

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 4280—1993

中 频 无 心 感 应 炉

1 主题内容与适用范围

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

本标准适用于频率为高于工频 50(60)Hz, 低于 10000 Hz, 额定容量为 0.01、0.03、0.05、0.1、0.15、0.25、0.5、1、1.5、2、3、5、7、10、15、20、25、30 t, 以中频电源供电的无心感应熔炼炉和铁保温炉。

2 引用标准

GB 10066.1	电热设备的试验方法 通用部分
GB 10066.3	电热设备的试验方法 无心感应炉
GB 10067.1	电热设备基本技术条件 通用部分
GB 10067.3	电热设备基本技术条件 感应加热设备
GB 5959.1	电热设备安全 第一部分 通用部分
GB 5959.3	电热设备安全 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
JB 4086	中频感应加热用电控设备技术条件

3 术语

除下列术语的定义外, 本标准采用 GB 10066.3 第 3 章中所规定的术语。

3.1 额定容量

中频无心炉设计时规定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

中频无心炉设计时选用的, 由中频电源装置输出的标称频率。

3.3 炉子的热稳定状态

输入给炉子的全部功率, 都用来补偿其热损失时炉子所处的状态, 如无特殊指明, 一般连续运行两炉以后, 即为热稳定状态。

3.4 额定工作电压

由炉子的感应线圈与补偿电容器组构成振荡回路中的感应线圈两端最高电压。

3.5 单位电耗

为使额定容量的炉料从初始温度升到额定温度(包括熔化或液态炉料升温), 从工频电源输入端供给炉子的总电能(kW·h)与额定炉料重量(t)之比。

4 产品分类

4.1 品种和规格

中频无心炉按用途可分为熔钢炉、熔铁炉、铁保温炉、熔铜炉、熔铝炉、熔金炉、熔银炉等, 对熔钢、熔铁炉的品种规格见表 1, 其他可依据本标准的额定容量等级, 由用户与制造厂商定。

表1 中频无心感应炉主要技术参数

额定容量 t	中频电源额定功率推荐范围 kW	中频电源频率推荐范围 Hz	熔炼铸钢 1600℃		熔炼铸钢 1450℃		技术分级
			熔化率 t/h	单位电耗 kW·h/t	熔化率 t/h	单位电耗 kW·h/t	
0.01	—	—	—	—	—	—	—
0.03	—	—	—	—	—	—	—
0.05	—	—	—	—	—	—	—
0.1	100~160	1000~2500	0.11	900	0.115	870	A
			0.14	830	0.147	800	B
			0.18	770	0.187	740	C
0.15	100~200	1000~2500	0.13	830	—	—	A
			0.20	800	0.214	770	B
			0.25	735	0.27	705	C
0.25	160~500	1000~2500	0.20	820	0.22	800	A
			0.37	720	0.40	650	B
			0.95	610	1.00	570	C
0.5	250~1000	500~1000	0.35	800	0.37	770	A
			0.74	615	0.81	585	B
			1.40	585	1.50	560	C
1	500~1500	500~1000	0.76	789	0.79	750	A
			1.50	590	1.60	565	B
			2.00	575	2.07	550	C
1.5	750~1500	500~1000	1.10	650	1.13	620	A
			1.50	600	1.53	570	B
			2.40	575	2.57	555	C
2	1000~2000	500~1000	2.40	610	1.50	585	A
			2.50	575	2.60	555	B
			3.00	570	3.15	550	C
3	1500~2500	500	2.40	640	2.50	610	A
			2.90	610	3.05	590	B
			4.00	600	4.18	570	C
5	2000~3000	500	3.00	585	3.10	560	A
			4.05	570	4.16	555	B
			5.00	560	5.20	545	C
7	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—

续表 1 中频无心感应炉主要技术参数

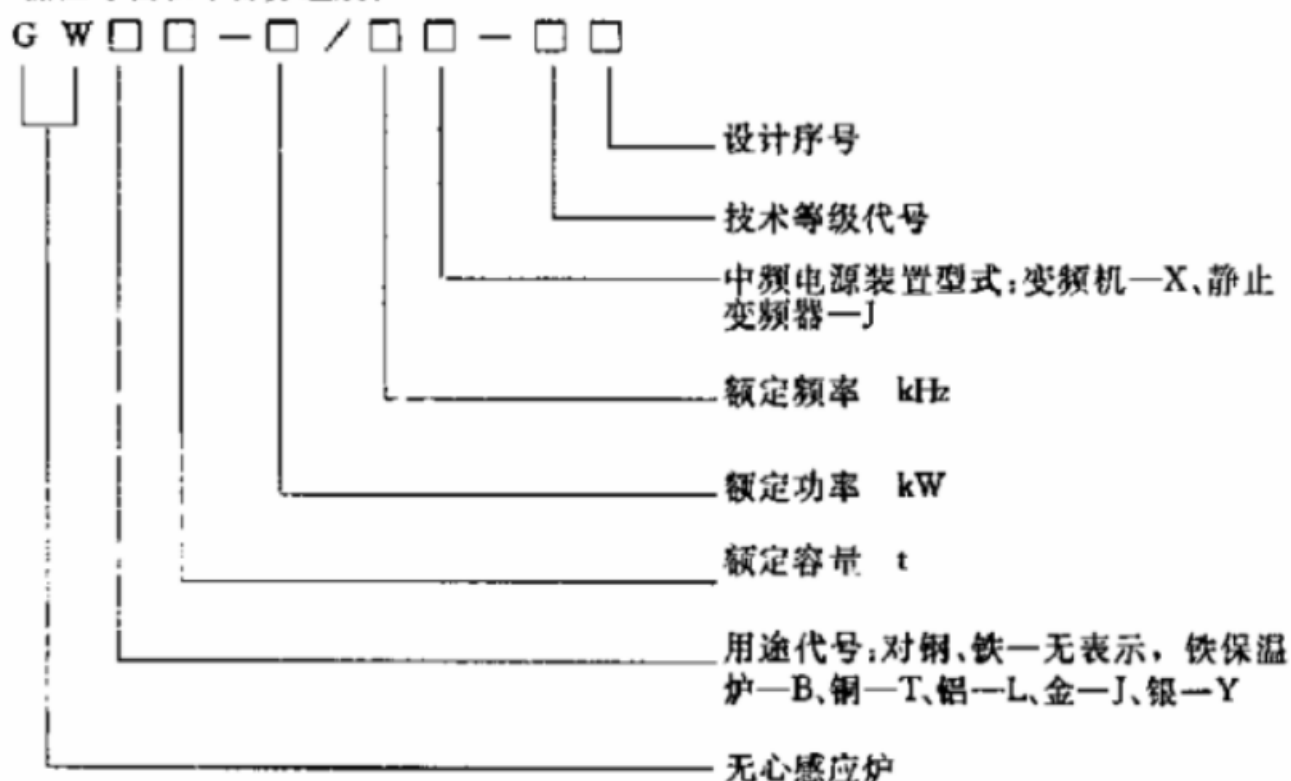
额定容量 t	中频电源额定功率推荐范围 kW	中频电源频率推荐范围 Hz	熔炼铸铁 1600℃		熔炼铸铁 1450℃		技术分级
			熔化率 t/h	单位电耗 kW·h/t	熔化率 t/h	单位电耗 kW·h/t	
20	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—

注：① 容量等级 0.05 t 以下和 7 t 以上的中频无心炉其单位电耗和熔化率（或升温生产率）不做规定，可由供方与需方协商。

② 所列参数是以晶闸管中频电源供电的，如用变频机组供电，其单位电耗偏差为+10%，熔化率偏差为-11%。

4.2 产品型号

中频无心炉产品型号由以下部分组成：



4.3 主要参数

- 额定容量，t；
- 额定功率，kW；
- 额定频率，Hz；
- 额定工作电压，V；
- 中频电源额定电压，V；
- 额定温度，℃；
- 熔化率，t/h 或升温生产率，t/h；
- 单位电耗，kW·h/t；
- 冷却水压力，MPa；
- 冷却水耗量，m³/h；
- 炉体重量，t；
- 炉体外形尺寸，mm。

5 技术要求

5.1 一般要求

中频无心炉应符合 GB 10067.1 第 5 章的相关规定。

5.2 设计与制造的补充要求

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(其中一台备用),配两台炉体时应配备相应容量的倒炉开关。用户不需要备用炉体时,可按第 9.2 条提出。

炉体一般为立式可倾动结构,炉膛为耐火材料砌筑的坩埚(或石墨坩埚),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,防止漏炉报警,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,在保证安全及操作、维护方便的前提下,其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结构,感应线圈、磁轭与炉架联结成一体,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。

当有特殊要求时,可按第 9.2 条提出。

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)及炉体倾动中的作用力,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。

当有特殊要求时,可按第 9.2 条提出。

5.2.4 炉衬

中频无心炉炉衬应符合 GB 10067.3 第 5.1.4 条的要求,其厚度应符合设计尺寸,炉衬的烘烤和烧结工艺应在产品说明书中规定。

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绝缘层和绝热层,绝缘层应选用带有增强材料的 H 级以上绝缘材料,绝热层应选用工作温度不低于 500℃ 的保温材料。

5.2.6 感应线圈

感应线圈应符合 GB 10067.3 第 5.1.3 条的 5.1.3.1、5.1.3.2 和 5.1.3.4、5.1.3.5 条及以下规定。

5.2.6.1 感应线圈导体材料应是不低于 T2 的圆铜管或方形或矩形铜管,在无安全检验手段的条件下,铜管不允许加长焊接。连接板和抽头连接板的焊接应保证导电性和水路畅通,抽头位置适当,连接、拆换方便。

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 5 min 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 在正常使用条件下,感应线圈的使用期限(指绝缘)对 A、B、C 级产品应分别不小于 6000、8800、12000 h。

5.2.7 磁轭

磁轭应用硅钢片叠装而成,其截面积和长度应能限制漏磁通和支撑感应线圈载荷,同时应能与炉体

本身坚固。

5.2.8 炉盖

1 t 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;1 t 以下的炉盖可视需要,由供需双方商定。

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许有卡死、冲击和颤动,最大倾炉角度为 95° ,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可以采用手动传动系统。

液压系统应由油泵或油箱等组成。油箱内回油处应装置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,油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。

液压系统应经受最高工作压力的 1.5 倍,型式试验保持 10 min,出厂试验保持 5 min,管路各处无泄漏现象,金属管道无变形。

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,转动灵活平稳可靠。

采用液压系统操作炉盖开闭时,应使炉盖打开或盖上,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油缸工作表面,应采取适当的保护措施。

5.2.11 中频电源装置

5.2.11.1 中频无心炉应配置中频电源装置,该电源装置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。

中频电源装置额定功率,在保证振荡回路补偿电容器组的电压不超过额定值时,其额定功率允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

5.2.11.2 中频无心炉应配备补偿电容器柜,手动或自动进行功率因数调节,手动进行调节的为 A 级,自动进行调节的为 B 级,自动进行调节而保持恒功率运行的为 C 级。

5.2.11.3 1 t 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。

5.3 性能要求

中频无心炉的性能应符合 GB 10067.3 第 5.2 条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°C ;熔铁为 1450°C ;铁保温炉为从 1350°C 提高至 1450°C (即升温 100°C)在实际运行中其额定温度可根据工艺需要变动。

5.3.2 单位电耗和熔化率

中频无心炉的单位电耗和熔化率及其技术分级应符合表 1 的规定。

5.3.3 温升

中频无心炉的各部位表面温升应符合表 2 规定。

表 2

部 位	允许表面温升 K
炉架、炉壳、磁轭	75
炉底板、炉盖	200
液压系统油箱	35

5.4 安全要求

中频无心炉的安全要求应符合 GB 5959.1 和 GB 5959.3 中的有关规定和以下补充规定,当有附加要求时,可按第 9.2 条提出。

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进出水软管的长度,应按单个支路中泄漏电流不大于 20 mA 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 JB 4086 中表 2 的规定。

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 $4\ \Omega$ 。

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。

5.5 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:

- a. 炉体;
- b. 液压或电动或手动倾炉传动装置;
- c. 操作控制台;
- d. 中频电源装置;
- e. 电容器柜(或与半导体变频装置组合在一起);
- f. 倒炉开关(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,可按第 9.2 条提出。

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

- a. 配套母线;
- b. 电子自动称量装置及配件;
- c. 应急装置;
- d. 筑炉及拆炉工具;
- e. 水路系统及配件;
- f. 测温仪表及补偿导线。

6 试验方法

中频无心炉的试验方法按 GB 10066.1 及 GB 10066.3 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 10066.3 第 5.8 条进行并补充如下:

- a. 试验应在连续两炉以后的热稳定状态下进行；
- b. 中频无心炉熔钢应采用普通中碳钢；熔铁采用普通铸铁；
- c. 试验炉料应大小块料搭配，以充分利用炉膛空间，炉料表面应无炉渣、砂粒、锈层或油污等，加料重量或追加炉料重量应能使中频电源输出最佳功率，陆续加料到额定容量；
- d. 试验期间应尽量减少炉盖的打开次数和时间；
- e. 连续三炉取平均值。

6.2 炉料温度的测量

按 GB 10066.3 第 5.11 条进行，热电偶应插入液面下合适的深度。

6.3 表面温升测量

表面温升的测量点规定如下：

- a. 炉架、炉壳、磁轭、炉底板、炉盖和外表面任意点；
- 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 100 mm 以内，均不在测量范围内。

用测量精度不低于 2.5 级表面温度计测量。

6.4 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 检验规则和等级划分

中频无心炉的检验规则按 GB 10067.1 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. 一般检查；
- b. 安全检查；
- c. 炉体装配尺寸检测；
- d. 感应线圈制造质量的检查；
- e. 感应线圈与炉壳的电气间隙测量；
- f. 感应线圈与炉壳的绝缘电阻测量；
- g. 感应线圈与磁轭间绝缘电阻测量；
- h. 中频无心炉绝缘耐压试验；
- i. 液压系统的压力试验；
- j. 倾炉传动机构的倾炉操作试验；
- k. 感应线圈的水压试验；
- l. 电气连锁及漏炉报警装置的检验；
- m. 配套件检查，包括型号、规格、出厂合格证件的检查；
- n. 供货范围，包括出厂技术文件完整性的检查；
- o. 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. 液压系统的压力试验；
- c. 倾炉传动机构的倾炉操作试验；
- d. 炉料温度测量；
- e. 炉子的单位电耗，熔化率的测量；
- f. 表面温升测量；

- g. 冷却系统的温升测量;
- h. 漏炉报警装置的检验;
- i. 热态试验后的检查。

7.3 中频无心炉的技术分级见表 3。

表 3 中频无心炉技术分级

技术分级	A	B	C
感应线圈	按第 5.2.6.5 条要求		
中频电源装置	按第 5.2.11.2 条要求		
单位电耗、熔化率	按第 5.3.2 条要求		
成套要求	按第 5.5.1 条要求	按第 5.5.1 条和 第 5.5.2 条 a 要求	按第 5.5.1 条和 第 5.5.2 条 a 和 e 要求

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 10067.1 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, t;
- c. 额定工作电压, V;
- d. 额定功率, kW;
- e. 额定频度, Hz;
- f. 额定温度, °C;
- g. 炉体重量, t;
- h. 产品编号;
- i. 标准编号;
- j. 出厂日期;
- k. 制造厂名(对出口产品应有国名)。

9 订货和供货

9.1 中频无心炉的订货和供货应按 GB 10067.1 第 9 章的规定:

9.2 需方有下列特殊要求时, 可向供方提出, 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 10067.1 第 5.1.1.1 条);
- b. 对使用环境的不同要求(见 GB 10067.1 第 5.1.2 条);
- c. 对安全和环境保护的附加要求(见 GB 10067.1 第 5.1.5.1 条);
- d. 对涂漆的不同要求(见 GB 10067.1 第 5.2.7 条);
- e. 对包装的特殊要求(见 GB 10067.1 第 8.2 条);
- f. 对水路系统的不同要求(见 GB 10067.1 第 5.1.3 条);
- g. 不需要备用炉体;
- h. 对倾动炉架的不同要求;
- i. 对固定炉架的不同要求;
- j. 对供方规定供应项目的不同要求;
- k. 要求提供配套母线;
- l. 要求提供电子自动称量装置及配件;

- m. 要求提供应急装置；
 - n. 要求提供筑炉及拆炉工具；
 - o. 要求提供水路系统及配件；
 - p. 要求提供测温仪表及补偿导线。
-

附加说明：

本标准由机械工业部湘潭牵引电气设备研究所提出并归口。

本标准由湘潭牵引电气设备研究所负责起草。

