

灰铸铁铸态碳化硼渗硼的研究

河北工学院 刘金海 钱立 郝万德

摘要 本文利用正交试验的方法,研究了在铸造条件下,灰铸铁于铸型中进行B₄C涂料渗硼的工艺。结果表明,在铸件表面可获得良好的渗硼层;其渗硼层的耐锌液腐蚀性能比本体高248倍。

一、前言

在热镀锌生产中,锌锅是关键设备。其材质大体分为三类:灰铸铁、低碳钢板和耐火材料。其中,灰铸铁锌锅以其制造上的方便和价格上的低廉应用于国内小型可锻铸铁热镀锌中。但是,灰铸铁锌锅对锌液的耐蚀性差。一些厂的灰铸铁镀锌锅寿命通常只有十几天。这不仅造成锌锅消耗大,而且由于产生大量锌渣使锌的消耗增加,并直接影响镀锌层的质量。因此,锌锅材质一直是研究解决的课题。

据资料^[1]报导,45#钢的硼化物层在熔融的500℃锌液中浸蚀48小时,硼化层与锌液不相互作用。另报导^[2],采用硼化处理后的锌锅理论寿命可达8年之久。这说明渗硼层具有良好的耐锌液腐蚀性。但是,对灰铸铁进行热处理渗硼,其渗层厚度低,且脆易剥落。因此,我们用铸渗方法使灰铸铁件表面形成渗硼层。铸渗层与基体有明显的过渡层,结合牢固。在镀锌过程中不脱落。本文着重研究铸渗工艺,以及铸渗层的耐锌液腐蚀性。

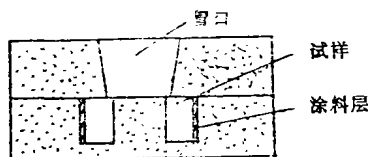
二、试验条件及方法

以B₄C作供硼剂,采用NaBF₄、KBF₄、Na₂CO₃、NaF、MgF₂、CaF₂、Na₃AlF₆和Na₂O₄B₇作熔剂,粘结剂选用呋喃树脂、聚乙烯醇水溶液和水玻璃。另外,用SiC作填料,以B₄C+SiC为100%,熔剂与粘结剂的加入量为(B₄C+SiC)总量的百分数。

铸型采用水玻璃砂型,一型放置两个试块(如图1所示)。试块尺寸为150×50×40(mm)。

采用灰铸铁作母材,其化学成分为:3.12%—3.30%C,2.10%—2.23%C,0.25%—0.38%Mn,0.

07%—0.08%P,0.13%—0.16%S。用30kg近中性炉衬中频感应炉化铁,浇注温度为1380℃。

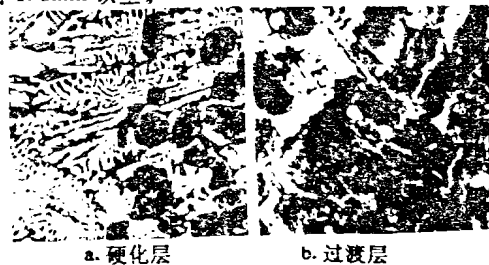


渗硼层厚度用光学显微镜测量。本试验以碳化物超过50%的基体部分定为铸渗层厚度的界限。

三、试验结果及分析

(一) 渗硼层的全相组织

图2为铸渗层的全相组织。灰铸铁经过铸渗硼后,其表层由硬化层和过渡层组成。其渗层深度可以达到1.5mm以上。



在硬化层中,存在两种组织。一种是铸件最外层的过共晶组织,由粗大白色条状的初生含硼渗碳体和蜂窝状共晶组织所组成。二是亚共晶层,由珠光体和共晶组织组成。在两者之间没有明显的共晶组织区域。

过渡层是硬化层与本体之间的过渡区域。其组织为珠光体、片状石墨和含硼渗碳体。

根据Fe—C—B相图,对渗硼层组织进行分析。可知,由表及里,含硼量是逐渐下降的。由于试块表面与涂料层直接接触,其含硼量较高。硼是一个强反石墨化元素,并使Fe—C相图的共晶点大大左移。从而

使本来亚共晶成分的灰口铸铁变成了过共晶成分的白口铁。所以,在试块最外层形成过共晶白口组织。在亚共晶层中,含硼量较低。首先,结晶时析出初生奥氏体。由于硼原子半径较大(0.98Å),在奥氏体中的固溶量很低(0.02%),而在 Fe_3C 中,硼原子可以大量置换碳原子,形成含硼渗碳体,即 $Fe_3(B,C)$ 。所以,共晶组织为 $A+Fe_3(B,C)$ 。

由于含硼量由表及里是连续变化、逐渐下降的,对于一定成分的亚共晶灰铁而言,使其反发生共晶的含硼量是固定的。而不象发生过共晶或亚共晶那样,其含硼量可以在一定范围内变化,其组成相不发生变化。因此,在硬化层中,没有明显的共晶组织区域。

在过渡层中,含硼量更低,铁水的白口倾向减小,石墨化能力提高。所以,即有 $A+G$ 共晶,又有 $A+Fe_3(B,C)$ 共晶,最后形成麻口组织。

另外,金相组织中还应存在少量 Fe_2B 、 FeB 化合物,在光学显微镜下不易辨别。

(二) 粘结剂、熔剂种类对铸渗硼层的影响

据资料^[3]报导,选用不同的粘结剂和熔剂,对表面合金化的效果是不同的。因此,用正交试验研究了不同粘结剂和熔剂对渗层的影响。因子水平见表1。采用 $L_9(3^4)$ 正交表。另外,涂料中均加入7% $Na_2B_4O_7$ 。

表1

因子 水平	A	B	C
1	15%水玻璃	3% KBF_4 +1% Na_3AlF_6	3%NaF
2	5%聚乙烯醇水溶液	3% $NaBF_4$ +1% Na_3AlF_6	3% CaF_2
3	5%呋喃树脂	3% Na_2CO_3	3%MgF ₂

对试验结果进行方差分析。分析结果表明,粘结剂种类变化对渗层厚度影响不大。若用硼铁作供硼剂进行表面合金化,粘结剂对渗硼层有较大影响。有机粘结剂有利于提高合金层厚度。因为,它在高温铁水作用下,很快燃烧掉,有利于铁水向涂层中渗透。这说明 B,C 渗硼与硼铁渗硼的机制不同。

但是,粘结剂对合金层表面质量影响较大。以水玻璃作粘结剂,表面有严重气渣孔;以聚乙烯醇水溶液作粘结剂,表面不平整;用呋喃树脂作粘结剂,表面质量最好,光滑平整,无气孔,无渣孔。因此,选用呋喃

树脂作粘结剂。

B类因子对渗层厚度有一定影响。 $NaBF_4$ 和 Na_3AlF_6 对渗层厚度贡献最大, KBF_4 和 Na_3AlF_6 次之, Na_2CO_3 效果最差。在C类因子中,NaF效果最好, CaF_2 最差。因此,选择 $NaBF_4$ 、 Na_3AlF_6 和NaF为熔剂。

(三) 熔剂加入量对渗层厚度的影响

粘结剂、熔剂种类确定之后,为寻求合适的配比,对熔剂加入量进行正交试验。因子水平见表2。仍采用 $L_9(3^4)$ 正交表。

表2

因子 水平	$NaBF_4$ 加入量 (%)	Na_3AlF_6 加入量 (%)	NaF 加入量 (%)	$Na_2B_4O_7$ 加入量 (%)
1	2	0	2	6
2	4	2	4	9
3	6	4	6	12

对试验结果进行方差分析得出: $NaBF_4$ 和NaF加入量对渗层厚度有显著影响。在本试验范围内,随加入量增加,渗硼层厚度增加。所以, $NaBF_4$ 和NaF各选取6%。 Na_3AlF_6 和 $Na_2B_4O_7$ 加入量对渗层厚度影响不显著。考虑成本因素, Na_3AlF_6 取2%, $Na_2B_4O_7$ 取6%。

(四) 浇注温度、试样厚度、涂层厚度和 B,C 粒度对渗硼层厚度的影响。

除了涂料成分之外,影响渗层的因素还有浇注温度,试样厚度、涂层厚度和 B,C 粒度。下面仍采用 $L_9(3^4)$ 正交表,研究这四个因素的影响。因子水平见表3。

表3

因子 水平	浇注温度 (°C)	涂层厚度 (mm)	试样厚度 (mm)	B,C 粒度 (目)
1	1350	2	30	50
2	1385	4	40	100
3	1420	6	50	150

通过对试验结果进行方差分析,得出:浇注温度对渗层厚度有一定影响。浇注温度为1385°C时,效果最好。浇注温度过低,浇注后凝固快,硼原子来不及向内部扩散,因而,渗硼厚度薄;浇注温度过高,液态存在时间和凝固时间相对延长,硼原子扩散充分,在铸

件表层硼原子不集中,也造成硬化层减薄。而硼原子实际渗入深度却是很大的。

当涂层厚度薄时,相当于 B_4C 少,渗层厚度薄;涂层厚度过大,也不能使渗硼层厚度增加,从结果看,取 4mm 为宜。试样厚度对渗硼层有显著影响,在本试验范围内,厚度愈大,渗硼层愈深。 B_4C 粒度对渗层厚度影响不显著。

四、热锌腐蚀试验

为考察锌渗硼层的耐锌液腐蚀性,在 660°C 的锌液中做了对比试验。试验中,从同一试块取两个样子,一个带有渗硼层,另一个没有渗硼层,即铸件本体,作为对比试样。试验结果如表 4。

表 4

因子 水平	6 小时铁损(G/cm^2)	热蚀速度($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$)
硼化层	0.0009	0.00015
铸件本体	0.2242	0.0374

由表 4 可见,渗硼层具有很高的耐锌液腐蚀性,浸锌 6 小时后的热蚀速度比本体降低了 248 倍。渗硼层之所以耐蚀,是由于合金层中存在大量的含硼渗碳体,降低了锌液对基体的润湿能力。将试样从锌液

中取出时,渗硼层上并不粘附有锌,这证明渗硼层与锌液不润湿。从而极大地限制了锌铁反应速度。试验发现,长时间的浸锌,渗硼层并不脱落。因此,采用铸渗硼的方法制造锌锅,对延长其使用寿命是有利的。

五、结论

1. 用灰铸铁铁水浇注于以 B_4C 为主的涂层铸型中,在铸件表面可获得良好的渗硼层。

2. 熔剂 $BaBF_2$ 、 NaF 对铸渗层厚度有显著影响。在本试验条件下,其加入量分别取 6%。

3. 呋喃树脂粘结剂能获得表面质量较好的铸渗硼层。

4. 浇注温度和铸件壁厚对渗硼层厚度影响较大。在本试验条件下,浇注温度取 1385°C 较好,壁厚大些好。

5. 渗硼层的耐锌液腐蚀性能高。在试验室条件下,比灰铸铁提高 248 倍。

参考文献

- [1]于琨译,《钢与铸铁的渗硼》,国防工业出版社,1982
- [2]尹云秋,钢制镀锌锅的硼化处理,《全国首届热镀锌学术交流会论文集》,1987
- [3]袁绪华等,铸铁件表面合金化的研究与应用,《铸造》,1987,1

企业介绍

泊头市交河红旗模具厂

我厂系全国可锻铸铁科技情报网成员单位,是生产玛钢管件手工造型模具的专业厂家。设备齐全、技术力量雄厚、检测手段齐全。与国内许多名牌铸造厂家、管件厂家有多年的业务联系。

主要产品有:弯头、三通、管古、油任、外丝等建筑扣件及水嘴、阀门等模具。可生产 GB、ISO

和美国等标准模具,规格为 $1/2'' \sim 6''$ 。还可生产木砂箱、木芯合、铁砂箱、树脂芯合、木芯合芯腔注塑芯合、单面型板、双面型板等。

我厂是省级重合同守信用企业。愿竭诚为全国铸造厂家、管件厂家服务,欢迎合作,欢迎光临。

厂长:耿凤庄

地址:河北省泊头市富镇新站北 50 米路西 邮编:062157

电话:富镇分机转 电挂:8000

乘车路线:京广线:石家庄乘去泊镇(泊头市)汽车在富镇下车即是;京沪线:在泊镇火车站下车后换乘去富镇的汽车。