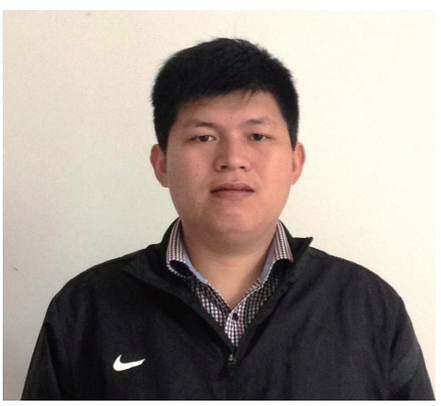
铬铁强化复合孕育效果的研究与应用

□江铃汽车股份有限公司铸造厂　彭志富，曾刚，万修根，郭之萍。



彭志富　熔炼主管

我公司生产的Puma系列缸体材质牌号为HT300，毛坯质量71kg，铸件形状复杂，壁厚不均匀（4～30mm），本体抗拉强度≥220MPa、硬度要求187～241HBW，金相组织要求珠光体含量≥98%　碳化物≤1%，石墨为A型，允许有少量的其他形态的石墨存在，石墨长度级别为4～5级。在炉前不采用JF—2变质剂处理工艺生产时，会出现铸件本体规定部位的抗拉强度（190～225MPa）、硬度（180～190HBW）偏低；如果采用变质剂处理时又出现硬度过高（220～240HBW），导致加工困难，而且提高生产成本。

现为了解决此矛盾，并节约生产成本（按年计划产量计算每年节约：62元/件×17711件=110万元），提出不使用变质剂的前提下，在炉前采用铬铁强化孕育效果工艺来提升Puma系列缸体材质性能。

1. 问题分析

不采用JF—2变质剂处理工艺生产的缸体本体规定部位金相组织为：

（1）石墨形态　粗片状A型，石墨长3～4级（见图1）。

（2）基体组织　珠光体含量95%（见图2）。

（3）珠光体类型　25%索氏体型珠光体+50%细片状珠光体+25%粗片状珠光体（见图3）。

在炉前采用JF—2变质剂处理工艺生产的缸体本体规定部位金相组织为：

（1）石墨形态　A型，石墨长4～5级（见图4）。

（2）基体组织　珠光体含量98%（见图5）。

（3）珠光体类型　90%索氏体型珠光体+10%细片状珠光体（见图6）。

从以上信息综合分析认为，导致问题的主要原因是在生产过程中，不在炉前使用变质剂处理工艺时铁液过冷度小，导致中等珠光体含量偏低，也不够致密，最终使本体抗拉强度与硬度偏低；采用炉前进行变质处理工艺生产，提高了铁液的过冷度，从

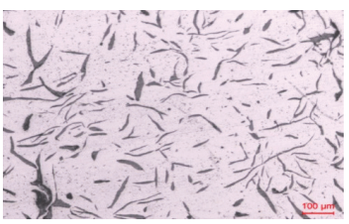


图1　石墨形态

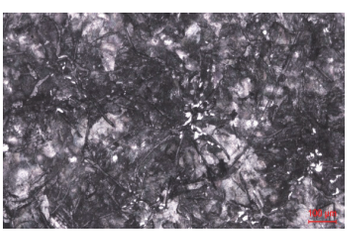


图2　珠光体含量

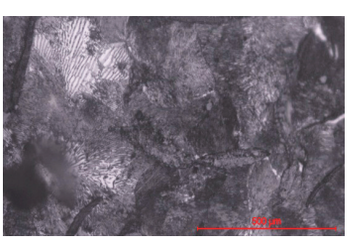


图3　珠光体类型

图4　石墨形态

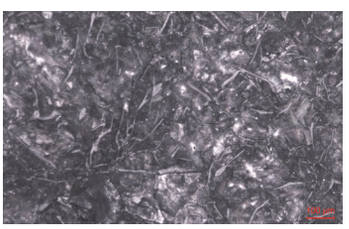


图5　珠光体含量

而细化了珠光体基体与获得卷曲细小、端部钝化的石墨，强化了基体组织，又减少了石墨对基体组织的割裂作用，使缸体材质的硬度得到大幅提升，但恶化了其加工性能。

2. 试验方案

（1）硅含量的调整　硅在灰铸铁中起粗化石墨与珠光体作用，因而降低硅可以提高铸件的强度和硬度。

对于缸体、缸盖这样复杂的薄壁件，在化学成分控制上，采用较高的碳当量（一般CE=3.9%～4.1%），并辅之以合金化，使其白口倾向小，铸造性能好，不易产生缩孔、缩松。而且在较高碳当量、较低的硅含量下，添加合金后能获得最好的强度和断面均匀性，防止硅增加铁素体、粗化珠光体、中和合金元素作用的有害倾向。

前期生产Puma系列缸体时原铁液和铸件w_{Si}分别为1.75%～1.85%、2.0%～2.2%，调整以后原铁液和铸件的w_{Si}含量分别为1.65%～1.75%、1.9%～2.1%，改进后铸件规定检测部位抗拉强度和硬度分别提高了10～15MPa、5～7HBW。

（2）铬铁使用工艺的调整　铬是反石墨作用属于中强，如果硅的石墨化作用为+1，则铬的作用为-1，在共析转变时，起稳定珠光体作用。合金元素使用效果的好坏与加入量、加入方式及所用孕育剂的种类有关。将铬直接加入到原铁液中，其加入量上限为0.35%，否则将出现碳化物；包内冲入法加铬，其加入上限可达0.45%。硅钡孕育剂的孕育机理是：钡在铁液里石墨形核阶段不起作用，石墨还是经过碳化硅分解析出，对石墨的析出没有贡献。其只是促进石墨长大，形成尺寸较大的石墨，导致在衰退期间由于石墨尺寸较大，溶解在铁液的时间更长，从而来延长抗孕育衰退的；反之硅钡孕育剂有促进石墨粗大的作用。

我公司针对熔炼工艺中铬铁的使用做了大量的试验及研究，最后得出：为了使材质在组织不出现过冷石墨的前提下，使铁液获得更大的过冷度，从而达到细化石墨、减少石墨对基体组织的“割离”目的。把炉内原铁液中的w_{Cr}控制在0.28%～0.30%，然后在炉前出铁液时，采用把铬铁+硅钡孕育剂（YFY—150）机械混合后，冲入包内复合孕育为最佳工艺。具体孕育工艺参数见附表。

3. 试验效果

（1）铸件本体规定部位的抗拉强度都能达到250～270MPa、硬度为195～210HBW。

（2）铸件本体规定部位也都符合验收标准。

石墨形态：A型，石墨长4～5级（见图7）。

基体组织：珠光体含量98%（见图8）。

珠光体类型：80%索氏体型珠光体+20%细片状珠光体（见图9）

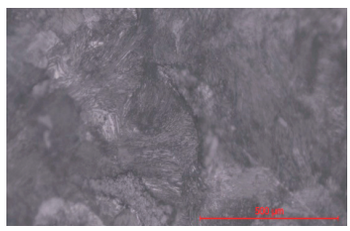


图6　珠光体类型

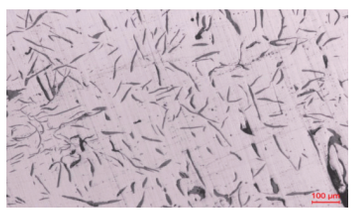


图7　石墨形态

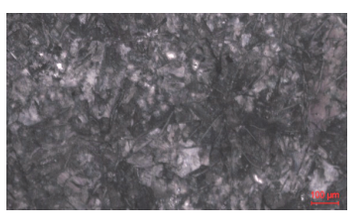


图8　珠光体含量

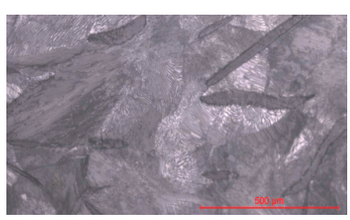


图9　珠光体类型

孕育工艺参数

工艺要求	规格	粒度/mm	用量（占出铁量，%）
孕育剂	YFY—150	2～6	0.38～0.43
铬铁粒	FeCr55C600	1～5	0.18～0.23

4. 结语

（1）在具有较高碳当量（一般CE=3.9%～4.1%）的铁液中，将w_{Si}控制在1.65%～1.75%，并辅之以合金化工艺下，利用铬铁+硅钡孕育剂机械混合孕育，能够强化孕育效果，提高材质性能。

（2）铬铁+硅钡孕育剂复合孕育时，其中铬铁有抑制由于硅钡孕育使组织产生石墨粗大的作用。

MW 20160416