

冶金科学技术普及读物

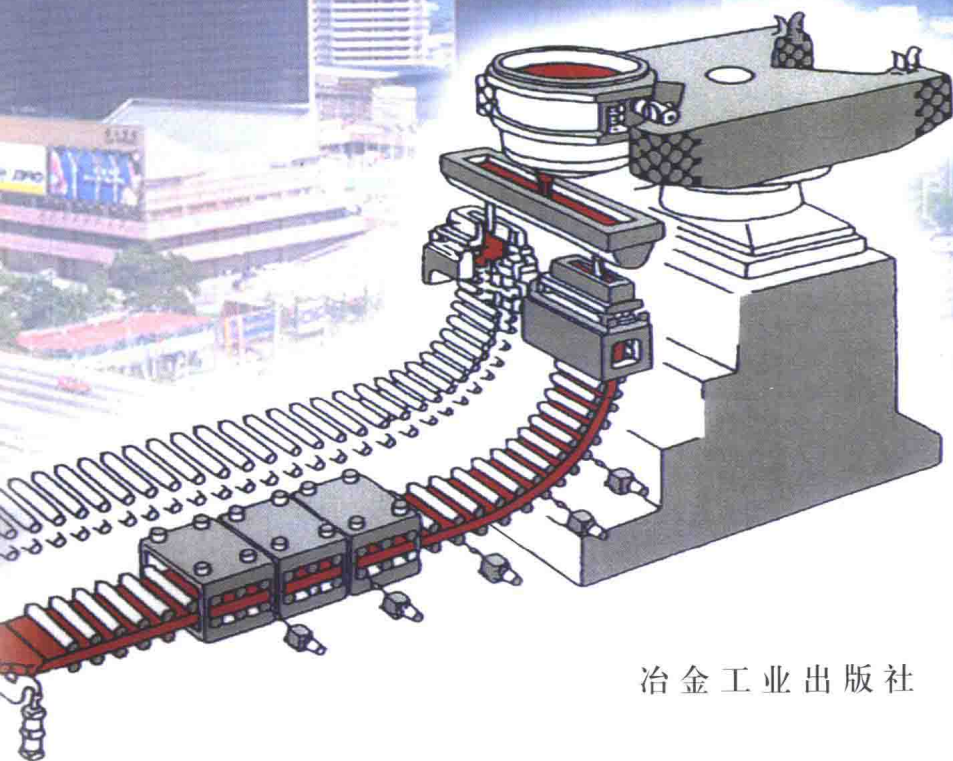
现代钢铁流程

炼钢-连铸

新技术800问



本书编辑委员会 编



冶金工业出版社

冶金科学技术普及读物

现代钢铁流程

炼钢-连铸新技术 800 问

本书编辑委员会 编

北京

冶金工业出版社

2003

内 容 提 要

本书包括转炉冶炼过程控制、转炉溅渣护炉技术、转炉挡渣出钢技术、转炉/电炉供氧技术、电炉优化供电技术、现代集成制造技术和信息化技术、炼钢厂系统的运行优化与控制技术、炉外精炼技术、高效连铸技术、近终形连铸技术、连铸坯热送热装连铸连轧技术、液面控制技术、结晶器铜板铜管、连铸电磁搅拌技术、连铸坯火焰切割技术、喷嘴在炼钢连铸中的应用、炉外精炼耐火材料、感应加热在连铸连轧中的应用等 24 章,共 830 多问。本书可作为炼钢-连铸生产操作者自学或培训的教材,亦可供从事炼钢-连铸技术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

炼钢-连铸新技术 800 问/本书编辑委员会编, - 北京:
冶金工业出版社, 2003. 9

(冶金科学技术普及读物. 现代钢铁流程)

ISBN 7-5024-3350-3

I. 炼… II. 本… III. 连续铸钢-问答

IV. TF777-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 073603 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 夏杰生 封面设计 陈非 责任校对 慧聪

北京北方印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行

2003 年 9 月第 1 版, 2003 年 9 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/32; 16.75 印张; 400 千字; 531 页; 1-4000 册

定价: 46.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

现代钢铁流程

《炼钢 - 连铸新技术 800 问》 编辑委员会名单

主 编: 千 勇 (中国工程院院士、连铸技术国家工程研究中心主任、钢铁研究总院院长)

主 任: 姜起华 (研究员、中国冶金报社社长)

副主编: 张如斌 (教授级高工、中冶连铸北京技术研究院院长)

陈志凌 (博士、中冶连铸北京技术研究院研发高级工程师)

刘 青 (博士、副教授、北京科技大学冶金学院炼钢研究所副所长)

朱 荣 (博士、责任教授、北京科技大学冶金学院副院长)

汪周勋 (教授级高工、宝钢集团上海五钢公司设计院总设计师)

陆江帆 (宝钢集团上海五钢公司电炉炼钢厂

厂长)

陆闻言 (主任编辑、《中国冶金报》总编辑)

陈贵民 (中国冶金报社副社长)

编委: 李京社 (博士、教授、北京科技大学冶金学院
电冶金研究所所长)

李晶 (博士、北京科技大学冶金学院副教授)

毛斌 (中国科学院力学研究所教授、中冶连
铸特邀专家)

陶金明 (中冶连铸北京技术研究院副院长)

周国强 (中冶连铸北京技术研究院总工程师)

吴夜明 (连铸技术国家工程研究中心教授级高工)

董淑冬 (教授级高工、上海重矿连铸技术工程
有限公司总经理)

孙凤国 (硕士、鞍钢机制公司风机电镀厂厂长)

徐国兴 (原宝钢集团上海五钢公司副总
工程师)

田陆 (硕士、衡阳市镭目科技开发公司
总经理)

刘晨 (上海外高桥喷雾系统有限公司高级
工程师)

聂祯华 (高级工程师、中冶集团冶建总院焊割
设备厂厂长)

折生阳 (高级工程师、陕西华秦科技实业公司

董事长)

谭绍宁 (硕士、大连大山结晶器股份有限公司
董事长、总经理)

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)

张 华 (主任编辑、《中国冶金报》总编辑
助理、总编室主任)

邹若敏 (《中国冶金报》主任编辑)

陈 琢 (主任编辑、《中国冶金报》第一编辑部
副主任)

徐 刚 (《中国冶金报》第一编辑部副主任)

王 庆 (主任编辑、《中国冶金报》第二编辑部
副主任)

张欣民 (主任编辑《中国冶金报》第二编辑部
副主任)

周川生 (教授、洛阳耐火材料研究院耐材专家)

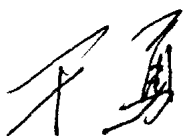
朱 林 (高级工程师、苏州振吴电炉有限公司
董事长、总经理)

傅俊岩 (高级工程师、中信金属公司总经理)

总策划:夏杰生 (主任编辑、原《中国冶金报》科技部主
任、中国冶金报社北京金帅企业形象设
计有限公司总经理)

序

中国工程院院士
连铸技术国家工程研究中心主任
钢铁研究总院院长



我国加入世界贸易组织以后,钢铁产品市场竞争激烈,国内各科研机构及钢铁企业为了加强竞争能力均在积极采取各种相关技术措施,提高钢铁产品质量和档次,降低钢铁产品成本,从而占领更多的市场份额。这其中的有力措施之一就是加大炼钢、炉外精炼、连铸等生产环节的技术改造力度,加强科研投入的力量,用自主的知识产权提升我国的钢铁产品的竞争力。为了适应这一新的发展形势,中国冶金报社北京金帅企业形象设计有限公司发起并组织了《现代钢铁流程炼钢-连铸新技术800问》的编辑工作。这本书的出版,一方面可以满足广大炼钢、连铸工人和技术人员及科研人员的需求;另一方面,将近年来研究开发的炼钢和连铸新技术、新工艺介绍给大家,可以为广大炼钢和连铸工作者、科研人员进行更深入的研究和技术改造,

提供一些帮助,起到抛砖引玉的作用。

近年来我国的炼钢、连铸技术取得了非常大的进步,新技术、新工艺不断出现,例如转炉技术、溅渣护炉技术、方坯及板坯连铸机高效化改造技术等等。但与国外先进技术相比还有一定差距,例如有些合金钢的品种还需要大力开发,高效连铸技术还有待进一步提高;又如国外的大板坯拉速可达 $3.0\text{m}/\text{min}$,方坯可达 $5.5\text{m}/\text{min}$ 的水平,而我国大板坯、小方坯拉速都达不到这一水平,还需我们共同努力,迎头赶上。

目前的形势为钢铁工业的发展提供了非常好的机遇,我国国民经济保持了较高的增长速度,尤其是 2008 奥运工程、西气东输、西电东送、南水北调、北气南下、海气登陆等宏伟工程的建设,以及火车提速、远洋运输、高速公路建设、汽车生产、机械制造、房地产开发等行业的迅猛发展,直接为钢铁行业的发展,提供了广阔的上升空间。而要加快发展,就要有先进的科学技术作为基础,而先进的科技资源包涵了高素质人才,因此培养技术人才是极其重要和迫切的。国内各科研机构及钢铁企业培养技术人才和提高科技人员及冶金专业工人素质的强烈愿望,正是我们编辑出版这本冶金科学技术普及读物的主要动因。

我希望有更多、更好的冶金专业知识问答书刊不断地出版,以形成一个学习冶金技术的热潮。

前 言

中国冶金报社社长

姜起华

20世纪90年代,在冶金工业部提出的“以连铸为中心,炼钢为基础,设备为保证”的生产指导方针的正确引导下,我国连铸生产得以飞速发展并成为推动炼钢和整个钢铁生产蓬勃发展的主要技术动力。

1994年,为了适应我国大力发展连铸的战略,提高从事连铸生产的操作人员、技术人员和管理人员的素质,中国冶金报社竭诚聘请北京科技大学教授蔡开科等专家编写出版了《连续铸钢500问》一书,原冶金工业部部长、现任中共中央政治局委员、北京市委书记刘淇同志还为这本书撰写序言,使该书得以在全国炼钢-连铸生产企业广泛发行,为推动我国炼钢-连铸事业的大发展起到了积极的促进作用。

进入新世纪暨中国加入世界贸易组织之后,冶金行业又根据形势的发展及时提出了“坚持炼钢-炉外处理-连铸三位一体组合优化”的发展原则。根据这一原则,要求我国炼钢-连铸生产必须立足于清洁生产流程以适应激烈的竞争和可持续发展的需要,必须千方百计降低生产成本,提高产品质量,积极推广、采用已有的技术创新成果,缩小企业间的不平衡和差距,更要针对技术进步中的薄弱环节,开发和应用新的前沿技术,进一步推动我国炼钢-连铸生产的优化。

在这一原则的指导下,我国的钢铁生产取得举世瞩目的成就;2002年我国钢产量近2亿吨,连铸比达到93.67%;今年上半年,我国连铸比已达

94%，新诞生连铸机约36台114流，新增连铸年生产能力约2234万吨；一大批高技术水平的不同所有制的炼钢-连铸生产企业相继在今年上半年建成投产或即将建成投产。

但是，我们应当清醒地认识到，我国高速发展的钢铁工业存在着许多的隐忧。其中首要的问题是技术人才的紧缺。钢铁企业间对技术人才的争夺和渴求愈演愈烈。

为了进一步促进我国炼钢-连铸生产的优化，推动企业加速培养人才；为了满足广大炼钢-连铸工作者、技术人员和管理人员进一步了解、掌握炼钢-连铸的基本技术知识和新的理念、新的技术的需求。以中国工程院院士干勇为首的编辑委员会数十位博士、教授和专家殚精竭虑，历时一年多的辛劳，终于精心编辑出版了《现代钢铁流程炼钢-连铸新技术800问》一书。本书荟萃了包括连铸技术国家工程研究中心在内的全国炼钢-连铸工程设计承包单位、科研院所、高校及生产企业在炼钢-连铸领域的科技新成果。如果说，《连续铸钢500问》是普及连铸基本知识，《现代钢铁流程炼钢-连铸新技术800问》则是在普及的基础上再提高。值得一提的是，鉴于炉外精炼技术近年来不仅在特殊钢和优质钢，而且在普通钢的生产中迅速得到普及应用，已基本成为现代钢铁工艺中不可缺少的组成部分这一发展趋势，本书不惜篇幅，用了176个问答对炉外精炼技术予以重点介绍。

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良好教材，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、中专院校冶金、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参考。

本书的出版得到了钢铁研究总院和大连大山结晶器股份有限公司的大力支持，对此表示衷心感谢！

由于编写时间仓促及编者水平的限制，书中的缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 转炉冶炼过程控制

1. 转炉炼钢冶炼过程控制的方式有哪些? (1)
2. 什么是转炉冶炼过程的经验控制? (1)
3. 钢水含碳量判断的具体内容是什么? (1)
4. 钢水温度判断的具体内容是什么? (4)
5. 什么是转炉冶炼过程的自动控制? (6)
6. 什么是转炉炼钢的静态控制? (7)
7. 什么是转炉炼钢的动态控制? (8)
8. 什么是全自动吹炼控制? (9)

第二章 转炉溅渣护炉技术

9. 什么是转炉溅渣护炉技术? (11)
10. 溅渣护炉技术的基本原理是什么? (11)
11. 溅渣护炉对炉渣的组成与性质有哪些要求? (12)
12. 顶吹转炉溅渣的工艺参数有哪些? (14)
13. 底吹对复吹转炉溅渣的影响有哪些? (14)
14. 熔渣黏度对转炉溅渣的影响如何? (15)
15. 终点渣成分如何控制? (16)
16. 合适的留渣量是多少? (17)
17. 溅渣工艺参数如何确定? (17)
18. 如何掌握溅渣时间与溅渣频率? (19)
19. 溅渣效果如何判定? (20)

20. 怎样进行溅渣氧枪的设计与维护? (20)
21. 复吹转炉底部供气元件有哪些, 溅渣工艺操作如何掌握? (22)
22. 复吹转炉溅渣护炉工艺的炉渣性质变化对底部供气元件寿命有何影响? (22)
23. 溅渣护炉操作工艺参数对底部供气元件的寿命有何影响? (23)
24. 溅渣操作与喷补护炉如何协调配合? (25)
25. 溅渣护炉对采用氮气品质有何要求? (26)
26. 溅渣护炉供气系统的主要设备如何选型? (26)
27. 溅渣用氮气管道的工艺布置有何要求? (28)
28. 如何实现复吹转炉底吹喷嘴系统的快速更换? (29)
29. 转炉溅渣护炉的经济炉龄是指什么? (30)

第三章 转炉挡渣出钢技术

30. 转炉出钢为什么进行挡渣操作? (32)
31. 转炉挡渣出钢的方法有哪些? (32)
32. 什么是挡渣球法? (33)
33. 什么是挡渣塞法? (33)
34. 什么是挡渣料法? (35)
35. 什么是避渣罩法? (35)
36. 什么是滑板法? (36)
37. 什么是气动挡渣法? (37)
38. 什么是电磁挡渣法? (38)
39. 什么是出钢口吹气干扰涡流法? (39)
40. 什么是转动悬臂法? (39)
41. 什么是挡渣棒法? (39)
42. 什么是挡渣罐挡渣法? (40)
43. 什么是均流出钢口挡渣法? (40)

第四章 转炉/电炉供氧技术

一、转炉氧枪

44. 喷头设计需考虑哪些因素? (41)
45. 转炉炉容比(V/T)的概念,及它对吹炼过程有何影响? (41)
46. 如何选取熔池深度? (42)
47. 如何计算冲击反应区深度? (42)
48. 如何确定供氧强度? (42)
49. 在确定氧枪喷孔倾角时需考虑哪些因素? (42)
50. 氧流量的概念及如何确定? (43)
51. 吹炼时如何控制氧流量? (43)
52. 如何确认输氧管压力的范围? (43)
53. 氧枪枪位高低有何影响? (44)
54. 氧枪水冷相关参数如何确定? (44)
55. 制造氧枪喷头时铜中含氧量如何控制? (44)
56. 焊缝质量如何控制? (44)
57. 喷头更换的标准是什么? (45)
58. 喷头有哪些质量问题? (45)
59. 随着国内外用氧技术的发展,氧枪结构发生了
哪些变化? (45)
60. 喷管的相关几何尺寸如何确定? (46)
61. 枪体结构有什么改进? (46)
62. 现代氧枪结构发生了哪些变化? (46)
63. 喷枪的组成部分有哪些? (47)
64. 喷头的主要类型有哪些? (47)
65. 氧气顶吹转炉炼钢工艺对氧气喷枪有哪些要求? (48)
66. 多孔喷头给生产带来了哪些方面的效益? (48)
67. 如何选择多孔喷头的孔数? (49)
68. 确定喷嘴倾斜角大小时应考虑哪些因素? (49)

69. 氧枪的全长如何计算? (50)
70. 设计氧枪升降机构和更换装置的主要要求有哪些? (50)
71. 为保证设备的安全和操作的顺利, 氧枪系统应具有
哪些自动连锁功能? (51)
72. 如何选择供氧制度? (51)
73. 喷头与喷孔轴线夹角的大小对冶炼有何影响? (52)
74. 出口马赫数的大小对冶炼有何影响? (53)
75. 集束射流氧枪有哪些特点? (53)
76. COJET 氧枪应用于转炉的主要收益体现在哪些方面? (53)
77. 如何控制氧枪的枪位? (53)
78. 氧枪升降装置如何设计? (54)
79. 氧枪的传热机理有哪些? (54)
80. 水冷氧枪时需要考虑哪些因素? (55)
81. 如何选择氧枪冷却水流速度? (56)
82. 如何设计喷头端底结构? (57)
83. 冷却水流量如何计算? (57)
84. 供氧操作的控制方法有哪些? (58)

二、电炉氧枪

85. 电炉用氧的重要性有哪些? (58)
86. 在吹氧条件下, 熔池中各元素氧化 1kg 时所产生的
理论热值是多少? (58)
87. 什么是电炉炉门枪机械装置? (58)
88. 电炉炉门枪装置有哪些组成部分? (59)
89. 什么是自耗式电炉炉门碳氧枪? (59)
90. 什么是氧燃助熔技术? (59)
91. 氧燃助熔燃料有哪些? (60)
92. 烧嘴的效率取决于哪些因素? (60)
93. 什么是电炉集束射流氧枪? (61)
94. 集束射流氧枪应用于电炉的主要收益体现在
哪些方面? (61)

95. 如何控制集束氧枪的操作? (61)
96. 二次燃烧的冶金原理如何? (62)
97. 什么是二次燃烧率? (62)
98. 什么是 EBT 氧枪? (62)

第五章 电弧炉优化供电技术

99. 一般电弧炉炼钢确定供电电流的方法有几种? (64)
100. 什么是电弧炉炼钢的供电曲线? (67)
101. 为什么要进行电弧炉电气运行的电抗分析? (67)
102. 电弧炉冶炼操作一般与哪些因素有关? (69)
103. 如何建立电弧炉电抗模型? (69)
104. 什么是电弧炉炼钢电气运行工作点及工作点总表? (70)
105. 电弧炉炼钢供电曲线制定的原则包括哪些因素? (70)
106. 如何制定供电曲线? (71)
107. 电弧炉电气运行与电弧炉炼钢有何关系? (71)
108. 电弧炉电气运行与电弧炉配套技术有何关系? (71)
109. 为什么要研究电弧炉电气运行? (72)
110. 什么是高阻抗电弧炉? (73)
111. 提高电弧炉阻抗有何最经济和最灵活的方法? (74)
112. 高阻抗电弧炉与普通电弧炉对比,其特点是什么? (75)
113. 高阻抗电弧炉有何技术特点? (75)
114. 高阻抗电弧炉电气运行特性是什么? (76)
115. 为什么要研究电抗模型? (77)
116. 超高功率电弧炉电气运行合理化研究的步骤是什么? (77)
117. 研究电弧炉炼钢电气运行的约束条件包括哪些因素? (78)
118. 电弧炉电气运行的基本参数有哪些? (79)
119. 如何认识高阻抗电弧炉的电气运行特性? (79)

第六章 现代集成制造技术与信息化技术

120. 什么是现代集成制造系统? (81)

121. 什么是 CIM、CIMS 和 CIPS?	(81)
122. CIPS 的体系结构是怎样的?	(82)
123. CIPS 中各级的功能是什么?	(83)
124. 钢铁生产过程系统的控制结构如何?	(84)
125. 炼钢厂计算机控制系统是怎样的?	(85)
126. 什么是调度/管理级计算机?	(86)
127. 调度/管理计算机的主要功能是什么?	(86)
128. 什么是过程自动化控制系统/过程级计算机?	(87)
129. 过程自动化控制系统/过程级的功能是什么?	(87)
130. 炼钢过程计算机的功能有哪些?	(88)
131. 二次冶金过程计算机的功能有哪些?	(88)
132. 连铸过程计算机的功能有哪些?	(88)
133. 什么是基础自动化控制系统/基础级?	(90)
134. 基础自动化控制系统/基础级的功能是什么?	(90)

第七章 炼钢厂系统的运行优化与控制技术

135. 什么是炼钢厂系统的运行控制技术?	(91)
136. 炼钢厂系统运行优化分为几个层次?	(91)
137. 指导炼钢厂系统实现运行优化的策略是什么?	(92)
138. 炼钢厂系统运行控制的原则是什么?	(92)
139. 什么是炉机对应原则?	(92)
140. 什么是能耗最小原则?	(93)
141. 在炼钢厂系统的运行优化研究中,温降最小原则 有什么含义?	(94)
142. 什么是拉速决定流量原则?	(95)
143. 什么是连浇原则?	(96)
144. 炼钢厂系统运行的调控策略是什么?	(97)
145. 炼钢厂系统运行的调控策略的具体表述形式如何?	(97)
146. 什么是钢铁制造过程工序功能的解析与优化?	(100)

147. 什么是工序运行过程解析?	(102)
148. 钢铁制造过程系统物质流的基本参数是什么?	(102)
149. 时间参数的解析是指什么?	(102)
150. 钢铁制造过程时间参数的表现形式有哪些?	(102)
151. 什么是时间点?	(102)
152. 什么是时间序?	(103)
153. 什么是时间域?	(104)
154. 什么是时间位?	(104)
155. 什么是时间周期、时间节奏、时间频?	(105)
156. 温度参数的解析是指什么?	(106)
157. 什么是炼钢厂生产能力的解析?	(106)
158. 炼钢-连铸过程生产模式优化的内涵是什么?	(109)
159. 生产模式在炼钢厂系统运行过程中的地位及其 逻辑关系如何?	(109)
160. 什么是炼钢厂系统温度制度的优化?	(110)
161. 炼钢厂系统运行控制与生产过程组织和 生产控制之间的关系如何?	(111)
162. 什么是生产过程组织?	(111)
163. 什么是生产控制?	(111)
164. 什么是钢包运转的解析与优化?	(112)
165. 什么是中间包运转的解析与优化?	(112)
166. 什么是炼钢厂计算机辅助生产调度系统?	(113)
167. 全连铸生产调度系统的核心问题是什么?	(114)

第八章 炉外精炼技术

一、设备部分

168. 钢包精炼技术是怎样开发和发展的?	(115)
169. 钢包精炼炉技术对冶金生产发展有什么意义?	(116)
170. 钢包精炼炉的主要功能有哪些?	(117)