

主编 吴志东 沈永泉

# 高中化学基础

GAOZHONGHUAXUEJICHU

方法 · 知能 · 创新

开启兴趣之门  
衔接高中双基  
提高能力素养  
指导学法创新



杭州出版社

# 高中化学基础

——方法、知能、创新

主编:吴志东 沈永泉

杭州出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

高中化学基础：方法、知能、创新 / 吴志东等主编.  
杭州：杭州出版社, 2001.7  
ISBN 7-80633-295-2  
I. 高... II. 吴... III. 化学课-教学研究-高中  
IV. G633.82  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 042218 号

**高中化学基础**

——方法、知能、创新

主编：吴志东 沈永泉

---

责任编辑 赵一明  
封面设计 K·Y 工作室  
出版发行 杭州出版社  
社 址 杭州市体育场路 286 号  
邮 编 310003  
电 话 0571-85066612  
印 刷 杭州钱江彩色印务有限公司  
经 销 新华书店  
开 本 787×1092 1/16  
字 数 315 千  
印 张 12.375  
版 次 2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 7-80633-295-2/G·187  
定 价 12.80 元

(版权所有·侵权必究)

## 前 言

21 世纪的中学化学教学目的是多元的。最主要的是在学习化学基础知识和基本技能的同时,重视学生能力的培养和科学素养的提高。本省将于 2001 年下半年开始采用教育部新编高中化学教材。新教材在学科知识体系的编排上有显著特色,重视观察、实验、思维和自学能力的培养;重视发现问题、分析问题和解决问题能力的培养;重视科学情感、意识、思想、方法、态度和精神的教育;重视化学与生活、生产、科技和社会的广泛联系;注重以化学“双基”为载体提高学生的全面素质。为了使高中一年级新生和教师尽快适应新教材的教学,在化学“双基”、能力、心理、方法上将初中“自然科学”与高中化学顺畅地衔接起来,真正达到夯实“双基”、培养能力和提高科学素养等多元目的,我们特地编写了《高中化学基础——方法、知能、创新》一书。

本书以讲座形式介绍化学学科的最新成就和概况,介绍学习高中化学的基本方法和高一化学重要章节的基础知识、重难点分析及学法指导。全书共分十五讲,并附自测卷 A、B 两组。本书用较多的篇幅介绍化学与生活、生产、科技相联系的有关知识,介绍一批可在学校实验室,甚至在家里都可以做成功的趣味实验,以培养学生动手能力。本书还专设一讲指导学生进行研究性课题的学习,开发学生智力,培养创新精神和实践能力。本书各讲一般设有“知能概述”(含知识概要、知识网络、学法指导等小栏目)、“例题精析”、“知能训练 A、B 组”等专栏。内容丰富,涉及面广,有较好的可读性和可操作性。本书可作为初、高中化学教学的衔接参考用书,也可作为初中毕业生升入高中学习化学的自学资料,初、高中化学教师的教学参考用书。

本书由杭州市一批知名教师编写,其中有多位是化学特级教师。参加本书编写的教师有:王琚(第一、二讲)、詹光复(第三讲)、顾建辛(第四、十五讲)、王法高(第五、六讲)、董立毅(第七讲)、李蓉(第八、十讲)、赵种霞(第九讲)、胡列扬(第十一、十三讲)、冯德炳(第十二讲)、林肃浩(第十四讲、自我测试 A 卷、B 卷)。本书由吴志东、沈永泉策划、主编和统稿。由于学识有限、编写时间较为仓促,书中可能有不妥之处,欢迎读者批评指正,不胜感激。

编 者

2001 年 4 月

# 目 录

## 前 言

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第一讲 我们身边的化学        | (1)   |
| 第二讲 21 世纪的化学       | (9)   |
| 第三讲 趣味化学实验         | (17)  |
| 第四讲 高中化学学习方法谈      | (27)  |
| 第五讲 物质的量及有关计算      | (36)  |
| 第六讲 化学计算           | (44)  |
| 第七讲 化学实验基础和设计      | (56)  |
| 第八讲 非金属元素及其化合物通论   | (71)  |
| 第九讲 物质结构和元素周期表     | (87)  |
| 第十讲 金属元素及其化合物通论    | (102) |
| 第十一讲 离子反应及其应用      | (117) |
| 第十二讲 氧化还原反应及其应用    | (126) |
| 第十三讲 重要的无机反应规律     | (140) |
| 第十四讲 化学反应速率和化学平衡初步 | (148) |
| 第十五讲 化学研究性学习及方法指导  | (162) |
| 自我测试               | (173) |
| 附录: 参考答案           | (184) |

## 第一讲 我们身边的化学

自然界的物质时刻都在发生变化,岩石风化、铁器生锈、大气污染、水质下降等都是大家熟悉的物质变化;庄稼的春种秋收,人的生老病死更是复杂的生命变化。物质的变化可分为两类,一类是无新物质的产生,只是改变物质自身的状态,如空气中水蒸气凝结成雨、雪、冰雹,海水中结晶出食盐,木材做成家具,铁熔化等,这类变化称为物理变化;另一类是物质的组成、性质、特征都改变了,如食物的腐败,绿叶变黄,煤燃烧产生二氧化碳等,这类变化称为化学变化。每个化学变化都产生一种或多种新物质,有些是我们需要的,有些是我们不需要的,甚至是有害的,如:人们从石油裂解得到各种烯烃,再通过化学变化可以制成塑料、合成纤维、合成橡胶和药物等化学制品,极大地丰富了我们的生活。但是每次化学变化可能带来的副作用也是令人担忧的,譬如煤燃烧产生的二氧化碳,少量的二氧化硫,汽车尾气中的 NO 和  $\text{NO}_2$ ,还有农药的残留物,肥料流失进入江河,生活垃圾、工业废弃物等堆积如山。由此可见,人类在应用化学变化为自己造福的同时,隐藏着祸害的根源。因此,我们要通过化学研究更多更有效地控制化学变化,进行有利于人类财富的开发,减少有害的副产物。

人类生活的各个方面、社会发展的各种需要都与化学息息相关。假如你是个有心人,通过仔细观察,你就会发现身边有许多有趣的化学现象,还有许多值得探讨的问题。

### 一、温室气体与二氧化碳的新用途

地球大气是多种气体的混合物,其中氮气和氧气占了总量的 99%,但是起到温室效应的却主要是一些微量气体,主要包括二氧化碳、甲烷、氯氟烃、一氧化碳等。这些气体对太阳辐射的主体部分——短波和可见光——吸收很弱,但对地面增温后发出的长波辐射吸收强烈,阻碍了地面热量向外层空间散失。因此当它们在大气中的体积分数增加时,大气的温室效应就会加剧,引起地面温度和大气层下部温度上升,气候反常,冰层融化,海平面上升,最终导致全球性海水泛滥,后果不堪设想。这些气体被称为“温室气体”。近百年来气候变暖被认为是二氧化碳等温室气体在大气中的体积分数大幅度上升的结果。

引起温室气体增加的主要原因是人类活动。首先,人口剧增和工业化的发展,人类社会消耗的燃料急剧增加,燃烧产生大量的二氧化碳进入大气,使大气中二氧化碳体积分数增加;其次,森林毁坏使得被植物吸收利用的  $\text{CO}_2$  的量减少,造成二氧化碳被消耗的速度降低,同样造成大气中二氧化碳体积分数升高。除二氧化碳以外的温室气体,如甲烷、氯氟烃(如氟利昂),一氧化碳也在不同程度地增加着。

如果二氧化碳在空气中体积分数超过 4%~5% 就会刺激人的呼吸中枢神经,使呼吸量增加两倍,并且有不舒服的感觉。所以二氧化碳常被看做是“废物”,甚至被当做危险的敌人。但是,科学研究已证实,二氧化碳也可以为人类作出大贡献。首先,二氧化碳是植物进行光合作用的原料,在光的作用下,二氧化碳加水可以转化为碳水化合物和氧气,因此在某些固定区域(如大棚)施放二氧化碳,并且设法延长光照时间,二氧化碳就是理想的气体肥料,这是当代生物工程中的一个重要内容。同时,科学家正在研究人工合成叶绿体,一旦研究成功,水可以通过它制造出氢和氧,再用氢把二氧化碳还原成甲醛( $\text{HCHO}$ ),最后将甲醛合成为糖类。此外,二氧化碳和其他物质通过光合作用生成羧酸、油脂、氨基酸等,这样宇航员就可以利用自己呼出的二氧化碳,加上一定量的水和其他物质,在太空生产粮食了。其次,给二氧化碳一些电子和能量,它就会变得“活

泼”起来,能参加许多化学反应,生产出甲醛、甲酸、甲醇等化工产品。例如,科学家用 X 射线照射二氧化碳和氢气的混合气已经得到甲醛。

科学家已经为二氧化碳找到新用途,“废物”也可以变成有用的东西。

## 二、人类的天然保护伞——臭氧层

臭氧( $O_3$ )是一种带鱼腥味的淡蓝色气体,是  $O_2$  的同素异形体,臭氧在地面附近大气中含量极少,在离地面 25~30 km 处的大气层中浓度最高也只有 10ppm(称臭氧层)。地球大气中的  $O_3$  总量不多,如果把它们全部压缩成一个大气压的纯臭氧气体铺在整个地球表面,只有 3 mm 厚。臭氧层中的  $O_3$  是大气中的  $O_2$  在太阳辐射出来的紫外线中一定波长的光的作用下生成的,而臭氧层中的臭氧却能吸收、阻挡对生命有害的太阳紫外线辐射,对地球上的人和生物起到保护作用。波长在 200~300 nm 范围内的太阳光有 95%~99% 可被臭氧层中的臭氧所吸收。假如这部分辐射没有臭氧的阻挡而到达地面,将会使人体免疫力减退,引发皮肤癌、眼部疾病,还会降低农作物的产量。

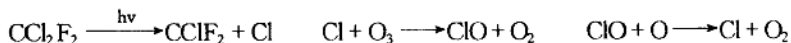
20 世纪 70 年代以来,世界各地的观测表明,臭氧层中的臭氧有明显减少的趋势。1986 年美国科学家通过卫星发现,在南极和北极上空出现了臭氧空洞。据国内外科学家观测,自 1979 年以来,青藏高原上空每年夏季出现臭氧异常低值中心,而且臭氧总量平均每年递减达到 0.35%。这是地球上空首次发现的中低纬度地区,如果任其发展下去,青藏高原上空将可能出现地球上空第三个臭氧层空洞。

科学家的进一步研究表明,破坏臭氧层的主要杀手一是氮氧化物,一是氟里昂。当大批超音速飞机在平流层中飞行时,排出的废气中有氮氧化物。核爆炸也产生大量的氮氧化物,有如下反应发生:



可见氮氧化物起了催化剂的作用,所以会对臭氧层产生长久的破坏作用。

氟里昂是氟氯烷的俗名,曾广泛用作冰箱和空调中的制冷剂以及喷雾剂制品中的推进剂等。它们在低层大气中非常稳定,缓慢进入臭氧层后发生的破坏臭氧层的反应为(以  $CCl_2F_2$  为例):



可见氯氟烃生成的 Cl 会对臭氧层产生长久的破坏作用。

近几年,科学家们纷纷提出保护臭氧层的问题,限制生产某些损害地球臭氧层的化学产品,并向南极上空输送臭氧,以弥补臭氧空洞,完成“补天”大业,保护地球上的一切生物免遭祸害。据《中国环境报》2000 年 10 月 24 日报道,自 9 月份以来,南极上空臭氧层空洞面积已开始变小,到 10 月 11 日已减少到 2300~2400 万  $km^2$ ,近日又进一步缩小到 1700 万  $km^2$ ,比 1999 年同期减小了 250 万  $km^2$ 。我们殷切期待“补天”行动早日成功。

## 三、呼吸的化学过程

人体每分钟呼吸 18 次左右,大约需要吸进 200 mL  $O_2$ ,同时排出 280 mL  $CO_2$ ,这种人体内的气体交换活动,有着一系列的化学过程。当你扩张胸部的时候,外界空气中的分子顺着呼吸道进入肺内。在肺内,新进来的空气分子同原来留在肺泡内的气体分子“相互交班换岗”,接着肺泡内的气体分子又与血液内的气体进行“交接班”,使  $O_2$  进入血液, $CO_2$  排出体外,这一肺泡与来自外界环境的气体交接班的过程称为肺呼吸或外呼吸。血液内的  $O_2$  由血红蛋白中的亚铁离子充当“运输工”,依靠血液循环送到全身进行血液与各个组织器官之间的气体交换,促使  $O_2$  进入组织内细胞, $CO_2$  进入血液,这种体内组织与血液之间的气体交换叫做组织呼吸或内呼吸。

通过呼吸动作,  $O_2$  从肺泡到血液, 再由血液进入组织细胞, 氧化蛋白质、糖、脂肪产生能量以维持人体活动需要;  $CO_2$  从组织细胞经过血液、肺泡, 由呼吸道排出体外。这就是呼吸的化学过程。

#### 四、使人舒适的阴离子

当你从人声鼎沸的商场里挤出来, 走进有绿地、喷泉的公园, 顿时会感到空气清新, 舒畅愉快, 这是空气中“维生素”——各种阴离子的作用。

科学研究证实, 空气中的阴离子可以促进人体的血液循环, 调节神经系统, 有降低血压、缓和神经衰弱、镇静、止咳、止汗和利尿的功能。阴离子是一些带负电的粒子, 它们随宇宙射线、雷电、暴风雨、巨浪、喷泉水花而产生。它们成千上万地来到人们身边, 给人增加“营养”, 可是它们十分娇弱, 一碰到尘埃和烟雾就立刻“夭折”。越是人群拥挤、烟尘弥漫的地方, 它们越容易死去。人们还发现, 在普通房间里, 每立方厘米空气中含有四五十个阴离子, 而在公园里要比房间里多 10 倍; 在郊区野外, 可能多达每立方厘米 2 万个以上。秀丽山川最适宜于疗养休息就是这个原因。

空气清新是阴离子生存的条件, 所以人们千方百计绿化城市, 在公园里造假山、喷泉。科学家还发明了阴离子发生器用来源源不断地制造阴离子, 这样即使呆在家里, 也可享受阴离子给人们的营养。

#### 五、胃功能的化学作用

胃有很强的消化功能, 靠的是胃内盐酸、胃蛋白酶和粘液。盐酸是一种腐蚀性很强的酸, 食物进入胃里, 盐酸就会把食物中的细菌杀死。胃里盐酸浓度较高 (pH 小), 足可以把金属锌溶化掉。胃蛋白酶能分解食物中的蛋白质, 粘液能把食物包裹起来, 既起到润滑作用, 又能保护胃粘膜, 使它不受食物引起的机械损伤。胃里的盐酸、胃蛋白酶和粘液联合起来, 几乎可以消化一切食物。

既然胃的消化功能这么强, 为什么不能消化掉自己? 有的科学家认为, 胃所以不能消化自己, 是因为胃粘膜或胃液内存在一种特别物质, 能抵抗盐酸和胃蛋白酶的作用。科学研究认为: 首先胃壁在分泌盐酸以后, 盐酸由于受到粘膜表面上皮细胞的阻挡, 不会倒流, 也不会腐蚀胃壁。万一上皮细胞遭到破坏, 粘膜会分泌粘液, 对盐酸有一定的缓冲作用, 也能防止粘附在胃粘膜表面的盐酸进入内部。胃粘膜还会有“丢卒保车”的本领, 其上皮细胞不停地新陈代谢, 阻止胃蛋白酶吸附在粘膜上达到保护胃壁的目的。另外, 粘液中的糖蛋白有的含糖量很高, 能抑制胃蛋白酶的活性。其次, 人的胃粘膜细胞每分钟大约要脱落 50 万个, 三天之内可以全部更新, 这样强的再生能力, 使消化液对胃壁造成的暂时损伤得以弥补。

所以在正常条件下, 胃不能自己消化自己。如果胃内产生的胃酸过多, 或空腹吃药, 损伤胃壁, 胃开始消化自己, 就会出现胃溃疡等疾病。因此, 我们平时必须注意哪些药必须饭后吃, 若你改在空腹服用就会造成对胃壁的损伤。

#### 六、人体抗锈蛋白质

空气中的氧气和水分遇到铁就会进行氧化还原反应, 使铁生锈。人体也有氧和水, 为什么身体中的铁不会生锈呢?

铁在人体内含量极微, 作用却很大。一个成年人约含 3g 铁, 相当于一枚小钉子的质量。它是构成血红蛋白 (肌红蛋白、细胞色素) 的重要成分, 一直被紧箍在血红蛋白里, 使红细胞可以把氧从人的肺部带到身体其他各个部位去。人体内的铁受到血红蛋白的保护, 不会与氧反应而生锈。

但是当人体的红细胞死亡后, 铁失去了保护, 也有生锈的机会。幸好在人体中有一种抗锈蚀的蛋白质——铁朊, 它们成束地聚集在一起, 形成一只只空心的蛋白球, 犹如一个个小仓库, 里面

贮存着四五十个铁原子,使其与氧气隔绝。等到需要铁原子时才让它出来,与其他成分一起,重新组合成新的红细胞。铁蛋白在人体里的“防锈”作用很重要。一旦铁蛋白有了故障,肾脏可能被铁锈阻塞,将危及生命安全。科学家正在研究“防锈”蛋白——铁蛋白,如果把它防锈的机理搞清楚,就能帮助解决海水中的钢材腐蚀问题。

## 七、蛋白质也会使人中毒

世界上形形色色的生物体,都是由蛋白质构成的,人的血液、肌肉、内脏,甚至皮肤、指甲、头发都含有蛋白质。人体必须每天摄入一定数量的蛋白质,全身的细胞才能正常活动,假如缺少蛋白质,就会体弱多病,容易衰老,甚至影响寿命。在人类食物中,像豆制品、瘦猪肉、鸡蛋、鱼、虾,都含较多的蛋白质,是很好的营养食品。但并不是吃蛋白质越多越好,尤其是一些病人,多吃含高蛋白的甲鱼、海参、老母鸡等反而不利于恢复健康。1945年6月,一部分原来关在希特勒集中营里的人自由了,受到盛宴款待。他们在忍受长时间饥饿后,看到丰盛的酒菜,就狂饮大吃起来,结果不少人断送了生命。经过专家研究,发现是由于高蛋白食物过量摄入引起“蛋白中毒”的缘故。

原来,人们吃了大量的高蛋白食物后,要靠胃蛋白酶来将蛋白质分解成氨基酸,送到身体的各部分去,构成新组织蛋白,老组织蛋白“自动让位”分解成氨基酸。不管哪种氨基酸都会分解出有毒的氨,健康人的肝脏有分解有毒氨的功能,所以不会中毒。但长时间处于饥饿状态的人,或患有肝病、肾病和尿道疾病的人吃了大量高蛋白食物,使血液中氨特别多,大大超过肝脏的解毒能力,就会出现中毒症状。如果氨随血液进入脑组织,会使脑组织缺乏能量,造成全身代谢停止,轻则使人昏迷,重则造成死亡。

蛋白质和糖、脂肪不同。脂肪、糖摄入多了可以在体内贮存起来,以后慢慢供人体使用,造成人变胖。过量蛋白质则总是没法变成氨基酸,再变成有毒物质,反而有害身体。

## 八、饮水与健康

### 1. 水——生命之源

水是人体不可缺少的成分,有助于血液流动、体温调节、营养物质的消化和吸收等的正常进行。肌体内各种化学反应必须在氢离子及电解质浓度较恒定的体液中进行,而体液则是由人体中的水及溶解在其中的酸碱盐电离出的离子所组成的,可分为细胞内液和细胞外液两部分。水、电解质及酸碱失衡会影响许多器官的功能,尤其是肌肉收缩及神经传导功能。常温下休息时由体表及呼吸蒸发的水分每24小时约为800 mL,肾脏每24小时的排尿量为1~2 L,一般来说,一个健康的成年人每一昼夜大约需2500 mL的水。由于气候炎热、劳动或运动时大量出汗,人体的水分和盐分大量丢失,严重时可引起中暑,此时人体需通过喝水补充水分,而饮水不当则会引起水中毒或其他疾病。可见饮水应恰到好处,做到科学合理。有一种非碳酸饮料的广告词是:解口渴,更解体渴。许多人往往习惯于只有在感到口渴的时候才喝水,有些人甚至一天都很少饮水,这是对健康十分有害的。目前水的危机正威胁着人类生存。由于大气污染、工业废水排放、农药化肥污染、核泄漏、管道腐蚀、自来水厂加氯和沉淀剂等,使得人们对饮水问题产生了困惑与恐慌。

### 2. 我们该喝什么样的水

在我们日常生活中,饮用水主要有自来水煮沸后的白开水和市场销售可直接饮用的水,如纯水、矿泉水、蒸馏水。各种饮料及饮用水的商品广告铺天盖地,充斥大街小巷。毫无疑问,饮料、优质矿泉水、纯水等比起自来水或乡村井水、河湖水等喝起来让人放心得多。同时我们也常能听到来自专家们的忠告,比如美国马丁博士认为一定硬度、溶解性固体相对较多、偏碱性的水是健康的饮用水,原因之一是硬水束缚住了有害成分,如铬、镉、氯、氟等,降低它们的被吸收性。

### 3. 纯净水的利与弊

在一些发达城市或地区,饮用纯净水已越来越多地被人们所接受。纯净水的制作过程一般为:自来水在压力泵的作用下依次经过石英砂过滤器、活性炭过滤器、树脂交换装置及反渗透膜装置,再进入过滤器反复进行多次循环过滤。经过滤净化后的水即达到饮用水的标准,接着进入以臭氧进行消毒的容器中,再通过管道输出或装瓶,就成了我们所喝到的纯净水。在此过程中,石英砂过滤的主要作用是将自来水中残余的固体颗粒进一步滤尽,活性炭则起吸附自来水中有机的作用。在树脂交换装置中,一是通过絮凝剂将水中的无机盐沉淀出来,二是用工业盐进行物质交换,将水中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等离子交换出来,并排出废水(每生产一个单位体积的纯水,需消耗四个单位体积的水)。在反渗透膜装置中,水中粒径约为无机盐粒径  $1/300$  的极细微颗粒也将被滤去,从而使水达到纯净的标准。

那么,是不是喝纯净水最卫生、最有利于健康呢?其实,一般水里溶解有各种矿物质和微量元素,特别是最常见的钙、镁等元素,它们是人体必须经常补充的元素。钙约占人体重量的  $1.38\%$ ,是骨骼和牙齿等的主要成分,而且它对维持心肌的正常收缩和促进血凝等都起重要作用,因此,人在一生中要不断补充钙元素;镁大约占人体重量的  $0.04\%$ ,其中  $70\%$  存在于骨骼中,每人每天大约需要  $0.3\sim 0.5\text{ g}$  镁。人体所需的这两种元素一部分就是从饮用水里摄取的。但纯净水是一种不含钙镁离子的极软水,溶解性固体的含量也很低,因而也就不能期望人们在饮用纯净水的同时吸收有益元素和补充钙、镁等物质。而且,这种软水中的任何有害物质的作用均会被放大,软水中少量的有害物质会比硬水中同等量的有害物质对我们的健康产生更有害、更消极的作用。因此可以说,喝纯净水对健康并无多大益处。

### 4. 如何健康饮水

科学家们通过研究发现,无论是自然流动的江河水,还是刚汲取的井水或自来水,这些新的活水的水分子结构都呈链状,在流动状态下可维持链状结构不变,使水新鲜。研究表明,新鲜水,尤其是  $20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  的新鲜凉开水,内聚力增大,分子间更加紧密,具有与细胞内水分子十分接近的生物活性,容易透过细胞膜进入细胞内,被细胞很快吸收利用。经常饮用新鲜水,体内血液中血红蛋白含量将会增加,可携带更多的氧供给各组织器官,促进机体的新陈代谢。新鲜水可提高体内乳酸氢酶的活性,加快肌肉中的乳酸代谢,防止酸性物质侵蚀细胞,有利于消除疲劳,使人精力充沛,容光焕发。瓶装纯净水在生产、使用、存储过程中同样可能因发生一次或二次污染而变得不卫生。一次污染可能源于原水、生产环境及生产工艺上的问题,二次污染则可能出在盛水容器、饮用方式或产品有效期上。特别是二次污染,专家们已经指出,当纯净水与空气接触,或纯净水装入未经彻底杀菌消毒的容器中后,空气中或容器里的有害物质就会进入水中,并在毫无抑制的环境中迅速扩散或繁衍,成为不卫生、不健康的水。

## 九、酸雨的形成与防治

你对下雨这一自然现象一定非常熟悉,也许你还经常在雨中嬉戏、打闹,但是你知道天上还会下像醋一样酸的雨吗?1984年4月,重庆市环境科研监测所监测重庆的降雨,发现重庆市雨水的 pH 平均值为  $4.6$ ,最低值为  $3.0$ ,酸度与醋相似,具有较强的酸性。

### 1. 什么是酸雨

其实在天然条件下,一般雨水也是微酸性的。原因是大气中的二氧化碳溶于纯净的雨水中,使雨水具有微酸性,一般  $\text{pH}\geq 5.6$ 。但是,如果大气受到酸性物质的污染,雨水的 pH 就会进一步降低,酸性越强, pH 越小。我们一般把 pH 小于  $5.6$  的雨水就叫酸性雨,简称酸雨(包括雨、雪、露、雹、霰等)。5.6 这个数据来源于蒸馏水跟大气里的二氧化碳达到溶解平衡时的酸度。

“酸雨”这一名称最早出现在 1872 年英国化学家史密斯的《空气和降雨:化学气候学的开端》

一书中,但未受重视。20世纪60年代,瑞典土壤学家奥登发现,酸雨是欧洲的一种大面积污染现象,降水和地面水的酸性越来越高,导致森林生长缓慢、植物病害增加、物质材料腐蚀加快。1972年瑞典政府组成的一个科学小组向联合国人类环境会议提交一份题为《穿越国界的大气污染:大气和降水中的硫对环境的影响》的报告。从此酸雨开始成为科学界倾力研究的课题,一些国家相继开展了这方面的研究工作。

## 2. 酸雨是怎样形成的

随着现代化工业的发展,人们的生活水平也迅速提高,随着人口剧增和城市化加剧,煤和石油的耗用量日益增加。煤和石油燃烧时排放到大气中的二氧化硫和氮的氧化物越来越多,它们在大气中与水蒸气结合,生成亚硫酸、硝酸和金属盐类的颗粒,降雨时,雨水夹着这些酸性颗粒降到地面,形成了酸雨。由亚硫酸为主体的酸雨在降落过程中和降落地面后,由于跟空气中的氧气及尘埃颗粒接触,部分转变为硫酸,从而更增强了酸雨的酸性。酸雨被人们称为“空中死神”,它对陆地生态系统的危害和影响已成为举世瞩目的重大环境问题。

酸雨从空中降落到地球表面后,对陆生和水生生物、建筑材料、文物和人体健康带来明显的影响,特别是对森林和湖泊的危害,已成为国际纠纷的焦点。欧洲酸雨最严重地区是捷克与波兰的边境地带,那里的酸雨pH下降到3.8,该处克洛科罗兹40万公顷林地上有树木死亡现象,还有德国和捷克接壤处的厄基伯奇14万公顷云杉已经死亡或处于垂死状态。德国森林联合会估计,木材工业每年因此减少收益8亿美元。我国部分地区酸雨也较严重,如广西、贵州和燃煤较多地区及东南沿海经济较发达地区。

## 3. 酸雨的防治

酸雨不但会造成湖泊酸化、森林毁灭,还会腐蚀文物古迹,对农作物造成危害。

据监测,我国成都地区大气层酸雨污染正在加重,酸雨频率已从10年前的15%增至31%。目前我国西南地区已成为继欧洲酸雨区、北美酸雨区之后的世界第三大重酸雨区。虽然我国对酸雨已经进行了近20年的研究,但是研究资金投入、研究规模和研究深度仍然远远不够。国内对酸雨研究投入的资金不足欧洲的1%,监测点的总数、密度和监测的项目都比欧美要少得多。

酸雨是大气污染物排放、迁移、转化、成云并在一定气象条件下形成降雨的综合过程的产物,当降水酸度(pH)达到5.6以下,生态系统就会受到危害。

控制酸雨已成为环境保护的重大课题,其根本措施如下:

(1) 减少 $\text{SO}_2$ 的排放量。采用烟气脱硫技术,用石灰浆或石灰石在烟气吸收塔内脱硫,使 $\text{SO}_2$ 转化为 $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ 和 $\text{CaSO}_3$ ,直至最后氧化为 $\text{CaSO}_4$ 。

(2) 调整民用燃料结构,实现燃料气体化。我国燃煤含硫量为5%左右,有的甚至高达8%,工业生产每天消耗大量的煤和石油等矿物燃料,它们含有的硫主要以单质、 $\text{FeS}_2$ 和一些含硫有机物形式存在。

(3) 减少烟道气中 $\text{NO}_x$ 的排放量。对汽车尾气采用催化剂(铂、铜等金属)氧化,以甲烷等作还原剂,把 $\text{NO}_x$ 还原成氮气。也可改用甲醇燃料替代汽油等。

(4) 对被酸雨侵蚀的森林、土壤、湖泊、河流等,可采用撒石灰石(白垩)粉末或改良植物品种,提高树木的抗酸能力等措施,也有一定的成效。

## 十、杀虫剂里的学问

第二次世界大战期间,美国军队中流行着一种由虱子传染的病症——斑疹伤寒。正当将军被部队的战斗力下降搞得焦头烂额时,瑞士人送来了一种名叫“DDT”的药剂。美国人将信将疑地把它喷洒在军营中,谁知竟很快消灭了虱子,制止了传染病的继续蔓延。从此DDT名声大噪,

被广泛地应用在防治疟疾和控制虫害上。据联合国估计,在 1948 年到 1970 年期间,由于使用 DDT 消灭疟蚊,挽救了近 5000 万人的生命。为此,诺贝尔奖评审委员会将诺贝尔化学奖授给了发现 DDT 杀虫作用的瑞士科学家繆勒。

但是,自 20 世纪 70 年代起,形势却急转直下,世界各国纷纷开始禁止生产和使用 DDT,我国政府也于 1983 年颁布了法令,把 DDT 归入禁用物质之列。

所有这一切,都是由于人类终于认识到了 DDT 有不可小觑的消极作用。原来它虽然能杀虫,但也会危及人畜健康。DDT 的化学性质比较稳定,无论在氧气中还是光照下都难以分解,因此会长期滞留在土壤中。有些地方在 DDT 停用 5 年之后,土壤中的 DDT 浓度仍然有原来的一半。更可怕的是,由于水流和空气的携带运载,DDT 的污染已经遍及全球,科学家们甚至在人迹罕至的南极和北极都发现了 DDT 的踪迹。

如今,高效、低毒和低残留的新型杀虫剂相继问世,曾经让人们谈虎色变的 DDT 的可怕故事也渐渐不为人知,但市场上通用的杀虫剂产品就真的都安全了吗?为了保证安全性,杀虫剂的效果是不是就会降低呢?人类会不会在未来的某一天彻底淘汰这些始终存在着隐患的化学药剂?杀虫剂里的学问可大着呢。

除虫菊:一种多年生植物,其花可做观赏用。最早种植在秘鲁和南斯拉夫。因被发现其开花植株周围有很多死亡的昆虫而被确认为具有杀虫性。它含有一种无色粘稠的油状液体,即为在阳光下极不稳定且具有很强毒性的除虫菊酯。

生物防治:利用生物及其代谢产物防治植物病原体、害虫和杂草的方法。实质上就是利用生物种间和种内的关系来调节有害生物的种群密度。主要包括以虫治虫、以菌治虫、激素杀虫等。如用赤眼蜂吃棉蚜虫,用白僵菌防治毒蛾等。

物理防治:利用气味、灯光、电磁等来诱杀不同害虫的方法。如过去常用的用糖醋液来引诱有害蛾子,进而将其杀灭的办法就属于物理防治。如今市面上可见的灭蚊灯、电蚊拍及超声波灭蚊器等也属于此类。

也许你可以想出别的消灭害虫的办法。

## 十一、生活中的化学

### 1. 五彩缤纷的焰火

你知道五彩缤纷的焰火是怎么产生的?这要从“本生灯”的焰色试验说起。

某些金属盐具有独特的火焰,这是 19 世纪德国著名化学家本生首先发现的。他在 1854 年制造了一盏煤气灯,后来被人们称作“本生灯”。有一次,他偶然把食盐撒在煤气灯的火焰上,突然,爆裂出亮黄色火焰。这种奇特现象,使他想到:“是不是每种物质都有固定的焰色呢?”于是,他做了一系列焰色试验。用白金丝沾上各种金属盐,分别在本生灯上灼烧,他发现钾盐是淡紫色的,钠盐是橘黄色的,钙盐是砖红色的,锶盐是洋红色的,钡盐是黄绿色的……

正是这些金属盐在燃烧时发出不同颜色的光芒,才使“金光闪闪”、“空中乐”等等名目繁多的烟花,呈现出五光十色的绚丽景象,为节日增添欢乐。当你看到焰火呈现红光时,就会想到这是碳酸锶或硝酸锶的功劳;黄光是硝酸钠的缘故;绿光是氯化钡的作用;蓝光是某些铜的化合物在燃烧。五彩缤纷的焰火,就是用各种金属盐配制成的。

### 2. 变色镜的奥妙

大约在 20 世纪 40 年代,科学家发明了变色玻璃,它可以随着周围光线的强弱,自动改变颜色。

最初的变色玻璃感应速率很慢,从透明变暗需要 3 分钟,从黑色褪到无色透明,长达 1 小时之久。现在的变色玻璃能在数十秒钟之内变化,符合人们生活和工作的需要。有一种变色玻璃,

在强光下1分钟内能从90%的原透光率下降至32%，在3分钟内降至26%。如果突然换了一个阴暗的环境，2分钟内能从23%恢复至51%，5分钟可恢复至65%。在早晚光线微弱的条件下，变色玻璃可以保持最高的透光率。

变色镜的奥妙，主要是在变色玻璃中有许多卤化银（如溴化银、氯化银、碘化银）的微晶体。这些微粒在1立方厘米的变色玻璃中大约有1000万亿个。当某个波长的强光照射变色玻璃时，卤化银受到玻璃中另一成分——氧化铜的催化作用，银就从卤化物中分解出来。银原子能吸收光，镜片即变暗了。停止光照后，银又变成卤化银，镜片就褪色。

变色玻璃还可以用于照相机镜头。这种镜头可自动控制进光量，在强光下不用调光圈。变色玻璃用于建筑物的窗玻璃，可以保持柔和悦目的光度；如果制成玻璃瓶，可储存对光线敏感的药物。

变色镜中二氧化硅的成分较少，质地较软，容易起毛。变色玻璃虽然可以变2万次，但长期使用也会产生老化现象，变色速度减慢。

### 3. 有消毒杀菌作用的PP粉

苏联卫国战争期间，高锰酸钾（PP粉）是医生和卫生员背包中的必备药品，好像战士的枪和子弹一样重要。这是因为高锰酸钾有抗菌、消毒作用。这种药物的拉丁文名称中有两个P字，所以人们常称它为PP粉。

PP粉是深紫色晶体，溶于水，是一种强氧化剂。用不同浓度PP粉溶液洗涤伤口、含漱口腔或润咽喉、涂擦溃疡和烧伤表面，或者喷洒患处，有很好的消炎效果。在医院里，妇科、泌尿科和皮肤科医生用它作消毒药物。它的稀溶液可用于冲洗伤口，也可用于饮食用具、器皿消毒，还用来洗涤果品，起到消毒杀菌作用。对有些因吞服某种有机毒物而引起的中毒，高锰酸钾又是一种重要的急救药，用来洗胃，能够解毒。

PP粉溶液中溶质的质量分数不同，用处也大不相同。一般说，0.1%~0.5%溶液用于洗涤创伤，0.0125%溶液用于坐浴，0.1%用于瓜果等食品的消毒。

PP粉会破坏颜色，各种色彩的衣服，沾上它的水溶液会被氧化褪色。所以当衣服上溅到红墨水，可用它的稀溶液洗去。如果不慎染上高锰酸钾的紫红色，可以用3%双氧水褪色。

虽然PP粉具有不少优点，但溶质的质量分数高的PP粉溶液会使口腔粘膜、咽喉、食道及肠胃出现水肿，同时伴有呕吐、腹泻等症状。PP粉与各种有机物发生作用，还会变成易燃物质。所以，要避免光保存，防止分解，不能与有机物任意接触。如果在皮肤表面或内衣上留下它的斑迹，最好用10%的草酸溶液或2%的盐酸、醋或柠檬汁来清洗。

## 第二讲 21 世纪的化学

20 世纪初化学家对物质的认识已经达到分子和原子的层次,总结出元素周期律,创立了分子立体构型的立体化学。近代物理学对化学的发展不论在理论上和实验上都提供了巨大的支持和有力的手段。自然界中存在的“未知元素”逐一被发现,而且在实验室人工合成了自然界尚不存在的元素。有机化学也得到长足发展,到了 20 世纪 30 年代,世界进入人工合成高分子材料的新时代,有合成橡胶、合成纤维和合成塑料等新材料。化学学科长久的任务是整理天然废弃物和耕耘周期系,不断发现和合成新的化合物并弄清它们的结构和性能的关系,深入研究化学理论和寻找反应的最佳过程。

化学学科在其发展过程中还与其他学科交叉结合形成多种边缘学科,如生物化学、环境化学、农业化学、医化学、材料化学、地球化学、放射化学、激光化学、计算化学、星际化学等。21 世纪已经来临,社会需要化学科学做什么?化学工作者能为社会做哪些贡献?这是世人关心的话题之一。

能源、信息和材料是国民经济的三大支柱产业,而材料又是能源和信息工业技术的物质基础,新能源的开发,信息工业中信息采集、处理和执行都需要各种功能材料。设计和合成具有各种特殊性的新型材料是化学家施展才能的广阔天地。

### 一、新型金属材料

#### 1. 形状记忆合金

形状记忆合金是一种新的功能金属材料,用这种合金做成的金属丝,即使将它揉成一团,但只要达到某个温度它便能在瞬间恢复原来的形状。形状记忆合金为什么能具有这种不可思议的“记忆力”呢?目前的解释是因这类合金具有马氏体相变。凡是具有马氏体相变的合金,将它加热到相变温度时,就能从马氏体结构转变为奥氏体结构,完全恢复原来的形状。

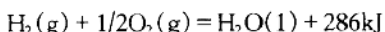
最早研究成功的形状记忆合金是 Ni-Ti 合金,称为镍钛脑(Nitanon)。它的优点是可靠性强、功能好,但价格高。铜基形状记忆合金如 Cu-Zn-Al 和 Cu-Al-Ni,价格只有 Ni-Ti 合金的 10%,但可靠性差。铁基形状记忆合金刚性好,强度高,易加工,价格低,很有开发前途。

形状记忆合金由于具有特殊的形状记忆功能,所以被广泛地用于卫星、航空、生物工程、医药、能源和自动化等方面。

形状记忆合金问世以来,引起人们极大的兴趣和关注,近年来发现在高分子材料、铁磁材料和超导材料中也存在形状记忆效应。对这类形状记忆材料的研究和开发,将促进机械、电子、自动控制、仪器仪表和机器人等相关学科的发展。

#### 2. 贮氢合金

氢是 21 世纪要开发的新能源之一。氢能源的优点是发热值高、没有污染和资源丰富。氢气燃烧会放出大量热能,其反应如下:



每千克氢气燃烧产生的热能是煤的 4 倍以上。燃烧产物是水,没有任何污染气体产生。氢来源于水的分解,可利用光能或电能分解水,而水在地球上是非常丰富的。

贮氢合金是利用金属或合金与氢形成氢化物而把氢贮存起来。金属都是密堆积的结构,结构中存在许多四面体和八面体空隙,可以容纳半径较小的氢原子。在贮氢合金中,一个金属原子

能与两个、三个甚至更多的氢原子结合,生成金属氢化物。但不是每一种贮氢合金都能作为贮氢材料,具有实用价值的贮氢材料要求贮氢量大,金属氢化物既容易形成,稍稍加热又容易分解,室温下吸、放氢的速度快,使用寿命长和成本低。目前正在研究开发的贮氢合金主要有三大系列:镁系贮氢合金如  $\text{MgH}_2$ 、 $\text{Mg}_2\text{Ni}$  等;稀土系贮氢合金如  $\text{LaNi}_5$ ,为了降低成本,用混合稀土  $\text{Mm}$  代替  $\text{La}$ ,推出了  $\text{MmNiMn}$ 、 $\text{MmNiAl}$  等贮氢合金;钛系贮氢合金如  $\text{TiH}_2$ 、 $\text{TiMn}_{1.5}$ 。

贮氢合金用于氢动力汽车的试验已获得成功。随着石油资源逐渐枯竭,氢能源终将代替汽油、柴油驱动汽车,并一劳永逸消除燃烧汽油、柴油产生的污染。贮氢合金不仅用于氢的贮存和运输,它在氢的回收、分离、净化及氢的同位素的吸收和分离等其他方面也有重要的应用。

## 二、无机非金属材料

无机非金属材料又称陶瓷材料,它包括的范围非常广泛。陶瓷材料可分为传统陶瓷材料和精细陶瓷材料,前者主要成分是各种氧化物,后者的成分除了氧化物外,还有氮化物、碳化物、硅化物和硼化物等。传统陶瓷产品如陶瓷器、玻璃、水泥、耐热材料、建筑材料和搪瓷等,主要是烧结体,而精细陶瓷产品可以是烧结体,还可以做成单晶、纤维、薄膜和粉末,强度高、耐高温、耐腐蚀并具有声、电、光、热、磁等多方面的特殊功能,是新一代的特种陶瓷,所以,它们的用途极为广泛,遍及现代科技的各个领域。

### 1. 高温结构陶瓷

汽车发动机一般用铸铁铸造,耐热性能有一定限度。由于需要用冷却水冷却,热能散失严重,热效率只有 30% 左右。如果用高温结构陶瓷制造陶瓷发动机,发动机的工作温度能稳定在  $1300^\circ\text{C}$  左右,由于燃料充分燃烧而又不需要水冷系统,使热效率大幅度提高。用陶瓷材料做发动机,还可减轻汽车的质量,这对航天航空事业更具吸引力,用高温陶瓷取代高温合金来制造飞机上的涡轮发动机其效果会更好。目前已有多个国家的大汽车公司在试制无冷却式陶瓷发动机汽车。我国已在 1990 年装配了一辆并完成试车。陶瓷发动机的材料选用氮化硅( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ),它具有机械强度高、硬度大、热膨胀系数小、导热性能好、化学稳定性高等优点。

### 2. 透明陶瓷

一般陶瓷是不透明的,但光学陶瓷像玻璃一样透明,故称透明陶瓷。一般陶瓷不透明的原因是其内部存在有杂质和气孔,前者能吸收光,所以就不透明了,后者令光产生散射。因此,如果选用高纯原料并通过工艺手段排除气体也就能获得透明陶瓷。早期就是采用这样的办法得到透明的氧化铝陶瓷,后来陆续研究出如烧结白刚玉、氧化镁、氧化铍、氧化钇——二氧化铍等多种氧化物系列透明陶瓷。近期又研制出非氧化物透明陶瓷,如砷化镓( $\text{GaAs}$ )、硫化锌( $\text{ZnS}$ )、硒化锌( $\text{ZnSe}$ )、氟化镁( $\text{MgF}_2$ )、氟化钙( $\text{CaF}_2$ )等。

这些透明陶瓷不仅有优异的光学性能,而且耐高温,一般它们的熔点都在  $2000^\circ\text{C}$  以上。如氧化钇——氧化钇透明陶瓷的熔点高达  $3100^\circ\text{C}$ ,比普通硼酸盐玻璃高  $1500^\circ\text{C}$ 。透明陶瓷的重要用途是制造高压钠灯,它的发光效率比高压汞灯提高一倍,使用寿命达 2 万小时,是使用寿命最长的高效电光源。高压钠灯的工作温度高达  $1200^\circ\text{C}$ ,压力大、腐蚀性强,选用氧化铝透明陶瓷为材料成功地制造出高压钠灯。透明陶瓷的透明度、强度、硬度都高于普通玻璃,它们耐磨损、耐划伤,用透明陶瓷可以制造防弹汽车的窗、坦克的观察窗、轰炸机的轰炸瞄准器和高级防护眼镜等。

### 3. 光导纤维

从高纯度的二氧化硅或称石英玻璃熔融体中,拉出直径约 100 nm 的细丝,称为石英玻璃纤维。玻璃可以透光,但在传输过程中光损耗很大,用石英玻璃纤维光损耗大为降低,故这种纤维称为光导纤维,是精细陶瓷中的一种。

利用光导纤维可进行光纤通讯。激光的方向性强、频率高,是进行光纤通讯的理想光源。光纤通讯与电波通讯相比,光纤通讯能提供更多的通讯通路,可满足大容量通讯系统的需要。

在实际使用时,常把千百根光导纤维组合在一起并加以增强处理,制成像电缆一样的光缆,这样既提高了光导纤维的强度,又大大增加了通讯容量。

用光缆代替通讯电缆,可以节省大量有色金属,每公里可节省铜 1.1 吨、铅 2~3 吨。光缆有质量轻、体积小、结构紧凑、绝缘性能好、寿命长、输送距离长、保密性好、成本低等优点。光纤通讯与数字技术及计算机结合起来,可以用于传送电话、图像、数据、控制电子设备和智能终端等,起到部分取代通讯卫星的作用。

#### 4. 生物陶瓷

人体器官和组织由于种种原因需要修复或再造时,选用的材料要求生物相容性好,对肌体无免疫排斥反应;血液相容性好,无溶血、凝血反应;不会引起代谢作用异常现象;对人体无毒,不会致癌。目前已发展起来的生物合金、生物高分子和生物陶瓷基本上能满足这些要求。利用这些材料制造了许多人工器官,在临床上得到广泛的应用。但是这类人工器官一旦植入体内,要经受体内复杂的生理环境的长期考验。例如不锈钢在常温下是非常稳定的材料,但把它做成人工关节植入体内,三五年后便会出现腐蚀斑,并且还会有微量金属离子析出,这是金属合金的缺点。有机高分子材料做成的人工器官容易老化。相比之下,生物陶瓷是惰性材料,耐腐蚀,更适合植入体内。

氧化铝陶瓷做成的假牙与天然齿十分接近,它还可以做人工关节用于很多部位,如膝关节、肘关节、肩关节、指关节、髌关节等。 $ZrO_2$  陶瓷的强度、断裂韧性和耐磨性比氧化铝陶瓷好,也可用以制造牙根、骨和股关节等。羟基磷灰石 $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ 是骨组织的主要成分,人工合成的与骨的生物相容性非常好,可用于颌骨、耳听骨修复和人工牙种植等。目前发现用熔融法制得的生物玻璃,如  $CaO-Na_2O-SiO_2-P_2O_5$ ,具有与骨骼键合的能力。生物玻璃在和骨结合时,先在植人体表面形成富硅凝胶,然后转化成磷灰石晶体,这时在结合面形成有机和无机的复合层,保持很高的结合强度。

陶瓷材料最大的弱点是性脆,韧性不足,这就严重影响了它作为人工人体器官的推广应用。陶瓷材料要在生物工程中占有地位,必须考虑解决其性脆问题。

#### 5. 纳米陶瓷

有人用新的制备方法把陶瓷粉体的颗粒加工到纳米级( $10^{-9}$  m),用这种所谓超细微粉体粒子来制造陶瓷材料,得到新一代纳米陶瓷,这是陶瓷材料的第三次飞跃。纳米陶瓷有延性,有的甚至出现超塑性。如室温下合成的  $TiO_2$  陶瓷,它可以弯曲,其塑性变形高达 100%,韧性极好。因此人们寄希望于发展纳米技术去解决陶瓷材料的脆性问题。纳米陶瓷被称为是 21 世纪陶瓷。

目前,绝大部分先进陶瓷的显微结构处于微米(1 微米 =  $10^{-6}$  米)量级水平,在  $1\text{ cm}^3$  体积中约有  $10^{10}$  个晶粒。而纳米陶瓷的显微结构更加细微,在  $1\text{ cm}^3$  体积中有上万亿个晶粒。纳米瓷晶粒细化,有助于晶间的滑移,从而导致了超塑性;也因为晶粒细化,材料中的气孔和其他缺陷尺寸减小,可获得少缺陷甚至无缺陷的陶瓷,其力学性能大幅度提高,可根治易脆的痼疾,成为打不破的陶瓷。

什么是纳米材料呢?材料绝大多数是固体物质,它的颗粒大小一般在微米级,一个颗粒包含着原子和分子,这时材料显示的是大量分子的宏观性质。后来人们发现,若用特殊的方法把颗粒加工到纳米级大小,这时一个纳米级颗粒所含的分子数大为减少,用它做成的材料称为纳米材料。纳米材料具有奇特的光、电、磁、热、力和化学等性质,和宏观材料迥然不同。究竟是什么原因使纳米材料具有如此独特的性质?总的来说,纳米材料的粒子是超细微的,粒子数多,表面积

大,而且处于粒子界面上的原子比例甚高,一般可达总原子数一半左右。这就使纳米材料具有不寻常的表面效应、界面效应和量子效应等,因而呈现出一系列独特的性质。

### 三、纳米技术前景诱人

已故诺贝尔奖获得者物理学家理查德·费曼在美国加州工学院任教时,于1959年作的一次演讲中提出一个新想法:人类从磨尖箭头到光刻芯片的所有技术,都是一次性削去数以亿计的原子,以便把物质做成有用的形态。为什么我们不可以从另外一个角度出发,从单个的分子甚至原子开始组装,以达到我们的要求?他认为,物理学的规律不排除一个原子一个原子地制造物品的可能性。这是一个震惊科学界的新观念。由于用来组装物品的分子或原子都是尺度为纳米级的微粒( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ),科学界把这类技术称为纳米技术。或者说纳米技术是直接以分子或原子来构造具有特定功能产品的技术。这是一门以0.1至100纳米这样的尺度为研究对象的前沿学科。

1990年,美国IBM公司的科学家利用其他科学家1982年发明的扫描隧道电子显微镜等工具,把35个氩原子移动到各自位置,组成了I、B、M三个字母,三个字母总长还没有3nm。这是纳米技术研究取得的一项重大突破,它表明人类已经能够操纵单个分子或原子了。1991年,美国科学家又制得了碳纳米管,这更加促进纳米技术的加速发展。从20世纪90年代开始,纳米技术受到全世界关注,许多国家都投入了大量的人力和财力,对其进行研究和开发。据较新消息,日本在纳米元件和纳米合成材料的研究,欧盟在纳米涂层和新仪器使用等方面都取得了重大进展;美国研究人员利用有机物和无机物组件,已开发出一个分子大小的马达,该马达以每秒3到4圈的转速运转了40分钟。

我国在纳米技术研究上也已取得一定成果。1993年我国科学家在常温下对单个原子进行操纵,用扫描探针拨出硅晶体表面某些位置上的硅原子,形成“中国”二字,笔画宽度只有2nm。1999年对储氢碳纳米管的研究又获得突破,被评为我国十大科技成果之一。在纳米技术领域内,目前我国的水平仅次于美、日、德而居世界第四位。

纳米技术已经制造出许多奇迹,然而这只是一场新工业革命的开始。科学家认为,由于人类可以从零开始制造任何全新组织结构的物质,这将改变未来材料的结构和性能,或者说制造特殊性能的新奇材料具有可能性。例如强度是钢的100倍的超强材料,密度只有纸张的1/10的超轻材料,还有高熔点材料、超导电材料、超导磁材料、超耐磨材料、超催化能力材料、透明材料等。如果把纳米材料用于电脑的存储器,可使一个大型图书馆的信息放入一个只有糖块大小的装置中。

活的细胞能够完成很多化学任务。如绿色植物的光合作用,动物把食物转化为能量,要根据DNA(脱氧核糖核酸)上的信息制造并输出蛋白质,把单个分子组装成新的细胞等。这些都说明每个活的细胞中都存在一个纳米机器。科学家将“借用”生物界的技术,制造具有不同用途的纳米机器,这些机器既能自我复制,又能按指令操纵分子或原子,制造或分解物质。如在人体细胞老化时,它能在人体内制造新的细胞,使人延年益寿;也可在人体血液中运动,发现并分解致病细菌、病毒或肿瘤细胞等,为人类防病治病。也可让这些机器去分解剧毒物质如二恶英,把稻草变成“面粉”,将碳原子按照金刚石中碳原子结合方式进行逐个排列,制成不需切割加工的完美无瑕的钻石制品等。这些天方夜谭一样的幻想,可能在21世纪中叶前成为现实。

纳米技术是融物理、化学和生物知识的新科技,在电子学、机械、化工、食品、医药、保健、环保、国防等不同领域都有着不可估量的潜力。它甚至会超过计算机和基因工程,给人类带来巨大的经济效益。

著名科学家钱学森指出,纳米技术将会带来一次技术革命,从而引起21世纪又一次产业革命。其主要应用前景可举一些例子如下: