

李楠耐火材料研究 论文选集

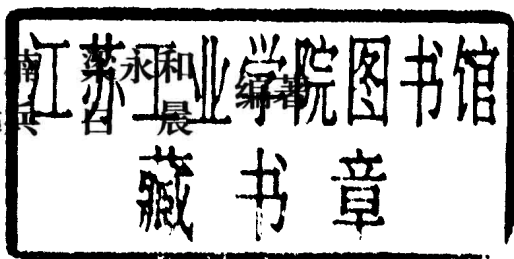
LINAN NAIHUO CAILIAO YANJIU
LUNWEN XUANJI

李楠 梁永和 编著
李远兵 白晨

湖北科学技术出版社

李楠耐火材料研究 论文选集

李楠
李远



湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

李楠耐火材料研究论文选集/李楠等编著. —武汉:
湖北科学技术出版社, 2004. 12
ISBN 7-5352-3237-6

I. 李… II. 李… III. 耐火材料—研究—文集
IV. TQ175-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103268 号

李楠耐火材料研究论文选集 ©李楠 梁永和 李远兵 白晨 编著

责任编辑:冯友仁

装帧设计:张浩 胡亨铎

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:87679468

地址:武汉市雄楚大街 268 号湖北出版文化城 B 座 12-14 层

邮编:430070

印刷:湖北省农业科学院印刷厂

邮编:430070

850mm × 1168mm

32 开

20.75 印张

500 千字

2004 年 12 月第 1 版

2004 年 12 月第 1 次印刷

ISBN:7-5352-3273-6/TQ·19

定价:68.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

内 容 简 介

本书是从李楠教授撰写的 160 余篇研究论文中精选出来的有关耐火材料的文章。内容涉及耐火材料的发展,耐火材料原料的烧结、组成、结构与深加工,耐火材料制品与不定形耐火材料,复合耐火材料,以及耐火材料的热应力分析等其他方面。本书对从事耐火材料研究和生产的科技工作者及高校相关专业师生都很有参考价值。

作者简介

李楠,1938年2月出生,湖南邵阳人,武汉科技大学首席教授,博士生导师。1960年毕业于华东化工学院(现为华东理工大学)。从事耐火材料教学、科研工作40余年。其研究方向为:矾土资源的利用和深加工;利用菱镁矿资源生产高纯镁砂;非氮化物陶瓷;耐火材料与钢水的反应等。在国内外期刊及国际会议上发表论文160篇,出版专著2部,主编国际会议论文集2部,主持科研项目15项,申请专利10项,曾先后获国家科技进步奖二等奖及三等奖各一项,省部级科技进步二等奖三项、三等奖二项。为我国耐火材料技术进步及创新作出了重大贡献。

李楠教授在潜心科学研究的同时,也非常注重人才的培养。至今已培养硕士研究生50名,博士研究生10名,他们在我国钢铁及耐火材料等行业都发挥着重要作用。

李楠教授在国际烧结科学领域有较大影响,曾任第三、五、七届国际烧结科学与工艺国际会议委员,任第六、七、八、九届世界烧结圆桌会议的国际委员会委员和第六届国际烧结科学学术及工艺会议组织委员会主席,获国际烧结科学学会特别奖;并担任联合国国际耐火材料技术委员会(UNITECR)执行委员;担任《耐火材料》及《China Refractory》杂志顾问,《Refractories Application and News》等杂志编委。他是我国在国际耐火材料领域具有学术影响的重要代表人物之一。

序

李楠教授出版《李楠耐火材料研究论文选集》，嘱我写序。作为一名长期从事钢铁工业的工程技术人员，愿意借此机会，发表几点感想。

1. 我国已在 2000 年实现了我国经济发展的第一步战略目标——人均 GDP 超过 800 美元。21 世纪前 20 年，要实现经济发展的第二步战略，即到 2020 年人均 GDP 在 2000 年的基础上翻两番，超过 3200 美元，并实现经济社会的协调发展。20 世纪先期工业化国家的实践已充分证明，工业化的实现，需要强大的钢铁工业和制造业支撑。钢铁工业属于流程工业，大部分流程必须在高温状态下完成。这就决定了耐火材料是钢铁工业发展的支撑。21 世纪前 20 年是我国工业化过程中大规模基础设施建设阶段。我国钢铁工业将会有重要发展，与此相适应，耐火材料产业也必将有重要发展。

2. 科学技术进步是钢铁工业发展的推动力。钢铁工业的技术进步同时促进着耐火材料的技术进步。氧气转炉淘汰平炉，使硅砖的生产规模大幅度缩减。连铸淘汰模铸，使粘土质的铸钢用砖大量减少。为延长高炉寿命，炭素耐火材料获得长足发展。镁炭砖转炉炉衬替代焦油白云石和铬质转炉炉衬，以及溅渣护炉技术的应用使转炉炉衬获得空前的长寿炉龄。钢质量的提高，洁净钢冶炼技术的发展，促使耐火材料的质量不断提高、新品种不断涌现。虽然全球钢质量逐步增长，但耐火材料消耗量却在降低，国际上不少耐火材料生产企业不得不进行重组。近年来我国耐火材料的质量的增长，在相当大程度上是钢铁领域投资过热造成的。投资过热消失后，不可避免地将有部分生产企业被淘汰。21 世纪耐火材料的主要发展空间，将是提供性能更优的耐火材料制品，为钢

铁工业的发展提供有力的支撑。

3. 落实科学发展观,要求我国钢铁工业走新型工业化道路。我国钢铁工业实现新型工业化道路的具体体现是:以2000年钢的生产规模为基础,到2020年以钢生产规模翻1.0番到1.2番,总能耗增加约60%来支撑我国GDP翻两番。资源、能源的短缺和环境负荷沉重是我国经济社会发展的严重制约因素。只有走新型工业化道路才能克服上述因素的制约,实现我国社会经济发展的第二步战略目标,2020年GDP比2000年翻两番。我国钢铁工业只能通过结构(包括产品结构、工艺结构和企业结构)调整,在现有先进工艺的基础上,开展开放式的自主创新,开发新的共性平台和优化的界面技术,集成优化,构建新一代的钢铁制造流程,达到上述以尽可能小的钢铁生产规模、较少的资源、能源消耗和较低的环境负荷支持我国GDP翻两番。钢铁工业在我国制造业中的作用,不能局限于提供钢铁产品一项功能,还要发挥能源转换功能和消纳社会废弃物的功能,使钢铁工业向构建工业生态链和循环经济迈进。耐火材料产业在构建新一代的钢铁工业流程中将发挥重要的支撑作用。

李楠教授是我国耐火材料领域的知名专家,从事教学与科研工作40余年,著述甚丰。从李楠教授的论文中,可以看到我国耐火材料技术发展的印记,映射出我国耐火材料取得的技术成就。李楠教授的《李楠耐火材料研究论文选集》对从事耐火材料的科研、工程技术人员和教学人员,以及研究生都是有用的必读参考书。

李楠

中国工程院院士

2004年12月23日

目 录

耐火材料的发展

- 中国耐火材料工业的现状与发展 李楠(3)
- Thinking about some problems related to refractories
for the new century Li Nan(12)
- Refractory education in China Li Nan(24)
- Situation and future of refractory education in China
..... Li Nan(33)

耐火材料原料的烧结、组成、结构及深加工

- 菱镁矿煅烧过程中氧化镁烧结与晶粒生长动力
学的研究 李楠 李荣荣(43)
- 团聚氧化镁粉料压块的烧结机理与动力学模型 李楠(53)
- 团聚氯化镁烧结过程中气孔变化与表面积降低
动力学 李楠 陈荣荣(66)
- Formation, compressibility and sintering of aggregated
MgO powder Li Nan(74)
- Adsorption and desorption sintering of active MgO Li Nan(93)

- Characteristics and sintering of MgO derived from
magnesite and hydroxide
..... Li Nan Chen Shihua Zhang Daoyun(106)
- 干燥过程中镁化白云石轻烧料的重新碳酸化及其
与烧结的关系 ... 武汉钢铁学院耐火材料教研室三组(118)
- 加水量与镁化白云石轻烧料水化率及烧结块体积
密度的关系 武汉钢铁学院耐火室三组(125)
- 高纯菱镁矿的烧结与 CaO 的作用 李楠 耿筱梅(133)
- 水化加入物对镁白云石高温烧结性能及显微结构
的影响 柯昌明 李楠(141)
- 外加剂对白云石烧结及抗水化性的影响
..... 罗明 李楠 郑海忠 邱文冬(149)
- An investigation on kinetics of MgO
..... Li Nan Ke Changming(155)
- Compressibility and sintering of aggregated MgO - CaO
powder and the influences of adhesion of fine particles
to the surface of aggregate Li Nan Ke Changming(162)
- 结构对高岭石脱水活化能大小的影响 ... 梁永和 李楠(172)
- Sintering and compotion of refined bauxites
..... Wang Xitang Li Nan(180)
- Composition, microstructure and application of bauxite
based on mineral separation
..... Liang Yonghe Li Nan Wang Xitang
Geng Xiaomei Ke Changming(192)
- Sintering characteristics of bauxites with a considerable
content of K_2O Li Nan W Qingshun
K. Chanming W Xitang B Yuhui(200)

Sintering and microstructure of bauxitebased electro - melted corundum	Li Yuanbing	Li Nan(209)
Study on composition and structure of bauxite - Based Smelting corundum	Li Yuanbing	Li Nan(216)
M60 莫来石的应用研究	邱文冬	李 楠(224)
用矾土制备莫来石 - 高硅氧玻璃材料的研究	邱文冬	李 楠(229)
全天然原料合成莫来石的相组成及显微结构研究	李楠 王玺堂 柯昌明	朱伯铨(235)
全天然莫来石的工艺研究	王玺堂	李 楠(246)
影响熔融莫来石晶粒大小及组成的传热学因素	周国茂	李 楠(252)
电熔镁锆合成料的组成对显微结构和性能的 影响	朱伯铨	李 楠(259)
电熔镁锆合成料的抗渣性研究	朱伯铨	李 楠
	甘菲芳 陈荣荣	田守信(267)
熔铸莫来石凝固过程数值模拟	周国茂	李 楠(274)
机械法制莫来石微粉的性能与烧结	李 楠 邢 程	黄海云(281)
低温合成高铬烧结料	梁永和 李 楠 钱新伟 吴芸芸	孙承绪(290)
Effect of additives on sintering of Cr_2O_3 in reductive atmosphere	Liang Yonghe	Li Nan
	Qian Xinwei Wu Yunyun	(298)
Study on hot - pressing sitering of $Cr_2O_3 - ZrO_2 -$ Al_2O_3 materials	Liang Yonghe Sun Chengxu	
	Li Nan Wu Yunyun	(306)

耐火材料制品与不定形材料

低蠕变莫来石 - 刚玉制品的研制

..... 李楠 王玺堂 尹进鸣(321)

Mullite - corundum refractories with high creep

resistance Liang Yonghe Li Nan Wang Xitang
Wang Xinhui Wang Jinlin(329)

Mullite - corundum refractory with special shape and

high resistance to creep and thermal shock

..... Li Nan Wang Xitang Ke Changming
Guan Hua Zhang Xinggao Wu Guangyao(337)

基质相对莫来石 - 刚玉制品性能的影响

..... 尹洪峰 李楠(346)

MgO - Al₂O₃ - TiO₂ 浇注料的组成、结构及

性能的研究 李友胜 李楠 王英东(352)

镁砂细粉含量对铝镁质浇注料性能的影响

..... 雷中兴 李楠 陈家唯(358)

硅微粉对 SiO₂ - MgO - H₂O 系统中水合物

形成的影响 魏耀武 李楠 吴宏鹏(367)

骨料对铝镁质浇注料性能的影响

..... 雷中兴 李楠 陈家唯
李友胜 孙伙长(374)

尖晶石微粉对铝镁质钢包浇注料性能的影响


..... 何平显 李友胜 李楠(382)

微粉对刚玉质自流浇注料性能的影响

..... 李友胜 李楠 姬保坤(389)

SiO₂ 微粉结合镁质浇注料的基质组成与抗

- 渣性能的关系 魏耀武 李 楠 杨熹文(396)
- Properties of MgO castables and effects of reaction
in microsilica - MgO bond system
..... Li Nan Wei Yaowu-Wuhan(404)
- 耐火浇注料自损坏机理探讨 ... 李亚伟 李 楠 张 忻
周宪新 张光普 张顺庆(419)
- 高铝水泥浇注料损坏现象研究
..... 李亚伟 李 楠 张 忻
周宪新 张光普 张顺庆(426)
- $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$ 材料的烧结及抗热震性研究
..... 梁永和 孙承绪 李楠 钱新伟 吴芸芸(433)



复合耐火材料

- High technic ceramics and refractories in Si - Al - O - N and
Al - O - N systems Li Nan Li Yawei Wang Jun(443)
- β - 赛隆 (Sialon)/刚玉复相耐火材料研究
..... 李亚伟 李 楠 王斌耀
刘 静 陈方玉(456)
- Effect of raw materials on carbothermal reduction synthesis
of γ - aluminum oxynitride spinel powder
..... Li Yawei Li Nan Yuan Runzhang(468)
- Carbothermal reduction synthesis of aluminium oxynitride
spinel powders at low temperatures
..... Li Yawei Li Nan Yuan Runzhang(481)
- The Formation and stability of γ - aluminium oxynitride
spinel in the carbothermal reduction and reaction

- sintering processes
 Li Yawei Li Nan Yuan Runzhang(487)
- Stabilization of γ - aluminum oxynitride(alon) and
 preparation of alon bonded corundum refractory
 Li Yawei Li Nan Yuan Runzhang(498)
- β - Sialon produced by carbon thermal nitriding reaction of bauxite
 Wang Jun, Li Nan, Shi Caicheng, Jia Chengchang(510)
- 溶剂对树脂炭结构及性能的影响 朱伯铨 李楠(523)
- 固液共混沥青树脂复合炭的结构与抗氧化性
 研究 李楠 李亚伟 朱伯铨(532)
- Sintering, microstructure and alkali - resistance of the
 materials in $Al_2O_3 - Si_3N_4$ system
 Li Nan Wu Yiquan(540)
- Al_2O_3/W 复合材料抗渣蚀性能探讨 韩兵强 李楠(550)
- $MgAl_2O_4$ - titanium carbonitride composite ceramics
 obtained from aluminothermic reduction and nitridation
 Li Yuanbing Li Nan Ruan Guozhi Li Xiaohui(558)
- Influence of corundum content on the composition and
 microstructure of Al_2O_3/W composite obtained
 by aluminothermic method Han Bingqiang Li Nan(571)
- 还原气氛下铝热还原法制备 $Al_2O_3 - TiB_2$ 复相
 陶瓷的研究 李远兵 李楠 覃显鹏 王龙(584)
- Effect of temperature and MgO content on synthesis
 of $MgAl_2O_4/TiN$ composite Li Yuanbing Li Nan
 Guozhi Ruan Guihua Tao(592)
- A new method of producing TiB_2 based composite
 Li Yuanbing Ruan Guozhi Li Nan(600)

Production of $MgAl_2O_4$ - titanium nitride composite by
aluminothermic reduction and nitridation
..... Li Yuanbing Ruan Guozhi Li Nan(606)

其 他

Calculation of temperature distribution of ladle lining
..... Jiang Guozhang Kong Jianyi Li Yourong(617)

Calculation of thermomechanical stress of ladle lining
during pre - heating and optimization of refractory
properties ... Wang Zhigang Kong Jianyi Li Yourong(626)

The influence of phosphate on physical properties of the
phosphate - bonded investment Yu Guilin Li Nan
Li Yousheng Wang Yining(641)



耐火材料的发展

中国耐火材料工业的现状与发展

李楠

1 引言

当前世界其他国家耐火材料产量呈下降趋势,唯独中国的耐火材料产量近年来呈上升趋势。这一方面得益于近年来中国制造业,特别是钢铁工业的发展;更重要的原因是中国耐火材料原料丰富,劳动力与能源价格低廉以及耐火材料生产技术的进步,使中国耐火材料产品具有较强的竞争力。中国耐火材料的发展受到世界各国同行及用户的关注。本文介绍中国耐火材料的发展、现状以及对今后发展的看法。

2 中国耐火材料发展过程与现状

在计划经济时代,中国耐火材料工业由 33 家重点企业支撑,它们构成中国耐火产品的生产主体,负责向当时规模不大的钢铁工业及其他高温工业供应耐火材料。实行改革开放政策以后,特别是在近 20 年中,中国国民经济高速发展,GDP 年平均增长速度超过 9%。大规模的建设使钢铁、水泥等工业得到很大发展。图 1 中给出了 1990~2002 年 13 年间中国粗钢产量与消耗量。可见,自 1990 年以来,粗钢消耗量与产量始终是上升趋势;进入 21 世纪后增长速度进一步加快,而且消耗量始终大于产量,意味着今后中国的钢铁工业仍有一定的发展空间。

随着钢铁工业的发展,耐火材料的产量也在逐年变化。表 1 中给出了自 1980 年以来中国的耐火材料的(含原料)产量。可见,