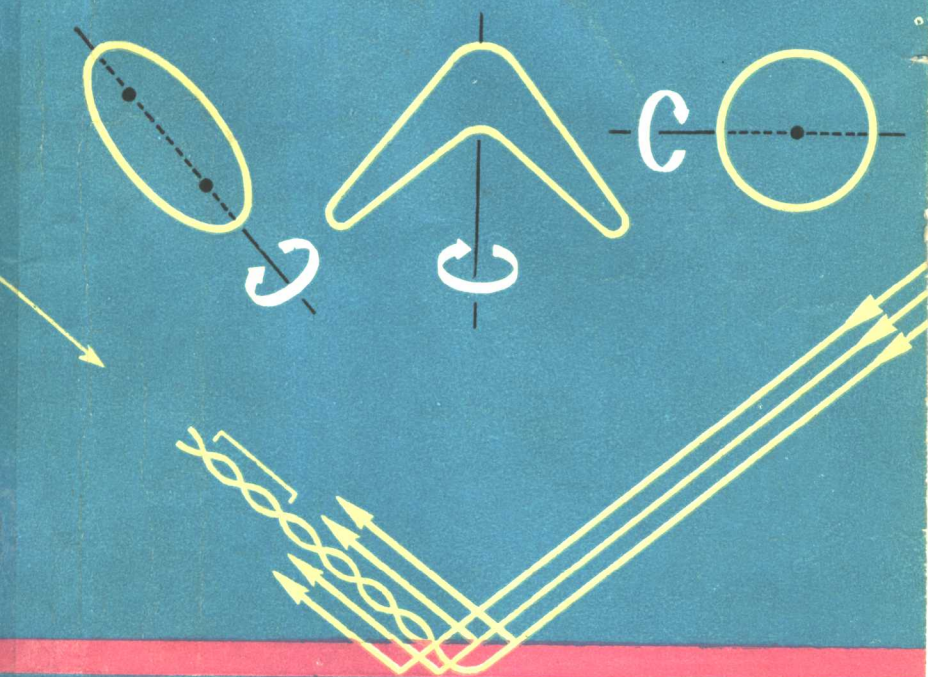


[英] 哈泽尔·罗索蒂

化学世界导游



科学普及出版社

化学世界导游

[英] 哈泽尔·罗索蒂 著

严世菁 朱文祥 译

科学普及出版社

内 容 提 要

本书专为那些没有机会学化学的人写的。但它不是教科书，而有点象是专为那些没有经验的旅游者写的导游书。自然，一本好的导游指南应舍去游览国中并不重要的地区，而突出那些最吸引旅游者兴趣的地区和精采细节。这样，他就会再度光临，并将会有更多的人趋兴前往。

本书的另一个特点是科技术语用得少，数学符号几乎一概舍弃，化学式也用得极少。这样就使那些没有学过化学的人能看懂它，当然，对学过化学的人也有温故而知新的作用。

本书共分四篇。第一篇概述了人们日常生活经验中所熟悉的许多化学知识；第二篇介绍了物质的基本组成以及它们的结合方式；第三篇讨论了各类物质结构的千差万别；第四篇强调了化学性质的丰富多采，并着重叙述了各种类型能量如何跟物质相互作用。书中还简单介绍了磁带收录机、高速摄影机（用于拍电影）、电视屏幕、静电复印机、荧光灯等的基本原理。这些例子有的是读者熟悉而感亲切的，有的是新技术而使读者感兴趣的。

INTRODUCING CHEMISTRY

Hazel Rossotti

Penguin Books 1978

化 学 世 界 导 游

〔英〕哈泽尔·罗素蒂 著

严世菁 朱文祥 译

责任编辑：刘 渔

封面设计：王序德

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔平义分印刷厂印刷

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：9 1/2 字数：209 千字

1984年5月第1版 1984年5月第1次印刷

印数：1—20,300 册 定价：0.90 元

统一书号：13051·1372 本社书号：0762

前 言

我们很多人后悔自己在中学里没能学习某门功课，或悔恨自己太轻率地放弃了它。然而，在精力充沛时说不定还想顺便学学它。其动力或源于业务的需要，或愧于自己无知，或纯粹出于个人兴趣。

本书就是为那些后悔没学化学的人撰写的。它不是教科书，而有点象是专为那些没有经验的旅游者所写的导游书。自然，一本导游书应该舍去游览国中那些并不重要的地区，着意地突出那些初次旅游者最感兴趣的胜地或细节。如果导游书做到了这一点，游客为了增长见识，从中享受求知的乐趣，就一定会下决心带着更详细的、更多的介绍资料重游胜地。

一本好的导游书应该能使那些旧地重游者百读不厌，它或许能使你在游览之中得以情景交融，或帮助你重温某些忘却了的细节。同样，一本好的化学指南，对于已经熟悉化学的人来说，也许可以起到类似作用。

该“导游书”开头简要地介绍了构成化学学科的基本知识以及化学本身从史前技术经由炼丹术直到今日比较精确的科学的发展过程。然后分列为四篇：第一篇概述了从日常生活体验中读者们已经熟悉的一大部分化学知识，而本书的其余部分是关于通常熟悉的各种不同物质的行为跟化学的现代概念的关系。第二篇叙述物质的基本组成，以及它们的结合方式。第三篇讨论了各种类别物质在其结构中表现出来的那种

千差万别的多样性。这里所用的例子不可避免地取决于作者个人的选择。化学性质的丰富多采性在第四篇中得到进一步地强调。在这一篇中主要叙述各种类型的能量如何跟物质相互作用。

书中科技术语用得极少，因为作者相信，如果科技术语所含的概念能够以非技术语言来表达，术语本身就并不重要了。有时，不熟悉的记号也能成为一种障碍，因此在本书中化学式也使用得很少，而数学符号几乎一概舍弃。我们希望这样做可以使那些对化学没有经过正式训练的人也能看得懂。

Hazel Rossotti

圣·阿尼斯学院

牛 津

1973年7月

目 录

导言.....	1
第一篇 我们熟悉的物质	13
第一章 感官得来的印象	13
第二章 实验的帮助	31
第三章 感官的延伸	47
第四章 物质是纯的吗?	65
第二篇 原子和分子	69
第五章 空气	72
第六章 最轻的气体	87
第七章 各种不同的原子	96
第八章 小原子团	106
第九章 大阵列中的原子	124
第三篇 多样化的结构天地	131
第十章 组成物质的元素	132
第十一章 某些简单分子的结构变化	142
第十二章 碳化合物的无数衍生物	153
第十三章 阵列中的变化	170
第十四章 微粒的混合物	185
第四篇 物质和能量	211
第十五章 加热物质	213
第十六章 内聚力与无序性	225
第十七章 变化会发生吗?	232
第十八章 物质与电	243
第十九章 起磁铁作用的电子	257

第二十章 物质与光	265
第二十一章 能量与原子核	279

导 言

化学家的技艺和实践

“化学”(Chemistry) (化学家的技艺或实践) 一词源于十七世纪的英语。象“诡辩术”(Sophistry)和“手相术”(Palmistry)一样, 其词尾或许含有轻蔑、贬低的意味。在 1652 年, 化学曾被人描述成是“一种虚幻, 贪妄和欺诈的巫术”。看看这个词的来历, 就不难了解, 这门学科至今仍未得到完全的尊重。十六世纪, 在人们知道了阿拉伯语中定冠词 al 的意思之后, 就把 alchemist 中的 al 去掉了。这样一来, “炼丹术士”(alchemist) 一词开始演变为“化学家”(Chemist) 了。对于这个变化, 还有人作过这样的评述:

叫他 Alchemist,

有点太累赘,

你就称他 Chemist 吧,

而把 Al 省掉,

我看这样更精粹。(1612)

词根 Chem 可能出自 Khmi, 那是指围绕着尼罗河三角洲的一个“黑土地带”。那儿的玻璃和金属工艺技术有过高度的发展。也许, Chem 是从希腊文词干 $\chi\chi\mu$ - 派生出来的。这个词干组成“体液”、“浸剂”, 和“倾注”一类词汇。Chemistry、“体液”和“浸剂”之间的可能联系表明化学的起源跟医药的关系比跟冶金的关系更为密切。但也有人认为, “Che-

mistry”与“倾注”之间的联系，可能指的是熔融金属的浇铸过程（然而，为什么不可以指古希腊人把浸剂从一个容器中倾注到另一个容器中呢）。

“炼丹术”（alchemy）这个词，不管它的起源如何，很快就得到了一种不那么体面的名声。炼丹术士的活动，从亚历山大港经过阿拉伯世界传播开来了。在当时阿拉伯世界，人们最热衷于探索点金术和“长生不老药”（吉本）。这是一箭双雕的追逐目标。起先主要是寻找一种“哲人石”，想通过它把容易被铁锈和铜绿污损的“贱”金属提升为光泽闪烁的“贵”金属，从而提高它的商业价值。当时普遍相信，一种能使低级金属转变成银子或金子的物质必然含有一种能够变贱为贵的所谓“精髓”，经它一触，金属全然改观；碰到身体，使人延年益寿；触及灵魂，则精神超升。所以，炼丹术士的哲人石和不老之药，其最终目的，既是为了发财致富，也是为了长生不死。许多炼丹术著作反映了中东宗教以及后来远东各国的神秘主义。尽管它在朝着更臻完善的方向盲目地摸索着，但在第二世纪时，炼丹术还是连同基督教一起被戴克里先(Diocletian)●的法令所取缔。

然而，在往后的一千五百年左右的时间里，炼丹术仍然风靡一时，人们很难评判它沿袭下来的不好名声究竟矫枉到什么程度。

无疑的，许多炼丹术士确实纯粹是诈取钱财的骗子，他们利用别人的愚昧而进行欺诈。在乔叟(Chaucer)的《下贱自由民的故事》中，提到在一次炼丹术表演中，一个卑鄙的江湖骗子为了诱惑一个天真的观看者，花四十多英镑去买一种能

● 戴克里先(Diocletian)，(245—311)：于284—305为罗马皇帝。

——译注

实现金属转变的粉末样品，竟两次窝藏银锭行骗。在本·琼森(Ben Jousen)的《炼丹术士》一书中，也述及一个心存疑虑的观察者一针见血地揭露：

我相信，
炼丹术是一种巧妙的游戏，
有些像在玩纸牌要诡计；
为捉弄一个人，
在施展着魔力。
除了这一切货色，
你还有别的什么东西？
这样评说，
你能有什么异议？

然而，有充分的证据说明[●]，很多炼丹术士是有献身精神的研究工作者。他们虔诚地相信：自己在寻找长生不老药，或在点金石方面干得还不错。经过多少世纪的不断发展，他们的一套技艺已经成为现代化学的基础。他们中许多药剂师，把出售药水和药粉所得的利润，立刻重新投资于添置炼丹设备和材料。那些走江湖的炼丹术士跟得到王公贵族资助的炼丹家不一样，他们通常是一些贫困潦倒的穷汉。他们之中一些人深信，只有那些具有高尚品质的人才能使他们的研究技艺达到炉火纯青的程度。炼丹家的名声只是由于少数害群之马的行为而被人过分地诋毁了。这在近代的其它行业中，也有类似的情况。炼丹骗术的受害者由于自己受骗破财而怒不可遏，他们不愿仔细地把巫术骗子同其他炼丹家区别开来。而且，因为坏事比好事更醒人耳目，这就难怪一些

● 参阅 E. J. Holmyard, Alchemy (《炼丹术》)，企鹅印书馆，1957年。——译注

诗人和剧作家专从炼丹术的阴暗面中汲取素材，进行创作了。

炼丹术著作本身为改善自己的公众形象却无所作为。它们都是由神秘的隐语和诡秘的符号组合而成的。当然有教养的外行人并不熟悉那些没有正式通用的专门术语，这就妨碍了炼丹术著作被人接受和采用。象乔叟的下述抱怨，是可以理解的：

哲学家说话玄乎其玄，

在这个行当里，能工巧匠也无法施展。

炼丹术的论著不仅大部分人理解不了，甚至专家们的认识也不一致。至少在本·琼森的时代是如此。酷爱真理，或贪恋钱财，确实是炼丹术士强烈追求的欲望。他面临着在公众社会中被孤立的处境，社会公众很少了解他的工作，却害怕他那确确实实的神通力，同时又嫉妒他的潜在的财富。

在文艺复兴期间，通过理性来寻求真理，成为当时的时髦。因而炼丹术骗子的数目相应减少了。炼丹术把它的注意力转移到研究诸如气体性质等一类的问题上。这比之它早先的诡秘之谈至少对我们来说，不那么神秘了。“化学家(Chemist)”这个名词开始丢弃了它那最坏的卑庸色彩，而更多地接近它今天的含义。

十七世纪和十八世纪的化学家为哪类问题忙碌呢？研究天然产物的有机化学家肯定知道，在1663年，技巧熟练的化学家花了很高的代价，从风化的岩石中提炼奇异而奥妙的粉末。

1755年，约翰逊博士(Dr. Johnson)●曾试图给当时的

● 约翰逊是十八世纪英国的大作家和词典学家。——译注

这门学科下个定义，他在词典中这样写道：

“化学，是利用某种装置或手段（主要是火）使装在容器中的可感知物体发生变化，从而揭示它们对于哲学和医药方面的威力和效能的技艺。”

而萨利文(Sullivan)在1794年是这样表述的：

“化学的目的……是发现与反映各种物体的性质以及它们彼此之间的作用。”

1893年出版的《牛津新英语词典》对化学下的定义，虽然比较长些，但意思增加不多：

化学是“物理科学和研究工作的一个分支，它是研究组成一切物体的某几种基本元素或物质的各种形式，论述这些元素在形成化合物时的化合规律，以及它们处于不同物理条件下所伴随发生的各种现象。”

《企鹅科学词典(1971年第四版)》把化学简练地叙述为是“对物质的组成及其相互作用的研究。”

所以，“化学”在词典的解释中，就是“对物质的研究”，主要是观察在实验室条件下，各种物质的行为和性质。研究的主要目的，一言以蔽之，无非是为了知识上的满足。虽然，约翰逊博士也考虑到它在医药方面应用的可能性。

今日的化学处于炼丹术与早期词典编撰者所描述的启蒙研究之间。现代实验室中使用的天平和大部分玻璃仪器都是直接从炼丹术士那里传下来的。但是，复杂的电学仪器使我们能够“观察”到约翰逊时代无法“感知”的一类物质。现代化学家所作的“观察”比炼丹术士的观察更加定量些，而且通常以笔录仪的图谱形式或由计算机打印出的数值表的形式出现。

现代的化学文献，对外行人来说，跟炼丹术蒙昧时代一

样，仍然是令人费解的。它们不象十八世纪实验工作者的通俗著作那样通俗易懂，似乎不打算同受过教育的非化学家们进行交流。而且，这类文献的数量还在以惊人的速度不断增长着，发表的研究文章，每十五年就翻一番。骤然一看，有许多化学教科书，与高等数学的论著几乎没有什么差别，许多化学教科书一串一串的化学公式，所占的篇幅比正文还大。即使那些使用数学或化学符号不多的著作，对没有入门的读者来说，仍然困难不少。这可从写得较通俗的不同化学分科的教科书中，随便挑选出几个段落来说明这个问题。读了这些段落^①，你们一定会感到，这种描述和解释就像在本·琼森时代一样，即使是专家也难就此取得一致的见解。

现代化学家对“物体本性”的解释，虽然好象是纯技术性的，然而却近于一种玄秘之谈，很难使人接受。的确，现代化学家不再把一种晶体产物描绘为奥秘之物，也不会接受诸如“妖精显灵”，“占卜吉凶”一类的迷信影响。但是，一般的化学系毕业生对“熵”、“电子”、或“本征函数”的理解，就一定比他们的炼丹术先驱们对长生不老药的认识更清楚吗？

尽管今天的化学家们的生活相当俭朴，但很少有人能在经济上自给自足。除了个人生活必需之外，材料和装备的费用也是极高的。化学家只好寻求工业家、政府或大学的资助（当然，大学本身也必须得到工业家或政府在财力上的支持）。当然，“谁出钱，谁点戏”。不过有的雇主还比较懂行一些。大学里的化学家承担研究任务就是要源源不断地发表论文，为化学文献迅速增长推波助澜。在政府的研究中心里，一个化学家可能被雇佣去从事一个特定课题的研究，譬如，“尼古

● 实例从略。——译注

丁及其衍生物可能有致癌作用”的研究。但是，在指定的领域内，他通常还是可以自由选择权的。对比之下，实业化学家却要受到较多的约束，雇主可能要求他们去合成一种较便宜的、气味较小的、更加透明的塑料，而且要容易染色并适宜于模压成梳子柄等等，他们还须在下一一次董事委员会上报告研究工作的进展情况。当然，在工业部门也还有一些化学家，他们跟在大学里的同行一样，具有较多的自由权。

纵然工业化学可能取得巨额的经济效益，但是，许多现代化学家的兴趣还是在“可感知物体的作用和性能”上面，他们的兴趣是那么强烈和专一，为了有机会“发现和了解”某种规律，而宁愿承受重大的经济上的损失。许多在大学实验室工作的所谓“纯”化学家，通常是十来个人组成一个小组。跟工业部门或政府研究所中的对手们不同，那些大学研究小组中的年轻成员，经常是为攻读一个学位而准备学位论文，所以主要是独立进行研究的，而不是作为集体的一员进行工作。这种社会结构，有些类似于文艺复兴时代的画院。

研究小组由一位公认的专家领导。这个人既从事教学和管理，同时以同样多的精力来监督这个小组。他的职责是：在他自己的研究范围内，保持与同行们并驾齐驱；争取政府和企业界的赞助；制订研究计划；向供应部门、玻璃商店、机械和电子加工车间订购仪器；撰写研究报告，以文章或专著的形式发表；处理小组的日常事务。只是在非常走运或狠下决心时，他才有时间亲自参加实验工作。他选择课题，主要是从自己的兴趣出发，因为很难设想，对一个问题没有深究的人能提出一个卓绝的概念来。其次，也决定于有无可能借助于可靠的仪器、材料、智力和体力来源以及时间等来取得有趣的结果。把参加研究工作的新手安排到一个太难的课题中去，

不仅效果不好，而且是有害的。要在他所支配的时间中做出有意义的结果，看来是极不容易的。

小组中较年轻的成员可能是正在做一个小题目的攻读第一个学位（学士学位）的本科生，或是正在攻读硕士学位或博士学位的研究生，或者是博士后的研究人员。小组中的每个新成员，首先要掌握与他所选择的特定课题有关的学科的当前动态，以及取得这方面知识所要求的技术。这可能包括电子技术、玻璃工技术或者从没有把握的溶液中慢慢培养出晶体的技艺，还包括处理微量的不稳定或强放射性物质的技术；在极端温度和压力条件下研究化学过程的方法；使用灵敏而不稳定的测量仪器；学会使用计算机语言，运用它编写程序；通晓复杂的数学语言，运用数学语言解释自己的发现。并能懂得化学期刊上研究论文的作者所使用的还不算太奥秘的术语。极少新手能指望自己在吸收消化已有的技术和理论之前，就能发展新的技术或臆想出新的假说来。随着经验的不断取得，年轻的研究人员就会变得很有知识了。这对他的导师或新的成员来说，都是非常宝贵的。因为大部分大学实验室都是通宵开放的，所以就在研究人员闲散地靠在暖气旁喝咖啡，或者做填字游戏时，一些学习和消化的复杂方式就在这时产生了。实际上，某些最卓越的想法，正是在这样的时侯冒出来的。

今天，化学家们很难断言，成功的实验只能由那些具有高尚道德素养的人才能做成。那些成功地获得预想结果的大量工作报告，使得这种观点根本站不住脚。另一方面，在现代化学家中，象过去曾给炼丹术败坏名声的那类地地道道的骗子很少了。跟他们的炼丹术的先驱们不同，今天的化学家似乎很少被揭露有极端违反道德的行为。在今天的科学工作

中，这样一种道德框框似乎也不合适。但是，化学研究同其它活动一样，也必然受到某些选择机会的限制，许多这种机会的限制也可以看作是必要的道德规范。

不管实验化学家的最终目的是什么，他眼前的直接目标是对他所研究的可感觉到的物体提出适当的问题。而且要让它们自己来提供答案。化学家的工作是尽可能如实地去观察和报告这些答案。然后才能去试图解释它们。不用说，“伪造结果”是不可原谅的欺诈行为。但是，化学家还应该力求避免客观造成的小差错。例如，只选用那些能支持某一预想或适合某一合意模型的结果。

因为化学家们很少是孤立地工作的，他们对同事负有互相帮助的责任，并有互相提供资料的义务。在任何研究小组中，都有一套协调得很好的互借或共用研究设备与研究资料的惯例。倘若这个小组要能相当和谐地一起工作，大家就必须尊重这一套惯例。但是，有的人就不是仅仅贮积知识，而是出于嫉妒，保守知识，或是因不能分享从借来的概念中获得的荣誉而产生痛苦的怨愤。聪明的化学家很注意接受从别人那里得到的帮助。但他往往不容易探索出自己的思想，总是在经过了多年的琢磨，直到他听到一位同行偶然说的话，才找到了问题的核心。

除了天天碰到的道义上的选择外，化学家还偶尔遇到更加尖锐的问题，例如究竟应该研究什么类型的课题？究竟应该为谁研究？许多化学家准备利用他们的技艺去生产无关紧要的东西，而以比它们的生产成本高得多的价格出售。或研究生产那些关系到国家繁荣昌盛的东西。或许化学家所面临的最惹人注目的道德选择是他是否应该参加那些被人们委婉地称作为“国防”的研究工作。有些科学家真诚地相信制造越

来越恐怖的武器是促进和平的最有效的途径，所以他们把参加这一方面的工作看作是自己的义务。而另一些科学家则感到参加军事工程研究是违反他们的道德准则的，因而他们的责任是充分揭示新武器的严重后果，以阻止它们的应用。据说，在第二次世界大战期间，美国科学家对研究原子弹的热情，比之他们的德国对手要高得多。就其科学造诣或道德责任的认识方面，这两批科学家彼此没有多大差别。美国科学家之所以取得较大成功，可能应归因于他们对其政府的这项研究目标具有较深的同情心的缘故。

有些科学家不关心他们的研究成果会被怎样应用。他们的目的只是为知识而寻求知识，或者仅仅是为了糊口谋生。这批化学家倒是省去了另一些人的忧虑，后者愿意选择纯理论研究而不愿意承担军事研究，因为他们疑惑他们的发现究竟会用于什么目的。

在公众的心目中，化学仍然保留着从前的某些不好名声，“化学的”这一词，常常使用在一些广告标语中，例如：“不用化学肥料种出来的”，“不含化学药品的”，“合成”（仅只是人“造”的代义词）也常常带有“假冒”的暗示。化学是相当晚才发展起来的一门学科。第一个英国化学讲座是于1702年在剑桥创设的。而在此以前四百多年的大学繁盛时期里，都一直没有正式承认这个学科。与当时大多数其它学术研究比较，化学更重视实验，而不是思想概念或语言文字。在希腊文化中，手工劳作受到歧视。因此那时的化学家没有得到受过更多传统教育的科学界同行的高度尊敬，这是很自然的事情。在今日的斯堪的纳维亚国家，因为它在历史上未曾受到罗马殖民势力的触动，其社会等级是颠倒过来的。在那里从事文学研究的人，比起从事实验科学研究的人，更感到他们的学