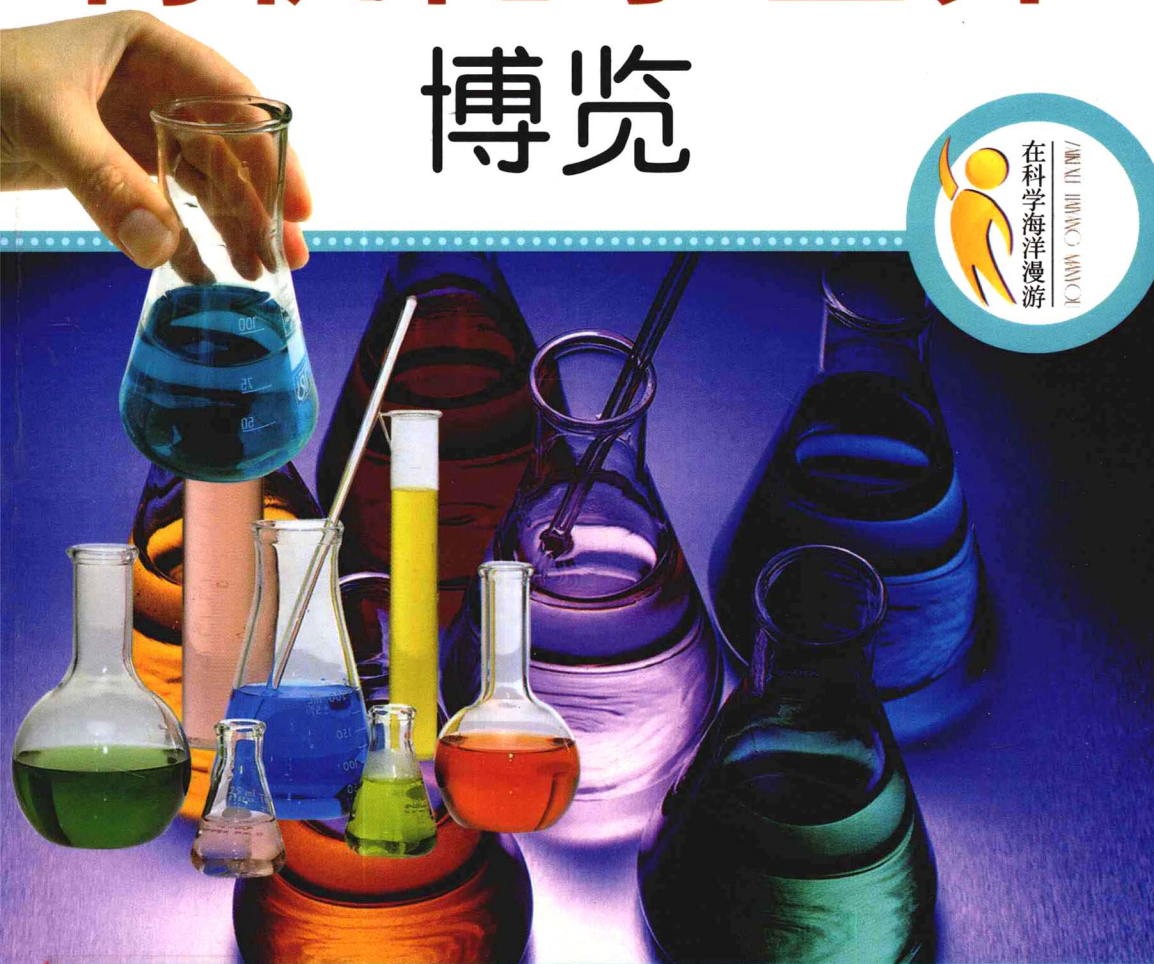


有机化学世界 博览



◆ 内容全面 ◆ 题材新颖 ◆ 创意无限 ◆

科学是关于自然界和思维的知识体系，而整个自然界是包罗万象的，因此科学的海洋是浩瀚无垠的。本套丛书选取了声学、地理地球科学、化学、生物学、航天器等几个学科作为编撰对象，分别介绍了太空中所见的地球、地貌的变迁、地球上的水资源、地球上的宝藏、化学奇观、有机化学世界、航模的历史与未来、声音的传播、病毒家族以及神奇的卫星家族。

王可◎编著

光明日报出版社

在科学海洋漫游

科学
博览
章



有机化学世界博览

王可◎编著

光明日报出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学世界博览 / 王可编著. — 北京: 光明日报出版社, 2012. 1

(在科学海洋漫游)

ISBN 978-7-5112-1907-7

I. ①王… II. ①王… III. ①有机化学-普及读物

IV. ①O62-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 237759 号

有机化学世界博览

编 著: 王 可

出 版 人: 朱 庆

责任编辑: 朱 宁 赵博雅

封面设计: 叁棵树设计

责任校对: 张 咏

责任印制: 曹 净

出版发行: 光明日报出版社

地 址: 北京市东城区珠市口东大街 5 号, 100062

电 话: 010-67078244 (咨询), 67078945 (发行), 67078235 (邮购)

传 真: 010-67078227, 67078255

网 址: <http://book.gmw.cn>

E-mail: gmcbs@gmw.cn zhaoboya@gmw.cn

法律顾问: 北京市洪范广住律师事务所徐波律师

印 刷: 北京市通州富达印刷厂

装 订: 北京市通州富达印刷厂

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社联系调换

开 本: 710×1000 1/16

字 数: 120 千字

版 次: 2012 年 1 月第 1 版

书 号: 978-7-5112-1907-7

印 张: 10

印 次: 2012 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 19.80 元

版权所有 翻印必究

前言 PREFACE

有机化学世界博览

有机化学是化学中极为重要的一个分支，又称为碳化合物的化学，是研究有机化合物的结构、性质、制备的学科。在准确界定有机化学的定义之前，含碳化合物被称之为有机化合物，这是因为以往的化学家们认为含碳物质一定要由生物（有机体）才能制造，因此，就把含碳化合物称为有机化合物。1828年，德国化学家弗里德里希·维勒在实验室中成功合成尿素（一种有机化合物）。尿素的人工合成，打破了有机化合物一定来自于生物体的学说，在尿素人工合成后，乙酸等有机化合物相继由碳、氢等元素合成，自此以后有机化学便脱离传统所定义的范围，扩大为含碳物质的化学。

19世纪初到1858年提出价键概念之前属于有机化学的萌芽时期。在这个时期，已经分离出许多有机化合物，制备了一些衍生物，并对它们作了定性描述，认识了一些有机化合物的性质。从1858年价键学说的建立到1916年价键的电子理论的引入这一时期，属于经典有机化学时期，在这个时期，有机化合物在结构测定以及反应和分类方面都取得很大进展。

1927年以后，英国理论物理学家海特勒等人用量子力学，处理分子结构问题，建立了价键理论，为化学键提出了一个数学模型。后来美国化学家马利肯用分子轨道理论来处理分子结构，其结果与价键的电子理论所得的大体一致，由于计算简便，解决了许多当时不能回答的问题，从这以后，有机化学进入了现代有机化学时期，在这段时期，许多新理论和研究方法被确立，研究的

范围和深度也较之以前有了很大的变化，时至今日，有机化学已经发展成有众多分支的独立学科，有机合成化学、元素有机化学、金属有机化学、物理有机化学、海洋有机化学都在各自的发展方向上不断取得进展和突破，一种全新的有机化学的面貌正呈现在我们面前。

C CONTENTS

目录

有机化学世界博览

YOUJI HUAXUE SHIJIE BOLAN

有机化学的诞生、发展

有机化学的诞生和基本理论的建立	2
有机化学的研究对象和研究内容	6
有机化学研究手段的发展	8
有机化学的分支学科	11
中国有机化学的起步与发展	34

有机物概述

有机物含义的正确界定	39
决定有机物性质的官能团	41
有机物的分类标准和科学分类	43
有机物的一般性质特点	48
有机物的同分异构现象	50
有机物的命名规则	51
有机物的分离、提纯、鉴别	54

常见烃和烃衍生物概述

有机化合物的母体——烃	59
脂肪烃及其衍生物的性质和利用	62
芳香烃化合物的性质和应用	64
卤代烃的性质和应用	69

醇的分类、命名、性质和应用	72
---------------	----

酚的性质、应用和对环境、人体的毒害	76
-------------------	----

醛的分类、命名、性质和应用	78
---------------	----

羧酸的分类、命名、性质和应用	81
----------------	----

常见生物体有机物概述

糖类的分布、分类、功能	85
-------------	----

麦芽糖的性质与应用	89
-----------	----

脂类的性质、分类和人体对脂类的利用	91
-------------------	----

维生素的发现和对人体健康的影响	95
-----------------	----

蛋白质的组成、性质、分类及其与人体的关系	101
----------------------	-----

氨基酸的分类和功能	104
-----------	-----

核酸的组成分类、性质和功能	108
---------------	-----

常见工业有机物概述

甲烷的性质、来源和利用	113
-------------	-----

乙烯的性质和利用	117
----------	-----

乙酸的性质和利用	120
----------	-----

醋酸在生产生活中的应用	121
-------------	-----

乙醇的组成、性质、制取和应用 ... 123

甲醇与假酒制作、假酒中毒 127

乙醛的性质和利用 128

啤酒中的乙醛对人体的伤害 129

甲苯的性质和应用 132

几种常见有机物概述

常见的热塑性塑料 138

可降解塑料的分类与应用 143

有机玻璃的性质和应用 146

有机肥料的特征和分类 149

生物医学高分子材料的分类和应用 ...
..... 150

有机生物污染与绿色化学兴起 152

有机化学的诞生、发展

◀ YOUJI HUAXUE SHIJI EOLAN ▶

1806年瑞典化学家贝采里乌斯首次提出了“有机化学”这一名词。当时有机化学是作为“无机化学”的对立物而提出并命名的。最初的有机化学的研究对象只限于从天然动植物有机体中提取的有机物。随着无机化合物合成有机物的不断出现,有机化学的研究范围逐步扩大,研究手段逐步多样化,基本理论也逐步建立,有机化学的发展得到了极大的促进,经过200多年的发展,如今有机化学早已经形成了一个相对独立的学科,并且与各个学科互相渗透,形成了许多分支学科,比如物理有机化学、海洋有机化学、元素有机化学等。



有机化学的诞生和基本理论的建立

有机化学作为人类实践活动可以追溯到史前。200 多年前有机化学发轫于对生命（有机）体化学组成的探索，并因而得名。首先，“有机化学”这一名词是于 1806 年首次由化学家贝采里乌斯（1779 ~ 1848 年）提出。当时“有机化学”是作为“无机化学”的对立物而命名的。由于当时科学条件的限制，有机化学研究的对象只能是从天然动植物有机体中提取的有机物。这就是最初关于有机化学的定义，即在“生命力论”影响下的有机体的化学，相当于生物化学。很显然，这给了人们一种错觉，似乎有机物都属于“有生机之物”或“有生命之物”，并只有在一种非物质的“生命力”的作用下才能形成，而不能在实验室里用化学方

论”说是存在局限性的，束缚了有机化学的发展。

1824 年，德国化学家弗里德里希·维勒从氰经水解制得草酸；1828 年他无意中用加热的方法又使氰酸铵转化为尿素。人工合成尿素的发现，便打破了有机化合物的“生命力”学说。因为氰和氰酸铵都是无机化合物，而草酸和尿素都是有机化合物。此后，乙酸等有机化合物相继由碳、氢等元素合成。贝采里乌斯也由此受到极大启发，他想到自己也曾发现过雷酸银和氰酸银，这是两种组成相同而性质不同的物质，当时误认是由于实验误差造成的。在维勒之后，贝采里乌斯发现酒石酸和葡萄酸也有类似情

况，于是他认为必须提出一个新概念。他说：“我建议把相同组成而不同性质的物质称为‘同分异构’的物质。”同分异构现象的发现以及从理论上的阐明，是在物质组成和结构理论发展中迈出的重



△拉瓦锡

法合成。显然，在当时有机化学学科发展的条件下，这种关于有机化学的“生命力

论”要一步，它开始了分子结构问题的研究，促进了有机化学的发展。



由于合成方法的改进和发展,越来越多的有机化合物不断地在实验室中合成出来。其中,绝大部分是在与生物体内迥然不同的条件下合成出来的。“生命力”学说渐渐被抛弃了,“有机化学”这一名词却沿用至今。

从19世纪初到50年代是有机化学的萌芽时期。在这个时期,已经分离出许多有机化合物,制备了一些衍生物,并对它们作了定性描述,认识了一些有机化合物的性质。

法国化学家拉瓦锡(1743~1794年)发现,有机化合物燃烧后,产生二氧化碳和水。他的研究作为有机化合物元素定量分析奠定了基础。1830年,德国化学家尤斯图斯·冯·李比希(1803~1873年)发展了碳、氢分析法,1833年法国化学家杜马建立了氮的分析法。这些有机定量分析法的建立使化学家能够求得一个化合物的实验式。

当时在解决有机化合物分子中各原子是如何排列和结合的问题上,遇到了很大的困难。最初,有机化学用二元说来解决有机化合物的结构问题。二元说认为一个化合物的分子可分为带正电荷的部分和带负电荷的部分,二者靠静电力结合在一起。早期的化学家根据某些化学反应认为,有机化合物分子由在反应中保持不变的基团和在反应中起变化的基团按异性电荷的静电力结合。但这个学说本身有很大的矛盾。

类型说由法国化学家热拉尔(1816~1856)和洛朗建立。此说否认有机化合物是由带正电荷和带负电荷的基团组成,而认为有机化合物是由一些可以发生取代的母体化合物衍生的,因而可以按这些母体化合物来分类。类型说把众多有机化合物按不同类型分类,根据它们的类型不仅可以解释化合物的一些性质,而且能够预言一些新化合物。但类型说未能回答有机化合物的结构问题。这个问题成为困扰人们多年的谜团。

从1858年价键学说的建立,到1916年价键的电子理论的引入,才解开了这个不解的谜团,这一时期是经典有机化学时期。



△凯库勒



1858年,德国化学家凯库勒(1829~1896年)和英国化学家库珀(1789~1851)等提出价键的概念,并第一次用短划“—”表示“键”。他们认为有机化合物分子是由其组成的原子通过键结合而成的。由于在所有已知的化合物中,一个氢原子只能与一个别的元素的原子结合,氢就选作价的单位。一种元素的价数就是能够与这种元素的一个原子结合的氢原子的个数。凯库勒还提出,在一个分子中,碳原子之间可以互相结合这一重要的概念。



△巴斯德

1848年法国微生物学家、化学家路易斯·巴斯德(1821~1895)分离到2种酒石酸结晶,一种半面晶向左,一种

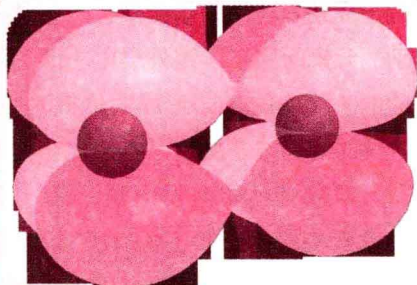
半面晶向右。前者能使平面偏振光向左旋转,后者则使之向右旋转,角度相同。在对乳酸的研究中也遇到类似现象。为此,1874年法国化学家勒贝尔和荷兰化学家范托夫分别提出一个新的概念:同分异构体,圆满地解释了这种异构现象。

他们认为:分子是个三维实体,碳的4个价键在空间是对称的,分别指向一个正四面体的4个顶点,碳原子则位于正四面体的中心。当碳原子与4个不同的原子或基团连接时,就产生1对异构体,它们互为实物和镜像,或左手和右手的手性关系,这一对化合物互为旋光异构体。勒贝尔和范托夫的学说,是有机化学中立体化学的基础。

1900年第一个自由基——三苯甲基自由基被发现,这是个长寿命的自由基。不稳定自由基的存在也于1929年得到了证实。

在这个时期,有机化合物在结构测定以及反应和分类方面都取得很大进展。但价键只是化学家从实践经验得出的一种概念,价键的本质尚未解决。

在物理学家发现电子并阐明原子结构的基础上,美国物理化学家路易斯等人于1916年提出价键的电子理论。他们认为:各原子外层电子的相互作用是使各原子结合在一起的原因。相互作用的外层电子如从一个原子转移到另一个原子,则形成离子键;2个原子如果共用外



△共价键模型

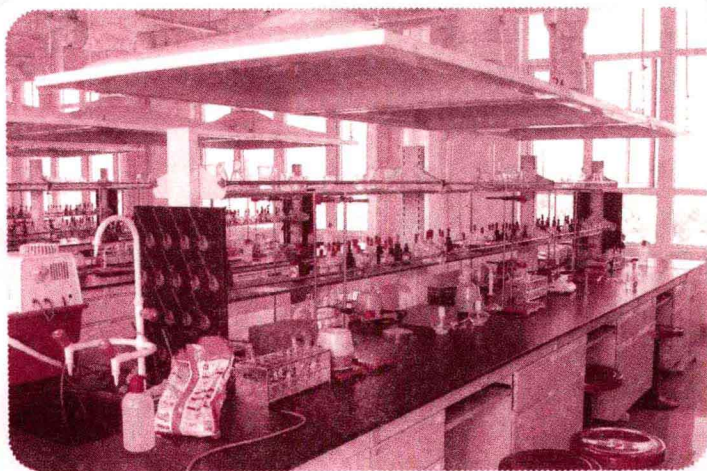
层电子，则形成共价键。通过电子的转移或共用，使相互作用的原子的外层电子都获得惰性气体的电子构型。这样，价键的图像表示法中用来表示价键的短划“—”，实际上是2个原子共用的1对电子。

1927年以后，海特勒和伦敦等用量子

力学，处理分子结构问题，建立了价键理论，为化学键提出了一个数学模型。后来马利肯用分子轨道理论处理分子结构，其结果与价键的电子理论所得的结论大体一致。由于计算简便，解决了许多当时不能回答的问题。

19世纪有机化学形成和完善了结构学说，到了20世纪，导致了构象分析理论的建立，从此有机化学的发展进入一个全面增长的阶段。结构学说催生出了很多理论，比如电子理论、机理学说。这些理论极大地指导了有机合成的研究，而有机合成实践又不断地提出新问题来挑战和充实结构理论。这种相互促进产生了今天有机化学的全新面貌。

有200多年发展史的有机化学现在依然生机勃勃，不断迎接新的挑战。



△现代先进的有机化学实验室



知识点

衍生物

衍生物：母体化合物分子中的原子或原子团被其他原子或原子团取代所形成的化合物，称为该母体化合物的衍生物。如：卤代烃，醇，醛，羧酸可看成是烃的衍生物，因为它们是由烃的氢原子被取代为卤素、羟基、氧等的产物。又如：酰卤、酸酐、酯是羧酸衍生物，因为它们是由羧酸中的羟基被卤素和一些有机基团取代的产物。

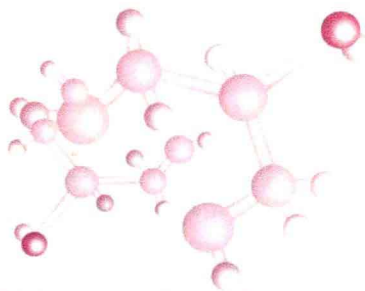
有机化学的研究对象和研究内容

首先，简单地讲，有机化学的研究对象就是“如何形成碳碳键”。有机化学是碳的化学，因此有机化学的研究内容也可以说就是研究怎么搭建碳原子的大厦。因为对人们有用处的有机分子一般是大而复杂的，而人们能随意支配和轻易获得的原料往往是小而简单的。根据有机化学的概念，我们可以得知，有机化学的研究内容包括有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用及其有关理论。

有机化合物和无机化合物之间没有绝对的分界。有机化学之所以成为化学中的一个独立学科，是因为有机化合物的确存

在其内在的联系和特性。

位于周期表当中的碳元素，一般是通过与别的元素的原子共用外层电子而达到稳定的电子构型的（即形成共价键）。这种共价键的结合方式决定了有机化合物的特性。大多数有机化合物由碳、氢、氮、氧几种元素构成，少数还含有卤素和硫、磷、氮等元素。因而大多数有机化合物具有熔点较低、可以燃烧、易溶于有机溶剂等性质，这与无机化合物的性质有很大不同。



△有机化合物分子模型

在含多个碳原子的有机化合物分子中，碳原子互相结合形成分子的骨架，别的元素的原子就连接在该骨架上。在元素



周期表中,没有一种别的元素能像碳那样以多种方式彼此牢固地结合。由碳原子形成的分子骨架有多种形式,有直链、支链、环状等。

在有机化学发展的不同历史阶段,其研究内容也是有所不同的。下面我们将简括之。

在有机化学发展的初期,有机化学工业的主要原料是动、植物体,有机化学主要研究从动、植物体中分离有机化合物。

19 世纪中到 20 世纪初,有机化学工业逐渐变为以煤焦油为主要原料。合成染料的发现,使染料、制药工业蓬勃发展,推动了对芳香族化合物和杂环化合物的研究。20 世纪 30 年代以后,以乙炔为原料的有机合成兴起。40 年代前后,有机化学工业的原料又逐渐转变为以石油和天然气为主,发展了合成橡胶、合成塑料与合成纤维工业。由于石油资源将日趋枯竭,以煤为原料的有机化学工业必将重新发展。当然,天然的动植物和微生物体仍是重要的研究对象。

天然有机化学主要研究天然有机化合物的组成、合成、结构和性能。20 世纪初至 30 年代,先后确定了单糖、氨基酸、核苷酸牛胆酸、胆固醇和某些萜类的结构,肽和蛋白质的组成;30~40 年代,确定了一些维生素、甾族激素、多聚糖的结构,完成了一些甾族激素和维生素的结构与合成的研究;40~50 年代前后,发现青霉素等一些抗生素,完成了结构测定与合成;50 年代完成了某些甾族化合物和吗啡等生物碱的全合成,催产素等生物活性小肽的合

成,确定了胰岛素的化学结构,发现了蛋白质的螺旋结构, DNA 的双螺旋结构;60 年代完成了胰岛素的全合成和低聚核苷酸的合成;70 年代至 80 年代初,进行了前列腺素、维生素 B₁₂、昆虫信息素激素的全合成,确定了核



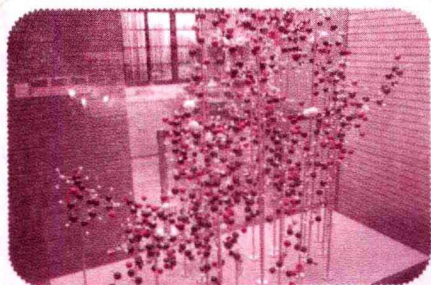
△ 抗生素 (青霉素)

酸和美登木素的结构并完成了它们的全合成等等。

有机合成方面主要研究从较简单的化合物或元素经化学反应合成有机化合物。19 世纪 30 年代合成了尿素;40 年代合成了乙酸。随后陆续合成了葡萄糖酸、柠檬



酸、琥珀酸、苹果酸等一系列有机酸；19 世纪后半叶合成了多种染料；20 世纪初，合成了 606 药剂，30 ~ 40 年代，合成了 1000 多种磺胺类化合物，其中有些可用作药物；20 世纪 40 年代合成了 DDT 和有机磷杀虫剂、有机硫杀菌剂、除草剂等农药。



△牛胰岛素蛋白质晶体模型

物理有机化学是定量地研究有机化合物结构、反应性和反应机理的学科。它是在价键的电子学说的基础上，引用了现代物理学、物理化学的新进展和量子力学理论而发展起来的。20 世纪 20 ~ 30 年代，通过反应机理的研究，建立了有机化学的新体系；50 年代的构象分析和哈密特方程开始半定量估算反应性与结构的关系；60 年代出现了分子轨道对称守恒原理和前线轨道理论。

有机分析即有机化合物的定性和定量分析。19 世纪 30 年代建立了碳、氢定量分析法；90 年代建立了氮的定量分析法；有机化合物中各种元素的常量分析法在 19

世纪末基本上已经齐全；20 世纪 20 年代建立了有机微量定量分析法；70 年代出现了自动化分析仪器。

由于科学技术的发展，有机化学与各个学科互相渗透，形成了许多边缘学科，比如生物有机化学、物理有机化学、量子有机化学、海洋有机化学等。

知识点

有机溶剂

有机溶剂；溶剂按化学组成为有机溶剂和无机溶剂。有机溶剂是一类以有机物为介质的溶剂，无机溶剂就是一类以无机物为介质的溶剂。有机溶剂常温下呈液态，具有较大的挥发性。在溶解过程中，性质不发生改变。有机溶剂种类很多，如链烷烃、烯烃、醇、醛、胺、酯、醚、酮、芳香烃、氯化烃、蒽烯、卤代烃、杂环化物、含氮化合物及含硫化合物等等，多数对人体有一定毒性。

有机化学研究手段的发展

有机化学的研究方法就是根据研究需要，利用结构和机理来设计预测一个变化，通过实验和分析检测来验证结果，并对设计进行反馈修正。

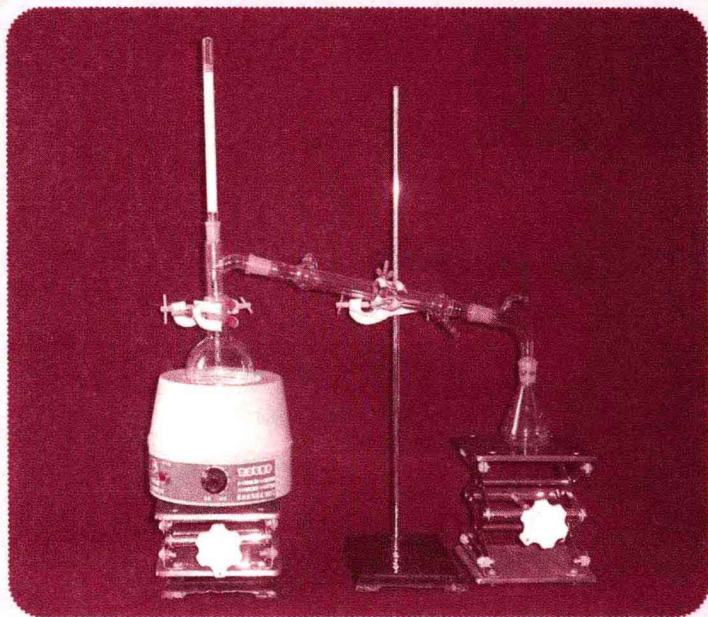


有机化学研究手段的发展经历了从手工操作到自动化、计算机化,从常量到超微量的过程。

20 世纪 40 年代前,用传统的蒸馏、结晶、升华等方法来纯化产品,用化学降解和衍生物制备的方法测定结构。后来,各种色谱法、电泳技术的应用,特别是高压液相色谱的应用改变了分离技术的面貌。

多的名称是高效液相色谱。高效液相色谱已经广泛地应用,成为一项不可缺少的技术。各种光谱、能谱技术的使用,使有机化学家能够研究分子内部的运动,使结构测定手段发生了革命性的变化。

电子计算机的引入,使有机化合物的分离、分析方法向自动化、超微量化方向又前进了一大步。带傅里叶变换技术的核磁共振谱和红外光谱又为反应动力学、反



△ 蒸馏

Martin 和 Synge 在 1941 年就提出高效相色谱的设想,然而直到 60 年代后期,由于各种技术的发展,高效液相色谱才付诸实现。这种色谱技术曾被称为高速液相色谱、高压液相色谱,目前使用最

应机理的研究提供了新的手段。这些仪器和 X 射线结构分析、电子衍射光谱分析,已能测定微克级样品的化学结构。用电子计算机设计合成路线的研究也已取得某些进展。有机化学研究最重要的研究工具就

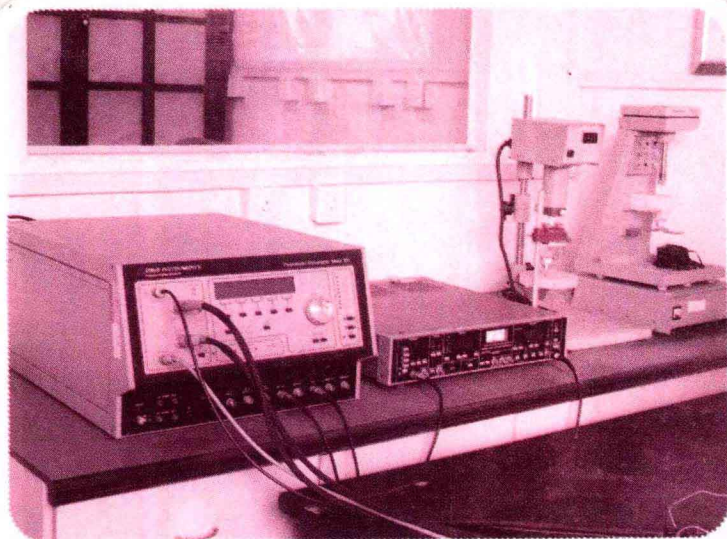


是核磁共振。现代有机化学研究脱离了核磁共振简直难以想象。核磁共振就是有机化学的眼睛。核磁共振的出现也给有机化学研究带来了一场革命：反应研究第一次可以在克以下进行。核磁和质谱结合的话，基本上元素分析就显得多余了，于是一些传统的分析手段也被迫退出历史舞台。

未来有机化学的发展首先是研究能源

学的共同课题。有机化学可以用光化学反应生成高能有机化合物，加以贮存；必要时则利用其逆反应，释放出能量。另一个开发资源的目标是在有机金属化合物的作用下固定二氧化碳，以产生无穷尽的有机化合物。这几方面的研究均已取得一些初步结果。

其次是研究和开发新型有机催化剂，使它们能够模拟酶的高速、高效和温和的



△核磁共振仪

和资源的开发利用问题。迄今我们使用的大部分能源和资源，如煤、天然气、石油、动植物和微生物，都是太阳能的化学贮存形式。今后一些学科的重要课题是更直接、更有效地利用太阳能。

对光合作用做更深入地研究和有效地利用，是植物生理学、生物化学和有机化

反应方式。这方面的研究已经开始，今后会有更大的发展。

20 世纪 60 年代末，开始了有机合成的计算机辅助设计研究。今后有机合成路线的设计、有机化合物结构的测定等必将更趋系统化、逻辑化。