

钢铁厂技术培训参考丛书

钢铁概论

冶金工业出版社

TF4
5
2

钢铁厂技术培训参考丛书

钢铁概论

王 喆 译

李永镇 校

118546

冶金工业出版社



A 330708

内 容 提 要

本书是《钢铁厂技术培训参考丛书》之一，属于专业概论部分。书中概略地介绍了高炉炼铁和非高炉炼铁、氧气顶吹转炉和电炉炼钢、钢锭浇注和连续铸锭、钢液真空脱气和炉外精炼，以及钢铁工业用的耐火材料。既介绍了钢铁冶炼工业现行的比较先进的工艺及设备，也介绍了目前钢铁冶炼工业存在的问题和今后的发展动向。

本书可供钢铁厂工人及干部阅读，也可供技工学校和中等专业学校的钢铁冶炼专业师生参考。

钢铁厂技术培训参考丛书

钢 铁 概 论

王 喆 译

李永镇 校

*

冶金工业出版社出版发行

(北京东厂口74号)

天津新华印刷二厂印刷

*

787×1092 1/16 印张6 1/4 字数143千字

1981年3月第一版 1981年3月第一次印刷

印数00,001~10,000册

统一书号：15062·3617 定价0.70元

出版说明

《钢铁厂技术培训参考丛书》(以下简称《丛书》)是为了适应我国钢铁企业开展职工技术培训工作的需要,由我社组织翻译的一套日本的技术培训教材,拟分册陆续出版,由我社内部发行,供钢铁企业开展技术培训时参考,也可以供具有初中以上文化程度的职工自学技术时参考。

这套《丛书》包括技术基础知识11本,专业概论8本,冶炼和轧钢专业知识46本(冶炼专业13本,轧钢专业33本),共计65本(具体书名见书末的《钢铁厂技术培训参考丛书》书目)。

这套《丛书》所介绍的工艺、设备和管理知识,取材都比较新,反映了日本钢铁工业的技术水平和管理水平。这套书在编写时,对理论方面的知识,作了深入浅出的表达;对设备方面的知识,配有大量的结构图,简明易懂;对工艺方面的知识,给出了较多的操作工艺参数,具体明确。这套《丛书》的编写特点可以概括为:新、广、浅,即所介绍的知识比较新,所涉及的知识面比较广,内容的深度比较浅。

为了便于教和学,书的每章都附有练习题,概括了该章的主要内容;每本书的后面都附教学指导书,既有技术内容的补充深化和技术名词的解释,又有练习题的答案。

根据我们了解,日本对这套书的使用方法是:技术基础知识部分和专业概论部分是所有参加培训学员的共同课程;冶炼和轧钢专业知识部分是供专业教学用的。由此可以看出,日本的职工技术培训,主要强调的是扩大知识面,强调现代钢铁厂的工人,应该具有广博的科技知识。这一点,对我们今后制订技工学校和职工技术培训的教学计划,是会有参考意义的。

我们认为这套《丛书》不仅适合钢铁企业技工学校 and 工人技术培训作教学或自学参考书,也可作中等专业学校编写教材的参考书,其中的技术基础知识部分和专业概论部分也可作各级企业管理干部的技术培训或自学参考书。

在翻译和编排过程中,对原书中与技术无关的部分内容我们作了删节。另外,对于原书中某些在我国尚无通用术语相对应的技术名词,我们有的作为新词引进了;有的虽然译成了中文,但可能不尽妥当,希望读者在使用过程中,进一步研讨。

参加这套《丛书》翻译、审校工作的有上海宝山钢铁厂、东北工学院、鞍山钢铁公司、北京钢铁学院、武汉钢铁公司、冶金部情报研究所等单位的有关同志。现借这套《丛书》出版的机会,向上述单位和参加工作的同志表示感谢。

整套《丛书》的书目较多,篇幅较大,而翻译、出版时间又较仓促,书中错误和不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

一九八〇年二月

前 言

目前日本的钢铁工业，粗钢生产量已增长至1亿吨以上，仅次于美国、苏联，居世界第三位。然而对铁矿石，炼焦煤等炼铁资源和能源基本上没有的日本来说，能发展成名列前茅的钢铁大国，应该说日本的炼铁技术和设备是优秀的。

但是目前的钢铁生产技术和设备决不能说已达到完美无缺的地步，为了进一步提高生产率，降低生产成本，改善质量，尚有许多必须解决的问题。而且，特别是日本的钢铁工业，存在着能源危机和环境污染问题，正处于一个摘去“多耗能型企业”及“环境污染型企业”等落后帽子的革新时期。因此，省能化和寻找新的能源，发展防止环境污染的技术就成了当务之急。

根据这种观点，如果没有连续不断地打破现状的钢铁生产技术，今后钢铁工业的发展就没有希望。因此，无论是对我们从事钢铁事业的技术人员，还是现场操作的每个技工，不断地提高每个人的技术水平就成为首要的大事。

本书是以钢铁公司现场操作人员为对象，以提高有关炼铁炼钢技术水平为目标而编写的。为了便于自学，编写中尽量使之容易理解。

其次，由于本书的书名为《钢铁概论》，因此涉及面很广，但尽量避免过分深入的叙述。深入的内容在各专门科目（炼铁、炼钢、轧钢等科目）的教材中进行评述。

本书的目的是为了使现场操作技工不仅精通自己所在部门的知识，而且也要进修一定程度的有关部门的知识，开阔视野，从而具有全面地判断事物的素质（这是非常重要的）。另一目的是，就学习专门科目前的准备阶段，为牢固掌握基础知识而安排的。

要掌握全面知识的人决不能急于求成。首先要充分地掌握基础知识，一步一步地踏实地掌握和理解的同时，必须努力不懈地累积知识。请读者充分理解上述精神，以坚强的意志和勇气努力学习，以获得期望的学习成果。

目 录

第1章 前 言	1	练习题	29
1. 为什么钢铁是使用最多的金属材料	1	第4章 炼钢	30
2. 炼铁的历史	1	1. 什么是炼钢	30
(1) 炼铁的历史	1	2. 炼钢的原料	31
(2) 日本炼铁业的发展(略)	2	(1) 主要原料	31
3. 钢铁的生产与需要	2	(2) 辅助原料	32
(1) 钢铁生产的进展	2	(3) 铁水预处理	32
(2) 对钢铁的需要	2	3. 炼钢厂主要的附属设备	34
练习题	3	(1) 起重设备	34
第2章 炼 铁	4	(2) 废气处理(转炉)	34
1. 什么是炼铁	4	4. 纯氧顶吹转炉(LD法)	35
2. 炼铁原料	5	(1) 炉体构造与附属设备	35
(1) 铁矿石	5	(2) 操作与炉内反应	36
(2) 熔剂	5	(3) 纯氧顶吹转炉的特点	38
(3) 锰矿石及其它原料	6	5. 电炉	38
(4) 焦炭	6	(1) 电炉设备	38
3. 原料的预处理	8	(2) 操作	39
(1) 预处理的意义和方法	8	(3) 电炉法的特点	40
(2) 除去不用成分与富化	8	6. 将来的炼钢法	41
(3) 物矿的造块	9	(1) 连续炼钢法	41
(4) 炉料的粒度、成分均匀化	11	(2) 新的底吹转炉(Q-BOP转炉)	41
4. 高炉及附属设备	13	练习题	42
(1) 高炉	13	第5章 钢锭浇注	44
(2) 附属设备	16	1. 什么是钢锭浇注	44
5. 高炉的炉内反应	19	2. 钢锭	44
(1) 金属氧化物的还原	19	(1) 镇静钢	44
(2) 铁矿石的还原	20	(2) 半镇静钢	45
(3) 高炉渣	21	(3) 沸腾钢	45
(4) 炉内气体	22	(4) 压盖钢	45
6. 高炉的操作与事故	23	3. 浇注设备	47
(1) 正常操作	23	(1) 盛钢桶	47
(2) 高炉操作上的事故	24	(2) 钢锭模	48
(3) 高炉的新技术(有关鼓风的事项)	24	4. 浇注作业	48
练习题	25	(1) 浇注方法	48
第3章 特殊炼铁法	27	(2) 浇注温度与浇注速度	49
1. 特殊炼铁法的意义和它的分类	27	(3) 冒口法	49
2. 克虏伯法	27	(4) 浇注后的处理与锭模维护	50
3. 维贝格法	28	5. 钢锭的缺陷	50
4. H-铁法(流态化法)	29	(1) 表面缺陷	50

(2) 内部缺陷.....	51	(4) 锆镁系耐火砖.....	65
练习题.....	54	(5) 白云石耐火砖.....	65
第6章 连续铸钢	55	6. 不定形耐火材料.....	67
1. 什么是连续铸钢.....	55	(1) 耐火泥.....	67
2. 连续铸钢的特点.....	56	(2) 不定形耐火材料.....	67
3. 连铸机的形式.....	56	(3) 喷补用耐火材料.....	67
练习题.....	57	(4) 可塑性耐火材料.....	67
第7章 脱气	58	(5) 捣固耐火材料.....	67
1. 钢水脱气的目的和原理.....	58	(6) 耐火涂层材料.....	67
2. 脱气的方法.....	58	7. 绝热耐火材料.....	67
3. 炉外精炼法(减压条件下的精炼).....	59	8. 耐火材料的主要试验方法.....	68
4. 脱气效果.....	60	(1) 气孔率、吸湿率及比重.....	68
练习题.....	60	(2) 透气率.....	68
第8章 耐火材料	61	(3) 热膨胀收缩性.....	68
1. 什么是耐火材料.....	61	(4) 抗急冷急热性.....	68
2. 什么是优质耐火材料.....	61	(5) 耐火度.....	69
3. 耐火材料的发展动向.....	62	(6) 荷重软化特性和蠕变特性.....	69
4. 耐火材料的分类.....	63	(7) 耐腐蚀性.....	70
5. 定形耐火材料.....	64	(8) 其它.....	71
(1) 硅酸铝系($\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$)耐火砖.....	64	9. 结束语.....	71
(2) 锆质砖.....	65	练习题.....	71
(3) 碳素系耐火砖.....	65	第9章 钢铁冶炼技术今后的问题	72

教学指导书

第1章 前言	73	第2章 炼铁	74
1. 学习的重点.....	73	1. 学习的重点.....	74
2. 术语解释和补充说明.....	73	2. 术语解释和补充说明.....	74
1—1 化合物(略).....	73	2—1 还原、还原剂与氧化.....	74
1—2 钢的热处理.....	73	2—2 脉石(略).....	74
1—3 钢的机械性能.....	73	2—3 渣.....	74
1—4 合金元素.....	73	2—4 炉尘(瓦斯灰).....	74
1—5 金属材料性质.....	73	2—5 矿灰.....	75
1—6 铁与铝比重的比较.....	73	2—6 条痕.....	75
1—7 钢铁联合企业(略).....	73	2—7 褐铁矿.....	75
1—8 地密炉(略).....	73	2—8 菱铁矿.....	75
1—9 铁渣(略).....	73	2—9 硫酸渣.....	75
1—10 动力鼓风机(略).....	73	2—10 硅酸铁矿.....	75
1—11 脚踏风箱炉(略).....	73	2—11 锰矿石.....	75
3. 练习题解答(略).....	74	2—12 焦炭的捣裂强度.....	75

2-13 焦炉煤气.....	76	7-2 杰海尔托定律.....	85
2-14 焦比.....	76	3. 练习题解答.....	85
2-15 网目.....	76	第8章 耐火材料	86
2-16 膨润土(皂土).....	76	1. 学习的重点.....	86
2-17 铁矿石的还原性.....	76	2. 术语解释和补充说明.....	86
2-18 点火(高炉).....	76	8-1 耐火材料的用户.....	86
2-19 显热.....	77	8-2 耐火度.....	86
2-20 标米 ³	77	8-3 耐火材料的结构.....	86
2-21 铁中含碳量增加使熔点降低.....	77	8-4 蠕变特性.....	86
2-22 波义耳-马略特定律.....	77	8-5 耐火砖配合.....	86
3. 练习题解答.....	78	8-6 天然岩石类.....	86
第3章 特殊炼铁法	80	8-7 人工合成材料.....	87
1. 学习的重点.....	80	8-8 粒度调整.....	87
2. 术语解释和补充说明.....	80	8-9 高压真空成形.....	87
3-1 流态化层.....	80	8-10 高温焙烧.....	87
3. 练习题解答.....	80	8-11 等静压成形.....	87
第4章 炼钢	81	8-12 硅酸盐结合型.....	87
1. 学习的重点.....	81	8-13 直接结合型.....	87
2. 术语解释和补充说明.....	81	8-14 不烧耐火砖.....	87
4-1 钢坯(略).....	81	8-15 酸性氧化物.....	87
4-2 氧化精炼(略).....	81	8-16 碱性氧化物.....	87
4-3 双渣法(纯氧顶吹转炉).....	81	8-17 硅石(二氧化硅).....	87
4-4 脱氧产物.....	81	8-18 变态.....	88
4-5 自然脱硫.....	81	8-19 硅砖的耐蚀性.....	88
4-6 感应电流.....	81	8-20 熔融硅石耐火材料.....	88
4-7 焦耳热.....	82	8-21 叶蜡石.....	88
4-8 碳沸腾.....	82	8-22 高岭土.....	88
3. 练习题解答.....	82	8-23 高岭石.....	88
第5章 钢锭浇注	83	8-24 莫来石.....	88
1. 学习的重点.....	83	8-25 铝质耐火砖.....	88
2. 术语解释和补充说明.....	83	8-26 氧化铝.....	88
5-1 晶粒.....	83	8-27 刚玉.....	88
5-2 严重偏析.....	83	8-28 锆质耐火砖.....	88
5-3 球墨铸铁.....	83	8-29 碳化硅.....	88
5-4 μ (微米).....	83	8-30 不定形碳.....	89
3. 练习题解答.....	83	8-31 天然石墨.....	89
第6章 连续铸钢	84	8-32 人造石墨.....	89
1. 学习的重点.....	84	8-33 锆铁矿.....	89
2. 练习题解答.....	84	8-34 氧化镁.....	89
第7章 脱气	85	8-35 铁砖.....	89
1. 学习的重点.....	85	8-36 白云石.....	89
2. 术语解释和补充说明.....	85	8-37 白云石熟料的稳定化.....	89
7-1 白点.....	85	8-38 焦油浸渍砖.....	89

8—39 矾土水泥结合型.....89	8—53 抗急冷急热性.....90
8—40 磷酸盐结合型.....89	8—54 标准三角锥(塞格尔耐火砖).....90
8—41 硅藻土.....89	8—55 SK90
8—42 膨胀蛭石.....89	8—56 高温锥耐火度编号(P.C.E.).....90
8—43 珍珠岩.....89	8—57 软化变形曲线.....90
8—44 石棉.....89	8—58 耐蚀性.....91
8—45 人造无机纤维.....89	8—59 颗粒法.....91
8—46 轻质耐火砖.....89	8—60 坩柄法.....91
8—47 轻质不定形耐火材料.....89	8—61 撒布法.....91
8—48 耐火材料的主要试验方法.....90	8—62 回转炉法.....91
8—49 气孔率、吸水率、比重.....90	8—63 碱性耐火材料的耐蚀试验法.....91
8—50 透气率.....90	3. 练习题解答.....91
8—51 热膨胀收缩性.....90	
8—52 残余线膨胀收缩率.....90	

附：《钢铁厂技术培训参考丛书》书目92

第1章 前 言

1. 为什么钢铁是使用最多的金属材料

现在我们使用的金属材料中，钢铁材料用得最多。其产量与其它金属的产量相比（铝、铜、锡、铅等），则是绝对优势，其原因大概是：

（1）在自然界存在着的金属，除了个别特殊的以外，在地壳中主要以化合物的形式存在（参阅指导书1—1），铁的蕴藏量仅次于铝，根据推测平均为地壳总量的4.44%。

（2）但是，如果铁是均匀分散着的，那么要从地壳中取出大量的铁是极困难的，幸而铁是集中存在的。铁集中的物质，命名叫铁矿石，在矿石中铁矿石也最多。通常铁矿石中铁的含量为25~70%。

（3）从矿石含有的金属化合物中，取出纯金属的过程叫冶炼。铁矿石的冶炼是比较容易的。

（4）金属铁富有金属的性质，坚硬、延伸性好，是热和电的良好导体。

（5）钢铁通过热处理（参阅指导书1—2）（即淬火、回火等），能调整它的机械性能（参阅指导书1—3）。

（6）将其它金属（例如镍、铬、钒等）作为合金元素（参阅指导书1—4）加入铁中，就能得到各种各样的金属材料性能（参阅指导书1—5）。

以上就是铁是有用金属材料的理由。但是铁也存在着种种缺点。它最大的缺点是较容易生锈和比较重。从这一点看，产量仅仅次于铁的铝却不易生锈，重量也轻（参阅指导书1—6），因此它是比铁更有前途的金属。但是目前铝的冶炼比铁困难，而且强度也比铁差，可以预料，即使是今后，铁的需要量仍将不断增长。

钢铁工业是国家的基础工业之一，机械、车辆、造船、电器、建筑和土木等所有的工业都需要钢铁材料。因此，供给的钢材质量好坏，对其它工业产品的质量提高和发展都有极大的影响。从事钢铁生产的每个人都必须时时想到，要经济地生产高质量的钢铁材料，在与其它工业关系上，也要时时牢记担负在自己肩上的重要使命。因此，提高每个人的技术水平是最重要之事。

2. 炼铁的历史

（1）**炼铁的历史** 虽然从何时开始制造了铁尚不明瞭，但自古以来，人类使用铁的记载发现甚多。钢铁生产技术发展到目前的钢铁联合企业（参阅指导书1—7），可以认为经历了如下三个发展阶段。

第一期（到十三世纪末）将铁矿石与木炭一齐放入称之为地窖炉（参阅指导书1—8）的炉膛中，加热冶炼。因为不能获得熔化矿石的高温，仅制成半熔融状态的铁块，然后用锤敲打锤炼，在除去铁块中含有大量的铁渣的同时（参阅指导书1—9），将它加工成要求的形状。因此，在此时期，炼铁工场在出产铁矿石和木材丰富的山区非常发达。

第二期（至十九世纪中叶）采用现代高炉雏形的木炭高炉生产熔融状态的生铁，然后再

采用木炭精炼炉，生产熟铁，粗钢。而随着时代的发展，高炉燃料从木炭发展到焦炭，鼓风动力（参阅指导书 1—10）用蒸汽机代替了水力，精炼炉中开始采用煤。此时期的炼铁厂从矿石的产区移至作鼓风动力的水力资源丰富的地区，生产量也增大了。

第三期（一直到现在）高炉鼓风采用了热风，鼓风动力采用了电力。确立了作为生铁精炼炉的转炉、平炉、电炉的炼钢法，钢开始炼制成熔融状态。也就是说：进入了钢水大量生产的时代，特别是第二次世界大战后出现的氧气顶吹转炉普及后，各国都广泛采用了钢铁联合企业，产量不断增加。同时，战后炼铁技术也得到了惊人的革新。在高炉上采用了调湿，高风湿，富氧鼓风，喷吹重油，高压操作等新技术。在炼钢方面采用了钢水脱气、连续铸锭、带钢轧机、计测管理、自动化操作，引入电子计算机等新技术。因此在设备合理化，提高生产率，提高质量，降低成本方面突飞猛进，展现了一派不断增产的趋势。

(2) 日本炼铁业的发展 (略)

3. 钢铁的生产与需要

(1) 钢铁生产的进展 日本的钢铁生产在战后得到了飞跃的发展。1956年才一千万吨，而在1972年超过了一亿吨，跃居世界第三位。

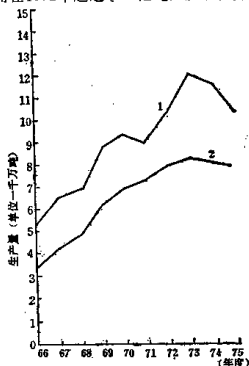


图 1-1 日本生铁与粗钢的生产量的发展
1—粗钢， 2—生铁

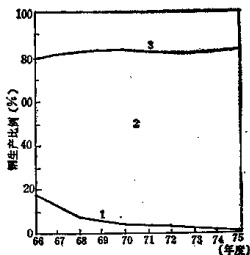


图 1-2 日本按各种炼钢炉分类的粗钢产量的发展
1—平炉炉， 2—转炉炉， 3—电炉炉

从1966年开始的粗钢及生铁产量的进展如图 1-1 所示。

同时，各种炼钢方法的粗钢产量如图 1-2 所示。

图 1-3 是从1966年以来的世界各主要产钢国的粗钢产量。

(2) 对钢铁的需要 随着工业的发展，国民生活的提高，钢铁的需要量也显著上升。在1973年日本各种用途的钢铁订货量，总计达9387万吨，比前年增长了22.2%，其中普通钢材为8556万吨，特殊钢材831万吨，它们的增长程度几乎相同。

钢铁需要量分为国内需要与输出需要，与前年的实绩相比，国内需要7093万吨，增长

26.0%，国外输出量为2294万吨，增长11.6%，由于国内市场需要量较大，因此虽然海外强烈要求维持高水准的输出，但相对的说，其增长量较低。国内钢铁的主要用户细目如图1—4所示。

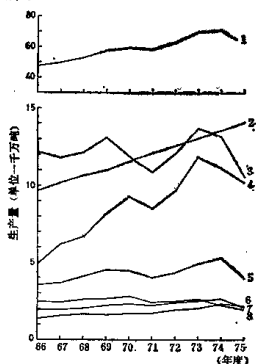


图1—3 世界主要产钢国的粗钢生产

1—世界合计；2—苏联；3—美国；4—日本；
5—西德；6—意大利；7—法国；8—英国

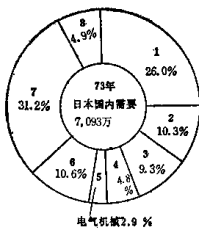


图1—4 1973年的钢材订货量(日本国内需要)细目

1—建筑；2—汽车；3—造船；4—机械工业；
5—电机工业；6—其它工业；7—贸易；8—其它用途

练习题

- (1) 列举钢铁材料是使用最广泛的金属材料的理由。
- (2) 解释钢铁联合企业，并考虑它作为钢铁生产方式的优点。
- (3) 日本新建的钢铁公司都在沿海，考虑其原因。

第2章 炼 铁

1. 什么是炼铁

现在的钢铁生产方法是首先将铁矿石在高炉中还原，炼成生铁。此生铁含有一定百分比的碳和其它元素，因此除了部分用于铸件外，大部分都装入炼钢炉中（主要是氧气顶吹转炉）进行氧化冶炼，使之成为含杂质少的钢。这样的二步冶炼法是以高炉法为主的（也称间接炼钢法）。另一方法是将铁矿石用气体或固体的还原剂还原，制成含少量杂质元素的固体或半熔融状态的海绵铁或粒铁，然后在电炉中将它熔化，浇成钢锭，此方法称为直接炼钢法。初看起来，直接炼钢方法简单，但高炉和转炉的热效率高，生产率高，操作方便，因此可以低成本的大量生产。所以现在不仅在日本，在其他国家也一样，大部分的钢仍是由高炉供料的。

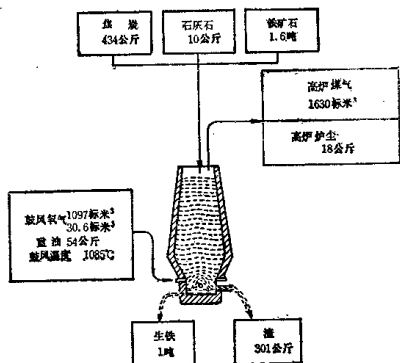


图 2—1 生产每吨生铁使用的原料和燃料量
(1973年的平均值)

炉子的下部熔融，成为铁水贮存在炉子底部。以后到适当的时候打开设在炉子底部的出口，将铁水放出。浮在铁水上面的渣在适当的时候从渣口或铁口放出。

在炉内上升的还原气体从炉顶排出，此气体（高炉煤气）含有20%左右的CO，因此可作为燃料利用。但是，高炉煤气中含有大量的炉尘，所以在煤气排出管线中设置除尘器和集尘装置，经过除尘后回收。

图 2—1 是生产一吨生铁所需要装入的炉料数量和各排出物的数量。

根据高炉冶炼使用的热源，虽然有木炭高炉和电高炉，但现在采用的全是冶金焦炭的高炉。它的大致形状如图 2—1 所示。它是一种竖炉，从炉子上部（炉顶）装入铁矿石，焦炭及熔剂。炉子的下部安装有风口，由此鼓入由热风炉加热至1200℃左右的热风，使风口前的焦炭燃烧并保持炉内温度，同时产生一氧化碳气体在炉内上升，逐渐还原铁矿石。其中一部分矿石被碳(C)直接还原，还原反应生成的金属铁吸收了焦炭中的碳，同时脉石中的氧化物也部分被还原，并作为杂质也被吸收到金属铁中，结果使得铁的熔点下降，在

2. 炼铁原料

(1) 铁矿石 铁矿石是以氧化物、碳酸盐、硫化物、硅酸盐等化合物形态存在的，其中氧化物为最多，因此氧化物矿石是主要的原料。矿石中含有的脉石成分是： SiO_2 （硅石）、 Al_2O_3 （氧化铝）、 CaO （石灰）、 MgO （氧化镁）、 MnO （氧化锰）、 P_2O_5 （五氧化二磷）、 TiO_2 （氧化钛）等。

有用的铁矿石的判定条件是，必须能经济地生产铁的原料。因此含铁量高是极重要的条件，但是含铁量高的矿石中如含有对钢铁质量有害，且在冶炼过程中又难于除去的杂质，或者是含有会给炼铁过程带来事故的杂质，此铁矿石的价值就下降了。含铁量稍低一些，但对炼铁有用的 CaO 、 MnO 成分含量较高的铁矿石仍可作为有用的矿石。近年来，由于铁矿石预处理技术的进步，低品位的贫矿也可以提高品位富化使用。因此，不能单单根据含铁量的高低来决定矿石质量。

装入高炉的铁矿石通常要求具有如下的性质：

- ①含铁量高，杂质少， CaO 、 MnO 含量越多越好；
- ②质量和成分要均匀，而且储量要大；
- ③易还原（还原性好）。

a. 磁铁矿 磁铁矿的化学式为 Fe_3O_4 。纯磁铁矿含铁量72.4%，比重为4.9~5.2。形状为粒状或块状，很少形成大矿床。磁铁矿的颜色为黑色或灰色，也有绿色的和红色的。它的条痕是黑灰色，它的性质非常坚硬，用气体还原是很困难的。由于它的特点是有磁性，因此能有效地进行选矿。铁砂大多是磁铁矿，它含有12%的 TiO_2 。

b. 赤铁矿 赤铁矿的化学成分是 Fe_2O_3 。是易还原的矿石，纯赤铁矿含铁量为70%，比重约5.0，产品为粒状、粉状和块状。颜色是褐色或暗红色，条痕为红色，一般赤铁矿的特点是含磷低。现在赤铁矿作为炼铁原料被大量的使用。

除了上述的铁矿石外，还有褐铁矿、菱铁矿、硫酸渣、硅酸铁等。但在日本基本上都不使用，因此将在指导书中予以说明。

(2) 熔剂 炼铁是将铁矿石中的铁从铁的化合物中还原出来，并去除其他杂质。在此过程中，矿石中的脉石与焦炭中的灰分经过反应，形成了渣，将此不纯物从铁中分离出来所必需的物质称作熔剂，要求熔剂能造成与生铁不互相溶解，而且流动性好的炉渣。

在脉石和焦炭灰分中所含有的氧化物中，有酸性氧化物和碱性氧化物，它们虽不是化学上的酸和碱，但反应过程非常相似。即在高温的状态下，酸性氧化物和碱性氧化物相结合，形成硅酸盐型的复合氧化物。 SiO_2 、 P_2O_5 是酸性氧化物， CaO 、 MgO 是碱性氧化物， Al_2O_3 可以是酸性，也可以是碱性，按反应时的条件而定，显示为弱的酸性或弱的碱性。

通常，在装入高炉的铁矿石的脉石中和焦炭灰分中含有较多的 SiO_2 ，为了去除 SiO_2 ，要加入碱性造渣物。熔剂主要用石灰石（ CaCO_3 ）。但是，在碱性成分含量多的时候，也有采用硅石做熔剂的。因此，加入适量的上述熔剂就造出合适的高炉渣，由于渣比铁水轻，所以在炉子下部（炉缸）渣铁将分成上下二层。

矿石中的酸性和碱性氧化物的含量基本相同时，称为自熔性矿石，烧结矿和球团矿大多调整为自熔性的，在冶炼时可不加熔剂。

装入高炉的石灰石当加热到800~1000℃时，产生 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{热}} \text{CaO} + \text{CO}_2$ 的反应，分解

成 CaO 和 CO_2 。因此，就用石灰石直接装入高炉。它所含的其它物质有： SiO_2 ， MgO ， Fe_2O_3 ， P_2O_5 ， Al_2O_3 等，当然，这些物质越少越好。石灰石的颜色为白色或灰黑色，日本各地都出产。而且，由于构成石灰石的方解石的结晶大小不同，石灰石的致密程度和结晶性质有很大的区别，在钢铁厂中主要是用致密的石灰石。

(3) **锰矿石及其它原料** 锰与硫和氧的化学结合力比铁强，因此它是去除钢中有害元素硫和氧的有效元素。所以，用作脱硫剂和脱氧剂。

通常生铁中含有0.30~1.00%的锰，作为锰的来源有：铁矿石中含有的锰，作为辅助原料装入的钢渣中的锰，以及补充装入的锰矿石及铁锰矿石（含有25%以上铁的锰矿）中的锰。而且锰除了在冶炼时起脱氧、脱硫作用以外，对提高铁水和炉渣流动性也是有效的成分。

其它的辅助原料还有平炉渣和转炉渣等的碱性钢渣，因为它们除了含10%左右的锰外，还有10~30%的铁，30~45%的氧化钙，所以为了有效地利用与回收这些成分，使用了此种原料。但是，当在渣中含有大量的P、Ti、Cr等有害成分时，应限制其使用量。

(4) 焦炭

a. 焦炭的作用与质量要求 焦炭装入高炉的作用如下：

(a) 在风口前燃烧，供给高炉操作所必须的热量；

(b) 利用焦炭燃烧生成的CO气体与固体碳使铁矿石还原；

(c) 装入高炉的焦炭约占高炉的内容积60%，由于焦炭是多孔质的，所以能保持炉内良好的透气性。

因此，焦炭是极重要的炼铁原料，它的质量是决定高炉操作的重要因素，要求焦炭具有如下质量。

- ① 坚硬，不仅在运输和处理中，就是在高炉中也不会粉化；
- ② 多孔质，表面积要大，在风口前要基本上全部能迅速燃烧掉；
- ③ 粒度适当，品质均匀；
- ④ 水分和灰分少，固定碳要多；

⑤ P、S等有害成分要少。

b. 焦炭的生产 将煤干馏就能制成焦炭。制造高炉焦炭是用粘结煤作原料，特别是要求高温强度时，要配入大量的强粘结性煤。

焦炉一般是由炭化室，燃烧室和蓄热室组成。在炭化室中装入煤，燃烧室和炭化室相间地垂直排列。在燃烧室中燃烧煤气（焦炉煤气或高炉煤气）间接地加热煤，燃烧的煤气加热炭化室后仍旧具有很高的温度，因此将它导入蓄热室，加热蓄热格子砖后，成为废气从烟囱排放出去。用加热过的蓄热室预热燃烧用的空气及煤气。用换向阀来改变燃烧煤气流和预热空气流的气流方向，使蓄热、预热两个作用互相交换。炭化完了后由推焦机将热焦推出，从炭化室推入消火车上，再将它运至消火塔下浇水熄火。图2-2为焦炉的示例。

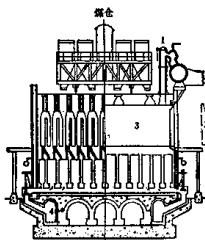


图2-2 焦炉

- 1—上升管；2—推焦机制；
3—炭化室；4—烟道

c. 型焦 所谓型焦就是基本上不使用强粘结性煤,而是以非粘结性煤和弱粘结性煤作主要原料,制造一定形状的高炉用焦。如前所述,生产高炉用焦炭时必须要有强粘结性煤,制成能在高炉上使用的焦炭,因此世界各国都在广泛地研究型焦的生产,开始逐渐地建造商业生产规模的工厂。

对以前研究过的生产方法作一个简单说明,首先,将粉碎至规定粒度的非、弱粘结性煤按适当的比例进行配比。此配比值是根据各种原料煤的特性值(灰分、挥发分、硫分、粘结性、流动性、膨胀性等)来决定的。在配合的煤中加入粘结剂,在胶结剂熔融的温度下将煤与胶结剂充分搅拌,然后放在成型机中高压成形,制造成型焦坯。然后再将此成型焦坯装入高温干馏炉中炭化。

表 2-1 主要的型焦制造法

国名	工 艺	制 造 方 法	发 明 经 过
美	FMC法	在流态化层中干馏煤粉,以煤焦油而青作粘结剂,冷加工成型,由移动分级机运送,在竖炉中焙烧。	在250吨/日操作中制造磷精炼用的还原剂。
国	CBNR法	在流态化层中部分干馏,采用热态造球法生产球团,在硬化炉中干馏。	康萨里州煤公司,伯利恒钢铁公司,国家钢铁公司,共和钢铁公司四个公司共同研究,15~70吨/日的试验已结束,预定试验500吨/日。
西	BBF法	将70%的非粘结性煤进行破碎,以30%的粘结煤作为胶结剂,热加工成型(450~500°C),然后就直接使用或经过干馏后使用。	1973年做了120吨/日的试验。预定投产300吨/日工业试验炉。
德	ANCIT法	将70%非粘结煤破碎,以30%的粘结煤作为胶结剂,热加工成型。成型后在此温度保温,硬化。	300吨/日的设备1967年开始操作,制造工业用,家庭用燃料。
法国	HiBNPC法	用胶结剂使煤成型,在直接加热竖炉中干馏。	120吨/日设备1972年开始运转。
苏联	沙鲍日尼克夫	在流态化层中预热,以熔融状态挤压成型,在室式竖炉中干馏。	200吨/日的在操作中,计划1975年建设大形炉。
澳大利亚	Aus Coke法	煤冷加工成型,在砂流化炉、竖炉中干馏。	120吨/日设备在试验中。
日	石炭技研法	在流态化层中干馏煤粉,采用30%左右的粘结煤,热加工成型,在环形窑中进行二段干馏。	50吨/日的试验1972年结束。
本	DKS法	用胶结剂使煤冷加工成型,在顶部装入底部开放式的炉中干馏。	110吨/日设备从1971年开始操作,大型化还在研究之中。

表 2-1 列出了世界上主要的型焦制造法。这些方法中只是煤的成型方法和干馏方法不同。

在型焦的制造过程中,有可能使用连续式焦炉和不需要庞大防公害的设备等优点。因此,今后还会有愈来愈多的进一步的研究。

3. 原料的预处理

(1) 预处理的^{意义和方法} 炼铁原料在装入高炉前, 为了使其符合炼铁要求的良好性质, 要进行各种各样的处理。预处理对铁矿特别适用, 但目前其它的主要原料和辅助原料也倾向于经过一定的预处理再装入高炉。

过去的预处理是破碎和筛分, 将块矿整理成合适的块度(整粒), 以及将破碎、筛分时产生的粉矿和高炉炉尘、硫酸渣、铁砂等粉状原料造块, 或为了改变磁铁矿, 菱铁矿等的性状进行的焙烧。但是, 在今天已明确, 矿石预处理除了能有效地利用贫矿外, 对增加出铁量, 降低焦比, 改善铁水的质量, 也有很大的效果, 因此矿石的预处理有越来越盛行的趋势。

预处理方法可以大致做如下划分:

- ① 除去不用成分与富化——选矿、焙烧、浸出;
- ② 粉状原料的造块——烧结、造球;
- ③ 炉料的粒度, 成分均匀化——破碎、筛分(整粒)、混匀。

铁矿石的预处理方法如图 2-3。

(2) 除去不用成分与富化

a. 选矿 选矿是为了提高低品位矿石(贫矿)的含铁量, 除去矿石中的有害杂质(砷、硫等)。主要的选矿方法如下: ①磁选法; ②水洗法; ③手选法; ④重选法; ⑤浮选法; ⑥重力选矿法。

但所有的方法都要首先破碎。其中铁矿石中使用得最多的方法是磁选法。磁选法是利用铁矿石与脉石的磁性不同使脉石分离的方法, 用于磁铁矿和铁砂选矿。贫赤铁矿, 铁燧岩

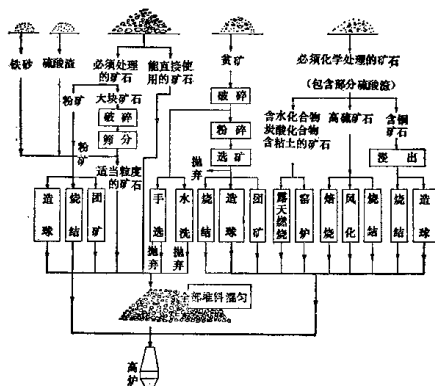


图 2-3 铁矿石的预处理