

343933

成都工學院圖書館

基本館藏



技工學校教學用書

炼钢工艺学

石景山钢铁公司技工学校編

中国工业出版社

技工学校教学用书

炼钢工艺学

石景山钢铁公司技工学校编

中国工业出版社

本书叙述了平炉、转炉、电炉炼钢生产原理,炼钢设备,生产操作及钢的浇注。此外还有原材料、燃料、耐火材料、炼钢新技术等概况介绍和事故处理、炉体维护等知识。

本书为炼钢专业技工教材,亦可供炼钢工人阅读。

技工学校教学用书

炼钢工艺学

石景山钢铁公司技工学校编

*

冶金工业部图书编辑室编辑 (北京精市大街78号)

中国工业出版社出版 (北京佳园胡同10号)

(北京市书刊出版事业许可出字第110号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $13 \frac{11}{16}$ · 字数 298,000

1963年6月北京第一版·1963年6月北京第一次印刷

印数 0,001—1,866 · 定价(8-3)1.25元

*

统一书号: K15165·2109(冶金-312)

目 录

緒論.....	1
---------	---

第一篇 炼鋼的基础知識

第一章 鋼的生产方法、分类和性能.....	4
第一节 古代炼鋼法.....	4
第二节 現代炼鋼法.....	6
第三节 鋼的分类.....	12
第四节 鋼的性能和檢驗.....	15
第二章 炼鋼原料.....	17
第一节 金屬料.....	18
第二节 非金屬料.....	24
第三章 耐火材料.....	28
第一节 耐火材料的性质.....	28
第二节 常用的耐火材料及其分类.....	30
第四章 炼鋼原理.....	35
第一节 鋼鉄冶炼的一般原理.....	35
第二节 炼鋼的物理化学基本知識和主要定律.....	36
第三节 炼鋼过程中的氧化还原反应.....	45
第四节 炉渣.....	53
第五节 除磷.....	63
第六节 除硫.....	67
第七节 脫氧.....	71

第二篇 平炉炼鋼法

第五章 平炉燃料.....	80
第一节 燃料燃燒的基本知識.....	80
第二节 平炉燃料的种类和性质.....	84
第六章 平炉构造.....	93
第一节 平炉工作原理和組成部分.....	93
第二节 平炉的分类.....	95
第三节 熔炼室.....	99
第四节 炉头和上升道.....	114
第五节 沉渣室.....	121

第六节	蓄热室.....	123
第七节	烟道和烟囱.....	127
第八节	转向装置.....	128
第九节	平炉冷却设备.....	133
第十节	平炉車間的分类.....	137
第七章	平炉开炉前的准备工作和炉体维护	142
第一节	平炉的干燥和烘烤.....	142
第二节	燒結炉底.....	146
第三节	平炉炉体的维护.....	151
第八章	碱性平炉炼鋼操作	159
第一节	碱性平炉炼鋼法的分类.....	159
第二节	配料計算.....	161
第三节	廢鋼矿石操作法的分期.....	171
第四节	补炉.....	171
第五节	装料.....	175
第六节	熔化.....	182
第七节	精炼.....	196
第八节	脫氧和出鋼.....	207
第九章	酸性平炉炼鋼法	215
第一节	酸性平炉的炉渣.....	215
第二节	酸性平炉炼鋼法各元素的氧化还原反应.....	217
第三节	酸性平炉炼鋼法的操作类别.....	219
第四节	酸性平炉鋼的特性.....	219
第十章	平炉热工及其检测仪表和自动调节	220
第一节	傳热的基本知識.....	220
第二节	平炉熔炼室中的热傳遞.....	223
第三节	平炉熔炼各阶段的热供应.....	225
第四节	提高平炉热效率的方法.....	226
第五节	热工檢驗和自动调节.....	230
第十一章	平炉生产中事故的預防和处理	242
第十二章	平炉車間生产的技术经济指标	248

第三篇 轉炉炼鋼法

第十三章	轉炉炼鋼法的分类	253
第十四章	底吹酸性轉炉炼鋼法(貝塞麦法)	254

第十五章	底吹碱性轉炉炼鋼法 (托馬斯法)	257
第十六章	側吹酸性轉炉炼鋼法 (小型貝塞麦法)	259
第十七章	側吹碱性轉炉炼鋼法	262
第一节	現代側吹轉炉的結構和机械設備	263
第二节	炉型的選擇和主要尺寸的決定	265
第三节	炉衬材料和砌筑	269
第四节	生鉄成分和溫度	271
第五节	吹炼过程和化学反应	273
第六节	吹炼操作	277
第七节	炉渣控制	282
第八节	中碳鋼、高碳鋼和低碳合金鋼的吹炼	285
第九节	側吹碱性轉炉鋼的质量和品种	286
第十节	吹炼中金屬的损失	289
第十一节	側吹碱性轉炉的物料平衡和热平衡	293
第十二节	吹炼过程中的故障及其处理	295
第十八章	轉炉炼鋼新技术	298

第四篇 电弧炉炼鋼法

概述	303
第十九章 电弧炉的构造	305
第一节 炉壳及炉頂圈	305
第二节 炉門和出鋼槽	307
第三节 电极夹持器	308
第四节 电极升降設備	309
第五节 电极冷却器	309
第六节 电极	310
第七节 傾动設備	312
第八节 装料設備	313
第九节 熔池的形状及尺寸	315
第二十章 炉衬	318
第一节 碱性电炉炉衬	319
第二节 酸性电炉炉衬	325
第二十一章 碱性电炉炼鋼操作	326
第一节 配料計算	326
第二节 补炉和护炉	329

第三节	装料	333
第四节	熔化期	337
第五节	氧化期	340
第六节	还原期	350
第七节	冶炼过程中电力的使用	365
第二十二章	合金钢的冶炼	368
第一节	各种元素在钢中的作用	368
第二节	合金结构钢	373
第三节	合金工具钢	376
第四节	弹簧钢	377
第五节	滚珠钢	379
第六节	不锈钢	383
第七节	高速钢	386
第二十三章	酸性电弧炉炼钢	392
概述		392
第一节	熔化期	393
第二节	氧化期	393
第三节	还原期	394
第二十四章	电炉生产的技术经济指标及安全事故处理	395
第五篇 鑄錠		
第二十五章	鑄錠設備	401
第二十六章	鑄錠方法	408
第二十七章	鑄錠的准备工作	411
第二十八章	鑄錠操作	413
第二十九章	鋼錠結構	414
第三十章	鋼錠缺陷及处理方法	418
第三十一章	連續鑄錠与真空澆注	427

緒 論

一、鋼和生鐵的區別

化学元素里有一种金屬元素叫鉄 (Fe)。在自然界中鉄元素常与其它元素——氧、硫等結合，成化合物状态存在。純鉄很軟，它的机械性能远不能滿足人們生活和工业建設上的要求。平常我們使用的鉄制器具实际上都不是純鉄而是生鉄。生鉄是鉄和碳組成的一种合金，同时还含有矽 (Si)、錳 (Mn)、磷 (P)、硫 (S) 等元素。

鋼也是鉄和碳組成的合金，它和生鉄的區別在于：

1. 含碳量不同——含碳量在 1.7% 以上的鉄碳合金叫做生鉄；含碳量小于 1.7% 的鉄碳合金叫做鋼；至于 Si、Mn、P、S 等的含量，一般說来生鉄比鋼高。

2. 机械性能不同——鋼有可鍛性，就是說，鋼在一定溫度下可以鍛造或軋制成各种形状不同的工具和鋼材，而生鉄却不能，因为生鉄含杂质多质脆，紅热时一砸就碎。此外，鋼还具有許多特性，如耐热性、高耐磨性、高强度、抗蝕性等等。所以鋼在工业建設上的用途也比生鉄广泛。

除了生鉄和鋼以外，还有一种鉄碳合金叫熟鉄。含碳在 0.05% 以下，有可鍛性，比較軟，所以又叫軟鋼。

二、鋼在国民經济建設中的作用

鋼鉄是制造各种机械設備的原料。有了鋼鉄才能制造出大量的农业机械（如拖拉机、收割机等）和交通运输工具（如火車、輪船、汽車等）以及其它各种机器設備（如各式工作

母机、钻探机、电动机等)。

鋼鐵工业在国防上也很重要。制造飞机、火箭、枪炮和軍舰等武器都离不开鋼鐵。至于广大人民日常生活用的刀、剪、鍋、勺等等，也都需要鋼鐵做原料。

由此可以看出鋼鐵在国民經济建設中的重要作用。

我国是世界上人口最多的国家，要使一个六亿多人口的大国建成为一个具有現代化工业、現代化农业和現代化科学文化的社会主义国家，就必须有足够的鋼鐵。

三、我国鋼鐵工业发展的概况

我国是世界上最早发明冶炼技术的国家。我們祖先在炼鋼技术方面的創造性的成就，在古今中外的著作中都可看到。我国古代的宝剑是聞名于世界的。

近百年来，由于帝国主义的侵略和本国反动派的統治，才使我国在鋼鐵冶炼方面落后于世界先进的国家。1949年全国鋼产量只有158,000多吨。解放后，由于党的正确领导和全国人民的大力支援，以及鋼鐵工人忘我的劳动，在短短的三年恢复时期就把鋼产量提高到135万吨。接着在第一个五年計劃时期又把鋼的产量提高到535万吨。1958年，是我国鋼鐵生产突飞猛进的一年。这一年在党的总路綫的光輝照耀下，广大职工貫徹了一整套“两条腿走路”的方針，这又使得我国鋼产量翻了一番。到了1960年我国鋼产量已跃居世界第六位，产量是1845万吨。

十三年来，我国鋼鐵工业的发展速度不仅在产品产量方面是惊人的，就是在品种方面也是很大的。某些主要生产技術經济指标也已接近世界先进水平。

这样高的发展速度在世界上还是空前未有的，和資本主

义国家相比再一次说明了社会主义制度的无比优越性；同时也充分说明了我国人民在党和毛主席的领导下，所取得的成就是多么伟大。

现在，党号召我们要集中力量提高钢铁产品质量，增加产品品种，以满足国民经济和科学技术发展的需要。相信在党的正确领导下，在三面红旗光辉的照耀下，我国钢铁工人一定会克服一切困难，完成党交给我们的任务。

第一篇 炼鋼的基础知識

第一章 鋼的生产方法、分类和性能

第一节 古代炼鋼法

人类在远古以前，就已經学会冶炼鋼鉄的技术了。古代冶炼鋼鉄的方法主要有下面四种：

一、精炼法

精炼法就是把生鉄放进精炼炉(图1-1)中，用木炭做燃料，吹进空气燃烧。在 $1300\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 的溫度下，生鉄中的C、Si、Mn、P、S等被氧化除掉。得到的是可以加工鍛造的金屬——熟鉄(軟鋼)。这种炼鋼法在我国河南商城相傳已有一千多年的历史。1958年全民大炼鋼鉄时，在各地曾普遍推广。

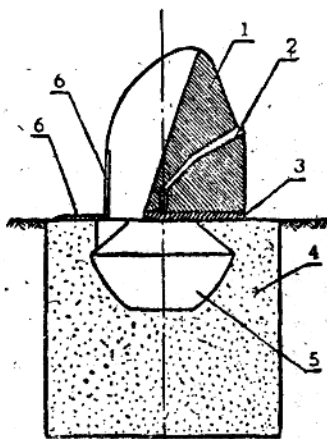


图1-1 低温炼鋼精炼炉构造示意图：

- 1—炉帽；2—进風管；3—炉盖；
- 4—炉基；5—炉膛；6—垫板。

二、攪拌法

攪拌法又叫炒鋼法。1958年全民大煉鋼鐵運動中，許多土法煉鋼的操作原理，是跟攪拌法相同的。這種方法是把生鐵放在攪拌爐的爐底（圖1-2）上，利用燃料燃燒後火焰反射的熱把生鐵熔化。當生鐵熔化後，其中含有的C、Si、Mn、P、S等雜質，受到氧化鐵和火焰中氧的作用，被氧化成爐渣而從金屬中除掉。為使雜質氧化得更加完全，爐溫升高後，要用長鐵棒在爐內不斷攪拌。最後得到混有許多渣子的熟鐵塊。這種爐子的生產能力很低，燃料和鐵的消耗量較大。

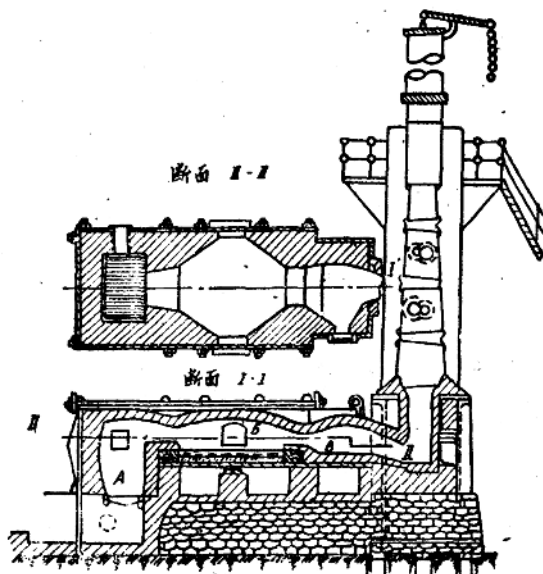


圖1-2 攪拌爐。

三、渗碳法

用上述两种方法制得的熟铁由于含碳量低所以比较软，不能用来制造需要有相当硬度的工具。为此，可将熟铁在高温下使之与木炭相接触，吸收木炭中的碳素，来增加金属的强度。我国春秋时代著名的宝剑，就是利用渗碳炼钢法炼制出来的。但是用这种方法炼出来的钢，成分不均匀，外部的含碳量要比内部的高得多。

四、坩埚法

坩埚法就是在石墨坩埚或粘土坩埚（图1-3）中放入含杂质很低的废钢和生铁块，然后再在特制的火焰炉（图1-3）中加热而得到液体钢。用这种方法可以炼制成成分比较均匀、杂质很少的金属。

以上所讲的几种古代的炼钢法，在1958年全民大炼钢铁的运动中曾广泛地被各地群众所采用，而且炼出了不少土钢，对广大农村中农具现代化、运输轴承化等等起到了积极的推动作用，满

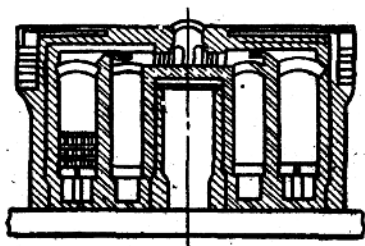


图1-3 坩埚炉。

足了农村中大量用钢的需要，促进了农村生产力的不断提高，这对迅速改变我国“一穷二白”的经济面貌显然是有着重要意义的。

第二节 现代炼钢法

一、转炉炼钢法

转炉炼钢法的发明是钢铁工业的一个根本转变，人们从

此便可以獲得大量廉價的鋼。

轉爐煉鋼法是把高壓的空氣吹進熱鐵水中，利用空氣中的氧把生鐵里的雜質氧化除掉，同時利用雜質氧化後放出大量的熱把鐵水溫度提高，煉製成鋼。

轉爐煉鋼法是由英國人貝塞麥發明的，所以最早的轉爐也叫貝塞麥爐(圖1-4)。它是用酸性耐火材料砌築爐襯，不能加石灰造渣去除生鐵中的P和S。後來托馬斯研究出用鹼性耐火材料做爐襯，並在轉爐中加入石灰造渣，這才將生鐵中的P和S除掉了一部分。

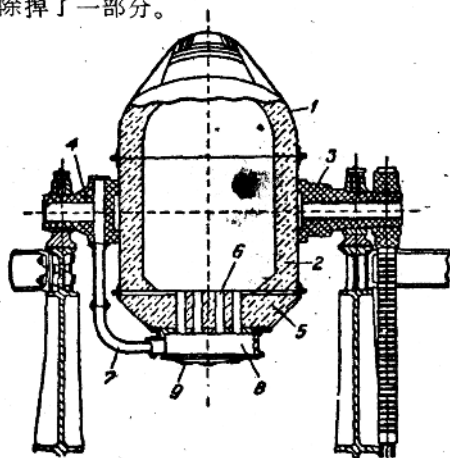


圖1-4 貝塞麥爐略圖:

- 1—爐壳；2—砂磚爐襯；3，4—軸耳；5—爐底；6—風管；
7—送風彎管；8—風箱；9—底蓋。

轉爐煉鋼法設備費用較少，生產率高，鋼的成本低。但是在貝塞麥爐和托馬斯爐中，由於空氣是從爐底穿過鋼水吹入的，所製得的鋼中含有許多氮，質量差；再加上對原料成分的限制較嚴，這兩種煉鋼法沒有得到更大的發展。後來人

們又研究出从炉体側面把空气吹进鉄水，但仍有些技术上的問題沒得到彻底解决。

1951年我国唐山鋼厂首次利用含P不高的生鉄，在側吹碱性轉炉中吹炼成功，并于1952年正式投入生产。以后我国“八一”鋼厂在渦鼓型側吹轉炉中吹炼不同含P量的生鉄，也試驗成功，投入了生产。这样，就为轉炉炼鋼法开辟了一条新的途徑。

近年来由于轉炉采用了許多新技术和先进的操作方法，炼出了质量高、品种多的鋼。目前我国正处于社会主义建設时期，鋼的需要量日益增长。側吹碱性轉炉炼鋼法，它符合于党的总路綫与两条腿走路的方針，因此，已在全国遍地开花，在我国社会主义建設中發揮了巨大的作用。

二、平炉炼鋼法

平炉炼鋼法又叫西門斯—馬丁炉炼鋼法。平炉是利用鉄矿石、鉄屑和空气中的氧来氧化生鉄中的杂质，并用燃料加热金屬；在炼鋼过程中，杂质被氧化而从鋼液中分离出来，成为炉渣而被除掉，金屬便精炼成鋼。

平炉炼鋼法有以下的优点：

1. 炉子容量大。目前苏联正在設計容量高达900吨的巨型平炉，平炉炼鋼法是目前大規模生产鋼的一个重要方法；

2. 平炉的精炼主要是靠加入氧化剂，同时用外来燃料加热，并不依賴化学反应所产生的热，所以熔炼速度可以掌握，鋼的成分和溫度都能够分別加以控制；

3. 原料中可以使用廢鋼，所以解决了利用廢鋼炼鋼的問題；

4. 平炉可以利用各种成分性质不同的原料炼鋼，并可

冶炼所有品种的鋼；

5. 碱性平炉能够較方便地除 P，对原料要求的范围較广。

平炉炼鋼法的主要缺点有：

1. 平炉炉体与車間构造較复杂，建厂的投資費用大；
2. 燃料热效率不高，只有 20~25% 左右的热量被利用。

最近十年来，平炉炼鋼法有了很大发展。平炉采用了一系列的新技术——如氧气熔炼、高耐火度和高强度的耐火材料、汽化冷却和自动化等，使平炉生产率不断提高。

由于以上优点，平炉炼鋼法目前还是最主要的生产鋼的方法。

三、电炉炼鋼法

电炉炼鋼法是利用电能作为热源。最常用的炼鋼电炉有电弧炉（图 1-5）和感应炉（图 1-6）两种，而前者获得了最广泛的应用。世界上最大的电弧炉的吨位已达到 220 吨。

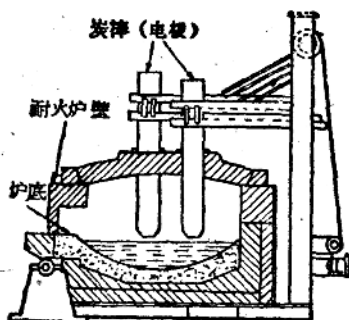


图1-5 电弧炉。

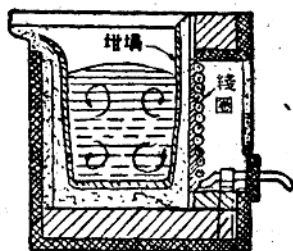


图1-6 感应炉。

电炉炉膛温度相当高 ($3000\sim 3500^{\circ}\text{C}$), 因此, 最适于炼制含难熔元素 (钨、钼等) 的合金钢。高温可使电炉炉膛内保持强碱性的、流动性良好的炉渣, 这就能把钢水中的有害杂质 P 和 S 更完全地除掉, 这是其他炼钢法所办不到的 (但酸性电弧炉则仍不能除去 P、S)。

电弧炉的用途很广, 可以炼制特殊品种的钢, 例如: 特殊工具钢、飞机制造用钢和不锈钢等。

电炉炼钢法与其它炼钢法比较, 除有上述优点以外还有下列四点:

1. 可以利用电力的大小, 准确的控制炉内温度;
2. 由于利用电力发热, 因此金属就不会从燃料中吸收硫份;
3. 由于炉内不用空气助燃, 因此金属不受氧化损失, 并使钢脱氧完全;
4. 炉渣可以控制为强还原性、强氧化性和强碱性, 因此能将金属中的有害杂质去除到最小值, 并能可靠的去除非金属夹杂和气体, 因此炼出来的钢质量最好。

电炉炼钢法因为用电力做热源, 在目前电力尚且不足的情况下, 成本较高。目前电炉钢的产量虽然所占比重还不小, 但是, 由于近代科学技术的发展, 对钢提出了更多更高的要求, 因此, 能熔炼高质量钢的电炉炼钢法的发展是必要的。

四、复合炼钢法和混合炼钢法

采用复合炼钢法或混合炼钢法对于提高钢的产量、质量、降低钢的成本, 具有重要的意义。

1. 复合炼钢法

复合炼钢就是将两种或三种熔炉串联起来的炼钢方法。在一个炉子里炼出符合要求的液态原料或半成品, 再倒入