

文章编号: 1002-1639(2001)06-0053-02

中频感应炉烘炉工艺 对坩埚寿命影响因素分析

徐文峰

(汉江工具厂 14 分厂, 陕西 汉中 723002)

摘要: 针对中频感应炉烘炉工艺对坩埚寿命的主要影响因素, 进行了示例分析和讨论, 总结了在工艺和执行中的 4 个要点, 为中频感应炉的烘炉、保障坩埚寿命, 提供了理论实践指导。

关键词: 中频感应炉; 烘炉; 工艺; 坩埚; 寿命

中图分类号: TM 924.5 **文献标识码:** B

Effects of the Baking Technology of Medium Frequency Induction Furnace on Crucible Life

XU Wen-feng

1 前言

众所周知, 中频感应炉的坩埚寿命与打炉、烘炉、工作条件三方面密切相关。在这三方面中, 打炉是内因, 烘炉和工作条件是外因。当内因一定的情况下, 烘炉这个外因就成了关键因素。这是因为各厂制定的诸如《中频感应炉熔炼操作工艺守则》等规章, 对加料、熔化等操作方法和程序, 都有了明确的规定, 针对某种金属或合金的熔炼或冶炼, 其工作条件基本上是无多大变化的; 而烘炉所给定的烘炉工艺却不然, 它要面对不同的坩埚情况以及其它情况, 如坩埚的干湿程度, 大气湿度等。下面就中频感应炉烘炉工艺对坩埚寿命影响, 作主要因素的分析, 以便达到保障和延长坩埚寿命的目的。

2 中频感应炉的坩埚和烘炉工艺

中频感应炉的坩埚按耐火材料的性质分类, 可分为碱性、中性和酸性, 其中大量使用的是镁砂(MgO)碱性坩埚和二氧化硅(SiO_2)酸性坩埚。坩埚捣制时, 除耐火材料外, 还要加适量的添加剂, 如硼酸(H_3BO_3)、卤水等, 目的是为了改善烧结质量。添加剂在中频感应炉上以硼酸使用最广, 它可以降低砂料的烧结温度和促进尖晶石的形成和改变坩埚体积的变化率。

烘炉的目的在于提高坩埚的致密性、强度和体积稳定性, 以适应冶炼条件下的需要。在中频感应炉日常生产中, 以低温烧结法烘炉最为广泛, 即炉内打制好坩埚, 用铁坩埚模或炉料从低温到高温烘烤, 最

终用洗炉来烧结坩埚。不管是碱性还是酸性坩埚, 它们的烘炉工艺都是大致相同的。一般各厂家所给出的中频感应炉烘炉工艺见表 1 和图 1。

表 1 0.5 t 碱性坩埚烘炉工艺参数

输入 功率/kW	40	60	80	120	180	220 以上
烘烧时间/h	1~2	1~2	1~1.5	1.0	1.0	

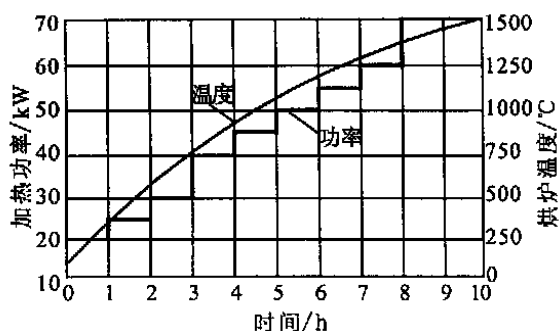


图 1 0.15 t 酸性坩埚烘炉工艺

3 烘炉工艺对坩埚寿命影响的分析

3.1 烘炉工艺中的主要影响因素

(1) 烘干阶段和烧结阶段无划分

捣制成的坩埚, 必须经过烘干和烧结后, 才能使用。烘干的目的是排出坩埚材料当中的水分; 烧结的目的是使捣制坩埚的砂料变性, 使其转变后的结构和密度能适合高温冶炼工作。烘干和烧结所要求的温度也各不相同, 烘干一般使用的是低、中温, 而烧结必须是大于 800 的高温, 二者也是以温度来划分的。

由于中频感应炉原理决定了坩埚内部存在着高低不同的温度区域,并且烧结过程中坩埚的体积变化率最大(图 2),此时断电冷却容易使坩埚产生裂纹。所以,为保证整个坩埚的烧结均匀,特别强调烧结阶段的连续快速升温 and 不可间断性。但对烘干阶段却无此严格要求,而且烘干时间有很大的调节范围。

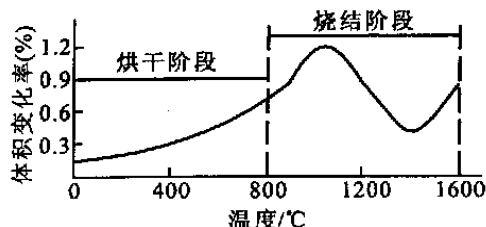


图 2 石英砂酸性坩埚($\text{SiO}_2 + \text{H}_3\text{BO}_3$ 1.5%) 烧结时的体积变化率

由表 1 和图 1 可见,一般中频感应炉烘炉工艺没有烘干阶段和烧结阶段的明确划分,这易导致烘炉工艺具体执行过程中的教条主义和盲目性,无法完全保障坩埚的烧结质量,更不可能延长坩埚的使用寿命。

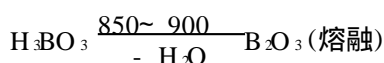
(2) 烘炉温度与供电制度不统一

中频感应炉烘炉工艺最常见的是表 1 形式。由表 1、图 1 可看出,一般的烘炉工艺没有给出烘炉温度参数,或给了也只是理论计算出的各功率下的感应电流转化成热能所达到的温度。没有反映出中频感应炉实际工作中的,在不同功率参数下,温度参数

表 2 0.5 t 碱性镁砂坩埚($\text{MgO} + \text{H}_3\text{BO}_3$ 1.5%) 烘炉情况

输入功率/kW	40	60	80	120	180	220 以上
时 间/h	1~2	1~2	1~1.5	1.0	1.0	
坩埚现象	大量水蒸气	水蒸气渐少	大量水蒸气	水蒸气渐无	炉内洗炉	钢料熔化
烘炉阶段	烘 干		烧 结			

从表 2 烘炉坩埚情况看,坩埚在功率 40 kW 和 80 kW 各有一次出现大量水蒸气的相同现象,但原因却不同。40 kW 处主要是因打炉拌砂料时加的水分和少量硼酸分解的水分所产生的蒸气,而 80 kW 是因坩埚温度开始急骤升高后(已超过磁性材料的居里点),完全由硼酸大量分解出的水分产生的蒸气。



如果烘炉工不明白烘干和烧结的区别,在 80 kW 处认为坩埚没烘干,盲目延长此功率段或以上功率段的烘炉时间,不连续快速升温,则会造成坩埚因局部温度过高而产生裂纹,严重影响坩埚的使用寿命。

与时间参数成不同正比例关系的真实情况。这样的烘炉工艺,从供电制度上只能由功率参数估判烘炉温度的高低,但烘炉温度实际参数值却不知道,烘炉温度与供电制度不能正确对应统一。

烘炉温度与供电制度不统一,对遇到刚打好的湿坩埚或大气湿度大等情况下制定烘炉工艺时,则会造成以下危害:

湿坩埚未能烘干透就进行了烧结,造成烧结层与未烧结层的分层,缩短坩埚寿命。

在高温烧结温度下进行长时间烘烤,造成坩埚由于上下各部温度不同而产生裂纹,诱发洗炉或熔炼中的漏钢穿炉事故。

在编制烘炉工艺时,造成无法划分烘干阶段和烧结阶段。

因此,使烘炉温度与供电制度统一,关系到烘炉工艺的正确性和坩埚烧结质量的保证,直接影响到坩埚寿命的长短。

3.2 烘炉工艺执行中的主要影响因素

(1) 烘炉工对工艺不理解

烘炉工对工艺理解的程度,决定了在烘炉过程中是僵化刻板地执行工艺,还是针对坩埚炉况,在工艺范围内调整各功率段时间。刻板教条容易导致(2)

危害的发生;对工艺不完全明白,又想对具体的烘炉状况进行工艺调整,则易导致(2) 危害的发生。用表 1 的烘炉工艺举例,见表 2。

因此,烘炉工对中频感应炉烘炉工艺的理解与否,也影响到坩埚寿命的保证。

(2) 针对烘炉具体情况,不能灵活运用工艺

一般烘炉的坩埚大多是捣制好风干几天后的,正常烘炉不会出现坩埚烧结质量问题。但对于一些特殊情况,则要求灵活运用工艺。例如:

当大气湿度低时,烘炉的烘干阶段就应缓烘,并适当提高冷却水温。否则大量水蒸气急骤凝结在感应圈上,冷凝水会使线圈匝间发生闪络,引发电气故障。

风干半个月以上的中频感应炉坩埚,烘干阶段的时间可相应缩短,这样即经济,又能保障坩埚的烧结质量。

(下转第 56 页)

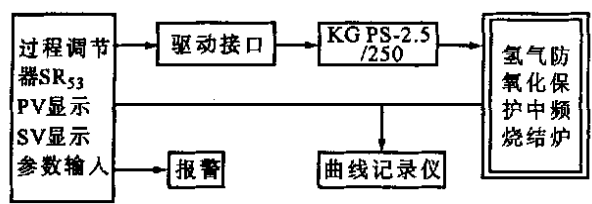


图 1 温度自动控制简图

2 2 自动控制系统运行情况

中频电源感应加热烧结,其实质是电磁感应,在炉料中形成巨大的涡流发热,所以,控制系统必须采取严格的抗干扰措施。在本系统中强电部分同一点接地,整流触发脉冲,逆变触发脉冲全部采用光电隔离,控制信号采用电流信号,加之过程调节器本身具有十分精良的抗干扰性能,能消除中频干扰,程序中还可以增加滤波常数设值,所以,经过长时间的运行,表现出高的可靠性和精良的控制精度。烧结实际温度值和过程调节器的瞬时给定值呈十分良好的跟随关系,斜坡段时反应灵敏迅速,动态特性好,平台段保温十分稳定,上下波动在 3 以内,曲线的计数十分精确。图 2 为中频烧结炉钼棒烧结成型的温度

自动控制工艺曲线图。

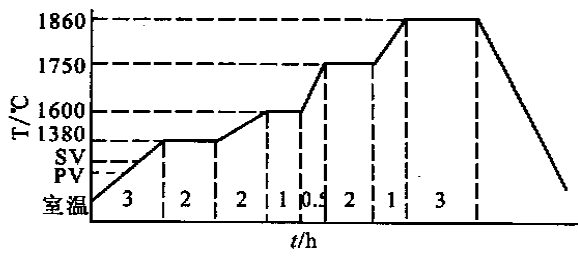


图 2 温度自动控制工艺曲线图

3 结语

中频烧结炉温度自动控制系统温度采样反馈测量依赖钨铼热电偶,是由烧结工艺和工业现场的费用所决定的,它属于接触式测量,传统的工艺方法比较稳定可靠。但是,在实际中钨铼热电偶工作二三炉以后就要进行修整,所以比较麻烦。高温比色测温仪、红外测温仪属于非接触式测量,驱动接口电路比较易配接。但是,目前非接触式测量仪器的稳定性和重复性以及测量精度还要随着工业生产的不断发展而不断地有所改进提高,必将在工业现场得到广泛应用。

(上接第 54 页)

因生产急需投入使用的刚捣制好的湿坩埚,要能够不被工艺的烘干时间所约束,根据实际炉况,确定烘干阶段时间的多少。

从上述几条示例可说明,灵活运用烘炉工艺,是保障和延长坩埚寿命的一个十分重要的因素。

4 实际运用

我分厂根据跟踪 0.5 t 中频感应炉的烘炉试验,测得各功率段下的坩埚内部实际温度,见表 3。并依此重新编制了中频感应炉的烘炉工艺,见表 4。

表 3 0.5 t 中频感应炉烘炉功率与坩埚炉内温度对应表

烘炉功率/kw	20	40	60	80	120	180	200 以上
坩埚内温度/	100~ 300	500~ 600	750~ 800	850~ 900	约 1 000 以上	约 1 300 以上	> 1 500
时间/h	2	4	1.5	1.5	1.0	1.0	11 以后

表 4 新编 0.5 t 中频感应炉烘炉工艺

功率/kw	20	40	60	80	120	180	200 以上
时间/h	1~ 2	2~ 4	1.5	1.0	1.0	1.0	8~ 11 以后
烘炉温度/	100~ 300	500~ 600	750~ 800	800~ 850	> 1 000	> 1 300	> 1 500
烘炉阶段	烘 干			烧 结			

在烘炉工培训教育合格的基础上,使该炉坩埚的年平均炉龄由过去的 61 炉提高到 87 炉,延长了

坩埚寿命。并且,完全保障了每次坩埚寿命稳定在 80 炉以上。

敬祝海内外读者马到成功,马年幸福,祝愿祖国繁荣昌盛,行业兴旺发达!