

团 体 标 准

T/CFA 2021016—XXXX

铸造感应炉订货技术条件

The customer's technical condition of induction furnace

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国铸造协会 发布

目 次

前言.....	II
引言.....	III
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.....	2
5 技术要求.....	3
6 性能要求.....	6
7 试验方法.....	7
8 检验规则和技术分级.....	7
9 标志、包装、运输和贮存.....	8
10 订购与供货.....	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。

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这些专利的责任。

本文件由中国铸造协会熔炼技术与设备分会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件起草单位：西安电炉研究所有限公司、 、 、 ……等。

本文件主要起草人： 、 、 。

本文件首次发布。

引 言

近年来，随着铸造行业的快速发展，铸造感应炉已经进入了飞速发展阶段，当前铸造感应炉市场具有产品质量参差不齐、电效率低、安全隐患突出、虚假宣传严重、售后维护无保障等特点。因此，行业内急需制定统一的铸造感应炉订货技术标准。

本文件旨在为铸造感应炉市场提供一个统一的、规范的技术条件。本文件充分纳入和反映了当今铸造感应炉产品质量，提升了铸造设备技术，保证了标准的时效性，为进一步推进铸造感应炉市场产业结构调整与优化升级，推动我国先进装备制造技术快速发展提供了依据和规范。标准实施后，将为整个行业带来巨大的经济和社会效益。

与市场目前的技术相比，本文件技术指标覆盖全面，技术要求先进合理，与目前铸造感应炉技术要求相适应。

铸造感应炉订货技术条件

1 范围

本文件规定了铸造感应炉订货技术条件的产品分类、技术要求、性能要求、试验方法、检验规则和技术分类、标志、包装、运输、贮存及订购和供货。

本文件适用于铸钢、铸铁行业非真空中频无心感应炉。其他结构形式的感应炉（如，真空感应炉、有心感应炉）、其他工作频率的感应炉（如，工频感应炉、高频感应炉）以及熔炼其他金属的感应炉（如，熔铜感应炉、熔铝感应炉）的订货技术条件可参考本文件。

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/T 2900.23 电工术语工业电热装置

GB 4824 工业、科学和医疗设备射频骚扰特性限值和测量方法

GB/T 5611 铸造术语

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/T 10066.1—2019 电热和电磁处理装置的试验方法 第1部分：通用部分

GB/T 10066.3—2014 电热装置的试验方法 第3部分：有心感应炉和无心感应炉

GB/T 10067.1—2019 电热和电磁处理装置基本技术条件 第1部分：通用部分

GB/T 10067.3—2015 电热装置基本技术条件 第3部分：感应电热装置

JB/T 9691 电热设备产品型号编制方法

T/CFA 0310021—2023 铸造企业规范条件

3 术语和定义

GB/T 2900.23、T/CFA 0310021、GB 5959.3、GB/T 10067.3 和GB/T 5611 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铸造感应炉 induction furnace

由具有炉膛或炉室的感应电热设备及其在操作和使用中所必需的电气和机械附属设备所组成的，用于铸造炉料进行熔炼、保温和浇注的铸造感应炉，分别称为感应熔炼炉、感应保温炉和感应浇注炉。

[来源：GB/T 10067.3—2015，定义3.3，有修改]

3.2

额定功率 rated power

铸造感应炉设计时规定并在铭牌上标出的，在额定工作电压、工作频率下，炉子主电路最大输入功率。

3.3

额定容量 rated capacity

铸造感应炉设计时规定并在铭牌上标出的，在正常工作条件下容纳高温液态炉料的质量。

3.4

额定温度 rated temperature

铸造感应炉设计时规定并在铭牌上标出的，进行熔炼和升温等工艺处理的炉料温度。

[来源：GB/T 10067.3—2015，3.6，有修改]

3.5

额定电参数 electric parameters of an induction electroheat installation

铸造感应炉设计时规定并在铭牌上标出的输入电压称为额定电压，感应线圈两端的电压、频率称为工作电压、工作频率。

[来源：GB/T 10067.3—2015，3.5，有修改]

4 产品分类

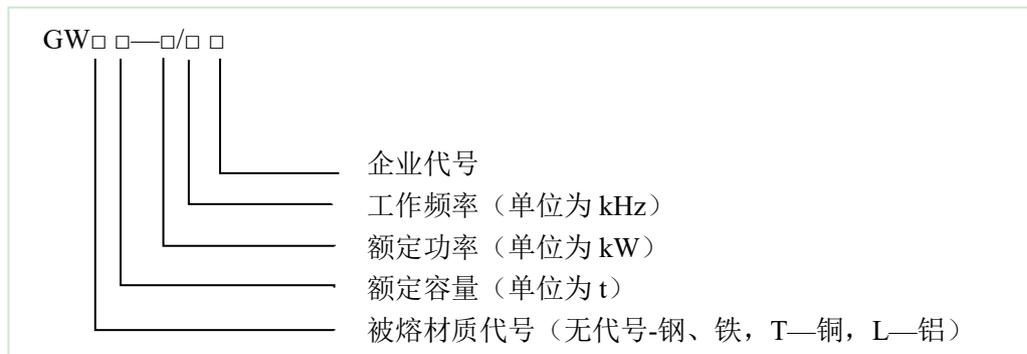
4.1 分类方法

4.1.1 铸造感应炉按用途和被熔料材质可分为熔钢/铁炉、熔铜炉和熔铝炉等品种。

4.1.2 按额定容量分为0.1t、0.5t、1t、1.5t、2t、3t、5t、7t、10t、15t、20t、30t、40t、50t、60t、70t、80t、90t、100t和120t等规格。

4.2 产品型号

铸造感应炉的产品型号应按JB/T 9691 的规定编制，由下列部分组成：



示例：GW 1—1000/1 XX表示代号为XX的企业所生产的额定容量为1t，额定功率为1000 kW，工作频率为1 kHz的感应铸铁（钢）熔化炉。

4.3 主要参数

铸造感应炉的以下主要参数应在铸造感应炉订货合同或协议中规定。

- a) 额定功率，kW；
- b) 额定容量，t；
- c) 电源相数、电压，V；
- d) 工作电压，V；
- e) 工作频率，Hz；
- f) 功率因数；

- g) 额定温度, °C;
- h) 熔化率、升温率, kg/h 或 t/h (分别适用于熔炼炉和保温炉, 但对升温率应另标注升温范围, 如 xxx°C-xxx°C);
- i) 单位电耗, kW·h/t;
- j) 冷却液(水)压力, MPa;
- k) 冷却液(水)流量, m³/h 或 t/h;
- l) 变压器容量, kVA。

5 技术要求

5.1 一般要求

铸造感应炉主要由炉体、传动装置、操作控制台、母线及水冷电缆、变压器、变频电源(进线端需有短路隔离开关)与冷却系统等组成, 应符合T/CFA 0310021、GB/T 10067.3 和GB 5959.3 的规定, 当这些文件的规定与本文件的有差异时, 应以本文件的为准。

5.2 炉体

5.2.1 炉体组成

铸造感应炉炉体应包括炉壳、炉衬或坩埚、感应线圈、磁轭、炉盖等, 炉体应安装在固定炉架上, 应采用液压、电动或手动倾动。

5.2.2 炉壳

铸造感应炉炉壳应为钢制或铝合金制炉壳结构或框架结构, 应与感应线圈、磁轭与其连接成一整体。炉壳应有足够的刚性和强度, 在承载最大装料量倾动时应能保持运行平稳, 在极限工况下(如发生漏炉爆炸事故)应能保持结构基本完整。额定容量1 t及以上铸造感应炉炉壳应采用钢制结构。铸造感应炉长期运行时, 炉壳炉架表面温升不应超过 75 K (°C), 炉底板表面温升不应超过 200 K (°C)。

5.2.3 炉衬或坩埚

5.2.3.1 铸造感应炉炉衬通常应由耐火材料捣筑而成, 炉衬厚度应符合设计尺寸。炉衬的捣筑、烘烤和烧结等应按耐火材料厂商提供的工艺操作, 并记录。坩埚通常应由石墨、碳化硅等制成, 坩埚厚度应符合设计尺寸。

5.2.3.2 铸造感应炉炉衬或坩埚材质的选型与被加热的炉料应匹配, 使用寿命宜由用户和耐火材料厂商定。

5.2.3.3 在铸造感应炉炉衬与感性线圈之间应有H级以上绝缘材料的绝缘层和工作温度不低于 500 °C 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。

5.2.3.4 额定容量 1 t及以上铸造感应炉应配备炉衬漏电流监测和漏炉报警装置。

5.2.4 感应线圈

5.2.4.1 铸造感应炉感应线圈制造尺寸偏差应符合设计图样的要求。在满足隔热和绝缘条件下, 各匝线圈应尽可能相互靠近, 以提高感应线圈电效率。

5.2.4.2 铸造感应炉感应线圈导体应是低电阻率、高质量、材质不应低于 T2 的圆形、方形或矩形铜管, 厚度应满足工作频率透入深度和机械强度的要求。

5.2.4.3 当铸造感应炉感应线圈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。有抽头的感应线圈，抽头的位置应适当，以便于换接。感应线圈两端头和中间抽头的连接板与线圈的焊接应保证导电良好和水冷线圈的水路畅通。连接板应平整光滑，具有足够的接触面积并应作必要的防锈处理。

5.2.4.4 铸造感应炉感应线圈绕制成形后应进行绝缘处理，所用绝缘层及绝缘漆的耐热绝缘等级不应低于 B 级。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，在运行中不应产生变形和位移，线圈压紧装置应使线圈拆装简单。

5.2.4.5 铸造感应炉出厂前应对感应线圈进行加压试验，试验介质为冷却水，试验压力为最大工作压力的 1.5 倍，持压时间为 10 min，应无渗漏现象。

5.2.4.6 在正常使用条件下，铸造感应炉感应线圈的使用期限（指绝缘）不应小于 12000 h。

5.2.5 磁轭

5.2.5.1 铸造感应炉的磁轭应由单向取晶硅钢制成。

5.2.5.2 磁轭的结构、形状、截面积和长度应能减少漏磁、防止炉壳发热、有利于散热和硅钢片的冷却、减少噪声和可靠支撑感应线圈。特殊的磁轭设计可在不取走磁轭的情况下方便地拆装感应线圈和对其进行维修和观察。磁轭包围线圈的有效面积应大于 65 %。

5.2.5.3 铸造感应炉长期运行时，磁轭表面温升不应超过 75 K (°C)。在正常使用条件下，磁轭的使用期限（指绝缘）不应小于 30000 h。

5.2.6 炉盖

5.2.6.1 额定容量 1 t 及以上铸造感应炉应配备液压或手动提升和旋开的炉盖，其上可设观察孔；1 t 以下铸造感应炉的炉盖设置可视需要，宜由供需双方商定。

5.2.6.2 铸造感应炉应配置侧向排烟除尘装置，排烟除尘装置的收集罩在炉盖闭合时和打开加料时都能有效地运行。

5.3 传动装置

5.3.1 铸造感应炉应装设倾炉和炉盖启闭的传动机构，其运转应均匀、平稳、灵活、可靠。在炉子冷态和热态下倾炉时均不应有卡死、冲击和颤动等现象，倾炉角度不应大于 95°。在倾炉极限位置应有可靠的限位装置。

5.3.2 铸造感应炉应采用液压或电动传动系统，对小容量的中频无心炉可采用手动传动系统。

5.3.3 液压系统的各管路应无漏油现象。

5.3.4 液压系统出厂试验和型式试验试验压力应是最高工作压力的 1.5 倍，并应分别保压 5 min 和 10 min，管路应无泄漏现象，金属管道应无变形。

5.3.5 传动装置总装完成后，应进行倾炉和炉盖启闭的操作试验。出厂试验应在空载情况下连续操作 5 次；型式试验应在空载和重载情况下分别各连续操作 5 次。在上述连续试验中，传动装置均应保持正常状态，结构应无松动或变形，转动应灵活、平稳、可靠。

5.3.6 液压系统的液压缸工作表面应采取适当的保护措施。

5.4 操作控制台

5.4.1 铸造感应炉的操作控制台应采用钢质柜体，由控制仪表、控制转盘、按钮开关、电源指示灯等组成，标志应清晰。

5.4.2 操作控制台位置摆放应合理，在确保操作和维修检查的方便前提下，电磁辐射骚扰限值应符合 GB 4824 要求。

5.5 母线及水冷电缆

5.5.1 铸造感应炉的母线应选择铜排结构；

5.5.2 水冷电缆应采用优质多股铜绞线，外套应是耐高温高强度的阻燃保护管，应防熔融金属飞溅损坏；接头应冷压成型，接触应良好，抗拉能力强。

5.5.3 母线铜排电流密度不应高于 2.5 A/mm^2 ，冷电缆电流密度不应高于 10 A/mm^2 。

5.5.4 母线及水冷电缆在高温工作环境下，应不变形、接触好。

5.6 变频电源

5.6.1 结构构成

铸造感应炉的变频电源应由整流、逆变和电容三部分组成。变频电源应与负载回路具有良好的匹配，应能保证达到铸造感应炉性能指标，其输出功率应能自动调节，应能满足烘炉、熔化/加热和保温的不同要求，其工作频率变化应在要求的频率范围内。变频电源的额定功率，在保证振荡回路补偿电容器组的电压不超过额定值时，偏差应为 $+ 5 \%$ ，变频电源的起动成功率应达到 100% 。

5.6.2 功能配置

5.6.2.1 变频电源的整流型式应有利于减少电网谐波。

5.6.2.2 电容器应使用无毒电介质，应装有压力开关；当内部压力超过设计值时，可切断中频电源。电容器的选择应具有单台容量大、介质损耗低、体积小、发热少，应安全可靠。

5.6.3 电器元件和电源柜（台）

5.6.3.1 变频电源电器元件设计应合理，排放应整齐，维修及更换零部件应方便快捷，各大发热元件及铜排应设置合理的水冷。

5.6.3.2 控制柜内应设置照明工作灯和单相 AC 220 V 三极、供检查和维修使用的备用电源插座。

5.6.3.3 柜内应干净，应具有防水和防尘结构，应避免不清洁空气的污染。柜门四周应镶有耐油密封条，每扇门都应配有暗锁。

5.6.4 保护功能

5.6.4.1 变频电源应设置以下保护功能：主回路短路、DI/DT 保护、主回路错相缺相保护、可控硅过电压、过电流保护、交直流缓冲保护、电抗器温度保护、逆变器换流失败保护、电容器温度压力保护、冷却水水温及流量保护、冷却水压差保护、冷却水压低保护、炉子过电压保护、逆变器过电压保护、电流不连续保护、最大频率极限保护、接地保护等。变频电源冷却水输入应有水压继电器，当无冷却水时应能禁止起动或切断中频电源。

5.6.4.2 变频电源进线端应有隔离保护主开关。

5.6.4.3 变频电源柜体应设置机械和电气联锁装置，防止误合、误跳断路器；防止带负荷拉、合隔离开关；防止带电挂接地线；防止带接地线合隔离开关；防止人员误入带电间隔。电器柜门打开时主电源应被切断，照明灯亮。

5.6.4.4 冷却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、水压监测和安全联锁报警装置，各支路应设置流量调节阀。应配置应急冷却系统。

6 性能要求

6.1 一般要求

铸造感应炉性能指标主要包括额定功率、额定容量、功率因数、额定温度、单位电耗、熔化率和升温率、噪音、受热构件表面温升和噪声等，应符合T/CFA 0310021、GB/T 10067.3 和GB 5959.3 的规定，如与本条款有差异时，应以本条款的为准。

6.2 额定功率

铸造感应炉在额定工作状态下，测量的主电路最大输入功率应符合订货合同或协议中规定的额定功率技术要求。

6.3 额定容量

铸造感应炉在额定工作状态下，测量的额定容量应符合订货合同或协议中规定的额定容量。

6.4 绝缘电阻

6.4.1 铸造感应炉的不同带电体之间以及各带电体与导磁体和接地的金属结构件之间的绝缘电阻，当额定电压在 1000 V 及以下时绝缘电阻不应小于 1 M Ω ，额定电压在 1000 V 以上时绝缘电阻不应小于 1000 Ω 。

6.4.2 铸造感应炉导磁体压板与叠片之间，导磁体压紧螺栓与压板、硅钢片之间，用绝缘垫隔开的炉壳各部分之间，以及所有经绝缘处理的拉紧螺栓与炉壳之间等，其绝缘电阻都不应小于 0.5 M Ω 。

注：铸造感应炉导磁体压板不包括焊接压板。

6.5 绝缘耐压强度

铸造感应炉的绝缘耐压性能应符合GB/T 10066.1—2019 中 9.4 的规定。

6.6 主电路工频电源输入端功率因数

6.6.1 中频、高频铸造感应炉在满负荷情况下主电路工频电源输入端功率因数不应低于 0.86。在正弦情况下，功率因数用 $\cos\phi$ 表示；在有谐波分量时应用基波功率因数（位移因数） $\cos\lambda$ 表示。

6.6.2 工频铸造感应炉主电路工频电源输入端的功率因数不应低于 0.9。

6.7 受热构件表面温升

6.7.1 在用循环水冷却时，温升以进水温度为基准计算。

6.7.2 炉壳表面温升，一般无心感应炉不应超过 75 K (°C)，真空炉不应超过 20 K (°C)；感应体壳的表面温升不应超过 180 K (°C)。对局部超过上述温升且操作人员易接近的部位应加以防护。有心（沟槽式）炉应在其产品标准中另行规定。

6.7.3 风冷感应器的温升，对 B 级、F 级或 H 级绝缘材料温度等级，分别不应超过 80 K (°C)、100 K (°C) 或 125 K (°C)。当有心（沟槽式）炉熔沟部分的炉衬采用风冷时，进出口空气间的温升不应超过 40 K (°C)。

6.7.4 其他受热构件的表面温升值应在各产品标准中补充规定。

6.8 单位电耗

铸造感应炉的单位电耗性能应符合T/CFA 0310021—2023 中 9.3 的规定。

6.9 其他性能指标

应在各产品标准中做出规定的其他性能指标有：

a) 铸造感应炉：额定温度；

- b) 真空铸造感应炉：极限真空度、空炉抽气时间、工作真空度和压升率等真空性能；
- c) 感应透热装置：坯料温度均匀度；
- d) 熔炼炉：熔化率；
- e) 加热装置：生产率；
- f) 保温炉：升温率；
- g) 和上述设备：单位电耗。

6.10 成套要求

6.10.1 应按GB/T 10067.1—2019 中 5.6 规定的列出铸造感应炉成套供应范围，一般包括：

- a) 感应电热设备或炉体：根据需要，某些产品可配置多个不同规格的感应线圈；
- b) 机械传动装置；
- c) 专用供电设备：电炉变压器，变频装置及必要的整流变压器、补偿电容器、本文件 5.2.2 规定的三相平衡系统等；
- d) 控制柜/台；
- e) 冷却系统；
- f) 备件：其数量应满足保用期内的正常需要量；
- g) 产品说明书包括必要的图样，可按 GB/T 10067.1—2019 的 5.1.11 执行。

6.10.2 需方的特殊要求可参考本文件 10.2。

7 试验方法

7.1 铸造感应炉试验方法的通用要求应按 GB/T 10066.1 的规定执行。

7.2 有心感应炉和无心感应炉的试验方法应按 GB/T 10066.3 的规定执行。

8 检验规则和技术分级

8.1 检验规则

8.1.1 铸造感应炉应按 GB/T 10067.1—2019 第 7 章的规定检验。

8.1.2 铸造感应炉的出厂检验项目和检验规则通常包括：

- a) 触电防护措施的试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.2 和本文件 5.2.1 执行；
- b) 感应电热设备或炉体装配尺寸检测应符合订货合同或协议中规定；
- c) 感应线圈制造质量的检查应按本文件 5.2.3 执行；
- d) 绝缘电阻测量应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.3 和本文件 5.3.1 执行；
- e) 绝缘耐压试验应按本文件 5.3.2 和 GB/T 10066.3—2014 的 5.1 执行；
- f) 控制电路试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.5 执行；
- g) 冷却系统试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.6 执行；
- h) 气路系统和液压系统试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.7 和 9.8 以及本文件 5.2.7 执行；
- i) 机械传动装置的冷态试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.9 和本文件 5.2.7 执行；
- j) 安全连锁和报警系统的试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.10 和本文件 5.2.1 执行；
- k) 真空铸造感应炉的极限真空度、空炉抽气时间和压升率的测量等真空试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.11 执行；
- l) 配套件的型号、规格和合格证等检验应目测；
- m) 供货范围以及出厂技术文件完整性的检查应目测；

n) 包装检验应目测。

8.1.3 铸造感应炉的型式检验项目通常包括：

- a) 所有出厂检验项目；
- b) 感应电热设备主电路工频电源输入端功率因数的测定应按 GB/T 10066.3—2014 的 5.5 和本文件 5.3.3 执行；
- c) 单位电耗、熔化率、生产率和升温率的测定应按 GB/T 10066.3—2014 的 5.7 执行；
- d) 受热构件表面温度的测量应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.12 和本文件 5.3.4 执行；
- e) 冷却液耗量的测量应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.13 执行；
- f) 冷却液温升的测量应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.14 执行；
- g) 机械传动装置的热态试验应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.15 和本文件 5.2.7 执行；
- h) 真空铸造感应炉工作真空度的测量应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.16 执行；
- i) 热态试验后的外观检查应按 GB/T 10066.1—2019 的 9.25 执行。

8.1.4 在各产品标准中可根据产品的特点对上述出厂检验项目和型式检验项目作必要的增删。

8.2 技术分级

铸造感应炉的技术分级应按 GB/T 10067.1—2019 中 7.7 的规定执行。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 铸造感应炉的标志、包装、运输和贮存应符合 GB/T 10067.1—2019 第 8 章的规定。

9.2 铸造感应炉的铭牌上应标出、但不限于下列各项：

- a) 原产地标记/制造厂的名称和标记；
- b) 产品的型号和名称；
- c) 制造日期或日期代号；
- d) 出厂编号；
- e) 电源参数（总安装容量、相数、频率、电压）；
- f) 额定容量或额定有效容量，kg 或 t（分别适用于无心感应炉和有心感应炉）；
- g) 炉料或其加热部位尺寸，mm（适用于感应加热装置）；
- h) 额定电参数（功率、频率、电压）；
- i) 额定温度，°C；
- j) 工作真空度（适用于真空铸造感应炉）；
- k) 感应电热设备或炉体重量，t。

10 订购与供货

10.1 铸造感应炉的订购和供货应按 GB/T 10067.1—2019 第 9 章的规定执行。

10.2 可供用户选择的特殊要求包括但不限于的项目如下：

- a) 对单位制、电源电压、电源频率等的要求应按 GB/T 10067.1—2019 的 5.1.2.1 执行；
- b) 对使用环境的要求应按 GB/T 10067.1—2019 的 5.1.3.1 执行；
- c) 对水冷却系统中的循环冷却系统或其中部分设备，如机械制冷设备、水冷却塔设备或水净化设备等，有具体技术要求的应按 GB/T 10067.1—2019 的 5.1.4.2 执行；
- d) 对涂漆的要求应按 GB/T 10067.1—2019 的 5.2.9 执行；
- e) 对输入功率调节的要求应按本文件 5.2.2 执行；

- f) 要求配置排烟除尘装置应按本文件 5.2.6 执行；
 - g) 要求配置谐波吸收装置应按本文件 5.2.8 执行；
 - h) 对成套供应范围的要求应按本文件 5.4 执行；
 - i) 对包装的特殊要求应按 GB/T 10067.1—2019 的 8.2.4 执行。
-