

# 再生砂在铸钢件上的应用及质量控制

赵丽

(河北华北石油荣盛机械制造有限公司, 河北任丘 062552)

**摘要:** 旧砂再生循环使用是减少铸造成本的有效途径, 合理使用再生砂, 减少或避免铸造缺陷产生是再生砂使用的重要环节。文章介绍了热干法联合再生系统, 酯硬化水玻璃再生砂的质量检验标准, 生产常用的混砂配方, 分析了酯硬化水玻璃再生砂的工艺性能。通过酯硬化水玻璃自硬砂工艺使用经验, 针对生产过程中容易出现的问题进行分析, 并给出了应对措施和解决方案。

**关键词:** 酯硬化水玻璃砂; 再生砂; 质量控制

公司以生产高压铸钢件为主, 生产主要使用酯硬化水玻璃砂工艺, 每年消耗型砂2万吨左右, 再生砂使用量约占使用总量的80%。旧砂再生循环使用能大量减少原砂消耗, 是绿色环保铸造的重要途径, 再生砂的合理使用是循环利用的重要基础, 在保证铸造质量的同时充分利用再生砂, 减少固体废弃物的排放, 减少原砂资源的浪费, 对环境保护有着重要的意义。

## 1 砂再生系统

应用比较广泛的铸造硅砂再生方法主要有湿法再生, 干法再生, 热法再生<sup>[1]</sup>。我公司使用热干法联合<sup>[2]</sup>再生系统, 经过磁选、破碎、焙烧、再生、冷却分离得到再生砂, 采用立式焙烧炉, 在焙烧炉内经过300~400℃的焙烧<sup>[3]</sup>, 旧砂表面膜受到破坏, 通过离心式再生机再生、风选后得到可供使用的再生砂, 理论上旧砂再生回用率能达到约80%至90%, 主要工艺流程见图1。

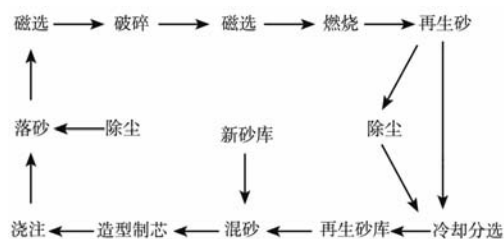


图1 再生系统工艺流程

Fig. 1 Process flow of regeneration system

## 2 热干法再生砂性能

原砂使用球磨石英砂, 每批新砂进行进厂验收。再生系统有A、B两条砂再生生产线, 每个生产日分别对A、B系统再生砂进行质量检验, 检验标准见表1。

表1 再生砂性能检验表

Table 1 Reclaimed sand quality inspection table

SO <sub>2</sub> 含量/%	筛号	集中度/%	含水量/%	含泥量/%	角形因素	Na <sub>2</sub> O含量/%
≥97	30/50	≥85	≤0.2	≤0.5	≤0.5	≤0.5

型砂质量直接关系到铸件质量, 球磨石英砂成本较低, 品质各有不同, 如果质量控制不好不仅影响铸件质量, 还会直接影响到再生砂的回用率<sup>[4]</sup>。

作者简介:

赵丽(1983-), 女, 工程师, 研究方向为铸造工艺。  
电话: 13623270432, E-mail: 312926208@qq.com

中图分类号: TG221

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2023)

09-1196-03

收稿日期:

2022-12-12 收到初稿,  
2023-02-01 收到修订稿。

### 3 酯硬化水玻璃砂工艺方案及工艺性能

#### 3.1 工艺方案

使用连续混砂机混砂，改性水玻璃使用HS101，

有机脂的型号有4种，反应速度不同，适用于不同的环境温度，可以单独使用，也可以调配使用，在生产中需要根据环境温度、铸件大小及工艺复杂程度进行选择。工艺方案见表2。

表2 混砂工艺方案  
Table 2 Sand mixing process plan

方案	型砂	改性水玻璃(占原砂质量分数)/%	有机酯(占改性水玻璃质量分数)/%	使用范围
配比1	30%新砂+70%再生砂	2.3	18	中小件造型及制芯
配比2	100%再生砂	2.3	20	大件造型和制芯
配比3	50%新砂+50%再生砂	2.4	18	作为调整砂使用，可用于造型制芯

#### 3.2 工艺性能

##### 3.2.1 可使用时间

可使用时间主要通过不同硬化速度的有机脂决定的，根据操作要求选择硬化速度合适的有机脂型号。一般砂型分型面尺寸3 m<sup>2</sup>以下的可使用时间控制在5~15 min，3 m<sup>2</sup>以上的大件及工艺复杂件控制在15~25 min。型砂的可使用时间与砂型硬化速度密切相关，缩短可使用时间及砂型硬化时间，能有效提高工作效率。

##### 3.2.2 发气性

研究表明，酯硬化水玻璃自硬砂较其他型芯砂工艺发气量小，有利于减小铸件气孔缺陷<sup>[5]</sup>。

##### 3.2.3 抗拉强度

根据铸件大小及结构、工艺情况，满足型芯强度符合使用要求，型腔表面光滑，尽量减少粘结剂加入量，节约成本，利于砂子的循环使用。按照工艺方案进行混砂，相应的“8”字样强度可达到0.4~0.8 MPa。

##### 3.2.4 退让性

经试验，酯硬化水玻璃自硬砂作为芯砂使用生产的中型铸件缩尺为1%~1.5%，退让性较差。工艺制定时，在砂芯上预留空腔，做出退让空间，同时减小热裂倾向。

##### 3.2.5 溃散性

再生砂中的残余Na<sub>2</sub>O的增加和累积是导致水玻璃旧砂溃散性降低的重要原因<sup>[6]</sup>。经实际生产，再生砂做为芯砂单独使用时，砂芯的溃散性差，清理困难。当加入25%新砂时，砂芯的溃散性有明显改善。因此，严格控制Na<sub>2</sub>O含量是解决溃散性的根本，在生产中合理控制粘结剂加入量，不要盲目追求高强度型芯。

### 4 生产中的常见问题及质量控制措施

#### 4.1 环境变化产生的问题及应对措施

(1) 夏季环境温度高，在生产任务量大的情况下，再生砂循环周期短，生产时混砂机出砂砂温达40℃左右，可使用时间明显缩短，甚至出现砂型分层、塌箱的情况，如果确认再生系统空调已开至最大，就需要加大新砂加入量来降低砂温。

(2) 冬季环境温度低，水玻璃粘稠度变大，影响连续混砂机液料加入量及混砂质量。生产现场应配备温湿度计，当环境温度降到10℃时，应及时开启水玻璃液料桶加热功能，使水玻璃粘度保持在正常范围内。

(3) 有机脂型号、配比根据温度变化及时调整。有机脂根据反应速度不同，有HS01、HS02、HS04、HS07四种型号，分别设置单独使用和混合使用的工艺配比，温度变化较大时，要及时对混砂配比做出调整，如果调整不及时会出现型砂可使用时间短、砂型分层、砂型长时间不硬化或硬透性差导致塌箱的现象。

(4) 再生砂吸湿性强。水玻璃再生砂中残留的水玻璃、盐、有机脂等都有吸水性。在多雨季节，空气湿度较大，砂型吸湿更为明显。一般造型制芯与浇注时间间隔24 h以上，空气湿度大于70%时，再生砂加入量越多，砂型吸湿越明显。为减小砂型含水量，避免铸件侵入性气孔的产生，一方面可以减少再生砂的加入量，另一方面要加强浇注前砂型烘烤。

#### 4.2 因再生砂性能产生的问题及应对措施

(1) 再生砂工艺要求再生砂氧化钠含量≤0.5%<sup>[7]</sup>。生产线使用初期，残余氧化钠含量可控制再0.2%左右。随着再生砂的循环使用，砂粒表面残余水玻璃膜不断积累，氧化钠含量也逐渐升高，当数值临近或超过0.5时，将新砂使用量上调到50%甚至更高。使残余氧化钠含量保持在一个相对稳定的平衡。

(2) 石英砂的热膨胀性<sup>[8]</sup>。在浇注过程中, 随着温度的升高石英砂中的石英成分会有从 $\alpha$ 石英到 $\beta$ 石英的同质异晶转变, 并伴随着体积膨胀, 因此石英砂作为砂芯使用时会严重阻碍铸件收缩, 对于部分特殊铸件还会出现砂芯膨胀的情况, 出现严重的铸造裂纹和尺寸超差。据试验研究, 再生砂的高温膨胀会明显减小。因此, 在做为芯砂使用时, 加入较大量再生砂能有效减小砂芯的膨胀, 减小铸件裂纹倾向。

(3) 酯硬化水玻璃再生砂做为芯砂使用时, 一般用于较大砂芯, 需多次翻转或吊运, 砂芯的强度要求较高, 砂芯溃散性差的问题尤为明显。一方面将空壳结构砂芯的空腔尺寸尽量做大, 另一方面需根据砂芯结构特点调整新砂加入量(一般新砂量控制在50%以内), 能明显改善溃散性的问题。

(4) 再生砂粒度检验微粉含量超标。工艺要求微粉含量 $\leq 0.6\%$ , 当再生砂微粉含量超过工艺要求时, 首先检测各除尘设备是否正常运行, 其次可通过调整再生系统再生摩擦后分选风量、控制再生砂流量控制再生砂中的微粉含量。

#### 4.3 再生设备监控

(1) 对于每天清理的灰分粗细进行目视检查, 灰分量与再生系统处理砂量比例进行对比, 如有明显异常应及时向设备管理人员反馈, 并对再生系统运行情

况和关键零部件进行检查。

(2) 型砂质量检验员每天将检测结果反馈给再生工序负责人员, 如果灰分、目数或氧化钠含量出现超标现象, 应及时安排调整。除尘布袋应及时清理, 定期更换, 以免影响除尘效果。

(3) 夏季生产要关注生产量, 合理安排打箱时间, 控制单位时间的砂再生重量, 避免出现啥流量过大, 空调系统难以控制再生砂砂温的问题。再生砂入库前砂温应控制在35℃以下并使砂库砂量保持在两天以上用量, 避免再生砂使用过程中砂温偏高。

(4) 再生砂工序负责人应及时关注氧化钠含量, 当氧化钠含量达到4.5%左右时, 除上调型砂中新砂使用量外, 再生系统的焙烧温度和风选风量也可以适当上调。

## 5 结束语

根据再生率合理选用新旧砂配比, 使再生砂的循环使用处于平衡状态。生产过程中, 针对酯硬化水玻璃再生砂性能及特性制定相应的控制措施, 提高再生砂使用效果。酯硬化水玻璃砂工艺中残余氧化钠是再生砂质量的重要指标, 将含量控制在低于0.5%范围内有助于稳定产品质量。定期维护维修再生设备, 对每批次再生砂质量进行检验, 使再生率维持在80%左右。

#### 参考文献:

- [1] 杨艳兵, 王峰, 李春, 等. 酯硬化水玻璃石英砂旧砂再生及性能工艺研究[J]. 中国铸造装备与技术, 2017(2): 8-10.
- [2] 石德全, 高桂丽. 造型材料[M]. 2版. 北京: 北京大学出版社, 2016: 40-41.
- [3] 金广明, 白彦华, 尹德英, 等. 水玻璃砂旧砂干法再生的研究[C]//第十七届中国铸造协会年会论文集. 2021: 382-386.
- [4] 尹德英, 汪解明, 张俊法. 铸钢件生产用造型制芯工艺技术改造方案[C]//重庆市铸造年会. 2009: 255-263.
- [5] 樊自田, 董选普, 陆寻. 水玻璃砂工艺原理及应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [6] 邢婉婷, 刘越, 辛啟斌. 铸造旧砂再生的研究进展与应用[J]. 铸造, 2015(8): 735-739.
- [7] 樊自田, 王继娜, 刘军. 酯硬化水玻璃再生砂循环使用后的性能变化[J]. 铸造, 2007(11): 1203-1206.
- [8] 刘增林, 聂越. 汽车发动机缸体用再生砂质量参数及控制[J]. 铸造, 2016(6): 570-574.

## Application and Quality Control of Reclaimed Sand to Steel Castings

ZHAO Li

(Hebei Huabei Petroleum Rongsheng Machinery Manufacturing Co., Ltd., Renqiu 062552, Hebei, China)

#### Abstract:

Recycling of used sand is an effective way to reduce the cost of foundry. It is important to use reclaimed sand reasonably to reduce or avoid casting defects. This paper introduces the hot-dry combined reclamation system, the quality inspection standard of ester-hardened sodium silicate reclaimed sand, the commonly used sand-mixing formula in production, and analyzes the technological properties of ester-hardened sodium silicate reclaimed sand. Based on the application experience of ester-hardened sodium silicate self-hardening sand, the problems in the production process are analyzed, and the corresponding countermeasures and solutions are given.

#### Key words:

ester hardened sodium silicate sand; reclaimed sand; quality control