

NO. 113
2021年第6期 12月出版
主办方 清华大学

水木清华

总
113
期

水木清华

服务校友成长
关注未来发展
开拓国际视野
传承清华文化



吴国盛
达·芬奇展示的是一种真正意义的现代精神。现代精神就是『人为自己立法』『人为自己开辟道路』『人为自己制造本质』。

李睦
艺术与科学有没有可能是一个硬币的一面呢？那另一面呢？我觉得可能是科学与艺术。

何继江
当前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，我们一定要考出好成绩。

何兆武
『学』有真假之分、高低之分、精粗之分，但没有

吴文虎
作为清华体育的实践者和历史的见证人，我和队友们的人生经历都证明：体育在培养健全人格方面具有不可替代的作用。

钟笑寒
钱颖一是比较经济学领域的国际知名学者。比较，是一种深刻的思想。

石富
那一个个清华培养出来的、在各行各业中具体的奋斗者和成功者，不正
是『有教无类』的教
学理念培育的吗？
ISSN 1674-8476
9 771674 847215

总第113期 2021年第6期 12月出版



写生·创作

祝大年艺术作品展

SKETCHING & CREATION
ZHU DANIAN ART EXHIBITION

2021.11.16

—
2022.3.20

F3 Hall 5 - 6

展览时间
2021年11月16日
至2022年3月20日
展览地点
清华大学艺术博物馆三层展厅
主办单位
清华大学艺术博物馆
清华大学美术学院
总策划
鲁晓波 杜鹏飞
学术主持
苏丹
策展人
杜大恺
特别鸣谢
祝大年家属

Exhibition Period
16 November 2021 – 20 March 2022
Exhibition Venue
3rd Floor Exhibition Hall, TAM
Organizers
Tsinghua University Art Museum
Academy of Arts & Design, Tsinghua University
General Planners
Lu Xiaobo Du Pengfei
Academic Director
Su Dan
Curator
Du Dakai
Acknowledgement
Zhu Danian's family

TAM 清华大学艺术博物馆
TSINGHUA UNIVERSITY ART MUSEUM

www.artmuseum.tsinghua.edu.cn

清华印象
TSINGHUA SOUVENIR

清华大学唯一官方授权文创品牌

《新春绽放 大地清华》 2022壬寅年日历套装

精美套装 诚意年礼
十二幕清华致景，又一载水木华彩



扫码了解&购买

校内线下门店：清华大学照澜院16号 联系方式：62782260



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 113 期



特稿

06 科艺相通，碰撞生新态

——清华大学科学博物馆达·芬奇特展

07 吴国盛：达·芬奇展示的是一种真正意义上的现代精神

08 李睦：“艺术与科学”和“科学与艺术”的差别是什么？

10 师生会话

15 缕叙文明进程，启迪科学精神

——访达·芬奇特展策展人王哲然

前沿观察

19 李星：互联网技术演进的回顾和思考

27 魏东：关于智慧制造的思考

33 何继江：碳中和的国际视野与中国路径



文以载道

39 何兆武：“学”有真假高低之分，但没有中西之分

清华人物

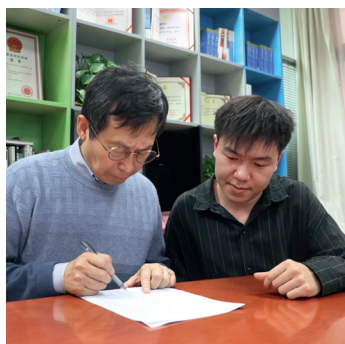
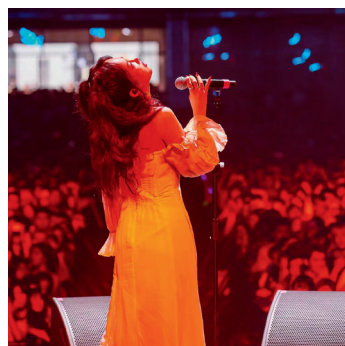
44 一场刚跑到四分之一处的马拉松

——访京微齐力公司 CEO 王海力

48 只问初心 不问西东

——访人大附中名师李永乐

52 陈婧霏：声音并非唯一的表达



无问西东

56 找到闪耀的光



无体育 不清华

60 吴文虎：体育励志 受益一生

64 黄初冬：清华园里走出的国际裁判

旧文新读

68 常迥：科技引领未来



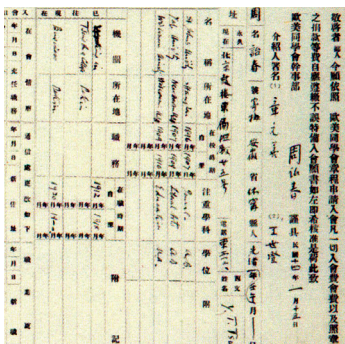
艺术荟萃

72 石富：《巾帼飞天梦——中国女航天员系列雕塑》创作始末



档案故事

76 三篇关于建立青年团的“学习笔记”
——纪念刘冰诞辰 100 周年



清华史话

81 金富军：周诒春校长发起创建欧美同学会

一脉书香

84 钱颖一和他的《大学的改革》
——兼忆几段往事



专 栏

88 李山：南下北上

91 伏后明：托林镇回眸

94 《“水木清华”》2021 年文章目录索引



更正：本刊 112 期第 59 页照片图注中，一排左 2 谭宝宪应为“谭葆宪”，特此更正。

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 黄 婧

编 辑 李 彦 曾卓崑 钱箐旋

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 113 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

微信扫描“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 清华大学同方部东侧动振小楼 102 室

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



清华大学唯一官方授权文创品牌

清华大学·二校门

千粒款聚光拼装模型

【复刻清华记忆 再现水木烙印】

1555颗粒数,细节满分,完美还原二校门



扫码了解&购买

校内线下门店：清华大学照澜院16号

联系方式：010-62782260

清华印象联合清华文创院·清小新文创工作室共同打造



科艺相通，碰撞生新态

——清华大学科学博物馆 达·芬奇特展

近期，“直上云霄——列奥纳多·达·芬奇的飞行与工程机械展”在清华大学科学博物馆（筹）开幕，这个展览集中展示了达·芬奇发明的飞行机械、战争武器机械的复原模型以及他在佛罗伦萨做学徒期间记录下的工程起重机械模型。无独有偶，清华艺术博物馆开馆的第一个展览也是关于达·芬奇的展览——对话达·芬奇。正如这两个博物馆的定位所展示的那样，达·芬奇兼具艺术家与科学家身份于一身，除了《蒙娜丽莎》《最后的晚餐》这样全球妇孺皆知的艺术作品，他的一生还留下了 7000 余张手稿，记录了在科学诸多领域的发明与思考。他的成长对于年轻人有太多启示与可被探讨之处。

早在 1991 年，李政道先生就提出“科艺相通”的概念。

他说，“在人类文明的发展中，科学与艺术是同渠分流发展过来的。”清华大学在办学历史中逐渐形成了中西融会、古今贯通、文理渗透的特色，现在，“科艺相通”正逐渐成为另一项新的培养理念。2021 年 11 月 29 日下午，科博文化周之“达·芬奇启示——当代青年的科学与艺术素质培养”名家座谈会举行。清华大学科学史系主任、科学博物馆（筹）馆长吴国盛教授与美术学院教授、社会美育研究所所长李睦教授对达·芬奇的人文成就，科学

与艺术融合的必要性，以及如何培养科学与艺术思维兼备的人才等问题进行了深入浅出的论述。本刊特编辑刊登座谈会精华内容以飨读者。



达·芬奇展示的是一种真正意义上的现代精神

吴国盛

最近科学博物馆举办了一个新展，“直上云霄——列奥纳多·达·芬奇的飞行与工程机械展”。清华艺博开馆的时候就举办了一个达·芬奇的手稿展。达·芬奇是文艺复兴时代兼艺术家与科学家于一身的重要人物，去世以后留下了7000多份手稿，其中有三分之一和机械发明有关系。这些发明都是他脑子里的构想，并没有把它付诸实施，有些东西能不能付诸实施我们也不知道。所以世界各国科技博物馆都想复制试一试，一方面体会达·芬奇的伟大想象力和蓬勃的创造力，另一方面也看一看这位文艺复兴先驱的发明，哪些是可以实现的，哪些是没有办法实现的。

但是很遗憾，达·芬奇对近代科学贡献不大，原因不是他本人能力不够，而是造化弄人。达·芬奇把手稿留给徒弟，徒弟留给自己的儿子，徒弟的儿子对手稿也不太感兴趣，所以手稿在他们家搁了一百年。达·芬奇那些伟大的想象、那些天才的猜测本来可以促进近现代科学和工业革命发展的，但是人们知道手稿的时候，现代工业革命已经搞完了。那么，我们应该怎么看待他的成就呢？

古希腊有一个伟大的科学家叫阿基米德。阿基米德的著作也是非常超前，幸亏后世有几个人给抄下来了，但是也没有人传下去，别人都看不懂。那时候抄写用的羊皮纸比较贵，他的书被后人刮掉，重新抄写基督教箴言、教义的内容。直到19世纪晚期，一位学者发现书里面还有一层字，仔细一看原来是阿基米德的作品。所以，近代就有了阿基米德羊皮书的故事。

微积分是牛顿和莱布尼茨在17世纪的发明，但是在此之前的2000年，阿基米德就已经发明了微积分运

吴国盛，清华大学科学史系教授、系主任，清华大学科学博物馆（筹）馆长。兼任中国科技史学会科技史教育工作委员会主任、中国自然辩证法研究会科学传播与科学教育专业委员会主任。主要研究方向为西方科学思想史、现象学科学哲学与技术哲学、科学传播与科学博物馆学。



算，那个时候看不懂，就没有产生实际效果。但是我们还是会缅怀敬仰他的伟大著作。为什么？我认为，达·芬奇和阿基米德展现了人类智力能力所能达到的高峰，他们是人类智力的最高标准。达·芬奇的很多创造是超前的，特别他对飞行的很多想象、猜测和构思是非常先进、非常合理的，用我们今天的理论讲，是合乎科学的。500年过去了，达·芬奇仍然是人类文明史上的一个高标，成为“人”这个物种所能达到的能力的极致，这有很重要的意义。

我好几次讲到，达·芬奇展示的是一种真正意义上的现代精神。现代精神就是“人为自己立法”“人为自己开辟道路”“人为自己制造本质”。在那个时代，人还是会受制于自然、受制于诸神、受制于上帝。现代性的根本目标就是诸神没了，自然匍匐在人之下，上帝不管用了。怎么办呢？人只能靠自己。所以贝多芬有一句名言：“人啊，你当自助。”达·芬奇代表的也可以说是纯粹的浮士德精神，就是想尽一切办法发现自然的奥秘，利用这个奥秘来让自己做事情。

第三个意义，达·芬奇完成了艺术的翻盘。在



吴国盛作主题发言

达·芬奇之前，艺术家是没有地位的。按照自希腊以来的学术划分标准，科学家是属于学问行当的第一类别，因为它代表的是一种纯粹的学问；而艺术家，特别是像造型艺术家、诗歌、戏剧、雕塑、建筑、医学等人造人工人为的学问和技艺，被希腊人认为是第三流学问，地位不高。数学在古希腊以来是属于一流学问、纯粹的学问，数学、自然哲学等都属于第一流的学问。达·芬奇崇尚数学，向数学靠拢，向自由艺术靠拢。在他带领之下，文艺复兴时期佛罗伦萨这些艺术家开始脱离画匠工会、画匠行会，组建艺术学院，把自己提升为 Liberal Arts。

所以达·芬奇时代是一个非常重要的分水岭。他让我们意识到，在近代早期或者是文艺复兴时期，科学和艺术同时在塑造自己的新面目，在这个过程中，达·芬奇是一个很关键的角色，他见证和参与了现代艺术和现代科学的自我构建工作。

“艺术与科学”和“科学与艺术”的差别是什么？

► 李睦

我是一生都在画画的人。我每天探索的是色彩的规律、形态的规律、空间的规律以及秩序感、平衡感等等，我对这些东西乐此不疲。后来，当我慢慢了解了科学发展运行规律的时候，就觉得很奇妙，有另外一个领域在做着很多相同的事情，而且做得非常有益非常好，可以给我们搞艺术创作的人带来源源不断的灵感，这个发现让我很兴奋。李政道先生曾经说过一句话：“艺术与科学是一个硬币的两面。”我在想，艺术与科学有没有可能是一个硬币的一面呢？那另一面呢？我觉得可能是科学与艺术。“艺术与科学”和“科学与艺术”的差别是什么呢？我们要从科学的角度探索认知艺术，同时也要从艺术的角度探索认知科学。

李睦，教授、博士生导师、
绘画系油画教研室主任。
清华大学吴冠中艺术研究中心副主任、清华大学社会美育研究所所长。主要研究方向是现代绘画形式语言研究。



另外，科学与艺术本身的区别也是我经常去思考的一个问题。比如我们常说透过现象看本质，这可能是一个科学的思路。但是反过来想，我们通过本质触及现象，这是不是一个艺术的思路呢？就是这样一些区别以及它们之间相互关系的思考，对我来说充满了

诱惑。

再有，我们老是把科学与艺术、艺术与科学两者对立起来，好像是两个不同概念的两个极端，我自己也在想，在科学和艺术之间会有什么，会发生什么。在科学和艺术之外还存在着什么，还有可能发生什么。

另外，我们也在探索科学和艺术之间的共性以及它们各自的特殊性，这方面我学习研究了不少学术著作。比如科学与艺术之间的共性，涉及到世界本质、本性、本原这些内容，这些不只是科学要追求探索的目标，也是艺术要追求探索的目标。说到它们的特殊性，科学需要追求普遍性的意义，艺术恰恰要破除普遍性的意义，就是不认同共性的东西，要讲个性，甚至要讲极端。我不知道这算不算艺术与科学的特殊性。在这个基础上，我们有没有可能寻求一条走向科学的艺术道路，同样能不能寻求另一条走向艺术的科学之路？这个应该是未来学生包括老师的使命和责任，而不是兴趣，因为这涉及到国家文化、艺术、科学的存亡。

我们常说“术业有专攻”，这一点大家探讨得比较多，好象也理所当然接受了这个概念和理念带来的各种各样的现象和结果，但是很少谈论目标有共享。也就是“术业有专攻”能不能做到殊途同归呢？如果不能殊途同归，那就没有意义。所以我自己也特别期待，有没有可能面临这样的情况？就是在科学研究中确立人类的家园，我们在艺术的研究当中寻找人类的归宿，这两者之间使命上稍有不同，但这才是一个硬币的两面，就是不可以或缺，不能说我们只是寻找科学的家园而没有艺术的精神归宿。艺术精神归宿反过来作用于科学家园的确立，科学家园的确立又反过来帮助我们寻找艺术的归宿。所以它不仅仅是今天大学生的素质，也是你们能力的体现。我稍微说一点结论化的思考，就是没有离开科学的艺术，自古以来就是这样，也没有离开艺术的科学，就像印象派绘画，也是得益于科学发展，包括文艺复兴时期的绘画也是得益于科学的发展才得以确立的。



李睦作主题发言

清华大学艺术博物馆刚成立时举办了达·芬奇手稿和复原品展，这次我们的科学博物馆又有很多机械复原品在展出。尽管他的手稿有丧失，但也有很多被保存下来了，这是人类精神文化的财富。从达·芬奇的手稿中，我想到了你们年轻人，我们有没有这样的手稿？有没有这样的本子呢？达·芬奇可以把他的想象、幻想、猜想用图像、文字的方式描绘出来、呈现出来，那么我们的猜想、幻想用什么样的方式把它呈现出来、保存下来呢？有再多的幻想，如果不用文字图像记录下来，那就等于零，什么都没有。我们的学生能不能也留下一本笔记，文字日记、图像日记，把我们各种各样的奇思妙想呈现在纸面上，这是我治学的一种方法。这种记录思考将有助于你们探索未知。

吴冠中先生曾经说过一句话，他说：“科学是研究自然的奥秘，艺术是艺术家研究情感的奥秘。”在这个基础上我再引申一步，自然奥秘当中也包含着情感，情感奥秘也是自然的一个组成部分。所以科学和艺术过去、未来，包括现在都是不可分离的。



师生会话

您是否有这样的经历，在自己的知识谱系当中，艺术的自己和科学的自己发生了一种碰撞，碰撞之后产生了非常绝妙的想法，从而得到了愉悦的体验？【清华大学环境学院研究生孙若水】

吴国盛 我是理科出身，在大学学的是物理专业。在上学期对文学是很热爱的，写过小说，但是视觉艺术一塌糊涂，书法、绘画、雕塑……不要说做一做，连欣赏都很难。但是我喜欢音乐，非常喜欢。我同意康德的观点，艺术是一种天才的事业，科学是常人的事业。希腊人认为数学是人性的根本。的确，有些学科跟家庭背景关系很大，比如语文。如果在高考成绩中增加数学分值，也许可以避免家庭背景对于分数的影响，这是哲学家论证的。

李 睦 我自己就是科学和艺术相互作用的结果。我父母是生命科学，我们家没有学艺术的，不知道为什么出来我这么一个义无反顾去学习艺术的人。

我觉得学习艺术从开始就充满着矛盾、对立的统一。比如，学习过程中我向往艺术自由自在的表达、

呈现、思考，但是迈进学习门槛之后会发现透视、比例、结构、解剖、客观的色彩、固有颜色、环境颜色等所有这些东西都让我产生一种质疑，我学的是科学还是艺术呢？这些东西是限制我内心情感的探索和表达的。

但是慢慢长大以后，特别是当我对科学有所了解的时候，我才知道自身的局限，也是这个艺术学科本身的局限，特别是越来越多地了解了人类远古那些值得崇敬的时代。那时候的人们谈论科学和艺术这些话题的时候，并没有那样的泾渭分明，并没有把自己分别列入到不同的立场当中去，所以我就是这么一个综合性的产物。

现在社会的分工化和专业化的界限非常明显，兼具科学家和艺术家素养的人与专门的科学家、专门的艺术相比，他们对社会的运行有怎样的差别？【清华大学环境学院研究生孙若水】

李 睦 一个人应该同时具有艺术和科学的思维。尽管术业有专攻，但是任何学科还是要高度依赖其他的学科，虽然社会有分工，但是分工分得非常细的时候，

学科的独立性也就不存在了。所以没有任何一个学科可以脱离于社会其他学科的进展而发展，像塞尚对于绘画的贡献就是得益于几何学的进步。

吴国盛 科学、艺术是两个不同的学科，但是从谱系上来看，它们中间又有很多过渡环节，博物学家本身就是艺术家，历史上像歌德、卢梭都是大博物学家。歌德最有影响，歌德不仅画画，也研究矿物学勘探和植物学，他还研究光学，跟牛顿PK。当然，在科学与艺术方面都有成就的人毕竟是少数，达·芬奇这样的旷世奇才没有几个。如果放低一点儿对艺术家的要求，那么很多科学家懂音乐、懂绘画。比如说李政道先生就懂绘画，爱因斯坦拉小提琴，布莱克弹钢琴等等。

所以把这个问题做一个区分更有意义。如果从从业人口来看，一个社会不可能养那么多艺术家，艺术家和科学家人数一样多是不可能的。但如果从社会功能来讲，艺术能春风化人、教养人心，提高一个社会的文明程度。全体老百姓对量子力学了解也行，不了解问题也不大。但是如果一点艺术品位都没有的话，日子就会过得“紧”而无味了。所以二者要区分一下，肯定不是1+1的问题。

刚才老师谈到光学对印象派绘画的影响。不仅如此，摄影机的出现还改变了艺术的门类和艺术的定义，现在还出现了AI画家。那么，今天科学对艺术的影响是否发生了变化？【清华大学美术学院研究生王成思】

李 睦 艺术肯定发生了非常大的变化，人工智能的绘画作品已经被一些美术学院作为研究生毕业展览的组成部分，微软的人工智能框架小冰在了解了几百个历史上不同时期的艺术家以后，就可以按照不同时期的艺术家风格创作出很多它自



1. 复原展品：城堡起重机
2. 复原展品：降落伞
3. 复原展品：巨鸟
4. 复原展品：水平扑翼机
5. 复原展品：装甲战车



展览“直上云霄”展厅



己的作品。比如说，大家一看就知道是达·芬奇时代的作品，但是达·芬奇没有画过这张画；它可以画出很多印象派的作品，但是莫奈他们也没有画过这样的作品。我不知道这个是否该被称为创作，但是它已经深深地影响到今天艺术的形态，比如音乐、诗歌和美术。

就美术来讲，因为微软小冰人工智能的出现，那些艺术家建立的艺术标准是不是要重新思考？比如以往，我们可能每次艺术创作都希望能够达成一种最终目标意义上的成功，但是今天由于微软小冰艺术作品的出现，我们可能会发现，每一次的失败反而显得那么珍贵，因为小冰是不会犯错误的。那老师和学生就想，我们每次失败是不是有更多值得研究的地方？

吴国盛 其实 Science 这个词是从 19 世纪才被广泛应用的。文艺复兴以前，无论文科、理科都叫做 Arts，区别是 Liberal Arts 还是 Mechanical Arts，是自由之艺还是机械之艺，或者手工之艺。我们今天所说的科学对艺术的影响或者艺术对科学的影响，应该是指 Mechanical Arts 和 Liberal Arts 之间的相互影响。我说几个重要的案例。

比如说，透视法在早期是由鲁内莱斯基等建筑学

家、画家发明的。透视法带来了现代视觉艺术革命性的变化，也直接促成了摄影几何、绘画几何的变化，这是一个很重要的艺术家带头的案例。

还有个故事，伽利略用望远镜对着月亮看，看出来月亮坑坑洼洼，从而颠覆了古希腊的哥白尼学说。望远镜看的是二维图像，怎么就知道那里是坑坑洼洼呢？这是因为伽利略小时候学过绘画，知道明暗对比，知道三维是什么，从而判断出那些坑坑洼洼，这也是一个很好的案例。

科学和艺术各自独立之后，这种直接的影响不是很多了，但是还有。比如说发现行星运动三定律的开普勒认为，天体运动本身就是一种无声的音乐，遵循一切有声音乐的和声规律。他利用和声的方式，把火星的运动轨道给谱出来了。

再比如摩尔斯电码。摩尔斯是一个画家，他发明的发报机和画架很像，因为他非常熟悉画架的结构。再有量子力学中“夸克”一词就是来自诗歌里的语言。

所以艺术对科学的影响蛮多的，直接影响科学家本身的思想。反过来，科学对艺术的影响，更多是材质方面。这个影响是表面的，不如艺术对科学的影响来得切实。但有一个影响比较深刻，就是爱因斯坦相对论



带来的空间弯曲观，大概对毕加索的绘画有点影响。

艺术不仅可以愉悦科学家的生活，更重要的是在科学研究当中会促发科学灵感。在座很多同学都有学习艺术技能的经历，比如乐器、绘画、歌舞。您觉得技巧性的练习能不能成为艺术感情迸发的困扰？现在这种突出技能的培养模式是不是有效？如果想要培养兼备艺术素养和科学素养全面人才，我们应该遵循怎样的培养思路？【清华大学环境学院本科生白佳琦】

李 睦 刚才说到技术、艺术，不知道它怎么就变成了对立的两个不同方面了。我觉得对美的感受力和对科学的感受力都很重要，这是素养里很重要的一个因素，而不是关注技术本身，我觉得技术不是目的。在艺术领域，我认为把技术作为艺术学习的前提是片面的，因为并没有这样一种因果关系，好像也不分先后彼此，先练8个星期的素描不可能让绘画水平一飞冲天，不论艺术还是科学都是思维，这个是最重要的。

吴国盛 我觉得艺术素养和科学素养不是立竿见影的，可能是一种润物细无声的熏陶。这就是为什么综合大

学比专科大学要好的根本原因。在综合大学里可以接受不同学科、不同文化类别的濡养，它会自动地打开人的视野，渗透到脑子里。特别是艺术的训练或者艺术鉴赏的培养可以让人更自信、更从容，可以让整体人格更加完善，人生更加丰满，让我们感受到人生是美好的，是值得过的。

第二，当我们思考科学和艺术关系的时候，不要只想着有了艺术，科学就能怎么样，有了科学，艺术就能怎么样。它们是人类自我完善这个伟大事业里不可或缺的因素。如果丧失了对科学纯粹性的热爱、对美的鉴赏的话，会是人类的一个悲剧。有位科学家说过：我宁可要一个看起来很美，但是和实验符合得不好的理论，也不愿意要一个和实验符合得很好但是看起来不美的理论。

所以我们今天谈科学、艺术，是要继承这些大家们开辟的道路，把科学、艺术内在、人性的东西充分挖掘出来。

近代科学被技术化之后好像就堕落了，而技术一旦沾染上艺术，又把艺术拽下来。所以科学、艺术与技术之间是怎样的关系呢？【陈多雨】



座谈会现场

李 睦 其实它的自甘堕落不只是在科学，在艺术领域也同样，为了拍卖行画画，为了订单画画，为了各种各样的目的性画画，我想道理是相同的。我们今天谈的是科学与艺术精神层面的思考。在很多教学领域不仅缺少艺术精神，同样缺少科学精神。以前我讲过一次课叫“像艺术家一样思考”，我特别想听另外一个课程，就是“像科学家一样思考”。无论是在希腊的七艺还是中国传统六艺里面，对这些问题都有很好的解答。

我曾经在音乐学院跟学生们探讨，音乐学院的学生不进美术馆，美术学院的学生不进音乐厅，即便是绘画职业里也划分成人物、花鸟、山水，分得特别具体，你不能教我，我不能教你，彼此老死不相往来。这样的划分没完没了，细分下去就更别说艺术和科学之间有什么样共鸣了。如果这种庸俗化、功利化的诉求或目的是高等教育目标的话，它距离我们培养全面的、完善的人的目标相去甚远。

在一个家庭里，如果爸爸妈妈既不懂科学也不懂艺术，但是却有一个热爱科学与艺术的孩子，那家长该怎么教育？（观众）

吴国盛 历史上很多天才的艺术家，他们的父母也不

一定是相关领域的，很多情况是一点儿关系都没有，那他们是怎么处理的呢？无外乎就是呵护这种兴趣，保护这种兴趣，帮助他们实现这些兴趣。

现在家长容易功利，只要孩子有这个能力，就得好好开发出来，让这个能力成为将来安身立命之本，然后上各种补习班、训练班，最终把这个孩子的兴趣消磨掉，这是我们当代教育的问题。不只是艺术，很多领域都是这样。我们拿了很多奥林匹克数学竞赛金牌冠军，但是大数学家培养不出来，拿不到“菲尔兹奖”。所以，这个平衡一定把握好，千万不要走极端，对孩子多鼓励，爱护他的兴趣，延续他的兴趣，这是家长要做到的。自己不懂没有关系，家长可以学，和孩子一起成长。

李 睦 我可能没有办法具体说要去报一个什么学习班之类的。我们在学习过程中要思考一个问题，比如说英语里有三个疑问代词，就是 What、How、Why。我们的爸爸妈妈和学校更关注前两个——What、How，从来不问 Why。Why 应该是前两个的前提，因为 What 代表着知识的传授，How 代表着能力的培养，Why 才是价值。所谓不懂科学、不懂艺术，只是科学和艺术的技术层面我们没有办法让每个家庭全都知道，但是不能说我们不懂艺术、不懂科学。如果从第三个疑问代词出发，至少可以判断他的兴趣以及全面平衡一个孩子未来的培养。

家长不可能什么都知道，我们也不是什么都不知道。很多学生从小到大受到艺术和科学的教育比以前多得多，但是并没有从艺术和科学里面受到启蒙。技术再完善，不能达到艺术和科学应该起的作用，这样的学习就失去了意义。就像很多孩子掌握了美术或者音乐这门技术，但是失去了对艺术的热爱，从此不再碰它。科学领域同样存在这个问题，为什么要学它是非常重要的。📖

【本栏目由清华大学科学博物馆供稿，
文字整理：尹菱 摄影：孙德利】

缕叙文明进程，启迪科学精神

——访达·芬奇特展策展人王哲然

清华大学教育基金会 彩雯

有的人认识他，是因为蒙娜丽莎的神秘微笑；
有的人认识他，是因为精致的人体解剖图；
有的人认识他，是因为造型古典、内涵着文艺复兴特质的密码筒；
有的人认识他，是因为他超前的宇宙观……

他就是达·芬奇。今天，如果你想换个视角，重新认识一下这位文艺复兴三杰之一，可以到清华大学科学博物馆（筹）参观最新的“直上云霄——列奥纳多·达·芬奇的飞行与工程机械展”。

在唐仲英基金会的捐赠支持下，清华大学科学博物馆（下简称“科博”）复原研究团队，基于达·芬奇手稿及相关文献资料，复原了舞台飞行器、巨鸢、双轮起重机等25件达·芬奇在飞行与机械工程领域具有代表性的设计、记录，匠心呈现年度大展“直上云霄——列奥纳多·达·芬奇的飞行与工程机械展”，再现以达·芬奇为代表的文艺复兴人物敢于挑战的勇敢与坚持，追忆欧洲科学传统伟大的复兴之路。

据策展人清华大学科学史系助理教授王哲然介绍，2019年科博举办了第一次筹备展：“百年气象——清华大学科学博物馆筹备展”，主要展示的是从清华各理工院系收集来的仪器；受疫情影响，2020年科博第二个大展是“神机妙算——历史计算器具展”，主要展示的是历史上与计算相关的科学仪器和技术设备，由科博与合肥子木园博物馆合作，主要通过借展的方式，加上科博自己提供的一些展品来完成。2021年达·芬奇展跟以往的两个展又有所不同，展品主要是通过科博科研团队，依据达·芬奇的手稿做复原研究，



王哲然 |
清华大学科学史系
助理教授

并将成果进行展示。

时代前沿与独创的科学远见

“我们目前两个重点的复原方向，一个是关于达·芬奇发明飞行模型的一些研究，另一个是跟达·芬奇手稿相关的工程机械，主要以起重机和战争机械为主。”王哲然说，“我们知道达·芬奇的手稿里有诸多发明，之所以选择这两个方向也有很多考虑。首先，达·芬奇在飞行机械、飞行器方面的发明显然是他最引人注目的一个研究，因为在达·芬奇那个时代，实现飞行是一个遥不可及的事情，实际上达·芬奇也从来没有成功研制过一架飞行器。”

“包括他的主要思想和判断，我们现在看来是有错误的。”达·芬奇的飞行研究在某种程度上印证了一种观点，仿佛他有很多的奇思妙想，但并没有对实际的科学史产生影响。这当然跟他的手稿长期被封存有关系，直到19世纪末人们才看到他大量的手稿。“我们当然很好奇达·芬奇到底在飞行上取得了哪些成就？有哪些思考？他手稿中的飞行器能飞吗？我们希望通过复原达·芬奇的飞行器，真正研究一下他的这些想法，



展览“直上云霄”展厅及展品

看看他到底在哪些方面没有做通。而且普通的观众，如果对达·芬奇有所了解，可能对达·芬奇在飞行上的这一类研究也比较好奇，这是我们主要的工作重点。”王哲然说。

关于起重机、工程机械的复原研究，则是达·芬奇展的另一个策展方向。王哲然说，我们一直以为达·芬奇手稿里面的机器都是他本人原创性的发明，后来团队研究发现，其实情况并非如此，比如说此次复原的很多起重机，在达·芬奇同时代人的手稿里也能发现长得非常相似的机器，也就是说在当时这些机器真正被使用过、制造过。后来团队还发现，其实手稿中的起重机当时在佛罗伦萨修建圣母百花大教堂时使用过，由在达·芬奇之前的一位非常杰出的建筑师、工程师布鲁内内斯基发明。这些机器遗留在圣母百花大教堂建筑工地现场，启发了后来的众多工程师和机械学家。

“显然达·芬奇也是一个活在时代之中的人，他也有跟前辈去学习的过程，我们通过研究起重机去接近那个时代，了解当时真正使用过的工程技术、机械技术。这也能够让我们更好地理解当时的科学史和技术史。”他认为，飞行代表的是达·芬奇个人独创性的科学远见，而工程机械代表的是他所置身的时代，代表了当时技术工程发展的特点。

科学仪器复原的原创性

面对众多的科学仪器复原手段，此次达·芬奇展的复原仍然选择了传统的木制件拼装工艺，“第一，更贴近历史；第二，更能保证模型的质感”。不过，达·芬奇的手稿并非器械的全貌，很多拼装的细节需要在制作前进行思考和转换。比如在某些地方利用一些金属，再比如器械中的轴套通过木质加工可能比较费时，成本比较高，团队决定用3D打印的方式做一些小部件，藏在模型的内部，观众可能看不到这个小零件，但是展品会做一些小的改动，保证模型更耐久，使它的互动性更高。

当然，这些细微部件的替换和改动，不能撼动对达·芬奇手稿器械复原的整体原创性。但这中间的“弹性”要如何拿捏，在科学仪器复原过程中有没有一个具体标准？要保证历史久远的器械没有在现代科技手段的浸润下，成为现代版的“复古品”，关键还在于如何制定复原目标。科博团队在每一个复原任务前，首先要制定一个目标，每一个复原项目的目标都不一样，甚至在整个达·芬奇展的复原任务里，每一件模型的复原目标都不一样。“复原仅仅是展示外观吗？还是需要通过复原这件模型去探究某些原理的工作方式？”这与科研团队掌握的资料情况，以及复原器械所要达到的目标紧密相关。

王哲然认为，制定一个合理的复原功能目标，是复原项目中的第一步，某种程度上也是最难的一步。“比如木质材料完全用当时手稿里面提到的木头，我们要

考虑是不是在每一个细节上都要按照手稿中的比例来完成，还有，是不是复制完了这个模型后还要真正拿来做实验的测试，印证当时达·芬奇的设想是否正确等等。这些问题在前期制定复原目标时都需要考虑，这是复原工作比较复杂的一点，它是一个完全开放性的课题，没有一个既定的研究路线。”

科学“史”命

其实达·芬奇的很多设计都止于图纸，并没有真正实施。而他图纸中所研究的器械，通过现在的技术完全可以达到相应的效果，运用的原理甚至远远超出他当时设计的原理和科学研究的范畴。那么复原达·芬奇设计图纸的意义何在？作为清华大学科学史系助理教授，王哲然认为，那些曾经出现过的科学成果可以告诉我们现代科学究竟是如何一步一步走到今天的。

“当我们看到现在的大型客机飞上天时，每一个人都会好奇，人类究竟是如何一步一步把这样一个庞然大物送到空中，还能操作它。显然前人做了大量的工作。我们去复原前人的这些哪怕是失败的工作，它对当今的人依然有启发作用。”从某种意义上来说，达·芬奇的想象力是领先于他那个时代的，可是我们现在的每一个人都受限于时代，当我们看到达·芬奇有如此高远的想法时，我们某种程度上也会去想，如何来突破自己的时代局限性。“从另外一个方面来讲，达·芬奇本身就是非常具有话题性的人物，我们当然也在试图去理解一个跟我们具有相同生理构造的人，如何能够在如此多的领域里面有如此多的发明创造。”

清华大学的科学博物馆还承担着学校人才培养的任务。考虑到达·芬奇本身涉猎的学科范围非常广，此次的达·芬奇展项目，还融合了清华大学大学生研究训练计划（STUDENTS RESEARCH TRAINING，简称“SRT”计划），让更多不同专业的同学参与到对达·芬奇手稿的研究复原工作中。比如对飞行机械的研究，达·芬奇特别关注空气动力学，对应于现在航天航空学院的飞行



王哲然在馆内讲解

器、空气动力方面研究；达·芬奇对鸟类非常感兴趣，他观察了很多鸟，还解剖小动物，蝙蝠、鸟类等，这与生物学专业相关；达·芬奇用了很多素描的方式来表现动物的飞翔，清华美院的一些同学非常感兴趣，也参与到项目中；飞行器真正设计制作的环节，有很多机械的原理，与机械系相对应；对于达·芬奇本身的历史和资料整理，由人文学院历史系和哲学系的同学主要参与完成。

“整个研究需要多学科的背景，我也希望在这样的研究小组里，来自不同专业的同学可以相互交流，以达·芬奇复原为话题进行学科交叉对话式的学习和研究。”

复原中的普惠公益

白手起家筹建科学博物馆，馆藏建设是重中之重，也是最艰巨的任务。目前清华科博通过“收、买、造”三种途径来充实古今中外的科学藏品，以便在馆舍建好后能够具备较好的展览实力。目前除了向院系征集旧仪器以及各方捐赠外，还进行国内外藏品收购和经典科学仪器的复原制造。科博与科学史系连体运作，具有雄厚的研究实力。但这两种渠道都亟需持续的社会资金支持。

唐仲英基金会中心主任程文琛表示，学校领导和唐仲英先生在会面时曾谈及科博的建设以及仪器复原



程文琛在美国接受线上采访

工作。唐先生觉得这个工作很有意义。程文琛认为，清华大学本身有着科学史研究方面的顶级专家，也有强大的工科背景，可以为复原工作提供强大的技术支撑。“我们支持这个项目是希望项目团队在研究史料的基础上，深度发掘每一项发明背后的功能、原理及其背后的故事，进行更广泛的公众展示和更大的教育效果，激发公众对科学和技术的热情，并且提升我国科学博物馆的自主研发能力。”

西方有非常强的工程传统或者说是技术传统，这是西方跟我们东方很不一样的地方。“我们大家都熟悉庄子里面的小故事，有人做了一个水车，灌溉非常方便，后来人们就说，这个用机械的人有机心，这是不好的，人应该凭借自己的劳动，不应该投机取巧。”

但是西方人不一样，他们天然地认为用机械很好，这当然跟很多历史因素有关，比如早期的机器是在西方的修道院里面出现的，修道院的劳动力非常少，修士们对机械有极大的需求，压制意大利面这样的工作都需要机械来完成，所以他们对机械有天然的好感。另外，在西方的传统里一直有一个观念，上帝是机械师、建筑师，上帝建筑的这个世界相当于一个大机器、大钟表，他们觉得研究机械仿佛也是在探究上帝的智慧。“我们会把整个文艺复兴时期机械工程的复原做更多的延伸，比如说复原欧洲中世纪的经典机械、机械钟等等。中国也有一些传统的机械，比如记录在《天

工开物》里的机械也在我们的计划之列，唐晓强教授要复原宋代水运仪象台的任务，这些都是我们目前在计划的复原项目。”

未来科博即将开展“科学革命”中的仪器复原项目。“这个项目对于我们来说非常激动人心，首先科学革命是我们科学史研究中一个非常重要的概念，我们熟悉的这些伟大的科学家，伽利略、开普勒、笛卡尔、牛顿……都是整个科学革命的塑造者，科学革命在科学史研究当中是非常重要的概念。”比如伽利略发明的望远镜，收藏于佛罗伦萨的伽利略博物馆，波义耳—皇家学会用过的空气泵也收藏于伦敦和剑桥的博物馆，但是中国的观众包括清华师生们很少见过这些仪器的原件。它们都非常珍贵，也是这些博物馆的镇馆之宝，所以科博只有通过复原的方式让中国的观众看到他们，学习他们背后的科学史知识。该项目由王晓滨校友捐赠支持。

王哲然非常感谢包括唐仲英基金会以及王晓滨校友在内的社会爱心人士，捐赠支持科博馆藏项目的发展。他表示，科学史研究是比较偏向于人文类的研究，可以说是比较低成本的，但是复原需要消耗很多材料，需要有加工设备，还有人员资金上的大量投入，“所以没有校友和社会各界的资助，我们是无法开展这类研究的”。

博物穷理，共建科博

作为非营利性公益机构，博物馆发展依靠社会公益捐助是国际博物馆界的通行做法。科学博物馆面向社会公众开放服务，馆藏科学藏品将为科学传播与全民科学通识教育发挥重要而积极的作用。

由此，清华大学教育基金会特为清华大学科学博物馆设立并推出“博物穷理，共建科博——清华大学科学博物馆馆藏建设”捐赠项目^①，旨在接受社会各界热心人士的专项捐赠。捐赠款项将用于清华大学科学博物馆的藏品购买和复原制造。^②

* 详情请关注“清华大学教育基金会”微信公众号

互联网技术演进的回顾和思考

李星

对于孩子今后是成为科学家还是工程师这一问题，家长们的首选答案通常是科学家。因为科学家研究和发现自然规律，而工程师依照自然规律进行工程建设。

但有个例外，在网络研究领域，工程师比科学家更伟大。因为在其他领域，科学家研究的自然规律可以说是造物主创造的，但网络空间所遵循的 TCP/IP 等协议是由工程师创造的，在此基础上，科学家们正在努力研究互联网的规律。

而这至少给了我们两点启示：

首先，如果年轻人想从事挑战性的工作，当一名互联网工程师其实大有可为。

其次，人类虽然在某种程度上充当了造物主的角色，但人类毕竟不是造物主，对问题的理解是有限的。所以千万别认为自己可以无视前人工作，再造一个全新的事物。历史证明这种行为通常是错误的，还是要不断试错，一点一点摸索前进。

互联网没有蓝图，它不可能像其他工程一样，一开始就被规划设计好。那么，如何才能确保互联网的可持续发展？

我认为要充分理解互联网的两个基本要素，一是“设计原则”；二是“技术组件”。如 IP、TCP、UDP、BGP、OSPF 等协议是互联网的技术组件，“技术组件”可以多种多样，吐故纳新，但互联网的设计原则是不变的。如果一项新技术完全否定了互联网的基本设计理念，那么这项技术是否有利于互联网的发展值得怀疑。

互联网历史上的很多抉择，实际上印证了其设计原则的重要性。这也是我今天回顾互联网历史的原因，正如以下三句话所表达的：

李星，清华大学教授，
CERNET 网络中心副主任，
2013-2015 年间担任
IETF 体系架构委员会
IAB 委员。



第一，历史总是重复的。要学习过去的经验，更要从过去所犯的错误中吸取教训。

第二，未来是一扇门，过去则是门的钥匙。只有把握好钥匙，才能打开门，走得更远。

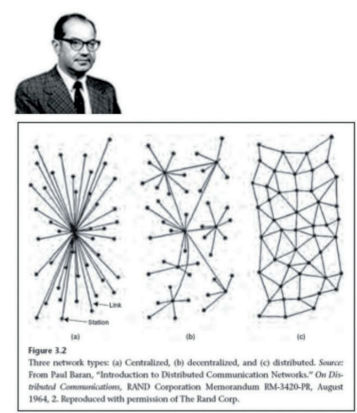
第三，如果一切能重来，我们会怎么做？如果我们早出生 50 年，处在前人曾经的位置，面对互联网发展的重要时刻，我们能否作出正确的决策？

回首越深邃，前瞻越智慧

OGAS 和 ARPANET

阿帕网（ARPANET）由美国国防部高级研究计划管理局（简称 ARPA）建立，是全球互联网的前身，诞生至今已 52 周年。而苏联全国自动化系统（OGAS）是“为了统计、计划、管理苏联的经济而建立的收集和信息的全国自动化系统”。该项目于 1962 年提出，是苏联的一项全国性网络工程。

在某种意义上，互联网可以说是美苏冷战的产物。1957 年，苏联发射了世界上第一颗人造卫星之后，美国感受到巨大威胁，于是在 1958 年成立了 ARPA。而 ARPA 为防止其军事指挥中心被苏联的核武器摧毁，于 1969 年建立 ARPANET，其核心思想是分布式，ARPANET 最终发展成全球互联网。



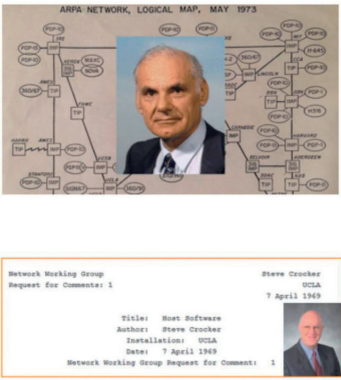
影响 ARPANET 早期发展的三大事件：三种网络结构的提出、ARPANET 早期架构的设计和 ARPANET 终端系统的设计

为什么比 ARPANET 早 6 年建立的 OGAS 最终没能存活下来？

回答这个问题之前，我们先回顾一下互联网的发展轨迹。ARPA 成立之后，1964 年，兰德公司的保罗·巴兰（Paul Baran）发表了题为“分布式通信系统”的学术论文。与此同时，英国的唐纳德·戴维斯（Donald Davids）在英国国家物理实验室（NPL）的局域网中对分组交换的概念进行了实践。1969 年 ARPANET 正式建立。1983 年，TCP/IP 协议被采用，基本思路还是建设一个分布式的、可分层的网络。

在这段时间内，发生了几个很重要的事件。一是保罗·巴兰提交给兰德公司的报告中提到有三种网络结构：中心式、去中心化和分布式，并提出，只有完全分布式的网络可靠性最高。二是劳伦斯·罗伯茨（Lawrence G. Roberts）设计出 ARPANET 最早的逻辑架构。三是 RFC1，内容是 ARPANET 的终端系统设计。

在苏联方面，1959 年，苏联的军



事工程师、控制论先驱安纳多利·基托夫（Anatoly Kitov）提出了红书计划；1962 年，世界著名数学家维克多·格卢什科夫（Victor Glushkov）提出 OGAS 计划，希望能够通过收集和处理信息数据，实现统计、计划和管理苏联经济的目的。

OGAS 项目是一个非常宏伟的计划，它的 6 个研究方向包括了理论、算法和计算机网络等

等。但由于遭到官僚机构的反对，这个项目无法推进，最终流于失败。麻省理工大学（MIT）出版社出版的《如何让一个国家不联网：苏联互联网的不安史》详细分析了苏联互联网为什么没有成功。

比较互联网和苏联计算机网，前者是开放的网络，后者是管制的网络。在拓扑方面，ARPANET 是扁平的无中心分布式结构，OGAS 是面向计划经济设计的网络，存在 1 个中心、200 个分中心和 2 万个终端节点等三层树状结构，具有非常强的管理结构，所以不需要分组交换，电路交换就已足够。

一项新技术的诞生，一定是由于有新的需求。如果现有技术能够解决问题，就不需要新技术了。而技术所蕴含的理念和需求是紧密相关的。因此，在当时苏联的计划经济背景下，不可能产生分组交换的互联网。

	互联网（Internet）	苏联计算机网（OGAS）
网络性质	开放网络	管制网络
网络拓扑	扁平结构	层次结构
网络应用	平等协作	指令和控制
网络类型	分组互换	电路交换

互联网（Internet）和苏联计算机网（OGAS）的指标对比

NCP 和 Cyclades

1972 年，当时负责 ARPANET 的罗伯特·卡恩（Robert E. Kahn）在国际计算机通信大会（ICCC）上组织了一次非常成功的演示，首次向公众展示了 ARPANET 网络技术。

此次展示引起广泛共鸣，于是，以美国 ARPANET、英国 NPL 和法国 Cyclades 项目成员为主，成立了国际网络工作组（INWG），某种意义上，该工作组可以说是国际互联网工程任务组（IETF）的前身。

1973 年，互联网之父温顿·瑟夫（Vint Cerf）加入 INWG，并成为主席。1974 年，INWG 形成了两个主要提案，一个是以美国 ARPANET 为主的 INWG39，另一个是以欧洲 Cyclades 和 NPL 为主的 INWG61。这两个方案都是基于无连接的分组交换技术。

1975 年，INWG 形成了统一美国方案和欧洲方案的 INWG96，并正式提交给当时的国际电报电话咨询委员会（CCITT，后与国际无线电咨询委员会中从事标准化工作的部分合并成为国际电报联盟 ITU），但遭到拒绝。CCITT 的主要论点是分组交换是可以接受的，但必须采用虚电路（Virtual Circuit）。温顿·瑟夫很生气，为此辞去主席一职。

此后，另一位互联网之父罗伯特·卡恩选择不与欧洲人合作，而继续推进当时尚未完全成熟的 INWG39。两年之后，美国主导的基本技术方案出台，而欧洲国家由于缺少资助，只能眼睁睁看着美国方案成为现实。

但这件事情其实存在一些争议。因为美国方案中的 TCP/IP 协议融入了很多 Cyclades 的思路。ARPANET 最初采用的是 NCP 协议，该协议主要定义主机如何与接口信息处理器（IMP，即后来的路由器）连接，并假定通信系统是可靠的。

而 Cyclades 设计者路易斯·普赞（Louis Pouzin）在设计 Cyclades 网络的体系结构时，具有非常清晰的逻辑关系，他认为“主机不需要信任网络，所以网络不需要完美，而且网络也不可能做到完美”。

于是他提倡“尽力而为”（Best effort）和“端对端”（End to End），这两个核心思路其实是路易斯·普赞先提出来的。不过“端对端”的思想最终由戴维·克拉克（David Clark）于 1984 年在其论文中进行了系统化和学术化。

基于普赞 Cyclades 网络的理念，温顿·瑟夫和罗伯特·卡恩于 1974 年在其发表的论文中提出了 TCP 协议，该协议确定了互联网的体系结构。但需注意，在该论文中，IP 并没有独立，而是直到第 3 版本的时候，IP 才和 TCP 分离，并在其后形成了 IPv4。

因此，现在无论是 IETF，还是其他网络研究人员都应该清楚地认识到，在自己可以控制的网络内（或自治域内）追求“完美”（如服务质量控制），可能可以实现。但如果想在整个互联网范围内构建“完美的网络”，显然违背了互联网的设计原则。

TCP/IP 和 OSI

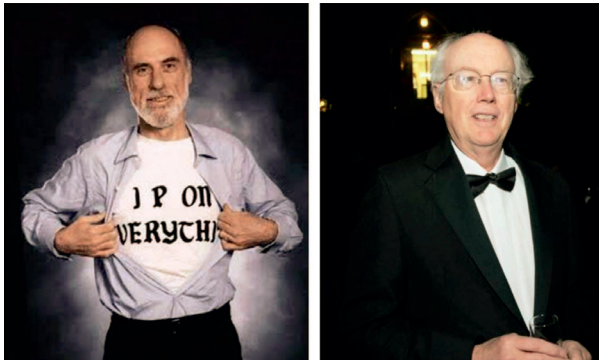
尽管美国人选择独自推进互联网协议的研究，但 TCP/IP 一开始并不被看好。

为此，国际标准化组织（ISO）于 1984 年提出开放式系统互联通信参考模型（Open System Interconnection Reference Model，缩写为 OSI），简称为 OSI 模型（OSI model）。

当时，多数人包括欧洲网络研究人员，美国电信界、政府、美国国防部人员都认为互联网的未来属于 OSI，而 TCP 仅为临时方案。就连美国国防部和美国政府所采用的 GOSIP 标准也是 OSI 的一个系列。包括电信公司、通讯公司、计算机公司，以及美国政府都在推进 OSI 的七层模型。

但 TCP/IP 没有被放弃，其工作人员仍然非常低调地坚持着。在借助了法国人无连接的分布式网络的思路，尤其是 TCP/IP 分离之后，该方案更显优雅。此后，TCP/IP 经历了三个非常重要的事件：

- 一、1983 年，ARPANET 从 NCP 切换到 IP；
- 二、同年，当时的“开源系统”UNIX BSD 4.2（及



温顿·瑟夫（左）和戴维·克拉克（右）

以上版本）广泛支持 TCP/IP；

三、1986 年，美国连接超级计算机的科学基金网（NSFNET）选择了 TCP/IP。

这三件事推动 TCP/IP 成为事实上的标准，因此，TCP/IP 最终走向成功，除了其内部设计的简单、轻巧，也有其已被广泛使用的加持。

当然，还有一个很重要的因素是 NSFNET AUP（Acceptable Use Policy）的出台，该政策限制了 NSFNET 的商业化，用户以学术界为主，所以少了商业公司的竞争，让其逐渐成熟化。

那么，TCP/IP 究竟是如何逆袭 OSI 的？

安德鲁·塔能鲍姆（Andrew S. Tanenbaum）编写的经典教材《计算机网络（Computer Networks）》在第三版之前都表示，TCP 未来要过渡到 OSI。但是从第三版开始反对 OSI，说 OSI 有四个因素导致其最终没有走向成功：糟糕的时机、糟糕的技术、糟糕的实现和糟糕的政治因素。

而从 TCP/IP 和 OSI 的对比来看，TCP/IP 的最终胜出也是符合基本逻辑规律的。因为互联网的网络层协议 IP 是“无连接的”，所以网络层可以非常容易地使用“无连接”的链路层（例如以太网）。而互联网的传输层既“面向连接”，也有“无连接”，TCP 是“面向连接的”，可以保证一个字节都不会出错，而 DNS 查询所采用的 UDP 则是“无连接的”，非常轻型。

与之不同，OSI 的网络层仅有“面向连接”，当面对无连接的链路层协议（如以太网）时，就需要进

行逐跳（hop to hop）认证，即类似于 TCP 在主机之间做的事，非常复杂。但 OSI 的传输层只面向有连接，所以 DNS 也要建立连接，又很复杂。

另外一个追求完美的网络是 ATM，其最初的设想很好，通过定长信元保证服务质量。然而，ATM 最后失败了。包括 1994 年，开始建设中国教育和科研计算机网 CERNET 的时候，很多人都认为应该选 ATM，但我们最终还是选择了 TCP/IP。为什么？

正如网络创业资源中心（NSRC）创始人兰迪·布什（Randy Bush）所指出的，互联网哲学和传统电信网哲学的区别，其实在于如何处理“复杂性”。怎么判断一项技术是否可扩展？

互联网服务提供商 UUNET 的首席技术专家麦克·戴尔（Mike O’Dell）有一个观点认为，判断系统、协议、技术是否可扩展关键在于规模。“可扩展”意味着在小规模的试验环境中能够完成的功能，在全世界范围也都可用。而只有“简单”的系统才能具有“可扩展性”。

因此，互联网的“无连接分组交换”“端对端”“尽力而为”等本质特征，使得其在与 ATM 网络的较量中获得了最终的胜利。

SIPP 和 CLNP

IPv6 实际上最早叫 IPng，而 IPng 起源于 SIPP。上世纪 90 年代初，IETF 意识到两个问题：一是 32 位地址不够用；二是当时地址分为 A 类、B 类和 C 类，可聚类 B 类已分配完毕，由于还未引入 BGP4，而对于一定规模的网络，需要分配数个 C 类地址，而 C 类地址不聚类，这无疑将导致路由表爆炸式增长。

就当时而言，短期解决方案一是使用 NAT 解决 IPv4 地址的短缺，二是发明了“无分类域间路由”技术（CIDR），长期解决方案是 IPng。

1992 年，互联网体系结构委员会（IAB）认为 TCP 和 UDP 协议已相对成熟，面对地址不够用问题，提议网络层采用 OSI 长期推进的 CLNP，即部分 IETF 草稿中的第七版本 IP（IPv7）。提出以 OSI 的 CLNP 为网络

层协议，传输层保留 TCP 和 UDP。

然而，IETF 参与者在第 24 届 IETF 大会上，针对该提议向互联网协会提出抗议。温顿·瑟夫和 MIT 的戴维·克拉克（David Clark）等互联网大牛也相继为 IP 站台。虽然当时是 IAB 委员会成员，但温顿·瑟夫却坚定地支持 IP。平常都穿三件套西服的他，在一次 ISOC 的问答会上，脱下西服，解开衬衫，展示出写着“IP On Everything”的 T 恤。这一行为引来了台下雷鸣般的掌声。

戴维·克拉克是 IAB 的第一届主席，他在 1992 年的技术展示会上做了一场名为“A Cloudy Crystal Ball: Visions of the Future”的报告，他把互联网的未來形容为一个雾蒙蒙的水晶球。

在该报告中，克拉克提出了三个预测：一是 ATM 不会成功。ATM 在 1997 年才成为热门，但他在 1992 年时就不看好 ATM，可看出他卓越的判断；二是实时通信（如视频）将成为重要应用；三是网络恐怖袭击将是最大的风险，要充分重视虚拟空间的犯罪。

2006 年，克拉克在 IETF 20 周年庆的特邀报告中，他又用了当年对于互联网未来预测的内容，几乎一字不改。尽管互联网技术日新月异，但他敢于在 14 年后，重新呈现当年的报告，这从另一个侧面反映了该报告的前瞻性。

不仅如此，在该报告的后半部分，克拉克表达了对 OSI 的看法，他认为 OSI 是过去式，未来是属于互联网的。他提出为应对互联网及其社区发展所带来的变化，需要有六个过程：

- 第一，开放的过程，让所有声音都被听到；
- 第二，封闭的过程，向前推进，取得进展；
- 第三，快速的过程，与时俱进；
- 第四，慢速的过程，留出时间认真思考；
- 第五，市场驱动的过程，未来是商业化的；
- 第六，可扩展的过程，未来是互联网的。

互联网的商业化始于 1995 年，而他在 1992 年就已提出。但我个人体会最深的是“慢速的过程，留出

时间认真思考”，当前的发展节奏太快，有些事一定要想明白了再往前推，如果没想明白，方向反了反而得不偿失。

所以无论是对于互联网的研究还是应用，一定要从其设计原理、架构出发，正如克拉克所作的经典论述：“我们拒绝国王，拒绝总统，拒绝选举；我们相信的是大致共识和可运行的代码。”

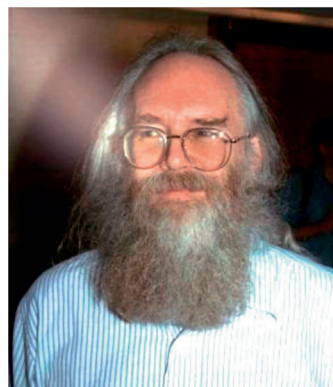
在经历大范围的抗议之后，IAB 不再坚持 OSI。最后大家表态，OSI 不再作为唯一选择。实际上，IPv6 基于 SIPP（Simple Internet Protocol Plus）；官方认定的 IPv7（和上述草案中的 IPv7 不同）基于 CATNIP；IPv8 基于 Pip；IPv9 基于 TUBA，其中仅有 TUBA 是基于 OSI 的。由于最后 SIPP 胜出，现在全球推进规模部署的是 IPv6。

此外，还有一个“IPv9”出现于 RFC1606。RFC 一般只表明年月，只有一种 RFC 会表明年月日，那就是 4 月 1 日发布的愚人节 RFC，虽然愚人节 RFC 未必没有道理，但多数是以玩笑的形式提出的。引用时一定要分辨清楚，不能稀里糊涂地参考。

既要自我革命也要汲取外部营养

将 IP 从 TCP 中分离出来

早期 TCP 协议的具体内容可以参考温顿·瑟夫等人于 1974 年编写的 RFC675，此时的 TCP 和 IP 并没有分离，在其报头的结构中，现有 IP 功能分列在 TCP 前后。TCP 最早的思路还是受虚电路（Virtual Circuit）的影响，但是后来发



为 IP 和 TCP 的分离以及“沙漏模型”的建立做出重要贡献的乔恩·普斯特尔

现其实很多应用并不需要。

因此，1978 年，温顿·瑟夫、丹尼·科恩（Danny Cohen）和乔恩·普斯特尔（Jon Postel）等人提出将 IP 分离出来，并建立了著名的沙漏模型，乔恩·普斯特尔在这方面做了很多工作。

分离后的 TCP/IP 协议经过 ARPANET 和美国科学基金网（NSFNET）等网络的实践，最后温顿·瑟夫总结了互联网的基本原理：

一、不为任何特定的应用设计，仅仅做到移动数据报文；

二、可以运行在任何通信技术之上；

三、允许边缘的任何创新；

四、可扩展性强；

五、对于任何新协议、新技术、新应用开放。

现在回头来看，IPv4 具有重要意义，但仔细斟酌或许它并不完美，至少有一点值得探讨。

当时普赞设计的网络具有两个基本思路：一是分层模型，二是每一层都要有自己的地址。因此，链路层有 MAC 地址，网络层也有网络地址，这都没问题。但是，传输层“端对端”的地址其实可以是另外一套体系结构，未必如现在的 IP 地址既是“定位符”也是“标识符”。

其实早期的诸多设计中至少有一个考虑将二者分离，但是不幸的（也可能是幸运的）是 TCP/IP 并没有这样做。所以现在很多人需要设置“定位符”和“标识符”的分离。如果当时的 IP 设计将二者分离了，也就没有后续的这些工作了。而之所以说可能是幸运的，是因为如果当时就设计分离，需要在安全性方面做大量工作，否则无法保证“标识符”的分配。

但无论如何，我们都要多思考，不能迷信权威，包括 RFC 等很多被认为是完美的东西其实未必完美。

World Wide Web

首先要指出的是 IETF 并没有发明万维网（World Wide Web，WWW），所以 IETF 没有掌控，也不可

能掌控互联网的所有发明。

1980 年，伯纳·李（Tim Berners-Lee）到 CERN 工作半年，需要对大量的内部资料（声图文）进行关联和查询，他编了一段“内部问询（Enquire Within）”程序。

1984 年，Tim 重新回到 CERN 研究实时系统，他逐渐发现 CERN 内部沟通机制存在信息漏失的弊端，并于 1989 年提出开发 World Wide Web 的建议，但未获支持，只能业余进行研究。

最后他成功开发出了 WWW，实际上包含了两个概念，一个是超文本概念（Hypertext），另一个是通用资源定位概念（Universal Resource Locator，简称 URI）。

两个实现技术，一个是超文本传输协议 HTTP，现在归属 IETF 管理；还有一个是超文本标识语言 HTML，现在归万维网联盟（W3C）管理。所以他是经过 10 年的努力，才把这件事做成。

WWW 的出现使得互联网变得更有意思，因为如果 IPv6 最终没有实现推广，互联网将成为 NAT44 的世界。而在这种架构中，由于 NAT44 的存在，用户实际上使用的是私有 IPv4 地址进行通信，通过 TCP 或 UDP 的端口复用后映射到公有 IPv4 地址。在这种情况下，IP 协议已不再保证“端对端”的通信。由于 NAT44 必然支持互联网上最主要的应用 WWW，所以如果没有 IPv6，沙漏模型就会上移，HTTP 成为细腰，只有通过这个协议才能通话。

但是现在有 QUIC 协议，QUIC 是基于 UDP 的，UDP 可以穿越 NAT。一些人认为 QUIC 并不是 over UDP 的高层协议，而是一个与 UDP 兼容的新传输层协议。

此外，作为大师级人物，伯纳·李还是非常有想法的，比如他总结软件工程的原理是“简单性”和“模块化”，互联网的生命是“分布式”和“抗毁性”。他是一个非常开放的人，其相关名言是：“你可以让围墙里面变得非常动人，但从长远来看，外面的丛林永远是更有吸引力的那一个。”

IAB

我当选体系架构委员会（IAB）成员的两年中发生了一些事件，非常有意思。

第一件事，当时IAB针对开放互联网关键词（Open Internet Keywords）进行了广泛讨论，这个讨论给我的体会是：

一、标准一定是自愿采用的，由政府确定必须遵循的标准不是IETF的风格，一定是大家觉得好才去用；

二、创新一定是自下往上的，敢于挑战权威才是真正的创新；

三、不同的参与者完成不同层的任务，一定不要包打天下；

四、互操作性。IETF非常重视互操作性，你在IETF里提一个建议，第一个问题就是要说明该建议是否需要“互操作性”。比如“NAT的同步”这一课题，据我理解，永远不可能被IETF接受，因为第一，IETF不喜欢NAT，第二，两个NAT之间的状态同步，其实与厂家的实现有非常大的关系，很难标准化。

此外，还有两条值得关注，即“只要能竞争的时候就要竞争，必须需要合作的时候才合作”。尽可能竞争的原则保证了标准的先进性。

第二件事，在我当IAB委员期间，发生了斯诺登事件。据斯诺登爆料，美国国安局不光监测其他国家，例如攻入了清华大学的网络，也在各种手机操作系统中安装了后门。舆论一下子爆炸了，工程师们议论纷纷，对这一行为表示不满。于是IETF第88届会上开了我印象中唯一一次在上午召开的技术大会，当时委员会讨论了五大问题：

第一，大规模的监测是不是网络攻击？大家异口同声说是。

第二，既然大规模的监测是网络攻击，IETF要不要采取措施？大家说要采取措施。

第三，IETF是否应尽可能地实施数据加密，大家也说要，但前三问表示肯定的声音逐渐减弱。

第四，IETF是否要进行“端对端”的加密，即便

有中间设备（middleboxes）。回答有不同的声音，但肯定多于否定。

第五，当今互联网上使用了许多非安全的标准，IETF应创建一个安全的替代方案。回答基本也都是同意。

当时，我在台上发言，对不加区别的“端对端”加密表示异议。因为原有防火墙是针对明文的，监测到不好的关键词就可以拒绝连接。但加密之后，不可能实时解密，所以可能全部被封掉。我认为，如果是信用卡号码之类的加密没有问题，但如果传输的是公开信息，最好不加密，否则有可能会造成互联网的分裂。然而会场的主要声音还是倾向于加密。

真正的创新需要土壤

为什么是 ARPANET？

总结互联网的历史，ARPANET之所以能够最终胜出，可能主要有以下五个因素：

叛逆精神：从历史上看，60年代是美国嬉皮士反战情绪兴起的时代，而在这个阶段互联网也取得了一系列的创新。真正创新的工程师骨子里一定要有叛逆精神，不能迷信权威。

国家战略：为防范核打击，美国制定了一系列高新科技战略。

充足经费：欧洲没能提出国际通用的网络架构，可能主要还是由于没有充足的经费。

市场经济：只有通过市场经济驱动，才能获得足够的经费和人才。

精英团队：人才要形成团队，才能贡献集体力量。

这五大因素美国均具备，因而美国主导了互联网的诞生。此外，美国对于创新的体制机制也值得我们学习。简单举例，欧洲并非没有创新，WWW和Linux都是欧洲诞生的，但是不幸的是它们最终都在美国落地，W3C在MIT，而Linux基金会在硅谷。因此，中国要真正创新，还得有相应的创新土壤，能够让这些创新生存，且茁壮成长。

IPv6 是必然趋势

根据美国科学基金会在 2016 年所作调查和预测显示，80 年代，10 个人共用一台计算机，2016 年，平均一个人拥有 10 台计算机，2051 年每个人预计将拥有 1000 台终端设备，也即需要 1000 个地址。而这无疑从管理、技术、可扩展性等各个角度而言，均为互联网的发展带来巨大的挑战，因此我们要有相应的判断，并为互联网的发展留有足够的空间。

2021 年 7 月，网信办等三个部门发布《关于加快推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署和应用工作的通知》，提出了向 IPv6 单栈演进三部曲：2023 年 IPv6 单栈升试点；2025 年规模部署单栈，2030 年中国完成向 IPv6 单栈的演进过渡。换言之，还有 9 年时间，所有的运营商的设备，包括网管系统、运营系统、用户系统，全部都要转成 IPv6 单栈，时间非常紧迫。

在实现 IPv6 单栈之前（包括现在），网络其实很复杂。但如果真实实现了纯 IPv6，网络其实可以很简单：从上至下依次包括路由转发、SRv6、翻译、封装和 SSM 框架。当然，整个平台一定要保证安全。

RFC1925 的 12 条军规

如果以 10 年为一个阶段，1970 年代，最重要的技术是 NCP；1980 年代，最重要的技术是 TCP/IP；1990 年代，是 DNS 和 BGP；2000 年代，WWW 出现，最重要的技术则是 HTTP；2010 年代，受斯诺登事件影响，加密的 HTTPS 广受关注。

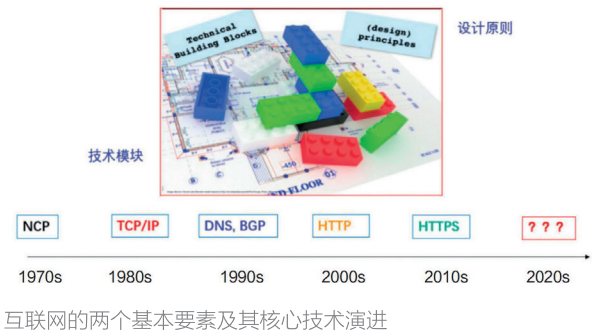
到 2020 年代，这一量级的核心技术究竟会是什么？中国作者能不能成为新的 10 年互联网核心技术的主要贡献者？

RFC1925 中总结的互联网 12 条军规，对于互联网研究人员很有启示：

一、必须有效。

二、不管你怎么增加推力，你也不可能超越光速。

推论：不论你怎么努力，也不可能让胎儿在 9 个月之前正常出生。拔苗助长只会适得其反。



三、只要推力足够，猪也能在天上飞。不过这并不是个好主意，因为着陆可能会是个问题。还有，当猪在天上飞的时候，你在下面会很危险。

四、有些事情如果不是亲自动手，这辈子都不会理解或体会到。如果某人没有真正搭建过商业网络设备或没有运营过网络，是无法完全理解网络的。

五、很多人都希望通过一个解决方案，同时解决多个分立的问题。大多数情况下，这都是个坏主意。

六、转换问题（比如做一个新的映射）总比解决问题简单。推论：增加另一层“间址”总是可能的。

七、总是有原因的。推论：好用、快速、廉价，三者只能选其二（不可能三者都占着）。

八、事情总比你想得复杂。

九、不管什么资源，多多益善。推论：所有网络问题的解决时间总要比看上去长。

十、不同情况分别对待。

十一、所有的老方案都会换个名字或者换个陈述方式重新被提出来，不论以前这种方案是否成功过。

十二、协议设计上完美，完美并不是指该添加的都添加了，而是指该去掉的都去掉了。

11 年前，IETF 会议第一次在中国大陆举行。当时我提出几点自己的体会：解决真实问题；聚焦关键问题；全局考虑，不光仅仅考虑中国的问题，而是要解决全世界的共性问题；一定要多交流，交朋友，鼓励年轻人参与，要乐在其中！

【本文根据李星教授在 IPv6 下一代互联网技术创新与国际标准研讨会上的发言整理，转载自《中国教育网络》2021.11.18】

关于智慧制造的思考

► 魏东

我们为什么提智慧制造

过去的十年里，美国提出了先进制造与工业互联网的概念，德国提出了工业 4.0，这些概念引起中国国内不少企业、院校的追捧。上述概念是美德两国为自己的制造业制定的战略，笔者认为，中国的国情与美德两国差异太大，过度追捧工业互联网和工业 4.0，无异于拿他人的药方治自己的病。我们可以借鉴美德两国的方法，而非照抄照搬。因此，我们科技自动化联盟的几位同仁在 2014 年提出了智慧制造的概念。

我们不妨分析一下美国和德国提出先进制造、工业互联网与工业 4.0 的大背景。

2008 年的全球性金融危机让美国反思了实体经济的重要性。对比了德国经济在金融危机的表现后，美国重新认识到制造业在国民经济、进出口贸易、就业岗位和国家竞争力，甚至国家安全等方面的重要意义。2000~2010 年的十年间，美国制造业从业人口从 1700 万人降至 1100 万。在入主白宫还不到三个月的 2009 年 4 月，美国总统奥巴马在乔治城大学的讲话中第一次提出重振美国制造业，让制造业回归美国。2009 年 12 月奥巴马签署了一个“重振美国制造业的框架方案”，在此文件中重振制造业和确保先进制造业优势地位被立为国家战略。2012 年美国国家科技委员会发布了《国家先进制造战略计划》，提出要优化政府投资，完善先进制造业创新政策，加快先进制造技术创新，加速新技术的市场应用。一系列战略部署为美国制造业发展营造了更有利的政策环境，为先进制造技术开发和制造业发展注入了新动力。

制造业对德国而言是经济的基石，是立国之本。2010 年左右，德国政府认为，德国制造业正面临一系列“内忧外患”。“内忧”来源于“德国制造”正在

魏东，1991 届清华大学电机工程系本科；长期从事工业自动化领域的理论及应用研究，取得了一系列在国际上有影响的独创性成果，是 cyber-resilient ICS 模型的创立者之一。

2019 年 6 月加入清华大学河北经济发展研究院，

任咨询研究中心主任，智能机器人产业发展中心副主任，国智清创智能机器人研究院院长。



面临的巨大挑战：IT 技术和生产制造技术不能有效整合，制造业企业缺乏创新活力，国内市场需求疲软，制造业从业人员新鲜血液不足。“外患”主要来自中国和美国，首先是中国制造业的竞争。2010 年中国成为世界第一制造业大国，挤占了全球的中低端市场，而中国政府在“十二五”规划中对高端装备制造雄心勃勃，非常可能成为德国在中高端制造业最大的竞争对手之一。其次是美国奥巴马政府提出向制造业强势回归，美国先后提出“再工业化战略”和“先进制造伙伴战略”等一系列政策层面的措施。德国担心美国会利用其在 IT 技术与创新能力上的巨大优势重新夺回国际上工业产品的市场份额。

进入本世纪以来，全球工业界的普遍共识是，工业化与信息化的深度融合是大势所趋。基于自身在软件方面的优势，美国提出的先进制造系统（NIST NISTIR 8107）提出通过 IT 技术对制造系统进行三个维度的整合，纵向方面是从底层的传感器 / 执行器，PLC/DCS 到 MES、ERP、CRM、PLM 及 PDM；横向方面涉及上下游制造过程；端到端是从设计到原料到

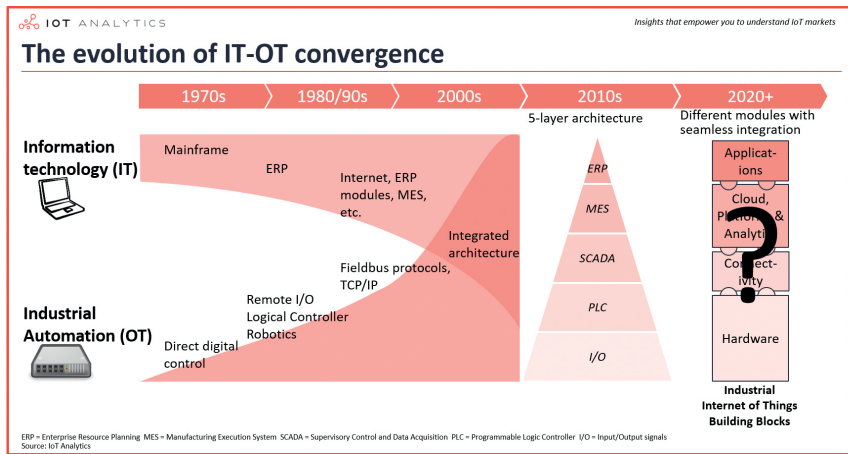


图 1：工业化与信息化融合趋势示意图

产品再到报废回收。美国的一些巨头企业，如 GE、Intel、AT&T、Cisco 等，提出了工业互联网的概念。他们也是从美国的优势领域——互联网出发，自上而下地去整合信息化与工业化技术，强调的是互联网和软件。

德国工业 4.0 战略的制订是从自身的优势——工业装备和工业基础出发，自下而上地进行信息化与工

业化技术的整合，它强调的是工业和硬件。我们可以看出，美德两国的战略思维相似，都是立足本国的优势来应对信息化与工业化深度融合的趋势。

我国的工业基础及信息产业与德美两国还存在差异，我们并不具备德国的工业基础，也没有美国的信息技术优势及强大的创新能力。我们可以借鉴他们的战略思维，而不能一味盲从。

以中国目前的市场体量和制造业规模，我们应该在制定新的制造业标准上有足够的话语权，甚至应该去力求主导话语权，进而在行业里占领战略上的制高点。

我国制造业的优势如下：

一、市场体量巨大。

二、制造业门类最齐全——我国制造业涵盖了联合国产业分类中定义的所有 41 个工业大类、191 个中类、525 个小类。

三、制造业规模最大——占超过全球 25% 的产值，从 2010 年开始一直占据世界第一的宝座。根据 2019 年 7 月麦肯锡报告“中国与世界——理解变化中的经济联系”，中国贡献了全球制造业总产出的 35%。

四、体制优势——政府的支持力度，尤其是政府的行政执行力以及各级政府的协同能力。

五、人才红利——每年

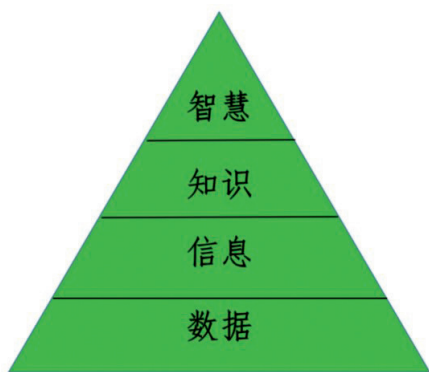
有超过 800 万大学毕业生，其中超过 400 万的理工科大学毕业生进入就业市场。这个数字接近排第二（印度）、第三（美国）、第四（俄罗斯）到第十的国家的总和。2016 年中国理工科大学毕业生 470 万人，印度 260 万人。美国 2016 年



图 2：德国工业 4.0 战略示意图

是 57 万人，2019 年 44 万人，其中超过一半的是国际学生。

前四个优势是公认的，而人才红利的优势往往被忽略。人才红利上的巨大优势是我们对正在发生的制造业变革思考的出发点。制造业离不开人，它是靠人参与，也是为人服务的。智慧制造的核心是人，因为拥有智慧的是人而不是机器。“智能制造”概念里智能的主体是机器、设备，“智慧制造”里智慧的主体是人。“形而下谓之器，形而上谓之‘道’”——智能制造是在“器”的层面，而智慧制造是在“道”的层面，即思维方式、方法论的层面。



数据是没有单位的数字，如 1、0、123；信息是有意义的数字，如温度 31.7℃，速度 12 米 / 秒；知识是去理解自然现象中的机理，各变量的相互关系；而智慧是人应用掌握的知识去解决问题，产生希望看到的结果。人在制造业里是闭环中的一个不可或缺的、最重要的节点。所有的机器设备和技术都是为人服务的。

工业 4.0 的核心是 CPS (Cyber-Physical-System)，而智慧制造的核心是 HCPS (Human-Cyber-Physical-System)。

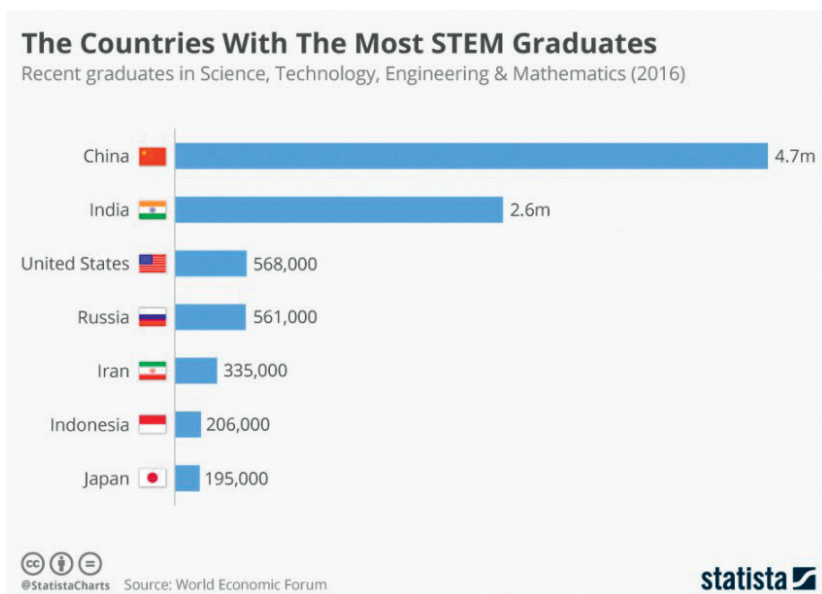


图 3：2016 年几国理工科大学毕业生人数统计

智慧制造与传统制造的关系

智慧制造与传统制造的关系可以用 iPhone 和传统 phone 的关系作类比。

传统 phone 唯一的的功能是语音通话，后来加入了语音留言，但其主要功能还是语音的交流。而 iPhone 完全重新定义了电话，试想我们在使用 iPhone 时有多少时间是在语音通信？据美国苹果公司（Apple）统计显示，仅不到 5%。其它功能如上网、微信、照相、录音及收发电子邮件等等占用了绝大多数时间。换言之，大多数时间大家只是把 iPhone 当一个设备或平台来使用其他非传统电话功能。

未来的智慧制造就像智能手机一样提供一个平台，在这个平台上制造过程本身只是制造产业链条上的一环。最后的结果是制造过程本身只是智慧制造中占比很小的一部分，如同语音通话在 iPhone 的功能中占比一样。而围绕着制造的设计开发，服务会占到 90% 以上。

图 4（见下页）所示是 Purdue Enterprise Reference Architecture (PERA)，有人把工业云计算放在 level 6。在 PERA 里：1) 层级结构，数据交换只发生在同一层

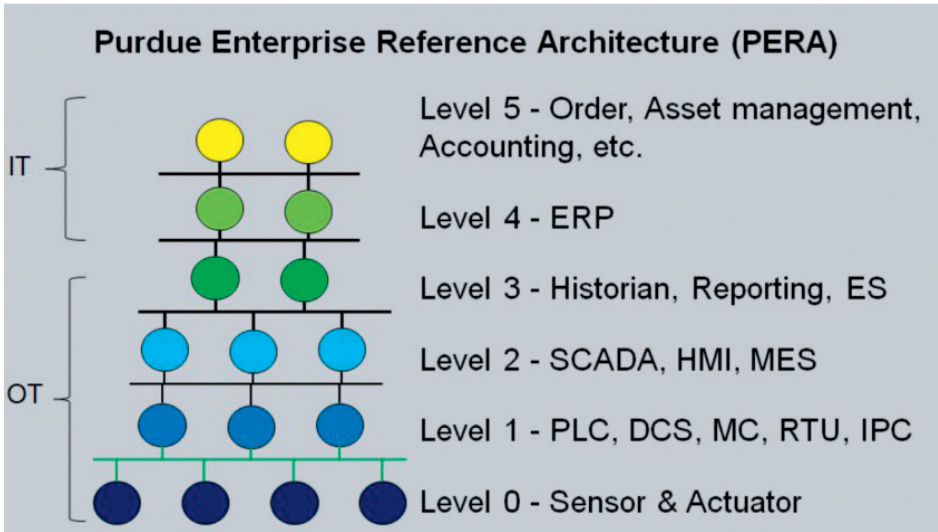


图 4: IT 与 OT 的深度融合趋势

级 (level) 的设备及相邻 level 的设备之间; 2) IT 与 OT 有明确的边界, 即在 Level 3 与 4 之间; 3) level 0 上的设备之间的数据交换及 level 0 与 level 1 之间的数据交换使用现场工业总线, 注重时效性。除此之外基本上用以太网、光纤及无线通讯, 生产规划与调度数据自上而下, 逐层传递; 而生产过程中采集的数据自下而上, 逐层传递。数据传输基本上不越过中间层级。这是当下的现状。

从 2000 年以来, 制造业中近 90% 的创新发明与计算机技术、通信技术紧密相关, 在笔者看来, 以后十几二十年也会如此。从上世纪九十年代以后, 制造业自动化 (简称 OT) 的创新主要分为两类, 一是将新发展的 IT 技术引入到工厂自动化, 如图像处理的 GPU 用于物料传输与移动; 目前是云计算、互联网、移动计算及大数据与人工智能正被开发用于 OT 的应用上。二是将自动化的一些主要功能不断在不同设备上重新组合或移动。一个例子是通用的运动控制器是将传统数控与逻辑控制有机结合起来在同一 CPU 上运行; 另一个例子是生产优化。原来在 MES 上运行以达到全局优化, 这些功能有逐渐被下放到 level 1 设备上的趋势, 成为分布式控制, 虽然是局部优化, 但生产系统鲁棒

性更强, 弹性更强。

随着生产工艺复杂度与产品个性化的增加, 对生产过程数据的开放性与易得性的需求越来越高, 同时还不能弱化现场总线的实时性与安全性, 这是目前的一大挑战。

另一个共识是产品的使用会越来越容易, 就像智能手机。

而产品的复杂度会越来越高, 制造业产业链附加值会分流到两端, 一端是在上游的设计, 另一端是下游的服务。制造过程本身的附加值会被削弱是一个共识。

大概是五六年前, 业界与学术界开始讨论未来的制造业自动化架构应该是什么样的, 共识是 IT 与 OT 会深度交汇融合, 图 4 阐述的是这一趋势。

另一个共识是下面的以普渡大学参考架构为基础的工业自动化金字塔结构将不复存在。这是科隆工学院的一个老师提出来的, 目前被广泛认可。未来的 IT-OT 架构中会消除普渡模型里层级的概念, 会趋向扁平化的全网状结构。应该是设备与设备, 设备与服务, 以及服务与服务的直接数据交换。

目前的架构如图 5 所示, 底层通信是现场总线, 注重实时性与安全性, 往上依次为工业以太网、企业内网及互联网。生产规划与调度数据自上而下, 逐层传递; 而生产过程中采集的数据自下而上, 逐层传递, 数据传输基本上不越过中间层级。这是当下的现状。

未来的 IT-OT 架构中会消除普渡模型里层级的概念。应该是设备与设备, 设备与服务, 以及服务与服务的直接数据交换。这才是 IT 与 OT 的深度交汇融合。

综上所述, 对制造业企业, 尤其是设备制造商而言, 应考虑如何将自己的产品设计与服务的附加值最

大化，对它们来说，设计和服务是新的价值增长点。

制造业企业的升级转型不仅仅是设备与技术的升级换代。近十年来，工业 4.0，工业互联网和智能制造是国内制造业热议的话题。大家似乎认为只要通过加装传感器将生产过程数字化，通过加装网络设备实现网络化，通过安装 MES、ERP、PLM 等软件就能实现自动化和智能化，企业的升级转型就顺利完成了，笔者认为这是远远不够的。企业的升级转型不仅仅是上述那些设备与技术的升级，还有思维方式、管理模式以及员工知识技能的升级。在企业的升级转型中，后者的重要性比前者更大，而后者往往被忽视。另外，企业的升级转型不能仅仅从智慧制造的概念出发，不顾国内的实际情况，一定要建立在自身的产业基础之上，否则只会花费不小而实效不大。

笔者通过以下几个项目案例来说明自己的观点。

上世纪九十年代初，作为国家 863 重点应用工厂之一，上海某国有大型纺织机械成套设备公司支付上亿人民币引入国外的计算机集成制造系统（CIMS），它包括了计算机制图软件（CAD），计算机辅助质量管理系统（CAQM），底层自动化系统以及制造资源规划系统（MRP2）。

当时引进的 CAD 软件是美国 EDS 公司的产品，该产品与 Oracle 数据库相连。企业所有与生产相关的数据由数据库来存储、分析和管理的。但当时绝大多数有经验的老工程师们都毕业于五六十年代，只能在图纸上作设计而不会使用计算机。所以为了使用 CAD 软件，只能是一个老工程师作设计，带一个年轻的工程师

将设计转化到计算机软件里，效率大打折扣。因此老工程师们对计算机软件在设计中的使用是非常抵触的。引进的 MRP 软件当时在美国已得到广泛应用，Allen Bradley 的一家电控柜厂只有 500 多位员工，能够在周内生产 1500 个电柜。它使用的 MRP2 是基于数据作决策，可以为每一个电柜自动生成零配件与材料表格并发给上游各供应商，而供应商可以根据表格将零配件和材料精确地送到每一个工位。该厂可以做到零配件和材料的零库存。而该软件的使用在中国遇到了问题，因为上游供应商并没有相应的计算机信息系统，还是通过纸质的零配件和材料表来对接。当时在上海的一家排名前三名的纺织电气厂有员工 1500 多人，也是该 863 项目成员，在引入该软件后并没有看到实效，因为几乎没人能够彻底掌握并充分使用该软件。运营管理方式还是每天早晨开例会，根据纸质表格分配领取零配件及材料，而非基于 MRP2 的数据作管理，它一年组装的电柜也就在 1500 台左右。同样的工具由于中美产业基础的不同，员工知识技能、思维模式及管理方式的差异，产生的效果不相径庭。

笔者曾经参加过一个针对美国第二大速冷食品公司能效管理系统的规划会。按当时的规划，安装大量

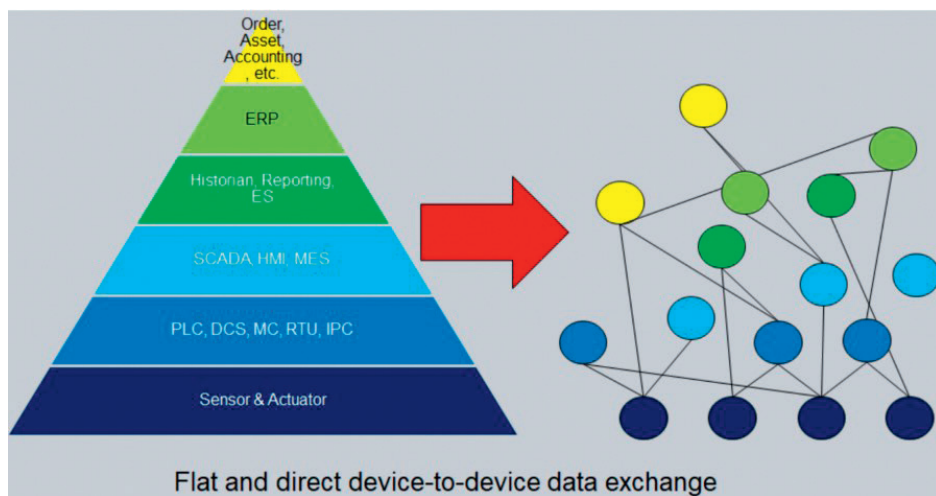


图 5：目前的制造业自动化架构示意图

的传感器将各生产工艺流程数字化，并通过敷设大量网线和网络设备将所有数据传到云端。这些海量数据可以用来详尽分析每台设备、每个流程、每个班次及每一类产品的能耗，并将结果可视化。但后来的问题是如何将数据分析的结果应用到生产过程形成闭环，提高整个生产的能效，这一点我们并没有找到满意的答案。在这个案例中，人的生产工艺专业知识是形成闭环的重要因素。

三年前，中国工程院周济院长在 CPS 的概念基础上提出 HCPS (Human-Cyber-Physical System)，笔者非常赞同。人是制造环节不可或缺的重要因素，人是诸多制造流程形成大闭环的最重要环节。

综上所述，制造业企业的升级转型不仅仅是设备与技术的升级，思维方式、管理模式以及员工知识技能也要随之升级，此外还要考虑到自身的产业基础。没有后者，升级转型只能是空谈，所以思维方式、管理模式以及员工知识技能的升级在产业升级中不能被忽视。

制造业新型人才的要求



以前国内对大学生的要求是“又红又专”。“专”是指在自己所从事的专业上有深厚的理论知识功底和丰富的实践经验。这也是西方所说的“I”型人才。“T”型人才，T 上的一竖是指专业知识深厚，一横指的是对其他非本领域知识也有一些了解，知识面相对较宽。

笔者在上世纪九十年代参加工作，从事冶金行业基础自动化（PLC、HMI、MES 与传动系统）的设计、编程与调试。参加工作的第一天，负责带我的一位五十年代初毕业于上海交大电机系的老师傅告诉我：

“自动化是为工艺服务的，所以自动化工程师最后比

拼的不是自己本专业，而是对生产工艺的理解。”这句话让我终身受益。

后来才明白这就是西方人所说的“II”（派）型人才，首先是对本专业有着深厚的理论知识功底和丰富的实践经验；其次对所服务的专业也有着一定的理论知识和实践经验；再次视野开阔，知识面有一定广度。正像华尔街上从事 IT 的人士，比拼的不仅仅是编程水平，还有对金融业知识的理解。

进入本世纪以来，一些新技术，如人工智能、大数据、云计算对各行各业产生了深远的影响。以华尔街上从事 IT 的人士为例，现在除了要求他们掌握本专业编程技术及金融知识外，还要求他们会使用人工智能、大数据等新技术。

笔者认为这可以称为倒“山”字型人才，首先对本专业有着深厚的理论知识功底和丰富的实践经验；其次对所服务的专业有着一定的理论知识和实践经验；再次对上游新技术也有着一定的理论知识和实践经验；最后视野开阔，知识面有一定的广度。

回到制造业，人工智能、大数据、云计算等新技术会使本行业发生深刻的变革，对一个自动化工程师而言，面临的挑战是巨大的。一个优秀的自动化工程师应该是这样一个倒“山”字型人才：

首先，对自动控制有着深厚的理论知识功底和丰富的实践经验（PLC，DCS，MC，HMI，机器人等）；

其次，对生产工艺有着一定的理论知识和实践经验，如装配、连铸、连轧、注塑等；

再次，对上游新技术也有着一定的理论知识和实践经验，如机器学习、大数据、云计算、互联网等；

最后，视野开阔，知识面有一定的广度。

总之，智慧制造不仅仅是设备、软件、技术上的升级转型，也是企业管理模式、工程技术人员知识结构等的升级转型，更是工业企业从管理到员工的全员思维模式的转变。

碳中和的国际视野与中国路径

何继江

应对气候变化的《巴黎协定》代表了全球绿色低碳转型的大方向，是保护地球家园需要采取的最低限度的行动。各国必须迈出决定性的步伐。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。去年中国正式宣布二氧化碳排放要力争于2030年前达到峰值，并争取2060年前实现碳中和。

碳中和这件事现在只是刚刚开始，还有太多的事情要做。中国碳排放的峰值、中国温室气体排放的峰值、开征碳税、碳市场排放限额、停止新建煤电、煤电退出计划、甲烷排放控制计划、中欧美互认的MRV体系建设、中国光伏支持全球碳减排伙伴计划等在未来都将陆续推进和宣布。

国际社会非常关注中国2060年的碳中和只是二氧化碳，还是也包括甲烷等其他温室气体？就此，不久前中国气候问题特使解振华做了正式回应，明确了是包括其他五种温室气体。所以对碳中和的挑战又增加了40吨二氧化碳当量，这是非常大的挑战。

欧洲能源转型目标与战略

2019年7月至2020年10月，我在欧洲待了16个月，去了24个国家了解各国的能源转型情况。

2019年12月份，我参加了马德里的联合国气候变化大会，切身感受了欧洲的净零碳愿景。从COP25（第二十五届联合国气候变化大会）的表盘状的图标我们看到，其间显眼的红色是这次会议的主办国智利（会议地点在马德里，但仍由智利主办）的地图。智利是地球上最狭长的国家，用这个形状做了长针。长针的顺时针方向是实的冰块，接下来越来越虚，表示冰川正在慢慢融化，给人类生活造成严重威胁，短针则是Time for action（行动的时刻，COP25的宣传语是“采

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。



取行动，为我们星球，现在！”）。



宣传材料不断在强调 Don't call it change, call it climate emergency（别再说气候变化，要说气候紧急状态）：

- 地球的温度已经上升了一度，这不是变化，而是气候紧急状态；
- 40%的北极冰川正在融化，这不是变化，而是气候紧急状态；
- 三分之一的物种有灭绝的风险，这不是变化，而是气候紧急状态；
- 2050年前可能产生1.4亿气候难民，这不是变化，而是气候紧急状态；
- 40%的北极冰川正在融化，这不是变化，而是气候紧急状态

.....



北欧五国共占地 350 万平方公里（格陵兰占其中 60% 的土地），人口大约 2500 万。

今年我们中国人应该尤其能感觉到这种剧烈变化，比如郑州的大雨等极端天气事件，这种降雨规律的变化会给我们带来非常大的挑战。

我对欧洲能源转型的情况做了一个总结，系列考察报告的本三著作将会正式出版。

欧洲国家能源转型的探索对我们很有启发。需要特别说明的一点是，在电和热的领域，怎么样变成清洁电力和清洁热力，欧洲为中国展现了比较清晰的技术路线图。在电力系统方面，德国、英国、丹麦有很多探索；在热力系统方面，北欧国家如瑞典、丹麦和芬兰都做得非常出色。

在欧洲考察我也非常意外地发现，在交通电气化领域，中国进展快于欧洲，德国的充电基础设施明显不如中国，是比中国晚一年到一年半的水平。因为汽车公司卖燃油汽车赚钱多，他们不愿意面对这样的转型，但是现在中国的电动汽车、充电服务以及电池产业都已经明显走在了德国前面。这次碳中和对每个国家都是一次挑战，即使对德国这样的制造业大国也是非常大的挑战，如果不能把挑战转换成机遇，会很麻烦。

在能源转型方面，北欧五国进展得最出色。冰岛

的可再生能源占比达到 90%，他们的电和热全部来自于可再生能源，主要是地热和水电。冰岛现在化石能源占比仅 10%，主要是汽车和轮船在使用。挪威和瑞典的可再生能源分别达到了 73.7% 和 56.4%，北欧五国都走在了全球最前面。

冰岛和挪威这两个国家，基本上已经是零碳电力系统。另外四个国家瑞典、奥地利、法国、瑞士是接近零碳的电力系统，有三个国家有核电，奥

地利没有核电，但是电力系统也接近零碳。

德国 2020 年一二季度电力系统中有一半的电来自可再生能源，风电排名第一，光伏第二，之后分别是生物质能源和水电。德国能源转型如果从电力、供热、交通三个领域来看，电力系统转型最成功，1990 年可再生能源电力的占比还在 5% 以下，去年达到 45.4%，进展非常快。热力系统中可再生能源占比只占 15.2%。德国交通能源中可再生能源占比只有 7.3%，而且还是在去年才有了较大幅度的提升，已经在很多方面落后于中国。德国的交通能源转型进展缓慢，对我们来讲是一个警示。

英国从 2012 年开始到 2020 年短短九年间煤电比重从 43% 降至 1.6%，图中黑色部分代表这一天煤电发电比率超过 50%，白色部分代表 10% 以下，绿色的表明这一天煤电没有发电，我们可以看出过去九年发生了巨大的变化。

丹麦对可再生能源做了一个特别界定，即可变可再生能源，是因为可再生能源中还分为可变的和相对稳定的，水电和生物质能源比较稳定，风电和光伏变化波动较大。可变的可再生能源也就是风电加光伏在

2019 年和 2020 年已经超过 50%，这使得丹麦成为电力系统中可变可再生能源所占比重最高的国家。

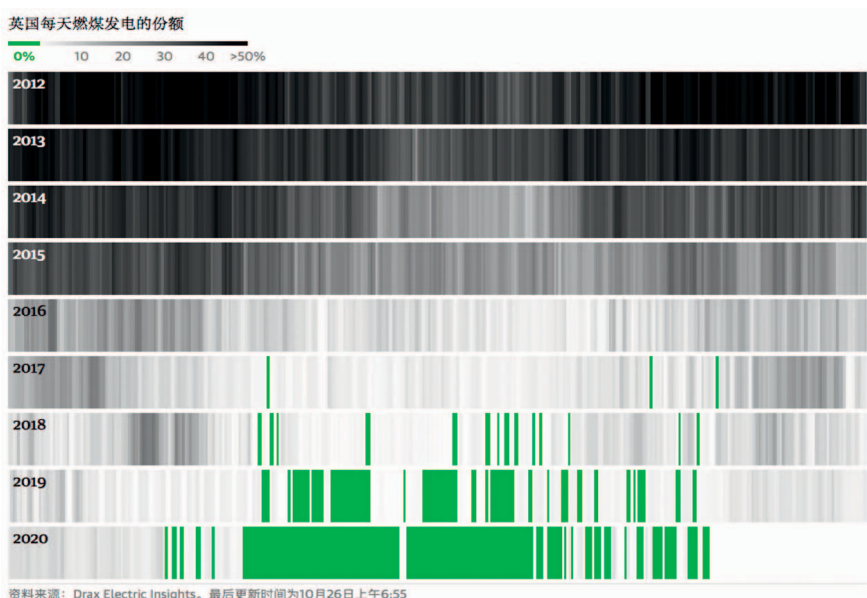
2000 年，丹麦的可变可再生能源电力只有 12%，之后迅速过了 20%、30%、40%，2019 年达到 50%。他们过去在电力灵活性改造以及电力联网方面做了很多工作，最近十年在风电和光伏调动预测系统、热力部门和交通部门的协同等方面也做出很大贡献，2020 年以后需求侧的灵活性调整，对丹麦电力系统接纳更多的波动性风电和光伏发电非常重要。

从电力系统角度来讲，我们认为未来我们要建设零碳电力系统，灵活性资源市场建设应纳入十四五规划，这就涉及到灵活性资源的挖掘、管理、调度和交易。

首先，可再生能源的资源量不是问题，特别是风电和光伏。沈阳有 13000 平方公里土地，这里面拿出 1% 的土地面积去建设光伏就能产生巨大的电量，130 平方公里的土地可以建设 13 吉瓦的光伏，在沈阳可以发电 180 亿度左右。

第二，可再生能源的价格也不是问题。光伏组件还有降价空间，光伏发电大约六个月就能把生产制造环节的电力赚回来。电力系统中最大的挑战是灵活性资源如何获得。学术界认为，电力系统、热力系统、交通系统特别是电气化交通系统都能够提供灵活性资源。这样一来，未来灵活性资源的获得解决了，价格也不是太大问题。建设零碳电力系统，从国际经验和从学术界看来技术路线图是明晰的。

我认为光伏将成为新型电力系统的主力。有四家机构对于德国 2050 年碳中和情景之下的光伏发展做了



2012 年以来快速退煤，绿电的逐日变化图。2017 年英国的碳排放基本已经恢复到 1900 年的水平。

计划，其中最少的认为人均需要 3.4 千瓦的光伏，最高可能达人均 12.5 千瓦光伏。使用这样的电力系统再加上风电，可以满足电力需求。类推中国，在达到人均 6~8 千瓦光伏的情况下，光伏成为零碳电力系统的第一电力来源是非常可能的。

欧洲许多国家的光伏发电应用很广泛。以德国为例，波恩市肯尼迪大桥上装了 392 块光伏组件，发电功率共 90 千瓦；波恩学生宿舍楼上装了光伏遮阳板；德国弗莱堡的很多建筑，包括市政厅都装了光伏；柏林火车站的玻璃顶棚也装了大量的光伏，既能发电又可以透光……由此可见德国的光伏普及状态。瑞典 ABB 体育馆也装了双面双玻的组件；瑞典 ETC 光伏庄园的电站做得非常漂亮，不但能发电，还是景观和科普基地。希望中国也建设如此美观又多用途的光伏电站。

交通能源

欧洲国家在交通能源方面也有多处使用清洁能源或可再生能源。德国柏林欧瑞府零碳园区是由过去的煤气厂转变而成的，被动房、光伏、充电设施、智慧



柏林欧瑞府零碳园区旁的油氢一体站

电力、无人驾驶等能源转型的前沿要素在这里都有体现。智能光伏充电桩还能光伏充电削峰：早晨 8 点半到单位，接上充电桩之后先不充电，等到中午再充电，比如 10 点开始充电到下午 2 点，这样就可以把园区里中午发电最多的时段进行内部利用。柏林已经有油氢一体站在运营。有连锁超市建了充电桩，桩上有三个关键词：清洁电力、快充、免费一小时。

德国大众汽车厂不但生产电动汽车，门口还有风（能）光（能）互补的充电桩——老牌汽车公司也在寻求战略转型。

瑞典停车场的屋顶上装了光伏，使用的是中国浙江龙焱公司的组件。光伏停车场加充电桩构成近零碳排放的停车场，这是未来发展的趋势。

供热能源

瑞典现在的供电系统和供热系统堪称“最绿的”。在瑞典，可再生能源的使用占比达到 56%：石油从电力和供暖系

统中被替代；生物质能源稳步增长；煤炭始终占比很低；天然气占比很少；风电近年快速增长。

去年 4 月，瑞典最后一个燃煤电厂关闭，现在瑞典最大的供热来源之一是垃圾热电厂，共有 30 多个；而且瑞典的热电机组采用防涡振的烟囱边条设计，部分电厂做了去工业化设计，以垃圾和生物质作为能源而不是烧煤，很多地方的热电厂有大型的储热水罐。

垃圾供热方面丹麦也做得非常好。丹麦的垃圾电厂离王宫直线距离不到 4 公里，就在著名的小美人鱼雕像对面，而且把垃圾电厂做成了山的形状，可以滑雪，还配有攀岩设施，既生产清洁能源，又能和民众有很好的融合。

北欧的电厂普遍都配了储热罐，芬兰富腾公司积极收购埃斯波市的各种废热，从附近的污水处理厂取热，将热储存在储热罐里，提高电厂的灵活性，跟电网进行很好的配合。

生物质供热在北欧地区非常普遍。在瑞典，生物质和垃圾燃料占了区域供热的三分之二；固体生物燃料，比如木屑占 2016 年燃料总产量的一半。

垃圾和生物质资源我们没有充分利用起来，还有大量垃圾处在填埋状态，造成土地占用和能源的浪费。

未来的房屋建设，也是超低能耗的趋势。我们在



丹麦哥本哈根的 Amager 垃圾发电厂 (CHP) 效率高达 90% 以上。

挪威考察的零能耗建筑 power house，高处有十层楼，矮处是三层楼，坡面上装满了光伏，一年产生 48 万千瓦时电量，大于整个建筑的用电量。我们国家要实现碳中和，也需要建设超低能耗的建筑。



瑞典北纬 64.5 度的氢能房子：Zero Sun Project

欧洲氢能发展

光伏发电的季节差异很大：夏天发电很多，冬天发电很少。如果按照夏天的功率去装光伏的话，冬天不够用；而按照冬天的功率装的话，夏天就太多了。未来的解决方案是氢能，利用夏天多余的绿色发电制氢，作为灵活负载调峰；氢产物可以进入天然气管网，也可以直接供应燃料电池汽车；另外也可以把氢气再制成甲烷，或制成氨和甲醇，便于长距离运输和储存。

欧盟对氢能的观点去年发生很大的变化，他们认为要搞绿氢（可再生能源电解水获得氢气）而非蓝氢或灰氢（以天然气和煤制氢）。德国的化工厂已经尝试用氢制甲烷电解水制氢，二氧化碳是从当地的废物焚化厂的烟道气中捕集，然后化合制造甲烷。类似的技术路线奥迪公司也在使用，每年可以捕集 2800 吨二氧化碳，制造 1000 吨甲烷。

去年 7 月份，欧盟正式通过了《欧盟能源系统集成战略》和《欧盟氢能战略》，我们看出氢能的发展空间非常大。欧洲也开始做大规模的风电制氢，在北海和波罗的海建大规模的风电岛，大规模降低成本。我们觉得沈阳的北部新民县或者是更往北一点的彰武县，可以参考这样的方式来发展装备制造业。

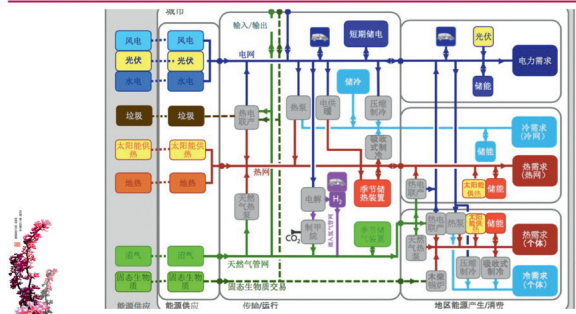
瑞典北纬 64.5 度有座氢能房屋，在夏天储存能量留到冬天，冬天再用五千瓦燃料电池给房子供电供热，这个项目是当地市政府的科技示范项目，委托一家企业实施，这房屋周一到周四归市政府使用，在那里做宣传展示，星期五和星期天归公司使用，当作宾馆出租给客户。房子没有跟电网相连，完全靠氢能和

光伏满足了能源需求。在瑞典的哥德堡也有同样技术方案的房子。

德国和瑞典都在做氢气炼钢，这是装备制造业中非常大的突破。瑞典吕勒奥已生产了无碳钢铁。这两个项目值得我们探讨，因为鞍钢有大量的钢铁产业需要减排。

这张图是德国人为法兰克福这样的较大城市做的 100% 可再生智慧能源系统，目的是达到零碳城市，这个成本比较高。荷兰也做了这样的能源地图，把光伏房屋建筑，热能损失等全部集成在一张图中，这需要住建局来和相关部门配合，把所有的用能和产生的能源的潜力都匹配起来，在城市里面做综合规划和布局。

零碳城市：100%可再生智慧能源系统



碳中和的中国路径

2021 年 3 月，中央财经委员会第九次会议指出，构建以新能源为主体的新型电力系统。这里面的主角第一是光伏，第二是风电，其次是水电。国务院副总理

理韩正强调要推广低碳零碳负碳技术。国家发展改革委副主任连维良讲，整县推动分布式光伏规模化开发，在乡村在城市要做到宜建尽建，光储一体。适合装光伏的地方都装上光伏，同时配上储能，建设光储一体化的项目。这是当前关于碳中和重要的技术路线。

未来十年内我们要做的事很多，2021年4月18日，中美应对气候危机联合声明明确了八个方面的举措：

（一）工业和电力领域脱碳的政策、措施与技术，包括通过循环经济、储能和电网可靠性、碳捕集利用和封存、绿色氢能；

（二）增加部署可再生能源；

（三）绿色和气候韧性农业；

（四）节能建筑；

（五）绿色低碳交通；

（六）关于甲烷等非二氧化碳温室气体排放合作；

（七）关于国际航空和航海活动排放合作；

（八）其他近期政策和措施，包括减少煤、油、气排放。

下面这张图是我的思考，图里这四个领域的用能和生产能源的设施，通过互联网平台，就是电碳交易的平台，把生产和使用设备协同到一起，可以做社区和村镇以及园区试点，甚至未来做区县和沈阳的碳中和。



沈阳的双碳我有几点建议：

首先是要减碳增绿。

一，特别重要的是煤电灵活性改造。沈阳现在很大比例碳排放来源是煤电，煤电做灵活性改造可通过配套大型储热罐提高灵活性。

二，大幅度提升分布式光伏渗透率，还要提高接纳外部绿电的能力。

三，燃煤锅炉改电，借鉴北欧区域供热和德国经验，逐步淘汰燃煤锅炉、腾出碳指标。

四，整县整区光伏的模式扩展至清洁供热和电动交通领域。

五，辽宁中部生态屏障区（科尔沁沙地南缘）光伏治沙基地和氢能基地。沈阳民众和企业可以去投资新能源或购买绿电，发展氢能装备制造业，发展氢气炼钢技术。

其次是要科技创新。

一，清华大学沈阳碳中和双创活动采取揭榜挂帅方式，围绕重点碳排放项目和碳中和先锋项目，征集减碳方案。以双碳项目为应用情景，组织低碳零碳负碳技术大赛。

二，清华校友总会和沈阳校友会组织碳中和的三创大赛及产业孵化。

三，清华院系组成沈阳市双碳专家委员会，电机系、能动系、建筑学院、大数据研究院、环境学院等多个院系跟碳中和有关，我们可以结合清华的力量，为沈阳设计碳中和路线图，以及参与到揭榜挂帅的评审等相关活动中来。

四，这些方案要落到实处，一定需要产业资金的介入，可以考虑设计碳中和的产业基金和创投基金。清华有经管学院和五道口金融学院，也可以给沈阳带来支撑。我们可以用这样的资金力量来把沈阳的碳中和项目以及下一步的产业孵化做好。

五，沈阳跟德国已经有比较好的合作关系，可以借鉴德国欧瑞府零碳园区经验，建设沈阳零碳科创园区。

当前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，我们一定要考出好成绩。

【本文为作者在清华校友助力沈阳高质量发展大会暨第三届清华校友创新论坛上的发言，略有删改。】

“学”有真假高低之分， 但没有中西之分

何兆武

当中国遇到英国

双方价值观的不同，反映了
传统文化的不同。

现在世界的局势是朝着全球化前进，世界上各个部分的联系越来越紧密了。不要说五千多年以前，就是一百多年以前，各个地方的交往也还是非常困难的，但现在的联系是越来越密切了，整个世界正在不可逆转地一体化。讲到全球化，就必然要讲到中国和外国之间的文化交流。

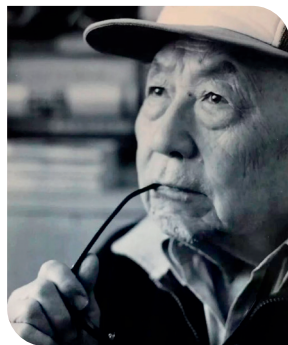
中国文明应该有五千年的历史，至少大家都是这么讲。一直到19世纪中叶以前，也就是距今天差不多170年到180年以前，中国基本上还是一个封闭的社会，和外界接触非常少，所以中国文化的一个特点就是，它是一个和外部世界接触非常少的文化。它自己的文化基本上是闭关发展的。

近代的国家，无论大小，都是主权国家，他们都是独立的、平等的。但是在古代，由于中国认为自己的文化高，就妄自尊大，看不起

周边的民族，把他们叫做蛮夷。事实上汉族的文化也确实高于周边的民族。这种情况给以汉族为主的中国人造成了一种自高自大的心态。

那个时候中国没有外交部，处理国与国之间事务的，有一个理藩院，就是处理藩邦事务的部门。当时与中国交往的都是藩属，都是属国，所以把处理藩属国事务的机构就叫做理藩院。到了清朝末年，中国连续打败仗。打了败仗以后，西方的列强就要求中国也设立自己的外交部。中国的外交部就叫做“总理各国事务衙门”，这个衙门设在东单的外交部街。

那个外交部的建筑，就非常反映当时中国的心态。按照中国的建筑，一般都是三个门，中间是正门，两边是旁门。正门一般是不开的，除非有大典，比如说皇帝来了，普通事务都是走两边的旁门。外国的使臣来了，也要他们走旁门。可是外国使臣不干，外国使臣是代表国家的，代表国家就一定要走正门。这就闹矛盾了。中国的心态还是天朝上国，所以外交部建筑就只有两个旁门，没有正门，让你出入的时

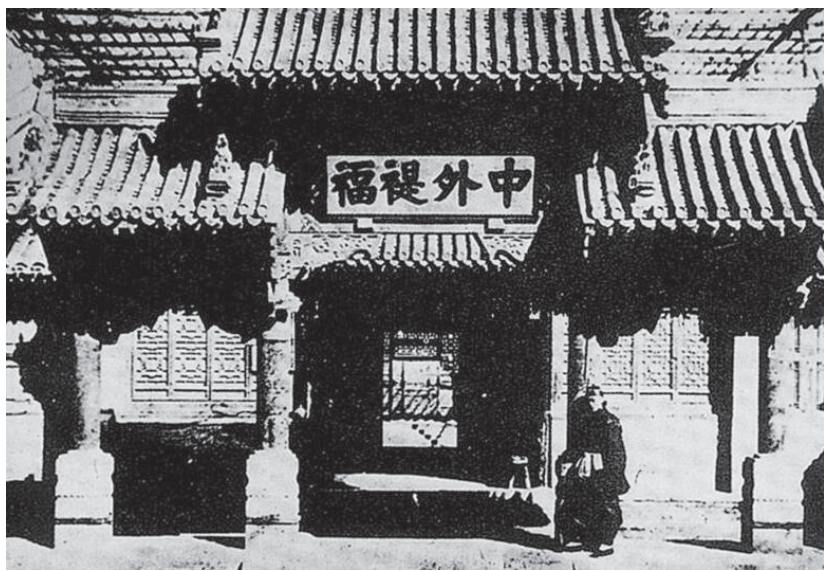


何兆武（1921-2021），著名历史学家、思想文化史学家、翻译家、清华大学人文学院教授。1943年毕业于西南联大历史系，并攻读哲学与西洋文学研究生，1946年毕业于。

候就只能走旁门。

我们知道英国在18世纪的时候已经开始了工业革命，它是全世界最早步入工业化的国家。换句话说，英国是当时全世界第一个走入现代化的国家。一直到19世纪末20世纪初，英国是全世界唯一的超级大国。这个地位有些像今天的美国。我们知道美国是二战以后才变成今天的超级大国的，而在此以前美国还是孤立的，它不愿意卷入欧洲事务。

鸦片战争以前，英国已经是世界上最先进的国家了。可是中国那个时候太愚昧了，昧于世界大势，把英国也看做一个藩属。英国在18世纪末年派了一个使臣来中国，希望和中国通商，那个使节叫做马戛尔尼。他上书给乾隆皇帝。乾隆答复给他一封信。这封信的内容不但反映了乾隆个人的心态，也反映了



总理各国事务衙门

当时中国大多数人的心态，就是认为中国是天朝上国，我们什么都有，我们不需要和你们通商，但是我们是很宽大的，我们容许（恩赐）你们和我们通商，把英国视为落后的蛮夷国家。

就是这样一种心态造成了后来很多的矛盾，比如，我们知道在中国见皇帝的时候要下跪，可是他们见国王的时候不像中国那样的三跪九叩。他们对上帝才下跪。

在1840年以前，中国只有一个通商口岸，就是广州。在广州有13个洋行，这13个洋行包办了对外贸易。英国人来中国以后，就通过这些洋行和中国接触、交涉。英国那时候已经是自由贸易的国家，并且是全世界最先进的工商业国家，但是中国设立了很多的关卡尽量限制他们的活动。中国认为通商是一种恩赐，而不是一种互利，所以当时

发生了很大的争执。举一个例子来说明。双方争的是什么呢？中国的官方规定，夷人夷妇不得同时上街。夷人就是洋人，夷妇就是外国的女人，也就是说外国的男女不得同时上街。这个规定今天看起来非常可笑，可是当时中国方面对这个问题非常重视。男女公开在大街上招摇，这怎么可以？这叫“男女混杂”，是不可以的。在这么一个小问题上争论非常厉害，可以说反映了双方价值观的不同，而价值观的不同则反映了传统文化的不同。

中学和西学冲突的历史

两个民族文化的不同，有先天成分不同的原因，但主要是后天环境造成的。

我们说两个民族的文化不同，

是先天的不同还是后天的不同？清朝末年就流行讲中学和西学，讲中国的学术和西方的学术，好像中学和西学先天就不一样，好像中学天生就走的是这条路，西学天生就走的是那条路。但我想个人之间不同的原因，很可能是先天的成分也有，后天的成分也有，但重要的是后天的成分在起作用。各民族文化的不同很可能也是这样：有先天的成分在里面，但主要的是后天的环境造成的。

我们简单地回顾一下中学和西学冲撞的历史。在鸦片战争以前，中国还自高自大，以为自己是天朝上国，鸦片战争一仗就打败了。为什么吃败仗？这就促使一部分思想敏锐的知识分子来寻找原因。

他们的答案很简单，就是认为我们打败仗是因为夷人（就是洋人，具体说是英国人）“船坚炮利”。那么应该怎么对付他们呢？其中有一个人叫魏源，当时写了一本《海国图志》。这本书用今天的术语来说是讲世界各个国家的情况，就是“世界概况”。这本书今天看起来是个通俗读物，但是在当时是了不起的，是先进的知识。因为当时中国人很少知道世界上有多少个国家，各个国家的情况怎么样。魏源还提出一个口号“师夷之长技以制夷”，就是我们要学习洋人的长处来抵抗洋人，我们要学习他们的“船坚炮利”。他们“船坚炮利”，我

们就要用更坚的船、更利的炮来对付他们。这是中国在知识方面的第一步觉悟。

过了很短的一段时间人们就发现，这个船坚炮利还需要有自然科学的基础知识。你要是没有基础科学的知识，你就造不出“坚船”造不出“利炮”。所以还要想办法解决这个问题。工业实际上就是科学的应用。没有科学的基础，你怎么能有工业呢？这个道理很简单。1860年左右，中国在上海、北京设立了一些学习近代知识的学校。那个时候在北京叫同文馆，在南方叫做制造局。制造局就是工厂，在工厂里面附带出了许多基本科学的教科书。还有广方言馆，就是学习外语的地方。因为要学习西方传来的科学知识，不懂西方的语言是不行的。

大约过了十年左右，中国敏感的知识分子的认识又进了一步。当时有一个叫做郭嵩焘的人，是兵部侍郎，大致相当于今天的国防部副部长。他做了第一任的中国驻英国公使。郭嵩焘和一个中国去学海军的学生在一些问题上形成了一致的看法。这个学生叫做严复。两个人谈论中西学术，甚至是彻夜不休。两个人达到了一致的结论，就是中国的落后是科学技术的落后，但又不仅仅是科学技术的落后。科学技术还要有社会体制作为它的背景。没有这个背景，科学技术是无由发展的。这是一个进步，这就是说近



人民英雄纪念碑上的浮雕《五四运动》，“民主”和“科学”是五四运动中提出的两个重要口号

代科学，或者说近代技术或工业并不是一个孤立的东西，它是一个系统工程，要有各方面的社会条件相配合。没有社会条件相配合，就不可能有近代的科学技术。

1894年，中国在甲午战争中失败这件事给中国人的刺激太大了。日本原来在中国眼里只是一个藩属，结果中国被日本打败了。中国和洋人打，和英国打，和法国打，打败了，没想到和日本人打也打败了。

日本原来也有深厚的文化传统，但是日本觉得它原来的传统不行了，所以就进行了一次明治维新。所谓“维新”，他们也叫做“脱亚入欧”，就是说原来它是亚洲，现在它要脱离亚洲，要走入西方的社会。用我们今天的理解，这实际上就是一场近代化。原来是一个传统

的社会，现在日本人要脱离传统社会，进入“近代化”或者叫做“现代化”。

“近代化”或者“现代化”在英文里面都是一个字，是“modernization”。近代化或者现代化同时也是一个全球化的过程。这是一个不断发展的过程，大家都要近代化。这是不成问题的。问题是这个过程应该怎么走法，因为每个国家的历史不同。

每个国家近代化的过程都不会一帆风顺，总会有许多困难。问题是你如何针对所遇到的问题，改造自己。日本是采用维新来改造自己。日本战胜中国后，当时中国人都认为这是它维新的结果，是日本脱亚入欧的结果，是它近代化的结果，所以中国也就要维新，不但要向西

方学习科学技术，还要改造我们原有的社会体制和政治体制，这样才能适应科学发展的要求。甲午战争后没有几年，中国也有一次大规模的维新运动叫做“戊戌变法”。所谓变法就是把传统的社会政治体制改造为现代化的政治体制。但是变法失败了。

科学与民主的共生关系

科学与民主是同步的、共生的。这是中国经过差不多一百年的教训才得到的认识。

戊戌变法以后，君主专制的政体不能再维持下去了。于是要求推翻君主专制，建立民国。那个时候很多人的想法也很简单，认为推翻了君主专制，建立了民国，什么事情就都可以解决了。其实问题没有那么简单。

中华民国虽然在1912年建立了，但中国的社会并没有改造，仅仅是换了一个招牌。原来的招牌叫做“大清帝国”，现在换成了“中华民国”，接着就是军阀混战，所以光换一个招牌是没有用的。

到了1919年五四运动的时候，中国又进了一步。那个时候提出了两个口号——“德先生”（民主）和“赛先生”（科学）。以为这样两张牌一打出来，中国的事情就好了。确实，中国最需要的也是这两

个东西，而且科学和民主还有着内在的联系。科学要求有民主的体制，民主的体制才能促进科学的发展。

我解释一下为什么科学和民主是近代化过程中互相依赖、不可分割的有机组成部分。所谓近代化，就是科学和民主。没有民主，科学发展不了；没有科学，实行不了民主。这是中国经过差不多一百年的教训才得到的认识。本来这个认识是非常好的，但是因为当时中国的社会还不成熟，所以这两个口号的提出并没有真正落实。当然任何口号的真正落实，都是很困难的。当代就有许多例子。一个例子是法西斯德国，它迫害犹太人的罪行是骇人听闻的，差不多屠杀了600万犹太人，这几乎使整个犹太人种族绝灭。爱因斯坦是犹太人，他跑到了美国，他的理论被称为“犹太人的物理学”。原子弹是最先在美国而不是德国造出的。对原子弹贡献最大的两个人——爱因斯坦和费米，都是从欧洲跑到美国的。意大利物理学家费米是去瑞典领诺贝尔奖的时候跑到了美国。两个人都是从法西斯国家跑出来的科学家。一个做出了理论上的贡献，一个实现了铀裂变。

所以说，科学和民主是同步的、共生的，是 symbiosis，而不是 coexistence。Coexistence 是共存，资本主义和社会主义的和平共处，这是共存。我们说的 symbiosis

是互相依赖，比如大象和它头上的小鸟就是一种共生的关系。其实科学和民主就是一种共生的东西。这一点能够被真正认识到并且能够用于实践，是很晚时候的事情，包括“五四”那个时代的人，他们虽然提出了这样的口号，但是还没有真正认识到其间深层的关系。

这是中国所走过的曲折道路。在鸦片战争以后，中国和西方的文化交流经历了好几个阶段。第一个阶段是只学西学的“船坚炮利”，第二个阶段是学西学的基本科学，第三个阶段是要改造政治社会体制，一直到第四个阶段才是整个社会要科学化、民主化。大致是经历了这样四个阶段。

“学”本身没有中西之分

“学”有真假之分、高低之分、精粗之分，但没有中西之分。

下面我们要谈19世纪末中国思想界的一场争论，就是中学和西学之争。一派是主张西学的，另外一派就是主张中学的。有一个有名的口号是“中学为体、西学为用”。

提出这个口号的一个重要代表人物就是张之洞。他做过湖广总督和军机大臣，那个时候的内阁就是军机处，所以他在当时是非常有地位和影响的人物。他写了一本书《劝

学篇》，其中就提出了“中学为体、西学为用”。所谓中学就是传统的孔孟之道，讲仁义道德。但是“用”则要用西学，其具体内容是“声光化电”，就是今天的自然科学。

实际上比他早三十年，有一个曾国藩的幕僚叫做冯桂芬的，在太平天国的时候就在上海写过一本书，提出中国应该以中学为本，辅之以西方诸国的富强之术来追求中国的富强。这个提法和张之洞在字面上基本上是一致的，即用中国的本（国粹），以西学为用。

“学”本身无所谓中和西。几何学中国历史上没有过，它在埃及出现，在希腊形成体系，就是欧几里得几何，但是我们不能说几何学就是希腊学。因为其他国家的人也可以学习几

何，而且可以学得非常好。但是为什么几何学没有出现在别的国家？这是历史的原因形成的。不是说其他国家的人就脑子笨，就学不了几何学。只不过是历史上的某种原因使得这门学科最早在那里出现罢了，而且这种学问出现在那里也并不意味着这种学问就是那个国家的专利。过去中国所谓的中学西学之争，老是认为哪些问题是中国的，哪些问题是西方的。其实“学”本

身无所谓东方和西方，没有哪一个民族和国家是先天就注定了在某一个方面就落后。中学和西学其内容不同，这是历史的原因造成的。作为知识，作为人类的理性、思维能力来说，哪个民族和国家根本上都是一样的。

20世纪30年代，冯友兰写了《中国哲学史》，请金岳霖写审查报告，金先生写了这样一个

过去中国所谓的中学西学之争，老是认为哪些问题是中国的，哪些问题是西方的。其实“学”本身无所谓东方和西方，没有哪一个民族和国家是先天就注定了在某一个方面就落后。中学和西学其内容不同，这是历史的原因造成的。作为知识，作为人类的理性、思维能力来说，哪个民族和国家根本上都是一样的。

意见：如果一个人写了一部《英国物理学史》，那么这个人写的是英国物理学史的历史呢，还是物理学在英国的历史？显然，应该是物理学在英国的历史，因为没有所谓“美国物理学”。那么有没有一种东西叫做“中国哲学”的呢？金先生没有把握。

究竟有没有一种东西叫做中国哲学，抑或仅仅是哲学在中国呢？牛顿物理学作为经典物理学是产生

在英国，但是不能说这是英国的物理学，它后来是在法国发扬光大的。物理学就是物理学，并没有所谓英国物理学、法国物理学。举这个例子就是说明，到底有没有中学西学之分？“学”这个东西有真假之分，有高低之分，有精粗之分，但是没有中西之分。我想澄清一下这个观点。“学”（内容）虽有不同，但是这是各个国家的历史条件不同造成

的，“学”本身并没有不同。比如说哲学，到底有没有中国哲学？德文里面“科学”一词 Wissenschaft 就很好，自然科学也是那个词，人文科学也是那个词，叫做 Geisteswissenschaft。作为“学”来说，实际上没有什么不同，但是作为文化的不同背景来说，则有不同。

是不是全球化将来就意味着全球的大一统？从联系的密切来说，这是必然的。但全球化并不意味着“雷同”，我们所谓的一致是指 unity，而不是 uniformity。Unity 是多中有一、一中有多样，是 unity of variety（多样性）and variety in unity。Uniformity 指大家都一样。世界的方向是走向全球化，但是是一中有多的。“只有民族的才是世界的。”

【本文为作者在清华大学的演讲】

一场刚跑到四分之一处的马拉松

——访京微齐力公司 CEO 王海力

本刊记者 黄婧

万能芯片？有多万能？

时光倒回到 2005 年，王海力刚进入 FPGA 行业，博士还未毕业时，在各种汇报会上，连北京市领导听到这个概念都觉得新鲜。

所谓万能芯片是可编程芯片的别名，全称 Field Programmable Gate Array，简称 FPGA。之所以称其万能，因为它是一种通用芯片。出厂时什么程序都没有，相当于一张白纸，用户通过软件把程序编译成二进制码，下载到白片里，白片就成了具有某种特殊用途的专用芯片，可以实现各种个性化的功能。

因为它在各行各业都能使用，所以被誉为万能芯片。

这是一种不可或缺的、最基础类型的芯片，通讯、电力、消费、电子、安防等行业都在使用。也正因为它最基础，是智能设备的基石，所以从某种意义上讲，FPGA 的进步程度制约着整个高科技的发展。

上世纪 80 年代初，美国 Xilinx（赛灵思）公司发明了这种技术，到今天已将近 40 年。令人吃惊的是，在这 40 年间，全球很多国家都开展过相关技术的研发，但走到今天，仍然只有四家公司垄断着全球

王海力

京微齐力创始人兼 CEO，清华大学 2001 级计算机系 EDA 专业硕士和博士。



FPGA 行业，这四家公司都在美国。

为什么会形成这样的局面？因为它的行业门槛非常高，要想做好这门技术并实现产业化，投入巨大，人才更是稀缺。

很多公司觉得与其花大量精力自主研发 FPGA 技术，不如就买这四家 FPGA 公司的产品直接使用就好。长久以来，这是国内大多数用户的心理，直到中美贸易战打破了这个格局。高端芯片进口无门，离开了芯片，什么都是空中楼阁。

在 FPGA 领域，中国企业能否实现自给自足？什么时候能与美国公司一较高下？这些“问号”巨大而沉重，如同横亘在门口的一座山。

突围

山脚下，有想撼动它的身影出现了。

万能芯片可以简单地理解为白片 + 工具，这个工具正是王海力所学的 EDA（Electronics Design Automation，电子设计自动化）专业。

他是国防科技大学计算机科学专业学士，在清华大学计算机系完成了硕士和博士学业。在清华，王海力进入计算机系 EDA 实验室开展课题研究，从 EDA 的综合、逻辑优化、布局布线等理论知识开始学起，接触到最底层的基础知识和算法，这些正是 FPGA 行业的基石。

当 2005 年，雅格罗技公司作

为当时中国国产 FPGA 行业的领航员之一，进驻清华科技园时，即将博士毕业的王海力因为成绩优异，专业对口，在老师的推荐下加入公司。从他作为一号技术员工进入行业赛道算起，扎根已有 16 年。

雅格罗技公司最初由外资支持，之后作为高科技项目由北京市引入。在政府给予的政策支持和资金扶持下，2010 年 8 月，雅格罗技转为京微雅格，用王海力的话说，“成了国家队”。

有了北京市的认可，京微雅格在工信部、科技部、北京市等层面做过很多次汇报，讲什么是万能芯片，它的发展前景有哪些。2010 年到 2016 年，京微雅格发展如火如荼，一度承担了国家科技重大专项。但是，项目规划出现了偏差。由于低端产品的市场没有夯实，就开始向高端产品市场迈进，甚至朝超高端市场发展，经营者对其中的投入产出比预期不足，后续资金没能按期到位，最终导致京微雅格 2016 年出现了资金断裂的风暴。

十年的积累仿佛在几个月间被全部摧毁。高科技公司轻资产、重人才。一百多位员工好几个月发不出工资，很多人离开了。人都走了，公司还剩下什么？

在这个最困难的时期，王海力临危受命了。此前他是京微雅格的副总裁。危机难解，董事会选择王海力担任代理 CEO，帮公司走出困境。这困境犹如泥沼，王海力与其

坚守团队挣扎了一年，仍然没有回天之力。这个过程有多煎熬，也许，办公室常亮的灯知道。

“太难了。”王海力慨叹，“京微雅格的技术优势是存在的，但是背负了巨额债务无法翻身。我们必须有一个新的主体，重新开始，看看还能不能有机会。”

经过抉择，在京微雅格股东的支持下，2017 年 6 月，王海力与坚守团队成立了京微齐力公司，延续了原公司的技术和产品。之所以取这个名字，正是寓意大家要齐心协力做事。

从京微雅格过渡到京微齐力，最初留下来的员工，加上王海力只有 8 名，连办公室都没有。公司实在没钱租用办公地点，除了线上会议，想要见面只能在星巴克开会。

面对如此窘境，王海力对接下去将要遇到的困难也非常清楚，投入多、见效慢、客户对国产品牌接受度低。就算成立了新的创业公司，别忘了身上还有两个亿的沉重债务。为什么王海力仍然留在这个领域，没有考虑转换赛道？

2017 年，科技创新还不是一个关注度很高的话题，“卡脖子”的难题也还未出现。王海力只是认准一点，芯片赛道的确不易出成果，但它的技术门槛也很高，而门槛决定了高度。

京微雅格从 2005 年走到 2016 年，十年跋涉已经有了不少技术沉淀，这些技术是有价值的，只是公

司出现了一些管理问题，那是另外一回事。高门槛挡住了一批进不了赛道的人，竞争者也就少了。只要技术内核是好的，发挥出来就有机会。

况且王海力 2005 年以员工身份加入公司，从工程师一步步走到公司的管理层，现在能真正创立一家公司，重续原来的情结，这是挑战，也是机会。人生中难得有这样的机会出现，遇到了，又怎能放手。

此后的发展印证了王海力当初的判断。社会有太多的诱惑，想要拨开云雾看清方向，需要智慧，还需要沉静的心。

回想起在星巴克开会的那段时光，王海力苦笑中带着释然。现在京微齐力已经不止一处办公地点。新租的办公室在亦庄信创园，面积 1500 平米，目前已装修好正准备乔迁新址。王海力不由感慨：“接棒京微雅格时，几乎没有人看好。因为公司濒临破产，想要起死回生确实难度太大。但是我们这几个人坚守住了，还把它干好了。现在别人评价说你们真厉害，干成了一件别人都认为该放弃的事情。所以做事还是要坚持，做比想更重要——行胜于言。”

2019 年，王海力以京微齐力的名义收购了京微雅格，将遗留的债权、债务、知识产权等问题一一解决。历史问题处理完了，京微齐力终于走上了快速发展的道路。

进行时

在此之前，我们讲得都是怎么爬起来的故事。现在要站起来跑步前进了，这是更大的挑战。

得益于外部环境的改善，到今天，京微齐力融了不少资金，实力不容小觑。最可喜的是之前流失的团队成员也都回来了，那些曾在京微雅格为FPGA梦想奋斗过的伙伴，又聚在了一起。

“我们的文化就是齐心协力，能做到力往一处使，任何事情都扛得过去。”王海力说，“团队最重要，我一个人再有能力也不行，公司能有今天，是因为有一帮志同道合的伙伴，大家就像一块铁板，抱团往前冲。”

投资人不仅要考量行业，最看重的还是考察团队。公司的发展见证了王海力的努力，证明了这个团队的价值。“我们在行业里得到了政府、投资人、老师、朋友、客户、合作伙伴，包括员工的认可。这是我最高兴的事。”王海力说。

人心齐，泰山移。人心之齐讲究得不仅是劲要往一处使，还要有共同的理念。互联网行业追求唯快不破，产生了很多造富神话。刚毕业的年轻人入行两三年做出一个实用的APP程序，被广泛应用起来，也就成功了。但集成电路的发展是十年磨一剑，没有十年以上的积累，根本无法与美国的高端企业竞争。

在这样的大环境下，能耐住寂

寞不容易。在集成电路行业深潜，尤其需要沉稳的心态。

王海力坐了不止十年“冷板凳”，如今可说是步入到了公众视野中。集成电路被广泛重视，公司也进入了发展黄金期。难得的是他仍然沉稳：“坐过十年以上冷板凳的公司很多，每家公司都像我们一样经历过坎坷，濒临破产的故事也不少见。走到现在算成功了吗？离成功还很远。我们只是从一个低谷中爬出来了，未来还有翻山越岭的路在等着。走到今天只能说起步比原来更稳，大环境比以前更好了。”

这是最好的年代，国产集成电路行业的融资环境、政策环境、人才环境都在改善。

比如，很多高校都开设了集成电路学院，清华集成电路学院已于2021年4月成立。

比如，之前只有国家愿意投资，现在融资已经不是最困扰公司发展的问题了。

比如，之前用户对国产芯片常常抱有偏见，现在不仅对国产品牌接受度高，包容度也明显上升，市场的培育已经成熟了。

诸如此类的“比如”可以列出很多，这一切的背后，我们能深切感受到的是国家对科技创新的大力支持。

国产FPGA有了一个坚实的基础开始快速发展，但行业还在起步阶段，接下来的十年是追赶的十年。

王海力用“马拉松”长跑来做类比：

“我们相当于在跑全程42公里的马拉松，现在跑了多少？估计只有10公里，只是刚刚起步，还没到中间段。”

困难还有很多，“对于中国集成电路未来的发展，在这个赛道中，我觉得大众创业、万众创新的路还是很有难度的，因为这个赛道是资本密集型、人才密集型的产业，还是需要一帮集成电路的精英抱团发展，企业要有规模、要有体量。众多小规模集成电路创业团队加起来抵不过一个航母级的集成电路企业。”王海力手下目前不到一百人的团队，与美国公司几万人的团队怎么打？

“我们仍需要快速发展。”这注定是一段有风有雨的马拉松之旅，参赛者要做好风雨兼程的准备。

王海力的生活已经与事业融为一体，无法区分了。没有担任企业的当家人之前，只要做好本职工作就行，他还是能有些业余时间的。但是创业者没有所谓的工作日和休息日。

京微齐力创立四年多来，王海力常常跟自己说，处理完手头这些事就放个假，轻松一下。结果这个愿望一直没实现，因为每天都有新的问题出现，一个接一个。所谓的休息最多也只是放下文件看看专业数据，了解一下行业动态。王海力倒是乐在其中：“我觉得自己还是



王海力接受 CCTV 访谈

属于喜欢做事的人，干起事觉得蛮高兴，休息的时候反而心慌。”

这些年，王海力面临的挑战从攻克技术难关，转为企业经营管理。京微齐力脱胎于困境，天然就遗留了很多法律问题需要处理，四年来王海力频繁地见律师、对接资本市场、与各方沟通，全是需要学习的新问题。

难是真的难，但居然也都做下来了。王海力有清华人的底气：“这些问题认真学都能学会，我就是在实践中自学的。清华人一个共同的特点就是学习能力特别强。”

王海力已经毕业有些年头了，但似乎又没有完全离开清华。他身边的“含清量”浓度一直很高。雅格罗科技公司从 2005 年到 2010 年都驻扎在清华科技园。王海力加入公司后，在他的影响下，陆续又有一批清华的学弟学妹加入，当年的雅格罗技的技术团队也可称作是个

“小清华帮”。

后来公司出了问题，这帮人经历了失散又重聚，现在新公司里清华的毕业生也不少。而且公司和清华大学建立了联系，产学研相结合，未来应该会有更多清华人加入。

清华给予王海力的影响是刻骨铭心的，不管身在何处，都要把本职工作做好，要坚持下去，做一番事业出来。这份事业可大可小，但只要把自己的事业做好了，就有机会为国家作贡献。

在没有担任公司负责人之前，王海力的事业是做好本职工作，不需要去想太远的东西。但是创立了京微齐力后，角色转换给王海力带来的不仅是各方面才能的增长，最大的改变源自心态。他肩上的担子有了分量。“一把手不好当。”王海力笑着说，“发生任何事情，别人可以走，但你不能啊。这个责任得扛下去，所以身上的责任感会越

来越强。”

担子重了，目标和梦想也渐渐明晰。“从小的方面说，我希望把企业带好，把公司的核心竞争力培养起来。下个阶段的目标是 IPO 上市，帮助国家解决一部分卡脖子的问题，最后我希望京微齐力能成为中国最优秀的国产 FPGA 公司，在国际舞台上跟美国抗衡。这应该是我们集成电路行业里每一个从业人员的梦想。”

在国家的重大行业里，清华人从来不会缺席。上大舞台，做大事业是清华的优良传统。科技报国是一代代清华人不变的情怀。集成电路行业中，一样有诸多清华学子在其中发挥着自己的作用。不管是设计、制造、封测，包括在投资领域里，都不乏清华人的身影。清华的老师教书育人，培养人才，也在从各个维度为集成电路行业保驾护航。王海力自己在做的，正是清华精神的传承。

“清华的毕业生里选择创业的有很多，在不同赛道都有一批像我这样的人，大家都在坚持自己的梦想。当然这里面有一些是会失败的，但我相信最终会有一批人会取得真正的成功。”王海力如是说。

中国科技自主创新这场长跑，虽然道路险阻，但所有的选手都不惧风雨，王海力是其中万千清华人的一个缩影。“志不求易者成，事不避难者进”，风雨兼程，必见真绩。🍓

只问初心 不问西东

——访人大附中名师李永乐

► 特约记者 孙鹏鹏

李永乐

清华大学电子工程系 2006 级硕士研究生。现任中国人民大学附属中学物理教师，物理竞赛教练。



“1955 年，在爱因斯坦去世前几个月，《生活》杂志记者威廉·米勒带着自己的儿子，在爱因斯坦的家里采访了他。当米勒的儿子向爱因斯坦讨教青年人该如何生活时，爱因斯坦说：不要努力做一个成功的人，而要努力做一个有价值的人。成功的人会收获很多，而有价值的人会给他人更多。”

北京人大附中名师、全网坐拥千万粉丝的李永乐老师，用他很喜欢的一个故事开启了采访。睿智、谦逊、思维活跃、反应灵敏……寥寥几语，便能深深感觉到李永乐身上这些典型的学霸特质。他既是北京大学物理与经济双学士，又是清华大学电子工程的硕士，称他为“学霸”可以说名副其实。

受到爱因斯坦这段话的影响，李永乐在上大学时便立下了自己的未来 flag：要做一个有能力的人；要做一个成功的人；要做一个有价

值的人。

“其实，这个目标的实现过程有一个不断进取的顺序。上学时要好好学习，学到了知识才能变得有能力；工作之后要努力做一番事业，学以致用，才能促进事业成功；在前两个阶段的基础上，不断发现自我的价值，才能推动自我为社会贡献和创造新的价值。”

那时的他并没有想到，今天自己会面对全网千万甚至更多的粉丝来分享科普视频，也没有想到，六七年前的一个小小举动会在今天迸发出如此强大的能量——李永乐制作的科普视频深受大家喜爱，据不完全统计，全网播放量累计已达两亿多次。

央视新闻、人民日报等纷纷为他转发、点赞，很多网友这样评价：“听君一席话，胜读十年书！”“李永乐老师让我秒懂科学！”学生们还赋予了李永乐更多的标签：才华

横溢、辩论高手、永乐大典、大胃王、多学科精通、差生救星……对此，李永乐却非常谦虚：“我只是幸运地赶上了这个时代，机遇把我推到了这样的舞台上。其实，我只是发自内心地喜欢当老师的感觉，这是根基，也是源泉。”

少年李永乐：“晚开窍”的数理化天才，爱探究爱思考

“要用发展的眼光看待孩子的成长，静待花开。”

李永乐这位由全国两座顶尖学府培养出来的才子，从小学开始便是数理化竞赛的常客。其中，数学和物理更为突出，是他的“拿手好戏”。常常有人在数学竞赛的赛场上看到他之后，又在物理竞赛中发现他的身影。

中小学时代，李永乐参加过许多学科竞赛，在数理化竞赛的舞台

上获得奖项无数，用“拿奖拿到手软”来形容也毫不夸张。

很少有人知道，小时候他曾经“听不懂”老师讲课！小学三年级之前，李永乐就读于东北一座小城的厂矿小学，校舍条件很差，师资力量更加薄弱。身为老师的父母意识到环境氛围的重要性，于是，三年级之后，他转入了吉林市第一实验小学，如今大家耳熟能详的另一位名师窦桂梅就曾经任职于此。

“刚转学，我真的听不懂老师在讲什么，因为每个学校进度不同，尤其是英语，我在三年级之前都没学过，这里的同学却早已开始学习了！”提起往事，李永乐身上仍然是少年时代的纯真与热切。

后来，他渐渐赶上了进度，开始在考试中崭露头角，在课外兴趣小组中更是表现出色，同时参加了计算机和数学两个兴趣小组。“我非常感谢我的小学，有一个特别好的学习环境，挖掘、启发、引导着我们的兴趣点。我很幸运，在恰当的时机遇到了恰当的教育方式。”李永乐坦言，他最大的收获是在小学时期就培养起了良好的思考能力。那时候，他最大的快乐来源于解题成功后的兴奋。课后的时光，他很喜欢对着一道道难题苦苦思索，得出答案或找到解题方法之后，常常高兴得跳起来。

升入全市的重点中学吉林一中后，李永乐的数理化成绩继续名列

前茅。他在物理学科的能力和天赋得到了更大程度地释放和施展。凭借连续多次的优异的竞赛成绩，李永乐提早获得了保送进入北京大学物理系的资格。尽管如此，他还是参加了那一年的高考。出乎意料的是，他的强势科目物理在高考中发挥得反而不如其他科目出色。“这也早早给了我一个警示：千万不要自满于自己的强项，而是要从心态上全面重视。”

“我其实并不算是开窍很早的孩子。”李永乐自谦。但事实上，从小爱思考、爱探究的特点，为他在数理化长河中遨游打下了有力的基础。

如今，已经成为名师的他，回首年少时，李永乐特别提醒当下的家长：要用发展的眼光看待孩子的成长，给孩子留白的时间和探索的空间，不要急躁，静待花开。

青年李永乐：保送进北大，挑战自我去清华

“一个优秀的平台、引导学习的方法、塑造自我的能力和认识世界的眼光更为重要。”

从吉林到北京，李永乐的大学生活可以用“五彩斑斓”来形容。除了学习专业知识，思维敏捷的他还参加了丰富的实践活动，辩论比赛、演讲比赛等等。

大学时期的李永乐还被称为“心口灵敏的高手”。他不仅是北

京大学辩论协会副会长、北京八校经济学院辩论赛主席，还曾连续两届荣获北京高校演讲比赛的冠军。他还是北京大学甘肃社会实践团的团长，带领同学们一起去探究西北的风土人情。当然，作为“北大之锋”辩论赛物理学院的领队，他的物理专长也继续拥有着飞扬的舞台。

与此同时，他还修习了更多科目，不仅获得了经济学的双学位，自学了民俗学，还常常去蹭听中文系的课程。“青春年少时，我涉猎广泛。但其实现在回想起来，还是有一些遗憾。当时应该抓紧时间好好在学习的深度上下功夫，应该更重视学校里每一个科目的研究，才不会辜负宝贵的大学时光。”

采访中，李永乐仔细算了一笔账：单就北京大学和清华大学两所学校而言，国家投入的资源，均摊到每个大学生身上的成本非常高。“如果时光能够倒流，我会更有效地珍惜和利用那段时间。”

正是出于这样自我挑战的心态，在北京大学物理系本科毕业之后，李永乐给自己制定了新的目标：考清华大学电子系的研究生！有人曾调侃他是不是想把两座顶尖学府的学位揽入怀中，“其实，我当时的想法很简单，一来电子那时候是热门；二来都说电子系比较难考，我就想给自己一些压力，试一试自己的能力。”

在准备考研的八个月期间，李



李永乐（中）和自己指导的学生

永乐几乎闭门不出，把所有的时间都投入在学习上，常常天不亮就爬起来，潦草扒几口饭菜，复习到深夜，还要抽出时间在网上向考研成功的网友取经。

2006年，李永乐成功进入清华大学攻读电子工程的硕士学位。三年的研究生时光，他自我挑战的基因与“自强不息”的清华精神十分契合。

李永乐用“很知足很幸运”来形容自己的清华生活。导师、同学的相互影响与各种顶尖资源的集合，导师的身体力行、严谨治学让他受益匪浅；同学的齐心协力、互帮互助让他印象深刻。

“感谢清华，让我的逻辑思维能力、学习能力进一步提高，让我的动手实践能力进一步加强。”在清华，他聆听了很多大师的讲课，在院士水准的授课中修炼自我……他认为，一个优秀的平台、引导学

习的方法、塑造自我的能力和认识世界的眼光都非常重要。

名师李永乐：坚韧的清华基因，不断挑战推陈出新

“只要你努力在一个行业研究下去，总能做得比别人好，到那时，就是你收获的时候了。”

2009年，手握清华与北大两大学府的毕业证，李永乐却并没有选择进入企业，而是去了人大附中做老师。这个看似赚钱不多的工作，在李永乐眼里，却有着宝贵的成就感——回想起来，自己在上学期间曾出去做家教，虽然钱不多，但教授知识的快乐更令人愉悦。

曾经有不少人怀疑：像他这样的高学历人才，在大公司，月薪可以高达十倍以上，当老师只是为了体验生活，很可能干几个月就离职了。然而，李永乐却非常踏实努力，一直从事教师这个职业。外表看上

去不善言谈的李永乐老师，在讲物理课的时候，就像变了一个人似的，不仅把物理知识讲得生动有趣，而且氛围十分轻松，欢声笑语中，孩子们就记住了硬核的物理知识。“我最大的收获是享受当老师的成就感，当看到讲台下孩子们收获知识的笑脸、崇拜你的目光，一切都是值得的。”

为人师表十二年的时光并非一帆风顺，他说：遇到的最大挑战是枯燥与乏味。同样的课程总是用同样的方法去讲解，不仅自己会烦躁，孩子们也会吸收得不够好。怎么办？“我不希望学生跟着我学习只是为了考试、考证、考大学，我想让他们感受到科学的美。我希望我的课堂应该是活跃的、充实的、常讲常新的。”

李永乐花了很多精力去研究怎样保持讲课的新鲜感，持续改进自己的教学方式，不光会讲授解题技巧，还会补充大量的课外知识；使用ppt或者引用视频和公众号的内容等等，不断推陈出新。曾经有一段时间，他白天十个小时竞赛课，晚上还要备课，每天只睡3个小时。

“其实，这也是清华人的特点，喜欢创新和挑战，骨子里都有着不断进取的基因。”

正如他演讲时所言：只要你努力在一个行业研究下去，总能做得比别人好，到那时，就是你收获的时候了。为了保持授课的新鲜感，李永乐想到了用互联网为大家分享

资料，录制教学视频。这一举措正是促使他成为全网名师的星星之火。

2017年4月，李永乐意外得知自己之前录制的一段讲课视频在网上非常火爆，网友们纷纷转发点赞。他还清晰地记得：那段视频讲解的主题是“闰年是怎么回事”，是自己在研究生期间当兼职老师时录制的。“当时，我发现自己的讲课风格和特级教师还有差距，于是就花大量时间去研究特级老师的讲课特点，然后融入了自己的风格和理解，重新录制了一下。”

后来他才知道，通过互联网的传播，他曾录制的讲课视频还被传送到很多城市、乡村的学子手中。

“通过这样的方法，我不仅与更多孩子建立了沟通学习的桥梁，更重要的是，它十分高效便捷、接受度也高。”

深入浅出，幽默风趣，又擅于解读热点，李永乐的科普视频让许多人意识到：科学原来就在身边。这些年，李永乐经常收到留言，“看不见”的学生们通过网络，来找他求教或是致谢。李永乐也意识到：原来有不少人陷入了一个误区，想当然地以为某些科目是用来学习和考试的，而忽略了其与生活密切相关的运用。

视频火爆全网，这让李永乐的“名师”称号更加广为流传。但他却很谦逊：“一切都是水到渠成，机缘巧合，在互联网时代，我只是

传播知识的代言人之一。”

“事实上，在科普视频的录制过程中，我和学生双向受益。通过这样的互动交流，学生们开拓了眼界获得了全新的知识，而我也提高了自己的水平，实现了教学相长的目的。”李永乐还会坚持这一视频教学工作，他更看重的是：在课堂上，没有时间没有条件去更多的拓展，而在网上，他可以回答和回应学生的提问、思考和探索，带给孩子更多知识和希望。

未来李永乐：薪火相传，创造价值的永恒路径

“教师最大的财富就是学生，老师的工作让我成为了一名精神层面的亿万富翁。”

很多人都以为李永乐老师火了之后，会走网红或者资本的路线。然而他初心未改，坚守在自己的教师岗位，没有被现实中的名利所累。他的学生中有很多考上了清华北大，拿到了国际物理奥林匹克竞赛金牌……“我享受站在台上的感觉，我享受同学们的玩笑和掌声，我享受学生们崇拜的目光，这是许多工作不能给予我的。”

现在的李永乐老师，拒绝了很多活动的邀约，依然选择把主要精力和时间奉献给三尺讲台。当然，他也在继续书写着自己“做一个有价值的人”的梦想，“一个人的能力有大有小，如果能通过自己的能

力为社会创造一些价值，那就足够了。”

机遇永远会留给有准备的人。在采访过程中，尽管李永乐一直自谦为“幸运的人”，但实际上，他也是一个努力勤奋、勇攀高峰的人。只问初心、却不问西东；对于李永乐老师而言，薪火相传是一种创造价值的最好路径和归宿。

在他的未来计划中，作为一个“佛系”博主，他还会继续坚持发布科普视频。另外，受到小时候看到的一幅原子核科学漫画的启发，他深感资源的重要性，因此，李永乐也在利用业余时间准备一本给3-8岁孩子普及科学知识的书籍，希望能给幼儿园和低年级的孩子带来更有趣味的科学熏陶。

采访的最后，李永乐老师寄语清华的学弟学妹们：清华让我拥有了人生中一段非常靓丽的时光，希望学弟学妹们不负时光、不负自我、不辜负这么好的时代，在校园中好好锤炼自己，不要过早过急地追求世俗意义上的成功，要找到自己热爱的领域和兴趣，坚持下去就会有收获。

为人父母，他深深懂得家长的心，也对家长们分享了肺腑之言：我们每个人都期待自己的孩子越来越好，这无可厚非。但更重要的是一定要告诉孩子，只要通过自己的努力，获得自己想要的，做一个幸福平凡的普通人，就已足够。🍀

声音并非唯一的表达

本刊记者 曾卓崑

谱一曲仲夏的梦

“那时，抬起头看天空就觉得外面好大……院子里紫色的喇叭花都开了，串红也已经能吸出蜜来，枣树和槐树遮住一片阴凉，蝉声一阵一阵的，天空中有蜻蜓飞过……”这是作家笔下北京的夏天。陈婧霏的声音就让人想起夏天。她的声音仿佛仲夏的梦，丰富而有层次：纯净以外，还有梦幻、迷离的色彩，这声音为本是用来听的歌平添了视觉冲击力。

陈婧霏是北京孩子，在西城读书、长大，爷爷奶奶家离颐和园近，儿时偶尔去玩。她歌中所唱的《夏宫》，正是 Summer Palace。1884年至1895年，清漪园重建，改名颐和园。2018年，陈婧霏唱《夏宫》，拉开了一场穿越时空的对话。浪漫与唱游间，回忆的是爱而不得的曾经，等待的是狂风骤雨后的理想世界。在《夏宫》中，陈婧霏刻画了两种情绪节奏：一种是平静，是“迷惘幽暗的曾经”，是“浪漫多情的天性”；另一种是狂想，是“在狂风和暴雨的反复里”，是“在孤独和压抑的深渊里”。她说：“夏宫，是段真实又不真实的记忆，是存在又不存在的彼岸，是我为自己创造

陈婧霏

唱作音乐人、词曲作者、导演

2012年本科毕业于清华大学经济管理学院。2016年研究生毕业于伯克利音乐学院。2020年12月29日发行首张同名专辑《陈婧霏》，该专辑由其本人完成全部词曲创作。



的伊甸园。”

“与其说这是一首写颐和园的歌，不如说是陈婧霏用儿时回忆的画面写出自己内心世界的镜像。金融业出身的她有个导演梦，却又在误打误撞间进入音乐圈，开始用词和曲讲故事。在她看来，这些曲折的道路都是寻找绝对理想的过程。”这话是引用的，却很贴切。金融业出身，是说2008年陈婧霏考入清华经管学院，由此开始了在此领域的专业学习；说她有个导演梦，是因她曾尝试去考北京电影学院的导演系，遗憾复试没有过关。

“上学是我擅长的事，而且我确实努力学习。我是会找规律的那

种学生，面对考试，有规律、有标准，我多花点时间，就能找到一些窍门、共性、技巧……所以我能考明白。不过我也不算主流叙事里那种超级好学生，也不是每次都能考第一。上清华有幸运的成分，那一年我分数考得很高，上了第一志愿，清华大学的经管学院。”

恰是清华大学，人们印象中的理工圣殿，呵护了她的梦想，给予她逐梦的舞台。

“我大学时泡在话剧队的时间比花在学习上的时间多。”陈婧霏说。她感念清华之广阔，也感谢清华之包容，“大一大二时，在戏剧社我们更多的是看戏和演戏，向师

哥师姐学习，到了大三，我们成长、成熟了，就有机会做导演。我当时模仿戏剧家品特，改写了一部作品，是一对情侣演出双重身份——既演自己，又演分裂出的自己。”

也许这次尝试奠定了陈婧霏的某种视角：她第一张专辑的名字就叫《陈婧霏》，“在我的设想中，陈婧霏不是我，而是一个人物，我在出演‘陈婧霏’”。整张专辑，除了歌声与旋律，还有一种电影片场的感觉，有旋律、有歌词，有背景声，甚至念白，难怪专辑的介绍文字中说“欢迎走进陈婧霏的人生片场”。

声音并非唯一表达

“我清醒地知道，之于我心底的绝对理想的地方是不存在的，直到我把它创造出来。”陈婧霏说自己从小爱幻想，这点有些像她父亲——一家出版社的编辑，浪漫、喜欢电影、也喜欢幻想。父亲是比较传统的一代人。他有很多影碟，当他不在家的时候，陈婧霏就自己偷偷看，由此打开了一个新世界。

“我看的第一部电影是《阿甘正传》，当时就被震撼了，里面的女主角四处巡演、迁徙、流浪，那时候太小，模模糊糊的，但还是被那个旅程感动，明白了什么是自由的状态。”

陈婧霏说自己每天上学，在学校和来回的路上都在想怎么给自

己编一个有意思的故事。“我只知道除了学习之外，我想干点儿别的，但那是什​​么？我并不知道。我喜欢做梦，但不知道怎么实现，这也是促使我去考导演系、去写剧本的原因，探索之后才慢慢知道那不是我的成长路径。——做导演非常难，要有资本、懂艺术、懂人，和各种人沟通。我好像只喜欢把片子拍出来的过程。那时候家里人也说，咱就是普通家庭，你也不是查尔斯王子，没法去学艺术，所以这个理想就放下了。”

清华经管的课业，她亦熬过了，像许多彼时经管学院的毕业生一样，考研和出国两条路，她选择了出国，到美国去学习，还是学金融。

但在异国，在纽约，陈婧霏感到如此孤独，她向朋友哭。谁说眼泪中不会藏着自我发现，哭泣中没有破茧成长呢？！下定决心后，在美国读了半年金融的陈婧霏回到国内，一边在机构任职教英语，一边探索自己的路。

她看到了伯克利音乐学院招收硕士研究生的通告，那是伯克利招收的第二届硕士研究生。美国的音乐教育多半是本科设置，伯克利音乐学院的研究生院在西班牙马德里。2016年，陈婧霏完成了在伯克利音乐学院音乐管理专业的学习。她如破茧成蝶的蛹，当茧终于被冲出破口，所透进的光亮让陈婧霏“活”了。

“当终于转到这条路上的时

候，好像一切开始变得‘对’了起来！”陈婧霏说。

在伯克利时，有一次有人问她能不能写歌，会不会唱小样。“我说我不会。在那之前，我没写过歌，唱歌也没什么技巧，只是听了很多英文歌。有时候别人唱，我就跟着唱，但也没什么自信。不过他们会说，你唱得比我们专业歌手都好，因为那些专业歌手唱得太完美了，没有人味儿。我觉得被尊重，被看到了。”

再后来有人说需要一个中国人来写歌，陈婧霏就开始摸索着自己写了。从歌词开始，因为歌词门槛低一些。“我就去研究别人写词，找了一些香港的词人去学习和模仿。再加上我课上学了MV剪辑，我喜欢在脑海里剪辑，把歌配上自己想象的画面。这跟我小时候的幻想是一样的，非常自然，用现在一句很流行的话来说就是找到了自己的赛道，自己的语言。”

“和高考有点像，找规律的技能又用上了。我去网上搜，去拆解，怎么才能写一首歌。后来发现，一首歌首先要要有和弦，如果我很喜欢某一首歌，我就去查它的和弦谱，都能查出来，比如很多流行歌曲的和弦都是1645，我喜欢的歌和弦是1325，我就把它变成一个loop。再自己哼哼，觉得好听，就可以了。第一首歌就这么仓促地做出来了，再有其后很多首歌。”

就是这样一个女孩——自发探



陈婧霏在南京草莓音乐节（左），哈尔滨草莓音乐节（右）上演唱

索的、希望表达自己的、小任性却不耽误学习的……当这个女孩长大的时候，所迸发出的能量是多元而巨大的。此前的一切积累——所做的梦、所看的电影、所学的语言、所心仪的导演、所喜欢的表演——都是养分，滋养出一个她。而对于此时的她而言，声音，从来不是唯一的表达方式。

她作词、作曲、拍摄MV……与其说成为了一名音乐人，不如说是制作人。在早前的音乐中，她就曾尝试用声音做画笔，描绘融合油画质感和胶片颗粒感的水墨画。到了这张全词曲创作同名专辑，她试图用声音连接不同时空，进行一场用音乐结构电影的跨界实验。

她终于可以在歌曲中唱出自己，融入自己的梦，表达思考和情绪。《人间指南》《消亡史》《深蓝》等代表作一经发行即受到行业关注

以及喜爱，当唱片公司主动找上门来，当MV获得好评时，陈婧霏轻轻舒了一口气：好像，没有想象中那样艰难！

有一条路通向别处

“在清华上学，我从一开始就觉得，天啊，厉害的人太多了！坦白讲，未见得同学有多热爱经管这个行业，但他们就是厉害——就是做什么都厉害，所以选择了最热门的、最有挑战性的行业。在这里做事，会很有成就感，也能解决实实在在的问题。”

“我和他们没有什么区别，我没有更好或是更差。我也曾在知名的咨询公司实习，拿到工资时也很开心。我记得当时的感觉，走进国贸的公司，打卡，好像是被人拧过的螺丝钉，就在生产线上。那时候我十八九岁，没有资格去抗拒，也

谈不上讨厌，而且身边的同学也都在做这样的事情，很多人觉得这是很好的机会啊。但总有两个自我，一个在体验这种生活，另一个就在看、在冷眼旁观。”

在校园里，陈婧霏也唱过歌，清华有校园歌手大赛，她大三那年参加过。大礼堂的灯光无法与专业电视台的演播厅或演唱会相比，但对于陈婧霏来说，那是一个真实的舞台，“起码是一个期待，是我日常的逃离，我在寻找一些东西补偿我的压抑。当然了，也为此付出代价，自由散漫，成绩欠佳。”大四毕业的时候，不知哪个朋友提议了演唱会。包括陈婧霏在内几个想唱歌的人就自己承担成本，在学校对面过街天桥那边的一个小酒吧租了场子，也没有卖票，把朋友们叫过来玩。

希望寻找不一样的陈婧霏在叙述中，常提到“别处”。“我一直

希望找到这个‘别处’，因为我觉得我脑子里的世界，没有人会帮我实现，而那个世界我觉得更有意思和更安全。没有什么比创作更能让我觉得可以表达自我，让我觉得每天起床是有意义的。”

她的歌中，我们可以看到这样的寻找：

We are not in the world, the
true life is absent

The place in which I'll fit
will not exist until I make it

An artist of the purest kind, a
poet with no poems

A musician with no tones

My life is my work that I
devoted all my love to it

Cuz I believe life imitates art

我们并不身处世界，真正的生
活是缺失的

适合我的地方不存在，除非由
我亲手建造

有着最纯洁心灵的艺术家，不
写诗的诗人

不谱曲的音乐家

我的生活即我的作品，我已将
所有热爱投注其中

因为我相信，生活模仿艺术

（《生活在别处》，节选）

2021年陈婧霏受邀参加湖南卫视音乐综艺节目《谁是宝藏歌手》，同年开启“在别处”巡回音乐会。《谁是宝藏歌手》的分量很重，选手、嘉宾以及评委都很“大咖”。

陈婧霏说自己非常幸运，在《谁是宝藏歌手》中能够与众多资深歌手同台演唱。“我很感谢他们欣赏我，觉得我有发光的地方。一开始我也很紧张，很多资深的前辈们出专辑、唱歌的时候我还是学生，在所有选手中我资历最浅。我也在观察他们如何应对紧张和压力。资深歌手们一样也很紧张，后来我就想开了，该咋唱咋唱，反倒轻松了。”

人的成长是认识自己、发现自己的过程。而立之年的陈婧霏终于找到了自己。

她说还记得自己当时在美国办好了退学手续，心情很痛苦，想着要回家去面对残局。还剩最后几天，她买了一张廉价机票去纽约找朋友，后来在法拉盛（纽约的一个华人聚居区）找了个青旅，一间房十几个床位，每个30多刀，就住那儿了。房间里是各个国家的人，“我大包小包，各种行李，很没有安全感。有一个黑人女孩，一直在自拍。她问我，能不能帮她拍一下。她说她从华盛顿来纽约上一个舞蹈课。我们还去了时代广场，遇到了一堆‘蜘蛛侠’。为什么我现在还记得这么清楚，因为那是我人生中非常迷茫和恐惧的一天，我遇到了这样一个女孩，我的沉重仿佛被她给打岔了。”

“我从来没觉得自己会唱歌。如果我不写歌，我不会专门唱歌，我也不是去唱卡拉ok的那种人。我为什么一路找自己找得比较辛苦？

当别人说，婧霏你喜欢音乐，我觉得不完全。其实不是音乐，我也不仅仅是喜欢唱歌，我到底喜欢什么呢？我发现我喜欢唱自己写的歌。”

“我太知道自己是怎么探索过来的，我原来不知道自己可以，但后来发现可以。”当被问起想对清华的学弟学妹说什么，她说：“很多人都说寻找自己、寻找热爱很难，有的顾及放弃成本太高，在犹豫中流失时间；有的妄自菲薄自己非科班出身，不是什么‘二代’，没有人脉资源……真的迈出那一步，有多难？至少以我的实际经历来说，没有难于上青天。我在戏剧社的好友，其中两位已经是专业的导演了，至少在专业领域做得不错，成为了艺术行业的从业者。艺术的门槛没有那样高不可攀。我想劝他们纠结少一些，捆绑少一些，勇敢多一些！”

在陈婧霏《人间指南》的歌中，她唱道：

朋友们总叫我别太纠结太敏感

越是敏感 越是难堪 怎么办

这时代有太多选择太少安全感

美食榜单 精品片单 追不完

用无聊打发着无聊 麻烦谋杀麻烦

保持忙碌 保持盲目 多荒诞

时间是海 欲望是船 哪里才是
我彼岸

给我一本 人间指南 让我找回
方向感

勇敢迈出那一步，成为真实的自己，人间指南以及生活的方向感，是不是就掌握在自己手中？！

前言

2005年7月29日，钱学森曾向温家宝总理进言：“现在中国没有完全发展起来，一个重要原因是没有一所大学能够按照培养科学技术发明创造人才的模式去办学，没有自己独特的创新的东西，老是‘冒’不出杰出人才。这是很大的问题。”

钱先生所关心的问题一直是中国教育发展的一道艰深命题，自钱先生发问之后，就一直引发整个教育界乃至社会各界的广泛关注与讨论。

作为想要探索回答“钱学森之问”的尝试，2009年清华大学成立“清华学堂人才培养计划”钱学森力学班（以下简称清华钱班），这是国家“基础学科拔尖学生培养试验计划”唯一定位于工科基础的试验班。清华钱班旨在秉承钱先生的创新型人才培养思想，致力于构建一个开放型的创新教育模式，以有利于学生成长为工程技术领域具有健全人格、领导力和突出创新研究和发明能力的人才，期望他们将来能够通过技术改变世界、造福人类。清华钱班的经营理念是：帮助每一位学生找到独特、特别感兴趣且天赋擅长的发展方向；引导学生的激情方向指向历史性机遇下的全球性的重大挑战问题；鼓励学生在全球范围内寻找到乐意深入指导该学生挑战重大问题的杰出、有经验的导师。

经过十二年的探索，清华钱班摸索出的“进阶式研究学习系统”已比较成熟：从本科一年级开始，通过多层次了解并参与重大科技前沿领域的挑战问题的机会，帮助学生找到内在激情与使命。通过逐级提升的进阶研究，引导同学们从被动学习中解脱出来，在导师的帮助下，开展主动学习、挑战学习、研究性学习，最终成长为科技领域的拔尖创新型人才。

为此，清华钱班对传统培养体系进行了颠覆性重塑，形成了数学、科学、工科基础、人文社科、贯通综合、科研实践等六大培养模块，以重大挑战问题为牵引，开展高度个性化的精深学习。

十二年的探索过程中，在以郑泉水院士领衔的一批优秀老师带领下，清华钱班培养了很多对重大前沿课题有激情、愿意探索、努力付诸实践进行创造性学习的优秀学子。从本期开始，本栏目将刊登清华钱班这十二年发展中有代表性的学生故事，既是对清华钱班人才培养探索过程的记录，也是清华大学人才培养探索的时代见证。

找到闪耀的光

学生记者 王金羽

我们今天故事的主人公，和清华校内的大多数男孩看起来没什么的不同。你会看见他经常穿着黑色的外套，骑着蓝色的电动车，飞驰于宿舍和实验室之间。每周有一两个晚上跟舞队的朋友练舞，周末也会打打游戏任其虚拟角色厮杀

在“高地”，或者偶尔小酌于居酒屋跟三两好友品尝“烧鸟”说说心事。但是当你一时好奇，在百度搜索他的名字时，会发现他曾获得第17届亚洲中学生物理奥赛金牌、2020年清华优秀本科毕业论文，并在博士一年级发表了Nature

Communication，在很多人还对未来茫然未知的年纪，他的眼界和成就已堪为楷模。他就是“钱学森力学班”2016级学生，黄轩宇。

有志于此，笃行之

如果说轩宇有什么让人觉得不

太一样的地方，大概就是他讲起超滑微发电机时，眼里闪烁的光。结构超滑技术，是郑泉水院士团队近二十年开创并引领的一个新兴科技领域，结构超滑指的是两个固体表面直接接触滑动过程中摩擦几乎为零和零磨损的状态。超滑微发电机项目通过将结构超滑技术应用在滑动界面，不仅可以实现极高的电流和功率密度，并且同时具有几乎无限的寿命。随着微纳制造技术在传感器、私人健康系统、人工智能等领域的发展，超滑微发电机将彻底解决上述领域的微纳设备的供电问题，具有巨大的应用空间。这项研究是轩宇在大一开始参与主导的研究，也是他延续至今的课题。

初时接触这个研究，来自郑老师一个不经意间的介绍。当时还只是一个思路，郑老师说课题组里没有博士生敢尝试这个全新的领域。所以当轩宇自告奋勇参与进来的时候，课题组内没有一个人了解相关的工艺，甚至必须的一些实验器材也不尽完备。尽管有导师铺桥搭路，他一个人到其他实验室的时候仍免不了碰一些软钉子。

“当时我需要去中科院物理所微加工实验室做实验，是通过郑老师介绍去的。毕竟是去别人实验室，肯定没自己实验室这么方便。要通过审批、通过安全考试，之后每一个工艺的设备都需要学习，从通过考核到自己会操作，再到能够加工出来，一个学期就这样过去了。而



黄轩宇参加舞蹈演出

且在外面的实验室也会受到很多眼色。”

言及此，轩宇用手抓了抓他蓬松微卷的头发，有些不好意思。又连说两声“没有啦”，许是想表达如果易地而处，他也可以理解。

“毕竟是借别人的设备，人家可能哪天出于某些原因，说这个设备我就只能准你这么，不准你用特殊工艺，那就没法去做我想要的东西。或者得跟他解释，每一步都得小心翼翼，别一不小心搞坏了，那就所有的设备都不能用了。”

实验设备的操作以外，还有很多原理和基础要补，培养方案里那些课程显然不会适配于任何具体的科研任务。为了这个研究项目的需要，轩宇选修相关课程、阅读前沿文献，外人看得见的光芒背后是他在明确目标指引下的不懈努力。

“一个工艺就花了我小半年时间。大三做 ORIC 的时候要加工器件，但是郑老师组内没有人会加工。不

像现在有超滑所、有工程师、有相关领域的博士后，那时候我们连光刻是啥都不知道。我连最基本的工艺步骤都不懂，所以我就为了这个去选课、去积累这方面知识。”

这些为了科研而自学探索的事情，每周都要吃掉他几个半天。科研和课程不同，没有明确的答案和必然的结果，沉默的时光里需要消化掉对未知的恐惧和怯懦，再去规划好自己的时间。轩宇坦言他从初中开始就没有任何人管过他的学习，物理竞赛使得他习惯于自己规划学习进度、为自己设定奖励机制。所以当笔者问他是如何克服的，他说，如果设定的一周任务都完成了，那就去参加舞蹈队的训练作为奖励，“感觉时间没有那么难过”。

“做什么事情我觉得最重要是把自己整个几年要达成的阶段目标定清楚。这可能跟我的成长经历有关系。因为我从初中开始就没有任

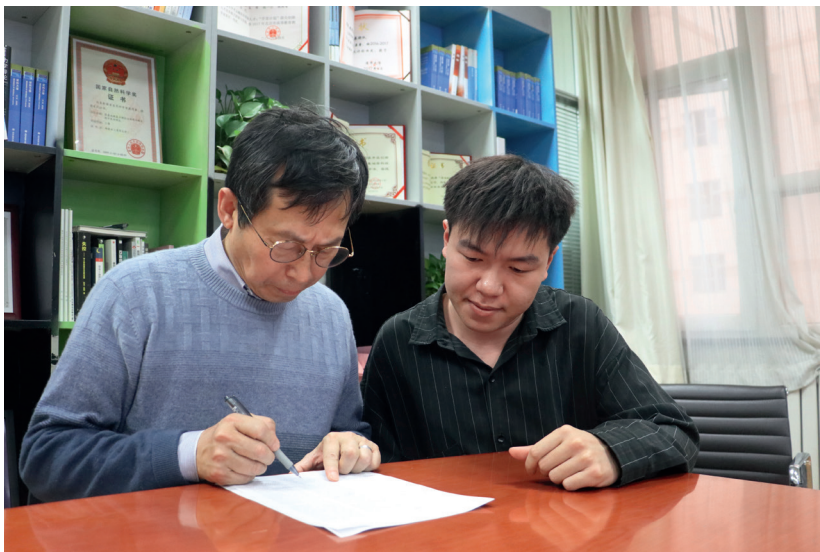
何人管过我的学习。包括到高中，我们是纯自习制，物理竞赛是没有老师教的。所以每天刷什么题，几天还是几个月完成一本书全得自己定。如果这一周我想做的事情都完成了，我就会参加舞队的训练，把它当做是对我这一周的奖励。”

有师如斯，从游之

在未知领域探险的新兵，搁浅的太多，好在轩宇的探险途中有灯塔般的存在，他的导师——郑泉水院士。轩宇最早在郑老师那里被超滑发电机这个项目吸引之后，就大着胆子拿着自己推导的公式来找郑老师讨论了。轩宇回忆那时的自己忍不住发笑，“其实是在拿做题的思路在推导公式，推得很复杂”，但是他在郑老师这里收获了最大限度的鼓励和支持。

“我推得很发散，很复杂，没有收敛性，也没有目标性。科研讲究要‘力出一孔’，郑老师就会帮我把它收敛。而且每次讨论他都会说，这些都挺好，但是哪些是重要的，该往下走，哪些可以先放一放。他稍微帮我收一下，我下次可能又发散了。因为确实不可能一次就学会，所以下次他再帮我收一下。这样慢慢的，自己就有感觉了。”

在这种导师帮忙“收一下”，下一次“又发散了”的循环中，轩宇得到的都是正反馈，他能感觉到自己被一个强大的力量坚定地支持、



郑泉水老师指导轩宇做研究

认可，所以他勇敢。

“我是那种自尊心比较强的人，如果做的事情得到认可是一件很开心的事情。我跟郑老师约定两周沟通一次，那两周不管有没有太大进展，他都会跟我说做得很不错，然后告诉我或者跟我讨论出来下一步该怎么办。我就会不断收获信心，同时又知道下一步该怎么做，不会很迷茫。所以我会很主动地去找郑老师，我觉得每次能够得到一些认可就很好。”

轩宇言及这段对他这个“新人”的科研热情饱含呵护之心的经历，总忍不住笑，笑自己的稚嫩，也笑自己运气好。所以，这样“带人”的方式，不仅为他受用，也被他传递。现在他也正在“带小孩”，领着钱班一名学弟做科研。这不同于当初进组的时候和师兄们讨论，现在的他要用自己的经验帮助学弟填补做

科研所必须的知识，为他引路、纠偏，而分寸的拿捏轩宇还在努力摸索中，他觉得这是一门新的学问。

“比如说他做了一个实验，找我讨论，我一眼就能看出他实验里面有很基本的错误，但这时候不能说得很直，否则他会丧失掉很多信心。但是又不能每次把所有东西都跟他说尽，那样他就会感觉自己是个傀儡，都是按照我说的在做，没有他自己的想法。”

说到这里，他的表情极认真，不停地打着手势。笔者忍不住追问他是不是一直就这样善于照顾其他人的感受，他表示从郑老师带他的经历里有体会，而且也会观察学弟的反应。

“两个极端，让他完全自己走就一直在失败；全告诉他，他又会觉得很没意思，所以需要在这两者中间去找权衡点。我觉得特别是刚

开始做一件事情的时候，如果我不动就说你这东西做得不行，你做了一点，我就说你不行，又不告诉你之后怎么做，那谁还愿意做？”

访谈结束后，笔者特地找到了这位钱班的学生，询问轩宇是怎么“带”他做科研的。

“感觉可以分成几个阶段，刚开始做科研的时候什么都不懂，师兄一直教我各种做事的方法，带着我做。后来自己能做了，师兄就更多的是跟我讨论怎么做。”

所谓从游，不仅是学术大师引领学生在这个领域逐渐有自己的建树，更是言传身教，将对待科研新人的这份呵护之心传递下去。保护科研新人的热情、支持科研新人的发展，从而使越来越多优秀的年轻人愿意加入到对人类未知的探索中。

有此一问，慎思之

科研和课程之间的矛盾就像科研和教学之间的矛盾，后者尤多见于坊间对大学教师的讨论乃至诟病中，前者则来自钱班内外对学生参加科研是否影响课程学习的怀疑。笔者跟轩宇提及了这一问题，告诉他现在大一、大二学生偶有被课程所累的负面情绪，难以权衡科研和课业的天平，更担心自己基础知识储备不足，无法有效参与研究。轩宇略一皱眉，表示有一些想分享给学弟学妹的心得体会：

“拿到一个真正的科学问题，

发现里面好多知识不懂，一定会不知所措的，但如果换一个面去看待呢？你就会发现这个东西会激励你学习。因为这是一个新的领域，如果你都知道，还有什么可做的呢？从这个角度想，就会发现应该为了可以做、可以明白去学，而且这种学才是有意义的。反之，如果再多出两年本科时间，去上遍所有的课，又有什么用呢？一方面，不用这些知识会忘；另一方面，就算学了也学得很浅，以后会发现做相关的科研还是不够用，还要再学。”

在液晶大楼三层微纳中心的会议室，访谈接近尾声的时候，记者问他，如果遇到超滑发电机的课题时你已经是博士生了，你还会做吗？他几乎是脱口而出，“如果是博一博二的话会，如果是博三以后就不会”。本科生尝试参加科研，不必将它作为课程学习的对立面，而是早一点去认识研究、认识问题、认识自己。

“这个东西有适应时间的。你看我这个研究前两年其实没有什么‘进展’，都在学习。作为一个博一新生接触这个问题的话，我会回到我大二的状态，那可能到我博三博四的时候才能有一点成果，后面就要忙毕业了。如果博三才接触，就没有时间积累到这么深的层次。博士生有一个年限问题，但是本科生做科研没有什么压力，没做出来或者不喜欢也没事。”

在钱班的培养方案里，有P/

ESRT、ORIC、SURF三个体系：

P/ESRT：增强版学生研究训练（Enhanced Student Research Training），这是钱班自2011年开始启动的跨度2~3个学期的4学分必修课程，建议（但不强制）学生至少选择两个不同的研究方向和导师，用不同的方法（理论、计算、实验）进行研究实践。

ORIC：开放挑战性创新研究（Open Research for Innovation Challenge），这是钱班自2012年创设的一门跨度两学期的8学分必修课程，旨在通过一整年的研究实践帮助学生体验完整的研究过程，掌握并提升研究相关知识的能力。

SURF：高年级学生研究员计划（Senior Undergraduate Research Fellowship），这是钱班自2012年创设的一门可从大三暑期开始，到大四中春假结束，跨度6-9个月的离校实习研究员必修课程。实习地须是钱班认证过的国际一流的大学、研究机构、企业或导师等。凡不在认证之列的，需钱班首席特批。

在这三个贯通体系里，大家可以更早地进入科研、做自己想做的事，可以很低成本地去尝试，哪怕是试错，也是“最钱班的事”，这是研究生学习以后再难负担的时间和机会成本。

深秋下午的阳光撒在轩宇的头发上，若隐若现，远不及他言及科研时眼里的光。理想的教育，是让每一个人找到自己眼中闪耀的光。

体育励志 受益一生

吴文虎

吴文虎 |

1961年毕业于清华大学，清华计算机系教授、博士生导师。自1989年始，连续17年带领中国队参加国际信息学奥林匹克大赛，届届名列前茅。自1996年始，组织和带领清华大学队参加世界大学生程序设计大赛（ACM/ICPC），连续17年获得总决赛权，成绩优异。2008年，在“清韵烛光，第一届清华大学‘我最敬爱的老师’评选”活动中，居十佳教师榜首。



作为“争取至少为祖国健康地工作50年”号召的亲历者、受益者和一名上世纪50年代的清华田径运动员，非常荣幸给现在的青年学子讲讲我们当年的求学生涯，分享体育精神带给我的充盈人生。

1955年，新中国百废待兴，我和同学们满怀强国梦想，幸运地踏入了清华园这片沃土。我课余喜欢文艺体育，一入学就担任班里的体育干事，后来又在系学生会当体育干事，主管和推动群众体育活动。1957年蒋校长提出“争取至少为祖国健康地工作50年”，进一步明确了体育在培养德智体全面发展人才中的重要作用。

同学们积极响应，身体力行，心中只有一个念头：学好本领、练好身体，毕业后到祖国最需要的地方去，服务人民、报效国家。每天下午4点半，大家成群结队地出来锻炼。有的在操场上做操、打球、

跑步，有的到圆明园越野跑，整个清华园生机勃勃，热火朝天。每到举办春季运动会和秋季运动会的时候，大家就像过节一样高兴。每个系都会派出强大阵容，有参赛队、啦啦队，红旗招展，锣鼓喧天，人人精神振奋，个个摩拳擦掌。60多年过去了，每当我回忆起当年的情景，依然兴奋不已。

那时尽管课业繁重，我每天下午还都会挤出时间参加体育活动。我喜欢长跑，又比较刻苦，很快就被选入校田径队。1958年，为筹备第一届全国运动会，清华大学抽调30名学生组成“北京田径集训队”，指定我任队长。队中有短跑、跨栏、跳远、跳高、中长跑、投掷、全能等项目的运动员。这些同学有理想、有抱负，许多人不仅是运动尖子，也是学习尖子。蓬铁权、李作英、施永长、梁光启、成玉骏和我专攻中长距离跑。按照蒋校长的育人思

想，集训队集中住宿，集中训练，但不脱产，每天照常回原班学习。

这一年由于国家发展尖端科技的需要，清华成立了自动控制系，学校把我从电机系的企01班抽调到自动控制系的自03班，上4年级的课。这些课对我来说，既新且难。更为麻烦的是，我不在班里而在集训队住，离专业教室很远。出于保密需要，我不能将书和笔记本带回宿舍，复习功课与做作业都要跑到专业教室。体育上要出成绩就要加大运动量训练，学业上要不辱使命也要发奋才行。这一年我咬紧牙关，取得了体育成绩和学业成绩的双丰收。

现在有的同学还会问我：当时你们是凭着一股什么力量坚持下来的？我回答说：责任感、集体的荣誉感、名师的教诲和榜样作用。

马约翰教授是我们运动员的楷模，拿现在流行的话说，是我们心

中的偶像。作为总教练，只要见他老人家往西大操场一站，我们身上立刻涌动一股热流。只见他鹤发童颜，脸上泛着红光，目光炯炯、神采奕奕，寒冬腊月仅着单衣单裤，热情地为我们讲授技术要领，鼓励我们拼搏向上，为祖国争光。

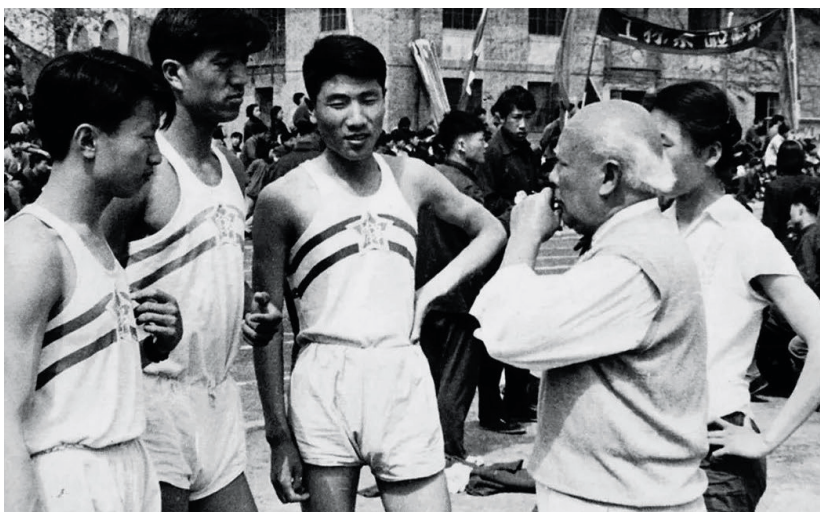
那一年的秋天，清华和国外的一所名牌大学搞两校田径通讯赛。在1500米项目上，人家的成绩排在1、2、3名，我们排在4、5、6名。

“要勇敢，不要怕，要有劲，要去干”“不要出去给中国人丢脸”“不要人家一推你，你就倒；别人一发狠你就怕……”马老鼓励我们要倍加努力，并给我们讲述他年轻时在赛场上勇超外国选手的故事。“要为中国人争口气”的念头，好像熊熊火焰，在我们心中燃烧，让我们充满力量。

寒冬腊月，越野跑训练，我们本来穿着线衣线裤，可是看到马老在凛冽寒风中依然是一身单薄的运动服，有人就提议：咱们也练练，只穿背心和短裤。训练从西大操场出发，跑到香山脚下再折返。大家一路顶着西北风，越跑越来劲，遇到公路上的骑车人，见一个超一个。一个冬天练下来，全队的身体素质、精神面貌都上了一个台阶，不但运动成绩有了很大提高，学业上也取得了全优成绩。如今，满头银发的我每当回忆起昔日体育训练的情景，仍然感到热血沸腾，还想再到



1958，清华大学受命组建北京田径集训队，参加首届全国运动会。后排右1为作者



马约翰老师指导优秀中长跑运动员。左1为作者

赛场上去驰骋拼搏。

学生时养成的锻炼习惯，使我能够保持旺盛的精力，投入到繁重的教学科研工作和社会活动中。从1989年开始，响应邓小平同志提出的“计算机的普及要从娃娃做起”的号召，我到中国计算机学会出任国际信息学奥林匹克中国队总教练，17次带队到世界赛场上去展示

中国青少年的才华与精神风貌。截至2007年，中国队已累计获得46块金牌，从参赛以来届届名列前茅，被誉为总体实力最强的队。金牌可以作证：“说中国人这也不行那也不行的时代早就过去了！”

有位记者曾问过我两个问题，一是这种智力竞赛为什么要冠以奥林匹克字样；二是作为大学教授你



1999年，国际信息学奥林匹克竞赛在土耳其举行，中国队获总分第一、金牌榜首。正中为作者

为什么对竞赛这么感兴趣，一干就是20年？我说，这和我在清华求学时的体育精神熏陶有关，学科竞赛和体育比赛一样，都倡导“更快、更高、更强”。年轻时喜欢挑战，在体育赛场上觉得“撞线的感觉真好”；年纪大了，亲自上阵不可能了，但可以当教练，在新的赛场上抒发爱国情怀。

1997年，我又接到新任务——组织、训练和带领清华大学队参加世界大学生计算机程序设计大赛（ACM/ICPC）。这项比赛是全球计算机程序设计领域的最大规模赛事，我们每年都能从全世界一千多所大学中脱颖而出，打入总决赛，屡获金牌和银牌。“没有最好，只有更好”，这是体育竞技的精神，也是国际学科竞赛的精神。正是凭着这股精神，我们多年来不分寒暑、努力训练，力争上游。2007年，在全球1200多个大学的6000多个参赛队中，80余支队伍拿到总决赛的

入场券，清华大学队在总决赛中获金牌（总分世界第二）。

如今，我已卸任中国信息学奥林匹克总教练多年，每每回忆起和同学们站在领奖台上的情景，仍然热泪盈眶、豪情满怀。我感念党和国家给予我这样的平台，让我可以施展我的教学才能，更能抒发我的报国志。我也感念清华精神和清华的体育精神，始终激励我以“行胜于言”去实现理想，以“厚德载物”去追求卓越。

我还要感谢在清华读书时，与我并肩奔跑、相互鼓劲儿的队友，他们为我树立了榜样，帮助我锚定了人生中更远大而又高尚的目标。记得那是1958年11月，我的两位队友蓬铁权和李作英在全国马拉松锦标赛上，分别以2小时32分53秒2和2小时32分54秒2的成绩打破全国记录，达到运动健将标准。让我终身难忘的是，当他们两人跑到距离终点只有七八十米的地方

时，一名运动员突然摔倒在他们面前。这时，可以有两种抉择：一种是绕过跌倒者，能争得前一位名次，另一种是扶起跌倒者，让他也有机会冲过终点。我的两位队友没有丝毫犹豫，他们不约而同地将跌倒者扶起来，然后接着向前跑去。他们以自己的实际行动诠释了什么是体育精神、什么是清华精神。

记得马约翰老师说过：“美德和道德只能通过实践来获得，做诚实的事才能成为诚实的人，做勇敢的事才能成为勇敢的人。”蓬铁权队友是我一生的挚友，他毕业后在工业战线做出很大成绩，曾任哈尔滨量具刃具厂厂长。扎根东北黑土地，他兢兢业业、埋头苦干，和工人群众同甘共苦、情同手足。他退休后多年，我才知道，哈尔滨量具刃具厂盖了楼房，他自己不住，先分给工人，赢得了有口皆碑的赞誉。

队友们的事迹让我感佩，也催我奋进。毕业后我留在清华任教，始终牢记“争取至少为祖国健康地工作50年”的目标，一辈子没有离开讲台、没有中断教学和科研任务。我很庆幸，可以站在中国最高学府的三尺讲台，可以面对和教导一批批中国最优秀的学子。

2000年学校倡议名教授上讲台给本科生上基础课，系主任找到我，希望将《计算机程序设计基础》建设成为一门精品课。尽管当时我已经64岁，且已有34年没有给本科生上课了，我还是欣然接受任务，

并向组织保证不辱使命。

怎样进行教学改革？怎样让本科生听得懂、用得上、学得通？怎样用高质量的基础课为高等教育人才培养打下坚实基础。那段时间，我一直在思考这些问题。

我怀念以良好学识和风范深刻影响过我们的那些学术泰斗，也怀念带着我们风里来雨里去不辍训练的体育老师。就是这些前辈，鞭策我从大学毕业留校任教的那一天起，就把教书育人当成我这辈子最重要的使命和责任。

教书育人是专门技术，也是一门艺术。它需要授人以渔的方法，更需要润物无声的理念。在为本科生教授《计算机程序设计基础》时，我坚持改革要用新的教学理念、新的教学方法，强调实践是创新能力发展的动力，也是创新成果检验的唯一标准。我和同学们说，学习这门课程就和体育训练一样，不能光说不练，光说不练等于零，鼓励他们在学习程序设计的同时，既动手又动脑。不“唯书”，不“唯上”，只“唯实”。在教学过程中，真正做到以人为本，唤醒学生的主体意识，激发他们的创新潜能，着力培养计算思维能力，引导他们运用计算机编程手段来分析问题和解决问题。课程开设第一年，学生们反响热烈，该课被评为清华大学精品课，第二年和第三年又陆续被评为北京市精品课和国家级首批精品课。

最近几年，校庆团聚，老同学



第26届世界大学生运动会，作者受邀参加火炬接力

们谈论最多的话题就是当年要“争取至少为祖国健康地工作50年”的庄严承诺。

一个甲子过去，我们每个人都各自的岗位做出一些成绩，耄耋之年依然精神矍铄、壮心不已。大家都说：我们是清华理念的受益者，清华的体育精神难能可贵、难得、难忘，“争取至少为祖国健康地工作50年”影响了我们的一生。

一种教育思想行还是不行，好还是不好，都要接受时间的检验。作为清华体育的实践者和历史的见证人，我和队友们的人生经历都证明：体育在培养健全人格方面具有不可替代的作用。“争取至少为祖国健康地工作50年”的号召顺应了时代的发展，反映了广大青年想要建设强大国家的愿望，是期望，是鞭策，更是一种责任。我很高兴，经过多年的实践，“争取至少为祖国健康地工作50年”深入人心，

已成为清华学子薪火相传的文化和传统，并在社会上广为流传。

清华体育过去很耀眼，今天更辉煌。1958年，我们中长跑队出了两位马拉松运动健将，那时有几个人敢去跑马拉松？现在每年都有很多清华学生参加北京马拉松比赛，这说明我们国家兴旺了，人民的生活水平提高了，学生的体质增强了！

从1955年到2020年，我在清华园度过了整整65年。在校园里，我学习“怎样做人，怎样做事，怎样求知，怎样健体”，将清华倡导的人文精神和科学精神内化为一生的生活方式、生活态度和生活习惯，这是我人生中最大的幸福与骄傲。

当今时代，我们民族的伟大复兴需要大批身心健康、德才兼备的栋梁之才。期望同学们不负韶华、发奋学习、强身健体，终身为我们的国家建设贡献智慧与力量！

清华园里走出的国际裁判

黄初冬

体育是我们在清华学习生活中不可或缺的部分。我在清华求学期间，不仅牢固树立了“争取至少为祖国健康地工作 50 年”的理念，而且建立了深厚的乒乓情缘。我最喜欢，甚至唯一喜欢的运动就是乒乓球，大学期间课余生活主要和乒乓球有关。正是经过清华园的培养，经过体育部王欣老师的指导，我从一名不了解规则的乒乓球业余爱好者，成长为一名乒乓球国际级蓝牌裁判员。

在清华求学期间，一有空我就去打球，地点主要是西大饭厅。2000 年前后的西大饭厅已不是食堂，而是乒乓球、羽毛球运动场地。小时候我没接触过正规乒乓球训练，大学期间和时任校乒协会长的路遥同系同年级，经常一起打球，开始接触正手攻球、反手推挡。从这段时间开始，我的打球动作逐渐正规起来，以致于现在常有业余球友误以为我在体校训练过，这一点极大地满足了我的“虚荣心”。西大饭厅拆除之后，球友们便转战“学服”地下室。

在学校期间，我特别希望能上乒乓球专项课。大一、大二期间没机会选修，好不容易等到大

黄初冬

博士、副教授，1999 年考入清华大学土木工程系，乒乓球国际级裁判员（蓝牌），现为西湖大学工学院党委书记、行政副院长。



三第一学期，终于有机会选王欣老师的乒乓球课程。开放选课时，我兴冲冲地打开网页，却发现乒乓球课名额已满，只能连续不断地按 Backspace（返回）键 + Enter（确认选课、提交）键。一天多次尝试，终于如愿以偿地抢到了乒乓球课的名额。在王欣老师的教导下，我愉快地学习了一个学期的乒乓球，接触了乒乓球理论知识和正规动作，期末还拿到了大学阶段的最高分。

2020 年春的新冠疫情，让我回想起 2003 年“非典”期间的乒乓故事。那时我读大四，临近毕业，因疫情不允许室内聚会，娱乐活动少了，对乒乓球的热情却益发高涨。不知是谁把一张球桌搬到 23 号楼、14 食堂东面的小树林，这里就成了大家的聚集点，在露天的小树林打球成了球友们最大的乐趣。人太多轮不过来的时候，我们就玩双打，一局定输赢。只要风不大，即便偶

尔有点小雨，也阻挡不了大家打球的热情。往往是傍晚天黑，球都看不清了，或是雨越来越大，大家才依依不舍地收场。小树林打球、聚会的照片，到现在我还一直珍藏。

除了打球，我的课余生活还有很多内容与乒乓球有关。那时候，球友们经常在 BBS 上发帖，我们称之为“灌水”。有记录打球成长经历的，也有相互逗乐的，还有为离校球友送别的。渐渐地，BBS 成了我们生活的一部分，球友们也经常聚会，我们称为“版聚”。周末打球然后聚餐成了常见的娱乐项目，时不时还有球友生日聚餐、K 歌等。为了纪念，球友们统一制作了版衫，每人的版衫后面印上 BBS 帐号。直到现在，当时的许多场景还历历在目。

虽然我当时很喜欢打球，但使我与乒乓球结下更深情缘的，却是乒乓球裁判工作。我上乒乓球课

是在2001年下半年，但我在2000年就认识了王欣老师。人的一生总会有几位师长对自己产生深刻的影响，对我来说，王老师就是其中一位。从认识王老师开始，我和乒乓球裁判工作就结下了不解之缘。王老师不仅是学校乒乓球队的主教练，还是乒乓球国际裁判长。她热忱的态度、专业的水准和严谨的作风感染了我。她将我是一名不了解规则的业余爱好者，培养成了最高级别的裁判——国际级蓝牌裁判员。

认识王老师的时候正值“马约翰杯”乒乓球赛，借着赛前准备、赛中实习的机会，我幸运地参加了她的培训课程，取得了乒乓球三级裁判员资格。从此，我开始接触乒乓球裁判理论知识和临场执裁工作。到了大四，我又通过培训、考试，取得了二级裁判员资格。两年后，取得一级裁判员资格。

乒乓球裁判不仅要学规则、学编排，还要学会临场执裁。为了锻炼我的临场执裁能力，王老师为我创造了很多机会：每年北京市高校乒乓球锦标赛，她都会带着我去担任临场裁判。外校校队来清华交流，她也会让我去执裁。有一次王励勤、闫森来学校和清华校队队员打友谊赛，她还特地让我上场执裁。能见到世界冠军并且给他们当裁判，对我来说是一件非常难得、极为荣耀的事。友谊赛后大家合影留念，照片印在某一期《乒乓世界》的封面



“非典”期间在清华小树林里打球

上，老家中学的学弟学妹们看到后非常羡慕。

乒乓球裁判在外行看来很简单，但相信所有研究过乒乓球裁判工作的人，都会深刻认识到，当好一名裁判绝非易事！如果给初学裁判的人授课、培训，我都会这样告诫学员，并且用临场案例来让学员加深认识。正因为裁判工作有难度，所以也更有锻炼价值。记得刚开始执裁的时候，我对临场操作程序不熟练，经常手忙脚乱、遗漏一些环节，甚至连大声判罚都做不到。为此，王老师多次教导我“不要这么腼腆”“要有自信”。还为我亲自演示主裁的手势、传授控制比赛的经验。通过王老师的教导和多次锻炼，我的裁判业务能力得到了提升，熟悉了临场执裁的流程。更重要的是我逐渐建立了自信，学会在公众场合用洪亮的声音判罚，相应地也学会在众人面前沉稳地表达自己的

观点。

2008年博士毕业后，我回到浙江工作，陆续取得国家级、国际级裁判员资格，2018年被批准为国际级蓝牌裁判员。虽然我已不在北京，但每一次晋级，都离不开王老师的关心和帮助。

2008年我刚回到浙江，王老师不仅提早让我关注国家级裁判员考试信息，还热心推荐，帮我争取到考试的名额。2009年1月，我赶赴成都参加国家级裁判员培训，王老师是培训老师和考官之一，我的临场执裁和英语口语都是在她的悉心指导与考核下顺利通过的。2010年，我被推荐为国际级裁判考生赴北京参加考试，取得了乒乓球国际级裁判员资格。那一届全国仅有20个名额，而距我国上一次国际级裁判员考试已有5年之久，名额的珍贵程度可想而知。能够取得这个资格，受益于当时乒乓球一部的李玉环部



作者在赛场上



2017 年作者担任中国乒乓球俱乐部超级联赛主裁判，与奥运冠军乔红（中）、副裁判员（左）合影

长和其他几位老师的关心，也得益于王欣老师的教导和清华校风对我的影响。

离开清华后，见到王老师一般都是在执裁乒乓球赛或裁判员培训会中，有几次还见到她的爱人何跃老师。2012年北京国际残疾人乒乓球公开赛中，除了临场执裁，我还跟着王老师第一次系统地实践了球拍检测程序。赛后，王老师、何老师在清华附近宴请几位裁判界前辈和两位国外裁判，我也荣幸地参与其中。用餐结束后，何老师开车带我逛了校园，而后亲自送我到地铁

站。每次和两位老师相见，总觉得特别亲切，也让我回想起在清华参与乒乓球运动的快乐时光。两位老师还非常关心我的工作和生活，为我提供了很多建议和帮助。王老师深知我受清华校风的影响，处事低调，多次劝我要学会在适当的场合展现自我。例如在国家级考试面试时，建议我大方提及自己在清华的经历，让考官们印象更加深刻。这次的回忆文章，我原本对国际级裁判资格一笔带过，对执裁的赛事只字未提，也在王老师的劝说下进行了调整。

2015年，我参加了在苏州举办的第53届世界乒乓球锦标赛，这可是乒乓球界的顶级赛事。在这次比赛中，我进入了乒乓球国际级蓝牌裁判员的考核程序。蓝牌考核是对乒乓球裁判员最为严格的选拔和考核，不仅需要进行规则考试，而且要经过严格的临场评估并取得4次“合格”，最后经过英语口语方能通过。全国目前也仅有30余名蓝牌裁判。王老师曾多次向我介绍过蓝牌考试的细节，我能通过笔试并取得每一场临场评估“合格”，都得益于她的言传身教。也正是在

2018年7月，我和王老师在国际乒联青少年巡回赛中再次相遇，一起和蓝牌临场评估的考官面谈并取得了第4次“合格”，而后经过英语口语试，我顺利成为蓝牌裁判，算是继王老师之后清华园里走出的第二位蓝牌裁判，目前也是浙江省唯一的一位。2019年年初，我有幸获得体育总局乒羽中心乒乓球一部赵霞部长和中国乒协裁委会各位老师的推荐，参加了当年的国际级裁判长培训班，这是更为难得的机遇。能得到这么多人的关心、支持，和清华园“行胜于言”的校风以及王老师多年来的谆谆教导密不可分。

乒乓球裁判工作几乎没有专职的，即便是国际裁判也几乎都是“专业而不专职”。说得通俗一点，乒乓球裁判的津贴一般都是象征性的，不能用来谋生。因此乒乓球裁判工作一般都要牺牲周末、假期休息时间完成，遇到规模较大、需要占用工作日的比赛，就需要请假完成。

获得乒乓球国际级裁判员资格以来，我有幸参加了多次国内、国际大赛，包括世界锦标赛、国际公开赛、国际残疾人公开赛、中国乒乓球俱乐部超级联赛等。记得2010年第一次执裁乒超联赛，时任乒羽中心乒乓球二部部长卿尚霖给我们发酬金时，不好意思地说酬金太低，执裁乒超联赛只能当作一项荣誉。要知道，乒超联赛单场酬金还是所有乒乓球比赛中最高的。尽管如此，我仍然愿意将有限的休息时间投入

到裁判工作中。不管是省里的比赛，还是全国性比赛和国际大赛，在处理好本职工作的前提下，我都愿意承担执裁工作或竞赛组织工作，以严谨的态度和愉悦的心情完成任务。近几年的乒超联赛中，我有幸被委任多场比赛主裁。2018年底因工作忙，我得知有可能在周末开会，就把执裁的行程安排得很紧。有场比赛主场在深圳，我周六凌晨三点多起床，赶最早的航班出发，晚上乘最晚的航班返回，辗转到家已接近凌晨三点。另有一场比赛主场在安徽巢湖，因周五上班、周日上午单位开会，我于周六凌晨坐普通列车去巢湖市，比赛结束后又坐半夜的普通列车返回，从火车站直接去办公室，休息一小时后参加会议。

为比赛起早、熬夜的例子还有很多，但我一点也不觉得辛苦。没有影响本职工作，我已感到很庆幸；繁忙的工作之余，能顺利完成高水平比赛的执裁任务，我更是感到愉快而充实。有时实在不方便向单位请假，就只能和总局乒羽中心、省体育局等主办方请假，但我还愿意在单位抽空帮忙做些辅助工作。乒乓球裁判工作对我来说已经不是简单的爱好，而是一种情怀。能有机会被授予最高裁判资格，承担赛事工作既是一份荣誉，也是一份责任。

对乒乓球运动和裁判工作的热爱，我会执着地坚持，同时还希望能传承给两个女儿。回浙江工作

后，我在工作之余为浙江清华校友会、杭州清华校友会做些服务工作。王老师多次建议我在浙江组队参加“校友杯”乒乓球赛，由于工作冲突等原因，浙江校友未能组队。2018年5月，在王老师的建议下，我联系身在上海的1975级校友袁帆学长，参加了“苏沪杯”清华校友乒乓球联谊赛暨“南翔杯”乒乓球邀请赛，比赛地点在江苏省宜兴市高塍镇——蒋南翔校长的故乡。这次比赛既是校友聚会，又为纪念蒋南翔校长逝世三十周年。因为来自浙江的校友只有刘立恺学长和我，作为友谊赛选手，我们被分到其他队伍参赛，幸运地获得了团体冠军。赛后我带着女儿和世界冠军邓亚萍学姐合影，照片、新闻还上了清华校友网首页，页面我已经存下作为珍贵的纪念。以后一定创造机会和浙江校友一起再次参加校友比赛。

因清华而结缘乒乓，因乒乓而更加眷恋清华。现在回想起来，我热爱乒乓球运动并一直坚持，主要始于清华求学期间。我的裁判生涯更是从清华园开启，得益于清华的熏陶和王老师的培养。虽然已经毕业多年，但我曾多次梦回母校，场景之一便是在乒乓球馆和球友们打球。希望能和昔日的球友们再聚清华，一起球馆挥汗，共拾美好回忆！更希望能有机会在清华执裁高水平赛事，传播乒乓球裁判知识，传承清华体育精神！

栏目导语

常迥 (1917.2.4-1991.8.8), 中国科学院院士, 无线电工程学、信息科学家, 清华大学教授。

常迥教授是我国老一辈科学家的优秀代表, 长期从事无线电技术领域的研究和教学工作, 在信号与系统、天线理论和发送技术等方面造诣精深。20 世纪六七十年代, 他在国内率先开展信息科学研究。

1987 年 2 月, 常迥教授不幸罹患脑血栓, 偏瘫在床。虽然病倒了, 但他一直牵挂着祖国的科学教育事业, 并以敏锐而深远的洞察力注意到了信息学科的发展和未来。本文是常迥在病中所写的一份手稿, 从中可以看到常迥教授为祖国科技发展殚精竭虑, 也可看到他对年轻一代寄予的殷切厚望。今天信息科学早已为世界带来翻天覆地的变化, 更让人钦佩常迥教授的远见卓识。



科技引领未来

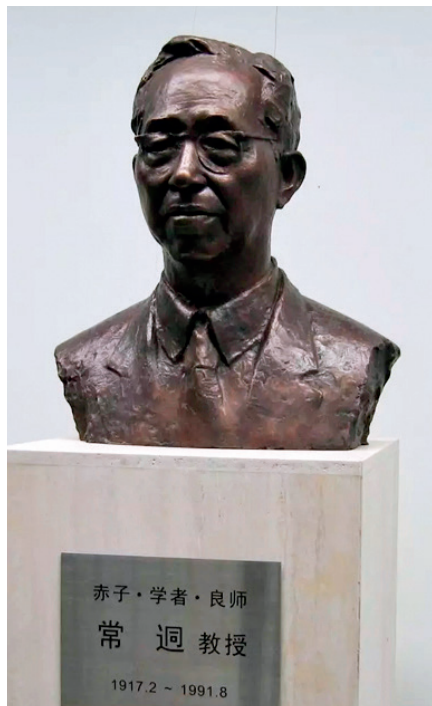
常迥

20 世纪还有 10 年就要过去了。20 世纪的科学和技术的进展是非常惊人的, 成就是十分伟大的。许多科学大师和技术工作者给人类创造出许多丰功伟绩, 使人类进入了一个空前未有的崭新的科技时代。21 世纪就要到来了, 我们将以什么样的姿态来迎接 21 世纪, 这是我们应该严肃考虑的一个问题了。

我们知道科学和技术是不停地在循环前进的。科学的一次大革命必然推动技术的一次大前进。技术上的一次大发展又反过来促进科学的大进步。科学——技术——科学——技术, 这样一个人类文明进化模式是已为许多事实所证明了的。例如, 法拉第 - 麦克斯韦电磁场论的建立, 导致无线电通讯技术的诞生; 核科学的发展, 导致核能源的运用; 信息科学的发展, 又进一步推动通讯技术和编码技术的发展。

20 世纪 3 次科学观念的大革命给人类带来极大的精神财富, 对提高人类的技术能力是很难估计的。第一次观念大革命是 1905 年由爱因斯坦提出的狭义相对论, 这是有关时间与空间观念的一次基本性的科学观念大革命。

第二次科学观念的大革命还是由爱因斯坦在 1908-1915 年间提出



安放于清华大学主楼自动化系会议室中的常迥铜像

的广义相对论，这是有关时空观念的又一次重大革命。他证明时间和空间是扭曲的或是弯曲的，时空曲率则决定重力的物理效应。

第三次科学概念的大革命是量子力学或波动力学的诞生。它是在为解释原子、分子、辐射等现象而提出的新观念。1900年普朗克有关“黑体”辐射的构思，1905年之前爱因斯坦提出光量子假设，他指出物质所吸引和释放的能量是以互相独立的能量子 $h\nu$ 为单位的能量进行的，并不是连续的量。这确实是革命性的新观念。

20世纪发生了两次世界大战。战争中积累了许多急待解决的技术问题。在通讯方面，提出了远距离瞬间通讯、移动通讯、保密通讯等，这就大大推动了通讯技术、编码技术的发展，在大战结束后，促成信息论的诞生。在控制方面，在战争中自然提出了武器的自动控制，如高射炮的控制、火箭的控制，就导致自动控制技术、雷达技术的发展，导致控制论的诞生。在整体管理方面，在战斗中提出了大兵团的指挥问题，这就促使系统工程的运用，也就推动系统论的问世。

为什么在1948-1950年几年间，就出现了三大理论的诞生，若干重大技术，包括晶体管的发明，雷达技术、编码技术、自动控制技术的发展呢？这是偶然的吗？这是必然的发展规律。



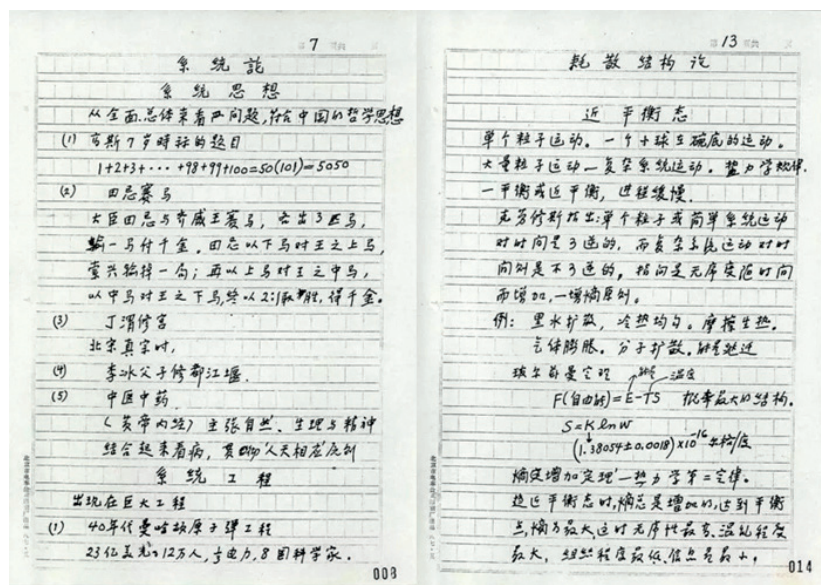
工作中的常迥教授

在人类大量的实践活动中，必然出现许多等待解决的问题，从而促进技术的发展。为了给予重大技术以理论根据，就导致新概念、新观点和新理论的出现。信息论、控制论、系统论，都是应运而生的，并不是无中生有的。现在又经过了几十年的生产和科学实践，又积累了大量需要解决的问题，这必然又要促进技术的大发展，理论的大革命。现在有哪些是人类所追求的重大科技目标呢？出现了些什么问题呢？

从通讯上的目标看，人类是希望在任何时刻、任何地点能做到与在任何其他地点、其他对象进行及时的通讯。这个目标最终一定要，而且一定能达到。但这需要解决许多重大的技术问题，如快速运动物体间的通讯，大量用户间大量数据的瞬时传输，在强干扰、大噪声的情况下的可靠通讯。

地球资源是人类赖以生存和发展的主要物质基础。社会生产80%以上的原材料和95%的能源取自矿产。一个国家国力的重要标志之一就是它的矿产资源的储量与质量。就我国的矿产资源来讲，从总量看可称资源大国，但从人均量看却是资源小国，不到世界平均水平的一半，不及苏联的1/7，不及美国的1/10。就保证经济建设的需要而言，我国矿产资源的供需形势是十分严峻的，全世界的资源形势也是不容乐观的。因此，从现在起就要切实加强地质勘探工作，争取找矿的重大突破，增加探明矿产资源的储备。

我国目前已经探明的石油资源后备储量不足。老油田产量逐年迅速下降，1980-1985年间，自然递减率平均每年为11.8%，到了“七五”期间，递减率上升到14.7%，东部老油田平均以每年500万吨左右的



常迥先生关于“新三论”和“老三论”的部分手稿，完成于1991年，逝世前一周

速度递减，而原油消耗量又以每年600-700万吨的速度增长。供需矛盾日趋尖锐。就全世界范围来讲，由于能源危机和材料贫乏，矿产资源的供需关系是十分严峻的。因此，为了人类的生存和发展，必须对地球内部的勘探竭尽全力。最终目标是使实际地球成为一个“水晶球”，对其内部的矿藏，一目了然。这样可以最大限度地利用矿产资源。很自然，这一目标必将促进勘探技术的飞跃发展，从而导致地球物理信号处理和解释理论的创新与突破。

计算机科学技术的创立于发展，使各门科学技术得到革命性的变革，随着新技术和新科学的发展，对计算速度的要求将会成指数的增长。计算能力的提高是无止境的。计算技术的极限能力到底有多大？这也是人们极感兴趣的重大技术和

理论问题。

随着社会生产能力的极大发展，对自动控制技术也提出了愈来愈高的要求。最终目标将是所说的全自动，将人的体力劳动和脑力劳动无限制地延伸出去，这是对控制理论和信息理论的极大挑战。最终必将创立新理论，来适应新技术的发展。

过去几十年，人们对有关声音的技术和理论了解得较为透彻和满意，开始要求有关视觉的研究和利用。由高质量的音响设备到高质量的电视设备，成为人们生活中必需设备。电视质量的极大提高，还有待进一步在技术上和理论上的创新和发展。

在20世纪中叶，生命科学得到了科学家、生物学家和技术工作者的注意和努力，已取得了不少的

进展，但距离理想目标还差得很远很远。对人的思维机制，如知识的储存、记忆，还很不清楚。可以预期，进入21世纪，有关生命科学的技术和理论将出现革命性的进展。所以说21世纪是生命科学和信息科学的世纪，不是没有根据的。

前面已经说过，信息论、控制论和系统论这三个重大的“老三论”为人类生产和发展发挥了重要的作用，但对当前人们提出的一些新问题和新技术而言，却显得已经过时了。关键的一点就是人们所面临的实际问题和新问题，已经由较简单的线性、确定、规律、可预测的关系，变为更加复杂的非线性、非确定、不规则、不可预测的关系了。

直到20世纪末期，人们所处理的客观问题还是很局限的，多局限于线性、稳定、平衡、确定、可逆、连续、可积、规则、平滑、周期和可计的范围之内。总之，是简单的系统。实际上，人们所面临的实际系统和客观的现实技术多是非稳定的、非线性的、非可计的、更非规则的、非平滑的，过去的“老三论”已无能为力了。随着数学方法、实验技术、计算能力和显示技术的不断发展和提高，这些复杂系统也就有了比较完善解决的条件，大量新问题的提出，新技术的出现，也就导致新理论的创立。

实际上，已有不少新理论在开始建立，不过还不够完善，还不

足以促进新技术进一步的创立和发展。可以预见,到了21世纪,将会出现科技上革命性的变化,最为突出的,将是信息科学的变革,计算科学的变革,生命科学的变革,以及这些科学的交叉和综合。在信息科学中最引人注意的是人工智能、信息创立、知识工程、认知科学等学科领域的发展。在非线科学中,以“新三论”最为人们所关注。

这“新三论”就是:1972年法国数学家R.托姆所提出的突变论,我们过去习惯利用微积分方法来处理渐变过程,我们缺乏经验和手段来创立突变过程,不难举出很多突变问题尚待解决。托姆利用拓扑方法分析了从稳定过程发展到失稳过程,在奇点上发生分叉后怎样发生突变的。这就在数学上发现了一个新规律。可惜大多数技术工作人员对拓扑方法十分陌生,因此很不利于新技术的应用和发展,这就是为什么突变论很长时间对技术的推动作用发展得非常缓慢的缘故。普利高津所提出的耗散结构论将非线性科学向前大大推动了一步。

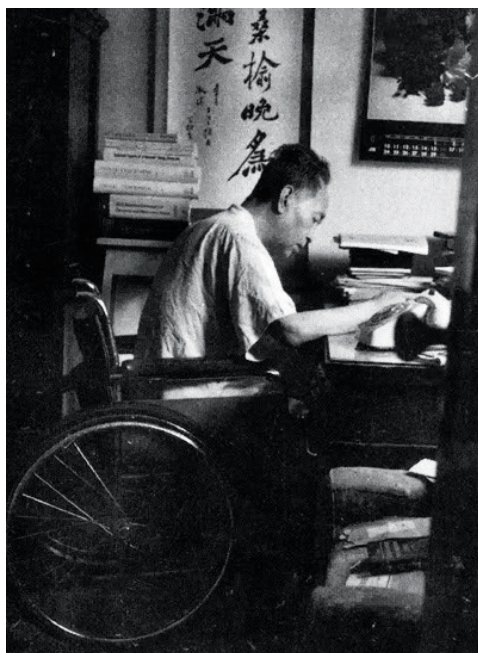
他指出:在一个开放系统中,当与外界有物质能量交换的情况下,该系统就会远离原来的平衡点,进入一非线性变化过程,最后达到一新的平衡点。

长期以来,科技界最困惑的一个问题就是热力学第二定律的熵增问题。熵增规律指出有规律要趋向无规律、有差异趋向无差异、有组

织趋向无组织,最后变成混沌现象。这和自然界现象、人类社会现象都是不相符合的。耗散结构论则基本上解决了这个困惑的问题,偏离原平衡点,经过发展达到新平衡点,这一规律是完全符合客观的发展规律的。从原平衡点经过非线性过程建立起新平衡点,这是一个普遍的发展规律。普利高津因这一理论的建立而获得了1977年的诺贝尔化学奖。

他突破了传统的静止的概念。与此同时,德国科学家哈肯提出了协同论。他进一步论证了在非线性变化过程中各种物质间的相互联系及其共性问题。以上所说的突变论、结构耗散论和协同论称为“新三论”,它们将和旧三论一样,在未来的科技发展中将会起着重大的促进作用。除上面的“新三论”外,还有一些重要理论正在萌芽和诞生,应大大引起人们的重视。其中最应引起我国及早进行探讨的要算是混沌学说和分数维学说了。在杂乱的混沌现象的背后却蕴藏着有规律的机制。分数维理论说明非线性图形的自相似规律。

可以想象,20世纪爱因斯坦的时空四维学说,给予科学家多么大的影响;现在分数维所掀起的冲击将是非常巨大的,其影响的深远实



工作到最后一刻,摄于1991年8月,常迥教授去世前一天

难估计,在技术上必将引起一些革命性的进展。望我们及早努力,掌握它,发展它,让它为我们的科技振兴发挥出应有的作用!其他如超循环论、孤波学说也都应以及及时和适当的重视。

综上所述,科学和技术的发展前景实在是丰富多彩,不可限量的。再过十年就进入21世纪了。未来的10年是科技发展的关键性10年,是中华振兴最紧要的10年。让我们携起手来,团结一致。瞄准目标,努力奋斗,争取为祖国的经济建设事业、科技飞跃进步做出我们应尽的责任、应做的贡献吧!时光易逝,机不可失。同志们!肩负起历史赋予我们的责任,勇往直前地大干一场吧! 🍓

【本文完成于1991年5月29日】

《巾帼飞天梦——中国女航天员系列雕塑》 创作始末

石富

关于飞翔，儿时在农村，我曾向往天空中飞翔的小鸟，自由自在，直冲云霄。偶尔遇到为森林洒农药的飞机，便会欣喜若狂，小短腿蹦跶追出去好几里路，一直追到大山的最高处，踮起脚尖，聆听风、远方和明天的声音。当然最痴迷的还是听老人讲神话里与飞翔有关的故事，如哪吒的风火轮、齐天大圣的筋斗云等等，这些美妙而虚幻的梦伴随着我度过了一段又一段甜美的时光。在这浓郁甜美的孕育下，《明天你好》《燕舟》《云雀》等系列作品也先后诞生。

这些作品既是《中国孩子》系列雕塑创作的升级版，又是《巾帼飞天梦——中国女航天员系列》创作灵感基础。《明天你好》描述的是一个可爱的山里孩子对外面世界、对明天的渴望；《燕舟》刻画的是一只集燕子和大手为一体的飞舟载着一群自然精灵——天真烂漫的孩子驶向远方；《云雀》塑造的则是一群有理想、有翅膀的青年振翅飞翔的样子。同时这三组作品中所呈现出来的浓烈的烂漫色彩，也离不开母校——清华在我成长过程中给与的关心与呵护。

2019年5月，清华大学王希勤常务副校长来重庆看望慰问校友。通过刘杰师兄、冯晓东师兄、赵宜胜师兄和许星全师姐的先后介绍，王校长见到了我所做的雕塑，他很激动，建议我以“有教无类”为主题为母校进行创作，并语重心长地说：“石富，像你这样成长起来的孩子，对这个主题肯定有很深的感触，应该能表现得很好，但是不要着急，慢慢做。”面对这个光荣而艰巨的任务，我常常陷于苦思，但终究没能构想出合适的作品。

关于清华“有教无类”的教学理念，或许像我这样的青年雕塑工作者用“一个”雕塑根本不能全面地表现出来。是不是就无从下手了呢？一天，我猛然惊醒，那一个个清华培

石富，2008级清华大学美术学院本科，研修于西班牙马德里康普斯顿大学。现为西南大学美术学院教师，湖南弘慧教育发展基金会艺术顾问，中国孩子乡村教育艺术基金发起人。



巾帼飞天梦创作原型：刘洋，2014级清华大学社会科学学院校友，法学博士、工程师、中国首位女航天员、“中国航天公益形象大使”。

养出来的、在各行各业中具体的奋斗者和成功者，不正是在这“有教无类”的教学理念下播种、培育、开花、结果的吗？是不是可以用“最笨的办法”，以身处不同职业的杰出清华校友为研究对象，将他们的精神面貌一个一个地用雕塑进行能量转换，最终实现“有教无类”的整体集合呢？就像贺美英老师在新百年基金筹款时说的那样：“如果募集1000万，我们希望是由很多很多个人捐赠起来的一千万，而不是由一个人捐赠的。”清华的“有教无类”精神或许就是贺奶奶心中所想的那一个个有尊严的、独立的、极具能量、来自四面八方的清华校友的集合。

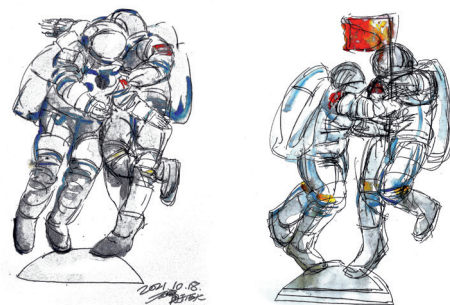
随着我国综合国力的不断提升，载人航天事业取得了突飞猛进的成绩，不断书写着中华民族传承优秀传统文化、探索宇宙的大美篇章，在这些令人自豪的章节中就有中国第一位登上太空的女航天员刘洋的故事。她在2012年6月搭乘神州九号飞上太空。在太空中的13天中，刘洋出色地完成了任务，进行科学实验，并安全返回地球。这位女英雄刘洋正是清华的杰出校友之一，她的事迹也正是清华“有教无类”教学理念有力的阐释。于是我从2020年开始创作《巾帼飞天梦——中国女航天员系列雕塑》中第一件作品的泥塑，并于2021年完成。

2021年10月16日00时23分我国发射神舟十三号载人飞船，王亚平是此次出差团队的唯一女性成员，同时她也将成为中国首位进驻空间站的女航天员。她和刘洋以及所有的女航天员一起用行动实践着“巾帼飞天”之梦。她们的壮举拉开了中国人对“嫦娥奔月”传说的另一种想象。作为一名青年雕塑工作者，我决心用手中的“本事”去记录时代，用雕塑特有的体量、空间等形式语言，去塑造女航天员们在探索外太空时所流露出来的女性的坚强、勇敢、乐观之美。

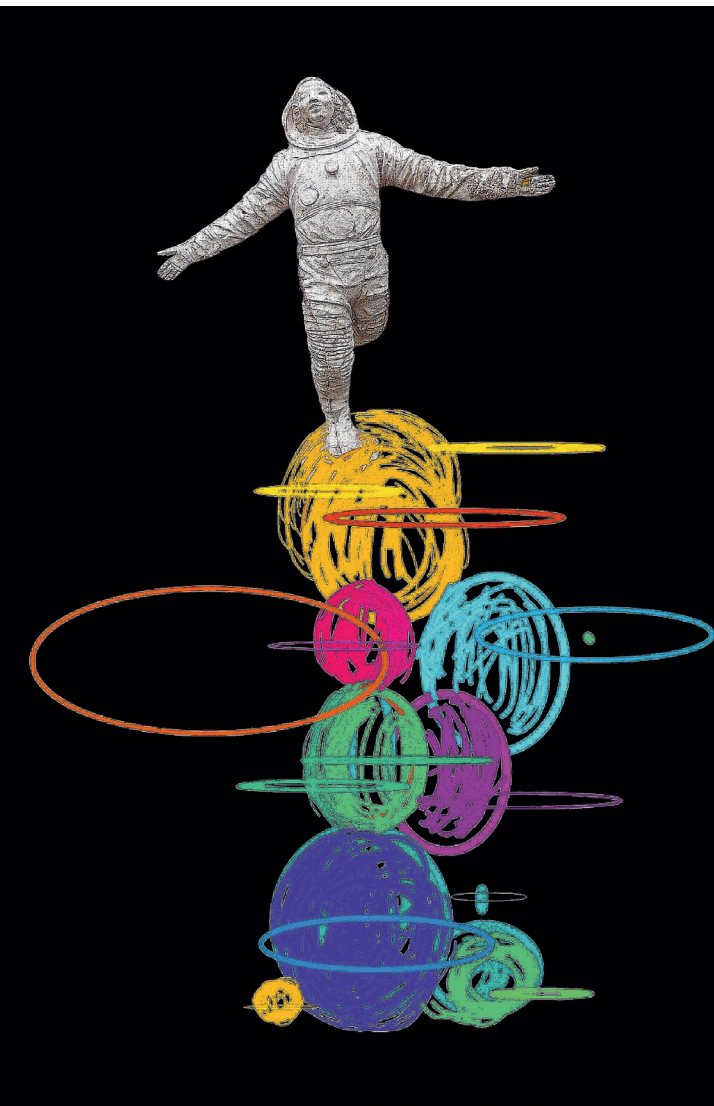
为此我认真研究了著名雕塑家焦兴涛教授为祖国航天事业而创作的经典雕塑作品——《逐梦》，受焦兴涛教授的启发，我又开始了《巾帼飞天梦——中国女航天员系列雕塑》的其它雕塑构思稿，希望这组雕塑能预示中国航天事业从进步到腾飞的华丽升级。



《巾帼飞天梦——中国女航天员系列雕塑之一》
石富 青铜 50X79X86



雕塑草图



《巾帼飞天梦——中国女航天员系列雕塑之一》雕塑放大稿



《巾帼飞天梦——中国女航天员系列雕塑之一》泥稿 2020 年





《云雀系列之二》青铜 2019年



《燕舟》青铜 2018年



《明天你好》青铜 2018年

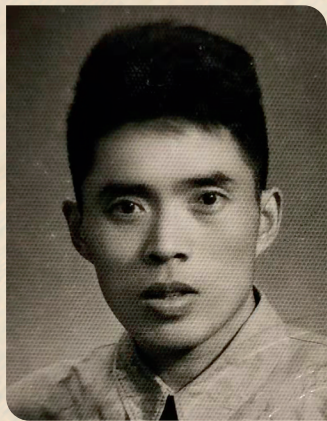


《云雀系列之一》青铜 2019年

三篇关于建立青年团的“学习笔记”

——纪念刘冰诞辰100周年

刘夏阳



刘冰（1921—2017），曾用名姚发光，河南省伊川县人。1938年入党并参加革命工作。抗战时期曾先后在延安抗大、八路军随营干部学校、抗大一分校学习，后在八路军一二九师随营学校、抗大六分校、太岳抗日根据地、豫西地区工作。1949年起，任河南省委青年工作委员会委员、副书记和书记、河南团省委副书记和书记、团中央办公室主任兼青农部部长、办公厅主任等。1956年到清华大学工作，任校党委第一副书记，曾兼任校工会主席等。1978年调任兰州大学党委书记、校长，1979年并任甘肃省副省长，1981年任甘肃省副书记兼秘书长，1983年任甘肃省常务副书记，1986年任甘肃省人大常委会主任。1988年后，先后担任全国人大教科文卫委员会副主任委员、顾问，1998年离休。

1949年6月14日《河南日报》开辟“河南青年”专栏，发表中共河南省委青年工作委员会（简称“省青委”）副书记刘冰的题为“为什么要建立青年团？学习笔记之一”。同月21日和28日《河南日报》“河南青年”专栏第二期、第三期又相继刊登了刘冰的“青年团是什么性质的组织？学习笔记之二”“青年团的基本任务是什么？学习笔记之三”。“河南青年”的面世和刘冰撰写的关于建立青年团系列“学习笔记”，在河南全省青年中引起广泛关注。

开辟“河南青年”专栏

1949年3月中共河南省委在开

封成立后，时任豫西青年联合会主任的刘冰，被任命为中共河南省委青委副书记。因书记是省委宣传部副部长岳明兼任的，省青委工作实际由刘冰主持。后来省委又调来张延积副书记。

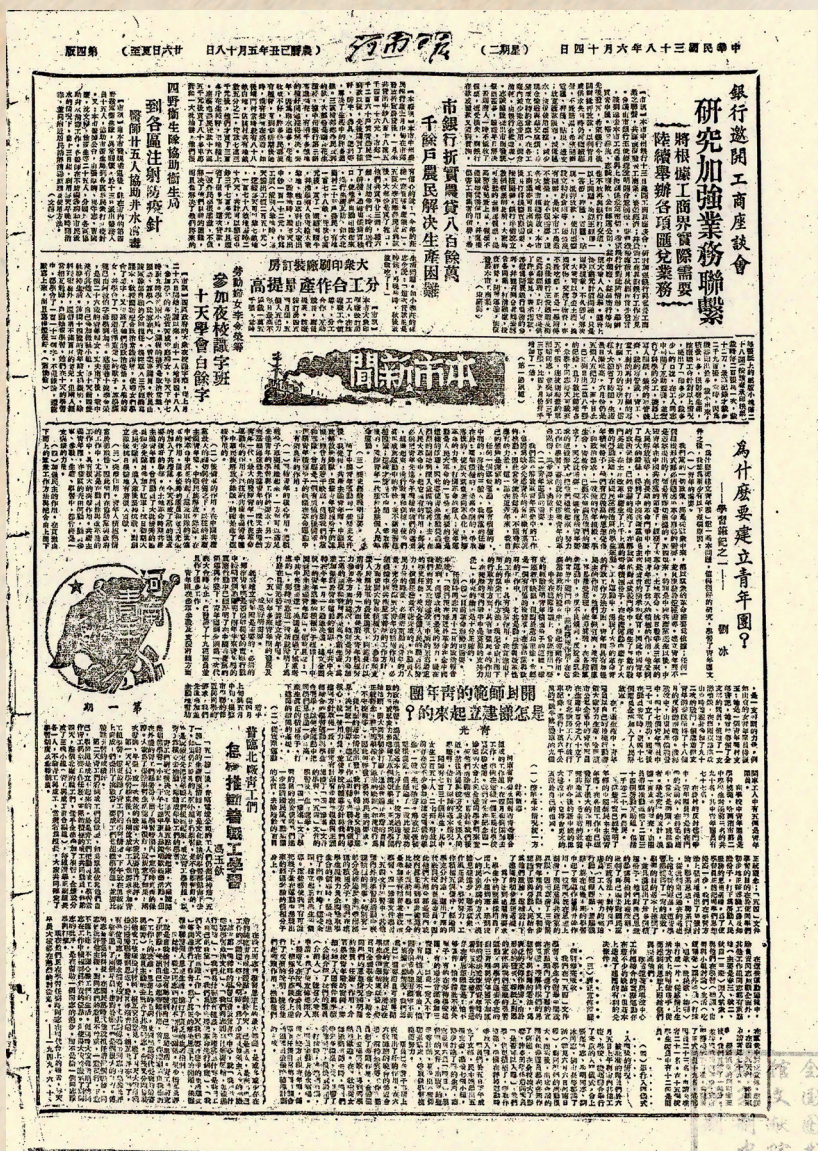
1949年4月上旬，刘冰担任河南青年代表团团长前往北平，参加于4月11日至18日举行的中国新民主主义青年团第一次代表大会。5月4日，作为主席团成员又参加了中华全国青年第一次代表大会。会议结束回到河南，刘冰向省委领导汇报传达了这两个大会精神。省委指示要在各级党委和党内外群众中宣传贯彻两个大会精神，并要求各级党委建立完善青年工作机构和

配备干部，要有计划、有组织、有步骤地由点到面建立青年团，加强对青年工作的指导。根据省委的指示精神和工作需要，省青委一方面通过工作系统积极组织传达、学习贯彻两个大会精神，宣传建立中国新民主主义青年团的必要性，并决定出版“河南青年”，先依托《河南日报》设置专栏，以副刊形式每周一期；一方面着手在开封、郑州、洛阳等城市已部分建团基础上，开展全省范围的建团工作。《河南日报》开辟“河南青年”专栏、发表刘冰以学习笔记形式的关于建团问题系列文章，就是省青委宣传贯彻两个大会精神和加强青运建团思想政治指导的具体落实。

* 本栏目由本刊编辑部与清华大学档案馆、校史馆合办

关于建立新民主主义青年团，1946年10月中共中央即已提议并责成各中央局、各分局根据要求和实际情况，暂以解放区为限，择地先行试办。1948年11月，中原局发出在新解放区建立新民主主义青年团的指示。但建立新民主主义青年团，在认识和舆论方面遇到的最基本问题，是为什么要建立这样一个全国性青年组织？它与以前的青年组织有什么不同？它的主要任务有哪些？

事实上，党外广大群众和青年由于长期在国民党统治下，对中国共产党的领导和青年运动缺乏了解。不少青年都参加过国民党三民主义青年团。新民主主义青年团和三民主义青年团有什么不同？为什么要参加新民主主义青年团？这些问题在群众和青年中普遍存在；在党内也有一些模糊认识需要解决。如第一、二次国内革命战争时期，社会主义青年团（后改名“共产主义青年团”）在革命斗争中发挥过重要作用，但也犯过先锋主义“第二党”和关门主义的错误。抗日战争以来，代替共青团组织的中国青年救国会等青年抗日团体，在抗战初期很活跃，很受青年欢迎，但抗战中后期组织松散，不能适应形势要求和青年特点。有的地方组织甚至单搞一套，闹青年主义独立性，遇到反对就消沉无为。以往青年运动中的种种情况和问题，在党内干部里都有影响。现在中央提出建立



刘冰的学习笔记之一“为什么要建立青年团？”

新民主主义青年团，和过去的青年组织一样吗？这一青年组织在当前党领导的革命斗争中能起到应有的作用吗？一些干部、党员还弄不清楚。因此，广泛深入宣传新民主主义青年团的性质、任务以及建立这一组织的重要性就成为建团的首要问题。

发表三篇“学习笔记”

刘冰发表以学习笔记形式的系列文章，既是宣传讲解中国新民主主义青年团第一次代表大会和中华全国青年第一次代表大会文件精神，也是为了正确指导和推动青运建团工作健康发展，回答建团的基本问题，消除党内外实际存在的一些误解和思想障碍。



上图：刘冰学习笔记之二“青年团是什么性质的组织？”

下图：刘冰学习笔记之三“青年团的基本任务是什么？”

刘冰的学习笔记之一“为什么要建立青年团？”，重点从“青年的需要”“青年运动的需要”“历史经验证明需要”“目前革命形式需要”和“两年多来青年团的发展及成果证明需要”五个方面阐述了建立青年团的现实背景、条件和必要性。

刘冰学习笔记之二“青年团是什么性质的组织？”，文章就青年团的性质、青年团的先进性与群众性，以及两者之间的关系问题展开论述。强调了青年团是在中国共产党领导下，以马克思列宁主义毛泽东思想为指导思想，不仅为新民主主义社会彻底实现、为全中国人民的彻底解放而奋斗，而且要为全世界持久和平与人民的民主、为全人类的彻底解放而奋斗的，由最受压迫和剥削、因而革命最坚决的工农劳动青年积极分子及革命知识青年、革命职员作为成份基础的，具有先进性的群众性组织。青年团不是“第二党”，而是中国共产党领导下的先进青年们的群众团体。

刘冰在学习笔记之三“青年团的基本任务是什么？”中，围绕着《中共中央关于建立中国新民主主义青年团的决议》指明的新民主主义青年团的基本任务，主要就“有系统地学习马克思列宁主义，从革命实践中不断地教育自己的团员和青年群众”这个第一任务，围绕着“为什么要学习”“学习什么”“怎么学习”“谁来领导和怎样领导团员学习”等问题展开讨论。文章最后写道：“青年团的学习是为了更好地为人民服务，因此我们的学习必须与党的总方针总任务密切结合，以理论与实践统一的学习方法去发动青年团员的自觉性，团结广大青年群众为党的方针任务彻底实现而奋斗。”

根据全省青运建团发展情况和加强思想政治指导需要，1949年7月初，省青委决定将刚刚设立在《河南日报》上的“河南青年”专栏，从第四期开始独立出版，作为省青委领导下的第一份面向全省青年的刊物。随后，刘冰在这份独立出版的《河南青年》和其他宣传媒体上，以学习笔记和讲话、报告等形式，发表了涉及青运建团指导思想中几个重要问题，诸如坚持发挥党的助手和后备军作用，坚持发展质量、自觉自愿个别发展，坚持在实际斗争和运动中发展，坚持先试点后推广、由点到面建团，和正确处理青年团和党的关系等文章（包括媒体报道）。

号召全省青年行动起来

在加强舆论宣传和工作指导同时，省青委创办团校工作也在有序推进。经省委批准，省团校于1949年8月上旬正式开学。主要招收区以上青委、团工委书记副书记，每期培训两个月。刘冰和省青委负责同志曾多次在团校讲过课。

省青委成立短短几个月，河南全省青年工作有了很大起色。1949年7月3日至11日省青年工作会议在开封举行。刘冰在大会开幕式上代表主席团致开幕词，传达全国团代会和青代会的决议，总结了全省上半年青运建团工作。省青委书记岳明提出下半年青年工作方针任



1951年5月20日，刘冰（右二）参加河南省第一次青年代表大会。

务，对大会做了总结。

这一阶段，省青委突击抓了城市青年工作会议，总结城市初步建团经验，对全省城市建团作了更完整的部署。10月间分别对工厂、学校、机关建团提出了不同要求，推动城市建团积极健康发展。与此同时，省青委还注意督促总结各地农村建团试点工作，并派出工作组到许昌参加农村实验建团，以便取得直接经验。1950年1月，省青委在总结各地农村建团经验的基础上，为省委草拟了《中共河南省委1950年土改运动中建团方案》，经省委讨论通过，1月30日向全省发布。

1950年4月9日至15日，刘冰以省青年代表团和省联合会筹委

会负责人身份参加了河南第一届各界人民代表大会，并作大会发言。

会后，省青委迅速动员力量，号召全省青年行动起来，拥护和贯彻这次大会的决议，更加积极地参加剿匪反霸、群众运动、生产建设等中心工作。

到1951年5月4日新民主主义青年团河南省第一次代表大会召开时，河南青年团组织在党的培养和领导下获得很大发展，经统计已有团员209756人，在各条战线、各种革命工作中发挥了非常重要的作用。刘冰在大会上致开幕词，张延积做工作报告。大会选举产生了河南团省委委员会。岳明当选书记（兼），张延积和刘冰为副书记。



1951年11月20日，刘冰（第二排左四）参加中国新民主主义青年团中央委员会第二次全体会议。

省团代会闭幕不到一周，1951年5月20日省第一次青年代表大会举行，大会选举产生了第一届委员会，刘冰当选主席。

1951年11月20日至26日刘冰出席在北京举行的新民主主义青年团中央委员会第二次全体会议。这次会议检查并总结了青年团第一次全国代表大会召开以来三十一个月的工作，并确定了下一步青年团的中心任务。周恩来在会上作政治报告，强调当前全国人民的政治任务，是抗美援朝、加强国防建设力量、开展增产节约运动和思想改造运动。号召青年团员要在这些任务中作为中国共产党的有力的助手。要求青年团组织要注意培养干部，并要有计划地向党和政府输送干部。会议听取青年团中央常务委员会关于“青年团的目前情况与工作”的报告。该报告概述了团的基本情况

与当前的任务，并指出如何进一步巩固和壮大团的组织，更紧密地团结群众以及改进团的领导问题。随后，贯彻落实青年团中央委员会第二次全体会议决议精神成为河南省青委的工作重点。

1952年，省委决定岳明不再兼任省青委和团省委书记，刘冰接任省青委和团省委书记，张延积调到新的单位工作。刘冰担任团省委书记期间曾到北京向时任团中央书记蒋南翔汇报过工作。时任团中央书记胡耀邦曾将刘冰组织撰写的河南团省委工作报告批转全国，并亲自点名，将刘冰调到团中央工作。

离开河南到北京工作

1953年5月16日至26日，刘冰主持完在开封举行的青年团河南省第二次代表大会，并代表团省委第一届委员会作工作报告后，离开

河南到北京工作。刘冰在团中央先后任办公室主任、青农部部长、办公厅副主任、主任。1955年组织安排他到中央党校学习，1956年毕业时蒋南翔把他要到清华大学做党委第一副书记，开始从事高校教育工作。

刘冰从1949年3月到1953年5月在河南省青委和省团委工作期间，河南省青运建团遍布全省工农商学等各行各业各个基层，从小到大、由点到面，蓬勃发展。广大团员青年积极分子在土地改革、剿匪反霸、参军支前、抗美援朝、国防建设、镇反、思想改造运动、增产节约运动和工农业生产中都起到非常重要的作用。刘冰是河南青年团最早的主要领导者和奠基人之一，为全国解放前夕和新中国建立后党的青年工作和河南青年团建立发展做出了重要贡献。

周诒春校长发起创建欧美同学会

金富军

2013年10月21日，习近平总书记在欧美同学会成立100周年庆祝大会上的讲话，高度评价欧美同学会成立的历史意义：“欧美同学会成立于100年前的民族危难之时，成立伊始就积极践行爱国思想，组织会员参与爱国民主运动、投身民族救亡和人民解放事业，成为那个时代追求民主、崇尚科学的爱国社团。”在欧美同学会历史上，周诒春曾起过重要作用。

欧美同学会由顾维钧和周诒春作为主要发起人和创建者，成立于1913年10月，英文名为Western Returned Students' Club，是中国建立时间最早、规模最大，并延续至今的留学人员组织。

顾维钧曾回忆他和周诒春创建欧美同学会的情形：

有一个留美学生的团体，每年聚餐三四次。这种集会社交活动，每人都可回忆学生时的欢乐，根据我在美留学的经验，成立一个归国留学生同学会很有

必要。它可以定期集会，请美国或中国著名人士讲演，或对大家关心的问题召开讨论会。这个意见深为清华大学校长周诒春所赞许。他是耶鲁毕业的，专攻教育，对公共事务极为关心。由于他的赞助，我组织了留美同学会，会员包括美国大专

金富军，1994年进入清华大学应用物理系，1998年进入清华大学人文社会科学学院，2005年获博士学位。现任清华大学校史研究室副主任、校史馆副馆长。



院校毕业的中国学生，年龄不限。

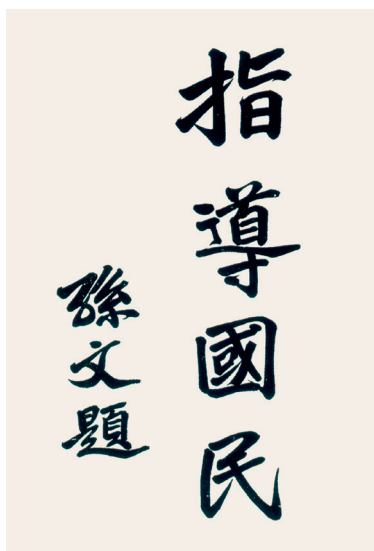
回国留学生感兴趣的第一项活动是成立图书馆。……

同学会和图书馆成立之后，我想到第二步应和留英回国学生联合起来，他们过去也随时集会，不过没有组织起来。

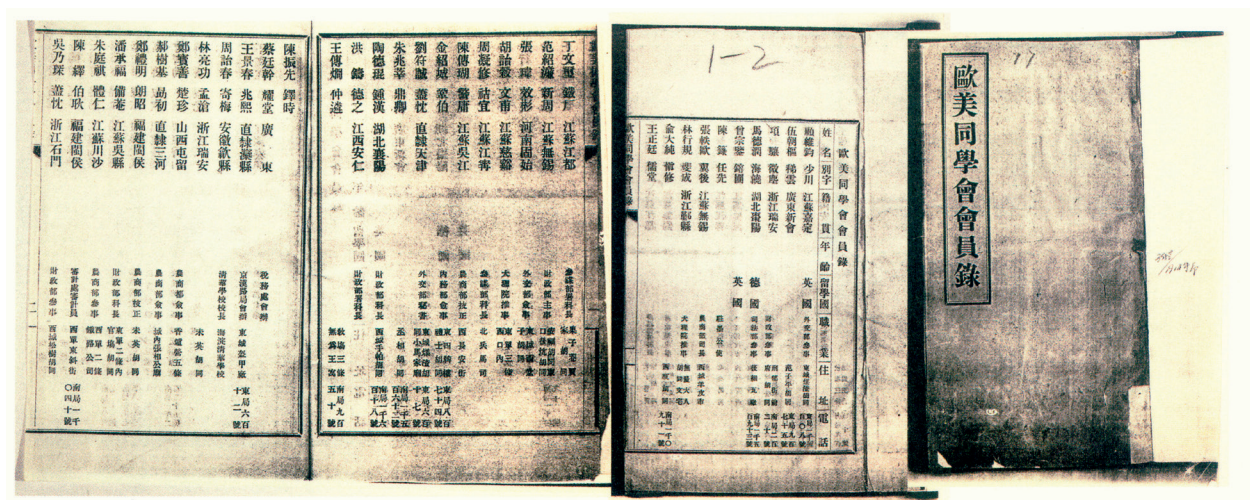
周诒春博士赞同这个意见，不过他把这个工作交给我，因为我住在北京市内，而他住在郊区清华园。记得我曾和那时在北京的留英学生接洽过，其中一个伍朝枢，另一个是陈博士，还有一位在中国银行工作。这三个人不仅在各自的工作中干的出色，而且在学生时代就是很出色的人物。……然后我们着手讨论如何合作，成立另一个组织，称为“欧美同学会”。不久，这个联合会就在聚餐会上正式成立了。

此后，周诒春博士自然又想到我们应团结其他留欧回国学生，约请他们入会形成一个西方留学生大型组织。令人又惊又喜的是留欧学生已经有自己的组织，目的和其他两个相同，都限于不时举行社交集会。他们这个组织叫做“留法比德会”……

几个月以后在法、比、德同学的特别会议上通过



1919年8月30日，孙中山为欧美同学会题词“指导国民”



欧美同学会现存最早的 1914 年会员录

了联合的议案。最后一步便是举行三个同学会联合会，采用了“欧美同学会”这个名称。……

这个新组织开始日益引起政府和公众的注意。

周诒春是欧美同学会的主要发起人和创建人，但正如顾维钧回忆提到的，周诒春住在郊区的清华园，来往交通不便；更重要的是，周诒春为人谦逊克己，素持“功成不必在我”的信念。是故 1923 年前，周诒春虽然被公认为是对同学会事务积极热心、工作较多的职员，但并未担任同学会领导。只在 1923—1927、1929 年周诒春任同学会干事，1931—1933 年任同学会董事。

为什么 1923 年周诒春愿意担任干事？这应该与颜惠庆有关。1923 年，颜惠庆任欧美同学会会长、主任干事。颜惠庆上任后，最主要的工作是筹款扩建会所，这是奠定同学会长久基业的大事，工作相当繁重，到 1924 年 12 月初才初步完成。为此，颜惠庆需要一位自己信任、得力的助手来具体负责筹款和会所扩建，周诒春自然是最佳人选。事实上，周诒春也的确出色地完成了这一工作。章元善、尚传道回忆：

颜惠庆任外长时，有意设置一个设有中西餐厅的国际交际场所，以便举行非正式宴会，招待国际友人。他以为到六国饭店、北京饭店等外国人办的饭店去招

待外国客人有失国体。周氏考虑到当时归国留学生分别组有英美、德奥、法比瑞等同学会，但都没有各自的会所。他就把颜的设想与之结合起来，创议为原有的欧美同学会建立会所。这个计划决定后，欧美同学会从内务部领得今南河沿南口路西的一座废置了的名额为石达子庙的喇嘛庙作为会所，并领到了一笔为数不大的修建经费。同学会自己募集捐款约两万余元，聘了留法同学贝季眉为建筑师，大兴土木。历时年余，周诒春把这个破庙修建成了一个金碧辉煌的豪华庭院。厅堂设备及中西餐具无不精美齐全。会内设有宿舍，接待来京欧美同学，取费低廉，招待周到。这个同学会平时为同学们服务，会所大厅成了当时最时髦的结婚礼堂，人们争相租用。中西餐厅经常招待外宾。关税会议开会期间常在这里举行宴会，满足了颜氏的要求。周诒春对于该会关怀备至。改建期间，他日必亲临工地指挥施工；建成以后，他担任理事，对经营管理亲加指导。

周诒春的认真、严谨、敬业，赢得了大家的尊重。会所扩建完成后，1925 年 1 月 11 日，欧美同学会全体大会上，颜惠庆代表同学会向周诒春等人表示感谢：

本会于十二年六月二十四日开临时大会，决定扩充计划。先就改扩会所推定周寄梅……诸君为筹备员，

敬啟者 鄙人今願依照 歐美同學會章程申請入會凡一切入會費會費以及照章議決之捐款等費目願遵繳不誤特備入會願書如左即希核准是荷此致
歐美同學會幹事部
介紹人署名(1) 章元善 (2) 王世澄
周治春 謹具 民國十四年一月十五日

姓名	籍貫	現任	在學	附記
周治春	浙江嘉興	現任北京政府秘書處秘書	在學	
王世澄	浙江嘉興	現任北京政府秘書處秘書	在學	
章元善	浙江嘉興	現任北京政府秘書處秘書	在學	
...	...	...	...	...

此下請勿填寫

歐美同學會入會願書 (請用正楷)

1925年周治春重新登记入会志愿书

1925年，五卅惨案发生后，6月7日，周治春参加北京欧美同学会1925届第一次联席会议，讨论发布对惨案宣言。6月11日，周治春与王正廷、马德润、颜惠庆、王世澄、贝寿同、陈世璋、华南圭、叶景萃、章元善等联名在《申报》发布《欧美同学会之宣言》。《欧美同学会之宣言》坚持正义和爱国立场，对外国工部局管理中国领土提出批评，主张对惨案进行公正有力的调查，指出根本的解决办

法是对一系列不平等条约加以修正。在当时条件下，宣言提出修正而不是废除不平等条约，是比较现实的，但也反映了一定的局限性。

组织筹备会，以策进行。当时无甚把握，而现今结果成绩如是之佳，实出人意料之外。本会应表谢忱。现在设备应有尽有，在北京各俱乐部中可称完备。本席代表本会向各筹备员致谢。

这次会上，周治春继续高票当选为干事，这是大家对周治春辛勤工作与奉献精神充分肯定。

1925年，周治春又成为欧美同学会重新登记后通过的第一批九名会员之一，并且成为永久会员。

欧美同学会创立之初，周治春、顾维钧等人商议确定以“修学、游艺、敦谊、励行”为宗旨，鼓励留学回国者继续研究其所学而又互相团结，担负起中西方文化交流的任务。同学会定期召开各类问题的讨论会，开展学术性、交际性会务活动，同时兼有国民外交的意向；在传播民主思想、普及科学知识、促进中外交流、推动科教文化发展发挥着重要作用。不仅如此，周治春与欧美同学会大多数会员怀着报国之志回国建业，他们心系国运、关注国事，积极投身到爱国民主的洪流中去。

对“公共事务极为热心”，这是顾维钧对周治春恰如其分的评价，似可从两个方面来理解。首先，热心组织留学回国人员联谊的社团，体现了周治春的服务精神和奉献精神。其次，热心搭建留学回国交流的平台，团结、组织当时数量虽少但素质较高的留学回国人员在提升自己同时，服务国家，又体现了周治春一贯秉持的知识服务国家的精神。

1928年后，随着政治中心的变化，欧美同学会许多会员离开北平。曾为欧美同学会事务长的章元善回忆：“1928年后政府迁都南京，欧美同学会便沉寂了。”这是亲身经历者实事求是的感受。随着周治春南下到国民政府任职，以及年轻的留学归国人员在同学会开始发挥更大的作用，周治春参与同学会的活动逐渐减少。但他对同学会创立立下的奠基之功，值得后世永远铭记。

83

钱颖一和他的《大学的改革》

——兼忆几段往事

► 钟笑寒

摆在我面前的是钱颖一的五卷本著作《大学的改革》，一共分三次出版。每一次，他都会在第一时间当面赠送给我，像是一种庄严的宣告。每一次，也都会亲笔签上他的大名，写上“笑寒指正”并附日期，作为“唯一标识”。这并不为奇，他送出去的每一套书，几乎都写上对方的名字，以书会友，是知识分子的规矩，虽然我们这些后辈已不再严格遵循。不过，在第一卷的扉页，显然是极其郑重的，他写了一段“长文”：

笑寒惠存。

感谢我们一起的工作、合作的文章，你对初稿的建议，为了我们共同的事业。

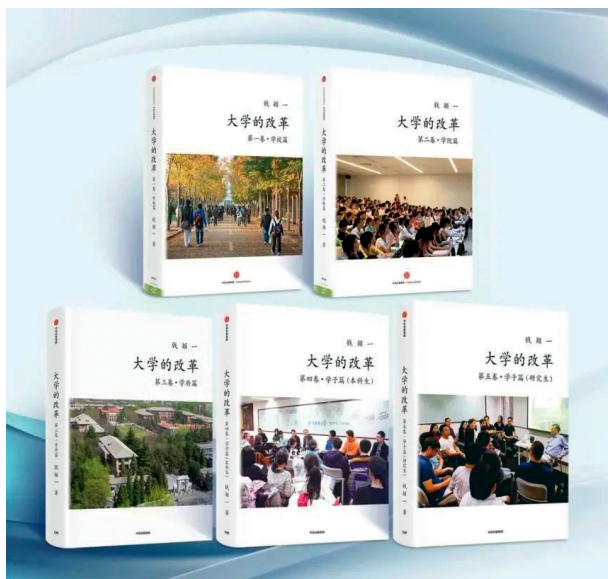
钱颖一

2016.10.31

这是一部卷帙浩繁的巨著。说实话，我没有从头到尾的细读。但是，对于钱颖一所言的“我们共同的事业”，却是一刻也不敢忘怀。为此，提笔写下与钱颖一交往的若干往事，与这部巨著中摘取的“只言片语”相对照，希望能成为读者理解钱颖一和他的《大学的改革》的一个略有益处的导读。

共同讲授《经济学原理》

2002年，钱颖一受聘担任清华大学经管学院特聘教授。受聘仪式在学院报告厅举行。在受聘仪式前，经济系教师与特聘教授有一个简短的见面会，地点在学院二层院史展览室。见面会结束后，大家匆匆赶往一层报告厅。承蒙系里安排，我将和他合教本科生一年级两学期的《经济学原理》。从二层下到一层的回



《大学的改革》

作者：钱颖一

出版社：中信出版社

旋楼梯上（现已拆除），我和他进行了记忆中的第一次交谈。大概是为了在最短的时间“吸引”他的注意力，我斗胆说，我是经济系老师中和他合教经济学原理的“最佳人选”。“是吗？”钱颖一用他那独有的犀利眼光看着我，既像是怀疑，又像是好奇。

2002年秋季学期，我在MIT访学，错过了和钱颖一合上经济学原理的最初机会。2003年寒假，钱颖一联系我，要求我将英文版的课程PPT全文逐字逐句翻译成中文，与英文原版一起呈现，这就是我们使用至今的双语PPT。他对翻译很满意。2003年春季学期，

当“非典”导致他无法返校上课时，他索性将整个春季学期的经济学原理（2）的课程都交给我上，只是应我的要求，在结课那天，发来了一段勉励同学的话（当时还没有短视频这样的东西），算是作为“第一任课教师”的结束语。

从2003年秋季学期起，我们开始了“迟来”的正式合作。从教学大纲、到课程讲授、到考核环节，他都和我反复讨论。他是一个极其重视细节的人，笃信“魔鬼在细节中”。尤其是讨论考试题，乐此不疲，成了我们学术交流的一种方式。每次发现我考试题中的小小错误，他都不无得意。直到现在，我出的每一份期中期末考试题，他都亲自“审定”，有时候一些题目仍难免遭到被“闪拒”（desk rejection）的命运。不久前，我们到学校电教中心去录制参评国家一流课程的简短视频，他先录5分钟，然后安静却又得意地坐在那里，看我录完后面10分钟，方才一起离开。这不禁使我想起，在多少年前，我们刚刚开始合作讲授经济学原理的时候，他偶尔不打招呼来到我课堂，偷偷坐在后面，进行“飞行检查”。这一晃，20年就过去了。

《经济学原理》是钱颖一在清华开设的第一门也是唯一的一门课。这固然是出于身为院长，无暇它顾，却也另有深意。在写于2016年的文章《理解经济学原理》（收入《大学的改革》第一卷）中，他有如下的说明：

2002年秋季在清华开这门课的时候，我坚持一定要两个学期。现在回过头来看，这是做对的一件事。尽管我本人在清华本科念的是数学专业，数学对于我学习经济学很有帮助，但是我强烈地感觉到，即使在今天，在国内大学生和研究生的经济学整体水平提高很快的情况下，《经济学原理》仍是不可或缺的一门课。这门课看上去简单，没有用任何数学，但是它是经济学中最重要基础，因为它传授基本概念、分析思路，特别是培养学生的经济学直觉。关于这一点，我在海外这么多年的学习和教学中深有体会。

在课堂上，钱颖一还经常提到，他们那一代人的经济学是“倒着学”的：到国外先读高级经济学，读不懂，再自学中级、初级经济学。他的一番苦心，是不想后人吃他们那样的苦。从大的方面，则是希望时代总是进步，后一辈比前一辈更好。

《经济学原理》有着钱颖一深深的寄托，也是我和他无尽的话题。“计金双（计算机和金融双学位班）的同学怎么都不爱提问啊？”就在最近的一次通话中，他冲我大声嚷嚷。这门课程依然是他的“爱恨情仇”之所在，而对新一代，他也仍然有着执着的期待。

“把一些事儿干成的理想主义者”

强烈的时代感，是经历了改革开放前后对比那一代人的共同特征。在《大学的改革（第一卷）》引言的最后，钱颖一如此写到：

我很幸运，改革时代给了我好的机会。我赶上了一段好时光。这些年来我心怀理想主义，尽力做事，干成了一些事儿。同时我也要坦诚地说，由于各种制约因素和我本人能力所限，还是有不少事或是不能干，或是干了但没干成，或是干了但干得不彻底，或是干成了又退回去了。这是我的遗憾，也是时代的特征。

我深感庆幸的是，我仍然还是一个“把一些事儿干成的理想主义者”。

这是钱颖一发自肺腑的一段“自查报告”。钱颖一在任院长12年，以学院为改革的“试验田”，亲自设计和实践了高等教育的全方位改革。这当中，从2009年开始的本科教育改革，无疑是他最看重的一项改革，也是我有幸能亲身参与的。从2011年担任学院本科项目学术协调人，成为学院本科教育的“革命军中马前卒”，直到今天担任负责学院本科教学的副院长，继续为深化改革“添砖加瓦”。本科教育改革是我们另一个、也是更为艰巨的“共同的事业”。

我本科阶段是学习“管理信息系统”的，入学填报的专业本来是“国民经济管理”，却因故停招。其

间还读了自动化双学位，博士阶段才转“回”经济学。同时，我一直热爱写作，大学期间主编班刊、院刊，写长篇报道，忙得不亦乐乎，还博得了学院“四大才子”之一的“恶名”。因此，对于钱颖一提出的“通识教育和个性发展相结合”的本科教育理念，即使没有他那样的宽阔视野和深入思考，单是从自身“复杂”的经历，我也感同身受。

史蒂夫·乔布斯是钱颖一常常提起的一个人。在《“无用”知识的有用性》（载于《大学的改革》第二卷）这篇2012年经管学院本科开学典礼致辞中，他引用了乔布斯的斯坦福开学典礼致辞：

乔布斯这样反思：“在我念大学时，是不可能把未来的很多点连接起来的。只是在十年之后，当我回头看时，是如此的清楚和显然。”“人是不可能向前预测如何把这些点连接起来的，只能回首往事时才能把这些点连接起来。所以你必须相信在你的未来，这些点将得以连接。”这是一个值得记住的人生哲学。

钱颖一引用这段话，用于说明“无用”知识的有用性。但我以为，他对这段话的理解，正如许多人生的过来人一样，远比这一点深刻，“这是一个值得记住的人生哲学”。钱颖一愿意用乔布斯这些“近似疯狂”的话，来激励年轻人走上人生新的旅程。“大学即自由”。我们常常说：“未经思考的人生是不值得过的”。但更应该想想，完全设计好的人生更不值得过。如今，经管学院的本科开学典礼，仍然保留了这段话，只不过，讲述者变成了我。

在另一篇开学典礼致辞《“学好”与“好学”》（2013，



钱颖一讲授《经济学原理》

载于《大学的改革》第二卷）中，他阐述了对于大学学习的深刻见解：

“学好”与“好学”是两种不同的“学”的境界；“学好”是学习中被动地接受，而“好学”则是学习中主动地探索；“学好”是今天学习的一个结果，而“好学”则是今后学习的一种习惯；“学好”只是对学习已有知识的一种度量，而“好学”则是对学习未来知识的一种态度；“学好”是为了掌握知识，而“好学”是为了探索问题；“学好”得到的是答案，而“好学”追求的是真理。

这些话，无疑是对于自诩为“天之骄子”的清华学子一剂清醒剂，也是一个知识分子对于自身追求的体认。

2014年暑假，当我还在广西桂林利用暑假的最后时光与家人共度良辰美景时，钱颖一的电话“无情”地找到了我，嘱咐我对他新一年开学典礼的致辞“提提意见”。相较于之前的两篇开学典礼致辞，这篇名为《“人”重于“才”》（2014，载于《大学的改革》第二卷）的致辞主题更难把握，这也许也是他“请我看看”的缘故。这篇致辞，结构略显松散，但主题仍

十分鲜明。致辞最末的那段话，清晰地传递了钱颖一对于大学教育的期许：

说到底，培养真正的“人”是为了实现人的现代化。如果说“四个现代化”是器物层面的现代化，“国家治理现代化”是制度层面的现代化，那么“人的现代化”就应该是最高层面的——价值层面的现代化。这就是为什么“人”重于“才”。

人的现代化，任重而道远。这三篇开学典礼致辞，分别从知识、能力和价值三个方面体现了钱颖一的本科教育思想，我愿意把它们称为“钱三篇”。在《论大学本科教育改革》（2011，载于《大学的改革》第一卷）中，钱颖一也许是第一次表述了“通识教育与个性发展结合”的本科教育理念：

中国大学，特别是主要研究型大学本科教育的目标是：培养每一位学生成为有良好素养的现代文明人，同时创造一种环境使得杰出人才能够脱颖而出。

这一教育理念，一直为清华经管学院所秉承。

比较出思想

不再担任院长以后，钱颖一接受了另一项“光荣”的任务，主编《大百科全书（比较经济学卷）》。这一次，他依然没有“饶过我”。邀请我和他开始了另一项共同的事业。

钱颖一也是比较经济学领域的国际知名学者。比较，是一种深刻的思想。古今、中外、文理，都可以比较。钱颖一最近和我讨论起他对于社会学、法学与经济学的学科差别的看法，可见他对于比较的思想是多么的“着迷”。《大学的改革》中，也有他对于比较思想的不多的一些阐述。在《经济研究：比较出思想》（2015，载于《大学的改革》第一卷）中，他引用一位著名政治学家的话表达他的看法：

正如美国著名政治学家和社会学家李普塞特（Seymour Martin Lipset）说过的一句名言：“只懂得一个国家的人，他实际上什么国家都不懂”（Those



钱颖一与钟笑寒

who only know one country know no country）。这是因为只有超越自己的国家，才能知道什么是真正的共同规律，什么是真正的特殊情况。如果没有比较分析的视野，既不利于深刻地认识中国，也不利于明智地认识世界。

可以说，“比较”是钱颖一的方法论基础，在中外大学教育的比较中，他产生了改革的思想。在理念提出和实践效果的比较中，他不断探索改革的路径。

作为一个知识分子，钱颖一极为推崇思想的力量。在经济学原理课程上，我选择了钱颖一下面一段话作为结束语（出处同上）。我想把它也作为这篇文章的结束语：

相比于人们眼中的既得利益，人的思想观念更应受到重视。就像技术创新可以放宽资源约束一样，思想观念的创新可以放宽政策选择面临的政治约束……可以说，利益和思想观念是改革的一体两面。囿于利益而不敢在思想观念上有所突破，改革就不可能破冰前行。正是在这个意义上，当今中国仍然是一个需要思想创新、观念突破的时代。

钱颖一，一个“把一些事儿干成的理想主义者”。

【作者为清华大学经济管理学院党委副书记，清华大学经济管理学院副院长】



南下北上

► 李山

我们四人一路去了很多我以前从未去过的地方。先骑自行车南下上海，后乘海轮北上大连，最终骑车到达目的地鞍山。我在旅途中给妹妹写信，记下了一段段令我终生难忘的经历：

泰山日出

……我们已四十几个小时没睡觉了。登泰山一般人需4小时，我们强忍疲劳，以最快速度前进，到了泰山最险处——十八盘（共700多级石梯），行人们都走走歇歇，我们却连跑带跳地向上迅速攀登。离南天门还有一、二百石梯时，已累得气喘吁吁，东倒西偏了，我口里哼着、叫着，拼命向上爬，一步未停，终于登上了南天门。一看表，花了一小时五十分，比常人快出一倍。

听说日出已过，我们全都累倒了。我忍住劳累，又爬上泰山最高峰：玉皇顶。放眼一看，只见黄河水似一条带子从远处流过。无论从秀美、雄伟，或是从山寺建筑来看，泰山都远不及四川峨眉山，令我失望。人称“登泰山而小天下”，我则是“登泰山而小泰山”了。我想，泰山之所以号称“天下第一名山”，主要在于地

处东方，合于“主生于东”之说，故历代帝王都封禅泰山、神化泰山（其实是神化自己），故泰山名扬中外，且为齐鲁文化中心，历代文人骚客多留墨于此。

曲阜祭孔

我们来到“三皇五帝”有四位在这儿留下足迹、有三位在此建都的曲阜城。

先参观孔府。孔子的后代封“衍圣公”，当一品官。孔府的气势很大，与故宫、避暑山庄并称中国三大古建筑群，按皇宫式样建筑，其历代子孙过着极为奢侈豪华的生活。

再参观孔庙，其规模比孔府还大。许多帝王到此叩头礼拜，慈禧太后也亲写字画赠给孔子后代。庙里供奉着的新塑的孔子像与古书上对孔子的描写相去甚远，大大地美化了他。但在孔府珍贵文物陈列室里，孔子的画像却像个黑面武夫。一位女

■ 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。兼任清华大学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。



清华经济管理系81级（经1班）同学合影。前排右四是李山。



游杭州灵隐寺

翻译用英语向外国游客介绍时尽量形容孔子之丑之脏，只字未提他的伟大。我们在旁听了很不满意这位低级的导游。

最后是孔林，孔子历代后人的墓地。我们居然找到了《桃花扇》作者孔尚任的墓，即低头凭吊之。

微山湖畔

在滂沱大雨中，在泥泞的土路上，我们从自行车上一次次地摔下来又爬起，摔下来又爬起——我们走了一段最艰难的道路，这可是当年铁道游击队走过的道路呀！当终于走出泥泞地，看见静悄悄的微山湖，我们不由一起唱起了《铁道游

击队之歌》。

当我们在大雨中进入徐州城，四个人都累病了。我们疲惫不堪地到处找旅馆，到处“客满”，最后总算狼狈地在一个浴池住下，服务员对我们甚为冷淡粗暴。次日，我们还忍着病痛，冒着大雨，沿黄河古道走了一段。此时，我已经病得不行了。幸好有个同伴对我大谈《红楼梦》的研究，才分散

了我的注意力，感觉稍好一些。

终于到了安徽宿县，这是我们进入的第四个省了。安徽不很富，县城里乞丐很多。当地人对我们骑自行车旅行感到很不理解。

四个人都生病，我们进入了最艰难的时期。但，我们定能克服困难走向胜利！

南京生日

今天是我21岁生日。我们决定无论如何要赶到南京，使我这个生日过得有意义。黄昏又遇大雨，我们赶紧用塑料布把行李打好继续前进。

天已黑尽，但不时有划过的闪

电把天空和地面照亮，我们便紧跟闪电的光亮骑行。整个天地除了黑暗就是闪电。我同他们三人的距离拉开了，只有我落在后面。这天地里仿佛只有我一个人在赶路，而脚下的路永无尽头。整个气氛神秘恐怖又令人感到一种大自然伟大的创造世界的力量，和个人在天地间微不足道的渺小。也许正是这种现象孕育了宗教和神话。

最后我们翻过了一座高山，开始接近南京城。路上车辆越来越多，我们在车辆中穿行。突然前面开始上坡了，上坡处有卫兵。骑上坡，眼前是一条灯火的长龙：长江大桥！我一下子清醒过来，一扫疲乏，第一个冲上桥面。9点50分，我们到达桥中心。10点，在雷电风雨中进入金陵南京。

夜深了，路上几乎没行人。梧桐树把整个宽阔街道的上空都遮盖了起来。我们又饿又累，四处旅店“客满”，浴室里也住满了人，看来只好到车站候车室过夜。正巧有家门前有霓虹灯的小饭店还开着门，播放着悦耳的音乐。我们点了几个菜，买些甜酒，大家开始为我祝贺生日了。半夜三更还能在如此幽雅的环境中美餐一顿，还只花了5元多钱，我这个生日过得相当不错了。

邻座有位穿戴港式留着长发的青年热情邀我们去他家住宿。去到他家，他一个人住一间，房屋很讲究，墙上挂着耶稣像，地板绘着图案花纹。我们就在他家地板上铺着



四位同学在上海至大连的海轮上

席子睡了。他说他是位电线架线工，几年来技术评比都获南京地区第一，就是爱穿奇装异服引起非议。他说话时，脸上总挂着孩子气的笑容。

海上舞会

月光下的东海，那么深沉、宁静，引起我无边的遐想……

在白日，海水是蓝绿色的，船头与海浪相撞时，涌起层层白沫，像一座座小小的雪峰，浪尖是洁白的飞沫。蓝绿色的海水与白色的浪峰交接处，水面像碧玉一样晶莹透明。我真正陶醉于大海的美景了，全身伏在船舷上，注视着一个个白浪从船水交接处涌起，消失。我想世界上恐怕没有一个作家能够尽善尽美地描述出这海的景色。

船上举办舞会。我邀请苏州丝绸学院一位女生跳十六步。她跳得很好，穿着连衣裙像飞一样，我勉

强才能跟上。舞曲终了时，全场报以热烈的掌声。一位中年人同我握手说：“你的舞跳得不错。”舞会结束时，一些人来询问我们来自何方？听说是清华的学生骑车到此时，几位同济大学建筑系的青年教师便邀我们畅谈。谈到了“第三次浪潮”和中国今日之改革。大家谈得眉飞色舞。

……

我们在途中吃了很多苦头，身上的皮肤都被夏天的太阳晒脱了几层，还发生了一次大的凶险，我怕惊吓家人就没写在信中。

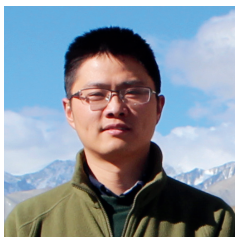
到鞍山头一天夜晚，天降大雨，我们四人一线沿着路边骑行，李勇在最前面。忽然从后面来了一辆大卡车，刚从我身边急驰而过，忽然打滑右转，眨眼之间就把李勇连人带车卷到车下面去了。目睹这一过程的我吓傻了，我觉得李勇肯定死

了，那么大的卡车，人和自行车都消失在了下面……

大卡车紧急停车，司机下来时吓得面如死灰，我们几个人合力从卡车下面非常小心地把李勇拉出来，自行车已经扭成了麻花，可神奇的是李勇居然一点伤都没有。

就这样，我们全程骑了42天，终于到达鞍山。自行车厂领导听我们讲述路上的故事非常感动，因为行前说好的我们可以全程住旅店，费用由工厂报销，但我们却经常不住店，于是厂家给我们发了出差补贴，每人每天1元8角。其实我们不住店不是为了省钱，而是因为我们要挑战自己，住教室睡课桌，甚至到低廉的公共澡堂过夜。我们骑过的自行车厂家也觉得特别有意义，要留在他们的博物馆里展示，另送给我们每人一辆新车。他们三人都选了二八车，我却要了一辆二六女车，打算回北京送给女朋友。

在回京途中，我写了一篇短文寄给《北京晚报》，该报立即报道了四位清华学生利用暑期骑自行车做广告的事迹。官方英文报纸China Daily（《中国日报》）随即也做了介绍。这是中国大学生首次参与这样的社会实践活动，引起了社会的关注。清华团委觉得这件事情很有意义，专门在第三教学楼搞了一次展览，向在校的同学们展示了我们沿途拍摄的照片，以及我们穿过的广告服和工厂送我们的自行车。清华团委开始号召清华学生积极参加社会实践活动。📖



托林镇回眸

► 伏后明

托林镇是札达县政府驻地，全镇人口大约 3000 人，其中农牧民群众约 1000 人，县上干部和外来务工人员约 2000 人。全镇共计有 10 余个机关和事业单位，其中派出所、边防派出所、医院都由上级部门直接管理，其余机构都归镇上管理，镇上实际管理的大约 60 多人。全镇总面积 4315 平方公里，下辖三个行政村、9 个作业组，人口最少的一个作业组只有 80 多人，最多的不到 200 人，典型的地广人稀。托林镇也是边境乡镇，与印度接壤，约有 78 公里的边境线。

镇上群众都比较纯朴，心地善良。群众生产以牧业为主、农业为辅，相较于纯牧区，群众家中非常干净整洁，每户都至少有十多盆花草。这些年，随着小康村建设和农房改造的实施，群众住房条件有了很大改善，房屋占地面积一般都至少有 400m²，而且家家户户都有院子。相较于上世纪 80 年代前，很多群众还住在山洞里，这已是翻天覆地的变化。镇上每个作业组的水电路网等基本民生都已得到解决，这在一个偏远闭塞、群众居住分散的地方实属不易，因为平均只有 100 多人的作业组所耗费的投资是巨大的，从经济角度看是远远不划算的，这也从侧面体现了国家对西藏的关心和重视。

牧业方面，当地草场实际只划到了作业组，没有细划到户，所以当地群众都是集中、轮流放牧，通常情况下 7、8 户组

成一个小队，每次放牧一般由一到两户负责该小队一个星期的放牧任务，并依次轮流。草场没有划到户也是有原因的，一是草场划分到户成本太高；二是草场水源分布不均衡，无法保障每户都有水源，容易引起纠纷。群众经济收入大部分来源于牧业，主要由出售牲畜、牧业补贴、生态岗位三部分构成，每年人均大约有两万的收入。农业方面，因为托林镇部分地方靠近河谷地带，当地群众会在地势平坦的地方种植一些青稞、豌豆等农作物，种植量不大，人均 1-2 亩地，一般都是自己消费。这些年国家对农牧区投入力度比较大，实施了一些工程项目，带动了当地机器、劳务、砂石等原材料的需求。当地也相应成立了农牧民合作社，为工程项目提供服务，年底进行分红，这部分收入也是可观的。与此同时，由于多年封闭落后的自然环境和牧区慵懒的生活方式，导致群众观念非常落后、甚至愚昧，“等靠要”思想非常重，群众精神文化生活也非常欠缺，只能通过逛寺庙、酗酒等方式排解精神上的空虚。镇上各村居离县城较近，虽然这些年因旅游而带动的民族交流也多了起来，但很多人一辈子没去过内地，绝大部分群众对外部世界知之甚少。

镇上干部职工由公务员考录、人才引进、西部计划志愿者、“三支一扶”、定向专招（驻藏部队和内地大学生）等渠道组成。镇上干部职工除去驻村、驻寺、休假、

■ 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。



边境巡逻



牧场上

产假、出差、培训、值班、守卡点（边境山口、加油站）等，一般实际在岗人员只有20多人，作为一个城关镇，人数还是偏少的。镇上汉族干部比例大概在15%，县里其他乡镇则更低，目前自治区规定的汉藏干部比例不低于30%。在自治区层面，这个比例大概在50%，而越往基层汉族干部比例就越低。镇上阿里本地干部职工很少，很多藏族干部一般来自日喀则、山南、拉萨等地，而进藏干部一般都来自于中西部欠发达地区。与此同时，绝大多数干部职工都是夫妻异地生活，家庭难以兼顾，有些干部职工一家人甚至生活在四、五个地方（子女一个地方、配偶一个地方、双方父母两个地方、自己一个地方）。由于在高海拔地区长期工作生活，绝大多数干部职工或多或少都患上了高原病，一般到40岁之后，症状就比较明显。加上当地医疗条件有限，很多情况下疾病得不到有效医治。出于关心关爱干部职工考虑，当地

规定干部职工工龄累计满20年就可以申请退休。

刚到镇上时，我发现镇上干部职工上班积极性不高、精神面貌也欠佳，给我的印象是比较自由懒散。部分干部能力素质也跟不上岗位要求，开展工作的效率和质量都不高，工作中也容易出错。当时镇上没有领导也没有相应的制度管理干部，这在当时让我很困惑。开会时，分不清党委会、党委扩大会、镇长办公会和镇干部职工大会的区别，经常以镇班子会、领导个人或干部职工大会替代党委会或镇长办公会的决策，会议没有专人做记录，没有相对固定的时间，也没有会议制度，决策也不按流程实施。日常工作安排中，部分干部常以“我不会”而推脱，甚至还常常发生顶撞上级的现象。

后来我才了解到，由于环境封闭和人少等缘故，当地是典型的熟人社会，抬头不见低头见，如果管理较严就会得罪人，在当地就容易

被孤立，所以日常管理中总是睁一只眼闭一只眼，慢慢的就形成了风气。此外，前几年公务员队伍扩招，而考试分数是唯一的录取条件，西藏籍少数民族大学生很容易进入公务员队伍，再加上地处偏远，一般考试分数排名靠后的才会报考偏远地区，这也客观上加大了干部管理难度。听镇上同事说，前些年工作量还不多，干部经常旷工，在一些偏远乡，由于冬季封山，再加之办公室没有暖气，冬季时干部都是在家里“办公”，久而久之形成了习惯，干部队伍就更加懒散了。

管好干部队伍是做好其他工作的前提，否则仅凭几个人“单打独斗”很难干成事。2016年5月，我被任命为镇党委副书记、组织委员，分管党建、组织人事和驻村等工作。开始时，针对镇上干部职工实际情况我们初拟了一个管理办法，最后觉得繁琐不好操作，干脆就重点抓上下班纪律这一条，后来实践证明还是管用的。而真正起效果的，是

我们把镇人大主席团主席给处分了。

起因是这样，当时我开会讲完干部纪律后，人大主席还是无故迟到。其实就是懒散惯了，并没把纪律放在心上，正好被我们发现了。当时我就让她写检讨，她刚开始非常不愿意，还找镇党委书记说情。我跟镇党委书记说了，大家要是都这样带头破坏规矩，就没人把纪律放在心上，干部就管不住了，后面工作就不好开展了。镇党委书记也顶住了压力，让人大主席写了检讨。事后我也在干部大会讲了这个事儿，强调任何人只要不守规矩、破坏了规律都会受到惩罚。后来有一个班子成员无故迟到，他就主动写了检讨。之后，为进一步完善管理，我们新加了镇党委督查工作，督查的内容不仅包括干部管理还包括具体业务工作，基本涵盖了镇上工作方方面面，并将文件下发镇机关各办公室和下属单位，大家基本都能按照规章制度行事，镇上的风气也较之前有了大的改变。

基层干部管理的关键在于制度的有效执行，只要顶住了开始时的压力，后面就会一马平川，而只有在管好干部的前提下，各项工作才能有效开展。基层工作的关键在于简单明了、具有可操作性，做好基层工作必须化繁为简，使得政策措施能够落地并且确保过程能得到有效监督。

守边固边也是镇上的一项重要

工作。一般在每年的4月至10月，镇上的边境通外山口因为冬季积雪融化，具备了通行的可能。一方面为了防止不法分子潜入潜出，另一方面也是为了防范印度蚕食我们的边境，镇上会在这个时段根据上级部门要求，安排干部群众驻守边境卡点。相较于印度方面通常会把部队放在实控线最前面企图随时蚕食我们的领土，相反我们这边儿是当地群众处在最前面，这是有原因的。因为根据1962年对印自卫反击战之后双方签订的协议，双方部队以实控线为界点各后撤一段距离。我方严格遵守了协议，但印方一直未后撤，就形成了今天的局面。

镇上在边境的驻点离通外山口还有十公里左右的距离，因为山口处海拔一般都在6000米以上，狂风肆虐、暴雪频繁、冰雹横行，不具备基本的生存条件。即便如此，驻守的地方海拔也都在5000米以上，夏季晚上气温低达零下10多度，晚上得生炉子。

我们都是扎帐篷驻守，帐篷选点时一般要考虑风口、路况、水源等因素，帐篷一般都不大，只有六七十个平方，里面放四张行军床和一个炉子。扎帐篷时一定要牢固，否则很可能被风吹跑或者被大雪冰雹压垮。做饭的地方设在另外一个帐篷里，镇上一般每周往驻点送一次补给。驻点吃水通常是将附近雪山融化后形成的溪水沉淀一下，有

时因为下冰雹导致溪水浑浊，就开车到远处去找水。晚上天气晴朗时会看见漫天的星星和一条耀眼的银河，可能是因为海拔高的缘故，这里的星空要比县城周边更密更亮，常常还会看见狼在帐篷周边游荡或听见远处的狼嚎。

由于驻点没有通讯信号，与外界联系时一般用卫星电话或者跑到附近山头上找手机信号。所以，驻守的人是四个男同志（其中有两个当地群众），一般一个月轮换一次。有一次，为了查看边境情况，我们开车往通外山口走，路途中我们时不时下车察看情况，再加上路况不好导致车子困在凹陷处花了好长时间才出来，使得外出时间较长。天色已黑，驻点的干部一直联系不上我们，十分焦急，便将情况反馈给镇上。镇上担心我们出现安全问题，向边防部队紧急通报了情况。最后，镇党委书记直接赶到驻点，并派遣驻点干部开着摩托车顶着狂风进山寻找我们，与正在下山的我们在山腰相遇。

当时，我看到在零下20多度的天气下，骑着摩托车的驻点干部因为寒冷冻得浑身发抖，顿时心生愧疚。碰面后，大家七手八脚把摩托车抬到皮卡车后兜上绑好，就往山下驻点赶。这次经历让我对边境情况有了切身的感受，至今脑海中还不时浮现着边境上的种种景象，在内心深处对守边固边兴边也有了更深的认同。

《水木清华》2021 年文章目录索引

特稿

- 顶天立地 方显本色——走进清华大学合肥公共安全研究院
2021 年第 1 期 p6
- 对话朱邦芬：一个理性的理想主义者
2021 年第 2 期 p6
- 陈清泰：新能源汽车是中国赢得新一次产业革命的保障和支柱
2021 年第 3 期 p6
- 科学史：在那些“习以为常”背后，我们能看到什么？——访清华大学科学史系主任吴国盛教授
2021 年第 4 期 p6
- 科艺相通，碰撞生新态——清华大学科学博物馆达·芬奇特展
2021 年第 6 期 p6

前沿观察

- 王南：中国古建筑的文化“营造密码”
2021 年第 1 期 P32
- 在争论中探索前行——专访国家重点研发计划《新能源汽车》重点专项总体专家组组长、中科院院士欧阳明高
2021 年第 2 期 P16
- 深度剖析新能源汽车投资之道——访中信证券首席科技产业分析师许英博
2021 年第 2 期 P21
- 人工智能时代的科学与艺术融合——访清华大学计算机系智能技术与系统重点实验室张敏副教授
2021 年第 2 期 P24

- 贺克斌：碳中和的未来之变
2021 年第 3 期 P14
- 闫振杰：警惕财富管理陷阱
2021 年第 3 期 P21
- 钱小军、龚洋冉、张佳音：互联网平台企业的社会责任为什么重要
2021 年第 3 期 P25
- 刘亚东：刍议新型举国体制
2021 年第 4 期 P13
- 闫长明：熵增加原理与绿色发展
2021 年第 4 期 P18
- 祖似杰：从跟随到引领，自主品牌如何蜕变？
2021 年第 4 期 P21
- 林天强：元宇宙、清华科幻季与未来定义权
2021 年第 5 期 P41
- 许英博：元宇宙：未来数字化生存初探
2021 年第 5 期 P45
- 刘道全：人工智能应用落地的关键成功要素
2021 年第 5 期 P49

- 魏东：关于智慧制造的思考
2021 年第 6 期 P19
- 何继江：碳中和的国际视野与中国路径
2021 年第 6 期 P27
- 李星：互联网技术演进的回顾和思考
2021 年第 6 期 P33

时代视窗

- 周小川：中国在数字金融创新方面的经验与启示
2021 年第 1 期 P26
- 李稻葵：“十四五”开局之年，中国

- 经济怎么干？
2021 年第 1 期 P30
- 王旭：群体智慧赋能乡创
2021 年第 3 期 P29
- 培养数字化复合型外贸人才，促进跨境贸易高质量发展——访阿里巴巴集团副总裁、阿里国际站总经理张阔
2021 年第 4 期 P26
- 薛其坤：基础研究突破与杰出人才培养
2021 年第 5 期 P6
- 魏杰：如何化解中国系统性金融风险
2021 年第 5 期 P11
- 高旭东：对振兴东北经济的一些思考和建议
2021 年第 5 期 P18
- 林澎：从城市体检到城市更新
2021 年第 5 期 P25

清华人物

- “西海固”的清华故事
2021 年第 1 期 P16
- 江波的科幻世界
2021 年第 1 期 P19
- 邱虹云：穿越光年，走向未知
2021 年第 1 期 P22
- 碧海蓝天 壮志常青——访海军装备部原副部长赵登平少将
2021 年第 1 期 P35
- 用游戏连接中国与世界——访一刻馆创始人周歆
2021 年第 1 期 P40
- 一程砥砺，一城壮阔——专访原招

商局蛇口工业区有限公司总经理顾
立基 2021年第3期 P34

■ 刘俊君：大道行思，取则行远
2021年第3期 P40

■ 扎根齐鲁，一颗回到家乡土壤的种
子——记启迪之星副总经理曹萌
2021年第3期 P44

■ 笃学诚行，敢为人先——访国家自
然科学奖二等奖获得者、宁波大学
创校副校长王礼立
2021年第4期 P30

■ 甘少磊：不负韶华行且知
2021年第4期 P36

■ 清华国乐队：一群人和一支舞的
故事
2021年第4期 P39

■ 悠悠赤子心 淳淳为民情——记全国
优秀县委书记赵庆文
2021年第5期 P28

■ 郑梦雨：冲向“主流”“一线”写出动
人报道
2021年第5期 P33

■ 万胜：从法科学子到法治新兵
2021年第5期 P37

■ 一场刚跑到四分之一处的马拉松
——访京微齐力公司 CEO 王海力
2021年第6期 P44

■ 只问初心 不问西东
——访人大附中名师李永乐
2021年第6期 P48

■ 陈婧霏：声音并非唯一的表达
2021年第6期 P52

一脉书香

■ 信仰与理性的对立——《白痴》读
后记 2021年第1期 P73

■ 赵冬青：永远怀念赵家和老师
2021年第2期 P74

■ “你的情绪管理能力太差”，成年人
就要活成孤岛吗？
2021年第3期 P75

■ 未竟的逻辑：从未走出的“现代”
2021年第4期 P71

■ 钱颖一和他的《大学的改革》
——兼忆几段往事
2021年第6期 P84

旧文新读

■ 汪曾祺：西南联大的中文系
2021年第1期 P51

■ 许渊冲：追忆逝水年华
2021年第1期 P54

■ 贺麟：《清华中文校歌之真义》书后
2021年第2期 P71

■ 梁思成：为什么研究中国建筑
2021年第3期 P71

■ 与梁任公先生谈话记
2021年第4期 P68

■ 杨振宁：父亲和我
2021年第5期 P68

■ 常迥：科技引领未来
2021年第6期 P68

无问西东

■ 马兆远：科学和艺术
2021年第1期 P48

■ 徐志敏：风雪芝加哥的一段故事
2021年第4期 P64

■ 找到闪耀的光
2021年第6期 P56

清华史话

■ 清华学校四大建筑基本落成时期的

第一张地图考
2021年第2期 P45

■ 袁帆：海军博物馆里的一封清华公函
2021年第4期 P43

■ 刘沫：清华园工字厅史探
2021年第4期 P48

■ 袁帆：忠勇将军的清华情怀
2021年第5期 P52

■ 金富军：尽忠报国沈崇海
2021年第5期 P57

■ 金富军：周诒春校长发起创建欧美同
学会
2021年第6期 P81

无体育不清华

■ 郑燕康：从“赤脚大仙”到智能体育
推动者
2021年第1期 P63

■ 高鸿信：在实验室内外，我都是铁人
2021年第1期 P68

■ 宋尽贤：学校体育管理三十载
2021年第2期 P61

■ 何华：我和清华体操队
2021年第2期 P67

■ 高冀生：我的射击与设计人生
2021年第3期 P52

■ 蔡小嘉：每一项都“不能”的全能冠
军
2021年第3期 P58

■ 陈旭：清华体育精神伴随我们一生
2021年第4期 P56

■ 刘波：清华的操场就是清华的课堂
2021年第4期 P59

■ 俞富裕：静息心率46
2021年第5期 P62

■ 史宗恺：影响和改变我的清华体育
2021年第5期 P66

- 吴文虎:体育励志 受益一生
2021 年第 6 期 P60
- 黄初冬:清华园里走出的国际裁判
2021 年第 6 期 P64

文以载道

- 李建臣:出版业的昨天、今天和明天
2021 年第 1 期 P40
- 甘阳:刻苦读书并不等于“内卷”
2021 年第 2 期 P56
- 世界上没有永恒不变的金科玉律——《何兆武思想文化随笔》序
2021 年第 3 期 P63
- 胡钰:望道的勇气
2021 年第 3 期 P67
- 胡钰:冷的寺与热的书
2021 年第 4 期 P52
- 何兆武:“学”有真假高低之分,但没有中西之分
2021 年第 6 期 P39

艺术荟萃

- 时代肖像:中国最后的驯鹿部落
2021 年第 1 期 P76
- “向多样的世界提问”——清华大学美术学院 2021 届硕士研究生毕业作品展
2021 年第 3 期 P78
- 万华镜折射出的民族光华
2021 年第 4 期 P76
- 石富:《巾幗飞天梦——中国女航天员系列雕塑》创作始末
2021 年第 6 期 P72

档案故事

- 爱国学者刘仙洲
2021 年第 1 期 P58

- 抗战与造桥——档案见证王伯惠的一生
2021 年第 2 期 P52
- 我最留恋的就是清华的精神——纪念刘达校长诞辰 110 周年
2021 年第 3 期 P48
- 那年雨露正清华——建筑师奚树祥与梁思成、费正清的师生情谊
2021 年第 5 期 P74
- 三篇关于建立青年团的“学习笔记”——纪念刘冰诞辰 100 周年
2021 年第 6 期 P76

捐赠

- 梁鍊琚与清华的因缘际会
2021 年第 1 期 P82
- 潘庆中:至深至静的 IOI 传奇——纪念李深静先生
2021 年第 2 期 P78
- 不忘初心,方得始终——记清控银杏联席董事长吕大龙
2021 年第 3 期 P87
- 历经风雨的百年图书馆与专题特藏
2021 年第 4 期 P82
- 师说心语
2021 年第 5 期 P81

专栏

- 李山:我的家乡和亲人
2021 年第 1 期 P84
- 杨斌:培养人的“器识”,是未来教育的第一要领
2021 年第 1 期 P87
- 金富军:“中等程度学校”≠“中学”
2021 年第 1 期 P92
- 裴广江:奔赴世界最大难民营
2021 年第 1 期 P94

- 李山:读书与学画
2021 年第 2 期 P83
- 杨斌:我更鼓励教师们“教课”,而非“讲课”
2021 年第 2 期 P86
- 金富军:历史上的清华农业学系
2021 年第 2 期 P90
- 裴广江:在苦难中追寻希望
2021 年第 2 期 P93
- 李山:三舅与我的清华梦
2021 年第 3 期 P89
- 金富军:农事讲习所
2021 年第 3 期 P92
- 伏后明:初到阿里
2021 年第 3 期 P94
- 李山:走进清华园
2021 年第 4 期 P85
- 金富军:1934—1937 年的清华大学农业研究所
2021 年第 4 期 P87
- 裴广江:“乞力马扎罗”奔驰在坦赞铁路上
2021 年第 4 期 P90
- 伏后明:札达边境小县
2021 年第 4 期 P94
- 李山:骑行天下
2021 年第 5 期 P86
- 杨斌:这些“船”儿
2021 年第 5 期 P88
- 裴广江:友谊流淌在坦赞铁路上
2021 年第 5 期 P90
- 伏后明:托林蔬菜基地改革
2021 年第 5 期 P94
- 李山:南下北上
2021 年第 6 期 P88
- 伏后明:托林镇回眸
2021 年第 6 期 P91