



“科学的力量” 科普译丛
Power of science

第二辑

探寻物质之谜

——创造健康、富足和可持续的世界

[英] 约翰·埃姆斯利 著 杨利民 杨学文 译

20世纪，化学为我们塑造了现代化的物质世界。

那么，时至21世纪，化学将扮演什么角色？化学还会有作用吗？

.....



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

本书由上海文化发展基金会图书出版专项基金资助出版

探寻物质之谜

——创造健康、富足和可持续的世界

[英]约翰·埃姆斯利 著 杨利民 杨学文 译



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

©John Emsley 20YY

Translated into Chinese

by permission of The Royal Society of Chemistry

原出版单位: The Royal Society of Chemistry

图书在版编目(CIP)数据

探寻物质之迷:创造健康、富足和可持续的世界 / (英)约翰·埃姆斯利著;杨利民,杨学文译. —上海:上海教育出版社,2015.12
(“科学的力量”科普译丛 第二辑)

ISBN 978-7-5444-5233-5

I. ①探... II. ①约... ②杨... ③杨... III. ①科技成果—世界
IV. ①N11

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第168380号

“科学的力量”科普译丛(第二辑)

探寻物质之迷

——创造健康、富足和可持续的世界

[英]约翰·埃姆斯利 著

杨利民 杨学文 译

出 版	上海世纪出版股份有限公司 上 海 教 育 出 版 社 易文网 www.ewen.co
地 址	上海市永福路 123 号
邮 编	200031
发 行	上海世纪出版股份有限公司发行中心
印 刷	昆山市亭林印刷有限责任公司
开 本	890×1240 1/32 印张 7.5 插页 5
版 次	2015 年 12 月第 1 版
印 次	2015 年 12 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5444-5233-5/G·4208
定 价	28.00 元

(如发现质量问题,读者可向工厂调换)

丛书编委会

主 任 陆 埏 卞毓麟

副主任 贾立群 王耀东

编 委 (按笔画为序)

石云里 杨利民 杨学文

李 祥 李 晟 林 清

徐建飞 屠又新 章琢之

“科学的力量”科普译丛(第二辑)

序

科学是技术进步和社会发展的源泉,科学改变了我们的思维意识和生活方式;同时这些变化也彰显了科学的力量。科学技术飞速发展,知识内容迅速膨胀,新兴学科不断涌现。每一项科学发现或技术发明的后面,都深深地烙下了时代的特征,蕴藏着鲜为人知的故事。

近代,科学给全世界的发展带来了巨大的进步。哥白尼的“日心说”改变了千百年来人们对地球的认识,原来地球并非宇宙的中心,人类对宇宙的认识因此而发生了第一次飞跃;牛顿的经典力学让我们意识到,原来天地两个世界遵循着相同的运动规律,促进了自然科学的革命;麦克斯韦的电磁理论,和谐地统一了电和磁两大家族;戴维的尿素合成实验,成功地连接了看似毫无关联的有机和无机两个领域……

当前,科学又处在一个无比激动人心的时代。暗物质、暗能量的研究将搞清楚宇宙究竟由什么东西组成,进而改变我们对宇宙的根本理解;干细胞的研究将为我们提供前所未有的战胜疾病的方法,给我们提供新的健康细胞以代替病变的细胞;核聚变的研究可以从根本上解决人类能源短缺的问题,而且它是最清洁、最廉价和可再生的……

以上这些前沿研究工作正是上海教育出版社推出的《“科学的力量”科普译丛》(第二辑)所收入的作品要呈现给读者的。这些佳作将展现空间科学、生命科学、物质科学等领域的最新进展,以通俗易懂的语言、生动形象的例子,展示前沿科学对社会产生的巨大影响。这些

探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界

佳作以独特的视角深入展现科学进步在各个方面的巨大力量,带领读者展开一次愉快的探索之旅。它将从纷繁复杂的科学技术发展史中,精心筛选有代表性的焦点或热点问题,以此为突破口,由点及面来展现科学技术对人、自然、社会的巨大作用和重要影响,让人们科学有一个客观而公正的认识。相信书中讲述的科学家在探秘道路上的悲喜故事,一定会振奋人们的精神;书中阐述的科学道理,一定会启示人们的思想;书中描绘的科学成就,一定会鼓舞读者的奋进;书中的点点滴滴,更会给人们一把把对口的钥匙,去打开一个个闪光的宝库。

科学已经改变,并将继续改变我们人类及我们赖以生存的这个世界。当然,摆在人类面前的仍有很多的不解之谜,富有好奇精神的人们,也一直没有停止探索的步伐。每一个新理论的提出、每一项新技术的应用,都使得我们离谜底更近了一步。本丛书将向读者展示,科学和技术已经产生、正在产生及将要产生的乃至有待于我们去努力探索的这些巨大变化。

感谢中科院紫金山天文台的常进研究员在这套丛书的出版过程中给予的大力支持。同时感谢上海教育出版社组织了这套精彩的丛书的出版工作。也感谢本套丛书的各位译者对原著相得益彰的翻译。是为序。

南京大学天文与空间科学学院教授

中国科学院院士

发展中国家科学院院士

法国巴黎天文台名誉博士

方 威

2015 年 7 月

序

我很高兴向读者介绍《探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界》一书。当前，所有年龄段的读者都渴望增进自己的科学知识，特别是化学知识。有鉴于地球资源的有限性和人类活动对生态系统和环境的影响，媒体大量倾注于环境问题，特别是关于全球变暖的争论以及既要保持经济增长，又要同时维持可持续的地球生存环境问题，因此激起人们无比的好奇心。由于经济利益、偏见和漠视，人类经常做出政治的、商业的或个人的选择并对地球的生活环境产生不利影响……本书提供了丰富的科学知识和信息，读来兴味盎然而且平实易懂。阅读本书能使读者增长知识，并能消除偏见，也有利于建设性的辩论和理性的决策。这对所有人都有很大的意义，特别是为了未来几代人的利益，不能找到解决所面临的种种问题的办法，那么大自然会惩罚人类，到那时，其他形式的生命将会在地球上繁荣。

本书共分七章，每章分别讲述一个专题，包括化学在食品、饮水、卫生、交通、塑料、城市生活和体育运动等方面所发挥的至关重要的作用，内容引人入胜又包罗万象；既提供清晰、权威的信息，又不使读者枯燥乏味，并重点关注所提供的信息与日常生活的关联性。特别是，本书提供了广泛而客观的有关化学物质的信息。一方面，生活就是一系列的化学事件，描述了化学物质在医疗保健和营养、在提供干净的水以及在为人类世界生产种种产品方面具有不可

探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界

或缺的重要作用；另一方面，详细描述了许多化学物质的毒性以及这些化学物质如何导致人类的损害、疾病和死亡，并造成重大的环境问题。本书还是一本优秀的参考资料源，书中提供了丰富的参考信息和尾注，并附有全面的术语表和延伸阅读的许多建议。

所有读者，无论其科学水平和专业素养如何，阅读本书后都将显著地增进自己关于本书所覆盖的各个专题的知识。总之，本书是一本很好的科普读物。此外，作者相信，本书也适合在旅途中或休闲时阅读。

C.大卫·加纳
英国诺丁汉大学

前 言

[黑体词汇表示该词在术语表中有进一步解释。]

如是我见

对大多数人来说，可持续发展问题通常就是寻找可替代能源的问题，而很少谈及人类从化石燃料中生产其他物质，认为这是化学家谈论的问题。如果绿色生活方式不是一种物质匮乏的生活方式，不是使用化工产品的生活方式，那么，绿色化学将是至关重要的。食物、清洁水、燃料、医疗用药和塑料或许会发生短缺。从**化石燃料**中碳转向生物质中碳的挑战并非易事，但也不是不可能。所需要的就是造就新一代年轻又聪明的化学家来做这件事。本书就是想要鼓励年轻人从事这门科学，但不是只为他们而写。如果你属于那种希望更多了解化学是如何支撑现代生活方式的方方面面的科普爱好者，那么本书就是为你而写的。

古希腊哲学家推断世界是由四种元素组成的，即泥土、空气、火和水。古代中国人认为还有第五种，即木。当然，这些都不是世界进程中的元素。从这点上来说，他们错了。但是，这些东西的确是我们认识的主要物质，即大地、大气、能源、水和生物。这些也都是组成这个世界当今诸多问题的“元素”。

探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界

虽然许多人没有认识到,有的人甚至不愿意承认这一点,我们的生活方式在很大程度上取决于化学和与其相关的行业。二百年前,我们祖先的生命是短暂的、易患病的、痛苦的,有时甚至会被饿死。今天,生命变得更长、更清洁、更健康、更少痛苦,食品变得十分丰富。而这一切,部分得益于化学。撰写本书的目的就是要解释化学在日常生活方式中所起的作用,并探讨是否有可能,至少在理论上,只依靠可持续资源让人们享受类似的生活标准。

人类的基本需要包括足够的食物、清洁的水源和药品。这些需求分别依赖于农用化学工业、化学工业和制药工业。维持美好生活的其他必备物品,即燃料和塑料,更明显地依赖于化石燃料,而可持续地生产燃料和塑料将是化学家、生物化学家和工艺工程师在 21 世纪必须解决的一项重大挑战。同时,世界各地的人群不断涌进大城市,化学有助于使这部分人的生活依然可持续,更美好。

一个拥有 6 000 万人口的、像英国这样的中型国家能从它所拥有的可用国土上生产出一切需要的食物、燃料和所需的其他物资,并仍然可以为野生生物留出空间吗?我相信它能,并且这也为全世界树立了一个可持续生活的范例。当然,地球上的人口停止增长甚至减少,如全球减少到 50 亿,英国减少到 5 000 万,那更有助于实现这个目标。化学家提供了实现人口减少的手段,如提供避孕套、避孕药等。即使使用这些产品,世界人口也已经达到 65 亿,到 21 世纪末还将达到 90 亿。

品牌形象对成功至关重要,半个世纪以来,化学一直给人不好的印象。甚至“化学物品”这个词现在被许多人当作一个负面词汇,用以表示他们不赞成的东西。2008 年,有人要求英国广告标准管理局(ASA)裁定某种“有机”肥料宣称“100%不含化学物质”是虚假宣传。ASA 最后裁定广告措词没有不妥,可以这样宣传。化学家听得目瞪口呆,因为从化学家的观点看,地球上的一切物质 100%都是化

学物品。

“绿色运动”、有机农业和替代医学^①的宣传总是把化学和化学物质描绘得非常恐怖,20世纪90年代达到顶峰,把癌症、儿童多动症、现代男性精子计数降低、北海海豹突然死亡,甚至鸣禽和蜜蜂数量下降等都被归咎于“化学物质”(所有这一切后来都被证明是错误的)。“非化学物质”这样的广告词获得巨大成功,以至于现在有一些人认为需要对天然化学物质和人造化学物质进行明确的区分,前者被说成是安全的,而后者则是危险的。这种观点完全是无稽之谈,但它玷污了化学的形象。在本书中,作者将重塑化学的形象。如果我们想要在一个可持续的世界中生存下去,这世界所需要的恰恰是更多的化学家和他们的行业,而不是更少。

毒理学家是真正理解化学物质对人体影响的科学家。环境保护团体声称“化学物质”对人类有危害,毒理学家对这一说法持保留意见。调查发现,美国毒理学学会96%会员相信绿色和平组织的说法是非常夸张的;75%会员表示,媒体过分重视环保团体资助的个人研究结果。对化学家而言,这两个数字毫无惊奇。邻苯二甲酸盐这一案例尤其遭到环保人士攻击,但89%毒理学家说他们不认为邻苯二甲酸盐有什么大的危害。

有人认为始于350年前的欧洲启蒙运动时代的科学和理性,现正让位于黑暗时代,趋于迷信的非理性的信念主导一切。这在医疗保健领域尤其泛滥,超乎其他一切领域。使用替代疗法的医师到处都是,他们提供非科学的疗法诸如顺势疗法、水晶疗法、针灸、草药、芳香按摩、反射疗法、自然疗法、营养疗法和心灵疗法。当然其中有些也产生了一定效果,但这就像安慰剂一

① 译者注:替代医学,也称为替代疗法,是由西方国家划定的常规西医治疗以外的补充疗法。按照西方医学的习惯,替代疗法包括冥想疗法、催眠疗法、顺势疗法、按摩疗法、香味疗法、维生素疗法等,针灸和中医在西方医学中也被归入替代疗法范畴。

探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界

样。这些替代疗法在发达社会充其量就像是无害的娱乐活动，但对发展中国家的民众就有一定的危害性，如草药被吹捧为有效的抗疟药物，顺势疗法被倡导用于治疗结核病，饮食和维生素被提升为保护人体和治疗艾滋病……

罗杰·培根是第一个提倡科学方法的哲学家。他看到人们很容易被愚弄而去相信那些不正确的东西。他列出四种提示：(1)接受错误的权威的意見；(2)依赖已形成的习俗；(3)追随莫名其妙的流行和偏见；(4)不认识自己的局限性。他的方法是鼓励我们质疑他人的意見，但我们仍然需要知道该信任谁，该相信什么。基于可重复实验的科学才是唯一能够接受为真实的可靠基石。一次性实验和施行替代疗法的那些人所信奉的非专业的流行疗法被证明毫无价值可言。

诚如在**双盲试验**中的安慰剂效应可使多达三分之一的人相信似乎受益于一种非活性物质，许多人表现为反安慰剂效应似乎感觉接受了有毒物质，受到了不良影响，而事实是完全无害。对于食品添加剂，凡已知是完全安全的，就授予一个字母E开头的数字。但这还是没有阻止一些团体将它们标明为“化学物质”，并说它们对健康构成威胁。他们的错误言论导致许多人把带有E字头数字的食品添加剂当作是一种警告而不是一种让人放心的保证。

在20世纪，每十年化学和制药业都有显著的进步。20世纪初从氮气和氢气合成氨态氮肥。为全世界四分之一的人口供应赖以生存的食品。20世纪30年代和40年代合成了一系列新的高分子聚合物，如聚乙烯、特氟龙、尼龙和聚酯，它们现已成为人类日常生活的一部分。20世纪50年代和60年代是新药的黄金年代，数以百万计的生命得到挽救，还有数百万人生命得到延长，更使人类挺过疾病的袭击。20世纪70年代和80年代出现了许多新材料，它们现

已成为现代技术的有机组成部分,如微芯片和节能灯。在 20 世纪 90 年代,环境问题有了化学答案,如水基家用涂料、环保洗涤剂和专用杀虫剂。进入 21 世纪后,尽管化学工业带来的好处有很多,但人们对化学工业已不再那么热衷。

如果 20 世纪是化学帮助人类塑造了现代世界,那么时至 21 世纪,化学还将扮演什么角色?化学对人类还会有作用吗?我们肯定已经知道关于塑料和涂料、容器和地毯、沐浴露和护肤霜、药物和饮食的一切。在某种程度上,这是肯定的,可能只要稍加调整就可尽善尽美。但是,还需要能可持续地生产。这将意味着要找到更好的催化剂、清洁溶剂、新技术和新工艺。石油精炼厂和化工厂目前占地面积大如小城镇,可能有朝一日其占地面积不超过足球场,并且不会产生废物。

21 世纪的化学家需要想出新的方法来支持日新月异的生物技术、制药业和微电子产业。我们可能会看到庄稼和生物质能生产各种工业原材料,但仍需要将这些原材料转换成可用的产品。如果癌症被征服,可以肯定是医学家、生物化学家和化学家的共同努力实现的。但是,他们想出了办法,又怎样将新药生产出来并使之进入人体呢?从生产到人体,还需要有以化学为基础的工业发挥作用。也许,未来最出彩的化学领域将是向其他行业提供新材料。想象若有一种材料,能使太阳能转化为电能,并且效率达到 50%,或者有一种地下电缆能实现电能远距离传输而无电能损耗,如从南部沙漠的太阳能农场输送到寒冷的北方城市,那该是怎样的贡献啊!

如果 20 世纪的化学工业建立在可持续的资源上,那么,哪些是必需的基本原材料呢?我们需要大量生产乙烯,用于生产各种高分子聚合物。而乙烯可以来自乙醇,生物乙醇已经能大规模地生产了。我们还将需要丙烯,用以生产高分子聚合物,丙烯可以从甘油

探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界

制得,而甘油则是植物油水解的副产品。另一个主要原料是苯,这是生产尼龙和聚苯乙烯所必需的。理论上,可以从木材的木质素中提取。鉴于作为一切生物体基础且极具重要的碳元素的来源没有问题,化学家能生产出符合人类需要的一切物品。可能短缺的是富有才气的青年化学家,正是他们才能使这一切成为可能。

可持续发展的概念来自联合国世界环境与发展委员会(亦称布伦特兰委员会)。该委员会成立于1983年,并在1986年发表了一份报告。这份报告把可持续发展定义为“满足当前的需要而不损害后代满足他们需要的能力”。这份报告在保罗·阿纳斯塔斯(Paul Anastas)和约翰·华纳(John Warner)等的推动下获得最后通过。阿纳斯塔斯和华纳于1998年撰写了《绿色化学:理论与实践》。该书规定了构建可持续化学工业的若干原则,如阻止浪费、原子经济^①、更安全的解决方案、能源效率、预防污染等。这些指导方针现在正为各大公司所遵循。

2005年前后发生的一件事,一直被视为临界点,使人们突然意识到,如果人类不打算毁灭地球,新世纪使用化石类燃料的方式必须有所改变。这件事就是“可持续的未来化学”研讨会,由美国国家科学基金会组织,并在2006年5月召开,而多年来化学家也一直谈论这件事。与会者一致同意化学是能使地球发展且可持续发展的科学。

世界可持续发展工商理事会是一个协会,由来自35个不同国家的200家公司组成,包括空气产品及化工产品公司(Air Product & Chemicals)、拜耳(Bayer)、中国石化(China Petrochemical)、陶氏化学(Dow Chemical)、杜邦(Du Pont)、三菱化学(Mitsubishi

① 原子经济是美国化学家 Barry Trost 提出的概念,其核心内容是什么化学反应,其目标是反应物中的原子全部进入产品中。换句话说,反应过程中所用的材料都应进入最后产品中,不应有副产品或废物产生。

Chemical)、诺华(Norvartis)、诺和诺德(Nova Nodisk)、罗门哈斯(Rohm & Haas)、先正达(Syngenda)等公司以及各大销售公司如宝洁(Procter & Gamble)、庄臣(S.C.Johnson & Son)和联合利华(Unilever)。一些环保组织现在正与化工公司并肩合作。

20 世纪的化学工业改变了世界。如果我们的孙辈在未来也想摆脱饥饿、污垢、疾病和物质匮乏,21 世纪的化学工业必须再现奇迹。否则,我们将犹如坐在绿色的小推车里继续我们当前通向地狱的旅程,也许这是咎由自取^①。可持续的化学天堂也许是可望而不可及,但至少我们可以试一试。

阅读注意事项

全书中有多处标题为“常识”的插入文字,这些文字用楷体排印,旨在证明,关于各种化学问题的信念仅仅是城市神话或就像美国小说家诺曼·梅勒(Norman Mailer)所称的“似是而非”的东西,他把这种“似是而非”定义为“除了自己,别人都知道是真实的”。

“有机”一词有两个截然相反的含义。对广大公众,这意味着不使用农用化学产品生产出来的食品。对化学家来说,是指含有碳元素的化合物。事实上化学家制造的大多数分子都是有机的。在本书中,这两种含义都要用到。为避免混淆,在指非化学术语时,将使用带引号的“有机”。

全书中有些词以黑体词标出,表示这些词可在术语表中找到更多的信息。但术语表中没有结构式,因为结构式在维基百科中能查到,只列出化学物质的别名和一些结构简式(亦称示性式)。

如果你住在英国,你可能会不安地发现我把 sulfur 拼写成 sulphur,同样还有 sulphite 和 sulphuric。这些不是印刷错误,而是

^① 译者注:这里,作者的意思是我们在“绿色”即环保的名义下不再发展化学工业,最终导致世界的不可持续以至于毁灭。

探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界

国际纯粹化学与应用化学联合会(IUPAC)采用的拼法。如果你是一个化学家,可能会不安地发现笔者经常使用许多化学物质的普通名称,如用塑料代替高分子,这是故意为之,旨在让化学专业工作者以外的人也能读懂本书。

约翰·埃姆斯利

理学博士,加拿大皇家学会会员

鸣 谢

《探寻物质之谜——创造健康、富足和可持续的世界》是一部关于食品、水、燃料、医药、塑料、城市和体育运动，以及化学家在确保这些方面的未来中将发挥作用的书。本书涉及的范围非常广泛，以笔者个人之浅陋，必须请教不同方面的专家，才能确保所写的内容经得起专家的推敲。幸蒙以下人士惠予施助，笔者感激不尽，于此谨致衷心感谢！

先正达公司的 Stuart Dunbar^① 审阅了第一章中关于食物，特别是肥料和杀虫剂的部分，他还审阅了第二章中有关水在农业中应用的部分。食品添加剂和食品成分协会执行主管 Richard Ratcliffe 也审阅了第一章。食品标准局的 Richard Burt 也参与审阅了第一章，并就食品成分问题提出了富有价值的意见，他是前食品科学技术学院院长。

水管理学会会员、英国特许水务及环境管理研究所 John Lindeman 理学士审阅了第二章，总部设在布鲁塞尔的机构欧洲氯协会（代表氯碱工业）的 Alistair Steel 和 Véronique Garney 也审阅了第二章。塞温特伦特纯净水务公司（Severn Trent Water）的质量和

① 译者注：本译著仅在这篇鸣谢中，英文姓名全部用了原文而没有加上中文音译名。因为在这篇鸣谢中提到的人名太多，中英文对照会显得很冗长繁琐，而且估计大多数读者对这些姓名没有太多兴趣。但全书正文中凡人名、地名、公司名、商品名等一律加了中文译名并在第一次出现时用括号附上了英文原文。