DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.05.013

4D 缸体铸件缺陷的防止措施

段素红,李传新,高存贞,张孟琨
(一拖(洛阳)铸造有限公司,河南 洛阳 471003)

摘　要:针对 4D 缸体在生产中出现气孔、烧结、砂孔等问题,采取工艺补正、选择特种覆膜砂及涂料等多项工艺措施,最终使其质量问题得到有效的控制。并对其质量问题的解决过程进行总结概述,进一步提升对干式缸体的缺陷的分析能力及管控对策。

关键词:气孔;烧结;砂孔;工艺措施

中图分类号:TG251　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)05-0479-03

Casting Defects Analysis and Countermeasures of 4D Cylinder Block

DUAN Suhong, LI Chuanxin, GAO Cunzhen, ZHANG Mengkun
(YTO(LuoYang)Casting Limited Company, Luoyang 471003, China)

Abstract: Aiming at the defect problems of porosity, sintering and sand hole in the production of 4D cylinder block, a number of technological measures, such as process correction, selection of special coated sand and coating, were adopted to effectively control the quality problems. It also summarizes the process of solving quality problems and further improves the analysis ability and control countermeasures of the defects of the dry cylinder block.

Key words: blow hole; sintering; sand hole; technological measures

笔者公司生产一种结构复杂、铸造工艺流程多、生产控制难度大的四缸体产品,在生产该缸体过程中出现较为严重的气孔、烧结、砂孔等问题[1],这些问题的发生,是伴随着生产中产生的,对生产过程进行分析,并控制这些问题,在生产中不间断的摸索其解决办法,最终实现了该缸体的稳定生产。

1　铸造工艺和质量问题

该缸体铸件材质为 HT250,铸件总重 136 kg。铸件轮廓尺寸为 360 mm×520 mm×422 mm,采用电炉熔炼,浇注温度在 1 430~1 400 ℃,浇注时间 24~26 s,上、下型在静压造型线(潮膜砂生产线)上制备,且一模一型;采用中注+顶注的浇注系统,在上箱缸顶面用溢流块和排气销排气如图 1[2,3]。主体芯采用冷芯在制芯中心制作,水套芯在 hottinger 热芯机上制作,其他配套砂芯(涡轮、涡壳、油道、挺杆室等砂芯)在 40 kg、25 kg 热芯机上制作。

该缸体结构复杂,无论选择怎样的铸造工艺方案,均存在一定的工艺隐患。例如上、下箱的选择,如图 2(a)中可见侧为上箱,水套芯可以直接通过两个出砂孔进行排气,利于气孔问题的控制,但涡轮、涡壳、长方形进水结构形成砂芯放置与固定较为困难,水套芯需要对其支撑,有断芯风险,只能将 2 个出砂孔放在下箱,水套芯可以不受涡轮等砂芯影响,但排气方面受到一定的限制。图 1 为公司采用的铸造分型工艺,在实际生产中 4D 缸体极少出现断芯问题,但其气孔问题较为突出。

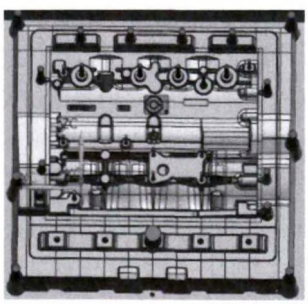

图 1　缸体上模
Fig.1 Upper mould of 4D cylinder block

图 2 中,缸体水套芯结构紧凑,螺栓搭子窝处(缸壁与螺栓搭子之间空腔)砂壁厚局部最薄处仅 2.8~3.5 mm,且长度约 80 mm。另外顶面出水孔约 4 mm,也需要砂芯形成。砂芯达到一定厚度(不同种类砂,其要求有所不同)是确保砂芯无烧结和粘砂的基本条件。由于公司生产水套芯采用热芯覆膜砂,根据经验,其厚度不低于 10 mm 在生产中才基本没有

收稿日期:2018-10-23

作者简介:段素红(1985-),女,河南洛阳人,硕士,工程师.主要从事铸造工艺方面的研究.电话:15978627826,Email: dshong111@163.com

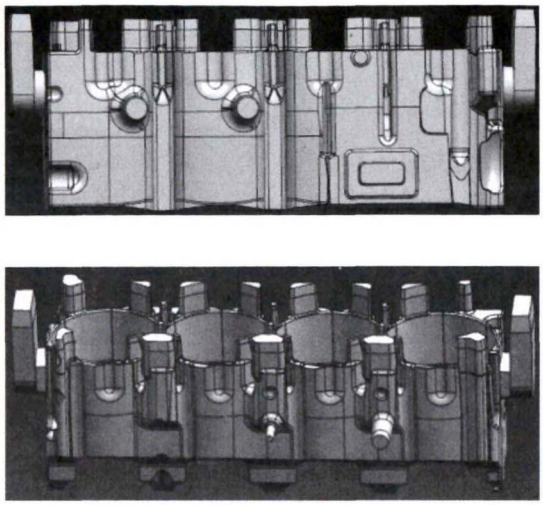

图 2 缸体水套芯
Fig.2 The water jacket core of 4D cylinder block

烧结、粘砂问题。随着质量要求的提高,客户对该缸体要求每一件均使用内窥镜检测内腔质量,自实施该检查以来,4D 缸体烧结比例一直在 60%~80%之间,前期烧结报废率达 30%以上,控制水套烧结致废问题尤为重要。

后续在生产中又出现砂孔质量问题,主要为供货产量加大,外部加工反映出缸孔缺陷问题比较集中,主要在缸孔内壁上。

2 缺陷原因分析

气孔,其位置均在上箱面凸台上,此处特点:①在上箱顶面凸台,表面气孔及皮下气孔同时存在;②此处水套芯有效的排气冒口少。产生气孔原因分析:该气孔属于侵入性气孔,主要为树脂砂芯在浇注后产生气体不能及时排除,滞留铁液中所致。对于气孔问题,一般采取增加工艺排气措施和降低用砂发气量的方法进行控制。但 4D 缸体水套芯没有直接排气芯头,压边溢流冒口措施未起到关键作用,因此降低用砂发气量成为了控制气孔的唯一方法。这在生产中已经得到验证,选用不同的覆膜砂,其结果差异很大,而且对于气孔的主要因素也确认为水套芯的发气引起的。

烧结,其位置较为固定,即缸体水套芯最薄处。产生原因为砂壁薄,耐高温性能差。对所使用覆膜砂耐高温性能有一定的要求。

砂孔,其位置也较为集中,主要多集中在 1、4 号缸孔内表层,2、3 号缸也少量存在。其问题主要在爆发于使用特种覆膜砂之后,其砂孔表观为浅薄层缺肉,形状为不规则多角形。分析为水套芯砂与涂料结合性差所致。

3 解决措施

3.1 气孔问题解决措施

主要针对用砂方面进行改进,采用低树脂高强度的特种覆膜砂制作水套芯,气孔得到有效的控制。其气孔问题控制,先后经过冒口改进,挺杆室芯与主体芯砂改为低树脂砂,其效果都不明显,而更改水套芯用覆膜砂,效果显著,且生产适应性较强。其次,对于水套芯排气措施,还需要在水套芯浸涂料方式上进行控制,首先该水套芯顶面出砂孔芯头不得浸料,确保顶面排气通道。这在生产中,为了控制烧结问题时,采用两遍浸料后,出现批量气孔的爆发,最终确认为二次浸料封闭了顶面出砂孔芯头的排气作用所致。

3.2 烧结问题解决措施

主要为砂芯抗烧结能力差,其影响因素为产品结构、浇注温度、砂芯致密度、原砂的粒度及抗烧结能力等。产品结构方面,在局部易烧结部位,采取工艺补正,适当加厚砂壁的办法。缸体的浇注温度通过上线温度和浇注时间可以进行有效的控制,没有大的变化,而芯砂的粒度和抗烧结能力差异较大。例如前期使用 50/100 耐高温相变覆膜砂时,烧结比例较低,但其气孔比例较高。由于 50/100 耐高相变温覆膜砂,粒度细,流动充实能力强,砂芯致密,因此抗烧结能力较强,但其缺点为树脂量多,砂芯发气速度慢。虽然达到了抗烧结能力,然而非常不利于气孔的控制。

砂芯的抗烧结性与铸件气孔缺陷在一定程度上存在反向关系。所以在控制烧结问题上,最终需要高强度低发气量覆膜砂,主要依据在于公司近年来在特种树脂砂方面取得了较大的进步,自混制特种树脂砂已经成功应用于其他干式缸体水套芯的生产上,其出色的抑制气孔、烧结能力得到了实践的证明。但该特种树脂砂(常温抗拉强度>3.6 MPa,发气量<10 mL/g)其属于湿态砂,流动充型能力差,对于 4D 缸体不适用,但起到了借鉴作用。在这种情况下,公司联合覆膜砂厂,开发出特种干态覆膜砂 MZD-1 覆膜砂,其常温抗拉强度>4.0 MPa,发气量<13 mL/g。应用于 4D 缸体水套芯,使得烧结问题基本得到控制,烧结致废率低于 0.5%。

3.3 砂孔问题解决措施

砂孔主要出现在缸孔内壁上,表观其深度不超过 1 mm,加工后出现完全消失或少量存在。由于缸体缸孔内壁要求极高,不得出现任何缺陷,所以该缺陷的出现成为了最大的质量隐患。

通过解剖分析缺陷类型及现场生产验证，最终确认该砂孔就是水套芯涂料脱落所致。水套芯现行工艺流程为制芯，修芯并局部刷料（增加抗烧结涂料），再整体浸料烘干。该工艺在生产实践中比较合理。在解决砂孔缺陷的过程中，主要针对涂料与用砂等方面进行了多次试验，生产试验及结论如表 1。

表 1 试验过程及结论
Tab.1 Test procedure and conclusion

序号	生产试验方案	试验结果	结论	备注
1	(1) 修改模具（排气、浇注系统重新优化）。(2)水套芯使用 40/70 目 MZD-1 覆膜砂。方案一：浸一遍 A 型涂料试验。方案二：上下端面浸醇基锆英粉+整体再浸 A 型涂料试验。各试验 10 箱。	方案一：烧结 80%，可清通，缸孔缺陷 33%；方案二：烧结 40%，可清通，缸孔缺陷 33%。	缸孔缺陷变化不明显。烧结无变化，位置为易烧结单薄处。	判断缸孔缺陷为涂料高温脱落。
2	(1) 修理模具（芯片加厚至 3 mm+ 局部工艺补正 0.7 mm）。(2)第一遍涂料使用 B 型涂料，第二遍上下端面再浸醇基锆英粉。方案一：使用 50/100 目 MZD-1 覆膜砂。方案二：使用 40/70 目 MZD-1 覆膜砂。各 10 箱。	20 件气孔报废（均为固定小端凸台上），且其中 1 件还存在水套芯断。	出现异常气孔问题。覆膜砂粒度细，排气性能差；浸两遍涂料后排气道被封闭，产生气孔。	气孔缺陷全部致废。
3	(1)水套芯采用第一遍局部刷水基锆料，再浸 A 型料，避免顶面排气道封堵。生产 10 箱。(2)检查砂芯装配、下芯夹胎具是否异常。	缸孔缺陷比例 50%；程度严重 4 件（豆状，拟报废）；烧结比例 50%，可清通。	气孔、断芯问题消失。缸孔缺陷、烧结依然存在。	
4	方案一：水套芯采用 MZ-1 覆膜砂制芯，局部先刷水基锆料，再浸 A 型涂料。方案二：水套芯采用 MZ-1 覆膜砂制芯，局部先热刷水基锆英粉，整体浸 B 型涂料。各 10 箱。	第一种方案缸孔缺陷比例 50%；水套烧结比例 33%；铸件侧出砂孔内飞翅 10%。第二种方案：缸孔缺陷比例 40%；水套烧结比例 40%；铸件侧出砂孔内飞翅 33%。	MZ-1 覆膜砂抗烧结能力低于 MZD-1 覆膜砂。B 型涂料抗烧结能力低于 A 型涂料。B 型涂料抗缸孔缺陷能力高于 A 型涂料。	飞翅位置难于清理，报废处理。
5	方案一：40/70 目 MZD-1 覆膜砂+冷刷水基锆料+浸 B 型涂料工艺；方案二：40/70 目 MZD-1 覆膜砂+冷刷 B 型涂料 +浸 B 型涂料工艺。各 20 箱。	方案一：缸孔缺陷比例 40%；烧结比例 80%，可清通。方案二：缸孔砂孔总比例 20%，程度轻微；烧结比例 80%，可清通。	刷 B 型涂料后再浸 B 型涂料，涂料结合性较优。	后批量生产中缸孔缺陷报废约 1%。烧结比例约 40%，均可清通。

4 结语

在 4D 缸体生产中，水套芯用砂选择需要兼顾两方面因素，既要采用粗粒度 40/70 目、又要高强度，既控制气孔，又使其水套芯烧结减轻。另外，通过水套芯使用涂料改进，局部易烧结部位采用两遍涂料，且两者必须具有较好的附着性、亲和性，有利于减轻烧结的同时，抑制缸孔缺陷。水套芯排气芯头不能浸料，必须保证良好的排气性能。最终使得 4D 缸体缸孔缺陷得到控制，生产稳定。

参考文献：

[1] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册[M]. 北京：机械工业出版社，2003.

[2] 胡仁根，曹蕊贤，宗钦，等. JX4D24 缸体外表面气孔缺陷的成因分析[J]. 现代铸铁，2016(3):73-76.

[3] 程俊伟. 柴油机缸体气孔缺陷成因分析及对策 [J]. 铸造技术，2009，30(10):1347-1349.

欢迎到当地邮政局(所)订阅 2019 年《铸造技术》杂志

国内邮发代号：52-64　国外发行号：M855　国内定价：18 元/本　海外定价：18 美元/本