

化学故事丛书

平常中包含了深奥

——生活化学的故事

黄一敏

57-11/05

上海科学普及出版社

(沪)新登字第 305 号

责任编辑 陈英黔

插图作者 王永康

平常中包含了深奥

——生活化学的故事

黄一敏

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷七厂一分厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 插页 2 字数 98000

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—23000

ISBN 7-5427-1022-2/O · 17 定价: 4.50 元

序

科学技术是第一生产力。在“科教兴国”这个伟大战略的指引下，我国的科技事业和教育事业必将有大的发展，我国的生产力也必将有飞跃的发展。

科学技术的教育可以通过学校教育，也可以通过自学，可以通过教科书或专著，也可以通过科普读物。科普读物是普及科学技术的一条重要途径，科学普及读物可以将深奥的科学技术生动形象、深入浅出地介绍给读者，使读者对它有初步的了解，对它产生兴趣，以至为之献出毕生的精力。好的科普读物还会孕育出伟大的科学家，产生出伟大的发明家。科普作家凡尔纳所写的科普读物就是个很好的例子。许多著名的科学家为了普及自己心爱的专业知识或者伟大的发现，不惜利用自己的宝贵精力写出了一部又一部的科普读物。伟大的物理学家爱因斯坦所写的《物理学的进化》就是一部很好的物理学科普读物。在当今我国“科技兴国”的形势下，是多么需要一批优秀的科普读物来帮助人们更新观念、更新知识，了解高新的科学技术，去抢占世界高新科技及其产业的制高点。

化学是一门重要的基础科学。可以说，现代生活离不开化学、现代科学发展离不开化学，就是信息技术、空间技术、海洋技术、生物技术、新材料、新能源等高新技术及其产业的发

展也都离不开化学。因此，化学普及读物是非常需要的。有些青少年不太喜欢也不太重视化学及其工业，原因是多方面的，其中一个重要的原因是我们对化学的普及工作做得还不够。化学教科书太“严肃”“呆板”，科普读物又太少。因此，青少年对化学的重要性不甚了解，对化学不甚感兴趣。我们需要像阿西莫夫这样的科普作家。

《化学故事丛书》将为化学科普园地增添一丛鲜艳的花朵。这套丛书以故事的形式，包括着化学的基础，也是构成世界万物的基础——元素，以及化学所涉及到的生活化学、生命化学、环境化学、材料化学、能源化学等重要领域的内容。

由于作者多年从事教育，他们知道读者关心的是什么问题，难理解的是什么地方，以及如何按照认识规律深入浅出地告诉给读者，如何引起读者的兴趣，使读者在不知不觉中学到许多化学及其他科学的基础知识、科学观点、科学态度和科学方法。例如，在生命化学的故事中介绍了生命是什么、构成生命的基础是什么、肆虐的病毒，在生活化学的故事中介绍了海带汤引出的发明、火柴头上的秘密、油条里的化学，在能源化学的故事中介绍了海水变成燃料、跨进原子时代的第一步等等，读来获益非浅。

作者利用工作之余搜集了大量的材料，写出这套内容丰富的故事丛书，实在难能可贵。希望她的出版，能够对青少年，尤其对他们学习化学、爱好化学有所帮助，我想这也是作者艰苦写作的最大心愿。

孙元清

1995年10月于上海

目

录

- 1 元素周期表的神奇作用 (1)
- 2 乙醇现真“情” (6)
- 3 “甜蜜”的发明 (12)
- 4 驯服氮气的征途 (18)
- 5 缤纷世界的奥秘 (25)
- 6 波尔多城的怪事 (30)
- 7 化学战车的威力 (34)
- 8 海带汤引出的发明 (39)
- 9 生活之友——醋 (42)
- 10 酸碱指示剂——爱情的结晶 ... (47)
- 11 火柴头上的秘密 (52)
- 12 神通广大的活性炭 (57)
- 13 开启考古之门的新钥匙 (62)
- 14 金质奖章的“复活” (66)
- 15 桂林山水的形成 (72)
- 16 巧藏情报 (77)
- 17 短命的游艇 (83)
- 18 假牙—电流—电池 (87)
- 19 欧罗巴号战舰上的纵火犯 (92)
- 20 “炮兵下士”的启示 (97)

21	炸药与炸药之父	(100)
22	体育世界中的化学知识	(104)
23	油条里的化学知识	(108)
24	绘画艺术与化学技术	(113)
25	天有可测风云	(117)
26	厨师、肥皂和合成洗涤剂 ...	(122)
27	李比希一言值千金 俄国人万 金换两字	(127)

1.

元素周期表的神奇作用

1869年，化学开创了一个崭新的历史时期，俄国伟大的化学家门捷列夫发现了元素周期律，编排了世界上第一张元素周期表。在元素周期律的指导下，人们就可以有计划、有目的地去寻找新的物质，使人们在认识化学合成的理论上从必然王国进入了自由王国。美国科学家密德烈深有感触地提醒人们：“门捷列夫元素周期表是一张奇妙的合成图。”

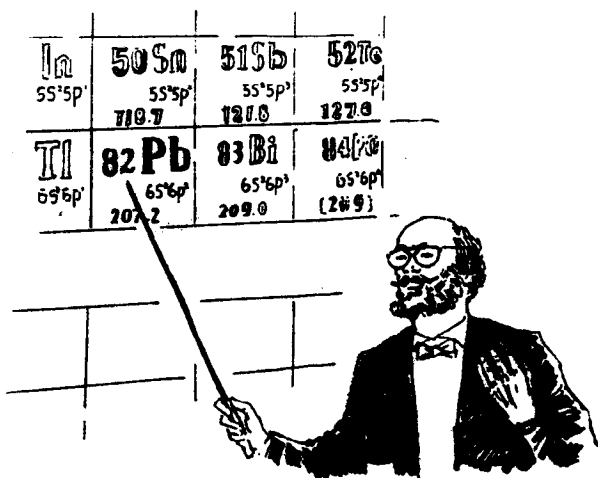
20世纪初期，汽车、飞机工业得到了很快的发展。但是，人们发现了一个问题：尽管消耗的汽油很多，飞机飞行距离仍不远。研究人员想方设法改进技术提高内燃机的效率，但仍无济于事。后来人们发现必须提高内燃机的压缩比。然而，汽油和空气混合物压缩到一定体积时，就会产生爆震。这样不但损坏了汽缸，而且也浪费了燃料。人们迫切需要找到一种物质，它既能使汽油压缩得较紧而又不会引起爆震，来提高汽车内燃机的功率。

人们已研究和发现的化学物质有400多万种，能够胜任上述要求的物质是哪一种呢？它就像一只狡猾的狐狸，隐藏在茫茫的深山老林之中，使人们难以寻找。

70多年前，在一间破旧的机房里，有两个美国人整天摆弄着一架从旧汽车上拆下来的内燃机。他们用各种燃料来试验内燃机的运转情况，企图捉住这只“狐狸”。他们就是美国

的化学家密德烈和波义德。

化学家密德烈和波义德最初发现，煤油的抗爆震性能比汽油好，而当煤油中溶入一些碘以后，煤油的抗爆震性能便可以大大改善。但是碘太贵了，不实用。不过，虽然还未找到“狐狸”，总算看到了它的“足迹”。



科学家在化学地图上找“狐狸”

密德烈和波义德打开了元素周期表，顺着碘的足迹去狩猎。和碘相似的氟、氯、溴太活泼了，要损坏汽缸，都不行。接着追捕到第六主族，试验表明，含氧的醇类物质，可提高汽油的抗爆性能。但是加入量太多，几乎达到汽油的一半，又是行不通。硫的化合物腐蚀性较强，也不行。而可溶于汽油的硒和硫的化合物当时还没发现。

于是搜捕的目标转到第五主族，他们发现，含氮的苯胺可以提高汽油的抗爆震性能，用同样多的汽油，可以使汽车多跑

一半的路程。

这个惊人的发现很快被运用于飞机上。加有甲基苯胺添加剂的汽油，成为1920年第一批横渡大西洋的飞机燃料，创造了飞机不着陆长距离飞行的世界纪录。遗憾的是，加入量需达汽油的十分之一，排出的废气太难闻。用这种燃料作为汽车用油当然不会受人欢迎，因为谁也不希望马路上搞得臭气冲天。

密德烈和他的同伴们继续顽强地工作，试验了上千种物质，还是没有能猎获那暗藏的“狐狸”，这狡猾的家伙究竟躲在哪儿呢？

有一回，他们又回过头来研究硒和碲，发现二乙基硒的抗爆性能比苯胺强五倍，二乙基碲比苯胺强十倍。这真是“山重水复疑无路，柳暗花明又一村”。密德烈兴奋地做完实验，走进澡堂，想洗个澡以去掉几周来的灰尘和劳累。真怪！其他人一看到密德烈，都掩鼻而逃。原来，二乙基硒和二乙基碲奇臭难闻，而埋头研究的密德烈沉浸在成功的兴奋中，一点也不觉得。这样，抗爆震性能好的物质虽然找到了，但仍不能应用。因为那股恶臭实在使人讨厌。

密德烈对试验作了仔细的分析，高兴得叫起来：“找到了，找到了！”原来他们发现，有良好抗爆震性能的物质都是些重元素的化合物。于是立即动手试验第四主族的锡，结果令人满意。有没有更好的呢？那一定是比锡更重的铅的化合物了。

1921年，他们终于发明用四乙基铅作为汽油的添加剂，抗爆震效果很好，只要在一升汽油中加入1克（约0.1%）的四乙基铅，汽油的抗爆震性能就大大提高。而且制取四乙基铅的原料易得，价格便宜，它还具有水果香味。紧接着，又找到了能溶解废气中的有害物质——氧化铅的二溴乙烷。于是问题得到了圆满的解决。就这样，借助于元素周期表这张“化学

地图”。人们终于逮住了这只狡猾的狐狸！

密德烈的发现为人类创造了数以亿计的财富。但他并没有停留在功劳簿上，又向新的目标——“冷冻剂”进军。

密德烈研究的法宝还是“元素周期表”。他从分析“化学地图”入手，以确定寻找的方向。经过大概的分析，他发现非金属元素之间的化合物较多是液体或气体。

再进一步分析，惰性气体沸点太低，硼、硅、磷、砷、硒、碲和碘的气态氢化物一般较不稳定或有毒。例如 SiH_4 、 H_2Se 、 HI 易分解； PH_3 、 AsH_3 也不稳定，并且有毒。值得研究的只有碳、氮、氧、硫、氟、氯、溴等几种元素。引人注意的是，当时可使用的冷冻剂，如氨、二氧化硫、氯甲烷、氯乙烷等，都是这些元素相互间形成的化合物。

初步的分析结果令人鼓舞：但是这些元素间的化合物数量仍是惊人的，必须把包围圈缩得更小，使方向更明确。

密德烈又从冷冻剂要求不易燃烧这一特性进行分析。在元素周期表中，甲烷 (CH_4) 是很容易燃烧的天然气；往右，氨 (NH_3) 较难燃烧；再往右，水 (H_2O) 一般情况下不燃烧。得出的规律是，从左到右，化合物的易燃性减弱。

Ⅰ A	Ⅱ A	Ⅲ A	Ⅳ A	Ⅴ A	0
				氢 H	氦 He
硼 B	碳 C	氮 N	氧 O	氟 F	氖 Ne
	硅 Si	磷 P	硫 S	氯 Cl	氩 Ar
		砷 As	硒 Se	溴 Br	氪 Kr
			碲 Te	碘 I	氙 Xe

再分析化合物的毒性：同一纵行内， AsH_3 、 PH_3 比 NH_3 来得毒些， H_2O 是无毒的，而 H_2S 却有毒。很显然，化合物的毒性是从下往上逐渐减弱的。另外，化合物的稳定性是按

HI、HBr、HCl、HF 的顺序依次增强。冷冻剂要求无毒、难燃、化学稳定性好，这样从左到右，从下往上两个方向递进，其趋势就集中到一种元素——氟。

当时，人们对氟的化合物研究较少。文献上记载的四氟化碳 (CF_4) 沸点为 -15°C ，这是错误的，而且人们总以为氟的化合物是有毒的，无法用来作冷冻剂。是元素周期表指示错误，还是当时人们的看法是错误的呢？这需要用实验来证明。

密德烈从 Cl_4 、 CBr_4 、 CCl_4 的沸点逐渐降低，推测 CF_4 的沸点应为 -136°C ，而不是当时文献上记载的 -15°C 。 CCl_4 的沸点是 76.8°C 。要制造出沸点为 $0^\circ\text{C} \sim -40^\circ\text{C}$ 间的化合物，应在沸点较低的 CF_4 中增加原子量较重的氯 (Cl) 原子。根据上述原则，密德烈终于发现了理想的冷冻剂——二氟二氯甲烷 (CCl_2F_2)，商品名称叫“氟利昂”。它的沸点是 -29.8°C ，无毒、无臭、不燃烧，化学性能稳定，完全符合冷冻剂的要求。

当然，随着时代的发展，“氟利昂”这种冷冻剂也在逐步淘汰，被更新、更好的冷冻剂所取代，这是后话。不过，从密德烈研究发现汽油添加剂——四乙基铅和冷冻剂——氟利昂的过程中，我们会领略到“元素周期表”的神奇作用。可以预计，随着人们对“元素周期表”认识的不断加深，我们一定能从中挖出更多的“宝藏”，作出更多的发明。

2.

乙醇现真“情”

古代有许多诗人和酒结下了不解之缘。他们兴奋的时候，“白日放歌须纵酒”（杜甫《闻官军收河南河北》）；烦恼的时候，“何以解忧，唯有杜康”（曹操《短歌行》）。李白更有斗酒诗百篇的美誉，他的《客中行》独独写饮酒：“兰陵美酒郁金香，玉碗盛来琥珀光。但使主人能醉客，不知何处是他乡。”寥寥数语，便把游子的乡愁勾勒出来。李白和酒友相聚，“会须一纵三百杯”《将进酒》，就是独酌时，他也要“举杯邀明月，对影成三人”。中国还有一些诗人，如王维、杜牧、白居易等也无一不是豪饮之客。

我国酿酒历史上就有“杜康造酒”之传说。久远年代有个名叫杜康的庄稼人，干活时把吃剩的饭放在树洞里，封上它，打算下顿再吃，不料过了许多天才想起，走到洞边闻到了浓郁的香气，打开洞一看，剩下的饭不见了，只留下一泓清水，芳香醉人。这就是最初由谷物酿成的酒。

传说归传说，不过翻开我国的文明史可以发现我国是世界上很早就学会酿酒方法的国家。早在五千年以前的新石器晚期，就已开始了谷物酿酒的历史，至商周时代已非常普遍。我国现存最早的酒是从战国中山王墓中出土的两个铜壶盛装的二千多年前的曲酒，出土时打开壶盖，还能闻到沁人的芳香。酒中珍品“茅台酒”更是我国特有的曲酿酒中之佼佼者，

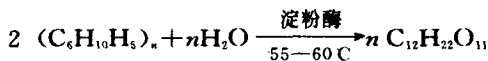


举杯邀明月

名闻遐尔。那么，酒是怎样酿造出来的呢？

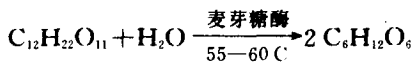
用淀粉发酵酿酒是一个十分复杂的生物化学过程，其化学变化大体上可以分为糖化和酒化两个阶段。

糖化阶段：



淀粉

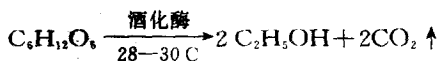
麦芽糖



麦芽糖

葡萄糖

酒化阶段：



葡萄糖

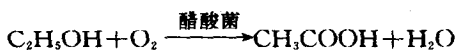
乙醇

当然，酿酒的工艺决非如此简单。酒的好坏也要受到水质、发酵条件、制酒工序等因素的影响，所以，这也形成了各地酒的不同风味。

我们饮用的各种酒，含乙醇的量各不相同。啤酒含乙醇3%~5%，葡萄酒含乙醇6%~20%，黄酒含乙醇8%~15%，白酒含乙醇最多，为50%~70%，由于各种酒中乙醇的量不同，因此有的酒易醉人，有的酒不易醉人。

啤酒是用啤酒花制成的。啤酒里含有较多的二氧化碳，二氧化碳对胃壁有微弱的刺激作用，能增进食欲。啤酒里还含有多种维生素、麦芽糖、蛋白质和磷酸盐，营养丰富，故有“液体面包”之称。

葡萄酒、黄酒、啤酒暴露在空气中，过不了多久就会变酸，尤其在气温高的夏季更是如此。这是为什么呢？因为这几种酒的“度数”不高，也就是乙醇含量较少，空气中的醋酸菌钻到酒里不能被酒精杀死，在里面繁殖、捣乱，使乙醇氧化成了乙酸：

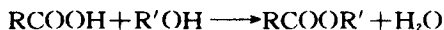


乙醇

乙酸

而白酒里含乙醇多，醋酸菌不易生长、繁殖，因此白酒不易变酸。

俗话说：酒越陈越香。因为酒里除乙醇外，还含有杂醇油（多种高级脂肪醇的混和物）和多种有机酸，杂醇油气味不佳，饮用时感到辛辣刺喉，酒在长时间的贮存中，有机酸与杂醇油能缓慢作用形成多种有芳香气味的脂类：

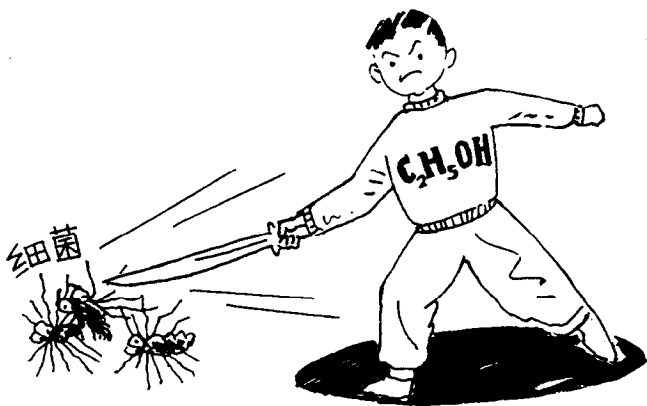


高级脂肪酸 杂醇 酯类

所以酒贮存的时间越长，醇香味就越浓郁。驰名世界的中国茅台酒和法国人头马酒，做好以后，要把酒坛密封起来，在地下埋几年后才能销售，这是很有科学道理的。

朋友们都有这样的体会，在烧鱼肉时，加些酒可以解除鱼肉的腥味。其中道理是这样的。鱼肉里“隐居”着腥臭味的三甲胺，一般情况下除去很困难，而乙醇却和它“情投意合”。乙醇跑到鱼肉里，能溶解三甲胺，加之烹饪时温度较高，乙醇和三甲胺受热挥发，腥味也就没有了。当你吃着香喷喷的糖醋鱼、肉时，可别忘了酒的功劳。

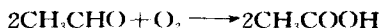
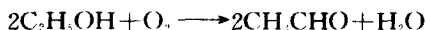
乙醇还有杀死细菌的本领。75%的乙醇具有很强的渗透能力，能“钻”到细菌体内使蛋白质凝固。细菌也就“一命呜呼”了。



乙醇有杀灭细菌的本领

节假日，亲朋好友欢聚一堂，以酒助兴，开怀畅饮。饮酒到底有益还是有害？对此，人们众说纷纭，毁誉不一。好酒者对其推崇备至，美其名曰“琼浆”、“玉液”，厌酒者把它说得一无是处，甚至斥责为“致疾败行，乱性伤身”。但也有不少人认为，不能笼统地说饮酒有益还是有害，重要的是要注意科学用酒。

酒的主要成分是酒精，除此之外，还有酯类、糖分、维生素等。少量饮酒能增加唾液，胃的消化液等的分泌，帮助消化。乙醇进入体内，一部分被小肠吸收，进入血液循环，被氧化为乙醛并放热：



由于乙醇有扩张血管作用，因此少量饮酒能活血，行血，祛风散寒，表现出面红耳赤，发热出汗。故适量饮用可以引起精神兴奋，加速血液循环，舒筋活血，消除疲劳的作用，对人体是有益的。

当饮酒过量时，这时人体内机能无法将乙醇转化为能量，于是血液中凝聚高浓度的乙醇和乙醛（氧化的中间产物），这时对人的大脑系统有较大刺激，发生一系列的症状为：恶心、呕吐、心烦使人麻醉等。此外长期饮酒过量还会刺激胃壁，使人代谢负担过重，使肝脏失去某些功能，导致酒精性肝硬化。所以长期饮用过量酒是有害的。唐代大诗人李白的绝妙诗句流芳百世，但因嗜酒成癖，结果“酒后入水捉月”而死。

乙醇不仅是酒的主要成分，而且是工业生产的重要原料，例如用来合成药物，制造塑料、人造纤维等。用如前所述的粮食发酵法酿酒，一则产量不大，生产周期长；二则需消耗大量的粮食。例如生产1吨乙醇，大约需要4吨粮食。现在除了生