

Chem

化学之书

From Gunpowder to Graphene

250 Milestones in the History of Chemistry

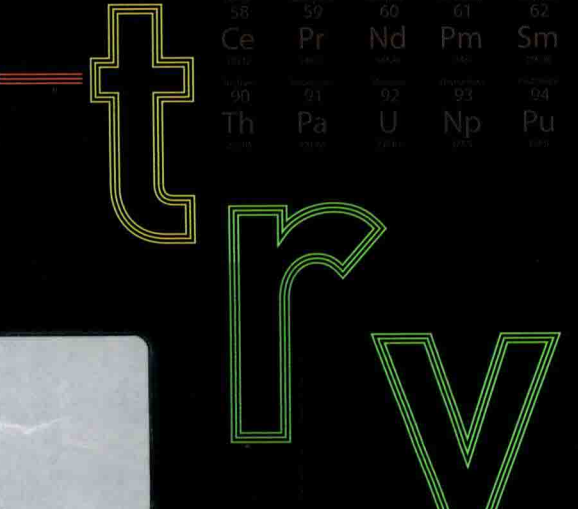
[美] 德里克·B. 罗威 著

杜凯 译

is

The Chemistry Book

The Chemistry Book



从火药到石墨烯
化学史上的 250 个里程碑

重庆大学出版社

从火药到石墨烯

化学史上的 250 个里程碑



重庆大学出版社

化学之书

「美」德里克·B.罗威著 杜凯译

Chemistry

The original U.S. edition was published in 2016 by Sterling, an imprint of Sterling Publishing Co., Inc., as The Chemistry Book: From Gunpowder to Graphene, 250 Milestones in the History of Chemistry by Derek B. Lowe
Text © 2016 by Derek B. Lowe

This Chinese edition has been published by arrangement with Sterling Publishing Co., Inc., 1166 Avenue of the Americas, New York, NY, USA, 10036.

版贸核渝字(2018)第010号

图书在版编目(CIP)数据

化学之书/[美]德里克·B.罗威

(Derek B. Lowe)著;杜凯译.--重庆:重庆大学出版社,2019.3

(里程碑书系)

书名原文:The Chemistry Book

ISBN 978-7-5689-1057-6

I. ①化… II. ①德…②杜… III. ①化学-普及读物 IV. ①06-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第072377号

化学之书

HUAXUE ZHI SHU

[美]德里克·B.罗威 著

杜凯 译

策划编辑:王思楠

责任编辑:陈力 涂昀

责任校对:张红梅

责任印制:张策

装帧设计:鲁明静

内文制作:常亭

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:(401331)重庆市沙坪坝区大学城西路21号

网址:<http://www.cqup.com.cn>

印刷:北京利丰雅高长城印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:18 字数:422千

2019年3月第1版 2019年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-1057-6 定价:88.00元



本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

。版权所有,请勿擅自翻印和用本书制作各类出版物及配套用书,违者必究

From Gunpowder to Graphene

250 Milestones

in the History of Chemistry

化学之书

The Chemistry Book

从火药到石墨烯

化学史上的

250 个里程碑

推荐序

“什么是化学？”“化学与我们的生活有什么关系？”“史上的化学大咖是什么样？”“什么样的火焰温度最高？”“是谁因为一盘红辣椒获得了诺贝尔奖？”——本书的作者精选了漫长化学发展史中的 250 个具有里程碑意义的事件，给读者提供了一幅化学学科史的全景概览。本书在对上述问题一一做出诠释的同时，也在启发读者自由地思考和理解——化学究竟是什么，化学在人类历史文化中的意义是什么。这些问题并没有现成的答案，追溯历史的目的恰恰在于回应人类对自身理解的需求。

关注化学学科概念、理论、技术等发展的读者，通过阅读本书，可以厘清化学成果的时序，勾勒出化学学科本身发展的线索，理解化学作为“中心科学”的重要作用。同时作为一本科普读物，本书通过丰富有趣的故事来展现科学的魅力，从而激发学生的求知欲，对学生探究科学大有裨益。科教融合——化学史的教育既有助于孩子们理解科学事业、梳理人类探索自然之谜，也有助于提升公众对化学发展的关注，这是本书的亮点之一。

更难能可贵的是，书中不仅涉及科学知识本身，更描绘出了众多科学家和发明家的形象，关注他们的成长背景以及性格特质——科学活动从来都是社会、文化环境的一部分，科学家不是茕茕孑立、形影相吊的圣人，他们是有血有肉、有感情、或无私、或偏执、或精于利己的人。历史上化学家们做出的诸多贡献更是证明了生命的多元，了解历史上的科学家从事科学事业时，在顺境和逆境中的表现，学习他们的拼搏精神，会使科学同样闪耀着人文属性的光辉，这是这本书的亮点之二。

本书把化学发展放在相应的社会文化环境中考察，从社会文化的复杂层面解释化学发展的原始动力，也讨论了化学发展对社会产生的影响。本书还尝试探讨影响科学发展的社会文化因素，这有助于理解每一门科学向前发展的时代背景，这是本书的亮点之三。

国内的化学史教育发轫于 20 世纪 30 年代，丁绪贤先生在北京大学开设了化学史课程，并主讲世界化学史。他还编纂了中国第一本化学史著作——《化学史通考》（商务印书馆，

1936), 书中详细说明了化学史的教育意义。学习历史就是为了“知其然知其所以然”, 不是单纯地以“结果”论英雄, 而是要关注事情的前因后果, 站在当时的时代背景和历史语境中, 去关注所谓的“成功”, 去了解所谓的“失败”, 观历史, 知未来, 从书中化学和化工学科的发展历程可见一斑。

感谢重庆大学出版社和译者的努力, 以化学发展中的重要事件为切入点, 为我们生动地连接了历史与未来; 为国内关注化学教育的有识之士提供了一本可借鉴的好书。

孙世刚

中国科学院院士

厦门大学化学化工学院教授

2018年9月29日

序言

电子、质子和中子构成了原子——这是物理学研究的范畴。一旦原子们键合在一起形成了分子，那就跨入化学的“地界”了。化学入门教材中常常出现这样的话：“化学是自然科学中的基础性科学”“在所有学科中，化学处于‘中心科学’（Central Science）的地位”——这样描述化学的重要性是为了强调化学在科学进步中发挥的巨大作用，而最终的目的无非是提高学生们对化学的重视程度并激发他们的学习热情。每每读到这样的字眼，也许你会心生疑惑——这样定位化学是不是有点夸大其词？事实上，请你相信，这种表述恰如其分、毋庸置疑！化学占据了物理学与生物学的中间地带，不仅自家“领地”宽广，还在物理学、生物学的领域内占有一席之地。只需简单浏览本书，广阔的化学边界就能一目了然：书中有些章节的内容已经跨越了物理化学和化学物理学的界限，有些章节则落在了生物化学和化学生物学的交叉领域。（是的，这些读起来拗口的学科都是真实存在的，尽管各学科研究者们对各自学科的内涵莫衷一是。）

在历史长河中，人类研究化学的历史源远流长，要远远早于人类的文字记载史，那些最早的化学实验是什么时候、在哪儿发生的，恐怕只有等待考古学家告诉我们答案了。目前能够肯定的是，我们遥远的祖先们第一次有意识地进行“搅拌”的诸多细节已经无从考证了。当祖先们对火焰及其效应产生兴趣，或开始思索岩石和颜料的色彩，或尝试将植物当作药材使用时，有意无意间，他们已经踏上了化学的探索之旅，如今这一旅程仍在继续。穿越历史长河，当代的化学家似乎与青铜时代的金属匠人、古埃及的祭司、中国古代的学者及古波斯的炼金术士存在着某种联系。如今我们回顾这一段段历史，总结前人的经验，重温前人的历程，一部由化学进步构成的科学史就展现在我们眼前。

当然，我们应该牢记科学技术取得实质性的飞跃是最近几个世纪的事情。本书是按历史年代前后顺序编排的，如果细读它们，你就会知道：人类经过了漫长的学习与积累，在金属、建筑材料和武器制造等领域先后取得了突破；当然也有一些模棱两可的研究虽然持续了几个世纪——比如炼金术，终日以琢磨嬗变金属或是探寻生命的精华为己任，但最后

仍然是竹篮打水一场空。当然，也不能说一无所获，凭借炼金术士的不懈努力，人们从中学会了如何蒸馏、纯化等，还学会了如何利用各种物质以及如何对它们进行分类，有意无意间，这一切都成了现代化学发展的基石。到了 17 世纪的某一天，炼金术已日渐式微，但代表着现代科学雏形的朝阳却喷薄而出了。研究天然产物的新一代化学家茁壮成长，开始系统地尝试各种可重复的实验，这一切都为化学的飞速发展插上了双翼。在这之后，虽然经历了 18 世纪的踌躇与徘徊，19 世纪——化学实现逆袭的时代终于到来了。

本书中的章节不一定非得按顺序阅读，当然如果你选择这样做，那就简要介绍一下你将会读到的内容。首先，18 世纪及 19 世纪初开展的各类气体实验代表着当时人类科学发展的最高水平，通过这些研究，人们逐渐认识到了各种元素是如何组合成化合物的。其后，电化学的出现又为各种新的化学反应提供了前所未有的新途径，在很短的时间内，各种新元素和新反应如雨后春笋般层出不穷，整个化学界都在潜心探寻这些现象所蕴含的奥秘。这个时期的有机化学家则醉心于从植物和其他天然来源中分离新物质，试图解析它们具体的化学结构——正是这样坚持不懈的努力，逐渐奠定了人们对立体化学的认识。

到了 19 世纪，一些看似简单的问题终于陆续有了答案：为什么一些化学物品的色彩如此鲜亮，而另一些看上去又如此通透？为什么某些化学物品常态下为银色金属、熔化需要的温度却极高，而另一些化学物品却是比空气还轻的气体？是什么让某些化学物品发光？又是什么让某些暴露在空气中的化学物品爆炸起火？在 19 世纪之前，这些问题林林总总、纷繁复杂，似乎不可能归纳出什么普适的理论来解释，可是当时的科学家仍然投入了大量精力进行探索，并取得了一些关键性进展——所有这一切努力都为相关理论的创立夯实了基础，也正是基于这些积淀，19 世纪的种种理论突破才成为可能。

到了 20 世纪初，聚合物作为一种新生事物崭露头角，人们对它的认识也日渐清晰——它是由简单的小分子首尾相连构成的长链大分子，活细胞中就含有不少种聚合物。在探寻聚合物结构与性能关系的历程中，高分子化学家发现自己研究的物质种类繁多、包罗万象，涵盖从橡胶、玉米淀粉到聚乙烯等众多物质。与此同时，有机化学家和无机化学家发现自己无意中联手开创了一个新的研究领域——制备出一系列全新的有机金属化合物。此时分析化学的研究也取得了重大突破——质谱分析技术突飞猛进，为化学家们表征各类物质分子质量提供了功能强大的工具，这些都远远超出了前人的想象。

对几乎所有的技术领域而言，第二次世界大战的爆发客观上为各项技术的进步起到了

非同寻常的推动作用。战争伊始，投入战场的还是双翼飞机，战争结束时就已经发展出了喷气式发动机和导弹。在化学领域也发生了相似的演变，尤其是以石油化工技术、放射性同位素技术和抗生素研发为代表的三大领域发展的速度之快，远远超出了人们想象，所有科学门类的进步几乎都在步调一致的高歌猛进当中。20 世纪 50 年代末，DNA 和蛋白质序列被确认为认识生命系统的“钥匙”，到了 20 世纪 60 年代这一生物“密码”就首度被揭开了。分析化学家纷纷配备了新型色谱技术和核磁共振谱仪等研究“利器”，而药物化学家则解析出了如抗生素、类固醇等自然产物的结构，并尝试用人工方法对它进行合成和改性。

20 世纪 70 年代和 80 年代见证了分子生物学的发轫，这一领域促使生物学家以更加接近化学家的视角去观察事物。色谱技术和质谱技术开始联用，最终发展出当时最强大的分析表征技术。同时，计算机处理能力的飞速发展，将庞杂的 X-射线晶体学计算压缩到只需半天的时间。

最近 20 年来，纳米技术方兴未艾，化学家开始热衷于设计、制备和利用各种“分子工具”，这些进步在以前根本无法想象。如今的化学生物学已经朝这一方向大步迈进，开始使用化学技术来改变、探索和理解蛋白质及其他构成生命的分子。新型有机化学反应、新一代分析测试设备和不断升级的计算能力联手发力，共同造就了我们今天的化学世界。为了缓解日益严重的环境问题，又不对环境产生新的危害，人们着手从空气中分离出二氧化碳并尝试将它们转变成有用的化合物和燃料，同时，人们还在致力于尝试研发新药或者性能更好的新型材料，这些都要依赖于化学取得的最新进展。

如今，人们容易想当然地认为人类已获得的化学知识“得来全不费工夫”，但请记住，现在那些对我们来说稀松平常的化学知识，放在我们的祖先那里，都将会被视为奇迹和珍宝，甚至还有可能被认定为某种巫术或魔法。化学的发展为人类补上了物理学缺失的一课。为了这一课，人类竭尽了毅力、勇气和所有的智慧，甚至进行了千万次几近疯狂的尝试，才换来了我们今天化学上的成就。撰写本书，用这种独特的方式向所有为化学进展作出贡献的人们致敬，我本人感到无比荣幸。

化学的故事还在继续。我本人也是一名职业的化学家，最近这段时间的晚上与周末时光都花在这本书的撰写上。白天，和世界上成千上万的化学家一样，我在实验室里做着研究工作，为化学发展取得新突破贡献着自己的力量。

关于这本书

请注意，书中标注的日期一般是指发现之日，但也有些例外，比如在某些情况下，标注的时间是某一发现或概念在科学界获得普遍接受的那一年。举例而言，苯这种物质在 1865 年之前人们就已知晓，但直到 1865 年，人们才首次确定了它真实的化学结构，这一发现随后又衍生出了一系列新的发现。再比如，许多化学研究并没有可以追溯的清晰的发端，相关研究可能在很长的历史时期内或者在不同的人群中一直延续着，比如，早在 1907 年人们就对蜘蛛丝的组成进行了化学分析，但后来即便经过了无数位化学家长达一个世纪的努力，人们对蜘蛛丝的生成机制及影响因素仍未弄清楚。对于另外一些发现，我选择了具有代表性的时间作为标记，比如荣获诺贝尔奖的时间或者具有里程碑意义的日期。例如，自 20 世纪 90 年代以来，人们就已经可以利用化学反应小规模地从空气中分离二氧化碳，对于这项技术，书中给出了一个标志性的、充满戏剧性的应用案例——1970 年，正是这一反应挽救了阿波罗 13 号上所有宇航员的生命。在过去的 25 年中，大气中的二氧化碳含量一直是人们讨论的热点话题，事实上，“温室效应”早在 1896 年就被首次提出了。诸如此类的发现不胜枚举，通过阅读这本书，你可能会多次惊讶于这些发现的时间是如此之早，抑或如此之晚。

目 录

推荐序 VI

序言 VIII

关于这本书 XI

001	约公元前 500000 年/晶体	022	1556 年/论矿冶
002	约公元前 3300 年/青铜	023	1605 年/学术的进展
003	约公元前 2800 年/肥皂	024	1607 年/约克郡的明矾
004	约公元前 1300 年/铁的冶炼	025	1631 年/奎宁
005	约公元前 1200 年/纯化	026	1661 年/怀疑派化学家
006	约公元前 550 年/黄金精炼	027	1667 年/燃素
007	约公元前 450 年/四种元素	028	1669 年/磷
008	约公元前 400 年/原子论	029	1700 年/硫化氢
009	公元前 210 年/水银	030	约 1706 年/普鲁士蓝
010	约 60 年/天然产物	031	1746 年/硫酸
011	约 126 年/罗马混凝土	032	1752 年/氢氟酸
012	约 200 年/瓷器	033	1754 年/二氧化碳
013	约 672 年/希腊火	034	1758 年/卡氏发烟液体
014	约 800 年/贤者之石	035	1766 年/氢气
015	约 800 年/维京钢	036	1774 年/氧气
016	约 850 年/火药	037	1789 年/质量守恒定律
017	约 900 年/炼金术	038	1791 年/钛
018	约 1280 年/王水	039	1792 年/伊特必
019	约 1280 年/分馏	040	1804 年/吗啡
020	1538 年/毒理学	041	1805 年/电镀
021	1540 年/乙醚	042	1806 年/氨基酸

- | | | | |
|-----|---------------------|-----|--------------------|
| 043 | 1807 年/电化学还原 | 071 | 1861 年/结构式 |
| 044 | 1808 年/道尔顿原子学说 | 072 | 1864 年/索尔维制碱法 |
| 045 | 1811 年/阿伏伽德罗假说 | 073 | 1865 年/苯和芳香性 |
| 046 | 1813 年/化学式 | 074 | 1868 年/氦 |
| 047 | 1814 年/巴黎绿 | 075 | 1869 年/元素周期表 |
| 048 | 1815 年/胆固醇 | 076 | 1874 年/碳四面体结构 |
| 049 | 1819 年/咖啡因 | 077 | 1876 年/吉布斯自由能 |
| 050 | 1822 年/超临界流体 | 078 | 1877 年/麦克斯韦—玻尔兹曼分布 |
| 051 | 1828 年/铍 | 079 | 1877 年/弗里德尔—克拉夫茨反应 |
| 052 | 1828 年/维勒的尿素合成 | 080 | 1878 年/靛蓝染料的合成 |
| 053 | 1832 年/官能团 | 081 | 1879 年/索氏抽提器 |
| 054 | 1834 年/理想气体定律 | 082 | 1881 年/皇家馥奇香水 |
| 055 | 1834 年/光化学 | 083 | 1883 年/克劳斯工艺 |
| 056 | 1839 年/聚合物与聚合 | 084 | 1883 年/液氮 |
| 057 | 1839 年/银版照相法 | 085 | 1884 年/费雪与糖 |
| 058 | 1839 年/橡胶 | 086 | 1885 年/勒·夏特列原理 |
| 059 | 1840 年/臭氧 | 087 | 1886 年/氟分离 |
| 060 | 1842 年/磷肥 | 088 | 1886 年/铝 |
| 061 | 1847 年/硝化甘油 | 089 | 1887 年/氰化提金法 |
| 062 | 1848 年/手性的故事 | 090 | 1888 年/液晶 |
| 063 | 1852 年/荧光 | 091 | 1891 年/热裂化 |
| 064 | 1854 年/分液漏斗 | 092 | 1892 年/氯碱工艺 |
| 065 | 1856 年/苯胺紫 | 093 | 1892 年/乙炔 |
| 066 | 1856 年/银镜反应 | 094 | 1893 年/铝热试剂 |
| 067 | 1859 年/火焰光谱学 | 095 | 1893 年/硼硅酸玻璃 |
| 068 | 1860 年/康尼查罗与卡尔斯鲁厄会议 | 096 | 1893 年/配位化合物 |
| 069 | 1860 年/氧化态 | 097 | 1894 年/摩尔 |
| 070 | 1861 年/鄂伦麦尔瓶 | 098 | 1894 年/不对称诱导 |

- 099 1894 年/重氮甲烷
- 100 1895 年/液态空气
- 101 1896 年/温室效应
- 102 1897 年/阿司匹林
- 103 1897 年/酿酶发酵
- 104 1897 年/加氢反应
- 105 1898 年/氙
- 106 1900 年/格氏反应
- 107 1900 年/自由基
- 108 1900 年/有机硅
- 109 1901 年/色谱分析
- 110 1902 年/钋和镭
- 111 1905 年/红外光谱
- 112 1907 年/胶木
- 113 1907 年/蜘蛛丝
- 114 1909 年/pH 值和指示剂
- 115 1909 年/哈伯—博施法
- 116 1909 年/撒尔佛散
- 117 1912 年/X-射线晶体学
- 118 1912 年/美拉德反应
- 119 1912 年/不锈钢
- 120 1912 年/硼烷和真空线技术
- 121 1912 年/偶极矩
- 122 1913 年/质谱分析法
- 123 1913 年/同位素
- 124 1915 年/化学战争
- 125 1917 年/表面化学
- 126 1918 年/镭补
- 127 1920 年/迪恩—史塔克分水器
- 128 1920 年/氢键
- 129 1921 年/四乙基铅
- 130 1923 年/酸与碱
- 131 1923 年/放射性示踪剂
- 132 1925 年/费—托法
- 133 1928 年/狄尔斯—阿尔德反应
- 134 1928 年/列培反应
- 135 1930 年/氯氟烃
- 136 1931 年/ σ 键与 π 键
- 137 1931 年/氙
- 138 1932 年/碳酸酐酶
- 139 1932 年/维生素 C
- 140 1932 年/磺胺
- 141 1933 年/聚乙烯
- 142 1934 年/超氧化物
- 143 1934 年/通风橱
- 144 1935 年/过渡态理论
- 145 1935 年/尼龙
- 146 1936 年/神经毒气
- 147 1936 年/锑
- 148 1937 年/细胞呼吸
- 149 1937 年/磺胺酰剂
- 150 1937 年/反应机理
- 151 1938 年/催化裂化
- 152 1938 年/特氟龙
- 153 1939 年/自然界中最“迟来”的元素
- 154 1939 年/化学键的本质

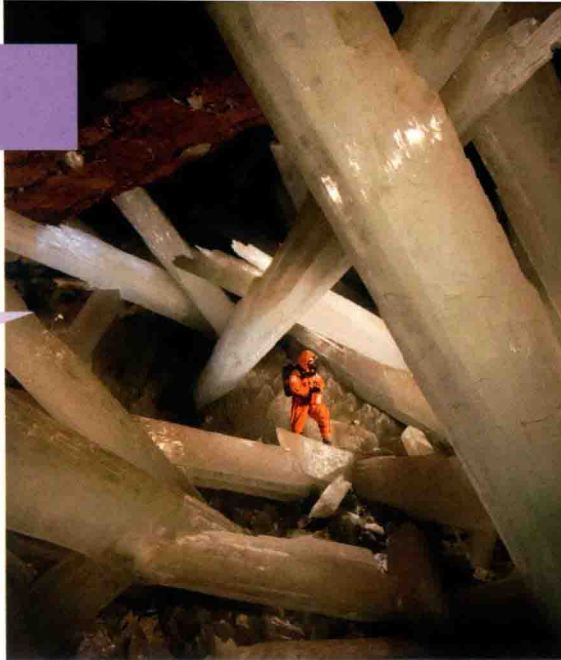
- | | | | |
|-----|-----------------------------------|-----|--------------------|
| 155 | 1939 年/“滴滴涕”的发现 | 183 | 1952 年/区熔提纯 |
| 156 | 1940 年/气相扩散法 | 184 | 1952 年/铊中毒 |
| 157 | 1942 年/甾体化学 | 185 | 1953 年/DNA 的结构 |
| 158 | 1942 年/氰基丙烯酸酯 | 186 | 1953 年/人造金刚石 |
| 159 | 1943 年/LSD | 187 | 1955 年/电泳 |
| 160 | 1943 年/链霉素 | 188 | 1956 年/温度最高的火焰 |
| 161 | 1943 年/空袭巴里港 | 189 | 1957 年/荧光素 |
| 162 | 1944 年/伯奇还原反应 | 190 | 1958 年/DNA 的复制 |
| 163 | 1944 年/磁力搅拌 | 191 | 1960 年/沙利度胺 |
| 164 | 1945 年/青霉素 | 192 | 1960 年/外消旋体拆分和手性色谱 |
| 165 | 1945 年/手套箱 | 193 | 1961 年/核磁共振 |
| 166 | 1947 年/叶酸拮抗剂 | 194 | 1962 年/绿色荧光蛋白 |
| 167 | 1947 年/动力学同位素效应 | 195 | 1962 年/惰性气体化合物 |
| 168 | 1947 年/光合作用 | 196 | 1962 年/乙酸异戊酯及酯类化合物 |
| 169 | 1948 年/多诺拉的死亡之雾 | 197 | 1963 年/齐格勒-纳塔催化剂 |
| 170 | 1949 年/催化重整 | 198 | 1963 年/梅里菲尔德合成法 |
| 171 | 1949 年/分子病 | 199 | 1963 年/偶极环加成反应 |
| 172 | 1949 年/非经典碳正离子之争 | 200 | 1964 年/凯夫拉 |
| 173 | 1950 年/构象分析 | 201 | 1965 年/蛋白质晶体学 |
| 174 | 1950 年/可的松 | 202 | 1965 年/顺铂 |
| 175 | 1950 年/旋转蒸发仪 | 203 | 1965 年/铅污染 |
| 176 | 1951 年/桑格法测序 | 204 | 1965 年/甲烷水合物 |
| 177 | 1951 年/口服避孕药 | 205 | 1965 年/伍德沃德-霍夫曼规则 |
| 178 | 1951 年/ α -螺旋和 β -折叠 | 206 | 1966 年/聚合水 |
| 179 | 1951 年/二茂铁 | 207 | 1967 年/高效液相色谱法 |
| 180 | 1951 年/超铀元素 | 208 | 1968 年/BZ 反应 |
| 181 | 1952 年/气相色谱分析 | 209 | 1969 年/默奇森陨石 |
| 182 | 1952 年/米勒-尤列实验 | 210 | 1969 年/戈尔特斯面料 |

- 211 1970 年/二氧化碳吸收
- 212 1970 年/计算化学
- 213 1970 年/草甘膦
- 214 1971 年/反相色谱法
- 215 1972 年/雷帕霉素
- 216 1973 年/维生素 B₁₂ 的合成
- 217 1974 年/氯氟烃与臭氧层
- 218 1975 年/酶的立体化学
- 219 1976 年/PET 成像
- 220 1977 年/野崎偶联反应
- 221 1979 年/索林
- 222 1980 年/铱与“碰撞假说”
- 223 1982 年/非天然产物
- 224 1982 年/MPTP
- 225 1983 年/聚合酶链式反应
- 226 1984 年/电喷雾液相色谱 / 质谱联用仪
- 227 1984 年/叠氮胸苷与抗逆转录病毒药物
- 228 1984 年/准晶体
- 229 1984 年/博帕尔事件
- 230 1985 年/富勒烯
- 231 1985 年/基质辅助激光解吸电离技术
- 232 1988 年/现代药物发现
- 233 1988 年/PEPCON 爆炸事件
- 234 1989 年/紫杉醇
- 235 1991 年/碳纳米管
- 236 1994 年/岩沙海葵毒素
- 237 1997 年/配合物骨架材料
- 238 1998 年/重结晶和同质多晶
- 239 2001 年/点击三唑
- 240 2004 年/石墨烯
- 241 2005 年/短缺的莽草酸
- 242 2005 年/烯烃交互置换反应
- 243 2006 年/流动化学
- 244 2006 年/同位素分布
- 245 2009 年/乙腈
- 246 2010 年/工程酶
- 247 2010 年/金属催化偶联反应
- 248 2013 年/单分子成像
- 249 2025 年/储氢技术
- 250 2030 年/人工光合作用

注释与延伸阅读 251

译后记 267

图为一位洞穴探险家站在水晶洞的巨大晶体中间，这看起来就像是某部科幻电影中的一幕。



X-射线晶体学 (1912 年)，准晶体 (1984 年)，配合物骨架材料 (1997 年)，重结晶和同质多晶 (1998 年)

只要条件适宜，许多化合物都可能形成晶体。在诸多外部条件中，温度是结晶的至关重要的因素。当冷却速度足够快时，那些我们通常认为是液体（甚至是气体）的物质都有可能形成晶体。一般而言，形成晶体的难易程度不只取决于该化合物是否具有足够的纯净度与浓度，还取决于该化合物的分子结构——只有分子结构足够规整才能最终形成重复有序的空间排列（即晶体）。而那些由不规整长链构成的化合物（例如石蜡或脂肪酸），最终只能形成蜡状固体，无法产生晶体。

晶体的形成也依赖于该化合物溶液的降温速度及受到的外界扰动情况。比如，在墨西哥洞穴的采矿作业中，人们就发现了令人叹为观止的两个天然形成晶体的例证：第一个发现于 1910 年，低于海平面约 400 英尺¹ 的“剑之洞”（Cueva de las Espadas）里，人们惊奇地发现了长达 1 米的石膏 [硫酸钙 (calcium sulfate)] 的晶体；而在 2000 年，人们又在低于海平面约 1 000 英尺的地方发现了令人叹为观止的“水晶洞”（Cueva de Los Cristales），洞中最大的石膏晶体大约有 40 英尺高、55 吨重。根据地质演变史，人们给出了这些巨大石膏晶体成因的最佳解释：由于这个洞穴位于墨西哥中北部奇瓦瓦沙漠（Chihuahuan Desert）的耐卡断层线（Naica fault line），且洞穴里充满了水，经过岩浆穴成百上千年的炙烤，地层中硫酸钙逐渐溶解到水中——硫酸钙的饱和溶液就这样形成了，又经过至少 50 万年的缓慢降温，大自然的鬼斧神工缔造了这些宏伟的石膏晶体，这在世界其他地方这是不多见的。

生石膏（Gypsum）本身是一种常见矿物。依赖于具体结晶条件的不同，生石膏可以形成多种形态的晶体。同时生石膏也是制备熟石膏（Plaster）的主要原料，人们熟知的“巴黎石膏”（Plaster of Paris）就来源于古代巴黎蒙马特区（Montmartre district of Paris）的古石膏矿，但如上文提到的“水晶洞”般宏伟的石膏晶体在世界其他地方迄今都没有被发现过。■

¹ 1 英尺 = 0.3048 米，全书下同。——译者注