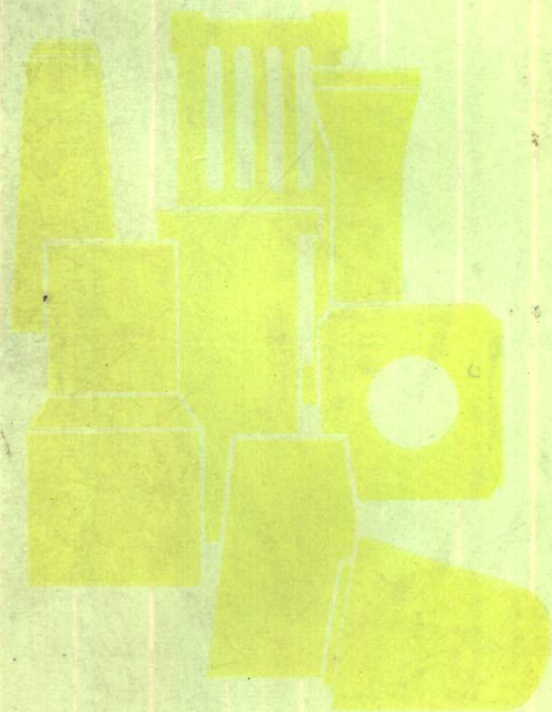


塑料材料手册

与生产

第一集

王泽田 储岩 等编



中国轻工业出版社

耐火材料技术与发展

第一集

王泽田 储岩 等编



中国耐火材料出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本书收编了“六五”和“七五”期间有价值的耐火材料科技攻关成果46篇论文,分综合、原料、碱性材料、特种材料、不定形材料、纤维材料、工艺设备和标准化与管理八大篇。

内容属科研成果,实用价值较高,对耐火原料矿山、生产企业、科研设计部门以及耐火材料用户工业的工程技术人员、科研设计人员和工人有一定参考价值,也可供高等院校有关专业师生教学参阅。

清冶金工业部总工程师吴溪淳题写了书名和题词。

耐火材料技术与发展 (第一集)

王泽田 储岩 等编

责任编辑 李春娅

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

昌平北七家印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经营

787×1092毫米 1/16 印张:23.25; 字数:520千字

1993年7月 第1版第1次印刷

印数:1-2,500 定价:29.00元

ISBN7-5019-1449-4/TQ·067

在社会主义市场经济新体制下，依靠科技进步和现代化管理，努力提高耐火材料质量，不断开发耐火新品种，为我国耐火工业在九十年代再上新台阶做贡献。

为《耐火材料技术与发展》

问世

冶金部 吴溪淳

一九九二年一月九日

编者的话

为了开拓90年代耐火材料技术发展的新局面，配合国家“八五”攻关项目的实施，我们在京部分从事耐火材料服务性工作的同志创办了层次比较高的不定期论文专辑《耐火材料技术与发展》。目的在于跟踪国内外耐火材料技术发展的新动向，总结科学研究、生产技术、工艺装备以及企业管理等成果，为领导决策、国家规划、企业技术进步、高科技耐火材料的发展服务。本书为第一集，选编了“六五”和“七五”期间有价值的攻关科研成果46篇，编成综合、原料、碱性材料、特种材料、不定形材料、纤维材料、工艺设备以及标准化与管理等八个部分。

本书内容属科学研究成果，实用价值较高，对耐火材料工业管理部门、规划设计研究单位、有耐火材料工业的地方管理部门、耐火原料矿山、生产企业以及用户工业等有关领导、科研设计人员和工程技术人员在制订决策计划、进行技术改造、开发新产品时有一定参考价值，同时也可供高等院校有关专业师生教学参阅。

本书编辑小组成员有：王泽田、储岩、董有为、欧阳琪、汪玉、王立德、吴万安和黄梅英。

描图和编务：刘春敏。

编者

1992年12月12日北京

抓好科技攻关，为提高耐火材料 质量、改变生产面貌服务

（代序言）

耐火材料是为高温技术服务而本身又是高温技术的基础工业，特别与钢铁、有色金属、建材、化工等工业相互依存，互相促进，共同发展。在一定条件下，耐火材料产品质量、品种对上述工业发展具有关键作用。

建国四十多年来，我国耐火材料工业由解放时的几家旧耐火厂的底子起家，逐步建成了门类齐全、规模宏大的行业，为国民经济建设作出了应有的贡献。但是，就全行业而言，仍然比较落后，生产装备陈旧、经济效益低、产品品种少、质量差、使用寿命高、消耗高。要改变耐火材料工业的落后面貌，必须靠技术进步。

自“六五”以来，国家投入了一定的资金，武装耐火材料行业。例如为了配合宝钢的建设和生产，相应地建立了若干条优质耐火材料生产线，这些生产线的建设和生产，在改变耐火材料面貌方面起着带头的作用。就科技开发而言，几乎在每一个五年计划的国家级重大科技攻关项目中，均安排了一定的耐火材料攻关内容。耐火行业所属或者有关的企业，院校等单位均认真对待攻关任务，克服各种困难，比较好地完成了任务。攻关任务的完成，首先其成果直接应用于冶金工业的新技术新工艺上，满足了急需；其次，利用国家的投资武装了耐火企业和院所，为承担新的科研任务打下了一定的基础，更重要的是锻炼了人，形成了一支能够完成攻关任务。能打硬仗的队伍。

在完成的第七个五年计划中，耐火材料是作为重大冶金新工艺的一个组成部份安排的。主要是“氧气转炉顶底复合吹炼用耐火材料技术开发”和“特殊钢连铸用耐火材料研制和使用研究”。

氧气转炉顶底复合吹炼是国际上70年代末开始的炼钢新工艺，具有一系列优点，例如提高钢水质量，降低炼钢消耗等。到八十年代初期已迅猛发展。我国是八十年代初期开展这一工艺研究的，到“六五”末已形成一定的规模，当然，由于刚起步，加上整个国家的工业水平的影响，当时的复吹水平很低。国家非常重视这一新工艺的研究开发，在“七五”期间作为重大科技项目，投资3400万元，组织攻关。复合吹炼攻关是从获得优质铁水开始（即进行铁水预处理）到为连铸提供合格钢水（即炉后精炼处理）进行安排的，即通常所称的三段炼钢。相应地，耐火材料配套安排从铁水预处理用耐火材料开始到炉外精炼用耐火材料，形成了一个转炉炼钢用耐火材料系列，同时安排了相关的机理研究工作，从总攻关经费中拿出500万元开展此项工作。

承担任务的各单位，在冶金部统一组织下，在攻关专家组和协调组帮助下，圆满（超额）地完成了攻关合同所规定的各项指标（整个复吹项目已于1991年元月17~19日通过国家验收），获得较好评价，整个项目取得直接经济效益3.5亿元，耐火材料方面不好进行统计，但从不完全的若干个专题看，直接和间接经济效益在3000万元以上。从科

技进步上,我们获得了如下成果:

1. 以高强度镁碳砖的开发为龙头,研制了各个不同档次的镁碳砖,实现了转炉的优化综合砌炉,结合改善炼钢工艺操作和炉体维护措施,我国转炉炉龄得到大幅度提高。大型转炉由1985年的平均599炉提高到1989年的1100炉,1990年稳定在1150~1200炉,并创造了2038炉和2143炉的记录;中、小型转炉炉龄也有相当的提高。

2. 要顺利进行复吹,尤其是实现全炉役复吹,其关键是转炉炉底上安装的供气砖(亦称供气元件)是否过关。“七五”期间,研制成功各种型式的底部供气元件,初步满足了现阶段转炉复吹工艺的要求,目前除宝钢和柳钢,因其整个复吹技术是由国外引进的而使用国外元件外(柳钢进口元件已开始用国内元件替代,性能满足要求,用进口元件相近),其他钢厂所用元件皆由国内解决,没有向外买过一支。所研制的供气元件使用性能良好,可以做到供气量大、调节范围宽,相对讲它是在转炉各部位中使用条件最恶劣的部位上使用,其使用寿命可以做到与炉龄同步或基本同步。

3. 铁水预处理(“三脱”脱S、P、Si)用耐火材料有很大进展,包衬用的 $Al_2O_3-SiC-C$ 砖在宝钢混铁车上使用性能良好,与日本进口砖相近;低水泥浇注料制成的整体喷枪和铝碳质组装式喷枪,经受住了“三脱”的严酷(高温、氧化)使用条件,初步满足使用要求。

在炉外精炼用耐火材料方面,主要是解决了武钢RH用的插入管,用直接结合镁铬砖制成的插入管其使用寿命与日本引进砖持平。

4. 从七个方面安排了复吹用耐火材料应用理论方面的研究,对耐火材料的生产工艺控制,质量改进、合理使用、减轻蚀损、开发新品种等各方面有了深入一步的理性认识,提出了一些新论点。

“七五”攻关安排的另一个耐火材料课题“特殊钢连铸用耐火材料的研制和使用”,在承担单位重庆特殊钢厂、洛阳耐火材料研究院、青岛耐火厂、秦皇岛耐火厂合作下也已完成任务并通过鉴定验收。在攻关前,特殊钢连铸用的耐火材料在我国基本上属于空白,自1986年3月份论证、1987年2月正式组成攻关组以来,先后完成了铝碳质长水口、镁质绝热板、铝碳质浸入式水口、刚玉质塞头、碳化硅袖砖、高铝质袖砖、铝碳质袖砖等多个品种的试制任务,其砖体性能和使用结果均达到攻关合同规定的指标,并且在使用过程中与进口产品进行过对比,使用结果相当。证明攻关产品已达到国际80年代中期水平。毫无疑问,攻关任务的完成对我国连铸用耐火材料的发展是十分重要的促进。

但是,应当看到,“七五”攻关仅仅涉及到耐火材料品种的几个方面,离我们行业科技发展的需要相比,相差很远,就全行业而言,相对比较落后的局面没有得到明显地改观。所以,从1988年起,以冶金部牵头联合国家建材局、轻工业部等使用耐火材料的主要部门,共同向国家计委申请为耐火材料立科技攻关项目,得到了计委和科委的支持。两年来,组织我国主要耐火材料科研设计院校等单位,前后请了很多专家组织材料,撰写可行性研究报告等,直到1990年6月,基本写成了包括四个课题和26个专题的一整套可行性研究报告报送国家计委。随后,受计委委托,在同年6月邀请了知名专家严东生、王之玺、钟香崇等同志共40余人进行了预论证,专家们发表了非常重要的中肯意见,一致肯定了列耐火材料攻关项目的必要性,并且就一些具体内容发表了修改补充

意见。这项预论证会为计委批准立项打下了重要基础，随后于11月初在建材院召开了较大规模的技术论证会，邀请了更多的专家，对所列专题逐项进行了技术论证，听取更多方面的意见。目前已进入到审查专题合同的阶段。

“八五”耐火材料科技攻关，国家计委给本项目定名为“优质耐火材料生产技术研究”。充分体现了计委对耐火材料要解决的问题是了解的，首先是要求耐火材料优质化，第二，明确指出攻关是针对生产技术的提高。这在攻关内容的安排上得到了体现。

下面简单地介绍一下项目的攻关内容，共分解成四个课题：即“优质耐火原料的开发利用和合成技术的研究”。“耐火材料工业用先进装备的研制及国产化”、“冶金用耐火材料品种配套及应用技术研究”、“建材、轻工、电子工业窑炉用耐火材料品种配套及应用技术研究”。在四个课题中，以原料和装备为主攻内容，主要是考虑到要解决我国耐材品种少、质量差的问题，首先要解决原料不精和工艺装备落后两个薄弱环节。

精料是提高耐火材料质量和开发新品种的基础。我国耐火原料储量丰富、品种齐全、分布宽广、质量优良，但是加工和煅烧技术比较落后，原料成分波动大，煅烧质量不均匀。要改变这种状况、主要有两个途径：一是对天然原料进行精选提纯或加入适量有益加入物以调节改善性能；再是人工合成原料，开拓高性能复合品种，以形成具有我国特色的耐火原料品种系列。在原料攻关内容上，考虑到“六五”、“七五”期间已初步建成高纯镁砂基地，“利用察尔汗盐湖卤水氯化镁石制取高纯镁砂”已列入国家工业试验项目，这次攻关重点放在使用量大面广的 $Al_2O_3-SiO_2-ZrO_2$ 系原料上，例如阳泉铝矾土选矿提纯和涪池铝矾土均化等，详细内容在此不一一介绍了。

耐火材料品种的更新换代要有相应的工艺装备的更新换代。我国重点耐火材料企业多数是头两个五年计划期间和60年代中期新建或改建的，因此还是处在五六十年代水平。成型设备以300t以下的摩擦压砖机为主，不但压力低而且精度差。在设备攻关中，主要是列入了1000t摩擦压砖机改造，750t复合式压砖机的研制，以及高效混合设备等。

冶金用耐火材料品种配套主要是提高连铸用耐材品种质量、以及解决超高功率电炉用优质耐火材料国产化等急需解决的品种等问题、建材、轻工用耐材方面，主要是安排陶瓷窑、玻璃窑、大型水泥窑用优质耐火材料。

以上轮廓地介绍了“八五”科技攻关方面的内容，这里需要作几点说明。首先，这还远不是我们耐火材料行业科技工作的全部，为了建设成先进的耐火材料工业体系，还有很多工作要做；第二，已经列入攻关的内容是不是选得准，是不是还有当务之急的科技内容被遗漏，非常希望再听听我们全行业的意见，因为这次攻关内容的安排是本着国家计委“成熟一个安排一个”的滚动安排精神进行的，大家提出的建议，写出论证材料，经过有关专家们论证就有可能进行安排，例如1990年预论证会上，有关专家提出了“三石”中的红柱石是我们还没有接触的材料，所以后来进行了补充安排；在1990年6月在湘潭召开的耐火材料装备学术会议上，西北工业大学和西北耐火厂联合研制的“三相铁磁分离器”向会议介绍后，引起很大反响，东西不大但能解决长期困扰我们的细粉除铁问题，只要再加以支持，就能提供给我们行业发挥作用，所以会后我们就把它列入了攻关内容；第三，想说明的是，这是科技攻关，国家拿出一些钱主要是为开展科技工

作用，不是用来进行基建、技攻和技措，相反，国家计委特别强调开展科技攻关的项目实现单位的技攻、技措项目和资金是否落实，两者必须紧密结合，即所谓攻关要贴在“皮”上，“皮”就是工厂的技改、技措项目。科技攻关项目的实现是起一个带头示范作用，当然，它本身会立即发挥些作用产生些效益，但更重要的是起带头作用，作为样板提供给我们大家参考，再加上我们各企业领导的长远眼光，能够通过各种渠道筹措些资金进行耐材的技术改造，采用先进工艺，耐材的产品质量逐渐提高，加强耐材行业的竞争能力，使耐材行业成为国家创造巨大财富的行业。

为了很好地完成我们所承担的建国以来首次被国家单独列项的攻关项目，我们组织了我国的主要科研单位如洛阳耐火材料研究院，鞍山焦化耐火材料设计研究院，冶金部钢铁研究总院，冶金建筑研究总院，建材局的中国建筑材料科学研究院和轻工部的上海玻璃搪瓷研究所，教育系统有武汉钢铁学院、天津大学、西安交通大学等学校，特别是为了解决装备问题我们请了机械部的一些有关单位，加上我们项目实施的承担单位、如阳泉铝矾土矿、滏池矾土煅烧厂以及其他耐火厂。我们是本着组织“国家队”的精神进行优化组合的，必要的时候还可以进行招标以开展平等的竞争，目的是促进我们的事业发展。此外，在重大课题上为了把握起见，加了双保险，多加了技术方案，确保其完成任务。

为了更好地完成攻关任务，三个部成立了领导小组，冶金部殷瑞钰副部长为领导小组顾问。大量的组织协调工作，靠专家组来做，专家组组长，由耐火材料学会副理事长严行健同志担任，理事长钟香崇同志为顾问，另外从各单位聘请了从事耐火材料科研工作多年的高级工程师和教授为专家组成员，他们已作了很多工作，尤其是最近的一年可以说非常紧张，为攻关立项立下了功劳！我在此向他们表示感谢！

我们相信，在全行业努力下，我们能够完成攻关任务，争取到“八五”末交一份比较漂亮的答卷，并且打好为“九五”争取任务的基础，为搞好耐材行业努力、奋斗、贡献！

冶金部科技司 王泽田

1992年12月8日

目 录

抓好科技攻关,为提高耐火材料质量、改变生产面貌服务(代序言).....	王泽田 (1)
第一篇 综 合	
冶金工业耐火材料及中长期规划	董有为 (1)
建材工业耐火材料的发展战略	陆纯煊 (6)
高科技耐火材料	林育炼 (13)
宝钢耐火材料的回顾	赵霖远 (21)
国外钢铁冶炼用耐火材料的发展	刘景林 (26)
第二篇 原 料	
蓝晶石、硅线石、红柱石矿物的开发应用	黄文竞 (35)
阳泉高铝矾土选矿产品烧结试验	高东善 (47)
高纯镁砂中间试验	王迺武等 (58)
合成镁质白云石砂的生产应用与展望	吴文芳 (63)
低气孔率电熔刚玉的性质及其使用	吴万安等 (72)
我国耐火级铬矿石选矿提纯工艺	张文韬 (86)
第三篇 碱性材料	
盛钢桶耐火材料的发展方向——关于推广碱性桶衬的建议	赵英杰 (94)
RH真空处理用直接结合镁铬砖的研究	陈人品 (103)
第四篇 特种材料	
武钢高炉全炭水冷薄炉底的试验研究与实践	薛启文 (110)
新型优质高炉内衬——氮化硅结合碳化硅砖	冶金部钢铁研究总院九室 (118)
氮化硅结合碳化硅耐火材料	张治平等 (122)
氮化硅结合碳化硅砖的高温断裂韧性	王润泽等 (133)
碳化硅耐火制品及应用	王立德 (139)
铁水预处理用组装喷枪的研制及使用	李 林等 (146)
优质镁碳砖——新型炼钢炉衬材料	胡世平 (155)
镁碳砖的生产技术	周惠兴 (165)
生产工艺技术条件对镁碳砖耐用性的影响	刘阿一 (172)
镁碳质转炉复吹供气元件的研制与应用	许胜西等 (180)
适用于CO ₂ 气源供气元件的研究	李庆辉等 (184)
镁碳质整体出钢口砖的研究	张文杰等 (192)
我国连铸用耐火材料的发展趋势	周川生 (198)
特殊钢连铸用耐火材料的研制和使用研究	朱庆魁 (202)
Lw901无水树脂结合剂的研制	宋玉琴等 (213)
镁碳砖结合剂的研制与生产	周惠兴 (219)

L872热固型酚醛树脂结合剂的研制及其物化性能的研究	何中虹 (227)
第五篇 不定形材料	
不定形耐火材料的走势	李再耕 (235)
不锈钢纤维增强耐火浇注料的试验研究和应用	刘岫云等 (245)
我国耐火泥浆的开发	胡孝成 (250)
第六篇 纤维材料	
高温耐火纤维推广应用及“示范炉”	冶金部耐火纤维应用技术试验推广组 (256)
纤维状轻质耐火材料	崔之开 (260)
多晶纤维的损坏机理与应用技术	张克铭 (265)
第七篇 工艺设备	
耐火装备用耐磨材料的现状及发展	欧阳琪等 (272)
加压振动成型机的研究	尚国柱 (274)
隧道窑采用3L-10/1低压空压机引风的研究	汪 玉等 (283)
微机在耐火材料工业隧道窑上的应用与前景	鹿静波 (288)
耐火材料试验室装备及技术水平的调研	何 进 (292)
第八篇 标准化与管理	
耐火材料专业标准体系的研究	黄梅英等 (296)
耐火材料标准、质量与消耗相关性的研究	黄梅英等 (317)
耐火材料国际标准的发展势态	储 岩等 (325)
耐火砖尺寸与外观缺陷测量国际研究报告	储 岩 (337)
适应社会主义市场经济发展 走质量品种效益型道路	徐道行 (355)

第一篇 综 合

冶金工业耐火材料及中长期规划

董有为

(冶金部规划院)

钢铁工业是耐火材料的主要用户,耐火材料的发展对钢铁工业的技术进步尤为相关,在某些情况下其质量、品种对钢铁技术的发展起着决定性作用。本文就冶金工业耐火材料的基本状况、十年规划和“八五”计划方面的问题介绍些情况和个人看法,供商榷与参考。

一、冶金工业用耐火材料基本状况和面临的问题

我国钢铁工业在近十年中有较大发展,1990年钢产量为6635万吨比1980年3712万吨增长78.8%,连铸钢比例从6.2%提高到22.3%。钢铁生产技术和钢产量的增长大大促进了耐火材料的发展。截止1990年底,全国冶金系统县级以上的耐火材料企业为131个,年生产能力近480万吨,其中34个重点企业近302万吨,约占总能力的63%。大部分企业靠近钢铁生产和耐火原料基地,布局基本合理。1990年冶金系统耐火材料产量378.6万吨,为全国耐火材料总产量(807.38万吨)的46.9%。34家重点厂的产量243万吨,占冶金系统内总产量的64.2%。我国的钢产量和耐火材料产量见表1-1。

耐火材料的品种近年来有较大发展。以新增优质耐火原料和材料的品种为例,“七五”期间冶金部基建投入4.37亿元,新建、扩建了25条生产线,新增能力28.13万吨,其中优质耐材17万吨,不定形耐材3.18万吨,人工合成原料7.95万吨。与此同时,耐材企业也较为重视发展品种,使耐材品种结构得以改善,粘土砖、硅砖、普通焦油白云石砖的比例下降,镁质砖、连铸用滑动水口、长水口以及不定形耐火材料的比例有提高,详见表1-2。新品种的相继问世,确保了我国钢铁工业的发展,主要表现在:

1. 基本解决了高炉系统用优质耐材品种。开发了高炉用氮化硅结合碳化硅砖、低蠕变高铝砖、堇青石砖、优质隔热砖和鱼雷罐用 $Al_2O_3-SiC-C$ 砖,焦炉用优质硅砖等等,除个别品种(微孔碳砖)外,已能全部立足国内。为大型高炉、焦炉长寿创造了条件,如宝钢2*高炉(容积4063m³)所用耐火材料(同1*,1*为全进口)的国产化已达97%。

表1-1 我国近年钢和耐火材料的产量 $\times 10^4 t$

项 目	年 份												
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
钢 产 量	合 计	3712	3560	3716	4002	4348	4679	5220.8	5627.6	5942.99	6158.72	6634.86	7089.2
	平炉钢	1189.0	1118.8	1164.8	1190.7	1214.5	1230.0	1235.8	1277.78	1304.37	1312.99	1315.7	1309.2
	电炉钢	710.7	656.5	686.7	812.3	903.3	1008.4	1056.8	1147.63	1206.55	1275.38	1402.5	1500.4
	转炉钢	1809.8	1783.1	1861.3	1994.5	2225.4	2436.6	2922.43	3195.57	3424.38	3561.62	3908.5	4279.6
	其中：顶吹氧	1508.6	1529.3	1665.7	1853.6	2074.9	2308.4	2819.29	3085.53	3336.40	3467.86	3822.89	3597.8
连铸坯产量		229.7	254.0	275.0	358.5	460.5	506.9	623.2	724.3	871.9	1005.05	1480.7	1883.5
耐 火 材 料 产 量	总 计	414.69	405.66	413.12	445.6	521.84	614.18	596.35	682.88	827.12	821.12	807.38	814.79
	1. 砖合计	302.87	385.18	384.84	413.42	476.52	549.37	544.58	612.6	705.06	719.59	681.73	667.37
	粘土砖	273.06	281.58	265.97	281.73	325.24	375.76	354.77	401.09	502.68	514.96	483.73	484.97
	硅 砖	12.57	7.85	10.02	11.66	12.19	14.91	16.61	16.13	14.75	15.20	10.61	11.06
	高铝砖	35.11	40.75	47.61	54.62	63.97	64.02	73.65	79.79	70.37	72.63	59.38	74.67
	镁 砖	21.25	21.45	25.18	26.67	28.77	31.71	30.50	33.37	37.85	38.67	45.21	45.49
	焦油白云石砖	29.56	28.35	26.16	23.71	27.88	32.14	27.34	26.17	25.16	23.77	23.93	
	特 耐	0.61	1.01	1.39	2.10	3.97	3.26	2.16	2.55	4.05	7.83	6.58	7.90
	其它•	10.71	4.19	8.54	12.81	14.53	27.57	39.55	52.50	50.20	46.45	52.09	41.91
	2. 不定形	31.83	20.48	28.28	32.12	45.24	64.81	51.77	70.27	122.06	101.52	125.65	139.47

*：其它，包括不烧砖、轻质砖、绝热砖、滑动水口砖等。

表1-2

我国耐火材料的品种比例

%

砖 种 年 份		粘土砖	高铝砖	硅 砖	镁质砖	焦油白 云石砖	• 其它砖	不定形 耐 材
全国	1980	65.8	3.1	8.5	5.1	7.1	2.7	7.7
	1985	61.2	10.4	2.4	5.2	5.2	5.0	10.6
	1990	59.9	7.4	1.3	5.6	3.0	7.3	15.5
冶金 系统	1980	59.8	12.0	2.6	7.5	10.0	1.7	6.4
	1985	52.0	12.7	3.4	8.2	6.7	6.3	10.7
	1990	44.8	11.6	2.7	9.0	6.1	8.0	17.8

• 包括不烧砖，轻质砖，绝热砖，滑动水口砖等。

2. 为转炉钢的发展创造了有利条件。我国转炉钢的发展是较快的，1990年产量3908.5万吨，为1980年的2.16倍，这个成绩主要是依靠了老设备挖潜。提高转炉炉龄是增加钢产量的重要措施，80年代我国转炉广泛应用新品种镁碳砖后，炉龄大幅度提高，1990年全国重点钢厂转炉平均炉龄820炉，比1980年560炉提高46.4%，地方骨干企业平均357炉，比1986年提高114炉。

3. 基本保证了连铸发展所用的耐火材料。我国1990年连铸坯产量1480.7万吨，比1980年提高了5.5倍。连铸的发展是与我国先后发展了滑动水口、长水口、整体塞棒、浸入式水口、定径水口、中间包绝热板、涂料、分离环等耐火材料分不开的。

4. 炉外精炼用耐材（如直接结合镁铬砖）和各种窑炉所需的优质不定形耐材（出铁沟用 $Al_2O_3-SiC-C$ 系捣打料，浇注料，喷枪和RH装置用高纯低水泥硅酸铝等浇注料）的大发展。应用成效十分显著，使出铁沟通铁量大大提高（宝钢30万吨/次以上），均热炉、加热炉寿命提高3~4倍以上。

当前，冶金系统耐火材料企业除面临减利因素大于增利因素效益滑坡外，还有以下问题：

1. 品种、质量不能完全适应需要。RH装置用优质直接结合镁铬砖、宝钢连铸用浸入式水口等少数品种尚需引进，不少产品仍然存在外形尺寸精度差、质量稳定性差以及包装差（有的产品因包装损坏高达20%）等问题。1991年，湖南冶金耐火材料质量行检12家企业的13种烧成制品（其中8家是标型砖）的外型现场抽样调查，合格的6种，不合格的7种。这些问题是影响某些热工炉寿命和我国耐火材料综合消耗定额（又称耐钢比）居高难下的重要原因，如表1-3所示。

表1-3

我国耐钢比、重点钢铁企业平炉顶寿命

	单 位	1980年	1985年	1990年
耐 钢 比	kg/t	111.7	130.5	121.7
平炉顶寿命	次	418	363	273

2. 耐火原料不精。这是耐材企业呼声较高的老生常谈问题。虽然近年发展了高纯镁砂（烧结和电熔的）低气孔率电熔刚玉、合成莫来石、碳化硅等人工合成原料，开发出石墨、锆英砂、“三石”等天然优质原料，为发展耐材品种创造了有利条件，但未从根本上解决，原料混级、杂质含量偏高、烧结程度差和烧结不均的情况仍严重存在，一些特殊用途的优质原料（如高纯活性 Al_2O_3 、稳定 ZrO_2 、板状刚玉）尚待开发。

3. 装备落后。除近年新建生产线的装备外，总体上讲多为50~60年代水平。成型设备是生产耐材制品的关键设备，该设备在冶金系统的数量不少，但多为小吨位压机。条件较好的34个重点企业共有压砖机近1100台，压力小于350吨的约占89%。其它设备情况也如此。总之，用50~60年代的装备，生产满足80~90年代钢铁工业要求的耐火材料，是困难的。

二、耐火材料后十年规划及“八五”计划

1988年部召开的专家座谈会和1989年全国耐火材料“八五”规划与发展战略研讨会上，充分讨论了钢铁工业用耐火材料的中长期发展目标和主攻方向，并基本统一了认识。

1. 今后十年耐火材料工业发展的基本思路 and 目标是：结合我国国情和耐火原料的资源条件，通过走内涵为主的道路，加强管理，全面提高质量，调整产品结构，多层次地发展耐火材料品种，以满足不同层次钢铁企业对耐火材料的要求，同时增强行业自我发展能力，实现耐火材料全部立足国内，提高出口创汇能力。

2. “八五”奋斗目标

1) 产量。通过调整产品结构，压缩一般品种，1995年冶金系统的耐火材料产量控制在400万吨以内（“七五”末能力476万吨）。

2) 提高耐火材料的质量档次。到1995年，冶金系统企业执行国际水平标准的产品要达200多万吨，其中执行国际先进水平标准的要达到60万吨。

3) 发展短缺品种，为降低钢铁工业的吨钢耐火材料消耗创造条件，由1988年的55kg下降到1995年的41kg，平均每年下降2kg。

4) 推广应用新型优质耐火材料，提供大于1000m³高炉寿命达8~10年、焦炉30年以上、30~100吨氧气转炉平均炉龄1000炉以上、大于100t转炉平均炉龄达2000炉的耐火材料，炉外精炼和连铸所需耐材要满足要求。

部“八五”计划根据上述目标，重点安排了解决精料、短缺品种的建设项目及部分企业的技术改造。

1. 原料及精料措施。增加粘土矿和高铝矾土矿的生产能力，即在山东明水、博山粘土矿和山西阳泉、滏池铝矾土矿新建和扩建等项目。在西北耐火厂改扩建电熔刚玉车间。

2. 增加短缺品种。通过建设洛阳、辽镁优质镁铬砖，秦耐的连铸用铝碳长水口，唐钢优质高铝砖，德阳耐火厂高纯镁白云石碳砖，以满足长寿高炉、转炉、炉外精煤和连铸的发展。

3. 技术改造以提高装备水平，改善产品质量。包括对辽镁大石桥耐火厂镁砖车

间、冷水滩耐火厂硅砖车间改产高铝砖、焦作第一耐火厂高铝砖等生产线的技术改造，以保平炉、电炉炼钢和宝钢等大型钢包的发展需要。

4. 建设一条合金模具坯及模具加工生产线，为提高耐火砖的外形尺寸精度创造条件。

三、对冶金耐火材料后十年规划及“八五”计划的商榷意见

耐火材料工业在今后十年面临的形势与“七五”相比将有较大变化，为更加切合实际的编制好后十年规划和“八五”计划（以下简称“规划和计划”），促进耐火材料工业协调发展，必须深入分析耐火材料行业内部的情况和行业面临的形势，现粗浅地谈谈编制中应注意的问题，供商榷和参考。

1. 必须重视搞好冶金工业用耐火材料的发展规划与计划。在国家建设方针和行业政策指导下，从实际出发做好行业与企业规划和计划，将有利于避免盲目发展、重复建设，搞好宏观控制和微观经济效益。由于我国耐火材料工业是点多、面广、规模小的行业，特别是改革开放以来，系统外的企业，尤其是乡镇企业发展很快，出现盲目发展、重复建设的严重情况。如镁碳砖是炼钢使用的重要耐火砖，“七五”计划只在辽镁建一条年产2万吨的生产线；但目前有大小企业80多家。滑动水口，连铸用长水口、中间包用绝热板的情况也基本如此。一方面这些生产的任务不满，另一方面又有不少单位进行扩建或新建，尤以冶金系统外严重，如表1-4所示比例情况，造成市场过饱和，产品竞争十分剧

表1-4 我国冶金系统内外耐火材料的产量及比例

年份	项目	产 量 (×10 ⁴ t)			比 例 (%)		
		全 国	冶金系统	冶金系统外	全 国	冶金系统	冶金系统外
1978		487.26	367.89	119.37	100	75.50	24.50
1981		405.66	284.63	121.03	100	70.16	29.84
1983		445.42	323.28	135.09	100	72.58	27.42
1985		614.18	389.99	224.19	100	63.50	36.50
1987		682.88	392.95	289.93	100	57.54	42.46
1988		827.12	404.89	442.23	100	49.00	51.00
1989		821.12	392.52	428.6	100	47.8	52.2
1990		807.38	378.6	428.78	100	46.9	53.1
1991		814.79	424	390.79	100	52	48

烈，对冶金耐材企业的压力是大的。另一方面钢铁工业的用户需要小批量多品种的各档次耐火材料，这些品种还要常发生变化，这就要求耐材厂应具备较大的应变能力，恰好冶金系统的不少耐材企业、尤其是重点企业缺乏这种应变能力。为解决好这些问题，首先应重视做好规划和计划，加以调整理顺。

2. 要以调整好产品结构为重点，确保钢铁工业的发展需要。1991年的冶金工作会议上，戚部长宣布了我国2000年钢产量达到8000万吨以上，连铸比达到50%以上，重点

企业中达到国际水平和国内先进水平装备的为60%（按生产能力计算）。这对耐火材料提出了更高要求，因此今后耐火材料的质量、品种是否适应钢铁工业的发展已成突出问题。调整产品结构，主要是调整好品种的适应性。为此，有必要根据钢铁工业的发展趋势、市场情况，结合企业所处地区条件进行规划和计划，不能因为我国今后要大力发展连铸，大家都搞连铸用耐火材料，而应发展适合本企业能力和特点的产品，避免搞重复建设，对于钢铁企业消耗很低、生产技术复杂而又重要的产品（如连铸用铝碳锆质长水口，炉外精炼用优质镁铬砖等），应由全国统一按区域布点进行规划，安排建设，不宜大家都上。

调整品种工作，要坚决贯彻戚部长的指示：“耐火材料要在压缩产量的同时，增产各种优质品种。”随着钢铁工业的进一步发展和耐火材料质量的提高，耐材消耗将呈下降趋势，对这个规律应充分认识。美国1960年吨钢耐火材料单耗44kg，1976年34.8kg，1987年17kg，1982年至1987年间，共关闭了35家耐火材料企业。日本1976年21.1kg，1986年12.6kg。我国耐火材料产量也已开始从1988年的顶峰下降（见表1-1），重点和地方中小骨干钢铁企业的耐火砖单耗1985年40.5kg，1990年31.5kg，也出现了某些耐火厂关闭的情况。由此看来，并不意味着每个企业的规划和计划都要增加产量。

3. 安排建设项目要量力而行，以内部挖潜为重点，提高企业经济效益。耐火材料受原燃料涨价和市场过饱和的影响，不少企业的生产任务不饱满，利润下降。1990年冶金重点企业的利税比上年下降2.1%，其中独立耐火厂下降15.7%，有利润的企业也属微利企业，故耐火材料厂的自筹能力是很有限的。目前固定资产投资已由国家贷款改为贷款和企业自筹，搞建设和技术改造均要切合实际，量力而行，以内部挖潜为重点，力争建设或改造成一个项目，能获得好的经济效益。

4. 依靠技术进步。提高耐火材料的质量和增加优质品种，必须以相应的工艺技术和装备作基础，当前应首先对企业内部影响产品质量提高、更新品种、发挥效率、降低消耗、安全环保等方面的工艺进行更新或改造，落后的生产工艺和装备应该淘汰，以利企业在激烈的市场竞争中立于不败之地。

建材工业耐火材料的发展战略

陆纯煌

（国家建材局建筑材料研究院）

在改革、开放形势推动下，十年来建材工业阔步前进，不仅在水泥、玻璃、陶瓷等主要建材产品的产量增长上，更重要的是在生产这些产品的装备和技术的开发和引进上取得长足进展，从而对耐火材料从品种、材质到数量，提出了一系列全新的要求，推动了建材工业用耐火材料的研制、配套生产和使用的发展，形势喜人，但也存在不少亟待花大力气，并多年持之以恒方能逐渐解决的重要问题。现将建材工业用耐火材料的现状、问题和发展战略予以阐述。