



提高退火炉热效率浅析

辽宁省辽中县辽河化工厂 (辽中 110200) 王 敏

在可锻铸铁的生产过程中, 热处理是铸造生产的最后一关, 处理得好既可以充分表现铸造的质量水平, 又可以适当弥补熔炼中的某些不足, 处理得不当就会直接影响产品质量, 造成重大损失。为了缩短退火周期, 退火炉必须具备炉温稳定、均匀、可调、升温速度快、保温性能好、降温迅速等特性, 这样才能满足可锻铸铁退火的工艺要求, 严格执行退火曲线。因此, 退火炉的热效率很大程度上决定于选用耐火材料的热辐射性能和保温性能。对退火炉来讲, 降低煤耗量, 提高热效率都是迫切需要解决的实际问题。

1. 选好保温材料, 减少散热量

退火炉通常都是工作在 1000℃ 以上的高温加热炉, 耐火材料炉衬不仅起到工作室隔离结构的作用, 而且还直接参与热交换过程, 首先是参与通常起主导作用的辐射交换过程。可是, 至今为止, 人们对耐火材料的热辐射性能仍没有给予足够的重视。目前, 可锻铸铁退火炉多为粘土质耐火砖加红砖的炉壁, 多以加厚炉壁提高保温性能。但是这种结构炉身外壁最高温度可达 54℃ 以上, 阻碍不了热辐射和对流。

根据辐射理论, 炉衬的辐射加热由自身辐射加热和反射加热两部分组成, 我们认为涂料可以强化炉衬自身辐射的加热效果。我们采用了自行研制的“稀土复合保温涂料”, 在退火炉的外壁上涂抹 30mm 厚。经过几个月的生产试验, 退火炉外壁平均温度为 40℃, 优于国标 GB3489—1983 的规定指标。涂层对退火炉外壁温度的影响表现在两个方面, 一是涂层发射率高, 则其吸收率高、升温快, 增加了向炉表传导的热流, 所以炉表温度就高。二是涂层对退火炉炉表有隔热作用, 涂了一层涂料就增加了一层介质, 多了一层界面效应, 增加了光子传热和声子传热的热阻, 这样就会降低炉表温度。我们在观察、测试和研究退火炉耐火材料的辐射性质时, 发现其发射率对退火炉热效率至关重要, 而

通常的退火炉耐火材料以及稀土复合保温涂料其反射率 $R < 0.1$, 在此情况下, 反射率对发射率的影响是微小的, 反射率对退火炉热效率的作用也是不明显的。

另外, 在工艺和强化加热过程方面提高退火炉的热辐射率, 合理利用热能, 都是非常重要的。

2. 理论测算节能效果

对退火炉的节能效果, 我们先从理论上测算。从资料和生产使用中可知: 炉墙外壁抹与不抹“稀土复合保温涂料”温度分别为: $t_{\text{不抹}} = 54^\circ\text{C}$, $t_{\text{抹}} = 40^\circ\text{C}$, $t_{\text{内}} = 1000^\circ\text{C}$, 炉外墙壁总面积 $F_{\text{墙}} = 91\text{m}^2$, 稀土复合保温涂料热导率 $\lambda_{\text{涂}} = 0.16 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$, 粘土质耐火砖热导率 $\lambda_{\text{耐}} = 0.94 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$, 红砖热导率 $\lambda_{\text{红}} = 0.83 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 。粘土质耐火墙厚 $\delta_{\text{耐}} = 0.36\text{m}$, 红砖墙厚 $\delta_{\text{红}} = 0.24\text{m}$, 稀土复合保温涂料涂抹厚度 $\delta_{\text{涂}} = 0.03\text{m}$ 。

求涂抹退火炉外墙壁的热流损失 $Q_{\text{涂损}}$ 。求导热速度率 $Q_{\text{抹墙}}$, 按和比定律得:

$$Q_{\text{抹墙}} = \frac{t_{\text{内}} - t_{\text{抹}}}{\frac{\delta_{\text{耐}}}{\lambda_{\text{耐}}} + \frac{\delta_{\text{红}}}{\lambda_{\text{红}}} + \frac{\delta_{\text{涂}}}{\lambda_{\text{涂}}}} = 1116.48 \text{ W}/\text{m}^2$$

涂抹退火炉外壁的损失为:

$$Q_{\text{涂损}} = Q_{\text{抹墙}} \times F_{\text{墙}} = 101599.68 \text{ W}$$

用上述公式计算出未抹稀土复合保温涂料时退火炉外墙壁的热流损失 Q :

$$Q = q \times F_{\text{墙}} = 128355.65 \text{ W}$$

涂抹与没抹热流损失差 g :

$$g = Q - Q_{\text{涂损}} = 26755.97 \text{ W}$$

在其他条件相同的情况下, 通过抹“稀土复合保温涂料”和涂抹前的计算结果, 可以看出单位时间内通过炉内这一部分截面的热损失。抹后减少热流损失 26755.97W, 即比未抹“稀土复合保温涂料”前每小时减少损失 20.84%。从理论计算角

(下转第 25 页)

流 I_c ，当反向电流增加到使磁感应强度 $B_r = 0$ 时，测出此时对应的反向电流值 I_c 。通过数据处理便可得到所对应的渗碳层深度。

测试系统原理框图如图 5 所示，由微机控制整个系统的检测过程和数据处理。

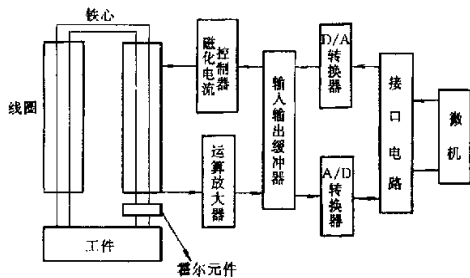


图 5 测纹试系统原理框图

3. 实例

我们对生产现场随炉放置的 30 件 ($\phi 10\text{mm} \times 100\text{mm}$) 试棒进行了对比测量，3 件试棒为一组，分别在 135min 及 375min 时测量渗碳层深度。测量时，首先采用等温淬火法测量，然后用 DWY—1 型电磁无损检测仪进行测量，结果见下表。可以发现测量误差不超过 0.2mm，完全能满足生产需要。

两种方法测出的渗碳层深度值 (mm)								
序号	组号	等温淬火法测定值	DWY—1 测定值	两种方法差值	序号	组号	等温淬火法测定值	DWY—1 测定值
1	1	0.65	0.57	-0.08	11	6	0.64	0.60
2	1	1.35	1.20	-0.15	12	6	1.45	1.30
3	2	0.72	0.65	-0.07	13	7	0.60	0.70
4	2	1.55	1.42	-0.13	14	7	1.44	1.32
5	3	0.58	0.65	+0.07	15	8	0.72	0.60
6	3	1.25	1.10	-0.15	16	8	1.58	1.45
7	4	0.62	0.75	+0.13	17	9	0.65	0.60
8	4	1.45	1.55	+0.10	18	9	1.46	1.28
9	5	0.70	0.60	-0.10	19	10	0.74	0.68
10	5	1.52	1.40	-0.12	20	10	1.58	1.42

4. 误差分析

产生上述测量误差的主要原因：试件经渗碳后产生变形，导致试件与探头铁心之间出现间隙；试

件在机加工过程中产生尺寸偏差，使得试件与探头铁心接触不够紧密；试件的表面质量不佳，如存在氧化皮、铁锈等。由于空气隙的磁导率远远小于铁心和试件的磁导率，所以空气隙处的磁阻很大，影响了反向电流 I_c 的值。

5. 结论

基于矫顽力研制成功的 DWY—1 型电磁无损检测仪能实现渗碳层深度的无损检测，且能满足生产的需要。

(20030730)

(上接第 23 页)

度看，说明抹“稀土复合保温涂料”是有节能效果的。

3. 实用节能效果

以原煤粉作燃料的退火炉，在使用管理中和人、机、料、法、环五大质量因素有密切的关系，所以理论计算结果与实践结果不一定十分吻合，但总的趋势证明可向节能降耗迈进一步。退火炉外墙壁涂抹“稀土复合保温涂料”后，实践证明保温性能好，升温快，一、二阶段保温时间长，节约能源，降低成本，提高产品质量。下表仅从煤耗、电耗上加以比较。

比较内容	未抹	涂抹
单耗节煤量 (kg/t)	270	237
单耗节电量 (kW·h/t)	11	9
节煤率 (%)	—	12
节电率 (%)	—	18
年节煤量/t	—	81.67
年节电量/kW·h	—	49.50

4. 结语

对可锻铸铁退火炉，我们采用“稀土复合保温涂料”作绝热材料，可以节约能源 15% ~ 25%，并且施工期短，不影响炉的结构，新、旧退火炉均可采用。其粘接力强，使用寿命与退火炉同步，可重复利用。在同等情况下，单位面积造价比采用“硅酸铝纤维毡”材料低 15% ~ 50%，回收资金快。在退火炉中用“稀土复合保温涂料”可提高炉衬 1 ~ 5 μm 波段的平均发射率达 0.25，其潜在节能效率为 15% ~ 25%，对节能具有重要的实际意义。

(20030718)