

# 合金元素在灰铸铁刹车盘中的应用

渤海船舶职业学院 (辽宁葫芦岛 125005) 付秀丽

**【摘要】**研究了在灰铸铁刹车盘中加入合金元素对金相组织及性能与硬度的影响,通过试验确定其合理的加入量。

刹车盘是刹车系统中的基础零件,对于行车过程中保证可靠的制动起着关键作用。目前,国内汽车刹车盘的出口市场已经形成一定规模,由于刹车盘出口主要针对的是配件市场,客户订货虽品种繁杂,批量不大,但其对质量及性能的要求却日益严格。我们曾接到客户委托:以相当于 HT150 的化学成分生产出硬度在 170 ~ 229HBS、 $\sigma_b \geq 200$ MPa 的刹车盘,为此我们决定加入合金元素来提高其抗拉强度和硬度。

## 一、合金元素的选择

### 1. 合金元素的作用

(1) Mo 钼是典型的化合物形成元素,是很强的珠光体稳定元素,它能细化石墨,在  $w_{Mo} < 0.8\%$  时,钼能细化珠光体,同时能强化珠光体中的铁素体,从而能有效地提高铸铁的强度和硬度。

(2) Cu 铜的石墨化能力约为硅的 1/5,因此能降低铸铁的白口倾向,同时铜也能降低奥氏体转变的临界温度,因此铜能促进珠光体的形成,增加珠光体的含量,同时能细化珠光体和强化珠光体及其中的铁素体,从而增加铸铁的硬度及强度。

(3) Ni 镍对石墨组织的影响甚小,但能降低奥氏体转变成珠光体的温度,同时降低共析点的含碳量,因此镍不但有细化珠光体的作用,而且能增加珠光体数量,并且使珠光体得以强化,使铸铁的强度得到显著的提高。

(4) Cr 当  $w_{Cr} < 0.5\%$  时能细化石墨,阻止铁素体形成,增加珠光体数量,是广泛使用的元素。

(5) Mn 锰具有稳定和细化珠光体的作用,也是广泛使用的合金元素。

(6) Sb 锑在铸铁中是微量元素,  $w_{Sb} < 0.02\%$  时

可强有力地促进珠光体的形成,其作用相当于两倍的锡,可消除铁素体,增加铸铁的耐磨性,提高高温时珠光体的稳定性,因此可提高较高温度状态下铸铁的使用寿命。

鉴于以上各元素对灰铸铁刹车盘基体组织与石墨的影响,我们在原来加入 Mn 和 Cr 的基础上选择加入 Cu、Mo、Ni 及微量元素 Sb。

### 2. 灰铸铁刹车盘化学成分的选择

根据合金元素加入量与抗拉强度和硬度的关系图(如图 1 所示),以及刹车盘本身壁薄的结构特点,我们初步确定了灰铸铁刹车盘的化学成分(见表 1)。

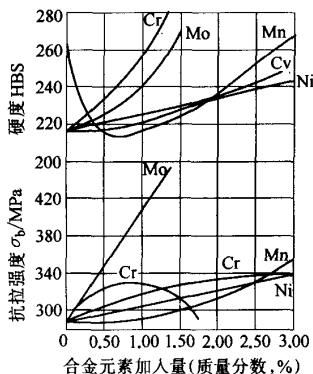


图 1

表 1 试验选择的化学成分(质量分数)(%)

元素	C	Si	Mn	P	S
含量	3.6~3.8	1.8~2.2	0.5~0.8	≤0.1	≤0.12
元素	Mo	Ni	Cu	Cr	Sb
含量	0.03~0.08	0.03~0.08	0.2~0.5	0.1~0.2	0.015~0.02

## 二、试验过程

(1) 配料 各种炉料与合金配比见表 2。

表 2 炉料配比 (%)

炉料	Z14 生铁	回炉铁	废钢	合金
配比	50	45	5	按选定范围的中限(偏下限)

(2) 熔炼与浇注工艺 本次试验采用的是 0.75t 中频感应电炉, 炉料按顺序加入, 铁液出炉前加入合金料, 然后浇注三角试样并用热分析仪调整 C、Si 成分, 铁液的出炉温度控制在 1570~1580℃, 铁液出炉时采用 75SiFe 进行随流孕育。浇注时采用半开放、半封闭底注式浇注系统, 达到顺序凝固。铁液化学成分检验结果见表 3。

表 3 铁液化学成分(质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Cu	Cr	Sb
3.64	1.87	0.72	0.067	0.05	0.05	0.05	0.45	0.15	0.015

### 三、性能试验

#### 1. 金相组织

取同炉浇注的 10 片刹车盘进行金相组织分析。结果表明: 10 个样件均为 A 型石墨, 其中有两个样件带少量 D 型石墨。A 型石墨最大长度 309.2μm, 平均长度 77μm, 石墨等级为 3 级。基体组织为珠光体 95%~98%, 铁素体含量均 < 5%, 全部满足客户要求。图 2、图 3 为其中一例的检验结果。



图 2 石墨 100×

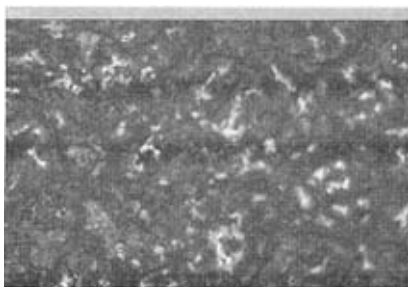


图 3 基体组织

#### 2. 抗拉强度试验

按 JB/T7945—1999 要求, 与试验的刹车盘同炉浇注三根试棒进行抗拉强度试验, 其结果见表 4。

表 4 抗拉强度试验结果

编号	抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa
1	213.6
2	213
3	212

#### 3. 硬度试验

取 10 片刹车盘进行硬度试验, 每片刹车盘对称取 4 点进行硬度试验, 结果表明, 硬度均在 180~215HBS, 其中三片结果见表 5。

表 5 硬度试验结果

编号	硬度 HBS			
	A 点	B 点	C 点	D 点
1	185	215	198	210
2	187	211	189	209
3	193	206	187	214

### 四、结语

(1) 从考虑成本入手, 综合各项指标再经过多次试验, 进一步确定的化学成分见表 6。

表 6 灰铸铁刹车盘化学成分(质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S
3.6~3.8	1.8~2.2	0.6~0.8	≤0.1	≤0.12
Mo	Ni	Cu	Cr	Sb
0.03~0.06	0.02~0.05	0.3~0.6	0.1~0.2	0.015

(2) 灰铸铁刹车盘中加入合金元素后, 在碳、硅含量较高的情况下达到了相当于 HT200 的力学性能要求。

热 (20050331)

## Cr26 型高铬铸铁磨球研发成功

北京科技大学与酒泉钢铁公司合作研发的 Cr26 高铬铸铁磨球, 由于其高硬度的  $M_7C_3$  碳化物的存在, 经热处理后可获得强韧性的以马氏体为主的基体组织, 硬度大于 60HRC, 冲击韧度大于 5J/cm<sup>2</sup>, 具有良好的综合性能, 广泛应用于建材、冶金、矿山和电力等行业, 效益显著, 有极好的推广应用前景。