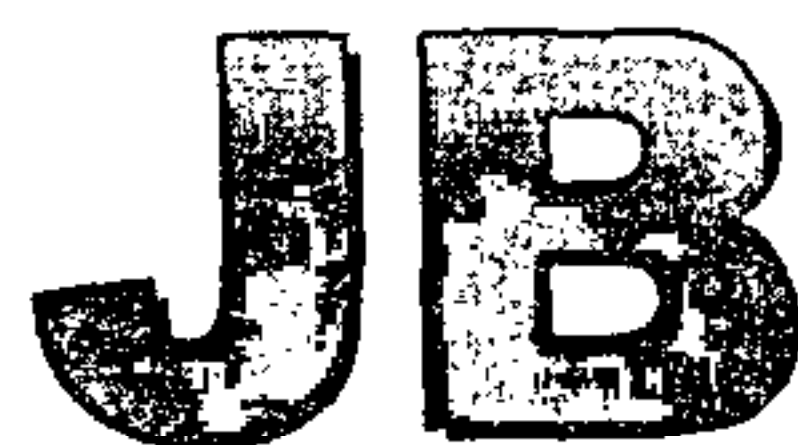


ICS 25.180.10

K 61



# 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 4280—2004

代替JB/T 4280—1993

## 中频无心感应炉

Medium frequency coreless induction furnace



2004-03-12 发布

2004-08-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 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 ..... 1

4 产品分类 ..... 1

4.1 品种和规格 ..... 1

4.2 产品型号 ..... 2

4.3 主要参数 ..... 2

5 技术要求 ..... 3

5.1 一般要求 ..... 3

5.2 对设计和制造的补充要求 ..... 3

5.3 性能要求 ..... 4

5.4 安全要求 ..... 5

5.5 成套要求 ..... 5

6 试验方法 ..... 6

6.1 单位电耗和熔化率的测量 ..... 6

6.2 构件表面温升的测量 ..... 6

6.3 漏炉报警装置的检验 ..... 7

7 检验规则 ..... 7

8 标志、包装、运输和贮存 ..... 7

9 订购和供货 ..... 8

表 1 熔铁（钢）中频无心感应炉额定功率和额定频率推荐值 ..... 2

## 前 言

本标准代替 JB/T 4280—1993。

本标准与 JB/T 4280—1993 相比，主要变化如下：

- 适用范围，规定中频无心炉由半导体中频电源供电（见第 1 章）；
- 对熔铁（钢）中频无心炉各规格的额定功率推荐范围和额定频率推荐值作了修改和补充（见表 1）；
- 产品型号考虑了保温炉的情况并取消技术级别代号，增设企业代号（见 4.2）；
- 补充了一套电源同时向多台炉子供电的内容（见 5.2.1）；
- 对倾动炉架，补充了“框架结构”（见 5.2.2）；
- 补充了炉衬推出装置（见 5.2.4）并提出相应要求（见 5.2.5）；
- 提出禁用含石棉的材料（见 5.2.5）；
- 取消了原感应线圈使用期限的分级规定，但保留原最低要求，补充了增加感应线圈强度的结构要求（见 5.2.6）；
- 新增了对排烟除尘装置的要求（见 5.2.8）；
- 对大容量中频无心炉，新增了后倾功能（见 5.2.10）；
- 对中频电源装置，补充了电源装置与炉子负载的匹配要求、熔炼期间功率输出状态的规定以及必要时配置计算机过程监控系统、整流变压器和谐波吸收装置的要求（见 5.2.11）；
- 中频无心炉的单位电耗、熔化率和升温率（适用于保温炉）改为在企业产品标准中规定（见 5.3.2）；
- 对成套要求作相应增加（见 5.5）；
- 取消技术分级的规定（见原 7.3）。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业电热设备标准化技术委员会（SAC/TC121）归口。

本标准起草单位：西安电炉研究所、湘潭电机股份有限公司、无锡万利电炉有限公司、苏州工业园区振吴电炉有限公司、陕西海意电气电炉有限责任公司。

本标准主要起草人：葛华山、曾昭祥、贾树年、朱兴发、郭新社。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB 2416—1978、JB 4280—1986、JB/T 4280—1993。

# 中频无心感应炉

## 1 范围

本标准规定了中频无心感应炉（以下简称中频无心炉）的品种规格、技术性能、安全要求、试验方法、检验规则及订货和供货要求等。

本标准适用于频率高于工频50（60）Hz，低于或等于10000Hz，额定容量为0.01t、0.03t、0.05t、0.1t、0.15t、0.25t、0.5t、1t、1.5t、2t、3t、5t、7t、10t、15t、20t、25t、30t、35t、40t、50t、60t，以半导体中频电源供电的熔炼黑色和有色金属及其合金的无心感应熔炼炉和保温炉。

注：上述额定容量规格系指熔炼黑色金属，对有色金属及其合金应是同等容积时的相应容量。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 10066.1—2004 电热设备的试验方法 第1部分：通用部分（IEC 60398：1999，MOD）

GB/T 10066.3—2004 电热设备的试验方法 第3部分：无心感应炉（IEC 60646:1992，MOD）

GB/T 10067.1—1988 电热设备基本技术条件 第一部分：通用部分

GB/T 10067.3—1988 电热设备基本技术条件 第三部分：感应电热设备

GB 5959.3 电热设备的安全 第三部分：对感应和导电加热设备以及感应熔炼设备的特殊要求（GB 5959.3—1988，eqv IEC 60519-3：1985）

JB/T 7110—1993 电热电容器

JB/T 8669—1997 中频感应加热用半导体变频装置

## 3 术语和定义

GB/T 10066.3—2004 第3章中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**额定容量** rated capacity

中频无心炉设计时规定并在铭牌上标出的在正常工作条件下炉子容纳液态炉料的重量。

### 3.2

**额定频率** rated frequency

中频无心炉设计时规定并在铭牌上标出的，由中频电源装置输出的标称频率。

### 3.3

**额定工作电压** rated working voltage

中频无心炉设计时规定并在铭牌上标出的由炉子的感应线圈和补偿电容器组构成的振荡回路中的感应线圈两端电压。

## 4 产品分类

### 4.1 品种和规格

中频无心炉按用途和被熔料材质可分为熔钢炉、熔铁炉、铁保温炉、熔铜炉、熔铝炉、熔金炉、熔银炉等品种。熔钢、熔铁炉的规格及其额定功率和额定频率推荐值见表1，其他品种的可依据本标准的

额定容量等级由用户与制造厂商定。

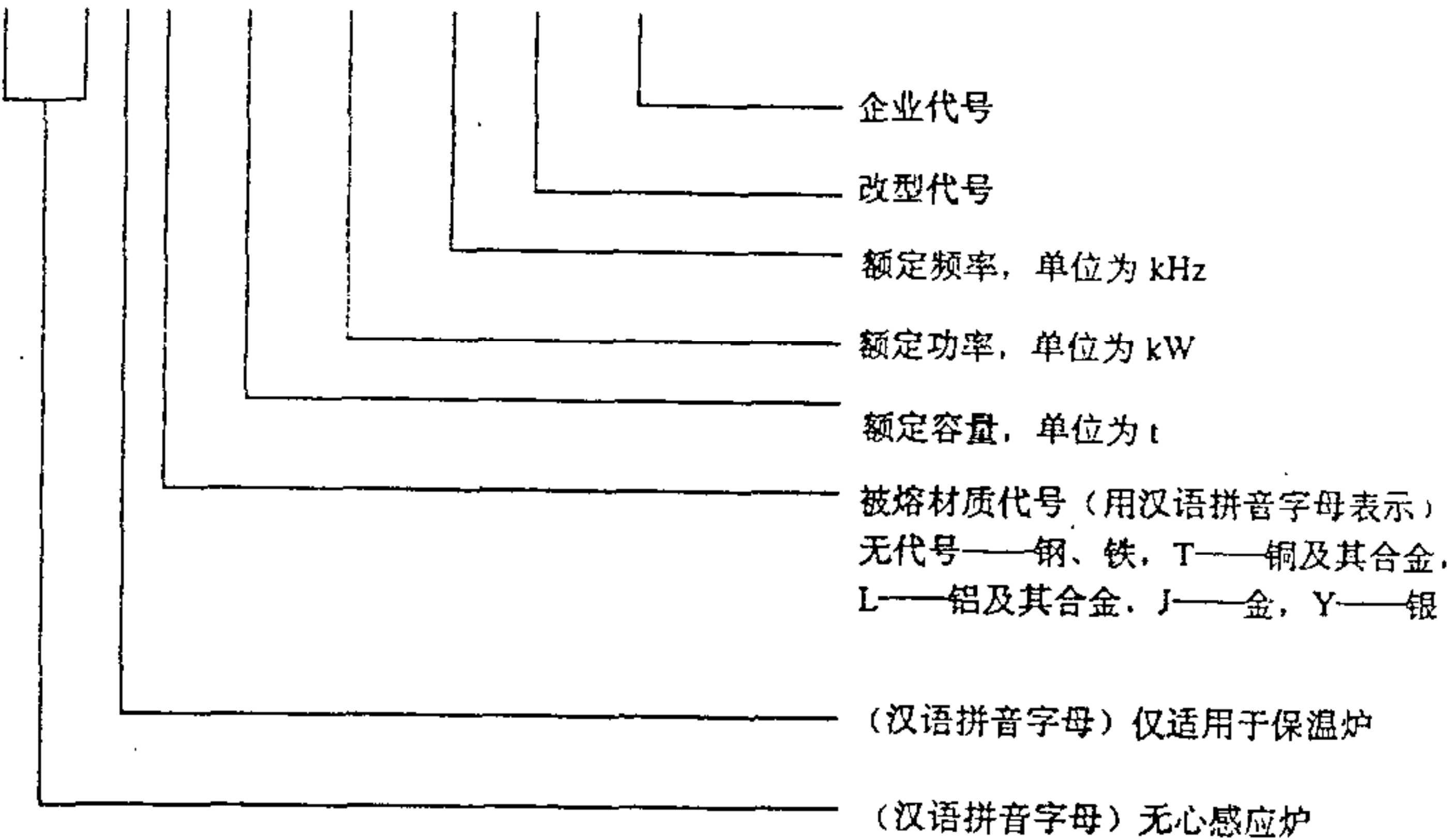
表 1 熔铁（钢）中频无心感应炉额定功率和额定频率推荐值

额定容量 t	推荐的额定功率 范围 kW	推荐的额定频率 Hz	额定容量 t	推荐的额定功率 范围 kW	推荐的额定频率 Hz
0.01	10~20	8000	2	1000~2000	500、1000
0.03	20~50	4000、8000	3	1500~2500	250、500
0.05	50~100	2500、4000	5	2500~4000	150、250、500
0.1	100~160	1000、2500	7	3000~5500	150、250
0.15	100~200	1000、2500	10	4000~8000	150、250
0.25	160~250	1000、2500	15	5000~12000	150、250
0.5	250~500	500、1000	20	6000~16000	150
1	500~1000	500、1000	25	7500~20000	150
1.5	750~1500	500、1000	30	9000~24000	150

4.2 产品型号

中频无心炉产品型号由以下部分组成：

G WB □ □—□ / □ □—□



4.3 主要参数

- a) 额定容量，单位为t；
- b) 额定功率，单位为kW；
- c) 额定频率，单位为Hz；
- d) 额定工作电压，单位为V；
- e) 中频电源额定电压，单位为V；
- f) 额定温度，单位为℃；
- g) 熔化率或升温率，单位为t/h；
- h) 单位电耗，单位为kW·h/t；
- i) 冷却水压力，单位为MPa；
- j) 冷却水流量，单位为m³/h；
- k) 炉体重量，单位为t；



1) 炉体外形尺寸, 单位为mm。

## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

中频无心炉应符合GB/T 10067.3—1988中第5章的有关规定。该标准的规定与本标准有差异时, 应以本标准为准。

### 5.2 对设计和制造的补充要求

#### 5.2.1 总体设计

中频无心炉主要由炉体、倾炉传动装置、操作控制台、母线、电容器柜(或与中频电源装置组合在一起)、中频电源装置与冷却水路系统等组成。一般一套中频电源装置配一台或两台中频无心炉(其中一台用作熔化, 另一台备用或同时进行保温、浇注和装料作业), 也可配更多炉体, 如两台同时熔化, 另一台进行保温、浇注和装料, 以提高生产率。配多台炉体时如需配备相应容量的换炉开关, 可按9.2提出。

炉体一般为立式可倾动结构, 炉膛为耐火材料捣筑的坩埚或其他型式的坩埚, 炉体上部的炉盖可开闭, 炉体可倾动部分安装在固定炉架上, 由液压或电动或手动倾动, 中频无心炉通常为落地式安装或半地下安装。

中频无心炉的设计应重点考虑炉体整体装配的刚性、漏磁对结构材料的影响、感应线圈的电气性能、漏炉报警、水路监测等, 其安全措施应有效可靠。中频电源的输出功率应根据烘炉、熔化和保温等各工况的需要进行调节; 配多台炉体同时运行时, 各炉功率分配应能按工艺要求进行调节。在保证安全及操作、维护方便的前提下, 中频无心炉振荡回路母线与软电缆应尽量短, 以减少线路阻抗和损耗。

#### 5.2.2 倾动炉架

倾动炉架为钢制或铝合金制炉壳结构或框架结构, 感应线圈、磁轭与其连接成一体。倾动炉架应有足够的刚性, 在承载最大装料量倾动时应能保持运行平稳。炉台面板应覆盖严密。

#### 5.2.3 固定炉架

固定炉架应能支承炉体自重(包括最大装料量)及炉体倾动时的作用力, 轴承座底板与固定炉架以及固定炉架与安装基础应牢固连接。

#### 5.2.4 坩埚及其炉衬

中频无心炉的坩埚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。用户需炉衬推出装置时, 可按9.2提出。对导电材料坩埚的要求, 可在企业产品标准中规定或由用户和制造厂商定。

#### 5.2.5 坩埚外部的绝缘层和绝热层

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, 应考虑设置炉衬的松散层。禁止使用含石棉的材料。

#### 5.2.6 感应线圈

感应线圈应符合GB/T 10067.3—1988中5.1.3.1、5.1.3.2、5.1.3.4和5.1.3.5及以下规定。

5.2.6.1 感应线圈导体材质应是不低于T2的圆铜管或方形或矩形铜管。当铜管由于长度规格所限而必须焊接加长时, 应制定相应焊接工艺和严格的检验规则, 以确保可靠导电和不渗漏。连接板的焊接应保证导电性和水路畅通。

5.2.6.2 感应线圈绕制成形后, 应经1.5倍最大工作压力的水压试验, 历时5min应无渗漏现象。

5.2.6.3 感应线圈绕制成形后, 应按专业工艺进行绝缘处理, 所用绝缘层及绝缘漆的耐热绝缘等级应不低于B级。

5.2.6.4 感应线圈制造尺寸偏差应符合设计图样的要求。

5.2.6.5 感应线圈及其匝间应由坚固的结构支承件、磁轭和拉杆等固定和定位, 以增强刚性, 使其在

运行中不产生变形和位移。

5.2.6.6 在正常使用条件下,感应线圈的使用期限(指绝缘)应不小于6000h。

### 5.2.7 磁轭

磁轭应由硅钢片叠装而成,其截面积和长度应能限制漏磁通和支撑感应线圈载荷,并应与炉体紧固成一体。

### 5.2.8 炉盖和排烟除尘装置

1t及其以上的中频无心炉应有可移动的炉盖,其上可设观察孔,可用手动或其他动力开闭;1t以下的中频无心炉炉盖可视需要,由供需双方商定。当有需要时,应对大容量中频无心炉配置排烟除尘装置,并按9.2提出。

### 5.2.9 水冷系统

中频无心炉水冷系统可为开放式或封闭式循环给水系统。水冷系统中应设有水温、水压监测和保护环节,各支路还应设置流量调节阀。

### 5.2.10 传动装置

中频无心炉应装设倾炉和炉盖开闭的传动机构,且运转应均匀、平稳、灵活、可靠。倾炉运动在炉子冷态和热态下均不应有卡死、冲击和颤动,最大倾炉角度为 $95^{\circ}$ 。对大容量中频无心炉,当需有后倾功能以便除渣时,可按9.2提出。在倾炉极限位置应有可靠的限位装置。

中频无心炉一般采用液压或电动传动系统,但对小容量的中频无心炉也可以采用手动传动系统。

液压系统应由液压泵和油箱等组成。油箱内回油处应装有网式滤油器或磁性滤油器,以滤去油液中的杂质和铁锈。油箱盖上应装有空气过滤器,以防尘埃进入油箱,油箱盖与箱体之间应密封。为便于检修,液压泵及主要附属装置应安装在油箱外部。液压系统的各部分管路应无漏油现象,以防因熔化金属偶然飞溅而引起意外事故。

液压系统应能经受1.5倍最高工作压力的试验,该压力在型式试验时应保持10min,在出厂试验时应保持5min,管路各处应无泄漏现象,金属管道应无变形。

液压系统(或电动系统)总装完成后,应进行倾炉操作试验。型式试验应在空载和重载(加配重)情况下各连续操作5次,出厂试验应在空载情况下连续操作5次,应无松动或变形,转动应灵活、平稳、可靠。

采用液压系统操作炉盖启闭时,应操作平稳、灵活、可靠。

为防止周围环境的砂尘和铁水污损液压系统的液压缸工作表面,应采取适当的保护措施。

### 5.2.11 中频电源装置

5.2.11.1 中频无心炉应配置符合JB/T 8669—1997的半导体中频电源装置。该电源装置应与炉子负载回路具有良好的匹配,应能保证炉子性能指标的要求,其输出功率应能在10%~100%范围内调节,以满足烘炉、熔化和保温的不同要求,其工作频率范围应与额定频率相对应。

中频电源装置的额定功率,在保证振荡回路补偿电容器组的电压不超过额定值时,其允许偏差为+5%。

5.2.11.2 中频无心感应炉应配备补偿电容器柜。负载回路的功率因数应能自动调节且不低于其产品标准的规定。补偿电容器应符合JB/T 7110—1993的规定。

5.2.11.3 中频无心炉配置的中频电源装置,除冷炉料熔炼初期外,大部分熔炼周期应运行在恒额定功率下;根据需要也可整个熔炼周期运行在恒额定功率下。对大容量高功率炉,建议配置计算机过程监控系统,以确保高熔化率下的运行可靠性。

5.2.11.4 功率大于500kW的中频电源装置一般应配置整流变压器,整流器的型式应有利于电网谐波的减少,必要时应在整流变压器一次侧(原边)配置谐波吸收装置。

## 5.3 性能要求

中频无心炉的性能应符合GB/T 10067.3—1988中5.2的相关规定和以下各条要求。

### 5.3.1 额定温度

中频无心炉的额定温度，熔钢为1600℃；熔铁为1450℃；铁保温炉为从1350℃提高至1450℃（即升温100℃），在实际运行中其额定温度可根据工艺需要变动。

### 5.3.2 单位电耗、熔化率和升温率

中频无心炉的单位电耗和熔化率以及升温率（适用于保温炉）应在企业产品标准中规定。

### 5.3.3 表面温升

中频无心炉的各构件表面温升值应不超过表2规定。

表 2

部 位	表面温升 K
炉架、炉壳、磁轭	75
炉底板、炉盖	200
液压系统油箱、大电流母线等	35

### 5.3.4 噪声

中频无心炉配套用的变压器、电抗器、液压装置、电气开关等的噪声应分别按相应标准的规定。中频无心炉在额定运行状态下，其炉体的噪声应不大于82dB。

## 5.4 安全要求

中频无心炉的安全要求应符合 GB 5959.3 中的有关规定和以下补充规定，当有附加要求时，可按9.2提出。

5.4.1 对不同工作电压下的所有感应线圈和水冷电缆等所用的进出水软管的长度，应按单个支路中泄漏电流不大于20mA的要求设计，软管本身应具有足够的电气绝缘性能和机械强度。

5.4.2 中频无心炉正常工作时不同的带电体之间，带电体与地之间的电气间隙和爬电距离应符合表3的规定。

表 3

中频主回路电压 $U_m$ V	电气间隙 mm	爬电距离 mm
$U_m \leq 500$	10	20
$500 < U_m \leq 1000$	15	30
$1000 < U_m \leq 1500$	20	40
$1500 < U_m \leq 2000$	25	45
$2000 < U_m \leq 3000$	30	50

5.4.3 对中频无心炉所有馈电部分的易触及处，均应设置必要的保护网罩。对炉架、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。

5.4.4 为防止突然停电、停水而引起事故，应在产品说明书中明确规定用户应备有备用水源。当冷却水偶然停止时，应能立即转换。

5.4.5 1t以上的中频无心炉应有炉衬漏电流监测和漏炉报警装置，漏炉前应发出报警信号并自动切断电源。

## 5.5 成套要求

5.5.1 在企业产品标准中应列出供方规定的中频无心炉成套范围，一般应包括下列各项：

- 炉体；
- 液压或电动或手动倾炉传动装置；
- 操作控制台；
- 整流变压器（适用于大功率中频无心炉）；



- e) 中频电源装置;
- f) 电容器柜 (或与e) 项组合在一起);
- g) 水冷软电缆;
- h) 备件;
- i) 出厂文件 (包括产品说明书和必要的设计图样)。

在企业产品标准中应列出上述各项的具体内容, 包括型号、规格和数量, 如对供方规定的项目有不同要求时, 可按9.2提出。

5.5.2 当要求提供下列配件或装置时, 可按 9.2 提出, 其技术要求由供需双方商定。

- a) 中频母线;
- b) 电子自动称量装置及配件;
- c) 装料装置;
- d) 换炉开关;
- e) 排烟除尘装置;
- f) 筑炉及拆炉工具;
- g) 炉衬推出装置;
- h) 纯水循环冷却装置;
- i) 水路系统及配件;
- j) 后倾装置;
- k) 谐波吸收装置;
- l) 测温仪表及补偿导线。

## 6 试验方法

中频无心炉的试验方法应按GB/T 10066.1—2004及GB/T 10066.3—2004的相关规定和以下补充规定进行。

### 6.1 单位电耗和熔化率的测量

应按GB/T 10066.3—2004中5.9进行并补充如下:

- a) 试验应在连续两炉以后的热态下进行;
- b) 中频无心炉熔钢应采用普通中碳钢; 熔铁应采用普通铸铁; 其他熔材由企业产品标准规定或由用户和制造厂商定;
- c) 试验炉料大小应与炉子的额定频率相适应, 且大小块料应搭配, 以充分利用炉膛空间和避免搭桥, 炉料表面应无炉渣、砂粒、锈层或油污等。炉料可分批加入, 直至额定容量。加料重量或追加炉料重量应能使中频电源输出额定功率或接近额定功率;
- d) 试验期间应尽量减少炉盖的打开次数和时间;
- e) 取连续三炉平均值。

### 6.2 构件表面温升的测量

中频无心炉受热构件表面温升的测量应按GB/T 10066.3—2004中5.10进行。

表面温升的测量点规定如下:

- a) 炉架、炉壳、磁轭、炉底板和炉盖外表面任意点;
- b) 液压系统的油箱外表面;
- c) 母线、水冷电缆连接端的外表面任意点。

注: 炉壳和炉盖上靠近炉口的外表面部分, 距观察孔边缘100mm以内以及磁轭端部埋入耐火材料的部分, 均不在测量范围内。

用准确度不低于2.5级表面温度计测量。

### 6.3 漏炉报警装置的检验

在出厂试验时,输入模拟信号,观察报警是否正常动作,在型式试验时可按企业产品标准规定进行。

## 7 检验规则

中频无心炉的检验按GB/T 10067.1—1988第7章相关规定进行。

### 7.1 中频无心炉的出厂检验项目规定如下:

- a) 触电防护措施的试验;
- b) 炉体装配尺寸检测;
- c) 感应线圈制造质量的检查;
- d) 感应线圈与炉壳的电气间隙测量;
- e) 感应线圈与炉壳的绝缘电阻测量;
- f) 感应线圈与磁轭间绝缘电阻测量;
- g) 中频无心炉绝缘耐压试验;
- h) 液压系统的检验;
- i) 倾炉传动机构的倾炉操作试验;
- j) 感应线圈的水压试验;
- k) 安全联锁和报警系统的试验(包括漏炉报警装置的检验);
- l) 配套件检查,包括型号、规格、出厂合格证件的检查;
- m) 供货范围的检查;
- n) 包装检查。

### 7.2 中频无心炉型式试验项目规定如下:

- a) 全部出厂检验项目;
- b) 炉料温度的测量;
- c) 单位电耗、熔化率和升温率的测量;
- d) 构件表面温升的测量;
- e) 水流量和冷却水温升的测量;
- f) 热态试验后的检查。

## 8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志、包装、运输和贮存应符合GB/T 10067.1—1988第8章的规定。

### 8.2 中频无心炉铭牌上应标出下列各项:

- a) 产品型号和名称;
- b) 额定容量,单位为t;
- c) 额定工作电压,单位为V;
- d) 额定功率,单位为kW;
- e) 额定频率,单位为Hz;
- f) 额定温度,单位为℃;
- g) 炉体重量,单位为t;
- h) 产品编号;
- i) 出厂日期;
- j) 制造厂名(对出口产品应有国名)。

## 9 订购和供货

9.1 中频无心炉的订购和供货应按 GB/T 10067.1—1988 第 9 章的规定。

9.2 需方有下列特殊要求时,可向供方提出,具体要求由供需双方商定。

- a) 对单位制、电源电压、电源频率的不同要求(见GB/T 10067.1—1988的5.1.1.1);
  - b) 对使用环境的不同要求(见GB/T 10067.1—1988的5.1.2);
  - c) 对安全和环境保护的附加要求(见GB/T 10067.1—1988的5.1.5.1和本标准5.4);
  - d) 对涂漆的不同要求(见GB/T 10067.1—1988的5.2.7);
  - e) 对包装的特殊要求(见GB/T 10067.1—1988的8.2);
  - f) 对水路系统的不同要求(见GB/T 10067.1—1988的5.1.3);
  - g) 要求提供换炉开关(见5.2.1和5.5.2.d));
  - h) 要求提供炉衬推出装置(见5.2.4和5.5.2.g));
  - i) 要求提供排烟除尘装置(见5.2.8和5.5.2.e));
  - j) 要求提供后倾装置(见5.2.10和5.5.2.j));
  - k) 对供方规定供应项目的不同要求(见5.5.1);
  - l) 要求提供中频母线(见5.5.2.a));
  - m) 要求提供电子自动称量装置及配件(见5.5.2.b));
  - n) 要求提供装料装置(见5.5.2.c));
  - o) 要求提供筑炉及拆炉工具(见5.5.2.f));
  - p) 要求提供纯水循环冷却装置(见5.5.2.h));
  - q) 要求提供水路系统及配件(见5.5.2.i));
  - r) 要求提供谐波吸收装置(见5.5.2.k));
  - s) 要求提供测温仪表及补偿导线(见5.5.2.l))。
-

中 华 人 民 共 和 国  
机械行业标准  
中频无心感应炉  
JB/T 4280—2004

\*

机械工业出版社出版发行  
北京市百万庄大街22号  
邮政编码：100037

\*

开本890mm×1240mm 1/16·1印张·21千字  
2004年8月第1版第1次印刷

\*

书号：15111·7348

网址：<http://www.cmpbook.com>

编辑部电话：(010) 88379779

直销中心电话：(010) 88379693

封面无防伪标均为盗版

版权专有 侵权必究