

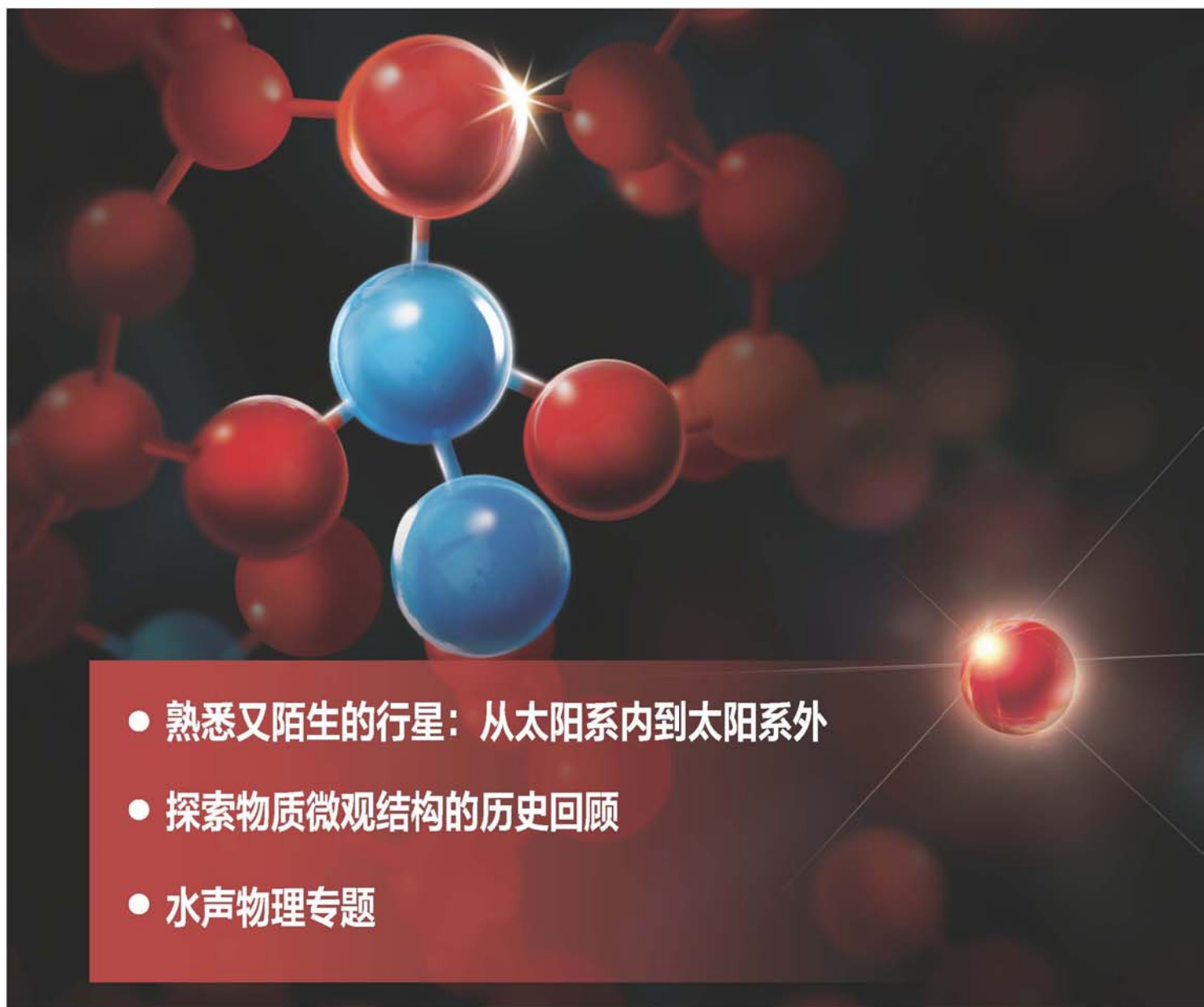
PHYSICS

ISSN 0379-4148

CN 11-1957/O4

物理

第43卷 第11期 2014



- 熟悉又陌生的行星：从太阳系内到太阳系外
- 探索物质微观结构的历史回顾
- 水声物理专题



中国物理学会 主办
中国科学院物理研究所

物理

(WULI)

PHYSICS

(Monthly, First Published in 1972)
Http: www.wuli.ac.cn

月刊·1972年创刊
国家科技部“中国科技论文统计源期刊”
(中国科技核心期刊)
国家自然科学基金委员会数理学部资助
中国科协精品科技期刊工程资助

主管 中国科学院
主办 中国物理学会
中国科学院物理研究所
协办 国家自然科学基金委员会数理科学部
中国工程物理研究院
主编 杨国桢
副主编 刘寄星 朱邦芬 朱星 张闯
出版 《物理》编辑部
地址 北京603信箱,100190
电话 (010)82649470,82649277
传真 (010)82649029
广告业务 (010)82649277
Email: physics@iphy.ac.cn
Http: www.wuli.ac.cn

印刷装订 北京科信印刷有限公司
国内统一刊号 CN11-1957/O4
国内邮发代号 2-805
国内定价 20.00元
总发行 北京报刊发行局
订购处 全国各地邮局
国际标准刊号 ISSN0379-4148
国外代号 M51
国外总发行 中国国际图书贸易总公司
(北京399信箱 100044)
广告经营许可证 京海工商广字 第0335号
出版日期 2014年11月12日
© 2014 版权所有

Editor-in-chief:
YANG Guo-Zhen

Editorial Office:
Institute of Physics, Chinese Academy of
Sciences, 8 Nanshanjie Zhongguancun, P.O.
Box 603, Beijing 100190, China

Tel:
+86-10-82649470 or 82649277

Fax:
+86-10-82649029

Email:
physics@iphy.ac.cn
Published monthly by the Chinese
Physical Society
Supported by the National Natural
Science Foundation of China

Distributed by China International Book
Trading Corporation
P.O.Box 399, Beijing 100044, China

© 2014 Chinese Physical Society.
All rights reserved. No part of this publica-
tion may be reproduced, stored in a re-
trieval system, or transmitted in any form
or by any means, electronic, mechanical,
photocopying, recording or otherwise, with-
out the prior written permission of the copy-
right owner.

目次 CONTENTS

第43卷 第11期 2014年11月

评述 Review Articles

710 熟悉又陌生的行星:从太阳系内到太阳系外 谢基伟 周济林

Old and new: planets in the solar system
and beyond
XIE Ji-Wei ZHOU Ji-Lin

水声物理专题 Feature Articles

717 海底介质的声学特性研究 鹿力成 马力

Acoustic characteristics of the seabed
LU Li-Cheng MA Li

p. 714



水声物理专题 Feature Articles

723 海洋环境噪声研究发展概述及应用前景

郭新毅 李凡 铁广朋 马力

Overview of ocean ambient noise and application prospects

GUO Xin-Yi LI Fan TIE Guang-Peng MA Li

732 海洋混响特性研究

吴金荣 彭大勇 张建兰

The characteristics of ocean reverberation

WU Jin-Rong PENG Da-Yong ZHANG Jian-Lan

前沿进展 Progress at the Frontiers

740 微腔增强发射的半导体量子点单光子源

曹硕 许秀来

Microcavity enhanced single-photon emission from single semiconductor quantum dots

CAO Shuo XU Xiu-Lai

Physics Today 撷英

Highlights from *Physics Today*

749 肿瘤物理学——探索癌症的新思路

Physicists offer a different approach to cancer research

韩伟静 刘雳宇 译

物理学史和物理学家

751 探索物质微观结构的历史回顾——纪念夸克提出50周年

刘金岩

History of the investigations into the micro-structure of matter

——50th anniversary of the quark model

LIU Jin-yan

756 一位80年前留学生的博士论文——戴礼智关于汞合金磁化率的研究

尹晓冬 周金蕊

Studies on the magnetic susceptibility of amalgams and other alloys by

Tai Li Chi

YIN Xiao-Dong ZHOU Jin-Rui

物理学漫谈

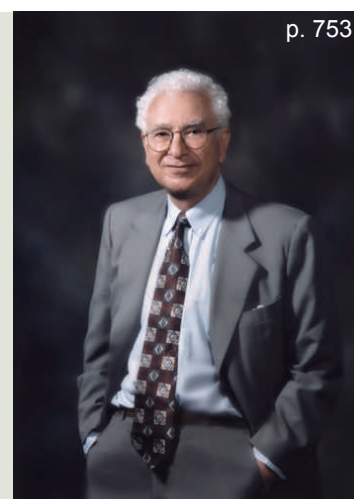
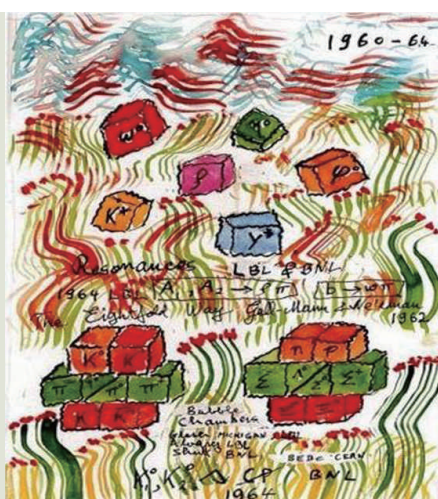
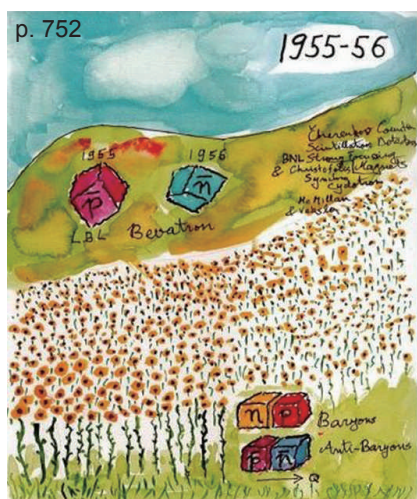
764 走近量子纠缠系列之四 帮倒忙的贝尔

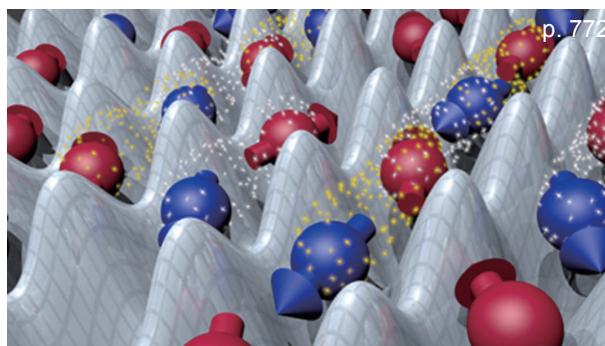
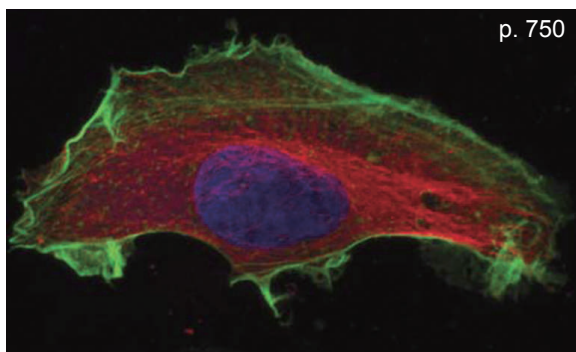
张天蓉

物理学咬文嚼字

767 物理学咬文嚼字之六十六 参照系？坐标系！

曹则贤





封面故事

- 766** 新型磁强计实现原子尺度的结构分辨
石发展 杜江峰 王国燕 周荣庭

物理新闻和动态

- 748** 磁共振成像首次达到纳米级分辨
树华 编译
- 772** 使用超冷费米原子模拟量子磁性
戴闻 编译
- 773** AMS探测到正电子过剩
树华 编译

读者和编者

- 748** 《物理》有奖征集封面素材
- 755** 订阅《物理》得好礼
- 778** 《物理》第十届编委会



招聘招聘

- 774** 南京大学物理学院诚聘海内外优秀人才
中国科学技术大学国际功能材料量子设计中心
招聘启事
中物院高性能数值模拟软件中心诚聘英才
北京大学应用物理与技术研究中心诚聘英才
同济大学“声子学与热能科学研究中心”人才招聘
半导体超晶格国家重点实验室诚聘英才
天才纵横理论物理研究所诚聘研究人员
北京大学量子材料科学中心博士后招聘启事

广告

Zurich Instruments(封二) 安徽量子通信技术有限公司
(封三) 美国理波公司(封底) 北京汇德信科技有限公
司(插1) 绍兴匡泰仪器设备有限公司(插2) 青岛大一
隔振设备有限公司(3) 科艺仪器有限公司(插4) Stan-
ford Research Systems(插5) 先锋科技股份有限公司(插6)
北京鼎信优威光子科技有限公司(插7) 阿美特克商贸
(上海)有限公司(插8) Advanced Research Systems,
Inc. (第731页) 北京欧普特科技有限公司(第731页)

肿瘤物理学——探索癌症的新思路

(中国科学院物理研究所 韩伟静、刘雳宇 编译自 David Kramer. *Physics Today*, 2014, (11): 22, 原文详见 <http://ptonline.aip.org>)

目前全球每年约有 700 万人死于癌症，而到 2030 年将可能超过 1310 万。在过去的几十年里，尽管癌症研究不断出现新进展，但研究成果不甚显著，最直接的证明便是死亡率无明显下降。癌症研究进展迟缓，可以说处于探索时期。这让越来越多的研究人员开始怀疑，用经典的生物学或医学思路研究癌症是否存在策略上的缺陷？——译者注

为了加深对癌症的认识，并寻求更为有效的诊断及治疗方案，2009 年美国国家癌症中心开创了肿瘤物理研究中心(PS-OC)，其宗旨是建立一个集物理学家、生物学家和肿瘤学家为一体的综合团队，结合物理学的方法提出更为深入的见解，阐述和解决癌症相关问题。由 12 个跨学科团队构成的研究中心，更好地促进了物理学家与癌症研究人员之间的合作，更为有效地将实验、假设模型和临床样本进行分析比对，从而加速癌症研究的成果转化。

物理学与癌症

物理学家除了图像成像、放射疗法等众所周知的技术贡献外，也一直在癌症的起源和转移难题上做不懈的努力。现在需要研究一个合理的理论框架来解释癌症相关的根本问题，例如癌症为什么存在以及其更深层次的进化渊源¹⁾。目前以上理论及相关治疗方法仍有较大争议，但 Paul Davies 认为生物学和医学领域投入了大量的人力、财力均未能在癌症领域取得重大突破，这说明癌症研究已经进入了瓶颈期，

因此有必要采取新的视角对其进行探索。

除了安全模式理论之外，Paul Davies 及其同事使用原子力显微镜来分析肿瘤细胞的恶化程度。肿瘤细胞从静态过渡到可运动状态，挤压周围的组织并穿过细胞外基质和基底膜。随后细胞侵袭进入血管，其中一些具有高度转移潜能的肿瘤细胞在血液循环中存活下来，成为循环肿瘤细胞(CTC cell)，其可随血液运动至远端并形成新的肿瘤从而实现转移过程(如图 1 所示)。在此过程中，肿瘤细胞的杨氏模量决定了它能否通过挤压穿过缝隙侵袭进入血管，因此他们认为可通过测量杨氏模量的大小来判断肿瘤细胞的恶化程

度。并且研究还发现，除细胞自身特性的改变和细胞周围的化学微环境之外，肿瘤细胞周围的物理微环境诸如压力和剪切力等亦对肿瘤细胞的运动行为、基因表达产生影响，并改变与细胞迁移运动相关的

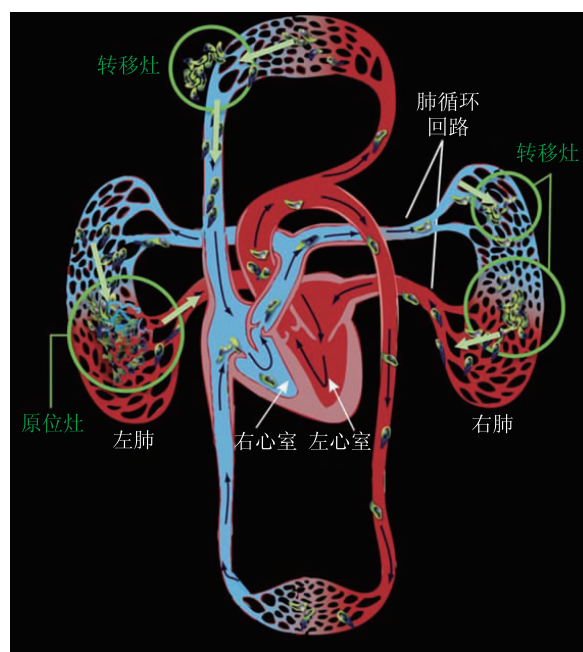


图 1 循环肿瘤细胞在人体血管系统中的运动示意图。原发肿瘤的肿瘤细胞穿过细胞外基质和基底膜进入血液中，成为循环肿瘤细胞(CTC)或是 CTC 集群。CTC 细胞和集群可伴随血液循环进入全身各个器官，并有一定的几率贴附在血管壁进而进入组织，形成新的转移灶

1) PS-OC 美国亚利桑那州立大学研究中心的宇宙学家 Paul Davies 教授根据进化树理论，提出癌症其实是正常细胞受到威胁之后启用的“安全模式”，并且该模式一旦启用后将无法终止；所谓肿瘤只是正常细胞处于休眠状态时的原始永生生存模式。依据此理论衍生出许多治疗癌症的崭新方法，譬如提高血液中的氧分压，免疫治疗中通过选择并植入特定的细菌或病毒来感染肿瘤患者等。——译者注

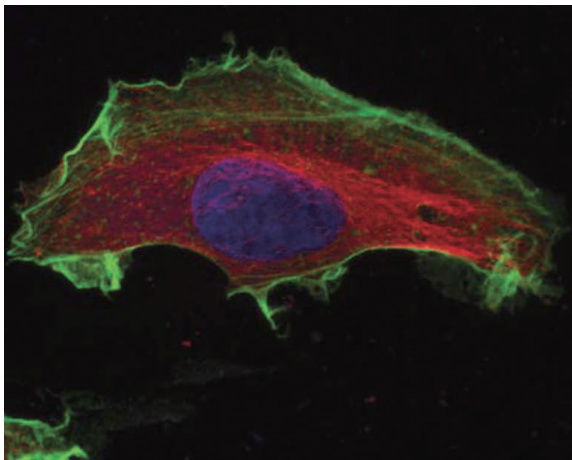


图2 人纤维肉瘤细胞染色图。PS-OC 美国约翰·霍普金斯大学研究中心的物理学家致力于与肿瘤转移相关的蛋白质的研究。他们通过荧光染色将人纤维肉瘤细胞骨架中的微管蛋白(红色)和肌动蛋白(绿色)及细胞核(蓝色)分别染色,并可在荧光显微镜下实时观测细胞在转移过程中各个蛋白的分布和表达量以及细胞核的形变

蛋白的表达和分布(如图2所示),从而进一步影响后续的转移过程。

深入的理论及实用性研究

PS-OC 普林斯顿大学中心负责人 Robert Austin 教授则尝试用进化动力学的理论研究导致肿瘤细胞抗药性的原因,以及细胞耐药性的演变过程和途径。Austin 使用博弈论方法来预测肿瘤细胞在体内的进化过程,并解释了为何化学疗法无法治愈癌症。虽然肿瘤细胞抗药性进化的动力学理论模型仍在验证中,目前还不能为临床给药方案提供更

加有效的指导,但已为癌症研究提出了崭新的思路。

南加州大学 Peter Kuhn 领导的物理肿瘤学研究团队对大量的临床数据建模,发现肺癌具有很高的在早期向肾上腺转移的风险。此模型还显示,肾上腺癌就像具有“传染性”一样,具有极高的转移风险。手术切除肺癌病人的肾上腺有效地阻止肺癌的肾上腺转移,每年约挽救了8000名肺癌患者的生命。

虽然物理学家所提出的理论模型还无法真正提供可靠的临床治疗方案,但正如 HIV 感染动力学模型推动了高效抗逆转录病毒治疗(即鸡尾酒疗法)HIV 的新时代,我们相信,理论物理方法亦可以定量推断癌症发展的过程,并帮助我们更深入的认识并控制这种疾病。

除了在癌症机理方面的探究外,肿瘤物理学的研究工作还包括将物理技术应用于癌症诊断和治疗领域。改进型成像技术在提高癌症诊断准确性的同时采集了大量的数据,理

论物理学家基于此类资料可以建立模型,并尝试量化地解释数据背后的意义。亨利福特健康系统的研究人员优化了现有基于图像调控的辐射疗法,借助新的成像技术精确定位靶区并重现放射治疗的过程。他们还采用拉曼光谱来评估放射治疗的疗效,其判断准确性已高达99%。此外,物理学家对肿瘤基因放射治疗方法的发展做出了突出贡献²⁾。

跨学科组合

挑战与机遇并存这句话非常适用于建立这样一个物理学家、肿瘤学家和癌症生物学家的合作研究群体。其关键在于各行业间思考问题方式的差异性。正如物理学家不懂病人护理或者临床实验一样,肿瘤学家也不懂得如何去建立与癌症相关的数学和物理模型。但无论有何困难,PS-OC 都将坚持发展这一集合了肿瘤学家、生物学家和物理学家智慧于一体的团体,并为开发真正具有实际意义的癌症研究模型而努力。

不得不注意的是,虽然各领域研究人员的加入为癌症研究注入了新力量,但是近年来美国国家经费投入短缺已严重阻碍了癌症研究的进展³⁾。然而致力于肿瘤物理学研究的学者们表示无论是否会继续获得资助,他们仍会将肿瘤物理的研究理念坚持下去⁴⁾。

2) 该方法是将放射治疗与基因治疗联合应用,在对肿瘤实施局部放疗的同时诱导治疗基因的表达,使用射线和基因对肿瘤形成双重杀伤。——译者注

3) 相比于十年前,美国国立卫生研究院的经费缩水了20%以上,并且在通胀调整下逐年下降,经费申请的成功率已经降至17%。从整个科学布局来讲,美国多年来都一直对癌症研究寄予厚望。在持续高投入无产出之后,已出现了“冷思考”的局面。——译者注

4) 实际上不仅仅是美国科学家意识到了肿瘤物理研究的重要性和必要性,近几年中国科研人员也积极将物理、工程、数学、信息与生物、医学联合起来,跨领域地对癌症一系列问题进行系统性研究。虽然中国科研人员同样遭遇这种跨领域研究重大疾病问题缺乏支持的尴尬局面,但是他们的一系列成功也引起了国际上的关注。不仅如此,由于中国癌症发病的特点,特别是当今肺癌、直肠癌的高发病率和高致死率带来了数目极为巨大的临床样本,也使得国际上一流的研究机构和大学迫切希望与中国肿瘤物理的研究人员进行系统性深度合作。今年6月,中方研究人员会同美国一流的专家与学者,包括文中提到的 Paul Davies, Robert Austin 教授等拟定成立中美肿瘤物理研究联盟(PS-OA)。该联盟将联合中美十个左右一流的大学及研究机构,整合各方优势资源、凝聚力量,集中在癌症的进化理论和模型方向开展跨领域的国际合作,希望未来从进化论的方向理解癌症变异性和抗药性的本质,协助开发辅助个体化治疗的进化型药物和新型疗法。——译者注