

# 中国科学院研究生院演讲录

## 前沿

## 科学的

【第四辑】

与顶尖科学家相约报告厅  
听一流人文学者讲道科学院

余翔林 主 编  
邓 勇 副主编



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

中国科学院研究生院

演讲录

【第四辑】

# K E XUE DE QIAN YAN 科学的前沿

余翔林 主 编

邓 勇 副主编



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

## 内 容 简 介

中国科学院研究生院从建院伊始,就以面向世界、开放办学为宗旨,聘请世界一流的科学大师、学术巨匠来院授课、讲学。近期以来,一批著名科学家、学者、教授在研究生院(或有关研究院所及论坛)所做的报告或讲座,在研究生中引起了强烈的反响,取得了良好的效果。

这套丛书汇集了各种报告或讲座中具有代表性的一部分,旨在创设一种民主自由的学术氛围,使各种观点、理论相互切磋、撞击,让读者置身于一个清美高洁,又五彩斑斓的学术百花园,濡染芬芳与智慧,激发灵感与理性。同时,让更多的人感受一流科学家、学者、教授的“科学之声”,以及融于其中的“人文之声”和所包容的“文化魅力”。

### 图书在版编目(CIP)数据

科学的前沿/余翔林主编,邓勇副主编. —北京:科学出版社, 2003.7

(中国科学院研究生院演讲录)

ISBN 7-03-011357-8

I. 科… II. 余… III. 邓… IV. 科学技术-概况-世界  
V. N11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 025048 号

责任编辑:林鹏 卢秀娟/责任校对:陈丽珠

责任印制:安春生/封面设计:黄华斌 陈敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2003年7月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2003年7月第一次印刷 印张:10 插页:1

印数:1—5 000 字数:300 000

定价:20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

# 《中国科学院研究生院演讲录》

## 编 委 会

主 编 / 余翔林

副 主 编 / 邓 勇

编 委 / (按姓氏笔画排列)

邓 勇 吕晓澎 余翔林 吴晓东

杨炳忻 赵 力 颜雪红

编委会秘书 / 张兆华

21 世纪,世界已步入了知识经济时代,科技实力决定着国家综合国力的强弱和国际竞争力的高低,而高层次专门人才的数量和质量则是衡量科技实力的决定性因素之一。面对新世纪的严峻挑战,提高研究生教育质量,培养更多高素质的专门人才是建设国家创新体系、实施“科教兴国”战略,增强我国综合国力和国际竞争力的重要途径。

在过去的 50 多年里,中国科学院为国家培养和造就了大批高级科技人才。在新的世纪,中国科学院提出了“面向国家战略需求,面向世界科学前沿,加强原始科学创新,加强关键技术创新与集成,攀登世界科技高峰,为我国经济建设、国家安全和社会可持续发展不断做出基础性、战略性、前瞻性的重大创新贡献”的新的办院方针。在此方针指引下,中国科学院整合全院的教学资源、科技资源和智力资源,组建全新的中国科学院研究生院,对研究生教育体制进行了重大改革。

研究生作为中国科学院从事科学研究的一支重要的生力军和后备军。在人数上将占到整个队伍的一半以上。在新的历史时期,研究生教育是中国科学院可持续发展的生命线。中国科学院研究生院承担着为中国科学院知识创新工程提供人才保障和为国家现



代化建设培养造就高科技人才的重任。

为了培养出更多既具有宽厚扎实的基础知识，又具有敏锐的科学探索精神和活跃的创新思维和创新能力强的高素质人才，中国科学院研究生院从1978年建院伊始，就进行了广泛的探索与尝试，在突出科学教育和创新能力培养的同时，重视全面教育，倡导文理交融、理工结合。聘请一流科学家和知名学者来院授课、讲学就是其中比较重要的举措，这些报告或讲座在研究生中引起了强烈的反响。

余翔林、邓勇等同志将这些报告或讲座汇集起来，编辑了《中国科学院研究生院演讲录》“科学系列”丛书，内容涉及科技、经济、文化、历史、教育、法律等领域的前沿问题。这是一项非常有意义的工作，为广大青年学生和青年科学工作者提供了一系列感受科学家们科学魅力和思想文化魅力的非常有价值的读本，也可做为高等院校加强研究生全面素质教育的参考读物。

余翔林

2002年3月6日



近年来，我们曾邀请过国内外众多著名科学家、学者、教授，在中国科学院研究生院及各研究所和有关论坛，为在读研究生和青年科学工作者开设各种讲座，倡导科学教育与人文教育的结合，使学子们不仅感受到献身科学的精神力量，也感悟到健全人格的内在魅力，使得探索真理，追求自由，完善道德，逐步成为学子们共同的理念，以期有朝一日蔚然成风。

讲座中的热烈场面与洋溢的青春活力，平等有趣的提问与对话，常常使先生们为之感动，学生们为之激动，也每每促使我们萌生编辑这套“科学系列”演讲录的愿望。

回想起 2000 年世纪之交的时刻，一位令中国科学家们敬仰的白发老人——张劲夫同志，发出了“请历史记住他们”的深情呼唤，人们才以惊异的目光，第一次知晓了五六十年代，中国科学院的科学家们在极其艰苦的条件下，以顽强的毅力、科学的智慧、感人肺腑的牺牲精神和创造才干，在“两弹一星”的研制中，为共和国建树了不朽的丰功伟绩。这是一曲“生命精神”的赞歌，她曾感染和引领我们一代又一代的青年学子为祖国的科学事业献身。

在新中国建立以来漫长的 52 年中，中国科学院在郭沫若、方毅、卢嘉锡、周光召、路甬祥五位院长



的领导下，经历了 20 世纪 50 年代的辉煌、60 年代的迷茫，迎来了 70 年代冰消云散的科学春天、80 年代的改革开放、90 年代的大踏步前进和新世纪科技创新全面发展的灿烂阳光。

这期间，中国科学院不仅为共和国创造了伟大的科学成就，也为国家造就了许多科学巨人和科学大师，培育了千千万万的科学青年，成为国家当之无愧的科学研究和科学教育的神圣殿堂。

五十多年来，中国科学院的研究生教育和人才培养一直与国家战略需求及国际科技前沿的重大研究工作相伴而行，并创造了在世界上由国立研究机构独立招收、培养研究生，并授予学位的具有中国特色的学位制度；创造了学位课与研究论文在中国科学院研究生院和各研究所分别进行的两段式培养模式；以及在全面素质教育中突出科学教育和创新能力培养的三项重要经验，从而使中国科学院成为国家高级科技人才培养的重要基地之一，研究生也成为中国科学院科研队伍中一支重要的生力军与后备军，成为中国科学院 21 世纪可持续发展的生命线和保持队伍常新、科学思想常新的源头活水。

为了使学生在学业上及在道德、品性、体魄、心理和文化修养上得到全面发展，成为对国家、对社会有用的人，我们不仅要让学生继承中国知识分子忧国忧民的传统，还要将它与创造新科学、新文化的激情结合起来，使学生在短暂的学习期间能较广博又有选择地吸取人类创造的优秀文化与文明，在民主自由的学术氛围中，使各种观点、理论相互切磋、撞击，产生出新的思想火花，让学生好似置身于一个清美高洁，又五彩斑斓的学术百花园，濡染芬芳与智慧，激发灵感与理性，留下一生中最美好的记忆。

为此，我们编辑了这套“中国科学院研究生院演

讲录”，即“科学系列”演讲集，以期与北京大学等编辑的“思想系列”、“人文系列”演讲集相映成辉，成为学生们心仪的读物。

王国维先生曾说：“无高尚伟大之人格，而有高尚伟大之文章者，殆未之有也。”推崇“高尚人格”为做人、做学问之基础。

杨振宁先生也曾多次引用古诗：“性灵出万象，风骨超常伦”来比喻科学创造中“性灵”与“风骨”的重要，以弘扬中国文化之真传，愿以此语与年青的朋友们共勉。

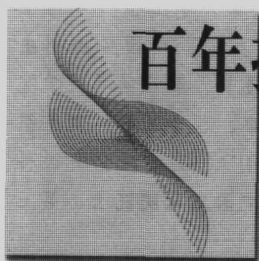
《中国科学院研究生院演讲录》编委会

2001年8月30日

目  
录

|         |                                     |       |
|---------|-------------------------------------|-------|
|         | 序                                   | (1)   |
|         | 前言                                  | (3)   |
| 路甬祥     | 百年技术创新的回顾与展望                        | (1)   |
| 邹承鲁     | 生物学走向 21 世纪的挑战                      | (21)  |
| 唐有祺     | 化学学科的发展历程                           | (31)  |
| 石元春     | 农业和农业科技展望                           | (41)  |
| 黄荣辉     | 中国的重大气候灾害                           | (57)  |
| 范维澄     | 关于火灾安全科学                            | (85)  |
| 陈和生     | 阿尔法磁谱仪及其首次飞行物理<br>成果*               | (103) |
| 肖云汉 黄伟光 | 能源高技术发展势态                           | (129) |
| 陈 波     | 短波光学及其应用                            | (145) |
| 王占国     | 半导体材料研究的新进展                         | (173) |
| 程国栋 李锐  | 生态环境建设:西部地区的重中之重                    |       |
| 张志强     |                                     | (193) |
| 杨勤业 申元村 | 黄土高原的植被恢复与建设                        | (213) |
| 牛文元     | 可持续发展战略:<br>中国 21 世纪发展的必然选择         | (225) |
| 刘 钝     | 李约瑟:科学、正义与进步                        | (239) |
| 顾海兵     | 科学计算奥运经济账                           | (261) |
| 金 磊     | 对防灾减灾和科技奥运的思考:<br>兼议北京城市综合减灾规划的实施问题 | (277) |
| 高登义     | 知天知己 其乐无穷                           | (295) |





# 百年技术创新的回顾 与展望

»路甬祥

## 作者小传

**路甬祥** / 流体传动与控制专家。1964年毕业于浙江大学。1981年获德国亚琛大学工程科学博士学位。曾任浙江大学副校长、校长，中国科协副主席。现任全国人大常委会副委员长、第三世界科学院副院长、国际科学院理事会理事、联合国教科文组织科学与技术伦理委员会委员、IFAC副主席、中国科学院院长。现为中国科学院、中国工程院院士、第三世界科学院院士。

在机械工程特别是流体传动与控制、工程教育等领域做出了贡献，曾在国内和欧、美等获得18项专利，在国内外发表200多篇重要的科学研究和工程教育论文及两本科学著作。

在前人工作的基础上，创造性地提出了“系统流量检测力反馈”、“系统压力直接检测和反馈增新原理”，并将其应用于先导流量和压力控制器件，将此技术推进到一个新阶段，使大流量和高压领域内的稳态和动态控制精度获得量级性提高。并运用这些原理和机-电-液一体插装技术相结合，推广应用于阀控、泵控和液压马达等控制，成功地研究开发了一系列新型电液控制器件及工程系统，该技术被认为是20世纪80年代以来电液控制技术的重大进展之一。这些项目曾获1988年、1989年国家发明奖二等奖、三等奖和光华科学基金特等奖、国家教委、机电部一等奖、浙江省科技进步一等奖，并被德国、日本、瑞典等许多国家列入教材与手册。



20 世纪, 人类科学知识的空前积累, 技术创新与生产力的飞速发展, 社会财富的不断增值, 奇迹般地改变了世界的面貌。与此同时, 人类社会也经历了一系列的冲突、变革和动荡, 出现了世界范围的政治、经济乃至军事等方面国际关系的裂变和重组。两次世界大战的浩劫与连绵不断的局部战争, 殖民体系的瓦解和社会主义、民族主义浪潮的起伏, 经济全球化、信息化的冲击, 南北两极分化的加剧, 以及人类赖以生存的生态环境遭到灾难性的破坏和自然资源的枯竭等, 都将作为 20 世纪人类文明的遗产对新世纪人类社会的发展带来深刻而长远的影响与挑战。

回顾刚刚过去的 20 世纪, 考察纵贯 100 年来技术创新的历史轨迹, 分析它给予生产力发展和人类文明进步的巨大贡献, 以及所带来的种种矛盾与新的挑战, 全面而深刻地理解和把握 20 世纪技术创新与发展的本质、特征与规律, 以及技术与科学、社会的相互作用的关系等, 展望 21 世纪技术发展的大趋势及将对人类社会产生的影响无疑具有重要的意义。

## 一、20 世纪的现代技术创新是推动 生产力发展和人类社会进步的 关键因素

进入 20 世纪, 人类在技术领域获得了前所未有的创新成就: 在合成化工、能源与环保、材料与先进制造、航空航天、微电子与光电子、自动控制、计算机与通讯网络、科学仪器与生物医学工程、纳米技术与微机电系统等领域中, 高新技术创新层出不穷, 成为推动生产力空前发展和人类社会进步的决定性因素, 极大地改变了人类的生产与生活方式; 促进了工业化与城市化的进程, 缩小了三大差别, 影响了人类社会的组织结构, 人类的思维模式和观念; 为人类认识世界与改造世界提供了新的工具、方法

与手段，使人类社会发生了空前的变化与进步。

### 1. 现代技术的创新与解放拓展了人类的体力和脑力

人类的体力和脑力一般是通过创造和使用工具发挥作用的，生产工具进步的标志一般由制作工具的材料、结构、动力以及动力传递与控制这四个因素决定的，其中尤以动力传递与控制因素最为重要。

从17世纪的产业革命开始，手工工具被机器所取代，人、畜、水力被蒸汽机动力所替代。电力技术革命发生之后，结构复杂庞大的蒸汽机与机械传动机构被汽轮机、发电机与电动机所取代，从而使得动力机械和工作机器在结构、动力传递等方面发生了一场新的革命。20世纪下半叶以来，以微电子、半导体、集成电路为标志的现代电子技术革命，更使机器的整体结构与控制部分发生了根本性的变化。首先是程序控制机床与自动生产线，接着是生产过程采用电脑控制的柔性自动生产线与计算机集成制造系统，智能化机器人的出现以及机电一体化产品所形成的智能化的机器体系，实现了用机器（计算机）代替人对机器的操纵与控制，计算机进入到生产、生活和社会的管理领域，解放和拓展了人类的体力和脑力。

各种家用电器的发明与普及，办公自动化和弹性工时制的实现等，不但使人类摆脱了繁重的体力劳动，甚至一部分脑力劳动也已经被机器所替代，从而提高了工作效率，缩短了劳动时间，使人类有更多的自由从事学习、创造与休息，引发社会生产力新的革命，推动了人类传统的生产方式、生活方式和社会组织结构的变更，促进了人类文明进步。

### 2. 现代技术的创新拓展了人类活动的时空

继铁路运输业发展之后，19世纪末，汽车的发明和规模化生产以及高速公路的出现引发了交通运输领域的一场新的革命。其后果不仅扩展了人的活动范围，改变了人们的生产、流通和生活方式，也改变了城乡发展的整体格局，带动了制造技术与管理

工程的现代化,推动了材料与制造产业的发展和工业化经济的持续繁荣。汽车和高速公路已成为国家与地区工业化、现代化的重要标志和不可逾越的发展阶段。

1903年,美国莱特(Orville Wright, 1871~1948; Wilbur Wright, 1867~1912)兄弟发明了飞机,这项发明和后来的发展不但使人类飞翔的梦想得以实现,而且大大克服了高山与大洋对人类活动范围的天然阻隔。到20世纪末,几乎所有的远程客运与快运都依靠航空运输,中短程的航空客运量也在大幅度上升。

1903年,俄国科学家齐奥尔科夫斯基(K.Tsiolkovskii, 1857~1935)发表了火箭运动方程;1926年,美国戈达德(H.Goddard, 1882~1945)成功地发射了世界上第一枚液体燃料火箭,最终导致航天器的诞生,使人类实现了宇宙航行的梦想;1957年,苏联用洲际导弹的火箭装置将世界第一颗人造地球卫星送上太空;1969年,美国“阿波罗”11号飞船登上月球;1971年,苏联建造宇宙空间站,使人类首次在太空中有了活动基地;1981年,美国首次发射哥伦比亚号航天飞机成功,人类从此可以自由往返太空。20世纪90年代以后,人类开始了深部宇宙探测活动。

在20世纪,人们研制发展了电子显微镜(1931)、射电天文望远镜(1937)、空间天文望远镜、X光与核磁共振扫描仪、隧道扫描显微镜和原子力显微镜等观察仪器,创造了超级粒子加速器和碰撞机、同步辐射光源和宇宙线探测装置等。目前,人们运用光学望远镜、射电望远镜、空间天文望远镜等大型天文仪器,可观测到大约 $1.3 \times 10^{10}$ 光年的宇宙空间(约百亿光年的距离);通过隧道扫描显微镜等可观测到纳米( $10^{-9}$ 米)尺度的微观范围;更小的尺度则利用加速器进行间接观测,精度已达到 $10^{-18}$ 米。也就是说,现代科学仪器使人类的视野横跨44个数量级的空间尺度,极大地拓展了人类的观察能力。

今天,在高速发展的通讯卫星、宽带网络、蜂窝移动电话、超级计算机以及其他先进技术的推动下,信息技术所带来的影响的深度和广度空前发展。信息技术在金融、商业、教育、医疗保

健、管理服务等领域带来了新的突破。至 2001 年 5 月, 全球网民数量已逾 3.32 亿, 中国网民也达 2600 万户。在中国, 已经有超过 400 万名学生接受国家卫星电视大学教育。远程教育已从根本上改善了知识传播的效率、多样性和全球化程度。在过去的 10 年中, 全球远程医疗也开始取得了显著的成果。

### 3. 现代技术的创新不断提高人类的生活质量和健康水平

20 世纪, 电视、洗衣机、吸尘器、微波炉等家用电器的不断创新, 不但引起“厨房革命”, 而且带来家庭角色分工、生活方式的改变, 并且改善和提高人们的生活质量。

20 世纪, 抗生素和免疫疗法的发明与发展使人类基本摆脱了传染病的困扰; 维生素和氨基酸的人工提取与合成提高了人类的营养水平; 各种医疗诊断与治疗仪器及其技术的发明和发展使人类有可能从整体水平、器官水平、细胞水平乃至分子水平上, 充分而准确地以数据和图像形式获取反映人体健康与病变所形成的结构与功能变化, 显著提高了疾病的临床诊断和防治水平。

1953 年, 科学家沃森 (J.D.Watson, 1928~) 和克里克 (F.H.C.Crick, 1916~) 构建了 DNA 双螺旋分子模型之后, 分子生物学迅速兴起。1973 年至 1974 年科恩 (S.N.Cohen, 1922~) 和博耶 (H.W.Boyer, 1936~) 发明了 DNA 重组技术。在此基础上, 博耶于 1976 年成功地运用 DNA 重组技术制成人的生长激素, 1983 年, 人的生长激素产品进入市场。1976 年由博耶加盟的 Genentech 公司成立, 这是继成立于 1971 年的 Cetus 公司之后的世界第二家基因工程公司, 从此引发了 70 年代末、80 年代初的基因工程工业化的热潮。到 1981 年美国就成立了 200 多家生物工程公司。现代生物工程由此崛起, 它包括基因工程、细胞工程、酶工程与发酵工程等。从 1985 年开始, 日本、美国等又着手研究新一代生物技术——蛋白质工程, 这项技术将用来开发多元疫苗、新抗癌药、激素等。现代生物技术是人类认识能力的又一重大突破, 到 20 世纪末, 全世界已有 50 多个国家和地

区拥有生物工程企业。据有关资料统计,迄今生物工程所获得的产品不少于160种。这些最新成果已经对人类健康、生命质量、农业生产及其产品的加工产生了积极而深远的影响。基因诊断、基因治疗和基因药物等的出现也将给人类健康带来福音。

人类社会在20世纪虽经两次世界大战的浩劫,但100年来人类的平均寿命延长了20余岁。19世纪末,世界平均人口寿命大约只有40岁,据美国商业部最新发表的一份报告指出,1997年世界平均人口寿命已达到62.27岁。中国人1949年的平均寿命为35岁,1996年增长到70.8岁(1999年《中国人口》公布)。这应当在很大程度上归功于人类生活水准的提高以及现代生物医学技术发展所做的贡献。可以预见,随着科技发展和社会进步,世界的人口寿命以及生命和生活质量将得到进一步提高。

#### 4. 现代技术的创新提高了人类开发利用自然资源的水平

20世纪,人类除了开发利用传统的自然资源——农产品、矿产品、化石能源——满足人类在衣、食、住、行方面越来越多的需求以外,最值得一提的是以煤化工和石油化工为基础的高分子合成材料的发明与发展。性能多样的金属材料、高等陶瓷、功能晶体、碳素材料以及复合材料的发明相继问世,并已成为现代能源、运载工具以及一切民用与国防装备的基石。至今世界上的结构与功能材料已有数十万种,并继续以每年大约5%的速度递增。

20世纪下半叶,硅材料的开发利用,以半导体、大规模集成电路、计算机以及光纤和因特网为标志的信息时代的到来,充分显示了新材料及相关工艺技术是现代高新技术创新发展的关键因素之一。

技术与生产规模空前发展,导致自然资源濒临枯竭,生态环境严重恶化。20世纪60年代起,人类开始认识到:只有走与自然协调发展之路才能保持人类社会的可持续发展。人们开始致力于发展可再生利用技术,发展环境友好的工艺技术及可自然降解

