

船舶工人培训丛书

# 初级 船舶除锈 涂装工工艺学

朱格 姚晓红 编



哈尔滨工程大学出版社



# 初级船舶除锈涂装工 工艺学

朱 格 姚晓红 编

哈尔滨工程大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

初级船舶除锈涂装工工艺学/朱格,姚晓红编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2001

ISBN 7-81073-225-0

I. 初... II. ①朱...②姚... III. ①船舶-除锈  
②船舶-涂漆-方法 IV. U672.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 079870 号

---

## 内 容 简 介

本书内容包括:化学基础知识、金属和船舶腐蚀的基本知识、涂料的基本知识、涂装前钢板的表面处理及质量评定、金属的保护、船舶涂装管理、船舶涂装作业以及船舶修补涂装、船舶木质表面涂装等。

本书可作为船舶除锈涂装工职业技能鉴定初级工的培训教材,也可供相关作业人员参考。

---

哈尔滨工程大学出版社出版发行  
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼  
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001  
新 华 书 店 经 销  
哈 尔 滨 工 业 大 学 印 刷 厂 印 刷

\*

开本 787mm×1 092mm 1/32 印张 8.25 字数 175 千字

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

印数:1~3 000 册

定价:11.50 元

# 前 言

对企业而言,人数居多的技术工人是企业的主体,是生产第一线的主力军和骨干力量。技术工人队伍素质的高低,将直接关系到企业的生存和发展。在社会主义市场经济不断发展和完善的今天,拥有一支技术过硬、技艺精湛的技术工人队伍,是使企业获得经济效益,在激烈的国内外市场竞争中立于不败之地的重要保证。因此,强化技能培训,尽快提高技术工人素质,是培训工作的当务之急。

1994年以来,随着《中华人民共和国劳动法》和《职业教育法》的颁布和实施,我国各行各业都逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度,使我国的职业技能培训开始走上了规范化的轨道。为此,我们以国家劳动部和原中国船舶工业总公司在1997年12月颁发的《中华人民共和国职业技能鉴定规范》中船舶行业工种的(考核大纲)为依据,逐步组织编写和出版一套船舶行业特殊工种的初、中、高级工的操作技能培训教材,以解决当前操作技能教材短缺的局面。

本套教材邀请了中国船舶工业集团公司和中国船舶重工集团公司所属有关船厂富有经验的工程技术人员、科技工作者及从事职工教育的同志作为编者,并对编写提纲作了广泛认真的调查和论证。在编写中坚持以提高工人实际操作技能和分析解决生产实际问题的能力为原则,力求使相关工种在本岗位上既有一定的专业知识,又能达到具有熟练的操作技能;既能适应生产实际,又能为适应不断发展的造船技术奠定

良好的基础。在教材内容上充分体现了我国当前所采用的先进的造船方法、技术和工艺,具有较好的实用性;在紧密联系船厂实际的同时,也充分考虑了各船厂在产品结构及工艺上的不一致性,力求满足不同地区、不同船厂的不同需求。

对我们来说,编写船舶工人操作技能培训教材还是首次,虽然我们尽力做到精心组织、认真编写和出版,亦难免存在不足和缺点,希望广大从事职工教育的同志和读者,在教和学的过程中,能发现问题,并及时和我们联系,以便再版时修订,使之更加完善,更具有实用性。

船舶工业教材编审室  
哈尔滨工程大学出版社

## 编者的话

本书是根据劳动部、原中国船舶工业总公司 1997 年 12 月颁发的《中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)—船舶除锈涂装工》,并参考劳动部、机械工业部 1996 年 6 月颁发的《中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)—涂装工》而编写的。

在编写过程中,注意结合造船厂的生产实际和劳动力现状,力求突出实际需要,在介绍基本原理的同时,着重介绍涂装作业的基本工艺要点,使学员经过培训后,能掌握船舶涂装工所需的基本知识。书中还尽可能编入了船舶涂装的新设备、新工艺。本书的第二、三、四、五、九、十、十一章由朱格编写,第一、六、七、八章由姚晓红编写,第十二章由解亮编写,全书由丁岚审稿。

由于时间仓促,水平有限,书中缺点错误在所难免,敬请本书的使用者提出宝贵意见。

编 者

2001.9.18

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>第一章 化学基础知识</b> .....          | 1  |
| 第一节 分子和原子 .....                  | 1  |
| 第二节 元素和元素符号 .....                | 5  |
| 第三节 分子式、分子量 .....                | 7  |
| 第四节 化学反应方程式 .....                | 9  |
| <b>第二章 金属腐蚀理论基础</b> .....        | 13 |
| 第一节 金属腐蚀概述 .....                 | 13 |
| 第二节 金属腐蚀机理 .....                 | 16 |
| <b>第三章 船舶腐蚀基础理论</b> .....        | 22 |
| 第一节 船舶在大气中的腐蚀 .....              | 22 |
| 第二节 船舶水线区域的腐蚀 .....              | 24 |
| 第三节 船体水下部分的腐蚀 .....              | 25 |
| 第四节 船体内部结构的腐蚀 .....              | 25 |
| 第五节 船舶的异常腐蚀 .....                | 27 |
| 第六节 钢结构腐蚀机理 .....                | 28 |
| <b>第四章 涂装前钢板的表面处理及质量评定</b> ..... | 30 |
| 第一节 表面处理质量 .....                 | 30 |
| 第二节 船舶用钢材表面处理 .....              | 39 |
| 第三节 二次除锈与表面清理 .....              | 54 |
| 第四节 其它方式处理 .....                 | 59 |
| <b>第五章 金属的防护</b> .....           | 62 |
| 第一节 缓蚀剂防护 .....                  | 62 |

|            |                     |            |
|------------|---------------------|------------|
| 第二节        | 电化学保护 .....         | 63         |
| 第三节        | 覆盖层防护 .....         | 64         |
| <b>第六章</b> | <b>涂料基础知识 .....</b> | <b>68</b>  |
| 第一节        | 涂料概述 .....          | 68         |
| 第二节        | 涂料的分类、命名及型号 .....   | 71         |
| 第三节        | 涂料的组成 .....         | 76         |
| 第四节        | 涂料的干燥机理 .....       | 78         |
| 第五节        | 船舶涂料用主要成膜物质 .....   | 80         |
| 第六节        | 颜料和填充料 .....        | 91         |
| 第七节        | 溶剂和助剂 .....         | 97         |
| <b>第七章</b> | <b>船舶涂料 .....</b>   | <b>104</b> |
| 第一节        | 概述 .....            | 104        |
| 第二节        | 车间底漆 .....          | 107        |
| 第三节        | 防锈涂料 .....          | 113        |
| 第四节        | 防污涂料 .....          | 120        |
| 第五节        | 水线以上面漆及液、货舱涂料 ..... | 130        |
| 第六节        | 其它涂料 .....          | 141        |
| <b>第八章</b> | <b>船舶涂装作业 .....</b> | <b>144</b> |
| 第一节        | 船舶涂装概述 .....        | 144        |
| 第二节        | 涂装前准备 .....         | 151        |
| 第三节        | 涂装方式 .....          | 156        |
| 第四节        | 涂装工器具 .....         | 170        |
| 第五节        | 船舶涂装工艺阶段 .....      | 181        |
| <b>第九章</b> | <b>船舶涂装管理 .....</b> | <b>188</b> |
| 第一节        | 涂装质量管理 .....        | 188        |
| 第二节        | 膜厚管理 .....          | 195        |
| 第三节        | 涂装环境管理 .....        | 200        |

|      |          |     |
|------|----------|-----|
| 第四节  | 涂装工程管理   | 203 |
| 第五节  | 涂装材料管理   | 204 |
| 第六节  | 涂装工时管理   | 208 |
| 第七节  | 现场安全卫生管理 | 210 |
| 第八节  | 其他管理     | 219 |
| 第十章  | 修船及修补涂装  | 221 |
| 第十一章 | 船舶木质表面涂装 | 231 |
| 第十二章 | 船舶特涂     | 239 |
| 附录   |          | 249 |
| 参考文献 |          | 250 |

# 第一章 化学基础知识

世界是由物质构成的。在日常生活和工作中,我们经常与各种各样的物质打交道,脑子里常常会出现各种各样的问题。

在这个千变万化的物质世界里,各种各样的物质到底是由哪些成分组成的呢?它们的内部结构是怎样的?它们又具有什么样的性质和变化规律?这些都是化学所要研究的课题。

而涂料作为化学物质中的一个分支,也是由分子构成的,它符合化学物质所具有的各种规律,这就决定了涂料的特性和用途。

## 第一节 分子和原子

我们知道,有些涂料可以用水稀释,而有些涂料则需要用专用溶剂稀释,有些涂料有很强的气味,而有些涂料气味则很淡,所有的这些都与涂料的组成及内部结构密切相关。

### 一、分子

我们经常接触的化学现象,如某些涂料涂布在物体表面后不久就会干燥,有些则放上几天甚至更长的时间也不会干燥;100ml 酒精和 100ml 水混合在一起,体积小于 200ml。从表面看来,这些现象好像是互不相关的,也是不容易解释的。

自从人们认识到一切物质都是以相应的微粒所构成以后,这些现象就比较容易理解了。例如,人们能闻到某些涂料的味道,是因为涂料和溶剂中的微粒散发到空气中,接触到人的嗅觉细胞,因而使人闻到了气味。涂料自身在空气中干燥,是因为涂料中的某些物质和空气中的氧气发生的化学反应而干燥(指的是化学干燥型涂料)。酒精跟水混合后的总体积小于混合前它们体积之和,是由于构成酒精和水的微粒之间有空隙,当这两种微粒混合时,有的微粒挤占了这些空间之故。

上述涂料、溶剂、水和酒精的微粒就是化学上所说的分子。分子是构成物质的一种微粒。

由分子构成的物质在发生物理变化时,物质的分子没有变化。例如,水变成水蒸气时,水分子本身没有变,水的化学性质没有变;盐溶于水时,盐分子和水分子都没有变,它们的化学性质也没有变。由分子构成的物质在发生化学变化时,它的分子都起了化学变化,变成了另外物质的分子。例如,硫或碳在氧气中燃烧时,硫、碳和氧气的分子都发生了化学变化,生成了不同化学性质的二氧化硫或二氧化碳分子。

因此,分子是保持物质的化学性质的一种最小微粒。同种物质的分子,性质相同;不同物质的分子,性质不同。

分子是很小的,一滴水(按 20 滴水的体积为 1ml 计算)里大约有  $1.67 \times 10^{21}$  个水分子。如果 10 亿人来数一数一滴水里的水分子,每人每分钟数 100 个,日夜不停,需要 3 万多年才能数完。如果拿水分子的大小跟乒乓球相比,就好像拿乒乓球的大小跟地球相比一样。分子这么小,我们用肉眼直接看是看不见的,需通过电子显微镜放大几十万倍才可以看见。

分子的质量是非常小的,它总是在不停地运动。糖在水中能够溶解,就是这个缘故。

分子间有一定间隔,一般物体有热胀冷缩现象,就是由于分子间的间隔受热时增大,遇冷时缩小的结果。气态物质分子间的间隔很大,而液态和固态物质间的间隔都很小。

## 二、原子

分子很小,但它是可以再分的,一些物质的分子经过化学反应能够变成其它物质分子。例如,氧化汞受热时将分解为更小的微粒,经过重新组合成为氧分子和金属汞。再例如,碱式碳酸铜的分子加热,它就变成氧化铜、水和二氧化碳分子。可见,分子是可以再分的。

在第一例中,氧化汞受热时,氧化汞分子会分解为更小的氧微粒和汞微粒。这些微粒进行重新组合,每两个氧微粒结合成一个氧分子,许多个汞微粒聚集成金属汞。

在化学反应中,不能把氧微粒或汞微粒进一步再分成更小的微粒了。科学上把这种在化学反应中不能再分的微粒叫做原子。在化学反应中,分子发生了化学变化,生成了新的分子,而原子仍然是原来的原子。因此,原子是化学反应中最小的微粒。

原子的体积很小,如果有可能把 1 亿个氧原子排成一行,它们的长度也只不过有 1cm 多。

原子和分子一样,也是在不断地运动着。

有些物质是由分子构成的,还有些物质是由原子构成的。例如,汞是由许多汞原子构成的;铁是由铁原子构成的;水是由水分子构成的;酒精是由酒精分子构成的。

人类对物质结构的认识可追溯到古代。当时人们认为万物是由大量不可分割的微粒构成的,并把这些微粒叫做原子。这种古代原子的观念是人们对自然界的观察、想象和推测提

出来的,没有经过实践的验证。到了 19 世纪初,英国科学家道尔顿(1766—1844)提出了近代原子学说。他认为物质是由原子构成的,这些原子是微小不可分割的实心球体,同种原子的性质和质量都相同。但他没有把原子和分子区别开来。后来,意大利科学家阿佛加德罗(1776—1856)提出了分子的概念,指出了分子和原子的区别和联系。人们把物质由原子、分子构成的学说叫做原子—分子论。现在,人们对物质结构的认识早已远远地超过了原子—分子论的水平。

原子是不是最小的微粒,原子在化学反应中不能再分,如果用其它方法或在其它变化中能不能再分呢?

直到 19 世纪末,人们还认为原子是不能再分的。后来,生产技术的发展为精密的科学实验提供了条件。1897 年,英国科学家汤姆生(1856—1940)发现了电子,并认为一切原子中都含有电子,人们开始揭示原子内部的秘密,认识到原子不是构成物质的最小微粒,而是具有复杂的结构,还可以再分。

现代科学实验已证明,原子是由居于原子中心的带正电的原子核和核外带负电的电子构成的。由于原子核所带电量与核外电子的电量相等,但电性相反,因此原子不显带电性。不同类的原子,它们的原子核所带的电荷数彼此不同。如氢原子,原子核带 1 个单位正电荷,核外有 1 个电子带 1 个单位负电荷;氧原子原子核带 8 个单位正电荷,核外有 8 个电子带 8 个单位负电荷等等。同种原子的核电荷数是相同的。

原子核比原子小得多,原子核的半径约为原子半径的万分之一,原子核的体积只占原子体积的几千亿分之一。假设原子有一座十层大楼那样大,那么原子核只有一个樱桃那样大。因此,相对来说,原子里有很大的空间,电子就在这个空间里做高速运动。

原子核虽小,但还可以再分。现代原子能的利用,原子弹的爆炸,就是利用了原子核裂变时所放出的巨大能量。

科学实验证明,原子核是由质子和中子两种微粒构成的。每个质子带 1 个单位的正电荷,中子不带电,可见原子核所带的正电荷数(核电荷数)就是核内质子数。

原子的结构是很复杂的。人类对原子结构的认识,将随着科学的发展而深化。

## 第二节 元素和元素符号

### 一、元素

人们生活在物质的世界里,我们周围的千千万万种物质是不是由少数基本物质所形成的呢?这个问题古代许多哲学家都思考过。有人认为气是万物之源,有人认为水是万物之本,有人认为万物是由气、水、火、土四种元素形成的,有人认为是金、木、水、火、土组成万物的,众说纷纭,但都拿不出令人信服的科学根据。经过长期的实践和科学研究,这些说法都被人们否定了。直到人们认识了原子和原子内部结构以后,才对组成万物的基本物质——元素有了进一步理解。

我们知道,氧分子是由氧原子构成的,二氧化碳分子是由氧原子和碳原子构成的。无论是氧分子中的氧原子,还是二氧化碳分子中的氧原子,核电荷数都是 8,都有 8 个质子。在化学上,我们把具有相同的核电荷数(即质子数)的同一类原子称为元素。

我们周围的世界里,物质的种类非常多,约 1000 万种以上,但是,组成这些物质的元素并不多。到目前为止,已经发

现的元素超过 100 多种,这 1000 多万种物质都是由这 100 余种元素所组成的。

我们研究某一种物质,通常指的是纯净物。在纯净物里,有的是由同一种元素组成的。例如,氧气是由氧元素组成的,铁是由铁元素组成的。像这种由同种元素组成的纯净物叫做单质。有的单质由分子构成,如氧气、氮气等;有的单质由原子构成,如铁、镁、铝、铜等。根据单质的不同性质,单质一般可分为非金属和金属两大类。例如,氧气、氮气、硫、磷等,都是非金属单质(组成非金属单质的元素叫非金属元素);铁、铝、铜等都是金属单质(组成金属单质的元素叫金属元素)。

有些物质的组成比较复杂。例如,氧化镁是由氧和镁两种不同元素组成的。氯酸钾是由钾、氯和氧三种不同的元素组成的。像这种由不同元素组成的纯净物叫做化合物。

在各种化合物中,有些是由两种元素组成的,其中一种是氧元素,这种化合物叫做氧化物。如氧化镁、二氧化碳等都是氧化物。

元素一般都有两种存在的形态:一种是以单质的形态存在的,叫做元素的游离态;一种是以化合物的形态存在的,叫做元素的化合态。例如,氧气里的氧元素就是游离态的;二氧化碳、四氧化三铁里的氧元素就是化合态的。

## 二、元素符号

元素有 100 多种。如果用文字来表示各种元素以及由它们组成的单质和化合物将十分麻烦。在化学上,已经采用不同的符号表示各种元素。国际上统一采用元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示。如果几种元素名称的第一个字母相同时,须附加一个小写字母来区别。例如,C 表示碳元素,

Ca 表示钙元素, S 表示硫元素, Si 表示硅元素, N 表示氮元素, Na 表示钠元素等等。这种符号叫做元素符号。

书写元素符号时应注意, 第二个字母必须小写, 以免混淆。例如, Co 表示钴元素, 如果写成 CO, 就表示一氧化碳了。

元素符号表示一种元素, 还表示这种元素的一个原子。

### 第三节 分子式、分子量

我们已经知道, 元素是用元素符号来表示的。那么, 由元素组成的各种单质和化合物怎样来表示呢? 人们在长期的生产实践和科学实验中, 认识到各种纯净物都有一定的组成, 也就是说, 一种物质的元素组成及这些元素的质量比或原子个数比都是一定的。为了便于认识和研究物质, 在化学上常用元素符号来表示物质的组成。这种用元素符号来表示物质分子组成的式子叫做分子式。

#### 一、分子式

##### 1. 单质的化学式写法

单质是由同种元素组成的。金属单质和固态非金属单质习惯上就用元素符号来表示。例如, 碳的单质用 C 表示, 铜的单质用 Cu 表示。

稀有气体是由单原子构成的, 通常也用元素符号表示。例如, 氦气和氖气分别用 He 和 Ne 来表示。

有些非金属气体, 如氧气、氢气、氮气等的分子里都有两个原子, 因而这些单质的分子式分别用  $O_2$ 、 $H_2$ 、 $N_2$  来表示。右下角的数字表示这种单质一个分子里所含的原子数目。

##### 2. 化合物分子式的写法

化合物是由不同种元素组成的。写化合物分子式时,必须知道这种化合物是由哪几种元素构成的,以及这种化合物的分子里每种元素各有多少原子。知道这些事实后,就可以先写出元素符号,然后在每种元素符号的右下角用数字标明组成这种化合物的各种元素的原子个数。

由氧元素和另一种元素组成的化合物,书写化学式时,一般要把氧元素符号写在右边,另一种元素符号写在左边。例如,二氧化碳分子式写成  $\text{CO}_2$ , 氧化钙分子式写成  $\text{CaO}$ 。

由金属元素和非金属元素组成的化合物,书写化学式时,一般要把金属元素符号写在左边,非金属元素写在右边。例如,硫化锌的分子式是  $\text{ZnS}$ 。

还要注意,元素符号右下角的数字和元素符号前的数字的意义是完全不同的。例如,  $\text{O}_2$  表示一个氧分子中有两氧原子组成;  $2\text{O}$  表示 2 个氧原子;  $3\text{O}_2$  表示 3 个氧分子。

由两种元素组成的化合物名称,一般是从右向左读作“某化某”。例如,  $\text{NaCl}$  读作氯化钠。有时还要读出化学式里各种元素的原子个数。例如,  $\text{SO}_2$  读作二氧化硫,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  读作四氧化三铁。

## 二、分子量

分子式中各原子的相对原子质量的总和称为分子量。分子量是以碳 - 12 原子的质量作为标准,进行比较的相对质量。它是一个比值,所以它是没有单位的。

根据分子式可以进行以下各种计算:

### 1. 计算物质的分子量

例如,氯化钠的分子式是  $\text{NaCl}$ , 它的分子量等于钠的相对原子质量和氯的相对原子质量之和