

1938年，当日寇的铁蹄在中华大地上肆意践踏时，一名23岁的年轻人正踏上远渡英国爱丁堡的客轮，去国离乡，远渡重洋去求学。这名年轻人叫彭桓武，桓取自张飞谥号“桓侯”，武取自岳飞谥号“武穆”。这个名字或许在一开始就注定了彭桓武一生的精忠报国之情。

与杨振宁等并称“清华四杰”

彭桓武1915年出生于吉林长春，他的父亲彭树棠早年毕业于日本早稻田大学，辛亥革命后在长春县做县长，人称“长春彭”。受家学影响，彭桓武自幼虽体弱多病，却酷爱读书，尤其是对算术，从小就表现出极高的兴趣和天赋。在4岁上学之前，彭桓武就已经掌握了复杂的四则运算。

1930年，彭桓武随父兄一起到北京求学。凭着天资聪颖和刻苦勤奋，1931年，彭桓武考入了清华大学，在这里，开始了他与物理的不解之缘，这一年他16岁。1935年，彭桓武大学毕业后，继续在清华攻读研究生，师从周培源学习物理，与王竹溪、林家翘、杨振宁并称为“清华四杰”。清华园的学习，对彭桓武来说，不仅是对自然科学知识的探索，“自强不息”的校训还时刻激励着他要发愤图强，担起挽救民族危亡的重任。在这样的环境下，彭桓武养成了好学深思、追求真理、开拓创新、不怕吃苦的品质。这为他将来带领科研团队攻克难题，以自然科学报国打下了坚实的基础。

1937年，日寇的侵华活动日益严峻。彭桓武踏上了南下逃亡的道路，除了必要的行李，他还怀揣了一包足够毒死他三次的砒霜，做好了倘若被日本人抓住，决不做顺民的打算。乱世之中，人命如草芥，彭桓武选择宁折不弯，他身上表现出来的“宁为玉碎，不为瓦全”的气节让人敬佩。后来，他写诗道“世乱驱人全气节，天殷嘱我重斯文”。这是乱世之中知识分子的风骨和气节，更是中华民族压不弯的脊梁。

1938年，彭桓武在老师周培源的推荐下，考取了中英庚款留学名额，远赴英国爱丁堡大学，跟随马克斯·玻恩从事固体物理、量子场论等理论研究，等待学成归来报效祖国。

回国不需要理由，不回国才需要理由

马克斯·玻恩是量子力学理论研

彭桓武：回国不需要理由

□ 潘建红 杨珊珊



彭桓武（1915.10.06—2007.2.28），著名理论物理学家，中国科学院院士。1940年获英国爱丁堡大学哲学博士学位，1945年获英国爱丁堡大学科学博士学位。1947年回国，1948年当选为爱尔兰皇家科学院院士。彭桓武的研究涉及中子物理、辐射流体力学、凝聚态物理、爆轰物理等领域，并在这些领域里取得了重大理论成果，这些理论成果对于指导实践具有重要意义。彭桓武还先后在云南大学、清华大学、北京大学、中国科学技术大学执教，参与创办了中国科学院近代物理研究所，为我国核事业培养了一大批科技人才。他先后获得国家自然科学奖一等奖、国家科技进步奖特等奖、何梁何利基金科学与技术成就奖等奖项。1999年被授予“两弹一星”功勋奖章。

不是工农兵协力，焉能数理化成功

新成立的中华人民共和国，百废待兴，亟须一大批人才来建设。回国以后，彭桓武先后在云南大学、清华大学、北京大学、中国科学技术大学等多所大学任教，并参与创办了中国科学院近代物理研究所。他奖掖后进，提携后辈，为新中国培养了一大批优秀的科研人才。在与学生的相处中，他平易近人，亦师亦友，丝毫没有留洋归来的架子。“老师像‘钟’，你敲钟的劲越大，老师给你的回答就越深入！”他用这样的例子鼓励学生提问，提倡学术交流和碰撞。他还总结了学习方面的经验，即“学问主动，学友互助，良师鼓励，环境健康”四句话。多年的教育生涯，他不仅教给了学生科学知识、科研方法，更把严

谨治学、求真务实的科学精神传承了下去。

1960年，国际风云变幻，苏联撤走了所有专家。新中国面临重重困难。1961年，彭桓武被调到核武器研究所，顶替苏联专家从事原子弹理论研究。面对外部国际封锁，以彭桓武为代表的老一辈科学家，不畏艰险，咬紧牙关，攻坚克难，在每一个灯火通明的夜里，在每一次学术会议上的争论中，在每一次推翻重来的计算下，勇攀了一座又一座科学高峰。1964年，中国第一颗原子弹在罗布泊爆炸成功。在罗布泊宴会上彭桓武即兴赋诗：“亭亭铁塔矗秋空，六亿人民愿望同。不是工农兵协力，焉能数理化成功。”他从不居功，将功劳都归于集体。钱三强多次感叹：彭桓武默默地做了许多重要工作，但很少有人知道。

早些年陈能宽院士与彭桓武诗文互通，陈能宽出的上联是：“回顾三十

年过去，弹指一挥间；三十功名尘与土，八千里路云和月。”彭桓武的下联是：“俯瞰洞庭湖内外，乾坤日夜浮；洞庭波涌连天雪，长岛人歌动地诗。”从他16岁踏进清华园到1964年中国第一颗原子弹爆炸成功，这中间隔了不止30年；从他的故乡长春，到北京，到昆明，到英国，到爱尔兰，再到青海，这期间跋涉了不止8000里。时间和道路是见证者，见证了彭桓武从一个籍籍无名的青年成长为国之栋梁的奋斗历程，也见证了中华民族从被人欺侮到站起来的艰难岁月。时间和道路也是丈量者，三十功名、八千里路无法丈量彭桓武的爱国之情、强国之志。

集体集体集集体，日新日新日日新

1984年，10名科学家获得了“原子弹、氢弹研究中的数学物理问题”自然科学一等奖，在这个重要奖励中，彭桓武排在了首位。按照相关规则，这个奖章本应由他本人保存，他却表示荣誉应该属于大家，他说：“奖章我收下了，现在这枚奖章已经归我所有，我有权来处理它，请你们把它带回去，就放在研究所，献给所有为我们这项事业贡献过力量的人吧。”并且他还挥笔写下了“集体、集体、集集体，日新、日新、日日新”这句话。

晚年的彭桓武，辞去了各种职务，深居简出，生活简朴，没有专车接送，也没有专家的派头。1995年，彭桓武获得了“何梁何利基金科学与技术成就奖”，在致谢词中，他表示自己还“不够艰苦勤奋”。随后他设立了“彭桓武纪念赠款”，将获得的100万港币奖金悉数捐出，用以帮助那些早期在核工业研究中健康受到损害的同志。从1996年—2004年，共惠及35人。

他一生淡泊名利，谦冲自牧。正如他父亲的咏雪诗里写的，“本来明月是前身，玉骨冰肌别有真。”彭桓武以一颗纯真的赤子之心追求真理，报效祖国。他不计名利，不计得失，无私奉献，如一轮明月映照世间，似一缕清风涤荡人心。

2007年2月28日，彭桓武走完了他光辉灿烂又潇洒出尘的一生。有的人死了，他还活着。太空中那颗名叫“彭桓武”的行星永远记得他，他比星星更耀眼，更闪烁。他身上体现的“热爱祖国、无私奉献，自力更生、艰苦奋斗，大力协同、勇于登攀”的“两弹一星”精神将永远照亮我们前行的路。

测量精度突破经典技术极限
量子精密测量：

□ 卢征天 潘建伟

时间频率的精密测量

高精度时间频率的测量和应用支撑着相关科学研究的发展、经济社会的运行和国家安全系统的建设。高精度时频服务系统是国家战略资源。原子钟所给出的频率和时间标准是目前测量精度最高的基本物理量。同时，原子钟精度的提高也带动其他基本物理量测量、物理常数定义和物理定律检验精度的提高，促进了新物

理的发现和科学技术的进步。在微波段运行的原子钟已被广泛应用于导航、通信等领域。被广泛使用的卫星定位系统（例如我国的北斗导航系统、美国的全球卫星定位系统GPS等）中的每一颗卫星都载有多台微波段原子钟，通过对信号到达的时间做精确测量来给出用户定位信息。由于在导航系统中的关键作用，星载原子钟被喻为卫星导航系统的核心。我国科学家正在积极发展下一代更高精度的星载微波段原子钟，2018年在国际上首次实现了利用激光冷却技术的空间冷原子钟。

由于量子精密测量方法上的突破，在光波段运行的原子钟（简称光钟）具有更高的精确度与稳定度，有望达到10⁻¹⁸量级（即万亿年的误差不过1秒）。光钟技术在近20年来迅猛发展，例如，美国国家标准局研制的铯原子光钟，在不确定度上达到10⁻¹⁸量级、稳定度达到10⁻¹⁹量级，相比微波原子钟进步了至少两个数量级；我国科学家发展的钙离子光钟的不确定度与稳定度均进入10⁻¹⁸量级。同时，我国已布局发展空间光钟，目标是要在太空中把时间频率测量精度提高两个数量级。新一代时间测量与传递技术将为洲际光钟比对、国际“秒”定义的产生作出贡献，为未来引力波探测、暗物质探测等物理学基本原理检验提供新方法。同时，对光信号的高精度相位控制与测量，也会极大地提升未来星地一体量子通信网络的信息传递速度。

量子导航

惯性导航系统是一种不依赖于外部信息、也不向外部辐射能量的自主

式导航系统，具有高隐蔽性、全时空间工作的优势，在国家安全等领域具有重要的应用价值。

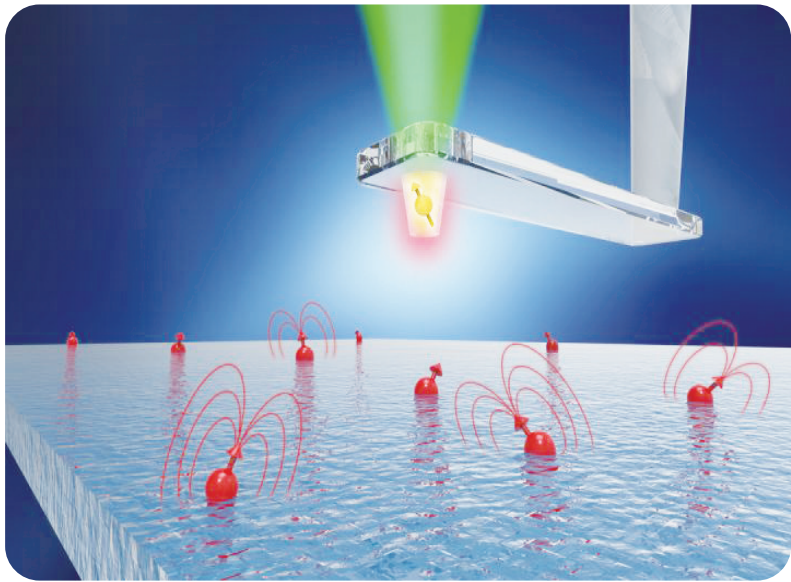
根据公开报道的当前最好的经典惯性导航技术，水下航行100天之后的定位误差将达到100千米量级，还不足以支持长时间的完全自主导航。通过对原子的量子调控，基于原子自旋、冷原子干涉效应的量子陀螺仪和重力仪可实现超高灵敏度的惯性测量，有望达到水下航行100天之后的定位误差小于1千米，实现长时间完全自主导航。因此，基于量子陀螺仪和重力仪的导航系统，在长航时高精度自主导航、前沿物理等领域具有重要应用。此外，高精度的重力测量还可广泛应用于大地测量、资源勘探等领域。

目前，我国研究人员研制成功的原子自旋陀螺原理样机，指标与国外公开报道的最高指标相当；可移动原子重力仪精度已接近国际一流水平，小型移动式冷原子重力仪达到了目前国际上野外连续重力观测的最好水平，为实现高精度自主导航系统奠定了基础。

单量子灵敏探测

对单光子、单电子、单原子、单分子等量子系统的高灵敏度探测具有广泛的应用价值，成为近年来国际物理学研究的热点前沿领域。

单自旋探测技术在量子计算、生命科学、材料科学等领域有广泛应用。我国研究人员利用以金刚石NV色心为代表的固态单自旋体系实现了同时具有高空间分辨率与高灵敏度的磁场探测技术，在室温大气条件下获得了国际上首张单个蛋白质分子的磁



共振谱，为研究单分子、单细胞层面的生物学问题提供了测量基础。该技术也可用于探索微观尺度的磁性质、磁结构等。

单原子探测技术在地球科学、环境监测等领域有广泛应用。我国研究人员发展了新一代激光原子阱单原子灵敏检测方法，可以一个一个地数出环境样品中所含的极微量同位素原子，包括空气中含量仅为百亿亿分之一的氦-81同位素。这一天然示踪剂被用来帮助了解全球与区域性水、冰循环过程，给百万年的古地下水与冰川定年，为气候变化研究、水资源管理提供关键数据。

分子包含电子运动、振动和转动等多个量子化自由度，单分子尺度的量子体系由于具有强烈的空间限域、结构对称性破缺和显著的分立能级结构，表现出十分丰富和新奇的量子效应。我国研究人员利用扫描电镜、原

子力显微镜、拉曼光谱三种探测方法的联用，全面揭示了表面上单个分子的结构与变化，在单化学键精度上实现了单分子多重特异性的综合表征。

近年来，我国学者在量子精密测量方面不断追赶国际先进水平，技术突飞猛进，成果斐然。譬如，在原子钟、量子陀螺仪等方面的关键技术已经接近国际先进水平；在量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场测量等方面已经达到国际先进水平，并取得了一批国际领先的成果。随着研究水平的不断提升和核心竞争力的进一步增强，我国量子精密测量领域将在科学研究、经济生活和国家安全等重大战略需求中发挥重要作用。

