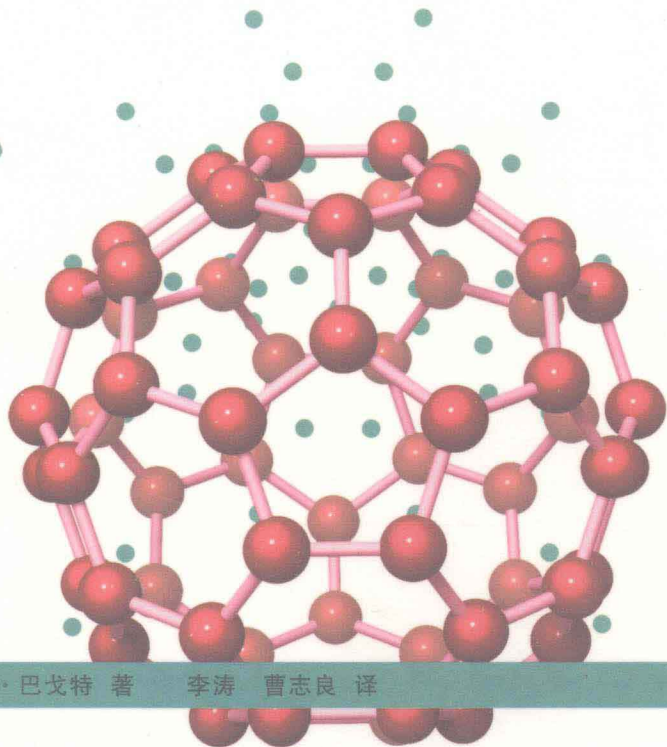




开放人文

PERFECT SYMMETRY

The Accidental Discovery
of Buckminsterfullerene



[英] 吉姆·巴戈特 著

李涛 曹志良 译

Jim Baggott

完美的对称

富勒烯的意外发现

上海世纪出版集团

完美的对称

富勒烯的意外发现

[英] 吉姆·巴戈特 著

李涛 曹志良 译

图书在版编目(CIP)数据

完美的对称：富勒烯的意外发现/（英）巴戈特（Baggot, J.）著；

李涛，曹志良译. —上海：上海科技教育出版社，2012.11

（世纪人文系列丛书·开放人文）

ISBN 978-7-5428-5520-6

I. ①完… II. ①巴… ②李… ③曹… III. ①碳—通

俗读物 IV. ①0613.71-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 200900 号

责任编辑 潘 涛 郑晓林 伍慧玲

装帧设计 陆智昌 朱赢椿

完美的对称——富勒烯的意外发现

〔英〕吉姆·巴戈特 著

李涛 曹志良 译

出 版 世纪出版集团 上海科技教育出版社
(200235 上海冠生园路 393 号 www.ewen.cc)

发 行 上海世纪出版集团发行中心

印 刷 上海商务联西印刷有限公司

开 本 635×965 mm 1/16

印 张 26.25

插 页 4

字 数 315 000

版 次 2012 年 11 月第 1 版

印 次 2012 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5428-5520-6/N·857

图 字 09-2012-255 号

定 价 57.00 元

完美的对称

世纪人文系列丛书编委会

主任

陈 昕

委员

丁荣生	王一方	王为松	毛文涛	王兴康	包南麟
叶 路	何元龙	张文杰	张英光	张晓敏	张跃进
李伟国	李远涛	李梦生	陈 和	陈 昕	郁椿德
金良年	施宏俊	胡大卫	赵月瑟	赵昌平	翁经义
郭志坤	曹维劲	渠敬东	韩卫东	彭卫国	潘 涛

出版说明

自中西文明发生碰撞以来，百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络，已成为我们理解并提升自身要义的借镜，整理和传承中国文明的传统，更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇，乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包涵“世纪文库”、“世纪前沿”、“袖珍经典”、“大学经典”及“开放人文”五个界面，各成系列，相得益彰。

“厘清西方思想脉络，更新中国学术传统”，为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始，全面整理中国近现代以来的学术著作，以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶；西学书系旨在从西方文明的整体进程出发，系统译介自古希腊罗马以降的经典文献，借此展现西方思想传统的生发流变过程，从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应，“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展，展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式，收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品，阐幽发微，意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念，秉承“通达民情，化育人心”的中国传统教育精神，“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵，将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本，应时代所需，顺时势所趋，为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台，从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦，寓学于乐，寓教于心，为广大读者陶冶心性，培植情操。

“大学之道，在明明德，在新民，在止于至善”（《大学》）。温古知今，止于至善，是人类得以理解生命价值的人文情怀，亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴，必先培育中华民族的文化精神；由此，我们深知现代中国出版人的职责所在，以我之不懈努力，做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团

世纪人文系列丛书编辑委员会

2005年1月

完美的对称

献给埃玛 (Emma)

是否存在本质上由系统的局部性质所无法预言的整体行为？化学家们所发现的正是这样。

——富勒(Richard Buckminster Fuller)

如果上帝垂青让我有幸创造一种分子，它该是什么呢？

——查普曼(Orville Chapman)

内 容 提 要

1966年，它是一个有趣的点子。1985年9月，它是一个用黏胶带粘起来的纸球，是6天激烈的科学讨论和一个灵感的结果。5年后，它终于成为现实：一个由60个碳原子组成的完美对称的足球状分子，名叫巴克明斯特富勒烯。这个新的分子是碳“家族”除金刚石和石墨外的新成员，它的发现刷新了我们对这一最为熟悉元素的认识。它宣告诞生一种新的化学，一系列新的高温超导体，和一些全新的“大碳结构”建筑设计概念。1996年，本书主人公克罗托、斯莫利和柯尔共享诺贝尔化学奖。

人类为何至今才发现碳的这种新形态？太空中有富勒烯吗？富勒烯及其衍生物在超导、纳米领域的卓越性能是否会引发一场产业革命？这一连串耐人寻味的问题，尽在这本颇有戏剧性的富勒烯的意外发现“史话”之中。本书十分真切地讲述了科学发现如何得来、科学创新如何作出，文字通俗而富含哲理，内容新颖而引人入胜。

作者简介

吉姆·巴戈特(Jim Baggott)，曾任雷丁大学讲师，在牛津大学和斯坦福大学从事过5年研究工作，还曾任职于某跨国石油公司市场部。现为某咨询公司总裁。他对科学和哲学有广泛兴趣，著有《量子理论的意义》等书。

序

化学被认为是一门成熟的科学。

大凡成熟的科学，往往比较保守，或许多少有点陈腐、僵化，缺少新鲜内容。它已经不大会给人带来什么真正的惊喜了。你如果无缘接触化学前沿所遇到的那种种自然奥秘，甚至会觉得它有点枯燥乏味。

撇开炼丹术士们的贡献不谈，化学作为一门实验科学，其辉煌的历史可以一直上溯到大约 300 年前。甚至对那些在边缘领域不停工作的科学家而言，这 300 年来积累起来的大量知识和经验都是举足轻重的。科学家们希望在化学世界里能找到值得玩味的新现象，希望能证实那些他们认为已经理解的东西，或者说为他们的某些先入之见寻找进一步的说明。但这 300 年来形成的悠久传统无疑也是一个沉重的历史包袱，这使得化学家们在发现他们所理解的世界和真实的世界之间有什么本质差别上几乎无法再提高期望。他们对发现那些无法纳入既定模式的东西也不抱很大期望。

直到真正发生了什么不同寻常的事，科学家们才从先前那种故步自封、自鸣得意的迷梦中惊醒过来，意识到自己并未真正地理解一切。在一些非常基本的方面，他们并未理解现实存在的世界。现在，他们遇到的不是符合既定模式或者证实现成理论的答案，他们面临的全是问题。科学再次获得了新生，因为，答案只能引起人们一时的兴趣，而问题才能持久地拨动人们的心弦。

1966年，空心石墨“气球”的提法——科普周刊《新科学家》为其读者提供的这则消遣，不过是一种有趣的遐想而已。这类杂志现在你已经很难在专家们的案头找到了。如果你当时问起他们，他们会漫不经心地对你说：这些遐想确实动人，甚至在理论上也是可能的，但如果你想在实验室里制备它，那简直是天方夜谭。他们会说：“我们懂，在这方面我们是专家。”

但就在大约20年后，美国和英国的一群科学家作出了一项令人震惊的意外发现。他们看到，在强烈的激光脉冲辐照下，由碳的原子和离子所构成的极度混乱的等离子体中会自发地形成一种他们认为具有完美球形结构的分子——一个正好由60个碳原子组成的足球状分子。这还仅仅是个开头。这种被称为巴克明斯特富勒烯的分子只不过是大大类全新的空心笼状分子中的一个。这一切听起来简直就像一群玩弄英文单词的猴子无意中拼出了一部莎士比亚的剧作一样让人难以置信。

一些科学家对此深表怀疑，但到了1990年，当一群物理学家——物理学家！——宣称用他们无意中到的一个办法可以制备出看得见摸得着的富勒烯及其相关物的时候，一切怀疑便烟消云散了。几乎就在一夜之间，数不清的百科全书以及有关碳的物理、化学和材料科学

的教科书都变得过时了。碳的基本形态不是两种，而是三种：金刚石、石墨以及新发现的富勒体。

试想，如果金刚石是在明天发现，那么这个世界会是个什么样子。在这个假想的世界里，我们既没有金刚石切割工具，也没有订婚钻戒。一群不那么讲究实用主义的科学家完全凭想象推测出了金刚石那完美的结构，即碳原子的正四面体排列！——甚至算出了如果它真的存在的话会有些什么性质。而碳化学以及材料科学界那些传统观念根深蒂固的专家们却对此大不以为然，认为这些想法尽管动听，但与真实的世界风马牛不相及。到明天一早，你瞧，他们的传统世界将被翻个底朝天。

当然，这只是想象。人类早在几千年前就已经认识了金刚石，而且很难想象，一个拥有 20 世纪现代科学的世界怎么会忽视它的存在。但是，对于富勒烯而言，现代科学大半个 20 世纪来确实未能揭示它的存在。

令人吃惊的消息还在不断涌现。到 1994 年，“三维”富勒烯化学（以及生物化学）已经羽翼丰满。一类新的高温有机超导体得以发现，它的许多性质改写了原有的纪录。新的大尺度碳结构不断被揭示出来——其中也包括 1966 年提出的奇妙而优美的石墨气球。另外还有大量的问题有待回答，谁也说不准明天会不会又冒出一个令人吃惊的消息。

富勒烯的发现及其激起的余波颇值得回味。它为基础科学的组织和投资提供了有益的借鉴，它不仅对工业科技开发的赞助商大有裨益，而且有助于科学家们进一步领悟他们自己以及他们从事的科学研究所扮演的角色。它也为一般人了解科学研究如何取得突破提供了一扇窗口。这是个非常好的故事，在《完美的对称》一书中，我力求还

它以本来面目。

许多科学家在百忙之中向我当面讲述或写信谈了他们在富勒烯发现过程中的亲身体验。如果没有他们的大力支持和鼓励，我根本无法将这一故事转述于此。因此，我谨向以下各位致以诚挚的谢意。他们是：奥尔福德 (Mike Alford)，贝休恩 (Don Bethune)，柯尔 (Bob Curl)，迪德里克 (François Diederich)，福斯蒂罗波洛斯 (Kosta Fostiropoulos)，福勒 (Patrick Fowler)，哈登 (Robert Haddon)，黑尔 (Jonathan Hare)，希思 (Jim Heath)，赫夫曼 (Don Huffman)，饭岛澄男 (Sumio Iijima)，琼斯 (David Jones)，克雷奇默 (Wolfgang Krätschmer)，克罗托 (Harry Kroto)，拉姆 (Lowell Lamb)，马诺洛普洛斯 (David Manolopoulos)，奥布赖恩 (Sean O'Brien)，罗尔芬 (Eric Rohlfing)，斯莫利 (Rick Smalley)，乌加特 (Daniel Ugarte)，沃尔顿 (David Walton)，惠滕 (Robert Whetten)，以及弗雷德·伍德 (Fred Wudl)。

我把这本书献给我的女儿埃玛，在我着手起草本书初稿时她才刚刚来到这个世界。没有她，我的生活肯定会空虚得多，但本书或许会早一点面世。

吉姆·巴戈特

1994年5月于雷丁

目录

1	内容提要
3	作者简介
5	序

1	开场白
3	第一篇 从空间到对称
5	第一章 天文学中最后一大难题
22	第二章 某种杂质
41	第三章 欢迎参观我们的机器
59	第四章 孤胆骑侠
75	第五章 巴克明斯特富勒烯

95	第二篇 从对称到实物
97	第六章 形状与几何