

许晓海 冯改山 编著

# 耐火材料

# 技术手册

NAIHUO CAILIAO  
JISHU SHOUCHE

冶金工业出版社

13

# 耐火材料技术手册

许晓海 冯改山 编著

北京

冶金工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

耐火材料技术手册/许晓海, 冯改山编著. -北京: 冶金工业出版社, 2000. 1

ISBN 7-5024-2478-4

I. 耐… II. ①许…②冯… III. 耐火材料-技术手册  
IV. TQ175-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 64248 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 王之光 美术编辑 李 心 责任校对 李文彦

北京密云红光印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2000 年 1 月第 1 版, 2000 年 1 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 21.25 印张; 572 千字; 663 页; 1-3000 册

48.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64013877

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

# 前 言

适逢共和国 50 周年华诞，谨以此书献给伟大的祖国和亲爱的读者。

50 年沧桑巨变，我国耐火材料工业发生了翻天覆地的变化：从小到大，从简单的作坊式生产到机械化、半自动化或自动化生产，从追求数量到追求品种质量，从耐火材料弱国到耐火材料产量大国，进而又向耐火材料质量、技术强国迈进。

我国耐火材料工业的发展历程，可以说是我国耐火材料科学技术的进步史。新技术在耐火材料工业的发展过程中起了举足轻重的作用。耐火材料行业的每一个新产品、新工艺，无不以科学技术先行。人类即将跨入 21 世纪，可以预见下个世纪人们将更加注重技术创新和知识的积累。为了使耐火材料工作者及时、方便地了解耐火材料科学技术的新发展，以便指导企业的营销、生产和科研工作，我们编写了这本《耐火材料技术手册》。根据广大读者的意见和愿望，这本工具书有别于以往的耐火材料书籍，更注重技术性、资料性、方便性和权威性。该工具书详细介绍了耐火材料基本知识，耐火材料新产品、新技术和新工艺，耐火材料及相关行业的规范性文件和标准资料等。

这本工具书适合于所有的耐火材料工作者，是耐火材料科技工作者、营销、生产和管理人员手头案边必备之工具书。

本书第一、二、三、六、九、十、十一、十二章由许晓海

编写，第四、五、七、八章由冯改山编写。

由于编者水平和精力所限，虽然精心、认真编写此书，但疏漏、不妥甚至错误之处实恐难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

1999年9月

# 目 录

第一章 耐火材料的分类及性质.....	1
第一节 耐火材料的化学矿物组成.....	1
一、耐火材料的化学组成.....	1
二、耐火材料的矿物组成.....	2
第二节 耐火材料的分类.....	5
一、耐火材料的分类方法.....	5
二、耐火材料的分类.....	8
第三节 耐火材料的结构性能 .....	12
一、气孔率 .....	12
二、吸水率 .....	14
三、透气度 .....	15
四、气孔孔径分布 .....	16
五、体积密度 .....	17
六、真密度 .....	19
第四节 耐火材料的热学性能 .....	19
一、比热容 .....	19
二、热膨胀性 .....	21
三、热导率 .....	24
第五节 耐火材料的力学性能 .....	26
一、耐压强度 .....	27
二、抗折强度 .....	29
三、粘结强度 .....	31
四、高温蠕变性 .....	31
五、弹性模量 .....	33

第六节 耐火材料的使用性能 .....	34
一、耐火度 .....	34
二、荷重软化温度 .....	36
三、重烧线变化率 .....	38
四、抗热震性 .....	39
五、抗渣性 .....	40
六、抗酸性 .....	43
七、抗碱性 .....	44
八、抗氧化性 .....	46
九、抗水化性 .....	47
十、抗 CO 侵蚀性 .....	48
<b>第二章 耐火材料生产工艺及主要设备 .....</b>	<b>51</b>
<b>第一节 原料煅烧 .....</b>	<b>52</b>
<b>第二节 原料加工 .....</b>	<b>62</b>
一、原料拣选 .....	62
二、原料破粉碎、细磨 .....	62
三、原料筛分 .....	65
<b>第三节 成型料制备 .....</b>	<b>66</b>
一、配料 .....	67
二、混合 .....	67
三、困料 .....	80
<b>第四节 成型 .....</b>	<b>81</b>
一、机压成型法 .....	81
二、可塑成型法 .....	94
三、注浆成型法 .....	94
四、等静压成型法 .....	95
五、振动成型法 .....	97
六、捣打成型法 .....	98
七、挤压成型法 .....	98
八、熔铸成型法 .....	99

九、热压成型法·····	100
第五节 坯体干燥·····	100
第六节 烧成·····	111
<b>第三章 耐火原料</b> ·····	123
<b>第一节 铝硅系耐火原料</b> ·····	123
一、硅石·····	124
二、熔融石英·····	133
三、半硅质粘土·····	134
四、蜡石·····	134
五、粘土·····	136
六、粘土熟料·····	143
七、高岭石·····	144
八、焦宝石·····	145
九、铝土矿·····	146
十、高铝矾土熟料·····	153
十一、蓝晶石、硅线石、红柱石·····	154
十二、莫来石·····	163
十三、刚玉·····	167
十四、工业氧化铝·····	171
十五、球粘土·····	173
十六、膨润土·····	174
<b>第二节 碱性耐火原料</b> ·····	174
一、菱镁矿·····	175
二、镁砂·····	180
三、海水镁砂·····	184
四、电熔镁砂·····	186
五、白云石·····	187
六、镁白云石·····	192
七、镁白云石砂·····	193
八、镁钙砂·····	195



九、镁硅砂	196
十、镁铁砂	197
十一、镁铬砂	198
十二、镁铝尖晶石	198
十三、镁铬尖晶石	201
十四、镁橄榄石	202
十五、蛇纹石	204
十六、堇青石	207
<b>第三节 其他耐火原料</b>	208
一、石墨	208
二、碳化物	220
三、碳化硅	221
四、氮化物	223
五、硼化物	226
六、氧化锆	227
七、锆英石	230
八、铬铁矿	233
<b>第四节 隔热耐火原料</b>	235
一、硅藻土	237
二、蛭石	241
三、珍珠岩	242
四、漂珠	245
五、矿棉	247
<b>第四章 耐火材料用结合剂和外加剂</b>	251
<b>第一节 结合剂</b>	251
一、结合剂的分类	251
二、结合剂的结合机理	253
三、结合剂的选用原则	255
四、铝酸钙水泥	256
五、磷酸盐结合剂	260

六、亚硫酸纸浆废液结合剂	268
七、沥青结合剂	273
八、水玻璃结合剂	277
九、酚醛树脂结合剂	281
十、硅溶胶结合剂	289
十一、纤维素结合剂	290
十二、硅酸乙酯结合剂	293
十三、 $\rho\text{-Al}_2\text{O}_3$ 结合剂	294
十四、粘土结合剂	294
十五、氧化物超细粉	297
第二节 外加剂	299
一、外加剂的分类	299
二、减水剂	300
三、增塑剂	300
四、胶凝剂	301
五、解胶剂	301
六、促凝剂	301
七、缓凝剂	301
八、迟效促凝剂	302
九、发泡剂、引气剂和加气剂	302
十、消泡剂	302
十一、防缩剂	303
十二、保存剂	303
十三、抑制剂	303
第五章 不定形耐火材料	305
第一节 组成与分类	305
第二节 耐火骨料和粉料	307
一、耐火致密骨料	308
二、隔热轻质骨料	310
第三节 耐火浇注料	312

一、粘土结合耐火浇注料	314
二、磷酸盐结合耐火浇注料	316
三、水玻璃结合耐火浇注料	318
四、硫酸铝结合耐火浇注料	320
五、普通铝酸钙水泥结合耐火浇注料	322
六、纯铝酸钙水泥结合耐火浇注料	326
七、低水泥、超低水泥耐火浇注料	328
八、无水泥耐火浇注料	329
九、自流浇注料	332
十、粘土质和高铝质致密耐火浇注料	333
十一、铝镁质耐火浇注料	335
十二、碱性耐火浇注料	336
十三、铬刚玉耐火浇注料	340
十四、出铁沟耐火浇注料	342
十五、高强度耐火浇注料	344
十六、钢纤维增强耐火浇注料	346
十七、耐碱耐火浇注料	348
十八、耐酸耐火浇注料	352
十九、隔热耐火浇注料	353
第四节 耐火可塑料	356
第五节 耐火泥浆	360
一、粘土质耐火泥浆	360
二、高铝质耐火泥浆	361
三、非水系铝硅质耐火泥浆	363
四、硅质耐火泥浆	363
五、镁质耐火泥浆	365
六、含碳耐火泥浆	366
七、隔热耐火泥浆	367
八、耐火缓冲泥浆	368
第六节 耐火喷补料	369

第七节 耐火喷涂料	371
一、高炉和热风炉用耐火喷涂料	373
二、烟囱内衬用耐火喷涂料	374
三、催化裂化装置用耐火喷涂料	374
第八节 耐火投射料	375
第九节 耐火涂料	375
第十节 耐火捣打料	378
第十一节 耐火压注料	380
第十二节 干式振动料	382
第六章 铝硅系耐火制品	385
第一节 硅砖	386
一、焦炉用硅砖	390
二、热风炉用硅砖	393
三、玻璃窑用硅砖	395
四、熔融石英浸入式水口	398
第二节 半硅砖	400
第三节 粘土砖	403
一、热风炉用粘土砖	408
二、高炉用粘土砖	409
三、高炉用磷酸浸渍粘土砖	411
四、盛钢桶用粘土衬砖	412
五、盛钢桶内铸钢用粘土砖	413
六、浇铸用粘土质耐火砖	417
七、玻璃窑用大型粘土质耐火砖	418
八、电阻炉用粘土质耐火制品	420
第四节 高铝砖	422
一、高炉用高铝砖	423
二、热风炉用高铝砖	424
三、电炉顶用高铝砖	426
四、盛钢桶用高铝砖	427

五、盛钢桶内铸钢用高铝砖·····	429
六、水泥窑用磷酸盐结合高铝质砖·····	432
七、电阻炉用高铝质耐火制品·····	433
八、高铝质滑动水口·····	435
九、高铝质透气塞·····	435
十、盛钢桶用不烧铝镁砖·····	437
十一、铝铬砖·····	438
十二、高铝堇青石砖·····	439
第五节 莫来石砖·····	440
第六节 刚玉砖·····	443
一、熔铸铬刚玉砖·····	445
二、铬刚玉砖·····	452
<b>第七章 碱性耐火制品</b> ·····	455
第一节 碱性耐火制品的分类·····	455
第二节 碱性耐火制品的特性·····	456
第三节 镁砖·····	458
第四节 镁铝砖·····	460
第五节 镁铬砖·····	464
一、硅酸盐结合镁铬砖·····	466
二、直接结合镁铬砖·····	468
三、再结合镁铬砖·····	469
四、半再结合镁铬砖·····	470
五、预反应镁铬砖·····	470
六、不烧镁铬砖·····	470
七、熔铸镁铬砖·····	471
第六节 白云石砖及镁白云石砖·····	476
<b>第八章 含碳耐火制品</b> ·····	481
第一节 含碳耐火制品的分类·····	481
第二节 含碳耐火制品所用原料的特性·····	482
第三节 含碳耐火制品的工艺特点·····	485

第四节	含碳耐火制品的特性	487
第五节	铝碳质制品	490
第六节	镁碳砖	498
第七节	铝镁碳砖	505
第八节	镁钙碳砖	505
第九节	粘土-石墨制品	507
第十节	碳化硅砖	507
第十一节	碳砖	513
<b>第九章</b>	<b>含锆耐火制品</b>	<b>515</b>
第一节	锆英石砖	515
一、	玻璃窑用致密锆英石砖	516
二、	盛钢桶用锆英石砖	518
三、	锆英石水口	518
第二节	氧化锆砖	518
一、	锆质定径水口砖	519
二、	熔铸氧化锆砖	520
第三节	锆刚玉砖	521
第四节	锆莫来石熔铸砖	523
<b>第十章</b>	<b>隔热耐火材料</b>	<b>525</b>
第一节	隔热耐火制品	525
一、	氧化铝空心球砖	526
二、	氧化锆空心球砖	528
三、	氧化铝隔热砖	528
四、	高铝质隔热砖	529
五、	莫来石质隔热砖	530
六、	粘土质隔热砖	530
七、	硅藻土隔热砖	531
八、	硅质隔热砖	532
九、	膨胀蛭石制品	534
十、	膨胀珍珠岩制品	534

十一、漂珠砖	534
十二、硅钙板	536
十三、硅质绝热板	537
十四、镁质绝热板	537
<b>第二节 耐火纤维</b>	<b>538</b>
一、硅酸铝质耐火纤维	541
二、高纯硅酸铝耐火纤维	541
三、高铝耐火纤维	541
四、含铬硅酸铝耐火纤维	543
五、莫来石质耐火纤维	543
六、氧化铝耐火纤维	544
七、氧化锆耐火纤维	544
<b>第三节 耐火纤维制品</b>	<b>545</b>
一、硅酸铝耐火纤维毡	545
二、硅酸铝耐火纤维毯	547
三、耐火纤维板	547
四、耐火纤维砖	548
五、耐火纤维纸	548
六、耐火纤维绳	550
七、混合纤维制品	550
<b>第十一章 特殊耐火材料</b>	<b>551</b>
<b>第一节 氧化物耐火材料</b>	<b>555</b>
一、氧化铝制品	555
二、氧化锆制品	559
三、氧化镁制品	559
四、氧化钙制品	560
五、氧化铍制品	560
<b>第二节 碳化物耐火材料</b>	<b>561</b>
<b>第三节 氮化物耐火材料</b>	<b>562</b>
一、氮化硅制品	563

---

二、氮化铝制品	564
三、氮化硼制品	564
第四节 硼化物耐火材料	565
第五节 高温无机涂层材料	565
第六节 金属陶瓷材料	567
<b>第十二章 耐火材料的应用</b>	569
第一节 钢铁工业用耐火材料	569
一、焦炉用耐火材料	569
二、烧结用耐火材料	571
三、高炉用耐火材料	573
四、热风炉用耐火材料	577
五、冲天炉用耐火材料	578
六、混铁炉用耐火材料	579
七、铁水罐用耐火材料	579
八、转炉用耐火材料	582
九、平炉用耐火材料	584
十、电弧炉用耐火材料	586
十一、炉外精炼用耐火材料	588
十二、铸锭用耐火材料	591
十三、连铸用耐火材料	593
十四、均热炉用耐火材料	595
十五、加热炉用耐火材料	596
十六、热处理炉用耐火材料	598
第二节 有色金属工业用耐火材料	599
一、炼铝用耐火材料	599
二、炼铜用耐火材料	601
三、炼铅用耐火材料	605
四、炼锌用耐火材料	607
五、炼镍用耐火材料	609
六、炭素材料生产窑炉用耐火材料	610



---

第三节 建材工业用耐火材料	611
一、水泥窑用耐火材料	612
二、玻璃熔窑用耐火材料	615
三、石灰窑用耐火材料	619
四、陶瓷烧成窑用耐火材料	619
第四节 其他工业窑炉用耐火材料	620
一、石油工业炉用耐火材料	620
二、化工工业炉用耐火材料	620
三、蒸汽锅炉用耐火材料	622
四、耐火砖烧成窑用耐火材料	623
五、废物焚烧炉用耐火材料	624
附录	627
一、通用耐火砖的形状尺寸	627
二、耐火制品的分型定义	637
三、常用氧化物的相对分子质量、密度和熔点	640
四、耐火矿物原料的性质	640
五、常用耐火材料和隔热材料的热导率	661
六、常用耐火材料和隔热材料的质量	663
七、常用耐火材料和隔热材料的比热容	663