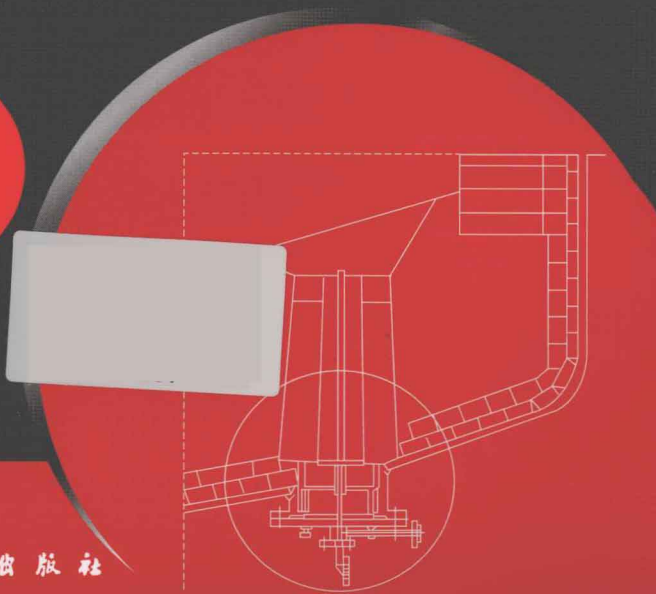
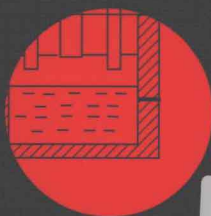


王维 编著

# 电炉炼钢 技术问答



化学工业出版社

# 电炉炼钢 技术问答

王维 编著



化学工业出版社

·北京·

本书以简明的语言,结合电炉炼钢企业的生产实际,详细介绍了电炉炼钢生产过程中遇到的各类问题及解决办法,主要包括电炉炼钢原辅材料、机电设备、冶炼操作、质量控制及故障处理、特殊钢冶炼等。所提问题均来自于生产实践,是电炉炼钢工作者应知应会的知识与技术,解答通俗明了,易懂易学。

本书可供炼钢技术人员、管理人员及一线工人阅读,也可供冶金专业师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电炉炼钢技术问答/王维编著. —北京:化学工业出版社, 2012.10

ISBN 978-7-122-15239-8

I. ①电… II. ①王… III. ①电炉炼钢-问题解答  
IV. ①TF741-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第208566号

---

责任编辑:刘丽宏  
责任校对:边涛

文字编辑:颜克俭  
装帧设计:刘丽华

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印 装:北京云浩印刷有限责任公司  
850mm×1168mm 1/32 印张14 $\frac{1}{4}$  字数393千字  
2013年1月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:49.00元

版权所有 违者必究

## 前言

在全球范围内电炉炼钢工艺发展很快，电炉炼钢产量占产钢总量的比例由 20 世纪 50 年代初的 7.3% 提高到近几年的 32%~35%，欧盟和美国电炉炼钢比例已达到 50% 以上。随着废钢积蓄量的增加，对环保要求日趋严格，电炉炼钢将成为钢铁生产可持续发展的重要模式，有广阔的发展前景。在高效化进程中，电弧炉炼钢朝着“单元化操作”的方向发展。即原来由电弧炉完成的冶炼任务被分解为若干个功能单元，由几个冶炼炉分别来完成：现代电弧炉炼钢已经从过去包括熔化、氧化、还原精炼、温度和成分控制以及质量控制的炼钢设备变成了仅保留熔化、升温 and 少量的精炼功能（脱碳、脱磷）的熔化工器。那些只需要较低电弧功率的工艺操作转移到炉外精炼炉内进行。炉外精炼完全可以为初炼钢水提供各种精炼条件，对钢水进行成分、温度、非金属夹杂物、气体含量等严格控制，以满足用户对钢材质量的严格要求。因此本书区别于其他电炉炼钢参考书的地方在于增加了第四章 LF 精炼，包括了脱氧、还原的内容。

紧凑化或短流程化是钢铁制造流程进化的主要趋势。紧凑化或短流程化常常会 and 电弧炉炼钢联系在一起。地区发达程度、文明程度、资源消耗 and 资源再生循环利用等决定了电弧炉流程长期存在的合理性，同时也为其发展创新提供了广阔的空间。最近几年新炉型、新工艺层出不穷，技术经济指标大幅度提高，吨钢电耗降到  $300\text{kW}\cdot\text{h}$ ，吨钢电极消耗降到  $1\text{kg}$  多一点，出钢-出钢时间降到四十多分钟，每炉通电时间仅  $0.5\text{h}$ ，之所以能获得如此大的经济技术效果，不是靠单一的技术改进就能实现的，而是多项技术的综合

应用，既有设备方面，也有工艺方面，特别是替代能源的大量应用。就炉型而言，现在既不是直流炉时代，也不是交流炉时代，而是交、直流并存的时代，或者说是交、直流电炉转炉化的时代，电能与化学能（替代能源）综合应用的年代，使辅助时间减至最少的双壳式电炉时代。因此本书增加了第八章新型电弧炉。

4年前笔者曾编写《电炉炼钢460问》，深受读者欢迎，促使笔者编写了本书。现在电炉炼钢由“老三期”工艺到无还原期冶炼新工艺的转变，解决电炉炼钢技术在中发展中所遇到的问题，要依靠钢厂和设备制造商之间通力合作以及训练有素、经验丰富的操作人员。为工艺技术设备日益老化的电炉炼钢车间进行现代化改造，则是钢铁工业部门面临的技术挑战，即把现存电炉炼钢车间改造成为现代化、生产成本低的电炉炼钢车间，是21世纪赋予钢铁工业部门的重大历史使命。培训一支素质高、技术精的电炉炼钢车间操作人员队伍来处理 and 掌握最新工艺技术是取得成功的关键所在。

本书可供从事电炉炼钢的工程技术人员和生产管理人员参考，也可作为有关院校学生熟悉生产现场的辅导材料。

本书由王维编著，在编写过程中，河南科技大学刘欣亮、贾小改、朱骏、李想、冯鲁兴、刘翹楚、李吉刚和关春阳对本书给予了大力支持和帮助，对此深表谢意。

由于编者水平有限，书中不当之处，恳请读者批评指正。

河南科技大学 王 维

# 目录

## 第一章 电炉炼钢基本理论

1. 什么是氧化物冶金? ..... 1
2. 残余元素对钢的性能有何影响? ..... 1
3. 残余元素 Cu 对钢的性能有何影响? ..... 2
4. 现代电炉炼钢能量平衡结构是什么? ..... 3
5. 洁净钢和纯净钢的区别是什么? ..... 3
6. 洁净钢流程有哪几种? ..... 4
7. 供电电压和电耗有何关系? ..... 4
8. 原料对钢中的氮含量有何影响? ..... 5
9. 电弧炉供氧制度对钢液氮含量有何影响? ..... 6
10. 造泡沫渣对电弧炉冶炼增氮有何影响? ..... 6
11. 直流电弧炉炉壁粘钢和粘渣与泡沫渣有何关系? ..... 7
12. 热装铁水比与冶炼周期、吨钢耗氧量和钢水终点成分有何关系? ..... 7
13. 钢水连续测温传感器的工作原理和结构是什么? ..... 8
14. 如何控制冶炼温度和熔毕碳达到节能降耗的目的? ..... 9
15. 钢水钙处理的优点是什么? ..... 10
16. 吹氧助熔和缩短冶炼时间操作对节能降耗有何影响? ..... 10
17. 气体在钢中的溶解度与哪些因素有关系? ..... 11
18. 炼钢时氢的含量与碳的含量有何关系? ..... 11
19. 脱碳对钢中氢、氮含量有何影响? ..... 13

20. 测定钢铁中扩散氢量的方法是什么? .....	13
21. 钢中氢的主要来源有哪些? .....	14
22. 电炉炼钢时影响钢中增氮的因素有哪些? .....	14
23. 相变诱发塑性钢 TRIP 效应原理是什么? .....	15
24. 合金元素对 TRIP 钢有何影响? .....	16
25. 残余奥氏体稳定性对 TRIP 效应有何影响? .....	17
26. 合金元素与工艺对 TRIP 效应有何影响? .....	17
27. 铁素体对 TRIP 效应有何影响? .....	18
28. 热电偶测温原理是什么? .....	18
29. 泡沫渣冶炼及出钢对钢中的氮含量有何影响? .....	19
30. 连铸对钢中的氮含量有何影响? .....	19
31. 如何降低电弧炉冶炼铁耗? .....	20
32. 高氮钢的定义是什么? .....	21
33. 生产洁净钢如何防止二次污染? .....	21
34. 电弧炉冶炼低 P、S 钢种应该注意的问题是什么? .....	21
35. 电弧炉冶炼低 P、S 钢种怎样控制成分? .....	22
36. Ca-Al 复合合金脱氧的优点是什么? .....	23
37. Ca-Al 多元复合合金脱氧的优点是什么? .....	23
38. 镁脱氧与夹杂物变性技术的优点是什么? .....	24
39. 氮对钢材性能的优点和缺点是什么? .....	25
40. 不锈钢的组成有何特点? .....	25
41. 不锈钢是如何分类的? .....	26
42. 电炉冶炼钢时钢中 [H]、[N]、[O] 偏高的原因有哪些? .....	26
43. 我国以电弧炉为核心冶炼设备的短流程工艺面临的问题是 什么? .....	27
44. 电炉短流程钢厂生产技术有何特点? .....	27
45. 超高功率电弧炉特点是什么? .....	28
46. 影响电弧炉冶炼时间的因素有哪些? .....	28
47. 电弧炉强化用氧技术有哪些? .....	28
48. 为什么炼钢一定要有炉渣? .....	29
49. 为什么要控制炉渣的流动性? .....	29
50. 电炉炼钢“老三期”工艺的缺点是什么? .....	30
51. 底吹电弧炉炼钢的优点是什么? .....	30

52. “电弧炉快速炼钢新工艺”如何完成钢中碳和磷的化学成分控制? .....	31
53. “电弧炉快速炼钢新工艺”如何完成钢中硫化学成分控制? .....	31
54. 单渣无还原炼钢原理论依据是什么? .....	32
55. 单渣无还原炼钢的工艺是什么? .....	32
56. 20MnSi 取消还原期工艺要点是什么? .....	33
57. 20MnSi 取消还原期后温度如何控制? .....	34
58. 工业纯铁与硅钢的区别是什么? .....	34
59. 如何在原料上降低电炉炼钢合金料消耗? .....	35
60. 如何在吹氧制度上降低电炉炼钢合金料消耗? .....	36
61. 热闷法处理钢渣的内容是什么? .....	36
62. 如何在工艺操作上降低电炉炼钢合金料消耗? .....	37
63. 电炉冶炼中测定钢液中氮含量原理是什么? .....	38
64. 炼钢的基本任务是什么? .....	38
65. 钢液为什么要去气? .....	39
66. 什么是气体在钢中的溶解度? .....	39
67. 泡沫渣的探测和控制技术是什么? .....	41
68. 电炉冶炼中钢液增氮的因素有哪些? .....	41
69. 精炼连铸工序中钢液增氮的因素有哪些? .....	42
70. 电炉控制氮含量采取的方法有哪些? .....	42
71. 钢液为什么要脱氧? .....	43
72. 影响钢水氧含量的因素有哪些? .....	44
73. 沉淀脱氧的原理是怎样的,有什么特点? .....	44
74. 脱氧产物迅速地上浮排除中低熔点理论是什么? .....	44
75. 脱氧产物上浮排除中吸附理论是什么? .....	45
76. 扩散脱氧的原理是怎样的,有什么特点? .....	45
77. 真空脱氧原理是怎样的,有什么特点? .....	46
78. 为什么要脱除钢中磷,对钢中磷含量有什么要求? .....	46
79. 炼钢为什么要脱硫,对钢中硫含量有什么要求? .....	46
80. 钢液为什么要脱碳? .....	48
81. 什么是脱氧,什么是合金化? .....	48
82. 什么是合金元素的吸收率,加合金的顺序是什么? .....	48



83. 还原期如何快速变渣? .....	49
84. 为什么还原期要封闭好炉子并保持炉气的还原性气氛? .....	50
85. 为什么还原期白渣脱氧应保持一定时间? .....	50
86. 影响合金元素吸收率的因素有哪些? .....	50
87. 碳素钢与合金钢的区别是什么? .....	51
88. 什么叫碳素结构钢? .....	52
89. 什么叫合金结构钢? .....	52
90. 什么叫工具钢? .....	52
91. 什么叫弹簧钢? .....	53
92. 什么叫易切削钢? .....	53
93. 什么叫不锈钢? .....	54
94. 什么叫耐热不起皮钢? .....	54
95. 什么叫高温合金? .....	54
96. 什么叫沸腾钢、镇静钢和半镇静钢? .....	54
97. 炼钢为什么要造渣, 炉渣是由什么组成, 如何分类? .....	55
98. 熔渣分子理论的内容是什么, 怎样读复杂分子化合物的分子式? .....	55
99. 什么是炉渣的碱度, 有几种表示方法? .....	56
100. 什么叫氧化物举例说明哪些是酸性氧化物、碱性氧化物、中性氧化物? .....	56
101. 非金属夹杂物按化学成分和加工性能可分那几类各有什么特点? .....	56
102. 什么是外来夹杂, 什么是内生夹杂? .....	57
103. 非金属夹杂物按其尺寸的大小如何划分? .....	58
104. 一般降低钢中氧化物夹杂的途径有哪些? .....	58
105. 降低钢中硫化物夹杂的途径有哪些? .....	58
106. 电炉炼钢的特点是什么? .....	59

---

## 第 二 章 电炉炼钢用原材料

---

1. 我国电弧炉炼钢的原料现状是什么? .....	60
2. 电弧炉应用热压块冶炼有何影响? .....	61
3. 各钢铁料对冶炼电耗与冶炼周期有何影响? .....	61

4. 直接还原铁对电炉冶炼有何影响? .....	62
5. 优化利用钢铁料主要有哪些措施? .....	62
6. 电炉以海绵铁为原料有何要求? .....	63
7. 直接还原铁、碳化铁复合金属料对我国电炉钢原料有何影响? .....	63
8. 配料的原则是什么? .....	64
9. 布料的原则是什么? .....	64
10. 在配料、装料时如何节电? .....	64
11. 废钢预热方式有哪些? .....	65
12. 影响电炉炉体寿命的主要因素是什么? .....	65
13. 提高电弧炉炉体寿命的措施有哪些? .....	66
14. 热装铁水应考虑哪些因素? .....	67
15. 电炉使用直接还原铁 (DRI) 需要考虑什么? .....	68
16. 电炉利用海绵铁做原料, 其最佳值为多少? .....	69
17. 电炉炼钢热装铁水有何作用? .....	69
18. 为什么电炉炼钢热装铁水的比例不能太高? .....	69
19. 电炉炼钢热装铁水的方式和硅含量有何要求? .....	70
20. 电弧炉炉盖用的耐火材料有哪些? .....	71
21. 超高功率 (UHP) 电炉盖使用什么耐火材料? .....	71
22. 整体浇注炉盖如何砌筑? .....	72
23. 如何提高整体炉盖耐火浇注料的质量? .....	72
24. 电弧炼钢炉如何选择使用电极? .....	73
25. 使用石墨电极应注意什么? .....	74
26. 碱性电炉常用的原材料有哪些? .....	74
27. 电炉钢厂用的铁合金有哪些? .....	75
28. 电炉炼钢对铁合金有什么要求? .....	75
29. 萤石的物理性质有哪些? 它的主要作用是什么? .....	76
30. 合成造渣剂的特点是什么? .....	76
31. 电弧炉炼钢中对废钢有什么要求? .....	77
32. 配料时应注意什么? 炉料中对各主要元素的含量有什么要求? .....	77
33. 电弧炉炼钢中, 配料时布料的原则是什么? .....	78
34. 炉壁的各部位使用什么砖比较合适? .....	78

35. 整体炉衬有何特点? .....	79
36. 炉壁砖应用状况如何? .....	80
37. 国产镁碳砖与进口镁碳砖有何区别? .....	80
38. 采用大结晶镁砂和高纯石墨对提高炉壁寿命有何影响? .....	81
39. 向耐火砖中添加金属有何影响? .....	81
40. 真空油浸对耐火砖有何作用? .....	82
41. 炉衬损毁原因是什么? .....	82
42. 新炉体烘炉的操作要点是什么? .....	83
43. 为什么要补炉? 补炉的材料有哪些? .....	85
44. 补炉原则是什么? .....	86
45. 补炉的要点是什么? .....	86
46. 补炉方法是什么? .....	87
47. 电炉盖水冷技术是什么? 目前的应用状况如何? .....	88
48. 补炉材料应如何选择? .....	89
49. 为什么每次出钢后要补炉? 怎样进行? .....	89
50. 为什么要特别注意维护新炉体? .....	90
51. 电炉喷补技术和喷补材料的应用状况如何? .....	90

---

## 第 三 章 钢 的 冶 炼

---

1. 电弧炉加料方式有哪些? .....	92
2. 熔化期的主要任务是什么? .....	92
3. 现代电弧炉熔池应采用什么样形状? .....	93
4. 熔化期冶炼过程产生喷溅和溢渣的原因有哪些? .....	94
5. 炉壁供氧模块工艺优点是什么? .....	94
6. 如何优化配料结构? .....	95
7. 熔化期的节电措施有哪些? .....	95
8. 冶炼不锈钢时如何供电? .....	96
9. 如何根据不同的炉龄期进行吹氧助熔? .....	96
10. 电炉对铁水后如何提高炉龄? .....	97
11. 现代电弧炉氧枪分类及特点是什么? .....	97
12. 影响电极消耗的因素有哪些? .....	98
13. 由于电极内在质量造成电极折断的原因有哪些? .....	99

14. 触断电极的原因有哪些? .....	99
15. 由于操作不当造成电极折断的原因有哪些? .....	100
16. 由于控制不当造成电极折断的原因有哪些? .....	101
17. 如何降低电极消耗? .....	102
18. 如何调整料型结构, 改变喷淋时段来预防断电极? .....	103
19. 熔化期吹氧氧化的操作原理和作用是什么? .....	103
20. 熔化期吹氧助熔的吹氧方式和应注意的问题是什么? .....	104
21. 吹氧氧化的操作要点是什么? .....	104
22. 集束炉壁碳氧枪技术有何特点? .....	105
23. 集束射流氧枪的原理是什么? .....	105
24. 废钢加料次数对冶炼有何影响? .....	106
25. 电弧炉碳-氧反应的作用是什么? .....	107
26. 热装铁水技术的作用是什么? .....	107
27. 现代电弧炉采用热装铁水技术对熔池形状有何要求? .....	108
28. 电弧炉采用热装铁水有何约束? .....	108
29. 电弧炉热装铁水的比例过高有何影响? .....	109
30. 影响电弧炉炉盖寿命的因素有哪些? .....	110
31. 电弧炉氧燃烧烧嘴技术有哪些? .....	111
32. 电炉炼钢吹氧助熔应如何进行? .....	112
33. 氧燃助熔技术的作用是什么? .....	112
34. 氧-煤喷吹技术有哪几种方式? .....	113
35. 为什么熔化期会产生搭棚、塌料现象, 如何防止? .....	115
36. 为什么塌料以后会造成大沸腾现象? .....	115
37. 电炉炼钢大沸腾的原因是什么? .....	116
38. 为什么在熔化末期或氧化期加钼铁会有沸腾现象产生, 而加钨铁不会产生沸腾? .....	116
39. 熔化期的任务是什么? 熔化期可分为哪几个阶段? .....	117
40. 为什么在开始通电熔化时声音很大? .....	117
41. 为什么开始送电炼钢时会发生导电不良的现象, 怎样处理? .....	118
42. 为什么开始通电熔化和吹氧时, 会冒红棕色烟尘? .....	118
43. 为什么在装料时炉底要先铺上一层石灰? .....	118
44. 如何控制电炉炉体冶炼噪声? .....	119

45. 氧化期的主要任务是什么？	120
46. 什么是钢水的二次氧化，有什么特点？	120
47. 直流电弧炉哪些设备因素引起抢火？	121
48. 脱磷和脱碳关系是什么？	122
49. 炼钢中如何做好脱磷？	123
50. 不锈钢冶炼时如何控制脱磷铁水的加入时间和加入量？	125
51. 如何减少电炉冶炼不锈钢过程金属铬损失？	125
52. 加矿氧化和吹氧氧化各有什么特点？	126
53. 炼钢时加小块矿和大块矿有什么不同的作用？	126
54. 为什么开始加矿氧化时要规定一定的温度？	127
55. 如何有效脱磷？	127
56. 为什么要扒除氧化渣，怎样操作？	128
57. 电弧炉冶炼高碳高磷废钢铁屑怎样操作？	128
58. 为什么有时氧化后期的炉渣会变得黏稠？	129
59. 泡沫渣有什么好处？	130
60. 怎样造泡沫渣？	130
61. 为什么有时加矿会引起爆发性的“大沸腾”？	131
62. 加矿引起“大沸腾”有什么坏处，如何防止？	131
63. 熔氧结合技术的工艺操作要点及特点是什么？	132
64. 哪些工艺因素会引起直流电弧炉抢火？	133
65. 如何避免直流电弧炉抢火？	134
66. 不锈钢泡沫渣工艺技术的内容是什么？	134
67. 泡沫渣的优点是什么？	135
68. 影响泡沫渣的因素有哪些？	135
69. 如何控制泡沫渣？	136
70. 影响电炉的脱磷的因素是什么？	137
71. 碳高磷低时如何脱磷？	137
72. 碳高磷高时如何脱磷？	138
73. 碳偏低磷偏高时如何脱磷？	138
74. 氧化期节电措施有哪些？	139
75. 氧化期操作要点是什么？	139
76. 炉盖崩塌有什么危害、炉盖崩塌实质原因是什么？	140
77. 炉盖崩塌的特征是什么？	141

78. 炉盖崩塌事故为什么多发生于氧化法冶炼的钢种? .....	141
79. 造成炉盖崩塌事故的原因是什么? .....	142
80. 为什么炉盖崩塌事故有时先冒白烟、跑大火、喷渣? .....	142
81. 如何预防炉盖崩塌事故? .....	143
82. 为什么加矿要流渣, 还要随加石灰? .....	144
83. 为什么除渣时向渣面上撒加碳粉, 炉渣就立即呈泡沫状, 应注意什么? .....	144
84. 为什么要规定除渣时的钢水成分和温度? .....	144
85. 吹氧脱碳过程中如何估计钢水含碳量? .....	145
86. 为什么氧化期可以凭着碳火花来较准确地估计钢水含碳量, 而还原期就不容易? .....	146
87. 为什么氧化期要有足够强烈的均匀沸腾? .....	146
88. 为什么氧化期要有一定的脱碳量? .....	147
89. 怎样舀取有代表性的试样分析, 为什么还原期要求在白渣下 或弱电石渣下取样? .....	147
90. 怎样取好片状分析试样? .....	148
91. 片样和钻样的分析结果有些什么差别, 为什么? .....	148
92. 为什么浇化学分析试样和光谱分析试样时, 有时会冲熔 样模? .....	149
93. 为什么稀薄渣下不允许吹氧? .....	149

---

## 第四章 LF 精炼

---

1. LF 精炼时如何做到埋弧加热? .....	150
2. LF 精炼时如何做到白渣精炼? .....	150
3. 钙处理的原理是什么? .....	151
4. 喂钙线机理是什么? .....	151
5. 如何控制 LF 底吹氩过程流量? .....	152
6. LF 精炼渣对钢液吸氮有何影响? .....	153
7. 精炼渣采用 BaO 和 CaF <sub>2</sub> 有何效果? .....	153
8. LF 炉工序中水口堵塞的防范措施有哪些? .....	153
9. 钢包衬用耐材存在的基本问题及发展方向是什么? .....	154
10. 渣线用耐材存在的基本问题及发展方向是什么? .....	156

11. 影响实现钢包渣线砖无碳化的因素是什么? .....	156
12. 钢包底吹氩的原理是什么? .....	157
13. 钢包吹氩精炼时, 氩气流量与去夹杂效果有何关系? .....	157
14. 钢包渣线部位镁碳砖受到化学氧化侵蚀的机理是什么? .....	158
15. 钢包渣线部位镁碳砖受到机械侵蚀的机理是什么? .....	159
16. 提高钢包渣线使用寿命的技术措施有哪些? .....	159
17. 钢包全程底吹氩的操作过程是什么? .....	160
18. 蓄热式钢包烘烤装置有何特点? .....	161
19. 浇注极低碳钢和纯净钢, 中间包浸入式水口使用石英或普通 Al-C 材质有何缺点? .....	162
20. 钢包内钢水损失的传热机理是什么? .....	162
21. 水冷钢包盖漏水影响到铸坯质量的原因是什么? .....	163
22. 如何根据炉渣的颜色和形状来判断其特性? .....	164
23. 如何提高 LF 炉脱硫效率? .....	165
24. 精炼钢包受哪些腐蚀? .....	165
25. 脱氧的目的是什么? .....	166
26. 沉淀脱氧的原理是什么? .....	167
27. 现代电弧炉扩散脱氧有何特点? .....	168
28. 真空脱氧有何特点? .....	168
29. 氧化终点如何操作? .....	169
30. 氩气、天然气脱氧有何特点? .....	169
31. 固体电解质脱氧有何特点? .....	169
32. 外加电势法无污染脱氧有何特点? .....	170
33. 混合导体法脱氧有何特点? .....	171
34. 浓差电池短路法脱氧有何特点? .....	171
35. 渣-金间外加电场无污染脱氧有何特点? .....	171
36. 喂纯钙线法如何确定喂丝点位置、喂丝速度与深度? .....	172
37. 喂丝工艺的操作中应注意什么? .....	173
38. 开浇第一炉中包内钢水温度变化有什么规律? .....	175
39. 什么是自动开浇? .....	176
40. 自动开浇有哪些方法? .....	176
41. 精炼钢包永久层用高铝 T-3 砖砌筑和轻质浇注料模具体 打结有何特点? .....	177

42. 精炼钢包用自流浇注料无模具打结模式有何特点? .....	178
43. 钢水进行 Ca 处理时应注意什么? .....	178
44. 炉外精炼技术的特点与功能有哪些? .....	180
45. 精炼钢包镁碳砖的损毁机理是什么? .....	181
46. 精炼钢包内衬对耐火材料有何要求? .....	181
47. 如何减少熔渣对精炼钢包的侵蚀? .....	182
48. 减少精炼钢包耐火材料剥落的途径有哪些? .....	182
49. 提高精炼钢包耐火材料抗炉渣的渗透性的途径有哪些? .....	183
50. LF 精炼顶渣成分有何要求? .....	183
51. 还原期的操作要点是什么? .....	184
52. 出钢的操作要点是什么? .....	185
53. AOD 全铁水冶炼工艺的优点是什么? .....	185
54. AOD 精炼炉为什么要烘烤? .....	185
55. AOD 炉的烘烤有何要求? .....	186
56. 出钢应注意什么? .....	187
57. 电炉+精炼新工艺与传统的电炉冶炼工艺相比有什么 优点? .....	187
58. LF 电流如何确定? .....	188
59. 如何减少 LF 电弧功率损失? .....	188
60. LF 炉精炼工艺流程是什么? .....	188
61. LF 炉的工艺优点和工艺要点是什么? .....	188
62. LF 精炼炉中碳、硫、磷元素化学成分稳定性如何? .....	189
63. LF 精炼炉中锰、硅元素化学成分稳定性如何? .....	190
64. LF 炉的功能有哪些? .....	191
65. LF 炉适宜冶炼哪些钢种? .....	191
66. LF 电压如何确定? .....	192
67. LF 炉加料方式有几种? .....	193
68. 计算机如何控制 LF 炉合金加料系统运转? .....	194
69. 钢包粘渣原因是什么? .....	195
70. 防止钢包粘渣采取措施是什么? .....	195
71. 耐火材料影响精炼钢包使用寿命的因素有哪些? .....	196
72. 人为影响精炼钢包使用寿命的因素有哪些? .....	197
73. 如何改善砌筑来提高 LF 炉精炼包包龄? .....	198



74. 如何改善钢包结构来提高 LF 炉精炼包包龄? .....	199
75. 如何加强烘烤与钢包使用过程中的修补来提高 LF 炉精炼包包龄? .....	200
76. 如何改善操作来提高 LF 炉精炼包包龄? .....	201
77. 怎样提高盛钢桶的使用寿命? .....	201
78. 影响钢包寿命的因素有哪些? .....	202
79. 引起钢包内衬蚀损率较高的内部因素有哪些? .....	202
80. 精炼钢包渣线部位 MgO-C 砖损毁的主要原因是什么? .....	202
81. LF 基本不脱硫, 主要原因是什么? .....	203
82. 为什么 LF 精炼后其夹杂物尺寸和数量较精炼前有增大和增多的趋势? .....	203
83. LF 过程主要有哪些操作? .....	204
84. LF 精炼炉有哪几种形式? .....	204
85. 造成钢液成分不稳定的因素有哪些? .....	205
86. 为了避免电炉炼钢厂 LF 精炼炉化学成分不稳定, 精炼工艺上可采取哪些措施? .....	205
87. 电炉炼钢脱硫的原理是什么? .....	206
88. 还原精炼技术及其工艺操作要点是什么? .....	207
89. 怎样选择终脱氧剂? .....	208
90. LF 精炼渣系中各成分对脱硫率有何影响? .....	208
91. 脱硫与脱氧有何关系? .....	209
92. 如何确定 CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -MgO 渣系的碱度? .....	210
93. 12CaO · 7Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 合成渣与 CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -CaF <sub>2</sub> -MgO-SiO <sub>2</sub> 合成渣相比优点是什么? .....	211
94. 合金加入位置对钢液中合金统计浓度有什么影响? .....	211
95. LF 钢包精炼如何保证钢液成分的精确控制? .....	212
96. LF 精炼使用钡合金脱氧比使用铝脱氧有什么优点, 对电弧炉冶炼有什么要求? .....	213
97. 如何确定渣的成分以充分发挥熔渣的泡沫化性能以及精炼性能? .....	213
98. LF 精炼造泡沫渣埋弧操作必须具备的条件是什么? .....	214
99. 碳酸盐与碳及碳化物提供的气源有何区别? .....	214
100. CaO-CaF <sub>2</sub> 和 CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 精炼渣系的主要特点是什么? .....	216