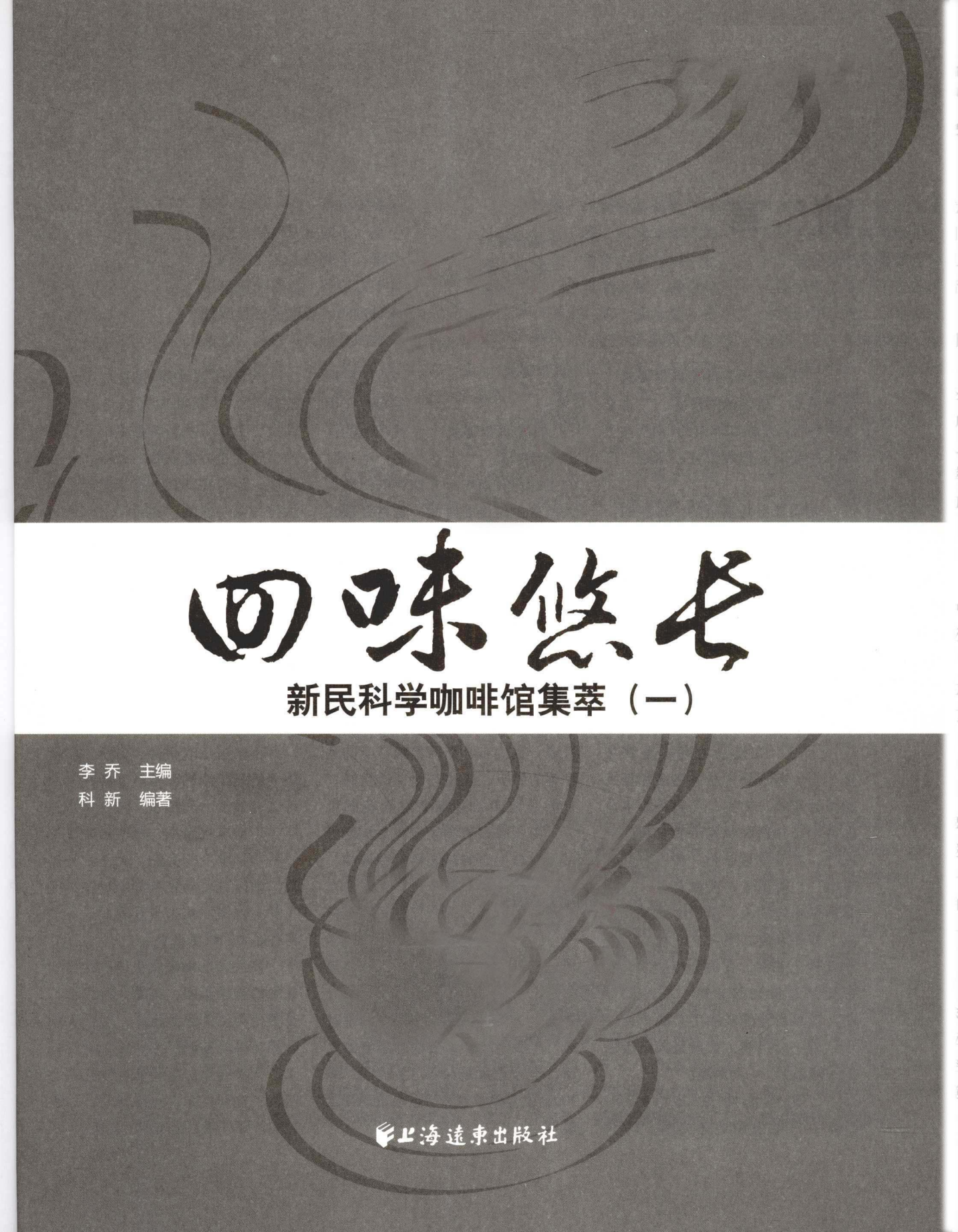


回味悠长

新民科学咖啡馆集萃(一)

李乔 主编
科新 编著

上海远东出版社



回味无穷

新民科学咖啡馆集萃（一）

李 乔 主编
科 新 编著

 上海远东出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

回味悠长——新民科学咖啡馆集萃 (一) / 李乔主编

—上海 : 上海远东出版社, 2012

ISBN 978-7-5476-0577-6

I. ①回… II. ①李… III. ①自然科学—普及读物 (一)

IV. ①N49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第129531号

责任编辑: 计 斌 薛雅平 王 皓

封面、版式设计: 上海志合广告有限公司

回味悠长 新民科学咖啡馆集萃 (一)

主编: 李 乔

编著: 科 新

出版: 上海世纪出版股份有限公司远东出版社

地址: 中国上海市仙霞路357号

邮编: 200336

网址: www.ydbook.com

发行: 新华书店上海发行所 上海远东出版社

制版: 上海主人印刷厂

印刷: 上海主人印刷厂

装订: 上海主人印刷厂

版次: 2012年7月第1版

印次: 2012年7月第1次印刷

开本: 889×1194 1/16

字数: 300千字

印张: 15.25

印数: 1-3050

ISBN 978-7-5476-0577-6/G · 417

定价: 50.00元

版权所有 盗版必究 (举报电话: 62347733)

如发生质量问题, 读者可向工厂调换。

零售、邮购电话: 021-62347733-8538

前言

品味科学

“用咖啡小匙轻搅科学灵感，给生活添一些创意的醇香。”这是新民科学咖啡馆2005年6月初次在上海市民面前亮相时给自己写的“广告语”。

科学未必是复杂的、艰深的、枯燥的、高处不胜寒的，它是多变的、亲和的、有趣的，充满魅力的。以科学为主题的谈话，也可以是一点于细微处的感动，一个灵光乍现的创意，一次兴味盎然的启蒙、一场不分伯仲的辩论，一回茅塞顿开的领悟，一杯味醇意浓的咖啡……

于是，在过去七轮春夏秋冬里，由上海市科学技术协会和新民晚报社发起、主办，上海科协事业发展中心和新民晚报科教卫新闻部承办，并坚持至今的“新民科学咖啡馆”，凝聚了一大批真正懂得品鉴科学味道的人，他们中有主创班底，有科学家，有人文、社会科学学者和艺术家，有科学粉丝，大家都秉持着最初的梦想：在轻松自在、天马行空的氛围中，喝一杯咖啡，聊一会科学，那就是茶余饭后的一桩乐事、一种闲趣。

“科学咖啡馆(Science Café)”的发源地在英国。1998

年，独立电视制作人邓肯·达拉斯(Duncan Dallas)在利兹创办了第一家科学咖啡馆，地点就在他的红酒吧里。其基本流程包括：半小时的主讲人发言，补充饮料的间歇和大把自由讨论的时间。这种开放式的科技传播形式，很快地在世界范围内流行起来，从巴黎、波士顿、哥本哈根到悉尼，主办者也从私人发展到博物馆、科学中心、NGO（非政府组织）等各种机构。

相较于传统的讲座、论坛或沙龙，科学咖啡馆提供了新颖的科技传播舞台，这里没有讲台，没有权威，也没有学科的界线，有的是平等的聆听、表述与对话的空间，有的是跨学科碰撞智慧火花的机会。由上海市科学技术协会和新民晚报联合主办的新民科学咖啡馆，亦是如此：强调公众与科学家的互动，期待灵感的碰撞与迸发，旨在连接科学的今天和明天，连接科学家和公众。为此，我们借鉴了欧美同行的组织形式，每两周“开张”一次，每期两小时左右的“咖啡时间”至少一半留给公众与学者的互动，至今已成功举办了139期，有300余位专家学者和万余名市民现场参与。

我们还在实践中融入了自己的新意。“咖啡馆”的地点并不固定，大部分在科学会堂的小洋楼内，时而也办进高校、社区、科技园区，还曾在2010年上海世博园内保持一月一次的“出镜率”；通过新民晚报及其官网(www.xinmin.cn)和新民科学咖啡馆的官方网站(www.xmscibar.org)、豆瓣社区等多种形式接受报名；每期主题精选具有新闻性的、可读可议的科学话题，鼓励跨界对话，倡导科学与艺术的融合；主讲嘉宾一般有2人，可从不同视野分析同一个话题，可以有不同观点的交锋。由于主创班底中就有媒体的参与，其传播效果得以有效放大和延展：通过报纸报道、广播电视新闻、网络视频享用“科学咖啡”的人们，更是不计其数。渐渐地，新民科学咖啡馆成为了沪上独树一帜、公众喜闻乐见的科普品牌和媒体品牌。

新民科学咖啡馆里谈过很多有意思的科学话题，也聚焦过很多广受舆论关注的焦点事件。我们关注世界前沿的基础研究，比如克隆技术、气候变化、生物多样性、南北两极、空间技术、海洋科学；我们也关注现实生活迫切需要的民生科

技,比如新能源与节能、食品安全监测、建筑重生、新一代纺织。我们用科学的视角解读热点话题,比如,载人航天和探月工程、大都市的交通布局、克隆技术的利与弊。我们用人文的视角诠释科学话题,比如科幻小说与电影;我们也用交叉科学的视角来分析问题,比如从人类学看语言变迁,金融行为学。

多少两院院士、首席科学家、知名学者、高级工程师、艺术名家,欣然接受邀约,担任“科学咖啡师”,甚至连五百强跨国企业研发精英、外国领衔科学家也慕名而来。衷心感谢这些“特约咖啡师”们。他们中的很多人从教室、从实验室、从评审会现场、从飞机场直奔新民科学咖啡馆,为了能与公众充分互动,都不惜“超时”,讲演答问更是深入浅出,妙语连珠。衷心地感谢他们!

也要多谢可爱的公众、来自各行各业各年龄层的市民。他们喜欢新民科学咖啡馆的清新科普之风,为了准时参加这“最特别的科普活动”,下班后往包里塞个面包就匆匆赶来,风雨无阻。他们的好奇心、求知欲与想象力,也成为新民科学咖啡馆的“招牌”之一,甚至

吸引科学家们愿意再度相约“科学咖啡时间”。

第1期新民科学咖啡馆嘉宾、物理学家徐至展院士对那晚踊跃的提问印象深刻:“科普不再是科学家一个人的演讲,深入浅出的回答给科学家提出了更多的思考要求。”做客过多期新民科学咖啡馆的中科院上海天文台前任台长赵君亮研究员觉得:“这里的听众都是自发而来的,没有交头接耳,提问质量很高,而且认真得不得了——有一回PPT里错了一个字,同事帮我检查时都没发现,听众却发现了!”中科院上海巴斯德研究所的首任所长、病毒学家、法国人杜文圣教授,从不曾料想,自己在新民科学咖啡馆与公众谈起禽流感的话题时,一句“不要忽略另一个传播病毒的重要共犯——猪”,简直成了几周后爆发的猪流感的“预言”。他在那期新民科学咖啡馆中强调的一些远离病毒需知的注意事项,深深地印在了现场听众的脑海里。

上海市建青实验学校的语文教师毛煦静第一次走进新民科学咖啡馆,是冲着极地的魅力而来的。结果,两位嘉宾讲述的极地科考经历,竟然在毛老师的教学中派上了

用场,尤其是那句“就着南极冰来喝威士忌,是绝好的享受”。后来,毛煦静不仅自己是新民科学咖啡馆的常客,而且经常带女儿一起参加。欧阳自远和叶叔华两位院士在松江大学园区畅谈探月工程的那期新民科学咖啡馆,正逢毛煦静女儿7岁的生日。“这一场科学盛宴似乎与她有缘,成了我为她准备的生日礼物。我知道,女儿已被现场的氛围所感染。这一刻,能明白多少话语,能积累多少知识已不再重要。女儿懂得的,是人类对未知探索的渴望。在一个娱乐年代里,要让一个孩子身临其境地感受到这些是多么的可贵。”毛煦静在新民科学咖啡馆的网站上如是留言。

刚结束的第139期新民科学咖啡馆,首度尝试“露天咖啡座”的形式,法国化学家拉威尔在商业广场上用注射器、液氮、干冰、虹吸瓶演绎了分子美食学的“魔法”,引来一众路人驻足观赏。在这里,味蕾、眼球、脑筋、见识都获得了满足,诚如我们始终期待的。品味科学,就在新民科学咖啡馆。

科 新(董纯蕾执笔)

2012年5月

序

科学家与公众需要互动

科学家应经常、主动、善于与公众打交道，我以为是自然而然的事。

一来，科学本来就是要为人类造福，科学家自然就应该告诉公众其最新取得的研究进展近期或远期会带来怎样的益处，指导公众如何利用以及享受科学技术所创造的福祉。这是一种类似于告知义务的必需：科学研究拿的是公众纳税人的钱，就应满足社会国家和人民群众的需求，而不能自娱自乐。

二则，科学还赋有启迪民智之意义。欲启发公众智慧，科学家与公众的互动亦是必需。

这些年来，我们正处在这样一个科学技术不断改变着世界，并时时为人类生活带来或惊喜或忧虑的

时代。科学技术在生活中几乎无处不在，但是人们真的了解科学吗？知道科学家在做什么吗？科学家又是否知道公众在想什么，需要什么？科学家与公众的互动需求显得越来越急迫。

我曾与英国科学促进会主席罗兰·杰克逊爵士（Sir Roland Jackson）讨论过这方面的话题。英国的情况很有代表性。受英国政府科技部委托，MORI（国际市场和观点调查公司）曾开展过一项全国性的有关公众对科学、科学家及科学问题的认识和态度的调查。结果显示：英国公众对科学持肯定、接受的态度，尤其对科学技术为人类带来的先进理念、社会进步和生活改善表示赞赏；肯定科学家群体，普

遍认为这是一个有技能的人群。但也存着一种强烈的感觉，即认为科学技术成果往往都在他们得以了解之前，就已开始被应用。而他们希望对新技术的了解能在未被应用之前，并且能对新技术可能对人类生活状态导致的结果，参与发表自己的意见。有相当一部分英国公众认为，现在科学已经被商业化甚至过度商业化了。一些科学研究已不是为公众的需求而主要是为企业的、商业的利益服务。他们担心完全从经济利益出发去推动科技发展，会使科学丧失本来的意义，给人类带来危险。75%~80%的公众认为，公众应该有权对科学问题提出质询意见，科学家应该花更多的时间与公众进行对话和交流，具体地听取

公众的意见。他们希望新技术在研究尚未成熟之前就能了解并参与意见，而不是一切都成定局以后。

促进科学家与公众交流沟通的必要性显而易见，无论对于公众更好地了解科学技术的社会作用，抑或是科学家可以获得公众的理解和支持，还是科技政策的制定者能够听取公众的意见后做出更合理的选择，这都是大有裨益的。毕竟，我们已基本完成“公众接受科学”和“公众理解科学”阶段，开始进入了“公众参与科学”阶段。

在诸多科学家与公众互动的形式之中，我比较喜欢新民科学咖啡馆，因为其氛围最符合互动，不是单向的灌输或质疑，而是有问有答，有不同的观点的，有灵感的

碰撞。科研工作者在实验室里呆久了，成日与同行交流，难免被囿于一两种固有的思维模式中。换个场合，换个氛围，换个人群，换个思路，被激发出点滴灵感，萌生一些新的想法也未可知。

我是新民科学咖啡馆的老朋友了。在这里话过物理，谈过艺术。有一次，公众问我艺术能给科学带来什么。我举例说，“我大部分时间都在做实验、整理数据，最烦闷、劳累的时候，真希望眼前能有一张音乐会的门票。最能萌发灵感的时候，常常在茶歇时间，在森林里散步的时候。一杯咖啡，大家天南地北地聊天；阳光透过枝蔓洒下星星点点，树丛间偶然还会冒出一两只小动物来。这些时候，我觉得

自己从逻辑思维的束缚中获得了释放，静下心来，大量实验结果和数据变得明晰而富有条理，我便又产生了赶回去做点什么的念头。”希望科学家与公众的互动，能创造更多这般美妙的灵感。这样的科学咖啡，方能意犹未尽。



中国科学院院士
国家自然科学基金委员会副主任
中国科学院数学学部主任

编辑委员会

主任：曹振全 陈保平

委员：朱大建 杨广生 李虹鸣 李 乔 姚阿民 董纯蕾
杨毅国 张 弘 杨喆清 王爱华 马 丹 马亚宁

主编：李 乔

编著：科 新

目 录

宇宙探索进行时

3~10	月球探索的中国进程	欧阳自远
11~22	寻找地外生命的足迹	赵君亮 卞毓麟
23~31	地球之极的梦想和思考	杨惠根 葛剑雄
32~39	盛夏里走进冰雪两极	张占海
40~46	历史上的气候变化	葛剑雄

聆听海洋的心跳

49~56	时代的召唤：走向深海大洋	汪品先
57~64	深海的魅力	丁 抗
65~73	“蛟龙号”5000米深潜见闻	崔维成
74~82	美丽丰饶的南中国海及其重要的战略地位	张晓林

美好前景实现中

85~90	展望物联网时代	褚君浩
91~96	“云”上的日子已悄然降临	臧斌宇 姚继锋
97~102	国内外干细胞研究的新兴奋点	朱剑虹 史蒂芬·明格

来自灾难的告诫

105~114	探索未知生命 关注生物安全	曹 同 肖 明
115~120	动物神秘死亡事件的科学分析	王天厚 成永旭
121~131	携手保障轨道交通的便捷与安全	孙 章 毕湘利
132~140	海洋的力量	王汝建 乔庆林

向现代“杀手”说不

- 143~150** 糖尿病的预防和教育
- 151~155** 警惕肝炎中的“隐形杀手”丙肝
- 156~160** 呵护人体发动机
- 161~166** 科学用脑 远离中风

贾伟平	包玉倩	
钟 劲	谢 青	
马寄晓	吕中伟	陈立波
汪 昕		

健康乐活的学问

- 169~174** 健康生活，从“膳食革命”开始
- 175~180** 稻米里的油学问
- 181~192** 科学饮茶与茶保健
- 193~204** 留住身边“鸟的天堂”
- 205~212** 城市生态的学问

王陇德	陈君石
丁福祺	姜元荣
王岳飞	
马志军	裴恩乐
曾 刚	庄志民

科学、艺术与人文

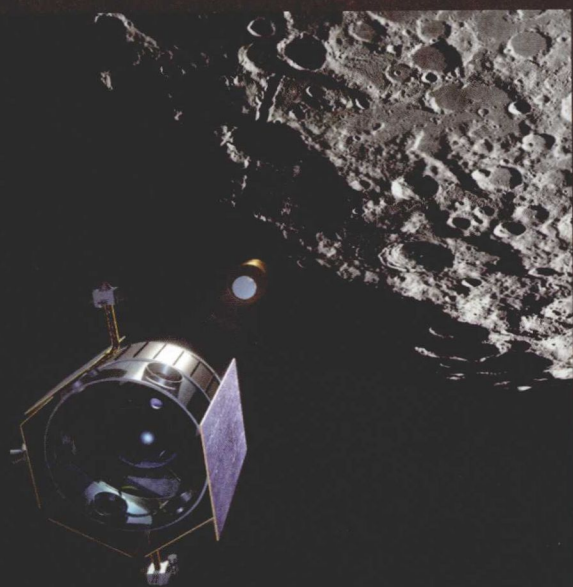
- 215~220** 创新——艺术与科学同魂
- 221~227** 科学+艺术=无限
- 228~234** 科学、艺术与创意思维的跨界、共振和融通

沈文庆	吴贻弓	
沈文庆	黄 甦	
金定海	蒋昌建	邵隆图

回味无穷

宇宙探索进行时

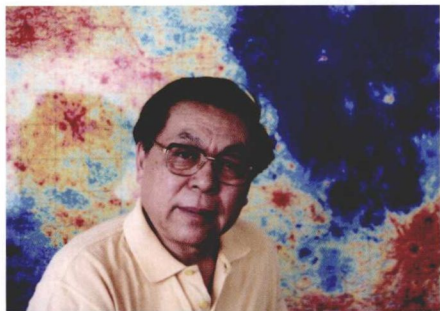
宇宙中的生命有多少种形态？月球可以为地球上人类社会的长期可持续发展做出怎样的贡献？人类可能找到外星人吗？地球极地常年覆盖的冰雪之下，隐藏着什么样的地球历史秘密，又对人类未来的发展有何预示？随着经济的腾飞和科技的高速发展，中国进入了前所未有的科学探索和发现时代。我们实现了登月、潜海、远洋钻探、极地科考，越来越多的自然未知之谜正在被一一揭示。步步推进的宇宙探索进程，不仅满足着人类的好奇心和求知欲（这本来就是科学得以发展的重要动因），更重要的是扩展了人类的视野，有助于人类赢得更美好的未来。



第46期 2007年12月1日

嘉宾:

欧阳自远 中国科学院院士，中国探月工程首席科学家



欧阳自远

2007年12月1日晚上，中国探月工程首席科学家欧阳自远院士刚下飞机，便风尘仆仆直奔科学会堂，那里，能容纳200多人的大礼堂里已经坐无虚席，人们正热切地期待着欧阳院士对“嫦娥一号”探月卫星从发射到现在的表现以及它未来的工作和作用的介绍，这也是欧阳院士自“嫦娥一号”发射成功后第一次面向公众介绍“嫦娥一号”的初步探测成果。大家十分珍视这一可以与中国探月工程首席科学家面对面地交流讨论的机会。而且，更多不能到现场的网民此时也已坐在电脑屏幕前，等待着新媒体的全程网络视频直播。

18:30，特邀主持、时任上海市科学技术协会党组书记、副主席孙正心宣布“第46期新民科学咖啡馆特别‘开张’”，满座的礼堂顿时鸦雀无声，大家期待的欧阳自远院士演讲开始了——



“嫦娥奔月”进行时

■ 欧阳自远

“‘嫦娥一号’目前接近100分”

“‘嫦娥一号’探月卫星从发射到现在的表现，可以打接近100分的高分。但说实话，我们不敢给‘嫦娥一号’打满分，因为它在今后一年还有很多事情要做，不能现在就把分数给打满。”欧阳自远院士说，“‘嫦娥一号’的表现太好了，测控、卫星等系统经周密论证而形成的应对预案，目前都无‘用武之地’。”

通过大屏幕上“嫦娥一号”拍摄并传回的照片，现场市民看到了“被摊开的月球”，其中有“嫦娥一号”CCD立体相机拍摄的第一轨的图像（“嫦娥一号”每一轨的图

像都是60千米宽，10900千米长，两轨之间有15千米的图像重叠，以便拼接），19轨拼接的“嫦娥一号”影像图；利用激光高度计精确测量高程绘制的局部高程模型图；以及以祖冲之、张衡、李白、景德镇等中国名字命名的一些不起眼的小撞击坑——那是1949年之前中国向国际天文学会申请获得的，那时的中国科学界在国际上没有地位。而那些直径超过50千米、有的达到90余千米的大撞击坑，统统都是以欧美和苏联科学家的名字命名，例如，庞特库立特是法国数学家，赫尔姆霍茨是德国医生，汉诺是古罗马航海家，吉尔是英国天文学家。如今，中国在月球探测上有了发言

权，还可以帮助其他国家开展月球的科学探测工作。“嫦娥一号”的优异表现，让其备份卫星和“下一代嫦娥”有了更高的“起跑线”。欧阳院士透露——

挑战 “冬眠”应对月食

“嫦娥一号”卫星的发射很成功，经历了13天14小时19分，行程206万千米，进入绕月工作轨道很顺利，三体定向的复杂控制问题解决得很好（太阳能帆板要时刻对着太阳，星上仪器严格朝向月球，通信天线准确面向地球，太阳、月亮、地球都在运动中，每时每刻都做到“三



“嫦娥一号”整装待发



“长征三号甲”运载火箭点火升空

瞄准”很难)，但是，欧阳自远和他的同事们依旧悬着心。因为“嫦娥”的“职业生涯”刚刚开始，工作人员将面对未来一整年的“月光工作日”和28TB的总数据量（1TB=1024×1024×1024×1024比特）。

未来一年里，“嫦娥一号”卫星可能面临的挑战主要有两项。一是月食，欧阳自远坦言：“我们一直为这个问题困惑和忧虑，在地面上做了很多试验，实战中可能接受更多考验，这一关‘嫦娥一号’一定要挺过去。明年元宵节前后有一次月食，大概持续5个多小时，8月还有一次月食。届时，因为地球的遮挡，月亮上照不到太阳光，嫦娥一号也无法从太阳获取能量。为了熬过这段黑暗的时段，‘嫦娥一号’将在月食发生前‘养精蓄锐’，利用太阳能帆板充分吸收太阳能，使劲充电，把蓄电池充得满满的。月食时，卫星上的科学仪器一律关闭，努力省电。同时，热控装置要确保卫星内探测仪器的环境温度不会降到很低。否则，月食时-180℃~-150℃的低温，可能会把‘嫦娥一号’上所有仪器都给冻坏了。‘嫦娥一号’应对月食的方法有点像动物的冬眠，请放心，待月食结束后它会‘苏醒’过来，恢复工作。”

第二道难关在于仪器。在陌生的环境中持续工作一年之久，“嫦娥一号”上搭载的种种仪器能否不出错，这也是科学家们担心的事。

“如果仪器正常，说明我们的仪器研制水平上了新台阶。如果遇到问题，我们也会及时吸取教训。”

“命运” 可能撞击月球

“嫦娥一号”终结“生命”前，还能闪现哪些亮点？精确到零点几秒的“零窗口”发射，令“嫦娥一号”入轨准确、耗能经济，再加上一路以来都“走”得很好，它目前攒下的300多千克燃料，能飞不止一年。如果可以飞更长时间，就能更多地从月球上获得科学研究的素材。

至于如何安排它的结局，还没有提到日程上，现在要紧的是确保它轨道走得准，各项科学任务都能够完成。欧阳自远坦言，对于“嫦娥一号”的最终命运有很多设想。比如，绕月轨道的高度现在是200千米，可不可以降到100千米，甚至50千米？又比如，与其被动坠落，不如主动撞击月球。可以像欧洲“智能1号”去年那样，在“鞠躬尽瘁”前漂亮地一撞，完成拍摄近距离高分辨率照片，拍摄撞击时的闪光从而证明撞击成功，产生10~20千米高的尘埃以供地面分析相关成分等任务。早在1999年，美国“月球探测者号”也曾主动撞月，且将撞击点选在月球两极常年黑暗的撞击坑里，试图找到月球上的水冰，但后来的分析结果并没有解决这个问题。

“嫦娥一号”的“终身大事”如何交代，目前还没有明确答案。可以预期的是，明年此时，月球上空将同时有好几个探测器，日本的、美国的、印度的、中国的，可以互相配合，共同探测月球。

计划 备星2009-2010年发射

众所周知，“嫦娥一号”有四大科学目标：它不仅要获取月球表面的三维影像，分析月球上的14种元素、矿物与物质类型的含量和分布（其中有9种元素由我国首次进行探测），而且要开展人类历史上首次月壤厚度的探测、估算“氦-3”资源量，并探测4~40千米间的地月空间和近月空间环境。其实，除了已公布的四大“硬指标”（即科学目标）以外，“嫦娥一号”还有很多打算，它心里埋藏着更多的“科学理想”，而且照它目前的在轨工作表现，完全有可能超额完成“指标”外的科学探测任务。

“日本的‘月亮女神’号将根据卫星轨道精细变化反演月球重力场，我们也可以做类似的工作。另外，我们也很想获得关于月球上的水冰的信息。相信我国科学家有智慧开发和挖掘‘嫦娥一号’传回的科学探测数据，解开更多关于月球的科学问题。”欧阳自远介绍说，“122位专家组成的全国绕月探测科学应用委员会已开过一次全体会

议，讨论可设置哪些和月球相关的课题，下一次会议将提出具体的研究任务。全国各地乃至全世界的科学家和天文爱好者若对‘嫦娥一号’的某部分数据有兴趣，可以向有关部门提出获取数据的申请。”

探月之路漫长而艰辛，世界上没有一个国家敢确保一次成功。根据原先的计划，“嫦娥一号”的备份卫星将于2009—2010年发射，万一“嫦娥一号”有“闪失”，其使命就将由备份卫星“代办”。欧阳院士说：“既然现在成功了，‘嫦娥一号’的备份卫星就要寻求新的突破，表现得更好，完成更难的工作，超越‘嫦娥一号’。”

按照一“绕”二“落”三“回”的中国探月计划，我国将于2013年实施的二期探月工程，将发射月球着陆器软着陆月球，开展就位探测，同时派遣月球车在月球表面开展巡视探测。毫无疑问，“落”要比“绕”更艰难：着陆场要地势平坦，便于降落和控制，且有适当的太阳照射角以获取能源，确保地月通信和数据传输方便有效；着陆器设置7种探测仪器，包括紫外望远镜在月面首次的月基观测天文，月球车从软着陆器中走出来，然后边走边探测。它具备自主导航，自主选择探测路径，主动避障、爬坡，选择合理位置开展探测并将探测数据向地球传输的能力。

欧阳院士告诉记者，二期探月工程的科学目标已经过两三年的论

证并形成初步方案，“嫦娥二代”将承担多项科学任务，其中一项是世界上目前没有其他国家做过的，即探测月球内部一条3千米深、10千米长的剖面，开展月球次表层的成分和结构研究。其他科学任务包括地形勘测、月球车着陆场的精细测量、月球表面环境测量等。

未 来 月球能源立大功

古往今来，有数不尽的诗词、歌赋、戏曲赞美月亮。“太阳给了我们光芒和温暖，让我们有了白天，而正因为月亮的光辉洒满了整个大地，我们才有了明亮的夜晚。”其实全世界所有的民族，对于月亮都有着相似的感情。不单中国有“嫦娥奔月”、“吴刚伐桂”和“月老牵线”，希腊神话中也有月亮女神的故事。日本的月亮女神名叫“辉夜姬”，现在日本拿来作探月卫星的名字。而印度即将升空

的“月船一号”，名字也来自关于月亮的传说。

月亮带来了潮汐、引出了古代的历法，也使人类对科学、哲学和其他人文科学的发展有了很多的向往。欧阳院士说：“月球表面大大小小的撞击坑说明它经历了多重的、长期的灾难，可以说它是以自己的身躯为地球挡住了一些小天体的来袭，用自己的生命打了一场场‘地球保卫战’。”

未来，月球将会为人类社会的可持续发展，尤其是能源供给立大功。月壤中的“氦-3”，是一种非常好的核聚变燃料，地球上的天然气里可提取“氦-3”，储量一共有15吨左右，而月球上的储量则有100万吨到500万吨。据核算，全球目前每年的能源需求总和，大约仅需100吨“氦-3”便能提供，而我国每年只需10吨左右“氦-3”。预计在50年后，“氦-3”能实现可控核聚变发电，将成为人类的主要能源，并能让子孙后代使用成千上万年。为



科学会堂大礼堂里座无虚席

此，欧阳院士反复强调：“人类要感谢月球。”

和国外相比，“嫦娥一号” 先进在哪里

月球探测，中国晚了美国和苏联几十年，日本今年早些时候也发射了“月亮女神”号。人们免不了要问，相比其他月球探测卫星，“嫦娥一号”先进在哪里？

欧阳自远院士坦言，美国和苏联上世纪一共发射了100多枚月球探测器，成功的有一半，确实推动了高新技术的发展和科学的进步。所

有这些经验，我们必须老老实地学习，然后冷静分析。嫦娥计划不是凭空提出来的，我们起步晚，所以要做一些别人想做、将来要做而我们目前有能做的工作。

“我非常敬佩日本的科学家，他们为‘月亮女神’精巧地设计了一个主卫星和两个小卫星，共搭载了15台科学仪器。和‘嫦娥一号’一样，日本的‘月亮女神’号也要获取全月球的二维和三维图像，不过它有两台相机，我们是1台相机拍摄3个位置。它的第二个任务是测月球上有哪些成分、哪些资源，这一任务中日两国的探月卫星是非常

类似的。第三是大家都要探测的空间环境。日本科学家有一项非常高明的工作——测月球的重力场，包括月球背面的重力场。日本的三个卫星联合精细探索，如果得到很好的成果的话，应该是全世界做得最漂亮的重力场测量。‘嫦娥一号’也会反演重力场，但这不是我们的重点。我们有一个重点是其他的国家没有做过的，即探测全月球月壤层的厚度及其分布，估算月壤中‘氦-3’资源量的含量与分布。论投资，日本耗资约21亿元人民币，我们花了14亿元人民币。应该说，各有特色。”

现场互动

互动“预备队”

在挤满听众的第46期新民科学咖啡馆现场，最引人注目的听众是一群聚精会神的小学生。欧阳

院士的话音刚落，他们中就有人高高地举起了小手。一名小学四年级的男生手举着一张月球的图片问道：“月球上光秃秃的，只有冰和南北极，为什么会出现这么多的‘氦-3’？”一位女生问：“如果在探月时遇到月食，嫦娥照不到太阳光怎么办？”

听到“小小科学家”提出这样专业的问题，台上的首席科学家欧阳院士显得特别激动，热烈鼓励、夸赞

说：“我们的少年，居然提出了科学上的一个非常重大的问题，我非常高兴！而且坦白说，这对我也是很难回答的难题，是现在全世界关注的问题。”他语重心长地对小朋友们说：“今后的研究、开发重担将是由你们来担当的，希望你们快快成长，将来勇敢地挑起研究探索的重担。”

互动过程中，来自上海黄浦区光明小学“红领巾火箭协会”、“登月预备队”的11名小学生向欧阳院士致词、敬献红领巾，并赠送了他们自制的火箭模型。年逾古稀的欧阳院士，这位几十年来研究外星球的科学家为有这样的后备队而



“登月预备队”向首席科学家致词