

冶金工人技术丛书

銅鉛鋅冶煉教材

四川省工业厅矿冶局銅鉛鋅訓練班 編

冶金工业出版社

9

冶金工人技術叢書

銅鉛鋅冶煉教材

四川省工業廳礦冶局銅鉛鋅訓練班 編

冶金工業出版社

銅鉛鋅冶煉教材

四川省工業廳礦冶局銅鉛鋅訓練班 編

編輯：王忠義

設計：童煦菴、魯芝芳

校對：王 坤

1958年11月第一版

1958年11月北京第一次印刷53,610冊

787×1092•1/32•28,000字•印張1 $\frac{26}{32}$ •定價 0.18 元

北京五三五工廠印刷

新華書店發行

書號1228

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

出版者的話

我国人民在經濟战綫、政治战綫和思想战綫上的社会主义革命已基本上获得胜利之后，党中央和毛主席向全党和全国人民提出了技术革命与文化革命的伟大号召。在这个伟大号召的鼓舞下，全国各地无论是城市农村、厂矿、合作社，或是机关、学校，都在大鬧技术革命和文化革命，广大工人、农民、机关干部、学生群众表现了敢想、敢做的伟大的共产主义风格，他們在这个轟轟烈烈的运动中，創造了許多动人的事迹。随着这一运动的开展，他們迫切要求提高自己的文化技术水平，以便在工作中做出更大的贡献。但是到目前为止，还缺乏适应我国具体情况的冶金工人讀物，这样就在一定程度上影响了他們的技术水平的进一步提高。有鑒于此，我們准备出版一套冶金工人技术丛书，以适应广大讀者的需要。

这本銅鉛鋅冶炼教材是四川省工业厅矿冶局銅鉛鋅技术訓練班所用的冶炼課程講义，由我社編选入冶金工人技术丛书出版，推荐给各地厂矿作为工人技术学校或訓練班的教材，也可以用作自学参考。由于我們編选技工教材还缺乏經驗，書中有不当之处还希望讀者多提意見，以便再版时加以修正。

目 录

第一講	化学基本知識.....	1
第二講	冶炼用的主要原材料.....	8
第三講	冶金爐.....	14
第四講	炼銅知識.....	19
第五講	炼鉛知識.....	35
第六講	炼鋅知識.....	47

第一講 化学基本知識

一、什么叫物質，物質的性質有那些？

物質是构成物体的东西，如水、氧气、二氧化碳、銅、鉛、鋅、石灰、硫等都是物質。

物質所具有的特征，叫做物質的性質。

物質的性質有顏色、光澤、气味、味道、硬度、溶解性、可燃性、比重、沸点、熔点等。

二、什么叫分子？

分子是构成物質的最小微粒。如水是由同种的水分子构成。

一切純淨的物質都是由同种分子組成的。一切混合物都是由不同的分子組成的。

三、什么叫化学反应？

物質发生变化而产生新物質的反应叫做化学现象也叫化学反应，在这种反应里一些物質的分子变成了另一些物質的分子。如銅在空气中强热，表面可变成黑色的氧化銅粉末，它与物理反应不同，物理反应是物質发生变化而没有变成其他的物質。发生这种现象的时候，物質的分子保持不变。如水煮沸可变为水蒸汽，冷到 0°C 就結成冰。三种物質的分子都相同，所以这种变化叫物理变化。

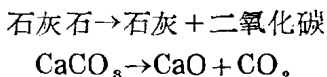
四、化学反应有那几种？

化学反应有：1. 分解反应；2. 化合反应；3. 氧化反应；4. 氧化—还原反应；5. 置换反应；6. 水化反应；7. 中和反应。

以上几种反应，是化学中的主要部分，熟悉了这几种反应，也就有了研究冶炼的基本知识了，所以在下面分别介绍出来。

五、什么叫分解反应？

由同一种物质的分子生成几种其他物质的分子的反应叫分解反应。如石灰石放在窑里加热后就变成了石灰和二氧化碳，它的反应式如下：



上式表明一个石灰石的分子加热后变成一个石灰的分子和一个二氧化碳的分子，这里的 CaCO_3 既然能分解成两种东西，说明它是由更小的东西组成的，那就是原子，原子就是不可分的意思。原子在化学反应里已不能再分成更小的微粒。

如 CaCO_3 是由一个 Ca 原子，一个 C 原子三个 O 原子组成。 CaCO_3 、 CaO 、 CO_2 都称为分子式。

$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 是石灰石发生分解反应的方程式。

原子量：用氧单位来表示原子的重量叫原子量。

元素：就是具有一定化学性质的某种原子，如氧、碳、硫等。

元素符号的意义：

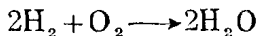
- ① 代表一种元素；
- ② 代表这种元素的一个原子；
- ③ 代表这种元素的原子量。

下面是最重要的元素的名称、符号和原子量：

元素名称	元素符号	原子量
氧	O	16.0
氢	H	1.008
硅	Si	28.1
硫	S	32.1
碳	C	12.0
磷	P	31.0
钙	Ca	40.1
铁	Fe	55.9
铅	Pb	207.2
铜	Cu	63.5
锌	Zn	65.4

六、什么叫化合反应？

两种或两种以上的物质生成一种新物质的反应叫做化合反应。也就是几种不同的分子生成另一种分子的反应。如氢气与氧气化合成水。



H_2 、 O_2 、 H_2O 叫做氢、氧、水的分子式。

分子式就是用元素符号来表明物质分子的组成的式子。用氧单位来表示物质的分子的重量叫分子量，如水的分子量等于



$$1 \times 2 + 16 = 18 \text{氧单位}$$

(在表示分子量时氧单位三字可以省去)

七、什么叫氧化反应？

要明确氧化反应，必先明确氧是什么东西，我们从那里可以得到它？氧是一种没有颜色、没有气味、也没有味道的气体。它比空气的比重略大，它的特性是能够支持燃烧，能跟许多元素发生反应并放出热量，空气是氧气与氮气的混合物，它们的分量：氧气一分氮气五分，所以我们所需要的氧气都可来自空气中。

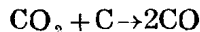
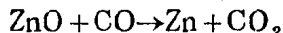
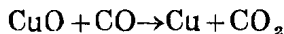
物质跟氧化合的反应叫做氧化反应，如碳和硫在空气中燃烧，生成碳和硫的氧化物（ CO_2 、 SO_2 ），生成的物质叫做碳和硫氧化物。

由两种元素组成的化合物，如果有一种元素是氧，这种化合物就叫做氧化物。

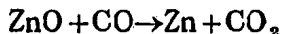
八、还原反应

氧气从一种物质里被夺取出来的反应叫做还原反应。

如：



但氧化及还原常常是同时存在，一种物质被还原，同时即有另一种物质被氧化。如：



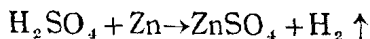
式中表明：氧化鋅被一氧化碳还原成金屬鋅，但一氧化碳却被氧化成二氧化碳。

在氧化还原里供給氧气的物质叫做氧化剂，从别种物质中夺取氧气的物质叫做还原剂。如上式中：

CO 即为还原剂，CO 是强烈又最普通的还原剂，我們大部分冶炼作业中，都是用它作还原剂的。

九、什么叫置换反应？

一个分子里的原子代替了化合物里另一种元素的原子的反应叫做置换反应。如鋅跟硫酸起反应：



这个反应是鋅分子里的鋅原子置换了硫酸分子里的氢原子，生成了硫酸鋅和氢气。

十、什么叫中和反应？

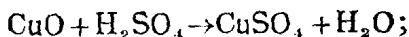
凡酸跟硷相互作用生成盐和水的作用，叫做中和反应。就是酸和硷作用后，变成了与酸硷性质完全不同的盐了。

十一、什么叫酸、硷、盐？它们的性质如何？

1. 酸

凡是分子由氢原子和酸根组成的，并且能跟硷起中和反应生成盐和水的物质叫做酸。它的性质是：

- ① 能跟硷起中和作用生成盐及水；
- ② 能跟某些金属化合生成盐和氢气（如 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ）；
- ③ 能跟某些金属氧化物反应生成盐和水，如：

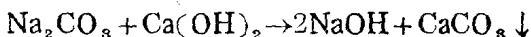


④ 跟盐反应生成新的酸和新的盐。

2. 硷

凡一个金属原子和一个或几个氢氧根组成的，并且能跟酸起反应而生成盐和水物质叫做硷。它的性质是：

- ① 能跟酸起中和反应生成盐和水；
- ② 能跟某些氧化物反应生成盐和水；
- ③ 能跟盐起反应生成新的盐和新的硷，如：



这种反应是两种化合物互相交换它们的成分而生成两种新的化合物的反应，叫做复分解反应。

3. 盐是金属原子跟酸根结合的物质，如： ZnSO_4 、 FeSO_4 都是盐。

附：化合价和化学方程式

1. 什么叫化合价，化合价如何决定？

如我们把氢的化合价定为1，则其他元素的原子，能与一个氢化合或置换的，我们称它一价，能与两个氢化合或置换的，我们称它二价，以此类推。

如 H_2O 、 H_2SO_4 、 ZnSO_4 、我们可以看出氧是二价， SO_4 也是二价，Zn 也是二价。

有些元素显几种化合价，最普遍的是铜和铁，如：

在氧化亚铜 (Cu_2O) 里，铜是一价

在氧化铜 (CuO) 里铜是二价

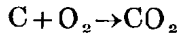
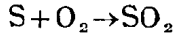
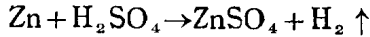
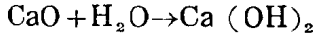
在氧化亚铁 (FeO) 里铁是二价

在氧化铁 (Fe_2O_3) 里铁是三价

鉀、鈉和銀总是一价，氧、鎂、鈣、鋅总是二价，鋁总是三价，氢氧根都是一价， SO_4 、 CO_3 、 SiO_3 都是三价。

2. 化学方程式：

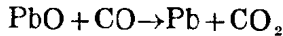
用分子式来表示化学反应的式子叫做化学方程式



这些反应在生成的物质和参加反应的物质间有一定的重量比，根据它的重量比可以算出参加反应的物质的重量或反应后生成的物质的重量。计算步骤如下：

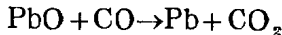
如：一公斤氧化铅被 CO 还原，能生成金属铅多少？

① 先写出化学方程式



② 利用原子量表中的数字可将已知分子的重量查出。

如：PbO 的分子量为 $207.2 + 16 = 223.2$



$$223.2 \rightarrow 207.2$$

$$223.2 : 207.2 = 1 : x$$

$$x = \frac{207.2}{223.2} = 0.928 \text{ 公斤}$$

第二講 冶炼用的主要原材料

一、冶炼常用那几种原材料？

冶炼常用的主要原材料有：

1. 燃料：燃烧时可以发生热量，这种热量能很方便的用于工业方面，价值上也合算的都可称为燃料。
2. 矿石：从矿山开采出来的矿石经过选矿、焙烧，成份达到规定后入爐冶炼。
3. 熔剂：加入爐内的主要原料如矿石焦炭等，里面含有杂质，这种杂质的耐火度很高，必须加入熔剂，降低它们的熔点，使杂质从有用金属中分离出来。
4. 空气：主要是供燃料燃烧用。
5. 耐火材料：用以砌爐子内衬的材料。

二、燃料有那几种？

燃料可分为固体燃料，如：木柴、木炭、煤、焦炭等都是；气体燃料，如：焦爐煤气、高爐煤气；液体燃料，如：石油、柴油。地方小型的有色金属冶炼厂在目前都是使用固体燃料，因此我们将着重研究固体燃料。

1 燃料是由那几种东西組成，每种成分的作用怎样？

① 燃料的成分分为可燃成分如碳（C）氢（H）及挥发硫（S）。碳是各种燃料的主要組成部分，氢的含量虽少，但在燃烧时所发热量甚高，燃料中的有机硫也就是挥发硫，是硫在燃料中的主要組成部分。

② 其他成分：灰分、水分。

灰分是燃料中的矿物組成部分，有灰分存在使燃料的发热量降低，在冶炼过程中，多消耗燃料。

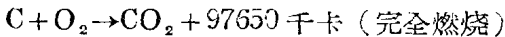
水分存在減低了燃烧发热量，所以是不希望的。

2. 什么叫燃料的燃烧？燃烧时燃料中各成分的变化是怎样的？

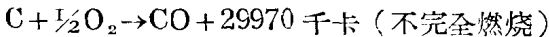
① 燃烧是较为迅速的氧化作用，燃烧时同时发生火焰及热量。

燃料多为还原剂，故在冶炼上是利用燃料的发热与还原两种作用。

② 可燃元素在燃烧时的反应分別叙述如下：



$$12 + 32 = 44$$

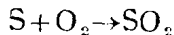


$$12 + 16 \rightarrow 28$$

如空气适量，碳能完全燃烧，发热量较大。如一公斤碳完全燃烧所发热量约为8137千卡，但在不完全燃烧时却只能发2493千卡的热量。

甚么叫发热量呢？一公斤固体燃料完全燃烧时发出的热量，以千卡来表示它的单位，就叫做发热量。

硫的燃烧的反应式如下：



$$32 + 32 = 64 \text{ 公斤}$$

硫的燃烧不但生成 SO_2 ，也生成 SO_3 ，它的发热量都以2500千卡/公斤来表示。

至于氢的燃烧，因在我們所用的燃料中不是重要組成部

分，故不講它。

3. 什么叫天然固体燃料？有那几种，其性能如何？

① 木柴：

它的比重小，体积大，长途运输不经济。

② 褐煤：

颜色灰、褐、黑不等，含碳45—70%，它的特征是水分高达25~30%，热量小，暴露在空气中容易成粉末，无焦結性，不能炼焦。

③ 烟煤：

颜色暗黑而发亮，固定碳高，发热量大，挥发份19~45%，可以炼焦。

④ 无烟煤：

硬度大，色黑有光泽，水分不大于5%，发热量较高，固定碳有高达95%的，因为挥发份及氧气较少，所以在燃烧时没有火焰。

4. 人造固体燃料有那几种？

① 木炭：

木炭是用木柴干馏而成，它的特征是疏松多孔，灰分极低（0.5~2.5%），硫、磷含量都少，自0.01~0.04%。

② 焦炭：

焦炭是用烟煤干馏制得的，为冶炼工业的主要燃料。

有色金属冶炼对焦炭的要求是：

a、抗压强度较高；

b、适度地富于多孔性和透气性，过于多孔的焦炭会迅速燃烧，并促使炉焦点上移；密致的焦炭燃烧过于迟缓，其孔隙度约占其体积50%；

c、灰分应不超过10~15%；

d、挥发份不应多过2%。

三、矿 石

现在我們使用最普遍的銅、鉛、鋅矿石，有硫化矿和氧化矿两种，自然产出的也有，如自然銅。从矿山开采出来的矿石，一般品位較低且不一致，必須經過处理，达到入爐上料条件后，才能够使用，处理的方法是选矿及焙烧，燒結等。除选矿另在專門課程中学习以外，現着重介紹焙烧及燒結。

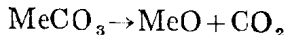
焙烧：

将选好的矿石加入适当的燃料，放在焙矿爐里焙烧，焙烧的作用，除提高其中有用金屬的品位外，并可以改变它的物理化学性質，分別叙述如下：

① 氧化矿的焙烧：

鋅矿中的菱鋅矿 ($ZnCO_3$)、異极矿 ($H_2Zn_2SiO_5$)、硫酸鋅矿 ($ZnSO_4$)、白鉛矿 ($PbCO_3$)、鉛矾 ($PbSO_4$)，都是氧化矿。

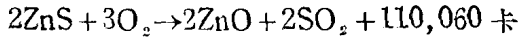
这种矿石在焙烧的时候发生分解，其反应式如下：



焙烧的目的是尽可能的析出碳酸盐，并除去同时生成的二氧化碳气体、除去其中的結晶水，并使其产生更大的气孔率。这种焙烧是处理氧化鋅矿石时使用的。

② 硫化矿的焙烧：

这种焙烧的目的是从精矿中除去硫，以及成氧化物揮发的其他金屬，当完全除掉硫时，称为死烧，如：



以上两种方法，将在以后各专論部分再研究

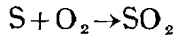
四、熔 剂

有色金屬冶炼所用的熔剂有 SiO_2 及 CaO 等，配入原料中的熔剂数量是根据所选定的爐渣的性质来确定的， SiO_2 是較强的酸性熔剂， CaO 則有較强的硷性。

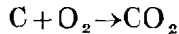
五、空 气

空气是看不见的气体，沒有顏色，也沒有味道，它的主要成分是 $\frac{1}{5}$ 的氧气， $\frac{4}{5}$ 的氮气，并有少量的二氧化碳、水蒸汽、灰尘和其他杂质。人的呼吸及冶金工业利用空气，主要利用它的氧气。如：

硫在空气里燃烧，空气中的氧气参加了反应，生成二氧化硫



同样，碳在空气里燃烧生成二氧化碳



空气的密度(每单位体积所含氧及氮气体量)与温度有关，高山地区空气中氧量减少了，所以要燃烧同样多的燃料，必須多加空气，夏天温度較高，空气中水分增加，减少了氧量，同样的冶炼条件必須多加空气。

冶炼时将空气送入爐内常利用各种不同方法：

1. 用人力拉风箱将空气送入爐内，在使用木炭冶炼时，因风压不高，可以应用。
2. 用水力带动木制水輪机或带动水打箱，也可利用在