



弘扬百年清华文化，

传递清华人的时代声音，

展现社会热点中的清华视角，

凸显世界发展中的清华力量。

# CONTENTS

# 目录

总第 129 期



## 专 题

### 06 国家最高科学技术奖获得者中的清华人

08 黄昆：世界著名的固体物理学家

11 金怡濂：中国巨型计算机之父

13 刘东生：地学泰斗

17 王永志：中国载人航天工程的技术“领头人”

21 叶笃正：气象大家

26 吴征镒：中国植物“活词典”

30 吴良镛：人民建筑师

34 郑哲敏：中国爆炸力学的开拓者

37 刘永坦：中国“海防长城”铸造者

41 王大中：倾情一生寄核能

47 薛其坤：追梦量子世界



## 特 稿

### 51 清华大学全球战略：做世界的水手，奔赴所有的港口

——访清华大学经管学院教授酆金梁



## 清华人物

57 师者于歆杰

64 张天宇：从“小镇做题家”到大都市智慧出行“答题人”







## 无问西东

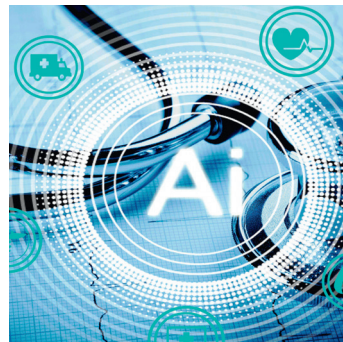
68 于天宇：从探路者到观星者



## 时代视窗

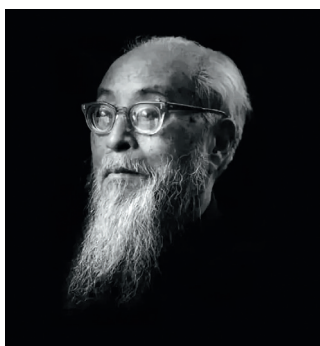
74 陈健：找合伙人，要用每一个人发自内心的力量

77 王小川：主观意志改变客观世界，就是创业创新的本质



## 档案故事

82 黄宏嘉写给友人的一封信

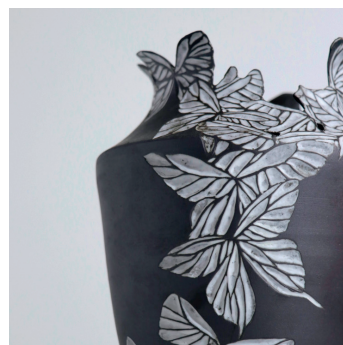


## 旧文新读

86 冯友兰：八十年读书经验

## 艺术天地

88 清华大学美术学院 2024 届毕业生作品展（上）



## 专栏

95 言志行：让我儿女也远望

## 主管 / 主办

主 管 中华人民共和国教育部

主 办 清华大学

出 版 《水木清华》编辑部

编 委 董吉男 方红卫 郭 櫟  
郭 谦 韩景阳 胡 钰  
金富军 兰 春 李 军  
李 竹 鲁晓波 梅向荣  
潘福祥 祁 斌 覃 川  
施锦珊 史宗恺 唐 杰  
王 正 吴华强 向波涛  
袁 桅 张 婷 张 伟  
郑健力 朱 兵 朱邦芬

(按姓氏字母排列)

总 编 辑 史宗恺

主 编 董吉男

执行主编 王 正

责任编辑 王 正

编 辑 李 彦 朱芙蓉

美术编辑 蔡 颖

封面设计 陆卫东

封底绘画 高冀生

## 发行 / 印刷

国内刊号 CN11-5883/C

国际刊号 ISSN 1674-8476

广告许可证号 京海工商广字第 0081 号

发 行 清华校友总会

定 价 人民币 20 元 / 港币 40 元 / 美金 20 元

印 刷 北京博海升彩色印刷有限公司

指导单位 清华校友总会

清华大学教育基金会

刊 址 清华大学新林院 7 号

邮 编 100084

电 话 010-62796340 62797455

投稿邮箱 smth@tsinghua.org.cn

网 址 www.tsinghua.org.cn

本刊记者、撰稿人授权本刊声明：

本刊所刊其作品，未经许可，不得转载、摘编；

本刊所发文章仅代表作者个人观点，不代表本刊立场。

本刊法律顾问：丁宇魁律师



服务校友成长 关注未来发展  
开拓国际视野 传承清华文化



水木清华 (双月刊) 第 129 期

## 捐订信息

捐订金额 中国大陆 100 元 / 年, 260 元 / 三年  
港澳台 200 港币 / 年, 500 港币 / 三年  
国外 100 美元 / 年, 260 美元 / 三年

在线捐订 登陆清华校友网 (www.tsinghua.org.cn)  
→校友期刊→我要捐赠

微信扫码“清华人”小程序认证校友, 通过  
【校友服务-期刊订阅】线上订阅



现场捐订 北京市海淀区清华园街道中关村东路 1 号院清华科技园  
科技大厦 C 座 1903

邮局汇款 (通过中国邮政储蓄银行)  
收款人 清华校友总会  
地址 北京市海淀区清华大学 (100084)

特别说明 邮局汇款附言请注明“《水木清华》”和捐赠人姓名、  
电话、入学年等；切勿出现“订阅、赞助、订购、货款、  
费用”等其他字样。

咨询电话 010-62797455 62797884



# 清华文创

## 日晷经典摆件

3D  
技术等比例复刻



清华印象二校门店：清华大学照澜院16号  
清华印象紫清店：海淀区紫清大厦1层109  
清华印象C楼店：清华大学C楼B1层D12  
联系方式：010-62782260



扫码了解/购买



公众号

# 国家最高科学技术奖获得者中的清华人

■ 本刊编辑部

1999年5月23日，朱镕基签署中华人民共和国国务院第265号令，发布实施了《国家科学技术奖励条例》。历经4次修订后，国家科学技术奖励制度更加完善，形成了国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖和国际科学技术合作奖五大奖项。

国家最高科学技术奖于2000年首次颁奖，是中国科技界的最高荣誉，国家最高科学技术奖不分等级，每次授予人数不超过2名。

国家最高科学技术奖报请国家主席签署并颁发证书和奖金。奖金数额由国务院规定。获奖者的奖金额为500万元人民币，450万元由获奖者自主选题，用做科研经费，50万元归获奖者个人所属。

2019年1月8日，2018年度国家科学技术奖奖金标准进行了调整。其中，国家最高科学技术奖奖金额度由设立之初的500万元/人调整为800万元/人，奖金分配结构调整，全部由获奖者个人支配。

2019年1月8日，按照党和国家功勋荣誉表彰制度体系的奖章规制，首次设计制作了国家最高科学技术奖奖章。

2004年，国家最高科学技术奖第一次出现空缺。

2016年，国家最高科学技术奖第二次出现空缺。

截至2024年6月，共有37位杰出科学工作者获得国家最高科学技术奖，其中有11位清华人，他们分别是——



黄昆

获奖年度  
2001

1919.9.2-2005.7.6

世界著名物理学家，对固体物理学作出了许多开拓性的重大贡献，是我国固体物理学和半导体物理学的奠基人之一。



金怡濂

获奖年度  
2002

1929.9.5-

我国高性能计算机领域的著名专家，先后提出多种类型、各个时期居国内领先或国际先进水平的大型、巨型计算机系统的设计思想和技术方案。



刘东生

获奖年度  
2003

1917.11.22-2008.3.6

在中国的古脊椎动物学、第四纪地质学、环境科学和环境地质学、青藏高原与极地考察等科学研究领域中，特别是黄土研究方面取得了大量的研究成果。





王永志

获奖年度  
**2003** 1932.11.17-2024.6.11

我国第二代远程战略导弹、运载火箭和载人航天学术技术带头人，地地导弹和运载火箭系列总设计师，载人航天工程首任总设计师。



吴良镛

获奖年度  
**2011** 1922.5.7-

新中国建筑教育的奠基人之一。长期从事建筑与城乡规划基础理论、工程实践和学科发展研究，创立了人居环境科学及其理论框架。



王大中

获奖年度  
**2020** 1935.2.11-

在先进核能技术研发领域耕耘数十年，主持研究、设计、建造了世界上第一座5兆瓦壳式一体化低温核供热堆和世界上第一座具有固有安全特征的10兆瓦模块式球床高温气冷实验堆。担任清华大学校长期间，积极探索中国特色世界一流大学建设道路，为中国高等教育改革发展作出了重要贡献。



叶笃正

获奖年度  
**2005** 1916.2.21-2013.10.16

开创青藏高原气象学，创立大气长波能量频散理论，创立东亚大气环流和季节突变理论，创立大气运动的适应尺度理论，开拓全球变化科学新领域，为我国现代气象业务事业发展作出卓越贡献。



郑哲敏

获奖年度  
**2012** 1924.10.2-2021.8.25

我国爆炸力学的奠基人和开拓者之一，中国力学学科建设与发展的组织者和领导者之一。他长期主持力学学科发展规划的制定，倡导建立了多个新的力学分支学科，并作出了重要的学术贡献。



薛其坤

获奖年度  
**2023** 1963.12.19-

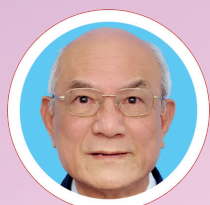
凝聚态物理领域著名科学家，取得多项引领性的重要科学突破。率领团队首次实验观测到量子反常霍尔效应，在国际上产生重大学术影响。在异质结体系中发现界面增强的高温超导性，开启了国际高温超导领域的全新研究方向。



吴征镒

获奖年度  
**2007** 1916.6.13-2013.6.20

著名植物学家，从事植物学研究和教学七十年，是我国植物分类学、植物系统学、植物区系地理学、植物多样性保护以及植物资源研究的著名学者。



刘永坦

获奖年度  
**2018** 1936.12.1-

我国著名的雷达与信号处理技术专家，我国对海探测新体制雷达理论奠基人，致力于对海远程探测技术的研究，成功实现了对海新体制雷达理论、技术和工程应用的全面自主创新。

（本刊编辑部根据主流媒体公开报道编辑整理）



# 黄昆：世界著名的固体物理学家

黄昆 1919 年 9 月 2 日出生于北京，浙江嘉兴人，著名固体物理、半导体物理学家，中国科学院院士。1941 年毕业于燕京大学，1942 年考取西南联合大学理论物理研究生，1945 年赴英国布里斯托大学留学，1948 年获英国布里斯托大学博士学位。曾任中国科学院半导体研究所研究员、所长等职。先后获得 1995 年何梁何利基金科学与技术成就奖、1996 年陈嘉庚数理科学奖、2001 年度国家最高科学技术奖。

半导体学科随着半导体产业和信息产业的发展，其战略意义日益凸显。黄昆先生正是中国半导体学科的奠基人，是中国半导体学界的一代宗师。

## 世界固体物理学大师

2001 年，黄昆获国家最高科学技术奖。一开始，当得知中国科学院要推荐自己时，黄昆就表示，早年曾经做过一些工作，但自己岁数大了，不应该再把这样的最高荣誉授给他，应该考虑其他更合适的人。为此，他还亲笔给中国科学院半导体所所长郑厚植写了书面意见，表达了他的想法。所里向黄昆作了解释，推荐他申报国家最高科学技术奖，不是个人行为，是组织决定，是中国科学院的决定。

1951 年黄昆回国后在北京大学物理系任教。1952 年国内院系调整，北大物理系成为国内物理学重地，饶毓泰、叶企孙、周培源等物理学泰斗齐聚一堂，北大物理系的学生人数也大幅增加。黄昆全身心投入基础物理教学研究中，潜心培养中国新一代物理学人才。

在黄昆的倡议和坚持下，北大开设了固体物理课，并创建了中国第一个半导体物理专业。黄昆邀



请国内与苏联的多位物理学家为学生讲授固体电子论、半导体物理等课程。那个年代，固体物理、半导体物理学都没有现成的教科书，他就花费大量时间和精力编著了《固体物理学》《半导体物理学》（与谢希德合著）等教材。可以说，黄昆在北大物理系的教学与研究工作，开创了固体物理在中国的学科发展，为中国半导体科学技术的发展奠定了基础。

中国科学院院士王阳元上大学的第一节课便是黄昆先生教的“普通物理”。他说：“他（黄昆）每讲一节 1.5 小时的课程，要花费 10 小时的时间备课，如此严谨的治学态度和对物理学深入剖析及其卓越的逻辑思维能力，以及一切从实际出发、求真求实的科学作风，一点一滴地影响着我的治学、做人与育人。”

黄昆的名字在国际物理界沉寂了多年，《稀固溶体的 X 光漫散射》发表 20 年后，黄昆的理论被德国科学家在实验室中证实；1972 年第一届关于极

化激元的国际学术会议召开时，黄昆 20 年前的论文被重新刊印，他的开创工作得到高度评价。在他多年前的学术成果不断得到国际学界的承认与褒奖时，他却默默奉献在执教第一线，为了中国的物理学教育不辞辛苦、全心奉献。他说：“回国后全力以赴搞教学工作，是客观形势发展的需要，是一个服从国家大局的问题。这也并非我事业上的牺牲，因为搞教学工作并没影响我发挥聪明才智，而是从另一方面增长了才干，实现了自身价值。”

1977 年，邓小平亲自点名，让黄昆担任中国科学院半导体研究所所长。黄昆担任所长期间，调整半导体科研方向、重新组织科研队伍，还加强和建立了半导体物理研究队伍。同时，他也迎来了自己科研事业的“第二春”。黄昆针对国际上在多声子无辐射跃迁理论中出现的疑难问题，重新开展了研究。1979 年，黄昆受邀访问意大利国际理论物理中心，这不仅是黄昆个人在国际学术舞台上的复出，也是中国物理学的复出。他建立的“统一理论”成为连续三届国际半导体物理会议上的“新宠”。

1985 年，黄昆与合作者朱邦芬院士推出了“黄—朱模型”，提出并发展了关于半导体超晶格光学振动的理论。他们又在“黄—朱模型”的基础上，提出了国际上第一个系统的多量子阱和超晶格中光学声子拉曼散射微观理论。这个冠以“黄”姓的新的理论模型出现后，很少有人知道这位“黄昆”就是与玻恩等大师同时代、共合作的那位“黄昆”。国际著名的固体物理学家、德国马普学会固体物理研究所前所长卡多纳教授满是敬意地说：“他好比现代的凤凰涅槃，从灰烬中飞起，又成为世界领头的固体物理学家。”

## 物理系“剑客”名动欧洲

黄昆 1937 年中学毕业后，根据自己的兴趣报考



黄昆在燕京大学物理实验室里

了燕京大学物理系。当时的燕京大学物理系已成立十余年，教学氛围求实、宽松，尤其注重培养高层次物理人才。黄昆在大学期间广泛涉猎、自主学习，并醉心于研究刚刚创立的新学科——量子力学。他的毕业论文《海森堡和薛定谔量子力学理论的等价性》就是在自学的基础上完成的。

1941 年，大学毕业的黄昆经推荐到西南联大物理系任助教，第二年考取了西南联大理论物理系的研究生，师从著名物理学家吴大猷。战时的西南联大环境异常艰苦，但聚集了多所大学的师资力量。以黄昆所在的西南联大物理系为例，集中了清华大学、北京大学、南开大学三所学校物理系的精英，名师云集、人才济济。同班同寝的黄昆、杨振宁、张守廉三人经常因为物理学等各种问题争论不休，被称为西南联大“三剑客”。提起这段经历，杨振宁说：“我一生中最重要的一年，不是在美国做研究，而是当时和黄昆同住一舍的时光……正是这些争论，使我找到了科研的感觉。”黄昆则称赞杨振宁是“天才”，“跟他讨论问题，我觉得在当时对我有很大好处……因为毕竟他的天赋更高一些”。

1945 年，黄昆考取了“庚子赔款”公费生赴英国深造，跟随著名理论物理学家莫特教授攻读博士学位，研究方向是新兴的物理学分支——现代固体物理学。1947 年春，黄昆完成了“稀固溶体的 X 光





黄昆（左）、杨振宁（中）、朱邦芬（右）三位院士合影

漫散射”研究，提出了固体中杂质缺陷导致X光漫射的理论，开创了X射线研究的新领域，后来这种现象在国际上以黄昆的姓氏命名为“黄漫散射”。同年，黄昆完成了《金银稀固溶体的溶解热和电阻率》的论文，开始在固体物理领域初露锋芒。

博士毕业前，黄昆到爱丁堡大学做交流学者。在这里他遇到了量子力学、晶格动力学的开创者，诺贝尔奖获得者马克斯·玻恩。玻恩注意到黄昆对物理学有深刻的洞察力与理解力，他对这位既懂德语又熟悉晶格动力学理论的年轻人赞赏不已。玻恩把自己的晶格动力学书稿框架交给了黄昆，希望与他合作完成。

黄昆对书稿作了大量增补，不仅以严谨的论述和非常清晰的物理图像对固体物理学的最基本领域进行了系统阐述，而且还以一系列创造性工作完善和发展了这门学科的理论。《晶格动力学理论》自1954年问世，一版再版，经久不衰，黄昆的贡献让《晶格动力学理论》成为该领域的第一部权威专著和标准参考文献。英国剑桥大学科学委员会主席艾利奥特说：“我是在学习玻恩和黄昆合著的《晶格动力学理论》一书，受到教益和启发以后，才开始研究晶格动力学的。玻恩在该书的序言中写道：“本书之最终形式和撰写应基本上归功于黄昆博士。”他还曾两次在写给爱因斯坦的信中提到黄昆，他说：

“书稿内容现在已经完全超越了我的理论，我能懂得年轻的黄昆以我们两人的名义所写的东西，就很高兴了。”

在撰写《晶格动力学理论》的同时，黄昆在利物浦大学理论物理系任博士后研究员。这一时期的黄昆在科研活动中踊跃攀登，硕果累累。黄昆提出了“黄方程”和“声子极化激元”的概念，又与李爱扶共同提出多声子的辐射和无辐射跃迁的量子理论，被称为“黄—里斯理论”，这些开拓性成果推动了新分支学科的诞生，奠定了黄昆在固体物理学领域举足轻重的地位。

### “我自己对自己影响最大”

锐意创新、严谨治学是黄昆一生的原则。他认为，对科研工作者来讲：“一是要学习知识，二是要创造知识……归根结底在于创造知识。”谈到创新，他说：“我文献看得比较少，因为那样容易被别人牵着鼻子走，变成书本的奴隶”，“我喜欢与众不同，不喜欢随大流。如果跟着大家做，就没有什么意思。”正是这种治学风格，使黄昆在学术上屡屡攻城掠地，一系列以他姓氏命名的“黄”氏理论就是例证。

长期和黄昆合作研究的朱邦芬院士回忆，黄昆每研究一个问题，每评阅一篇论文，总喜欢“从第一原理出发”，即先不看已有文献，而是独立地从最基本的概念开始理清思路。这种自主学习研究的习惯是在他中学时养成的。黄昆自己回忆上中学时，伯父要求他做完课本上所有数学题，因忙于做题，便很少去看书上的例题，“这一偶然情况有着深远影响，使我没有训练出‘照猫画虎’的习惯”。

当被问及“谁对您的一生影响最大？”时，他语出惊人：“我自己对自己影响最大。像我这样考虑问题，没有太大的天赋也能做出很好的工作”。

# 金怡濂：中国巨型计算机之父

金怡濂 1929 年 9 月 5 日出生于天津，中国高性能计算机领域著名专家，中国巨型计算机事业开拓者，“神威”超级计算机总设计师，有“中国巨型计算机之父”美誉。

1951 年毕业于清华大学电机系，1994 年当选为中国工程院首批院士，荣获 2002 年度国家最高科学技术奖；2010 年 5 月国际永久编号“100434”这颗小行星以金怡濂的名字命名。

金怡濂作为运控部分负责人之一，参加了中国第一台通用大型电子计算机的研制，此后长期致力于电子计算机体系结构、高速信号传输技术、计算机组装技术等方面的研究与实践，先后主持研制成功多种当时居国内领先地位的大型计算机系统。在此期间，他提出具体设计方案，作出很多关键性决策，解决了许多复杂的理论问题和技术难题，对中国计算机事业尤其是并行计算机技术的发展贡献卓著。

## 缘定一生

金怡濂 1947 年毕业于天津耀华中学，同年秋考取了清华大学电机系，和曾任国务院总理朱镕基是同届同班同学。据他们班的同学回忆，大学一年级时住 8 人一间的大宿舍，晚上没法自习，金怡濂每天晚饭后就早早去图书馆，或者是在晚上不熄灯的大餐厅占个位子，自习到寒宵夜重时。

1951 年，刚毕业的金怡濂和系里其他 5 名同学被分配到部队。

1956 年，周总理亲自领导制定中国《科学技术发展 12 年远景规划》，其中，“计算技术”成为重点发展的学科。根据远景规划，中国政府迅速选派了一个由 20 人组成的进修队赴苏联学习计算机。27 岁的金怡濂非常幸运地成为其中一员，他和同伴



肩负重任，如饥似渴地享受着这一新兴学科的滋养。

1956-1958 年，金怡濂在苏联科学院精密机械与计算技术研究所进修电子计算机技术。

1958 年，回国后的金怡濂参加了中国第一台大型电子计算机 -104 机的研制。此后金怡濂没有离开过计算机研制领域，即使单位从北京迁到大西南的山沟里，且这一去就是整整 20 年，他也始终无怨无悔地钟情于计算机。

金怡濂曾回忆当时之难：为了查询资料，他得先坐大卡车爬半天山路，然后再坐硬座火车，经过两三天的时间才能到北京、上海。回来时，再给同事们捎回肥皂、牙膏、糖果……

当时，国家电子工业基础薄弱，数以万计的组件要靠钳子、螺丝刀、电烙铁甚至是指甲刀，一个一个组装起来。金怡濂白天开会学习文件，晚上审看图纸。一台机器下来，金怡濂指导设计和审看的图纸摞起来像座小山……

在被封锁的年代，即使取得了很大的成就，金怡濂也不敢有丝毫懈怠。

“中国不能没有自己的巨型机！”一件事情的刺激，曾让金怡濂刻骨铭心。

那时刚刚改革开放。因为需要，国家有关部门花大钱从国外进口了一台巨型计算机。然而，居然还要花钱雇来两个“洋监工”。

他们在大机房中隔出一间控制室，监视机器的使用。有一个小房子，外方人员不准中国人进入。为了确保中方不能接触到机器的核心技术，机器也只能用于合同上规定的用途，甚至连开机、关机也得由“监工”来做。

“真正的高技术是花钱买不来的，中国一定要加速发展巨型机！”金怡濂常常用这件事告诫他的助手们。

1992年，国家并行计算机工程技术研究中心成立，金怡濂出任主任。他把目标瞄向“千亿次”。

1994年，金怡濂当选为中国工程院首批院士。1994-2000年，当选为中国工程院主席团成员和中国工程院信息与电子工程学部主任。

2001年，金怡濂领导设计的“神威Ⅱ”巨型计算机运行速度达到13.1万亿次，无论从峰值速度，还是持续速度，均超过了当时世界上性能最高的计算机。

2003年2月28日，2002年度国家科学技术奖励大会在人民大会堂隆重举行，胡锦涛总书记主持。金怡濂院士是本届最高科学技术奖唯一获奖者，江泽民主席向金怡濂颁发了获奖证书和500万元的奖金。

## 科研成就

金怡濂是中国计算机事业的一颗“火种”。

他曾经说，是新中国的计算机事业挑选了他，而不是他挑选了计算机。

20世纪50年代到60年代末，金怡濂作为技术骨干、运控部分技术负责人，相继参加了中国第一台大型电子计算机和多种通用机、专用机的研制。20世纪70年代初，金怡濂敏锐地认识到双机并行在性能、可靠性、可用性和可维性上比单机将有较大提高，提出了双机并行计算设计思想和实现方案。70年代后期，金怡濂与其他科学家一起，主持完成了多机并行计算机系统的研制，取得了中国计算机技术的突破。他运用Markov链随机过程方法，分析主存供数矛盾，提出了混合互连网络方案，解决了多机系统中互连拓扑结构的难题；运用叠堆原理，分析、解决了小信号高速传输问题；提出系统重新组合，运行、维护两个系统并行互不干扰的思路，提高了机器的可用性。

20世纪80年代中期，随着微处理机芯片迅速发展，金怡濂预见到大规模并行处理计算机将成为国际巨型机发展的主流，提出了基于通用CPU芯片的大规模并行计算机设计思想、实现方案和多种技术相结合的混合网络结构，解决了240个处理机互连的难题，从而研制出运算速度达到当时国内领先水平的并行计算机系统，实现了中国巨型计算机向大规模并行处理方向的发展，中国巨型计算机研制进入与国际同步发展的时代。

20世纪90年代，他撰写了《大规模并行计算机的发展和我们的对策》等专论，倡议抓住机遇，发展大规模并行计算机，使中国赶上世界巨型机技术先进水平。

2003年，时任国务院总理朱镕基曾评论他的同学：金怡濂是中国计算机事业的开拓者之一，他主持完成了中国多台大型、巨型计算机的研制，系统和创造性地提出了巨型机体系结构、设计思想和实现方案，为中国计算机事业特别是巨型计算机的跨越式发展做出了重大贡献。👤



# 刘东生：地学泰斗

在中国科学院大学雁栖湖校区东区学园内，矗立着一座雕像，他是被学术界誉为“黄土之父”和“地学泰斗”的刘东生先生。从1978年国科大建校到刘东生先生去世，他先后开设三门课程，授课近30年，累计时长2500学时，惠及3000余名学生。

刘东生1917年出生于辽宁沈阳，籍贯天津，1942年毕业于西南联合大学。第四纪地质学家、环境地质学家，中国科学院院士。他确立了中国黄土“新风成学说”，奠定全球环境变化多旋回理论，建立了最完整的陆相古气候记录，开创了“青藏高原隆升与环境演变”新领域。代表作有《黄河中游黄土及黄土分布图》《中国的黄土堆积》《黄土的物质成分与结构》和《黄土与环境》。曾任国际第四纪研究联合会主席、中国第四纪研究委员会主任、中国科技馆馆长。2002年获国际泰勒环境科学成就奖，2003年获国家最高科学技术奖。

## 西南联大的求学之路

1938年刘东生从天津出发，经香港、越南河内、蒙自，到达昆明，进入西南联大求学。他首先学习机械，但是同学黄振威讲的一件事却让刘东生转向了地质系。黄振威说，易门铁矿开采前，需要有人勘探矿量，以确定这个矿是否值得开采，当时西南联大地质系教授谭锡畴勘探后认为可以开采，于是开矿的事情就确定下来。这件事对刘东生触动很大，因为他觉得抗战时期昆明的工程较为简陋，学机械或许没有用武之地，但是开矿却对国家很有用，于是果断转向地质专业。

第一学年开始学习《普通地质学》，当时用的是西方的教科书，尽管刘东生在南开中学学过英文，



但这是他第一次接触英文的专业书，用他自己的话来形容，第一个学期学得“似懂非懂”。暑假期间，刘东生和要好的同学一起到云南宜良附近的阳宗海休假，和许多同学一样，他也带着书——一本Longwell的英文版《普通地质学》。刘东生每天早上的活动就是看书。刚开始的几天，他觉得读英文专业书还是有些吃力，但没有气馁，遇到不懂的地方就查字典，一点一点地克服障碍，一页一页地仔细阅读。暑假结束开始上课时，他觉得自己一下子通过了“外语关”，可以把学的地质学知识联系起来，系统理解了。

## 地质调查所里的历练

抗战胜利后，刘东生进入地质调查所工作。入所不久，地质调查所就要从重庆北碚复员到南京。他自筹旅费，从重庆出发，过贵州、湖南、湖北，再从武汉坐船到南京。

1946年10月，刘东生跟随地质学和地球化学家侯德封前往宜昌，勘探南津关的地质情况，为当时的“扬子江三峡计划”（YVA计划）做前期地质考察工作。当时的野外调查工作非常艰辛，白天在茅草丛生、荆棘满地的地方勘探、填图，晚上冻得睡不着。刘东生记得侯德封让他专门去宜昌买了一床棉被御寒。回到南京后，刘东生在长江水利委员会办事处汇报了南津关两岸地质情况，当时在场的有美国的水利工程泰斗人物萨凡奇，年轻的刘东生还请萨凡奇给他签名留念。

南津关地质调查之后，刘东生开始师从杨钟健先生，从事古脊椎动物研究。他当时的学习途径有两个：一是在中央大学生物系听课，系统学习生物系知识；二是整理地质调查所采集的所有古脊椎动物化石标本。大学里的理论学习、整理标本的实践训练，再加上业余时间持续阅读所里的古脊椎动物类中外专著，刘东生的专业知识突飞猛进，发表了数篇论文，并在古脊椎动物学领域崭露头角。

## 新中国，新方向

新中国成立后，刘东生在地质调查所的工作增加了一项——参与地质调查所陈列馆建设，有时候还需要给来访观众作讲解。1950年年初，侯德封带着刘东生去东北出差，参与探矿，这件事影响了刘东生的职业选择。在东北清原、磐石工作时，刘东生天天都接触矿产信息，了解到新中国建设对矿产的迫切需求，开始对古脊椎研究产生动摇。

这段时间，刘东生经过内心的斗争后，放弃了个人研究兴趣，选择为国家需求服务；放弃了古生物学研究，走上地质勘探的一线。1951年，他赴山东莱阳参与挖掘恐龙化石之后，调往南京资源委员会矿产资源勘测处，并赴北京参加全国地质工作会议筹备工作。1953年，赴白云鄂博实地调查冰川遗

迹，参与白云鄂博铁矿狼山考察队，率队在三木岱庙考察。同年刘东生被调入了新成立的中国科学院地质研究所，次年被借调到水利部黄河梯级开发坝址考察队，参加了从刘家峡到龙羊峡坝段的地质考察工作。

1954年初，刘东生在侯德封、杜恒俭和苏联专家帕林诺夫等人的带领下，参加了三门峡第四纪地质考察队。这是中国第一个第四纪野外考察队，也是刘东生从事第四纪研究的开始，开启了他对中国黄土的研究工作。他和周明镇在黄土里发现了红色的土壤层，与朱显谟交流后得知这是古土壤层，启发了他对黄土的进一步研究。考察队回京后，地质研究所就成立第四纪研究室，刘东生参与其中。

1954年，中国科学院启动了黄河中游水土保持考察，刘东生参加了地质学组的工作。在这次考察中，刘东生的主要工作是记录黄土标本，分析黄土的物质成分、化学组成、矿物组成等。他在这次考察中找到了自己在第四纪研究中的方向——黄土环境研究。

## 黄土研究数十年

黄土到底是怎么形成的呢？刘东生觉得他需要有自己的观点。1958年，在侯德封和彭会的支持下，中国科学院地质研究所第四纪研究室开展了黄土高原地区大规模地质考察，做了横穿黄土高原的十条大剖面调查。

在野外考察的基础上，刘东生和其他考察队员一起，于20世纪60年代前期陆续出版了《黄河中游第四纪地质调查报告》《黄河中游黄土》及《黄河中游黄土分布图》《中国的黄土堆积》《黄土的物质成分和结构》《第四纪地质问题》等专著，首次建立了对黄土高原的三维立体认识，了解了黄土的时间、空间分布规律；命名了中更新世的离石黄土，早更新世的午城黄土，在洛川、离石、午城建

立了黄土的标准剖面；对黄土的物质成分进行了分析，发现了黄土颗粒的动态性，对黄土的空间分布有了清楚认识；对黄土里面的古土壤层进行分析，开始对黄土里的古气候特征进行研究。

这些成果改变了黄土研究在地质学研究中的地位，奠定了中国黄土研究的基础，对黄土的风成说有了一定定论，不仅为国民经济建设提供了科学依据，也得到了国际、国内学术圈的认可。

1964年，刘东生参与了希夏邦马峰冰川考察，将黄土研究与冰川结合起来；1966年，他又参与组织了珠峰地区科学考察活动，但因为“文革”影响，1968年时刘东生没能继续参加珠峰科考，被调往贵阳。

## 环境地质学的提出

1968年，刘东生调入中国科学院贵阳地球化学研究所，参与地方病调查工作，主要调查克山病病区的地质、地形、土壤等与发病的关系。1969年春末夏初，他前往陕西，到永寿、长武等地蹲点调查；1970年，前往东北，在黑龙江克山县调查地方病成因，并在克山度过了两个春节。结合克山病的调查研究工作，刘东生也记录下了自己的收获：一、意识到人体骨骼的化学元素组成与地球表面地层中的化学元素组成相同；二、综合考虑了地质、地貌、气候、土壤等自然环境对克山病的影响，并将元素流失与其他自然因素联系起来；三、开始思考用一种综合的数学方式来表达环境与健康的关系。

经过几年的思考与实践，1972年，刘东生提出了“环境地质学”概念，并撰写文章《环境地质学的出现》，发表在《环境地质与健康》杂志上。他认为人和环境是一个总课题，包含很多子课题，环境地质学就是其中之一，主要研究人和环境关系的地质分支；主要的工作是做基础调查，再做精密分



刘东生在野外考察途中



西南联大读书期间，刘东生与同学朱之杰（右）、徐煜坚（中）野外考察留念

析和实验，同时结合数学方法，融进环境质量评价。他将环境问题分为两类：原始环境问题和次生环境问题。还提到了引起全球环境变化的问题、对人类有潜在危害的环境问题、区域性的环境改善和环境保护问题、环境污染的处理等。

## 揭开了黄土的秘密

1978年，刘东生参加了全国科学大会，他主持的“中国黄土研究”获奖。在这次大会上，中国科学院院长郭沫若用诗人的语言宣布：“我们民族历史上最灿烂的科学的春天到来了。”

刘东生也迎来了自己的科学春天。当年，他赴京参与青藏高原科学讨论会筹备工作。第二年，被





刘东生在野外考察中



《黄土与环境》（刘东生等著）

调回北京的中国科学院地质研究所，参与重建了第四纪研究室。

1980年，青藏高原科学讨论会在北京召开，这是改革开放后中国地学界重新融入国际学术圈的重要会议，刘东生为此次会议付出了巨大心血，也收获颇丰。此次会议之后，他应瑞士联邦理工大学的许靖华教授邀请，前去访问。

1981年，刘东生带着在洛川黑木沟钻取的黄土样品远赴瑞士。他与瑞士的Heller教授合作，利用该校地球物理系的超导磁力仪，进行黄土的古地磁研究。因为超导磁力仪的利用率非常高，刘东生只能每天晚上进行测量，每天从晚上十点，一直工作到第二天早上六点，持续工作了几个月，终于完成了测量工作。刘东生把测量数据输入电脑程序，获得了一条曲线图。这个变化颇有规律的曲线蕴含着什么科学规律呢？在回国的飞机上，刘东生回想起来，这个曲线图与一个剑桥大学教授做的深海沉积物曲线很相似，这个曲线里隐含着古气候变化信息！原来，中国西北沙尘暴里聚集起来的黄土高原，和热带太平洋里面的深海沉积是有关系的。

不久，刘东生和Heller在《自然》上发表了他

们的成果，将黄土剖面磁化率这个指标介绍给世界。有了这个指标，就可以把区域性的黄土研究和深海研究的氧同位素指标、南极冰芯的同位素指标相比较，使得传统的第四纪研究进入以全球变化、以持续发展为目的的新时期，也使得中国的黄土研究走向了国际化。

2002年，刘东生获得了国际环境领域最高奖“泰勒奖”。美国的梅根教授宣读获奖评语时说道：地球历史记录中，有三种气候记录最为完整，分别是深海沉积的记录、南北极冰芯的记录，以及中国黄土的记录。这是对刘东生在黄土研究中开创性工作的肯定。2003年，刘东生又获得了国家最高科技奖。尽管刘东生屡获重大科学奖项，但他从不认为这些奖项是他个人的功劳，而应该属于中国黄土研究科技工作者的集体结晶。

刘东生在总结自己时谦虚地说：“有的人能力大，有的人能力小，我是属于那种能力小的人，但我没有泄气，我持续不断地做事情，有时候自己做的事情别人觉得无所谓，但我自己觉得挺重要。我在野外考察时，会遇到紫色的马兰花，总是一片片在路边，不太惹人注意，但是往往有时候，它会出乎意料地开出漂亮的花，带给人们惊喜。”

# 王永志：中国载人航天工程的技术“领头人”

王永志 1932 年 11 月 17 日出生于辽宁省昌图县，中国工程院院士，俄罗斯宇航科学院外籍院士，国际宇航科学院院士；清华大学航天航空学院首任院长；曾任中国运载火箭技术研究院院长，航空航天工业部科技委副主任暨运载火箭系列总设计师、地地导弹系列总设计师，中国载人航天工程总设计师，中国载人航天工程高级顾问等职，被称为“中国载人航天工程的开创者”。

他长期致力于中国战略导弹和运载火箭的总体设计与研制工作，参加和主持了 6 个导弹型号、2 个运载火箭型号和“神舟”系列飞船的设计研制工作，于 2003 年获国家最高科学技术奖。2010 年 5 月 4 日，国际永久编号第 46669 号小行星被命名为“王永志星”。

人们永远不会忘记那个激动人心的时刻：2003 年 10 月 16 日 6 时 23 分，我国第一艘载人航天飞船“神舟”五号成功返回地面，遨游太空的杨利伟自主走出舱门……这一瞬间，祖国各地沸腾了！

此时，一位年逾七旬的老者留下了激动的泪水。

这位谦逊低调的老人对中国载人航天的贡献可以用“不可磨灭”来形容，他就是中国载人航天工程的技术“领头人”——总设计师王永志院士。

## 立志造飞机

“如果没有小学老师刘汉甲，我会是一名文化程度不高的农民。刘老师在我人生十字路口上起了决定性影响，改变了我的一生。”

出生在辽宁农村的王永志，对恩师的感激之情发自肺腑：当时家里穷，兄弟姐妹又多，我能上小



王永志

1932.11.17~2024.6.11

出生地：辽宁昌图

学习经历：清华大学航空系

获奖年度：2003 年度



学已很难得，但到 1945 年 5 年级时学校停办，我只好回家务农。后来我们县创办中学，刘老师赶快千方百计通知我，他还找到我大哥说：你可别把这孩子耽误了，这是个有出息的孩子。就这样，我再次踏入校门。

但王永志并非从小立志于航天，出身农村的他，对农作物特别感兴趣，总是梦想改良物种，当一名生物学家。但现实又一次改变了他的人生道路：抗美援朝时期，王永志经常听到空袭警报，因为美国的飞机时常侵入我国领空。

“那时候，我就觉得，有了飞机就有保障，如果连国防都不行，那改良物种还有何用？”在当时王永志的心目中，飞机是最尖端的武器，他埋头苦读，1952 年如愿以偿考入清华大学航空系。1955 年，23 岁的王永志顺利通过留学生选拔考试，从北京坐了 7 天 8 夜的火车前往莫斯科，就读于世界著名的



青年王永志（右一）在改进中近程导弹设计图样



王永志留学苏联时在列宁格勒冬宫前留影

莫斯科航空学院，学习飞机制造专业。

两年后的1957年，组织上突然通知他，要改学火箭专业。王永志二话不说坚决服从了国家战略的需要。

1961年3月，作为全班唯一的优秀毕业生，导师破例挽留他，想让他继续读研究生。此前，导弹是保密专业，苏联从不招收外国研究生，然而王永志却婉言谢绝了这个“史无前例的机会”，毅然回国，并立刻加入到我国自行设计火箭的科研队伍中。

## 初露锋芒

1964年6月底，王永志第一次走进了大漠戈壁的导弹发射场。

六月的戈壁滩，骄阳似火，热浪翻滚，导弹发射进入倒计时后，焦急的科研人员等到的却是一份告急报告。

在烈日暴晒下，推进剂的温度急剧升高，发射基地报告显示，温度升高之后射程不够。当时计算火箭的推力时，发现射程不够，大家考虑是不是多加一点推进剂。但是火箭的燃料贮箱有限，再也“喂”

不进去了。

正当大家一筹莫展之时，一个高个子年轻人站了出来。

“我提出建议，把多余的酒精泄出来一些，减少自重，就可以打出去了。”“经过计算，要是从火箭体内卸出600公斤燃料，这枚导弹就会命中目标。”大家的目光一下子聚集到年轻的新面孔上。

“我到发射场的时候是中尉，在试验队里是最低军衔。当时我的建议谁都不同意，说这不是瞎扯嘛，本来射程不够能量不足，还要卸燃料。他们都不同意。”

初生牛犊不怕虎，眼看导弹无法发射，王永志情急之下，想起了坐镇发射场的技术总指挥钱学森，于是壮着胆子敲开了他的房门。

“我就鼓起勇气去找他，从物理原理到具体怎么分析计算，计算结果多少，都仔细地说了一遍。钱学森想了想说，你这个年轻人的意见还可以，就按这个办！”

当时，钱学森还不太熟悉这个“小字辈”，可听完了王永志的意见，钱学森眼睛一亮，高兴地喊道：“马上把火箭的总设计师请来。”钱学森指着



王永志对总设计师说：“这个年轻人的意见对，就按他的办！”果然，火箭卸出一些推进剂后射程变远了，连打3发导弹，发发命中目标。

从此，钱学森记住了王永志。中国开始研制第二代导弹的时候，钱学森建议：第二代战略导弹让第二代人挂帅，让王永志担任总设计师。几十年后，总装备部领导看望钱学森时，钱学森还提起这件事：“我推荐王永志担任载人航天工程总设计师没错，此人年轻时就露出头角，他大胆逆向思维，和别人不一样。”

## 执掌帅印

1992年，与中国的改革开放一样，中国的载人航天事业也真正看到了希望。经过“863-2计划”专家委员会长达5年的反复论证，1992年9月21日，以“921”为代号的中国载人航天工程诞生了！11月，王永志被中央专委任命为载人航天工程总设计师，此时，王永志整整60岁。

“当年向中央政治局常委汇报的时候，领导问我的第一个问题就是，美苏搞载人航天的时候死过没人吗？我回答说：死过，各死了几个。载人航天可不像打卫星，这个压力很大！你把航天员摔了，谁赔？所以载人航天人命关天，在开展载人航天工作的这些年时间里，我可以说提心吊胆！”

1992年论证时，预计要经过10年左右，到2002年我国的飞船可以上天，到那时距前苏联第一位宇航员加加林上天已经41年。

“如何面对40多年的差距？如果我们再去搞一艘和别人40多年前同样水平的飞船，它能极大增强我国人民的民族自豪感吗？我们还能有激情



王永志在神舟三号转运现场

吗？因此，我们给自己出了一个难题：跨越！”谈到跨越式发展的大思路，王永志雄心满怀。

当然航天人也深知：跨越并非易事。因为载人航天是当今世界技术最复杂、难度最大的巨型航天工程，涉及众多高新技术领域，这些领域的高新技术是花多少钱也买不来的。

“我们的飞船一起步，就要让它和后面的工程一步一步衔接起来。也就是说，我迈出左脚，不仅仅是为了向前跨进半米，同时也为迈出右脚找到支点。”王永志作为总设计师，处处体现出总体和大局意识。

轨道舱的多适应性为空间飞行器交会对接技术试验创造了条件。美苏两国的交会对接试验是先发射一艘飞船到轨道上，紧接着再发射另一艘，与前面一艘对接。而我国是把轨道舱留在轨道上，做对接试验时只要发射一艘飞船去与留轨运行的轨道舱对接就可以了。

“要说跨越创新，这个多功能的轨道舱应是主要标志之一。”谈起这一点，王永志颇感自豪，“同时，在跨越大动物实验阶段、航天员的安全性设计等多个方面均体现了创新的思路。”



王永志与杨利伟在上海进行载人航天宣讲

“作为总设计师，王永志做了大量开创性工作，在总体技术方案制定、提出对各系统技术要求、关键技术攻关、重大问题处理等方面起到了关键作用。”王永志的同行这样评价他。

## 圆梦飞天

“我们做火箭的，最后一定要把人送上天。”这个梦想一直萦绕在王永志心头。

花开花落十一载，呕心沥血闯难关。2003年10月16日6时23分，中国第一艘载人飞船“神舟五号”成功返回地面，“太空勇士”杨利伟走出舱门向人们挥手致意……

“一看他健康地出来了，我心里这一块石头就落地了。我们已经奋斗了11年，这11年完全是埋头苦干，不登报、不上电视，谁都不知道中国怎么干，自己人都不知道！这些年的奋斗我们终于成功了。”王永志百感交集。

中国人千年的飞天梦想一朝实现，杨利伟乘坐的“神舟”号飞船功不可没，而将飞船送入太空的火箭更是劳苦功高，如果火箭没有足够的运载能力，则无力将飞船送入太空。而王永志在运载火箭研制中所做出的业绩同样令人瞩目：

20世纪六七十年代，他作为重要的技术骨干，

参加了我国第一代战略火箭的研制工作，在中近程、中程和洲际火箭的研制工作中为增大射程，提高实用性能，解决了大量技术问题。

20世纪80年代，他是第二代战略火箭研制的主要技术带头人，为我国实现火箭技术更新换代做出重要贡献。

20世纪80年代末，他主持完成了长征二号E大推力捆绑火箭研制任务。研制时间仅为18个月，首次发射便取得成功，使中国火箭近地轨道运载能力迈上一个大台阶。

……

2005年10月17日，搭乘航天员费俊龙、聂海胜的“神舟六号”返回地球，标志着中国的载人航天进入了真正有人参与的空间科学试验新阶段。已经74岁的王永志考虑到自己年逾古稀，再次提出，让年轻人来执掌载人航天工程的帅旗。

2006年5月2日，党中央批准王永志由总设计师转为高级顾问，但王永志的目光一刻都没有离开快速发展的中国航天事业。

2008年9月27日，“神舟七号”实现了中国历史上第一次太空漫步。

2011年11月3日，“神舟八号”飞船与“天宫一号”成功进行首次空间交会对接。

2013年6月20日，中国载人航天史上的首次太空授课在“天宫一号”举行，随后，中国首次成功实施航天器绕飞交会试验。

2016年11月18日，“天宫二号”与“神舟十一号”载人飞行任务取得圆满成功，标志着我国载人航天工程空间实验室阶段任务取得决定性意义的重要成果。

# 叶笃正：气象大家

青山隐隐，霞光满天。他和祖国一起走过了20世纪几乎全部的历程。百年沧桑，风起云涌。他带领中国大气科学研究事业始终跟随着世界的脚步：

“我们一直跟着跑，并没有落后多少；我们不能跟在外国人后面去‘同国际接轨’，而要让外国人来同我们接轨。”

新中国的气象科学发展史上，深深镌刻着一个大写的名字——叶笃正。这位国际大气科学界屈指可数的几位学术巨匠之一、中国大气科学界及全球变化研究领域的一代宗师，把自己的满腔热忱和聪明才智，毫无保留地贡献给了哺育他的国家和人民。

## 投身气象矢志报国

叶笃正出生于1916年，在1930年进入著名的南开中学后，他开始全面接触和认识社会。

1935年，他考入清华大学。多年以后，叶笃正回忆在清华和浙大的求学经历时说：其间有两件事值得叙述。

第一件是选系，我本来想进物理系，可是当时物理系四年级的学长钱三强劝我学气象（钱三强先生和我一起打乒乓球，这样熟起来的），他说气象也是物理的一部分，但比较实用。我接受了他的劝告，这就决定了我一生的事业。

在我一生从事气象事业中，赵九章和李宪之教授是我的启蒙老师。从清华大学毕业之后，我考入了浙江大学研究生院，涂长望和王淦昌先生是我的老师。当时浙江大学校长是中国气象事业奠基人竺可桢前辈，他办校的“求是”精神深深地教育了我。这些老师对我后来的发展，有决定性的意义。

第二件值得谈的是在清华大学求学期间，参加



抗日救亡工作。当时是日本军国主义者侵略中国最疯狂的时期。在爱国思想驱动下，在清华大学的头两年我参加了“一二·九”运动，也加入了民族解放先锋队（“民先”）。第三年我走出了校门，参加了“民先”组织的青年学生救亡团，团长（或副团长）是清华十级同学刘毓珩（后改名为陈其五），跟随当时的第二战区副司令长官卫立煌的司令部做抗日宣传工作。

1945年，叶笃正来到美国，师从世界著名气象和海洋学家罗斯贝，并于1948年在芝加哥大学获得博士学位。

由于叶笃正的勤奋和聪颖，留美期间，他发表了多篇重要的学术论文。特别是他的博士论文“长波能量频散理论”，由于发展了老师罗斯贝的“大气动力理论”，而使他蜚声国际气象界，并迅速成为以罗斯贝为代表的“芝加哥学派”的主要成员之一。

1949年，叶笃正结束在美国的学业，他的博士





1948年叶笃正美国芝加哥大学博士毕业照

论文引起了美国气象界的关注，并借此获得了一份年薪 4300 美元的工作，而当时，美国一个大学教授也只有 5000 美元。

此时新中国成立的消息传到美国，中国有希望了。

要为自己的国家做事，叶笃正几乎想都没想，就决定启程回国。

美国气象局找到叶笃正的老师罗斯贝，让他劝说叶笃正留下来。罗斯贝也认为叶笃正应该留在美国，但叶笃正对罗斯贝说，中国在气象方面非常落后，他回国之后要在中国建立“芝加哥学派”的北京分学派，让“芝加哥学派”在中国发展。

他对导师罗斯贝说，“我觉得新中国是有希望的，我想为自己的国家做点事。”罗斯贝被说动了，在他的帮助下，叶笃正重新恢复学生身份，经过一年的等待，1950 年 10 月，在新中国正在欢度第一个国庆日时，叶笃正与妻子冯慧登上一艘将在香港停靠的轮船，辗转回到了中国。

叶笃正回国后，新中国的气象事业除了竺可桢、赵九章以外又多了一位杰出的学者。

回国后的叶笃正，被任命为中国科学院地球物理研究所北京工作站主任，在西直门内北魏胡同一座破旧的房子开始了中国的气象研究。整个气象室 10 多个人，没有一张像样的天气图。

叶笃正曾向弟子们描述当时的工作状况：“没有图，我们自己画，第一张图画出来，是五百毫巴地面图，相当于五公里左右高度的天气图，实验室所有的人专门做了庆贺。”

在当时，天气图在国外是最普通的配件，做研究做预报都要用，可中国没有。

他的很多学生都记得叶笃正指着挂在墙上的巨幅天气图所说的话：“中国的天气预报要在物理、数学的基础上建立起来，今后，天有不测风云的时代该在中国结束了。”

但在“文革”中，叶笃正却被当成美国特务，不仅被停止工作，连儿子结婚他也不能回家。

1979 年，恢复工作不久的叶笃正带领中国气象团访问美国，遇到留在美国的一些同窗，一个曾力劝他回国的老友见他第一句话就问“你后悔吗？”叶笃正的回答是“不后悔”。

他说：“我是中国人，我应该为中国做事，为中国的老百姓做事。”

## 建立青藏高原气象学

比叶笃正小两岁的、我国大气科学界德高望重的著名学者陶诗言笑称叶笃正是他的“头儿”。从 1950 年成立中国科学院地球物理研究所气象组起他们就在一起工作，到 20 世纪 80 年代初，叶笃正任中国科学院副院长，陶诗言任大气物理所代所长，叶笃正始终是他的“头儿”。

“叶笃正一直是我的头儿，同时，我们又是好朋友。”从 1950 年算起，同为我国著名气象学家的叶笃正和陶诗言，有着 50 多年的友谊。

在建国初期的中国科学院地球物理研究所气象组，有几个实力很强的人物，被外界称为“叶顾陶杨四大金刚”，分别指的是叶笃正、顾震潮、陶诗言和杨鉴初。

20 世纪 50 年代中后期，叶笃正、陶诗言、顾震潮等一起合作完成“东亚大气环流的研究”，3 篇论文均发表在国际著名气象学杂志 Tellus 上，深受国际大气科学界的重视。



1980年叶笃正获1980年度中国科学院先进工作者



《中国现代科学家（七）》纪念邮票——叶笃正

当年的那几篇文章表明，20世纪50年代末到60年代初，中国的大气科学研究始终在跟随着世界大气科学的脚步。“我们一直跟着跑，并没有落后多少。”

20世纪50年代中期，叶笃正在研究中发现，在青藏高原以南和以北有两股强西风向东吹，青藏高原像一个巨大的屏障使它们的位置比较稳定，越往东走，两股气流的距离越近，最后合成一股，到了日本风力最强。

过去，人们研究青藏高原对大气环流的影响，始终只把它当作一个动力学因素，只考虑它的隆起对大气环流的影响。叶笃正开创性地提出，青藏高原在夏天是一个热源，在冬天是一个冷源，其影响几乎波及半个地球。

青藏高原的动力作用和热力作用，是叶笃正的最大发现。从此，让叶笃正享誉世界的青藏高原气象学建立了起来。

在20世纪50年代，气象学中的一个重要问题是如何解释对天气预报至关重要的大气环流。为了改进和提高我国天气预报的准确性，叶笃正和他的合作者从观测事实和理论分析出发，系统地开展了

对东亚大气环流演变的研究。

在研究中，叶笃正提出了北半球冬季西风带阻塞形势演变的机理和预报这些演变过程的关键指标。这个研究不仅大大提高了我国冬季寒潮的预报准确率，而且为研究冬季西风带大气环流演变提供了理论基础。他们的成果《北半球冬季阻塞形势的研究》，迄今仍广泛应用于中国天气预报的实践中。

对于在国际学科前沿的工作，叶笃正并不只是跟在外国人后面去与国际接轨，而是做出了系统的原始创新成果，并得到了国际同行的认同，他的研究成果也已成为这些前沿领域的重要组成部分。这就是叶笃正常说的，“要让外国人来同我们接轨”。

叶笃正和他的合作者撰写了《大气环流的若干基本问题》一书。在这本著作中他指出，大气环流的所有基本要素都不是独立的，它们是相互作用、相互影响的，是一个内在的整体。并且，在形成这个整体的过程中，除了像太阳辐射和地球旋转这些外部因子外，大尺度扰动在其中扮演了重要角色。该书被公认为国际上大气环流动力学最早的著作。

1958年，叶笃正等科学家比国际上早20多年提出了东亚大气环流季节转换的突变性；他最早注意



叶笃正（右一）1978年3月出席全国科学大会



叶笃正出席中国科学院第四次学部委员大会（1981年5月）

到阻塞高压与东亚天气的关系，是对阻塞高压形成做出满意解释的第一位气象学家，而国外在15年后的1976年才注意到阻塞高压与北美异常天气的联系。

1958年到1966年，在叶笃正担任中科院地球物理研究所天气气候研究室主任期间，该研究室迅速发展壮大。到1965年已拥有研究员5人、副研究员4人，全室共183人，为大气物理研究所的成立储备了足够的人才资源。在叶笃正等科学家的带领下，该研究室在东亚大气环流、大气适应过程、寒潮、东亚季风、长期天气预报等方面均取得了令人瞩目的成就，并开创了数值天气预报、人工增雨、云雾物理、积云动力学和中小尺度动力学、大气边界层物理、大气臭氧、大气探测等诸多新研究领域。

1966年1月，中国科学院决定将地球物理研究所按不同学科分为四个研究所，大气物理研究所是其中之一。

1978年10月，叶笃正出任中国科学院大气物理研究所所长。“八五”期间，作为气象学界的首席代表，叶笃正担负起了国家重点科研项目之一——“我国未来20年-50年生存环境变化趋势的预测研究”。

## 古稀之年另立山头

1984年，几位美国气象学家专程来到中国，寻

求叶笃正的支持。这一次合作的成果，被叶笃正认为是自己最大的贡献。

当时，他已接近古稀之年，因开创了国内大气动力学研究，已是世界著名的气象学家之一，但这一次，他又把全部的精力投入到了另一领域，成为“全球变化”这个国际研究新领域在中国的开山鼻祖。

“全球变化”与今天许多人们耳熟能详的概念有关，比如温室气体，比如全球变暖。但是在上世纪80年代中期，人们还没有意识到人类的活动可以导致气候的变化。

“当我在中国提出这个课题以后，也有许多反对的意见。有一个院士就说，什么全球变化不全球变化的，关我们什么事，它要变就让它变去好了。”当时，叶笃正为此经受了不小的压力。

近百年来，人类无序的活动造成了生存环境的急剧恶化。在人们沉浸在经济高速发展带来的喜悦时，叶笃正却心怀忧虑。于是，他在2003年首次提出了“有序人类活动”的概念：人类无节制的活动可以导致气候变化，而气候变化又牵制了人类的活动，这样彼此的交叉互动会把人类带入一个无法返回的困境；人类必须限制自己的行动，走可持续发展的道路。



“叶先生是在上世纪80年代初提出要加强气候和气候变化研究的。气候研究原本不是他的本行，但他是我国最早提出这个问题的人。”叶笃正的学生，著名动力气象学家李崇银院士说。

李崇银解释，过去的气候研究基本上就是统计，统计一段时候的天气情况，看平均值，借以推断今后一段时候的天气情况，或寻找它的变化规律。但叶先生等人首先提出了应该把气候的变化作为一个系统来研究，把它放到地球多个圈层里（包括大气、海洋、冰雪、生物等）来考虑。

在他的倡导下，1985年，中国气候研究委员会成立，叶笃正任主席。李崇银说，“这是我国气候研究走上良好发展轨道的开端，也几乎是与国际发展同步的。在国际上，‘世界气候研究计划（WCRP）’是1984年公布的。”

## 气象大家

叶笃正不断地攀上国际气象科学的一座又一座新高峰，带领我国科学家在大气环流方面作出许多国际领先的研究：他和李麦村在1957年提出的大气运动适应理论，到10年后才被西方科学家所认识；他和陶诗言揭示的东亚大气环流突变现象，同样是10年后才在全球其他地区被发现；他最早注意到阻塞高压与东亚天气的关系，是对阻塞高压形成作出满意解释的第一位气象学家，而国外在15年后才注意到阻塞高压与北美异常天气的联系；还有前面提到的青藏高原气象学的创立……叶笃正用自己的一生兑现了他的豪言壮语——要让外国人来同我们接轨！学术界对叶笃正的评价是，是他使中国的气象研究变成了一个系统工程。最难能可贵的是，由于他的努力，中国的气象科研始终与世界保持了同步。

叶笃正还是中国大气科学界科研和教学的重要领导者、组织者和实践者，他为中国气象界培养造



叶笃正在清华校友活动上发言

就了几代优秀的科研工作者，仅培养大气科学界的中国科学院院士就多达6人。叶笃正的学生遍布海内外，堪称桃李满天下。

1998年，叶笃正把他获得的“何梁何利基金科学技术成就奖”110万元港币的一半拿出来，捐给了中国科学院大气物理所。研究所以此设立了“学笃风正”奖，这个奖不单用于奖励大气所的青年科研人员，而且面向整个中国的气象界，中国气象局、清华大学、北京大学等单位的很多青年学者都曾获得过该奖。

2003年5月27日，世界气象组织执行理事会举行会议，决定将第四十八届世界气象组织最高奖——国际气象组织奖（IMO）授予中国气象学家叶笃正，以表彰他在建立青藏高原气象学、发现大气环流的突变、提出大气能量频散理论、倡导与可持续发展相联系的全球变化研究和人类有序活动对全球变化影响的适应等领域所作的贡献。世界气象组织秘书长米歇尔·法罗曾用“广受尊敬、世界闻名”来赞誉他的杰出贡献。

“叶先生是一个真正的大科学家……他考虑问题不仅从大气物理所出发，而是从国家、世界科学的发展着想，这是一个大科学家的胸襟。科学研究及科学活动应是为国家，为人民，为全人类而为。”李崇银院士说。

# 吴征镒：中国植物“活词典”

2013年6月20日，中科院院士、有中国植物“活词典”之誉的著名植物学家吴征镒因病去世，享年97岁。他在从事植物学研究的70年生涯中，为现代植物学在中国的发展以及中国植物学走向世界作出了卓越贡献，为我国的植物分类学、植物区系地理学、植物多样性的有效保护和植物资源的合理利用等作出了基础性、前瞻性、开拓性和战略性的杰出贡献。也因此，吴征镒在92岁高龄登上了国家最高科学技术奖的领奖台。

吴征镒出生于一个书香门第，百年间吴家以“两进士，四人杰”而被传颂一时。1916年6月，吴征镒出生于江西九江。不到1岁时，祖父故去，祖母带领儿孙迁至扬州北河下的吴道台大宅院。幼年时的吴征镒常常在家宅花园“芜园”观察各种花草树木，一看就是一整天。正是在这日复一日的观察之中，吴征镒领略到了大自然的神奇，由此萌发了对植物学的浓厚兴趣。

13岁那年，读中学的吴征镒从家中书房找到了两本植物学著作——吴其濬所著《植物名实图考》和日本近现代著名植物学家牧野富太郎所著《日本植物图鉴》，这两本书让吴征镒对植物的热爱更有理论基础。孩提时的他就采集了100多份标本，对物识名，开始认识植物。

1931年，15岁的吴征镒考入江苏省立扬州中学。两年之后，吴征镒以优异成绩考取了清华大学生物系，虽然遭到父亲的反对，但他依然下定决心将以植物学为终身研究事业。在吴韞珍、李继侗等名师带领下，他不断学习植物分类学、植物生理学和植物生态学知识，同时进行植物的野外采集调查。

1937年，吴征镒毕业并留任清华大学生物系助



教。日本侵华之后，他随清华、北大、南开三校组成的西南联合大学师生一起徒步从长沙迁到昆明。在云南，吴征镒被这里丰富的植物种类和复杂多样的植被景观所深深吸引。在吴韞珍和李继侗带领下，吴征镒与同事们多次到大理点苍山、宾川鸡足山、滇西南等地考察，逐渐地，云南的植物地理分布的规律性在吴征镒脑海中也变得清晰起来。

再加上之前转移时从大西北沿长江西上华中和湘、黔、滇一路的感受，吴征镒准备进一步弄清植物的时空发展规律问题。1937年至1947年，吴征镒历时十载，整理出3万多张植物卡片，每张卡片都详细记录了各种植物的学名、分布地点和相关文献。这些卡片，正是吴征镒后来编纂《中国植物志》的基础资料。

1949年10月1日，新中国成立，吴征镒被调往中科院任职，参与筹建了北京、南京等地植物研究所。

1958年，42岁的吴征镒请调昆明植物所，举家



中国科学院昆明植物所资料室的一角，吴征镒亲手制作的部分植物卡片

迁到云南，扎根边疆，潜心植物学研究，完成他自儿时以来的宏图大愿。

吴征镒到中国科学院昆明植物所想要做的第一件事，就是根据云南优越的自然条件，合理开发和利用云南的植物资源。为完成这个目标，吴征镒作为植物所所长，在自己进行科研的同时，为昆明植物所建所、建室做了大量工作。

之后的10年中，吴征镒和他的同事与学生们一起，走遍了云南的各座大山和原始森林，基本搞清了云南1.6万多种植物的分类和分布，并进一步研究了植物在地球上的分布规律和演化规律。

1956年，吴征镒在钱崇澍（时任中科院植物所所长）领导下，与陈昌笃合作初步完成了中国植被区划草案，并于同年在中国《地理学报》上发表《中国植被的类型》一文。明确了中国植被以兰州附近为枢纽，分为东北至西南的森林区，内蒙古、新疆草原荒漠区和青藏高原高寒植被区三大片格局，自南海岛屿、海南至滇西的热带边缘，以及北、中、南亚热带向温带过渡的总趋势。这些观点在以后历次植被区划、土壤区划、自然地理区划、农业区划中均得到进一步充实、利用和发展。

此后数年，吴征镒还和苏联科学院院士等外籍学者合作，把中国西南热带植物资源考察有机地与植物

区系和植被调查结合起来，首次论证了中国热带北缘雨林和季雨林的存在及其区别和联系，并对海南西部、云南干热河谷的稀树草原性质的植被做了最初工作。

西双版纳是云南植物种类最多的地方，也是吴征镒学术考察最频繁的地方。虽然这里泥泞的红土地让吴征镒不知摔了多少跤，但吴征镒满不在乎，他兴奋

地整理着从热带雨林、季雨林和各种次生植被里采集到的各种珍贵的植物标本，与合作者首次报道了这里的植被。这时候，他已经基本上认识了全国由北至南，横跨寒、温、热三带的主要植被类型。

吴征镒不辞辛劳，毕生都冲在植物学研究的第一线。据学生们回忆，吴征镒记忆力惊人，劳动改造期间，他很难进入图书馆查阅相关资料，就凭借记忆，与同事们私下稍作探讨，硬生生写出了50多万字的《新华本草》（后将其编撰成《新华本草纲要》）。

平反之后，吴征镒忙不迭地去图书馆借来相关资料。仔细一对比发现，他凭记忆力写下的这本收录了6000多种药用植物的书，其正确率高达95%以上。

直到90岁时，吴征镒仍然没有放下植物学研究工作。

2007年，91岁高龄的吴征镒出任《中华大典·生物学典》主编。这时他的眼疾已经颇为严重，家人强烈反对他继续从事繁重的编纂工作，但吴征镒回答道：“我不做，谁来做？”

2008年，92岁的吴征镒院士获得国家最高科技奖。面对这样的殊荣，吴征镒却说：“我愿意把我的肩膀给大家做垫脚石。”

中科院昆明植物研究所门口一块石碑上，刻着





中科院昆明植物研究所门口的石碑

“原本山川，极命草木”八个大字。这句话出自西汉枚乘的《七发》，意思是将山川草木名称归纳起来，使之成为文章，流传于世。写下这几个字的人，正是吴征镒院士。而“原本山川，极命草木”也正是吴征镒一生最真实的写照。

2011年12月10日，国际小行星中心发布第77508号公报，将第175718号小行星永久命名为“吴征镒星”。

### 对植物学界的贡献

吴征镒一生研究了中国植物的一些大科、难科和关键类群。他发现和命名的植物有94科334属1766种，是中国植物学家发现和命名植物最多的一位。他提出了被子植物“多系—多期—多域”发生的观点，并在世界植物区系的背景上，提出了我国350多科3300多属3万多种植物的地理区域的划分；他和胡先骕、秦仁昌等为代表的三代中国植物学家改变了中国植物主要由国外学者命名的历史，为中国植物学工作者在国际学术界站稳脚跟做出了重要贡献。

### 对植物分类学和系统学的贡献

吴征镒主编完成的《中国植物志》80卷126分册（1959—2004）包括301科3407属31180种，是目前世界上已出版的植物志中种类最多的一部。这本植物志是中国三代植物学家集体工作的结晶，初步摸清了中国植物分布状况。同时与Peter H. Raven院士共同主编了“Flora of China”（中国植物志英文修订版），加深了国际植物学界对中国植物多样性的认识。FOC的出版极大地提高了中国植物学在国际上的地位。

早在1940—1950年，吴征镒就用十年时间完成

了3万余张模式标本卡片的整理工作，为《中国植物志》的编写打下了重要的基础。吴征镒1959年起任编委，自1987年任主编后，完成了全书80卷126册中54卷82册的任务，在整本植物志的编写中发挥了最为关键的作用。此外他还主动承担了一些大科、难科的编写任务。作为主编，他亲力亲为，细致审阅每一篇稿件。

1975—1976年，吴征镒带队两赴西藏考察，每次考察均在三个月以上，回到昆明后，一口牙齿都松动了。在青岛疗养期间，他完成了西藏植物名录的整理工作，撰写“西藏植物区系的分区”。1986年，他主编的《西藏植物志》（共五卷）全部出版，记载了西藏植物208科1129属5246种，论述了西藏种子植物区系的起源、发展和分区。

吴征镒以任务带学科，组织科技人员编写云南植物志，主动承担大科、难科的编写任务。《云南植物志》的编写历时33年（1973—2006），是我国最大的地方植物志。

2007年，吴征镒在91岁高龄时担任《中华大典·生物典》主编，兼任《植物分典》主编。他主持编写“《中华大典·生物典·植物分典》暂定引用书目”，涉及古籍文献数千种，编典查询古

籍有了大致范围。解读《古今图书集成·草木典》，对其中各部所涉植物做了科属学名考订，为编典做出示范。在参编者共同努力下，2017年《植物分典》（四册）出版完成。

### 对植物区系地理学的贡献

吴征镒科学地划分了中国植物属和科的分布区类型并阐明了其历史来源，形成了独创性的区系地理研究方法和学术思想。从而创立了较为完整的学术思想和研究方法，为构建中国植物区系地理学派奠定了基础。

他提出了中国植物区系的热带亲缘，完成中国植物区系区划，为资源保护和国土整治提供了科学依据。他主编完成的《中国植被》获1987年国家自然科学二等奖。

他提出了东亚植物区作为一个独立植物区的观点，修改了世界陆地植物分区系统。这是东方人在自己研究的基础上，立足东亚、放眼世界，提出的创新观点。

### 对植物资源的保护与利用的贡献

吴征镒为了国家建设和人民需要，为了合理利用和保护我国植物资源，身体力行，不畏艰辛，从“橡胶宜林地考察”“热带资源调查”至“青藏高原综合考察”，从茂密的热带雨林到高耸的青藏高原，足迹遍及大江南北。

建国之初，吴征镒负责橡胶宜林地的考察，与其他科学家共同解决了我国橡胶种植的一些关键技术难题，使国家急需的战略物资紧缺得到缓解。

1956年吴征镒提出“建立自然保护区”的建议，1959年又向云南省提出在云南建立24年保护区的建议。1999年，他向中央领导提出“建立野生种



吴征镒在工作中

质资源库”的建议。

吴征镒站在国家利益的高度提出的建议，均得到党和政府的高度重视并施行，为我国生物多样性的保护和资源可持续利用做出了前瞻性的部署。推动了我国植物资源的寻找、开发利用以及引种驯化等工作。

早在1945年吴征镒就完成了《滇南本草图谱》（石印本），对我国传统中草药进行了学名的考订。七十年代在“牛棚”中，他仍不忘科学研究，对各地中草药小册子进行逐一的考订，对当时的中草药名物混乱进行了大量的校定，在没有自由的极端困难环境中完成《新华本草纲要》的初稿，为我国中草药的进一步规范化、科学化做出了重要贡献，也为我国中草药走向世界打下了坚实基础。

### 对学科建设和人才培养方面的贡献

吴征镒参与组织和领导了中国科学院建院初期生物研究机构组建，并直接领导了植物分类与植物地理学、生态与植物群落学、植物资源与植物化学的学科建设。他非常重视人才队伍建设，坚持以任务带学科，以学科带人才的理念，先后培养了数十名植物学科带头人和优秀学者，以及博士后、博士生20余人。

## 吴良镛：人民建筑师

吴良镛院士是我国著名的建筑学家、城乡规划学家和教育家，人居环境科学的创建者。他先后获得世界人居奖、国际建筑师协会“屈米奖”、亚洲建筑师协会金奖、陈嘉庚科学奖、何梁何利奖以及美、法、俄等国授予的多个荣誉称号。1980年他当选中国科学院院士，1995年当选中国工程院院士。2012年2月，吴良镛获得2011年度国家最高科学技术奖，这是中国科技界最高荣誉第一次授予一位建筑学家。

“我毕生追求的就是要让全社会有良好的与自然相和谐的人居环境，让人们诗意般、画意般地栖居在大地上。”《亚洲建筑师》一书曾评价吴先生是——“人民建筑师”，而他的这句话，正是对他建筑生涯中始终关照民生的最好写照。

### 民族苦难激发的建筑梦

1922年5月7日，吴良镛出生于南京。

他的祖父是南京缙业商会的会长，信奉“积财不如积德”，热心于公益事业。吴良镛至今还记得家中大门的楹联：“绵世泽莫如为善，振家声还是读书。”但后来家道中落，全靠母亲善于持家才勉强支撑。吴良镛的母亲对他和哥哥的教育特别重视，她一直告诉孩子们要奋发有为。

1937年南京沦陷之后，吴良镛跟随哥哥流亡到重庆合川，继续中学学业。

1940年7月27日高考结束的那天下午，日军空袭整座城，火势蔓延直到第二天清晨降雨才熄灭。“刚刚交完大学入学考试最后一科的考卷，就听到防空警报响起，日本人的战机突然来袭”，“当时我们赶紧躲到防空洞里，一时间地动山摇，火光冲天。瓦砾碎片不断在身边落下来，当我们从防空洞出来时，



发现大街小巷狼藉一片，合川的大半座城都被大火吞噬”。

满目疮痍、无数同胞流离失所的场景，让吴良镛毅然选择进入重庆中央大学建筑系学习，他要立志成为一名建筑师，重建家园。“那时候的青年都有这种心理，学什么都是为了救国。”

1946年，刚毕业两年的吴良镛应梁思成之邀，协助他创办清华大学建筑系。建系之初，梁思成赴美讲学，吴良镛成为系里最初的骨干任课教员。1948年夏，经梁思成推荐，吴良镛去到美国匡溪艺术学院深造。在世界著名建筑师沙里宁的指导下，吴良镛开始探索中西交汇、古今结合的建筑新路，这期间，吴良镛获得罗马奖金竞赛荣誉奖，在美国建筑界崭露头角。

沙里宁曾推荐他到自己的事务所里工作，但同年年底，吴良镛收到了梁思成、林徽因从国内寄来的一封信，信中提到，“北京百废俱兴，正要开展城



市规划工作，希望你赶快回来。”“百废待兴”这四个字让吴良镛湿了眼眶，母亲曾说过的那句话——

“先有国后有家”也在耳旁再次响起，于是他迅速作出归国决定。那段日子，以钱学森为代表的许多爱国志士归国都遇到了各种阻挠，吴良镛四处奔走好不容易才得到了经香港回内地的机会。

回到国内，“百废待兴”的新中国给了吴良镛大展拳脚的机会。作为新中国建筑教育和建筑事业的开拓者之一，吴良镛于1951年开始主持清华建筑系市镇组工作，并与北京农业学院汪菊渊教授一道创办了我国第一个园林专业。从1952年起，吴良镛历任建筑系副主任、系主任，全面推动建筑技术科学、建筑历史与文物保护等学科的发展，提出了建筑教育、科研、实践相结合的办学思想。1959年，吴良镛倡导创办了清华大学建筑设计研究院。在此前后，他还曾主持全国建筑会议、制定共同教学计划，参与领导全国建筑学专业通用教材的建设，并主持《城乡规划》教学用书的编写。

归国之初，吴良镛就参与了天安门广场扩建规划设计工程，并跟随梁思成参加了人民英雄纪念碑的设计和新北京的规划工作。此外他还是北京市都市计划委员会顾问和保定、北戴河、秦皇岛、邯郸等城市的规划建设顾问。

## 从“广义建筑学”到“人居环境科学”的建立

1981年，从国外讲学归来的吴良镛参加了中科院学部大会，一方面是他在欧洲了解了很多西方的建筑学学术成就和理论，另一方面这次会议让他深深感受到全国学术界重新燃起的热情，他也深感当代建筑学家对建筑学科发展应肩负起重任。

“这次大会使我认识到，面对新中国成立与‘文革’后的经验与教训，建筑学要有所作为就必须走向科学，向建筑学的广度和深度进军。”



吴良镛（左七）、胡允敬（左二）、汪坦（左五）与建O同学讨论国庆工程设计（1958年）

从此之后，吴良镛就开始进行广义建筑学的思考，并于1989年出版了《广义建筑学》专著。该著作的其着眼点从单纯的“建筑”概念转向“聚居”，“从单纯的房子拓展到人、到社会，从单纯物质构成拓展到社会构成”，大大拓展了建筑学的视野。事实上，广义建筑学已经在很大程度上将“广义的住”“空间环境”“多学科综合研究”等思想从理论上结合起来，形成了后来人居环境科学思想的雏形。

1999年6月23日上午，国际建协第20届建筑大会在人民大会堂隆重举行，吴良镛作为本次大会的科学委员会主席和国际建协《北京宪章》起草人，代表中国建筑师作主旨报告。在报告中，他说：“我豪情满怀地目睹祖国半个多世纪的进步，每每扪心自问：我们将把一个什么样的世界交给我们的子孙后代？这不仅仅是将什么样的物质环境、城市与建筑、园林作品等交留给子孙，还要（也许更为重要）将百年来乃至几千年以来，从赫赫有名的建筑师到默默无闻的工匠为人类造福的理想、为中国人民改善生活减轻疾苦的精神流传给后代，将建筑事业中成功经验与失败的教训留给他们参考。”

《北京宪章》以人居环境科学理论为基础，提出“建设一个美好的、可持续发展的人居环境，是



吴良镛书法《安居》

人类共同的理想和目标”，在大会上获得一致通过。这是指导21世纪建筑发展的重要纲领性文献，也标志着吴良镛的“广义建筑学”与“人居环境”学说已被世界建筑师所普遍接受和推崇，扭转了长期以来西方建筑理论占主导地位的局面。

吴良镛说，“‘人居环境科学’是一个开放的学科体系，是围绕城乡发展及其诸多问题进行研究的学科群”，是致用之学，所以他一直都在不遗余力地努力解决中国城乡建设中的实际问题。1992年，在他主持下，清华大学、东南大学和同济大学联合开展“发达地区城市化进程中建筑环境的保护与发展”研究。这样一个多单位、跨学科、多领域、综合性的区域性研究，成为我国建筑和城市规划领域的首次尝试。

北京西北文教区和中关村科技园规划建设、上海浦东规划、广州城市空间发展战略研究、深圳城市总体规划和福田中心区规划、三峡工程与人居环境建设、滇西北人居环境可持续发展规划研究、南水北调中线干线工程建筑环境研究……在这诸多事关国家与城市发展的重要实践课题中，吴良镛都在进行着理论探索与尝试。

吴良镛主持的北京亚运会建筑的规划设计研究，提出“以集中为主，分散与集中相结合”模式并被付诸实施，减免了主体场馆的建设，节约了大量财力。他参与长江三峡人居环境建设研究时，提出要把三峡工程视为一次特殊的城镇化过程，作为三峡地区

产业和经济结构大调整和大发展的契机。

“今天所盖的房子数量特多，规模很大，所以现在不是盖房子，而是在盖城市，必须具备城市设计的观念。”吴良镛在建筑学理论上就当前城市发展提出了“大城市”的概念，“建筑师仍要认真研究城市环境，这个环境不只是人工环境，也不只是自然环境，应当包括历史环境、社会环境，乃至政治环境。”他在2000年3月12日首次提出了“大北京地区”不是行政区划概念，而是指把包括北京、天津、唐山、秦皇岛、保定等在内的城乡建设规划统筹进行研究，通过合理的布局与建设，促进京津冀都市带及区域整体发展。

作为广州市政府顾问的吴良镛，在为广州的日后发展出谋划策时也提出了“大广州”的理念，认为广州市不仅应是珠江三角洲各城市中“众星捧月”的新月，而且应该通过建设“大广州”成为继20世纪80年代深圳、90年代浦东后，新世纪拉动我国新的战略调整的城市。

### “有机更新”与菊儿胡同

吴良镛作过许多宏观和中观的战略规划，但在1993年，他却因为对北京菊儿胡同里一个四合院的改造项目获得了“世界人居奖”与“亚洲建协建筑设计金奖”，这也让这位藏在城市规划和设计背后的大师为更多普通民众所熟知。

时光回溯到1987年，作为典型“危积漏”（危房、积水、漏雨）片区的菊儿胡同引起了吴良镛的关注。这里的41号院原来是个破败的寺庙，后来逐渐住进来44户人家，但只有一个水龙头和街道公厕，人均住房面积只有5平方米左右，改造难度非常大。吴良镛先生与东城区政府商定，将这里作为北京旧城改造的试点，翻新其中13座院落。

当时许多人都认为，请吴良镛这样的建筑设计大师来改造建筑面积只有2700多平方米的胡同，实

在有点“大材小用”，但吴良镛自己却并不这样想，对于改造方案他不厌其烦地反复修改，光设计图纸就出了95张。吴良镛曾说：“一个真正的建筑大师，不仅看他是否设计出流传百世的经典建筑，也看他是否能让自己的国家的老百姓居有定所。”“与公共建筑相比，我更在意民居。普通人的居住问题是建筑最本质、最核心的内容”。

经过吴良镛精心改造之后，菊儿胡同保留了北京传统的旧四合院和粗壮的古树，逐渐成为北京的一张新名片。吴良镛说在这里他实现了一个多年的梦想，“北京的旧城不能让它毁坏下去。从太和殿前面的广场到小胡同里的四合院，都反映着古老的中华文明。建筑精美、园林秀丽、居住方便，体现着天人合一的哲学思想和传统的伦理观念，整个系统非常和谐，非常美。”

吴良镛对菊儿胡同的设计，已不仅仅是建筑设计，而具有了城市设计的含义。当时国际上对历史文化名城拆改并没有成功案例，吴良镛提出了“有机更新”的思想，“有机更新，就好像一个人衣服破了打块补丁；其实，只要精心缝补，即使陈旧了，是百衲衣，也不失其美丽”。

传统的城市布局如何适应新的生活方式，更新的城市面貌如何符合原有的城市肌理，是摆在建筑师面前的新问题。菊儿胡同的改建正是对此问题的一种探索，它体现了旧城整治中“有机更新”的思想，被公认为是旧城更新实践的成功典范。

“有机更新”的理论构想，最初是吴良镛1979年在北京什刹海地区规划研究中提出的。菊儿胡同的改建工程，推动了政策从“大拆大建”向“有机更新”转变，也推动着城市“整体保护”逐渐成为社会共识。目前，这一理论的主要思想与国外旧城保护与更新的种种理论与方法，逐渐被国内的苏州、西安、济南等诸多历史文化名城所接受，并在各自的建设与保护实践中得到落实和发展。

## 人居环境科学指导下的清华建筑系

自1946年协助梁思成创办清华大学建筑系以来，吴良镛历任副系主任、系主任，建筑与城市研究所所长，人居环境研究中心主任，为清华建筑教育的发展倾尽心力。而他所创建的人居环境科学也成为新时期清华大学建筑学科的办学指导思想，以此为基础，清华建筑学院奠定了面向人居环境的“建筑学—城乡规划学—风景园林学”学科架构和教学体系。

在吴良镛的带领下，注重实践、关注实际问题，成为清华大学建筑系的特色。“要有非常明确的社会责任，要为国家作贡献，要为老百姓解决住房问题，”这个思想长期影响建筑系的教学和科研。

作为导师，吴良镛亲自培养了89名博士和硕士研究生，“一把钥匙开一把锁”是他广为人知的育人理念。每个学生开题时，他都要针对学生的特点和兴趣仔细琢磨，和学生一起讨论合适的题目。吴良镛还一直提倡让人才在集体“大兵团战斗”中成长，每一个研究和实践项目，都是他培养人才的平台。

吴良镛很重视教育，也十分惜才，“我很爱才，特别是优秀学生，对他们的能力和思想或业务达到的境界都特别欣赏。带有才的学生本身也是一种享受，教学相长，我从学生身上也能得到启发。”

吴良镛为全校研究生开设“人居环境科学导论”课程，多年来他坚持亲自作开课和结课演讲。

2016年，是吴良镛在清华大学任教70周年。那年春节，他写了一副春联作为座右铭以自勉：“老骥伏枥志在千里，拙匠迈年豪情未已”。

百岁那年，坐在轮椅上的吴良镛来到《人居环境科学概论》的课堂与学生们一起听讲。

“民惟邦本，本固邦宁，一个民族的发展始终是与美好的人居环境相伴随的。我愿与广大学人一道共勉，为满足人民对美好生活的需求，建设美好人居环境，共同奋斗。”102岁的老人，人民建筑师吴良镛曾经这样说。



# 郑哲敏：中国爆炸力学的开拓者

## 考入清华

郑哲敏的父亲郑章斐虽念书不多但聪敏勤奋，16岁从宁波到上海打拼，从学徒做起，最终成为著名钟表品牌“亨得利”的合伙人，还说得一口流利的英文。

8岁那年，父亲郑重地告诉郑哲敏：经商让人看不起，要好好读书。郑哲敏的求学经历曾多次因战乱或生病中断，但即使在休学期间，父亲也为他请来家庭教师补课，带他大声朗读英语。后来他到书店买原版的欧几里得的书来看，自学了数学、物理等课程，读高中时所有科目都自备一本相应的英文教材来读。

1943年，19岁的郑哲敏以优异的成绩考入西南联合大学，和早一年考入的哥哥一样就读电机系。次年，因为觉得和哥哥学不同专业能对国家有更大贡献，他转到了机械系。在这里，郑哲敏第一次开始对当下国家的前途命运以及自己的责任有了更深刻的思考。

## 师从“两钱”

抗战胜利后，1946年，郑哲敏所在的工学院回到北京的清华园。同年，钱伟长从美国回到清华大学任教，在他的课上，大二的郑哲敏首次接触到弹性力学、流体力学等近代力学理论，并产生了极大兴趣。钱伟长很赏识这个聪明的年轻人，常叫他到家里吃饭。毕业后，郑哲敏留校当了一年钱伟长的助教。

1948年，经过全国选拔获得“国际扶轮社国际奖学金”的郑哲敏前往美国加州理工学院留学，用一年时间获硕士学位。随后，跟随当时已誉满全球的钱学森攻读博士学位。他的论文题目是与钱学森讨论后确定的，研究的是当时正在迅猛发展的高速飞行和喷气推进所引起的结构物受热的抗力问题。



在学习的过程中，他深受钱学森所代表的近代应用力学学派的影响。

通过钱先生的指导和自身多年的科研实践，郑哲敏形成了技术科学研究的基本方法：一是针对所研究的问题，首先要明确难点，明晰其中的概念，明确所采用的假设。立题的概念不清楚是不能接受的，假设越少越好，且必须一清二楚，模糊不得。二是其次才涉及具体的方程和计算方法，方法有高低之分，最重要的是必须得到可信的结果。三是结论必须根据结果得出，要掌握分寸，如有必要和可能，还要有实验的验证。四是不允许说缺乏根据的话，对所得结果的意义和应用价值，可加以说明，但务必不能夸大其词。五是特别需要留意结果出现转折的情况，因为这标志着问题的性质发生了质的变化，一定要设法找到背后的机制，并考虑这种机制是否可以加以利用。在之后长达60多年的科研与教学实践中，郑哲敏严格践行了这些科学研究的基本方法。

1949年新学期开始，郑哲敏参加了在加州理工学院成立的留美中国科学工作者协会分会。主要目的是动员留在美国的我国科学工作者学成回国或以自己的方式为即将成立的新中国作贡献。郑哲敏等还专门组织讨论，看大家能为解放后的新中国做些什么，并明确提出早日学成回国的希望，也因此促成了1950年一批加州理工学院的留学生回国。

获得博士学位不久，郑哲敏被移民局以莫须有的罪名关押。后经好友冯元桢保释出狱，但移民局仍禁止郑哲敏离境，他的护照也被移民局扣押，变成了一个没有合法身份的人。所幸加州理工学院机械系允许郑哲敏继续留在系里教书。1954年7月，郑哲敏收到移民局来信，通知他须尽快在9月27日前离境。

6年的求学与科研生活，尽管历经波折，但为郑哲敏以后从事的科学研究打下了坚实的基础。回国前的一个晚上，钱学森在家中为郑哲敏饯行。钱学森特别嘱咐了两件事：一是关于郑哲敏回国后的工作，建议像他这样受过系统力学训练的人，国家需要他做什么就做什么。即使国家需要做的是非常简单的事，例如管道流的阻力计算，也应当努力去做。二是对于社会主义国家，运筹学特别需要，将在国家建设中发挥积极的作用。因此要郑哲敏回国后把这个意见转告钱伟长。

在“回国留学生工作分配登记表”中，郑哲敏写道：“回国本是一贯主张。我们之所以获得教育，直接或间接的是由于全国人民的劳动，因此回国服务是不可推辞的责任。同时一个人如果不是在为群众的利益工作，那么生活便失去了意义。”

## 急国家之需

1955年春回国后，郑哲敏在工作志愿表上郑重填上了中国科学院数学研究所力学研究室。在这期间，郑哲敏进行了一次西北之行、参加了全国科学

规划，这对他的影响非常大。西北之行，使得郑哲敏了解了大西北地貌的雄伟粗犷和人民的憨厚坚毅；辽阔荒芜的黄土高原，由于干旱缺雨给人民生活带来的艰苦，使他受到深刻的教育，感到了作为一个中国人身上的责任。这些经历成为郑哲敏不断鼓励年轻人研究泥石流灾害和环境力学的原因。

1956年，作为钱学森的秘书，郑哲敏在西郊宾馆参加编写了《1956—1967年科学技术发展远景规划纲要》，《纲要》中的力学部分是很长一段时间我国力学研究任务和学科发展的纲领性文件。

早期郑哲敏的研究多数是解燃眉之急。他解决了刘家峡重力式高坝抗震的力学问题，鉴于当时不具备数值解法的条件，通过采用以实验为主的路线，得到了高坝流固耦合振动的自振频率，并得出了作用于刚性坝面的总作用力随顶角变化的关系。这一工作，连同郑哲敏之前关于连续板和圆筒与水的耦合振动的文章，在我国早期水弹性力学领域作出了开拓性贡献。

随着工作机会变多，涉及的领域变宽，进一步增强了郑哲敏的主人翁意识：因为这是他的祖国，无论做什么事，都是在为自己的国家和人民工作，工作也就有了意义，这种主人翁精神成为郑哲敏毕生努力拼搏的无穷动力。

## 开创爆炸力学

当时中科院力学研究室设在数学所，钱伟长专门在研究室设立了新专业——弹性力学组，由郑哲敏担任组长，研究水坝抗震，后来又领导大型水轮机的方案论证。钱学森回国后，带领创建中科院力学所，郑哲敏参加了这项工作并成为该所首批科技人员。

1960年，郑哲敏受航天部门委托，研究爆炸成形问题。1960年秋天的一个下午，中科院力学所的篮球场上发生了一次小小的爆炸。当响声、硝烟和尘土消散之后，一片薄薄的铁板炸成的一个小碗出



2002年《三峡三期围堰爆破拆除方案设计与研究》项目验收后视察三峡船闸工地，左三为郑哲敏

现在围观人群的面前。钱学森激动地拿着这个小碗绕场一周，给众人传看。他知道，一个他寄予厚望的新专业即将诞生，而他的得意门生郑哲敏，则是创建这个专业的最佳人选。

钱学森在中国科技大学力学系开设工程爆破专业，1962年开设爆炸力学专业，并由郑哲敏负责这个专业的具体事宜。与此同时，郑哲敏自己所在的中科院力学所第二研究室也将爆炸力学定为主要学科方向。

1963年，爆炸成型学术会议在北京召开。郑哲敏等在会上系统地介绍了这方面的工作，受到与会者的热烈欢迎。钱学森参加总结会并发言。由于有了郑哲敏和团队的理论体系和工作基础，“爆炸力学”这个新学科方向得以确立，并在国家建设中发挥了重要作用。

## 以“力”报国

“爆炸”这个听起来威力无边的词，在郑哲敏回国之前与他毫不相干，他连炸药和雷管都不曾听过。郑哲敏说，“虽然是一个全新的领域，但国家现在需要我做这个，那么我当然义不容辞。”

爆炸成型学术会议后，受程开甲委托，郑哲敏开展了爆炸当量与地面冲击波压力随距爆心投影点距离变化的规律的理论与实验研究，在建立理论分析和计算方法的基础上，其所在科研团队又在怀柔基地做了系统的空爆实验，这个炸药实验室今天也是中国科学院国防教育基地之一。

从1978年开始，爆破拆除应用于城市的改建首先引起我国爆破界的重视。郑哲敏带领的团队，形成了建筑物的系统爆破方案，并制定了规范。当时的石景山电站、北京闹市区的华侨饭店、连云港6.7

千米长堤的爆炸填石排淤等都是爆破用于国民经济建设的典型工程。这项技术经国家相关部门推介后，广泛应用于全国的港口和码头建设、大型建筑体拆除等，既大大降低了建设费用，又显著缩短了建设周期。

为了冲破核威胁，我国同期也开展了地下核爆炸试验的研究，建立了流体弹塑性模型，可有效预测爆炸波的形成、结构、传播与演化，以及爆炸所成空腔的大小，获得了任务部门的应用。

到了21世纪，非常规能源的开发成为国家战略重大需求，郑哲敏及团队通过全面调研我国水合物勘探和开采研究现状，提出了从勘探关键技术、开采原理与技术，以及与此相关的环境和灾害力学问题三方面开展研究。同时也对页岩气开采中的关键力学问题进行了全面的梳理，培养和造就了这方面的一批人才。

在郑哲敏的科研生涯中，他始终践行科技报国，作为中国科学院力学研究所的初建参与者，从无到有，建立了爆炸力学学科，为我国的国防事业和国民经济发展作出了一系列重大贡献。12935号国际永久编号的“郑哲敏星”，让我们永远铭记郑哲敏这样一位在强国富民路上力学笃行的先驱者。🌟



# 刘永坦：中国“海防长城”铸造者

当白发苍苍的刘永坦登台领受 2018 年度国家最高科学技术奖时，他的名字才广为人知。

刘永坦一生只专注于一种国之重器——新体制雷达的研究，凭借在新体制雷达领域不可替代的贡献，他曾两度荣获国家科技进步奖一等奖，当选中国科学院学部委员（院士）和首届中国工程院院士，并于 2019 年登上国家最高科学技术奖的领奖台。

“只要国家有需求，我的前行就没有终点。”刘永坦说。

## 一片赤子之心，矢志报国图强

1936 年 12 月 1 日，刘永坦出生于南京一个书香门第，父亲毕业于浙江高等学校，外祖父家五代从教，母亲毕业于湖北师范学校，是一名小学老师。

20 世纪三四十年代的中国，苦难深重，战争充斥着刘永坦的童年，给他留下了难以磨灭的记忆。1937 年，不到一岁的刘永坦就随家人开始了逃难生涯。从南京到武汉，从武汉到宜昌，从宜昌到宜昌乡下，再从宜昌乡下到重庆，又从重庆回到南京，饱受流离之苦十几年的刘永坦自懂事起就对国难深有体会。

“我这一辈子，就做一件事，能把童年时期的梦想付诸现实，是很幸福的。”刘永坦说。儿时记忆里，有飞机扔下的“茄子”（炸弹），有被血染红的江水，更有母亲教他背诵《满江红》时悲愤的神情、哽咽的声音，有父亲嘱咐他“科学救国”的谆谆教诲和殷殷期望。报国图强的种子，在少年刘永坦的心中深深埋下，他立志长大后要改变现状。

1953 年，17 岁的刘永坦以优异成绩考入哈尔滨工业大学。1956 年 9 月，因成绩优异，他作为预备



师资被选送到清华大学进修，开始接触无线电技术。两年后，刘永坦返回哈尔滨工业大学任教，参与组建无线电工程系，同时获得了很多学习锻炼的机会：参加电视发射机的攻关项目、被派往成都电讯工程学院进修……每一段经历都丰富了刘永坦的知识储备，锻炼了他的规划与组织能力。

1978 年 3 月，“科学的春天”到来。1979 年 6 月，作为我国第一批公派出访的学者，刘永坦到英国进修，他选择了英国伯明翰大学——这里是发明并最早应用雷达技术的学校。雷达技术，让亲历过民族屈辱历史的刘永坦锚定了实现科技强国理想的研究方向，认识到“雷达看多远，国防安全就能保多远”。

学成后，面对伯明翰大学授予的名誉研究员称号和导师的再三挽留，面对留英任教的国际领先研究条件和优越生活待遇，刘永坦毫不动心，怀着浓浓报国之情，回国投身祖国建设事业中。

“可以在科研成果上堂堂正正地署上‘中华人



青年时期的刘永坦

民共和国’，这种心情是何等舒畅”，他这样解释自己的选择。

### 直面技术封锁，实现理论突破

中国有长达 1.8 万多公里的大陆海岸线，要如何为其筑就“海防长城”？又如何为这“长城”安上“火眼金睛”，料敌于先？新体制雷达就是解决这些问题的金钥匙。

1981 年 10 月，45 岁的刘永坦怀着“中国必须要拥有新体制雷达，我要研制出中国的新体制雷达”之志，回到祖国，从零开始踏上艰辛探索之路。

新体制雷达被誉为“21 世纪的雷达”，可以克服传统雷达无法探测地平线以下目标的弱点，“看”得更远，“看”到目所不及，不仅是拱卫海疆的“火眼金睛”，而且在航天、航海、渔业、沿海石油开发、海洋气候预报、海岸经济区发展等领域具有无可替代的重要作用。

20 世纪 70 年代中期，我国曾对新体制雷达进行过突击性会战攻关，但由于研发难度大，没能取得实质性成果；到 80 年代初，我国相关研究尚未实现理论突破，而已开展探索的其他国家对技术严密封锁。

“只有咬牙向前走，不能向外面的封锁低头”“中国绝不能落下”“国外能做出来，我们就

一定能”。功夫不负有心人，1982 年秋天，立项得到批准。接下来的 10 个月，刘永坦带着 6 个人的团队连续奋战。“没有电脑，一页稿纸 300 字，报告手写了 700 多页，写废的纸摞起来有半米高”，他带着团队没日没夜地写了几个月，“喝光”的墨水瓶不计其数，有时候写得手腕酸痛、手指发麻，连鸡蛋都握不住。终于，一份 20 余万字的《新体制雷达总体方案论证报告》顺利通过国家评审论证。

然后又是 800 多个日夜，数千次试验，数万个测试数据……刘永坦带着团队全身心扑在案头、守着实验室，对关键技术一项一项攻关，对硬件一项一项论证。6 人课题小组中，学雷达专业出身的只有 3 人，刘永坦带着大家边学边干，相继攻克海杂波背景目标检测、远距离探测信号及系统模型设计等理论难关，于 1986 年创建了完备的新体制雷达理论体系，实现了我国海防预警科技的重大原始创新。

“只想为国家做点事，国家的需要就是我们的需要，国家的需要就是我们个人的追求。”这就是刘永坦，把自己的理想同祖国的前途、把自己的人生同民族的命运紧密联系在一起，以为国分忧、为国尽责为志，并为之不懈奋斗。

### 屡次攻坚克难，筑牢万里海疆

刘永坦深知，建设新体制雷达绝不能停留在“纸上谈兵”，只有能够真正“大海捞针”，才能为我国筑就一道“海防长城”。以奠定理论基础为新起点，他带领团队，踏上一场从无到有的征途，立志把论文写在祖国万里海疆。

实验站是开启新体制雷达从理论到实践的第一站，也是关键一站。

理论是全新的，没有可以借鉴的实验系统，没有现成的图纸和方案，想要验证它，只有摸着石头过河。经费有限，发射机、接收机等模拟系统和操作系统不能满足实验需要，建站面临重重硬件困难。

实验站要在一片荒芜之地拔地而起，和驻地之间有3公里的距离，没有任何交通工具，只能顶风冒雨徒步往返。选址远离人烟，只有实验设备为伴，简易房子四面漏风……这些都是野外实验工作和生活的常态。面对前所未有的困难，作为带头人的刘永坦话语铿锵：“如果没有难点，还叫什么科研！有条件要干，没有条件创造条件也要干。”

当时年逾50的刘永坦，带着队伍克服工作和生活的重重困难，在荒滩一干就是几个月，每天工作十几个小时，连熬几个昼夜是家常便饭，经常是饿了吃一口冷馒头充饥，困了就倒在实验室的板凳上凑合一觉。经过成千上万次的反复实验，新式天线、全新信号处理机、低相噪发射机等关键设备陆续问世。到1989年底，我国第一个新体制雷达实验站在山东威海建成。

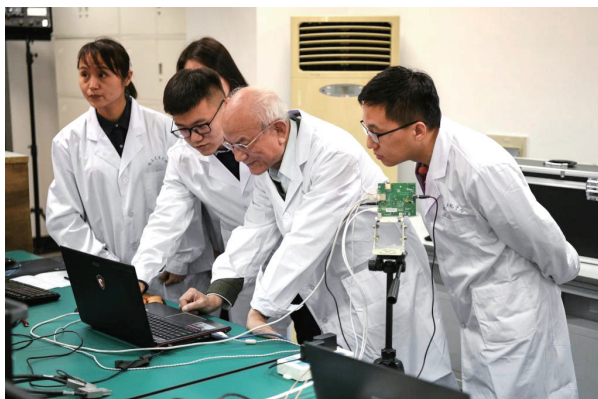
雷达站建成投入使用，刘永坦团队科研攻坚的重点转移到捕捉目标回波上。

严冬时节，海风刺骨。驻守荒滩，只有迎风矗立的雷达天线阵为伴。因为环境变化，系统频频死机。几十万行的大型控制程序，各个环节都要一一对接，任何细微差错都可能导致功亏一篑，只能一次次调试、一次次返工、再一次次调试……

1990年4月3日，驻守在新体制雷达站的科研人员如往常一样，紧盯着漆黑的显示屏。当一个个小小的红色圆点出现在显示屏上时，大家屏住了呼吸，开始记录数据、核对信息。直到刘永坦指着光点说，“这就是我们的目标”，一时间，人们热泪盈眶、相拥而泣。8年披荆斩棘，8年坚持不懈，8年赶完了西方国家二三十年的路，我国新体制雷达实验系统终于首次实现目标探测！

新体制雷达研究成果获得1991年国家科技进步奖一等奖。

刘永坦又把目光聚焦到科研成果的实战转化，决心为国家研制出一套能真正布置在海防线上的装



刘永坦在实验室钻研雷达技术

备工程。

南方某新建大型雷达站基地，刘永坦和团队成员们看着雷达回波监控的目标淹没在更复杂的电离层杂波中，难以分辨，心里五味杂陈。之前在实验站验证成功的方法遇到了严峻挑战。“解决不了抗干扰问题，雷达就没有生命。”

刘永坦带领团队开始攻克“抗杂波”这个当时国际上公认的难题。越靠近赤道，新体制雷达受到的环境干扰就越严重，甚至可能让雷达变成“睁眼瞎”。这是导致许多开展新体制雷达研究的国家停留在实验阶段难以继续的原因之一。

几夜无眠，刘永坦一遍遍分析、研判，发现能走的路只有一条：对实验系统大幅调整改动，彻底改造。刘永坦带领大家一起分析杂波来源、特性，组建若干研究小组，齐头并进、多点出击，设计、试验、失败、总结、再试验……团队成员“三班倒”“连轴转”，日夜奋战。经过不断反复调整，当再次进入到实际运行时，如星星一般的目标出现在显示器湛蓝的背景上，世界性杂波难题被攻克！

又是20载春秋，2011年，刘永坦带领团队成功研制出我国首部全天时、全天候、远距离、海空兼容的海防预警装备，与国际最先进同类雷达相比，系统规模更小、作用距离更远、精度更高、造价更低。中国成为世界上极少数拥有该技术的国家，我国海





刘永坦与首届“永坦班”学生共话理想

防战略纵深得到极大拓展，为推动我国海军走向深远海、建设海洋强国提供了坚强技术后盾。2015年，这项成果获得国家科技进步奖一等奖。

四十余年来，刘永坦带领团队致力于对海远程探测技术的研究，成功实现了对海新体制雷达理论、技术和工程应用的全面自主创新。把科技自立自强的职责使命担在肩上，不断攀登科技高峰——这就是刘永坦展现出的科学精神和品格。

### 光耀师者风范，永葆初心不改

刘永坦获得过很多荣誉和头衔，他最看重的还是“教师”这个身份。“坦先生”是同学们对刘永坦的亲切称呼，也是他最喜欢的称谓。

1958年回到哈尔滨工业大学任教以来，刘永坦参与组建无线电工程系，坚守教学一线60多年，先后讲授十多门课程。对学生和青年教师，他悉心指导、倾情付出。有时腰疾复发，他忍住“腰断了一样”的剧痛，或继续为学生讲课，或旁听青年教师试讲。甚至卧床不起时，他还把研究生叫到家里研讨课题、研究论文、交流科研心得。他严以治学，要求学生脚踏实地、扎扎实实做学问。在刘永坦看来，“只有做到规格严格、功夫到家、学懂弄通，才能不拘一格去创新”。他的学生说，做“坦先生”的学生，功底不扎实是不行的，故弄玄虚、华而不

实的东西逃不过“坦先生”的“火眼金睛”。有没有仔细查阅文献资料、做足功课，只要和“坦先生”一讨论，立刻就会“原形毕露”。

2021年9月，以刘永坦名字命名的“永坦班”迎来第一批27名“00后”本科新生。刘永坦不顾85岁高龄和积年腰疾，亲自担任班主任，以言传身教着力培养学生的家国情怀和科学精神，激励青年学子投身国防和科研事业。

刘永坦主张学以致用，把学生“真刀实枪放到真实的环境里去锻炼”。几十年来，他带出了新体制雷达领域老中青三代人才梯队，带出了一支专注海防科技创新、能攻克国际前沿课题的“雷达铁军”，培养了两院院士、大学校长、项目总师和一大批国防科技英才。

面对一些单位的高薪聘请，刘永坦没有利用头衔和荣誉去“下海”赚钱，而是更加聚焦专业、心无旁骛。科研攻关时，他常常会带领团队“闭关”——两耳不闻窗外事，一心只解科学题，集中精力研究问题、潜心钻研。

刘永坦的家里没有奢华家具，最多的就是各类书籍和科研资料。书房里一块刻着“金婚之喜”的银盘与其他奖章并列摆放，很是夺目。那是2010年11月，哈工大为纪念刘永坦和夫人冯秉瑞这对“科学伉俪”结婚50周年送给他们的礼物。2020年8月3日，刘永坦夫妇将国家最高科学技术奖800万元奖金全部捐出，设立以夫妻二人名字命名的“永瑞基金”，用于电子与信息学科人才培养。他说，“我们这个岁数，所求不多。事业需要接班人，未来还得靠年轻人。”

耄耋之年的刘永坦仍心怀强烈的使命感、紧迫感和责任感：“新体制雷达还有很多工作要完成，国家对创新人才的需要还很迫切，我一刻也不能懈怠。”刘永坦带领团队向着推动新体制雷达小型化、多基地、分布式等方向进军。

# 王大中：倾情一生寄核能

王大中曾说，“几十年的科研生涯主要就是建了三个核反应堆”，在他看来，科学研究是一件值得一辈子追求的事情。

从上世纪60年代新中国首座自行设计与建造的屏蔽试验反应堆，到上世纪90年代一体化自然循环核供热堆，再到新世纪模块式球床高温气冷堆，王大中和团队主持研究、设计和建造的3个核反应堆，推动了中国以固有安全为主要特征的先进核能技术研究从跟跑、并跑到领跑的跨越式发展。

2022年8月15日，国际天文学联合会小天体命名工作组发布公告称，经小天体命名工作组批准，国际永久编号为192353号的小行星被命名为“王大中星”。

## 建堆建人，在实战中成长

1953年夏，王大中从南开中学高中毕业，考入清华大学机械系。1955年秋，清华大学从各系二年级中选出46名优秀学生到工程物理系，组成物八班。到了高年级分专业时，王大中选择了反应堆专业，并将其作为自己毕生钻研的主攻方向。

1958年，清华大学向国家提出的自行设计和建造一座功率为2000千瓦的屏蔽试验反应堆方案得到批准。当年7月，王大中作为中国第一批原子能专业毕业生，留校工作，参加了清华大学屏蔽试验反应堆的设计与建设。

在工物系副主任兼反应堆教研组长吕应中的带领下，一支以清华大学工物系年轻教师和高年级学生为骨干、平均年龄只有23岁半的百来人科研队伍，毅然奔赴燕山脚下。

那时，从清华园到虎峪村要先坐火车，再走十



里山路。师生们开玩笑称那段山路为“二两坡”——爬一次坡能消化二两馒头。

相比于吃住都在马棚里，有限的科研条件更让大家着急。“当时反应堆这门课程并没有教材，只能从实践中摸索。”王大中曾回忆，而且各国对反应堆的研究保密，我们谁也没有见过反应堆，摆在面前的只有苏联的不完整图纸。

连一张完整的参考图纸都没有，也缺少关键部件的计算和工艺说明书，更不用说先进的仪器、设备了。不仅如此，研究场地也得靠自己建：重修水渠、架设高压供电线路、挖地基搞土建……

王大中最初参与的任务是制作反应堆工程的模型。从马粪纸模型开始，到三合板模型，再到有机玻璃模型，他和老师、同学们不停讨论、查资料、设计和验证……终于，一个长、宽、高各约2米的玻璃模型制作完成，反应堆堆芯、各种工艺系统管



200 号的年轻建设者（1960 年）

道和建筑结构清晰可见。

经过 6 年奋战，1964 年 9 月底，清华大学屏蔽试验反应堆建成。据统计，建堆过程中，他们共突破技术难关 37 项、自制仪器设备 67 种、建立专业实验室 11 个。实验基地建成后，吸纳了多所院校 900 多名原子能相关专业的师生，为我国核能事业的发展培养、储备了人才。

“200 号”后来成为这个基地以及清华大学核研院的代号。它象征了一段青春与奋斗的征程，更成为清华大学的一个精神符号。

王大中作为青年科研骨干，按照蒋南翔校长当时强调的“建堆建人，在实战中成长”“敢想敢干敢转行”要求，从反应堆物理设计，到反应堆零功率物理实验，再到反应堆热工水力学设计与实验，从做模型、挖地基、搬砖头，到调试运行，他在理论与实践结合的奋斗里，经受了从业务能力、组织能力到心理素质的全面锻炼，逐渐成长为具有工程实践经验和战略思维的领头人。

## 中国人实现了一个奇迹！

1979 年 3 月 28 日，美国三哩岛核电站发生堆芯熔化的严重事故，在国际核能界引起很大的震动。

王大中意识到，安全性是核能发展的生命线，未来核能技术发展必须抓住这一主要矛盾，他立志要发展固有安全的核反应堆。

1980 年下半年，王大中获联邦德国洪堡奖学金，去亚琛工业大学进修高温气冷堆专业。导师是联邦德国核能专家、于利希核研究中心反应堆发展研究所所长、“球床高温气冷堆之父”苏尔登博士。在苏尔登开出的四个研究课题中，王大中果断选择了“模块式中小型高温

气冷堆的设计和研究”，因为该堆型具有固有安全性，堆芯几乎不会熔化。

然而，在分析模块式中小型高温气冷堆的固有安全性时，王大中很快发现了一个弱点，就是反应堆做得较细长，功率较小，当时单堆热功率最高只能达到 25 万千瓦。

导师苏尔登明确告知不可能提高模块式中小高温气冷堆的单位功率，但王大中仍坚持研究如何在不超过 1600℃ 的情况下扩大功率。他做了一百多个方案的设计、计算、分析，凭借国内跟同事一起研究钍高温气冷增殖堆双区球床堆芯方案时积累的经验，提出双区球床堆的新概念——环形堆芯模块式高温气冷堆，堆芯最热的内环用石墨球代替燃料球，外环全部布置燃料球，使模块式高温气冷堆的设计功率一下子提高到 50-60 万千瓦。

苏尔登十分赞赏：“过去认为单堆功率提高 10% 就很不容易了，现在你的设计一下子提高了一倍多，这是很了不起的，应该申请发明专利。”经苏尔登推荐，专利“一种在严重事故下具有安全自稳定性的球床核反应堆”很快获得联邦德国专利局的批准，并且分别向美、英、法、日、意、苏等国专利局进行了登记，也明确了中国完全有权利使用



这项专利，专利发明人就王大中一人。联邦德国报纸报道说：“中国人实现了一个奇迹！”

王大中接着进行环形球状堆的概念设计。反应堆设计是综合性的工作，包括中子物理计算、热工水力学设计与计算、堆芯结构设计及主要设备的选型等，通常需要物理、热工、结构、设备等多方面的专家共同合作才能完成。五个月夜以继日地工作，王大中独自完成了反应堆设计，打印结果的程序纸穿孔折叠起来有三米多高。

苏尔登等专家对设计感到十分满意，建议王大中把这项成果写成博士学位论文。王大中用德文写作、答辩，并以“全优”成绩通过论文答辩。1982年9月，他获得亚琛工业大学自然科学博士学位。

## “跳起来摘果子”，实现从跟跑到领跑

1982年10月，王大中学成归国，在清华大学担任核能所副所长，主持对原有屏蔽试验反应堆的技术改造，以及低温核供热试验。改造后的屏蔽试验堆低温供热系统投入运行，对核能所三座实验大楼共1.62万平方米的建筑面积进行供暖。供暖持续50多天，现场监测表明，核供热对环境并无污染。1984年2月21日，这项实验成果通过技术鉴定。

1985年，王大中主持国家“七五”重点科技攻关项目“5兆瓦低温核供热堆研究”。从立项报告、设计方案、实验现场到建设工地，他全程负责，亲力亲为。科学论证过程中，他专程带队去欧洲考察，



王大中（左一）宣布低温供热反应堆启动运行成功



王大中（左二）在10兆瓦堆临界现场

最终选择壳式一体化自然循环水冷堆路线。

1989年，5兆瓦低温核供热堆首次临界成功，投入功率运行。随后三个冬季，反应堆为清华大学核研院5万平方米的建筑物供暖，运行累计8174小时，供热可利用率达到99%。成为全球首座一体化自然循环水冷堆，首次采用新型水力驱动控制棒，具有良好的非能动安全性。它也是一项高度复杂的系统工程，包括26个工艺流程，上百个大中型设备，王大中集中优势力量打攻坚战，带领团队突破了一系列关键核心技术。



▲ 王大中（右）和张作义在工程现场

◀ 2021年9月，吴宗鑫（左）、王大中（中）、张作义（右）在石岛湾高温气冷堆示范工程现场

21世纪以来，一体化自然循环已成为国际上小型轻水核反应堆发展的主要技术方向之一，在小型核能发电、热电联产、核能供热、海水淡化等方面有极为广阔的应用前景。如今回看，这一路线的选择体现了王大中的远见卓识。

1991年，5兆瓦低温核供热堆获国家教委科技进步特等奖，1992年获国家科技进步一等奖。1995年3月5日，低温核供热堆作为取得突破性进展的五项重大研究项目之一，被列入《政府工作报告》中。

### “跨入世界先进行列”的科技进展

当世界核能发展陷入低潮，王大中瞄准固有安全再次作出部署：一是模块式球床高温气冷堆堆型；二是从小规模试验堆到全尺寸工业示范电站的发展路线；三是坚持自主创新。

1987-1993年，王大中担任国家“863”高技术计划能源领域的首席科学家，带领团队开展10兆瓦模块式球床高温气冷堆研究和设计。1992年，经国务院批准，10兆瓦高温气冷堆正式立项。

这又是一个“从0到1”的过程。高温气冷堆需要耐高温全陶瓷包覆颗粒球形核燃料元件，制造难度极高。刚立项时，团队为此犯了难：到底是购

买国外的，还是自己研发？经过多次论证，王大中决定，要将模块式球床高温气冷堆的关键核心技术牢牢掌握在自己手中。

王大中再次创造了奇迹。他带领团队批量生产出的两万个燃料球可耐受1600℃高温，能把放射性物质牢牢“包裹”在其中，保证了反应堆安全，产品合格率高达98.1%，质量达到世界先进水平。

10兆瓦高温气冷堆1995年开工兴建，2000年建成，2003年完成72小时满功率并网发电运行，成为世界首座投入运行的模块式球床高温气冷实验堆，采用模块式高温堆设计概念和“肩并肩”式设计布置、非能动衰变热载出系统、包覆颗粒球形元件与新型燃料元件装卸系统、全数字化控制与保护系统，具有良好的固有安全性，对破解核安全这一世界难题具有重要意义。它的建造成功标志中国在高温气冷堆技术领域已达到世界先进水平，是中国自主研究和开发先进核电技术取得的一项重大成果，为中国以及世界核能事业的发展做出了重要的贡献。

国际原子能机构以及美、日、德、法、俄等国的相关研究所均发来贺电表示祝贺。2002年国际权威学术期刊《核工程与设计》以“中国高温堆，第一座固有安全的第四代核能系统”为标题出版了专



刊。2004年美国《Wired》杂志称其为“不会熔毁的反应堆”，是一种固有安全的核能系统，达到了当今世界核能安全的最高水平。

在十届人大一次会议的《政府工作报告》中，10兆瓦高温气冷堆被列为“跨入世界先进行列”的四项重要科技进展之一。王大中作为第一完成人，成果获得2006年国家科技进步奖一等奖。



王大中向优秀毕业班集体颁奖

## 再突破，从实验堆走向商用

说起做科研的心得，王大中经常强调“跳起来摘果子”。目标定低了，“果子”易被他人摘走，目标太高，欲速则不达，所以“跳起来够得着”最合适。

在坚持向上跳的过程中，王大中注重发扬众志成城的团队精神。核反应堆涵盖物理、热工、化工、材料、机械、控制等多学科，要经过研究、设计、验证、制造、安装调试等各个环节，需要科学组织、团队配合，才能完成如此复杂的高科技工程项目。

作为高瞻远瞩的核能科学家，在10兆瓦高温气冷堆基础上，王大中积极推进单一模块反应堆功率放大25倍、世界首座工业规模的模块式高温气冷堆核电站的建设。2006年“大型先进压水堆及高温气冷堆核电站”被列为国家16个科技重大专项之一，高温气冷堆核电站是其中一个分项。其核心工程目标和标志性成果，是在山东荣成建设一座发电功率为200兆瓦的高温气冷堆核电站示范工程，为发展第四代核电技术奠定基础。

在王大中的指导下，以张作义为首的研究团队

负责制定总体方案，并与国内中核集团、华能集团等龙头企业，组成产学研协同创新团队，共同建设高温气冷堆示范工程。

2023年12月6日，山东荣成，我国具有完全自主知识产权的高温气冷堆核电站示范工程顺利完成168小时持续运行考核，开始商业运行，标志着我国建成并运行了世界上第一座模块式高温气冷堆核电站，意味着以王大中为代表的清华核能科学家持续数十年，牵头研发的以固有安全为主要特征的先进核能技术实现了从跟跑、并跑到领跑世界的飞跃。

王大中悉心培养能够传承“200号”精神的接班人。年轻科学家快速成长，张作义、张亚军等近10名中青年科技人员相继成为有关部门正式任命的国家重大科技工程总设计师和副总设计师。在学校领导的支持下实施了“235”计划，一批30多岁的青年才俊参加到核研院的技术团队中，正在成为核研院面向未来的新一代学术带头人。

## 为国育英才的“大中校长”

1994年，王大中被任命为清华大学校长，一干就是10年。他与学校党政领导班子一起带领广大师





2021年12月31日，“王大中奖学金”捐赠设立仪式举行

生员工，积极探索中国特色世界一流大学建设道路，为中国高等教育改革发展作出了重要贡献。

一接任，他就拿出了做科研时攻坚克难的决心。他花了半年时间，带着学校机关人员跑遍了全校各院系和主要部处，“把脉”学校发展状况。他还参加考察团，向美国若干所世界一流大学“取经”，积累办学心得。

每年年初，他都会召集校领导开一场讨论会，让大家说一说清华大学与其他著名大学或兄弟院校相比，有哪些不足、需要怎么做……许多决策和改进，在讨论中有了眉目。

他经常骑着一辆“除了车铃不响哪儿都响”的旧自行车，穿梭于校园。只要有教职工招手并唤一声“大中校长”，王大中便会停车，以拉家常的方式听取关于学校建设的意见。

在他任期内，清华大学确立了向“综合性、研究型、开放式”大学转变的办学思路，初步明确了“高素质、高层次、多样化、创造性”的人才培养目标。

围绕大学的根本任务是育才造士这一核心要义，王大中归纳并紧抓建设一流大学的三大要素：大师、大楼和大学精神。

清华大学从人事管理体制改革和办学条件改善等方面入手，进一步优化了师资队伍；同时，面向世界广纳英才，请来了杨振宁、林家翘、姚期智等一批“大师”前来讲学。

王大中同样重视“大楼”。上任后不久，他就主持了清华史上的第八次校园规划并顺利完成。在为师生创造良好教学研究环境的同时，他更注重校园特色和风格的打造，在有形的建筑中

体现清华的文化和传统。

大学精神被王大中认为是“大学的灵魂和动力”。王大中任期内，学校大礼堂穹顶上方“自强不息，厚德载物”的校徽重现，承载学校文化和精神的校训得以回归。

针对学校人才培养中出现的问题，他因势利导，加快课程结构调整和教学内容更新，加强教师责任心和教学过程管理等。为了满足国家的人才急需，他采取招收培养定向生、国防生等措施，向地方和重要单位输送人才。

2021年11月3日，王大中获颁2020年度国家最高科学技术奖。他和夫人高祖瑛决定将国家和学校给予的全部奖金捐赠给清华大学教育基金会，设立“王大中奖学金”，以鼓励后辈成才报国。王大中說，获得国家最高科学技术奖，这不仅是个人的荣誉，也是全体“200号”人的荣誉，更是清华这个大集体的荣誉，是一代代清华人不懈奋斗的成果。这次将奖金捐赠给学校以奖励那些刻苦读书、勇攀科技高峰的同学，也希望能够激励更多同学脚踏实地、行胜于言，用自己的实际行动来服务国家、贡献社会。

# 薛其坤：追梦量子世界

2024年6月24日，国家最高科学技术奖迎来有史以来最年轻得主。他就是发现量子反常霍尔效应的著名凝聚态物理学家、中国科学院院士、清华大学教授、南方科技大学校长、巴克利奖首位中国籍获得者，时年61岁的薛其坤。此前，他曾获得国家自然科学奖一等奖、菲列兹·伦敦奖、未来科学大奖、巴克利奖。35岁当教授，50岁攻克量子世界难题。

## 沂蒙山区少年，一步步走上国际舞台

1963年12月，薛其坤出生在山东省临沂市蒙阴县的一个小村庄里，父母都是普通的农民。当时的中国，物理学似乎还困顿于黎明前的黑暗之中，相关基础科学研究仍大幅度落后于世界先进水平。

随着中国第一颗原子弹在1964年爆炸成功，尖端技术先后突破、瞩目成就接连实现。基础研究领域，无数物理工作者迎难而上、立志赶超，“科学的春天”翩然而至。

青少年时代，“贪玩，但聪明，也爱学习”的薛其坤成绩突出。高考时物理满分100分，他考了99分，如愿考入山东大学光学系激光专业。

1984年，大学毕业的薛其坤壮志满怀，决定考研究生。不曾想，却考了三次才考上。第一次考研，以高数39分惨淡收场；第二次考研，又因物理39分与中国科学院物理所失之交臂；直到1987年才成功“上岸”，考上中国科学院物理研究所凝聚态物理专业。

硕士期间和读博前两年，薛其坤没有得出一套能够支撑论文的数据。1992年，他在导师陆华教授的引荐下，前往日本东北大学金属材料研究所学习



和进行科研工作。在那里，他经历了科研道路上的又一个“坎儿”，却得到“脱胎换骨的改变”。

起初由于语言不通，他听不懂导师的要求，成为实验室里“最不受待见”的学生。联合培养导师樱井利夫教授的实验室被称为“7-11实验室”，明确提出每周6天，早上7点需到达实验室，当晚11点之前不允许离开。

“每天就是三件事：吃饭、睡觉、搞科研。”凭借山东孩子骨子里的“皮实”，尽管“语言不通、技术不熟、睡眠不足”，在崩溃边缘数次徘徊，薛其坤都成功把自己从放弃留学回国的念头前揪了回来。

强烈的学术志趣是追求卓越的最大原动力。挺过了最初的适应期，他每天第一个到实验室、最后一个离开，是全实验室扫描隧道显微镜实验制备针尖方面水平最高的学生。

“制备针尖只是一项小小的实验技术，但短时

间内如能做出高质量的针尖，不仅意味着实验做得更快，数据也更好。”仅用一年半，薛其坤的研究取得重大突破，是樱井利夫实验室近30年最具突破性的研究成果。

1992年至1999年的八年间，薛其坤先后在日本东北大学金属材料研究所、美国北卡莱罗纳州立大学物理系学习和担任访问助理教授。

“我没有忘记，自己是从沂蒙山区走出来的孩子。”薛其坤看到中外在物理学实验室仪器、技术和设备方面仍然存在的巨大差距，看到发达国家经济社会的发展与科学技术的创新，迫不及待地想要用所学到的知识本领为祖国高水平科技自立自强作出贡献。

1999年，薛其坤回国，进入中国科学院物理研究所工作，很快携手研究团队，在纳米团簇、量子尺寸效应等方面取得一个个实验发现。

2005年，薛其坤来到清华大学物理系任教，组建起一支不同年龄、不同背景甚至来自不同单位的研究团队。同年11月，他成为中国科学院当批年纪最小的“新科院士”。

薛其坤团队在清华的实验室里搭建的第一台机器结合了三种技术：分子束外延（MBE）薄膜制备技术、能看到原子的扫描隧道显微镜（STM）、能够对电子能带结构进行精确表征的角分辨光电子能谱（ARPES）。

这是薛其坤在中国科学院物理研究所时期和研究团队率先独创的。三项技术中，想要专精哪一项都不容易，意识到且有能力将它们集成在一整套设备当中，在当时更是“仅此一家”。

薛其坤说：“善于发掘并不新奇的实验技术的潜力，发现它更强大的功能，是做出别人做不出来的东西、实现科学突破的要点。”来清华后主导建设的首个实验室搭建完成两三年后，拓扑绝缘体研究开始在国际上兴起。兼具合适的实验工具与前期

的科研积累，“两方面都做好了准备”的薛其坤团队立刻抓住机会，进入这一领域持续钻研。

## 勇攀量子高峰，迎来“奇迹的时刻”

什么是“量子反常霍尔效应”？原来，在一个材料中，电子的运动是高度无序的，电子和晶格、电子和杂质、电子和电子都能形成碰撞，产生电阻、发热，从而造成能量损耗。但此时，如果给薄膜样品外加一个强磁场，在强磁场作用下，电子的运动 would 像高速公路上的汽车一样，沿样品边缘分道行驶，互不干扰，这个非常有趣的现象就被叫作“量子霍尔效应”。1979年，它由德国物理学家冯·克里青发现。

既然存在量子霍尔效应，那么是否存在量子反常霍尔效应——无需任何外加磁场，靠材料本身的性质就能让电子运动变得高度有序？

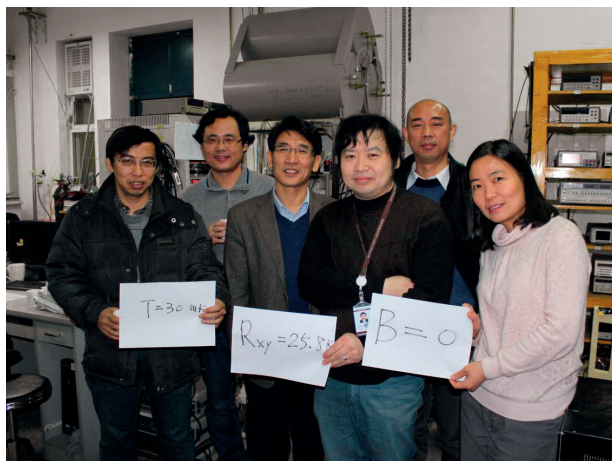
1988年，美国的霍尔丹教授在理论中提出一种“玩具模型”，可以实现无磁场的量子霍尔效应，此后近20年间有物理学家提出各种方案，但是在实验上未取得任何实质性进展。因为量子反常霍尔效应需要材料本身既具备磁性又是绝缘体，可由于磁体通常为导体，这是一个自相矛盾的要求。

转折的契机出现在2005年。那一年，理论物理学家查尔斯·凯恩、张首晟等成功预言了一类叫作拓扑绝缘体的新材料。这种内部是绝缘体、表面却可以导电的神奇材料的“出现”，让这个矛盾的要求有了实现的可能。

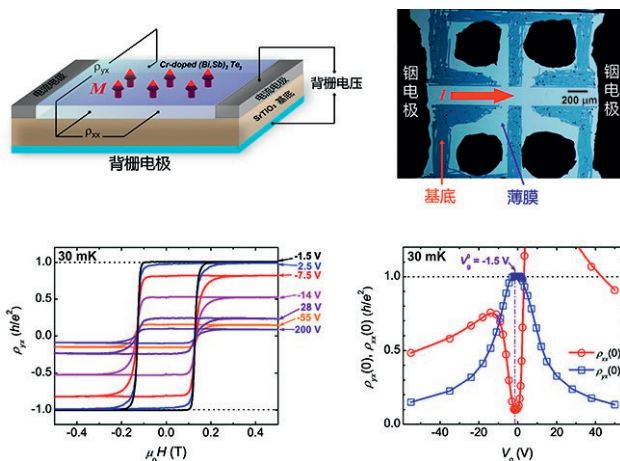
2008年，张首晟提出在磁性拓扑绝缘体中实现量子反常霍尔效应的方向。但想要找到合适的材料，难度无法估量；能否在材料中观测到量子反常霍尔效应、何时能观测到，更是完全不能确定。

“这是理论物理学家在山顶画出的樱桃，山顶有没有樱桃，没人知道。”尽管一切都是未知，但





薛其坤（左三）和项目组主要成员庆祝观测到量子反常霍尔效应



量子反常霍尔效应实验发现的最终测量样品和数据

在好奇心驱使下，薛其坤带领团队瞄准这个“领域最好、最高的科研目标之一”量子反常霍尔效应，期待做出更大的、从0到1的成果。

2009年起，薛其坤联合来自清华物理系、中国科学院物理研究所、美国斯坦福大学的多个研究组共同攀登这座“高峰”。“一条路走不通，就优化样品、改进方法。还走不通，就再优化、再改进。”他们尽力在科学迷宫里“穷尽每一个可能”。

四年多时间里，薛其坤团队在材料的制备、控制，以及如何用扫描隧道显微镜这只明亮的“眼睛”去深刻把握对材料的控制等方面，做到了“国际最好之一”。

历经对1000多个仅有5纳米厚的原子级样品的系统研究，薛其坤团队终于获得了一种磁性掺杂拓扑绝缘体薄膜可以满足需要，并在2012年10月的一个晚上，在实验中看到了量子反常霍尔效应存在的迹象。

收到学生第一时间发来的短信，刚从实验室出来不久的薛其坤火速赶回，紧急组织团队成员设计方案、部署下一步实验——必须测到完美的反常霍尔效应的量子化平台，并经得起不同样品的多次重复实验。两个月的集中测试之后，实验数据很完美！

最终数据得到的那天，薛其坤打开两瓶香槟，与团队师生共同庆祝“奇迹的时刻”——这是在世界范围内首次实验上实现量子反常霍尔效应，为世界基础物理研究贡献了一项重要的科学发现！

在研究成果应用方面，这一重要科学突破也有着深远意义。它将推动新一代低能耗晶体管和电子学器件的发展，有可能加速推动未来信息技术革命的进程。薛其坤团队的“世界首次”为中国夺得了新一轮信息技术革命中的战略制高点。

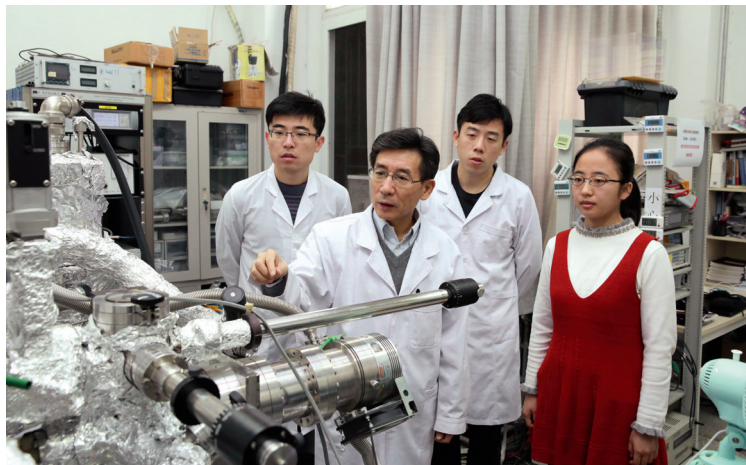
2013年3月，成果于《科学》（Science）杂志发表，审稿人称之为“凝聚态物理界一项里程碑式的工作！”

诺贝尔物理学奖得主杨振宁院士予以高度评价：“从中国实验室里第一次发表出来了诺贝尔物理学奖级别的论文……是整个国家发展中的喜事。”

因为这项重要的科学发现，薛其坤的名字不再普通。他被视为凝聚态物理领域的传奇人物，开始迎来人生的高光时刻。

## 追求极致，勤奋排在聪明前面

多年前，刚到北京的薛其坤操着一口浓重的山东沂蒙口音，“连普通话都说不标准，又怎么能说



薛其坤在实验室

出流利的英语呢？”勤能补拙，薛其坤凭着勤奋补齐了语言的短板，也为自己打开了更广阔的物理世界的大门。

读研期间，薛其坤被邀请在美国物理学会年会上作报告。为了克服语言问题，他把20分钟报告要讲的每个英语单词、每句话写下来，模拟练习了80多遍，对时间的把握到了出神入化的程度，基本上能精确到提前5秒钟结束。

当听到掌声与赞扬时，薛其坤觉得“像夏天渴时喝了冰水一样，很舒服”。自此，他通过接触和了解世界物理领域的前沿信息，开阔了科研视野。

在日本留学时，薛其坤就早上7时进实验室，一直干到晚上11时离开。这一作息，他坚持了20年，每年工作天数超330天。有位老院士曾评价他，“吃苦耐劳，异于常人”。

在科研伙伴眼中，薛其坤有着过人的学术直觉与学术品位，总能敏锐瞄准国际前沿、实现技术飞跃、引领团队创新。薛其坤却说，“相较于天赋，科研道路上更多的是日复一日的投入、努力和坚持，再高深的学问，也是在找到方向之后，一步一个脚印，慢慢从基础向高深推进的。”

他认为，成才路上，勤奋排在聪明前面。“我自己属于非常勤奋的人。在我创造力最好的

阶段，我从来没休过一个假期，一天工作十五六个小时，没有周末也不过节。”“可以说，我今天取得的成就，是三分靠天分、七分靠努力。”

在学生眼里，导师薛其坤大部分时候和蔼可亲，会经常买些牛奶、夜宵、营养品送给他们；但学生若犯了错，会受到他狠狠批评。有一次，他像往常一样去实验室，恰巧碰到一位学生在电脑上浏览无关网页，薛其坤顿时火冒三丈。“你们现在拥有这么好的

实验条件，却不知珍惜。这不只是在浪费自己的时间，也是在浪费科研资源！”学生头一次见他发这么大的脾气，却也明白“薛老师这是既生气又心痛”。

在薛其坤眼里，这个世界一流的实验室里，每台昂贵的仪器都是来自国家的支持，也是老百姓的支持，他要对得起这份支持。在实验技术与科研训练中，薛其坤对学生的要求近乎苛刻：对于实验仪器要长年累月准确无误地操作；写论文，标点符号也不能出现错误。

薛其坤认为，追求极致的科研态度，是一个科研工作者不可或缺的品质。如今，薛其坤团队已经培养出一大批在量子科技领域具有国际水准的优秀青年人才，持续为中国的科技事业高质量发展贡献着智慧与力量。

作为国内顶尖的物理学家，薛其坤带领他的团队在攻克两个方向：一是探索量子反常霍尔效应及其有关的量子态在拓扑量子计算等方面的应用，另一个是高温超导机理研究。

“人们仍然没有理解高温超导的机理，可以说，这是个凝聚态物理学的世纪难题。”薛其坤说，“如果我们把谜底揭开了，就有可能设计出高温超导材料，在室温下甚至更高温度下实现超导，这将对全人类的重要贡献。”

# 清华大学全球战略： 做世界的水手，奔赴所有的港口

## ——访清华大学经管学院教授酆金梁

本刊记者 李彦

进入 21 世纪以来，全球化给世界高等教育发展带来新机遇，也带来全新挑战。清华大学于 2016 年 7 月发布实施全球战略，着力培养具备全球胜任力的拔尖创新型人才，切实开展服务国家和世界的研究，全面提升国际合作办学能力与全球影响力。8 年之后，全球化战略进展如何？更国际的清华在向世界讲好中国故事过程中发挥了哪些作用？带着这些问题，本刊记者专访了清华大学经管学院教授、国际处原处长酆金梁。



酆金梁教授

**记者** 发布全球战略是当时清华大学基于时局的重要战略判断，能否请您讲一讲当时的背景和战略本身的具体内涵？

**酆金梁**（以下简称酆）：清华的百年历史，本身就是一部把世界先进经验同自身实际相结合、探索中国特色高等教育现代化道路的发展史。邱勇书记曾说，“一所大学的办学视野决定了它所培养的人才的视野。”在世界多极化、经济全球化背景下，随着中国日益走近世界舞台中央，中国的大学也要站在世界地图前思考办学定位，必须坚持改革创新，坚持国际化办学，才可能建设一流的教育体系，在高水平国际竞争与合作中培养高层次人才。

如何面向世界、面向未来发展教育？学校经过一年的战略研讨，于 2016 年 7 月发布《清华大学全球战略》。全球战略阐释了学校在新时代的发展目标和教育理念，确立了建设世界顶尖大学的目标定位、三大战略目标和九个战略方向。该战略中，学

校把“全球胜任力”作为新时期人才培养的核心目标之一。“全球胜任力”内涵丰富，包括在全球背景下的国际视野、跨文化认知及对自我文化的再认知，世界历史和现状知识，外语能力，社会情感能力及领导力等等。

如何提升学生全球胜任力呢？这是一项需要全校院系、部处通力配合的系统工程。一是建立全球学程。学校通过建立课内外、境内外、线上线下国际化培养体系，把全球视野和胜任力培养融入培养全过程。大力推进英文课程建设，成立语言教学中心，增加第二外语课程种类和数量。设立学生全球胜任力发展指导中心，提供个性化的支持与辅导。二是延揽全球师资。清华大学全面实施讲席教授、冠名教授制度，大力引进高层次人才，不断提升教师队伍水平。三是丰富全球体验。近年来，学校有超过 46% 的本科生和 69% 的博士生在就读期间参加了各类海外学习交流项



目，未来这一比例还会提升。学校设立“英华学者”项目，选拔优秀本科生赴海外顶尖名校进行为期一年的学习。四是实施全球培养。目前，清华已与海外知名院校合作开设了50项联合培养双授联授学位项目和28项英文学位项目。设立发展中国家研究博士项目，培养具有国际视野、对发展中国家（地区）有深入研究的复合型学术人才。大力推进创新创业国际交流，发起成立中国高校创新创业教育联盟。五是实现全球胜任。学校加强与国际组织的交流合作，2017年以来已选拔输送近200余名学生到国际组织实习任职。

2017年7月，学校第十四次党代会将全球战略纳入大会报告，明确提出“到2020年，达到世界一流大学水平；到2030年，迈入世界一流大学前列；到2050年前后，成为世界顶尖大学”的中长期发展目标。当年启动了“国际化能力提升计划”（简称“2020计划”），以期通过学校层面的系统规划、统筹推进，解决国际化办学工作理念、教育教学、服务管理、校园环境等方面存在的突出问题。

在总结全球战略实施基础上，学校于2021年进一步制定《清华大学2030全球战略》，明确在2030时限内的战略方向和路径，将广泛、深入联结世界作为关键行动，着力提升学校的开放能力、融合能力和国际化办学的韧性。通过一系列举措，学校在全球高等教育中发挥引领作用，构建未来塑造力。通过培养具备全球胜任力的学生群体、建设全球卓越的教师队伍、提高学校国际化承载力这三个支柱战略，进一步联结世界，到2030年建设成为具有全球重要影响力的大学。可以说，2030全球战略的制定实施为实现学校“到2030年迈入世界一流大学前列、到2050年前后成为世界顶尖大学”的目标勾画了发展蓝图。

**记者** 在战略的指导之下，清华的全球化布局势如

**破竹，请您简要回顾一下这几年布局和突破的具体情况。**

**邵** 全球胜任力的形成需要高校能够承载国际化人才培养功能，对此，在全球有代表性地区设点是世界一流顶尖大学普遍采用的工作模式。学校在战略决策中尝试模式创新，逐步在海外设立基地与机构，完成全球战略海外布局。

2015年6月，清华大学与美国华盛顿大学、微软公司在西雅图联合创建聚焦创新教育的全球创新学院。

2016年9月，清华大学苏世民书院迎来了首届学生，该学院旨在培养了解中国的全球未来领导者，习近平总书记和美国时任总统奥巴马都曾向书院开学典礼致信祝贺。

2017年2月，清华大学与米兰理工大学签署共建中意设计创新基地合作协议，习近平总书记和意大利总统马塔雷拉共同见证了这一时刻。

2018年4月，中意设计创新基地暨清华大学米兰艺术设计学院在意大利米兰正式挂牌。

2018年10月，清华大学东南亚中心在印度尼西亚巴厘岛奠基，成立该中心的目的在于立足印尼、辐射东南亚，开展人才培养、促进人文与学术交流。

2018年12月，为了促进与拉丁美洲国家的学术研究和人文交流，清华大学拉美中心在智利首都圣地亚哥揭牌成立。

2018年6月，在联合国教科文组织的支持下，清华大学中国-非洲领导力发展中心成立。中非中心致力于推动清华与非洲国家在学术研究、人文交流、人才培养和科技创新的合作，助力推进“一带一路”倡议的实施，为国家推进中非全面战略合作伙伴关系、实现联合国2030可持续发展目标提供有力支撑。

全球战略海外布局取得这些重要成果，不仅为学校长远发展和创新人才培养提供了有力支撑，也

是向世界更好展示中国的方式。2018年12月，全球创新学院培养的第一批学生毕业时，美国《西雅图时报》发表专题报道称：“全球创新学院是一个明智的中美教育合作关系，为了建立和维持长期良好的关系，两国需要尽全力建立商业、社会及教育合作关系。”

除了向外拓展联合建设教育基地，学校还积极构建全球高等教育合作交流网络。

2017年4月，学校发起成立了亚洲大学联盟，促进了亚洲15所最有代表性的著名大学紧密合作。2018年11月，亚洲大学联盟发布了首部研究报告《亚洲高等教育展望2018》，在世界高等教育领域发出了属于亚洲的声音。

2019年1月，学校与一批具有共识的世界著名大学在瑞士达沃斯倡议成立世界大学气候变化联盟。同年5月，由包括美国麻省理工学院、英国剑桥大学、日本东京大学在内的9个国家的12所大学共同组成的世界大学气候变化联盟在清华正式成立，展现了在应对气候变化全球挑战面前世界一流大学应有的担当。

2020年12月，清华发起成立“世界慕课联盟”并担任主席单位；2021年12月，“世界慕课与在线教育大会”成功举办，联盟更名为“世界慕课与在线教育联盟”。

清华大学的全球战略产生了积极的国际影响。

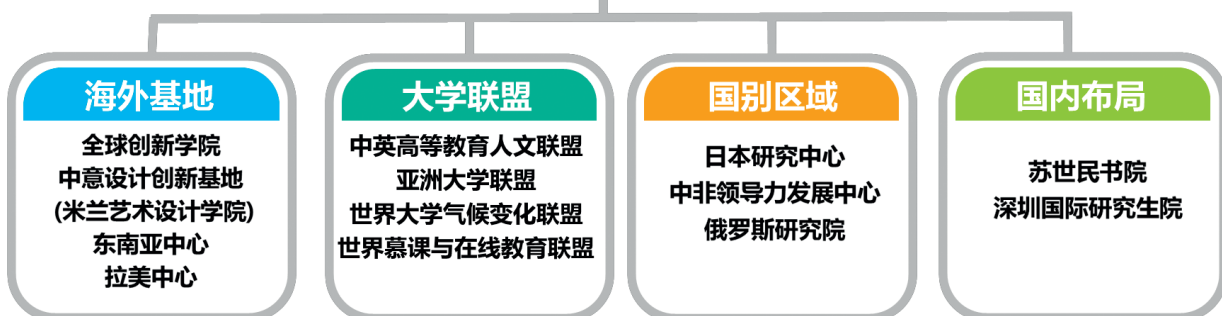
美国加州大学伯克利分校前校长杜宇凯（Nicholas Dirks）曾这么评价道：“全球战略是清华大学推进世界顶尖大学建设的一项关键部分，已取得显著成果，学校全球胜任力人才培养规划非常及时和具有远见。”正如他所说，清华大学全球战略抓住了历史机遇窗口，在推进中国特色世界一流大学建设中发挥着不可或缺的作用。

**记者** 国际化办学能力的衡量指标里，是否能吸引全球优质生源和国际师资队伍建设，都是核心指标，那么清华在全球战略实施以来，这两方面的提升情况如何？

**邵** 截至2023年底，清华大学在学国际学生共计3142人，来自126个国家。其中，本科生780人，硕士生1597人，博士生445人，非学位生320人。与2015年情况相比较，国际学生的结构和质量实现了显著优化。以培养世界未来领袖的苏世民书院为例，截至目前，书院已招收九届近1200名青年学者，分别来自100多个国家及地区，其学历背景涵盖全球400多所大学。截至目前，位于美国西雅图的全球创新学院（GIX）“智慧互联”双硕士项目已招收来自全球十多个国家共计126名学生，毕业55名学生。

师资延揽方面，这些年清华邀请到了包括菲尔兹奖得主考切尔·比尔卡尔（Caucher Birkar），

## 清华大学全球战略布局项目





清华大学全球战略的区域布局

国际顶尖数学物理学家尼古拉·莱舍提金（Nicolai Reshetikhin），新加坡国家科学院院士、美国国家医学科学院外籍院士黄天荫（Wong Tien Yin）等在内的一批卓越学者。

截至2023年底，清华大学已与英国剑桥大学、日本帝国理工学院、日本东京大学、日本东北大学、加拿大多伦多大学、加拿大阿尔伯塔大学、俄罗斯圣彼得堡帝国理工大学、德国亚琛工业大学、澳大利亚新南威尔士大学等16所大学与科研机构签署战略性科研合作协议，并启动联合种子基金项目近200项。

**记者** 在全球战略的实施过程中，清华同步推动包含116项具体任务的“国际化能力提升计划”，努力从治理体制、人事制度、教育模式、科研机制、资源配置等方面建立完善与世界一流大学建设相匹配的现代管理体系。我们知道自我突破总是要经历挑战的，能不能请您分享其中一二？

**郗** 确实像你说的，从计划提出到过程实施，我们也是经历了“刀刃向内、自我革命”的过程。

2018年1月9日，学校部署启动“国际化能力提升计划”（简称“2020计划”），该计划由学校20余个职能部门共同参加，前期通过大量发放和回收问卷调查、一对一访谈外籍教授等方式，发现学校在教学、服务管理、校园环境等方面存在的突出问题，再通过学校层面的系统规划、统筹推进并解决问题。从2017年至2020年，该计划共完成603项任务，其中涉及信息化相关问题116项，涉及多语言多文化问题157项，涉及学习和学术问题330项。

计划实施之后，大家充分感受到变化。在软件设计方面，清华大学信息服务、网络学堂、选课系统、图书馆等学生常用网页平台推出中英文版本，各院系也积极建设英文网站。“清华小清心”心理咨询预约通道、校园卡充值页面和网上自助报账系统等各种电子服务功能也都实施了升级换代。校园里硬件基础设施双语化程度大大提高。楼牌、路标和交通标识升级为中英双语；食堂里的菜单换成了中英文双语菜单。所有这些措施都极大地便利了国际师生适应清华里的学习和生活。



**记者** 杨斌副校长曾提过，教育国际化面临的一个至关重要的问题是如何走一条全球本土化的道路，请问清华在提高大学国际性的同时，又是如何保持本土化的？

**邵** 在全球战略实施中，两项在国际化办学中保持本土性的主要举措是“推动中外学生交流融合与趋同管理”和“建设以中国文化为主导、多元文化共同发展的国际化校园”。

在趋同管理方面，学校对国际学生与中国学生采用统一的教育质量标准，并且持续优化学校内部教育质量保障体系的各要素和各环节，以高质量办学实现高水平人才培养。2022年，全校学术学位博士生和硕士生培养方案以及国际化项目的培养方案全部落实“分流退出”要求。在考勤和考试考核方面，国际学生与国内研究生的要求一致，严格按学籍管理规定执行，在同一课程中外学生采用相同的考试考核方式。

在“建设以中国文化为主导、多元文化兼共同发展的国际化校园”方面，学校采取了多种举措促进中外学生交流融合。

学校针对国际学生设置了“中国概况类”和“中国文化类”的特色课程，来帮助他们了解中国全貌，其中，25门“中国概况类”课程以“理解中国”为主题。例如，学校在2022年开设“全球发展倡议的中国视角”全英文系列讲座，采用线上线下融合式教学，并通过学校微博等官方平台以及学堂在线慕课平台面向全球播出，阐述中国社会、经济、文化与科技方面的最新发展，向世界展示更加真实、立体、全面的中国，全球学习者超1720万人次。《中国文化与中国国情》课程则通过邀请校内外知名学者分专题开讲座的形式，向国际学生介绍基本国情以及中国文化艺术的精髓，如戏曲、水墨画、中国家具等。此外，学生全球胜任力发展指导中心还开

展了多种文化浸润项目，举办主题沙龙研讨，以使中外学生学者加深对中国文化和世界各国文化的尊重和理解。

除了课程设置，学校还建立了国际学生辅导员队伍，举办国际本科新生拓展营，推进中外学生混合住宿，促进学生管理和服务的趋同融合。春节期间，各国际学生公寓楼大厅设置了春节文化体验区，教国际学生用毛笔写对联和制作新春版画，介绍中国过年的习俗和文化。在中国的传统节日如元宵、中秋时节举办丰富多样的活动，不断加深国际学生对中国文化的理解。

**记者** 经过8年的全球战略发展，您觉得国际化工作有哪些经验可以总结？

**邵** 学校的国际工作具有悠久的历史 and 积淀。全球战略实施以来的经验可以初步归纳三点。

经验一：坚持扎根中国、融通中外。

学校自觉把一流大学建设放在国家发展的大舞台上，心怀“国之大者”，力求通过深化改革和扩大开放，把服务国家战略和引领国际学术前沿“两个战场”统一起来，不断提升解决国家重大问题的能力，为经济社会发展提供有力的人才保证和科技支撑。建设中国特色世界一流大学，既不能简单延续已有的发展经验，也不能完全模仿西方大学的发展模式，而是要在改革中把“中国特色”和“世界一流”融为一体，面向未来培养优秀人才，产出一流的研究成果，不断为国家富强、民族复兴和人类文明进步贡献智慧和力量。

经验二：建设世界一流大学，必须进一步加强教育对外开放。

国际化是世界一流大学的重要特征，中国高校需要借鉴世界优秀大学的有益经验，解决自身发展的现实问题，形成自己的办学特色和模式。“双一流”建设瞄准的是世界一流，国际竞争与合作相辅相成



两国元首见证清华大学和圣彼得堡国立大学交换共建俄罗斯研究院合作协议



清华大学日本研究中心的高级研修课程“清华孙文塾”正式启动



在博鳌亚洲论坛 2018 年年会上举办“亚洲大学的崛起教育圆桌会议”



清华大学拉美中心成立仪式

是世界高等教育发展进步的必由之路。面对世界高等教育格局调整的机遇，学校要进一步加大教育对外开放，通过整合国内外资源，走内涵发展、特色建设的道路，在推动中国高等教育“走出去”方面进行有益尝试。

经验三：建立广泛合作关系，瞄准全球共性问题，积极推动多边合作。

尽管传统老牌科研大国仍然占有国际科研合作优势，新兴经济体以及发展中国家正在成为改变全球科研合作版图的重要力量，并日益成为各国科研合作中不可或缺的合作伙伴。中国作为其中最为突出的代表，在综合国力不断增强的背景下，不断加大科研投入和加强创新要素配置，积极在国际科技创新体系中承担更大责任。在世界局势复杂多变的背景下，高校更加需要凭借知识创新和人才培养的公益属性，积极主动地参与、推动国际和多边科技合作，瞄准全球共性问题，发挥链接和纽带作用，为我国深度参与国际创新合作赢得更多机会，服务人类命运共同体建设。

2023 年 5 月 29 日，习近平总书记在二十届中共中央政治局第五次集体学习上的讲话中提到，“要完善教育对外开放战略策略，统筹做好‘引进来’和‘走出去’两篇大文章，有效利用世界一流教育资源和创新要素，使我国成为具有强大影响力的世界重要教育中心。要积极参与全球教育治理，大力推进‘留学中国’品牌建设，讲好中国故事、传播中国经验、发出中国声音，增强我国教育的国际影响力和话语权。”面对关乎人类命运的重大挑战，面对百年未有之大变局，学校将始终扎根中国、融通中外，立足时代、面向未来，在世界舞台上发出中国高等教育的声音。清华全球战略，正当时，在路上！

# 师者于歆杰

本刊记者 朱芙蓉 王正

## 于歆杰

1996年清华大学电机系本科毕业，2001年清华大学博士毕业后留校任教至今。2018年10月任电机系党委书记。国家级教学名师，中国电机工程学会电工理论与新技术专委会主任委员，高等学校电路和信号系统教学与教材研究会理事长，教育部工科基础课程教指委秘书长，清华大学在线/融合式教学指导专家组组长，国际电磁发射杰出贡献 Peter Mark 奖章、杰出教学奖、宝钢优秀教师特等奖、霍英东教育教学一等奖、北京市教学名师奖、清华大学首届新百年教学成就奖获得者。



1991年，于歆杰从贵阳市第一中学被保送到清华大学电机系，2001年获博士学位并留校任教。从教20多年来，于歆杰一路“敢做敢拼”，勇于尝试新事物，不断寻求教学方式改变，成为清华大学探索高等教育数字化应用的代表性的人物之一。

2013年，于歆杰开设清华大学首门“慕课”（MOOC，即大规模在线开放课程），成为“清华慕课第一人”。他持续开展高等教育数字化改革实践，提出了“以学生为中心的教与学”全新教学模式，用翻转课堂等教学方法和雨课堂智慧教学工具提升学生的学习成效。2020年初，新冠疫情袭来，他担任清华大学在线教学指导专家组组长，带领组员攻坚

克难，确保春季学期如期开课。2023年秋季学期，清华大学在人工智能赋能教学方面开展试点，于歆杰讲授的“电路原理”课程成为首批试点的8门课程之一。

## 讲授慕课， 他十年间“桃李满天下”

什么是一个好的大学老师？什么是一个好的课堂？过去三十年间，全世界高等教育对“好老师、好课堂”的理念，发生了深远的变化。

20世纪90年代，大学老师能够在教室里把应讲的知识完整高效、通俗易懂，也许还风趣幽默地讲出来，就是一个好老师，这节课就是一个标准的好课程。在教室环境中，学生通过听课记

笔记，跟老师有些许互动，掌握了这些知识，就完成了课堂教学的核心要义。那时候，高校精品课的讲义是该门课程立于不败之地的“秘籍”，多半要藏着掖着，以防泄漏出去被同行模仿或抄袭。

然而，伴随着互联网的普及，传统教与学的场景逐渐遭受挑战。

在于歆杰留校任教讲授本科生基础课“电路原理”的2001年，MIT（麻省理工学院）推出了OCW（Open Course Ware，即开放课件），整建制地把全校2000多门课程的教学资源、课件、作业题、考试题、全程授课录像放在了网上。在MIT带领下，耶鲁、斯坦福、哈佛都开启了这样的尝试。高校教师的授课场景一下子变得赤裸裸了，课堂讲授的内容





2019年8月15日，于歆杰在2019级本科生开学典礼上讲话

原汁原味地呈现给全社会，教师授课好与不好不再是口碑相传，而是完全暴露在全网的目光下。开放课堂体现了全球高校的开放态度，意味着21世纪全球高等教育的理念开始转变，“只有开放才能引领”，甚至是“只有全方位开放才能持续保持引领”。

时间来到2013年。这一年，于歆杰已经讲授“电路原理”12个年头。从第9年开始，他就一直在寻求“对于这门课的未来，要怎么办”的答案。

“对于这门课的未来，要怎么办”，是“电路原理”课的原课程负责人、清华大学陆文娟教授退休前夕把课程负责人的交接棒递给于歆杰时，对他提出的问题。

清华“电路原理”开设于1932年，一直是工科学生的基础

课程，数代清华教师接力钻研，已经把这门课上到了登峰造极的程度。接力棒教给于歆杰，他要从哪里进行突破呢？

当时，移动互联网快速发展，学生逐渐形成碎片化的认知习惯，“慕课”在世界范围内兴起，并迅速引起国内高校的重视。

于歆杰寻找到了答案。

2013年，于歆杰牵头开设了清华大学首门慕课“电路原理”。当年10月，“电路原理”在清华自主打造的中文慕课平台“学堂在线”和国际大规模开放在线课程平台“edX”同时上线，迅速吸引了来自全球的学生观看，也让他成为“清华慕课第一人”。

“慕课是专门针对社会学习者准备的内容，它将学习资源碎片化，满足了多样化的学习环境，也提升了学会的可能性。”于歆

杰说。

因为慕课，于歆杰真正实现了“桃李满天下”——十年时间，“电路原理”课程让158个国家和地区超过50万人从中受益。而如果没有慕课，按照他的预计，自己退休前最多能教3万个学生。

慕课的优势不仅是教授更多学生，让优质的教育资源通过慕课平台传递到全社会，更好地促进教育公平，是于歆杰更看中的慕课资源价值所在。“现在网络很发达，即便考不上清华，学生只要想学，就可以去看清华大学老师的课。”他说。与此同时，慕课资源还推动了高校教师主动改变课堂教学模式，促进了新型教与学的发生。

时间又向前走了十年，2022年底，以ChatGPT为首的生成式人工智能横空出世，在各行各业激起巨大的变革浪潮。这场并非发轫于高等教育领域的技术革命，带来的挑战和影响力都比慕课更加深远。

“慕课带来的影响更多体现在资源端，而人工智能带来的，则是教与学行为的深刻变革，给传统授课形式带来更大冲击。”于歆杰说，在高等教育领域，高校的运行、高校老师开展科研的方式、老师和研究生开展科研的方式等都会发生巨大的改变。自然，高校教师上课也会引入人工

智能，使传统课程运行方式发生巨大改变。

## 使命驱动， 他坚守育人初心 敢做敢拼

2002年，于歆杰初登讲台，讲授“电路原理”课程。迄今20多年里，于歆杰把“课大于天，以本为本，给本科生上好课”当作第一要务，从未因出差、开会或身体原因调整过一次课堂讲授，始终以“最高权重”保证本科课程教学。

要想学好“电路原理”课程并不容易。于歆杰一直在努力把比较难的知识讲得较为浅显易懂，来帮助学生理解。

课堂上，于歆杰经常会运用小故事来讲解相关理论提出的过程以及电路的应用实例。这过程当中不仅包括问题的引入、转折，更有巧妙的伏笔和陷阱。同时，通过与在线学习者的交流，于歆杰也在不断地完善课程，不仅调整了其中的一些教学思路，也按照同学们的关注点增补了部分知识。

考虑到不同学生学习的需求各异，于歆杰还为“电路原理”课设计了三种完全不同的上法：有课前看慕课自学而后参加小班讨论的a模式，有传统大班课堂授课并融合“雨课堂”进行互动的b模式，也有经申请后自己课

下自学慕课同时按时完成作业和考试考核的c模式。学生可以根据自身的情况自由选择其中的任一模式，最后参与同卷统考的方式实现课程的考核管理。

于歆杰鼓励学生在使用“雨课堂”等教学软件学习时，边上课边发弹幕，以便实时看到学生的想法和思考。

“一节90分钟的课，班上80个学生一共发了671条弹幕。”于歆杰说，通过这种实时的线上互动，自己能够及时了解学生们的听课情况，也可以借此增强课堂对大家的吸引力。

学生的反馈是教学效果的直接体现。“于老师的教学水平和人品无愧于等身的荣誉”“于老师的课堂绝对配得上中国金课的称号”“于老师的教学体系非常成熟，讲课条理十分清楚，学生能清晰感受到，老师微信答疑，认真负责，与学生打成一片”……10余次学生评教进入全校前5%，获学生评选的“清韵烛光”清华大学“我最喜爱的教师”和“良师益友”称号，获清华大学首届新百年教学成就奖。

除了讲课讲得好，于歆杰还十分愿意接近学生，尽可能去熟悉学生的学习和生活情况，全方位关注学生成长。

读博期间，他担任了3年半“双肩挑”政治辅导员。毕业以

来，2011年和2021年，每10年，于歆杰主动申请担任本科生1字班的班主任。“我是电91班的，10年当一次新1字班的班主任，是我的情结，也是给自己立的flag。”因此，即便2021年他已经担任电机系党委书记近3年，教学、科研和行政任务叠加，忙得不可开交，他却仍请缨担任未央书院“未央·电11班”班主任。为了当好班主任，每个学期，于歆杰要与班级的每位同学保持至少一次超过30分钟的一对一谈话。清华有着良好的体育传统，他建议学生每周至少要跑步一次，自己也跟学生一起跑。2022年5月，清华大学校园封控期间，于歆杰主动申请驻校，以便深入学生当中，帮助他们缓解心理压力。

从教以来，于歆杰多次担任清华大学SRT学生课外科技活动指导教师，指导学生2次获得清华大学挑战杯一等奖。2010年暑假率领电机系“溯源”联合考察南涧分队，奔赴云南考察澜沧江流域旱灾与水利开发，成果获清华大学社会实践金奖。在培养研究生过程中，从学习课程知识、选择有价值的研究问题、发现可能的突破点、遭遇挫折后调整心态等方面对学生开展训练。培养的研究生中，4人次获国际会议最佳论文奖，2人获北京市优秀博士毕业生，2人获清华大学优

秀博士论文。

2020年初开始的新冠肺炎疫情给人类社会带来了前所未有的挑战。2020年2月，清华大学明确提出“推迟返校，按点上课，一起上课，真有课堂”，要做到在线学习与线下课程教学质量“实质等效”。为确保在线教学质量，清华大学迅速成立3个专家组和1个工作组，于歆杰任在线教学指导专家组组长。

“那时候，全校2200多位授课教师，只有1/5有过在线上上课的经验。”于歆杰说，自成立专家组到面对全校教师开展首场培训只有短短3天时间，专家组成员早上6-7点就开始讨论，一直持续到深夜，平均每天在微信群发言讨论300条左右，解决了众多针对大规模建制学生开展在线教学所面临的思维方式转变、在线教学设计和工具操作等难题。专家组成员将本组研讨成果迅速带回院系，又将教师们的顾虑和问题快速带回专家组讨论，从而形成快速联动。

“抗疫在线教学要有‘钝感力’，无论环境怎么变化，我们的育人初心不变。”于歆杰说。在专家组成员和全体教师、学生的努力下，清华大学2020年春季学期的几乎所有课程都以在线教学的形式圆满完成。“雨课堂”工具快速迭代，从一个课堂内的交互工具，迅速成长为在线教学

利器；很多完全没有在线教学经验的老师迅速成长为线上互动的直播达人；教学组织形式发生了转变，3个专家组和1个工作组实现了在线教学模式的快速演化和扁平化快速传播。同时，这项工作还定点帮扶、辐射带动了全国数十所高校的线上教学工作。

这种“敢做敢拼”的原动力来自哪里？于歆杰认为，这是清华的风格，是清华给予的精神特质。习近平总书记在致清华大学建校105周年的贺信里说，“清华大学是我国高等教育的一面旗帜”。于歆杰非常认同这个观点，“争创一流就应该是清华大学的使命。清华人就是要沿着对的方向，在一片荆棘中开出一条路来，然后扛着旗子往前走。这是清华教给我的一个很重要的思维习惯。”

2023年4月，于歆杰获得第四届杰出教学奖。杰出教学奖与教学大师奖、创新创业英才奖，简称“教学三大奖”，由教育部支持，中国教师发展基金会组织，深圳市陈一丹公益慈善基金会捐资设立，于2019年启动，每年评选一次，是目前我国高等教育教学领域奖励力度最大的奖项。奖项评选以提名方式开展，获奖者大都是德高望重的老先生们。在这些前辈面前，于歆杰是“小字辈”，但20年来在高等教育数字化领域的教学成就，让他成为业内公认的“大先生”。

## 传道解惑

### 他送给毕业生一碗人生鸡汤

于歆杰对学生们说，年轻时自己不理解“君子和而不同”“和光同尘”“中庸之道”这类的说法，但现在却越来越体会到，承认并且学会欣赏不同，努力做到求同存异，能够在差异中找到共识，进而取得进步，是大智慧，是个人和社会发展的先决条件。

类似的“价值观”输出，还有很多很多。最具代表性的就是从2019年-2024年的6个毕业季，于歆杰以党委书记的身份在电机系毕业典礼上的致辞。这些致辞既贴近他的身份，又是他新的人生感悟和使命价值的分享，更是一碗送给毕业生的“心灵鸡汤”，供学生们在人生旅途上慢慢品味。

2019年，他讲“不忘初心”“牢记使命”。叮嘱就业的同学要“不忘初心”，叮嘱攻读研究生的同学要“牢记使命”；就业的同学，要学习如何在做各种琐事的过程中，如何在做选择的过程中不迷失方向，“现在就把对自己想成为什么样的人的描述，用文字写下来，藏在某个只有自己知道的地方，每隔一段时间拿出来看一看，衡量一下自己向着那个方向是更近了呢？还是更远了”；他提醒读研的同学，进入研究生论文阶段后，会面临一个无助的黑暗局面，会遇到多次挫折，要想做出一点点关键的突破，最重要





于歆杰领奖

的是要在黑暗的探索中始终“牢记使命”。

2020年的毕业典礼在云端举行。他希望就业的同学要秉承“修身齐家治国平天下”的宏伟抱负，把个人的发展和国家民族的进步紧密结合在一起；希望攻读研究生或开展博士后研究的同学不要为写论文而做科研，要努力找到国家发展和人类社会进步所面临的真问题和难问题。

2021年，他讲在快速变化的时代要有“钝感力”和“敏感力”。既要坚守初心有足够的“钝感力”，又要有足够的“敏感力”能及时有效地应对变化以实现初心。

2022年，依然在线举行的毕业典礼上，他讲“心态”，讲“初心”，希望毕业生根据自己的初心和能力做出方向正确的选择。

2023年，他的致辞有了主题，叫做“人生马拉松后面的跑程中做一个孤独且开放的跑者”。“人

生马拉松”是延续了4年前，也就是2019级新生入学时，他作为教师代表在入学仪式上的讲话主题。那时，他告诉新生，“你是在跑人生的马拉松。这个过程中最重要的是你一直在跑，一直在成长，因为只有这样，才能战胜自己，才能领略人生爬大坡的乐趣”。四年过去，当初聆听他入学致辞的新生以毕业生身份坐在台下，听他讲“如果选择了上坡跑法，就要习惯于，并且逐渐开始享受这种内心的孤独，要对别人暂时不理解自己的想法和做法有充分的预判”，“还得特别需要有一个开放且包容的心态，容得下别人对你的想法的质疑，哪怕这个质疑在你看来是荒谬的，要主动与他人交流，通过交流，消除误会，求同存异。”

2024年的致辞主题是“坚守学术范式，探索能力边界”。“未来不管是继续深造，还是进入企

业或政府部门，在清华电机系接受的学术训练将是你一生中最大的财富。”他进一步阐释，“虽然方式和手段千差万别，但是学术的范式却基本稳定，那就是，首先你需要具备发现真实的并且有价值的问题的眼光；其次你需要有渠道获取他人在这—方面已经取得的成就和尚未达到的高度；第三你需要有能力实现前人没有的突破，在某个方面或者全部地解决那个问题；最后，一定不可或缺地，你需要将你的发现或创造以适当的方式与他人分享，这既是在宣誓你的学术主权，同时也是你回馈学术界的必须。因为你深知，没有在第二步借鉴他人的成果，你不可能取得当前的突破。每个人都有义务为人类文明的知识宝库贡献力量。”

“这就是学术的范式。”于歆杰告诉在座的毕业生，“用这个范式来处理科学技术问题，就是科研学术；用这个范式来处理教学问题，就是教学学术；用这个范式来处理管理问题，那就是管理学术”。

坚守学术范式，探索能力边界，这也是于歆杰在清华大学工作20多年的宝贵经验之谈。某种意义上，这些精心准备的毕业致辞，浓缩了他作为一个教学科研工作者20多年的迷茫、突破、迎难而上并最终被使命驱动的成长历程。

## 对话于歆杰

### 大模型更擅长赋能文科课程

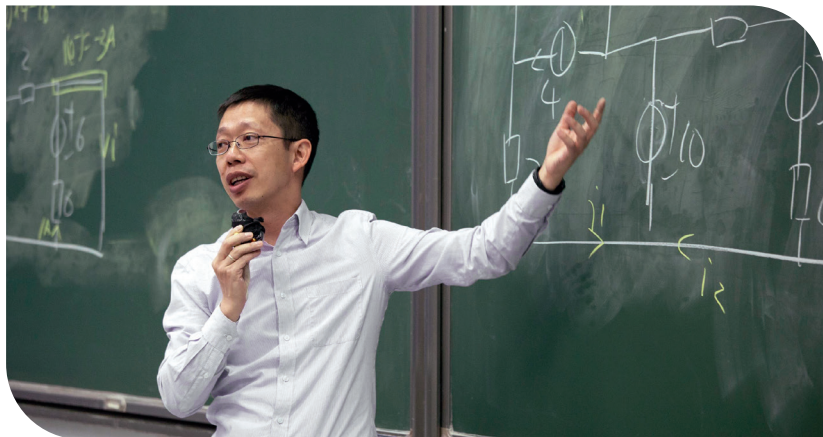
**记者** 当前，人工智能大模型在高等教育教学领域的应用场景有哪些？

**于歆杰** 从现阶段情况看，无论何种通用多模态大模型，最擅长的还是语言理解和文本处理。在大学课程学习上，人工智能对文科类课程、程序设计类课程等的赋能作用更加明显。

比如，学生在课堂上没有弄懂的知识点，课后可以通过人工智能来弄明白；学生写的文章，可以用大模型做文本润色，只要输入的命令准确清晰，无论是更加规范化的润色还是带有文艺色彩的润色，大模型都可以做到。

润色英文论文是大模型赋能的另一个场景。传统意义上，英文论文投递以后经过两三个月的审核，反馈回来的审稿意见里，“英语非母语，写得不太好”是常见的反馈意见之一。过去往往要请英语母语的人来做英文修正，或者找专业的公司花上几千元甚至几千美元。但现在不一样了，直接请大模型审核就可以满足投稿要求了。

在批改文章方面，有时大模型批改甚至会比人工批改更好。虽然助教人工批改的学术性更强，但批改是言简意赅的，因为他时



于歆杰在课堂上

间和精力有限，只能做到提纲挈领。大模型则不然，它的回答“事无巨细”，而且随时能互动，亲切感更强，体验感更好。此外，学生可以把一篇文章给到不同的大模型应用去批改，快速拿到多个批改反馈，相当于有多个助教对文章进行了修改。通过比较，学生可以筛选出对自己帮助最大的修改意见来参考。

当然，任何事情都有AB面，采用大模型的文本处理功能来辅助教学的同时，也对这门课的教学造成了最直接的影响。既然知识型大模型能辅助学生获取知识、编程、答疑，那么是不是能再往前走一步？有了大模型还需要人来教学吗？当大模型足以强大到通过跟学生聊一聊，就能帮助学生学会课程的话，老师的价值又体现在哪里？即便上述场景短期内还不会到来，但却是高校教师们必须直面的未来。

### 主动训练多模态大模型

**记者** “电路原理”课程已经过两个学期的人工智能赋能教学试点，在大模型训练和教学辅助应用上取得了哪些进展？

**于歆杰** 试点工作主要使用清华大学计算机科学与技术系与智谱华章公司共同研发的千亿参数多模态大模型 GLM 作为平台与技术基座，服务不同学科领域教师的教与学生的学。试点目的就是要探索模式，探索一线的教学需求怎么跟大模型相结合，哪些尝试能够让现有的教学进行突破等等。8门试点课程，每门课的老师都在发挥想象力，也都有符合课程需求的新尝试。

具体到“电路原理”课程，我们把训练大模型所需的电路知识都灌输给它了，学生只要询问电路知识都能得到准确回复。但是，对学生来说最硬核的应用或需求，是帮助他们用这些知识来

解题。

2023年秋季学期，我们直接用既有的多模态大模型来求解电路题，正确率只有33%。虽然大模型有了电路知识，但并不会像人的头脑那样，把知识融会贯通之后来解题。我们与平台提供方一起想办法，2024年春季学期，在大模型解题方面有了一点突破，提升了大模型读电路图的准确率。

以往多模态大模型“读图”只有一个步骤——提供电路图，直接给出结果——它读不准，解答的准确率自然不高。我们就把“一步法”拆分成“两步法”，把“问题的输入和问题的解答”拆成两步：第一步，把电路图给到多模态大模型，要求它给出关于这张图的电路描述文本，先把电路图转换成文本，只要读准确就可以。第二步，调用这个对电路图准确描述的文本，调用开源的仿真软件求解，就能够得到关于电路图的准确解答了。

目前，把电路书里一个画的比较规范的电路图给到大模型解答，正确率从过去的33%提高到了53%。虽然正确率还不太满意，还有一半概率答错，但是比过去有长足进步。

## 让学习过程数字化走进现实

**记者** 有了人工智能赋能，未来高等教育如何实现个性化教与学？



于歆杰和同学们

**于歆杰** 人工智能赋能下，“同时做到有教无类和因材施教”的美好愿望正在走进现实。

不同学生在课前、课中和课后的学习行为可能完全不一样。虽然还是上百人的基础课，还是一个授课教师，但只要充分做到教学资源数字化、教学过程智能化、学习行为数字化，就能通过智能分析算法准确了解每一个学生当前的学习状态，准确推荐个性化学习内容。

举个例子。在课堂数字化场景下，老师出了10道题。全都做得又快又好的学生，就不用复习了，开始延展性学习；10道题只做对了8道，就复习做错的2道；如果只对了4道，就要去复习前面的课。借助数字化技术，过去顾不过来的分层学习，现在就能顾得上了。这个场景非常非常美好，是有意义的事。

现在“电路原理”课的课堂

听课、课中作业、课后作业，甚至做实验，全部实现了数字化。以实验为例，每个学生手里都有一个移动实验室，做实验时把它连在笔记本电脑上，先扫一个二维码，实验就开始了，实验时间自动记录，怎么连的线、什么时候出了个波形等等，都被自动记录下来。

在教与学数字化的过程中，大模型是默默支撑的“后台”，最终呈现在教师和学生面前的功能是在“雨课堂”智慧教学平台实现的。“雨课堂”是一个投入产出比很高的工具，简单易用，对老师了解学生学习成效，学生了解自己的学习成效都有很大帮助。不需要再去开发新的工具。

2024年秋季学期，我们还要继续训练大模型，并且把一些新功能链接到“雨课堂”，与学生一起探索AI助教的更多可能性。未来一定是平台在前、模型在后。



# 张天宇：从“小镇做题家”到大都市智慧出行“答题人”

本刊记者 李彦

公交之于一座城市，仿佛是人身体里输送血液的大动脉，不断将城市里的人们送往他们的目的地。对深圳这座有着将近1800万人口的大都市而言，深圳巴士集团股份有限公司就是这条主动脉。始建于1975年的深圳巴士，本来是一家传统的劳动密集型企业，但集团近几年确立的“一体两翼”发展思路让公司发展飞速步入快车道，已实现了从一家传统公交企业向城市智慧出行服务提供商的转型。集团目前不仅成为全球公交行业发展的翘楚，全世界超过100家公交企业前来调研学习，更荣获了多项国家级和省部级荣誉，入选“国务院国资委数字化转型优秀案例”，是全国唯一一家获此殊荣的公交企业。此外更重要的，对于深圳这座繁忙都市里，每天工作生活都依赖公交出行解决的市民来说，他们中许多人的出行时间都被有效节约，对深圳这座信奉“时间就是金钱，效率就是生命”的城市来说，这样的效率提升，其价值无疑是不可估量的。而说起这些成就背后的操盘手，就不能不提到集团智能部经理张天宇。

## 事关安全，违章率和事故率下降52%和48%

张天宇2009年入读清华电子工程系，2015年硕士毕业后来到深圳。“那时候集团的机房很小，只有10平米。”回忆起刚来深圳巴士集团的时候，张天宇笑着说，“后来的一切都是在这10平米基础上发展而来。”

相比机房这样简陋的物质基础，让张天宇背负更大压力的是别人的不理解：一个清华毕业的人到一家劳动密集型企业里，能适应么？在深圳这座科技企业遍布的城市，为什么不像其他同学那样，去科技和资本的风口？面对记者同样的疑问，张天宇给出了自己的答案。

“首先我研究生阶段就是做交通相关的技术研究，这项工作和我的研究密切相关。其次初步接触之后，我看到了集团领导对于公司智能化投入的决心，虽然是一家传统企业，但公司一直有创新基因，它是全球第一个全面电动化的企业，2017年在电动车还不是很成熟的时候，公司就有魄力把所有的车都换成纯电动的公交车，这对整个产业发展和技



### 张天宇

深圳巴士集团股份有限公司智能部经理，共青团深圳市委委员会副书记（挂职），2009级电子工程系本科生，2013级电子工程系硕士研究生，2022级创新领军工程博士（在读）。

术迭代都有很大帮助。再次，我毕业的时候同学们去互联网高科技企业是最多的，但是像巴士集团这样一个传统企业，没有太多懂数字化的创新人才，反而给我更大的发挥空间，相信在深圳这样一个创新的城市，人工智能结合传统产业将大有可为。”

后来公司的发展也证明了张天宇是对的，他在巴士集团主导了整个智能化工作。作为技术负责人，张天宇和同事们首先需要



参加国际会议介绍深圳交通



健康码支付码一码通行

围绕公司的主营业务来解构需求。对于每天有1万多辆车行驶在路面的公司来说，集团首要的期望就是违章率和事故率能够下降，尤其是不要再出现人员伤亡事件。如何通过技术手段帮助企业解决核心的安全问题，为市民创造更安全的出行环境，成为摆在张天宇和同事们面前的第一个课题。

对于城市公交车来说，行驶速度并不会很快，经过很长时间的调研，每周末分管领导都带着他去车队大量走访基层司机，并认真统计和分析，最后大家一致认为，能够出现交通事故的关键风险点是斑马线，所以解决问题的核心就变成如何能够让司机开到斑马线时减速并礼让行人。通过安装管理系统并研究算法，违章视频能够及时传到司机手上，有效地解决了斑马线前的风险问题。这套管理系统上线之后，整

个集团的事态率下降了48%，违章率下降了52%，而且斑马线前再无人员伤亡事故，看似简单的数字，代表的却是让无数个家庭不再陷入突如其来的无妄之灾。

在提示司机减速之外，这套管理系统还可以监测司机的心率、血压以及是否饮酒等情况，保证司机的身体处于良好状态，为路上行人的安全保驾护航。

除了降低事故率，这套系统的上线还改变了深圳整座城市交通生态，因为公交车到斑马线前一定会停下来礼让，很多私家车也逐渐开始改变，斑马线前停车礼让行人成为深圳的城市新风貌，也因此广东省交通厅把巴士集团作为优秀案例向全省推广。

任何一项工作，从0到1的起步总是充满艰辛和挑战的，虽然公司愿意投入资金去实现智能化，公司领导也都大力支持鼓励

探索新技术，但过程中的困难并非只言片语能够描述。张天宇2016年到集团开始做顶层设计，2017年尝试做一些小的探索，直到2019年系统才正式上线并逐步看到成效，这漫长的四年中遇到的困难有来自技术本身的，也有来自基层的不理解。张天宇说整个过程非常感谢公司领导的支持，教会他很多实际运营中的经验。没有领导和同事的支持，很难做出成绩，毕竟这是一项事关全局需要集团所有部门来配合的工作。此外一套系统上线之后还有漫长的调试过程，同样牵涉到多部门合作，如果不是同事们的通力配合，也很难有效果。

在系统从无到有、从不完善到完善的过程中，张天宇自己的内心也经常陷入焦虑，毕竟公司的投入从最初的每年70万到后来成为一项系统工程，这套系统



深圳公共交通热力图

是否一定会达到预期的效果，他自己并不总是笃定。和团队一起努力解决各种问题，加班到深夜是常态。当内心这种无法对外人言说的压力大到无处排解的时候，张天宇就通过看书和运动来释放压力。

“在项目的实际执行过程中，我也对‘把论文写在祖国大地上’这句话有了更深的理解。很多问题和小的细节都是在实践过程中才会出现，比如说类似网线松了、断电了或者是GPS信号不好等细节问题，解决这些问题花费的精力经常要比整个系统构建还要多，所以我们在这个过程中都得到了很好的锻炼。”

### 优化的线路为 80% 的乘客节省 20% 的时间

除了解决首当其冲的安全问题，这套信息化系统上线还实现了对集团运营路线的优化，提升了车辆运营效率。

城市里原来的路线设置都是

用比较传统的方式设计的，深圳的公交乘客是只有上车刷卡，下车不刷，因而公司并不清楚乘客的出行需求，也就无法提供更好的服务。针对这种情况，张天宇团队在车辆上布设AI摄像头来获取乘客出行数据，想方设法对数据进行分析，使集团巴士的出行线路和车辆调度有了科学依据，准确率显著上升。比如其中一条线，不是所有站都停，而只停其中一半站点；又比如这趟线路上的10台车，有8台车只停一半站点，剩下2台车把其他站的乘客接上。还有一些站点乘车人特别多，巴士就会围着这几站反复循环开行。

通过这样的调整，优化的线路帮助80%的乘客节省了20%的时间。“坐公交车的人里有很多老人、小孩，还有很多打工者，能够给他们解决一些实际问题，让他们的乘车体验更好，让他们每天能再多睡几分钟，我觉得是很有价值的一件事。”来自辽宁



市民群众反馈

阜新的张天宇，有着那片黑土地上的人一贯的纯真和善良底色，为提升城市里那些普通人的幸福感助力，是他工作的最大着眼点。

此外还有一件事让张天宇至今回忆起来印象深刻，那就是新冠肺炎疫情期间，深圳巴士集团率先对所有公交车辆支付系统进行升级改造，对接市健康码自动扫码系统，在全国率先推行公共交通防疫出行“一码通行”，实现了防疫、便民“两不误”，让高峰时期能够如期运行不瘫痪。此举当时在网络上引起热议，网友因此评价“深圳政府真的有在做事”“这个城市真的是个向上的城市”。此举的幕后英雄，则是张天宇和他的团队。

“说起这个事儿，我们自己也挺感动的，我觉得我们真的在



替人民群众考虑问题，我们也希望能够把城市建设得更好。当时网上评论说是‘深圳效率’，头天晚上提了需求，第二天就做到了。”正像他自己说的那样，张天宇把自己的实践论文写在了深圳这座城市流动的公交车上。

## 清华那些年，宽口径培养和发展的∞可能

张天宇说自己高考之前是一个单纯的“小镇做题家”，在清华的六年求学生涯，让他不仅从专业知识储备上武装了自己，综合能力也得到全面提升，同时通过“思源计划”走出去，在对比国外了解国情的过程中，更培养了他的家国情怀。他的成长，也无疑是清华“价值塑造、能力培养、知识传授”这样“三位一体”教育理念的完美体现。

“电子系是宽口径培养，跟电子信息相关的各种知识都会讲到，对学生毕业之后的工作非常有帮助，因为工作不会限定在那个细小的领域，更要求大家具备快速学习的能力。”提起电子系对自己的培养，张天宇说了很多感恩。

读书时，张天宇是电子系的学生会主席，在日常工作尤其是筹备电子系学生节的过程中，他的沟通、协调、统筹能力都得到全面锻炼和提升。对于清华学生

来说，技术问题总是容易解决的，真正难的是进入工作之后与团队的合作与沟通，尤其是像张天宇这样进入一个劳动密集型公司，对一些问题的理解不一致很正常，沟通的挑战比较大。每每这些时候，张天宇都会感激自己当年在学校的经历。

同时，张天宇也是思源计划第九期成员。“思源计划”是由清华学生部和团委设立的因材施教培养项目，旨在通过匹配各类教育资源，引导学员树立“饮水思源，服务社会”的价值理念，为未来中国培养具有爱国精神、全球意识和强烈社会责任感的领导力人才。他们这一期的成员当时去甘肃武威支教，体会当地生活的艰苦；去长三角看现代化的中国发展日新月异；又去看发达国家的领先之处。这个过程中，曾经的“小镇做题家”视野得到了极大的拓展，同时民族自信和爱国情怀也在他的体内悄然生长。“我觉得这些经历对我价值观的形成影响很大，让我觉得能够为更多的人去做点有意义的事会很有价值，对我来说这种精神层面的激励远比物质激励要大。这种成就感，更是我不竭的奋斗动力。”

除了知识和能力，张天宇在学校还同步收获了爱情，女友同为思源计划成员。毕业前夕，他

们在近春园的荒岛上举办了简约而浪漫的婚礼，毕业之后他们携手南下，一起开启新的人生篇章。

回顾毕业这近十年，张天宇说他觉得自己非常幸运，赶上这样一个时代，又恰好赶上巴士集团要开始启动智能化的契机得以大展身手，如果来早了没启动或者来晚了智能化工作进展到尾声，他都不会有机会，“而我来的时间点刚刚好。”看似幸运的背后，其实是他看准方向之后十年如一日的坚持。

毕业的时候，张天宇曾听到一位老师说，他看了很多清华的同学们，毕业时能力都很强，但毕业之后频繁换方向，最后或多或少会有些局限。“那时候我就想，我水平不高，至少先在一个领域坚持10年左右。”今年是张天宇毕业第九年，而他回到学校正在读的创新工程博士方向也是智慧交通。正像入职之前张天宇期望的那样，他在巴士集团这样一个传统企业，有了更大的施展舞台。而深圳这座发展日新月异的现代化大都市又为城市公共交通的智能化发展带来了很多新挑战，提供了很多研究的新契机。当前，张天宇挂职共青团深圳市委副书记，他依然一直关注和参与智慧城市工作。“人工智能结合传统产业的空间非常大”，张天宇说，这句话，是对行业现状的描述，更是对未来自己的期许。

# 于天宇：从探路者到观星者

学生记者 王舒艺 陈怡皓 李昶宏

## 寻途：一场从无到有的双向奔赴

2014年，新雅书院作为通识教育试验区成立，成为了清华的首个书院。2016年，新雅书院首次进行高考统招。同年，书院设立前沿交叉专业“智能工程与创意设计”（Creative Design and Intelligent Engineering，英文缩写：CDIE）。这是一个是由设计学、自动化及机械工程三个专业构成的交叉学科，设立之初为五年学制，毕业时授予自动化专业工学第一学位和工业设计艺术学第二学位。

也是在2016年，新雅书院和CDIE专业的存在，通过清华老师的招生宣讲，进入了刚结束高考不久的于天宇的视线。

当谈及为什么选择报考新雅的自主招生时，于天宇说：“了解到新雅和CDIE专业时非常惊喜。”作为一名理科生，他期待着在大学继续拓展自己的视野，而新雅的文理交融在这一点上具有浓厚而鲜明的特质。这强烈地吸引着他，面对一年后的专业分流，他几乎没有犹豫地选择了CDIE专业。“我其实对设计一直很感兴趣，比如在上大学之前



于天宇硕士毕业照片

就喜欢看一些电子产品发布活动介绍，只是当时可能不知道这些其实与‘设计’有关。后来发现CDIE专业学的内容不仅仅单纯是理工科的知识，还有很多我在‘课外’感兴趣的内容，所以就选择了这个专业。”

尽管这样的选择带有几分理想主义色彩，但于天宇和他的同学们将面对的现实却是严峻的。作为CDIE专业的首届学生，摆在他们面前的一个首要问题便是没有学长学姐的经验可循，他们必须自己从零开始、从无到有地探索一个新专业的学习。“第一届就读的体验有时很像那种老师和同学‘共同探讨’教学的模式。”

于天宇回忆道。

令于天宇和同学们印象深刻的是，每接触一个新的专业课老师，他们几乎都要先向老师进行“自我介绍”。“老师上课前常常和我们交流很多关于CDIE专业的问题，比如培养方案的创新、学生的知识背景等等。就像当时我们也经常在学校其他场合介绍‘新雅书院’一样，面对新成立的学院和专业，这些情况可能是很自然的。”

同样令于天宇和同学们印象深刻的，还有老师们在教学上大胆而用心的尝试。例如，在CDIE专业的设计课上，老师们常常鼓励同学们为设计方案融入更多技

术细节，从而让设计方案更加完整；在 CDIE 专业的一些工科小班课程上，老师们也会尝试为课程大作业的选题、呈现形式等方面预留更多的自由度，鼓励大家发挥设计创意。于天宇谈到，“大家第一次接触这些有趣课程的作业时也会非常兴奋，经常在做作业时能感受到大家结合‘工程’和‘设计’这两方面的热情”。

然而，创新的背后也蕴含着很多未知。例如，课程作业形式的创新是否会带来更大的难度和任务量？老师们对 CDIE 专业同学们的期待是应当作“本专业的同学”还是“外专业的同学”？不同学科视角对“工程”与“设计”交叉的不同解读是否会给 CDIE 专业的同学们带来疑惑？日积月累，于天宇和同学们也会感到困惑和压力。同样棘手的是，第一次“接手”CDIE 专业的老师们，有时也难以在第一时间理解同学们的感

受。于是，随着专业学习的深入，于天宇有了和同学们做专业学习调研与反馈的想法，希望阶段性地梳理大家的疑问和困惑，主动向老师们寻求沟通和帮助。不知不觉间，第一批进入 CDIE 专业的同学们承担起 CDIE 专业建设初期参与试验、提供反馈和寻求改善的责任。

大三和大四期间，于天宇和专业同学们曾多次撰写专业学习情况调研报告提交给书院，内容包括专业课程反馈、培养方案衔接、教学班级管理等多个方面，希望能够向老师们反馈同学们的感受和问题，并从学生的角度尝试分析、提出解决方案作参考。令于天宇和同学们感到幸运的是，这些向老师们呈现的“稚嫩”的声音，大多数得到了认真的回应。无论是直接的、间接的，还是当时的、日后的，大家能够看到 CDIE 专业在书院和专业院系老师

们用心的付出和打磨下，向着完善不断改变和进化着。

2021 年夏天，首届 CDIE 专业的同学迎来了毕业。同年，CDIE 专业入选 2021 年度国家级一流本科专业建设点。“这世上本没有路，走的人多了，便也成了路。”从于天宇入学到毕业这五年里，同学们的学思践悟离不开老师们的包容和耕耘，CDIE 专业培养方案不断优化，课程设置更加精炼，学习进度安排更为合理。2020 级以后，学制改为 4 年，授予智能工程与创意设计的工学学位。随着 CDIE 专业的不断发展和成熟，于天宇和他的同学们的部分作业也成了老师在课堂上展示的案例和范本，曾经困惑没有“学长学姐经验”的他们也成为了“学长学姐”，为 CDIE 专业留下一些有限、但是鲜活的经验。

从新雅 CDIE 专业启航，于天宇曾随着 CDIE 的专业实践到欧洲



于天宇与新雅零字班、一字班同学参加耕读



调研工业设计，申请美国麻省理工学院做交互材料方向的暑研。在硕士阶段，他推研至美术学院，从事信息艺术设计、人机交互方向的研究。在未来，他将奔赴美国加州大学伯克利分校攻读博士学位，继续从事交叉学科方向的研究。他将带着新雅和 CDIE 专业赋予他的底色和从一而终的热爱，奔赴下一程山海。

## 律吕：玉振如弈棋 器识作寰宇

于天宇的本科毕业设计作品全名为“基于中国传统五声调式的智能音乐玩具设计”，导师是自动化系的王红老师、美术学院工业设计系的张雷老师与信息艺术设计系的米海鹏老师。这是一种可以实现与玩家交互的音律棋。通过在棋盘上排列棋子的方式，体验者能够创作或演奏音乐旋律。不同形状的棋子，在五线谱上对应着不同的音符组。“它就像有一个模板一样，三个音符或者四个音符构成一个图案、或者说一种模式。每组音符都可以平移或旋转。”

在于天宇看来，这一作品的重要灵感源于中国传统五声调式“宫、商、角、徵、羽”音乐理论。他参考了前人工作所提炼的这些五声音符的排列规律，巧妙地将这些规律转化成特定形状的



于天宇本科毕设作品《琤》



于天宇在本科毕业展现场

“棋子”。当这些“棋子”在“音阶一时间”的二维棋盘上进行不同的组合与排布时，便会组合出千变万化的旋律。作为 CDIE 专业的毕业设计，于天宇完成了作品从产品设计到交互系统原型研发的全流程，作品在毕业展现场也吸引了很多老师和同学参观体验。这件天马行空又体验感十足的毕业设计，在紫金奖·第三届中国

（南京）大学生设计展中荣获“优秀奖”。

于天宇给这件作品起名为“琤”。琤，玉声也，本义为玉石相击的声音，后世也用来形容优美的琴声或水流声。落棋布子、步步为营的计算里，也能碰撞出平沙落雁、阳关三叠的韵律。精确与美感，在这一刻实现了统一。《琤》的作品能够如此吸引人，

创作者对于智能硬件、交互设计等技术的掌握是基础，而独到的眼光和设计思维、对乐理知识和作曲原理的深入了解、以及对音乐的审美感知，则是前提。

于天宇擅长音乐，虽然只学过几件乐器，但各种乐器上手似乎对他都不难。为此，新雅六字班的同学们还送给他一个称号——“器识如宇”。从小热爱音乐的他，本科期间除 CDIE 专业的学习之外，还辅修了音乐工程与技术专业（简称“音辅”），一方面系统学习音乐基础知识和理论的基础，另一方面掌握基本的数字音乐制作技能——比如，用电脑模拟乐器的声音，生成一段仿真的旋律，“以假乱真”替换掉电影原有的配乐。对于天宇而言，音辅学习的过程提供了一种无法替代的“创作”体验。不同于设计的功用性，音乐创作是一种内在的主观表达。他经常在电脑前一坐就是一下午，编辑一段旋律，加入一节鼓点，或是换一种乐器拟声，只为尽善尽美。在一遍遍的修改中，他进入到心流的状态，聆听着内心对音乐的觉知。

在于天宇眼中，音乐创作和科研创新有着共通之处。“他们都是具有种创造性的事情，都需要我沉下心来。这有点像冥想的过程，我需要不看手机和微信，



于天宇和 CDIE6 同学在德国专业实践

不停地‘扫视’我眼前的素材或数据，专注于思考，最终生成一个灵感。”

玉在山而草木润，于天宇对于音乐的热爱与才华，仿佛一枚深藏在“工程师”和“设计师”外衣下的美玉，潜移默化地塑造着他专业的外延。从前那个听着家里的理查德钢琴曲 CD 一点点长大的男孩，或许不曾想到，儿时与音乐结下的不解之缘，在多年后的科研生活中，将会赋予他怎样的思考和体验。

在 2018 年新雅首届学生节“生逢其识”上，于天宇组织多个会器乐的同学，将新雅六字班在“一二·九”合唱比赛中获得综合一等奖的曲目《北京喜讯到边寨》改编成一个器乐类的节目，搬上了学生节的舞台。节目引发了不少同学的共鸣。尽管于天宇

一直觉得，由于排练经验不足、准备时间紧张，节目略显青涩稚嫩，但表演依然获得满堂喝彩。这七八个人一时兴起组成的表演团队，便是今天的新雅乐团和十北乐队的前身。如今，新雅乐团的建制越来越完善，风格越来越多元，也吸纳了更多志同道合、热爱音乐的人。十北乐队也将名声打出十北楼以外，成了一块响当当的招牌。这些，都是于天宇未曾想到的，而他也因此获得了新雅乐团创始人的头衔。尽管他本人并不这样认为，但听到有人提起这个头衔，他总是笑着说：“是音乐把大家联系到了一起。”在他眼中，新雅音乐人就是“一帮玩音乐的人”，简单、纯粹，对音乐有着不竭的热爱。硕士期间，由于科研任务较重，于天宇较少在音乐方面继续探索，这令





于天宇在音乐工程与技术辅修学习

他有些遗憾。不过，他希望在未来求学和更远的生活中，能继续拾起音乐，保持热爱。

### 基因：江月何年初照人

于天宇在硕士就读的三年间，担任新雅书院的本科生带班辅导员。今年是新雅书院成立十周年，陪伴她走过了八个年头的于天宇，在寒来暑往之间，见证着新雅队伍的壮大与建制的成熟。从本科生到辅导员，他也在新雅文理交融、通古识今的氛围中收获了属于自己的成长。尽管时节如流、岁月不居，但在于天宇的心目中，那些属于新雅的关键词，那些沉淀于新雅人血脉里的存在，犹如贯穿的坐标始终如一。也正是这一份不变，凝结成基因，成为一代代新雅人之间薪尽火传的特质。

“新雅基因”到底有着怎样的内涵？答案或许难以穷尽，但

在于天宇眼中，一言以蔽之，曰：“真诚的交流”。

真诚的交流，可以在师生间。在新雅读书时感受到的那种“探讨式”的教学氛围，令于天宇印象深刻。清华老校长梅贻琦先生曾用“从游”来形容大学中的师生关系：“学校犹水也，师生犹鱼也，其行动犹游泳也，大鱼前导，小鱼尾随，是从游也，从游既久，其濡染观摩之效，自不求而至，不为而成”。正是在“从游”文化中，于天宇收获了许多思考与成长。在本科学习期间，设计课的张雷老师给于天宇留下了深刻的印象。“记得老师曾说，设计师要永远年轻，对生活中各种各样的事情都要有丰富的体验，他鼓励做设计的同学去尝试一些让你兴奋的事情，比如去旅游、骑马、冲浪。”受其感染，于天宇更主动地打开自己，尝试新鲜事物。在于天宇的微信朋友圈里，

我们总能透过他的摄影镜头，看见取景框的风光之外他本人对生活的新奇与热情。

而在新雅，师生关系不仅是“从游”，也是“同游”。师生之间努力打破距离感，相互倾听、真诚地表达。刚到新雅时，面对新设立的培养方案中的未知，同学们认真地收集想法和疑问，渴望与书院老师沟通的机会。而老师们也会仔细阅读垂听，希望了解同学们的真实感受。大家一起对新的培养模式贡献智慧和热情。即使进入了研究生阶段，担任新雅一字班的辅导员的于天宇，也仍时常和老师、以及一起工作的同学们探讨工作经验，分享工作的感受。“我觉得师生之间真诚的讨论氛围很重要。这种讨论不是互联网上的那种无意义的争吵。而是大家真的都在表达自己的思考，这点很可贵。”

真诚的交流，更发生在同学之间。在于天宇印象里，“身边的同学总是喜欢思考，而之所以有这样的感受，或许也离不开彼此愿意分享。”从家长里短，到宇宙人生，同辈间不经意的几句攀谈，往往会在记忆里留下很多敞开心扉的时刻。大家在交流中更好地认识彼此，懂得尊重差异。

于天宇十分珍视同学之间的情谊。谈及此，于天宇有些兴奋地说道：“我觉得同学之间的相



处能占我大学生活的一半以上。”新雅住宿制书院的传统，使同学之间紧密而真挚的情感联结得以极大促进的重要原因。南十北为新雅为同学们提供了方便的生活空间与交流机会。如今作为新雅同学公共空间的南十北一楼大厅，仍然发挥着凝聚和联系的重要纽带作用。同学们在这里谈天说地，碰撞思想，感受分歧与共鸣的时刻。生活中的点点滴滴，汇聚成密不可分的深情厚谊。

而促进同学之间真诚交流、密切联结的另一个契机，便是新雅的耕读。耕读是新雅书院自2018年开始探索的劳动教育新形式，学生在大一夏季学期前往农村或工厂进行实践。白天和晴天参与田间耕作或车间劳动，晚上和雨天的时间读书、讨论、调研、服务和集体活动。耕读为新雅同学们提供了在真实社会环境中进行探索的机会。在苍穹原野之间，在广袤的基层土地上，同学们畅所欲言，吐露心声。“在清华园之外的环境聚在一起，会让大家摆脱很多校园环境带来的包袱，展示出不同的一面，但是很真实，彼此之间能碰撞出很多东西来。”下地深耕时互帮互助，捧卷研读时彼此切磋琢磨，羁绊也在不经意间悄悄滋长。他回忆起带队新雅零字班、一字班同学耕读期间，“伴着田间清新的泥土味，每日傍晚开饭时大家总是聊个不停。”回

到学校，阅读同学们的《劳动心得》，他会惊讶于那些真挚的文字，情不自禁再次被触动。

“这种真诚的交流本质是信任，我相信你总愿意善意地尝试理解我即使和你不同的想法，因此我也愿意把我真实的感受讲给你听。”或许，这也正是新雅文理通识、学科交叉的底色之下，更本真和更深层的要求。新雅同学分布在全校二十多个专业中，几乎每个专业都有着相去甚远的话语体系和思维方式，但如此巨大的差异性带来的不是争端，而是兼容并包、求同存异。新雅最大的魅力，大抵如此。书院内部文理渗透和学科交叉的氛围十分浓厚，大家深知，在专业领域之外，有太多人类智慧和审美的结晶，因此，不同专业之间的交互和磋磨，便显得尤为可贵。

“作为一个理科生，我对于很多人文知识不是很了解，但是我身边有人文社科的同学，比如我有PPE（政治学、经济学与哲学）专业的好朋友，听他们讲述很多人文社科领域的概念，一起讨论阅读一些书籍文章之后的感悟，这些交流还是很有意思的。”这种氛围的熏染，不仅在悄然间改变了于天宇学习和生活的方式，也使他不断打开自己的视野，收获新的思考。

谈笑间，对于新雅基因的阐述，于天宇从起初只能忆起一些零星的碎片，逐渐变成侃侃而谈，

他如数家珍地讲述着那些深受触动的美好瞬间。透过他的表述，我们仿佛看见了一个人眼中的新雅：在纠结中协调步频，在多元中碰撞思维，在集体中感受情谊，在探索中收获成长。

## 结语

电影《宇宙探索编辑部》的结尾把宇宙的全貌刻画成基因组的双螺旋形态。白云苍狗，斗转星移，唯有宇宙的浩渺亘古不变，唯有基因的特质永续传承。从投石问路健全CDIE专业培养模式，到组建新雅乐团诠释音乐梦想，再到与新雅朋辈谈天说地纵论古今，八年里，新雅赋予于天宇的气质早已润物无声地融入他的一言一行。无论身份发生怎样的变化，他头顶上的星空，与2016年初入新雅的那晚并无二致。

康德说：“有两样东西，我对它们的思考越是深沉和持久，它们在我心灵中唤起的惊奇和敬畏就会与日俱增，这就是我头顶上的星空和心中的道德律。”或许，对于天宇和新雅人来说，这两样东西可以奇妙地融为一体。正如“器识如宇”的称谓一样，在他们内心深处，自有一片无法复制的深邃星空；而当仰望那片真正的银河时，那一切的未知里，写着他们永不止息的追求。

# 找合伙人，要用每一个人发自内心的力量

► 陈健

## 那些年找合伙人踩过的坑

### 我的创业路

2002年，我从清华大学工程力学系毕业，获得博士学位，在校9年都在学习力学，毕业之后转行做计算机，直到今天都没有换方向。其实，在校期间我就已经是超级计算机的用户，也学习了计算机第二学位的大部分课程。毕业之后，我进入联想集团高性能服务器事业部，任方案工程师。3年后，在英特尔担任性能优化工程师、高性能计算架构师。

我于2007年成立并行科技，至今已经是第17年。去年，并行科技上市了，2023年中国资本市场亏损上市的企业极少，北交所能让并行科技上市的重要原因，是在做主力赛道——算力。我们三个核心优势：第一，我们是预收费业务，用户先给钱再消费，这种业务在to B生意里比较少见；第二，我们是强续费业务，客户使用完一年算力之后，第二年还会再用，续费率整体保持在100%；第三，我们是边际效应非常明显的业务，2023年，我们的销售费用、研发费用和管理费用在几乎没有增长的情况下，收入增长近2亿，增速58%。

我们起步时是做超级计算的小公司，找方向、找钱、找人这三件事如何做？方向就是做算力服务，钱是创始人自己投进去的，而找人对小公司来说，确实挺难的，当时我在工作中得到了不少人的信任，所以有一些创始合伙人愿意一起合作，早期有五位创始合伙人，后来离开了一位。现在，我们的大部分员工都是在公司发展过程中，跟着公司一起成长起来的，入职10年以上的老员工越来越多。

陈健，清华大学1993级工程力学系校友，北京并行科技股份有限公司董事长，CCF中国计算机学会副理事长。



### 创始人是第一责任人

创业，主要考验的是创始人，创始人必须选好方向一路坚定向前，而且创始人是第一责任人。

创业就是一个人来牵头，承担核心决策，其他合伙人跟随核心创始人一起前进。一个创业公司想成功，必须有一个人做决策思考。权利对等的两个人甚至更多人，是无法共同承担责任的；股权比例对半分、三等分的公司基本都会走向失败。

找合伙人，可遇不可求，起初觉得很好的合伙人，在合作和磨合的过程中会出现各种问题，要放低期望。

并行科技刚成立时的情况是这样的，当时有5位创始合伙人，最初的股权比例是30%、25%、25%、10%、10%，其中30%是我的股权。当时工商注册等各类手续都是我一个人去做的，技术含量不高，但很繁琐。

我心里觉得，这本来是大家合伙的事，怎么都变成我一个人包揽了？我把这个想法告诉其他合伙人，其他人似乎都不积极，接着就犯了第一个错误：注册完之后需要去税务报到，但是我们拖延了，被罚了一笔款。

我后来觉得，在这样的机制下，公司不会有什么前途，公司注册资金只有10万元，对于每个合伙

人来说，付出的资金不多，有没有收益都无所谓，于是，我做了一件事，自己出资将公司注册资金增加到50万，我成为70%的大股东，那么公司发展就主要是我自己的事了。

起步阶段，我们其中一个业务是推广微软的一款高性能计算操作系统产品。当年我们很看好这个项目，后来出现了一个新情况，有一位联合创始人把并行科技的产品技术服务转到了另一家公司，于是我果断把这位联合创始人清退了。2010年开始，我们逐步引入其他合伙人，业务也随之不断迭代，增长速度也比较快。

对于合伙人，要尊重每个人的选择，不要做道德评价。每个人做一件事都一定有其道理，没有绝对的对与错，你的对错是从你的角度，客观上并不一定存在。

实际上，对与错的背后，往往是每个人各自的利益，每个人都希望实现自己利益的最大化。一个能够持续向前推进的团队，基本上处于责任、利益的动态平衡状态。

### 定战略、搭班子、带队伍

联想的柳传志提出企业管理的三要素：“搭班子、定战略、带队伍”。然而，在市场竞争激烈的环境中，推荐调整为“定战略、搭班子、带队伍”的顺序。要聚集人才，首先是因为当前要做的这件事得到了认可，如果有合伙人要离开，说明他对你做的事情不认可。

并行科技在2015年获得了六千万元融资，在当时的行业内是相当了不起的。我们用较好的待遇招到了将近10位超算行业中能力顶尖的人，随后开始了两项核心业务，一个是并行云，也就是私有云平台建设，另一个是公有云算力服务。最终证明，靠待遇而非靠理想吸引来的人，最终还是会离开，这是无可奈何的事情。

招募合伙人和员工，要用每一个人发自内心的

力量，是对方想跟你一起做这件事，而不是你要求对方来做这件事。如果你能判断出，当前的创业方向是你合伙人真正愿意和你一起做的事情，这样成功的概率会高很多。

因此，创业要先定好战略，再聚集人，如果你真的能找到一个大家都能看得明白的好方向，在找人这方面会容易很多。

并行科技从2018年开始做超算公有云，也就是今天所说的算力服务业务，连续多年高增长，公司账上多了很多钱，从2019年开始，公司里高管几乎没有离职的，大家很清楚地判断，算力服务是一个非常前景的业务，所以我们能做到不断聚集人才。

## 现在，发现你的优势

### 能力互补的团队

每个人都有自己的优势。我的特点是理工男，偏向做技术。我从清华力学系博士毕业后，进入联想高性能服务器事业部，第一份工作是方案工程师，偏向销售端的技术岗，主要工作有两方面，一是根据用户的需求，设计适合他们业务的超级计算机，二是当用户的业务放在这个超级计算机上之后，帮助他们进行适配、移植和调优，使其运行良好。并行科技直到现在也在做这两件事。

那么我缺乏的是什么？跟人打交道的能力。到今天为止，与客户见面交流、文字交流我都能做到，但是电话语音交流会存在障碍。

另外，我的执行力不够强。幸运的是，公司有一位执行力很强的联合创始人，他是我以前在英特尔的同事。现在他担任并行科技的COO，他负责对内，我负责对外。能够与自己相匹配的合伙人可遇不可求，我们要明白自己的个人特点，尽量找能力互补的人。

找合伙人，还有比较重要的一点是信任感，我们做业务时要获得客户的信任，公司内则要获得合



作伙伴和员工的信任，千万不要轻视信任这件事，一旦信任被破坏，就没什么前途了。

不要轻易承诺，承诺了就一定要做到，这样才能积累行业口碑。

### 合理使用股权激励

随着公司发展和业务变更，大概率会面临合伙人的离开，创始人要接受和尊重每一个合伙人的选择，每个人都有自己的考量，我们要感谢每一个人为公司所付出的时间，好聚好散。

做到好聚好散，有些规则要提前明确。

一般来说，合伙人级别是有股权的，如果要离开团队，就要退回股权，不要轻易让要离开的人把股权带走。另外，不要轻易把股权给非全职的人，股权是一种长期激励手段，应该给长期并肩作战的人，而不是短期合作的人。

公司起步早期，大家可能觉得股权不值钱，但是股权是不可再生资源，尤其在早期按比例计算股权的时候，一旦分出去就很难收回。如果一位创始人承担公司运营全部责任，但自己所占股权比例低于10%，那么这个公司也没什么前途，因为付出与回报不匹配，公司无法长久。

给合伙人分配股权的时候，要提前商议好回购机制，合伙人要离开时，可以按照约定好的协议回购。并行科技在这个问题上也踩过坑，经历过官司纠纷。在利益面前，人性是经不起考验的，即便是一位曾经觉得很信任的人。

股权问题未来也会影响公司上市，公司亏损并不是上市的阻碍条件，真正的上市否决项是公司治理规范、财务规范、主营业务清晰等，其中的关键点是股权必须清晰明了，不能存在任何含糊不清的情况，这是一条红线。

总之，与股权相关的事情，一定要提前协商好，双方在有法律效力的书面文件上签字确认。

## 公司经营的核心逻辑

### 公司的经营逻辑和优先顺序是什么？

增长、效率、成本、利润。

清华企业家协会曾举办过一次走进美团的活动，美团联合创始人穆荣均当时分享提到“增长、效率、成本、利润”，这八个字对并行科技的发展产生了巨大的影响，我们公司后续的业务逻辑都按照这八个字来进行。

当业务保持高增长时，可以放松对效率和成本的控制。如果业务一直处于高增长，不要把过多精力放在效率和成本上，把尽可能多的资源投入到增长上。一个公司的增长能掩盖各种问题，在高增长的业务中，即便再混乱，员工也不会有怨言，大家都能从增长中获得巨大回报。

所以，公司发展的优先事项是增长，而不是一开始就想要提高效率、降低成本。但如果业绩一直无法增长，就要努力降低成本，提升效率，等待时机实现高增长。

波士顿矩阵的概念很常见，但对并行科技的业务非常有效，它有两个核心要点：市场相对占有率和销售增长率。

如果你有一个明星产品，用明星产品找融资是比较容易的，明星产品高增长且高市场占有率，说明它在市场竞争中已经胜出了。

问题产品的市场占有率并不高，但增长率很高，分析一下它有没有可能成为明星产品。

如果你有一个产品市场占有率不高，且增长率也不高，那就是瘦狗产品，要坚决地砍掉它。

所以在四个象限中，你的资源要投放在明星产品和有潜力成为明星产品的问题产品，逐步从金牛产品中收回资源，并且坚决地砍掉瘦狗产品。👉

# 主观意志改变客观世界， 就是创业创新的本质

王小川

## 主客观思辨与创业

2021年我离开搜狗时，在告别信里表示：“接下来的20年，我会投身到生命科学与大众健康领域。”2023年，人工智能开始新的大突破，人类社会从信息时代走向智能时代。我结合医疗及通用智能，创立百川智能。公司从2023年4月10日至今成立一年多时间，发展非常迅速。

40多年的人生经历让我积累了一些核心观点，其中一个“主观与客观之间的创新相对论”。

## 主观与客观

人是否是客观世界的一部分？

客观世界不以人的意志为转移。如果人是客观世界的一部分，那么原子、分子的运动就决定了客观世界所发生的事情，人生的意义将不存在——客观事物不具备主观性，也没必要进行创业了。

如果人不是客观世界的一部分，可以改变客观世界，那么我们构建的所有客观的科学体系就会崩塌。

似乎，哪种说法都不成立。

再拆解一下主观和客观，其中一个有趣的概念“主观追求自由意志，间接改造客观世界”，也就是说，从认知世界到改造世界。

同样地，创业过程中，我们首先要有自己的思想，这些思想是客观世界之外的东西，但并不违背客观规律。不是所有的事物都在客观规律里，还有很多不确定性。

我心中存在着三个世界：第一个是物理世界，

王小川，百川智能创始人&CEO，清华大学计算机科学与技术专业工程博士，清华大学天工智能计算研究院联席院长。



这是我们所说的客观世界；第二个是生命世界，生命世界看起来很混沌，但主要是熵减的；第三个是意识世界，也就是人的主观意识，我们能看到人的自由意识在改造客观世界。

著名的经济学家熊彼特讲过，“只有企业家实现创新，‘创造性的破坏’经济循环的惯行轨道，推动经济结构从内部进行革命性的破坏，才有经济发展。”

企业家是帮助我们更换轨道的人，企业家是扳道工。当没有企业家和创业创新的时候，火车按照原有的轨道向前开，那是客观世界的一部分，但当企业家提出了一个不一样的主张，试图扳轨道的时候，世界因此变得不同了。

## 观测点不同，范式不同

17世纪有个著名的“金鱼缸论证”。当时有人想立一个法案，规定不能做圆形金鱼缸，只能做方形的，因为金鱼在圆形的鱼缸里世界，会发生扭曲，这属于虐待动物。

我们能够不通过透镜看到真实世界吗？

答案是不存在。人类也是鱼缸里的鱼，我们都是戴着透镜来看这个世界的。



历史上有两个理论，一是日心学说，二是地心学说，到底哪个更正确一点？在这里，角度成了唯一关键，没有正确不正确，看你的观测点是在地球还是太阳。这给了我们一个启发，你迫不得已得有立场。观测点不同，得到的范式就不一样。如果观测点不同，讨论就无法得出相同结论。

## 盲人摸象，小马过河

我的世界观是8个字：盲人摸象、小马过河。盲人摸象，指我们只看到事情局部，就认为事情是这样了。我们总是看到一个局部世界，就认为它是一个真理，不断在失真的情况下探索。我们常说，不降维没法理解这个世界，但一降维，就会失真。我们见过地图，地球是三维的，在书上很难呈现，所以我们降维成二维，降成二维会造成边缘地带的巨大失真。通常而言，我们思考时，在一个维度里面一个结果。如果失真，我们现有的状态可能无所谓，但当环境发生变化的时候，可能会出现新的规律，就像牛顿力学与相对论。

我们今天学的知识、规律可能只在局部生效，换个环境就不一样了，没有绝对真理。创业也是如此，环境发生变化，时间发生变化，范式就会变化。今天觉得对的事情，环境一变，就不一样了。我们总是在失真的情况下，局部理解世界，有时变化就在复杂里面，这是很微妙的一个事情。创业，要看到别人没看到的东西，也就是非共识。我很喜欢波粒二象性这张图，图里的这个东西到底是方的还是圆的？

它是高维的。而我们都特别失真，在一个维度上失真看是方的，另一个维度上看是圆的。我们作为盲人摸象里的盲人，分别看到方的圆的，因为我们把这个事情看简单了。曾经有人讲，智力优秀的表现，是把截然相反的两个理论统一起来。如果能把两个不一样的理论合在一起，还能够解决掉其中的矛盾，这是一种升维的过程。还有一个词，叫中庸，中庸不是妥协，不是和稀泥，它是升维之后的不偏不倚，这是背后的一个精神境界。在上一个时代——信息时代，内容、渠道等等都很重要，我们有一套完整的思维框架。但走到今天——智能时代，很多范式变了，就像在牛顿力学里特别对的事，一旦放到相对论的体系，就不一样了。

很多投资人和创业者，想沿用原来的经验，就不一定管用了，甚至原来越成功的人到今天越可能有风险。你的成功范式来自于之前的一套思维框架，范式变了，你可能就不灵了。

## 创业的本质

创业的本质是什么？是主观改变客观的过程。我有一个想法，这个想法没有共识，而且不违背客观规律，这就是一个好方向。如果这个方向已经特别客观，大家都有了共识，也就创不了业了，这也是为什么只有少数人认同的项目才是伟大的项目。

马斯克经常受到挑战，但他讲第一性原理，坚





的数学范式，一个公式解释不同事物之间的规律，典型的如力学三大定律、万有引力定律。之后，我们迎来了第一次工业革命，科学的基础是物理学变成数学。

物理学变成数学后的又一大突破，是将语言变成数学。大模型的底层叫“LLM”，即“Large Language Model（语言模型）”，语言扮演

着极为重要的角色，是我们认知世界的一个关键概念，语言将事物进行抽象，并赋予其名字。在我们认知世界的过程中，语言是一把利器，它构建了一个分类体系，每一个词是一个分类。

语言变成数学的意义是什么？语言是我们知识、思考、文化和沟通的载体，也就是说，人类的思考、沟通、文化、知识可以变成数学问题，这是一次极其重大的变化。概括来说，语言能抽象和具化，在语言上做压缩和预测，带来了今天智能上的一次新革命。

未来，世界能不能变成数学？像今年发布的Sora，开始引发大家思考。生命是否能变成数学？这是我特别关注的问题。目前，我们还没找到生命数学模型，只是开了一个头。

### AI，从工具变为伙伴

大模型实现了从连接信息到获取知识的跨越，上一个时代——信息时代主要是信息的传递。

前一段时间，有人来问我，“你的模型能行吗？好像不太靠谱”。我说：“你为什么觉得不靠谱？”对方回复：“这个模型连七位数的乘法都不会算。”

我们都不会算，为什么模型要会算？模型不是计算器，它不像以前一样是一个工具，它是个认知

信不会被证伪的、一定会发生的事情。既满足了客观的最大化，也就是第一性原理，又有他的主观意愿，这样既足够客观又足够主观。

主观与客观合在一起，才构成一个完整的世界。

VC做投资的时候，全票通过一个项目是很难的。正是如此，有了不同的VC，有了多样化。我们常说，早期投资就是投人，因为你如果听懂了事，也就出问题了。

有句话讲，因为相信，所以看见，这是创业的一个核心理念。什么意思？就是你看见别人没看见。别人看不见，因为他看到一个客观世界，你看到一个主观未来，一个因为有你所发生的世界，跟别人看到的不一样。这种情况下说服人其实很难，如果大家都信你，你也就结束了，你只能想办法找到少数相信你的人，跟你一起组成一个团队。

## 通用人工智能时代的客观现状与趋势

### 将现实世界转变成数学模型

如今，我们进入智能时代，人们开始有新的共识。

在上一个大时代中，最重要的一件事是，牛顿将物理学变成了数学，将物理现象提炼成一个抽象

引擎，能提供思想的一个引擎，我们的审美会发生变化。

我曾经说过，“让大模型帮助人类繁荣和延续人类文明”，意思是不从个体来看，而是从文明角度来看。我们处在新时代里，大模型不是一个工具，而是人类的一个伙伴，提供陪伴服务，它是有知识和经验的，所以，以前讲连接信息，现在是陪伴服务。

大模型不仅将重塑现有行业，更将创造全新价值。一方面，提升生产力。另一方面，有个词叫数字员工，或者叫智能助理。智能助理这个词我觉得表述还欠缺，我内心装的词叫智能顾问，助理只是帮你动手动脚，大模型则扮演着顾问的角色，这是一个可预见的方向。

未来，我认为分三步走：生产力提升、智能助理发展、智能顾问到来，然后走向虚拟世界，我叫做太虚幻境，来自于《红楼梦》。音乐、小说、电影等都在这里，给人类一个娱乐体验。只是到那时，人也被管起来了。

## 百川的主观认知和改变客观的实践

### 医疗是大模型皇冠上的明珠

对于人工智能在医疗上的前景，我认为医疗是大模型皇冠上的明珠。

医疗大模型要有知识、要有经验看病历、要有

逻辑思考、要有多模态的能力看病人的片子，要走长窗口，要减少幻觉……大模型发展的每一块肌肉、每一个用处，在医疗里都有用。

医疗大模型基本等于 AGI，这是我背后的思考。

以前做互联网的时候，有个说法叫“得用户者得天下”，而在医疗行业，叫“得医生者得天下”，有医生就有用户。

信息时代主要改变的是生产关系，最典型的例子：滴滴把司机跟乘客连起来，美团通过骑手连接餐厅和点餐的人。外卖小哥的供给是可以放大的，一般不会出现瓶颈，因为它对你的知识要求低。

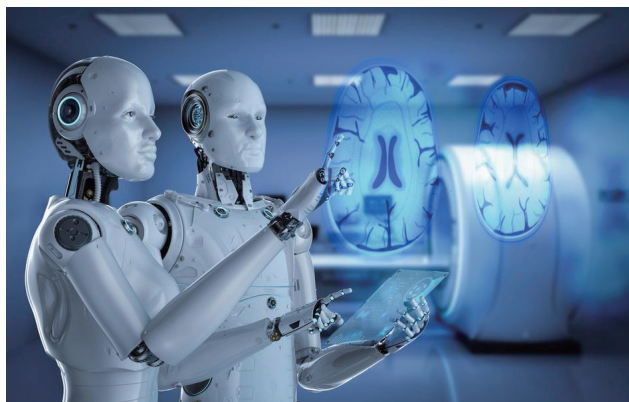
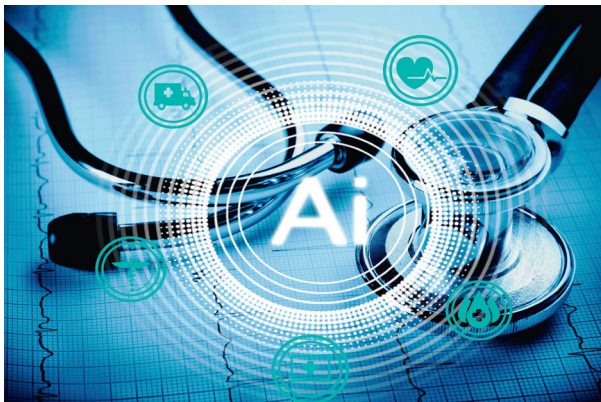
但医疗特别难，医生的培养是很难的，不是说今天医生不够，一挥手医生就出现了。目前，医疗正从生产关系为中心走向生产力为中心，生产关系更多的是造医院，主要是国家在做。生产力方面，大模型有可能直接提升医生的供给，去造医生。

所以，医疗是大模型皇冠上的明珠，既有对模型能力的要求，又有对市场空间的期待，市场是足够大的。

### 大模型在未来医疗中的落地场景

大模型在未来医疗中的落地场景有：精准医疗、全病程管理。

精准医疗是给患者开处方治疗时，精准地诊断、精准地干预，以及预防。目前常见预防分为三级：





一级预防是打疫苗，通用的；二级预防是体检或者筛查；三级预防是康复，减少慢性疾病。这些都不够精准，没有利用到基因和大数据，未来基因和大数据的发展会走向精准医疗，预防会发生范式性的变化。

全病程管理也会有新的发展。在院内，AI 有机会给医生做 Copilot（人工智能助手），在医院外，还会有患者的陪伴服务，或者早诊、早筛查、早康复。

## 百川智能：超级模型 + 超级应用

百川智能的 AGI 路径是：超级模型 + 超级应用，包括真实世界的模型（AI 顾问）、生命模型（AI 医生）、虚拟世界模型（太虚幻境）。

百川智能成立至今，研发速度远超行业水平：

迭代快：2023 年 4 月 10 日成立，成立 13 个月发布 12 个大模型；

性能优：开源模型能力全面领先 LLaMA2（一款大型语言模型），且大幅优于同尺寸竞品；闭源模型能力国内第一，文科能力全球第一；

开国内开源商用先河：填补国内市场上缺乏开源免费可商用大模型的空白，在网信办备案的 160 款模型中，大概有一半是基于百川模型进行建设的；

首批牌照：2023 年 8 月 31 日百川获得首批大模型国内服务牌照，是其中唯一当年成立的大模型公司。

我们近期发布了一个应用——百小应。这款应用懂搜索、会提问，后续还有很多隐藏功能。应用的 Logo 也是暖橙色，寓意科技是我们的伙伴、朋友。

百小应的一大亮点是，用表格向用户呈现结果。而且这个引擎不只是提供搜索结果，还会向用户提问。

我把自己的理念、或者世界观和价值观放进百川里。百川智能的愿景是做一个创造、健康、快乐的公司，让每个人更有创造力，更好地改变世界，更健康更快乐。

在信息时代里，我花费 20 年完成了搜狗的一生；在当下的智能时代里，也期待能够让自己的主观意志再次改变客观世界。🌱



# 黄宏嘉写给友人的一封归国信

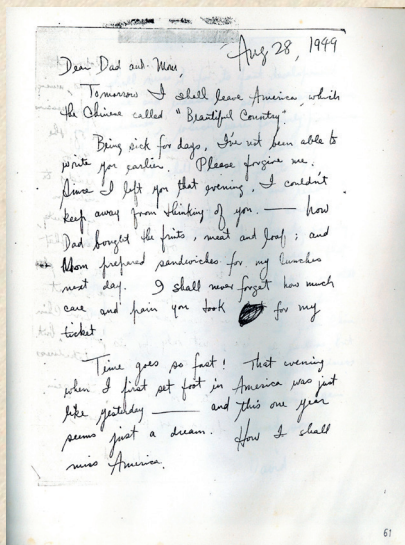
► 郭故事



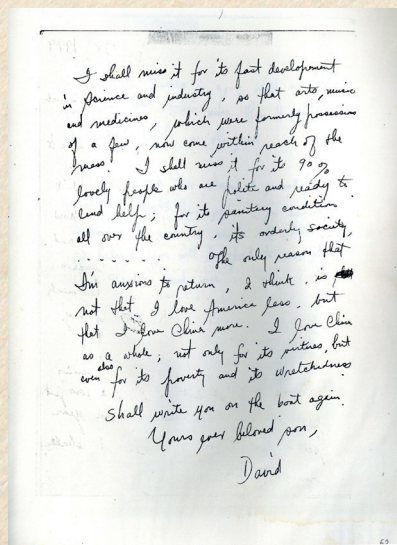
黄宏嘉，1924年8月生，湖南临澧人。1940年考入西南联大电机系，就读期间曾参加远征军，担任随军英语翻译。1948年赴美国密西根大学攻读硕士学位。回国后，曾在中国科学院电子所、光机所和北方交通大学工作，1979年到上海科技大学任教，先后任副校长、学术委员会主任、名誉校长等。1980年当选为中国科学院学部委员（院士）。他主持研制出我国第一根单模光纤传输线，以及具有国际先进水平的8种特种光纤，编撰出版了《微波原理》等本领域奠基性经典著作，曾荣获全国科学大会重大科研成果突出贡献奖、国家自然科学基金、国家科技进步奖、何梁何利科技进步奖等。2021年9月逝世。

黄宏嘉先生去世后，他的儿子黄柯、儿媳陈伟芳等亲属将他的手稿、笔记、荣誉证书、照片、信件、著作及使用过的相机、眼镜、铅笔、印章、放大镜、计算尺等138件珍贵档案史料，分两次捐赠给清华大学。清华大学档案馆已完成了这些捐赠史料的分类整理、著录和数字化扫描工作，将其放在恒温恒湿的库房妥善保存。

在整理黄宏嘉先生档案史料的过程中，一封1949年黄宏嘉写给友人的归国信引起了档案馆工作人员的注意，寥寥数语，让一名海外学子对新中国的向往和对祖国的眷恋之情跃然纸上，读后让人心情久久不能平复……



1949年8月28日，黄宏嘉写给友人沃汉夫妇的归国信复印件



这封信件是一份复印件，复印在两张A4大小已泛黄的纸张上，通篇英文书写，字迹整洁行文流畅。

信件写于1949年8月29日，

即黄宏嘉在纽约登上归国邮轮的前一天，这是写给友人沃汉夫妇的辞别信，黄宏嘉在信中饱含深情地吐露了他为什么要回国的心声。



August 28, 1949

Dear Dad and Mom,

Tomorrow I shall leave America, which the Chinese called “Beautiful Country”.

...Since I left you that evening, I couldn't keep away from thinking of you...

Time goes so fast! That evening when I first set foot in America was just like yesterday, and this one year seems just a dream. How I shall miss America.

I shall miss it for its fast development in science and industry, so that arts, music and medicines, which were formerly possessions of a few, now within reach of the mass. I shall miss it for its 90% lovely people who are polite and ready to lend help; for its sanitary condition all over the country, its orderly society... The only reason that I'm anxious to return, I think, is not that I love America less, but that I love China more. I love China as a whole; not only for its virtues, but even also for its poverty and wretchedness.

Shall write you on the boat again.

Your ever beloved son,  
David

亲爱的爸爸和妈妈:

明天我将要离开美国, 这个被中国人称之为“美丽的国家”。

自从那晚离开你们后, 一直思念着你们.....

时光飞逝, 我踏上美国的领土, 仿佛是在昨天。这一年的时间就像一场梦, 我将会多么思念美国啊!

我将会思念美国, 思念她在科学和技术上的飞速发展, 使得现在大部分人都能享用原来只是少数人才能拥有的艺术、音乐和医疗资源。我将会思念 90% 的美国人民, 他们谦虚礼貌并且乐于助人。我还会思念美国整个国家的卫生条件, 以及她有序的社会秩序。

我急于回国的唯一原因, 我想, 不是我不够爱美国, 而是我更加爱中国。我爱中国的全部, 不仅是她的美德, 甚至也爱她的贫困和不幸.....

我会在船上再给你们写信。

永远爱你们的孩子 David

1949 年 8 月 28 日

黄宏嘉为何要给沃汉夫妇写这封信? 在信中为何亲切地称呼他们为爸爸、妈妈? 为何在美国只留学了一年, 就要如此心切地想要回到祖国? 黄宏嘉又是如何获取到这封信件的复印件的? 带着这些疑问, 档案馆工作人员通过查阅相关资料及访谈黄宏嘉亲属, 最终了解到这封信件背后动人的故事。

时间追溯到 1944 年, 正在西南联大电机系读书的黄宏嘉, 在强烈的



1944 年, 黄宏嘉 (三排右三) 国立西南联合大学电机系毕业合影



爱国心的促使下，投笔从戎，参加了远征军，到印缅战场，担任随军英语翻译。1947年，为奖励抗战期间中断学业到前线充当译员的学生，国民政府决定由教育部专门举办一次翻译官留学考试，选派其中的优秀者出国深造。黄宏嘉参加了这次考试，以“理工学院类”第4名的成绩顺利取得了公费留学的资格，并获得了到美国密西根大学攻读硕士的机会。

1948年8月，黄宏嘉来到美国，内心怀着工业救国的迫切愿望，他选择了工科中的微波技术，进入到密西根大学微波工程实验室攻读硕士学位。

黄宏嘉虽是公派留学，留学费用里却只包含学费和往来船票费用，为节省生活费用，假期期间，黄宏嘉与妹妹黄颂康一起到同在美国留学的二哥黄宏煦寄宿的沃

汉夫妇家里居住。沃汉夫妇没有子女，将黄宏嘉兄妹视若己出，关怀备至，黄宏嘉感恩于沃汉夫妇，尊称他们为父亲、母亲，沃汉夫妇还给黄宏嘉起了一个英文名字叫 David。假期结束后，黄宏嘉回到学校，仍时常给沃汉夫妇写信汇报他的学习和生活情况，与他们成为了无话不谈的一家人。

黄宏嘉学习刻苦，成绩优异，于1949年6月顺利取得了密西根大学硕士学位，并申请到密西根大学和里海大学提供的全额奖学金攻读博士研究生的资格。

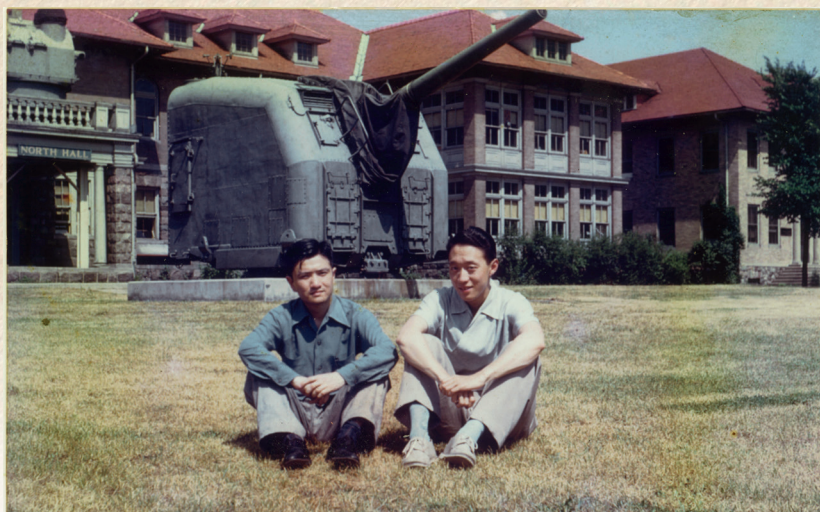
虽然在美留学，学习紧张，黄宏嘉仍时刻关心着祖国局势的发展。在密西根大学，黄宏嘉重逢了西南联大好友朱光亚，并时常与他一起参加进步学生社团活动。在一次学生社团的恳谈会上，朱光亚动情地讲到：“同学们，



1948年，黄宏嘉在密西根大学留影

是我们回国参加祖国建设工作的的时候了。祖国的建设急迫地需要我们！同学们，祖国的父老们对我们寄予了无限的希望，我们还有什么犹豫的呢？还有什么可以迟疑的呢？我们还在这里彷徨做什么？同学们，我们都是在中国长大的，我们自已不曾种过一粒米，不曾挖过一块煤。我们都是靠千千万万终日劳动的中国工农大众的血汗供养长大的。现在他们渴望我们，我们还不该赶快回去，把自己的一技之长，献给祖国的人民吗？是的，我们该赶快回去了！”

黄宏嘉被朱光亚这一席话深深地打动了。祖国的召唤，唤醒了他思想中一直蕴育着的强烈的、自然的爱国心。于是，黄宏嘉痛下决心，放弃留在美国继续攻读博



1949年，黄宏嘉（左）与朱光亚在美国密西根大学合影



士的想法，决定立刻回到祖国去。

黄宏嘉当即决定办理回国手续，而此时他才发现，国民党为了干扰新中国的成立和发展，发布了“关闭”北起辽河口、南至闽江口的中国领海，所有外籍船舶及航空器均不得进入上述区域，而区域内各港口，也已停止对外开放。由于这个禁令，美国到中国的轮船已经全部停航。而此时，美国政府也开始对在美中国学生、学者加强了监控，限制他们离开美国。

黄宏嘉于是向沃汉夫妇求助，沃汉夫妇在了解了黄宏嘉归国的想法后，觉得他这样急于回

国未免太过草率，但还是决定帮助他绕道欧洲回到中国。沃汉先生利用他的社会地位，向移民局出具担保函，获得

了允许黄宏嘉前往欧洲旅游的许可。在拿到移民局的出国许可后，黄宏嘉立刻预定了最近一班由纽约开往荷兰鹿特丹的船票。在登船后，临行前一天，他给沃汉夫妇写了这封辞别信，信中真诚地

解释了他急于回国的唯一原因：“我想，不是我不够爱美国，而是我更加爱中国。我爱中国的全部，不仅是她的美德，甚至也爱她的贫困和不幸……”

黄宏嘉抵达欧洲后，在马赛换乘了开往香港的轮船，到达香港后，按照出发前朱光亚给他的安排，找到了在香港大学教书的

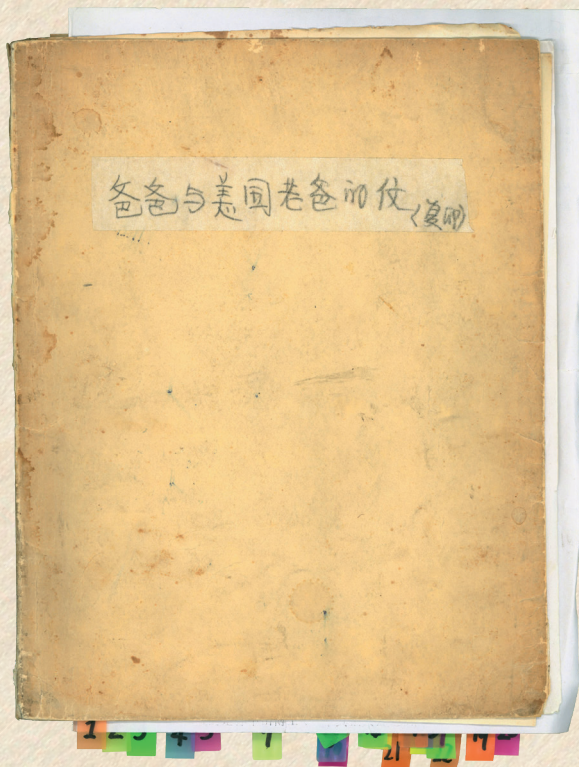


沃汉夫妇



清华大学校友曹日昌教授，在曹日昌的安排下，搭乘了一艘开往秦皇岛运煤的小火轮。1949年10月6日，黄宏嘉终于回到了他心心念念的祖国，开启了他科技报国的漫漫征程！

回国后，因种种原因，黄宏嘉与沃汉夫妇失去了联系。直至1987年，黄宏嘉应邀赴密西根大学开展特种光纤方面的合作研究，专程绕道拜访沃汉夫妇，但遗憾的是，沃汉先生已于1985年去世。沃汉夫妇一直珍藏着黄宏嘉在美国留学期间与他们往来的信件和照片，看到这些装订整齐的照片和信件时，黄宏嘉感动得热泪盈眶，征得沃汉夫人同意，黄宏嘉复印了这些信件，并带回国内珍藏。后经黄宏嘉子女整理，将这些承载着中美两国人民民间友谊、记录着黄宏嘉对祖国无限深情的信件汇集成册，捐赠给了清华大学档案馆。



黄宏嘉保存的与沃汉夫妇往来信件的复印件



# 八十年读书经验

冯友兰

从前人说，读书要注意字里行间，又说读诗要得其“弦外音，味外味”，这都是说要在文字以外体会它的精神实质。

我今年 87 岁了，从 7 岁上学起就读书，一直读了 80 年，其间基本上没有间断。我所读的书，大概都是文、史、哲方面的，特别是哲。我的经验总结起来有四点：1) 精其选，2) 解其言，3) 知其意，4) 明其理。

先说第一点：古今中外，积累起来的书真是多极了，真是浩如烟海，但是书虽多，有永久价值的还是少数。可以把书分为三类：第一类是要精读的。第二类是可以泛读的，第三类是仅供翻阅的。

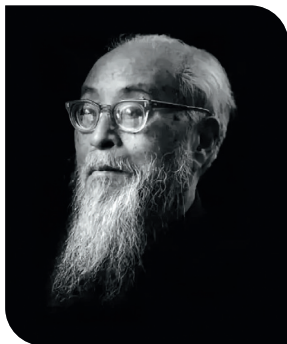
所谓精读，是说要认真地读，扎扎实实地一个字一个字地读。所谓泛读，是说可以粗枝大叶地读，只要知道它大概说的是什么就行了。所谓翻阅，是说不要一个字一个字地读，不要一句话一句话地读，也不要一页一页地读。就像看报纸一样，随手一翻，看看大字标题，觉得有兴趣的地方就大略看看，没有兴趣的地方就随手翻过。听说在中国初有报纸的时候，有些人捧着报纸，就像

念五经四书一样，一字一字地高声朗诵。照这个办法，一天的报纸，念一天也念不完。大多数的书，其实就像报纸上的新闻一样，有些可能轰动一时，但是昙花一现，不久就过去了。所以，书虽多，真正值得精读的并不多。下面所说的就指值得精读的书而言。

怎样知道哪些书是值得精读的呢？对于这个问题不必发愁。

自古以来，已经有一位最公正的评选家，有许多推荐者向它推荐好书。这个选家就是时间，这些推荐者就是群众。历来的群众，把他们认为有价值的书，推荐给时间。时间照着他们的推荐，对于那些没有永久价值的书都刷下去了，把那些有永久价值的书流传下来。从古以来流传下来的书，都是经过历来群众的推荐，经过时间的选择，流传了下来。我们看见古代流传下来的书，大部分都是有价值的，我们心里觉得奇怪，怎么古人写的东西都是有价值的？其实这没有什么奇怪，他们所作的东西，也有许多没有价值的，不过这些没有价值的东西，没有为历代群众所推荐，在时间的考验上，落了选，被刷下去了。

现在我们所谓“经典著作”



冯友兰（1895—1990），河南南阳人，中国当代著名哲学家、思想家、教育家，历任清华大学文学院院长、哲学系主任，西南联合大学文学院院长、哲学系主任，北京大学哲学系教授等。著有《中国哲学史》《中国哲学简史》《中国哲学史新编》《贞元六书》等。

或“古典著作”的书都是经过时间考验，流传下来的。这一类的书都是应该精读的书。当然随着时间的推移和历史的发展，这些书之中还要有些被刷下去。不过直到现在为止，它们都是榜上有名的，我们只能看现在的榜。我们心里先有了这个数，就可随着自己的专业选定一些须要精读的书。这就是要一本一本地读，所以在一个时间内只能读一本书，一本书读完了才能读第二本。在读的时候，先要解其言。这就是说，首先要懂得它的文字；它的文字就是它的语言。语言有中外之分，也有古今之别。就中国的汉语笼统地说，有现代汉语，有古代汉语，古代汉语统称为古文。详细地说，古文之中又有时代的

不同，有先秦的古文，有两汉的古文，有魏晋的古文，有唐宋的古文。中国汉族的古书，都是用这些不同的古文写的。这些古文，都是用一般汉字写的，但是仅只认识汉字还不行。我们看不懂古人用古文写的书，古人也不会看懂我们现在的《人民日报》。这叫语言文字关。攻不破这道关，就看不见这道关里边是什么情况，不知道关里边是些什么东西，只好在关外指手划脚，那是不行的。我所说的解其言，就是要攻破这一道语言文字关。当然要攻这道关的时候，要先作许多准备，用许多工具，如字典和词典等工具书之类。这是当然的事，这里就不多谈了。

中国有句老话说是“书不尽言，言不尽意”，意思是说，一部书上所写的总要比写那部书的人的话少，他所说的话总比他的意思少。一部书上所写的总要简单一些，不能像他所要说的话那样啰嗦。这个缺点倒有办法可以克服，只要他不怕啰嗦就可以了。好在笔墨纸张都很便宜，文章写得啰嗦一点无非是多费一点笔墨纸张，那也不是了不起的事。可是言不尽意那种困难，就没有法子克服了。因为语言总离不了概念。概念对于具体事物来说。总不会完全合适，不过是一个大概轮廓而已。比如一个人说，他牙痛。

牙是一个概念，痛是一个概念，牙痛又是一个概念。其实他不仅止于牙痛而已。那个痛，有一种特别的痛法，有一定的大小范围，有一定的深度。这都是很复杂的情况，不是仅仅牙痛两个字所能说清楚的，无论怎样啰嗦他也说不出来的，言不尽意的困难就在于此。

所以在读书的时候，即使书中的字都认得了，话全懂了，还未必能知道写书的人的意思。从前人说，读书要注意字里行间，又说读诗要得其“弦外音，味外味”，这都是说要在文字以外体会它的精神实质。这就是“知其意”。司马迁说过：“好学深思之士，心知其意。”意是离不开语言文字的，但有些是语言文字所不能完全表达出来的。如果仅只局限于语言文字，死抓住语言文字不放，那就成为死读书了。死读书的人就是书呆子。语言文字是帮助了解书的意思的拐杖，既然知道了那个意思以后，最好扔了拐杖。这就是古人所说的“得意忘言”。在人与人的关系中，过河拆桥是不道德的事。但是，在读书中，就要过河拆桥。

上面所说的“书不尽言”，“言不尽意”之下，还可以再加一句“意不尽理”。理是客观的道理；意是著书的人的主观的认识和判断，也就是客观的道理在他的主

观上的反映。理和意既然有主观客观之分，意和理就不能完全相合。人总是人，不是全知全能。他的主观上的反映、体会和判断，和客观的道理总要有一定的差距，有或大或小的错误。所以读书仅至“得其意”还不行，还要“明其理”，才不至于为前人的意所误。如果明其理了，我就有我自己的意。我的意当然也是主观的，也可能不完全合乎客观的理。但我可以把我的意和前人的意互相比较，互相补充，互相纠正。这就可能有一个比较正确的意。这个意是我的，我就可以用它处理事务，解决问题。好像我用我自己的腿走路，只要我心里一想走，腿就自然而然地走了。读书到这个程度就算是能活学活用，把书读活了。会读书的人能把死书读活，不会读书的人能把活书读死。把死书读活，就能把书为我所用，把活书读死，就是把我为书所用。能够用书而不为书所用，读书就算读到家了。从前有人说过：“六经注我，我注六经”。自己明白了那些客观的道理，自己有了意，把前人的意作为参考，这就是“六经注我”。不明白那些客观的道理，甚而至于没有得古人所有的意，而只在语言文字上推敲，那就是“我注六经”。只有达到“六经注我”的程度，才能真正地“我注六经”。



# 清华大学美术学院 2024 届毕业生作品展（上）

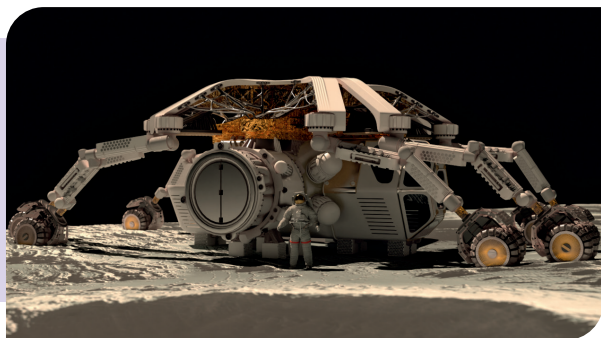
又是一年毕业季。2024 年夏季，2024 届清华大学美术学院硕士研究生 / 本科生毕业作品展相继开幕。艺术与科技融合，传统与时尚邂逅。从可编程材料到智能驾驶，从画像砖到虚拟首饰，从灾害救援工具设计到互动式情绪疗愈，从载人航天的月球车到人工智能心理辅导……毕业生们的作品以鲜活的个性在展厅的“引力场”中碰撞，彰显了他们对传统的浓浓敬意、对社会当下问题的深切关注、对未来的大胆定义，展现出他们以面向未来、走向世界的吸引力，招徕万千闪光的未来可能性。



玉弓

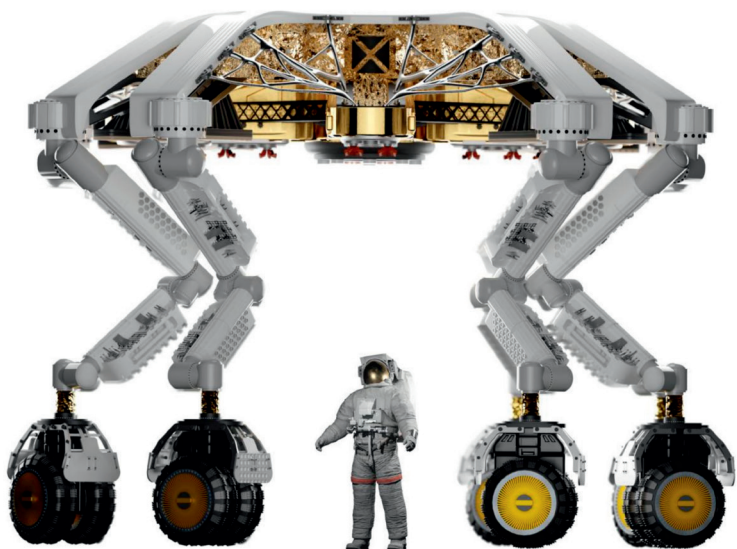
刘泽平

清华大学美术学院  
工业设计系 2024 届本科毕业生



随着我国载人航天技术的发展，载人登月计划逐步被提上日程，我国月球探测的下一步目标将是建立国际月球科研站的同时实现载人登月，实现人机联合探测。

在当前我国的登月计划中，月球车协同运作是一项重要策略，通过多个月球车在月球表面协同工作以完成复杂任务。本设计提出将这种“协同工作”进一步转变为“继承工作”，即一个模块化月球车在首次登陆月球后，不再派遣新的月球车，而是只运送一系列模块进行任务扩展和升级，运送相应的功能模块实现月球车的升级和任务转变，虽然模块化月球车的初始研发成本较高，但其可扩展性和重复使用

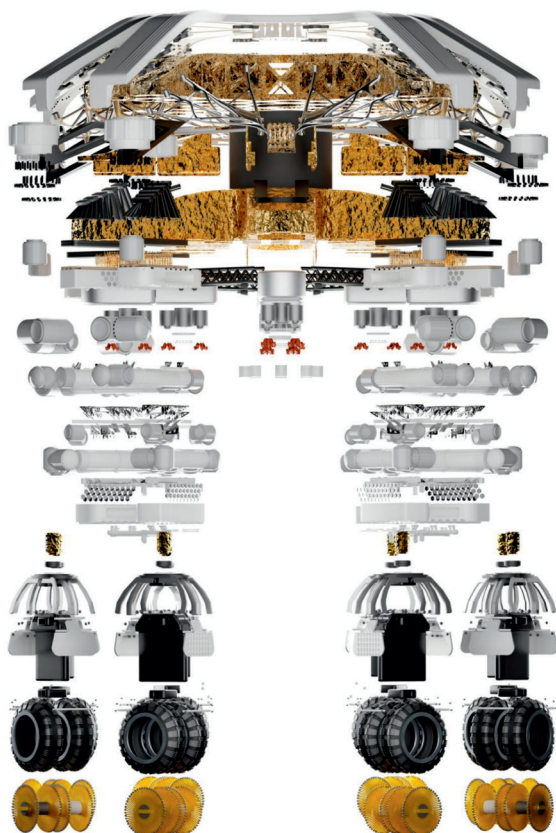


玉弓最终效果

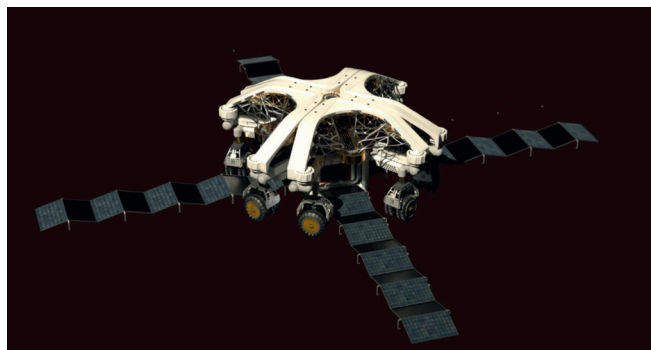
特性可以在后续任务中摊薄成本。

玉弓是一辆月面多功能平台，长约6.2米，全部伸展的长度为8.3米，高度4.7米。分为能源系统、运动系统、固定系统、承重系统等四大系统，包含充电、搬运、挖掘采样/推土、载人、激光熔融月壤、起重机模块等六大功能模块。其轮腿式的方案优势在于，通过性和越野能力更强，在低重力环境下转弯的翻倒几率更小，更换不同设备模块更加简单，同时可以折叠盘踞在登月仓上，无需更多搬运机构。

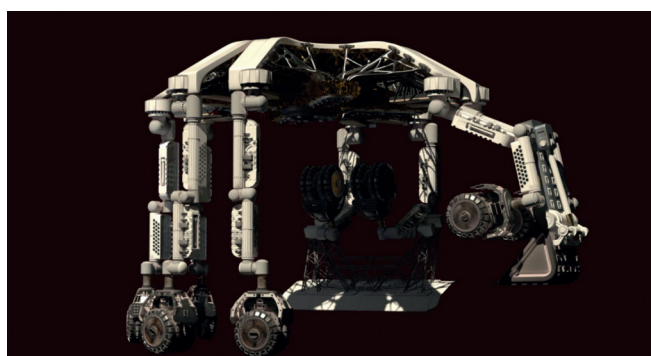
玉弓围绕国际月球科研站建设的工具需求 and 将无人月球车有人化这两个核心诉求，将不同的功能需求归纳整理，为我国载人登月计划和探月工程的设计提供了思路参考。



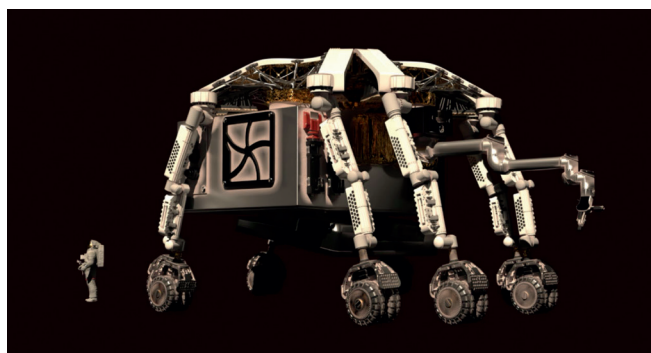
玉弓结构爆炸图



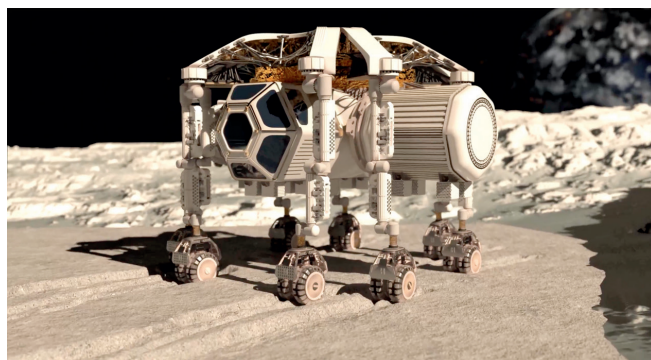
充电模块



堆土模块



激光熔融月壤模块



载人模块





## 自然与陶

家和

清华大学美术学院

陶瓷艺术设计系 2024 届硕士生毕业生



### 设计者说

“泥土来源于自然，天生与自然界的一切相联系。我的作品以自然界中的蝴蝶、叶子、花为装饰主题，运用陶瓷艺术中的化妆土装饰工艺展开三组茶器设计创作。

化妆土是将陶土或瓷土调和成泥浆状的一种陶瓷装饰材料，其作用是涂抹于坯体之上，以此来遮盖住坯体表面的颜色，起到粉饰坯体的装饰效果，也能够改良釉面表现。化妆土材料并不名贵，但它温润淳朴、自在浪漫的气质正暗合饮茶之道。

在创作过程中，综合运用刻划、手绘、海绵蘸施等化妆土装饰技法，结合图案设计及陶瓷烧成特点，在保留化妆土材料美感的同时创作出符合现代审美的化妆土装饰作品，探索化妆土材料在现当代茶器设计中的更多可能性。”



### 蝶·语

蝴蝶具有多重寓意，梁祝化蝶、化茧成蝶……蝴蝶总给人以神秘、脆弱而唯美的想象。设计创作时在刻划装饰的基础上参考了磁州窑的部分绘画纹样，使整组茶器的呈现效果更加灵动、自然。

该组茶器创作包括二十余件作品，器物类型丰富，涵盖茶壶、茶杯、公道杯、盖碗、碟子、茶盘、花器、壶承、壁饰等等。





## 叶·语

茶器以自然界中的叶脉肌理为灵感：叶脉是一片叶子的生命线，也是植物的生命线，每种植物都有自己独特的肌理，它们既富有节奏韵律的美感，也独具生命力。

化妆土作为装饰材料，与陶瓷釉料的很大区别在于略显粗糙的质感和更强的遮盖力，比起釉的精致华美，化妆土更具有有一种粗犷的生命力，将两者相结合，以化妆土材料表现生命这一主题。



## 花·语

茶器以绣球花作为装饰主题，以细小的花组成花团和阔大的叶子形成对比，采用化妆土刻划后喷施厚透明釉的装饰形式。器形设计更加秀美挺拔，以直线造型为主，使其造型更加典雅端庄。

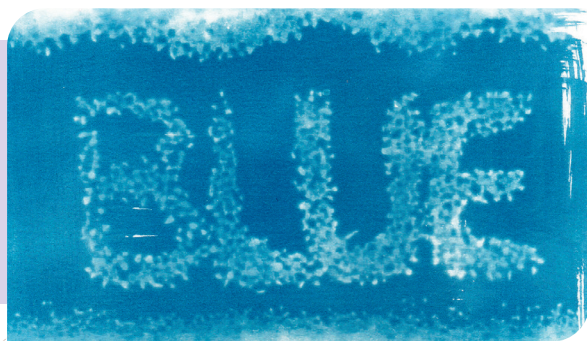




## 蓝晒动画《蓝》

劳晓晴

清华大学美术学院  
信息艺术设计系 2024 届硕士毕业生



涂抹蓝晒液



平面方式组合对版



阳光曝光

蓝晒法（Cyanotype），又称铁氰酸盐印相法，是一种古典印相工艺，同时也是一种印刷技术。蓝晒法通常使用柠檬酸铁铵、铁氰化钾溶液制作感光剂，通过阳光（紫外线）的照射使其发生反应，把图像转移到纸张或其他材料上。

毕设短片《蓝》运用蓝晒工艺结合材料探索，以定格的方式移动和改变遮光物的位置和状态，创作出连续的序列图像，最终制作成动画短片。期待借助阳光把影子搜集起来储存在画纸上，以“风”“旋转”“雨”“生命”“时光”为线索，表达一种自然与生命相关联的感受。

创作过程中尝试不同材料作为曝光时使用的遮光物，大多选择半透明或有特殊轮廓造型的物品。植物例如压花材料、蔬菜叶子、金针菇、花瓣有丰富的轮廓和纹理细节；一些日常生活常见物品如录音磁带、扇子、玻璃杯、玩具模型、纽扣、风扇等能在蓝晒中呈现与其平时不一样的形象；同时有着重复纹理的透光布料和纹理纸也是有趣的选择，适合模拟如水纹、雨滴等相对抽象的画面。而颗粒类的材料，如绿豆、石英砂等易于塑形与变形，可以随意变换表达画面。

制作流程上，主要参照蓝晒工艺的制作流程，意图探索适用于动画序列帧制作的模式。包括蓝晒液的配置、载体选择、组合对版、曝光显影、冲洗定影、晾干压平、扫描合成等。

在动态效果的制作上，主要根据物品的特性进行动画的表达。可以利用物体的摆动来模拟运动，如通过逐帧摆动叶子压花等材料来模拟风吹叶动。也可以利用弧形圆形等物体的旋转，来制作循环的动态效果，如利用不同大小的培养皿组合旋转，帽子和玻璃杯的自转等。还可以利用物体的位移，如绳结的左右移动与变形模拟行走的队伍，玩具小车的位移模拟繁忙的马路，纽扣的互相碰撞模拟拥挤的人群等。

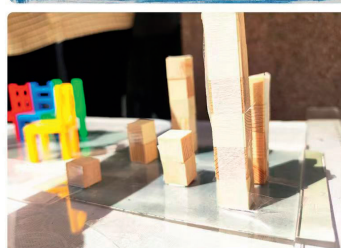
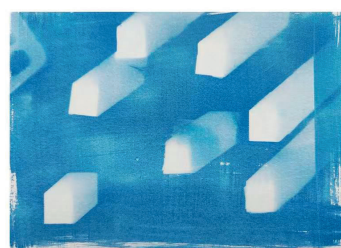
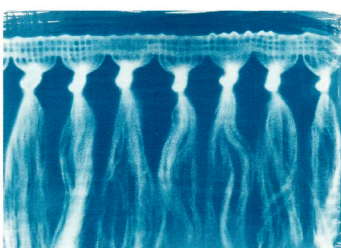
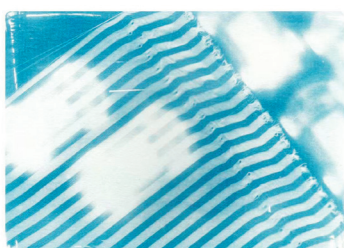
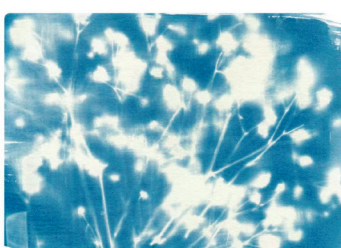
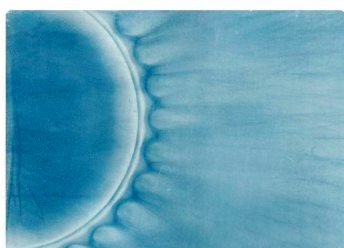




曝光后进行冲洗定影



晾干压平后的序列帧



《蓝》中的画面与所使用的遮光物

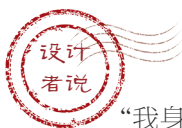




## 球场英雄

高元睿

清华大学美术学院  
染织服装艺术设计系 2024 届本科毕业生



“我身高两米。从小到大，我一直都是身边的同龄人里最高的。我常常从长辈、朋友、甚至是陌生人的口中听到‘你应该去打篮球’。然而，我对打篮球一点兴趣也没有，最终选择了与做运动员完全不同的艺术之路。

现实身份与他人预判、自我认同与刻板印象之间的偏差，给白日幻想留下了空间。假如真的存在平行时空，而另一个我选择了篮球运动员这条路，我会变成一个怎样的自己？在毕业设计项目中，我尝试用时装定格这个幻想中的形象。我将其命名为《球场英雄》。

我从现实性和超越性这两个维度中寻找支撑服装设计的基础视觉元素。现实性的元素为服装奠定明确的现实语境，篮球这一球体本身的形象特征成为了最主要的视觉元素，运动员的常见着

装成为了辅助性元素。超越性的元素使服装设计给人审美与想象的空间，我希望‘球场英雄’能区别于现实中的篮球运动员，是一个超现实、戏剧性的形象。因此，我参考了一些童年时喜爱的经典角色：樱木花道和他的篮球服号码‘10’号、佐罗和他的标志性披风、亚瑟王和他尖锐的骑士盔甲。这些元素为后续的创新设计提供了解构、夸张、变形的方向。”

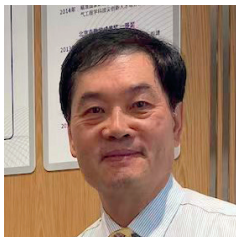


篮球盔甲制作过程



卡纸立裁

拆解面料、打孔、穿线带



## 让我儿女也远望

言志行

“我的时间仿佛还在 2019，因为父亲停留在那年的腊月，

我的空间仿佛是在南京，因为你总是从那儿走来；

我的世界仿佛还是黑白，因为爷爷奶奶拍的 1935 年照片；

我脚下的足迹仿佛突然无影，举首望月看迷茫，但：

我的天边却总是旭日，因为你今生已是大写的太阳，让我儿女也远望……”

父亲于 1954 年考入清华电机系，1959 年毕业后留校任教，在清华度过 30 春秋，至 1985 年调入上海工业大学。

2019 年 12 月底，他老人家好像预感全球疫情即将来临，有意选择 23 日夜晚时辰在医院安然长眠。去世后，他的同学、学生和亲友纷纷写文悼念，从这些字里行间，我又对他有了新的了解。

兹摘录部分追思文字如下：

清华大学电机系韩英铎院士：“言茂松在电力系统行业里的学术地位很高，大家都认他的账。当年为了解决湖北的电力调度稳定性问题（几乎使全国人民勒紧裤腰带建设起来的武汉钢铁厂毁于一旦——周恩来总理语），言老师、卢强院士和我组成了教研组搞动态模拟，整天聚在一起探讨，心无旁骛。因为清华没有计算机，我们就半夜跑到北大去上机。后来我们有了比较完整的理



论，可以说言老师做了很大的贡献。

由于专心于研究思考，言老师曾经半夜从床上掉下来，他床边书桌上的台灯经常整夜亮着……那时候我们电机系好多老师都是这么干的。我觉得这种精神值得传承下去，这种精神是包括言老师在内的一代代人积累的，这是最宝贵的财富。”

除了在现代控制理论和贝叶斯风险决策等领域出版专著、发表论文外，父亲还首创了现代电力市场及其当量电价理论和方法论。2008 年原创性专著《现代电力市场及其当量电价》出版，它凝聚了父亲后半生科学研究之大成，破解了当今世界级电力市场之难题。2009 年 12 月，父亲在第二届电力市场国际会议 IWEM2009 上被聘为分会主席，并作专题报告，他被誉为我国电力市场研究的前驱，用博弈论、控制论使电力市场可以自动回归理性。

父亲任教科研的前半生，1960 年至 1986 年的 26 年间，他在最优控制、风

### ■ 作者简介

1982 年就读清华大学计算机系，校田径队队员，1989 年获宾夕法尼亚匹州兹堡大学计算机硕士学位。职业早期专注于嵌入式实时操作系统研发，后转向实时视频流服务器、互联网等核心软件开发。2012 年至今任 Oracle 美国甲骨文公司云计算软件开发高级总监。

险决策、电力系统规划、电力系统模拟等领域发表论文 40 余篇。

上世纪 70 年代末,国内最早介绍并出版他的最优控制专著《最佳控制与观测》。在 2005 年出版的本科生教材《自动控制原理》(第二版)中,“中国科学家对控制理论的贡献”一节里写道:“言茂松于 1978-1979 年率先在国内出版专著并在期刊上全文连载,引进最优控制与观测的理论与技术,并推动其在电气工程中的应用”。1989 年,国内又最早出版了他的《贝叶斯风险决策工程》(1989,清华大学出版社)。

1980 至 1983 年,父亲由清华大学选派赴美国加州伯克利大学电机与计算机科学系做访问学者。回国后,国家自然科学基金委连续三次立项支持研究电力市场,包括国内最早的电力市场研究项目(1989-1992)和国内唯一的电力市场国家级重点项目(2000-2004),首创“现代电力市场及其当量电价”理论和方法。在 1987-2006 年的 20 年间,父亲发表电力市场学术论文百余篇,其中五年内被 EI 等国际三大检索收录 21 篇。

他的大学同班同学刘取教授回忆:“在上世纪 50 年代开全校运动会时,只有无线电系学生会拥有扩音机,所以无线电系的啦啦队比别的系强很多。电机系学生会也要有扩音器。于是言茂松、

祝永铭和我组成一个课外研究小组,目标是研制出一台真空管扩音机。电机系一位刚从美国回来的教授对这个举动大为否定,他认为研制扩音机可不简单:第一级放大 10 倍,第二级放大 100 倍,第三级放大 10 倍,总起来放大 10000 倍,若第一级有点噪音,通过放

大就不得了。但是在另一位老师的支持下,我们三位学生完成了研制工作,而且一次通过验收。

动模试验中,一个很重要的测量设备就是测角仪。这种测角仪有许多特殊要求,在没有参考资料和设备,也没有指导教师的情形下,要自己摸索、研制,由于我们是强电专业,对于电子器件很生疏。言茂松大胆地接受了这个任务。他设计、备料、焊接、加工一把抓,几个月的功夫就完成了,满足了试验室的需要。由言茂松亲手研制的测角仪,一直沿用到今天。

言茂松在工作中表现出超常的工作能力,与他受过严格的全面的培养和训练有关。言的父母都是知名的高级知识分子,送他到有名的中小学读书,送他去学小提琴、装无线电。他的根基扎实表现在各个方面。就拿他留下的 60 多本读书笔记来说,在那些



父亲在上世纪五十年代清华大学电机系发电实验室

吃不饱肚子、政治运动风起云涌的日子里,谁还能坚持不断地钻研。他的努力,到‘文化大革命’结束后,派上了用场。在教研组科学报告会上,言茂松介绍了国外 10 年里在控制理论方面的进展。由于大多数人都没有碰过国外文献,他的报告使人耳目一新,推动了科研工作赶上世界水平。再例如撰写报告,一份 7-8 页的报告,他可以从头至尾一字不改完成,逻辑清晰,字迹整齐。”

父亲的人生感悟格言:大写的人有三种力量,有期限的权势力量、不断更新的知识力量和永恒的人格精神力量,而人格精神力量是最重要的。

父亲的事业线长路远,扎实的基础加上刻苦钻研,造就了他一生辉煌的成就,让我和我的儿女时时远望。🍷