



“十三五”国家重点出版物出版规划项目

刘忠范 等著

什么是石墨烯?

目前石墨烯真的很贵吗?

石墨烯离我们还有多远?

石墨烯能自发热吗?

什么是超洁净石墨烯?

石墨烯比钢铁还结实吗?

有问必答:

# 石墨烯

# 的魅力



答疑解惑、去伪存真，从原理出发科学地说事儿  
带你遨游石墨烯的世界

## 作者简介



刘忠范，1962年生于吉林九台，物理化学家，北京大学化学与分子工程学院教授，中国科学院院士，发展中国家科学院院士，中组部“万人计划”杰出人才。主要从事石墨烯等纳米碳材料研究，发表学术论文640余篇，出版专著、译著和科普著作6部。曾任国家攀登计划(B)、973计划、纳米重大研究计划项目首席科学家。荣获国家自然科学二等奖、第八届纳米研究奖、北京大学“国华杰出学者奖”、宝钢优秀教师特等奖、中国化学会-阿克苏诺贝尔化学奖、北京市优秀教师等奖励。现任北京石墨烯研究院院长、全国政协常委、北京市政协副主席、九三学社中央副主席。



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

有问必答：

# 石墨烯

## 的魅力

刘忠范 等著

华东理工大学出版社  
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

## 前言

石墨烯是当之无愧的“网红”材料，几乎到了家喻户晓、妇孺皆知的程度。随便到网上搜索一下，就会找到无数条关于石墨烯和石墨烯产品广告的信息，可谓铺天盖地。人们对石墨烯的关注早已超出学术界、溢出产业界。从这个意义上讲，石墨烯是“无与伦比”的。试想一下，还有哪种新材料能博得如此多的眼球呢？

令人眼花缭乱的信息和广告语言也给“石墨烯人”和“石墨烯迷”们带来诸多困扰。“中东开始害怕了，石油将被取代！石墨烯电池充电8分钟，能跑1000公里”“石墨烯黑科技，每天30分钟，修复岁月痕迹”“一张保鲜膜厚的石墨烯能撑起一头大象”，如此种种，把石墨烯吹得神乎其神。笔者经常接到的电话是，某地有丰富的石墨矿资源，希望合作生产石墨烯；某人利用新技术制备出“八十层厚的石墨烯”，希望共同推进应用产品开发，令人忍俊不禁、哭笑不得。很大程度上，人们对石墨烯的期待，已经超出了石墨烯的发展现状，甚至超出了石墨烯自身的潜力，给“石墨烯”和“石墨烯人”带来了不可承受之重。

那么，作为从事石墨烯研究工作的“圈内人”，我们是否应该做点什么呢？是否应该做些答疑解惑、去伪存真的事情呢？这就是写这本科普小书的初衷。想法很简单，但做起来并非易事。一则因为杂务繁多，很难抽出大块时间来。更重要的是，石墨烯涉及的应用领域非常广，所需的知识面很宽，仅凭一己之力很难在短时间内为之。跟圈内

朋友们说起此事，没想到引起热烈反响，都表示愿意参与、有所贡献。看来大家还是有共识和共鸣的，应该为石墨烯的科普宣传做点事情，这体现了广大“石墨烯人”的担当精神。遭遇新冠疫情，少了很多出差和无谓的杂务，竟然把这个小小的愿望变成了现实，真可谓“坏事变好事了”。

从2004年10月石墨烯的第一篇热点文章问世至今，已经过了近16个年头，人们对石墨烯的认识在不断深入。随着各类石墨烯应用产品的陆续涌现和用户的亲身体验，人们对石墨烯的盲目崇拜也逐渐趋于冷静。也就是说，这个时候推出这部科普小书，对石墨烯材料和石墨烯产品有所梳理、有所判断、有所鉴别，应当是正当其时，不早不晚。人们常说，写专业书易、写科普书难，把一个晦涩难懂的科学问题用通俗的语言表达出来、让没有相关知识背景的读者理解，是需要下一番真功夫的。对石墨烯来说，很多应用产品还在探索之中，有些现象在原理上还说不清，甚至存在很多互相矛盾的说法。本书编写的一个基本原则是，尽量从原理出发科学地说事儿，明白多少说多少，能说多少说多少，尽可能做到实事求是、不偏不倚、客观中立。

本书共收集了163个有关石墨烯的常见问题，邀请了40余位业内专家作以简明扼要的解答。为便于理解和查阅，全书分为入门篇、性质篇、制备篇、应用篇和未来篇五个部分，并配有精美的手绘插图。收集人们感兴趣的石墨烯相关问题是第一步，也是极为重要的一步，从2017年6月

策划开始，前后花了一年多的时间，其间得到了中关村石墨烯产业联盟、北京大学纳米化学研究中心、北京石墨烯研究院以及广大“石墨烯迷”们的大力支持。我们对收集到的数百条信息进行了认真梳理，最后整理出163个常见问题，陈珂、孟艳芳、黄言在问题收集和初筛过程中付出了不少心血。每个条目的执笔人都展示了高度的责任感和专业水准，并且能够在规定的时间内完成作业，确保本书得以如期成稿。为保证每个条目内容的科学性、准确性、科普性以及写作风格的一致性，全书由笔者进行统稿和深加工，并且在征得执笔人同意的前提下，对内容进行了适当的增删。书中插图由刘梦溪和孟艳芳设计完成，两位虽然都是“业余漫画家”，但显示出极高的绘图水平，堪称“达人”。

在新冠疫情阴云渐散、神州大地生机复现之际，本书得以定稿付梓。借此机会，对所有参与本书创作的同行和朋友们致以真诚的感谢和崇高的敬意。这本科普小书得到了华东理工大学出版社的特别重视，在编辑加工和版式设计上付出了特殊的心血，一并表示感谢。

希望这本科普小书能够获得广大“石墨烯迷”们的喜爱，助力大家了解、理解石墨烯新材料和石墨烯产品。由于水平所限，书中难免存在诸多不足，恳请广大读者批评指正。

刘忠范

2020年8月于墨园

## 编委会

(按条目顺序)

刘忠范	邓 兵	亓 月	陈 珂	魏 迪
刘开辉	林 立	孙禄钊	王路达	张金灿
王悦晨	孙丹萍	李杨立志	贾开诚	孙阳勇
张 锦	刘晓婷	任华英	单婧媛	崔凌智
王 欢	宋雨晴	程 熠	刘海洋	付 捷
杨全红	尹万健	杨 皓	王诗榕	崔 光
杜金红	成会明	高 翾	史浩飞	孙立涛
朱宏伟	杨 程	张立群	焦 琨	蹇木强
尹建波	赵 清	刘 楠	高 鹏	王若崙
张志勇	刘兆平	高 超	任文才	刘云圻

## 插图设计

刘梦溪 孟艳芳

# 目录

## 第一部分 入门篇

# I

- 1 什么是石墨烯? / 002
- 2 石墨烯是 2004 年发现的, 这种说法对吗? / 003
- 3 石墨烯是安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫发现的吗? / 004
- 4 石墨烯是“烯”吗? / 006
- 5 石墨烯与石墨有关系吗? / 007
- 6 石墨烯与石墨矿有什么关系? / 008
- 7 石墨烯究竟有多薄? / 009
- 8 十层以内的石墨片是石墨烯, 十层以上是石墨, 这种说法对吗? / 010
- 9 用铅笔在纸上写字, 能写出石墨烯来吗? / 012
- 10 白石墨烯是变白的石墨烯吗? / 013
- 11 石墨烯在空气中稳定存在吗? / 014
- 12 石墨烯能点着吗? / 015
- 13 石墨烯粉尘会爆炸吗? / 016
- 14 石墨烯有毒吗? / 017
- 15 吸入石墨烯粉尘会得尘肺病吗? / 018
- 16 欧盟石墨烯旗舰计划是怎么回事? / 019

## 第二部分 性质篇

# II

- 17 石墨烯和石墨只有一字之差，为什么大家对石墨烯情有独钟呢？ / 022
- 18 石墨烯是金属还是非金属？ / 023
- 19 石墨烯是导电性最好的材料，这种说法对吗？ / 024
- 20 石墨烯和铜丝放在一起通电时，电子在哪个上面跑得更快？ / 025
- 21 石墨烯的狄拉克锥是怎么回事？为什么把石墨烯称作狄拉克材料？ / 026
- 22 石墨烯和金刚石都是碳原子构成的，为什么石墨烯导电而金刚石不导电？ / 027
- 23 石墨烯是平的吗？ / 028
- 24 什么是石墨烯量子点？ / 029
- 25 石墨烯和碳纳米管的导电性哪个更好一些？ / 030
- 26 石墨烯能发光吗？ / 032
- 27 石墨烯是导热性最好的材料吗？ / 033
- 28 石墨烯的掺杂是怎么回事？ / 034
- 29 石墨烯有磁性吗？ / 036
- 30 什么是魔角石墨烯？魔角石墨烯的“高温”超导有实用价值吗？ / 037

- 31 石墨烯是超导材料吗？ / 038
- 32 石墨烯是什么颜色的？肉眼能看到吗？ / 039
- 33 为什么石墨是黑色的，而石墨烯却是无色透明的？ / 040
- 34 有什么简单的办法证明是单层石墨烯？ / 041
- 35 石墨烯的比表面积有多大？ / 042
- 36 1克石墨烯完全铺展开，有多大面积？ / 043
- 37 石墨烯是最轻的材料吗？ / 044
- 38 有人说石墨烯比金刚石还硬，这是真的吗？ / 045
- 39 石墨烯比钢铁还结实吗？ / 046
- 40 既然石墨烯的机械强度比钢铁要高许多，为什么单层石墨烯很容易破碎呢？ / 047
- 41 用单层石墨烯做成包装袋，能承受多重的东西呢？ / 048
- 42 石墨烯是拉伸性能最好的材料吗？ / 049
- 43 为什么说石墨烯是柔性材料？ / 050
- 44 石墨烯能不能像布匹一样可以被剪裁、折叠呢？ / 051
- 45 石墨烯的褶皱是怎么回事？ / 052
- 46 石墨烯透气吗？ / 053
- 47 什么物质能够穿过石墨烯的六方网格状孔洞结构？ / 054
- 48 石墨烯是亲水性的，还是疏水性的？ / 055
- 49 石墨烯能在水里分散吗？ / 056

- 50 将石墨烯分散在水中，它们会不会自发地叠在一起变成石墨？ / 057
- 51 将两层石墨烯堆叠在一起，性质会有什么变化？ / 058
- 52 将多层石墨烯堆叠在一起，就会得到石墨吗？ / 059

### 第三部分 制备篇

## III

- 53 自然界中存在石墨烯吗？ / 062
- 54 石墨烯是用胶带从石墨表面上撕下来的，这是真的吗？ / 063
- 55 石墨烯是从石墨矿中提炼出来的吗？ / 064
- 56 什么是氧化石墨烯？ / 065
- 57 什么是还原氧化石墨烯？ / 066
- 58 液相剥离法制备石墨烯的原理是什么？ / 067
- 59 化学气相沉积法制备石墨烯是怎么回事？ / 068
- 60 在金属表面上高温生长石墨烯时，金属起什么作用？ / 069
- 61 单原子层厚的石墨烯真的能够工业生产出来吗？ / 070
- 62 石墨烯粉体可以像“下雪”一样制备吗？ / 071
- 63 石墨烯能用玉米芯生产出来吗？ / 072

- 64 “焦耳热闪蒸法”制备石墨烯有前途吗? / 073
- 65 石墨烯能用普通的有机合成方法制备出来吗? / 074
- 66 能够在塑料薄膜上直接生长出石墨烯吗? / 075
- 67 能够直接生长出石墨烯单晶晶圆吗? / 076
- 68 什么是超洁净石墨烯? / 077
- 69 超洁净石墨烯薄膜的制备方法有哪些? / 078
- 70 什么是泡沫石墨烯? 它是怎么制备出来的? / 079
- 71 为什么人们追求在绝缘衬底上生长石墨烯? / 080
- 72 碳化硅表面外延生长法制备石墨烯是什么原理?  
有什么优缺点? / 081
- 73 什么是超级石墨烯玻璃? / 082
- 74 玻璃表面上能够直接生长出石墨烯吗? / 083
- 75 双层石墨烯能够用直接生长方法制备出来吗? / 084
- 76 能否通过直接生长方法控制双层石墨烯的扭转  
角度? / 086
- 77 为什么需要将石墨烯薄膜从金属生长衬底上剥离  
下来? / 087
- 78 聚合物辅助转移法的基本原理是什么? / 088
- 79 电化学鼓泡法剥离-转移石墨烯的原理是什么? / 089
- 80 什么是石墨烯纤维? / 090
- 81 什么是石墨烯玻璃纤维? / 091
- 82 石墨烯纤维是如何制备出来的? / 092
- 83 石墨烯纤维和碳纤维有什么不同? / 093

- 84 石墨烯粉体已经实现大规模生产了吗? / 094
- 85 石墨烯粉体的生产过程会带来环境污染吗? / 095
- 86 石墨烯薄膜有没有实现大规模生产? / 096
- 87 石墨烯薄膜生产过程会带来环境污染吗? / 097
- 88 目前石墨烯真的很贵吗? / 098
- 89 目前市场上的石墨烯材料都不太靠谱,这是真的吗? / 099

## 第四部分 应用篇

# IV

- 90 石墨烯电池是怎么回事? / 102
- 91 石墨烯电池充电 8 分钟,可以续航 1000 公里,这种说法靠谱吗? / 103
- 92 石墨烯在电池中究竟起什么作用? / 104
- 93 石墨烯能用在太阳能电池上吗? / 106
- 94 某知名手机企业的石墨烯电池是怎么回事? / 107
- 95 石墨烯超级电容器有前途吗? / 108
- 96 什么是烯铝集流体?与传统集流体相比有什么优势? / 110
- 97 石墨烯防腐涂料是怎么回事?应用前景如何? / 111

- 98 石墨烯涂料能够除甲醛吗？ / 112
- 99 石墨烯涂料能防电磁辐射吗？ / 113
- 100 石墨烯发热服是怎么回事？穿上它就不用穿羽绒服了吗？ / 114
- 101 石墨烯能自发热吗？ / 115
- 102 在通电情况下，石墨烯能发出远红外光吗？如何保证这些光真正发挥作用呢？ / 116
- 103 石墨烯发出“生命光波”的说法靠谱吗？ / 117
- 104 市场上的石墨烯远红外理疗护腰靠谱吗？ / 118
- 105 石墨烯面膜是怎么回事？真有神奇的功效吗？ / 119
- 106 石墨烯眼罩是干嘛用的？靠谱吗？ / 120
- 107 石墨烯电暖画是怎么回事？石墨烯起什么作用？ / 121
- 108 石墨烯地暖真有很多优势吗？ / 122
- 109 石墨烯电采暖真的更节能吗？ / 123
- 110 石墨烯散热究竟是噱头还是黑科技？ / 124
- 111 石墨烯能做触摸屏吗？前景如何？ / 125
- 112 石墨烯能最终替代传统的ITO透明导电薄膜吗？ / 126
- 113 超级石墨烯玻璃有什么用途？ / 127
- 114 石墨烯在手机上有哪些可能的应用前景？ / 128
- 115 石墨烯导电油墨有什么优缺点？ / 129
- 116 石墨烯电子纸是怎么回事？ / 130
- 117 石墨烯口罩用了石墨烯的什么特性？有多大好处？ / 131

- 118 石墨烯口罩能预防新型冠状病毒吗? / 132
- 119 将石墨烯加到香烟滤嘴里, 可以做成安全无害香烟吗? / 133
- 120 石墨烯污水处理的应用前景如何? / 134
- 121 污水处理用的是石墨烯还是氧化石墨烯? / 135
- 122 石墨烯能用作海水淡化膜吗? / 136
- 123 氧化石墨烯能用作海水淡化膜吗? / 137
- 124 石墨烯润滑油是怎么回事? 有那么神奇吗? / 138
- 125 石墨烯能做防弹衣吗? / 139
- 126 石墨烯轮胎是怎么回事? 石墨烯究竟起什么作用? / 140
- 127 石墨烯在增强复合纤维领域有哪些应用? 发展现状如何? / 142
- 128 轻质高强的石墨烯材料能用作汽车车身吗? / 143
- 129 蚕吃了石墨烯后吐出来的蚕丝强度会增加, 这是真的吗? / 144
- 130 烯合金是怎么回事? / 145
- 131 石墨烯内衣是噱头还是高科技? / 146
- 132 石墨烯有杀菌功能吗? / 147
- 133 石墨烯有除臭功能吗? / 148
- 134 石墨烯染发剂靠谱吗? / 149
- 135 石墨烯首饰是怎么回事? 真有实用价值吗? / 150
- 136 石墨烯天线有什么优缺点? / 151

- 137 石墨烯射频天线有什么用途? / 152
- 138 石墨烯电子标签是怎么回事? / 153
- 139 石墨烯光纤是怎么回事? / 154
- 140 石墨烯调制器有什么优越性? / 155
- 141 石墨烯光电探测器有什么神奇之处? / 156
- 142 石墨烯基因测序是怎么回事? / 157
- 143 石墨烯电子皮肤是怎么回事? / 158
- 144 石墨烯传感器有什么好处? / 159
- 145 石墨烯灯泡是怎么回事? 石墨烯起什么作用? / 160
- 146 石墨烯 LED 照明究竟有什么好处? / 161
- 147 石墨烯能作电磁屏蔽材料吗? / 162
- 148 石墨烯太赫兹成像是怎么回事? / 163
- 149 石墨烯 Wi-Fi 接收器是什么工作原理? / 164
- 150 石墨烯扬声器是什么原理? 有实用前景吗? / 165
- 151 石墨烯耳机是什么工作原理? / 166
- 152 石墨烯能作晶体管和集成电路吗? / 167
- 153 石墨烯柔性集成电路有实用前景吗? / 168
- 154 石墨烯能替代硅作超级计算机吗? / 169

## 第五部分 未来篇

# V

- 155 石墨烯的“杀手锏”级用途是什么？ / 172
- 156 石墨烯会不会替代硅成为下一代电子工业革命的核心材料？ / 173
- 157 制约石墨烯产业发展的瓶颈是什么？ / 174
- 158 石墨烯产业现在处于什么阶段？ / 176
- 159 石墨烯比碳纳米管更有产业化优势吗？ / 178
- 160 石墨烯离我们还有多远？ / 180
- 161 石墨烯产业会成为“海市蜃楼”吗？ / 182
- 162 石墨烯产业的未来是什么？ / 183
- 163 “石墨烯时代”能成为现实吗？ / 184



有问必答：  
石墨烯的魅力

图书在版编目(CIP)数据

有问必答：石墨烯的魅力 / 刘忠范等著. -- 上海：  
华东理工大学出版社，2021.10  
(战略前沿新材料——石墨烯出版工程 / 刘忠范 总主编)  
ISBN 978-7-5628-6352-6

I. ①有… II. ①刘… III. ①石墨-纳米材料-问题  
解答 IV. ①TB383-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 238761 号

著 者 刘忠范 等  
插图设计 刘梦溪 孟艳芳  
项目统筹 周永斌 马夫娇  
责任编辑 马夫娇  
整体设计 肖祥德  
出版发行 华东理工大学出版社有限公司  
地址：上海市梅陇路130号，200237  
电话：(021)64250306  
网址：www.ecustpress.cn  
邮箱：zongbianban@ecustpress.cn  
印 刷 上海盛通时代印刷有限公司  
开 本 710mm × 1000mm 1/16  
印 张 13  
字 数 168千字  
版 次 2021年10月第1版  
印 次 2021年10月第1次  
定 价 168.00元

版权所有 侵权必究

## 石墨烯赞

芳容初露化黑金，  
万千宠爱集一身。  
庚续碳族红血脉，  
且凭鬼斧惠黎民。

——刘忠范



# 有问必答： 石墨烯的魅力



刘云圻  
中国科学院院士

这是一本深入浅出的科普书。一面显微镜，带你潜入世界的根管，透视石墨烯的内部奇观；一面望远镜，与你伏于时代的背脊，观想人类文明的未来景象。材料，将人类文明时代切分成块。在这里，用科学链接宇宙与生活。

赵宇亮  
中国科学院院士

石墨烯，不是“石”、不是“墨”、不是“烯”，你想知道是什么？此书帮你解奥秘。

石墨烯，也似“诗”、也似“魔”、也似“溪”，你想知道为什么？此书字字藏玄机。

成会明  
中国科学院院士

石墨烯在许多人眼里是一种神奇且神秘的材料，世人对它的认识也有许多误区。此书各条目均为我国石墨烯领域相关专家撰写，深入浅出、答疑解惑，呈现给读者一幅妙趣横生的石墨烯全景图。

郑艳  
《新课程评论》主编

石墨烯很前沿，很热门。它究竟是什么稀有神奇之物？对我们的日常生活、对国家与世界的未来有什么影响？这本书是大科学家对公众奇思妙问的悉心解答，是赤子情怀激发更多惊奇之心的科普探索，是科学穿越年龄、阶层、文化差异的魅力呈现。



ISBN 978-7-5628-6352-6



9 787562 863526 >

定价：168.00元