

# 铋铸铁的耐腐蚀性

郝 远 陈 队 志

(机械工程一系) (兰州铁道学院)

**摘 要** 本文探讨了铋及铋系复合孕育对铸铁耐蚀性的影响,结果表明,在浓度为98%的硫酸介质中,铋铸铁的耐腐蚀性能明显的优于HT200. 铋的最佳含量范围是0.040%~0.065%,铋量过高时,耐蚀性反而下降,铋对灰铸铁耐蚀性的提高和强度增加相对应,即强度高,腐蚀失重小. 铋与铬、钼、稀土等元素复合孕育效果更佳,其耐蚀性比普通铋铸铁高50%以上.

**关键词** 铋, 硫酸, 灰铸铁, 腐蚀, 孕育

**分类号** TG251.4

随着石油、化工、轻纺等工业的发展,对耐蚀材料的需求量日益增加,因此,如何合理选用耐蚀材料,达到既能延长其使用寿命,又使生产工艺简便、成本降低的目的,是很重要的。

耐蚀铸铁在耐蚀金属材料中占有重要地位. 在国外,研究和开发不同使用条件下的耐蚀合金铸铁,特别是铸造工艺简便、生产成本低的低合金耐蚀铸铁受到了广泛的重视. 但国内仍有部分工厂采用国外50年代盛行的低合金铸铁配方生产耐蚀铸铁件<sup>[1]</sup>,且品种较单一,无论从资源利用或生产成本考虑均不合理,所以亟待研究开发适合我国国情的低合金耐蚀铸铁。

本实验就是通过对铋及铋系复合孕育对铸铁耐蚀性的影响作一些探讨,为新型低合金耐蚀铸铁的开发提供数据。

## 1 实验方法

实验用原铁水化学成分如表1所示。

表1 原铁水化学成分

HT200	元 素					CE
	C	Si	Mn	S	P	
含 量	3.07~3.30	1.72~1.90	0.50~0.71	0.03~0.05	0.025~0.04	3.65~3.95

收稿日期: 1991-01-14

在 GP60-H<sub>11</sub> 高频感应炉中熔炼 5kg 铁水, 出炉温度约 1500℃. 在上述原铁水中用冲入法分别加入 0.02%~0.3% Sb, 铸成  $\phi 30\text{mm} \times 340\text{mm}$  试棒, 经弯曲试验压断后, 每一种成分的试棒加工两个  $\phi 25\text{mm} \times 5\text{mm}$  腐蚀试片。

试样经粗磨→细磨→抛光→水洗→酒精擦洗→烘干(110℃)→冷却→称量(万分之一分析天平)后悬挂在浓度为 98% 的浓硫酸中分别在室温和 50℃ 下全浸静腐蚀 72 小时。腐蚀后用清水冲洗试样表面的腐蚀产物, 用 10% 的柠檬酸铵溶液加热至 70℃ 左右处理 5 分钟, 再用清水冲洗后用酒精擦净, 装入预先加热至 110℃ 的烘箱中烘干, 冷却至室温后称重。

用单位时间内单位面积上的重量损失  $K$  来估计腐蚀程度, 计算公式如下<sup>[2]</sup>

$$K = \frac{W_0 - W_t}{S t}$$

式中  $K$  ——腐蚀失重, g/m<sup>2</sup>h

$W_0, W_t$  ——腐蚀前、后试样重量, g

$S$  ——试样与介质接触的表面积, m<sup>2</sup>

$t$  ——腐蚀作用时间, h

## 2 实验结果与分析

腐蚀重量与铸铁中的含 Sb 量、抗拉强度  $\sigma_b$  的关系如表 2 和图 1 所示。

表 2 腐蚀失重  $K$  与 Sb 量及抗拉强度  $\sigma_b$  的关系

铸铁中的含 Sb 量/%	0	0.019	0.027	0.047	0.055	0.074	0.096	0.183	0.279
抗拉强度 $\sigma_b$ /N/mm <sup>2</sup>	196.0	245.0	225.4	251.9	262.6	228.3	198.9	136.2	141.1
腐蚀失重 $K$ 室温	0.1664	0.1635	0.1551	0.1478	0.1468	0.1570	0.1584	0.1537	0.2031
/g/(m <sup>2</sup> ·h)	50℃	0.7301	0.6890	0.6701	0.6445	0.6179	0.7078	0.7088	0.7357
延长寿命 室温	0	1.74	6.79	11.18	11.79	5.65	4.81	7.63	-22.06
/%	50℃	0	5.63	8.22	11.72	15.37	3.05	2.92	-0.77
									-8.72

从图 1 和表 2 可以看出: 无论室温下还是 50℃ 时, 随着 Sb 含量的增加, 灰铸铁的耐蚀性增加, 但有一个极值, 超过极值后, 随 Sb 含量增加, 腐蚀失重增大。在两种温度条件下, 在一定的

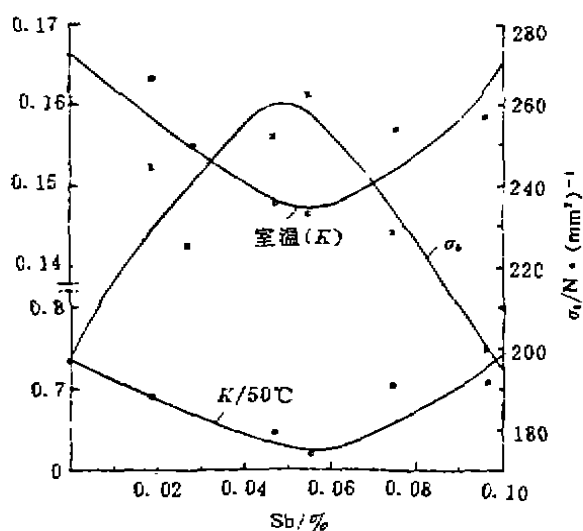


图 1 不同 Sb 含量灰铸铁强度和腐蚀失重的关系

Sb 含量范围内, 铸铁的耐蚀性明显优于 HT200, 而且效果比较稳定。两种温度下耐蚀性能均较好的 Sb 量范围大体一致, 即为 Sb0.040%~0.065%, 最佳含量为 0.55%, 此时可延长寿命大于 10%。

此外, 腐蚀失重与铸铁强度密切相关。通常, 强度越大, 腐蚀失重越小, 这种倾向在高强度铸铁的腐蚀过程中表现更为明显, 如表 3 所示。

表 3 合金加入量与机械性能及腐蚀失重的关系

编号	Sb/%	Ca/%	Zn/%	Re/%	$\sigma_b$ /N·mm <sup>-2</sup>	腐蚀失重		延长寿命	
						室温	50℃	室温	50℃
200	—	—	—	—	196.0	0.1664	0.6622	0	0
001	0.02	0.05	0.06	0.08	281.3	0.1537	0.5823	7.63	12.07
002	0.03	0.08	0.03	0.10	293.0	0.1058	0.5693	36.41	14.03
003	0.04	0.43	0.04	0.12	356.2	0.1023	0.5001	38.52	24.48
004	0.05	0.43	0.04	0.08	284.9	0.1408	0.5083	15.39	23.24
802	0.06	0.5%Cr	0.05%V	0.075	307.23	0.0964	0.4690	42.07	29.17

从表 3 可以看出, Sb 与其它元素的复合孕育, 能显著提高灰铸铁的抗拉强度, 并明显降低腐蚀失重, 且强度越高效果越明显, 抗拉强度最高的试样 003#, 其延长寿命值在室温与 50℃ 下分别可达到 38.50% 和 24.51%。

此外, Sb-Cr-V-Re 系抗蚀效果好于 Sb-Ca-Zn-Re 系, 尽管前者强度值不算太高, 但抗蚀效果超过后者, 在两种温度下延长寿命值分别可达 42.07% 和 29.17%。

### 3 讨论

灰铸铁中加入 Sb 或 Sb 系孕育使得其耐腐蚀性提高, 主要原因是:

1) Sb 强烈促进生成珠光体, 提高珠光体的弥散度, 并消除了铁素体, 使得铸铁在浓硫酸中腐蚀时, 减少了由铁素体和石墨组成的腐蚀原电池, 增加了渗碳体和石墨组成的原电池数量。而前者的原电池电动势最大, 后者的最小, 所以抑制了铸铁的腐蚀。

2) Sb 减小石墨片尺寸, 并使其分布均匀, 另外还使得共晶团细化, 虽然稍稍增加了原电池的数量, 但组织变得十分致密, 且晶粒之间的结合力增强, 使得浓硫酸不易侵入, 从而减缓了腐蚀进程。

3) Sb 本身就是一种比较耐腐蚀的金属, 并能溶于珠光体中的  $\alpha$ -Fe 中, 使得珠光体不易被腐蚀。

4) Sb 的加入使得铁素体减少, 渗碳体稳定, 珠光体增加。而铁素体的电极电位最低 ( $-0.44V$ )<sup>[2]</sup>, 因此, 随着铁素体的减少, 基体的电极电位就会提高, 各相之间的电位差缩小。

5) Sb 以相当高的浓度偏析在与石墨接触的基体上, 这样相当于在石墨与基体之间有一层富 Sb 壳, 减少了石墨与基体的接触, 使得原电池电动势降低, 从而提高了耐蚀性。

6) Sb 使珠光体的片间距减小, 生成致密的索氏体, 增加了氧化物在其上的粘附性, 这就使得浓硫酸与金属的反应产物以及  $Fe_2O_3$ ,  $Sb_2O_3$  等能够覆盖在基体上, 而且结合较牢固, 这样

使得原电池电子迁移速度降低,耐蚀性增强。

7) Cr 是热力学不稳定但容易钝化的金属,并具有过钝化倾向,当 Cr 与铁基合金组成电解质时,将在不同程度上把它的耐蚀特点带给铁合金;V 对铸铁耐蚀性的影响是通过对石墨均匀化而使其耐蚀性提高。因此,Sb-Cr-V-Re 的复合孕育耐蚀性能更为优越。

8) 当 Sb 量过高时,组织中出现渗碳体是有利于抑制腐蚀的,但此时由于形成了大量的 D, E 型石墨,并伴有铁素体,造成石墨与基体之间的电位差增大,腐蚀反而加剧。

9) 高强度灰铸铁具有组织致密、全珠光体组织等综合优点,故抗蚀效果较好。

10) 普通灰铸铁中由于存在一定数量的铁素体,且石墨比较粗大,使得基体与石墨之间的电位差增大,灰铸铁组织疏松,电解质易于侵入其内部,从而导致腐蚀加剧,故其耐蚀性不如铋铸铁。

#### 4 结论

对于在浓硫酸介质中服役的灰铸铁而言:

1) 含 Sb 适量的灰铸铁,其耐腐蚀性明显优于普通灰铁 HT200。

2) Sb 对提高铸铁的耐蚀性有利,其最佳含量范围是 0.040%~0.065%,Sb 量过高时,耐蚀性反而下降。

3) Sb 对灰铸铁耐蚀性的提高和强度增加相对应,即强度高,腐蚀失重小;强度低,腐蚀失重大。

4) 灰铸铁的基体组织不同对腐蚀的影响亦不同,即珠光体基体耐腐蚀性比珠光体+铁素体耐蚀性好。

5) 复合合金化铋铸铁的耐腐蚀性比普通铋铸铁的耐蚀性好,可提高寿命 50% 以上。

#### 参 考 文 献

- 1 韩绍昌等. 国内外耐蚀铸铁的研究与发展概况. 机械工程材料, 1988, 6 (12): 1~5
- 2 铸铁手册编写组. 铸铁手册. 第二版, 北京: 机械工业出版社, 1979. 276
- 3 陆文华. 铸铁及其熔炼. 北京: 机械工业出版社, 1981. 165

### The Corrosion Resistance of Antimony Bearing Cast Iron

Hao Yuan

(Dept. of Mechanical Engineering (1))

Chen Duizhi

(Lanzhou College of Railway)

**Abstract** The influence of antimony and the complex inoculation of antimony with other elements together on the corrosion resistance of iron is discussed in this paper. The results show that the corrosion resistance of antimony bearing iron is apparently superior to HT200 in the medium with the 98% concentration of  $H_2SO_4$ . The best content range of antimony is 0.040%~0.065%. While the content of antimony is higher than that amount, the corrosion resistance decreases. The increase of the corrosion resistance of antimony bearing iron is corresponded with the tensile strength. That is, the higher the strength, the less the weight loss due to the corrosion. The corrosion resistance of the iron inoculated by Sb, Cr, V, Re etc. is much better and the working life can increase over 50%.

**Key words** antimony, sulfuric acid, gray-iron, corrosion, inoculation



## 有关陶粒砼结构的两项科研课题通过省级鉴定

由我校建筑工程系祁学仁教授和刘翠兰副教授承担的甘肃省科委下达的“陶粒砼连续梁与普通砼连续梁抗剪强度的对比试验研究”、“陶粒砼剪力墙试验研究”两项科研课题已于9月15日通过科学技术鉴定。

鉴定工作由甘肃省科委组织,由来自清华大学、天津大学及甘肃省建筑科学研究所等单位的教授、专家组成的鉴定委员会主持。鉴定意见认为这两项课题的试验结果和分析提出的有关设计建议有实用价值,为制定相应的设计规程提供了依据,并对实际工程设计有参考价值。两项课题分别达到国内领先水平 and 先进水平。陶粒砼作为一种新型的轻质高强材料,在结构工程特别是在地震区建筑中的应用方面,有明显的技术经济效益。粉煤灰陶粒大量利用工业废料,还具有较大的社会、环境效益。两项课题的研究有现实的工程价值和良好的推广前景。

(陈仰贤)