

# 镁铬质预制件的研究与生产

王俊涛 叶亚红 刘昭 徐琳琳 慕全定 刘锡俊 翟耀杰 胡世平

1) 河南瑞泰耐火材料科技有限公司 河南郑州 451162

2) 瑞泰科技股份有限公司 北京 100024

**摘要** 镁铬质耐火材料因其优良的性能而被广泛的应用于各种热工窑炉的炉衬材。对于异型、特异型或大型的产品,采用传统的机压成型方式,由于成型所需模具复杂,成本昂贵,且成品率低,很难批量化生产。采用预制件的工艺针对特殊使用条件下的镁铬质耐火材料进行研究并批量生产,同时对结合剂的选择,模具、成型方式及生产过程工艺参数进行了探索。

**关键词** 镁铬耐火材料, 预制件, 结合剂, 成型方式

镁铬质耐火材料具有优良的性能,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  通过固溶于方镁石中形成镁铬尖晶石, 可以增大液相对耐火相的润湿角, 提高直接结合程度, 生成理想的方镁石-尖晶石复相结构, 使镁铬质材料具有良好的荷重软化温度、高温强度、抗侵蚀性、热震稳定性等优点<sup>[1-2]</sup>, 因此, 镁铬质耐火材料在冶金、建材、有色、石化、电力等行业的热工窑炉上得到了广泛的应用<sup>[3-4]</sup>。

通常, 镁铬质耐火材料主要以定型耐火材料为主, 即镁铬砖, 包括了普通镁铬砖、直接结合镁铬砖、电熔再结合镁铬砖、熔铸镁铬耐火材料和全合成镁铬耐火材料等<sup>[5]</sup>。但是, 对于某些热工窑炉的特殊部位, 需要异型、特异型或大型的镁铬质耐火材料, 现有的镁铬砖由于成型所需模具复杂, 成本昂贵, 且成品率低, 无法满足要求。

因此, 针对高温窑炉的特殊部位用异型、特异型或大型的镁铬质耐火材料, 研究开发镁铬质预制件。选用制造方便、价格低廉的木制或塑料模具, 采用捣打、振动或两者相结合的成型方式, 干燥后经过高温热处理制备, 对其结合剂的选择, 模具、成型方式及生产过程控制要点进行了探索。

## 1 试验

### 1.1 原料

以高纯镁砂、铬精矿及镁铬熔块为主要原料, 原料的化学组成如表 1。

表 1 原料的化学组成 (w) %

原料	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
高纯镁砂	97.76		0.97	0.56		
铬精矿	12.29	13.89	0.42	0.86	27.73	45.87
镁铬熔块	63.23		2.67	0.78	8.71	20.74

### 1.2 试样制备及检测

本试验用的工艺配比如表 2 所示, 按照表 2 进行配料, 添加结合剂后经过搅拌混料, 采用振动和捣打相结合的方式成型, 制成试样尺寸规格为 40 mm×40 mm×160 mm, 试样在室温下养护 24 h 后脱模, 脱模后在空气中养护 24 h, 再在烘箱中于 110 °C 干燥 24 h, 然后进行高温热处理。

表 2 试验工艺配比 (w) %

试样编号	1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>
5~3 mm	40	36	26
高纯镁砂			
3~0 mm	18	14	5
<0.088 mm	25	20	22
铬精矿			
2~0 mm	10	12	17
<0.088 mm	7	8	11
镁铬熔块			
3~1 mm	0	0	10
1~0 mm	0	10	9
减水剂	0.15	0.15	0.15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 含量	8	12	16

### 1.3 性能测试

按相关标准对试样的线变化率 (110 °C×24 h, 热处理后)、体积密度、显气孔率、耐压强度、荷重软化温度等进行了测试。

## 2 结果与分析

### 2.1 结合剂的选择

在试验过程中, 共选择了 3 种结合剂: a) 六偏磷酸钠, b) 纸浆废液, c) 复合结合剂 RT。选用 1<sup>#</sup> 配比, 分别从添加量、流动性、施工性能、烧结性能进行了对比, 具体见表 3。

表 3 三种结合剂的对比

结合剂	添加量 (w) /%	流动性	脱模时间/h	脱模强度/MPa	烧后强度/MPa
六偏磷酸钠	12	差	2	24	34
纸浆废液	10	一般	16	7	45
复合结合剂 RT	6	好	4	15	55

通过表 3 对比发现, 选用六偏磷酸钠作为结合剂时, 会出现急凝现象, 流动性较差, 导致施工性能差, 烧后的试样气孔率大, 强度低; 选用纸浆废液时, 初凝时间较长, 导致脱模时间较长, 且脱模强度较低, 影响了试样的连续生产; 选用复合结合剂 RT 时, 其添加量小, 流动性好, 同时脱模时间正常, 脱模强度较高, 烧后的性能指标也较好。因此, 选用复合结合剂 RT。

### 2.2 试样的性能指标

按照表 2 的工艺配比, 进行配料, 选用复合结合剂 RT 为结合剂, 加入量为 6%, 然后进行混料, 采用振动成型, 成型后 4 h 脱模, 在空气中养护 24 h, 干燥 110 °C×24 h, 然后进行高温热处理, 其具体性能指标见表 4。

表 4 试样的各项性能指标

项 目	体积密度 $\rho$ /(g·cm <sup>-3</sup> )	显气孔率 /%	耐压强度 /MPa	烧后线变化率 /%	荷重软化温度 $T_{0.6}$ /°C	烧成温度 /°C	化学组成(w)/%	
							MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1 <sup>#</sup>	2.85	20	50	-0.87	1600	1650	82.5	8.2
2 <sup>#</sup>	2.90	18	58	-0.58	1650	1680	76.4	12.1
3 <sup>#</sup>	2.98	17	55	-0.65	1680	1700	73.8	16.3

从表 4 中可以看出, 采用预制件生产工艺制备的试样的各项性能指标均较好, 与机压成型的产品相比, 其体积密度稍低, 显气孔率稍大, 同时由于镁铬质耐火材料不易烧结, 因此, 其烧后强度一般。

### 2.3 生产过程控制要点

在确定生产工艺后, 我公司为某窑炉公司的电炉用内衬材料: 异型直接结合镁铬砖-9, 采用 2<sup>#</sup>工艺进行生产, 选用木质模具, 振动成型, 经干燥、高温热处理得到成品, 干燥后试样和高温烧成后试样见图 1 和图 2。

由图 1 和图 2 可看出, 脱模和成型后制品表面光滑, 能满足生产和使用要求。镁铬质预制件的生产控制要点如下:

(1) 混料搅拌。配料要求精确, 混料时间要保证, 结合剂的加入量要控制, 确保流动性和施工操作性的前提下, 尽量减少结合剂的加入量;

(2) 成型方式。根据产品的要求, 可以采取捣打施工、振动施工、振动加压施工等, 根据选择不同的施工方式, 确定结合剂的加入量, 参考: 捣打施工<振动加压施工<振动施工, 同时选择合适的模具, 如: 木制模具、塑料模具、金属模具等;

(3) 脱模干燥。由于镁铬质浇注料属于碱性材料, 会存在水化反应, 因此在保证脱模强度的情况下, 尽早脱模(生产中保证 4 h), 同时减少脱模时间也可以增加模具的利用率, 降低成本; 脱模后在空气中养护的时间也要严格限制, 尽量在温度 20 °C 的空间进行养护, 可以尽早排除水分, 防止“水化裂纹”

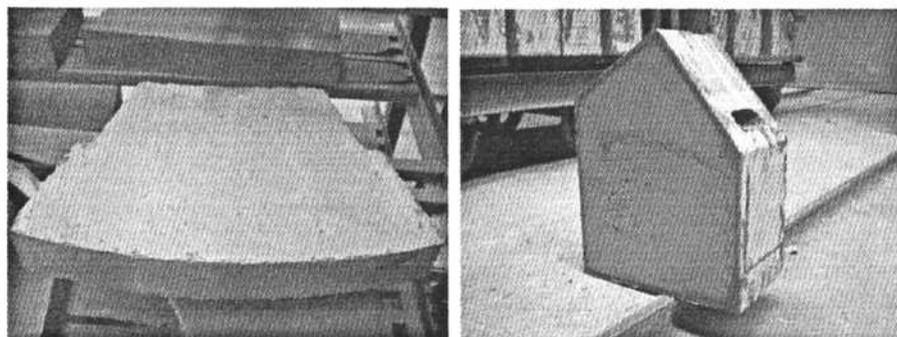


图 1 成型脱模后的样品

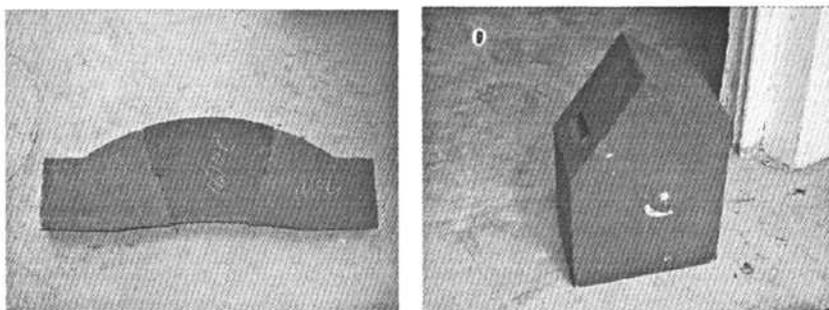


图2 烧成后的样品

(如图3所示,在空气中养护的时间过长所致),同时干燥时间根据样品单重确定,确保干燥时间足够长,保证干燥后砖坯的残余水分 $<1.5\%$ ,这样才能确保高温热处理过程中不会产生开裂;

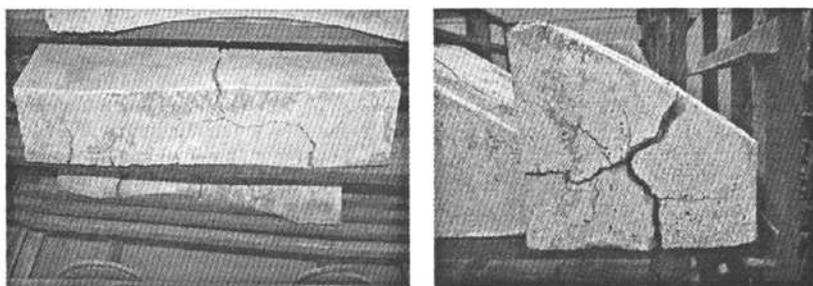


图3 产生“碱裂”后的试样

(4) 高温热处理。根据试样的化学成分确定烧成制度,同时由于预制件气孔率比定型制品大,因此,还要考虑线变化率等因素。

### 3 结论

(1) 对于大型、异型及特异性镁铬质耐火材料,采用浇注施工成型,经干燥和高温热处理可以制备性能优良的产品;

(2) 选用复合结合剂RT,具有添加量小,流动性能好,同时脱模时间正常,脱模强度较高,烧后的性能指标也较好;

(3) 在镁铬质预制件的生产过程控制中,要选择合适的模具和成型施工方法,设定合理的养护制度及高温热处理制度,确保样品的性能指标稳定。

### 参考文献

- [1] 高振昕,黄振武,卫晓辉,等.镁铬砖显微结构的均化[J].耐火材料,2005,39(3).
- [2] 李勇,石杰,马文鹏,等.炼钢转炉用镁铬砖损毁机理的研究[J].耐火材料,1997,31(6).
- [3] 王黎,张军战,唐世英,等.镁铬合成料对镁铝铬捣打料性能的影响[J].耐火材料,2002,36(2).
- [4] 陈肇友.有色金属冶金炉用耐火材料及其发展[J].有色金属(冶炼部分),1998(6).
- [5] 邓跃勇,汪厚植,赵惠忠.溶胶浸渍对镁铬砖性能的影响[J].耐火材料,2005,39(6).

E-mail: wjt@bjruitai.com

# 镁铬质预制件的研究与生产

作者: [王俊涛](#), [叶亚红](#), [刘昭](#), [徐琳琳](#), [慕全定](#), [刘锡俊](#), [翟耀杰](#), [胡世平](#)  
作者单位: [河南瑞泰耐火材料科技有限公司 河南郑州 451162](#) [瑞泰科技股份有限公司 北京 100024](#)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference\\_7500214.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_7500214.aspx)