

为化学而激动是很酷的！

文 _ 高盘良

高盘良，北京大学化学与分子工程学院教授（已退休），中国科学院老科学家科普报告团成员。执教 53 年，主要从事物理化学的教学和科研工作。



经常听到中学生反映，在高考时被调剂到化学或化工类专业而感到无奈，也有的中学生问：21 世纪是信息科学和生命科学的世纪，为什么我们还要学习化学？在电视广告、报纸上经常听到或看到农民自曝毒菜、毒肉生产内幕，三聚氰胺有毒奶粉、苏丹红充当食品添加剂、瘦肉精猪饲料、二噁英污染事件等，由于私利的驱动，不法分子不正当地使用化学品，给人们造成了生活上的不安全感，误把一切化学物质都当成有毒物了，于是在广告词中出现“我们的水是不含任何化学物质的！”“开学了，请不要给孩子买含有化学品的文具！”等误导，造成公众对化学的错误印象：化学品成了毒品的代名词，化学成了罪恶之源，以致发出“远离化学”的呐喊。因此正确地宣传化学应是举办“国际化学年”的一个目的。到底化学品是否都是毒品，化学与人们的现代生活具有什么样的关系，本文试图举例谈谈看法。

◎ 功与罪——从三聚氰胺说起

三聚氰胺（Melamine），是一种三嗪类含氮杂环有机化合物，是重要的氮杂环有机化工原料，为纯白色晶体，无味，密度 $1.573\text{g} / \text{cm}^3 (16^\circ\text{C})$ ；常压熔点 354°C （分解）；溶于热水，微溶于冷水，极微溶于热乙醇，不溶于醚、苯和四氯化碳，可溶于甲醇、甲醛、乙酸、热乙二醇、甘油、吡啶等；低毒，在一般情况下较稳定，但在高温下可能会分解放出氰化物。最主要的用途是作为生产三聚氰胺甲醛树脂的原料，从而制成防火、抗震、耐热的装饰面板；可制作金属涂料和氨基树脂装饰漆；可制成洁白、耐摔打的日用器皿、卫生洁具和仿瓷餐具，电器设备等高级绝缘材料；生产抗皱、抗缩、不腐烂的钞票和军用地图等高级纸等。可以说三聚氰胺是现代生活不可或缺的化工材料。这是三聚氰胺的功，也是化学家的功。

自 2008 年 8 月以来，中国的甘肃、江苏、山东、陕西、江西、湖南、湖北等

多家医院披露：多名1岁左右的婴儿患上双肾多发性结石、输尿管结石等婴儿罕见病症。孩子们都曾经长期食用“三鹿”牌奶粉。经检测发现，“三鹿”婴幼儿奶粉受三聚氰胺污染，这是生产者为了增加含氮量以掩盖其奶粉蛋白质含量的低下，非法添加了三聚氰胺。“三聚氰胺事件”不仅影响了国内儿童的健康，而且在国际上也产生了恶劣影响：2007年3月中旬以来，美国发生4000多起猫、狗等宠物中毒死亡事件，发现饲喂了含有三聚氰胺的宠物食品的16只动物都出现了尿毒症，发现了结石。原因是进口自中国的宠物饲料中含有三聚氰胺。更不可容忍的是由于权力的不作为造成将查封的含三聚氰胺的乳制品二次作恶，流向市场。这是三聚氰胺的过，是私欲膨胀的不法分子犯下的罪。

功与罪，经纬分明，化学家为社会文明创新研究，化学家不仅合成了有用的三聚氰胺造福人类，而且提出了区分乳制品的氮和三聚氰胺的氮，像照妖镜一样让不法分子原形毕露，化学家是人类健康的功臣。不法分子不正当地使用化学品牟取私利，把化学品放错了地方，成为毒物，造成危害甚至犯罪。我们绝不能有意无意地把罪恶加在化学品和化学家身上。

◎ 药与毒——“是药三分毒”吗？

俗话说“是药三分毒”。毒在何处呢？我们服用的无论是中药还是合成的西药，大部分都有两种异构体（化学成分完全相同，分子结构不同），他们的分子结构呈镜面对称（如图1），犹如人的两只手一样，故称为手性化合物。图2是药物“孕停宁”的分子结构，为怀孕妇女克服孕期反应的镇静剂，是典型的手性化合物。研究表明，只有具有右手性结构的分子是药物，而左手性结构的分子是毒物，是致畸剂。上千孕妇由于服用左右手性混合的孕停宁而生下了上肢短缺的海豚人，制药厂因赔偿而破产。然而，相当多的天然药物及化学方法合成的药物往往是左右手性混合物，如高效止痛药R-异构体有效，而S-异构体有毒，是强畸胎剂。又如抗感染药物S-异构体有效，而R-异构体对肝脏有毒。这就是“是药三分毒”说法的缘故。

难道只能在吃药治病的同时让毒物一起来残害人的健康吗？化学家是最能接受挑战的科学工作者，他们决不会容忍这种状况继续下去。近来传来了喜讯，已经发明了一种不对称合成和提取药物的方法，将手性混合物中的有效药物提取或合成出来，不再让毒物混杂在药物中，这就能彻底改变“是药三分毒”的现状。我国化学家陈新滋采用不对称催化合成方法合成抗感染药物已达到S/R = 99.25/0.75，其中S型是药物、R型是毒物，如此高的比例说明已把毒物降低到极低程度。据报道，最新研究已能合成完全不含毒物的药物，这就离彻底改写“是药三分毒”的历史不远了。

◎ 剪与接——改变血型

“血库告急！”时常在报纸和电视上见到这样的呼唤。不仅有血量不足，更有需要的血型不匹配，要是能把血改造为“万能供血者”O型多好啊！化学家已找到了实现这种愿望的可能。为了了解其原理，我们首先来看一看不同血型的不同处在哪儿。

人的血型分为O、A、B、AB四种，不同的血型主要是由于红细胞表面的糖分子链结构不同决定的。试看四种糖分子链结构：

O型：葡萄糖—半乳糖—N-乙酰半乳糖胺—半乳糖—岩藻糖

A型：葡萄糖—半乳糖—N-乙酰半乳糖胺—半乳糖—N-乙酰半乳糖胺

B型：葡萄糖—半乳糖—N-乙酰半乳糖胺—半乳糖—岩藻糖—半乳糖

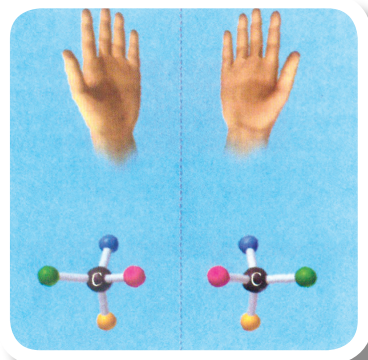


图1 手性化合物

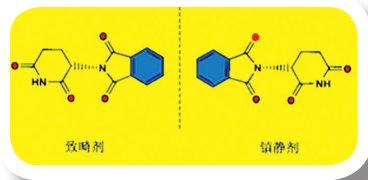


图2 “孕停宁”的分子结构

AB 型：为 A 型和 B 型两种结构的结合。

由上可见四种糖分子链结构的主要部分是相同的，所不同的是端基有微小的差别。如果采用剪与接的办法，剪去不同的部分（如 B 型的“—半乳糖”）就成了 O 型血了；而把 A 型血的端基“—N—乙酰半乳糖胺”剪去，再接上端基“—岩藻糖”就成了 O 型血了。反过来，也可以把 O 型血通过剪与接的方法改造为 A 型和 B 型。这种对分子进行改造或动手术的办法是化学家的拿手好戏，从工程的角度来说，可称为“分子工程”。据报道，科学家从海南咖啡豆里提取到一种酶——2 半乳糖苷酶，它可以像剪子一样把 B 型血的端基“—半乳糖”剪去而成为 O 型血。但是量太少了，2.2 公斤的海南咖啡豆提取物只能把 200 毫升 B 型血转换为 O 型血。为此又寻找新办法：把从咖啡豆中提取的酶转移到另一种酵母里，就可大量繁殖，复制出来供血型转换之用。当然，真正变为现实还有许多技术上的难关需要我们去攻克。

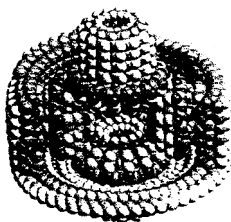


图 3 分子齿轮模型

犹如用一段布料量体裁衣一样，采用分子剪裁的方法，是作为化学家的分子工程师的新武器，可以按照需要设计和构建新分子，如为了把药物输送到病灶，就需要制作分子机器（如图 3）。传统工艺主要是利用已存在的化学物质，而现在化学家的创新主要是创造新分子为人类服务。许多新药的合成就是分子工程的成果。

◎ 智与愚——少女之死

一名女孩突然无缘无故七孔流血，一夜之间，就命丧黄泉，到底是自杀还是他杀？经胃中物检验，发现有砒霜，暴毙之谜迅疾揭晓：死者并非自杀，亦不是他杀，而是死于无知。但砒霜是从何而来呢？

死者生前每天服用维生素 C，这没有问题，问题出在她晚餐吃了大量的虾，吃虾本身也没有问题，但死者却同

时服用了维生素 C 和虾，问题就出在这里！实验研究发现，虾等软壳类食物含有大量浓度较高的砷化合物（ As_2O_5 ，砷酸酐）。这种物质食入体内，本身对身体并无毒害作用，但在服用维生素 C 之后，由于化学作用，使原来无毒的五氧化二砷，转变为有毒的三价砷（亚砷酸酐，三氧化二砷， As_2O_3 ，俗称砒霜）。砒霜是剧毒物质，能麻痹毛细血管，使肝脏坏死，心、肝、肾、肠充血，毛细血管扩张，中毒而七窍流血。这才真相大白！

无知猛于虎，无知首先是人们对食品化学的了解太肤浅，我们日常的食物含有哪些化学物质，它们之间能发生什么样的反应，生成哪些产物，哪些是有益于健康的，哪些是有害甚至是危及生命的，这些都是要认真研究的，只有研究才能出智慧。无知还在于公众缺乏化学的视角，结果以生命的代价获取教训：在服用维生素 C 期间，应忌食虾类，因为化学反应会产生毒物。因此我们应努力提高化学素养，而不是远离化学。

以上通过几件事例，挂一漏万地说明化学的昨天、今天与明天与我们的健康生活的关系。其实化学与现代生活息息相关。有人提出：化学是一门中心学科，这是非常符合实际状况的。没有化学理论在分子层次对物质的了解，生物学不可能演变成今日的分子生物学（生命科学），说不定还停留在显微镜和解剖刀的阶段。没有化学提供信息工程所需要的先进材料为基础，信息技术也不可能取得突飞猛进的发展。可以说，化学是人类健康的卫士，环境友好的朋友，生命科学、信息技术等坚实的臂膀。因此中国科学院《2004 年科学发展报告》中提出“21 世纪是生命科学、化学和信息科学共同繁荣的世纪”是符合实际的。何况化学学科正在进入创建新学科的高峰时代。拿一句时髦的话来说：为化学而激动是很酷的！■