

Space Travel

凌云飞天

2011年第2期

总第55期

航空航天专业信息网络多媒体免费电子杂志



大连理工大学航空航天学院主办

http://aa.dlut.edu.cn/Space_Travel.html

2011年1月15日

《凌云飞天》Space Travel 版权页

2011年1月 总第五十五期

主办：大连理工大学航空航天学院

网址：http://aa.dlut.edu.cn/Space_Travel.html

编辑与供稿人员：马志飞、吴锤红、吴锤结、张杨

订阅、投稿信箱：cjwudut@dlut.edu.cn

声明：本网络多媒体航空航天专业信息免费杂志的部分内容来自互联网和航空航天业界，目的是加强航空航天领域的信息交流及应用传播。欢迎读者免费订阅和投稿。如有版权问题，敬请联系，我们将在第一时间作出处理。

目录

目录	1
航空新闻	3
<u>先进水上喷射“飞行器”亮相伦敦船展引喝彩</u>	3
<u>世界五代战机性能横向评测：五代战机的4S能力</u>	4
航天新闻	8
<u>中国首个火星探测器将于今年10月升空</u>	8
<u>我国将于2016年全面建成深空测控网</u>	8
<u>“机遇号”火星车抵达圣玛丽亚陨石坑边缘</u>	9
<u>美航天局再次试图唤醒“勇气”号火星车</u>	10
<u>“发现”号航天飞机发射再推迟</u>	10
<u>日本拟发射6颗卫星 减少依赖美卫星定位系统</u>	11
蓝色星球	12
<u>美宇航局公布卫星照片 揭示地球四季变化</u>	12
<u>2010年12月精彩地球卫星照 太空拍美国无人火山岛</u>	19
<u>PNAS：尘埃拼起气候变化图</u>	28
<u>印度落纳尔陨石坑</u>	30
宇宙探索	33
<u>《天体物理学杂志》：最早黑洞生长于宇宙12亿岁时</u>	33
<u>英美科学家揭开宇宙史黑暗时期的“面纱”</u>	34
<u>世界最大夜空图公布 总像素超1万亿</u>	35
<u>一周精彩太空照 南极炮铜色冰川每天移动2米</u>	39
<u>《科学》：月球拥有类似于地球的液体内核</u>	49
<u>《自然—地球科学》：月球水大多来自彗星</u>	50
<u>机遇号将在足球场大小火星陨坑过新年</u>	52
<u>研究称火星在过去25万年间可能存在板块运动</u>	55
<u>欧洲等三地天文望远镜拟协作全面监测星空</u>	58
<u>摄影师拍到国际空间站横穿日食现场争抢镜头</u>	59
<u>太阳、月亮和国际空间站列队出现</u>	60
<u>日本太阳观测卫星拍下日环食景观</u>	62
<u>欧航局小型卫星拍到日偏食图像</u>	63
<u>“哈勃”揭开太空绿斑真面目</u>	64
<u>欧航局公布“普朗克”卫星首批探测结果</u>	65
<u>类地球行星首度“现身” 搜寻新地球迎突破</u>	66

空天学堂	68
中国四代机用中距弹暴光—SD—10B 性能看齐最新 AIM—120.....	68
鸟类的有组织飞行现象.....	74
科技新知	92
《自然》杂志预测 2011 年科研热点.....	92
美生物学家揭示鸟类飞行秘密:胸肌是天然发动机.....	94
研究发现透明昆虫翅膀实则色彩鲜艳.....	100
欧洲大型强子对撞机实验数据首次被转换为声音.....	103
PRL: 科学家在实验室制造出音波黑洞.....	105
美研制能自我修复的太阳能电池.....	107
IBM 预测未来五年五大技术 传感器无所不在.....	108
刘锦淮研究员: 仿生传感器研究将大大丰富人类的物质世界.....	109
“并行自适应有限元软件平台”获阶段性成果.....	112
PRL: 新型“隐声衣”让物体销声匿迹.....	112
工程师捕捉墨滴触水美妙瞬间.....	114
科学家首次发现雷暴向太空喷射反物质直接证据.....	116
七嘴八舌	119
大学单干户朱清时: 得天下英才而教之, 不亦悦乎.....	119
通不过审批的南科大到底卡在了哪里.....	122
南方科技大学, 成功尚需翻过“三座大山”.....	124
大学应该有的风气.....	128
《自然》: 大学经费不能少.....	130
光明日报: 教授, 教和研谁重要.....	131
教授, 我想听您认真上课.....	133
与中西重忠教授谈科学研究.....	134
浙大教师管理改革尘埃落定 校长杨卫首次直面质疑.....	137
杜祥琬、王乃彦、杨卫、龚克针对学术不端开“药方”.....	142
国内高校发展面临挑战 愿大学告别“维持型”.....	144
《南渡北归》聚焦烽火年代: 大师之后再无大师.....	147
人民日报: 一辈子用心做好一件事就是了不起的成功.....	149
纪实人物	151
渐行渐远 不能忘—纪念 2010 年逝去的中国科学家.....	151
直觉主义数学学派旗手布劳威尔: 正义的热情遭遇不正义.....	168
张寿武: 一位天才加幸运的数学家.....	171
张寿武: 数学是快乐的学问.....	179
张寿武教授谈庞加莱猜想与中国数学.....	181
数学苍穹闪烁中国新星.....	187
数学家吴宝珠: 一篇好论文胜过一百篇垃圾论文.....	194
丘成桐: 感情的培养是做大学问最重要的一部分.....	199

目录

旅美科学家蔡亦钢：两度获得贝尔实验室发明家奖	207
李醒民专访：遨游在科学的三维世界里	211

航空新闻

先进水上喷射"飞行器"亮相伦敦船展引喝彩



这种水上飞行器就像一个连着发动机的喷射背包



这种装置最高可以将人推入 30 米高的空中

[【点击查看其它图片】](#)

中新网1月8日电 据英国《每日邮报》7日报道，近日，英国伦敦举行大型国际船只展览会，一种新型的单人操作式喷射悬浮飞行器亮相船展，吸引了众多游客的目光。这种飞行器最高能冲上天空30米，引来观看表演的人们阵阵兴奋的惊呼。

据报道，加拿大工程师设计的这款喷射悬浮飞行器(Jetley-Flyer，即喷水飞行背包)在伦敦东部ExCeL会展中心的泰晤士河上面对公众亮相。它采用强有力的引擎，通过连接发动机的输水软管向下汲水，产生动力，再通过水的喷射将操作员推向空中及前进。

这种装置最高可将人推到30米高的空中，场面看上去惊险刺激，如同007邦德电影里的精彩特技镜头一样，引来观众的喝彩。操作人员看上去也像是电影《玩具总动员》里的角色“巴斯光年”，可以在空中“飞行”。

有报道称，这款先进的飞行器更适合娱乐而非现实中用来旅行，它的售价为11万英镑左右。

此次伦敦举行的国际游艇展为期7天，各种类型的船只从世界各地汇聚到此参展。其中包括造价1500万英镑、长40米的“圣汐”号(Sunseeker)豪华游艇，及“公主”(The Princess)超级游艇，这一游艇是在ExCeL会展中心厅内展出的有史以来最重、规格最大的游艇。

(吴锤结 供稿)

世界五代战机性能横向评测：五代战机的4S能力



F-22是最早出现并已正式服役的第五代战斗机，目前看来其设计指标也是最高的，所以第五代战斗机的性能标准以F-22为标杆。F-22源于美国空军的ATF计划(ATF, Advanced Tactical Fighter, 先进战术战斗机)，该计划为F-22设定了四个方面的战术性能要求：

Stealth (隐形) ; Super Sonic Cruise (超音速巡航能力) ; Super Maneuverability

（超机动能力）；Superior Avionics for Battle Awareness and Effectiveness（超级信息优势）。这四项标准的英文单词都以S开头，所以又称为4S能力。

F-22、F-35、T-50 和歼 20 的隐形能力比较：

F-22 机身、垂直尾翼采用倾斜式设计，机翼与尾翼的前缘、后缘采用平行设计，将雷达波反射角控制在8个以内。另外采用S形进气道，遮挡了发动机叶片。所以F-22隐形能力非常好。

美国F-22评分：10分

F-35与F-22都是洛克希德·马丁公司的产品。F-35虽然是低配机型，但在隐形外形设计上与F-22也采用了类似的方案，所以其隐形性能与F-22应该是一致的。

美国F-35评分：10分

T-50的隐形设计采用了与F-22类似的原则，但机身后部外形几乎没有进行隐形处理、没有采用S形进气道，机身外表突出物过多，隐形性能与F-22差距非常大。

俄罗斯T-50评分：6分

中国歼20战机在隐形设计上也采用了与F-22类似的原则，但由于有鸭翼、腹鳍的存在使得其雷达波反射角度超出了F-22，所以在隐形能力上要比F-22稍差。

中国歼20评分：8分





F-22、F-35、T-50 和歼 20 的超音速巡航能力平分：

F-22 在气动设计上兼顾了亚音速和超音速机动性能，超音速升阻比较以往战斗机有较大提高，加上推重比高达 10 的 F-119 涡扇发动机，F-22 成为首架具备超音速巡航能力的战斗机。

美国 F-22 评分：10 分

F-35 的设计初衷更多是偏向于对地打击，对超音速巡航能力并没有要求，较大的重量也使得其超音速飞行能力与 F-16，苏 27 等一类的第四代战斗机区别不大。

美国 F-35 评分：0 分

俄罗斯 T-50 战机在气动设计上并没有对超音速飞行性能进行太多的优化，但作为一型制空战斗机，其具备有较好的推重比，这会使 T-50 具备有限的超音速巡航能力。

俄罗斯 T-50 评分：4 分

歼 20 机身较长，长细比大，鸭式布局比常规布局有更好光滑的纵向面积分布，可以获得比 F-22 更高的超音速升阻比。但国产发动机很难在短期内达到 F-119 的性能。

中国歼 20 评分：8 分

评估总结：在这个初步的粗略评估中，我们设置了隐形、超音速巡航、超机动三项性能对美国 F-22、F-35，俄罗斯 T-50 和中国歼 20 进行综合评估，各个单项以 F-22 为标准，设满分为 10 分。对于第五代战斗机来说，隐形是最重要的性能，其次是超音速巡航，最后是超机动，所以在综合评估中，我们对将这三项性能的权重比例分别为 50%、30%和 20%。经

初步分析，中国歼 20 隐形性能、超音速巡航稍逊于 F-22，综合得分 8.4，排名第二；T-50 这两项性能与 F-22 均有较大差距，综合得分 6.8，排名第三；F-35 是与 F-22 搭配的低端机型，超音速巡航、超机动能力欠缺，综合得分 6.4，位于最后。而对于中国的歼 20，西方权威军事观察家也给予非常高的评价。

(吴锤结 供稿)

航天新闻

中国首个火星探测器将于今年 10 月升空

我国积极开展火星自主探测研究，瞄准 2013 年的发射“窗口”

火星作为太阳系中最近似地球的天体之一，对人类有一种天然的吸引力。火星探测是 21 世纪人类深空探测的重点之一，我国正在积极开展火星自主探测的相关研究。

据中国空间技术研究院有关专家介绍，2011 年，我国将与俄罗斯合作共同探测火星。与此同时，我国航天工业部门还先期启动了基于探月一二期技术的自主火星探测器研究和方案设计工作，目前正在积极开展技术攻关，目标是瞄准 2013 年的发射“窗口”，利用我国长征三号乙运载火箭发射。

据悉，我国自主火星探测器的科学载荷重量达 100 公斤以上，科学探测能力将大大提高。

我国首个火星探测器“萤火一号”原计划于 2009 年 10 月和俄罗斯的“福布斯—土壤”卫星一起，搭乘“天顶”号运载火箭从拜科努尔航天中心发射升空，后因故推迟到 2011 年 10 月。

进入 21 世纪以来，大规模深空探测已成为人类重要航天活动之一。与以往相比，目标更明确、规模更宏大、参与国家更多。

目前，世界各主要航天国家都将深空探测视为显示国家综合国力和国际地位的重要战略性领域，各国未来深空探测规划涵盖整个太阳系，既有以增强科学认知为主的科学探测活动，又有以扩大人类活动空间为最终目标的探索活动。

在世界各国未来探测规划中，较为关注的探测目标是月球、火星、金星和小行星。

我国的深空探测活动起步于月球，到目前为止，我国共实施了两次月球探测。嫦娥一号和嫦娥二号任务的圆满完成，使我国突破了地球外天体环绕探测关键技术，研制了探测器、深空测控网、运载火箭等一系列功能单元，同时建立了基本配套的深空探测工程体系，为后续任务和深空探测奠定了坚实的物质和技术基础。

(吴锤结 供稿)

我国将于 2016 年全面建成深空测控网

嫦娥二号卫星测控系统总设计师钱卫平 1 月 6 日在接受新华社记者采访时表示，随着探月工程逐步深入展开，我国深空测控网建设步伐不断加快，按照预定计划，将于 2016 年建成由 3

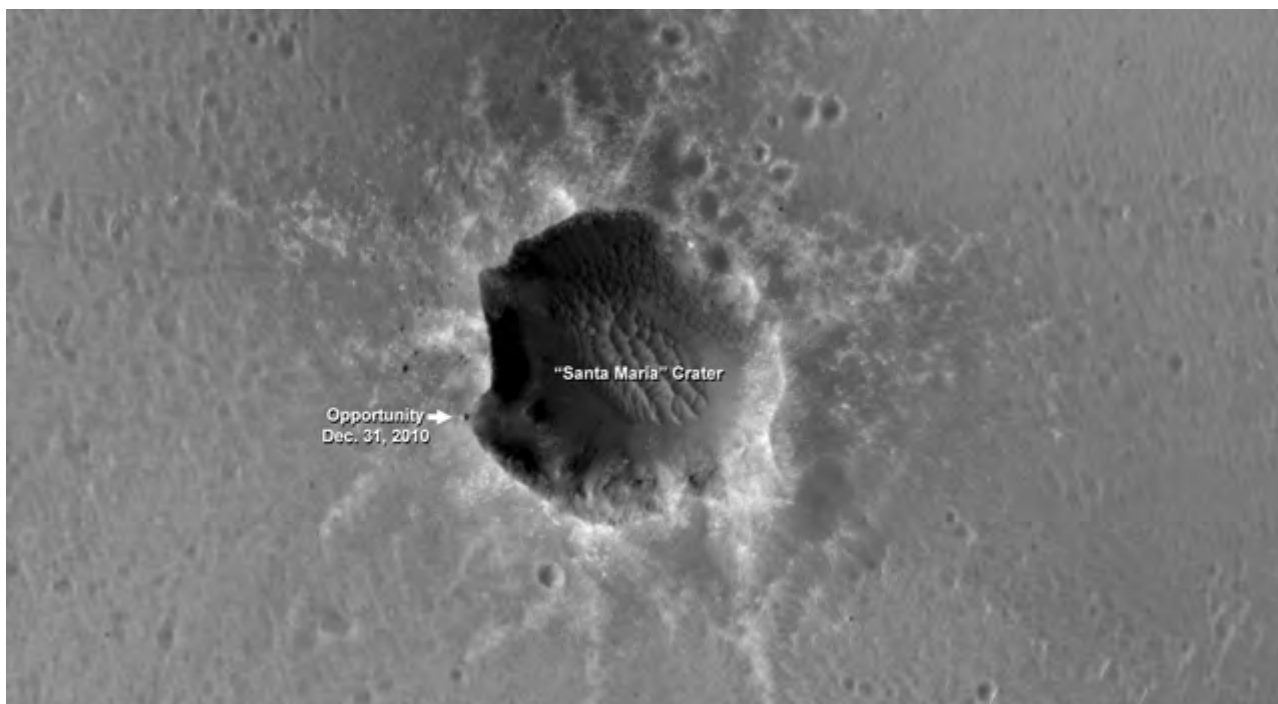
个测控站联网组成的深空测控网。

此前，我国深空测控网建设已全面展开，通过改造、扩建原有测控站，先后使喀什测控站、青岛测控站具备了针对月球探测器的测控能力。“根据任务需要和发展规划，目前我们正在喀什测控站增建天线口径达到 35 米的测控设备。”钱卫平说，“同时，在佳木斯测控站建设天线口径达到 64 米的大型深空测控站。另外，还要在南美建设第三个拥有大口径天线的深空测控站，具备 S、X 和 Ka 三个频段功能的测控和数据接收能力。”

据介绍，由这 3 个测控站联网组成的深空探测网，将用于支持中国未来的载人登月、火星探测和其他深空探测任务。喀什测控站和佳木斯测控站计划于 2012 年完成改造、扩建工程，为嫦娥三号、嫦娥四号卫星任务提供测控支持。南美测控站计划于 2016 年建成，为我国探月卫星返回地球提供测控支持。

(吴锤结 供稿)

“机遇号”火星车抵达圣玛丽亚陨石坑边缘



美国航天局喷气推进实验室 1 月 4 日宣布，搭载在火星勘测轨道飞行器上的高分辨率成像科学实验照相机最新拍摄到的火星特写照片显示，“机遇号”火星车已抵达圣玛丽亚陨石坑边缘，并准备进入陨石坑内“走一走”。

该实验室在一项新闻公报中说，圣玛丽亚陨石坑大约有一个足球场那么大，宽约 90 米。“机遇号”于 2010 年 12 月中旬抵达其西南边缘，准备在未来两个月内考察陨石坑内的岩层，

以寻找可能存在的含水矿物。科学家们怀疑，数十亿年前火星上曾经存在过水，找到这些矿物将是证明这一猜测的关键证据。

自2004年1月登陆火星表面以来，“机遇号”火星车一直在地面控制人员的指挥下逐个考察沿途经过的陨石坑，以寻找过去火星表面曾经存在水的证据。此次对圣玛丽亚陨石坑的考察标志着“机遇号”在火星上的“生活”进入第8个年头。

(吴锤结 供稿)

美航天局再次试图唤醒“勇气”号火星车

美国航天局下属喷气推进实验室1月4日宣布，操控人员正设法在火星春季结束之前“唤醒”已失去联系近1年的“勇气”号火星车。

该实验室的火星车项目经理约翰·卡拉斯说，在未来数月内，火星上将有足够的阳光为“勇气”号的太阳能电池板充电，操控人员将利用这一时机设法恢复与“勇气”号的联系。

2008年底，“勇气”号在一片名为“特洛伊”的火星丘陵处陷入松软沙地，从此动弹不得，并于2009年4月与地球失去联系。美航天局曾数次试图与“勇气”号“搭话”，但均告失败。尽管如此，该机构一直未放弃唤醒“勇气”号。

目前“勇气”号所在的火星北半球正值春季。预计在3月份，“勇气”号火星车所在区域的阳光最为强烈，研究人员希望它的太阳能电池板届时能充分利用阳光产生足够多的电能，从而使“勇气”号苏醒过来，并向地面发送信号。

美航天局此前宣布，由于受火星白昼缩短和沙尘暴影响，“勇气”号火星车上的太阳能电池板难以提供足够电力，导致联系中断。

(吴锤结 供稿)

“发现”号航天飞机发射再推迟

美国国家航空航天局1月6日说，再次推迟“发现”号航天飞机发射，新的发射日期未定。

国家航空航天局在网站发表声明说：“（国家航空航天局）今天做出这一决定，以给（维修）小组更多时间，下次发射时机将推迟至先前设定的2月时间窗口之外。”

“发现”号航天飞机发射数度推迟。这一航天飞机原定去年11月初升空，但由于氢气泄漏，发射推迟。

工作人员在处理氢气泄漏问题时，发现“发现”号航天飞机用于分隔外部燃料箱的铝条出现

裂缝。国家航空航天局去年 11 月下旬宣布，发射将不会早于 2010 年 12 月 17 日，以便给工程师们更多时间分析。

国家航空航天局先前说，如果“发现”号错过 2 月 3 日至 10 日的发射窗口，下一个发射窗口为 2 月 27 日至 3 月 2 日。

另一架航天飞机“奋进”号定于 4 月升空，完成它的“告别之旅”。

国家航空航天局原打算，在“奋进”号执行完最后一次飞行任务后，美国 3 架航天飞机将全部退役。但《2010 美国航天局授权法案》要求增加一次航天飞机飞行任务。不过，额外任务的资金目前尚无着落。

(吴锤结 供稿)

日本拟发射 6 颗卫星 减少依赖美卫星定位系统

中新网 1 月 5 日电 据外电 5 日报道，日本正考虑在 3 年到 4 年内发射 6 到 7 颗卫星，建设本国的全球卫星定位系统，减少对美国导航系统的依赖。

日本宇宙开发战略本部由现任首相菅直人亲自担任本部长，该机构目前正在考虑，到 2014 年或 2015 年，向太空发射 6 至 7 颗新型卫星，建立起日本的卫星定位系统，信号范围覆盖整个亚太地区。

发射这些卫星预计将耗资超过 2000 亿日元(约合人民币 161.6 亿元)。通过这些新发射卫星与美国卫星的合作，日本将能提升对汽车导航系统的精准性，使其精确度提升 10 个单位。

官员说，这一决定将为日本向亚洲其它国家推销全球定位服务开拓市场。

这些卫星预计由私人运营商出资购买使用权，每年日本政府将收取 130 亿日元(约合人民币 10.5 亿元)的租金。

(吴锤结 供稿)

蓝色星球

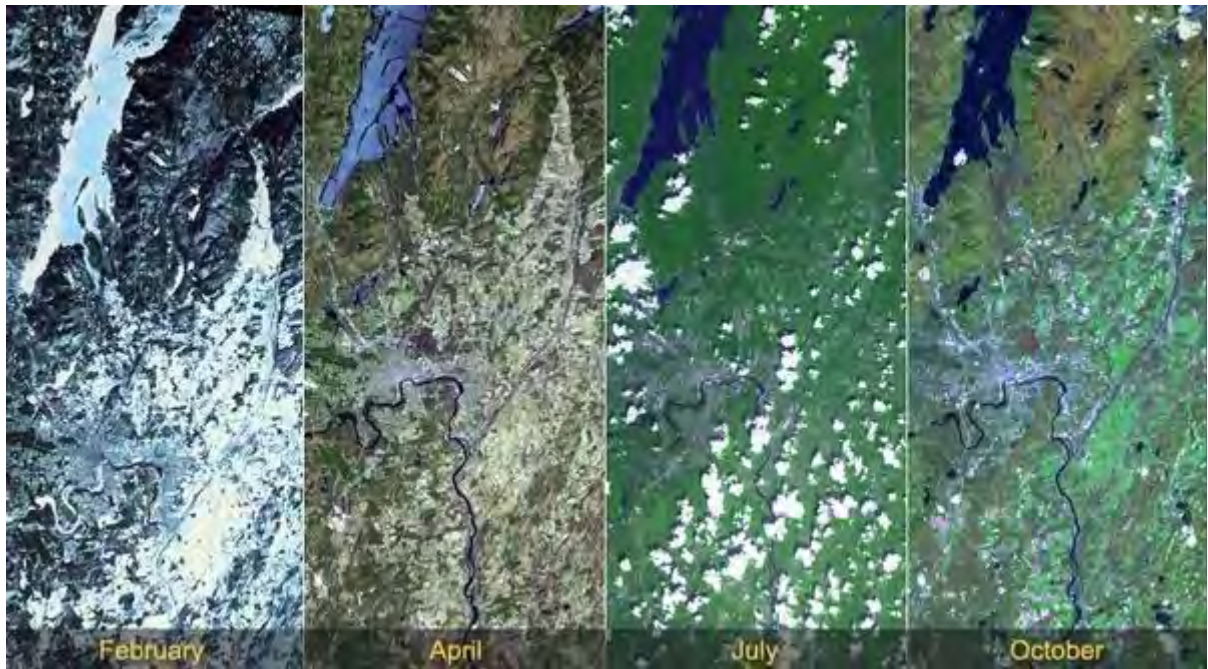
美宇航局公布卫星照片 揭示地球四季变化

美国宇航局的卫星正从太空监视着全球各地的这些变化。所谓登高望远，在太空可以将很大的一片区域尽收眼底，一览无余。这非常有助于科学家们获取有关地球整体变化的信息，同时也有助于预测未来数年内可能出现的变化趋势。以下列举卫星在帮助科学家们了解地球变化方面的8个案例：



英国冬季与深秋

2010年12月初，一场暴雪横扫英伦三岛。而一张数年前深秋时节的照片上，是那么绿意盎然。像这样的历史对比将帮助英国的气象学家追踪气候系统的变化趋势，监视灾害性天气的发展，并对各地做出精准的天气预报。白雪覆盖的区域可以帮助验证关于降雪区域的预报，并显示降雪区域占全国地域的百分比。这张照片是由美国宇航局“大地”（Terra）卫星“中等分辨率成像分光辐射谱仪”获取的。



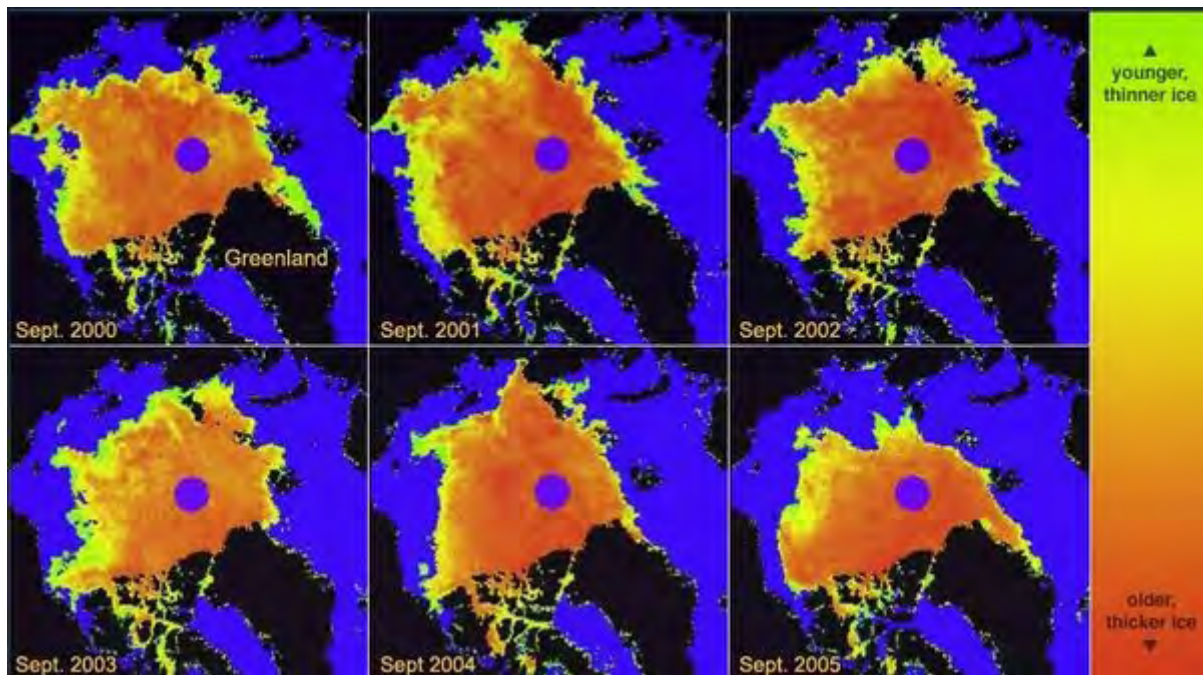
美国纽约州乔治湖地区的四季植被变化

这4张纽约州乔治湖(Lake George)地区的照片生动地反映了四季的变迁。冬季白雪覆盖万物，春天来临，第一抹绿色出现；夏季的植被郁郁葱葱，而秋季图像上的绿色开始慢慢消退。这样的图像帮助科学家们在不同的时间重复观察同一区域的景物变化。这将有助于科学家们分析不同的植物类型对温度变化、日照时数，以及降水量变化的反应。经过一定的时间积累后，人们将总结出某种称之为“正常情况”的经验模式。而一旦出现违背这些“正常情况”的变化特征，人们就会意识到干旱、过度高温、低温冻害或虫害的出现。这一系列的图像由美国宇航局“大地”卫星搭载的“先进空间热辐射和反射分光辐射谱仪”获取。



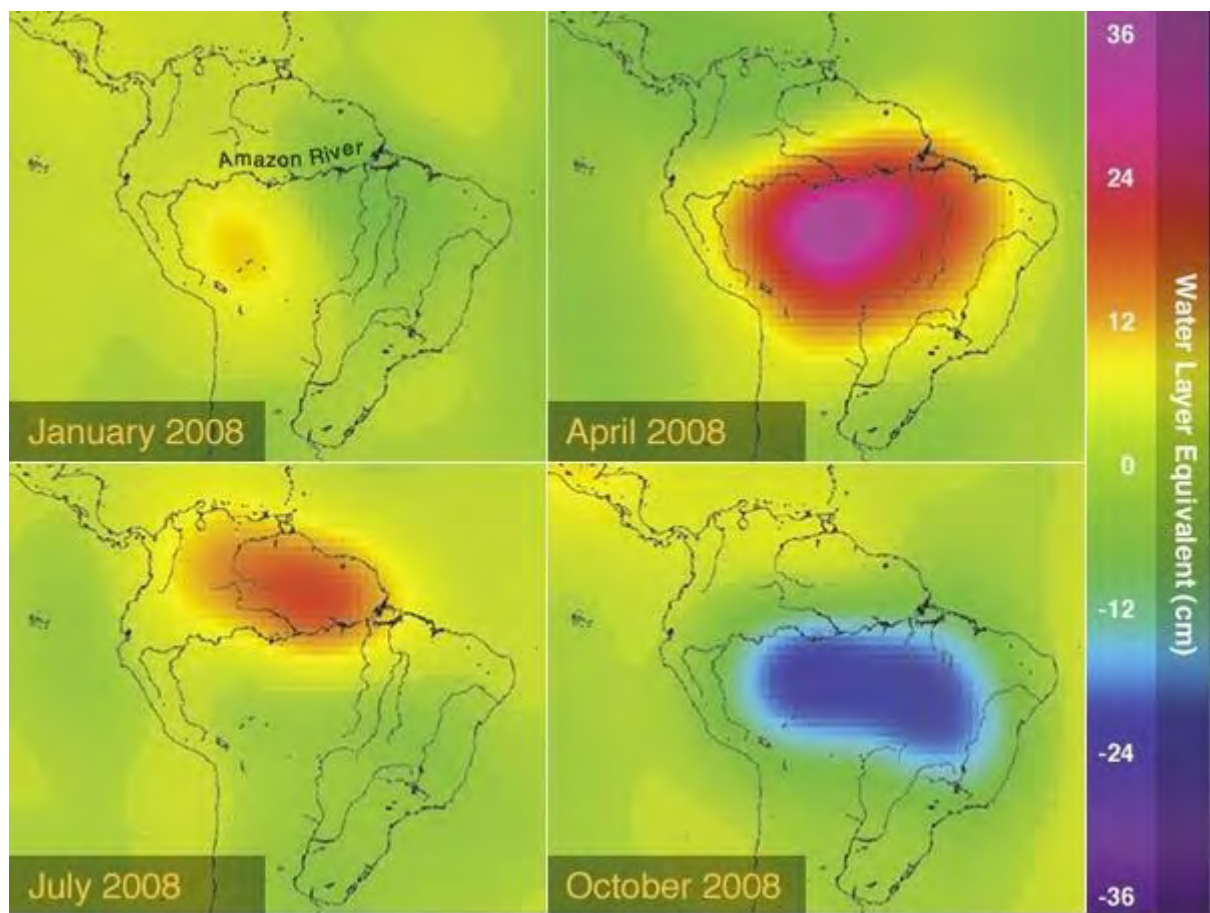
尼罗河春夏季水位变化

千百年来，非洲尼罗河水位的涨落直接影响着两岸人民的生活。从太空，科学家们对尼罗河水位的变化进行严密监测。尼罗河是世界第一长河，它有两个源头：西边的白尼罗河和东边的青尼罗河，它们在苏丹首都喀土穆附近交汇，成为尼罗河干流并一直往北，纵贯埃及全境并最终注入地中海。在春夏季节，白尼罗河水位的变化非常明显。2001年，青尼罗河流域的大规模降雨也曾导致大尼罗河地区的河水泛滥。在无云的情况下，这样的卫星图像非常有助于精确了解受淹面积。这里的两张照片是由“大地”卫星搭载的“多角度成像分光辐射谱仪”拍摄的。



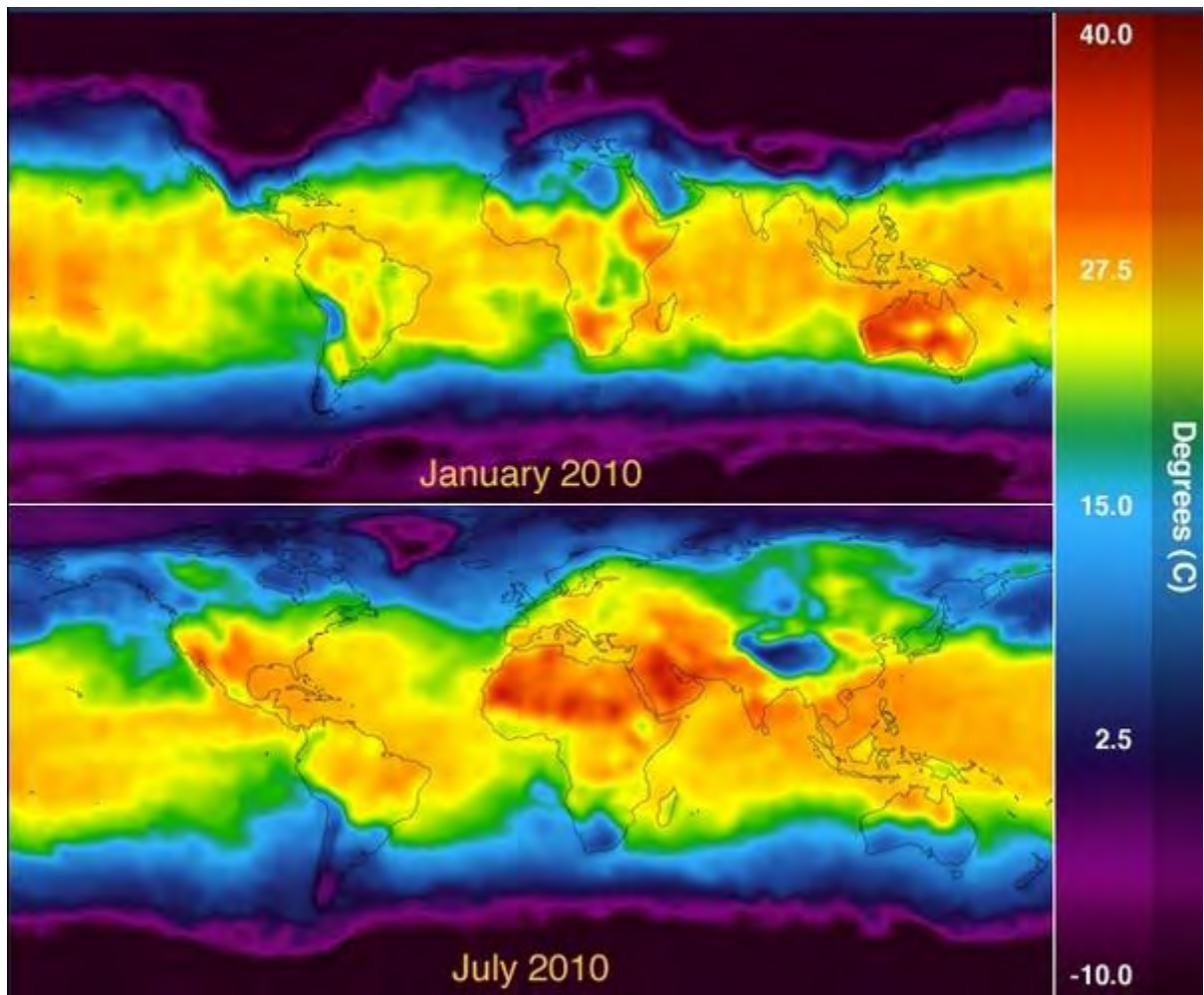
监视北冰洋海冰变化

美国宇航局的卫星一直在对北冰洋海冰面积的减少趋势进行严密监视。海冰面积的减少意味着更多开放水面的暴露，这将减少阳光反射，从而增加热量吸收。在大时间尺度内将对广泛区域造成重大影响。这些卫星图像显示的是初秋时节的海冰状况。秋分时节是一年中海冰覆盖率最低的时候。图像中红色的区域指代冰层较厚较老的地区，而浅绿色指代年轻的海冰，蓝色则是水面。北极附近的圆形空洞是数据缺乏的区域。到2005年，所有卫星数据都显示北冰洋海冰面积出现了自1970年代有记录以来的最低覆盖率。和常规年份相比，2001年至2004年之间，格陵兰岛以东的大部分海冰都消失了。在2007年(这里没有包括这份图片)，海冰覆盖面积甚至打破了2005年出现的历史最低纪录。对于海冰的严密监视帮助科学家们察觉北冰洋地区出现的变化。这些照片数据由美国宇航局“QuikSCAT”海表面风场卫星获取。这一卫星于1999年发射升空，于2009年停止工作。



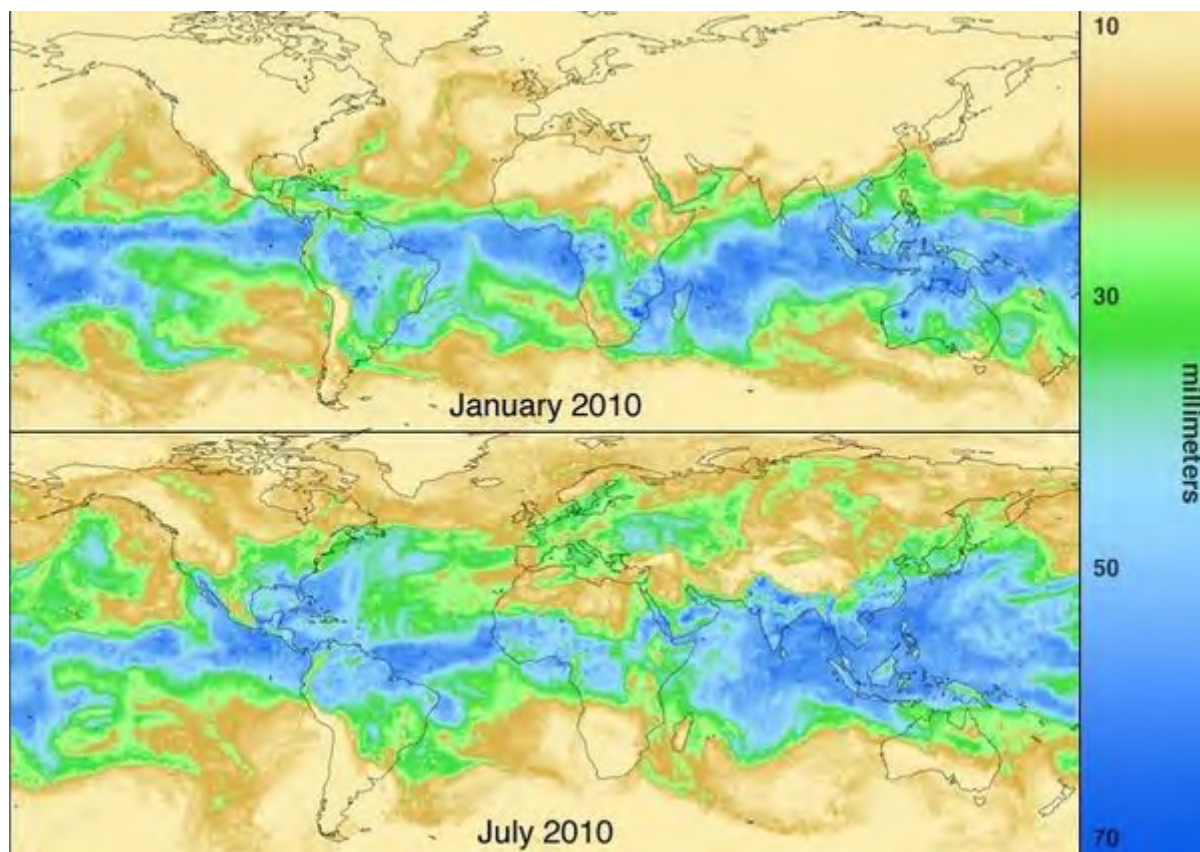
亚马逊河流域水量变化

亚马逊河全长 6400 多公里，横贯南美洲中部。它是世界第二长河，也是世界上流量最大的河流。世界上面积最大的热带雨林就位于亚马逊河盆地，被称为“地球之肺”。这一巨大的生态系统储蓄的水量存在月度变化。在太空，美国宇航局的两颗“重力恢复和气候实验” (GRACE) 卫星通过对地球重力场的超精细测量，可以获取有关该区域水储量的数据。当亚马逊河处于高水位期，整个流域盆地的总质量会稍有增加；而低水位期则相反。在这里的图像上，红色表示质量增加，而蓝色表示质量减小。很显然，春季是一年中亚马逊河水位最高的时候，而秋季则是枯水期。科学家们通过这种方法对全球范围内的水量变化进行监测。他们密切观察偏离正常的水量情况并发出预警，这样，由于水资源量的变化可能受到影响的地区就有机会采取及时的应对措施。



地球冬夏近地表温度变化

这两张图像反映的是近地表的空气温度。近地表空气温度通俗的说就是我们每天出门时感受到的空气温度。我们都知道温度有昼夜差别，而这里所说的温度则是两者的平均。从温度分布图上看，平均温度较高的区域(40摄氏度)出现在夏季半球的沙漠地区，如7月份的北非撒哈拉。而较凉爽的平均温度则出现在热带和亚热带的高海拔地区，如安第斯山脉。较冷的地区位于高纬度，尤其是冬季，如北半球的一月份，以及南半球的7月份。最寒冷的地区出现在冬季的南极高原。地球上最寒冷和最高温的地区都出现在陆地上，这是因为大陆的比热容小于海洋，因而会迅速变热或变冷。相比之下，海洋的温度变化较慢。这种性质防止了海洋出现温度日变化的大起大落。海洋还能起到使其上方的冷空气升温的作用。海洋上最冷的近地表空气出现在冬季的亚洲和北美洲下风向(东方)，因为在冬季时这些大陆地区普遍刮起西北风，空气经过大陆的降温变得很冷。经过海洋加热之后它们变得温暖，当它们继续往东，使位于大陆西侧(上风向)的人们享受到温暖的气候。此处的图像数据源自美国宇航局“水”(Aqua)卫星。



全球冬夏大气水汽分布

这两张全球地图反映的是一个指标：“大气可降水汽”（PWV）。水蒸气在地球的全球水循环系统中扮演着重要角色，因为水汽冷凝可以形成云层，继而产生降水。这种降水有助于舒缓热量，并对大气运动产生重大影响。通俗的说，这里的两张图像上的颜色差异所表示的，就是假设空气中的水汽全部凝结并形成降水，将导致多少毫米的降水量。蓝色代表最高的大气水汽含量，约相当于50~70毫米的降水量。绿色表示约25毫米的降水，浅灰色则表示10毫米或以下。靠近赤道的区域是地球上大气水蒸气含量最高的区域，这得益于热带洋面的大量水汽蒸发。而大气储存水汽的能力很大程度上取决于其温度。温度较高的大气有能力存储更多的水汽。除此之外，大气的运动也在一定程度上影响着水汽。从热带低纬度地区向极区移动的水汽通常会从几条固定的“大气河流”中进行，在图像上也可以清晰看到这几条绿色的“水汽通道”。这些水汽在接近极地的过程中，由于温度降低导致水汽凝结形成降水，因此水汽也就无法抵达极地，造成了极地地区的干燥大气环境。从季节差异来看，由于温度差异，夏季半球的水汽含量也要高于冬季半球。1月份，南半球大气中水汽含量较高，但到了7月份，水汽高含量区就挪到了北半球。这些数据取自美国宇航局“水”卫星搭载的“大气红外探测仪”（AIRS）。



盐湖城地区冬夏变化

这是美国犹他州盐湖城地区夏季和冬季的变化，图像上最容易看到的变化就是冰雪覆盖面积的增减。另外一个就是大盐湖南北部分水域色彩的差异。究其原因，1953年的时候，为了修通一条铁路线而在湖面中央修筑了一条岩石堤坝，这条堤坝阻碍了南北两部分湖水的交流，现在北半部分的湖水盐度要高于南部。盐湖城位于大盐湖南岸。四周群山环绕。这张图像由美国宇航局“大地”卫星搭载“多角度成像分光辐射谱仪”拍摄。

(吴锤结 供稿)

[2010年12月精彩地球卫星照 太空拍美国无人火山岛](#)

北京时间1月11日消息，美国宇航局和欧洲航天局的卫星上个月拍摄的令人难以置信的图片，显示了地球的奇异自然特征和人类发展对自然产生的影响，它们包括全球人口最密集的一些地区和一些完全没人居住的地方。

一张中国航拍图，显示了该国两大最大城市北京和天津的惊人规模，夜间它们灯火通明。另一张图片显示的是20世纪60年代在西伯利亚修建的4.5公里长的壁虎形状的人造水库。在国际空间站上拍摄的另一张图显示，卡塔尔首都多哈的新、旧区在太空清晰可见。卡塔尔是世界第三大天然气资源国，国内生产总值是全球最高的一个国家。

1. 美国无人居住火山岛



美国无人居住火山岛

这座火山岛无人居住，甚至没有陆生动物。七山岛(Island of the Seven Mountains)是鸟儿的天堂，它们在这里筑巢搭窝，繁衍后代。这座偏远的小岛位于美国阿拉斯加州安克雷奇西南部近 1300 英里 (2092.15 公里)处。

2. 西伯利亚布拉茨克水库



西伯利亚布拉茨克水库

这是位于西伯利亚东南地区的世界第一大人工水库——布拉茨克水库。它位于安加拉河上，是20世纪60年代修建的，主要用于水力发电。它的最宽处是4417米。水库左上角是相对较小的城市布拉茨克。

3. 北京天津夜景图

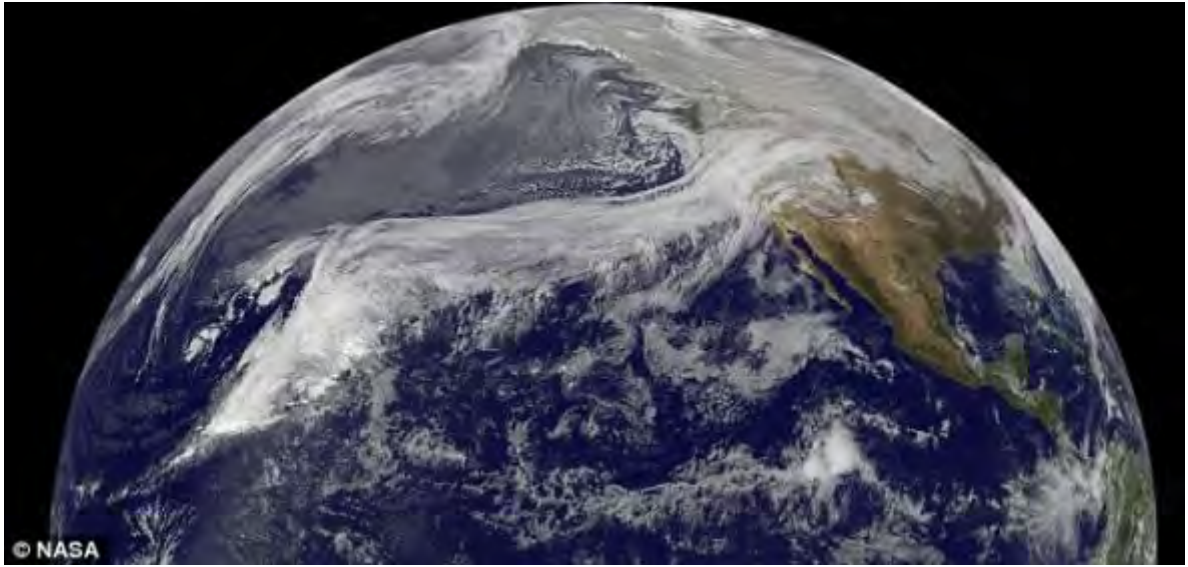


北京天津夜景图

这是中国两大城市北京和天津的夜景图。两座城市的总人口接近 1900 万。图中没有灯光的区域主要是农田。北京位于右下方，比它小一些的天津位于左上方，天津是一个重要的贸易中心，据估计人口大约 700 万。

相关链接: [科学网相关报道](#)

4. 美国加利福尼亚州热带喷射气流



美国加利福尼亚州热带喷射气流

这是从夏威夷吹向美国加利福尼亚州的热带喷射气流，它携带着大量水汽。这种气流又被称为“菠萝快车”。

5. 意大利东北部雨水汇聚成河



意大利东北部雨水汇聚成河

每年意大利东北部的雨水都会汇聚成河，蜿蜒穿行 3000 多公里。这是从太空看到的瑟莉娜、梅迪纳和塔利亚门托河。被冲入河里的泥浆经常会形成较陡的斜坡。

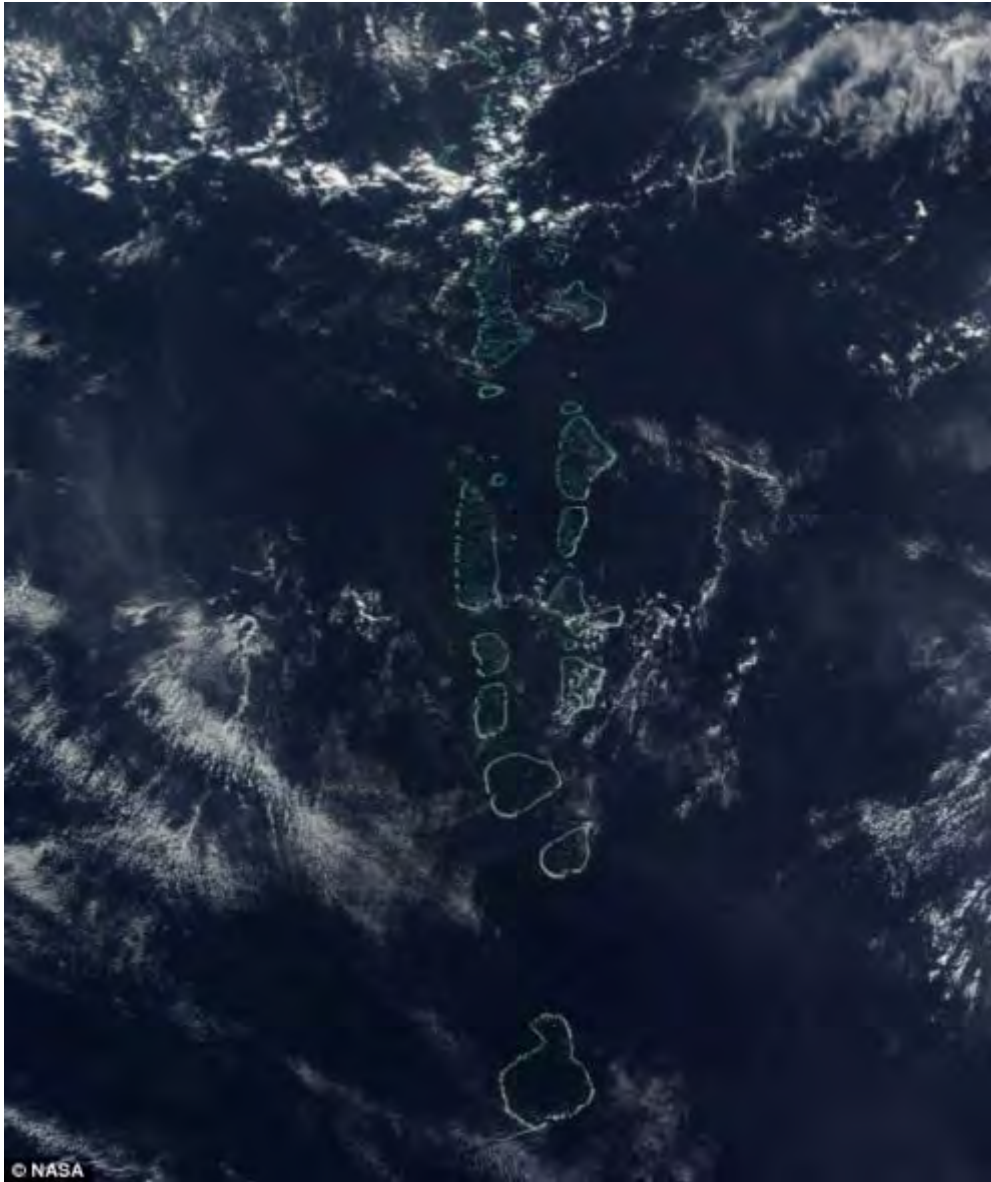
6. 卡塔尔首都多哈的新、旧区



卡塔尔首都多哈的新、旧区

卡塔尔首都多哈的新、旧区在太空清晰可见。卡塔尔的总人口只有 170 万，虽然与中国相比小很多，但它拥有巨大的天然气储备，人均 GDP 位居世界前列。老城区的海港附近是一个古老的市场，图片左侧区域已经建成一座新港口。

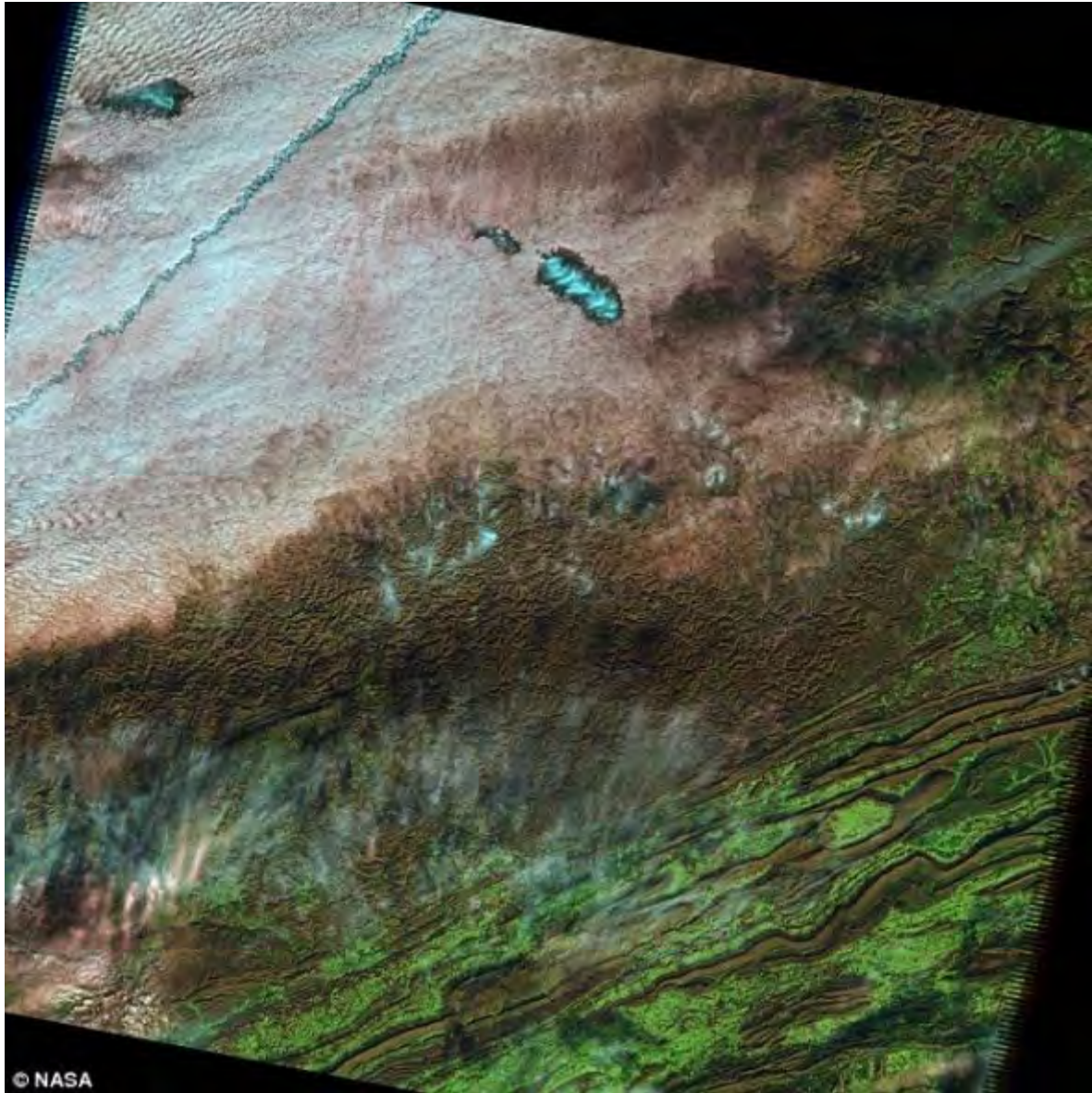
7. 马尔代夫群岛



马尔代夫群岛

马尔代夫群岛的平均高度仅比海平面高1米，它由1192座珊瑚岛组成。岛上人口仅有33万，从太空看，这些小岛看起来就像是用有斑点的翡翠珠子穿成的项链。

8. 维吉尼亚上空云洞



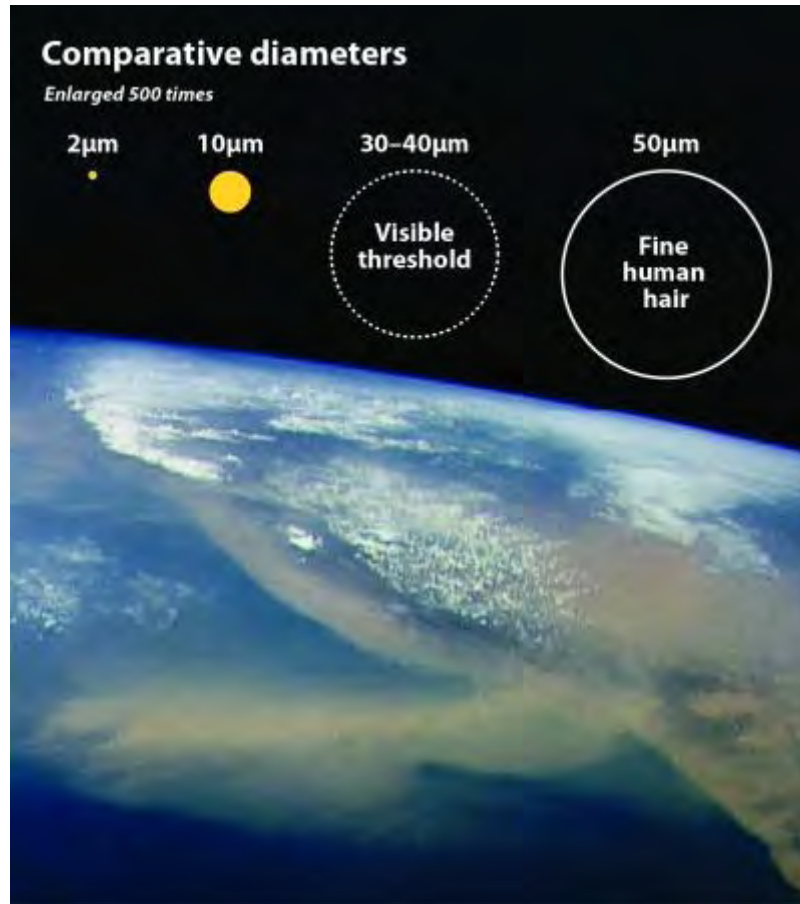
维吉尼亚上空云洞

这张照片显示的是维吉尼亚西部乡村上空的云洞。当飞机从云层里穿过时，会导致空气膨胀。发生膨胀的空气冷却后，就会凝结形成水珠，结成冰晶。最终会形成像这张照片里看到的冰晶云。

(吴锤结 供稿)

PNAS: 尘埃拼起气候变化图

根据大小等特性，一些粉尘颗粒能反射太阳能量，保持地球凉爽



一个普通玻璃饮水杯的碎裂，或能作为预测未来气候变化的线索。据美国物理学家组织网报道，泥土破碎时，微小的尘埃颗粒能射入大气层，其碎裂的方式跟玻璃和其他易碎物体非常相似。由于碎裂泥土产生了大量的尘埃碎片，研究人员杰斯普·科克认为，大气中的尘埃颗粒比我们以前认为的要多好多倍。该研究由美国国家大气研究中心（NCAR）进行，研究结果发表在12月27日的美国《国家科学院院刊》（PNAS）上。

对于理解未来气候变化来说，尘埃在控制大气中太阳能方面发挥着重要作用。根据它们的大小及其他特性，一些粉尘颗粒能反射太阳能量，使地球保持凉爽，另一些能吸收能量，使地球保持温暖。

尘土颗粒可预报天气状况

“尽管它们很小，土壤中尘土颗粒的聚集方式，在表现效果上就和一只玻璃杯掉落在厨房的

地板上相似。”科克说，“研究这种方式，有助于我们为未来气候变化拼起一幅更清晰的图景。”该研究还能提高天气预报的准确性，尤其是在那些沙尘地区，尘埃颗粒会影响云层、降水和气温。

科克的研究集中于飘在空中的矿尘颗粒，当沙砾被吹进土壤，尘土被击碎，碎片就被发射出去，送进空气中。碎片直径大约 50 微米，或大约一根人类头发的宽度。

最小的颗粒是粘土级，直径仅 2 微米，在大气中停留约 1 周，几乎能周游全球，它将太阳热量反射太空，使地球保持凉爽。较大些的颗粒，属于泥土级，能漂浮几天。颗粒越大，在大气中越倾向于产生热的效果。除了影响大气中的热量，灰尘微粒还会沉积在高山积雪场，吸收热量促进冰雪融化。

科克的研究显示，泥土颗粒对粘土颗粒的比例是目前气候模型中的 2—8 倍。他们仔细地校准了模型，模拟出大气中粘土颗粒的实际数字。

他们在论文中还提到，在涉及到泥土微粒时，模型最可能出错。在沙漠地区，这些较大微粒中大部分在约 1600 公里大气范围内打旋，因此计算机模型要不断调整它们的数量，才能更好地反映未来沙漠地区的气候，比如美国西南部和非洲北部。但要根据模型来确定哪些地区未来的气温是否会上升，上升多少，需要做更多研究。

研究结果还显示出，海洋生态系统导致了大气中二氧化碳的下降。海洋生态系统从飘尘中接受的铁比以前估计的要多很多，铁增加了生物的活动性，有益于海洋食物链通过光合作用摄入碳。

碎片大小分布具有不变性

物理学家早就知道，某种易碎物体，比如玻璃、岩石甚至原子核，其碎片的形式是可预测的。它们被击碎后的残片大小在一定范围内，小片、中片和大片的分布都可预测。科学家指出，这种形式是一种比例变换下的不变性。

物理学家设计了数学公式来模拟这一过程，通过公式，可预测易碎物体碎裂后的碎片传播方式。根据科克的理论，用这些公式来估计灰尘微粒的大小范围是可能的。他查阅了 1983 年德国美因茨大学气象学院两位科学家的一项研究，该研究对干旱土地上灰尘的大小分布进行了测量。科克利用他的易碎物体碎片公式，也对这些土壤进行了检测，确定发射出的灰尘颗粒的大小分布。结果令人吃惊，该公式能很好地描述对灰尘颗粒的测量。

“所有这些物体都以同样方式碎裂。”科克说，“这种想法非常美，这是大自然在混乱中创造秩序的方式。”

(吴锤结 供稿)

印度落纳尔陨石坑

资料来源:美国宇航局

编译: 马志飞

自从1823年被一名叫C.J.E. Alexander的英国军官发现后,落纳尔坑的成因判定曾一度混乱。该坑位于印度德干高原上——这是6千5百万年前的火山喷发玄武岩遗留下来的岩石高原。正因为它坐落在玄武岩上,所以很多地质学家认为这是一个火山口。然而,今天对于落纳尔坑的成因有了新的认识:35000至50000年前的陨石撞击而成!

图1是美国宇航局Terra卫星上的高级星载热发射和反射辐射仪(ASTER)在捕获的落纳尔陨石坑的影像。在这张真彩色图像中,粉色表示裸露的地面,蓝色和白色表示人工建筑,深蓝色为水面,绿色为植被,单调的紫色表示休耕地。人类环绕湖泊而居,特别是在湖的东北方向,除此之外,附近还有错落有致的农田。

落纳尔陨石坑大约有深(),平均直径约(),陨石坑的边缘大约高出了它周围地表。科学家之所以能确定它是一个陨石坑,是有一系列的证据的,其中最重要的证据就是熔长石(maskelynite)。熔长石是一种自然生成的玻璃,它是一种击变斜长石玻璃,是斜长石受小天体强烈撞击而形成,一般产于撞击坑的溅射物和陨石体中。1973年的《科学》杂志上发表的一篇文章指出,火山玄武岩上的这种坑的情况与月球表面的陨石坑十分相似。图2——图3是从Google Earth上截取的图片。



图 1



图 2



图 3

(马志飞 供稿)

宇宙探索

《天体物理学杂志》：最早黑洞生长于宇宙 12 亿岁时



据美国物理学家组织网 12 月 27 日报道，以色列特拉维夫大学哈盖·海茨尔教授和他的学生本尼·特拉克顿布罗特最近研究证实，最大质量黑洞的第一次迅速生长发生在宇宙诞生约 12 亿年的时候，而不是以前认为的 20 亿年—40 亿年，且生长速率很快。研究结果将发表在近期出版的《天体物理学杂志》（*Astrophysical Journal*）上。

包括银河系在内的宇宙中大部分星系都有超大质量黑洞存在，其质量范围从 100 万—100 亿个太阳那么大。黑洞处于“活跃”期时，大量气态物质落入其中并发出辐射。为了发现黑洞，天文学家们寻找了大量发自这些气态物质的辐射，并认为使气态物质“落入”大质量黑洞是黑洞的生长方式。

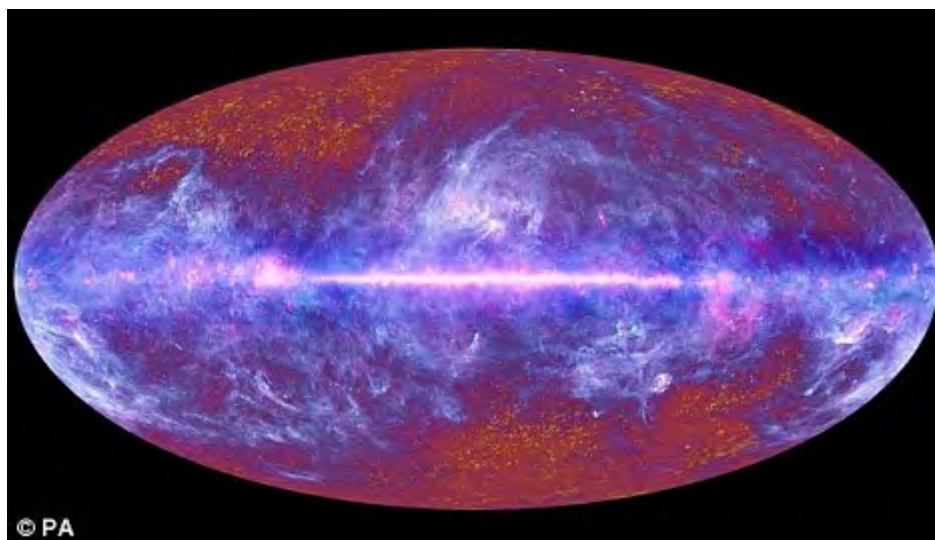
新研究所依据的观察资料来自世界上最大的几个地基望远镜：位于夏威夷毛纳科山顶的“双子北”和智利塞罗帕拉那的甚大望远镜矩阵。根据望远镜上的先进仪器所获得的数据显示，当宇宙达到 12 亿岁时，黑洞处于活跃期，此时只有后期所观察到的最大质量黑洞的约十分之一大小。然而它们的生长速度要比后来几次活跃期快很多，研究人员据此估计，这次生长也比后来几次更早得多。

研究小组还发现了最早产生的第一批黑洞，它们在宇宙只有几亿岁时，就开始了全盛生长过程，它们中很多只有太阳质量的 100 倍—1000 倍。这些黑洞和宇宙中的第一代恒星也有关联。根据观察资料，他们发现在第一个 12 亿年的生长期之后，还有下一个生长期，持续了仅 1 亿年—2 亿年。

7年来，特拉维夫大学一直在追踪最大质量黑洞的进化，并将其与包含黑洞物质的星系的进化进行对比，新发现成为7年来最重大发现。

(吴锤结 供稿)

英美科学家揭开宇宙史黑暗时期的“面纱”



据英国《每日邮报》1月5日报道，英国和美国天文学家当天宣布，他们找到了宇宙进化史上大爆炸后和恒星诞生间“缺失的一环”。

从137亿年前宇宙大爆炸到第一颗恒星出现，中间大约5亿年，这段时间被称为宇宙历史上的“黑暗时期”。现在的望远镜无法探测到这段时期，因为，那时填充整个宇宙的气体云并不是透明的，所以，到目前为止，科学家对这段时期一无所知。科学家认为，宇宙发展到一定时期，宇宙中便充满了均匀的中性原子气体云，大体积气体云由于自身引力而不稳定造成塌缩。这样恒星便进入形成阶段。

英国剑桥大学和美国加州理工学院的科学家使用全球最大的望远镜，成功地找到了一颗恒星发出的气体云，并捕捉到了一个巨型黑洞散发出来的光线。同时，他们也发现了第一批恒星遗留下来的残骸以及一颗正在爆炸的恒星爆炸余波的踪迹。剑桥大学天文学研究所教授马克思·派提尼认为，这些气体云的发现有助于揭示宇宙的起源；有助于科学家揭开覆盖在“黑暗时期”上的“面纱”。

派提尼说，巨型黑洞所发出的这束光线犹如一个背景，任何“经过”这束光线的气体云都可以被科学家测量出来，科学家们能借此了解宇宙的“黑暗时代”。

派提尼表示：“科学家在这团气体云中发现了少量元素，这些元素在该气体云中所占的比例

与其现在在正常恒星中所占的比例迥然不同。最重要的是，这种气体云中，碳和铁的比例是太阳中碳和铁的比例的 35 倍多。这种组成结构使我们能够断定，发出这种气体云的恒星的质量是太阳质量的 25 倍，而且这颗恒星最初仅仅由氢气和氦气组成。”

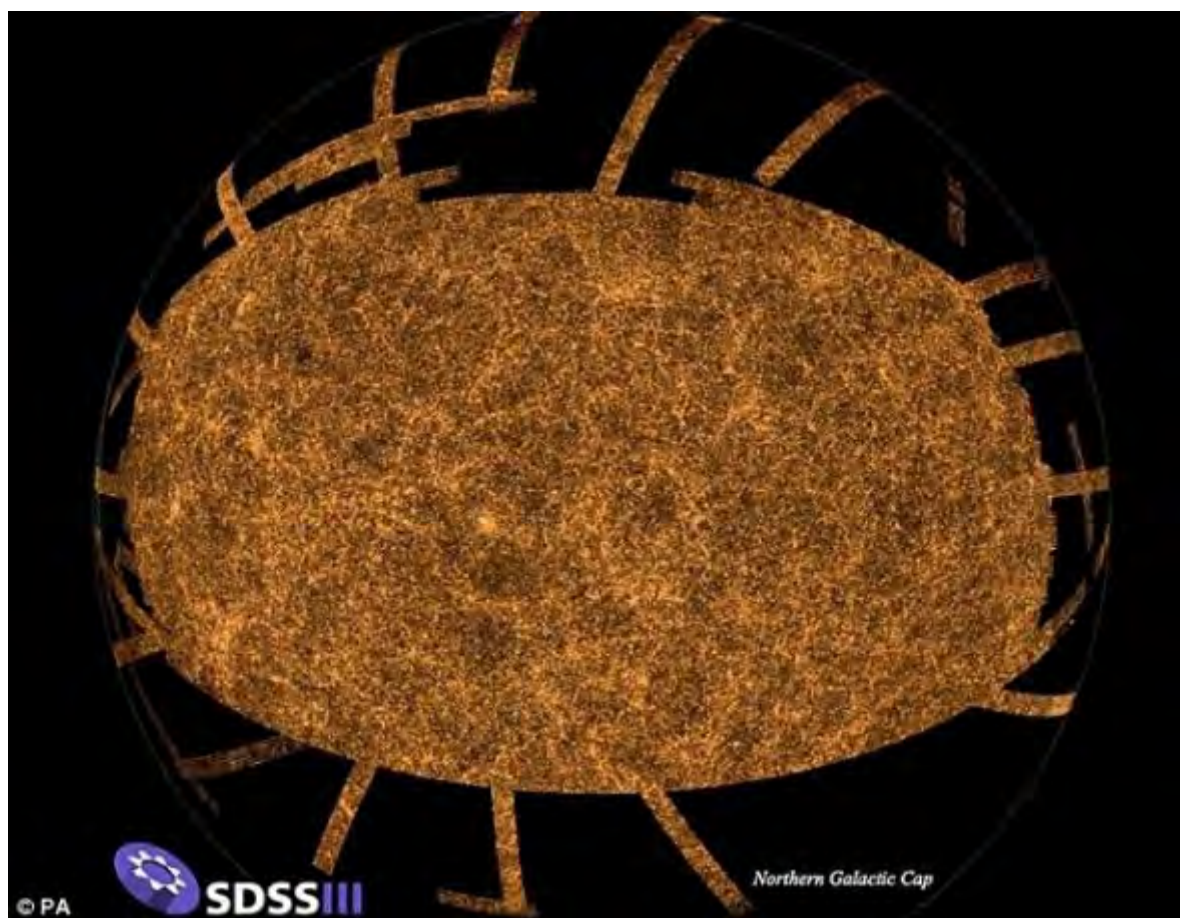
科学家相信，宇宙最初也是由氢气和氦气组成，后来经过不断的发展演变，宇宙中才包含了更重的元素，比如氧、碳和铁等。或许，研究这些早期的恒星可以解决这个问题。

(吴锤结 供稿)

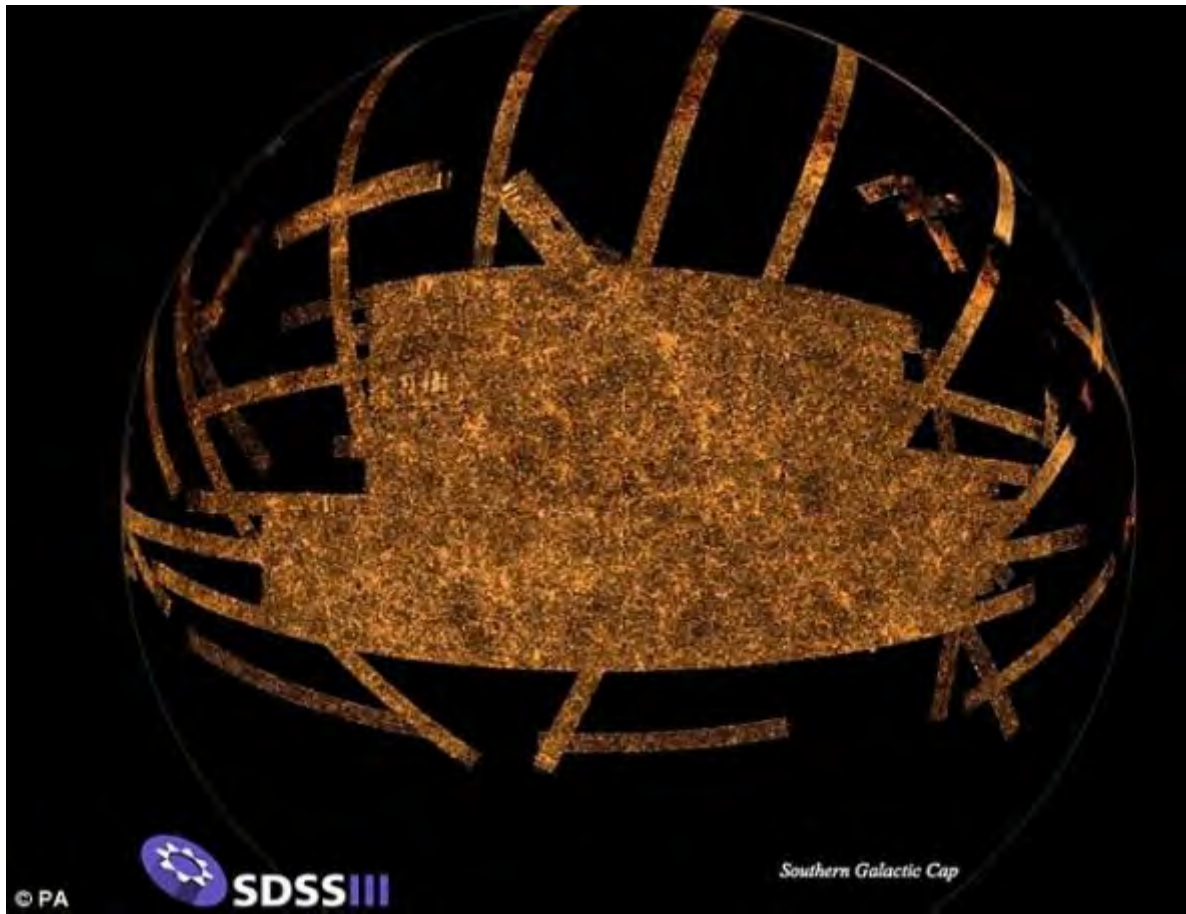
世界最大夜空图公布 总像素超 1 万亿



科学家于 11 日公布了迄今为止最大的夜空图，所呈现的细节超过以往任何图片。



北银冠合成图。



南银冠合成图。



朴次茅斯大学的丹尼尔·托马斯博士。

北京时间1月12日消息，11日，科学家公布了迄今为止的最大夜空图，用前所未有的细节呈现了我们所能看到的宇宙。公众可以免费获取这幅夜空图，它也因此被称之为“科学史上最大的免费品之一”。

这幅图片是国际斯隆数字天空勘测计划-III(以下简称SDSS-III)不懈努力的结晶，所有人都可免费获取。通过这幅图片，无论是职业天文学家还是平民天文学家都可上演新发现。科学家将过去10年获取的700多万幅280万像素的图像拼接在一起，最终打造了迄今为止的最大夜空图，像素超过1万亿。

这幅兆兆像素级图片非常巨大并且细节惊人，需要50万台高清晰电视才能完整呈现。朴次茅斯大学——参加这项计划的唯一一所英国大学——的鲍勃·尼科勒教授表示：“这幅图片是10多年工作的结晶，能够为多年内上演各种科学发现提供机会。SDSS-III是一项令人吃惊的计划，建立在最初的SDSS和SDSS-II勘测计划的遗产基础之上。这幅图片是数十年不懈努力取得的成果，数百人参与其中，得出了很多令人难以置信的发现。在提供公众可免费获取的数据方面，天文学界拥有丰富的传统。我们希望每一个人都能像我们一样喜欢这幅照片。”

这幅图片是SDSS-III合作项目公布的新数据的核心，是在西雅图举行的第217届美国天文学会会议的组成部分。朴次茅斯大学发言人表示，这幅图片使用此前公布的数据拼接而成，是迄今为止合成的细节最为丰富的夜空图。借助于SDSS数据，人们发现了近5亿个天体，其中包括小行星、恒星、星系和遥远的类星体。

除了公布最大夜空图外，科学家还公布了所有这些天体的最新最精确的位置、颜色和形状的数据。朴次茅斯大学宇宙学与引力研究所的丹尼尔·托马斯博士也参与了SDSS-III。他形象地指出：“这是科学史上最大的免费品之一。此前雄心勃勃的天空勘测计划——例如上世纪50年代的帕洛玛巡天计划——仍被作为一个参考，科学家希望最新的SDSS数据能够拥有类似的使用期。类似这样的图片成为Galaxy Zoo等平民科学项目的基础。共有25万来自普通公众的志愿者参与Galaxy Zoo，帮助分类了数百万个星系。利用SDSS图像，‘谷歌天空’等在线工具能够让任何人畅游宇宙。”

最大夜空图使用的照片从1998年开始拍摄，使用的是当时世界上最大的数码照相机，具体地说，就是一个126兆像素的成像探测器，安装在美国新墨西哥州阿帕奇山顶天文台一架2.5米口径望远镜上。过去10年时间里，SDSS对整个天空的三分之一区域进行了扫描。借助于这幅新图片，科学家能够测量地球与100多万星系之间的距离，为一项绘制3D宇宙地图的新项目——SDSS-III重子振动分光镜勘测项目提供数据。

科学家希望这项计划能够帮助揭开暗能量的谜团，了解暗能量在宇宙中所占的比重。加利福尼亚州劳伦斯·伯克利国家实验室的大卫·斯库勒格尔教授表示：“暗能量是科学界面临的最大谜团，在试图揭开这个谜团的道路上，SDSS将继续扮演领路人的角色。”

(吴锤结 供稿)

一周精彩太空照 南极炮铜色冰川每天移动 2 米

北京时间 1 月 4 日消息，据国家地理杂志网站报道，这是过去一周媒体上出现的太空图片，包括土卫五“利亚”、大气引力波现象、等待发射的“发现”号航天飞机等。

1. 星星轨迹



星星轨迹(图片来源: Kwon O Chul, TWAN)

在坦桑尼亚乞力马扎罗山拍摄的长曝光照片，星星的移动轨迹形成一个个圆弧，高悬于地平线之上。照片于 7 月拍摄，本周公布，呈现了北极星周围的星星移动。北极星是天空北部的一颗亮星，离北天极很近，差不多正对着地轴，从地球上看来，它的位置几乎不变，可以靠它来辨别方向。在小熊星座，北极星的亮度最高。乞力马扎罗山所在的赤道地区是地球上唯一一个南北天极就处在地平线上的区域。

2. 炮铜色冰川



炮铜色冰川 (图片来源: DLR)

南极洲宁录冰川的雷达图像，好似一条由溶化的金属汇成的快速流动的河。这条冰川长 84 英里 (约合 135 公里)，每天移动 6.5 英尺 (约合 2 米)，穿过南极横贯山脉，将冰从南极洲东部带到罗斯冰架。这幅图像由德国航空航天中心的 TerraSAR-X 卫星获取，可帮助研究人员测量冰川的流速并对其结构进行研究。

3. 月球光照图



月球光照图 (图片来源: NASA/ASU)

这幅图片于2010年12月15日公布,所呈现的并不是放在显微镜下的霉菌,而是阳光照射月球南极的景象。在6个多月时间内,美国宇航局的月球勘测轨道器拍摄了1700多幅月球极地地区照片。每幅照片随后被转换成二值图像,将这些图像拼接在一起,便得到了这幅光照图。了解哪些月球区域一直处于黑暗状态可能是策划未来探月任务的关键。处于永久阴暗区的陨坑含有大量水冰。

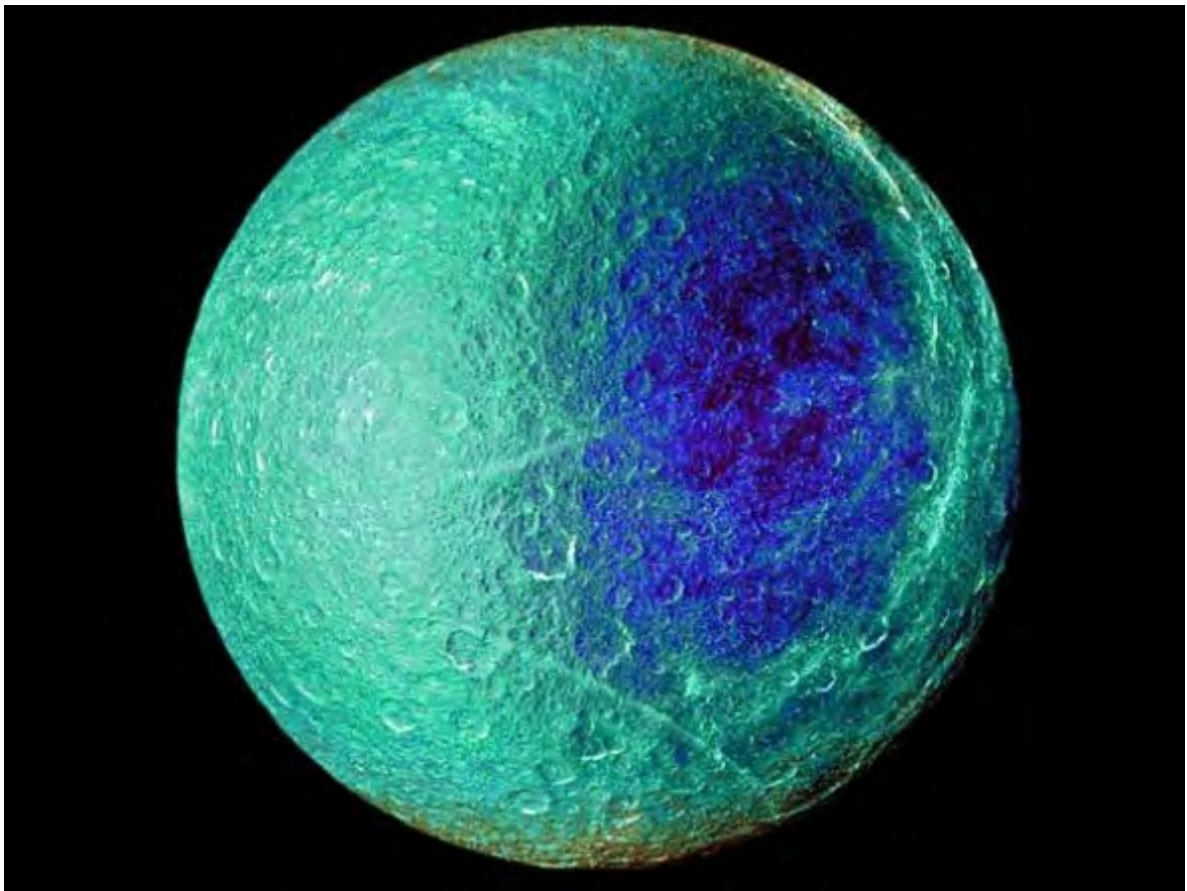
4. 巴拿马的阿拉胡埃拉湖



巴拿马的阿拉胡埃拉湖(图片来源: NASA Earth Observatory)

照片由美国宇航局的地球观测 1 号卫星于 2010 年 12 月 17 日拍摄, 棕褐色的阿拉胡埃拉湖水与周围暗绿色的雨林形成鲜明颜色对比。阿拉胡埃拉湖是与巴拿马运河相邻的两个人工湖之一。在拍摄这幅照片前几天, 当地遭遇大雨袭击, 政府被迫关闭巴拿马运河。这是巴拿马运河开通 96 年中第三次关闭。宇航局表示, 倾盆大雨提高了湖水水位并导致湖水充斥大量沉积物, 数千居民因大雨被迫撤离, 很多公路被冲毁, 同时出现可怕的山体滑坡。

5. 土卫五“利亚”

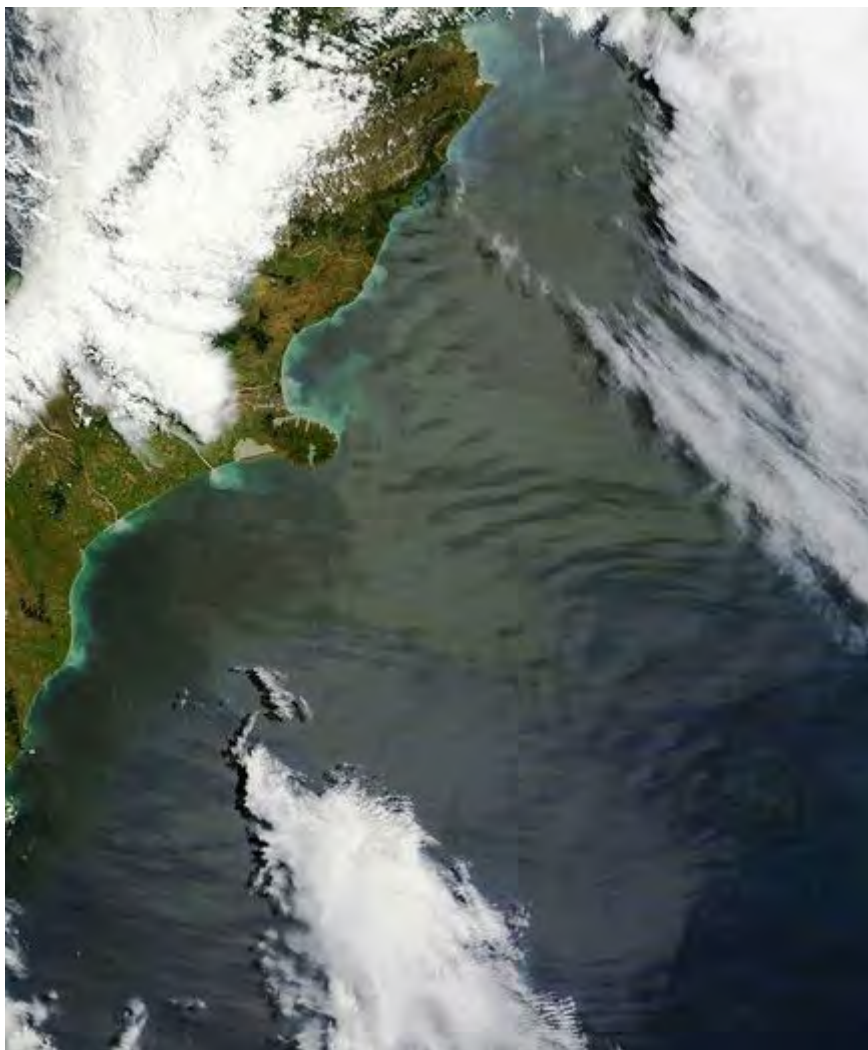


土卫五“利亚”（图片来源：NASA/SSI）

在人类的眼睛里，土卫五“利亚”的多冰表面呈单色，但在红外线、紫外线和绿色波长下，土卫五也会呈现出多彩的颜色，就如同我们在这幅图片中所看到的那样。这幅合成图片来自于美国宇航局的“卡西尼”号飞船，于2010年12月20日公布。图片呈现的土卫五半球总是朝向土星，在绕土星轨道运行过程中，土卫五可见盘左侧朝着同样的方向。

图片中出现的颜色差异最有可能由地表构成的区域性变化或者土卫五多冰土壤颗粒的大小和结构不同所致。这种变化可以由撞击土卫五确定区域的碎片驱使。此外，颜色也可由一种被称之为“磁扫除”的效应引起，土星磁场中的带电粒子轰击土卫五并钻入土壤。

6. 引力波

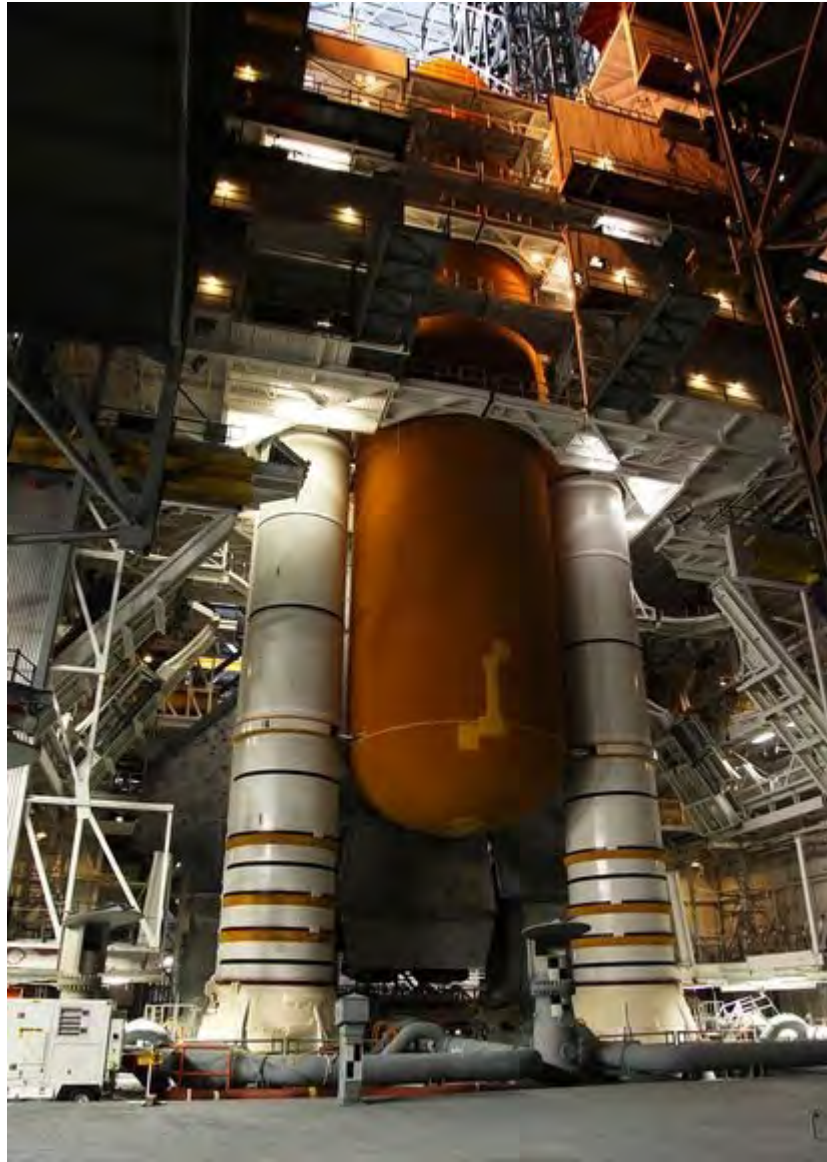


引力波(图片来源: MODIS/NASA)

如果认为照片呈现的是新西兰南岛沿岸海域，那就大错特错了，照片中看似冲向陆地的“波浪”并非出现在海洋，而是太空，也就是所谓的大气引力波现象。照片由美国宇航局的地球观测卫星于12月21日拍摄。

这种引力波在浮力推动空气上升，引力拖拽空气下沉时产生，在空气中形成振动。在引力波的低点，更多空气接触到海洋表面，让平滑的水面泛起波澜。当阳光以与卫星同样的角度照射水面，平滑的区域会像镜面一样反射阳光，粗糙的区域则对光线进行散射，看上去较为暗淡。这也就意味着当大气引力波出现时，水面上可以看到引力波的波型。

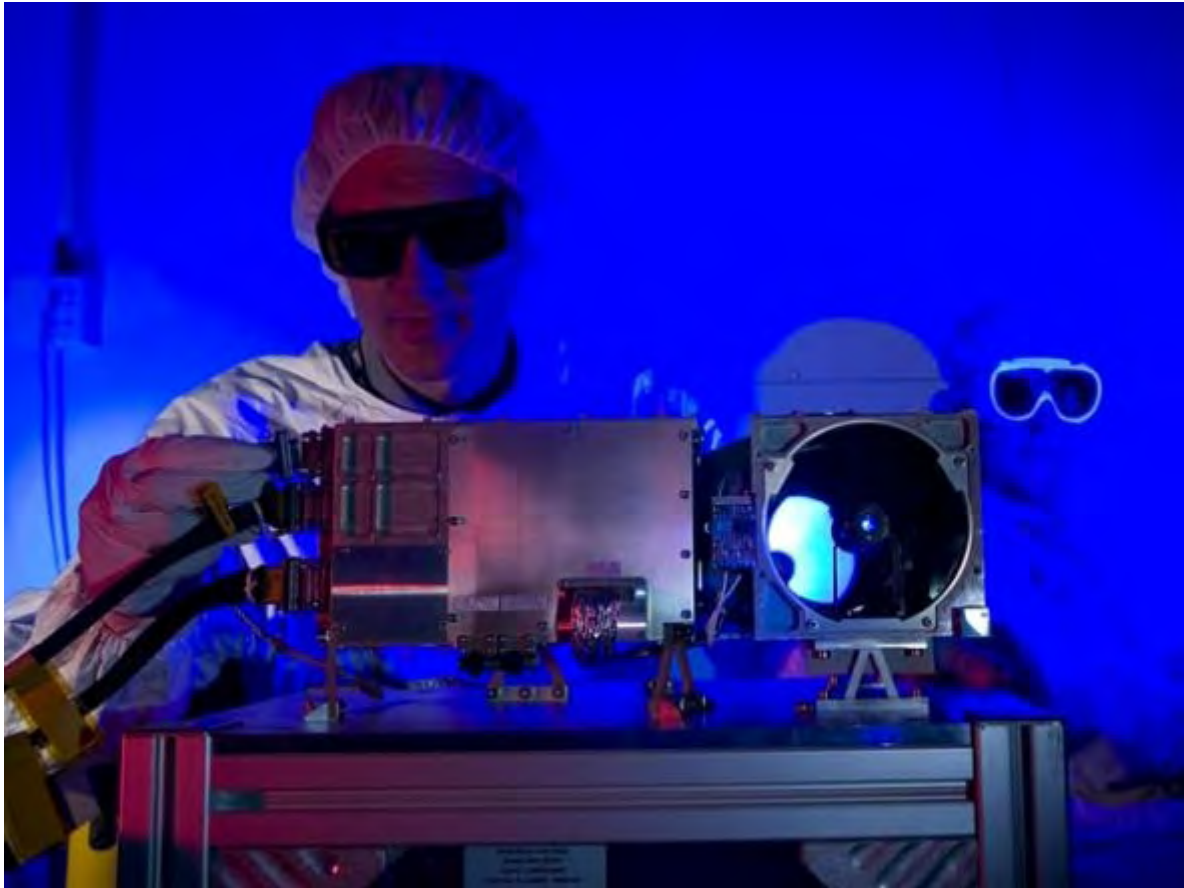
7. 等待发射的航天飞机



等待发射的航天飞机(图片来源: Frank Michaux, NASA)

2010年12月23日,美国宇航局位于佛罗里达州肯尼迪航天中心的飞行器装配大楼,“发现”号航天飞机的外部油箱接受检查。油箱问题导致“发现”号2010年初的两次发射尝试最终流产。宇航局官员表示,“发现”号下一次国际空间站之旅的发射时间将不早于2011年1月3日。

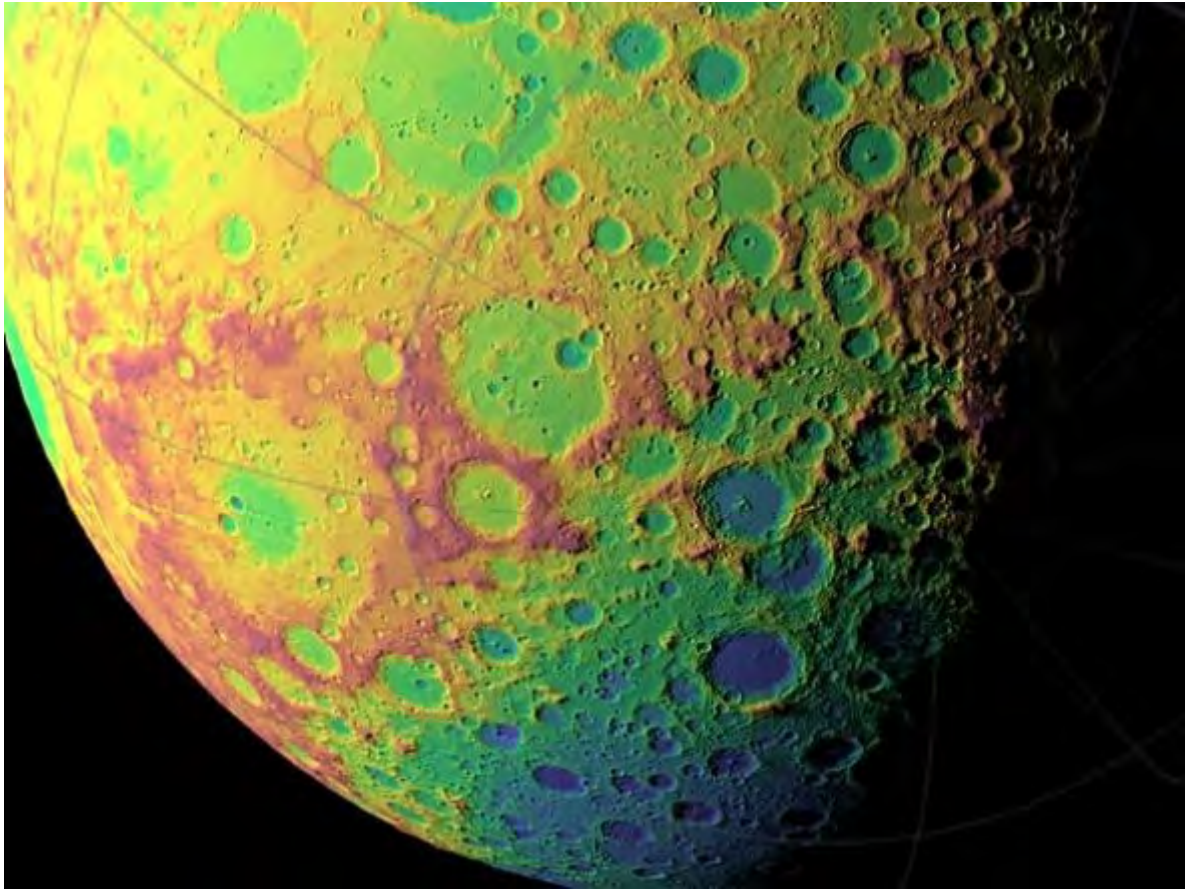
8. 火星车的激光器



火星车的激光器(图片来源: LANL/NASA)

美国宇航局的“火星科学实验室”火星车将带着一个激光器——安装在头部——奔赴红色星球，听到这个消息，邪恶博士一定会很高兴。照片于最近在新墨西哥州的洛斯·阿拉莫斯国家实验室拍摄，“ChemCam”仪器携带的激光器在这里进行试射。测试中，激光器会发射一道脉冲激光束，让一个针头大小的材料蒸发掉。所产生的闪光可用于分析确定材料的化学元素。“火星科学实验室”火星车将于2011年发射，新型激光技术将允许火星车直接对较轻的元素进行鉴定，例如碳、氧和氢，这是早期的火星车任务无法做到的。

9. 彩虹色月球



彩虹色月球(图片来源: NASA/MIT/SVS)

美国宇航局月球勘测轨道器绘制的新月球地形图, 2010年12月17日对外公布, 不同颜色代表不同的海拔高度。通过将1道激光脉冲分割成5道激光束, 月球勘测轨道器得以绘制出迄今最精确的月球地形图。图片呈现的是月球南半球, 红色区域海拔更高, 蓝色区域海拔更低。

10. 小鸡快跑星云



小鸡快跑星云(图片来源: WISE/NASA)

美国宇航局的“广域红外探测器”太空望远镜拍摄的半人马座 λ 星云，温和的尘云发出红光和绿光，与背景的蓝星相互映衬。红色区域为温度较低的尘埃颗粒，绿色区域由温度较高的雾状物质构成。半人马座 λ 星云距地球大约 5800 光年，星云内坐落着很多较为年轻的恒星，诞生于大约 800 万年前。恒星的强辐射对周围的尘埃产生影响，形成图片中部类似环的结构。在可见光波长下，大部分尘埃并不可见。半人马座 λ 星云内的氢气因恒星的辐射带电并发光，整个星云的外形类似一个快跑的小鸡，也被形象地称之为“小鸡快跑星云”。

(吴锤结 供稿)

《科学》：月球拥有类似于地球的液体内核



据英国每日邮报报道，近日，美国宇航局科学家最新研究显示，1971年“阿波罗号”月球表面月震探测器信号数据在当今最先进技术分析下揭示了月球内核的神秘特征——它拥有类似于地球的液体内核。

这项最新研究表明月球拥有固体、富含铁元素的内核，直径大约(240公里)150英里；在外层还包裹着一个液态铁的外核层，直径大约(330公里)205英里。虽然这一特征与地球较为相似，但存在区别的是月球拥有一个部分熔化的边界层环绕在内核周围，其直径大约为(480公里)300英里。该观测数据揭示了月球动力源的进化——月球产生和运行其强磁场的过程。

揭示月球内核的详细情况对于形成月球结构精确模型至关重要，月球内核中包含有少量轻元素，比如：硫磺，受该研究的一项最新地球地震学研究表明地球内核也存在着轻元素，比如：富含硫磺和氧的一个层状结构包裹着地球内核。目前，这项最新研究发表在近期出版的《科学》杂志上。

在1969年-1972年间，阿波罗非主动月震实验部署了4个月震检波器，持续记录月球月震实验数据，直至1977年底。美国马歇尔太空飞行中心雷内-韦伯(Renee Weber)博士说：“我们应用了当今成熟先进的勘测技术，结合40年前月震数据从而首次直接探测到月球内核的真实结构。”同时，该研究小组还使用数组处理方法和技术分析了阿波罗号月震图，从而确定并辨别月震的信号源和其它月震活动性。

研究人员分析识别出月球震波如何穿过月球内核，以及在月球内核的哪个区域被反射，意味着月球内核成分和层界面状态具有不同深度。

此前虽然现代最新技术的人造卫星在勘测过程中拍摄到具有一定研究价值的月球图像，对其历史和地质学研究具有重要意义，但自阿波罗时代以来，科学家一直未掌握月球内核的神秘结构，只处于猜测和臆测状态。

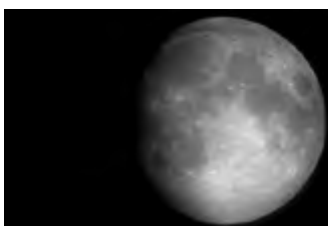
科学家曾基于月球内部结构特性进行了间接评估，推测出月球内核的存在，但他们通过该方法仍无法探知月球半径、状态和组成元素。此前月震研究主要聚焦于月球分级地壳结构信号重叠反弹所形成的“噪音”。为实现突破性研究，韦伯博士和她的研究同事采用了多层迭加震动图分析技术，该方法显著提高了信号-噪音比率，使研究人员能更精确地跟踪月震信号路径，以及月震穿过内核结构的每次异常信号的变化。

韦伯博士说：“我们希望继续进行阿波罗月震数据分析，进而完善月球内核特征评估，并尽可能清晰地描绘月球信号，协助未来月球勘测任务返回的数据分析。”未来美国宇航局任务将帮助收集更详细的勘测数据，将于今年发射“引力恢复和内部实验室(GRAIL)”，该任务包括发射两个航天器使用几个月时间进入环绕月球的串联式轨道，测量之前未曾观测到的引力数据。

这将揭开长期以来月球的未解之谜，为科学家提供更好理解月球地壳至内核结构的方法，揭晓月球亚表面结构，间接地揭开其受热历史。

(吴锤结 供稿)

《自然—地球科学》：月球水大多来自彗星



美国的一项新研究认为，月球上的大部分水来自彗星。在月球形成初期，彗星曾撞击月球表

面并为其“送水”。

过去，人们一直认为月球是一个干燥无水的星球。直到 2009 年 10 月，美国航天局的“半人马座”火箭、月球坑观测和传感卫星相继撞击月球南极附近的凯布斯坑后，才得出月球表面存在水的结论。

研究人员认为，月球水的来源不外乎 3 种情形：一是来自月球构造中类似地幔的部分，二是“太阳风”的作用，三是曾经撞击月球的彗星。

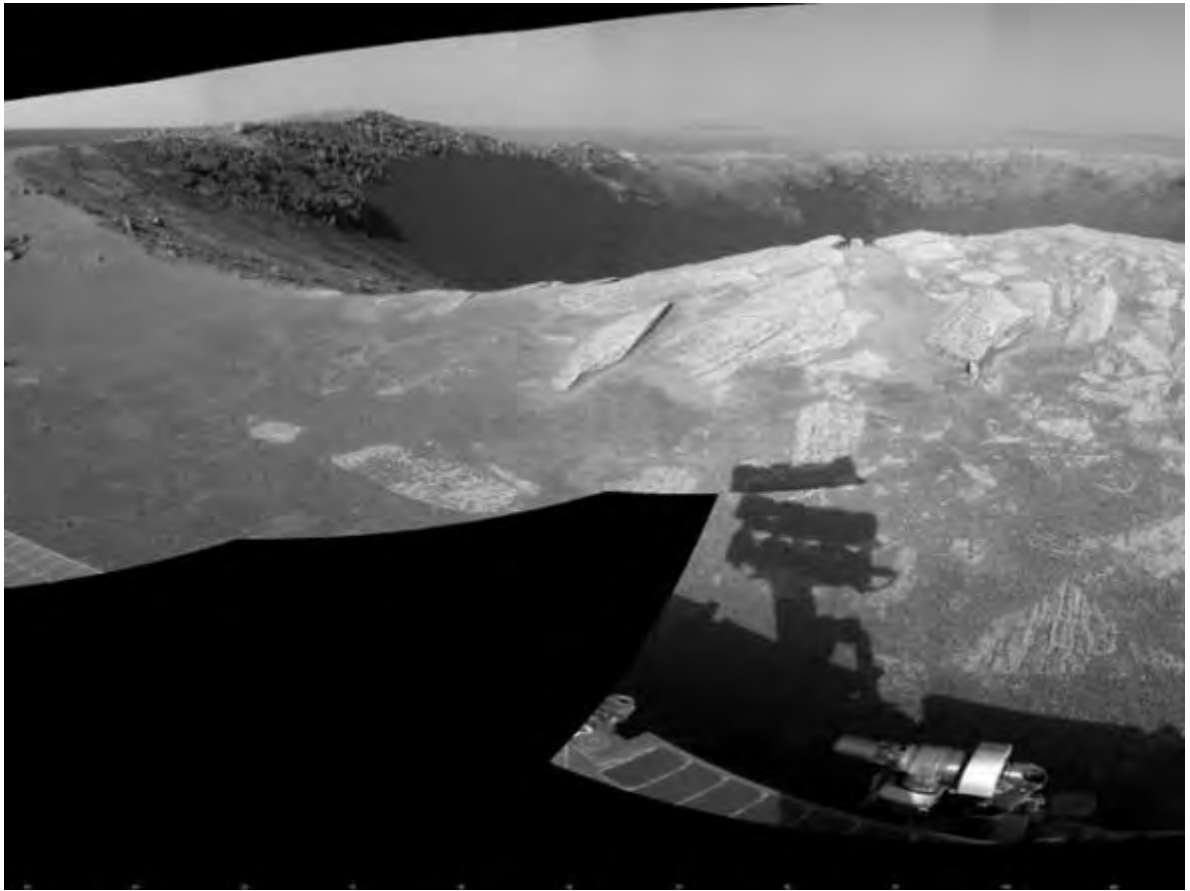
为了确认月球水的来源，美国康涅狄格州卫斯理大学教授詹姆斯·格林伍德领导的研究小组对阿波罗飞船带回的月球表面岩石标本进行了分析。该小组在新一期英国学术刊物《自然—地球科学》（**Nature Geoscience**）上报告说，研究者重点测量了标本中一类名为磷灰石的矿物所含的氢同位素组成比例。结果发现，其组成比例与 3 个已知彗星中的氢同位素组成比例接近，它们分别是海尔—波普彗星、百武彗星和哈雷彗星。研究人员由此认为，彗星是月球上水的主要来源之一。

彗星质量较小，通常沿很扁的椭圆形轨道围绕太阳运行。据推测，它们是由太阳系外围行星形成后的剩余物质组成，包括冰冻的气体、冰块、尘埃等。

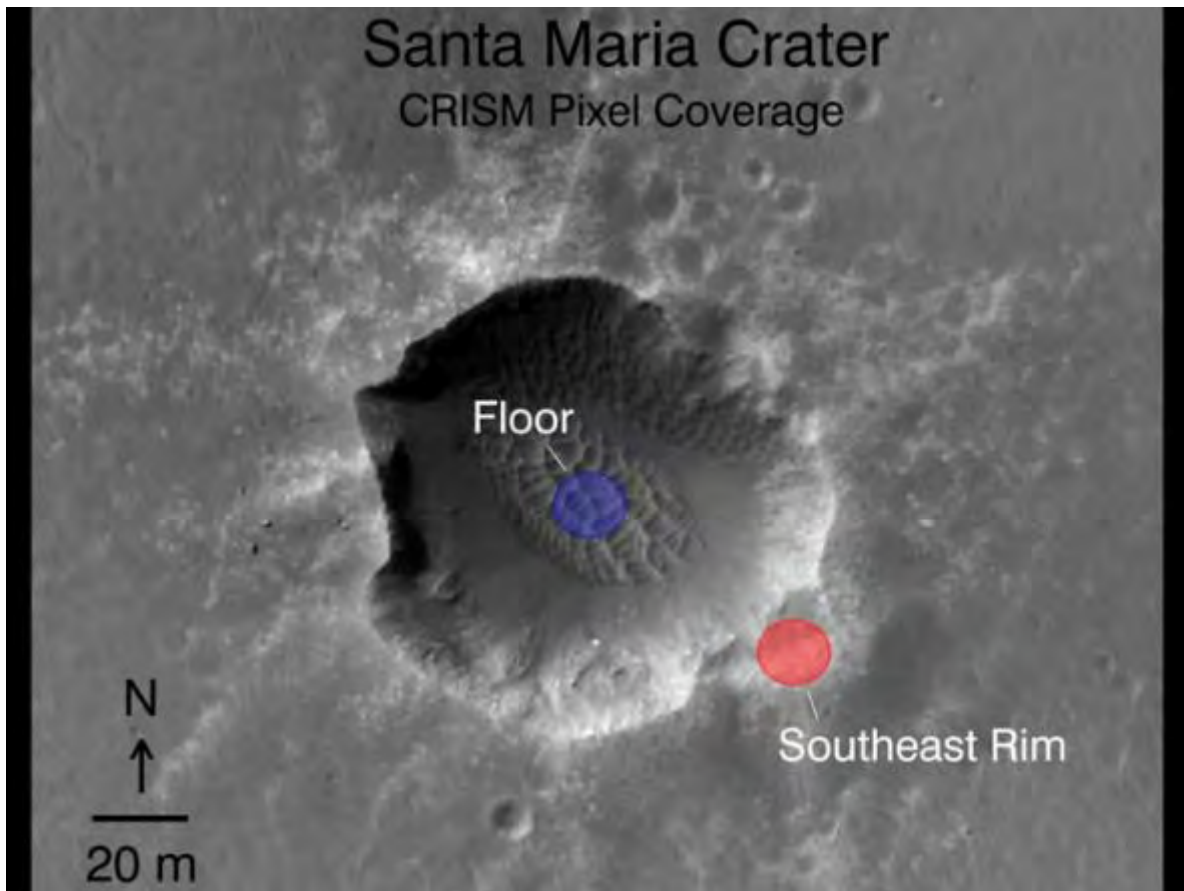
根据大碰撞假说，大约 45 亿年前，地球被一颗像火星大小的天体撞击，撞击抛射出的碎片逐渐聚集形成了现在的月球。格林伍德的研究小组认为，月球形成之后，彗星曾撞击月球并为其“送水”。根据此前的一些假说，彗星在撞击地球时也曾给地球带来水和其他一些重要化合物，为地球生命起源创造了重要条件。

（吴锤结 供稿）

机遇号将在足球场大小火星陨坑过新年



这张拍摄于 2010 年 12 月 16 日的 360 度全景照片所示，就是直径 90 米的圣玛利亚陨坑。机遇号火星车用它的导航相机拍摄了一系列的图片，之后合成了这张照片。



这是一张从火星轨道上拍摄的圣玛利亚陨石坑的照片，由美国宇航局火星勘测轨道器（MRO）获取。蓝色的区域是陨石坑的底部，红色则是陨石坑的东南缘，这一位置就是机遇号目前正进行水成矿物调查的区域。



机遇号火星行进路线图

新浪科技讯 北京时间 12 月 31 日消息，据美国太空网报道，美国宇航局所属“机遇”号火星车已经制定了它的“元旦工作计划”，它准备在“圣玛利亚”（Santa Maria）陨石坑附近到处走走。

圣玛利亚陨石坑大约和一个足球场那么大，宽 295 英尺（约合 90 米），机遇号于 12 月 16 日抵达这里。它将在随后的数周内考察陨石坑内出露的岩层，寻找可能存在的水成矿物，即必须有水参与的情况下才能形成的矿物。科学家们怀疑，数十亿年前这颗红色星球上曾经存在过水。这些矿物将是证明这一猜测的关键证据。

机遇号目前正按计划驶向一个大型陨石坑——“奋进”（Endeavour）。造访圣玛利亚陨石坑则是机遇号远征途中的“小插曲”。

美国宇航局于 2008 年夏季决定让机遇号火星车驶往“奋进”陨石坑。这是一个直径达 14 英里（约合 22 公里）的巨大凹陷。到目前为止，机遇号已经行进了 9 英里（14.5 公里），距离“奋进”陨石坑仍然还有 3.7 英里（6 公里）的里程。

自从 2004 年 1 月登陆火星表面以来，机遇号火星车一直在地面控制人员的指挥下逐个考察沿途经过的陨石坑。它肩负的一项使命便是寻找过去火星表面曾经存在水的证据。

研究人员解释道：由于火星表面的水活动迹象一般认为存在于大约 40 亿年前，而陨石坑可以暴露出地下的古老岩层，因此对陨石坑的研究非常关键。如果没有这些陨石坑，这辆高尔夫球车大小的火星车将无法考察古老岩层。

而圣玛利亚陨石坑还有另外一个与众不同的地方，那就是它似乎显得特别“年轻”，其形成年代距今可能仅有数百万年。在地质学意义上看，这是一个非常近的时间。因此其暴露出的岩石表面应当尚未受到太严重的风化剥蚀。

来自华盛顿大学圣路易斯分校的火星车项目科学家瑞·艾维德森(Ray Arvidson)说：“我们从未遇见过这么年轻，这么大的陨石坑。”

机遇号和它的孪生姐妹勇气号，均于 2004 年 1 月份登陆火星表面。它们的最初设计指标寿命仅为三个月，但是两个火星车的工作时间都远远超出了设计寿命。两个火星车累计已经在火星表面行驶了 21.3 英里 (34.3 公里)，拍摄了 25 万张照片。

去年，勇气号的轮子陷入松软沙地无法移动，并且最终在 2010 年春季与地球失去联系。但美国宇航局的工程师们仍未放弃唤醒它的希望。但这种希望也是有限制的，现在勇气号所在的火星北半球正处于春季，3 月份时将是勇气号所在地阳光最强烈的时候，它将有最大的机会恢复电能。一旦它的太阳能电池板吸收了电能，火星车有可能会苏醒，并自动向地球发送信号。但如果到 3 月份仍然没有听到勇气号的“呼唤”，那么它苏醒的机会就非常渺茫了。

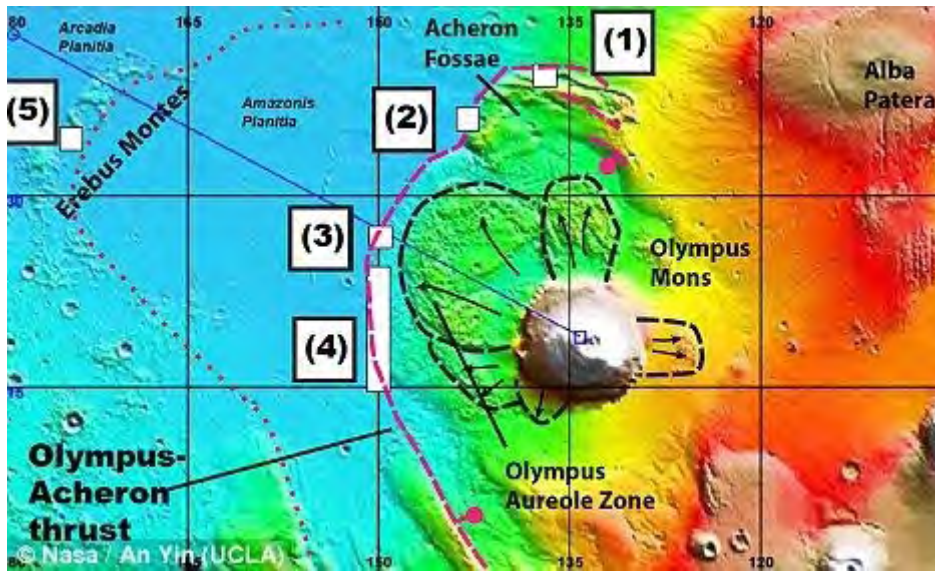
(吴锤结 供稿)

研究称火星在过去 25 万年间可能存在板块运动



红色星球：科研人员认为火星奥林匹斯火山西北侧的一大片区域可能保存着板块活动的证

据。这片区域存在大量的山脊和断崖。



奥林匹斯火山附近的板块运动图示。



证据：奥林匹斯山附近的三座巨型火山，它们一起构成了火星塔尔西斯高原的主体。这也是尹安教授重点关注的区域。

北京时间1月6日消息，英国《每日邮报》报道，根据一项最新研究，板块运动在火星地质

历史中可能占有重要地位，这一观点和传统看法相悖。此前科学界一般认为由于火星太小，其较快的内部冷却速度不允许它存在板块活动。

在这项新的研究中，科研人员认为火星奥林匹斯火山西北侧的一大片区域可能保存着板块活动的证据。这片区域存在大量的山脊和断崖。

华人地质学家，加州大学洛杉矶分校教授尹安是这项研究的负责人，他说：“这是火星在过去 25 万年间存在板块活动的证据”。传统观点认为火星由于体积质量均远小于地球，内部会很快冷却，因此在较近的历史时期不应当存在需要靠岩浆驱动的板块活动。

但是尹安教授认为他已经找到了切实的证据来证明火星表面的很多地貌特征和板块活动有关，甚至今天仍在发生作用。

美国太空网的报道称，如果这一研究结果获得证实，它将大大增加火星上存在生命的可能性。因为板块运动将有助于碳循环的进行，而碳是构成生命必不可少的元素。

尹安教授在上个月召开的美国地球物理学联合会会议上报告了他的发现。他说：“人们认为火星上存在板块运动，但是我认为我有证据来证实它的存在。”

他的研究主要借助于两艘美国火星探测飞船拍摄的图像，即火星奥德赛和火星勘测轨道器。

尹安教授表示，很多的图像之前都没有得到详细的研究。这些图像中显示大量的断崖、褶皱和阶地构造，如果这些构造放到地球上，将是地质学家眼中经典的板块运动特征。

另外一些照片中有弯弯曲曲的沟槽，这同样和构造运动有关系。他说：“这是典型的活跃构造活动的表现。所有这一切，如果放在地球上，你会毫不犹豫地指出，说它是活跃的。”

一般情况下，研究人员倾向于将这些地貌特征归结于诸如滑坡等事件，但尹安教授绝非唯一一位认为火星存在板块运动的科学家。

他们中有一部分专家认为火星表面那一长串笔直的火山锥就是板块活动的表现。其中最明显的一处就是位于奥林匹斯山附近的三座巨型火山，它们一起构成了火星塔尔西斯高原的主体。这也是尹安教授重点关注的区域。

研究中，尹安教授同样注意到了火星表面巨大的水手谷，这是太阳系中最大的峡谷系统，长 2800 英里 (4500 公里)，深达 7 英里 (11000 米)。此项研究同样将其视作一处构造地貌。

(吴锤结 供稿)

欧洲等三地天文望远镜拟协作全面监测星空



地球是个球体，位于不同地方的天文望远镜只能看见不尽相同的一片天空。为了弥补这个缺陷，欧洲、南非和澳大利亚的天文观测人员正在实施一个国际合作项目，目标是将这三地的天文望远镜连成一个观测网络，实现对星空的全面监测。

英国南安普敦大学1月2日发布公报说，该校天文学教授罗布·芬德已获得欧洲研究委员会的300万英镑资助（1英镑约合1.5美元），负责协调这个名为“[4 Pi Sky](#)”的国际合作项目。该项目将连接欧洲的“LOFAR”低频阵列望远镜、南非的“MeeRkAT”厘米波射电望远镜和澳大利亚的“ASKAP”平方公里阵列射电望远镜，对整个天空进行协同观测。

芬德说，过去的天文望远镜往往是单打独斗或仅形成局部网络，受地域限制，它们都只能观测星空的很小一部分，许多重要天文事件可能因此未被发现，而将这三地的天文望远镜连成网络后，可以更加全面地观测整个星空，减少“鱼儿漏网”的几率。此外，在某一重大天文事件发生时，也可通过宽广的观测网络来抵消地球自转的影响，利用各地望远镜持续不断地观测。

据介绍，这个项目中的天文望远镜都是射电望远镜，主要观测天体发出的“射电波段辐射”。为进一步加强观测能力，该项目还将与其他一些地方的光学天文望远镜和国际空间站上的X射线望远镜合作。芬德说，范围如此广阔的观测网将推动天文观测向前迈进一大步，有助于获得新的重要发现。

目前，全世界天文学界正在合作共建“SkA”超大天文望远镜网络，欧洲、南非和澳大利亚

的这个观测网络可为“SkA”的建设提供有益借鉴。

(吴锤结 供稿)

摄影师拍到国际空间站横穿日食现场争抢镜头



格林尼治时间1月4日，部分国家的居民观测到了2011年的首场日食。一位法国天体摄影师在南亚小国阿曼拍下了一张奇异的照片：在日食进行的同时，在宇宙中飞行的国际空间站刚好从太阳面前掠过，抢进了相机的镜头。

据英国《每日邮报》1月5日消息，这张照片的作者是法国天体摄影师蒂埃里·莱加尔特，他

在阿曼度假期间完成了这幅创作。在本张照片的左下角，月球阴影遮住了太阳部分盘面，而国际空间站则位于照片的左上角。由于日食是由地球的卫星月球造成，美国 MSNBC 网站科普栏目编辑艾伦·博伊尔将这幅摄影作品戏称为“地球两个最大卫星的交汇”。

报道称，莱加尔特表示，国际空间站可能在太阳盘面仅停留了不到一秒钟。不过即使是这短短的一秒，也很难逃出他的曝光时间仅为 1/5000 秒的特制相机。

(吴锤结 供稿)

太阳、月亮和国际空间站列队出现

资料来源：美国宇航局

编译：马志飞

，是 2011 年的第一次日食，当月球正忙着穿越太阳和地球之间时，国际空间站也正好沿着自己的轨道穿越它们之间。

国际空间站——能量来源于太阳（上面装载有太阳能电池板）、绕着地球运转，就像月亮一样的人造卫星，将太阳、地球和月亮三者联系了起来。

这张照片由天文学摄影师蒂瑞—勒高尔特（Thierry Legault）在阿曼首都马斯喀特（Muscat）的当地时间 1:09 拍摄（世界标准时间 9:09）。他需要非常迅速地拍摄，因为国际空间站通过这一场景的时间仅仅只有 0.86 秒，而国际空间站的运行速度则是/s。

图片中，太阳的左下角被部分遮挡，这是正处于日食状态。图像的边缘是黑色的，是使用了光线过滤器的结果，就像是焊工使用的面罩一样，防止强烈的阳光损坏照相机。

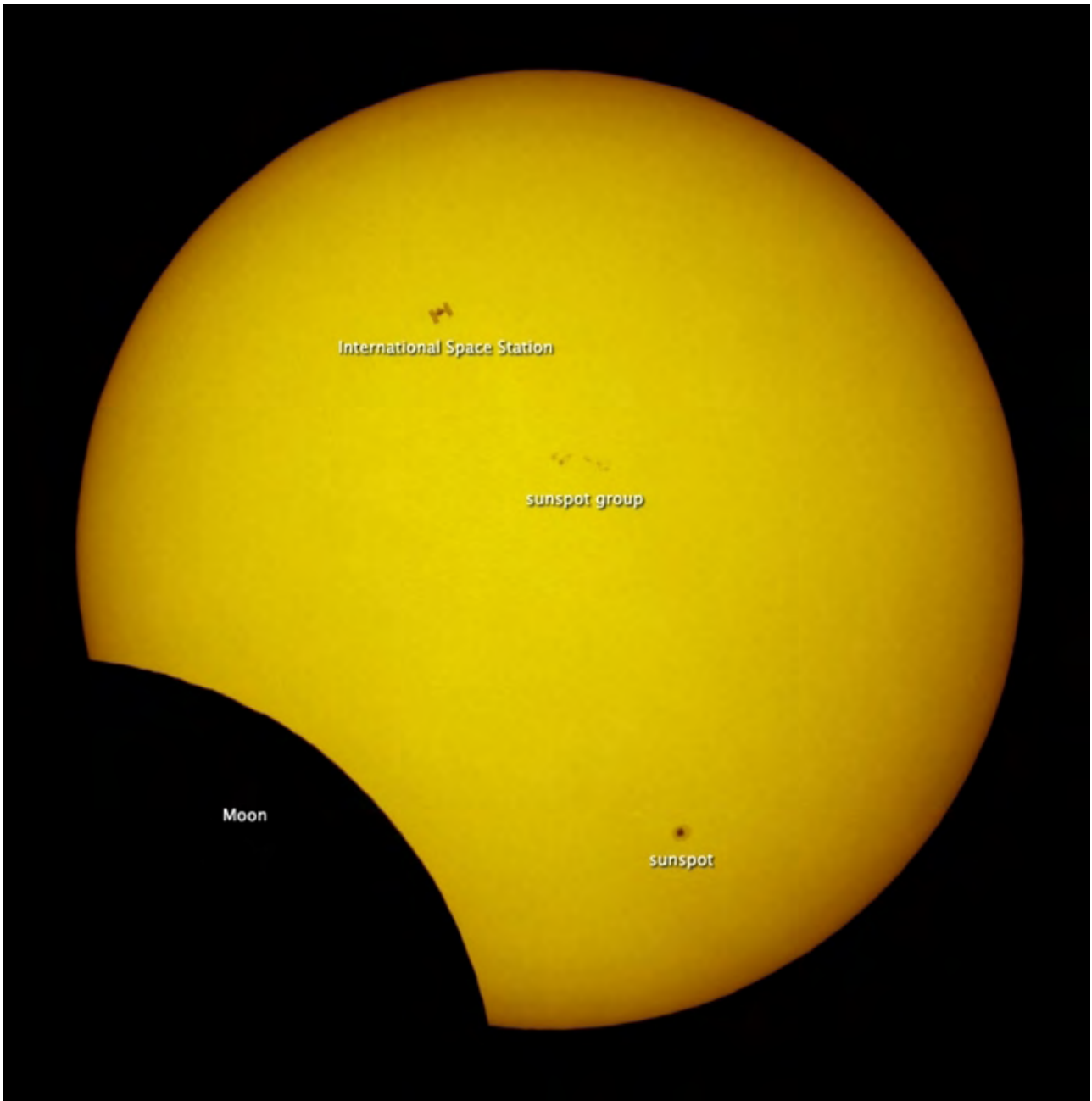
此次日食是 2011 年里四次日食的第一次，其他三次将发生在、和。日食发生时，月球正好穿越太阳和地球之间的直线。由于月球和地球的公转轨道都是椭圆形的，所以每次日食发生时，其大小和形状都会有所变化。

图片中还显示出了太阳活动的第 24 周期的编号为 1140（图片底部）和 1142（图片中心）的太阳黑子。在日食这天，太阳黑子的每个点只能产生相对较弱的 B 级太阳耀斑，随后的几个月里，太阳黑子、耀斑和强烈的日冕物质抛射会变得更加普遍，这将对地球产生一定的干扰，包括无线电噪音、极光和电力中断等。此外，太阳活动周球在地球气候的变化中也起到一定的作用。

对国际空间站而言，它从我们头上不停地飞过，每天要绕地球运行 15 到 16 圈，一天之内就能从你当地的天空上飞过一到三次，这取决于你当地的纬度和国际空间站运行轨道的路

径。你没有太多的时间去观察它，因为只需短短的几分钟它就飞过了你头顶上的那片天空。

“大多数人不知道，事实上，在适当条件下，你可以使用望远镜清楚地看到航天飞机和国际空间站，”天文学家菲尔普莱（Phil Plait）写道，“虽然这并不是一件容易的事。”



高清图像:

[太阳、月亮和国际空间站](#)

(马志飞 供稿)

日本太阳观测卫星拍下日环食景观



日环食照片

据日本共同社1月7日消息，日本国立天文台和宇宙航空研究开发机构6日公开了一组由太阳观测卫星“日出”（Hinode）上搭载的X射线太空望远镜拍摄的日环食照片和录像。

该组图像摄于北极附近距离地面约680公里的上空。4日下午6点8分至23分，月球从右至左通过太阳前方，太空望远镜捕捉到了这短短数10秒钟的日环食景象。

（吴锤结 供稿）

欧航局小型卫星拍到日偏食图像



欧洲航天局1月6日宣布，该机构的“普罗巴2号”小型卫星于4日观测到了日偏食景观，并拍摄到了清晰图像。

欧航局介绍说，日偏食发生时，“普罗巴2号”正在对太阳进行观测。这时，月球出现并挡住了卫星视野，而“普罗巴2号”又正好进入了地球的阴影，于是在很短的一段时间里，它与太阳、地球和月球排成了“四点一线”的队形。

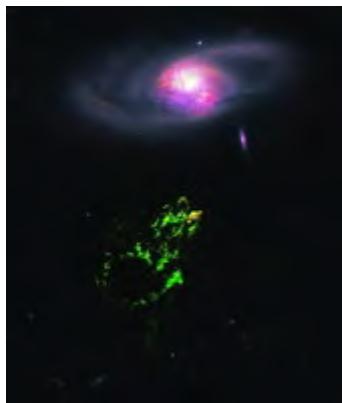
“普罗巴2号”利用自身携带的太阳成像仪进行了拍摄，清晰呈现了日偏食的全过程：太阳和月亮的图像先是逐渐变暗，在卫星飞出地球的阴影后，太阳又重新绽放出光彩。

据参与观测的专家戴维·贝格曼介绍，“普罗巴2号”体积不足1立方米，太阳成像仪也不过一个鞋盒大小，这为观测增加了不少难度。此次之所以能找到最佳拍摄位置，与工作人员的精心设计不无关系。

“普罗巴2号”小型卫星由欧航局研制，重130千克，在轨寿命2年。除了测试多个新型观测仪器，它也“兼职”对太阳和宇宙环境进行观测，因此被称为“太阳气象台”。

(吴锤结 供稿)

“哈勃”揭开太空绿斑真面目



哈勃太空望远镜拍摄的汉妮天体（图片下方）和 IC2497（图片上方）。

（图片来源：NASA/ESA/William Keel，阿拉巴马大学/星系动物园研究组）

2007 年，荷兰的一名中学生物老师 Hanny van Arkel 在夜空中发现了一种非常神秘的东西。当时她在“星系动物园”（Galaxy Zoo）里进行搜索时，发现了这团距地球约 6.5 亿光年的绿色发光物质。星系动物园是一个在线数据库，征集公众的智慧来对星系进行分类。

这个绿色天体被称为汉妮天体（Hanny's Voorwerp，Voorwerp 是荷兰语中“物体”的意思），可以说是宇宙中最神秘的天体之一。但如今，1 月 10 日美国天文学会第 217 次会议上公开的哈勃太空望远镜拍摄到的精细照片和 X 光观测数据，终于揭开了汉妮天体的神秘面纱。

由许多地面和太空望远镜拍摄到的原始图像表明，汉妮天体是一团巨大的炙热气体。天文学家推测，汉妮天体所发出的光，来自于一个名为 IC2497 的相邻星系的辐射。

科学家认为，IC2497 的内核里有一个巨大的黑洞，曾经吞噬掉了各种气体和星体，并释放出两股相反的炙热气体和高能辐射。这种活跃的星系也被称为类星体。当类星体发出的辐射击中气体云时，就会激发氧原子，使气体云发出绿色的光芒。

美国耶鲁大学的天文学家 Kevin Schawinski 在进行了 X 光观测之后发现，这个类星体已经不再活跃了，这可能是因为它中央的黑洞已经没有“食物”可吃了。但科学家们相信，这个类星体是最近才死亡的，因为汉妮天体还仍然在发光。

鉴于 IC2497 的光需要几万年才能抵达汉妮天体，因此天文学家推测类星体应该是在不到 20 万年前熄灭的。这也意味着，它熄灭的速度要比科学家想象的快得多。

2010年4月由哈勃望远镜观测到的最新图像也证实了死亡类星体的假说。值得一提的是，那次观测发现了汉妮天体里有一些年轻的恒星群，它们中的有些年龄不会超过100万岁（见图中汉妮天体右上角黄色的部位）。

美国阿拉巴马大学的天文学家 William Keel 是这次观测研究的带头人，他认为这些年轻恒星的出现，是类星体喷射出的高速粒子撞击气体云的结果。撞击发生后，气体被压缩，形成了新的恒星。

哈勃望远镜的其他观测结果则发现了位于 IC 2497 星系核心处一个不断膨胀的气泡。“不管是汉妮天体的恒星群，还是星系中央膨胀的气泡，都暗示类星体形成了一种强烈的气体外泄。” Keel 说。

Schawinski 说，此次哈勃望远镜拍摄的新图像是目前对于类星体宿主星系最为详尽的观测。大多数的类星体离地球都要远得多，并且由于类星体发出的光实在是太强了，使得宿主星系通常难以得到很好的研究。而且 IC2497 中类星体的迅速熄灭将有助于天文学家更好地理解贪婪的超大质量黑洞的物理学原理。

（吴锤结 供稿）

欧航局公布“普朗克”卫星首批探测结果

欧洲航天局1月11日在巴黎科学城召开新闻发布会，公布了该机构宇宙探测卫星“普朗克”发回的首批探测结果。在一年多时间里，“普朗克”发现了银河系内外大量的天体，为天文学研究提供了宝贵的资料。

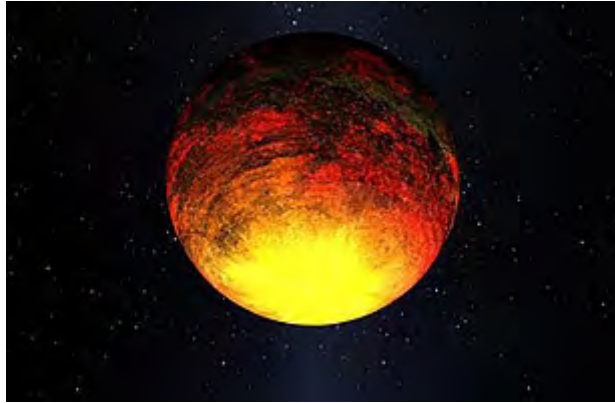
欧航局专家扬·托贝在发布会上表示，“普朗克”的一大成就是收集了数千个宇宙天体的数据，使得该机构能够建立一份详细的目录，供天文研究者参考。此外，卫星还发现了不少星簇和隐藏在尘埃中的星系。

与寻常观测卫星不同，“普朗克”的视野十分广阔，可以对宇宙进行全景“扫描”。欧航局表示，要完成对宇宙的4次全景“扫描”任务至少还需要一年时间，届时，科学家就可以掌握更加完整的数据。

“普朗克”实际上是一个宇宙辐射探测器，它于2009年5月14日与“赫歇尔”卫星一起从法属圭亚那库鲁航天中心发射升空。目前科学界普遍认为，宇宙诞生于距今137亿年前的一次大爆炸。“普朗克”的探测结果将有助于科学家研究宇宙起源的奥秘。

（吴锤结 供稿）

类地球行星首度“现身” 搜寻新地球迎突破



美国《时代》杂志日前刊文，题为：美国航天局星球探索，向发现第二个地球进发。

过去的两年中，美国宇航局的开普勒轨道望远镜一直不间断的观测着 560 光年外“天鹅座”羽翼上 15 万颗小行星的动向。探测器一直在搜寻细微的、亮度骤降的图景，因为这可能预示着有小行星正穿越恒心的表面，以掩盖一小部分光的呈现。

毫无疑问，行星们一直都在外太空游弋，几个所谓太阳系外行星已经暴露在开普勒的眼前。至少到目前为止，这种发现并没有辜负天文学家的终极目标：寻找到真正的类地行星，一颗不大但温度适应生命存在的星球。

美国“开普勒团队”日前在西雅图召开的天文学年会上公布的新发现是一个巨大的进步。这颗被称为“开普勒 10b”的行星只比地球大约 40%，是迄今为止在太阳系外发现的最小的行星。不仅如此，与已经发现的 500 多颗行星中的绝大多数相异的是，“开普勒 10b”不仅仅是一颗巨大的气体或者冰体星球，它是由岩石构成，就像地球一样。

美国加州大学伯克利分校的杰克·马西在介绍新行星的发布会上说：“这是一个历史性的发现”。他并不是在谈论这颗行星本身，它不太可能存在生命。主要的问题在于，相比于日地间 9300 万英里的距离，这颗行星与主恒星间的距离仅有不到 2 万英里。美国航天局埃姆斯研究中心专家、开普勒团队领导者之一的娜塔莉·巴塔尔哈说：“在朝向恒星的一面，‘开普勒 10b’的温度高达 2500 华氏度，这比熔岩还要炙热。

天文学家们一直认为像地球这样由岩石构成的适宜居住的星体的确存在，但在这一领域的假设却常常因为更大的发现而“破灭”。这次，科学家不仅知道这颗由岩石构成的行星的大小，还计算出它的质量。

结合行星的规模和质量，人们能够计算出它的密度。“开普勒 10b”拥有更为强大的引力，因为较之地球，它将自己“束缚”的更加紧密。几乎可以肯定，它自身所拥有的铁的比重要比地球更高。

开普勒望远镜虽然对发现微小的星体十分敏感，但由于它的测量标准是基于恒星的大小和光线投射的角度，因此，在发现和测量行星大小时也存在细小的误差，如果开普勒能发现比“开普勒 10b”更微小的星体，那么总有一天，它会在更加遥远的距离，探测出一个与地球一般大小，温度适应的“孪生兄弟”。

(吴锤结 供稿)

空天学堂

中国四代机用中距弹暴光 - SD - 10B 性能看齐最新 AIM - 120

在刚刚结束的珠海航展上，巴基斯坦军方人士首次透露将装备中国最新的 SD-10B 主动雷达制导中距空空导弹，并在未来作为空军的主力空战武器。那么该弹相比现有的 SD-10A(中国官方编号为霹雳 12)有何改进？未来对中巴空军和国产四代机又有怎样的影响？网易军事将予以独家解析。

★ 超视距空战：从半主动雷达制导开始



机载雷达催生超视距空战

随着雷达的配备，现代战斗机已经可以穿透黑夜和云雾，具备超视距探测能力。与之相适应，人们自然希望能够拥有与之相配套的打击能力，从而可以攻击更远地方的目标，最简单的方法就是给导弹也配备雷达，将其可以探测到更远的目标。

可能出乎许多人意料的是主动雷达制导雷达导引空空导弹的出现要早于半主动雷达制导空空导弹。早在上世纪 50 年代，美国就开始尝试研制采用主动雷达制导的“麻雀”空空导弹（编号为 AAM-N-3）。但是事情并没有想像的那么简单，

麻雀导弹是采用半主动雷达制导，空战从此进入了超视距时代。

我们知道雷达探测距离与雷达天线面积、发射机功率、接收机灵敏度等参数呈比例关系。由于导弹的直径较小，内部空间有限，因此微波器件技术有限的情况下，很难做的出安装到导弹内部的雷达，所以出现了简化的雷达制导方式——半主动雷达制导，也就是被大家熟悉的 AIM-7 “麻雀”系列空空导弹。

半主动雷达制导的缺陷

半主动雷达制导实际上就是将体积和难度较大的天线、发射机转移动战斗机上面，而导弹仅留下接收机及控制机构，也让空战从此进入了超视距时代。不过这种制导方式的限制也非常明显：在导弹飞行过程中，战斗机需要始终照射目标，因此限制了载机和导弹的机动，容易被对方干扰和攻击，另外就是无法攻击多个目标，在对付低空及严重杂波干扰下的目标时能力较为有限。

★ 主动雷达制导：开创全新超视距空战时代



主动雷达制导的巨大优势

随着现代作战飞机的发展，其性能特别是速度和机动性能有了较大的提高，这意味着空战交战的时间越来越短，战斗机在一次攻击中需要尽可能的攻击更多的目标。另外具备低空高速突防能力的空袭兵器的出现如战斗轰炸机、巡航导弹也需要作战飞机具备更好的下视下射能力。

在这种情况下，各主要国家开始研制主动雷达制导空空导弹。与半主动雷达导引头只有雷达回波接收机不同，主动雷达导引头同时安装了弹载雷达发射机和接收机。相当于导弹自己具备了独立搜索和锁定目标的能力。当然，弹载雷达受发射机体积和功率，雷达天线尺寸等限制不可能达到机载火控雷达的探测范围，不可能独立发现目标并且完全自主飞行。

AIM-120 在实战中体现出了主动雷达制导空空导弹的巨大优势，开创了超视距空战的新时代。

但是与半主动雷达制导导弹不同的是，主动雷达制导导弹并不需要载机的机载雷达进行持续性的照射引导，而仅仅需要载机的机载雷达每隔一段时间就刷新一次与目标交汇的预定坐标点数据。这个数据信息可以通过机载雷达旁瓣直接上链给导弹也可以通过载机的数据链发送至导弹的弹载单向数据链。导弹接受到预定交汇点坐标后，就将其对应至惯性制导系统的坐标系，导弹就按照惯导系统的引导独立朝向此坐标飞行。这就大大降低了目标机机动对导弹能量特性的影响。

AIM-120 在实战中体现主动雷达制导威力

1976 年美国空军根据对 2000 年前后空战环境的分析，提出研制超视距、主动雷达制导空空导弹，这就是先进中距空空导弹计划-AMRAAM，也就是现在著名的 AIM-120 主动雷达制导空空导弹。

1981 年 AIM-120 进行首次试射，1984 年完成生产型 AIM-120 下线，1988 年设计定型，投放小批量生产，1991 年服役，并参加了当年的海湾战争，由于伊拉克空军已经失去作战能力，所以并没有参加实战，1992 年 AIM-120 取得第一个战果，一架 F-16 战斗机在伊南部禁飞区首次用 AIM-120 击落一架伊拉克空军的米格-25 战斗机，此后 AIM-120 作为美国及北约盟国的主力空战武器，参加了 90 年代以来的历次战争，击落各种作战飞机 10 架左右，其中包括 6 架第三代米格-29 战斗机，显现该导弹良好的技战术性能。除了美国外，前苏联/俄罗斯及法国也研制了自己的主动雷达制导空空导弹，并在上世纪 90 年代相继投入使用。



主动雷达制导空空导弹性能的发挥，有赖于空战指挥引导系统的进步。

达制导空空导弹，但配备了先进的 LINK-16 数据链，凭借 LINK-16 组成的联合网络空战系统，狂风 F3 击败了 F-4ICE，显现主动雷达制导空空导弹的威力发挥更加离不开完整的空战指挥引导体系的支持，前者让后者的打击能力向前长跨一步，后者则提高更加全面的目标信息，让导弹能够打得更远和更准。

主动雷达制导须与空战体系融合

不过在 AIM-120 的战果中包括 2 架美国 MH-60 “黑鹰” 直升机，原因是当时这两架飞机没有打开敌我识别系统，造成 F-15 战斗机误认为是对方目标，这件事实际上说明了主动雷达制导空空导弹虽然性能优良，但是其性能的发挥仍旧有赖于整个空战体系的配合，包括机载火控雷达、数据链、外敌我识别、部预警及指挥引导系统的配套。

还有一个经典范例，当年德国空军的 F-4ICE 虽然装备了 AIM-120，但是仍旧依赖话音进行空战指挥，而英国的狂风 F3 型飞机虽然装备的是天空闪光半主动雷

★ AIM-120：最先进的中距空空导弹



AIM-120 已进行多次改进，最新的是 AIM-120D，射程增长到了 140 公里。小图为另一重要改型 AIM-120C-7，该型导弹重点增强了抗干扰能力。

80 公里，生产数量超过 5000 枚；AIM-120B、AIM-120C、AIM-120C-5、AIM-120C-7、AIM-120D 则是升级改进型号。在升级改进过程中，AIM-120 不断缩小尺寸和体积，换装推力更大的固体火箭发动机增大导弹射程，同时提高导弹导引头的数据处理和抗电子干扰能力，至最

AIM-120 生产数量超过 1 万枚

前面说过 AIM-120 开创了主动雷达制导空空导弹时代，也是目前最先进、唯一取得过战果的这种类型导弹，目前 AIM-120 已经发展了近十个型号，配备在西方国家几乎所有的作战飞机上面，装备国家超过 20 个，产量超过 1 万枚，并且已经发展了地空导弹型，进一步扩展了其使用范围。

AIM-120 导弹的主要型号包括 AIM-120A、AIM-120B、AIM-120C、AIM-120C-5、AIM-120C-7、AIM-120D，这其中 AIM-120A 是基本型，弹重 157 公斤，弹长 3.65 米，直径 0.18 米，翼展 0.52 米，舵展 0.62 米，最大时速 M4，最大射程

新改进型 AIM-120D 时，性能已得以大幅提高。

AIM-120D 最大射程超过 140 公里

AIM-120D 采用了推力更大的发动机，最大射程提高到 140 公里，为了避免射程增加带来的制导精度下降，它采用了紧凑型 GPS/惯性测量装置以减小导弹的对准误差。它还采用了双向数据链以使导弹发射后可向载机发回目标相关信息，提高远距作战效果。AIM-120D 增强了导弹大离轴角交战能力，这使得它具备了更大的攻击范围，甚至可以攻击身后的目标。此外，由于采用双向数据链技术，能够允许另一架战机来控制导弹飞行，而让载机发射导弹后马上离开，从而提高了载机的攻击的突然性和载机的生存能力。

★ SD-10：中国空军超视距空战的主战装备



仿制出身的霹雳 11 空空导弹

根据世界空战发展的趋势，中国空军至上世纪 60 年代开始着手发展新一代作战能力，包括配备有 206 拦射雷达和霹雳-4 中程空空导弹的歼-9 型战斗机、具备空中预警分系统的自动化防空指挥引导系统，这些将构成中国空军新一代空中防御体系，但是由于经济技术基础薄弱及其他原因，许多关键设备迟迟未能取得突破。

进入 80 年代，中国利用有利的国际环境，采用自行研制与引进技术相结合的办法，研制成功中国第一种具备超视距作战能力的歼-8II 战斗机，该机通过 483 数据

歼-8II 与霹雳-11 构成了中国空军第一套超视距空战武器系统，但效果上只能说差强人意。

链与 1125 地面指挥引导系统组成了中国第一种半自动化防空指挥引导系统。标志着中国空军作战能力和航空武器发展达到了一个新的水平。

不过当时歼-8II 战斗机使用的主要是由意大利阿兹派德半主动制导雷达空空导弹仿制而来的霹雳 8 半主动雷达制导空空导弹。虽然霹雳 11 基本达到了仿制原型阿兹派德性能参数(阿兹派德半主动制导雷达空空导弹的前身就是美国的麻雀空空导弹)，但是半主动雷达制导的固有缺陷让其并不足以担当中国空军主力武器系统的角色。



SD-10(中国官方编号：霹雳 12)中距空空导弹已是中国空军现役三代机的主战装备。小图为研制时引进的俄罗斯 9B-1103M 主动雷达导引头。

引进俄罗斯技术的 SD-10

进入 90 年代，随着发达国家主动雷达制导空空导弹的服役，中国也开始着手研制新一代主动雷达制导空空导弹，1997 年中国空空导弹研究院开始研制新型导弹 SD-10。考虑到当时国内技术基础仍旧薄弱，新型导弹引进的俄罗斯 9B-1103M 主动雷达导引头。9B-1103M 是俄罗斯 AGAT 研究所为替代 R-77 第一代 9B-

1348 导引头研制的新型主动雷达导引头，其提高了信号处理能力，计算机运算速度提供到 5000 万次/秒，内存提高到 64K，探测距离从 16 公里提高到 25 公里左右，用光纤陀螺替代了后者的机械陀螺，可以快速预热，让导弹迅速完成从准备状态到发射状态的转换。

SD-10A 进一步增强导弹性能

SD-10 在研制中相继攻克了弹体强度、弹架干涉等问题，在 1998 年完成试射，2005 年设计定型，并在当年首次完成中国双目标打击试验，标志着国产空空导弹进入了多目标攻击时代。根据海外资料 SD-10 导弹尺寸为长为 3.51 米，直径 0.21 米，翼展 0.67 米，发射重量 180 公斤，采用双推力固体火箭发动机，最大射速为 4M，最大射程在 70 公里以上。性能与 AIM-120A 导弹相当。SD-10 研制成功以后，中国继续对其进行改进，研制成功 SD-10A 型空空导弹，SD-10A 提高了导弹的机动能力，同时加强了弹体强度，重量也增加到近 200 公斤。

SD-10 主动雷达制导空空导弹是中国空军新一代空战体系的重要组成部分，新世纪中国空军作战飞机机载火控雷达性能有了较大提高，配备了联合式航电系统及玻璃化座舱，与此同时，空警-2000 大型预警机、自动化指挥引导系统、数据链相继研制成功，已经初步形成了联合网络作战系统，中国空军的空战能力提高到一个新的水平，并为以后建立完整的网络化作战系统打下了坚实的基础。

★ SD-10B：未来将装备国产第四代战斗机



F-22 展示内埋弹舱。除了性能提升外，SD-10B 还将在尺寸和重量上进行缩减以增加未来在国产第四代战斗机的内埋弹舱的载弹量。

的适载范围和挂载能力。

SD-10B 可能配备了主/被动复合制导导引头

SD-10B 最引人注目的是其据说采用了“主/被动”复合末制导体制，需要指出的是中距空空导弹早就具备被动制导能力，这就是干扰源制导方式，就是导弹在攻击过程中如果目标施放干扰，导弹制导天线就转换接收干扰信号，攻击干扰源。不过从报道分析，SD-10B 应该没有采用干扰源制导这种方式，而是使用了主/被动复合制导导引头，实际上 SD-10B 并不是第一个计划采用这种导引头的空空导弹，AIM-120 就曾经计划加装被动雷达导引头，而俄罗斯也曾经研制成功研制出 9B-1032 被动雷达导引头，配备在 R-27 导弹上面，不过改进后的 R-27 只是单纯被动制导方式。



AIM-120A 导弹的导引头。现在中距弹一般都具备干扰源制导方式这种被动制导能力，不过笔者分析 SD-10B 可能是采用了主/被动复合制导导引头。

SD-10B 体积重量都将有缩减

SD-10A 虽然性能优良，但是该导弹也存在一定的缺点，与美国的 AIM-120 中距空空导弹 (AIM-120A 仅重 157 公斤) 相比，它的体积和重量明显偏大，因此在配备在较小型作战飞机对其性能影响较大。如配备在 JF-17 机翼靠近外侧的挂架时，需要挂架前伸以调节重心。还有一点不容忽视的是中国正在研制第四代战斗机，届时将采用内埋弹舱以提高飞机的隐身能力。如果体积较大，将直接影响中国第四代战斗机的载弹量，所以 SD-10B 作为一款未来将配备国产四代机的空空导弹除了要进行性能上的必要提升外，还要和 AIM-120C 系列一样，对导弹的体积和重量进行了一定的缩减，以提高导弹

与干扰源制导不同，主/被动复合制导导引头添加的被动制导方式是接收对方的机载雷达电波，需要被动接收是单向接收信号，因此信号强度较双向传输雷达电波信号高，这相当于增加了雷达的功率，根据雷达距离公式，雷达探测距离与发射功率呈现正比，而对于内部空间有限的空空导弹来说，提高发射功率比较困难，因此添加被动雷达制导系统可以从一定程度上提高末制导雷达的探测距离。

但是其也存在较大的技术上的困难，首先被动制导系统频率较宽，精度较差，

特别是机载雷达是个高速运动的目标，新一代有源相控阵雷达又采用了闪烁和猝发等低截获概率工作模式，因此空空导弹新的主/被动制导系统要求能够两者能够同时工作，以提高对目标的定位精度。

还有就是在有限的弹体空间内同时布置主/被动制导系统比较困难，目前解决的办法就是主/被动制导系统共用一个天线，形成宽频复合天线，同时还要解决宽带天线罩、高灵敏度宽带接收机等技术难关，特别是有两个制导系统同时工作，需要解决两种制导信息的信息融合问题。所以目前还没有相关系统投入实用的报道。如果 SD-10B 真的配备是这种导引头，那的确是中国导弹技术水平一个重大的突破。

★ 结语

巴基斯坦空军采用 SD-10B 中距空空导弹意味着枭龙战机将继续采用中国的航电系统，未来枭龙战机还将配备有源相控阵雷达，配合中国正向巴基斯坦提供的 ZDK-03 型预警机，势必会大幅提高该机的空战性能，并形成新一代的空战体系。届时枭龙战机也将完全可以对抗装备有 BARS 无源相控阵雷达和 R-77E 中距空空导弹的印度空军苏-30MKI 战斗机，从而大大改善目前巴基斯坦在印巴空军对比中的劣势处境。

而单从性能上来看，SD-10B 重量在 180 公斤左右，最大动力射程约 100 公里，作战性能应该与美军现役 AIM-120C5 相当，与美国最新型的 AIM-120C7 和在研的 AIM-120D 仍有较大差距。

(吴锤结 供稿)

鸟类的有组织飞行现象

一、前言

鸟类的有组织飞行 (organized flight) 现象是非常常见的一种现象，但却是生物学中非常不容易进行研究的一种现象。通常来说，鸟类的有组织飞行大致可以分为两种方式，一种方式是呈线性排列方式 (Line formation) 飞行，另一种方式是聚集 (Cluster formation) 飞行方式。大型鸟类大多会采用前一种方式飞行，比如水禽 (waterfowl)，它们在飞行时通常会排成一行。对于这种线性排列的飞行方式，研究者们通常会将目光集中于飞行方式对于这些禽类可能具有的适应性功能，例如，我们可能会问如下问题，为什么天鹅会排列成 V 字形飞行呢？聚集式飞行方式则多为小型鸟类所采用，比如鸽子或椋鸟 (starling) 会聚集在一起飞行，但是它们不会像水禽那样有规律的排列。采用聚集飞行方式的鸟类行动非常协调一致，它们可以在飞行过程中同步、快速的改变方向。我们对鸟群中每只鸟之间如何能够保持这种高度的协调性感到非常好奇。虽然人类对这种现象已经观察了好久，但是直到 1970 年代才开始有人对鸟类的这种有组织飞行现象开始科学研究。早期从事这方面研究的人都是生物学家，但是后来航空工程师 (aeronautical engineer)、数学家、IT 人员，乃至物理学家们也都逐渐参与进来了。最近已经出现了计算机模型，可以模拟出鸟类的有组织飞行现象，同时也出现了好几种假说来解释鸟类有组织飞行现象的机理与功能。虽然提出假说很容易，但是要验证哪种学说是正确的就不是那么简单了。我们认为，面对鸟类有组织飞行这种现象应该用综合的观点和方法去分析，这样也可以避免目前各种假说之间互相冲突的现象发生。

美国罗德岛大学环境与生命科学学院的生物学家 Heppner 专门为鸟类群体构建了一套分类命名方法。他首先将鸟群划分为两大类，即飞行的聚集体 (flight aggregations) 和飞行团队 (flight flocks)。所谓飞行的聚集体指的是各种不同的鸟类为了某个共同的目的而无组织的聚集在一起，比如常见的各种海鸥经常会在拖网渔船 (shing trawler) 附近盘旋就属于这种情况；而飞行团队指的就是鸟群有组织的在一起共同执行某些任务，比如起飞、转向、着陆等等。不过这种分类方法似乎并没有被大家广泛使用，因为我们经常可以看到有人用“飞行的聚集体”来描述“飞行团队”。



图片说明：Frank H. Heppner 图片来源：美国罗德岛大学

然后，Heppner 又将“飞行团队”进一步划分为“线性团队 (line formations)”和“聚集式团队 (cluster formations)”，见图1。这种分类方法被大家广泛接受，一直使用至今。线性团队指的是比较大型的鸟类，比如天鹅、鸬鹚 (cormorants) 或野鸭 (duck) 等在飞行过程中经常会见到的排列成规则的直线式的飞行方式。而聚集式团队飞行方式常见于小型鸟类，比如鸽子、棕鸟或滨鹬 (smaller shorebird) 等，这些鸟类经常会聚集在一起形成诸如球状 (sphere) 的三维立体形状。不过天鹅这类大型鸟类偶尔也会出现聚集飞行的情况，但是棕鸟这些小型鸟类却几乎从来不会用线性团队的方式飞行。

因为鸟类团队飞行方式的不同而产生的各种生物学问题也不尽相同。比如对于小型鸟类我们比较喜欢问“如何 (how)”一类的问题，例如鸟群中所有的鸟都会同时转向吗？这些鸟是如何做到同时起飞同时着陆的？这些鸟是如何判断什么时候应该转弯，转到什么方向？而对于大型的鸟类我们则比较喜欢问“为什么 (why)”一类的问题，比如这种线性飞行方式有什么好处吗？能够节省体力？帮助各个鸟之间沟通？不过不论针对哪种方式飞行，我们都有一个共同的问题，那就是相比单独飞行，组队飞行有什么优势吗？

经过文献检索我们发现，这两种组队飞行的方式实际上代表了两种完全不同的研究体系。早期对线性飞行方式的研究成果会不断地被后来同样是研究线性飞行问题的研究人员引用，但是不会被研究聚集飞行问题的人引用，反之亦然。在本文中，我们将分别介绍这两种飞行方式。

二、线性飞行方式

所谓的线性飞行方式其实并不是我们常规概念中理解的首尾相接 (nose-to-tail) 的那种线性排列方式，大型鸟类所采用的这种线性飞行方式实际上是一种梯队式 (echelon) 的、有层次的 (staggered) 线性排列方式。如果两个梯队刚好交汇于整个队伍的最前端，那么就会形成V字形或J字形队列。Franzisket、von Holst 以及 Hochbaum 认为，紧密排列的团队

飞行模式能够帮助鸟群避免由前面飞翔的鸟所产生的空气紊流 (turbulence) 的干扰, 但这也只能是在紧跟前面鸟飞行时才会产生紊流, 因此汽车拉力赛的车手们很少会这么做。

有两种假说可以解释这种阶梯排列飞行方式 (在大部分的文献中提到的都是 V 字形飞行方式, 但是 Gould 和 Heppner 在对 104 只加拿大黑雁鹅 (Canada goose, *Branta canadensis*) 进行研究之后发现, V 字形和 J 字形飞行方式要比线性飞行方式少见得多) 的优势, 这两种假说各不相同, 但也没有相互对立。O' Malley 和 Evans 也发现白鹈鹕 (white pelicans, *Pelecanus erythrorhynchos*) 只有 10% 的情况会以 V 字形的方式飞行, 大部分时间还是以线性方式飞行的。空气动力学家 (aerodynamicist) Wieselsberger 是第一个从空气动力学角度解释鸟类线性飞行方式作用的科学家。他认为在 V 字形飞行方式中, 位于后面的鸟可以利用前面鸟扇动翅膀时“遗留下来的”飞行上洗 (upwash) 能量, 从而节省体力。另一方面, 从行为学的角度来看, 社会因素 (social factor) 和感知因素 (perceptual factor) 也都能促进鸟类采取有层次的团队方式飞行。Hamilton 认为, 以有层次的团队方式飞行能够最充分的利用每一只鸟的视觉功能, 位于前面的鸟也都能获得最好的视野。Heppner 则认为鸟类由于眼睛的位置是固定的, 因此在线性飞行时为了能够同时看到其他的同伴, 所以采取有层次的组队方式是最有利的。不过 Heppner 等人发现, 在采取 V 字形组队方式的加拿大雁群体里, V 字形夹角的角度 (128°) 都要大于以往对 V 字形角度的研究结果。Heppner 等人还注意到因为加拿大雁的眼睛是一边一只, 因此它们对前方物体的双眼视觉 (binocular vision) 能力有限, 而且同时在每只眼的后方也存在一个 29° 的盲区。因此, 在组队飞行时必须形成一个大于 58° 角的 V 字形, 这样才能保证每一只加拿大雁能够看到前后左右的同伴。



图 1: 雪雁 (snow geese, *Chen hyperborea*) 的线性飞行方式 (Line formation)。图片来源, 2009 STARFLAG project, INFMCNR。

Warnke 提出了第三种假说, 他认为鸟类之所以采用 V 字形的方式飞行, 是因为鸟类不断拍打的翅膀产生了静电场 (electrostatic fields) 作用。不过 Warnke 既没有探讨鸟类如何能够感知这种电场, 也没有介绍这种电场能够给鸟群带来什么益处。因此从后人对他这种假说的引用率来看, 似乎该学说并没有在鸟类线性 (V 字形) 飞行研究领域引起太大的反响。不过在 20 世纪 70 年代至 80 年代之间, 学界对静电场的生物学效应还是非常感兴趣的。Heppner 和 Haffner 就曾经提出, 在聚集飞行的鸟群中, 领头的鸟可能是通过发射电磁信号

(radiated electromagnetic field) 来指挥鸟群中其他同伴的。Hill 就曾经发明过一个能够自动校准飞行姿态 (wing-levelling autopilot) 的飞行器, 该飞行器可以根据装置在翅膀上的感受器感知两边静电场的差异, 从而自动调整两边翅膀的姿态, 使飞行器保持平衡。尤其看来, Warnke 的理论似乎也不无道理。

在有层次飞行模式领域, 有关飞行动力学方面的假说要比其他方面的假说多得多, 我们在此将要介绍几种飞行动力学模型, 这样也能方便读者理解后面的内容。对于用翅膀飞行的鸟类来说, 它们还需要一种“动力 (relative wind)”, 即流过翅膀的空气, 才能飞起来。如果翅膀的前缘相对空气流动的方向能够稍微向上倾斜一点, 那么产生的动力就是向下的, 这样翅膀就会获得一个向上的反作用力量, 即图 2 中所示的牛顿抬升力 (Newtonian lift), 因此鸟儿就能升到空中。飞机实际上也是采用的这种原理, 飞机机翼的上部是一个弧面, 因此流过机翼上部的空气会比流过机翼下部的快很多, 这样就形成了一个类似真空的负压, 即所谓的“柏努利抬升力 (Bernoulli lift)”。在空中还需要能够获得使鸟 (飞行器) 向前的动力, 因此还需要一种“推进力 (thrust)”, 比如使用螺旋桨 (propellor) 就能获得这种推力。实际上, 飞行器飞行得越快, 它们的翅膀所获得的抬升力就越大。不过可惜的是, 在飞行器加速时还会产生一种阻力 (drag), 这有部分原因是因为空气与飞行器表面之间的摩擦力 (friction) 造成的。有一种阻力名为诱导阻力 (induced drag), 它与鸟类的飞行密切相关。抬升力大小是由翅膀与空气之间的夹角, 即迎面角 (angle of attack) 所决定的, 迎面角越大, 抬升力越大, 但同时产生的诱导阻力也会越大, 因此诱导阻力可以看做抬升力的“副产品”。与飞机相比, 鸟类属于“低速飞行器”, 但鸟类的翅膀却能产生比较大的诱导阻力。

鸟类翅膀靠身体部分的内部是飞行抬升力的主要来源, 而做划船动作 (rowing action) 的外部则是提供推进力的部位。当气流流过翅膀提供抬升力的同时, 也同时形成了气流漩涡 (vortices), 主要是梢涡 (tip vortices, 或称翼尖涡), 梢涡也是形成水平龙卷风 (horizontal tornadoes) 的主要原因。这种梢涡分为上升梢涡和下降梢涡两种, 大型飞机产生的梢涡足以干扰跟在它后面的小型飞机。鸟类采用 V 型飞行方式可能就是利用了梢涡这种能量, 这样后面的鸟就能够利用前面鸟扇动翅膀产生的上升梢涡或上洗气流, 节省体力, 见图 3。气流的直径会随着距离的增加而扩大, 不过到达一定距离之后就会消失掉。鸟群飞行的形状直接决定了后面的鸟能在多大程度上利用前面鸟所产生的气旋为了能够充分利用前面的上升梢涡, 后面的鸟就必须位于前鸟的左边或右边, 即形成 V 字形或交错排列的梯队型。

Lissaman 和 Schollenberger 对鸟类飞行问题进行了有史以来第一次空气动力学定量研究, 他们对采用 V 字形飞行方式的鸟群究竟能够节省多少体力做了详细的测量。假设一个鸟群里有 25 只鸟, 那么采用 V 字形飞行方式之后它们的飞行距离要比单独飞行时多出 71%。而 V 字形夹角的角度在大约 120° 时效果最好。对于后来的研究者来说, Lissaman 和 Schollenberger 的这项研究即给他们极大地鼓舞, 同时也让他们感到沮丧, 这是因为 Lissaman 和 Schollenberger 并没有公布他们的研究方法和计算公式, 同时他们也没有考虑鸟类的扇动翅膀与固定翼飞机之间的差别, 当然也没有考虑光滑的金属机翼与长满了羽毛的鸟类翅膀之间的差别, 以及飞行速度上的差异等等。不过无论如何, Lissaman 和 Schollenberger 的这项略显粗糙的伟大工作至少为后续的研究提供了一个学习的“榜样”。

Haffner 在风洞 (wind tunnel) 中对虎皮鹦鹉 (budgerigars, *Melopsittacus undulatus*) 进行了研究, 他使用了烟雾来观察气流流过鹦鹉翅膀时所发生的变化。结果 Haffner 认为, 鸟类扇动翅膀时产生的空气动力学现象非常复杂, 如果套用固定翼的研究方法来计算鸟类在 V 型组队飞行时能够节省多少体力就将问题太过简化了, 肯定会造成比较大的误差。于是 Haffner 使用了 Cone 提出的有关拍动翼飞行器的理论和研究方法对鸟类组队飞行究竟能节省多少体力重新进行了研究, 结果发现相比单独飞行, 组队飞行最多只能节省大约 22% 的体力。

后来, Willis 等人又将鸟类组队飞行中每只鸟的位置, 翅膀扇动的频率等因素考虑进来, 重新估算了能够节省多少体力的理论数值。Nachtigall 发现, 在加拿大雁群中, 大家扇动翅膀的频率是非常同步的, 但是 Gould 重复了该实验, 却并没有得到相同的结果。Willis 等人在开展实验时则根本就没有考虑最佳队形、翅膀形状或者拍动频率动力学之类的问题。不过尽管如此, Willis 等人的研究成果仍然表明, 如果鸟群拍动翅膀能够保持最佳的相位同步状态 (flapping phase synchrony), 那么大约可以节省 20% 的体力, 但是并不需要相位保持固定 (phase locking)。Willis 等人还观察到, 在大家扇动翅膀的相位是一致的情况下, 最理想的状态是, 尾随的鸟不要在前导鸟产生的尾流 (wake) 的垂直方向上下运动。如果鸟群扇动翅膀的相位不一致, 那么前后鸟在垂直方向上发生一些错位则更加有利。不过 Willis 等人认为, 我们在现实生活中观察到的鸟群在垂直方向上发生的错位并不一定能够给鸟群带来什么空气动力学方面的好处, 因为这需要鸟群具有非常精细的飞行动力学和传感学能力。

要检验 V 字形飞行方式的优势还需要计算出各只鸟之间需要保持多大的距离, 以及 V 字形夹角的最佳角度。Gould 和 Heppner 在 1974 年凭借射影几何学 (projective geometry) 知识和静止摄影 (still photography) 技术对加拿大雁的这两项参数进行了检测。据他们研究, V 字形的平均夹角大约是 $34 \pm 6^\circ$ ($N=5$), 各只鸟之间的平均距离大约是 4.1 ± 0.8 m ($N=3$), 鸟群的平均密度是 18 ± 12 只鸟 ($N=5$)。两年之后的 1976 年, Williams 等人使用雷达技术重新对加拿大雁的 V 字形夹角参数进行了检测。他们发现 V 字形夹角的范围介于 $38 \sim 124^\circ$ 之间。另外 Williams 等人还通过雷达波连续扫描 (没有公布扫描持续时间) 发现, 一个群体组成的 V 字形夹角也会变动, 变动范围在 $5 \sim 40^\circ$ 之间。不过 Gould 和 Heppner 小组以及 Williams 小组分别使用各自的方法在 1975 年同时对同一个加拿大雁群进行了研究, 结果却并没有明显差异。

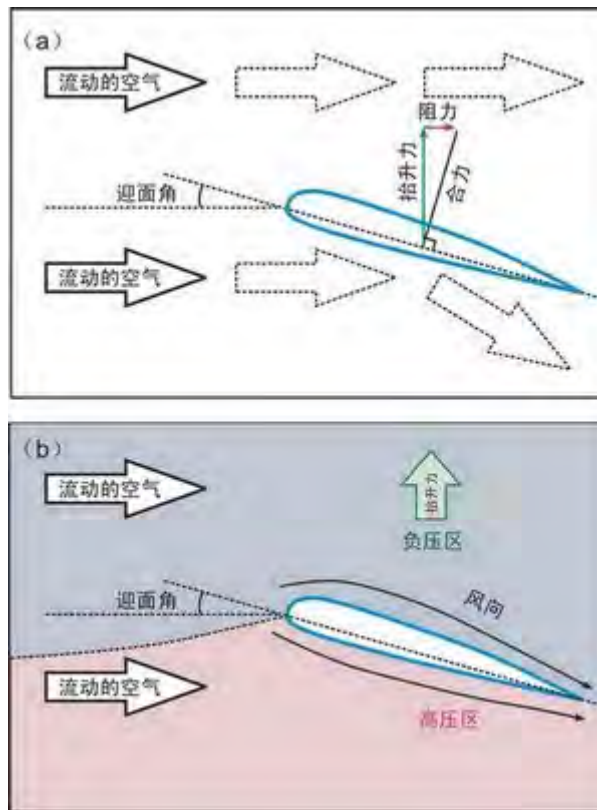


图 2：飞行器飞行所需要的抬升力主要来自两个方面。a，当翅膀与空气之间形成了一个迎面角之后，向下的气流就会给翅膀一个向上的抬升力，即“牛顿抬升力 (Newtonian lift)”。b，当流过翅膀上部的气流速度要比流过翅膀下面的气流速度快时，在翅膀的上面就会形成一个负压吸引区，于是就会产生“柏努利 (Bernoulli lift)”。

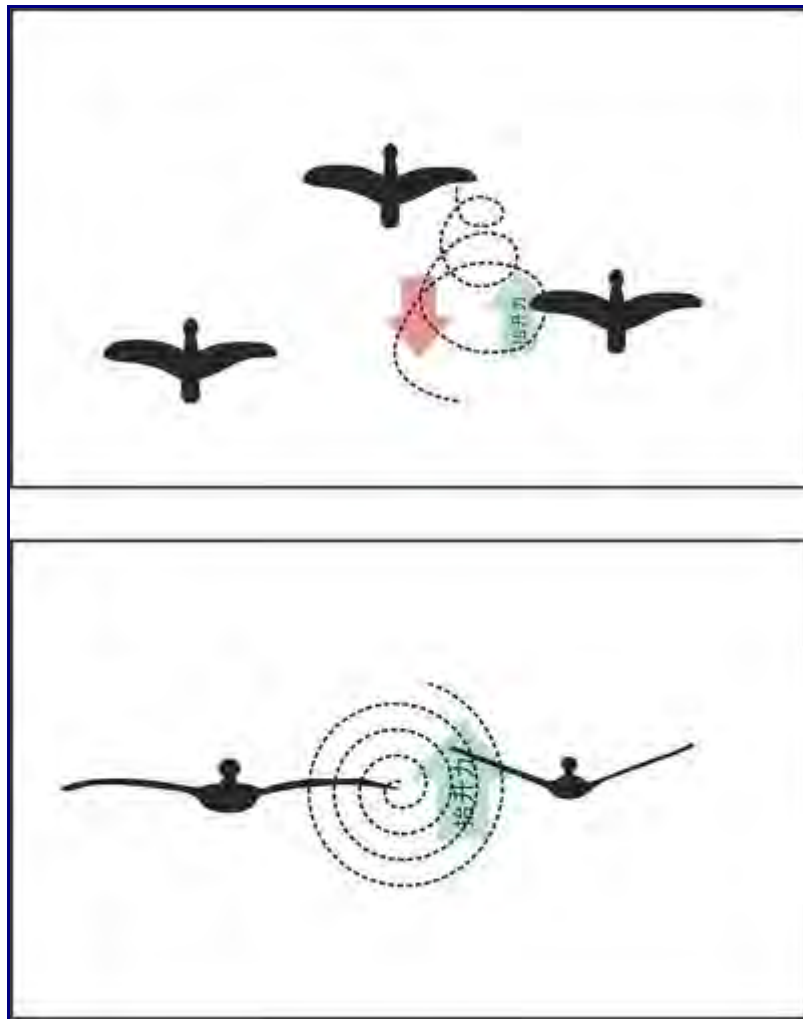


图 3：一只鸟扇动翅膀产生的气流会形成一个水平的气流（horizontal vortex），这种气流可以分为上升气流和下降气流。如果后面鸟的翅膀刚好位于前面鸟所形成的上升气流之中，那么它能够借助前面鸟的能量而省力。a，俯视图，b，正视图。

Higdon 和 Corrsin 在 1978 年进一步丰富了 Lissaman 和 Schollenberger 于 1970 年提出的理论。Higdon 他们对椋鸟等小型鸟类常用的三维聚集式飞行方式的功能进行了研究。大家通常可能会认为这种三维式的聚集飞行方式在物理学方面一定会更复杂，因此是不是对鸟类飞行也会更加有利。但实际情况却恰好相反，聚集飞行方式并没有线性飞行方式省力，而且如果鸟群聚集之后形成长窄型的形状，比如在 icterid 鸟群中经常会见到的那样，那么这样反而比鸟儿独自飞行更加费力。May 在 1979 年也重复了 Lissaman 他们的实验，但是 May 发现线性飞行方式对大型鸟类的作用其实微乎其微，与单独飞行相比可能最多也就能节省 10% 的体力。

Badgerow 和 Hainsworth 也于 1981 年重复了 Gould 和 Heppner 在 1974 年曾经做过的实验，结果 Badgerow 和 Hainsworth 认为有一项影响因素要比鸟儿之间的距离更能够说明 V 字形飞行的优势。Badgerow 和 Hainsworth 发现有一些鸟儿的翼尖会与前面鸟儿的翼尖相重叠，但

是如果按照 Lissaman 和 Schollenberger 的理论, 这显然是有问题的。与 Lissaman 和 Schollenberger 能够节省鸟群体力高达 71% 的理论相比, Badgerow 和 Hainsworth 研究发现使用 V 字形队列能够节省体力达 51%, 但是 Gould 和 Heppner 却认为只能节省 2%~23%。随后, Hainsworth 和 Badgerow 在 1987 年在现有的射影几何学技术上做出了精妙的修改, 他们用这种新方法重复了上面的实验。结果 Hainsworth 发现加拿大雁在鸟群中会经常在水平方向上改变位置, 来适应前面鸟的位置变化。他们的实验结论是, 采用 V 字形飞行方式相比单独飞行能够节省 36% 的体力, 这几乎只是 Lissaman 他们结论的一半。Hainsworth 提醒我们, 一个简单的工程模型不能够解释鸟类错综复杂的行为, 尤其是还有复杂的环境因素参与其中。

O' Malley 和 Evans 还对白鹳的线性飞行现象进行了研究, 扩展了线性飞行的研究范围。他们使用了与 Gould 和 Heppner 不同的射影几何学方法测量了鸟群 V 字形和 J 字形的夹角, 以及鸟群内部每只鸟之间的距离。而且这次采样的样本量 (45 个鸟群) 也比 Gould 和 Heppner 研究中使用的样本量大得多。O' Malley 和 Evans 的检测结果是, V 字形夹角介于 $24^{\circ}\sim 122^{\circ}$ 之间, 平均夹角 $67^{\circ}\pm 8^{\circ}$ ($N=12$), J 字形的平均夹角为 $70^{\circ}\pm 5^{\circ}$ ($N=33$)。与以前的诸多检测结果一样, 此次检测同样发现夹角的变化幅度非常大, 而且平均夹角要比 Lissaman 他们他们所认为的最优夹角 120° 小得多。而且 O' Malley 他们同样发现, 鸟儿采用 V 字形方式的机会要比采用线性排列的方式的机会少得多。

空气动力学家 Hummel 进一步对翅膀形状、鸟之间的间距是否相同、鸟体积的大小、飞行速度、是排成直线飞行还是排成曲线飞行等因素的作用进行了深入的研究。Hummel 认为, 在上述所有因素都达到最佳条件情况之下, 鸟类的组队飞行模式是符合空气动力学要求的。但是我们经常会见到鸟类并不会完全按照最佳条件飞行, 这说明空气动力学因素并不是唯一一个影响鸟群队形的因素。

Badgerow 在 1988 年又提出了一个崭新的观点, 他认为需要重新看待空气动力学假说 (aerodynamic hypotheses) 和视觉假说 (visual hypotheses)。Badgerow 希望能够在现有的实验数据基础之上发展出一套新的理论来解释鸟类的组队飞行现象。Badgerow 认为如果鸟儿是想最大限度的利用空气动力学功能来节省体力, 那么每只鸟之间就应该存在一个固定的几何学关系; 但是如果鸟儿认为视觉功能最重要, 那么就应该会采取另一种“列队”方式。不过可惜的是, 现有的数据表明, 每个鸟群之间的差异太大, 因此无法判断到底哪种理论是正确的。不过 Badgerow 认为鸟类组队飞行并不能节省多少体力, 他认为只能节省 10%。

1994 年, Cutts 和 Speakman 在对粉红足雁 (pink-footed geese, *Anser brachyrhynchus*) 的研究中也发现, 鸟群中鸟儿的位置变动现象非常多见。Cutts 他们从正下方对 54 个雁群拍摄了照片, 从中检测了雁群中鸟儿之间的距离以及角度。他们发现大多数粉红足雁的飞行位置都在理论上最能够节省体力的飞行位置的偏外侧, 因此 Cutts 他们推测以组队方式飞行只能节省大约 14% 的体力。而且在考虑了最佳飞行速度以及以此速度所能达到的最佳飞行距离之后, Cutts 他们认为如果鸟儿以能够达到最大飞行距离的速度飞行, 那么组队飞行只能节省 2% 的体力。Speakman 和 Banks 随后在 1998 年用同样的技术对 25 个灰雁 (greylag geese, *Anser anser*) 群进行了研究, 他们也发现大雁在雁群中的位置变动很大, 只有 17% 的大雁能够在预测出的“最佳”位置上飞行。Speakman 和 Banks 认为大雁可以节省 27% 的体力, 按照 Cutts 他们的最大飞行距离假设, 能够节省 5%~9% 的体力。Hainsworth 还从褐色鹳

(brown pelicans, *Pelicanus occidentalis*) 的照片中发现, 褐色鹈鹕的翼间距 (wing tip spacing) 也是变动幅度很大的, 他们也没有发现褐色鹈鹕是按照最佳的间距组队飞行。进入 21 世纪之后又出现了几篇用数学方法研究鸟类有组织飞行问题的文章。这些论文的作者, 比如 Predator 和 Global Hawk 等都具有自动无人驾驶飞行器 (autonomous unmanned aerial vehicles) 控制方面的研究背景。Seiler 等人注意到在以前的研究中都发现, 鸟群中每只鸟之间的距离以及之间形成的角度的变动幅度都非常大, 而形成 V 字形状飞行的鸟儿平均数量又很小, 一般都会少于 10 只, 还有一些报道称组成 V 字形状的鸟群数目大概是接近 20 只。因此 Seiler 等人提出, 至少在自动机械方面, 要与“领导者”维持某个间距和角度是很难的, 因此每一辆机械出现距离误差之后都会通过后续的机械将这种误差迅速放大, 因此从这个角度来说, 只依靠前面的“领导”发出的信号, 要以一种非常紧密的方式组队飞行是不可能的。换句话说, 如果机械想要仅仅通过与前面的领导保持一致的方式来保持它在队列中的位置, 那么队列肯定会不复存在。不过同时, Seiler 他们也给出了两条解决方案, 第一是尽可能缩小组成队列的成员数量。第二, 要将领导的位置信息同时传递给队列中的每一个成员, 换句话说就是后随鸟应该与领头鸟保持位置一致, 而不是与位于它前面的鸟保持一致。

Seiler 课题小组还在此基础之上进一步提出了“行列不稳定性 (string instability)”概念。所谓行列不稳定性指的是排列成一行行进中的成员很难准确“跟踪”到领头者的位置, 因此最终也就无法保持队列的稳定性。尤其是要保持队列中的侧位 (lateral positioning) 位置更加困难。Seiler 他们认为离领头者越远, 就越难保持位置的准确性。位于队列中第四位成员的“位置误差 (positional error)”要比第二位成员的高出 1 倍。因此 Seiler 等人得出结论, 鸟类的有组织飞行是一件非常困难的任务。在冬季抬头看看天空, 经常会发现水鸟们会集成数百条线性队列飞过蓝天, 对此后来的西班牙口技表演者 (ventriloquist) Sen˜or Wences 曾经说到: “这对你来说很容易, 但对我来说却很难。” Seiler 等人认为他们的理论是经得住检验的, 我们可以检测队列中比较靠后的鸟之间的翼尖距和比较靠前的鸟之间的翼尖距, 看看是不是靠后的鸟位置误差比较大。不过该理论是基于前人建立的最佳翼尖距的理论基础之上的。

Weimerskirch 等人进行了到目前为止最好的、最现实的研究来判断鸟类成线性队列飞行是否真的能够节省体力。Weimerskirch 等人训练了 8 只大白鹈鹕 (great white pelicans, *Pelecanus onocrotalus*), 让它们在摩托艇后面组队飞行。在飞行中并不能直接检测出鹈鹕到底能够节省多少体力, 但是可以通过检测鹈鹕的心跳间接了解到它们有多用力。Weimerskirch 他们选择某一只鹈鹕, 在同等条件下分别检测它在队伍中飞行时的心率和在单独飞行时的心率有何区别, 结果显示在队伍中飞行时, 心率会比单独飞行时低 11%~15%。因此 Weimerskirch 他们认为鸟类有组队的飞行的确能够帮助它们节省体力。我们也可以从另一个角度来分析实验数据, 尤其是用来分析为什么实际检测到的节省体力比例要比理论推测的低得多。鹈鹕是高度社会化的动物, 因此单独飞行应该会让它们感觉非常的紧张。Spani 等人发现单独饲养的实验小鼠的心率要比成对饲养的小鼠心率高出 4%, 因此 Weimerskirch 等人的实验结果也不一定可靠, 单独飞行时鹈鹕的心率加快也有可能部分是部分因为紧张所致。

飞行建模 (Modelling)、模拟 (Simulations) 以及应用 (Application)

在 20 世纪 90 年代，由于计算机的性能得到了大幅度的提升，同时价格又急剧下降，因此科学家们能够对鸟类的 V 字形飞行模式进行更为精细的研究。第一个对 V 字形飞行模式进行计算机建模的是 Flake，他在 2000 年时进行了这项工作，主要是扩展了 Reynolds 在 1987 年建立的模型（我们会在后面介绍该模型），在其中添加了一条规则，每一只计算机模拟鸟 (animat) 在它前面的模拟鸟挡住了它的视线时会在水平方向上向外挪动一点，直到形成 V 字形队列。

Dimock 和 Selig 基于这样一个前提，即假设鸟在 V 字形鸟群中受到的空气阻力会小一些，开发了一个计算机模拟程序，来模拟鸟在飞行时可能会碰到的诱导阻力。Dimock 和 Selig 也是通过增加一条规则扩展了 Reynolds 的模型，他们让每一只模拟鸟都对阻力做出反应，采取行动降低阻力，想看看最后会得到什么结果。Dimock 和 Selig 在程序中还引入了生物进化的理念，他们使用遗传算法 (genetic algorithms) 来开发计算机模型参数，因为每一只模拟鸟都会“本能”的降低各自的阻力，因此总体的结果就会让整个鸟群遭受的阻力达到最小值。不过该模型存在一个缺陷，因为他们使用的是 Lissaman 和 Schollenberger 在 1970 年时就使用过的固定翼模型。只用了很短的时间，Dimock 他们构建的模型就得出了结果，而最终的结果恰好就是标准的 V 字形。另一个研究小组 Andersson 和 Wallander 使用同样的进化原理也于 2004 年发现，血缘淘汰机制 (kin selection) 可能能够解释为什么各种鸟类都会形成类似于 V 字形的形状飞行。大部分空气动力学研究都表明位于领先地位的鸟要比后面的鸟更费力，但是 Andersson 和 Wallander 却认为如果鸟群是由亲属组成，那么“领航员”会乐意承担这种整体适应度，哪怕它会比较费力。我们在饲养的或迁徙的鸟群中经常会看到在领航员的位置上的鸟可能会经常轮换，如果有人能够对此现象做一个仔细的研究，看看究竟是哪些鸟可以担任领航员的职务，还是每一只鸟都能担任领航员的职务，这一定也能够取得一些成果。

Nathan 和 Barbosa 在 2008 年开发了一套全面的 V 字形飞行模式计算机模型。不过他们的这套模型却源自一系列的聚集飞行模式模拟程序。他们程序中的模拟鸟都遵守一条简单的原则，即每一只鸟都会尽力去靠近离它最近的那只模拟鸟，但是彼此之间不会碰上。同时（在第一个条件无法实现时）每一只鸟也都会尽力找到一个能使自己获得自由视野 (unobstructed longitudinal view) 的位置。而且每一只模拟鸟都会尽量使自己位于前方鸟所产生的上升气流中。根据这些规则，模拟鸟群会形成 V 字形、J 字形和梯队形，还有在自然界中很少见的倒 V 字形。不过该模型还不能用来模拟鸟群转向事件。该模型最吸引人的地方在于它可以让我们改变不同的参数从而能够验证空气动力学等一系列的假说是否正确。

为什么鸟类会排列成 V 字形飞行？

在经过 30 多年的研究之后，我们大致可以肯定下面几件事情。

1. 很多（但不是全部）大型鸟类都会以线性方式飞行，但小型鸟类几乎完全不会。
2. V 字形和 J 字形是最常见的两种鸟类组队飞行方式，但却不是鸟类最常用的方式，鸟类最常用的方式是阶梯式 (echelon) 飞行方式。

3. 鸟群之间的飞行方式各有不同，而且差别很大，比如在队伍中每只鸟的位置，它们之间的距离等等。不过如果按照空气动力学理论预测，是会有一个最佳位置和最佳距离的。

4. 所谓线性模式并不真的是直线形的，而是大致呈线性的波浪形状。

本文作者之一 Frank H. Heppner 曾经询问过参加过二战的 B-17 轰炸机飞行员，为什么轰炸机也要排列成 V 字形飞行。那位飞行员说这样能够保证机枪有清晰的视野，也能及时观察到长机的位置和方向，要知道在当时是依靠长机来领航的。很明显，鸟似乎不太需要知道前面鸟的情况，但一定要知道负责领航的头鸟的位置，因此能够看到头鸟非常重要，因此它们不可能排列成笔直的直线，只能是不规则的直线。

那么为什么不直接在领头鸟的旁边或者背后飞呢？如果一只鸟直接在另一只鸟的左边或者右边飞行，那么突然出现的阵风或者某只鸟受到惊吓都会导致碰撞事件。同样，如果紧跟在前面一只鸟的后面飞，前面的鸟突然“刹车”也会导致碰撞事件发生。在不太拥挤的马路上，司机们很少会愿意与相邻车道的车并排行驶，或者紧跟在前车的后面，这同样是为了避免撞车事故。如果这种阶梯式的飞行方式只是为了避免碰撞发生，同时又能随时看到领航员，那么每只鸟之间的距离和角度似乎就不必那么精确。同样，在飞行时飞行队伍似乎也可以允许稍微有些波动和起伏。因为临近的鸟可能会偶尔遮挡其他鸟的视线，或者飞行时可能会偶尔加速或减速，这样都有可能造成队伍波动。

鸟排列成 V 字形飞行到底会在空气动力学方面获得多大的好处呢？按照空气动力学理论推测认为这样能够帮助鸟节省体力，至少在某些情况下是如此。但有人可能会问到底能节省多少呢？有这个必要吗？到目前为止，我们对鸟类有组织飞行现象的研究都是在陆地上对短途飞行（10~20 公里）的鸟类开展的，还从来没有对长途迁徙的鸟类进行过研究。但是节省体力对于长途飞行的鸟类才显得重要，哪怕只是节省一点点体力也会在长途飞行中帮上大忙。而对于短途飞行的鸟儿节省这么一点点体力似乎就显得没有必要，这么一点消耗它们一顿饭就可以补充上了，因此我们经常见到短途飞行的鸟排列成不规则的直线型，却很少见到它们使用更为省力的 V 字型或者 J 字形。由于大型迁徙鸟类经常会飞越江河湖海，因此我们还不清楚它们在长途飞行时会采用哪种组队方式。另外，如果鸟群排列得过于紧密这从节省体力方面来说也是很经济的。因为与其它的鸟挨的比较近这样会增加碰撞的机会，因此也会让鸟儿产生紧张情绪，使代谢率增加，从而部分抵消列队飞行带来的好处。

要想真正了解鸟类有组织飞行是否真的能够帮助它们节省体力可以进行一次有决定意义的实验。我们可以训练一群会成线性队列飞行的鸟，比如大雁，让它们在风洞中飞行，然后使用现代气流可视技术（airflow visualization techniques）来了解雁群中上洗气流的真实情况。

三、聚集式飞行

有很多文献也讨论了聚集式飞行的生物学作用，但是很少有文献提到聚集式飞行的鸟群能够在快速飞行过程中整齐划一的快速转向问题。对小型鸟类为什么要聚集成团飞行最常见的一种解释认为，这是为了能够免遭老鹰等捕食者的袭击，因为这种方式可能能够增加与捕食者撞击并获胜的机会。有研究者观察到棕鸟或滨鹬（shorebird）在攻击老鹰时会紧密的聚成一团。这种解释听起来比较合乎情理，但是还有一些比较常见的现象还无法得到满意的解释。比如在太阳马上落下或尚未落下时，一个栖息地的欧洲棕鸟会大量的聚集在一起，但是在白

天觅食时，同一栖息地的欧洲椋鸟只会形成比较小的集体。这些欧洲椋鸟在回窝休息之前会进行一段长达 30~45 分钟的集体“空中芭蕾”，然后才各自回家就寝。于是我们就产生了下列问题：

1. 欧洲椋鸟进行这种貌似没有意义的集体活动不是浪费了宝贵的体力吗，这是为什么呢？
2. 欧洲椋鸟每晚在同一个地点都要进行这种大规模的活动，它们形成的鸟群在 1 公里之外都能看见，这不是主动邀请捕食者前来会餐吗？在周围等候时机的捕食者很容易捕捉到鸟群中走散的迷鸟（straggler）。因为在鸟群乍开乍合之际，经常会有个别鸟儿不能及时的跟随大部队行动而变成迷鸟。
3. 为什么鸟群在觅食回家之后不马上回到各自的窝里？它们在发现觅食地点之后为什么不是马上降落进食，而要先在空中盘旋 10~15 分钟呢？这不是在浪费宝贵的体力，同时还有可能招来捕食者吗？



图 4 图片说明：罗马上空欧洲椋鸟（European starlings, *Sturnus vulgaris*）的聚集飞行方式（Cluster formation）。图片来源，2009 STARFLAG project, INFMCNR。

Wynne-Edwards 在 1962 年提出，鸟类的这种动作代表了一种夸量行为（epideictic displays），鸟群可以借此来判断整个种群的密度，以此来调控繁殖行为。这种观念实际上就是我们今天所说的天然群体选择（naive group selection）概念。不过 Wynne-Edwards 的理论在当时并没有获得大多数人的支持，但是最近有人却对此产生了兴趣，认为该理论有可能能够解释鸟儿的这种聚集飞行现象。Major 和 Di11 在 1978 年提出了另一种假说，他们认为鸟儿这种迅速改变飞行方向的行为是为了迷惑捕食者。最近有一些研究表明，鸽子如果结对飞行会更加容易准确的归巢，但是还不清楚鸽群的组成结构，聚集样式对此有没有什么帮助。

对于鸟类聚集飞行的机制，而不是功能，一般来说都会有如下疑问：

1. 鸟群中所有的成员真能同时转向吗，还是中间的先转向，然后带动周围的一起转向？
2. 在鸟群中有没有一个领导者，以某种方式向其余的成员传导讯息，或者鸟群本身有没有什么特别的特征能够协调鸟群的动作？

3. 是什么机制让鸟群起飞离开鸟巢、栖息地？为什么有时整个鸟群会同时起飞，但有时又只有部分鸟先起飞？

鸟群是否能同时转向这与鸟群中是否存在头领有关。如果鸟群不是同时转向这说明（但并不一定能够证明）鸟群中可能有一个头领，它先转向，经过一个短暂的延迟期之后它周围的鸟会跟着转向，进而带动整个鸟群中的鸟都发生转向，但谁是最后一个转向的呢？Pomeroy 和 Heppner 曾经在 1977 年在实验室中对椋鸟进行过实验，他们发现这段延迟期不会超过 100ms。在这种群体中视觉信号肯定是最不方便的一种信息交流方式，因为紧挨在一起的鸟会互相遮挡彼此的视线。不过如果所有的鸟都同时（至少是我们目前无法检测出每只鸟转向之间的时间差）转向，那么问题就变得更加有意思了。在这种情况下如果鸟群中真的有一只领头鸟，那么它就必须能够同时将转向命令传递给所有成员，而这在大规模的鸟群中似乎是视觉信号和听觉信号（叫声）都很难做到的。或者鸟群中没有领导者，但是会有一套机制保证所有的鸟都能同时行动。到 20 世纪 80 年代，我们终于发现了这样一种模型。

Davis 在 1980 年用每秒拍摄 72 帧的慢动作电影照相机（slow-motion cine camera）记录了黑腹滨鹬（dunlin, *Calidris alpina*）鸟群的转向过程。黑腹滨鹬的背部和腹部的颜色不一样，Davis 对一个大约有 40 只黑腹滨鹬组成的鸟群进行了观察，结果发现鸟群中有一些黑腹滨鹬能在 120ms 时间之内同时转向，看起来就好像划过天空的一道闪电一样。Potts 在 1984 年重复了该实验，结果他发现黑腹滨鹬的转向动作并不是整齐划一的，而是在 14ms 之内呈波浪式的传遍整个鸟群，这比黑腹滨鹬的反应时间要快的多。于是 Potts 提出了“合唱团（chorus-line）”理论来解释这种快速的转向现象。他认为，一只鸟或几只鸟最开始转向，然后影响周围的“邻居”，这种动作的传遍速度取决于鸟的反应时间，但是距离更远的鸟可以提前估计出合适转向并在适当的时候“提前”作出反应，与大家一起动作，这就有点像我们在体育馆中经常会看到的墨西哥人浪。不过 Heppner 在 1997 年提出，我们认为鸟群不是同时转向这有可能只是因为观察者的角度问题造成的假象。很早就有人意识到，要想弄清楚鸟类的聚集飞行问题还需要考虑各种采用聚集飞行方式鸟类之间的遗传关系，这也就是说需要开发一种三维的分析方法。这种研究方法在鱼群研究中已经非常成熟了，但是在鸟群研究中还存在很多问题。

Major 和 Dill 在 1978 年使用立体照相技术（stereoscopic photographic technique, Major 和 Dill 将两个 35mm 的照相机平行放置，固定在一个 5.5 米长的铝制底座上制成了这个立体照相机）第一次测量了黑腹滨鹬和欧洲椋鸟鸟群中的空间距离。Major 和 Dill 对鸟群中相邻鸟之间的距离和角度尤其感兴趣，因为有了这些信息，大致就可以了解整个鸟群的排列情况。结果发现，与 A 鸟距离最近的另一只鸟一般都在 A 鸟的身后或者下方，这种情况和鱼群中的情况是一样的。

Pomeroy 和 Pomeroy-Heppner 小组分别在 1983 年和 1992 年使用直角 3 维摄影技术（orthogonal 3D photographic technique）对半家养的野鸽（semidomestic rock pigeons）群（大约有 8~11 只野鸽）进行了连续拍摄。使用该技术，他们能够了解到每一个野鸽的飞行路线，以及这只野鸽和最邻近野鸽之间的距离。他们发现每一只野鸽的飞行路线都是呈 90 直角°相互交叉的，比如处于领先位置的野鸽会转到鸟群的左边或者右边，然后又转到鸟群的末尾。这也说明一只鸟想要通过一直位于整个鸟群最前面的方式来获得领导地位

是不可能的。

Ballerini 科研小组和 Cavagna 科研小组开发出了一套用于分析聚集鸟群的方法，用来处理 3 维摄影技术无法解决的一系列难题。传统的 3 维方法大致都会将针对同一目标的两张角度略有不同的照片重叠在一起，观察目标在两张照片中位置的差别。但是在鸟群中每只鸟都差不多的情况下如何能够准确的区分每一只鸟呢？现在有了一种新的统计方法，能够判断欧洲棕鸟群中 1000 多只鸟的相对位置关系。Ballerini 科研小组使用这种技术研究发现，决定聚集式鸟群中每只鸟之间相互关系的重要因素并不是两只鸟之间的距离因素，而是两只鸟之间还有多少只鸟。用 Ballerini 科研小组的话来说就是物理距离并不重要，拓扑距离（topological distance）才重要。

建模、模拟以及应用

1080 年，Davis 研究了聚集飞行模式中的领导模型和扭转运动（wheeling movements）理论的缺陷之后认为，“自发的协同动作（self-generated synchronous activity）”可能能够解释聚集飞行现象。10 年之内，由于计算机技术的发展和普及，有人构建出了鸟类的聚集飞行模型。Okubo、Reynolds 以及 Heppner 和 Grenander 团队都各自独立的开发出聚集模型。他们的这些模型都基于一个简单的条件，鸟群中每一只鸟在与相邻鸟发生关系时都遵循简单的行为规则，这些规则共同发挥作用就会形成一个协调的群体。另外 Okubo 和 Reynolds 都认为用同样的方法也能为鱼群或羊群建模。因此后来也有很多人用同样的方法对鱼群和羊群进行了大量研究，希望能从中为这种动物群体现象找出共有的规律。从某种程度来说，所有这些模型都是源于 John Conway 提出的“生命游戏（Game of Life）”模型，该模型是第一个细胞自动控制模型，它证明将几个简单的组分通过简单的规则组织起来就能形成非常复杂的生命体。

Reynolds 认为为了达到用计算机为鸟群建模的目的，应该让模拟鸟（Reynolds 称之为 boid）遵循 3 条原则，这些原则也被称为模拟鸟的行为动机。在这些行为准则的指引下，模拟鸟会尽量避免相互之间发生碰撞，即相互分离（separation）或排斥（repulsion）；在飞行速度与周围的模拟鸟保持一致，即速度匹配（velocity matching）；同时尽量保持与邻近的模拟鸟呆在一起，即聚集（cohesion）。所谓“邻近”指的就是模拟鸟对鸟群整体的局部感受（localized perception）。在所有这类模型中，Reynolds 使用了动力依赖的感受体积概念（drive-dependent perception volumes，该概念用来表示以被观测模拟鸟为中心，某一半径距离所构成的球形区域之内的所有邻近的模拟鸟，以此来模拟现实情况）和真实的生物感知模型（这样就可以加入视野受限问题，因为盲区会从模拟鸟后部的球形区域里扣除掉）。在当时，这种方法相比传统的计算机模拟方法可以说前进了一大步。第一个计算机模拟模型是 1987 年由 Stanley 和 Stella 建立的“破冰（Breaking the Ice）”模型。后来在 1992 年，蒂姆·波顿在他的电影《蝙蝠侠归来》中使用计算机技术制造了大群蝙蝠和穿越纽约街道的企鹅部队。现在计算机模拟技术在动作电影中的运用更是登上了一个新的台阶，不过这些先进的模拟模型由于经济方面的原因还都只是某些公司或个人的专利，不能被大家广泛使用。

Heppner 和 Grenander 建立的模型也有其鲜明的特点，他们用来模拟鸟群感知和模拟鸟行为

动机的方法比较特别。在 Heppner 他们构建的模型中，对所有的行为动机都使用了与 Reynolds 相同的感受体积，不过没有考虑视野受限因素。在该模型中，模拟鸟会尽量呆在鸟巢中，尽量以一预设的速度飞行，还会在和其他模拟鸟距离太近时尽量远离它们，也会在离其他模拟鸟太远时尽量彼此靠近。同时在该模型中还加入了一个因素，那就是随机碰撞因素 (random impact)，这是为了模拟在自然环境中经常会出现的某些鸟儿会因为风向、地面上移动的车辆等各种因素而偶尔分神的现象。Heppner 和 Grenander 通过“Poisson 随机过程 (stochastic process)”成功的在模型中添加了随机碰撞因素。同时他们也发现，如果不加入随机碰撞因素，就无法获得鸟群行为模型。

在 1980 年代中期和 1990 年代早期，当时的计算机处理能力还比较有限，对由几十只鸟组成的大型鸟群的实时模拟还不太可能实现。Lorek 和 White 在 1993 年迈出了第一步，他们使用由 50 台处理器组成的 Meiko 大型交互式计算机系统 (Transputer System) 来模拟由 100 只鸟组成的鸟群的活动，在该模型中，研究人员可以在程序运行的同时随时观察模拟结果，同时还能及时的修改某些参数，与程序进行互动，不过该程序的运行速度比较慢，只有 6 帧/秒。最近在计算机多核处理技术以及图形处理技术方面的进步让我们相信，实现真正的实时模拟和交互式模拟的日子已经指日可待了。比如 Reynolds 在 2006 年就曾经报道过使用索尼公司的 PS3 游戏机处理器模拟了 10000 条鱼的活动，而且获得的是电影画面般的高画质结果，处理速度达到了 60 帧/秒。最近，在 SIGGRAPH 2008 年年会上，AMD 公司 (芯片制造商) 的计算机游戏应用小组 (Game Computing Applications Group) 展示了他们题为“哥布林青蛙部落活动 (March of the Froblins)” 的宣传片，该宣传片就是使用 AMD 公司开发的图形处理器 (graphics processing unit, GPU) 制造的，片中模拟了 65000 个哥布林青蛙，图像达到了电影画质，速度达到了 30 帧/秒。

要想获得更高的帧数有时候就得以牺牲生物学真实性为代价了。如果以研究生物行为为目的进行科学研究，那么如果能够实时、互动的修改程序参数并观察由此能够产生什么结果就是最好不过的了。在计算机模拟程序中，能够获得高帧数的图像是非常重要的，而对鸟群行为建模又有其独特的要求，这属于构建对照组 (controlling groups) 范畴。如果不考虑计算机模拟的成本问题，那么要获得高帧数图像最简单的办法就是构建对照组。按照 Parent 的说法，对照组主要分为三种类型：

1. 微粒型 (particles)，指的是大量的单独个体组成的集合，每一个群体都符合简单的物理学原理，比如动量守恒 (momentum) 和能量守恒 (conservation of energy) 原理等，但是这些个体没有“思想”，不能做出判断和决定。这些个体通常都只能与周围的环境发生相互作用，相互之间很少发生相互作用或者信息物质交换等。气体、液体、皮毛等就属于这类情况。
2. 群体型 (flocks)，指的是比微粒型规模要小一些的单独个体的集合，其中掺杂了一些物理学原理和“思想”，它们既能与周围环境发生相互作用，互相之间也能发生相互作用，比较典型的例子是鱼群、蜂群、羊群、人群、交通状况等等。
3. 自主单位 (autonomous agents)，相比以上两个群体规模更小，其中掺杂的物理学因素更少，但“思想”因素更多，比如自动机器人、计算机软件、计算机病毒等。

上面这 3 种群体分别代表了 3 种不同层次的独立行为群体，即自发行为群体、物理行为群体和模拟行为群体。

Kennedy 和 Eberhart 是第一个在鸟群建模时加入人工生命 (artificial life) 和人工智能 (artificial intelligence, AI) 元素的科学家, 这样就可以通过鸟群模型来研究更多的行为学问题, 包括人类的社会行为问题。在 AI 模型中, 一群相互之间能够发生相互作用的模拟鸟就是一个“集体 (swarm)”, Kennedy 和 Eberhart 采用了一种算法, 让这个集体能够采取最佳行为, 或者达到某种目的, 比如增加能量摄入量。这个集体中的模拟鸟会根据相邻模拟鸟的行为和对周围环境的感知 (比如在进食区域中所处的位置) 来调整自己的行为。我们可以从整个集体的共同行为中了解到模拟鸟为了达到最佳目的所采取的行为模式。这种算法也被称为“粒子群优化算法 (particle swarm optimization, PSO)”。后来, Macgill 和 Openshaw 以及 Macgill 都曾经使用群体行为学 (flocking behaviour) 方法来分析地理学数据。在后来的 AI 研究当中, 在不断减少模拟鸟数量的同时, 也在不断的为每一只模拟鸟注入了智慧。Odeh 为计算机研究当中使用到的各种“因子”做了一个详细的总结。

在 20 世纪 90 年代中期, 物理学家们开始对鸟类有组织飞行现象表现出了浓厚的兴趣。他们开始用一种以前生物学家和空气动力学家们从未使用的方法来研究这个问题。Vicsek 小组和 Toner-Tu 小组都将鸟群中的每一只鸟看做一个单独的个体, 它们就好像液体中的分子或者结晶体中的原子一样, 它们都遵循相同的数学规则。这些物理学家们使用的模型都是基于 Heppner 和 Grenander 在 1990 年构建的感知模型而建立的, 因此个体间的相互作用范围都没有超出当年的距离。同时, 在这些新建的模型中鸟类只会以一种速度飞行, 同时它们的行为动机也被简化成一个, 即尽力保证和周围的鸟儿保持同样的飞行方向。不过在模型中也添加了一个随机的元素, 这个元素与 Heppner 和 Grenander 当年添加的随机影响因子的作用是一样的。Toner 和 Tu 作为理论物理学家在从事这项研究时多少有点脱离实际, 所以他们认为如果用计算机模拟的方法来检测鸟类有组织飞行行为的作用应该是非常简单的一项工作。或者也可以凭借鸟类飞行的录像带在任何时间对鸟儿之间的距离进行测量, 因此可以很轻易的做出判断。Vicsek 等人认为, 与物态转换 (phase transitions, 比如金属从固态转变成液态) 有关的物理概念似乎能够解释我们常见的鸟群从有序状态转变成无序状态的现象。总体来说, 这些模型都是在 Okubo、Reynolds、Heppner 和 Grenander 所建立的模型基础之上简化而成的。按照 Parent 的说法, 这些物理学家们建立的模型都非常符合微粒型体系。由 Vicsek 等人在 1995 年建立的模型又被人称为“自我促进微粒模型 (self-propelled particles model, SSP)”。物理学家们都非常欢迎这个最简化的模型, 并且根据这个模型进行了大量的研究, 发表了一系列的论文。最近 Ballerini 小组和 Cavagna 小组进行的研究发现似乎对物理学界带来了不小的影响, 物理学家们终于开始认识到在模型中加入鸟儿之间的相互吸引力和排斥力等因素是非常有用并且非常必要的。Ballerini 他们的研究结果与我们在鸟群飞行模型中使用的方法还有一点矛盾。因为我们通常都会在模型中为鸟儿设定一个固定的相互作用半径, 但 Ballerini 他们发现, 这个相互作用半径并不是固定不变的, 发生相互作用的鸟儿的数量才是固定不变的。

还有一些计算机研究者也和 Kennedy 与 Eberhart 一样, 将人工智能元素引入了他们构建的鸟类飞行模型当中。比如 Reynolds、Zatara 和 Spector 等都使用遗传程序 (genetic programming) 这种能够为满足某种要求而自动生成特定计算机程序的技术来为每一只模拟鸟制定行为准则。换句话说就是在这些模型中, 如果鸟儿之间发生了相互作用, 那么它们就能够作出群体行为。以往所有的模型都会用到一些常量, 比如感知半径 (perception

radius, 即以某一只被观测模拟鸟为中心, 一定半径所组成的球形区域, 该参数可以用来界定“周围”这个概念) 以及权重 (weights, 主要用来形容被观测模拟鸟的飞行方向和速度等参数) 等概念。不过 Heppner 和 Grenander 对这种方法进行了修改, 他们采取手动设置这些参数的方法, 同时也会对相应的结果进行分析。人工智能技术也被用来发展计算机技术。在模型中, 遗传算法 (Genetic algorithms) 被用来修改参数, 从而使模拟鸟能达到符合某一标准的最佳行为状态。比如 Dimock 和 Selig 就使用遗传算法修改了 Reynolds 模型的参数, 发现了在模拟鸟群中体力消耗最小的那种状态。Wood 和 Ackland 使用 Couzin 等人构建的模型, 通过模拟鸟类的觅食和进食过程对鸟类编队队形的进化问题开展了研究。他们获得的结果与传统的进化行为学 (evolutionary behaviour) 观点比较一致, 他们认为模拟鸟在进食过程中关注的范围比较窄, 而在搜寻食物的过程中关注的范围比较广。

Heppner 和 Grenander 针对 3 种行为动机只设置了一种感知区域 (perception volume), 而 Reynolds 则使用了 3 种在生物学上有一定范围的非排他性的感知区域。Couzin 他们的模型与这些都不同, Couzin 研究小组和 Couzin 以及 Krause 研究小组在鸟群模型中还加入了“混合 (sophistication)”成分。这种模型相比以往构建的模型在模拟鸟行为动机方面没有区别, 只是在模拟鸟的感知模型 (perception model) 方面带来了不同。在 Couzin 他们的模型中存在三种排他性 (完全不同) 的感知区域, 即排斥区域 (zone of repulsion)、方向区域 (zone of orientation) 和吸引区域 (zone of attraction)。如果在排斥区域中出现了其他模拟鸟, 那么只有远离动机被激活, 而其他两种动机都被关闭。如果在这个区域没有其他模拟鸟, 那么其他两种动机就会启动, 模拟鸟会尽力保持与方向区域中其他模拟鸟的飞行速度一致, 并且尽力保持与吸引区域中的其他模拟鸟靠近。另外, 在该模型中三种区域都被设定为球形, 但是除排斥区域之外的其他两种区域在模拟鸟的后方都设定了一定范围的盲区。Couzin 他们在模型中修改了某些模拟鸟个体的行为规则, 想看看这会对整个模拟鸟群造成什么样的影响。同时还研究了如果其他两种区域范围不变, 只是方向区域的球形半径是可变的会对整个鸟群造成什么影响的问题。结果发现, 随着方向区域半径的增加, 整个鸟群会从一个松散聚集的稳定群体 (loosely packed stationary swarm) 逐渐变成面包圈 (torus) 样群体, 在这个大“面包圈”中, 所有的模拟鸟都会围绕它们各自的惯性中心 (centre of mass) 飞行, 最后, 整个鸟群会变成朝着同一个方向飞行的平行群体 (parallel group)。Couzin 他们还发现这个变化的过程非常快, 随着方向区域直径的缩短, 产生的集体行为则会有所不同。Couzin 他们发现此时 (在同一半径参数下) 会出现两种完全不同的行为状态。而最终的结果与鸟群最初的状态有关, 哪怕鸟群中的成员对鸟群最初的状态毫不知情。根据这些研究成果, Couzin 他们认为, 整个鸟群具有一种“集体记忆 (collective memory)”。Couzin 等人在后来的研究当中又采用只给部分模拟鸟行动指令的方法, 研究了鸟群行动的领导现象和决断机制。研究发现, 鸟群规模越大, 担负领导任务的鸟类个体数量就越少, 而且只需要很少几位“领导”就足以准确的指挥整个鸟群。正如前面提到的, 好几个课题组都研究了鸽群归巢过程中的“错误稀释现象 (many-wrongs principle, 这是一条描述生物行为的规律, 其基本思想是, 运动时群体中的个体向着目标方向行进时, 会有误差。但是作为群体的整体, 运动方向是个体运动方向的平均, 其运动的误差会变小。群体越大, 群体运动的方向越精确)”, 他们也发现鸽群相比单独飞行的鸽子, 方向感更准确, 不过还不清楚鸽群的空间组织结构在其中起到了多大的作用。

Lebar Bajec 等人在鸟群模型中加入了模糊逻辑 (fuzzy logic) 概念。Lebar Bajec 模型的基本理念与前人模型还是相同的，都包含 3 种行为动机、具有盲区的球形感知模型等。但是在前人的模型中模拟鸟会对周围的事物立刻做出反应。比如两只在环形回路中飞行的模拟鸟，它们为了避免相撞，互相之间一定会留出一定的距离，避免彼此进入对方的排斥区域。再比如在另一个稍微复杂一点的情况下，模拟鸟之间可能会存在各不相同、呈梯度改变的闭合角 (closing angles)，这样模拟鸟之间才能成比例的相互交错排列。不过在模糊逻辑中，我们可以用诸如远、近之类的模糊概念而不是一定的距离或角度来指导模拟鸟的行为。在模糊模型中，模拟鸟的行为更加自然。我们前面已经介绍过，Heppner 和 Grenander 只使用过一个感知区域，Reynolds 使用了三个相互重叠的感知区域，而 Couzin 等人则采用了 3 个互补重叠的感知区域。Lebar Bajec 等人使用的模糊概念实际上是将上述 3 种模型综合了起来，构建了一个相互之间部分重叠的感知区域。在 Lebar Bajec 模型中，模拟鸟只能在二维空间活动，即只能左右飞行，而不能上下飞行。但是在真实环境中，鸟是在三维空间活动的，因此最好的模型应该是能够模拟鸟类三维活动的。Moskon 在这方面进行了改进，他在模糊模型中又引入了觅食动机，同时还构建了进食场所模型以及着陆和起飞过程，但这还不是真正的三维活动，他们只是构建了一个伪三维模型。

那么鸟儿是如何做到一起转向的呢？

在 1970 年代，还没有人质疑领导模型，也没有人能够提出第二种模型，来模拟鸟群的转向动作。随着后来越来越多模型的出现，有人开始认为鸟群的转向是由鸟群中某些个体的转向行为造成的，于是又出现了其他的模型。但是这些模型并没有排除在某些情况下尤其是在小规模鸟群或者全部由家族成员构成的鸟群中，领导现象还是会起到重要作用的可能性。同时这些模型也不能证明它们模拟真实情况的能力。正如线性排列飞行模式具有多种生物学功能一样，聚集式飞行模式背后可能也有多种机制在发挥作用。

四、结论

随着新技术新方法的不断进步，我们对鸟类有组织飞行现象的了解也越来越深入。Heppner 曾经在 1997 年就认为我们在某几个方面还将会有所收获，但是十几年时间过去了，我们虽然取得了一些成绩，但是还有很多问题需要我们去解决。比如：三维模拟问题；不均一模型 (Nonhomogeneous models) 问题；如何更快、更经济的采集现场数据问题；构建方便用户使用的友好式的模型；模拟真实性检验标准的问题。

在最近 40 年里，我们对鸟类有组织飞行现象的研究取得了巨大的成果。对该现象的研究还为我们提供了一个模型系统，可以用来对其他群体行为进行研究，比如鸟类撞击飞机行为、交通管理理论、蜂群、计算机模拟、自动或遥控飞行器控制等等。我们现在有理由相信，在生物学、物理学、数学和计算机科学等多学科共同努力下，我们一定会在不久的将来告诉读者，鸟类为什么会聚集在一起有组织的飞行，它们又是如何做到这一点的。

背景知识：

1. icterid 鸟群指的就是源于新大陆的一大类包括了小型和中型雀科鸟类的群体。

2. Inclusive fitness: 整体适应度,是指某个体的直接与非直接适应度 (fitness) 的总合。直接是指影响个体本身的适应度; 非直接则是指影响个体在群体 (社会) 中其他同伴的适应度, 血缘关系愈大, 影响愈大。此概念类似于血缘淘汰, 但定义上较为宽松。

3. SIGGRAPH (Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques) 是计算机图形图像的专业组织, 成立于 1967 年, 由 Brown 大学教授 Andries Van Dam (Andy) 和 IBM 公司的 Sam Matsa 发起, 是 ACM (Association for Computing Machinery) 的 37 个 SIGs (SIG (Special Interest Groups)) 专业组织之一, 以推广和发展电脑绘画及动画制作软硬件为宗旨, 并大力提倡科技与艺术的结合, 强调计算机的媒体特性。SIGGRAPH 年度盛会是 ACM 在计算机图形图像和互动技术方面开展的最大型的、影响最广的活动。

原文检索:

Iztok Lebar Bajec, Frank H. Heppner. (2009) Organized flight in birds. **Animal Behaviour**, 78:777-789.

(吴锤结 供稿)

科技新知

《自然》杂志预测 2011 年科研热点

涵盖生命科学、医学科学、地球科学、数理科学四大领域

《自然》杂志日前对 2011 年的科研热点进行了预测，涵盖生命科学、医学科学、地球科学、数理科学四大领域。

Eemian 时期气候反演研究

格陵兰北部冰芯钻取 (NEEM) 项目目前已成功在 2500 多米深处达到基岩。科学家正在对冰芯中所含气体和各种粒子进行分析以获取 Eemian 间冰期 (这一时期的全球平均温度比今天还要高 5°C) 气候的有关细节，相信很快就会有结果公布。

全基因组关联研究 (GWAS) 的价值证明

GWAS 已为我们揭示了各种疾病与基因特定区域之间存在大量的关联。不过让人泄气的是，GWAS 还未能显示出太多在这些关联背后的生物化学信息。在 2011 年，我们希望能真正了解到，基因及非编码区域对那些与代谢、肥胖和糖尿病相关的医学条件产生影响的内在机制。

干细胞研究：整装待发

科学家知道如何将人体细胞重编程为诱导多功能干细胞 (iPS cell)，并将 iPS 细胞转化成为其他细胞类型。接下来，从病人体内获取的 iPS 细胞将更多地应用到医学研究模型、潜在药物的筛选以及为何现存药物只对部分病人有用的研究上。

基因组测序大爆发

在 2011 年里，人类基因组测序所需花费无疑将有所下降。下一代基因测序仪器已开始投放市场，这将使得进行全测序的人类基因组数量节节攀升。

捉摸不定的希格斯玻色子

尽管 2011 年，人们仍不大可能通过大型强子对撞机 (LHC) 观测到希格斯玻色子了，但 LHC 也许能帮我们找到其他发现，如超对称性的证据。同时，科学家仍寄希望于通过费米实验室里的那台核电子伏加速器 (Tevatron) 抓住“上帝粒子”的尾巴。

暗物质的关键时刻

一系列的地下试验将继续找寻暗物质粒子——期待 2011 年能给我们个答案。

丙肝治疗

包括丙肝治疗药物 Telaprevir 在内的多种药物获批是人们在 2011 年的迫切愿望之一。全球有 3% 的人感染了丙肝病毒，Telaprevir 或将为他们带来希望。

另一个地球

天文学家希望开普勒望远镜 (Kepler telescope) 能给他们带来这样的好消息：类日星附近发现了一颗类地行星。开普勒已找到太阳系外数以百计的行星了，尽管资料并未完全公开。

合成生物学：想想多细胞

科学家不用非得通过单个细胞弄清复杂的合成生物学了，我们可以期待有更多关于细胞群体行为的文章在今年发表。利用细菌来制药或许会成为现实。

航天飞机的最后时刻

4 月，美国宇航局 (NASA) 的航天机群将运送阿尔法磁谱仪 (AMS) 到国际空间站，完成其最后的飞行。

太阳系探测器

3 月，NASA 的“信使”号将成为进入水星轨道的探测先锋，而“黎明”号也将于 8 月开始对 Vesta 行星进行探测。

超级激光与聚变的瓜葛

美国加州的国家点火装置 (National Ignition Facility, 简称 NIF) 将引发聚变燃烧，以期用氢同位素贡献出更多能量。

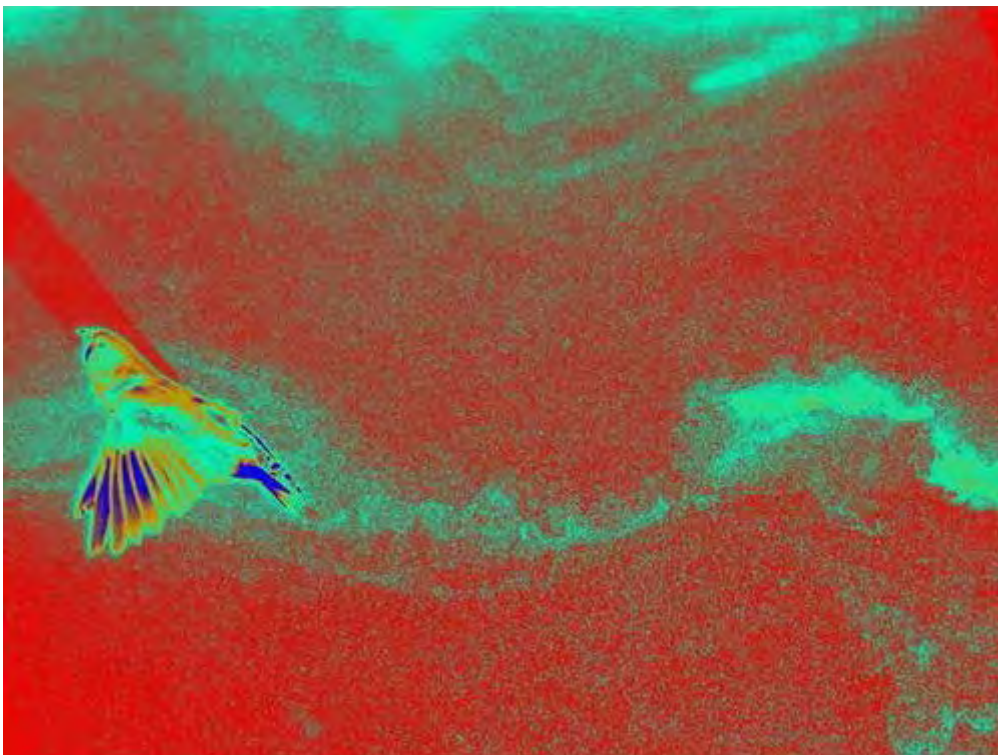
地球探测

欧空局 (ESA) 的“地球重力场和海洋环流探测卫星” (GOCE) 的研究结果将于今年公布，海平面上升将得到更好的监控。此外，“水瓶座”卫星对海水盐度的测定以及“荣誉号”对太阳射线和反射、吸收太阳光的大气颗粒的观测也将于今年启动。

(吴锤结 供稿)

美生物学家揭示鸟类飞行秘密：胸肌是天然发动机

核心提示：美国的生物学家发现：胸肌是鸟类的发动机，飞行时所需的能量有 80% 来自胸肌，这也就解释了它们为何是鸟类的最大组织。

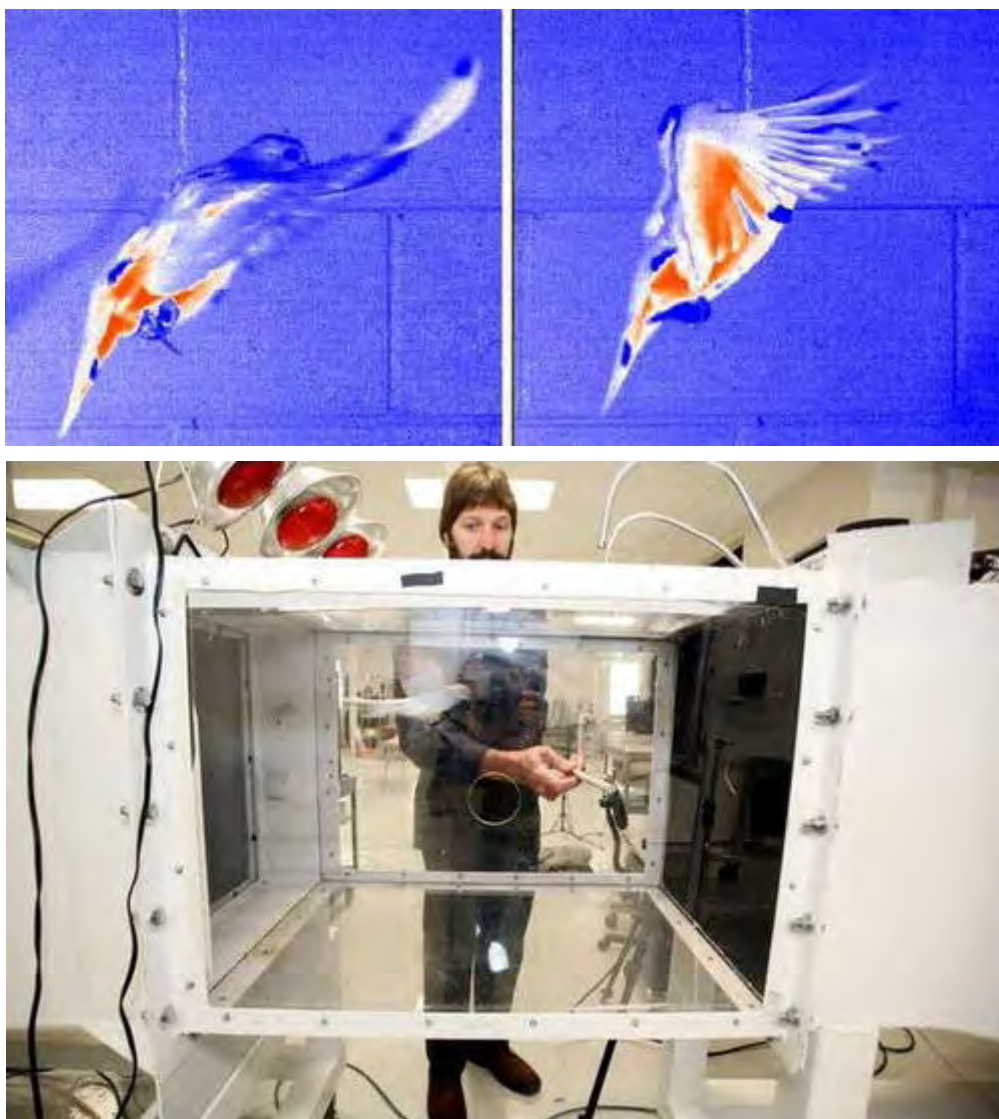




网易探索1月8日报道 美国《纽约时报》报道，即使最平凡无奇的鸟所具备的飞行能力也让人类的飞机自愧不如，美国蒙大拿州大学飞行实验室的生物学家对此深有体会。实验室创始人肯尼思·戴尔表示：“鸟类能够做一些非常引人注目的事情。它们能够在短短几秒钟内将速度从零加速到每小时40英里（约合每小时）或者降落在处于移动状态的树枝上，令人非常吃惊。”

戴尔和同为生物学家的布莱特·托巴尔斯克一直致力于缩小飞行器与鸟类飞行能力之间的差距。在飞行实验室，他们与几名研究生共同努力，试图揭开鸟类飞行的秘密。风洞实验中，他们在鸟类翅膀前缘上方发现了涡流，正是它增加了鸟类的升力。为了研究鸟类的飞行，他们还在姬地鸠和大乌鸦等鸟类胸部植入晶体传感器，测量飞行过程中的肌肉收缩。托巴尔斯克说：“胸肌是鸟类的发动机，飞行时所需的能量有80%来自胸肌，这也就解释了它们为何是鸟类的最大组织。”

在进行风洞实验时，研究人员使用高速摄影机拍摄下鸟类的飞行影像，了解它们以时速（约合每小时32公里）或者更高速度飞行时的诸多细节。此外，他们还在鸟身上安装微型面罩以测量新陈代谢。CT扫描则被用于揭示鸟类飞行的物理过程。研究中，他们对鸟类的骨骼进行扫描并与飞行时拍摄的三维X光片结合在一起，创建鸟类飞行的动画。博士生阿什利·希尔斯表示：“你能够在动画中看到鸟类飞行时的关节运动。”

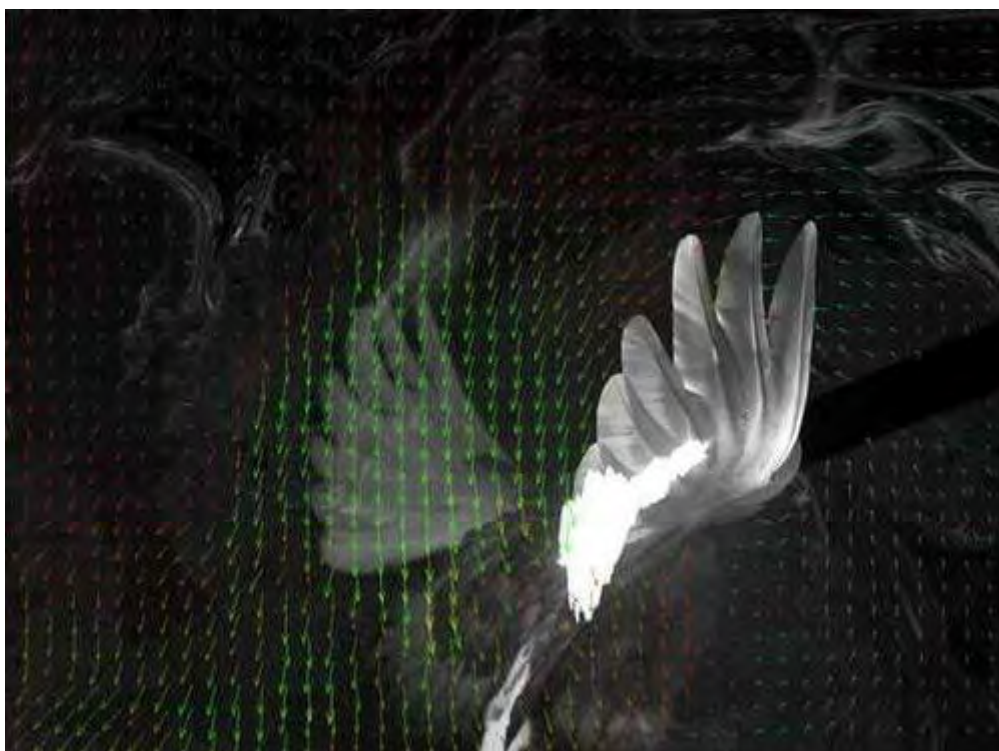




托巴尔斯克说：“这些工具允许我们了解做梦都在考虑的事情。”耶鲁大学鸟类学、生态学与进化生物学教授理查德·普鲁姆指出：“自达芬奇时代以来，这就是一个经久不衰的研究领域。功能形态学研究在很多方面落后于其他研究，但它的重要性不容忽视。他们正在做一项伟大的工作。”

普鲁姆表示飞行实验室的研究让人们意识到鸟类飞行的复杂性，同时了解鸟类在飞行时身体发生哪些变化。“根据他们的发现，鸟类的飞行就像阿里的拳击一样，会上演很多不同的移动。”起飞时，鸟类向上拍打翅膀，在达到极限之后再向下移动，最后飞向蓝天。托尔巴斯克说：“翅膀会卷入空气，就像风扇一样，同时在下方形成气体喷射，速度达到每小时10英里（约合每小时16公里）。”

在托巴尔斯克眼里，最令人吃惊的鸟类莫过于蜂鸟，主要原因就在于它们的体型。实际上，他们一个重要研究课题就是鸟类的形态学特征如何影响它们的行为。鸟类体型越小，飞行的敏捷性越高——天鹅可能需要两个足球场的距离才能完成起飞，而蜂鸟却可以像直升机一样。托巴尔斯克说：“鸟类体型越小，空气对其身体的粘性越大。”这部分解释了蜂鸟为何拥有如此惊人的机动性以及为何能够在空中长时间盘旋。





在漫长的岁月变迁中，蜂鸟的翼骨大幅缩短同时进化出巨大的胸肌，允许它们一秒钟振翅80次。托巴尔斯克说：“蜂鸟可以像直升机一样盘旋一个半小时，其他鸟类则无法做到这一点。”根据传感器获取的信息，蜂鸟的大脑在翅膀仍向上拍打时就已产生向下拍打的肌肉信号。戴尔指出，人类在鸟类身上学习到一系列飞行技术，借助于鸟类飞行研究取得的发现，未来的飞行器将具备和鸟类一样令人不可思议的飞行能力。



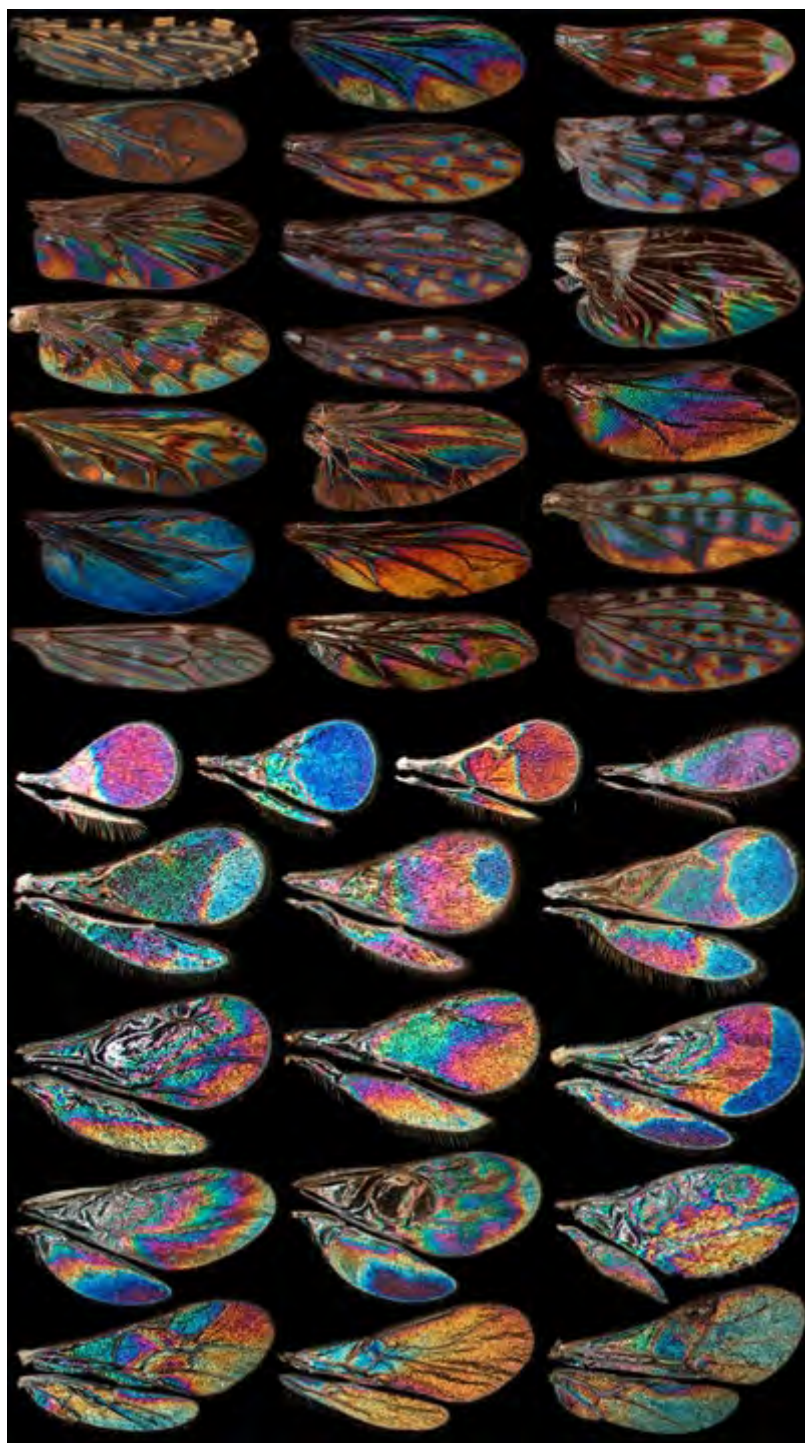


(吴锤结 供稿)

研究发现透明昆虫翅膀实则色彩鲜艳



分别在白色和黑色背景下的苍蝇翅膀。



苍蝇翅膀的图案（上半部分）与黄蜂翅膀的图案（下半部分）。



苍蝇在白色背景和黑色背景下的合成图。

据《连线》网站报道，国外研究人员日前发现，那些从表面上看是土褐色的透明昆虫翅膀（如苍蝇和黄蜂的翅膀）在近距离观看时，会显现出之前从未见过的彩色，而且肉眼就能够看到，而这种特征在几个世纪以来一直为人们所忽视。

瑞典隆德大学的昆虫学家叶卡捷琳娜·谢威托索瓦与克莱斯特·汉森领导的研究人员领导了此项研究，他们表示：“如果给定最有利的光照条件，它们将呈现出一个美轮美奂的世界，而这些翅膀上的鲜艳图案却一直被当代生物学家所忽视。”

黄蜂和苍蝇的翅膀是由两层扁平的透明甲壳素组成的，这两层甲壳素可同时反射光线，而当反射回的光混合时就产生了颜色。水面浮油和肥皂泡呈现彩色的原理也是如此。此前科学家认为透明翅膀的着色只是一种肥皂泡的彩虹色效应，随机变幻的彩色会在翅膀表面闪烁。

不过研究人员发现，甲壳素表面的变化过滤掉了彩虹色效应。剩下的颜色经证明是稳定的，而且几乎从任何角度都能够看见。这种颜色在不同物种与不同性别的昆虫之间存在一致的差异。

以往的生物学家之所以忽视了这一点，部分原因是因为他们并没有去寻找昆虫翅膀的颜色，而另一部分是因为这种颜色只在黑暗背景上最为明显。在白色背景下，这种颜色是看不见的——而大部分昆虫学家恰好是采用这种白色背景来研究透明的翅膀。

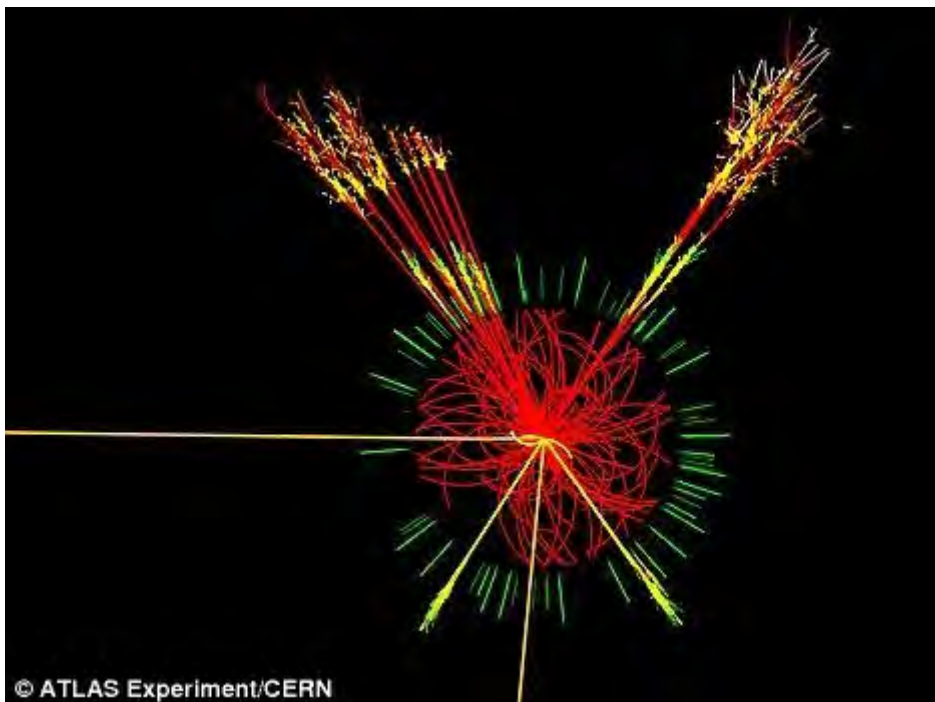
“如果你把昆虫的翅膀对着光举起来，那么你能只能看见翅膀的纹理，”这项研究的合著者、宾夕法尼亚大学的进化生态学家丹尼尔·简森解释说，“而如果你通过显微镜去观察，你就

能得到翅膀背面的清晰景象。”

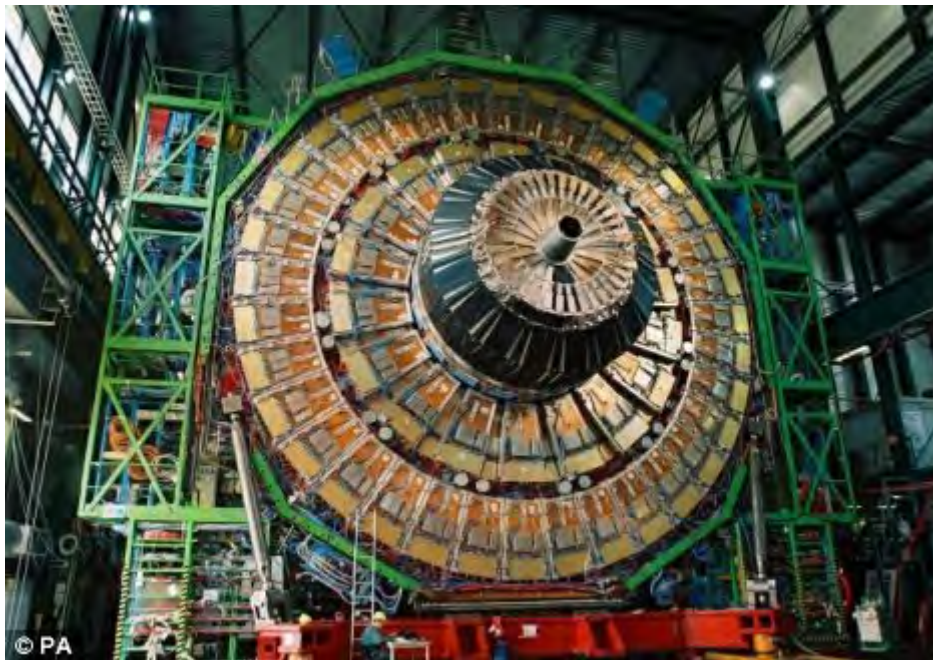
研究人员认为，这种翅膀的着色具有特殊的功能，特别是对于交配而言。这种鲜艳的翅膀图案还将帮助科学家去区分用其他方法难以区分的昆虫。研究人员已经采用透明翅膀的颜色去辨识三种黄蜂的新品种。据简森称，至少有 12 种其他类型的昆虫，从蜻蜓和蟑螂到草蜢，可能都具有与苍蝇和黄蜂一样五彩斑斓的透明翅膀。

(吴锤红 供稿)

欧洲大型强子对撞机实验数据首次被转换为声音



大型强子对撞机项目科学家首次将这台对撞机生成的海量数据转换为声音。这是他们认为的希格斯玻色子的数据所展现的模样。



大型强子对撞机位于法国和瑞士边境地下 100 米深、27 公里长的环形隧道内，正以每秒 4000 万次的速度处理数据。

北京时间 1 月 5 日消息，欧洲大型强子对撞机(LHC)项目科学家首次将这台对撞机生成的海量数据转换为声音。

欧洲核子研究中心(CERN)的大型强子对撞机是当前世界上最大、能量最高的粒子加速器，寻求证明像希格斯玻色子这样神秘粒子的存在，以每秒 4000 万次的速度处理数据。研究人员认为，希格斯玻色子是宇宙万物的质量之源。在此之前，大型强子对撞机以彩色图像的形式输出数据。这是它以不同方向喷射彩色粒子时拍摄的。

但是，最近在大型强子对撞机项目工作的物理学家莉莉·阿斯奎斯(Lily Asquith)博士希望能听到实验产生的粒子的声音。于是，她运用音乐对比软件将大型强子对撞机生成的数据转换为声音，从而赋予这台机器人人性化的一面。大型强子对撞机 2003 年开始兴建，位于法国和瑞士边境地下 100 米深、长 17 英里(约合 27 公里)的环形隧道中。

阿斯奎斯在接受无线电台 NPR 采访时表示：“大家往往喜欢令人深思的东西人性化。我个人认为，电子或许听上去就像是钟琴。我们自然而然地认为，某些声音或许与这些事情存在联系。”在这次尝试中，阿斯奎斯博士将大型强子对撞机的数据样本(三组数据)输入到音乐对比软件中。

在粒子束被发射到大型强子对撞机的时候，三个数据点被搜集起来，添加到声音参数中：远离内部光束的粒子变成声音的音调，粒子的能量被转变为音量，曲调的时间长度则显示粒子旅行距离。阿斯奎斯解释说：“例如，我们会绘制时间的第一组数字集——可能是距离。我

们还会绘制第二组数字集——音调，以及第三组数字集——音量。”

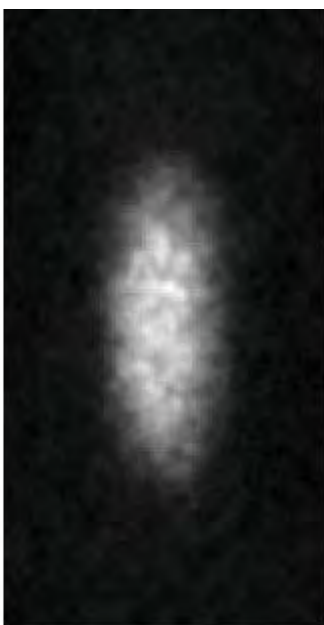
虽然由此出现的声音可能没被称为是音乐，但它们肯定对新潮音乐的乐迷们颇具吸引力。阿斯奎斯承认，科学家目前不能从这些声音了解到太多信息，但她希望它们不久以后会令科学家对大型强子对撞机的数据有新的认识。由于大型强子对撞机能够如此迅速地生成有关宇宙起源的新数据，物理学家或许会将现阶段“宇宙大爆炸”模拟实验延长至2012年底。

如此一来，他们可能会提前发现神秘的希格斯玻色子。科学家认为，在宇宙诞生之初，希格斯玻色子将尚没有定形的粒子变成了固态。大型强子对撞机在两年前正式启动，引起全世界的关注，然而，由于出现故障，它在运行两周后被迫关闭。按照设计，大型强子对撞机可以模拟宇宙形成瞬间后的状态，识别各种神秘粒子，从而填补物理学研究领域的空白。

它一开始对质子——发现于原子核内的带正电荷的粒子——展开对撞实验。2010年11月，它开始撞击铅离子，试图了解大爆炸后瞬间填满宇宙的“夸克-胶子等离子体”。重达一万吨的大型重离子实验探测器(ALICE)在隧道内创造了“迷你大爆炸”。功能强大的磁体驱使铅离子以接近光速的速度在地下隧道内高速运转。铅离子以相反两个方面运行，最后聚焦变成一个狭长的光束，被迫在大型重离子实验探测器内撞击。

在欧洲核子研究中心之前，美国能源部下属布鲁克海文国家实验室利用相对论重离子对撞机(RHIC)通过撞击金离子也曾制造出夸克胶子等离子体。但是，这台对撞机仅仅可以产生400万摄氏度的高温。科学家希望，通过夸克与胶子等离子体，他们可以对强作用力有更多的了解。强作用力是自然界存在的四种基本作用力之一。
(吴锤结 供稿)

PRL: 科学家在实验室制造出音波黑洞



通常概念里的黑洞由于能吸收所有入射光而得名，它非常致密，没有光线能从它的事件视界（黑洞中发出的光所能到达的最远距离，即黑洞最外层的边界）中逃逸出来。据美国物理学家组织网1月10日报道，以色列科学家在实验室造出了一种类似的音波黑洞，所有音波而不是光波都会被它捕获而不能逃逸。研究人员希望借助这种音波黑洞来研究难以捉摸的霍金辐射。该研究成果发表在近期出版的《物理评论快报》（PRL）上。

该音波黑洞是一种由10万个铷原子构成的玻色—爱因斯坦凝聚物，铷原子在磁阱中达到它们的最低量子态，冷凝在一起的原子团就像一个具有量子力学属性的大原子。为了将这种冷凝物转变成音波黑洞，研究人员找到了一种方法，将部分冷凝物加速到超音速，让整个冷凝物中包含了超音速流动区域和亚音速流动区域。

研究人员用大口径激光照射冷凝物，使它具有了类似音阶的势差和谐波势差。当冷凝物在类音阶势差中通过“音阶”时，冷凝物就加速到超音速。他们还证明了冷凝物能加速到超过音速范围的多个音阶。

“这项研究的最大意义在于，我们成功地克服了朗道临界速度，在这种状态下流动的速度无法超过声速。”论文合著者、以色列理工学院的杰夫·斯坦豪尔说，此项实验在一段时间内超越了这一限制。

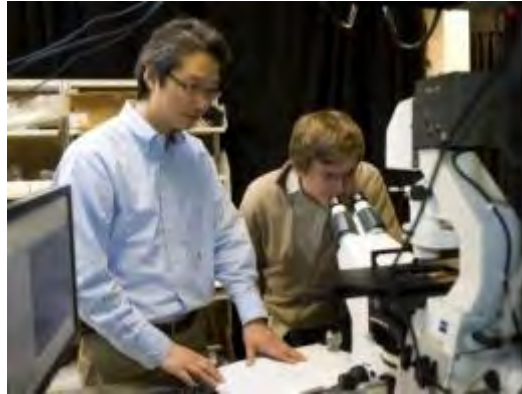
在实验设计中，音阶标志了超音速区域和亚音速区域的分界，作为音波黑洞的事件视界。在这一事件视界上，冷凝物流动的速度和声音速度相等。在超音速音阶的一边，冷凝物的密度比亚音速的一边要低得多。研究人员解释说，由于质量守恒，低密度相当于更高的流动速度。在实验中，研究人员能稳定地维持黑洞的事件视界至少20毫秒。

音波黑洞和捕获光子的黑洞类似，它的超音速区域也能捕获声子和处于1.6微米—18微米波长之间的广泛的玻戈留玻夫激发过程。波长非常短的激发能够逃逸，而那些较长波长的激发一开始就无法留在超音速区域。

研究人员计划用音波黑洞来观测霍金辐射。霍金辐射是物理学家斯蒂芬·霍金首次提出的预言，由于量子效应，黑洞会发出少量的热辐射，这些辐射会导致黑洞收缩并最终完全蒸发掉。而要探测到这种辐射很困难，需要很多准备工作，比如捕获激发过程必须有负能量。他们在模拟实验中已经证明了这一点：将两束频率略有不同的激光束集中到冷凝物的超音速区域时，模拟冷凝物从一束激光中吸收了一个光子，并发射一个光子到第二束激光中，产生了具有负能量的激发过程。将来，音波黑洞或能帮助科学家看到霍金辐射。

（吴锤结 供稿）

美研制能自我修复的太阳能电池



据美国物理学家组织网 1 月 5 日(北京时间)报道,美国研究人员正在研制一种新式太阳能电池,通过使用碳纳米管和 DNA 等材料,该电池能像植物体内天然的光合作用系统一样进行自我修复,从而延长电池寿命并减少制造成本。

光电化学电池可将太阳光转化为电力,使用能导电的电解液运送电子并制造出电流。传统光电化学电池一个最大弊端是其内吸收光线的染料难以更新,新技术通过不断用新染料替换被光子破坏的染料从而解决了这个问题。

新设计利用了单壁碳纳米管非同寻常的电学特性。碳纳米管可包含一层到上百层石墨片,只有一层石墨片的称为单壁碳纳米管,其管径约 1.5 纳米左右,是一种非常理想的纳米通道,一根开口的单壁碳纳米管可以被用作“电动马达”和“发电机”。科学家在实验中将单壁碳纳米管用作“捕光电池中的分子电线”。研究人员解释说,在新电池中,碳纳米管的主要功能是固定 DNA 片段。科学家也对 DNA 进行编程,让其具有核苷酸所拥有的特定序列,使其能识别并且依附染料。一旦 DNA 识别出染料分子,系统就开始自我组装,完成染料更新,就像植物体内时时刻刻都在进行的自我再生。

基于这种想法研制的革新性光电化学电池,只要不断向其中添加新染料,就能开足马力继续工作。而通过化学过程或通过增加具有不同核苷酸序列的新 DNA 片段,击落旧染料分子,接着朝其中添加新染料分子,就可实现染料的新旧更替。

这项模拟自然界中自我修复机制的技术有两个关键点:分子识别和该系统持续被溶解和重组的稳定性。

领导这种新式电池研制的美国普渡大学机械工程学助教崔宗献(音译)表示:“现在,我们已经使用光学纳米材料制造出了一种人工光合作用系统,新系统可以捕获太阳能,并将其转化为电能。新方法将来可以进行工业化生产。”

之前其他研究曾使用从细菌中提取出来的生物载色体取代染料，而崔宗献表示，使用天然载色体非常困难，其必须被捕获并同细菌隔离开，而且其工业化生产也非常昂贵。因此，崔团队在新试验中没有使用生物载色体，而是使用染料卟啉制成的人工载色体。

(吴锤结 供稿)

IBM 预测未来五年五大技术 传感器无所不在

空气动力电池、3D 手机榜上有名



据美国物理学家组织网报道，近日，IBM 发布了名为《未来 5 年 5 大技术》的报告，对未来 5 年的科技发展作了 5 大预测。报告称，空气动力电池、能够投影全息影像的 3D 手机和个性化上下班换乘车技术等都将未来 5 年大展拳脚。

空气动力电池。目前广泛使用的锂离子电池可能被空气动力电池所取代，空气动力电池让空气与能量密集型金属发生反应，释放出能够延长电池寿命的抑制剂。IBM 表示：“如果这项技术取得成功，将会有一批功能强大的、轻量的、可充电电池问世，这些电池可应用于从电动汽车到消费电子设备等在内的所有产品”。

IBM 称：“未来，随着每个晶体管消耗的能量会很小很小，以及能量收集技术的兴起，在某些情况下，较小的设备甚至可能不再需要电池。另外，晶体管和电池技术取得的突破会将目前设备的使用寿命提高 10 倍”。比如，现在有些手表已经开始使用这项技术：这些手表不需要上发条，而且甩甩手臂就可以给它充电。也可以使用同样的概念来给手机充电，或许未

来某一天，我们摇晃一下手机就可以给其充电，然后就可以拨号了。

3D 全息手机。IBM 预计，3D 和全息照相技术正在不断提高，并逐渐在手机上找到用武之地。目前，科学家正在研发 3D 远程视频。该技术将对物体的光线进行调整并重组物体的画面。届时，配备了 3D 全息摄像头的手机将使用户可以与好友实时进行 3D 全息视频聊天。

个性化上下班换乘车方案。这是 IBM 正着力研发的一项新技术，科学家正在使用新的数据模型和预测分析技术为上班族提供最好的换乘车方案。

传感器无所不在。IBM 表示，未来，传感器将无所不在，人将慢慢变为一个“行走着的传感器”，为人类最终战胜气候变暖；保护濒危物种或追踪入侵物种提供有价值的信息。

IBM 表示：“在未来五年内，传感器可能会出现在手机中，出现在车里，让科学家可以实时了解你的用户所处的环境。届时，将会出现一大批‘平民科学家’，他们会利用已有的简易传感器搜集大量数据，并进行科学研究。”

能源循环利用。IBM 称，科学家最终会找到更好的方法来从数据中心回收热量和能源，让建筑物达到冬暖夏凉。IBM 公司正在研发的新技术，比如芯片内部水冷系统以及从很多计算机处理器那儿获得的热能都可以被有效地回收，为办公室或者家庭提供热水。

(吴锤结 供稿)

刘锦淮研究员：仿生传感器研究将大大丰富人类的物质世界



刘锦淮 博士，中科院合肥智能机械研究所研究员，博士生导师，长期以来主要从事纳米材料与器件、检测技术的研究。

人类能否发明某种装置，像鱼儿一样敏锐感知水中的细微扰动？或者学习蝴蝶，随着空气中化学成分的变化更改翅膀的色彩？

历经几十亿年的进化，生物界与自然的融合趋于完美。而模仿生物的特殊结构和功能，一直是人类技术思想、发明创造的源泉。作为仿生科技的重要一员，仿生传感器是基于生物学原理设计的可以感受规定待测物并按照一定规律转换及输出可用信号的器件或装置，它是一种采用新的检测原理的新型传感器，由敏感元件和转换元件组成，另外辅之以信号调整电路或电源等。

敏感机制的仿生

仿生传感器的设计理念主要涵盖两大方面：一是敏感机制的仿生，包括敏感材料与敏感原理的仿生设计；二是传感器功能的仿生。仿生敏感材料（也被称为仿生智能材料）与仿生原理是发展仿生传感器的基石与核心，直接决定了仿生传感器技术的应用价值，该领域研究极为活跃。

中科院院士、中科院化学所研究员江雷等通过改变碳纳米管阵列的形貌以及对碳纳米管进行修饰，可以实现对其亲水性能的调控，甚至达到如荷叶般的超疏水性。另外，他们基于仿生学原理，以高分子聚合物为温度敏感材料，通过热诱导结合表面化学修饰，实现了超双亲/超双疏功能的可逆开关。2010年，他们又在《自然》(Nature)杂志上报道了基于蜘蛛丝的内部结构及吸湿原理，设计出具有纳米孔结构的纤维，甚至实现了对湿气中水滴的直接采集。

中科院合肥智能机械所的研究人员基于珊瑚的结构特点，通过分子化学组装方法，设计纳米颗粒组装的仿珊瑚结构半导体材料，其气体敏感性能、光电转换性能等与传统块体材料甚至常规结构纳米材料相比均获得大幅提高，可广泛应用于化学/生物传感器、染料敏化太阳能电池等诸多领域；基于人工抗体原理的分子印记仿生传感器，在爆炸物、环境污染物的检测方面也极具价值；通过对壁虎脚中吸盘微结构的分析，采用半导体微纳加工技术，制作了仿壁虎脚功能的传感器，结合相应驱动装置，可以在各种复杂表面上自由攀爬。

另外，中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所、清华大学、北京大学、哈尔滨工业大学等单位也开展了大量卓有成效的工作，取得的一批成果走在了国际前沿。

传感器功能的仿生

另一方面，模仿生物的功能，研制具有与其功能相似的传感器为人类所用，也是极具吸引力的领域。

基于人手皮肤的触觉感应以及肌肉的伸缩原理，意大利与瑞典科学家联合研制了基于传感器阵列的仿生感应系统和由反馈信号控制的机械联动装置，可以模拟人手实现对各种复杂形貌物体的抓与放，并进行搬动。

合肥智能机械所则采用气体传感器阵列，开发了可任意组合、结构形状不限的电子鼻探测器，可以实现易制毒化学品的现场快速检测，能检出并判定12种易制毒化学品，检测时间小于两分钟，特别适用于车站、边检口岸等场所的安检。

近年来，模仿鱼类的仿生传感器研究成为新的热点。韩国建国大学的研究人员采用压阻执行器模拟鱼尾鳍，并通过调节执行器频率控制尾鳍的摆动速率，获得了直行速度2.5厘米/秒

的机器鱼。我国哈尔滨工业大学的研究人员则采用具有形态存储功能的合金材料作为鱼鳍，研制了一种微型机器鱼，其可直行亦可绕行，直行的最大速度达到 11.2 厘米/秒，最小拐弯半径 13.6 厘米。此外，美国马萨诸塞州理工学院以及英国艾塞克斯大学的研究人员也正在开展此方向的研究。目前，机器鱼无论是直行速度还是游动灵活性方面，都日益贴近真实。

众所周知，鱼类赖以生存的感应器官在于其侧线，探测障碍物、感应水中扰动乃至追踪定位猎物，无不依靠其侧线感应器官。侧线就像是从头到尾排列了多个传感器，探测来自不同方向的刺激，鱼类利用不同部位感受器报警的强度与时间差测定刺激的大小和方位。许多陆生生物也具有结构与功能相似的器官，比如昆虫的触角。这样看来，若能对鱼侧线的内部结构及其作用机制进行模仿，获得相似的感知功能，对于水下物体的灵敏感知与精确定位、潜艇舰船的航行与水下机器人的精确控制、动态环境的实时监控等都具有重要意义。

在这方面，佐治亚理工学院的研究人员走在了前列，他们开发出一种基于绒毛触觉敏感的仿鱼侧线传感器，在模拟水体环境下进行测试，发现绒毛对流体扰动信号响应十分灵敏。这种新型仿生传感器甚至被美国军方寄予厚望，有望发展成为超越声呐的超灵敏、抗干扰能力强的新一代水下探测器。

利用相似的仿生原理，荷兰科学家模仿蟋蟀的触角结构，制作了基于纳米柱阵列的仿生流体传感器，对细微扰动也表现出高的灵敏度。

未来：更微观，更小型化

仿生传感器技术发展至今，从智能材料到传感器件构筑与应用，都达到了很高水平。当然，随着研究的不断深入以及应用领域的逐步拓展，对仿生传感器也提出了越来越苛刻的要求。

一方面，仿生传感器日益朝着基于生物组织本身的微观结构及其作用机制模仿的方向发展；另一方面，基于某些整体装置的小型化、便携化、低碳节能化考虑，仿生传感器的微型化也成为一大挑战。

由宏观到微观的转变，使得纳米技术这一迅速发展起来的高新技术成为最佳选择。比如美国 GE 公司全球研发中心即将投入开发的仿生光敏纳米传感器，即是纳米技术与仿生结合的典型例子，通过模仿蝴蝶翅膀鳞片中独特的纳米结构，以实现环境中的化学物质高灵敏光学探测。又如基于纳米压印技术发展的高分子聚合物纳米透镜阵列，可以实现昆虫复眼的多角度观察功能。

纳米技术将是未来发展新型结构与功能仿生传感器的研究重点与热点。可以预见，基于纳米技术与仿生学原理开发的新一代纳米仿生传感器，将大大丰富人类的物质世界，使人们的生活更加便利、舒适与安全。

(吴锤结 供稿)

“并行自适应有限元软件平台”获阶段性成果

本报讯（记者姜靖）中科院数学与系统科学研究院自主研制的面向大规模并行计算机的“并行自适应有限元软件平台”（PHG）日前获阶段性成果。基于PHG完成的并行自适应有限元应用程序在国产高性能并行计算机上，最大并行规模达4096个进程，最大网格规模超过10亿个计算单元。PHG让科研人员可以在并行计算环境下方便地使用自适应有限元方法，在提升计算效率的同时，显著地缩短了科研人员设计算法的周期。

有限元方法是科学与工程计算中最重要的计算方法之一，通过数值计算软件，科研人员利用该方法可以求解电磁场计算、天体物理计算、流体力学计算等一系列计算问题。然而随着大规模并行计算机的问世，现有的数值计算软件无法跟上硬件发展的速度，不能很好地利用并行计算资源来提升计算效率。PHG的目的就是封装、集成并行自适应有限元程序中网格管理与有限元计算的共性算法模块，为并行自适应的有限元计算软件开发提供一个方便、易用、高效的通用开发平台。

据负责此项目的张林波研究员介绍，目前，PHG的核心部分包含约10万行代码，主要模块及功能基本成熟，已实际应用于一系列科学问题的计算。PHG的应用可以把从事相关算法研究和软件开发的科研人员从繁琐的并行数值计算设计中解放出来，能够实现自适应有限元计算方法在并行计算机数千个处理器核上的高效运行，对用户是完全透明的，大大方便了并行自适应有限元程序的开发。PHG开源版本源码已通过互联网公开发布（<http://lsec.cc.ac.cn/phg>），可免费下载使用。

（吴锤结 供稿）

PRL：新型“隐声衣”让物体销声匿迹



所谓“隐形”即是让人看不到，但肉眼看不到的物体还是可以通过主动声呐来探测其存在。而据美国物理学家组织网1月6日（北京时间）报道，最近伊利诺斯大学一个实验室新开发出一种连声呐也探测不到的“隐声衣”，研究人员在《物理评论快报》（PRL）的一篇文章中，详细论述了这种能让物体在声呐或其他超声波探测中销声匿迹的技术。

多年以来，将围绕物体的声音弯曲而不反射或吸收的材料只存在于理论中，真正要实现还有诸多困难。领导本次研究的贝克曼高等科技学院力学科学与工程教授尼古拉斯·方介绍称：“新技术不是科幻，也不是哈里·波特的魔法，而是一种声学外罩。它能在一个设计好的空间内，通过弯曲或扭转来控制声波。”

该外罩是一种精心设计的、由超介质材料制造的声音线路，超材料可以加强线路结构的特性与功能。这种外罩由16个声音线路构成的同心环组成，每个环都有不同的折射指数，这就意味着声波速度从外环到内环会发生改变，可引导声波方向。

“外罩看起来就是一系列由隧道联通的腔洞，当声音在隧道内部传播时，腔洞会减缓声波传播速度，”方说，“而传到内环，声波的速度会越来越快。”但加速需要能量，这样声波就会沿着外罩的外缘传播，被隧道内的声音线路引导。这种特殊结构的声音线路会造成声波翘曲，使其沿着外罩外层转弯。

研究人员用钢制圆柱体对隐声外罩进行了测试。他们将圆柱体沉入水箱，水箱一边装有超声波源，另一边装有一排传感器，在将圆柱体套上外罩后它从声呐探测中消失了。进一步测试显示外罩对不同结构物体的隐声效果一样。

该外罩的另一优点是能覆盖广泛的声波波长，目前消音效果范围是40千赫到80千赫的超声波，改进后理论上将能覆盖到几十兆赫。

研究人员下一步计划拓展这种隐声技术的应用，从军方的秘密行动到卫生保健领域隔音。如医疗中普遍应用的超声及声波成像技术，如用超材料制成的绷带或防护罩就可以有效遮蔽干扰。

该隐声技术也能影响非线性的声音现象。如水下物体迅速移动造成的空穴现象，或引起气泡和向心聚爆，这个问题广泛存在却难以解决。研究人员认为，利用隐声外罩则能对此加以改善。

（吴锤结 供稿）

工程师捕捉墨滴触水美妙瞬间



德国软件工程师托拜厄斯·布劳宁通过将滴滴墨汁滴到水里，制作出如此美妙的画面



布劳宁采用几乎自动的方法同步激活阀门和相机快门，捕捉稍纵即逝的美妙瞬间



他还要使用微控制器和不同的滤光器以保证画面的完美度



布劳宁称，虽然万事俱备，但制作出令他满意的图像，往往需要数小时

新浪科技讯 北京时间1月10日消息，这组令人赞叹不已的照片捕捉到了一滴滴墨汁与水面接触那一刻的美妙瞬间。它们显示了红、绿、黄三色墨滴接触水面后弹起，在半空中形成肉眼所看不到的梦幻般形状。

每张照片的清晰度非常高，墨滴凝固在时间里，如瀑布般颜色鲜明地呈现在我们面前。在一张照片中，一滴滴墨汁汇合起来，看上去就像透明的五彩蘑菇云。在另一张照片中，蓝色墨滴溅落于水中，勾勒出圆形图案，产生一个令人惊讶的冠状物，而溅起的红色根茎状水滴迸发出紫绿色的生命。

这组照片是由德国全职软件工程师托拜厄斯·布劳宁(Tobias Brauening)制作的。他说：“在我看来，最不可思议的地方在于，水滴是常见之物，大自然中每天都能见到。这是大自

然所产生的美妙瞬间，我喜欢将这个画面呈现别人。他们想知道各种颜色如何能在简单水滴中呈现出来，以及我如何在合适时机按动快门。”

布劳宁成功的秘诀在于他对技术、电脑和摄影的兴趣。他决定对原本知之甚少的机电一体化进行研究，这种技术将全部三个物体结合起来，制成一系列令人眩目、颇具挑战性的图像。布劳宁说：“因为我在学习过程中对电子学和微控制器也有了一些了解，于是就买了一个微控制器板，制作了几个电子部件，开始迈出成功的第一步。我用三个特制阀门，不断进行练习，令其可以将墨滴滴到水面同一个点，我的新照片就这样诞生了。”

首先，布劳宁向塑料水箱注入浅浅一层水，给三个阀门涂上不同颜色，将三个安装了对比颜色滤光片的闪光灯作为背景。接着，布劳宁设置好微控制器和相机，调节三个阀门，按动制动器。这样一来，阀门和相机快门都会被同步激活，用以捕捉稍纵即逝的美妙瞬间。

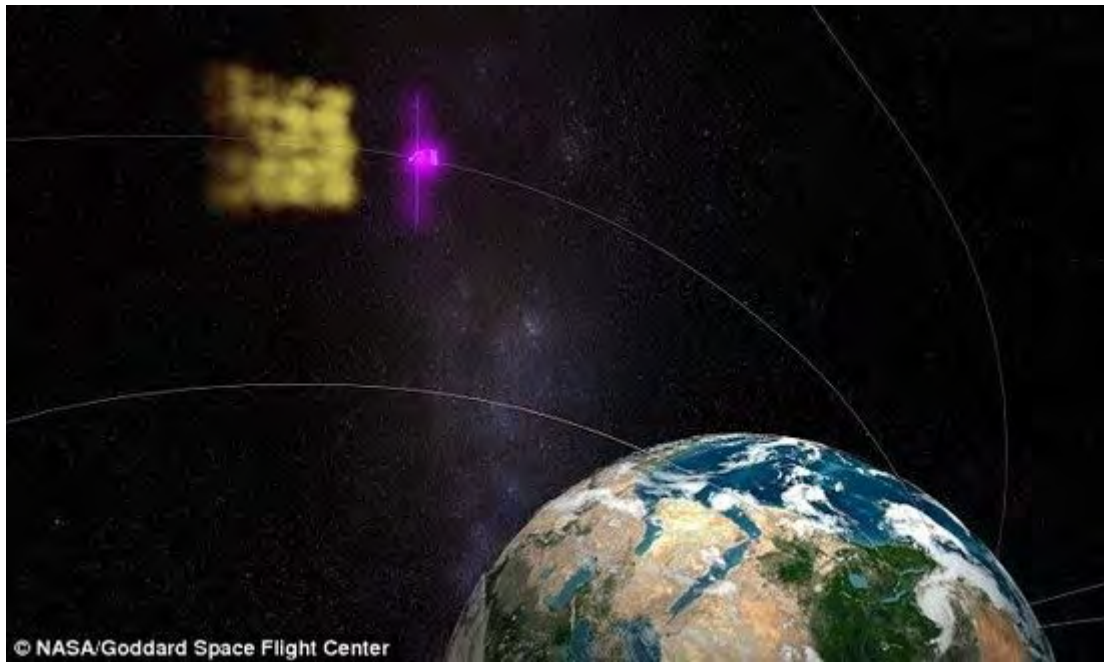
他说：“即便是在各种技术的帮助下，有时，拍到满意的形状和颜色仍会耗费数小时。三个水滴或墨滴的碰撞需要精确的时机把握，一个精彩的镜头往往就取决于几毫秒之间。另一个挑战则是照明，需要不断练习，使得水面、背景、颜色滤光片以及闪光位置的结合恰到好处。”

(吴锤结 供稿)

科学家首次发现雷暴向太空喷射反物质直接证据



艺术概念图。借助于费米太空望远镜，美国宇航局发现雷暴会将反物质云从地球喷射到太空。



如何观测这种现象？电子和正电子云穿过费米太空望远镜并放射出伽马射线。



雷暴向太空释放粒子束的示意图。

英国《每日报道》报道，在借助太空望远镜对雷暴进行观测时，美国科学家首次发现直接证据，证明雷暴将反物质从地球喷射到太空。这种似乎只有在《星际迷航》和其他科幻作品中才有的现象由环绕地球的雷暴内部发生的反应所致。

在费米伽马射线太空望远镜的帮助下，美国宇航局的科学家在全世界的雷暴上方观测到这种反物质喷射。这架望远镜可以用于研究雷暴内部放射反物质时出现的陆地伽马射线闪光（以

下简称 TGF)。据估计，全世界每天出现大约 500 次 TGF，但绝大多数并未被探测到，此前也从未进行研究。

科研人员希望这项研究能够最终验证一项理论，即宇宙中的反物质一直和我们并存。墨尔本佛罗里达理工学院的约瑟夫·德耶尔表示：“虽然‘费米’无法看到雷暴，但它仍能够与雷暴建立磁联系。TGF 产生高速电子和正电子，它们穿过地球磁场并飞向‘费米’。”在 1 月 10 日于西雅图举行的美国天文学会会议上，费米的伽马射线爆发监视器项目组成员、阿拉巴马州大学的迈克尔·布里格斯公布了他们的研究发现。他说：“这些信号是第一项直接证据，证明雷暴产生反物质粒子束。”

长久以来，科学家便怀疑 TGF 源自雷暴顶端附近的强电场。他们指出，在适当情况下，电场强度足以驱使电子向上高速移动，就像雪崩一样。当因空气中的分子发生偏斜时，速度接近光速的高能电子会释放出伽马射线。通常情况下，这些伽马射线可以被探测到，也就是 TGF。

虽然费米望远镜在设计用于观测宇宙中的高能事件，但同样能够提供有关这种怪异现象的宝贵信息。自 2008 年发射升空以来，这架望远镜便一直监视头顶的整个宇宙以及脚下的地球，迄今已经观测到 130 次 TGF。“费米”项目科学家、华盛顿宇航局总部的伊拉娜·哈里斯说：“虽然在轨道运行时间不到 3 年，但‘费米’已经用事实证明自己是一个令人吃惊的宇宙探测工具。我们现在意识到它能够发现距离地球更近的神秘事件。”

(吴锤结 供稿)

七嘴八舌

大学单干户朱清时：得天下英才而教之，不亦悦乎

朱清时很可能成为 2010 年度中国最“给力”的大学校长——他被媒体和网民誉为中国高校改革第一个敢吃螃蟹的人。

作为深圳南方科技大学（简称“南科大”）校长，朱清时在 2010 年 12 月高调宣布：南科大不再继续等待中国教育部下发“招生许可证”，立即开始“自主招生，自发文凭”。敢为先的南科大是否会成为“南柯一梦”？朱清时能否回答“钱学森之问”？

得天下英才而教之，不亦悦乎

“想在大陆办一所这样（像香港科技大学一样）的大学，必须找朱清时。”这是香港科技大学原校长吴家玮和英国诺丁汉大学校长杨福家的共同看法。

综合杭州《钱江晚报》、北京《京华时报》报道，2007 年，深圳市政府将建设南方科技大学写进政府工作报告，参照模板正是香港科技大学。第二年，一份 200 多名候选人的名单摆在校长遴选委员会主任面前，其中就包括中国科技大学前任校长朱清时。

朱清时拒绝多次邀请，直到被一句话打动，“深圳的条件这么好，这会是你一生中最重要的事业。”2009 年教师节，63 岁的朱清时放弃已规划好的闲适晚年，接过了聘书。

朱清时上任时申明了建校原则，其中包括“去行政化”与“教授治校”。早在 1917 年，北大校长蔡元培就提过类似的治校理念，但直至今日，这些看上去很美的口号还是停留于“口号”。

中科大 10 年未能完成的理想，能在南科大实现吗？朱清时说，“我已经 64 岁了，想再拼搏一次，看看去行政化能走多远。这肯定会成功，但不一定是我。”

在等待中国教育部批复 3 年无果后，2010 年 12 月 15 日，南方科技大学官方网站刊登了朱清时致报考南科大考生和家长的一封信，信中宣布：在没有获得招生许可证的情况下，南科大决定自主招生。

朱清时此举无异于向中国现行教育体制宣战。当晚，他像往常一样吃了安眠药，却依然无法入睡。

12月18日，咨询现场异常火爆。原本只安排了一场自主招生会，却由于报名者爆棚，临时改成了3场。这让朱清时有些意外。

朱清时当晚终于不用吃安眠药入睡了，酒量相当大的他和同事痛饮一番，大呼，“得天下英才而教之，不亦悦乎。”

再招，实验室就像下饺子一样

朱清时毕业于中科大近代物理系，此后自学化学，又成了化学界的翘楚。1968年，他被分配到了青海，做了换高炉里耐火砖的修炉工。

1974年，朱清时自荐回到中科院。1979年，朱清时成为中国大陆改革开放后第一批出国留学人员中的一员，1982年回中国。1994年9月，朱清时调到中科大化学系任教。48岁的他在兜了一大圈之后，又回到母校。1996年上半年，朱清时出任化学与材料学院院长。短短数月后，他就出任中科大副校长。1998年6月，朱清时出任中科大校长。4年不到的时间里，他即从教员“扶摇直上”，登上校长宝座。

不过，始于1999年的全国高校扩招潮，成为朱清时的一个难关。

1990年代初，中科大每年本科招生约900人，到1999年前后逐渐增至1300人，并于2001年招收创纪录的1860人。负责该校招生的吴国华回忆，某天，一位教育部人士致电称，中科大招人太少，让别的高校不好办。朱清时当时开玩笑回应：“再招，中科大的澡堂和实验室，都将像下饺子一样。”

此后5年，中科大逆势而为，坚持每年招收1860人，不再继续扩招。在扩招成风的时代，中科大像是中国高等教育体系中一个“异类”。此举虽有争议，但朱清时最终成功连任校长。而在他之前，只有首任校长郭沫若曾获连任。

2008年春天，朱清时把中国教育比作一辆高速飞驰的火车，“方向开错了，但所有人都坐在车上不肯跳车”。当年9月，朱清时卸任中科大校长。任此职整整10年的他离任之际，留下了这样一句话，“做校长，重要的不是我做了什么，而是没做什么。”

一路走来全是黄灯

目前南科大没有行政级别，各人按岗位拿薪酬。朱清时说，“我们不设院、系，把行政权力对学术的干扰降到最低，困难的是这样的事还没有人做过。”

南科大筹建之时，深圳市政府本想通过抽调骨干的方式为南科大输血。朱清时发现，凡是职位在副处级以上的工作人员，都不愿抽调到南科大。一个老校长揶揄他：“你呀，挖了个去行政化的坑就跳进去了，结果没人愿意陪你跳！”

另一难题是建校和招生。朱清时曾乐观地认为，南科大的建立会像深圳大学一样顺利。但现在，朱清时说自己“自上任那天开始，就被扔进了冰窟窿”，每天要靠吃几种不同的安眠药才能入睡。

按规定，设置普通高等院校的审批程序，分为审批筹建和审批正式建校招生两个阶段。要满足获批筹建的条件，就需在校生计划规模不少于5000人，这对首批招生计划50人的南科大而言，无异于天方夜谭。即使获准筹建，也仍要等到正式建校时才可得招生资格。

“我当了10年校长，都不知道有这么多行政规定。”朱清时感叹。

另一个障碍是，根据现行制度，南科大要从专科开始办学，升到本科，再申请硕士点、博士点要办成研究型大学，至少要30年。

朱清时说，“我们一路走来，没有碰到红灯、没有碰到绿灯，全都是黄灯。”

焦虑困扰着朱清时，他用《易经》来描述这种焦虑：“《易经》中有一个卦，叫‘困卦’。我们想做的事情就是改革，但是处处都碰壁……所以总的感觉就是‘困’。”

打破教育铁饭碗 让大学回到原点

“四面围城”的困局，让朱清时决定跳出现行体制，从教育部手中要回招生和授学位的自主权，采用“寒假考试、春季开学”这种强行闯关的方法。

科学家钱学森曾提出，“为什么我们的学校总是培养不出杰出人才？”这在教育界引起广泛讨论，被称为“钱学森之问”。

朱清时说，“钱学森之问”也是他一直想搞清楚。他认为，现在大学最大的毛病是追求官位，官位就是地位。“我知道大学里的领导都很容易评成教授。时间都花在没有意义的事情上，这就是学术界的衰退。最终结果是有点权力的人都能指挥其他人，学术优秀的人反而成为地位最低、最没有发言权的人。这就是为什么中国大学培养不出优秀人才的原因。”

朱清时说，南科大的使命有两个：一是为中国教改探路，冲破束缚；二是单纯建一所高水平的研究型大学。“我们觉得最重要的任务是探路，这需要花很多时间，眼看着时间一天天过去，我们不能再按部就班地等下去”，他担心，“等批复了再干，就干不起来了”。

他说：“改革需要承担者，深圳精神就是敢闯，从今天起，我们要打破教育的铁饭碗。”他的心愿是，让大学成为真正进行教育的地方，回到大学最开始的原点。

（吴锤结 供稿）

通不过审批的南科大到底卡在了哪里

限制主要来自发布于1986年的《普通高等学校设置暂行条例》

最近，高校教育改革的试验田——南方科技大学，再一次出现在媒体报道的视野中。这次多少有些尴尬。教授有了，校园有了，却没有学生，筹办3年之久的南方科技大学，至今没拿到教育部的招生许可证。

2010年12月15日，南方科技大学校长朱清时发布了《朱清时校长致报考南方科大考生、家长的一封信》。在这封长信中，朱清时正式对外宣布南科大决定把“自主招收高二学生”，“自授各类学位和文凭”作为教改先行先试的内容，以期回归大学的办学自主权，为我国建立现代大学制度探路。

“南方科技大学的这一决定，犹如向中国的高等教育界投掷了一枚原子弹。”华中师范大学教育学院教授范先佐说，“这放在国外那不是什么新鲜事，但在中国跳过教育部批准自主招生、自授学位就相当于在众目睽睽之下‘未婚先孕’，公开放话‘要生私生子’。”

2007年3月，深圳市政府决定筹建南方科技大学。2008年7月，深圳市成立南方科技大学（筹）创校校长遴选委员会和校长招聘工作小组。2009年6月，朱清时院士被聘为南方科技大学（筹）创校校长。2010年3月10日，国务院有关领导听取南方科技大学筹建工作的汇报后作出重要指示，指出筹建南方科技大学正处于良好历史时机。

欲揽这等瓷器活，定要有一把金刚钻。在朱清时看来，这把金刚钻就是一流的师资和先进的办学理念。目前，计划第一批入校的50名学生将会在课堂上看到这些人：中科院院士张景中教授讲授高等数学；中科院院士陈国良教授讲授“计算机基础”；著名物理学家陈应天教授讲授“普通物理”；香港科大李泽湘教授讲授工程创新导论；中科院院士、校长朱清时教授主讲创新能力培养课程；香港科大丁学良教授领衔组织设计人文教育课程。在师生比例上，南科大按照1:8来算，就是1个老师教8个学生。在管理方式上，南科大实行国际流行的书院管理模式，不同专业的学生吃、住、行在一起，教学科研一线人员和专家作为学生的辅导员、导师，对书院进行日常管理和服务。

华丽的师资，先进的理念，审批到底卡在了哪里？中央教育科学研究所所长储朝晖告诉记者，限制主要来自一部发布于1986年的《[普通高等学校设置暂行条例](#)》。“虽说是暂行条例，但一眨眼就暂行了26年。”储朝晖说。

记者随即查阅了这部《[普通高等学校设置暂行条例](#)》。在该条例第四章批准验收中，有这样的规定：

第十六条 国家教育委员会每年第三季度办理设置普通高等学校的审批手续，逾期则延至下一年度审批时间办理。

第十七条 设置普通高等学校的审批程序，一般分为审批筹建和审批正式建校招生两个阶段。完全具备建校招生条件的，也可以直接申请正式建校招生。

第二十条 普通高等学校的筹建期限，从批准之日起，应当不少于一年，但最长不得超过五年。

储朝晖告诉《北京科技报》，第十六条的规定就意味着每年国家只给一次申请机会，显然南方科技大学今年的申请再次石沉大海，若不豁出去就还要再等明年。目前，南科大已经处于筹建期，第二十条是用来规定筹建期限，在这期间学校不得招生，按惯例，年限大致在3年左右。从目前来看，南科大也许应该后悔自己没有运用第十七条的相关规定直接申请正式建校招生，从申请筹建这一步走下来，看来是等不及的。

“当然，还有其他的一些指标与暂行条例不符。比如要将校名定为大学，全日制在校学生计划规模在5000人以上。即使是要求最低的高等专科学校，全日制在校学生计划规模也应在1000人以上。显然一年只招50人的南科大与该指标差距甚远。”储朝晖说。

国家教育发展研究中心教改研究所主任王烽告诉《北京科技报》，我国目前的所有高校招生名额都由教育部门统一分配，即使是民办高校的招生工作也要由国家控制。对于学校来说，名额就相当于收入，特别是对于民办高校而言名额就是本钱，在现行的高考制度下，有了名额就不愁招不来学生。“在其他学校看来，为获得招生名额付出成本也应是南科大需要付出的，教育部门在进行决策的时候不得不考虑公平问题。其实从教育部门的角度看，南科大的教育理念和教改实践是值得鼓励的，对南科大既不肯定又不否定，并不像外界所说的那样要使该校胎死腹中，教育部门也有其难处，在政策上一路黄灯确实需要南科大自己的大胆实践。”

朱清时看来是明白了教育部的难处，日前他便对媒体表示，“现在唯有办法就是我们走出这一步去，我们试验成功了，国家就有可能修改这些规章制度了，那么教育就会冲开一个缺口，就可以找到一条新路。”

与南科大同呼吸共命运的还有报考南科大的那些考生们。记者拨打了南科大的咨询电话，该校主管招生工作的老师告诉记者，目前自发学历证书确实需要考生冒一定的风险，这也是为什么学校坚持与学生和家长自愿签订协议书的原因。“从目前的招生情况看，家长、学生的反应大大好过我们的预期。至于日后孩子的发展，报考国内大学的研究生继续深造或者报考国家公务员确实存在不确定的因素。至于4年之后能否拿到教育部的批文，一切都在变化中，一切都有可能发生。”

北京师范大学国家与比较教育研究所所长项贤明表示，南科大践行的这场改革其实不仅仅是教育问题的改革，其未来已触及到社会其他方面的神经。最起码，学生就业问题面临着社会大环境能否突破“唯学历是从”，一旦成功将是对中国教育界最大的贡献。

“大学招生由国家分配名额在全世界看来确实少见，或者说是真正的中国特色，独此一家。”项贤明说，但之前我国的问题是，即便该规定有多不合理，只要国家不承认的学历，社会就一概不承认。之前公众对高等教育的关注大多都局限在考试是否公平等问题上，对这一问题关注很少。

项贤明告诉《北京科技报》，在美国，对全国高校的资质评定是由社会第三方来承担的。一旦被认可可以进行招生，招生的名额完全由学校决定，我国的高校实际上仍然处在计划经济的体制之下，学校收支两条线，得到的名额越多就意味着国家的拨款就越多。但西方高校多自负盈亏，招生的多少取决于所培养的学生在社会上认可度有多高。学位证上名校校长的签名比政府的公章更能说明问题。甚至有些高校是不发文凭、没有学位的，比如巴黎高等师范学校就是如此，但其仍是国际一流的大学，法国人也习惯了最高水平的学校是不发文凭、没有学位的，只要出自巴黎高师，社会绝对高度认可。

“南科大获得了舆论支持，获得了家长们的支持，只要南科大改革能够真正带来人才培养质量的提高，也势必能够获得用人单位的支持。但愿南方科技大学能应了李政道所题写的寄语‘敬祝成功’。”项贤明说。

(吴锤结 供稿)

南方科技大学，成功尚需翻过“三座大山”

刘广明

2007年3月，深圳市决定筹建南方科技大学，直接的模版是一河之隔的香港科技大学，目标是用15年左右的时间把南方科技大学办成国际知名的高水平研究型大学。2009年9月朱清时正式接受校长聘书。从南方科技大学筹办至今已经3年多，自朱校长上任也有1年多。但等来的是教育部“同意筹建南方科技大学”，却没有拿到教育部的招生批文。没有拿到“准生证”的南科大决定“不能再等了”！学校将自主招生，自授学位和文凭。南方科大开始了实际意义上的“鲶鱼”行动。南方科大吸引着举国人的眼球，南方科大能成功吗？如何才能成功？在我看来，南方科大成功的可能性较小，除非它成功翻过以下“三座大山”。

一、“合法性危机”之大山

“合法性机制是指那些诱使或迫使组织采纳具有合法性的组织结构和行为的观念力量。”“合法性机制的基本思想是：社会的法律制度、文化期待、观念制度成为人们广为接受的社会事实，具有强大的约束力量，规范着人们的行为。”^[1]布鲁贝克(John Brubacher)在他的著作《高等教育哲学》中对大学的合法性诉求曾有过精彩的论述。他认为，“正如

高等教育的界限埋藏在历史发展中一样，高等教育哲学的许多方面也是随着历史的发展而逐渐显现的。事实上，这许多方面都是以满足各自所属的历史时期的不同程度的需要来获得各自的合法地位的。中世纪的大学把它们的合法地位建立在满足当时社会的专业期望上。接着，文艺复兴后的大学又把其合法性建立在人文主义的抱负之上，这种人文主义抱负的发展以自由教育观念为顶点，自由教育观念使得红衣主教纽曼（John Henry Newman）时代的英国式学院合法化。与英式学院暂时并进的是德国大学，它们是启蒙运动的产物，它们在注重科学研究中获得其合法地位。最后，还出现了‘赠地’大学，这些大学的合法地位依赖于它们把人力物力用于为社会和国家的发展服务。这些获得合法地位的不同途径出现于不同的国家，不同的时期或不同国家的不同时期。大学则继承了所有这些传统。” [2]合法性是大学生存、发展的一个基本前提。大学和其他组织一样，要接受社会的法律制度、文化期待、观念制度，要采纳在外部环境中具有合法性的组织结构或做法。而南方科技大学现在却出现了合法性危机。首先，南方科技大学还没有依法成立。教育部批准它“筹建”，从筹建到建成招生，还有1-5年的时间。南方科大计划2011年正式招生，即带有“合法性危机”。教育部或者某级政府可以随时宣布它“非法招生”！其次，南方科技大学办学过程、程序不合法。按教育部规定，大学必须先从大专办起，在办学年限、学生人数、图书馆藏书、实验条件、教师数量、专业系科等方面都达标后，才能依次升格为本科学院、大学、研究型大学。南方科大却要一步到位办成一所研究型大学。第三，南方科技大学的文凭非法。按目前的规定，只有为教育部承认的学历才算是“国家承认”。在我国没有中介机构进行文凭认证的情况下，缺失了教育部的认可，南方科大“自授学位”有多大“权威性”？在南方科大证书与现行教育、就业体制、工资机制不接轨等等情况下，无论是对南科大还是其毕业生，都将面临诸多风险。

南方科大如何翻过这座山呢？靠“黄灯”、靠“默许”是不成的。南方科大的办学主体是深圳市政府，深圳市政府有多少底气可以与教育部抗衡？我看难！看着就悬！我认为南方科大要翻过这座山，只有一个途径，那就是把南方科大变成一个在深圳享受“中国大学特区”的大学。只有有了教育部层次的承诺，作为大学特区的南方科大才可翻过这座大山。

二、“治理结构”之大山

大学治理结构，就是管理大学的制度安排。它的科学与否直接关系到大学的成败。优秀

的大学制度应该是大学自治、学术自立、教授治校、民主管理。校长朱清时上任后，明确表示要在南方科技大学实现“去官化”、“去行政化”的理想，要“在深圳搞一块‘教授治校’的试验田”。南方科技大学更多地承载的是“对中国高等教育体制和机制的创新”。^[3]南方科技大学将由深圳政府制定《南方科技大学章程》，《南方科技大学管理暂行办法》，深圳市人大制定《南方科技大学条例》等，以使南科大在法律框架下，依法自主办学。南方科技大学现有的治理结构主要由以下部分组成：党委会、校务委员会、学术委员会。在校务委员会和学术委员会中，教学科研第一线工作的教授至少占1/3，由教授会选举产生。在这些委员会以外，深圳大学还有理事会、董事会。理事会是南方科技大学最高决策机构，审议和决定有关南方科技大学发展的重大问题。理事会由四方面成员组成，包括市委、市政府领导，其中深圳市长、主管教育的副书记、教工委书记都是理事会成员。这部分人大概占四分之一；第二部分成员是南科大的领导层，比如校长、副校长、教师代表，也占四分之一左右；还有四分之一是深圳的企业家代表；最后的四分之一是国内外的教育家。理事会是决策性机构，理事会决策的事宜，由董事会执行。由此，我们可以看出，在南方科大党委会、校务会、学术委员会之上还有一个理事会、董事会。一个大学中有如此多的机构，不知协调起来会如何？但我认为，这肯定是其一个障碍，或者说是治理结构危机。

大学治理结构的优劣，关键是看大学治理结构的各个组成部分能否做到：第一，科学分权、监督、制衡；第二，行政权力和学术权力边界清晰稳定，科学渗透，行政权力服务于学术权力。第三，决策民主，信息公开透明；第四，体现全员参与，教授治校，共同治理。如果以这四个标准去衡量南方科技大学的治理结构，就会发现还是有不少问题。最主要的是理事会，这是一个虽然官员占四分之一的机构，但这四分之一往往却是可以决定另外四分之三的力量。最后，会不会演变为“官员治校”？在朱清时代尚可，后朱清时代会如何？可以说这个理事会让南方科技大学充满变数。第二，董事会和党委会关系是什么？这在其网站上也不明确。第三，南方科技大学校级领导将由9人组成。另外8人由教授会选4人，上级党委政府任命4人。一个前五年办学规模不到3000学生的高校，需要这么多领导吗？有时官员多了，并不一定出效益。如此设置机构，不能不说是一个潜在的危机。朱清时任校长的5年，我相信不会出问题。而朱清时任期届满后，则不一定。终归，南方科大同样实行的“党委领导下的校长负责制”，终归南方科技大学上面还有一个权力更大的理事会。这些

可以随时改变南方科技大学的治理模式。

希望《南方科技大学章程》可以认真理顺这些关系，为南方科技大学科学发展、持续发展打下基础。

三、“生态环境”之大山

大学也是环境的产物，它同样受制于它生存的环境。南方科技大学模仿香港科技大学而建设、而发展，力求创造一个中国特色一流大学的新模式。但我们也有“橘生淮南则为桔，生在淮北则为枳”的教训。当初香港政府拿出 500 亿港币建立基金会，请吴家玮校长来创校。朱清时面对的情况却是“所有的钱都要一笔笔打报告申请，经政府各部门的审核批准后才划拨。”朱清时自己买一台办公电脑都需要两个月左右的“走程序”。内部事可以自主决定了，外面的事同样是“行政化”，大学自治也只能是画饼充饥。这种官僚化的行政体系足可以磨平任何一个改革者的棱角。外部生态环境同样是南方科技大学面对的另一座大山。

从内部生态上讲，南方科技大学也存在一些让人担心的影响学校生态的事物。第一个影响大学生态的是大学的学科结构。南方科大现在只有理学部和工学部，计划中的管理学部并没有进入实施计划。一个纯“理”的大学，基本打造不出“书院”的氛围。南方科大师职结构中明显缺“人文社会科学”元素，学科生态优化将是问题。第二个影响大学生态的是南方科大的学生结构。朱校长热衷“少年班”，热衷天才培养，可能是一个误区。中国科技大学少年班并不能算作一个成功的探索。学生结构的第二个问题是本科生、硕士生、博士生的比例。在本科生都没有获得“准生证”的情况下，研究生如何招生？国际公认研究型大学的本科生与研究生之比应该 1: 1，研究生甚至更多些。从目前情况看，南方科技大学 3-5 年内尚不能达到这个比例。学生结构的第三个问题是国际生源。在南方科技大学没有“准生证”的情况下，国际上的学生不知是否会把南方科技大学看成“野鸡大学”？又会有多少学生愿意来南方科技大学学习呢？没有国际生源的大学，或者国际生源达不到 15% 以上的大学，无论如何也不会成为国际知名大学的。南方科技大学要想翻过这生态大山，也得使出浑身解数呀。

三座大山可能难不住朱清时，但他已经为此付出了代价。一位 64 岁的老者不得不靠安眠药来入睡。但我希望朱校长在他余下的不到 4 年的时间里，能把这三座大山移走，让后来者有一个坦途。真心希望南方科技大学有一个美好的明天！

注：该文刊载于《科技日报》2010-12-31（8）：

http://www.stdaily.com/k,jrb/content/2010-12/31/content_261815.htm

- [1] 周雪光. 组织社会学十讲[M]. 北京：社会科学文献出版社，2003. 74-75.
[2] [美]布鲁贝克. 高等教育哲学[M]. 杭州：浙江教育出版社，1987. 3.
[3] 梁钟荣. 在深圳搞一块“教授治校”的试验田[N]. 21世纪经济报道，（J06）.
（吴锤结 供稿）

大学应该有的风气

刘广明

大学风气是一所大学外显的和潜在的行为表现与行为规则的总和。大学风气影响大学士气，影响大学发展。作为一个学术共同体，作为一个探究高深知识的场所，大学应该有的风气是：（1）崇尚追求真理。纵观世界一流大学，都把求真作为大学的生存之本、进去之道与追求卓越的关键。由哈佛学院时代沿用至今的哈佛大学校徽上面，用拉丁文写着 VERITAS 字样，意为“真理”。哈佛大学的校训的原文，也是用拉丁文写的，意为“以柏拉图为友，以亚里士多德为友，更要以真理为友”。哈佛大学的校徽和校训的文字，都昭示着哈佛大学立校兴学的宗旨——求是崇真。（2）崇尚尊师重教。教师和学生是大学的主体，大学办学必须以教师为本，在办学过程中，也必须体现以师为本，以生为本。大学中必须形成的一个风气是尊重教师，就像梅贻琦校长所说的，校长要带领职工为教授搬凳子。要尊重教师的同时，也要尊重学生，尊重学生的权力与选择。（3）崇尚求是创新。竺可桢在任浙江大学伊始就提出把“求是”作为校训。并对“求是”内涵作了三方面界定：A、“求是”就是探索真理的奋斗精神，为科学献身的牺牲精神。B、“求是”就是不迷信盲从，不主观武断，保持清醒的科学头脑。C、“求是”就是掌握正确的研究方法。[1]对于创新，更是大学的应有追求。唯有求新，才有进步，方可谓大学。（4）崇尚社会责任。崇尚社会责任一方面说，大学应该以自己的成果、人才服务社会，同时还要求大学要做社会的良心，批判社会，引领社会。大学要做到“为天地立心、为生民立命，为往圣续绝学，为万世开太平。”

如果以上面四条来界定大学的应有风气的话，我们会发现，现在的大学缺少了这种风气，多了一些不该现于大学的风气。那么那些因素影响大学风气的形成与发展呢？

影响大学风气的因素可以归结为五条：一是领导理念。即校领导在大学风气形成中的作用是巨大的，他们甚至可以直接决定着风气的性质。如果校领导崇尚科学、尊师重教，他表现于外的东西就会自然带动学校整体上对此的追求。反之，如果领导作风不良，理念不正，作事不公则会把一个学校带入歧途。如在教学与科研关系上重视科研、在行政与学术上重视行政、在人才使用上任人唯亲而不是任人唯贤等，会直接影响行政干部的作为，影响教师的作为，进而形成一所大学堕落的风气。二是治理结构。在学校治理上能否体现共同治理，在学术事务上能否有教师的发言权、建议权、评价权、决策权等，会直接影响教师的积极性。一所大学只有让大学中的所有行动者：领导、行政者、教师、职工、学生等都能有自己的话语权、被咨询权、对自己事务的选择权和决定权，这所学校自己会形成上进的风气。反之，如果一切事情都由领导决定，则领导又私心较重时，则这所大学的风气一定很差。三是信息公开。信息公开是大学人互相联系的前提。只有大家对大学所发生的事有充分的了解和理解，大家才会对相关事情产生认同。否则，信息不公开，小道消息满天飞，则这所大学将不会有好风气可言。我们大学现在最缺的恰恰是信息的公开透明。四是教师至上。教师是大学的主体，是办学的基础。大学必须以教师为上，以教师为尊，以教师为本。如果把教师边缘化，剥夺教师的语权、甚至发展权，则这所大学也就进入了堕落的深渊。五是边界清晰。即行政与学术边界清晰。它要求行政事务不能代替学术事务，行政人员不能兼任学术职务，担任学术职务，就不得再进行学术事宜。否则，人性的本质就会让当政的学术型行政人员，利用职权便利为自己谋学术利益。久之，大学中人心向行政，行政化畅行大学，则是大学风气变坏的开始。

时下的大学已经放不下一张平静的书桌，扭转大学风气已经到了刻不容缓的地步。学习了解大学应然风气及风气生成的影响因素有一定的现实意义。

[1] 霍益萍. 近代中国的高等教育[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1999.

(吴锤结 供稿)

《自然》：大学经费不能少

科研与教学逐渐融为一体；要以中国和印度为榜样

1月13日出版的《自然》杂志刊登一篇题为《大学经费削减意味着科学远未安全》（University cuts show science is far from saved）的文章，就目前大学经费在逐渐减少的普遍现象进行了分析。以下为文章概要：

大学面临着正在凸显的危机。政府在节省研究开支的同时，也在削减着大学的公共经费，而大学正是研究工作开展最多的地方。

关于经费现状究竟如何这个问题，大多数研究人员心里很清楚答案，因为他们所在的大学正面临着整体预算的削减。

今天的科学在大学扎根得如此彻底，以至于科研和教学的界限变得模糊。大学里的研究需要坚实的本科生和研究生教学作为支撑，任何削弱这种支撑的行为都是鲁莽的，因为现代研究型大学是以学生的活力和创意为基础建立起来的。学生并不是大学的服务对象，而是大学的灵魂所在。“教学衰退，科研就会繁荣”是一种危险的错误论断。

在英国，贯彻上述想法的学术机构最终遭遇到的失败是很常见的。爱丁堡大学的Geoffrey Boulton和牛津大学的Colin Lucas甚至指出，政府对大学在推动创新型企业 and 促进经济发展方面所具备的能力提出的各种假设都是荒唐的。两人还在一份报告中表示，决策者“对大学的草率看法导致（社会）对大学提出一些无法达到的要求，而且模糊了大学对社会的重要贡献，削弱了大学的潜力”。而美国的大学管理层往往把心思过多花在夸张的实验室建设上，最后反而无法得到国立卫生研究院（NIH）的资助。

随着那些顶级的独立或者企业实验室出现长期衰退，现在几乎所有达到诺贝尔奖水平的科学研究都是在大学完成的。顶级高校，比如哈佛，正逐渐以他们的科学能力，或者说白了，以他们能够吸引到的研究经费的数量作为自身主要的定位因素。

中国和印度则深知其中道理，因而他们始终强调教育是激发学生活力和创意的根本，并正在全面地开展大学建设。

（吴锤结 供稿）

光明日报：教授，教和研谁重要

科研和论文成为高校教师工作重心，教学被边缘化成为无奈现实



漫画：杨震

大学不在于有大楼，而在于有大师。说到大学教育，梅贻琦老先生的这句话常常被人提起。然而，我国高校大楼越盖越漂亮的同时，讲台上大师的身影却越来越“难追”。项目、开会、出书、论坛、国际交流……越是著名教授，在讲台上越难寻觅，已经成为当前大学里一个无法回避的尴尬现象。三尺讲台，耕耘天下，却为何留不住教授们的心？

讲台：呼唤名教授的身影

“大部分做学生的，都憧憬过苏格拉底式的教学。正是在她的课上，我有了这样的感觉。通过强有力的质疑，引导学生发现自己的错误，通过高明的提示，让学生自己寻找到正确答案。而在质疑与辩论中体会到智力博弈的乐趣。于是，一年的时光，我仅此一门课（指《普通法精要》），阅读、上课、讨论、报告，占据了全部的时间。从来没有怀着如此的热情投入到一门课程中去，惊讶于自己也能对某种事情产生强烈的热情而执著于此。”

2010年教师节前夕，著名法学家、教育家、清华大学教授、多伦多大学教授何美欢因病辞世，清华大学法学院学生周颖在怀念她的文章中这样写道。

这样的课堂、这样的学习过程无疑令众多高校学子羡慕，因为由知名教授上专业基础课程，这样的“好事”并不是每一个大学生都能遇到的。此前不久，有媒体报道，武汉某高校的一个学生兴冲冲地选了某位名教授的课，结果却郁闷地发现，上课人不是这位名教授，而是一位博士生。记者在调查采访中发现，虽然类似挂羊头卖狗肉的现象未必普遍，但是学生，特别是本科生少有机会接触到学校的“牛人”，更不用说校长、院士等“大牛”，却是一个不

争的事实。

“在高校混，一定要有科研”

“自然科学基金怎么申请”、“青年基金申请指南”……在一个以高校青年教师为主体的网络论坛上，申请各种项目和课题是永远的热点，相比之下，论坛课堂教学的话题比较少，而且每每讨论都会归结到“在高校混，一定要有科研”。

某高校一位埋头本科教学数年的青年教师叹息，感觉自己“彻底被边缘化了。”因为学校开始推进非升即转和院系合并，对青年教师的要求是提高科研水准多申请经费，他这样一直致力于教书的教师越来越找不到自己的位置。

论文、各种基金项目、国家级奖项、国家认证的学科带头人、院士、长江学者……在现行的高校评价体系中，这些名词都是硬指标，权重因子大，而教学变得不那么“显学”。因此，虽然年轻教师成为目前课堂的主力军，但是在他们的心中，科研项目才是大事。

其实不光是青年教师，科研和论文几乎成为高校所有教师的工作重心。高校日益成为我国科学研究的主力军。从2005年到2008年，高校获得国家技术发明奖在全国所占的比例从55.88%增加到81.08%，呈逐年递增趋势。

辉煌成绩的背后，是高度重视。几乎在每一所大学的介绍中，都可以看到：学校承担了多少项“863”计划项目、“973”项目、国家社科基金重大项目等等，科研经费达到几亿元，SCI论文多少篇，获奖多少项。每所高校都对发文章作出硬性规定，发不了文章就扣津贴。

与此同时，教学被边缘化成为无法避免的无奈现实。有项目的老师没有时间上课，有时间上课的老师也没有办法全心投入教学，因为每一个人都需要科研，有科研，才能发文章，才能完成考核。

制度设计应向教学倾斜

大学的功能是什么？传承文明、培养人才、科学研究被普遍认为是现代大学教育的功能。但是，这几大功能中，以什么为中心？目前我国的大学似乎并没有一个清晰的定位。许多学校致力于建设世界一流大学，如果你追问究竟是出一流的科研还是出一流的学生？答案往往会是既要一流的科研，也要一流的学生。一个简单的事实是，在高校实验室越来越先进、完善的同时，很多致力于教学的大学教师在学校里面连张办公桌都没有，多数人在家里备课，去学校讲完就走，和学生交流也只有有在教室的一点时间。

与大学的态度相反，学生对大学和老师的评价简单而纯粹，那就是课堂。课堂不精彩，他就听得没兴趣，没兴趣，上课的热情渐渐就转移到其他方面去了。

中国工程院院士、北京理工大学教授朵英贤说：“有些课，特别是理工科的一些课程，主要靠课堂。如果他课堂听不懂，下来自己复习很困难，一段时间之后，他就会放弃这门课。”

“大学的制度设计应该考虑职称、评奖、评优等怎么向教学倾斜。”中国政法大学校长黄进说，“大学最主要的职责还是培养人才，科研和服务社会应该以此为中心。老师首先还是要教书育人。”

黄进分析，大学应当探讨如何客观评价老师的工作。大学里真正的好老师应该是教学和科研都好的。大学应该创造氛围促使老师在教学上投入更多心力，并为他们提供保障条件。在中国政法大学，学生评教是很重要的一环。黄进认为要引导老师们形成“课比天大”的认识，并内化为自律行为。

(吴锤结 供稿)

教授，我想听您认真上课

教授给不给本科生上不上课，居然成为要大书特书的话题。教育部为此还专门出台了相关规定，各高校也三令五申，可现实的情况显然不尽如人意。规定总是能在一定程度上起到改良作用，但规定的出台先天性就和“后门”如影随形，只要用心，“上有政策，下有对策”历来是国人智慧最闪光之处。教授给本科生上课的比例确实提高了，不过一来教授亲自在讲台上授课的比例恐怕不容乐观，让门下学生或者课题组的年轻教师代替自己完成教学任务的不在少数；二是教授虽人在教室，却心在社会活动，此类情况也不少，要不很多本科生为什么总是抱怨听教授讲课等同于开电话会议，没讲几分钟课，电话响个不停，学生敢怒不敢言；三是教授态度虽好，无奈授课内容精彩程度不够，难以满足学生的听课需求，这其中既有教授将课堂演变成回顾教授个人英雄史的，也有一本教材打通关的，更有美其名曰增加互动环节将教学内容全部委派给学生上台演讲的。总之，本科生想好好听教授上堂课，在有些院系居然成为奢望。

对此，教授自有说法。教育体制不佳、教学环境不好、教学客体不努力、教师评价指标不完善等等，都是有些教授常用的说辞。姑且不论环境、制度等因素究竟起了多大作用，教授自身对于教学工作的态度其实就是最重要的证明。同样是教授，我们将时光回溯，看看民国时期的教授是如何对待课堂教学的。仅举两例：一是国学大师陈寅恪56岁时从欧洲回到清华，双目已盲，他不仅在历史系开设课程，还主动要求在中文系增开一门课。有人劝他不要如此劳作，他说：“我拿国家的薪水，怎能不干活？”二是梁启超的学生看到老师身患重病，就劝他多注意休息，尽量少上课，谁知梁启超告诫学生说：“战士死于沙场，学者死于讲坛。”

可见，真正的大学教授是以教学为第一任务，课题、评奖、学术交流等等，都当围绕教学工作而展开，为其服务，令其增色，助其至善。现在有些大学教授不想授课，除开环境因素的制约，更重要在其内心的“七无”，即：无忧，无利，无虞，无趣，无能，无耐，无味。

无忧是指很多教授赚得盆满钵满，而且继续日进斗金。小日子过得如此滋润，再去辛苦授课，显然得不偿失。一旦接受教学任务，就等同于给自己套上枷锁。万一运不济，出现迟到早退甚至忘记上课的教学事故，一世英名毁于一旦，岂不大大的不合算？既然生活无忧、日子不愁，站讲台赚取的那点小钱，从风险收益的角度看，风险过高而受益过低，绝非经济

学上的“理性人”所为，而教授之所以成为教授，头脑中的理性成分自然是只多不少的。

无利是指教课对教授的短期利益无任何好处，有时间给本科生授课，还不如多参加一两个评审会、多出席几次饭局，说不定项目经费就蕴含其中。至于给本科生授业解惑，还是留给“青椒”们多多锻炼。

无虞一指教授终身制，上得去就下不来，不管在教授岗位上干得怎么样，都不可能被取消教授职称；二指哪怕教授不上课，学校也不会大动肝火，只要教授不惹事生非，领导就不会动真格自找麻烦，教授于是得安然无恙。

无趣是指教授在职称到手、社会地位巩固后，再无心向学，一本教案打天下。此类授课方式固然省力，但是劳心。冷饭炒的次数太多，自己都觉得兴趣索然，完全没有成就感，只是为了消磨时间而消磨时间。痛苦如斯，还是不上课的好。须知教学的乐趣在于激发学生的求知欲，如果教授都没有了求知的愿望，那么课堂气氛距离死气沉沉也就不远了。

无能是指有些能级不够的教师能获得教授称号本属幸运，有了这一护身符就能在社会上显摆，而在学校内部因为同事间彼此知根知底，不方面过于张扬，要是在课堂上遇到一两个学生调皮捣蛋指出老师授课中的诸多缺陷，面子上固然挂不住，连累声名受损可是大事。

无耐（心）是指有些教授之所以厌烦上课，在于高校教学管理体制繁琐。一门课从开始到结束，往往需要填写很多表格和总结，其间还要时时应付督导的随堂听课，临时遇事想调课又规矩众多，教授不胜其烦，干脆自断经脉。

无味是指教授对现今教学质量滑坡难以遏制之势的无奈导致其对教学任务的倦怠。学生的学习积极性不强，扩招带来的诸多问题加上社会转型时暴露出的不良风气，都让某些教授心灰意冷。巴心巴肝地想把学生教育好，结果一到教室却发现缺勤率大大超标，这在给毕业班上专业课时尤为突出。教授讲得再好，都抵不过就业压力的逼迫，选择不上课成为帕累托最优：教授眼不见为净，学生也心安理得。

如果说科研出不了创新成果，尚且有科研工作者个人和科研环境二者中究竟谁更具决定性作用之辩论，众说纷纭之下尚无定论，那么，教学工作做不好，教育工作者实在无法将问题归咎于教学环境，只能从教育工作者自身寻找根源。特别是贵为教授，若无法妥善处理好课堂教学，问责的板子恐怕还是多往自己身上招呼为好，否则再怎么也说不过去。

（吴锤结 供稿）

与中西重忠教授谈科学研究

鲁白

多年前，我去日本参加一个国际会议。在此其间我专程去京都大学拜访了中西重忠 (Shigetada Nakanishi) 教授。中西是日本最有影响的神经科学家之一，在世界上享有很高的威望。他在神经科学领域有着一系列重要的发现。他是少数几个被美国科学院选为外籍院士的日本科学家。中西教授邀请我在京都大学做了一场学术报告。借着这个机会我向这位国际著名的科学大师讨教。如何从事第一流的科学研究？尤其是在当年日本科学还不是很发达的时候，他为什么选择离开美国，回日本做科学？如何在不理想条件下做出第一流的工作？我想，这对目前希望在国内从事科学研究的会有很大帮助。征得中西教授同意，我把我们交谈的记录翻译出来与大家共享：

鲁白：中西教授，您是最早将分子生物学引入神经科学领域的科学家之一。但是许多新一代

的科学家并不了解这一历史过程。能否谈谈您是怎样进入这一领域？为什么您能如此成功的运用这一技术？

中西:真是不敢当啊！这些年有许多年轻科学家做的十分出色。我只能说自己很幸运。70年代初，从京都大学医学院毕业后，我去了美国国立卫生研究院（NIH），跟随 **Ira Pastan** 教授做博士后。那时重组 DNA 技术刚被报道，我下决心将这一技术运用到今后的工作中。回日本后，在 **Numa** 教授的实验室工作（**Numa** 教授是分子神经生物学的先驱。1992 年去逝）。我和他讨论了自己关于对神经肽生物合成进行分子生物学研究的想法，得到支持。我们首先在体外从下丘脑垂体的 mRNA 中，翻译促肾上腺皮质激素（ACTH）。接着进行纯化，最后成功地克隆了该激素的前体。这是第一个报道生物活性肽的克隆。

鲁白:科学家常常必须根据课题的发展，而改变或修正其研究方向。在您的科学生涯的各个阶段，都做了十分完美的转择。您是怎样做出这些比较困难的选择的？

中西:这个问题很有意思。总的来说，我是根据现有基础逐渐转变的。有时因为这样会使我们得到一些更重要的结果，而有时则是从全局角度考虑而进行的。例如，从 ACTH 的 mRNA 序列，我们知道其前体 POMC 能加工形成 ACTH 和其他多肽如 β -内啡肽。所以，它并不是多肽形成的很好模型。在我升为正教授后，我们选择了 P 物质肽。因为我们发现 P 物质前体包括 K 物质肽，它具有与 P 物质非常不同的药理学特征。于是我们想到克隆这两种多肽的受体，将是解释其不同药理学特征的关键。更重要的是，如果这一分子克隆成功，它将是第一个 G-蛋白偶联受体（除了 rodorpsin，但它从常规意义上说并不是一个典型的受体）。当时许多科学家都想用常规的蛋白纯化方法，来进行受体蛋白的分子克隆。但纯化膜蛋白十分困难。于是我们发明了一种非常规但很有效的克隆方法，即在体外将 cDNA 文库转录成 mRNA，然后注射入非洲爪蟾卵母细胞中表达，再用电生理测定配体反应。通过将 cDNA 文库逐步分割最后克隆到单个有功能的受体。用这一新的功能克隆法，我们报道了第一个神经肽受体克隆。不幸的是，杜克大学的 **Lefkowitz** 先我们一步克隆出 β -肾上腺素的受体。我们在 G-蛋白偶联受体的分子克隆的竞争中成了第二。

鲁白:在您的谈话中多次提到“第一”这个词。是否可以这样说：当您决定从事某项课题时，您所希望的就是去发现某一类事物中的“第一”？

中西:是的。一个好的科学家总是希望成为解决一类重要问题的第一人。但是，要在很多领域都领先是比较困难的。所以我们必须在自己拿手的领域中求第一。例如，大家都知道脑内神经递质谷氨酸的 NMDA 受体的克隆，是神经科学家们梦寐以求的。当少克研究所的 **Heinemann** 教授用我们发明的功能克隆法，克隆出另一谷氨酸受体：AMPA 受体后，有许多人利用序列同源性去寻找 NMDA 受体，但都失败了。由于在功能克隆法方面的经验，我们将大脑 mRNA 片段注入爪蟾卵母细胞，然后寻找会导致产生 NMDA 诱导电流的 mRNA。当我们向《Nature》杂志投送了这篇文章后，编辑要求我们在两天内完成修改。这正是创记录的发表速度。后来我们才知道，当时还有一篇也是关于 NMDA 受体克隆的文章。但它所采用的是蛋白质纯化的方法，而且得出的序列和我们的完全不同。《Nature》编辑一定注意到，那篇文

章没有象我们那样对克隆的蛋白进行 NMDA 受体的药理学鉴定。因此,编辑想将两篇文章在同一期上发表,以引起争论。现在我们知道那篇文章是错的,他们报道的并不是 NMDA 受体,而是 NMDA 结合蛋白。所以 NMDA 受体的克隆,我们是第一。由于 NMDA 受体克隆对突触发育和可塑性的研究具有深远的意义,我们的这一工作被认为是神经科学中的最重要发现之一。

鲁白:真是太棒了! NMDA 受体的研究至关重要,竞争非常激烈。您是如何在这一竞争如此强烈的领域中,始终保持领先地位的呢?

中西:我们也不是常胜将军。事实上,我们输过好多次,只是您没有看到而已。在日本,无论从科学环境,体制结构或人才来源各个方面都比不上美国。我们必须十分谨慎地选择课题。我认为自己之所以还算成功的一个原因,是我们比较善于开发运用新的技术。如果我们对功能克隆法不是那么熟悉,那很可能我们不是第一个克隆这个基因的。另一个例子是我们最近和 **Ira Pastan** 合作发展的免疫毒素技术。我们将人 IL-2 受体在转基因鼠的特定脑区表达,再将免疫毒素注射入该脑区。免疫毒素选择性地结合并杀死那些表达人 IL-2 受体的细胞。这样,我们可以研究在神经环路中缺失某一特异细胞会对环路功能产生什么影响。

鲁白:我看过您最近在《Cell》和《Science》上发表的文章,真是漂亮极了。您的大多数工作都围绕着主流问题展开,所以往往竞争性很强。许多大的实验室同样也在发展和采纳新技术。但是您似乎仍能保持领先。能告诉我您是如何做到这点的吗?

中西:您可以说我从事主流课题的研究,但我觉得自己往往在两个领域的交界处选择课题。在早些年,分子生物学家不懂电生理,而生理学家也不懂如何克隆基因。这给像我这样的人十分有利的机会。我花费了很大的精力将分子生物学与电生理结合起来。另一个保持领先的方法,是用我们所擅长的方法去搞和主流问题相关但尚未被明确阐明的课题。例如,在 NMDA 受体克隆后,我们马上转向对代谢型谷氨酸受体的克隆与鉴定。最后还有一个策略,就是要让自己的眼光超出目前的研究课题,去寻找 2 至 3 年后可能出现的重要问题。我一直不断问自己:在不久的将来,什么将是最重要的?对于那些重要的问题,我们现在又能做些什么?

鲁白:在两个领域的交界处选择课题,展望一个课题在几年后的发展,这些都是很简单的事。看来您已经十分成功地运用了这些策略。那么,在现阶段,您仍能产生新的想法吗?

中西:是的。科学研究,创造力是最重要的。这也是科学最吸引我的地方。当然,这也和日本的科研体系有关。日本缺乏完善的博士后培养体系。因此,我的工作多是由研究生而不是博士后来完成的。研究生通常不够成熟。这迫使我必须为他们想许多新课题。所以,至今为止,实验室的所有课题都是由我首先想出研究思路的。当然我必须承认,我很有幸招收到可以称得上全日本最好的学生。他们很多都是在京都大学医学院毕业,当了几年医生以后,再来我们实验室做博士生的。他们很聪明,也很用功。一旦他们得到新的思路,学到一定的技术,就会全力以赴并达到预定的成果。

鲁白:听说您即使在现阶段,依旧十分努力地在进行科研工作。

中西:是的。科学是我的生命。我热爱这一行。这也是我为什么一直拒绝从事行政领导工作的原因。我的学生工作更努力。我为他们而骄傲。

鲁白:您曾经培养过许多优秀的神经生物学家。我的朋友那波宏之(Hiroyuki Nawa)教授就是您的学生。他现在在神经营养因子领域有相当出色的成绩。我从那波那儿得知,您十分支持你的学生在科学领域发展他们自己独特的工作。但据我所知,在日本这是很难能可贵的。

中西:有两点我是非常注重的。那就是在科学研究中要富有创造性,在培养年轻科学家时也要富有创造性。每当看到我的学生在科学界作出成绩时,我都非常高兴。未来是他们的。在我作为一个科学家的生涯中,培养出一批一流的年轻科学家。这使我从另一个角度感受到了自己的创造力。

鲁白:中西教授,非常感谢。和您交流使我学到了很多。我感到这短短两个小时交谈将会对我的科学生涯产生深刻的影响。

中西:谢谢。

(吴锤结 供稿)

浙大教师管理改革尘埃落定 校长杨卫首次直面质疑

“与世界一流差距最大的是教师队伍”

■过去为了争取科研项目,往往是鼓励最好的教师只搞科研不用上课,这是不对的。要让本科生四年见不到知名教授的事情成为历史。

■为了研究业绩,有的教师可能把一篇论文拆成几篇,分开发表;有的教师不愿进行长线研究,喜欢搞“短平快”的项目。实际上,对于那些具有研究惯性的教授来说,业绩考核反而影响了其科研自主性。

■中国的情况不是晋升职称太难了。经常出现这样的情况,在国外做助理教授的,到国内应聘教授;在国外做博士后的,到国内应聘副教授。

你看过哈佛大学教授迈克尔·桑德尔的《正义》课吗?你听过耶鲁大学教授雪莱·卡根的《死亡》课吗?刚刚过去的2010年,网上“淘课”正成为90后大学生的流行学习方式。与此同时,不少大学生也在感慨:中国的大学能否多一些这样的课程?

对此体会更深的可能是浙江大学校长杨卫。2010年,浙江大学实行了以教师岗位分类管理为主要内容的人事制度改革,其目的就是要缩小与世界一流大学的差距。并且,杨卫认为,经过近10年的“985工程”建设,中国顶尖大学取得了长足的进步,在某些方面甚至已经达到或接近世界一流大学的水平。但在师资的整体水平上,中国大学还有很长的路要走。

对于外界有关浙大人事改革的诸多评论，浙大校方和杨卫校长极少做出回应。这在某种程度上也显现出浙大的改革决心和信心。日前在京开会的间隙，杨卫校长接受了中国教育报记者的专访。

人事改革的想法由来已久

记者：有人说，您做了许多大学校长想做却不敢做的事。为什么选在这样一个时间点，是为了落实教育规划纲要和回答“钱之问”吗？

杨卫：2008年中央决定浙大作为落实科学发展观的试点单位，浙大当时确定要做8件实事，教师人事制度改革是其中之一。所有的改革中，人事制度改革是最为敏感的，学校有关部门进行了大量的调研，最后确定了教师岗位分类管理的改革方案。当然，2010年这项改革措施的出台，恰逢《教育规划纲要》颁布和“985工程”三期建设启动。我们的人事制度改革方向和国家有关政策导向是一致的，也得到了相关部门的支持。

记者：类似的岗位分类管理，在国外一流大学中有吗？

杨卫：对比浙大提出的建设世界一流大学目标，我们发现浙大差距最大的是在教师队伍建设方面。其中就涉及教师的岗位设置问题。比如英国牛津和剑桥，其师资结构大致分为三类：一类是学术性岗位，即 academic；第二类是研发类岗位，即 R&D；第三类是行政管理的职员岗位。美国的情况大致类似。对于不同的岗位，他们有不同的评价标准。

目前国内大学的教师考评体系，往往是用一把尺子衡量所有的教师，没有很好地体现“人尽其才”的理念。甚至出现了擅长做基础研究的，不得不以应用研究来追求所谓的业绩。这也是我们这次改革想解决的主要问题。

记者：2002年，时任浙江大学校长潘云鹤曾提出，浙大25%的教师承担了55%的工作量，另有10%的教师只承担了0.2%的工作量，必须解决业绩较低的人员“流出”问题。浙大此前不也进行了教师人事改革吗？

杨卫：1998年浙大实施了具有重大历史意义的四校合并，经过10余年的改革创新，专任教师人数由四校合并之初的4488人，减少到2010年6月的3416人，教师队伍的素质和结构得到了大幅度的优化。但我们也应该看到，这种改革创新是通过类似于“末位淘汰”的方式实现的，我们的学术领军人物数量远远不够，解决国家重大任务和从事重大科学发现的能力依然欠缺。

记者：作为“第一个吃螃蟹的”，您对浙大的改革效果有多大的把握？

杨卫：我想可以用另一个视角看。中科院早些时候推出了类似的改革，让一部分人进入了“

创新系列”。当时反对的声音很大，但他们做下去了。现在回过头看，整个科研队伍比较精干，相当于做了一次普遍的筛选。当然，大学主要承担人才培养任务，和科学院的情况不太一样。在教师分类管理方面，有些高校在小范围内也进行过。

让“名师不上讲堂”成为历史

记者：浙大此次改革把教师岗位分为5类，其中教学科研并重岗、教学为主岗、研究为主岗3类的区别在哪里？为什么要做这样的区分？

杨卫：浙江大学作为研究型大学，按理说教师应该是教学科研并重的。目前我们是约2/3的教师进入教学科研并重岗，要求这些教师在完成高水平科研工作的同时，必须完成规定数量的课程教学任务。所谓的高水平科研，不再是简单地看科研经费多少和发表论文数量，而是要以标志性成果和学术影响力为尺度。同时，这类教师一定要上课，否则就拿不到约占教学科研岗的岗酬一半的教学津贴了。

根据国内的实际情况，我们又设了另外两类岗位：一类是专搞教学的，比如外语、体育、思政等公共课教师；另一类是专搞研究的，主要是针对一些高水平的引进科研人才和以参与重大科研项目为主的教师。这两类岗位都是少数，各占教师岗位总数的5%左右。

这三类我们都归为学术型岗位。过去为了争取科研项目，往往是鼓励最好的教师只搞科研不用上课。对于以人才培养为主要任务的大学来说，这是不对的。现在我们的改革导向，就是要让本科生4年见不到知名教授的事情成为历史。

记者：浙大此次的教师岗位分类管理中，非学术型岗位如社会服务类岗位，可能是最受社会争议的，有些媒体称之为“教授下课”。是科研、教学都不行的人，才到这些岗位去吗？

杨卫：人才培养、科学研究、社会服务是目前公认的高等教育的三大功能。特别是当前我国正处于工业化、城镇化加快发展的阶段，面临着产业升级、体制转轨和社会转型，需要研究和解决的问题很多，迫切需要高校与社会互动，在服务社会方面作出更大贡献。把教师岗位分成学术型和应用研究型岗位，不是要把教师分为三六九等，而是要为教师提供不同的发展平台和通道。

对于第四类教师岗位，我们还没有一个特别合适的名称，目前称之为“社会服务与技术推广岗”，国外也有叫做知识转化（knowledge transfer），能够把新知识转移到新领域，比如做培训、咨询、转化的，还包括研究开发的。我们为这一类教师设置了一系列平台。比如工科教师可以到工业研究院，农科有农业推广中心，文科可以做继续教育和社会咨询，医科也有和临床相结合的。另外还有教育培训、MBA、MPA等。第五类岗位，我们称之为“团队教学或科研岗”。主要是参与很大的科研项目，包括各类的创新团队。这两大类教师所占的比例大概是30%。

浙大地处长三角经济发达的地区，不少教师愿意从事一些市场有需求但属于应用性质的研究开发工作。过去我们的教师岗位设置是混合型的。现在做这样的分类管理，是为了鼓励一批人能够潜心从事重大科学问题研究，让教学科研人员能够把培养学生作为自己最核心的工作。同时，让一部分人能够专心从事社会服务，为社会创造价值。

记者：有人问，为什么改革只拿教师岗位“开刀”，不针对行政人员进行改革？

杨卫：对照浙大10年前提出的在建校120周年（2017年）前后跻身世界一流大学的目标，我们最大差距在教师队伍建设。特别是在高端人才方面，无论是院士的人数，还是中青年优秀学者的人数，浙大在全国并不具有领先地位。这是这次改革的主要着力点。

另外，浙大整个行政人员的数量和国外比是偏少的。在国外，学校的教员（faculty）和职员（staff）至少是1:1的。行政人员现在主要的问题是“想当官”，学校一方面要求他们要增强服务意识，另一方面我们也适当增加了行政人员的薪酬。以前所有的改革都是给教师工资增加得比较多，行政人员基本不动，这样就不可能有很出色的行政人员。实际上是薪酬越少，行政人员越想当官。

业绩考核对大学是“双刃剑”

记者：教师岗位分类管理后，如何对不同岗位的教师进行考核？

杨卫：这5个类型都有自己的标准考核和绩效计算办法，希望大家各尽其才。否则，都用高水平论文来考核，对有些岗位不公平；按争取的科研项目来考核，对另一些岗位又不公平。不同类型的岗位实行不同的考核标准，学校的经济政策也有所不同。比如，对知识转化类岗位，学校就有比较好的经济政策。

记者：那些选择非学术型岗位的教师，会不会有低人一等的感觉？

杨卫：除了国家工资以外，浙大所有教师的岗酬都分成A、B、C3个部分：A是职称酬金，约占岗酬的20%；B是岗位酬金，约占岗酬的50%；C是业绩酬金，约占岗酬的30%。所有的“类型”都有到最高岗级的轨道，只是数量多少的问题，如教学科研岗的高岗相对多一点。非学术型岗位同样可以很出色，比如实验系列就设有“特聘实验研究员”，这个相当于二级岗位。在这之上只有一级，针对于院士和“千人计划”引进人才。

记者：有的人不想去“教学为主岗”，想去“教学科研并重岗”，怎么办？

杨卫：并不是所有的院系都有纯教学岗。教学岗位的数量是由本科生院根据需求设置的，作为研究型大学，我们也不希望有太多纯教学岗，研究和教学是要在一起的。在各类标准下，有针对不同类型岗位的遴选委员会，在尊重教师们自己的选择的基础上进行遴选。

现在又出现另一种观点，说有些人上课很好，学生很欢迎，但是学术可能一般。这样的教师适合纯教学岗。我们还是希望这些教师也做一些研究，这样可以去应聘教学科研岗。

记者：如何评价不同学科之间教师的工作业绩？

杨卫：以前薪酬统计很大一部分是研究业绩，多为定量指标。按这类定量公式计算以后，文科处于不利的地位。文科没有很多奖，专利也很少，发表 SSCI 论文也很难。这次我们降低了业绩岗酬在整个薪酬中的比重，加大了岗位薪酬的比重。前不久我和人文学院的教师座谈，教师们很拥护。现在的政策实行后，文科的教师岗位津贴上升的幅度远大于学校的平均水平。

对研究型大学来说，研究业绩考核是“双刃剑”，有好的一面，也有负面影响。为了研究业绩，有的教师可能把一篇论文拆成几篇，分开发表；有的教师不愿进行长线研究，喜欢搞“短平快”的项目。实际上，对于那些具有研究惯性的教授来说，业绩考核反而影响了其科研自主性。

支持年轻教师建立学术人脉

记者：一些人抱怨，浙大一方面压缩现有教师编制，一方面又在加大人才引进。会不会有“外来的和尚会念经”的错觉？

杨卫：目前浙大有些高水平教师已基本达到世界一流大学的水平，但低水平的教师与国外一流大学的起点水平却有很大差距。这从这几年的人才引进中看得很清楚。有的时候，同一个评审组，上午参加本校教师晋升教授的职称评审，下午参加引进人才晋升副教授的职称评审，感觉他们的差距并不大。

浙大是中组部海外人才的创新基地之一，包括“千人计划”人才，我们已经引进了 29 位。学校开辟了绿色通道，对于引进的海外人才讨论职称晋升 3 个月一次，而学校常规讨论职称是一年一次。前一段时间浙大实行“三三制”，每个单位进来的新教师，至少有 1/3 要从海外优秀的学校引进，1/3 从国内“985”大学招聘，还有 1/3 从本校的博士中选聘。

记者：这会不会让本土的博士有受挫感？

杨卫：我们有各种各样的计划，使得本土的博士任教以后能有一定的机会出国进行交流。我们规定，要提升职称必须要有比较长时间的国外交流或者进修的经历，现在的要求是半年，今后可能要延长到一年。对于年轻的教师，他们刚开始工作时往往还没有科研绩效，学校针对他们制定了任教前 3 年的专门补贴，每年两到三万元，使他们一开始不至于生活水平很低。这个阶段后，科研工作步入正轨，就会好一点。另外，我们有“新星计划”、“紫金计划”、“后新星计划”等支持他们出国进修，支持他们建立自己的学术人脉。

记者：在职称、科研、住房等具体问题上，和引进人才相比，本土的年轻教师是否处于相对

劣势？

杨卫：关于职称问题，我觉得中国的情况不是晋升职称太难了，而是实际上还不够难。国内一般来讲博士毕业3年以后，达到一定的业绩就可以申请副教授。国外来讲，这种情况刚刚能申请助理教授。经常出现这样的情况，在国外做助理教授的，到国内应聘教授；在国外做博士后的，到国内应聘副教授。

在科研方面，我觉得本土培养的人才倒不一定呈劣势。国内培养的人一般都参加了某个团队，他有一个团队可以依靠，无论申请项目，写论文找合作者，在这些方面，他们比国外新进来的人有一定的优势。

记者：如何促进本土教师和引进人才之间的和谐共处？

杨卫：目前浙大的薪酬体系是两种。一种是现在的组合薪酬制，另一种是对一些引进人才采用年薪制，一人一议。从长远来讲，两套体制并存并不能持久。因此，大批引进国外人才也是不可能的，工资水平还没达到。只能少量引进，把整体教师队伍的水平带动起来。在实行一段双薪酬体制的经验后，再看看有没有办法在宽带薪酬制的框架下把两者结合起来。

我们希望加大力度，吸引年轻人到浙大来成就事业，提升整个教师队伍的水平，同时希望他们能够和现有教师队伍和谐发展。（吴锤结 供稿）

杜祥琬、王乃彦、杨卫、龚克针对学术不端开“药方”



从“汉芯事件”到“贺海波事件”，从抄袭论文到应试科研，学术不端行为的屡屡发生引起全社会的广泛关注，近日，在中国科协与北京大学联合举行的“科学道德与学风建设报告会”上，[杜祥琬](#)、[王乃彦](#)、[杨卫](#)、[龚克](#) 4位院士专家针对当前一些学术不端现象，开出了自己的“药方”。

杜祥琬：构建科技诚信工作体系

科技繁荣需要灵魂的支持，这个灵魂是由科学精神、科学道德和优良学风来支持。然而，当前在学术界，一些不正之风正侵蚀着这一灵魂，具体表现在以下方面：论文写作抄袭造假；靠拉关系、忽悠、泡部门跑钱争项目；友情评审；伪造学历和SCI论文；报奖靠包装，评奖拉关系、搞运作，甚至利诱；一些专家学者在申报院士候选人时提交不实材料，甚至提交他人或集体成果；院士、名人多头兼职，不能对项目真正负责；一些管理部门将管理权力化、利益化，长官意志至上。

种种学术不端，正在侵蚀着我国科技事业，中国科协一项调查表明，六成科技工作者认为当前科研道德水平在下降，五成认为青年学者成为科研道德水平下降的主体。

科学是钻研不是钻营，是学术不是权术，一个自强于世界民族之林的国家，需要一批又一批新人传承崇高的价值观。对于当前的学术不端现象，我们要构建起教育、制度、监督、法制的科技工作诚信体系，这不仅关乎学术，更关乎国家和民族。

王乃彦：倡导负责任的行为

费马大定理终结者、美国普林斯顿大学数学教授安德鲁·怀尔斯在为他举办的菲尔茨奖颁奖典礼上说：“非常抱歉，让大家扫兴了，昨天晚上我又检查了一遍自己的证明，发现其中有错误。”当年，是怀尔斯可以申报菲尔茨奖的最后年龄，这一句话决定他与数学界至高无上的奖项从此无缘。经过一年多的推导证明，怀尔斯终于确定自己证明了费马大定理，而数学界也并不那么绝情，为其颁发了菲尔茨特别奖，安德鲁·怀尔斯成为世界唯一菲尔茨奖特别奖获得者。

“中国原子弹之父”王淦昌早年在苏联实验室里发现了疑似“新粒子”的物质，当时正值国际高能物理学会在基辅召开，有人推荐他到此会上宣布发现了新粒子。但王淦昌坚持认为自己观察到的只是一个迹象，还不能说是新的发现。后来实验证明了他的判断是正确的，对此，他说：“科学研究是硬碰硬的事，如果我当时宣布了，落得撒谎、吹牛的名声，那太可怕了。”

科学界的佼佼者告诉我们，搞科学研究，必须老老实实，不能心存侥幸，学术界必须倡导负责任的行为。

杨卫：在管理上多下功夫

分析“贺海波事件”这一学术不端行为，我们发现除了贺海波个人原因，管理上的缺失也给了他造假的机会。

管理有方方面面，就以投稿管理来说，现在每个导师的学生都非常多，论文投稿的方式又多是电子投稿，其程序往往博士生和硕士生比他们的导师要熟悉，许多导师因此将投稿事宜委托学生进行，学生们掌握着导师作为通讯作者的电子邮箱和密码，一篇学生论文没有得到导师认可就从导师的邮箱以导师的名义发给相关期刊，是非常普遍的事。类似的管理漏洞给学术造假以空隙，设立诸如不准代通讯作者投稿、不准擅入通讯作者期刊账户发电子邮件，不准设立公共投稿邮箱，不准代签版权授权页等管理措施将会有效制止这一行为。

治理学术不端需要制度上的建设，需要管理措施上的细化，这些都是学术界要下功夫去做的事。

龚克：走出认识上的两个误区

做学问，要有做学问的规矩。许多大学都有类似“研究生学术规范”的学问规矩，但很多人在犯了规矩面临惩罚的时候，却说自己不知道这些规矩。据我所知，许多大学是在开学的时候，就将相关规范以文字的方式发放到学生手中的，但为何还有人说自己不知道呢？探究原因，是许多人认为：自己不想犯错误，何必去认真阅读呢？这是当前学术不端的第一个误区，规则是为所有人制定的。

误区之二是有人觉得“很多人在抄，为何我不能抄？”类似阿Q的心态：为何和尚摸得，偏我摸不得？做学问的人如果连这个误区都走不出的话，怎么能做学问呢？我常问研究生：你是求学问，还是求学位？这也许是个伪问题，因为两者本身就是实质和形式的关系，但我想表达的是：做学问，必须讲求真实和责任，真实是学问的基线。

（吴锤结 供稿）

国内高校发展面临挑战 愿大学告别“维持型”

“考大学的多如牛毛，能考上的凤毛麟角”，这是多年前，社会上对高考形象的评述。当千军万马走过独木桥，顺利通过的学子便成为“天之骄子”，他们通过上国内大学改变个人和家庭命运。

近期，一个现象越来越受到社会关注——每到高考咨询会，能提供双文凭或讲授美国等国家课程的学校展台前都会挤满家长。出国读大学，正成为更多家庭的选择。

与此同时，国内高校发展中的一些问题也逐渐暴露，“教材教法僵化、缺少学术规范和社会

责任、教授忙于科研”，高校是“维持型高校”，校长是“维持型校长”，大学发展速度缓慢……越来越多的人追问：“国内大学如何面对挑战？”

挑战之一：来自生源

2010年，我国高等教育毛入学率已达到25%，“上大学”不再是一件困难的事，“上好学”成为更多学生、家长的新目标。很多家庭把目光投向遥远的异国他乡。

北京某留学中介机构负责人告诉记者，近年，选择国外高校进修本科教育的高中生正成倍增长，还有不少学生选择中学就远赴国外。

有评论总结，“国内高校由于大规模扩招，正在失去自己的特色和竞争力，人才流失成为必然”。扩招是否导致高校影响力下降？人才流失会不会给高校发展带来影响？而最先受到影响的又是哪类高校？

中国传媒大学高等教育研究所副研究员杨旭东认为，扩招带来竞争力下降的说法不足信，适龄人口下降是生源竞争的症结所在。

“随着高等教育不断发展，中国高校规模达到空前高值，而高等教育适龄人口逐步下降，由此带来高校生源竞争日益加剧，甚至一部分高校面临‘关停并转’。特别是受到高考生源歧视的民办高校，三本及以下学校，最早受到冲击。生源递减的震荡波，会逐步波及到二本院校乃至一本院校。在二本院校、一本院校中，受冲击比较早的则是坐落在开放程度不够、经济社会发展程度不高的城市里的高校。而国家‘985工程’、‘211工程’重点建设大学，同样也面临着激烈的相互生源竞争。”杨旭东说。

那么，我国高校怎样应对愈演愈烈的生源竞争？

杨旭东分析，中国大学吸引优质生源方面，亟待关注的首先是倡导“中国文化元素”，彰显汉语及其思维。其次，还应在招生宣传中突出优秀毕业生成就和师资水准，这是大学的“硬通货”。

挑战之二：来自高等教育定位

翻翻大学招生简章，目前社会上所有稀缺人才的专业设置几乎都涵盖到，为什么这样的人才照旧缺乏呢？很多专家认为，原因在于“大学缺乏特色、定位模糊，有章无法”。

21世纪教育研究院副院长熊丙奇认为，这是高等教育中普遍存在的问题。“我国的高等教育大众化不像发达国家通过发展社区教育、私立教育、职业教育来实现大众化，而是利用公办学校、过去的精英教育学校，迅速扩大招生规模来实现。这样的发展途径，让优质高等教育资源迅速稀释，同时挤占了民办教育、职业教育的发展空间。造成的结果是，学校的定位

完全模糊，各类教育发展很不平衡，学生成才模式极其单一。”熊丙奇说。

中央教科所研究员程方平认为，学校的定位特色、教育督导等是高等教育问题的中观，它的不明朗使存在高教微观的“教育、教学、教材、教法、考试、评价等”也处于混乱之中。“因此，定位特色清晰十分必要。”程方平说。

大学应该怎样办出特色、彰显优势呢？

杨旭东认为，定位模糊的解决之道在于制度创新。“制度创新来自国家、社会、高校三个层面。从国家层面上说，大学在精神和制度设计上应相对独立，在财政上能得到国家及其政府，乃至整个社会的支持；随着经济社会不断进步，一些‘社会力量’日益强大，社会层面的大学制度创新呼唤大学与社会结合的制度性考虑；高校自身的制度创新是指大学真正可行的教育制度和学术制度。我认为，大学应该按照‘知识树’的逻辑设计学科、专业及其教育。”杨旭东说。

挑战之三：来自创新人才培养

具有创新能力的精英人才缺乏，是大众对高等教育的另一个不满之处。

一些声音把问题的原因指向了高等教育大众化。事实上，尽管近年来我国高等教育大众化程度有所提高，但远没有达到发达国家水平。为何高等教育大众化程度高的国家，没有产生这么严重的精英人才培养问题呢？有专家认为，原因在于西方国家高校资金充足，实验室等硬件条件良好。对于这个观点，程方平并不认可。

程方平认为，从宏观层面找原因，社会各方面的发展对人才的选择面过窄，对创业的激励不够，使本应多元的学习需求和人才需求被扭曲，生存和就业的风险未能充分分摊化解，致使人才创新能力缺失；从教育内部找原因，教育结构和不同类型的高等教育比例严重失调，高等职业院校、地方类高校地位偏低、数量有限，大家都趋向名牌高校。因此，职业类、地方类高校无法脱离“二等品”的怪圈，自信心和创新的欲望被牢牢束缚。而被定为重点、名牌的高校，可以抱着“一等品”的招牌轻易获取机会和资源，其创新动力也会大打折扣。

在采访中，专家表示，大学面临的挑战是发展中必然遇到的问题，“十一五”即将结束，“十二五”面临开局，《教育规划纲要》等一系列有利于教育发展的纲领性文件正待实施。挑战，终将破解。

（吴锤结 供稿）

《南渡北归》聚焦烽火年代：大师之后再无大师



《南渡北归：南渡》，岳南著，湖南文艺出版社 2011 年 1 月出版，定价：39.80 元

那是一个多灾多难的年代，却又是一个群星璀璨的年代。在 20 世纪初期，国破家亡，颠沛流离，知识界却如喷涌般出现了诸多被后世铭记于心的大师，如蔡元培、王国维、梁启超、陈寅恪、钱钟书……作家岳南为这群 20 世纪知识分子所塑的宏伟群像——《南渡北归》，1 月 10 日在北京图书订货会上首发。

那个群星璀璨的年代

为什么天才总是成群地来？著名人类学家克罗伯曾这样问。或许岳南是要从这些大师的足迹里找寻一些答案，在写作了《陈寅恪与傅斯年》之后，他又雄心万丈地要为那个时代的一代人、一批优秀的知识分子造像，这便有了《南渡北归》的诞生。

所谓“南渡北归”讲述的是大批知识分子冒着抗战的炮火由中原迁往西南之地，尔后再回归中原的故事。

《南渡北归》堪称史诗般的著作，共计 160 万字，分为“南渡”、“北归”、“离别”三部。作品的时间跨度近一个世纪，所涉机构众多，有北大、清华、南开三校合组而成的国立西南

联合大学；有从上海流亡桂林、昆明、四川南溪李庄的同济大学；有国家最高学术机构中央研究院，以及中央博物院、中国营造学社等名流大师由北平、南京迁往西南抗战后方的艰难历程和人生轨迹。作品的人物则更为广泛，包括蔡元培、王国维、梁启超、赵元任、李济、蒋梦麟、梅贻琦、朱家骅、胡适、傅斯年、陶孟和等两代学术大师的生命轨迹，以及梁思成、林徽因、金岳霖、徐志摩、沈性仁、陈衡哲等人的爱情纠葛与学术贡献。

该书的出版方，博集天卷文化传媒有限公司董事长黄隽青认为，通过本书，不仅可以了解到那个烽火年代学术界的悲欢离合，也可从大师们行为背后的大环境了解到当时中国特定历史时期内的很多事情，从大到小一应俱全。

灵感来自《水浒传》

《南渡北归》时间跨度长，所涉人物多，并且这部书不是简单的人物传记或大事年表，而是真实地还原那个时代学术大师们的交往与对峙、命运与追求。这样浩大的工程，岳南是怎么做到的？

在新书发布会上，评论家解玺璋就掂着沉甸甸的“南渡”感叹“太厚重了”。《南渡北归》三部共160万字，包括120万字正文和40万字的注释。“《南渡北归》的注释非常多，说明岳南治学严谨，我想现在人写书很少会花这么多时间在注上，注释非常重要，它可以把不能放在正文里的背景和基本材料通过这种方式告诉读者。”解玺璋说。

岳南花了极大的精力在大陆和台湾的研究所里搜集了所有能搜集到的材料。更为重要的是，曾经写作过《风雪定陵》的他，非常认同一种考证方法——田野考古。于是他在创作《南渡北归》中坚持到当地走访，大量积累第一手材料。傅斯年当年炒菜的油壶，闻一多先生住过的房间，岳南都找到了，考察过。

据了解，为写这部史诗巨著，岳南三下江南与西南边陲实地考察，翻阅近千万字珍贵资料。提到这点，岳南认为，要想在中华民族历史上留下光辉一页的如此宏大规模的史事，写得真实一点、像样一点、专业一点，作者必须到事件的发生地和人民群众之间；必须经过详细的考察了解，然后才能达到心中的目标。

岳南深刻地记得美国畅销书作家谢尔顿说过一句话：“如果我在书中写过一个地方，我必定去过；如果在书中写了一道菜，吃过一条鱼，比如在菲律宾或南非，我必然去过这个地方并亲自在酒馆里尝过。”

面对上千万字的材料，如何梳理成章成书，这是岳南遇到的下一个问题。

岳南说他是从古典名著《水浒传》中找到灵感并有所模仿的。抗战爆发之后，内地的知识分子都陆续集结到西南地区来了。这个情景与《水浒传》中的英雄豪杰陆续向二龙山和水泊梁山集中有相同相通之处，“当然，二者流亡与集结的原因也有所不同，抗战是外患，后者是

内乱，而各自集结后的思想境界以及事功也不能相提并论”。尽管如此，岳南还是从这部古典名著中找到了写作的发酵剂。

《南渡北归》点题是抗战，岳南由1937年的抗日战争开始起笔，众知识分子们沿着抗战这条线（精神的和现实的）一路南行，在路途中他们命运坎坷，历尽千山万水和千难万险。待一连串的人物交代清楚之后，再来个笼统打包，聚义到李庄的中研院与云南蒙自的西南联大。李庄、昆明、长沙、泸州、宜昌、桂林、蒙自、滇川……这些散落在广袤山川里的名字，和流亡的学人们一起变得熠熠生辉和耀眼起来。就从全局高度了解抗战烽火里群生百象而言，岳南自己觉得这个手法和视角是一个较好的选择。他认为自己的视角比起许多学者单纯描述残酷抗战生活的文字来说，能够让今天的读者看得更从容。

大师之后再无大师

“为什么我们的学校总是培养不出杰出人才”，自从这个著名的“钱学森之问”发问以来，人们一直在探寻它的答案。在《南渡北归》新书发布会上，遥想当年的大师辈出，再加上《南渡北归》腰封上的一句“大师之后再无大师”，人才的培养也成了探讨的焦点，著名学者、中国人民大学教授张鸣与解玺璋分别谈了自己的思考。

纵观人类的学术历史，世上恐怕少有一段历史进程像中国抗战八年这样，国家多舛而学术益盛的。《南渡北归》里重点书写的“李庄”与“西南联大”，那些学者在隆隆炮火、朝不保夕的困境里仍然坚持不懈地进行学术探索；在既无“评奖”也无“职称”乃至没有一点稿酬回报的前提下，还能不慌不忙、不急不躁地一部一部地推出学术精品，培养出大批日后成就斐然的优秀人才。如此大行，每一个人、每一件事都令人感动万分。

“在那样的环境中我们出现了这样多的大师，培养出了诺贝尔奖获得者，现在我们大学的硬件已经超过世界一流大学，为什么钱老还提出那样的问题？”张鸣认为，那时虽战火纷飞，但学术和政治是分开的，自由的氛围，大师们对学术的独立与追求都值得我们深思。

解玺璋认为，《南渡北归》实际上是展示了民国期间我们中国文化的文脉，为什么“大师远去再无大师”，是文脉被掐断了，就像一棵树一样，根死了就干枯了。“而想要中国文化这棵‘枯木’能够‘逢春’并不容易，有很多制度和根本性的问题。但岳南等人所做的工作，把过去的历史真相还原出来，让大家都有一种感悟，能够唤起我们内心当中的一些东西，对我们是有启发的。”解玺璋说。

（吴锤结 供稿）

人民日报：一辈子用心做好一件事就是了不起的成功

前不久，美籍华裔科学家丁肇中到中山大学访问。面对记者的一系列提问，他“一问三不知”。因为这15年来他“只做了一件事”，那就是在宇宙间寻找反物质。

一位杰出的物理学家，一位令人敬仰的科学家“一问三不知”，这似乎有点不可思议。然而，他的“不知道”却给我们留下一个珍贵的启示：一辈子用心做好一件事。

据丁肇中自己说，他100%的时间都在实验室度过，只做实验。跟他一起工作的有600多位教授，丁肇中的唯一要求是只谈论与物理有关的内容，其他事情他都不了解。

一辈子用心做好一件事，这个标准似乎有点低。但真正做得到、做得好的又有几人呢？现如今，科研人员的职称越来越高，但很多人直接参与科研的时间越来越少。有人这样戏称一些科研人员“不是在开会，就是在去开会的路上”，“不在‘走穴’讲课，就在‘走穴’讲课的路上”。

在一些高校，一提到搞科研似乎就是为了写论文，写论文就是为了评职称。于是造假案、抄袭门、学术腐败案频频曝光，科研人员建立在专业知识之上的公信力和形象严重受损。有网民说，曾经，专家和教授是多么令人肃然起敬的称号，高校、研究所更是社会的精神高地和净土。然而，在学术丑闻频出的现实面前，这片高地和净土正面临被污染的危险。

心无旁骛，聚精会神，一辈子用心做好一件事，是一种多么可贵的精神！莱特兄弟为了让飞机能离开地面，一辈子都没有结婚。他们幽默地说：“我们没有时间既照顾飞机，又照顾妻子，一生只能干好一件事。”

“中国航空发动机之父”吴大观，以其毕生的信念和精力，将一颗赤诚的“中国心”永远镌刻在祖国的万里长空。他说得最多的一句话就是：“自从投身发动机事业之后，一天也没有改变努力的方向。不研制出自己的发动机，死不瞑目！”这种坚忍和执著，是滴水穿石的意志，是百折不挠的勇气。

我国“两弹一星”功勋奖章获得者钱学森，世界“杂交水稻之父”袁隆平，中国计算机汉字激光照排技术创始人王选，我国医学外科界公认的“宝刀”裘法祖等等，许多科学巨匠，无不倾其所有，毕其精力，“用心做好一件事”。在他们的身上体现了两个字：用心。

“锲而舍之，朽木不折；锲而不舍，金石可镂。”志向远大、坚韧不拔，看名利淡如水，视事业重如山，扎扎实实干工作，默默无闻作贡献，是一种崇高的境界。

如果，一个人一辈子能脚踏实地用心做好一件事，其实就是了不起的成功。

（吴锤结 供稿）

纪实人物

渐行渐远 不能忘 - 纪念 2010 年逝去的中国科学家

胡明城

[更多>>](#)



胡明城（1917 年—2010 年 12 月 28 日），我国著名大地测量学家，主要从事等高仪天文观测研究，著有《等高观测手册》等。

- [著名大地测量学家胡明城逝世 享年 93 岁](#)

施履吉

[更多>>](#)



施履吉（1917 年 10 月 26 日—2010 年 12 月 14 日），中科院院士，著名细胞生物学家，中国科学院前北京生物学实验中心创始人。是我国细胞生物学事业的主要推动者之一。

- [著名细胞生物学家施履吉院士逝世](#)

崔尔杰

[更多>>](#)



崔尔杰（1935年11月10日—2010年12月13日），中科院院士，空气动力学家。开拓风工程和工业空气动力学应用研究，在结构风致振动、风力机气动弹性和体育流体研究方面做出创新工作。

- [空气动力学家崔尔杰院士逝世 享年75岁](#)

郝水

[更多>>](#)



郝水（1926年10月4日—2010年11月27日），中科院院士，东北师范大学前校长，我国著名细胞生物学家、植物遗传学家、教育家，是我国细胞生物学的创始人之一。

- [我国著名细胞生物学家郝水院士逝世](#)

杨起

[更多>>](#)



杨起（1919年5月17日—2010年11月21日），中科院资深院士，中国地质大学教授，杰出的煤地质学家、地质教育家。是新中国煤地质学和煤地质学教育事业的奠基人和开拓者。

- [中国科学院资深院士杨起逝世](#)

杨弘远

[更多>>](#)



杨弘远（1933年9月26日—2010年11月18日），中科院院士，我国著名植物学家，杰出教育家。主持了我国第一个植物发育生物学重大课题，并创建了我国第一个植物发育生物学教育部重点实验室。

- [杨弘远院士遗体告别仪式在武昌举行](#)
- [著名植物学家杨弘远院士逝世 享年77岁](#)

于维汉

[更多>>](#)



[于维汉](#)（1922年1月28日—2010年11月17日），中国工程院院士，哈尔滨医科大学前校长。我国著名的地方病学专家，为克山病的预防与治疗工作做出了杰出的贡献。

- [追忆于维汉院士：心系苍生战瘟神](#)

冯纯伯

[更多>>](#)



[冯纯伯](#)（1928年4月16日—2010年11月10日），中科院院士，我国著名自动控制学家。在系统建模方法及自适应控制理论等自动控制领域，取得了许多新的研究成果，形成了完整的新体系。

- [自动控制学家冯纯伯院士逝世 享年82岁](#)

庄逢甘

[更多>>](#)



庄逢甘（1925年2月11日—2010年11月8日），中科院院士，中国航天空气动力学开拓者。提出载人航天涉及的空气动力十大关键课题，积极促进和参与载人航天工程等立项和论证。

- [中国航天空气动力学开拓者庄逢甘院士逝世](#)

李星学

[更多>>](#)



李星学（1917年4月8日—2010年10月31日），中科院院士，国际著名古植物学和地质学家。为中国及东亚古植物学和地层古生物学的发展做出了卓越贡献，他是我国古植物学奠基人之一。

- [国际著名古植物学和地质学家李星学院士逝世](#)

徐献瑜

[更多>>](#)



徐献瑜（1910年7月16日—2010年10月23日），著名计算数学专家，我国计算数学的奠基人和开拓者，是我国第一个计算数学学科和我国第一个国家级计算中心的创建者之一。

- [我国计算数学学科奠基人徐献瑜辞世](#)

陈惠民

[更多>>](#)



陈惠民（1921年—2010年9月14日），山东大学教授，著名植物细胞工程专家。是我国小麦组织培养的奠基人。在国际上率先创立了小麦体细胞杂交转移异源染色体小片段的新技术。

- [著名植物细胞工程专家陈惠民教授逝世 享年89岁](#)

阳含熙

[更多>>](#)



阳含熙（1918年4月29日—2010年8月29日），中科院院士，我国著名林学家、森林生态学家。在生态学领域进行了许多开拓性的研究，为中国森林生态学和植物数量生态学的发展做出了突出贡献。

- [我国著名林学家阳含熙院士逝世 享年92岁](#)

王明贞

[更多>>](#)



王明贞（1906年10月3日—2010年8月28日），清华大学第一位女教授，也是我国最早的女物理学家之一。为培养我国自己的物理学家和工程物理学家作出了重要贡献。

- [清华大学首位女教授王明贞逝世](#)

梅自强

[更多>>](#)



梅自强（1929年4月26日—2010年8月19日），中国工程院院士，著名纺织工程科技专家。长期从事高产梳棉机研究工作，是我国高产梳棉理论和实践开拓者，为我国纺织科技现代化发挥了重要作用。

- [我国著名纺织工程专家梅自强院士逝世 享年81岁](#)

钱伟长

[更多>>](#)



钱伟长（1912年10月9日—2010年7月30日），中国力学家、应用数学家、教育家，中科院院士，上海大学前校长。南京航空航天大学前名誉校长。中国近代力学、应用数学的奠基人之一。

- [科学网专题：钱伟长逝世](#)

赵仁恺

[更多>>](#)



赵仁恺（1923年2月16日—2010年7月29日），两院院士，国际著名核动力专家，我国核动力科学与工程技术研究设计的奠基人和开拓者之一。为我国潜艇核动力技术发展作了大量卓有成效的工作。

- [国际著名核动力专家赵仁恺院士逝世 享年 87 岁](#)

郑集

[更多>>](#)



郑集（1900年5月15日—2010年7月29日），世界上最长寿教授，著名生物化学家。是我国衰老生化研究学科奠基人。在110岁高龄时，推出了一本名叫《不老的技术：百岁教授养生经》的养生书。

- [世界最长寿教授郑集辞世 百岁后仍坚持工作](#)

吴浩青

[更多>>](#)



吴浩青（1914年4月22日—2010年7月18日），中科院院士，我国著名化学家、化学教育家，中国电化学的开拓者之一。筹建了我国高等院校第一个电化学实验室。

- [著名化学家吴浩青院士逝世 享年97岁](#)

王鸿楨

[更多>>](#)



王鸿楨（1916年11月17日—2010年7月17日），中科院资深院士，杰出地质学家、地质教育家。是我国地层古生物事业开创者之一、地层古生物教育事业开拓者之一、历史大地构造学奠基人之一。

- [我国杰出地质学家王鸿楨院士逝世 享年94岁](#)

刘更另

[更多>>](#)



刘更另（1929年1月29日—2010年6月30日），中国工程院院士，中国农科院前副院长、中国植物营养与肥料学会原理事长。是我国著名土壤与植物营养学家、土壤肥料长期定位监测的奠基人。

- [著名土壤与植物营养学家刘更另院士逝世 享年81岁](#)

郭加强

[更多>>](#)



郭加强（1923年11月—2010年5月24日），著名心血管病专家，1974年在国内首次成功地施行了冠状动脉搭桥手术。1976年与人合作在国内首次完成人工生物瓣替换手术。

- [著名心血管病专家郭加强教授逝世 享年87岁](#)

嵇汝运

[更多>>](#)



嵇汝运（1918年4月24日—2010年5月15日），中科院院士，著名药物化学家。毕生致力新药研究，倡导药物化学与药理学相结合，为我国“化学药理学”的创立做出了开拓性的贡献。

- [著名药物化学家嵇汝运院士逝世 享年92岁](#)

裘沛然

[更多>>](#)



裘沛然（1913年1月—2010年5月3日），中国国医大师，第一批老中医药专家学术经验继承工作指导老师，现代中医药高等教育的先驱者之一，中国中医药高等教育“南方学派”的杰出代表。

- [国医大师裘沛然逝世 享年97岁](#)

魏荣爵

[更多>>](#)



魏荣爵（1916年9月4日—2010年4月6日），中科院院士，著名物理学家，中国声学事业开创者之一。在国际上最早提出用现场语噪声方法测量汉语平均谱，试制成功“可见语音仪”。

- [著名物理学家魏荣爵院士逝世](#)



黄美元（1934年—2010年4月1日），著名大气物理学家。毕生从事大气物理学和大气环境研究，在云物理学、人工影响天气、酸雨成因、大气污染物输送研究等领域做出了卓越的贡献。

- [著名大气物理学家黄美元逝世 享年76岁](#)



杨藻宸（1919年—2010年3月28日），复旦大学上海医学院教授，我国著名药理学家。几十年来在药理学领域里辛勤耕耘，忘我工作，为我国药理学的发展做出了卓越的贡献。

- [我国著名药理学家杨藻宸教授逝世 享年91岁](#)

丁大钧

[更多>>](#)



丁大钧（1923年4月—2010年3月24日），东南大学教授，我国著名土木专家、教育家。曾参加过毛主席纪念堂方案设计，是我国混凝土构件适用性能设计方法的创始人。

- [著名土木工程专家丁大钧教授逝世 享年88岁](#)

黎磊石

[更多>>](#)



黎磊石（1926年10月26日—2010年3月16日），中国工程院院士，国际著名肾脏病学家，南京军区南京总医院前副院长。中华肾脏病学会及亚太地区肾脏病学会创始人之一。

- [著名肾脏病学家黎磊石院士逝世 享年84岁](#)

朱岗崑

[更多>>](#)



朱岗崑（1916年12月8日—2010年3月2日），我国著名地球物理学家，是我国干旱和农业气象研究的创始人之一，对我国气候区划及西北干旱地区的改造作出了贡献。

- [地球物理学家朱岗崑先生追思会在京举行](#)

刘耕陶

[更多>>](#)



刘耕陶（1932年5月6日—2010年2月27日），中国工程院院士，我国著名药理学家。先后创制成功两种治肝炎新药——联苯双酯和双环醇；在药理学领域享有很高的声誉。

- [著名药理学家刘耕陶院士逝世 享年77岁](#)

张广学

[更多>>](#)



张广学（1921年1月31日—2010年2月24日），中科院院士，我国著名昆虫学家。系统研究了蚜虫学，在系统分类、生物学、系统发生演化理论和害虫综合治理方面取得了重大研究成果。

- [追忆张广学院士：用一生揭示蚜虫的秘密](#)

董申保

[更多>>](#)



董申保（1917年9月17日—2010年2月19日），中科院院士，著名地质学家。是中国变质地质学的奠基人之一，七十多年勤奋耕耘，为我国的地质科学和教育事业做出了卓越贡献。

- [著名地质学家董申保院士逝世 享年93岁](#)

郑炳宗

[更多>>](#)



郑炳宗（1916年12月22日—2010年2月11日），我国著名昆虫学家、昆虫毒理学家、农业教育家。经过多年研究，搞清了玉米螟在北方的发生与为害情况，指出越冬防治的重要性。

- [著名昆虫学家郑炳宗逝世 享年95岁](#)

侯祐堂

[更多>>](#)



侯祐堂（1919年5月23日—2010年1月18日），世界著名的地层古生物学家，中科院研究员。是中国最早从事介形类化石的研究者和开拓者，为我国石油勘探事业做出了重要贡献。

- [著名地层古生物学家侯祐堂逝世 享年92岁](#)

徐乾清

[更多>>](#)



徐乾清（1925年12月16日—2010年1月9日），中国工程院院士，防洪工程与水利规划专家。长期从事水利规划、科研等方面工作，推动并参与了大江大河历次流域综合规划工作等。

- [追忆徐乾清院士：清水徐徐洒乾坤](#)

（吴锤结 供稿）

[直觉主义数学学派旗手布劳威尔：正义的热情遭遇不正义](#)

一道难题摆在了爱因斯坦的面前。《数学年鉴》杂志的主编之一希尔伯特提出，要辞退杂志编辑鲁伊兹·布劳威尔（[Luitzen Brouwer](#)）。爱因斯坦也是杂志主编之一，这需要他在辞退信上签名。

在1928年的秋天，这确实令爱因斯坦为难。希尔伯特是当时世界上最有影响的数学家，荷

兰人布劳威尔也不简单，是直觉主义数学学派的旗手。

其实在19年之前，两人还惺惺相惜。在给朋友的信里，布劳威尔称希尔伯特为“世界上首屈一指的数学家”。希尔伯特则在1912年，为无薪讲师布劳威尔推荐了阿姆斯特丹大学的教授职位。同一年，因为在拓扑学等方面的杰出成果，31岁的布劳威尔成为荷兰皇家科学院成员。

不过，在科学面前，所有的奉承都是过眼云烟。他们在数学上的分歧已经显现。

1908年，布劳威尔完成论文《关于逻辑原理的不可靠性》。在数学教授就职演说上，他再次声明了自己4年前的观点。他不接受希尔伯特所支持的排中律，认为建立在数学排中律上的证明，是“所谓的证明”。

在后来的论文中，布劳威尔甚至指出，从直觉主义的观点来看，自己早期的拓扑学研究是不正确的。这并没有改变希尔伯特对他的看法，在他眼里荷兰人还是一个难得的数学天才。他给布劳威尔提供了哥廷根大学一个教授职位，但布劳威尔拒绝了。

在形容这个天才时，传记作者范·达伦用了“愤世嫉俗、神经过敏、情绪化和顽固”等一系列字眼。这位曾经上过布劳威尔数学课的学生回忆，布劳威尔从来不看学生，不问问题，总是在直觉的基础上讲课。

这些性格特点，也让布劳威尔与希尔伯特的分歧越来越大。1920年，布劳威尔声称“将排中律用作数学证明的一部分，是不允许的”。

希尔伯特终于忍无可忍，回应道：“把排中律排除在数学之外，就像禁止拳手使用拳头。”

当时，两人都认为数学处于一种根本的危机中，并且都认为自己是那个能把数学从衰落和颓败中拯救出来的人。

“如果数学失败了，人类的精神也会失败。”希尔伯特曾经这样忧心忡忡地说道。他决定站出来力挽狂澜。

争论的阵地转移到《数学年鉴》杂志。

1914年，布劳威尔成为该杂志的编辑，也把自己暴躁的脾气带到了这里。在杂志的几位主编中，德国著名数学家克莱因居于首位。在和布劳威尔发生争执之后，这位德国社会的上层人士决定辞职，他表示难以忍受布劳威尔在争执中过于粗暴的方式。

希尔伯特接手了克莱因在杂志里的大部分工作。他在面对布劳威尔时，采取了截然不同的方式。

1928年秋天，布劳威尔收到希尔伯特的信。希尔伯特告知这位“亲爱的同事”，“从今往后，我们将放弃与你在编辑《年鉴》上的合作，因此也把你的名字从刊名页上删去”。

辞退信令布劳威尔深受打击，他病了好几天，同时还发烧。他拖着病体给同事写信，声称辞退信是“希尔伯特在头脑不健全的时候发出的”。他甚至给希尔伯特夫人写信，希望她能让她丈夫改变想法。但他辗转得到的答复是，在这件事情上，希尔伯特不受任何人影响。

收到辞退信的爱因斯坦，当然也明白这一点。他拒绝在辞退信上签名，只是告诉希尔伯特，“做你认为该做的”。

布劳威尔则去柏林拜见杂志出版商，要求收回辞退令，否则他将创办一个竞争性的杂志。然而，他发现威胁无济于事。

如果获得爱因斯坦的支持，事情或许还有转机。然而爱因斯坦明确表示，在这场“青蛙和老鼠的战争中”，他感到不可思议，但他将保持严格中立的态度。

爱因斯坦的回信，彻底断了“青蛙”布劳威尔的退路。在辞退令生效时，布劳威尔仍不肯罢休，他想追回属于自己的正义。他请来律师，然后又给杂志编辑们发了一封长信。

“他是一个正义狂。”德国数学家比伯巴赫当时形容道。不过在希尔伯特眼里，“他用着旧工具，尝试用横冲直撞的方法发动一场政变，但还是彻底失败了。”

这一次辞退，对布劳威尔伤害极深。多年后，在一次聚会中，当一位客人称希尔伯特是自己的朋友时，布劳威尔愤而起身离开。他已经把希尔伯特从争论的对手，看成了“敌人”。纯粹的学术争论，也从此变成了针对个人的争斗。

达伦后来为布劳威尔总结道：“他对正义有种极端的热情。结果，不管针对谁，他会在一种完全像是战争的情势中遭遇不正义。”

（吴锤结 供稿）

张寿武：一位天才加幸运的数学家



2007年7月26日，哈佛大学数学家丘成桐教授出资100万元，以其父之名在中国科学院晨兴数学中心设立丘镇英基金会，用于资助世界顶尖级数学家来华举办讲座和从事学术研究，美国哥伦比亚大学数学家张寿武教授应邀作首场“丘镇英学术讲座”。

“基金会的主要用途是邀请杰出青年科学家来演讲，因此第一位演讲者很重要，一定是世界上最好的、在数学领域最有贡献的年轻数学家，所以，我很高兴能请到张寿武来作第一个演讲。”在张寿武演讲结束后，丘成桐评价道：“这个演讲漂亮得不得了！1997年，我在晨兴数学中心希望全国做几何分析的人要向汉密尔顿学习；今天，我还是在晨兴数学中心宣布我希望中国数学家向张寿武学习，他正领导我们走出数论上一个新的方向。”

近日，张寿武到晨兴数学中心主持一个讨论班，其间，他接受了《科学时报》专访，从在安徽农村的田埂上自学，到成为美国哥伦比亚大学数学教授，他讲述了自己的数学之路。他说：“我是一个运气非常好的人，一直做自己非常喜欢的事。我小时候喜欢数学，小学四年级时就想学数论，长大了还是做数学。我特别喜欢做数学的过程，坐在那里慢慢地思考、重新规划，把一个非常复杂的问题弄成一个很小的问题。我觉得数学最妙的地方是：正确是基于简单的理由，而不是复杂的理由。数学与科学和文学一样，能够留下来的东西都是最简单的。”

我觉得数学最妙的地方是：正确是基于简单的理由，而不是复杂的理由。数学与科学和文学一样，能够留下来的东西都是最简单的。

——张寿武

1962年，张寿武出生在安徽省和县西埠镇五星大范村，是家里的第三个孩子，上有哥哥姐姐，下有两个妹妹，家里生活十分贫困，父母除种田外，还靠捕鱼、养鸭为生。他小时候很喜欢音乐，加之体质特别差，父母给他买了一把二胡，希望他有朝一日能进生产队的宣传队，就不用干农活了。但他终究没学成二胡。

“在小学一二年级时，我就知道自己算东西比别人更快。”他说，“我爸爸特别聪明，尽管他没有念过任何书，但每天捕鱼回来后，经常给我说这鱼多少钱一斤，我拿笔算，他凭借经验口算，我俩的结果只差几分钱，所以那时，我就对口算很好奇。”

“小学四年级我就想做个数学家”

张寿武7岁时报名上了村里的小学，但念了两天就回家了，因为母亲说妹妹和堂弟没人带，他就在家里呆了一年，带妹妹和弟弟；第二年，又发现家里没有人放鸭子，所以报名后又回家放鸭子，放到快考试时母亲就让他去考试，他说：“我没有念过书怎么考？”张寿武和大自己9岁的哥哥在同一所学校上学，哥哥就教了他，结果他“勉强考过了”，这样使得他对自学更感兴趣。小学四年级时，他就想成为数学家，但当时老师很不喜欢他，因为他总是“不上课或迟到”。

1976年，张寿武考取了十里初中，对数学的兴趣更浓了，但他的大部分时间还是在田里放鸭，哥哥从乡里下放知青的手中借来“文革”前的初中几何和代数供他学习。一年不到，张寿武就学完了这两本书，并能熟练地掌握和运用书中的知识。初二时，他开始钻研高中数学，物理老师认为他很有数学天赋，便将有关高中数学的课本和理论书籍介绍给他。

到初中三年级时，他才比较正规地在学校里上学，因为那时开始正式中考，也就是说初中升高中需要经过考试，不像哥哥那样通过推荐升学。当时乡里有100多人参加考试，5个人考上了县里最好的高中——和县一中，他是其中一位，虽然是最后一名，但“当然是很好的事”。

张寿武高中时开始正规念书，但他觉得正规念书一点意思都没有，“以前念书是想念什么就念什么，但到高中后念书就是为了高考。”他说，“在高中我要补语文、补英文，什么都要补。我现在发现当时补的东西都忘掉了，记得的还是在田埂上念的东西。”

高一时，他对数学达到了痴迷的程度，哥哥托人从合肥工业大学给他带来几本高等数学，他开始自学高等数学。在一次数学竞赛中，别人用技巧答题，他却用了自学的微积分，老师发现答案都是对的，但不知道怎么改他的卷子，只好让他自己去改。老师对他说：“你大概不用上数学课了。”

为数学 成“色盲”

高中时，张寿武的数学确实很好，但高考却考砸了。

“因为我平时不吃很多早餐，高考时家人嘱咐我要多吃点，结果那一天吃得太多，坐在考场里就昏呼呼的，当时数学满分是100分，附加题20分，我很快做完了前面的题目，却发现有一道题特难，附加题也很容易，3个小时的考试，我1个小时就出来了，和老师一对题，才发现自己漏掉了一个题目中的一段话。”他说，“这个代价太大了，20分就没有了。我得了79分，而且因为正式分数不满80分，附加题的分数就不能算。”

反而他的化学考得非常好，“这是一件太滑稽的事，我一点不懂化学，一个实验也没做过，我花了一个星期来背化学，却考了96分”。他实在喜欢数学，在大学的志愿中他全部填的是数学系，这时发现上好大学的数学系的希望不大了，于是决定不念大学了，要在家里通过自学考研究生。

张寿武的一位舅舅身患癌症，听到这个消息后紧张得不得了，便骑着一头水牛走了两公里的路来到他家，语重心长地劝他说：“家里有5个小孩，你是老三，还有两个妹妹，家里穷得不得了，如果不去念书，万一明年考不上……”他答应去上大学，舅舅问他有什么要求，他说要买一本数学手册，舅舅就给了他5元钱。

1980年，张寿武挑着一根扁担，一边是母亲做的被子和被子里的数学手册，一边是另一位做皮匠的舅舅送的工具箱，带着县里资助的22元路费，乘火车从马鞍山到了广州，到中山大学化学系报到。大学让他很惊奇，他说：“从乡下到城里，这是我第一次见到火车、坐火车，第一次到大城市。我觉得大学好得不得了，所有的人都觉得学校里的饭很难吃，但我觉得学校里的饭最好吃，比家里的饭好多了。”

张寿武是因为化学成绩好而被分配到化学系，老师也很喜欢他，但他一心一意要学数学。这时，同寝室的一位同学也一心一意想学物理，于是两人成天在寝室里合计，终于想出一招：在新生入学两三个月体检时，一人装鼻炎，一人装色盲，这样就不能学化学了。

体检时，护士拿色盲检查图册给张寿武看，从第一页到最后一页他都说看不懂，护士愤怒地说：“最后一页是黑白的，根本没有颜色，你不是色盲，是瞎子。”他只好向她求情，说自己实在不想学化学，只想学数学，就这样成了“色盲”。

但张寿武高考的数学成绩只有79分，这在数学系是最低分，他拿着卷子给数学系的教授说明了当时的情况，“他们就收了我，于是我就转到数学系了。”

在大学里给老师上课

在数学系，张寿武基本上也是自学，主要原因是他在化学系耽误了半个学期，所以数学系的老师给他一个不成文的政策：只要通过考试就可以不修课，希望他因此能赶上。但当他很快赶上时，老师们却忘了收回这个政策，结果数学系只有他一个人所有的课都不需要考勤，

只要考试合格就行了，他说：“这实际上给了我自学的。”

在大学一年级，张寿武就开始给老师上课。“这是特别好的运气，原因是第一次考高等代数时，考卷里有两部分题目，一部分比较抽象，一部分比较具体，其他同学都能做出具体的题目，但是做不出抽象的题目，只有我一个人能做出抽象的题目而做不出具体的题目。这时老师觉得很奇怪，让助教问我是怎么回事。我说，我以前没有学过线性代数，只自学过抽象代数。这位老师也很想学抽象代数，但学不懂，所以让我和他一起学抽象代数，他给了我一本书，我学会后就给老师们作报告，当时还有两位副教授在听，所以，大学一年级时我们两个人就开讨论班了。这对我来说是运气非常好的事，因为当时没有多少大学生有这样的机会给老师讲课，能够自己学东西再给教授讲，这感觉很不一样，我就学得很快。”

受陈景润事迹的影响，张寿武对数论很有兴趣，上大学后，他发现用华罗庚和王元的方法很难对哥德巴赫猜想作进一步推广，决定主攻代数，所以，他将大学里的所有时间都花在学代数上。

大学二年级时，他的数学教授从别处听来“同调代数”的概念，认为这是很重要的学问，但自己学不懂，就让张寿武学，学会再报告。于是，张寿武从图书馆里借来同调代数的书开始学，但这是一本英文书，他从来没有念过英文，所以只好一边拿着字典，将文字翻译成口语，再学习，再作报告。“这时下面坐的人多，有十几个，不仅有数学系的两位老师，还有到中山大学来培训的老师，那两年半的大部分时间都在念抽象代数。”

张寿武的大学生活过得特别愉快，唯一一次很糟糕的事是一门数学考试不合格。原因是他提前参加了79级的常微分方程考试，他得了75分，便要求学校再给他一次考试机会，准备参加同年级同学的考试。为了让班上的同学都能考出好分数，他将上次的考题和答案油印出来让大家学习，没想到两次考卷居然是一样的，结果，班上的同学都考了90多分，老师调查清楚情况后非常愤怒，将他的考卷扣到59分，虽然补考时他得了100分，但不及格的记录还在那里，这让他十分紧张，考虑到会影响以后的分配，他决定提前考研究生。于是，他提前一年将所有的课程都学完了。

谈到大学生活，张寿武说：“大学阶段我很高兴，一直是在宽松的环境中自学，与老师作交流。在大学，我最大的收获是能够将学习过的数学讲出来，数学和语言统一起来了。”

“这个硕士学位就送给你了”

1982年暑假，张寿武准备报考中国科学院数学研究所的研究生，复习时他不想重复性地做标准习题，“我不喜欢做技巧性的事，喜欢做项目，一个东西要让我想两三天而不是一两个小时，我就觉得很有意思”。他决定读美国斯坦福大学数学家乔治·波利亚（George Polya）的两本书：《分析中的问题和定理》卷一和卷二。

在安徽乡下，他一边晒稻子，一边读波利亚的书。“这本书特别难念，每一道习题都像

是一篇小论文，要好长时间才能做出来。”他说，“冬天时就参加考试，我的运气真是好，当时公共考试考分析和代数两项，几乎所有题目都在波利亚的书上，而且还有一道题出错了，我把题改过来后又解出来，自我感觉非常满意。”

大学快毕业时，美国伊利诺伊大学的一位数学教授到中山大学访问，张寿武的老师希望把他推荐给这位教授，但这位教授说：“你太年轻了，不要念这种代数，这是过时的东西。你应该念代数几何。”这样，张寿武知道自己以后要念代数几何了。

1983年对张寿武来说特别重要，第一件事是他考上了中国科学院数学所的研究生，第二件事是数学所王元院士刚从国外回来，在数学所作了一个报告，介绍德国青年数学家格尔德·法尔廷斯(Faltings)对莫德尔(Mordell)猜想的证明。

“元老说这个定理太漂亮了，证明也只用了30多页纸，但除了前言，他看不懂其中任何一段。”这对张寿武的震动很大，他对王元说：“我要跟你念数论，我就念这篇文章，3年之内看懂这篇文章，你就给我一个学位。”王元说：“你看吧，看懂了就给你一个硕士学位。”

但这篇文章确实太难了，张寿武一边看这篇文章，一边看哈特逊恩(Robin Hartshorne)的标准代数几何，这本书是他花2.9元从北京原八一中学附近的一个外文书店买来的。3年快过去了，他将哈特逊恩的书念完了，还是无法看懂法尔廷斯的论文，毕业时就“胡做”了一篇论文，他清楚地记得：“答辩完后，元老说，你讲的东西我们一个字也听不懂，但考虑到你每天8点之前就到办公室，很用功，这个硕士学位就送给你了，以后要靠真才实学才行。”

因为机遇而到哥伦比亚大学

1985年，当张寿武还在做研究生时，美国哥伦比亚大学数学系的哥德费尔德(Goldfeld)教授到数学所访问，王元让张寿武陪他。哥德费尔德作报告时，张寿武就坐在第一排，不停地帮他擦黑板。但在陪他到故宫时，张寿武紧张得不得了，因为除了数学，他不会讲一句日常英语，于是便带了一本英汉字典。

在故宫买了门票后，“我发现我的运气又来了，故宫上所有的说明都有英文，不用我讲一句话。我就跟在他后面，然后开始讨论数学，给他谈法尔廷斯的论文。这时我发现他完全不懂代数几何，但对我做的东西非常有兴趣。我问他我应该念什么，他说，你应该去念日本数学家志村五朗的一本书：《自守函数算术理论的介绍》”。

哥德费尔德回去后，张寿武好不容易在图书馆找到这本书，但没能念懂。这时，他开始申请出国了。他最想去的地方是普林斯顿大学，因为法尔廷斯在那里，但王元希望他去哥伦比亚大学跟哥德费尔德。后来不知为什么，他申请哥伦比亚大学的资料全丢了。有一天，哥德费尔德写信告诉他没收到材料，问他是否还愿意到哥伦比亚，他说：“愿意。”

结果，哥德费尔德亲自找来申请表填上，又找人写推荐信，这时王元正好在美国，他对哥德费尔德说：“张寿武是我们中国最好的学生。”张寿武的托福考了480分，当时满分是600，录取线是550，他不敢将自己的托福成绩寄过去。一段时间后，他收到了哥伦比亚的录取通知书。

“我终于感动了我的上帝”

1986年9月，张寿武来到哥伦比亚大学，哥德费尔德建议他学自守形式，并给了他一篇文章，让他念完后做一个格罗斯-乍基亚公式（Gross-Zagier）。他花了大约两个月的时间没有做出来，就对哥德费尔德说：“我做不出来，我不跟您做了，您推荐我去普林斯顿跟法尔廷斯做吧。”哥德费尔德说，不做也行，并为他到普林斯顿写了推荐信。

为了慎重起见，张寿武专程到普林斯顿见法尔廷斯，法尔廷斯同意给他半个小时的时间。他很高兴，将自己所有要说的英语全部写下来、背熟。在会面时，他对法尔廷斯说：“我很崇拜您，读过您的文章，也读过很多书。”半个小时很快到了，法尔廷斯没有说一句话，站起来就离开了，张寿武很惊讶：“他显然对我一点兴趣也没有。但他毕竟还是给了我半个小时。”

当天晚上，张寿武到普林斯顿大学数学系主任项武忠家里吃饭，项武忠告诉他，哥德费尔德在给他的推荐信中说：张寿武在哥伦比亚学得很好，基本上不需要到普林斯顿。他说：“我想也许因为这封信，我就不能到普林斯顿了。”

张寿武很郁闷地回到哥伦比亚大学，但还是想学法尔廷斯的学问，即算术代数几何，于是重新跟了一位现代自守形式的专家贾戈尔（Jacquet）。贾戈尔将自己的朋友朗格朗兹（Langlands，朗格朗兹纲领的创始人）的一个题目给他。他念了很多东西，发现与之相关的算术代数几何更有意思的，所以他迟迟没有开始做东西。这时，贾戈尔每两个星期见他一次，并将自己算的东西给他。“他已经算了40多页，让我再算60多页就让我毕业，可我还还没有开始算，再这样下去，他都会帮我算完。”于是，他对贾戈尔说：“我不能再跟你念了，因为你太好了。”

1988年，法国数学教授斯匹若（Szpiro）到哥伦比亚大学访问半年，他是张寿武见过的最风趣的老师：“每一两年他就要来美国一次，我跟他在一起特别轻松，他的英文很差，我的英文也很差，只有他没有说过我的英文差。上课时，他一手拿香烟，一手拿粉笔，偶尔搞错了，就把粉笔放到嘴里，用香烟在黑板上写字。他把数学讲得特别简单，但思想特别深刻，却没有任何技巧。法尔廷斯是在见到了他后受到启发，才证明了莫德尔猜想。”

斯匹若回到法国后，张寿武就没有老师了，他写信给斯匹若：能不能让我跟您念书？能不能给我一个题目？斯匹若回信给了他一个题目，只有半页纸。张寿武很用力地做，还是做不出来，但因为他跟哥德费尔德学过两个月，跟贾戈尔学过一年，所以他算出了一个非常好

的例子，有 30 多页。之后，他去约翰霍普金斯大学参加一个日美数学会，在酒会上第二次见到了法尔廷斯，“我告诉他我学了好多数学，有问题向他请教，希望引起他的注意”。但法尔廷斯只回了一句“不知道”，就离开了，这让张寿武很尴尬，“他一点都不在乎我”。

回到哥伦比亚大学后，张寿武将所有的东西都写出来，有了两篇比较像样的论文，这时斯匹若特别高兴，并在法国高等研究中心给他申请了一个博士后职位，尽管这时他还没有获得博士学位。

1989 年 6 月，张寿武和太太到法国，“我们住的博士后公寓特别好，外面鸟语花香，里面条件很好，那时我的文章写出来了，我在法国庞加莱研究所作了有生以来的第一场正式的学术报告，那时我对斯匹若的问题有一些突破。”

在法国高等研究中心，张寿武第三次见到法尔廷斯，并将自己的文章给他看，“他看后很高兴，对我笑了一笑，这是三次见面中最友好的一次，但还是没有说一句话，但这时我已经高兴得不得了，因为他是我最崇拜的一个人，我终于感动了我的上帝。实际上他当时只有 35 岁，他 32 岁时获得了菲尔茨奖”。

在法国的访问非常成功，一年后，张寿武的太太怀孕了，两人便回到美国。一到哥伦比亚，他发现了一件让他惊喜不已的事：哥德费尔德已经为他申请了一笔斯隆（Sloan）全额交换学生奖。1990 年，带着这笔钱，张寿武到普林斯顿跟法尔廷斯念了一年，“终于实现了我的梦想”。

学会真正做数学

在普林斯顿，张寿武第一件事是问法尔廷斯能不能给他一个题目，法尔廷斯只讲了一句话：“容易的题目我都做了，剩下的都特难，比如黎曼猜想。”张寿武不知道该如何回答这种日尔曼人式的幽默，觉得很难受。

但突然有一天，法尔廷斯对他说：“我要开一门课，你记一下笔记，整理完后，我们一星期见两次，对照笔记。”张寿武说：“以前学的都是零零散散的工具，没有经过大家的指点，那一年跟大家念了一年，那一年对我这辈子来说都极为重要，他的风格是我从来没有见过的。”

法尔廷斯在课堂上讲了一位法国数学家 Bismut 的论文。张寿武说：“这些文章特别长，基本上都是 200 到 300 页，很难念，但法尔廷斯就有这样的本事，他看了前言部分后，就有办法把别人做了多少年的东西都造出来。我觉得我没有这样的本事。”

有一次，张寿武问法尔廷斯一个分析的问题，法尔廷斯要他到图书馆去查 3 卷书，告诉他答案就在里面，并让他第二天给出答案。这 3 卷书每一卷都有 1000 多页，张寿武花了一个多小时也没有找到需要的那一页，于是决定自己算。“我第一次发现自己也能算出来，特

别得意。这时我才知道大家是怎么做数学的，他不是哪里不懂查哪里的文献，而是哪里不懂就做哪里。后来我说，法尔廷斯做数学碰到一座山，一般人是爬雪山过草地，找一条近路走走，但他是用推土机将山推平了或者用炸弹给炸掉，他不会用技巧来做这件事，他完全是用力量来做的，他是那种力量型的，这是我在数学家中唯一见到的风格，他的力量太大了，这对我的影响很大。”

在普林斯顿跟法尔廷斯学了一年，张寿武学会了怎么做数学：“不是在图书馆里把别人的东西筹一筹，把别人的数学联在一起，而是从最基础的地方去做。”他回到哥伦比亚大学开始博士论文答辩，法尔廷斯作为答辩委员会成员也到了哥伦比亚大学，这在数学系引起了轰动，因为有时系里请他作报告他也不一定会来。

1991年在美国申请职位很难。张寿武问教授们应该申请多少所学校，哥德费尔德说：“我的学生要申请100所，你应该申请75所。”斯匹若认为75所太多了，35所就够了，但法尔廷斯说：“一个就够了，你要去哪里？我给你写推荐信。”张寿武没有那么自信，他还是申请了30多所学校，结果哈佛、普林斯顿、麻省理工学院、加州大学伯克利分校和斯坦福大学等都同意给他职位。

张寿武说：“法尔廷斯说得对，其实我就想去普林斯顿大学跟他再做几年。所以，我就到普林斯顿高等研究中心做了一年。接下来的3年里，我在普林斯顿大学做助理教授，大学给我的职位再加了3年。”

重回哥伦比亚

1995年秋的一天，张寿武请哥德费尔德到普林斯顿作报告，哥德费尔德问他是否愿意回到哥伦比亚，他说想。当年10月，他回哥伦比亚大学作了一个报告，发现还有3个人在竞争这个职位，他们都很出名。报告作完了，哥德费尔德把他骂得一文不值：“你没希望了，你的英语太差了，那3个人肯定比你好。”

张寿武很愤怒，回到普林斯顿后，他发誓永远再也不回哥伦比亚大学了。然而，在一个多月后的圣诞节前夕，他突然接到哥伦比亚大学数学系主任的电话：我们给你这个职位了。“这简直不可思议，因为这期间没有任何人跟我谈到这件事。”他说，“后来哥德费尔德解释说，我们看了所有的推荐信，你的最好，我们只能要你。”

1996年6月，张寿武准备回哥伦比亚，他发现自己租不起房子，看中了一幢房子也买不起。这时，哥德费尔德问他差多少钱，他将自己的存款数抄给了他，没想到哥德费尔德去找哥大的副校长了，上午去，下午就拿回一张支票，没有任何附加条件，只有一句口头协议：这钱是用来买房子的，不能买车。两天后，他用学校的首付款买下了房子。然而，就在买房子的那几天，他证明了广义波戈莫洛夫（Bogomolov）猜想。

1997年，张寿武应邀在德国柏林举行的国际数学家大会上作45分钟报告；同年，他获

得奖励全球杰出华人数学家的晨兴数学奖金奖；1998年，他成为哥伦比亚大学正教授。他说：“1998年，我到了生命中的一个小高峰。”

“我现在处于陶醉状态”

获得晨兴数学金奖与张寿武做格罗斯一乍基亚公式有关。这原本是1986年刚到美国时哥德费尔德让他申请做博士学位的题目，但他两个月没做出来就不再做了。到1995年，他开始想做ABC猜想，ABC猜想在数学上的重要性远远大于费马大定理，费马大定理只是ABC猜想的一个推论；也就是说，只要ABC猜想证明了，费马大定理也就被证明了。但是，怀尔斯（Wiles）在1995年宣称证明了费马大定理，张寿武十分沮丧，认为证明ABC猜想的重要性没那么大了，于是决定回去做格罗斯一乍基亚公式。

这时的张寿武已经在数学领域转了一圈，学了许多不同的东西，能力比以前强多了，到2001年时，他在这个公式上做出了很好的工作，他说：“这些工作比我做波戈莫洛夫猜想更深刻，所以，2001年，我数学生命又达到了一个小高峰。”

但在接下来的4年里，他经历了生命中一段不稳定的时期，他说：“也许是到40岁了吧，有一种向下滑的感觉，有三四年的时间比较郁闷。”

到2005年，张寿武开始从整体上重新思考ABC猜想，到2006年时，他突然发现波戈莫洛夫猜想与格罗斯一乍基亚公式有联系，“这对我来说非常重要，我觉得我找到了一座桥，可以将两个完全不同的陆地联系起来，一边是L函数，一边是丢方图方程，所以这两年我又处于非常激动的状态，我不知道我还会不会郁闷，但我现在确实处于自我陶醉的状态。丘先生要中国数学家向我学习，我跟他说这是笑话。不过我会同时把这句话看成是对我的鼓励。我会好好工作，好好带学生”。

人物档案

张寿武，1962年生于安徽，1983年毕业于中山大学数学系，1986年在中科院数学所获硕士学位后赴美国留学，1991年获哥伦比亚大学博士学位，1996年任该校教授，同年证明世界性难题波戈莫洛夫猜想。1997年在世界上率先于全实域上推广了格罗斯一乍基亚公式。1998年应邀在德国柏林举行的世界数学家大会上作45分钟报告，同年获旨在奖励全球杰出华人数学家的晨兴数学奖金奖。目前，正在努力证明ABC猜想。

（吴锤结 供稿）

张寿武：数学是快乐的学问

在张寿武看来，数学更像一种语言，用类似于幼儿式的教育方法，学生开始是模仿，时间一长，最终学会了。他总是鼓励学生多参加讨论班，老师讲课就像背景音乐，潜移默化。

走进位于美国纽约曼哈顿岛的哥伦比亚大学，希腊与罗马式的古典建筑庄重伫立，让这

座成立于1754年的高等学府饱含历史的厚重感。不少学生在草坪、台阶上，或躺或坐，午后金色的阳光洒在身上。哥大图书馆前方的女神铜像手握权杖，展开双臂迎接世界各地前来的学子。

45岁的华人数学家、哥伦比亚大学教授张寿武穿着宽大的灰色T恤、背着装了网球拍的休闲包，踏进古朴的数学系大楼，手中的一杯咖啡，尚冒热气。专访在张寿武的办公室中进行，这个布置简洁的空间内，最醒目的算是一面擦拭干净的大黑板，这是数学家必不可少的工具。

一定要学数学

他很瘦，两鬓生了些许华发，开朗直率，对数学保持着单纯的心境与持续的热情。遇及开心处，他的嘴唇很快上弯，笑得像个孩子。

对童年，张寿武保存着鲜明的记忆，他出生在安徽和县的一个农民家庭，家境贫寒，兄弟姐妹5人，他排行第三。“小时候，父母最希望我将来有份不用种田的工作。我身体比较差，歌唱得很好，母亲想让我学二胡，去宣传队，父亲则希望我和他抓鱼。其实我更多的时间是在放鸭。”

1977年冬天高考的恢复，改变了张寿武一代人的命运。1980年，他参加了高考，数学考砸了，化学分数最高，他被录取到中山大学化学系。

“我从小算东西就很快；读初中时，陈景润的故事出来了，对我的触动很大。数学很精确，对与错一目了然，这是能掌握在自己手里的学问。我一定要学数学。”他主动要求转入中大数学系，3年后，他提前毕业，考入了中科院数学研究所，师从中国老一辈数学家王元。1986年9月，经数学家王元、陈景润的推荐，张寿武赴哥伦比亚大学继续深造。

在博士学习期间，他分别跟着法国数学家S z p i r o在巴黎学习了半年，和德国著名数学家F a l t i n g s在普林斯顿学习一年，“学了很多算术代数几何的学问”。1991年5月，他获得哥伦比亚大学博士学位，他的博士毕业论文发表在全球顶尖的数学杂志《Annals of Mathematics》（《数学年报》）上。据说以严格与高傲著称的德国著名数学家F a l t i n g s（1986菲尔兹奖得主，证明了M o r d e l l猜想）的推荐称：“这是11年来，数论界最好的博士论文。”之后，张寿武在普林斯顿高等研究中心和普林斯顿大学做了5年助理教授。

他不是没有经历过停滞与茫然的时刻。在普林斯顿大学，博士毕业论文完成后的一段时间，他一度徘徊，新工作不知从何处着手，他甚至想跟物理学家W i t t e n学物理，但拿着物理书看了又看，却发现并不喜欢，“那段时间很痛苦，因为不知道要干什么。现在，做数学就是我最大的快乐。”

1996年，34岁的张寿武重回哥伦比亚大学，被聘为终身教授；2年后，他成为哥伦比亚大学正教授。

在张寿武看来，他的博士毕业论文是“整个Bogomolov（波戈莫洛夫）猜想工作的起点”，直到1996年，张寿武才终于证明了世界性的数学难题Bogomolov猜想；2001年，他在全世界率先建立和推广Gross—Zagier—Zhang（格罗斯—乍基亚—张）公式。这两项研究成果在未来的发展中影响深远。

1998年，张寿武应邀在柏林世界数学大会上作45分钟报告，专讲Bogomolov猜想；同年，他在北京获得用于奖励全球杰出华人数学家的晨兴数学奖最高奖。

每做一项数学研究，张寿武总要花上好几年时间。事实上，从1997年开始，他就在做Gross—Zagier—Zhang公式，他的首篇文章于当年发表在世界权威数学杂志《Inventiones Mathematicae》上，2001年他先后在《Annals of Mathematics》与《Asian Journal》（《亚洲数学期刊》）上各发表一篇文章，当时，他正完成了Gross—Zagier—Zhang公式的最重要工作，他清楚地记得，在《Asian Journal》发表的文章经压缩后仍有120页。

（吴锤结 供稿）

张寿武教授谈庞加莱猜想与中国数学

2009-4-29 15:55:50

6月1日下午四时左右，中国科学院晨兴数学中心办公室的李小凝打来电话，邀请本报记者参加6月3日上午在晨兴数学中心举办的新闻发布会。会上，丘成桐教授将通报有关庞加莱猜想证明的情况。

6月5日，《科学时报》在头版对庞加莱猜想被证明的消息作了整版篇幅的报道，标题为《一个长达101年的数学问题经美俄中数学家共同努力——中国数学家最终证明庞加莱猜想》。主报道之外，我们还发表了《丘成桐眼中的朱熹平、曹怀东》和《数学是中国人擅长的科学——杨乐谈庞加莱猜想的最后证明》等文章。同期，包括新华社、《光明日报》、《人民日报》等在内的国内有关重要新闻媒体也均发表文章，热情报道了这个世纪难题的解决和中国科学家的贡献。

但就在我们埋头准备借国际数学家大会召开之机开展对庞加莱猜想的后续报道时，有关媒体的报道突然使庞加莱猜想被最终证明的归属和评价笼上了一层迷雾。

8月中旬，《美国数学会会志》9月号在网上刊出，其中一篇题为《不再猜想？正在形成之中的庞加莱猜想和几何化猜想的共识》，其中一段文字说：“一些新闻文章被翻译成英文放在网上。在那些文章里，曹朱两位中国数学家的成就得到强调，而佩雷尔曼的功绩则以不够显著的方式被提及。新华通讯社2006年6月21日发的一篇文稿里，佩雷尔曼的名字甚至

根本没有出现。”

8月21日，国内《三联生活周刊》发表20页的封面文章——《庞加莱猜想的数学江湖》，文章将庞加莱猜想的证明过程描述为充满恩怨情仇的风雨江湖。

此后，8月28日的美国《纽约客》杂志发表题为《流形的命运——一个传奇的问题和谁解决它之争》的14页文章。在这篇文章中，庞加莱猜想的证明过程被描述为尔虞我诈的“名利场”，文中漫画是丘成桐正在从俄罗斯数学家佩雷尔曼的胸前摘取菲尔茨奖奖章。

从1904年庞加莱猜想的提出，到2006年这个猜想被证明，这是一个由众多天才数学家造就的百年传奇，今天为什么被描述成了丑陋的名利场？中国数学家究竟在其中作出了哪些贡献？带着这些困惑，我们独家专访了中国科学院院士杨乐先生和美国哥伦比亚大学数学系教授张寿武。

“庞加莱猜想是一个非常奇妙、漂亮的数学描述，并且，其证明因为这么多人的贡献而变得有意思。其实，做庞加莱猜想的多是我的师长、同学、同事，他们能参与这个伟大的猜想并得以最后证明，我非常高兴。”

淡黄色的旧T恤，米色的短裤，沙滩鞋，不高的个子，瘦削的脸，时而严肃地思考，时而微笑、大笑，说话中气很足、声音洪亮。他的坐姿很放松——靠着沙发，双脚相叠，两只手随意搭在沙发扶手上，背后是数学家都很喜欢的大黑板。

8月20日，国际数学家大会召开前夕，《科学时报》记者就庞加莱猜想的证明、中国数学的发展和数学的魅力等问题，在中国科学院晨兴数学中心大楼丘成桐的办公室里，采访了美国哥伦比亚大学数学系教授张寿武。

张寿武，1983年毕业于中山大学数学系，1986年在中科院数学所获硕士学位，1991年获哥伦比亚大学博士学位，1996年获哥伦比亚大学终身教职，1998年任该校正教授，同年证明世界性难题波戈莫洛夫猜想。1998年应邀在柏林国际数学家大会上作45分钟报告，同年获得用于奖励全球杰出华人数学家的晨兴数学奖最高奖。

“说庞加莱猜想比哥德巴赫猜想重要，是因为其方法很有用”

记者问张寿武是否看过国内关于庞加莱猜想最后被证明的报道，张寿武挥了挥手里的几张报纸，“我看到了，报纸上、网上的报道那么多”。

至于庞加莱猜想是否比哥德巴赫猜想重要，张寿武明确表示：“我前几天去哈佛大学，笑着跟丘先生争论。我不同意他的观点。”但他随后也表示，如果了解了丘成桐观点的背景，再认同起来就没问题了。

今年6月3日，丘成桐在中国科学院晨兴数学中心接受《科学时报》采访时曾表示，哥德巴赫猜想虽然很美，但并不是数论中一个很重要的问题，因此，它的重要性远远赶不上庞加莱猜想。这是国际上公认的，原因是它的证明不能像庞加莱猜想这样对其他学科产生影响。

他进一步解释：“庞加莱猜想是数学史上最伟大的问题之一，是拓扑和几何的主流。一个世纪以来，我不相信任何一个著名的拓扑学家、几何学家没有考虑过这个猜想的解决。庞加莱猜想的研究对广义相对论和宇宙、黑洞的研究以及实际的工程学应用等都可能有着深远的影响，其证明方法跨越拓扑学、几何学和微分方程等数学学科，它的重要性和难度都是相当高的。”

“数学家证明猜想，最大的收获是证明方法”

张寿武告诉记者，一位数学家怎么看定理的证明、怎么看方法，是证明猜想过程中的关键所在，因此，报道中一定要介绍清楚。

他说：“历史上，一个数学家做数学，得到的最大结果不是对猜想的证明，而是背后的证明方法。相对而言，哥德巴赫猜想的证明比较孤立，它的方法不能解决其他数学分支问题。这大概也是美国Clay研究所没有把哥德巴赫猜想列为七大猜想之一的原因。几十年来，哥德巴赫猜想的证明方法没有得到突破，这大概就是争论哥德巴赫猜想和庞加莱猜想谁更重要的原因所在。当然，因为哥德巴赫猜想至今还没有被完全证明，我们不知道会不会有更精彩、更伟大的方法在后面。”

张寿武举例说：“比如微积分，当年发展微积分就是为了解决实际问题——求面积、求体积、求距离、做计算，每个单独的问题都是很重要的问题，很多数学家在做完这些问题时，积累了一个方法，那就是微积分方法，现在重要得不得了！这就跟庞加莱猜想一样，在其解决过程中得到了非常重要的方法，对其他学科、技术、生活都很有帮助。”

“这是最有意思的地方，我们对解决哥德巴赫猜想感兴趣，但更感兴趣的是背后的新方法、新思想，这是更为重要的。就像抛砖引玉一样，数学猜想只是引子，证明方法才是玉。”张寿武说。

就庞加莱猜想证明和方法的比较评价，张寿武作了一个有意思的描述：“尽管今天我们认为庞加莱猜想是多么重要，但很可能几百年后，它只是一个标准的事实、一个习题，但Hamilton和丘成桐创立的几何分析方法可能需要拿出整整一章的篇幅来介绍。”

“任何一个数学成就都建立在前人的基础上”

对庞加莱猜想的最终证明，张寿武的高兴心情是溢于言表的。因为参与这项工作的，多是他的师长、同学和同事。

任教于世界几何分析中心之一的哥伦比亚大学数学系，张寿武有机会亲密接触做几何分析的这群科学家。“事实上，他们的很多工作在我的研究中起了关键性的作用。”

他举例说：“几何分析是我非常敬畏的一个学科。当年我就对丘先生的理论很感兴趣，而我在哥伦比亚做博士论文时用了田刚的论文。我是做数论的，数论和几何是数学的两个分支。一般而言，做数论不会用到几何的工具，但我的博士论文的一个重要步骤就是田刚的毕业论文。1989年，我写信向素昧平生的丘成桐请教，他就把田刚的论文寄给我。曹怀东是我的老师，在我在哥伦比亚大学读博士时教过我的课，还一起打球。他很幽默、开朗，人非常好。朱熹平比我早一年毕业于中山大学数学系，我们是系友，一起上过课。他话不多，极为谦虚。摩根是我们哥伦比亚大学数学系的系主任，是一位非常刻苦、勤奋的拓扑学家。Hamilton是我们系的教授，非常潇洒、正直。田刚也经常访问哥伦比亚大学，做工作很踏实。”

据张寿武说，前不久看到有关庞加莱猜想被证明的诸多报道后，他就写了一封很长的信给丘先生，“我们有问有答，很有意思。我问这个定理是不是应该叫Perelman—朱熹平—曹怀东定理？丘先生说不对，Hamilton的工作是最最重要的。我又问，是不是应该叫Hamilton—Perelman定理？丘先生说也不对，严格来说，Perelman发表在网上的文章只是证明概要，不能代表他证明了庞加莱猜想和几何化猜想。我再问，是不是应该叫Thurston—丘成桐—Hamilton—Perelman—朱熹平—曹怀东定理？丘先生说，这个说法是对的。名字虽然长一点儿，但点明了每个人的角色。”

丘成桐和李伟光发展出用非线性微分方程的方法来研究几何结构。丘成桐用这个方法证明了卡拉比猜想和复几何上的庞加莱猜想，并且建议Hamilton用几何分析方法来做法庞加莱猜想和三维空间几何化的问题。这在国际数学家大会对Perelman的颁奖辞中得到了印证，“因为他对几何学的贡献以及他对‘瑞奇流’的分析和几何结构的革命化见识”。

张寿武多次强调自己没有资格评论这件事，只是稍微看了看几篇论文的前言。“他们每个人都很大度，给前人足够多的荣誉。Hamilton的论文充分肯定了丘成桐的工作，Perelman的网上论文在前言部分充分肯定了Hamilton的工作，而曹怀东和朱熹平的论文也充分肯定了Hamilton和Perelman的工作。”

在7月国际弦理论大会召开期间，《科学时报》记者在北京采访了朱熹平。他谦虚地将庞加莱猜想的最终证明归结为国际数学界同行的共同努力，自己只是在最后关头完成了“临门一脚”。他说：“丘成桐先生创立的几何分析为解决这个猜想奠定了基础，美国数学家Hamilton为这个猜测提出了解决框架，俄罗斯数学家Perelman作出了重大突破。”

“谁敢站出来宣布是谁证明了庞加莱猜想”

事实上，张寿武也对Perelman的举动大惑不解。“这也是我所经历的最奇怪的一个现象，

一个大数学家，差不多完全知道怎么证明庞加莱猜想和几何化猜想，但他没有把细节写下来；而且四年来，没有一个数学家站出来声明 Perelman 的论文证明了或者没有证明庞加莱猜想，这是很少见的。当然，关于几何化猜想的证明部分还不够详细。这里有一个评价标准——细节可补不可补，如果不可补的话，那别人必须用新的想法来继续证明；目前大多数人认为，Perelman 的工作可以证明庞加莱猜想，后面的三篇论文（作者分别为克莱纳和洛特、曹怀东和朱熹平、摩根和田刚）只是在验证 Perelman 工作的对与错，三篇论文没有多少原创性。由于在更重要的几何化猜想上，曹怀东和朱熹平的论述更详细、全面，所以 Hamilton 和他的合作者还在进一步推敲、求证文章是否顺畅、流利。”

那么，到底谁能评价他们的贡献呢？

“曹怀东和朱熹平的工作到底是本质性的改进，还是技术性的改进？只有几位在做这个问题的科学家，如 Hamilton、瑞士数学家 Huisken 和 Ilmanen 等，才有发言权。看样子，曹怀东和朱熹平的工作没有那么简单，Hamilton 等几位数学家考虑了很长时间。如果一目了然的话，那就说明他们的贡献不大。我看考虑评价所需时间越长，对他们的评价就越好。”张寿武说。

“一个科学家站出来声称谁证明了某个定理，他需要以他的学术声誉作担保、负责任。这是非常严肃的事情。Hamilton 到访北京时，也只是表示朱熹平和曹怀东做了很好的工作，将这个证明说得更好一点，但没有说谁证明了庞加莱猜想。所以国际数学家大会，最精彩的不是 Perelman 拿菲尔茨奖——当然他的贡献足够拿菲尔茨奖，而是谁敢站出来宣布庞加莱猜想被证明了；再进一步，谁敢站出来宣布几何化猜想也被证明了。”张寿武表示，这不仅需要时间，也需要勇气。

“国内官方以比较谨慎的方式对待中国科学家最后证明庞加莱猜想，小心总没有错。”张寿武说。

“1966 年，陈景润证明了 $1+2$ ，是世界上最接近哥德巴赫猜想的成果。1972 年，陈景润将改进后的论文投交《中国科学》杂志，当时处于非常时期。我的硕士导师、先后证明 $3+4$ 、 $2+3$ 的王元先生是审稿人。富有基础的他在听完陈景润的 3 天报告后说没有发现错误，顶着莫大的政治压力第一个向全世界公布陈景润证明了 $1+2$ 。王元先生的这句话很简单，但他把名誉都押上了。”张寿武所说的这个细节在《华罗庚传》中有同样的叙述。

无独有偶，“1995 年证明费马大定理的美国普林斯顿大学教授安德鲁·怀尔斯，是我博士后的导师之一。他当初证明费马大定理的时候，第一稿中有一个错误，被撤回来了；一年后他把第二稿送给任教于普林斯顿大学的德国大数学家、我的老师 Faltings。Faltings 读了 24 小时后，给全世界的数学家发 E-mail，说费马大定理被证明了。他完全出于一种数学家的职业道德，没有其他动机。”

张寿武强调说，一项数学成就总是好几代人积累的结果，获奖者是代表这个成就的终结

者。20 世纪最伟大的数学家 A·韦依这样评价菲尔茨奖：“菲尔茨奖就像抓阄一样，不是想拿就拿得到的。”

对于庞加莱猜想，张寿武说自己是个“外行”，“要等‘内行’的数学家站出来宣布是否被证明了”。

“放在国际大舞台上，朱熹平和曹怀东的工作很重要，但可能比不上 Hamilton 和 Perelman；但放在国内背景中，他们俩做出了这样的工作，是极为了不起的。特别是朱熹平，所处的环境没有国外的好，他不仅看懂了，还能够作出自己的贡献，非常了不起。”张寿武表示。

张寿武假设说，如果当时不光是丘成桐，还有别的科学家站出来宣布中国科学家最后证明了庞加莱猜想，那可能就不会有那么多议论。他还建议媒体作报道时，不妨多引用一些其他科学家的话，那样会客观一点。

对有三组论文都致力于证明庞加莱猜想是否是资源浪费的问题，张寿武同样摇头表示否定，“三组科学家都在做同一个问题，因为这是一个重要的问题，大家都很好奇，并不是浪费。以后还会有人急需做这个问题，比如把这个证明过程简化。这都是科学发展的必要阶段。”

“没有回国做数学，我也要自我批评”

“我前几天给朱熹平打电话，他还说中山大学很适合做数学，很安静。”张寿武意味深长地说，“中国改革开放将近 30 年了，但这并不是中国数学的最好阶段，原因很多。”他认为做学问最重要是给年轻人好的条件，衣食无忧。“据我所知，国内较好的教授和一般的教授、研究生和教授之间的收入落差太大，有的相差几十倍之多。公认的最大的数学家之一 A.Grothendieck 至今还活着，上世纪 80 年代，他曾经拒绝瑞典皇家学会颁发的 50 万美元的奖金。他在拒绝信中写道，‘我当初困难的时候非常需要钱做研究，但没有钱；现在我有退休金了，足够我吃饭了’。”

“所以一定要关心年轻人，给他们一个安静的学习和研究环境。法国数学家的收入大致和北大、清华、中科院研究所的相差不多，但他们很安心地做研究，没有都跑到美国去。不像中国的数学家，很多都跑到美国去，这实际也是对我自己的批评。我建议增加他们的固定工资，减少或者放弃工资之外的奖金、项目提成、对论文的奖励等功利方式。”

“现在，国内的基础课程开得不全面。美国是硕士研究生要过三四门基础课，合格后才可以做研究，中国没有这一说。学生也没有题目可做，更没有好题目做。这都是教授的问题，真正在数学前沿做研究的少之又少。教授要尽量教给学生东西，帮助他们选择好的题目做，鼓励他们，不要拼命抓他们干活儿。”

张寿武说学生有三种，最好的学生自己找题目自己做，一般的学生做老师给的题目，最差的学生可能都看不懂老师给的题目，更做不了。

(吴锤结 供稿)

美国哥伦比亚大学数学系教授张寿武：

数学苍穹闪烁中国新星



当年燕园里意气风发的学子，如今木已成林。上图从左到右为刘若川，美国普林斯顿高等研

究所博士后；恽之玮，美国麻省理工学院博士后；袁新意，美国克莱研究所博士后；宋诗畅，美国伊利诺伊大学香槟分校博士研究生；肖梁，美国芝加哥大学博士后；许晨杨，美国麻省理工学院博士后。张寿武 供图

□本报记者 王丹红 易蓉蓉

“2010年10月，29岁的哈佛大学讲师张伟获得SASTRA拉马努金奖。2008年7月，张伟在北京大学的同班同学、26岁的袁新意在博士毕业时获美国克莱数学研究所克莱研究奖。实际上，张伟和袁新意获奖代表了一批人，他们这批人确实比我们这一代人做得好，我们这些改革开放后出国的人，没有哪一个人在这么年轻时就获得国际数学界这么高的承认。他们是中国数学的未来。”

“在非常年轻的29岁，张伟博士已经在数学的广泛领域产生了意义深远的影响。”

——2010年SASTRA拉马努金奖委员会主席K·阿拉底

今年10月，SASTRA拉马努金奖委员会宣布，将2010年度SASTRA拉马努金奖授予29岁的中国数学家、哈佛大学数学系讲师张伟。评奖委员会主席、美国佛罗里达大学数学教授K·阿拉底（Krishnaswami Alladi）在颁奖词中说：“通过自己的努力和与他人的合作，张伟博士在数论、自守形式、L函数、迹公式、表示论和代数几何等数学的广泛领域，作出了影响深远的贡献……因为他早期的奠基性工作和最近的两项工作，张伟博士已经成为他所在领域的国际领袖。”

为纪念印度的天才数学家斯力瓦萨·拉马努金（Srinivasa Aiyangar Ramanujan），2005年，位于拉马努金故乡贡伯戈讷姆市的Shanmugha文理工研究院（SASTRA）创立了SASTRA拉马努金奖。该奖每年颁发一次，授予在拉马努金研究领域作出杰出贡献的年轻数学家。获奖者的年龄限制在32岁以下，因为拉马努金是在他32岁的短暂生命中作出了辉煌的数学成就。颁奖礼将于12月22日——拉马努金的生日当天，在SASTRA大学举行的数论和自守形式国际会议上举行，张伟将获得1万美元的奖金。

美国纽约哥伦比亚大学数学系教授张寿武是张伟的博士生导师，他说：“其实，张伟是目前在国际数学界非常有影响的一批年轻的中国数学家之一，这批人我知道的就有10人左右，他们非常聪明，而且是同一代人，其中五六个是北京大学数学系2000届的学生，张伟的同班同学，包括袁新意、恽之玮、朱歆文等，另外几位同一届清华大学的学生，他们每个人的水平都与我们相差无几！他们是中国数学的未来，到他们的时代，应该是中国数学最辉煌的时候。”

通过多次电话采访和电子邮件采访，张寿武给《科学时报》记者讲述了张伟和袁新意等年轻数学家的故事，他说：“我只是想告诉大家，我们有这么好的年轻数学家，他们做出这么好的工作，他们是中国希望。”

读博第二年完成博士论文

“我们重点介绍部分他所做的开山辟路的工作……2005年，在参加马里兰大学举办的一个美国国家基金会的研讨会上，张伟第一次听说库达拉猜想，他开始做这个问题的研究。在仅仅1年的时间里，他不仅明白了这个猜想的意义，而且还找到了独创性的证明方法。之后，他在这个领域迅速崭露头角。”

——2010年SASTRA拉马努金奖委员会主席K·阿拉底

张伟1981年7月出生于四川省达县的一个农村家庭，在成都市第七中学毕业后，被保送进入北京大学数学科学学院。他这一届的同学群星灿烂：包括2000年度的国际奥林匹克数学冠军恽之玮、袁新意、吴忠涛和刘志鹏，以及2000年中国奥林匹克数学竞赛冠军朱歆文等。

2004年，经北京大学数学科学学院两位教授推荐，张寿武录取张伟作为他的博士研究生，“他的同班同学袁新意提前一年毕业，在2003年就来到我这里了，袁新意做得很好，这也是我录取张伟的原因之一”。

张伟给张寿武的第一印象很有趣：“他和袁新意的性格正好相反。袁新意是一个很沉稳的人，一般说来不会轻易对新问题下结论，他要先找很多反例，当找不到反例时，他就把它做出来了；张伟的性格刚好相反，你跟他说什么他都很有兴趣，而且想法很多，给人天马行空的感觉，不仅对数学的想法多，而且对文学、历史、书法都很有见解。”

刚开始带张伟时，张寿武担心他思想太活跃、不能专心做学问，时常提醒他说：“不能到我办公室胡说八道，要好好做学问，这是第1年。”

到哥伦比亚大学几个月后，张伟顺利通过博士资格考试，他找张寿武要题目做。张寿武的观点是：最好的学生自己找题目自己做；一般的学生做老师给的题目；最差的学生可能都看不懂老师给的题目。于是，他对张伟说：“你自个儿先找题目，找不到题目我再给你。”

张伟找了半天也没找到像样的题目。不久后，2005年秋天，张寿武开车带着袁新意和张伟从纽约到马里兰州，参加以马里兰大学举办的美国国家基金会一个研讨会。在这次会上，张寿武讲解了库达拉猜想（Kudla Conjecture），回到哥伦比亚之后，他突然想到，能不能尝试库达拉猜想中模性（Modularity）的问题，因此就对张伟说：“你就做做这个问题吧！”

“我也没指望他能将模性做出来，因为这个学生找你麻烦，你给个题目让他忙着，当时的想法就是让他忙着。所以，一开始，我就让他做最简单的例子，然后再往复杂去做。”

张伟忙了两三个月，大约在2005年底，已经回到中国的他突然给张寿武来信说：他知道怎么做这个东西了。张寿武说：“好，你赶快回来吧。然而，回来之后，我才发现他不是按我的思路去做的，也就是说不是先做简单的再做复杂的，他一下子就全部做了，这让我很惊讶！”

”

在博士研究生的第二年，张伟就库达拉猜想问题写出了论文。

K·阿拉底这样讲述张伟：“我们重点介绍一些他所做的开山辟路的工作……1997年，史蒂文·库达拉在志村簇（Shimura varieties）的基础上定义了一系列的子簇，并推测它们的母函数是模性，博切尔兹（Richard Borcherds）获得（1998年）菲尔茨奖的一个重要工作是证明了余维数1情形下的库达拉猜想，在导师、哥伦比亚大学教授张寿武的指导下，张伟在他的博士论文中有条件地推广了博切尔兹的结果，并因为这个过程，基本上证明了库达拉猜想。”

不仅如此，张伟博士论文也促成了他与袁新意、张寿武的一系列合作。

多人合作 非常愉快

“张伟在博士研究生的第二年完成了他的博士论文，论文中，他同时也推广了希策布鲁赫-乍基亚（Hirzebruch-Zagier）和格罗斯-科恩-乍基亚（Gross-Kohnen-Zagier）早期的主要工作。”

——2010年 SASTRA 拉马努金奖委员会主席 K·阿拉底

张伟做完库达拉猜想的论文后，张寿武对他说：“这可以当你的博士论文了，如果你现在想毕业，现在就可以毕业；不想毕业嘛，咱们再在一起做东西。”张伟决定要跟张寿武在一起再做一段时间。

在张伟写这篇论文之前，正在博士三年级的袁新意已写好了他的博士论文，但他也不想走。张寿武就对两人说：“做完博士论文，我与你们的师生关系就结束了，你们不走，咱们就做个朋友，一起做做学问。”他将自己的两个题目，格罗斯-乍基亚公式（Gross-Zagier）和三乘法L-函数（Trip product L-function）公式拿出来。

张寿武从1997年开始做格罗斯-乍基亚公式，2001年，他完成了这个公式一个重要的工作，他一直在琢磨这个神秘的公式：“我能证明它是对的，但我并不明白在更深层次上，它为什么是对的。我一直在想，怎样把深藏在这个公式的背后的秘密挖出来。”2005年，他带着张伟和袁新意重新探索这个公式。

“正因为张伟的毕业论文对了，我们合作的这些工作才成为可能；假如他的东西不对，我们继续做下去是没有意思的。我从1997年开始做这个公式，但有些最关键的东西我没有做下来，所以，我为什么要重视模性，这也是我为什么让张伟来做这个东西的原因，这对我们以后的工作是至关重要的一步。”

模性是数学上一个满足一些泛函方程与增长条件的解析函数。张寿武说：“模性非常重要。安德鲁·怀尔斯在证明费马大定理时，他最重要的工作就是模性，他证明了一个级数满足一系列对称性，这一对称性证完后，他就证明了费马大定理。在我们的工作里，也是一个级数，如果这个级数对称了，就能做一般的格罗斯-乍基亚公式，我前面的一些工作都是假设了一些条件，我要是把这些条去掉，就必须要有新的办法，新办法最重要的一步就是母函数的模性。”

三人的合作的第一项，是将张伟在博士论文中的工作推广到全实域，张寿武说：“推广到全实域后，下面才能用，基本出发点是张伟的论文。”他们的文章发表在2009年出版的荷兰期刊《数学文献》(Compositio)上。

三人合作最重要的成果是关于志村簇上复乘点的高度。他们建立了瓦尔斯普尔热(Waldspurger)公式在算术代数几何下的一个模拟，瓦尔斯普尔热公式是给出积分周期和L函数特殊值之间的关系的一个重要公式。这篇论文远远走出了现有的格罗斯-乍基亚公式，论文太厚了，最后决定变成一本书，因此，这篇论文将以书的形式出版在《普林斯顿数学研究年刊》上。

他们的合作非常愉快。张寿武说：“袁新意与张伟各有长处，袁新意是奥数冠军队成员，他的基本功没人可比，如果他说一个结论是对的，就肯定是对的；张伟思想太活跃，有很多想法。有些是对的，有些不完全对，但很有发展的价值。两个人的性格完全不一样，与他们在一起真是非常愉快。这对我来说恐怕也是千载难逢的机会：哪有这么好的年轻的学生做好论文后还不想走，在这里待下来？！”

师承相传 因缘际会

“因为这两篇预印本论文和他早期的种子性工作，张伟博士已经成为他所在领域的世界领袖。”

——2010年SASTRA拉马努金奖委员会主席K·阿拉底

如果说早期的几篇论文中都有张寿武的指导和合作，张伟在其中显示了极高超的技术能力的话，那么，他最近在算术相对迹公式方面的工作则证明他有独立处理重要大问题的能力。这些工作包含在他两篇尚未正式发表的预印本中，一个是相对迹公式和格罗斯-普拉萨德猜想(Gross Prasad conjecture)，一个是算术基本引理。

谈到基本引理的重要性，张寿武解释说，因为证明了朗兰兹纲领自守形式中的“基本引理”，38岁的越南数学家吴宝珠获得了2010年的菲尔茨奖。吴宝珠证明的是自守形式中的经典迹公式的基本引理；自守形式中的相对迹公式的基本引理，则是由张伟在北京大学的同班同学、美国麻省理工学院的恽之玮证明的。

经典迹公式下的基本引理，很多大数学家都作出了很大的贡献，到吴宝珠的时候，他集大成，把这些方法合在一起，第一个证明了基本引理。“张伟、袁新意和恽之玮是好朋友，他让恽之玮去证明相对迹公式下的基本引理，恽之玮是专门做基本引理的，他是用吴宝珠的方法来做的”。

张伟是怎么知道要做相对迹公式的基本引理呢？是张寿武建议的，因为自守形式中相对迹公式下的基本引理是哥伦比亚大学教授贾戈尔（Jacquet）和俄亥俄大学的教授阮丽斯（Rallis）提出来的。

贾戈尔是现代自守形式专家。1986年，当张寿武还是哥伦比亚大学数学系的博士生时，贾戈尔让他做一些相对迹公式，但他一点兴趣都没有，“因为它关注的是自守形式，我对自守形式没有什么兴趣，当时我也不知道它可以用来推广格罗斯-乍基亚公式。我跟贾戈尔学了相当长的时间，对他的东西还是很清楚的”。

因缘际会，20多年后，张寿武又让他的学生来做自守形式下相对迹公式的基本引理。在2008年晨兴的一个暑期讨论班上，田野作了第一个关于相对迹公式的报告。“所以说，张伟的工作是继承和发扬了哥大在自守形式方面的一个传统。我的贡献是告诉他们往哪个地方走”。

张伟非常聪明，他以光一样的速度阅读了所有的相关论文，以光一样的速度将问题弄清楚了，并证明了其中两个基本引理。然而，与张寿武一样，他真正想做的也不是自守形式下的相对迹公式下的基本引理，他的兴趣在算术相对迹公式下的基本引理，他和袁新意将自守形式下相对迹公式的基本引理问题告诉了同学恽之玮。与此同时，他成功地将贾戈尔-阮丽斯的一些技术移植到算术相交理论中，并在志村簇上算术相交理论的知名猜想中取得决定性进展。

在他的一篇预印本中，张伟成功地描述了算术基本引理。

张寿武说：“这个引理比吴宝珠和恽之玮的引理更难，在他之前，人们并不知道什么是算术基本引理。所以说，张伟的贡献是把这个问题提出来了，他在基本引理前加了‘算术’两个字，这就是他不不一样的地方。换句话说，将来几十年大家都要做张伟的问题。提问题的人的水平比做问题的人更有远见。如果说以前是我提的问题，那么后面的问题则是他自己提出来的。”

K·阿拉底在2010年SASTRA拉马努金奖的文章中评价：“因为这两篇预印本论文和他早期的基础性工作，张伟博士已经成为他所在领域的世界领袖。”

张寿武认为，自守形式和算术相交理论，属于数学里的两个领域，一直到张伟把它做完，才将这两个领域联系在一起，其实，他没有做那么多东西，他只做好了一个东西，但这个东西处于所有这些领域的交叉中心，这就是为什么他的贡献被认为不仅在于数论，而且在于代数几何和表示论等多个领域。

他们可以为中国数学作出划时代的贡献

“厉害就厉害在他们不是一个人，而是一批人，他们有什么东西不懂，就马上打电话给同学，同学也是另一行的高手，马上就知道是怎么回事了，他们之间不是相互竞争者，而是合作者。”

——哥伦比亚大学数学系教授张寿武

“袁新意毕业时也做得很出色，他在毕业那年就获得了克莱数学研究所的克莱研究奖，也就是说，克莱研究所为他提供博士后薪水和各种津贴，他自己找喜欢的地方去做数学。他第一年在哈佛大学，第二年在普林斯顿大学做，现在在密歇根大学做，过几天就要回到哥伦比亚大学了。他是第一个获得克莱研究奖的中国人。张伟获拉马努金奖可能是因为他的领域与拉马努金的领域更接近一些，这也是拉马努金奖的要求。”

“但他们这一批人绝对不止他们两个人，他们是一群人，他们的同班同学在数学上做得非常好的至少还有恽之玮和朱歆文，加上那一届清华大学数学系的几个，我知道的这批人已有10个左右，他们都才二八九岁，非常年轻，可是已经做出很了不起的工作。张伟和袁新意获奖，代表他们这一代人确实比我们做得好。”

面对这一批横空出世的数学新星，张寿武说，他们这批人的成功真是非常奇怪，一届里突然出现了这么多人，以前没有出现过这种现象，之后也没有出现过，“他们说，北大数学科学学院杨磊和高峡两位教授，对他们这批学生的影响很大。他们的激情都是受他们的鼓动的，由此，这批学生才做得非常好。”

“他们还年轻，人生的路才刚刚开始，还没有到大数学家的份上，但他们有可能成为大数学家。”张寿武对这一批学生寄予厚望，“我想，他们的实力和潜力已经显示出来了，他们有资本在美国的长春藤大学获得教授职位，但拿菲尔茨奖就难说了。我对他们的期望超过了对陶哲轩的期望，陶哲轩拿了菲尔茨奖，现在是加州大学洛杉矶分校正教授。毫无疑问，陶哲轩非常聪明，他做了很多问题。我个人认为，张伟他们做的问题对未来的影响会更深刻一些。何况他们有一群人在共同努力。张伟、袁新意、恽之玮、朱歆文等，他们可能不像陶哲轩那么聪明，不是天才，但他们可以对数学作出划时代的贡献。他们合在一起，应该是中国数学的未来，他们肯定会做得很好。”

张寿武目前带有7个博士生，其中5位学生来自中国。

在哥伦比亚大学，张寿武每年给研究生们上同一门课——“算术代数几何”，讲一些他正在思考或他认为重要的问题，“现在，我在给研究生们开的一门课程是研究张伟他们的工作”。

张寿武希望大家能保护这些学生：“他们这代人都很有希望，本来就绝顶聪明，如果他们到

工业界、金融界，放到哪里都是闪光的金子，但他们都很安心地做。这批学生在思想方面非常活跃、非常成熟，他们没有经过‘文革’，没有负担，政治上非常单纯，我觉得大家尽一切可能保护，帮助他们，不要干扰他们。”

(吴锤结 供稿)

数学家吴宝珠：一篇好论文胜过一百篇垃圾论文

以慢节奏滴水穿石的研究成为第一位获得菲尔茨奖的越南人



吴宝珠并没有通常人们所认为的那种天才的光芒，但他的思考很深入，是水滴石穿的类型。



吴宝珠(左二)同1989年德国第30届国际数学奥林匹克参赛者合影。

在长达十年的时间里，吴宝珠能够以他特有的慢节奏滴水穿石地做研究，而不需要考虑发表论文的问题。他对写低质量的论文没有兴趣，而只想写几篇好论文。

令人望而生畏的猜想

在日本推理小说家东野圭吾的小说《嫌疑人X的献身》中，侦查命案的物理学家问了痴迷数学的嫌疑人一个问题：“拟一个无法解答的问题，和解答那个问题，何者比较困难？”嫌疑人没有正面回答，他只是说：“的确是耐人寻味的题目。我会好好想想。”“这名嫌疑人是个非常聪明的人。”美国普林斯顿高等研究院数学教授罗伯特·朗兰兹(Robert Langlands)说，“我认为这个问题没有答案。”1967年，朗兰兹给数论专家安德雷·韦依写了封信。在这封著名的信中，朗兰兹说：“如果您能把(我的信)当作纯粹的猜测来读，我会很感激；如果不行——我相信您的手边就有废纸篓。”接着，朗兰兹就写下了一系列宏大的数学猜想。这一系列猜想组成了“朗兰兹纲领”。

2010年，越南数学家吴宝珠因证明了朗兰兹纲领中的基本引理而获得国际数学界的最高奖——菲尔茨奖。他成为了第一位获得菲尔茨奖的越南人。

加拿大多伦多大学数学教授詹姆斯·阿瑟(James Arthur)评价吴宝珠的工作时说：“它是一个深刻又优美的论证，建立在数学家们三十多年时间里所贡献的洞见之上。”朗兰兹纲领是一个宏伟得令人望而生畏的猜想，横跨当代数学中的数论、群论、表示论和代数几何等几大领域。一旦得到完整的证明，这些领域中的诸多中心问题将迎刃而解。尽管直到今天，纲领中的绝大部分猜想仍然没有得到证明，但阿瑟称基本引理的证明“将会成为该课题的一块奠基石”。纲领的完整证明也许仍需要几代数学家们的努力。

几十年来，朗兰兹本人也在尝试证明自己提出来的猜想。“重大的猜想很难发现，精妙而复杂的证明亦难建立。最好的情况是把两样都做了。”他对南方周末记者说，“然而，我们很容易理解为什么证明是困难的——大量其他的数学家，至少是几名重要的数学家，都无法找到证明。”

天才班里的少年

吴宝珠 1972 年出生于越南河内，父亲吴辉瑾是一名物理学教授，母亲陈刘云贤是药剂学副教授。他是家里的独子。

学生时代，吴宝珠先后就读于河内的讲武实验小学、重王中学，15 岁时转学到河内国家大学的天才学校。这次转学主要的原因是吴辉瑾对儿子所就读的学校感到不满意。

河内国家大学的天才学校是越南政府自 1965 年指定河内国家大学开设的，其任务是引导和训练具有天赋的学生。学校开设了不同的专业班，包括数学、信息学、物理、化学和生物。吴宝珠就读于其中的数学班。如今可以看到，数学班的成绩在所有专业班里是最显眼的，其学生在 1974 年到 2001 年间共取得国际奥林匹克数学竞赛的奖牌 62 块，远远超出其他学科。

吴宝珠对数学的喜爱源自于父母的影响，他从初中开始做了许多数学练习并喜欢上数学。1988 年，吴宝珠读 11 年级，他去澳大利亚参加了第 29 届国际奥林匹克数学竞赛。这是他第一次参赛。金牌是以 42 分的满分取得的。

与吴宝珠参加同一届竞赛的，还包括了澳大利亚的陶哲轩。他在第二题上失了点分，最后一题没有解出，以 34 分的成绩取得金牌。但是陶哲轩那一年只有 13 岁。他后来在 24 岁即被美国加州大学洛杉矶分校聘为全职教授，成为校史上最年轻的全职教授。2006 年他获得了菲尔茨奖。

一年后的 1989 年，吴宝珠再次参加奥数竞赛并又一次获得金牌。但这一次，他对于竞赛实际上已经不再抱有兴趣，只是在学校的要求之下才去参赛。实际上，自从上次得金牌之后，他就对数学竞赛失去了兴趣。

在那个时候，朗兰兹正在因为他在数论和自守形式方面的开创性工作而频频获奖。其中包括了 1988 年美国数学会颁发的“国家科学院数学奖”，这使朗兰兹成为第一个获得该奖项的人。

1989 年高中毕业之时，吴宝珠本打算去布达佩斯读大学，没想到正碰上东欧剧变，新的匈牙利政府不再为越南来的留学生提供奖学金。吴宝珠只好另寻出路，最后得到了法国的奖学金。

水滴石穿的研究

尽管吴宝珠曾经就读于天才班，但在他的合作者恽之玮看来，吴宝珠并没有通常人们所认为的天才的“表面光芒”，比如反应奇快、竞争性强。“但是他的思考很深入，是水滴石穿的类型。”恽之玮对南方周末记者说，“他做问题有着自己的节奏和品位。”美国麻省理工学院数学系博士后恽之玮自三年前开始与吴宝珠接触，一年前开始与其合作研究与朗兰兹纲领有关的一个猜想。他们与荷兰阿姆斯特丹大学教授 Jochen Heinloth 在 2010 年合作完成的相关论文为朗兰兹纲领提供了新的例证。

初到法国的吴宝珠发现法国的教育体系与越南的有着很大的不同。他需要先法在法国的高中里读两年预科，才能再读大学。法国高中里的学习不是像越南那样为考试做准备，而是为研究做准备。

法国政府提供给吴宝珠的奖学金本是为他就读巴黎第六大学，但吴宝珠转而选择了法国赫赫有名的高等师范大学。在这里，他师从数学家迈克·布鲁意(Michel Broue)。布鲁意的研究专长在于代数几何和表示论。

彼时，“法国自守形式之父”罗杰·戈德门特(Roger Godement)颇具影响力的文章正在法国数学界大放异彩。他写了许多介绍性的文章和书籍，让数学界对朗兰兹纲领和自守形式产生了巨大的热情，一度几乎人人都在做相关研究。戈德门特的学生埃尔维·雅凯(Hervé Jacquet)曾与朗兰兹合作，完成了自守表示论的奠基性工作。

吴宝珠被这种热情所包围，他的老师布鲁意又建议他跟着巴黎第十一大学的数学家热拉尔·洛蒙(Gérard Laumon)做研究，吴宝珠便与朗兰兹纲领结下了不解之缘。与洛蒙的合作结果是给出了基本引理在酉群情形的证明，这使他们后来在 2004 年获得了克雷数学研究所颁发的克雷研究奖。

吴宝珠与洛蒙的这项成果也使他在数学界凸显了出来。所以实际上，吴宝珠在读大学期间即开始做博士生的课题。1997 年，吴宝珠从巴黎第十一大学取得博士学位。他在博士论文里解决了一个与基本引理非常类似的问题，这也让他感到解决基本引理的思路更加清晰了。

从 1998 年开始，吴宝珠以他特有的节奏，滴水穿石，向着攻克基本引理的目标而去。达到这一目标，他前后花了 10 年时间。其间，在 2005 年，33 岁的吴宝珠在越南获得教授职称，成为越南历史上最年轻的教授。

十年间，令吴宝珠感到庆幸的是，在法国的科研体制下，他能够专心做他的数学研究，而不需要考虑发表论文的问题。“我没有兴趣写糟糕的论文，我只写几篇好论文。我的同事告诉我，‘不要浪费时间写糟糕的论文，一篇好论文胜过一百篇垃圾论文’。这不是我的方式，这是法国的标准。”吴宝珠对中国媒体说。

在数学研究之外，吴宝珠是个非常顾家的人，也懂得享受生活。在恽之玮看来，他待人谦和，

很真诚。“我在他家做客的时候，他会用木炭生起壁炉，拿出好酒，放放音乐。两个小女儿总是缠着他，其乐融融。”恽之玮说，“跟我自己相比，他生活的品位要高得多。”吴宝珠现在拥有法国和越南的双重国籍。他读过很多法国文学，喜欢加缪的作品，也曾经跟恽之玮谈起中国文学，读过贾平凹的作品和中国古典名著的越南版。

解决问题的新希望

菲尔茨奖在每一届的国际数学家大会上颁发，由于大会每四年召开一次，因而菲尔茨奖也是每四年颁发一次。它只奖励给年龄在40岁以下的数学家。2010年的国际数学家大会在印度海德拉巴举行，吴宝珠从印度总统帕蒂尔手中接过了菲尔茨奖牌。与他同时获奖的数学家还有俄罗斯数学家斯米尔诺夫、法国数学家维拉尼和以色列数学家林登施特劳斯。在吴宝珠之前，亚洲的数学家中只有日本人获得过该奖项。

吴宝珠证明基本引理的过程曲折坎坷，充满了痛苦，乃至绝望。2006年时他曾经一度认为基本引理是不可证明的。

“要理解一个猜想为何是重要的，就需要理解它的结论，而这通常要花费很长时间。”朗兰兹说。尽管朗兰兹对于自己提出的问题也做了许多探索，但这个纲领就像是一座雪山，更多情况下是叫人心余力绌。

朗兰兹一度在1980年代转做其他问题。有人说朗兰兹离开了自己的领域，现在看到基本引理被证明便又重新回来了。“我不确定我曾经离开过它，尽管我确实也关心一些其他的数学问题。它们至今对我来说仍然非常有趣和重要。”朗兰兹对南方周末记者说。“另一方面，我已经返回了自守形式理论的研究，因为我大约在十年前看到了达到其中一个核心目标的可能性。”朗兰兹继续说，“我需要时间来考虑这种可能性。它是重大的，但仍充满问题。”吴宝珠2007年终于将基本引理的证明全部写了出来，整个证明长达200页，过程中他为纠正一个错误就曾经花掉两个月时间。接下来的时间里，他的工作是说服其他的数学家。他四处演讲，并将论文投给法国《高等科学研究所数学出版物》供同行评审。2010年1月，经过了漫长的评审，他的论文终于被接受发表。

吴宝珠的成果为数学家们证明朗兰兹纲领带来了新的希望。

“朗兰兹确实在重新思考他提出的框架，也提出了新的解决朗兰兹纲领的计划。这个新的计划也是部分地从吴宝珠的工作中得到启发。”恽之玮说，“我个人觉得是很值得向这个方向钻研的。”现在，吴宝珠已经受邀加入美国芝加哥大学。他选择芝加哥大学的原因之一，是那里允许教授只做研究而不必承担繁重的教学任务。另一个原因，是“芝加哥有非常好的实验小学和中学”，他的孩子可以到那里去就读。

（吴锤结 供稿）

丘成桐：感情的培养是做大学问最重要的一部分



数学家丘成桐



图为伯牙鼓琴。

演讲人：丘成桐

时间：2010年12月25日

地点：海南·三亚

演讲人简介：

丘成桐，1949年出生于广东汕头。1983年获得素有数学诺贝尔奖之称的菲尔兹奖，迄今仍是华人数学家中唯一的获奖者。1979年后，丘成桐把主要精力转向振兴祖国数学事业上，

先后创建了香港中文大学数学所、中科院晨兴数学中心、浙江大学数学中心，并亲自担任这些研究机构的负责人。他还为这3个研究机构募集资金1.5亿元。他是当今世界公认的最著名的国际数学大师之一，被国际数学界公认为四分之一世纪里最有影响的数学家。他现任美国哈佛大学讲座教授、国际顶尖数学杂志《微分几何杂志》主编，所获荣誉还有：瑞士皇家科学院的克雷福特奖、美国国家科学奖、美国国家科学院院士、中国科学院首批外籍院士、俄罗斯科学院外籍院士、台湾中研院院士、世界华人数学家大会主席、中华人民共和国国际科学技术合作奖。

我年少时，并不喜欢读书，在香港元朗的平原上嬉戏玩耍，也在沙田的山丘和海滨游戏。与同伴在一起，乐也融融，甚至逃学半年之久。真可谓徜徉于山水之间，放浪形骸之外。

“感情的培养是做大学问最重要的一部分。”

在这期间，唯一的负担是父亲要求我读书练字，背诵古文诗词，读近代的文选，也读西方的作品。

但是，当时我喜爱的不是这些书，而是武侠小说，从梁羽生到金庸的作品都看了一遍。由于这些小说过于昂贵，只能从邻居借来，得之不易。借到手后，惊喜若狂。父亲认为这些作品文字不够雅驯，不许我看，所以我只得躲在洗手间偷偷阅读。

除了武侠小说外，还有《薛仁贵征东》、《七侠五义》和一些禁书，都是偷偷的看，至于名著如《水浒传》、《三国演义》和《红楼梦》等则是公开的阅读，因为这是父亲认为值得看的好书。他要求我看这些书的同时，还要将书中的诗词记熟。这事可不容易，虽然现在还记得其中一些诗词，例如黛玉葬花诗和诸葛亮祭周瑜的文章等，但大部分还是忘记了。

《三国演义》和《水浒传》很快就引起我的兴趣，但是读《红楼梦》时仅看完前几回，就没有办法继续看下去。一直到父亲去世后，才将这本书仔细的读过一遍，也开始背诵其中的诗词。由于父亲的早逝、家庭的衰落，与书中的情节共鸣，开始欣赏而感受到曹雪芹深入细致的文笔，丝丝入扣地将不同的人物、情景，逐步描写出旧社会的一个大悲剧。

四十多年来，我有空就看这部伟大的著作，想象作者的胸怀和澎湃丰富的感情，也常常想象在数学中如果能够创作同样的结构，是怎样伟大的事情。

我个人认为：感情的培养是做大学问最重要的一部分。

汪中在《汉上琴台之铭》中有句云：“抚弦动曲，乃移我情。”

《琴苑要录》：“伯牙学琴于成连，三年而成，至于精神寂寞，情之专一，未能得也……伯牙心悲，延颈四望，但闻海水汨没，山林谷冥，群鸟悲号，仰天长叹曰：‘先生将移我情。’”

这一段话，对我深有感触。立志要做大学问，只不过是一刹那间事。往往感情澎湃，不能自己，就能够将学者带进新的境界。

父亲去世以前，我学习了不少知识，也读了不少好文章。但他的去世，却深深地触动了我的感情。我读《红楼梦》，背诵秦汉和六朝的古文，读司马迁的自传、报任安书、李陵答苏武书、陶渊明的归去来辞等等文章，这些文章的内容都深深地印记在我的脑海中。

文天祥说：“风檐展书读，古道照颜色。”足可以描述我当时读书的境况。除了中国文学外，我也读西方的文学，例如歌德的《浮士德》。

这本书描述浮士德的苦痛，与《红楼梦》相比，一是天才的苦痛，一是凡人的苦痛。描写苦痛的极至，竟可以说得上是壮美的境界，足以移动人的性情。

就这样，由于父亲的去世和阅读文学的书籍，这大半年感情的波动，使我做学问的兴趣忽然变得极为浓厚，再无反顾。

凡人都有悲哀失败的时候，有人发愤图强，有人则放弃理想以终其身。

黄仲则诗：“结束铅华归少作，屏除丝竹入中年，茫茫来日愁如海，寄语羲和快着鞭。”

诗虽感人，思想毕竟颓废，使人觉得阴云蔽天。难怪黄仲则一生潦倒，终无所获。

反观太史公司马迁，惨受腐刑，喟然而叹“身毁不用矣”，却完成了传诵千古的《史记》，适可藏诸名山大都。他在自传中说：“自周公卒，五百岁而有孔子，孔子卒后，至于今五百岁，有能绍明世，正易传，继春秋，本诗书礼乐之后，意在斯乎，意在斯乎。小子何敢让焉。”太史公的挫败和郁结，反而使他志气更为宏大。

四十年来我研究学问，处事为人，屡败屡进，未曾气馁。这种坚持的力量，当可追索到当日感情之突破。我一生从未放弃追寻至真至美的努力，可以用元稹的诗来描述：“曾经沧海难为水，除却巫山不是云。”

当遇到困难时，我会想起韩愈的文章：“苟余行之不迷，虽颠沛其何伤。”

我也喜欢用左传中的两句来勉励自己：“左轮朱殷，岂敢言病。”此句出自左传晋齐鞞之战：“却克伤于矢，流血及屨，未绝鼓音，曰：‘余病矣。’张侯曰：‘自始合，而矢贯余手及肘，左轮朱殷，岂敢言病？吾子忍之……师之耳目，在吾旗鼓，进退从之，此车一人殿之，可以集事，若之何其以败君之大事也。’”

简洁有力的定理使人喜悦，就如读《诗经》和《论语》一样，言短而意深。

做研究生时，我有一个想法，微分几何毕竟是牵涉及分析（即用微积分为工具）和几何的一门学问，几何学家应该从分析着手研究几何。况且微分方程的研究已经相当成熟，这个研究方向大有可为。虽然一般几何学家视微分方程为畏途，我决定要将这两个重要理论结合，让几何和分析都表现出它们内在的美。

在柏克莱的第一年我跟随 Morrey 教授学习偏微分方程，当时并不知道他是这个学科的创始者之一。从他那里我掌握了椭圆形微分方程的基本技巧。在研究院的第二年我才开始跟随导师陈省身先生学习复几何。

毕业后，在我的学生和朋友 Schoen、Simon、郑绍远、Uhlenbeck、Hamilton、Taubes、Donaldson、Peter Li 等人的合作下，逐渐将几何分析发展成一个重要的学科，也解决了很多重要的问题。

这是一种奇妙的经验，每一个环节都要花上很多细致的推敲，然后才能够将整个画面构造出来，正如曹雪芹写作《红楼梦》一样。

尼采说：“一切文学，余爱以血书者。”

曹雪芹说：“字字看来皆是血，十年辛苦非寻常。”

我们众多朋友创作的几何分析，也差不多花了十年才成功奠基。不敢说是“以血书成”，但每一次的研究都很花费工夫，甚至废寝忘餐，失败再尝试，尝试再失败，经过不断的失败，最后才见到一幅美丽的图画。

简洁有力的定理使人喜悦，就如读《诗经》和《论语》一样，言短而意深。有些定理，孤芳自赏。有些定理却引起一连串的突破，使我们对数学有更深入的认识。每一个数学家都有自己的品味和看法，我本人则比较喜欢后一类数学。

当定理证明后，我们会觉得整个奋斗的过程都是有意思的，正如智者垂竿，往往大鱼上钩后，又将之放生，钓鱼的目的就是享受与鱼比试的乐趣，并不在乎收获。

从数学的历史看，只有有深度的理论才能够保存下来。千百年来，定理层出不穷，但真正名留后世的结果却是凤毛麟角，这是因为有新意的文章实在不多，有时即使有新意，但是深度不够，也很难传世。

当年我看武侠小说，很是兴奋，也很享受，但是很快就忘记了。在阅读有深度的文学作品时，却有不同的感觉。有些武侠小说虽然很有创意，但结构不够严谨，有很多不合理的元素，与现实相差太远，最终不能沁人心脾。

我们几个朋友在研究和奋斗过程中，始终不搞太抽象的数学，总愿意保留大自然的真和美。

王国维评古诗十九首：“昔为倡家女，今为荡子妇，荡子行不归，空床难独守。”“何不策高足，先据要路津，无为久贫贱，辄长苦辛。”以为其言淫鄙，但从美学的观点，却不失其真。

好的数学也应当能接触到大自然中各种不同的现象，这样才能够深入，才能够传世。

数学创作也如写小说，总不能远离实际。《红楼梦》能够扣人心弦，乃是因为这部悲剧描述出家族的腐败、社会的不平、青春的无奈，是一个普罗众生的问题。好的数学也应当能接触到大自然中各种不同的现象，这样才能够深入，才能够传世。

我的研究工作，深受物理学和工程学的影响，这些科学提供了数学很重要的素材。

广义相对论就是一个重要的例子。1973年在斯坦福大学参加一个国际会议时，我对某个广义相对论的重要问题发生兴趣，它跟几何曲率和广义相对论质量的基本观念有关，我锲而不舍地思考，终于在1978年和学生 Schoen 一同解决了这个重要的问题。这些与相对论有关的几何问题始终使我喜悦。

也许这是受到王国维评词的影响，我认为数学家的工作不应该远离大自然的真和美。直到现在我还考虑质量的问题，它有极为深入的几何意义。没有物理上的看法，很难想象单靠几何的架构，就能够获得深入的结果。广义相对论中的品质与黑洞理论都有很美的几何意义。

其实西方文艺复兴的一个重要反思就是复古，重新接受希腊文化真与美不可割裂的观点。中国古代文学的美和感情是极为充沛的，先秦两汉的思想和科技与西方差可比拟。清代以来，美术文学不发达，科学亦无从发展。读书则以考证为主，少谈书中内容，不逮先秦两汉唐宋作者的热情澎湃。若今人能够回复古人的境界，在科学上创新当非难事。

除了看《红楼梦》外，我也喜欢看《史记》、《汉书》。这些历史书不单发人深省，文笔通畅，甚至启发我做学问的方向。

由于史家写实，气势磅礴，荡气回肠，使人感动。历史的事实教导我们在重要的时刻如何做决断。做学问的道路往往是五花八门的，走什么方向却影响了学者的一生。复杂而现实的历史和做学问有很多类似的地方，历史人物做的正确决断，往往能够提供学者选择问题一个良好的指南针。

王国维说学问第一境界“昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路”。做好的工作，总要放弃一些次要的工作，如何登高望远，做出这些决断，大致上建基于学者的经验和师友的交流上。然而对我而言，历史的教训却是很有帮助的。

我刚毕业时，蒙几何学家西门斯邀请到纽约石溪做助理教授。当时石溪聚集了一群年青而极负声望的几何学家，在度量几何这个领域上可说是世界级重镇。我在那里学了不少东西。

一年后又蒙奥沙文教授邀请我到斯坦福大学访问，接着斯坦福大学聘请我留下来。但是当时斯坦福大学基本上没有做几何学的教授，我需要做一个决定。

这时记起《史记》叙述汉高祖的事迹。刘邦去蜀，与项羽争霸，屡败屡战。犹驻军中原，无意返蜀，竟然成就了汉家四百多年的天下。对我来说，度量几何的局面太小，而斯坦福大学能够提供的数学前景宏大得多，所以决定还是留在斯坦福做教授，与 Schoen、Simon 合作。现在想来，这是一个正确的决定。

如上所言，我的想法和一般同学的想法不大一样，也不见得是其他一流数学家的想法。但是有一点是所有学者都有的共同点：努力学习，继承前人努力得来的成果，不断地向前摸索。

我年少时受到父亲的鼓励，对求取知识有浓烈的兴趣，对大自然的现象和规律都很好奇，想去了解，也希望能够做一些有价值的工作，传诸后世。

我很喜爱以下两则古文：

孔子：“君子疾没世而不称焉。”

曹丕《典论论文》：“盖文章，经国之大业，不朽之盛事……是以古之作者，寄身于翰墨，见意于篇籍，不假良史之辞，不托飞驰之势，而声名自传于后。”

立志当然是一个好的开始，但是如何做好学问却是一个重要的问题，我有幸得到好的数学老师指导。当我学习平面几何时，我才知道数学的美，也诧异于公理逻辑的威力。

因为对几何的兴趣，我做习题时都很成功，也从解题的过程中产生了浓厚的好奇心。我开始寻找新的题目，去探讨自己能够想象的平面几何现象。每天早上坐火车上学时我也花时间去想，这种练习对我以后的研究有很大的帮助。

有了理想的方向，还需要寻找好的问题。

中学时的训练对同学们都有很大的帮助，但修能却需要浸淫于书本，从听课和师友交流中，可以发现那些研究方向最为合适。找到理想的方向后，就需要勇往直前。好在，培正中学出了不少数学名家。我们中学的老师在代数和数论方面的涉猎比较少，培正同学们在这方面的成就也相对地比较弱，由此可以看到中学教育的重要性。

屈原说：“纷吾既有此内美兮，又重之以修能。”文章的格调和对学术的影响力与“内美”有关，可以从诗词、礼、乐、古文、大自然的环境中培养吸收。

有了理想的方向，还需要寻找好的问题。西方哲人亚里斯多德（Aristotle）在名著《形而上学》一书中说：“人类开始思考直接接触目不可思议的东西而或惊异……而抱着疑惑，所以由惊异进于疑惑，始发现问题。”惊异有点像惊艳，但这种惊异一方面需要多阅历，一方面需要感情充沛，才能够产生。

空间曲率的概念对我具有极大的吸引力，我从广义相对论中知道所谓 Ricci 曲率的重要性。通过爱因斯坦方程，它描述物质的分布，这个方程的简洁和美丽使我诧异。

我认为了解 Ricci 曲率是了解宏观几何的最重要一环，但几何茫茫，无从着手。有一天很高兴地发现 Calabi 先生在 1954 年时有一篇文章，叙述在复几何的领域中，Ricci 曲率有一个漂亮的命题，但他却没有办法证明这个命题。当时我很兴奋，但也觉得它不大可能是真实的，因为这个命题实在太美妙了。所有年轻的朋友都这么说，甚至我的导师也这么说。

陈先生甚至认为这个研究方向的意义不大，我却固执地认为对 Calabi 猜测总要找出一个水落石出的答案。直到有一天，经过大量的尝试后，我才发觉从前走的方向完全是错误的，于是反过来企图证明这个猜想。但要证明它，却需要有基本的分析能力，我和我的朋友郑绍远花了不少工夫去建立跟这个问题有关的工作，终于我在一九七六年完成了这个重要猜想的证明。

这个猜想在一九七六年全部完成，我同时应用它解决了代数几何里好几个基本问题。毫无疑问，这是一个漂亮的定理，也打开了几何分析的一个大门。

当时我刚结婚，正在享受人生美好的时刻，也独自欣赏这个刚完成的定理的真实和美丽，有如自身的个体融入大自然里面。当时的心境可以用下面两句来描述：“落花人独立，微雨燕双飞。”

由这个定理引起的学问，除了几何分析上的 Monge-Ampere 方程外，在代数几何上独树一帜，以后在弦学理论成为一个重要的宇宙模型。

在解决 Calabi 猜想的同时，有一天我碰见从前在柏克莱的同学 Meeks 先生。他是一个嬉皮士，两手各搂抱着一个少女，在系里的走廊上高高兴兴地走来。但我觉得此人极有才华，建议与他合作去解决一个极小流形的古老问题。

我们用拓扑学的办法解决了这个问题，反过来又用得到的结果，解决了拓扑学上一些重要的问题，再加上我的同学 Thurston 的重要工作，竟然解决了拓扑学上著名的 Smith 猜想。1976 年可说是我收获极为丰富的一年，我那年刚结婚，刚搬到洛杉矶，生活未算安定。由此可知，做学问没有最安定的环境也可以成功的。

在代数几何得到一定成功后，我接触到很多代数几何学家，也开始了解这个学科走向。

Calabi 猜想是关于度量的猜测，我开始比较度量几何和复纤维丛上的度量问题，我猜想纤维丛也有类似于 Calabi 猜想中的度量，同时和纤维束的稳定性有关，Uhlenbeck 和我花了很长一段时间才将这个问题全部解决。（在这期间英国的 Simon Donaldson 用不同的方法解决了二维的情形，并且很快就完成了高维空间中这个定理的重要情形。）

在解决这个问题后，我建议我的朋友 Witten 考虑这个定理的物理意义，他当时认为这个定理的物理意义不大，但一年后他改变了想法，写了一篇文章解释它们在弦论上的作用。直到如今，这个结构在弦论上仍占据着很重要的位置。

这篇文章花了 Uhlenbeck 和我很长的时间，可说是极为艰苦的奋斗才完成的。Uhlenbeck 来 Princeton 访问我时，为了寻找这个问题的解法，竟然关在房间里三天之久。

我和 Uhlenbeck 的工作以后被推广，尤其是加上我的朋友 Hitchin 引进的 HiggsField 以后，成为代数几何和算术几何中强有力的工具。

Calabi 猜想的一个重要结论是，代数空间有很强的拓扑限制，包括 Miyaoka-Yau 不等式的成立，从而有代数流型的刚性结果。这个结果被我应用而解决了古老的 Severi 猜想。在这个基础上，我猜测某些代数空间有更一般的刚性结果。我并提出用调和映射的方法来解决这个猜想。

其实在更早的时候，我和 Schoen 已经在调和映射做了不少工作。

在 1984 年弦理论成为理论物理的重要一门学科以后，我以前做的好几项工作都受到物理学家的欢迎。我也深受物理学家对数学洞察力的影响，我有十多位跟随我的博士后，他们都是物理学博士。我从他们那里学习物理。

最令我惊讶的一次是，我的博士后 Brian Greene 跑到我的办公厅，向我解释他最新的发现，就是在 Calabi-Yau 空间中，存在所谓镜对称的观点，这个发现对代数几何有极大的冲击，影响至今。它的结论至为漂亮，从不同角度解释了代数几何里百年来不解的现象，但物理学家没有办法给出一个证明，六年后在众多数学家努力的基础上，刘克峰、连文豪和我终于找到一个满意的证明。

但是我觉得我们对镜对称这个现象还是没有得到深入的了解，两年后 Strominger、Zaslow 和我终于找到这个对称的几何解释，引起了一连串重要的突破，可是，镜对称在数学上到现在还没有严格的证明。Zaslow 是跟随我的博士后，他以后成为西北大学的大教授。

当时我和他还做了一个重要的工作。从弦学上膜的观点，我们找到一个公式（Yau-Zaslow 公式）。这个公式可以用来计算 $K3$ 表面上的有理曲线的个数，公式由数论中的某些著名的函数给出，这是数论函数出现在计算曲线数目的第一次，以后很多代数几何学家继续这个研究，将这个公式推广到更一般的情形。

与物理学家合作是愉快的经验，可以有跳跃性的进展，而又不停的去反思，希望能够从数学上解释这些现象，在这个过程中往往推进了数学的前沿。

过去二十多年，我也花了一些工夫去做应用数学的工作，一方面和金芳蓉在图论上的合作，一方面和我弟弟共同研究控制理论。近年来更和顾险峰等合作做图像处理的研究。

这些工作都和我从前研究的几何分析有关，尤其是我和 Peter Li 研究的特征函数的问题。起源于当年我在斯坦福研究调和函数的梯度估计。我还记得我傍晚时躲在办公室里，试验用不同的函数来算这些估值，舍不得去看斯坦福校园落日的景色。

斯坦福的校园确是漂亮，黄昏时在大教堂的广场，在长长的回廊上散步。看着落日鎏金，青草连天的景色，心情特别舒畅。我早年的工作都在这里孕育而成。

除了 Calabi 猜想外，还有正质量猜想的证明。1979 年的夏天，我和 Schoen 住在他女朋友 Los Altos 的家里，白天我们将这个猜想的证明逐步写出来，到了晚上十时多才回家去游泳池游泳。在这一段日子里，我们也将正数值曲率空间的理论完成。

做科研确实需要付出代价，但它的快乐无穷。

先父的心愿是：“寻孔颜乐处，拓万古心胸。”

我只知自得其乐，找寻我心目中宇宙的奥秘。

“衣沾不足惜，但使愿无违。”

(吴锤结 供稿)

旅美科学家蔡亦钢：两度获得贝尔实验室发明家奖



2009 年，蔡亦钢与女儿一起去埃及旅游。

提起大名鼎鼎的“贝尔实验室”，人们就会想起电话、电视、遥控器、晶体管、无线电收音机、立体声和电脑等改变人类生活的重大发明创造。这个成立于1925年的私立研究实验室诞生过13位诺贝尔奖获得者。包括朱棣文、崔琦、高琨3位华裔科学家获得诺贝尔奖的成果，都是在这里完成的。

要在这个群英荟萃之地出人头地，可谓难上加难，但出生于浙江温州的华人科学家蔡亦钢做到了。他刚刚获得了2010年度贝尔实验室发明家奖（Bell Labs Inventors Award），这是他在2008年之后，第二次获此殊荣。而在贝尔实验室获此奖两次以上的科学家为数不多。

新年伊始，身为阿尔卡特-朗讯/贝尔实验室杰出研究员的蔡亦钢接受《侨报》记者的独家专访，畅谈其在美从事科研创造近22载的心得体会。

从温州钳工到旅美科学家

上世纪70年代，高中毕业后无大学可上的蔡亦钢到温州一个工厂当钳工。1977年中国恢复高考制度改变了蔡亦钢的人生轨迹，他以优异成绩考入浙江大学机械系，成为高考恢复后的第一届大学生。

蔡亦钢格外珍惜来之不易的求学机会。大学4年，他除学完机械系的课程外，还在系主任的特批下，选修了许多电机系的课程。毕业后留校任助教期间，蔡亦钢师从盛敬超教授和路甬祥教授，攻读在职硕士和博士，其间他帮助教授以及与其他人合作进行的研究后来都得到了国家级科技奖。1988年，34岁的蔡亦钢成为浙江大学最年轻的副教授之一。

1989年4月，蔡亦钢迎来了人生的第二个转折点——他被公派到美国阿贡国家实验室做访问学者。初来乍到，蔡亦钢被深深地震撼了，在大陆时自我感觉很好的他感受到了中美在科技领域上的巨大差距。在中国无法比拟的科研条件和环境中，蔡亦钢如饥似渴地学习和追赶先进技术，原定一两年的访问学者行程变成了旅美近22年的科学家生涯。

1995年蔡亦钢进入贝尔实验室，他的发明创造才能进一步迸发。迄今为止，蔡亦钢申请了198项美国发明专利，有74项次专利获美国、欧洲、日本等国批准，广泛运用于国际电话和互联网通讯等应用领域。

在美国阿贡国家实验室，蔡亦钢的科研成就包括流体诱发振动、磁悬浮列车动力学、核反应堆热工流体动力学、核反应堆应力腐蚀破坏等。鉴于蔡亦钢在机械动力学尤其是流固耦合振动领域的杰出成就，他于2000年当选为美国机械工程师协会院士（Fellow），是中国改革开放后留美学者中第一位获此殊荣者。

在阿尔卡特-朗讯/贝尔实验室，蔡亦钢的主要研究成果集中于智能网应用、通信网络计费、多媒体子系统（IMS）和长期演进网络（LTE）的应用软件和应用推动器上。最让蔡亦钢满意的科

研成果是长期演进网络(LTE)的先进消息传递，它融 2G、3G 和 4G 消息传递为一体，节省网络资源，带给不同技术网络用户既先进又方便的新技术。

蔡亦钢的绝大多数科研成果和发明创造已在全球应用。

爱好广泛 教女有方

近 22 年的旅美科学家生涯，蔡亦钢一帆风顺，基本没有遭遇什么艰难挫折。问其成功奥妙，蔡亦钢认为，美国自由开放的科研学术环境和他在中国国内打下的扎实学术基础是最根本的原因。

蔡亦钢回浙江大学做学术讲座时曾对学生说，数学、物理和哲学这 3 门课是无法自学的，如果学生能够趁年轻在学校里把这 3 门课的基础打牢了，自学其它知识也就容易了。

蔡亦钢力主通过大量阅读，掌握较为全面的知识，他认为这是做学问的根本。在阿贡国家实验室，一位磁悬浮列车研究专家曾问蔡亦钢能不能在 6 个月内做出一份有关磁悬浮列车的设计，他回答：“可以，但你要给我两个月看书。”在此后的几个月里，他阅读了关于磁悬浮列车的主要著作，最终完成任务并发表了 20 多篇关于磁悬浮列车动力学方面的论文。就这样，蔡亦钢从磁悬浮列车的门外汉变成了磁悬浮列车动力学方面的专家。这就不难理解，为何学机械出身的蔡亦钢却能够在通信领域取得杰出成果。

蔡亦钢主张，科研人员不能固守自己的专业领域，要广泛涉猎，扩充精神领域，才能开阔眼界，才有了更多创新的可能。在浙大学习时，蔡亦钢的哲学成绩曾是班上第一名，他从小熟读《史记》，《红楼梦》也看了二十几遍。

科研之余，蔡亦钢喜欢读文史哲书籍，喜欢弹钢琴，爱好摄影。他还喜欢旅行，已走遍美国 50 个州。住在芝加哥附近的蔡亦钢每天会抽出一定时间打太极、游泳、散步。作为芝加哥公牛队的铁杆粉丝，蔡亦钢亦经常到现场去加油助威。

除了自己事业有成，女儿有出息也让蔡亦钢倍感欣慰。有其父必有其女，7 岁从中国来美的女儿不仅学业成绩出众，在发明创造方面也显现出过人天赋，曾于 2002 年进入美国高中生“英特尔奖”和“西屋奖”的决赛。在哈佛大学，女儿学的是物理和哲学，毕业后却从事战略咨询业。蔡亦钢称：“基础打好了，干别的也会如鱼得水。”问其教女秘方，蔡亦钢哈哈一笑：“这个五六个小时也说不完。”他表示，做父母的要有“远见”(vision)，了解自己的小孩，了解美国社会和教育体系，最大限度地发挥孩子的潜力。他说：“我奉行 90 分万岁，不过分追求孩子的分数，这样孩子有很多时间来做她自己喜欢做的事情。”

天道酬勤 心系祖国

旅美 22 年中，最触动蔡亦钢的是美国科研和学术环境的宽松自由、开放包容，同事们基本

上都能以开放的心态进行平等的竞争，不为趋名逐利而进行华而不实的研究。

蔡亦钢津津乐道的一件小事是，1995年在混沌学方面取得许多成绩的对老板说：“我们的成果可以去申请国家评奖了。”身为美国最优秀科学家的老板却回答：“我们科学家的职责是从事科学研究。”短短一句话，让蔡亦钢醍醐灌顶，茅塞顿开：做学问的目的绝不是追求功利，而是追求真理。

蔡亦钢称这些年自己的奖项就像“天上掉馅饼”一样，其实这是他潜心科研、辛勤耕耘的结果，所谓“天道酬勤”是也。美国对科学家的尊重和爱护也让蔡亦钢感慨。阿贡国家实验室的老板在蔡亦钢加盟贝尔实验室时，曾对他说：“无论你去哪里，这里的大门永远为你打开，你在这里的办公室一直为你保留着。”

正因如此，一直心系祖国的蔡亦钢为过去30年中国发展惊人成就深感振奋的同时，也对社会转型过程中科研学术界出现的种种不良现象而忧心忡忡。他说，中国目前的科研和教育体制仍延续计划经济体制下的许多做法，再加上官本位的思想，使得很多大学和国有科研院所不像进行科研创新的地方，却像趋名逐利的官场，这是学术腐败屡禁不止的重要原因。

当他看到中国大学热衷于圈地盖楼兴建“大学城”的时候，蔡亦钢感到心痛：“为什么不能把资源和心思放在教育和培养人才上呢？现在大陆的科研教育资源和条件比西南联大那会儿不知好几千倍、几万倍，但为什么不能像西南联大那样人才辈出呢？为什么像华为、中兴这种做得很好的民营企业的机制，难以在大学和科研院所推而广之呢？”

在美近22载，蔡亦钢至今依然保留着中国国籍。他说，最原始的想法就是今后回国从事教育科研工作。

1994年，蔡亦钢出国后第一次回国，就受邀担任中国磁悬浮项目认证工作的技术顾问。1995年蔡亦钢参与筹建美国竺可桢教育基金会，并担任会长，致力于中美科研教育交流。蔡亦钢为自己没能参加中国的三峡工程和“歼-10”飞机的研究而感到些许遗憾。他说：“如果不出国，我一定可以参加的，我的很多朋友都是这些项目的研究主力。”

今天，经常往返大洋两岸的蔡亦钢仍未泯灭他的“海归梦”。

(吴锤结 供稿)

李醒民专访：遨游在科学的三维世界里



《科学论：科学的三维世界》，李醒民著，中国人民大学出版社2010年6月出版，定价：158.00元

他，从1980年写毕业论文开始，到毕业后做研究至今30年里，写了36篇论文，翻译了15本书，出版过17本著作，从未申请过课题，也不参与任何评价，不曾拿过国家一分钱。他就是中国科学院研究生院教授李醒民。

一辈子敢于坐学术冷板凳的他，在年过花甲后依然笔耕不辍，写就了《科学论：科学的三维世界》上下两卷著作。本书力图将自然科学、社会科学和人文学科的知识融为一体，与现实中的科学实践和人生追求结合起来，力求做到科学与人文比翼齐飞，学术共思想圆融一色。

虽然两本书看起来像一部艰深的专著，但实际上，文字通俗易懂，从内容上讲它很适合科学技术人员、哲学工作者、科研政策的制定者、大专院校师生和自然辩证法爱好者阅读，也可以作为大学生和研究生相关课程的参考书。

近日，本报记者专访了李醒民教授，一同探讨科学世界里的众生相。

□采访者 本报记者 杨新美

□受访者 中国科学院研究生院 教授 李醒民

科学的多面像

《科学时报》：这部最新出版的著作书名叫做《科学论：科学的三维世界》，那究竟如何理解科学的“三维世界”？

李醒民：所谓“科学论”就是指对作为一个整体的科学进行跨学科的研究和多维度的透视。科学并非是一元世界，因此，我在这本书中力图勾勒出科学的多面像——作为思维知识体系、研究活动、社会建制的三维世界。因此，从书开篇的目录便可以看到，我阐述了科学理论、科学研究的目的是和动机，介绍了不同的研究方法和思维模式，同时在最后一编《作为社会建制的科学》中分析科学家的角色定位问题，并谈到了目前科学界出现的形形色色的问题。

撰写这本书耗时两年零四个月，而实际上是从20世纪末就开始收集、研读资料，可以说是为这部著作贮备了近20余个春秋。尽管如此，花费这么多精力在这部著作上，我并不是为图名利，而主要目的就是祛除残留在人们头脑中的一维的、单薄的、枯燥的科学形象，进而达到传播科学思想、普及科学方法、弘扬科学精神、理解科学价值的初衷。

《科学时报》：从近代科学诞生起，科学在大众眼里只有一面——即是干巴巴、枯燥的知识，科学家在人们看来似乎这个特殊群体只是为追求科学的发展而工作。您在书中说，我们不能将思维只局限于此，而是应该将这种知识科学观转向智慧科学观。

李醒民：是的。狭隘的知识科学观带来了触目惊心的危害，如在科学文化与人文文化之间挖掘了鸿沟，让科学远离了生活和人，科学在人们印象中留下的唯有艰深的术语和堆砌的符号。我们对科学中蕴含的思想精髓、精神价值和人文意义却视而不见时，就是丢弃了科学中的智慧。

因此，在这本书中，我将研究活动和社会建制中的科学也纳入其中，向人们展现科学世界所具有的魅力。

科学家的灵感在何方

《科学时报》：众所周知，近代科学成就的取得并不在于人本身的变化，而在于他采纳的新技巧——科学研究方法。您在书中指出科学发明需要艺术家的方法和审美方法。审美方法在科学发明中如何起到作用？

李醒民：我们将科学家和艺术家的发明过程进行比较不难发现，在创造的关键时刻，科学家和艺术家都在寻找新的审美形式。如对爱因斯坦而言，就是一种将空间和时间统一在单一框架里的极简主义的审美形式；对毕加索而言，就是将所有的形式简化为几何……

科学新观点的产生过程，就是一次灵感的大碰撞。彭加勒在《科学与方法》一书中就曾讲述自己在研究复变函数的经历，有时灵感的闪现是在放下手中的活后，或是离开桌子后，或是在悬崖边上，或是在大街上行进时，甚至下车时……这种切身体会让彭加勒意识到科学发明是审美的选择。

特殊的审美感，起着微妙的筛选作用。审美判断越过界限，灵感闪现看到美丽的、和谐的组合。也因此，科学发明实际上就是在各种元素的众多组合方式中找到最美、最和谐的一个。

《科学时报》：爱因斯坦曾说：“提出问题往往比解决一个问题更重要，因为解决问题也许仅是一个数学上的或实验上的技巧而已。而提出新的问题，新的可能性，从新的角度去看就问题，却需要有创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。”既然提问题在科研过程中有如此举足轻重的作用，究竟如何培养提问题的能力？

李醒民：培养提出问题的能力，是没有固定模式。因为其与科学家的自身的心理素质、好奇心、兴趣点、知识素养、科学信念和追求乃至个人人格等密切相关，也与外部的氛围和文化语境有一定联系。

此外，提问题，就意味着要不断突破固有的思维模式，意味着需要创造性的想象力。但我国目前的教育模式中有一些不利于激发和培养想象力的因素。目前的教育更多是灌输知识，而并非培养独立思考能力。学生被各种各样的学科知识充塞，既没有掌握科学方法、浸染到科学精神的熏陶，也没有人文情怀、终极关怀的默化。更多的是盲目追求考试中获取高分，而并非提升自身的创造力。明明花费一份精力得80分成绩就够的，可是却要花费一倍精力多争取几分，却不让学生利用这些时间博览更多的书、吸收更多的知识，不让学生多锻炼自己的创造性思维。

学术不端行为

《科学时报》：2010年，科学出版社曾出版了《科学之妖》，从书中我们看到在大洋彼岸的美国所爆出的舍恩学术造假事件。而国内的学术不端行为也是层出不穷。在新华社曾经发表的一篇题为《中国的“学术造假”为何屡禁不止？》的报道中，曾提出这样一个质疑——“为何在曾被视为净土的中国学术界中，‘学术造假’屡禁不止”。在您看来，原因又是何？

李醒民：其主要还是因为时代的氛围截然不同了。现在，人们的关注点不再是美，焦点集中在了“芙蓉姐姐”、“犀利哥”身上，现在人们不再是审美，取而代之的是审丑。

在 20 世纪 80 年代，对知识如饥似渴的人们，为了将荒废的十年补偿回来，为了能成为社会所需要的有知识、有能力的人，努力学习和钻研。因此当时，兴起了文化热、理论热，学术界并不浮躁。

而如今，诱惑太多，人们都躁动不安；曾经的一切都向知识看，如今一切朝金钱看，急功近利。只有为数不多的科学家、从事学术研究的学者，是以学术价值、理论意义为出发点做科研。而多数科研人员是拿着国家支持课题的经费，拿着纳税人的钱，从中牟利，做着“平庸”的事，制造白色垃圾和学术泡沫，更有甚者一些人则纯粹是混日子。

《科学时报》：针对这些剽窃成果、伪造履历、学术受贿等学术不端行为，应该如何应对才能遏止这些不端行为的出现？

李醒民：从客观方面来看，需要制定较具体、较严格、切实可行的规章制度。从外部下手，首先针对所申报的课题的类型，来制定不同评价体系 and 给予不同程度的支持。如对实用性课题，可以实现招标制；而对于纯学术或是基础性研究，可以实行事后收购制度。如此才能保证课题经费都用在刀刃上，才能使得追求学术生命力摆在第一位。

此外，要将有兴趣做科研的人员与只愿专心授课培育人才的教授区分开来，而不可混为一谈，一概而论。比如有的教授对学术研究不感兴趣，相反乐于教学和培养人才，针对这部分人，不要硬性规定他们必须发表论文，用另一种标准体系去考核，让他们各司其职、各乐其业，按各自的标准考核和晋升职级。如此才有可能减少学术垃圾，降低学术造假出现的频率。

重要的还在于学者自己，即主观方面的意识。从事科研的人应该有自律精神，有道德底线，应该是有独立的人格和思想，而不是成为某些利益集团的代言人。

（吴锤结 供稿）