

湿型铸造灰铸铁活塞工艺研究

朱守琴，程兆虎，史家全，孟兆亚

摘要： 采用横浇道兼做压边冒口补缩，提高了工艺出品率和补缩效率；从原材料控制、熔炼工艺调整、型砂参数控制等采取措施，消除了过冷石墨并稳定了表面及心部珠光体含量，成功生产出了满足客户要求的灰铸铁活塞铸件。

活塞作为汽车发动机气缸体中作往复运动的机件，其主要作用是承受气缸中的燃烧压力，并将此力通过活塞销和连杆传给曲轴。同时要求有如下性能：①要有足够的强度、刚度、质量轻，以保证最小惯性力。②导热性好，耐高温、高压，耐蚀性好，有充分的散热能力，受热面积小。③活塞与活塞壁间有较小的摩擦因数。④温度变化时，尺寸、形状变化要小。⑤热膨胀系数小，密度小，具有良好的减摩性和热强度。

1. 活塞灰铸铁件技术要求及控制难点

（1）尺寸要求　铸件外径为67.2mm，长度为62.4mm，长度尺寸公差按±0.8mm，角度公差按±2°，起模斜度不超过2°，取正斜。

（5）孕育处理　对铁液进行随流孕育处理：采用75SiFe，加入量为0.3%，出铁时随流缓慢加入，加入时间为出铁液时间的80%～90%。浮硅孕育：每包加入75SiFe0.2%进行浮硅孕育。

（6）浇注工艺　浇注温度（1350±10）℃。

三、铸件化学成分、力学性能

铸件化学成分、力学性能检验结果见表1、表2。

滑枕经冷却、打箱清理后，外形轮廓清晰，芯铁顺利从铸件内清出，钢管镶铸成功，经划线检查合格入库。机加工后未发现铸造缺陷，硬度、精度达到了要求，满足了产品性能要求。铸件实体见图6。

表1　铸件化学成分（质量分数）　（%）

C	Si	Mn	P	S	Cu
3.25	1.8	1.0	0.06	0.05	0.6

表2　铸件力学性能

抗拉强度/MPa	硬度HBW	
	试棒	本体
330	240	210



图6　合格铸件

四、结语

对于镶铸的钢管类铸件，当钢管在铸件内不易定位时，可将钢管预埋在芯盒内，将钢管焊接到芯铁上，用于钢管的固定。该滑枕的成功铸造，为我厂镶铸钢管铸件和滑枕类铸件的生产积累了宝贵的经验。

作者简介：孟庆春、李丹、李志博、周桂梅，齐重数控装备股份有限公司铸造厂。

MW 20151225

（2）表面微观结构（表层以下0.7mm处） 珠光体≥97%，铁素体≤3%，游离碳化物≤1%。

（3）内部微观结构 珠光体≥98%，铁素体≤2%，石墨大小3~5级；石墨类型：A型（97%~100%），不允许有C型石墨及游离碳化物。

（4）性能要求 活塞材质为HT200，抗拉强度≥200MPa，硬度170~260HBW。

（5）技术难点 ①该铸件所有长度尺寸公差均按±0.8mm，局部尺寸达到CT8级，尺寸精度不易控制。②对表层微观组织以及内部微观组织要求严格。由于该铸件壁厚较小（9mm），且使用湿型砂工艺，铸件易产生过冷石墨，组织结构不易控制。

活塞结构如附图所示。

2. 工艺设计方案

（1）工艺设计 铸件单重0.96kg，而且模数较小，为保证铸件之间的吃砂量50mm和一定的铸件出品率，一型布置48件；采用横浇道兼做压边冒口补缩，提高了工艺出品率及补缩效率，且铸件无需打磨，直接抛丸即可；铸件壁厚较小，且一箱多件，为保证每个铸件均匀进铁液，避免铸件气孔、冷隔缺陷，保证每个型腔的冷却速度，采用半封闭式浇注系统；为保证铸件尺寸精度，将铸件放在下箱，以提高自带芯的紧实度，避免内腔粘砂。

（2）型砂参数控制 为使铸件本体表面及内部微观组织一致，不产生过冷石墨，型砂水分含量要求≤3.5%。

3. 熔炼工艺控制

（1）化学成分控制 化学成分中C、Si含量对灰铸铁石墨形态存在一定影响。C、Si含量影响着碳当量的高低，当碳当量<3.7%时，铸件主要壁厚处容易产生大量D、E型石墨。Mn、Cu、Cr可提高并稳定珠光体含量，因此该活塞化学成分控制：w_C=3.25%~3.35%，w_{Si}=1.80%~2.10%，w_{Mn}=0.9%~1.0%，w_{Cu}=0.2%~0.4%，w_{Cr}=0.1%~0.2%。

（2）静置温度及时间控制 静置温度过高或静置时间过长，会降低石墨形核率，铁液易氧化；静置温度较低或静置时间较短，增碳剂尚未完全溶入铁液，原材料的遗传性尚存。合适的静置温度和静置时间，有利于增碳剂的均匀吸收，消除铸铁遗传性。

在进行该活塞生产时，静置温度控制在1500~1520℃，静置时间控制在5~10min。

4. 浇注工艺控制

浇包内剩余铁液对下包铁液的化学成分和过冷度有一定程度的影响。当浇包内含有剩余铁液进行下包产品浇注时，由于冷热流体间的换热作用，使浇包内铁液冷却速度加快，过冷度变大。

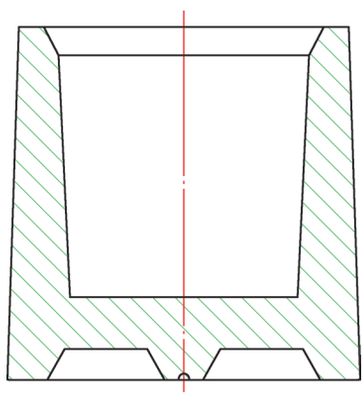
实际生产中，应先将浇包内铁液出空，然后对浇包进行充分预热，再出铁液浇注；同时提高浇注温度和瞬时孕育剂用量。

5. 效果验证

通过以上控制，成功生产出了满足客户要求的活塞铸件，并得出以下结论。

（1）采用横浇道对薄壁小件进行压边补缩，省去了内浇道，而压边处为加工面，因此抛丸后无需打磨，既提高了补缩效率及工艺出品率，又省去了打磨工序。

（2）通过调整型砂水分，提高金属液静置和浇注温度，对金属液进行合金化，以及强化孕育等措施，探索出了一套消除薄壁小型灰铸铁件组织中的过冷石墨，提高并稳定表面及心部珠光体含量的较好方案。



活塞结构

参考文献

[1] 邱力彬，石作胜. 铁路货车用灰铸铁活塞的铸造工艺[J]. 铸造, 2012, 61(6):676-678.

[2] 于震宗. 粘土湿型砂文集[M]. 北京：中国铸造学会, 2009.

[3] 王文清, 沈其文. 铸造生产技术禁忌手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.

作者简介：朱守琴、程兆虎、史家全、孟兆亚，合力股份有限公司合肥铸锻厂 。

MW 20160226