

玻璃生产节能降耗技术问答丛书

玻璃熔窑全氧燃烧 技术问答



BOLI RONGYAO QUANYANG RANSHAO
JISHU WENDA



赵恩录 主编

为什么说全氧燃烧是玻璃熔窑技术发展史上的第二次革命？

全氧燃烧技术在国内外的发展现状怎样？

玻璃熔窑采用全氧燃烧技术后的经济效益和社会效益如何？

为什么说全氧燃烧技术是玻璃行业实现节能减排的必由之路？

平板玻璃行业节能减排的研发和创新重点有哪些？

全氧燃烧玻璃熔窑的结构和特点是怎样的？

中国建材工业出版社

玻璃生产节能降耗技术问答丛书

玻璃熔窑全氧燃烧技术问答

赵恩录 主编

TQ171.6
16

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

玻璃熔窑全氧燃烧技术问答/赵恩录主编.

北京: 中国建材工业出版社, 2015. 1

(玻璃生产节能降耗技术问答丛书)

ISBN 978-7-5160-0824-9

I. ①玻… II. ①赵… III. ①玻璃熔窑-燃烧技术-
问题解答 IV. ①TQ171. 6-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 100954 号

内 容 提 要

本书采用一问一答的形式, 分别对玻璃熔窑全氧燃烧技术原理、玻璃熔窑全氧燃烧技术国内外发展现状、玻璃熔窑全氧燃烧数学模拟、玻璃熔窑全氧燃烧能效分析、全氧燃烧条件下的玻璃熔制工艺、氧气制备技术的发展概况、浮法玻璃熔窑纯氧辅助燃烧技术及玻璃熔窑富氧燃烧技术进行了阐述, 详细解答了玻璃熔窑全氧燃烧技术中遇到的各种问题。

本书内容丰富, 文字简练, 技术信息量大, 实用性强。特别适合玻璃生产、设计、科研等单位的企业高管和工程技术人员参考, 同时还可供高等院校相关专业的师生参阅。

玻璃熔窑全氧燃烧技术问答

赵恩录 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 710mm×1000mm 16K

印 张: 10.5 彩插 0.25

字 数: 138 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次

定 价: 86.80 元



本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: zgjcgycbs

广告经营许可证号: 京西工商广字第 8143 号

本书如出现印装质量问题, 由我社营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

总 序

我离开工作岗位多年，但近五十年在行业服务的建材情结让我总割舍不掉对行业发展的关注。耳闻目睹她的进步而兴奋不已，面对水泥、玻璃严重产能过剩带来的问题也犯愁。所好的是，党和国家对经济发展有一系列明确的战略和方针政策措施，经济呈现稳中有进的良好态势。平板玻璃工业面临着转型升级、结构调整和节能减排等艰巨任务，以我之见，必须在正确定向下倾行业企业之全力，加之调动各级政府和社会力量形成之合力，才能推动、落实解决好。我想到，鼓励“读书学习”，藉以全面提高企业和职工素质，不乏是有效的一招。因此，我很高兴地同中国建材工业出版社副总编辑佟令玫女士见面切磋这个话题。她带着即将出版的《玻璃熔窑全氧燃烧技术问答》的书稿来看我，讲到出版社面对发展中的中国平板玻璃工业，深感努力担当起“服务经济建设，传播科技进步”的沉甸甸的社会责任这副担子，他们意欲组织行业内外专家学者和科技管理干部更多地编著理论和实践相结合，受行业职工和社会读者喜爱的玻璃科技书籍，我很赞成，也欣然答应为这套丛书写序表达支持。

这套丛书，涉及玻璃熔窑全氧燃烧技术、玻璃炉窑保温技术和Low-E节能玻璃三大方面的科技知识和技能，以问答的形式展现，我认为很实用，也很便于读者学习。在现阶段，玻璃方面的图书不多，能够高度契合行业发展需求的图书就更是少了。这套技术问答丛书，让我眼前一亮，有久旱逢甘雨的感觉。行业里真的需要更多的人参与技术和产品的研发创新，需要更多元的形式传播科技成果，需要更多有担当的企业先行示范。这套丛书，将成为玻璃行业科技成果展现的好载体。

看到有这么多科技专家在玻璃工业领域潜心研究，并参与图书创

作编写，我感到很欣慰。秦皇岛玻璃工业设计研究院、中国南玻集团股份有限公司以及中国中材玻璃工程设计院都是对我国平板玻璃工业进步发展有重要贡献的著名科技型企业，他们的专家担纲主持编写，对这套丛书的质量和水平有了保障。我看到了玻璃行业的未来和希望，感谢他们为推动我国玻璃工业科技进步所付出的心血和努力，这种求真务实、甘于奉献的精神值得学习。我也想借此表达我对中国建材工业出版社为行业的发展做出的努力和贡献的感谢。

祝丛书出版发行成功！

中国建筑材料联合会 名誉会长



2014年7月20日

序 言

随着我国玻璃工业近几十年的快速发展，我国已成为世界玻璃生产的第一大国。

玻璃因其透明性成为无法替代的建筑、装饰材料，为人们创造了舒适的生活空间，改善了人们的生活品质。但玻璃工业作为传统能源消耗型行业，在生产过程中也产生了氮氧化物、硫化物等大气污染物。在当前全球能源日益紧张、环境问题日益严重的情况下，我国玻璃工业的发展需要更多的有识之士贯彻国家转变经济增长方式的精神，立足资源节约和环境保护，实践低能耗、低污染的技术创新，才可能在全球经济时代的市场竞争中获得更广阔的发展空间。

近年来，我国玻璃行业为解决环保压力对熔窑烟气进行脱硫、脱硝、除尘一体化治理，这是一个减少熔窑废气污染的方法，但很多企业由于严峻的市场竞争压力，为降低成本，出现了设备运行率不高的现象，甚至个别企业将其变成了应对环保部门检查的摆设，这一局面让人非常忧心。在这种情况下，作为控制燃烧过程而实现烟气清洁排放的全氧燃烧技术让人们看到了希望。全氧燃烧技术从源头上减少了氮氧化物的生成，减少了玻璃熔窑烟气脱硝投资及运行费用，从而降低生产成本，减少环境污染。

我国平板玻璃行业对玻璃熔窑全氧燃烧技术的关注始于2005年开始的国家科技部科技支撑计划项目“玻璃熔窑全氧燃烧技术的研究”，该课题主要解决玻璃熔窑的节能环保和提高玻璃品质问题，当时国内轻工玻璃、电子玻璃和玻璃纤维等行业在全氧燃烧熔窑的研究和应用方面已经起步，但在平板玻璃行业尚属空白。发展的动力在于科学技术的不断创新，可喜的是，随着全氧燃烧技术、制氧技术以及高温烟气余热发电技术的不断完善，以天然气等清洁能源为燃料的全

氧燃烧技术的综合运行成本开始优于普通空气助燃运行成本，预计在不远的将来，全氧燃烧技术将成为玻璃行业真正落实节能减排，实现烟气污染治理的有力措施，对减少大气酸雨、降低空气PM2.5的排放起到积极的促进作用。这让我们这些老科技工作者为之一振。

为了让更多的玻璃工作者系统、全面地了解玻璃熔窑全氧燃烧现状、原理、发展和未来，作者从玻璃熔窑全氧燃烧技术、全氧燃烧数学模拟、全氧燃烧能效分析、全氧燃烧条件下的玻璃熔制工艺以及氧气制备技术、浮法玻璃熔窑纯氧辅助燃烧技术等各个方面进行了阐述，以问答形式编写了这本《玻璃熔窑全氧燃烧技术问答》，以便读者快捷地了解其内容。本书作者长期从事玻璃熔窑节能新技术的研究工作，主持完成了多项国家重大节能减排课题的研究，他和他的团队近年来一直兢兢业业地在做全氧燃烧、纯氧助燃方面的研究开发和实践工作，形成的节能减排优秀技术成果，相继应用于国内几十家玻璃生产线上，产生了良好的社会和经济效益，让人感到欣慰和鼓舞。

全氧燃烧技术因其在节能环保、提高质量、增加效益等方面的良好表现，被越来越多的专家、学者所认同，也将成为取代常规空气助燃的更好选择，被誉为玻璃熔窑技术的第二次革命。希望通过本书作者的抛砖引玉，使更多的有识之士投身到玻璃行业节能减排、科技创新的工作中来，为实现美化环境，建设美丽中国而共同努力，为我国玻璃工业赶上世界先进水平而共同奋斗。

秦皇岛玻璃工业研究设计院 副院长



2014年6月18日

前 言

玻璃熔窑的节能降耗一直是业内关注的重大课题，在能源危机和环境保护压力日益加重的今天，玻璃熔窑的综合能耗、产品质量以及排放指标成为企业生存的关键要素。玻璃熔窑燃烧过程中，空气成分中占78%的氮气不参加燃烧反应，且在高温下与氧气反应生成氮氧化物，氮氧化物气体排入大气层极易形成酸雨造成环境污染。玻璃熔窑全氧燃烧技术通过对燃烧过程控制实现了烟气的低氮氧化物排放，是一种低成本的前段治理技术。

本书作者长期从事玻璃熔窑节能新技术的研究工作，主持完成了多项国家重大节能减排课题的研究，技术成果已得到广泛应用。作者将多年研究、实践、搜集和积累的关于玻璃熔窑全氧燃烧方面的研究设计、材料选择、技术装备等技术资料编入本书，内容涉及工艺设计、熔窑结构及模拟、喷枪研制、耐火材料、现场制氧、熔制工艺等全氧燃烧关键技术和装备，力求全面介绍目前全氧燃烧技术的发展水平，并对未来发展方向进行了展望，另外对纯氧助燃和富氧燃烧技术做了介绍。本书是国内第一部全面介绍玻璃熔窑全氧燃烧技术的书籍，内容全面、通俗易懂、图文并茂，观点科学、明确，实用性强，对推动我国全氧燃烧技术的发展具有重要意义。本书可以作为普及全氧燃烧技术的基础教程，同时对企业科学决策、合理设计、正确选择材料和设备、安全操作、培养人才都是很好的参考资料。

本书由赵恩录主编，张文玲、刘志付、何威、陈福、王志平等参加编写。在编写期间得到了很多专家、领导的鼎力支持和帮助，在此谨向他们致以衷心的感谢！

由于全氧燃烧技术正处在全面创新和实践阶段，新技术、新思想

不断出现，同时限于作者水平和时间，本书内容难免存在遗漏和不足之处，敬请业内人士和读者批评指正。

秦皇岛玻璃工业研究设计院 副总工程师

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '李恩东' (Li Endong).

2014年5月

作者简介



赵恩录，教授级高级工程师。1987年毕业于西北轻工业学院硅酸盐工程系，获工学硕士学位，现任秦皇岛玻璃工业研究设计院副总工程师、节能所所长。

作者一直从事玻璃新工艺、节能新技术的研究和应用工作，多年来，先后主持完成了国家科技支撑计划课题“玻璃熔窑全氧燃烧技术的研究”“浮法玻璃熔窑富氧燃烧节能技术研究”“纳米气凝胶技术制备太阳能 TCO 玻璃的研究”“降低氮氧化物的玻璃熔窑增氧梯度助燃成套技术研发”等多项国家重大研究课题以及多项工程设计和技术转让项目。期间获得了 7 项国家专利、2 项建材行业优秀工程设计奖、3 项中国建材技术创新成果奖，1 项部级科学技术进步奖。

作者主持研究开发的“玻璃熔窑全氧燃烧技术装备”及“浮法玻璃熔窑纯氧助燃技术”，是在完成“十一五”国家科技支撑计划“玻璃熔窑全氧燃烧技术研究”课题过程中，形成的节能减排优秀技术成果，相继应用于山东金晶节能玻璃有限公司等几十家玻璃生产线上，产生了良好的社会和经济效益。

作者曾参加编写了《浮法玻璃生产技术与设备》《筑炉工程手册》《颜色玻璃概论》等玻璃专业书籍，并在国家级刊物发表科技论文数十篇。作者兼任中国节能协会玻璃窑炉专业委员会专家组副组长、河北省玻璃窑炉组专家组组长、河北省首批“巨人计划”创新团队成员、国家“科技型中小企业技术创新基金”项目评审专家、国家 863 计划评审专家。



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部
010-68342167

宣传推广
010-68361706

出版咨询
010-68343948

图书销售
010-88386906

设计业务
010-68361706

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

试读结束：需要全本请在线购买：www.ertongbook.com

秦皇岛玻璃工业研究设计院节能技术所

一、简介

秦皇岛玻璃工业研究设计院是目前世界三大浮法技术之一的“中国洛阳浮法工艺技术”的主要发明单位，是中国玻璃行业国家甲级专业研究机构之一。节能技术研究所以是秦皇岛玻璃工业研究设计院的骨干专业研究所之一，具有雄厚的科研和工程技术力量。主要从事玻璃熔窑全氧燃烧、纯氧助燃、在线镀膜的研发、设计、装备制造及工程咨询业务。



二、主营业务

1. 玻璃熔窑全氧燃烧技术

秦皇岛玻璃工业研究设计院主持的国家科技部“十一五”科技支撑计划课题“玻璃熔窑全氧燃烧技术研究”于2010年通过国家科技部组织的专家验收。

“十一五”以来，我院加大了对节能减排技术的研发，取得了显著成效，已经完成了多条全氧燃烧玻璃熔窑的设计和供货任务。

2. 浮法玻璃纯氧助燃技术

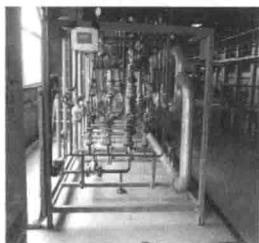
0号氧枪纯氧助燃技术简介

玻璃熔窑增设一对全氧喷枪后，高压热气流对窑体的整体冲刷侵蚀相对减缓，而用于熔化配合料的有效热量显著增加，同时配合料的快速熔化减少了配合料的飞料，从而为延长熔窑使用寿命提供了保证。



氧气底吹纯氧助燃技术简介

氧气底吹梯度助燃技术的特点是在烧枪下方通入一定量的氧气，降低了火焰上部温度，提高了贴近玻璃液面的火焰温度，有效提高了火焰的传热效率。在某600吨/日优质浮法玻璃生产线上实施了0号氧枪及纯氧底吹助燃技术后，达到了节能10%、增产至700吨/日、质量明显提高、 NO_x 减少40%的理想效果。



三、其他

我所拥有多年从事玻璃熔窑设计的成功经验，先后承接了平板玻璃、轻工玻璃熔窑、电熔窑及电辅助加热玻璃熔窑工程咨询、设计和技术服务；承担了数十项工程咨询和可行性研究报告的编写工作。此外我所还拥有玻璃新材料、全氧燃烧以及化学钢化玻璃实验室，可承担委托研究、技术开发等科研工作。

业务联系

联系人：赵恩录

电话：0335-5911522 手机：13903338152

传真：0335-5911522 E-mail: zhaoenlu@vip.163.com

Huaxi 公司简介

成都华西化工研究所股份有限公司是国内气体分离纯化领域内的龙头企业，成立于1987年，主要从事工业气体供气设施的投资、建设与经营管理，以及环保节能技术、气体分离与纯化技术的技术开发、技术转让与技术服务，设备租赁，化工石油工程承包，工程设计等。主要技术和产品包括离子液循环吸收法烧结烟气脱硫技术及成套装置、变压吸附制备工业气体（富氧、氢气、一氧化碳等）技术及成套装置、三偏心金属硬密封蝶阀、低温气流切割系统等。

公司自主开发的“离子液循环吸收法脱除和回收烟气中二氧化硫技术”荣获2010年度四川省环境保护科学技术一等奖和2011年度四川省科技进步二等奖。

变压吸附制氢技术通过了中国石化总公司的鉴定，变压吸附制氧技术通过了原国家石油化工局和原国家冶金工业局的鉴定。

经多年发展，公司已成为可以设计、制造、承建离子液循环吸收法烟气脱硫装置的企业，可以设计、制造、承建超大规模PSA制氧装置的企业，国内可以提供三偏心金属硬密封蝶阀的供应商，可以设计、制造、承建超大规模PSA制氢装置的企业，可以提供低温气流切割加工系统的供应商以及国内大型的制氧专用分子筛供应商。

公司技术和产品已在国内二十多个省市的石化、冶金、化工等行业四百多家企业推广应用，建成投产的装置四百余套，包括国内大型的变压吸附制氢装置（处理量达到 $4.6 \times 10^5 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ）、国内大型的变压吸附制氧装置（ $3.5 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ）。其中变压吸附气体分离成套装置已实现出口。先后被国家多个部委授予“电子技术改造传统产业奖”、“技术市场金桥奖”和“星火科技示范企业”等称号，并多次被省市授予优秀科技企业称号，连续多年被评为AAA级资信企业。

公司的发展目标为力争在五年内成为国内节能环保领域内集研发、设计、制造和系统集成于一体的具备较大规模、领先技术、最佳效益的综合服务商。

Huaxi 主营业务

节能减排技术及成套装置

- 离子液循环吸收法脱除和回收烟气二氧化硫成套技术及装置
- 大型变压吸附（VPSA）制富氧成套技术及装置

气体分离纯化技术及成套装置

- 变压吸附制氢成套技术及装置
- 变压吸附脱碳成套技术及装置
- 其他气体分离成套技术及装置

工程配套产品的研发、生产

- 专用分子筛（制氢、制氧）
- 专用程控阀门
- 催化剂（甲醇、甲烷、天然气）

Huaxi 典型客户



Huaxi 工程图片



Huaxi 营销策略

- 工程承包建设
- 装置租赁
- 融资租赁



天津新世纪耐火材料有限公司

TNCR公司简介

天津新世纪耐火材料有限公司由戴永善博士于2003年3月创立。公司自创立至今，业务已涵盖玻璃、钢铁、有色、化工、节能环保等多种工业所需耐火及保温材料的生产和销售。公司总部和商务运营中心位于天津，下设辽宁海城、江苏新沂、河南巩义三个生产基地，根据客户的不同需求提供多种窑炉全程解决方案。我们将美国先进的管理理念和国内强大的生产能力融会贯通，集耐火材料研发、设计、生产、销售及服务于一体，为国内外客户提供优质的耐火、保温产品和专业的技术支持。

产品一 Emisshield高发射率节能喷涂料



Emisshield高发射率涂料是基于人工合成的无机材料，工作原理是将热量吸收并将该热量发射到低温物体。玻璃窑用耐火材料的发射率一般在0.4~0.6，当窑炉内衬材料涂上Emisshield以后，提高了内衬表面的发射率，更多的热量被吸收之后再发射回窑炉内部低温物质（玻璃液、原料），减少热量的损失，从而提高了热量的利用率。

截止2014年7月，Emisshield高发射率节能喷涂料已经在全世界70多座窑炉上得到应用，节能效果高达6%~15%，获得客户的认可和好评。

产品二 VEGA玻璃窑用优质硅砖



VEGA硅砖由美国Harbison-Walker公司授权TNCR生产，采用VEGA技术工艺，液压机成型，梭式窑烧成，生产出的玻璃窑用优质硅砖具有“一小一高两低”的特点，即尺寸公差小，熔融指数低，残余石英低，荷软温度高。

VEGA硅砖已获得PPG、SORG、凯盛、Pilkington、CORNING、Libbey、泰山玻纤等国际顶尖玻璃窑设计公司 and 玻璃企业的认可，专门用于玻璃窑大碓。

产品三 玻璃窑热修用零膨胀硅砖



在高温条件下，零膨胀硅砖具有抗热震性、体积稳定性、强度高及气孔率低等优良性能，广泛用于焦炉、玻璃窑大碓及蓄热室的热态维修。零膨胀硅砖已获得美国FOSBEL、旗滨、苏华达、振华玻璃、华尔润、中国玻璃等认可应用。

产品四 莫来石轻质保温砖



根据客户的不同需求生产多个系列的轻质莫来石保温砖及保温浇注料，分类温度范围从1100℃到1650℃，每一系列的产品用料配比都经过特别设计以满足不同的热工和物理性能的要求。

产品五 保温喷涂材料（INSPRAY系列）



INSPRAY系列作为良好的保温涂层，广泛应用于各种玻璃熔窑的外墙。INSPRAY系列产品为您提供的不仅是出色的保温和密封性能，还有显著的节能环保效果。

销售热线：022-85589029

公司网址：www.tncrltd.com

传真：022-85589023

邮箱：sales@tncrltd.com

天津新世纪耐火材料有限公司
地址：天津市河西区马场道59号
国际经济贸易中心A座1207



中国区合作伙伴



30多年历史的专业杂志

拥有众多的忠实读者

《建筑玻璃与工业玻璃》杂志是由建筑材料工业技术情报研究所负责编辑、出版和发行，是中国建筑玻璃与工业玻璃协会会刊。

《建筑玻璃与工业玻璃》及时、准确地报道浮法玻璃，钢化玻璃，夹层玻璃，中空玻璃，镀膜玻璃，装饰装修玻璃，玻璃马赛克，石英玻璃等品种玻璃和玻璃工业用耐火材料，玻璃机械设备及相关行业的国家方针政策，科研发展水平及新动向，新工艺，新产品，新设备，新测试方法，产品质量监督检验情况，技术经济和市场统计信息，国内外市场贸易动向，国外生产技术和科研成果，以及各种有关玻璃专业的会展、会议活动，各企业单位的生产经营活动和管理经验等。

此刊的特点：专业性强，内容全面，信息丰富，数据权威，发行量大。希望您借助这个平台，切磋技艺，展示产品。

《建筑玻璃与工业玻璃》每期约为9万字，全年12期。

《建筑玻璃与工业玻璃》杂志配套的网络媒体“玻璃工业网”（www.chinaglassnet.com）。

- 报道国家产业政策
- 展示前沿科技成果
- 追踪业界焦点热点
- 紧扣行业市场脉搏
- 架设信息流通桥梁

它是事业的助手，是您独具慧眼的选择

《建筑玻璃与工业玻璃》（月刊）

Architectural Glass And Functional Glass



中国太平
CHINA TAIPING

WWW.CNTAIPING.COM

杜鑫瑞

致力于中国企业家财富安全、资产传承、合理节税的理财顾问



百萬專享
MILLIONS OF EXCLUSIVE

没有物质的保障，所有的爱都是苍白的。
——杜鑫瑞

太平人寿保险有限公司北京分公司
TAIPING LIFE INSURANCE CO., LTD. BEIJING BRANCH
北京市海淀区西直门北大街52号太平金融大厦5层
电话: 13911579506/13811672057/
15699931089 (助理)
邮箱: duxinrui@vip.126.com 传真: 82299664
邮政编码: 100082 公司网站: www.tplife.com

目 录

第一章 概论	1
1. 我国平板玻璃的发展现状如何?	1
2. 当前, 平板玻璃工业的机遇与挑战有哪些?	2
3. 我国浮法玻璃工艺技术经历了怎样的发展历程?	4
4. 我国太阳能电池基板玻璃的发展现状如何?	8
5. 玻璃熔窑余热发电技术的发展和现状如何?	12
6. 我国玻璃工业能耗现状是怎样的?	15
7. 我国玻璃窑炉热效率是怎样的?	18
8. 目前采用的降低玻璃熔窑燃料消耗的技术有哪些?	19
9. 平板玻璃行业节能减排的研发和创新重点有哪些?	19
10. 什么是全氧燃烧技术?	21
11. 什么是纯氧助燃技术?	22
12. 什么是富氧燃烧技术?	23
13. 全氧燃烧技术有哪些主要优点?	24
14. 全氧燃烧技术在国内外的发展现状怎样?	25
15. 我国浮法玻璃全氧燃烧技术的发展现状如何?	26
16. 为什么说全氧燃烧技术是玻璃行业实现节能减排的必由之路?	31
17. 平板玻璃熔窑实施全氧燃烧技术改造还需要进行哪些技术创新?	32
18. 全氧燃烧技术与脱硫脱硝除尘一体化技术在减排方面的经济技术 指标比较?	35
19. 全氧燃烧玻璃窑用新型耐火材料的研制情况如何?	36
20. 全氧燃烧技术的市场前景如何?	37
21. 未来的经济预测和社会效益如何?	38
第二章 玻璃熔窑全氧燃烧技术	40
1. 全氧燃烧技术的基本原理是什么?	40
2. 甲烷的燃烧反应是怎样进行的?	40