



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 115 期



专 题

- 06 360 度看碳中和
- 08 贺克斌：“双碳”行动如何影响未来四十年？
- 11 朱民：碳中和的两个抓手
- 18 “碳中和”，改变你我的生活
- 23 制约碳中和目标实现的资源供给与环境风险问题
- 29 何继江：欧洲与中国能源转型的竞赛
- 33 晏清：“零碳城市”来了

特 稿

- 37 骐骥千里 行而不辍
——记“金融黄埔”清华五道口新十年



清华人物

- 40 旷视，AI 让世界更美好
- 46 曹德志：叩响宇宙探索的大门

前沿观察

- 51 欧阳明高：氢燃料电池车五年关键期来了
- 53 杨霄：如何预防生物安全危机



时代视窗

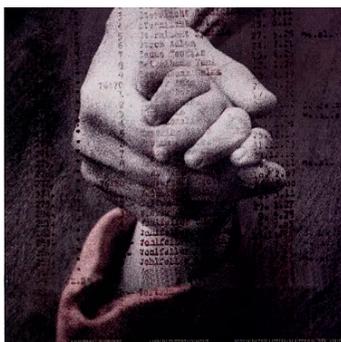
- 56 吴维库：成功管理者的五个共同特征
- 60 美联储加息：会改变美国通胀和经济增长势头？





清华史话

62 刘涿：200年前，谁记录了清华园的古月堂？



档案故事

68 张光斗先生的水利人生



旧文新读

72 彭刚：如何从历史记忆中了解过去



无体育 不清华

77 王兴华：清华体育改变了我的一生

81 蓬蔓：长跑是一生触手可及的健康扶手



捐赠

87 张慕萍：九旬高龄对母校最深沉的爱与回馈



专栏

90 李山：走出清华园

92 杨斌：教育要善于“容错”，容的到底是什么？

94 伏后明：托林镇彩虹文化艺术节

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 方红卫 郭 樑 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 袁浩歌
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 唐 杰

执行主编 王 正

副 主 编 关 悦

采编主任 黄 婧

责任编辑 曾卓崑

编 辑 李 彦 钱箬旋

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 北京市海淀区清华科技园创新大厦 A 座 1210 室

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115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 号院紫清大厦 6 层

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)

银行汇款
开户银行 中国工商银行北京分行海淀西区支行
户名 清华大学教育基金会
汇款账号 0200004509014447265

特别说明 银行、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

 清华印象
TSINGHUA SOUVENIR

清华大学唯一官方授权文创品牌

青春

清华与春天相遇

青春正好 运动当然



扫码了解&购买

【清华大学经典款运动套装】

校内线下门店：照澜院16号

联系方式：62782260



360 度看碳中和

2022年北京冬奥会开闭幕式美不胜收、惊喜连连，将现代科技与艺术深度融合，吸引了世界各国的关注。其中一大亮点，即由两名中国冰雪运动员共同将主火炬“飞扬”插进“大雪花”中心，这意味着百年奥林匹克第一次以“微火”的形式点燃主火炬。

以微见大、见微知著。以“微火”取代熊熊燃烧的大火，传递出的是低碳、环保的绿色奥运理念；这一次奥运历史上的点火创新，体现出的是中国正用实际行动一步步向绿水青山迈进。

中国在2020年9月向世界郑重承诺：中国二氧化碳的排放，力争在2030年前达到碳达峰，努力争取2060年前实现碳中和。随着这一份承诺的出台，“双碳”理念也逐渐让更多人熟知，并不断贯彻到工作、生活之中。作为世界上最大的发展中国家，中国“30·60”双碳目标的实现，意味着我们将用全球历史上最短的时间完成全球最大碳排放强度降幅。

无疑，这是一场硬仗。我国要实现“双碳”目标，主要难在“三高一短”。首先是高碳的能源结构。无论是化石能源占总能源消费比例，还是煤炭占化石能源消费的比例，我国在全球耗能大国中都是最高的。其次是高碳的产业结构。世界公认的高碳且难减排的行业（煤炭、钢铁、石化、水泥等）在我国的产业结构中占比很高。第三，作为最大的发展中国家，我国的工业化和城镇化还处在中高速发展中，能源消费还呈增加趋势。四是时间短、任务重。从碳达峰到碳中和，中国只有30年时间，而欧美国家有50到70年。

是挑战，更是重大机遇。碳中和是天下大势，是工业革命以来人类发展方式最大的变化，它将深刻地影响未来，也剧烈地冲击着当下。应当看到，提早转型就有利于降低转型的重置成本、沉没成本。改革开放40年，中国走的是传统工业化的模式，我们是在追赶；下一个40年中国可以走绿色发展的模式，我们希望引领世界，让全球共享绿色繁荣。在今天这个时点上，我们看到了过去40年令我们极其自豪的辉煌；放眼未来，我们将迎来更辉煌的40年，那就是碳中和。

“双碳”目标很大，但与每个人都息息相关。站在新的历史起点，更应主动去认识和了解这一场关乎人类命运的深刻革命。为此，《水木清华》推出“360度看碳中和”专题，由来自清华大学相关领域的专家学者，以及在工作中从事相关研究的校友，从多个角度对碳中和作出深刻解读，以馈读者。

“双碳行动”如何影响未来四十年？

▶ 贺克斌

碳中和已成为全球性的重大行动，可能会对未来的社会经济产生深刻影响。现阶段全球已有130多个国家全面提出碳中和目标，这些国家占全球二氧化碳排放量的73%，占全球GDP的70%。中国作为最大的发展中国家，为实现碳中和，面临“三高一短”巨大挑战。

首先是高碳的能源结构。无论是化石能源占总能源消费比例，还是煤炭占化石能源消费的比例，我国在全球耗能大国中都是最高的。其次是高碳的产业结构。世界公认的高碳且难减排的行业（煤炭、钢铁、石化、水泥等）在我国的产业结构中占比很高。第三，作为最大发展中国家，工业化和城镇化还处在中高速发展中，能源消费还呈增加趋势。四是时间短、任务重。从碳达峰到碳中和，中国只有30年时间，而欧美国家有50到70年。

从资源依赖型到技术依赖型

面对如此巨大的挑战，为什么我们下决心要做？从表面看，气候履约是切入点，因为我国是气候公约、巴黎协定等的签约国，但最核心的原因是新一轮的产业竞争。

所谓产业竞争，是指世界进入“双碳”时代，从能源资源的角度看，全球经济发展模式正在从资源依赖型走向技术依赖型。首先，根据国际能源署（IEA）分析，未来实现全球“双碳”目标，从化石能源转向风光等为主体的能源结构时，全球可提供的风光能源资源总量是足够的。我们过去经常讲到的挑战，化石能源不充足的资源约束，将逐渐解除。

其次，现在全球经济高度依赖的化石能源，在全球的地域分布极不均匀，煤炭储量前五位的国家

贺克斌 中国工程院院士，
国家生态环境保护专家委员会副主任，清华大学环境学院教授、碳中和研究院院长



占了全球煤炭75%的储藏量；石油储量，前五位国家占了62%；天然气储量，前五位国家占了64%。也就是说，三分之二到四分之三的储藏量都集中在前五位的储藏国。与化石资源相比，风光资源在全球分布相对更均匀，未来风电、光伏等新能源比例逐渐上升过程中，谁的新能源技术领先，谁就抢得发展的先机，即经济发展走向技术依赖型。

产业竞争技术的焦点在零碳能源技术。当前，欧洲的“绿色新政”在针对减碳的工（业）交（通）能（源）建（筑）部分和针对固碳的农业生态环境部分有完整的技术发展布局。美国也提出了五个零的战略：零碳电力、零废物制造、零碳交通、零排放汽车、零碳建筑，布局了六个方面的技术板块来促进“五个零”目标的实现。日本提出，未来十年，要在能源、交通运输和制造业、建筑等相关产业布局14个领域研发计划，包括海上风电、氢能产业、小型核反应堆和大型运载工具（船舶、飞机等）混动氢能等，同时宣布在2030年到2050年间还将推出新一轮产业发展研发计划。可以看出，主要发达国家都在布局从资源依赖型走向技术依赖型的新一轮产业竞争。

“双碳行动”不仅促进产业竞争，还将推动根



贺克斌在 2021 中国高新技术论坛发言



本性解决环境污染问题，对于生态文明建设、美丽中国目标实现，有非常强的带动作用。同时，这对于全球的尚未解决环境污染问题的发展中国家来讲，具有共性意义。

提高环境质量的目的是健康

定量推演分析表明，以细颗粒物（PM_{2.5}）作为代表性污染物来看，在 2020 年，国内 300 多个城市 PM_{2.5} 年均浓度平均在 33 微克 / 立方米，如果没有“双碳行动”，按照“老”的治污政策路径（编者注：2013 年 9 月，国务院发布《大气污染防治行动计划》，即“大气十条”，2018 年 7 月，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，即“蓝天三年”，对大气污染治理给出治理蓝图，并对各省市降低 PM_{2.5} 年均浓度提出具体要求。）走下去，也能继续推进改善。但到 2060 年，PM_{2.5} 年均浓度最多只会降到 25 微克 / 立方米。

如果 2030 年实现碳达峰，到 2060 年，PM_{2.5} 年均浓度就会降到 20 微克 / 立方米。如果提前两年在 2028 年实现碳达峰，到 2060 年，PM_{2.5} 年均浓度就会降到 18 微克 / 立方米。如果到 2060 年如期实现碳中和，全国 2060 年的 PM_{2.5} 年均浓度会降到 8 微克 / 立方米左右。在国内各大城市中，目

前深圳是 PM_{2.5} 污染问题解决得比较好的城市，在 2020 年，深圳的 PM_{2.5} 浓度是 19 微克 / 立方米，但离世界卫生组织（WHO）给出的 PM_{2.5} 年均浓度 10 微克 / 立方米的指导值也还有距离。

有人可能会提出疑问，为什么要让 PM_{2.5} 年均浓度降到那么低？这是因为，提高环境质量的根本目的就是为了全面保护人群健康。空气污染对老年人群的伤害更大，到 2060 年，随着我国人口老龄化，未来人群对污染的耐受程度更差，健康反应会更强。有健康经济学家算了账，今天多花一块钱治污，今后少花十块钱治病。即使这十块钱全都报销了，人们的获得感和幸福感也会大打折扣。而“双碳”目标的实现，会使我们形成稳定且高水平的空气质量和健康效果，这是非常值得努力的。

要实现碳中和目标下的碳减排，基本上可分为五个板块：

一是资源增效减碳。在未来 40 年里，有“双碳行动”的指引，达到同样的经济目标，可以少用资源少用能源，即循环经济、节能等措施，称之为资源增效减碳；

二是能源结构降碳。这是未来减少碳排放的主体措施，即非化石能源从比较低的比例走向比较高的比例；



虚拟电厂功能示意图

三是地质空间存碳。通过碳捕集利用和封存（CCUS）技术，解决未来能源系统中保留的小比例化石能源产生的二氧化碳；

四是生态系统固碳。通过前面三项措施实现碳减排后，最终剩下的碳由生态系统碳汇吸收，达到排碳和固碳基本持平，就是碳中和的概念；

五是市场机制融碳。通过市场机制把各种技术在不同的时间、空间合理配置到减碳体系中来，并发挥重要作用。

“双碳行动”影响未来四十年

在资源增效减碳方面，我国在节能和提高资源效率上已取得长足进步，但未来还有很大的潜力，跟发达国家比还有很大的发展空间。现在讲“无废城市”，无废意味着减碳，未来的无废要从目前的固废发展到固废、废水、废气和废热，四废打通，废碳打通，都是未来重要的发展方向。

能源结构降碳的核心是要大幅度地提升可再生能源或者非化石能源的比例，非化石能源最典型的有四个，分别是风能、太阳能、水能、核能。其中风能、太阳能将来占的比例会更高。国家气候中心的分析结论，与国际能源署（IEA）给出的技术评估基本一致，即未来支撑中国实现“双碳”目标的非化石能源总量是足够的。该结论是在做了比较细致的科学分析后得出，已经把不可合理利用的、不能经济利用的时空范围扣掉。

“双碳计划”在未来会催生很多新产业，比如虚拟电厂，就是把化石能源为主体的“以需定供”电力系统，建设成风光能源为主体的“以供调需”新型电力系统，在这个过程中，电动车会扮演分布式储能的重要角色。国家电网在北京做过一个双向充放电互动桩试点，结果表明，一辆小汽车选择合适时段充放电，一年下来能挣4000块钱。中国现在的电动汽车是600万辆，根据相关规划研究，到“十四五”末会增加到2000万辆，到2030年会到8000万辆，2040年会到两至三亿辆，届时电动车分布式储能的功效会大幅提升。

地质空间存碳需要探索未来产业集群碳捕集与地质空间之间的匹配。2021年7月16日，全国碳市场正式启动上线交易。目前电力行业已被纳入全国碳市场，预计后续还会纳入建材、冶金、石油、化工等多个行业，还会覆盖到个人的碳足迹，100%覆盖各种碳的排放领域。

要实现碳中和目标，技术是关键。国际能源署（IEA）2021年的报告显示，在全球能源行业的路线图里，2050年实现净零排放的关键技术中，50%目前尚未成熟，需要进一步研发提升，可见走向技术依赖型的经济发展模式对科技创新的需求更加迫切。

“十四五”期间要推出的绿色刺激措施，涉及信息基础设施、可再生能源、低碳城镇化和现代化城市等多个方面，将对相关行业带来40多万亿的投资，其中有一半与减碳直接相关，其他投资也间接相关。在未来的发展当中，有人讲“双碳”的时代已经来临，如果说过去40年影响中国发展最大的四个字是“改革开放”，未来40年影响中国最大的四个字可能就是“双碳行动”。要实现这一目标需要政策引导、科技创新，并建立全新的人才培养体系。自然科学、工程科学、社会科学各学科要一起协同创新，共同培养面向碳中和时代的人才。

【本文据作者在第二十三届中国国际高新技术成果交易会上的发言整理。】

碳中和的两个抓手

► 朱民

碳中和是天下大势，是工业革命以来人类发展方式最大的变化，它将深刻地影响未来，也剧烈地冲击着当下，所以我们称之为“范式变更”。这是一个一直持续到2060年的长期过程，因此可以用“长潮”来形容，这期间科学技术的突破，政策的突破，加上全球竞争，一定会掀起连绵不绝的大浪，这会是人类发展史中极其精彩壮阔的一个阶段。

碳中和是当代世界大势

2020年9月，习近平总书记在联合国大会上郑重承诺，中国将在2060年实现碳中和。同年12月份，总书记在气候雄心峰会上承诺，中国2030年的二氧化碳排放要比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重达到25%左右。

中国为什么要做出这些重要承诺？自上世纪50年代以来，人类的二氧化碳排放量急剧增加，全球平均气温也呈现同样剧烈的上升，按照目前的趋势，到2060年全球平均气温会上升两度以上，将会导致恶劣的自然灾害不断发生，极大地损害人类的健康和生存环境。这些都有明确的事实依据。因此现在越来越多的国家达成共识——碳中和是大势所趋，传统工业时代已经落幕，一个新发展时代即将开始。到目前为止全球已经有超过132个国家和地区承诺碳中和，覆盖了全球60%的人口、75%的经济总量和75%的碳排放。

碳中和是对工业革命以来人类生产和生活方式根本性的颠覆，理解这点很重要。这不仅仅是一个改变能源获取方式和生产方式的过程，它将改变人类的效用偏好和价值取向，从追求物资形态的生产方式和消费方式到追求人类福祉——人、社会和自然的

朱民，清华大学国家金融
研究院院长、中国国际经
济交流中心副理事长、
IMF 原副总裁



和谐健康发展。

碳中和是工业革命以来人类发展方式和治理规则的全面变革，它已经成为全球竞争新的制高点，其中很重要的一个方面就是规则制定的竞争，因为竞争最高的层次是规则制定。作为工业革命发源地的欧洲就走在特别前面，他们意识到通过工业革命建立起的那套规则如今已经不再适用，因此欧盟推出了“绿色新政”，从方方面面进行布局，包括能源体系、生产体系、交通体系、建筑体系等等，希望主导碳中和的规则制定。欧洲现在推行的边界调节税就是用碳排放概念来改变整个市场的竞争格局。美国在拜登执政以后也立即返回《巴黎协议》，把碳中和提升为美国的国家安全问题，要让美国再一次领导世界。现在全世界很多的国家都看到，全球碳中和目标下的能源和经济向低碳转型将重塑世界竞争格局。

中国作为一个负责任的大国，不可能置身于潮流之外。目前中国的碳排放总量已经是世界第一，人均碳排放超过欧盟，仅次于美国。我们的单位GDP碳排放量也很高——每创造1美元GDP的排放量是0.69公斤碳，大概是全球水平的1.5倍，是美国的2倍，日本的3倍，所以我们在发展效率上还



朱民在“未来已来”系列讲座中发言

有很大的提升空间。没有中国的积极参与，全球减排就不可能实现，这既是国际社会的要求，也是我们实践总书记“构建人类命运共同体”的重大倡议非常重要的一个方面。

对于中国而言，我们的碳排放要在2030年达到峰值，到2060年实现“零碳”（净排放为零），下降曲线特别陡峭，用短短30年完成这个任务，本身就很大。更大的挑战在于，中国仍然是一个发展中国家，这是我和发达国家很不一样的地方。欧洲早在上世纪90年代就已经碳达峰，他们的服务业比重高，工业比重较低，经济增速也很低；我们则是以制造业、工业为核心的经济体，要保持中高速增长，一次能源消耗基本持平，同时排放要减少到几乎为零，这个“缺口”就要依靠科技的力量、金融的力量、制度安排的力量来填补。

如今的全球形势下，高碳高增长之路已经行不通，欧洲的低碳、低增长模式我们也不能走，因为我们还需要增长。我们只有第三条道路——在双重制约下，选择低碳和零碳的绿色技术和产业体系，实现减碳和增长双赢。

这是我们开启未来40年新长征的根本目标和

挑战，挑战中也蕴含着重大的机遇。我们提早转型就有利于降低转型的重置成本、沉没成本。相比之下发达国家的重置成本很高，比如美国每千人的汽车保有量是845辆，日本是575辆，中国则只有173辆，这个差距是巨大的，未来将由新能源汽车来填补，这就是为什么新能源汽车在中国市场如此火爆。中国较高的经济增长速度可以为绿色产品创新推广提供更多的市场需求，我们的

绿色技术和产业也因此形成了一定的积累，有些方面甚至处于并跑、领跑位置，特别是在数字技术上的优势能够助力研究发展。我们还有制度和政策优势，生态文明建设和新发展理念的提出和实践，将有助于形成统一的社会共识。利用好这些优势就能够提升我国技术和产业的竞争优势，推动一场系统性的低碳变革。

改革开放40年，中国走的是传统工业化的模式，我们是在追赶；下一个40年中国可以走绿色发展的模式，我们可以引领世界，让全球共享绿色繁荣。在今天这个时点上，我们看到了过去40年令我们极其自豪的辉煌，放眼未来，我们将迎来更辉煌的40年，那就是碳中和。

能源革命

碳中和的两个抓手，一是能源革命，二是金融先行。

按照2019年的数据，我们全年的碳排放约为100亿吨，占全球的28.9%，其中电力占40%，工业30%，建筑15%，交通15%；我们的能源结构里化石能源占84%，其中煤占57.7%，石油占18%，

天然气占 8.2%，相比之下非化石能源只占 15.3% 左右，这个比重要继续扩大。

中国分四步走的碳中和路线。

第一步是“两个替代”：一是清洁能源替代化石能源，二是能源的电气化。

第二步是“两个脱钩”：先是电力与碳排放脱钩，接着是经济发展与碳排放脱钩。

第三步是达峰：电力的碳排放提前在 2025 年达峰，能源消费和全社会的碳排放都在 2028 年达峰。

第四步是中和：2055-2060 年实现净零排放。

有了这个路径以后，重要的一环就是减煤去煤。中国拥有丰富的煤炭资源和充足的产能，因此形成了偏煤的能源结构，我们每年的煤炭消费量达 40 亿吨，占全球 50% 以上，其中能源消费占比接近 60%；在此基础上我们形成了独特的工业结构，燃煤发电量和钢铁、水泥产量均占全球的 50% 左右。这也正是我们能源利用效率不高的原因——2020 年中国 GDP 占全球的 18%，能源消费量占 25%，二氧化碳的排放量占 30%。

按照规划，减煤的技术路径也分成四步走，2025 年、2030 年、2035 年、2050 年，非化石能源的占比分别达到 20%、25%、35%、65%，煤炭的相应占比分别降至 50%、45%、30%、15%。“十四五”期间煤电的建设会逐渐放缓；“十五五”期间煤电建设要完全停止；2030 年开始煤电替代，非化石能源发电提高至 50%；2035 年以新能源为主的电力系统基本建成，非化石能源发电进一步提高至 65%；2050 年基本实现电力系统的净零排放。

用什么来代替煤炭？第一个是光电。我国有 128 万平方公里的荒漠和戈壁，只要在其中十分之一的土地上安装光伏发电设备，年发电量就可以达到 20 万亿度。此外，如果我们在居民楼和写字楼屋顶全部安装光伏发电系统，年发电量可以达到 3~4 万亿度，基本上相当于我们 2020 年全国用

电量的一半，可见中国是拥有丰富太阳能资源的。现在光伏发电的成本已经低于煤电，阿联酋的光伏发电上网电价，一度电最低只要 1.35 美分，青海光伏发电的上网电价已经降到 0.24 元一度，青海的光伏发电输送到河南驻马店落地成本已经低于驻马店当地煤电价格。四川甘孜州光伏发电的上网电价在去年已经达到 0.15 元以下。

我们也有巨大的风能资源，从西藏到东北，再到东南沿海，我国的风能资源分布广泛，陆地总储量高达 3400 吉瓦（注释：1 吉瓦等于 100 万千瓦），另外还有 500 吉瓦海上风能资源。

未来几年中国的光电和风电将迎来大发展。

“十四五”期间光伏发电的年均新增装机容量预计可以达到 70 至 90 吉瓦，2030 年之前平均年增 73 吉瓦，2030~2050 年平均每年新增 83 吉瓦。2030 年之前，风电将年均新增 76 吉瓦，2030~2050 年平均新增 65 吉瓦。

与此同时，氢能的需求也将快速上升。氢的能量密度虽然低于汽油，但远远高于锂电池，而且氢是重要的化工材料，也将成为钢铁、水泥、重型交通等领域重要的化石燃料替代品，未来每年的消费量可以达到 8100 万吨。目前氢的生产主要来自工业副产和煤气化，随着大规模电解水制氢技术走向成熟，未来其生产结构将会发生巨大变化，成为一种特别重要的能源。

能源革命还有一个不可忽视的领域就是储能，它可以为提升能源系统的调配灵活性提供极大的帮助。我国目前的抽水蓄能装机容量为 30 吉瓦，位列世界第一。此外还有其他储能手段，目前仍需要克服成本问题。发展新能源，储能和配送是两个根本问题，我们称之为“新能源替代第二阶段挑战”——光电、风电的生产成本已经快速下降，剩下就是克服储能和输送调配难题，让落地的消费成本降下来。

全面重塑中国经济

在绿色大变局之下，传统工业时代形成的经济体系和空间格局都将进行重构，在全面脱碳的约束下，能源、交通、建筑、农业将迎来根本性的变化。

中国全面脱碳的结构和路径，概括起来就是对电、氢、氨、生物质、合成燃料、碳捕捉六种不同手段的综合运用，根据它们在不同行业的适应性，将形成不同的技术和应用。

例如交通运输脱碳的关键是电气化，再以氢、氨、生物质燃料为辅助。具体来看，在 2050 年的交通能源消费结构中，轻型车将以电驱动为主，氢燃料电池为辅；重型卡车则以氢能为主，小部分是电驱动；铁路要实现全面电气化；航空将主要依靠生物燃料，因为有能量密度和稳定性方面的要求；航运的主要燃料则是氨。整个能源结构相比现在会发生巨大变化。2021 年全国汽车销量是 2800 万辆，其中新能源汽车销量已经达到 300 万辆。到 2030 年，我们的新能源销售预计将超过 1600 万辆，占汽车总销量的 40%，这是个了不得的发展。

重工业则是利用电气化、氢能、碳捕集和封存以及生物能源来实现完全脱碳。例如随着炼钢技术改进，使用零碳电力直接还原铁，总排放的强度会下降得很快。再比如化工行业，目前我们的合成氨、甲醇生产都以煤为主要原料，北美和欧洲则主要是天然气和石油。未来氢不但将成为化工行业主要的生产原料，也将作为生产过程中的主要能源，实现“从煤到氢”的根本性转变。

在建筑部门，预计到 2050 年中国人均住宅面积会高于欧洲水平，这是个了不起的成就。目前建筑业的能耗结构，采暖和制冷占了大头（采暖 34%，制冷 5%），生活热水占 23%，烹饪占 21%；建筑业的能源结构仍以化石燃料为主——20% 的煤，11% 的石油，9% 的天然气，加上 28% 的电。未来建筑部门的能源结构将基本实现全电化，

电的占比将达到 75%，剩下的则是工业余热、太阳能热、生物质等。

长期低碳转型会推进中国发展范式转变和科技发展。我们是通过深度脱碳来改变生产方式，同时发展科技创新，其实质是通过数字化和电气化来推动脱碳。用清洁低碳的新型能源生产和消费体系，形成全新的零碳能源体系，然后用新能源体系支撑新的工业体系。这就需要整个的体制机制改革，需要建立完善碳价机制和碳市场，来为长期低碳化转型营造良好的政策环境、制度环境和市场环境。这是一个层层递进的过程，从减煤去煤逐渐推动整个生产体系的变化，再推动消费体系的变化，然后推动整个技术体系的变化，最终形成中国的零碳经济全球竞争力。

科技创新是最根本的力量

回顾近几十年的科技发展史，从上世纪 90 年代的电脑主机，到后来的 PC 互联网，再到移动互联网，然后是数字化技术、人工智能、大数据，代表性的公司也从 IBM、微软、苹果、谷歌变成了亚马逊和众多芯片公司。在这个过程中每一个阶段领跑的科技代表者都得到了资本市场的认可和支持。

今天，科技发展已经步入碳中和和技术阶段，领头的公司是谁？是特斯拉和宁德时代。因为市场意识到碳中和的大潮已经势不可挡，只有追随碳中和技术才能跟上潮流，这正是资本市场追捧特斯拉和宁德时代的原因所在。碳中和将是一个去技术中心化的过程，还会涌现出诸多新技术和新的大型企业。如果太阳能光伏的转化效率能够从 20% 提升到 30%；如果电解水制氢的初始投资成本能够从每千瓦 850 美元降到 200 美元；如果氢燃料电池的成本能进一步下降，效率能进一步提升；如果我们最终攻克了可控核聚变技术；如果热泵的性能可以提高再提高 4 到 8 倍。这其中蕴藏着巨大的科技发展和创新空间。

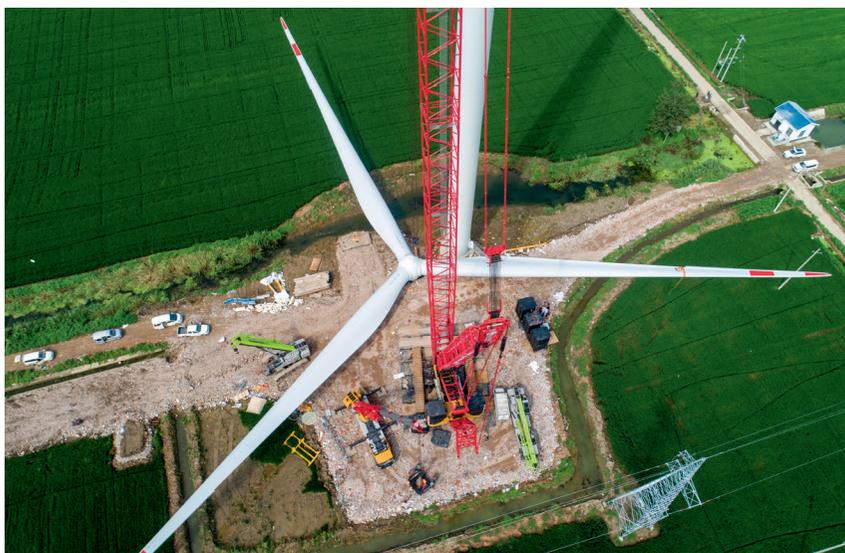
当科技一次又一次地颠覆、改变世界，从最终产品向上追溯的整个生产过程都将被重塑。比如汽车的“零碳”并不是能源从燃油变成电驱动那么简单，而是整个产业链的共同减碳——6%的碳在产业链内循环，提升原材料加工效率占16%，能源替代占39%，采用可再生加热系统占19%，生产效率提升占7%，通过全产业链每个生产过程和环节的科技创新和效率提升，才能最终生产出一辆碳排放为零的汽车。

未来的无碳能源体系将完全是靠数字化系统来运营、配售、运输和调节，用数字化、智能化来提高效率、降低成本。“十四五”期间，国家提出了一系列绿色技术推广建议，比如微电网技术、工业余热集中、中深层地热利用、氢能源车、智能充电，建筑立体绿化。

中国的技术发展在很多方面已经走到前面，特别是新能源的研究和创新。在太阳能领域，中国的论文发表量和优质论文数量都排名全球第一，是美国这方面论文的两倍。我们在风能领域、地热领域的论文发表量也是世界第一，生物质能方面的论文发表量仅次于美国，全球第二。可见我们的基础科学研究也在向前迈进。

金融先行，投资未来

碳中和的两个抓手——能源和金融，两者相互关联，甚至金融动得更快。随着碳中和进程启动，从全球范围看，对石油、煤炭的投资已经开始下降。比如2021年煤炭行业的发债量下降了60%。我们说



江苏淮安：发展乡村风电致力碳中和（图片来源：中国新闻图片网）

金融先行，投资未来，这对金融业其实是一个很大的挑战，因为碳中和涉及到大量的技术创新和应用。

截至2021年上半年，我们的绿色贷款规模达到13.92万亿元，位列全球第一；绿色债券存量规模8132亿元，全球第二；我们的绿色企业股权融资和再融资合计200多亿元；此外还有绿色发展基金、绿色PPP产业投资基金等金融创新。而且我们构建了一套绿色的指引、统计、激励、监管机制，这些都是走在前面的。

但是与碳中和的重要地位相比，绿色融资的比重还比较低，截至2020年末只占社会总融资额的46%，而且超过90%都是来自银行贷款，资本市场发挥的作用还远远不够。因为银行在支持绿色融资方面存在天然短板：一是期限错配；二是风险偏好不匹配；三是目前缺乏完善的激励机制，绿色投资回报不稳定、回报周期长。从绿色金融走向零碳金融，金融业面临巨大的挑战，因为“零碳”是比“绿色”更广、更深、更大的概念。

金融对碳中和的关键作用，首先是做好碳中和所需的巨量、长期和高风险投资。关于整体的投资规模，各方面有不同的预测。清华做的分析，预计



安徽芜湖：光伏发电助力“碳达峰、碳中和”（图片来源：中国新闻图片网）

到 2050 年大概需要 100 万亿至 135 万亿人民币能源基础设施投资，具体取决于 2 度还是 1.5 度场景。欧洲有一个预测说是需要 238 万亿人民币投资。还有更高的预测说需要 500 万亿。

国家在“十四五”规划中提出了一系列投资计划，累计达到 446 万亿元，涵盖信息基础设施、可再生能源友好的能源 / 电力系统、绿色低碳城镇化和现代城市、传统产业的数字化升级和绿色改造、扩大和重塑绿色消费、创新基础设施六大领域，特别是在数字化升级和绿色改造领域，投资高达 16.5 万亿元。可见在开启后 40 年阶段的第一个五年，我们非常重视投资。

在做好增量投资的同时，金融业还要管好现有的金融存量。根据国家资产负债表研究中心公布的数据，中国金融总资产规模在 2019 年已经达到 900 万亿元；中国居民的金融资产规模，存款、债券、保险、股票投资、基金投资加在一起，已经达到了 325 万亿元。在碳中和过程中一定会发生资产价格的变化，高碳资产的价格会下降，低碳资产价格会上升，甚至出现泡沫，整个金融资产存量会发生根本的变化，这是一个更大的挑战。

现在已经可以看到这样的趋势。有一项研究表

明，如果以 2050 年全球气温升幅控制在 2 度以内为目标，全球 35% 的石油储备、52% 的天然气储备，88% 的煤炭储备将成为搁浅资本。清华大学绿色金融发展研究中心的研究表明，在碳价上升和新能源价格下降的冲击下，国内煤电公司的银行贷款违约率在 10 年内会从 3% 攀升到 20% 以上。

脱碳过程中的价格变化将对金融存量造成最直接的影响。从

重工业来说，水泥价格会上涨 30%，钢铁价格上涨 20%，塑料上涨 50%，船运价格上涨 110%，成本上升企业的经营利润将受到挤压，进而影响企业的估值，迫使企业进行脱碳的技术改造。

2020 年，我国煤炭、石油、冶炼和电力、热力、燃气、水生产供应等高碳行业的企业总资产达到 40.35 万亿元，四大国有商业银行对“五大门类”的贷款为 3486 万亿元，占公司贷款总额的 53% 左右。脱碳将影响这些金融资产的估值，不良率和违约率也会变化，所以金融机构管理好存量的任务很重、很大。

金融机构的贷款导向会推动经济结构改变。未来 30 年，中国的用电需求会急剧上升，从 2016 年的 6 万亿度增至 2050 年的 14 ~ 15 万亿度；发电结构也会发生巨大变化，2016 年主要是煤和水，2050 年没有煤，主要是风电、水电和太阳能。这个过程离不开银行贷款的支持——煤电设备、燃煤发电机没有了，变成各种各样的水电、光电、核电设备。

碳中和还会引起大宗商品的需求结构变化。2021 年全球大宗商品价格上涨的累计价值达到全球 GDP 的 2%，这是巨大的成本增加，也是一场巨大的财富转移——从制造品的生产和消费国向资源生

产国转移。到2040年，铜的需求会比现在增加1倍，镍的需求会增加3倍以上，锂的需求会上升20倍，钴的需求也会上升3~4倍。随着稀有金属需求大幅上升，大宗商品及其金融衍生品的市场价格都将发生结构性的改变。20年前不同品种的大宗商品市场是互相独立的，比如小麦价格和棕榈油价格之间，石油价格和矿石价格之间互不关联，而10年前大宗商品的泛金融化，包括粮食在内，所有大宗商品的价格都开始跟着石油价格走，而现在我们发现所有大宗商品价格都跟着稀有金属的价格走，未来碳中和将极大地带动稀有金属的需求和价格上升，这就需要金融来进行稳定和支持。

金融业还需要帮助寻找高度不确定的碳价格。特朗普执政的时候美国把碳价定在7美元/吨，奥巴马的时候是42美元，英国著名的全球气候专家尼古拉斯·斯特恩(Nicolas Stern)说碳价要到266美元才能在全球升温1.5度的场景下实现碳中和。现在也有一些碳交易市场在寻找合理的碳价格，欧洲近期是54美元/吨，我们国家还是七八美元/吨，定价差异如此巨大，需要金融业介入来帮助寻找不确定的碳价格。在推动碳中和的过程中，关键是要将市场经济的力量用起来，金融业将在其中发挥重要作用。

构建与碳中和一致的中国特色的结构性货币政策。传统的货币政策是着眼于稳定物价和促进经济增长，有了碳中和目标，我们就需要引进窗口政策，引入支持碳中和并且平衡碳中和风险的“碳中和支柱”，从过去的双支柱变成三支柱的货币政策。人民银行有丰富的普惠金融经验，我们有望在这方面实现突破，构建世界先导的结构性货币政策。

同时要重塑与碳中和一致的风险管理系统，把巴塞尔协议III的三个支柱变成巴塞尔可持续发展ESG，对最低本金的考虑、外部约束的压力测试和信息披露进行调整。欧盟有一个测试表明，因为

气候变化，欧洲银行业的资本充足率每年会降低0.3~0.8个百分点，发放给企业的银行贷款也会每年减少16%~5%，这当然会对经济造成不利影响，因此所有的风险模型都将发生变化。

国际竞争已经开始，特别是金融业。金融业的碳中和竞争，绿色债券市场在哪里，绿色的标准在哪里，披露的标准是什么？这些问题都需要得到解答。金融稳定委员会(FSB)下属的气候相关财务信息披露工作组(TCFD)五年前发布了气候信息披露框架，现在已经有超过2600家金融机构支持这套框架。国际银行界也成立了“格拉斯哥净零金融联盟”(The Glasgow Financial Alliance for Net Zero, 简称GFANZ)，要求运营、贷款、投资组合都要在2050年达到净排放标准，中国还没有一家银行机构参加。

我目前是国际会计准则委员会(IASC)一个名人小组的成员，我们的任务就是要构建一个新的可持续发展会计准则，以后企业不但要用已有的国际会计准则进行审核，还要用可持续发展的标准进行会计审核，这意味着公司会计模式将迎来一场巨大的变革。

未来已来

人类有史以来还从未发生过如此规模巨大，如此覆盖一切、穿透一切，如此完美的自我革命和自我颠覆。当科技发生变化，当生产方式发生变化，当消费方式发生变化，当社会组织发生变化，当价值发生变化，当人、生产、社会、自然融为一体，这是一场自工业革命以来人类发展的“范式变更”。

碳中和的长潮将连绵不断，在这长潮之上，技术的发展和全球竞争一定会不时掀起拍天巨浪。

所以，拥抱碳中和，拥抱未来，你别无选择。

【本文为作者在清华五道口在线大讲堂联合“未来已来——全球领袖论天下”系列讲座、清华五道口全球胜任力系列讲座上的发言，略有删改。】

“碳中和”，改变你我的生活

▶ 本刊记者 钱箬旒



李鹏，1998级电机系校友、国家电力投资集团战略规划部副主任，曾主持编制了可再生能源发展“十二五”“十三五”规划，风电发展“十二五”“十三五”规划，2035/2050可再生能源中长期发展战略等。



沈亚东，2000级电机系校友、教授级高级工程师，主持完成“能源互联网示范项目创新模式研究”，担任中国工程院重大战略咨询项目“推动能源生产和消费革命战略研究”课题编委会成员，所著《碳中和：全球变暖引发的时尚革命》获“2021年度世纪好书”。



陈新宇，2005级电机系校友、华中科技大学电气与电子工程学院教授，电力系副主任，哈佛大学客座研究员。围绕碳中和转型在《自然》子刊 Nature Energy, Nature Communications, 《科学》子刊 Science Advances, 《细胞》姊妹刊 Joule 等期刊发表SCI论文多篇。

在2020年9月第75届联合国大会上，中国承诺力争在2030年前实现碳达峰，在2060年前实现碳中和。此后，“碳中和”成为备受多方关注的社会热词。刚刚成功举办的2022年北京冬奥会，是迄今为止第一个“碳中和”的冬奥会，彰显了我国主动承担应对全球气候变化责任的大国担当。据测算，北京冬奥会实施了30多项低碳技术和措施，相比于传统方案共计减少二氧化碳100万吨左右。值得思考的是，碳中和还将如何影响我们的生活，未来又将迎来怎样的机遇和挑战？本刊特走访了李鹏、沈亚东、陈新宇三位专家。

记者 碳中和是关乎人类命运的一场深刻革命，与地球上的每个人都息息相关。请您结合自己的研究和观察，谈一下您认为在实现碳中和过程中，对每个人来说，最应该或者需要关注的地方是什么？

李鹏 自从2020年9月22日习近平总书记提出我国碳达峰、碳中和目标之后，一年多来，政府各有关部门高效运作，迅速建立起了完备的“1+N”政策体系构架，充分体现了我国政令自上而下高效运转的制度优势。但是仅仅靠政府的红头文件还不够，因为碳中和与其他的事情不同，它和我们每个人的日常生活都息息相关，所以除了政策端充足的供给之外，还要想办法让全社会形成统一的认知，使得绿色低碳成为全社会追求的新时尚。这就需要我们高度关注绿色消费领域，通过在消费端持续创新的技术迭代，使得各类低碳技术能够有效赋能人民群众的美好生活。除了山更清、水更

绿之外，大家还能够感受到绿色低碳技术带来的其他种种便利，要在绿色转型的过程中有充足的获得感。如果每个人都是被动的去接受碳中和的理念、被动执行碳中和的相关政策，甚至觉得碳中和与个人的生活无关，那一定会对全社会的碳中和目标造成迟滞延缓。电动车就是一个典型例子，2020年之前的渗透率不足5%，而去年12月的渗透率已突破20%，靠政策的强制驱动及各种补贴的推广效果远不如近几年技术进步以及基础设施完善带来的便利对产业的推动作用大，特别是电动车从一开始就具备了较好的智能化水平，对于年轻人的吸引力大增，实际上已经打破了汽车领域固有的品牌格局。

从企业角度来看也是同样的道理。对于每一家有志于在碳中和时代占据一席之地并希望取得更大发展的企业来说，通过建立企业的碳普惠平台，逐步引导员工感知甚至享受全新的绿色生活方式，使得员工能够更加深刻地理解企业绿色转型的战略必然性，推动实现全体员工凝心聚力，激发员工的创新热情，会极大减少碳中和转型过程中的管理成本。从实际的例子来看，目前全世界还没有一家企业能够在基层员工不理解甚至淡漠的态度下成功实现华丽的绿色转身。谷歌、苹果等国际公司在这个领域都做的非常好，绿色低碳理念已成为企业文化，并贯彻于管理体系。国内的新能源企业也在普遍开展实践行动，国家电投集团建成了央企之中首个覆盖全集团的碳普惠平台，起到了显著的凝聚共识的作用。汇涓流终成江海，相信随着绿色低碳理念的逐步深入，逐步成为铭刻在企业文化内核上的基因，这些理念终将在不久的未来形成生产力层面的回报。

沈亚东 自2020年9月22日“中国30·60”目标宣布以来，谈论碳中和、投身碳中和已经成为全社会的新时尚。我认为，在实现碳中和过程中，对每个人来说，最应该或者需要关注的地方不是以公益

的心态在日常生活中节能降碳，而是积极主动寻找合适的切入点，让碳中和能够实实在在助力自己的工作和学习。正如我在2021年6月出版的《碳中和：全球变暖引发的时尚革命》新书中描述，碳中和是一场跨越数十年的时代大餐，我们每个人都可以扮演硬菜、主食或者调料中的某一个角色。这本书抛砖引玉，从生活、环境、生命、空间、金融、创新、文艺、哲学、大学等九个方面，提供了人类命运共同体理念下的碳中和“三十六计”。

比如，对产业界而言，碳中和对能源、交通、建筑、农业等行业产业升级提供了很多新的投资机会。中国中车集团充分发挥在高铁制造中的电力电子优势，加快推进风电装备等重要增长极，有效弥补近年来高铁订单下滑后营业收入的不足；而著名的“拖鞋大王”宝峰时尚更是将公司名称改为“金阳新能源”，全面进军太阳能产业，2021年9月中旬首批182mm大尺寸单铸硅片已发货。有的高中生深入分析了家里小区的太阳能发电规律并发表了相关文章，成为科技创新的小能手，得到了著名大学的青睐；而如果深入分析近年来全国各地的高考作文，不难发现，碳中和理念几乎可以成为应对发散性题目的“万金油”。

从大历史观看，大约一万年前的应对全球变暖，带来了农业革命，带来了《黄帝内经》，带来了大禹治水，带来了华夏文明。今天的应对全球变暖，又会给中华民族带来什么呢？2021年9月，中国科学家在二氧化碳人工合成淀粉上的突破提醒我们，碳中和可能给我们带来很多意想不到的惊喜。

陈新宇 碳中和转型是涉及百万亿级固定资产投资的重大问题，“好的”转型路径和“差的”转型路径每年所需的投资额相差上万亿人民币，迫切需要基于能源经济系统基本运行规律的科学顶层设计，从而确保碳中和转型过程的安全性和经济性。同时，全国可再生能源资源禀赋、能源需求和行业特性都

有巨大差异，目前以省和行业为主体的自下而上的转型路径设计方式亟需统筹，形成自上而下的国家级顶层设计。

记者 在诸位看来，碳中和转型下，全国输电网络格局可能发生哪些变化？

李鹏 从用能效率提升的角度来说，能源的就近生产和利用是效率最高的方式，所以未来分布式新能源电源将成为重要的增量来源。分布式电源与用能负荷的高效互动与快速响应，将会深刻改变目前电力系统的平衡方式，从当前所有的调节需求均在大电网来实现，逐步过渡到先在更小的平衡单元实现一次调节，之后再与大电网互动的新模式，届时微电网和局域电网将成为“源网荷”互动的主场。

因此未来的输电网络将成为高弹性的大电网与微电网和局域网有机融合，交流大电网和直流微电网以及局域网混联互动的网络。现行的配电网也必然会重构，从目前的单向能源流向的设置转变为双向能源流和多向信息流的网格化网络。

陈新宇 我国碳中和进程中，东南沿海及相邻省份作为电力能源的需求中心，占据了70%的电力能源需求，是我国碳中和转型的核心挑战。但随着海上风电技术经济性的迅速改变，海上风电将迎来大规模发展，东南沿海某些省份有望成为我国可再生能源基地。同时，华中区域的风光资源严重匮乏。碳中和远景规划中，传统“西电东送”的格局或将转变为“四周向中部输送”的格局。

沈亚东 碳中和转型下，我国新能源正在跨越式发展，2021年新能源发电量突破1万亿度，相当于我国1996年前后的全国用电量；海上风电异军突起，全年新增装机1690万千瓦，是此前累计建成总规模的1.8倍，首次跃居世界第一；在沙漠、戈壁、荒漠规划建设4.5亿千瓦大型风电光伏基地，其中一批项目已经开工。此外，西藏也加快了水电项目开

发，“实施雅鲁藏布江下游水电开发”列入国家第十四个五年规划和2035远景目标的建议中，该项目装机约6000万千瓦，年发电量约3000亿度，相当于“再造三个三峡”。西藏的同志们激动地说：几十年来，全国人民支援西藏建设，如今，西藏要支援全国碳中和了！

在此背景下，我认为全国输电网络格局可能发

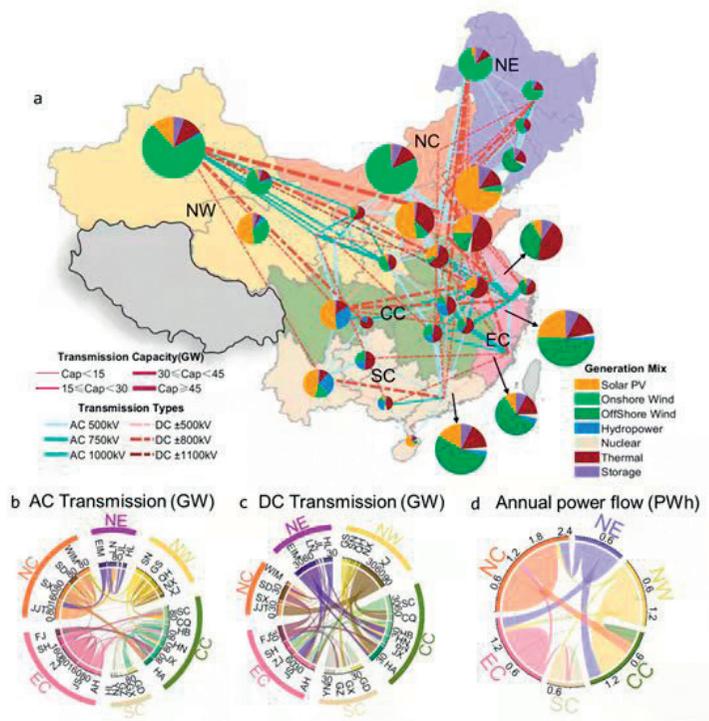
生两大变化：第一个变化是从整体上讲“西电东送”向纵深推进，比如，广东省政府在2022年政府工作报告中明确提出“推进藏东南至大湾区特高压直流等工程前期工作”。西藏送出通道需穿越深山密林、跨越断裂带，地势落差大、地质构造复杂，走廊开辟困难，对输电线路建设提出很高要求。

第二个变化则是在局部时段可能会出现较大规模的“东电西送”，比如，广东的海上风电和云南的风电、光伏同属于“看天吃饭”，未来可以互相调剂，这种电力双向流动对电网安全稳定控制提出很高要求。这方面，美国德克萨斯州（以下称“德州”）的教训值得借鉴。2021年2月14日开始，受百年一遇的寒冷天气影响，德州最低温度达-21℃（德州冬季平均温度为14℃），寒冷天气导致用电负荷激增，同时天然气输气管道出现大量冰堵，风力发电机组冻结，导致约5227.7万千瓦机组停机，其中燃气机组停机2600万千瓦，占燃气机组总装机50%，风电停机1800万千瓦，占风电总装机57.3%。雪上加霜的是，德州平时电力基本自给自足，德州电网是美国几乎完全独立的州级电网，与外部电网之间的直流互联交换功率很小，在事故阶段得不到援助，由此德州爆发了持续数天的大规模停电事故，影响人口约400万。

记者 据预测，到2030年，我国风电、光伏装机达到12亿千瓦以上，这将为清洁能源带来10万亿

元以上的投资空间。同时，也有研究认为，2060年碳中和目标的实现，我国须在本世纪中叶将太阳能、风能和储能能力在2020年的基础上提高11倍。请问如何看待上述观点，面对这样的发展趋势，国内相关企业又有哪些举措？

陈新宇 根据我国电力能源需求目前的上涨趋势，2030年12亿新能源装机是远远不够的。目前根据各省的“十四五”规划。预计新能源装机在2025年就有望突破12亿千瓦，因此可再生能源行业的发展仍将有较好的表现。但在可再生能源大规模发展的同时，一是还需要确保其顺利接入电网，实现足额消纳与利用；二是需要重视我国幅员辽阔的国土面积上可再生能源资源禀赋的差异，实现全国一盘棋的统筹有序开发。



2050年80%可再生能源渗透率下各省发电装机结构和全国跨省输电网络布局

记者 “充电桩”建设一直备受人们关注，在解决“充电桩”问题上，应该把握哪些重点？原因何在？

陈新宇 2050年我国电动汽车保有量预计将达到4亿量，消耗电能2万亿度，如此巨大规模的电动汽车充电方式和地点的选择将对能源经济的运行带来巨大的影响。我们曾根据实际数据测算，如果北京20%的私家车成为电动汽车并采用快充充电，电力系统尖峰负荷将增加50%，整体碳排放将显著升高；但如果同样数量的私家车采用慢充，那么电动汽车将是低碳的，因为它更有助于清洁能源接入电网。因此，慢充的方式更应该被鼓励，不同充电方式的影响应当最终反映在充电费率上。

同时，目前我国充电桩布局的方向还是以居住地为主，未来为了协同大规模光伏的发展，充电时段将向中午转移，因此充电桩的布局需要由居住地充电向目的地充电过渡，而目前政策中对商业楼宇

的充电桩布局规划的重视远不及居民小区，应当予以加强。

记者 展望未来，碳中和场景下的能源供应体系将如何发展？为更好地构建这一体系，我们需要制定什么发展战略和开展哪些科技创新？

李鹏 在碳中和时代，各产业都面临产品形态、工艺流程和商业逻辑的重构。有人将“零碳时代”的到来誉为第四次工业革命，但目前很多人对于碳中和的认知仍仅聚焦在能源或是新能源电力上，认为只要将目前的电源结构进行彻底调整，把全部电能均改为绿电，我们就将轻松迎来一个碳中和的时代。个人觉得这是一种惰性思维。且不说具有较大波动性和随机性的风光电在电能品质和完全可控的传统电能是两种完全不同的商品，要在现在的电力系统物理架构上实现新能源电力和负荷的有

效匹配，就目前的技术手段尚无可能；更不必说未来电能终端用能的占比仍将大幅提升，由目前的 26.5% 增长至 2060 年的 60% 以上，电能如何全面替代当前以非电状态使用的油气、煤炭等化石能源，尚无非常明确的发展路径。

因此，要实现碳中和的远景目标，一方面电力行业要实现物理网络架构和运行机制的颠覆性重构，另一方面目前的诸多高耗能的产业也要面临产品形态、工艺流程和商业逻辑的全面重构，绝大多数产业都会发生颠覆性变化，很多现在我们倚为支柱的产业会衰退甚至消亡。能源和产业，二者必须同步变革，缺一不可。在这个变革的过程中，工业企业必须主动参与进来，与能源企业特别是电力企业一起协同创新，在全新的电力生产和消费架构下实现产业的绿色升级，这才是正确的发展路径，而绝不能维持现有的能源消费路径不变，仅仅是被动等待电力系统的绿色转型。工业企业尤其是不能仅仅把减碳看作是企业履行社会责任的手段，而应该视作是其自身在新时代实现更高质量发展的全新动力换装。

碳中和时代的核心竞争力是低碳和负碳技术，这同样也是未来国家之间竞争的科技制高点。通过低碳技术形成“碳壁垒”，建立、巩固和发展绿色技术优势，是未来科技研发的重要战略方向。清华大学碳中和研究院的贺克斌院长提出，实现碳中和所需的技术中，超过 85% 仍处在概念阶段，未来研发创新任重道远，需要越来越多的在当下看来属于脑洞大开的黑科技持续不断涌现并得以推广应用，同时需要建立鼓励创新研究和应用推广的体制机制和社会环境。

沈亚东 2021 年，人们对未来能源供应体系的认知经历了一个逐步深化的过程。3 月 15 日中央提出要构建以新能源为主体的新型电力系统，9 月以来的能源供应偏紧形势则凸显出我国当前仍处于以煤为

主的基本国情，12 月 10 日中央经济工作会议则强调传统能源逐步退出要建立在新能源安全可靠的替代基础上。

在发展战略上，构建碳中和场景下的能源供应体系需要充分做好碳达峰和碳中和的有机衔接，实现全社会的平稳转型和资源节约。比如，在政策支持上，各地在分配新能源资源时，建议综合考虑煤电企业在当前和今后一段时间能源保供中的贡献度，为煤电企业在五年和更长之后的转型提供发展后劲，避免出现电影《集结号》中坚守者被大部队遗忘的悲剧。在科技创新上，建议加快燃煤锅炉混氢燃烧技术开发。目前，我国自主开发的第一代混氢低氮煤粉燃烧器已在 40MWth 燃烧试验平台上进行相关试验，混氢燃烧热量比例达 35% 属世界首次，氢燃尽率 99.99%；未来，通过可再生能源制氢，再将氢气转化为相对便于存储运输的氨气，通过较小的技术改造，利用现有的燃煤锅炉不断增加绿色氨能的掺烧程度，这为我国 21 世纪以来的大量新建存量煤电机组提供了一种性价比高的绿色转型路径，实现了双碳之间的无缝对接。

加拿大学者瓦茨拉夫·斯米尔在《能源神话与现实》一书中深入分析了“核电将会便宜得无需计量”的观点，指出“能源转型本质上需要数十年的长期持续发展，而不是短短几年就可以实现的”，并强调“从生物质能到煤炭，从煤炭到石油和天然气，从燃料的直接使用到发电，能源转型一直激发着人类的创造力”。

我认为，当前一些专家描绘的风能、光伏、储能、氢能为主体的能源供应体系只是未来实现碳中和的一个保底方案，这为我们实现碳中和提供了信心；而更加优化的方案，则需要我们推动无边界的科技创新，将生命科学、太空探索、人工智能等与能源科技更加紧密结合，将天马行空的想象和实事求是的论证紧密结合，这样，我们获得的成果，可能不仅仅是碳中和，而是全人类更加美好的未来。🌱

制约碳中和目标实现的资源供给与环境风险问题

本刊记者 李彦

当下，碳中和话题成为全世界共同关注的焦点，碳中和不仅需要能源变革和技术创新，也需要经济结构与社会认知的大转变，不夸张地说，这一场工业革命以来最大的生产方式变革会关系到全球每个国家每个人，那么在这场绵延四十年的变革中，中国面临哪些现实困难，实现碳中和的过程中最大的制约因素在哪里？我们的机遇又在哪里？作为这场变革的核心支撑材料的关键金属会如何影响世界各国的国际地位？带着这些疑问，本刊记者采访了中国科学院城市环境研究所研究员陈伟强和副研究员汪鹏，请他们来为读者深入解读。

记者 您曾在2020年的一篇文章里提到，全球能源低碳转型驱动关键金属需求迅速上升，但是相对有限的资源储量与生产能力导致部分关键金属面临供应短缺的风险，请您展开分析一下目前全球的资源分布与需求之间的矛盾。

陈伟强 我先简单说一下我们团队的研究基础，以及我们为什么会切入这个主题。我是环境学院毕业的，但实际上我们是把资源、环境、生态、材料、能源这几个要素联合在一起研究，我们要去探索和理解整个现代社会运转和发展的物质材料基础。

人类社会的发展运行离不开衣食住行等各种基本功能，衣食住行需要各种能源和物质材料来支撑，盖房子需要石头水泥，造汽车需要金属材料，能源部门也需要各种物质材料来生产设备，生产出来之后再用品能源去驱动，用水去润滑和清洗，等等。随着工业化、城市化还有全球贸易的发展，我们需要

陈伟强，2000年进入清华大学环境科学与工程系学习，获博士学位。现任中科院城市环境研究所研究员，博士生导师。主要从事资源环境管理、环境系统工程、物质循环科学和城市可持续发展研究。



汪鹏，中国科学院城市环境研究所副研究员。



更加多样的物质材料来支撑，这种支撑包括石头沙子等大宗建筑材料、铁铝铜等基本金属、稀土和锂钴镍等稀有稀贵金属、以及各种塑料和化合物等，这些东西从哪里来？只能从地球本身被挖掘出来。

有一些材料和元素全世界到处都有，比如氮气、氧气。但有一些在空间分布上不平衡，只存在于某些地方。在这种大背景之下，能源系统的运转需要几个部分够成：一是对能源（比如风能和光能）的捕获；二是把从自然界捕获到的不可直接利用的能源转化为可利用的能源；三是把能源从不需要的地方运到需要的地方；最后还有储存和使用的过程。所以包括了能源的捕获、转化、运输、存储和利用

这五大过程，而每一个过程都要用到物质材料生产出来的相应装备。

过去 100 年中社会运转主要依赖化石能源，但化石能源在转化为可利用的能源过程中会有二氧化碳排放，进而造成温室效应，所以我们要现在要开发利用新能源。

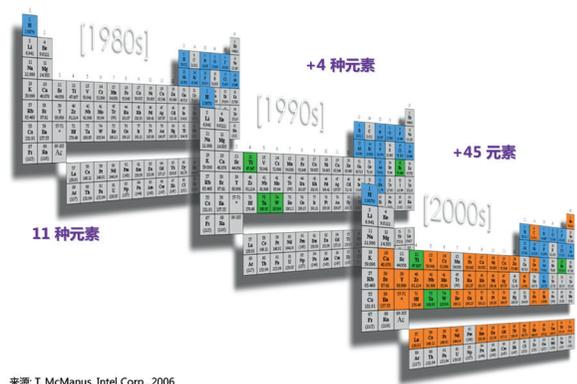
相较化石能源，新能源的捕集、转化、运输、存储和使用的形态都会发生根本性变革，这种变革让能源依赖的物质基础也发生很大变化。传统能源在开采、运输与使用等环节用到的物质材料种类都是相对简单的，用铁、铜、镍等少数几种物质材料就够了。但现在能源普及的过程发生了变化，使得每一环节所使用的物质材料的种类、形态都发生了根本性变化。比如获取能源的方式从传统的挖煤转变为制造与使用风机和太阳能电池板，而风机和太阳能电池板需要用稀土、各种纤维和金属材料去实现各种特殊要求，不是只用钢铁、铝、铜等基本金属就可以生产出来。

捕集之后还有运输过程，传统的煤电或者天然气电厂可以盖在北京城附近，但北京附近要建设大规模的风电场则不现实，也没有那么大面积去做集中式太阳能电池板的电厂，因此我们经常需要把太阳能电池板和风场盖到大西北的荒漠里。那么电怎么输送出来？这就要求电网本身也有根本性变革。国家电网现在在做特高压输配电系统的改革，技术上已经取得了巨大突破，但问题在于如果要更大规模去推广，就要用到大量的铜和铝，我们有没有这么多铜和铝？

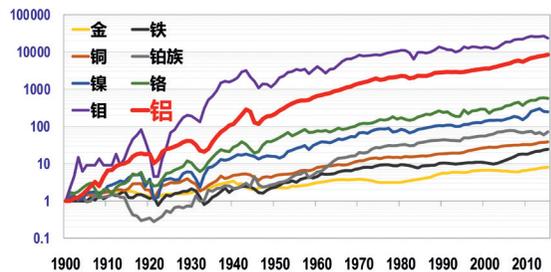
再以汽车为例，传统的燃油车主要用的是钢和铝，还有一些基本的导电材质，用到的金属相对简单，但电动车所使用的金属材料则发生了根本性变革。除了制造车身、车轮仍然需要铜、铝、铁之外，还需要大量其他金属，比如电池里面的锂、钴、镍，还有车的电子系统也发生了巨大变革。

电动车跟燃油车的功能相似，但是内部的舒适

电子芯片的元素依赖



金属生产大加速



1900-2015年增长倍数

金：8 铁：24 铜：39 铂族：71
镍：245 铬：567 铝：8456 锂：23500

度、驱动力等都发生了变化，这种变化很大程度上源于金属材料使用的变化。但如果全世界大规模地普及电动车，有一些金属材料比如锂、钴、镍储量是不足的。十年前全世界不存在大量的锂短缺问题，大家现在都在担心没有足够的储量去生产电动车。

过去 100 年，全世界主要使用的物质材料元素不超过 10 种，今天则几乎要用到元素周期表里所有的元素，而且每一种金属在很多地方有很多复杂用途，一些关键部位缺了某种关键金属，这个产品就无法运转。

因此我们说资源和需求之间的矛盾体现在几个方面：

第一，有一些资源在全世界的绝对量不够用，比如锂、钴、镍，如果现有电池技术没有发生根本

性变革，世界各国都按照美国的每个成年人拥有一辆汽车的保有率来算的话，某些金属的总需求量会超过目前全世界已探明的可经济开采的数量。

第二，资源的需求和它的地理空间分布是不匹配的。有一些资源只分布在全世界少数地方，比如金属钴在非洲少数国家具有绝对优势；还有白金等铂族金属，只在南非和俄罗斯具有最大的生产能力。

第三是产业链问题，金属从矿山被挖出来到能真正使用，需要很长的产业链。首先要挖矿，挖出来之后冶炼成金属，然后再加工成可直接制造其他产品的金属材料。在整个产业链里不同环节经常会分布在不同国家，这就使整个供应链变得很复杂，这种复杂客观上让每一个环节都可能产生供应风险。

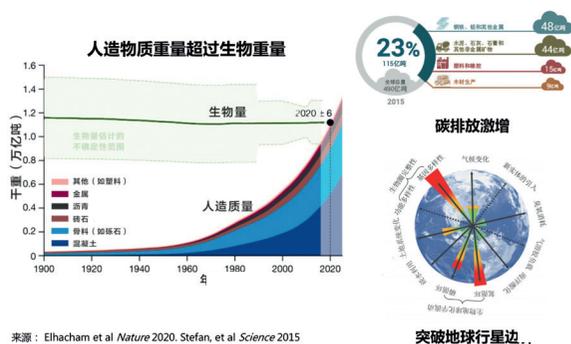
第四是环境问题，很多开采地都产生了大量的环境污染。比如中国曾供应了全世界90%多的稀土，这种供应以在稀土的开矿和冶炼地区造成严重的环境污染为代价，并且当地百姓所付出的生态甚至健康成本并没有得到补偿。

还有一个问题目前还没有大规模出现，但日后必将显现。现在新能源转型，我们大量投入使用的这些装备在使用若干年后会报废，报废后如果没有足够好的回收和利用体系，将给全世界带来新的巨大问题，就是大量固体废弃物的产生和有序排放。比如太阳能电池板和风机中就有很多难以降解的材料，直接丢弃到环境里会造成严峻的生态环境影响。

以上是资源环境领域即将涌现出来的与新能源相关的几个重要挑战，我们作为科研人员必须先指出来。

记者 由于关键金属矿产地理分布的不均衡性，绝大多数国家只能通过进口来满足本国的关键金属需求，关键金属贸易日渐频繁，国家间错综复杂的贸易流动形成了一个巨大的复杂网络。您认为这个

人为物质循环导致的环境影响日益加剧



趋势会如何改变未来世界各国的竞争格局？

陈伟强 这里面有一个重要问题是说新能源转型会带来一系列好处。

现在中国的煤炭、石油和天然气都需要大量进口，这几种能源主要分布在中东、俄罗斯、加拿大、北海等几个地方，中国要严重依赖这些国家。我国新能源转型如果能达到足够规模，特别是能替代这几种化石能源的话，我们的能源自我保障能力就会提高，对外依存度会降低。

但是反过来也要看到，世界各国对制造风机、太阳能电池板以及各种高压电网和特高压电网的追捧，会导致这些终端原材料贸易的不断增长。中国是有铜矿的，但如果我们要大规模发展可再生能源加上电网，我们的铜是不够用的，需要从全世界进口更多的铜。

所以趋势是我们在石油、煤炭与天然气的进口上对外依存度可能降低，但又会在新能源发展所需各种金属的进口上增加，只不过进口地区会发生变化，从原来的中东和俄罗斯变成智利、刚果金等其他国家和地区。

这种贸易和趋势如何改变世界各国的竞争格局？

第一，从地缘政治格局的角度来看，某一些传

统的石油、天然气国家或地区，在新能源发展的冲击下，其地缘政治作用会有所削弱。

第二，一些具有关键金属矿产优势的国家，它的地缘政治地位或影响力会上升。

第三，关键金属是一个产业链，在这个新的竞争格局中，有些国家虽然没有矿，但是对矿产的加工能力强，或者是对基于某些金属的后端低碳产品的加工能力比较强，也能在世界竞争中获得竞争优势。

汪鹏 值得注意的是，传统化石能源的分布比较广泛的，全球前三个国家的储量占到百分之五六十，但关键金属钴、镍、锂等关键金属，前三个国家的储量就占到全球占有量的百分之八十以上，因而带来的地源集中度和供应风险就比传统更大，所以有人提出一个观点，原来有“欧佩克”(OPEC)石油输出组织，将来会不会有金属或是矿产国为主的组织？相较于化石能源，全球应对关键金属供应风险的前瞻性研究和治理方式都不成熟，可能会对达成碳中和目标构成很大挑战。

记者 中国是主导世界低碳产业的重要国家，中国的关键金属储量以及目前的加工技术如何？中国在全球能源低碳转型中该起什么样的作用？在这场关键金属贸易导致的未来竞争格局改变中的机遇和风险何在？

陈伟强 应该说现在的中国在大部分金属的分离冶炼能力方面都是全球第一，或者至少占据全球重要地位。

在关键金属的矿产资源方面，中国只有少数金属有资源优势，大部分都需要进口。我们的主要优势在中游，就是把金属矿产进口到中国之后冶炼成各种金属材料，2000年以来中国的加工能力在全球具有了最大优势，但这个环节恰恰是整个产业链中生态环境影响最大的。上游挖矿环节的成本主要是破坏植被和生态，中间这个环节是要破坏化学键，

由化合态变成金属态，有大量的能源和辅助原材料的消耗，因而有大量的碳排放和其他有毒有害物质的排放。第三个环节是用金属生产各种材料，我们的产能也是全世界第一。再往下游，在用金属材料生产高端产品的环节，比如说用锂、钴、镍去生产电池，我们在过去的十年技术进步很快，之后仍将不断进步，总体在向好的态势发展。

那么中国在全球能源低碳转型中该起什么样的作用？我想应该继续保持并不断增强我们在关键金属全产业链，特别是产业链中下游制造能力的优势，就是说我们应该变成全世界生产低碳装备的第一强国或起主导作用的国家，当然也应该包括对生产这些装备所需各种金属材料的加工与生产能力。

在全球的能源转型过程中，我们也有两方面很集中的风险，一是各种矿产的供给能力始终不足，我们将面临一个很大的可能，就是我们拥有了很强的金属分离冶炼加工能力，但是上游的矿产供应跟不上，而从其他国家进口则始终会有各种不可控的风险。另一个风险则是下游的高端材料和装备的科技制造水平没有发展上去。

从保护环境角度而言，中国要不断加强固体废弃物回收利用的能力，未来三十年到五十年，我们能够利用的很多物质材料就不是从地里面挖出来的，而是要从回收的报废产品里面重新回收再生得来。

在这全生命周期过程中，我们要确保具有足够的绿色生产技术，我们无法再延续过去污染比较严重的技术，而需要通过科技进步不断提高改进生产过程的环境绩效。

汪鹏 我们国家其实跟其他国家一样，都在起跑线上。目前全球一半以上甚至更高比例的太阳能电池板都是由中国来提供的，电动车领域中国也处在全球领先地位。在新能源设备和应用方面，我们为全球做了很大贡献，因此我们对资源的需求是巨大

的，因为要满足中国和其他国家的需求，我国很多新能源企业就去参与全球的矿产的开发、冶炼和高效利用。但是有一点，中国跨系统和部门的协同性不足。美国和欧盟都会有系统的协同框架，很多部门或者利益相关者会在一起筹划，但在中国更多是由企业去探路的，而这个过程不只是企业自身的问题，还有很多其他外部性问题需要很多部门一起参与系统设计。

另外中国对关键金属及能源技术的创新能力还需要提升。我们的装备制造经过这么多年积累，现在要往高端制造发展。当我们进一步往无人区探索时，针对怎么让金属的利用效率更高，回收时能有更好的设计等等这些问题时，我们看到有一些不错的研究和示范性成果，但是这些设计和成果是否能经受住市场考验还有待时间来检验，我们在这些方面的积累还要继续提升。

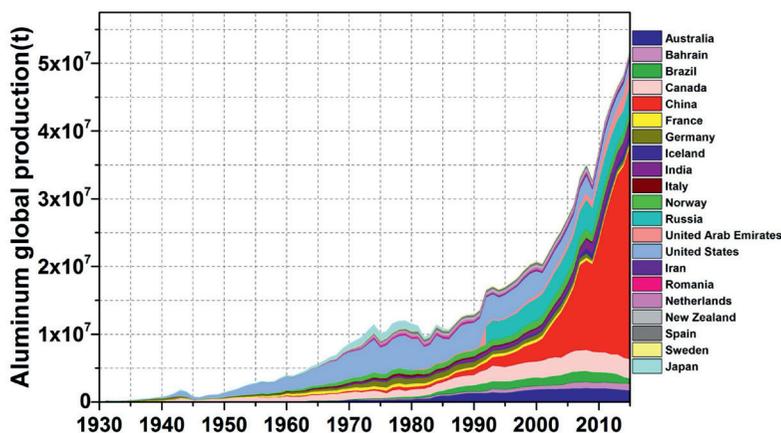
记者 在您的文章里您曾分析，考虑到区域风电发展目标和稀土资源禀赋的差异，目前的稀土资源储量与产能难以满足全球 2050 年风电发展目标的资源需求，那么各国该怎么办？中国又该有什么解决之道？

陈伟强 这个问题有两个假设的前提，第一个就是全世界都需要转型，需要更多的风能和太阳能。第二个假设是每单位的风能和太阳能所需要的稀土使用量是一定的，不会不断提升稀土的绩效。我们要从几方面来讨论。

首先是我们在讲新能源时，目前经济可行且可取的主要就是风能和太阳能，但新能源转型实际上有其他很多路径选择，包括可控核聚变反应堆等等。

第二是在生产风电和太阳能时，一是需要在金

我国金属生产和消费世界第一



属的选择上更多元化；二是技术进步也可以使单位发电能力的稀土使用量不断下降；三是稀土也分很多种，通过技术进步去挖掘和使用目前比较过剩的稀土，比如镧和铈，可以大大缓解稀土供应不足问题。此外技术进步还包括我刚才讲的回收利用技术，通过循环利用报废风机里的材料，使得每一千克的金属材料都能得到更加充分的利用。

所以从国家或者企业来讲，我们要充分认识到产能或者资源在全球空间上分布的不均衡所可能带来的风险。国家要支持我们的企业，包括国企和民营企业走出去，更有前瞻性地掌握全球各种关键金属资源或产业链。事实上过去这些年已有很多中国企业走了出去，以锂为例，我们的天齐锂业、赣锋锂业都已在全球布局资源，为全球绿色低碳转型做出了贡献。

最后，我们国内也要加强勘探，增强对矿产资源的了解并有所储备。在可能面临危机的时候，可以作为备份去布局建设工厂企业或者产业链。

汪鹏 我认为如何管理不确定性风险很重要，实现碳中和过程中有很多不确定性，比如说锂、钴、镍这些金属价格飙升，价格突然涨这么高，我们下游的制造业企业，甚至做材料设计的科研工作者应

该怎么去应对？这就需要获取多方面的信息和知识，有相应的应对方案，这是其一。另一方面，我们可能用比较高的价格储备了矿产，但供给上来之后，价格又突然走低，这种风险作为一个企业是否能承担？我觉得碳中和金融需要把原材料对抗不确定风险这部分内容也考虑进去，这是值得被重视的。我们需要汇聚很多数据，得做至少一年期的前期预判，防止在重大问题决策上出现重大失误，以及想好一旦出现风险之后怎么去应对，这一领域我们还准备不足。

记者 低碳能源技术的规模化应用能够有效降低全球碳排放并改善生态环境，但是关键金属矿产的开采、冶炼、加工和制造都会消耗大量能源，并造成严重的生态污染，在这方面，关键金属出口国应该做哪些应对来减少对当地生态的破坏？

陈伟强 这是一个需要全球共同考虑的问题。我认为有几个层次，首先要从学术上把这个问题说清楚，因为现在很多人以为低碳能源就是所谓的绿色环保了，一说保护环境就只有降低碳排放，而没有认识到其他问题，所以第一个层次要从学术上把低碳能源所具有的各种综合性生态环境影响说清楚。

第二，要解决这个问题，需要从全人类命运共同体的角度来讨论，我们要认识到，在解决各种我们所面临的气候、资源和生态环境问题时，要把这些问题作为整体来通盘考虑，不能只考虑碳排放所造成的全球性气候影响而不考虑其他的生态环境影响，特别是一些区域性的、局部的生态环境影响。

第三，当造成生态环境破坏时，应该有转移支付和补偿机制。大规模使用关键金属的国家和地区，需要为其他国家做一些技术转移，还应该有一种生态补偿机制以支付开采区域所付出的生态环境和人类健康代价。

最后，作为关键金属的生产和冶炼国家，应该不断提高技术水平和生产管理水平，尽量减少对生

态环境的破坏和影响。

我刚上大学时，钱易先生就不断讲，我们不能再走过去“先污染再治理”的老路。但是怎么能真正不去走这种老路？事实证明有很大的困难。因为要想不污染不仅要有足够的资本，还要在生态环境领域有足够的人才积累和技术积累，但当一个国家没有经历过生态环境保护的挑战并且积累足够的应对经验时，实际上很难积累和培养出足够的人才。我们国家应该说有很强的优势，就是由于我们有一种非常强大和有效的国家治理体制，使得我们在生态环境领域的人才技术和治理能力都能够获得迅速、有效的积累，并且能够用这种积累去快速和高效地应对生态环境问题。这一点我们在应对雾霾的挑战中得到了很好的验证。

我们在其他领域也是这样，比如在各种金属材料 and 金属工业领域，还有水泥工业的生产污染治理中，都得到了很好的验证。但是一些非洲、拉丁美洲等第三世界的国家可能没办法形成这种能力，比如刚果长期以来依赖人力徒手挖掘铜矿和钴矿，因为这个国家没有有效的政府，无法形成有效的治理能力、生产能力和应对生态环境与社会混乱的能力。在人类命运共同体以及全球可持续发展的大框架之下，需要我国和发达国家一起向这些第三世界国家提供更多的技术、资金和治理经验的支持。

汪鹏 我们现在说碳中和会让全球减少温升，全球人类的生活变得更好，但其实是少数偏远地区的生态环境破坏和当地人的健康牺牲为代价的。很多关键金属矿地处偏远，在开采过程会产生很多其他影响，我们做类似研究，发现很多矿的开采会破坏当地森林生态，反而会使碳吸附变成碳排放。碳中和是工业革命之后最大的一次生产方式变革，原来经济和技术领先的国家也必然会占尽先机，所以我们一是要基于长时间动态尺度开展前瞻性的战略研究，二是要开展全球尺度的国际治理研究。📌

欧洲与中国能源转型的竞赛

何继江

2019年7月至2020年10月，我对欧洲24国进行能源转型考察，前后持续了近16个月。

考察是个学习过程，考察引发比较，激发思考，这样的比较一旦开始，就没有终点：对欧洲与中国的国情的比较；对欧洲与中国能源转型情况的比较；对欧洲各国能源转型差异的比较；对现场考察与文献的比较；与考察团成员的交流和与关注我的读者间进行的对话也是一种比较——不同人看到同一个东西的看法有许多差异；回国后的总结不仅是文本的总结，同时也是身在中国对欧洲与中国的另一种比较。不断切换视角的多重比较能够带来更深入的思考。基于这些比较，以及进而的反思，形成六个关键词，与读者分享。

这六个词是：差距、差别、经验、教训、自信、赶考。

差距

欧洲国家为应对石油危机启动的向可再生能源的转型起步比中国早，为应对碳中和进一步加速能源转型的进程也比中国快。作为能源转型的先行者，欧洲的能源转型为世界各国推进碳中和提供了重要的范例。在很多方面，中国相比欧洲还有很多差距。欧洲在低碳、零碳和负碳技术方面起步早，欧洲在电力系统和供热系统方面贡献的技术方案为中国展现出较为清晰的路线图。欧洲以2050年碳中和为重要目标，以可持续发展为体系目标的生态文明建设政策体系值得中国学习。最关键的差距，是对环境和生态的重视。需要特别强调的一点是，欧洲注重环保是由于环境倒逼促进了技术和社会的共演化。欧洲在农业文明时代属苦寒之地，在工业革命



何继江，清华大学社科学院能源转型与社会发展研究中心常务副主任

期间对环境造成了极大破坏。正是在环境破坏的极大压力下，欧洲开始探讨可持续发展道路，事实上，北欧的确已经走出了经济社会发展与资源脱钩，与碳排放脱钩的发展模式。

差别

中欧之间有很多差别，中国的能源转型对于欧洲并不是简单的追赶或模仿。

一是能源消费特征有明显差别。中国的工业化和城镇化还在进程中，能源消费还有较大的增幅。中国人口高密度，特别是超大规模城市，对可再生能源保障能力构成巨大挑战。一万多平方公里的北京，人口超过德国的鲁尔工业区，也超过4万多平方公里的荷兰，甚至超过45多万平方公里的瑞典的人口。而北欧地区的城市还没有人口超过百万的。北欧地区供热系统脱碳化的经验，用于解决中国的超大城市的供热系统脱碳化是远远不够的。荷兰人口密度是欧洲人口密度最高的国家之一，同时，荷兰又是欧洲可再生能源比例倒数第一的国家，它所面临的困难是中国相当大部分地区也要面临的挑战。



奥地利分布式光伏



斯洛文尼亚山村的民居光伏车棚



二是经济发展阶段有差别。

北欧农村电气化程度很高，热泵等系列低碳供暖技术很普遍。中国农村的清洁供暖无法直接借鉴欧洲的供暖技术方案，是因为太多农民收入水平无法承担价格昂贵的可再生能源供暖方案。

三是生活方式有差别。在欧洲，烤箱和洗碗机几乎是标配。然而必须要反思的是，这两项生活方式是高碳的。前者耗电，后者耗水。对于加工面食，欧洲人很少用“蒸”的方式，而在中国，“蒸”很

普遍，如馒头、包子等。“蒸”是一种更低碳节能可持续的炊事方式。欧洲在工业化进程演化出牛肉和牛奶作为重要的补充蛋白质的食品，而中国的豆腐作为蛋白质的摄入方式，碳强度要明显少于牛肉和牛奶。我们要继续享受豆腐，并且要积极向欧洲向世界分享这种低碳的美食。

四是技术演进路径有差别。在交通工具现代化的进程中，中国的技术演化已经与欧洲有所不同。中国的电动化走得比较快，特别是电动自行车。相比汽车，电动自行车的减排效益巨大，而且对城市空间的占用要小得多。这使得中国的交通能源转型与欧洲的交通能源转型在路径上已有不同。

中欧之间的诸多差距，既表明中国要面对比欧洲国家更多的挑战，也意味着中国的碳中和会有一些与欧洲不同的碳中和方案和路径。



德国民居供热的多能互补
(太阳能集热板与冷凝式燃气锅炉)



鲁尔博物馆仿煤炭传送带的自动扶梯

经验

有一些经验是欧洲国家在能源转型方面交过的学费，可以帮我们省掉一些学费。

煤电和 CCS (二氧化碳捕集、利用和埋存) 在碳中和方案中的角色有多重要? 20 多年前, 欧洲开始推进能源转型的时候, 认为未来的碳中和世界不可能没有煤电, 因此 CCS 是与煤电配合的关键选择之一。然而经过 20 多年的探索, CCS 并未如当年的



斯洛文尼亚村庄的建筑普遍安装了排水设施

预想那样快速发展，反而，电力系统的技术进步使越来越多欧洲国家认可未来的碳中和电力系统是可以不要煤电的，这样可以节省 CCS 的巨大社会成本。

CCS 技术仍然很重要，它与生物质能源相结合，形成负碳的 BECCS（生物质能源二氧化碳捕集与埋存）方案，即使到全球实现碳中和的时候，仍然会继续发挥作用。

另外还有生物能源的探索。生物能源曾经作为替代石油的战略选项，受到高度重视。然而生物能源的生产需要太多的土地，引发“能源吃人”的社会问题。德国现在有 14% 的耕地用于种植生物能源，如果把这些面积全部用来安装光伏和风电，发的电能超过全德国的能源需求。有了欧洲的弯路，中国不必考虑大规模种植生物能源的方案，可以专心钻研如何把农林剩余物和餐厨垃圾等方面的生物能源资源利用好。

欧洲养殖业的探索和挑战也值得中国借鉴。欧洲在山区地带大规模退耕还草，发展养牛业一举几得：一、提供牛奶和牛肉等高蛋白食品；二、使土地生产力得到恢复；三、有利于旅游业；四、牛粪制沼气，以 CNG（压缩天然气）形式给汽车供气。然而，面对碳中和，奶牛的甲烷排放成了一个突出的问题。中国的奶牛养殖业既要学习欧洲的经验，又要从现在开始积极探索如何更好地解决奶牛的

甲烷排放问题。

教训

欧洲能源转型也有许多特别需要警醒的教训。

德国的交通能源转型相比其电力系统的转型进程差了不是一点。1990 年，德国电力系统中可再生能源占比不到 5%，到 2020 年达到 45.4%，然而德国交通系统的可再生能源 2008 年的时候大约占比 7%，之后却有所下降，直到 2020 年才回升到 2008 年的水平。

交通能源转型缓慢的一个重要原因是德国强大的汽车工业对于碳中和态度消极，政府和民众也没有好的办法来应对这种情况。然而到现在，德国人发现德国电动汽车产业发展相比中国和美国等国滞后，在国际竞争中处于落后态势，德国汽车产业面临的挑战非常严峻。

法国的战略犹豫也是一个教训。对于零碳能源，是选择核电还是可再生能源，法国很长时间在战略上犹豫。结果核电无法新建机组，光伏发展也远远落后于德国。现有核电到期退役后，法国将建设一个怎么样的零碳电力系统？

资源诅咒是最需要警醒的。煤炭资源丰富的波兰，可再生能源发展不理想。光照资源丰富的意大利和西班牙，虽然光伏发展得还不错，但供热能源



瑞典法伦市大铜山著名的矿坑

却明显更依赖于天然气，转型进程慢于北欧，经济发展水平也明显落后于北欧。

自信

在德国的考察中，发现德国电动汽车基础设施和充电服务体系显著落后于中国，在 2019 年底那个时间段，大约比中国要落后一年到一年半，这是个有些令我意外的考察收获。不经意间，中国的电动汽车、电池产业已经走在世界前沿，中国农村的交通电动化程度更是远超欧洲。

中国的光伏更是具有领先全球的优势，所到之处，看到许许多多中国的光伏产品。英国最大的户用储能 VPP 调频项目是用中国浙江艾罗网络能源科技公司生产的光伏储能系统实现的；荷兰最大的光伏电站是由中国杭州的正泰新能源公司投资建设的；瑞典林雪平市光伏停车场用中国浙江龙焱公司生产的碲化镉光伏组件；瑞典的特隆赫姆 powerhouse 净零能耗建筑的光伏是采用的中国中环公司的硅片。中国已经是世界碳中和产业的世界工厂。2020 年中国山东户用光伏近 20 万户，平均装机量达到 33 千瓦。这样的单户装机规模与中国光伏的便宜是分不开的。中国正在为全世界生产质优价廉的光伏产品。中国的光伏不但将为中国的碳中和做出关键贡献，还将为全世界各国的碳中和做

出不可忽视的贡献。

欧洲人正在为牛肉的高碳排放而苦恼，投入大量精力财力研发素肉制品，我注意到，中国淡水养殖业提供的鱼类是相对低碳的蛋白质，而中国的豆腐也是非常低碳的蛋白质来源。中国的豆腐、淡水渔业都有为世界的碳中和做出巨大贡献的机会。

面向碳中和，中国已经有了太多可以自信的资本。碳中和是一场全球的创新竞赛。但没有谁站在竞赛的终点上。

2020 年 11 月，我在中欧工商峰会上发言提出，中德中欧间发起每人一千瓦光伏的竞赛。会后，我把我的发言情况邮件发送给合作伙伴弗朗霍夫太阳能研究所的一位德国研究员。他回复邮件说，衷心希望在这场竞赛中，环境会成为最终的胜利者。

赶考

1949 年，在党中央从河北西柏坡前往北京时，毛泽东曾说：“我们是进京赶考，一定要考出好成绩！”在 2021 年 3 月举行的中央财经工作会议上，习近平总书记说：“实现碳达峰、碳中和是一场硬仗，也是对我们党治国理政能力的一场大考。”

我们正在从工业文明时代走进生态文明时代，这是人类文明的赶考，一定要考出好成绩！

我也非常确信，中国能够考出好成绩！

放眼全球，中国能源转型的探索，中国碳中和目标的实现，必将成为人类文明的重要成果，并将为全人类所共享。

中国将通过贡献新产品、新技术和新治理模式，推动世界的能源转型，成为“全球生态文明的参与者、贡献者和引领者”，为打造人类命运共同体，为人类文明的可持续发展做出伟大贡献。🌱

“零碳城市”来了

► 晏清

在积极应对气候变化的背景下，城市的绿色低碳转型日益迫切。

2015年12月，在第21届联合国气候变化大会上，196个缔约方签署了《巴黎协定》，同意制定长期目标，以“自主贡献”方式共同应对气候变化，减少自身二氧化碳排放。2020年9月，习近平总书记在第75届联合国大会一般性辩论上宣布，“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。这标志着中国对国际社会做出明确承诺，将全面贯彻绿色发展理念，践行低碳发展道路。

在这样的背景下，“零碳城市”作为一种新型城市规划理念，逐渐成为全球共识。城市作为人类主要能源消耗的场所，如何降低碳排放就成为多方关注的焦点，而打造“零碳城市”也成为国内外共同的探索。

值得注意的是，“零碳城市”并非字面上理解的碳排放量为零，而是指一方面尽可能减少人类行为所产生的碳排放量，另一方面通过清除、吸收等方式从大气层去除温室气体，达到正负相抵的“净零碳”排放。

多个城市提出“净零”排放目标

近年来，“零碳”行动已在国际社会上蔚然成风，许多国家和城市都已提出关于“净零”排放的政策性文件。

比如，美国发布《零碳排放行动计划》(ZCAP)，指出将重点关注电力、交通、建筑、工业、土地、材料等六大能源生产与消费部门，实现完全抑制气

晏清，法学博士，2015年考入清华大学社会科学学院，2020年参加无锡市公开选调海内外优秀青年人才项目，现就职于无锡市发展改革研究中心。参与无锡市“双碳”、共同富裕、城市国际化等重大课题的研究与相关规划的编制工作。



候环境恶化的目标。欧盟发布《2050欧盟绿色新政》，从能源、产业、交通、建筑等七大领域出发，致力于建设公平繁荣的社会、富有竞争力的现代经济，到2050年实现温室气体净零排放、经济增长与资源使用脱钩。

不仅如此，从城市层面看，目前已有454座城市参与由联合国气候领域专家提出的“零碳竞赛”，有102座城市在公开场合承诺将在2050年前实现净零碳排放。2009年，丹麦哥本哈根市政府发布《哥本哈根2025年气候规划》，计划采取“两段式”策略，确定了到2025年将哥本哈根市建成全球第一座碳中和之都的宏伟目标。2018年，英国布里斯托尔市政府和布里斯托尔能源公司共同发起的“布里斯托尔城市飞跃”项目，将投资10亿英镑，以实现其建设英国首个“碳中和”智能城市的目标。

回到国内来看，2020年，我国二氧化碳排放量为98.94亿吨，约占全球碳排放总量31%。随着我国城镇化建设取得历史性成就，城市经济社会发展不断迈上新台阶的同时，也对绿色低碳发展提出了更高的要求。据统计数据显示，我国约80%的碳排



长三角可持续发展大学联盟成立仪式

放量来源于城市，城市也自然成为开展碳减排行动和实施低碳发展战略的前沿阵地。

由于我国幅员辽阔，各地要素禀赋、产业结构、所处发展阶段的不同，区域间的差距较大，在“零碳城市”的建设上相较发达国家确实存在一定差距，但近些年已呈现出追赶之势。宏观层面，我国提出的2060年碳中和目标仅比美国、欧盟、日本等发达国家晚十年。区域层面，不少城市已在规划中充分借鉴国际先进经验，融入生态友好型城市建设理念，探索“零碳城市”的建设路径与实施机制。

2010年7月，国家发改委印发了《关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》，确定了第一批的13个低碳省区与城市试点，也拉开了建设“零碳城市”的序幕。2015年10月，党的十八届五中全会提出要全面启动“绿色发展”引擎，实施近零碳排放区示范工程。2016年10月，《国务院关于印发“十三五”控制温室气体排放工作方案的通知》中指出，要“选择条件成熟的限制开发区域和禁止开发区域、生态功能区、工矿区、城镇等开展近零碳排放区示范工程，到2020年建设50个示范项目”。

截至目前，我国已启动三批共87个低碳省区

和低碳城市试点，这将有利于积累我国对不同地区和行业分类指导的工作经验，是推动落实我国“碳达峰·碳中和”目标愿景的重要抓手。

构建因地制宜“脱碳”路径

自2010年我国公布第一批低碳省区和低碳城市试点以来，城市绿色低碳转型在我国已经

历了十余年的探索之路，各地在结合自身市情市貌的基础上，构建了因地制宜的“脱碳”路径。根据最新发布的《中国净零碳城市发展报告(2021)》显示，深圳、北京、广州、上海等城市在“零碳城市”建设上走在全国前列。总体来看，东南沿海城市科技水平高、经济发达、交通便利，在城市绿色转型上占据较为明显的优势，为其它城市提供了可供参考的经验样板。

——北京：“减量约束”，倒逼产业转型

数据显示，我国工业领域碳排放量占总量高达65%，因此强化工业减排、调整产业结构，对实现“碳达峰·碳中和”目标愿景，逐步打造“零碳城市”意义重大。北京作为我国首都，城市发展从“增量扩张”转变为“减量约束”，在产业结构优化升级上成果显著。

改革开放以来，北京市经历了从工业主导到服务业主导的结构性转变。2014年，习近平总书记在考察北京工作时强调，要调整疏解非首都核心功能，突出高端化、服务化、集聚化、融合化、低碳

化。在此背景下，北京市于同年印发《北京市新增产业的禁止和限制目录》，对“三高”行业以及部分与首都功能不相符合的产业进行更加严格的准入标准。“十三五”期间，北京市累计退出一般制造业企业 2154 家，促使工业产品进一步向“高精尖”升级。

2021 年 8 月，《北京市“十四五”时期高精尖产业发展规划》出台，文件指出要积极培育形成两个国际引领支柱产业、四个特色优势的“北京智造”产业、四个创新链接的“北京服务”产业以及一批未来前沿产业，构建“2441”高精尖产业体系，打造高精尖产业 2.0 升级版。

可以看到，近十年来，北京市以“减量约束”倒逼集约化发展，促进产业不断转型升级，使得城市碳排放量与碳排放强度逐年下降，基本实现碳排放量与经济增长“脱钩”，成为全国首个减量发展的超大型城市。

——上海：发展“绿色建筑”，打造生态城区

绿色建筑源于 20 世纪 60 年代美籍意大利建筑师 Paul Sollely 所提出的“生态建筑学”新型城市设计理念，旨在全生命周期内，最大限度节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。

上海市在绿色建筑的探索上卓有成效，以政策侧重为区分，其发展主要经历的三个阶段。

一是侧重制定绿建法规，在 2005 年颁布的《上海市建筑节能管理办法》中规定了建筑物所有权人或者使用人在对已采取建筑节能措施的建筑物进行装修时，要防止损坏原有节能设施，还应对建筑物进行日常维护，对用能系统达不到节能标准的，应及时予以修复或更换。

二是侧重构建引逼机制，上海市绿色建筑发展

三年行动计划（2014～2016）指出，在政府扶持的同时，也要强化制度、规划、标准的约束力，综合运用土地、价格、财税、金融等手段，提高各方参与绿色建筑发展的积极性，构建绿色建筑持续健康发展的引逼机制。

三是侧重理念创新升级，2021 年出台的《上海市绿色建筑“十四五”规划》指出，要以新时代绿色建筑核心发展思想为引领，全面升级绿色建筑理念与体系，推动绿色建筑的高质量发展。截至 2020 年 12 月，上海市获得绿色建筑评价标识项目总数达到 874 项，建筑面积合计 8051 万平方米，二星级以上占比超过 80%，在全国处于领先地位。

——深圳：推广“新能源”，构建低碳交通

低碳交通是指以降低交通运输行为的温室气体排放为目标的低能耗、低排放的交通运输方式。在城市发展进入信息化、智慧化的新阶段，交通发展将从满足日常出行，发挥引导和拉动经济作用的单纯目的，转为更加倾向于清洁化、公共化、高效化，着力改善环境，实现人与自然和谐共处的复合目标。

深圳作为全球知名的创新之都，在公共交通规划与新能源技术应用上处于领先地位。2010 年，交通运输部和深圳市政府签署《“公交都市”框架协议》，推动深圳重大公共交通基础设施、智能交通系统和公共服务信息系统建设，鼓励新能源公交车辆的更新使用和配套服务设施建设，并创造条件提供资金支持。此后，深圳市政府发布《新能源产业发展政策》、《新能源产业振兴发展规划（2009-2015）》等多份文件，锚定了率先成为国家新能源产业重要基地和低碳经济先锋城市的目标。

2021 年 4 月，《深圳市综合交通“十四五”规划》出台，指出要进一步加强绿色低碳交通运输体系建设，推广新能源车辆运用。一是加速推进新能源基



无锡“碳时尚”App

础设施布局，二是加强绿色低碳交通运输体系建设，三是完善新能源充电设施布局。截至2020年底，深圳每百人新能源汽车保有量达到2.73辆，每万人公共汽（电）车拥有量达21.99辆，远超北京、上海等一线城市，为城市交通低碳化提供了重要保证。

——无锡：探索“碳普惠制”，营造低碳氛围

在共同展望“零碳城市”的目标下，政府、企业和消费者作为三方主体缺一不可，“碳普惠制”也应运而生，旨在对小微企业、社区家庭和个人的

节能减碳行为进行具体量化和赋予一定价值，并建立起以政策鼓励、商业激励和核证减排量交易相结合的正向引导机制，使低碳意识“飞入寻常百姓家”成为可能。

作为江苏省低碳试点城市，无锡在全省率先探索“碳普惠制”创新理念，引导市民争做“低碳生活”的实践者、“减碳发展”的推动者。

2020年7月，在“全国低碳日”活动现场，全国首个纯公益App—无锡“碳时尚”App正式上线，倡导市民共同参与低碳经济建设。通过构建“低碳行为-碳积分”核算体系，鼓励公众自愿践行绿色低碳行为，采取物质和精神双重激励，引导全社会参与低碳社会建设，鼓励企业履行低碳义务，通过消费端带动生产端节能降碳技术的研发和应用，为建立低碳产业链奠定基础。

“碳时尚”一期平台主要通过采集步行、骑行等低碳行为数据，计算碳积分和碳减排量，为市民“变现”低碳奖励。二期平台则在一期基础上进一步丰富了绿色出行场景，加入公交、地铁、充电桩等碳积分统计，同时为用户推荐最低碳环保的出行线路。截至目前，该App注册人数已接近5万人，产生1950万碳积分，对提升市民低碳意识营造了良好氛围。

总之，实现“碳达峰·碳中和”是一项长期而艰巨的系统性工程，对城市管理者而言，既是挑战也是机遇，更是检验治理能力的“试金石”。要真正打造“零碳城市”，就必须正确认识和把握“碳达峰·碳中和”，寻找“低碳”与“发展”的平衡之道，秉持“功成不必在我”的精神境界与“功成必定有我”历史担当，不断提高贯彻新发展理念能力和水平，最终实现人与自然和谐共生。

骐骥千里 行而不辍

——记“金融黄埔”清华五道口新十年

小融

十年，岁月穿梭，小院之中，紫藤几度开落，见证着她的初心如磐，笃行致远；十年，办学兴业，红楼之下，从拓荒草野，到桃李满布，她敢为天下先，创造出新的世界。她，被人们亲切称为“五道口”，也被赞誉为“金融黄埔”。

传承创新，笃行奋进，从2012年到2022年，是属于清华大学五道口金融学院的新十年。

时针拨回到2011年，为适应金融市场化改革而诞生的中国人民银行研究生部，业界所称的“五道口”已然走过三十载春秋。彼时，恰逢清华大学百年校庆，清华正在全面建设世界一流大学的道路上奋勇迈进。在中国金融改革深化和国际化发展的浪潮之下，一场具有里程碑意义的合作——中国人民银行研究生部并入清华大学正在悄然酝酿。

一年后，经过周密筹备，在双方的共同努力下，终于迎来了她正式成立的时刻。2012年3月29日，清华大学五道口金融学院（以下简称“学院”）成立大会隆重举行，标志着其正式加入清华大家庭，成为清华大学第17个学院。

建院之初，百业待兴。学院上下秉承“不怕苦，敢为先”的精神，拧成一股绳，勠力同心，迎难而上，一系列大刀阔斧的改革创新让学院各项事业获得了快速发展。在一个个机遇与挑战中，“不怕苦，



敢为先，讲团结，重贡献”的五道口传统在学院持续前行的步伐中不断升华。悠悠十载，弹指而过，学院始终与中国金融改革同呼吸、共命运，获得了骄人的成绩。

引才育才 立德树人

一树一树的花开，直至青山满春色，这片哺育人才的沃土上，一直闪耀着人才效应的光芒。

筑巢引凤栖。2013年元旦，学校领导、学院理事和领导带队，远赴大洋彼岸，组织了建院以来第一次大规模海外教师招聘。首次在国际金融学界亮相，没有经验可供借鉴，全凭热血和勇气，学院迈出“走出去”的第一步。这一步拉开了学院提升师资队伍水平的序幕。

截至2021年12月，学院拥有全职师资24名，其中18名获海外名校经济学或金融学博士学位，8名具有海外执教经历，6名长聘系列教师入选国家高端人才项目，一支开放的、不断发展的、立足中

国市场兼具国际视野的一流教师队伍已经建立。通过强化政治引领、狠抓师德师风、创新管理机制，学院人才队伍质量和结构持续优化，形成了引才聚才、育才用才的新局面。

紧密联系业界是学院的办学传统，更是办学优势。学院延续了导师外聘的传统，聘用业界专家作为兼职导师、兼课教师。十年来，有百余位来自监管部门及金融机构的业界导师在这里讲学授课，他们是学院全员育人、全过程育人、全方位育人的中坚力量，他们和全职教师一道，形成了学院专兼融汇、理论与实践并重、独具优势的高水平教师队伍。

新竹高于旧竹枝，全凭老干为扶持。在师者传道授业解惑的引领下，学院致力于培养具有什么样“精气神”的人才？带着对前沿问题的探究精神而来，载着观察并解决经济金融问题的思想方法而去，一届又一届的金融学子从这里出发，走向世界。截至2021年7月，学院共培养了2592名硕士研究生、317名博士研究生、303名金融工商管理硕士（MBA）、529名金融高级管理人员工商管理硕士（EMBA），以及近6000名高管教育和清华五道口全球科技与金融发展学者项目（GSFD）的学员。

“十年树木，百年树人”这句话里有学院师生对教育的信仰，也有他们独有的浪漫。十年前，学院门口种下了两株高大的玉兰树，它们当时30年树龄，正和中国人民银行研究生部同岁。如今已40年树龄的玉兰树更见高大挺拔，每年3、4月间，朴实、圣洁、典雅的玉兰花为学院之春奏响雅乐，见证着一场场的师生际会。尊重每一朵花自由盛放的灵魂，是学院给予个体的呵护与珍视；若深探树木之根系，他们都坚定执着，牢牢站定。正如每年学院毕业典礼上的歌曲《记住你》所唱：“记住你，经历水木年华才有桃李争艳；记住你，踏遍风雨征程不忘心灵家园。”



清华大学五道口金融学院成立大会现场

破旧立新 立德立言

纵使“瀚海经年到，交河出塞流”，学院坚定站在时光里，昂首迎接太阳。以金融专业硕士、金融学博士两个项目作为原点，学院开始深耕，多元人才培养体系一步步搭建起来，陆续开拓金融EMBA、清华-康奈尔双学位MBA、高管教育、全球金融GSFD、技术转移硕士等教学项目。这些探索中，有一一次次从“0”到“1”的创业冒险，有携手美国常青藤大学开启的全新篇章，有积极突破边界的“破圈”之举，也有强强联手的双向奔赴……时代是出卷人，学院主动回应时代之问，积极探索金融教育的改革发展路径，不负育人使命。

建院之初，学院便将筹建一流智库的目标定位于“提高我国金融政策性研究的准确性、科学性和有效性”这一高举高打的位置上。2014年5月，清华大学国家金融研究院成立，从国家定位和全球视野的角度看问题、分析问题，以高端的学术标准发出独立声音。随着互联网、物联网、人工智能等技术的蓬勃发展，2017年，清华大学金融科技研究院成立，为金融科技行业提供前瞻性研究和实践指导。目前，学院已形成由清华大学国家金融研究院、清华大学金融科技研究院两个校级研究院和32个院级研究中心组成的科研机构体系，学术研究与政策研

究两翼齐飞，学术水平和智库影响力不断提升。

“一刊一坛一会”，是学院成立之初的布局和期望，如今已经是学院品牌体系的“重器三足”。

“一刊”为《清华金融评论》。2013年，《清华金融评论》第一期出版。经过多年发展，坚持以“顶天、立地、学术、政策”为办刊原则的《清华金融评论》无愧为学院的媒体先锋。

“一坛”是清华五道口全球金融论坛。学院积极搭建舞台，创设机会展开学术交流，让世界倾听中国金融的声音，寻求共同探索的答案。从2014年起，清华五道口全球金融论坛成为金融界的一大盛事。

“一会”，即中国金融学术年会。自2016年以来，中国金融学术年会已成功举办五届，致力于鼓励对中国金融问题的研究，推动最新研究成果应用于中国金融改革和发展实践，成为学院一张亮丽的名片。

站在百年未有之大变局的历史关口，面对复杂多变的世界经济形势，学院以理论为实践领航，切实地将研究成果转化为实践中的生产力，主动建立起扎根中国大地，立足于国情的研究导向，直面中国改革开放和经济社会发展的前沿问题和重大关键问题。

硕果累累 继往开来

“刑天舞干戚，猛志固常在”，面向未来新十年，学院继往开来，传承创新。

小院有围墙，却无藩篱。“扎根中国大地，研究中国问题，讲好中国故事”是学院教师们心头的共同课题。学院自成立以来在国内外一流学术期刊上发表或被接受高水平学术论文 260 篇，出版著作



首届清华五道口全球金融论坛会场

37 部，承担科研项目 200 项，以顶尖的学术能力建构理论逻辑、剖析金融现状。新时代的学院师生在科创、抗疫、乡村振兴等一线接续奋斗。

学研之上，以产为先。产学研合作的道路，既是建设创新型国家的高校担当，更是金融助力于实体经济转型和科学发展的关键抓手。近年来，学院在产学研合作的道路上取得了长足进步，产学研合作的模式日趋多样，规模日益扩大，机制进一步健全。“绝知此事要躬行”的务实态度，早已印刻在学院学生的行为范式中，化作敢闯敢拼的劲头。

展望未来，清华大学通州金融发展与人才培养基地的崭新画卷，正徐徐开启。作为清华大学“双一流”建设的重要支撑性项目，它成为学院汇聚各方力量、承载更大梦想的平台。

踔厉奋发，笃行不怠；赓续前行，奋楫争先。学院没有辜负最初的期待，在世界一流、中国特色、清华风格、道口传统的发展道路上阔步前行。“培养金融领袖，引领金融实践，贡献民族复兴，促进世界和谐”的光荣使命愈发熠熠生辉。

从 2012 年到 2022 年，曾经那株幼小的树芽，已经木叶葳蕤，繁花郁烈。此时此刻，恰如彼时彼刻，在下一个十年征程的新起点上，清华大学五道口金融学院依然笃定，骐骥千里，行而不辍。只待“短杖微吟过桥去，东风满路紫藤花”。🌿

旷视，AI 让世界更美好

本刊记者 李彦 黄婧

“启明创投”创始主管合伙人邝子平曾这样评价“旷视”的团队：以前觉得旷视有一群很酷的年轻人在做一件很酷的事，时隔9年之后，感觉依然如此。被称赞的旷视到底是一家什么样的公司呢？简单来说，它是一家聚焦在物联网场景的人工智能公司。

2011年，印奇决定和在姚班认识的唐文斌、杨沐一起创业。唐文斌不仅跟他一样沉迷技术，更是一座人才宝库，唐文斌曾连续7年担任中国信息学奥林匹克集训队教练，后来旷视的员工里，有很多都是信息奥赛金牌获得者。本文要出场的5位旷视里的清华人：周而进、许欣然、周昕宇、周舒畅、范浩强，他们和三位创始人一样，带着清华培养的特质走进旷视，在旷视飞速发展的过程中快速成长，同时又为旷视风格“技术信仰 价值务实”的形成定下基调。

探索无界者周而进

“我就像小孩在海边捡贝壳，每天都能捡到不一样的。”在一次演讲比赛中，周而进这样描述自己为什么要持续做算法。2014年，而进和伙伴们将人脸识别的比对误识率做到万分之一，而现在识别比对



周而进

2011年入学清华电子工程系
2015年加入旷视科技

误识率已经下降到了万亿分之一以下。正是这种想要探究世界本源的好奇心驱动，让他一直在更进一步。周而进也被同事们认为是学者气质最浓厚的成员之一：喜欢探索世界、看问题直达本质并归纳出一二三。

旷视的使命是“用人工智能造福大众”，这一句于周而进也是心有戚戚，“大家的共同目标就是用人工智能去提升社会生产效率”。旷视初创时，国内外鲜有同类公司，所有工作都是在无人区开拓，没有

参照系。而进参与了公司很多项目的研发和落地，每一个项目都充满挑战，但正是这种挑战让他觉得很有趣，科学家探索世界的本能被激发。

研发有挑战，项目推进尤其是去外地驻场的工作更是充满无法预知的变数，但所有的棘手在而进这里都可以被简化为数字1、2、3。几年前，一个驻场项目在离deadline只剩两周时被发现了一个大bug，公司紧急调集团队去支援。队伍庞大，任务繁重，时间滴答滴答不停流逝，一些人乱了阵脚，但而进不慌不忙带大家条分缕析一一拆解问题并有序安排，最紧张的时候以两小时为一节点做测试，看到进程正在被稳步推进，问题被逐渐解决，团队成员和客户的情绪也逐渐稳定。

过程不可谓不艰难，但而进说他既然选择了服务工业界，就一定要去了解技术落地环节中真正的问题和挑战是什么。每一个项目的成功对他来说也都是一次能量补充：“这种补充有两方面，一是看到产品真的被很多人用起来的那一瞬间，我会感到非常巨大的成就感；二是在做这些项目的过程中，我发现了一些对于世界或者未知建模的

优美方式，让我对世界有了更深刻的认识。”科学家溯源的本质又一次凸显。

在公司发展的快车道上，而进的自我成长也突飞猛进。“一开始我的精力都在解决具体问题；慢慢地，找到还有哪些问题变得更重要；再后来，确定做哪些方向成为我的首要任务。”从一名技术极客成长为一名团队领导者，周而进的的关注点在不断扩大，自我要求也在不断提升。一要为公司长期发展提前做技术研发和技术架构设计，在技术发展上做一些准确判断；二要团队不断有更强大和新鲜的血液进来，而进对自己作为团队 leader 的期望，如同他对世界的探索那样，进一层，再进一层，没有边界。而为了实现这一目标，而进又做了什么？许欣然和范浩强对他的解读给了最好的答案。

欣然说而进经常会自己写代码，“他最大的乐趣就是探索新东西，他并不想花时间把程序写得非常完美，他只想证明他感兴趣的一件事理论上可行的就够了。”

范浩强讲了另一个故事，“之前一个项目有个算法问题搞不定了，那天我们一起出差住同一个酒店，我看他拿了一张纸在上面写了9个数，一直静默盯着数字看，就那么盯了一晚上，那一晚我也不知道他到底睡没睡，反正第二天早晨他跟我说算法问题搞定了。”

完美主义者许欣然

有一次公司团建让大家做木工，其他人做了各种造型奇特细节待打磨的小东西，比如投石机、木头显卡，欣然做了一个笼子，框架简单但每一个棱角都被打磨得非常光滑，别人评价说，“这很许欣然”。许欣然喜欢用科学的方法不断完善一件事情，直到自己满意为止。他在旷视开发了很多好用的工程系统和工具，帮助周而进、范浩强这些算法研究员更高效地工作。

欣然大三时，被室友引荐来到旷视实习并在研一下学期时第二次加入旷视实习。“在旷视一个月就有一种在学校上半学期课程的感觉，而且身边高手云集，这让我很兴奋。”许欣然如是说道。此外，研一时去一个公司实习三个月的经历更让欣然坚定了自己的选择，“布置给我们三个同学的任务我们两周就写完了，再去申请更多的任务说暂时没有了。”



许欣然做的木工



许欣然

2010年入学清华计算机系
2015年加入旷视科技

对于许欣然来说，最具吸引力的不是安逸闲适，而是探索未知的机会和能够快速学习成长的环境。就这样，2015年，欣然正式加入旷视。

欣然说他是偏科型选手，大一成绩曾倒数，但工程能力很强，在清华求学时做的清华学堂智能插件当时就很受欢迎，一直到现在还被校内学生广泛使用。也因此，刚入职时欣然就配合其他同事做深度学习框架天元 MegEngine 的相关搭建工作，2015年之后，随着旷视业务模块快速拓展，欣然也经历了救火队长一样的岗位轮换，哪里需要就去哪里。后来，公司开始开展城市物联网业务，欣然去做了大规模

的存储系统和特征检索系统。两年多之后，公司计划将天元开源，欣然重新被调回天元组并成为天元研发负责人。欣然说自己每次都是莫名其妙被选中，但其实，这种莫名其妙的背后，正是他精湛的技术、精益求精的态度、对技术疯狂的热爱被公司看到。

从自己做技术到成为团队 leader，欣然说他最大的转变是变得更信赖团队。“过去有的时候因为太相信自己，所以不相信别人。但管理团队是你只有相信别人能做好，他才真的能做好。”从最初遇到问题只想自己动手解决，到现在考虑怎么给团队成员更多的机会和空间，欣然在旷视成长改变的，是底层思维方式的改变；而不变的，是他完美主义的态度。

风险爱好者周昕宇

早期每一个入旷的新人都会有一个精彩的选择故事，周昕宇也不例外。

来旷视之前，昕宇已经把自己感兴趣的各类型的公司都去了一遍，但从国外的视频 APP 鼻祖到国内大厂，毫无例外都让他觉得无趣。在某公司实习时，昕宇写的代码被带他的主管追问，“你是怎么学的，怎么可以写得这么好？”“我当时就懵了，我不是来公司学习的么？”多年之后回忆起来，昕宇依然无法释怀自己的困惑。

大三快结束时，昕宇来到了



周昕宇

2011 年入学清华计算机系
2015 年加入旷视科技

就业还是读书的选择关口，关键影响因素被逐一分析后，昕宇确定了大方向是工作，但去什么样的公司他依然迷茫。一天昕宇去找一位学长聊，学长让他做了一道选择题：做哪种事情让你更有成就感？一是做的产品服务千万家，技术不难但会影响很多人的生活；二是工作非常有挑战性，过程也许会不顺利，但你最终会把问题解决好。“我要 both！”昕宇说他本质上是风险爱好者，挑战越大越兴奋。说这番话时，昕宇的川普提高了几度，眼神里都是兴奋，长及后背的马尾都跟着颤动。

就这样，昕宇在大四时加入各方面都符合他标准的旷视实习并在

毕业之后正式加入。“帮助提高生产力，这是我的核心价值观，我做编程和参加竞赛，目的都是为了提高生产力。旷视有句 slogan 叫做‘技术信仰，价值务实’，非常符合我的理念。在公司里，大家也都很扎实，是在做实事。”昕宇不仅骨子里有风险喜好，更有着清华培养的脚踏实地。

加入旷视之后，昕宇做了很多工作，别人觉得他做得很杂，但在他的逻辑体系里是统一的，那就是为了提高生产力这个目的。昕宇现在做的算法量产，就是要把算法的生产效率提高很多倍。旷视目前正在做的，本质也正是用人工智能帮助行业进行升级，让这些行业在原有基础上降本增效、提升体验。

“搞深度学习做的 90% 的事情可能都是在试错，因为本质上我们做技术是在和天斗。”知乎上有一个“你为什么愿意留在旷视”的帖子，下面有一个回答是：“最关键的是有一群可以交流讨论的大牛，在公司那段时间经常和 Tim（昕宇）在白板前聊到深夜，就为了追求一个‘本质’的想法。”十年过去了，风险爱好者昕宇依然在像艺术家那样疯狂热爱着算法，疯狂探索着人工智能究竟能给人类带来哪些改变。

理想主义者周舒畅

“我曾在清华图书馆里看过一张两弹一星元勋的巨幅画作，画面

中于敏、王大珩、朱光亚等科学家们目光坚毅。”那场景让周舒畅印象深刻，或许从那一刻起，舒畅就受到了前辈以身许国精神的感召，也奠定了他之后要走的技术报国之路。

2004年，舒畅毕业后去了一家知名外企工作。彼时，那是一份令绝大多数毕业生艳羡的工作，但待了一段时间之后，他觉得必须要改变，因为他发现自己越来越不了解中国用户的真正需求。陆续接触了几家公司，其中不乏行业新巨头，开出的条件都很诱人，但舒畅发现很多都是在追热点，想要快速做一个东西出来变现，并不一定真正为社会创造价值，那不是舒畅想要的。

契机出现在舒畅身边一位实习生离开之时。这名实习生工作表现非常好，以至于他实习结束讲的报告让所有人都震惊了！但他却在实

习结束后选择了旷视，非常好奇的舒畅也跟着他来旷视看看，这一看，便就此留下，舒畅把自己投身于人工智能赛道。

2015年的冬天，印奇和唐文斌站在一个大型仓库门口，那里有一千多名工人忙着将货品入库出库。由于仓库空间太大，暖气很难有效，工人们寒冷又辛苦。两位创始人立刻看到了痛点：这些需要人力辛苦搬运的东西，可以通过人工智能搭配硬件设备解决。“这几年我也逐渐更深地体会到，旷视的技术底层是人文关怀，这也是打动我的最重要的点。”用技术去提高生产力，舒畅说大家越来越坚定他们在沿着正确的方向做事。

20年初疫情来袭时，舒畅带着几名小伙伴一头扎进旷视的AI测温攻关小组。“当时的问题是，测温是主要的控制有症状人员流动的方法。但传统热像测温误报很高，



周舒畅

2000年入学清华电子工程系
2014年加入旷视科技

实际使用中人力虚耗很大”，舒畅说。为此，他和团队从大年初二开始，快速设计了一套基于旷视已有AI边缘计算设备的无接触测温方案，并火速送往三甲医院、超市、商业园区等地进行部署。这个方案中，使用AI面部定位、双光对齐、无源黑体等一系列技术，显著降低了误报率和综合成本。“当时的感觉，是之前AI和物联网的积累正巧派上了用场，非常欣慰。”

来公司8年，舒畅为旷视做了很多事情，但最让他骄傲的是从2016年一直到现在，他帮公司团队将神经网络低比特量化算法从零开始做到落地，到各种应用面世。漫长的六年里，舒畅明白了新技术要



旷视神行系列面板机应用于园区智慧防疫

经历的“九九八十一难”，也真正体会了产学研结合的难点所在。同时这几年因为国际关系，旷视也受到影响，团队需要自力更生，不断攻克一个又一个难关，这样的考验也让团队更加团结，更加坚定。

“毕业18年了，我一直在做技术，能参与推动中国人工智能技术的发展，内心觉得对得起清华校训。”舒畅说，他很自豪。像影响他至深的“两弹一星”专家们一样，现在，舒畅和旷视同事们也在为加速中国科技兴国的进程贡献力量。

六边形战士范浩强

如果把范浩强的能力以六边形图做一个量化，他大概就是那种满格的六边形战士。信息学奥数金牌，保送姚班，大一军训时完成 ICCV 论文，现在带领100多人的团队深耕AI计算摄影、生物识别、机械臂抓取、视觉检测等领域。

这样的年轻人有太多机会了。去国外还是去清华读书，是范浩强人生中第一个重要选择。彼时正是国内计算机行业快速发展时期，这波机会值得抓住。在这个信念下，他开始了清华+旷视的大学生活。

当时深度学习在人工智能领域还没有火起来，范浩强调研后在公司做了一场报告，认为深度学习才是未来。大家尝试了一下，发现效果很好。此后公司开始聚焦于深度学习算法。在旷视关键技术路线的选择上，范浩强起到了重要的推动



范浩强

2013年入学清华交叉信息学院
2017年加入旷视科技

作用。

从那时起，范浩强就显露出了“神棍”般的领导者气质，当他说一件事能行，大家就有了信心。

人脸识别发展到一定阶段，活体检测技术成了一个坎，这条路不能走通，整个旷视都在看范浩强和他的团队。他带领大家玩命做实验，不仅证明了活体检测的可行性，也确立了旷视在这一领域的领先地位。

从天才少年到商业领袖，他的角色过渡在这个过程中逐渐确定。

这些成就很容易让人忘记此时范浩强连大学都还没毕业，但他终究要来到第二个路口前。大四毕业

时，他在出国留学和参加工作之间做了一个选择。

2017年旷视已经把人脸识别的技术问题解决掉，很快就可以大规模应用了，在这个关口怎能一走了之？他选择留下的理由很简单，就是为了旷视。

范浩强还拒绝过很多可能。一家知名外企曾给他提供了一个很好的职位，他婉拒：“人脸识别的活还没干完，我想继续做。”对方的答复让他记忆深刻：“人脸识别压根不work，做它干什么？”

范浩强说：“好，因为你这句话，我更要接着干，我要让你知道它是能work的。”对方愣了：“我很喜欢你的回答。”拒绝人不难，拒绝后能让别人产生尊敬，这是境界。连拒绝都做出了天花板级的示范，谁还能给六边形战士上课吗？有。

范浩强有三堂最重要的课。

第一堂在清华。他在竞赛中夺冠时，姚期智先生对他说：“竞赛只能说明你比身边同学强，但你要成为在全球范围里有竞争力的人。”

第二堂来自印奇。对于旷视的产品研发，印奇要求是：要做就得是第一，不然就别做。

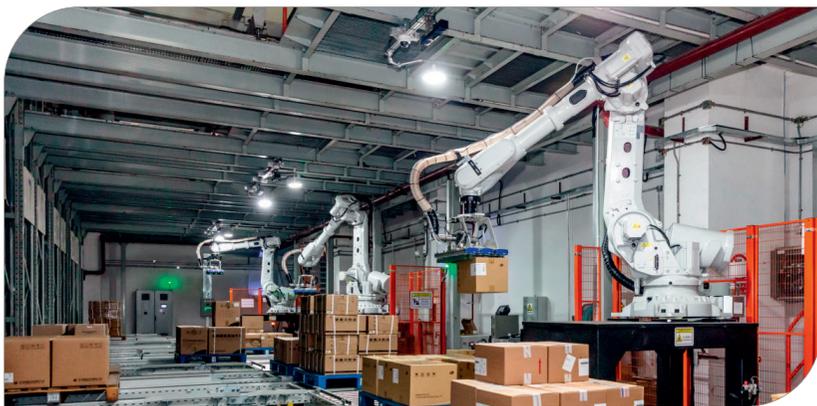
第三堂来自旷视研究院院长孙剑。范浩强曾请教孙老师，怎样做管理者？孙老师说，管理就是爱人，“你要能设身处地从别人角度考虑问题”。

范浩强果然成为了研究院中最关心人的Leader之一。如果你

去问他的“人”，大家的评价是：魅力型领导。“就愿意听他忽悠，管他在说啥。”这其中可能有段子手属性的加成，但绝不只是这么简单。

“把自己变得更好”已经不是范浩强的关注点了，他琢磨的是怎么“让大家通过工作获得更好的生活。”攻克人脸识别这座大山时，范浩强曾想，把这个问题做出来我就可以退休了。结果现在做完了，他没能如期退休。算法做好之后还得考虑产业化落地，构建商业体系等等，每一个都比搞算法难多了。

任务依然很艰巨，但六边形战士的边界是无限的。换句话说，范浩强心中有更大的江湖。



特征鲜明的旷视人

旷视像一座大学，为每一位旷视人烙下烙印：好奇心、无惧挑战、技术至上、不断成长，而进、欣然、听宇、舒畅、浩强，以及像他们一样的另外60多名从清华来到旷视的同学，他们既是性格迥异的清华人，也是特征鲜明的旷视人。这些年，也有许多清华的同学来到旷视实习。有些同学毕业后选择继续读书深造，也有些同学选择去其他行业工作，但他们在这里都收获颇丰。“旷视让你有哪些成长？”当几位被问到同样一个问题时，他们的回答，都在证明着旷视的奇妙。

许欣然：在这里我没有被明确的条条框框限制住，旷视的业务扩

旷视 3A 智慧物流解决方案应用于国药广州物流中心

张很快，需要人成长的方向很多。我希望自己每天都在学新东西，在旷视大家都这样，我不学过几天就没法跟大家对话了。

周昕宇：之前我的性格更内向一点，喜欢自己找一个安静的地方写代码。在旷视工作的这几年，我的性格变得更外向，也更善于沟通和表达。

周舒畅：旷视的竞争强度非常高，但你只要创造价值，就可以不停地突破你的边界，如果你觉得这件事有人做得比你更好，那你可以去做另一件更适合你的事。

人脸识别技术让旷视一战成名。但现在旷视早已不再局限于提

供人脸识别算法，而一跃成为聚焦物联网场景的人工智能公司，通过构建软硬一体化的AIoT产品体系，让消费者体验更加简单美好，让城市运行更加安全便捷，让企业生产制造更加柔性高效。这也正是本文五位主人公一直在执着追求的目标——用AI提高生产力，用AI造福大众。

“我们的愿望就是为这个世界做一名工程师，能够为这个世界创造价值。”印奇的这段话，可以很好地概括旷视和旷视人的全部。这些人，为了让人类生活更美好而选择在无人区开拓。

叩响宇宙探索的大门

本刊记者 黄婧



曹德志

星测未来联合创始人&COO
清华大学工物系本科、博士休学，曾任清华大学学生创协主席、校团委科创中心辅导员等，获清华大学优良毕业生、优秀学生干部

2022年2月27日，文昌龙楼镇海滩。

长征八号遥二运载火箭如期发射升空，沙滩上观看火箭发射的人群中，有十几个特别雀跃的身影，他们显得比别的观众更加激动，好像在亲眼目睹一个奇迹。

这可能并不夸张，对这些来自“星测未来”的年轻人来说，第一次看到火箭搭载着自己公司的产品运送上天，心中呐喊的声浪也许已经超过了火箭的巨大轰鸣。

相比之下，曹德志和仓基荣淡定许多。这两位星测未来公司的联合创始人，已经不是第一次见证自己的产品升空了。

仓基荣，清华大学工物系本科、博士，天文系博士后；曹德志，清华大学工物系本科、博士休学，2019年他和同门师兄仓基荣一起启动了创业事业，而后在2020年成立星测未来科技（北京）有限责任公司，“司龄”已经两年。

追光少年点燃的火花

星测未来的成立大概要追溯到2016年。那一年，一帮年轻的清华同学启动了基于立方星开展空间伽马暴探测的计划，后来逐步演化成清华大学知名的学生主导科技项目——“天格计划”。

天格计划简单说就是把小卫星

打到太空里做科学探测，目标是观察来自宇宙中的伽马射线暴，而这些现象常常揭示了极端天体，例如中子星及黑洞等的活动情况。

天格团队最初由来自工物、物理、航院、电子和机械等院系的35名同学组成。在队长温家星所在的工物系，正在跟随曾鸣副教授攻读博士的仓基荣也指导同学们做了很多工作。

2018年，天格计划的第一颗星成功升空，以此为原型拍摄的短片《追光少年》发布后，让无数人心潮澎湃。

天格计划仍在持续，同学们联合了其他高校，准备把很多颗卫星送上天，形成“天上的网格”。它的目标是快速响应及溯源定位，假如宇宙中有一个射线源爆发了，当信号传到地球附近，将会被网格里的好几个节点探测到，通过分析几个节点接收到信号的情况，便可以反推射线源的位置。

这对信息处理的效率和速度提出了很高要求，一次伽马暴的时间只有一两秒钟，并且信号要第一时间发给地面和其他卫星，通知它们朝爆发的天区做进一步观测，这就要求有较强的星上处理技术。

有需求就应该有市场。星上边

缘数据处理系统是一个面向未来的方向，意识到这一点后，一颗创业的种子在仓基荣心中萌芽了。

这一年，在同一个实验室读博的曹德志正在清华大学学生创协做辅导员，担任创协主席。清华大学对学生创新创业的支持滋养了他对创业的兴趣和信心。曹德志与师兄仓基荣深谈了多次，后来的报道中形容他们两个的相遇，“像是火苗遇到了氧气”。

那个时刻，在天格的探索和实践看到的方向是“天时”，清华对创新创业的鼓励与扎实的技术支撑是“地利”，仓基荣和曹德志这对师兄的联手是“人和”。火花点燃，他们的公司诞生了。

升级的太空试验平台： 经费 100:1，耗时 7:1

2020年，星测未来科技（北京）有限责任公司注册成立。

公司的第一款主打产品“星测”将两人的设想落了地。“星测”解决科研仪器里的数据采集、数据处理问题，目前已经更新到第二代。如今它的功能已大大拓展，除了在太空中可以采集伽马暴的数据，还搭载了太空实验平台，能够测试太空中的辐射情况等等。

宇宙神秘而浩瀚，人类对太空的每一步探索，都要以了解太空环境为基础，主要途径是通过科学卫星、实验卫星对宇宙数据进行观

察、收集与开展实验。很长时间以来，我国发射的科学卫星都是大型卫星，一次发射承担着多项科学研究任务。而一颗大卫星从立项到升空能够工作，往往周期是5-7年，经费以亿元计。大国工程的优点是显而易见的，但是因为承担的任务多，成本高周期长，也使得对于某些课题的学术生命周期来说，验证速度过于缓慢。

换句话说，我们需要有更灵活便捷的探索方式，商业化航天的引入就是一个恰当的补充力量。

“星测”这样的太空实验平台可以针对某个特定观测目标把精度做高。以星测目前的生产和研发速度，在一个立方星卫星上搭载探测载荷，可以做到在一年左右完成，同时成本大约只是吨量级卫星的1/100。当载荷的成本降低，周期变快，目标更专注，太空研究对于高校和科研院所的研究者来说就变得更加可行。

国内天文学科翘楚南京大学已经在使用“星测”系列的太空试验平台。“你看，这就是‘星测’”，曹德志举起一只凝聚了公司智慧的小盒子，“它体积很小，看起来其貌不扬，其实是多层结构，有探测器、前端电子学、数据采集模块和后面的拓展模块，可以说它就是一个实验平台。”想到茫茫宇宙中，那些未知的数据正在通过自己公司的产品被收集和传送到科研工作



公司创始成员之一仓基荣

手中，正在为人类之后的太空探索积累经验，曹德志也很开心。

卫星的“大脑”：它能避免马航飞机失踪事件重现

如果不是业内人士，太空、卫星……对普通人来说，似乎是一些过于遥远的名词。真的如此吗？

两院院士李德仁曾经在接受采访时讲过这样一件事：在汶川地震时期，中国的卫星总数还不多，为了拿到一张震区的遥感影像，他们等了整整一天的时间，最后拿到的影像还是由意大利COSMO卫星提供的。接下来又用了三天时间回答了“重灾区在哪儿”这个问题，而三天恰是抢救伤员的黄金72小时……这让李德仁院士的心情非常沉重。

为什么会这样？简单说，就是

从卫星上下载数据的效率太低了。

卫星以前的工作模式是把数据慢慢地、一轨一轨地传回来。中国自己的卫星绕地球运转，目前只有每次飞到中国上空区域，通过地面站接收才能下载一部分数据，再飞过来，再下载一部分数据……如此经过很多个回合，数据才能传输完成。这已经够让人着急了，原始数据量还常常大而无当。比如可见光卫星常常会拍到大量带云的图片，如果在卫星上不做筛选，将会传回很多无效数据，更加剧了资源的浪费。

这个问题不难理解，以我们常用的网络传输作类比，如果想快速高效地把一组聚会的照片传给对方，你会怎么做？

首先，我们会对照片进行筛选，把虚焦的、表情不好的删掉。第二，把照片打包压缩，这样会减少传输文件的大小，以此提高速度。

同样的道理，如果能在星上实现数据甄别，把无用的数据剔除掉，再把有用数据进行压缩，回传速度一定会得到提升。

这个痛点并非没有人意识到，解决起来却不容易。最大的问题是，没有人敢第一个吃螃蟹。

在传统的航天方案中，可靠性

是第一位的，芯片的性能和选择的型号都会相对保守。原有的卫星工作模式大家都很熟悉了，虽然有不便，但不影响使用。现在星测未来公司想要创新性地加入新产品，怎么说服大家接受这个改变呢？

教育广大市场中的用户，对创新者来说往往是比较技术突破更难的挑战。

“我们开始做这个产品时，只是理论上觉得市场有需求，但市场是不是真的需求？需要我们去验证和教育。这个过程中吃了不少苦。”曹德志说。

有段时间师兄弟俩不停地见客户，讲得东西对方也觉得挺好，但到底做成了是什么样子，客户没有概念。市场本身是模糊的，开辟者需要先定义出这个新事物，再找到一条能走通的路。

从0到1的突破正是今年2月在文昌发射的长八遥二火箭，其中的“巢湖一号”卫星搭载了公司的AI加速处理载荷“星溪”，这是该款产品的第一次在轨验证。

高科技产品自然要凭实力说话，当长八遥二搭载发射成功，公司拿着完整的测试结果证明了技术实力。接下来采取的策略是和卫星厂商合作，将产品尽可能多的搭载

到平台上，先从做一个并行的链路开始，不干扰原来的工作模式，让客户先感受星上边缘处理带来的效果，然后再合作探讨商业模式。

“目前我们的产品应该是同等性能级别里，唯一一家在轨运行的。说得不谦虚一点，世界范围内我们可能也在第一梯队里。因为产品比较新，目前关注该领域的玩家，大家都处在同一起跑线上，机会对每一个人来说都是平等的。”曹德志说。

“星溪”究竟能做什么？“我们把‘星溪’比喻为大脑。以前的卫星获取数据回传地面，很像脑干和神经系统的关系。它有控制动作的能力，比如让卫星转个身，或者负责数据的链路，类似于建立了神经系统，但是缺乏深度思考的功能。有了星上计算单元，它就可以针对数据进行深度处理，相当于有了大脑的概念。”

这或许会给我们的生活带来许多意想不到的改变。当每颗卫星上都有了较强的星上处理单元，它的功能就会更多。比如，通过遥感卫星建立起对全球的实时观测网络，类似马航飞机失踪的事件将再也不会发生。不管飞机在哪儿飞，即使关闭了通信电子频段，也总有卫星能覆盖到飞机的轨迹，可以通过物理的手段找到它。

此前中国海军在非洲执行抓捕海盗任务时还有一个案例，中国卫



星已经拍到了海盗的位置，但必须等卫星转到中国上空，数据才能下载下来，再在地面进行处理解译。等拿到结果，至少四五个小时过去了，海盗早已不在原来的位置。如果以“星溪”为代表的产品能够推广，不仅是非洲的海域，还有漫长的中国国境线，安全性都将得到提升。

太空实验平台“星测”，天上智能处理平台“星溪”，这帮年轻人捧出自己的智慧结晶，叩响了宇宙探索和卫星智能化的大门，这清脆的叩门声将在日后荡起回响。

人生创业家的浪漫与务实

星测未来的团队现在已扩展到三十多人，它的成长也是中国商业航天力量发展的一个缩影。可以预见，未来还会有很多天上应用服务应运而生。“我们的下一个产品名字已经确定了，叫‘星海’”，曹德志笑着说。创业公司的核心团队虽是工科背景，但都有着航天人特有的浪漫。

这或许也是曹德志的人生态度之一。

如果说人生是由一段段旅途组成，在“读博”这段旅途中，曹德志遇见了不一样的风景。

2018年，博士二年级结束，他的导师决定离开清华去创业，曹德志变成了实验室里最特殊的一个学生，一时失去了指导。

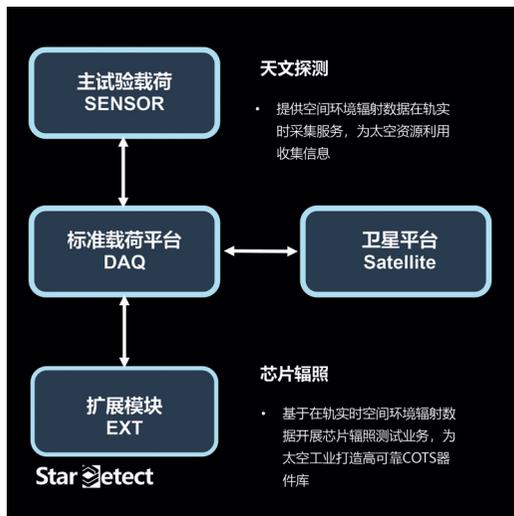
在紧接着的博士生实践中，他在兰州和武威学习工作。面对滔滔黄河与辽阔戈壁滩，他也在其中思考人生：世界这么大，有太多事情不是个人能够掌控的。如果此刻把手机往黄河里一扔，只身往大西北深处走去，抛开外界贴在清华人身上的标签，剩下的是什么？回归到本质，人终究还是只能凭借四肢、依靠大脑在社会中生存。茫茫天地让曹德志对人生有了新的考量，所谓成功，不是财富和头衔，也不能建立在对外界的依附之上，要依靠自己去开创一番事业。

从兰州回到清华，他就接任了学生创协的主席，之后的故事，我们都已经知道了。

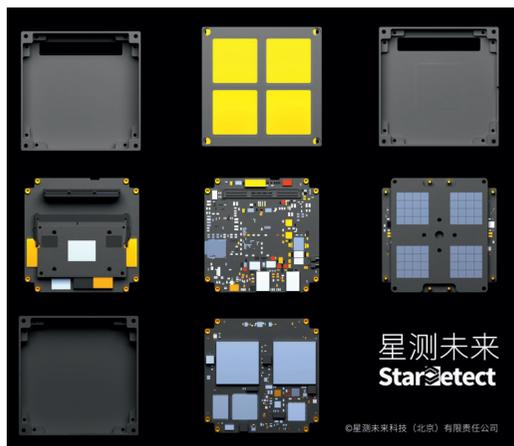
这段经历影响和部分塑造了曹德志的价值观。他在不同的场合说过，“人的一生就是一场伟大的创业”。创业



卫星智能化概念图



星测未来的产品架构示意图



星测未来的产品大图

的终点是什么？如果只是用二元划分的方法，它就是成功和失败。但跳出二元划分，更关注过程而不是结果，那重要的就是旅途本身。

当普遍意义上的“成功”不再是唯一的衡量目标时，“失败”也不是一个可怕的字眼了。

“对公司来讲，我们必须意识到创业失败会对每个人产生冲击，将带来巨大的伤害和风险，一定要警惕。所以公司做了很多工作，比如增加现金流的战略纵深，增强抵御风险的能力。但是如果回归到个人来说，无论是否在创业当中，只要在每一段旅途里更关注过程，更关注每天做的事、与周围人的连结，那么个人的成功和失败在这个维度上是被消解的。”曹德志说。

也许作为一个参与探索星空的人，理当有这样开阔的价值观。

在人生道路的选择中，曹德志后来跟随的导师曾鸣副教授叮嘱过他一句话：“如果找到了自己想做的事情，想清楚了，就全力以赴去做。”这也让他和仓基荣在开启事业之后，最终决定暂停学业专注创业。

学生创业很难，从擅长的科学研究到陌生的商业洞察，需要完全不同的视角转换，从校园人到公司管理者的身份转变，更是一次人生的系统升级。技术研发需要前瞻布局，人脉资源需要积累，市场商务需要开拓，公司运转得摸着石头过

河。究竟哪一项任务更难，曹德志选不出来。

不过在遇到困难时，他逐渐理解，所有困难，其实考验的都是个人快速学习的能力、面对恐惧时的心态沉稳度、科学的评估过程以及团队和公司的协作等等。对清华人来说，这些考验并不陌生。

这也是一个实力很强的技术团队，他们一路参加比赛，从清华的“昆山杯”“校长杯”，打到深圳的创新南山“创业之星”，再到全球级别的“东升杯”创业大赛，最近的一次好成绩是拿到了“东升杯”的全球第二名。

第一次将“星测”发射到太空中是在2020年底。卫星上天后，他们设计了一个任务徽章作为纪念，这一页就算翻过去了。同样的，2022年的发射一结束，团队马上就投入了新的征程，想象中的激动并没有持续太长时间。因为产品上天之前已经做过充分的地面测试，在轨表现怎么样，所以在哪个阶段会出现什么情况，如何应对，都是非常明确的，但接下来还有很多技术难关需要攻克，不少运营琐事等着处理，或许没有太多时间来反复回味成功的喜悦。

清华学术科研的实干风格传承到了公司里，一个阶段完成了，画上句号，接下来就继续前往新的地方。

同样是商业航天，同样是技术

创业，有人常常会好奇他们是否有成为“中国马斯克”的野心。

“我们不必成为中国的马斯克，我们做好自己就可以了。”曹德志说，“大家可能有同一个使命愿景，希望为人类进步做一些工作，这个是相通的。但是站在国家的角度讲，我们的路径并不相同。”

选择商业航天，也许不太可能出现类似互联网行业的造富神话，公司和核心团队都做好了5~10年的长期准备。

他们很有耐心，也有雄心，希望通过提高卫星的工作范围和效率，让世界发生一些改变。

他们也还很年轻，在工作之外总有一些可爱的举动。比如相约去文昌见证火箭升空，比如收集了全公司员工的姓名，要把大家的名字搭载在接下来即将升空的新产品上——“会永远留在太空中呢”，公司里年轻的女孩开心地说。这又是属于年轻人的浪漫了。

在采访最后，曹德志提出了此次采访中唯一的一点要求：“请不要在个人维度上过多着墨，个人的东西虽然容易有共情，但我们更想让大家知道的是，‘星测未来’是一个清华的创业团队，我们在做商业航天和高端装备制造，我们在做一些开拓行业的事情。”

不知这个要求，是否也可以作为他个人性格的一个注脚。🍷

氢燃料电池车五年关键期来了

► 欧阳明高

近两年，氢燃料电池技术取得了重大突破，电动汽车产业化更是达到爆发节点，但氢燃料电池技术突破的节点比动力电池足足晚了十多年。

燃料电池是氢能产业的一部分，也是先导、引领甚至核心部分。现在，燃料电池已经进入成本下降的快速通道。目前，氢燃料电池汽车已经进入大规模商业示范阶段。北京冬奥会就是全球最大的一次燃料电池汽车示范，约投入1000多辆燃料电池车，背后是30多个加氢站。此外，财政部等5部委开展的氢燃料电池汽车示范工程也已启动，多个城市开展以燃料电池商用车为主体的多元场景商业化示范。

把握五年窗口期

中国氢燃料电池汽车技术路线图的原规划是2025年氢燃料电池汽车保有量为5万~10万辆；2030-2035年保有量增加到80万~100万辆。这是以商用车为主体，我仍然维持这一预测。

至于燃料电池轿车，不太可能与纯电动轿车相竞争。现在，纯电动轿车市场已经爆发，中长期看，电能不太可能改变为氢燃料。但是性能较好的氢燃料电池轿车仍有局部市场，今后5年仍有可能卖出1万辆，毕竟此类轿车拥有不少粉丝。总体来看，氢燃料电池汽车发展的关键期是未来5年，到2025年就可做出明确判断。今后5年，整个商用车电动化会呈现出多元化趋势。到2025年，商用车电动化长期路线图也会相当明确。

观察纯电动汽车普及的地图可以发现，该市场大都集中在长城以南、中部及东部，其他地方相对很少，而那里就是氢燃料电池汽车的潜在发展区域。



欧阳明高，中国科学院院士，清华大学教授、博士生导师，汽车安全与节能国家重点实验室主任。

我们要努力利用这五年的窗口期，把氢能燃料电池车做起来。

从战略视角看问题

应当注意的是，纯电动只需要动力电池单点的突破，而氢燃料电池汽车不仅需要燃料电池技术，还涉及氢能的制、储、运、加及车载储氢问题。因此，必须从氢能的战略角度看问题。

第一，要清洁低碳、主攻“绿氢”，牢记发展氢能的初心和使命。

有的人反问我：“纯电动车为何不一上来就说‘绿电’？”原因有二：一是时代不同了，当时还没有“双碳”目标；二是纯电动汽车与“绿电”是互动关系——光伏风电等波动性强、储能难，绿电规模上不去，而纯电动车大发展可以直接提供电池储能，电动车越多、绿电就越多，绿电越多、电动车就越绿色，二者是互动增强的关系。

从“碳中和”与新能源革命的角度，可再生能源的载体就两个——电和氢，二者在动力和储能应用方面是互补的。储能方面，氢能是集中式、长周期、大规模储能；电池是分布式、短周期、小规模储能。氢能的合理性主要取决于可再生能源大规模、长周期

的能量储存和多元化利用需求。氢能的关键是成本，这取决于“绿电”成本。如果“绿电”低于0.15元/千瓦时，氢能就可体现出经济性。但这在东部、中部、南部都不易实现，而在新疆、青海、西藏、内蒙古、四川等大规模可再生能源基地则容易实现，所以，要尽可能在这些地方发展氢能。

我国在“绿氢”方面有很大潜力，燃料电池也会拉动相应制造设备即电解槽技术的发展。有的燃料电池甚至既可发电又能制氢。我们应该利用四川的水电、新疆的光伏、内蒙古的风电等低成本“绿电”大规模制氢。

第二，要创新引领、自立自强，实现氢能科技的新突破。

氢能与燃料电池不同于电能与动力电池，其链条长、难点多，急需在制氢、储氢、运氢、加氢、车载储氢、燃料电池动力、氢储能系统全链条技术上取得新突破。

这里要强调三个方面：

一是当务之急要突破产业化“卡脖子”问题，如催化剂、质子膜、碳纸、高强度碳纤维、安全阀、加氢站离子压缩机等，这些很多仍需进口。

二是针对氢安全技术要建立测试评价规范、安全监控平台、开展安全操作培训等。

三是加强攻关中长期氢能前沿科技，如既可发电、又可制氢的可逆型固态氧化物燃料电池/电解装置等。

第三，市场主导、政府引导，遵循新兴产业发展规律。

政府不可能像补贴纯电动车那样对氢能汽车进行全面补贴，只能选择重点。氢能产业发展与纯电动汽车产业类似，从孕育期到导入期、成长期再到



2022年1月31日，中国石化北京石油在延庆打造的第一座油氢合建站兴隆加氢站岗位员工在为冬奥赛事车辆加注绿色氢能

爆发式增长期，都需要经历一个艰难的过程。

目前，氢能汽车正处于产品导入期，即将进入成本快速下降的产业成长期，我们应该有信心。但相比电池产业，氢能全产业链具有更大的复杂性和更加激烈的中外技术竞争性，我们不能盲目乐观，必须努力攻坚克难。

今后5年，政府的支持和引导非常重要，尤其在产业链的聚合、应用场景的规划等方面。但地方政府也要因地制宜、量力而行、“放长线钓大鱼”，如果急功近利将欲速不达，最后就是“一地鸡毛”。

氢能产业还需要坚持市场主导。长城以北、西部和西北部冬季温度低、能源基地多，同时对于可再生能源的集中度高，具有氢能生产和利用的场景，非常适合氢能全产业链发展。所以，今后5-10年，氢能市场的突破口就在可再生能源富余区域。

对燃料电池汽车而言，最好是低成本、高安全储氢瓶能够覆盖的里程范围，能够在冬天利用燃料电池的余热给车内供暖。同时，地方政府和大型国有能源企业要有意愿建设加氢站。主要合适的车型是卡车、公路客车和重载货车等。

【整理：赵广立】

如何预防生物安全危机

► 杨霄

杨霄，2009级社科学院硕士校友。现任中国现代国际关系研究院副研究员，国家高端智库建设办公室副主任，主要从事危机治理研究与智库建设工作。著有《推演：让决策更具洞见》《大国远谋：国家中长期风险评估与战略预判》。



正在经历新冠肺炎疫情肆虐的世界，对生物安全危机有了越来越深刻的理解。类似“新冠”“非典”的突发性大规模疫情、蠢蠢欲动的生物恐怖袭击、高等级生物实验室泄露、外来和转基因物种的生态入侵、食品药品和疫苗安全缺陷、先进生物技术滥用等生物安全风险，对国家安全、人民安全构成一系列层出不穷的新挑战。当生物安全风险突然袭来，决策时间的紧迫、处置资源的挤兑、信息传递的混乱，共同造成了生物安全危机。

防范风险、应对危机，考验的是预见和决策能力、预置和应急体系、协调和治理水平。推演作为一种预见未来的科学方法，能够有效探索“黑天鹅”“灰犀牛”等重大突发事态，成为世界主要大国在战略研究和危机决策中长期普遍运用的手段。其中很多生物安全危机推演的仿真程度很高，对于提升生物安全风险预判和危机应对能力起到很大助益。生物安全危机推演重在探究危机中和发生前政府、企业、社会和公众等各方面怎样协同配合，共同化解和消除生物安全风险，尤其是着眼生物安全风险溢出效应，应对衍生而来的国家安全、政治安全、社会安全等多方面挑战。

提升风险预见和危机决策水平

生物安全危机推演的最初使命，就是解决重大突发事态的决策问题。2001年美国发生“9·11”

恐怖袭击后，炭疽邮件事件、禽流感等生物安全危机频繁威胁美国民众的生命、健康和财产安全。为此美国陆续举行一系列高层级大型生物安全危机推演，如由国防部副部长亲自主持针对生物恐怖袭击的“红色盾牌”等系列推演。这些推演的参与规模均超百人，包括联邦政府相关部门高级官员和专家，议员群体，以及制药、医疗、保险、通讯、运输等重要领域企业高管。推演的危机情景通常是在人口稠密地带爆发假想的高致病性传染性疫情。

经过近二十年的“从推演到实践”的反复循环积累，国际社会对于应对生物安全危机与传统危机的巨大差别有了越来越多更深刻的认识。由于涉及广泛社会面和公共舆情，生物安全危机应急方案不能遵循常规决策流程进行逐级汇报、等待指令、逐级落实，必须事先明确各级各类机构决策权力的分配，在危机发生后的第一时间由各行为主体及时做出各自决策并迅速实施，随后再根据危机事态发展逐级逐步统筹协调。

还在肆虐的全球新冠肺炎疫情无疑是近百年来人类遭遇的最广泛最严重的生物安全危机。疫情暴发前，美国最新开展的一些生物安全危机推演，在深入考察全球疫情大流行情况下如何管控危机的同时，也较为准确地模拟了此后出现的全球新冠疫情及其深远的衍生影响。

最典型的的就是2019年10月美国约翰斯·霍普

金斯大学卫生安全中心与世界经济论坛、盖茨基金会联合组织的“201 事件”推演。该推演聚焦突然爆发全球性严重大规模传染病时，如何降低疫情对国际经济、贸易和社会的严重影响。参与者既包括联合国、世界银行等国际组织的高级官员，也包括强生、万豪、汉莎等跨国企业高管，还包括相关国家疾控等部门的高级领导。可以说层级足够高、涉及面足够广。这次推演后，新冠肺炎疫情很快爆发，全球蔓延趋势及深刻影响与推演高度吻合，因此引发很大争议。以至于主办方不得不专门发表澄清声明。

类似推演美国一直持续开展。就在新冠肺炎疫情发生前不久，特朗普政府于 2019 年 1 月至 8 月组织了代号“深红色传染病”的一系列针对突发大规模疫情的生物安全危机推演。2020 年 3 月，推演报告被《纽约时报》部分披露。推演中，医疗资源短缺问题突出，各州向联邦政府不同部门求援，导致应急系统严重紊乱。推演结果显示，问题不仅限于美国没有能力快速发动制造业填补医疗和防护物资的缺口，联邦机构之间、各地方政府之间争夺领导权、各自为战等决策和治理体制问题才是妨害美国应对重大疫情危机的根源。短短数月，真实爆发的新冠肺炎疫情完全验证了推演结论。

据不完全统计，2020 年前美国至少有四次大型推演聚焦类似新冠肺炎的全球性突发疫情，并向政府提出一系列富有见地的政策建议。然而，这丝毫没有改变美国应对疫情的失败表现。出现这样的结果，既有强烈讽刺意味，又引人深刻警醒。生物安全危机推演在预见风险、应对危机方面的关键价值也就此突显。

对重大问题做好前瞻性布局

随着生物安全危机推演经验的不断积累，在针对长周期的国计民生重大问题方面，推演逐步展现出越来越突出的战略价值。以艾滋病为代表的慢性

传染病在发展中国家的传播形势极其严峻，对经济社会造成的损害重大而深远。人口大国印度就是这样一个典型。艾滋病疫情的快速传播引起该国高度警惕，尤其是正在加剧的从城市向农村扩散的不利局面，对印度经济造成的损失将会异常突出。为此，近年来，印度联合国际组织和西方国家一起，开展了一系列关于印度艾滋病疫情防控与相关产业布局的大型国际推演。推演规模超过 200 人，参演人员包括印度联邦和地方政府高级官员及国内相关领域的社会组织代表，制造、金融、制药、科技、能源等领域大型企业高管，以及美、英、德等多国和联合国、世界银行和世界经济论坛等国际组织代表。

组织方专门设计开发了推演辅助分析平台，分三阶段模拟未来十年周期的疫情发展和防控情况。该平台融入包括流行病学和经济学模型在内的分析框架，纳入 1000 余项数据变量，搭建成模拟疫情扩散的人机结合仿真系统。考虑到疾病控制在现实中往往受制于资金缺口，推演专门对采取防治措施的资金支持问题进行了模拟，对各方在资金压力下的行为及其对疾病控制造成的影响进行了检验。

推演结果强烈反映出，参演方之间长期互信不足严重损害大规模疫情的前期防控努力。经过推演反复探索，如果各方通力配合加大前期防控投入，与不采取任何措施相比，能够在未来十年内将印度艾滋病的传播规模降低 50%，国民经济损失将减少至少 315 亿美元。而相应投入只需要不超过 92 亿美元。前期小幅投入带来的庞大后期收益对参演各方都造成了强烈冲击，极大促进了各方在现实中进一步加强协作，以更加积极的行动投入疫情防治整体布局。

类似的推演尝试也为同样面临相关严峻挑战的其他发展中国家提供了重要参考，尤其是对完善相关领域的法律和政策顶层设计，优化战略性产业布局，带来一定启示。

增强应对复杂冲突的能力

今天人类面临的生物安全危机已远远突破国家和领域界限，不再仅仅是地域性、局部性和国家内部治理的课题，也不只是生物安全具体技术范畴内的危机，而是与其他安全问题复杂交织、深度纠缠的综合性问题，成为“世界百年未有之大变局”中的关键变量。生物安全是国家总体安全的重要组成部分，也是影响乃至重塑世界格局的重要力量。在此趋势下，生物安全危机的国际政治属性显著提升，在国际合作、竞争与冲突中的角色也日趋复杂。原本聚焦生物安全危机的推演正在向应对复杂冲突和维护国家总体安全方向探索发展。

2021年3月至7月，美国主要核武器研究机构洛斯·阿拉莫斯国家实验室(LANL)与著名智库“战略与国际问题研究中心”(CSIS)联合组织“圣保罗综合征”系列推演。想定在2039年，美国因怀疑俄罗斯军舰向朝鲜运送生化武器材料，在试图搜查过程中引发冲突，造成俄舰不明原因沉没和俄、美两军人员伤亡。两周后，在韩、朝两国游客频繁进出的美国阿拉斯加圣保罗岛突然爆发原因不明的出血热疫情。美方怀疑该病毒是上世纪80年代苏联实验室研发的马尔堡病毒的变形，并据此将不明疫情的起因指向俄罗斯或朝鲜的蓄意攻击。在此情景下，东北亚地区的相关国家都被牵动到复杂的冲突局势中。通过推演，研究团队系统模拟了因生物安全危机引发的美、俄和亚太地区多国间危机冲突的发展和升级，并将军事冲突、核武器、北极争夺等多方面因素纳入，形成了综合性冲突的研究模式，对预防冲突升级、制定合理预案、储备战略力量提供了重要参考。

类似的推演活动反映出随着实践经验不断丰富，生物安全危机推演的前沿发展呈现出新趋势。一方面，传染性疫情的流行病学模型不断完善，在生物安全危机推演中持续发挥关键基础性作用，为更加准确研判危机态势创造条件。另一方面，经济、

金融和社会的安全发展、国家间合作与冲突、军事与领土安全等复杂要素深度融入，为在更多维度上完善相关模型和推演架构提供了可能。综合来看，生物安全推演正向着更加综合集成方向演进。

完善国家生物安全风险防控和治理体系

在防范和应对生物安全危机的现实斗争中，必须坚持总体国家安全观，以系统思维、底线意识、前瞻视角，加强风险预见，做好危机预案，优化资源预置，形成服务国家总体安全的高水平生物安全治理屏障。生物安全危机推演，为做好相关工作提供了一条思路，也就是在虚拟的环境中充分试错、主动暴露短板、模拟检验应对危机的不同方案。在模拟的未来中犯错，总比在现实世界中，危机真正到来时用生命、财富和国家安全作为赌注来决策要好得多。推演正是这样一种面向未来、先试纠错的风险防范和危机应对思路。

开展一场生物安全危机推演，需要经过系统周密的设计和组织实施，包括推演设计与前期准备、实施推演、开展复盘并形成推演报告等环节，一般需要半年到一年时间。设计一场推演，关键在于运用科学方法规划“未来情景”，并通过规范的推演组织架构设置，建构起模拟未来环境的仿真体系。推演实施阶段集中在几天内完成，关键在于通过交互与对抗，分析形势、验证设想、检验方案。复盘是推演的核心，聚焦于对推演成果的提炼和升华。通过复盘形成的推演报告与传统政策研究报告不同，是基于情景想定，对潜在风险进行分析的基础上，科学评估各项政策选项的可能后果，据此提出当前亟需先期实施的政策建议。这种政策建议是对可能发生的危机事态进行的战略预置和前瞻性干预，以尽可能防范出现“猝不及防”“意料之外”的政策失误。最终推演以系列实施的形态，对研究的问题进行迭代改进式的探索，促进战略和政策不断完善。

成功管理者的五个共同特征

► 吴维库

吴教授生前为人谦逊幽默，鸿儒硕学，在战略管理和领导力研究领域有深厚的造诣。其出版的“和谐领导力”系列书籍畅销15年，累计销售超百万册，本刊特从该系列的《情商与影响力》一书中摘取经典片段，以资纪念。

管理者必须具有“附加价值”才能显示其存在的意义。也就是说，管理者所创造出来的利益必须大于公司花在他们身上的成本。如何不断创造“附加价值”？具体来看：对上具有追随力，对下具有领导力，对外具有影响力，对内具有执行力，对自己具有平衡力。管理者须五力齐发才能缔造其核心能力。

对上级: 追随力

服从、配合、主动的状态叫做追随力。

当人们普遍乐于做领导者而学习领导力的时候，他们忘记了一个关键问题：领导者的权力来自哪里？领导者的权力主要来自两方面——岗位权力和个人权力。而这两项权力都主要依靠上级的安排和赋予。

如果你不进入现在的权力链条，不可能分配给你权力，也就不可能成为实质性的领导者。所以，要想获得岗位权力，首先要对上级有追随力，做个有效的追随者，然后才有被赋予权力的机会，即做领导者之前先做追随者，获得权力之前需要先追随权力。

追随并不仅仅是成就领导者，而是厚积薄发、成就自我的一种修炼。有效的追随者勇敢、诚实、可靠、精力充沛，并且敢于承担责任。



吴维库（1961 ~ 2022），清华大学经济管理学院领导力与组织管理系教授，博士生导师。任教期间，连续获得“清华大学经济管理学院EDP”、清华大学经济管理学院杰出教师奖等殊荣。2022年2月28日，吴维库教授离世，年仅61岁。

对领导的追随能够帮助组织完成预定的目标，也能够促进管理者学习与提高。追随的本意则是“支持”“帮助”“拥护”，是一种积极主动的状态，是建立在对领导者真正认同和对组织目标充分理解的基础之上的自觉行为，是“要我做”向“我要做”的转变。

领导力如水，上善若水，而追随力是水的源头。要保证自己有追随力，需要找到能够让自己获得好情绪的领导者，同时也要调整自己的情绪处于积极向上的状态，善于改进自己与上级的情绪互动状态。

对下级: 领导力

领导力是领导能力，是调动别人跟自己干的能力，是获得追随者的能力，能够带领和引导一群人实现目标的能力。无论管理者计划得多么天衣无缝，下级的实施效果无疑才是成败的关键。

有效的管理者能够了解并预测成员的行为，对团队成员或者团队进行协调和指导，以实现共同的目标。在这一过程中，管理者领导力的高低决定着达成目标的效果。

掌舵联想 27 年的柳传志认为自己能够成大事

的原因之一就是他掌握了以“建班子，定战略，带队伍”为主要内容的“管理三要素”。在和下级交往时，他认为想要让部下相信上级，要有具体办法，要通过实践让部下知道上级的办法是对的。

柳传志跟下级交往，决定事情怎么办有三个原则：下级提出的想法，他自己想不清楚时，肯定按照下级的想法做。

当他和下级都有想法，分不清谁对谁错、发生争执的时候，他会按下级说的做，但要把他的忠告告诉下级，最后不管成败，都要有总结。若下级做对了，要予以表扬和承认，他再反思当初为什么要那么做。若下级做错了，必须向柳传志解释明白，当初为什么不按他说的做，他的话下级为什么不认真考虑。

第三种情况是，当他把事想清楚了，就坚决地按照他想的做。

这就是对下级具有领导力的表现，浓缩和展现了优秀企业家的卓越领导力。这种工作方式，能够在团队中建立威信，赢得属下心悦诚服的追随。有了追随者才有领导者，获得追随者的能力就叫做领导力。

领导者是头，头的使命是发出指令信息，需要有手脚响应这些信息完成指令。领导者要敢于领导，善于领导，能够凝聚人，并且能够把人“团”起来形成合力。这需要领导者善于调动别人的情绪，能调动情绪就能够调动一切，能够调动人的情绪就能够调动这个人。

对组织外部：影响力

改变别人态度和行为的能力叫做影响力。企业的生存、发展离不开与外部环境的互动，这种互动的过程也是企业与外部环境不断适应的过程。

管理者通过语言、口碑、信息、文章、网络等路径对外界产生影响。除了影响熟人，还有陌生人，

他们可能是顾客、供应商等各种利益相关者。

一个管理者向外界传递的影响力有两种——个人形象和组织形象。因为一个人不仅代表自己，还代表某个组织、地区、国家的形象，所以管理者要有责任感地实施影响力，要努力使自己释放的信息对外界产生良好的影响，即注意“印象管理”。

管理者对外部环境的操控能力实际上就是对外部的影响力，影响力越大，管理者在处理具体问题时取得的效果就越好，反之亦然。

领导者对外部的影响力实质是调动外部人情绪的能力，领导者有良好的个人品牌形象，外部的人因为听到或者看到领导者的名字、话语、故事、形象等而产生良好的情绪，进而对领导者个人及企业品牌产生亲和力。

对组织内部：执行力

执行是把思想变为行动，执行力就是把思想变为行动、实现目标的能力。实际上，执行力是个非常不精确的概念，包含沟通、协调、说服、妥协、激励和关系等。

对组织内部，管理者不仅要制定策略和下达指示传递信息，更重要的是必须具备较强的执行力。执行力既反映了企业的整体素质，也反映出管理者的角色定位。有执行力的管理者，能够积极主动全力以赴地把传递到自己这里的指令不折不扣地贯彻下去，他们办事“没有任何借口”。

在组织内部把事情办成需要有执行力，这需要调动组织内部各部门和相关人员的配合，人的行为受其情绪支配，这要求领导者要善解人意，具有足够的个人魅力和亲和力，才能够调动内部各部门和相关人员的情绪，进入配合状态。

对自己：平衡力

平衡力是指个人情绪管理上达到中庸，不过也

无不及，是内心的力量。“哀而不伤，乐而不淫”，面对矛盾的事情和自己做出的决策，不偏激，内心不纠结、不矛盾。

组织是一面墙，个人就是一块砖，既有来自上、下砖块的压力，也有来自左右砖块的挤压。如何做好一块砖？这就需要管理者内心的平衡。

因此，管理者要学会平衡上级和下级、内部和外部、家庭和事业间的关系，还要平衡工作和梦想间的关系等，要力争达到智慧与利润、远见与生存、温和与强硬相辅相成的思想境界。

平衡力实质是管理自我情绪的能力，虽然做出了矛盾决策但是内心不矛盾不纠结，正如电影《上甘岭》中的插曲唱道：朋友来了有好酒，敌人来了有猎枪。有胸怀能够装下矛盾，有智慧才不会因为有矛盾而纠结痛苦。阳光心态是自我内心平衡的最好工具。

五力间的动态平衡

五力的实质是管理情绪的能力。那么，追随力、领导力、影响力、执行力和平衡力之间是什么样的关系呢？应当如何培养和发挥这五种力量呢？作为一个优秀的管理者，不能孤立地去锻炼和提升某项

能力，而要相辅相成，做到内外兼修、五力齐发、缺一不可。

对同一个组织、不同管理层级的管理者来说，五力之间的比重是不同的：高层管理者对下级的领导力要大于对上级的追随力，对外部的影响力要大于对内部的执行力；低层管理者的情况则恰恰相反。

高层领导者向上、向外、向未来；低层管理者向下、向内、向现在。同一个管理者在组织发展的不同时期，还要根据当时的外部大环境来协调五力，面对不同群体时，展示的五力重点也不同。

“水因地而制流，兵因敌而制胜”，所以要因地制宜，权衡情景而应变。总而言之，追随力、领导力、影响力、执行力和平衡力之间是相互促进、又相互制约的。这正证实了一个常理：一个人的能量是有限的，很难做到五种力量都很强，而且当某一种力量过强时，势必会影响其他力量的发挥和提升。

也正是由于这种关系，才维持了管理系统的协调、平衡和扩张，并且形成了管理者个人核心能力的动态性。如何协调好五种力量对于管理者创造“附加价值”起着决定性作用。这就需要管理者提高个人修为，不断提升驾驭五种力量的能力。

吴维库的课堂“金句”

在学生眼里，吴维库教授上课不仅是在潜移默化中培养学生们的领导力，更是在培养塑造着学生们的综合素质。有学生记录下他在课堂上的“金句”，并写道：

吴维库者，清华教授。

素有经天纬地之才，博古通今之识，悲天悯人之怀，匡政治国之志。

学富五车，横贯中西，纵跨古今，丙申年始，教我等领导力课程。

其人教课也幽默，也旁征博引，也妙语连珠，此文记录其课堂片段若干。

片段 1 深情款款伴沉思状。所以我们用八节课的时间来讲领导力，需要你们学会什么？对了，需要学会并使用追随力。

片段 2 搞笑状。有一次给南方某厂上课，中午休息，保安队长特地打电话给保安说，中午保护一下这个房间。我中午刚躺下眯着，砰砰砰，敲门声，

我一看是个保安，问他做什么，保安说，你出来，队长让我保护一下这个房间。

片段 3 学究状。一般说来管理成功的企业其公司成长也较好，所以我们喜欢用柯达的例子，管理先进企业发展好啊。可是有一天，我去讲课的路上，突然听说柯达倒闭了……这下这个例子就不知道怎么讲了。这么好一个企业它为什么会倒闭了呢？幸好上课前还有一段时间，我就在树下冥思（达摩状）。我看到树下有一条蚯蚓，我就观察这个蚯蚓。

下雨了，蚯蚓洞被堵上了，它不好呼吸，所以它就拱出地面，蚯蚓是用皮肤呼吸的大家都应该知道吧，拱出了一半舒服了一点还不行，他就彻底爬上了地面，这下呼吸痛快了，它也舒服了。可是总会雨过天晴的，蚯蚓舒服的爬到了水泥地面上，等天晴后它想回去的时候已经回不去了，这样就被晒死了，晒不死也会被大脚的人踩死的。我观察完蚯蚓后，突然就找到了柯达的答案，

柯达和蚯蚓有什么共同点？？？

柯达和蚯蚓有什么共同点？？？？？？？

柯达和蚯蚓有什么共同点？？？？？？？？

大家七嘴八舌说了若干答案。

都不对，共同点是它们都死了……而且都是舒服死的……

片段 4 曾经我带过一个学生，非常聪明，聪明到什么程度呢？向来不学习不看书，等到考试前把自己关到酒店里看书，看一页撕一页，过目不忘，结果考试成绩都很高。可是到了我的课就抓瞎了，为什么呢？因为我的课不用书。

片段 5 吴教授手舞足蹈的给大家讲课状，这个需要用到XX战略理论知识，你们是不是正在学战略？学生答曰，无。教授兴奋道，那这就好办多了。

片段 6 领导者的特质决定领导者不能太自私，你手里没有一把米，鸡都不跟你走，更何况人？！

片段 7 荀子说，古之学者为己，今之学者为人。唯有追求自我的突破和实现，才能真正的做好学问。

片段 8 曾有个学生向我倾诉，他只是个本科，但是手底下一堆硕士博士，不好管。我开导他，有人IQ高，用EQ管；有人EQ高，用IQ管。那如果有人IQ、EQ都高呢？那用阿Q管。大家哄笑。阿Q就是服务型领导，谁最典型呢？刘备。

片段 9 我在深圳某总裁班讲课，课间，某学生向我抱怨。老师，我觉得我情商挺高的，为什么我的同学都说我情商低呢？我告诉他，有可能是你的同学判断错了。上课后，我准备讲讲我的新书，阳光心态，我就在黑板上写了这四个字，这时我就想让同学从字面上讲讲自己的理解，我就点了刚才抱怨情商低的总裁。这个总裁满脸通红，憋了半天，最后蹦出来一句话，老师你为啥问我这么难的问题，刚才简单的都不问我？！

片段 10 以柔克刚，相得益彰；以刚克刚，两败俱伤。

片段 11 在某总裁班上课，课间一个老板问我如何留住员工？我说你问我干嘛，你应该直接问员工。

片段 12 打天下容易，坐天下难。为什么打天下容易，因为打天下大家很亲密，不分你我，为什么不分你我，是因为没有东西可分。

片段 13 活在当下。人为什么要活在当下？因为活在过去使人消沉，活在未来让人焦虑，所以一定要活在当下。📌

美联储加息： 会改变美国通胀和经济增长势头？

张际

由于经济活动数据和就业数据的持续向好和通货膨胀持续升温，美联储如外界预期一样，在3月16日宣布加息25个基点，并预计在不远的将来开启缩表的进程。

基于对美联储加息的充分预期，市场已经提前消化了加息可能带来的不确定性和负面影响，因此此次宣布加息并未对市场造成强烈冲击。

虽然各国面临的国内经济形势各有不同，而此前多个国家和地区为了应对通货膨胀和可能即将到来的美联储加息对汇率和国际资本流动的压力，已经上调政策利率，但此次仍有经济体随着美联储的加息采取行动，例如，新兴市场经济体中，巴西央行将基准利率上调1个百分点，这也是自新冠疫情以来巴西央行第九次上调利率，并有可能再次上调，发达国家央行（如英国央行）也紧跟美联储加息的步伐。

基于目前美国的经济状况，尤其是通货膨胀水平（如图1），此次以及接下来的加息和缩表是势在必行的。

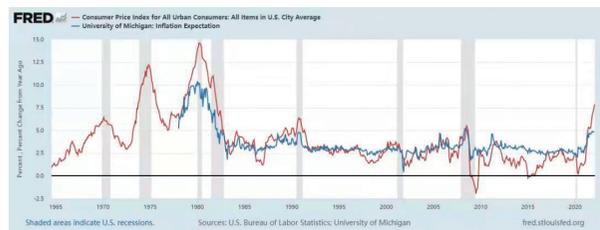


图1：CPI（消费者物价指数）

有很多经济学家以及多国央行认为，美国的通货膨胀已经稳定了超过20年，近20多年来，全球货币当局面临更多的是通货紧缩而非通货膨胀的压



张际，清华大学五道口金融学院副教授，于2013年获得美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校经济学博士学位，主要的研究领域包括宏观经济学、货币政策、财政政策和失业理论。

力，现在短短的一次通胀，失控的可能性微乎其微。而且，此轮通胀被主要归咎于石油供给不足引起石油价格暴涨，只要石油供给如大家预期逐步恢复，并不会出现商品价格的普遍上涨，更不会引起通货膨胀率长期持续高涨。但是事实是否如大家期待的那样呢？

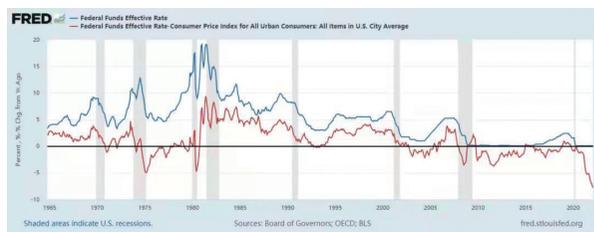


图2：FFR and real interest rate
(美国联邦基金利率和实际利率)

首先，石油的供给是否能够稳步回升存在着不确定性。而马上到来的春夏季节是石油消费的高峰时期，石油需求的季节性激增比石油供给的恢复和稳定更加确定。

其次，石油价格的上涨是否会推动物价的普遍

上涨？美联储主席鲍威尔根据经验法则，推断石油价格每上涨10美元，会导致通货膨胀上涨0.2%。那么，根据此法则，简单计算一下，原油期货价格2020年4月的-37.63美元每桶，到现在的100美元左右一桶，两年以来，石油价格上涨幅度大概在130美元。据此推断，目前的通货膨胀中有不到3个百分点来自石油价格的上涨，因此其他商品的价格上涨也不容忽视。与此同时，平均小时工资的上涨带动需求，也进一步推高了市场的通胀预期。**比起通货膨胀本身，通胀预期是更加令货币当局头疼却又不得不面对的问题。**

以上世纪七十年代为例，同样是由于石油供给不足导致的石油价格上升，进而推动整体价格上扬，而通胀预期和鸽派的货币政策立场将原本只是暂时性的高通货膨胀变成了一个长期的趋势。而为了稳定高涨而急剧波动的通胀预期，八十年代的美联储不得不采取更加激进的态度应对通胀。对比上世纪七十年代，美联储近年的政策似乎有过之而无不及。

简单地以实际利率（名义联邦基金利率减去CPI）为例，从图2可以观察到上世纪七十年代的实际利率长时间大幅度低于0，而根据大家通常理解的货币政策规则，实际利率在通货膨胀上升的时候应该上升，这样才能有效地将通货膨胀拉回到较低的目标水平。据此，七十年代大幅低于0的实际利率显示，美联储的货币政策过于宽松，对通货膨胀的敏感度不足，而这也是导致美国在七八十年代通货膨胀率一度超过10%的重要原因。但是对比七十年代和2020年以来的实际利率，我们发现，**近年来的实际利率低于0的幅度更大更加持久，这可能意味着过去一段时间美联储的政策刺激过度了。**

这还只是考虑了以单一的联邦基金利率作为货币政策工具，而事实上，虽然联邦基金利率受到零利率下限的约束维持在0附近，但是美联储仍然采取了其他的货币政策工具继续刺激经济，比如资产

购买和前瞻性指引，这些政策刺激都没有反应在联邦基金利率中。如果将这些非常规的货币政策转换成利率的变化，那么美联储总体的货币政策力度可以用影子利率来衡量，而这时的实际利率就是影子利率减去CPI，如图3所示，由于影子利率在非常规货币政策的作用下为负，低于联邦基金利率，那么实际利率下降的幅度则更大。



图3：shadow rate and real interest rate
(影子利率和实际利率)

虽然美国的通货膨胀率已经稳定了20年，美联储也认为自去年以来的价格上涨是由暂时性的供给短缺造成的，但是稳定市场预期、防止通货膨胀像七十年代一样由暂时上涨变为持久上涨至关重要，不可掉以轻心。

另外，回顾历史不难发现，历次石油市场的混乱之后都会出现经济衰退。值得庆幸的是，美国经济活动的其他指标目前表现仍然十分乐观，因此美联储暂时不必面对七十年代抑制通货膨胀和提振实体经济的两难局面。但石油价格的大幅上涨通过影响相关行业生产、挤出消费者汽油之外的其他支出以及打击消费者信心等渠道对经济产生的后续影响也需要引起足够的重视。

所以，虽然此番美联储终于下定决心，进行三年以来的首次加息，意义重大，但接下来通货膨胀和经济形势会如何发展，以及美联储持续加息和缩表的进程如何推进更为关键，需要持续关注。

200 年前，谁记录了清华园的古月堂？

▶ 刘沫

清华大学古月堂是清华园内的清代建筑，与工字厅一巷相隔，因其正堂挂有“古月堂”匾而得名。与始建于1802年的工字厅不同，古月堂建于1822年，2022年是古月堂建堂200周年。

“堂”者，正房，高大的房子。古月堂之所以叫“堂”，是有原因的。1909年的《内务府官房租库报清华园房间册》描述，古月堂为“八檩西花厅五间”，而所有清华园内的建筑中，只有工字殿后殿为八檩硬山卷棚，可见古月堂在清华园建筑群中，不论是规格还是建筑高度都是很高的。

清华园的历史可追溯到清代御园熙春园。熙春园始建于康熙四十六年（1707年），初为康熙第三子胤祉的花园，雍正八年（1730年）被收没内务府并赐予康熙二十一子允禧，但允禧的入住年份、居住时长及是否转赐他人并没有明确记载。乾隆三十二年后，此园成为乾隆皇帝的御园，园林面积从约180亩扩大至约800亩，将原熙春园东、北方向的田地纳入园中，向东扩至万泉河，向北延至与长春园毗邻，由一过街楼相连。此后，乾隆在新纳园址中修建观畴楼（现已不存），嘉庆即位后，扩大了观畴楼西侧的池塘（现在的“水木清华”池塘），在池塘南侧修建省耕别墅，便是现在的清华园工字厅。从此熙春园内有东、西两组独立的园林建筑群，是后来的清华园和近春园内的建筑主体。嘉庆将原熙春园与新熙春园相通的砖门封闭、将原熙春园更名为近春园并赐出；扩建的新熙春园留有熙春园之名，是嘉庆御园，内有省耕别墅、观畴楼诸建筑及周边田地。道光初年，新熙春园北部的田地被一分为二，西部田地与原近春园合并，东部田地仍归熙春园。道光二年（1822年），熙春园被赐予惇亲王



刘沫，1997—2004年就读于清华大学土水学院、环境学院，分获水利水电建筑工程专业学士以及环境工程专业硕士学位。现任清华大学修缮校园管理中心节能减排工程师和知音雅集清华校友民乐团团长。

绵恺（嘉庆帝第三子），更名为涵德园；扩建后的近春园被赐予瑞亲王绵忻（嘉庆帝第四子）。

道光八年（1828年），绵忻去世，近春园被内务府收回。道光十六年（1836年）时，绵忻的独子奕誌年满9周岁，去圆明园书房读书，因此近春园又被赐予奕誌居住，直至道光三十年（1850年）奕誌去世。

道光十八年（1838年），绵恺因获罪被降爵，熙春园被内务府收回，绵恺也于当年十二月离世。道光二十六年（1846年），道光帝第五子奕詝（世人称其为小五爷）被过继给绵恺做嗣子，熙春园被赐予奕詝居住。咸丰初年，咸丰帝题匾“清华园”，从此熙春园更名为清华园，俗称“小五爷园”。

古月堂的建成时间

关于古月堂的建筑年代，目前的资料均介绍为“道光二年前后”，这是一个估算出来的时间，因为道光二年是熙春园被赐予惇亲王绵恺的时间，但

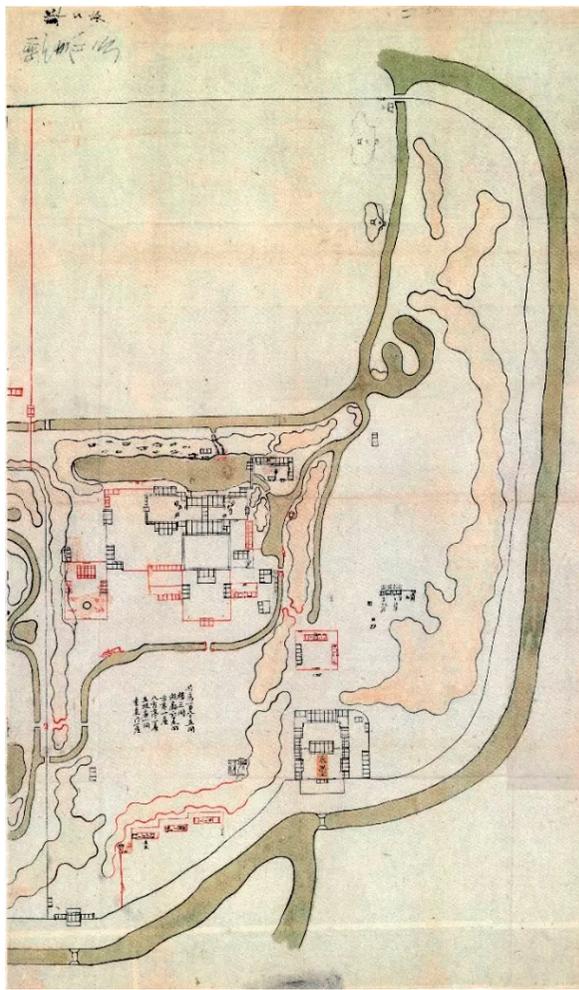
具体的施工时间以及施工档案却并未见明确记载。

道光初年的这次分园的工程十分复杂，从内务府的档案来看，熙春园和近春园的粘修、添盖工程是同时进行的，期间曾向内务府领银三次之多，分别为道光元年十二月、道光二年二月和道光二年闰三月。从样式雷图档的存留情况看则更加复杂，有图纸快速迭代、工程分次添建的特点，并出现几种修改方案用于比选的情况。国图样式雷图档《熙春园[地盘样]准底》（图号 111-0037）是几经修改后的最终添建方案，其中红色线条所绘即为添建建筑。在道光元年的支银档案中，列举了将要进行的工程项目，其中并未包括新建熙春园二宫门以及修建书房。联系到上述在内务府分次领银的情况，建筑学院的鄢然同学在其论文（鄢然，清代熙春园空间格局复原设计研究，清华大学本科毕业设计论文，2021）中猜测，绵恺入住前的添盖工程是分阶段完成的，新宫门和书房（即现在的古月堂）等续添盖的工程可能紧接于初次添建工程（新建车马房、饭房、值房等）之后发生，时间是道光二年的二月、闰三月（即 1822 年 2 月底-4 月下旬）续领银前后。

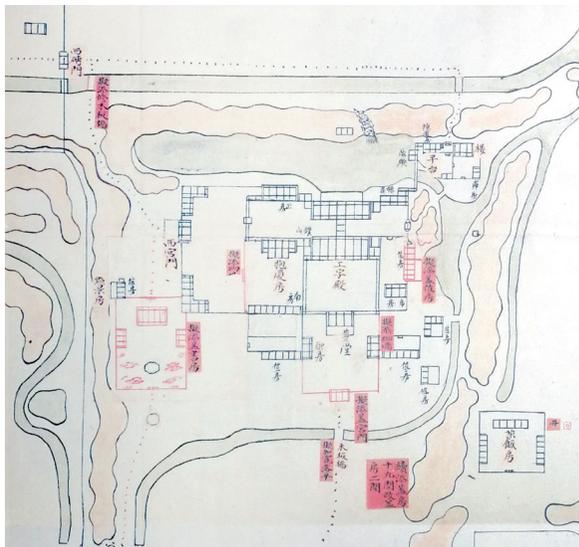
因此，古月堂和现在悬有咸丰题字“清华园”匾的清华园二宫门，均建于道光二年，即 1822 年。2022 年是这两处建筑建成 200 周年。

古月堂初建即为园主人书房，证据是样式雷图档《熙春园[地盘画样]》（图号 117-0054）。此图中，道光元年 12 月领银档案中所述及的新添工程已经修建完毕，用黑色图画表示，红色的部分则是为绵恺入住工程的第二阶段的施工内容。在此图中，古月堂处贴有红签，上书“拟添盖书房”，说明当时第一阶段完工后，设计者认为房间数量尚有不足，需再添盖书房，因此重新规划修建了古月堂等房屋。

“古月堂”第一次出现在文献中，是在宣统元年九月（1909）清政府内务府与外务部交接清华园时留下的《内务府官房租库报清华园房间册》，记录西跨院有“古月堂匾一块”。作为书房的古月堂，在小五



样式雷图档《熙春园[地盘样]准底》（图号 111-0037）



样式雷图档《熙春园[地盘画样]》局部（图号 117-0054）

爷惇亲王奕詝在咸丰二年出版的诗集《藏修斋诗稿》中未见其名，说明古月堂匾可能是在奕詝住清华园后期所做。古月堂院门的垂花门也是在小五爷奕詝居住以后添盖的。

谁记录了 200 年前的古月堂？

200 年前的清华园，是第一代和硕惇亲王绵恺的赐园，叫“涵德园”，位于康熙朝旧熙春园的东侧，在乾隆扩建熙春园时成为熙春园的一部分。当时园内的老建筑有两座：乾隆帝兴建的观畴楼和嘉庆帝增建的省耕别墅。在道光初年将其赐予绵恺前，进行了添盖、翻修的工程，修建了新的二宫门和一个自成一体的四合院作为书房，就是后世的古月堂，当时人称之为涵德园“书房”。

绵恺全名爱新觉罗·绵恺（1795 - 1839 年），嘉庆帝第三子，乾隆六十年生，母为孝和睿皇后。道光（嘉庆帝第二子）即位后，惇郡王绵恺进亲王。道光十八年 5 月，民妇穆陈氏前往督察院控告惇亲王绵恺囚禁其夫穆齐贤，引出一桩轰动朝野的大案——惇亲王绵恺府第、寓园囚禁多人案。文献中提及的“寓园”便是涵德园。案发后，绵恺被降为郡王、退出内廷行走、收回被赐予的涵德园，并于当年十二月一命呜呼。

绵恺在道光二年（1822）至道光十八（1838）这 17 年间为涵德园的主人，由于绵恺未有诗集流传，其日常生活和涵德园内的景色未有直接描述和记载。但具有戏剧性的是，正是绵恺的仇人穆齐贤，比较详细记载了道光八年（1828）时涵德园内诸人的生活并流传至今，使后人得以知晓 200 年前惇亲王绵恺的生活点滴。

穆齐贤，汉族，祖籍山东蓬莱，生于北京，少时家境尚可，14 岁后因父兄皆丧家境渐渐艰难，喜好诗歌、书法、篆刻，精通满文翻译，遂于道光二年绵恺分府时入值惇亲王府谋生。穆齐贤于道光三

年入值涵德园档房、道光七年入值涵德园书房、道光九年再次入值王府，随后借口身体不好不再前往。曾任王府六品管领，道光十五年降为八品银匠首领。道光十七年，37 岁的穆齐贤被绵恺囚禁在王府多日，趁机逃出后潜至山东登州躲避，次年五月，被胁迫回京至绵恺府中继续囚禁，随后便发生了穆齐贤妻子穆陈氏状告绵恺之事。

可以说，穆齐贤和妻子穆陈氏是导致惇亲王绵恺死亡的导火索。但也就是这位汉人穆齐贤用满文书写的日记《闲窗梦录》，被后世学者发现于日本大阪大学附属图书馆箕面分馆，并翻译成中文，才让世人得以将绵恺作为园主人时期的涵德园内的生活窥知一二。

200 年前的古月堂是惇亲王的私人学堂

作为园主人的外书房，古月堂在 1822 年至 1838 年期间其实是作为惇亲王府属人的学堂在使用。

古月堂初建时，是一处传统结构的四合院，正堂 5 间，东西各有厢房 3 间，环以院墙，南北两侧院墙均开有屏门，南屏门内立一座八角亭正对屏门。绵恺居住期间拆去了八角亭，在院内打了一眼水井。1909 年内务府与外务部交接清华园时，房屋格局维持原样，并不见。

穆齐贤在涵德园内任职和居住之处正是后来的古月堂。穆齐贤在涵德园的差使并不繁重，职责主要是在书房（古月堂）教两位小太监陈永泰、魏双成认字，教习的课本是《中庸》这一类书籍。绵恺有时会专门询问两人读书的进度。除了这两名小太监，穆齐贤还曾经负责另外一些人的教学，担任类似学监的工作。这些人包括德隆、明通、时胜保等 11 人，这些人是绵恺王府属人，是绵恺重点培养、日后可在王府担任职务者。绵恺对他们的管理相当严格，这些人虽然家住北京，但绵恺将他们遣来涵德园学习，居住和学习均在古月堂内，不能出门，

进行全封闭管理。

道光八年3月26日，德隆等10名学生来涵德园。此前绵恺特传口令，命这些人住书房正房，并命人提前准备香纸等物，以烧香祭祀殿神。果然26日这天，德隆等人祭殿神后才入住书房正房。这些人的教学另有教习负责，穆齐贤则负责这些人的日常管理，包括生活和学业。

穆齐贤在道光八年时，本来住在古月堂西厢房，但他对西厢房甚为不满，曾两次搬出，一次是在三月，晚上因为跳蚤太多，暂时搬到档房就寝；另一次是在七月，因西厢房太过潮湿，搬到书房的正房居住。

近200年前的古月堂，是一处学堂兼宿舍。

建校后的古月堂

现在的清华大学以理工科冠绝诸校，但在早期的清华大学，以四大国学导师为首的清华国学研究院曾经名噪一时，而清华国学研究院与古月堂，有着很深的渊源。

从1909年的清华学堂校园规划图来看，与清代古月堂相比，古月堂北侧的院墙被拆除，新院墙与古月堂北墙平齐。正殿和厢房保存基本完好，正殿居中的三间保留了前廊，最东边和最西边的1房间的前廊均被改成砖墙，不但加大了进深，而且改建后这两间房均增加有独立出入的门，不必再从正门穿过才能进入。两座厢房的南北两侧均添盖房屋，添盖后的厢房与正房的规格相同，也是共5间，中间三间有前廊，两侧的两间无前廊，比原有房屋进深更大，且有独立的出入口，这种建法应该是基于将此处辟为宿舍的考虑。此时古月堂内当有房屋15间。

根据1920年杨廷宝先生绘制的《清华学校全图》判断，在1909~1920年间，古月堂正堂的西侧新建了一排略窄于古月堂正房的顺山房，但此房



清华学堂（1909）校园规划图

并不在古月堂院中，与古月堂院落有一墙之隔。

用作国文单身教师宿舍

建校后，古月堂作为国文单身教师宿舍，每人分配一间。作为留美预备学校，清华学校建校初期并不重视国文教育，从国文教师和英文教师的住宿待遇的差别可窥见一二，引起当时诸多学子如梁实秋、潘光旦等人的不满，甚至周诒春校长被弹劾的罪状之一就是“有意偏废国文”。学生们眼中的古月堂，是个狭窄的四合院，房间小，光线差。而住在古月堂里的国文先生们呢？当时教授国文、中国历史、中国地理等极少数非汉语教学不可的课程教师，几乎全都是老先生，且多半来自长江以南，大多是科举出身，少数几个是举人、进士，甚至有榜眼。在很多学生们眼中，老先生们虽然上课认真、修改作业勤快，但教学方法陈旧，甚至有的老先生口音很重，不易听懂。然而国文先生的衣着破

敞和浓重口音，虽得到部分同学的青眼，但也有另一部分同学认为他们学识渊博，不愧名师。

1922年曹云祥代理清华学校校长后，国学教育得到重视。同年，清华组织“国学课程委员会”并讨论国学改良问题，将国文部改为国学部，并且将中英文成绩并重，逐渐增加课业中的国学内容。1925年，清华大学筹办研究院，先办国学一科，聘王国维、梁启超、赵元任、陈寅恪诸先生，史称清华国学“四大导师”。

虽然很多同学为单身来校的国文先生们住在古月堂而愤愤不平，但古月堂却也因此熠熠生辉。

王国维、梁启超、朱自清等都曾在古月堂居住，王国维于1925年4月17日到校就任，开始就是住在古月堂，不久后迁往照澜园居住；1925年8月，朱自清先生赴北平清华大学任国文系教授，住古月堂，1927年因家眷来京搬出。正因为如此，很多对中国古典文学、史学感兴趣的同学经常前往古月堂拜谒，如吴宓、朱湘等人，均是古月堂的常客。曾任兰州大学中文系主任的冯国瑞先生有诗怀念清华园《古月堂感赋呈陈吴两先生》云：“清华水木城西冠，弦诵燕京对海甸。旧筑惟余古月堂，池馆照来犹昔艳。”

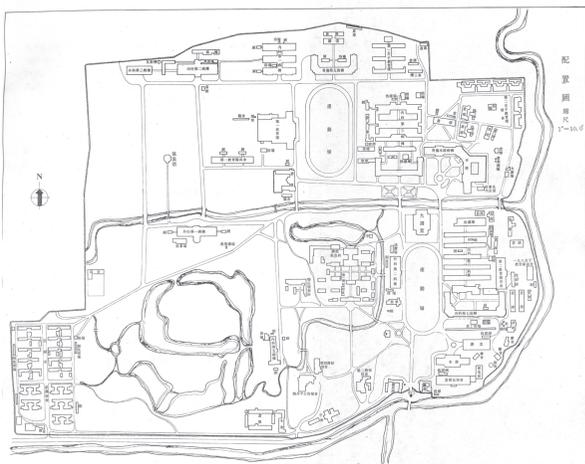
清华大学第一个女生宿舍

1928年8月17日，南京国民政府议决清华学校改为“国立清华大学”，任命罗家伦为校长。当时清华内虽很早之前就有招收女生的呼声，但一直未予实施，直至罗家伦到任后，在1928年10月第二次招生考试时招收女生。

在就职演说中，罗家伦说：“我想不出理由，清华的师资设备，不能嘉惠于女生。我更不愿意看见清华的大门，劈面对女生关了！”在罗家伦的主持下，清华大学初招女生，实现了男女同校，在全国各大学中开了一个先例。当时的古月堂暂时被辟



1914年中文部教师在古月堂门前合影



日军占领期间的清华大学地图

为女生宿舍。

清华大学初招女生，罗家伦校长功不可没，但当时的清华师生也是喜闻乐见甚至是推波助澜的。据说在罗家伦赴北平到任前，便有学生会推选代表前往南京与罗家伦交谈，面陈《改进意见书》，其中一条便是“即年起招收女生”。而当时清华的诸多的教师如梁启超、汪健君等先生也力主清华大学招收女生，梁启超先生曾说如果清华不招收女生便是“倒行逆施”，汪健君先生则在第一批女生新生们入住古月堂后作诗曰：“古月堂前几变更，昔年



济济聚群英。一从女禁开簧舍，两度繁花共月明。”

1932年，清华修建新女生宿舍，宿舍建成后，女生迁出古月堂，入新女生宿舍居住，此处1932年始建的新女生宿舍在1935年改名为“静斋”。

古月堂西餐厅

古月堂还曾被辟为西餐馆。具体开设的时间不可考，但周汝昌曾在1934年春便曾来此会友聚餐，可见此西餐厅开设时间当为女生搬出后至1934年春之间。此馆名为“古月”。

吴宓教授是那里的常客，何炳棣和吴宗济等几位学生都曾在此被他请客吃西餐。他两度请当时还是学生的何炳棣吃饭，第二次主菜共有一大盘12薄片烤牛肉，吴宓吃了不足两片，其余都被何炳棣吃光。为此，事后何炳棣在田径场慢步至少半小时才返回房间。而吴宗济因为曾上吴宓先生的课，喜欢摄影的他还为吴宓的书配照片插图，完成后吴宓便请他到古月堂吃了一顿西餐表示感谢。

复校后的古月堂

1937~1945年日军占领期间，古月堂曾作为日军“物品颁发所”。

清华大学回北平复校前，曾于1946年议决古月

堂、工字厅、怡春院等处仍照旧定位为单身人员宿舍。但真正复校后，发现女同学增多，宿舍不敷分配，于是在1947年10月将古月堂全部作为女生宿舍。彼时清华大学学生宿舍新、平、善、明四斋住男生，女生住静斋和古月堂，其中静斋住200人，古月堂住40人。

1963年，古月堂西跨院的西房因年久失修成为危房，拟进行改建，但真正改建是在1973年。

1973年的古月堂，正院的垂花门左手边最南侧的一间屋子是托儿所，西跨院北侧正房的西边跟1920年相比，多了一栋顺山房给房管组使用。改建前的西跨院西房是铁皮顶的两房，是一处厕所，因局部有坍塌，所以将其拆除改建。改建后的房屋呈L型，位于西跨院的西侧和南侧，建筑面积近200平米，使古月堂的西跨院从此成为一处封闭的院落。古月堂的这种格局一直维持至今。

清华大学总务长办公室所在地

清华大学设立总务处的历史可以追溯到1937年。1937年8月，清华大学、北京大学、南开大学在湖南长沙合组临时大学，10月，临时大学筹委会常委会设秘书处、总务处和教务处三处，负责人称“主任”。1938年1月，临时大学常委会决议迁往昆明，设立三处：总务处、教务处、建设处，三处的负责人分别被称为总务长、教务长和建设长，第一任总务长为周炳琳（1892~1963）。

1951年10月，复校后的清华大学秘书处改称总务处，原秘书长及副秘书长改称总务长及副总务长。

现如今，古月堂是总务长办公室暨后勤管理处所在地。总务长办公室暨后勤管理处是清华后勤的综合办事和服务机构，是后勤联系各方、沟通内外的桥梁和枢纽，主要承担后勤政策研究、组织协调、规划管理、监控检查、接待联络等工作。

张光斗先生的水利人生

► 吴霜

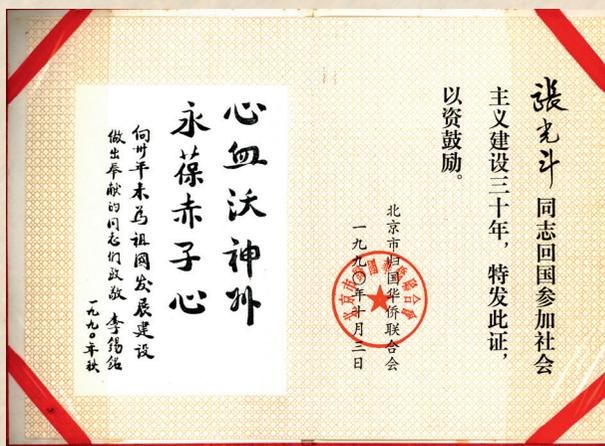


张光斗（1912.5.1 ~ 2013.6.21），江苏常熟人。1934年毕业于上海交通大学，同年考取清华大学水利专业留美公费生，1936年获美国加州大学土木工程硕士学位，1937年获哈佛大学工程力学硕士学位，并得到攻读博士学位的全额奖学金。抗战爆发后，张光斗放弃学业回国，在国民政府资源委员会四川长寿龙溪河水力发电工程处任工程师、设计课长，并负责建成了桃花溪等中国人自主设计与施工建造的第一批水电站。

1949年10月，张光斗到清华大学任教，历任水力发电学系主任、水工结构教研组主任、水利工程系副主任、主任，清华大学副校长、校务委员会名誉副主任等。1955年当选中国科学院首批学部委员（院士），1994年当选中国工程院创院院士。1956年加入中国共产党。曾任国务院学位委员会副主任，中国科学院主席团成员兼技术科学部副主任，中国工程院主席团成员，中国科学院、水利部水利科学学院院长，《水利学报》主编等职。

一方面，张光斗院士在校内从事教学工作，创建了我国水工结构和水电工程学科，编写了我国第一本《水工结构》中文教材，建立了国内最早的水工结构实验室，为祖国培养了大批优秀的水利水电建设人才；另一方面，他主持设计了黄河人民胜利渠渠首闸、密云水库等国家重要水利工程，受聘兼任一系列重大水利水电工程的技术顾问，有力地推动了我国水利水电工程的建设水利科技的进步，为祖国水利水电建设做出了卓越贡献。

在清华大学档案馆人物档案中，保存着一本荣誉证书。翻开证书，右侧竖写“张光斗同志回国参加社会主义建设三十年，特发此证，以资鼓励。”左侧是时任中共中央政治局委员、北京市委书记的李锡铭题字手迹：“心血沃神州，永葆赤子心。向卅年来为祖国发展建设做出奉献的同志们致敬。”这是档案馆已整理上架的张光斗亲属捐赠的180余件珍贵史料中的一件。今年是张光斗先生诞辰110周年，值此之际，让我们走近这位水利大家的档案世界，追溯他为国家和人民



1990年，张光斗荣获“回国参加社会主义建设三十年荣誉证书”

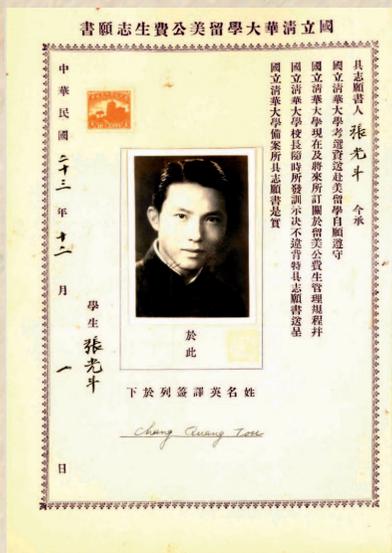
*本栏目由本刊编辑部与清华大学档案馆、校史馆合办

无私奉献的一生。

张光斗出生于人杰地灵的江南古镇——江苏省常熟县鹿苑镇。1924年小学毕业后，张光斗到上海南洋大学附中学习，以期进入大学实现他的“工程师”梦想。1930年，他以优异成绩顺利进入上海交通大学，并于1934年毕业后，考取了国立清华大学留美公费生。1936年，他获得加州大学土木工程硕士学位，1937年6月，又获得了哈佛大学工程力学硕士学位，并得到攻读博士学位的全额奖学金。

同年7月7日，北平卢沟桥发生“七七事变”，抗日战争爆发。在美国媒体的轮番报道与留学生的奔走相告中，张光斗辞谢了美国导师的再三挽留，弃学回国，要用自己所学为抗战贡献一份力量。他抵达上海后辗转到大后方重庆，在国民政府资源委员会四川长寿龙溪河水力发电工程处任工程师、设计课长，1937至1942年，由他负责设计的桃花溪、下清淤洞、仙女洞和鲸鱼口等水电站先后建成，这是中国人自主设计与施工建造的第一批水电站。

1942年，资委会决定派31位青年工程师去美国实习大型工程建设，张光斗也在其中，他第二次赴美学习，并被安排到田纳西河流域管理局实习。1945年抗战胜利前夕，他再一次回到祖国，开启了中国水电站地址和水资源

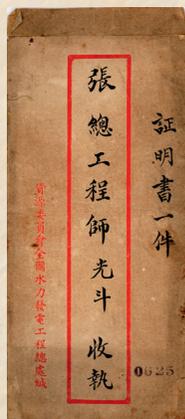


1934年张光斗的国立清华大学留美公费生志愿书

勘探工作的篇章。

1947年底，在华工作的美国联邦能源委员会柯登总工程师即将回到美国，因为十分欣赏张光斗的工作能力与人格，临行前，他极力劝说张光斗全家同赴美国，并以优厚的待遇相邀，却被张光斗婉言谢绝。张光斗表示：我是中国人，是中国的老百姓养育和培育了我，我不能离开我的祖国，我有责任为祖国的建设效力。60余载岁月，张光斗忠诚地履行着自己所承诺的庄

1949年，张光斗来清华任教之前，资委会全国水利发电工程总处开具的证明张光斗在总处工作期间完成17项设计规划任务的证明书与信封



1935年，张光斗进入美国加州大学伯克利分校读书

严职责，将毕生精力奉献给祖国的水利水电事业。

1948年底，张光斗负责资委会水电总处从南京迁往上海的相关工作，并保护20大箱珍贵的水电资料图纸转运至上海仓库，直到南京被解放后解放军军管会接管水电总处。

1949年10月，张光斗携家人离开在南京工作了12年的水利工





张光斗的中国科学院院士证书



张光斗 1959 年的工作笔记



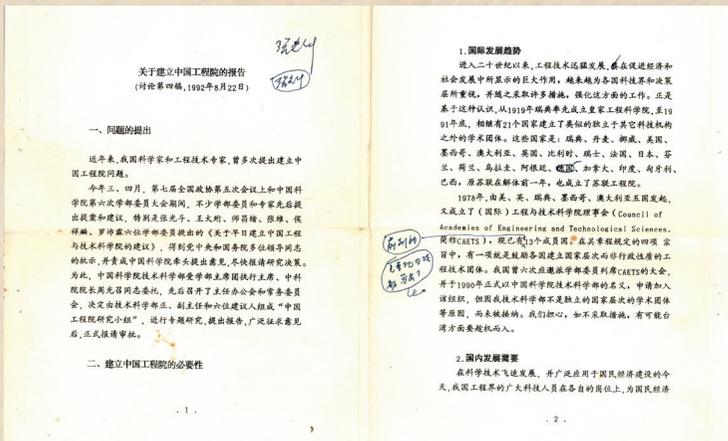
程机构，来到北京清华园任教，受聘为土木工程专业教授。他先后担任水力发电学系主任、水工结构教研组主任、水利工程系副主任、主任，清华大学副校长、校务委员会名誉副主任等职务；主持设计了黄河人民胜利渠渠首闸、密云水库等国家重要水利工程，兼任一系列重大水利水电工程的技术顾问；1955年当选中国科学院首批学部委员，1981年被墨西哥国家工程科学院特聘为国外院士，1992年，他参与倡议设立中国工程院，并在1994年当选中国工程院创院院士。

在腥风血雨的十年“文革”岁月中，张光斗先生被扣上“资产阶级反动学术权威”的帽子，经受过无数次的批斗与审查，在“文革”之前写的书稿《水工建筑物》也付之一炬。他忍辱负重、一心为民，在艰难逆境中坚守着科技工作者的道德良知。1973年，张光斗先生被任命为第十一届国际大坝委员会会议中国代表团团长，到西班牙马德里参加这次国际大坝会议。

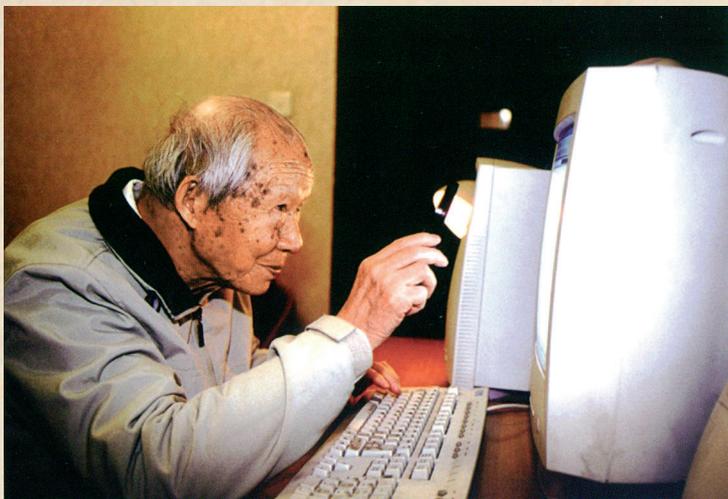
“文革”之后，在清华劫后重生、百废待兴的复苏时节，张光斗先生先后担任了清华水利工程系主任和清华大学副校长等职务，为清华的教育复兴和发展贡献了一份力量。他一方面在校内从事教学工作，创建了我国水工结构和水电工程学科，编写了我国第一本《水工结



1973年张光斗参加第十一届国际大坝委员会会议的工作报告草稿手稿



1992年张光斗《关于建立中国工程院的报告》（讨论第四稿）



张光斗在计算机前写作《我的一生》

构》中文教材，开展国际工程教育和学术交流；另一方面，重建水利水电科学研究院，担任三峡工程等重大水利水电工程技术顾问咨询，为水资源战略决策进言尽责。虽年事已高，他仍坚持深入水利工地，钻坑道、爬陡崖，九旬高龄时还登上近60米高的三峡大坝，检查导流底孔。

86岁时，张光斗先生学会了计算机文字输入，从此，一手拿着放大镜、一手敲击键盘，他在

电脑前一个字一个字地完成了许多重要建议和自传著作等文稿的写作。

“回顾我走过的人生道路，感到人要有精神，必须有坚定的爱国主义、为人民服务、振兴国家的精神。”张光斗在自述中谈到的这段话，正是他终生爱国、矢志不渝精神的真实写照。

2007年4月28日，时任中共中央总书记、国家主席、中央军委主席胡锦涛在张光斗95岁寿



张光斗先生使用过的放大镜

中国共产党中央委员会

尊敬的张光斗先生：

值此先生九十五岁华诞之时，我谨祝先生生日快乐！

从一九三七年归国至今，七十年来，先生一直胸怀祖国，热爱人民，情系山河，为我国的江河治理和水资源开发利用栉风沐雨、殚精竭虑，建立了卓越功绩。先生钟爱教育事业，在长期的教学生涯中，默默耕耘，传道授业，诲人不倦，为祖国的水利水电事业培养了众多优秀人才，做出了重要贡献。先生的品德风范山高水长，令人景仰！

愿先生继续为我国的水利水电建设和教育事业贡献智慧和力量！祝先生健康长寿！

学生 胡锦涛

二〇〇七年四月二十八日

2007年4月28日，时任中共中央总书记、国家主席、中央军委主席胡锦涛视张光斗先生九十五岁华诞贺信

辰之际致信祝贺，信中有道：“七十年来，先生一直胸怀祖国，热爱人民，情系山河，为我国的江河治理和水资源的开发利用栉风沐雨、殚精竭虑，建立了卓越功绩。先生钟爱教育事业，在长期的教学生涯中，默默耕耘，传道授业，诲人不倦，为祖国的水利水电事业培养了众多优秀人才，作出了重要贡献。先生的品德风范山高水长，令人景仰！”

如何从历史记忆中了解过去

▶ 彭刚

对古埃及文明了解甚少。没有亲眼见过的金字塔，以及在域外的数家博物馆看到过的古埃及的大量文物，只给我留下了一个强烈的印象：古埃及人活着的时候，似乎全部劲头都用来思考和应对死亡了。近日来华讲学的德国知名的埃及学家、文化记忆理论的奠基者扬·阿斯曼（Jan Assmann）的一席话，倒似乎是印证了这一点。在阿斯曼看来，古埃及人全部活动的中心议题，归纳起来无外乎两个：“如何得到后人永久的回忆”和“以什么样的形式记忆先人”。

死亡让所有的生命，不断地成为过去。寻常情况下，过往人们的所思所想、所作所为，难免坠入忘川。正像济慈的诗句所云：“人的一生，不过是把名字写在水上。”被人遗忘是自然的，被后人的记忆所眷顾，反而是特殊的和异常的。可是，“人过留名，雁过留声”，想要被别人想起、被后人记住，又仿佛是人心中最常见不过而近乎本能一样顽固的愿望。在中国，要按《吕氏春秋》的说法，夏禹的时代，就开始了“功绩铭乎金石”的传统。在古希腊和古罗马，从神庙到墓地，从城

市到山间，到处都有各种各样的碑铭，要让自身的成就在后人的记忆中获得永恒的存在。

近年来，“历史记忆”“社会记忆”“文化记忆”这样一些概念，在学界和更加宽泛的文化生活中成为热点。在历史学界内，甚至有人称之为“记忆的转向”。这一现象的出现，与“自下而上的史学”的兴起颇有关联。历史学开始更多地关注普通人在过往生活中的经历，关心他们吃什么样的食物，他们的穿着如何，他们日常活动的范围，彼此交往的方式，他们的家庭生活，他们怎么看待性和死亡。一句话，历史学开始重视人们生活在某个特定的过去是什么样的情形。尽管史学观念的变化，大大拓宽了史料的范围，绘画、墓志、账本、教会名册、法庭审判记录等等，都成了史家收罗考察的对象，但过往历史上，更有能力和机会留下自己活动的各种痕迹的，毕竟不会是“沉默的大多数”，比之精英而言，要追索民众的过去，终究还是更多史料不足的缺憾。可是，如果探究的对象是距今未远的时代，不就有着当事人对其经历的鲜活记忆可以凭借了吗？“讲



彭刚，清华大学副校长，人文学院历史系教授，主要从事西方史学理论、思想史的教学和研究。著有《叙事的转向：当代西方史学理论的考察》等，译有《自然权利与历史》等。

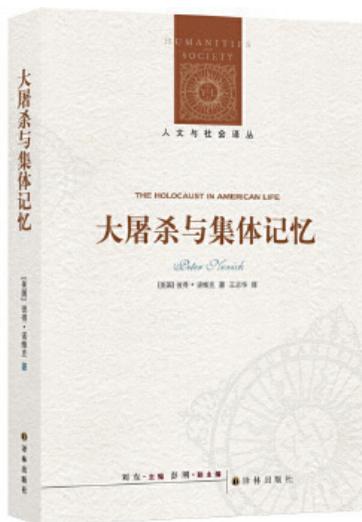
述老百姓自己的故事”的口述史（oral history），就是由此发展起来的。

常识上，我们总觉得，人们对于自己过往的经历，固然也有“事如春梦了无痕”的情形，但是，它们一旦进入了人们的记忆就得到了保存。记忆的内容就仿佛储存在仓库里的物品，虽然不免会有磨损甚至朽烂，但不管怎样，人们的记忆总是或多或少地保存了过去的真相。当然，如果你想从记忆中知道过去真正发生了什么事情，那你对于人们的记忆需要保持警惕。可千百年来积累下来的历史学家法和技艺中的很大一部分，就是对文字史料的勘定稽核。文字史料和记忆，不也一样要经受历史学家的考验和拣选吗？

最早从事口述史的人们，大致就有着这样的期待：过去的经历就尘封在采访对象的脑海深处，等待着被人唤醒。可是，几乎是在同样的时间，不同领域、不同国度的口述史的实践者们，都发现了同样的现象，让人们很难再继续以这样的方式来看待记忆。人们发现，即便是在没有理由怀疑受访者主观用心的情形下，也可能出现各种各样出人意料的情形。有的时候，受访者会把他在事后才可能得知的信息，掺杂到自己对特定往事的回忆之中；有的时候，受访者把自己在不同时段、不同经历中的各种元素，重新组装成了一桩实际并未发生的事情。脑科学和心理学对记忆的研究，更多地揭示了记忆作为人们应对当下的工具的一面。口述史的实践似乎也印证了这一点。人们往往在对往事的讲述中，有意无意地抬高自己的地位，过度强调自己所扮演的角色。他们常常把自己解释得清白无辜，而让别人承担更大的责任。而且，就同一件事情采访同一个当事人时，不同的询问方式或者不同的采访时间，都会导致不同版本的回忆。

一个有趣的事例，出现在意大利学者博特尼（Alessandro Portelli）的研究中。1949年，意大利一家钢铁厂的一名工人，在参加反对意大利加入北约的游行

示威活动时，在冲突中被警察枪杀。可是在20年后博特尼对诸多亲历者的采访中，很多人把此事记错了，将事情发生的背景，记成了是在1953年反对资本家解雇和开除工人的抗议活动中。美国心理学家奈瑟（Ulric Neisser）则专门研究了“水门事件”后尼克松身边一个白宫工作人员狄恩



（John Dean）在参议院做证会等场合提供的证言。与别的研究相比，奈瑟的研究有着一个得天独厚的条件，狄恩所回忆的诸多场景，都有着当时留存下来的录音带可供比对。两相对照，很容易发现，狄恩的证言，常常会把事后甚至是“水门事件”成为公众关注的丑闻后才可能得知的信息，合并到他对当时发生的事情的记忆中，也经常把本来处于边缘位置的自己的作用加以放大。记忆

如此靠不住，让我们想要从中找寻过往真相的企图大打折扣，当然让人沮丧。

可是，事情还有另一面。比如，博特尼就发现，比起把枪杀事件和北约联系起来，工人与资本家、与作为资本家代理人的国家的对抗，对受访者来说，才是更加广泛、更有意义的经历，也更能把他们战后的经历解说为融贯的一体。人们对往事的记忆会受到当下的影响，要服务于当下的需要。博特尼得出的结论就是，口述史料告诉我们的，不仅是人们做了什么，而且还有他们想要做什么，他们相信自己在做什么，以及现在他们认为自己做了什么。

美国犹太裔历史学家彼得·诺维克（Peter Novick）对有关大屠杀的历史记忆的研究，也很可佐证这一点。诺维克曾经写过《那高尚的梦想：“客观性问题”与美国历史学界》那样一部精彩纷呈的史学史著作，他另外一部著作《美国生活中的大屠杀》（此书的欧洲版另有一个书名《大屠杀与集体记忆》）也写得才华横溢。大屠杀发生在第二次世界大战的后半段，可是纽伦堡审判结束之后，战后很长时期，无论是在德国还是在欧美其他国家，大屠杀很少被人提及，有关大屠杀的记忆，在施害者、受难者、旁观者那里似乎都被湮没了。

我自己去年听过一位研究大屠杀的法国犹太裔女学者的讲演，她就谈到，自己的亲人中有不止一位大屠杀的遇难者，可在从小到大的成长过程中，她从来没有听到自己的父母说起过这个话题。大屠杀成为热点问题，有关大屠杀的纪念馆、各种形式的纪念物、电影、图书大量出现，见证者的言说被人采集和倾听，这一现象，主要是在20世纪80年代之后的美国发生的。诺维克的著作想要讨论的一个话题就是，对大屠杀的记忆成为热潮，为何是在“此时”——距离大屠杀的发生已经40余年，在亲历者已经风烛残年、日渐稀少之时？为何是在“此地”——不是在大屠杀发生地的大洋彼岸的欧洲，而是在美国（犹太人占美国人口总数不过2%左右，其中与大屠杀有直接关联者更是为数甚少）？粗略说起来，对于有关大屠杀的记忆在二战之后沉寂多年，诺维克提供的解释因素与别人并无太大分别：二战结束不久，分裂的东德和西德分别成为冷战中两大敌对阵营中的成员，国际政治的格局让大屠杀的话题变得不合时宜了；精神分析学说让我们知道，人们总是倾向于压抑难以承受的创伤记忆；作为受害者的犹太人对于自身遭遇的屈辱感，让他们觉得难以启齿等等。

但诺维克对后来的大屠杀热

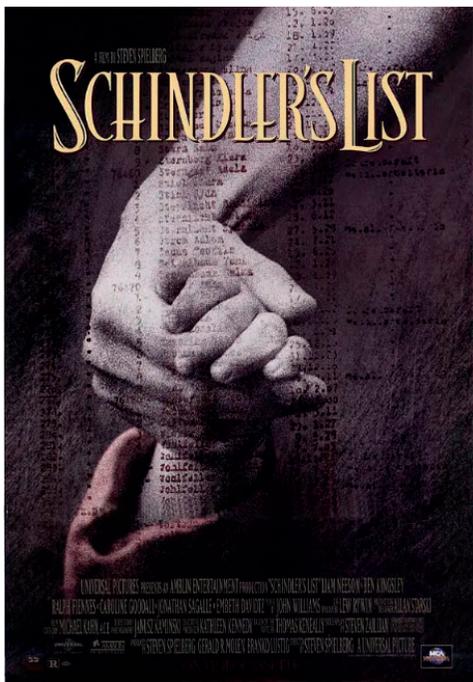
潮的解说，倒是引起了犹太人群体的反弹和愤怒。在他看来，华盛顿的大屠杀纪念馆、波士顿等地的大屠杀纪念碑、众多的纪录片和音像材料所象征着的这个热潮，其产生的原因当然很复杂。比如，从前的美国文化向来是崇拜西部牛仔一般的英雄硬汉的，可后来有一种将社会政治劫难的受难者在道德上纯洁化、偶像化的受难者文化（victim culture）逐渐得势，这就使得大屠杀受难者的形象，不再具有让人尴尬或者产生耻辱感的成分了。

诺维克更加强调的是，此时的美国，在犹太人的社会政治影响力前所未有地强大的同时，犹太人群体的身份认同却遭遇到了前所未有的危机。离开故土，离散了2000年的犹太人，是靠着对自己的宗教和文化传统的顽强依附，靠着自己的血缘纽带才维系了犹太民族的身份认同的。而如今，宗教和文化传统在日益世俗化的社会中，越来越难以充当有效维系犹太人群体的因素；19世纪以来曾经激励过众多犹太人的犹太复国主义梦想，在以色列建国以后也不复具备它从前的功能；越来越普遍的与异族的通婚，使得犹太民族的血统也越来越混杂。这一切不免让一些犹太人忧心忡忡，到了担心犹太民族会最终融化消失、让希特勒功成于身

后（posthumous victory）的地步。

在诺维克看来，犹太教信仰、犹太文化特征和犹太复国主义，都无法支撑当下的美国犹太人群体的身份认同。这个时候，他们唯一的共同之处是，如果不是他们的高祖父母、祖父母，他们的上一辈移民美国的话，他们就会同样经受欧洲犹太人的命运。“这就成了那个不断被重复而在经验上又相当可疑的口号‘我们是一体’的历史基础。”在诺维克看来，对大屠杀的历史记忆成为美国生活中的热潮，是因为它成了20世纪后期美国犹太人身份认同的唯一共同指标，而且，这样造就的历史记忆未必对美国犹太人群体、对以色列就有利。可以想见，诺维克这样的论点，当然会在犹太人群体中引起轩然大波，足以让他被有的人视作犹太人内部的叛卖者。诺维克的论点未必就能被很多人完全接受，但他却有力地表明，记忆与当下的相关性，不亚于它与过去的相关性。

简单地说，对于历史，人们可以有两种不同的看法。一种是过去不断累积变化，以至于现在、当下乃是过去的结果；另一种则可以借用克罗齐著名的命题“一切历史都是当代史”来表达，那就是，过往的历史是一片幽暗，只有当下的关切和兴趣，才有如探照灯一样，照亮那片幽暗中的



《辛德勒的名单》海报

某个部分、某些面相，过去在很大程度上是被当下建构出来的。对于记忆，也可作如是观。人们经历和体验了过去，他们的记忆就是过去的经历遗存到了现在，是过去经历留下的痕迹，这是一种看法；另一种看法则是，记忆是人们从当下的视角出发，受到当下诸多因素影响的、对于过去经历的建构。

法国社会学家哈布瓦赫堪称研究记忆问题的先驱而很久之后才受到重视。他就最直白地断言过：从过去剩下来的，只是从当下的角度能够建构起来的东西。记忆和当下的相关性，可以找到太多的例证。一份对早前巴黎面包师的口述史研究，关注的是他

们对当年的学徒生涯的回忆。后来自己也成了面包坊主人的“成功人士”，往往乐于把当年的艰辛看作后来成功的必要代价；未能“成功”的，则更多地记得当年的辛劳、屈辱和辛酸，把这看作人生经历社会不公平的开端。中国的类似情形，也可以在知青的回忆中看到。声称“青春无悔”，知青经历帮助自己磨炼意志、了解国情的，大致都是如今人们爱说的各领域内的“人生赢家”；而对于该上学

时下了乡、返城以后失了业（“待业”）、有了饭碗却又下了岗的多数人来说，或许那更是一连串人生不如意事中的一环。

人们对于过往的记忆，究竟是“遗存”还是“建构”，目下的潮流，似乎更偏向后一种视角。阿斯曼夫妇则更多地强调，记忆是过去对现在发出的呼唤。这个说法，在我看来有着双重的内涵。一方面，记忆中毕竟有着过去留下的痕迹，即便扭曲和变形难以避免，记忆帮助我们了解过去的功能，终究不能取消，也无可替代；另一方面，记住过去，既是人类文化得以延续和发展的前提，又是后人对前人所负有的道德义务。换言之，这其中既涉及记忆的真

实性、记忆对于历史学了解过去所具有的价值，又涉及与记忆相伴相随的伦理问题。

就着这个话题，我们再回到纳粹对犹太人的大屠杀。目前，世界上有三个主要的收集大屠杀相关证人证言的机构。除以色列的大屠杀纪念馆（Yad vashem）和耶鲁大学之外，名导演 Spielberg 在拍完《辛德勒的名单》之后，也建立了一个从事同样工作的私人机构。如今世界上的诸多地方，都有类似的收集、采访 20 世纪诸多社会政治劫难亲历者经历的活动，其中一个重要的缘故，就是奥斯威辛、南京大屠杀、古拉格等等，都离我们越来越远，见证者日渐凋零，人们都不免会提出与阿莱达·阿斯曼（Aleida Assmann，她与丈夫同为文化记忆理论的奠基者）相似的问题：在奥斯威辛集中营被解放 70 年后的今天，“在没有幸存者和亲历者作为支撑的情况下，有关大屠杀的记忆如何持续到将来？”于是，抢救记忆、保存见证者证言的工作就显得越发紧迫。单单在 Spielberg 的主持下，就有超过 5 万份见证材料得到采集和保存。

史学研究中的情形固然是，任何一份相关的材料都可能丰富、修正甚或扭转我们对某一历史面相的认识，但就实际情形而论，在历史研究中这些口述材料恐怕

未必具有那么大的效用。以纳粹大屠杀来说，一方面，普里莫·莱维（Primo Levi）在他的《被淹没的与被拯救的》一书中一再强调，像他这样的还能够讲述奥斯威辛经历的人，是有着太多的特殊原因（比如他本人是个有着帮助他活下来的技能的化学家）、太多的侥幸，甚而是道德上的欠缺，才能成为幸存者，而他们是无法代表那些被淹没了的绝大多数受难者的；另一方面，见证者讲述自己的经历，是在事情发生半个世纪之后，而我们已经知道，口述的记忆即便在表面看起来最真实不妄的时候，也往往不是真相的保障。过于看重这些见证的史料价值，反而会带来人们未必愿意看到的结果。

欧洲否认纳粹大屠杀的那些专业的或者半吊子的修正派历史学家们，除了爱弹一些老调（比如，没有确凿无疑的文字史料，表明是希特勒本人启动了一场针对犹太人的种族屠杀）之外，最常用的手法，就是在纳粹灭绝营幸存者的证言中，找出各种大大小小的瑕疵，来质疑证言本身的可靠性。这也是日本右翼否认南京大屠杀时常用的手法。因此，有的学者倒更愿意强调，倾听、保存受难者的记忆，本身就是一桩具有道德价值意味的事情。更有人认为，采集大屠杀幸存者的证言，是因为这些证言已经具有了某种

神圣的遗迹的性质。倾听、记录这些见证者的声音，就成了具有神圣意味的政治行为和道德举动。

在20世纪这一“极端的年代”里，世界范围内发生了太多社会政治的劫难，诸多的群体和个人经历了太多的苦难和创伤。记住这一切，尤其是受难者难以名状的哀伤痛楚和身心代价，成了我们和后人的一桩道德义务。用诺贝尔文学奖得主米沃什（Czeslaw Milosz）的话来说就是，“活着的人从那些死去而永远沉寂下去的人们那里得到了一条诫命：保存有关过去的真相”。从伦理角度来说，记住是义务，但人们的记忆又注定了是选择性的，不可能全盘记住从伦理角度来看该记住的一切。

现代信息储存技术的发展，似乎为最大可能地保存记忆带来了希望，但这并非记忆问题的解决之道。靠Google（谷歌）搜索得到的信息，并不足以构成鲜活的文化和道德资源，就仿佛案边常备的《全唐诗》，并不能够像记诵在心的三百首那样，让人随时受用。而况，从尼采到现代社会理论家卢曼都强调，没有遗忘，个体和社会就无法有效地选择和行动。

从现实政治角度来说，似乎也有同样的困局。南非废除种族隔离制度之后，成立了“真相与和解委员会”，专门调查和处理

从前因为种族压迫和种族歧视而造成的具体事件。二战之初苏联军队杀害2万余名波兰战俘的卡廷森林惨案，迟至2010年俄罗斯官方才公布了相关的档案材料。在这些情形下，无论是一个国家内部的不同族群之间，还是不同国家之间，要达成“和解”，追溯“真相”仿佛就都成了一个必要的前提。可是，美国学者梅吉尔也提出过别样的情形：在北爱尔兰、巴尔干半岛，在巴勒斯坦和以色列之间，很大程度上人们所面临的困局，却是受制于关于过去的太多记忆，关于过往千百年来宗教和种族间连绵不断的彼此冲突和相互杀戮的记忆。这样一来，有的时候，我们所熟悉的“历史问题宜粗不宜细”，就真的是为着“团结一致向前看”的目标所需要采取的政治策略了。

“忘记过去，就等于背叛”，类似的警句是我们所有人都耳熟能详的。但有一则俄罗斯谚语，说的却是另外一种意思：“谁记得太多，谁就感到沉重。”如何从历史记忆中了解过去，历史记忆怎样形成，该如何传承，又负载着什么样的伦理和政治的蕴涵？无论在学理上还是公共生活中，这都是暧昧复杂而又无从回避的问题。

【原载《读书》2016年第4期】

清华体育改变了我的一生

王兴华

王兴华 |

共产党员、教授、文职副军。1955年考入清华大学。1962年毕业于清华大学汽车专业（因参加首届全运会而脱产一年，后改专业延长学制一年），分配至北京宣武机械厂，后转调人民轴承厂。1978年11月入伍调入中国人民解放军军事交通学院，历任讲师、副教授、教授。在任时曾获得嘉奖六次，四次被评为教学质量优秀奖，并获评总后院校“优秀教员”。



“影响我一生的清华体育”这个主题，对于我来说不仅仅是“影响”两个字。我在清华就读期间因体育而转系，又因体育成就姻缘，甚至可以说体育几乎改变了我的一生。



1958年8月，王兴华在西大操场练习超越土丘

摩托运动对学习、工作的积极影响

1955年，我从上海考入清华电机系。1957年在校摩托车训练班招考时被录取，开始学习摩托车驾驶和维修技术，此后又被选

拔到校摩托运动队，成为校摩托车队运动员。

1958年9月，为准备第一届全运会，北京组建代表队选拔和培养队员。我被选派到北京市摩托集训队，经过几轮淘汰后，我被选定为预备队员。自从参加摩托运动以来，除了每日身体素质的锻炼，各种场地特技、越野、公路竞赛都是必训项

目，而且使用车辆的维修和保养全部都要由自己完成，因而一年下来，不仅我的身体得到了锻炼、反应能力有所提高，这项运动还培养了我精湛的驾驶技术，也培养了我的动手能力以及对车辆知识、结构的熟悉和掌握。

经过一年的集训，我返回了学校。当时学校正在大力提倡“教育和劳动生产相结合”的思想，时任教务长陈舜瑶分别与我们摩托队的四位同学（机械系孔宪清、电机系何浩、张允恭和我）谈话，希望我们转入动力系汽车专业继续学习，我们愉快地服从了校领导的安排，从此转到了汽车专业。

坦白地说，我在电机系发电专业和高电压专业（1956年暑期以后，我被调到新成立的高电压工程电物理专业，从发0班转到高0班）的基础课学习期间，由于对所学专业发自内心的爱好和

积极性并不高，所以成绩一般。但是，自从开始了摩托运动，并转入汽车专业以后，在运动中所接触和积累的问题使我对于专业产生了强烈的爱好，因而学习兴趣和积极性空前高涨，几乎所有专业课成绩都是5分，毕业设计也获得了5分的优秀成绩。为什么前后会有这么大的转变？就是因为摩托车运动不仅使我的身体得到了锻炼，而且在大量的实践经历中，我迸发出巨大的学习兴趣。在理论与实践相结合的过程中，我对知识的渴望不断增强，真正是带着问题学。至今我还珍藏着当年上专业课的笔记。

由于参加第一届全运会的集训，耽误了一年的在校学习，所以我1962年初才毕业离校（当年学制延长半年）。

参加工作后，我先后在工厂的设计科、技术科和军队院校从事设计、教学和科研工作。由于我在清华学习和参加摩托运动期间，对车辆的使用和维修积累了丰富的实践经验，培养了很强的动手能力。所以在之后的工作中，在设计图纸和工艺可行性上，我能做到与工厂的实际生产相结合，从来也没有发生过设计图纸被工艺审查部门退回的情况。在进行提升产品使用寿命的改进设计时，我能根据实际使用情况，力排众议，改进日本样机设计，一次性

达到部颁标准的要求，获得了当年北京市机械局的表彰。在进行新产品的设计时，得益于在校学习中所获得的坚实理论知识基础，我承担了所有计算任务和部分总图的设计，每项任务都顺利地通过了试验和考核。

1978年，我参军到军队院校从事教学工作。在教学中我根据军队车辆的实际使用情况，充分把理论和实践相结合；在课程讲授、毕业设计和试验中，给学员们列举了许多容易接受和记忆的实例；在实际操作环节，我亲力亲为指导学员动手，受到普遍欢迎；在学员参与的教学质量评审组评审中，我多次获得教学效果评比奖励。在科研方面，我凭借自己积累获得的实践能力和对实际效果的充分重视，能够做到在科研项目选择上，与部队车辆实际使用要求密切结合，并且以部队车辆实际使用效果为唯一标准，判断研究成果，得到了上级领导部门的表彰。由于对试验室的所有操作亲力亲为以及自己克服困难、解决问题，我成为学院中心实验室中唯一一位能自己动手操作的教授。

为了培养军队中先进车辆使用维修方面的技术干部，我运用在清华学习期间所获得的学习能力，尽快掌握先进电控车辆的使用和维修技能。从理论与实践相

结合的角度，我带领有关教员在各大军区举办了多次课程教学与实际车辆修理相结合的培训班，受到了普遍欢迎，为军用车辆使用和维修技术的进步做出了贡献。

正是因为我在清华期间参加了摩托运动，才让我不仅在课堂上收获了完善的专业知识，而且在运动中培养了联系实际的动手能力，也为我一生中能够在不同的工作岗位上出色完成任务奠定了坚实的基础。

因摩托运动结缘，幸福一生

1958年10月我在北京摩托运动集训队期间，认识了来自北京女11中的高三学生唐惠莹，此后我们一直在集训队训练，自然也就渐渐熟悉起来了。1959年9月，由于对队里选拔参赛运动员的不公正做法不满，我情绪低落，得到了她的理解和关怀，逐渐产生了好感，关系也自然而然的密切起来，这就是恋爱的开始。

返校以后，我们的来往并没有中断，但是因为她被选调到国家队，队里管理非常严格，不允许运动员“谈恋爱”，所以我们既不能时常通信，更不能常常见面。加上我返校后功课非常紧张（转系以后还需补读电机系和动力系的基础课），几乎没有星期天和寒暑假，我们只能采用记日

记的办法交流感情和心得，在有
机会见面时交换日记。现在看来，
用记日记谈恋爱大概也是不多见
的。

1961年11月，当时我正在长
春一汽进行毕业实习，收到了她
好友的来信，告诉我，她在一次
交通事故中受伤。当时我觉得运
动员受伤是难免的，没什么了不
起，有组织上关怀与肇事者照顾，
慢慢治疗、逐步养好便是。

实习结束后我和同学回到北
京，第二天我到解放军总医院（301
医院）去看她。见到她躺在病床
上，打着石膏的右腿被牵引架高
高的挂在半空，整个头和脸全部
被纱布包着，只有右眼和小半张
嘴露在外面，左手也被绷带严重
地缠裹着，我被她的伤情震惊了。
她见到我后，眼泪从露出的右眼
中不停地流出，伤心极了。要知
道这时她只有20岁呀！我能说什
么呢？只能让她安心养伤，不要
多想。

从医院出来回到家里，我伤
心地大哭了一场。当时，我父亲
在军事医学科学院工作（一级教
授、第四研究所所长），我家就
在医科院的院内，离301医院不
远。我实习返京后的几天就住在
家里，天天去看她，尽可能地给
她安慰。同时我把她受伤的情况
告诉了父母，请教老人。当时，
父亲有一个同学是外科专家、主
任（一级



1959年初夏，在槐树岭进行越野训练，驾驶员王兴华，压斗员孟庆尧。

教授），正好在301医院工作。
父亲因此也能够比较详细地了解
唐惠莹的伤情、治疗情况、可能
的愈后及后续治疗等情况。父亲
告诉我，她在基本恢复后，因为
膝关节损伤，可能右腿弯曲受限，
也就是蹲不下来；脸的左侧和下
颌都是深三度烧伤，会留下很大
的疤痕，如果不进行深度植皮，
头部的活动也要受限，也就是抬
不起头来还要偏向左侧；同时左
耳的外廓已经基本烧损，将来左
耳朵就没有了。实际上，后来又
因为治疗中无法克服的原因，使
她的右腿股骨愈合畸形，造成右
腿比左腿短3公分，行走时有一
些跛足。不仅她的运动生涯从此
中断，而且整个人的面容也毁了，
成为了真正的残疾人。

面对这样的现实，我怎么
想？又该怎么办？父母告诉我，

关键是要对得起自己的良知和品
德，不能做出无法向别人交代的
事情。有两种做法可以选择：一
是像过去一样，保持和发展恋爱
关系，直到结婚成家；二是断绝
关系，从此不再来往。但不管如
何决定，都必须在她能够正常生
活以后。

我俩当时已经相识三年，恋
爱两年。我们两人的父母和兄弟
姊妹都很赞同我们的关系，而且
也都见过面，我的同学和摩托队
的朋友也知道我们的恋情。我周
围都是知书达理之人，我不能抛
弃所有的亲人、同学和朋友。同
时，我也自问，和她谈恋爱、选
择她做我的恋人，根本原因是什
么？仅仅是因为她长得漂亮？因
为家庭有钱有势（她的父亲是“两
航”起义人员）？还是她的运动
员职业使人羡慕？能挣很多钱？

都不是！根本的原因是她这个人：她的聪明、通情达理，对自己的严格要求，她的自立，她的善解人意和对我的一心一意。我自问，这些使我们成为恋人的根本因素，会不会因为她受伤后肢体残疾甚至毁容而改变？如果答案是肯定的，那我有什么理由和她分手？如果我和她分手，除了证明这几年来我对她不真诚以外，同样也证明了我在选择自己终生伴侣时的根本标准是错误的。结论只有一个，那就是如果我和她分手，所有的错误都在我身上。我决不能做明知是错误的事情！我没有其他可以选择的做法，只有继续巩固和发展我们的感情，全心全意地帮助她度过她一生中最艰难的时光，鼓励她重新建立奋斗的勇气，共同创造美好和全新的未来。这才是我应该走的道路，才能不愧对我的亲人、同学和朋友，才是我们这一代青年人应该具有的品质。也只有这样，我才不会在未来的人生道路上受到良心的谴责，我们俩的感情也可以得到升华。我深深相信，只要我真正的、发自内心的爱她，持之以恒的照顾她，我们两人的未来一定是最美好的。

在我把这一切都想通了以后（其实所谓“想通”并没有花很多时间，也没有经过什么艰苦的思想斗争，也许这就是那个年代

的年青人很正常的思维），在后来一次去医院看她时，她给我一张纸，上面写着让我不要再去看她，结束我们之间的恋爱关系。我毫不犹豫的把它撕了，告诉她，“除了你将面对人生新的考验和现在要好好配合治疗以外，一切将和过去一样。我绝不会对你有丝毫改变，你应该相信我。”以下长话短说。1962年3月，她的伤口已经基本愈合，可以出院了。于是她离开了301，转到北京小汤山疗养院继续进行功能恢复和治疗。在此期间，我们已经商量好，等把伤治好了她就去考大学，重新规划未来的生活。1962年夏季以后，她离开了小汤山疗养院，住进了前门附近东交民巷中的中国医学科学院整形医院，进行脸部整形手术。手术前，因左脸和下颌的疤痕挛缩，她的头部偏向左下方，不能向右或向上动作；同时面部皮肤的疤痕凹凸不平，呈紫红色，很难看，左耳也基本没有了。之后，她经过了极其痛苦的面容整形和恢复头部转动功能的植皮等治疗。然后，她一方面继续恢复身体，一方面努力复习功课、参加补习。到1964年8月，她考上了北京林学院园林专业，开始了新的学习生活。

1966年夏季“文革”开始，林学院也和全国所有的高等院校一样，开始了“停课闹革命”，

她的学业也基本上终止了。我们原本打算在她毕业以后结婚，生活在一起。既然那时已无法专心学习，1968年4月，我们决定登记结婚，当时我已经31岁，她也27岁了。

当年冬季，北京林学院迁往云南，因为她有伤残，又是调干生，经批准，暂时留在北京等待毕业分配。1970年冬，她被分配到河北省张北地区万全县。万全县的冬季非常寒冷，她脸部的伤情根本无法适应，极易冻伤和溃烂，于是又经河北省重新分配到石家庄东方红公园（现在叫长安公园）工作，直到1978年才调到天津市园林局，同年我也由北京调到天津。我们谈了近十年恋爱，结婚了近十年，才真正的团聚，从此我们才有了一个幸福美满的家。

我们各自努力工作，我获得过六次嘉奖，四次被评为教学质量优秀奖，一次被评为总后系统优秀教员，1987年被评为副教授，1992年晋升为教授。她被评为天津市优秀共产党员，全国职业技术教育先进工作者。

从我的亲身经历可以看出，清华的体育运动不仅影响，而且决定了我的一生。如果在清华，我没有参加摩托运动，我就不会转专业，也不会遇到我的老伴，也不会有今天的幸福生活。文短情长，一生平安！🍷

长跑是一生触手可及的健康扶手

► 蓬蔓

蓬蔓 |

1979级无线电电子学系校友。美国电子工程博士，从事通讯工程研发多年。十年前兴趣转向意念心理研究。现为美国认证催眠师，美国国家催眠协会（NGH）会员，专业催眠师培训认证导师。目前居住美国波士顿地区，从事心理健康领域创业及公司管理工作。



在我不算长的人生中有十年是在清华园度过的。虽然体育在当年算不上我在校园内生活的主要内容，不过拉长到“一生”的时间来看，长跑确实是我生命中相当重要的一部分。

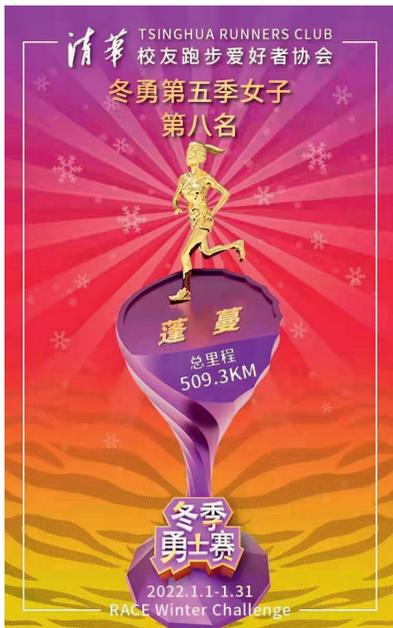
在过去的十几年中，我一直保持每年参加马拉松比赛，并且多次成绩达到波士顿马拉松（简称“波马”）报名标准。（编者注：波马以严格的报名标准而著称，有着“百姓奥运会”的称号。能够达标参加波马已经成为衡量业余马拉松跑者水平的标志）。

同时，作为清华校友跑步爱好者协会副会长，我也连续多年帮助组织和参加校友冬季跑步勇士赛（简称“冬勇赛”）活动。这个比赛在每年的一月举行，从1月1号到1月31号历时一个月。全球各地的清华校友和亲友都可以参加。在这一个月中，参赛

者自由组队，由统一的线上平台自动采集和累计各自手表或手机app记录的跑步里程，实时进行团队和个人排名。每年，全球有逾千名清华校友在冬季勇士跑步赛中每天默默履行着对自己的健康诺言，他们当中既有在校生也

有年过花甲的学长们，既聚集了清华最优秀的长跑选手，也吸引了很多新人加入长跑健身的行列。

2022年第五季冬勇赛于2月1日零点结束。沸腾的31个日夜，52个团队、1410位勇士，每天都在虚拟平台上互相激励着挤出时间完成自己的里程目标，最后创纪录地用奔跑的脚步丈量了22.24万公里。我个人则以509.3公里获得了冬勇第五季女子第八名（参赛女生为390人），为参加春季的马拉松比赛打下坚实的训练基础。



蓬蔓获冬勇第五季女子第八名

我与中长跑的缘分

我是小学五年级开始练习中长跑的，父亲是我的启蒙教练。

我的父亲蓬铁权，母亲王美娜早年都毕业于清华大学。他们在校时分别是学校男、女长跑队的队长。父亲在五十年代作为清



蓬铁权一家的座椅捐赠



蓬铁权、王美娜的结婚照



蓬铁权的奖章

华学生打破过马拉松全国纪录，并因此成为清华历史上第一批获得国家“运动健将”称号的在校者。

不过我练长跑跟父亲这些成就没有多少关系。如果有人说运动基因可以遗传，那本人就是一个典型的反例。打记事起，我就喜静不爱动。体育课上的各种跑跳体能测试，我都排在全班的后面，因此也就从来与运动会无缘。但我非常羡慕那些能跑能跳的校队运动员同学们。

五年级的时候，新来了个比较严厉的班主任。校运会期间，因为没有报名田径比赛，有一天在课堂上她很不悦地训斥：“有同学长那么大的个子，思想落后，一点集体观念也没有！”这里插一句，从幼儿园到五年级，记忆中我总是班里的大个子，比正常同学要高上大半头甚至一个脑袋。这个“生理缺陷”让我失去了参加各种文艺活动的机会。舞蹈队没法安排位置，小合唱也被刷掉。

这次老师的话更像鞭子一样抽打在我心上，让我在悲痛之余甚是委屈，就我那水平参加比赛是浪费班级名额，那样才是真正没有集体观念。

家父得知我的苦恼之后，帮我冥思苦想了一条出路，练长跑！理由是这个项目一般体育好的都不稀得练。见我将信将疑，他给我讲了自己的故事——

在北京四中上初一时，家父的个头在班里倒数第四，身体也不好。让他没想到的是竟然被老师指定为体育委员。当时正赶上劳动与卫国制度（劳卫制）在北京四中试点，他立下志愿，刻苦训练，从一开始400米都跑不下来，通过努力，到第二年在校运会上获得1500米第二名的好成绩。这个故事给了我希望，原来家父出道前的身体条件和能力还不如我。

榜样的力量是无穷的。在老爸的指导下训练了一个冬季后，我在第二年春季校运会的800米

比赛中获得第二名，复制了他的故事，并且被吸收进了校田径队。

现在想来我要感谢当年班主任的批评。有一句话说得好，人生的任何经历都可以是你的宝贵资源和驱动力。

1979年高一结束时我参加了高考。虽然我的分数可以任意选择学校，但父亲斩钉截铁地“建议”我非上清华不可。

入学后没多久的一天傍晚，一位慈祥的长辈到五号楼宿舍找到我。他自我介绍说是女子长跑队的于鸿森教练，当年也曾是我父亲的教练。他听家父说我练过800米，于是邀我加入女子中长跑校队进行训练。

后来我才知道，“文革”十年后，高等教育百废待兴，具有优良传统的清华体育也是青黄不接。当时没有运动员特殊招生制度，绝大部分体育代表队员都是各位体育老师在普通学生中从无到有发掘和培养起来的。对于清华女生来说，能够跑下来800米

就算有一定基础了。比如后来成为高校长跑明星的孙勤，第一次加入长跑队训练时，她就告诉我以前从没练过长跑甚至没有跑过800米。

于教练亲自登门拜访让我受宠若惊。从此我的学习生活中便增加了一项任务，每天下午4点半需要放下手中的一切，回东区五号楼换上运动服和网球鞋，急匆匆赶到西大操场进行艰苦的长跑训练。一个半小时以后当我拖着疲惫的身体赶回东区，同宿舍的同学们都已经开始了晚自习。等我换洗完毕，偌大的清华校园里往往已经找不到一张空着的自习书桌了。

也许是因为国家刚刚恢复高等教育，校园里的学习气氛十分

浓厚。图书馆和各大小教室永远都坐满了勤奋好学、孜孜不倦的学生们。找不到自习的地方给我留下如此深刻的印象，以致于现在在我一想起开车进城，就不免生出找不到停车位的焦虑。那感受真是一模一样！

学习任务繁重，每天还得进行正规的田径训练，学生运动员们总会感到时间不够用。有时我心里也不免问自己，这样做是否值得？

一天晚上，我训练完匆匆回到五号楼，在楼梯口碰到出门去晚自习的同学们。她们特意停下脚步对我说，“真羡慕你满脸红扑扑、雄赳赳的样子！”同学们真诚的表情和钦佩的目光让我愣了两秒钟，赶

紧把注意力从匆忙赶路拉回到自己轻爽的感觉上……你别说，我好像一下子体会到了体育锻炼的意义。

田径不只是个人项目

田径比赛中除了接力，每个项目都是一个人在战斗。但是清华的田径队员们会说我们比任何团体项目更能感觉到团队精神和集体荣誉的分量。

每年北京高校运动会都是清华田径大部队的D日（编者注：在军事术语中，D日经常用作表示一次作战或行动发起的那天）。各路纵队拧成一股绳，有实力的上场冲锋陷阵，像我这种能力有限的，就提鞋拎包外加摇旗呐喊，一切为了母校的荣誉。

当年家父曾在校刊上赋诗抒发一个校田径队员的情怀：

我踏上黑色的跑道，
脚下的煤屑在飞溅跳跃，
洁白的跑线展现在眼前，
我的心哪，在放声欢笑。

我在奔跑？

不！这是一万人的脚步！

都在看我？

不！这是在向我的集体注目！

都在为我鼓掌吗？

不！这是在向我的大学恭祝！

汗水，你就流吧，



1979年清华女子长跑队合影。笔者为前排左3。后排右4为于教练

你流成河也阻挡不了我前进
的脚步，

你淹没我也熄灭不了我意志
的热火！

在火热的“战场”，
一个信念在我的心中牢记：
为集体争夺宝贵的一秒，
为集体战胜自己的疲劳。

我踏上黑色的跑道，
脚下的煤屑在飞溅跳耀，
洁白的跑线展现在眼前，
我的心哪，在放声欢笑！

的确，1980年在钢院（北京钢铁学院，后改名北京科技大学）的看台上为清华名将张振西的800米和1500米绝对冠军喊破嗓子的时候，我们的心里都在激动地狂笑——哈哈！当时广播里说他打破了运动健将保持了20年的1500米清华校记录，我才知道原来家父还曾经保持过这么个清华记录。

相比在校外举办的高校运动会，更能引起清华万名学生参与热情和高度关注的，还要数每年四月校庆日举办的全校田径运动会。

我所在的无线电电子学系除了音乐人才辈出外（高晓松、李健等属于晚辈），一直也是学霸比较多的院系（新生录取线好像连续几年排在前三名）。俗话说四肢发达、头脑简单，反之亦然。

我们系历史上也确实总给人一种体育比较落后的印象。可能因为我参加了田径队的缘故，从大一开始，系学生会就给我戴了顶“体育干事”的帽子。当时体育部一共3人，领导我的是78级的文江和梅奇。我们体育部每年最大的任务便是组队参加全校田径运动会。

在其位就得谋其政，我开始像星探一样，留意和发掘本系各年级的田径人才。曾任清华大学党委书记的陈旭是比我低两级的学妹。至今我还清楚地记得，她因在田赛项目上的优势一入学便受到我们体育部的关注。借着学校重视体育锻炼的风气，系里鼓励和推荐同学们加入校田径队。一队不行就去二队训练提高，很快就涌现出以任钢、张云、丁倩为代表的批主力队员。跟其他系相比，无线电系具有绝对优势的田径明星相对较少，但我们的优势是人多。作为全校数一数二的大系，我们采用人海战术，在各个项目中安插本系尖兵，不放过任何得小分的机会，同时组织强有力的拉拉队和后勤服务。

记得1982年的校运会，我先拿下了3000米比赛的第二名。不幸的是，我穿的钉鞋把右脚脚掌磨出了鸡蛋大的水泡（1500米以上本人坚决不再推荐钉鞋）。为了保证我能够在后面竞争激烈的1500米为系里拿下预算的分数，同学们全系上下打听并找出77级

当过赤脚医生的师兄帮我处理和包扎。同宿舍的同学们更是为我端水打饭，用自行车当轮椅推着我来往于宿舍和操场之间。

第二天当我踩着包扎好的大水泡踏上1500米的赛道时，为团体成绩争分夺秒的信念使我忘记疼痛，为系里挣得了宝贵的两分。那一次让我深刻体会到家父诗里描述的境界。是的，体育比赛中的集体归属和荣誉感具有强大的“鸡血”效应。虽然我从没打过鸡血，但听起来很形象。

在全体同学的努力下，无线电系战胜“强敌”化学化工系，在第二十五届校运会上第一次获得团体总分的冠军，从此告别了“书呆子系”的标签，成为全校师生眼中的体育大系。

长跑是触手可及的健康扶手

在校时参与的体育活动把一个概念深深刻在我的心里：经常从事体育锻炼是保持健康的有效途径。

毕业后的近40年里，我在忙碌的生活工作之余尝试过滑雪、网球、瑜伽等各种运动，但从没有远离长跑。每当我感觉到健康状况下降，都会出门跑一跑。一是因为熟悉，二是因为方便，三是因为锻炼效率高。

长跑是最平易近人的运动形式。无论男女、贫富和年纪，只



2014年参赛波马的清华校友

要你能走路，有一双软鞋，便时时处处可以开始慢跑。

我所在的大波士顿地区是全美著名的长跑圣地。三十年前我刚到这里时便注意到似乎任何时候查理斯河边都有人在跑步。后来又发现同事和邻居中竟有很多马拉松爱好者。以前我一直以为马拉松是体育达人的专利，他们让我知道了马拉松对普通人来说并非遥不可及。受同事们影响，2009年我也开始参加附近的长跑活动。一年后在美国跑友的鼓励和带动下我开始训练和参加马拉松比赛。

2011年，我回校参加百年校庆文艺社团演出，期间顺便在马杯比赛中跟在校生同场测试3000米，竟然获得了乙组冠军。这应该归功于马拉松训练带来的体能提高。对于马拉松运动员来说，3000米相当于超短距离，一眨眼就到了。

2013年我第一次达标参加波士顿马拉松比赛就赶上了终点爆炸事件。很多清华老同学们的问候和关怀让我心里倍感温暖。第二年，当我得知有六名清华校友将跟我同路参赛波马时，便跟波士顿校友会联系组织了校友参赛运动员招待会，同时印制了全球第一批清华校友参赛服。在漫长的马拉松赛道上，母校带给我们归属感和推动力又一次激励了我。

在招待会上，我们7个人轮流给在场近40位校友介绍“我是如何开始跑马拉松的”。大家惊奇地发现，在我们中间跑的最快的，竟然都是在校时体育差点不及格的，比如全马最好成绩2小时38分的周超（左上图右二）。心理学认为，要想影响一个人发生改变，你要先变得跟他/她一样。这些优秀选手当年在校时“心酸”的运动经历，一下子拉近了马拉松与同学们的距离。半年之后他们

当中竟有24人完成了从“白面中年”到马拉松运动员的华丽转身。

马拉松长跑跟3000米以下的中长跑有很大的不同。从周围很多人的经历来看，马拉松似乎更青睐“体育差生”。她给你机会用距离赢得速度，笨鸟可以靠先飞，乌龟可以靠持行。马拉松让你在土得掉渣的坚持中，获得无价的精神升华和身体健康。

这是两位清华校友训练马拉松前后对比的励志照片（下图），感谢他们同意我随文发表。他们的现身说法也激励了很多中年校友迈开腿，加入长跑健身的行列。

张宇宙学长曾是学校跨栏队员。毕业后因为放弃锻炼，体重



1978级张宇宙校友跑马拉松前后对比



1985级姜雷校友跑马拉松前后对比

大幅增加，健康也受到影响。十几年前他重拾长跑运动，开始训练马拉松，恢复了健康体魄。其最好的全马成绩为3小时21分，是同龄人中的佼佼者。

姜雷师弟在校时属于体育差生。每次听到运动会场广播运动员检录都令他羡慕不已。几年前在同学的影响下，开始训练和参加马拉松比赛，这让他人到中年后，终于尝到了当一名运动员的滋味。在2018年冰雨大作的波士顿马拉松中，他创下了3小时17分的个人最好成绩。

近几年里，我见证了长跑运动在中国的飞速发展。在这个过程中，我意识到虽然长跑看起来简单易行，但要想无损伤长期跑下去，还是有很多技术要领和经验窍门需要掌握。在向新手们传授自己从各位教练那里学到的长跑知识的同时，看到大家纷纷起步开始享受长跑带来的好处，我的心里也收获了满满的欣慰。

2017年底，清华校友中的长跑骨干在校友总会的加持下成立了清华校友跑步爱好者协会。至今会员已经发展到近两千人。除了每年一月举办全球影响范围最广的冬季勇士赛以外，清华跑协的各地分会也经常开展丰富多彩的长跑活动。

随着校友各项体育活动的蓬勃发展，清华校友总会、清华体育部联合清华北美校友联合会于

2019年9月20日在加拿大多伦多的北美校友大会期间开创性地举办了首届校友“马约翰杯”运动会。校友跑协的任务是承办线上和协助线下长跑项目。让组委会始料不及的是校友们的参赛热情极其高涨，竟提前一个多月报名人数就达到了大会的限额。在全体校友的组织和参与下，首届校友马杯获得圆满成功。仅长跑一个项目就有700多名校友参赛。我本人和波士顿校友会也获得了个人和团体的好成绩。

广大校友在运动会期间朝气蓬勃的精神面貌和拼搏精神，充分反映了清华大学重视体育的教育方针正在开花结果。同学们纷纷感慨和感恩母校体育精神对自己一生的馈赠和影响。

最后让我用发自肺腑的一首歌词表达长跑在我生命中的意义：

绽放在路上

作词：蓬蔓

作曲 / 编曲：牟文殊

演唱：蓬蔓

生活有时给我挫折
但我不会迷茫感伤
换上跑鞋轻装
去奔跑在路上
每次总是豁然开朗

大地托起我的脚步
给我温暖还有力量
前进就是方向

足迹通往梦想
遥远距离不再漫长

run run run (奔跑吧)

从此我不再彷徨

run run run (奔跑吧)

褪去所有的伪装

run run run (奔跑吧)

任凭活力尽张扬

run run run (奔跑吧)

生命绽放在路上

四季照常略过身旁
感觉已经不再一样
寒冬跑出热浪
酷暑洒汗冲凉
我一路把自己约上

无论清晨华灯初放
我都快乐跑在街上
心里没有孤独
途中朋友相伴
生活一路充满阳光

run run run (奔跑吧)

从此我不再彷徨

run run run (奔跑吧)

褪去所有的伪装

run run run (奔跑吧)

任凭活力尽张扬

run run run (奔跑吧)

生命绽放在路上

同学们、朋友们，跑起来吧，
为生命、为健康!

张慕萍： 九旬高龄对母校最深沉的爱与回馈

清华大学教育基金会 彩雯

九旬高龄的张慕萍老师步伐健朗、思维敏捷、精神矍铄，时入隆冬依然保持着游泳健身的习惯。在清华70余年的学习和工作经历，让张慕萍始终牢记自己的成长离不开党和清华的培养。

从一位19岁的共青团员，成长为一名共产党员、一名老师和一名老教育工作者，张老师和夫人潘敏贞（水利系退休教师）以自己对母校的浓浓感激之情，捐资30万元设立“清华校友—张慕萍潘敏贞励学基金”，用来资助家庭经济困难、学习勤奋、生活简朴的学生完成学业、成才报国。

前辈们的耳濡目染

张老师总是说自己是一个“地道的清华人”，在清华学习生活了72年，90岁高龄仍然清楚地记得自己在清华工作生活的点点滴滴，说起过往的经历仍然眼里有光、容光焕发。1953年，张慕萍被选拔为首批政治辅导员，在忙碌的学习和生活中，也得到了时任校长蒋南翔的关心和指导，他曾回忆自己开始担任政治辅导员时，在蒋南翔校长家里开会，蒋校长谆谆嘱咐自己，年轻时一定要练好政治上的基本功，做政治辅导员就是培养政治工作、组织能力的基本功，且这些基本功要从小培养。

“他给我们举个例子，就像唱京剧，有两个人，一种是科班出身，从小就练京剧，他一出场，唱腔和身段就可以看出来这个人有功底，是从小培养出来的；还有一种是票友，他唱京剧是后来学习的，一出来就知道这是一个票友，不是科班出身。他说，你们做政治工作也是要培养‘科班出身的’，要能



张慕萍 |

1953年毕业，此后一直执教于清华大学，从事中国近现代历史与当代中国社会与经济的教学、科学研究工作。1984年担任清华大学副校长兼社会科学系主任。1990年担任中华人民共和国驻美国芝加哥总领事馆教育参赞。1993年末回国。曾任中国老教授协会常务副会长、名誉副会长、清华大学人文社会科学学院教授、香港树仁学院当代中国研究中心顾问。

够成为这方面又红又专的人才。”这一席话让张老师印象深刻，终生受益，并在之后的工作生活中，时刻不忘学习，不断提升自己的政治觉悟。

1954年，由于当时的北京只在清华大学有一个室内游泳池，所以毛泽东主席有时晚上到清华来游泳锻炼。当时，张慕萍老师在清华担任团委工作，在工作上遇到了一定的困难。“当时清华搞先进集体，表扬学生中全面发展的好班级。社会上有人认为先进集体束缚了学生的个性，有强迫命令、简单化等问题，有争议。”时任校长蒋南翔老师陪毛主席时将情况汇报给毛主席，得到了主席的肯定。蒋校长传达主席意见后，张慕萍老师备受鼓舞，更加坚定信念，加强基层团支部和学生班级组织建设，

继续推进先进集体的相关工作，至今仍影响着清华学生班级基层组织建设。

1958年，周恩来总理曾经应邀来清华参观毕业展览，还在政协礼堂观看清华学生文工团演出。当时蒋南翔校长要求同学们搞“真刀真枪”的毕业设计，项目包括密云水库、微型汽车等内容，都在指导老

师的帮助下取得了很好的成果。周恩来总理参观后，在讲话中肯定学校能够将教育和生产实际相结合，希望学生能够再接再厉，取得更好的成就。周总理关怀清华、平易近人的风范让张慕萍老师深受教育，终身难忘。

在主持团委工作时，张慕萍老师深感于时任党委第一副书记刘冰老师严谨求实的作风和对他的教导：“1962年时，因为学生干部政策水平不高，有简单化、极左的一些做法，对学生比较简单化。后来刘冰同志就在他的办公室里用差不多两星期的时间，每天跟团委主要干部讨论，团支部工作当中有哪些问题，有哪些政策界限不清楚，最后形成了五十条。这五十条就是一条一条说明共青团的工作应该怎么做，比如说不能把同学努力学习看作白专道路，不能只红不专，也要又红又专等等，刘冰同志针对团支部思想政治工作中的具体问题，帮我们明确了政策界限，最后开了一个全校基层团干部会，党委也发了一个文件，刘冰同志亲自做报告，这些对我们教育也很大。”这些内容形成了《学生政治思想工作的任务和一些问题的界限》（五十条），这一文件的贯彻大大提高了团干部的工作水平，团



2019年，张慕萍和夫人潘敏贞（右二与左二）在女儿张卫红（1985级建筑系校友）的陪同下来到清华校友总会，捐资设立“清华校友—张慕萍潘敏贞励学基金”，右一为清华校友总会秘书长唐杰。

委干部更受益匪浅。

张慕萍老师说：“正是老一辈共产党人和老师们的言传身教，使我坚定了理想信念，明确了政治方向，也开始懂得了什么是党的优良传统和良好的工作作风。要努力做到又红又专全面发展。”

校园文化是宝贵的精神财富和最独特的优势

作为一个地道的清华人，母校的校园文化让张老师倍感骄傲，他也坚信这是清华最宝贵的精神财富和独特的优势，感染教育了一代一代的清华人。他认为，首先清华校园文化继承发扬了我们国家的优秀文化传统。“中国有一位张岱年先生，他是很著名的哲学家，也曾在清华任教。他曾经讲过一句话说：我们中华优秀传统文化的精髓精华就体现在‘自强不息，厚德载物’这八个字上。”清华的校训正是体现了中国优秀传统文化的精华。

张慕萍说，清华的校园文化不仅吸收了中国传统的优秀文化，还吸收了西方的优秀文化。“清华是用我们中国的庚子赔款创办，开始也吸收了很多西方的教学经验和他们的文化，特别是梅贻琦担任

校长期间，曾经在国外访问了很多大学，把西方很多大学的办学经验以及西方的优秀文化带到了清华大学。新中国成立前的清华既植根于深厚的中国传统文化，又吸收了西方科学文化的理念与方法，形成了‘古今贯通，中西融合’的好学风。”

“我们优秀的校园文化，也继承发扬了中国近代革命的、文化的传统，继承发扬了共产党百年来的建党精神。”他以蒋南翔校长为例，蒋南翔一生唯实求真，他工作中实事求是的思想作风，是执行我们党的思想路线方面的模范，也为清华大学的建设发展做出了重要贡献。

“我们的优秀校园文化也继承了改革开放以来的优秀文化，如扩大开放、借鉴吸收国外先进优秀文化和勇于创新改革的精神。”

“清华文化来自于这些方面，清华校园文化与精神，我归纳成六点：第一点，服务国家、造福人民的爱国精神；第二点，追求真理、唯实求真的精神；第三点，以人为本、全面发展的人文精神；第四点，解放思想、与时俱进的创新精神；第五点，学术自由、崇尚平等的民主精神；第六点，和而不同、兼容并包的开放精神；归纳起来就是爱国、科学、人文、创新、民主、开放。我觉得这几点体现了清华非常优秀的校园文化，正是在这样的校园文化熏陶下，潜移默化、润物无声地培养出一代代清

华的优秀杰出人才。”

生斯长斯, 吾爱吾校

张老师总是说，“我热爱清华，也感谢清华。”2019年，张慕萍老师和夫人一起捐赠设立了“清华校友—张慕萍潘敏贞励学基金”。他夫人潘敏贞是清华大学水利系的毕业生，毕业后一直在清华大学任教，一辈子从事清华的教育工作，女儿张卫红是清华大学建筑系的毕业生，“我们都是清华大学培养成长起来，所以我非常感谢母校，也希望我们清华大学为我们祖国培养更多的优秀人才”。

张慕萍认为，虽然我国已全面建成小康社会，进入建设社会主义现代化国家的新时代，但是国家仍然存在着贫富差距，有不少贫困地区和一些贫困家庭的学生，他们到大学来学习，经济上仍有困难。他希望通过自己的捐赠，使这些经济困难学生能够安心学习，努力成才，将来为我们国家做贡献。

对于新一代的年轻人，张慕萍老师希望他们在学校学习和在社会工作时，仍然能够深刻理解并不断发扬清华优秀的文化精神，坚持又红又专，全面发展，为实现“第二个百年奋斗目标”，将中国建成社会主义现代化强国，贡献自己的智慧和力量，为人民谋幸福，为民族谋复兴。🍎



清华大学教育基金会服务号



聚爱清华订阅号

清华大学教育基金会

地址：北京市清华科技园创业大厦 12 层

电话：62785959

传真：62785959

Email: iihnews@tsinghua.edu.cn

www.tuef.tsinghua.edu.cn

[更多内容，请扫描二维码关注基金会微信公众平台]



走出清华园

▶ 李山

1986年，清华开始实行免试保送研究生的制度。凭着连续几年的优异成绩，我有幸成为清华第一批免试研究生。正高兴着，又得知了另一个非常难得的机会——邹至庄项目。

邹至庄是普林斯顿大学教授，计量经济学大师，是唯一担任过美国经济学会主席的华人经济学家。普林斯顿大学经济系名师辈出，包括美联储主席伯南克。但该经济系唯一一个以教授名字命名的研究中心就是邹至庄中心。20世纪80年代，他说服中国政府选拔学生去欧美学习经济学，培养市场经济高级人才。于是国家教委设立了“邹至庄经济学留学计划”即邹至庄项目，于1985年派出约30名学生留学美国和加拿大，其中包括经O班学生李稻葵。

当时经管学院推选了经1班的我和方星海，以及胡祖六等四名研究生去与全国其他一流高校的尖子生们竞试。得知这个机会的时候，我很纠结。鱼和熊掌不可兼得，要参加留学选拔，我就必须放弃保研。如果不能通过竞争极为激烈的留学考试，两边的机会都会失去。

一边是免试保研的康庄大道，一边是前途未知的挑战。我并不怕考试，而是担心自己选择的人生之路是否正确。我当时是清华经管学院首任团委书记，好些老师和同学都劝我留在清华读研，他们相信像我这样又红又专的学生在国

内会有很好的前途。但是，当时中国的改革开放刚开始几年，经济学教育也刚起步。为了学习现代经济学知识，实地考察发达国家市场经济经验，从而为自己未来投身改革开放大业做好充分准备，我最终决定放弃保研，参加邹至庄项目考试。

记得那场选拔考试考了两天，第一天考西方经济学，第二天考高等数学、线性代数和数理统计。我没学过西方经济学，第一天考完，我就知道自己考砸了，肯定不及格。这意味着我第二天必须超常发挥，才有一丝被选上的希望。

我索性彻底放开了，不再复习准备考试，跑到学生舞会上跳了一夜的舞。第二天提笔又进了考场。结果我考了九十几分，清华考生第一。就这样，先抑后扬，我的总分通过了出国留学选拔线。

专业考试关过了，出国还有GRE这个拦路虎。我以前从未听说过GRE，打开往年的考卷一看，语言部分几乎不认识一个单词。只有一周备考时间，怎么办？！GRE都是选择题，我相信正确答案的分布符合某种统计规律，于是找来能搜集到的所有GRE考试的答案进行分析，发觉往年选项C正确率最低。我相信不同选项的正确率都会均值回归，于是，考试时把语言部分的答案全部选C，居然取得了相对不错的成绩。由于我数

■ 作者简介

李山，清华经管学院1981级校友，麻省理工学院经济学博士，现任全国政协委员、瑞士信贷集团董事、丝路金融公司首席执行官。兼任清华国家治理研究院副理事长、麻省理工学院经济系和斯隆管理学院顾问、哈佛大学肯尼迪政府学院顾问。

学部分满分，逻辑部分高分，三部分总分终于达到了外国大学的GRE录取线。

邹至庄教授为我们所有达到录取分数线的学生写了推荐信，我被推荐到美国加州大学戴维斯分校和德克萨斯州的南卫理公会大学。很凑巧，戴维斯经济系教授沈宗沅(T.Y. Shen)来清华讲学，学院安排我去拜访他，并请他帮助我申请戴维斯经济系的助学金，他欣然答应。后来我得到了戴维斯的录取通知书，但却未能获得助学金。于是我又向在德州大学做访问学者的郝中军老师求助。郝老师愿意解囊相助，但他没有足够的资金为我提供担保，就给沈教授写信说由他提供资金，但请沈教授出面担保。在两位清华学长的共同帮助下，我终于有了美国领事馆认可的资金担保证明，成功申请到去戴维斯读书的美国签证。在今后几十年人生道路的很多重要关口，我都得到了清华学长的无私帮助。

出国留学首先要置装。国家考虑到我们这些学生家庭经济条件太差，没钱买体面的衣服，于是给每人发放800块钱的置装费。这对我来说是笔巨款，舍不得花。于是只用70块钱给自己买了平生第一件西服，用剩下的钱给母亲买了台洗衣机，好让她不必再一把年纪还要辛苦地用手洗衣服。

有了体面的衣服，但我没钱

买去美国的飞机票。因为是公派出国，国家教委出钱为我买了由北京飞旧金山的中国民航经济舱机票。下了飞机也没钱，清华大学借了150美元给我。若干年后，我学成归国，主动到清华还钱，学校却慷慨免除了这笔债务。

转眼到了毕业典礼。1986年7月，经管学院给我们这批毕业生举办饯行宴会。我记得很清楚，宴会在清华主楼后厅举行。朱镕基院长等学院老师也都出席了。

我随身带着毕业留言册，上面写满同学们给我的寄语，什么“年少得志当拿云，百珍千争图大业”，还有“谁道蜀中无大将，君乃中华真男儿”等等，充满了那个理想年代的味道。和我一同考取邹至庄项目的胡祖六，在我留言册上写道：“在人生的旅途上，我以遇见你这样高尚的朋友而深感荣幸！”刚从奥地利维也纳做高级访问学者回校的赵纯均副院长知道我将出国留学，题赠“他山之石，可以攻玉”。院党委书记邵斌老师提笔勉励我“功崇惟志，业广惟勤”。

晚宴上，我拿着留言册，走到朱镕基院长身边，告诉他我获选公派出国留学，请他给我写几句赠言。朱院长问我：“你去哪一所加州大学？是XXX当校长的那所吗？”

“不是，是戴维斯分校。”我回答。



1986年8月李山与未来的太太王华蓉共游三峡

“你学成一定要回来！”朱院长叮嘱我。他又说，中国现在真的非常需要宏观经济管理方面的人才。

面对院长的殷殷叮嘱，我立马表态：“学成一定回来！”

我又进一步请教，应该学哪些经济学知识？朱院长回答我说：“什么都要学，不光学美国，还要学习日本、欧洲的经验，要博采众长。”

随后，他在我的毕业留言册上题下赠言：“博采众长，学通中外”。停笔，他又面带微笑地对我说：“我这八个字不是随便写的，你要终生努力，你一定要回来！”

带着院长和经管学院师生们的嘱托，我走出清华园。

马上要远赴异国，我带着女友回到我的故乡威远，向亲爱的外祖母、父母、妹妹告别，依依不舍。

很快国家要在三峡处横断长



教育要善于“容错”， 容的到底是什么？

► 杨斌

近几年“容错”常在人才培养的语境下被谈起，要鼓励学生创新，促进学生成长，教育者就要善于容错。人们讨论科学研究、技术研发的时候，也爱强调容错——真要促进原始创新，或是取得颠覆性成果，敢于容错必不可少。

容错的必要与重要，大家都深有体会。比如学技能，从不会到会，其间放手让学习者去尝试探索，是必需的过程。这当中犯的错，教师一定

■ 作者简介

杨斌，清华大学副校长、教务长，兼任清华大学深圳国际研究生院院长。清华大学经济管理学院教授，清华经管领导力研究中心主任。开发并主讲清华大学《领导与团队》等精品课程。著有《企业猝死》《战略节奏》（合著）、《在明明德》（合著），译有《要领》《教导》等。

（接上页）

江，建设世界最大的水电站。我担心数年后回国时高峡变平湖，三峡风光不再，于是决定经三峡出国。我和女友从重庆朝天门码头上船，沿江而下，经三峡赴武汉。瞿塘峡是三峡的第一峡，又称夔门，风光秀丽，山势雄伟。乘船入夔门，只见两山对峙，滔滔浪花奔流而去。这让我想起“川人一出夔门便成龙”的古话，眼前仿佛出现邓小平、陈毅等蜀中先辈经这儿赴法国留学的身影，激情澎湃。

船驶入巫峡，看着身边美丽聪慧的爱人，我想起那句著名的诗句——“曾经沧海难为水，除却巫山不是云”。我们俩都太穷，没有相机。很幸运遇到两位同船

的女大学生，用她们的相机为我们留下了最美好的青春回忆。

在武汉下船已是半夜。我和女友按照她家亲戚介绍的地址找住处，结果发现是一家按当时标准颇为豪华的星级酒店。门卫看我们一副穷学生相，不让我们进店，无奈只好找了一家极简陋的小店住下。第二天早上，我用公共电话联系上了女友亲戚的朋友，他很惊讶我们未能入住他安排好的高级酒店，马上到我们住的小店，请我们去观看武汉风光。门口有一辆日本皇冠牌汽车等我们，这是我平生第一次坐小轿车，颇有些新奇。主人陪我们游览了黄鹤楼、东湖之后，车驶入一片园林，园内绿树成荫，鸟语花香，园林

深处出现了我从未见过的高级住所。主人告诉我们这儿是东湖宾馆，是毛泽东主席生前44次下榻、观赏白云黄鹤的地方。在享用完美味的武昌鱼之后，我们被安排在毛主席住过的房间休息。室内有空调，使我们不必忍受有中国三大火炉之称的武汉的夏日炎热。

这段神奇的经历似乎是对我出国求学的鼓励。我想起周恩来东渡日本留学前写下的诗句“面壁十年图破壁，难酬蹈海亦英雄”，暗下决心，在国外一定努力学习，掌握世界最先进的经济学知识，为日后回国服务打牢基础。

几天后，女友和胡祖六送我到北京机场登机，飞越太平洋，开始我的走向世界之旅。📍



要包容，给予积极正向的态度、轻松自在的氛围，学生才会更愿意通过“干中学”“错中学”，在摸爬滚打中历练成长。再比如，新事物的诞生，也多是要经历被既有规范视为离经叛道、荒谬绝伦的过程。如果总是研究那些乍一看就拍手称快的方向，那么也很难产生出真正具有开创性的新成果、新思想，至多是一些更为精致的延续性研究，更为充实的完善性研究而已——这当然也有意义，但对科学发展和人类进步的贡献就小了许多。

正是因为这个“容错”的大方向越来越具有共识，就更有必要商榷“容错”的“错”，是不是可以有更恰当的表达？因为我觉得，“错”字也许并不很准确，也不太完整，有时还显得不够谦逊。创新研究发现，很多范式转移的过程中，代表未来发展方向的新技术，起初都被“主流”看作是错的，但这个“错”的标签，最终却是要贴在“主流”和其时的市场领导者身上的。萌芽时期

的创新，因为与主流不同，因为突破了常规，所以被认定为“错”。这个时候，如果鼓励创新，保护其不被扼杀或淹没，该容的，是“异”。定位在容错，是无法把握住颠覆式创新的，因为“错”是个结论，要么忽视，要么改正；单凭一个“错”字，已经将洞察范式转移的可能性给扼杀了。事实上，要想持续创新，容“异”才是关键，因为进化需在异中求，扬弃方能得升华。

而关注学习成长的过程，你会看到，不完美是自然且必然的，“错”作为一种评价，带有较强的结论性，也对持续投入形成某种抑制。完美的结果来自不断地练习，练习免不了出丑丢脸，但出丑丢脸不是出“错”，但因为他人过早地以“错”作为评价，而会对学习者产生停止练习进而造成回避挑战无法成长的影响。

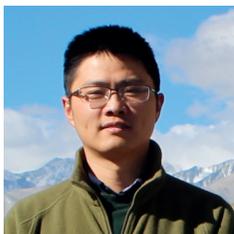
学习成长是个过程，且学习者绝大多数都处在成长的过程中，拿过程的状态与成熟的状态做对比，并冠之为“错”并不公允，并有副作用。

学习者，特别是成年人、成功者，在学习某种新技能时，常会因为不能很快达到较高水平，害怕出丑而干脆放弃。这时候，促进学习和成长，要容的不是“错”，而是“长”——成长的长，也是需要一定时间长度的长。

给学习者的建议，可以借用“钝感力”的概念，也就是说，不要对来自他人、特别是权威或你在意的人的负面评价过分在意，如果太过入心，往往会束手束脚、浅尝辄止，免责为上，终难成大器。而给教育者的建议则是容“长”，且慢结论，且予时空，且放眼量——这是对成长规律的尊重，给学习者深沉的爱和信任。

还有一些人，说到容错，会流露出某种“不与你计较”“我海量包涵”的意味。但其实，急着下“错”的结论，长期看，吃亏的是需要容而不能“容”的一方。容“异”让你更开放、更谦逊，容“长”让你更耐心、更积极。容，绝非姿态，而是策略，更见智慧。

“异”和“长”，跟“错”比起来，都更中性；容异和容长，同容错相比，似乎难度较小；但其实它们在实际中所呈现出来的，常常会是“糙”“陋”“乱”“妄”诸相，能否容下这般，算是创新者、教育者是否为真的试金石。当然这绝不是说没有“错”这回事。只是，对于创新和成长，对于人的发展和社会的繁荣，还需更辩证地看，放长远地看。🍇



托林镇彩虹文化艺术节

► 伏后明

开办夜校后，为进一步满足群众的精神文化需求，我们决定在全镇范围内举办彩虹文化艺术节。当时一年一度的西藏“百万农奴解放纪念日”（每年3月28日）快要到了。往年这个日子镇上并没有组织过统一的活动，而是由每个自然组自发组织安排。

这次，我们打算把各组的表演统一到镇上搭建的平台上来。并把之前夜校组织过的一些活动也作为演出节目，以扩大其影响。艺术节之所以用“彩虹”命名有以下两层意思：一是彩虹是托林镇三大气象景观（古格王国的日出、象泉河上的晚霞、土林上的彩虹）之一；二是彩虹本身的寓意贴切，彩虹是七种颜色紧密地联系在一起的桥，象征各民族紧密地团结在一起，走向更为美好的生活。

征集节目时，我们希望每个自然组、镇机关、寺管会至少出一个节目。没想到消息发布后，群众的热情远超预期，大家都希望借这次活动展示自己，纷纷踊跃报名，最多的一个组竟然报了四个节目！最终，我们选取了十几个最具代表性的节目。为了进一步烘托氛围，我们同时还邀请了县艺术团提供两个节目。

实际上，整个活动组织中我们最担心的部分不是节目本身，而是大家的交通安全问题。每个自然组几乎都是全员出动，最多的一个组派出了十辆车的车

队，道具、演出服装，甚至酥油茶、风干肉、糌粑都带上了。最远的自然组离镇上有60多公里，天不亮就要出发，而且都是山路，其中一大半都是砂石路。为了确保路途安全，我们专门安排了驻村队员跟着车队一起出发。后勤准备相对比较顺利，只是国旗杆不好找，最后不得已请人焊了一个，价格不菲，占到了整个活动预算的三分之一。

舞台就临时搭建在托林居委会广场上，虽然简单，但以清澈的蓝天和金色的土林为背景，多了一份开阔旷达的感觉。艺术节当天，县城里的群众、干部职工、商户、僧人等三三两两或拖家带口的向广场涌来，没用多久就里三层外三层的坐满了人，很多没找到座位的人就站在广场的周围。这热闹的局面在札达县着实少见，印象中是我在那里仅有的一次见到那么多人聚集在一起，似乎整个县城的人都来了。人们的脸上洋溢着的笑容，就像高原的格桑花一样，整个场地都充满了欢乐和幸福的气氛。

演出活动开始前，我们举行了升国旗仪式。镇上的四名退伍干部抬着国旗走到旗杆下，两名退伍干部担任升旗手，将国旗装到旗杆上，伴随着庄严的国歌奏响，现场会唱国歌的群众也跟着一起唱，所有人注视着国旗徐徐上升，直到国旗高高升起，在天空中飘扬。

在浓烈的喜庆氛围中，古格宣舞作

■ 作者简介

伏后明，五道口金融学院2012级硕士，为响应清华“到祖国基层工作”的号召，2015年毕业后去西藏阿里地区，先后在阿里地区噶尔县、札达县托林镇、札达县旅发委、西藏自治区党委组织部、西藏自治区党委办公厅等单位工作。目前在西藏自治区人大办公厅工作。



士林上的双彩虹



象泉河上的晚霞

为第一个节目登场了。宣舞起源于象雄王国的宫廷舞，之后在古格王国时期，融合了各小城邦舞蹈艺术的精华，得到了极大发展，此后在长期的传承中，演变成了一种藏族传统抒情歌舞，并入选了第二批“国家级非物质文化遗产”名录。札达县是古格王国遗址所在地，至今还保留了宣舞文化，而且在县内各地衍生出不同的风格，每逢重大节庆总会登上舞台。舞蹈演员们身着精美华丽的长袍，肩披艳丽的斗篷，头戴珍贵的首饰，全身镶着红珊瑚和绿松石等宝石，双臂在胸前交叉相连。整个舞蹈高贵典雅，庄重大方，按照先慢后快的节奏边唱边跳。观众们看得非常投入，场下很多人情不自禁的唱着歌也跟着跳起来了，演员和观众像是融在一起似的，现场气氛十分欢快。听周围人说，宣舞服装和佩戴的

首饰珠宝都是经过好几代人传承下来的，一般都是在重大节庆日才穿起来，十分珍贵。

紧接着的节目是民俗舞，叫“老鹰捉小鸡”，听群众说，现在只有个别自然组才会跳这种舞蹈。它的服装十分形象，头上戴着突出尖喙的帽子，袖子则像是一对翅膀。演出时“老鹰”“母鸡”“小鸡”随着对方动作而变换舞姿。“老鹰”张着翅膀，跺着脚，嘴里发出嘎吱嘎吱的声音，表情十分凶狠，摆出攻击性的动作，不断尝试冲破“母鸡”的防守抓走“小鸡”，甚至有两个回合差一点点就成功了，吓得“小鸡”发出惊恐的尖叫声；“母鸡”则弯着腰、张开翅膀保护身后的“小鸡”，非常谨慎的应对“老鹰”的进攻。观众也看得非常投入，在看到“小鸡”差点被捉住时十分紧张，甚至跟“小鸡”一起尖叫，

看到掉队的“小鸡”又喊着快回去，最后“老鹰”筋疲力尽垂头丧气的逃走时所有人又被逗得哄堂大笑。老鹰捉小鸡这个在内地常见的儿童游戏，在这里却变成了有趣的舞蹈，显示出藏族同胞极高的艺术天分与乐观童真的性格。

接下来的节目还有合唱、独唱、朗诵、现身说法、小品等。其中一个合唱节目有十多个僧人站成三角形队列，手里拿着国旗，非常认真的唱着国歌。最近这些年寺庙里开展爱国主义教育，僧人们深刻的明白国家富强宗教才能健康发展的道理，因此僧人们主动提出一起合唱国歌。小品都来源于日常生活，群众自编自导，很具有感染力和说服力。有一个小品通过讲述外地人和本地人一起种大棚的故事，表达了只有民族团结才能发展的道理。还有一个群众身边的致富带头人现身说



彩虹文化艺术节的活动现场

法，用地道的语言讲述了自己这些年的创业经历，观众们听得津津有味。

整个文艺表演，观众和演员之间产生了一种默契，演员们的每一个表情动作观众们都能读懂，唱高腔时观众们懂得喝彩鼓掌，表演滑稽动作时观众们会开心的大笑，大家都沉浸在了对节目的享受当中。看到台下热情的观众，演员们情绪高涨，每个人都更加拼尽全力表演，争取把最好的一面展现出来。虽然没有国家级的舞台，也没有专业演员的表演经验，但胜在他们的表演更民俗化更传统，更能打到群众的内心里去，更能满足群众真正的精神需求。不管“阳春白雪”还是“下里巴人”，只是要能打动观众就是好节目。

这次活动也全面挖掘了镇上的文化积淀，当地民俗资源非常深厚，但是缺少展示的载体和平

台。从艺术节演出的观众人数和热情可以看出，干部群众对精神文化生活特别需要，而当地日常生活中对这些活动又特别欠缺，所以更需要组织一个有效的平台来缓解这种矛盾。基于这些认识，艺术节后我们计划趁热打铁组建托林镇党建艺术团，把深受群众喜爱的节目发展成为老百姓日常生活的重要内容，在全镇范围内进行巡回演出，把节目送到群众家里、边境巡逻点和牧场上，提升当地百姓的幸福感。同时向老百姓传递一些先进、科学的理念和思想，让老百姓既能在精神上得到满足，又能多一些窗口了解党和国家政策，进一步促进实现爱国爱党团结一心的局面。遗憾的是，这个事情因为我随后调离托林镇而一直未能做成，希望以后有机会能带去更多更好的活动。

在托林镇的三年时间里，许

多工作都是直接与群众打交道的，积累了很多第一手的经验和感性认识，使我对基层工作也有了更深刻的理解，这与在机关工作有很大不同。但光有感性认识和第一手的经验是不够的，还需要从众多纷杂的现象中找到背后的规律，发现并运用规律后才能找到解决问题的根本办法，否则整天从事繁杂琐碎的基层工作而不去归纳总结，就很容易陷入事务主义的汪洋大海。

乡镇作为最基层的行政单位，免不了面临多头管理的情况，有些甚至互相冲突造成被动，落实到执行时，就会出现朝令夕改、疲于应付的情况。我在镇上工作时就曾面临这种情况，这使得大家疲惫不堪。所以，要在如何发挥基层工作的自主性和上级管理之间找到平衡，既能发挥基层的积极性又不偏离上级要求，这样基层工作才有生命力。🍀