

化学中的机会 ——今天和明天

〔美〕 G.C.Pimentel J.A.Coonrod

北京大学出版社

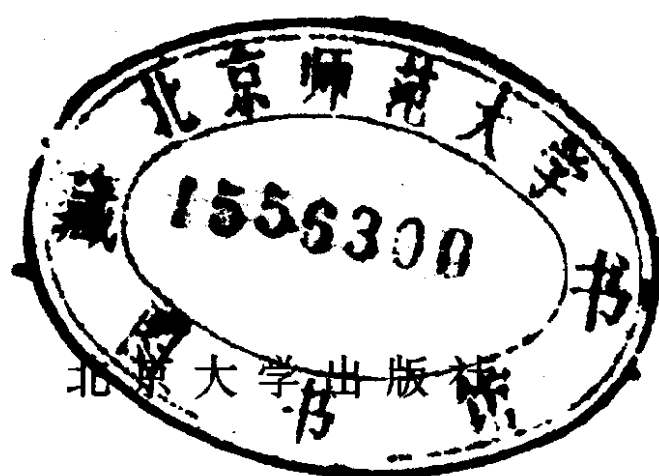


化学中的机会

——今天和明天

[美] G. C. Pimentel & J. A. Coonrod

541/79/22



内 容 简 介

本书作者 G. C. Pimentel 是美国 Berkeley 加州大学化学系教授,他是美国化学界以化学之兴衰为己任的杰出代表。他集美国 26 位卓越科学家的力量曾对化学科学进行了广泛深入的调查研究,写出详细报告,并向美国政府提出重要建议。随后又与 J. A. Coonrod 合作为广大科技工作者和教育工作者编写了这本书。

全书分七章,深入浅出介绍了化学与人类生存的环境、健康、食物、能源、新型材料和生物工程等方面的密切关系。作者满怀热情地、高屋建瓴地向读者介绍化学研究中富有希望的前沿并展望化学在未来世界中的作用和地位,使读者能了解化学带给人类的利益和危险之间的平衡关系,以唤起读者学习化学的兴趣。从书中还可以看到化学与其他各基础学科(尤其是生物学和物理学)的交互渗透。本书不仅可供化学科技工作者和化学教师阅读,也是其他各方面科技工作者和科技管理干部值得一读的好书。

Opportunities in chemistry

——Today and Tomorrow

NATIONAL ACADEMY PRESS (1987)

化学中的机会

——今天和明天

[美] G. C. Pimentel & J. A. Coonrod

责任编辑:段晓青

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

890×1168 毫米 32 开本 10.75 印张, 280 千字

1990 年 10 月第一版 1990 年 10 月第一次印刷

印数: 0001—4,000 册

ISBN 7-301-01312-4 219

定价: 6.90 元

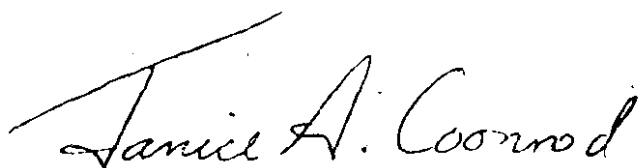
致 谢

本书的翻译和出版首先得到了原作者 George C. Pimentel 和 Janice A. Coonrod 以及美国 Berkeley 加州大学劳伦斯科学馆 (Lawrence Hall of Science, Berkeley) 主任 Marjorie Gardner 教授的热情支持。同时也得到了北京大学、南京大学、复旦大学、吉林大学和高等学校化学教育研究中心的赞助。北京大学出版社段晓青和刘瑞雯为本书的出版付出了辛勤劳动。在此一并表示衷心的感谢。

译者和审校者

译者	审校者
第一章 华彤文(北京大学化学系教授)	桂琳琳(北京大学化学系教授)
第二章 陈定茂(中科院环化所副研究员)	华彤文
第三章 于建康(中科院发育所副研究员)	吴湘钰(北京大学生物系教授)
第四章 曹家桢(中科院化治所副研究员)	桂琳琳
第五章 胡柏顺(东方科学仪器进出口公司高级工程师)	桂琳琳
第六章 胡文彦(中科院信息咨询中心高级工程师)	华彤文
第七章 华彤文	桂琳琳

I would like to dedicate this translation of **Opportunities in Chemistry: Today and Tomorrow** to the memory of my beloved father and brilliant co-author, Dr. George C. Pimentel. It comes as no surprise that the work to which he devoted his life continues to enlighten and enrich others even after his death. Although this publication is just one achievement in a career studded with outstanding accomplishments, it does in many ways uniquely symbolize the efforts of this lifetime. My father was a tireless advocate of the science of chemistry. It was his strong desire that chemistry might become accessible to all young people from all walks of life so that they might build a citizenry capable of making informed and responsible decisions about the use of chemistry on this planet. It was his wish that the general population might come to appreciate the integral part chemistry plays in solving human problems and responding to society's needs. And foremost, it was his desire to share his unbridled enthusiasm for the science of chemistry and to stimulate, excite, and encourage individuals who might be interested in the study of this amazing discipline. **Opportunities in Chemistry: Today and Tomorrow** opens the door to the future and to a world of possibilities by allowing readers access to the richly promising frontiers of contemporary chemistry research.



Eugene, Oregon
November, 1989

中译本序

我愿为《化学中的机会：今天和明天》的中文译本作序，以怀念亲爱的父亲和卓越的合著者 George C. Pimentel 博士。即使在父亲去世之后，他一生从事的工作也还在启发和充实着后人，这并不使人感到意外。尽管这部著作只是他那充满杰出成就的生涯中的成果之一，但从各方面说这本书也确实是他生前贡献的不寻常的象征。我的父亲是一位对化学科学不知疲倦的倡导人。他热切地希望各行各业的年青人都能了解化学，从而造就一代公民，使他们能对如何在这个行星上应用化学作出明智而负责任的决策。他还希望广大人民会认识到：要解决人类面临的问题和满足社会的需要时，化学是不可缺少的组成部分。最重要的是：他希望能唤起以及激励人们对这门使人惊异的学科的学习兴趣。《化学中的机会：今天和明天》引导读者进入现代化学研究中富有希望的前沿，从而打开通向未来和希望世界的大门。

Janice A. Coonrod

1989 年 11 月

译 序

本书原版的前身《Opportunities in Chemistry》是美国 George C. Pimentel 教授集 26 位美国卓越科学家组成委员会的力量,用了三年时间,在 1985 年 10 月完成的。中译本已于 1986 年 10 月问世,在我国化学界很受欢迎,但当时印数有限,供不应求。随后消息传来,Pimentel 教授与他的爱女 Janice A. Coonrod 夫人合作,在 1987 年出版了《Opportunities in Chemistry: Today and Tomorrow》,新版本的主旨和基本内容不变,但针对了更为广大的读者群,写得更加通俗易懂,各章还附有参考文献。关于作者编写新本的意向可见原序。Berkeley 加州大学劳伦斯科学馆主任 M. Gardner 教授代表美国科学院向国际纯粹与应用化学联合会化学教育委员会的中国代表华彤文赠送了这本新书。现经作者同意和支持翻译成中文,以飨我国读者。

古人说:“他山之石,可以为错”。这是对的,一个不重视学习别国长处的国家,毕竟是进步不快的,懂得了要向外国学习,还要知己知彼。以包括国家的需要和可能在内的国情为导向,有目的、有步骤地向人家学习。我们过去学习不够是有的,学习不当或并不得法者亦有之。在译本即将问世之际,我想在这方面发表一些个人的见解,不妥之处尚望读者不吝指正。

美国是当今数一数二的科技先进、经济发达的大国。我国目前,不论从经济还是从科技的发展水平来看,都与美国存在着很大的差距。但这并不妨碍我们通过这本书去了解今天和展望明天的化学,而且只要我们对这个差距心中有数、实是求是,还是可以得益匪浅的。了解今天的化学,有助于我们找准差距,并利用“落差”对明天的化学有所展望。至少可以开扩眼界,启迪思路。如果要求

更高一些的话,就要追踪一下先进国家,特别是美国的化学是怎样从昨天通向今天和明天的。科技发展史中也不乏这样的先例:从落后赶先进,并非一定要抄袭人家走过的老路,而对有些发展阶段是可以结合国情绕行的。关键在于既知己亦知彼,并认真总结各文献的经验以及充分发挥基础研究的作用。我们在这方面认识不足,仍当引以为戒。

自然科学发展到今天的深度,学科之间关系之密切和交叉之频繁是意料之中的。而在这样的关系和交叉中,本书毫不含蓄地指明:化学是一个中心学科。我认为,更为全面的提法是化学和物理一起是当代自然科学的轴心。从书中可以看到化学几乎与所有其他学科分担着发展生命、材料、能源和环境科学等一系列高技术的任务。由此,本书对其他科学工作者的作用也就不言而喻了。此外,本书的出版也会促进我国化学教学以及师资水平的提高。我对此寄予很大的希望。

新书出版后,Pimentel 教授不幸病逝。我与他有过难忘的接触。1981 年夏天我在参加第 12 届国际晶体学大会后,曾从加拿大去美国顺访。在此期间,受 Sung-Hon Kim 教授的邀请访问了 Berkeley 的加州大学化学系。并与 Pimentel 教授多次交谈。我深感他诚然是一个卓越的化学家,而且他在美国化学界更是一个以化学之兴衰为己任的杰出代表。

唐有祺识于北京大学燕东园

1990 年 2 月

原 序

本书是以《化学中的机会》(Opportunities in Chemistry)为基础写成的,该书描述当代化学的研究前沿和化学科学中针对社会需要提供的各种机会。为完成这项雄心勃勃的工作,在美国研究委员会(National Research Council)的主持下,推选了一个由 26 名著名科学家组成的委员会。委员会由广泛代表化学各分支、各地区和各学术界、企业界、政府研究部门的成员组成。这些科学界的带头人又邀请了 350 多位化学研究工作者来建议课题,为化学的前沿研究进行撰稿。经过三年周密的反复研讨,《化学中的机会》于 1985 年 10 月完稿,由美国科学出版社出版。

现在我们改编《化学中的机会》,以使这本现代化学综合述评能更为广泛适用。我们的主要目标是:经过重新组织内容、调整技术词汇、增加解释资料 and 介绍补充读物,以适应不同读者的需要。我们相信,这本新书《化学中的机会——今天与明天》将为高中的“高等化学”课程和高等院校非自然科学专业的科学课程提供有趣的资料和补充读物。我们深信同样也能为大学前的化学教师提供重要的参考读物。

最后,我们希望对那些想预见化学未来前景的人,那些对化学进展所开辟的门路感兴趣的人,以及那些关心在最大利益和最小难题间寻找平衡的人将会在本书中找到启发和有关的答案。

George C. Pimentel

Janice A. Coonrod

加州,伯克利

目 录

量纲单位和换算系数	1
第一章 绪 论	3
无沉积、无回收、无危害	7
第二章 化学与环境的关系	9
第三章 人类与化学的需要	28
根除邪恶的杂草	28
3.1 增产粮食	29
奇妙的表层	50
3.2 新流程	51
锂电池起搏的心脏	68
3.3 开发新能源	69
石器时代、铁器时代和聚合物时代	89
3.4 新产品和新材料	90
处方——让蛇咬一口	110
3.5 裨益健康	111
胆固醇的噬食者	133
3.6 生物工程	134
磁流体——诱人的可能性	150
3.7 经济效益	151
第四章 化学的知识前沿	167
经过多少时间才开始摇尾巴	167
4.1 化学反应的控制	169
Jack 和大豆梗	198
4.2 探讨分子的复杂性	199
无偿所得	219
4.3 全民的幸福	220

第五章	仪器在化学中的应用	244
	激 光.....	244
5.1	用于研究化学反应的仪器.....	246
	讨厌甘草的蚂蚁.....	259
5.2	测试复杂分子的仪器.....	261
	强有力而鲜为人知的抗癌药物——cisplatin.....	280
5.3	仪器及其社会效益.....	281
	烟雾的研究.....	296
第六章	化学中的危险-受益方程式	298
	把图书馆搬入宇宙空间.....	323
第七章	就业机会和化学教育	325

量纲单位和换算系数

本书内容摘自从事化学前沿工作的各位科学家所撰写的论文。我们保留了他们在论文中所用的单位,这些单位在有关专业的现代科技文献中是常见的。

定量测试是科学的基础,而这些测试必须用标准的单位来表示,即在巴黎、慕尼黑、莫斯科、东京和伯克利都是一样的。在测量初期,量纲的选择总是要考虑方便。选用数字 12(1 打鸡蛋=12 个鸡蛋,1 英尺=12 英寸)是因为 12 能被 2、3、4、6 除尽,所以使用方便。数字 10 的应用更为广泛($10\text{ mm}=1\text{ cm}$, $100\text{ cm}=1\text{ m}$),因为我们采用十进制,所以使用时更为方便。同样的,科学家选用单位时,也是考虑到使用的方便^①。天体物理学家选用“秒差距(parsec)”作为天体距离的单位(1 parsec 等于光在 3.258 年所行走的距离)。而力学家常用的单位是公里(km),化学家常用的单位则是厘米或埃($1\text{ \AA}=10^{-8}\text{ cm}$)。这些科学家的选择是各有充分理由的。例如原子的大小只是几个 $\text{\AA}$,所以选用 $\text{\AA}$ 作为单位,便于画出原子结构图。如果我们坚持用 m(或 nm)来表示原子空间就欠妥了。虽然 $\text{\AA}$ 在化学界多么有用,但我们不能强迫其他领域(如天体物理或力学)都用 $\text{\AA}$,因为他们就会感到非常不方便了。

因此,我们最好熟悉某个领域中现代科学工作者实际使用的

① 书内沿用了一些非 SI 单位,为保持原文不做改动,注明如下:英尺[$=0.3048\text{ m}$],英寸[$=0.0254\text{ m}$],英里[$=1609.344\text{ m}$],托(Torr)[$=133.322\text{ Pa}$],磅[$=0.453592\text{ kg}$],美加仑[$=3.78543\text{ L}$]

单位。由一种单位制换算成另外一种单位制是很容易的。下列换算表将是有用的。

几种物理量的换算系数

物理量	单位的换算	换算系数
能 量	千卡(kcal)→千焦(kJ)	4.184
	电子伏特/分子(eV)→千卡/摩尔	23.06
	波数/分子(cm^{-1})→千卡/摩尔	2.86×10^{-3}
长 度	埃($\text{\AA}$)→厘米(cm)	10^{-8}
	微米(μ)→米(m)	10^{-6}
	微米(μ)→埃($\text{\AA}$)	10^4
压力(压强)	大气压(atm)→托(Torr)	760
时 间	纳秒(ns)→秒(s)	10^{-9}
	皮秒(ps)→秒(s)	10^{-12}
	飞秒(fs)→秒(s)	10^{-15}

第一章 绪 论

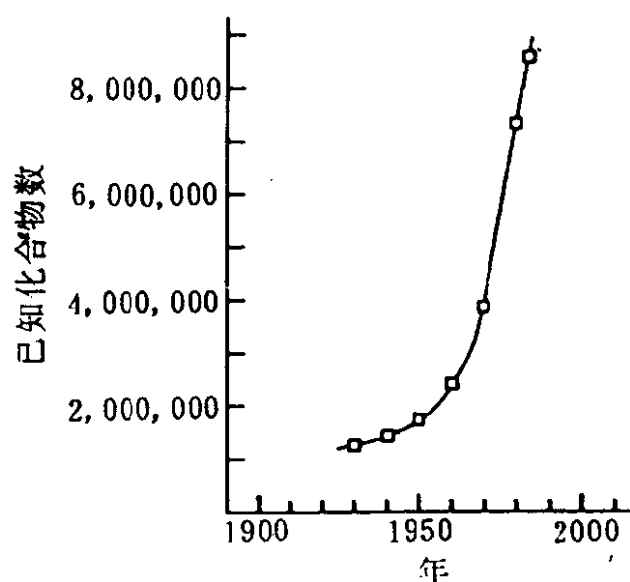
这是一本关于化学的书。它告诉我们化学如何渗入人们的生活。它告诉我们正待开发的化学前沿以及随之而来的效益。它还告诉我们化学对人类的生存、文化以及生活质量有多大的贡献。这本书显示在各学科应用于人类需求时,化学是如何处于中心地位的。它也显示出化学制品对人类的生存是何等重要。

什么是化学制品呢?也许你能立即回答:DDT、桔子精、二噁英都是化学制品。确实它们都是化学制品,正如糖、盐、空气、阿司匹林、牛奶、镁、蛋白质和盘尼西林也都是化学制品,我们人体本身也都是由化学制品组成的。

在我们周围所看到现象,如铁钉生锈、草丛生长、木材燃烧是什么变化呢?在此我们看到了一些物质变成另一些物质。化学就是与这类变化有关的科学。这类变化就叫化学反应,若没有化学变化,地球就将是一个无生命的行星。豆科植物从空气中吸收二氧化碳、从土壤中吸收水分,经过一系列奇妙的化学反应生成碳水化合物,这就是光合作用。所有的生命过程都是化学反应,我们所有用的、穿的、住的、乘的和玩的东西都是经过有控制的化学反应制造出来的。化学家的事业就是要设计各种化学反应,将周围的各种物质转化为我们所需的化学制品。例如制造计算机需要硅晶体管,但自然界中没有这种硅。然而在海滩上到处可以看到以二氧化硅形式存在的沙粒,通过化学变化,二氧化硅可以转化为单质硅。治疗帕金森症需要化学药品,化学家合成了碳化多巴(carbidopa),这种确有疗效的物质并不存在于自然界。驾车人每天要燃烧成百万加仑的燃料,但要尽量减少汽车尾气对空气的污染。其中一部分可以通过安装汽车尾气催化转化器来解决,其余部分则可以通过对原料油的奇妙化学处理来解决,就是把原油进行大规模的化学转化,这些精制燃料在汽车引擎内可有效地燃烧。

化学家深入了解控制化学反应的各种因素,从而可解决社会的许多需求。这些认识是基于一个强有力的概念即原子理论。按此理论所有的物质都是由叫做“原子”的微粒所组成。世上有百余种化学原子,每种都有它自己的特性,这就是“元素”。原子能彼此结合在一起而形成可识别的各种原子团,这就是分子。各种分子都有它自己的特性,这就是化合物。

化学家按原子理论进行工作,所取得的成就证实了该理论的正确性。现已合成了 700 多万种不同分子的化合物。发现新化合物的速度每年都在增长,其中只有小部分是在自然界找到的,而大



化学知识迅速增长

部分是为满足人们的需要,或为了验证某个概念而认真设计和合成的。本书阐明这种增长容量对社会的影响。本书展示在为全人类提供食物,开发新能源,提供穿衣和住房,为日益减少或稀缺材料提供可再生的代用品,为改善健康和征服疾病以及监视和保护环境等方面,化学都起着关键性的作用。本书还说明开展基础研究使化学中有许多能促进人类进步的机会,这些基础还将有助后代处理发展中的需要。

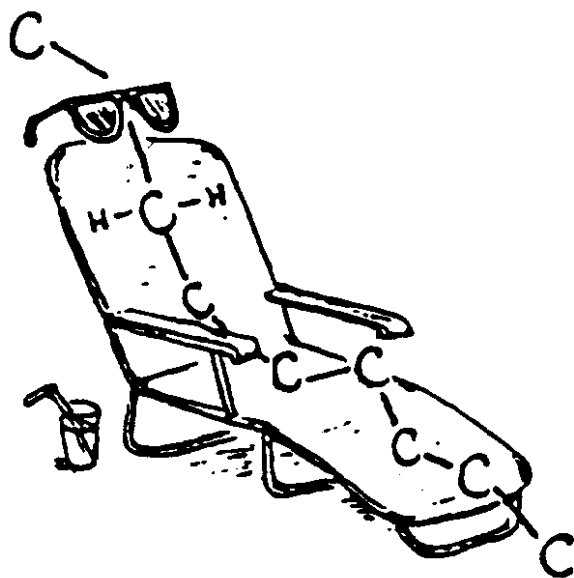
由于化学能适应人们的需要,它已成为国民经济中的重要支柱。具有同等重要意义的另外一个问题是:当今文明认为我们应该了解自身在宇宙中所处的地位,这也就是鼓励进行科学探索的充分理由。例如,人类特别关心的问题就是生命的本质和怎样保护它。由于一切生命过程都是靠化学变化完成的。因而了解化学活性是最终认识生命现象的必要基础。所以化学和生物学一起对人类知识领域的贡献具有普遍的哲学意义。

非常幸运,我们现在所处的时代有着特殊的机会在许多化学前沿取得进展。由于我们日益发展的才能,使我们有机会去探索化学反应的各基本步骤,同时也可研究极其复杂的生物分子。还有一个经常提到的话题是化学家们利用复杂和先进的仪器技术为加速化学发展所作出的重大贡献,希望你能欣赏这本书,它会使你用新的眼光去看待化学在生活中的有益作用,并希望有些读者将会把化学作为充满希望和很有价值的事业。

无沉积 无回收 无危害

在美国每年要抛弃几百万吨废旧塑料,大部分直接丢入海洋。事实上,美国每年倒进海洋的固体垃圾达9百万吨,仅商船抛入大海的废物就有6.6百万吨——这些垃圾足以填满44万个教室。

许多人认为塑料垃圾最终是会分解的,事与愿违,这种分解可能需50年之久。在这段时间里许多垃圾会发生聚积。海洋环境特别敏感的一个问题是——塑料垃圾浮于水面,被海生动物误认为海蜇、蛋或其他食物。此外,每年丢入海洋的塑料渔具就有15万吨,海洋动物会被卷缠在这些塑料垃圾里。在北极圈内可看到另一个讨厌的问题,即那里的垃圾不断聚积,因为该地的气温非常低,生物降解作用被抑制了。



化学家们采取重大步骤来减轻这个苦恼的问题,挽救的办法在于塑料本身的结构。塑料是高聚物,是石油化工制品。它们由重复的分子团长链组成。化学家已找到几种方法来改变塑料的分子结构,使这些分子能适应环境的要求。一种方法是在高分子链的一定距离之间添加光敏基团,用这种高聚物制成的塑料暴晒在阳光