

材料学

(鑄工适用)

張明江編

辽宁人民出版社

說 明

本書原系第一机械工業部厂屬工人技术学校試用教材，为合今年各厂多余人員學習，我們特委托辽宁人民出版社把开出版。

由于本書系根据厂屬工人技术学校材料学教学大綱編成，于組織多余人員學習，口徑可能不完全符合，加之編写時間促，在內容、取材、分量、系統性以及文字等方面定有不妥之，各單位在使用过程中可以根据學員情况，适当增刪或修改，請將使用意見寄交我司。

本書主要供培养三級技术工人之用。

第一机械工業部工業教育司

目 录

第一章	緒 言	1
第二章	化学基本知識	5
第三章	黑色金屬的冶煉	14
第四章	金屬材料的性質	25
第五章	金屬和合金的内部構造	49
第六章	黑色金屬	57
第七章	鑄鉄和鑄鋼的热处理	90
第八章	有色金屬及其合金	96
附 录		113

第一章 緒 言

要把我国建設成为一个偉大的社会主义国家,就必须坚决实行国家的社会主义工業化。

社会主义工業化,不是从天上掉下来的,它需要用各式各样的装备装备起来。

这些装备主要是用金属材料来制造的。

这些装备包括有:機車、汽車、飞机、輪船、机床①、挖煤机、造紙机、紡織机等等。除此以外,建筑高楼大厦也需要大量的鋼筋、鋼架等。修筑一条象从北京到汉口的鉄路,仅鋼軌一項就需要十万吨;制造一輛機車大約需要鋼和生鉄一百余吨。从这些便可看出,要实现国家社会主义工業化,如果不加速發展冶金工業,尤其是鋼鉄工業,显然是不可能的。所以,国家的金属材料的生产,在很大程度上,可以决定整个国民經济的發展程度。

不仅如此,金属材料在国防建設上也具有重大意义。为了保証我国的經济建設,我們必須加强国防的力量。現代化的軍事装备,几乎全是用金属材料制成的,如飞机、坦克、汽車、軍艦、槍炮等。

由此可見,發展我国冶金工業,保証供应經济建設和国防建設上所需要的金属材料是非常重要的。早在1926年斯大林同志就說过:“金屬是工業的基础的基础。”

解放前中国的工業,因受帝国主义的侵占和官僚資本主义

① 机床——制造机器的机器,如車床、磨床等。

的壟斷，是十分落后的；至于重工業比起輕工業来就更为落后了。

旧中国的重工業的主要資源，煤和鋼鐵是帝国主义国家和官僚資本家的掠夺对象。如鞍鋼为日本帝国主义侵占二十多年，开灤煤矿为英帝国主义所侵占，汉冶萍鋼鐵公司乃是日本帝国主义所用鉄砂的供給地。仅鋼鐵工業为日本侵略者所独占和受其操縱的就占当时全国鋼鐵工業的80%以上。

抗战胜利后，在美帝国主义的支持下，以四大家族为首的官僚資本家們，又独占了些部門。在他們的独占下，偷盜国家資金，吞并民族工業，操縱市場，更可恨的是他們与帝国主义勾結起来，壟斷中国的經濟命脉，用中国的資源从帝国主义那里換来軍火，發動战争，屠杀中国人民。

不仅如此，帝国主义和蔣匪帮，对我国工業还进行了严重的毀坏。以著名的鞍鋼來說吧，当抗战胜利时，日本侵略者对鞍鋼曾进行了严重的破坏。一个被遣返回国的日本技術人員，在临走时指着煉鋼爐对中国工人說：“鞍鋼的高爐①、平爐②都归还你們中国了，你們拿去种高粱吧！”在解放时，蔣匪帮在潰逃时，不仅劫走了大批仪器和貴重器材，还对鞍鋼大肆破坏，致使鞍鋼全部停工；原有十万多工人，在解放时，只剩下英勇护厂的几千人了。

新中国的冶金工業是从接收的一些惨遭破坏的殘缺不全的鋼鐵企業的廢墟上恢复和發展起来的。

由于党和政府的正确領導、鋼鐵工人的忘我劳动以及苏联和各人民民主国家的無私援助，从全国解放到1952年，仅仅三年多的時間，我国冶金工業已基本恢复，达到并部分地超过了战前

① 高爐——冶煉生鉄的爐。

② 平爐——煉鋼爐之一。

的最高水平。

在發展国民經济的第一个五年計劃中規定 到 1957 年我国鋼的产量，將从1952年的 135 万吨增加到 412 万吨，增長2.1倍，而在1956年就已經达到并超过了这项指标(467万吨)了。到1962年，我国的鋼产量將达到 1200万吨。这种發展速度是惊人的，是資本主义国家所沒有的，也是不可能有的。

我們偉大的祖国，过去在金屬方面和其他方面一样，有着輝煌的成就。这里可以举几个例子說明。在二千多年以前，周礼考工記中曾說：“六分其金而錫居一，謂之鐘鼎之齐；五分其金而錫居一，謂之斧斤之齐；四分其金而錫居一，謂之戈戟之齐；三分其金而錫居一，謂之大刃之齐；五分其金而錫居二，謂之削杀矢之齐；金錫半謂之鑿燧^①之齐。”这里所說的金是銅，齐就是合金。如果把周礼考工記中所写的合金比例写成百分数，便成：

第一齐(第一种合金)：銅86%，錫14%；

第二齐：銅83%，錫17%；

第三齐：銅80%，錫20%；

第四齐：銅75%，錫25%；

第五齐：銅71%，錫29%；

第六齐：銅50%，錫50%。

銅錫合金中，錫的成分逐漸增加，硬度便逐漸增加，但脆性也逐漸增加，所以用途便从鐘鼎到斧斤，到戈戟，到大刃，到矢簇，到鑿燧。周礼考工記中的合金比例，完全符合現代錫青銅合金的規律。例如現在鑄造青銅中的标准規格里有一种青銅的含錫量一定要14%，这与第一齐所規定的成分完全一样。又例如春秋战国时代所載“干將”“莫邪”兩支名劍；三国时代有名的

① 古代用銅錫合金制造的器具。鑿是盛水用的大盆，可以当作鏡子。燧是火鏡，用它自日中取火。

“青龙偃月刀”；唐宋朝的許多寺院已用鑄鐵做建筑材料；特別是明朝宋應星著的“天工開物”中，詳細地敘述並畫圖說明了冶煉、鑄造、鍛造的產品及鐘、鼎、斧、錢的製造方法；清朝的銅亭、銅牛、大鐘、銅佛寺等，這些都是全世界金屬冶煉和加工技術上的傑出成就。其他的成就也是非常多的。從這些可以看出中國人民從來就是勤勞勇敢而富有智慧的。

為了對機器和工具實行合理的利用，正確的保養以及修復可能發生的缺陷，常用金屬材料的成分、牌號、性質和用途，是各種機械工人所必需具備的知識。

第二章 化学基本知識

物質 各种物体都是由物質構成的。如鐵、糖、水、玻璃等，都是物質。化学就是研究物質和物質变化的一門科学。

物質可以根据它們的性質加以区别，如色、臭、味、比重、溶解度等。例如：砂糖，它是白色的結晶体，有甜味，無臭，易溶于水，比水重等。

要确实知道一种物質的性質，必須取它的純淨状态来研究，因为一种物質若混入極微量的雜質，就可能改变它原有的性質。例如：純淨的水是透明的、無色的、無味的物質；但在一杯水中加入一滴牛奶时，水就变渾了；加入一滴藍墨水时，水就發藍色了；加入几粒糖精时，水就帶有甜味了。純水本来是不导电的，但天然水却能导电，这是因为天然水中溶有某类雜質的緣故，水壺內壁上生成有淺灰色壺垢，就是很好的說明。

所謂純物質，乃是指不含有任何雜質的物質。

物質的变化 物質在自然中总在不断地变化着：如岩石經成年的風吹雨淋而变成砂土；水到冬天会結冰，又能汽化而成水蒸汽；鐵受潮湿而生銹等等。

物質的变化可分为兩大类：物理变化和化学变化。

注：考虑到若干厂矿工人技术学校招收了高小畢業生，他們过去沒有学过化学，为了便于学习以后各章，特在此增加了“化学基本知識”一章，希望招收高小畢業生的班級在不增加“材料学基本知識”总教学时数(38小时)条件下，增授这一章。 — 第一机械工業部工業教育司

当我们將一根透明的無色玻璃棒放到火焰上加熱时，会看到玻璃逐漸變紅，逐漸變軟，但玻璃仍是玻璃。冷卻后，玻璃又恢復了原狀。

用鑷子夾住一條銅片，放到火焰上加熱时，銅片表面上逐漸生成一層黑色物質。然後用刀將黑色物質刮下來，再燒銅片，再刮下生成的黑色物質。這樣重複做下去，直到銅片完全被刮完為止。如此，銅就完全變成了黑色粉末，銅變成了氧化銅。

這兩種變化是顯然不同的。在加熱玻璃棒时，玻璃仍舊是玻璃，而在加熱銅片时，銅變成了氧化銅，即銅變成了另外一種新物質。

物体变化时，構成物体的物質并未變成另外一種物質，这种变化称为物理变化。

从一種物質變成另外一種物質的变化，称为化学变化，也称为化学反应。

分子 分子是物質的最小顆粒，它仍保持物質的成分和化学性質。

一滴水虽少，但却是由千千万万个微小的水分子集成的；一粒砂糖虽小，但也是由数量極大的砂糖分子集成的。

把一滴水放在即使是几千倍的高倍显微鏡下，也看不到水分子的微粒，所看到的仍是一个整体。但是經過化学家們的長期研究，到現在已有很多事实証明，物質确实是由分子所構成的。

大家知道，物体有热脹冷縮的性質。根据分子論可以設想：構成物体的物質是由彼此間保持着相当距离的一个个小顆粒——分子所組成的。当物体脹大时，分子間的距离便增大，物体收縮时，分子間的距离便縮小。这也說明分子与分子之間是不連續的，是有空隙的。

如果使一定量体积的水（例如：1公升）和一定量体积的酒

精(例如:也是1公升)混合,則混合后的体积有些微减少(少于2公升)。这种現象也說明分子与分子之間是有空隙的。

分子是处于运动状态的而不是静止不动的。从下面的事实很容易証明分子确实在不断地运动着。

把盛有几滴溴液的小坩堝放在玻璃片上(溴液是一种比重大、暗紅色而易揮發的液体),然后用玻璃圓筒罩住坩堝(圖1),尽管溴蒸汽的比重比空气大五倍多,但是溴气还是能上升,充满全筒,和空气混合。圓筒里的溴气和外界完全隔絕,受不到外界的任何作用,但是它能逐漸布满全筒,可見溴分子本来就在不断地运动着。

分子的这种自由运动是一切气体和液体的通性。因为有这样的运动,所以一种气体能进入另一种气体,一种液体能进入

另一种液体。这种現象,称为扩散。液体和液体間的扩散現象,可以由下面实验看出(圖2)。

用濾紙包几粒高錳酸鉀晶体,放在玻璃筒底部,然后緩緩倒进清水。尽管高錳酸鉀溶液比水重,但不久就能清楚的看出高錳酸鉀的紫色溶液在上升。这就說明,液体相互間也能扩散,但比气体的扩散要慢得多。

那末,固体与固体相互間也能扩散嗎?

如果取兩塊磨得很平的不同的金屬板

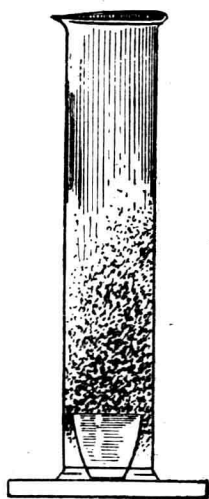


圖1 溴气在空气中的扩散

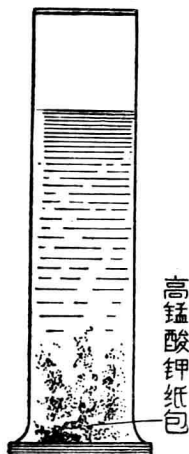


圖2 高錳酸鉀在水中的扩散

(例如：鉛板和銅板)緊壓在一起並加熱，但不熱到使它們熔化。結果可以查出一種金屬的小顆粒進入另一種金屬內（在鉛板斷面里可看出銅粒）。

可見分子擴散運動是一切物質在任何狀態下（氣體、液體、固體）所具有的通性。

物質的分子彼此之間還具有吸引力。輕輕把一條鋼針放到水面上，鋼針可以浮在水面上而不下沉。雖然鋼針的比重比水大得多（大七倍），但水的表面能漂浮鋼針。同時可看出水的表面受鋼針的重壓而微呈凹形。這就是因為水分子之間的引力，使水表面形成一種能力，阻止鋼針下沉的緣故。

利用分子說能很圓滿地理解純物質和不純物質。一切純物質都是由性質相同的同類分子組成的，而不純物質則是由不同的分子所組成的。

分子的概念是和物質聯系在一起的，分子是物質獨立存在的最小單位，分子的集合（或總合）即稱為物質。

物質的分解與化合 試取少許氧化汞粉末，放在圖3的試管甲中加熱。同時把所生的氣體收集在試管乙中。如停止加熱，氣體也停止發生。

從實驗開始約經過五分鐘後，可以看到有光亮的銀白色水銀（汞）附在試管甲的內壁上。我們把微燃的木條插入試管乙內來試驗收集到的氣體，則木條立即在試管內猛烈地燃燒起來。根據這個特徵，我們知道收集的氣體是氧氣（因為氧氣助燃）。

這就是說，氧化汞一種物質經過加熱而變成了汞和氧兩種物質。

這樣由一種物質變成兩種或兩種以上新物質的化學反應叫做分解反應。

分解反應是化學反應的一種形式。此外，由兩種或兩種以

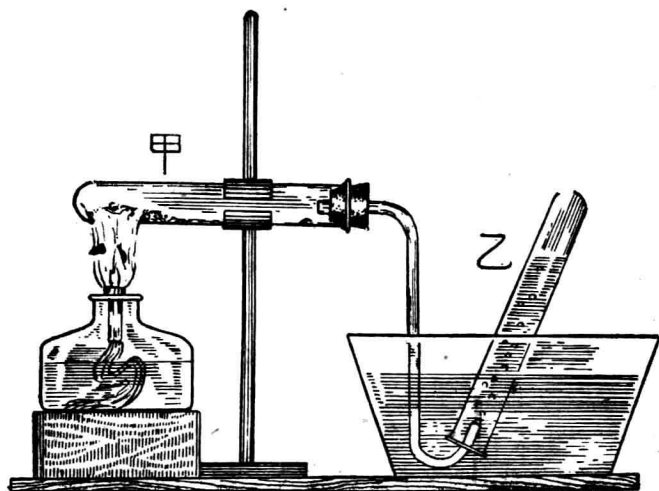


圖 3 氧化汞的分解

上的物質變成一種新物質的反應是化學反應的另一種形式。

把硫黃和鐵粉的混合物加熱（圖 4），可以得到一種新物質——硫化鐵。

硫黃是黃色的，無磁性^①；鐵是灰黑色的，有磁性。但加熱硫黃和鐵粉的混合物所生成的硫化鐵卻形成了灰色的物質，並且沒有磁性。所以，硫化鐵是既不同於硫黃，又不同

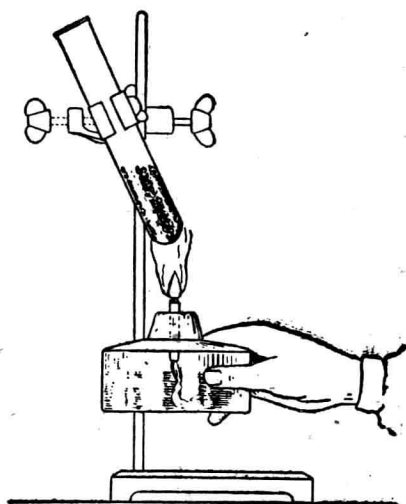


圖 4 硫化鐵的制取

① 見第28頁。

于鐵的另一種新物質。這種反應就是化合反應。

這樣，兩種或兩種以上的物質起化學反應而生成一種新物質，這種化學反應叫做化合反應。

原子和元素 我們要問：為什麼氧化汞可以變成（分解）氧氣和汞（水銀）呢？為什麼硫黃和鐵可以變成（化合）硫化鐵呢？科學家們找到了答案。原來物質的分子是可以被“打破”的，分子是由更小的微粒組成的。氧化汞的每一個分子都是由兩個性質不同的微粒所組成的，我們暫且叫它做氧微粒和汞微粒。氧化汞分解的時候，它的每一個分子都分解成為氧微粒和汞微粒，結果氧微粒就組成了氧分子（氧分子是由兩個氧微粒組成的），汞微粒就組成了汞分子（汞分子是由一個汞微粒組成的）。這就是說，氧化汞這一種物質分解成氧氣和汞兩種物質了。

同樣道理，硫黃和鐵化合成的硫化鐵，它的每一個分子也是由硫微粒和鐵微粒所組成的（硫化鐵分子是由一個硫微粒和一個鐵微粒組成的）。

我們很容易會問，氧氣和汞是不是也能化合成氧化汞？硫化鐵是不是也能分解成硫黃和鐵？正是這樣。利用某種方法，是可以把氧氣和汞化合成氧化汞的，是可以把硫化鐵分解成硫黃和鐵的。但是，氧氣、汞、硫黃、鐵再也不能分解成別的物质了。

上面講的，組成氧化汞分子的氧微粒和汞微粒，以及組成硫化鐵分子的硫微粒和鐵微粒，這就是我們常所說的原子。所以我們應當說，氧化汞分子是由氧原子和汞原子組成的，硫化鐵分子是由硫原子和鐵原子所組成的。

由此得出結論：分子是由原子組成的。

到目前為止，人們共發現了約 100 種原子，其中有 70 種是金屬原子。一切物質的分子都是由這些種原子的一種、兩種或更

多种原子所組成的。

一定种类的原子称为一定名称的元素,例如:氧(元)素、汞(元)素、硫(元)素、鉄(元)素,等等。有多少种化学元素,就有多少种不同的原子。

原子的概念是和元素联系在一起的,原子是化学元素的最小顆粒,而原子的集合(或总合)即称为元素。

根据分子—原子說,我們对物理变化和化学变化可得到新的理解:在物理变化中物質分子的成分不变,在化学变化中物質分子的成分發生变化而得到了新物質分子。

化合物和單質 硫化鉄是硫和鉄化合成的,我們也可以說(事实正是如此),氧化汞是氧和汞化合成的。我們給硫化鉄和氧化汞这类物質起了个名字,叫化合物。由于化合物都能分解,所以,凡能进行分解的物質叫做化合物,或者說,凡是經過化合反应而生成的物質叫做化合物。

根据分子—原子說,我們对化合物也可以做如下的理解:化合物是由不同元素所組成的物質。

同一种原子(即同一种元素)也能組成分子,但由这种分子所組成的物質就不是化合物了。例如:氧气的分子是由两个氧原子所組成的;氢气的分子是由两个氢原子組成的;硫黃的分子是由八个硫原子組成的,等等。我們給这种物質起了个名字叫單質。

單質是由同一种元素(原子)組成的物質。

化学元素的数目不算多,因此我們可以用一定的符号——拉丁文的一兩個字母——来代表每种元素。下面是一些常見的化学元素和它們的化学符号:

氢 硼 碳 氮 氧 鈉 鎂 鋁 硅 磷 硫 氯 鉀 鈣 鈦 釩 鉻 錳 鉄
H B C N O Na Mg Al Si P S Cl K Ca Ti V Cr Mn Fe

鈷 鎳 銅 鋅 溴 鉬 銀 鐳 錫 銻 碘 鋇 鎢 鉑 金 汞 鉛 鉍
Co Ni Cu Zn Br Mo Ag Cd Sn Sb I Ba W Pt Au Hg Pb Bi

氧化与还原 大家知道，許多單質能和氧氣化合。金屬特別容易和氧氣化合。

物質和氧氣起反應的過程叫做氧化反應。

氧氣和鎂化合生成氧化鎂；氧氣和銅化合生成氧化銅；氧氣和碳化合生成二氧化碳；氧氣和氫氣化合而生成水（水分子含有兩個氫原子和一個氧原子），等等。

氧氣不僅能和單質化合，而且也能和化合物化合。酒變醋，動植物體的腐爛，也是氧化反應。

氧化反應有兩種形式：迅速氧化，例如：燃燒；和緩慢氧化，例如：生鏽、腐爛等。

氧化物（氧與另一種元素組成的化合物）失去氧的反應，叫做還原反應。

加熱氧化汞而使它失去了氧的反應即是一種還原反應。通常說，氧化汞被還原了。

將氧化銅的黑色粉末裝在試管中（圖 5），向試管中通入氫

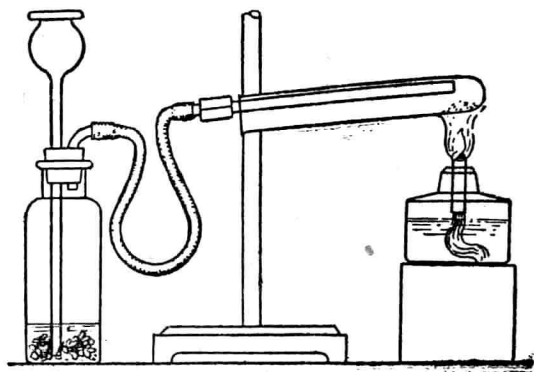


圖 5 氧化銅的還原

气。不久，試管中就有紅色的銅出現。这时氧化銅中的氧則和氫化合而变成水。在这一反应中，氧化銅被还原了，同时，氫气被氧化了。这种反应称为氧化—还原反应。

把氧化銅和木炭粉混合加热，同样能分析出游离的銅，而氧則和碳化合而变成二氧化碳气。这也是氧化—还原反应。

氧化和还原同时發生的反应，叫做氧化—还原反应。

在氧化—还原反应中，一定同时存在有氧化剂和还原剂。

氧化剂是能把氧供給別种物質的物質，而还原剂是能从別种物質取得氧的物質。

在上述兩個反应中，氧化銅是氧化剂，而氫气和木炭則是还原剂。

复 習 題

1. 什么叫物質？什么叫純物質？从分子論的观点来解釋。

2. 怎样用分子論解釋下列現象？

①鄰居在炒菜，你就聞着香味了； ②洗衣服时，起很多肥皂泡沫。

3. 什么样的变化叫物理变化？举出三个物理变化的例子。

4. 什么样的变化叫化学变化？举出三个化学变化的例子。

5. 下列現象中哪些是物理变化？哪些是化学变化？

①水蒸汽冷却变成水； ②鉄生鏽； ③磨麦成粉； ④木柴燃燒变成烟和灰； ⑤用火燒鉄时，鉄生一層黑皮(氧化皮)。

6. 什么样的反应叫分解反应？什么样的反应叫化合反应？各举出兩個例子来。

7. 有人說氧化反应是化合反应，而还原反应是分解反应。你說对不对？为什么？

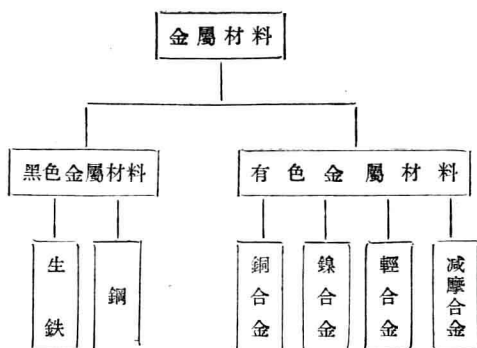
第三章 黑色金屬的冶煉

一 金屬材料的分類及其廣泛應用的原因

工程上所應用的材料共分為兩大類：金屬材料和非金屬材料。

屬於非金屬材料的有：木材、水泥、石頭、磚瓦、砂子、潤滑材料、塑料、磨料、燃料等。

現在把金屬材料的初步分類列表如下：



生鐵和鋼稱為黑色金屬材料，其他金屬材料稱為有色金屬材料。

國民經濟各部門都應用金屬材料，特別是工業的心臟——機器製造業，應用金屬材料更為廣泛。那麼，為什麼金屬材料能