通辽砂用于铸钢车轮生产

胡长岭,杨召利

(信阳同合车轮有限公司,河南信阳 464100)

摘要:使用通辽砂时易出现水纹类废品,造成铸件废品率高。通辽砂有角形因数小、堆密度大、水玻璃粘结剂用量少、车轮粘砂轻的优点,但也有透气性差、砂衬导热快、易产生车轮水纹类废品的缺点。对通辽砂的粒度、与在用砂的混合配比进行了反复试验。结果表明,加粗粒度通辽砂,按50%的比例与在用砂混合使用,抗车轮粘砂效果较好,废品率与在用砂相近。

关键词:铸钢车轮:通了砂:角形因数:水纹:配比:粘砂:废品率

我公司生产的铸钢火车车轮质量要求严格,对应的车轮浇注温度较高,对型砂的要求高,见表1。前期使用的各厂家砂,因资源紧张或环境保护要求严等原因出现供应困难、品质降低等情况,我们决定试验开发通辽砂的应用。

1 铸钢车轮的造型浇注工艺

铸型采用石墨挂砂衬工艺技术,砂衬由金属模型与石墨型合模后射砂形成(金属模型见图1),型砂采用水玻璃粘结剂加少量添加剂混制, CO_2 硬化脱模。 $1^{\#}/2^{\#}$ 自动线射制下铸型, $3^{\#}/4^{\#}$ 自动线射制上铸型。上/下铸型合箱浇注(见图2),浇注温度 1 600 ℃左右,根据轮型和浇注温度的不同系统自动生成开箱时间。

2 通辽砂的特性

(1)通辽砂(大林砂周边砂矿的砂)属风积砂,堆密度比在用北海砂大11%左右,见表2。此次和后续试验砂各筛目粒度、化学成分和角形系数实际检测结果波动

表1 公司造型用砂主要指标 Table 1 Main indicators of molding sand of the company

平均细度	SiO ₂ /%	角形因数
44~50	≥98.60	≤1.45



图1 下/上金属模型(左/右) Fig. 1 Lower/upper metal model(left/right)

作者简介:

胡长岭(1968-),男,铸造工程师,主要从事车轮铸造和热处理工艺的编制和质量控制工作。电话:18613740089,E-mail:hu.changling@163.com

中图分类号: TG221 文献标识码: B

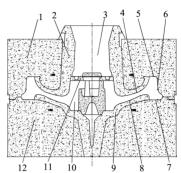
文章编号: 1001-4977(2021)

11-1350-06

收稿日期:

2021-06-15 收到初稿, 2021-07-07 收到修订稿。 均见表3。

- (2)通辽砂的透气性(Pa)比北海砂的低,见表4。
- (3)通辽砂的粒形为圆形或椭圆形(北海砂的粒 形为多角形和尖角形),见图3。通辽砂堆密度大和砂 衬透气性差与砂的粒形较圆及堆积较密实有关。
- (4)通辽砂粒度较圆,在气动输送过程中不易 破碎:平均细度均为46的通辽砂和北海砂,气动输送 后,通辽砂平均细度变化较小,北海砂平均细度变化 较大,见表5。
- (5)全部使用通辽砂,开箱时冒口粘连(砂衬冷 却速度快或开箱延迟时易冒口粘连, 常规情况开箱时 冒口与车轮脱离)的比率远高于在用的北海砂。与通 辽砂堆密度大,散热快有关。开箱时间提前3 min时,



1.上石墨 2.上砂衬 3.冒口 4.车轮外辐板 5.车轮外辋面 6.车轮踏面 7.车轮内辋面 8.车轮内辐板 9.下砂衬 10.车轮 11.雨淋芯 12.下石墨

图2 铸型合箱 Fig. 2 Mold assembling

表2 通辽砂和北海砂的堆密度 Table 2 The bulk densities of Tongliao sand and Beihai sand

砂厂家	平均细度	砂重/g	砂容积/mL	堆密度/ (g·mL ⁻¹)	平均堆密度/ (g·mL ⁻¹)
北海	47	75.51、75.33、76.52	50	1.510 , 1.507 , 1.530	1.516
通辽	47	84.12、84.13、84.13	50	1.682 , 1.683 , 1.683	1.683

表3 2018—2020年砂检测结果波动 Table 3 Fluctuation of sand detection results from 2018 to 2020

项目	28	45	55	75	100	150	200	260	底盘	平均细度
通辽和在用砂	€4	6 ~ 32	27 ~ 42	16 ~ 41	5.5 ~ 20	≤4.0	≤1.3	≤0.37	≤0.10	44 ~ 50
通辽粗砂	€5	9 ~ 39	33 ~ 47	13 ~ 44	1.7 ~ 16	≤3.5	≤0.36	≤0.1	≤0.1	41 ~ 47
通辽最粗砂	≤6	21 ~ 44	29 ~ 50	10 ~ 28	1.5 ~ 10	≤2	≤0.3	≤0.1	≤0.1	38 ~ 40

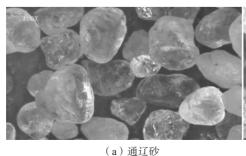
通辽砂, SiO₂: 98.61%~98.78%, 角形因数: 1.16~1.2; 在用砂, SiO₂: 98.61%~99.00%, 角形因数: 1.40~1.45

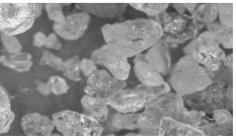
表4 通辽砂与北海砂透气性 Table 4 The air permeability of Tongliao sand and Beihai sand /Pa

检测时间(砂)	1#线	2#线	3 [#] 线	4 [#] 线
2017/9/3(北海砂)	2 450	2 400	2 430	2 550
2017/9/4 (通辽砂)	2 200	2 100	2 150	1 950
2017/9/5(北海砂)	2 500	2 550	2 350	2 600

表5 通辽砂与北海砂在线平均细度 Table 5 The average online fineness of Tongliao sand and Beihai sand

时间(砂)	1#线	2#线	3#线	4 [#] 线
2017/9/27(北海砂)	54	53	52	53
2017/9/28 (北海砂)	54	53	53	52
2017/9/29 (通辽砂)	50	49	48	48
2017/9/30(北海砂)	53	52	54	55





(b) 北海砂

图3 通辽砂与北海砂粒形(60×)

Fig. 3 Sand shapes of the Tongliao and North Sea

冒口粘连的比率与北海砂相近。

- (6)通辽砂被药品浮选处理后较洁净,处理设备 见图4。在砂水混合液内加入一种中性药品,通过砂粒 中长石、石英与药品结合后的正负电性不同,加之向 水砂混合物内加入捕捉剂并吹气、搅拌,低硅砂被搅 拌叶片刮出。
- (7) 多次对比试验,通辽砂对应车轮的粘砂比率 比在用北海砂的低,见表6。

3 试验通辽砂时发现的问题及对策

3.1 全部使用通辽砂时水玻璃比例需降低到 4.0%

在用北海砂水玻璃比例为5.0%,通辽砂水玻璃比 例降为4.5%时造型粘金属模型,采取增加CO。吹气压 力、延长CO2吹气时间和加强清理金属模型的排气塞等 措施均没有改善,见图5。水玻璃比例降为4.0%时,造 型没有粘金属模型现象。

3.2 全部使用通辽砂车轮易出现水纹类废品

(1)在试验过程中,分别试验射砂压力增加/降 低、水玻璃比例加大/减小、添加剂含量增加/减少等措 施均有水纹类废品产生,废品情况见表7、图6。上/下 箱砂衬在浇注前检查未发现裂纹等缺陷。



图4 药品浮选 Fig. 4 Chemical flotation of the product

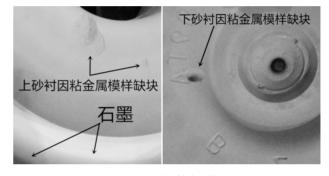


图5 上/下砂衬粘金属模型 Fig. 5 Upper/lower sand lining sticked metal model

表6 通辽砂和在用北海砂对应车轮粘砂 Table 6 Wheel sand burning of Tongliao sand and Beihai sand in use

时间	时间		观察四	车轮粘砂面	积系数	河房 4人米47 山	观察车轮总面积	粘砂面积系数	
(2017/9/)	117	轮毂R	辐板	字号	轮辋R	合计	- 观察轮数/片	系数(折算)	占比/%
16.15	通辽砂	13.2	16.9	0.6	25	53.3	154	2 464	2.35
16—17	北海砂	31.5	101.5	0.7	58.2	191.9	137	2 192	13.45
	通辽砂	18.8	8.4	0	2.0	29.2	183	2 928	1.0
28—29	北海砂	19.6	1.6	0	0	21.2	84	1 344	1.58

注:每片车轮内侧面积系数为16,轮毂R、轮辋R、字号和辐板面积系数均为4。如轮毂R粘砂面积系数记录方法:粘砂1/4圈、1/2 圈、3/4圈、1圈系数分别为1、2、3、4,若该处不够1/4圈并考虑粘砂轻重则可记录0.1、0.2、…、0.9等。其他处粘砂同理记录。

表7 通辽砂与北海砂相关废品率比较 Table 7 Comparison of relevant reject rates between Tongliao sand and Beihai sand

H_L CII.	项目	水玻璃/%	检验轮数	观察轮数/片								
时段	坝目	小圾塔/%		板杂气	穀杂气	辋杂气	踏杂气	磁痕	外板水纹	内板水纹	合计	
2017/9/	通辽砂	3.5	626	0.80	0.16		0.16	0.64	4.63		6.39	
2017/9/	北海砂	5.0	3 930	1.71	0.03	0.26	0.10	0.23			2.32	
2018/2—3/	通辽砂	4	17 026	3.11	0.15	0.18	0.11	0.68	0.53	0.68	5.44	
2010/2-3/	北海砂	5.0	17 572	3.12	0.18	0.25	0.20	0.67	0.01	0.01	4.44	

注:板杂气:内、外辐板夹杂(砂、渣等)或气孔;毂杂气:轮毂夹杂(砂、渣等)或气孔;辋杂气:内、外辋面夹杂(砂、渣 等)或气孔;踏杂气:踏面夹杂(砂、渣等)或气孔;磁痕:内外辐板磁痕;外板水纹:外辐板水纹;内板水纹:内辐板水纹。车 轮各部位见图2。

(2) 通辽砂造成水纹多的原因分析:通辽砂粒形 圆整、堆密度高,各砂粒间空隙相对较小,砂衬在浇 注过程中砂受热膨胀导致砂衬开裂或拱起的几率大, 易造成水纹类缺陷。石英相变温度和线膨胀率见图 7^[1]。后续可采用与其他砂配比使用以减少砂衬线膨胀 量。

3.3 通辽砂与再生砂配比使用仍然易出现水纹类废品

考虑再生砂是经受过高温,再次使用线膨胀量会 小些, 2018年4月27日, 按照通辽砂: 再生砂=2:1进 行配比试验,结果仍然易出现水纹类废品,见表8。

3.4 常规粒度通过砂按照 25% 比例使用相关废品

2018年5—10月,通过采用不同砂配比和不同水玻 璃比例试验,发现常规粒度的通辽砂按照25%比例使 用,相关废品率最低,此时水玻璃也恢复到普通砂的 使用比例,见表9。

3.5 采用粒度加粗改善通辽砂透气性

采用粒度加粗改善透气性的方法,将通辽砂使用 比例提高到50%进行各种试验。结果粒度加粗到平均细 度为41~47时,既可改善上/下辐板水纹比率,相关废品 率也较低,主要粘砂(字号粘)比率适中。粒度加粗 到平均细度为38~40时,上/下辐板水纹比率明显改善,

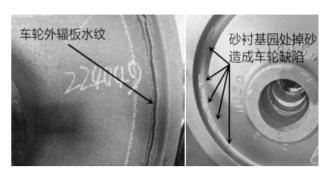


图6 水纹废品 Fig. 6 Water grain waste products

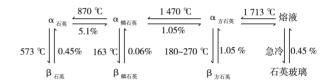


图7 石英各种变体的转变关系 Fig. 7 Transformation relationship of quartz varieties

但相关废品率和主要粘砂比率(字号粘)较高。见表 10。故后续要求采购平均细度41~47的粗粒度通辽砂。

3.6 粒度加粗通辽砂按照比例 50% 大量使用

2019年9月-2020年7月,按照50%的配比大量使 用平均细度为41~47的粗通辽砂,水玻璃比例稳定在 4.8%, 开箱时间均提前2 min。使用结果: 通辽砂相关

表8 通辽砂:再生砂=2:1试验相关废品率比较 Table 8 Comparison of waste rate under the condition of Tongliao sand: recycled sand= 2:1

项目	上/下箱水	+\\ \alpha\ \tau\				相急	失废品率/	废品率/%			
-	玻璃/%	检验轮数	板杂气	穀杂气	辋杂气	踏杂气	磁痕	外板水纹	内板水纹	合计	
通辽砂:再生砂=2:1	4.5/4.8	108	2.78		0.93	0.93	1.85	0.93		7.41	
北海	4.8/5.1	433	3.70	0.69	0.23	0.23	1.15	0.00	0.00	6.00	
再生砂:公司使用过的砂,经过长时间露天放置、擦洗、烘干等方式处理后的砂											

表9 通辽砂与各种砂不同配比的相关废品率 Table 9 Relative reject rate of Tongliao sand with different ratios of sand

项目		矿 坎/%		水玻璃	检验			相	美废品率	₫/%					
坝目		115/70		比例/%	轮数	板杂气	穀杂气	辋杂气	踏杂气	磁痕	外板水纹	内板水纹	合计		
5/27—7/8	北海80		再生20	5	33 524	3.34	0.21	0.55	0.69	1.71	0.01	0.02	6.53		
7/9—22	人造80		再生20	5	12 827	3.37	0.24	0.47	0.6	1.33	0	0.13	6.14		
7/23—31	通辽50	北海50		4.3	7 585	3.45	0.25	0.6	0.69	2.36	0.09	1.31	8.75		
7/30—8/1	通辽50	北海25	再生25	4.3	3 204	5.21	0.16	0.91	0.53	2.34	0.09	3.28	12.52		
8/2-20	通辽36	北海39	再生25	4.8	18 250	3.51	0.26	0.83	0.87	1.62	0.01	0.15	7.25		
8/21—9/6	通辽25	北海50	再生25	5	15 539	2.47	0.36	0.63	0.73	0.77	0.01	0.08	5.05		
9/7-0/31	通辽25	人造50	再生25	5	28 164	2.39	0.23	0.34	0.35	0.36	0.03	0.09	3.8		

注:人造砂:砂矿在郑州,经过破碎、球磨、水洗等方式将矿石制成砂子。

废品率较低,见表11;粘砂比率较低,见表12;生产稳 定,开箱正常。

3.7 按照配比 50% 使用粒度加粗通辽砂的经济和社会效益

按照50%配比大量使用平均细度为41~47的粗通辽砂,缓解了公司的砂源紧张问题;因粘砂少每年减少打磨费280万元,减少除尘装置维护费50万元,同时改善环保;水玻璃用量降低0.2%,全年可节省11万元,同时也有利于水玻璃砂再生。

4 结论

- (1)由于通辽砂角形因数小、堆密度大、砂粒洁净、不易破碎,使得砂衬的透气性差、水玻璃用量少、导热冷却快和车轮粘砂少。
- (2)全部使用通辽砂时,车轮水纹类废品率高, 粘砂比率较低。常规粒度通辽砂按照25%的比例与在用 砂混合使用,粘砂比率较低,废品率与在用砂相近。加 粗粒度的通辽砂按照50%的比例与在用砂混合使用,粘 砂比率较低,废品率与在用砂相近,水玻璃用量少。

表10 通辽砂比例均为50%平均细度不同时对应相关废品率 Table 10 Reject rate of 50% Tongliao sand with different average fineness

日期(2019/)	通辽砂细度	通辽砂比例/%	其他砂	水玻璃/%	检验轮数	相关废品率/%	其中内/外板水纹/%	字号粘/%
9/12-21	41~47	50	南通	4.8	4 601	2.11	0.30	0.96
9/26—11/16	38~40	50	南通	4.8	37 962	2.32	0.16	1.63
10/26-31	44~50	50	南通	4.8	6 003	2.30	0.47	1.25

注:相关废品率:包含项目同表8;字号粘:字号及其附近较重粘砂。

表11 粗通辽砂50%配比使用相关废品率 Table 11 Related waste rate with utilization of 50% ratio of coarse Tongliao sand

n-4 E/L	T).	- L 1中1支 /0 /	+ △ π △ <i>t</i> △ <i>¥b</i>				相关废	品率/%	1		
时段	砂	小圾塔/%	检验轮数	板杂气	穀杂气	辋杂气	踏杂气	磁痕	外板水纹	内板水纹	合计
2019/9/6—2020/5/27	50%粗通辽砂	4.8	221 739	1.62	0.12	0.15	0.10	0.40	0.05	0.07	2.51
2020/5/28-2020/7/5	未用通辽砂	5.0	37 756	1.71	0.13	0.08	0.15	0.70	0.01	0.06	2.78

表12 粗通辽砂50%配比使用对应车轮粘砂比率 Table 12 Wheel sand burning ratio with 50% ratio of coarse and rough sand

776		观察	车轮粘砂面	积系数		加 <i>索士</i>	业办丛云和万米 (北)	业17小云和玄粉上11/0/	
砂	轮毂R	辐板	字号	轮辋R	合计	观祭牛牝奴/万	粘砂总面积系数(折算)	粘砂面积系数占比/%	
50%粗通辽砂	91.1	122.8	4.0	158.4	376.2	1 200	19 200	1.96	
未用通辽砂	137.0	74.3	5.0	214.5	430.7	1 050	16 800	2.56	

参考文献:

[1] 中国机械工程学会. 铸造手册: 第4卷 [M]. 3版. 北京: 机械工业出版社, 2014: 6-27.

Application of Tongliao Sand in Steel Casting Wheel Production

HU Chang-ling, YANG Zhao-li (Xinyang Tonghe Wheel Co., Ltd., Xinyang 464100, Henan, China)

Abstract:

When Tongliao sand is used, water mark defects of castings are easy to appear, leading to a high casting waste rate. The Tongliao sand has the advantages of small angle factor, high bulk density, low dosage of sodium silicate binder and light wheel burning on, but it also has the disadvantages of poor permeability, fast thermal conductivity of sand lining, and is easy to produce the water mark defects of the wheel waste. Repeated tests were carried out on the particle size of the Tongliao sand and its mixing ratio with the sand in use. The results show that the coarse-grained Tongliao sand is mixed with the in-use sand at a ratio of 50 %, and the anti-wheel burning on effect is better, and the reject rate is similar to that of the in-use sand.

Key words:

cast steel wheel; Tongliao sand; angle factor; water mark; ratio; burning on; reject rate