DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.06.013

车用发动机大型气缸盖浇注工艺的优化设计

陈永龙
(南充职业技术学院,四川南充 637130)

摘　要:研究了车用发动机大型六缸气缸盖复杂薄壁铸铁件采用湿型粘土砂型铸造工艺,应用传统底注式进气侧浇注系统、中注式排气侧浇注系统,铸件出现严重的气孔、浇不足、冷隔等问题。结果表明,采用顶注式浇注系统,铸件合格率高、工艺出品率高,具有良好的技术经济效果,能降低浇注温度、铸件表面质量良好。

关键词:大型气缸盖铸铁件;底注式;中注式;顶注式;浇注工艺

中图分类号:TG251　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)06-0569-04

Optimum Design of Pouring Process for Large Cylinder Head of Automotive Engine

CHEN Yonglong
(Nanchong Vocational and Technical College, Nanchong 637130, China)

Abstract: The casting process of complex thin-walled cast iron with wet clay sand mold for large six-cylinder head of automotive engine was studied. Serious defects such as blowhole, underpouring and cold isolation occurred in the castings by using the traditional bottom-pouring pouring system on the inlet side and the middle-pouring pouring system on the exhaust side. The results show that the top pouring system has high qualified rate, high production rate and good technical and economic effect, lower casting temperature and better surface quality.

Key words: large cylinder head of casting iron; bottom gating; middle gating; top gating; pouring technology

车用发动机大型六缸气缸盖属于最为典型的复杂薄壁类铸铁件,是国内外所见的同类车用发动机气缸盖类零件中最为大量生产的铸铁件之一,对于这一复杂铸铁件的铸造国内大多数工厂选用了壳型铸造工艺或组芯造型铸造工艺。但其壳型铸造工艺或组芯造型铸造工艺存在着工序多、工艺复杂,生产投入大、工作效率低、生产成本高等不足。鉴于此,我们团队在为华北汽车零部件制造公司(以下简称A公司)技术支持、确立36D六缸气缸盖铸铁件的铸造工艺时:采用了湿型粘土砂静压造型铸造工艺方案。

36D六缸气缸盖铸铁件在A公司铸造铁液熔炼的生产条件是:两排大间距热风冲天炉,铁液出炉温度最高1 450 ℃;铁液的最终成分控制 w (%)为:3.3%~3.5% C,1.5%~1.9% Si,0.5%~0.7% Mn,P<0.05%,S<0.05%,0.4%~0.6% Cu,Cr<0.2%;浇注工艺要求的浇注温度是1 380~1 410 ℃;浇注时间要求是:有效浇注时间[1,3]为:11~15 s,吊补浇注时间为:15~20 s。

36D六缸气缸盖铸铁件的结构示意如图1所示,主要结构参数是:轮廓尺寸为883 mm×340 mm×133 mm、主要壁厚 δ=5 mm、材质为HT250、铸件重 $G_{件}$=110 kg。经过采用近似于底注式的进气侧进液浇注工艺、中注式的排气侧进液浇注工艺、顶注式进液浇注工艺的3种不同对比研究后,其顶注式进液浇注工艺获得了良好工艺效果和经济效果。在此,对确定该铸件浇注工艺的全过程作一专题研究、就其主要方面作出有关技术总结和介绍,供同行参考。

1　进气侧进液浇注工艺存在的不足

生产实践表明,砂型铸造车用发动机气缸盖铸铁件其常见的铸造缺陷是气孔、冷隔、浇不足[4-8],而对于课题研究的36D六缸气缸盖铸铁件来说,则属于最为典型的复杂薄壁类铸铁件,故而、在其浇注工艺方案及其冒口工艺方案的设计过程中、尤其注重气孔缺陷的克服——把其当作重点工艺考虑的对象,预设了3种浇注系统方案(本文主要讨论浇注工艺)对其模具进行的一次性制作,在工艺试验过程中进行对比研究和分析,根据工艺效果的优劣、以最终确定适宜、合理的浇注工艺。

收稿日期:2018-12-20

作者简介:陈永龙(1959-),四川广安人,教授,学士.研究方向:铸造、模具、机械设计等课程的教学及研究工作.
电话:18282031777,E-mail:705304082@qq.com

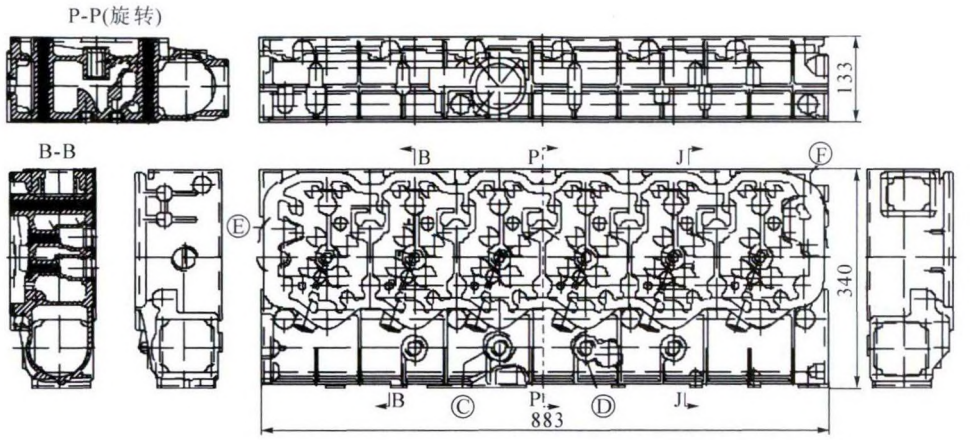
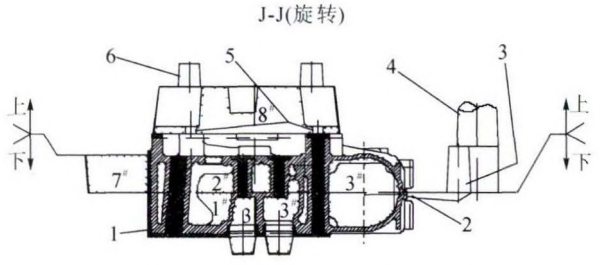


图 1 车用发动机 36D 六缸大型气缸盖铸铁件结构简图
Fig.1 Automotive engine 36D six-cylinder head with cast iron structure

如图 2 所示的 36D 六缸气缸盖铸铁件进气侧进液浇注工艺，经过 A 公司铸造车间的 3 炉次的工艺试验，共浇注 18 个铸型(件)，只有 3 件毛胚基本合格，可供产品生产流程继续。而多达 15 件的废品中有 1 件垮砂、2 件浇不足，其余 12 件皆是气孔缺陷。气孔缺陷主要出现在铸件油罩壳面（顶面）中部，且气孔的空洞较大、很是严重的状态。



1- 铸件；2- 内浇道；3- 横浇道；4- 直浇道；5- 冒口颈；6- 冒口联体

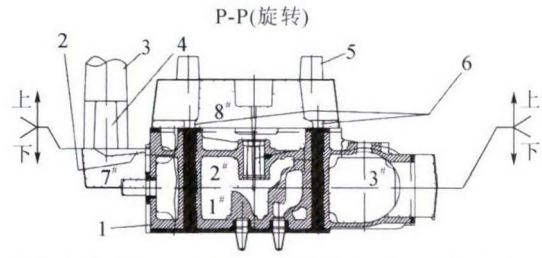
图 2 车用 36D 六缸气缸盖铸铁件进气侧进液浇注工艺示意图
Fig.2 Schematic diagram of pouring process for 36D six-cylinder head cast iron parts with air inlet side

2 排气侧进液浇注工艺存在的不足

参考一些资料[9-11]气缸盖类铸铁件中注式进液工艺方案，我们用如图 3 所示的 36D 六缸气缸盖铸铁件排气侧进液浇注工艺，经过 A 公司铸造车间的 2 炉次的工艺试验，共浇注 12 个铸型(件)，只有 5 件毛胚基本合格，亦即可供产品生产流程继续。而多达 7 件的废品中有 5 件皆是气孔缺陷。只是其气孔的空洞比之于图 2 所示的进气侧进液浇注工艺略有减小和较大的减少，其气孔缺陷仍然处于较为严重的状态，气孔缺陷出现的位值也仍然在铸件油罩壳面的中部。

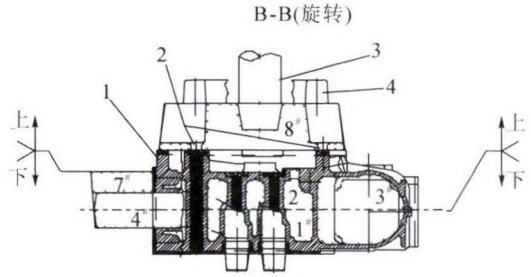
3 顶注式进液浇注工艺的特点及效果

参考团队成员在大型铸铁件上的顶注式进液[12]工艺方案，我们用如图 4 所示的 36D 六缸气缸盖铸铁件顶注式进液浇注工艺（冒口系统另设），经过 A 公司铸造车间的 3 炉次的工艺试验，共浇注 32 个铸型(件)，铸件有 23 件毛胚合格，亦即可供产品生产流程继续。而 9 件的废品中有 6 件仍是气孔缺陷。但气孔缺陷已转移至该气缸盖油罩壳面的两端处，如图 1 所示的 E、F 处为主和在 C、D 两凸台处出现了轻微的气孔缺陷。



1- 铸件；2- 内浇道；3- 直浇道；4- 横浇道；5- 冒口联体；6- 冒口颈

图 3 车用 36D 六缸气缸盖铸铁件排气侧进液浇注工艺示意图
Fig.3 Schematic diagram of exhaust side injection pouring process for cast iron pieces of 36D six-cylinder head for automotive



1- 铸件；2- 内浇道；3- 直浇道；4- 横浇道

图 4 车用 36D 六缸气缸盖铸铁件顶注式进液浇注工艺示意图
Fig.4 Schematic diagram of top pouring pouring process for cast-iron pieces of 36D six-cylinder head for automotive

4 浇注工艺与气孔缺陷的成因分析

分析 3 种浇注工艺，我们认为：如图 2 所示进气

侧进液浇注工艺方案、其进液系统的内浇道全部接近于铸件的底部——近似于底注式进液方式，虽然有一些铸造权威手册及教科书所推崇的底注式进液方式进液平稳、型腔排气顺利等优点；但其存在着在铸件凝固前、热铁液多处于铸件的下部和底部，冷铁液处于型腔的上部和顶部，这就使得铸件型腔内、铁液的温度呈现为上低下高的负温度梯度状态，这种负温度梯度状态是极不利于铁液中气体的析出。换句话说：底注式进液方式使得铸件型腔中的气体能够顺利的排出，而无法使得铁液中气体顺利析出，而这恰恰是气缸盖类复杂薄壁类铸铁件易产生气孔缺陷最为敏感的特性问题。

对于如图 3 所示的排气侧进液浇注工艺方案，在 36D 六缸气缸盖铸铁件的浇注情况来看：其铸件的气孔缺陷相对较少和较轻，则是排气侧进液浇注工艺方案基本上属于中注式进液浇注方式，其比之于底注式进液浇注方式，可使铸件型腔内铁液的温度呈现为上低下高的负温度梯度的不良状态有所改善；其型腔中铁液的温度梯度分布状态大致是底部是低温铁液、中部是高温铁液、顶部是较热的铁液。这种铁液分布状态比之图 2 所示近似于底注式的进气侧进液浇注工艺方案的完全负温度梯度状态，其铁液中的气体能够相对较好的排出，故而 图 3 所示的中注式排气侧进液浇注工艺使得 36D 六缸气缸盖铸铁件的气孔缺陷有所减少和减轻。

对于如图 4 所示的顶注式浇注工艺方案，在 36D 六缸气缸盖铸铁件的浇注情况来看：其铸件的气孔缺陷相对最少和最轻，则是顶注式浇注方式比之于底注式进气侧进液浇注方式和中注式排气侧进液浇注方式，可使得铸件型腔内铁液的温度呈现为上高下低的正温度梯度的良性分布状态。这种铁液的正温度梯度分布状态，比之图 3 所示中注式排气侧进液浇注工艺方案的温度梯度状态，其铁液中的气体更有利于析出，故而图 4 所示的顶注式进液浇注工艺使得 36D 六缸气缸盖铸铁件的气孔缺陷最少和最轻。

为了使 36D 六缸气缸盖铸铁件的合格率达到较为理想的状态，亦即将其气孔缺陷降低到最低状态，团队人员作了进一步研究和分析，发现了下面一些问题，并实施了相应的工艺优化措施。

如前所述，该 36D 气缸盖经过在 A 公司铸造车间的几轮试生产过程中，虽将其浇注系统最后优化及确定为顶注式浇注工艺，但其存在着顶注式浇注系统的 18 个内浇口（即图 2 和图 3 浇注工艺的原冒口颈）之最小总截面积（$\Sigma F_{内}$）远大于该浇注系统的阻流截面积（$\Sigma F_{阻}$）之问题，于是该 36D 气缸盖出现了型腔的中部进液量很大，而两端进液量很小的不均衡现象，从而，便出现了前述的气孔缺陷呈现在图 1 所示的铸件的罩壳面的两端的 E、F 处为主和在 C、D 两凸台处出现轻微气孔缺陷的较为规律性的状态。

经过对上述现象和问题进行仔细分析和研究后，我们又采取了将顶注式进液浇注工艺内浇口（即原冒口颈）的最小截总面积（$\Sigma F_{内}$）减小至其等于浇注系统的阻流截面积（$\Sigma F_{阻}$）。经生产实践，该项工艺改进措施使得内浇道进液均衡，铁液温度梯度、分布呈较均匀的上高下低的良性温度梯度状态，这样便更有利于其气孔缺陷的在浇注工艺方面的尽可能降低。

图 4 所示的顶注式浇注工艺方案，经过在 36D 六缸气缸盖铸铁件上七年多来的大量的、正常的生产实践证明，其顶注式进液浇注工艺在 36D 六缸气缸盖铸铁件的应用是成功的、获得了铸件合格率 80%以上的良好技术经济效果，为 A 公司带来了很大的经济效益，也为国内相应汽车零部件市场带来了良好的社会效益。

5　结语

长期的生产实践表明，对 36D 六缸气缸盖顶注式浇注工艺的确定和优化的是正确的，采用顶注式进液浇注工艺及其配套的优化砂型、芯砂的工艺性能，净化铁液、孕育处理，以及适当降低浇注温度等工艺方案，使得该铸件降低气孔缺陷的措施也是正确的，既有效地克服了该气缸盖的上述气孔缺陷，又由于浇注温度的降低较好地提高了铸件的表面质量。

另一方面，生产实践也证明：顶注式浇注工艺有高温铁液不断“滴破”型腔内铁液顶部的“液膜”、有利于铁液中气体进一步的析出工艺条件和特点，换句话说：顶注式浇注工艺是气缸盖复杂薄壁类气孔缺陷敏感性高的、工艺范围要求较窄的铸铁件之理想的浇注工艺的优化方案。

参考文献：

[1] 陈永龙，刘文川. 6110 气缸体铸造工艺的优化设计 [J]. 铸造技术，2012，33(7)：854-857.

[2] 刘文川. 黑色金属铸件有效浇注时间计算公式探讨 [J]. 中国铸造装备与技术，1999(6)：3-9.

[3] 刘文川，赖小平，祝举章，等. 适用范围宽的铸件有效浇注时间计算公式[J]. 铸造技术，2000，21(5)：3-7.

[4] 齐亚平，李克强，王洋兴，等. WD615 气缸盖气孔缺陷的分析与

解决 [J]. 铸造技术,2006,27(4):317-318.
[5] 杨永来. 铸造气缸盖发生气孔缺陷的原因分析[J]. 金属加工(热加工),2013(17): 47-48.
[6] 霍明新,杜文科,贾万军. YCZA30 汽缸盖铸件顶面气孔成因及其对策 [J]. 铸造工程,2010(3):13-18.
[7] 王洪云,于洪刚,李德强. 缸盖气孔形成的原因与工艺改进措施 [J]. 现代铸铁,2009(5):61-63.
[8] 赵凤阳,于洋,汪德征. 493Q 气缸盖气孔缺陷的防止[J]. 现代铸铁,2008(6):53-550.
[9] 王潘兴. 170 柴油机气缸盖铸造工艺改进 [J]. 中国铸造装备与技术,2010(6):21-23.
[10] 霍明新. 侧浇工艺在汽缸盖类铸件上的应用 [J]. 铸造设备与工艺,2010(6):13-14.
[11] 林振丽,黄孙姜,黄宗辉. 气缸盖侧浇铸造工艺及其应用[J]. 铸造,2007,56(10):1110-1112.
[12] 向敬成,刘文川. 大型球铁件 HDBT410 核电行星架的铸造工艺 [J]. 现代铸铁,20013(6):26-30.

转让出售信息

抢

本公司位于山东省蒙阴县境内，厂区占地65亩，钢结构厂房。铸造车间5 400 m²，机加工车间2 300m²，制壳车间1 800m²，打磨车间1 800 m²，4台1t中频电炉。40 t粘土砂砂处理线一条，钢丸覆膜砂浇注线一条。

铸造环评手续、土地证件齐全，另有2个闲置厂房，本公司现对外转让出售，欢迎洽谈，联系电话:15854853968。





