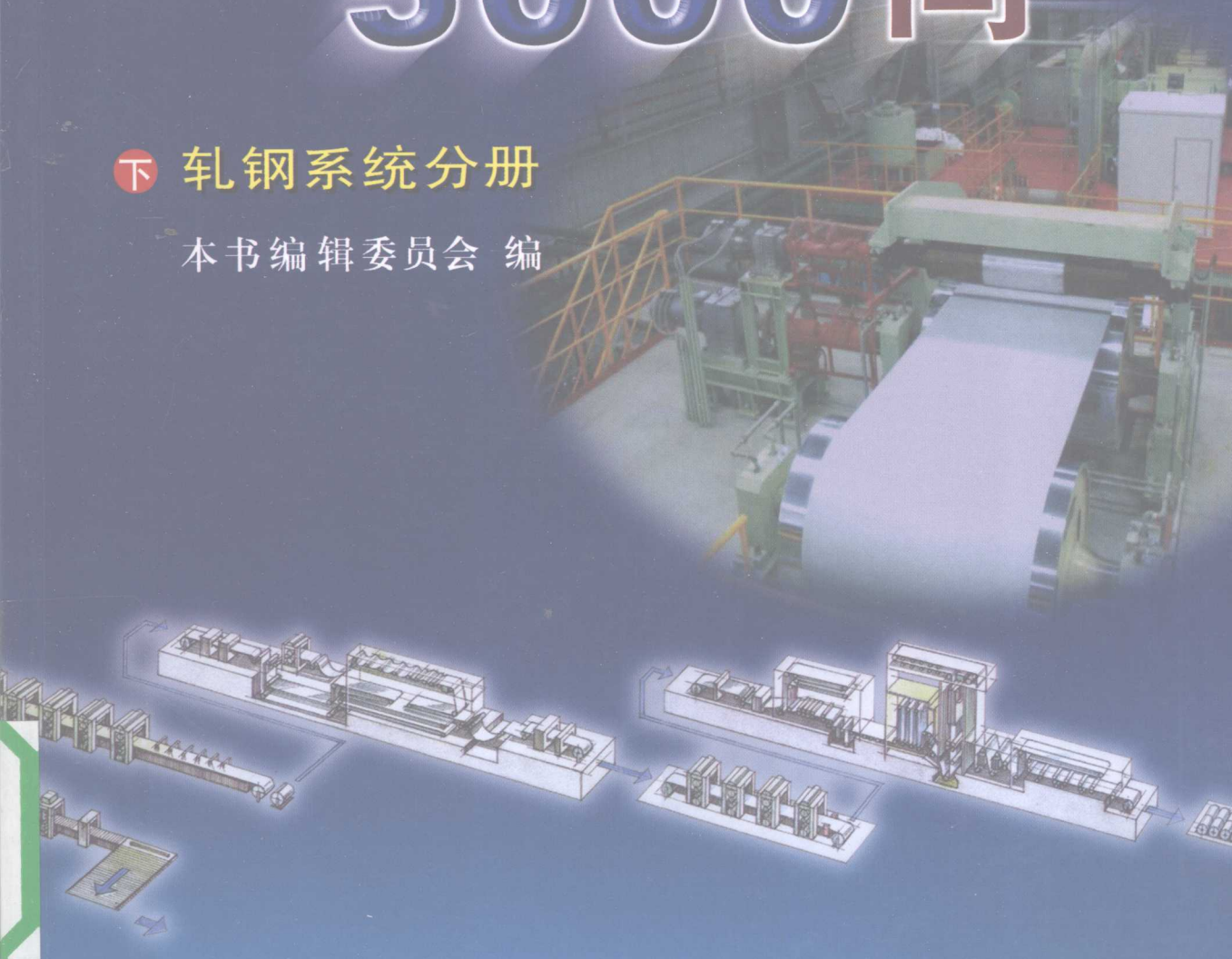


冶金科学技术普及读物
现代钢铁流程

钢铁工业节能减排新技术 5000问

下 轧钢系统分册

本书编辑委员会 编



中国科学技术出版社

内 容 提 要

本书共分为上、中、下三册。下册:“轧钢系统分册”,共17章,1719问,70余万字。本分册分为上、中、下3篇。上篇为轧前系统节能。包括:第三十九章 连铸坯热送热装,第四十章 加热炉节能。中篇为轧制工艺技术暨设备节能。包括:第四十一章 高效轧制与节能,第四十二章 薄板坯连铸连轧,第四十三章 轧钢导卫及穿水冷却,第四十四章 轧制工艺润滑,第四十五章 BK型轧机轴承,第四十六章 变压器节能,第四十七 电机系统节能,第四十八章 变频器节能,第四十九章 轧机传动交流调速。下篇为轧钢系统减排。包括:第五十章 轧钢喷嘴应用与高压水射流技术,第五十一章 热轧废水处理与回用技术,第五十二章 冷轧废水处理与回用技术,第五十三章 综合污(废)水处理与回用技术,第五十四章 板卷钢材表面处理新技术,第五十五章 冷轧板带防护防锈包装技术。本书可作为轧钢系统生产操作者自学或培训的教材,亦可供从事轧钢系统节能减排技术工作的科技人员和管理人员参考,还可供大、中专院校轧钢、能源、环保专业的学生参考,又可供为轧钢系统节能减排提供设备、配件及技术服务的供方企业营销与技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢铁工业节能减排新技术 5000 问/本书编辑委员会 编,

北京:中国科学技术出版社,2009.7

ISBN 978-7-5046-5462-5

I. 钢... II. 本... III. 钢铁工业-节能-新技术-问答 IV. TF4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 096147 号

从 2006 年 4 月起,本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。
版权所有,盗版必究

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京北方印刷厂印刷

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:87 字数:2200 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定价:225.00 元(全三册)

ISBN 978-7-5046-5462-5 / TF·23

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

《钢铁工业节能减排新技术 5000 问》(下册)

编辑委员会名单

主 编(排名不分先后)

唐 荻	博士、教授、博士研究生导师 高效轧制国家工程研究中心主任, 北京科技大学冶金工程研究院院长	主任, 东北大学热能与环境工程研究所所长, 国家环境保护生态工业重点实验室主任, 中国金属学会能源与热工学会理事长
蔡九菊	教授、博士研究生导师 东北大学热能工程系	吴道洪 博士 北京神雾热能技术有限公司董事长

副主编(排名不分先后)

姜起华	研究员 中国钢铁工业协会副秘书长, 中国冶金报社社长	赵爱民 博士、教授、博士研究生导师 北京科技大学、高效轧制国家工程研究中心
李平凡	教授级高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司董事长、总经理	孙蔚泉 博士、教授 北京科技大学、高效轧制国家工程研究中心
李崇坚	中国钢研科技集团有限公司冶金自动化研究院设计院总工程师	赵征志 博士、助理研究员 北京科技大学、高效轧制国家工程研究中心
李德刚	教授级高级工程师 包头钢铁(集团)有限责任公司总工程师兼包钢薄板坯连铸连轧厂厂长	杨雪梅 硕士 北京科技大学、高效轧制国家工程研究中心
张如斌	教授级高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司北京技术研究院首席研究员	牛 枫 硕士 北京科技大学、高效轧制国家工程研究中心
余志祥	教授级高级工程师 武汉钢铁股份有限公司副总工程师	许望炎 硕士 北京科技大学、高效轧制国家工程研究中心
王汝芳	北京神雾热能技术有限公司执行总裁	齐长发 教授级高级工程师 河北钢铁集团唐山钢铁公司技术中心副主任
谢善清	北京神雾热能技术有限公司总工程师	杨静波 高级工程师 河北钢铁集团唐山钢铁公司科学技术协会秘书长
陈冠军	高级工程师 首钢技术研究院钢铁研究所	王春平 高级工程师 河北钢铁集团唐山钢铁公司第一钢轧厂
莫保罗	博士 得兴工业技术(北京)有限公司总经理	蔡山河 高级工程师 河北钢铁集团唐山钢铁公司第二钢轧厂
侯长连	高级工程师 北京北岛能源技术有限公司董事长	贾军艳 工程师 河北钢铁集团唐山钢铁公司第一钢轧厂
焦晓渝	教授级高级工程师 中国钢研科技集团有限公司钢铁研究总院科技信息室原副主任	宋学文 工程师 河北钢铁集团唐山钢铁公司第一钢轧厂
陆闻言	硕士 《中国冶金报》总编辑	国志军 工程师 河北钢铁集团唐山钢铁公司第一钢轧厂
陈贵民	中国冶金报社副社长	阮小江 教授级高级工程师 江阴兴澄特种钢铁有限公司副总工程师、技术中心主任
田 陆	博士 衡阳镭目科技有限责任公司总裁	缪新德 教授级高级工程师 江阴兴澄特种钢铁有限公司副总工程师、技术部部长
陈其安	教授级高级工程师 中国金属学会轧钢分会理事兼秘书长	钱 雷 教授级高级工程师 中冶集团建筑研究总院副院长
周积智	教授级高级工程师 中国金属学会轧钢分会理事兼秘书长	刘景凤 高级工程师 中冶集团建筑研究总院副院长
刘 晨	高级工程师 斯普瑞喷雾系统(上海)有限公司钢铁部经理	王 纯 教授级高级工程师 中冶集团建筑研究总院环保分院院长
李晓锁	工程师 斯普瑞喷雾系统(上海)有限公司钢铁部	杨景玲 教授级高级工程师 中冶集团建筑研究总院环保分院常务副院长、总工程师
赵桐斌	鞍山市戴维冶金科技开发有限公司总经理	邹元龙 教授级高级工程师 中冶集团建筑研究总院环保分院副院长
张东平	鞍山市戴维冶金科技开发有限公司总工程师	王绍文 教授级高级工程师 中冶集团建筑研究总院
赵跃进	高级工程师 中国标准化研究院资源与环境标准化研究所	
王立臣	北京凯明阳热能技术有限公司董事长	

- 环保分院原院长
- 朱桂林 教授级高级工程师 中冶集团建筑研究总院环保分院副总工程师兼固废处理利用研究室主任
- 赵锐锐 教授级高级工程师 中冶集团建筑研究总院环保分院水处理部经理
- 刘庭成 高级工程师 北京科技大学高压水射流研究所所长
- 陈玉国 高级工程师 山东达驰电气有限公司
- 赵家柱 工程师 合肥东方冶金设备有限公司总经理
- 吴 鹏 工程师 合肥东方冶金设备有限公司技术部副部长
- 朱文杰 工程师 无锡汉华轿直机有限公司总经理
- 梁泊松 高级工程师 福建闽光新型材料有限公司副总经理
- 万 均 高级工程师 萍乡钢铁有限责任公司第一轧钢厂厂长
- 王永红 高级工程师 萍乡钢铁有限责任公司第二轧钢厂厂长
- 徐佩笔 高级工程师 萍乡钢铁有限责任公司第二轧钢厂副厂长
- 熊 坚 高级工程师 萍乡钢铁有限责任公司第三轧钢厂厂长
- 袁育文 高级工程师 山东石横特钢集团有限公司轧钢厂副厂长
- 李兴国 高级工程师 重庆钢铁股份有限公司型钢厂厂长
- 和智君 高级工程师 云南红河钢铁有限公司董事长
- 王 斌 高级工程师 武钢集团昆明钢铁股份有限公司棒线材厂副厂长
- 赵 健 高级工程师 贵阳特殊钢有限公司副总经理
- 王洪光 高级工程师 潍坊钢铁集团公司轧钢厂厂长
- 彭金城 高级工程师 天津钢铁有限公司轧钢厂副厂长
- 何国刚 高级工程师 中冶京诚(湘潭)重工设备有限公司总经理
- 王京瑞 高级工程师 北京京诚瑞信长材有限公司副总经理
- 朱启柱 高级工程师 抚顺新钢铁有限责任公司副总经理
- 董长春 高级工程师 抚顺新钢铁有限责任公司轧钢厂厂长
- 杨贵中 高级工程师 山西翼城钢铁有限公司总经理
- 白红钧 高级工程师 山西翼城钢铁有限公司副总经理
- 宋治平 高级工程师 酒钢集团榆中钢铁有限公司副总经理
- 韦 升 高级工程师 柳州钢铁股份有限公司中型轧钢厂副厂长
- 刘晓东 高级工程师 山东石横特钢集团有限公司技术中心主任
- 王长生 高级工程师 山东石横特钢集团有限公司轧钢厂副厂长
- 李伟涛 高级工程师 山东潍坊钢铁集团公司轧钢厂技术科长
- 刘桂华 高级工程师 天津钢铁有限公司轧钢厂技术科长
- 梁卫国 高级工程师 江西长力钢铁股份有限公司轧钢厂厂长
- 万立威 高级工程师 江西长力钢铁股份有限公司高速线材厂厂长
- 葛志尧 高级工程师 淄博张钢钢铁有限公司副总经理
- 张 波 工程师 贵阳特殊钢有限公司第三轧钢厂副厂长
- 刘厚权 工程师 贵阳特殊钢有限公司第三轧钢厂技术科长
- 赵双庭 高级工程师 天津市天铁轧二制钢有限公司副厂长
- 边 亮 工程师 淄博乾能机械有限公司总经理
- 伍华弟 工程师 浙江瑞浦机械有限公司总经理
- 钱 萍 高级工程师 浙江瑞浦机械有限公司总工程师
- 汪 宁 教授级高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司副总经理
- 阎瑞河 教授级高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司副总工程师
- 宋建芝 硕士、高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司副总工程师
- 黄 辉 硕士、教授级高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司副总工程师
- 马德高 高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部总经理
- 叶昌明 教授级高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部副总经理
- 宗 峻 高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部副总经理
- 李危平 高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部
- 杨登岱 教授级高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部
- 程小才 高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部
- 夏建斌 高级工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部
- 李洪峰 工程师 中冶连铸技术工程股份有限公司板带事业部
- 葛海桥 硕士、高级工程师 上海伊索热能技术有限公司总经理
- 侯发宏 高级工程师 上海伊索热能技术有限公司技术总监、项目工程师
- 潘启顺 高级经济师 武汉市江夏区江南实业有限公司董事长
- 刘雄文 武汉市江夏区江南实业有限公司总经理
- 任仁辉 武汉市江夏区江南实业有限公司副总经理

- | | | | |
|-----|--|-----|--------------------------------|
| 胡兆健 | 唐山联强冶金轧辊有限公司总经理 | 苏玉达 | 高级工程师 北京昆仑轴承有限公司 |
| 宫开令 | 高级工程师 唐山联强冶金轧辊有限公司总工程师 | 李兆方 | 工程师 北京昆仑轴承有限公司总工程师 |
| 杨云奇 | 高级工程师 北京中加天海表面处理技术有限公司总经理 | 罗 锋 | 高级工程师 杭州恒力电机制造有限公司大型直流电机项目总工程师 |
| 符寒光 | 博士、高级工程师 北京工业大学材料学院材料加工技术研究所 | 贾荣生 | 工程师 杭州恒力电机制造有限公司中、小型直流电机项目总工程师 |
| 邵顺才 | 江苏共昌轧辊有限公司董事长、总经理 | 费文中 | 高级工程师 杭州恒力电机制造有限公司客户部经理 |
| 许亚南 | 高级工程师 常州凯达轧辊集团董事长 | 高尔中 | 工程师 杭州恒力电机制造有限公司商务部经理 |
| 戴建方 | 江苏东冶轧辊有限公司总经理 | 赵继增 | 教授级高级工程师 北京利尔高温材料股份有限公司董事长 |
| 吴林华 | 江苏江海化工集团董事长兼总经理 | 赵世杰 | 高级工程师 北京利尔高温材料股份有限公司副总裁 |
| 赵荣明 | 江苏江海化工集团总工程师 | 张广智 | 教授级高级工程师 北京利尔高温材料股份有限公司常务副总裁 |
| 姜 军 | 工程师 厦门市威士邦膜科技有限公司、厦门绿邦膜技术有限公司 | 谭兴元 | 高级工程师 北京利尔高温材料股份有限公司副总工程师 |
| 吴振芳 | 高级经济师 常州市武进长虹结晶器有限公司、常州长德机械制造有限公司董事长 | 章荣会 | 博士 北京联合荣大工程材料有限责任公司董事长 |
| 吴纯辉 | 工程师 常州市武进长虹结晶器有限公司、常州长德机械制造有限公司总经理 | 徐吉龙 | 博士 北京联合荣大工程材料有限责任公司总裁 |
| 项明武 | 硕士 中冶南方工程技术有限公司董事长 | 刘守宽 | 高级工程师 北京联合荣大工程材料有限责任公司总工程师 |
| 熊敬超 | 教授级高级工程师 武汉都市环保工程技术股份有限公司总经理 | 黄振球 | 宜兴市振球炉料有限公司董事长、总经理 |
| 李先旺 | 教授级高级工程师 武汉都市环保工程技术股份有限公司总工程师 | 吴勇来 | 博士 宜兴市振球炉料有限公司副总经理 |
| 樊飞勇 | 教授级高级工程师 武汉都市环保工程技术股份有限公司营销部部长 | 王 东 | 硕士 宜兴市振球炉料有限公司副总经理 |
| 杜俊明 | 教授级高级工程师 希望森兰科技股份有限公司副总工程师 | 侯振东 | 郑州振东耐磨材料有限公司董事长 |
| 陈 斌 | 博士 大陆希望集团总裁 | 新秀礼 | 博士 郑州振东耐磨材料有限公司总经理 |
| 何建波 | 高级工程师 希望森兰科技股份有限公司总经理 | 郑化轸 | 郑州华威耐火材料股份有限公司董事长兼总经理 |
| 徐明章 | 高级工程师 希望森兰科技股份有限公司 | 郑上杰 | 工程师 浙江欧迈特减速机械有限公司副总经理 |
| 彭海宇 | 高级工程师 希望森兰科技股份有限公司 | 华希平 | 高级工程师 上海申方热能机械设备有限公司总经理 |
| 尤 勇 | 广东中山中等专业学校 | 董 事 | 高级工程师 本溪北台钢铁(集团)有限公司常务副总经理 |
| 邵远敬 | 教授级高级工程师 中冶南方工程技术有限公司副总工程师、冷轧事业部总经理 | 赵新春 | 高级工程师 本溪北管钢铁(集团)股份有限公司董事长 |
| 丁文红 | 教授级高级工程师 中冶南方工程技术有限公司轧机事业部总经理 | 李培松 | 高级工程师 江苏利淮钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 廖砚林 | 教授级高级工程师 中冶南方工程技术有限公司副总工程师 | 肖国栋 | 高级工程师 新疆八一钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 周巧林 | 高级经济师 江苏航天动力机电有限公司、江苏大中电机股份有限公司董事长兼总经理 | 仇雅鸣 | 高级工程师 贵州水城钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 项怀余 | 高级工程师 江苏航天动力机电有限公司、江苏大中电机股份有限公司总工程师 | 王琳松 | 高级工程师 贵州水城钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 芦之瑜 | 高级工程师 江苏航天动力机电有限公司、江苏大中电机股份有限公司副总经理 | 孙宝良 | 高级工程师 北京鹏程瀚宇工程有限公司董事长 |
| 范红卫 | 工程师 江苏航天动力机电有限公司、江苏大中电机股份有限公司营销部部长 | 万如铁 | 高级工程师 抚顺新钢铁有限责任公司总经理 |
| 李云山 | 北京昆仑轴承有限公司经理 | 梁 超 | 高级工程师 河南济源钢铁(集团)有限公司常务副总经理 |
| 王 峰 | 北京昆仑轴承有限公司经理 | 李贵国 | 高级工程师 云南德胜钢铁(集团)有限公司总裁 |

刘 涛	高级工程师 总经理	四川德胜钢铁(集团)有限公司	李 东	高级工程师 公司总经理	上海嘉德环境能源科技有限公司
刘 锋	高级工程师 公司董事长	山东莱钢永锋钢铁(集团)有限	洪树利	高级工程师 规划部副部长	鞍山钢铁(集团)有限公司战略
周海斌	高级工程师 总经理	湖南湘潭钢铁(集团)有限公司	蒋筱春	高级工程师 副总经理	南京钢铁(集团)股份有限公司
黎立璋	高级工程师 总经理	福建三安钢铁(集团)有限公司	钟崇武	高级工程师	江西长力钢铁股份有限公司董事长
谢碧祥	高级工程师	新疆金特和钢铁有限公司董事长	熊小星	高级工程师	江西新余钢铁(集团)有限公司
刘洪滨	高级工程师	河北前进钢铁有限公司总经理	姜 华	高级工程师	乌兰浩特钢铁有限责任公司总经理
刘吉安	高级工程师 总经理	山东富伦钢铁(集团)有限公司	姜 霆	合肥市百胜科技发展有限公司董事长、总经理	
杨 宽	高级工程师 公司轧钢公司 总经理	本溪北营钢铁(集团)股份有限	任静波	主任编辑	《中国冶金报》副总编辑
李洪波	高级工程师 公司副总经理	本溪北营钢铁(集团)股份有限	邹若敏	主任编辑	中国冶金报社社长助理兼综合部主任
李 铁	高级工程师 公司 总经理	本溪北营钢铁(集团)股份有限	陈 琢	主任编辑	《中国冶金报》总编辑助理兼新闻
齐文涛	高级工程师	抚顺新钢铁有限责任公司副总经理	王 庆	主任编辑	《中国冶金报》“装备部”主编
刘彦华	高级工程师	北京能泰环保有限公司董事长	刘加军	《中国冶金报》“钢铁部”主编	
邓奇志	高级工程师	抚顺新钢铁有限责任公司连轧	张 明	《中国冶金报》“国际部”主编	
	厂厂长		方雪萍	《中国冶金报》“原料部”主编	
			贾晓静	《中国冶金报》“装备部”副主编	
			吕 林	《中国冶金报》“装备部”编辑	
			高 翔	硕士	《中国冶金报》“装备部”编辑

编 委(排名不分先后)

杨宗贵	高级工程师	重庆钢铁股份有限公司型钢厂	夏 春	工程师	中冶集团建筑研究总院环保分院固
	棒材车间主任助理			废处理利用研究室	
王华轩	高级工程师	武钢集团昆明钢铁股份有限公	张黎黎	工程师	中冶集团建筑研究总院环保分院固
	司第一作业区作业长			废处理利用研究室	
詹道平	高级工程师	武钢集团昆明钢铁股份有限公	阎 文	工程师	中冶集团建筑研究总院环保分院固
	司棒线厂部长			废处理利用研究室	
万运强	高级工程师	玉溪新兴钢铁有限公司棒材作	王海东	高级工程师	中冶集团建筑研究总院环保分
	业区作业长			院水处理部	
周建勳	高级工程师	玉溪新兴钢铁有限公司棒材作	宋 华	高级工程师	中冶集团建筑研究总院环保分
	业区副作业长			院水处理部	
陈 斌	高级工程师	红河钢铁有限公司轧钢作业区	石 宇	高级工程师	中冶集团建筑研究总院环保分
	作业长			院水处理部	
许颖波	高级工程师	红河钢铁有限公司轧钢作业区	贾博中	工程师	中冶集团建筑研究总院环保分院水
	副作业长			处理部	
张亮亮	工程师	中冶集团建筑研究总院环保分院固	张兴华	工程师	中冶集团建筑研究总院环保分院水
	废处理利用研究室			处理部	

本书策划

夏杰生 《中国冶金报》记者、主任编辑,中国钢铁新闻网科技频道主持人、北京市科普创作协会会员

本书编辑委员会办公室联络方式

电话:010-64441867 传真:010-64441856 手机:13910186918 13520962874 13651152839

E-mail: ziz999@sina.com

前言

中国钢铁工业协会副秘书长
中国冶金报社社长

姜超华

国家“十一五”规划纲要明确提出：“十一五”期间，要实现“单位国内生产总值能耗降低20%，主要污染物排放总量减少10%”的约束性指标，节能减排已成为一项重要的战略任务。钢铁工业作为重点能耗行业之一，势必成为节能减排的重点。

据统计，我国钢铁联合企业每生产1吨钢材，将外排二氧化碳2.5吨、二氧化硫2.8千克、高炉炉渣320千克、转炉渣110千克、粉尘15~50千克，消耗4.79立方米新水，耗电454.01千瓦时。

当前，钢铁行业正努力节能减排，其主攻方向如下：一是抓好炼铁系统（炼铁、焦化、烧结）的节能降耗。从整个钢铁行业来看，炼铁工序能耗占总能耗的60%；若加上焦化和烧结，炼铁工序能耗接近总能耗的90%。因此，整个炼铁系统是节能降耗最主要的环节。二是充分利用各种“废能”资源。“废能”占钢铁总能耗的38%。随着钢铁生产流程的逐步优化和能耗的不断下降，可节能空间变得越来越小，使回收余热、余能越来越受到关注。三是实施系统节能，重点抓好系统能源转换。炼焦、炼铁、炼钢过程将固态煤转换为清洁煤气，得到了清洁的二次能源。合理使用高炉煤气可使吨钢能耗下降20千克标煤，减少煤气放散成为主要节能工作之一。这也是钢铁企业下一步着重努力的方向。四是加快淘汰落后产能，这是政府主导钢铁工业节能的首要任务，钢铁企业淘汰落后的任务仍很艰巨。五是推广和普及先进节能技术与装备。煤气全回收、烧结矿余热回收、高炉炉顶余压发电、高炉和转炉煤气干法除尘、转炉负能炼钢、轧钢热装热送和冶金炉窑高效燃烧、低品质资源与余热回收等技术和装备是节能降耗的有力“武器”。六是新建轧钢设备必须立足高起点，高水平。例如，由中冶连铸技术工程股份有限公司自行投资研发建设的电镀锌薄板连续高效涂镀机组，已成功实现了电镀系统零排放指标，达到了国家环保标准，其总体技术

达到了国际先进水平(见本书下册封面)。

为了宣传节能减排政策法规,总结我国钢铁企业近几年节约能源、减少污染物排放取得的成效和经验,在行业内普及推广先进的技术设备,提高国家钢铁行业从业人员素质,进一步提高钢铁工业节能减排总体水平,中国冶金报社组织全国冶金高校、科研院所和生产企业的 500 多位专家教授编写出版了《钢铁工业节能减排新技术 5000 问》(上、中、下三册)。

书中内容除部分为编撰者的总结与个人心得外,还就一些共性问题,综合采撷了国内外同行发表的有关研究成果和技术总结,在此,向这些作者和出版部门致以衷心谢意!

本书采用问答形式,结合生产实际,深入浅出,通俗易懂,着重讲清“为什么”和“怎么做”。本书是节能减排生产操作者自学或者用作培训的教材,亦可供从事节能减排工作的技术人员和管理人员参考,还可供大专院校冶金、热能和环保专业的学生参考,也可供为钢铁生产提供节能减排设备配件及相关技术服务的供方企业营销与技术人员参考。

这套书的出版得到了合肥市百胜科技发展有限公司,及其董事长姜霆先生的大力支持,在此深表谢意!

尽管所有参编人员都十分认真负责,但错误与不妥之处在所难免。正如培根所言,读书“不可尽信书上所言,亦不可只为寻章摘句,而应推敲细思。”相信我国广大节能减排工作者能够结合本企业生产条件、自己的经验和理论知识,以本书作参鉴,避免少走弯路,更有效地分析与解决自己所遇到的实际问题。敬请读者批评指正。

中国冶金报社

编委会主任

陈德祥

副主任

朱林

编委会成员

陈德祥

朱林

陈德祥

朱林

目 录

上篇 轧前系统节能

第三十九章 连铸坯热送热装

第一节 连铸坯热送热装的基本概念

3282. 什么是连铸坯热送热装技术,其优越性体现在哪些方面? (3)
3283. 热送热装和直接轧制技术是如何分类的? ... (3)
3284. 什么是连铸坯直接轧制,其特点是什么? ... (3)
3285. 什么是连铸坯热直接轧制,其特点是什么? ... (3)
3286. 什么是连铸坯直接热装轧制,其特点是什么? (3)
3287. 什么是连铸坯热装轧制,其特点是什么? (4)
3288. 什么是连铸坯冷装加热轧制,其特点是什么? (4)
3289. 实现连铸坯热送热装的支撑技术有哪些? ... (4)
3290. 什么是无缺陷连铸坯? (4)
3291. 为什么说实施连铸坯热送热装工艺的先决条件是生产无缺陷的连铸坯? (4)
3292. 为何热送热装工艺对连铸坯质量的要求更为严格? (4)
3293. 什么是高温连铸坯的生产技术? (5)
3294. 什么是过程保温及补热、均热技术? (5)
3295. 什么是炼钢—轧钢一体化生产管理技术? ... (5)
3296. 连铸坯热装热送的节能效果如何? (5)
3297. 连铸坯热送热装为何能缩短生产周期? (5)
3298. 为什么采用连铸坯热送热装可降低氧化铁皮的损耗? (5)
3299. 连铸坯热送热装是如何改进产品质量,提高金属收得率的? (5)
3300. 为什么连铸坯热送热装能够降低生产成本? (6)
3301. 生产无缺陷连铸坯需解决的首要技术难题是什么? (6)

第二节 钢的高温特性及凝固

3302. 什么是钢的高温脆化特征,其产生原因是什么? (6)
3303. 铸坯产生裂纹的根本原因是什么? (6)
3304. 凝固过程中的铸坯塑性和强度是怎样随温度变化的? (6)

3305. 连铸坯熔点脆化区(第一脆化区)有何特点? ... (7)
3306. 何谓 ZDT? (7)
3307. 连铸坯最大韧性区(第二脆化区)有何特点? (7)
3308. 连铸坯 γ 低温区以及 $(\alpha + \gamma)$ 两相区的脆化(700 ~ 900℃ 第三脆化区)有何特点? (7)
3309. 发生第三区脆化的根本原因是什么? (8)
3310. 如何减轻第三区脆化? (8)
3311. 钢水在结晶器内的凝固具备哪些特性? (8)
3312. 结晶器内的钢水热量是如何传递的? (8)
3313. 结晶器平均热流密度的定义是什么? (9)
3314. 影响结晶器传热的因素有哪些? (9)
3315. 拉速与结晶器传热之间有什么关系? (9)
3316. 怎样选择结晶器的材质? (9)
3317. 钢水成分如何影响结晶器的传热? (9)
3318. 结晶器锥度对传热有什么影响? (9)
3319. 保护渣对结晶器传热会产生哪些影响? (9)
3320. 如何计算保护渣渣膜厚度? (9)
3321. 选择保护渣黏度的原则是什么? (10)
3322. 结晶器内钢水凝固过程的热量释放可分为几个阶段? (10)
3323. 影响结晶器内连铸坯壳生长的因素有哪些? (10)
3324. 连铸坯在二次冷却区的凝固特征是什么? ... (10)
3325. 选择二次冷却制度的基本原则是什么? ... (10)
3326. 铸坯凝固会形成何种组织结构? (10)
3327. 铸坯在凝固过程中受力与变形的负荷有哪些? (11)

第三节 连铸坯主要缺陷的生产原因及预防对策

3328. 连铸板坯的表面纵裂纹有几种? (11)
3329. 影响连铸板坯表面纵裂纹形成和扩展的因素是什么? (11)
3330. 预防连铸板坯纵裂纹的措施有哪些? (11)
3331. 连铸板坯表面横裂的种类有哪些? (12)
3332. 产生板坯表面横裂的原因及预防措施是什么? (12)
3333. 什么是连铸板坯热应力裂纹,如何预防? ... (12)
3334. 什么是连铸板坯热脆性裂纹? (13)
3335. 什么是连铸板坯皮下气泡,是怎样产生的,如何预防? (13)

3336. 什么是连铸板坯表面夹渣,是怎样形成的,如何预防? (13)
3337. 什么是连铸板坯纵向表面带状夹渣和串状皮下气泡? (13)
3338. 何种情况下会出现整个铸坯表面的皮下气泡,如何避免? (13)
3339. 什么是连铸板坯纵向凹陷,如何预防? (13)
3340. 什么是连铸板坯表面横向凹陷,有什么预防手段? (14)
3341. 什么是连铸板坯窄面凹陷,如何避免? (14)
3342. 什么是连铸板坯宽面鼓肚,如何预防? (14)
3343. 什么是连铸板坯窄面鼓肚,如何预防? (14)
3344. 什么是连铸板坯重皮,如何预防? (14)
3345. 什么是连铸板坯结疤,如何预防? (14)
3346. 连铸板坯的内部缺陷有哪些? (14)
3347. 什么是连铸板坯的内部裂纹? (15)
3348. 什么是连铸板坯的内部纵向裂纹,如何避免? (15)
3349. 什么是连铸板坯的内部横向裂纹,如何预防? (15)
3350. 什么是连铸板坯的内部中心线裂纹,如何预防? (15)
3351. 什么是连铸板坯中心疏松和中心偏析,如何避免? (15)
3352. 连铸板坯的非金属夹杂有何特点? (16)
3353. 连铸板坯非金属夹杂物是怎样分类的? (16)
3354. 连铸板坯夹杂物的形成原因及预防措施是什么? (16)
3355. 目前有哪些连铸坯质量管理的手段? (16)
- #### 第四节 高温铸坯连铸技术及其运输过程的保温
3356. 连铸坯热装热送为什么需要采用高速浇注? (17)
3357. 什么是保证浇注安全的高拉速技术? (17)
3358. 高拉速连铸机应如何选择结晶器类型? (17)
3359. 振动机构对高拉速连铸机有何重要意义? (17)
3360. 高拉速条件下如何选择保护渣? (17)
3361. 高拉速时为何更容易发生铸坯质量问题? (18)
3362. 如何避免连铸高拉速时铸坯表面纵裂? (18)
3363. 针对高拉速时铸坯的夹杂物有何预防对策? (18)
3364. 如何控制高拉速连铸机铸坯内裂的产生? (19)
3365. 热装热送工艺为何要采用弱冷的二次冷却技术? (19)
3366. 连铸坯在运输过程中的保温有何重要意义? (19)
3367. 有哪些铸坯输送方式? (20)
3368. 连铸连轧辊道运输、铸坯的温降有何特点? (20)
3369. 连铸铸坯堆垛温降有何特点? (20)
3370. 连铸坯火车运输温降有何特点? (20)
3371. 连铸坯无保温罩的火车运输温降有何特点? (21)
3372. 火车运输采用的保温罩有几种,效果如何? (21)
3373. 连铸坯采用保温坑工艺时温降有何特点? (21)
3374. 典型的过程保温技术有哪些? (21)
3375. 什么是板坯连铸机机内保温? (21)
3376. 板坯连铸机切割区域如何保温及加热? (21)
3377. 什么是连铸机输送辊道保温? (22)
3378. 远距离连铸坯如何实现热送? (22)
- #### 第五节 适合连铸坯热送热装的加热与轧制工艺
3379. 什么是适应不同铸坯热履历的轧制技术? (22)
3380. 轧制前的铸坯边棱加热有何种方式,有何优缺点? (22)
3381. 铸坯轧制前进行加热的作用是什么? (23)
3382. 哪些钢种性能会影响到加热工艺? (23)
3383. 热装铸坯加热工艺的基本原则是什么? (23)
3384. 如何确定热装铸坯的加热温度? (23)
3385. 如何确定热装铸坯的加热速度和加热时间? (23)
3386. 什么是加热炉的炉温制度,如何确定? (24)
3387. 如何制订热装铸坯的加热工艺? (24)
3388. 连铸坯热-冷混装会造成什么不良影响? (24)
3389. 连铸坯冷-热混装又会造造成什么不良影响? (24)
3390. 如何解决铸坯冷热混装的问题? (24)
3391. 普碳钢铸坯的热装轧制对钢的组织有何影响? (25)
3392. 碳素钢轧制过程的再结晶温度如何控制? (25)
3393. 为什么亚包晶成分钢不宜采用连铸坯热装轧制? (25)
3394. 低碳铝镇静深冲钢热装轧制与冷装轧制效果有什么不同? (25)
3395. 低碳铝镇静深冲钢铸坯的热装轧制工艺如何制定? (25)
3396. 热装时低碳铝镇静钢板材获得良好深冲性能的关键因素是什么? (26)
3397. IF 超深冲钢可否采用热装轧制工艺? (26)
3398. 微合金化钢铸坯的热装轧制有何特点? (26)
3399. 微合金化钢热装会引起热轧钢板组织哪些变化? (27)
3400. 微合金化钢铸坯热装轧制的加热温度和加热时间是如何确定的? (27)
3401. 提高微合金化钢铸坯热装轧制的开轧温度有什么好处? (27)
3402. 微合金化钢坯的热装轧制工艺与冷装轧制的轧材组织及性能有何不同? (27)
3403. 为什么采用热送热装工艺时低中碳铝镇静钢、碳锰钢和碳-铬-铜钢生产

的轧材会产生热脆现象?	(28)	3432. 合适的热送加热炉热送连铸方坯的温度 应为多少?	(38)
3404. 如何控制低碳铝镇静钢钢坯热送热装 表面裂纹?	(28)		
第六节 炼钢、轧钢生产一体化管理			
3405. 为什么炼钢与轧钢生产能力的匹配非常 重要,如何解决?	(29)	第四十章 加热炉节能	
3406. 为什么轧制宽度与连铸坯宽度的不协调 是高水平的热送热装工艺的大问题? ...	(29)	一、常规加热炉节能	
3407. 为什么铸坯热装热送要求炼钢、轧钢计划 管理要高度同步?	(29)	第一节 加热炉节能基础	
3408. 热装热送工艺中连铸与连轧生产计划的 不同步有何危害?	(30)	3433. 钢坯加热以及轧钢加热炉节能的目的与 意义是什么?	(39)
3409. 实现炼钢、轧钢生产一体化的主要措施 有哪些?	(30)	3434. 什么是热平衡,编制热平衡图表的目的 有哪些?	(39)
3410. 热送热装、炼钢、轧钢生产一体化设计上 有哪些注意事项?	(30)	3435. 什么是炉膛热平衡式及式中各项的节能 意义是什么?	(39)
3411. 热送热装对生产管理提出哪些新的要求? ...	(30)	3436. 如何编制热平衡图表,其注意事项有 哪些?	(40)
3412. 影响连铸坯热送热装效果的原因有哪些? ...	(31)	3437. 衡量轧钢加热炉节能(热工)效果好坏的 指标有哪些,该如何计算?	(41)
3413. 建立确保热送热装的炼钢—轧钢一体化 的管理系统,必须具备哪些功能?	(32)	3438. 什么是加热炉的生产率?	(41)
3414. 如何计算钢坯热送热装的节能量、节能率? ...	(32)	3439. 影响加热炉生产率与节能效果的热工因 素有哪些,两者是怎样相互对立和统 一的?	(41)
3415. 钢坯热装每提高 100℃,节能量、节能率 的增量有多少?	(32)	3440. 炉膛热效率与炉子热效率有何区别?	(41)
3416. 热送热装与热效率之间有什么关系?	(33)	3441. 衡量加热炉性能的主要技术指标有哪些? ...	(41)
3417. 热送热装对蓄热式加热炉节能有什么 优缺点?	(33)	3442. 加热炉的“三高一低”理论是指什么,怎样 来实现?	(41)
3418. 蓄热式加热炉不同热装温度钢坯的燃料 节约量和节约率各是多少?	(33)	3443. 什么叫“平均热耗”,怎样使它接近额定 热耗?	(42)
第七节 棒线材热送热装		3444. 直燃式连体煤气加热炉具有怎样的节能 效果,其特点是什么?	(42)
3419. 什么是棒线材热送热装技术?	(33)	3445. 各种管道内流体的流速怎样选定?	(43)
3420. 棒线材热送热装的条件是什么?	(34)	第二节 燃料燃烧与传热	
3421. 为什么说连铸机与棒线材轧机生产能力 的匹配相对困难?	(35)	3446. 对于传统的燃烧方式来说,提高空气 预热温度会带来什么问题?	(43)
3422. 棒线材热送热装为何要设缓冲装置?	(35)	3447. 纯高炉煤气应用于轧钢加热炉上存在 什么问题,怎样解决?	(43)
3423. 棒线材连铸连轧为何需要设冷装台架? ...	(35)	3448. 加热炉燃料有哪些?	(44)
3424. 棒线材连铸坯热装时加热炉设计应考虑 的内容有哪些?	(35)	3449. 为什么油经过油掺水乳化器后燃烧就可 以达到节约燃料的目的?	(44)
3425. 棒线材连铸连轧加热炉可采用哪几种加 热方式?	(35)	3450. 为什么空气和煤气需要进行预热?	(44)
3426. 棒线材热送热装对轧机的要求有哪些? ...	(36)	3451. 燃料的理论燃烧温度是怎样影响炉温的? ...	(44)
3427. 热送热装对棒线材的生产管理有什么 新的要求?	(36)	3452. 如何提高理论燃烧温度,燃料种类、空气 预热温度、空气系数是怎样影响理论 燃烧温度的?	(44)
3428. 棒线材热送热装工艺有几种操作方法? ...	(37)	3453. 增大燃料量提高炉温应当注意的前提 条件是什么?	(45)
3429. 为什么棒线材连铸连轧线的轧机能力通 常稍大于连铸机能力?	(37)	3454. 什么是合理地组织燃料的燃烧,如何 组织减少(产生)废气量?	(45)
3430. 如何保证连铸坯热送热装的可行性?	(37)	3455. 煤气压力低对燃烧有何影响,过高有何 问题?	(46)
3431. 导致采用热送热装工艺的连铸连轧棒线 材表面出现细裂纹、强度和反弯性能 下降的原因是什么?	(37)		

3456. 煤气的热值、压力波动的原因是什么,
对加热炉能耗有何影响,有何措施? (46)
3457. 影响煤气含水的因素有哪些,有何措施
减少煤气含水? (46)
3458. 燃料的过剩空气系数如何选择? (46)
3459. 加热炉燃烧器种类有哪些? (46)
3460. 性能优良的燃烧装置有何要求? (46)
3461. 节能燃烧器有哪些,各种节能烧嘴有何
优缺点? (46)
3462. 高速调温烧嘴分哪几部分,有何优点? (47)
3463. 造成烧嘴堵塞或漏气是何原因,有何危害,
如何防止和处理? (47)
3464. 加热炉全自动点火常用的稳焰措施有
哪些? (47)
3465. 通常燃烧器自动点火系统发生哪些故障,
是何原因? (47)
3466. 影响炉膛气氛因素是什么,如何改变炉
内燃烧气氛? (48)
3467. 如何控制合理的空燃比? (48)
3468. 在燃烧控制过程中,为什么按空燃比燃烧,
对加热炉节能和生产有什么影响? (48)
3469. 火焰长度对加热有何影响,如何调节火焰
长度? (48)
3470. 火焰长度和空气量是何关系? (48)
3471. 预热空气温度与燃料节约率的关系是
怎么样的? (49)
3472. 强化燃烧的原理是什么,有几种过程? (49)
3473. 什么是富氧燃烧,有何技术优点? (49)
3474. 与传统的烧嘴比较,脉冲燃烧供热技术
有何特点? (50)
3475. 什么是低 NO_x 燃烧技术,常用的有哪些
方法? (50)
3476. 黑体强化辐射传热是什么节能技术? (51)
3477. 强辐射传热节能技术的机理是什么? (51)
3478. 加热炉强辐射传热节能有哪些特点? (51)
3479. 加热炉温有何要求,如何实现炉温均匀? (52)
3480. 如何提高炉温,炉气的实际温度是由哪些
因素决定的? (52)
3481. 降低钢坯在炉内热焓增量的措施是什么? (52)
- 第三节 钢坯加热工艺**
3482. 钢坯吸收的热量与炉温是怎样相互影
响的? (53)
3483. 影响炉气(炉膛)对钢坯的总导热系数
的因素有哪些,如何提高炉膛总导热
系数? (53)
3484. 影响钢坯受热面积的因素有哪些,
如何提高钢坯的受热面积? (54)
3485. 提高对流传热热流的目的和意义,
如何提高及应用炉型? (54)
3486. 炉内加热有哪几种传热方式? (54)
3487. 钢坯加热有哪些质量问题,有何处理措施? (54)
3488. 什么是喷流预热技术,有何作用? (55)
3489. 钢坯加热温度与燃耗、电耗是什么关系? (55)
3490. 出现钢坯阴阳面是何原因,有何改善措施? (55)
3491. 造成钢坯加热不均的原因是什么? (55)
3492. 为什么钢在加热过程中会氧化,影响
钢氧化的因素有哪些? (56)
3493. 什么叫氧化烧损,影响氧化烧损的因素
有哪些? (56)
3494. 什么叫钢的加热时间,怎样确定? (57)
3495. 产生氧化烧损的机理是什么,如何减少
氧化烧损? (57)
3496. 钢坯氧化烧损率如何计算,与加热时间
是何关系? (58)
3497. 钢坯加热黑印产生的主要原因是什么? (58)
3498. 影响黑印大小的因素有哪些,半耐热滑
轨有何作用? (58)
3499. 如何进行黑匣子测试(测试钢坯的在线
温度)? (58)
- 第四节 加热炉结构**
3500. 加热炉炉型有哪些? (58)
3501. 炉膛空间大些合适还是小些合适? (59)
3502. 炉体长度由何因素决定,长些好还是短
些好,对节能效率有何影响? (59)
3503. 适当延长炉长与降低出炉废气温度有
什么关系? (59)
3504. 步进式加热炉与传统推钢式加热炉相比
有何优点? (59)
3505. 步进式加热炉采用怎样的技术措施进行
低温差高质量的加热? (59)
3506. 为什么现代化步进梁式加热炉水梁的
设计和结构至关重要? (60)
3507. 影响水梁数量和布置的主要因素是什么? (60)
3508. 为什么步进式加热炉错位梁技术可减轻
水管黑印? (60)
3509. 步进式加热炉水梁对绝热包扎有何要求? (60)
3510. 炉膛高度对加热炉能耗有影响吗? (60)
3511. 在均热段与加热段,加热段与预热段增
加载流墙有何作用? (61)
3512. 扒渣炉门有何作用,长时间敞开有何问题? (61)
3513. 无水冷加热炉是如何工作的,有何作用? (61)
3514. 排烟方式有哪些,哪种方式比较好? (61)
3515. 炉管结焦是什么原因,如何判断与操作? (61)
3516. 加热炉炉膛积灰是什么原因,有哪些问
题,有何清理手段? (62)
3517. 炉底积渣有什么害处,怎样减少和清理? (62)
3518. 常规加热炉炉底水管有哪些改造措施? (62)
3519. 水管绝热包扎有何作用? (62)

3520. 如何采用水梁、垫块技术节能?	(62)	3551. 常有的纤维杂质主要有哪些,对耐火纤维性能有何影响?	(68)
3521. 为什么加热炉必须包扎炉底管,有什么效果?	(62)	3552. 耐火纤维模块的优点有哪些?	(68)
3522. 降低加热炉的管底比有何方法,有什么作用?	(63)	3553. 什么是陶瓷纤维浇注料?	(68)
3523. 什么叫热滑道,采用热滑道有什么效果?	(63)	3554. 什么是陶瓷纤维抹料?	(68)
3524. 加热炉对垫块的布置有何要求,垫块的布置对水梁黑印有何影响?	(63)	3555. 什么是陶瓷纤维喷涂料?	(68)
3525. 连续加热炉炉底水管、滑道(垫块)、隔热包扎层是怎样影响炉温的?	(63)	3556. 如何设定窑炉冷面温度?	(69)
3526. 加热炉的固定热损失有哪些,减少炉子的水管固定热损的措施有哪些?	(63)	3557. 氧化气氛炉膛,如何根据加热热源方式不同选用耐火材料?	(69)
3527. 炉底滑轨水梁垫块功能是什么?	(64)	3558. 陶瓷纤维为什么在还原气氛和真空气氛其化学稳定性、绝热性能和耐热性能会劣化?	(69)
3528. 连续加热炉对炉底滑轨、水梁垫块的施用要求有哪些?	(64)	3559. 常见情况下,耐火纤维使用温度如何选择?	(69)
3529. 连续加热炉用滑轨的种类有哪些?	(64)	3560. 什么是陶瓷纤维贴面块?	(70)
3530. 什么是冷滑轨?	(64)	3561. 如何选择陶瓷纤维贴面块的合理厚度?	(70)
3531. 什么是半热滑轨?	(64)	3562. 陶瓷纤维贴面块的黏结剂有哪些?	(70)
3532. 热滑轨技术对连续加热炉型的发展有何影响?	(65)	3563. 用纤维组块取代传统的层铺式纤维炉衬的排列方式有哪几种?	(70)
3533. 新型高效热滑轨技术上的创新突破有哪些?	(65)	3564. 如何修整纤维组块炉衬?	(70)
3534. 加热炉冷却水温偏高的原因是什么,有何问题,温度过低有什么问题?	(65)	3565. 陶瓷纤维喷涂炉衬有哪些特点?	(70)
3535. 水箱漏水会有什么问题,有何危害?	(65)	3566. 制作陶瓷纤维喷涂衬有哪些要求?	(70)
3536. 为何冷却水要除氧,没有除氧有何问题?	(65)	3567. 如何施工陶瓷纤维喷涂炉衬?	(71)
3537. 汽化冷却有何节能作用?	(66)	3568. 在热风管道施工陶瓷纤维隔热层有哪些要求?	(71)
3538. 步进梁式加热炉汽化冷却的工作原理是什么?	(66)	3569. 耐火纤维有哪些热导率特性?	(71)
3539. 加热炉汽化冷却系统纵水管烧坏、爆管是何原因?	(66)	3570. 陶瓷纤维贴面块常用的黏结剂有哪些?	(71)
第五节 加热炉耐火材料		3571. 如何设置纤维浇注料的伸缩缝?	(71)
3540. 炉体为何采用低水泥浇注料整体浇注,有何好处?	(66)	3572. 轧钢加热炉上什么部位可使用何种耐火纤维来节能?	(72)
3541. 耐火纤维喷涂技术的原理是什么?	(67)	3573. 轧钢加热炉有几种典型的炉墙结构,它们由哪些材料组成,保温效果怎样?	(72)
3542. 浇注料的炉子如何烘炉?	(67)	3574. 高温窑炉远红外辐射节能涂料节能的原理是什么?	(72)
3543. 炉墙和炉顶坍塌、透红的原因是什么,有何修补方法?	(67)	3575. 高温红外复合涂料有哪些特点?	(73)
3544. 为什么硅酸铝耐火纤维具有非常好的保温效果?	(67)	3576. 高温节能涂料是什么材料?	(73)
3545. 如何根据炉窑内气氛选用耐火材料的温度等级?	(67)	3577. 高温涂料的原理是什么,有何作用?	(73)
3546. 如何选择耐火纤维炉衬的安装和施工方法?	(67)	3578. “杰能王”微纳米高温远红外节能涂料有何特性和节能作用?	(73)
3547. 渣球是怎样对耐火材料的导热系数产生影响?	(67)	3579. 高温涂料如何施工,烘干升温有何要求?	(73)
3548. 如何根据炉内气流速度选择耐火材料?	(67)	第六节 加热炉余热利用	
3549. 硅酸铝纤维在高温下使用损坏的原因是什么?	(68)	3580. 加热炉和均热炉的余热利用效果如何?	(74)
3550. 什么是纤维的“粉化”?	(68)	3581. 隧道窑炉和倒焰窑的余热利用形式有哪些?	(74)
		3582. 余热锅炉流程是什么?	(75)
		3583. 步进式板坯加热炉的烟气余热锅炉和空气预热器采用什么样的布置方式?	(75)
		3584. 坯件加热炉余热回收形式是什么?	(76)
		3585. 为什么说加热炉节能的重点是废气热量的回收?	(76)

3586. 轧钢加热炉使用换热器回收废气热量的效果如何,存在什么问题? (77)
3587. 换热器在加热炉中有什么作用,有哪些种类? (77)
3588. 加热炉废热利用的潜力有多大? (77)
3589. 采用烟气余热回收与没有余热回收的加热炉比较,能节能多少,是什么关系? (77)
3590. 常用的回收烟气余热方式有哪些? (78)
3591. 如何选择烟气余热利用方式提高余热利用? ... (78)
3592. 烟气余热回收的工艺方法有什么优缺点? ... (78)
3593. 单预热与双预热有何区别,比较蓄热式技术与换热器技术,哪种技术节能,各有何特性? (79)
3594. 空气预热器在回收加热炉尾部烟气余热中有何作用? (79)
3595. 影响换热器寿命的原因是什么,如何延长其使用寿命? (79)
3596. 煤气换热器会发生腐蚀的机理是什么,会引发哪些问题,有何对策? (79)
3597. 热管换热器在加热炉回收系统长期使用会出现哪些问题? (79)
3598. 热管换热器积灰结渣会造成什么问题,有何措施处理热管换热器积灰结渣? ... (79)
- 第七节 加热炉自动化**
3599. 实现加热炉计算机自动控制存在哪些问题? (80)
3600. 加热炉的自动控制有何作用,如何实现控制,有哪些控制功能? (80)
3601. 何为加热炉一级、二级控制,如何实现? ... (81)
3602. PLC 是什么,加热炉 PLC 控制有哪些功能? ... (81)
3603. 燃料燃烧控制如何实现,节能效果如何? (81)
3604. 炉内残氧如何控制? (81)
3605. 数字化燃烧控制如何实现? (81)
3606. 什么是双交叉燃烧控制? (81)
3607. 加热炉炉温如何控制? (81)
3608. 加热炉炉压如何控制? (81)
3609. 如何实现数学模型优化控制,节能效果如何? (82)
3610. 如何实现管理优化控制,节能效果如何? ... (82)
3611. 加热炉如何实现智能控制? (82)
3612. 为什么对加热炉采用模糊控制可以取得显著的节能效果? (83)
3613. 模糊控制系统节能原理是什么,具有怎样的特点? (83)
3614. 加热炉热工过程自动控制包括哪些项目? ... (83)
3615. 什么是步进炉的二级控制,具有哪些控制功能? (83)
- 第八节 加热炉管理操作**
3616. 如何实现加热炉管理节能? (84)
3617. 如何判断炉内煤气泄漏? (84)
3618. 炉底结渣的原因是什么,一般如何处理,如何减少结渣? (84)
3619. 烟气露点腐蚀的腐蚀机理是什么,分哪些阶段,有哪些防止措施? (84)
3620. 炉压过高对加热炉有什么危害? (84)
3621. 日常维护维修和操作有哪些因素影响加热炉的节能? (84)
3622. 孔板流量计有哪些优缺点,使用中要注意哪些问题? (85)
3623. 为什么要加强炉体的日常维护,其内容有哪些? (85)
3624. 煤气中毒后有哪些症状,怎样防止煤气中毒? (85)
3625. 为什么要测定加热炉的炉气成分,有哪些测定方法? (86)
3626. 煤气排水器的使用维护应注意哪些问题? ... (86)
- 第九节 系统、综合节能技术**
3627. 加热炉节能主要从哪几个方面入手? (86)
3628. 如何用热平衡结果看一般性节能措施的效果? (87)
3629. 为何加热炉节能很重要,在轧钢工序占的比重有多大? (88)
3630. 轧钢加热炉的基本节能途径有哪些? (88)
3631. 减少出炉废气带走的热量的措施有哪些? ... (88)
3632. 减少冷空气吸入和高温气体溢出的意义是什么,该采取哪些措施? (88)
3633. 供热操作与降低出炉废气温度(节能)的关系是什么? (89)
3634. 通过改善炉内热交换,降低出炉废气温度(节能)的途径有哪些? (89)
3635. 增加空气(燃气)带入的物理热节能的途径有哪些? (90)
3636. 减少炉体散热和蓄热的热损失的措施是什么? (90)
3637. 如何减少加热炉的热损失? (90)
3638. 影响加热炉单耗的因素有哪些? (90)
3639. 加热炉单位燃耗与产量是何关系? (90)
3640. 提高轧钢加热炉热效率的途径有哪些方面? ... (91)
3641. 提高加热炉热效率有哪些有效途径? (91)
3642. 影响加热炉效率的因素有哪些,如何提高加热炉效率? (91)
3643. 如何提高加热炉负荷,对能耗有何影响? ... (91)
3644. 加热炉供热方式有哪些? (91)
3645. 加热炉工艺制度如何优化? (91)
3646. 待轧策略如何确定? (92)
3647. CFD 技术如何在加热炉上应用,有何作用? (92)
3648. 什么是变频调速,在加热炉中如何应用? (93)
3649. 加热炉有哪些环保措施? (93)

3650. 系统节能有哪些方法, 如何实现加热炉的系统节能?	(93)	3674. 内置蓄热室工业炉由哪几部分组成, 工作原理是什么?	(100)
二、蓄热式加热炉节能		3675. 蓄热式轧钢加热炉有几种不同的结构形式, 特点是什么?	(100)
第十节 高温空气燃烧技术的工作原理与特性		3676. 蜂窝状蓄热体有哪些特点?	(100)
3651. 什么是高温空气燃烧技术?	(93)	3677. 高效蓄热式工业炉为什么采用内置式换向燃烧?	(101)
3652. 为什么说采用高速切换式蓄热式燃烧系统, 是工业炉节能技术的一个大的突破?	(94)	第十三节 降低氮氧化物排放	
3653. 蓄热式燃烧系统的工作原理是什么?	(94)	3678. 燃烧 NO_x 的生成原理和影响因素有哪些?	(101)
3654. “蓄热式烧嘴能实现烟气热量极限回收”是什么概念?	(94)	3679. 高温空气燃烧如何降低 NO_x 的生成量? ...	(102)
3655. 蓄热式燃烧技术有什么优点?	(95)	3680. 燃烧过程中 NO_x 形成途径有几种?	(102)
3656. 新型蓄热式燃烧系统在技术上有何重大突破?	(95)	3681. NO_x 的抑制原理是什么?	(102)
3657. 如何实现高温低氧燃烧?	(95)	3682. 目前低 NO_x 燃烧技术主要有哪些?	(102)
3658. 轧钢加热炉使用高温空气燃烧技术有何优势?	(95)	第十四节 蓄热式加热炉设计	
3659. 高效蓄热工业炉是由哪些系统组成的, 其工作原理是什么?	(96)	3683. 什么叫蓄热式烧嘴轧钢加热炉, 它与其他轧钢加热炉的主要区别是什么?	(103)
第十一节 蓄热式加热炉的燃料与燃烧		3684. 蓄热式烧嘴加热炉有几种类型?	(103)
3660. 如何选择蓄热式加热炉的预热方式?	(97)	3685. 蓄热式烧嘴负荷如何分配比较合理?	(103)
3661. 高效蓄热式工业炉实现空气、煤气双预热后带来了哪些优点?	(97)	3686. 蓄热式加热炉如何选择蓄热方式?	(103)
3662. 通过蓄热技术产生高温空气对燃烧过程有何具体意义?	(97)	3687. 哪些因素决定蓄热式烧嘴加热炉该选用空气单预热或空气煤气双预热?	(103)
3663. 高温空气燃烧的火焰有哪些特征?	(97)	3688. 为什么只有蓄热式加热炉可以使用单一高炉煤气作燃料?	(104)
3664. 蓄热式轧钢加热炉常使用哪些燃料, 它们的特性参数如何?	(97)	3689. 蓄热式轧钢加热炉的炉底强度可以提高多少, 为什么?	(104)
3665. 采用高温空气燃烧技术, 为什么可以在加热炉上使用高炉煤气?	(98)	3690. 试举例说明蓄热式烧嘴加热炉有哪些节能效果?	(104)
3666. 什么是热交换器的温度效率, 换热式和蓄热式热交换器各自的温度效率能达到多少?	(98)	3691. 蓄热式烧嘴加热炉的排烟设计有何特点? ...	(105)
3667. 什么是热交换器的热回收率, 换热式和蓄热式热交换器各自的热回收率能达到多少?	(98)	3692. 蓄热式烧嘴加热炉如何计算排烟分配比? ...	(106)
3668. 什么是热交换器的温度效率, 换热式和蓄热式热交换器各自的温度效率能达到多少?	(99)	3693. 蓄热式烧嘴连续加热炉的供热制度有何特点?	(106)
第十二节 加热炉结构与类型		3694. 蓄热式烧嘴加热炉的炉型曲线为什么相对简单些?	(107)
3669. 蓄热式加热炉与常规加热炉主要有哪些区别?	(99)	3695. 蓄热式烧嘴加热炉怎样布置烧嘴?	(107)
3670. 内置式蓄热加热炉和外置蓄热室加热炉对比有何具体不同?	(99)	3696. 使用低热值煤气的蓄热式加热炉怎样选择冷炉升温阶段的燃料和燃烧装置?	(108)
3671. 蓄热室的烟气利用率如何计算?	(99)	3697. 哪些蓄热式加热炉可以不必单独安装点火烧嘴?	(108)
3672. 蓄热式加热炉蓄热室利用烟气的比例多大? ...	(100)	3698. 蓄热式烧嘴加热炉怎样配置扒渣门和检修门?	(109)
3673. 影响 HTAC 技术应用效果的主要参数有哪些?	(100)	3699. 什么叫集中换向, 什么叫分散换向, 各有何优缺点?	(109)
		3700. 蓄热式烧嘴加热炉的管路系统由哪几部分组成?	(109)
		3701. 一台双预热、集中换向的二段蓄热式烧嘴加热炉的煤气管路, 应安装哪些阀门和仪表?	(109)
		3702. 一台双预热、分散换向的二段蓄热烧嘴	

- 式加热炉的煤气管路,应安装哪些阀门和仪表? (110)
3703. 空气单预热的蓄热烧嘴式加热炉煤气管道怎样布置? (111)
3704. 煤气管路上阀门的选型应注意哪些问题? ... (111)
3705. 选用热脏发生炉煤气管路上的阀门应注意什么问题? (111)
3706. 热脏煤气管路上应怎样考虑保温、排污、检修等问题? (111)
3707. 炉前煤气管路的吹扫放散系统怎样布置? ... (111)
3708. 一台集中换向的二段蓄热烧嘴式加热炉的空气管路,应安装哪些阀门和仪表? (112)
3709. 一台分散换向的二段蓄热烧嘴式加热炉的空气管路,应安装哪些阀门和仪表? (112)
3710. 鼓风机进口怎样安装消声器和风压调节阀? ... (113)
3711. 怎样操作烧嘴前的煤气阀门和空气阀门? ... (113)
3712. 空气管路上为什么要安装防爆装置,防爆装置的原理是什么? (113)
3713. 炉前空气、煤气管路上哪些地方要装设波纹补偿器? (113)
3714. 一台双预热、集中换向的二段蓄热烧嘴式加热炉的废气管路,应安装哪些阀门和仪表? (113)
3715. 一台单预热、分散换向的二段蓄热烧嘴式加热炉的废气管路,应安装哪些阀门和仪表? (114)
3716. 为什么引风机进口应设立波纹补偿器和调节阀,怎样设置? (114)
3717. 选用和使用蓄热式烧嘴加热炉引风机时要注意哪些问题? (115)
3718. 蓄热式烧嘴加热炉怎样调节炉膛压力? (115)
3719. 烟囱的设置要注意哪些问题? (115)
3720. 一台蓄热式烧嘴加热炉的管道走向是怎样的? (116)
3721. 蓄热式烧嘴能力过大或过小有什么问题? ... (116)
3722. 为什么蓄热式加热炉和普通加热炉相比没有炉顶下压和炉顶上抬? (116)
3723. 在蓄热式炉上均热段采用高热值煤气是否合适? (117)
3724. 蓄热式加热炉的供热指标如何确定? (117)
3725. 选用和使用蓄热式加热炉引风机时要注意哪些问题? (117)
3726. 如何选择蓄热式加热炉的预热形式? (117)
- 第十五节 蓄热式加热炉的关键设备与材料**
3727. 轧钢加热炉使用的蓄热式烧嘴主要有哪些种类? (118)
3728. 空气单预热蓄热式烧嘴的原理和结构如何? ... (118)
3729. 空气、煤气双预热组合式蓄热式烧嘴的原理和结构如何? (119)
3730. 空气、煤气双预热分隔式蓄热式烧嘴的原理和结构如何? (120)
3731. 蓄热式烧嘴的安装注意事项有哪些? (121)
3732. 烧嘴砖为什么要采用分体式结构? (121)
3733. 空气喷嘴和煤气喷嘴是上下布置好还是左右布置好? (122)
3734. 常用的蓄热体有几种,试比较它们的性能? (122)
3735. 各种规格蓄热体的比表面积是多少? (122)
3736. 对蓄热体的技术性能有哪些要求? (123)
3737. 影响蓄热式炉挡砖及蓄热体寿命的因素有哪些? (124)
3738. 短管状蓄热体有哪些优点,哪些缺点,如何解决? (124)
3739. 比较几种蓄热体材料的性能有什么区别? ... (124)
3740. 请说明蓄热体堵塞、积碳的原因,有何方法改善,蓄热箱轻质耐火材料脱落是何原因,有何补救方法? (125)
3741. 蓄热体使用中存在的问题,是什么原因造成? (125)
3742. 内置蓄热室工业炉为什么采用球形蓄热体? (125)
3743. 蓄热式加热炉使用的换向阀主要有哪些种类,对它们有哪些基本要求? (126)
3744. 大型四通换向阀的原理是什么,其系列参数有哪些? (126)
3745. 大型三通换向阀的原理是什么,其系列参数有哪些? (128)
3746. 大型三通、四通换向阀在调整、使用与维护中要注意哪些问题? (128)
3747. 旋瓣式三通换向阀的原理是什么,其系列参数有哪些? (129)
3748. 旋瓣式三通换向阀在安装和调试时要注意哪些问题? (130)
3749. 小型双关三通换向阀的原理是什么,其系列参数有哪些? (130)
3750. 三小型双关三通换向阀在安装和调试时要注意哪些问题? (131)
3751. 换向系统的选择应考虑哪些因素? (132)
3752. 四通换向阀的煤气进口处为什么要安装一个快速关断阀? (132)
3753. 如何减少风机、引风机的喘振? (132)
3754. 蓄热式加热炉对耐火材料选用有何要求? ... (132)
3755. 一台蓄热式烧嘴加热炉计算机控制系统怎样组成的? (133)
- 第十六节 蓄热式开炉前的准备与烘炉**
3756. 炉子在开炉前要进行哪些检查? (133)
3757. 如何对煤气管道进行严密性试验? (134)

3758. 如何进行煤气管路的吹扫、放散? (134)
3759. 蓄热式炉在开炉时风机应何时启动? (135)
3760. 为什么对于燃高炉煤气的蓄热式炉必须使用烘炉管和点火烧嘴烘炉? (135)
3761. 如何执行向炉前送煤气的程序? (135)
3762. 什么叫爆发试验, 怎样进行爆发试验? ... (135)
3763. 烘炉的目的是什么, 炉子点火前必须具備哪些条件? (136)
3764. 烘炉时间的长短取决于什么, 一般需要多长的烘炉时间? (136)
3765. 什么叫烘炉曲线, 它应由谁来制定? (136)
3766. 用耐火浇注料砌筑的加热炉的烘炉制度如何, 应注意什么? (136)
3767. 烘炉管的结构如何, 怎样供入煤气空气, 点燃烘炉管时要注意什么? (137)
3768. 烘炉管烘炉阶段如何进行火焰调节与温度控制操作? (137)
3769. 在低温烘炉阶段, 如何使用柴油为燃料? ... (137)
3770. 蓄热式炉使用点火烧嘴烘炉时空气煤气怎样供入, 烟气从哪里排出? (138)
3771. 点火烧嘴烘炉阶段有哪些操作注意事项? ... (138)
3772. 空气/废气引风系统怎样启动与投入正常运行? (138)
3773. 有些蓄热式炉在烘炉阶段可以将蓄热式烧嘴当普通烧嘴使用, 是指哪些情况, 此时怎样操作? (139)
3774. 在加热炉烘炉过程中, 加热工要注意和检查哪些事项? (139)
- 第十七节 蓄热式加热炉的供热、维护与停炉操作**
3775. 对于集中换向的空气、煤气双预热的蓄热式炉, 启动蓄热式燃烧系统的前提条件是什么? (139)
3776. 对于集中换向的空气、煤气双预热的蓄热式炉, 怎样启动蓄热式燃烧系统? (140)
3777. 对于集中换向的空气单预热的蓄热式炉, 怎样启动蓄热式燃烧系统? (140)
3778. 对于三通阀换向的空气、煤气双预热的蓄热式炉, 怎样启动蓄热式燃烧系统? ... (140)
3779. 对于三通阀换向的空气单预热的蓄热式炉, 怎样启动蓄热式燃烧系统? (141)
3780. 炉子自动控制系统怎样投入运行? (141)
3781. 加热炉有哪些安全报警项目, 怎样处置? ... (141)
3782. 怎样管理和维护好蓄热式烧嘴? (142)
3783. 怎样管理和维护好蓄热式烧嘴? (142)
3784. 炉子如何执行停炉操作? (142)
3785. 蓄热式加热炉如何实现停炉, 如何操作? ... (143)
3786. 当炉子需要短期停炉时, 进行哪些操作? ... (143)
3787. 炉子需要长期停炉时, 进行哪些操作? ... (143)
3788. 在蓄热式炉上停炉降温时应注意什么? (143)
3789. 如何延长蓄热式加热炉的使用寿命? (143)
3790. 为什么要把氮气作为压缩空气的备用? (143)
3791. 蓄热式炉排烟与常规炉排烟有何不同, 蓄热式炉排烟在何范围, 过高与过低有何问题? (144)
3792. 排烟温度太高的原因有哪些? (144)
3793. 排烟温度太低的原因有哪些? (144)
3794. 包扎排烟管道有什么好处? (144)
3795. 为什么发现排烟超温后要及时开箱检查蓄热体? (144)
3796. 废旧蓄热体回收有何意义? (144)
3797. 检修时更换蓄热体应注意什么? (144)
3798. 为什么有些蓄热式炉上烧嘴喷口有黑洞, 如何避免? (144)
- 第十八节 蓄热式加热炉炉压控制**
3799. 影响蓄热式炉炉压的因素有哪些? (144)
3800. 如何使炉压得到有效控制? (145)
3801. 炉内压力波动是何原因, 控制多大范围合适, 有何危害? (145)
3802. 是何原因造成蓄热式加热炉炉膛压力的波动, 有何解决办法? (145)
3803. 蓄热式加热炉炉膛压力持续过高的主要原因有哪些? (145)
3804. 风压高低对蓄热式炉炉压有何影响? (145)
3805. 引风机能力大小对蓄热式炉炉压有何影响? ... (145)
3806. 煤气压力波动对蓄热式炉炉压有何影响? ... (146)
3807. 煤气成分波动对蓄热式炉炉压有何影响? ... (146)
3808. 煤气含水及含尘量大小对蓄热式炉炉压有何影响? (146)
3809. 排烟温度对蓄热式炉炉压有何影响? (146)
3810. 挡砖及蓄热体质量对蓄热式炉炉压有何影响? (146)
3811. 挡砖及蓄热体的安装质量对蓄热式炉炉压有何影响? (146)
3812. 快切阀和调节阀的状态对蓄热式炉炉压有何影响? (146)
3813. 为控制蓄热式炉炉压烧火工应做好哪些工作? (146)
- 第十九节 蓄热式加热炉的安全与环保**
3814. 在炉子正常生产操作中要注意哪些安全事项? (147)
3815. 炉子检修时应注意哪些安全问题? (147)
3816. 蓄热式加热炉煤气泄漏有何影响, 有何处理措施? (147)
3817. 煤气为什么能使人中毒? (148)
3818. 哪些煤气的毒性最大, 为什么? (148)
3819. 蓄热式炉周围 CO 的浓度限定值是多少, 如何检测? (148)