

浅谈盐浴炉的自激启动

河南焦矿机器有限公司 (焦作 454002) 刘贵生

作为热处理行业的重要设备,内热式盐浴炉(以下简称盐炉)的启动问题一直受到广泛的关注和研究。其中自激启动方法的研究,突破了传统盐炉启动原理,使盐炉的启动方式进入了新阶段。所谓“自激启动”就是盐炉不再依靠传统的辅助发热圈加热熔化固态盐进行启动,而是把电极之间的导电盐渣作为发热元件,施加一定电压,使之导通发热,熔化固态盐,从而实现盐炉启动。

1. 盐炉自激启动的基本原理

极间具有能够导电的固体盐渣是实现盐炉自激启动的前提条件。盐渣作为极间导体,在电流作用下发热升温,从而取代了传统的螺旋发热器,盐渣具有明显的负阻特性,故盐炉自激启动的基本原理可看作一段含有负阻特性电阻电路的通电发热过程,通电后的热效应可用现有物理定律加以讨论。

2. 微分炉及其启动条件

实际生产中所用盐炉的结构多种多样,电极尺寸各不相同,盐浴成分也不均匀。因此,讨论盐炉自激启动问题,必须建立最基本的盐炉形式。讨论电极间盐渣内部任意一点的导电放热情况,可以克服实用盐炉因形状、大小、均匀性、电流变化等因素的影响。由于盐炉自激启动的原理是建立在一段含有负阻特性电阻电路的基础之上,因此可以使用焦耳-楞次定律。在固态盐浴内任取一点作为研究对象,该点便构成了实用盐炉的最小单元,当有电流通过时,由焦耳-楞次定律的微分形式可知,该点产生的热功率密度 ω [$J/(m^3 \cdot s)$] 为:

$$\omega = \gamma E^2$$

式中 γ ——固态盐在该点的电导率 (S/m);

E ——加在该点上的电场强度 (V/m)。

不妨把增加了电学内容的这个点叫做微分炉。

由于微分炉在电流作用下发热升温,因此要向周围环境散热,设微分炉向周围散失的热功率密度为 $[\omega]$ 。那么,在任意时刻只有当: $\omega > [\omega]$ 或 $\omega/[\omega] > 1$ 时,微分炉才能启动。

令 $\nu = \omega/[\omega]$, 则有 $\nu > 1$ 即为微分炉的启动条件。 ν 值越大,启动速度越快; $\nu \leq 1$ 时,微分炉不能启动。

$$E = du/dl$$

式中 du ——电势增量 (V);

dl ——引起电势增量的距离 (m)。

微分炉能够启动的不等式条件最终可写成:

$$\gamma (du/dl)^2 > [\omega]$$

实用盐炉是微分炉的宏观表现,本质上服从微分炉的启动条件。在实用盐炉中,只要有任意一点在任意时刻都满足 $\nu > 1$, 则该实用盐炉也一定能够启动。微分炉启动条件不等式中的 du 、 dl 、 γ 、 $[\omega]$ 分别对应实用盐炉中的极间电压、电极间距、盐渣电导率和炉子保温性能等参数。

3. 实现盐炉自激启动的途径

通过上述理论分析可知,欲实现盐炉自激启动,必须满足 $\nu > 1$ 。根据各参数在式中的制约关系,可以找到实现盐炉自激启动的途径和方法。

(1) 改善固态盐的导电性,提高电导率。通常将盐浴内引入导电“杂质”进行所谓的造渣,得到有一定导电能力的固体物质即盐渣。造渣所用的添加物目前主要以碳粉、金属粉为主,例如:

“654”粉、铁屑、金属氧化物以及硅铁等。这些添加物与氯化盐形成炉底沉积物,有利于盐炉的自激启动,但工作阶段因其导电能力低、流动性差,

终传动齿轮中频淬火工艺改进

青海华鼎齿轮箱公司 (西宁 810000) 黄宝宏 蔡 伟

我公司为用户单位配套生产TT320-J002、TT220-J004等终传动大齿轮。本文以TT320-J002为例介绍齿轮中频感应淬火工艺改进情况。齿轮材料为42CrMo, 模数14, 齿轮外径812mm, 齿部厚度142mm。技术要求: 单齿淬火, 齿面硬度为55~60HRC, 淬硬层深度 ≥ 2.5 mm, 齿沟硬度 ≥ 45 HRC, 淬硬层深度 ≥ 2.2 mm, 心部硬度229~277HBW。

我公司共交付用户单位1130件大齿轮, 但在使用过程中, 陆续发生齿轮打齿断裂(从齿根部位掰断)的情况, 一年内共有37件大齿轮打齿断裂, 失效率达到3.3%, 为我公司造成近50万元的损失。

1. 齿轮失效原因分析

检验失效部位硬度, 齿面硬度为57~61HRC, 齿根硬度为49~55HRC, 合格。从断口形貌分析,

属于典型的脆性断裂, 裂纹源自齿根部位圆弧处, 在高载荷的反复冲击作用下, 裂纹迅速扩展, 造成齿根断裂。从断裂齿的宏观形貌来看: 齿形完整, 接触面磨损轻微, 接触区符合要求。

对断裂齿的显微组织(400 $\times$)观察发现, 断裂齿表面马氏体级别为2~3级, 属细针状马氏体, 超出了“中碳钢感应淬火马氏体级别4~7级合格”的要求; 在低倍显微镜(100 $\times$)下观察发现, 不但淬火齿面上有浅表淬火裂纹, 而且在齿根圆弧处有较深的径向淬火裂纹。

对刚淬过火的齿轮抽验5件, 发现其中一件低倍显微组织也存在这一现象。

图1所示为淬火腐蚀后的齿轮断面淬火形貌示意

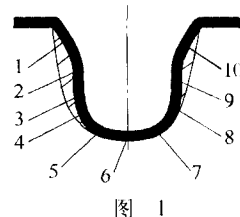


图 1

不利于溶液的热循环, 使炉温低而且不均匀。因此有必要研制新的导电添加剂, 使固态氯化盐改性为优良导体, 或不改性氯化盐, 而利用已知导体做自激启动元件, 所设计的自激启动元件必须少影响或不影响主电极的正常工作, 须符合启动阶段与工作阶段双兼顾的原则。

(2) 缩小电极间距, 降低极间电阻。一般将主电极的距离局部缩小在50~80mm之间, 并改变主电极布局, 或增加导流块变相缩小电极间距。电极间距不宜过小, 结构也不宜过于复杂, 否则会造成炉温不均匀, 引起三相电路不平衡。笔者曾设计制作一台三相三极式75kW中温盐浴炉, 主电极采用马蹄形和L形, 电极间距最小处为60mm, 用“654”粉和铁屑混合造渣, 实现了自激启动。

(3) 提高极间电压。一般用改变变压器抽头和接线方法完成(如三相变压器由 Δ 改为Y接法)。也有利用其他电源设备如电焊机或商品化的升压启动装置实现高压启动。虽然提高极间电压有利于自激启动, 但不宜高于人体安全电压。

(4) 增加盐炉的保温性能。采用硅酸铝耐火纤维和“654”粉(用于炉口结壳保温)等材料提高盐炉保温能力, 对于单班作业每天都需启动的盐炉有明显好处。

在实现盐炉自激启动的方法中, 改善固态盐的导电性, 或发明一种能够兼顾启动与工作状态的自激启动元件, 是这一技术能够成熟应用的最佳途径。MW (20120109)