

炼铁工人读本

河北省冶金局编印

煉鉄工人读本

河北省冶金局編印

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

一个粮食，一个钢铁，有了这两个东西就什么都好办了。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须回到实践去。认识的能动作用，不但表现于从感性的认识到理性的认识之能动的飞跃，更重要的还须表现于从理性的认识到革命的实践这一个飞跃。

管理也是社教。如果管理人员不到车间小组搞三同，拜老师学一门至几门手艺，那就一辈子会同工人阶级处于尖锐的阶级斗争状态中，最后必然要被工人阶级把他们当作资产阶级打倒。不学会技术，长期当外行，管理也搞不好。以其昏昏，使人昭昭，是不行的。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在无产阶级文化大革命的推动下，我国冶金战线的广大工人、干部和技术人员，以阶级斗争为纲，认真贯彻“鞍钢宪法”，深入开展“工业学大庆”的群众运动，坚持独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的方针，抓革命，促生产，冶金工业取得了伟大的成就。

为了适应我省钢铁工业不断发展的新形势的需要，我们请河北矿冶学院，邯郸钢铁总厂和宣化钢铁公司等单位编写了《炼铁工人读本》一书。本书可供高炉和烧结生产工人学习，也可作为炼铁、烧结七·二一工人大学教学参考用书。

本书分为五部分：理化基础知识，高炉原料，冶炼原理，冶炼设备，冶炼工艺操作。

在编写过程中，北京钢铁学院、北京钢铁学校等单位协助审阅，并提出宝贵意见，特此表示感谢。

由于水平和经验所限，书中缺点和错误难免，希读者批评指正。

一九七六年四月

目 录

前 言

第一篇 炼铁理化基础知识	(1)
--------------------	-------

第一章 物质的组成与结构	(1)
--------------------	-------

第一节 物质组成	(1)
----------------	-------

第二节 化学方程式	(7)
-----------------	-------

第三节 热化学方程式	(8)
------------------	-------

第四节 物质结构	(16)
----------------	--------

第二章 无机物及其分类	(27)
-------------------	--------

第一节 无机物的分类	(27)
------------------	--------

第二节 碱	(29)
-------------	--------

第三节 酸	(30)
-------------	--------

第四节 盐	(32)
-------------	--------

第五节 氧化物	(33)
---------------	--------

第三章 溶液和电化学	(34)
------------------	--------

第一节 溶液的概念	(34)
-----------------	--------

第二节 饱和溶液, 溶解度	(35)
---------------------	--------

第三节 浓度	(35)
--------------	--------

第四节 电解质溶液	(36)
-----------------	--------

第五节 第一类导体和第二类导体	(37)
-----------------------	--------

第六节 溶液的电导	(38)
-----------------	--------

第四章 气体定律	(39)
----------------	--------

第一节 气体体积与压力成反比	(39)
----------------------	--------

第二节	气体体积与温度成正比	(39)
第三节	气体状态方程式	(41)
第四节	气体混合物的分压定律	(42)
第五章	化学平衡	(43)
第一节	化学反应平衡的概念	(43)
第二节	质量作用定律和平衡常数	(43)
第三节	平衡移动	(45)
第四节	分解压力	(46)
第六章	还原和氧化	(48)
第一节	还原和氧化的概念	(48)
第二节	用还原剂还原氧化物的基本条件	(49)
第七章	力、功和能量	(51)
第一节	力的概念	(51)
第二节	速度和加速度	(54)
第三节	功的概念	(55)
第四节	能量的概念	(56)

第二篇 高炉冶炼用原料 (58)

第一章	铁矿石和锰矿石	(58)
第一节	天然铁矿石	(59)
第二节	锰矿石	(85)
第二章	高炉用熔剂	(91)
第一节	石灰石和石灰	(91)
第二节	白云石和萤石	(95)
第三章	高炉用燃料	(98)
第一节	高炉冶炼对燃料的要求	(98)
第二节	焦炭的评价	(99)
第三节	我国及我省焦炭质量	(104)

第四节 其它燃料.....	(105)
第四章 烧结矿	(107)
第一节 烧结矿生产.....	(108)
第二节 烧结生产工艺.....	(143)
第三节 烧结过程的强化及新方向.....	(200)
第四节 其它烧结方法简介.....	(213)
第五章 球团矿生产	(217)
第一节 球团矿生产概述.....	(217)
第二节 球团矿生产原理.....	(220)
第三节 生球的焙烧固结机理.....	(230)
第四节 球团矿生产实践.....	(246)
 第三篇 高炉冶炼原理	 (260)
第一章 炉料的蒸发、挥发和分解	(260)
第一节 炉料中水分的去除.....	(260)
第二节 挥发物的挥发.....	(261)
第三节 碳酸盐的分解.....	(262)
第二章 高炉内的还原过程	(264)
第一节 铁氧化物的还原.....	(265)
第二节 直接还原和间接还原.....	(272)
第三节 从液态渣中和复杂化合物中还原铁.....	(275)
第四节 其他元素的还原.....	(275)
第五节 高炉内影响铁矿石还原的因素.....	(278)
第六节 生铁渗碳.....	(282)
第三章 高炉内造渣与脱硫	(284)
第一节 炉渣的相图.....	(285)
第二节 矿石软化.....	(295)
第三节 炉渣的物理性质.....	(297)

第四节	高炉内的造渣过程·····	(308)
第五节	高炉内脱硫·····	(312)
第六节	炉外脱硫·····	(318)
第四章	高炉内燃料的燃烧·····	(320)
第一节	风口前的燃烧过程·····	(321)
第二节	燃烧带和回旋区对高炉冶炼的影响·····	(325)
第三节	影响燃烧带或回旋区的因素·····	(326)
第四节	高炉内煤气成分的变化·····	(327)
第五节	炉缸温度和炉内热交换·····	(329)
第五章	高炉内炉料和煤气运动·····	(331)
第一节	高炉内煤气运动的基本规律·····	(331)
第二节	高炉内炉料运动的基本规律·····	(336)
第三节	高炉炉顶布料·····	(339)

第四篇 炼铁设备 ····· (342)

第一章	高炉本体·····	(342)
第一节	炉型·····	(342)
第二节	炉墙·····	(351)
第三节	高炉的金属结构·····	(376)
第二章	炉顶设备·····	(379)
第一节	料罐式的改进炉顶·····	(379)
第二节	料车式装料设备·····	(381)
第三节	料钟料斗的改进·····	(390)
第四节	液压传动在高炉生产中的应用·····	(396)
第三章	高炉上料设备·····	(397)
第一节	供料设备·····	(397)
第二节	料车式上料设备·····	(400)
第四章	炉前机械设备的改进·····	(403)

第一节 开口机	(403)
第二节 堵渣机	(405)
第五章 送风系统	(406)
第一节 鼓风机	(406)
第二节 热风炉	(426)
第六章 煤气系统	(438)
第五篇 冶炼工艺操作	(452)
第一章 高炉热工测量	(452)
第一节 温度测量	(452)
第二节 压力测量	(457)
第三节 压差测量	(459)
第四节 流量测量	(460)
第二章 高炉技术操作	(462)
第一节 炉况的观察和综合分析	(462)
第二节 上下部调节(附:炉料校正与简单配料计算)	(466)
第三节 炉况失常的调剂和事故处理	(477)
第四节 炉底的侵蚀和烧穿	(485)
第五节 粘土砖炉缸的侵蚀和烧穿	(491)
第六节 开炉(附:高炉开炉配料计算)	(495)
第七节 停炉	(512)
第八节 煤气安全知识	(516)
第三章 钒钛磁铁矿及特种生铁的冶炼	(518)
第一节 钒钛磁铁矿的冶炼	(518)
第二节 锰铁的冶炼	(527)
第三节 硅铁的冶炼	(533)
第四章 燃料消耗的影响因素	(537)

第一节	燃料消耗和热平衡·····	(537)
第二节	降低焦比的途径·····	(568)
第三节	理论燃烧温度的计算·····	(570)
第四节	理论焦比和各种因素对焦比影响的计算·····	(572)
第五节	高炉冶炼过程操作线图解法·····	(596)
第五章	高炉综合鼓风 ·····	(623)
第一节	富氧鼓风·····	(624)
第二节	高炉喷吹燃料的工艺流程和冶炼特点·····	(625)
第三节	高炉喷吹还原气·····	(645)
附录	·····	(652)

第一篇 炼铁理化基础知识

第一章 物质的组成及结构

第一节 物质组成

实践证明，一切物质都是由分子组成，而分子又是由原子所组成。

一、分子和原子：

1. 分子：是指物质能够独立存在的最小粒子，它不能再分为更小的粒子而保持原物质的化学特性。例如水是一种物质，一滴水，一分再分，一直分到还能保持水的特性的最小微粒就是一个水分子。

同种分子性质相同，不同种分子性质不相同。自然界中各种物质千差万别，就是由于它们是由各种不同分子组成而引起的。

2. 原子：分子是由更小的一些微粒组成的，因此分子仍然具有可分性。例如水在通电的情况下，分解出氢气和氧气。我们把物质进行化学反应的最基本的微粒叫做原子。一般原子都不能独立存在。如一个水分子是由一个氧原子和两个氢原子组成，一个二氧化碳分子是由一个碳原子和两个氧原子组成，一个氧化钙分子是由一个氧原子和一个钙原子组成等。

从实质上来说，化学反应就是参加反应的物质分子中的原子重新组合形成新分子——产生新物质的过程，即所有化学反应都是原子之间的化合和化分的过程。而在化学反应过程中，原子本身并没

有发生变化，因此原子是在化学反应中不能再分小的微粒。

二、原子量:

原子是很小的，但仍有一定的重量，不同种类的原子重量不同。例如：

一个氢原子的重量等于0.000000000000000000000000167克，或
 1.67×10^{-24} 克。

一个氧原子的重量等于 2.657×10^{-23} 克,

一个碳原子的重量等于 1.99×10^{-23} 克,

可见以克（1克等于 $\frac{1}{1000}$ 公斤）来表示原子重量数值很小，而且叙述和计算非常不便，因此化学上又采用一个特殊的重量单位——“碳单位”来表示原子的相对重量。

$$\text{一个碳单位} = \frac{1}{12} \text{碳原子重量} = 1.66 \times 10^{-24} \text{克},$$

这样，可以将各类原子的重量按碳单位换算，这种以碳单位表示的一个原子的重量叫做原子量，这是原子的一个重要性质。例如：

$$\text{氧的原子量} = \frac{2.657 \times 10^{-23} \text{克}}{1.66 \times 10^{-24} \text{克}} = 16 \text{ “碳单位”},$$

$$\text{铁的原子量} = \frac{9.31 \times 10^{-23} \text{克}}{1.66 \times 10^{-24} \text{克}} = 56 \text{ “碳单位”},$$

为简便起见，使用原子量时，常把“碳单位”三个字省略。

三、元素、元素符号、单质、化合物和混合物：

1. 元素、元素符号:

具有同一原子量和相同化学性质的同一类原子叫做元素。如在二氧化碳、水、氧气中都有氧原子，这些物质中的氧原子统称为氧元素。到目前为止，已知的元素有103种。国际上通用拉丁字母为代号表示各类元素，这种代号为元素符号。元素符号为一个字母时须用大写，为两个字母时第一个字母大写，第二个字母小写，如

“Co”表示钴元素，而“CO”表示化合物一氧化碳。

每个元素符号表示三个意义：一、代表元素名称；二、表示这种元素的一个原子；三、代表该元素一个原子的原子量。

下表为一些常见的元素名称，元素符号和原子量：

表 1-1 常见元素的名称、元素符号及原子量

元素名称	元素符号	原子量	常用原子量 (近似值)	元素名称	元素符号	原子量	常用原子量 (近似值)
氢	H	1.00797	1	镁	Mg	24.305	24
氧	O	15.9994	16	铝	Al	26.9815	27
氮	N	14.0067	14	铁	Fe	55.847	56
氟	F	35.453	35.5	锰	Mn	54.938	55
碳	C	12.01115	12	锌	Zn	65.37	65
磷	P	30.9738	31	铜	Cu	63.546	63.5
硫	S	32.064	32	钛	Ti	47.90	48
硅	Si	28.086	28	钒	V	50.942	51
钾	K	39.102	39	铬	Cr	51.996	52
钠	Na	22.9898	23	镍	Ni	58.71	59
钡	Ba	137.34	137	钴	Co	58.9332	59
钙	Ca	40.08	40	铅	Pb	207.2	207

2. 单质、化合物、混合物：

按照物质分子的原子组成可将物质分为两大类：单质和化合物。

由同种元素的原子组成分子的物质称为单质。如氧气分子是由单一的氧元素原子构成。由两种或两种以上元素原子组成分子的均匀物质称为化合物。如二氧化硅 (SiO_2)、硫化钙 (CaS)，五氧化二磷 (P_2O_5) 等。

依性质的不同，单质又分为金属和非金属两类，金、银、铜、锰、铁、铝、镁、钙等是金属，硅、硫、碳、磷、氧、氢等为非金属。

由一种单质或化合物分子组成的物质叫做纯净物质；由两种或两种以上分子混合而成的物质叫做混合物。自然界中多见混合物，

物质的纯净只有相对意义。如高炉生铁就是以铁为主的多种物质的复杂混合物。高炉煤气、炉渣这两种物质也是由多种物质组成的混合物。

四、化合价、分子式、分子量

1. 化合价：

在化合物中，不同元素的原子化合成化合物分子时总是按一定原子数目比例进行的。例如水(H_2O)是由一个氧原子与两个氢原子化合而成，高炉煤气中的甲烷(CH_4)是由一个碳原子与四个氢原子化合而成。我们把一种元素的原子与另种元素的原子化合时所遵从的数目比例叫做元素的化合价。

一般确定化合价是以氢为标准，把氢原子的化合价定为1，因此某元素一个原子能与几个氢原子化合，它的化合价就是几。在水 H_2O 中，氧的化合价为2。在甲烷 CH_4 中，碳的化合价为4。常见元素的化合价列表于1—2。

元素化合价有正有负，一般氢是正1价，记作+1价，氧是负二价记作-2价。金属与非金属元素组成的化合物中，金属元素为正价，非金属元素为负价，每一种化合物分子总是由显正价元素与显负价元素化合而成，而且正负绝对值相等，使分子中化合物的代数和为零。

2. 分子式，分子量：

用元素符号表示出物质分子由那些元素组成，按照怎样的原子比例组成的符号式子叫做物质的分子式。如水的分子式由 H_2O ，表示水是由氢和氧按二比一的原子比例化合而成、氧气的分子式是 O_2 ，表示单质氧气的分子是由两个氧原子组成。分子式不但表示物质的名称，组成元素及各元素在化合物分子中的重量比例，而且还代表一个物质分子，代表一个分子的分子量。

分子量是指以“碳单位”表示的分子的重量，它可以由分子式和原子量计算出来，如二氧化碳 CO_2 分子量就等于一个碳原子量与

表 1-2

常见元素的化合价

元素名称	元素符号	常见化合价	元素名称	元素符号	常见化合价
氢	<i>H</i>	+1	锌	<i>Zn</i>	+2
氧	<i>O</i>	-2	铁	<i>Fe</i>	+2、+3、
氮	<i>N</i>	-3, +2, +4, +5,	铅	<i>Pb</i>	+2、+4、
氟	<i>Cl</i>	+1, +5, +7, -1,	锡	<i>Sn</i>	+2、+4
碳	<i>C</i>	+2, +4,	铜	<i>Cu</i>	+1、+2、
硅	<i>Si</i>	+4,	汞	<i>Hg</i>	+1、+2
硫	<i>S</i>	-2, +4, +6,	银	<i>Ag</i>	+1
磷	<i>P</i>	+5	金	<i>Au</i>	+1、+3
钠	<i>Na</i>	+1	锰	<i>Mn</i>	+2、+3、+4、+7、
钾	<i>K</i>	+1	铬	<i>Cr</i>	+3、+6
钡	<i>Ba</i>	+2	镍	<i>Ni</i>	+2
钙	<i>Ca</i>	+2	钒	<i>V</i>	+2、+3、+4、+5
镁	<i>Mg</i>	+2	钛	<i>Ti</i>	+2、+4
铝	<i>Al</i>	+3	氟	<i>F</i>	-1
钴	<i>Co</i>	+2	砷	<i>As</i>	+2

两个氧原子量之和，即 $12 + 2 \times 16 = 44$ ，通常“碳单位”也省去不写。

五、克原子、克分子、气体克分子体积

1. 克原子、克分子

前面提到原子、分子重量很小，都是以“碳单位”来表示的，为了便于使用，化学上又引入了克原子（克原子量），克分子（克分子量）两个重量单位。

克原子是指一定量的元素，重量用克作为单位，其数值和原子量相同，这个一定量就叫元素的一个克原子（一个克原子量），如氧的原子量是16，“一克原子”氧就是16克，碳原子量是12，则“一克分子”碳就是12克。

克分子是指一定量的物质，重量用克作单位，其数值与分子量相同，这个一定量就叫做物质的一个克分子（一个克分子量），如水分子量是 $1 \times 2 + 16 = 18$ ，1克分子水就是18克；氧的分子量是

32, 其克分子量就是32克。

显而易见, 克分子不是一个分子的重量, 例如一克分子氧是32克, 而一个氧分子的重量是 5.314×10^{-23} 克, 也就是一克分子氧中含有

$$\frac{32}{5.314 \times 10^{-23}} = 6.023 \times 10^{23} \text{ 个氧分子。}$$

实践证明, 1克分子任何物质, 它们的重量不相同, 但其中所含的分子个数都是 6.023×10^{23} 个。这也就是说明“克分子”的意思就是一种物质 6.023×10^{23} 个分子的总重量。

同样, 实践也证明, 一克原子任何物质也都含有 6.023×10^{23} 个原子。

2. 气体克分子体积:

对于气体常常需要计算它的体积。气体又受着温度和压力的影响, 气体的体积与其重量有关。

实验测得, 标准状况下(0°C 、1大气压), 1升氢气重量为0.0899克, 按上面定义的克分子, 一克分子氢气的重量是2.016克, 这样一克分子氢气在标准状况下所占体积应是:

$$\frac{2.016 \text{ 克}}{0.0899 \text{ 克/升}} = 22.4 \text{ 升,}$$

同样实测可知, 在标准状况下1升氧气, 重1.429克, 又知一克分子氧重32克, 故一克分子氧在标准状况下所占的体积是:

$$\frac{32 \text{ 克}}{1.429 \text{ 克/升}} = 22.4 \text{ 升,}$$

科学实验证明, 1克分子任何气体, 在标准状况下所占体积都是22.4升, 我们把这个体积叫气体的克分子体积。有了这个数值就可计算任何重量的气体标准状况下的体积, 或反过来由体积也可算重量。

第二节 化学方程式:

一、物质不灭定律:

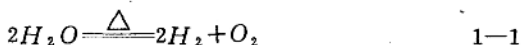
人们经过长期的生产实践和科学实验,发现并证实了一个重要的自然规律 这就是在一切化学反应中,参加反应的各种物质(反应物)的总重量,等于反应后生成的各种物质(生成物)的总重量,这一自然规律,叫做物质不灭定律。

事实上不仅在化学变化中,而且物质发生一切变化中都遵守物质不灭定律,物质总是客观存在,不能无中生有,也不能被消灭,只能相互转化,这是唯物论的最基本宇宙观。例如在高炉炼铁过程中,尽管发生了许多错综复杂的变化,但是加入高炉的物质总重量(包括矿石、灰石、焦炭、喷吹物、鼓风等)将与高炉产品的总重量(包括生铁、炉渣、煤气、炉尘等)相等。

为什么物质在化学反应前后总重量不变呢?这是因为:物质发生化学反应,不过是原子之间重新化分与化合,而总的原子个数既未增加,亦未减少,原子重量也未发生改变,所以反应前物质总重量等于反应后物质总重量。

二、化学方程式:

根据物质不灭定律,用元素符号和分子式来表示化学反应的式子叫做化学方程式(化学反应方程式,反应方程式)。例如在高炉风口前的高温区鼓风中含有的水蒸汽迁热分解为氢气、氧气的反应,可以表示为:



化学方程式的写法是反应物在前,生成物在后,中间以等号相连接,反应前后各种原子的个数分别相等,有时要加上一些文字和符