

MSC 添加剂在湿型粘土砂中的 工艺研究与生产应用

王艳辉¹, 冯船海²

(1. 一汽铸造有限公司铸造二厂, 吉林长春 130011;

2. 哈尔滨海洋经济技术开发区有限公司, 黑龙江哈尔滨 150400)

摘要: 本文浅析 MCS 添加剂组成与机理, 研究了该产品对粘土湿型砂性能的影响。应用后解决了砂系统使用煤粉所无法解决的矛盾, 满足现有大众系列缸体铸件对型砂的质量要求, 铸型废型率、铸件粘砂及气孔等铸造缺陷率均得到有效控制。

关键词: 湿型粘土砂; 型砂添加剂; 煤粉; 发动机缸体

1 概述

我厂生产的一系列缸体毛坯专为大众公司 Q5、迈腾、速腾等主流车型配套, 均属于典型缸体类薄壁铸件, 其尺寸精度、表面质量、壁厚公差及耐高温、高压等技术标准要求越来越高, 为满足用户要求, 通过提高铁水浇注温度 (1440~1470℃), 来提高铸件成形效果和产品质量。铁水温度越高其热容量越大, 在充型过程中对铸型的热作用越强, 这就要求型砂具备足够的高温强度和抵抗铁水对型砂的热冲击能力。

铸件质量的优劣很大程度取决于金属液在高温状态下与型砂的热作用效果, 型砂性能、特别是型砂高温性能是直接影响铸件内在质量与外观质量最主要因素, 我厂的生产实践已对此结论做了进一步证明。笔者对缸体铸件砂眼、夹砂、气孔、粘砂、渗漏等铸造缺陷进行统计分析, 铸件 70% 以上的缺陷均是型砂质量问题所造成。缸体铸件其结构工艺的特殊性和产品的技术要求, 对型砂质量提出苛刻的要求, 而型砂的工艺性能彼此之间是互相制约、互相关联且相互对立。缸体铸件的型砂性能之间的矛盾主要表现在三个方面: (1) 型砂残留强度低、溃散性好可以减少铸件落砂时受长时间震动产生裂纹缺陷, 而强度与残留强度一般情况具有遗传关系。但强度低容易使铸件产生夹砂、砂眼和掉砂等废品; (2) 型砂韧性好能获得轮廓清晰的铸型, 但型砂的韧性是靠水、土贡献的。型砂水分过高容易使铸件产生粘砂、气孔等缺陷; (3) 型砂透气性好, 提高排气能力, 可以有效减少铸件气孔, 但挥发物过低会严重影响铸件表面质量。这三对矛盾是我厂实际面临的问题, 迫切需要解决。

2 MSC 添加剂与煤粉对湿型粘土砂性能的影响对比

实际上不论一个砂处理系统如何, 重要的是了解这个砂处理系统所承受的热负载和实际生产需要时能采取的应对措施。砂系统各项参数之间是此消彼长、相互制约, 不可能均达到最佳状态, 只靠简单的参数调整是无法满足薄壁缸体对型砂的质量要求, 应添加某种特定材料从根本上改变型砂的性能, 才能处理好上述问题。传统煤粉只能单纯防止铸件烧结粘砂, 提高铸件表面粗糙度, 但存在许多负面作用。

2004 年前, 我厂一直采用传统煤粉作为铸件防粘砂材料, 煤粉的加入虽然起到防粘砂效果, 但同时也恶化型砂的工艺性能, 一方面降低型砂的可塑性, 另一方面也减少型砂的湿强度。为保证型砂必要的强度和韧性, 往往是采取多补部分膨润土和水才能使型砂具备足够的强度和韧性, 又导致型砂的膨润土含量、含泥量、发气量及水分均增加 (见表 1)。尽管如此, 型砂的手感柔韧性仍较差,

作者简介: 王艳辉, 工程师, E-mail: Wangyanhui580@163.com。

发散且有粘手现象，铸型尖角处易扒砂，废型率偏高，铸型表面的安定性差，铸件粘砂、夹砂及气孔等缺陷较高。铸件落砂也比较困难，浪费大量型砂材料，物料难以维持系统的平衡，不利于型砂性能的稳定及品质的均一，整个车间环境污染也较为严重。

2004 年以来，随着缸体产量的日益增加，型砂系统所暴露出的矛盾越来越突出，为解决这一问题，笔者先后尝试过几种型砂添加材料试验，但不是工艺性能不好、就是高温性能差。采用 MSC 铸造型砂添加剂的综合效果比较理想，适合我厂实际生产情况，该产品能有效地消除大量冷芯盒树脂砂对膨润土粘结膜的破坏和割裂作用，能够促进膨润土对砂粒的包覆效果，提高型砂的强度和韧性，并改善型砂的流动性。由于 MSC 铸造型砂添加剂的特殊组分，还能有效降低其对水分的敏感性，易于型砂的控制，真正使型砂达到水分低、韧性好、强度高、溃散性好、挥发物合理且透气性适中，解决了我厂薄壁缸体铸件对湿型粘土砂的特殊要求，而且在湿强度控制相同的情况下，有效膨润土及含泥量等参数均比以前明显降低（见表 1），废型率及铸件废品率均有效降低，车间环境也得到相应改善。

表 1 型砂的性能

时间	类别	湿压强 (MPa)	含泥量 (%)	发气量 (ml)	破碎指数 (%)	水分 (%)	膨润土含量 (%)
04 前	煤粉	0.145~0.165	13~16	17~22	≥70	3.8~4.5	9~11
04-今	添加剂	0.145~0.165	7~9	16~20	≥78	2.3~3.0	5.7~6.3

3 MSC 铸造型砂添加剂理化性能简述

(1) MSC 铸造型砂添加剂由纤维、可溶性淀粉及多种优良的碳质材料经特殊工艺处理后，成为组元之间高度分散的固溶体系，呈棕黑色粉末状，无毒、无味、无腐蚀性。

(2) MSC 铸造型砂添加剂由不同熔点和气化点的碳质材料所组成，具备较强的光亮碳及还原性气体生成能力，不同的分解初始温度与较宽的分解温度范围，浇注过程中能够完成气体到光亮碳膜的完好对接，有效地防止铸件产生粘砂、烧结缺陷。

(3) MSC 铸造型砂添加剂含有一定比例的糊化淀粉，当加热到 350℃时的碳化效果，可以使砂粒间产生一定的空隙，吸收、抵消硅砂在 573℃的部分相变膨胀，从而降低型砂的激热应力，提高型砂的热湿拉强度，对预防铸件产生夹砂缺陷起到积极作用。

(4) MSC 铸造型砂添加剂具有一定的保湿性，能弥补高温季节型砂水分蒸发快的缺失，降低紧实率对水分的敏感性，提高砂型表面安定性、柔韧及可塑性，减少起模阻力和改善型砂起模性。

(5) MSC 铸造型砂添加剂含有一定比例的可溶性淀粉胶质组分，遇水后形成富有粘性的胶状体，对型砂表面有较好的润湿性，可较均匀地包覆在砂粒表面，增强型砂的表面强度，能有效地减少大量冷芯盒树脂砂对型砂系统的影响。

4 MSC 添加剂对湿型粘土砂工艺性能影响试验性研究

为进一步摸索 MSC 铸造型砂添加剂与型砂工艺性能的关系，笔者对其进行试验性工艺研究，鉴于目前国内型砂还没有完全统一检测项目与技术标准，都是各铸造厂家根据自己的检测条件、铸件特点，从型砂工艺性能、铸件表面质量、与型砂有关的废品率、落砂带走的砂量及铸件抛丸时间等方面进行考察，一要考察型砂工艺性能、二要考察铸件质量，将二者结合起来，辨证的分析认识，摸索出相对合理检测项目与技术标准，因此笔者依据厂里现有的物质技术条件，进行探索 MSC 铸造型砂添加剂对型砂湿压强度、发气量、热湿拉强度、破碎指数等工艺性能的影响。具体试验条件与主要方法如下：

4.1 试验材料

(1) 原砂：粒度未 70/140 大林硅砂，三筛集中粒度 $\geq 80\%$ ， SiO_2 含量 $\geq 89\%$ ，含泥量 $\leq 0.8\%$ ，角型系数为 1.1 左右。

(2) 膨润土：人工活化膨润土，膨润值 $\geq 90\text{ml}/3\text{g}$ ，热湿拉强度 $\geq 0.0035\text{MPa}$ ，吸兰量 $\geq 33\text{mL}$ ，湿压强度 $\geq 0.06\text{MPa}$ ，过 200 目筛通过率 $\geq 95\%$ 。

(3) MSC 铸造型砂添加剂：哈尔滨海洋经济技术开发区有限公司产品。

4.2 试验设备

(1) 混砂机：武汉微型电机厂生产的三相异步电动机，1400 转/分，功率为 750W。

(2) 湿压强度试验仪：齐齐哈尔泰斯仪器厂生产的 QDJ 型强度试验机。

(3) 热湿拉强度仪：邯郸华宇仪器仪表有限公司生产的 SLR 型。

(4) 破碎指数测试仪：美国辛普森生产的测试仪。

(5) SAC 型锤击式制样机：无锡三峰仪器设备有限公司产品。

(6) GETIII 智能发气量仪：无锡三峰仪器设备有限公司产品。

4.3 试验方法

原砂、膨润土、水及混碾时间不变的情况下（见表 2），只改变 MSC 铸造型砂添加剂的加入量，考察试样的湿压强度、热湿拉强度、破碎指数、发气量等参数的变化。实验配比及混碾时间见表 2。

表 2 配比及混碾时间

原砂(g)	膨润土(g)	添加剂(g)	水(g)	干混 (s)	湿混 (s)
2000	100	20~180	80	120	480

4.4 试验结果

通过试验摸索出 MSC 铸造型砂添加剂的加入量与型砂湿压强度、热湿拉强度、破碎指数、发气量等参数的影响关系曲线。

4.4.1 MSC 铸造型砂添加剂对湿压强度的影响（见图 1）

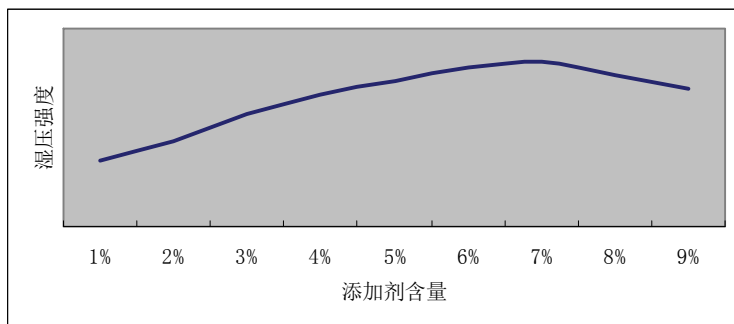


图 1 MSC 铸造型砂添加剂对湿压强度的影响

从图中可以看出 MSC 铸造型砂添加剂含量在 1%~7% 之间时，型砂湿压强度随着含量的增加而增加，对型砂湿压强度增加贡献很大。当含量大于 7% 时，湿压强度渐缓下降，但仍高于未加添加剂时的强度。

4.4.2 MSC 铸造型砂添加剂对型砂破碎指数的影响（见图 2）

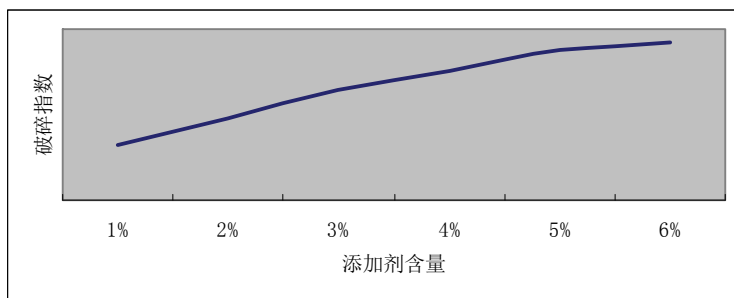


图2 MSC 铸造型砂添加剂对型砂破碎指数的影响

随着 MSC 铸造型砂添加剂含量的增加破碎指数逐步升高,说明有助于型砂韧性的提高。

4.4.3 MSC 铸造型砂添加剂对砂热湿拉强度的影响关系 (见图 3)

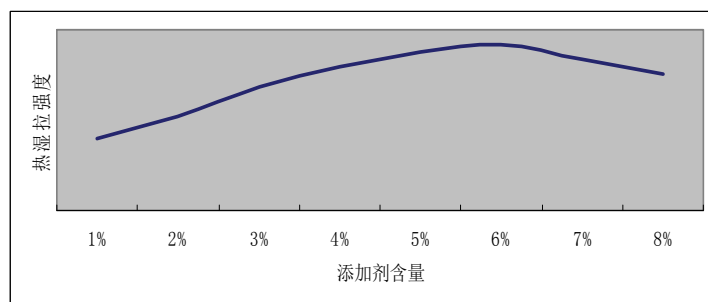


图3 MSC 铸造型砂添加剂对砂热湿拉强度的影响关系

从图中可以看出 MSC 铸造型砂添加剂含量在 1%~6%之间时,随着含量的增加型砂的热湿拉强度而增加,当含量超过 6%开始渐缓下降,但仍高于未加 MSC 铸造型砂添加剂时的热湿拉强度,可见 MSC 铸造型砂添加剂能够防止铸件产生夹砂缺陷。

4.4.4 MSC 铸造型砂添加剂对型砂发气量的影响 (见图 4)

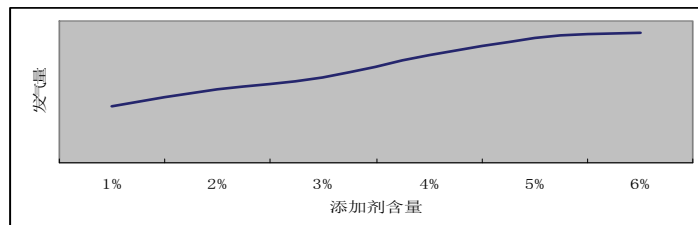


图4 MSC 铸造型砂添加剂对型砂发气量的影响

从图中可以看出,随着 MSC 铸造型砂添加剂含量的增加型砂发气量(挥发分)逐步升高,可见 MSC 铸造型砂添加剂有助于提高铸件表面质量。

5 MSC 铸造型砂添加剂的生产应用

我厂砂系统使用煤粉作为防粘砂材料时,铸型局部经常出现连续扒砂、整体脱箱现象,废型率较高。铸件粘砂、气孔等缺陷经常大幅度波动,极其不稳定,而且落砂困难(见图 5),物料平衡难以维持。

针对上述生产情况作了逐一认真分析,发现在煤粉含量相对过多的情况下,膨润土粘结力将受到很大削弱,强度及韧性大幅度下降,起模困难、局部易扒砂,同样也会导致砂型与砂箱之间附着力变小,造成铸型整体脱箱现象时有发生,废型率较高,铸件气孔废品明显增多。当煤粉含量相对过少时,铸件表面质量粗糙(如图 6 所示),清理很困难,不仅影响生产节拍,而且粘砂缺陷也急剧增多,表 3 是在生产中截取两种缸体的一组质量数据。

表 3 统计数据

时间	铸件类别	膨润土含量 (%)	煤粉含量 (%)	废型率 (%)	气孔废品率 (%)	粘砂缺陷率 (%)
01 年 6 月 21 日	4G63	9.2	5.7	7.5	2.6	2.8
01 年 8 月 27 日	4G63	9.2	3.6	3.6	0.7	18.3
02 年 5 月 11 日	EA113	8.8	5.5	11.2	3.2	4.5
02 年 1 月 18 日	EA113	8.8	3.7	4.1	0.9	15.7

表 3 中可以清楚的看出：煤粉相对含量过低或过高这两种现象经常无序出现，给铸件质量和正常生产秩序造成严重影响。

我厂型砂系统应用 MSC 铸造型砂添加剂作为添加材料后，铸件落砂情况大为改善，型砂剥落状况良好（见图 7），铸件接近本体颜色、具有金属光泽，表面质量光洁（见图 8），由此可以进一步证明：MSC 铸造型砂添加剂能使型砂性能达到低含泥、低水分、高强度、发气合理及溃散性好的工艺目标，彻底解决我厂砂系统过去存在的三大矛盾，满足现有缸体铸件对型砂的质量要求。



图 5 煤粉砂落砂状况



图 6 煤粉砂铸件表面质量



图 7 添加剂砂落砂状况



图 8 添加剂砂铸件表面质量

随着型砂问题的解决，各种缸体铸件气孔及粘砂等铸造中存在的缺陷大幅度下降，废型率得到有效控制（见表 4）。且铸件抛丸时间也缩短了 40s，既提高清理工作效率又节约钢丸成本。铸件质量也得到用户的一致好评，铸件生产统计见表 4。

表 4 铸件缺陷统计

铸件种类	膨润土含量(%)	MSC 添加剂含量(%)	废型率(%)	气孔废品率(%)	粘砂缺陷率(%)
EA113	6.7~7.2	3.8	< 1.5	< 0.5	< 3
4G63	6.7~7.2	3.7	< 2.4	< 1	< 3
EA827	5.76~5.96	4.5	< 1.8	< 0.8	< 4.5
EA111	5.76~5.96	4.2	< 1.5	< 0.8	< 3.5

6 结论

MSC 铸造型砂添加剂遇水后能形成粘性膜，增强砂粒之间的粘结力，提高铸型高水分凝聚层的抗拉强度，能降低型砂的脆性，提高型砂韧性及可塑性。

MSC 铸造型砂添加剂含有多种优良的碳质材料，能够将型砂总碳量、发气量及挥发分三者调节在合理的范围之内，使型砂具有韧性好、强度高、水分低及合理发气性等诸多卓越性能，解决原煤粉做防粘砂材料存在的三对矛盾，满足高品质薄壁高温浇注缸体铸件对型砂的质量要求。

参考文献：

- [1] 胡彭生. 型砂[M]. 上海：上海科学技术出版社，1980.
- [2] 曹文龙. 铸造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，1989.