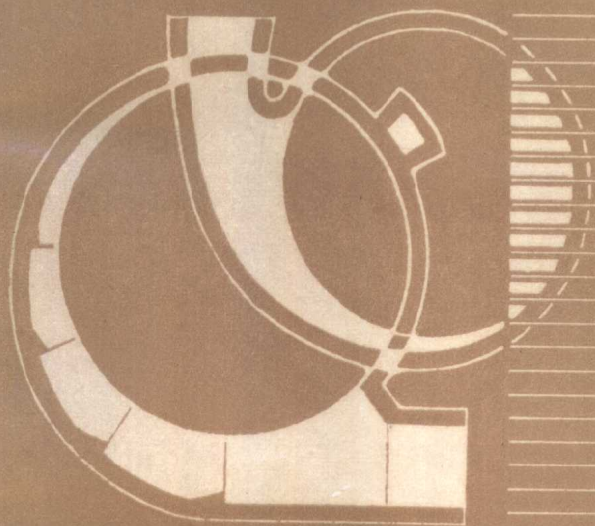


ZHUSHIZHIPIN
SHIGONG
GONGYI



铸石 制品施工工艺

中国建筑工业出版社

铸石制品施工工艺

哈尔滨建筑工程学院
建筑材料教研室 编著

中国建筑工业出版社

铸石耐磨损、耐腐蚀，是冶金、煤炭、水电、化工、建材等工业部门生产设备的理想防腐、防腐材料。本书介绍了铸石制品在这些应用中施工的全过程，并详细地叙述了所用材料的技术要求、材料配比和工艺参数，同时也对铸石制品、胶泥及耐酸混凝土的性能及铸石制品的应用条件做了较系统的介绍。

本书可供使用铸石制品的企业及建筑施工部门技术人员阅读；也可作为培训铸石制品施工人员的教材及设计部门选用铸石制品时参考。

铸石制品施工工艺

哈尔滨建筑工程学院建筑材料教研室 编著

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷（北京阜外南礼士路）

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：11 3/8 字数：256千字

1985年2月第一版 1985年2月第一次印刷

印数：1—3,700册 定价：2.15元

统一书号：15040·4810

前 言

铸石是一种硅酸盐结晶材料，它是以玄武岩、辉绿岩等天然岩石，或是以某些工业废料（如冶金渣、煤矸石等）为主要原料，经过配料、熔融、浇注成型和热处理而得的制品。铸石与天然岩石不同，它是将多种矿相的天然岩石变为基本上是单一矿相的无机材料，即所谓工艺岩石。

铸石具有较高的耐磨性和化学稳定性。其耐磨性在一定条件下比合金钢、普通钢、铸铁高几倍、十几倍，甚至几十倍。在化学稳定性方面，除氢氟酸和过热磷酸外，铸石的耐酸、耐碱度都在90%以上。

铸石从十八世纪开始研究，直到二十世纪初才进入工业性生产。现在许多国家，如法、苏、联邦德国、民主德国、捷、波、南、保、日等国都有铸石生产。

我国从五十年代初开始铸石的研制工作，1956年正式投入生产，目前已能生产板材、管材、各种设备衬里及铸石粉等，为国内许多工业部门提供了铸石制品，节约了大量的金属材料及其他贵重材料，解决了不少生产关键问题。实践证明，铸石产品在我国国民经济中已经成为一种不可缺少的工业材料。

为了更好地推广和使用铸石制品，我们编写了这本《铸石制品施工工艺》。

本书是在汇总国内各工业部门在受磨、受腐蚀部位应用

铸石的经验和比较成熟的施工工艺的基础上，参考了国内外有关资料，通过试验研究编写而成。在此，谨向为本书提供施工经验和协助试验的单位和个人，以及有关资料的编者表示谢意。

本书由哈尔滨建筑工程学院建筑材料教研室编写。各章执笔人员为：第一、三章王世芳；第二章巴恒静；第四章张宝生；第五章马德育。全书由王世芳、马德育统编。

参加本项试验研究人员有：巴恒静、马德育、常介瑾、吴素香、周琇云、杨寒云及高广任。

本书初稿完成后，在原建材部地新局和科教局主持下于1981年2月召开会议进行了审定。1982年3月又做了第二次审定。

本书初稿承蒙贾化南（鞍钢化工总厂）、于洪书（煤炭部平顶山选煤设计研究院）、马玉凡、张筱园、吕玉玲（国家建筑材料研究院）、张德有（大连石英辉绿岩厂）、高兆民（吉林省通化地区建筑公司）等同志的审校或指正，在此表示衷心感谢。

由于我们的水平所限，书中错误及不妥之处仍需读者批评指正。

作者

一九八五年八月

目 录

第一章 铸石制品	1
第一节 铸石及其制品种类	1
一、铸 石	1
二、铸石制品种类	2
第二节 铸石的化学与矿物组成	3
一、化学组成	3
二、矿物组成	4
第三节 铸石制品的物理化学性质	7
一、基本物理性质	7
二、化学稳定性	9
三、力学性质	10
四、热物理性质	26
第二章 胶 泥	31
第一节 胶泥的种类及使用条件	31
一、胶泥种类	31
二、胶泥的使用条件	32
第二节 水玻璃胶泥	33
一、概 述	33
二、水玻璃	35
三、水玻璃的固化及固化剂	37
四、水玻璃胶泥及混凝土的原材料	43
五、水玻璃胶泥的配制	45
六、水玻璃胶泥物理力学性能	49

七、水玻璃胶泥的耐腐蚀性能	56
第三节 环氧树脂胶泥	66
一、概 述	66
二、环氧树脂	68
三、环氧树脂的固化及固化剂	69
四、环氧树脂胶泥的辅助材料	78
五、环氧树脂胶泥的配制	81
六、环氧树脂胶泥的物理力学性能	82
七、环氧树脂胶泥的耐腐蚀性能	84
第四节 呋喃树脂胶泥	89
一、概 述	89
二、呋喃树脂	89
三、呋喃树脂的固化及固化剂	90
四、呋喃树脂胶泥的辅助材料	93
五、呋喃树脂胶泥的配制	95
六、呋喃树脂胶泥的物理力学性能	96
七、呋喃树脂胶泥的耐腐蚀性能	96
第五节 酚醛树脂胶泥	97
一、概 述	97
二、酚醛树脂	102
三、酚醛树脂的固化及固化剂	103
四、酚醛树脂胶泥的辅助材料	104
五、酚醛树脂胶泥的配制	105
六、酚醛树脂胶泥的物理力学性能	105
七、酚醛树脂胶泥的耐腐蚀性能	107
第三章 铸石制品在受磨部位的应用与施工	109
第一节 铸石制品在受磨部位的应用	109
一、铸石制品的应用条件	109

二、铸石制品的应用范围	111
第二节 铸石制品在输送设备中的应用	112
一、在利用物料自身重力的输送设备（包括贮存设备） 中的应用	112
二、在水力输送设备中的应用	116
三、在风力输送设备中的应用	118
四、在机械传动输送设备中的应用	119
第三节 铸石制品在受磨设备中的应用	121
一、受固体物料摩擦的设备	121
二、受液流中固体物料摩擦的设备	131
三、受气流中固体物料摩擦的设备	132
第四节 铸石板材的施工	136
一、铸石衬里的一般施工工艺	140
二、输送设备铸石衬里的衬砌特点	147
三、受磨损设备铸石衬里的衬砌特点	156
第五节 铸石管材施工工艺	166
一、铸石管材一般施工方法	167
二、受磨铸石管道的施工	172
三、受摩擦与腐蚀共同作用的铸石管道的施工	175
第四章 铸石在受腐蚀部位的应用和施工	178
第一节 铸石在防腐蚀工程中的地位及应用概况	178
一、铸石在防腐蚀工程中的地位	178
二、铸石在防腐蚀工程中的应用概况	178
三、铸石在防腐蚀工程中的应用效果	181
第二节 铸石在酸性介质中的应用	182
一、酸性介质的性质	182
二、铸石在酸性介质中的应用	184
第三节 铸石在碱性介质中的应用	195

一、碱性介质的性质	195
二、铸石在碱性介质中的应用	195
第四节 铸石在其它条件下的应用	196
一、铸石在有机溶剂中的应用	196
二、铸石在酸碱交替条件下的应用	196
三、铸石在腐蚀和摩擦同时作用条件下的应用	197
第五节 铸石砖板衬里结构	199
一、衬里材料的选择	201
二、衬里结构和节点的选择	207
第六节 衬砌施工的特点及保证施工质量的措施	228
一、衬砌施工的特点	228
二、提高衬里层施工质量的主要措施	229
第七节 水玻璃胶泥衬砌铸石砖板的施工工艺	234
一、施工程序	234
二、施工准备	234
三、壳体表面处理	236
四、打底层和隔离层的施工	240
五、配制胶泥	245
六、特殊部位的衬砌	247
七、衬砌砖板	248
八、干燥养护	252
九、质量检查	253
十、酸化处理	253
第八节 树脂胶泥衬砌铸石砖板的施工工艺	255
一、施工程序	255
二、施工准备	255
三、壳体表面处理	257
四、打底层和隔离层的施工	257

五、配制胶泥	259
六、特殊部位的衬砌	261
七、衬砌砖板	262
八、干燥养护	264
九、质量检查及验收	266
第九节 沥青胶泥衬砌铸石砖板的施工工艺	267
一、施工程序	267
二、施工准备	267
三、基层表面处理	268
四、刷冷底子油	268
五、制备胶泥	269
六、衬砌砖板	270
七、质量检查	271
第十节 铸石砖板衬里施工和使用中常见缺陷与修复	271
一、衬砌施工中常见缺陷及其产生原因的分析	271
二、使用中常见缺陷及其原因分析	273
三、修复施工方法	274
第十一节 涂抹防腐层的施工	275
一、水玻璃胶泥或水玻璃砂浆的涂抹施工	276
二、涂抹防腐层施工实例	280
第十二节 水玻璃耐酸混凝土的施工	283
一、水玻璃耐酸混凝土的一般施工方法	283
二、水玻璃耐酸混凝土地面施工特点	303
三、水玻璃耐酸混凝土整体槽罐的施工特点	308
第五章 胶泥技术性能测定方法	314
一、水玻璃胶泥稠度测定	314
二、水玻璃胶泥凝结时间测定	316
三、水玻璃胶泥吸水率测定	317

四、水玻璃胶泥及树脂胶泥抗拉强度测定	319
五、水玻璃胶泥及树脂胶泥抗压强度测定	323
六、水玻璃胶泥及树脂胶泥粘结强度测定	325
七、水玻璃胶泥及树脂胶泥耐腐蚀性能测定	327
八、水玻璃胶泥及树脂胶泥收缩率测定	330
九、水玻璃胶泥及树脂胶泥线膨胀系数测定	332
十、水玻璃胶泥及树脂胶泥导热系数测定	334
十一、水玻璃混凝土及胶泥抗渗性能测定	336
附 录	339
I、铸石标准目录	339
II、铸石耐酸、碱腐蚀性能试验方法 (JC258—81)	339
III、铸石冲击韧性试验方法 (JC259—81)	342
IV、铸石磨损度试验方法 (JC260—81)	344
V、铸石板材耐急冷急热性能试验方法 (JC261—81) (水浴法)	346
VI、铸石抗压强度试验方法 (JC262—81)	348
VII、铸石弯曲强度试验方法 (JC263—81)	349
VIII、米制与国际制单位换算表	351
参 考 书 目	353

第一章 铸石制品

第一节 铸石及其制品种类

一、铸 石

铸石是由某些天然岩石或工业废渣经过配料、熔融、浇注成型及热处理（结晶与退火）而成的产品。

铸石一词是浇铸石或铸造岩石的简称。原来是指喷出岩类岩石（玄武岩或辉绿岩）熔化后，经浇注成型，使熔体结晶所得到的产品。

随着铸石生产的发展，所用原料已不限于天然岩石，许多工业废料，如高炉矿渣、铁合金渣、铜渣、煤矸石、铬渣等都可用来生产铸石。

熔铸的耐火材料，如熔融莫来石砖，也具有铸石工艺的特点，可视为铸石的一种，但其性质及用途与普通铸石不同。

矿渣微晶玻璃，或称微晶铸石是以高炉矿渣为主要原料，经熔融、成型用控制结晶的方法所得的一种微晶材料。由于结晶细而均匀，它不仅有较高的耐磨性和耐腐蚀性，而且机械强度高于普通铸石。目前试生产的矿渣微晶铸石板材，其成型工艺与普通铸石完全不同，是压延成型的，与压延法成型玻璃相似，所以应将这种产品与普通铸石加以区别。

烧结铸石是以辉绿岩、玄武岩、工业废渣或玻璃态的铸石为主要原料，磨细成粉料后，利用陶瓷生产方法，采用注浆法或半干压法成型，经干燥、烧结所得到的制品。烧结铸石的工艺与铸石毫无共同之处，与其作为铸石制品，不如作为陶瓷制品更为确切。它也具有耐磨和耐腐蚀的特点，只是耐磨性低于一般铸石制品，然而冲击韧性及耐急冷急热性却高于一般铸石制品。由于采用注浆法成型，可以制造出外形较复杂的制品或薄壁制品，可用它来弥补铸石制品规格种类的不足，作为成套设备衬里中形状复杂的配件、特殊需要的或小型的制品。由于上述原因，为使产品配套，许多铸石厂生产有烧结铸石。

二、铸石制品种类

铸石制品按产品的规格可分为铸石板、铸石管和铸石粉。这些产品的详细规格种类见附录 I。

铸石制品（不包括熔铸耐火材料、微晶铸石及烧结铸石）按所用的主要原料不同，又可分为如下几种。

（一）辉绿岩或玄武岩铸石

此种铸石以辉绿岩或玄武岩为主要原料。但为了调整炉料的化学成分，要加入适当的附加料，如主要原料中氧化钙含量偏低，添加石灰岩；若是氧化镁含量偏低，可添加菱铁矿、蛇纹岩或滑石；如果氧化钙、氧化镁含量都偏低，最好增添白云石；若是主要原料中氧化硅、氧化铝偏高，而氧化铁、氧化亚铁、氧化镁含量偏低，可加入角闪岩或蛇纹岩。为了降低物料的熔融温度和促进熔体结晶还要加入助熔剂和结晶剂，助熔剂多用萤石，结晶剂一般为铬矿。

这种铸石的主要矿相是具有高度化学稳定性和耐磨性的普通辉石。目前所生产的几乎都是这种铸石制品。

(二) 工业废渣铸石

这类铸石是以冶金渣及其他工业废渣为主要原料所制成的。我国试生产的工业废渣铸石有如下几种：钼铁渣铸石、硅锰渣铸石、化铁炉渣铸石、铜渣铸石、铬渣铸石和煤矸石铸石。

(三) 浅色铸石

生产浅色铸石的主要原料为石英砂、白云石和石灰石，再加入少量的萤石和氧化锌。氧化锌可使铸石颜色变白。这种铸石的主要矿物为透灰石。

浅色铸石是一种代替天然石料的建筑装饰制品。在生产浅色铸石的基础上，通过引入不同的金属氧化物，可制取各种彩色铸石。

上述各种铸石，除辉绿岩或玄武岩铸石外，其他铸石基本上处于试生产阶段。在以下的叙述中，非经说明，均指辉绿岩或玄武岩铸石。

第二节 铸石的化学与矿物组成

一、化学组成

铸石的主要化学组成为氧化硅、氧化铝、氧化钙、氧化镁、氧化铁、氧化钾与氧化钠。

铸石板材化学组成如表 1-1 所示。

铸石板材化学组成 (%) 表 1-1①

化学组成 制品名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO+Fe ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O
铸石板材	46~50	13~16	7~11	5~11	9~17	3~5

① 根据1979年铸石行业质量检查的资料。

二、矿物组成

保证铸石具有一定化学组成是获得合格产品的必要条件，但不是决定条件，例如，化学组成相近的铸石制品，其性能有较大的区别，有的是优质产品，有的则成为废品。这是因为相同的化学组成，生成的矿物可能不同，从而影响了产品的质量。

组成辉绿岩或玄武岩铸石的矿物，按化学组成属于硅酸盐矿物。在硅酸盐矿物的晶体结构中，硅氧四面体 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 是它们的基本构造单元。硅氧四面体在结构中 can 孤立地存在，也可以以其角顶相互连接，即每一硅氧四面体可与一个、两个、三个甚至四个硅氧四面体相连，从而形成多种复杂的络阴离子。

硅酸盐矿物的化学组成不是固定不变的，可以在一定范围内变化，因此存在着类质同象现象。所谓类质同象，是物质结晶时，其结晶结构中本应由某种离子或原子占有的位置，一部分被介质中性质相似的另种离子或原子所取代，共同结晶成均匀的、单一矿相的混合晶体，但不引起键性和晶体结构型式发生质变的现象。

铸石的矿物与天然岩石的矿物不同之处，是有些矿物以

骸晶形式存在。骸晶是晶体的骨架，它是因温度降低，熔体粘度加大，离子扩散困难，结晶物质供应不充分的条件下形成的。骸晶是一种发育不完全的晶体，但它可以进一步发育，如球粒状辉石就是由骸晶逐渐发育成的。

铸石中常见的矿物有：

(一) 辉石

辉石是钙、镁、铁、铝的偏硅酸盐，是单链状的硅酸盐矿物。这种矿物中每一硅氧四面体以两个角顶分别与相邻的两个硅氧四面体连接成一维无限延伸的连续链，而链与链之间是通过其他金属阳离子而相互联系的。

铸石中常见的辉石矿物为普通辉石，它的化学式为 $(\text{Ca} \cdot \text{Fe} \cdot \text{Mg}) (\text{Mg} \cdot \text{Fe} \cdot \text{Al}) [(\text{SiAl})_2\text{O}_6]$ 。化学组成复杂，而且变化很大，是一种复杂的类质同象混合物。以普通辉石作为铸石的组成矿物，可使原料的化学成分在较大范围内变化，生产易于控制，所以目前生产的铸石几乎都是由它组成的。

普通辉石具有较高的硬度和耐腐蚀性，除氢氟酸和过热磷酸外，在所有酸、碱中几乎都不溶解，因此，普通辉石保证了铸石具有高的耐磨性和化学稳定性。

(二) 磁铁矿

铸石中普遍存在磁铁矿 $(\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 。这样的磁铁矿是从熔体中结晶出来的，呈柱状、十字架状和立方体等形状，它本身就起着结晶中心作用。

铸石中磁铁矿含量不宜过多，否则会严重的降低铸石的化学稳定性。

(三) 橄榄石

在铸石生产中，当配料中缺硅，制品较厚或结晶温度较高时，会生成橄榄石晶体。

橄榄石的结构表现为孤立的硅氧四面体，由金属阳离子（镁、铁等）连接起来。橄榄石在强酸中溶解并析出氧化硅凝胶，降低铸石的化学稳定性。橄榄石的晶体颗粒粗大，相互间的联系较弱，且膨胀系数大，含橄榄石的铸石耐急冷急热性差，极易炸裂。

（四）斜长石

是钠长石 $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 和钙长石 $\text{Ca}[\text{Al}_2\cdot\text{Si}_2\text{O}_8]$ 的类质同象混合物。斜长石的结构特征是每一硅氧四面体的所有四个角顶，均与相邻硅氧四面体角顶相连。但结构中硅离子部分地为铝离子取代，这种架状结构的硅酸盐矿物实际上是一种铝硅酸盐矿物。

铸石中出现斜长石矿物，在结晶过程中易产生收缩、翘曲而成废品，且在酸的作用下分解，降低制品的化学稳定性。最有害的是在较低温度下结晶出来的斜长石，它堆积成黑色球体，使产品开裂。

（五）铬铁矿

铸石中的铬铁矿 $(\text{FeCr}_2\text{O}_4)$ 一般是作为结晶剂而加入的。

（六）玻璃相

铸石中除了结晶矿物相外，还有玻璃相。玻璃相在铸石中有双重作用，如果玻璃量不多，而且呈薄层均匀地覆盖在矿物晶体的表面，则起加强晶体之间结合作用，从而增长力学强度；如果玻璃相分布的不均匀，甚至形成玻璃层，将降低铸石的强度，这样的制品在存放或应用过程中还会开裂。