

机械化造型线用型砂再生工艺研究

山东时风集团铸造研究所 (聊城 252800) 吕士海 吴彩云 李汝学

【摘要】 介绍了粘土砂旧砂再生系统的生产工艺, 以及粘土砂旧砂再生系统与机械化造型线砂处理系统联机应用。

时风集团铸造公司主要产品为汽车、发动机铸件, 80%采用粘土砂造型工艺, 每年约有 80000t 废弃的粘土旧砂, 与之相当的新砂采购费用也逐年攀升。另外, 废砂的处置费用不仅消耗大量的资金, 浪费了宝贵的原砂资源, 而且会造成严重的环境污染。为了缓解废弃旧砂对铸件生产成本和环境带来的压力, 我公司与常州法迪尔克粘土砂铸造机械有限公司联合成立攻关小组, 致力于粘土旧砂再生的研究和生产应用。

1. 废弃旧砂再生的研究与发展

在治理废弃旧砂方面, 时风集团投入大量的资金组成专题攻关小组, 致力于旧砂再生的研究和实践工作, 并于 2004 年引进废弃覆膜砂再生设备并投入使用。再生废弃覆膜砂 8000t/年, 再生后的砂子与新砂按比例直接用于覆膜砂生产, 不仅减少了废弃覆膜砂对环境的污染, 而且节省大量擦洗砂的采购费用, 降低了生产成本。该设备投入使用有效解决了废弃覆膜砂芯的再生循环利用, 但对占废弃旧砂绝对比例的粘土砂旧砂来说, 这只是很少的一部分, 为此粘土砂旧砂的再生循环利用被提上议事日程。

2004 年 10 月, 时风集团铸造研究所与常州法迪尔克粘土砂铸造机械有限公司通过技术论证, 决定在我公司铸造二车间引进该公司生产的 CRG 粘土砂旧砂再生系统, 用于废弃粘土砂再生工艺试验。整个试验分两步进行: 第一步是上马一套简易式 CRG 粘土砂再生设备, 用于废弃粘土旧砂的处理, 再生砂代替新砂用于面砂的混制, 这一阶段主要完成设备工艺性能分析和旧砂再生的生产性试验; 第二步是根据 CRG 粘土砂再生系统的运行状态, 如果该再生系统达到设计的技术指标, 则将 CRG 粘土砂再生系统与 80t/h 的粘土砂处理系统联机使

用, 达到改善整型砂性能, 减少造型线新砂加入量, 降低型砂运行成本的目的。

2. 简易 CRG 粘土砂再生系统

铸造二车间采用双砂造型, 砂芯采用覆膜砂芯, 由于生产过程中型砂死粘土含量不断升高, 芯砂对型砂的污染也很严重, 造成型砂质量下降, 生产出的铸件废品率高、质量差 (主要是气孔、粘砂等铸造缺陷), 若靠多加新砂来调整型砂的含泥量, 虽然在一定程度上解决了一些问题, 但树脂砂芯对型砂的污染始终不能解决, 为此我公司决定引进一条 CRG 简易粘土砂再生系统, 如图 1 所示。

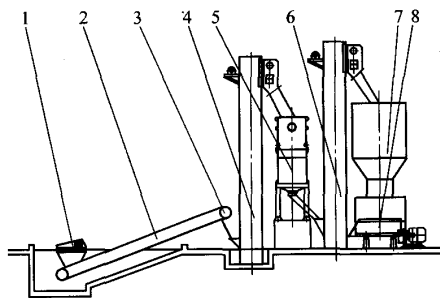


图 1 CRG 粘土砂简易再生系统

1. 振动破碎筛 2. 皮带输送机 3. 磁选头轮
4. 1#斗提机 5. CRG 再生机
6. 2#斗提机 7. 再生砂库 8. 混砂机

方案说明: 旧砂经过破碎、磁选预处理后, 由 1#斗提机提升至再生机加料口处, 通过定量加料机构进入再生机, 再生后的砂子经过 2#斗提机进入混砂机上方砂库, 并通过电子秤定量后进入混砂机, 水、煤粉及膨润土按照工艺配方定量加入混砂机, 完成面砂的生产。

旧砂再生后的组分、粒度变化及性能对比见表 1、

表 2、表 3。

表 1 粘土旧砂再生后的组分变化 (%)

项目	含泥量	有效煤粉	有效膨润土
旧砂	17.1	2.8	5.5
再生砂	10.2	1.7	2.9

试验表明：再生砂含泥量降低 40.9%，有效煤粉、有效膨润土再生后有部分残余。

表 2 粘土旧砂再生后的粒度变化 (%)

筛号/目	40	50	70	100	140	200	260	底盘	集中率
旧砂	4.2	16.9	33.7	36.2	7.2	0.9	0.6	0.3	86.8
再生砂	2.6	17.3	35.3	37.7	6.3	0.7	0.1	0	90.3

试验表明，再生砂粒度 0.071mm (200 目) 以上的比例降低，微粉含量降低，0.45mm (40 目) 以下颗粒减少，三筛集中率提高。

表 3 用再生砂与原工艺混制的型砂配方及性能对比

工艺配比 (%)						性能指标			
项目	旧砂	新砂	再生砂	膨润土	煤粉	湿压强度	紧实率	透气性	水分
旧砂	50	50	—	3.0	2.5	89	46	92	4.38
再生砂	—	—	100	2.4	2.0	103	5	108	3.57

试验表明，全部采用再生砂生产工艺混制的型砂，膨润土、煤粉加入量降低，但型砂的性能好于原旧砂混砂工艺，湿压强度和透气性提高，型砂水分降低。

从以上数据可以看出，采用简易 CRG 粘土砂旧砂再生系统，再生砂能够代替新砂实现循环利用，能有效降低再生砂含泥量，改善型砂的粒度分布，在利用再生砂代替新砂进行型砂生产时能有效降低膨润土、煤粉加入量，混制出的型砂性能优于原旧砂工艺。

3. CRG 粘土砂再生系统在机械化造型线砂处理系统中的联机应用

我公司原有 4 条 80t/h 粘土砂处理系统，在每个系统中均使用双盘冷却并配以适当的除尘设备来改善型砂中的含泥量，虽有一定效果，但由于除尘设备性能上的局限性，使混入的树脂砂芯对型砂的污染始终不能解决，且除尘设备一旦发生故障，型砂含泥量增高，对整个系统的型砂造成影响，导致型砂性能波动，因此需定期淘汰旧砂补充新砂进行调节，造成型砂运行成本增加。为解决这个问题，我们结合 CRG 粘土砂旧砂再生系统生产应用效果，决定将 CRG 旧砂再生系统引进到新上马的 80t/h 粘土砂处理系统中，实现“砂处理系统

+ CRG 再生系统”双系统联机运行，如图 2 所示。其工艺流程如图 3 所示。

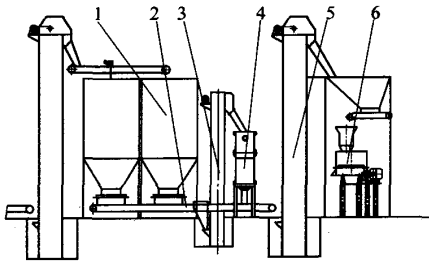


图 2 CRG 粘土砂再生机与砂处理系统联机应用示意

1. 中间砂库 2. 6# 皮带机 3. 3# 斗提机
4. CRG 再生机 5. 4# 斗提机 6. 混砂机

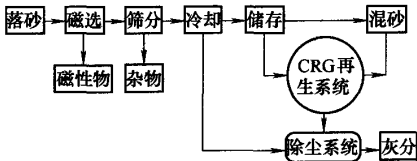


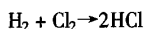
图 3 CRG 旧砂再生系统联机生产工艺流程

方案说明：CRG 粘土旧砂再生机并联于砂处理系统中间砂仓下方 6# 皮带机一侧，旧砂的再生通过设置在 6# 皮带机上方的犁式卸料器来控制，旧砂不需再生时可直接由 6# 皮带机进入 4# 斗提机；如需再生，则通过犁式卸料器将旧砂卸入 3# 斗式提升机，并提升至再生机加料口处，通过定量加料机构进入再生机，再生砂经 4# 斗提机进入混砂机上方砂库，进入混砂单元。

砂处理系统旧砂再生设备的运行，通过测定型砂的紧实率、水分来控制。在混砂机取样口取样，型砂紧实率控制在 (45 ± 1) %，水分以 3.2% 为临界点，当型砂水分高出临界点 0.3% 时，系统自动开启 CRG 旧砂再生系统对旧砂进行再生处理；当水分低于临界点时，旧砂不需再生，直接进入下一次循环。

CRG 粘土砂再生机投入使用并稳定生产后，我们对该系统进行评定和测试，对再生机运行与否对铸件质量的影响分别进行生产性对比试验，试验数据如表 4、表 5 所示，其中 A 组数据为连续一个月不使用再生系统、B 组数据为按设定参数连续一个月正常使用再生系统所得的统计结果。

(下转第 68 页)



C_2Cl_6 属低毒类物品，且吸潮性小，使用保存较方便，受到广泛应用。为降低精炼过程中的反应速度，在使用前将 C_2Cl_6 压成圆柱块，用铝箔包好，每块质量为 40~80g，加入量为 0.5%~0.8%，加入的温度为 700~740℃，也是用钟罩将其压入到合金熔液中，并作均匀的水平螺旋移动。由于在精炼的过程中会产生刺激性的浓烈烟雾，其中包含 Cl_2 ，具有腐蚀性，危害健康，污染环境，因此使用过程中需有良好的通风设备。还有在 C_2Cl_6 中加入缓冲剂如 NaCl、KCl 等，制成自沉淀式精炼剂，但效果一般，目前没有大规模应用。

无毒精炼剂精炼的原理通常是： $4\text{NaNO}_3 + 5\text{C} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{N}_2 + 3\text{CO}_2$ ，反应生成物都不溶于铝合金熔液，形成气泡并在浮出金属液面的过程中起到净化的作用。使用的工艺方法是将硝酸钠、石墨粉、氯化钠及耐火砖屑等混合物在 200~300℃ 下，烘烤数小时后压制成圆柱块，再用钟罩压入，铝合金熔液温度为 710~750℃。耐火砖屑在铝合金熔液中会结块，浮在液面上，氯化钠起缓冲作用，防止反应进行过快，总体效果也较好。但有研究者认为精炼效果不如六氯乙烷。

四、兼有变质作用的浮游法精炼工艺

为了同时进行精炼和变质处理，减少合金元素的熔

炼损耗，简化铝合金熔化工序，发展了多种兼有变质作用的精炼剂，如试验采用 70% 六氯乙烷和 30% 二氧化钛精炼剂精炼 ZL205A 铝合金熔体，获得了较好的铸锭组织，其净化效果优于氩气精炼。而采用 25% Na_2SiF_6 + 75% C_2Cl_6 具有较好的精炼效果，且加入量为 0.6% 时效果最佳。还有采用多种精炼剂的组合精炼方法，在工厂中也有一定的应用。

五、结语

近年来，铝合金熔液的精炼工艺有了较大的发展，除了氢净化方法以外还有很多，如真空处理法、超声波处理法、直流电法、压力结晶法及化合脱气法等，除采用复合精炼法外，还产生了一些新工艺，但是这些工艺多半停留在实验室阶段，要大规模应用到实际生产中尚有一定的距离。而浮游法精炼铝合金依然有很大的潜力，提高铝熔液精炼效果的关键因素是精炼工艺和设备的选择，确定合理的工艺参数，选择适用于特定铝合金熔体的精炼设备，是获得低成本、高效率精炼的有效措施。

为此需要广大铸造工作者根据企业的实际情况去挖掘，即时采用铝合金熔炼新工艺、新材料，以提高合金的冶金质量，减少环境污染程度，提高综合经济效益和社会效益。

(20070520)

(上接第 65 页)

表 4 型砂工艺及性能对比

工艺配比 (%)					性能指标	
项目	新砂	膨润土	煤粉	水分	湿压强度 /kPa	透气性
A 组检测均值	5	0.7	0.35	3.3	93	103
B 组检测均值	2	0.6	0.35	3.1	97	110

注：紧实率控制范围 (45±1)%。

表 5 铸件废品率统计对比

项目	粘砂	气孔	夹砂	冲砂	呛火	胀砂	合计
A 组检测均值 (%)	0.74	1.27	0.27	0.64	0.78	0.15	3.85
B 组检测均值 (%)	0.57	0.92	0.22	0.32	0.62	0.22	2.8

注：该废品率统计包括一检、二检。

试验表明，CRG 粘土砂再生系统与造型线配套的砂

处理系统联机应用后，不但型砂的新砂补加量及煤粉和膨润土的加入量降低，而且型砂运行成本下降；整个砂处理系统中型砂的灰分含量下降。另外，由于型砂性能造成的铸件废品率降低 0.98%，经济效益显著，因而达到了引进粘土砂再生系统的目的。

4. 结语

(1) 粘土旧砂再生后可以代替新砂，降低新砂补加量，减少铸造废弃旧砂的排放量，实现循环经济，大幅改善对环境的污染。

(2) CRG 粘土砂旧砂再生系统与机械化造型线砂处理系统联机应用，可以改善型砂性能，降低膨润土、煤粉和水分的加入量，降低铸件废品率及铸造生产成本。

(3) 粘土旧砂的循环利用，可以创造良好的经济效益和社会效益，有利于对资源和环境的保护。

(20070807)