

湿型砂造型主要材料特性及配比工艺方案

林鹏飞

(黄石东贝铸造有限公司, 湖北黄石 435106)

摘要: 对膨润土、混配煤粉、原砂和除尘灰等湿型砂造型材料的重要特性进行检测和分析, 对比了不同配比工艺方案的材料成本及铸件质量, 获得了湿型砂造型主要材料特性的重要控制点和低成本高稳定性湿型砂的最优配比工艺方案。

关键词: 膨润土; 混配煤粉; 原砂; 除尘灰; 湿型砂配比

我公司现有七条垂直分型无箱射挤压造型生产线, 主要生产制冷压缩机铸件和汽车制动器、离合器、转向节等铸件。其中造型机为丹麦DISA、西班牙罗拉门第, 混砂机为常州DISA、常州法迪尔克, 全部生产线均为湿型砂造型。湿型砂主要添加剂是膨润土、混配煤粉、原砂和除尘灰, 其材料特性和配比工艺对湿型砂的质量起着至关重要的作用。

1 湿型砂主要材料特性

1.1 膨润土

在湿型砂中, 膨润土的主要作用是将松散的砂粒粘结在一起, 使砂型具有适当的强度、可塑性和韧性, 我公司所用膨润土都是国内合资品牌的优质钠化膨润土^[1]。湿型砂中的膨润土在浇注高温金属后一部分被“烧死”(晶体结构破坏)变成“死粘土”, 有一部分仍然保持活性, 经吸水和混碾后仍具有粘结力, 这部分膨润土称之为活性膨润土(也称“有效膨润土”)^[2]。从我公司长期使用和检测优质膨润土的各项数据来看(见表1), 膨润土品质的高低主要由其膨润值的高低来决定, 即膨润土的复用性优劣。复用性高的膨润土也就意味着湿型砂在浇注高温金属后被“烧死”变成的“死粘土”较少, 保留下来的活性膨润土较多。在同等用量膨润土的情况下, 膨润值越高, 膨润土的湿型砂的湿压强度将越高。

1.2 混配煤粉

煤粉的作用是利用煤在高温的分解及分解后包裹在砂粒表面的碳膜以防止铸件产生粘砂和夹砂, 并提高湿型砂的溃散性, 所以在煤粉的各项检测指标中挥发性最为重要^[3]。因为运输和储存的安全因素, 我公司现用的煤粉为混配煤粉, 组分为80%的纯煤粉和20%的膨润土混制而成。混配煤粉加入量的多少, 既能影响湿型砂的灼

作者简介:

林鹏飞(1977-), 男, 工程师, 主要从事铸造湿型砂的研究工作。电话: 13872148728, E-mail: 549881260@qq.com

中图分类号: TG221

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2021)07-0839-05

收稿日期:

2021-02-01 收到初稿,
2021-04-07 收到修订稿。

表1 膨润土入厂检测表

Table 1 Testing results of bentonite from different suppliers

供应商	吸蓝量/%	膨润值/%	水分/%	粒度过200目筛量/%	湿压强度/kPa	热湿拉强度/kPa	pH值
供应商1	44	74	9.88	92.20	124 126 127	2.30	8
供应商2	44	68	10.86	92.05	111 112 113	2.26	8
供应商3	42	62	9.10	84.30	117 118 120	2.25	8
指标要求	≥35	≥60	≤12	80	≥110	≥2.0	7~10

减量（有效煤粉含量），也可影响湿型砂的湿压强度（有效膨润土含量）。

1.3 原砂

湿型砂使用的原砂一般是硅砂，并且多为天然硅砂。根据我公司的产品结构特性和表面质量要求，原砂使用粒度主要为70/140目的天然硅砂。原砂使用的不同粒度和加入量将直接影响湿型砂透气性的高低，一般而言所用原砂的粒度越粗加入量越多，其湿型砂的

透气性越高。随着国家环境保护政策对矿产资源开发的限制要求不断提高，受原砂供应紧张局面的影响，我公司先后使用了江西都昌、辽宁彰武、江苏靖江、河北滦平、内蒙古通辽的原砂。通过对上述五地原砂的各项指标检测结果对比（见表2）和铸件内部砂眼缺陷情况，可以看出，相比较而言酸耗值、平均细度数AFS值、含泥量和灼烧减量都较为稳定的是辽宁彰武和内蒙古通辽的优质原砂。

表2 各地原砂指标检测表
Table 2 Testing results of raw sand indexes from different regions

原砂产地	规格	30 [#]	40 [#]	50 [#]	70 [#]	100 [#]	140 [#]	200 [#]	270 [#]	底盘	AFS值	酸耗值/mL	含泥量/%	灼烧减量/%
都昌	50/100目	0.09	1.90	16.99	22.02	7.75	1.20	0.03	0.02	0.00	50.20	5.20	0.78	0.58
	70/140目	0.00	0.11	5.41	22.65	16.36	4.59	0.76	0.09	0.03	61.80	6.30	0.83	0.64
彰武	70/140目	0.00	0.12	2.04	16.52	23.42	7.47	0.41	0.02	0.00	67.18	3.50	0.26	0.10
	100/200目	0.00	0.01	0.11	0.87	14.22	29.35	5.05	0.38	0.01	95.29	6.20	0.80	0.35
靖江	50/100目	0.04	5.13	18.04	15.69	8.78	2.15	0.15	0.02	0.00	50.31	8.00	0.52	0.62
	70/140目	0.19	0.12	1.56	15.91	22.45	8.64	0.97	0.14	0.02	69.41	8.60	0.59	0.65
滦平	70/140目	0.02	0.35	2.44	11.89	22.79	11.01	1.44	0.06	0.00	72.26	6.70	0.56	0.51
	100/200目	0.00	0.03	0.30	1.06	7.37	31.39	9.02	0.75	0.08	103.15	7.20	0.82	0.59
通辽	70/140目	0.02	0.27	3.16	16.29	24.56	5.55	0.15	0.00	0.00	64.89	4.00	0.44	0.40

1.4 除尘灰

除尘灰是型砂中小于20 μm的颗粒组成，在砂处理设备的混砂机、双盘、多角筛、冷却滚筒等处的除尘器布袋内大量存在，经过多次取样检测，混砂机处的除尘较为纯净，其中含有效煤粉约30%（8.8/30），有效膨润土约30%（14.2/44），其他40%为失效粉尘，见表3。从技术角度来分析各生产线混砂机处的除尘灰是可用的；滚筒处除尘灰的失效粉尘较多，而且除尘灰中含有孕育剂等杂质，水分偏高易堵输送管道，不适用。

2 湿型砂主要材料的配比工艺

2.1 膨润土的配比

膨润土的配比（膨润土/旧砂）是根据各生产线生产不同品规产品的砂铁比大小及型砂湿压强度要求（160~200 kPa）和有效膨润土要求（7.5%~9.5%）所确定的。我公司各线的实际膨润土的配比范围为0.7%~1.1%（膨润土/旧砂），产品砂铁比越低、型砂湿压强度越低、有效膨润土越低，所需膨润土的配比就越高。其本质就是型砂在生产过程中消耗的膨润土越多，需要补充的膨润土就越多，即膨润土的配比越高。

2.2 混配煤粉的配比

混配煤粉的配比（煤粉/膨润土）是根据型砂灼烧减量要求（3.5%~5.5%）和不同结构产品的粘砂及气孔缺陷预防要求去确定的。而且煤粉配比过高或过低都会直接影响型砂的高温强度、溃散性、还原性气氛等，导致产品冲砂、粘砂、气孔等缺陷。从型砂灼烧量2.5%~3.5%，3.5%~4.5%，4.5%~5.5%，5.5%~6.5%的四个区间，我公司在各生产线上——试验了型砂性能和产品质量的变化，发现型砂和产品质量最稳定的型砂灼烧减量控制范围是3.5%~5.5%，所需混配煤粉的配比是20%~50%，曲轴类产品配比是20%~30%，支架类产品配比是30%~40%，卡钳类产品配比是40%~50%。

表3 各类粉料成分检测
Table 3 Testing results of various powder ingredients

项目	吸蓝量/mL	挥发性/%	水分/%
混砂机除尘灰	14.20	8.80	2.60
滚筒处除尘灰	11.43	7.47	4.98
膨润土	44.00		
煤粉		30.00	

2.3 原砂的配比

原砂的配比（新砂/旧砂）是根据各线旧砂总需求量的稳定（包括芯砂）来进行补充的，但新砂的配比直接影响型砂的透气性和含泥量的高低，导致产品粘砂和结疤缺陷。为了保障型砂性能和产品质量的稳定，一般情况下芯产品不加新砂，其他产品原砂配比（新砂/旧砂）为0.2%~1.5%，尽量杜绝新砂长期不加或大幅增加。

2.4 除尘灰的配比及最佳应用方案

除尘灰的配比（除尘灰/膨润土）是根据型砂含泥量的要求（10.5%~12.5%）、有效膨润土要求（7.5%~9.5%）、灼烧减量要求（3.5%~5.5%）和平均细度数AFS要求（60~70）来确定的。通过5%~45%的配比试验，各线最为安全稳定的除尘灰配比是20%~45%。由此膨润土和混配煤粉的用量可以在原基础上各下降30%以上，见表4。在保障同等型砂湿压强度等性能的前提下，使用除尘灰前后的膨润土用量下降42.6%（（39.9-22.9）/39.9），煤粉用量下降约37.1%（（14.0-8.8）/14.0），按该生产线膨润土/混配煤粉的年用量分别为（3 000/1 100吨/年），膨润土/混配煤粉的采购单吨价（1 000/1 500元/吨）来计算，膨润土

可节约年采购成本127.8万元（3 000×42.6%×1 000），混配煤粉可节约年采购成本61.215万元（1 100×37.1%×1 500）。自2019年10月份开始持续使用除尘灰以来，型砂性能稳定（见图1），产品各类废品比率无差异（见表5）。

除尘灰的应用是获得低成本、高稳定性型砂的关键一步，应用的好坏受各线砂处理的布置及料仓密封输送完备性及自动化程度高低影响。我公司三个车间的除尘灰应用方案各不相同，二车间除尘灰在加入新砂的旧砂回收皮带上间隙性加入；三车间除尘灰是人工收集运输投料使用气力输送到单独料仓在混砂时定量加入；四车间除尘灰是通过除尘设备自动收集输送到单独料仓在混砂时定量加入。显而易见，四车间的除尘灰应用方案最佳，三车间有人为错加除尘灰的风险，二车间有除尘灰加入不均匀的缺点。

3 低成本高稳定性湿型砂的控制措施

为了长期稳定获得低成本高稳定性湿型砂，需要控制以下几个重要影响因素。

（1）原砂的品质是湿型砂的基础，产地不要轻易更换，关键特性参数如酸耗值、平均粒度数AFS及粒度

表4 型砂日常性能记录表（除尘灰加入前后）

Table 4 Daily performance record table of molding sand (before and after adding dust)

生产日期	生产品规	透气性	湿压强度/kPa	水分/%	紧实率	膨润土/kg	煤粉/kg	原砂/kg	旧砂/kg	除尘灰/kg
2019.8.11	BK13111510曲轴箱	104	173	3.4	32	37.8	13.7	36	3 391	0.0
		104	170	3.5	33	38.3	13.2	37	3 384	0.0
		107	170	3.4	32	40.2	14.2	35	3 382	0.0
		106	171	3.5	34	41.7	14.8	37	3 388	0.0
		107	176	3.4	33	41.5	14.2	30	3 384	0.0
		平均值	106	172	3.4	33	39.9	14.0	35	3 386
2019.12.16	BK13111510曲轴箱	107	167	3.3	33	22.2	8.5	18	3 394	8.7
		107	180	3.4	31	23.3	9.0	24	3 383	9.3
		101	177	3.2	30	22.9	8.9	21	3 381	9.2
		109	173	3.2	30	23.2	8.8	18	3 392	8.8
		106	175	3.2	30	22.7	8.8	22	3 380	8.7
		平均值	106	175	3.2	31	22.9	8.8	21	3 386

表5 产品废品率统计表（除尘灰加入前后）

Table 5 Statistical table of product rejection rate (before and after adding dust)

月份	品规	废品率/%	废品总数	粘砂	破损	砂眼	断塞芯	浇不足	渣气孔	备注
2019.8	BK13111510曲轴箱	5.15	17 633	8 118	7 000	1 518	582	249	166	未用除尘灰
			废品占比	46.04%	39.70%	8.61%	3.30%	1.41%	0.94%	
2019.12	BK13111510曲轴箱	4.96	16 920	7 897	6 933	1 264	462	212	152	用除尘灰
			废品占比	46.67%	40.98%	7.47%	2.73%	1.25%	0.90%	

分布等必须长期保证合格。

(2) 膨润土和煤粉的品质需要长期控制好吸蓝量、膨润值和挥发性。

(3) 膨润土、混配煤粉、原砂、除尘灰的合理配比是湿型砂保持长期稳定的必要条件。

(4) 滚筒加水不足将导致旧砂砂温偏高，膨润土、煤粉等烧损严重，型砂湿压强度急速下降，所以滚筒处理旧砂水分应长期保持控制在1.8%~2.5%。

(5) 除尘灰的有效成分需要定期检测，应用方案应使用最佳的全自动化控制。

4 结论

(1) 湿型砂主要材料特性控制点：膨润土的膨润值 $\geq 60\%$ ，原砂的酸耗值 $\leq 5 \text{ mL}$ 。

(2) 湿型砂的最优配比工艺：膨润土配比0.7%~1.1%（膨润土/旧砂），混配煤粉配比（煤粉/膨润土）20%~50%，原砂配比（新砂/旧砂）0.2%~1.5%，除尘灰配比（除尘灰/膨润土）20%~45%。

通过以上两点控制可以保障低成本高稳定性湿型砂的长期运行。

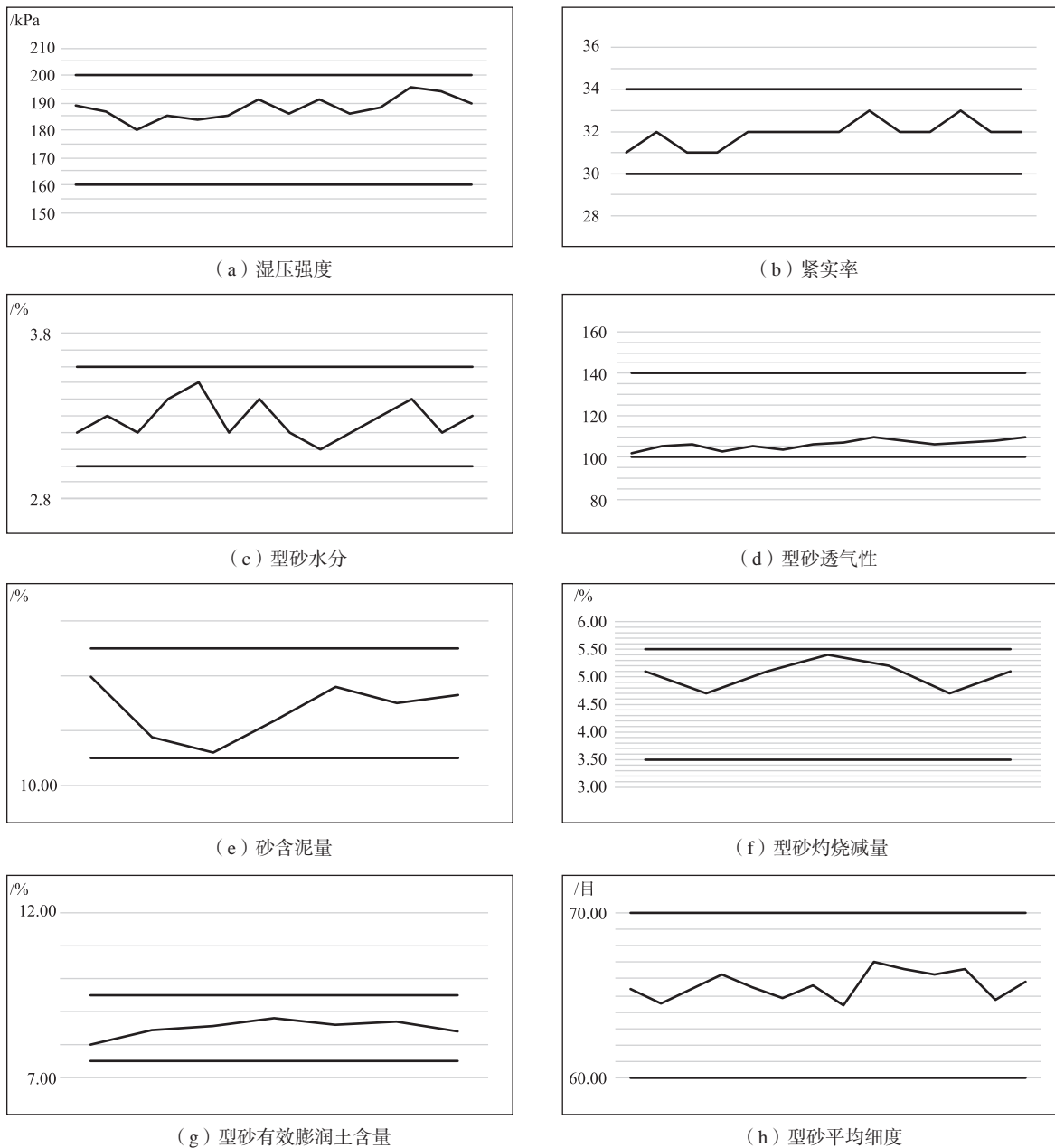


图1 2019年12月240C线型砂各项性能波动图

Fig. 1 Performance fluctuation charts of 240C line molding sand in December 2019

参考文献:

- [1] 胡彭生. 型砂 [M]. 上海: 科学技术出版社, 1994.
- [2] 于震宗. 湿型砂的品质及性能检测 [M]. 北京, 清华大学出版社, 1998.
- [3] 黄天佑, 金仲信. 粘土湿型砂及其质量控制 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.

Main Characteristics and Proportioning Process of Green Sand Molding Materials

LIN Peng-fei

(Huangshi Dongbei Casting Co., Ltd., Huangshi 435106, Hubei, China)

Abstract:

The important characteristics of green sand molding materials such as bentonite, mixed pulverized coal, raw sand and dust were tested and analyzed. The material cost and casting quality of different proportioning process schemes were compared. The optimal proportioning technology scheme with low cost and high stability were obtained. Finally, the key control points of green sand molding is proposed.

Key words:

bentonite; mixed coal powder; raw sand; dust; green sand ratio
