

ZG70CrMnSiMo水煤浆棒磨机衬板的研制

齐永丰、刘红枫

磨机衬板的主要作用是保护磨机，并利用衬板带起钢球或钢棒，对物料进行研磨和粉碎。衬板的主要失效形式是小能量多次冲击下的磨料磨损。磨机越来越趋向于大型化，随着筒体直径的增大，对筒体衬板的韧性及硬度要求越来越高。但就水煤浆棒磨机筒体衬板而言，其受到的冲击力仍不足以使高锰钢衬板充分发挥其加工硬化能力，却可以使多种硬度高、韧性较差材质的衬板产生裂纹而不能安全生产。ZG70CrMnSiMo硬度高，韧性好，生产工艺简单，价格适中。

处必然出现重叠的“热量集聚”现象而产生“热节”。由于砂型中出现“热节”，伴随着又产生两种现象：①型砂或芯砂的发气量因为温度越高而越多，尖角砂被金属液大面积地包围，其受热量相对最多，温度相对最高，因发气潜力释放充分，所以发气量最大。②型砂或芯砂因温度升高而透气性降低。这是因为在温度升高后，气体体积膨胀密度降低，然而高温情况下的型（芯）砂（SiO₂）也随着温度的升高而体积膨胀，型（芯）砂等物料都在受热体积膨胀下相对挤压，使砂粒间的孔隙更小，排气效率更低。型（芯）砂受热温度与透气

性的关系如图3所示。型（芯）砂的透气性能与室温（平时检测型砂透气性是在室温测试的）相比降低了，但发气量却剧增，在这种状态下，急剧膨胀的型腔气体与水蒸气必须利用扎设的出气孔、排气道及冒口溢出，否则它们只有进入金属液而形成气孔一条途径了。

1. 化学成分确定

ZG70CrMnSiMo最大的特点是具有高硬度的同时，仍具有良好的韧性。作为衬板材料应具有较好的综合性能，努力使其形成细晶粒组织，有利于耐磨性的提高，同时注意到材料应具有较高

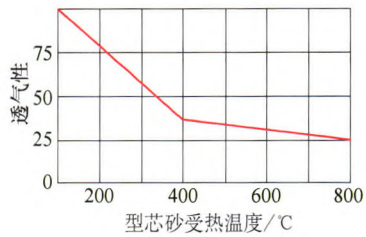
的冲击韧度，保证在服役过程中不致产生断裂破坏造成失效甚至引起事故。经过研究确定能够很好符合这一综合要求的材料是中碳合金钢。在高碳钢中加入适量合金，利用其提高淬透性、细化晶粒、固溶强化等作用，改善钢的力学性能和耐磨性，而保证这种组织的关键因素是合适的C、Cr、Si、Mn、MO等元素含量。确定的化学成分见表1。

表1 ZG70CrMnSiMo衬板化学成分（质量分数）（%）

C	Cr	Mn	Si	Mo	S	P
0.62~0.75	0.8~1.1	0.8~1.1	0.9~1.2	0.3~0.5	≤0.035	≤0.035

理，在以后的生产作业中，从工艺及操作上采取了具有针对性的措施，从而稳定了产品质量，从未再出现过类似的缺陷。

图3



作者简介：王明志、谢耀曾，河南省驻马店新创业管桩附件有限公司。

杨群收，河南省驻马店市柴油机厂。

4. 结语

综上所述，找出了气孔、尖角砂气孔产生的原因及形成机

MW 20140312

2. 铸造工艺选择及控制

确定合金的化学成分后，浇注两件衬板试样及若干基尔试样，主要目的是确认衬板铸造性能，基尔试样用于热处理工艺试验。衬板规格尺寸如图1所示。

使用中频感应电炉熔炼，实际浇注温度1570℃，铸造工艺缩尺2.6%。按图浇注的两件衬板，其中一件有砂眼，原因是砂型放置时间过长造成的，另一件合格。铸后退火及割冒口，退火工艺如图2所示。利用退火余热（300℃）切冒口，切完冒口后进炉缓冷。

经过试验发现，该合金钢具有较好的铸造工艺性能，与一般碳钢没有太大差别，所以在确定铸造工艺时主要依据普通碳钢的生产经验即可。

3. 热处理工艺选择及控制

合理选择热处理工艺可以改变基体组织，克服铸态组织的不均匀性，使材料的强度、硬度、塑性及其他性能达到最佳匹配。

衬板应采用淬火+回火工艺。首先使用试样进行工艺试验，淬火温度分别为840℃、870℃、900℃，冷却方式采用油冷，回火温度分别为250℃、350℃、450℃、550℃、600℃，冷却方式采用油冷。计划采用3

种淬火温度及5种回火温度，根据试验结果制订最优热处理参数，然后对衬板进行首件试制，以确认热处理工艺参数是否合理，之后进行调整。

4. 硬度检测

淬火、回火后检测硬度，用砂轮把试样打磨光滑，检测设备为里氏硬度计（G头），硬度检测结果见表2。

从表中硬度值的变化情况可以看出，ZG70CrMnSiMo的耐回火性极佳，回火温度在550℃时硬度才有明显下降，这主要是合金元素的作用。回火温度越高，

淬火造成的内应力越易消除，这对选择尽可能高的回火温度提供了先决条件。

5. 力学性能试验

对试样进行冲击试验，利用线切割进行取样，每组取4件冲击试样。考虑到550℃、600℃回火后试棒的硬度值已降至40HRC以下，已不能满足耐磨衬板硬度要求，就没有进行冲击试验。冲击试验数据见表3。

6. 金相组织观察

铸后退火试样显微组织如图3所示，金相组织为层片状珠光

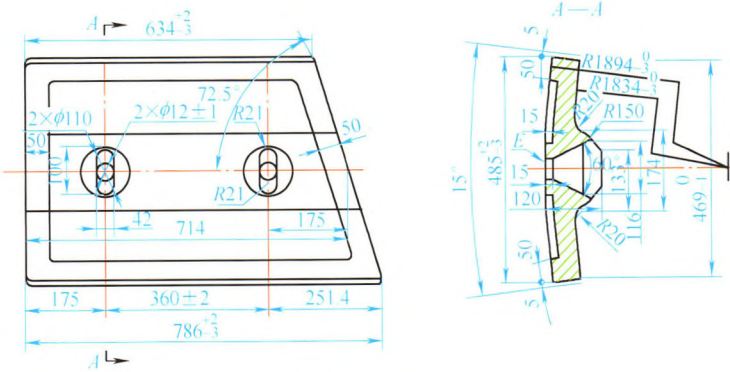


图1 衬板示意

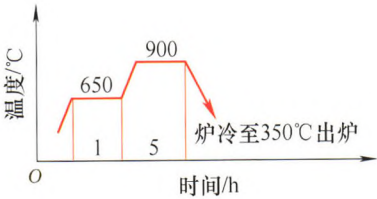


图2 铸后退火工艺曲线

表2 淬火+回火硬度值

淬火 温度 /℃	回火温度/℃														
	250			350			450			550			600		
	硬度HRC														
840	49.6	51.1	48.1	50.7	49.0	50.7	47.0	48.9	51.6	37.5	33.6	40.1	28.4	31.2	37.5
	47.2	53.5	46.6	49.6	47.3	44.1	48.6	50.4	48.0	39.0	35.1	36.3	30.2	30.3	34.0
870	51.6	52.0	53.7	51.3	49.4	50.5	44.4	47.1	48.8	33.4	32.6	37.4	40.7	39.6	33.5
	52.9	53.9	50.0	51.1	47.6	46.4	45.8	45.0	43.7	39.6	38.4	38.7	37.2	35.9	34.0
900	49.5	50.9	49.3	47.7	51.8	47.7	47.6	48.6	45.4	32.3	31.9	31.8	27.1	27.5	27.7
	50.0	50.2	47.8	45.1	47.7	50.0	46.2	47.0	46.1	32.4	34.3	33.7	29.2	30.1	29.3

体，其是一种双相结构的组织，为一层铁素体和一层渗碳体的混合物。

通过对淬火+回火后的ZG70CrMnSiMo衬板试样进行显微组织分析，840℃、870℃、900℃淬火均未发现过热组织，晶粒未发现明显长大。840℃淬火时发现少量未溶铁素体，分析原因可能是淬火加热温度较低或是保温时间过短造成的。870℃淬火+450℃回火能够获得回火托氏体组织，如图4所示。

7. 确定热处理工艺

经过热处理工艺试验，三个淬火温度840℃、870℃、900℃在250℃、350℃、450℃回火硬度均可以达到45HRC以上。

840℃淬火+350℃回火，冲击吸收能量达到22~26J。870℃淬火+450℃回火，冲击吸收能量达到20~22J。

淬火钢的内应力很大，回火时发生马氏体分解及碳化物析出，使过饱和α固溶体中碳含量下降，晶格畸变得到很大程度的回复，因而使应力减小，回火温度越高，内应力消除越完全。在满足硬度的前提下，回火温度越高越有利于消除内应力，所以确定热处理工艺为870℃淬火

+450℃回火。

8. 衬板首件试制

根据试棒淬火、回火工艺试验的结果，确定热处理工艺，进行衬板首件试制，热处理工艺曲线如图5所示。

衬板淬火、回火后进行外观检查，未发现裂纹。

淬火、回火后检测硬度，硬度计选择里氏硬度计（G头）衬板硬度为45HRC、45HRC、46HRC，利用锤击硬度计复检，硬度在45HRC以上。

9. 批量投产后效果

该材质衬板正式投产后，淬火、回火后硬度均在45~55HRC，铸造及热处理过程中只有少数衬板出现裂纹。目前该衬板已经在用户现场安装完毕，正式投入生产，使用效果良好。

10. 结语

（1）铸件外形尺寸能满足设计要求，该材质铸造工艺性能良好，适合砂型铸造工艺。

（2）在高碳钢中适量加入Cr、Mn、Si、Mo等多种合金元素，可以很好地发挥各自的有益作用，得到具有较好力学性能和较高硬度的优质耐磨钢。

（3）该材质热处理工艺易

于控制，进行热处理工艺试验，调整热处理参数，最后确定淬火+回火工艺，衬板淬火+回火后硬度达到45HRC以上，冲击吸收能量达到22J（ZGMn13衬板硬度185~220HBW，冲击吸收能量≥20J）。

（4）此材质耐回火性好，无明显回火脆性，可作为既耐磨又耐热的材质选择，耐热温度为500℃，且500℃以上回火时硬度值才明显下降。

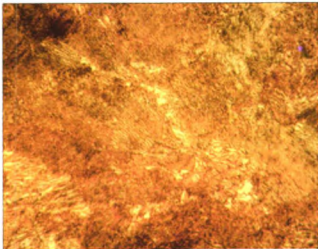


图3 铸后退火组织 400×

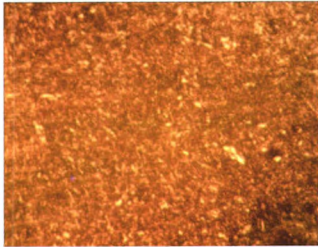


图4 870℃淬火+450℃回火组织

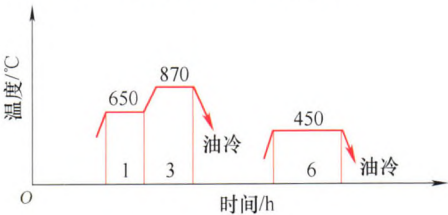


图5 淬火、回火工艺曲线

表3 冲击试验数据

淬火温度 /℃	回火温度/℃								
	250			350			450		
	冲击吸收能量/J								
840	12	14	8	24	22	26	10	10	14
	8	—	—	22	—	—	18	—	—
870	8	4	4	6	8	6	22	20	20
	8	—	—	12	—	—	22	—	—
900	18	14	16	12	18	12	12	14	14
	16	—	—	16	—	—	12	—	—

作者简介：齐永丰、刘红枫，中国有色（沈阳）冶金机械有限公司工艺研究所。

MW 20140420