

JINGXI
HUAGONG
SHENGCHAN
RUMEN

精细化工生产 入门

周绍绳 李琪等编著 ●
湖南科学技术出版社 ●

精细化工生产入门

周绍绳 李 琪等编著

湖南科学技术出版社

精细化工生产入门

周绍绳 李琪 等编著

责任编辑：贾平静

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华书店经销

湖南省新华印刷一厂印刷

(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1993年9月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9.125 字数：208,000

印数：1—7,000

ISBN 7—5357—1253—3

TQ·26 定价：5.80 元

地科 130—60

出版说明

万事开头难。故人们常说“好的开端等于成功的一半”。

为解决各位读者从事精细化工生产“开头难”的问题,以帮助各位读者尽早生产出合格的精细化工产品,顺利地步入精细化工生产的大门,尽快地走上发财致富的道路,特组织作者编写本书。

本书与市面上常见的精细化工生产类图书不同的是,内容并不局限于只介绍生产配方这一方面。仅有配方,没有介绍生产过程,是没有多大实用价值的。针对目前这一情况,本书首先简要介绍了生产中必须掌握的化学基础知识,以便读者对化学化工有初步认识;其次,本书重点介绍了精细化工生产单元操作及设备、生产的经营管理知识,解答了近千个各类技术问题;为方便大家学以致用,书中还提供有 68 个精细化工产品的配方、生产工艺、原料规格和产品质量标准等资料,希望大家能举一反三,有所收获。

希望本书能起到抛砖引玉的作用。各位读者如能赐稿,务必注意如下要求:内容正确无误,所编产品的生产方法、技术关键详尽具体,技术资料完整;不使用非法定计量单位;用方格稿纸抄写,字体端正,不采用不合规范的简化字;尤其不能抄袭他人成果,否则一切后果自负,我们不承担连带责任。如果哪位读者想向本书作者咨询有关技术,请来信,我们将及时转交给作者。

来信来稿请贴足邮资,寄给本书责任编辑贾平静(410005 湖南长沙展览馆路3号 湖南科学技术出版社)。

希望各位多加关照!

编委会

1993年6月

前 言

精细化工产品源远流长,精细化工生产是近年来化学工业领域的热门产业之一。精细化工产品的范围极其广泛,它几乎包括了除基本化工产品、基本有机合成等之外的所有化工产品。精细化工生产以其品种多样、生产灵活、投资少、见效快、经济效益和社会效益显著等特点,在世界化工领域,特别是在发达国家中,发展异常迅速。现在,每年精细化工生产值不仅在工业总产值中所占的比重越来越大,而且品种日新月异,技术推陈出新。不论是在工业、农业、国防、文教卫生、交通运输、能源、航天事业,还是在人们的衣、食、住、行各方面,都无处不有精细化工产品的市场。

精细化工产品涉及的品种十分繁多,目前尚无统一的定义和严格的分类方法,但至少有以下 30 个专业门类已为人们公认。即无机工业化学品、有机工业化学品、催化剂、无机材料、有机材料、功能高分子、电气和电子材料、成像材料、印刷油墨、表面活性剂、润滑剂、胶粘剂、食品添加剂、饲料添加剂、燃料油添加剂、润滑油添加剂、塑料添加剂、橡胶助剂、纸张与纸浆用化学品、混凝土用化学外加剂、染料、无机颜料、有机颜料、染料和颜料中间体、炸药和推进剂、涂料和表面处理剂、香料、化妆品、医药和农药。

我国的精细化工产品生产随着改革开放的深入,发展非常迅速,方兴未艾。近年来,从事精细化工生产的队伍日益壮大,尤其是乡镇企业更是蓬勃发展,广大读者渴求有关精细化工生产的知识和技术。为满足读者需求,我们特编写本书,以飨读者。

尽管精细化工产品门类繁多、品种纷杂,但其生产原理、制

造过程和管理方法却大同小异。本书着重介绍基本的化学知识、精细化工生产单元操作与设备、以及有关的经营管理方法,同时还提供了68个精细化工产品的配方、生产工艺和原料规格等资料,供广大读者选用。

万事开头难,入门然后易。本书以《精细化工生产入门》为名,旨在能帮助广大读者,特别是那些刚刚从事精细化工生产的读者朋友们,能步入精细化工生产的大门,然后再在此基础上精益求精,发财致富。

本书编写过程中,借鉴并引用了不少参考文献,限于篇幅,未能一一列举。在此,谨向各位原著作者致以衷心的感谢!

由于编者水平有限,收集资料难免挂一漏万。不妥之处,请广大读者批评指正。

编者

1993年6月

目 录

第一章 化学基础知识

- 第一节 基本概念 (1)
- 第二节 溶液 (22)
- 第三节 酸、碱、盐、氧化物 (34)

第二章 精细化工生产单元操作及设备

- 第一节 液体输送 (53)
- 第二节 加热和传热 (59)
- 第三节 蒸发 (65)
- 第四节 蒸馏 (70)
- 第五节 结晶 (72)
- 第六节 液体搅拌 (75)
- 第七节 气体吸收 (77)
- 第八节 萃取 (80)
- 第九节 干燥 (83)
- 第十节 非均一系的分离 (87)
- 第十一节 粉碎 (92)
- 第十二节 冷冻 (95)
- 第十三节 高分子合成 (97)

第三章 精细化工生产的经营管理

- 第一节 市场调研 (103)
- 第二节 可行性方案 (109)
- 第三节 原材料管理 (117)

第四节	设备管理	(128)
第五节	生产管理	(137)
第六节	质量控制	(145)
第七节	成本管理	(154)
第八节	产品销售	(162)
第九节	安全生产	(173)
第十节	环境保护	(186)
第四章	68种精细化工产品生产配方与工艺	
第一节	文化用品与胶粘用品	(191)
第二节	食用品与食用品添加剂	(223)
第三节	清洁用品	(231)
第四节	日用品	(263)
附录 I	国际原子量表	(280)
附录 I	酸、碱和盐的溶解性表(20℃)	(282)

第一章 化学基础知识

第一节 基本概念

在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?它们具有什么样的性质和变化规律呢?以及我们可以用什么方法来合成自然界里没有的新物质、新材料呢?这些都是化学所要研究的问题。化学研究物质的组成、结构、性质、变化以及合成等。化学基本概念是化学化工知识的基础,要注意理解概念的含义,掌握概念的本质特征,搞清各有关概念的区别和联系,以及概念的应用。

一、物质的变化和性质

(一)物理变化和化学变化

我们知道,水冷到 0°C 时会结成冰,水蒸发时吸收热量变成水蒸气,但形态不一样的液态的水、固态的冰和气态的水蒸气都是同一种物质。固态铁受热到 1535°C 时熔化变成液态铁,继续受热到 2750°C 时沸腾,变成气态铁,但外观不一样的固态铁、液态铁和气态铁也都是同一种物质。水由液态变为固态或气态,铁由固态变为液态或气态,都只是物质的状态发生了变化,并没有生成其它物质。我们把这种没有生成其它物质的变化叫做物理变化。我们日常看到的象汽油的挥发、铁铸成锅、蜡受热熔化、矿石的粉碎等都是物理变化。

木柴燃烧后变成了二氧化碳、水蒸气和灰烬,这些都是不同

于木柴的其它物质。铁在潮湿的空气里生锈，铁和铁锈是两种不同的物质。把蔗糖加强热，最后变成黑色的炭，蔗糖和炭也是两种不同的物质。在给碳酸氢铵加热时，会嗅到一股有刺激性的气味，这是氨的气味，同时试管壁上出现水珠。实验从玻璃管放出的气体，它能使澄清的石灰水逐渐变浑浊，证明是二氧化碳气体。由上述现象可知，碳酸氢铵受热分解产生氨气、水和二氧化碳三种其它的物质。分析这些实例，可以看出它们有一个共同的特征，就是变化时都生成了其它的物质，这种变化叫做化学变化，又叫做化学反应。上面提到的木柴的燃烧和铁在潮湿的空气里生锈都是化学变化，其它象煤炭燃烧、炸药爆炸、煅烧石灰石等也都是化学变化。

化学变化的特征是生成了新的物质。在化学变化的过程中，常伴随着发生一些现象：有时有气体放出，例如，烘面包时，由于混杂在面粉里的“发酵粉”受热而发生化学变化，放出二氧化碳气体，在面粉里形成许多气泡，使面包变得松软；有时会有沉淀产生，例如，把二氧化碳气体通入澄清的石灰水，溶液很快变成浑浊，有一种细小的白色固体，慢慢沉到容器底部；有时会有颜色的变化，例如，白色的蔗糖受到强热后变成黑色的炭；有时会放出大量的热和光，例如，煤炭燃烧时发热发光，等等。根据这些现象，可以帮助我们判断是否发生了化学变化。

物理变化和化学变化虽是物质的两类不同变化，但常常同时发生。在发生化学变化时，一定伴随有物理变化的发生。例如点燃蜡烛时，固体的蜡受热熔化，这是物理变化；同时蜡又燃烧变成水蒸气和二氧化碳，这是化学变化。一般说来，发物理变化时不一定发生化学变化。精细化工生产过程中物质的变化，多是化学变化。

(二)物理性质和化学性质

物质的性质,有些要在物质发生化学变化的时候才表现出来,也就是当物质在一定条件下变成新物质的时候才表现出来。前面讲过铁的生锈是在铁变成铁锈的过程里表现出来的。煤炭的可燃性是在煤炭燃烧变成其他物质(主要是二氧化碳)的过程里表现出来的。物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。

物质不需要发生化学变化就表现出来的性质,如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度等,叫做物理性质。我们根据颜色不同可区分碳酸钙、高锰酸钾,按状态不同可区分食盐和水,依照气味不同可区分酒精和水,利用密度差异可以区分锌和镁等,这些都是利用它们物理性质不同而加以识别的。

二、分子

(一)分子

自然界的一切物质是在不断地变化着的,有物理变化,有化学变化等。但是,为什么物理变化的结果不产生新物质,而化学变化的结果就有新物质产生呢?物理变化和化学变化的本质到底有什么不同呢?这些问题都跟物质的结构有密切的关系。

我们常常会发现:水泼在桌子上,不久就干掉了;打开香水瓶的盖,满屋都能闻到香气;放进水里的蔗糖,很快就不见了,而水却有了甜味。怎样解释这些现象呢?

人们经过长期的科学实验和分析,证明物质都是由许许多多肉眼直接看不见的微粒构成的。构成物质的微粒有多种,分子是构成物质的一种微粒。水就是由大量的水分子聚集而成的,一滴水里大约就有十五万亿个水分子。分子很小,如果拿水分子的大小跟乒乓球相比,就好象拿乒乓球的大小跟地球相比一样。分子的质量也非常小。例如,水分子的质量大约是 3×10^{-26} kg。

分子并不是静止地存在的,而总是在不断地运动着。当水泼

在桌子上,由于水分子的运动,就会脱离水滴扩散到空气中去,这样,桌子上的水就会消失了。香水里含有许多极微小的香精分子,这些分子处于不停地运动状态,当打开瓶盖后,它们就会扩散到空气中去,我们就闻到了香味。蔗糖放进水里不见了,也是由于糖分子扩散到水里去了的缘故。

分子间有一定的间隙,一般物体都有热胀冷缩的现象,就是由于物质分子间的间隙受热增大,遇冷减小的结果。物质分子间隙如果很大,物质就呈气态;如果较小,就呈液态或固态。所以,一般物质在不同的条件下有三态的变化,主要是由于它们的分子间的间隙大小发生变化的缘故。

根据上述有关分子的知识,我们可以重新认识物理变化和化学变化。物质的分子在变化时本身没有变,这种变化是物理变化。例如,水变成水蒸气,分子本身没有变,只是分子间的间隙增大了。物质的分子在变化时变成其他物质的分子,这种变化就是化学变化。例如,硫在氧气中燃烧变成了二氧化硫气体,是由于硫分子跟氧分子反应生成了二氧化硫分子的缘故。新生成的二氧化硫分子的化学性质和原来的硫分子不同。由此可见,分子是保持物质化学性质的一种微粒。同种物质的分子,性质相同;不同种物质的分子,性质不相同。

(二)混和物和纯净物

由几种物质混和在一起而成的物质,叫做混和物。混和物中各种物质只是简单地混和在一起,相互间没有发生化学反应。例如,空气是氧气、氮气、二氧化碳、惰性气体等多种物质组成的混和物。混和物里各成分都保持原来的性质。

纯净物与混和物不同,是由一种物质组成的。例如,蒸馏水、食盐都是纯净物。

我们可以用分子的知识更深入地理解混和物和纯净物的概

念。对于由分子构成的物质来说，由同种分子构成的物质就是纯净物，由不同种分子构成的物质就是混和物。例如，氧气是由许多氧气分子构成的，是纯净物。空气是由许多氧气分子、氮气分子、二氧化碳分子等不同种分子构成的，所以是混和物。

当某一物质里混有其他杂质时，这一物质的性质就会改变，有时甚至会把原来物质的性质完全掩盖起来。因此，在研究任何一种物质的性质时，都必须取用纯净物。精细化工生产用原料也应尽可能用纯净物。

在自然界里，完全纯净的物质是没有的，通常所谓的纯净物都不是绝对纯净的。纯净物指的是含杂质很少的具有一定纯度的物质。凡含杂质的量不至于在生产或科学研究过程中发生有害影响的物质，就可以叫做纯净物。为了适应工农业生产和科学实验的需要，可以用物理或化学的方法，使不纯物质变为比较纯的物质。我们常用的物质提纯法有澄清、过滤、蒸馏、结晶等几种。

三、原子和原子量

(一)原子

根据分子的知识，我们知道水是由水分子组成的，氧气是由氧分子组成的，氢气是由氢分子组成的。但是水分子和氧分子、氢分子是不同类型的分子，水分子怎么会一定条件下变成氧分子和氢分子呢？水在通直流电的条件下，水分子先分解为更小的微粒，然后再通过一定的结合，变成氧气分子和氢气分子。

科学上把这种用化学方法不能再分的微粒叫做原子。水分子分解成为氧原子和氢原子，每 2 个氧原子又立刻结合成为 1 个氧分子，每 2 个氢原子又立刻结合成为 1 个氢分子。

由以上分析还可以说明原子和分子不同。在化学反应里，分子可以分成原子，而原子却不能再分。构成水分子的氢原子和氧

原子在化学反应后，仍然是氢原子和氧原子，并没有变成其它原子，因此，原子是化学变化中的最小微粒。

原子具有和分子相似的特性，即体积很小，质量很小、不断运动、彼此间有间隙，同种原子性质相同，不同种原子性质不同的共同特性。原子和分子的不同，在于原子在化学变化中不能再分，而分子在化学变化中可分成原子，原子重新结合成新物质的分子。

有些物质是由分子构成的，还有一些物质是由原子直接构成的，如氦、钨、汞、铁等。

(二)原子的结构

原子是化学变化中的最小微粒。但原子本身又是由更细小的微粒组成的。

现代科学实验证明，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。不同类的原子，它们原子核所带的正电荷数彼此不同。如氢原子，原子核带1个单位正电荷，核外有1个带1个单位负电荷的电子；氧原子，原子核带8个单位正电荷，核外有8个电子，即有8个单位负电荷。由于原子核所带电量和核外电子的电量相等，但电性相反，因此原子呈电中性。

原子核的体积很小，只占原子体积的几千亿分之一。如果原子有十层大楼那样大，那么原子核只有一个樱桃那样大。因此，相对来说，原子里有很大空间，电子就在这个空间里围绕原子核作高速运动。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。中子不带电，每个质子带1个单位正电荷，可见原子核所带的正电荷数(即核电荷数)就是核内质子的数目。表1-1列了几种原子

的构成。

表 1-1 几种原子的构成表

原子种类	原子核		核外电子总数
	质子数	中子数	
氢	1		1
氦	2	2	2
碳	6	6	6
氧	8	8	8
氟	10	10	10
钠	11	12	11
硫	16	16	16
氯	17	18	17
铁	26	30	26

(三)原子量

原子的质量很小,一个铁原子的实际质量是 9.288×10^{-26} kg。这样小的数字,用起来很不方便,用千克为单位衡量原子的质量就如同以吨为单位去称量一粒米一样的不方便。因此,科学上一般不直接用原子的实际质量,而采用不同原子的相对质量。国际上是以一种碳原子(原子核内有 6 个质子和 6 个中子)的质量的 $1/12$ 作为标准,其他原子质量跟它相比较所得的数值就是该种原子的原子量。

一个碳原子的质量是 1.993×10^{-26} kg,则原子量的标准为:

$$1.993 \times 10^{-26} \text{kg} \times \frac{1}{12} = 1.66 \times 10^{-27} \text{kg}$$

铁原子的质量为 $9.288 \times 10^{26} \text{kg}$ 。则铁的原子量为：

$$\frac{9.288 \times 10^{-26} \text{kg}}{1.66 \times 10^{-27} \text{kg}} = 55.9 \approx 56$$

用这种方法求出最轻的氢原子的原子量约为 1，氧的原子量约为 16。一般化学计算是采用原子量的近似值。国际原子量表见书末附表。

原子是由质子、中子和电子构成的。用原子量标准衡量中子和质子，它们约为 1，一个电子约为 $1/1836$ 。因为电子的质量很小，所以可以看作原子质量主要集中在原子核上。

四、元素和元素符号

(一)元素

现在我们从原子的角度来认识一下元素。元素是组成物质的基本成分。微观上，我们又知道原子是构成物质的基本微粒。那么，微观的原子和宏观的元素之间有什么区别和联系呢？

原子既能论品种，也能论个数，既有质的意义，也有量的意义。而元素是宏观概念，它只能论品种，有质的含义而没有量的意义，原子是元素的基本单位。不可胜数的相同核电荷数的同一类原子即为元素。所以从微观上认识元素，我们把具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称叫做元素。硫元素就是所有硫原子的总称，氧元素就是所有氧原子的总称。人们把氨水、碳酸氢铵、尿素等化学肥料叫做氮肥，就是因为这些物质的成分里，都含有作物所需要的氮元素的缘故。

到目前为止，已经知道有 109 种元素。这些元素，以不同的种类、不同的数量相互结合，组成了世界上数以百万计的性质各异、形形色色的物质。

我们在精细化工生产中采用某一物质作原料时，通常指的