

高等学校教学用书



# 电 炉 炼 钢 学

北京钢铁学院编著

中国工业出版社

本书系统地讨论了物理化学基础及炼钢过程理论，叙述了电炉炼钢及浇注生产实践、浪珠钢、不锈钢、高速钢、硅钢和合金结构钢等主要钢种的生产经验。对于真空冶炼、感应炉冶炼、稀土金属在炼钢中的应用及钢锭缺陷均作了专题论述。

本书由冶金工业部教育司推荐作为高等冶金院校钢铁冶金专业电冶金专门化教学用书，也可供中等冶金专业学校电炉炼钢专业作参考教材。

## 电 炉 炼 钢 学

北京钢铁学院编著

\*

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

化工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $24^{5/4}$ ·字数557,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—1,537 定价(10—6)2.90元

统一书号: 15165·691(冶金—166)

## 前 言

解放以来，我国的电炉炼钢工业有了飞速的发展，冶金院校也逐日增多，但是目前仍缺乏一本我国自编的电冶金教材。为了适应教学需要，我们在党的领导下，组织我院电冶金教研组教师和部分高年级同学，收集了有关国内外资料，按照部订教学大纲，编成这本电炉炼钢学。

全书共约38万字，对专业电冶金学第二部分(电炉炼钢)来说，篇幅是较大了，若第一章(物理化学基础部分)，不作重点讲授时，学生阅读部分可减至32万字，这样基本上还是合适的。

本书在编写过程中，曾得到苏联专家阿·阿·雅斯凯维奇同志的热情帮助，校友陆世英同志编写了稀土金属在炼钢中的应用一章，在这里我们一并致以谢意。

北京钢铁学院电冶金教研组

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 緒 論 .....                   | 9   |
| 第一編 炼鋼过程的理論 .....           | 11  |
| 第一章 炼鋼的物理化学原理 .....         | 11  |
| 第一节 反应热效应与温度的关系 .....       | 11  |
| 第二节 拉烏尔定律与亨利定律 .....        | 13  |
| 第三节 逸度和活度 .....             | 14  |
| ✓第四节 平衡 .....               | 17  |
| ✓第五节 化学动力学 .....            | 24  |
| 第二章 鋼液的物理化学性质 .....         | 33  |
| 第一节 氢和氮在鉄中的溶解度 .....        | 34  |
| 第二节 液态鉄中氧的溶解度 .....         | 35  |
| 第三节 合金元素对鉄的熔点的影响 .....      | 35  |
| 第四节 鋼液的粘度 .....             | 38  |
| ✓第五节 鋼液的表面张力 .....          | 41  |
| 第六节 溶解于液态鉄中的元素的活度与自由能 ..... | 46  |
| 第三章 炉渣 .....                | 49  |
| 第一节 炉渣的来源和其重要性 .....        | 49  |
| 第二节 炉渣的种类 .....             | 50  |
| 第三节 炉渣的粘度 .....             | 54  |
| 第四节 炉渣的結構理論 .....           | 55  |
| 第四章 脫碳 .....                | 67  |
| ✓第一节 碳氧反应的热力学 .....         | 67  |
| ✓第二节 脫炭反应机理和其动力学 .....      | 69  |
| 第五章 脫磷 .....                | 74  |
| 第一节 磷对鋼質量的影响 .....          | 74  |
| 第二节 磷在鋼渣中存在的形式 .....        | 74  |
| 第三节 脫磷的分子理論 .....           | 75  |
| 第四节 脫磷的离子理論 .....           | 79  |
| 第五节 关于脫磷的几个問題 .....         | 80  |
| 第六节 快速去磷的方法 .....           | 83  |
| 第六章 脫氧 .....                | 83  |
| 第一节 氧在鉄中的行为 .....           | 83  |
| 第二节 元素的脫氧能力 .....           | 85  |
| 第三节 脫氧产物的形成及排出 .....        | 99  |
| 第四节 扩散脫氧理論 .....            | 103 |
| 第五节 还原期强化脫氧 .....           | 105 |
| 第七章 脫硫 .....                | 106 |
| 第一节 硫对鋼的質量的影响 .....         | 107 |

|               |                         |            |
|---------------|-------------------------|------------|
| 第二节           | 硫在鋼液、炉渣和气相中的存在状态        | 108        |
| 第三节           | 脱硫的理論                   | 110        |
| 第四节           | 脱硫的实践                   | 120        |
| <b>第八章</b>    | <b>鋼中气体</b>             | <b>126</b> |
| 第一节           | 鋼中气体对鋼質量的影响             | 126        |
| 第二节           | 鋼中气体来源                  | 128        |
| 第三节           | 气体在鋼和渣中的溶解              | 131        |
| 第四节           | 鋼液吸收和排出气体的动力学           | 139        |
| 第五节           | 电炉生产过程中气体含量的变化          | 142        |
| 第六节           | 鋼中气体分析                  | 148        |
| <b>第九章</b>    | <b>鋼中非金属夹杂</b>          | <b>151</b> |
| 第一节           | 非金属夹杂对鋼机械性能的影响          | 151        |
| 第二节           | 鋼中非金属夹杂的来源              | 151        |
| 第三节           | 鋼中非金属夹杂的鉴定              | 153        |
| 第四节           | 冶炼和浇注过程中非金属夹杂物的含量变化     | 155        |
| 第五节           | 鋼中非金属夹杂物的偏析             | 157        |
| 第六节           | 减少鋼中非金属夹杂物的途径           | 160        |
| <b>第二編</b>    | <b>电弧爐炼鋼</b>            | <b>162</b> |
| <b>第十章</b>    | <b>电弧炉炉衬</b>            | <b>162</b> |
| 第一节           | 耐火材料                    | 162        |
| 第二节           | 絕热材料和粘結剂                | 165        |
| 第三节           | 炉頂                      | 165        |
| 第四节           | 炉壁(炉牆)                  | 169        |
| 第五节           | 炉底                      | 172        |
| 第六节           | 炉子的大、中修                 | 174        |
| <b>第十一章</b>   | <b>电炉鋼生产的原材料</b>        | <b>175</b> |
| 第一节           | 废鋼和废鉄                   | 175        |
| 第二节           | 返回鋼                     | 176        |
| 第三节           | 生鉄                      | 176        |
| 第四节           | 軟鉄                      | 176        |
| 第五节           | 氧化剂                     | 177        |
| 第六节           | 脫氧剂和合金材料                | 177        |
| 第七节           | 造渣材料                    | 183        |
| 第八节           | 增碳剂                     | 185        |
| <b>第十二章</b>   | <b>原材料的准备, 补炉、装料及熔化</b> | <b>185</b> |
| 第一节           | 原材料的准备                  | 186        |
| 第二节           | 补炉                      | 186        |
| 第三节           | 配料                      | 187        |
| 第四节           | 装料                      | 188        |
| 第五节           | 熔化期                     | 139        |
| ✓ <b>第十三章</b> | <b>氧化期(碱性炉)</b>         | <b>191</b> |
| 第一节           | 磷的氧化                    | 192        |

|       |                               |     |
|-------|-------------------------------|-----|
| 第二节   | 炭的氧化                          | 193 |
| 第三节   | 锰的氧化                          | 194 |
| 第四节   | 除硫作用                          | 195 |
| 第五节   | 电弧炉吹氧炼钢                       | 195 |
| 第六节   | 氧化期的热制度与供电制度                  | 197 |
| ✓第十四章 | 还原期                           | 198 |
| 第一节   | 脱氧                            | 198 |
| 第二节   | 脱硫                            | 206 |
| 第三节   | 钢的合金化                         | 207 |
| 第四节   | 冶炼过程中的供电制度和钢液温度的变化            | 209 |
| 第五节   | 缩短还原期的方法                      | 210 |
| 第六节   | 不氧化法冶炼及单渣法冶炼                  | 211 |
| 第十五章  | 酸性电弧炉冶炼                       | 214 |
| 第一节   | 概述                            | 214 |
| 第二节   | 酸性电弧炉炉衬                       | 215 |
| 第三节   | 酸性电弧炉的炼钢过程                    | 216 |
| 第十六章  | 稀土元素在炼钢中的应用                   | 222 |
| 第一节   | 稀土元素的基本性质                     | 222 |
| 第二节   | 在炼钢生产中采用稀土元素的种类、加入形式、加入方法和加入量 | 224 |
| 第三节   | 稀土的去气作用                       | 225 |
| 第四节   | 稀土的脱硫作用                       | 226 |
| 第五节   | 稀土元素对控制钢的晶粒大小的作用              | 229 |
| 第六节   | 稀土元素对钢的热加工性的影响                | 231 |
| 第七节   | 稀土元素对铸钢性能的影响                  | 233 |
| 第八节   | 稀土元素对耐热钢及耐热合金性能的影响            | 239 |
| 第九节   | 稀土元素对其他钢种性能的影响                | 243 |
| 第三編   | 复合炼钢法                         | 244 |
| 第十七章  | 双联炼钢法                         | 244 |
| 第十八章  | 混合炼钢法                         | 245 |
| 第一节   | 混合炼钢的物理化学反应                   | 246 |
| 第二节   | 混合炼钢的工艺实践                     | 251 |
| 第三节   | 混合炼钢今后的任务                     | 253 |
| 第四編   | 感应爐冶炼及真空冶炼                    | 254 |
| 第十九章  | 无芯感应炉冶炼                       | 254 |
| 第二十章  | 真空冶炼                          | 260 |
| 第五編   | 钢的浇注                          | 274 |
| 第二十一章 | 钢锭的凝固                         | 274 |
| ✓第一节  | 金属的结晶理论                       | 274 |
| 第二节   | 镇静钢钢锭的结构与结晶过程                 | 275 |
| 第三节   | 影响镇静钢钢锭结晶过程的因素                | 273 |
| 第四节   | 镇静钢钢锭的缩孔与收缩疏松                 | 281 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第五节 镇静钢钢锭中的偏析 .....             | 285 |
| <b>第二十二章 浇铸设备及工艺</b> .....      | 288 |
| 第一节 盛钢桶 .....                   | 288 |
| 第二节 中柱管 .....                   | 293 |
| 第三节 钢锭模 .....                   | 294 |
| 第四节 铸锭底盘 .....                  | 299 |
| 第五节 浇注方法 .....                  | 300 |
| 第六节 浇注前的准备工作 .....              | 301 |
| 第七节 浇注操作 .....                  | 304 |
| <b>第二十三章 钢锭的缺陷及其检查</b> .....    | 307 |
| 第一节 残余缩孔和疏松 .....               | 308 |
| 第二节 裂纹 .....                    | 312 |
| 第三节 白点 .....                    | 318 |
| 第四节 发纹 .....                    | 321 |
| 第五节 层状断口 .....                  | 322 |
| 第六节 点状偏析, 方形偏析, 一般空隙与气泡 .....   | 323 |
| 第七节 截痕、结疤、翻皮、亮边 .....           | 326 |
| 第八节 铸锭中新技术的应用 .....             | 327 |
| <b>第二十四章 连续浇注</b> .....         | 333 |
| 第一节 连续铸锭设备 .....                | 333 |
| 第二节 连续浇注时钢水的结晶 .....            | 339 |
| 第三节 特殊钢的浇注工艺 .....              | 340 |
| 第四节 铸坯的质量 .....                 | 342 |
| <b>第二十五章 电弧炉炼钢的技术经济指标</b> ..... | 343 |
| <b>第六编 特殊钢冶炼</b> .....          | 348 |
| <b>第二十六章 滚珠钢的冶炼</b> .....       | 348 |
| 第一节 对滚珠钢的要求 .....               | 348 |
| 第二节 滚珠钢冶炼特点 .....               | 349 |
| <b>第二十七章 结构钢的冶炼</b> .....       | 351 |
| 第一节 结构钢的用途、要求及其分类 .....         | 351 |
| 第二节 结构钢经常产生的缺陷及其造成原因和防止方法 ..... | 351 |
| 第三节 含硼结构钢(硼钢)的冶炼 .....          | 353 |
| 第四节 铬锰钛结构钢的冶炼 .....             | 355 |
| <b>第二十八章 高速钢的冶炼</b> .....       | 359 |
| 第一节 高速钢的特点及所含合金元素的作用 .....      | 359 |
| 第二节 高速钢的冶炼 .....                | 361 |
| 第三节 高速钢的浇注 .....                | 365 |
| 第四节 高速钢的主要缺陷——碳化物偏析 .....       | 365 |
| <b>第二十九章 不锈钢的冶炼</b> .....       | 367 |
| 第一节 不锈钢的性质 .....                | 367 |
| 第二节 不锈钢的分类和用途 .....             | 369 |
| 第三节 不锈钢的缺陷 .....                | 369 |

|             |                     |     |
|-------------|---------------------|-----|
| 第四节         | 不銹鋼中碳和鉻的氧化理論 .....  | 371 |
| 第五节         | 不銹鋼的冶煉方法 .....      | 374 |
| <b>第三十章</b> | <b>高硅鋼的冶煉</b> ..... | 383 |
| 第一节         | 硅鋼的特点 .....         | 383 |
| 第二节         | 合金元素的作用及硅鋼規格 .....  | 384 |
| 第三节         | 變壓器鋼的冶煉和澆注 .....    | 387 |
| 第四节         | 爐外脫硫 .....          | 390 |
| 第五节         | 變壓器鋼的真空處理 .....     | 391 |

高等学校教学用书



# 电 炉 炼 钢 学

北京钢铁学院编著

中国工业出版社

本书系统地讨论了物理化学基础及炼钢过程理论，叙述了电炉炼钢及浇注生产实践、浪珠钢、不锈钢、高速钢、硅钢和合金结构钢等主要钢种的生产经验。对于真空冶炼、感应炉冶炼、稀土金属在炼钢中的应用及钢锭缺陷均作了专题论述。

本书由冶金工业部教育司推荐作为高等冶金院校钢铁冶金专业电冶金专门化教学用书，也可供中等冶金专业学校电炉炼钢专业作参考教材。

## 电 炉 炼 钢 学

北京钢铁学院编著

\*

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

化工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $24^{5/4}$ ·字数557,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—1,537 定价(10—6)2.90元

统一书号: 15165·691(冶金—186)

## 前 言

解放以来，我国的电炉炼钢工业有了飞速的发展，冶金院校也逐日增多，但是目前仍缺乏一本我国自编的电冶金教材。为了适应教学需要，我们在党的领导下，组织我院电冶金教研组教师和部分高年级同学，收集了有关国内外资料，按照部订教学大纲，编成这本电炉炼钢学。

全书共约38万字，对专业电冶金学第二部分(电炉炼钢)来说，篇幅是较大了，若第一章(物理化学基础部分)，不作重点讲授时，学生阅读部分可减至32万字，这样基本上还是合适的。

本书在编写过程中，曾得到苏联专家阿·阿·雅斯凯维奇同志的热情帮助，校友陆世英同志编写了稀土金属在炼钢中的应用一章，在这里我们一并致以谢意。

北京钢铁学院电冶金教研组

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 緒 論 .....                   | 9   |
| 第一編 炼鋼过程的理論 .....           | 11  |
| 第一章 炼鋼的物理化学原理 .....         | 11  |
| 第一节 反应热效应与温度的关系 .....       | 11  |
| 第二节 拉烏尔定律与亨利定律 .....        | 13  |
| 第三节 逸度和活度 .....             | 14  |
| ✓第四节 平衡 .....               | 17  |
| ✓第五节 化学动力学 .....            | 24  |
| 第二章 鋼液的物理化学性质 .....         | 33  |
| 第一节 氢和氮在鉄中的溶解度 .....        | 34  |
| 第二节 液态鉄中氧的溶解度 .....         | 35  |
| 第三节 合金元素对鉄的熔点的影响 .....      | 35  |
| 第四节 鋼液的粘度 .....             | 38  |
| ✓第五节 鋼液的表面张力 .....          | 41  |
| 第六节 溶解于液态鉄中的元素的活度与自由能 ..... | 46  |
| 第三章 炉渣 .....                | 49  |
| 第一节 炉渣的来源和其重要性 .....        | 49  |
| 第二节 炉渣的种类 .....             | 50  |
| 第三节 炉渣的粘度 .....             | 54  |
| 第四节 炉渣的結構理論 .....           | 55  |
| 第四章 脫碳 .....                | 67  |
| ✓第一节 碳氧反应的热力学 .....         | 67  |
| ✓第二节 脫炭反应机理和其动力学 .....      | 69  |
| 第五章 脫磷 .....                | 74  |
| 第一节 磷对鋼質量的影响 .....          | 74  |
| 第二节 磷在鋼渣中存在的形式 .....        | 74  |
| 第三节 脫磷的分子理論 .....           | 75  |
| 第四节 脫磷的离子理論 .....           | 79  |
| 第五节 关于脫磷的几个問題 .....         | 80  |
| 第六节 快速去磷的方法 .....           | 83  |
| 第六章 脫氧 .....                | 83  |
| 第一节 氧在鉄中的行为 .....           | 83  |
| 第二节 元素的脫氧能力 .....           | 85  |
| 第三节 脫氧产物的形成及排出 .....        | 99  |
| 第四节 扩散脫氧理論 .....            | 103 |
| 第五节 还原期强化脫氧 .....           | 105 |
| 第七章 脫硫 .....                | 106 |
| 第一节 硫对鋼的質量的影响 .....         | 107 |

|             |                         |            |
|-------------|-------------------------|------------|
| 第二节         | 硫在鋼液、炉渣和气相中的存在状态        | 108        |
| 第三节         | 脫硫的理論                   | 110        |
| 第四节         | 脫硫的实践                   | 120        |
| <b>第八章</b>  | <b>鋼中气体</b>             | <b>126</b> |
| 第一节         | 鋼中气体对鋼質量的影响             | 126        |
| 第二节         | 鋼中气体来源                  | 128        |
| 第三节         | 气体在鋼和渣中的溶解              | 131        |
| 第四节         | 鋼液吸收和排出气体的动力学           | 139        |
| 第五节         | 电炉生产过程中气体含量的变化          | 142        |
| 第六节         | 鋼中气体分析                  | 148        |
| <b>第九章</b>  | <b>鋼中非金属夹杂</b>          | <b>151</b> |
| 第一节         | 非金属夹杂对鋼机械性能的影响          | 151        |
| 第二节         | 鋼中非金属夹杂的来源              | 151        |
| 第三节         | 鋼中非金属夹杂的鉴定              | 153        |
| 第四节         | 冶炼和浇注过程中非金属夹杂物的含量变化     | 155        |
| 第五节         | 鋼中非金属夹杂物的偏析             | 157        |
| 第六节         | 减少鋼中非金属夹杂物的途径           | 160        |
| <b>第二編</b>  | <b>电弧爐炼鋼</b>            | <b>162</b> |
| <b>第十章</b>  | <b>电弧炉炉衬</b>            | <b>162</b> |
| 第一节         | 耐火材料                    | 162        |
| 第二节         | 絕热材料和粘結剂                | 165        |
| 第三节         | 炉頂                      | 165        |
| 第四节         | 炉壁(炉牆)                  | 169        |
| 第五节         | 炉底                      | 172        |
| 第六节         | 炉子的大、中修                 | 174        |
| <b>第十一章</b> | <b>电炉鋼生产的原材料</b>        | <b>175</b> |
| 第一节         | 废鋼和废鉄                   | 175        |
| 第二节         | 返回鋼                     | 176        |
| 第三节         | 生鉄                      | 176        |
| 第四节         | 軟鉄                      | 176        |
| 第五节         | 氧化剂                     | 177        |
| 第六节         | 脫氧剂和合金材料                | 177        |
| 第七节         | 造渣材料                    | 183        |
| 第八节         | 增碳剂                     | 185        |
| <b>第十二章</b> | <b>原材料的准备, 补炉、装料及熔化</b> | <b>185</b> |
| 第一节         | 原材料的准备                  | 186        |
| 第二节         | 补炉                      | 186        |
| 第三节         | 配料                      | 187        |
| 第四节         | 装料                      | 188        |
| 第五节         | 熔化期                     | 139        |
| <b>第十三章</b> | <b>氧化期(碱性炉)</b>         | <b>191</b> |
| 第一节         | 磷的氧化                    | 192        |

|       |                               |     |
|-------|-------------------------------|-----|
| 第二节   | 炭的氧化                          | 193 |
| 第三节   | 锰的氧化                          | 194 |
| 第四节   | 除硫作用                          | 195 |
| 第五节   | 电弧炉吹氧炼钢                       | 195 |
| 第六节   | 氧化期的热制度与供电制度                  | 197 |
| ✓第十四章 | 还原期                           | 198 |
| 第一节   | 脱氧                            | 198 |
| 第二节   | 脱硫                            | 206 |
| 第三节   | 钢的合金化                         | 207 |
| 第四节   | 冶炼过程中的供电制度和钢液温度的变化            | 209 |
| 第五节   | 缩短还原期的方法                      | 210 |
| 第六节   | 不氧化法冶炼及单渣法冶炼                  | 211 |
| 第十五章  | 酸性电弧炉冶炼                       | 214 |
| 第一节   | 概述                            | 214 |
| 第二节   | 酸性电弧炉炉衬                       | 215 |
| 第三节   | 酸性电弧炉的炼钢过程                    | 216 |
| 第十六章  | 稀土元素在炼钢中的应用                   | 222 |
| 第一节   | 稀土元素的基本性质                     | 222 |
| 第二节   | 在炼钢生产中采用稀土元素的种类、加入形式、加入方法和加入量 | 224 |
| 第三节   | 稀土的去气作用                       | 225 |
| 第四节   | 稀土的脱硫作用                       | 226 |
| 第五节   | 稀土元素对控制钢的晶粒大小的作用              | 229 |
| 第六节   | 稀土元素对钢的热加工性的影响                | 231 |
| 第七节   | 稀土元素对铸钢性能的影响                  | 233 |
| 第八节   | 稀土元素对耐热钢及耐热合金性能的影响            | 239 |
| 第九节   | 稀土元素对其他钢种性能的影响                | 243 |
| 第三編   | 复合炼钢法                         | 244 |
| 第十七章  | 双联炼钢法                         | 244 |
| 第十八章  | 混合炼钢法                         | 245 |
| 第一节   | 混合炼钢的物理化学反应                   | 246 |
| 第二节   | 混合炼钢的工艺实践                     | 251 |
| 第三节   | 混合炼钢今后的任务                     | 253 |
| 第四編   | 感应爐冶炼及真空冶炼                    | 254 |
| 第十九章  | 无芯感应炉冶炼                       | 254 |
| 第二十章  | 真空冶炼                          | 260 |
| 第五編   | 钢的浇注                          | 274 |
| 第二十一章 | 钢錠的凝固                         | 274 |
| ✓第一节  | 金属的结晶理论                       | 274 |
| 第二节   | 镇静钢鋼錠的结构与结晶过程                 | 275 |
| 第三节   | 影响镇静钢鋼錠结晶过程的因素                | 273 |
| 第四节   | 镇静钢鋼錠的缩孔与收缩疏松                 | 281 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第五节 镇静钢钢锭中的偏析 .....             | 285 |
| <b>第二十二章 浇铸设备及工艺</b> .....      | 288 |
| 第一节 盛钢桶 .....                   | 288 |
| 第二节 中柱管 .....                   | 293 |
| 第三节 钢锭模 .....                   | 294 |
| 第四节 铸锭底盘 .....                  | 299 |
| 第五节 浇注方法 .....                  | 300 |
| 第六节 浇注前的准备工作 .....              | 301 |
| 第七节 浇注操作 .....                  | 304 |
| <b>第二十三章 钢锭的缺陷及其检查</b> .....    | 307 |
| 第一节 残余缩孔和疏松 .....               | 308 |
| 第二节 裂纹 .....                    | 312 |
| 第三节 白点 .....                    | 318 |
| 第四节 发纹 .....                    | 321 |
| 第五节 层状断口 .....                  | 322 |
| 第六节 点状偏析, 方形偏析, 一般空隙与气泡 .....   | 323 |
| 第七节 截痕、结疤、翻皮、亮边 .....           | 326 |
| 第八节 铸锭中新技术的应用 .....             | 327 |
| <b>第二十四章 连续浇注</b> .....         | 333 |
| 第一节 连续铸锭设备 .....                | 333 |
| 第二节 连续浇注时钢水的结晶 .....            | 339 |
| 第三节 特殊钢的浇注工艺 .....              | 340 |
| 第四节 铸坯的质量 .....                 | 342 |
| <b>第二十五章 电弧炉炼钢的技术经济指标</b> ..... | 343 |
| <b>第六编 特殊钢冶炼</b> .....          | 348 |
| <b>第二十六章 滚珠钢的冶炼</b> .....       | 348 |
| 第一节 对滚珠钢的要求 .....               | 348 |
| 第二节 滚珠钢冶炼特点 .....               | 349 |
| <b>第二十七章 结构钢的冶炼</b> .....       | 351 |
| 第一节 结构钢的用途、要求及其分类 .....         | 351 |
| 第二节 结构钢经常产生的缺陷及其造成原因和防止方法 ..... | 351 |
| 第三节 含硼结构钢(硼钢)的冶炼 .....          | 353 |
| 第四节 铬锰钛结构钢的冶炼 .....             | 355 |
| <b>第二十八章 高速钢的冶炼</b> .....       | 359 |
| 第一节 高速钢的特点及所含合金元素的作用 .....      | 359 |
| 第二节 高速钢的冶炼 .....                | 361 |
| 第三节 高速钢的浇注 .....                | 365 |
| 第四节 高速钢的主要缺陷——碳化物偏析 .....       | 365 |
| <b>第二十九章 不锈钢的冶炼</b> .....       | 367 |
| 第一节 不锈钢的性质 .....                | 367 |
| 第二节 不锈钢的分类和用途 .....             | 369 |
| 第三节 不锈钢的缺陷 .....                | 369 |

|             |                     |     |
|-------------|---------------------|-----|
| 第四节         | 不銹鋼中碳和鉻的氧化理論 .....  | 371 |
| 第五节         | 不銹鋼的冶煉方法 .....      | 374 |
| <b>第三十章</b> | <b>高硅鋼的冶煉</b> ..... | 383 |
| 第一节         | 硅鋼的特点 .....         | 383 |
| 第二节         | 合金元素的作用及硅鋼規格 .....  | 384 |
| 第三节         | 變壓器鋼的冶煉和澆注 .....    | 387 |
| 第四节         | 爐外脫硫 .....          | 390 |
| 第五节         | 變壓器鋼的真空處理 .....     | 391 |

## 緒 論

电炉炼鋼的任务就是以电能为热源炼出各种成分的鋼与合金。利用电能时能够使热能直接在被加热的金属中产生。这种加热过程能免除使用燃料时在热传递过程中所产生的热損失，这种加热方法能够容易地迅速地升高温度。加热速度的調整也比较精确。用电加热能达到的温度上限至少为2000°C，超过了用一般燃料燃烧时所能达到的最高温度。当用电加热时，热可以在被加热物体的本身内发生或在与被加热物体直接接触之介质中发生，这样就可以在各种不同气氛中进行加热过程，也可以在任何压力下加热，也可以在真空中（如真空感应炉和真空电弧中进行冶炼）或在高于大气压力的压力下加热。

### 优质鋼——技术发展的基础

在现代技术上所用之金属中铁起着主要的作用。19世纪物质文明及生产力增长基础在于广泛使用钢铁作为机器构造、铁路及水道运输、容器、农具及通讯工具等的主要材料。因此从十九世纪中叶起，钢铁冶金工业就开始迅速地发展。

在过去一世纪中，一般商品铁与碳素结构鋼在机械强度方面完全满足了工业上的要求。

二十世纪的高压、高温、高速及强烈化学作用的新技术需要用高级优质鋼和合金来制造机器，器械及其它金属零件。

硫、磷、氧及其它有害或不良杂质的含量低，而且分布均匀，具有高的机械和物理性能的鋼和合金就叫做高级优质鋼和优质合金鋼。由于含有合金元素铬、镍、钨、钼、硅、钒、钛、钴、锆、硼等，所以具有与碳素鋼性能不同的物理性能。

在19世纪及20世纪初期，合金鋼系以坩埚法和酸性平炉来生产。随着电弧炉的出现及由于掌握了用它炼鋼和铁合金，电炉炼鋼法便代替了坩埚法，并限制了酸性平炉的发展。

电炉炼鋼法与坩埚法比较时在经济上是较为有利的。它不需要硫、磷含量低的配料。由于制造大坩埚很复杂，所以当用坩埚法冶炼时，浇注大鋼錠是很困难的。坩埚法不能机械化，由于鋼是通过坩埚加热，所以每一吨鋼的燃料消耗是很大的。

用电炉所炼成的鋼在质量上并不次于坩埚法。

电炉比平炉具有很多重要的优点。高合金工具鋼，绝大部分的不锈钢，耐氧化鋼，耐热强固鋼及很多高合金鋼是在电炉中冶炼的。

在电炉中可以把硫降低到0.01%以下。由于脱氧比较完全，所以可以保证鋼中非金属夹杂物含量低。在用电炉冶炼合金鋼时，合金元素的烧损要少得多，合金废鋼中所带入的贵重元素的利用率也高得多。在电炉中能容易而迅速地升高金属液的温度，并能在狭窄范围内精确地调整金属液的温度。在电炉中可以进行所有的冶金过程，很容易造成氧化或还原气氛，可以熔炼任何成分的鋼。因为高温加热可以熔化加入炉中的任何特别附加料。

与平炉比较，在生产上电炉是比较灵活的冶炼设备。

### 解放十年来我国电炉鋼及铁合金的发展

虽然我国在古代已有削铁如泥的宝剑，但是由于封建和买办势力的统治以及帝国主义的侵略，在我国革命胜利之前很长的时期中，没有建立起近代钢铁工业，更谈不上电冶金