

7G15
Z666

当代热处理技术与 工艺装备精品集

中国热处理行业协会
机械工业技术交易中心 编



A0963622



机械工业出版社

本书精选了国内外知名热处理学者专家对当代热处理技术装备现状及发展趋势和前景预测的论述,选编了当代热处理领域技术经济效益显著、市场前景广阔及具有方向性的新技术、新产品、新工艺、新材料,介绍了国内外热处理优质产品及设备的性能、特点与应用等,还纳入了我国现行的热处理标准和航空热处理标准目录。

本书内容科学先进,丰富翔实,对热处理行业的领导、科技工作者和营销及管理人员等了解国内外热处理水平和发展趋势,制定产品生产发展规划,开拓市场,进行技术改造和选定产品,有较大的参考价值,也是院校和科研院所从事热处理教学研究开发工作十分有用的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

当代热处理技术与工艺装备精品集/中国热处理行业协会,机械工业技术交易中心编. —北京:机械工业出版社,2002.3

ISBN 7-111-09469-7

I. 当... II. ①中... ②机... III. ①热处理—工艺②热处理设备 IV. TG215

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 004546 号

京工商广临字 200101043 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李苏华 版式设计:申子善

封面设计:姚毅 责任校对:张凌云

北京林业大学印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 3 月第 1 版·2002 年 3 月第 1 次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·17.125 印张·20 插页·594 千字

印数:0 001—2 000 册

ISBN 7-111-09469-7/TG·1501·定价:66.00 元

前 言

2001年11月10日，我国推开了WTO的大门。在新的世纪里，我国经济与世界经济将会在更大范围、更深程度上融合起来。热处理行业也将面临更严峻的挑战与广阔发展机遇并存的形势。充分利用机遇和大好的形势，大力发挥国内的优势，认真总结和推广应用精密热处理、清洁热处理、节能热处理、少无氧化热处理等先进热处理生产技术；加快对国外引进的先进技术与装备及管理经验的国产化，迅速提高我国热处理的整体水平，是我国热处理行业立足国内外市场并获得稳固发展的十分迫切和重要的任务。

热处理是提高机械产品的性能和可靠性及服役寿命的重要基础工艺。热处理技术的先进程度是保证机械制造技术先进与否和保证产品质量的关键因素之一。进入21世纪，热处理的技术改造显得格外迫切，而且难度大、涉及面广。中国热处理行业协会为推进热处理行业的技术进步，迎接挑战，着力组织知名专家、学者和有成就、有远见卓识的厂长经理及工程技术人员总结、介绍热处理最新技术、产品和成果，编辑出版《当代热处理技术与工艺装备精品集》，这些文章及所介绍的技术和装备都是经精选的精品，代表了我国的发展趋势和前进方向。我们相信读者一定能从中获取有益的东西，用于生产，产生大的实际应用效果和技术经济效益。

在新世纪之初，我们把此书献给广大同行和读者，旨在和全国热处理行业工作者共同为我国热处理行业的

发展和兴旺作出贡献。

由于条件和时间所限，还有许多好文章、好成果未能入登，错误也在所难免，敬请各界谅解，并提出宝贵建议。

编 者

2002年3月

当代热处理技术与工艺装备精品集

编辑委员会

主	任	孙大涌	樊东黎		
副	主	任	武兵书	佟晓辉	王文斌 谢 飞
			石冶平	朱文明	
委	员		王文斌	王在宣	王志华 王社民
			王金竹	王德文	孙大涌 许 斌
			朱文明	刘西鹰	佟晓辉 吴光治
			何雪娟	武兵书	张寿坤 谢 飞
			程晓农	盛炫明	樊东黎
主	编		王德文	王志华	
副	主	编	吴光治	李苏华	刘 雯 张星明
责	任	编	李苏华		
任	任	编	申子善	葛京京	吴 纯 丁庆元
编		辑	蔡 镇	张凌云	李苏华

前言

编辑委员会

目 录

第一部分 热处理技术与工艺装备发展总论

热处理行业的可持续发展	中国热处理行业协会	孙大涌 (3)
先进热处理生产技术的重点发展领域	北京机电研究所	樊东黎 (9)
论我国热处理能源结构改变的必要性	中国热处理行业协会	樊东黎 (20)
表面工程与再制造工程	装甲兵工程学院	徐滨士 (41)
先进制造技术中的热处理	上海交通大学	潘健生 (50)
热处理技术的发展与动向	易普森工业国际 Bernd Edenhofer 易普森工业炉 (上海) 有限公司	陈水明 (54)
我国材料科学中高技术发展现状与趋势	江苏理工大学材料科学与工程学院	程晓农 (64)
无机抗菌功能材料的发展与应用 ...	福建省冶金工业研究所	刘 磊 (72)
我国汽车工业先进的热处理技术与装备	一汽热处理厂 谢 飞	王在宣 (79)
我国热处理领域计算机技术的应用	北京机电研究所 黑龙江佳木斯广播电视大学	阎承沛 于 波 (84)
我国工业炉能源技术的现状和燃气加热热处理技术发展前景	南京摄山电炉总厂	吴光治 (91)
高温空气燃烧技术天然气燃气热处理技术及设备开发	北京机电研究所 闫承沛	樊东黎 (97)
我国真空热处理技术的发展	北京机电研究所 黑龙江佳木斯广播电视大学	阎承沛 于 波 (106)
航空热处理技术改造	北京航空材料研究院 王广生	张善庆 (114)

热处理中、高温盐浴的发展概况	山东大学	孙希泰 (120)
我国淬火油和淬火介质的现状与展望		
.....	天津市热处理研究所	曾广益 (125)
21 世纪热处理淬火介质展望	好富顿公司	陈春怀 (134)
感应热处理技术的发展	升华感应加热有限公司	沈庆通 (141)
沉积超硬涂层技术的新进展		
.....	北京联合大学机械工程学院	王福贞 (147)
钢表面离子束类金刚石膜涂层改性技术		
.....	湖南大学材料科学与工程学院	周灵平 李绍禄 (155)

第二部分 科研成果和新技术、新产品、 新工艺、新材料的发展应用

一、热处理工艺装备

真空炉内强制对流加热及连续高压气冷技术		
.....	北京机电研究所	周有臣 戴芳 方燕
	河北宣化钢铁公司机械厂	邢垣 (163)
智能型可控气氛密封多用炉	盐城丰东热处理有限公司	向建华 (168)
环保节能预抽真空 SPERIA 系列密封多用炉		
.....	盐城丰东热处理有限公司	向建华 季祥 (170)
先进的 UNICASE 系列密封多用炉		
.....	盐城丰东热处理有限公司	向建华 季祥 (174)
热处理网带炉技术发展与市场预测		
.....	上海迦南电热机械有限公司	张炎 (176)
真空清洗机	盐城丰东热处理有限公司	孙炳超 朱文明 (181)
网带连续式气体渗碳炉机组		
.....	盐城丰东热处理有限公司	孙炳超 田禾 王干章 王勇 (187)
箱式气体氮碳共渗炉的特点及在曲轴上的应用		
.....	盐城丰东热处理有限公司	孙炳超 施海云 李强 夏晓宇 (193)
大功率电子管式感应加热设备	保定红星高频设备有限公司	(199)
高强度钢丝调质自动生产线	保定红星高频设备有限公司	(202)
辊底式钢板热处理生产线		
.....	北京机电研究所	王占军 刘雯 夏青 姚燕 (209)

密封箱式多用炉	天津丰东热处理设备有限公司	梁玉平 (212)
新型曲轴旋转淬火机床		
..... 一拖集团有限公司工艺材料研究所	蒋晓云 于红侠	张实地 (215)
辊底式油电复合加热快速等温球化连续退火炉及其工艺		
..... 杭州金舟电炉有限公司	於文德	范本龙 (219)
全密封网带式连续渗碳炉		
..... 浙江瑞安巨丰热处理厂	虞金安 虞君清	罗·山 (225)
热处理加热设备的技术改造与更新		
..... 北京福润达耐热材料有限公司	京鲁节能设备厂	(233)
中小型冷轧薄不锈钢带光亮退火炉的研制与提高		
..... 佛山市兆科工业炉有限公司	张其良	黄明生 (240)
大型双排渗碳自动生产线		
..... 第一汽车集团有限公司热处理厂	王在宣	(245)
Degerfors 的辊底式热处理炉		
..... 瑞典 Degerfors 厂 R. Johansson C. Wilters		
	上海辉恩机电有限公司	何雪娟译 (246)

二、材料及热处理技术

金属爆炸复合材料的热处理技术		
..... 广东省鹤山市新技术应用研究所	郑远谋	(250)
高效节能退火新工艺	包头钢铁学院	刘宗昌
	抚顺特殊钢有限责任公司	孙久红 (258)
高压电解电容器用电子铝箔退火技术的应用		
..... 北京科技大学	毛卫民	(262)
氮基气氛热处理的氮气气源	南京摄山电炉总厂	吴光治
	上海精华机电新技术研究所	陈志远 (268)
氮气在热处理气氛中的作用	温州瑞气空分设备有限公司	(276)
钢轨全长淬火技术	铁道部科学研究院金化所	周清跃 (278)
空心玻璃砖模具用材料	淮海工学院	李化强 乔 斌 (286)
摆辗模具材料及热处理工艺的优选	郑州机械研究所	顾 敏 (291)
4Cr5MoSiV1 钢的真空热处理及气体氮碳共渗技术		
	盘起工业 (大连) 有限公司	任慧远
..... 李国臣 孙德强	王建璞	(297)

矿用高强韧性扁平接链环的特殊热处理工艺

..... 中国巨力集团 张 垣 (301)

热处理盐浴添加剂

..... 山东大学 孙希泰 李木森 张晓玲 崔建军 刘如伟 (306)

三、表面改性工程技术

感应加热的发展现状与展望 北京机电研究所 易汉平 (316)

感应加热电源的最新发展

..... 电力电子应用技术国家工程研究中心 陈辉明 (320)

多感应器工件温度失衡性及其改进技术

..... 浙江大学机械与能源工程学院 杜锦才 (323)

IGBT 超音频感应加热电源 保定红星高频设备有限公司 (329)

高频功率的闭环控制系统 保定红星高频设备有限公司 (334)

QPQ 盐浴复合处理技术 成都工具研究所 李惠友 罗德福 (340)

离子渗氮技术应用进展

..... 北京莫泊特离子金属热处理技术有限公司 高仰之 刘英祺 (363)

以铁素体状态为主的机械能助渗化学热处理

..... 山东大学 孙希泰 肖丽美 (373)

高碳钢的低温盐浴渗铬技术

..... 华南理工大学机电系 伍翠兰 邹敢锋 袁叔贵 (378)

四、冷却技术

淬火介质冷却性能测控技术的进展 郑州机械研究所 陈志宏

· 郑州市科慧科技发展有限公司 吴季恂 (381)

淬火介质冷却性能的测定 天津市热处理研究所 曾广益

天津市傲蓝石化有限公司 刘卫民 (398)

淬火介质冷却曲线的判读和评价

..... 天津市热处理研究所 曾广益 (406)

淬火介质冷却性能测试软件系统

..... 武汉理工大学 胡志东 鲍晓莉 (412)

水、油等淬火介质淬硬能力的数值评价方法

..... 天津市热处理研究所 曾广益 (418)

聚合物淬火介质的应用技术 成都工具研究所 雷仲眉 水 洪 (424)

节水、环保、经济型油槽循环冷却系统		
.....	大连重工集团有限公司重型热处理厂	林燕香
	单文强	曲美萍 (434)
淬火油和有机淬火介质的正确选用技术		
.....	天津市热处理研究所	曾广益 (439)
淬火油添加剂	天津市热处理研究所	曾广益 (445)
从冷却特性选用淬火介质	北京华立精细化工公司	张克俭 (451)
淬火变形的硬度差异法	北京华立精细化工分厂	张克俭 (460)
PAG 淬火液的使用特性及技术措施		
.....	北京华立精细化工公司	张克俭 (479)
水溶性淬火介质在标准件热处理中的应用与展望		
.....	常熟英沪国际标准紧固件有限公司	何筱龙 (485)

五、质量管理与保证体系

贯彻 ISO 9000 系列标准应对 21 世纪挑战		
.....	中国热处理行业协会质量认证咨询部	周成龙 (491)
热处理全面质量控制	北京航空材料研究院	王广生 (497)
热作模具钢选材用材专家系统的研究		
.....	北京机电研究所	李平安 楮作明 刘 航
	杜增云 周永松	范广宏 (513)
热处理用新型温度传感器及应用技术		
.....	东北大学	王魁汉 刘 波
	瓦房店轴承厂	付忠林
	东大三建	王柏忠 (517)
DCS 热处理炉群集散控制系统		
.....	莱芜钢铁集团有限公司技术中心	李凡东 陈 鹏 (522)
金属热处理中人工神经网络的应用		
.....	南京理工大学材料科学与工程系	樊新民 (527)

附录 热处理技术标准目录

1. 我国现行的热处理标准目录	(532)
2. 我国现行的航空热处理标准目录	(534)

第 一 部 分

热处理技术与工艺装备 发展总论

热处理行业的可持续发展

中国热处理行业协会 孙大涌

1 发展与可持续发展

20 世纪 80 年代开始,在国际会议上逐渐提出了可持续发展的命题。1987 年世界环境和发展委员会在《我们共同的未来》报告中对可持续发展的表述是:“既满足当代人的需要,又不致损害子孙后代满足其需要之能力的发展”。实际上,国际上对可持续发展的表述方式有几十种之多。这种情况,既说明了国际社会已认识到这个问题的严重性,同时也说明了这个问题的复杂性。各国国情不同,人们关心的热点和涉及的重点也会有所不同。1994 年 5 月,中国政府正式颁布的《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》中第二章中国可持续发展的战略与对策导言中有这样一段话,“对于像中国这样的发展中国家,可持续发展的前提是发展。为满足全体人民的基本需求和日益增长的物质文化需要,必须保持较快的增长速度,并逐步改善发展的质量,这是满足目前和未来中国人民需要和增强综合国力的一个主要途径”。“在经济快速发展的同时,必须做到自然资源的合理开发利用与保护和环境保护相协调,即逐步走上可持续发展的轨道上来”。

对一个行业来说,在保持较快增长速度的同时,要改善发展质量,走可持续发展的道路,就必须既要处理好发展与效益、发展与创新的关系,又要处理好发展与资源、发展与环境、发展与队伍的关系。

决不能走只重视产量、产值而忽视质量和市场需求、不管经济效益和社会效益、只靠投入、外延扩大生产而不注意技术进步、技术创新的粗放式发展道路。不能只看重于眼前的“发展”,而在技术上完全受制于人,市场逐步被他人占领,逐步成为跨国公司的装配基地、知识阶层和劳动力的供应基地,否则,何谈可持续发展?

许多资源是不可能再生的,破坏环境必然使人类受到大自然的惩罚,影响当代及子孙后代的发展。对发展中国家来说,一般情况是技术比较落后,但也决不能用浪费资源和破坏环境来换取一时的“发展”。必须放弃先污染后治理的老路,逐步采用清洁生产和先进制造技术,合理和节约使用能源,减少和清除对环境的污染,逐步走上既满足当代人发展需要又满足子孙后代

发展所需要的资源基础和生态环境这样一条可持续发展的道路。

一支既精悍又高素质的职工队伍是保证行业快速发展、稳定走上可持续发展道路的基础和根本。

总之，可持续发展和发展是关系非常密切的一个问题的两个侧面。对于一个发展中国家来说，更不能忘掉可持续发展的前提是发展。对于一个行业来说，可持续发展不仅涉及资源问题和环境问题，更是涉及发展质量、发展道路问题。可持续发展是我国发展战略，必须用它来指导全社会、全行业发展。

2 热处理行业发展的挑战和机遇

2.1 热处理行业对机械工业发展至关重要

机械工业是国民经济的装备工业，它的地位决定了其担负的历史使命和在国民经济中不可替代的重要作用。尤其像中国这样一个工业化任务远没有完成的发展中国家，机械工业更是国民经济的支柱产业，是国民经济发展中可靠依托和坚实基础。

改革开放以来，我国机械工业得到了重大发展，有目共睹。但是，把我国机械工业纳入日新月异的世界机械制造业的发展来观察，与国民经济发展对机械工业的要求来衡量，应该看到存在着很大差距和面临严峻的挑战。

突出表现之一是我国机械产品市场占有率低。尽管自 1989 年以来，我国机械产品出口值每年以两位数字快速增长，到 1997 年，出口额已达到 363.8 亿美元，取得了不小成绩，但在世界机械产品出口贸易总额中仅占 2%。在国内，国产机械产品市场占有率从改革开放初期的 90% 左右逐年下降。近几年，由于宏观上加强了调控，企业加强了市场调研和内部管理以及技术进步措施，市场占有率有一定回升。1997 年，从机械工业全行业来说，约为 70% 左右，从原机械工业部系统来说，约为 55% 左右，最突出的机床行业，约为 47% 左右。

在市场经济体制下，产品市场占有率是企业各项水平的综合反映。既反映企业对市场需求的反映能力，企业的技术后劲，也直接反映产品的水平、质量、价格。以及企业的管理、服务等。是企业在激烈的市场竞争中能否站住脚，能否发展壮大的最重要的标志。但是，从当前来说，在诸多因素中最突出的是产品质量不高和质量不稳定。这已成为制约机械工业发展的最关键的问题之一。1997 年原机械工业部提出要打三大战役，其中一个战役就是质量翻身仗。当然影响产品质量的因素很多，但是，不能不承认热处理是一道

十分重要的工序。

众所周知，热处理不改变零件形状，就使零件在一定工况下具有要求的性能和较长的寿命。前几年，有一句形象的话，“搞好热处理，零件一顶几”。同样，搞不好，可能零件几顶一，甚至一票否决，前功尽弃。因此，热处理有责任尽力来达到产品要求的性能和可靠性，从而在提高机械工业市场竞争力方面起到重要的作用。

机械工业的另一个重大差距突出反映在制造过程和部分产品能耗高，污染产生。

机械产品在制造过程中消耗了大量能源。据 1996 年统计，机械工业企业能耗总量占当年工业企业能耗总量的 6.07%，而制造过程中金属热加工工艺（铸造、锻造、焊接、热处理、表面处理等）的耗能约占整个机械企业能耗的 70% 以上。金属热加工工艺既是耗能大户，又是废弃物排放大户，对环境造成很大污染，热处理在耗能和排污方面也占了相当的比例。因此，热处理在这方面也有大量工作要做。

2.2 挑战和机遇

机械工业的发展对热处理行业提出了新的要求，尤其在加入 WTO 后，要求更高，市场竞争更加激烈，热处理行业的现状还很不适应进一步发展的要求。面临的问题和挑战大致可归纳为以下几个方面。

在体制、认识方面：由于计划经济体制的影响，企业对产品质量的重视程度还不够，“大而全”、“小而全”、“重冷轻热”的状况还在相当程度上存在着。不少国有企业的热处理厂、点的生产不饱满，设备利用率低，生产成本低，能耗大。多数热处理专业厂由于体制及其他原因，运作困难，技改资金更无来源。不少地区企业转制步伐不快，职工生产积极性受到一定影响。

在技术、管理方面：除部分大中型骨干企业和国防企业的热处理厂、点外，大量中小企业的热处理设备老化，技术比较落后，主要工业城市热处理厂、点的少无氧化加热比重仅为 30% 左右，管理相对落后，自动化程度较低，因而热处理零件质量不够稳定。加入 WTO 后，竞争更加激烈，差距更加明显。我国企业对国外有关标准和要求也不够熟悉，竞争将处于相当不利的境地。

在装备和工艺材料制造方面：除少数骨干制造厂和实力较强的科研单位外，多数热处理装备制造厂技术力量相对较弱，工艺材料厂的力量更弱。目前，不少国外实力较强的装备制造厂和工艺材料厂已在国内设厂生产国际著名品牌产品。加入 WTO 后，这个势头将更加强劲。

在耗能、污染方面：多年来，国内企业采用了多种措施，行业热处理平均耗电量已有一定下降。目前，主要工业城市热处理厂、点的能耗大约在 $700\text{kW}\cdot\text{h/t}$ 左右，而国外工业发达国家热处理能耗约为 $300\sim 450\text{kW}\cdot\text{h/t}$ ，仍有很大差距。多年来，在减污问题上也采取了不少措施，但效果并不显著。包括有害气体、粉尘、噪声、电磁辐射以及对水的污染仍较严重，尤其是乡镇、城郊的厂、点，甚至不对污染进行处理就直接对外排放。由于没有很好调查统计，具体数据很难确切，这里就不列了。

在职工队伍素质方面：像机械工业中其他热加工工种一样，由于种种原因，热处理企业技术工人和技术人员都出现青黄不接的现象。由于劳动条件差，热处理行业的情况更为突出。近几年，热处理新技术发展很快，即使工作多年的技术骨干，也迫切需要再学习。热处理管理一直相对比较落后，尤其对市场经济体制下先进的管理方法感到陌生，企业各级管理干部也迫切需要及时充实提高。

在看到问题和挑战的同时，也必须看到新形势对热处理行业发展带来极为有利的机遇。

在市场经济体完全建立和逐步完善的情况下，特别加入 WTO 后，企业为了生存和发展，必然会加快改革步伐，更加重视产品质量，重视热处理工序，同时也会大大有利于加快专业化步伐。

国家加强对机械工业和基础工业的技改力度，并采取一系列支持国内制造业的政策和措施，在这种情况下，对热处理行业来说，不仅提出了更高要求，也为更快发展国产先进热处理装备和工艺材料提供了极好的有利条件。

进一步对外开放，尤其是加入 WTO 后，有利于更快引进国外先进热处理技术、装备、工艺材料、标准、管理方法、将会促使我国热处理企业更快和国际接轨。

当然，要把压力变成动力，把机遇变成现实，必须通过我们自己的辛勤努力，否则，将会处于更加困难的境地。

3 热处理行业可持续发展的几点思考

一个行业的可持续发展是一个很复杂的问题，尤其像热处理行业这样一个作为中间工序的行业，受机械工业和上下工序以及关联度较大的材料工业、能源工业等发展影响很大。下面我就与热处理行业本身直接有关的几个问题说一些看法。

3.1 深化改革，加强管理，充分发挥专业化生产的优越性

深化行业改革，加快企业转制，结合行业特点，改善企业所有制结构，进一步调动职工积极性。

根据市场需求和行业发展趋势，尽早主动调整企业技术结构、产品结构和人才结构，学习和引入先进管理方法，及早贯彻 ISO 9000 质量保证体系、ISO 14000 环境管理体系和国家有关行业标准，逐步形成具有我国特色的热处理企业先进管理模式，把我国热处理企业管理水平提到一个新的高度。

充分发挥专业化生产的优越性。专业热处理厂要结合自身优势和地区机械工业发展要求，及早作出必要的调整 and 进行必要的技改，按照“有所为，有所不为”的原则，使企业逐步办成在某个方面或某几个方面具有明显技术特色的高水平的专业化厂。主机厂内的热处理厂、点，也要结合主机要求，办成具有一定特色，同时增强为其他企业服务的能力。针对目前一些大型主机厂内热处理厂、点任务不足，不少先进热处理装备任务严重不足的情况，可考虑按地区组织虚拟热处理中心，以充分发挥这些先进热处理设备的作用。

3.2 积极推广和开发清洁热处理、低耗热处理和精确热处理等先进热处理技术，切实把我国热处理企业生产水平大大提高一步

清洁热处理的概念来源于清洁生产。1990 年联合国环境规划署正式推出清洁生产计划，并将清洁生产定义为：清洁生产是将综合预防的环境战略，持续应用于生产过程和产品中，以便减少对人类和环境的风险。对于生产过程而言，清洁生产渗透到从原材料投入到产出成品的全过程。对于产品而言，清洁生产覆盖构成产品整个生命周期的各个阶段，从产品设计开始，一直到产品报废为止。清洁生产技术主要包括“源削减”和“物料循环回用”两部分。

可以看出：传统的环保模式将重点放在污染物的“末端”控制和废物处理上，而清洁生产着眼于“源头”，着重于“全过程控制”。通过实现清洁生产，不仅可以减少甚至消除污染物的排放，而且可以提高资源利用效率，因而这是转变增长方式的要求，也是实现可持续发展战略的必由之路。

当前已较成熟的清洁热处理如：可控气氛热处理、真空热处理、感应热处理、离子热处理、激光热处理、少无污染的冷却技术和清洗技术等应该积极推广，并在实际应用中加以提高和开发出新的先进的清洁热处理和技术。

改革开放以来，不少降低能耗的热处理技术和管理方法得到了推广，取得了一定的效果，应该继续推广和提高外，也应该注意到，近来，我国天然