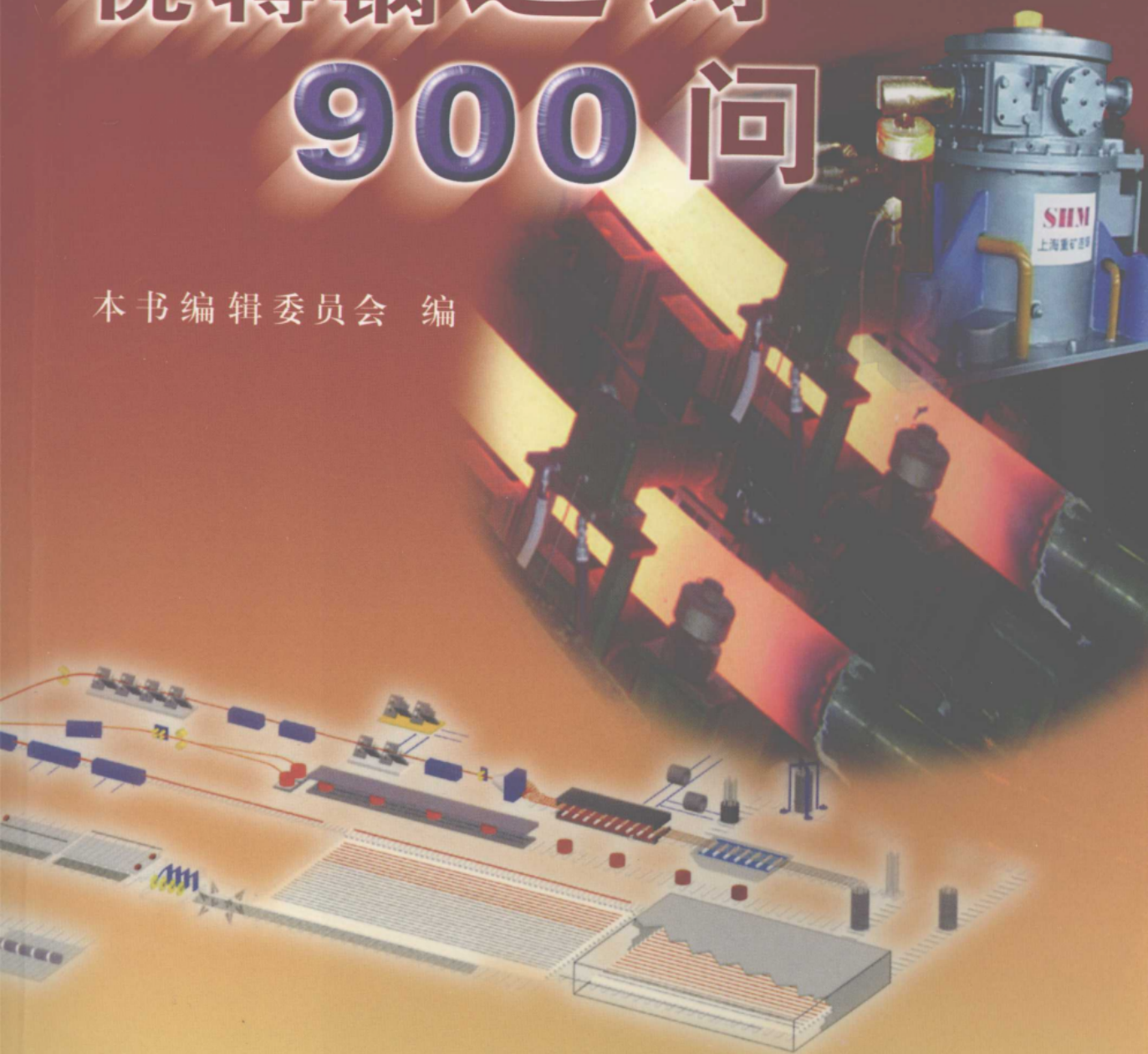


冶金科学技术普及读物
现代钢铁流程

品种钢连铸 900 问

本书编辑委员会 编



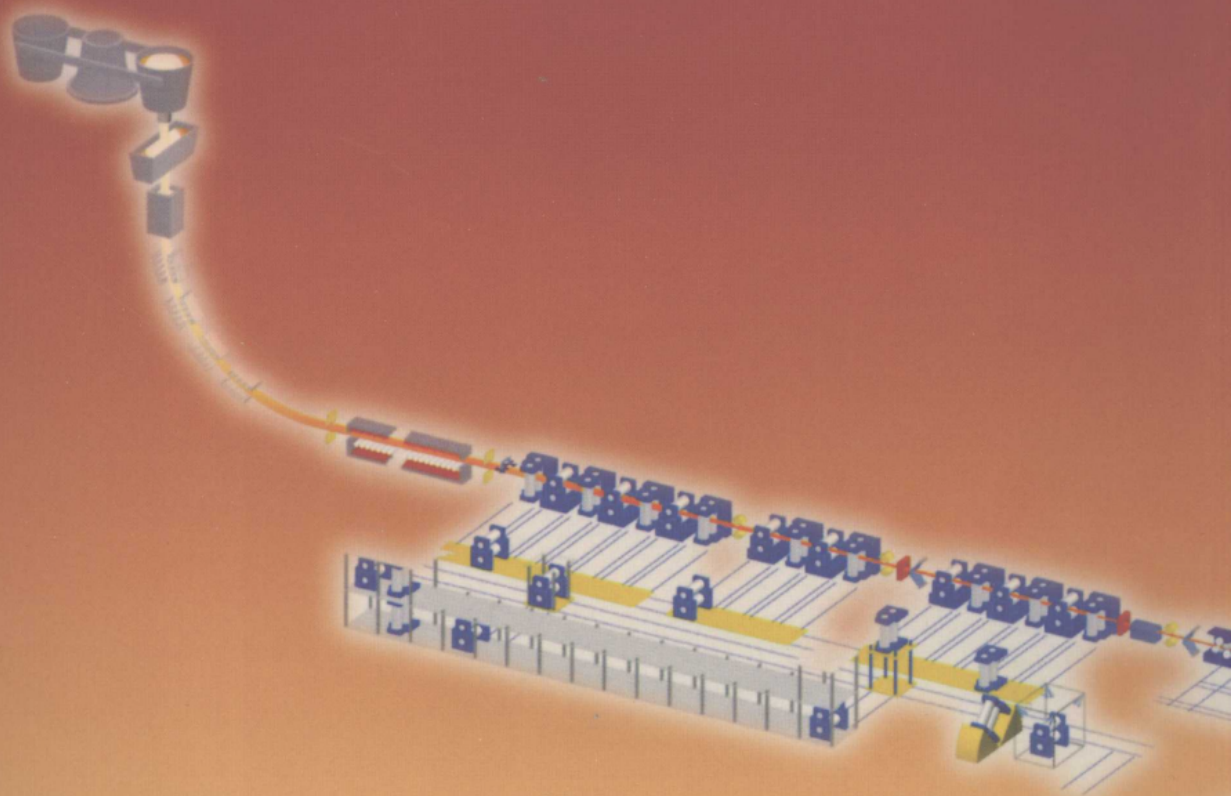
中国科学技术出版社

责任编辑：黄秀声 夏杰生 许 慧 周晓慧

责任校对：张苓苓 刘红岩

责任印制：王 沛

封面设计：陈 非 陈晓莉



ISBN 978-7-5046-4651-4



9 787504 646514 >

定价：68.00元

冶金科学技术普及读物

品种钢 优特钢 连铸 900 问

本书编辑委员会 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书共分上、中、下三篇。上篇为品种钢、优质钢、特殊钢的基本知识;包括第一章合金钢与低合金钢、第二章微合金化钢、第三章不锈钢、第四章钢材品种结构调整;中篇为品种钢、优质钢、特殊钢连铸工艺;包括第五章钢水准备及要求、第六章连铸设备、第七章连铸工艺技术、第八章结晶器及二次冷却、第九章喷嘴应用技术、第十章保护渣技术、第十一章保护渣自动加渣技术、第十二章连铸轻压下技术、第十三章连铸坯质量及常见缺陷、第十四章连铸全流程自动检测与控制技术、第十五章连铸耐火材料;下篇为典型钢种的连铸技术,包括第十六章 IF 钢连铸技术、第十七章轴承钢连铸技术、第十八章硬线钢连铸技术、第十九章管线钢连铸技术、第二十章齿轮钢连铸技术、第二十一章不锈钢连铸技术、第二十二章重轨钢连铸技术、第二十三章弹簧钢连铸技术、第二十四章耐候钢连铸技术、第二十五章硅钢连铸技术。全书共 913 问,约 50 万字。

本书可作为炼钢-连铸生产操作者自学或培训教材,亦可供从事炼钢-连铸工作的科技人员和管理人员参考,还可供大、中专院校冶金、机械专业的学生参考,又可供为炼钢-连铸生产提供设备、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

品种钢优特钢连铸 900 问/《品种钢优特钢连铸 900 问》

本书编辑委员会编. —北京:中国科学技术出版社,2007.4

ISBN 978-7-5046-4651-4

I. 品... II. 品... III. 连续铸钢-生产工艺-问答

IV. TF777-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 033515 号

自 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。

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:010-64441867 传真:010-64441856

<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:19 字数:500 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

印数:1-6000 册 定价:68.00 元

ISBN 978-7-5046-4651-4/TF·21

(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)

《品种钢优特钢连铸 900 问》

编辑委员会名单

主 编

千 勇 中国工程院院士 中国金属学会副理事长 连铸技术国家工程研究中心主任
钢铁研究总院院长

副主编(排名不分先后)

刘 浏 博士、教授、博士研究生导师 钢铁研究总院总工程师兼冶金工艺研究所所长
姜周华 博士、教授、博士研究生导师 东北大学钢铁冶金研究所所长 特殊钢先进
冶金工艺与装备教育部工程研究中心主任
张家泉 博士、教授、博士研究生导师 北京科技大学冶金与生态工程学院钢铁冶金系
成国光 博士、教授、博士研究生导师 北京科技大学冶金与生态工程学院
钢铁冶金系主任
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
焦晓渝 教授级高级工程师 钢铁研究总院科技信息室副主任
萧忠敏 中国金属学会炼钢专业委员会委员、《炼钢》杂志主编、武钢科技创新部
教授级高级工程师
李凤喜 教授级高级工程师 中国金属学会炼钢分会及连铸分会副主任委员、
武钢第二、第三炼钢厂厂长
李 晶 博士、副教授 北京科技大学冶金与生态工程学院钢铁冶金系
东 涛 教授级高级工程师 钢铁研究总院总工程师室
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
李 阳 博士 东北大学钢铁冶金研究所
李花兵 博士 东北大学钢铁冶金研究所
吴 巍 博士后、教授级高级工程师 钢铁研究总院冶金工艺研究所副所长
李京社 博士、教授、博士研究生导师 北京科技大学研究生院常务副院长

- 刘 青 博士、副教授 北京科技大学科技处副处长
- 吴 伟 博士后、高级工程师 钢铁研究总院冶金工艺研究所
- 刘 伟 博士研究生 钢铁研究总院冶金工艺研究所
- 贺 庆 硕士 工程师 钢铁研究总院冶金工艺研究所
- 杨 勇 硕士 工程师 钢铁研究总院冶金工艺研究所
- 谢 兵 博士 博士研究生导师 重庆大学材料学院教授
- 何生平 博士 重庆大学材料学院讲师
- 田 陆 博士 衡阳镭目科技有限责任公司执行总裁
- 谭石红 高级工程师 衡阳镭目科技有限责任公司总裁助理
- 朱萃汉 高级工程师 杭州能源工程技术有限公司总经理
- 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
- 刘良田 教授级高级工程师 武钢硅钢管理部
- 缪新德 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
- 诸葛闻烈 高级工程师 江阴兴澄特种钢铁有限公司技术部
- 任一峰 工程师 江阴兴澄特种钢铁有限公司技术部
- 孙军立 高级工程师 江阴兴澄特种钢铁有限公司技术部
- 华 兴 高级工程师 江阴兴澄特种钢铁有限公司花山分厂
- 李 林 博士 教授级高级工程师 钢铁研究总院耐火材料研究室副主任
- 陆江帆 高级工程师 上海宝钢股份有限公司特殊钢分公司党委副书记
- 傅君彪 高级工程师 东北特钢集团大连金牛股份有限公司技术质量部副部长
- 朱 荣 博士 北京科技大学冶金与生态工程学院教授
- 陈素琼 博士 建龙钢铁控股有限公司高级工程师
- 李本海 高级工程师 首钢技术研究院钢研所所长
- 叶 枫 高级工程师 上海新中连铸技术工程有限公司副总经理
- 陈家昶 硕士 上海宝钢股份有限公司特殊钢分公司高级工程师
- 邵毅峰 高级工程师 青岛正望耐火材料有限公司副总经理
- 高 伟 硕士 首钢第二炼钢厂精炼车间
- 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
- 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
- 崔立新 博士 中冶连铸技术工程股份有限公司北京技术研究院
- 董淑冬 教授级高级工程师 上海重矿连铸技术工程有限公司董事长
- 瞿振波 高级工程师 上海重矿连铸技术工程有限公司总经理
- 李百炼 高级工程师 上海重矿连铸技术工程有限公司副总工程师
- 刘联群 高级工程师 武汉大西洋连铸设备工程有限公司董事长
- 杨玉祥 高级工程师 武汉大西洋连铸设备工程有限公司总经理助理兼市场部部长
- 张树发 高级工程师 秦皇岛首钢长白机械有限责任公司董事长、总经理

- | | | |
|-----|----------|-----------------------------|
| 谭绍宁 | 硕士 高级工程师 | 大连大山结晶器有限公司董事长、总经理 |
| 林 泉 | 高级工程师 | 大连大山结晶器有限公司副总经理、总工程师 |
| 付俊岩 | 高级工程师 | 中国金属学会特殊钢分会理事、全国低合金钢学术委员会委员 |
| 侯豁然 | 高级工程师 | 中信金属公司铌产品业务部 |
| 陆闻言 | 硕士 | 《中国冶金报》总编辑 |
| 陈贵民 | | 中国冶金报社副社长 |
| 王青海 | 高级工程师 | 首钢总公司总经理 |
| 娄 霆 | 高级工程师 | 合肥市百胜科技发展有限公司董事长 |
| 董 事 | 高级工程师 | 本溪北台钢铁(集团)有限公司常务副总裁 |
| 赵兴春 | 高级工程师 | 本溪北台钢铁(集团)有限公司副总裁 |
| 熊小星 | 教授级高级工程师 | 江西新余钢铁(集团)有限公司总经理 |
| 宫安东 | 高级工程师 | 本溪北营钢铁(集团)有限公司总经理 |
| 万如铁 | 高级工程师 | 抚顺新钢铁有限责任公司总经理 |
| 李贵国 | 高级工程师 | 四川德胜(集团)有限公司总裁 |
| 刘 锋 | 高级工程师 | 山东莱钢永锋钢铁有限公司董事长 |
| 常 建 | 高级工程师 | 承德钢铁(集团)有限公司总经理 |
| 苏广奇 | 高级工程师 | 舞阳钢铁有限责任公司总经理 |
| 韩永德 | 高级工程师 | 本溪北营钢铁(集团)有限公司炼钢厂厂长 |
| 刘 祥 | 高级工程师 | 江苏利淮钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 李培松 | 高级工程师 | 江苏利淮钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 张银生 | 高级工程师 | 江苏利淮钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 肖国栋 | 高级工程师 | 新疆八一钢铁(集团)公司技术中心主任 |
| 仇雅鸣 | 高级工程师 | 贵州水城钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 王琳松 | 高级工程师 | 贵州水城钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 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 |
| 周为民 | 高级工程师 | 河南济源钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 张爱兵 | 高级工程师 | 湖南湘潭钢铁(集团)有限公司副总经理 |
| 蒋运安 | 高级工程师 | 秦皇岛首钢板材有限公司总经理 |
| 刘洪滨 | 高级工程师 | 河北前进钢铁(集团)有限公司总经理 |
| 谢碧祥 | 高级工程师 | 新疆金特和钢钢铁有限公司董事长 |
| 许长坤 | 高级工程师 | 江苏钢领钢铁有限公司董事长 |
| 刘吉安 | 高级工程师 | 山东富伦钢铁公司总经理 |
| 孙宝良 | 高级工程师 | 北京鹏程瀚宇工程有限公司董事长 |
| 吴占忠 | 高级工程师 | 秦皇岛麦斯塔技术工程有限公司总经理 |
| 杨伟增 | 高级工程师 | 天津钢铁有限公司工程建设总指挥部党委书记 |
| 彭金城 | 高级工程师 | 天津钢铁有限公司工程建设轧钢指挥部副指挥 |

- 赵继增 教授级高级工程师 北京利尔耐火材料(集团)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、总经理
 张正民 青岛正望耐火材料有限公司董事长、总经理
 黄振球 高级工程师 宜兴市振球炉料有限公司总经理
 王 东 高级工程师 宜兴市振球炉料有限公司副总经理
 侯振东 高级工程师、高级经济师 郑州振东耐磨材料有限公司董事长、总经理
 朱长栓 高级工程师 郑州振东耐磨材料有限公司副总经理

编委(排名不分先后)

- 徐宝东 高级工程师 武汉大西洋连铸设备工程有限公司项目经理
 杨通敏 高级工程师 武汉大西洋连铸设备工程有限公司项目经理
 金泽洪 高级工程师 武汉大西洋连铸设备工程有限公司设计一部部长
 陈 予 教授级高级工程师 武汉大西洋连铸设备工程有限公司设计二部部长
 姜利生 高级工程师 武汉大西洋连铸设备工程有限公司项目经理部部长
 谭和平 高级工程师 东北特钢集团大连金牛股份有限公司技术部炼钢科科长
 胡永才 工程师 东北特钢集团大连金牛股份有限公司第一炼钢厂技术科科长
 徐怀宇 工程师 东北特钢集团大连金牛股份有限公司质量部
 贺智勇 博士 钢铁研究总院耐火材料研究室高级工程师
 彭小艳 硕士 钢铁研究总院耐火材料研究室工程师
 郭劲夫 工程师 本溪北营钢铁(集团)有限公司备件部部长
 高学志 高级工程师 天津钢铁有限公司设备处副处长
 齐文涛 高级工程师 抚顺新钢铁有限责任公司总经理助理
 刘彦华 高级工程师 北京能泰环保有限公司董事长
 熊余平 主任编辑 《中国冶金报》副总编辑
 任静波 主任编辑 《中国冶金报》副总编辑
 郑国柱 主任编辑 中国冶金报社社长助理
 邹若敏 主任编辑 中国冶金报社综合部主任
 王 庆 主任编辑 《中国冶金报》“装备技术导刊”主编
 贾晓静 《中国冶金报》“装备技术导刊”编辑
 黄秀声 硕士 中国钢铁新闻网科技频道编辑

本书策划

- 夏杰生 主任编辑 《中国冶金报》原科技部主任,中国钢铁新闻网科技频道主管,
 北京金帅企业形象设计有限公司总经理,北京科普创作协会会员

前言

中国工程院院士
中国金属学会副理事长
连铸技术国家工程研究中心主任
钢铁研究总院院长



2006年,我国钢产量已突破4亿吨,连铸比接近96%。事实充分表明,中国钢材数量不再是主要矛盾,而钢材品种结构不合理的矛盾十分突出。当前,冶金行业的主要任务是努力提高产品的市场竞争力,把大力开发高品质钢材列入发展战略的重要内容。许多普钢企业在钢材品种结构调整和编制科技发展规划中,已意识到发展品种钢、优质钢、特殊钢生产是提高产品技术含量和附加值,实现可持续发展的关键。

然而要发展高品质钢,连铸技术仍然是其工艺流程优化的主流。而高品质钢与普钢的连铸无论在技术、工艺、设备和理念上都有很大的差别。

第一,在高品质钢生产过程中,要根据所浇钢种的需要,对钢液的纯净度、钢液成分和浇注温度的控制,尤其是钢中微量元素的控制,都应达到规定值。第二,结晶器采用高频小振幅振动。高频有利于铸坯的脱模,小振幅有利于结晶器液面的稳定,也有利于减少铸坯振痕,减轻或消除铸坯表面缺陷。第三,选用性能良好的保护渣和低压水口浇注。第四,采用低的拉坯速度和二冷区的弱冷却。第五,使用大容量、深熔池,并砌有挡墙和坝的中间包。第六,选用适合高品质钢浇注的耐火材料。

高品质钢连铸生产过程中,还必须采取必要措施以保证产品的质量,主要是防止钢液二次污染,提高钢的洁净度,提高连铸坯的均匀性,减少连铸坯的表面及内部缺陷,减少凝固过程中产生的成分和组织的偏析等。此外,高品质钢的连铸还必须采用电磁搅拌、凝固末端轻压下,连铸全流程自动检测与控制等新技术。

进入21世纪以来,我国连铸技术又有了新的发展,拉速、产品质量、节能、降低成本方面都取得了长足的进步。但是,与先进的钢铁生产国家相比,我国连铸技术仍存在着一些不足和差距,主要反映在:先进与落后技术

装备多层次并存,影响了物耗与能耗的降低、劳动生产率和生产稳定性的提高。例如,国外方坯连铸拉速已达 $4.5 \sim 6.5 \text{ mm/min}$ (150 方左右),单流年产量可达 20 万 ~ 30 万吨。国外连铸机系统设备无故障率非常高,铸坯在线无缺陷率也极高。这些先进技术指标呼唤着我们急起直追,迎头赶上。

在这样的新形势下,为了推动我国钢铁行业从粗放发展到集约提升的战略转型,我们特组织国内连铸技术产、学、研领域有关专家和工程技术人员共同编写了《品种钢、优特钢连铸 900 问》一书。目的是促进行业科技交流,加强连铸新技术的传播,提高国家钢铁行业从业人员的专业素质。书中内容除部分为编纂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,对此,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”。本书是炼钢-连铸生产操作者自学或者用作培训的教材,亦可供从事炼钢-连铸工作的技术人员和管理人员参考,还可供大专院校冶金、机械专业的学生参考,也可供为炼钢-连铸生产提供设备、配件及相关技术服务的供方企业营销与技术人员参考。

本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娄霆先生的大力支持,还得到了近年来在发展品种钢、优质钢、特殊钢连铸工作中业绩突出的上海重矿连铸技术工程有限公司及其董事长董淑冬、总经理瞿振波的大力支持,对此表示衷心感谢!

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。”相信我国广大连铸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。

目 录

上篇 品种钢、优质钢、 特殊钢的基本知识

第一章 合金钢与低合金钢

一、基础知识

1. 什么叫合金钢,如何分类? (3)
2. 什么叫特殊钢? (3)
3. 特殊钢怎样分类? (3)
4. 国内外对合金钢的分类,有哪些
不同之处? (3)
5. 2005 年我国生产了多少优特钢
棒线材? (4)
6. “十一五”优特钢将如何发展? (4)
7. 早期低合金钢在国外是如何
发展的? (5)
8. 我国低合金钢是如何发展的? (6)
9. 我国低合金钢发展历程可以划分
为几个阶段? (6)
10. 现代低合金钢在发展过程中有
哪些重大进展? (7)
11. 低合金钢的主要品种有哪些? (8)
12. 什么是焊接高强度钢? (8)
13. 焊接高强度钢的生产工艺有哪些? ... (9)
14. 什么是低合金冲压钢? (9)
15. 什么是热轧冲压钢板,其典型
用途有哪些? (9)
16. 什么是冷轧冲压薄板? (9)
17. 什么是低合金耐腐蚀钢? (10)
18. 什么是低合金耐大气腐蚀钢? (10)
19. 什么是低合金耐海水腐蚀钢? (10)
20. 什么是低合金耐磨损钢? (10)
21. 低合金耐磨损钢有哪些品种,
其生产工艺流程有什么区别? (11)
22. 什么是低合金耐低温钢? (11)
23. 什么是低合金建筑钢筋? (12)
24. 各类低合金建筑钢筋的生产
工艺技术有什么区别? (12)
25. 对新一代的混凝土结构钢筋,
有什么特殊的性能要求? (12)
26. 什么是低合金钢轨钢? (12)
27. 提高钢轨强度和综合性能的途径
有哪些? (13)

第二章 微合金化钢

一、微合金化钢技术基础

28. 什么叫钢的微合金化? (14)
29. 什么叫微合金化钢? (14)
30. 什么叫微处理钢? (14)
31. “十五”期末微处理钢知多少? (14)
32. 为什么说微合金化钢是新型的
低合金高强度钢? (15)
33. 今后我国微合金化钢的发展
方向在哪里? (15)
34. 我国发展微合金化钢的资源
优势在哪里? (16)
35. 铌、钒、钛微合金化元素各有
什么特性? (16)
36. 微合金化钢冶炼有什么特点? (17)
37. 微合金化钢的精炼有什么特点? (18)
38. 如何防止微合金化钢的连铸

- 裂纹? (18)
39. 为什么微合金化钢不宜采取
常规轧制? (19)
40. 微合金化钢薄板坯连铸连轧
有哪些优势? (19)
41. 近五年微合金化钢的生产规模有
多大? (19)
42. 近五年我国微合金化技术有哪些
主要发展? (20)
43. 铌在微合金化钢中作为晶粒细化
元素,热衷于哪些研究内容? (20)
44. 微合金化元素的溶解和析出
行为有哪些特点? (20)
45. 今后我国微合金化钢品种的
发展方向是什么? (20)
46. “十一五”期间究竟需要多少
微合金化钢? (21)
- 是如何发展进步的? (27)
59. 我国不锈钢的发展历程主要经历
了哪几个阶段? (28)
60. 不断开发不锈钢新品种的领域
有哪些? (28)
61. 怎样使不锈钢材品种结构更趋
合理? (29)
62. 不锈钢在哪些应用领域的需求
将会进一步扩大? (29)
63. 什么是彩色不锈钢? (30)
64. 什么是不锈钢复合板? (30)
65. 我国不锈钢生产现状如何? (31)
66. 我国不锈钢生产如何解决潜在的
问题? (31)
67. 不锈钢市场新动向对产品提出
哪些新要求? (32)

第三章 不 锈 钢

47. 为什么说不锈钢是垃圾堆中发现
的珍宝? (23)
48. 不锈钢不生锈的奥秘在哪里? (23)
49. 不锈钢真的是永远不会生锈吗? (24)
50. 不锈钢具有哪些优良的使用
性能? (24)
51. 不锈钢有哪些用途? (24)
52. 世界不锈钢是怎样发展
起来的? (25)
53. 马氏体、铁素体和奥氏体三大类
不锈钢分别是在哪一年研制
成功的? (25)
54. 不锈钢的另外两种类型——双相
不锈钢和沉淀硬化型不锈钢
是在何时研制成功的? (25)
55. 不锈钢是依靠哪三大生产技术的
进步才得以快速发展的? (25)
56. 上述三大技术的进步对不锈钢的
发展有何重要意义? (26)
57. 中国不锈钢是怎样发展起来的? (26)
58. 我国不锈钢生产,装备和工艺技术
为什么说我国普钢企业钢材品种
结构调整的共同点是技术
等级? (33)
69. 为什么说发展扁平材是我国钢材
品种结构调整的重要方向
之一? (34)
70. 如何对量大面广的长型材进行
结构调整? (35)
71. 在线材产品结构调整中有哪些
重点发展的品种? (35)
72. 为什么说企业的产品分工也是
钢材品种结构调整的重要
内容? (36)
73. 为什么说工艺流程优化对钢材
品种结构调整至关重要? (36)
74. 工艺流程优化的主要内容有
哪些? (37)
75. 为什么说低(微)合金钢在西部
大开发中具有重要地位? (37)

第四章 钢材品种结构调整

中篇 品种钢、优质钢、 特殊钢连铸工艺

第五章 钢水准备及要求

76. 合金钢的凝固特性与普碳钢
相比有哪些区别? (41)
77. 优特钢连铸对钢水有什么样
的要求? (41)
78. 钢水清洁度是指什么? (42)
79. 钢液洁净度对连铸顺行有何
影响? (42)
80. 钢水温度控制对合金钢连铸有
什么重要性? (42)
81. 什么是连铸的浇注温度,它是
如何确定的? (43)
82. 如何控制连铸钢水温度? (43)
83. 合金钢连铸对钢水成分有什么
要求? (43)
84. 为改善连铸钢水的流动性可
采取哪些措施? (43)
85. 合金钢连铸钢水主要有哪些
脱氧方法? (43)
86. 简述合金钢连铸对钢水碳含量
控制的要点有哪些? (43)
87. 哪些工艺配置有利于稳定合金钢
的浇注温度? (44)
88. 采取哪些措施有利于稳定
合金钢的浇注温度? (44)
89. 为什么说合理的生产节奏对连铸
合金钢的质量十分重要? (44)
90. 特殊钢生产的基本流程有哪些? (44)
91. 钢中的气体对钢质量有何影响? (44)
92. 如何保证钢液中低的氮、氢含量? (44)
93. 精炼后吹软氩对连铸顺行和钢液
洁净度有何影响? (45)
94. 什么是钢的导热系数,合金元素
对钢的导热系数有何影响? (45)
95. 什么叫钢的可铸性? (45)
96. 什么是钢水的二次氧化反应? (45)
97. 特殊钢的成分设计要考虑哪些
因素? (45)
98. 在浇注特殊钢前,为什么要进行
钢水成分设计? (45)
99. 各钢种对固/液两相区的应力要求
有哪些? (45)
100. 什么是包晶反应钢? (46)
101. 用小方坯连铸机生产 Al 镇静钢时,
对钢水质量有什么要求? (46)
102. 什么是钢的显微组织,
研究它有什么意义? (46)
103. 控制钢液纯净度的措施有哪些? ... (46)
104. 怎样控制钢水中夹杂物的总量? ... (46)
105. 怎样控制钢水中夹杂物的形态? ... (46)
106. 为什么要控制钢水中的
Ca/Al 比? (47)
107. 怎样控制含钛钢水的纯净度? (47)
108. 为什么连铸不能浇注莱氏体钢? ... (48)
109. 特钢连铸对钢液质量有哪些
基本要求? (48)
110. 钢水中二次氧化产生的外来
夹杂物形成特征有哪些? (48)
111. 哪些因素可能造成钢水卷渣? (48)
112. 马氏体不锈钢的浇铸工艺有
什么特点? (49)
113. 铁素体不锈钢的浇铸工艺有
什么特点? (49)
114. 奥氏体不锈钢的浇铸工艺有
什么特点? (49)
115. 冶炼稀土焊条钢如何防止
堵水口? (49)
116. 目前国内外优质钢洁净度的
水平如何? (50)
117. 连铸工艺对钢水准备的基本
要求是什么? (50)
118. 洁净钢生产技术的键问题
有哪些? (50)
119. 不同内衬的中间包各有什么浇钢
特性,优特钢用哪类中间包

较好? (51)

120. 合金钢连铸机中间包有什么

特点? (51)

121. 合金钢连铸机结晶器和普碳钢

连铸机结晶器能够通用吗? (51)

122. 大方坯合金钢连铸机机型有

什么特点? (51)

123. 圆坯连铸机连铸时要注意哪些

问题? (51)

124. 圆坯连铸机二冷喷淋装置的

特点有哪些? (51)

125. 合金钢圆坯连铸机切割机有

哪些特点? (51)

126. 新型短臂四连杆振动装置主要

特点是什么? (51)

127. 板簧振动装置的主要特点是

什么? (52)

128. 合金钢圆坯拉矫机有哪些

特点? (52)

129. 合金钢连铸机导向段设备有哪些

特点? (52)

130. 合金钢方坯连铸机出坯区主要

设备有哪些? (52)

第六章 连铸设备

131. 特殊钢连铸与普通钢连铸有什么

区别? (53)

132. 特殊钢连铸机的种类有哪些? (53)

133. 特殊钢连铸对设备有什么要求? ... (53)

134. 什么是连铸机的“计算机质量
管理系统”? (54)

135. 现代连铸机主要有哪些特征? (54)

136. 中间包设计要求达到哪些目标? ... (55)

137. 铸坯输出辊道用水冷轴承长辊

集中传动代替自润滑轴承小辊
传动的优点是什么? (55)

138. 对特殊钢连铸设备有什么要求? ... (55)

139. 为什么特殊钢连铸机的二冷区
要长一些? (55)

第七章 连铸工艺技术

140. 特殊钢连铸有什么特点? (56)

141. 针对特殊钢凝固的特点,特殊钢

连铸需解决的关键技术问题
有哪些? (56)

142. 目前我国使用的中间包,尤其

是方坯连铸机使用的中间包
存在的突出问题表现在哪些
方面? (56)

143. 如何合理选择连铸坯断面? (57)

144. 实现低过热度浇铸的关键

以及与之配套的技术有
哪些? (57)

145. 采用连铸工艺生产特钢连铸坯

有什么优越性? (57)

146. 特殊钢连铸过程中为何容易

堵水口? (57)

147. 合金钢连铸的工艺特点

是什么? (58)

148. 合金钢的热物理性能及高温

性能有何特点,连铸生产时
应注意什么? (58)

149. 合金钢的浇注采用连续铸钢

工艺有何优越性? (58)

150. 特殊钢连铸坯断面尺寸有何

要求? (58)

151. 特殊钢连铸工艺参数对铸坯有何

影响,应采用怎样的基本工艺
参数? (58)

152. 怎样控制特殊钢连铸过程中钢水

吸氧? (59)

153. 什么叫缓冷,为什么大多数合金

钢种需要设置缓冷坑? (59)

154. 多钢种浇铸时如何选择出坯

方式? (59)

155. 保温坑热装和直接热装有什么

不同? (59)

156. 为什么在热送时铸坯会产生热脆

现象,有哪些钢种会出现这种

- 现象? (59)
157. 怎样防止铸坯在热送热装时
出现裂纹? (59)
158. 优特钢连铸的拉速选择应考虑
哪些因素? (60)
159. 不同钢种一火成材的最小压缩
比有什么要求? (60)
160. 什么是特殊钢连铸机的液芯矫直,
矫直应力怎么计算? (60)
161. 就特殊钢质量而言,大包为何
要升降? (60)
162. 升降与不升降大包插入中间包
的深度多少为好? (61)
163. 中间包流场对钢水质量有何
影响? (61)
164. 中间包浸入式水口浸入深度对
钢水质量有什么影响? (61)
165. 中间包塞棒自动控制对特殊钢
质量及可铸性有什么影响?
..... (61)
166. 液面的波动范围多少对卷渣有
什么影响? (61)
167. 易切钢的浇注特点是什么? (61)
168. 冷锻钢的浇注特点是什么? (62)
169. 怎样确定圆坯连铸结晶器的
“K”值? (62)
170. 圆坯连铸的拉矫与方坯的拉矫
设计有何不同? (62)
171. 在保护浇注中,二段式和整体式
浸入式水口各有哪些优缺点?
..... (62)
172. 为什么连铸圆坯材目前只能
用作圆管坯而不能用作
棒材坯? (62)
173. 连铸包晶钢的注意事项是
什么? (62)
174. 特殊钢方坯连铸的凝固特点
是什么? (62)
175. 在特钢连铸中,大包升降与不升
降对钢水质量各有什么
影响? (63)
176. 在特钢连铸坯热送中,铸坯表面
温度控制有何要求? (63)
177. 为什么不锈钢的切割要加铁粉? ... (63)
178. 各种非正弦振动波形的适用
范围有哪些? (63)
179. 从中间包流场合理性来考虑,
小方坯连铸最多为几流
合适? (63)
180. 为什么连铸不能浇铸沸腾钢? (63)
181. 怎样浇注小方坯铝镇静钢? (64)
182. 在热装中,连铸坯的“在线淬火”
(三冷)是解决什么问题的? (64)
183. 在大方坯浇注中,使用直孔或带
侧孔浸入式水口各有哪些
优缺点? (64)
184. 在大方坯浇注中,采取哪些措施
保持铸坯形状方正? (64)
185. 适合连铸的特殊钢有哪几类? (64)
186. 合金钢连铸机与普钢连铸机相比
有什么样的特征? (64)
187. 什么是组织应力,什么是热应力?
..... (65)
188. 什么是连铸坯的低倍组织,有
哪些评定指标? (65)
189. 什么叫连铸坯的固相率? (65)
190. 钢从液态冷却到室温有哪些收缩,
它对连铸工艺的确定有何
影响? (66)
191. 连铸过程中的二次氧化是指什么,
它会产生什么样的后果,如何
防止? (66)
192. 对有铝含量要求的钢种,连铸时
应注意哪些问题? (66)
193. 为何会出现铸坯表面增碳现象,
操作中应如何避免? (67)
194. 大方坯连铸的特点是什么,应注意
什么问题? (67)
195. 低碳高锰钢连铸要注意些什么? ... (67)
196. 怎样减少快换中间包的时间

- 间隔? (68)
197. 钙处理如何实现连铸钢防止水口结瘤、清洁钢水、提高质量的目的? (68)
198. 超低碳钢连铸过程有哪些防止增碳的技术? (68)
199. 如何从水口材质上防止高铝含量钢水对水口的堵塞? (68)
200. 由于特殊钢中加入合金元素, 其凝固特性发生哪些变化? (68)
201. 铝镇静钢连铸有什么要求? (69)
202. 中厚板钢连铸有什么要求? (69)
203. 圆坯连铸有什么特点? (69)
204. 为什么要开发研究特殊钢连铸的工艺技术? (69)
205. 特殊钢的凝固特性与普通钢相比有哪些特点? (70)
206. 特殊钢的凝固组织对连铸过程有什么影响? (70)
207. 什么是中间包电磁净化技术? (70)
- 第八章 结晶器及二次冷却**
208. 为什么圆坯结晶器铜管比方坯结晶器铜管抗变形能力差? (71)
209. 为什么整体矩形坯宽窄面比按常规设计不能超出 1:2? (71)
210. 为什么结晶器铜镀铬层有时会不耐磨, 甚至铬层全部脱落而变成粉末状? (71)
211. 为什么无足辊装置结晶器总成生产圆铸坯易产生纵向裂纹? (71)
212. 为什么低拉速连铸坯易产生横向裂纹? (71)
213. 为什么浇钢液面过低易产生连铸坯脱方、漏钢? (71)
214. 为什么数控加工整体方坯、圆坯水套性能优于压制焊接水套和整体拉制水套性能? (71)
215. 为什么二次修复结晶器铜管综合使用费用高? (72)
216. 为什么在钢厂未使用的结晶器铜管时间长了锥度会发生变化? (72)
217. 可调式小断面板坯结晶器总成有什么优点? (72)
218. 为什么在硅钢生产中, 矩形坯易变形? (72)
219. 为什么在结晶器铜管内腔有时出现不规则烧坑? (72)
220. 如何确定特殊钢大小方坯结晶器冷却水流量? (72)
221. 目前结晶器铜管锥度种类有哪些? (72)
222. 各种铜管的适用范围及对铸坯质量有什么影响? (73)
223. 怎样计算出结晶器坯壳厚度? (73)
224. 如何确定各断面、各钢种的振动参数, 这些参数对铸坯表面质量有什么影响? (73)
225. 液压振动对提高铸坯表面质量和内部质量有什么意义? (73)
226. 振动有哪几种形式, 各振动形式的适用范围有哪些? (73)
227. 怎样判定结晶器铜管的到期寿命? (73)
228. 抛物线形、凸形、钻石形结晶器铜管各有什么特点? (74)
229. 控制结晶器水量的压差、温差有什么实际意义? (74)
230. 上进水结晶器(顺向拉坯方向)与下进水结晶器(逆向拉坯方向)及传统结晶器的热流值有没有区别? (74)
231. 结晶器铜管壁厚对结晶器热流值有什么影响? (74)
232. 铸坯的振痕深度与哪些工艺参数有关, 与哪些设备因素有关? (74)
233. 保护浇铸和敞开浇铸结晶器在弯月面的传热有何区别? (75)
234. 在同样的水量下, 结晶器水缝

大小与结晶器热流值有什么关系?	(75)	原则及冷却方式有哪些?	(78)
235. 在浇注品种钢时,大小方坯结晶器的最佳水缝各为多少? ...	(75)	253. 影响连铸坯传热的因素及二冷目标控制的方法有哪些?	(79)
236. 什么是非正弦振动,其冶金效果如何?	(75)	254. 二次冷却的控制方法有哪些?	(79)
237. 在方坯连铸中,低、中、高碳钢对结晶器水量的控制有何要求?	(75)	255. 影响振痕深度的因素有哪些?	(79)
238. 在方坯连铸中,低、中、高碳钢对铜管锥度有何要求?	(75)	256. 特钢小方坯连铸的“水缝式”结晶器有什么特点?	(79)
239. 在结晶器材质中,磷脱氧铜、铬-锆铜及银-铜各有什么特点,怎样选用?	(76)	257. 什么是连铸二冷配水与控制技术?	(79)
240. 特殊钢连铸配水原则是什么?	(76)	258. 如何确定方坯连铸机结晶器铜管的内腔尺寸?	(80)
241. 特殊钢配水有几种常用模型?	(76)	259. 何为结晶器的倒锥度,倒锥度如何计算?	(80)
242. 在相同条件下各钢种对比水量的要求有哪些?	(76)	260. 结晶器的锥度有哪几种类型,各有什麼特点,浇注特钢的结晶器选择哪种锥度更合适?	(81)
243. 动态配水的方法有哪几种,什么是以时间为变量的配水方法,什么是以拉速为变量的配水方法?	(77)	261. 结晶器水缝内水的流速选择多大较为合适?	(81)
244. 在特钢连铸中,哪些钢种需缓冷,各有什么要求?	(77)	262. 结晶器水量如何计算?	(81)
245. 在特钢连铸二冷配水设计中,为获得良好的冷却效果,水喷嘴和气-水喷嘴各离铸坯距离多少合适?	(77)	263. 在二冷气-水喷嘴控制中,恒气压和变气压的控制各有什么特点?	(82)
246. 圆坯连铸的二冷有什么特点?	(77)	264. 在连铸机的二冷设计中,二冷总水量和冷却总长度分别是如何确定的?	(82)
247. 如何考虑二冷水的分配?	(78)		
248. 为什么二冷一段需要实现快换?	(78)		
249. 保证二冷一段正常工作的基本条件是什么?	(78)		
250. 二次冷却区铸坯表面传热量及传递方式是什么,影响二次冷却传热的因素是什么?	(78)		
251. 品种钢、优特钢二次冷却应遵循的原则是什么?	(78)		
252. 品种钢、优特钢二次冷却水分配			
		第九章 喷嘴应用技术	
		265. 如何认读喷嘴型号?	(83)
		266. 气雾喷嘴有哪些特点?	(83)
		267. 如何选用二冷喷嘴?	(83)
		268. 如何布置二冷喷嘴?	(83)
		269. 水喷嘴的特点是什么?	(84)
		270. 气-水喷嘴的特点是什么?	(84)
		271. 什么是气-水冷却,它有什么特点?	(84)
		272. 特钢连铸与二冷相关的最主要特点是什么,低倍检验通常检验的项目有哪些?	(84)
		273. 影响铸坯低倍质量的原因有哪些?	(84)