

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 4264-2022

---

## 金属冶炼企业中频炉使用安全技术规范

Safety specifications for the applicaion of medium frequency induction  
furnace in metal smelting enterprises

2022 - 05 -26 发布

2022 - 06- 26 实施

---

江苏省市场监督管理局

发 布

目 次

前言 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 基本要求 ..... 2

5 安全装置 ..... 4

6 生产前检查 ..... 4

7 炉料及操作 ..... 6

8 筑炉及烘炉 ..... 6

9 应急管理 ..... 7

## 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。

本文件由江苏省应急管理厅提出。

本文件由江苏省安全生产标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江苏省金属学会、江苏省冶金行业协会、江苏省铸造协会、泰州市应急管理局、天工爱和特钢有限公司、江阴华润制钢有限公司、连云港华乐合金集团有限公司、江苏钢锐精密机械有限公司。

本文件主要起草人：韦春丹、龚四清、王建春、施礼山、刘波、任勇、张剑若、马园、王昌文、刘卫东、熊少林、廖俊、杨慧、丁锦宣、杨泉、刘栋章。

# 金属冶炼企业中频炉使用安全技术规范

## 1 范围

本文件规定了中频感应电炉（简称中频炉）使用的术语和定义、基本要求、安全装置、生产前检查、炉料及操作、筑炉及烘炉、应急管理的安全要求。

本文件适用于冶金、有色、机械行业金属冶炼企业中频炉的使用。其他行业使用中频炉和工频炉的可参照执行。

## 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/T10067.1 电热和电磁处理装置基本技术条件 第1部分：通用部分

GB50034 建筑照明设计标准

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

AQ 2001 炼钢安全规程

AQ/T 9007 生产安全事故应急演练基本规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**中频感应电炉** medium frequency induction furnace

工作频率在60Hz～10kHz范围内，利用电磁感应原理熔化金属的工业炉。

### 3.2

**感应线圈** induction coil

由铜管按照一定匝数绕制成螺旋状，通过交变电流产生感应磁场加热金属的装置。

### 3.3

**磁轭 magnet yoke**

由硅钢片垒叠而成，约束感应线圈漏磁，提高感应加热效率的装置。

**3.4****中频炉作业人员 medium frequency furnace operator**

从事中频炉操作、加料、筑炉、烘炉、检维修等人员，包含以上岗位的班组长。

**3.5****危险作业区域 Dangerous operation area**

中频炉周边、熔融金属吊运输送沿线及浇铸区等可能受高温熔融金属喷溅影响的区域。

**3.6****作业坑 Operation pit**

中频炉炉前储存坑、模铸浇铸坑以及砂型铸造中的地坑等统称为作业坑。

**3.7****结露 condensation of moisture**

物体表面温度低于附近空气露点温度时表面出现冷凝水的现象。

**4 基本要求****4.1 管理要求**

4.1.1 企业新建、改建、扩建中频炉项目的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

4.1.2 企业应制定中频炉使用管理制度，并参照设备及耐火材料使用说明书等资料编制日常检查维护标准、筑炉及烘炉标准、坍塌或炉衬判废标准、岗位作业指导书（安全操作规程）、生产安全事故应急预案等制度规程。

4.1.3 企业应健全并落实全员安全生产责任制，建立安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制。要通过运用先进的技术手段降低安全风险。企业应当于每年第一季度完成较大以上安全风险定期报告。企业每季度至少组织一次覆盖所有中频炉安全专项检查，对检查中发现的事故隐患及整改情况应当如实记录，并向从业人员通报。

4.1.4 中频炉使用的废钢铁原料需进行放射性检测或提供供应商放射性检测证明。

4.1.5 中频炉检修时，必须切断中频炉电源并上锁挂牌，采取验电、放电等技术措施后方可作业，作业全程连接感应线圈的铜排应做好接地措施。

## 4.2 人员要求

4.2.1 企业应设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员，专职安全生产管理人员应熟悉中频炉使用安全特点、掌握相关安全技能，专职安全生产管理人员配置人数应符合《江苏省安全生产条例》规定，企业主要负责人及安全生产管理人员应经培训考核，取得金属冶炼企业安全生产知识和管理能力考核合格证书。

4.2.2 中频炉作业人员经过培训合格方可上岗作业。

4.2.3 受磁场影响范围内的作业人员不得佩戴金属手环、手镯、项链、可磁化或硅、碳或类似物制成的物品，有金属植入物的人员也不应从事相应作业。

## 4.3 设备设施要求

4.3.1 不得使用 0.25 吨及以上无磁轭的铝壳中频炉。

4.3.2 中频炉感应线圈及其匝间应由坚固的结构支承件（胶木柱）、螺栓螺母和拉杆等固定和定位。

4.3.3 磁轭应由硅钢片叠加而成，其截面积和长度应能限制漏磁通和支撑感应线圈载荷，中频炉磁轭应均匀分布在感应线圈外表面并应与炉体紧固成一体，磁轭顶块顶杆应齐全、无松动。

4.3.4 中频炉电容器柜、电源装置与炉体在同一层布置时，之间应设隔墙，动力管线穿墙、穿层孔洞应封堵（一体式炉座或开放式设置炉体、电容、控制柜的炉座除外）。

4.3.5 熔炼区、熔融金属输送沿线、浇铸区等可能受熔融金属喷溅影响的建筑构件，应采取隔热保护措施。

4.3.6 中频炉炉前设置的作业坑内不应渗水，若地下水位较高，应采取防水措施。具有应急储存功能的作业坑，其容积应能满足中频炉或熔融金属转运包最大容积要求。

## 4.4 场地环境要求

4.4.1 熔炼区、熔融金属吊运区、浇铸区等危险作业区域及周边禁止设置会议室、交接班室、活动室、休息室、更衣室等人员密集场所；周边不应设置可燃和易燃物品的仓库、储物间等；独立操作室的出口（含窗口）不得正对炉口，且应在远离熔炼区的方向设置应急逃生门。

4.4.2 中频炉下方地面及作业坑内，禁止设置水管、燃气管道、燃油管道、液压油管和电线电缆等管线。无法避免时，应采取可靠的防护措施。

4.4.3 熔融金属泄漏、喷溅影响范围内不得存在积水，不得放置易燃易爆物品。

4.4.4 作业坑内、地下室内不应敷设有毒气体和易燃气体的管道。

4.4.5 熔炼区厂房的地面标高应高出厂区周围地面标高 0.3m 以上,并采取防止屋面漏水和天窗飘雨等措施,区域内地面不应有积水。

4.4.6 炉台工作面应平坦,物料堆放整齐,炉台两端或后方应设置不少于二处符合逃生要求的应急通道,并保持畅通。炉台周边应设置高度不低于 1.05m 护栏。

4.4.7 炉台下方熔融金属泄漏、喷溅或火灾等影响区域应封闭管理,多个炉座的下方空间按照贯通方式布置的,区域内任何一台中频炉熔炼时,整个区域禁止人员进入。

4.4.8 金属冶炼车间应设置安全通道,通道应保持畅通。

4.4.9 中频炉空炉时,炉口应采取防止人员坠入的措施。

## 5 安全装置

5.1 中频炉感应线圈冷却水应设置进水压力、进出水流量差、每个回路出水温度等检测报警装置,进水压力和每个回路出水温度检测报警信号应独立连锁切断中频电源。检测历史数据应可查看,报警信号应安装到炉台上作业人员易于观察处置的位置,检测报警系统应配置不间断电源。

5.2 中频炉感应线圈进水管应设有自动或手动控制的快速切断阀,控制设施安装点应在炉台上便于作业人员快速处置的位置。

5.3 企业应设有炉体冷却应急备用水源,当正常冷却水供应中断时,应能自动转换。

5.4 对中频炉所有馈电部分的易触及处,均应设置网罩等隔离防护措施。炉架、电容器柜、中频电源装置、操作控制台外壳等均应可靠接地,接地电阻值应不大于  $4\Omega$ 。

5.5 1t 及以上的中频炉应安装炉衬漏炉报警装置,漏电流监测达到报警值时应发出报警信号并连锁切断中频电源。

5.6 中频炉应设置倾动限位并具备应急倾动功能。

## 6 生产前检查

### 6.1 作业条件

6.1.1 炉前作业坑、炉体下方应保持干燥,不能有积水和易燃易爆物品。

6.1.2 熔炼、浇铸及熔融金属吊运区域工作照明应能满足作业要求,并设置应急照明。

6.1.3 真空感应熔炼炉的熔炼室观察窗应完好,并能保证熔炼和浇铸全过程的观察。

### 6.2 炉体

6.2.1 作业前检查炉衬内表面是否存在严重裂纹、耐材剥落、严重侵蚀等现象。

6.2.2 检查炉体翻转机构、炉盖运动机构是否运行正常。

6.2.3 检查电缆是否有裂纹、划痕、磨损等现象。

6.2.4 检查受力框架是否变形。

6.2.5 中频炉出现下列情况之一，未经修复不得继续使用。

a) 中频炉炉衬侵蚀严重，最薄弱区域小于新炉衬厚度的40%。

b) 中频炉液压系统阀门、油缸、管路及油管接头出现松动、漏油、破损现象。

c) 冷却水管阀门、管路及接头漏水。

d) 感应线圈胶泥剥落露出打结料。

e) 感应线圈胶木柱断裂、固定螺栓螺母缺失。

f) 磁轭顶块顶杆缺失、松动。

g) 进水压力、进出水流量差、每个回路出水温度等检测报警装置失效，水压、回水温度与电容柜电源联锁功能失效。

h) 漏炉报警装置失效。

### 6.3 安全附件

6.3.1 漏炉监测报警装置应可靠有效。

6.3.2 炉体进出水流量差、出水温度、进水压力等检测报警装置应完好。

6.3.3 中频炉感应线圈进水管快速切断设施应完好、操作灵活有效。

6.3.4 柴油机应急供水系统应每周检查启动电源、柴油发电机油量和出水情况。

6.3.5 高位水箱作为停电、停水事故应急供水措施，储存水量应至少达到 15 分钟正常生产时冷却水量的要求，并保持箱内水质清洁。

6.3.6 电源柜冷却水压力检测和断电联锁应完好。

### 6.4 其他

6.4.1 换炉开关、铜排联接点应定期检查，不得出现松动、拉弧积碳情况。

6.4.2 检查中频炉变压器，油量应正常、试电无异响。

6.4.3 中频炉所有馈电部分易触及处的隔离防护措施应完好。

6.4.4 电控柜应保持干净整洁、无杂物、无异响、无异味；操作台仪表、显示屏应显示正常。

6.4.5 真空感应熔炼炉的线圈、磁轭等表面的金属粉尘应定期清理，不得影响线圈绝缘性能出现拉弧。

6.4.6 中频炉感应线圈冷却水水质应符合 GB/T10067.1 要求。



## 6.5 检查记录

企业应建立检查记录表，其内容应包含本标准6.1、6.2、6.3、6.4的相关内容。

## 7 炉料及操作

### 7.1 炉料使用要求

7.1.1 入炉金属料、合金、辅料等不能有潮湿和重油污现象，不能含密闭或半密闭容器，不能夹有弹药、放射性物品、爆炸物以及会破坏炉衬的废金属料。

7.1.2 入炉的废钢铁料尺寸宜小于炉口直径的 1/2，应避免出现熔池上方钢铁料搭桥现象。

7.1.3 熔炼加料应采用适宜的工具且加料速度要均匀，避免造成对炉衬冲击损伤或熔融金属喷溅。

7.1.4 真空感应熔炼炉不宜使用渣质过多的金属材料，每炉添加总量应保证真空脱气需要的自由空间。

### 7.2 操作要求

7.2.1 出现以下情况之一，应立即停炉处理：

- a) 中频炉工作时如有漏电或漏炉报警信号；
- b) 中频炉电柜水压、水温有异常信号；
- c) 中频炉炉体水压、水温、流量有异常信号；
- d) 熔融金属温度超过耐材的工艺允许温度。

7.2.2 采用双回路供电作为应急措施的应具有自投自复功能，备用泵应具有自动切换功能，操作台上应设有启动显示信号。

7.2.3 熔炼操作过程中使用金属工具取样、测温、扒渣等作业，应切断中频炉电源，作业人员站立部位应铺设绝缘材料或配置绝缘鞋。

7.2.4 熔炼加料过程中人员应穿戴防护用品，包含防高温熔液烫伤防护用品。

7.2.5 真空感应熔炼炉在到达极限压力出现真空度反弹时，应停炉确认是否出现漏水。

## 8 筑炉及烘炉

### 8.1 筑炉准备

8.1.1 参与筑炉打结人员不应随身携带金属物件。

8.1.2 在炉衬与感应线圈之间应有 H 级以上绝缘材料的绝缘层和工作温度不低于 500℃保温材料的绝热层。当要求炉衬整体可推出时，应设置炉衬的松散层。禁止使用含石棉的材料。

8.1.3 干式捣打料应存放在干燥处，存放过程中要避免铁屑、氧化铁等金属混入，使用前应检查确认干燥度，保存时间不宜超过 12 个月。

## 8.2 筑炉要求

8.2.1 中频炉的炉衬厚度应符合设计尺寸，炉衬的捣筑、烘烤和烧结等应严格按耐火材料厂商提供的工艺操作。

8.2.2 用耐火纤维制品铺设炉底时，应铺设平整、厚度均匀，炉底边沿不应有空隙。

8.2.3 采用不定型耐火材料捣打炉衬的，捣打炉底前，应对炉基进行干燥处理并清理干净。捣打料铺料应均匀，采用风动锤捣打时，每层铺料厚度不应超过 100mm，并应一锤压半锤，连续均匀逐层捣实，第二次铺料应将已打结的捣打料表面刮毛后才可进行。风动锤的工作风压，不应小于 0.5MPa。

8.2.4 采用预制坩埚，模具上下口位置应摆放均匀，并采取必要的固定措施。坩埚外的炉壁应逐层打结。

8.2.5 打结完成后，未烘烤使用前不应倾动炉体，不应撞击坩埚模具。

## 8.3 烘炉要求

8.3.1 使用废钢铁料烘炉，应选择长宽不超过炉口尺寸 1/3 的小块料，加料速度应保证不冲坏炉衬，按照中频炉烘炉工艺升温曲线进行烘烤。

8.3.2 使用熔融金属注入方式烘烤新筑炉衬时，应在注入前做好炉衬预热工作，预热曲线应符合耐火材料工艺技术要求。

8.3.3 烘炉过程应注意感应线圈出水温度，并检查感应线圈外表层结露情况，不得造成线圈匝间放电。

## 9 应急管理

### 9.1 应急设施

9.1.1 企业应按照要求配置消防设施，消防设施包含并不限于：

a) 熔炉车间灭火器的配置应符合 GB 50140 的相关要求。

b) 每套中频炉配置的灭火沙不应少于 2 m<sup>3</sup>、消防铲不少于 2 个。灭火沙应保持干燥，灭火沙箱应有防止雨水浸湿措施。

c) 灭火器、灭火沙箱应放置在门口附近或重点防护设备附近。

9.1.2 炉下区域的设计应满足在发生漏炉事故时熔融金属能快速流入炉前作业坑的要求。炉下区域和炉前作业坑内不得潮湿有积水。高温熔融金属输送沿线及浇铸区域应设置必要的应急储存设施。

9.1.3 工作场所照明（障碍照明、应急照明，包括备用照明、安全照明和疏散照明灯等）和作业场所最低照度应遵守 GB50034 的规定。

## 9.2 应急预案及演练

9.2.1 应根据企业中频炉数量、吨位，综合考虑实际安全风险，开展安全风险评估和应急资源调查，建立生产安全事故应急预案体系。应急预案中至少应该包括中频炉停电、断水和漏炉等应急处置。

9.2.2 企业应按照 AQ/T 9007 的规定组织公司、车间、班组开展生产安全事故应急演练，演练内容包括中频炉停电、断水和漏炉等相关内容。

9.2.3 企业应及时吸取中频炉安全生产事故教训，结合企业自身实际情况及时修订安全生产应急预案。

---