

LIANCHENGDE
GANGTIE SHI ZHEYANG

李 晶◎主编

钢铁是 这样炼成的

湛江钢铁冶金科普读物

ANGTIE SHI
ZHEYANG
LIANCHENGDE

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

钢铁是这样炼成的

——湛江钢铁冶金科普读物

李晶 主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁是这样炼成的: 湛江钢铁冶金科普读物/李晶主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2013. 9

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8368 - 7

I. ①钢… II. ①李… III. ①钢铁冶金 - 普及读物 IV. ①TF4 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 226936 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京恒石彩印有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 16.5

字 数 / 248 千字

版 次 / 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 85.00 元

责任编辑 / 李秀梅

文案编辑 / 李秀梅

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

编委会

主任：罗维东（北京科技大学 党委书记/教授）

副主任：欧先伟（湛江市政协 副主席

湛江市科学技术局 局长/高级工程师）

李 晶（钢铁冶金新技术国家重点实验室 副主任/教授）

编委：郭占成（钢铁冶金新技术国家重点实验室 主任/教授）

梁金保（湛江市科学技术局 调研员、副局长/高级工程师）

何志军（辽宁科技大学 副教授）

臧若愚（中国钢铁工业协会 高级工程师）

王 贵（广东海洋大学 工程学院院长/教授）



前 言

2012年4月29日，国务院同意国家发改委递交的湛江钢铁项目批准建议书，紧接着湛江钢铁基地工程于同年5月31日举行了正式动工仪式，吹响了钢铁项目大会战的号角，这标志着湛江30年钢铁梦想一朝成真，几代人努力拼搏得偿所愿。

钢铁项目是推动湛江五年崛起的希望所在，加快项目建设事关湛江今后发展大局。汪洋、胡春华、黄华华、朱小丹、徐少华等国家、省级领导和刘小华、陈耀光、王中丙、阮日生等历届市领导为湛江钢铁项目的审批和建设付出了艰辛的努力，极大地推动了湛江钢铁项目的加快进展。市委书记刘小华于2013年8月召开的中共湛江市委十届五次全会上要求：强力推进重大工业项目建设，努力开创湛江大工业时代，特别是要举全市之力加快建设宝钢湛江基地项目。市长王中丙也在会上指出：湛江钢铁项目主体工程陆续动工，1[#]高炉基础工程已经完成，六大辅助工程及炼钢项目开工建设，连铸、热轧、冷轧项目开工在即，即将迎来建设高潮。钢铁基地项目的全面开工建设，必将加快推动湛江实现五年崛起的奋斗目标。

为配合做好湛江钢铁项目建设，湛江市科学技术局与钢铁冶金新技术国家重点实验室（北京科技大学）联合编制了《钢铁是这样炼成的——湛江钢铁冶金科普读物》一书，内容通俗易懂，具有很强的针对性和实用性，旨在凝聚人心，统一思想，振奋精神，让广大读者充分了解钢铁产业的发展情况和基本知识，更好地认识钢铁项目建设对推动五年崛起、建设幸福湛江的重大意义，从而调动广

大干部群众的积极性，主动投身到钢铁项目的建设之中。

本书包括“钢铁产业科普知识”和“钢铁产业 100 问”两部分。第一部分“钢铁产业科普知识”，主要介绍钢铁生产的主要设备、产品与副产品以及钢铁冶金技术的发展，钢铁冶炼过程和钢铁轧制成型的工艺特点及基本工艺流程等，使读者对钢铁联合企业的生产过程有一个全面而概括的了解，能够初步掌握冶炼和轧钢的基本知识，其中部分图片参考了《钢铁生产概览》中的内容。第二部分“钢铁产业 100 问”，通过提出问题和用图文并茂的简洁语言对钢铁冶炼的基本知识、湛江钢铁基地建设规划设想以及群众特别关注的热点问题进行解答。本书既是一本为机关公务员、工程技术人员学习、了解和从事冶金、炼钢和炼铁等管理工作的参考用书，又是一本帮助广大群众学习和了解钢铁冶金相关知识的科普读物。

本书在湛江钢铁项目动工建设进入高潮之时出版发行，将起到宣传钢铁项目、普及有关钢铁生产的基本知识、加快项目建设的促进作用。

由于水平有限，加上时间仓促，经验不足，本书难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2013 年 9 月

目 录

第一篇 钢铁产业科普知识

1 概论 / 3

- 1.1 钢铁冶炼历史回顾 / 3
 - 1.1.1 欧洲钢铁冶炼发展简史 / 3
 - 1.1.2 中国钢铁冶炼发展简史 / 8
- 1.2 钢铁工业在国民经济中的地位 / 10
 - 1.2.1 钢铁材料的特点及分类 / 11
 - 1.2.2 钢铁材料在国民经济中的作用 / 20
 - 1.2.3 中国钢铁工业的现状与发展趋势 / 21
- 1.3 现代钢铁生产流程 / 28

2 烧结及球团的生产技术 / 32

- 2.1 烧结生产所用的原料 / 32
 - 2.1.1 铁矿石 / 32
 - 2.1.2 烧结燃料 / 38
 - 2.1.3 其他辅料 / 40
- 2.2 烧结生产技术 / 42
 - 2.2.1 烧结矿概念及质量评价指标 / 42
 - 2.2.2 烧结矿生产的工艺技术 / 44
 - 2.2.3 烧结清洁生产技术 / 47

- 2.3 球团生产技术 / 50
 - 2.3.1 球团概念及质量评价指标 / 50
 - 2.3.2 球团生产的工艺技术 / 51
 - 2.3.3 球团生产新技术 / 60

3 炼铁工艺 / 63

- 3.1 高炉冶炼工艺 / 63
 - 3.1.1 高炉炼铁用原燃料 / 64
 - 3.1.2 高炉的炉体结构及冶炼过程 / 66
 - 3.1.3 高炉产品及评价指标 / 71
 - 3.1.4 高炉冶炼合理的操作制度 / 73
- 3.2 非高炉炼铁 / 74
 - 3.2.1 直接还原工艺 / 74
 - 3.2.2 熔融还原工艺 / 76
- 3.3 铁水预处理 / 78
 - 3.3.1 铁水预处理简介 / 78
 - 3.3.2 铁水炉外脱硫 / 79
 - 3.3.3 铁水炉外脱磷 / 82

4 炼钢工艺技术 / 83

- 4.1 转炉炼钢工艺技术 / 83
 - 4.1.1 转炉炼钢的任务 / 83
 - 4.1.2 炼钢原料与工序流程 / 85
 - 4.1.3 转炉炼钢工艺新技术 / 91
 - 4.1.4 转炉炼钢主要技术经济指标 / 92
- 4.2 电炉炼钢技术 / 93
 - 4.2.1 电弧炉炼钢工艺的发展 / 93
 - 4.2.2 现代电弧炉炼钢金属料结构 / 96
 - 4.2.3 现代电弧炉炼钢技术 / 97
- 4.3 炉外精炼技术 / 100

- 4.3.1 炉外精炼的任务 / 100
- 4.3.2 LF 炉精炼工艺 / 102
- 4.3.3 RH/VD 真空处理 / 105
- 4.4 钢水浇注工艺 / 112
 - 4.4.1 连铸类型及评价指标 / 112
 - 4.4.2 连铸生产工艺技术 / 114
 - 4.4.3 连铸坯的主要缺陷及防止对策 / 121
 - 4.4.4 其他浇铸工艺 / 121

5 钢的轧制成形 / 124

- 5.1 板材轧制基础 / 124
 - 5.1.1 钢铁材料的形变 / 124
 - 5.1.2 钢铁材料的轧制 / 125
 - 5.1.3 轧机设备 / 127
- 5.2 热轧板（卷）生产技术 / 130
 - 5.2.1 热轧板（卷）生产主要设备 / 130
 - 5.2.2 热轧板（卷）生产工艺技术 / 132
 - 5.2.3 轧制技术的评价指标 / 136
- 5.3 其他成形工艺 / 136
 - 5.3.1 钢管的生产 / 136
 - 5.3.2 型材生产工艺 / 141
 - 5.3.3 棒、线材生产工艺 / 144

6 板材的冷加工及热处理工艺 / 151

- 6.1 板材的冷加工 / 151
 - 6.1.1 冷轧板材轧制的工艺特点 / 151
 - 6.1.2 冷轧板材生产工艺技术 / 152
 - 6.1.3 冷轧板材的生产方法 / 153
- 6.2 钢的热处理 / 156
 - 6.2.1 退火 / 156

- 6.2.2 淬火 / 157
- 6.2.3 回火 / 157
- 6.2.4 调质处理 / 158
- 6.3 其他板材的生产 / 158
 - 6.3.1 涂镀层板生产 / 158
 - 6.3.2 复合材料板生产 / 159
 - 6.3.3 减震钢板生产 / 159

7 生态钢铁工业持续发展工艺 / 161

- 7.1 钢铁企业的三废处理 / 161
 - 7.1.1 粉尘和污泥处理 / 161
 - 7.1.2 废气回收利用 / 163
 - 7.1.3 渣和其他副产品处理 / 168
- 7.2 能源的开发利用 / 169
 - 7.2.1 高炉余压发电技术 / 169
 - 7.2.2 煤气的民用化 / 170
- 7.3 工业生态（循环经济）系统节能减排 / 171
 - 7.3.1 生态钢铁工业发展途径 / 171
 - 7.3.2 发展循环经济的基本思路 / 172
 - 7.3.3 钢铁厂发展循环经济实施方案 / 174

第二篇 钢铁产业 100 问

一 湛江钢铁项目规划部分 / 185

- 1. 湛江千万吨钢铁基地项目概况是怎样的? / 185
- 2. 钢铁项目对湛江市工业化和城市化有什么意义? / 185
- 3. 湛江发展钢铁产业有什么优势? / 185
- 4. 湛江钢铁配套产业规划指导思想是什么? / 186
- 5. 湛江钢铁配套产业规划原则是什么? / 186

6. 湛江钢铁配套产业规划目的是什么? / 187
7. 湛江钢铁配套产业规划范围是怎样的? / 187
8. 湛江钢铁配套产业定位与发展重点是什么? / 187
9. 湛江钢铁和配套产业园区布局分布是怎样的? / 188
10. 湛江钢铁产业园区建设规模与内容是怎样的? / 188
11. 湛江循环经济产业园区的定位及目标是怎样的? / 190
12. 湛江循环经济产业园区的主要项目包括哪些? / 190
13. 湛江钢铁产品深加工主要产品有哪些? 规模如何? / 191
14. 湛江钢铁配套产业构成有哪些? / 191
15. 湛江钢铁基地铁矿石的需求和供给是怎样的? / 192
16. 湛江烧结球团生产规模和产品方案是怎样的? / 192
17. 湛江钢铁基地炼铁生产规模和生产工艺、设备选择是怎样的? / 193
18. 湛江钢铁基地炼钢生产规模如何? / 193
19. 湛江钢铁基地主要生产钢种有哪些? / 193
20. 湛江钢铁基地轧钢规划内容有哪些? / 194
21. 湛江钢铁基地电力负荷情况如何? / 194
22. 湛江钢铁基地水的需求量和给排水设施有哪些? / 194
23. 湛江钢铁基地建设设施有哪些? / 195
24. 湛江钢铁基地选址在什么具体位置? / 195
25. 湛江钢铁基地物资运输方式有哪几种? / 195
26. 湛江钢铁基地规划后的环保预期指标如何? / 196
27. 钢铁基地和配套产业总体投资和效益如何? / 196

二 钢铁产业与地方经济部分 / 198

28. 钢铁工业在国民经济中的地位是怎样的? / 198
29. 我国钢铁工业发展战略是什么? / 199
30. 钢铁产业的特点有哪些? / 199
31. 钢铁工业和地方产业集群的关系是怎样的? / 200
32. 钢铁产业为什么布局在沿海地区? / 200
33. 钢铁产业沿海布局应注意什么问题? / 201
34. 湛江钢铁项目对湛江经济有什么贡献? / 201

35. 钢铁产业对湛江地方产业有什么影响? / 201
36. 湛江市冶金产品国际贸易现状如何? / 202
37. 湛江钢铁基地建成后湛江港的发展前景如何? / 202
38. 湛江市如何围绕钢铁产业发展地方经济? / 203
39. 湛江钢铁项目及其配套产业能带动多少劳动就业? / 203
40. 钢铁项目人才需求分析是怎样的? / 204
41. 宝钢是一个怎样的公司? / 204
42. 宝钢的主要产业是什么? / 205
43. 宝钢的国际战略是什么? / 205
44. 宝钢湛江钢铁有限公司什么时候成立的? / 206

三 钢铁基础知识部分 / 207

45. 世界钢铁工业的发展历程是怎样的? / 207
46. 中国钢铁工业的发展历程是怎样的? / 207
47. 现代炼钢过程的标志是什么? / 208
48. 世界钢铁工业的现状如何? / 208
49. 中国钢铁工业的现状如何? / 209
50. 钢铁产品需求的主要行业有哪些? / 210
51. 冶金的基本概念是什么? / 211
52. 金属的主要特征和分类情况是怎样的? / 211
53. 铁矿石的主要形式有哪些? / 211
54. 冶金的主要方法及工艺有哪些? / 212
55. 钢铁生产流程包括哪些环节? / 212
56. 钢和生铁的主要区别是什么? / 213

四 钢铁冶炼部分 / 214

57. 什么是炼焦? 其生产流程是怎样的? / 214
58. 烧结厂的生产流程是怎样的? / 214
59. 球团矿的生产方法和球团矿的用途分别是什么? / 215
60. 球团生产操作流程包括哪些步骤? / 216

61. 球团生产新技术包括哪些内容? / 216
62. 高炉的结构、用途分别是什么? / 217
63. 高炉炼铁工艺流程是怎样的? / 218
64. 高炉炼铁需要哪些原料? / 218
65. 高炉的产品、副产品及主要用途分别是什么? / 218
66. 炼铁厂主要生产体系包含哪些部分? 物料流程包括哪些? / 219
67. 高炉的除尘设备包括哪些? 简要说明其工作原理。 / 220
68. 钢铁的生产流程可分为哪两个流程? / 221
69. 铁水预处理的作用是什么? / 221
70. 什么是转炉炼钢工艺? 其流程是什么? / 222
71. 炼钢转炉有几种类型? / 223
72. 转炉型号代表的含义是什么? / 223
73. 氧气炼钢工艺主要有哪几种, 各有什么优点? / 224
74. 什么是电炉炼钢? / 224
75. 电弧炉的熔炼过程有几步? / 225
76. 碱性转炉炼钢的过程是怎样的? / 225
77. 工业化炼钢电炉有哪几种? / 226
78. 炉外精炼的技术和装备有哪些? / 227
79. 浇铸的工艺有哪些? / 228
80. 什么是连铸? 其生产流程是怎样的? / 228

五 钢铁产品部分 / 229

81. 什么是轧钢? 其生产流程是怎样的? / 229
82. 轧钢机架主要由哪些构件组成? / 230
83. 轧钢的基本工艺流程是怎样的? / 230
84. 轧钢产品主要有哪些品种? / 231
85. 常用的板材冷加工设备有哪些? / 232
86. 热轧板薄(卷)材的品种和用途分别是什么? / 233
87. 管材主要生产工艺有哪几种, 各自优点是什么? / 233
88. 型材加工有哪些方法? 主要品种有哪些? / 234
89. 冷轧板材主要有哪些品种, 主要用途有哪些? / 234

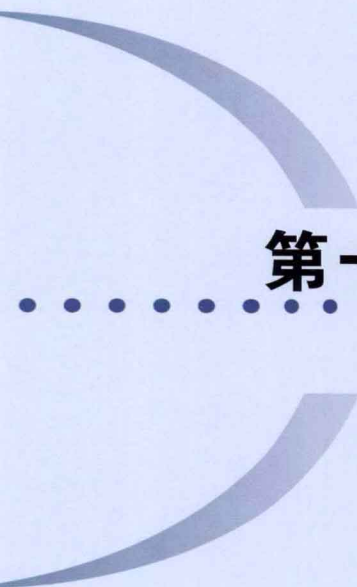
90. 表面处理板材主要有哪些品种? / 235

六 钢铁产业三废处理和循环经济部分 / 236

91. 烧结厂主要脱硫装置有哪些? / 236
92. 钢铁企业有哪些三废需要处理? / 237
93. 循环经济最重要的实际操作原则是什么? / 237
94. 建设循环型企业内部应建立哪些循环体系? / 237
95. 物质和能源的大、中、小循环是什么? / 238
96. 在循环经济中, 钢铁企业承担的社会经济职能有哪些? / 238
97. 钢铁厂含铁固体废弃物的处理及综合应用流程是怎样的? / 239
98. 钢铁厂非含铁固体废弃物的处理及综合应用流程是怎样的? / 240
99. 钢铁厂能源循环利用处理及综合应用流程是怎样的? / 241
100. 钢铁工业节能减排新技术及应用情况如何? / 242

附录 / 245

- 湛江钢铁基地项目筹建大事记 / 245



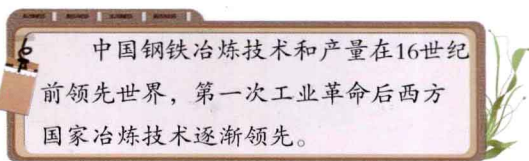
第一篇 钢铁产业科普知识

冶金概论

1.1 钢铁冶炼历史回顾

钢铁生产是世界上最重要、最古老的生产领域之一。早在3 000年以前，铁就成为人类文化和文明的基础，在人类文明

取得历史性进展之前，已经出现了关于如何获取铁并将这种金属加工成武器、工具和仪器的知识。钢铁生产的源头可以追溯到原始时代，最初使用的铁是从外太空坠落到地球上的陨石。后来在有大量可还原矿石和木材（可以用木炭冶炼这些矿石）存在的地方，出现了铁的提取与冶炼方法。公元前1 000多年前，世界上多个地方（包括非洲西部、欧洲东南部、印度南部、中国）同时发明了铁的提取冶炼方法。



虽然世界各地进步的程度不同，但都推动了炼铁技术的发展。由于铁元素金属对于科技和经济具有重要意义，因此其生产工艺和经验都严格保密，导致某些生产技术仅局限于特定的地区，经过很长时间后才能传播到其他地区。

以冶炼铁矿石所用的不同熔炉为基础，即熟铁吹炼炉（“雷恩”炉）→竖式生吹炉→熔化炉和木炭高炉→焦炭高炉→直接还原设备→熔融还原设备，可以追溯炼铁的发展过程。

1.1.1 欧洲钢铁冶炼发展简史

欧洲最初用于钢铁冶炼的熟铁吹炼炉是由黏土、石块或漂砾制成的低坑炉或竖炉。在这种熔炉中，纯净的铁矿石与木炭混合，被还原为可锻造的铁。