

DB32

江苏省地方标准

DB 32/ TXXXX—XXXX

金属冶炼企业中频炉使用安全技术规范

Safety management specifications for the usage of intermediate frequency
furnace in metal smelting enterprises

(征求意见稿)

本稿完成日期: 2021/8/05

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 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	2
4 基本要求	2
5 中频炉安全装置	4
6 运行前准备	5
7 操作运行	6
8 筑炉、烘炉	7
9 应急管理	7
参考文献	8

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。

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。

本文件主要起草人：

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）作业安全相关的术语和定义，规定了中频炉的运行、检查、筑炉、维护和保养、作业安全、应急等方面管理中的安全要求。

本文件适用于使用中频炉的冶金、有色、机械行业的金属冶炼企业。其他行业中使用中频炉的企业和使用工频炉等其他型式金属熔炼炉的企业可参照执行。

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/T2900.23 电工术语 工业电热设备

GB/T 5959.1 电热和电磁处理装置的安全 第1部分:通用要求

GB 5959.3 电热装置的安全 第3部分：对感应和导电加热装置以及感应熔炼装置的特殊要求

GB 10067.1 电热设备基本技术条件

GB 20905 铸造机械安全要求

GB 29480 接近电气设备的安全导则

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50211 工业炉砌筑工程施工与验收规范

GB/T18930 耐火材料术语

JB/T 4280 中频无心感应炉

JB 5545 铸造机械安全防护技术条件

JB/T 10551 真空技术 真空感应熔炼炉

JB/T 13747 砂型铸造 生产过程安全操作规范

AQ 2001 炼钢安全规程

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

中频感应炉的工作频率在150Hz~10000Hz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

中频炉感应线圈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

磁轭是硅钢片垒叠而成，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 operators

从事中频炉操作、加料、筑炉、烘炉和检维修的人员，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异常喷溅影响的区域。

3.6

作业坑 Operation pit

中频炉炉前储存坑、模铸浇注坑以及砂型铸造中的地坑等统称为作业坑。在发生穿炉、穿包或浇铸溢流等事故时，有应急容纳高温熔融金属或熔渣的作用。

3.7

结露 condensation of moisture;

是指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，并参照设备及耐材使用说明书等资料编制日常检查维护标准、筑炉标准、坩埚或炉衬判废标准、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安全风险定期报告。

4.1.4 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，并通过职工大会或者职工代表大会、信息公示栏等方式向从业人员通报。其中，重大事故隐患排查治理情况应当及时向当地负有安全生产监督管理职责的部门和职工大会或者职工代表大会报告。

4.1.5 中频炉使用废钢铁料需进行放射性检测或提供供应商放射性检测证明。

4.1.6 企业应根据岗位实际需要配置适用的工器具和符合标准规定的劳动防护用品。

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行业安全特点、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，企业负责人及专职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 不得采用 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，以确保其刚性。

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 中频炉检修时，必须切断中频炉控制柜进线电源且应上锁挂牌，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至少应保证一处接地。

4.3.5 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（小容量一体式炉座或开放式设置炉体、电容、控制柜的炉座除外）。

4.3.6 熔炼区、熔融金属输送沿线、浇注区等可能受熔融金属异常喷溅影响的建筑构件，应采取隔热保护措施。

4.3.7 中频炉炉前设置的作业坑内不得有渗水，若地下水位较高，应采取防水措施。具有应急储存的作业坑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、浇注区等危险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。

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、液压油管、燃油管道和电线电缆等管线。无法避免时，应采取可靠的防护措施，保证有效隔绝意外泄漏的熔融金属。

4.4.3 地坑内、地下室内不应敷设有有害气体和易燃气体的管道。

4.4.4 熔炼区、浇注区厂房，车间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，还应防止区域内地面积水。

4.4.5 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。

4.4.6 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，都要禁止人员进入。

4.4.7 金属冶炼车间应设置安全通道，通道应保持畅通。

5 中频炉安全装置

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，均应设置必要的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 4Ω 。
- 5.5 1t 以上的中频无芯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 中频炉应有应急倾动系统，应急倾动与正常倾动之间能快速转换。

6 运行前检查

6.1 作业条件检查

- 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 中频炉本体的检查

- 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) 中频炉液压系统油管接头出现松动、漏油、破损现象。
 - c) 冷却水管以及接头漏水。
 - 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连锁功能失效。

6.3 中频炉安全附件的检查

- 6.3.1 漏炉监测报警装置应可靠有效，并在中频炉运行过程中验证不少于1次/天。
- 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阀应完好、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 其他检查

- 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，应保证油量正常、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、磁轭等表面含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 GB10067.1 要求。

6.5 检查记录

- 6.5.1 企业应建立不少于上述检查内容的记录表格，并安排相应作业人员认真如实记录。

7 操作运行

7.1 炉料及使用

- 7.1.1 入炉金属料、合金、辅料等不能有潮湿现象，不能含密闭或半密闭容器。
- 7.1.2 添加炉料时应避免出现炉内搭桥，出现异常应及时处置。
- 7.1.3 熔炼加料应采用适宜的工具，避免造成对炉衬冲击损伤。
- 7.1.4 熔炼加料过程中人员应佩戴防护用品，以防高温熔液溅出烫伤。
- 7.1.5 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 运行控制

- 7.2.1 中频炉工作时如有漏电或漏炉报警信号时应立即停炉处理。
- 7.2.2 中频炉电柜水压、水温有异常信号时，应立即停炉处理。
- 7.2.3 中频炉炉体水压、水温、流量有异常信号时，应立即停炉处理。
- 7.2.4 采用双回路供电或备用泵供水等应急设施，须具有自投自复功能，且操作台上应设有启动显示信号。

7.2.5 中频炉熔炼过程中应采用热电偶等方式对熔池内液态金属进行定时测温，出现耐材超温应立即停炉处理。

7.2.6 中频炉作业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。

7.2.7 真空感应熔炼炉在到达极限压力之后出现真空度反弹时需停炉确认是否出现漏水。

8 筑炉、烘炉

8.1 筑炉准备

8.1.1 参与筑炉打结人员口袋内的钥匙扣等金属物件应取出，防止打结时掉入炉底或炉壁中。

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℃ 保温材料的隔热层。当要求炉衬整体可推出时，应考虑设置炉衬的松散层。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，保存时间一般不超过 12 个月，使用前应检查确认干燥度。

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，杜绝炉底边沿有空隙。

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。坩埚外炉壁应逐层打结。

8.2.5 打结完成后，未烘烤使用前不允许倾动炉体，不允许撞击坩埚模具。

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，严格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中频炉时，应在注入前保证做好预热工作，预热曲线应按耐火材料工艺技术要求进行。

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) 炉体周边及电气设施的灭火器和消防栓配置应符合 GB 50140 的相关要求配置灭火器，每套中频炉应配置不少于 4 具手提式灭火器，置地型灭火器箱底部离地面高度不宜小于 80 mm。不宜使用泡沫、二氧化碳灭火器，严禁用水灭火。

b) 每套中频炉配置的灭火沙不应少于 2 m³、消防铲不少于 2 个。灭火沙应保持干燥，灭火沙箱应带盖，并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，便于获取。

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的作业坑，以免损坏炉子和装置的其他部件。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 电气控制室设置的应急照明照度应不应低于 200lx。

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、断水和漏炉等应急措施。

9.2.2 企业应按照 AQ/T 9007 的规定定期组织公司、车间、班组定期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 吊运熔融金属的起重机在操作中突发停电、抱闸失灵等事故时，应按照应急处置方案要求进行操作。现场应急处置方案应每半年进行一次演练。

9.2.4 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进行修订安全生产应急预案。

参考文献

- [1] GB 2894 安全标志及其使用导则
- [2] GB 8959 铸造防尘技术规程
- [3] GB 17945 消防应急照明和疏散指示系统
- [4] GB/T 25894 疏散平面图 设计原则与要求
- [5] GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- [6] GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范

- [7] GB 50034 建筑照明设计标准
 - [8] AQ/T 9007 生产安全事故应急演练基本规范
 - [9] AQ/T 9009 生产安全事故应急演练评估规范
 - [10] AQ/T 9011 生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南
 - [11] 2015版 金属冶炼目录
-