

铸钢件生产的重要质量环节——热处理

桂林橡胶机械厂 (541002) 傅宁列

习惯认为,铸钢件只要化学成份符合规定,无铸造缺陷就是合格的铸件。其实,无论从设计还是从使用方面考虑,铸钢件的力学性能是最为关键的质量要素,在ISO3755-87和GB11352-89标准执行后,碳钢的力学性能指标替代了含碳量作为铸件的牌号,更加说明力学性能的重要性。良好的力学性能是通过合适的热处理得到的。当前国内铸钢件的热处理普遍是在煤窑反射炉内进行的,其缺点是:炉内温度不均匀,炉况难控制,加上多数厂家对铸造生产的最后工序——热处理不重视,促使铸钢件的热处理达不到质量要求,残留的铸态组织会严重影响铸钢件的力学性能,给铸件质量带来隐患。因此,热处理工序是铸钢件生产中的重要质量环节。

1. 生产实例

我厂在生产中曾出现过下述质量问题:

(1)有一700×700×110mm的方形铸件,材质为ZG230-450,经铸造和完全退火后,四周边焊接到组合机构上。在组合体机加工时发现该铸件的基体上出现大面积的微裂纹,经切片金相分析,组织中有铸态的魏氏体、晶粒度达1级以上。

(2)有一铸造压力容器,材质为ZG230-450Ⅰ,铸造后采用完全退火处理,按合同要求,每炉次做力学性能抽样检验:抗拉强度 $\sigma_b=465\sim478\text{MPa}$ 、延伸率 $\delta_5=18\%\sim20.7\%$,强度合格,而延伸率均达不到牌号要求,金相分析显示:有残余块状魏氏体、晶粒度1~2

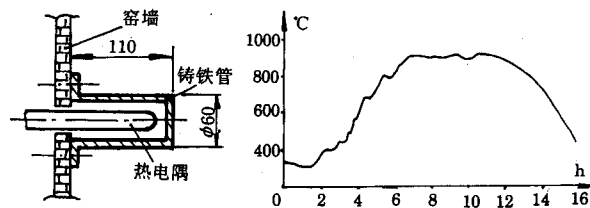


图1 测温装置 图2 3#窑炉退火温度—时间曲线记录

级。

通过上述问题,使我们意识到热处理对铸钢件质量的重要性。为此,进行了整改。

2. 保证热处理质量的改进措施

(1)合理调整与修订铸钢件的热处理工艺 见表1和表2所示。

(2)改进测温方法 为了避免火焰直接烧灼热电偶,使测温显示接近炉况和铸件的受热情况,对测温装置进行了改进,见图1所示。经改进后测温效果良好,见图2所示。

(3)加强质量管理 因煤窑反射炉设备较为陈旧,人为因素影响很大。为此,我们加强管理,制订工艺操作守则,并抽样做力学性能试验。

表3的结果数据表明,经热处理整改后,铸钢件的力学性能得到提高,达到了质量要求。

3. 结论

力学性能指标是铸钢件的重要质量指标,铸钢件的热处理是铸造生产中不可忽视的最后工序,对煤窑反射炉进行良好的质量控制,其热处理后的铸钢件完全能达到标准牌号要求。

表1 常用铸钢件正火或退火温度

铸钢牌号	正火或退火温度 °C
ZG230-450Ⅰ	900~930
ZG230-450	880~900
ZG270-500	860~880
ZG310-570	840~860
ZG40Mn	840~860
ZG35SiMnMo	870~890

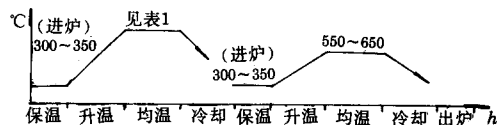


表2附图

表2 常用铸钢件热处理工艺

铸钢牌号	壁厚(mm)	保温(h)	升温(°C/h)	均温(h)	冷却(°C)	保温(h)	升温(°C/h)	均温(h)	冷却(°C)	出炉(°C)
ZG230-450Ⅰ	<200	1	100		炉内冷至					
ZG230-450				每10t	<400 出炉					
ZG270-500	200~500	2	90	加1h						
ZG310-570	<200	2	90		空冷至	1	100	2	炉内冷	350
ZG40Mn				每10t	300~350				至<350	
ZG35SiMnMo	200~500	3	70	加1h		2	90	2		350

热处理电炉热损失及对策

南昌湾里工具厂 (330004) 王荣滨

我国热处理加热设备 95% 以上用电加热, 电炉又是热处理主要加热设备, 广泛应用于金属材料的退火、正火、淬火、回火和多种化学热处理。金属热处理有“电老虎”之称, 据统计, 用电量占全国总发电量的 0.80%~0.90%, 占机械行业用电量的 20%~25%, 而电炉占热处理设备用电量 80%~90%, 热能利用率仅 60%~70%, 电炉热损失相当严重。

1. 炉门开启热损失

(1) 炉门开启辐射热损失 Q_r 辐

$$Q_r = 4.96 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right] \cdot F \cdot \phi \cdot \delta_i \quad (\text{卡/h})$$

式中 T_1 ——炉膛内绝对温度, $^{\circ}\text{C}$

T_0 ——炉外空气的绝对温度, $^{\circ}\text{C}$

F ——炉门开启面积, m^2

δ_i ——炉门开启率

ϕ ——遮蔽系数, 大小决定于炉门结构。炉门口愈厚, ϕ 愈小; 圆形炉门口 ϕ 最小, 矩形炉门口 ϕ 较大。

(2) 炉门开启时溢气热损失 Q_v

炉门开启时产生炉内热气与炉外冷气对流, 造成热气外溢, 冷气吸入导致溢气热损失。

$$Q_v = V r C (t_2 - t_1) \cdot \delta_i \quad (\text{卡/h})$$

式中 V ——进入炉内冷空气量, m^3/h

r ——炉外冷空气重度, kg/m^3

C ——空气比热, $\text{卡}/\text{m}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$

t_1 ——炉外冷空气温度, $^{\circ}\text{C}$

t_2 ——溢出炉气温度, $^{\circ}\text{C}$

δ_i ——炉门开启率

2. 炉墙蓄热损失 Q_x

$$Q_x = V_1 r_1 (C_1' t_1' - C_1 t_0) + V_2 r_2 (C_2' t_2' - C_2 t_0) \quad (\text{卡})$$

式中 V_1, V_2 ——耐火层与保温层体积, m^3

t_0 ——室温, $^{\circ}\text{C}$

—————

r_1, r_2 ——耐火材料与保温材料比重, kg/m^3

t_1', t_2' ——耐火层与保温层工作时平均温度, $^{\circ}\text{C}$

C_1', C_2' ——耐火材料与保温材料温度为 t_1', t_2' 时的比热, $\text{卡}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$; C_1, C_2 相应室温下比热。

3. 炉墙散热损失 Q_s

$$Q_s = \frac{t_1 - t_0}{\frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{1}{a_s}} \cdot F_j \quad (\text{卡/h})$$

式中 t_1 ——炉膛内壁温度, $^{\circ}\text{C}$

t_0 ——车间温度, $^{\circ}\text{C}$

S_1, S_2 ——轻质耐火砖与保温材料厚度, m

λ_1, λ_2 ——轻质耐火砖与保温材料平均温度导热系数, $\text{卡}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$

F_j ——炉衬平均散热面积, m^2

a_s ——炉衬外表面对周围空气的综合给热系数, $\text{卡}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$; 说明炉壳外表面通过辐射与对流方式传热给车间空气能力大小。

4. 对策

据统计, 我国金属热处理 1t 工件耗电 1200~1800 $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$, 而工业发达的日本国金属热处理 1t 工件耗电仅 300~350 $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$, 相差 4~5 倍, 电能的损失和浪费是相当惊人。原因是多方面的, 如热处理加热设备陈旧落后, 热处理电炉炉衬蓄热量大, 绝热效果差, 散热严重, 热效率低, 连续性生产差, 工艺落后, 管理不善等。因此热处理行业节能潜力很大, 可采用如下对策。

(1) 改造与更新旧电炉, 发展新型节能热处理电炉

表 1 数据说明, 硅酸铝耐火纤维导热系数小, 比重小, 使用温度高 (与耐火粘土砖相当), 既是良好的耐火材料, 又是优良保温材料。试验表明, 合理设计、配置其

表 3 反射炉整改后力学试验结果

铸钢牌号	屈服强度 (σ_s/MPa)	抗拉强度 (σ_b/MPa)	延伸率 δ_s (%)	收缩率 Ψ (%)	冲击韧性 $A_k/\text{KJ} \cdot \text{m}^{-2}$	热处理方式
ZG230-450 I	254~278	486~512	23.7~25.1	36.5~38.9	470~490	完全退火
ZG270-500	281~327	524~567	18.9~22.0	26.1~30.5	360~430	完全退火
ZG310-570	327~349	586~609	16.6~17.9	20.8~22.3	320~380	安全退火
	347~363	602~627	15.7~16.2	20.7~21.8	610~670	正火
ZG40Mn	358	629	15.5	20.4	690	正火

(编辑 乐平)