

铸造涂料对汽缸体铸件质量的影响

万修根, 彭志富, 陈凯, 胡仁根

(江铃汽车股份有限公司铸造厂, 江西南昌 330001)

摘要: 在生产汽缸体铸件过程中, 出现了一些与涂料相关的质量问题。从铸造涂料类型的选择、铸造涂料的质量控制及使用工艺等方面着手, 解决了相关问题。作者通过几个案例来阐述铸造涂料类型的选择、质量控制及使用工艺等对铸件质量的重要性。

关键词: 铸造涂料; 质量控制; 工艺; 铸件质量

随着国家节能减排法规要求的不断提高, 车用发动机缸体形状设计越来越复杂, 不仅壁薄、尺寸精度高, 而且清洁度要求也高^[1]。在汽缸体铸件生产过程中, 铸造涂料类型的选择、质量控制及使用工艺成为关键点, 也是影响铸件质量的关键因素。为了保证铸件质量, 对于形状各异的砂芯通常采用不同成形工艺, 同时也需在铸造涂料方面有不同的选择、控制及使用工艺来进行匹配^[1-2]。结合本公司的生产实践, 笔者阐述了涂料对铸件质量的影响。

1 涂料类型的选择

汽缸体用铸造涂料类型的选择必须根据产品结构、技术要求及生产工艺等来确定, 在使用过程中还必须结合砂芯的类型、结构、原砂的粒度、烘干工艺及上涂工艺等来综合选择。不同的砂芯选择不同的涂料; 对于整体浸涂工艺, 需要根据最关键的砂芯如水套芯来选择合适的涂料。

我公司生产的493缸体, 水套、油道砂芯采用覆膜砂制芯, 砂芯内部设计了较多的排气通道, 主体芯及边芯均采用三乙胺冷芯工艺, 整件组芯, 然后整件浸涂。由于冷芯与覆膜砂热芯对涂料的浸润差异, 两者使用同一涂料时, 涂料浸渗深度完全不同。在保证冷芯浸涂渗透深度适度的情况下, 水套芯及油道芯出现涂料破水情况(砂芯局部上涂过薄), 从而导致铸件粘砂、气孔等缺陷。针对这一情况, 我公司与涂料供应商讨论最终选择以水套、油道等关键部位砂芯为主, 确保水套芯油道芯涂料浸渗深度为1~1.5 mm左右、冷芯2~3 mm左右, 同时让砂芯表面形成强度相对较高的涂料层, 开发了一种保温覆盖型的38#涂料(图1), 在生产过程中获得了较好的效果。

另一款国六排放的缸体, 水套芯壁厚很薄, 缸体内腔清洁度非常高。为了提高工艺的柔性, 采用分体浸涂, 整体组芯工艺, 主体芯沿用原有的38#涂料, 水套芯、油道芯初期也使用38#涂料, 但水套与油道内有烧结及脉纹, 导致清洁度不达标, 产品加工后缸筒有小孔眼, 废品率始终偏高。经过观察分析发现水套芯涂料附着力差, 原因是我们考虑该缸体水套芯薄, 工艺出砂孔又少且缸体清洁度要求又高, 故使用了添加30%的宝珠砂的耐高温覆膜砂, 而且提高了原砂的AFS细度, 来保证砂芯的强度减小变形量, 因此导致原有涂料与砂芯间附着力差, 涂料浸渗深度不够等问题, 在浇注过程中有少量涂料经高温铁液冲刷造成脱落。针对这一现象, 选择了一种渗透性及附着力强且耐火度相对较高的保温抗烧结防脉纹的86#涂料, 水套芯涂料渗透深度控制为1~1.5 mm, 表面涂料附着较好(图2), 缸筒孔眼得到改善, 内腔清

作者简介:

万修根(1969-), 男, 总工艺师, 主要从事汽车铸件工艺技术及铸件质量管理工作。
电话: 13979160468,
E-mail: xwan1@jmc.com.cn

中图分类号: TG221

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2019)05-0479-04

收稿日期:

2019-01-14 收到初稿,
2019-02-19 收到修订稿。

洁度达标。

2 涂料的质量控制与使用工艺

涂料作为砂芯防止金属渗透及烧结的第一道防线，它是通过封闭砂芯表面及近表面的孔隙，在砂芯表面形成一层合适的耐火隔离层来改善砂芯表面耐火性、化学稳定性、抗冲刷性等，从而防止铸件产生金属液渗入的粘砂、烧结、砂眼、气孔等缺陷^[2-3]。为形成一层合适的耐火隔离层，涂料必须具有良好的触变性、流平性、悬浮性、涂挂性、热稳定性、低发气性和合适的渗透性能；同时还必须根据砂芯的类型严格控制使用工艺，控制工艺稍有不当，铸件质量就得不到保证^[4]，所以必须严格控制涂料自身的质量及使用工艺。

笔者公司在批量生产过程中也曾经出现过一些与涂料相关的缸体铸件质量问题，经过对涂料的质量控制及使用工艺优化及改进，解决效果显著。

2.1 涂料渗透性

2010年上半年，我厂生产的493缸体左侧面凸台上出现气孔缺陷（图3），而且越来越多，单项废品率最高时超过10%，机加工后发现缸筒部位也存在气孔缺陷，最高时超过5%。

由于气孔关联因素较多，问题又比较严重，我们进行了全方面的排查，首先从炉料的清洁、铁液温度、树脂的加入比例、浸涂烘干工艺、砂芯排气通道及发气性，型砂含水量和透气性等方面逐一排查，均未发现较大的差异。之后又采取了许多改善措施，效果均不明显。后来生产员工在清理烘炉时找到了一块以前的水套砂芯碎块，通过与发生问题时的水套砂芯比较，发现两块砂芯涂料浸渗深度完全不同，以前的水套型芯涂料浸渗深度只有1 mm左右，而发生问题时的水套砂芯涂料浸渗深度过深，约在2.5 mm左右，局部出现贯穿整个截面的现象（图4）。

（1）涂料层浸渗过深引起气孔可能原因：①涂料

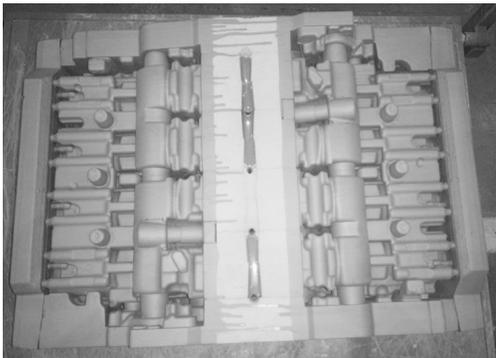


图1 493缸体砂芯（采用38#涂料）
Fig. 1 493 cylinder core (38# coating)

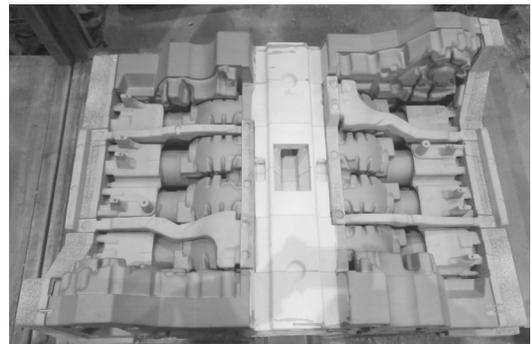


图2 国VI缸体砂芯（水套砂芯采用86#涂料）
Fig. 2 National VI cylinder core
(water jacket core using 86# coating)



图3 缸体左侧面气孔
Fig. 3 Gas blowhole on the left side of cylinder

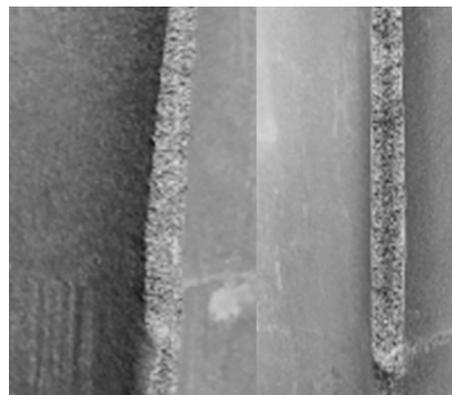


图4 两种砂芯涂料浸渗深度对比
Fig. 4 Penetration depth comparison between the two sand core coatings

层浸渗过深表明骨料中越细的部分进入越深，表面的涂料骨料较粗，级配失效导致烘干后密封性不好，浇注时砂芯和涂料发气容易进入铁液中产生气孔；②涂料层浸渗过深，减少了砂芯内部的孔隙度，使砂芯排气通道变小，砂芯内部气压增大，发气时间也增长，导致部分气体进入铁液未能及时排出产生气孔。

(2) 改善对策：涂料在砂芯浸透深度是由砂芯类型与密度、原砂粒度及涂料使用工艺、涂料渗透性等因素共同决定的，为防止改善过程中带来其他质量问题，适当缩短浸涂时间，同时要求供应商对涂料本身的渗透性进行调整，降低涂料渗透性，确保水套型芯的渗透层约1.0~1.5 mm，且砂芯干燥后表面涂料层覆盖均匀。通过对涂料渗透性的调整，493缸体左侧面凸台上出现气孔及缸筒气孔缺陷得到了控制，气孔废品率<0.5%，效果显著。为了确保此类问题不再发生，把涂料的浸渗深度纳入涂料进厂检测项目并在日常生产过程中进行监控。

2.2 涂料自身质量的控制

在由浆状涂料改为粉状涂料的初期，发现在缸体

主体整芯机械浸涂波美度及浸涂时间不变的情况下，铸件局部出现粘砂现象（图5）。通过对粘砂部位对应的砂芯部位进行检查，发现箱芯涂料层存在孔洞（图6），应该是涂料中的气体在烘干过程中溢出造成。对粉状涂料的搅拌工艺进行分析及排查发现，涂料中的气体是在高速搅拌（转速：1 400~1 500 rpm）过程中带入的。

改善对策：在粉状涂料搅拌过程中增加一个低速搅拌（转速：400~500 rpm）的排气过程，时间为3~5 min。之后，该问题得到了解决。

2.3 涂料的使用工艺

在某缸体生产过程中，经常出现油道粘砂（比例达到30%）内腔清洁度超标现象，直接影响到缸体的使用性能，见图7。该油道砂芯的结构复杂，属于薄壁砂芯（局部壁厚为6 mm），采用手工浸涂工艺，见图8。

通过对现场跟踪、排查发现，油道砂芯手工浸涂过程不受控，员工缩短了浸涂时间，而且涂料波美度有时偏低，无法在砂芯的表面形成一层有效的耐火保护层，导致在浇注过程中高温铁液钻入砂芯孔隙造成。

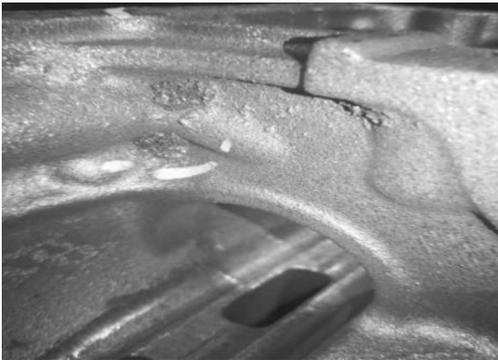


图5 缸体局部粘砂

Fig. 5 Burning-on defect on the surface of cylinder casting

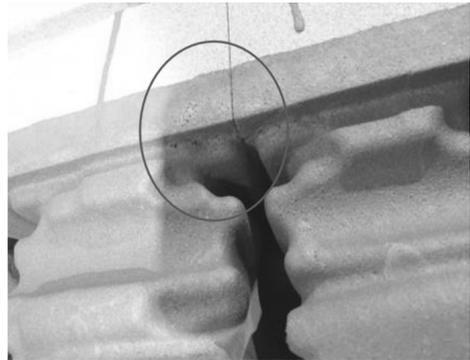


图6 缸体曲轴箱芯涂料层

Fig. 6 Coating layer of cylinder crankcase core



图7 油道粘砂铸件

Fig. 7 Casting with burn-on in oil channel

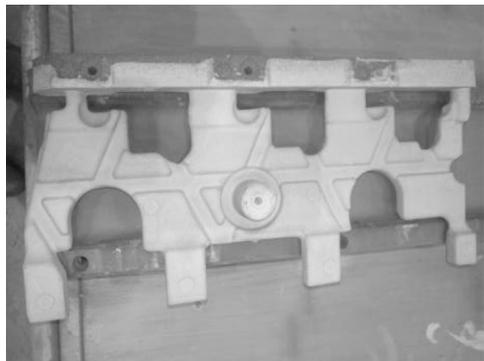


图8 浸涂后的油道砂芯

Fig. 8 Oil channel sand core after dip coating

改善对策：在油道砂芯手工浸涂工艺，将浸涂时间（3~5 s）与涂料波美度（ $35^{\circ} \text{Be}^{\prime} \pm 2^{\circ} \text{Be}^{\prime}$ ）作为关键控制参数，并纳入考核管理。

3 结束语

铸造涂料的类型选择、质量控制及使用工艺对汽缸体铸件质量有重要的影响，涂料的选择、控制及使用工艺是工艺设计的重要部分，是保证铸件质量的关键。不同的砂芯应该选择不同的涂料与之相匹配，对于整体浸涂工艺时，应根据最关键的砂芯如水套芯来选择合适的涂料。在生产过程中，涂料的质量控制及使用工艺应该作为关键控制参数，并纳入考核管理，才会减少对铸件质量的影响。

参考文献：

- [1] 邹卫, 胡江平, 王瑞平, 等. 车用发动机缸体自动化制芯工艺柔性设计 [J]. 铸造, 2016, 65 (2): 132-140.
- [2] 李远才. 铸造涂料应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 10-12.
- [3] 富士科铸造材料(中国)有限公司. 涂料及涂料设备在制芯过程中的应用 [J]. 金属加工, 2014 (9): 58-61.
- [4] 巩济民. 铸造原辅材料实用手册: 砂型铸铁分册 [M]. 北京: 国家开放大学出版社, 2018: 279-308.

Effect of Foundry Coating on the Quality of Cylinder Block Casting

WAN Xiu-gen, PENG Zhi-fu, CHEN Kai, HU Ren-gen
(Casting Plant, Jiangling Motors Co., Ltd., Nanchang 330001, Jiangxi, China)

Abstract:

In the process of producing cylinder block castings, there are some quality problems related to coatings. The problems related to the selection of casting coatings, the quality control of casting coatings the application process were solved. Through several cases, the author expounds the importance of the selection of casting coating type, quality control and application technology to the quality of castings.

Key words:

foundry coating; quality control; process; casting quality
