



钢铁件渗碳层深度的电磁无损检测

常州信息职业技术学院 (江苏 213015) 贾健明

1. 问题提出

某厂生产的拖拉机油泵齿轮所用材料为18CrMnTi, 要求其渗碳层深度为1.1~1.5mm, 所用设备为RJJ—90型滴入式气体渗碳炉, 具体渗碳工艺如图1所示。为严格控制渗碳层深度, 我们通过长期实践提出了如下控制措施。

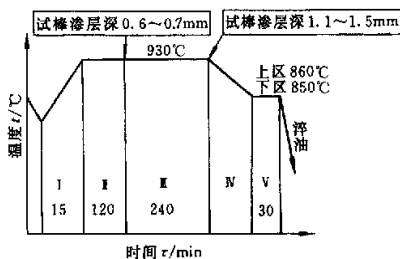


图1 拖拉机油泵齿轮气体渗碳工艺曲线

I: 煤油 120~130滴/min, 炉压 12~15mmH₂O

II: 煤油 50~55滴/min, 炉压 12~15mmH₂O

III: 煤油 20~25滴/min, 炉压 9~10mmH₂O

IV: 煤油 20~25滴/min, V: 煤油 20~25滴/min

(1) 渗碳 135min 即第II阶段结束时, 测量随炉试棒的渗碳层深度。要求为0.6~0.7mm, 并以此来调节第III阶段的渗碳工艺参数。

(2) 渗碳 375min 即第III阶段结束时, 测量随炉试棒的渗碳层深度。要求为1.1~1.5mm, 并以此来决定是否进入降温期。

(3) 渗碳后对齿轮渗碳层深度进行逐件检测, 以控制产品质量。

为实现上述控制措施, 我们试制了DWY—1型电磁无损检测仪来测量渗碳层深度, 实现了渗碳层深度的快速无损检测, 满足了生产实际对渗碳层深度的测量要求。

2. 检测原理

目前对钢铁件表面渗碳层深度(δ)的测定, 通常用宏观断口法、显微组织法和等温淬火法。而这些方法都是破坏性的, 无法实现100%检测。电磁无损检测是利用材料在电磁场作用下呈现出的电

学或磁学性质的变化, 判断材料内部组织及有关性能的试验方法。电磁方法检测材料表面具有检测灵敏度高、信号耦合简单方便等优点, 广泛应用于工业生产与科学研究中, 是无损检测技术的一个重要分支。

(1) 钢铁材料的磁特性 除奥氏体不锈钢外, 一般钢都是铁磁性材料, 都具有图2所示的磁特性。一些表示磁特性的参数, 如磁感应强度、磁导率、矫顽力等都与金属及合金的含碳量、晶粒大小、形状、第二相分布相关。钢铁件经渗碳后, 含碳量发生变化, 磁性参数也随之变化。我们通过大量试验证明, 如将不同含碳量的钢, 经不同热处理后, 测量各磁性参数和含碳量之间的关系, 就会发现矫顽力和含碳量关系为最好(如图3所示)。从图3我们可以看到, 通过测量矫顽力便可得到所对应的渗碳层深度。

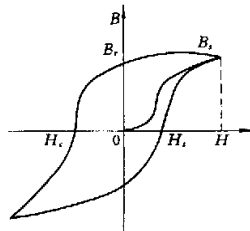


图2 钢的磁化曲线和磁滞回线

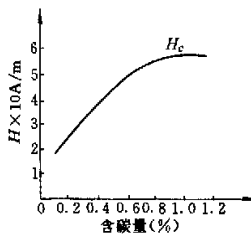


图3 矫顽力与含碳量之间的关系

(2) 电磁检测原理 电磁检测仪的磁路模型如图4所示, 在被测工件的表面上旋转一个∏字型的电磁铁, 电磁铁中间放置霍尔元件, 用以测量磁路中的磁通量, 当磁化线圈通过直流电后, 电磁铁与

被测工件便组成一个闭合磁路。测量时先用饱和励磁电流 I_m 将工件局部磁化, 然后通入反向退磁电

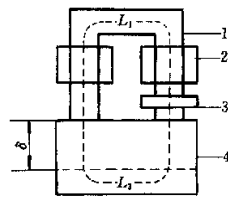


图4 磁性检测仪的磁路模型

1. 铁心 2. 线圈
3. 霍尔元件 4. 工件

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。

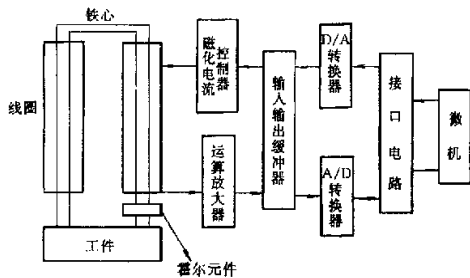


图 5 测纹试系统原理框图

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	两种方法差值
1	1	0.65	0.57	-0.08	11	6	0.64	0.60	-0.04
2	1	1.35	1.20	-0.15	12	6	1.45	1.30	-0.15
3	2	0.72	0.65	-0.07	13	7	0.60	0.70	+0.10
4	2	1.55	1.42	-0.13	14	7	1.44	1.32	-0.12
5	3	0.58	0.65	+0.07	15	8	0.72	0.60	-0.12
6	3	1.25	1.10	-0.15	16	8	1.58	1.45	-0.13
7	4	0.62	0.75	+0.13	17	9	0.65	0.60	-0.05
8	4	1.45	1.55	+0.10	18	9	1.46	1.28	-0.18
9	5	0.70	0.60	-0.10	19	10	0.74	0.68	-0.06
10	5	1.52	1.40	-0.12	20	10	1.58	1.42	-0.16

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)