

蠕墨铸铁柴油机气缸体的生产工艺

广西玉柴机器股份有限公司铸造厂 (玉林 537005) 刘春雷

【摘要】探讨了蠕墨铸铁材质柴油机气缸体的生产工艺可行性。在成熟的蠕墨铸铁气缸盖生产工艺的基础上,蠕墨铸铁材质移植到柴油机气缸体铸件上具备可行性。蠕墨铸铁材质与灰铸铁材质的气缸体尺寸没有变化,能够满足壁厚需要;蠕墨铸铁材质的气缸体本体强度比灰铸铁材质高近100MPa;蠕墨铸铁材质的铸件对制芯和造型有更严格的要求。

近年来,出于节能和环保方面的要求,同时为满足国家有关排放的规定,汽车行业对柴油机的材料性能提出了越来越高的要求。蠕墨铸铁铸件在高温、高压及润滑不良恶劣条件下,具有良好的强度、导热性、耐磨性、耐蚀性及耐热疲劳性能,能很好地满足这种要求。气缸盖是柴油机的关键基础零部件,用蠕墨铸铁生产气缸盖已经取得了良好的效果。我公司自2006年开始批量生产蠕墨铸铁材质的气缸盖铸件。经过5年多的不断实践摸索,稳定了蠕化处理过程,蠕墨铸铁铸件质量控制达到国内先进水平。鉴于不断攀升的可靠性要求,柴油机气缸体铸件采用蠕墨铸铁材质逐渐提上日程。国内也尚未有同行开展使用蠕墨铸铁生产柴油机气缸体的研究。本文就是在这种大环境下开始了对蠕墨铸铁材质的柴油机气缸体生产工艺的研究。

一、蠕墨铸铁生产工艺

1. 生产条件

我厂采用7t/h冲天炉与两台7t工频无芯感应保温电炉双联熔炼。

炉料:①Q10或Q12生铁。②蠕墨铸铁件废品、浇冒口、飞边等回炉铁。③废钢为碳素钢(边角料)。④铸造焦,硫含量(质量分数)要求不超过0.25%。

冲天炉炉料配比:65%生铁+30%回炉铁+5%废钢(焦炭加入量为层铁重的8%~9%)。

炉料及配比的原则:冲天炉能生产出低硫、高碳符合蠕化处理的原铁液。

2. 蠕化处理工艺

(1) 出铁温度1480~1500℃。

(2) 根据不同的硫含量确定1[#]、2[#]蠕化剂加入量。1[#]蠕化剂放在处理包底凹坑并覆盖好,2[#]蠕化剂放在出铁槽或漏斗,然后出铁进行蠕化处理。

(3) 出铁结束后,等待蠕化反应结束,无铁液翻滚时可认为处理结束,即进行搅拌,然后进行扒渣。

(4) 取铁液浇注三角试块,判断蠕化是否成功以及蠕化率的高低。

(5) 将经蠕化处理的铁液倒入浇包,加入孕育剂,倒完包并扒干净渣之后即可吊运到浇注位,等候三角试块检验合格后进行浇注。

3. 化学成分控制

(1) 碳 为获得尽可能大的石墨化膨胀量,形成致密的铸件,在碳当量一定的前提下,要求高的碳量。一般控制 $w_C=3.6\%\sim 4.0\%$ 。

(2) 硅 为避免产生白口,需要有一定的硅量,生产蠕墨铸铁气缸盖时一般控制 $w_{Si}=1.6\%\sim 2.0\%$ 。

(3) 硫 铁液中硫量增加时,消耗的蠕化剂也相应增加,使实际起蠕化作用的蠕化剂量就会减少,且形成硫化物夹杂,同时促进蠕化衰退。为了得到稳定的蠕化效果,我们生产中一般控制 $w_s = 0.015\% \sim 0.025\%$ 。

(4) 其余元素的控制 一般控制 $w_{Mn} = 0.3\% \sim 0.6\%$ 、 $w_p \leq 0.06\%$ 。为了保证一定的珠光体含量,还会加入 $w_{Sn} < 0.1\%$ 。铬有增加和稳定珠光体量的作用,还能细化珠光体组织,提高铸铁的强度。

但是铬又是一种强碳化物元素,与碳有较强的亲和力,因此铬铁的加入势必引起铁液白口倾向及收缩倾向增加,蠕墨铸铁生产中一般控制 $w_{Cr} < 0.2\%$ 。

具体化学成分控制参见表1。

表1 蠕墨铸铁原铁液化学成分控制 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn
3.6~4.0	1.6~2.0	0.3~0.6	<0.06	0.015~0.025	≤0.2	<0.1

二、蠕墨铸铁材质气缸体工艺试验

按4G/4E气缸体工艺要求正常制芯、造型并正常流转两箱到浇注位。按生产蠕墨铸铁气缸盖的要求准备好蠕墨铸铁铁液,化学成分见表2。

表2 气缸体蠕墨铸铁化学成分 (质量分数) (%)

C	S	Si	Mn	P
3.76	0.0180	1.98	0.412	0.046

检测试块蠕化率为85%,本体蠕化率高达95%。浇注后铸件进行划线检查尺寸,并解剖本体检测力学性能、铸件缺陷及壁厚是否均匀。与正常灰铸铁材质的铸件相比,划线检验结果显示,铸件外观尺寸没有任何明显的变化。解剖后的铸件各处壁厚均匀,没有出现壁厚不足的情况(见图1),也未发现任何缺陷(见图2)。



图1 解剖后的铸件壁厚均匀

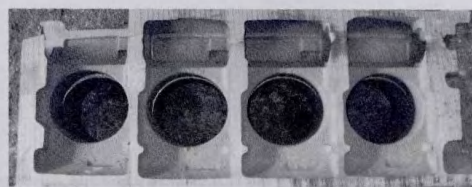


图2 解剖的铸件

铸件力学性能中的抗拉强度相比灰铸铁提升了100MPa以上,铸件的硬度稍低于灰铸铁件均值190HBW(见表3)。

表3 4G气缸体本体力学性能检测结果

抗拉强度 /MPa	伸长率 (%)	硬度HBW			
		1	2	3	4
450	2	187	190	190	190

我们应用同样的工艺在4E/4G气缸体铸件上共进行了三轮试验,经过划线、解剖和金相分析,铸件各项指标均合格。铸件本体抗拉强度稳定达到400MPa以上,尺寸与灰铸铁材质相比基本没有变化,铸件壁厚均匀。在4E气缸体的第二轮试验中,我们发现在缸孔与主油道之间的三角地带有一些小的孔洞,如图3所示。我们进行认真的分析后认为,这些孔洞的产生与整体浸涂砂芯的浇注系统内可能存在涂料不干有关,这说明蠕墨铸铁材质的铸件对砂芯质量有着更严格的要求。

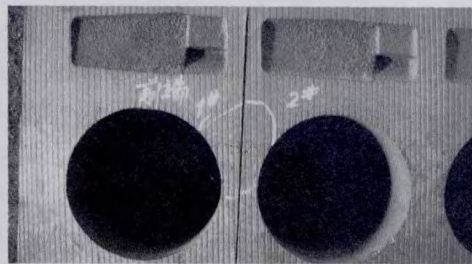


图3 4E气缸体孔洞缺陷

三、结语

(1) 在成熟的生产工艺条件下,生产蠕墨铸铁柴油机气缸体具备可行性,气缸体的尺寸、壁厚、力学性能均能达到灰铸铁同类铸件的水平。

(2) 蠕墨铸铁材质的气缸体对于其原有的灰铸铁浇注系统、铸件结构没有特殊要求,对其缺陷的产生没有必然的影响。

(3) 在采用蠕墨铸铁材质来生产气缸体时,对制芯和造型有更严格的工艺要求。

MW
(20120102)