸造起重机