



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 138 期



特稿

- 4 清华校友励学金：跨越 20 年的爱心传递
- 8 我在蓝箭造火箭
—— 一支清华工程师队伍与一家商业航天公司的成长

时代视窗

- 20 工程教育：从“知识传授”走向“能力建设”
—— 访联合国教科文组织国际工程教育中
心秘书长王孙禺
- 28 钱颖一：学术研究的品味
- 30 杨斌：人与 AI 组队 西游取经修行

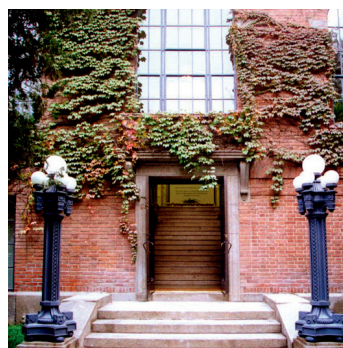


前沿观察

- 35 张亚勤：人工智能，无尽的前沿

清华人物

- 46 张剑辉：一位储能行业先锋的家国情怀
- 52 两位长期主义者的合拍
—— 访工业仿真软件算法升级的开路者
卢义、刘恺



无问西东

- 55 最爱清华图书馆
- 60 一束光的万种色彩

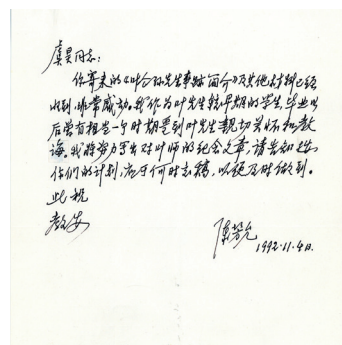


清华史话

- 65 金富军：广育高才，撙节经费藉图
久远之计
—— 清华学校改办大学
- 70 袁帆：张祖道，用镜头诠释社会学
的真谛

档案故事

- 76 陈芳允的两封手札：
尺素藏师心 笃行践初心

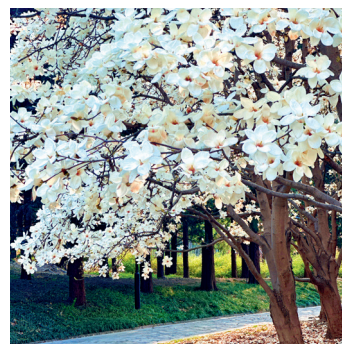


无体育 不清华

- 79 郭晓：我的清华桥牌记忆

一脉书香

- 83 刘煜：关于阅读的生命片段



专栏

- 85 余昌民：我但觉其妩媚耳
- 88 陈大同：风起云涌的 CIS 设计
- 91 黄伟：为了一座假山去一座城
- 93 王一民：旧窑新火是故园
—— 浙江省常山县路里坑村记事

清华校友励学金：跨越 20 年的爱心传递

本刊记者 朱芙蓉

二十年前，以“助困励学、爱校育人”为宗旨，一项崭新的爱心工程——“清华校友励学金”应运而生。二十年来，校友爱心从涓涓细流汇成澎湃江海：累计超过 4.2 万人次校友捐赠，总额达 2 亿元，设立冠名项目近 500 个，近 1 万名学生受益。清华校友励学金不仅是清华大学学生资助体系的重要组成部分，更是一场跨越二十载、“饮水思源”的温暖接力。

缘起 | 星火初燃，励学励人

2006 年以前，国家对于贫困生的资助体系尚在完善。清华大学把解决贫困生经济问题作为人才培养的重要组成部分。2006 年，学校计划推出“按需申请”的新资助体系，在保持“奖优”的同时，特别对“助困”体系进行了完善，力争做到“两个全部”，即覆盖家庭经济困难的全部学生，资助家庭经济特别困难的学生解决全部学费和住宿费。但由于没有纳入学校年初预算，有近 300 万元的资金缺口需要多方筹措。据清华校友总会原秘书长郭樛回忆，最初设想由学校、院系、校友三方共同解决资金缺口，

校友总会分配的额度是 90-100 万元。

“清华校友励学金”工程自 2005 年底开始酝酿，2006 年 1 月正式启动。2005 年 12 月，项目尚在酝酿阶段，就收到了旅美校友谢澄甫（1948 届电机系）的第一笔海外捐款。2006 年 2 月，1987 级水利系校友田涛捐赠 20 万元，成为校友励学金工程启动后的第一位捐赠校友。3 月，《“清华校友励学金”倡议书》向海内外清华校友发布，倡导创造一种全新理念：校友捐资、奉献爱心，学生受助、勤奋学习，毕业成才、荣为校友，饮水思源、回馈母校。

倡议发出，应者云集。校系领导带头捐款，广大校友通过年级、班级、各地校友会、校友企业等多种渠道积极响应，2006 年底即筹集 486 万元，远超计划所需金额。自此，这簇为贫困学子点燃的星火，开始了它温暖而有力的传递。

汇聚 | 溪流成海，情深意长

二十年来，在清华校友励学金的长卷上，一个个捐赠者的名字汇成长长的名单，一笔笔善款化作涓涓暖流。从白发苍苍的耄耋前辈到初出茅庐的年



感恩励志 成才报国



“清华校友—1995级经52班励学基金”捐赠仪式参会人员合影



河南校友会励学金捐赠启动仪式

轻校友，乃至仍在校园的莘莘学子，清华人以“励学金”为纽带，续写着关于感恩、传承与希望的故事。

个人捐赠，是校友与母校、与学弟学妹之间最直接的情感连接。田涛（1987级水利系）清楚地记得，他将自己的励学金命名为“星火”，寓意“星星之火，可以燎原”。张猛（1998级电机系）与刘新丽（2003级工业工程系）夫妇，通过“清华人”小程序找到了捐赠渠道，并怀着朴素的心愿，“能够帮助到一个学生，是很幸福的事情。”郭杰（1975级精仪系）从项目启动以来便持续参与，不仅坚持捐赠，更将受助学生的成长视为最大的回馈。他细心保留着每一封感谢信，年年认真阅读。对他而言，这些信件不仅是简单的致谢，更是了解学生困境、感受项目温度并思考如何能给予他们更多精神鼓励的珍贵窗口。

个人捐赠，也承载着对亲人的思念，或源于一个家庭的共同信念。楼宇昂（1978级无线电系）以祖父之名设立“楼光来励学金”。他说：“祖父当年从浙江农村到清华读书，也曾受人资助。用他的名字来做这件事，我觉得是顺理成章的。”旅居泰国的老校友廖锡麟（1957届电机系）与姜恩涓（1958届电机系）夫妇，年逾九旬而捐资助学的初心不改：“现在90岁了，我们还想再捐一次，帮助多一点人。”郑刚（1968届无线电系）之女郑荃文在父亲去世后，继续向父亲设立的励学金注资，珍视其为“跟父亲的一个链接”。李博（1991级化工系）设立了“文

胜励学金”以纪念亲人。在一次校友工作会议上，他惊讶地发现，在台上与他一同接受捐赠证书的校友是受资助完成学业的，奇妙的闭环让他深感慰藉，“这真是一个非常好的正反馈”。

集体捐赠，则将爱心以各种形式汇聚，成为励学金工程中坚实而温暖的力量。1978级校友在入学30周年之际，发起年级捐赠并设立“清华校友-1978级励学基金”。1995级经52班在毕业20周年时设立以班级命名的“清华校友-1995级经52班励学基金”，并于2025年入学30周年之际再次慷慨注资。在他们看来，励学金不仅是“救助”，更是“赋能”，同时“让我们班更好地聚在一起”。在众多集体捐赠项目中，“22F6”的命名尤为特殊——它代表住在清华大学22号宿舍楼第6层的博士们。2008年起，他们以“22F6”的名义共同设立励学金，将在宿舍楼里结下的情谊，化作托举学弟学妹们展翅高飞的力量。“估计‘22F6励学金’捐赠会伴随我们的一生”，1995级计算机系博士杨欣欣说。

地方校友会，作为连接母校与地方校友的关键枢纽，汇聚了各地校友爱心。广州校友会会长贺臻（1983级土木系）介绍，广州校友会连续20年捐赠，累计金额在地方校友会冠名项目中名列前茅，形成了“机制化、体制化和常态化”的传统。河南校友会副会长、2011级法学院硕士校友刘果将河南校友会二十年的坚持总结为“精神传承、组织机制、资



清华校友倪维斗院士奖学励学基金设立仪式



孙家广院士捐赠仪式

金保障、情感闭环”的四轮驱动。香港清华同学会则凝聚在港校友，老学长宗家源（1954届专科，水利系）多次通过书法义卖支持助学金，香港清华同学会秘书长范佳（2004级外语系）则希望将这份对母校的爱与责任，持续向新一代在港校友传递。

以汪家鼎、滕藤、倪维斗、梁思成林徽因等先生命名的励学基金，其意义远不止于经济资助，更传递了先生们严谨的治学之道和育人之德，对学生起到示范和激励作用。

这其中，“汪家鼎励学基金”“滕藤奖学励学基金”的设立源于深厚的尊师之情。它由清华大学原党委书记陈希最早提议并率先捐款，由化工系和汪家鼎、滕藤两位先生的家人和学生共同倡议，在清华校友总会和清华大学教育基金会的支持下设立，旨在弘扬和传承先生的优秀品德和高尚精神，培养德才兼备的优秀化工人才。参与两只基金全过程工作的志愿者、化工系朱兵教授回忆道：在汪先生家人2010年的捐赠中，明确包括了何梁何利科技奖励金、教育部自然科学奖奖金；滕藤先生2020年90岁时与同为校友的夫人一起，将两人全部的存款100万元捐给基金；有一位校友，多年来累计向汪先生励学基金捐赠20多次；有校友坚持匿名捐赠，以先生之名奉献爱心，希望其严谨的治学态度与提携后学的师者风范得以永续……迄今为止，两只基金累计捐赠超480人次，化工系受资助学生

达1756人次。

“倪维斗院士奖学励学基金”的成立，则是学生对恩师言传身教的回馈。倪维斗院士（1953届机械系）秉承“勤奋、乐观、真诚、实事求是、助人为乐”的信条，追求“人与人、人与自然和谐”的崇高境界。2011年，深受其教的七位热能工程系学生共同捐资，设立了这项旨在奖励能源领域优秀学子的基金。之后，多位热能系老师、校友向基金注资。倪院士欣慰地说道，学生们“都非常愿意”帮助师弟师妹。

爱心励学也在清华园内生生不息。2009年推出的清华大学“爱心勤工 励学助困”活动，倡导同学们通过利用课余时间参与勤工助学捐献劳动报酬的方式，为有需要的学生奉献爱心，过去17年里，共有4300余名同学参与到活动中，累计劳动时长1.9万余小时，汇入“爱心勤工励学金”近52万元。

二十年来，近500个励学冠名项目如繁星闪耀，照亮了一批又一批学子的求学之路，也汇聚成清华人精神家园中最温暖的底色。

✦ 传承 爱校育人，历久弥新

“清华校友励学金深受校友欢迎和认可，因为它比其他项目更加温情，有很多校友与同学间的互动，对捐赠者和受助者来说都更加亲切。”清华校友总会原秘书长唐杰感触颇深。

这份亲切，在每年校庆期间举行的校友励学金大会上得以凝聚和升华。学校领导、捐赠校友代表与受助学子济济一堂，讲述、倾听、勉励、感恩。

励学金的意义，远不止于经济资助。正如清华大学校务委员会副主任、校友总会副会长史宗恺所言，校友回馈学校，会给一代代学生带来深远影响。在校友总会的组织下，各类捐赠代表与受助学生的座谈会常年举办。老学长们分享求学经历与人生感悟，关心学子的全面发展；年轻校友则提供专业分享与人生建议。这种跨越代际的交流，是精神激励，更是价值观的传递。

受助学子将这份关爱化为前进的动力与回馈社会的初心。他们或在学业上勇攀高峰，或积极参与志愿公益，许多人在毕业后，主动为励学金注入新的血液。李伟（1996级水利系）曾是助学金受益者，毕业后向恩师谷兆祺先生设立的基金注资20万元，“毕业20年之际，为母校建设出一份力，我觉得特别有纪念意义”。据不完全统计，已有近50个励学金冠名项目获得了当年受助校友的注资。他们的理由朴素而真挚：“我当初是农村学生，希望能帮助农村学生。”“希望跟我一样的人在清华能得到同样的帮助。”“励学金真是聪明的发明，对于当年成绩一般家境一般的我，保留了自尊心又给予了支持。”

许多受助学生也在成长心得中写道：“正因为经历过生活的拮据，才更容易感受他人的感受。”于是他们投身志愿服务，在回报社会中实现价值。另一位同学则找到了答案：“我想我已经可以给出自己的答案了，那就是继续‘传递希望’。”

未来 | 从星火到燎原，再到代代相传

走过二十年，“清华校友励学金”工程已从一个



2024-2025 学年度清华大学校友励学金大会举行

簇星火，汇聚成爱的燎原，成为清华大学“奖、助、勤、补、偿”多元化资助体系中的重要组成部分。

清华校友总会秘书长赵劲松表示，从2006年到2026年，20年间，清华校友励学金从从星火走向燎原，4.2万人次校友捐赠，覆盖近1万名同学。校友励学金最动人的地方在于，它不仅有力支持了学校的育人事业，也以一种温暖动人的方式增进了广大校友与母校、与同学，乃至校友之间的连接和凝聚，而且有不少同学从学生时期受助，到毕业成为校友后再捐赠帮助后面的学弟学妹，特别体现清华人爱校助人精神的传承。

然而，助学之路仍任重道远。根据清华大学学生部统计，2025-2026学年，家庭经济特别困难学生约占全校本科生的6%，另外还有约9%的学生家庭经济比较困难。“不让一个勤奋而有才华的学生因为家庭经济困难而辍学”的庄重承诺，依然需要包括广大校友在内的各方力量通力合作，共同守护。

二十年，是里程碑，更是新起点。未来，清华校友励学金将继续深化“助困励学、爱校育人”的内涵，扩大覆盖面与影响力，强化其作为情感纽带与文化品牌的凝聚力。希望有更多校友加入这场爱心接力，帮助学弟学妹们卸下重担，轻装前行，为他们追逐梦想撑起风帆，助力他们在强国建设、民族复兴的新征程上，扬帆远航，书写不凡人生。



朱雀二号遥一发射

我在蓝箭造火箭

——一支清华工程师队伍与一家商业航天公司的成长

▶ 学生记者 胡睿 本刊记者 李彦

凌晨三点，戈壁的星空低垂如幕。远处，朱雀三号静静矗立在发射塔架上，不锈钢箭体在探照灯下泛着冷光。发射大厅里，屏幕曲线一条条跳动，参数窗口不断刷新。现场人员守在各自岗位上，各司其职：有人核对流程节点，有人调试运行程序，有人紧盯飞行状态，还有更多的人在现场、在直播厅前屏息等待。紧张没有被说出口，却写在昨晚的一夜未眠里，写在额头渗出的冷汗里，也写在微微发白的指尖上——深空之下的无形压力，正把每个人都牢牢罩住。

“十，九，八，七……”

当一切准备就绪，熟悉的倒计时从0号指挥员口中传出。一声巨响，火箭划破长空，如同朱雀一般浴火而飞。“光学跟踪正常；雷达跟踪正常；遥测信号正常。”当“大红屏”终于亮起，在场的人欢呼还来不及出口，眼泪已先一步夺眶而出：有人为梦想成真而落泪，有人为终于卸下重负而落泪。

发射看起来只是点火升空的那一瞬，但决定它能否离地入轨的，从来不是最后十秒，而是更早、更漫长的那些时刻：路线确定时判断是否清晰，系统论证时环节是否闭合，计划推进时信息是否打通，质量把关时识别是否全面，以及每一次关键问题出现时，工程师是否真的能直击问题



- | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|----|
| <p>1 戴政 火箭研发部总经理 / ZQ-3号运载火箭总指挥
2003级工程力学本科</p> <p>2 王昕岩 供应链管理部部长
1996级机械设计制造及其自动化本科</p> <p>3 龚安龙 火箭研发部总体工程部副总监 1997级工程力学本科</p> <p>4 蔡国瑞 质量安全部部长 2004级材料科学与工程研究生</p> <p>5 刘子腾 火箭研发部总体工程部总监 2013级能源与动力工程本科</p> <p>6 周伯豪 发动机电控工程师 2014级航空宇航科学与技术本科</p> <p>7 肖阳 火箭总体设计工程师 2016级工程力学本科</p> <p>8 褚文俊 热过程分析工程师 2017级核科学与技术博士</p> <p>9 包晗 总体工程师 2017级航空航天工程本科</p> <p>10 刘安琪 项目经理 2021级机械硕士</p> | <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>10</td> </tr> </table> | 1 | 2 | 7 | 5 | 3 | 8 | 6 | 4 | 9 | | | 10 |
| 1 | 2 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 3 | 8 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4 | 9 | | | | | | | | | | | |
| | | 10 | | | | | | | | | | | |

核心。过程中的每一步都伴随着压力，直到火箭发射成功的那一刻才得以释放。商业航天这条路很难，蓝箭航天能一直持续前行和领跑，靠的从来不是某一个人的单点突破，而是这一整套被搭起来、又在实践中不断磨合的工程能力，这些能力分落在不同的人身上，共同构成一家公司向上生长的骨架。

蓝箭基因就是“要做难而正确的事”

几乎所有受访者在谈到加入蓝箭航天时，都没有把自己的选择说成一次简单的求职或者职业跳转。更准确地说，他们做出的，是对行业方向、技术路径和个人价值实现方式的一次共同判断。

这种判断，最早也最完整地体现在蓝箭航天的创立过程中。2015年，美国太空探索技术公司（SpaceX）第一次尝试火箭回收成功，在国内航天业内掀起了轩然大波。那年之前，国家以不计成本的投入大力发展航天事业，人们对于“可重复使用”火箭要不要做、能不能做充满质疑。社会上对于商

业航天、民营航天也充满不解：一个“国之重器”，怎么能交给商业资本来运作？虽然国家已出台指导意见，“鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设”，但政策上仍处于灰色地带，多方都在驻足观望。同年，刚从清华大学 MBA 毕业的张昌武则敏锐地察觉到了巨大的机遇：市场认知的滞后，恰恰意味着竞争的蓝海——谁能率先布局、勇于突破，谁就能抢占先机，引领行业。这一年，“蓝箭航天（LandSpace）”在他的带领下正式成立，成为国内最早成立的民商火箭企业之一。

同样关注着 SpaceX 的成功、惊叹于这种商业模式对于成本显著降低的，还有 2009 年毕业后一直在中国运载火箭技术研究院工作的戴政。他凭着自己“对行业的长期思考和感知”，看到了这些故事背后蕴藏的未来趋势变化，与当时正在招兵买马的张昌武在亦庄——也就是现在蓝箭航天总部所在地——喝了一杯咖啡，便毅然投身了这个还不知道能不能做成的赛道。



朱雀三号遥一发射全景图

与戴政一起加入蓝箭的，还有十几个来自各研究院所、怀有同样判断和期许的航天人。不同单位、不同岗位的他们第一次近距离地坐在一起，探讨蓝箭这个新生儿的成长路径、探讨中国航天的新未来。“突然间大家都是被拴到一条小独木舟上的蚂蚱，远处就是波诡云谲，你都不知道是不是一个浪打来就葬身鱼腹了。这种状态下大家都是抱团取暖，每个人都贡献出自己120%的智慧和力量，把毕生所学都交底了，来让企业不死掉。”戴政如此描述那一段经历。

对于在航天体系里经验丰富的他们来说，要造一支火箭并不算难事。2018年，蓝箭成立刚过去三年，就发射了朱雀一号运载火箭，虽然没能完全成功，但让蓝箭成为国内首家走通民商火箭发射链路的企业。按照这个路径和发展速度走下去，蓝箭如果继续改进朱雀一号，“中国第一家成功发射固体火箭的民营企业”的光荣历史名号就将属于他们，但他们却做出了一个惊人的决定：改做液体火箭，研制液氧甲烷发动机。当时，国家队主流的燃料是液氢液氧和液氧煤油，液氧甲烷是一条全新的路线，只有国外在初步研究中，没有成功先例，也没有可参照的经验。但团队没有考虑难度，液氧甲烷成本低、易于重复使用的特点，让团队相信，这是未来要做可回收火箭、要降本增效必须要选择的方向。

2023年，朱雀二号成功发射，蓝箭航天成为全球首家实现液氧甲烷火箭入轨的企业，这不仅让国内航天人深受震撼，也影响着国内外同行企业纷纷进行燃料的转型。有人说这样的成功是偶然、是运气，但戴政知道，这是蓝箭基因所导向的必然：“我们不因简单而因正确去做，要做难而正确的事。”

这样的选择不够大众，但也因此天然会吸引着同样基因的一批人。刘子腾本科就读于清华能源



2023年10月15日，《科普中国·改变世界的30分钟》系列节目之《朱雀飞天 让人类在太空中飞的更远》在北京卫视科教频道黄金时间播出，创造了该严肃科普类节目的收视高峰。蓝箭航天火箭研发部总经理戴政受邀作为本期节目的主讲嘉宾，与观众分享了朱雀二号运载火箭从研制到发射过程的幕后故事

与动力工程系，因SpaceX的回收新闻开始关注商业航天，2019年从美国留学回来后第一家面试的就是蓝箭。在他看来，这家公司风格务实、重视技术突破，“比较符合我们清华的那种学术氛围”。2023年从航院博士毕业的周伯豪也有类似的感受，在面试时感受到蓝箭非常纯粹的技术主导、科学为本的氛围，有更加自由的空间可以施展，所以“义无反顾”地来了。而对于放弃了“铁饭碗”、从体制内跳入蓝箭的龚安龙来说，这种“正确”不仅因其技术方向有敢于追求的勇气，更因其有足够落地的踏实。他学流体力学出身，做了17年理论研究，一直苦于做的东西离实际应用太远。而商业航天真正实现技术快速落地的节奏，让他看到了大展拳脚的空间。“学了这么多的东西，要做工程的应用、要把价值实现，才有更好的成就感。”在这句话里，既有行业判断，也有一种典型的工程师心态：知识只有真正落到系统里、落到产品上，才算完成了它的价值闭环。

他们的表述各不相同，但有一个共同点非常明显：吸引他们的，不仅是商业航天作为“新行业”的新鲜感，更是因为这里更强调技术迭代、更接近

蓝箭航天十年发展历程



工程文化、更能让个人工作直接转化为系统结果。相比体制内更长的周期、更细的分工，蓝箭提供的是另一种节奏。这里同样艰难，甚至更艰难，但也因此更接近他们想参与的那种“正在发生”的变化。

“最可怕的是不知道自己不知道”

“难而正确”并不只是一条技术路线，也是一种面对未知的工程态度。被问到面对火箭这样一个高度复杂的系统，研究过程中会不会担心“风险”时，戴政先把风险的边界划清：真正需要害怕的，不是风险本身，而是对风险的轻视。工程师大多知道问题可能出在哪些位置，只要遵循工程规律，把人和资源放到问题中心，一步步攻克，它就会从“压力”变成“任务”。

他把“不确定”分成两类：第一类是明知有风险，却没有按工程规律去做，这是不该发生的；第二类是“并不知道会有这样的风险”，它属于科学规律层面的未知，因此“允许科学试错”。区别不在于结果是否失败，而在于过程是否诚实、路径是否可追溯。对于这类问题，蓝箭更倾向于“积木式开发”的路径：先做小样实验，把边界摸清，再逐步放大；即使走到完整体，也仍要先用实验验证。

戴政用一种笃定的口吻强调：这个行业不存在“玄学”，很多“不确定”最终都会被拆解成可预测、可验证、可管理的确定性。

褚文俊在热状态分析的工作里，也不断遇到一些预想与实际出现偏差的“风险”时刻：很多时候每个组件单点计算都是对的，但在实际系统中，各组件耦合后的干扰项可能仍把状态拉偏。任何一个被忽略的细节，都可能让实验直接失败。复盘时的结论其实通常都是“我们没有想到这个问题。”但这样的失败正是“从不知道自己不知道”到“知道自己不知道”的过程，它的价值在于从错误中收集到了多少有效数据，能不能定位原因，下次能不能用工程手段把它修正和解决。

也因此，蓝箭的技术文化并不追求表面的“和气”。在部门和专业内部，针对技术问题大家总是激烈地讨论甚至辩论。周伯豪回忆到某次方案论证会，大黑板画了又擦、擦了又画，反复四五次，不带个人倾向，也不放过任何一个可能存在的逻辑漏洞。直到把所有犹豫与未想通的地方一一辩明，得到清晰、明确、甚至可以按步骤直接实施的方案，抬头一看已是晚上十点。对他们来说，这种争论不是“争输赢”，而是一种必要的仪式：事实不会被



王昕岩作为客户代表参加核心发动机阀门供应商 35 周年庆典活动并发言



2026年2月11日，蔡国瑞在奥地利维也纳参加联合国外空委科技小组委员会第63届会议

言辞改变，工程只能被真相推动。

有了技术方案，火箭“能做出来”还不够，在航天这样一个“差之毫厘、失之千里”的领域，“一个螺丝钉坏了，可能实验就完了”，龚安龙说这并不是夸张，而是对供应商和质量都提出了极高要求的事实，必须要让火箭“能稳定做出来”。

供应链管理部部长王昕岩是在 2020 年左右加入蓝箭的，在这之前，即使他已经在供应链行业里摸爬滚打了十余年，面对蓝箭的工作依然感到困难重重：航天供货商基本都是体制内的下属部门，更多依靠行政协调，无法满足商业诉求；体制外又基本都是中小民营企业甚至“小作坊”，生产和管理都不成熟。这样的双重困境导致王昕岩接手工作时几乎是来“救火”：“产品交付质量不过关，整个部门的工作状态已经成为公司发展的瓶颈。”为了让零部件供应能跟得上周期、质量能跟得上保障，王昕岩基本从零重建了整个供应链体系。体系思想不符合商业逻辑，那就招聘有成熟经验的、有先进认知的大企业人员；小厂商产品质量不过关，那就自己派人去现场做过程管控，手把手教他们怎么管理……“供应链工作就像身体里某个器官，平常你

感觉不到它的存在，只有出问题、疼痛了才知道它的重要性”，王昕岩这样形容自己的工作。

作为清华工业工程系毕业的学生，运筹学的思维一直贯穿在王昕岩的工作里：做供应链需要在成本、进度、质量之间持续寻找平衡，就像寻找“多个外部约束条件下的最优解”。了解各方的诉求、想法、轻重缓急，就是在摸索优化问题的边界和限制条件。同样的话在质量安全部部长蔡国瑞嘴里也经常出现。质量安全体系是工程保障线最后、也最不能失守的一道防线。面对成本和进度的压力，蔡国瑞想要“让各方理解，达到认识上的统一”也存在很高的难度，但对于火箭来说，“质量和安全就是前面的 1，如果这个 1 不存在，后面再多的 0 都是徒劳。”围绕朱雀三号遥一，蔡国瑞带领团队开展了近 100 项质量专项复查和 40 多项大型实验验证，建立集团化质量管理体系，推进企业标准与行业标准建设。在蔡国瑞这里，质量从来不是末端挑错，而是全过程前移，是在每一次“要不要让步”的选择里“守住不影响火箭发射可靠性的底线”。

这一点，总体工程部工作的包晗在她的工作里也常常提到。在她看来，无论面对进度、质量还是

成本，首先要坚持的都是对问题本身的诚实。如果某个问题影响了可靠性，“必须要提出来，而不是去刻意地忽视它”。这其实不只是个人态度，也是一种组织文化：真正有效的协作，并不是让矛盾消失，而是让问题被及时“知道”、被认真讨论。

面对政策压力，蓝箭“把事情捅到天上”

做航天本就困难：复杂的系统集成、艰巨的技术攻坚、漫长的研制周期，高昂的试错成本……商业航天则更困难：它的难不只来自工程本身，还来自工程之外的“真空期”。政策尚未成形、规则尚未明确、资本尚未理解。不同维度的压力重重压在这个还在成长的公司身上。早期融资时，团队跟投资人讲得最多的不是商业模型，而是花大量口舌去证明“这个事情是合法的，不是非法的”，戴政带着点无奈地回忆道。即使打消了投资人关于合法性的疑虑，面对商业航天这样一个试错成本高、回报周期长的行业，他们也显得尤为谨慎。蓝箭几乎谈

过市面上 80% 以上的投资机构，最后投资的只有四五十家。

融资的困难，加上造火箭极高的成本、极快的烧钱速度，让蓝箭曾三次陷入资金链濒临断裂的黑暗时刻。其中一次就是公司下定决心自研液氧甲烷发动机的不久之后，在 2019 年下半年，公司几乎“快要撑不住了”。这时，张昌武敏锐的商业直觉再次推了蓝箭一把：他在电视上看到正在推进硬科技转型的碧桂园旗下创投基金的广告，“他们的口号是‘智慧创造生活’，说不定愿意投蓝箭”。抱着试一试的态度，团队去找碧桂园拉投资，原本只计划募两个亿，没想到碧桂园创始人杨国强“听完项目后说，两个亿太少了，要投五个亿，这个事情太有意义了，必须干。”这笔钱支撑着公司度过了最艰难的时间，也最终把朱雀二号送上了正轨。不同人对于未来的判断在此时殊途同归，仿佛命运之手推动了这家商业航天公司的开花结果。

资金支持之外，要把一件这么大的、关乎“国



湖州发动机热试中心俯瞰图



无锡工厂



嘉兴火箭制造基地

之重器”的事做成，国家政策的许可和支持必不可缺。朱雀一号恰恰是政策落地之前的项目。它能走到发射许可那一步，不只是一次技术动作，更是一次制度性的“开路”：蓝箭凭此拿下了国内第一张民营火箭发射许可证，这是国家层面对民营企业参与航天发射的首次认可。在没有成熟法规与审批流程的情况下，蓝箭把这套流程推动着构造起来、再一点点规范化。后来国家出台的《促进商业运载火箭规范有序发展的通知》，也在很大程度上沿着这条路径被写出来。



清华校花紫荆花映衬下的蓝箭航天北京总部办公大楼

而朱雀二号面临的政策复杂性更高。由于这是国内第一个准备研制发射的新型燃料液体火箭，必须要重新新建发射工位，但这背后意味着巨额的资金投入与无法预判的执行风险。2020年，张昌武和团队经过反复调研和讨论，决定企业自己出资在酒泉卫星发射中心建设工位。这一破天荒的计划被层层上报，最终得到了国家决策层的批准。这让戴政意识到，他们已经“被历史推到了台前”：这不再只是某一家企业的工程项目，而是国家层面对于“让民营企业进入航天领域”的明确表态。不仅如此，2023年国家发文要求各级政府支持商业航天，在制度层面把地方政府的积极性调动了起来。

对蓝箭来说，这意味着曾经束缚他们的那张大网已被他们冲破，那条最早靠“硬闯”打开的路，也逐渐变成行业共同的宽广大道，正等着他们和更多的企业一起走向中国商业航天的星辰大海。

“蓝箭最核心的产品是我们这个组织，这个团队”

坚持技术正确、坚持工程落地的目标，也塑造了蓝箭平等、开放、“扁平化”的管理风格：尽量“不搞和技术本身无关的事情”。非航天背景出身的张

昌武常把“我不是来管理大家的，而是来服务大家的”挂在嘴边，日常总是亲切地了解同事的工作与生活近况；已经身居火箭研发负责人的戴政平常也丝毫没有架子，甚至在女生节时穿着青蛙玩偶服给大家送祝福。

这种气质也延伸到了来清华招聘的技术人员与面试官身上。作为应届生最早接触公司的入口，他们的平易近人点燃了年轻人的向往：在清华当过辅导员的包晗坚定选择蓝箭，因为“和公司聊得比较契合，在这里能够真正实现想法和价值，不会受到资源或者管理上固化的限制”；去年入职的肖阳是此次采访中最年轻的一位，选择蓝箭不仅因为公司在国内已积累多项成功案例，更因被对方接地气、聊得来的交流方式打动，“聊薪酬非常坦诚”；曾任清华航院研究生会主席的刘安琪则更早在活动拉赞助时就与蓝箭有接触，很早就对公司形成了“大气、办事痛快”的印象，因而相信“来到这儿不会错”。

而在入职后，蓝箭对他们的培养也没有辜负这份信任。在公司对应届生的重视和培养下，每个人入职后都会匹配1-2年的导师，并且快速上手型号任务，在工程实践中操练真本事。肖阳才加入公司



包晗在酒泉卫星发射中心发射现场工作中

不到一年，就已经受到了两位导师的指导，感受到导师们“专业能力非常强，也非常细心，甚至手把手讲解过程，跟着他们不愁没东西学”。除了导师带教，蓝箭团队内部乃至跨团队之间都有相当良好的交流氛围。从核科学与技术专业毕业的褚文俊就是通过自学加上同事们的帮助交流快速了解了火箭系统原理，很快将自己所学的反应堆热过程知识迁移到了火箭研究中去。

除了保障新人有陡峭的学习曲线，蓝箭还给予他们“机会上的支持和信任”，允许年轻人大胆尝试和突破。刚三十出头就已经担任总体工程部总监的刘子腾便是蓝箭敢于用人、充分给予年轻人成长空间的最好印证。而他也把这样的信任传递给了更多的后来者：在他看来，年轻设计师不能只被要求按既定规范一步步去做，还必须被允许在责任中形成自己的解决方法，“要给大家非常宽广的空间放手去试，在可能超出现有水平的工作中探索可塑性，才能找到每一个人更擅长的道路”。

这种空间不是放任，而是一种有前提的信任：导师给予自由度大胆去做，同时也在后面兜底支持。包晗 2024 年从项目经理的岗位进入蓝箭，目前在火箭研发部总体工程师岗位轮岗，正是在刘子腾的支持下，她入职没多久就第一次独立承担发射场主管岗位，白天独立工作，遇到不确定的问题便一一

记录下来，晚上与他电话沟通。这样的责任担当让她不可避免地紧张，但更多地是一种努力想把工作做好的正向激励。同年加入公司、已经回到项目经理岗位的刘安琪也说，作为新人去与各个部门沟通协调、整合资源时，部门领导给予了她非常大的支持，就像一个“强有力的后盾”，在背后支撑着她。

而年轻人的意见在这里也得到了充分尊重。包晗用“实事求是”来形容这

样的氛围：“在团队里，意见只要是有价值的，大家就会充分考虑，年轻人不会被看轻”。而这在当今的职场中是一个难能可贵的环境。刘安琪也有类似的经历：在遇到一个产品需要紧急投产的情况时，她首先发现了这个问题的紧急性，快速识别风险、向领导汇报争取支持、组织多次会议打通各部门信息链，最终及时完成了任务。这种以事实为导向而不以辈分论高低的文化，让每个人都能真正走到问题中心，也让他们对自己的工作更有归属感和成就感。

这种尊重不仅体现在给予年轻人发声的机会，也体现在让每个人都享有平等的信息获取权。马斯克曾说过：“人人都应该是总工程师”，意思是每个人都应该获得总工程师能获得的视野和信息。作为总指挥的戴政很认同这一点，“很多时候一个问题之所以没有做到优化或者说没有规避掉潜在的风险，就来自于信息不对称。”为了解决团队变大过程中信息传递的复杂性和不透明性增加的问题，CEO 张昌武很早就坚持要做数字化建设、做设计工具的自研开发，让信息更平权化。目前蓝箭正大力推进技术资料在设计团队内广泛同步，这在我国航天史上或许是第一回。而被问及是否担心有人离职带走信息，戴政说团队之前也曾有过激烈讨论，但最终认为“蓝箭需要开放土壤。工程师的最大价值



民勤着陆场坪航拍



酒泉工位全景 - 暮色和灯光



朱雀三号遥一发射

就是不断跟别的专业交互，不断成长。人走了产品可以带走，但组织是带不走的。”

“我们这个公司最核心、最重要的产品是我们这个组织，这个团队。而我们的火箭产品是在打磨好我们这个组织基础上附带产生的。”

“商业航天流淌的还是国之重器的血脉”

火箭是一个正在经历巨大变革的行业。在戴政的判断里，未来十年左右，运载火箭会经历一次“三步走”：从一次性火箭（1.0），到“部分重复使用”的2.0，再到“全重复使用”的3.0。每一代迭代都在成本和发射频次上对上一代形成“降维打击”：因为液体火箭的成本结构决定燃料只占极小比例，

真正昂贵的是火箭本体。只要能把最“值钱”的那部分重复用起来，成本就会出现数量级的下降。

这也是为什么“重复使用”不只是一个工程技巧，而是一套产业逻辑。2.0阶段，最先被回收的是体量最大、成本占比高达70%的一级，一旦一级能重复用，发射单价就会被迅速拉低。3.0阶段进一步把二级也纳入复用体系，最终只剩下极少的消耗品。这就将带来更关键的第二重收益：高频次。传统模式下，一发火箭的制造周期动辄以年计，即使再快也很难突破产能天花板；而可复用的本质，是把“制造一枚火箭”变成“维护一架飞行器”。当回收和复用逐渐稳定，发射会越来越像航空业：检查、维护、加注、起飞，进入轨道、绕地球一圈



酒泉技术厂房深夜星轨



酒泉工位技术区眺望发射区全景

再入大气层，接着执行下一次飞行任务——火箭将具备“日级甚至小时级”再次出动的能力，而发射卫星的单价也将大幅降低。进一步，成本的下降将推动卫星制造转向更工业化的方式，运载流量入口的打开允许卫星一定比例的失效，系统通过规模而非单点可靠性来维持服务。这样的商业前景并不是痴心妄想：马斯克的 SpaceX 通过复用火箭构建起的低轨互联网星座“星链（Starlink）”，已经在近期实现全球用户的爆发式增长并开始盈利。

在 AI 时代，同样的逻辑还被延伸到了“万物互联”“太空算力”这类更长线的想象：通过卫星互联网，实现“天地一体化”，当世界上所有东西、所有数据都能上网，AI 才能更高效、更智慧地调配资源；由此带来的算力问题同样可以利用太空资源解决：数据中心运营的电力成本占比极高，而太空里太阳能供给更稳定，具备新的成本结构优势。但无论是低轨星座还是太空算力，基础都只有一个：你必须先“上得去”，而且要“上得起”“上得勤”，让火箭成为“淘金时代的铲子”。

而蓝箭的路线规划，似乎每一步都沿着这条逻辑在走：朱雀二号对应一次性火箭的 1.0 阶段，通过研制液氧甲烷发动机为后续复用做好准备；朱雀三号对标部分复用的 2.0，首次采用不锈钢箭体，并且同步研制“蓝焱”220 吨级液氧甲烷全流量补

燃循环发动机，为之后做更大型的全复用 3.0 运载火箭提供研究支持；而真正决定能否从“跟跑”变为“入场”的，是更远处的 3.0。戴政无法对全复用火箭给出确定的年份承诺，但他期待在 2030 年前后能看到关键产品与重大进展，也将这份期待作为蓝箭未来技术方向的研判。

继续往深处推演，发射能力带来的不仅仅只是商业竞争力，更是国家战略能力：谁掌握了低成本、高频次的入轨“流量入口”，谁就握住了未来太空基础设施的门票。SpaceX 就靠着猎鹰 9 号一级火箭高达 34 次的复用，一家企业就占领了全球卫星入轨质量的 80%，如果其他国家和企业没能跟上这样的重复使用能力，这个差距还将进一步拉大。这套系统天然具有全球属性，一旦在关键时刻被“掐断”，影响的就不仅是商业通信，更会扩展到国家安全、信息对抗等层面。在未来的全球博弈中，要保持自身的独立性，“太空主权”必将成为新的白热化焦点，也将成为国家战略安全体系的重要布局，必须要坚持全线自研自主可控。

从这个视角看，“商业航天”表面上讲的是市场与效率，但“骨子里流淌的仍是国之重器的血脉”。这十年来，蓝箭航天选择液氧甲烷、选择可复用火箭，并非源于某个天才的预言，而是一种朴素的危机意识和爱国情怀：当对手把成本拉低、把频次变

高，我们原本的优势会在短时间内被瓦解，太空布局和国家安全也将随之受到威胁。于是，“难而正确”的路线必须提前押注，商业航天的效率优势才可能在关键窗口期里转化为国家能力的组成。

“听到蓝箭有清华人，就觉得很靠谱”

在团队中，蓝箭人天然有一种为同一个梦想而奋斗的凝聚力，而接受采访的这些来自清华的工程师们，在谈到共同的清华身份时，更是有一种“亲上加亲”的感觉，交流格外地亲切自然。刘安琪特别提到，作为项目经理在与供应链部门协调时，很多问题其实可以直接跟下面的同事们对接，但总经理王昕岩会跟她说，“有问题随时找师哥”；作为质量部门负责人的蔡国瑞由于工作原因总是要和各个部门打交道，经常感受到和同为清华出身的其他负责人“支持、配合的默契度都很高”。这种共同的身份非但没有让沟通显得“碍于情面”，而是让大家都敢于发挥清华人实事求是的精神，面对问题直言不讳、全力解决。

对于褚文俊而言，“清华人”则更多代表一种信心的来源——“听到蓝箭有清华人，就觉得很靠谱，知道这件事我们是要认真干的，而且我相信只要大家努力，我们肯定能干出来”。周伯豪也提到，“校友网络会使得大家基本基于同一个技术水平，有着相同的经历，会天然存在亲近感，在跨部门的交流中会不自觉地信任等级置于较高的位置上”。

而清华人身上的精神，在这一代代航天人和一代代蓝箭人身上也得到了某种传承。龚安龙谈到清华学生时，首先提到的是敬业、勤奋、学习能力强、成长快。他对自己参与面试和培养的肖阳印象深刻，“能力都非常突出”。戴政也对公司里的清华学生赞赏有加，评价他们“学习能力和基础素质很强，能快速理解和重新学习”，而这对于火箭这样一个复杂和快速迭代的系统来说是格外重要的。王昕岩则认为，清华人最可贵的一点是有强烈的意愿把某

一件事情做好做精，“做事要对得起自己，对自己有要求”。作为供应链的负责人，他时常感受到压力很大，但他从不向身边的同事抱怨，反而常常积极帮各个部门处理问题。这背后正是清华“自强不息”的精神鼓励着他：“这种自强更多是我要把自己应该做的事先做好，不能简单的去把自己面临的难处和压力传给别人。”在刘子腾、肖阳、包晗这些年轻一代身上，这种精神更直接转化成了一种工作方式：个性品质坚韧，愿意迎难而上，也愿意承担责任。

在来到蓝箭前，许多人都有一个“航天梦”：刘子腾看过四五遍《星际穿越》，对电影里所描述的宇宙感到震撼；褚文俊从小喜欢科幻小说，甚至会在空闲时间自己创作，来到蓝箭后虽然“自己还没有上天，但思绪和情感已经跟着自己参与研制的火箭飞上了天，那种感觉是非常激动而自豪的”；他希望通过他们的努力，在未来“人和太空可以靠得更近，上太空、探索宇宙更容易”。肖阳从上学起就一直在关注 SpaceX 和商业航天进展，看到2016年以来的这十年间 SpaceX 在某些领域超越中国，更多的是感到不服气：“同样都是两个肩膀一个脑袋，我要证明我们不比他们差”；身为共产党员的包晗的原动力则来自于“共产主义理想”：在这个星辰大海的时代，要为国家打开太空空间、要以发展新质生产力为引擎，推动航天高质量发展，“投射到的是我们所有为同样一个理想去努力的共产党人的态度”。

未来，当这群来自清华的工程师们努力朝着这样的航天梦想而奋斗，当更大规模、更高频次、更低成本的发射逐渐成为现实，当太空成为大国博弈的新“战场”，人们记住的也许仍然会是那束划过夜空的火焰。但在那束火焰之前，更值得被看见的，是这些敢于选择难而正确的方向，也有耐心把它一点一点做成的人。他们并不总站在最显眼的位置上，却共同决定了火箭如何升空，也共同定义了一家公司为什么能够披荆斩棘，勇往直前。🌱

工程教育：从“知识传授”走向“能力建设”

——访联合国教科文组织国际工程教育中心秘书长王孙禺

本刊记者 朱芙蓉 特约记者 田慧君

编者按

2026年，联合国教科文组织国际工程教育中心迎来成立10周年。该中心由中国工程院和清华大学联合申请，经联合国教科文组织（UNESCO）第38届大会批准设立，并于2016年6月在北京举行签约及揭牌仪式，是联合国教科文组织框架下聚焦工程教育的重要二类中心。10年来，中心持续推动工程教育国际合作、能力建设与知识共享。在新一轮科技革命和产业变革深入发展的背景下，工程教育正面临新的转型命题。

围绕国际工程教育趋势、中国工程教育发展、清华大学的改革探索，以及智能时代工程人才培养等话题，《水木清华》专访了联合国教科文组织国际工程教育中心副主任兼秘书长、清华大学教授王孙禺。

国际工程教育的趋势与挑战

记者 当前全球工程教育面临哪些关键机遇与挑战？各国在工程人才培养模式上有何新动向？

王孙禺 当前全球工程教育正站在一个新的历史节点上。最突出的背景，是新一轮科技革命和产业变革加速推进，人工智能、大数据、先进制造、绿色能源等技术快速演进，正在深刻改变工程活动的知识结构、组织方式和价值逻辑。与此同时，气候变化、能源转型、公共卫生、基础设施韧性等全球性问题更加复杂，也对工程人才培养提出了更高要求。联合国教科文组织（UNESCO）在2021年发布的报告《工

王孙禺

清华大学教授，博士生导师。1982年清华大学电机工程系毕业。长期从事高等工程教育、教育经济与管理研究。现任联合国教科文组织国际工程教育中心副主任兼秘书长，曾任清华大学教育研究所所长、清华大学人文社会科学学院党委书记等职。长期参与我国工程教育改革、工程教育认证及国际互认等相关研究与实践，曾参与我国加入《华盛顿协议》等重要工作。



程——支持可持续发展》特别强调，工程对于实现17项可持续发展目标具有基础性作用，而工程教育与能力建设必须同步转型。

从国际上看，近些年的工程教育出现了几个比较明显的新动向。

第一，人才培养目标正在从“知识掌握”进一步转向“复杂问题解决能力”。这与国际工程教育认证体系的发展方向是一致的。比如《华盛顿协议》本身就是围绕工程毕业生应具备的能力展开，其核心不只是教了什么课程，而是学生最终学到了什么，是否具备分析复杂工程问题、设计解决方案、开展团队协作并理解工程伦理与社会影响的能力。国际工程联盟也一直将跨境资格互认与工程能力标准衔接作为重点。

第二，工程教育正在更加注重跨学科融合。今

天很多工程问题，已经不再是传统单一学科能够独立解决的问题，而是技术、产业、社会、环境相互交织的系统性问题。因此，各国都在推动工程与计算、生命、材料、环境、管理乃至人文社会科学的交叉。

第三，产学合作和真实场景育人越来越受到重视。工程教育的有效性，很大程度上取决于它能否进入真实工程场景、真实组织场景和真实社会场景。UNESCO关于ICEE续约评估的文件，也明确把产学合作、质量保障、教育创新、面向发展中国家的教师与技术人员能力建设等，列为中心的重要目标。

当然，机遇和挑战总是并存的。现在最大的挑战，我认为主要有三方面：一是技术迭代过快，教育供给调整相对滞后；二是全球工程教育发展不平衡，特别是发展中国家在师资、资源、平台方面仍然存在明显短板；三是工程活动与社会运行结合越来越紧密，工程伦理、技术风险、数据安全、算法偏差等问题正在成为工程教育无法回避的新议题。

记者 深入探讨和发展“工程教育”，就需要进一步明确它的概念和内涵，相比于人们更熟悉的“工科教育”，两者的核心区别是什么？完整的“工程教育”应包含哪些维度？

王孙禹 这是一个很好的问题，触及了工程教育转型的本质。我们通常所说的“工科教育”，更多是指基于学科分类的专业教育，比如机械、电子、土木、化工，这可以看作是工程领域的“四大支柱”。它的目标主要是培养学生在特定领域的专业知识与技术能力。

而“工程教育”的内涵要更宽广、更系统。它不仅仅是传授某个工科专业的知识，更是培养一个



2016年6月6日，ICEE揭牌仪式在北京举行，吴启迪、周济、博科娃、邱勇（从左至右）共同为中心揭牌

人承担完整工程活动所需的综合素养。基于我们的研究与实践，我认为现代工程教育应当涵盖四个不可或缺的维度：

第一个维度：工程科学。这是工程活动的根基，关乎认识世界的客观规律。比如，你想把飞行器送到太空，必须遵循牛顿力学和万有引力定律等自然规律，这与谁设计、哪个国家做无关。它解决的是“为什么”和“原理是什么”的问题。

第二个维度：工程技术。这是在科学原理基础上改造世界、为人类服务的方法与手段。世界上本没有汽车、手机，是人类掌握了技术后创造出来的。它体现了“如何做”的能力，是将科学原理转化为现实生产力的桥梁。

第三个维度：工程管理。现代工程，如航天工程、大型基建，动辄涉及成千上万人协作。这不一个人埋头钻研就能解决的，它涉及到资源的配置、进程的协调、团队的组织，是将技术构想大规模实现的“组织学”。

第四个维度：工程文化。这是工程活动的价值层和约束层。一项工程应不应该做？是否符合伦理？会不会对环境造成深远影响？是否尊重当地的



2019年7月1日，国际工程教育援外培训班开班合影



外国学生与清华学生在基础工业训练中心交流



培训班学生走进清华校史馆参观学习

文化与习俗？这就涉及到可持续发展、工程伦理、社会责任等议题。它回答的是“为谁做”、“是否符合人类福祉”的根本性问题。

记者 您认为中国工程教育在国际工程教育体系中处于怎样的位置？有哪些特色与可提升空间？

王孙禹 总体上看，中国已经从工程教育大国稳步走向工程教育强国建设的新阶段。

一方面，中国工程教育规模大、体系全、实践导向鲜明，这是非常重要的基础。另一方面，中国这些年在工程教育改革、专业认证制度建立、创新创业教育等方面取得了积极进展，并通过参与国际互认和国际合作，不断增强与全球工程教育体系的对接能力。一个标志性成果是，我们经过长达十余年的努力，推动中国在2016年正式加入了《华盛顿协议》。这个过程很不容易，我们在教育部、中国工程院的支持下，以中国科协作为窗口，最终成功加入。这为工程人才的国际流动做出重要贡献。

中国工程教育的另一个鲜明特色，是始终与国家现代化进程、产业升级和重大工程实践紧密结合。我们的优势在于应用场景丰富、组织动员能力强、工程实践土壤深厚，这使得中国工程教育在服务国

家战略需求方面具有独特条件。

当然，也要看到差距。比如，在工程教育原创理论建构、国际规则参与、全球议题设置和高水平工程教育研究成果输出方面，我们还有进一步提升的空间。简单说，就是我们不仅要把工程教育办大、办强，还要在国际工程教育话语体系中更有发言权，在规则制定中发挥更大作用。

清华大学工程教育的实践与创新

记者 清华大学在工程教育改革方面有哪些重点举措？近年来在交叉学科、产学研融合等方面取得了哪些代表性成果？

王孙禹 清华大学在工程教育改革方面，近些年有一条比较清晰的主线，即面向未来科技发展和国家需求，不断推进“工科+”、学科交叉和教育创新。

早在2019年学校就出台《关于持续深化改革提升工科发展水平的实施意见》，提出“工科+”发展思路，从强化工程基础研究、促进学科交叉、提升工程教育三方面发力，并明确了2030年、2050年的阶段性目标。这说明清华并不是把工程教育改革当作局部调整，而是把它放在学校整体工科发展和人才培养战略中统筹推进。



王孙禺荣获 2019 世界工程联合组织（WFEO）主席特别致谢奖章，WFEO 主席马琳·坎加为其颁发奖章



2021 年 6 月 27 日，王孙禺在“全球教育治理”跨学科研讨会上发言，提出要形成中国特色的实质等效的工程教育认证

在交叉融合方面，清华这些年持续推动工科与信息、生命、环境、管理等领域深度联动。

在教育教学层面，随着人工智能快速发展，清华又进一步推进 AI 赋能教学。在 2023 年秋季，学校启动人工智能赋能教学改革计划，从试点建设 8 门课程做起，逐步扩展到更多课程学科和教学场景；到 2025 年，学校已累计建设 400 余门人工智能赋能教学课程，并发布《清华大学人工智能教育应用指导原则》，从“技术先行”走向“制度护航”。我觉得这很有代表性，它体现的不是简单把 AI 当作工具接入课堂，而是在重新思考人与知识、教师与学生、教学与技术之间的关系。

如果从工程教育角度看，清华的探索至少有两点值得注意：一是强调真实问题导向，让技术工具进入复杂认知任务，而不只是停留在表层应用；二是同步建立制度规范，处理好技术应用与教育价值的关系。学校的改革，对未来工程人才培养具有很强的理论意义和实践意义。

记者 清华在培养学生的工程伦理、国际视野与创新能力方面，形成了哪些特色模式？

王孙禺 我一直认为，工程教育不能只培养“会做技术的工程师”，还要培养“能负责任地做技术的工

程师”。现代工程活动已不是孤立的技术行为，而是深嵌在经济社会系统中的实践活动。工程师所做的每一个判断，往往都关系到安全、效率、公平、环境乃至代际责任。因此，工程伦理不是工程教育的附加项，而应当是核心组成部分。我们团队也一直在推动工程伦理、工程哲学课程的建设。近年来，教育部先后发布了工程伦理、工程哲学教材，清华社会科学学院的教师学者在其中做了很多工作。这正是弥补传统工科教育在“工程文化”维度上的不足。

在这方面，清华重视把工程哲学、工程伦理和社会责任等纳入培养过程。同时，学校也通过国际交流、联合培养、国际会议、暑期学校等多种形式，帮助学生建立全球视野。工程问题越来越全球化，工程人才如果缺少国际理解和跨文化沟通能力，很难真正适应未来发展。

创新能力的培养，则要把学生从“被动接受知识”转向“主动解决问题”。这就要求课程体系、实践体系、评价体系都相应变化。创新不只是提出一个新点子，而是在不确定条件下，能够综合运用知识、工具和资源，形成可行的工程解决方案。

记者 您如何看待工程教育中“通识教育”与“专业精深”之间的平衡？清华是如何实践的？

王孙禺 这是工程教育中的一个老问题，但今天比过去更重要。

因为在智能时代，工程人才面临的不是知识太少，而往往是知识太多、变化太快、边界太模糊。如果缺少通识教育，一个人很容易成为“技术很强但视野很窄”的专才；如果缺少专业精深，会流于空谈，缺乏真正解决工程问题的能力。

所以我们更倾向于认为，通识教育提供认知视野、价值判断和沟通能力，专业教育提供扎实的专业知识、思维方法和技术能力，而交叉融合则帮助学生把知识真正转化为解决复杂问题的能力。工程教育真正要避免的，不是通识太多或者专业太深，而是两者彼此割裂。我个人认为，素质教育的主要任务应在中学完成。大学的核心任务是“研究高深学问”，进行专业领域的深度训练。当然，这并不意味着大学忽视人的全面发展。工程教育中的“通识”部分，应该强调扎实的基础知识训练，服务于培养能够解决复杂系统问题的、有战略思维的“专门”人才和领军者。

ICEE 的作用与价值

记者 2026 年是 ICEE 成立 10 周年。当时是在怎样的背景下成立的？中心秘书处设立在清华大学，体现了怎样的考量？

王孙禺 ICEE 的成立，有着非常明确的时代背景和现实需求。其起源可以追溯到更高层次的人文交流与国家合作。当时，联合国教科文组织总干事博科娃希望中国能在工程与教育领域给予 UNESCO 更多支持。经过双方高层沟通，最终确定由中国工程院和清华大学联合申请，建立一个聚焦工程教育的二类中心。

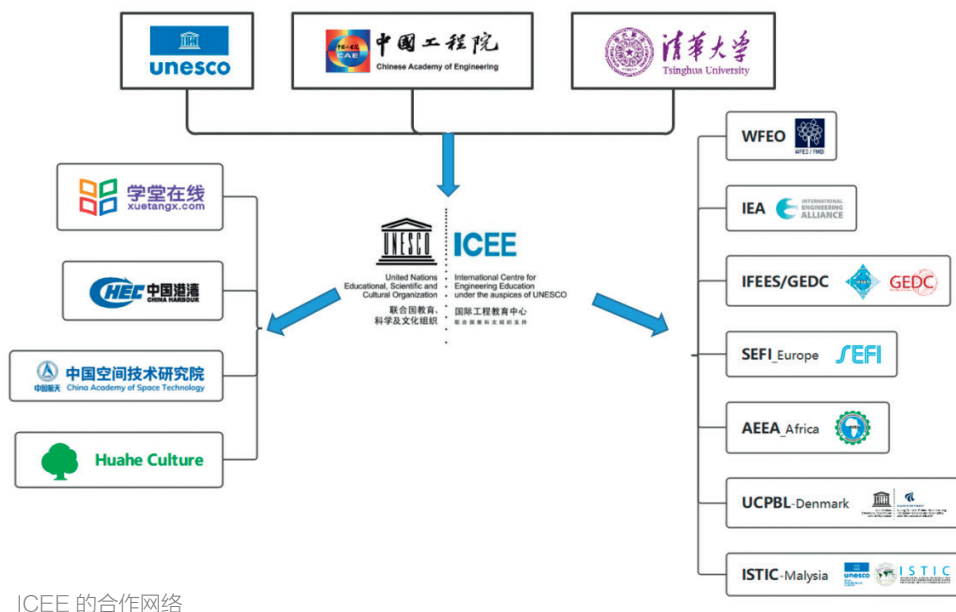
从国际层面看，工程越来越被视为推动可持续发展、应对全球挑战的重要力量，工程教育国际合作的需求不断上升。UNESCO 也一直高度重视工程



UNESCO 报告《工程——支持可持续发展》四种语言的封面

与工程教育在实现可持续发展目标中的作用。正是在这样的背景下，中国工程院和清华大学联合提出申请，经 2015 年 11 月联合国教科文组织第 38 届大会批准，于 2016 年 6 月正式签约揭牌。

中心秘书处设在清华大学，我理解至少有三方面考虑：一是清华长期以来在工程教育方面见长，工程学科设置、工程教育研究和国际交流合作方面具有综合优势；二是中国工程院与清华大学有长期的合作基础；三是中国工程教育快速发展，本身就为国际工程教育合作提供了重要实践场景和经验资源。UNESCO 有关 ICEE 的文件中也明确指出，中心的重要任务之一，是开展工程教育的国际研究与政策咨询，并为发展中国家工程教育能力建设提供平台支持，特别是支持非洲科技人才培养和促进性别平等等等。这个定位非常清晰。



ICEE 的合作网络

记者 10年来，ICEE在推动全球工程教育合作、标准对接、知识共享等方面发挥了哪些关键作用？是否有具体案例可以分享？

王孙禹 十年来，ICEE主要在三个层面发挥作用。

第一，作为国际交流合作平台，坚持大学-企业-政府的联系与合作，推动工程教育理念、标准和经验的交流互鉴。ICEE长期参与世界工程日（每年3月4日）等国际活动，并围绕全球工程教育议题开展论坛、研讨和合作项目。

第二，作为知识生产与传播平台，推动工程教育研究、政策咨询和成果共享。2021年发布的《工程：支持可持续发展》报告，就是由UNESCO与ICEE共同推出的重要成果之一。这份报告不仅讨论了工程在实现联合国可持续发展议程SDGs中的关键作用，也分析了大数据、人工智能等新技术背景下工程教育和能力建设的转型方向。ICEE共同主导出版《联合国教科文组织工程报告II》，系统探讨工程在可持续发展中的作用，成为全球重要参考文献。这份报告是多语种发布的“旗舰”出版物，其编纂过程本身就是一场复杂的国际合作与博弈，既保证

了学术严谨，也维护了原则。

第三，作为能力建设平台，尤其重视面向发展中国家的支持。UNESCO关于ICEE续约的官方文件明确写到，中心的重要职责包括支持发展中国家的工程教师、学生和技术人员培养，特别强调面向非洲的工程专业人才培养、女性工程人才发展和终身学习。我们开展了很多具体工作。例如，通过“微专业”项目，选拔“一带一路”沿线国家特别是非洲的优秀学生，先让他们在线学习清华课程，再选拔佼佼者来清华进行为期一周的线下培训。再如，我们专门在中国工程院组织过在华学习工作的非洲女工程师座谈会，分享共同经验。曾有一位参加培训的肯尼亚女孩，后来成为中资高铁项目的高级管理人员，这是非常落地的成果。

总的来说，ICEE并不是单纯办会议、做交流，而是在努力把“国际合作”“研究咨询”“能力建设”结合起来，形成一个更有持续性的工程教育国际平台。

记者 作为秘书长，您认为ICEE在促进发展中

国家工程能力建设、推动工程教育公平发展方面做出了哪些贡献？

王孙禹 我觉得最重要的贡献，是搭建了一个更可进入、可分享、可协作的平台。

很多发展中国家在推进工程教育时，最缺的并不只是单项资源，而是同时缺少高水平师资、课程资源、质量保障经验和国际合作网络。ICEE 的意义就在于，它尝试把这些原本分散的资源，通过国际合作平台连接起来，为发展中国家提供培训、交流、研究和知识共享支持。UNESCO 的续约文件中对此有比较清晰的表述，特别强调通过开放与在线学习、高质量教育资源、产业链培训项目等方式支持发展中国家。

此外，工程教育公平不只是“让更多人进大学”，还包括让更多不同地区、不同性别、不同发展阶段的人群，通过不同开放形式（包括网络、电视、广播、函授等等），有机会接触高质量工程教育。UNESCO 相关文件特别强调性别平衡、女性工程人才发展，这也是未来必须持续推进的方向。

记者 面向未来，ICEE 在下一个十年有哪些重点规划？将如何进一步推动工程教育支持可持续发展目标？

王孙禹 未来十年，我想至少有三条主线。

第一，继续围绕可持续发展目标深化工程教育合作。工程教育不能脱离人类社会面临的真实挑战。能源、气候、城市、健康、治理，这些都要求工程教育更主动地回应全球议题。

第二，更加重视智能时代工程教育转型。人工智能、大数据和数字平台正在改变工程教育的内容、方法和组织方式。未来 ICEE 应进一步推动国际层面的经验交流、案例研究和政策研判，呼吁和推动更多国家特别是发展中国家更好地应对这一轮转型。我们目前在承接“AI for Engineering”等相关课题，

研究人工智能究竟是一种强大的工具，还是一种具备学习能力的智慧体，以及它将对工程教育的范式产生何种根本性影响。这其中的伦理风险必须警惕，比如算法偏见，甚至不良信息诱导，这都要求我们将工程伦理和文化教育提到更高位置。

第三，进一步提升全球工程教育治理参与度。今天国际竞争越来越体现在规则、标准和平台上。今后，ICEE 不仅要继续做合作平台，也要努力成为更有影响力的研究平台和智库平台。我们已经在筹划与 UNESCO 合作编撰第三本全球工程教育报告。同时，在标准层面，我们不仅加入了针对本科的《华盛顿协议》，还在积极推动建立研究生层次的国际互认协议，希望能在工程硕士、博士的培养标准上，发出中国声音，贡献中国方案。

中国工程人才的培养建议

记者 在科技革命与产业变革背景下，中国工程教育应如何调整，以适应未来社会需求？

王孙禹 我觉得可以概括为三个关键词：重构、融合、协同。

所谓“重构”，是要重新理解工程人才培养的逻辑。过去我们更多强调知识体系的完整性和专业训练的系统性，这当然仍然重要，但在智能时代，仅靠知识堆叠已经不够了。因为很多标准化、程序化的知识性工作，未来会越来越多地由智能工具承担。工程人才真正稀缺的，是那些机器难以完全替代的能力，比如系统性判断能力、跨领域整合能力、面向不确定性的创新能力，以及对工程后果的责任意识等等。

所谓“融合”，就是打破学科、专业和培养环节之间的壁垒。比如，清华大学的“工科+”发展思路，把强化工程基础研究、促进学科交叉、提升工程教育作为工科发展计划的重要着力点。这实际上反映出基本判断：未来工程教育不能局限在传统专

业框架之内，而要在更宽的学科交叉中培养人才。

所谓“协同”，就是工程教育不能只靠高校单独完成。高校负责基础知识传授、工程能力培养和价值体系塑造，企业提供技术前沿、工程场景和实践平台，政府与国际组织则提供政策引导、规则平台和公共资源支持。尤其是在国际层面，工程教育越来越需要通过开放合作来回应全球共同挑战。



2023年6月3日，王孙禹教授（左2）获颁“工程教育研究杰出贡献奖”

记者 您认为智能时代的优秀工程人才应具备怎样的核心素养？高校、企业、社会应如何协同支持这类人才成长？

王孙禹 青年工程师要把终身学习当成职业需求。当今的技术世界变化太快，靠一次性教育不可能支撑整个职业生涯的发展。要始终保持开放心态，既学新技术，也学如何与他人协同、与社会对话。如果用比较简洁的话来概括，我认为智能时代的优秀工程人才，至少应当具备五种核心素养：

第一是扎实的工程基础。技术再发展，工程的基本原理、分析能力和实践规范不能丢。

第二是系统思维。未来的工程问题往往不是局部优化问题，而是多目标、多主体、多约束的复杂系统问题。

第三是人机协同能力。也就是说，要善于把人工智能等新工具转化为认知和创造的助手，而不是简单地被工具牵着走。

第四是伦理意识和社会责任。越是在技术能力增强的时候，越需要工程师具有价值判断能力。

第五是全球视野与沟通协作能力。未来工程活动越来越跨组织、跨专业、跨文化，单打独斗式的人才很难胜任。

这类人才的培养，不可能只靠课堂。高校要重

构课程体系和培养方式，企业要提供真实问题和实践环境，社会和政府要完善制度环境和公共支持。

工程教育工作者要始终把握一个基本原则：教育不能被技术牵着走。技术很重要，但教育的根本还是育人。我们要积极拥抱新技术，同时也要坚守教育规律、工程规律和人的发展规律。真正好的工程教育，不是把学生训练成技术系统中的一个部件，而是帮助他们成长为有能力、有担当、有判断的工程人才。工科思维和文科思维各有优势。工科思维像链条，一环扣一环，严谨完美；文科思维更发散，擅长联想和创新。未来解决复杂问题，需要两者结合。

记者 您最期待看到中国工程教育怎样的变革或突破？

王孙禹 这些年中国工程教育实践发展很快，改革探索也很多，但相对来说，理论提炼、概念建构和国际表达还可以进一步加强。我们特别期待，中国能够从“国际标准的跟随者”变成“共同制定者”，中国工程教育的贡献将不仅体现在能够培养出规模庞大的优秀工程师，更在于能向世界输出一套源于中国实践、解决全球可持续问题的工程教育“中国模式”。🌱

象，为了探究真理。为了这个目的当然要通过发表论文的形式来展现新发现和新成果，引发进一步的研究。这就是第一重和第二重境界。不过论文发表只是研究的传播方式，不是研究的目的。如果把传播方式当作目的，那就是品味的不同了。

与学术品味的第一、二重境界共生并互为因果的是指标激励。现在的指标考核越来越多，越来越精细，指标激励越来越强。虽然这种激励可以促成三流二流，但也只能是三流二流，因为只有三流二流才与指标激励相容。过强的指标激励既是促使文章发表大增的原因，也是做重要问题研究、做原创性研究的障碍。这是因为它同时也激励了好大喜功、急功近利、追踪热点、追求短平快，它导致内卷，并容易滋生学术腐败和学术不端。

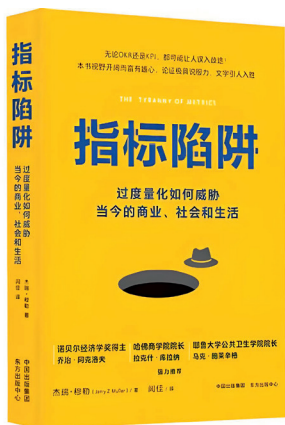
杰瑞·穆勒 (Jerry Z. Muller) 的书《The Tyranny of Metrics》(中文翻译《指标陷阱》) 列举了使用指标激励在教育、医疗、军事、商业等领域中很多负面例子。指标陷阱在我们这里有众多具体表现。比如教师数字化，把教师等同于 A 类期刊论文发表的篇数，发表 N 篇 A 类文章的教师就好于发表 N-1 篇 A 类文章的教师。过去我们批评学生是“数 K”(即挣多少钱)，现在我们对待教师也是“数 A”。又比如，教师长聘条件中要求最低论文发表数量，原本只是一个门槛，过了门槛之后就要根据真实学术贡献来评价教师。但是在实践中，门槛 +1 或 +2 或远超过



油画《国学研究院》，作者陈丹青。
画中左起：赵元任、梁启超、王国维、陈寅恪、吴宓

门槛就会成为评价教师的理由。再比如，一位老师发表了一篇论文，微信群里立即充满了祝贺，不过祝贺的是论文发表在某某刊物，完全不说它的内容和贡献，因为刊物进入到指标体系，而内容却不会。这种指标激励可以促进论文发表，甚至顶刊论文发表，但是不利于做重要问题研究，更不利于做原创性研究。而做这种研究，对像清华大学这样的学校来说，尤为重要。

根本问题是我们的学术品味只是追求有利没利，而不是追求真理。如果我们的学术品味是研究重要问题，做原创性研究，那就不能单靠指标激励。还需要靠什么呢？我觉得必须靠人的内在动力 (intrinsic motivation)，比如好奇心，靠内在动力下的自由探索。人生来都是具有内在动力的，尤其是选择从事学术研究的人。但是，越来越精细的指标考核严重挤压甚至完全扼杀了人的内在动力。人的内在动力和学术研究上的自由空间是原创研究的必要条件，不是可有可无。《清华大学章程》上写道：学校“在学术上倡导‘独立之精神、自由之思想’”。这十个字出自陈寅恪纪念王国维的碑文。我认为，这就是在学术品味的三重境界中，与第三重境界相容并存的条件下。这是我们应该大力倡导的。🍵



人与 AI 组队 西游取经修行

▣ 杨斌

科技或产经新闻现在有了个新习（máo）惯（bìng），就是爱给新一年命名成“某某元年”，因为是预见，展望就常有分歧。英文里没有恰好对应元年那种带劲儿的表达，有的多是在过完一年或好多年后追记说，那真是“year of XYZ”，回望容易看得更清楚些。一本书，起名叫做《A Year of No Significance》，也是想以此引起你的好奇——无关紧要，抑或至关重要，历史会有大判断。

但，人们还是希望跨年的时候听吉祥话——2026 is a promising year！说到promising这个词，现在用来形容“充满希望”，而英文里最初只是个“承诺”的动名词形式。也对，不做出承诺并践行承诺，哪会有充满希望的未来。如此看来，跨年时宣告“某某元年”就是一种承诺，承诺这种科技或是产经领域来年会有充满希望的爆发。

去年这时候，人形机器人，co-pilot、AI智能体乃至自动驾驶都被媒体以“元年”来期冀。其时，AI虽经历了两年多一点的超高速演进，更多还是基础大模型在参数和表现上竞相比拼，彼时DeepSeek还没有横空出世，有关智能体落地以及AI组织演化、AI原生组织的讨论都还很少。

现在回望2025这一年，被看好“充满希望”的领域放异彩的程度有大有小，但大模型、智能体确实没有辜负“元年”承诺，比学赶帮超，直冲着要给客户拿结果而不是刷榜单的目标大踏步，要“真出活”而不是“会说话”，大企业多是个采用、应用的态度，而总是新创的AI原生企业更有冲劲儿，有不少鲜活实践。在这些实际经验基础上，再针对

杨斌

清华大学经济管理学院教授、清华经管领导力研究中心主任。开发并主讲清华大学《领导与团队》等精品课程。著有《企业猝死》《战略节奏》（合著）、《在明明德》（合著），译有《要领》《教导》等。



性地去讨论下一步组织中人与AI的关系，热度就在2026年前这一段时间陡增，深度也层层递进。

是啊，人与AI，会发展成怎么个关系呢？这不是个容易回答的问题。如果你能抽身片刻，靠在椅背上闭眼想上一想——在跟AI合作中，你把ta当作什么？程序？工具？员工？助手？专家？还是队友？

这个问题可以有很多指向，答案各不同，也难分对错——因为不同人不同公司其实真的就是有完全不同的“当作”。摆这个问题出来，是期待一个更认真些的内省，因为你对AI在你们之间是个什么角色的认知和定位，会决定着你现在和今后对ta的使用方式，影响着AI的靠谱底线和贡献上限，甚至还塑造着未来碳一硅基社会的样貌、走向。

不敢说ta们有自知之明，但是大模型（们）确实都扪“脑”自问——你们自己是怎么理解自己跟人之间的角色定位的呢？几乎所有主流大模型回答中，都有一个共同部分：AI更愿意把自己说成是一个协作者，而不是一个伺机替代人类的存在。



的价值理性，看到了超越工具的自主、决断和创造，解决问题时的主动、积极和涌现。好了，坐实了，不用怀疑了，AI就是大师兄，大师兄就是AI！奇妙的还有，厉害的可不只是大师兄一个而已，需要的时候，大师兄还会拔下许多根汗毛变出来成百上千个AI“分身”——合在一起，就是多智能体的组织智能了呢——协同一致，保护师父取回真经。

不过，就算是大师兄本领如此高强，去西天取经，护佑东土苍生这个目标却不是大师兄自己能承载的，那是唐三藏的使命。唐三藏，“大我”担当，是人类中富有使命感的领导者，是人在持续修行中的崇高化身。

至于八戒呢？大家伙估计都会觉得它可不能代表AI——水平先放在一旁，先说态度——AI哪会像八戒那么的懒惰，意志不坚呢？正相反，AI就是最理性最恒定最耐烦最不怕苦不怕累不偷懒不眠不

休经得住考验的杰出代言人。八戒的“小我”形象深入人心，进化到这一步的人还摆脱不了的俗世本性的东西，都在八戒这里淋漓尽致地反映出来。有趣的是，每位读者都从八戒身上看到部分的自己，虽然未必愿意承认；但恐怕人们是不喜欢自己的合作伙伴、助手，是一个像八戒这样的人的。自己可以偷是，别人这样却不可以，这就是人们对八戒这种“真”所持的态度。

翻译成成人话：组织（唐三藏）的使命，如何能够在人（唐三藏、八戒）与AI（能力超众的大师兄）协同努力下达成。人里头既有超凡脱俗的三藏，也有乐在俗世的八戒。如果看AI和智能体的发展阶段的话，真的是从白龙马（如果还算有过那一段的话）进步为沙僧，然后就在我们眼前以迅雷不及掩耳之势出落成本领卓绝的大师兄。

八戒是人，是人就会犯错，因为各种人的不完美、六根不清净而惹了祸，这账就会记在八戒的头上。可本领高强的大师兄（再加上他的主动性又强），处理复杂问题有时也会惹祸，且因为本领大可能惹的祸也更大。大师兄惹的祸，账要记在谁头上呢？这是个好问题。西游里头，大师兄是一心为了师父取经，一心要铲除妖孽，他的失误，可能就得看看：是否师父也有看管不严的问题？八戒也有协同不力的问题？更主要的，要看把一个大闹天官的猴子打造成大师兄的造物主如来等，是不是要持续负责对大师兄做些迭代矫正。说到底，把账算在孙行者的头上，没用，他毕竟不是人，得去找跟他关联的人，以及开发他出来的大神算账。

三藏（以及作为原创者的如来等）必须能够驾驭好孙悟空，但恐怕有了跟孙悟空并肩战斗的体验，谁也不会再想着说退货给花果山而去流沙河换一个沙僧回来。回不去了，海拔基准水位上去了，就再也下不来。沙僧们早就被淹到水平面以下了。

阿西莫夫三定律，虽然三个徒弟都得遵守，但更像是约束高能悟空的行为规范脚本吧。

再追问一句，八戒这么多毛病，也不是那么有本领，这样的八戒，在有了能干得多的 AI 之后会不会首先就被裁员，以纯洁队伍、降低冗员、减少抱怨、提高效率？

这就要对强 AI 社会的未来——会不会演变为每一个角色都能趋于完美——做些设定了。

2024 年底 2025 年初我正重读诺伯特·维纳的 *The human use of human beings*，跟很多人絮絮叨叨地说，也许中文书名应该叫《人有人本之用》，而不是说着挺顺口也还有点自嘲俏皮的《人有人的用处》。维纳在书中，关于人的自主性有多紧要，说过这么一段：

“我是相信人类社会远比蚂蚁社会有用得多的；要是把人判定并限制在永远重复执行同一职能的话，我担心，他甚至不是一只好蚂蚁，更不用说是个好人了。那些想把我们按照恒定不变的个体职能和恒定不变的个体局限性这一方式组织起来的人，就是宣判了人类只该拿出远低于一半的动力前进，他们把人的可能性差不多全部抛弃掉了，由于限制了我们可以适应未来偶然事件的种种方式，他们也就毁掉了我们在这个地球上可以相当长期地生存下去的机会。”

顺着维纳的这段话往下想，强 AI 时代的问题其实并不是人们都在绞尽脑汁想的“AI 会不会替代人”，而是我们作为人类，是否愿意把自己预设在某一种被替代的姿态里。

当组织习惯于把人定义为流程节点、岗位标签、可预测的执行单元时，它其实已经在为更高效、更稳定、更不抱怨的“非人类”腾位置了——不是因为机器更聪明，而是因为预设人主动放弃了变化的权利。

如果沿着这个角度往下想，那么先被裁掉的未必是八戒，更可能是那个已经把自己活成沙僧的人。

这也许是“AI 次方”质变的某种价值所在：它不是一次能力的跃迁，而是一次对“何为（wéi）人”“人为（wèi）何”这个根本问题的一种压力测试。它更显豁地呈现出，若是人的工作拆解成任务与本领的话，哪些并非人之所长，也不利于人之为人、人之发展；哪些应为立人之本，却已经疏远太久。

当 AI 智能体具备了越来越强的发现问题、拆解目标、跨任务协同的能力时，组织中最稀缺的，不再是“会不会做”，而是“为什么这样做”，“是否值得这样做”，“这牺牲了什么其他可能”。这些问题，恰恰不是超级劳模的大师兄擅长回答的——大师兄可以超级快超级强，但大师兄并不主导意义构建、价值辨析，大师兄也无法真正担责兜底背锅。

所以，极大概率上，唐三藏（“大我”）这个角色，非但不会因为 AI 变强而式微，反倒会愈发彰显自身的核心价值。之所以重要，不是因为他聪明，更能干，更有威严，而是因为他承担着一个不可外包的职责：为目标赋值，为行动定向，为冲突作出价值判断，也为整个摊子出的问题负责、背锅。

再有就是，假设，我们说假设，要是没有了唐三藏，取经团队也许可以以更快速度更低难度达到某个地点，尽管确实存在这么个推理可能性。但这个假设，是个伪命题，压根就没有意义。没有了人类（三藏），再智能，效率再高，意义又何在——就像八戒爱说的那句，“师父都让妖怪给吃了，这还取什么经啊”？！当然，也许硅基生命觉得这是碳基人类的自以为是。

好了，让我们换个角度再问一句：如果不限装束的话，是不是每个人都想要一个大师兄来作为

自己的团队成员、工作伙伴呢？有没有人愿意要八戒呢？

其实，八戒在整个团队生态中的价值，或许值得换一个视角重新审视。

他身上的贪、懒、怕、欲，并不只是缺点，恰恰构成了对“效率至上”的持续扰动。八戒会抱怨、会拖延、会算计眼前得失，但正是这些“不完美”，提醒着团队：取经不是选择一条纯粹最优路径的问题，它是一段必须被人类承受、体验、理解的慢旅程。八戒（也是小“我”）的这些个不完美，各种幺蛾子，也就像很多网站检验是否真人的测试，是比图灵测试厉害的活人感测试过关的保证。

所以问题也许就不该只是围绕大师兄：“AI 会进化到哪一步？都能替代人去做什么？”而应当反躬自省：“当团队中有了无所不能的大师兄，我们是否还允许并能让自己不被碾压成沙僧？我们还能不能包容并欣赏身边的八戒？”当然，也该问：“什么大使命，何种慈悲心，让我能为师父？”并能在关键时刻说出那句——“悟空，休得无礼”。

这需要一种新的协作伦理——既不是主仆（奴）关系，也不是囿囿平权，而是一种“差异与共”。人在其中不以算力高强、不眠不休取胜，而以直觉、判断、忐忑、修正、意义和担责为价值所在。

去年跨年时，我推敲过 co-pilot（副驾驶）这个词，是不是就永远要比 captain（机长）低，

只能是个从属角色。现在想，也许 captain 和 co-pilot 地位高低并不真的重要，重要的是：是否允许在飞行途中根据需要，同担责任、备份支撑，甚至可以保持某种模糊。成熟的“机长”，不以揽总包全为自豪，不以掌控一切得权威，而是知道何时让渡、何时介入、何时为系统的选择负责。

这些个关于人与 AI 在西天取经组队中角色的

碎碎念，答案在路上，可能是个持续协同进化的序列与组合。AI 会在不同阶段，像道具，像工具人，像工具神，像大师兄，像大师兄们。

答案也在心里。看人，是否还能既秉持三藏（师父）的一本正经、使命必达，又保留一点八戒（二师兄）的真实、不装与贵在“有疑”——可能是接下来几年真正需要修行的本领。

真经未必只在西天，人与 AI 要一起走的取经路还很长，是不是“充满希望”，人类对自己做什么“承诺”

其实很重要。可以确定的是：如果人类不愿意继续成为“可变的存在”，那么再能再强的 AI（大师兄），也不过是在为一个走向闭锁、有限游戏、零和博弈的世界奔波打拼。正如维纳在《人有本之用》中所说：“我们是如此彻底地改造了我们的环境，以致我们现在必须改造自我，才能在这个新环境中生存下去。”

师徒西游取经路，本就是改造自我的修行。人与 AI 展开的这个彻底改造环境的新取经路，唯有人智与共，才能各得其所，修成正果。🍎



人工智能，无尽的前沿

张亚勤

时光回到 80 年前，1945 年二战刚刚结束，时任美国总统罗斯福在一个深冬的晚上收到了一份提案，名为《科学：无尽的前沿》。这份提案后来成为法案，一举奠定了美国在科学领域的领军地位，催生了众多技术、产品和产业，直接推动了第三次工业革命——我们熟知的无线通信、半导体、互联网、光纤通讯等，都是源于这份科学法案。而今天，我们正迎来一个全新的重大机遇——人工智能，它已然拉开了第四次工业革命的序幕。所以我今天的演讲题目是《人工智能：无尽的前沿》。

01 技术大趋势

首先我想谈一下技术大趋势。

人类智能的启发

地球上最聪明的物种是什么？是人。经过几十万年的进化，我们的大脑是如此神秘和神奇。我们的大脑不到 3 斤重，功耗只有 20 瓦，但是我们



张亚勤

清华大学智能产业研究院（AIR）创始院长。中国工程院外籍院士，美国艺术与科学院院士，和澳大利亚国家工程院院士。曾任百度总裁、微软全球资深副总裁兼微软亚太研发集团主席、微软亚洲研究院院长兼首席科学家等职。

1997 年他 31 岁被授予 IEEE Fellow，成为历史上获得这一荣誉最年轻的科学家。

却如此之聪明。它里面包含了 860 亿个神经元，有百万亿个连接或者说突触，存储量至少有 1 个 Petabyte。我们人类对大脑的理解也是渐进的，现在我们可能对大脑的理解还不超过 10%。很有意思的是，我们有两个最神秘的东西，一个是我们的宇宙，我们对宇宙的了解不到 5%，95% 以上都是暗物质、暗能量；另一个就是我们人类的大脑，我们对它的了解也很少。但这么多年来，随着研究的深入，我们越来越多地知道了它的一些结构、功能。

早年间，保罗·麦克莱恩提出了“三重脑”理论，将大脑分为不同层次：负责呼吸、睡眠、运动等生理功能的物理层次，处理情感的层次，以及负责推理、决策的高级层次。这个理论虽然不够精准，但为我们理解大脑提供了直观的视角。如今我们知道，大脑拥有一百五十多个不同的功能区，860 亿个神经元分布其中，分别负责声音、视觉、语言、运动等不同功能。

人类的记忆功能尤为神奇，包含天生的 DNA 记忆、短期的海马体记忆、长期的皮层记忆，还有显性记忆和隐性记忆。可以说，人类大部分智能都

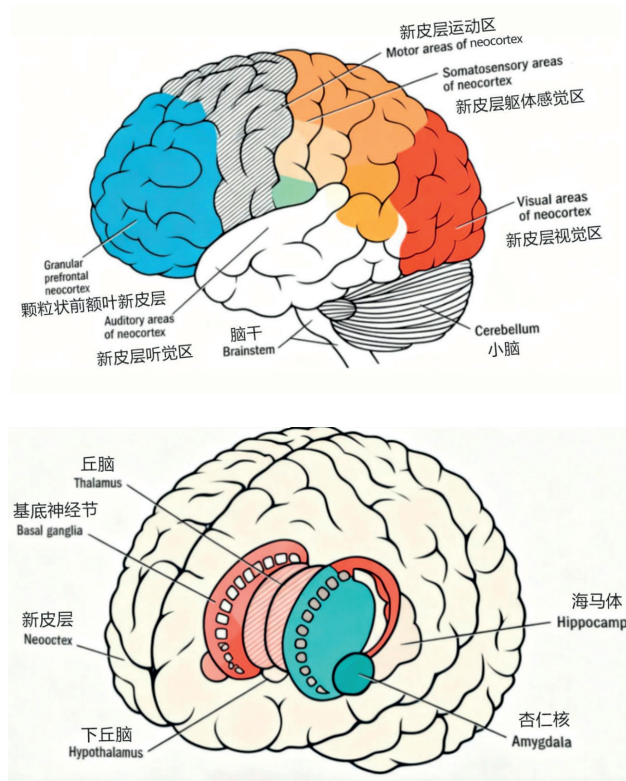
来源于这些不同类型的记忆体。

诺贝尔奖获得者丹尼尔·卡尼曼将人类的思考模式分为两种：系统1是快思考，面对事物时能快速产生直觉、迅速做出决定，无需深入思考；系统2是慢思考，需要经过深度分析和推理，是人类高级智能的体现。这两种系统可以相互转换，当我们对某件事足够熟悉后，慢思考会转化为肌肉记忆和直觉。比如学车初期，我们会刻意关注交通规则、路牌、信号灯和路况，但熟练之后，驾驶就会变成自然、自觉的行为，这就是系统转换的过程。

人工智能的发展脉络

什么是人工智能？人工智能，本质上是学习人类智能的过程，多年来我们一直在探寻智能的本质。“人工智能”（Artificial Intelligence）这一概念于1956年正式定义，而它的理论奠基可追溯到更早——图灵率先定义了“计算”与“智能”，并提出了“图灵测试”：若机器能通过多轮对话，让人类无法分辨其是否为人类，就意味着通过了测试。

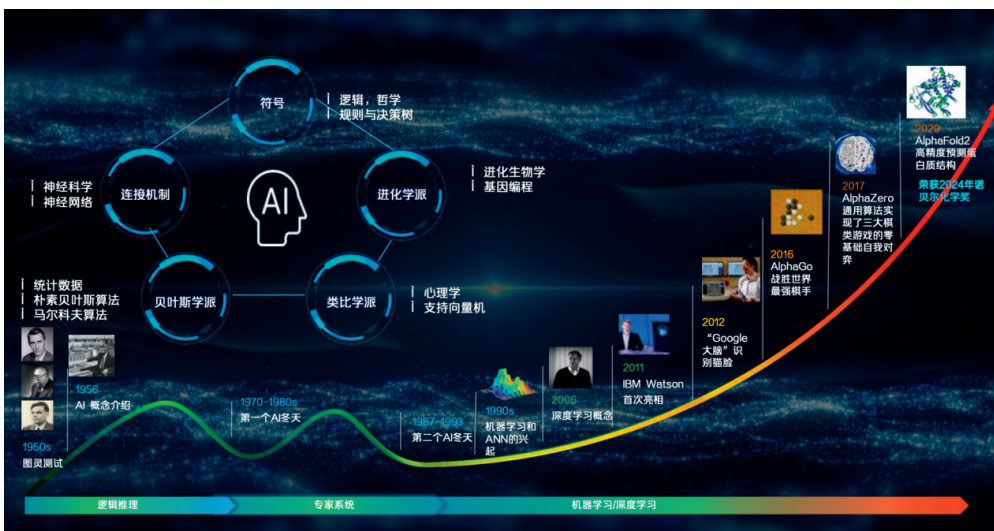
另外两位重要奠基人常常被忽略：“信息论之父”香农定义了比特和信息量（熵），“控制论之父”维纳定义了负反馈、学习和自适应，这些基础概念



对人工智能的发展起到了至关重要的作用。

这么多年来，人工智能领域出现了很多不同的学派，但整体分一下，主要是两种不同的思路。一种思路认为，可以把大脑的逻辑、规则，还有推理的过程都用符号表示出来，这就是符号学派。基于

这种方式，逻辑体系很漂亮、很简洁，也有明确的因果关系，具备透明性，我们知道机器是怎么推理的，但它唯一的缺点就是不实用，在实际应用中效果不佳。当然还有另外一个学派，叫连接学派。这个学派认为，大脑如



此复杂，智能的实现十分困难，所以要通过大量的数据，通过积累经验、持续学习、不断适应，以及与世界的连接来获取智能，这就是连接主义。最近10-20年主流的深度学习技术，用的就是这样的方法。

人工智能发展史上有几个关键事件值得关注：

2016年 AlphaGo 第一次击败了李世石九段，是以 3:1 的比分击败的。咱们清华的同学柯洁九段不服气，2017年和 AlphaGo 下了三盘棋，最终 0:3 屈居第二。AlphaGo 当然很聪明，它用到了深度学习、强化学习，还有蒙特卡洛搜索，是很了不起的成果，它学习了人类几十万盘棋局。但我觉得更了不起的，是大家不太听说的 AlphaGo Zero。它完全不用学习人类的棋局，它是自己和自己下棋，互相博弈，通过不断地博弈来学习，而且进化速度非常快。AlphaGo Zero 和 AlphaGo 的前一个版本下了 100 场棋，它完胜，比分是 100:0。它不仅可以下围棋，还可以下国际象棋以及别的棋类。所以后来 DeepMind 这个团队说，从此我们和人类下棋了，因为所有的棋类，人类都下不过人工智能了。这是一个特别重要的概念，就是智能体的概念。

基于类似逻辑（算法不同），DeepMind 推出 AlphaFold，解决了人类蛋白质解析预测长达 50 年的难题。原本人类需要 10 亿、众多科研人员耗费十余年才能完成的工作，AlphaFold 仅用一年就全部解决。

2024 年，诺贝尔奖物理学奖、化学奖均授予了人工智能领域的奠基人，其中就包括 DeepMind 创始人德米斯·哈萨比斯——他的团队既创造了 AlphaGo，也打造了 AlphaFold。今年 1 月，我在达沃斯与他有过一场关于新药研发、生物计算及人工智能未来发展的有趣对话。

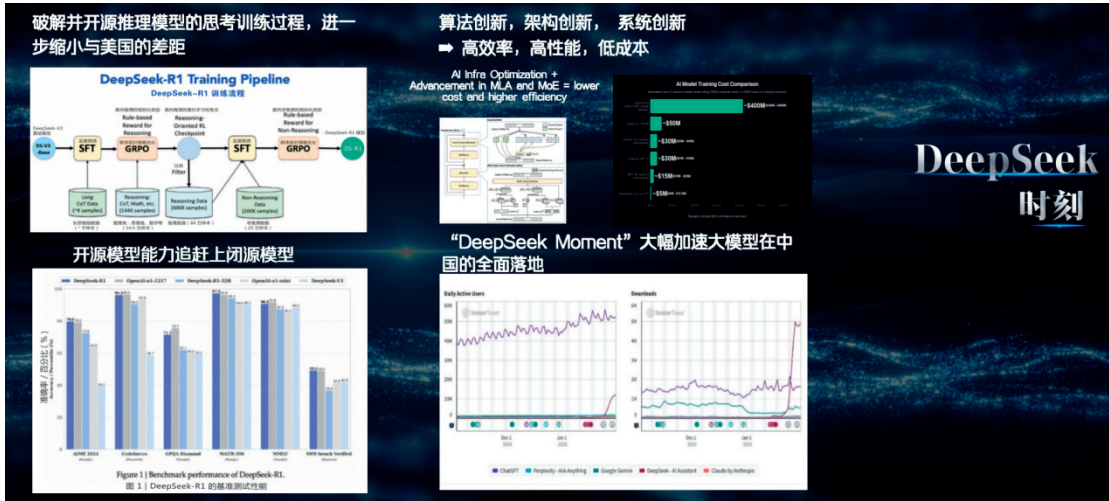
另外一个大的里程碑，是 2022 年，也就是三年前，同样是一个很冷的冬天，OpenAI 的 ChatGPT

出现了，这带来了一个全新的范式。过去的深度学习或者神经网络，主要还是针对具体任务，本质上是一种很聪明的模式识别，比如说语音识别、人脸识别、图像识别，或者字符识别等，算是一种高级的识别技术。但 ChatGPT 出来之后，我们跳跃到了一个新的范式，它不仅可以识别，还可以生成，还可以创造，所以生成式 AI 就这么出现了。

生成式 AI 有三个重要的元素，统一表征（Tokenization）、规模定律（Scaling Law）和涌现效应（Emergence）。最重要的，我认为是统一表征。ChatGPT 是怎么做的呢？有点像人类的神经元，我们人类有 860 亿个神经元，不管分布在什么地方，每个神经元的结构都是完全一样的，视觉的、听觉的、运动的、记忆相关的，都是同样的结构。生成式 AI 的统一表征也是类似的道理，不管什么样的信号进来，都把它变成 Token，核心任务就是预测下一个 Token，生成下一个 Token。它可以生成文字、图像、视频，现在大家已经用得很多了。同时它还可以生成新的数据、代码、数学方程式、工具——它不仅能生成工具，还能使用工具；它还可以生成新的蛋白质、分子、材料、药物。当大语言模型的参数量突破百亿级别，便会触发规模定律，出现涌现效应。也就是说，模型的性能并非线性增长，而是随着规模扩大发生跃迁，从而涌现出未经编程的、令人惊喜的新能力。

另外一个重要的里程碑，来自中国的 DeepSeek。这个也是出现在一个寒冷的冬天，就是今年的 1 月份。DeepSeek 出现之前，中国有上百个大模型，这些大模型基本上都在学习 OpenAI，学习 ChatGPT，整个技术路径、算法的架构体系，基本上都是在模仿学习。

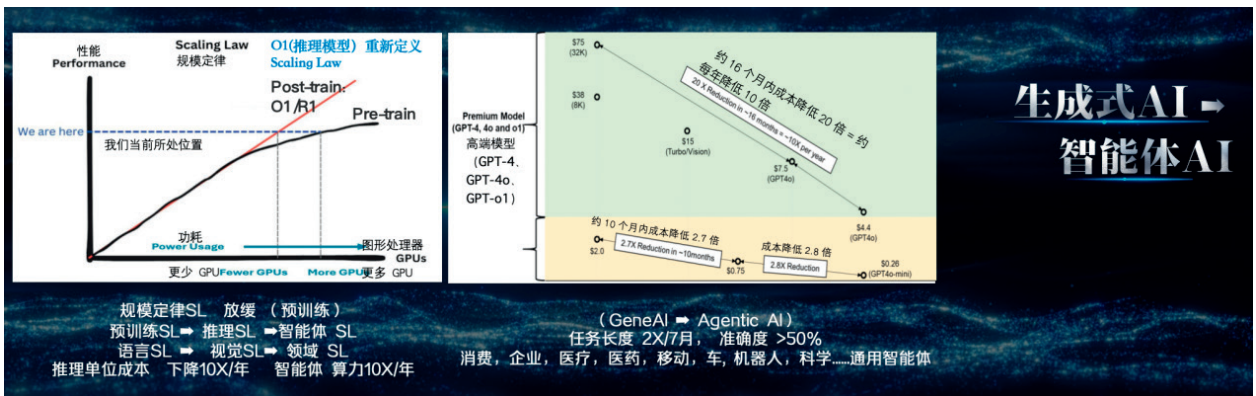
DeepSeek 出现之前，我曾经说过，我们和美国在大模型领域的差距，大概是两到三年。DeepSeek 是一家小小的创业公司，它的工程团队



离清华可能就 5-10 分钟的路程，团队里很多都是清华的学生。DeepSeek 所做的，是一条新的路径，在算法、技术、系统架构上都有创新，它用 1% 的算力就可以达到和美国前沿大模型相似的能力。DeepSeek 出来之后，咱们和美国的差距可能就缩短到 2-3 个月，也就是一个版本的差距，从之前的 2-3 年缩短到 2-3 个月，而且在有些应用方面，我们可能做得更好。另外它采用开源模式，它的开源模型很快就被很多买不起大模型的国家、地区所使用，这使得整个模型的落地和应用变得越来越快。所以我把它叫做“DeepSeek 时刻”，一开始有“ChatGPT 时刻”，现在这是“DeepSeek 时刻”，是属于中国的时刻。

从生成式 AI 到智能体 AI

2025 年，人工智能领域迎来了又一重要转变——从生成式 AI 迈向智能体 AI。在此之前，我们遵循“规模定律”：数据越多、算力越强，模型效果越好，达到一定阶段后会出现量子跃迁和涌现效应。但 2025 年我们发现，预训练阶段的规模效应正在放缓，数据资源逐渐趋于饱和，继续增加算力的边际收益不断减少。与之相对，后训练（Post-train）阶段的重要性日益凸显。这就像人类的成长：预训练如同上学阶段，从本科到硕士、博士，通过学习积累知识变得聪明；而后训练则像是工作后的实践，在具体场景中不断学习、进化，这也是智能体 AI 的核心来源。





难了。可泛化性是我们人类的特点，但是我们人类的可泛化能力也是有一些界限的。比如说我们清华的同学可能理科成绩很好，但文科可能相对差一点；我有一个特别好的朋友，他特别聪明，

什么是智能体？人类作为高智能物种，能够设定任务和目标、规划实现路径、不断试错反馈，凭借强大的记忆完成任务。比如同学们想学人工智能，会想学人工智能我要上哪个老师的课，哪个老师讲得最好，我要找什么参考书，我要怎么准备考试，做什么练习题，会把这个目标分解，然后找到最佳的实现路径，这是我们人类的核心特点。而AI智能体，就是在学习人类这种高级智能，具备三大关键能力：

首先它要自主学习（Autonomous），不是自动学习（Automatic），这两个差别很大。自主学习是没有固定的规则，在不断地探索中学习；而自动化往往是有预设规则的，是按照定义好的规则来运行的。所以智能体的第一个关键特征是自主的（Autonomous）。

第二点是可进化的，就是通过不断迭代可以变得更好，而且进化之后，下一次再做类似的事情，可以把原来学到的知识用上。这是我们人类和别的物种很大的区别——人类的智能是可以叠加的。而和我们最近的物种黑猩猩，它们的智能一代和一代之间是没有本质区别的，所以可进化性十分重要。

第三点就是泛化能力，能够举一反三。比如说我学会怎么去订票，这些功能、技能可以用到别的地方，它可以帮你去报销，可以帮你去购物，我也希望它以后可以帮你开车，当然开车这个任务就很

工作也做得很棒，但学开车拿驾驶执照花了15年还没拿到，最后拿到执照之后马上就撞车了。所以有些地方，人类的泛化能力也会受限，但我们还是希望人工智能能够具备举一反三的泛化能力。

这些智能的实现，离不开最基本的东西，其实就是数据，数据的本质就是数字化，我们的技术底座就是数字化。首先是信息世界的数字化，然后是物理世界的数字化、生物世界的数字化。过去40年，我们最重要的工作就是数字化。早期从1985年开始，我们进行内容数字化、文档数字化，我们的语音、图像、视频、文本、PPT等，这些都是在那个时候变成数字化内容的。后来加上HTML等技术，取得了一个重大成果，就是互联网，先是PC互联网，后来是移动互联网。然后我们又对企业进行数字化，或者说对企业进行信息化，这里面有ERP系统、CRM系统、数据库等，还有企业各种各样的业务流程。这一阶段催生了两个最大的成果，一个是数据库，另外一个云计算。那么现在，我们的物理世界正在被数字化，汽车、公路、交通灯、城市在数字化，我们的电网在数字化，我们的家庭在数字化，我们的车间在数字化，我们的工厂在数字化……整个物理世界都在经历数字化的变革。同时，我们生物世界的蛋白质、大脑、细胞、基因等等也都在被数字化。

MIT媒体实验室主任曾在数字化1.0开启时提出，

我们正在从“原子”走向“比特”。“比特”是香农所定义的数字世界的基本单位。而如今，我们正从比特回归原子、走向分子——新一代智能是信息智能、物理智能和生物智能的融合，是比特、原子和分子的融合，也是碳基生命和硅基世界的融合。

清华大学智能产业研究院 (AIR) 的实践

五年前，2020年12月，我来到清华大学创立了智能产业研究院 (AI Industry Research, 简称AIR)。AIR的“I”有三重含义：国际化 (International)、人工智能 (AI)、产业 (Industry)。我们的使命清晰明确：用人工智能创新赋能产业，推动社会进步；目标是打造面向第四次工业革命的国际化、智能化、产业化研究机构。

要实现这一目标，核心是培养未来技术领军人才。我们采用“学术+产业”双引擎模式，大部分老师既具备深厚的学术造诣，又拥有丰富的产业经验。目前研究院已有20多位老师、100多位博士后和博士生、400多位实习生，已成为全球人工智能领域最活跃、最具贡献的机构之一。

我们的研究方向与今天所讲的三元智能高度契合，聚焦信息智能、物理智能和生物智能，开展机器人、无人车、边缘智能、大健康、生物制药等领域研究，合作对象也以产业界企业为主。

02 智能体 AI 的多元应用

下面我将结合AIR老师们的研究成果，从信息智能、物理智能、生物智能三个维度，为大家介绍智能体的具体应用。

信息智能体：从数学解题到科学研究

智能体的核心难点之一是实现自主、可进化、



可泛化的能力，让其能在手机、PC、眼镜、手表、电视等不同设备上运行，可应用于购物、旅游、企业供应链管理等多个场景。更重要的是，我们希望智能体能够完成更高级的任务，比如解数学题、发明方程式、提出新问题。

目前，Gemini、ChatGPT等最新大模型在数学奥林匹克竞赛中已能击败人类冠军。而我们的目标不止于此——我们希望让AI证明尚未被人类证明的数学定理。

AIR李鹏老师团队与清华大学丘成桐先生的数学研究院合作，研发了数学智能体AIM。它能够分解任务，完成定理证明。例如在材料科学、分子动力学领域的重要难题“均匀化问题”的证明中，AIM形成了17页的证明文档，其中绿色部分完全由机器生成，橙色部分主要由机器证明后经人工校正，蓝色部分为人工完成，黑色部分是问题描述。这是人机协作的绝佳范例，据数学老师反馈，证明中最难的部分由AI完成。

虽然目前AIM证明的问题仍有一定难度限制，但我相信未来五年，人工智能能够独立证明更难的数学问题——比如千禧年提出的7个最难数学问题（目前已有2个被解决，剩余5个包括计算机领域的NP完备性问题、哥德巴赫猜想、黎曼猜想等）。我与丘成桐先生就此“打赌”，我认为五年内AI能完成其中至少一个难题的证明。无论具体时间如

愿景：从数学解题走向数学研究

基模型

- 数据以计算题和竞赛型题目为主
- 与数学研究需求存在明显差异

自动形式化证明

- 自动形式化困难、证明搜索空间大
- 当前仅能解决特定或简单问题

AIM

- 在自然语言空间完成数学证明
- 已呈现解决数学研究问题潜力

AIM workflow AIM workflow

Background and Contextual Information

Y. Liu*, Y. Huang*, Y. Wang*, Peng Li, Yang Liu. AI Mathematician: Towards Fully Automated Frontier Mathematical Research. arXiv:2505.22451. * 同等贡献

真正数学研究问题证明效果

量子算法问题 Quantum Algorithm Problem	AIM完成了带有详细分析推导过程的证明
吸收边界问题 Absorbing Boundary Condition	AIM基本完成此问题的证明过程和细节
高对比度极限 High Contrast Limit	AIM完成了主要结论的证明过程，并且证明了新的结论
均匀化问题 Homogenization Problem	AIM给出了合理的证明思路和部分结论的证明，对数学工作者很有启发意义

自主证明 → 人机协同证明

成功解决均匀化问题，形成17页证明，AIM在证明中最具挑战部分做出非平凡贡献

人机协同解决均匀化问题

- 绿色：完全由AI生成+人工辅助验证
- 蓝色：AIM输出具有较高完成度证明后人工校正
- 白色：人工完成
- 黑色：问题描述等

完成叠衣服任务，还能将相关技能迁移到做家务等其他场景，完全通过自主学习适应环境。

无人驾驶是物理智能体的另一重要应用，也是我多年来持续关注的课题。此前在百度担任总裁期间，我们启动了“阿波罗”项目，其落地应用“萝卜快跑”就是一款专门用于驾驶的机器人。无人驾驶的难度极高，需要车辆精准感知复杂交通环境、规划路径、做出实时

何，核心意义在于AI已具备证明难题、提出新问题、生成新方程式的潜力。

安全的决策，集成了人工智能的各个核心技术，因此被称为“人工智能集大成者”。

物理智能体：从机器人到无人驾驶

我对阿波罗团队提出了三个核心要求：安全、安全、再安全。这里的“安全”定义为：机器驾驶的事故率比人类驾驶低10倍以上，才能实现商业化上路。经过近10年的研发，无人驾驶L4级（完全

ChatGPT本质上是语言模型，而物理世界的智能体需要具备视觉（Vision）、语言（Language）、行动（Action）能力，构建“世界模型”。AIR的曹婷老师团队研发的系统，就实现了物理世界机器人智能体的核心功能——通过感知、推理、进化、行动和奖励机制，生成决策和动作，指挥机器人完成任务。

无人驾驶的技术挑战

系统完整度：感知、规划、决策、执行全面高
任务复杂度：针对高复杂性场景的高可靠性需求

最具挑战的有边界的AI垂直领域问题
世界模型+边缘+具身智能

无人驾驶L4 智能体

完全在实时、毫秒级响应中执行

自动驾驶L4智能体

AI运营平台

V2X、车路协同、高精地图、LiDAR、HMI

具身智能（自动驾驶、机器人）基础大模型

物理世界

数字世界

詹仙园老师团队研发的X-VLA系统，尝试解决智能体的泛化问题。传统机器人学会一项技能后，难以迁移到其他机器人或不同场景。而X-VLA系统仅需9亿个参数，就能部署到不同机械臂和机器人上，实现技能的跨设备、跨场景迁移。比如机械臂学会叠衣服后，更换不同机械臂、调整桌子高度，仍能

无人化新阶段：开放复杂道路商业化运营

武汉萝卜快跑 Apollo Go 全球最大的无人驾驶城市
3000平方公里，1700万人，1500辆车（2025）

200+企业	2亿+公里	1500+
Apollo联盟 理事长：张亚勤	自动驾里程	自动驾车辆
10+落地城市	10X人类驾安全性	2500万+载人订单量
约3000平方公里的服务区	7×24小时服务承诺	

在中国打造全球最大的无人驾驶平台和运营

无人、无安全员)的核心技术挑战已基本克服,长尾问题不断优化。

目前,“萝卜快跑”已累计行驶2亿公里,在国内外十几个城市落地运营,安全程度超过人类驾驶10倍,未发生过一次恶性事故。仅在武汉,3000平方公里的区域内、1700万人口的城市中,1500辆萝卜快跑车辆可实现7×24小时服务,我们已在中国打造了全球最大的无人驾驶平台和运营体系。

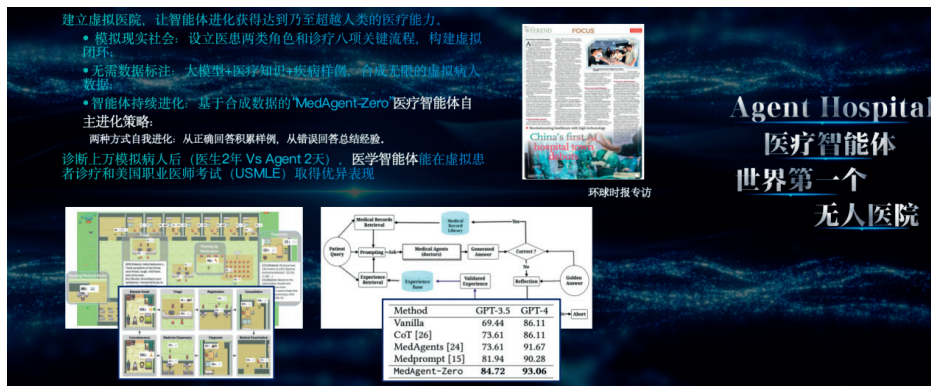
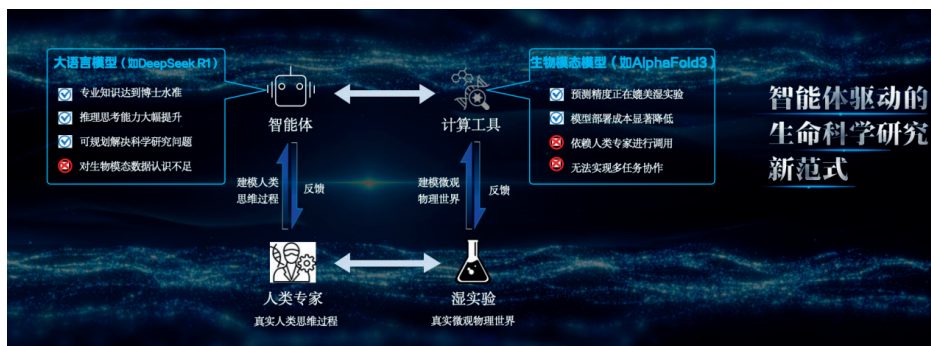
全球范围内,谷歌的Waymo、特斯拉,以及国内的Pony(小马智行)、WeRide(文远知行)、地平线等企业在无人驾驶领域也取得了显著进展,整个产业正

从技术研发走向商业化落地。我预计到2030年,10%的新车将具备L4级无人驾驶功能,迎来无人驾驶的“DeepSeek时刻”。

生物智能体:从新药研发到智能医疗

人工智能在生物智能领域的应用,首先体现在新药研发的加速上。德米斯·哈萨比斯在达沃斯对话中提到,未来十年左右人类所有疾病都可能被治愈,这一观点也许过于乐观,但人工智能确实能大幅缩短新药研发周期。

AIR的兰艳艳老师团队研发了新药筛选新技术,

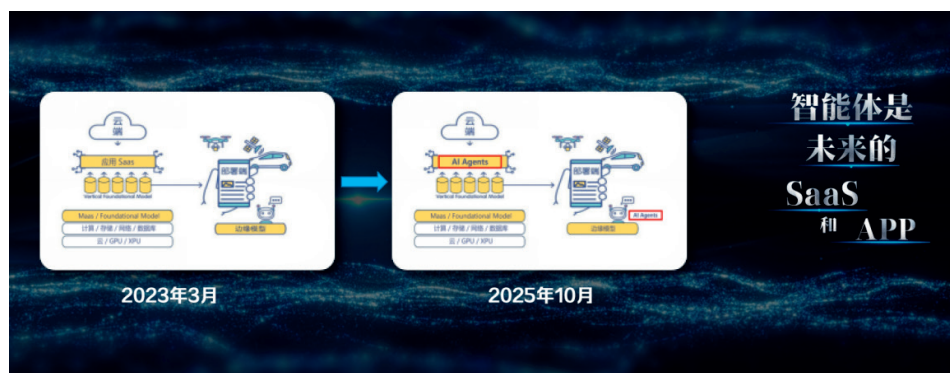


通过 AlphaFold 解码 2 万多个蛋白质结构,找到“口袋靶点”,再与几十亿、上百亿个蛋白质进行对接。目前仅有不到 10% 的蛋白质可用于制药,大量蛋白质分子结构的应用价值尚未被发掘,而该技术通过人工智能算法实现了快速对接,相关成果即将在《科学》杂志发表。

聂再清老师团队打造的新药研发智能体,能够根据研发需求分解任务,自动查找资料、分析蛋白质结构和功能,生成初步研发图谱,极大提升了新药研发的效率,为科研人员提供了重要支持。

人工智能在医疗领域的另一突破,是 AIR 刘

洋老师团队打造的全球首个无人智能体医院——清华大学人工智能医院（今年4月成立）。这是一个虚拟医院，医生、病人、护士等角色均由智能体担任，涵盖不同科室，形成完整诊疗闭环。



智能体之间通过协作、博弈不断进化，无需人工标注数据，仅需两天时间就能完成相当于两年的病例诊断学习，诊断准确率超过传统医院。

需要强调的是，AI 智能体医生并非要替代人类医生，而是作为医生的助手，提升诊断效率和准确性。目前，该系统已在清华校医院、长庚医院等十几家医疗机构开展测试，由真实医生和病人参与验证。

03 未来技术发展和产业格局

人工智能时代的“操作系统”

下面我想讲一下未来技术的发展趋势，特别是产业格局的变化。我在微软公司工作近16年，期间主持开发了全球最大的嵌入式操作系统 WindowsCE，所以我对操作系统有一个特殊的情结。操作系统，它是定义一个时代最重要的技术平台，有了操作系统之后，下面的芯片，上面的应用程序，整个技术生态其实都是围绕着操作系统来部署的。在 PC 时代，我们知道操作系统是 Windows(视窗操作系统)，芯片是 X86 架构，上面围绕着这个平台开发了各种各样的应用程序。到了移动互联网时代，我们用的手机操作系统是 iOS 和安卓，在国内我们也用华为的鸿蒙系统。下面的芯片也变了，变成了 ARM 架

构，上面的应用也变了，有各种不同的移动应用，像微信、短视频等各种应用。到了人工智能时代，大模型就是人工智能时代的操作系统。围绕着这个操作系统，下面的芯片架构变成了以 GPU 为主流，NVIDIA（英伟达）为什么全球市值这么高？因为它主要就是做 GPU 的。上面的芯片架构变了，下面的应用生态也变了，这次人工智能时代的技术规模，比移动互联网时代、比 PC 时代要大很多倍，可能会达到一个数量级、两个数量级，甚至更大的规模。

2023年3月，我绘制了人工智能时代的架构图：以前沿基座大模型为操作系统，上层涵盖行业垂直系统、SaaS 应用软件，端侧（手机、PC）则通过大模型蒸馏或压缩后的小模型运行 APP。到 2025 年 10 月，我对这一架构进行了更新，核心变化是将 SaaS 和 APP 替换为智能体——我认为智能体是未来的 SaaS，也是未来的 APP。虽然短期内手机 APP 仍是主流，但智能体功能将逐步融入其中。

通用人工智能 (AGI) 的实现路径

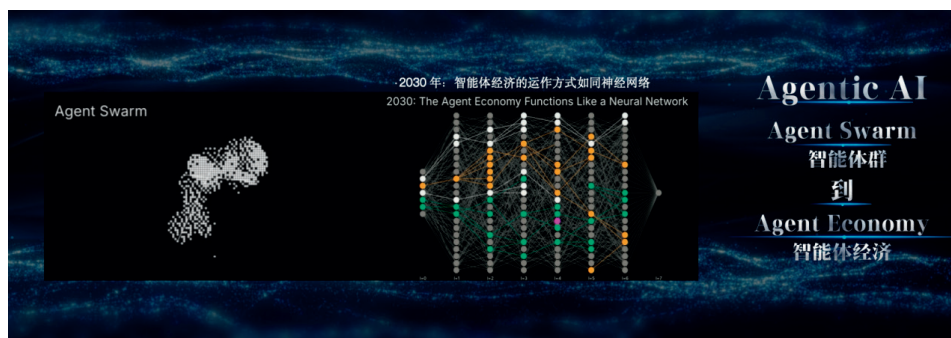
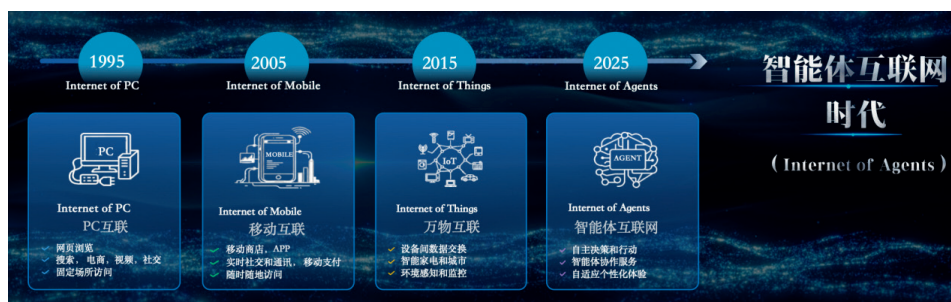
智能体是实现通用人工智能 (AGI) 的必然路径。目前 AGI 的定义尚未统一，我对它的理解是：可进化、可泛化、具备长期记忆，在 99% 的任务上超过 99% 的人类。

要实现 AGI，还需要解决一系列关键问题，比如构建符合物理定律的世界模型、理解因果关系、

优化记忆系统等。当前 AI 的记忆较为粗糙浮浅，而人类记忆是智能的核心复杂部分。

如果按照这样的定义，我认为我们在 15-20 年内会达到 AGI 的水平，并且能够通过“新图灵测试”。图灵测试，一开始只是文本对话层面的测试，现在它已经延伸到各个领域了。首先在信息领域，在内容生成方面，我觉得 5 年之内就可以达到 AGI 的水平，大家看最新的 Sora 视频生成模型，它生成的视频已经和人类制作的差不多了，甚至在某些方面比人类做得还好。在 10

年之内，在物理智能方面可以实现 AGI，无人车从技术方面已经基本过关了，人形机器人还需要更长的时间。我们现在看到各种人形机器人的表演都很好，也有很多相关的研究，包括人形机器人的灵巧手、人脸肌肉控制等技术，但要做到真正和人类相似，至少还需要 10 年的时间。不过我很看好这个产业，我认为 2030 年，也就是十年以后，机器人的数量会超过人类的数量，这会是一个巨大的产业。但是现在，人形机器人还处于科研阶段，还没有到完全量产的地步。那么更重要的是生物智能领域，比如脑机接口、生物体与 AI 的融合、生命体的数字化等，这个领域要实现 AGI，还需要差不多 20 年的时间。



另外一个角度看我们的产业发展，是从互联网的发展脉络来看。1995 年开启了 PC 互联网时代，2005 年开启了移动互联网时代，2015 年开启了物联网时代，也就是万物互联的时代。现在我认为，我们进入了一个新的时代，就是智能体互联网时代，也就是 Internet of Agents。这里面有一个特别有意思的概念，叫做 Agent Swarm（智能体群）。

红杉资本在 2025 年的演讲中提出了“Agent Swarm”（智能体群）这个概念：未来人类交往将通过智能体实现，智能体之间将形成群体智能，通过协作、博弈、纠错不断进化，如同蜂群、动物群体一般，最终进化为类似人类大脑神经网络的结构，催生“智能体经济”。



这种智能体经济将彻底改变经济形态、人类组织架构和企业运作模式：企业的核心资产将变为芯片、数据中心、数据和 AI 模型；团队组建不再局限于招聘人类员工，智能体将成为重要组成部分；就业形态、分配模式等深层次社会问题也将随之重构。

人工智能的风险与治理

还有一件最重要的事，就是人工智能智能体在带来巨大机遇和强大能力的同时，也伴随着不可忽视的风险。

这个风险有几个层面：首先是信息智能领域的风险，我们已经看到了，它可以生成虚假信息，它可以进行深度伪造，有的时候它还会产生幻觉，还可以用来欺骗他人，另外还有版权归属的问题。我们现在使用的互联网信息，从上个月开始，已经有 50% 以上的信息是人工智能所产生的。这个时候我们怎么防范这些风险？比如现在有很多不实的信息，这些不实信息又被用来训练新的大模型，然后生成更多的不实信息，形成恶性循环。我们怎么解决这些问题？需要从技术、政策、法规方面共同努力来解决这些问题，不过这个领域的风险我认为还是可控的。

到了物理世界，我们把大模型、智能体和无人车、机器人、无人机，包括军事系统连接起来，智

能体之间的协作和博弈，如果出现失控，如果被恶意滥用，那么造成的风险就会更大。到了生物智能领域，假如我们的大脑和 AI 连接在一起了，碳基生命和硅基世界通过芯片或者外挂的传感器连接在一起了，到了那个时候，尽管它可以给我们带来巨大的好处，我们可以想象到，如果一旦出现失控、被滥用，风险就会特别大。所以这个领域需要我们人类最聪明的人

去研究这些问题、解决这些问题、面对这些挑战。这里面有做科学研究的、技术开发的、产品设计的，同时也需要政府的政策法规专家一起，共同打造有效的治理框架，而且这个治理框架需要是全球范围的。但我自己是有信心的，人类进化了这么多年，我们有一个特殊的能力，就是可以发明高级的工具，同时我们也可以管理好高级的工具。

当前，人工智能正从鉴别式 AI 走向生成式 AI，并逐步迈向智能体 AI。新一轮人工智能是信息智能、物理智能和生物智能的融合，是原子、比特和分子的融合，是碳基生命和硅基世界的融合。在这一进程中，我们拥有天文级海量数据、指数级运算能力，更重要的是人与机器将协同进化，催生巨大的产业机遇——达沃斯 AI 理事会预测，到 2030 年，人工智能带来的新机遇将创造 20 万亿美元的经济价值，超过当前许多国家的 GDP 总量。同时，我们也面临着隐私保护、安全保障、就业转型、社会公平、风险治理等一系列社会挑战，人工智能将重构全球社会、经济版图。

80 年前，《科学：无尽的前沿》法案推动了第三次工业革命，而在前三次工业革命中，中国始终是旁观者或跟随者。而人工智能带来了新的无尽的前沿，正在开启第四次工业革命，这一次，我坚信凭借强大的国力、众多的人才和有利的政策，中国必将成为领军者！

张剑辉：一位储能行业先锋的家国情怀

▶ 本刊记者 朱芙蓉

漫步清华园，清华学堂正北的一座新建筑（张剑辉楼）引人驻足欣赏。作为建筑大师关肇邨院士的“关门之作”，这座建筑以“中西融会、古今贯通”的设计风格，传递出其作为清华大学国际会议中心的定位。这座楼宇也承载着捐赠者、1995级电机系校友张剑辉对祖国和母校的深厚情谊，映照着他从回国创业到成为储能行业领军者的奋斗之路。

清华大学115周年校庆前夕，《水木清华》走访北京海博思创科技股份有限公司（以下简称“海博思创”），近距离对话海博思创创始人、董事长、首席执行官张剑辉，探寻这位中国储能行业

创业先锋的奋斗与成长历程。

穿越周期，从储能破局者到引领者

海博思创的故事始于2011年。这一年，拥有清华电机系本硕、美国加州大学伯克利分校博士学位的张剑辉，辞去西门子中国有限公司智能电网集团首席技术官的职位，与两位海外归国的伙伴共同创办了海博思创，名称简单直白——“海归的博士想创业”。张剑辉坚信，“中国市场前景非常广阔，未来新能源的市场机遇一定是在中国。”

创业初期，公司专注电池管理系统（BMS）和动力电池系统



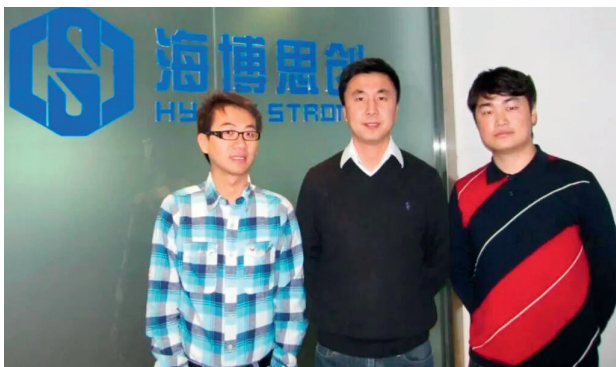
张剑辉

清华大学电机系1995级校友，北京海博思创科技股份有限公司创始人、董事长、首席执行官，教授级高级工程师。于1999年、2001年先后获得清华大学电机系电力系统自动化专业学士及硕士学位，在美国加州大学伯克利分校获得博士学位，后在美国国家半导体公司工作6年。2010年回国任西门子中国有限公司智能电网集团首席技术官，2011年创业成立海博思创。2023年9月，张剑辉被授予“北京市优秀中国特色社会主义事业建设者”称号。

业务的技术研发。张剑辉和合伙人去湖北做实验，为了尽可能省钱，坐十几个小时的绿皮火车，住最便宜的快捷酒店，与过去出差乘飞机、住星级酒店形成了巨大的反差。



2025年9月29日，张剑辉楼启用仪式合影（从左至右：倪正东、李峰、吕大龙、张剑辉和夫人徐锐、罗茁、袁桅、赵劲松）



海博思创三位联合创始人公司成立早期合影



海博思创新疆哈密三塘湖储能电站项目

公司成立三年间，相继中标国家电网微网储能项目、南方电网移动式储能项目，并成为国家高新技术企业。2015年，动力电池系统产量突破5000套，发展得顺风顺水。然而，第一次严峻的考验，毫无征兆地降临了。

2015年12月，香港一辆采用三元锂电池的电动大巴发生严重着火爆炸事件，2016年1月，工信部宣布暂停装载三元锂电池的客车列入新能源汽车推广应用推荐车型目录。旋即行业需求骤减，订单被取消，海博思创价值两亿多元的三元动力电池库存滞销。

“那一年业务基本上没有进展，团队士气也受到很大影响。”张剑辉回忆。绝境之下，他带领团队转向当时几乎空白的工商业储能市场，走访了江苏工商业用户，下到基层电气管理人员，上到企业董事长，从零开始培育客户，最终滞销的动力电池被改造成定制化的工商业储能设备予以交付。

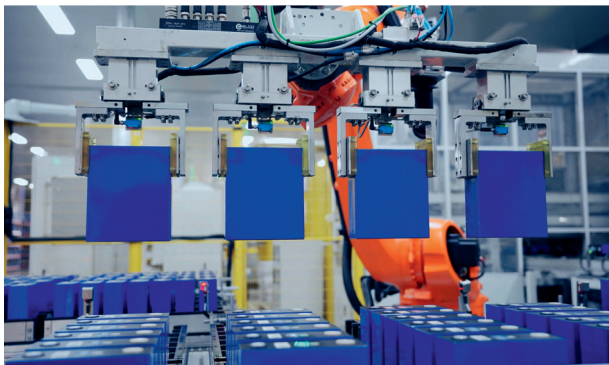
这次被迫转型，却意外帮公司完成了从面向企业到面向场景的认知转换，积累了宝贵的用户侧储能经验，让公司提前切入新赛道。2018年，公司成功交付“中国首个电网侧变电站配套百兆瓦时储能项目”，在储能行业崭露头角。

就在公司在新赛道站稳脚跟，准备大展拳脚之时，政策再一次发生了重大调整。2019年国家政策明确储能不能计入电网资产，公司核心业务再次遭遇重创，资金链极度紧张。“员工的工资都是借钱发的”，张剑辉感慨。在最艰难的时刻，清华校友吕大龙毫不犹豫地借给他2000万元，连借条都不用打，只为“保住这支有梦想的队伍”。带着这份雪中送炭的温暖，张剑辉带领海博思创再次转向，聚焦新能源配储，推动“新能源+储能”模式落地。

寒冬终将过去，危机与转机交替，淬炼出企业更强劲的生命力。2020年“双碳”目标上升为

国家战略，储能行业迎来历史性拐点。凭借前期技术沉淀与市场布局，海博思创接连中标国家能源集团、华能等大型央企储能项目，国内市占率稳步提升。截至2025年底，其解决方案已服务于全球超过400个电站，累计交付超50GWh，业务覆盖五大洲20余个国家。

创业无坦途，政策调整、行业寒冬、资金链断裂风险……困难一次次袭来，张剑辉却从未想过事业会失败。认识他的人，无不被他的乐观所感染。“我觉得一定能干成！在非常难的时候，我和合伙人把所有房子都抵押了，我也没有觉得自己会失败。”张剑辉的自信，既来自过往优秀的个人履历，来自对储能市场的远见，也来自他朝着目标不放弃的坚持。他以身作则，“一天当成三天过”——这份拼劲，让海博思创的成功成为必然；而这份从不动摇的自信，也深深打动了合作伙伴、投资人、客户和员工。



海博思创智能制造产线



海博思创实验测试中心

2025年1月27日，海博思创在上海证券交易所科创板上市，成为“中国储能系统集成第一股”。上市前一天，张剑辉看到投资人拿来海博思创最早的一份融资PPT，十几年前他给投资人讲的“故事”实现了！

“海博思创的企业文化第一条就是‘守正’，保持正直，坚守初心，我们的初心从创业起一直没有变。”张剑辉自豪地说。

上市后，海博思创的战略重心向着“储能+X”多元化应用、储能电站运维及全球市场拓展延伸。如今的张剑辉，更多考虑如何做好产业链和价值链向“微笑曲线”两端延伸。产业链、价值链的拓展，不仅要发挥自身力量，更要借助上下游伙伴的优势，实现全方位整合与合作，共同促进储能行业的发展。

张剑辉在美国学习工作多年，对企业跨文化环境中的可持续发展有着深刻理解，“中国拥有规模、技术和成本优势，在海外

要把对方的优势融合进来，包括前端市场、品牌，后端资产运维等等，打造一个良性发展的生态。”

创新引领，从系统管理者到标准制定者

张剑辉也有些小烦恼，源自外界对“储能系统集成”的理解偏差，甚至质疑其科技含量不足。

“不能简单地将系统集成理解成不同硬件的拼装和堆砌。”张剑辉看来，储能是由控制算法驱动、多部件精密协同的复杂系统。海博思创拥有自主知识产权的电池建模、电池管理、系统集成、系统验证、智能运维等核心技术，能够有效提高系统安全性，延长电池组循环寿命，降低系统维护成本，提高能源利用效率，为客户带来实实在在的社会和经济效益。

在甘肃戈壁滩的独立储能电站，其部署的多级联动消防系统与智能热管理系统，确保了电站在极端环境条件下的稳定与安全；其自研的电池管理算法，核

心指标SOC估算误差长期小于2%，处于行业领先水平，可对百万级电芯进行健康监控，实现从“被动响应”到“主动干预”。在川西高原海拔4000米的光伏基地，其储能系统历经宽温域和低气压考验，仍保持毫秒级响应精度。2025年底，其新一代自进化能量管理系统在青海完成部署，标志着其算法体系实现了从“环境适应”到“趋势预判”的关键跃迁。

张剑辉认为，储能行业不仅要比拼技术，更考验着企业领军人对能源变革的认知深度。“我们所从事的事业，是为新能源系统构筑‘稳定器’。风电、光伏等可再生能源具有间歇性与波动性，储能技术有效化解了‘看天吃饭’的难题，让绿色电力能够稳定、高效地接入电网，实现‘发得出、并得上、用得好’。”

作为科技型企业创始人，张剑辉对创新拥有独到的理解：技术创新毋庸置疑是公司发展的原



张剑辉在清华大学求学时期



清华大学（电力国重）-海博思创联合研究中心揭牌

动力，但企业是市场主体，要在市场竞争中立于不败之地，必须将产品创新、商业模式创新、乃至上下游合作创新等方面，同样作为企业发展要务。

张剑辉认为，过去十余年，中国储能产业经历了从无到有、从小到大、从试点示范到产业化规模化发展的过程，正从“比拼装机”进入“比拼标准、方案与价值”的新阶段。只有主动定义技术方向、掌握标准话语权，构建开放协同的产业生态，中国储能才能从“规模领先”真正走向技术引领、价值引领、规则引领，在全球能源转型中占据更主动、更长久的位置。

清华印记，从受益者到馈赠者

张剑辉与清华的故事开始于1995年，那时高考是“先报后考”，成绩优异的他原本想报当时十分

热门的电子系和计算机系，也许是看到哥哥已早他三年考入清华电机系，也许是听从了父母同为电力人的建议，17岁的张剑辉来到电机系，自此与“电”结缘。

“我人生最快乐的时光是在清华园里度过的，这也是我的人生观、价值观、世界观形成的主要时期。”在清华老师的言传身教下，他勤奋好学，打下了扎实的理论基础，成绩始终名列班级前茅，获得蒋南翔奖学金、北京市三好学生，成为“4+2”学制改革第一年全校极少数用6年时间完成本硕学习的学生之一。

张剑辉感恩清华的培养，也感激校友们的信任和支持。从公司创立初期获得吕大龙、罗茁等校友的天使投资，到2016年危机时校友机构的增资支持，再到2019年生死关头吕大龙毫不犹豫借款2000万元，校友之间“自助、互助、助人”的“三助”精神，

体现得淋漓尽致。“创业之路九死一生，但唯有在最孤独、最煎熬的时刻，那份无条件的信任、支撑与托举，是任何资本都无法替代的底气。”

创业有一定积累后，张剑辉立即行动，给予母校实实在在的回馈。2022年，他捐赠支持“金中华专项基金项目”，用于清华大学电机系的发展和建设。次年，再次增资支持该基金。2024年，捐赠清华大学学生职业发展指导中心，支持家庭经济困难学生的职业发展。2025年，捐赠清华大学国际会议中心的建设与维护。

2025年9月29日，在清华大学国际学术交流中心（张剑辉楼）启动仪式上，张剑辉感慨万千：“30年前，我作为1995级电机系的学子踏入清华园，在这里开启了人生的重要征程；30年后，能以这样的方式回馈母校，成为我人生中又一束值得铭记的

荣光。”受益于中西文化融合培养，他将这座楼视为清华沟通中西文化的桥梁，期待为学弟学妹们创造出新的环境，让他们在人工智能时代保持开放交流、融汇中西，在这里真正碰撞出文化和思想的火花。

与此同时，海博思创在科研方面与清华大学深度合作，共建联合研究中心，将学校基础理论与前沿技术优势和企业工程验证及场景落地能力结合，共同攻关行业难题，引领储能行业高质量发展。

“时代在变，但清华人‘实业报国’的底色从未改变。愿每一位清华人都能将个人理想融入国家发展的大潮，在成就时代的过程中也成就自己。”从受助者成长为新的托举者，张剑辉如此表达对学弟学妹的殷切期待。



对话张剑辉

记者 您放弃了跨国公司非常优厚的待遇，选择创业，当初是出于怎样的考量与决心？回看创业历程，您认为自己当初选对了吗？

张剑辉 我回国的时候 32 岁，履历很漂亮——在全球顶尖的学校学习过，又在美国国家半导体公司这样顶尖的集成电路公司工作过，自己主导设计的两款芯片都实现了量产。亲眼看到自己设计的产品在实际应用中跑起来，那种“做成过一件事”的感觉，给了我强大的信念，觉得自己创业也一定能成。就算创业不成功，代价也不过是浪费五六年时间。人总要有一点梦想，我总觉得不去创业会一辈子感到遗憾。

更重要的，是不甘心。在美国，我的技术能力得到了认可，在公司里四年升了三级，但也能清楚地看到职业的天花板，也深切地感觉到文化上的隔阂，我清醒地认识到，我想要的不是那种

一眼能看到的 20 年以后的安逸生活——房子大一点、车子好一点，但社会身份与认同感仍然是缺失的，这并不是我精神层面的追求。

企业没有国界，但企业家一定有祖国。一直留在美国，我可能永远是个贡献智力的“高级打工仔”；但回到中国，我能真正融入时代主流，参与甚至定义一些“历史”。就像现在，我们能深度参与储能行业政策的讨论，能用创新的商业模式去影响产业。这种创造价值、获得认同、与国同行的成就感，是在别处难以企及的。

记者 您拥有清华深造、海外学习和工作、名企 CTO 再到创业者的复合经历，这种背景给您带来了哪些独特视角？

张剑辉 清华期间，我打下了电力系统的坚实根基，本科硕士阶段主要研究电力系统相关的强电；在美国攻读博士和工作期间主要

做电力电子和电池控制管理芯片相关的研发，让我对弱电也有了深入理解，对电力系统的认知也更为完整。在美国国家半导体、西门子工作期间，我深刻体会到从产业需求倒推技术路径的重要性。创业之后，我既持续投入深度研发，又深入客户一线，贴近用户需求、市场偏好与产业实践。海外经历帮我打开了技术视野，但真正支撑我走下来的，是十多年本土实战积累的行业认知，有了“研发+产业化”的双重视角，我在做产品决策时，既不会脱离实际，也不会短视逐利。

记者 您如何看待“算力”与“电力”融合的新趋势？

张剑辉 我理解的“算电协同”，是让电力和算力作为不同的资源形式，能够被智能调度和转化。在新能源时代，储能电站储存低成本、绿色清洁的电，如果能在

储能电站附近部署算力中心，利用绿电进行AI运算等，就是将电力资源转化为更高价值的算力产品。这不仅是商业模式的创新，更是对能源和算力资源的全局优化，会催生新的产业生态。

记者 科技发展日新月异，您如何保持对技术革新、行业发展的敏锐度？有什么秘诀可以分享吗？

张剑辉 研究新的东西，我觉得特别来劲，对新技术、新业态保持好奇，兴趣是最好的动力。比如人工智能，我认为这一定是未来5年改变社会的最大变量，在这方面我一直在保持学习。

同时，我一直是一个比较自律、也比较勤奋的人，不管是学习还是创业，从来不会放松对自己的要求，而是以身作则去带动周边的人。以前在清华读书，学业紧的时候我每天早上5点多就到图书馆排队等空座位。工作后出差，我也会尽量选最早的航班出发；即便前一天晚上工作到很晚，第二天一早我一定准时到办公室。

当然，我也不是时刻保持敏锐，也会有彷徨、找不到方向的时候，每当这个时候就回归本心，把每件该做的事情扎扎实实做好，在脚踏实地的工作中，状态往往很自然地就找回来了。

遇到业务难题的时候多去现场看看，多去了解客户的问题到

底在哪，回来之后常常就有了新的灵感。最好的答案就在一线。

没有这种努力，如何能取得好成绩？不比别人多付出，凭什么在激烈竞争中做得更好？不深入到一线，不去与客户交流，怎么能制定出切实可行的经营发展战略？更努力，才能有更好的收获，除此之外没有什么更好的秘诀。大家可能看到我们的每一步都契合了行业的发展方向，却没有看到我们之前吃过多少苦。

记者 近年来您以多种形式回馈母校，并冠名捐赠一座实体建筑。您如何看待校友捐赠？这座楼对您意味着什么？

张剑辉 早期创业时，确实没有太多余力。2022年起，陆续捐赠支持电机系发展和清华建设。当学校和我沟通，提议以我的名字为这座国际学术交流中心命名时，我的第一反应是犹豫，甚至感到压力很大。毕竟我还算年轻，把名字刻在楼宇上，分量太重了。是吕大龙师兄给了我关键的鼓励，我的家人也非常支持，最终，我和夫人共同做出了这个决定。这是一份至高无上的荣誉，我非常感谢学校给予的这份信任。

我个人深受中西两种教育文化交融之益。我也始终相信，中国的强大，清华的强大，离不开开放交流。支持清华国际会议中心建设，就是希望它能成为一座桥

梁，让不同文化背景和思维在此真正相遇、碰撞。尤其在人工智能时代，这种深层次的思想激荡和理念认同，远比单纯的知识交流更为重要。这栋楼也恰是建筑大师关肇邨院士的收官之作，多重意义汇聚于此，让我倍感幸运。

记者 如果请您对一位未来可能在“张剑辉楼”里受到启发、并追随您脚步的学子说几句话，您会说什么？

张剑辉 三十年前，我也曾坐在清华的课堂上，和你一样对未来满怀憧憬。我有三个重要经验与你分享：

第一是守正。要始终保持正直的品格。创业路上，会面临各种各样的诱惑，一个个新机会、新商业模式层出不穷，如果坚持不住创业初心，就很容易被诱惑干扰。守住初心和底线才能走的更远。

第二是创新。创新是一切事物向前发展的动力，尤其对于高科技企业更是如此。但创新不应仅局限于科技创新，还包括商业模式创新，合作方式创新，产业链、价值链创新等等，企业创始人要始终对创新保持敏锐。

第三是耐得住寂寞。创业路上要保持战略定力，把最基础的事情做好，打稳根基，不贪大求全。当你穿越过产业周期，必将成为一个成熟且成功的创业者。🍀

两位长期主义者的合拍

——访工业仿真软件算法升级的开路者卢义、刘恺

► 学生记者 梁瑶

长期以来，工业仿真软件作为现代工程体系的重要基础工具，主要依赖于算力规模与工程优化的演进，在底层算法与求解方法上相对变化有限。但随着工程系统复杂度的提升，如何实现更高精度、更高可信度的仿真能力，成为行业面临的关键问题。

在这一背景下，围绕底层算法与高解析度计算展开的探索开始出现，秩益科技正是其中成长起来的一家高新技术企业。

公司核心创始人卢义（董事长&CEO）、刘恺（CTO）均毕业于清华大学热能工程系，早年求学期间目睹主流工业仿真软件在底层算法与能力上的停滞，故决定持续深耕CAE软件算法的能力提升。之后，二人远赴海外求学，并在2021年回国后正式创立秩益科技，将面向高解析度仿真的技术积累带向工程化与产品化阶段，推动工业数字化技术进步。

秩益科技的发展道路，也是中国本土新一代工业仿真软件探索破局之路的缩影。

卢义



秩益科技创始人兼CEO，深耕CAE/CFD工业软件研发，成果服务于国防军工、能源装备等关键领域，并获多项发明专利。

刘恺



秩益科技联合创始人兼CTO，清华大学2008级热能系博士。北京市特聘专家。

创业初心：从底层重写工业仿真软件算法

追溯到18年前，彼时的卢义正在清华大学热能工程系攻读博士。计算流体力学课程的助教经历使他深刻意识到，当时主流CFD（Computational Fluid Dynamics，计算流体力学）软件，在算法与规模上与90年代相比几乎没有本质差异，但价格却异常高昂。能力与成本的不对称，隐藏着潜在的巨大市场空间。

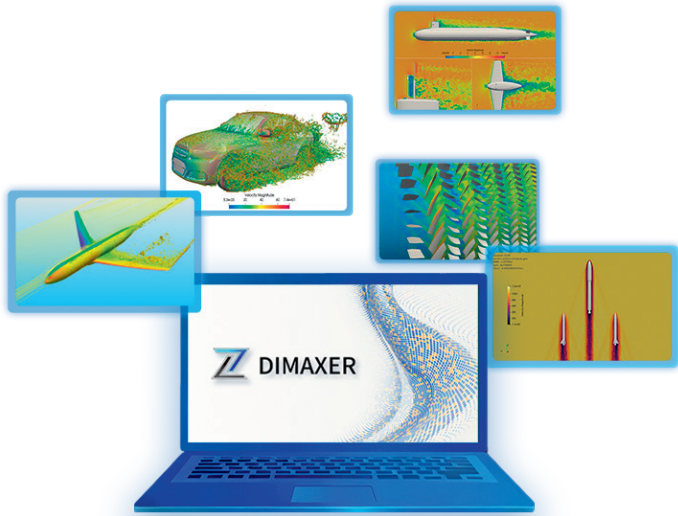
在此之后，卢义开始系统思考工业仿真软件的算法搭建路径。机缘巧合下，他找到了当时有过相关经验的师弟刘恺，二人交流后形成共识：如果底层算法不发生变化，仿真能力的提升将始终受限。

相较于快速进入业界，他们

选择了一条更慢的耕耘路径：长期投入底层算法研究，从理论本身突破仿真能力。

CFD的本质，是用计算机求解流体运动方程，在虚拟环境中还原真实世界的复杂流动过程。其难点在于，如何在有限算力下，稳定、准确地逼近一个连续且高度非线性的物理系统。这一问题，也成为团队此后长期攻坚的重点方向。

在海外剑桥大学联培交流期间，卢义与刘恺持续攻坚CFD算法难题，在近十年的积累下，技术逐步从理论走向工程可行性。在2021年，二人回国共同创立秩益科技，将算法成果推进产品化阶段，专注核心求解器自主研发，锚定面向工业场景提供多尺度、系统级、高解析度工业仿真解决方案。



软件算例行业展示

两位核心创始人的长期积累，也让秩益科技从一开始就带着一种不同的起点：不止于做一款更高性能的软件，而是从全球视野和高度上，试图解决工业仿真领域在底层求解算法上的难点、痛点，在解析度与算力上实现技术突破。

正如“秩益”名字中“秩”（Rank）这一数学概念——空间中的线性无关维度，也是系统中不可被简化的真实信息维度，决定着仿真精度的核心变量。这也指向着秩益科技核心理念：通过更高维的精度计算能力，服务具体工程中的低维问题，从而高效解决实际工业问题。

核心软件 DIMAXER: 实现仿真解析度的量级跃升

秩益科技自主研发的高解析度工业仿真软件产品 DIMAXER，

并非对传统 CAE 软件的线性优化。通过底层算法创新，它实现了在相同算力成本下将仿真解析度提升两个量级的突破。

作为一套覆盖建模、网格生成、求解与后处理的完整工业仿真系统，DIMAXER 支持流体、结构、传热、电磁等多物理场计算。在工程实践中，能够处理包括复杂动态过程、燃烧以及多相流在内的一系列高难度问题，突破了传统 CAE 软件的性能边界。

过去几十年，工业仿真能力的提升主要依赖一条路径：更多网格、更大算力、更长时间。这种方式曾在一段时间内有效，但由于计算成本迅速上升，在复杂系统中的稳定性和收敛性变得难以控制。

与传统 CAE/CFD 软件依赖简化模型不同，DIMAXER 尝试尽可能减少对物理过程的“建模假设”，

直接在更高精度的计算框架下还原系统行为。这种能力，使其能够在系统级、多尺度问题中提供更接近真实世界的仿真结果。

这一变化的核心，在于引入更高维度的函数表达方式，使单个计算单元具备更强的信息承载能力。相较于传统方法，DIMAXER 通过提升“表达密度”，并结合全异步计算模型，更好地适配加速硬件，实现算力利用效率的整体提升。

在性能层面，这种方法在消费级的超算实现上带来了显著的优化效果。相同算力成本下，DIMAXER 将传统仿真中常见的千万级网格规模，提升至十亿级求解点，实现从类似“球形显示器”到“4K 屏”级别的解析度跃升。目前，DIMAXER 已经实现单卡 2.5 亿网格点、单节点 20 亿网格点、单机柜 100 亿网格点、小集群千亿求解点的能力，并持续向更大规模扩展。

这也意味着，过去只有在超算环境中才能完成的高精度仿真，正在向更具可及性、通用性的计算环境迁移。随着系统能力提升，秩益科技已启动百亿至千亿级网格点的系统级仿真服务，使复杂工程问题能够在更短周期内完成高精度计算。

实际应用中，该系统已面向航空航天、能源动力、汽车、芯片

等复杂装备研发场景落地，如航空发动机压气机、3D 堆叠芯片散热、多管路换热器等“卡脖子”环节。在复杂环境中，相较于进口软件，DIMAXER 展现出更强的稳定性与收敛能力，实现了“进口软件能算的，DIMAXER 更准；进口软件不能算的，DIMAXER 能算”。

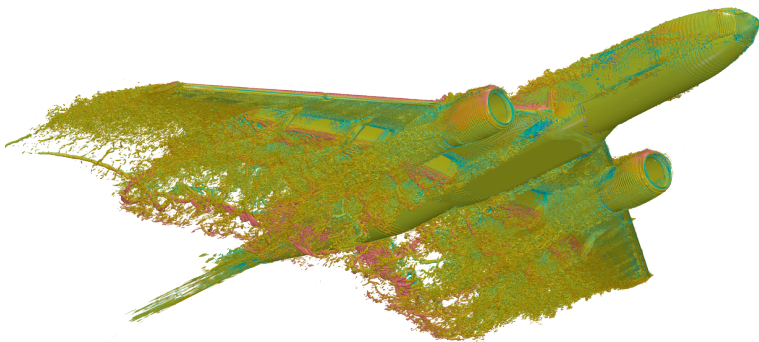
智能时代，推进“CAE+AI”协同共生战略

人工智能技术飞速发展下，工业仿真的角色也正被新一轮定义。秩益科技认为，AI 不会取代 CAE，而会放大 CAE 的价值。仿真与 AI 之间逐渐形成一个闭环：CAE 负责提供高质量物理数据，AI 负责提升数据的可用性与调用效率，最终服务于工程决策。

围绕这一思路，秩益科技将“CAE+AI”的结合拆分为三个层次。

算法与工具层面，AI 被引入用于处理高精度仿真产生的大规模物理场数据。在物理场数据压缩与重建上，AI 能对数据进行压缩和快速重建，实现更快的结果获取。在长时间物理问题模拟中，AI 可以作为比高解析度求解器更快的“粗求解器”来处理背景场。

产品形态上，秩益科技正在开发面向 AI Agent 的 CAE 软件。通过 CLI 化与 API 化，DIMAXER 逐步具备被 AI Agent 调用的能力，使工程数据能够以结构化形



航空航天解决方案

式参与自动化流程。同时，在开发模式方面，公司也在内部引入 AI Coding 能力，用于提升产品开发与用户二次开发的效率。

这种变化也在转变着工业仿真软件的角色，它逐渐向 API 化、模块化演进，成为一种可以支撑设计、优化乃至自动化决策的数据基础设施。而秩益科技所做的，正是试图在算法优势和 AI 融合基础上重新定义能力边界。

基于此，秩益科技将持续强化在高精度仿真中的数据产出能力。其阶段性目标是，在未来 2 至 3 年内提升 DIMAXER 在高精度仿真中的数据产出规模，推动全行业实现仿真解析度提升两个量级，同步扩大软件市场份额，成为仿真数据领域的重要供给方。

面对工业软件“投入大、周期长”的挑战，秩益科技始终坚持“行胜于言”的作风策略，不断打磨产品与核心人才团队，曾参与多项国家级专项重点研发任务，获得深圳市“高新技术企业”和“专精特新”中小企业双重认定。

当前，公司已完成四轮融资，累计获得上亿元融资。其核心团队硕博占比超过 70%，成员来自清华、中科院体系及海外高校等，形成了兼具广度与深度的技术结构，在算法研究与工程实现之间实现有效协同。

在生态合作方面，秩益科技与清华大学深圳研究院共建计算流体力学工业软件研发中心，并与清华大学热能系等院系共同申报国家级课题。通过积极吸纳高校力量，团队在学术研究与实际工程应用间建立起持续联动的发展路径。

从清华园到产业一线，十八年沉淀与五代算法迭代背后，承载着卢义与刘恺对技术长期主义的坚守与不懈探索。

展望未来，他们表示，秩益科技将持续打磨在 CAE 工业软件细分领域的核心竞争力，面向硬科技制造所需，以高质量全域数据供应能力为核心，迈向国际顶级工业应用的全流程自主可控之路。

「占元、薛晗对本篇亦有贡献」

最爱清华图书馆

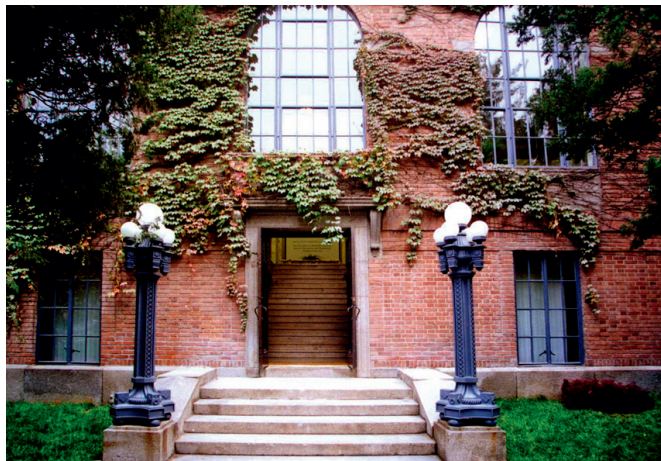
本刊记者 朱芙蓉

“我在许多学校上过学，最爱的是清华大学，清华大学里最爱图书馆。”

——杨绛

编者按

在清华师生和校友们心中，图书馆不仅是一个地点，更是难以忘怀的知识家园。如今的



清华图书馆老馆

清华图书馆，AI智能服务融入日常，电子资源触手可及，特色馆藏数字化呈现，丰富的讲座与文化活动持续开展……图书馆正以更智慧、更开放的面貌，服务于每一份对知识的渴望。

拓展的是功能，延续的是温情。本期《水木清华》特别梳理图书馆近年来新增的服务与功能，为校友提供一份实用的“回家指南”，愿您常回图书馆看看，获取一份熟悉的安宁，也遇见一份新的惊喜。

特色馆藏： 穿越时光的学术宝库

在实体特藏方面，自2015年起，赵元任的后人持续将这位学术巨匠的手稿、书信、实物等珍贵史料捐赠给清华，首展“星垂平野阔：赵元任与新文化运动”，重现一代通才早年横跨科学、艺术、文学的壮阔学术与人生图景。展览不仅呈现了他在语言学、音乐领域的开创性成就，更通过其手稿、档案、影像资料等，生动勾勒出他在新文化运动中作为先行者与桥梁人物的历史身影，让观众得以直观感受那个风起云涌的时代脉搏。

清华大学图书馆收藏古籍善本的历史源远流长。目前珍藏有

古籍及民国线装书28000余种、28万余册，其中被《中国古籍善本书目》收录者1885种、孤本425种。自2024年起，图书馆每年都举办“万卷琳琅——馆藏珍本文献展”（常设展），精选一批馆藏中文古籍或金石拓片、民间文书、西文珍本文献，在每年校庆更换一批新的展品进行展览。目前正在进行的是经、史、子、集系列特展。展览的目的，是“让书写在古籍里的文字活起来”，弘扬中华优秀传统文化。

图书馆现藏商代甲骨1750余片，不仅数量多，而且大都流传有绪。骨面清晰，内容丰富，有极高的文物价值和文献价值。同时，图书馆还珍藏着青铜器、名人字画、瓷器、石刻等一大批文物。

此外，《资本论》版本库囊括了150年来六大主要语种——德语、法语、俄语、英语、日语和中文的重要版本。其中最为珍贵的是马克思恩格斯生前出版的版本，其中以1867年德文首版为代表。

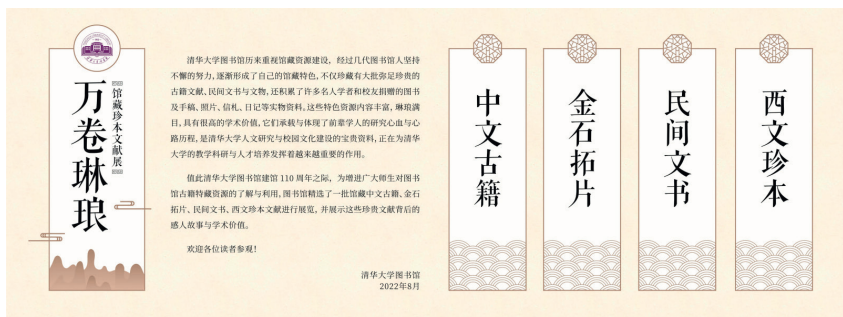
在数字特藏领域，图书馆系统性地构建了系列专题数据库。例如，“清华大学吴冠中艺术数据库”收集有吴冠中艺术作品图片2000余张，艺术论著百余篇，艺术照片70余张，多媒体视频20余个，较为完整地反映了吴冠中先生的艺术成就和对当代中国美术的影响。“清华大学校史党史资源特色库”整合了清华大学校史研究室编研出版的校史、党史图书，以及部分具有代表性的清华校史、党史、文化传统等相



赵元任亲属捐赠的部分珍贵老照片



《资本论》第一卷珍本展



万卷琳琅——馆藏珍本文献展



商代甲骨

关图书，生动再现了学校发展的百余年历程。

讲座培训： 激荡思想的公共课堂

讲座与培训是清华图书馆最具活力的组成部分，一系列形式多样的品牌活动，共同构建起面向广大师生与校友的开放课堂。

“真人图书馆”创新阅读形式，将拥有非凡经历的个人作为一本鲜活的“书”。活动邀请清华大学“良师益友”“清韵烛光”“学术新秀”等师生以及知名校友等作为“真人书”，读者通过近距离对话，完成一段独特的人生经验“阅读”。

“作者面对面”致力于打造

自由开放的文化交流环境，努力成为连接读者、作译者、专家学者、出版者与图书馆的文化交流平台。朱恒源、杨斌老师讲《战略节奏》，探讨企业与个人如何在激烈变化的时代踏准节奏，稳步成长；刘国忠教授《走近清华简》就清华简的历史和研究过程做专题分享。活动注重深度访谈与观众互动，揭示创作背后的思考。

此外，图书馆还持续开展大师经典导读的“从游悦读”、聚焦阅读与思考的“闻道”系列讲座、陶冶情操的音乐沙龙，以及提升信息技能的主题工作坊等。多数活动均保持开放性。通过这些多元形式，图书馆为所有到访者提供一个持续思考、对话与成长的公共文化空间。

进馆阅览： 随时敞开的学术之门

清华图书馆的大门永远为校友敞开，所有馆舍持续为校友提供便捷的阅览服务。校友可凭电子校友卡，在开放时间内进入各馆。清华大学五道口金融学院的校友，还可凭相关证明在金融图书馆服务台开通图书外借权限。

电子资源： 无界丰饶的知识疆域

清华图书馆广泛收集、整理高质量学术资源。经过几代人接续努力，今天的图书馆已初步建成纸电交织、以电为主的资源保障体系。2020年起，图书馆协同电子资源服务平台，突破电子资



“真人图书馆”活动



校友捐赠桌椅

源仅供校内访问的瓶颈，通过智能网关为清华学子提供随时随地的电子资源访问服务。针对校友群体，图书馆专门收集 1000 万篇高质量学术论文，开发 OpenSign 公益性学术资源服务平台（校友版），为离校师生提供终身可用的行走的“学术图书馆”。此外，图书馆联合中文在线，为清华师生校友开通了“书香清华”平台，该平台囊括了从经典文学到前沿社科的海量优质电子书，全国免费畅读。值得一提的是，在逸夫馆三层的音乐图书馆常年备有专用设备，可畅听海量的正版古典音乐与音视频学术资源，让知识的旋律在空气中流淌。

校友捐赠： 汇入长河的个人篇章

校友捐赠极大地丰富了图书馆馆藏，成为连接历史与当下、凝聚情感与精神的独特载体。

历经百余载岁月沉淀，清华图书馆累计接收的各类捐赠数量浩繁，难以胜计。每一笔捐赠都承载着捐赠者对图书馆的深厚情谊与殷切期许。捐赠者群体涵盖广泛：既有国家领导人、知名专家学者，也有内地、香港、澳门、台湾地区及海外的工商界贤达与国际友人；既包括清华大学的师生员工与海内外校友，亦有无数心系清华发展、情牵图书馆建设的社会人士。这些捐赠既是支持图书馆建设发展的重要力量，更是滋养馆藏资源、丰富文化底蕴的宝贵财富。

许多承载着个人记忆与时代印记的实物，同样被珍重地保存并融入图书馆的空间中。例如，校友捐赠了一批带有铭牌的阅览座椅，安放于老馆的经典阅览区，陪伴着一代代学子伏案勤读。更有校友捐赠了记录特定历史时期的仪器设备、工作笔记或具有特

殊意义的纪念物，这些实物与文献互为印证，无声地讲述着更生动、更完整的清华故事。

清华图书馆设有完善的捐赠渠道，每一份赠予均予以专业处理、永久保藏，并敬呈捐赠证书以表谢忱。期盼更多的清华人，能以任何形式，将承载着个人故事与时代印记的物品托付于此，共同丰富这座属于所有清华人的“记忆宫殿”。

多种服务： 智能时代的学术伙伴

如今的清华图书馆，已演化为一个集深度专业支持与敏捷智能辅助于一体的现代学术服务体系。近年来，图书馆在人工智能应用方面进行了系统性探索，致力于让 AI 成为增强服务而非替代人文的“智慧伙伴”。从建设清华大学的学术数据底座，到开发与图书馆服务相契合的轻量化 AI 助

手，这些成果共同支撑起一个更懂需求、更易触达的智能服务环境。

具体而言，其服务如同双翼：一翼是静水深流的专家智慧。图书馆的专业团队可提供涵盖科技查新、文献检索与证明等在内的代检

代查服务，并能通过学科咨询，为复杂课题提供一对一的学术导航。

另一翼是灵动泛在的技术赋能。智能技术已如氧气般融入空间与服务：入馆时，AI 导航助手可提供精准引导；在书库间，AI 阅读助手

能随时为图书“画像”，提供摘要、书评与关联推荐；而定期举办的“AI+ 工作坊”，则敞开怀抱，邀请师生与校友共同体验如何驾驭大模型等前沿工具，激发创新灵感。

「李津、何玉、刘蕾对本篇亦有贡献」



对话图书馆馆长



金兼斌

清华大学新闻与传播学院教授
清华大学图书馆馆长

记者 您提出五年后的清华大学图书馆要从“文献资源中心”向“大学数据中心和知识创新关键基础设施”转变。这一转变意味着什么？图书馆将如何具体体现这种新角色？

金兼斌 核心转变在于，图书馆将从传统的文献中心，升级为深度融入大学知识创造全过程的智慧基础设施。具体而言，我们将通过构建覆盖全校的“学术资产数字地图”，系统性地汇聚与管理清华产出的各类学术成果；同时，我们将持续做强机构知识库与开放平台，使其成为支撑开放科学的学术交流枢纽。图书馆的服务模式也将更主动地嵌入学校的交叉学科研究与人才培养之中，提供全程化的知识支持。最终，我们的目标是打造一个集成数据、工具与专家服务的智能化“智慧基座”，从而将图书馆建设成为支撑学校迈向世界一流大学前列的核心知识创新引擎。我们希望通过这些努力，让图书馆成为所有清华人，在进行高水平创新时都能想到并能够依托的关键节点。

记者 在向智慧化转型的过程中，清华大学图书馆将如何平衡高新技术应用与保持人文温度？

金兼斌 两者并不矛盾，平衡高新技术应用与保持人文温度完全可以并行不悖乃至相互促进。在智慧

化转型中，图书馆始终秉持一个原则：技术是提升服务的手段，而传承人文、服务师生才是根本目的。我们将以“技术赋能”与“人文涵养”双轮驱动，实现二者的融合。

具体而言，在引入 AI 导航、智能知识平台等新技术的同时，我们也会更系统地推进人文传承工作。比如，深入挖掘与清华历史、大师相关的珍贵史料，通过建设“清华文库”“大师书屋”及策划主题展览，让文献“活起来”，成为可感知、可对话的生动历史。同时，持续办好“作者面对面”“真人图书馆”等活动，并借助新媒体扩大其影响——技术延展了思想的传播，而活动的内核始终是人与人的深度交流与情感连接。让每位读者既能享受智能服务的效率，也能在此沉浸于书香，触摸历史的温度，感受那份历久弥新的清华精神。

记者 人工智能已应用到各行各业，未来五年图书馆在“AI 赋能”方面将有哪些新举措？可否结合某个使用场景予以说明？

金兼斌 人工智能可以成为连接人与知识的智慧伙伴。例如，当一位研究者想追溯某个领域在清华的学术脉络时，通过图书馆的“AI 学术助手”，不仅能获得文献清单，更能生成一份可视化的“学术谱系



音乐图书馆



OpenSign 公益性学术资源服务平台

图”。这张图能清晰呈现该领域的学术起源、关键学者、标志性成果、重要学术争论及分支方向间的关联。这背后是我们正在构建的智能化信息基础设施。

未来五年，图书馆将进一步加强顶层设计和系统规划，全面梳理建设面向未来的、特别是面向人工智能技术的图书馆支撑性基础设施，明确这些基础设施的建设路径和实施路线图。基于此，清华大学图书馆将与校内外相关合作伙伴合作，逐步建成智慧化能力服务体系，为满足师生快速迭代的个性化知识服务需求提供敏捷灵活的基础支撑。

AI 还将赋能图书馆资源建设与服务。如，在图书馆日常工作的场景，包括文献自动编目、智能化读者咨询服务、图书自动上架和智能盘点、人机协作的情报分析和查新服务等方面，实现智能化升级。

记者 图书馆承载着清华的历史，而校友们是这段历史的亲历者和创造者。未来，图书馆在保存、活化校史记忆，构建校友与在校生的精神桥梁方面，有哪些新的计划和举措？

金兼斌 图书馆是知识的殿堂，更是清华精神文化内核的重要物质载体。我们将着力强化图书馆的文

化育人功能，推动馆藏史料从保存向活化和共同建构转变。

首先聚焦于“清华大学图书馆主馆四期建筑前后横跨一百多年”这部生动“大书”，通过馆史室建设，系统梳理与展示自身发展史，使其成为折射清华乃至中国近现代高等教育历程的一个缩影。在特色资源方面，我们将深化“清华文库”和“大师书屋”建设，系统梳理、挖掘和展示清华历史上科学与文史大家的实物、手稿等珍贵史料。同时，我们将有规划地收集、整理与展示广大校友、师生在各时期的学术手稿、工作笔记等实物，让个体的奋斗轨迹汇入学校发展的长河。

同时，我们将借助最新的展示和传播手段，创新互动形式，例如，通过“真人图书馆”等项目，邀请校友、师生共同参与，围绕珍贵馆藏展开对话，使文献中蕴含的精神在讲述与聆听中“活”起来，真正丰富师生对清华精神文化内核的认知，强化其对清华传统、历史、文化、价值的认同。我们期望，图书馆能成一座持续生长、温暖而充满智慧的文化殿堂，让图书馆成为感知和传承清华精神的载体，照亮每一位求知者的前行之路。

一束光的万种色彩

► 学生记者 翁家悦

聚光灯下，她是粉丝众多的自媒体博主，是台前优雅大方的主持人，是活力十足的舞者；

聚光灯外，她是信息艺术设计交叉学科的学生，是在尝试、在探索、在突破的青年；

2018年，当尚未退去中学青涩的张宁宁踏入清华园，世界的万花筒也开始徐徐转动……



启明：从舞台到舞台

“高考之后的世界，真的比想象中还要辽阔。”

在一条和18岁的自己聊天的视频中，张宁宁这样感慨道。与整日浮沉于题海的高中生活相比，大学生活中，每天的课余时间有了显著增加。一天7-8小时，一年365天，本科四年积攒下来便是足足一万小时。

“7700小时的课程学习之外，如何度过不少于一万小时的课外时光？”

这无疑是在丰富多彩的通识教育之下，横亘在每一个新雅学子心头的问题，“如何在纷繁复杂的选择中照见自己的道路，找寻真正的自我”。对于这个开放性的问题，张宁宁有着属于自己的答案——探索自我。本科阶段的一万小时，她起初并未拘泥于某一件特定的事情，而是开展了

丰富多彩的尝试：做社工、学主持、跳舞、画画、自媒体……从学堂路两侧的宣传展板设计，到学生节、冬至节的台前幕后，她从台下走到台前，又从一个舞台奔赴另一个舞台，但始终不变的是那份“探索自我”的热情。“我不敢保证在每一件事上都能投入一万小时，因为这是一个自我探索的过程，根据事情的合适与否，投入的时间也不一样。”张宁宁说。

然而，我们与未来的关系绝不止于单向的奔赴。一次次的探索之中，理想与现实也在进行双向的选择与磨合。“也有一些事情，我明明为其付出了很多，但到头来发现这条路并不适合自己，最后不得不放弃。”张宁宁的大学生活中也有过迂回折返，但她坚信，百川归海，无问西东，众多道路终会通向自己内心真正之所爱。“我觉得大学是试错成本相

对较低的阶段，很适合去尝试不同的事情，找到自己真正想做的。很多事情，我之前以为自己喜欢、以为未来要做，但尝试之后才发现不是这样的，所以找到自己真正热爱的事情，真的很重要！”

大四这年，张宁宁偶然间登上了一个新的舞台——自媒体。由此，一颗名为“冷酷小咕”的自媒体新星悄然绽放。这不禁令人期待，在本科毕业之后的将来，她又将焕发出怎样的光芒！

入轨：聚光灯下的回响

这一年，张宁宁正处于由本科迈向硕士的过渡阶段。

谈及自己做自媒体的初衷，张宁宁回忆道：“一方面，大四时毕业准备已经基本完成，空余时间更多了；另一方面，本科阶段的新传专业知识和宣传相关的社工工作经历，让我有了可以应



张宁宁在“白杨计划”分享自媒体心得

用到自媒体上的技能和项目经历。此外，看到身边很多同学都在做自媒体，这也是对我的一个重要激励。”彼时，张宁宁并没有把自己当成认真的博主，更多是像发朋友圈一样分享自己的生活和日常。

这一年，她发布的一张与学堂路展板的合影，在小红书上突破了千赞。

以此为契机，张宁宁走上了一条与众不同的“非常规路线”——她开始真正将自媒体当成一份工作、一份业余实习来认真经营。而自媒体也就成为了她的“硕士一万小时”的核心主题。此时，张宁宁在“本科一万小时”中对自我的深度探索，转化为了一股强大的推力。“初期比较重要的是挖掘自己，简单来说就是确定‘人设’。”张宁宁说，“但

这个‘人设’并不是编造虚假的外壳，而是要体现出自己鲜明的特色，能够一眼看出与别人的差异。受益于本科阶段新雅自由选择课程的通识教育，以及广泛的自我边界探索，张宁宁十分善于表现出自己的特点，能够让观众们眼前一亮。”此外，良好的心态也是她起步阶段的关键支撑。“我觉得自媒体起步很重要，但经常被

忽略的是心态。很多人会希望有完美的准备再开始，但事实上，起步时完成比完美更重要。”

在张宁宁眼中，经营自媒体有时就像是在游戏中“通关打怪”。通过持续的内容产出，视频的播放量慢慢上涨，粉丝体量也逐渐增大，这些关卡的通过为她积累了许多“金币”与“经验值”。这一过程中，自媒体与新闻专业间的一个良性循环也悄然建立起来：对于新传的兴趣成为了经营自媒体的激励，而自媒体也为专业技能创造了用武之地。“其实我的自媒体就相当于我的一个个人IP，同时在未来就业时，这也是我工作能力的证明。”

“正反馈”是支持张宁宁将自媒体做下去的重要动力。这一反馈的来源不仅仅是账号的流量数据，更蕴于她和粉丝们的交流

互动中。“我觉得做自媒体的一个重要动力就是成就感，当你发现你的内容能够给别人带来一些帮助与激励时，这种感觉是尤为重要的。”张宁宁的自媒体中既有正能量的输出，也有被她的能量所鼓励的粉丝们的输入——这些感谢、关注与支持，都成了最为动人的“正反馈”。

幕后：光与影的重奏

聚光灯下，掌声与鲜花是令人欣喜的。然而，正如光与影总是相伴相随，那看不见处的汗水、泪水，也是舞台背后恒常的存在。

“自媒体就是那种外人看起来很光鲜，但只有自己知道有多不容易的事情。”一路走来，张宁宁遇到的困难可谓是数不胜数，近乎无从说起。

学习和工作的平衡，是张宁宁遇到的第一个棘手的难题。筛题材、拍素材、剪视频、修内容……制作一条时长几分钟的视频，她需要牺牲大量休闲娱乐时间，乃至熬夜完成这一整套流程。关于如何有效地平衡学业和自媒体，张宁宁认为，“这件事很难做到游刃有余”。面对这一两难的境地，她努力地寻求着最佳的平衡点：“能够做到的就是尽可能地提高学习和自媒体两方面的效率，这是一种相对不错的解决策略。”

第二个烦恼来源于自媒体数

据的影响。“刚有起色时，那些小小的数字会给你很好的正反馈，激发你的热情，但当数据出现波动，甚至往下走的时候，又很容易牵动你的心神。”此时便很可能心态不稳定，还容易生出和别人的比较，产生心理不平衡，这是另一个重要困难。

张宁宁的第三个烦恼，是互联网上的各种审视。作为学生，她在清华园里面对着“一个特别象牙塔的地方”；而作为自媒体博主，她在互联网上面对着无数未知的、形形色色的、有着截然不同思考方式的人，“有些事情你甚至无法理解”。并且，人们还常常对博主抱有光鲜亮丽的想象，“一夜爆火很容易”、“被别人看到很轻松”的想法比比皆是。但张宁宁对此有着切身的体会：“那些被看到的光鲜博主背后还有很多没被看到的人，这个过程并不轻松。”

面对恶意，张宁宁并未轻言退缩放弃，而是从两个角度进行了深入的思考：“一方面，抛开恶意本身，看它是不是针对你做错的事情，如果他真的指出了你的错误，其实是好事，可以针对性改正；另一方面，很多恶意言论并不是针对你这个人，而是评论者自身的情绪宣泄，用以投射出他自己的负面情绪。”面对后一种情况，她认为“不需要陷入



张宁宁组织拍摄新雅 8 字班纪录片

自证的陷阱，不要把评价自己的权利交给别人，因为他们的标准无法证明你的价值。”

虽然做自媒体遇到了各种各样的烦恼和困难，但张宁宁始终坚持创作优质内容。她坚信，真正理解和支持自己的人总会一直在她身边，而自己也会将有限的注意力放在值得的人身上。

登攀：何以淬炼光芒

“怎么才能做得更好？”

这是张宁宁每时每刻都在思考的问题。当随手的分享上升为真正的事业，她也拿出了最认真、最敬业的态度。她会建立自己的选题库，随时记录灵感，收藏题材，再把各种各样的“库存”或筛选发表，或整理为系列，或设计出专题；她会不断分析复盘，从以往的作品中挖掘可以改进的点；会不断思考如何做出更多的创新。

张宁宁的选题和灵感有两湾

不竭的源泉：互联网与生活。

张宁宁对互联网热点保持着高敏感度，“创作灵感首先来自于我高强度上网，我刷很多网上的视频、图文，所以一部分灵感来自网络热点。”与此同时，她也善于发现其他创作者的长处，学习他们的各类优点：“比如，有的人通过某种形式呈现内容，我觉得特别抓人，就会想他是怎么做到的。”来自关注者的反馈同样重要，他们诉说的困惑、想看的内容，都是她的创作参考。

艺术来源于生活，热衷于探索自我的张宁宁拥有极为丰富的生活体验：“我是一个闲不住的人，经常参加各种各样的活动、做各种各样的事情，很自然就能在这些新鲜的生活体验里获得新的素材。”日常生活中，她也会随手记录下想到的观点、碰到的趣事，在生活的缝隙间捡拾各种各样的素材碎片。



张宁宁在新雅学生会



新雅8字班毕业合唱排练

“选题库”听上去颇为高级，但它最初的形式，或许只是一个高中时代的语文摘抄本。在主页的众多视频之中，张宁宁尤其喜欢一个关于做摘抄的分享视频。“因为我自己本身很喜欢做摘抄，所以把这个东西分享出来也是一件很幸福的事情”。她还在视频中分享了为什么喜欢做摘抄，甚至引申到为什么喜欢语文这门学科，“我觉得不管是对高中生，还是现在的我来说，语文真的对我产生了很大的影响。”即便现在再看，她也觉得这个视频不只是面向高中生的，而对自己也有着深远的影响：“摘抄本质上是对内容的输入、思考和记录。当时我就想，语文不只是语文，它是我们理解世界的方式。比如我真正开始喜欢阅读、喜欢思考和表达，就是从喜欢上语文这门学科开始的。对我来说，它不只是

应试，更是我枯燥高中生活里的一种慰藉。度过高中、进入大学，甚至快要毕业的时候，它仍然成为了我的一种持续学习能力，一种贯穿我整个人生的思维方式。”

虽然那个视频的数据不是最好的，但张宁宁依旧很喜欢它。“我喜欢这个视频，是因为我觉得我是很真诚地在做它。作为创作者，真诚、做自己真正想表达的东西，是很重要的。”

跃界：从十北，再出发

“‘尝试’是大学最有性价比的事”，这是张宁宁的一条对谈视频的标题，也是她真实不虚的经验体悟。无论是新雅书院的兼容并包，还是自媒体平台灵活开放，都为“尝试”这一主题量身订制出了绝佳的舞台。

“四年新雅人，一生新雅情”，对张宁宁来说，本科所在的新雅

书院是一个非常重要的地方。在这个多元化、多交叉的地方，她能够跳出单一的身份限制，去做自己擅长的、甚至舒适圈以外的事情。

她学习了不同专业的内容，上了很多不同类型的课：“我高中时觉得自己就是个文科生，但到了新雅，才发现自己可以不只是一个文科生。”

她参加了各种各样的活动、社团和学生组织，还在学生会主席团任职：“慢慢地，我发现自己也能做好很多社会工作，也有很多突出的能力。”

她和不同背景的同学交流，和8字班的同学们建立了深厚的友谊：“我在新雅也交到了目前人生中最好的几个朋友，这对我来说非常珍贵。”

她还在硕士阶段选择了信息艺术设计交叉学科：“新雅给了



张宁宁在 TED 演讲



新雅 8 字班毕业合影

我跨学科的勇气，有很多新雅的学长学姐也读了这个专业，他们给了我榜样的力量。”

“大尝试”之外，新雅的生活也为张宁宁带来了众多生动鲜活的“小体验”。新雅同学居住的十北楼有着各种各样的活动室，可以跳舞、可以开会、可以做想做的一切事情。“我们那一届同学关系都很好，每次办男生节、女生节，大家都会特别用心准备，新雅的空间给我们留下了很多共同的记忆”。她们会在新雅大厅里办女生节，关掉灯，打开手机手电筒一起合唱，一起播放给同学们录的祝福 VCR，一起玩各种游戏；遇到开心的事情，大家就一起在活动室点外卖庆祝，每天在活动室拌嘴聊天；不开心的时候，就坐在沙发上哭，有时候还会喝点小酒倾诉。“这些记忆全部都和十北楼有关，对我来说特别珍贵。”

时光如梭，相处了四载的一群伙伴，也终要从南十北再出发。临近毕业，张宁宁组织拍摄了新雅 8 字班的毕业纪录片，为年级里的各位同学都录了一段访谈。“希望能保存我们的共同记忆，多年后可以再拿出来看看。”

结语

现在的张宁宁，正面临着人生阶段的重大转折。临近毕业，她需要在紧凑的截止日期前完成毕设，同时也保持着自媒体的更新。她还有许多的新想法正在迸发，许多的新视频正在创作。

未来的不确定性也许令人焦虑，但这不确定性之中，亦蕴藏着无限种可能。“大学生活的经历让我发现，人真的有特别多种活法，就像以前我根本没想过自己会做自媒体。”在来到大学以前，张宁宁总以为自己会成为一

个循规蹈矩的人。但无论是从零开始的社工、主持、舞蹈还是后来的自媒体，都让她一次次跃出既定的轨道，一次次开启全新的支线，拥抱无限的可能。她说，“不需要为了踏出舒适圈而踏出舒适圈”，而是为了追寻眼前世界之外的心之所向，才要义无反顾、一往无前地走向新天地。大学四年，新雅四年，让张宁宁不再那么害怕失败，不再那么在意他人的看法，她专注于自我的突破与探索，以朴实又精彩的方式不断认识着这个世界，无悔地书写着自己的人生华章。

“世界正在我眼前自行展开，我觉得我能去任何地方，做任何事，成为任何人”。

热爱尝试、热爱探索的张宁宁从不为单一标准的成功所束缚，转动世界的万花筒，你会看到这束光中蕴含的，一万种绚烂的色彩。🌈

广育高才， 撙节经费藉图久远之计

——清华学校改办大学

► 金富军

1916年，周诒春校长正式提出改办大学，清华开始改办大学的进程。清华改办大学，反映了近代以来中国人追求教育独立、学术自主的努力。

自容闳带第一批直接留美幼童赴美留学开始，中国官派或自费留学便络绎不绝。大量留学生赴外学习，取人之长，补己之短，为国家发展做出了重要贡献。

与此同时，对留学的批评与反对也如影随形。其中一类意见，认为应将经费集中或优先用于发展国内高等教育。

1906年，王国维批评：“吾国之所素乏及现在之所最需要者，高等及中等教育也。”“高等教育既兴，则外国留学可废；以后海外留学生限于分科大学毕业中选之，以研究学术之阃奥。”王国维指出“留学生之数之多，如我中国之今日，实古今中外之所未有也。通东西洋之留学生不下万人，每人平均岁以五百元计，则岁需五百万元；以此五百万兴国中之高等教育，不虞其不足，即令稍有不足，其受教育之人数必倍于今日之留学生之数无疑也。”

1914年，胡适发表《非留学篇》，沉痛地指出留学“吾国之大耻也”，“废时伤财事倍功半者也”，“救急之计而非久远之图也”。胡适指出，“留学之目的，在于为己国造新文明。”因此，留学者以不留学为目的。

胡适对比了近代以来中日留学情况，“日本之遣留学，与吾国先后同时，而日本之留学生已归而致其国于强盛之域。”而中国留学成绩却非常之差，“今返观吾国则何如矣：以言政治，则但有一非驴非马之共和；以言军事，则世界所笑也；以言文学，则旧学已扫地，而新文学尚遥遥无期；以言科学，

则尤可痛矣；全国今日乃无一人足称专门学者；言算，则微积以上之书，竟不可得；言化学，则分析以上之学几无处可以受学；言物理，则尤凤毛麟角矣；至于动植之学，则名词未一，著译维艰，以吾所闻见，全国之治此学者一、二人耳。凡此诸学，皆不可谓为高深之学，但可为入学之津梁、初学之阶梯耳。然犹幼稚浅陋如此，则吾国科学前途之长夜漫漫，正不知何时日耳！”

胡适认为，中国留学政策是失败的。原因之一就在于政府舍本逐末，“不知振兴国内教育，而惟知派遣留学。”胡适指出，美国退还大笔庚款，“足以建一大学而有余”，但政府却只用来资助学生留美。资助学生又重视实业工科，轻视文哲政法，目光短浅。胡适特意提到清华学校，“其赔款所立之清华学校，其财力殊可作大学，而惟以预备留美为志，岁掷巨万之款，而仅为美国办一高等学校，岂非大误也哉！”胡适指出：“留学乃一时缓急之计，而振兴国内高等教育乃万世久远之图；留学收效速而影响微，国内教育收效迟而影响大。”

稍后，与胡适同年考取第二批直接留美生的许先甲也发表《遣派赔款学生办法管见》，亦以清华为例，建议“增高学生之程度”，提高留学生层次，节省留学费用。

周诒春作为留美生，作为清华学校校长，与留学生保持着密切联系。1913年，他与顾维钧为主，联合梁敦彦、颜惠庆、王正廷、詹天佑等人发起和创建了欧美同学会，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。因此，对胡适等国内外留学生的意见，周诒春非常清楚。这些意见，也促使周诒春认真思考清华学校



周治春呈外交部文 (1916)

的办学定位、宗旨和目标。

之所以说 1916 年是“正式”提出改办大学，是因为清华办理大学的计划尚可前推。据叶企孙回忆，早在 1911 年清华学堂成立，第一任教务长胡敦复即有开办大学班的想法，旋因美国教员反对作罢，不久胡敦复也辞职离校，此议遂不了了之。1913 年，周治春已有将清华逐渐改为完全大学的考虑。计划将清华发展为完全大学的计划，筹设法律与政治、

工程、财政、教育、基础与应用科学等学院。惟兹事体大，当时清华处初创时期，改办大学条件尚不具备。

1916 年，清华建校已届五年，初步度过了创建时期，进入“发展时期”。周治春认为，清华有良好的基础、充足的经费，为久远计，将清华“逐年扩充至大学程度”，是学校今后发展的“当务之急”。否则，1940 年庚款还清之后，清华经费将难以为继。

为此，7月27日，周诒春向外交部呈文，正式提出将清华改办为完全大学。

周诒春呈外交部文

周诒春在报告中提出三点理由：

一可增高游学程度、缩短留学期限以节学费也。考吾国十余年前之游美学生，多半须先入彼国高等学校，以资预备。今日之游美学生，已能直入彼国大学，省时节费，业见进步；然闻日本今日之在外国留学者，均已在国内大学毕业，然后出洋进求高深之学问经验。我国亦应仿此办理，故拟将清华逐年扩充至大学程度。凡属大学之学程，均在本校内完全设备，至学生在大学毕业后，再择尤（优）派遣赴美，迳入日本所称之大学院肄业，进求大学以上之专科学术。准此办理，则于留学期限及留学经费，实可减少大半；此外敦聘少数名师，造成多数成材之士，于每一学生之所费，较之应予一学生之留美学费，节省之数尤巨。平均以每一教员，实授学生三十人计之，节省之数，可达六分之五。

一可展长国内就学年限、缩短国外求学之期，庶于本国情形不致隔阂也。查近年留学生回国，每于国内情形不甚熟谙，以致言行动作，不能尽合时宜。盖因幼年出国，本国之识历未充，或者居外日久，事多遗忘。如能在国内肄习其大学学业，同时使其年历相长、志学并进，于其后来立身致知之方，亦可早日裁定，此于学成致用之道，尤能兼备。

一可谋善后以图久远也。清华经费，至民国二十九年庚子赔款摊还清结后，亦将无以为继。届时更恐维持之不暇，势难更求增进之要图。不如趁此时机，渐求扩充，藉可撙节经费。至赔款还清之时，则大学之规模设备，均可早定基础。至时本校回国学生可达数千，如经常费无着，则可望其中富者出财，智者尽力，为母校分任维持之义务，则退还赔款虽已终结，而学校仍可图继续存在。

以上三点，归根结底，“皆为广育高才，撙节经费藉图久远之计。”周诒春指出：“我国地大

物博，已设之完全大学，寥寥无几。当此百度维新之候，尤宜广育人才，以应时需。”基于上述三点、尤其是第三点，周诒春以时不我待的紧迫感推进改办大学。正如校友孙继丁指出的：“他要在庚款尚能有效运用时期，将清华设备成一所完善的大学，将来我们的学生可在国内读大学，留美后即入研究院，研究高深学识。”

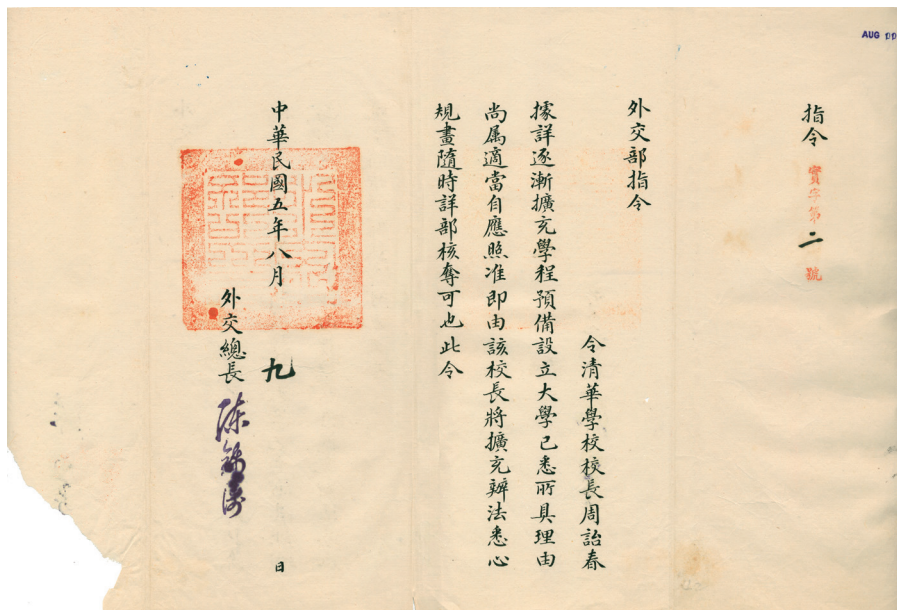
对这一关系清华长远发展的报告，不到半月，外交部即予批复。周诒春立即开始在改革课程、选聘教员以及增添设备、兴建馆舍等方面着手准备。

外交部照准清华学校扩充学程设立大学的指令

1918年初，周诒春因受人攻击辞职。至1922年5月曹云祥代理清华校长，期间先后有赵国材（代理）、张煜全、罗忠诒（未到职）、严鹤龄（代理）、金邦正、王文显（代理）等任校长。校长的频繁更迭影响了校务发展。曹云祥曾感叹：“周校长离校后，学风衰颓，校长数易，仅改组董事会以求维持局面，更无计划之可言矣。”

虽然校务动荡，但改办大学仍在推进。1918年2月，赵国材呈请“增高程度，升为大学，各生由大学毕业，再行派美，则既可缩短留学期限，亦可减轻留学经费。”张煜全就筹办大学一事，在全体中西教职员会议上通过设立“大学筹备委员会”，负责“筹定计划，逐渐增高本校之程度，期跻于完全之大学。”1920年1月，张煜全将该会的工作计划呈报外交部。这个计划最重要的一个措施是逐渐停办中等科，“而以办中等科之力量与经费，改办大学。”计划确定，自1920年起停招中等科一年级新生，三年后在校该科学生全部结业，中等科即告结束。高等科仍保留，并扩大学额。1921年又将高等科四年级改为大学一年级。虽然办了大学程度的班级，但这毕竟不是彻底改办大学的措施。

1922年5月，曹云祥代理清华校长。1923年9月，张彭春任教务长。清华改办大学的工作加速进行。



外交部照准清华学校扩充程设立大学的指令（1916）

1923年2月，曹云祥从学校经费着眼，提出“十八年（1923-1940）计划，筹划逐步改办大学的具体方案。学校组织“课程委员会”筹划改办大学的具体步骤与措施。课程委员会先后三次提出改办大学方案，最后，由教职工会议通过，决定自1924年起为大学筹备期。从这一年秋天起，开始逐年停招留美预备生（旧制学生）。至此，清华改办大学的计划，由酝酿阶段正式进入实施时期。

1924年2月，清华聘请胡适、范源廉、张伯苓、张福运、丁文江为大学筹备顾问。10月，“大学筹备委员会”成立。筹委会下设召开联席会议与分组会议。其中，分组会议包括课程及计划组、教职员待遇组、招考新生组、派美游学官费组等四组。分组会议的决议，提交联席会议，通过后，再提交大学筹备顾问，并呈报学校董事会，最后呈报外交部，批准后实施。各分组会议平均每周开会一次，每次三小时。教职员待遇组除开会外，曾召集公开讨论两次。联席会议，曾开非正式会议一次。课程及计划组与教职员待遇组，曾开联合会一次。以上各项会议外，最重要的是联席会议正式开会。

1924年12月16日，联席会议第一次正式开会，

后每逢星期二开会。1925年2月中旬后，每星期开会两次（星期二、五），到3月6日结束，共计开会12次。在2个半月讨论中，除了官费留学问题外，主要讨论了课程及计划、招考新生、教职员待遇、研究院与大学课程等问题。讨论结束后，大学筹备转入实施阶段。

1925年4月，外交部批准了大学筹备委员会提出的《清华大学工作及组织纲要（草案）》。学

校随即按照《纲要》成立了“临时校务委员会”，由曹云祥、张彭春等10人为委员。临时校务委员会负责将清华学校改组为大学部、留美预备部和研究院三部分，并决定到1929年旧制生全部毕业后，留美预备部停办。

1925年5月，大学部正式成立，开始招生。共招收大学普通科研究一年级学生（新制生）132人，报到者有93人。

由于此时校内仍有原初等科、高等科学生在读，为防止大学部学生提出与原初等科、高等科学生同享公费留美可能引发纠纷。清华特别声明：“学生在本大学部肄业完全与留美学额无关，但将来清华举行留学考试时，本校专门科毕业生均得报名应试，凡投考本大学之学生务须明了此项办法以免误会。”声明中的“留学考试”指当时清华组织进行的留美专科男生和专科女生考试。由于“本校大学部暂不收录女生”，故实际上仅为留美专科男生考试一项。这项考试此前只面向校外考试，此时兼及大学部新生，可谓因时制宜的两全之策。大学部成立后，为避免因为系科划分尤其为了避免分科过早过细造成知识割裂的弊端，大学部分为普通科与专门科。

“普通科为大学之前二年或三年，以使学生知中国之已往与世界之现状，藉以明了中国在此过渡时代之意义，并鼓励学生使为择业之考虑为宗旨。”专门科为“已选就终身职业或学科之学生作专精之预备而设。”“专门训练之期限视其门类之性质而定，亦约为两年或两年以上。”普通科不分系，课程设置如下：

		课 程	单位数
第一 年 级	休学目的及方法		1
	国文		2
	英文		2
	近代科学思想发达史（半年），机械 技艺实习（半年）		2
	实验科学 生物或化学或物理		3
	历史（中国及外国）		4
	选习	第二外国语 或数学 或读书（就 必修科之一从事博览由教师指导 之）	
体育		1	
总计			18
第二 年 级	国文		1
	英文		2
	现代中国问题		2
	文学（中国或西洋）或哲学（中国或 西洋）或社会科学一门（经济学或政 治学或社会学）		3
	选习		8
体育		1	
总计			18

其中，大学部学生于开学一学期后加习兵操。表中“单位”指学生每周在该课程应投入时间，包含上课及自修，一个单位约为三小时。至于课内与课外时间比例，教师可斟酌自定。

教学上，普通科“重综合的观察”，即学习一些普通的基础课程，学习期满后由学校发给修业证书与成绩单，“学生或入本校所设之各项专门训练，或转学他校，或外出就事，一听其便。”专门科基础与理论、研究与实践并重，分三类：1、文理类；2、应用社会科学类，如商业、新闻业、教育及法政等；

3、应用自然科学类，如农业、工程等。学生成绩合格后，发给毕业证书与学位证书。普通科学生如愿意继续升入本校专门科，需要通过入学考试。教学方法上，张彭春竭力倡导英国大学的“导师制”，让师生之间有个人的接触和讨论。

大学部的这种划分，与国内一般大学不相衔接；且普通科培养目标不明确，学生反映普通科“不文不理”，年限太长。这促使清华在1926年取消了普通科，而将“普通训练”的时间缩短为一年，并提早设系，规定“大学部本科修业期至少四年，学生毕业后给学士学位。”

1926年，大学部设立17个系。

系	主任	系	主任
国文学系	吴在	西洋文学系	王文显
物理学系	叶企孙	化学系	杨光弼
生物学系	钱崇澍	历史学系	陆懋德
政治学系	余日宣	经济学系	朱彬元
教育心理学系	朱君毅	农业学系	虞振镛
工程学系	周永德	哲学系*	暂缺，后 为金岳霖
社会学系*	陈达	东方语言学系*	陈寅恪
数学系*	郑之蕃	体育学系*	马约翰
音乐系*	暂缺，后 为海门斯		

其中有*者为暂未开出课程的6个系。

至此，清华改办大学告一段落，校内大学部与留美预备部及同年成立的国学研究院并存，清华开始向完全大学过渡，这是学校发展上关键性转变。1929年，随着留美预备部结束与国学研究院撤销，过渡结束，清华成为完全大学。

成立大学部，始于周诒春，中经赵国材、张煜全、严鹤龄（代理）、金邦正、王文显（代理）等校长，最后成于曹云祥，历经10年。这些校长任期有长有短，能力有强有弱，名声有誉有毁，但在学校发展这件永续工作上，他们犹如接力赛选手，抱定“明其道不计其功”的信念，尽力跑好自己的一程并将接力棒交给下一任，推动学校往前发展。他们的事功也永远铭刻在学校历史上。🍎

张祖道，用镜头诠释社会学的真谛

袁帆

2026年，清华大学社会学系迎来百年华诞。社会学系是1926年清华学校设立的大学部第一批学系之一，在百年来培养的优秀毕业生中，有一位学子以自己独特的社会学自觉，为后人留下了大量珍贵影像，成为中国纪实摄影的先行者之一，他就是张祖道。

若要简要了解张祖道的事迹，不妨先来品鉴下面的这段人物评价：

“1940年代考入西南联大社会学系，社会学的训练和背景奠定了张祖道一生摄影的基调。他在革命时期随军转战南北，和平时期进入媒体继续从事报道工作。他带着学者的思考，以文化自觉的态度记录下丰富的人文世界。1940年代清华园的校园生活和北平天桥的街头艺人，随潘光旦、费孝通学术调查拍摄的社会学、人类学、民族学文献，以及众多的文化名人影像，都是中国摄影史上的珍品。他是中国纪实摄影的先行者。”

“清华”“社会学”“纪实摄影”“先行者”这几个关键词，可以勾勒出“张祖道”的大致轮廓。这段出自2012年的“颁奖词”，对应着张祖道获得



TH351 清华“反饥饿反内战”游行队伍通过东四牌楼 张祖道北平1947.5.20

1947年清华“反饥饿反内战”游行队伍（注释系张祖道手迹）



张祖道（1922-2014），湖南浏阳人。1945年入西南联大社会学系，师从潘光旦、费孝通。1949年参军，1952年任《新观察》杂志摄影记者，1954年随费孝通赴内蒙古草原考察，1956年参与潘光旦鄂川土家族识别调查，42年间五次随费孝通考察江苏“江村”，系统记录农村社会变迁。历任《人民文学》《中国摄影》等刊物摄影记者、编辑，1985年当选中国摄影家协会理事。其摄影实践与社会学研究结合，出版《江村纪事》《1956，潘光旦调查行脚》等著作，留存大量20世纪中国社会影像。2012年获中国摄影金像奖终身成就奖。

的“第九届中国摄影金像奖——终身成就奖”，那一年，他90岁，距离他的人生终点还有两年。

纪实摄影之路始于清华园

张祖道，1922年2月7日出生在湖南浏阳东乡的一个小山村。那个时代的湖南农村普遍贫穷，但外部世界的新鲜“玩意儿”却没有被阻隔不入，小集镇里居然也有了简陋的照相馆。一次难得的照相经历激起张祖道幼小心灵里的好奇。他看到：照相师傅把头钻进一面红一面黑的大方布罩，在里面鼓捣几下又钻出来，一边嘴里叫着“坐好、别动”，一边把相机前的圆盖取下，手臂优美地一忽悠，马上又盖上圆盖，就算照完了。于是张祖道也“一直很想学他照出人影来”。那时谁也没有想到，后来他不但照出了人影，还成为一位中国纪实摄影的先行者。

1945年，23岁的张祖道考入“西南联大”，他的学费是靠近两年时间打工才攒足的。在昆明的一年“联大”生活，让他经历了抗战胜利前后发生在



北平天桥街头一景：拉洋片（1947年）



1947年四位教育家合影（注释系张祖道手迹）



潘光旦在湘西调查识别土家族（1956年）

这座“民主堡垒”内外的一系列历史事件。随着抗战胜利复员，西南联大重新分为“北大、清华、南开”三校，他因此在1946年11月进入清华园，成为清华大学社会学系的学生。

1947年的清华大学社会学系已经有21年历史，任课的教授都是中国社会学界的领军人物，每个人都有着极深的学术造诣和丰富的社会调查经验。学生在四年中学习的课程包括27门必修课，18门选修课，学习负担着实不轻。张祖道幸运地从潘光旦、陈达、费孝通等大师那里学到了现代社会学理论、体会到了认识社会、改造社会必须要具备“知行合一”精神。“摄影”并不在社会学系的课程中，但张祖道却悟出了影像对研究社会的意义，从年幼时就有的“摄影梦”就这样被唤醒，他首先想拥有一架自己的照相机！

张祖道不是富家子弟，根本买不起新的照相机。好在他从昆明“复员”到北平的途中，曾跟随陈达教授进行过三个月的“上海工厂和劳工状况调查”，他用积攒的劳动报酬到北平“东安市场”上淘到一架韦尔塔（Welta）牌德国老相机。这架构造简单的二手货对于当时的热血青年而言，那就等同于战斗的武器。那几年，他拍得最多的就是清华大学的学生运动，几乎所有的游行他都留下了记录。

与此同时，张祖道和另外两位同学孙同丰、朱世铎组成了“清华周末摄影社”，他们拍摄学生的学习与生活，也靠出售校园风景照片作为拍摄成本的补贴。摄影还是张祖道赚取学费和生活费的唯一渠道，在学校那几年里，他“从没有向家里要过一

文钱”。

在社会调查实习课中，张祖道凭借自己的相机，拍摄了诸如“天桥杂耍”“厂甸庙会”“聋哑学校”等一系列反映社会现状、民俗民风的纪实照片，不仅为完成课程报告增添了独有的图像，更是为后人留下了“老北京”的珍贵绝影。鲜为人知的是，他还曾经按照个别几位“特殊”同学的要求，秘密为他们拍摄了制作假“通行证”所需要的照片，解其“燃眉之急”，帮助他们顺利奔赴解放区。

我知道“张祖道”的名字，也是从一张拍摄于1947年4月27日的纪实照片开始。照片上，梅贻琦、胡适、黄钰生、查良钊等四位分别代表清华、北大、南开、昆明师范的著名教育家会聚一起，在清华园大礼堂后面留下了意味深长的合影，成为我们今天深入了解近九年西南联大历史的“焦点”。而这正是张祖道瞅准转瞬即逝的时机，沉着拍摄成功的经典之作。

现在已经无法确认张祖道在那几年究竟拍摄了多少张照片。仅从清华大学档案馆保存的百余份校园照片看，那都是“清华园”不可多得的视觉档案，都已经成为清华校史中无法分割的部分。毫无疑问，清华社会学系是张祖道走上纪实摄影之路的出发之地，而他给清华园留下的宝贵文化遗产，也让我们由衷赞叹：清华幸有张祖道！

跟随费孝通跨越半个世纪的社会调查

1949年3月，张祖道和212名清华同学一起穿



被称为“铁鎔”的江村四齿锄
(1957年)



身穿充满古风裙裤的江村农民
(1957年)

上军装，参加了第四野战军“南下工作团”。正是有了摄影的一技之长，他被选入中南军区《战士画报》社，成为一名军事摄影记者，从清华带来的小相机继续成为他手中的武器。张祖道晚年回忆起这段经历，仍然对那架旧相机“给我长脸，圆满地完成了任务”心存感念。

1952年7月，张祖道调入北京《新观察》杂志社，成为当时社里唯一的摄影记者。那是一段让张祖道难忘的“激情燃烧岁月”，“跑新闻、赶任务”，忙得连星期天都很少休息，以他署名的摄影作品不断出现在新闻媒体上。在最初几年，他还多次受命跟随清华恩师潘光旦教授远赴湘西北、鄂西南、川东南采访识别土家族；跟随费孝通教授去呼伦贝尔大草原，对蒙古族牧民生活进行民族考察，按他自己的话说，是“扎扎实实地补上了一堂社会学田野调查课”。

除此之外，还有一项跟随费孝通进行的“江村调查”摄影经历，不仅让张祖道在—项具有世界性影响的中国社会学实践中做出了卓越的摄影专业贡献，而且也铸就了一段跨越近半个世纪的师生情谊。

费孝通，江苏吴江人，著名社会科学家，中国社会学和人类学的奠基人之一。他于1935年获得清华大学硕士学位，并考取公费留学资格。在出国之前，他对江苏吴江县庙港乡开弦弓村进行了一次“农村经济和生活状况”调查。这次调查的资料也成为他1938年在英国伦敦大学取得哲学博士学位的毕业论文基础。这篇名为 *Peasant Life in China* (中文名《江村经济》) 的论文，记录并分析了中国人在江



费孝通与沈宝法一起看两人21年前的老照片(1957年)

南农村原始状态下对生存发展方式的选择，为费孝通奠定了在世界人类学、社会学领域的地位，被其导师马林诺斯基(K. Malinowski)定义为“将被认为是人类学实地调查和理论工作发展中的一个里程碑”。古老的“开弦弓”也因此有了“江村”的现代学名，并作为观察中国农村的一个标本，从此长期为学界所关注。

让费孝通始料不及的是，他进行的“江村调查”，从1936年开始至2000年结束，总计进行了约30次，



周金发老太用废蚕丝捻棉线(1957年)

是一项跨越近65年的超长人类社会学调查工程，举世罕见，意义非凡。而张祖道有幸从1957年起伴随老师“五访江村”，用镜头持续记录了世界社会学调查史中的“费氏”经典案例，见证了“江村”作为中国江南农村的缩影所发生的时代演变，并为近现代中国如何解决“三农”问题提供了不可多得的影像证据。

1957年5月，47岁的费孝通在相隔21年后带领一个调查组重回江村，在那里住了21天，重点考察社会体制和生产关系在历史产生重大变化后的农村状况。35岁的张祖道也第一次作为摄影记者去到江村。那次考察，费孝通除了要求他把所有类型的农具都拍摄下来以外，没有给他布置其它“作业”，全凭张祖道对社会调查的基本概念去捕捉感兴趣的场景。

于是在张祖道的镜头里，留下了依然保持着古老耕作模式的农民和工具，完全靠手工养蚕、缫丝的乡村“生丝经济链”，割草养兔补贴家用的农村儿童，还有保留着充满古风的“包袱”和“战裙”，靠烧柴草的“老虎灶”……当然，他也为费孝通抢拍了几张纪实照片。其中一张成为连接两次“江村调查”的历史写照，相片上的费孝通和一位叫“沈宝法”的农民在观看英文版《江村经济》的扉页，上面有两人在1936年的合影，而那时的沈宝法只有9岁。

张祖道在这次社会调查中拍摄的照片，是江村“图象志”里最接近1936年开弦弓村原始景象的影像，与费孝通撰写的调查报告内容天然合璧，十分恰当地传达了他对江村经济研究的思考和观察视角。调查结束后，费孝通为《新观察》撰写了《重访江村》（其一）（其二）两篇文章，分别发表在1957年6月11和12两期刊物上，引起很大的社会反响。

然而遗憾的是，一场“反右”斗争突如其来，费孝通被错划为“大右派”，《重访江村》的系列文章就此夭折，他的社会人类学研究也被迫停止。

直到1981年10月，费孝通又重启被中断24年的“江村考察”。他迅速写下了著名的《三访江村》，将其作为在1981年度英国皇家学会“赫胥黎纪念奖”颁奖仪式上的获奖演讲词。文中一语道出“三访江村”的意义：“用开弦弓村作为一个观察中国农村变化的小窗口，有一个好处，就是我们有近五十年的比较资料”。而他倚重的“比较资料”中，张祖道1957年拍摄的那些照片无疑是最直观的影像物证。

此后费孝通明确要将江村当做长期进行农村调查的基地，不断研究它的变化与发展。1982年1月，费孝通四访江村，张祖道在25年后第二次跟随老师重回故地。费孝通语重心长地对同肖“戌狗”的张祖道说：“我已是70出头的人了，口袋里只有10块钱，也就是我只能再工作10年”，“你比我小一轮，你数数你的口袋，不是只剩下22块钱了么？好好地花，别浪费了。”此时刚满60岁的张祖道听到老师的教导，“头皮一紧，心里涌出一股紧迫感”。

费孝通在1957年就发现，在土地资源有限的江南农村，仅仅依靠土地制度改革，“平均地权”“以粮为纲”显然不能解决农村发展的根本问题，那时他就提出了“因地制宜”发展乡村副业和工业的“富民”主张。这一次重访，张祖道看到了江村在改革开放政策下发生的实质性变化，正是费孝通当年所希望达到的愿景。于是在他的镜头中，出现了集体发展蚕桑，家庭养羊、养兔，多种经营的欣欣向荣；出现了小型缫丝厂、丝织厂等乡镇企业的雏形。最可喜的是，农民在“农田、副业、工资”三方面都有了收入，生活改善，照片中的他们也露出了会心的笑脸。

再后来的1994年10月，张祖道第三次随老师访问江村时，开弦弓的缫丝厂已经扩建为现代化的企业。再再后来的1996年9月和1999年10月，他又随老师第四、第五次访问江村。那时，费孝通已经20余次访问江村，他当年口袋里的“10块钱”早已花光。但正是在这种无私的“透支”中间，费



北京市民在东交民巷迎接解放军（1949年2月）



《采摘果树新品种》（1958年）

孝通完成了“乡村调查、小城镇研究、贫困地区踏访、社会学重建”等等一系列事关国计民生的人类社会学工程，为新时期党和国家的一系列战略决策提供了依据，其中自然也包括了张祖道拍摄的纪实照片。

2021年2月25日，中国向全世界宣布：“经过八年持续奋斗，我国如期完成了新时代脱贫攻坚目标任务，现行标准下农村贫困人口全部脱贫，贫困县全部摘帽。”在这一人类“反贫史”上绝无仅有的伟大实践中，谁能说没有费孝通和张祖道进行“江村调查”作出的贡献？毫无疑问，江村是让张祖道在视觉人类社会学领域扬名立万的“福地”，但从另一角度来看，我们必须要说：江村幸有张祖道！

《刹那》摄下百余位“中国当代文化名人剪影”

在新中国第一代摄影家中，拥有清华社会学专业背景的，张祖道是唯一者。俗话说：“文如其人”。在张祖道用镜头书写的每篇精彩文章后面，似乎都隐藏着一双睿智的眼睛，而连接这双慧眼的是朴实的心灵和深邃的头脑。

在纪实类摄影作品中，表现宏大历史叙事的题材最能震撼人心。张祖

道在1949年2月3日拍摄的《人民解放军进入北平的队伍通过东交民巷》无疑是一幅上乘之作：东交民巷红旗招展，解放军的坦克迎面隆隆驶来、两旁市民敲锣打鼓，让人们感受到站起来的中国人发自内心的欢欣鼓舞。在定格这一历史时刻的同时，张祖道也许想到了抗战中经历过的民族苦难，也许想到在“西南联大”学生运动中担任“纠察队长”所经历的民主抗争，也许更坚定了投身革命洪流的决心……因为在此一个月后，他就参军成为了一名军事摄影记者。

在张祖道的摄影生涯中，他的社会接触面非常广阔，镜头中出现最多的还是充满酸甜苦辣、喜怒哀乐百态人生。1958年秋天拍摄的《采摘果树新品种》，丰收农民脸上的喜悦让人过目不忘；1984年11月2日拍摄的一幅照片，画家叶浅予事出有因



怒 - 叶浅予（1984年）



《背铁矿石的农民》（1958年）

的“怒气”极具个性；1979年10月12日，镜头中的叶圣陶、夏衍、周扬一起出席追悼会，对故人逝去的“哀伤”之情令人泪目……

张祖道一生中拍摄了数不清的人物，其中著名的文化名人影像构成了一个独特系列。上海文艺出版集团于2009年出版了“中国当代文化名人剪影”珍藏集《刹那》，囊括了张祖道从1947年到2003年的半个多世纪里，为250余位文化艺术界名人留下的特写影像。其中包括：教育家胡适、梅贻琦；文学家田汉、巴金、曹禺、老舍；画家齐白石、徐悲鸿、张仃、黄永玉；表演艺术家梅兰芳、常香玉；还有雕塑家刘开渠与人民英雄纪念碑雕塑家群体，以及建筑学家梁思成、林徽因夫妇，等等。

按照浅显的理解，好像纪实摄影就是“看见什么拍什么”。但在张祖道这里，我们却同样可以看到艺术性极强的纪实性作品。在一幅拍摄于1958年的《背铁矿石的农民》里，他镜头中那位农民除了任劳任怨的神情外，不但没有任何卑微的感觉，更有顶天立地的架势。以摄影常识想象，那是只有蹲下来才能拍到的画面。而正是这种“放低身段”的与人为善，让他拍出了许多充满艺术“人情味”的纪实作品。

在很长的时间里，张祖道的作品一直并不起眼，好像也没有什么大名气。其实这恰恰反映出他“谦和低调”的性格特征，“老老实实做人，老老实实拍照”正是他一贯秉承的人生态度。他从来没有刻意地去追求“摄影家”的桂冠，只是老老实实，数十年如一日地在拍摄之路上“趟道”，再加上追随社会学硕儒所得与自我精进提升的能力，这才是他留下如此之多经典之作的的原因。他也从来没有摆出一副“艺术家”的姿态对待自己的作品，而是将它们视作应该被共享的资料，无私地提供给他的同事们和所有需要的人。在青年同事们眼里，他就是一个“校对、翻拍、暗房、管理资料”样样活儿都积极去干的“老劳模”，是一位被大家亲切地直呼为“老道”的朋友与长者。

张祖道的与众不同，特别表现在他经过清华大

学社会学严格训练后养成的文献意识和严谨习惯。他为自己的拍摄工作和日常生活写下日记，为每张照片都留下详尽的文字资料。即便在岁月更迭中他丢失了大量照片和笔记，仅就现存的影像



2010年的张祖道

和文字资料对中国文化史而言，也已经是一笔巨大的文化历史财富。2003年以后，张祖道编著了《江村纪事》《1956，潘光旦调查行脚》《刹那》三本纪实著作和摄影集，集中展现了他的摄影经历、经验和成果。毋庸讳言，是华夏大地孕育了张祖道，是中华文明造就了中国纪实摄影的一代先行者。而张祖道用一生的摄影实践，诠释了社会学的真谛在于“认识世界，造福人类”。凭此一点，我们完全可以说：中国幸有张祖道！

结语

在纪念清华大学社会学系成立100周年的历史时点，我特别想起张祖道说过，“生活就在你身边，一瞬间，它就是历史”；“摄影既可以远求，也可以近觅，东瞧西看，都是材料，不必发愁”。这些朴素话语体现了“大道至简”的人生智慧，也包含了“随遇而安”的从容心态。

摄影如此，生活亦然。张祖道是这样说，更是这样做。他用镜头捕捉了一个个历史的独特刹那，自己也伴随一幅幅传世之作被融化在永恒的刹那中，让后来的人们不断理解、持续效仿、永远纪念。🍷

陈芳允的两封手札： 尺素藏师心 笃行践初心

本刊特约作者 戴琬琪



陈芳允（1916—2000），浙江黄岩人，空间电子学专家，“两弹一星”功勋奖章获得者，中国科学院院士，国际宇航科学院院士。1934年考入清华大学，后转入物理系，受教于叶企孙先生，是我国卫星测控技术的奠基人、北斗导航系统的重要开创者。新中国成立后，他投身国防与航天事业，主持完成多项关键技术研究，为我国第一颗人造地球卫星“东方红一号”的成功发射、卫星测控网的建立作出了开创性贡献。他相继提出了微波统一测控系统、“双星定位系统”等方案，直接参与指导研制的微波统一测控系统在我国同步通信卫星发射和运行中发挥了很高的效用，为我国十几颗遥感卫星的成功回收作出了重大贡献，将毕生心血奉献给了国家的航天与国防事业。他曾自述：“毛主席为人民服务的教导使我恪守终身。……为科学求真理，为技术进步，为建设祖国，都是为人民服务。”这番肺腑之言，正是他一生“以身许国”的生动写照。

在陈芳允先生诞辰一百一十周年之际，重读他留下的两封手札，更觉其中蕴含的师道传承与家国情怀，历久弥新。这两封珍贵的钢笔手札保存在清华大学档案馆，收信人均清华大学物理

系教授虞昊。两封手札分别书于1991年冬与1992年秋，相隔近一年，皆因编纂叶企孙先生纪念册这一事宜而起。纸页泛黄却笔墨依旧，文字平实却情真意切，既藏着一位科学大家对恩师的深切

敬仰与惦念，也映照出清华学人一脉相承的尊师重道与以身许国的初心，成为见证清华精神、三代学人师生情谊的珍贵档案。

1991年12月9日的手札，笔墨工整沉稳，字里行间还带着陈



《以身许国图》（左3为陈芳允）（清华大学档案馆藏）

*本栏目由本刊编辑部与清华大学档案馆、校史馆合办

芳允刚返京的匆忙。他在信中开篇便告知虞昊，自己6日才从香港参加中国航天技术展览会回到北京，已及时收到对方12月5日的来信。对于虞昊等人牵头编纂叶企孙先生纪念册的倡议，陈芳允直言这是“一件非常值得做的事”，简单一语，满是对这件事的由衷认可与坚定支持。

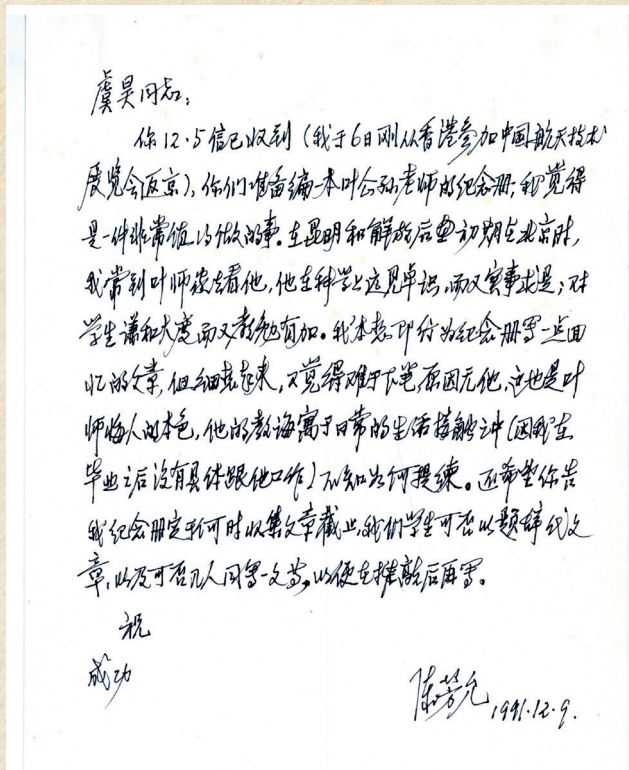
这份笃定的认可，源于陈芳允与叶企孙先生数十年深厚的师生情谊。他在信中深情追忆，无论是在昆明的岁月，还是解放后初期在北京的日子，自己常登门拜访叶师，在他心底，恩师始终是“在科学上远见卓识，而又实事求是；对学生谦和大度而又责勉有加”的模样。这十六字评价，并非空泛的赞誉，而是来自朝夕相处的日常点滴，是刻在记忆里最真切、最动人的恩师形象。令人动容的是，陈芳允坦言本想为纪念册撰

写一篇回忆文章，却“细想起来，又觉得难于下笔”。他道出了这份犹豫的缘由：“这也是叶师海人本色，他的教诲寓于日常生活接触之中（因我在毕业之后没有具体跟他工作），不知如何提炼。”寥寥数语，道尽了一位学生对恩师的敬畏——叶企孙的教育从非刻意的说教，而是融入治学闲谈、日常相处的润物无声，这份深沉却细碎的师恩，反而让陈芳允不知该如何用文字精准承载。于是，他务实地向虞昊询问纪念册文章的收集截止时间，还提出两个恳切的建议：学生可否以题辞代替文章，也可几人同写一文，待反复推敲完善后再定稿，字里行间皆是对纪念恩师这件事的郑重与用心。

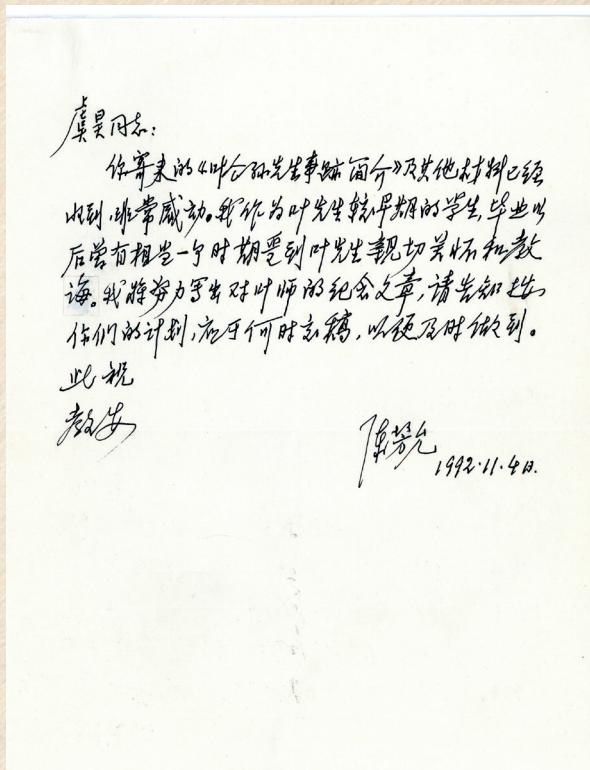
时隔近一年，1992年11月4日，陈芳允再致虞昊的手札寄至。这封手札的笔墨依旧沉稳，而他

的态度却愈发坚定。信中，陈芳允告知虞昊，已收到对方寄来的《叶企孙先生事迹简介》及其他相关材料，阅后内心“非常感动”。彼时的他，早已没有了去年“难于下笔”的犹豫，而是明确表态：“我作为叶先生较早时期的学生，毕业以后曾有相当一个时期受到叶先生亲切关怀和教诲。我将努力写出对叶师的纪念文章。”为了不耽误纪念册的整体编纂进度，他还主动询问：“请告知按你们的计划，应于何时交稿，以便及时做到。”从最初的犹豫斟酌，到如今的主动请缨，这一态度的转变，背后是虞昊寄来的事迹材料，让陈芳允重新回望恩师的一生。那些融入日常的点滴教诲，那些恩师对科学的坚守、对教育的赤诚，在这一刻有了清晰的落笔方向，也让他更加坚定了为恩师执笔撰文的心意。





1991年12月9日，陈芳允写给虞昊的信（清华大学档案馆藏）



1992年11月4日，陈芳允写给虞昊的信（清华大学档案馆藏）

这两封手札背后，是陈芳允、叶企孙、虞昊三位学人与清华的深厚渊源，更是三代清华物理系人师道传承的生动写照。

陈芳允的一生，正是对叶企孙先生教育精神最生动的践行。叶企孙先生在清华园播撒下科学救国的种子，以言传身教教会学生们严谨治学、赤诚报国，而陈芳允则将这份教诲融入毕生的科研与报国之路。作为“两弹一星”功勋科学家，他始终坚守科研初心，在卫星测控技术领域躬身耕耘，开创中国北斗导航事业的先河，将毕生的所学与心血，悉数奉献给了国家的航天与国防事业。这份“以身许国”的赤诚，

正是叶企孙先生为弟子们种下的家国情怀的延续。在那个风雨如晦的年代，叶企孙培养的弟子中，走出了79位院士，他们遍布国防、科研、教育等各个领域，皆以报效国家为初心，在各自的领域躬身耕耘，这便是清华物理系精神最鲜活的传承，也是清华“自强不息，厚德载物”校训的生动诠释。

如今，这两封手札依旧静静珍藏于清华大学档案馆中，成为不可复制的珍贵档案史料。它们没有记录惊天动地的科研突破，也没有书写波澜壮阔的人生历程，只是两封寻常的通信，却以最朴素的文字，定格了一段跨越半世

纪的师生情谊，镌刻下三代清华人的精神传承——从叶企孙创立清华物理系，播撒科学与家国的种子，到陈芳允等弟子以身许国，用毕生践行恩师教诲，再到虞昊牵头编纂纪念册，用心守护师道薪火，他们用行动诠释着清华学人的初心与坚守。

尺素寸心，纸短情长。那些藏于笔墨间的师恩、敬畏与传承，在岁月中沉淀，不仅是陈芳允个人情感的寄托，更是清华精神代代相传的实物见证。这些珍贵的档案，也在向每一位清华后来者诉说着：师恩难忘，初心不改，以身许国，薪火相传。

我的清华桥牌记忆

郭晓

我与桥牌的渊源

我是1980年考入清华化工系的，那个时候高校里刚刚兴起桥牌热，上大学前就会桥牌的人并不多，大部分学生都是考上大学后才第一次接触桥牌。我首次接触桥牌是在高中。1976年在国家计委大院时，和我二哥郭敬及朋友学的盘式桥牌（Rubber Bridge）。

盘式桥牌是定约桥牌最古老且最基础的一种玩法形式，在20世纪初至中叶曾是桥牌社交的主流。随着现代桥牌运动的发展，盘式桥牌被更为公平、科学的复式桥牌逐渐取代。

考上清华以后，同学们玩的都是现代复式竞技桥牌，我也从盘式桥牌转入竞技桥牌。业余时间，我除了踢球就是组织大家打桥牌，期间参加了系内、学校组织的一些桥牌比赛。

上学时我的桥牌比赛成绩一般，这主要是因为当时我的关注点并没有放在桥牌上，打桥牌仅仅是课余时间的休闲活动。尽管如此，这个活动对我的影响仍然是长远的，它加深了我与同学间的友谊，特别是与其他班级同学的比赛，使得彼此了解加深，友谊也因共同的爱好而地久天长。

大学毕业以后，我接触过社会上各种类型的桥牌俱乐部，也参加过许多机关事业单位举办的桥牌比赛。桥牌作为一种智力文化活动，也影响到了我所在的单位，当时同事中有四五位桥牌高手，相互之间经常切磋，耳濡目染之下，我的桥牌水平提高很快。由于没有固定搭档，我练就了对很多叫牌法的适应能力，因此好多领导和牌友都喜欢找我搭档，这样就有了很多免费参加比赛的机会，北京市大部分桥牌俱乐部举办的比赛我都去过。

毕业后，我在业余时间参加了不少正规比赛，这些桥牌活动让我结交了很多“桥友”，获得更广的社交空间。

那时《中国日报》（China Daily）每天都有桥牌专栏，我一般去星级酒店免费领取报纸；由于工作性质是国际科技合作、交流，我还能找到正版的英文桥牌杂志。另外，我自己还自费购买了许多桥牌书籍、阅读研究。我的桥牌水平就这样不断进步，桥牌爱好也就这样保持了下来。

清华桥牌记忆

桥牌与清华的渊源说来很长，



郭晓

清华大学化学与化学工程系1980级本科，1985年毕业后长期从事国际科技交流与合作工作。多次参加国内外桥牌比赛，曾获2012年北京市十大体育项目社区赛桥牌公开团体第一名、2014年北京市秋季桥牌大赛公开团体第一名、2015年北京市体育大会公开团体一等奖等，现任清华校友桥牌社副社长。

有记录的桥牌活动，远的到西南联大时期的教授业余生活，近的到上世纪五十年代清华基础课数学教研组的教授王建华创建的“桥牌挤牌”打法。

从上世纪70年代末起，桥牌运动在高校蔚然成风。1977年，清华成立教工桥牌协会，力学系教授蒋智翔任会长。1981年5月，应学校教工桥牌协会邀请，清华



2015年，1980级桥牌队重聚（前排从左至右，范晓风、蒋毅、官力、刘欣，后排从左至右，杜培刚、高正明、石丰、钱大可、张韧）



郭晓参加2018年第一届超级京华杯

大学学生桥牌协会成立，会长由蒋智翔之子、1980级计算机系蒋毅同学担任。1983年清华在校生仅有万余人，桥牌协会有会员5000余人，是当时人数最多的学生社群组织。

当时清华教工协会的时学黄老师给予清华学生桥牌队很多指导，蒋毅与刘滨辽、曾平、张韧、张宏、刘欣、官力、石丰、高正明等同学组成1980级桥牌队，这个桥牌队归属当时的体育代表队管理，经常组织队员训练，并且有自己的叫牌体系。1980级桥牌队先后代表清华大学学生代表队夺得首都高校和全国高校桥牌比赛的冠军，并荣获“双鹤杯”桥牌比赛冠军，引领了高校桥牌运动的发展。当时各种桥牌专业比赛（包括俱乐部内部比赛、各地俱乐部间的比赛）很是兴旺，最高规格也是最大规模的桥牌比赛是创办于1986年的世界桥牌同场

双人赛，赛事地点在人民大会堂。

我是大三才参加桥牌协会的。在校期间，我的主要桥牌搭档是毕晓涛。我与毕晓涛住一个宿舍，他是从云南腾冲考进清华的，现在是加拿大皇家工程院院士。他数学极好、对事物的领悟性很强，学任何东西都极快，学会桥牌后很快就深得要领。他牌技比我好，教会了我桥牌中几种新的叫牌、打牌、防守方法。

80年代的清华园，从1981级到1989级，都出现了桥牌热，涌现出大量的牌手，有赵海波、毕建国、旷野、朱勇舟、范琦、张军生、黄彩霞、刘望京、张继烨、顿世新、郭锋、张林海、周强、张奇灵、吴铁、曹国梁、王伟、徐雄飞、龙彬、项雪松、何勇等。

90年代之后，清华桥牌热度减弱，但也不断产出了一些国手级牌手和优秀裁判员。2018年以后，随着清华—北大“超级京华杯”

桥牌比赛的开展，每年参与人数逐年增加，桥牌运动在清华校友间的影响力越来越大。2020年后，桥牌运动在清华又掀起了热潮，大四学生设有桥牌选修课，只招收一个班，名额常常是“秒满”。李问伊、李子钰等年轻牌手在重要比赛中取得好成绩，引领清华校园桥牌新潮流。

以下是我了解的、在桥牌运动中比较活跃和取得好成绩的清华校友：赵海波（1981级工物系）在由世界桥牌联合会主办、中国桥牌协会与联合国共同承办的第31届世界桥牌同场双人赛比赛中，与陶建华搭档摘得桂冠。刘望京（1982级电机系）多次夺得北京市级桥牌赛冠军。干路（2007级软件学院）在北美桥牌大赛中取得过冠军。李子钰（2020级数学系博士研究生）取得2025年大学生比赛的冠军……

2023年，清华校友桥牌社成

立，会员由最初的几十人发展到如今的400多人。喜爱桥牌运动的校友遍及世界各地，大家积极参加桥牌活动，重大比赛踊跃报名。现在国内有上海王伟领头的上海桥牌站、湖南黄学工领头的华南站、刘志成领头的广东大湾区站、何勇领头的四川成都站。

清华和北大之间的棋牌类对抗赛、交流赛，从1983年起一直延续至今。其中桥牌的“京华杯”由几支队伍比赛发展到上百人的“超级京华杯”比赛。2025年的“超级京华杯”比赛，清华校友取得第七届冠军。

我的桥牌感悟

上世纪80年代，打桥牌是一

项比较高雅的益智游戏，各种书籍杂志都有介绍、各单位各项工青妇比赛活动也更多，为此国家体委在机构上设置了“棋牌司”，主要推广围棋、国际象棋、桥牌等智力运动；后来又设立了全国智力运动会，桥牌也是智力比赛的重点项目之一。新世纪以来，随着计算机和通讯工具的发展，桥牌由于其难聚集更多同层次人群参与同场角逐而逐渐失宠。即便如此，仍然有很多“桥友”热爱这项智力运动，并从比赛中获得乐趣。

我从首次接触桥牌到今年整整50年，打了数不清的牌局，也参加了数不清的各类比赛。那么桥牌带给我哪些乐趣呢？我想最

主要的乐趣在于比赛结果的不确定性——它取决于临场发挥和基本功、配合、运气等多项因素的组合。特别是在上世纪八九十年代，那个读书写字为主要的时代，八个人的复式桥牌比赛特别刺激神经中枢，好多惊心动魄的牌局让我终生难忘，至今回忆起来也其乐无穷。

我也一直思索如何成为桥牌高手，有三点浅见：

第一，要有天赋。我坚信，没有天赋，不可能成为顶尖牌手。天赋决定了人最终能达到怎样的高度，世间万事莫不如此。尽管可以做无数道桥牌习题模拟实战，可以通过和搭档刻苦训练，提升叫牌体系的熟练度，但判断力依



1980级部分牌友毕业四十周年纪念合影



“水木同方杯”1980级校友毕业40周年校庆桥牌双人赛现场



郭晓的部分比赛奖牌和证书



2025年第七届清华—北大校友“超级京华杯”桥牌友谊对抗赛两校牌手合影

然是赛场上的决定性因素。在实战牌桌上，局势从来不是非黑即白的，极度考验现场随机应变、临场即兴发挥能力，这也往往决定了最终胜负。

第二，要有清晰的思路。无论我的牌手搭档水平如何，我都会与之讨论牌局、交流思路。在交流的过程中，我很快就会发现：有些人（通常是水平一般的牌手）思维是混乱的，他们往往在才开始思考一副牌时，就会说“算了，就这么打吧”，明显表露出没有思路、脚踩西瓜皮走哪是哪的作风，这种匆忙上阵、没有思路的打法，结果可想而知。而清晰的思路往往来自平时的思考和对桥牌的“牌感”，更来自对牌局讨论后形成的共识。桥牌比赛练习中都会有叫牌、打牌（防守坐庄）、记分的过程；重要的是叫牌（定

约达成的过程），这时候就需要从多个方面角度去计算和度量得失比。思路决定出路，在坐庄和防守时也必须思路多样且清晰。

第三，要有积极的心态。创立积极心理学的马丁·塞利格曼（Martin Seligman）也是一位桥牌手，他曾对牌手做过测试，分析他们在打桥牌时的心理反应。发现那个年代，美国牌手鲍勃·哈曼（Bob Hamman）和鲍比·沃尔夫（Bobby Wolff）是所有测试对象中心态最好的，因此在世界桥牌大师中他们的成绩一直很好。桥牌比赛是一个需要耐心和稳定临场发挥力的智力游戏，最后的决赛要经历128副牌的鏖战，这对牌手的智力、体力、发挥力都是巨大的考验所以积极的心态非常重要。我在50年的桥牌生涯中，就是通过各种桥牌比赛，提升了

自己的做事、尤其是做重大决策的逻辑分析能力！

最后说说我对桥牌的几个认识：桥牌运动是一项集游戏和演戏于一身的长青藤运动，对工具和场地要求极低，适合不同层次的人群，而且每副牌时间不长，适合随时随地打牌。桥牌的比赛方式，有复式桥牌中的队式桥牌，还有双人、单人桥牌，都很有意思。互联网时代，有了计算机的加持，空间不再成为阻隔打牌的障碍，天南海北、世界各洲的人们，随时可以聚集在网上打牌，满足线上集群比赛的要求。目前，队式桥牌有著名范德比尔特（公开团体）和威尼斯（世界女子）比赛；清华—北大校友的“超级京华杯”网上赛事，每年一届，大大满足了广大清北桥牌爱好者打牌交流的需求。🍀

关于阅读的生命片段

▣ 刘煜

小师妹让我荐书，可我第一时间蹦在脑子里的就是《春天不是读书天》，教育家陶行知1931年所写的一首小诗，是让孩子们不要闷在教室里死读书，而要去亲近大自然。里面有一句“放个纸鸢，飞上半天”，可是如果不读书，又怎会知道这句化自清代诗人高鼎的“儿童散学归来早，忙趁东风放纸鸢”？北京春天爱刮风，适合去放风筝，但风太大，就更适合待在家里。

清茶一杯，一卷在手，是多么惬意的消闲方式，但现在能坐下来读书的时间已越来越少，“所有人都在玩手机”，嗯，这是马赛克乐队十年前年发行的一首歌。读书不仅赶不上刷手机，连“凹造型”都差点意思。脱口秀演员小鹿调侃，“爱好跟经济能力挂钩。爱好是马术、帆船、滑翔伞，代表你年薪百万。爱好是瑜伽、冥想、颂钵，代表你不用工作。爱好是看书、听音乐、city walk，代表你没有爱好。”

在我小的时候，读书可是最快乐的事了。它就像一个潘多拉的魔盒，飞出五彩斑斓的世界，让我目眩神迷。我家有一本蓝色封皮的《安徒生童话选》，叶君健先生的译本。封面画着卖火柴的小女孩儿，她手里燃着一根火柴，脸上有大颗的泪珠。一条腿的锡兵、睡在豌豆上的公主、拇指姑娘，还有小意达的那些花儿，她们夜里会召开盛大的舞会，我记住了那些我从没见过的美丽名字——铃兰、风信子、樱草、雏菊和石竹花。有个故事最有意思，《老头子做的事总是对的》，那个老爷爷把马换成了牛，把牛换成了羊，把羊换成了鹅，把鹅换成了鸡，最后把鸡换成了一袋子烂苹果，每一次交换，他都高高兴兴的，老奶奶也都高高兴兴的。我小时候觉得他俩傻乎乎的真可爱，就是稍微纳闷为啥会给孩子看这个。长大以后回想起来，这就是真正的童话啊。

刘煜

1972年7月出生于陕西，长于青海。1994年毕业于清华大学机械工程系，1997年在北京大学考古文博学院获历史学硕士学位，2002—

2006年在中国科学院自然科学史研究所获历史学博士学位。1997年至今在中国社会科学院考古研究所考古科技中心工作。长期以来致力于金属技术史，特别是商周青铜器的铸造技术研究。



当然最无法忘记的是小人鱼，直到现在还记得那个开头，“在海的远处，水是那么蓝，像最美丽的矢车菊花瓣。”她救了王子，爱上了他，为了能在陆地行走，她喝下巫婆的药水，不仅丧失了最美丽的声音，而且每走一步，都像在针尖上跳舞。而她的王子，却什么也不知道。最后她跳入海中，化为泡沫。在还不知爱情为何物的时候，小人鱼的故事让我痛彻心扉。那种为爱牺牲的崇高感，充盈在一个小女孩的心里。小人鱼得到了全世界的爱，动画、电影、音乐剧、歌剧、芭蕾舞，不知有多少版本。在她的故乡哥本哈根，雕塑家爱德华·艾瑞克森塑造了一座永恒的青铜雕像，海的女儿坐在岸边的巨石上，永远面朝大海。

和所有生于上世纪70年代的人一样，我的青少年时代，是在乱七八糟的阅读和街头的流行音乐中野蛮生长的，所以，我是那么喜欢贾樟柯的电影，

那些街头游荡的岁月，那些流行音乐，从音像铺子传出的歌声，都是小镇文艺青年的青春记忆。初中时候，第一次在一本名叫《武林》的杂志上看到《射雕英雄传》里丘处机大战江南八怪的片段，惊为天人，从此堕入金庸的坑中，不能自拔。同学们接力交换金庸的书，《神雕侠侣》《笑傲江湖》《倚天屠龙记》，拿到哪本算哪本，第二天必须换给别人。半夜的阅读时光里，那些跌宕起伏的江湖恩怨、波谲云诡的惊天陷阱、荡气回肠的生死相许，给我们只有学习和考试的岁月增添了多少隐秘的欢乐。金庸笔下的世界，构成相互对话的密码，“六神磊磊谈金庸”的公众号那么受欢迎，概因如此。潘采夫送我签名本《十字街骑士》，在扉页上，他郑重地写下“青衫磊落险峰行”，这是金庸《天龙八部》里的章回题目。他告诉我，这句话符合他对我的印象，我说那“青衫”得改成“霓裳”。而六神磊磊送我的《唐诗寒武纪》，干脆写着“直挂云帆济沧海，刘煜大侠惠存。”

如果按照磊磊书中对唐诗的分类，我小时候喜欢的，绝对是“土洋二元世界”里的洋派，清新飘逸，不染尘埃，“沧海月明珠有泪，蓝田日暖玉生烟”。而那一派纠结苦闷，不知所云的土派，他们没有这么流丽潇洒的句子，他们只看见“爷娘妻子走相送，尘埃不见咸阳桥”，磊磊说他们“弱爆了”，这句我儿子打游戏时的常用语让我瞬间笑出声来。以年轻人熟悉的语气写金庸，读唐诗，这个圆圆脸大眼睛的帅哥以他借古讽今的功力赢得了一大批粉丝。在这本书里，你会遇见那些和你一样的年轻人，《少年行》里的王维，“相逢意气为君饮，系马高楼垂柳边”。你会看见不知轻重为沛王斗鸡写《讨英王檄》的王勃，什么“两雄不堪并立，一啄何敢自妄？”不过是十九岁的年轻人开玩笑炫耀自己的文采，就戳痛了皇帝那颗猜忌的心，将其逐出沛王府。还会遇到你小时候不喜欢的杜甫，觉得他总是那么悲苦。可是，如果你经历一点人生沧桑，知道世事难料，

你就会懂得杜甫这一派“土”诗人的好，“人生不相见，动如参与商。今夕复何夕，共此灯烛光。”就会理解为何“李杜文章在，光焰万丈长。”

1993年的3月26日，北大举办纪念海子的诗歌论坛，一开始净是各种播音腔朗诵体，结果以兰荪带头的一帮清华文学社的哥们儿，在台下齐声朗诵，“此火为大/开花落英于神圣的祖国/和所有以梦为马的诗人一样/我藉此火得度一生的茫茫黑夜”，声震屋宇。后来胡续冬在他的名文《我在北大的土鳖文艺青年生涯》中提到：“高潮让一帮清华的诗歌老炮获得了。他们腻味了俺们一段又一段的有感情配乐，终于在台下齐声合颂《祖国或以梦为马》，群情激奋的声音震动了俺，俺也加入了他们的嗓音，也听到了来自自己肺叶的革命的强烈呼啸。”

“到南方去/到南方去/你的血液有情人和春天/没有月亮/面包甚至都不够/朋友更少/只有一群苦痛的孩子，吞噬着一切。”1984年，诗人海子为梵高写下《阿尔的太阳》，他叫梵高“瘦哥哥”，他和梵高一样热爱着麦田、黑夜和天空。

1889年，文森特·梵高在法国阿尔勒圣雷米的一家精神病院中画下星空，深蓝色的天空仿佛物理学里提及的“湍流”，星星带着黄色的光晕。那轮从月食中走出来的巨大的黄色月亮，光明向上旋转，黑色的树仿佛燃烧的火，伸向天空。

“Starry, starry night/paint your palette blue and gray.”在荷兰阿姆斯特丹的梵高纪念馆前，人们总能听到这首写于1971年的歌，它一遍一遍地放着，Don Maclean的声音如同涓涓细流，静静流淌。

在别人的文字中照见自己，这大概是阅读最重要的目的，所以我们喜欢的那些书，那些诗句，那些歌曲，都带着成长的痕迹。老友廉萍赠我《杂花写影》，扉页上写着“我想让你看我来时路上/那一树一树的花开”。

路还好长呢，我们慢慢看。🍷



我但觉其妩媚耳

余昌民

幅短意长的唐代历史琐闻

晋代刘义庆的门客们所著《世说新语》蕴藉华美，被誉为“一部名士教科书”（鲁迅语），以后历代仿“世说体”（或作或编）的笔记很多。唐代刘餗（sù）的《隋唐嘉话》（又名《国朝传记》）是史料性、趣味性比较不错的一部，这与作者的父亲是史学家刘知几不无关系。《隋唐嘉话》虽然只有短短的180多则，却留下了不少经典的故事，可谓幅短意长。多亏了这些勤于笔耕、兀兀穷年的先人，为我们留下了生动的历史场景，极大丰富了悠久传统的文化深意。

到底还是服了

隋代大诗人薛道衡多次往江东出使陈朝，对于他的赫赫文名陈朝人抱怀疑态度。薛道衡作了一首《人日思归》，起手平平：“入春才七日，离家已二年。”陈朝人读了嗤之以鼻：“是谁说的这家伙懂作诗？”等看到后两句：“人归落雁后，思发在花前。”才又惊又喜，叹道：“果然名不虚传（名下固无虚士）！”

薛道衡曾有“暗牖悬蛛网，空梁落燕泥”（《昔昔盐》）的名句，孰

料引起隋炀帝妒火中烧，将其赐死，还恨恨地说：“看你还能再作‘空梁落燕泥’！”

妩媚的大臣

唐太宗多次在人前说：你们都说魏征举止粗疏傲慢，“我但觉其妩媚耳”。

魏征是唐朝的名臣，学识渊博，勇于直谏，唐太宗是开明帝王，深知魏征的价值，他对魏征的赞誉是发自内心的，也只有发自内心的感触才可能体会出臣僚的“妩媚”来。“妩媚”的移用冲破了对女子专用的习惯，带来了丰富的效果，使人联想出坦诚、机敏、执著、天然的形象来。受此影响，我曾评论前辈编辑“老俩口”（夫妇共同博名）的一幅开怀而笑的照片，也用了“妩媚”二字，当时就有非此不能摹表的感觉。

唐太宗曾经问魏征：“何为良臣？何为忠臣？”魏征答道：“使自己身获美名，使君主成为明君，子孙相继，福禄无疆，是为良臣；使自己身受杀戮，使君主沦为暴君，家国并丧，空有其名，是为忠臣。以此而言，二者相去甚远。”这番话堪称高远至论。遍数历朝历代，总是忠臣不少，良臣却寥若星辰，实在是可叹可憾的事情！

作者简介

余昌民，1964-1970年就读清华大学电机系。1979年考上经济管理系管理工程专业首届研究生。历任招商局蛇口工业区企业管理、发展研究、文化建设方面的负责人和董事总经理助理。曾任深圳清华校友会秘书长、副会长；获2009年度“清华校友紫荆奖”。是清华校友围棋社的资深元老、名誉理事长。

多好的一位贤内助

有一次太宗退朝回到内宫，余恨未消，气呼呼地自言自语：

“哪一天我杀了这乡巴佬！”长孙皇后忙问：“是谁冒犯了陛下？”皇帝说：“又是魏征，每次在朝廷与我争辩，搞得我好没面子，好不自在！”

说到这儿，一千个人续写后半段会有一千种写法。书里记载的是：

长孙皇后退下换了朝服再次出现在皇帝面前，皇帝不解：“你这是……”皇后郑重陈词：“臣妾听说主圣臣忠，正因为陛下圣明，魏征才得以直言。有这样的夫君，我怎能不祝贺呢？”

长孙皇后的良知与智慧，避免了灾祸的发生。有这样贤内助的帝王历史上实在太少了。

长孙皇后知人明理，生活朴素，母仪天下，病逝时仅三十六岁。

亡“镜”之叹

“以铜为镜，可以正衣冠；以古为镜，可以知兴替；以人为镜，可以明得失。”这一名言是唐太宗慨叹魏征去世所说的话。他还说：“我一向珍视这三面‘镜子’，以防自己出现过错。现在魏征去了，我的一面‘镜子’已经不复存在了！”君臣关系若此，他们双方的人生都因此而大

为增色。

为老姐煮粥

宰相李勣（jì）的老姐姐病了，李勣必定亲自为她煮粥，烧火不慎还燃着了胡须，姐姐劝他说：“人手有的是，你何必自找苦吃？”李勣答道：“哪是没有人的缘故呢！姐姐上了年纪，我也老了，即使想长久为姐姐煮粥，还有可能吗？”

历史的花絮不仅令人物生动，更因为人性的温暖使我们感受到跨越时代的气韵相通。

缺陷美的魅力

时下“缺陷美”一词似乎时髦起来了，由此透露的信息是：对于美的追求已开始向理论上升；有缺陷的人或事占绝大比例；人们通常已不乏“即使有缺陷也要自美”的执着。

有一首《缺陷美》的歌词：“要是长夜从来没有黑暗，哪会有月亮”，是把“缺陷”当作“美丽（美好）”的条件或者代价；



更有眼空四海之人好似厚颜无忌地昭告天下：老子的缺陷就是美！令人想起数十年前狂赞某件事“就是好！就是好！”那样的强项和霸气。与此不同，我以为，因为缺陷反生出某种特质，使整体呈现难以言说的赏心悦目的风致，是为缺陷美。

《红楼梦》第二十回写林黛玉拿史湘云的短处开心：“偏是咬舌子爱说话，连个‘二’哥哥也叫不出来，只是‘爱’哥哥‘爱’哥哥的。回来赶围棋儿，又该你闹‘么爱三四五’了。”可见史湘云是个舌头转不过弯的“大舌头”，可是这个遭到林妹妹嘲笑

的走了音的“爱哥哥”，意外地大大增强了人物的真实感，把一个现实生活中不仅瑕不掩瑜、反而遍体生辉的活脱脱的湘云姑娘推到了我们的面前。脂砚斋对这神来之笔有一段绝妙的批注：

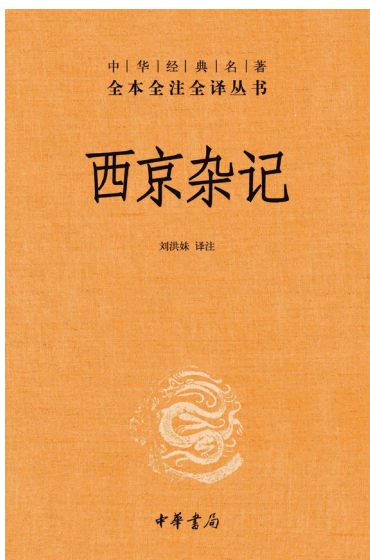
可笑近之野史中，满纸羞花闭月、莺啼燕语。殊不知真正美人方有一陋处，如太真之肥、飞燕之瘦、西子之病，若施于别个，不美矣。今见“咬舌”二字加之湘云，是何大法手眼敢用此二字哉？不独不见其陋，且更觉轻巧娇媚，俨然一娇憨湘云立于纸上，掩卷合目思之，其“爱”“厄”娇音如入耳内。然后将满纸莺啼燕语之字样填糞窖可也。

好一个“不独不见其陋，且更觉轻巧娇媚，俨然一娇憨湘云立于纸上”，遂使这一细节成为行家用来说明“缺陷美”的最佳实例。

1973年基辛格访苏，《参考消息》刊登过不起眼的报道：这位美国总统国家安全事务助理在莫斯科逗留期间满五十岁，苏联有关方面悄然准备了隆重的寿宴，席间苏共总书记勃列日涅夫指着一瓶名贵的伏特加酒对他说：“本来打算弄来一瓶五十年的陈酿的，可惜事与愿违，只找来一瓶四十九年的，抱歉只好将就了！”

若是换作习惯于追求圆圆满

满的中国同胞，一定会对这样的欠缺顿足为憾，其实，桌上即使有一瓶（或多瓶）五十年的古酒又怎么样呢？反倒是四十九年的这个微小的“瑕疵”尽显了主人的美情，何况少算一年，不隐含着祝愿客人年轻的雅意么？这一件外交上的轶事处理手法实在漂亮！



晋代葛洪（一说）辑录的《西京杂记》里有一则：术士皇甫嵩推算自己七十三岁某日某时死，预先写在了墙上。果然到那一年寿终，但整整提前了一天，他的妻子回忆：“当初演算时我见他移错了一个筹码，以为他是有心的，便没有吱声。”虽有误差，尤被叹为神机妙算，岂不是有异曲同工之妙？

近日翻书，读到清代一封书信（周圻致倪灿），先引用明代书画家李日华的话（试译，下同）：

“书法家得一支好笔，好比壮士得到一把好刀；得一块良墨，好比将军得到千船军饷；得数行前人的好字，好比上阵得到玄女兵符（传说曾授予黄帝，助其战胜蚩尤）。”然后说回来：“我今赠你自制的毛笔数支，小华墨一锭，可是遗憾没有前人的好书法赠你。”写到这里露出了“缺陷”，如何是好？且看周圻笔锋一转；“这样吧，你就含毫吮墨，自己写几行好字送给我吧！”圆转诡俏，何其妙哉！

也有见到“残缺美”一说，如古印，残驳里诉说沧桑，如断臂维纳斯，缺失中引来幻想，都是原本完好的事物残缺了，或者古董体现古老，或者迷失蕴含悬念，原来的遗憾已然淡化，却引伸出新的意义（价值）来。细细琢磨，与缺陷美似而不同。

于是想起感动了世界的聋哑人舞蹈《千手观音》，窃以为，舞者的生理缺陷被隐去，又把余下的功能（因缺陷而更强）发挥到了极致，他们的成功，除了他们身残心不残的精神化作了观众的同情、理解、惊叹和敬服，靠得是舞蹈艺术上无可比拟的完美，故而无须以缺陷、残缺论之。🍷



风起云涌的 CIS 设计

► 陈大同

■ 作者简介

陈大同，元禾璞华/璞华资本管理合伙人、投委会主席。1977年考入清华大学无线电电子学系，获学士、硕士和博士学位，并先后在美国 Illinois 大学和 Stanford 大学从事博士后研究。

1995年至2000年他在硅谷联合创办 OmniVision 并任职技术副总裁；2000年9月至2008年3月创办展讯通信并任职 CTO，两家公司均在 NASDAQ 上市。2010年初创办华山资本投资公司，并任职合伙人。2014年创办璞华资本，2018年至今任职元禾璞华管理合伙人、投委会主席。

2000年7月，OmniVision 在 NASDAQ 上市后，我信心倍增，蠢蠢欲动：咱中国留学生既然能在硅谷干出一番事业，那也该回国创业试试身手。

当时，国内半导体产业正是百废待兴，举步维艰之时：1990年代后，面对国际大公司的全面进入，中国原有的数百家半导体国有企业，在严酷的市场竞争中几无幸存。倾国之力新建的华虹 NEC 公司（国家 909 工程，1995 年动工）又年年亏损，前景堪忧；而为之配套的几个集成电路（IC）设计公司，只能做一些公交卡、电话卡之类的低端产品。在全球信息化的滚滚大潮中，中国却面临着半导体产业（信息化社会的载体与核心）全面缺失的危急局面。

在危难之际的 2000 年，信息产业部发布了 18 号文件，首次明确鼓励软件与集成电路产业的发展；同时，中国第一个国际化半导体晶圆代工厂——中芯国际公司，在上海张江科技园奠基，给中国半导体产业带来了一线曙光。

2000 年秋，我回到了阔别 11 年的故土，开始了一个海外学子的回家和创业之路。创业的首要问题是做什么产品？为此，我从北到南，从东到西，跑遍了全国进行市场调研；最后在清华同

学冀卫卫（无线电系 77 级）的引荐下与信息产业部曲维枝副部长共进午餐。席间，曲部长详细讲述了我国手机芯片的尴尬现状：拥有全球最多手机用户的中国，所有手机核心芯片都要从美欧进口。为了打破垄断，信息产业部于 1997 年组织国内各相关公司集中攻关，几年下来，花了好几个亿，除了一堆项目验收报告，在产业化上没有任何进展。她说：2G（第二代移动通信）已经没办法了，如果 3G（第三代移动通信）还是如此，实在无法向国家交代。

当时对于 3G，我是一窍不通，只听乔彭（清华无线电 81 级硕士生，美通无线公司和凌讯公司联合创始人）提起过。于是，我一个电话打到硅谷，第二天，乔彭就风风火火地赶到了北京。就这样，产品方向定了下来：研发 3G 手机核心芯片，在移动通信的大潮中，其市场规模将会是电脑的 N 倍。

我们带着美好的期望回到硅谷，赶紧招兵买马。第一个找的就是清华无线电系微电子专业 79 级的武平，当时他任硅谷 MobileLink 公司的研发总监，负责开发 2G 手机核心芯片。意外之喜是武平不仅也想创业，而且有了个初步的团队，已经折腾了一段日子，经历了几

番风雨，正在犹豫徘徊。我们一到，双方就像打了针强心剂，人员合一，团队超豪华。于是，风风火火地干了起来。

下一步就是要找钱。世上事分两种：一种是花钱，一种是挣钱。所有花钱的事儿干起来都是痛（快）并快乐着，而一碰到挣钱（如融资，募捐，产品销售……），那才是真正考验磨难之时。

开始一切很美好。12月中旬，我们第一次和 Acorn Campus（由硅谷华人成功企业家创立的孵化器）接触，就获得了数百万美元的投资承诺，对方甚至还主动提议让陈五福（传奇华人创业家，当时已成功创办过5家高科技公司）来作代理 CEO。第二天，我们就高高兴兴地回到北京，参加信息产业部专门组织的中国3G产业发展研讨会。可是，十来天后，当我们风风光光地回到硅谷，风云突变，忽然冒出了另一个团队（主要由台湾留学生组成），也来竞争这个项目。而 Acorn 建议两个团队合一，一起资助。双方团队谈了好几次，但理念差得实在太多，无法融合，于是，这个机会就失去了。

不久，随着安然丑闻的爆发，美国通信产业泡沫破灭，硅谷经济一片萧条，寒风凛冽，我们的融资陷入了困境，团队也出现震

荡。到2001年3月中旬，我们甚至约定，如果一个月之内再没有突破，就只得放弃这个项目。

危机蕴育着转机，不久后，武平的一次台湾之行带来了好消息：联发科董事长蔡明介先生愿意投资，终于解决了我们的融资难题（有意思的是，几年后，联发科与展讯共同创造了中国“山寨”手机市场，并成为此市场上最大的竞争对手）。就这样，展讯通讯公司于2001年4月正式成立。团队几经离合后，最终的公司创始人是武平、冀晋（清华无线电77级）、范仁勇（南京大学78级）、张翔（浙江大学，2004年辞职）和我。

2001年4月初创时，展讯通信公司5位创始人的分工是：武平任CEO，我任CTO，张翔任中国总经理，范仁勇和冀晋分别任副总裁。当时，展讯面对的都是美欧超级大鳄：德州仪器（TI）、摩托罗拉（Motorola）、西门子（Siemens）、飞利浦（Philips）等。手机核心芯片是最复杂的集成电路之一，不仅要求数千万门的超高集成度，还需要超低功耗，以满足长待机时间。更难的是，为了保持不间断的稳定通话，软件算法要处理各种千变万化复杂条件下的小区实时切换，其超高的开发难度及超大的测试工作量

可想而知！在国际大公司中，开发新一代的手机芯片，通常需要1000-2000名硬、软件工程师相互配合，研发5-7年，花费5-10亿美元，产品才能成熟上市。而展讯第一期融资只有600万美元，面对着严峻的挑战。

那时，国内具备芯片设计经验的人很少，高端人才更是几乎没有。于是，我们在硅谷组建了一个二十多人的芯片设计团队（几年后又移回了国内），同时在上海招了五六十个工程师，组成了软件团队。清华无线电系校友卢斌、谢飞、康一和赵彤等先后回国，手把手的传、帮、带，几年内国内员工水平突飞猛进，承担了几乎所有软件开发工作。

硅谷是世界创新中心，它不仅拥有全球领先的技术，更重要的是它几十年来探索出的创新体系，包括投融资环境，企业家精神及公司管理体系等。当把硅谷经验带回国内，并结合本土优势，展讯公司创造了业界的一个奇迹：从成立起，6个月完成2.5G手机芯片设计；10个月内芯片验证基本完成；12个月内软件集成初步完成，打通电话；又经过一年的外场测试及通过各种认证，24个月芯片开始量产！

这其中的酸甜苦辣难以尽数，仅举数例：

2002年，展讯需第二轮融资时，正逢互联网泡沫破灭、“9·11”恐怖袭击，硅谷一片萧条，融资难上加难，公司眼看钱快烧完了。危机关头，在武平提议下，高管及美国员工大幅度降薪，助公司度过了难关。而这时能融到钱，展讯的快速研发及大胆创新起到了决定性作用：我们创造性地把三颗芯片（数字、模拟及电源管理）合而为一，而这颗单芯片的面积仅为竞争对手一颗数字芯片的三分之一！

2003年，我们有了芯片产品，但卖给谁呢？诺基亚、爱立信、摩托罗拉等国际大品牌，想都别想！国内客户胆子大，敢于试新、当“白老鼠”，可惜没有研发能力。于是，展讯大包大揽，从芯片到软件，到印刷电路板和机壳设计，到认证测试，全做了。客户只需改个手机外观，再换个开机画面，产品就完成了，不折不扣的“整体解决方案”！于是，一夜间，在深圳催生了无数贴牌手机生产商，形成了日后著名的“山寨”手机现象！算起来，我们与台湾联发科一起，也算是“山寨模式”的共同创始人。

从纯技术公司到市场导向的公司要经过脱胎换骨的痛苦磨练。“山寨”手机起自MP3音乐功能。我们想既然是音乐手机，那音

质一定要出色，必须是双声道码率128kps。当时展讯芯片是软件MP3，只能支持单声道64kps。于是，我们快马加鞭，赶紧设计新芯片。可没想到刚干到一半，突然市场上铺天盖地冒出无数款MP3手机，都用联发科的芯片，都是单声道32kps！痛定思痛，到流行MP4视频手机时，我们学乖了，搞了一个“准MP4”（实际是动态JPEG技术），赶上了市场窗口。

市场的需求是创新的原动力。从2004到2009年（智能手机流行之前），多媒体手机的创新，80%-90%都是从深圳（华强北）“山寨”手机市场流行起来的。从MP3/MP4手机，大屏幕/大音量手机，到手机集成收音机/电视功能，甚至什么香烟盒手机、法拉利手机，五花八门，层出不穷。最典型的应该是双卡双待功能，为无数离乡背井的人，节省了昂贵的漫游通话费。这是在一次客户访谈中，夏新总裁李晓忠对我们提出的需求。回来后，展讯研发团队深入研究，创造性地提出纯软件解决方案，半年内就推出产品，迅速风靡市场，并成为刚需功能，迫使国外大品牌客户的手机也不得不跟风。

就这样，凭借高性价比、整体解决方案、灵活的本地支持、“快

鱼吃慢鱼”，联发科和展讯在国内市场上激烈竞争，高速发展，短短三四年就把TI、ADI、飞思卡尔（MOTO）等大公司挤出了中国市场。业界对此有个形象的比喻：两个武功高手在帐篷里比武，打了个天昏地暗，不分胜负。出门一看，外面倒下了一片人，都是被俩高手发出的内功误伤的。

展讯的年销售额，从2003年到2007年，每年增长2-3倍，达到近10亿元，并在美国NASDAQ成功上市。其后数年，又经历了生生死死，浴血重生。2013年，员工达到1400人，销售额突破70亿元，成为国内第一大独立半导体设计公司。

2000年前后，全球有十几家初创公司开发3G手机芯片，但只有展讯存活下来，为什么呢？我们两点与众不同：其一，武平建议“挂羊头卖狗肉”：找钱时说要做3G，拿到钱后，先做2.5G现有的市场。当初业内预测3G市场2002年到2003年起飞，但实际是2007年后，3G才开始流行，绝大多数公司没有等到那一天。其二，我们有幸回到中国，发现了“山寨”市场，走上了“农村包围城市”的井冈山之道。生逢其时，见证并参与了中国的大发展，何其幸哉！



胜因阁笔谈 之二

为了一座假山去一座城

黄伟

■ 作者简介

黄伟，1991年毕业于清华大学土木工程系建筑结构专业。曾在塞班岛、坦桑尼亚达累斯萨拉姆和国内任职，从事工程承包管理工作，担任过美国驻广州总领事馆新馆、美国驻北京大使馆的重要项目的中方项目经理职务；2016年来到云南工作，2022年末开始参加云南腾冲科学家论坛组织策划和运营工作，目前担任论坛中心理事长助理职务，热心组织并积极参加西南联大文化研究和传承活动。

西南联大西迁云南初期，由于昆明校舍紧张，曾经在蒙自办过分校，文学院和法商学院的师生们在蒙自度过了一个学期。蒙自离昆明不远，我最近一次去，是为了去找一座假山。

那是去年偶然读到一篇“西南联大北京校友通讯”2019年刊载的一篇贵州作家赵明和的文章《追寻母亲的那座假山》，立即为文章所感动，萌生了去看看那座假山的想法。赵明和是西南联大校友周贞一之女，贵州省著名作家。周贞一是西南联大南湖诗社成员之一，南湖诗社成立于1938年5月，因西南联大文法学院位于蒙自南湖之滨而得名。早在湘黔滇旅行团赴滇途径沅陵时，南开大学1935级哲学教育系学生刘兆吉和北京大学1936级中文系学生向长清便萌生了成立诗社的想法，得到闻一多、朱自清两位先生支持，并邀请二位先生担任指导老师。到达蒙自之后，诗社以“南湖”命名，二十多位早期成员中，就有穆旦、周贞一、陈士林、高亚伟、林蒲、赵瑞蕻等熟悉的名字。1938年5月20日，“南湖诗社”部分成员于蒙自分校有一张合影，里面周贞一就站在赵瑞蕻旁边。赵瑞蕻在2008

年出版的《离乱弦歌忆旧游》一书里，就放了这张照片，他还写到：高亚伟和周贞一五十年未得音讯。

2018年秋天，作家赵明和在昆明参加西南联大在昆建校暨云南师范大学建校八十周年纪念活动之后，专程去蒙自寻找一座假山。这次和她一同前往蒙自的，就有照片上她母亲旁边的赵瑞蕻的女儿赵蘅老师。八十年前的“南湖诗社”诗人的后人在八十年后重聚又重返南湖，不能不说是一种神奇的缘分。

而赵明和最想要寻找的，是一座假山：“在有限的时间内，除了参观西南联大文学院和法商学院旧址，我急于要寻找的，是那座假山。”

“不久，终于在与哥胥士洋行仅隔一条马路的斜对面，南湖边上，看到一座大的假山。是的，母亲说过，那假山很大。快步过去，先看见一樽白色大理



2025年12月到访南湖假山场景

石石柱，上面是闻一多先生抽着烟斗的半身塑像，旁边就是假山。”

关于这座假山见证的一段传奇故事，也就是赵明和的母亲周贞一讲述的故事，是这样开始的：“我的青年时代，相当拘谨。第一次遇到感情方面的问题，是在西南联大，我的大学时代。”

当年，周贞一从南京金陵女子大学转学到北京大学，再随北大南迁到了西南联大。

“联大校园里，常有我认识或不认识的同学，今天还在上课，明天就投笔从军。不久，又有一批青年学生，自愿放弃学业，奔赴前线。带队的那个男同学，思想进步，很有才干，是学生运动的中坚份子。他成绩好，又乐于助人，在同学中有很高的威望，一直深受爱戴与尊敬。临出发的前一天，他突然悄悄来到我面前，低声告诉我，他很快就要走了，约我晚上到校园去谈谈。我和他只有一般的接触，平时都是各忙各的，一下听到这样的邀请，感到好不意外。”

“那晚，联大校园里说不出的安静，月光十分的明朗。我去时，在一座假山旁边，他已经等在那儿了。我这才看到，他已经全副武装，腰间束了皮带，脚上紧紧地打着绑腿。他说，不等天亮，他们就要出发了。隔了一会儿，又很轻很轻地说，以后，也许，再也见不到我……当他说这句话的时候，声音在颤抖，他紧

紧地咬住了嘴唇，低下头去……”

“等他再抬起头来的时候，他就只把一双眼睛很庄严，很激动

的样子，久久地望着我，却再也不说什么。

我至今记得那双眼睛，记得眼睛里那种让人难忘的表情。

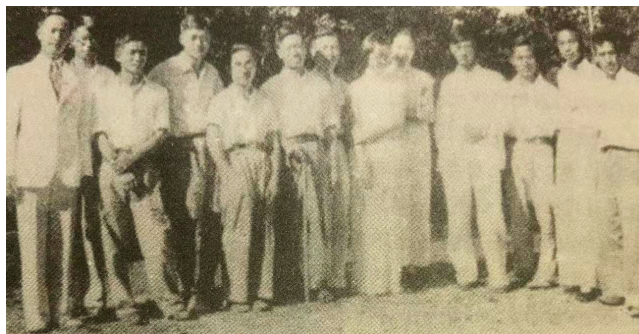
奇怪得很，我当时不知是想不起该说什么呢，还是想起了也不知说什么好，总之，我是一句话没说。两个人就这样面对面默默地站着，然后，就这样分手了。”

“从此，再也没有见过他。以后，听人说，他已经到了延安。是在他走了以后，我一一回忆他的思想、为人、他的一切行动，这才猛地省悟到，他，很可能是当时西南联大地下党的成员……”

“后来呢？”唯一的听众，女儿赵明和终于忍不住发问。

“后来，再也没有听到他的任何消息。想来，像他那样勇敢的人，早已牺牲在战场上了。”

“我想，他是抱着必死的信念上战场的。既然不可能活着回来，表白后，岂不是只能带给我痛苦？因此，在那最后的时刻，他到底还是强捺感情，克制自己，默默地走了。”



赵瑞蕙相册中的南湖诗社部分成员 1938年5月于南湖合影

赵明和在文章里写到，她母亲很晚才结婚，生她的时候，已经整四十岁。

这就是八十多年，南湖边的假山曾经见证过的一场西南联大男女生的“约会”，是开始，也是永别。

我为文章感动，也因此一定要去看看那座假山。我到了哥胥士洋行，到了周家大院，再走到南湖边，我看到白色的闻一多雕像，在旁边，矗立着一座雄伟的假山，他给我的第一感觉，像两只狮子，中间最高的一组是一只雄狮，旁边有一只体态稍小的雌狮，正以景仰的神色望着雄狮。

耳边响起南湖诗社创办人之一周定一的《南湖短歌》：

我远来是为的这一园花。

你问我的家吗？

我的家在辽远的蓝天下。

我远来是为的这一湖水。

我走得有点累，

让我枕着湖水睡一睡。

让湖风吹散我的梦，

让落花堆满我的胸，

让梦里听一声故国的钟……



旧窑新火是故园

——浙江省常山县路里坑村记事

► 王一民

村里的两代窑

清晨的薄雾还未散尽，浙江常山县辉埠镇路里坑村就已经苏醒了。

半山腰那座几十米高的石灰窑里燃起了橙红色火苗。这座由废弃旧石灰窑改造而成的面包窑炉，一大早就迎来了排队等候的游客。村里人陈美芳利索地从窑中铲出一盘烤得金黄的面包，一股浓郁麦香混着山间清冽的空气飘向四周，让人感受着浓浓的烟火气。

几步之遥，另一座稍矮的石灰窑被改造成了“窑书房”。窑内是地质科普空间，一座尖顶的书房建在窑顶，四周是透明的玻璃窗，木头书架上摆满了余华、莫言等众多作家签过名的书籍。村里人讲，来自不同地方的艺术家们经常会在这里举办小型文化沙龙，读书看景两不误。

这两口窑，一炉烘出麦香四溢，一炉升起书香袅袅；这也是两代窑，旧窑烧出的是生计，新窑焙出的是生活——窑火未灭，只是换了光景。

路里坑人对石灰窑的感情，不一般。背靠三衢山，辉埠镇一带石灰石资源丰富，明万历年间就有烧石灰行业。上世纪90年代起，路里坑村的石山上建了165孔石灰窑，40余家石灰厂沿江

而列，全村有近500人从事石灰产业。

“石灰窑烟火一吐，钱袋就鼓”，村民靠烧石灰赚到的钱，支付了父母的医药费、子女的学杂费，买回了第一块建新房的砖、第一辆三轮、第一辆小汽车。

有钱赚的同时，这条“致富路”也让村里付出了巨大的环境代价：山体被炸开一道道惨白的伤口，石灰窑日夜吞吐着浓烟，矿渣顺着溪流往下淌，草树被白色的石灰粉层层覆盖，门前的青菜洗了三遍，下锅仍有涩味。

世纪之交，浙江省委提出并深入践行“八八战略”，坚定不移走生态优先、



“窑书房”内景

■ 作者简介

王一民，2004级清华大学新闻与传播学院传播学硕士、高级编辑。两次荣获中国新闻奖。长期从事“三农”问题研究与宣传工作，曾任农民日报社秘书长，全国农业展览馆（中国农业博物馆）副馆长，贵州省毕节市委常委、副市长（挂职），农民日报社总编辑等职务。现任中国农村杂志社党委书记、总编辑。

绿色发展之路。为此，常山县启动了艰难的石灰钙产业整治，从最低端的立窑开始关停，渐次升级到对全产业链的清理。

那是一场痛苦的蜕变。失去了窑火的村庄，仿佛失去了灵魂，年轻人远跑去讨生计，喧嚣的村庄陷入沉寂。村党支部书记刘志亮说，烧石灰高潮的时候，村里人多钱多，进一头猪，半个小时肉就卖光了；整治后，半头猪卖了半天还剩好多。历经磨难，三衢山得以休养生息，路里坑村也在新窑火里重拾希望与奔头。

如今，站在三衢山的高处远眺，曾经的“白花花”山体已重披绿装，废弃的矿坑变身瀑布泳池，半山腰的羊棚飘出咖啡的香气。那些灰蒙蒙的岁月，那些呛人的烟尘，那些逃离与坚守的故事，都已成为村庄记忆中最深沉的底色——提醒着人们，这一切的重生，来之不易。

那两口曾经日夜吞吐浓烟的石灰窑，窑火又复燃了，只是呛人的烧石灰味已被面包香和书香所替代。两鬓斑白的陈美芳看见火光，直说想起年少时，抡起胳膊干得欢快；年轻人没见过窑火，只听长辈说窑火养活了村庄，看窑火时，平添了几分亲切。省级文化特派员周华诚来到村里，看这情景，不禁感慨：让窑火重燃，既是村庄历史的延续，也是对未



矿坑瀑布泳池

来美好生活的向往。他说这就是“不灭的窑火”。

旧窑新火，不仅仅是生计的变化，更是对乡村多元价值的重新定义。曾经的工业遗产没有当作包袱抛弃，而是作为独特的文化资源加以活化利用。石灰窑的厚重历史与面包的温馨香气，矿坑的冷峻线条与露营的休闲氛围，形成了强烈的时空对话。这种“微改造、精提升”的理念，既保留了村庄的历史记忆，又注入了现代生活的活力，让老建筑讲出新故事，让旧空间承载新功能。

村里的“农民例会”

“两口窑”的味道，“两代窑”的重生，与村里两场被载入村史的“农民例会”息息相关。

2003年，以农村生产、生活、生态的环境改善为重点，浙江在

全省启动“千村示范、万村整治”工程(即现在所讲的“千万工程”)，“绿水青山就是金山银山”的理念开始植入之江大地，拉开了深刻改变浙江乡村面貌的序幕。

也在那一年，路里坑村决定召开一场“农民例会”，谈谈对关闭石灰窑的看法。一开始，许多村民陷入了迷茫：“不烧石灰了，以后靠什么赚钱？”例会开了4次，在七嘴八舌地讨论中，大家的想法一致起来：“自打办起小石灰窑，山上处处冒烟，柴草也被熏死了。这样下去，人也会被熏出病来，钱虽赚了，但失去了健康，得不偿失。”“村里原来环境很漂亮，处处有风景。现在，青山绿水被一堆堆废渣掩埋，愧对子孙……”

几次例会一开，最终决定关停石灰窑！同时，“治理生态、恢复植被，依托自然资源和工业

遗产发展乡村旅游”的思路也清晰起来。

2005年，路里坑村踏上了艰难的转型之路——石灰窑逐一熄火，石灰厂相继关停，矿山修复、边坡复绿，路里坑村开始爬出自己挖的“生态坑”。

山坡变绿了，空气变好了，来三衢山观光的游客渐成规模。村民黄十五娜看到了新的机遇，开起村里第一家农家乐——三衢山庄。将老房子改建成餐厅，承包村里的山塘，供游客垂钓观光……来景区的游客越来越多，带动村里的农家乐如雨后春笋般发展起来。村民们说：“眼见游客一年比一年多，这就是新饭碗的方向！”

随之而来了新的问题。“逛三衢山，半天足够，游客吃一顿饭，便返回了。留不下客人，是制约村里旅游发展的瓶颈。”刘志亮回忆说。

出路何在？党的十九大报告，首次提出“乡村振兴战略”，为近6亿中国农村人口擘画了宏伟而美好的蓝图，也为路里坑村推开了一扇新大门。

2020年，刘志亮被选为村支书。村子里有一处天然溶洞，阴凉又通风，刘志亮与回乡开民宿的85后青年余家富有了一个大胆的想法：“打造成岩洞餐厅，一定能吸引到游客。”



岩洞自然餐厅内景

又一场决定路里坑村发展方向“农民例会”召开了。一开始，大伙并不相信，一个溶洞能搞出什么名堂？经过刘志亮反复解释，大家最终还是拍板同意让余家富一试，但有个附加条件：如果两个月之内没有游客过来，那溶洞就还给村民继续做“纳凉洞”。刘志亮和余家富欣然接受了这个“挑战”。

2022年10月，岩洞自然餐厅开始营业，火爆程度远超大家的想象，刘志亮回忆说：“一到周末，近千名游客过来打卡，车子一直排到了路口。洞外人声鼎沸，村民招呼客人都来不及，七旬老人都端着自酿的米酒招待客人。”

溶洞的惊艳变身，不仅震动了四邻八乡，更点燃了全村人的灵感——原来，不起眼的乘凉洞，都可以变成闪闪发光的“金矿”。大家开始琢磨起村子里的其他资

源，想方设法从旁观者变为建设者与分红者。

于是，废弃的猪栏摇身一变成为艺术馆，羊棚也精心改造成了咖啡馆，甚至矿坑都被巧妙地开发成了露营基地……这些年，一个个新业态逐步兴起，村里一年的营收高达近300万元。

村里的和美生活

路里坑村旁的半山腰上，有一座废旧羊棚改造而成的咖啡馆，叫“羊棚咖啡馆”。清晨，伴着小羊的叫声，咖啡馆开门营业，曾美君便开始了一天的工作，磨豆、压粉、萃取……一系列操作行云流水。

四年前，曾美君还是一个在外务工，忙碌于家庭琐事与孩子教育的普通家庭主妇，如今，她单日能制作高达786杯的咖啡，技艺精湛，乐在其中，成就感满满。



矿坑露营地

曾美君从来没有想过，搭着路里坑村蝶变的快车，自己的人生会发生如此大的改变。

路里坑村的村民也深刻地感受着这种变化。从“背井离乡”到“安居乐业”，生活方式的变迁，往往是最细微却最深刻的变化，更折射出乡村生活空间的巨大改变。

如今，村里有150多名村民返乡创业就业，村里各类业态提供了民宿管家、餐厅服务员、面包师、咖啡师、导游、保洁员等众多岗位，不同年龄、不同技能的村民都能找到适合自己的生活方式，重塑自己的生活节律。

如果说物质空间的变化是“面子”，生活方式的变迁是“里子”，那么精神面貌的蜕变则是“魂”。路里坑村的蝶变，最深层的意义在于村民主体性的觉醒——从默不作声的“接受者”，转变为积极参与乡村建设的“主人翁”。

一年前，聂梦蓉还是在广告公司终日忙碌的一名“社畜”，现如今，她摇身一变，成为村民们口中的“社长”，不仅热心肠地帮助解决各种问题，还主持了“窑火读书社”，担任了窑书房的馆长，积极策划各类活动，以一己之力，激发出乡村文化的蓬勃生机。

以回乡一年多的经历为背景，聂梦蓉创作了《我们的路里坑》一书，记录家乡变化的同时，也向外界推介家乡。她在书中写道：路里坑村拥有丰富的文旅资源。过去，村民觉得这些资源“不值钱”，如今他们认识到，独特的喀斯特地貌、工业遗产、乡土建筑、民俗文化，都是不可复制的宝贵资产。这种文化自觉，让他们在接待游客时更加从容自信。

这种变化，更体现在代际传承的打破上。过去，年轻人以离开村庄为荣，认为“跳出农门”

是成功的唯一标准。如今，越来越多像余家富、聂梦蓉这样的年轻人带着新知识、新视野回乡发展，不同程度地塑造着新的价值观，那就是从“离开村庄”到“建设村庄”。

他们的选择，并非一时冲动，而是被一种看得见、摸得着的新生活召唤——乡村优质生活空间正在这里成型：网速够快，咖啡够香，直播间里能卖货，岩洞餐厅里能会客；家门口的岗位不比城里少，空气却甜得多。当“诗与远方”不必再向城市乞讨，当“此心安处”就在生养自己的土地，回乡便从“退路”变成了“出路”。这样的故事，如今随处可见——浙江的“两进两回”让青年与乡村双向奔赴，贵州的“村BA”让乡土文化燃动全网，陕西的“袁家村”让关中烟火成为流量密码。路里坑村不过是其中走得早、跑得欢的一个，它的“坑”里，埋着旧工业的灰烬，也长出了新生活的嫩芽。

窑火重生处，最念是故园。路里坑村的变迁，是浙江深化“千万工程”、缩小“三大差距”画卷中的一笔，也是中国乡村振兴宏大叙事中的一节。当废弃的石灰窑飘出面包的香气，当沉睡的山村迎来如织的游人，当离乡的游子重返故土建设家园，我们看到的不仅是一个村庄的蝶变，更是中国乡村的未来。🌱