



铸石制品的应用

中国建筑工程出版社

铸石制品的应用

《铸石制品的应用》编写组

• 国内发行 •

中国建筑工业出版社

鑄石是一種新的耐磨和耐腐蝕材料，在工業生產中，可以代替鑄鐵、有色金屬和橡膠等各種材料。

本書主要介紹鑄石制品的使用和施工方法。簡要地介紹了鑄石生產工藝及鑄石的性能；匯集了一些生產單位使用鑄石制品的技術經濟效果及施工方法實例。

本書可供各生產廠礦在解決設備的耐磨和耐腐蝕問題時使用，亦可供有關設計、施工人員參考。

本書由河南建築工程材料科學研究所有關同志組成的編寫組，編寫了第一章至第四章，考慮到使用鑄石制品時的安全和防護問題的重要，請首鋼焦化廠王榮華同志寫了第五章。

鑄石制品的應用

《鑄石制品的應用》編寫組

·國內發行·

中國建築工業出版社出版（北京西郊百萬莊）
新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售
中國建築工業出版社印刷廠印刷

開本：787×1092毫米 1/32 印張：4 5/16 字數：89 千字
1974年3月第一版 1974年3月第一次印刷
印數：1—17,755 冊 定價：0.32 元
統一書號：15040·3134

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

F3P4 51

前 言

铸石是一种新型工业材料。它具有一般金属材料所达不到的耐磨性能和耐化学腐蚀性能。其耐磨性能比合金钢、普通钢或铸铁高几倍、十几倍，有的甚至达三、四十倍。除氢氟酸和过热磷酸外，其耐酸碱度几乎接近百分之百。此外，铸石还有良好的介电性和较好的机械性能。

目前铸石制品已在我国冶金、矿山、煤炭、化工、石油、发电等工业部门较广泛地使用，并取得了显著的效果。实践证明，在一定条件下，铸石是钢铁、有色金属、合金材料、橡胶等物资的较为理想的代用材料。铸石制品的应用，不仅解决了某些工业生产中长期没有解决的一些关键问题，而且延长了设备寿命，提高了生产效率，降低了产品成本，为国家节约了大量的金属和橡胶。因此，大力发展铸石生产和推广应用铸石制品，对加强战备，支援工农业生产和加速社会主义建设，具有重要的意义。

铸石所具有的良好耐磨和耐化学腐蚀性能，已在许多国家引起重视。近几年来利用高炉矿渣生产微晶铸石有了较快的发展，并开展了浅色铸石、金属石——超强材料等新品种的研制工作。

我国铸石的研究、试制和生产已有十余年的历史。十余年来，特别是无产阶级文化大革命以来，在毛主席无产阶级革命路线指引下，铸石工业得到了蓬勃发展。目前全国铸石产量比文化大革命前增长六至七倍，品种和规格已增加到数

千种。近几年来，铸石工业的广大工人和科学技术人员，还研制了铬渣辉绿岩铸石、铬渣铸石、粉煤灰铸石、矿渣铸石和液态煤渣烧结铸石等，为综合利用工业废渣，发展铸石生产开辟了新的途径。

但是，我国铸石工业还很年轻，产品的数量、品种还不能满足工农业发展的需要；产品的脆性和热稳定性还有待进一步改善。我们相信，在毛主席无产阶级革命路线指引下，经过生产、科研和使用部门的共同努力，我国铸石的生产 and 应用一定会得到更迅速的发展，为社会主义建设做出更大的贡献。

这本书是以1972年全国铸石生产会议的资料为基础，参阅了《铸石》和《非金属防腐蚀设备》两书，并收集了1972年以前和最近的一些铸石制品生产与使用经验资料，整理汇编而成。书中简要介绍了铸石制品的生产工艺、性能、产品规格以及铸石制品在各工业部门的应用情况；并着重介绍了铸石制品的施工安装经验，供有关工作人员参考。

为了说明铸石制品的切削加工问题，在本书中收录了旅大市双革技术协作队和大连辉绿岩铸石厂的《辉绿岩铸石切削加工》一文，作为附录一。收录过程中，对文中个别文字作了一些修改。

在编写过程中，各有关厂矿单位给了我们大力支持，积极提供有关资料，特在此表示谢意。

由于我们对情况了解不够深透，水平有限，错误之处在所难免，请广大读者批评指正。

编 者

1973年9月

目 录

前 言

第一章 铸石生产工艺和性能简介	1
第一节 铸石生产工艺简介	1
(一) 配料	1
(二) 熔化	5
(三) 浇铸	5
(四) 结晶与退火	9
(五) 耐酸粉的磨制	11
(六) 铸石工艺的新发展	12
第二节 铸石的性能和试验方法	13
(一) 铸石的主要性能及其试验方法	13
(二) 关于铸石的耐磨和耐酸碱特性	16
(三) 关于改善铸石抗冲击性和热稳定性的试验研究	17
第二章 铸石制品的应用	20
第一节 铸石制品在耐磨方面的应用	20
(一) 用于受块状物料、粉状物料磨损的设备上	20
(二) 用于受液体、固体混合物料磨损的设备上	31
(三) 用于受气体、固体混合物料磨损的设备上	38
第二节 铸石制品在耐腐蚀方面的应用	45
(一) 衬里	46
(二) 涂层	48
(三) 耐酸混凝土	49
第三章 铸石制品的施工	51
第一节 铸石制品的加工	51

(一) 敲击法	51
(二) 烧割法	52
(三) 电割法	52
(四) 切割法	52
(五) 研磨法	52
(六) 钻孔法	53
(七) 切削加工	53
第二节 用于耐磨方面的施工	53
(一) 铸石板材和异型铸石件的安装施工	53
(二) 铸石管材的安装施工	56
第三节 用于耐腐蚀方面的施工	57
(一) 铸石制品作设备衬里的施工	58
(二) 铸石粉耐酸混凝土的施工	72
(三) 铸石粉防腐涂层的施工	73
第四章 铸石制品的施工实例	74
第一节 用于耐磨方面的施工实例	74
(一) 铸石刮板运输机的施工	74
(二) 铸石水力运煤管的施工	80
(三) 用铸石粉环氧树脂胶泥修补泵壳	81
(四) 锅炉烟气除尘器内衬铸石的施工	82
(五) 铸石板用于泄流排砂管道的施工	83
(六) 铸石托辊的组装	85
(七) 铸石制品作混凝土强制式搅拌机衬板的施工	88
第二节 用于耐腐蚀方面的施工实例	90
(一) 铸石粉水玻璃胶泥砌筑铸石板作耐酸地坪的施工	90
(二) 铸石粉水玻璃胶泥衬砌铸石板作还原釜 内衬的施工	93
(三) 铸石粉水玻璃胶泥作酚蒸馏釜防腐涂层的施工	94
(四) 铸石粉耐酸混凝土酸洗槽的施工	95

(五) 铸石粉耐酸混凝土电解槽的施工	97
(六) 铸石粉耐酸混凝土作硝酸浓缩塔内衬的施工	100
第五章 施工安全与劳动保护	103
第一节 施工安全	103
(一) 遵守安全规程, 注意安全防护	103
(二) 加强安全措施	104
第二节 常用化学药品中毒的预防	105
(一) 中毒的定义和影响中毒的有关因素	105
(二) 中毒的来源和症状	106
(三) 防止中毒的措施	109
附录一 铸石切削加工	114
附录二 水玻璃的比重和模数的调整方法	120
附录三 铸石制品的部分产品品种和规格简介	124

第一章 铸石生产工艺和性能简介

第一节 铸石生产工艺简介

铸石制品是以天然岩石或工业废渣为原料，经过配料、熔化、浇铸、结晶和退火等工序而制成的一种新型工业材料。制品可分板材、管材和耐酸粉三类。其生产工艺流程见图1-1。

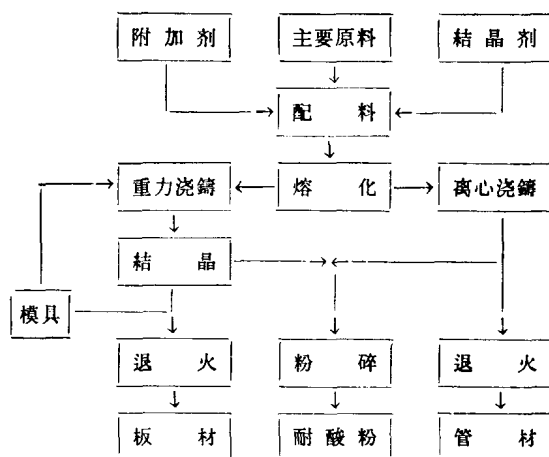


图 1-1 铸石制品生产工艺流程图

(一) 配料

目前认为理想的铸石化学组成是：

SiO_2	47~49%
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	16~21%
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$	14~17%
CaO	8~11%
MgO	6~8%
$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	2~4%

现在国内生产铸石制品的原料，一般包括主要原料、附加料和结晶剂三种。

常用的主要原料有辉绿岩和玄武岩，要求其化学成分与铸石的化学成分相接近，以减少附加料用量，并要求有均匀的矿相结构。辉绿岩和玄武岩在我国分布都比较普遍，而玄武岩分布更广。两者差别仅在于形成条件不同而导致结构的不同，在化学成分上差别不甚显著。玄武岩结构细密，熔点较低，岩浆粘度小，适合浇铸，并有较强的结晶能力。

附加料的作用是调整主要原料的化学成分，使其熔化后的炉料达到铸石的化学成分和矿相组成。若主要原料中只是 CaO 的含量偏低，则添加石灰岩即可；若只是 MgO 含量偏低时，则可添加菱镁矿、蛇纹岩或滑石；如果 CaO 、 MgO 含量都偏低时，则最好采用白云石作为附加料。若主要原料中， SiO_2 、 Al_2O_3 含量偏高，而 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 含量偏低时，可添加角闪岩或蛇纹岩等附加料，以使炉料内的 SiO_2 、 Al_2O_3 含量下降到要求范围内，并相应地提高 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 的含量。此外，还常用萤石为助熔剂，降低炉料熔点和增加岩浆流动性。因萤石对炉衬的耐火材料有强烈的腐蚀作用，一般加入量控制在1~2%以内。

结晶剂一般为铬铁矿，它是铸石的结晶核心，一般为未熔化颗粒，起着加速结晶过程的作用。

辉绿岩铸石和玄武岩铸石选配法实例

表 1-1

铸石 类型	原 种	料 类	化学组成 配比 (%)		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O+Na ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	CaF ₂
辉 绿 岩 铸 石	原料 化学组成	辉绿岩	100	52.44	20.31	12.50	3.75	8.00	1.92					
		角闪石	100	46.09	13.33	12.11	16.39	12.60						
		白云石	100		0.26	29.10	21.47							
		萤石	100		0.87	0.68	0.21							92.04
		铬铁矿	100	15.04	7.27		19.41	10.30	12.68			30.93		
	炉料 化学组成	辉绿岩	71.0	37.23	14.42	8.88	2.66	5.68	1.36					
		角闪石	12.5	5.76	1.67	1.51	2.04	1.57						
		白云石	6.0		0.02	1.75	1.29							
		萤石	1.5		0.01	0.01								1.38
		铬铁矿	9.0	1.35	0.65		1.75	0.93	1.14			2.78		
	合 计		100	44.34	16.77	12.14	7.74	10.68				2.78		1.38
铸 石 化 学 组 成	铸 石 制 品				47~51	16~20	9~13	7~9	9~12			0.91		1~2

续表

岩石类型	原料种类	化学组成 配比 (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O + Na ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	CaF ₂
玄武岩	玄武岩	100	54.28	15.50	7.90	6.20	11.00				1.14	
	石灰石	100	4.39	0.20	40.14	15.04	0.18					
	菱铁矿	100	0.91	0.35	1.43	46.38	0.27					
	萤石	100	14.07									85.43
	萤铁矿	100	28.00	23.35	0.34	2.00	11.25			23.72		
玄武岩	玄武岩	80	43.32	12.40	6.32	4.96	8.80					
	石灰石	5.5	0.24	0.01	2.21	0.83	0.01					
	菱铁矿	7	0.06	0.03	0.01	3.25	0.02					
	萤石	2	0.28									1.71
	萤铁矿	5.5	1.43	1.28	0.02	0.11	0.62			1.30		
铸石	合计	100	45.43	13.72	8.56	9.15	9.45			1.30		1.71
	铸石制品		51.71	16.98	10.16	7.66	8.97		4.21			

注: 本表摘自中国科学院地质研究所《铸石》一书。

在具体确定了生产铸石的主要原料和附加料之后，即可按选配法进行配料。根据理想的铸石化学组成，分别提出主要原料和各种附加料在炉料中的化学组分，再将同类化学组分加在一起，即可算出炉料总的化学组成。如某些化学组分与理想的铸石化学组成有偏高偏低时，再适当调整有关用料在炉料中的组合百分数，直到达到要求为止。兹举两种炉料选配法实例说明之，见表1-1。

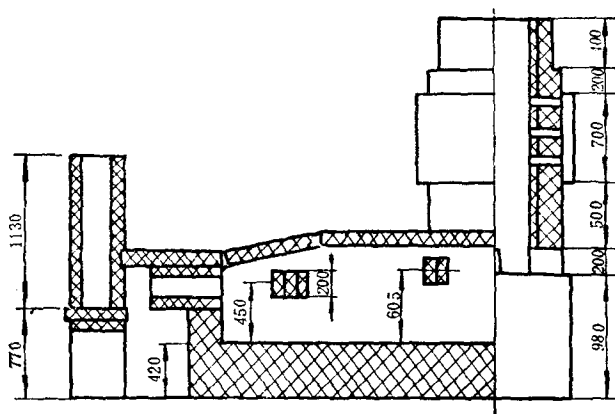
各种原料在熔化之前均需经加工处理。当用500~700毫米冲天炉时，主要原料破碎至30~60毫米的块度比较合适；如用池窑，块度则宜保持在100~250毫米之间。附加料应分别破碎成粉状，通过3毫米的筛孔。而作为结晶剂的铬铁矿，则应进一步磨成粉末，粒度小于0.05毫米，越细越好。为防止附加料在冲天炉中被冲出，各种附加料按配方用搅拌机拌合均匀，再用水玻璃和适量的水粘结成小块或压成球粒后才能使用。

（二）熔化

铸石生产方式通常为连续生产。熔化设备常用冲天炉，以焦碳为燃料。为了节约焦炭，近年来正逐步趋向于使用池窑，其燃料以重油为主。原料投入后，在1500℃左右的高温下熔化，流入反射炉（俗称前炉），进行澄清、脱气和保温，再经浇铸口流出，并浇铸成型。冲天炉-反射炉见图1-2，其主要结构参数见表1-2。池窑见图1-3。

（三）浇铸

生产板材时使用金属模具。将熔融岩浆在1250~1350℃时注入预热过的金属模具内，然后带模送入结晶窑。几种金属模具的使用效果比较列于表1-3。



A-A 剖面图

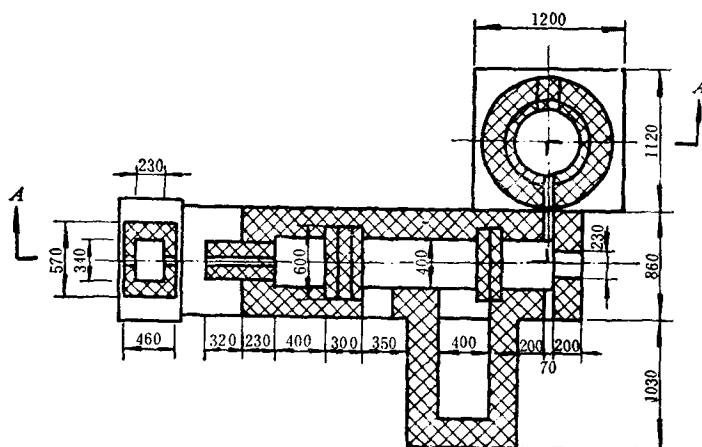


图 1-2 冲天炉-反射炉示意图

冲天炉-反射炉主要结构参数(一例)

表 1-2

冲天炉	炉 膛 内 径			毫米	$\phi 500$	$\phi 600$
	有 效 高 度			毫米	1140	
	炉 缸 高 度			毫米	860	
	风 口	第 一 排 风 口	毫米 $\times$ 个 $\times$ 度	(75 $\times$ 100) $\times$ 4 $\times$ 0		
		第 二 排 风 口	毫米 $\times$ 个 $\times$ 度	(60 $\times$ 70) $\times$ 3 $\times$ 0		
		第 三 排 风 口	毫米 $\times$ 个 $\times$ 度	(60 $\times$ 70) $\times$ 4 $\times$ 0		
		炉 底 至 第 一 排 間 距	毫米	860		
		第 一 排 至 第 二 排 間 距	毫米	230		
第 二 排 至 第 三 排 間 距	毫米	230				
炉 衬 厚 度			毫米	250		
流 出 口 尺 寸			毫米	70 $\times$ 150		
反射炉	容 量			吨	0.700~0.800	
	内 腔 尺 寸			毫米	1980 $\times$ 400 $\times$ 720	
	挡 板	第 一 道 挡 板	毫米	200 $\times$ 400 $\times$ 200		
		第 二 道 挡 板	毫米	300 $\times$ 400 $\times$ 200		
		炉底至第一道挡板中心距	毫米	450		
		炉底至第二道挡板中心距	毫米	350		
	流 嘴	流 嘴 尺 寸	毫米	(70 $\times$ 140) $\times$ 320		
		炉 底 至 流 嘴 中 心 距	毫米	250		
	火 箱	内 腔 尺 寸	毫米	800 $\times$ 400 $\times$ 770		
		出 口 尺 寸	毫米	200 $\times$ 400		
	烟 囱	内 腔 尺 寸	毫米	230 $\times$ 340		
		烟 囱 高	毫米	1130		
烟 囱 距 地 面 高		毫米	770			

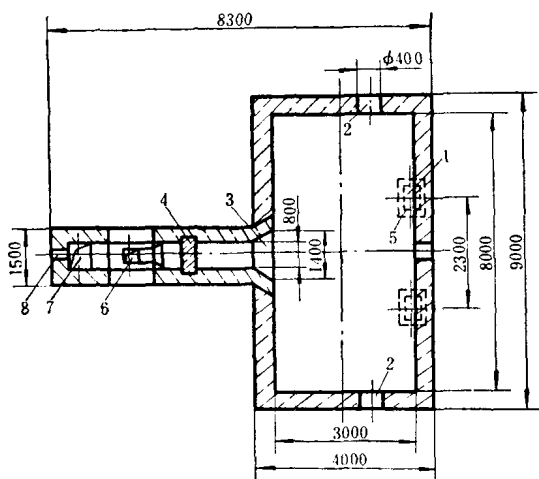


图 1-3 T型池窑横剖面图

1—加料口；2—喷油口(二次风口)；3—挡墙；4—挡板；5—水套投料设备；6—浇注口；7—烟道；8—观察口

几种金属模使用情况比较

表 1-3

金属模 材 质	化 学 成 分						使 用 情 况		材料 成本 比较 (%)
	C	Si	Mn	P	S	Al	浇铸次数	报废原因	
不 锈 钢							三个月以上		
铝 铸 铁	3.32	3.73	0.73	0.06	0.007	4.34	45~50	起氧化皮	250
硅 铝 铸 铁	3.32	6.50	0.73	0.126	0.017	4.34	65~70	起氧化点	360
灰 口 铁	3.50	2.4	0.70	0.12	0.12		5~8	起大块氧化皮	100
白 口 铁							7~9	起大块氧化皮	70

生产管材用离心铸管机成型，附有内套。用浇包在前炉接出岩浆，然后注入转速为420~450转/分的离心机中，熔体在离心力的作用下形成管材，约经8~12分钟，随着温度