

214276

基本馆藏

高等学校教学参考用书

生铁冶金学

上 册

伊·彼·蕭米克 講授



冶金工业出版社

高等学校教学参考用書

生鉄冶金学

(上 册)

技术科学副博士、副教授 伊·彼·蕭米克 講授

东北工学院炼鉄教研組整理

冶金工业出版社

高等学校教学参考用書

生 鉄 冶 金 学

(下册)

技术科学副博士、副教授 伊·彼·萧米克 講授

东北工学院炼鉄教研組整理

冶金工业出版社

出版說明

本講稿是根据苏联专家蕭米克同志給炼鉄专业研究生講課的听課筆記整理的。其中分四部分：第一部分——高爐冶炼的原料及其冶炼前的处理；第二部分——高爐冶炼过程的理論；第三部分——高爐构造与高爐車間的設備；第四部分——高爐操作。另外还有專門的几篇科学报告我們亦作附录附于本講稿后面。

本講稿整理出版需要作以下几点說明：

1. 本講稿的性質是听課筆記的整理稿，不是 И. П. 蕭米克专家講課的手稿，因此本講稿中一切內容与文字上不妥之处，甚至錯誤地方概由編者負責；

2. 本講稿所涉及的范围只是专家講課时講的和一些代替講課或講課內容有很大关系的科学报告，至于大家閱讀的一些参考文献，沒有把它整理进来；

3. 本講稿的章节是整理者加的；

4. 整理时沒有把講稿中所涉及的所有参考文献作出引証，請讀者原諒；

5. 講稿中內容是有時間性的，由于技术在日新月異地发展着，个别地方现在已有新的观点，所以讀者閱讀时請加以注意。

本講稿出版可作为高等学校講授炼鉄課的参考教材，並可作为所有从事炼鉄工作的同志作为学习参考之用。

特別要指出的是由于我們学識水平所限，加之整理時間又很匆促，講稿中錯誤一定是不不少的，請同志們提出指正。

本講稿是由炼鉄教研組研究生裴鶴年，張鎮揚，楊兆祥，孔令坛，李永鎮，徐楚韶，陆陽，戚以新等八人整理，並由裴鶴年負責总的校对。最后由炼鉄教研組張清連，杜鶴桂，李思再，李殷泰，范显玉等教師負責分章校閱。

生鉄冶金学（上册）

伊·彼·蕭米克 講授

东北工学院炼鉄教研組整理

編輯：殷保植

設計：童煦菴、魯芝芳

責任校对：馬泰安

1958年9月第一版 1958年9月北京第一次印刷 10,000册

850×1168·1/32·350,000字·印张 13 $\frac{28}{32}$ ·定价 2.10元

冶金工业出版社印刷厂印

新华書店发行

書号 0923

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业營業許可証出字第093号

出版說明

本講稿是根据苏联专家蕭米克同志給炼鉄专业研究生講課的听課筆記整理的。其中分四部分：第一部分——高爐冶煉的原料及其冶煉前的处理；第二部分——高爐冶煉过程的理論；第三部分——高爐构造与高爐車間的設備；第四部分——高爐操作。另外还有專門的几篇科学报告我們亦作附录附于本講稿后面。

本講稿整理出版需要作以下几点說明：

1. 本講稿的性質是听課筆記的整理稿，不是 И. П. 蕭米克专家講課的手稿，因此本講稿中一切內容与文字上不妥之处，甚至錯誤地方概由編者負責；

2. 本講稿所涉及的范围只是专家講課时講的和一些代替講課或講課內容有很大关系的科学报告，至于大家閱讀的一些参考文獻，沒有把它整理进来；

3. 本講稿的章节是整理者加的；

4. 整理时沒有把講稿中所涉及的所有参考文獻作出引証，請讀者原諒；

5. 講稿中內容是有時間性的，由于技术在日新月異地发展着，个别地方现在已有新的观点，所以讀者閱讀时請加以注意。

本講稿出版可作为高等学校講授炼鉄課的参考教材，並可作为所有从事炼鉄工作的同志作为学习参考之用。

特別要指出的是由于我們学識水平所限，加之整理時間又很匆促，講稿中錯誤一定是不不少的，請同志們提出指正。

本講稿是由炼鉄教研組研究生裴鶴年，張鎮揚，楊兆祥，孔令坛，李永鎮，徐楚韶，陆陽，戚以新等八人整理，並由裴鶴年負責总的校对。最后由炼鉄教研組張清連，杜鶴桂，李思再，李殷泰，范显玉等教師負責分章校閱。

生鉄冶金学（下册）

伊·彼·蕭米克 講授

东北工学院炼鉄教研組整理

編輯：殷保楨 設計：董煦菴、魯芝芳 責任校对：馬泰安

1958年9月第一版 1958年9月北京第一次印刷 10,000册

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 300,000$ 字 · 印张 $10 \frac{12}{32}$ · 插頁6 · 定价(10)1.70元

北京三五工厂印刷

新华書店发行 書号0924

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业營業許可証出字第093号

目 录

緒論.....	1
---------	---

第一部分 高爐冶煉的原料及其冶煉前的处理

第一章 鉄矿石	12
第一节 含鉄的矿物.....	12
第二节 在評定矿石在冶金方面的价值时所考虑 的鉄矿石的质量指标.....	14
第三节 各种矿物类型矿石的一般評价.....	26
第四节 国外主要的鉄矿石产地.....	35
第五节 中华人民共和国的鉄矿石資源及其分布.....	49
第二章 錳矿石及其产地	50
第一节 錳矿的矿物.....	50
第二节 錳矿的质量指标.....	51
第三节 錳矿石的产地.....	54
第三章 熔剂	58
第一节 高爐熔剂（石灰石）应具有的质量.....	58
第二节 其他成份的熔剂.....	59
第四章 可以用作矿石和熔剂代用品的生产中的废物	62
第五章 高爐冶煉原料的評价	66
第一节 鉄矿石的評价.....	66
第二节 錳矿及熔剂的評价.....	69
第三节 平爐渣的評价.....	71
第六章 冶煉前矿石的准备	73
第一节 冶煉前矿石准备的意义.....	73
第二节 破碎.....	75
第三节 选矿.....	75
第四节 矿石焙燒.....	88
第五节 矿石的混勻.....	92

第六节	矿石造块	92
第七节	矿石烧結	93
第八节	团矿	125
第七章	高爐冶炼的燃料	129
第一节	高爐冶炼用的木炭	129
第二节	焦炭	134
第三节	其他形式的高爐冶炼用燃料及其代用品	
附录:	燒結矿計算	

第二部分 高爐冶炼过程的理論

緒 論

第一章	煤气的运动和爐料的分布	167
第一节	煤气的运动	167
第二节	爐頂布料	172
第三节	爐料在下降过程中的再分布	190
一、	爐料的下降	191
二、	爐料的水平移动及「縮減」现象	195
三、	爐料的「先行」现象	195
第四节	高爐工作强度的指标	196
第二章	高爐內下降爐料的化学成分和物理状态的变化	199
第一节	爐料的分解和揮发物的去除	199
一、	游离水的蒸发	199
二、	結晶水的分解	200
三、	燃料中揮发物的揮发	202
四、	碳酸盐的分解	204
五、	高爐中造渣氧化物的揮发	209
第二节	还原	210
一、	用 CO 来还原各級鉄的氧化物	210
二、	用 H ₂ 来还原各級鉄的氧化物	216
三、	直接还原	219

四、矿石的还原性及其影响因素	221
五、矽酸盐中鉄的还原	244
六、鉄鉄矿中鉄的还原	247
七、直接还原与間接还原的比較	248
八、錳的还原	251
九、矽的还原	255
十、磷的还原	260
十一、Cr、Ni、V、Ti、Zn、Pb、As 等元素的还原	263
十二、高爐車間内对各元素还原进行研究的实际資料	263
第三节 渗碳	266
第四节 生鉄与爐渣的形成	268
一、高爐渣的成分及其职能	268
二、爐渣的熔化性	270
三、爐渣的粘度与流动性	288
四、高爐中的造渣过程及熔化过程	299
五、初成渣对生鉄成分（主要是 Si）的影响	302
六、选择冶炼各种生鉄所需要的渣的成分的原则	304
七、炼各种生鉄时所需的适宜的渣比	316
第五节 脫硫	316
一、爐内脫硫	316
二、爐外脫硫	319
三、用曹达灰在爐外脫硫	320
四、用石灰在旋轉爐中脫硫（根据德国論文講授）	322
五、蕭米克（И.П.Семик）建議的并經实验 試驗过的一种脫硫方法	324
第六节 高爐爐缸中的燃烧过程	326
一、燃烧带	326
二、氧化带对高爐过程的影响	333
三、在氧化带中已还原元素的氧化	338

第三章 煤气的温度、压力和化学成分的变化热风的应用、

富氧送风, 干燥鼓风与蒸气鼓风, 高压操作	342
第一节 高爐內煤气的溫度	342
一、爐缸部分之溫度及溫度的分布情况	342
二、爐身煤气的溫度	346
三、按高爐高度煤气及爐料溫度的分布情况	348
四、生鉄及爐渣的溫度	351
第二节 高爐內煤气压力之分布	353
一、爐缸中煤气的压力	353
二、按高爐高度煤气压力的分布情况	354
三、高爐横断面上煤气压力的分布情况	355
第三节 煤气的成分	356
一、爐缸中煤气的成分	356
二、高爐爐頂煤气的成分	357
第四节 热风的应用	359
第五节 富氧送风	365
第六节 干燥鼓风与蒸汽鼓风	370
第七节 高压操作	370
第四章 炼鉄計算	375
第一节 配料計算	375
第二节 炼鉄計算的实例	377
一、配料計算	378
二、风量和煤气量的計算	386
三、物质平衡和热平衡的計算	393
四、区域热平衡的計算	400
附录: (蕭米克专家的几篇报告)	413
一、鉄渣的性質和鉄磁鉄矿冶炼的特点	413
二、高爐高压操作的理論	420
三、高爐爐渣脫硫能力的測定	427
四、高爐爐渣脫硫性的測定 —— 利用伏斯考勃尼可夫的方法	431

目 录

第三部分 高爐構造与高爐車間的設備

第一章 高爐內形及其发展史	439
第一节 高爐的基本部分	439
第二节 高爐內形发展簡史	440
第三节 高爐內形的主要尺寸	443
第四节 高爐內形尺寸的計算	457
第二章 高爐爐基	459
第三章 高爐的砌砖及各种耐火材料	464
第一节 高爐爐衬的工作条件及损坏爐衬的各种因素	464
第二节 耐火粘土砖的性質	470
第三节 碳砖的質量	474
第四节 耐火泥的質量	475
第五节 高爐衬砖的質量	476
第四章 高爐的金屬外壳及支柱	488
第一节 高爐的外壳	488
第二节 高爐的支柱	497
第三节 支柱的基座	500
第五章 高爐的冷却方法及各部分的冷却裝置	502
第一节 冷却的目的	502
第二节 爐缸盛鉄部分和爐底的冷却	502
第三节 爐缸风口帶的冷却	507
第四节 爐腹部分的冷却	509
第五节 爐身部分的冷却	512
第六节 爐身上部圓筒形部分(爐喉)的加固	520
第六章 鉄口、渣口及送风的設備	526
第一节 鉄口	526

第二节 渣口	529
第三节 风口設備	532
第四节 热风围管	534
第七章 高爐冷却水的供应	536
第八章 装料設備及布料器	540
第一节 装料設備	540
第二节 爐頂布料器	542
第三节 料鐘与料斗	547
第四节 小鐘鋼杆	549
第五节 料鐘的平衡錘	550
第六节 料鐘的操縱	554
第九章 爐頂卷扬設備	558
第一节 卷扬桥	558
第二节 料車	560
第三节 卷扬室	563
第四节 料車坑	564
第十章 高爐車間原料儲放场	566
第一节 儲放场构造	566
第二节 儲放场的設備	570
第十一章 儲矿槽	578
第一节 儲矿槽的用途及其容量	578
第二节 儲矿槽的构造	581
第三节 儲矿槽的設備	585
第十二章 热风爐和风的供应	590
第一节 热风爐的发展	590
第二节 热风爐格子砖的构造	596
第三节 近代热风爐的构造及其尺寸	597
第四节 热风爐的設備	601
第五节 热风爐的簡單計算	616
第六节 送风管	618

第七节	近代的換热式热风爐	621
第十三章	高爐煤气的除尘和輸送	624
第一节	高爐煤气的除尘	624
第二节	煤气上升管	638
第三节	煤气管道的設備	641
第四节	爐頂安装梁	651
第十四章	生鉄和爐渣的处理	657
第一节	鉄罐車	657
第二节	鑄鉄机	659
第三节	渣罐車	661
第四节	計算必須的鉄水罐及渣罐的数目	665
第五节	爐前使用的机械裝置	665
第十五章	供电	666
第十六章	高爐車間的平面布置	666
附录:	高压操作后高爐設備的改变	672

第四部分 高爐操作

第一章	高爐开爐	679
第一节	开爐前的准备工作	679
第二节	开爐原料的配料	684
第三节	开爐前的装料	685
第四节	开爐	689
第二章	停爐与检修	692
第一节	停爐	692
第二节	高爐的检修	696
第三章	高爐爐前操作	700
第一节	出鉄口的維護	700
第二节	出鉄	704
第三节	出渣与出渣口的維護	706

第四节	主沟和铁沟的维护	707
第五节	冷却系统的检查、烧坏的风口 及冷却水箱的更换	708
第六节	冶炼产品的处理及铁渣罐车的维护	709
第七节	热风炉的操作及休风的规则	711
第四章	高炉的控制	717
第一节	高炉炉况的波动	717
第二节	判断高炉炉况的征兆	717
第三节	纠正高炉炉况的方法	731
第四节	冶炼各种不同种类生铁的特点	737
第五节	高炉故障	740
第六节	悬料与难行	746
第七节	高炉不正常的热行	752
第八节	高炉炉瘤	753
第九节	高炉事故	758
第五章	高炉车间的安全技术工作	762

緒 論

一、生鐵是近代煉鐵生產的基本產品

生鐵的生產是整个國民經濟和國防的“基礎的基礎”的冶金工業的基礎。

已知有兩種由礦石煉出生鐵的方法：

a) 在高爐中； б) 在電高爐中。

第二種方法必須有下列特殊的自然條件配合下才能有發展：缺乏高爐冶煉用的燃料；靠近礦石的產地有廉價的電能。這些條件在瑞典、挪威、意大利是具備的，因而在這些國家中電高爐冶煉得到一定的發展。

在我們的講授中我們將涉及的僅僅是高爐生產，因為世界生鐵生產中絕大部分是用這種方法獲得的，並且在蘇聯和在中國還沒有電高爐的發展，即使有時，那這種生產的研究也將在電冶金課程中進行。為此，“煉鐵學”這門課程的對象是高爐生產。

高爐生產發展的历史約有六百年，而鐵則从史前時期就已為人們所知道了，至少在三千年前已發現了鐵。二千五百年前鐵已能直接从礦石中取得了，比較可靠的記載可以參考“生鐵冶金概論”（俄文版“Очерки по металлургии чугуна” 作者是——Н.И.Красавцев 和 И.А.Сировский）第一章，書中記載有關印度、埃及原始煉鐵的一些歷史資料。

鐵的發現，如同古代其他金屬的發現過程一樣，可能是帶有偶然性的：由於在用來保護火苗的石頭內易還原的礦石偶然落入火中而為還原氣體或炭所還原便可能出現了鐵，人們偶然地知道了鐵的有利性質（硬性、可鍛性等）以後，便開始有意識的在生吹爐中來生產鐵；並開始用鐵斧來代替石斧。

二、古代冶金學

原始爐——第一批爐，只是由原始的石堆中煉鐵的方法改善

过来的，这种爐子在土中挖一个洞，周围用石块堆砌而成，用木炭做燃料，并且一般都設在山崗上，以利用自然的风力来加强燃烧（见图1）。

生吹法炼鉄爐：逐漸地人們又学会了不依賴自然风力而用强迫的人工鼓风来吹爐中的火；这一措施使原始方法在鉄的获得方面以及推动社会发展方面向前走了一大步。

人工鼓风开始产生时是用原始的方法，以后人們又逐漸地改善了鼓风工具，并用畜力而后又用水力来代替人力。这样就有可能在单位時間內往爐中鼓入相当多的风量，从而增加了燃烧强度而可以升高生吹爐内部的溫度。

生吹爐中溫度的提高大大改善了金屬的質量：脉石很容易同矿石分开而几乎轉变为液态，这样在煨錘海綿狀的鉄块时，渣就可以比較多的从海綿鉄中压挤出来；除此而外，海綿鉄在高溫影响下变成柔軟的塑性状态，在錘子的錘击之下，各个已还原的鉄块就很容易地煨接成单独的整块。

生吹法炼鉄时一般的反应是：

1) 鉄矿石同赤热的炭接触，并还原而生成海綿鉄；矿石沒有来得及还原的部分熔化而变成液态的渣，这种渣是含有极高的鉄分和矿石的脉石所組成的；

2) 已还原了的海綿狀鉄由于与炭接触而碳化了；

3) 被碳化的海綿鉄与含鉄的渣接触时，渣內氧化物的氧化了轉入海綿狀鉄中去的炭分，这样堆集在爐底的海綿鉄几乎是不含炭分，但还混杂有不少的脉石和含鉄的渣。

所以，归納起来可以說，生吹爐中存在着两种矛盾的反应：一方面矿石中含有的氧化鉄的还原过程，另一方面却是进入已还原了的鉄中的炭分的氧化过程。

三、中世紀冶金学

豎爐的出現：

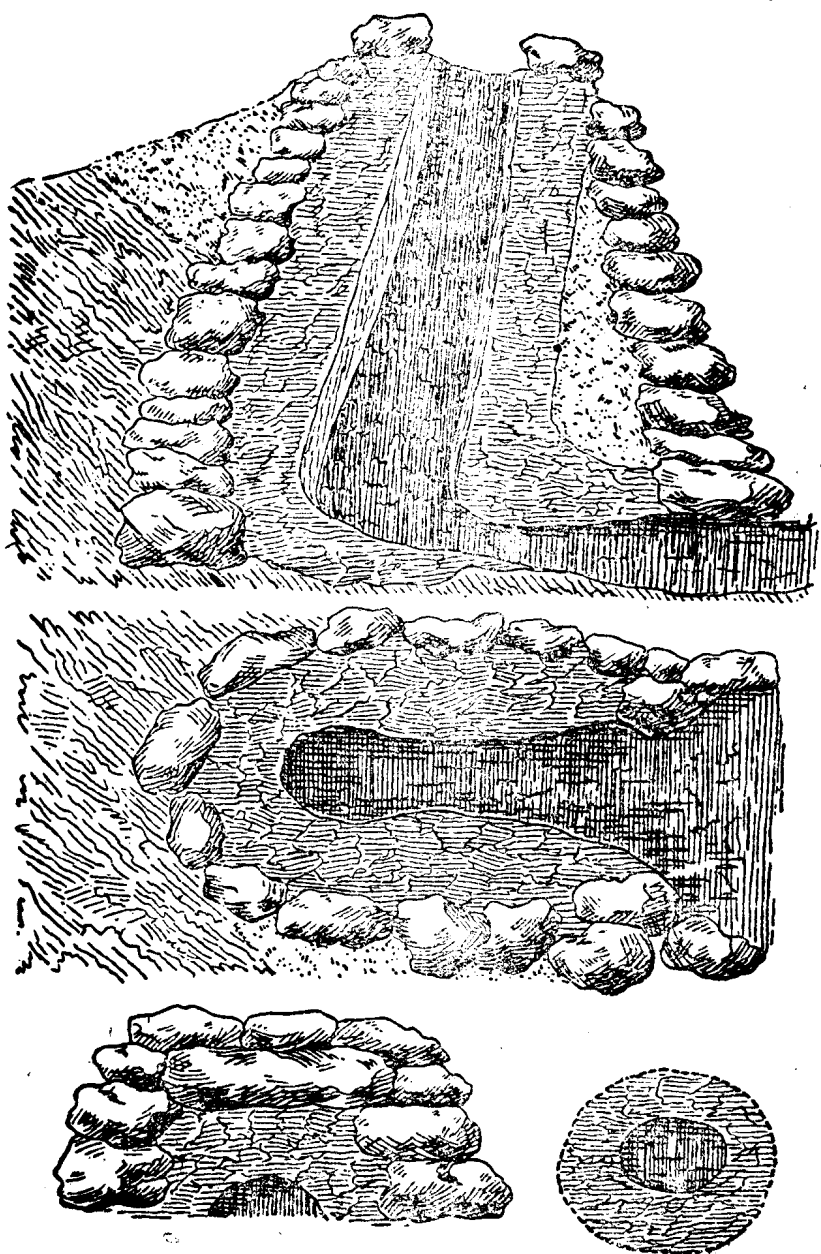


图 1 在土中挖成的原始炼铁炉

竖爐与普通生吹爐不同的地方，在于它有較大的工作空間和較高的高度。因为随着煉鐵工业的发展，不得不在与加工易熔和易还原的矿石同时，冶炼难熔和难还原的矿石。这些矿石要求更长时间停留在还原区内，也要求在熔化区内有較高的温度。为了順利熔煉这种矿石就要求增加爐的高度，以便比較完全地利用爐子中的热能、减少废气带走的热量損失。竖爐就开始出现了（当时在西欧称为Штюкофен和Бауэрнофен；在俄国称为土高爐——Домница）。在用这种竖爐的很長時間中 鉄还是以“熟鉄球”的形态（Крицы）得到的，而含鉄分仍很高的渣，則成为液体，出渣虽是連續的，但总經常有一部分留在爐中，这也就是为什么尽管有十分高的爐温度，而鉄仍不能炭化后变成生鉄的原因。

第一次获得的生鉄：

研究冶金历史的学者認為，第一批高爐，也就是冶炼生鉄的竖爐的出现是在十四世紀的中叶。

当鼓风量很少时，在单位時間內燃烧的炭的量也不多，因之爐缸中的温度不可能超过 $1000—1100^{\circ}\text{C}$ 很高。利用水力发动的风箱就可以允許增加送风量，就可促使爐缸温度大大增高。单位時間內爐缸中燃烧了更多的炭，放出了更多的热量，于是爐子燃烧中心处的温度可以足够熔化鉄炭合金——生鉄了。鉄炭合金——生鉄是由已还原的海綿鉄同木炭的炭分接触而生成的。

生鉄获得必須的条件是：矿石在到达足以使它熔化的温度区域的时间應該在全部或大部分的鉄被还原出来以后，这样一来，由于沒有或只有很少的含鉄分高的渣，已經渗炭了的鉄（生鉄）中的炭分就不能全部被氧化了。

因此可以說，由于加强了送风的工具和不断的提高爐温促使人們获得了生鉄。

第一次获得生鉄时，曾使冶金工作者感到很煩惱：生鉄的生成减少了熟鉄球的量，而在开始时，又因为生鉄不能锻造不知如何应用它。也可能由于这个原因，所以产生了生鉄的名称为：

“猪鉄”（Свинское железо）。但是再一次的把生鉄同矿石一起