

热处理多用炉定碳取样孔结构改造应用

夏景铃

广东大冶摩托车技术有限公司 广东江门 529000

摘要: 针对多用炉原装定碳装置, 易出现定碳片表面氧化变色而影响定碳结果的问题, 通过改造定碳取样孔结构, 加装氮气冷却装置, 增长定碳杆长度, 以及定碳片取出时通入氮气保护冷却等措施, 实现定碳片取出后合格率达100%, 从而减少人工操作成本, 提高定碳精度, 确保产品质量。

关键词: 表面氧化变色; 取样孔结构; 碳势计算

Application of structural modification of carbon-fixing sampling hole in multipurpose heat treatment furnace

XIA Jingling

Guangdong Daye Motorcycle Technology Co., Ltd., Jiangmen 529000, Guangdong, China

Abstract: In the original carbon-fixing device of multi-purpose furnace, the surface of the carbon-fixing sheet is prone to oxidation and discoloration, which affects the carbon-fixing results. By reforming the structure of carbon-fixing sampling hole and installing nitrogen cooling device, the length of carbon-fixing rod is increased. When the fixed carbon sheet is taken out, nitrogen gas is introduced for protection and cooling, so that the qualified rate after the fixed carbon sheet is taken out reaches 100%. It reduces the cost of manual operation, improves the precision of carbon determination, and ensures the product quality.

Keywords: surface oxidative discoloration; sampling pore structure; carbon potential calculation

1 序言

IATF16949中热处理特殊过程控制CQI-9中条款规定, 用辅助方法验证主控气氛, 间隙生产炉需每日检验, 即每日需对多用炉内实际气氛碳势与氧探头测量碳势进行验证。在实际生产中, 大多热处理生产厂未执行该标准, 使用易普森多用炉原装定碳装置定碳, 易出现定碳片表面变色, 从而影响定碳结果。关于定碳的资料较少, 本文针对现有多数工厂面临的定碳片变色问题进行结构改进。

2 碳势控制

碳势控制原理为通过氧探头检测炉内氧分压, 通过经验公式推算出碳势, 因此碳势通过氧探头测量是一个间接过程, 在实际生产过程中, 由于探头故障、设备积炭等诸多因素, 导致计算机显示碳势与实际炉内碳势不一致, 影响产品质量^[1]。现场应用中, 可通过红外分析仪、定碳片等方法监测校准氧探头, 而使用定碳片测量炉内碳势为最准确的方法。为了保证定碳的准确性, 需要有较好的定碳冷

却保护装置。

3 定碳结构及试验

3.1 原定碳结构试验

图1所示为易普森多用炉某款炉型原定碳结构。



图1 原定碳结构实物

操作方法如下。

将定碳片放置在定碳杆头部，将闸阀打开，定碳杆通过定碳孔完全送入炉内，使其定碳杆两个凸缘压入导管内，等待约25min，缓慢取出，直至定碳片退出至炉墙冷区（炉墙外侧），定碳片在保护气氛下缓慢冷却，随后将其取出，关闭闸阀完成定碳。

依据以上设备提供定碳结构及操作方法进行定碳，定碳温度880℃，碳势0.9%，定碳时间25min，冷却分以下3组进行试验。

1) 将定碳杆伸出70cm至炉墙冷区停留冷却，如图2所示。

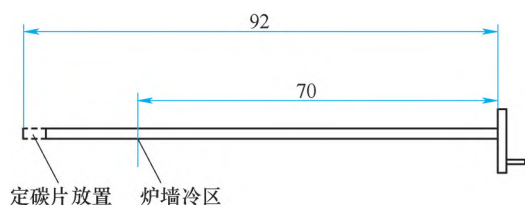


图2 定碳杆伸出冷区距离示意

分不同冷却时间取出并观察效果，见表1。从表1可知，冷却停留5~40min，变色百分量与冷却时间无相关关系，直接将定碳杆在设备炉墙冷区充分冷却，定碳片温度较高，>200℃，定碳结果变色。

2) 为提高冷却效果，分段取出冷却。

伸出距离手柄25cm、50cm、70cm、76cm处分段冷却，即定碳杆分①、②、③、④段冷却，如图3所示。不同冷却时间效果见表2。

从表2可看出，③段及④段定碳片冷却外观依旧有不同程度的变色，说明在保护气氛冷却下，定碳

表1 不同冷却时间效果

试验序号	冷却时间/min	定碳片外观	图例
1	5	变色90%，大量发蓝黄	
2	10	变色30%，少量发蓝黄	
3	15	变色10%，少量发蓝黄	
4	20	变色70%，银色少量黄	
5	30	变色80%，表面发蓝黄	
6	40	变色50%，表面发黄	

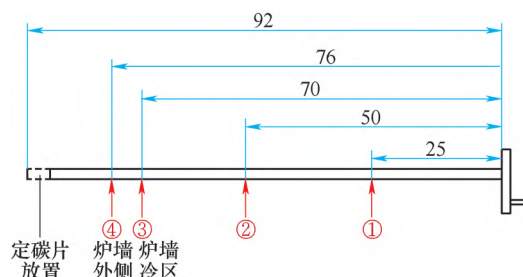


图3 定碳杆分段冷却示意

表2 不同冷却时间效果

试验序号	冷却方案	定碳片外观	图例
1	①段5min + ②段5min + ③段30min + ④段0min取出	20%变色，表面微黄	
2	①段3min + ②段3min + ③段15min + ④段10min取出	95%变色，表面蓝黄	

片即使在④段处炉墙外侧冷却依旧温度较高。

3) 延长伸出距离冷却。

根据设备原有结构，定碳杆伸出冷却距离已达极限（④处炉墙外侧），再伸出冷却，定碳片将接触空气，会造成表层氧化。为了能使定碳片伸出距离更长，于是在外侧加长了10cm导管。

使用加长定碳杆（见图4）继续试验。不同冷却方式试验方案及效果见表3。试验分3组（A组、



图4 延长导管实物

B组、C组) 进行。在导管内冷却, 无隔热棉时如试验A组, 定碳片60%~90%变色。有隔热棉时如试验B组, 定碳片尾部50%变色。如C组试验, 在阀门内+导管内冷却时, 定碳片60%变色。因此, 加了导管及隔热棉后, 在导管内冷却变色比例最小, 冷却效果有所改善。

3.2 定碳结构改造及试验

通过原装定碳结构试验, 在炉内渗碳气氛保护下, 定碳杆即使分多段及延长冷却距离, 冷却效果均不佳, 主要原因为炉内温度高, 达800~950℃, 虽然定碳片移至设备炉墙冷区及外部冷却, 但其保护气氛依旧温度较高, 试验1中冷却最长40min, 外

表3 不同冷却方式效果

组别	冷却位置	隔热棉	冷却方式	定碳片外观	图例
A	导管内	无	开阀冷却5min	变色90%, 头部黄色+尾部蓝色	
			关阀冷却5min	变色90%, 头部微黄+尾部蓝色	
			开阀冷却5min+关阀冷却5min	变色60%, 头部微黄+尾部蓝色	
B	导管内	有	关阀冷却5min	变色50%, 头部白+尾部微黄	
			关阀冷却10min	变色50%, 头部白+尾部微黄	
C	阀门内+导管内	无	阀门内冷却5min+阀门外关阀冷却5min	变色60%, 头部白+尾部蓝	

观依旧表面发黄, 将定碳片移到极限位置冷却, 依旧变色。因此, 对定碳结构改造, 在冷却时不使用炉内的渗碳气氛保护, 使用外加氮气保护冷却, 图5所示为改造后定碳结构。

(1) 工作原理介绍 改造后的定碳结构增加了三通(改造前后实物对比见图6~图9), 在冷却阶段时, 定碳片取出至三通内, 关闭3号球阀, 打开1号球阀通入氮气, 定碳片在氮气保护气氛下冷却, 使其快速冷却而不被氧化。在定碳结构外部加长了一根10cm的导管及管帽, 可更好地起到了隔绝空气

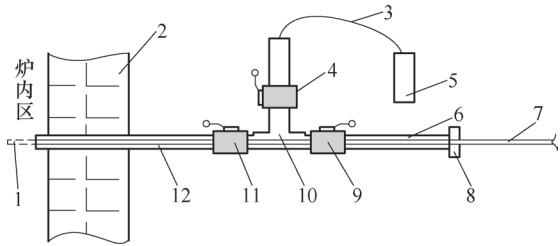


图5 改造后定碳结构示意图

- 1—定碳片 2—炉墙 3—氮气软管 4—1号球阀 5—氮气瓶
6—导管 7—定碳杆 8—管帽 9—2号球阀
10—三通管 11—3号球阀 12—耐热管



图6 原定碳结构实物



图7 改造后定碳结构实物



图8 原定碳杆实物



图9 改造后定碳杆实物

的作用。

(2) 定碳操作步骤 ①打开2号、3号球阀，1号球阀处于关闭状态，带有定碳片的定碳杆通过定

碳口放入炉内，拧紧管帽。②等待25min，使定碳片碳含量与炉内一致，缓慢取出定碳杆，防止定碳杆自身温度较高在管帽间隙处被点燃。③待定碳片移至三通内，关闭3号球阀，打开氮气瓶，调整其出口压力0.1MPa。④打开1号球阀通入氮气冷却，冷却结束后关闭1号球阀及氮气，打开管帽取出定碳片，在万分之一天平称重。碳势计算式^[2]为

$$C_P = \frac{W_f - W_i}{W_f} \times 100\% + W_{C_0} \quad (1)$$

式中 C_P ——炉内碳势(%)；

W_f ——渗碳后重量(g)；

W_i ——渗碳前重量(g)；

W_{C_0} ——定碳片初始碳含量(%)。

根据式(1)即可计算出炉内实际碳势。在实际应用中，气氛应达到定碳碳势30min后再开始定碳，某阶段定碳时，应最少做3次定碳取其平均值作为实际碳势^[3]。定碳前后应使用酒精清洗干净并晾干，定碳前有锈迹时使用砂纸去除。

(3) 定碳试验 为防止定碳杆伸出速度过快，导致炉内气氛在管帽间隙处被点燃，将定碳杆分为4段冷却(见图10)，分别距离手柄50cm、间隔20cm、20cm、10cm冷却，即图10中①段、②段、③段、④段，各段保温不同时间试验。在各段烧焊焊点做标记，方便取出。

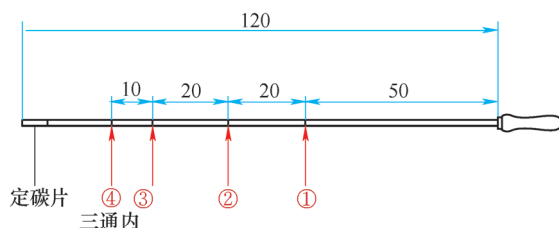


图10 改进后定碳分段冷却结构示意图

定碳温度880℃，设定碳势0.90%，气氛为超级渗碳丙烷+空气^[4]。称重使用上海良平的FA2104电子天平(见图11)，前三段①、②、③是为了防止定碳杆伸出速度过快、温度过高，使气氛在管帽间隙处被点燃，因此每段时间停留30s。第④段位于三通内通入氮气冷却不同时间试验，每组试验最少3次，方案及效果见表4。

从表4可看出，通氮气0.5~5min试验，0.5min时定碳片外观还有5%的变色，5min时，外观仅有



图11 FA2104电子天平

0~2%淡黄色，在一定范围内通入氮气时间越长，约接近原色。结合实际选用，通入3min定碳片外观0~3%淡黄色，实际碳势0.86%~0.92%，与设定值0.90%偏差 $\leq \pm 0.04\%$ 。因此冷却3min为最佳。

(4) 定碳结论 对于改造后的定碳结构，经过大量试验，确定冷却方式为第①段30s+第②段30s+第③段30s+第④段通入氮气3min，并已应用生产。

表4 改进后不同冷却时间效果

组别	冷却时间/min	定碳片外观	计算碳势 (%)	图例
A	0.5	5%淡黄色	0.82~0.95	
B	1	5%淡黄色	0.80~0.85	
C	2	2%~4%淡黄色	0.83~0.88	
D	3	0~3%淡黄色	0.86~0.92	
E	5	0~2%淡黄色	0.86~0.92	

4 结束语

1) 多用炉原有结构定碳，采用多种试验方式，定碳片均有不同程度的氧化变色，主要原因是设计不合理，定碳片取出冷却时，在冷却区的炉内气氛下冷却，冷速较慢，冷却40min以上定碳片表面依旧氧化变色。

2) 通过改造定碳管结构，增加了氮气保护冷却功能，取样合格率达100%。通过多段冷却及氮气冷却的方法，由以前的冷却至少40min缩短为现在4.05min，缩短了定碳取样耗时，提高了定碳精度。

参考文献：

[1] 覃耀春. 金属学与热处理[M]. 2版. 北京：机械工业出版社，2007.

[2] 全国热处理标准化技术委员会. 钢箔测定碳势法：JB/T 10312—2011[S]. 北京：中国标准出版社，2011.

[3] 王向阳. 热处理气氛炉定碳及探控故障分析[J]. 金属加工（热加工），2013（23）：45-47.

[4] 宋学静，李凤海. 可控气氛渗碳的发展及应用[J]. 金属加工（热加工），2016（23）：25-26.

MW 20240928