



中冶南方



武彭炉衬  
WUPENG

# 武彭炉衬高性能炭砖 质量控制实践

陈前琬

2021年4月17日



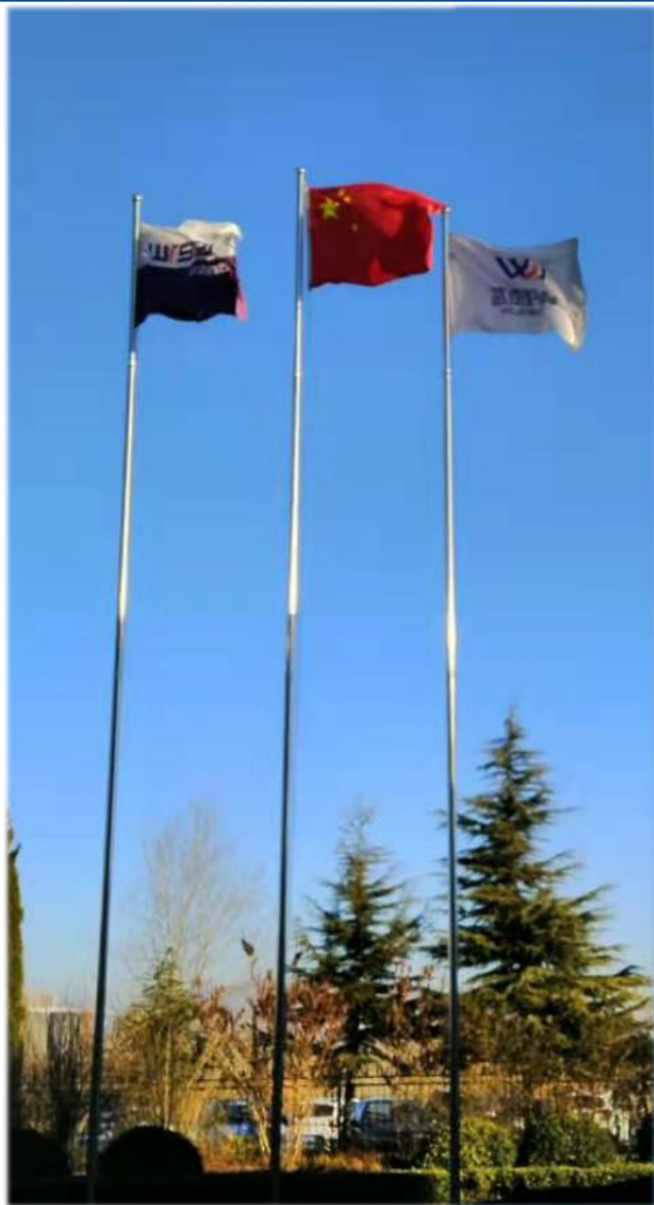
专业、专注、致恒、致远

高科技、高品质、优服务

中冶南方邯郸武彭炉衬新材料有限公司



# 目 录



- ① 武彭炉衬公司简介
  - ② 对标日本炭砖
  - ③ 升级制造装备水平
  - ④ 增强研发技术水平
  - ⑤ 提高质量控制水平
  - ⑥ 结语
- One
- Two
- Three



# 1. 武彭炉衬公司介绍

## 发展历程



彭武年百做

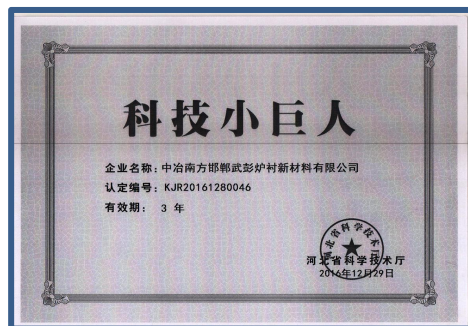




# 1. 武彭炉衬公司介绍

## 荣誉资质:

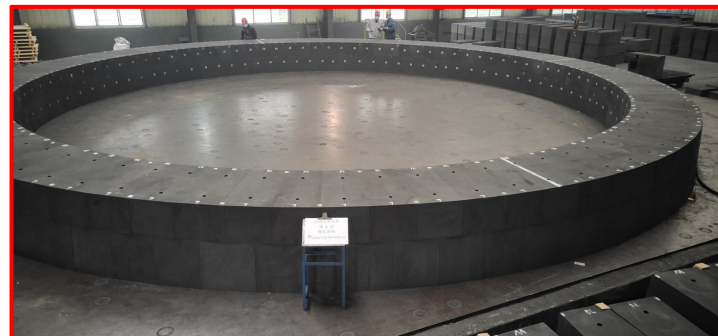
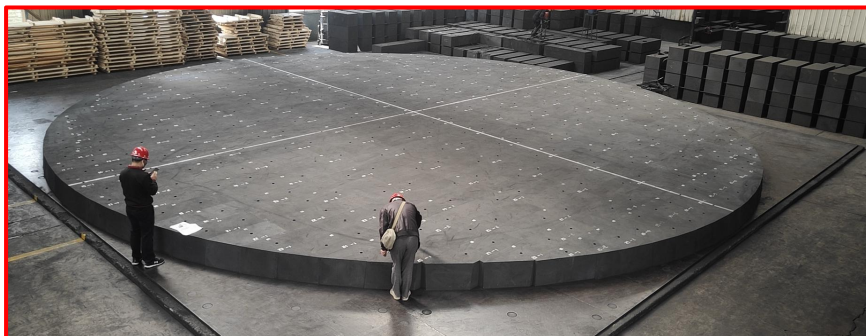
- 高新技术企业
- 河北省科技小巨人企业
- 河北省专精特新中小企业
- 河北省企业技术中心
- 邯郸市工程技术研究中心
- 河北省炭质炉衬材料技术创新中心







# 1. 武彭炉衬公司介绍





## 2. 对标日本炭砖

### 炭砖性能对比表

项目	日本DNK					武彭
	BC-5	CBD-1	CBD-2RG	CBD-3RG	CBD-GT1	SM-2
开发年份	1965	1975	1985	1994	2001	2018
体积密度/ g/cm <sup>3</sup>	1.56	1.58	1.71	1.76	1.96	1.72
显气孔率/ %	18.7	17.3	19.0	23.1	19.7	13
耐压强度/ MPa	40.5	43.0	66.9	63.0	76.2	45
导热系数/ W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>	17.1	13.2	23.3	33.3	37.0	18
微孔化率(>1μm气孔率)	16	11	1	0.2	0.15	82%
铁水侵蚀指数	100	140	170	250	500	23%

国产炭砖与进口炭砖之间存在较大差距！

Michio Nitta and Hitoshi Nakamura. Bulletin of the Iron & Steel Institute of Japan, 2006, 10.





## 2. 对标日本炭砖

### 对标找差距

国产 VS 进口



性能指标的差距只是一种表象.....

差距

- 研发技术差距 → 研发起步晚，炭砖研发投入少
- 装备水平差距 → 设备机器老旧，自动化程度低
- 质量控制差距 → 质量意识不强，细节把控弱



1

升级制造装备水平





### 3. 升级制造装备水平

振动成型机



2016



模压成型机

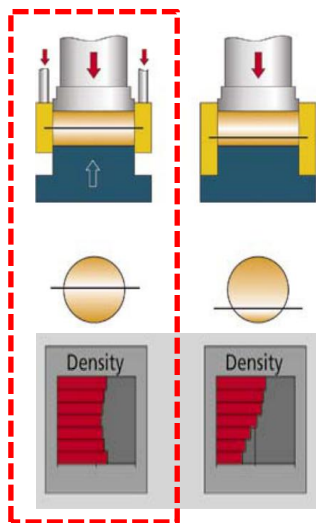




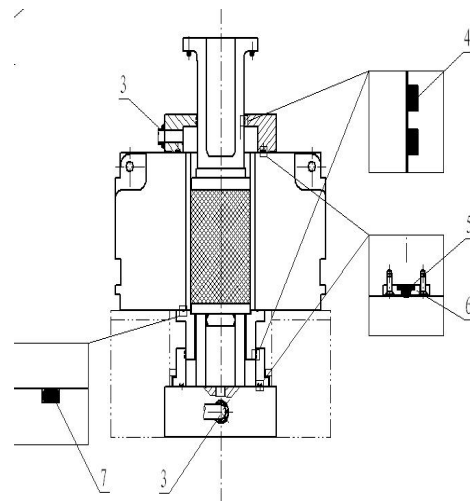
### 3. 升级制造装备水平

#### 炭砖模压成型机

#### 成型机先进技术特点



模拟双向加压



抽真空保真空系统

自主设计、合作开发

专利技术

ZL201821146859.3

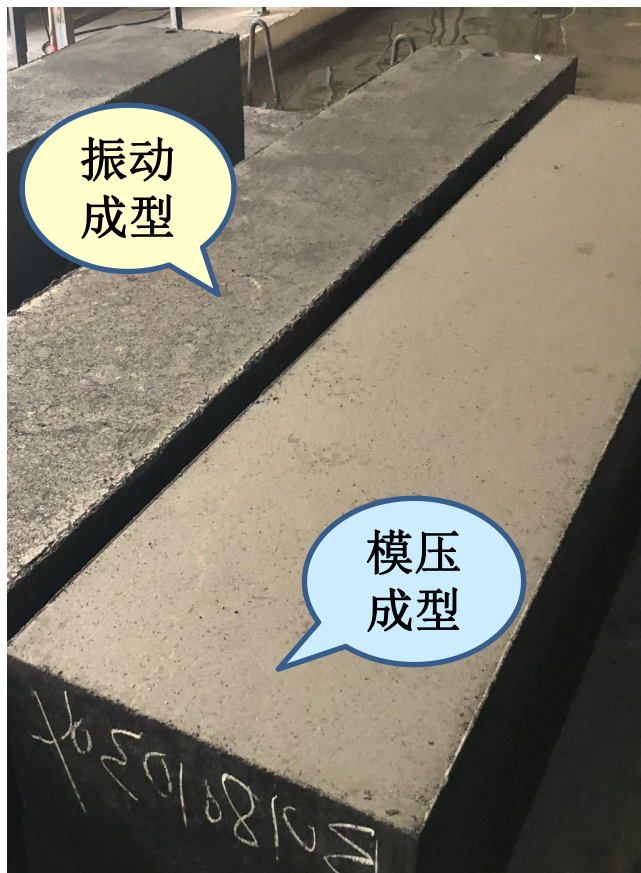
ZL201821146830.5





### 3. 升级制造装备水平

- ◆ 成型压力由**0.1-0.5MPa**提高到**25-30MPa**
- ◆ 真空度由**-0.06MPa**提高到**-0.09MPa**



模压成型效果

密实度  
提高

烧前体积密度由 $1.69\text{g/cm}^3$ 提高到 $1.73\text{g/cm}^3$ ，烧后增加了 $0.03\text{g/cm}^3$

烧前显气孔率由1.5%降低到0.6%，烧后降低了3%

内部均匀稳  
定性提高

生坯性能

内部  
平均值

外部  
平均值

耐压强度, MPa

38.9

42.1

显气孔率, %

0.6

0.5

体积密度,  $\text{g/cm}^3$

1.72

1.73

粘结剂沥青  
用量降低

沥青炭属于多孔，抗铁水溶蚀性差，减少沥青用量，提高抗侵蚀性能





### 3. 升级制造装备水平

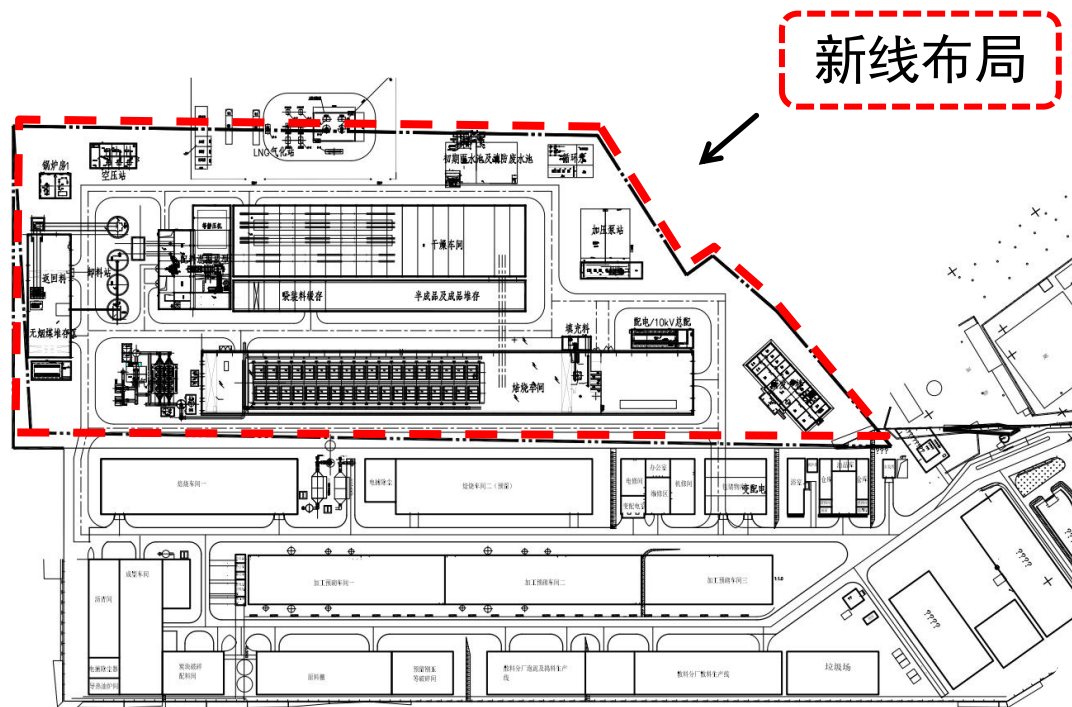
武彭第一代和第二代炭砖性能对比表

项目		振动成型SM-1		模压成型SM-2	
		武科大	武钢	武科大	武钢
体积密度/ g/cm <sup>3</sup>		1.70	1.71	1.74	1.73
显气孔率/ %		14.5	13.8	12.2	11.6
耐压强度/ MPa		39.6	41.4	50.5	56.1
平均孔径/ μm		0.08	0.96		0.06
<1μm孔容积率/ %		80.2	82.3		85.6
导热系数/ W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>	30 °C	16.3	17.5	17.7	17.2
	300 °C	18.4	19.8	21.9	20.5
	600 °C	21.2	22.1	23.0	24.3
铁水溶蚀指数/ %			27.8		21.4





## 武彭厂区全局图：



## 2018年开始

投资约2亿

## 工艺先进

- ◆ 全自动配料混料成型工序；
- ◆ 全新干燥窑、配合轨道式自动装卸窑小车；
- ◆ 全新高温环式带盖焙烧窑、配合自动装卸填充焦系统；



# 升级制造装备水平—建设炭砖新生产线

新线主要设备：

设备先进

✓ 6300吨模压成型机；

✓ 爱立许逆流混练机；

✓ 高温焙烧窑；



自动化

智能化

绿色化







发展无止境 创新无止境







2

**增强研发技术水平**

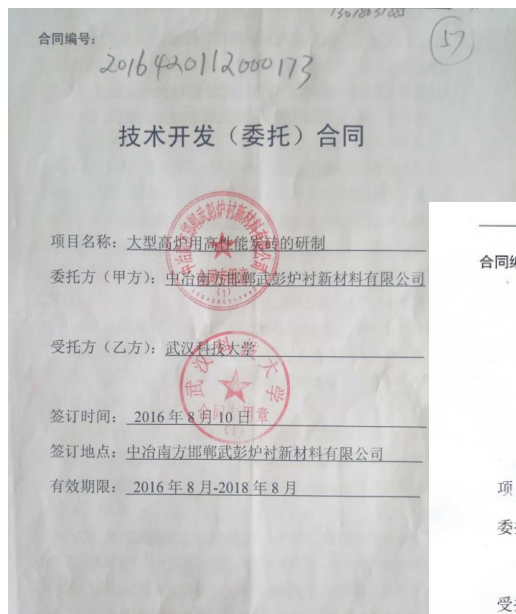




## 4. 增强研发技术水平

与科研院校合作：

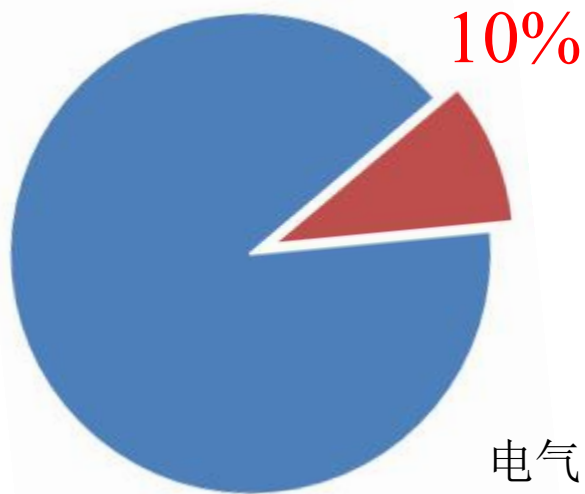
技术支持、检测分析





## 4. 增强研发技术水平

引进人才：



中高级工程师：13人



博士：1人  
硕士：9人  
本科：20人

冶金工程、化学化工、有机化学、无机非金属材料、电气自动化及机电一体化等领域，层次结构合理，专业技术丰富的科研团队。

公司对科技研发人才采取内部培养、校园招聘和外部引进人才战略，把公司内部有技术经验人员安排到产品研发部门任职，招聘大学研究生、本科生共**5人**进行研发人才培养，引进**副高级工程师人才2名**，从事产品研发，与**武汉科技大学联合培养在读博士生1名**。







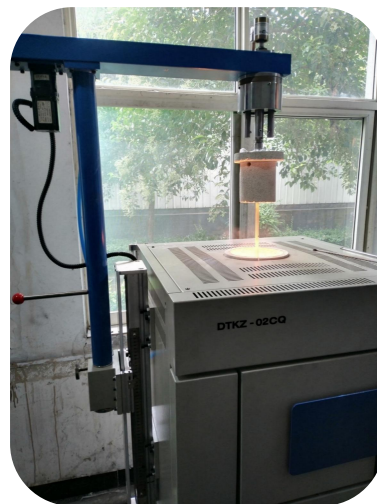
## 4. 增强研发技术水平

完善检测设备：

透气度测试仪



抗铁水实验炉



热膨胀系数测试仪



全自动压汞仪



导热系数测试仪





## 4. 增强研发技术水平

炭砖性能检测结果对比表

项目		日本BC-8SR		武彭SM-3R	
		武科大	武钢	武科大	武钢
体积密度/ g/cm <sup>3</sup>		1.75	1.69	1.74	1.76
显气孔率/ %		14.3	18.4	11.5	10.8
耐压强度/ MPa		34.5	42.8	63.5	62.4
平均孔径/ μm		0.053			0.04
<1μm孔容积率/ %		95.6			87.3
导热系数/ W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>	30 °C		13.8	17.3	16.5
	300 °C	24.7	17.1	20.4	21.6
	600 °C		15.4	24.2	23.2
铁水溶蚀指数/ %			21.4		19.3

最新研制的超微孔炭砖已达到日本第三代炭砖水平！



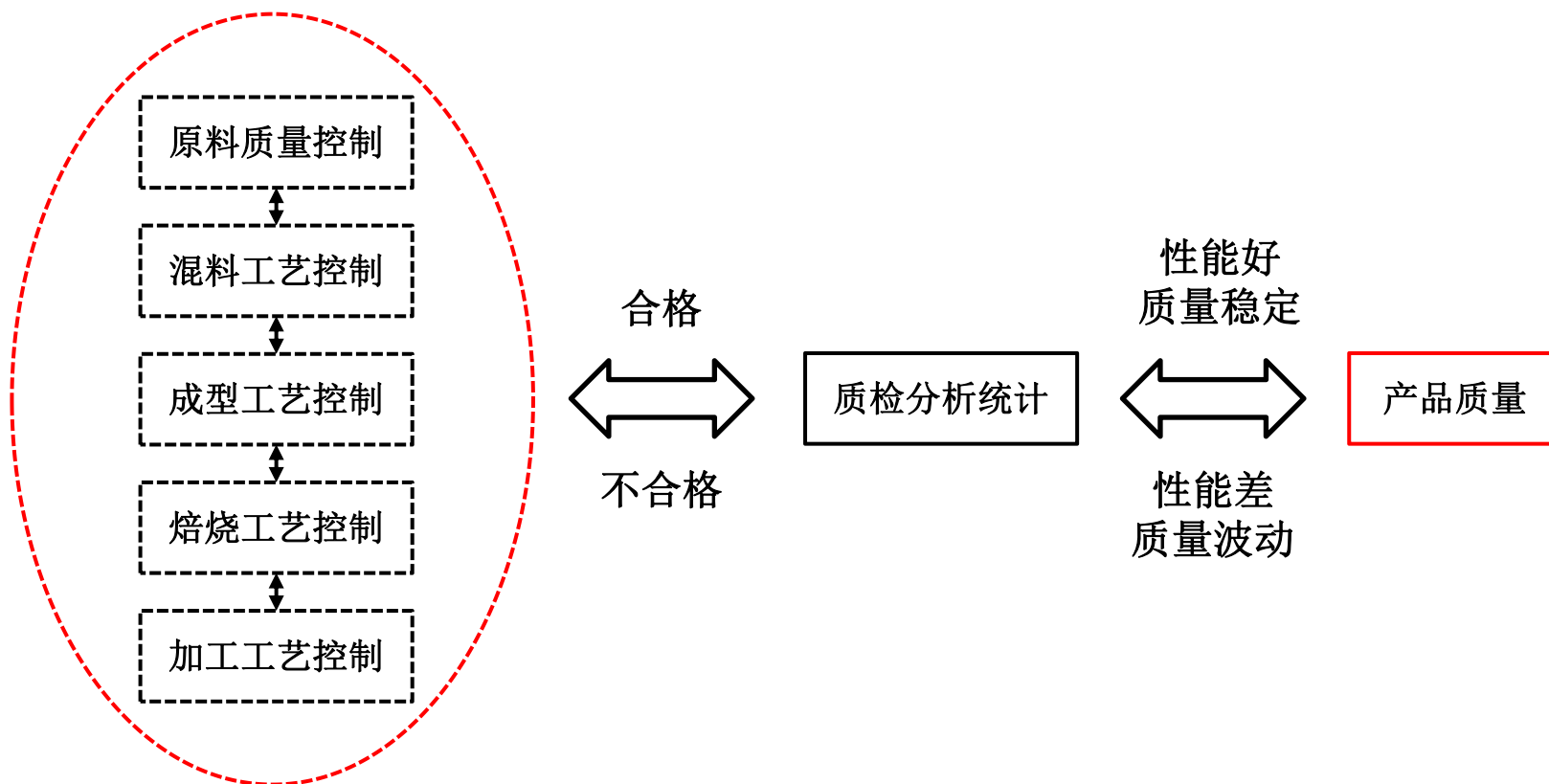
3

**提高质量控制水平**



## 5. 提高质量控制水平

质量控制水平是企业的软实力！



炭砖生产全过程的质量控制







e.g.

电煅煤



优质高温电煅煤，  
固定碳含量高、比电阻低

## 进厂原料性能控制

项目	指标要求	厂家测试	武彭自测
水分	<0.5	0.06	0.08
灰分	<6.5	4.3	4.6
挥发分	<0.8	0.4	0.6
固定碳	>93	95.24	94.72
比电阻	<350		326
真密度	>1.85	1.92	1.94





# 原料质量控制

## 原料检测报告

武彭公司试验室原料检验结果报告单 (一)

名称: 中炭 送样日期: 年 月 日 报告日期: 2020年12月12日 编号: WP/JL-8.2.4-03

取样地点: 高温中炭段 试样编号: 20-12-7 检验号:

检测项目	技术要求	检测结果	备注
水分	$\leq 0.50$	0.05	
挥发分	$\leq 0.80$	0.50	
灰分	$\leq 6.50$	4.35	
固定碳		95.15	
比电阻	$\leq 450$	4.45	
颗粒强度		$>3 \text{ 3-1 } <1$ 405 289 306	
真密度		4.2	1.86 制表: 8月周勇

注: 如检验结果不合格, 允许复验一次。

审核: 1.85

武彭公司试验室原料检验结果报告单 (一)

名称: 中炭 送样日期: 年 月 日 报告日期: 2020年12月19日 编号:

取样地点: 高温中炭段 试样编号: 8672 20-12-65 检验号:

检测项目	技术要求	检测结果	备注
水分	$\leq 0.50$	0.06	
挥发分	$\leq 0.80$	0.39	
灰分	$\leq 6.50$	4.43	
固定碳		95.12	
比电阻	$\leq 450$	4.00	
颗粒强度		$>3 \text{ 3-1 } <1$ 439 302 259	
真密度		3.5	1.90 制表: 张合英 郭化燕

注: 如检验结果不合格, 允许复验一次。

审核: 1.85

武彭公司试验室原料检验结果报告单 (一)

名称: 中炭 送样日期: 年 月 日 报告日期: 2020年12月14日 编号: WP/JL-8.2.4-03

取样地点: 高温中炭段 试样编号: 0684 20-12-43 检验号:

检测项目	技术要求	检测结果	备注
水分	$\leq 0.50$	0.03	
挥发分	$\leq 0.80$	0.54	
灰分	$\leq 6.50$	4.5	
固定碳		97.93	
比电阻	$300 \pm 50$	322.1	
颗粒强度	$\geq 30$	$>3 \text{ 3-1 } <1$ 385 28.4 41.5	
真密度		3.6	2.01 制表: 宋超萍 郭化燕

注: 如检验结果不合格, 允许复验一次。

审核: 1.90

武彭公司试验室原料检验结果报告单 (一)

名称: 中炭 送样日期: 年 月 日 报告日期: 2020年12月11日 编号: WP/JL-8.2.4-03

取样地点: 高温中炭段 试样编号: 20-12-37 检验号:

检测项目	技术要求	检测结果	备注
水分	$\leq 0.50$	0.05	0.06
挥发分	$\leq 0.80$	0.41	0.63
灰分	$\leq 6.50$	4.29	4.05
固定碳		95.05	94.76
比电阻	$\leq 450$	4.17	4.33
颗粒强度		$>3 \text{ 3-1 } <1$ 42.5 31.9 25.6	$>3 \text{ 3-1 } <1$ 44.3 38.5 27.2
真密度		4.1	3.9

注: 如检验结果不合格, 允许复验一次。

审核: 1.85

武彭公司试验室原料检验结果报告单 (一)

名称: 中炭 送样日期: 年 月 日 报告日期: 2020年12月6日 编号: WP/JL-8.2.4-03

取样地点: 高温中炭段 试样编号: 827 20-12-15 检验号:

检测项目	技术要求	检测结果	备注
水分	$\leq 0.50$	0.08	
挥发分	$\leq 0.80$	0.32	
灰分	$\leq 6.50$	6.38	
固定碳		93.22	
比电阻	$\leq 450$	421.1	
颗粒强度		$>3 \text{ 3-1 } <1$ 44.9 38.6 26.5	
真密度		3.2	1.96 制表: 宋超萍 郭化燕

注: 如检验结果不合格, 允许复验一次。

审核: 1.85





## 成型工艺参数控制

### ① 布料工序；

- ✓ 糊料温度为 $138-148^{\circ}\text{C}$ 时，将糊料放入保温拌桶；
- ✓ 搅拌，打开下部挡板，放入计量斗，边搅拌边开始通过布料皮带向模具里布料；
- ✓ 皮带布料完成后，需要人工平整料面。

### ② 成型工序；

真空度： $> -0.08 \text{ Mpa}$

保压时间：50 s

成型压力：3200 t

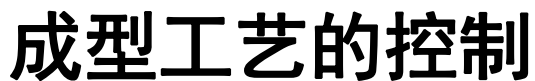
成型规格： $2600 \times 540 \times 430 \text{ mm}$

### ③ 冷却工序；

- ✓ 成型后的砖做好相应标记；
- ✓ 放入循环水池中浸泡冷固化，固化时间 $> 5 \text{ h}$ ；

质检员监督并进行记录





## 成型工艺参数记录

中冶南方邯鄲武彭炉衬新材料有限公司  
成型车间半成品检验日报表

产品名称: 122323 规格: 25P5X32R402 日期: 2020.11.25 班次: A (白、夜) 质检员: 216 号: WP/IL-8.2.4-05

产品规格mm				单重 kg	体密 g/cm³	备注	产品规格mm				单重 kg	体密 g/cm³	备注
编号	加油量	长	宽 高				编号	加油量	长	宽 高			
202025P		2585	132	1089	1.76	202025Y4	2585	132	1089	1.77			
20202530		2585	132	1081	1.71	202025Y4	414	2585	132	1085	1.77		
20202531	414	2585	132	1086	1.76	202025Y4		2585	132	1085	1.77		
20202532		2585	132	1084	1.76	202025Y4	414	2585	132	1085	1.77		
20202533	420	2585	132	1089	1.77	202025Y4		2585	132	1085	1.77		
20202534		2585	132	1092	1.77								
20202535	414	2585	132	1060	1.77								
20202536		2585	132	1061	1.77								
20202537	414	2585	132	1081	1.76								

中冶南方邯郸武彭炉衬新材料有限公司 (1-6) 全返回料 不老核  
成型车间半成品检验日报表

产品名称: 浮球 规格: 250x518x100 日期: 2020.10.26 班次: A (白、夜) 质检员: 王 伟 WP/II-8.2.4-05

[illegible]





## 加工工艺参数控制：

### 外观控制：

- ✓ 外表面无夹渣、无超过限值的裂纹和孔洞；
- ✓ 无超过限值的缺角、缺棱等缺陷；

### 缺陷限值：

- ✓ 裂纹宽度： $\leq 0.3 \text{ mm}$ ；
- ✓ 孔洞的直径和深度： $\leq 10 \text{ mm}$ ；
- ✓ 凹坑的直径和深度： $\leq 15 \text{ mm}$ 和 $\leq 10 \text{ mm}$ ；
- ✓ 预砌时，炭砖缝隙 $\leq 0.5 \text{ mm}$ ；
- ✓ .....

质检员监督并进行记录



# 加工工艺的控制

## 成型工艺参数记录

加工记录单

日期	2021.3.4	班组	9	客户名称	新金
操作	王	车床编	号	层次	9
序号	产品编号	长1	长2	宽1	宽2
W5	A02070222	376.9	496.1	399.5	
W4	A02070222	276.9	496.1	399.5	
W1	A020701915	376.9	496.1	399.5	
W2	A020702021	376.9	496.1	399.5	
W3	A020701943	276.9	496.1	399.5	
W5	B020702219	376.9	496.1	399.5	
W7	B020702213	376.9	496.1	399.5	
W16	B020702212	276.9	496.1	399.5	
W7	B020702213	376.9	496.1	399.5	
W18	B020702218	376.9	496.1	399.5	
W10	B020702219	376.9	496.1	399.5	
W13	B020702216	376.9	496.1	399.5	
W5	B0207022142	376.9	496.1	399.5	
W6	B020702219	376.9	496.1	399.5	
W1	B020702210	376.9	496.1	399.5	
W17	B020702218	376.9	496.1	399.5	
W14	B020702215	376.9	496.1	399.5	
W3	B020702212	376.9	496.1	399.5	
W1	B020702218	376.9	496.1	399.5	
W4	B020702215	376.9	496.1	399.5	

加工记录单

日期	3.11	班组	9	客户名称	新金
操作	王	车床编	号	层次	8
序号	产品编号	长1	长2	宽1	宽2
W7	B020702212	1219	1174	364.6	501.4
W28	A020702211	1220	1173		400.5
W24	A020702211	1221	1174		400.5
W3	A020702212	1222	1175		400.5
W6	A020702213	1223	1174		400.5
W26	A020702216	1220	1173		400.5
W2	A020702216	1221	1174		400.5
W20	A020702210	1220	1172		400.5
W25	A020702211	1221	1173		400.5
W14	A020702212	1223	1175		400.5
W11	A020702213	1220	1173		400.5
W4	A020702217	1221	1174		400.5
W21	A020702216	1222	1175		400.5
W12	A020702218	1220	1174		400.5
W10	A020702214	1221	1174		400.5
W8	A020702217	1222	1175		400.5
W5	A020702219	1220	1173		400.5
W23	A020702216	1220	1173		400.5
W19	A020702213	1223	1174		400.5
W9	A020702213	1222	1175		400.5

加工记录单

日期	3.5	班组	2	客户名称	B组
操作	王	车床编	号	层次	3
序号	产品编号	长1	长2	宽1	宽2
W5	A020702218	2512	600.08	600.07	
W14	A020702219	2512	600.08	600.05	
W19	A020702216	2512	600.09	600.03	
W15	A020702218	2512	600.08	600.05	
W16	A020702218	2512	600.08	600.06	
W17	A020702218	2512	600.08	600.06	
W18	A020702218	2512	600.08	600.06	
W19	A020702218	2512	600.08	600.06	
W20	A020702218	2512	600.08	600.06	
W21	A020702218	2512	600.08	600.06	
W22	A020702218	2512	600.08	600.06	
W23	A020702218	2512	600.08	600.06	
W24	A020702218	2512	600.08	600.06	
W25	A020702218	2512	600.08	600.06	
W26	A020702218	2512	600.08	600.06	
W27	A020702218	2512	600.08	600.06	
W28	A020702218	2512	600.08	600.06	
W29	A020702218	2512	600.08	600.06	
W30	A020702218	2512	600.08	600.06	

加工记录单

日期	3.4	班组	2	客户名称	B组
操作	王	车床编	号	层次	3
序号	产品编号	长1	长2	宽1	宽2
1	A020702218	2512	600.09	600.01	1559
2	A020702218	2512	600.08	600.06	1559
3	A020702218	2512	600.06	600.12	1565
4	A020702218	2512	600.08	600.01	1568
5	A020702218	2512	600.09	600.08	1561
6	A020702218	2512	600.12	600.12	1568
7	A020702218	2512	600.1	600.07	1558
8	A020702218	2512	600.1	600.1	1556
9	A020702218	2512	600.07	600.08	1559
10	A020702218	2512	600.1	600.07	1557
11	A020702218	2512	600.07	600.03	1561
12	A020702218	2512	600.12	600.01	1566
13	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
14	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
15	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
16	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
17	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
18	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
19	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
20	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
21	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
22	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
23	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
24	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
25	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
26	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
27	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
28	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
29	A020702218	2512	600.12	600.01	1568
30	A020702218	2512	600.12	600.01	1568





# 炭砖质量追溯和改善

炭砖的“编号”



炭砖的“身份证”

成型的每块炭砖都有唯一的编号



B020209125088

成型  
焙烧  
加工  
应用



全生命周期  
跟踪

成型参数：生产时间、加油量等

焙烧参数：焙烧位置、升温曲线等

性能参数：生坯体密、烧后耐压等

加工参数：缺陷、加工尺寸等

应用参数：厂家、位置层数等







# 炭砖质量追溯和改善

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	日期	户名称	成型炭砖编号	加工炭砖	产品名称	层次	类型	长1	长2	宽1	宽2	宽3	高	块数	体密	重量	合格类型	缺陷类型	备注	
6727	3月		A20010602	W41	微孔砖	2	炉底	692		419			400.6	1	0.8394088685	97.5	0		9#	
6728	3月		A20010603	W40	微孔砖	2	炉底	692		419			400.6	1	0.8394088685	97.5	0		9#	
6743	3月		A20010612	A26	微孔砖	3	炉底	1202		500.05			400.52	1	1.6823366896	405	0			
6744	3月		B20010702	A25	微孔砖	3	炉底	1202		500			400.48	1	1.6702087278	402	0			
6745	3月		B20010702	A24	微孔砖	3	炉底	1202		500			400.48	1	1.6743634759	403	0			
6748	3月		B20010702	A21	微孔砖	3	炉底	1202		500			400.48	1	1.6743634759	403	0	横裂纹		
6749	3月		A20102411	A20	微孔砖	3	炉底	1202		500.04			400.62	1	1.6653385362	401	0	轻麻		
6761	3月		A20122112	A8	微孔砖	3	炉底	1202		500.05			400.4	1	1.7036166998	410	0	轻麻		
6762	3月		A20122410	A7	微孔砖	3	炉底	1202		499.9			400.45	1	1.6914474389	407	0	轻麻		
6764	3月		A20010614	A5	微孔砖	3	炉底	1202		500.05			400.5	1	1.6741124510	403	0			
6769	3月		A20010614	A49	微孔砖	2	炉底	807		500.05			400.5	1	1.6798880749	271.5	0		13#	
6770	3月		C20010116	A48	微孔砖	2	炉底	807	745	499.97			400.6	1	1.6799264179	261.1	0		12#	
6771	3月		C20010116	A47	微孔砖	2	炉底	807	745	499.97			400.6	1	1.6799264179	261.1	0		12#	
6772	3月		A20122410	A46	微孔砖	2	炉底	745	618	499.9			400.45	1	1.6807640866	229.3	0	轻麻	11#	
6773	3月		A20122112	A45	微孔砖	2	炉底	745	618	500.05			400.4	1	1.6804697305	229.3	0		11#	
6774	3月		C20010116	A44	微孔砖	2	炉底	618	419	499.97			400.6	1	1.6793562272	174.4	0		10#	
6775	3月		C20010116	A43	微孔砖	2	炉底	618	419	499.99			400.6	1	1.6792890516	174.4	0		10#	
6776	3月		C20010116	A42	微孔砖	2	炉底	692		499.97			400.6	1	0.7034668398	97.5	0		9#	
6777	3月		C20010116	A41	微孔砖	2	炉底	692		499.97			400.6	1	0.7034668398	97.5	0		9#	
6784	3月		A20010616	A34	微孔砖	2	炉底	1468	1269	500.08			400.5	1	1.6797649185	460.4	0		5#	
6785	3月		A20010614	A33	微孔砖	2	炉底	1468	1269	500.05			400.5	1	1.6798656943	460.4	0	横裂纹	5#	
6786	3月		A20010616	A32	微孔砖	2	炉底	995	868	500.08			400.5	1	1.6798640133	313.4	0		4#	
6787	3月		A20010616	A31	微孔砖	2	炉底	995	868	500.08			400.5	1	1.6798640133	313.4	0		4#	
6788	3月		A20122410	A30	微孔砖	2	炉底	1657	1595	499.9			400.45	1	1.6804877473	547	0	轻麻	3#	
6789	3月		A20122112	A29	微孔砖	2	炉底	1657	1595	500.05			400.4	1	1.6801934396	547	0		3#	
6849	3月		B20010712	W45	微孔砖	2	炉底	1595	1657	500.15			400.56	1	1.6791864981	547	0		3#	
总表 2020年总表 2020年缺陷表 2020年缺陷分析 模压产品缺陷月度分析 模压各成型班组分析 模压不同材质分析 模压不同材质月度分析																				

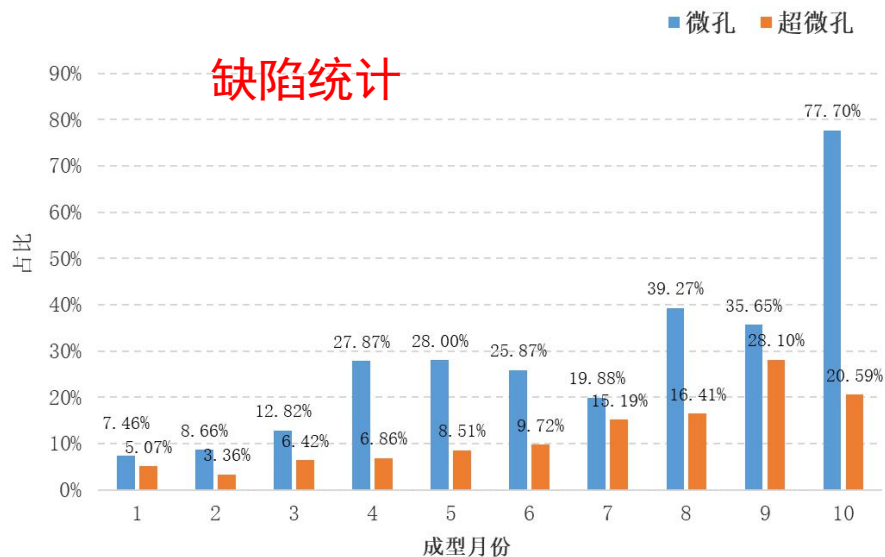
## 炭砖缺陷统计、质量分析和后续改进





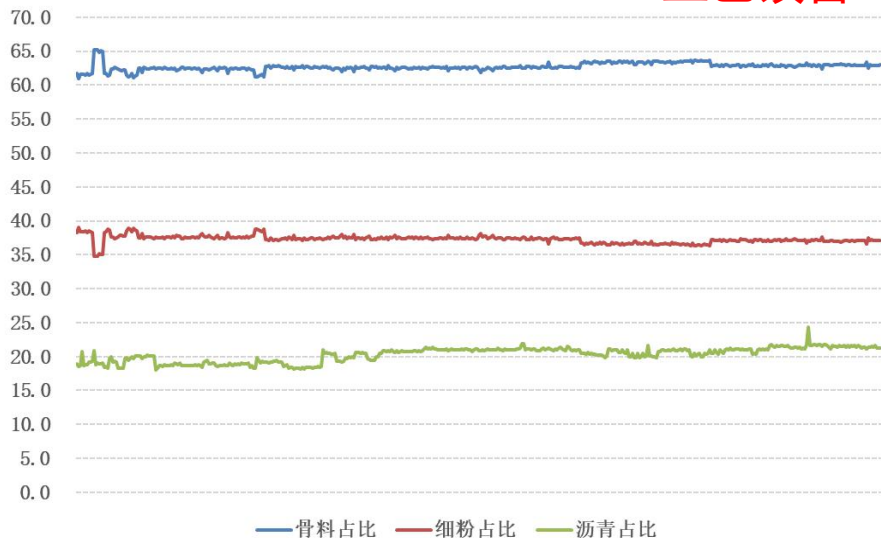
# 炭砖质量追溯和改善

## 缺陷统计

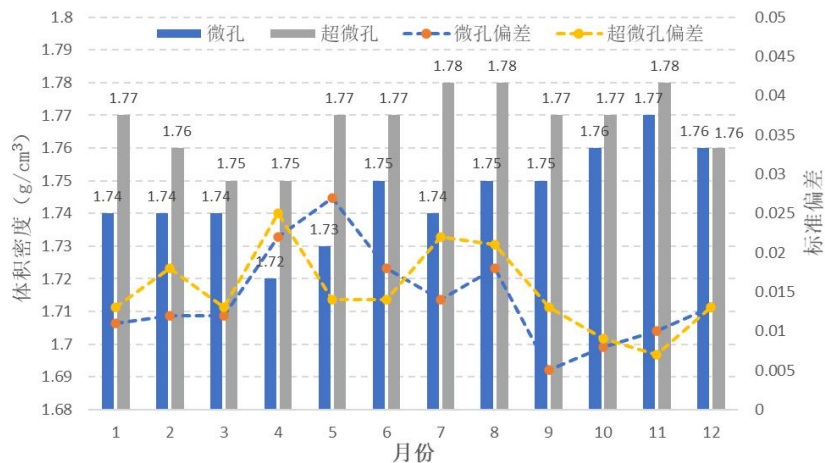


2月份配料占比图

## 工艺改善



## 性能分析



通过质量追溯，可以优化炭砖生产工艺参数，不断改善炭砖性能，形成一个良性的优化循环。





## 6. 结语

中冶南方邯郸武彭炉衬新材料有限公司



武彭炭砖Number one

武彭炉衬一直致力于高炉炉衬长寿技术和产品的研发和应用，我们愿为中国高性能炭砖发展做出应有的贡献，为实现大型高炉用炭砖的全套国产化不懈奋斗！





武彭炉衬愿为大型高炉用炭砖全套国产化不懈奋斗！



武彭欢迎您！





绿色工厂

