

服务校友成长
关注未来发展
开拓国际视野
传承清华文化



NO. 114
2022年第1期 2月出版
主办方 清华大学

水木清华

总
114
期

李剑叶 我想为工业设计发声，我想用这支激情飞扬的冬奥火炬讲述生生不息的中国故事。

张利 我们翻看过故宫等众多博物馆的展品目录、展册上的东西，找了不下二百个不同的带『S』曲线的图案。但是看到如意以后，我们所有人都认为如果它行，其它就不用管了。

张维 我得跟运动员一样去体验，才能知道设计有没有问题。
梅贻琦 爱护清华，并且知道怎样去爱护，一切顺其自然，不去擅苗助长。

杨斌 在恰当地度地设置岗位胜任条件、敢于说出你『资格过度』不适合录用、避免助长和激化『过度追求高学位』之风的转变上，党政部门、龙头企业必须得带个头。这将是一件有益于社会、家庭和教育机构，避免大量教育资源错配的善举。

许英博 我们认为元宇宙是互联网的延伸，将提升人类的数字化水平，提升认知和决策的效率，从而提升生产力。
ISSN 1674-8476
9 771674 847222

总第114期 2022年第1期 2月出版

古代东西文明交流中的
玻璃艺术

Marvelous Colors,
Manifold Forms:

Cultural Exchanges
in Glass Art among
the Ancient
East and West

2022
1.25
5.5

总策划：杜鹏飞
策展人：谈晟广 覃春雷

主办单位：
清华大学艺术博物馆
平山郁夫丝绸之路美术馆

协办单位：
中国国家博物馆
宝鸡市周原博物馆
长沙市博物馆
大同市博物馆
甘肃省文物考古研究所
广西壮族自治区博物馆
河北博物院
河北省文物考古研究院
荆州博物馆
内蒙古自治区文物考古研究院
山西博物院
西安博物院
西汉南越王博物院
徐州博物馆
庄浪县博物馆
北京鉴钟文化传播有限公司

支持单位：
日本国驻华大使馆
中国文物交流中心
黄山美术社



异彩纷呈



E4
13
Hall



清华艺博
新春巨献

官方微信

T&M 清华大学艺术博物馆

馆址：北京市海淀区清华园1号清华大学艺术博物馆 咨询电话：010-62781012 开放时间：9:00-17:00 <16:30停止入馆> 周一闭馆 <法定节假日除外>

Addr: Tsinghua University Art Museum, Tsinghua University, Beijing 100084, P.R. China Tel: +8610 62781012 Opening hours: 9:00-17:00 <last entry: 16:30> Closed on Monday <except statutory holidays>

www.artmuseum.tsinghua.edu.cn

清华印象
TSINGHUA SOUVENIR

清华大学唯一官方授权文创品牌

清华大学
校园文创篮球

随心操控 无惧场地



扫码了解&购买

校内线下门店：照澜院16号

联系方式：010-62782260

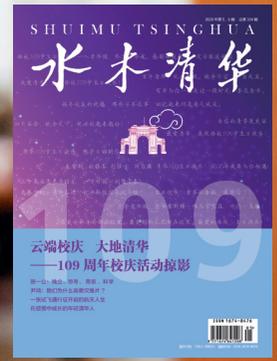


NO. 114
2022年第4期 3月出版
走男 清华杂志

水木清华

114期

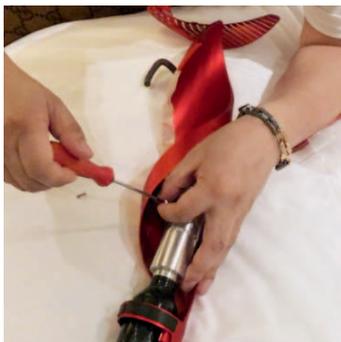
李剑叶 我想为工业设计发声，我火炬讲述生生不息的中国故事。
张利 我们翻看过故宫等众多博物馆的展品目录，展册上的东母，找了一百个不同的带LOO曲线的图案。但是看到如像以后，我们所有人都认为如果它行，其它就不用管了。
张维 我得跟运动员一样去体验，才能知道设计有没有问题。
梅贻琦 去爱护，一切顺其自然，不去摆苗助长。
杨斌 在恰当适度地设置岗位胜任条件，敢于说出你「资格过度」不适合录用，避免助长和激化「过度追求高学位」之风转变上，党政部门、龙头企业必须带头。这将是一件有益于社会、家庭和教育机构，避免大量教育资源错配的善举。
许英博 我们认为元宇宙是互联网的延伸，将提升人类的数字化水平，提升认识和决策的效率，从而提升生产力。



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 114 期



专题

- 06 北京冬奥会和“清华智慧”
- 10 冬奥火炬“飞扬”外观设计师李剑叶：宏大落笔于精微
- 14 李旻 宋晨：冬奥会开幕式上的那朵“雪花”
- 16 夏小奇：融古烁今，展设计之美
- 20 走进“雪如意”与首钢滑雪大跳台
——对话冬奥张家口赛区总规划师张利
- 25 张维：为一项陌生的运动建造一座最棒的场馆
- 30 周婷：为首钢转型更新发光发热
- 32 冬奥园区里的“清华智慧汽车总动员”
- 34 他们让“冬奥大脑”更聪明
- 36 给冬奥赛区空气做“体检”
- 38 越野滑雪队员的第二层“肌肤”
- 40 冬奥赛场上的雪从哪里来



前沿观察

- 42 戴琼海：人工智能未来 —— 发现、理解与创造
- 45 许英博 李雷：引领未来 20 年科技发展浪潮

文以载道

- 47 钱颖一：对话埃隆·马斯克
——何时能在火星上看到人类？



清华史话

- 54 金富军：清华校友的凝聚力



无问西东

57 追逐远方的星

旧文新读

61 任之恭：两种文化之间的生活

无体育 不清华

65 柴文阁：快乐足球 美丽人生

70 沙安：难忘的大学冬泳经历



艺术荟萃

72 仰望星空 思贤师心

——从中央工艺美院到清华美院

一脉书香

80 科学需要启蒙

——《科学的故事》评介



捐赠

86 一份历经近 70 年的事业与牵挂

——方惠坚老师谈政治辅导员

89 架海金梁 情归故园

——郭殿邦学长遗赠设立奖学金



专栏

90 李山：社会实践与国庆联欢

92 杨斌：三种“过度”教育分析

94 伏后明：扎布让夜校



主管 / 主办

主 管 中华人民共和国教育部

主 办 清华大学

出 版 《水木清华》编辑部

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

(按姓氏字母排列)

总 编 辑 史宗恺

主 编 唐 杰

执行主编 王 正

副 主 编 关 悦

采编主任 黄 婧

责任编辑 李 彦

编 辑 黄 婧 曾卓崑 钱箬旋

美术编辑 蔡 颖

封面设计 陆卫东

封底绘画 高冀生

发行 / 印刷

国内刊号 CN11-5883/C

国际刊号 ISSN 1674-8476

广告许可证号 京海工商广字第 0081 号

发 行 清华校友总会

定 价 人民币 20 元 / 港币 40 元 / 美金 20 元

印 刷 北京博海升彩色印刷有限公司

指导单位 清华校友总会

清华大学教育基金会

刊 址 北京市海淀区清华科技园创新大厦 A 座 1210 室

邮 编 100084

电 话 010-62796340 62797455

投稿邮箱 smth@tsinghua.org.cn

网 址 www.tsinghua.org.cn

本刊记者、撰稿人授权本刊声明：

本刊所刊其作品，未经许可，不得转载、摘编；

本刊所发文章仅代表作者个人观点，不代表本刊立场。

本刊法律顾问：丁宇魁律师



服务校友成长 关注未来发展
开拓国际视野 传承清华文化



水木清华(双月刊) 第 114 期

捐订信息

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

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

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



现场捐订 清华大学同方部东侧动振小楼 102 室

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

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

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

咨询电话 010-62797455 62797884

清华印象
TSINGHUA SOUVENIR

清华大学唯一官方授权文创品牌

清华大学·二校门

千粒款聚光拼装模型

【复刻清华记忆 再现水木烙印】

1555颗粒数,细节满分,完美还原二校门



扫码了解&购买

校内线下门店：清华大学照澜院16号

联系方式：010-62782260

清华印象联合清华文创院·清小新文创工作室共同打造



北京冬奥会和“清华智慧”

2022年北京冬奥会不仅是一场体育盛会，也是一场科技盛会：奥运会的关键技术如何突破？公共安全与赛事运转如何保障？如何更好展现冬奥中的中国形象……

在北京冬奥会筹办过程中，科技部专门设立“科技冬奥”重点专项，批复启动80个“科技冬奥”项目。一批核心关键技术得到攻克，诸多专项科技成果投入赛事运维中，为北京冬奥会和冬残奥会提供了有力的科技支撑。

清华大学作为参与“科技冬奥”项目最多的单位，共牵头7个项目、18个课题，参与子课题38个，涉及院系17个，包括体育部、工物系、建筑学院、地学系、土木系、电子系、电机系、计算机系、自动化系、核研院、机械系、网络研究院、车辆学院、软件学院、美术学院、公管学院、未来实验室等。其中，7个牵头项目涉及场馆建设、公共安全保障、全球传播技术、新能源汽车、疫情防控等多个关键技术，共同展现出清华大学为冬奥会所贡献的科技力量。

“钻石”模块 助首钢滑雪大跳台快速“变身”

“人工剖面赛道类场馆新型建造、维护与运营技术”项目

项目负责人：清华大学建筑学院张利教授

首钢滑雪大跳台的设计造型犹如敦煌的“飞天”飘带，承担单板滑雪及自由式滑雪大跳台两项比赛。由于对赛道要求不同，这两项比赛此前从未放在同一赛道举行。但张利教授团队大胆创新，利用模块拼装的方式，可在48小时内实现赛道剖面转换。一个个如钻石分子结构般的正四面体模块，不仅坚固稳定，而且可塑性强，能够省时省力地完成赛道“变身”。“钻石”模块不仅利用率高，而且物美价廉，完成搭建全部造价约200万元，远低于超千万元投资新建赛道，真正践行了“绿色办奥”“节俭办赛”理念。



首钢大跳台（下图）以及钻石模块（上图）

“数字 + 艺术” 让首钢赛区焕发冬奥文化之光

“冬奥会首钢赛区数字化生态创意设计研究与示范”项目

项目负责人：清华大学美术学院马赛教授

变幻万千的光影秀、充满赛博朋克风格的沉浸式互动投影、全息媒体打造的沉浸直播平台……冬奥会首钢赛区在科技的加持下得到全景化、沉浸式的呈现。清华美术学院马赛教授团队将工业遗址的物理空间与数字空间完美结合，基于物联网构建出多元数字孪生模型及智能管理系统，综合打造出大尺度、低功耗、强体验的园区。从能适应天气等外部条件变化与场景模式变化的公共设施，到低能耗、强交互、一束花的夜景“光乐园”，再到基



于5G、物联网、多模态交互直播系统等技术支持的未来体验空间与直播体验中心，冬奥文化与首钢工业遗址在“妙笔”下实现深

度融合。会后，首钢园区的公共设施将持续运营与发展，成为文旅沉浸式影视制作基地，冬奥之光将持续绽放。

极寒天气中行驶的新能源客车 氢能“清能”更“轻能”

“氢能出行关键技术研发和应用示范”项目

项目负责人：清华大学车辆学院杨福源教授

在冬奥赛场，一批自主研发的氢燃料电池汽车的使用，保证了冬奥的人员摆渡、物流配送等赛事服务工作平稳运行，“节能、安全、便捷”使其成为冬奥赛场的“轻车”。在冬季寒冷地区使用氢燃料电池汽车，可利用燃料电池发电过程中的余热对车辆进行加热，从而减少整体能耗。项目深度挖掘了氢能在低碳减排以及寒冷地区中的优势，实现了多项突破——完成了加氢站70MPa连续加氢能力测试，可用2小时10分钟时间完成10辆车的加氢工作，成为目前公开数据显示的全球范围内70MPa连续加注能力最大的加氢站；完成了国际上第一次氢燃料电池大客车侧面撞击的试验，确保了冬奥用车的安全。



加氢站70MPa的连续加注测试



氢燃料电池大巴车在国电投延庆园加氢站加氢中

多模态语言技术助力冬奥赛事传播 尽展中国文化

“冬奥全球传播服务平台研究及应用示范”项目

项目负责人：清华大学工程物理系钟茂华研究员



冬奥全球传播平台用多语种讲好冬奥故事

智慧“大脑” 让冬奥指挥调度形成“一盘棋”

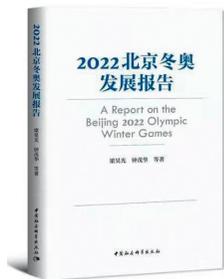
“冬奥会全局全过程态势感知和运行指挥保障技术”项目

项目负责人：清华大学工程物理系陈涛研究员

北京冬奥会三个赛区的分布面临空间跨度大、保障线路长、天气情况多变等现实问题，再加上疫情防控的需要，导致信息共享和指挥协同难度更高。该项目设计了一个能够帮助冬奥运行指挥部门完成科学判断与决策的“冬奥大脑”。团队研发出的冬奥会态势感知与运行指挥保障系统，能汇聚八方信息，并展开智能分析，实现更早发现问题、查找风险，并以情景推演的模式给出对策参考，成为名副其实的运行指挥核心枢纽。在数字化和智能化的系统指挥下，北京、延庆、张家口三个赛区实现统一指挥、协

冬奥会是让世界了解中国文化的窗口和中国文化走向世界的宝贵契机。清华大学工物系钟茂华团队承担的是集科技、传播、语言、文化等多种

元素为一体的综合项目。它以冬奥赛事多模态资源汇聚、跨模态内容生成与检索关键技术、大数据聚合分析等技术为抓手，打造了冬奥赛事全球传播数据融合与资源库，为冬奥会的全球传播提供重要支撑，为全球观众和媒体提供综合了解冬奥赛事以及中国文化的平台。该平台提供多语种翻译功能，帮助各国记者及时把握冬奥赛事热点、让全球观众用自己的母语随时了解冬奥进展，让冬奥讯息、冬奥故事“唾手可得”！



调配合，形成“一盘棋”。这也是冬奥会历史上首次实现跨领域时空数据汇聚融合的智能分析系统。



项目研发的系统在北京冬奥会运行

智能风险评估技术 为冬奥会安全保驾护航

“冬奥会公共安全综合风险评估技术”项目

项目负责人：清华大学工程物理系吴鹏



北京冬奥会公共安全综合评估数据采集、处理和评估技术系统支撑延庆应急局冬奥会风险评估与运行保障工作

冬奥会的公共安全风险涉及自然灾害、城市运行、反恐反恐、冬季流行病等多重因素，涵盖十多个行业领域，多重因素叠加让赛时安全保障面临诸多挑战。对此，该项目设计了多灾种、多尺度风险评估体系，综合考虑如：烟花爆竹、交通枢纽等关键重点地区，供电、通信、燃气等重点行业，大气、土壤、气象等重点领域以及突发公共事件等诸多维度，使用新技术、新模型、新方法就这些风险给出预判、并提供推演方案，为风险管理与应对提供重要参考。

疫情监测预警精准化 防控冬奥疫情

“疫情影响北京冬奥会的风险研判及防控技术”项目

项目负责人：清华大学工程物理系米文忠

疫情让北京冬奥会面临更多挑战，为保证冬奥会顺利进行，需要提前构建能够实现疫情传播监测、预警、溯源、综合决策的系统。该项目运用“情景一应对”和态势感知技术，在多重数据、机器学习等支持下，结合生物信息学等学科，设计了一套用于冬奥闭环管理的疫情监测与预警系统，该系统还能在紧急突发情境下快速完成计算推演，提供参考对策。假设赛时突发疫情，该系统可精准筛查出高风险人群、易感区域、易感行为以及疫情防控薄弱点等，提升指挥部门应对疫情风险的效率和能力，用科技为冬奥会筑起了一道防疫技术屏障。



项目组组织专家赴崇礼赛场考察

这些项目只是清华科技助力冬奥的缩影，科技创新成就“智慧冬奥”，肩负使命展现“清华力量”。科技让北京冬奥会更创新、更智慧、更精彩！

冬奥火炬“飞扬”外观设计师李剑叶： 宏大落笔于精微

► 学生记者 朱滢

在冬奥火炬“飞扬”正式发布后的很长一段时间，李剑叶的时间安排被划分得尤其精确，接受采访前，他刚刚结束上一个会议，访谈也恰好卡着饭点。

李剑叶喜欢电影也喜欢阅读，他随身会携带电子书，下载列表里最厚的一本是《全唐诗》，不过工作日程紧凑繁忙，有时只能在出差路途的间隙看上一看。

在交流中，他会时常提醒你观察生活的重要性，对于生活中出现的人事物要多琢磨为什么，并表示这应是成为设计师后的一种思维惯性。

在突如其来的公众热度下，李剑叶从未迷失，他说他一直希望通过这个机会讲一个故事，一个关于中国的故事。

“我希望看一看国内最高水准的工业设计是什么样子”

李剑叶自小痴迷科幻，对宇宙、飞碟、机器人等词汇有“天生的好奇心”，科幻动画片和探秘杂志里那些充满未来感的设计是他最初的艺术启蒙，“这引导

李剑叶

2002年毕业于清华大学美术学院工业设计系，获得硕士学位。现任阿里云创新终端和设计中心、天猫精灵设计部负责人。北京2022冬奥会“飞扬”火炬外观设计者。



着我去做一些与设计相关的东西”。

小时候没有条件接受专业、系统的绘画训练，李剑叶就参考着画册书边临摹边摸索，熟练起来后也会尝试表达一些源于自己内心想象的想法。报考大学时，循着真实的心声，李剑叶进入北京理工大学工业设计系就读。

一个人要能敏锐察觉时代变化并与其共振是不容易的，李剑叶做到了。

1999年，世纪之交，他完成了本科学业，选择进入当时的中央工艺美术学院（今清华大学美

术学院）工业设计系继续深造，师从柳冠中教授攻读交通工具方向，“我希望能够看一看国内最高水准的工业设计是什么样子的，我想在这样的环境里提升自己”。

在这所“麻雀虽小，五脏俱全”的学校里，在远离互联网的时光中，他泡图书馆，跑交流会，拉起另一个专业的同学就能聊上半天，“大家的关系很密切，人与人面对面交流的机会很多”。也许正是此般随性畅谈赋予了李剑叶无形之中的思维力量，兼收并蓄，自在且柔韧，一如其人。

三年研究生学习，李剑叶最

感恩的莫过于导师柳冠中教授，

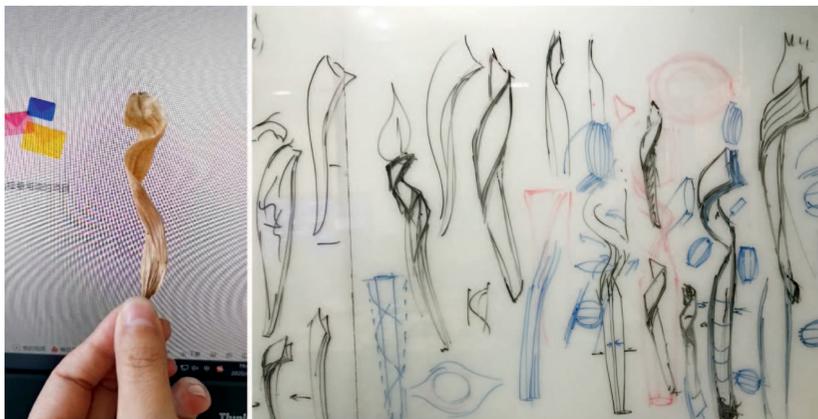
“他对我的影响非常大，柳老师会从比较抽象的维度和宏观的高度看待设计专业，他注重对学生设计思维的训练”。作为学生，李剑叶能够经常参与导师工作室的项目，这其中有些实际落地的工程，还包括许多概念型规划，“这让我们有机会大胆地撇开束缚，讨论有什么更好的、不同于以往的设计思路”。

师者，解惑，授业，更传道。在李剑叶的回忆中，柳冠中老师“演讲慷慨激昂，眼光高瞻远瞩，充满家国情怀”，这是在设计学专业范畴之外，老师对学生思维态度、社会视野潜移默化的影响。

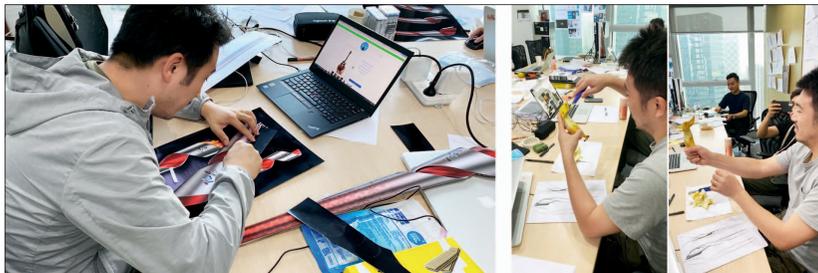
“有一次印象特别深刻，我们去德国参加交通工具论坛，柳老师发表的演讲主题就是‘面向未来’，鼓励大家从拥有一辆车变成共享一辆车。那时才2001年，他的很多思考是很超前的”。这样的思考印记在“飞扬”火炬的设计中也有体现。

“我的做法是向自然致敬”

2002年，李剑叶从清华大学美术学院毕业（1999年，中央工艺美术学院并入清华大学，改称“清华大学美术学院”），他曾在摩托罗拉、飞利浦、锤子科技等多家业内知名企业就职，2018年加入阿里巴巴。



来自树叶的灵感和设计图



李剑叶在设计中

正是在阿里巴巴，他收到了北京冬奥火炬设计的竞标任务。起初是同事拿过来一份设计方案的征集公告，这对于一个专注于智能交互领域的商业设计团队而言，算是本职工作之外的兴趣和意义使然。“设计报国，这是我接到任务后脑海中出现的第一个想法。”提到报名原因，这是李剑叶给出的答案。

冬奥火炬要体现双奥之城的特点，还需符合绿色办奥、科技办奥的要求，更应呈现中国文明风貌，这些条件已作为基本前提被明确地提供给设计团队。但关于火炬的具体设计理念，冬奥组委会却并未准确说明，一切要靠

团队自身对奥林匹克精神和中国文化内涵的领悟与把握，这也是各竞标团队需要完成的隐性考核任务。

李剑叶团队在起步阶段的首要任务即是梳理线索，进行头脑风暴，并提炼出冬奥火炬传达的理念，他坦言这一步花了很长时间。

“火炬的设计应当承载更多的文化表达，类似于古代的礼器，用于国家仪式。‘道法自然，天人合一’，这其实就是中国人的一种生命观，我觉得和当下‘人类命运共同体’一说是一脉相承的。携手共赢与共生，人与自然和谐相处，人与人和谐相处。我想，



李剑叶与团队成员一起调整火炬形态

这也是奥林匹克运动存在的原因，通过体育运动让世界相知相融。”

精准捕捉到了奥运文化信号后，团队需要立即投入具象转换与功能实现的工作中。回归淳朴，师古师自然，在学者林存真（北京冬奥组委文化活动部形象景观艺术总监）拍下的一张落叶照片中，李剑叶发现了奥妙——向自然致敬。

在此前，团队已经推翻了40多版内部修改方案，此时距离项目汇报节点仅剩9小时。

这是一枚泛黄的枯叶，团队逆势而为，揣摩自然造就的天然曲线，化下落趋势为旋转攀升。写意流畅，象征坚韧不息的生命，一种内在的力量感油然而生。

天地辽阔，一叶见自然，就它了。

当然，“飞扬”火炬还有多处精妙的设计构思。

火炬的颜色延续了2008奥运的用色，是对“双奥之城”称号的呼应与中国奥运精神的传承，而红色也是能够让所有国人产生共鸣的颜色。创新处在于，2008年的火炬像卷轴，缓缓平直启封时，历史娓娓道来；而“飞扬”火炬向上的态势象征着蓬勃昂扬、繁荣现代的中华民族。

火炬中空的开放状态，蕴含中国传统“有之以为利，无之以为用”的哲学智慧。

火炬的火焰由24支小火苗组成，这24支火苗分别通过燃气管的24个小孔向上传输汇聚。“24”对应着中国的二十四个节气，而冬奥开幕式正值立春。

“这是一个很饱满的设计，你从任何一个维度去理解它，都能看到些东西”。

激情飞扬，生生不息，这是李剑叶描述作品时用到的形容词。

他希望借助这个机会展现“中国设计”人文与科技的融合之美，“我想为工业设计发声，我想用这支激情飞扬的冬奥火炬讲述生生不息的中国故事”。

设计的功夫可能在设计之外

对于“飞扬”火炬的设计，还有关键一环是科技的“加持”。作为一名设计师，首先要掌握技术背后规律性的部分，而后才能创造性地提出新想法。为此，团队走访了尖端科研所以及众多生产材料、燃料的单位企业，以期通过独立的调研总结出相关经验。

在实物生产过程中，首先遇到的挑战是：如何在保证材料成本可控的前提下，为形态复杂的火炬选用最适宜的外壳材料。

最先选用的是三维编织的碳纤维，一次就可成型。但是碳纤

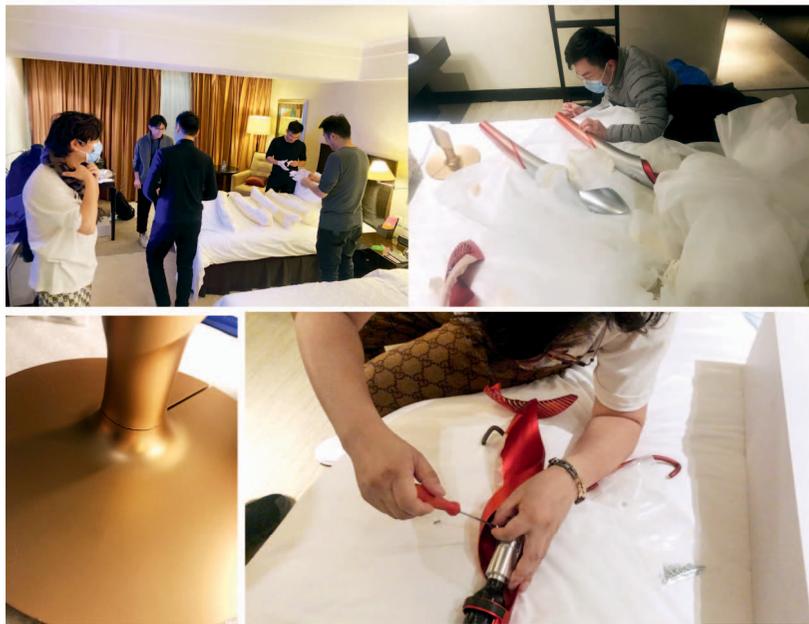
维耐不住高温燃烧，温度达到500度以上会自动变黑。于是团队转变思路，从耐高温树脂方向入手，并与碳纤维结合，最终耐得住800度高温。

“艺术与科技，总是像左右脚一样，得先迈出一步，比如艺术先走，技术倒逼，技术再伸一只脚，它往前走的时候，又产生些新东西，带动另外一只脚再往前。经验、想象力与创造力结合，艺术与科学肯定有相通的地方，它们最后很可能殊途同归。”

李剑叶很愿意表达一些超于设计的看法，例如对立统一的思维逻辑，含蓄壮美的中国气韵。这源于其深刻且日常的自我积淀。“从开始时反复漫长的思考到最终的落地呈现，这也是我学习的过程，对于思维训练很有意义。设计的功夫可能在设计之外，当你对某些东西理解更深刻之后，才能够知其所以然。”

在细细了解过他的诸多设计创意后，访谈者只能用“兼具柔软情愫与力量表达”来形容此时的感受。

他有时确实像一位文人，喜李白，尚诗词，解读赏析张口就来。他说：“中国传统诗词用简叙的话语捕捉到自然风貌的美感，提炼出人的复杂情感；它还很精妙，在描述宏大时，反而落笔于细微处。这些都帮助我更好地做设计，做人文设计。”



不断完善设计

在李剑叶看来，设计是一座桥梁，需要完成人文与科技的交融，这才是完整的“大设计”。

2021年末，李剑叶曾做过一次题为“中国文化精神的当代设计意义”的讲座，从文学与哲学的角度上解构文化精神，在设计中重新建构。尽管已做出了尝试性的解答，他还是将这个话题称作“宏大而困难的命题”。

“因为它本身确实太虚无缥缈了，我们一般都会认为虚的东西很难直接导向工业设计这么实的专业，但虚无缥缈还有另一层理解，那就是潜移默化。对我而言，我想从设计单体出发解决一个局部问题，变成解决更多问题，做社会性设计。”

这是一个系统化的大工程，梳理历史，归纳理论，指导实践，

再提出新问题，循环往复，接着往下走依旧是绵延不止的道路。

李剑叶接受采访的那个上午，是冬奥开幕式过去的第三天。几天前，他还接过自己亲手设计的火炬，亲吻它，举着它跑过北京的赛道。

“我相信通过冬奥会开幕式，全世界的人一定愿意更进一步了解中国，同时也会更喜爱中国。而中国设计，在功能和体验之外，它所具有的情感传递和文化表达能力也一定会在更广阔的舞台上溢彩。”

李剑叶常常问自己，“拥有中国性格的设计应该是什么样子的？”这需要长时间的一步一步的探索。在未来，他还会跑过很多个人生的赛道，在诗词与山海间，用一生去回答这个问题。

冬奥会开幕式上的那朵“雪花”

中国日报文教部

“审美天花板”“属于中国人的浪漫”“这就是文化自信”……

2月4日晚，万众期待的北京2022年冬奥会开幕式在国家体育场“鸟巢”举行，无数精彩瞬间在网络上刷屏，引发热议。开幕式“雪花”给不少人留下深刻的印象。

清华大学美术学院校友、《中国日报》“画时代工作室”成员李旻和宋晨作为编导人员，参与了开幕式美术创意工作。李旻2009年硕士毕业于清华大学美术学院视觉传达设计系，现任中国日报社美术部高级编辑；宋晨2013年硕士毕业于清华大学美术学院视觉传达设计系，现任中国日报社美术主任编辑。

她们不仅参与设计了运动员

入场仪式“雪花引导牌”的设计工作，还参与了大雪花的修缮和完善，最终雪花导视、雪花火炬台设计则采用了黑弓Blackbow团队设计方案。

构建一朵雪花

本次开幕式的核心创意理念，来自中国唐代诗人李白《北风行》中一句“燕山雪花大如席”。运动员入场环节，引导员手持“雪花引导牌”带领运动员们轮番登场。每片“雪花”均以中国结为基础造型构造而成，犹如钻石中的光，让人过目难忘。据介绍，“雪花引导牌”将雪花与中国结纹样巧妙结合在一起，以线条造型，展现出简洁、空灵、浪漫的冰雪美学。把中国人对于“和而不同，

美美与共”的理解融入到了雪花的设计中。

随着运动员们入场结束，各引导员手持“雪花引导牌”向场内围拢，所有代表团的“小雪花”汇聚在一起，构建成一朵“大雪花”，与冰雪五环相呼应，与各个代表团的旗帜融为一体，演绎着世界大家庭“一起向未来”的愿景。

呈现中国美学

据透露，这些“雪花”的设计经历近三年，前后约三百多稿的反复修改。回忆起本次开幕式的相关设计工作，李旻和宋晨都直言“十分难忘”。

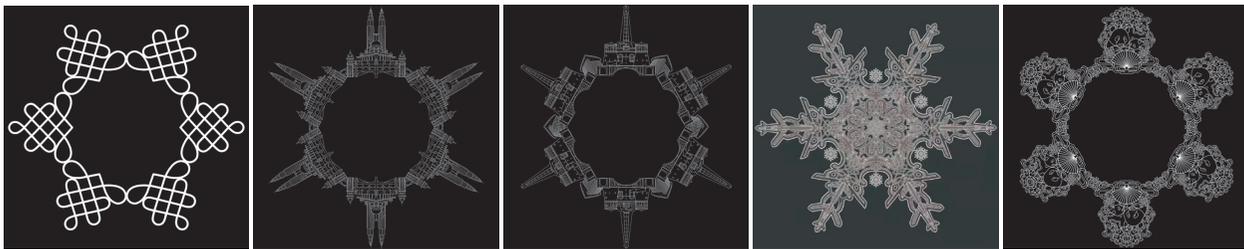
起初，得知能参与到冬奥开幕式美术创意的工作中，李旻便开



李旻（后排左一）、宋晨（后排右一）参与开幕式美术创意工作



2月4日晚，北京冬奥会开幕式现场 图片来源：新华社

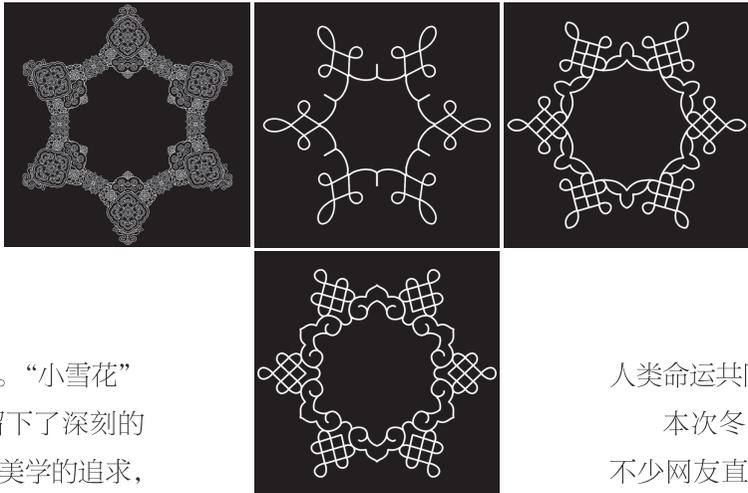


始收集历届冬奥会、夏奥运会开幕式的视频和图像资料，准备好硬件设备，以随时随

地投入到设计工作中。“小雪花”的设计过程为李旻留下了深刻的印象，“张艺谋导演对美学的追求，对最终呈现效果的细节把控是极致的，每一次设计都是前所未有的挑战。每次给导演看修改好的方案，他都会特别认真地一个一个细节地给我讲，线条粗细、走向、空间、疏密等问题，一点点地调，全部推翻重来是常有的事。”而整个设计过程跟下来，看到自己对中国美学的理解通过一片片雪花呈现出来，李旻成就感十足。

此前，开幕式总导演张艺谋曾透露，本次开幕式最大的伏笔是“一朵雪花的故事”。“雪花”完美呈现的背后，是数百次的调整与修改。

李旻说道，“我们就是幕后的一片片雪花，团队间的共同协作让一个个创意细节汇聚到一起，最终达到如此完美的视觉效果。”



雪花设计稿 宋晨、李旻供图

宋晨表示，“设计接近后期，我们开始结合雪花图形的制作工艺反推设计方案。由于雪花的造型过于繁复，作为引导牌的小雪花加上发光工艺后，会因为图案过于密集在摄像转播时模糊在一起，失去图形本身的美感。”

经过一次次大幅度简化，团队最终设计出了既符合视觉审美也符合实物效果的“雪花”形态，将中国人的浪漫与美呈现在了世界人民的面前。

传统精神当代表达

从入场仪式到点燃主火炬，开幕式中的雪花元素无处不在。来自世界各地的“雪花”，最终

在本次冬奥会的舞台上汇聚成一朵雪花，既寓意着世界人民大团结，也蕴含着共建

人类命运共同体的心愿和理念。

本次冬奥会开幕式刷屏，让不少网友直呼“这就是中国人的浪漫”。什么是中国美学，什么是中国人的情怀，什么样的艺术最有力量？谈及此次创作，宋晨认为以“传统精神当代表达”是内核，达到的效果是“在承继中国传统文化的基础上进行艺术创新，展现属于中国人的简洁、空灵、浪漫的冰雪美学，传达出北京2022年冬奥会‘一起向未来’的理念。”

从西方谚语“世界上没有完全相同的两片雪花”，到东方诗仙李白的“燕山雪花大如席”，东西方文化交融下的创意，为世界观众呈现了一场无与伦比的冰雪盛会。

一批又一批的优秀人才，也在为向世界讲述中国故事贡献着自己的一份力量。❁

夏小奇：融古烁今，展设计之美

本刊记者 钱箬旒

历时9个多月、绘制数千张草图、尝试数十套不同风格的表现方式……清华大学美术学院2007级硕士校友，现任北京印刷学院人文与未来创新设计中心出版物设计研究室主任夏小奇带领团队，从方案设计、到纸张选择、再到工艺推敲以及装订方式的落实，前后共制作了几十套样书，最终圆满完成了《北京2022年冬奥会开幕式》手册的设计制作。

这一份手册，既是向现场观众和国际贵宾展现开幕式内容与流程的重要媒介，也是完美呈现奥运礼仪与中国风范的核心载体，更是“努力为世界奉献一届精彩、非凡、卓越的奥运盛会”的集中体现。

在设计之美中探寻冬奥韵律

“我们设计的着眼点，紧紧围绕着‘进入新时代’，应该展现出一种新的设计表现形式和风貌。”谈及本届冬奥会开幕式手册的设计理念，夏小奇如是说。

在开幕式上，手册分送给习近平主席、国际奥委会主席巴赫等观礼嘉宾及现场观众。本次手册设计不仅遵循常规国际惯例，

夏小奇

清华大学美术学院2007级硕士校友，现任北京印刷学院人文与未来创新设计中心出版物设计研究室主任



设计了中英法手册版本，还兼顾其他小语种观众需求，专门设计了中俄、中西、中阿多种不同语言的手册版本。

“简约、安全、精彩”，是本次北京冬奥会的办赛要求，而这一要求也贯穿到了手册的设计之中。“在中国传统艺术中就有‘尚简’的美学思想，比如‘大道至简’‘删繁就简三秋树，领异标新二月花’等，但中国传统艺术的简约，在强调视觉上的精简外，更追求空灵的精神感受，这是中国文化与世界其他文化不同的精神内核所在。”夏小奇说。

据了解，开幕式手册设计依

据张艺谋导演对开幕式“意象、空灵、浪漫、科技”的整体定位，蕴含中国文化的独特韵味，秉持现代设计的理念方法，赋予传统美学观念和艺术风格以创新的设计内涵，力求运用典雅和谐、灵动如诗的艺术语言精彩呈现冬奥会开幕式内容与流程。“在设计之美中探寻冬奥韵律、中国风格、国际时尚，尽显冬奥会开幕式的礼仪之美、中国传统艺术的意蕴之美、中国哲学观念的思想之美、中国文化自信的创新之美。”夏小奇说。

在整体设计风格上，夏小奇团队创造性地将简洁明快的现代



《北京 2022 年冬奥会开幕式》手册 VIP 六国语言版



夏小奇与团队成员在雅昌集团审核特殊工艺效果

设计风格同中国传统艺术的“尚简之风”相融合，围绕冰雪、阳光、运动、欢聚、精彩、公平、安全等核心视觉意象展开，营造出空灵意境与虚实绰约之美，既诉说了北京“双奥之城”过去与未来的城市风采，同时也彰显了新时代中国创新文化的气象万千。

值得一提的是，本届冬奥会正值全球新冠疫情再度蔓延，来自世界各国的参赛选手以及观赛人员等的情绪都或多或少受到影响。考虑到这一点，夏小奇告诉记者，“团队在手册整体设计理念中突出了‘冬日暖阳’这一创意主题，在冰雪蓝的色彩基调上，融入暖色的阳光，旨在让来自全世界冰雪运动员在竞赛中感受到一种温暖和看到共克时艰、战胜疫情的希望，以及‘一起向未来’的美好祝福。”

夏小奇表示，手册还采用高

科技与高水平的印制技术与工艺标准，既充分实现设计效果，还满足了在严寒气候条件下，观众戴着手套翻阅的舒适性；而且在印刷工艺方面除了烫金、UV、起凸等强调视觉品质的工艺之外，还特别考虑到为严格配合疫情防控相关规定进行高温消杀等细节。

呈献精彩的视觉记忆

对观众而言，观看冰雪赛事，除了感受运动员不断突破自我、力争第一的努力，也会关注到运动员在冰上、雪上划过的痕迹。这些痕迹，既是速度和激情的象征，更是一种美的视觉享受。

事实上，这也成为夏小奇团队在设计手册封面时的灵感来源。

“在手册封面设计中，我们设计团队注意到，在冰和雪上运动留下的线条痕迹会带给人视觉一种美的意象，以此为设计灵

感，将具有简约、现代、时尚感的抽象动感线条，形成自外向内聚集的律动组合，体现出冰雪运动的独特魅力和运动、起伏、变化的现代设计形式美感。”夏小奇说，同时也在封面上加入了契合开幕式“讲好一朵雪花故事”创意的雪花图形，悠然飘落在冰雪蓝色彩中，增添了开幕式手册的浪漫氛围，既突显出冬奥会冰雪竞技运动中“形”“意”相生的律动之美，又营造出瑞雪纷飞与冰天浪漫的空灵意境。

这也成为开幕式手册的核心创意元素，现代感与科技感的点、线、面构图组合与冰雪竞技运动的“痕迹”与“韵律”之美相结合，体现了奥运团结精神，代表人类命运共同体，象征世界人民大团结。

不难看到，在手册的设计中，“美”贯穿始终。回首校史，美



冬奥会元素——奥运五环、冬奥 logo、冬奥项目图标、核心雪花图形、京张高铁、鸟巢



中国文化元素——长城、中国结、风车、窗花、如意、灯笼、烟花



自然物象元素——雨燕、和平鸽、迎客松、柳条、橄榄枝、牡丹花、迎春花、蒲公英



色彩元素

育始终是清华教育思想的重要一脉，潜移默化地为“自强不息、厚德载物”的清华精神注入生命力。今年1月9日，《人民日报》刊发了时任清华大学校长、现任党委书记邱勇题为《向美而行 以美育人》的文章。邱勇表示，美是时代的召唤，向美而行，不是为了让少数人掌握“一技之长”，而是为了让所有青年学子在自然之美、文化之美、生命之美中丰富思想、塑造品格、汲取力量，矢志追求更有高度、更有境界、更有品位的人生。

夏小奇对“美育”也有自己的见解。在她看来，美育可以陶冶人的心灵。它通过一种自由的形态，以“寓教于乐”，“随风潜入夜，润物细无声”的方式，使人的心灵得以净化。与此同时，美育有利于培养新时代各方面人才。注重知识结构综合化的今天，加强美育才能培养出符合新时代要求的创新人才。

此外，她表示，美育还能促进思维的多元化。“人类认识事物的方式分为形象思维和逻辑思维。形象思维是基础，没有形象思维也就没有逻辑思维。特别是对广大青年学生来说，美育就显得尤为重要。”

严谨到位的细节与工艺

精彩总是在细节，开幕式手册的细节同样充满了巧思。

据夏小奇介绍，开幕式手册内



手册封面



手册内页

容异彩纷呈，而团队在构思设计每一项内容上，都要寻找创作出与其相应的元素符号，构成画面的主要形象。设计团队首先建立起与手册内页内容相关的视觉符号分类系统——

第一类冬奥会元素包括：奥运五环、冬奥logo、冬奥体育图标、核心雪花图形、京张高铁、鸟巢等。

第二类中国文化元素包括：长城、中国结、风车、窗花、如意、祥云、灯笼、烟花等。

第三类自然物象元素包括：雨燕、和平鸽、迎客松、柳条、橄榄枝、牡丹花、迎春花、蒲公英等。

“在视觉符号系统建立之后，还需实现中国传统造型艺术的现代转化，创造出富有时代气息的设计样式。”夏小奇说。

值得注意的是，在采访中记者了解到，手册内页中，牡丹花图形借鉴了盛唐瓷器上的纹样，

强化了中国传统造型艺术的创作理念与结构法则，在花形、构图与色彩上进行了简约、提纯的转化，不是再现性地模拟自然，也不是抽象的点线面的构成，而是在对自然物象静观默察、交融互化、迁想妙得之中，创生出使人神游其中的灵境。牡丹花的装饰图形与绚丽清新的色彩相融合，寓意着盛世与吉祥，体现出中国特有的文化内涵与表达方式。

又如，“雨燕衔春来”的画面设计，来源于设计团队对大自然“春”的诗意表达，体现“道法自然”和“大乐于天地同和”的传统哲学观念，以天地为师、以自然为美的原生态理想追求，营造出妙不可言、韵律优美的中国诗画空间。长城、和平鸽与橄榄枝等视觉元素展现出壮美山河与中国气派，寓意欢迎世界来宾齐聚北京共同参与冬奥盛会，在简洁而现代的整体设计中营造出中

国意境与奥运精神的交融与协奏。

回忆起在清华学习的时光，夏小奇说，“清华校训‘自强不息，厚德载物’以其深厚的文化精神，对我影响最大，在我毕业以后的工作学习中，激励着我不断前行。”这份精神也贯彻到了她的“冬奥任务”之中。北京印刷学院是冬奥会开闭幕式创意基地，由夏小奇团队承担的开幕式手册设计，毫无疑问也成为该校向国际奥委会、北京冬奥组委交出的精彩答卷之一。

可以说，古今融贯的中国审美意境、非凡卓越的奥运盛会、现代科技的未来愿景都凝炼汇集于开幕式手册所构建的文化空间之中，既为北京2022年冬奥会的成功举办呈献了精彩的视觉记忆，更是为北京“双奥之城”的美好形象增添了极为重要的华彩乐章。

走进“雪如意”与首钢滑雪大跳台

——对话冬奥张家口赛区总规划师张利

► 张小琴

在北京2022冬奥会中，大家津津乐道的“雪如意”、被谷爱凌认为是“滑过最好的”场地首钢滑雪大跳台，是如何诞生的？

清华大学建筑学院院长张利教授是国家跳台滑雪中心和首钢滑雪大跳台的主持设计者，他还作为冬奥火炬手，在自己设计的滑雪大跳台旁跑完了首钢园第一棒。在张小琴教授主持的“人文清华”访谈中，他为我们讲述了这两座建筑诞生的精彩故事。

设计“雪如意”，突出中国元素和赛后功能

张小琴 “雪如意”的最初创意是在什么时候产生的？

张利 那是2017年了。中间有一段时间我们请不同国家，特别是冰雪运动发达国家的团队献计献策。除了跳台滑雪项目场馆以外，还有冬季两项和越野滑雪，这三个项目有若干个从物流到竞赛管理的特殊性。在这些国家组织的团队里，就有建筑师参与。原来的预期是从这些国家团队对跳台已经有的设计中，选出一个方案来，但是没有成功，因为没有太明显的中国元素在里面。虽然跳台本身的竞赛曲线、赛道是什么样子已经由国际雪联的专家计算出来了，但是国外团队把它做成建筑设计方案时没有太多打

张利

全国工程勘察设计大师，现任清华大学建筑学院院长、长聘教授；清华大学建筑设计研究院副总建筑师及简盟工作室主持建筑师。曾任北京冬奥申委工程规划部副部长、场馆与可持续发展技术负责人、陈述人，北京冬奥会张家口赛区及首钢滑雪大跳台场馆规划设计负责人。



动人的地方。所以后来冬奥组委和河北省说，你们作为张家口赛区总规划的团队，做一个方案吧。这样就有了这么一个任务。

在2017年年初时，我们给自己出的题并不简单，但是很明

确，就是用一个什么样的中国文化元素，既让大家都能够接受，不要有太多异议或者不佳联想，又能够把竞赛的赛道装进去。我们翻看过故宫等众多博物馆的展品目录、展册上的东西，找了不



首钢滑雪大跳台侧面

下一百个不同的带“S”曲线的图案。但是看到如意以后，我们所有人都认为如果它行，其它就不用管了。

如意的几何特征有柄身、柄首、柄尾，柄身本身就是S形，很容易和赛道结合在一起，而柄尾很容易和赛道结束部分放大的体育场结合在一起。问题是柄首怎么办？这是巨大的问题，也是2017年我们决定可能用如意容纳冬奥跳台滑雪比赛时首先要确定的一点。

我联系当时国际雪联负责这项运动的竞赛主任瓦尔特·霍费尔（Walter Hofer）问询，他沉吟了半晌，表示只要不往下掉东西就可以。我接着又联系赛道设计师，德国人汉斯·马丁（Hans-Martin Renn），他设计了上百个

世界滑雪锦标赛以上级别的竞赛曲线，本身也是建筑师。他表示以前的国际滑雪比赛场馆确实没有做过，但是如果北京冬奥会做这个设计是为赛后服务的，那他们是支持的。这样一来，就有了柄首的顶峰俱乐部。顶峰俱乐部是一个环状空间，内圆和外圆不同心。为什么要做成中间掏空的？因为做成这么巨大的悬挑，即使对我们国家的基建能力来说也有很大挑战，掏空就能做得轻，解决承重问题。顶峰俱乐部赛后可以办会议、展览、婚礼等活动。

“雪如意”下面的体育场也值得关注。一般跳台滑雪体育场要做一个反坡，这样运动员减速减得快。但是这样做，底下不是平的体育场，观众席也不是环抱式的坐法，很多在室外体育场可

以发生的活动就没有了。所以我们比较坚持要做调整，和国际雪联的管理人员商量了很久，最后得到他们的支持，做一个90米的体育场，观众席用马蹄型布置，这样就能够保证体育场在冬奥之后能够更多地用于赛后日常的聚会和大型活动。跳台下就是足球场，可以举办足球比赛、演唱会等常规大型活动，观众席容量可达1万人。“雪如意”的顶峰和后面所有的竞赛设施就成为了这些活动的背景。

“雪如意”在汇报时，国内国际上都很认可。国际奥林匹克运动所有的转播画面都由奥林匹克广播服务公司OBS提供服务。他们听完“雪如意”方案，就决定拿“雪如意”当演播室背景，让我给他们挑一个地方。



国家跳台滑雪中心“雪如意”



俯瞰雪如意

张小琴 你给他们选在什么地方？

张利 在雪如意斜对面，隔着冰玉环的一个山坡。那里的其他房子是围着山坡等高线走，只有一个举起来的平台是微微斜着伸出来的，就是为他们的20个演播室准备的。

滑雪大跳台方案邀请首钢人建言献策

张小琴 首钢滑雪大跳台是什么时候开始做的？

张利 这个比较晚，定下这个方案时已经接近2018年年初了。

张小琴 为什么要在首钢放一个跳台？

张利 我觉得要为咱们城市的决策者点赞。滑雪大跳台运动是雪上极限运动里的极限，从2018年开始进入冬奥会。雪上项目一

般在山里，而这个运动最喜欢在城市中心区广场举行，粉丝都是25~35岁之间的年轻人，喝着啤酒唱着摇滚看比赛。因为受伤机率很高，比赛选手都是十几岁到25岁的年轻人，25岁以后就很难参赛了。

一开始国际雪联的竞赛管理者甚至问到能否在天安门广场做这个项目，北京奥组委和北京市负责人相当聪明，马上把他们的注意力转移到永定河边的工业遗产首钢，这里有冷却塔、冷却池，背面有西山做背景，场景很酷。这样世界上第一个永久性的滑雪大跳台和世界上第一个奥运永久场馆和工业遗产结合就成为可能。在一个工业遗产上建场馆，利用这样一个东西带动工业遗产向城市更新的过程作出贡献。它成了一个城市有希望、有活力的名片。

张小琴 在冬奥项目进入首钢之前，首钢已经做了很多文化创意产业的探索。

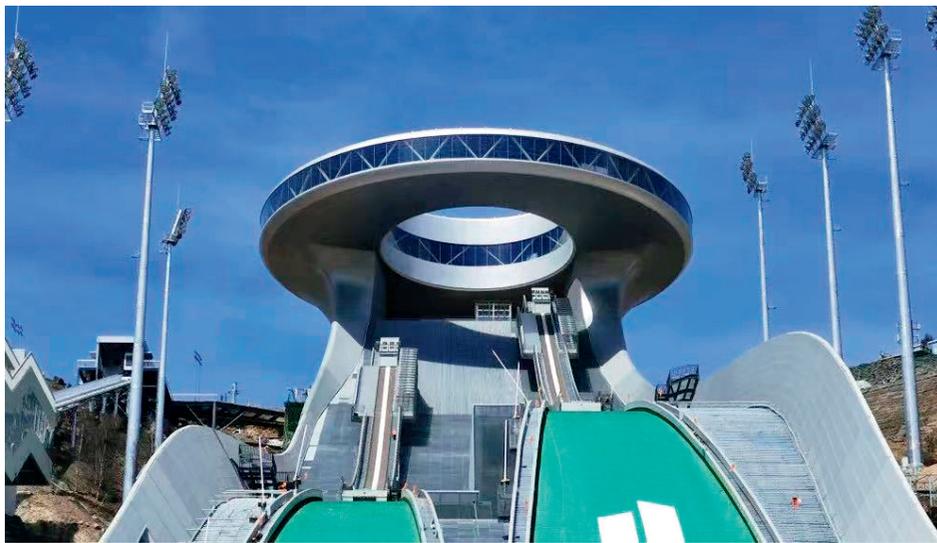
张利 它的改造已经非常棒了，冬奥场馆的进入对它来说又一次大推动。

张小琴 在首钢这个地方限定条件就更多了，要把这样一个跳台放进去，会更难吗？

张利 非常非常难，因为有一个固定的竞赛曲线，国际雪联为了让比赛更具吸引力，每一次曲线不太一样，这次的落差是53~55米左右，比2018年的平昌冬奥会要大，平昌是45米。

张小琴 更惊险了？

张利 更具挑战性了。我们首先要考虑的事情是，先不管这个跳台是什么形状，不能破坏这个工



雪如意看台区观众视角的顶峰俱乐部“大圆环”

业遗产的集体记忆。首钢有两个天际线，一个是前面的四个冷却塔，站在冷却池的对面，从东往西看，背面是西山，这是首钢多少代人的集体记忆，这个东西只能延续。但是因为加了一个台子，肯定要改变它。怎么才能不破坏它，让大家认可这是一个延续？从永定河那一侧，由西往东看，有四个冷却塔在前面，还有石景山比较小的山丘，这边有工业遗产的厂房和高炉，以及远处的天际线。

我们在设计之前首先想的是，第一它不能高过冷却塔，这么算下来，顺连下来以后底下得比湖面低。所以结束区那部分，观众席最后是下沉到湖面以下的。

第二，这个跳台最后的方向要让大部分人能够从刚才那两个天际线看的时候认可它，让它成

为加入冷却塔群组的一个新形态。

张小琴 这两个东西形状不一样，材质也是异质的，怎么让它被接受？

张利 我们找了二十几位在首钢至少工作了二十年以上的人问：

“你认为这个东西应该是什么样的？”大部分人说得跟混凝土和钢的东西有对比，因为这是轻盈的现代运动。我们脑子里想象这个地方应该有轻的、飘动的东西。

另外，这个东西从水池东侧看过去不能比冷却塔高，还得和冷却塔存在某种类似性，正面看也是上面小，底下微微大起来。现在从永定河那一侧看过来，肯定可以注意到，上这个台子，电梯是斜的，不是直的，它跟冷却塔双曲线下接地的角度类似。

张小琴 老工人提的要求看上去蛮有道理的。

张利 挺有挑战。我们用各种形态模拟出生成效果图，给首钢的工人和决策者看，大概是哪个合适，勾选以后重叠最大的就是现在这个方式。

张小琴 当您建一个东西时，要让老住户提出他们的建议，这是做建筑的常规行为吗？

张利 不是完全常规的行为。但是遇到像这种挑战性很大，有可能影响一群人或者数代生活在这个地方的人的集体记忆时，如果做不好，那就是“犯罪”了，所以需要尊重他们的意见。我们在设计上定了现在飞天飘带的形象以后，大概每5度转一下，做出虚拟现实的模拟，再请人来判断。直到我们认为风险没有那么大了，



在滑雪大跳台所在地首钢园，张利担任火炬接力第一棒火炬手

才确定设计方案和摆放的角度。

张小琴 首钢这个场馆的设计请老工人来作判断，跟你们在玉树的项目请当地人来判断有一致的地方吗？

张利 有一致的地方。虽然我们试图理解这个地方的人，但实际上这个地方的人他们所蕴含的文化基因远远超出我们能够预测的范围，这个时候必须得靠他们。

张小琴 从你们一开始建时，首钢的老工人就天天在那儿溜达。

张利 这个建得很快，首钢建设自己建的，非常厉害，到底是身经百战的团队，既是自己的场地，又是自己公司生产的钢材，非常快。从第一个基础吊装完成到最后大概用了不到8个月的时间，2019年11月建完。

张小琴 这个过程中周围的工人一直在看着它长高。这个建筑做好之后，工人们对它是怎么评价的？

张利 大家一直在关注这事。疫情之前，国际雪联管理这项竞赛的一个叫莫来希的意大利人来看场馆，高兴地跳到大跳台前的湖里游了一会儿泳，说我们这项运动有了一个永久场馆了，跟其他运动一样有一个家了。之前这项运动就像大篷车一样，到处拖着设施走，没有固定场馆。后来我接到清华工程力学系校友、老首钢管理者刘桦的电话，他说：“前一段我一直没有跟你说，我也捏一把汗，现在看，这个差不多被认可了，这个事能站住了。”那时候心里的石头算是落地了。

张小琴 这个项目，比“雪如意”

悬的心要更厉害一点？

张利 对。

张小琴 首钢滑雪大跳台，你最希望从哪个角度欣赏它？

张利 2019年已经做过一次测试比赛了，那天我去得比较晚，比赛是晚上7点开始，我6点多才到，太阳已经快落完了，几个冷却塔最顶上一点是红的，整个台子是白色的，我觉得挺有意思的。

张小琴 是您期待的样子，还是超出了您期待的样子？

张利 是期待的样子。但是在那天具体的那一瞬间，夕阳很好，正好照在4个冷却塔上，冷却塔顶有一丝红颜色，剩下的地方是灯光照的蓝颜色，冷暖色的反差很明显，台子本身又很白，因为灯光刚打开，那个效果还挺有意思。

张小琴 这是建筑师最幸福的时刻吗？

张利 不是。最幸福的时刻还是听到观众、裁判员、教练员怎么说。当时比赛的都是玩单板大跳台的25岁以下的孩子们。那时候有赛前的采访，他们说，在那么多跳台比赛里，在一个工业遗产环境里有这么一个场馆的存在，对他们来讲是以前从来没有过的，可能是独一无二的体验。

【本文景观图片来源：清华大学建筑设计研究院简盟工作室】

为一项陌生的运动建造一座最棒的场馆

▶ 本刊记者 黄婧

当冰丝带上演“你永远可以相信中国短道速滑队”的传奇时，当谷爱凌在首钢滑雪大跳台完成令人难以置信的“1620”时，或许少有人知道，冬奥会和冬残奥会合计产生金牌最多的场馆是在位于张家口赛区的国家冬季两项中心。在冬奥会中，这里共产生了11枚金牌。它也是张家口赛区唯一一个要承担冬残奥会竞赛任务的场馆，冬残奥会期间这里将产生38枚金牌，占到冬残奥会金牌总数的近一半。

国家冬季两项中心，这个承载了运动员速度与激情的场馆，也是清华建筑团队梦想聚集地之一。

冬奥会开幕前，国家冬季两项中心（简称“冬两中心”）的建筑师张维在朋友圈转发了训练周的冬两中心美图，配文是“五年准备，大考在即”。

五年前，清华大学建筑设计研究院接到冬季两项比赛场馆的设计任务时，面临的第一个难题是：没人懂这项运动。

冬季两项起源于挪威，是一种滑雪加射击的运动。比赛中，选手要先进行6-20公里的越野滑雪，在心跳飙升的情况下完成卧姿和站姿两种射击。如果脱靶，还要在惩罚圈加滑，增加时长。最后综合用时最短者为冠军。

冬季两项由远古时代的滑雪狩猎演变而来，18世纪逐渐纳入军事训练科目，1960年才正式被列为冬奥会比赛项目。这项动静结合的雪上运动在中国尚未普及，

张维

清华大学2005级工学博士，教授级高级建筑师，清华大学建筑设计研究院建筑策划与设计分院院长。作为建筑负责人参与设计国家会展中心（上海）、中国第一历史档案馆迁建工程、清华大学新建光华路校

区大楼、玉树藏族自治州行政中心等工程项目。2022年北京冬奥会国家冬季两项中心场馆执行负责人。



绝大多数建筑师们对这项运动都很陌生，更别提要为比赛设计一个专业的场馆了。

体育最好的设计师团队

清华大学建筑设计研究院承

接了张家口赛区的场馆设计任务，建筑策划与设计分院院长张维是国家冬季两项中心的设计负责人，面对一片空白的图纸，张维和团队的第一个任务是“取经”。

设计团队成员分头去不同国



与冬奥组委团队现场调研，左三为张维

家，张维背上双肩包，一个人去德国、奥地利、法国、瑞士和意大利。贸然来到一个陌生城市，谁也不认识，就挨个场馆敲门，一遍遍做自我介绍：我来自中国，我要为2022年北京冬奥会设计冬季两项中心，我过来学习。

就这么一个国家一个国家地跑，拍照片做记录，收集第一手数据。

为了让赛道坡度和曲线精度达到冬奥会标准，冬奥组委还特意聘请国际冬季两项联盟（IBU）的专家团队来张家口，给设计师们讲冬两运动的特点、比赛积分和转播的要求，更重要的是，和设计师们一起进行实地勘察。

一次现场勘察，至少要在山上走几万步，徒手爬都费劲的山

路，设计师们还要背上沉重的设备。冬两中心的设计师除了专业过硬，有一个共同特点：身体素质好。好到什么程度呢？“起码要有一天走20公里的体力吧。”张维说。

清华建筑学院的老院长秦佑国先生说过：“做设计就得一脚泥。”以此勉励设计师们要深入实际，去现场勘测。“我们不止一脚泥，山里走一天，天天都是一‘腿’泥。”同事拍下的工作照里，张维穿着登山鞋，裤腿上满是泥巴，脸晒得黝黑对着镜头笑。他旁边是从国外请来的冬两运动专家，一起来打磨赛道数据的。随着设计师们每人背一包旗子，沿着赛道徒步，冬两中心的越野滑雪赛道逐渐从山谷显形出

来。冬天冒着寒风，夏天顶着烈日，边走边讨论，有问题就插旗做标记。“最后这帮人都黑得不成样了。”张维大笑。

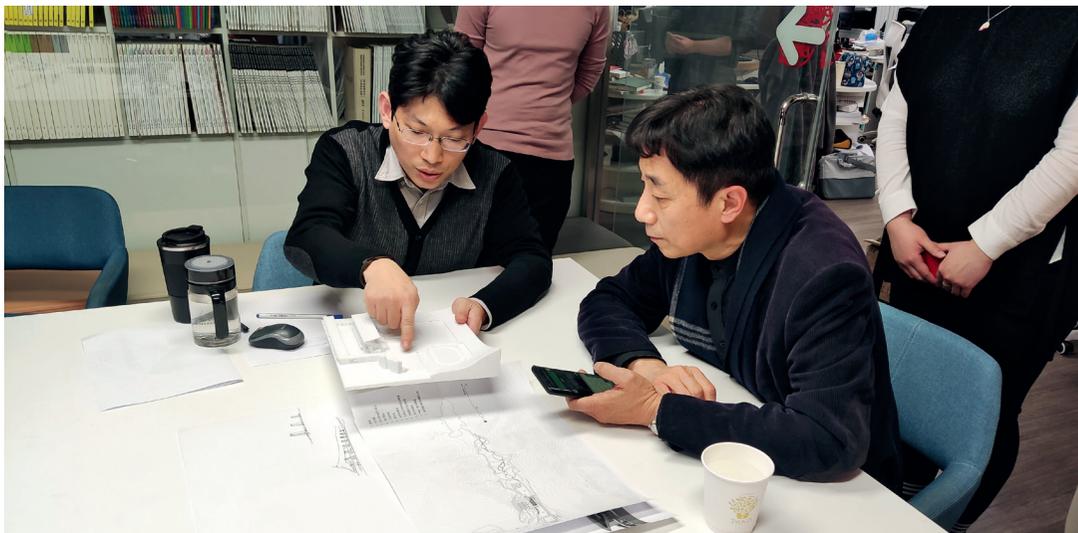
设计师们被练出了业余运动员的身体素质，这还只是个开始。

冬两中心的设计难度大，不仅因为这项运动有自身的特殊性，更因为它要实现从冬奥场馆向冬残奥场馆的转换。在外行的想象中，所谓转换大概就是在场馆内多设置些无障碍设施，其实赛制不同带来的挑战才是最大的。

比如冬奥会运动员的靶场射击距离是50米，而冬残奥的要求是10米；残奥会的运动员用电子枪，盲人运动员在比赛中有领滑员，射击时也不是瞄准，而是听声辨位。这些需求如果没有亲身体会很难理解。为了让设计更完善，张维模仿残障运动员的状态把冬残奥的赛道走了几圈。“我得跟运动员一样去体验，才能知道设计有没有问题。”张维说。

世界上独一无二的中国赛道

运动员有自己的肌肉记忆和运动习惯，如果设计赛道时只依靠测算，不考虑运动员的运动规律，仍然是不科学的。团队请顶级的专家只依靠肌肉记忆把赛道滑了一遍，看哪里不符合运动员的行为习惯，哪些是和自然规律相悖的，找出来，再一一进行修正。



庄惟敏院士（右）听取汇报并指导设计

把团队晒成黑炭的插旗过程就是在这个环节，需要修正的地方插旗做标识，几百面旗子插上山头，颇为壮观。

数据出来后又遇到了难题，理论上最科学的数据是不会考虑诸如小溪、树林之类的自然景观的。但冬季两项是一项发源于大自然中的运动，“穿林海过雪原”是它与生俱来的特点，如果只为了比赛而设计赛道，总还是缺了点意境。

运动专家也提出，一个好的越野赛道，道边不能只是一成不变景象，应该有一些能刺激人视觉的地方，让运动员始终处在兴奋的状态下。比如在有些地方设置大回旋，有些地方设置风景的变换等。要实现这个目标，只能靠双脚去走。只有置身其中，才能唤起人的记忆和身体的本能反应，然后在本能反应里寻找与

自然元素的链接。

此外，张维有一个信念：在中国进行的比赛，一定要体现出中国特色。冬两中心能够远眺到明长城遗址，如果能在长城下滑雪，那将是北京冬奥会绝无仅有的体验。

设计师们特意做了调整，把热身赛道延伸到长城脚下。从某些角度，赛道上能够看到长城。赛后热身赛道转变为山地自行车道，人们可以从冬季两项中心徒步或骑车到达明长城遗址。

转过一个弯，赛道的背景是雪如意。在张家口赛区的所有冬奥场馆中，雪如意是毫无疑问的主角，设计师们打开视线通廊，从冬两中心任何一个角度看过去，雪如意都静静倚白雪而立，优雅而有力地向世界宣告着：这里是中国。

每个场馆的设计师都对自己

的作品倾注了最大的热情，但热情不代表要最耀眼夺目。“这个项目不应该是特别彰显自我的，而应该是和周边环境相融合。”张维说。

中国的冬两场馆，不仅要有力量，还要有美。

因为造雪的要求，赛道附近要设置人工湖。传统的做法是开掘一个大湖，放在赛道尽头，够用就可以了。但这样人工湖的体量会非常巨大且突兀，还可能会诱发地质灾害。与景观团队讨论的结果是，将大的人工湖化为五个小的景观湖，点缀在不同的位置，确保安全的同时提升赛道的美感和层次。在冬奥会期间，通过转播镜头，全世界都看到了这个更具活力，更有识别感的中国赛道。

在这个最具中国特色的赛道上，当我们的视线跟随运动员来



国家冬季两项中心技术楼与冲刺赛道（摄影：吕晓斌）



赛场全景鸟瞰与赛道中的小型湖泊
（摄影：吕晓斌）



绕开保留树木的赛道和防弹玻璃
（摄影：吕晓斌）

到终点附近，观众席上的兴奋度已经达到了最高点。国家冬季两项中心规划布局克服了2018平昌和2014索契冬奥会处罚圈位于射击靶场与观众看台之间的弊端，让看台上观众尽可能靠近赛场近距离观赛。赛事中观众更愿意看到更多的在运动员终点前冲刺的场面，但通常场馆设计为了安全，运动员都是绕开观众席正前方的射击场地，观众们只能看到运动员从眼前一闪而过，比赛最精彩的部分不得不通过大屏幕观看。

为了让更多激动人心的精彩瞬间呈现在观众面前，国家冬季两项中心将冲刺前的赛道围绕赛场核心区布置，其中部分赛道位于靶场正后方。为了避免打靶子弹带来潜在风险，在赛道一侧设置防弹玻璃，让现场观众能长时段亲眼目睹比赛最刺激的部分。

事实证明这样的设计堪称绝妙，在热烈气氛的烘托下，运动员和观众都最大程度地体会到了冬季两项运动的魅力。

“这儿有座山，这儿有湖，

这边有溪流穿过，再过来这边有个小房子……”张维对着地图如数家珍，冬两中心总长8.7公里的赛道，他已经不知道用脚踩过多少遍。“中国园林设计讲究天人合一、步移景异，我们希望这个场地更有地域特色，而不是一个纯粹按照赛事要求做出的东西。最后呈现的效果我们还是满意的。”张维的言语中流露出挑战带来的满足和收获。

山谷终将还归自然

达成自己心中的目标并不容易，冬季两项中心南侧基本都是原生树林，设计师们特别希望运动员能在比赛中体会林间穿梭的感觉，于是树有了比赛道更高的优先级。

为了保留南向山坡上的一棵树，一段赛道整个平移了数米；为了不影响树的生长，特设了一片保护区域；又是因为树，冬两中心赛场周边布设的近百根灯杆多次改变安装方案，最终灯杆全被安插在树木之间，没有一棵树因此而被移动或破坏。

这不是张维第一次为自然环境做出的让步。

2010年玉树震后重建时，张维追随庄惟敏院士做玉树灾后重建十大工程之一的玉树藏族自治州行政中心的设计。为了实现和当地自然环境、文化环境的融合，他们做了很多努力。海拔4000米

的高原，种树难以成活，仅有的几棵老树十分稀缺，谁也舍不得动。最后设计师们围着树做了开放性的设计，尽力保留了原有的环境。

有人说这是建筑对环境的避让，张维纠正：“这不是避让，我们跟环境是一个互动关系。”

真正蕴含大美的建筑应是什么模样？三千年前《考工记》中对于造物美学的定义是：天有时，地有气，材有美，工有巧，合此四者，然后可以为良。“天时”与“地气”，指的是自然界的客观条件，如果应用到建筑领域，当设计师的艺术造诣与自然界客观条件实现完美融合，才能诞生出真正和谐的建筑。

2022北京冬奥会的理念第一条是“绿色办奥”，这绿色不仅体现在保留了树，更重要的是，冬两中心作为新建场馆，要实现赛后的利用。

最终落成的冬两中心主要由赛道和技术楼两大部分组成。外形轮廓模仿射击运动员举枪动作的技术楼是主体建筑，占地面积并不大。旁边大部分装配式的建筑是可拆卸的，赛事结束后，只要移除这些临时设施，整个地表生态可以很快恢复出来。

主体建筑技术楼的功能也是可变换的，之后可能会成为一个俱乐部，或是国家冬季两项竞技竞赛队的主场。

在非雪季，这里可以作为其他运动的训练基地。冬两中心的核心圈赛道由沥青铺设而成，赛后可转化为轮滑滑板赛道，供比赛与训练使用。其余赛道则采用碎石路面，赛后可转换为山地自行车道或徒步栈道。试想一下，曾经举行过令人血脉贲张的冬两比赛的场地，今后人们可以在这里漫步或骑行，远眺明长城遗址，感受山林和清风，这是何等惬意的享受。让山谷回归自然，大概是设计师们大象无形的至高境界。

清华建筑人的答卷

冬奥会圆满落幕了，张家口赛区的冬两中心收获了诸多好评。观众们赞叹场馆大气，运动员们夸奖场地专业。北京冬奥会冬季两项3枚金牌得主、挪威著名运动员雷塞兰说：“我认为这里一切都非常棒。尤其是赛场设施。无论赛道，靶场，都让人觉得不可思议。我非常享受这里的比赛。”北京冬奥会2金3银获得者、法国冬季两项运动员康坦·菲永·马耶接受采访时说：“这里的基础设施是一流的，我们受到了很好的接待。”“当太阳出来了，我们在夕阳的余晖的映照下在赛场驰骋，最后还拿到了奖牌。这届奥运会将在我心中留下美好的回忆。”“我非常感谢中国举办了如此卓越的盛会，中国展示了超凡的能力，设施完全达到了冬

奥的标准。”在冬奥这场大考中，张维和他的伙伴们再次交出了优秀的答卷。

不止是冬两中心，张家口赛区的云顶滑雪公园、国家跳台滑雪中心、国家越野滑雪中心，还有北京赛区的首钢滑雪大跳台，均出自清华建筑人之手。

这些清华人中有曾经担任2008年北京奥运会射击馆和跆拳道柔道馆设计负责人的庄惟敏院士，他也是此次北京冬奥会冬季两项中心的设计总负责人，作为“双奥建筑师”为北京两次奥运会做出了突出贡献。在庄惟敏院士的指导下，张维和张红、赵婧贤、龚佳振、李向苒、贾园等团队成员完成了国家冬季两项中心的设计工作。清华大学景观系的朱育帆教授团队完成了场馆景观设计。张维知道，这些耀眼的成绩并非个人的力量所能及，有时代的造就，有团队的智慧，更因为背后有清华大学的强大支撑。在场馆的设计建造中，除了建筑师们的心血，清华土木、环境、水利、美术等学院的顶级力量都参与其中，几年间还有一批批博士生依照清华“真刀真枪做设计”的传统，在冬奥项目中完成自己的毕业论文。光芒背后，蕴含着众多清华人的付出和热爱。

这组写在冰雪大地上的作品，是清华建筑人的又一个起点。

周婷：为首钢转型更新发光发热

本刊记者 钱箬旒

当中国选手谷爱凌以 188.25 分的成绩在首钢滑雪大跳台上夺得金牌，更多目光也聚焦到了这座“飞天”大跳台上。作为全世界首例永久保留和使用的大跳台场地，当初为何选定首钢园区？又如何成为“活”的奥运遗产？带着这些人们关心的热点话题，本刊采访了周婷校友。

2014 年，周婷从清华大学毕业并取得博士学位，怀着实现首钢老工业区凤凰涅槃的憧憬，她以极大的工作热情投身于首钢园改造更新，依托良好的专业积累及八年如一日的坚持不懈，成长为首钢园转型发展中的中坚力量。

投身首钢园

从最初的一片沉寂，到如今的万众瞩目，在周婷眼里，首钢园是一个蕴藏巨大能量的地方。

毕业至今，周婷一直从事首钢园区规划设计管理工作，全过程参与园区各阶段的规划编制，把控项目设计方案，在园区空间规划设计、整体风貌统筹、现状工业遗存梳理、生态景观格局构建上发挥了积极作用。

谈起首钢园区的改造规划经

周婷

2014 届建筑学院建筑学博士校友、高级工程师，著有《湘西土家族建筑演变的适应性机制》等学术专著和论文多篇。毕业后投身于

首钢老工业区城市更新，获得了北京市劳动模范、石景山区首届“景贤人才”、首钢劳动模范等荣誉。



历，周婷用了“十年磨一剑”来形容。2005 年，国务院批准“首钢实施搬迁、结构调整和环境整治”方案，首钢老工业区的规划研究随之启动，并在接下来的十年内取得了丰硕的成果，但由于首钢地理区位特殊、体量大、空间特色性强，“规划”如何落地？什么样的产业能承载这样一个区域的发展？便是摆在首钢园区发展进程中的难题。

题目再难，也得破解。2016 年北京冬奥组委入驻首钢园区，自此，首钢开始了与冬奥的缘

份，后与国家体育总局合作，打造国家冬季运动训练中心，服务国家队训练；2017 年，冬奥会滑雪大跳台赛事选址首钢，首钢形成完整的“冬奥广场”功能区版图。以冬奥为契机，北京市发布新首钢地区三年行动计划（2019-2021），首钢转型更新进入前所未有的快车道。

对周婷而言，首钢园与冬奥缘分开启，也是自己与冬奥紧密联系的开始。在她看来，冬奥精神有三层含义：一是拼搏与坚持，运动员不断突破自我、力争第一，

展现出拼搏与坚持的精神；二是开放与合作，这场国际盛事，世界各国参与，体现出开放与合作的姿态；三是力量与担当，疫情背景下北京冬奥会如期举办，彰显了我国的大国力量与担当。

在这份理解中，也有她日复一日的奉献与坚守。“我参与了首钢快速转型的全过程，通过发挥自身专业能力，准确把握项目特点，积极促成冬奥滑雪大跳台和冬训中心选址首钢，保障地铁M11冬奥支线一体化设计实施，尽我所能，为首钢转型更新发光发热。”她说。

助力冬奥会

时间回到2014年10月，刚毕业不久的周婷，带着满腔热情与扎实的学术功底，投入到“首钢园区城市风貌研究课题”的筹备中。课题由吴良镛、何镜堂、张锦秋、程泰宁、马国馨五位院士领衔，联合清华大学建筑学院、市建院、市规院等研究机构共同开展研究。周婷组织研究单位进行现场勘查、文献调研，在课题例会上与院士专家进行讨论沟通，对阶段性成果提出修改意见，把控课题方向和研究思路。课题研究成果指导首钢老工业区转型建设的同时，还争取到政府部门的认可和关注，助推北京冬奥组委选址及后期系列政策资源的导入。

首钢滑雪大跳台的设计融入了我国著名的世界文化遗产——敦煌壁画当中飞天的元素，也因此备受外界关注。“大跳台运动赛事的技术规范和要求是第一位的，由此要求下的大跳台场地形态、坡度比例自然与‘飞天’契合。”周婷表示，敦煌飞天彰显中国文化，大跳台创新性地结合结构美学，不仅满足比赛功能需求，更将作为独特的景观构筑，成为全世界首例永久保留和使用的大跳台场地，成为“活”的奥运遗产。

据了解，周婷从前期选址规划即亲身参与首钢滑雪大跳台项目的设计实施，严格按照国际赛事标准，考虑首钢园区整体风貌，基于对园区规划、现场条件及城市空间效果的深刻理解，周婷团队提出选址建议并组织方案设计。

此外，在地铁M11冬奥支线一体化项目中，周婷也全力以赴。一体化工程的设计管理难度巨大，既面临时间紧、任务重的考验，技术方案上还涉及建设用地下空间与地铁、市政管廊、城市道路错综交叉等困难。

只能迎难而上。周婷牵头设计团队，自主钻研，积极对接，把控一体化设计实施效果。最终，地铁M11冬奥支线于2021年12月31日开通试运行。新首钢国际人才社区、城市织补创新工场项目分别与北辛安路站、新首钢站一体化设计实施，并在两站之间的



地铁范围示意



轨道上方实施地下慢行系统（“两站一区间”，参见上图），有效联系了两站地下商业动线。“两站一区间”也成为北京地铁出入口与地块建筑完整实现一体化设计、实施、报审的首例案例，树立轨道交通一体化开发创新典范。

周婷另一个身份，是北京冬残奥会火炬手。她表示，“北京成为双奥之城，首钢也从夏奥到冬奥两度与奥运结缘。能成为北京冬残奥会火炬手，我深感荣幸和自豪；能在我熟悉的首钢园进行火炬传递，我倍感亲切和荣耀。”

回望过去，展望未来。她感慨，亲眼见证并亲身参与了首钢园一点一滴的变化；她坚定，站在这片自己不断奋斗和努力拼搏的土地上面；她感恩，北京冬奥和首钢转型能有自己的一点光与热。🌱

冬奥园区里的“清华智慧汽车总动员”

► 段鸿杰 吕婷 任欢欢 胡小琴

白雪在阳光的照射下闪闪发光，耀眼极了。在北京冬奥会首钢示范园区内，不同类型的自动驾驶车辆正在来回穿梭。与一般车辆不同的是，这些车没有驾驶员直接操作，却可以熟练地进行自主避障、路径规划、智能调度等。这就是由清华大学与首钢集团牵头，联合百度、智行者、福田、交管局等多家参与单位研制的全天候多车型 L4 级无人驾驶汽车。

驰骋冰雪 科技筑梦

作为北京市科技冬奥专项“全天候多车型自动驾驶技术开发及首钢园区功能示范（科技冬奥）”的项目负责人，清华大学车辆与运载学院杨殿阁教授从 2018 年起带领团队针对冬奥全天候运行的特殊工况，围绕“车”“路”“云”“仿真”“示范”，研发了中巴公交、物流车、清扫车、Mini 巴士、智能共享轿车、Mini 配送车与 Mini 清扫车七种类型的无人车；建设了首钢园区智慧道路，开发了智能网联汽车云端控制与调度平台，实现对无人驾驶汽车的实时监控与远程调度；搭建了面向首钢园区、崇礼赛区、延庆赛区的自动

驾驶模拟仿真平台，开展了首钢园区全天候多车型 L4 级自动驾驶功能示范。

“面向冬奥复杂多变极寒天气以及中国的人车混杂复杂道路交通场景，在自动驾驶相关技术研发过程中，团队基于清华多学科优势，利用人工智能技术、车路协同技术，充分发挥中国大数据云平台、北斗高精度定位、中国标准高精度地图以及中国 5G 车联网通信技术的优势，联合多家单位进行技术攻关，实现了全天候高级别自动驾驶技术并向全世界展示。”杨殿阁说。

该项目研发的多种车型 L4 级自动驾驶车辆，结合了首钢冬奥园区实际应用需求，围绕首钢冬奥园区无人接驳、无人公交、无人清洁、无人文件及快递派送、共享约车等实际应用场景，为 2022 年北京冬奥会自动驾驶示范提供了强有力的技术支撑与保障。

行人、车辆、物流、环卫与园区外无缝对接的未来新型交通系统正在成为现实，完整的自动驾驶生态环境即将揭开面纱。据杨殿阁老师介绍“如果进展顺利的话，人们很快就能看到智慧城市、未来交通的雏形。”

复杂天气与疫情的双重挑战

自动驾驶是一项十分复杂的系统工程，需要多学科知识的交叉融合和团队成员的密切配合，以及在不同环境下充分的测试与验证。

冬奥期间存在极端特殊天气情况，这种复杂天气往往对自动驾驶整车技术稳定性与可靠性都带来极大挑战。

“北京冬天下雪比较少，而且很快就融化了，所以雪天对我们来说是非常珍贵的。哪怕半夜下雪，也会抓紧时间安排工作，紧急通知各单位采集数据并开展测试与验证。”课题组博士后杨蒙蒙说，自动驾驶车辆需要在雪天特殊天气环境下尽可能全面测试，意味着要在下雪状态、融雪状态、冰雪状态等不同情况、白天与夜间全天候进行道路测试。

同时，突然暴发的新冠疫情为整个项目开展带来了更大挑战。

“有一天测试时，突然听说北京新发地暴发疫情，为不影响进度，我们尽可能充分采集自动驾驶数据，一边做好疫情防护，一边加班加点测试。”课题组曹重博士后回忆说。

面对冬奥特殊天气与疫情的

双重挑战，在课题组老师与同学的共同努力下，以及联合单位的配合下，团队按照原计划完成了项目数据的测试与验证。项目组研发的多种不同类型自动驾驶车辆，均开展了包含雨、雪、雾等不同天气全天候的自动驾驶道路测试，车辆整体性能具有较好的稳定性与可靠性。



“锱铢必较”，确保万无一失

“失之毫厘，谬以千里”，自动驾驶技术需要着眼于细节，只有时刻抱着严谨求实的精神，才能将运行风险降到最低。

“自动驾驶汽车在行驶过程中，会遇到很多不确定性风险。但在北京冬奥会上，自动驾驶必须万无一失。而克服不确定性风险的法宝，就是课题组师生的智慧与汗水。在课题组自动驾驶地图、高精度定位、可信赖决策等技术的支撑下，相信自动驾驶汽车将为科技冬奥添加浓墨重彩的一笔。”课题组江昆老师说。

“自动驾驶系统对定位的精度要求通常在10cm左右，也就是一个巴掌大的范围，同时还要求定位系统克服环境的影响，时时刻刻输出准确的定位。”团队温拓朴博士生如是说。

为了实现定位系统的高精度和可靠性，团队成员们采用了多传感器融合的方式，结合GPS/IMU、激光雷达、相机与高精度地

图等定位信息进行系统性算法研究与整合。

正所谓“魔鬼在于细节”，团队研究了全新的多传感器标定算法，精细建模了激光雷达的内参，大幅减小了激光雷达的轨迹漂移。在测试过程中，往往为了几厘米的精度提升，需要对系统进行更加严谨的设计和处理。

一次次反复推敲、一遍遍推倒重来，最终功夫不负有心人，各个算法模块逐步圆满完成任务。

出发，向未来！

自动驾驶技术的研发不仅涉及到车辆工程领域，还涉及人工智能、电子信息、通信、大数据、地理信息和交通等多学科知识的交叉融合，清华大学顶尖人才优势和多学科优势为自动驾驶技术的研发“保驾护航”。

中国自动驾驶采取了独特的智能网联技术路线，不仅重视单车的智能，也更重视网联智能，重视道路的智能和交通系统的智慧化，体现“车-路-云-网-图”

五位一体的特色。清华大学车辆学院是智能网联汽车“中国方案”的倡导者和领导者，不仅提出了智能网联汽车“中国方案”的概念，也在相关核心关键技术的研究上为智能网联汽车“中国方案”的技术体系提供了强有力的支撑。

清华大学自动驾驶相关研究工作不仅获得了麻省理工学院、密歇根大学等国际知名大学的认可，牵头共建的中美清洁汽车联盟国际合作平台也获得了丰田、奔驰和日产等国际一流汽车企业的赞誉。国际知名大学和国际一流车企纷纷与清华建立了智能汽车相关联合研究中心，在自动驾驶领域携手攻关、同向发力。

“自动驾驶正在带来一场技术革命，不仅将改变整个汽车产业、未来交通系统、人类的移动出行模式和生活方式，也将彻底改变整个世界。”杨殿阁说。

即刻出发，一起向未来。

【资料提供：清华大学车辆学院
题目为本刊所加，内容略有改编】

他们让“冬奥大脑”更聪明

▶ 谢琴 王瑞琪

冬奥会的信息汇聚和运行指挥中心被称为“冬奥大脑”，将“科技冬奥”的理念体现得淋漓尽致。

北京冬奥会面临着空间跨度大、保障线路长、天空情况多变的现实问题，同时叠加疫情防控的特殊性，使信息共享和指挥协同的难度呈指数级上升。清华大学公共安全研究院牵头，联合九家单位，承担了国家科技冬奥专项“冬奥会全局全过程态势感知和运行指挥保障技术”，支撑“冬奥大脑”可视化决策。

没有最快，只有更快

“更快、更高、更强”，没有最快，只有更快！冬奥会赛时用到40多个场馆，40乘以N个团队。建立标准统一、运作规范、无缝衔接、有机融合的运行指挥体系，是冬奥会、冬残奥会的运行得以保障的“武林秘籍”。难道指挥部“脑容量”爆棚，转速

超快？答案还在于“冬奥会全局全过程态势感知和运行指挥保障技术”让“冬奥大脑”神机妙算、智慧开挂。

还没有理解它的威力和酷炫？举几个例子……

比赛当天赛场突然局地大风怎么办？天气预报温度零上将要融雪怎么办？道路结冰影响奥运交通怎么办？高山滑雪运动员摔伤怎么办？赛事相关人员突发疫情风险怎么办？比赛运动器材出问题怎么办？特种装备比如缆车索道故障怎么办？

一系列问题如何迅速应对，如何确保人员安全，保障赛事有序运转？

再者，疫情防控的特殊性，使得冬奥会的信息共享和指挥协同难度呈指数级上升。“最强大脑”在一秒钟之内，可以建议解决方案和应对程序。而神秘的清华力量，就潜藏在“一秒钟之内”

的背后。

运筹帷幄，决胜千里

“项目基于新一代数字化的运行指挥理念，设计构建了作为信息汇聚和运行指挥核心枢纽的冬奥大脑，研发了冬奥会态势感知与运行指挥保障系统，来支撑冬奥会主运行中心的调度中心，突破了冬奥态势感知、情景推演和柔性指挥技术，在冬奥会上首次实现了跨领域时空数据的融合汇聚和智能分析，实现了数据驱动，这在以往冬奥会上是没有过的。”据项目负责人，清华大学工程物理系研究员陈涛介绍。

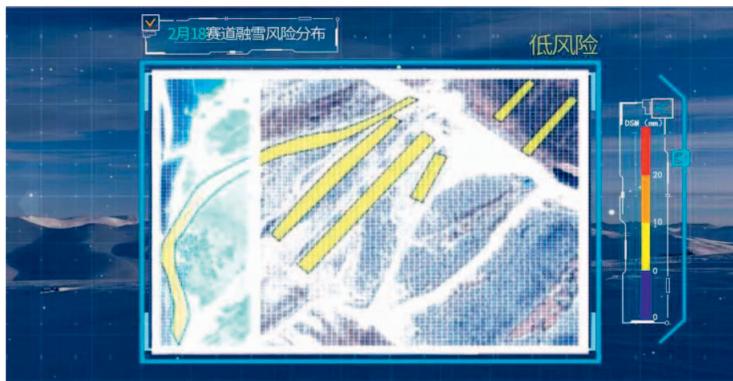
在冬奥会指挥部，基于“一张图”的信息聚合与呈现技术，实现多主体信息的高效呈现与综合表达，基于用户特征的冬奥会运行全局全过程风险评估与预警、事件画像与跟踪、运行协调与指挥。“通过感知数据的变化，用



陈涛团队成员（从左到右依次为：陈涛、孙占辉、王晓萌、黄丽达、周鹏飞、吴东波、杨欢）



自带气场两米八，“四大金刚”，各显其能。一号屏显示各场馆实时画面，让一线情况尽收指挥部“法眼”；二号屏用于同各赛区、城市，运行保障指挥机构保持视频联络；三号屏是任务系统，以时间轴方式统揽各场馆赛事安排调度；四号屏是气象、交通等信息系统，可为指挥部决策提供依据。



2月18日赛道融雪风险分布图



混合电子沙盘原型设计图

情景推演预测数据风险和响应对策，可以更早地发现风险、及时调度，来支撑数字化、智能化的冬奥运行。”

“全局地图态势与局部场景态势相结合”的混合现实电子沙盘及数据可视化技术，为冬奥会指挥系统在赛事筹备、赛事运行、开闭幕式等场景顺利开展安全监控、后勤保障、突发事件应急处置等工作提供支撑，同时也为未来大型赛事全方位智能化和高效协同管理提供范本。

系统最显著的优势，是更精准地提前预测风险，并提供预案。比如，测试赛时就发生了由于气温过高导致比赛用雪融化的现象。科研团队根据温度、地形、海拔等多维度因素，建立一套风险评估模型，为正式比赛提供支撑。清华科研团队在设计研发过程中，与北京冬奥组委会无缝协作，现场解决各类难题。“为了做好系统对接，我们团队经常要抱着演示服务器去到保障现场，一遍又一遍地反复迭代更新设计方案和算法模型。为了做好研究应用测试，白天测试活动时发现的问题需要及时拿出改进方案，往往连夜修正，团队在半夜更新系统是家常便饭，更是连续数周持续无休地在现场执行技术保障任务。”

智慧联通，智能分析，为奥运赛事运筹帷幄提供保障，为未来大型活动赛事全方位、智能化和高效协同合作提供范本，为简约、安全、精彩的北京冬奥会贡献清华智慧。❷

给冬奥赛区空气做“体检”

田甜

疫情之下的冬奥赛事，如何实时监测赛区公共环境安全卫生？

通过对气溶胶进行采样和检测，监测环境中的新冠病毒，为赛区空气进行新冠“体检”，清华大学医学院研究员刘鹏和团队就为北京冬奥会开发出了这样一套防疫“黑科技”。

2020年10月，来自清华大学医学院生物医学工程系刘鹏研究员、生命学院王建斌研究员、药学院白净卫研究员联合北京大学、中国医学科学院和昌平实验室等单位围绕新冠疫情发展的新趋势和新挑战，开展应急攻关，在短短不到一年的时间内开发完成了公共空间生物气溶胶新冠病毒核

酸监测系统。

45分钟即可完成检测工作

作为目前市场上最先进的新冠病毒气溶胶监测系统，其主要分为两个部分：大容量旋风式气溶胶采集器和全集成高灵敏病毒核酸分析仪。其中，气溶胶采集器切割粒径为0.58微米，流量达400L/min，可以高效地采集到空气中的气溶胶颗粒物，包括新冠病毒颗粒；高灵敏病毒核酸分析仪检测灵敏度可达20 copies/mL，把现有常规新冠病毒检测的检测灵敏度（200 copies/mL）大幅度提高10倍，可在45分钟内实现全集成、高通量、自动化的新冠病毒检测，检测精确度也随

之提高，让空气中的少量病毒也“无所遁形”。

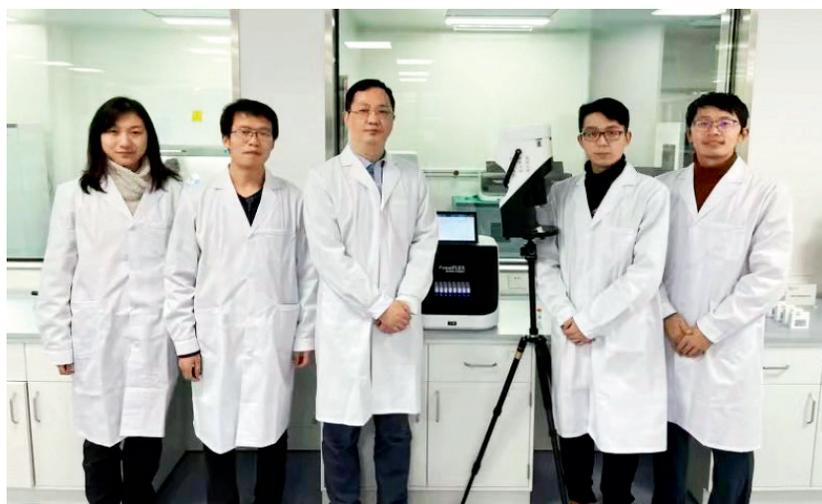
“经过科技冬奥的层层遴选，该项目成为所有场馆的必选项目，得到了奥组委的高度重视。我们已在冬奥会的17个场馆部署了气溶胶采集器，同时设置了两个临时检测站，为冬奥会提供全面的气溶胶检测保障。”刘鹏说。

层层关卡、层层防护

“安全”是底线

随着冬奥会的开幕，气溶胶采样和检测工作也有条不紊地展开。取样、转送、检测……每个环节都有着严格的操作流程和规范，每次采样都要历经“层层关卡”：由冬奥会闭环内的防疫工作人员或者闭环外的环境采样人员进行专业采样；样本通过场馆的缓冲区向外传递，再由转运人员转运到相应的检测站交至检测人员；一键启动检测程序，45分钟得到结果，仔细审核后出具检测报告。

整个过程听起来并不复杂，但每个步骤都要确保万无一失。仅在“转运”环节，就需要“套娃式”的层层防护：样本采集管外需套上样本转运袋、样本转运



刘鹏和团队成员



在国家游泳中心（冰立方）的缓冲区，清华大学医学院的研究生李保在接样



在主媒体中心搭建的临时检测站内，李尚霖在进行准备工作（上图）

李保在进行样本检测（下图）

袋被装进转运黄桶、转运黄桶最后进入样本转运箱，方可开展转运流程。除了层层防护，转运中还没有防止病毒传播的“双保险”——样本采集液对病毒具有灭活的效果，空气中的新冠病毒在被采集到的同时也随即被“杀死”。如此一来，可以最大程度上保障所有人员的安全。

“截至2月11日，我们已经在冬奥场馆采样检测2000多例，有效保障了冬奥防疫工作。”刘鹏说。

刘鹏课题组的博士后李尚霖是研究团队中的一员，每天下午三点，拿到样本的他就开启了忙碌的检测工作。冬奥会开幕后，各场馆的检测量增加，采样情况

变数增大，从拿到检测样本，到所有检测结果出炉、完成汇报工作，常常不知不觉中就工作到第二天清晨五六点。“虽然是频繁地熬夜，休息时间很少，但由于大家在测试赛期间就已经积累了丰富的经验，所以开幕后的大部分情况都在预期之内。”李尚霖说。话语中不难看出团队的信心，信心背后是无数次的实验和练习，是研发阶段对每一个环节、每一个细节的“死磕”，因为“准备好了”，所以无惧挑战。

冬奥遗产： 为了更多人的健康

如果说“保障冬奥”是监测系统

那么在冬奥会结束后服务更多的人则让系统有了更长久的生命力。

刘鹏表示，生物气溶胶新冠病毒核酸监测系统会在冬奥会结束后继续服务于日常防疫工作。特别是基于其检测灵敏度高、检测周期短的特性，这套系统可用于发热门诊、机场等入境区域的环境监测中。目前，基于该系统成立的成果转化项目负责后续产业化工作，期待能使我国的新冠疫情防疫更精准、更高效。

刘鹏课题组的研究生李保介绍，该项技术应用属于疫情防控体系中的重要一环，可以为有效遏制疫情提供预警技术方案。经过此次冬奥的“试炼”和完善，期待这套空气“体检”系统今后能在更多人流密集的场所落地，更好地服务于日常疫情防控工作。而除了新冠病毒的检测和防控外，李尚霖还有另一个心愿，那就是希望有朝一日这个系统能够大范围服务于其他呼吸道病毒的检测和监测。

冬奥会中每一场滑行，每一次旋转跳跃，每一块奖牌的诞生，背后都汇聚着众多清华科研人的默默奉献。他们夜以继日的科学实验，成就了冬奥会保障工作的稳定运行，他们废寝忘食、攻关克难，守护了更多人的健康平安。

越野滑雪队员的第二层“肌肤”

翟萌萌 韩旭 丛东明 王长明 程海涵

零下20度，承德坝上草原训练场，技术研发团队成员及运动员在环湖训练场进行场测，与此同时，冬奥中心教练员、吉林体育学院杨明教授在办公室就可以通过可视化系统清楚地看到：“心率、配速、高度信息、位置信息……如此多的数据不仅可以精准定位、实时监控，还可以反复观看，太让人震惊了！”

越野滑雪在冬季奥运会比赛项目中有“雪上马拉松”之称，最主要比拼的是运动员的耐力和体力。你是否好奇运动员如何发挥潜力、创造佳绩，又有什么科技力量隐藏在运动训练中？让教练员可以通过电脑屏幕反复观看运动员训练的相关信息，这不仅依靠丰富的经验，还通过精准的

数据，为每一位运动员量身定制更科学的训练方案。这项运动背后，来自清华的科技力量发挥着重要作用！

零下20度的挑战

2020年12月，在清华大学航天航空学院冯雪教授的领导下，一支由清华大学柔性电子技术研究中心（以下简称“柔电中心”）和浙江清华柔性电子技术研究院（以下简称“柔电院”）组成的联合研发团队自驾赶赴零下20度的承德坝上草原训练场实地勘探。

由于室外滑雪项目只能在冬季进行，项目立项时，距离训练结束只剩几个月的时间，需要在结束前，让产品尽快服务到运动员，如果赶不上室外训练环节，

则只能等待下一年。研发团队需要在短时间内，在气温极低、地形多变的恶劣环境中，对高速滑行的运动员进行长时间、大范围监测，教练员们还提出希望将运动场景可视化、能监测实时位置信息并实现运动员生理监测数据的无线传输等要求。

出京后山路居多，厚厚的积雪覆盖了路面，不熟悉地形的团队成员驾驶的车辆险些因道路湿滑侧翻！每每回忆起来，他们仍然心有余悸。平时6小时的路程，队员们花了整整一天才赶到训练基地。而且为了赶时间，队员们都是在车上自带食品解决饮食问题。

困难远不止于此。传统设备在高山滑雪剧烈的运动下，无法正常运转。剧烈运动状态下产生的大量汗液导致设备与人体的脱粘，影响了心电监测设备信号的稳定性。部分导电织物所制备的电极材料也因为运动中界面阻抗变化大，导致电势差波动剧烈，从而无法准确获取人体生理信号。低温环境下，设备电池也无法正常供电。常规锂电池及干电池在低温下内阻增大，电压下降严重，无法驱动设备。



滑雪赛道数字化分析与展示系统

设备在采集到人体生理信息后需要将电压数字、位置信息等上传后台，数据量大，需要大带宽的设备进行上传。野外无线信号难以覆盖，实时上传也存在问题……种种困难给年轻的团队提出了挑战。

能打硬仗的年轻团队

为了找到最优解决方案，如期交付项目，这支年轻的团队经常一起头脑风暴，白天开会讨论，晚上加班实施，办公楼灯光长夜不熄。在90后团队负责人、柔电中心博士后陈毅豪的带领下，团队热火朝天地投入到了“007”工作模式中。

为了应对低温，团队成员开发出耐低温达 -40°C 的电池，解决了极端环境下设备电池无法正常供电的问题；又攻克野外WIFI难以覆盖等技术难点，研发出集成了柔性温度传感器、柔性心电传感器、蓝牙4G数据中转主机和集成柔性电极的胸带，加上后台数据中心和前端监控软件，三部分协同合作，系统化地实现了运动员生理参数的数字化监控。

而针对运动员群体的特殊性，更着力于研发更舒适、轻便、不影响运动的佩戴装备。最终根据越野队教练员及运动员的要求，采用服装集成技术，将柔性电极贴片埋入运动员平时使用的胸带

之中，采用导电皮革材料开发了织物电极，并将手机中的定位、通讯、导航模块改进为柔性材料后，直接应用于胸带之中。既缓解了运动员对陌生监测设备佩戴的不适感，又兼顾了舒适性的要求。

120天：研发、改进到完善

2020年，柔性电子技术以其轻、薄、柔、小的特点，受到了国家体育总局冬季运动管理中心的关注。2020年底，陈毅豪开始带领研发团队探索如何将柔性电子技术应用于越野滑雪队可视化可穿戴训练监测系统。

从2020年底确定开发方案，后经多次改进，2021年2月基本结束研发，4月根据越野滑雪特殊场景新需求，有针对性地进行改进，直至成熟。2021年5月，“三维可视化训练监测系统”正式服务于中国越野滑雪队员，为运动员备战2022冬奥会，提升运动训练能力发挥了重要作用。

“三维可视化训练监测系统”由胸带和可视化系统组成。运动员穿戴柔性生理监测绑带，设备采集运动员的心率、心电、体温、位置、高程信息后通过自带的4G模块回传到可视化系统。设备数据经过解算，获取运动员生理信息、3D位置信息、高度信息和速度信息等重要数据。

“能在这么短的时间内完成这项富有挑战性的任务，一方面得益于团队在柔性可穿戴电子技术方面的积累，冯雪教授团队在心电监测领域深耕已久，相关科研成果已经完成成果转化，并已取得医疗级设备认证。另一方面也是得益于清华大学校地合作模式框架下，探索并打造的‘校内虚体，校外实体’的创新性科研成果转化机制。”陈毅豪介绍说。

“服务冬奥对整个团队来说是一座光荣的里程碑，但柔电技术的成果转化及应用，会一直在路上。”陈毅豪说。柔性电子技术的应用前景广阔，在其他运动中也有很大的发展潜力。大众健身、医疗健康、装备结构健康监测等领域都可以借助柔性电子技术实现精准监测与服务。

1月20日，中国越野滑雪队踏上北京冬奥会的征程。冬奥积分赛上，中国越野滑雪实现突破，完成了冬奥会12个小项全项目参赛的目标。2月16日，中国越野滑雪队男、女子团体短距离半决赛，虽然最终中国队均以一名之差无缘决赛，但越野滑雪健儿所展现出的拼搏精神必将载入史册。清华柔性电子技术研发团队为此提供了技术保障，也由此踏上了新的研发征程，希望未来有更多机会助力健儿创造历史、书写辉煌。

冬奥赛场上的雪从哪里来

薛玉洁 杜佳豪

2月13日北京下起了纷纷扬扬大雪，而此时冬奥盛典正在进行。你可知道除了天降大雪，日常赛场的雪是从哪里来的？

为保障赛场人工造雪的水资源，实现储水和水资源循环再利用，清华大学通过自主知识产权发明的新型大体积混凝土技术助力冬奥延庆赛区。

2021年《堆石混凝土坝技术公报》成为国际大坝委员会成立近百年来第一部以中国原创技术为主要内容的技术标准。这项技术在冬奥会塘坝的应用，充分展示了中国原创的科技力量！

北京延庆西北部军都山，其中海拔2199米的小海坨山区拥有独特的气候条件、优美的自然环境和优质的空气质量，再加上它独具垂直落差在800米以上可以修建雪道的地形特点，成为2022

年冬奥会延庆赛区的首选。

这些建在群山之巅的赛场，要想保障人工造雪，附近必须具备充足的水源。白河堡水库和佛峪口水库就是通过多级加压泵站将水输送到国家高山滑雪中心，满足各种工况下的造雪任务。为此，必须要在赛区内修建两座水坝：即1050米塘坝和900米塘坝，以此达到蓄水和循环利用水资源

的目的。

考虑到冬奥会赛事的重要性以及绿色生态的环保理念，塘坝地址选在狭窄的两山之间，导致内外道路运力不足无法快速施工。同时赛区复杂多样的地势条件，普通的混凝土坝基本上无法同时满足工期短、高温雨季施工质量的要求。本次造雪引水工程设计总负责人、北京市水利规划设计



《堆石混凝土坝》项目获国家技术发明二等奖



造雪引水工程设计总负责人
杨晓蕾



造雪引水工程设计施工负责人
高喜涛



清华大学水利水电工程系教授
堆石混凝土技术发明人及研究
团队负责人金峰



清华水利水电工程系教授
堆石混凝土技术发明人安雪晖



延庆赛区A部分场馆配套基础设施—造雪引水工程

研究院杨晓蕾和他的团队经过考察，发现堆石混凝土技术施工方便，能够充分利用现场开挖料，温控措施简单，因此选择了有清华大学自主知识产权并得到国际大坝委员会认可的新坝型——堆石混凝土坝。

堆石混凝土坝技术的应用者、来自北京金河水务建设集团有限公司的高喜涛，是本次造雪引水工程施工负责人。他们承揽的1050塘坝项目，坝高是58米，从首仓混凝土浇筑到塘坝的封顶，坝体混凝土浇筑的时间是整整4个月。他说：“4个月的时间完成一个58米高坝体的混凝土筑，从工期来讲进度是非常快的，也是我们自身历史性突破的一个工期。”

堆石混凝土技术发明人及研发团队负责人、水利系金峰教授介绍：“堆石混凝土是清华大学

发明的一种新型大体积混凝土技术，是指先将大块石自然堆积（高度2~3m），然后利用自密实混凝土自流充填堆石空隙，胶结形成完整密实的混凝土。具有水化热温升低、抗裂性能好、工艺简便、减少水泥用量、施工快速等特点。

此外，堆石混凝土技术在节能减排方面也具备显著优势。堆石混凝土的碳排放，实际上只有常态混凝土碳排放的三分之二甚至更低，非常节能环保，尤其是在碳达峰、碳中和——双碳目标的前提下，堆石混凝土会具有更强的生命力。中国的大坝筑坝技术一定会走向世界，成为全世界认可的主流筑坝技术。

堆石混凝土技术是清华大学水利系的老师们20年磨一剑，在工程应用当中反复打磨、成熟起来的。该技术发明人安雪晖教授表示：“堆石混凝土技术在冬奥

会得到应用，标志着它通过了中国最高级水利专家的认可，也标志着这个技术未来能够走向世界，能够如习近平总书记所说的为构建人类命运共同体，贡献我们的中国智慧和力量。”

截至2020年11月，中国新建堆石混凝土大坝超过130座。创新筑坝技术路线，攻克混凝土坝温控难题，建立堆石混凝土坝技术标准体系，《堆石混凝土坝》项目获2017年国家技术发明二等奖（排名第一），推动堆石混凝土新坝型从中国走进“一带一路”水电建设。

《堆石混凝土坝技术公报》成为国际大坝委员会成立近百年来第一部以中国原创技术为主要内容的技术标准。国际大坝委员会主席Michael F. Rogers给予了高度的评价，他认为中国原创的堆石混凝土坝安全可靠、对环境友好，是近20年来全世界发展最为迅猛的大坝设计与施工技术。他说：“作为国际大坝委员会主席，我全力支持作为重要水资源基础设施的堆石混凝土坝不断发展，促进全球科技界不断创新，为全人类的福祉推动人类文明走向可持续发展。”

中国原创技术在冬奥会塘坝的成功应用，充分诠释了科技奥运、绿色奥运的理念，堆石混凝土技术正走向世界、走向未来。

【资料提供：水利系金峰、安雪晖教授团队】

人工智能未来 —— 发现、理解与创造

► 戴琼海

人类社会的发展就是不断发现、理解与创造的过程。原始社会利用工具解决生活问题，发现现象并理解现象背后的规律，进而改造甚至创造这个世界，这就是人类社会发展的脉络。

信息时代，艾克特 25 岁带领团队做出了第一个计算机系统。冯·诺依曼给出了现代计算机系统的新架构，并沿用至今。计算机推动了世界的数字化，包含两个历程，一是符号化，二是模型化。数字是表达现象，模型化是对现象的理解过程。

1946 年至今不到百年，计算机的发展为人类带来了巨大的价值。

人工智能参与理解与改造世界

人工智能时代出现了三位深度学习的奠基人，也是 2018 年度的图灵奖获得者。第一是 Geoffrey Hinton (杰弗里·辛顿)，反向传播算法的代表人物；第二是 Yann LeCun (杨立昆)，卷积神经网络的代表人物；第三是 Yoshua Bengio (约书亚·本吉奥)，序列概率模型的代表人物。

那么人工智能将如何参与理解和改造世界？王恩东院士曾有一问，人类怎么预测蛋白质的作用？诸如此类的复杂问题，靠人类的预测是无法做到的。以深度学习为代表的人工智能推动了例如科技、医疗、电子、金融等行业的快速发展，正如总书记说的，人工智能“具有溢出带动性很强的‘头雁’效应”。

同时，我们更应看到人工智能的局限性。

其一，自动驾驶领域中人工智能的相关应用，已经凸显了其在鲁棒性、迁移性及能效比等方面的问题；

其二，在医疗领域中的应用凸显了人工智能算

戴琼海，中国工程院院士、中国人工智能学会理事长、清华大学教授。



法自适应能力的局限，清华大学跟 301 医院合作，用 20 万条男性 50 岁的脑卒数据做训练，但在做预测时发现对女性脑卒疾病的预测准确度并不高；

其三，人工智能可解决一定的问题，但其工作原理还没有明确的可解释性。

还有一个经典案例——莫拉维克悖论 (Meravec's paradox)。一台波士顿动力的机器人能翻跟头、跳舞和干很多复杂的事，但让它把一个物体放到有障碍物的桌子上去，它做不到，这就是人工智能的问题所在——难以理解场景与对象间的关系，人工智能能干成年人干的活，但理解能力不如一岁的孩子。

由此可见，人工智能还有很多瓶颈问题要解决。怎么解决呢，就需要追根溯源。我们发现，深度网络的发展很大程度上受到了脑科学的启发，仅仅是视觉听觉部分脑功能的发现，就极大推进了人工智能的发展。如果有机会了解全脑，那会为人工智能带来多大的变化？

我们来看深度学习和人类视觉的不同：生物视觉是宏观和微观回环交互的。比如画画首先画轮廓，再画细节；人眼看东西也是，先看全场景，再聚焦某个小场景、某个小目标，是一个回环交互的过程，

即高级视觉的抽象和初级视觉的边缘检测存在回环交互。但计算机视觉只能从微观到宏观，不能从宏观到微观，这就给人工智能造成了困惑。举个例子，一头熊照片的碎片，人眼看到一点点边缘时，就知道这是一头熊；而人工智能因为缺乏宏观与微观的交互，只能通过不断的学习才能知道这是一头熊。

可见，对场景当中复杂关系的理解，是人工智能非常重要的部分。以前的人工智能针对小场景、少对象、简单关系，用微观图像训练一个模型，设计一个算法，而让它去理解大场景的时候就无能为力了。未来的人工智能应该具备对大场景、多对象、复杂关系的精准理解，这样才能够弥补现有人工智能的不足。

脑科学与新一代人工智能发展

脑科学研究人类如何思考，图灵奖关注的是机

器如何思考，这是两条平行线。人工智能专家往往将脑科学的部分现象和模型应用到人工智能方面。这就给了我们一个启发：能不能在脑科学和人工智能之间架起一个桥梁，这个桥梁就是认知计算。支撑这个桥梁的两个桥墩，是多模态回路观测以及多层次认知模型。通过解决微观、宏观的回环交互问题，来创造新一代的人工智能。

该怎样去做这些研究呢？通过观测可以看到，小鼠有亿级的神经元，恒河猴有百亿级的神经元，人类有千亿级的神经元，神经元的多少代表了聪明的程度。斑马鱼虽然只有 80-100 万个神经元，它也可以工作。MIT2020 年的研究构建了一款只有 18 个神经元的机器人，就能够实现自动驾驶。

2016 年美国 IARPA 做了 MICRONS 项目，称为阿波罗脑计划，花费一亿美金，研究一立方毫米大脑皮层 10 万个神经元是怎么连接的，参与项目的有 CMU 的 Tai Sing Lee、哈佛大学的 David Cox、贝勒医学院的教授，这是个交叉的大项目。前两位科学家都来过清华，专门讨论 10 万个神经元活动到底怎么构建，讨论神经元活动连接和机器学习算法如何建立关系。

清华开发了 RUSH-II（多维多尺度高分辨光学显微成像系统）来观察小鼠、大鼠全脑神经元的连接和它行为的变化。这是世界上最大视场、数据通量最高的高分辨率光学显微镜，视场大小是一个平方厘米，分辨率达到 0.4 个微米，就是 400 纳米，意味着不仅是神经元，用来在神经元之间传递信息的轴突和树突的连接都可以看清楚。目前正在观测猕猴的全脑神经元活动，这是更接近人类的灵长类动物。现在我们正在开展新的工作，将脑机和观测仪器相结合，不但看神经元连接，还要看放电过程，这样能够揭示意识是如何转移的。

新一代人工智能按照这样的路径，不



现有人工智能的局限性

仅要做微观观测，还要做宏观观测。将 CT 核磁共振、全脑高分辨率光学观测、多模态观测结合起来，才能理解神经元之间传递了什么信息。我们也在跟数学家讨论，并构建新型的网络模型，包含了记忆环路、生物机制、物理的熵平衡原理，来推导新型的神经网络模型。我们需要考虑生物化学机制的发觉，数学物理机制的约束，短期记忆、长期记忆的过程，新一代神经网络推理的自增强等等很多方面，这是我们从脑科学到人工智能做的事情。



波士顿动力的 Atlas 机器人

大场景多对象智能理解

人工智能能够拓展人类发现、理解与创造的能力。人眼的感知能力会受到空间、时间、波长等多个维度的限制。人工智能可以具备超越人类的感知能力，利用仿生光学复现鹰眼、猫眼、果蝇等的感知能力；同时大量的信息凸显了人类自身的处理能力不足，必须交给机器来继续感知。

人眼感知视觉的像素数不到 6 亿，但是机器视觉可以达 10 亿甚至百亿像素，感知能力更强，带来更丰富的信息。对大场景范围中多动态目标之间复杂关系的理解，就需要构建新一代人工智能模型，让它看得全、看得清、看得准，要做一个大场景多对象数据平台。但宽视场和高分辨的矛盾难以解决，这是物理上面临的挑战。因此我们提出了非结构化的概念和原型系统，很多相机长得不一样，可以自调整，“鲁棒性”（robust）非常高。以此为基础构建数据平台，是 10 亿像素的大场景多对象数据视频平台 PANDA。比如，在清华主楼的门口，非常

多的人在迈步走，我们可以对这些对象实时识别和理解；又如，马拉松比赛中的万人人脸识别，就是在处理和解决大场景、多对象、复杂关系。目前在 CVPR、ICCV 还有“2021 全球人工智能技术大会”上做了数据的公开并且比赛，有 6 千多支队伍参加了这场比赛。我们也在讨论是不是可以建一个大的数据平台，来解决复杂场景中复杂关系的理解问题。

从感知智能走向认知智能，第一个要解决模型问题，第二个要解决数据问题。认知智能能够促进大范围动态场景时空关联建模分析，支撑数字城市构建与理解，可以构建物理世界的孪生数字城市。目前我们正在杭州开展工作，做一个数字孪生的城市形态，希望为智慧城市做出贡献。

我们要从脑科学出发，来构建新一代人工智能的理论、方法和技术，同时构建一个大的数据平台来验证理论和模型的可行性。在未来，新一代人工智能需要大场景、多对象的数据平台，大到能够从物理城市构建孪生的数字城市，最后构建智慧城市。这样一来，我们新一代的人工智能理论、模型和算法就初具雏形了。

（本文为作者在 2021 人工智能计算大会上的演讲）

引领未来 20 年科技发展浪潮

许英博 李雷

我们认为，元宇宙将是继移动互联网之后下一次 20 年量级的创新巨浪，但当前仍处于早期概念和营销阶段。回望过去十几年，智能手机的普及掀起移动互联网浪潮，全球用户数激增，带来了 ToC（对个人）互联网成长和 ToB（对企业）产业数字化萌芽；展望未来，下一代智能终端和元宇宙将进一步拓展人类的数字化能力，带来用户在线时长的持续提升，驱动产业数字化的蓬勃发展，最终实现人类的数字化生存。元宇宙不是对现实生活的替代，而是现实世界的映射和补充，有机会成为提升生产力的效率工具。元宇宙是不能被低估的未来趋势，对于移动互联网的复盘将有助于寻找元宇宙的主题投资机会和长期投资机遇。

元宇宙为什么在 2021 年破圈？

资本市场对元宇宙概念的关注源于 Roblox 和 Meta。Roblox 是第一家把元宇宙写入招股书的公司，2021 年 3 月登陆纽交所，上市首日市值大涨 54%。2021 年 10 月 Facebook 正式更名为 Meta，掀起全球关注高潮。微软、英伟达、腾讯、百度、网易等公司跟进。自元宇宙 1992 年在《雪崩》中首次被提及，近 30 年后，资本市场再度集中关注的原因到底是什么？我们认为，AI（人工智能）和视觉技术持续进步、成本下行是最核心的原因。2016 年至今，全球算力总规模复合增速约 32%，中国算力复合增速约 44%，中国智能算力占比从 3% 提升至 41%，英伟达单 AI 芯片算力提升 182 倍，部分领域 AI 训练成本下降 90% 以上，模型训练时间显著下降，AI 在机器视觉和 NLP 领域的表现接近或超过人类水平。人工智能技术的发展，使得人们对于元宇宙的

期待成为可能。

元宇宙到底解决什么问题？

我们认为元宇宙是互联网的延伸，将提升人类的数字化水平，提升认知和决策的效率，从而提升生产力。智能手机降低用户上网的硬件门槛，移动互联网显著提升用户规模；下一代科技硬件将使人们更便利地穿梭于网络和现实世界，预计元宇宙将显著提升用户的在线时长，提升工作效率和娱乐体验。2007 年 iPhone 拉开移动互联网大幕，当前智能手机已成长为年销 13.5 亿部的市场，全球互联网人口高达 46 亿；中国互联网人口超 10 亿，普及率达 71.6%。2020 年，中国数字经济核心产业增加值占 GDP 比重 7.8%，预计 2025 年占比将达 10%。当前，中国互联网用户日均上网时长约 5 小时，互联网行为涵盖社交、视频和直播、游戏、网购等，预计未来元宇宙将通过 AI 和视觉技术，帮助提升工作效率、改善体验，使得用户在网时长持续显著提升，影响更广泛的工作和娱乐领域。元宇宙将引领未来 20 年的全球科技浪潮，成为人类数字化生存路上最重要的工具，也是科技系统化创新的载体和前沿。

元宇宙会如何发展？

我们判断，元宇宙的终局是人类基于下一代科技硬件的数字化生存，3D 数字世界对物理世界的复刻和相互影响。在终局图景下，下一代科技硬件可以类比 iPhone，元宇宙平台公司可以类比当前的互联网巨头，但规模和外延更大。受制于当前的技术进展，元宇宙的终局距离我们依然遥远，可能需要 20~30 年，甚至更久的时间。未来 3~5 年，预计

元宇宙发展将沿着三条主线展开：

1) 基于手机和PC的内容创新：游戏公司、视频公司以及新业态公司将是创新主力，探索数字孪生、开放世界游戏、虚拟人、3D社交、3D会议等领域；

2) VR/AR等下一代科技硬件渐进式成长：VR年销量从1100万台（2021）向5000万台（2025）跨越，游戏、影视等应用和内容进入发展初期，但VR年销量能否过亿，还需要看光学、显示、交互、数据传输、电池储能等硬件技术领域是否有显著突破；

3) 元宇宙与智能汽车等计算平台融合：自动驾驶需求驱动智能汽车算力显著提升，车上空间提供良好的封闭应用场景，蔚小理等造车新势力开始在产品中融合VR和元宇宙应用。我们判断未来2~3年是元宇宙上车的探索期。

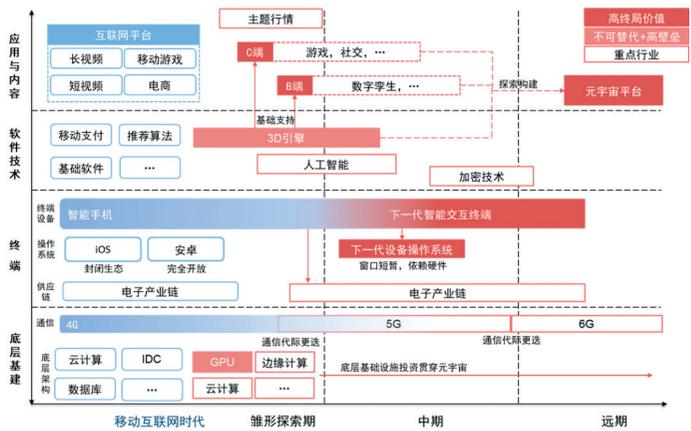
元宇宙带来什么样的投资机遇？

长期推荐高壁垒领域，重视VR硬件产业链，关注应用和内容端。

1) 高壁垒龙头公司：在高性能GPU领域，英伟达等公司具有较强竞争优势，国产GPU公司值得关注；在图形渲染领域，Epic Games的Unreal虚幻引擎具有显著的先发和领先优势，Unity亦不可小视。

2) VR/AR硬件及产业链：未来5年，VR/AR硬件年销量有望成长至5000万台，如果硬件技术进一步突破，中长期销量规模上亿可期，目前仍处于硬件和内容探索期。Meta的Quest产品具有先发优势，索尼、字节跳动Pico、NOLO、苹果拟上市VR产品等亦值得关注。

3) ToC端内容先行：基于现有硬件载体，利用AI+视觉技术，实现内容和服务突破，互联网巨头和传统内容公司探索游戏、视频、直播、客服等领域的内容和服务升级，数字人、动作捕捉等技术开



元宇宙投资地图 资料来源：中信证券研究部

始应用，Meta、Roblox、腾讯、字节跳动、百度等公司值得关注。

4) ToB端数字孪生技术发展：传统千行百业的数字化，以数字孪生为基础，进行模拟以降低成本，提升研发和管理效率。

风险因素

VR硬件和基础技术进展显著低于预期的风险；下一代硬件平台爆款出现的进程低于预期的风险；元宇宙早期产品盈利能力和长期竞争力的不确定性；技术创新和新技术路线可能带来的行业变革；各国对元宇宙政策和监管的不确定性等。

投资建议

我们判断，元宇宙将引领未来20年的科技浪潮，带来中长期持续且广泛的投资机会，但受制于技术和硬件进展，中短期仍以主题性投资机会为主。我们建议在全球范围长期关注真正具有核心竞争优势的龙头公司，如：英伟达、腾讯、Unity、Roblox、Meta、苹果、微软、百度等。另一方面，在A股和港股市场上亦有多家公司宣布涉足元宇宙领域，这些公司中可能成长出未来的新龙头，但亦需要经历时间和周期的考验。

【许英博为中信证券科技产业首席分析师，李雷为互联网科技融合首席分析师】

对话埃隆·马斯克

——何时能在火星上看到人类？

▶ 钱颖一

人类距离登陆火星还有多远？我们未来真的能够在火星上生存吗？SpaceX首席执行官和首席设计师埃隆·马斯克(Elon Musk)曾表示，到2025年有50%的概率可以在火星上看到人类。就在2022年初，据美国《华尔街日报》报道，埃隆·马斯克说，如果飞行安全监管机构要求对公司在德克萨斯州的一个设施进行额外的环境评估，SpaceX准备在佛罗里达州的一个场地来测试公司一直在开发的巨型火箭。

据介绍，SpaceX一直在准备位于德克萨斯州南端 Boca Chica

的一个场地，用于试飞星舰火箭系统。230英尺高的超级重型助推器将把星舰飞船送入轨道，该公司曾表示，这将是其最雄心勃勃的任务。

马斯克表示，如果FAA（美国联邦航空局）要求提交环境影响报告，SpaceX公司将不得不将星舰测试转移到肯尼迪航天中心。他还补充道，随着时间的推移，公司最终可能会将佛罗里达和德克萨斯的设施用于不同用途：德克萨斯州的工厂“非常适合作为先进的研发基地”，肯尼迪航天中心可能会成为“主要的运营发射基地。”

早在七年前，他在与经济学家、时任清华大学经济管理学院院长的钱颖一对话时表示，在火星上建立城市才是他创立SpaceX的初衷和根本目的。

追随顶尖科技

钱颖一 我了解到，你早年从南非到加拿大，进入女王大学（Queen's University），两年之后转学到美国宾夕法尼亚大学。在这两所大学你一开始学



钱颖一，著名经济学家。清华大学1977级数学专业本科，曾任清华大学经济管理学院院长。2018年起任西湖大学首届校董会主席。

的都是商科，在宾大你又学了物理学。在大学学习商科和物理学，你最大的收获是什么？大学教育如何影响了你后来的职业生涯？

马斯克 我的大学教育并没有怎么规划过。事实上，我当初都不确定是否要上大学。

钱颖一 你是说，当初你甚至没有想要上大学吗？

马斯克 是啊，我不确定是否该上大学。当初我从南非到北美，只是因为觉得很多尖端科技都是在北美诞生、发展的，我了解到的每一项新技术，似乎都是在那里发源的。17岁的时候，我独自去了北美，也没有上大学的明确计划，只是想接近技术的诞生地而已。

钱颖一 必须是北美？



《钱颖一对话录》

马斯克 是啊。我喜欢技术，所以一拿到加拿大护照，我就不顾家人反对，马上去了。那个时候还没有互联网之类的技术。我有远房亲戚在加拿大，所以就写信给他们，但一直没有收到回信。我有一个叔祖父住在蒙特利尔，等我到蒙特利尔后，我妈妈终于收到了回信，信里说他在明尼苏达过夏天。所以我只能买了一张加拿大的公交车票，住在一个学生旅店里。在接下来的几个月里，我在多伦多做了几份计算机方面的工作，最后决定上大学——因为只有这样我才有机会接触女孩子，在我上班的公司里，每个人都比我大得多。所以，如果我不上大学的话，就会错失一段重要的人生经历，这才是我决定上大学的原因。

钱颖一 你在加拿大女王大学为什么选择商科？

马斯克 其实我考虑过两个选择：一个是去滑铁卢大学读计算机，另一个是去女王大学。我去了滑铁卢大学后，发现那边女孩子并不多，就觉得没那么有意思。所以我就去了女王大学，在那里遇到了我的妻子。我学的科目范围很广泛，包括电子商务、工程和数学。有人从女王大学转学去了宾夕法尼亚大学沃顿商学院，反映说那边很不错。所以我

就想申请沃顿，但我没有钱，要拿到奖学金才能去，我觉得自己拿不到奖学金。不过我还是申请了，而他们居然给了我奖学金。在沃顿，两年的商学课程，我一年就完成了。

钱颖一 所以你又修了一个物理学位？

马斯克 是啊，我喜欢物理，所以第二年就学了物理。我当时面临的选择是毕业后可以去华尔街，也可以从事工程技术工作。最后我决定投身科学事业，所以就多花了一年，拿到了物理学的学位。之后我去了斯坦福大学，我想在那里学习如何研制能用于电动汽车的先进电容器，这也会涉及一些基础物理学，所以这差不多是一个结合了物理学和材料学的项目。但是后来我退学了，开了自己的公司。

钱颖一 多久之后辍学了？

马斯克 大约三天。其实是休学。他们说还可以回去再读，不收学费了。

钱颖一 你先学了商科，然后学了物理。相比经济学和商科，你认为物理学更有趣还是更难？

马斯克 我之所以对物理和其他科学感兴趣，是因为我想弄明白现实世界的本质。生命的意义是

什么？宇宙的本质是什么？这是我读物理的主要动机。其实我学商科的原因是我担心毕业后遇到一个有商科学位的老板，如果老板懂的不懂，那我就没有优势了。当然，其实也没什么。

钱颖一 你学商科是为了跟你未来的老板有共同语言，这是当时的动机吗？

马斯克 是的，我最怕遇上一个我不喜欢的老板。

钱颖一 然后你就决定自己当老板，避免这个问题？

马斯克 没错。

用物理学第一性原理思考问题

钱颖一 你在很多场合都提到了物理学。你喜欢物理学。你说过物理学的第一性原理（First Principles）能帮助你思考复杂的事情。能否告诉我们，或举一些例子，为什么物理学第一性原理对你来说这么重要？对你的生活和思维方式到底有什么影响？

马斯克 要知道，想理解那些反直觉的新事物，我觉得物理学提供了一个最理想的研究框架。比如说，量子力学就是违背直觉的，现实世界似乎并不是那样运转，而事实就是，并可以通过实验高度精确地验证。物理学之所以能

够在这些反直觉领域取得进展，就是因为它将事物拆分到最基本的实质，再往上推。我觉得这是很重要的方法，事实上也是了解新事物、探索未知领域的唯一有效方法。

在日常生活中，我们非常善用类推（analogy）方法，在别人正在做的事情上做些微小调整。类推提供了捷径，不需要大量思考，这在日常生活中没什么问题。我们不可能万事都用物理学第一性原理，那需要太多计算。但第一性原理对于了解新事物极其重要。

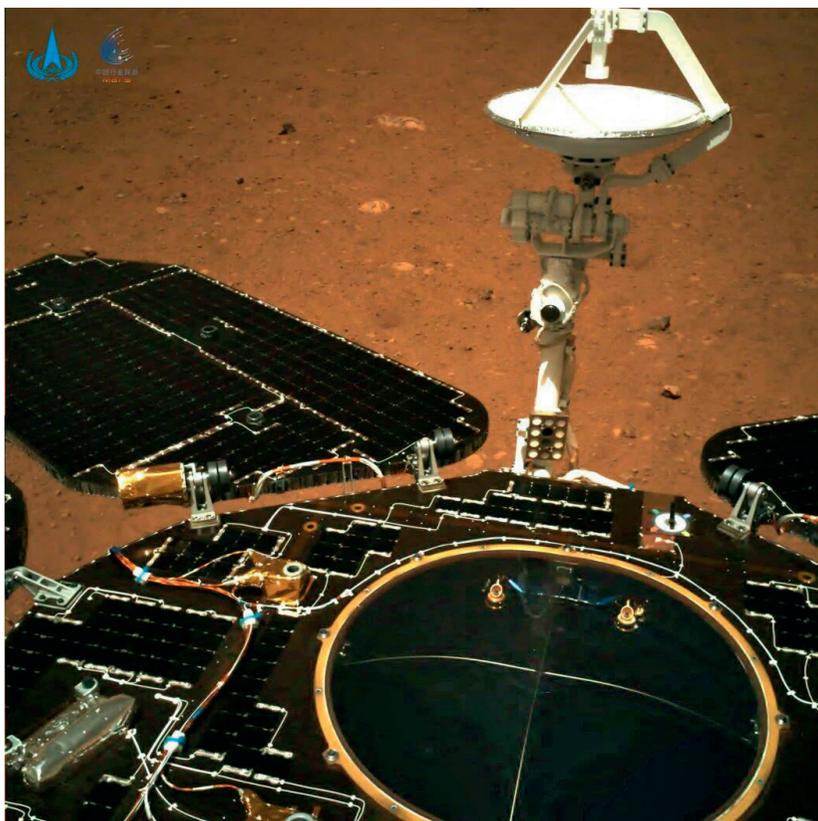
钱颖一 你的观点是，如果一个人想真正有创意，就要从第一性原理来思考问题。事情要追回到它的本源，这样才能变得有独创性，否则还是在类推的基础上做些改变？

马斯克 如果用类推，你无法知道什么是真正正确的，什么是真正可能的。类推看上去很有说服力，但用于创造，只是传说。

钱颖一 你的观点非常发人深省，我们喜欢类推，因为类推是捷径。

马斯克 人在大多数时候都需要这样，不然没法生活。

钱颖一 平时生活中使用类推。但是想要有独创性，就必须回到第一性原理。这是关键？



中国国家航天局在5月19日发布的“祝融号”火星车在火星上拍摄到的照片。

马斯克 对的。

钱颖一 今天我们现场有一位清华大学物理系的教授，朱邦芬院士。

朱邦芬 你对中国计划减少高中物理课程有什么看法？

马斯克 我是支持多开物理课的。不过我觉得最大的问题在于，现在物理课的教学方式不对。我们通常让学生背各种枯燥的公式，却没有传递公式的基本含义。这些公式在现实中代表什么呢？一个公式所能描绘的美妙现实世界是令人难以置信的。物理的美妙和神奇没有通过课堂来传递。

另外，我们的教学应该以问题为重点，而不是以工具为重点。比方说，我们想了解内燃机的工作原理，那最好的方法就是把它拆开，把每个零部件都研究一下，然后再组装起来。在这个过程中我们需要什么工具呢？我们需要螺丝刀、扳手，以及其他各类工具。当你把内燃机拆开再组装起来的时候，你就知道这些工具的作用了。但如果反过来，让你先去上一堂关于螺丝刀和扳手的课，那效果就很差了，你很难记住。我们大脑的进化方式是记住跟我们相关的事物，所以一定要建立

相关性，不然记忆的过程会很痛苦，也很困难，因为看上去太抽象而无关紧要。所以必须有相关性和重要性，要理解事物的原因，才能自然而然地吸收知识。

SpaceX: 成功几率 10%

钱颖一 人们都想做有用的事情。以 SpaceX 为例，这个领域是我们传统上认为政府部门负责的领域，技术门槛高，耗资巨大，以及从监管角度考虑，很多人也想进入这个领域，但他们觉得不太可能。你为什么认为你可以进入航空航天这个领域呢？

马斯克 我可以告诉大家，我创立 SpaceX 的初衷不是为了创业。2001 年，我跟一个朋友聊天的时候，提到为什么我们还没有登陆火星。因为既然在 1969 年就登陆了月球，我们距离火星也不远啊，现在也应该快登陆火星了。

所以，随后我访问了 NASA 的官网，想看看有没有登陆火星的时间表，但什么也没找到。后来我了解到，NASA 已经放弃登陆火星了。所以我想搞一个公益性质的项目，将一个小型温室送上火星表面，起到一个表率作用。如果成功的话，这将是地球生命去过的最远的地方，也是我们认知范围内生命首次出现在火星。所以我们就有了把绿色植物送上红色火星表面的宏伟计划，我想

这应该能激起公众的兴趣，从而促使 NASA 增加预算，那样我们就能延续“阿波罗之梦”了。

这就是最早的想法。我甚至还去了三趟俄罗斯，我想买一些用过的 ICMB（洲际弹道导弹），用于火星任务。生意确实谈成了。但我这时意识到，之前的想法是错的。我们之所以没去火星，不是因为不想去，而是因为认为没有能力去。大家都觉得没有成功的可能，于是就放弃了。

所以我决心创立一家公司，减少太空旅行的开支，同时改进火箭技术，因为火箭技术自 20 世纪 60 年代以来根本没取得什么进展。从某种意义上说，火箭技术还退步了，因为将物质送入轨道需要花费的成本更高了。这就是我创立 SpaceX 的初衷，不过在公司刚创立的时候，我觉得公司的存活几率只有 10%。

钱颖一 存活几率只有 10%？你打算冒这个风险？

马斯克 最多就 10% 了。是的，我感觉如果我们不做点什么来改进火箭技术，就永远去不了火星了。

钱颖一 你打算自己造火箭，是因为俄罗斯人没有卖给你火箭，还是你觉得价格太贵？

马斯克 其实我跟俄罗斯人达成了协议，但是他们的火箭都是报

废火箭。所以，即使那些火箭可以用，也只能短期使用，一旦用完了还得购买昂贵的火箭。从长远来看，这样的火箭没有什么优势，显然无法用来在火星上建立自给自足的城市，而在火星上建立城市是我开展这项计划的根本目的。

钱颖一 你有了意愿，也做了一些初步的工作，跟俄罗斯人接触。你认为过去几十年中在此领域没有任何进展，但是有人类登陆火星的可能性。火箭技术是非常尖端的科技，而你不仅是公司的 CEO，还是 CTO（首席技术官）。你读了三天博士，我非常肯定，你是自学成才的。你自学了科学、工程、计算机编程、物理学等，没有经过在学校的正式学习，你是怎么做到的？

马斯克 自学的速度要比正规学习快得多。

钱颖一 自学要比在学校的正规学习快？和我们分享一下你学习的秘密。

马斯克 读很多书，和很多人交流。

钱颖一 光靠读书就可以成为一个火箭科学家？

马斯克 是的，不过还要进行实验。既要看书，也要实验，因为书里的东西未必正确。

钱颖一 通过阅读书籍，就能成为高科技领域的专家，就这样？

马斯克 是的，其实看书的速度要比听课快。看可以比听快得多，所以看书学东西要快得多。我可能把自己说得像个机器人。

钱颖一 使用可重复利用的火箭不容易，美国宇航局已经停止制造航天飞机了。制造火箭也很贵。我在这方面不是专家，但是我猜想这一定非常不容易。为什么你会如此自信你可以实现这些？

马斯克 目前，我相信我们至少能够实现推进节的重复利用，因为我们曾两次成功地将推进节降落在海面上，至少两次降落到了无人船上。第二次，火箭过了几秒才炸掉，说明我们在进步。我相信在未来一年内，我们能够使推进节安全着陆，并重新飞上天，这种可能性很大。（编者注：2015年12月21日晚，SpaceX发射的“猎鹰9”火箭在佛罗里达州实现第一节火箭成功软着陆，从而开创了火箭从太空直接垂直回收的历史。）

钱颖一 很可能？

马斯克 可能性在90%以上。

钱颖一 那10年内是否有可能在火星上看到人类？可能性有多大？

马斯克 我觉得大概需要10年，50%的几率。这取决于全球范



马斯克和龙飞船

围的技术进展。但如果按目前趋势推算的话，我估计 SpaceX 在 2025 年就能做到了。

钱颖一 2025 年？从现在开始算起 10 年内吗？

马斯克 是的，差不多，关键在于火箭的重复使用。这里第一性原理就成立了。不过如果仿照先例的话，我们可以看看前人在重复使用方面的努力，比如太空梭或俄罗斯“暴风雪计划”，这些重复使用的努力并未降低太空飞行的成本，反而增加了成本。关于太空飞行的成本，太空梭的预算大约是一年 40 亿美元，每年一般飞四次，所以每艘太空梭的成本大约就是每次 10 亿美元，这比同等档次的火箭贵多了。人们看

到这些先例，就会觉得重复使用非但没有降低成本，反而增加了成本。

但站在第一性原理的角度来看，实际情况不是这么回事。我们用的火箭推进剂的费用大约是每次飞行 30 万美元，而火箭的造价达到 6000 万美元，所以推进剂的花费只占火箭造价的 0.5%。如果能够重复使用，考虑到维护等问题，每次火箭飞行的成本就会不断接近推进剂的成本，就与大型喷气式飞机差不多，飞机的维护成本可能接近于燃油成本。对于航空公司来说，每次飞行的成本就是 60 万美元，久而久之就能大幅节省成本。

钱颖一 这是一个非常好的例子。



2015年10月22日，钱颖一与特斯拉首席执行官埃隆·马斯克（Elon Musk）（右）在2015清华管理全球论坛上对话。

用物理学第一性原理思考问题与用类推方法思考问题很不一样，使用类推你会觉得任何事情都不可能。

马斯克 绝对是。研究火箭究竟是应该用完就扔，还是重复使用也是这么个道理。火箭到底应该花费多少才合理？以过去的火箭造价作为现在火箭的造价，还是看一下火箭的组成材料？你可以确定铝、钛、铬镍铁合金、碳纤维等元素的重量，把它们堆成一堆放在房间里，然后拿一根魔法棒一挥，把它们变成你想要的物理形状，就可以确定实物的最低造价。问题在于，如何将这些元素变成你想要的形状。如果你真能够这么干，你就会发觉原材料的成本对于火箭是否能重复使用的影响很小，只占总价的百分之

几，关键在于如何高效地重新组合这些原材料，使其变成你想要的形状。

钱颖一 再次回到第一性原理的一个很好的例子。回到事物最基本的假定去看待问题。我知道你的梦想是把人类送往火星，并在火星上建立一座城市，是这样的吗？

马斯克 纵观整个人类文明史，你会发现人类文明基本会朝着两个不同的方向发展：要么变成一个居住在多个行星上的文明，走向太空，探索星系；要么就永远住在一个行星上，直到最终灭绝于某个天灾人祸。我想还是前一种结局比较好。要实现前一种愿景，我们必须在某颗星球上建立一个能够自我维系的文明。火星是唯

一现实的选择，所以我觉得我们应该向这个方向努力，而在我们的认知范围内，这将是地球诞生45亿年以来生命首次有机会走出地球。这个时间窗口可能很长，也可能很短，而我们应该赶早不赶晚，在有能力的时候采取行动。

钱颖一 这是你的梦想之一？

马斯克 如果考虑到我们的生存前景，我认为我们应该朝这个方向努力。

阅读

钱颖一 我知道你读了很多书，你自学了太空技术、能源、编程和很多其他方面的知识。除了有关技术的书籍以外，你还读哪些书？你最喜欢读什么方面的书？科幻类、哲学类、宗教、历史、生物？和我们分享一下。

马斯克 我觉得历史方面的书很有意思。可以从历史、人物传记中学到很多经验教训。比如说，他们面临的困难，他们如何克服困难。我喜欢莎士比亚，我的最爱之一。我还喜欢本·富兰克林。

钱颖一 富兰克林是一个伟大的发明家。

马斯克 除此之外，他还在正确的时间做了正确的事情。

钱颖一 你认为自己也是在正确

的时间做了正确的事情吗？这是另一个类推。

马斯克 是啊。我觉得他很伟大，还有牛顿、爱因斯坦、达尔文。达尔文是一个伟大的作家。

钱颖一 你相信他的进化论吗？

马斯克 是的，我觉得有道理。

钱颖一 你也喜欢科幻小说吗？

马斯克 喜欢。科幻的魅力在于突破常规的束缚。虽然一般题材的书也很有趣，但受到固定框架的限制，自由度有限。科幻作品的自由度要大得多。最近我在看伊恩·M·班克斯（Iain M. Banks）的书《文化系列》（Culture Series），非常好看。我还喜欢看艾萨克·阿莫西夫（Issac Asimov）、罗伯特·A·海因莱因（Robert A. Heinlein）、亚瑟·C·克拉克（Arthur C. Clarke）的书。有很多优秀的科幻作品，各种奇思异想。

钱颖一 你从这些科幻小说中获得灵感，因为它们突破了我们现在世界的一些框架？

马斯克 我觉得我确实从很多科幻作品中汲取了灵感，这些作品具有非凡的想象力。想象一下走出地球探索恒星的场景，实在令人激动，我们的努力方向就是，让科幻作品不会永远是科幻作品，终有一天它们会变成现实。

做有用的人

钱颖一 你现在40多岁。目前对自己所做的一切还满意吗？

马斯克 是的，还算满意。

钱颖一 还算满意，是吧。那你在有生之年还是想去火星吗？

马斯克 无论是否成功，我都想去火星，这不是短期内可以实现的，但我希望SpaceX开发的技术可以帮助许许多多的人去火星，希望能够帮助人类跨入太空文明时代。

朱邦芬 你目前取得了巨大的成功。如果时间可以倒转，你会重新设计和选择你的职业、生活和教育吗？你对于清华的学生有什么建议？

马斯克 我觉得应该尽可能广泛涉猎各个科目。很多创新发明都是跨学科的成果。我们的知识储备越来越庞大，所以必须能够融会贯通。有人精通一个领域，而不了解其他领域，如果你能把不同领域的知识结合在一起，就有机会创造出超常成果，这里有大把的创新机会。所以我鼓励大家尽可能广泛地学习各个科目。对于工科学生，我建议去学一点经济学，学点文学，或者其他领域。我建议，在有兴趣的前提下，大家可以学习每个领域的基础知识，然后思考一下如何将不同领域的

知识融会贯通。这样很容易产生奇思妙想。

钱颖一 这是我们在清华经管学院所做的事情。我们称之为“通识教育”。在清华大学层面，也越来越重视通识教育，而不是过早进行专业教育。你认为这很重要？

马斯克 我觉得要对所有领域有一个大致的了解是很重要的。即使要做专才，也至少要精通两个领域，那样的话就可以把两个领域的知识相结合，这里面就蕴含大量的机会。

钱颖一 中国今年兴起了创业热潮。很多清华学生希望创立中国的特斯拉、SolarCity、PayPal，等等。你对这些学生有什么建议？

在大学期间就创业是件好事吗，还是读研究生期间？没有创立企业前，对于一个创业者来说，应该具备什么品质？你能给予这些年轻一代什么建议吗？

马斯克 对于发现社会上的需求，如果你发觉这确实是大家所需要的，你可以找一些志同道合的人，一起来研究、解决。最适合做这些事情的时候是大学时代或大学刚毕业，因为这个时候你身上承担的责任较轻，不需要养家。随着时间的推移，你身上的担子越来越重，你就需要承担更大的风险。

清华校友的凝聚力

► 金富军

在国内的大学中，清华大学校友的凝聚力是大家普遍公认的，这是清华大学自我意识较强的外在体现，也是清华校友对“清华人”自我认同的体现。其形成源于特定时期特定的历史。

这种凝聚力，首先来自学校尤其是早期周诒春校长的大力提倡。1914年，周诒春发表演讲，呼吁“清华学生当群策群力同气同声，以达救国之目的”，他说：“事之成败得失在群与散及合与离。清华同学均爱国男儿，以救国为前提，则欲达此目的也，在团体力之凝结而已。苟能一心一意，不折不挠，不顾艰难困苦，互相提携，一直做去，将来各以其所学为社会用，为国家用，数十年之后，内乱自消，外患自灭，中华民国四字灿然炫耀于光天化日之下矣。”

周诒春特别强调实干，他指出“今日中国所急需者，非高谈阔论之理想家，乃身体力行之实验家也”。学生要在各种团体中着眼于大体，不谋小团体利益。通过联络、团结，胜不骄、败不馁，才能自立于生存竞争之世界。显然，周诒春的立足点还在于增强整个民族的凝聚力，在残酷的竞争中求得一席之地。

周诒春长校期间，共有基督教青年会、唱歌团、孔教会、达德励志学会、清华学会、清华科学社、国情考察会、法文学会、文学会、铜乐队等20多个专门性团体陆续成立。出版物方面，除了全校性的《清华周刊》《清华学报》《清华年报》等外，各级还有自己的各种出版物。这些出版物从不同侧面反映了清华园里丰富的工作、学习、生活。学生通过主办、参与各种活动，培养了良好的集体意识与合作精神。

1923年毕业生张忠绶指出：“西方学校提倡运

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



动的真正价值原在训练学生严格遵守规则，在两方面同意的规则下，作公平竞争。本团的团员必须有和衷共济的精神(teamwork)，不能因个人想出风头，而影响全体的得失。”

清华学生很好地践行了这一点，“清华学生善于自觉，富于同情的观感，具有牺牲的志愿，常时得着作事的乐趣，尤肯顾全团体名誉”。

其次，也是最重要的，是来自清华学校同学共同数年的学习与生活。清华学校招收中等科学生年龄在12至15之间，年纪幼小，根性未定，清华订立了许多关于教务、总务、斋务、游学、考试、学生课外活动等方面的规章制度。1919年《清华一览》所载各项规则多达90个，乃至洗澡、写信、花钱等学校都有规定。经过几年严格管理以及熏陶，清华学生在思想、生活等各个方面都养成了相似的习惯甚至模式。加之“五四”运动以前，学校禁止学生“与闻政治”，全校没有自治会、学生会等全校性学生团体，只有每级级会以及一些学生自由组织的社团。学生日常活动，主要在本级同学之间展开。在长达八年的生活学习中，建立起非常深厚的感情。

唱歌團



唱歌团，内有黄白、陈植、方重、梁思成、应尚能等。



闻一多、杨廷宝发起“美术社”，有冀朝鼎、高士其、梁思成、沈宗濂、唐亮等。

影攝員職體全會學德達校學華清



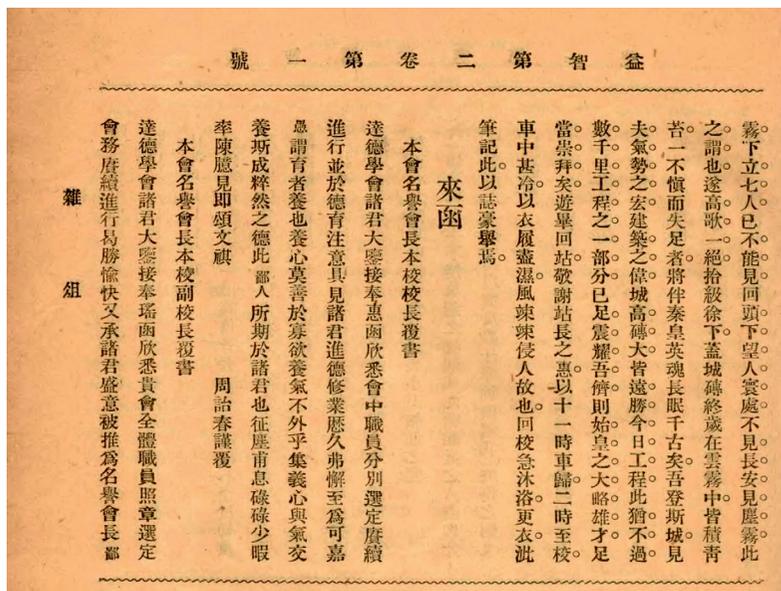
The Committee of The Tsing Hua Culture Union.

达德学会合影，二排右4为校长周诒春，右1为副校长赵国材。

数年深厚的感情、相似的思维模式和生活习惯、工作态度等因素共同作用，逐渐催生了清华师生、校友强大的凝聚力。“清华人”不仅是一种身份，更是一份情感。张起钧指出：“清华的学生入学校，那是人生的开始，同学们既是玩伴又是将来的战友。”可谓一语中的。1922年，罗隆基评论：“清华学生之团结，乃为八九年同学感情上自然之结合，其趋势必成为中国留学生中极坚固之团体，或且成为中国青年中极坚固之团体，或且成为将来中国社会里极有力量之团体。此种团体，将来之极止如何，此际无人能预断，惟此种团结，在人情上实为自然之结合，在事理上实为应有之结合，凡为清华份子，应忠诚勤恳以观其成，而非清华份子，实亦无容其妒嫉也。”“清华团体实已由幼稚时期，而进至发育时期，留美清华生之各地支会先后崛起，确系清华团体发育之兆征。”

1918年初，周诒春离开清华。“五四”运动后，由于校内外形势变化，清华的严格管理有所变化。但此前周诒春的大力提倡和学校独特的管理催生的团结的基因已经形成并被一代代传承下来，成为清华文化中有特色的、清华广大校友引以为豪的重要组成部分。

再次，清华同学会成为学校和校友的联系纽带。1913年，在周诒春的倡议下，清华毕业生在赴美途中成立了清华同学会。清华同学会在美国，以及后来在国内各地成立。清华大学



1913年周诒春给达德学会学生的回信。

校友会成为校友联系学校、相互联络感情的平台。同学会通过丰富多彩的活动，将校友联系起来，不但将在校的情义延续到走出学校以后的生活、工作等多个方面，也在无形中加强了“清华人”的身份认同。

清华文化中的团结、凝聚力强，对学校发展起了很重要的作用。留美同学通过自己对清华以及美国就读学校比较，经常就清华校务提出建议和意见。尤其是1920年代以后，清华校友在改组董事会等方面对母校校务更为关心，通过各种渠道对清华校务产生积极影响。清华同学会定期编印同学录，还购置同学会会所，在学习、工作、生活等各个方面互通讯息、相互扶持。

应该看到，这种团结如果过度，不加以引导和克制的话，难免产生不良影响。例如，在1920年代，教师聘任倾向于本校出身的人，1927年在职的67位教师中，清华出身、非清华出身、外籍教师分别为34人（51%）、26人（39%）、7人（10%），当时社会上存在对清华小团体主义的批评。罗家伦、梅贻琦等校长注意到这个问题，在他们的改造下，

清华教师中清华出身与非清华出身教师比例接近，分别占49%和45%，趋于平衡。而正是这样的教师队伍，造就了1930年代前期清华的快速发展。

就学术发展而言，教师来源的多元化更有利于高水平学术共同体的建立。出身北大、长期在清华任教的朱自清曾称赞清华的民主气氛：“我们虽生在一个民主的国家里，可是真正建立在民主精神上的组织，似乎还只是极少数。在这极少数当中，清华大约可以算得上一个。在清华服务的

同仁，感觉着一种自由的氛围气；每人都有权利有机会对学校的事情说话。这是并不易得的。”“梅月涵先生便是难得的这样一位同情的校长。他和清华关系之深，是大家知道的；他爱护清华之切，也是大家知道的。但难得的是他知道怎样爱护清华；他使清华在这七八年里发展成一个比较健全的民主组织，在这个比较健全的民主组织里，同仁都能安心工作，乐意工作。他使同仁觉着学校是我们大家的，谁都有一份儿。”“这个民主的机构，由大家的力量建成，还得大家同心协力来支持；梅先生和校务会议诸先生虽然领导有方，但单靠校长和少数人还是不成。——只要同仁都能像梅先生一样爱护清华，并且知道怎样去爱护，一切顺其自然，不去揠苗助长，清华的民主制度，前途一定是光明灿烂的。”

的确，教师能感受到自由气氛，并自觉是学校的一分子，将自己的聪明才智贡献给学校，清华焉有办不好的道理？反过来说，当年梅贻琦校长的领导，升华成一种更高境界的团结，那就是“爱护清华，并且知道怎样去爱护，一切顺其自然，不去揠苗助长”。

前言

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

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

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

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

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

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

追逐远方的星

学生记者 王金羽

2021年12月29日，辛丑岁末，“跨越”广袤而宁静的太平洋和13个小时的时差，记者与这篇故事的主人公开启了视频通话。画面一亮，干净的脸庞和清澈的目光伴着礼貌的招呼声出现在屏幕那头，这位3字班的学生还和

他几年前的照片近乎一样，盈盈笑意中透着自信阳光，“你好，我是胡脊梁。”

恰同学少年

脊梁来自美丽的贵州省，2013年通过物理竞赛保送到清华

大学，并被选入清华大学“学堂人才培养计划”的钱学森力学班。彼时是学堂计划实施的第5年，

“学堂计划”还不像今天一样盛名在外，钱班和优秀竞赛生之间是相互选择的关系。脊梁回忆道：“我参加了一个面向保送生的挑

战赛，现场有一些资料介绍，感觉钱班相比传统的本科教育，更注重培养学生解决问题、科研和创新方面的能力。对当时的我来说还蛮新颖的，而且跟郑泉水老师和徐芦平老师他们接触之后，觉得钱班老师们对培养学生很有热情，所以就非常想加入了。”

钱班项目主任何枫老师提到胡脊梁的评价是“开始不显山不显水，但是这小孩很有后劲”。他自己的说法则是，“我大二开始进实验室做科研，给我的学业带来了很大的正面促进作用。”

提到科研，其实是脊梁自幼的梦想。他对自然科学感兴趣，对科研工作有着懵懂却真挚的向往，来到钱班以后，这种兴趣就像种子找到了最温热的土壤，一点点生根发芽、茁壮成长。脊梁现在在麻省理工学院攻读博士，师从物理系 Jeff Gore 教授，研究方向是生物物理学 (Bio-physics)。而这一切的起点，源于他大二时听的那次讲座，“施一公老师把本世纪生命科学的重大突破娓娓道来，每一段科学发现的历程都是如此波澜壮阔。我中学时期就一直对生命科学饶有兴趣，听完施一公老师的讲座更觉得 21 世纪是生物的时代，所以就开始了了解，试试往这方面发展。”

这一试就跑遍了清华北大，走出了国门，闯出了自己的天地。当时钱班还隶属于航天航空



胡脊梁

学院，脊梁也没想到跟首席郑泉水老师交流讨论后，郑老师和其他钱班老师都非常鼓励他去做学科交叉。于是，他在清华生命科学学院俞立教授和郑老师的共同指导下完成 SRT (Student Research Training, 本科生科研训练)，又在北京大学定量生物学中心做 ORIC (Open Research for Innovation Challenge, 开放性挑战性创新研究)，随后前往美国麻省理工学院 (MIT) 研究细胞力学。这段科研探险之旅，在脊梁大四迸发出了亮眼的火光，他以第一作者的身份与郭明一起在美国科学院院刊 PNAS 上发表了论文。对脊梁来说，这项科研成果是他科研途中的破晓之光，此后他更有信心去尝试更具挑战性的科研项目。

当时钱班的本科生科研训练体系刚刚建立不久：2009 年的 SURF (Senior Undergraduate Research Fellowship, 高年级学生研究员计划)、2011 年将 SRT

纳入必修环节、2012 年开设 8 学分的 ORIC。脊梁入学的 2013 年，是这套“进阶式研究学习系统”开始完整运行的第二年，但他怀着赤诚的热爱勇往直前，为学弟学妹们走出了一条充满惊喜的探险之路。尽管言及上述成果时，他只腼腆地用了一个简单谦逊的形容词，“我比较 lucky (幸运)”。

从本科尝试科研到现在，脊梁也经历了兴趣的转变。起初他从材料力学的角度研究生物，“偏工程思维”，虽然也“很重要、很有趣”，但随着研究的深入，他将目光聚焦在了更加基础的领域，“更优美、物理解更深入”。现在脊梁的研究是一个颇有前景的领域，建立在系统科学的基础上，不仅和他本科尝试科研时候的生物力学相关，同时涵盖了更为基础性的复杂网络和人类的健康：

“我现在在研究复杂微生物群落的动力学，这些菌群广泛存在于人体肠道、皮肤以及植物的根系和土壤。不同种类的细菌有

物种间的相互作用，物种和环境之间也有相互作用，就形成了一个完整的生态系统。以前大家对于这个生态系统中不同细菌的数量和稳定性是不了解的。我们通过一些非线性动力学和统计物理的方法，来研究细菌组成的复杂网络，然后用微分方程来预测不同种类细菌的数量随时间的演化以及达到的不同稳态。这样就可以去预测人体在健康和疾病等不同代谢状况下，所达到的不同细菌数量的稳态，未来做一些疾病诊断的时候就可以有一个量化的工具，去描述这种复杂的人体菌群和健康之间的关系。”

心潮逐浪高

在 MIT 读博后，除了科研学习，脊梁从来没有中断过两件事：一是与钱班项目工作组保持联系，密切参与到培养方案的优化迭代中；一是帮学弟学妹牵线搭桥，提供信息和经验。

钱班的课程设置，素有“学数学系的数学，物理系的物理”之称，更有相当数量和难度的力学课程。一方面，脊梁在钱班的确建立了精深的专业素养，“数学、物理知识基础非常扎实，上手也很快”。另一方面，也着实花费了他大量的时间和精力，“今天作业 deadline，明天考试，后天又有开题报告，被所有的任务推着往前走。本科应该是我人生

过得最充实也是最辛苦的一段时光，一天工作十四个小时，基本上没有出过校门，没有什么个人生活。”受郑老师影响，脊梁对本科教育非常感兴趣，经常回看和反思本科阶段的学习，也跟项目工作组交流他在 MIT 学习以及给本科生做助教的体会，提供一些改进的建议。

“两边非常不同，清华的好处就是基础打得很扎实，遗憾的是有一些课程内容相对过时了。MIT 相对而言更与时俱进一些，会把最前沿的科技进展都纳入；而且不会追求讲得很全、很深，讲究的是怎样培养学生的兴趣，让学生了解科学家是怎么把知识建立起来的，发展的过程是什么样的，引导学生自主思维，去构建自己的知识体系。”

2016 年开始，钱班大幅度降低学分，删减、合并、重组课程。今天的钱班，培养方案要求的总学分是 150，相比于 2013 年，足足降低了 20 多个学分。如果细数改革背后的推动者，每一个热切表达自己声音的钱班同学都是重要力量之一，脊梁也是。

在力所能及的范围内，脊梁还会主动联系和支持钱班的后浪们。“因为我自己经历过，发现本科生最缺的是信息，不知道做什么有前景，不知道怎么申请学校，我想把走过的这些路、积累的这些经验分享给他们，而且

我也号召钱班已经毕业的同学一起去帮助还在本科阶段的学弟学妹们。”就在刚刚结束的 2021 年，脊梁介绍力 8 的学妹加入了他所在的课题组，但他没有提自己的功劳，只是不绝口地夸赞钱班学生越来越优秀。

记者后来联络到了这位力 8 的学生，她说最初听学长提到“脊梁学长会手把手帮忙联络导师、申请出国读博”，她还没太在意，毕竟两位学长研究方向都不一样。后来在郑老师介绍下，真正接触了，才知道什么是“手把手”。

“他会帮我看申请文件、提建议，教我怎么跟陌生导师‘套瓷’，还会督促我给导师发邮件！而且他拉了群聊，给我们申请的同学发比较好的个人简历模版，分享很多资料。还把所有钱班在海外读博的学生的方向和导师的联系方式汇总起来，如果大家感兴趣就可以去联系。这真的是中国好学长！而且在他的影响下，我现在也是尽己所能地去帮助学弟学妹，走向‘手把手’模式，良性滚雪球，大家都受益。”

记者曾问脊梁是不是当初也得到了很多学长学姐的帮助，所以想把这份心意传递下去。脊梁坦言：“我是因为郑老师和其他钱班的老师们对我们特别好，学长学姐们也对我很好，我非常感恩。”他讲了一个本科期间的故事，当时有一个非常稚嫩的想法，尽

管郑老师很忙，但还是花了很多时间跟他讨论，“甚至跟我一起看文献”。冬天的北京，寒风瑟瑟，郑老师带他在主楼旁，边散步边讨论，“空气清新，人比较清醒”。多年后回想这一幕，当时的冷都化作了心里的暖。

“其实那个课题真做出什么特别大的成果也不太可能，郑老师还是像对待一个博士生一样去培养我，他对我的科学品味、思考问题的方法都有非常大的影响。尽管课题本身没什么结果，但是他跟我讨论时的思维方式、数学技巧、物理直觉，都潜移默化地塑造了后来的我。”

因此，尽管和所有博士生一样承担着科研的压力，脊梁从不吝啬分出私人的时间，参与钱班关于本科生培养的讨论并帮助钱班的后浪们。因为在他心目中，“最钱班”的是“老师们对学生的态度”。九十年代末，美国卡内基教学促进基金会（Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching）资助的博耶委员会（Boyer Commission）发表了《重塑本科教育：美国研究型大学的蓝图》，深入探讨了本科生在研究型大学被忽视的问题，并呼吁研究型大学进行改革。二十余年后的今天，这个问题依然存在，本科生在大学仍旧普遍缺乏老师们的关注和个性化的指导。不过，就像脊梁说的一样，他比较

“lucky”，遇到了“愿意花很多时间帮助学生”的老师，得到了“不期待任何回报的指导”。因此，他称他所做的这一切“是对钱班教育理念的延续”。

数风流人物

细数这些年脊梁的研究成果，有数篇以第一作者撰写的论文已经被顶尖学术期刊接收。访谈接近尾声的时候，记者询问他未来的规划，他说相对而言还是更想回国做大学的教职，继续科研工作。而且，关于未来的学术道路，脊梁更倾向于“延续现在 biophysics 的研究方向”，并且希望“把这种复杂系统的研究方法应用到更多的生物学领域，比如肿瘤的研究，因为肿瘤里面它的内皮细胞、间充质细胞还有免疫细胞，也是一个生态系统，也会有一些动力学的平衡态，和我现在做菌群在方法论上是相通的”。换言之，尽管更偏基础研究，但他期望“做出来的结果对医疗工作者或者是医学生物学家有用”。但相比于国外更成熟的研究成果转化体系，国内大学的教职能否满足他的职业规划和人生理想呢？

在“生化环材”被戏谑叫做“天坑”的大环境下，仅对研究方向本身的推进而言，回国很难算得上是最优选择。毕竟他现在所处的环境，可以“实实在在地感受到这个领域每一天都会有很大的突破”。脊梁跟记者分析了中国

相关的工业现状，比如医学、药学，并没有跟上科技的发展，暂时还没有孕育出生物技术领域高精尖的企业，所以很难形成相关研究的成果转化、接收对口专业的本硕博学生，言及此他不禁笑，“也难怪大多部分同学觉得计算机或者金融是最好的专业”。

不过，脊梁还是抱着乐观的态度，而且客观地评价了国内越来越好的科研环境。“我相信生物科技在业界也会有越来越大的影响，比如说合成生物学方面，创业的投资非常多，国家的政策也很好，我觉得发展成熟只是一个时间问题。”

就像他的名字一样，共和国的“脊梁”从来都会对民族复兴、祖国富强有信心。学成归国、报效社会，就像他崇敬的科学家前辈们一样。只是相比于邓稼先、钱学森们的年代，硝烟已不再。今天的中国迎来了百年未有之大变局，或许胡脊梁所推断的发展和进步真的会在不久的将来到来，像他一样的学子们可以施展抱负、挥洒才华、大展拳脚。

“聚是一团火，散作满天星”。钱班就像中国高等教育事业的一团火，照亮拔尖创新人才培养的茫茫前路、点燃学生内心的热情。在钱班，学生们敢想、敢为，他们为理想赴远方、为热爱归故土，未来必将成为中华大地上空闪耀的群星。🌟

两种文化之间的生活

► 任之恭

我成长在中国贫穷的乡村，那里生活简朴而艰辛。我们山西省，正如名称所显示的，是个多山的省份，据说山峦的坚硬不屈的特性也反映出该地区人民的本性（既好也坏）。山西人直率、勤奋，当然我也得承认，以能吃“醋”和把钱抓得紧而闻名。这也许是对的，童年时我就吸取了我们本省人的特性。当然我喜欢醋。

（与我相反，妻子葆怪根本不喜欢醋。她来自中国南方的无锡，甚至比一般南方人更甚，她极其敏捷、能干；我将她比作南方的河）。同时，我憎恨浪费，特别是水。我的家人发现这很滑稽，比方说，至今，在洗盘子时水龙头开着，我就会感到很不舒服。

我第一次到美国，开始于1926年，我在麻省理工学院和哈佛持续读了7年书，这是我第一次直接接触西方文化。来自一个有丰富文化遗产而社会和政治结构却极其脆弱的国家，我对西方的哲学和政治制度特别感兴趣。

“五四运动”之后，我在中国听到许多这方面的事情，来美国后，我被实际亲眼看到的关于社会与政治的观念深深地感动了。我钦佩大多数民主理想与制度、司法

体制和美国政府的预算平衡结构——这个国家最好地体现了林肯著名的宣言所说的“民有、民治、民享”的政府的各个方面。

1933年我回到中国，在一所流亡大学教了8年书。工作和生活条件非常艰苦，但我们有明确的目标，祖国对日本侵略的抵抗鼓舞着我们。最终的胜利将中国从外国压迫下解放出来，这对于我们这些生长在炮舰与“租界”时代的人来说是值得作任何牺牲的奖赏。

1945年，我第二次来到美国，妻子和孩子们1947年前来与我团聚。我们本打算短期停留；为了减轻离别的痛苦，妻子实际上告诉她父母，她只走1年，而不是我们预计的2年。我在哈佛重新学习之后，1949年我们打算回国。1949年革命的动荡阻止了我们愿望的实施，1950年我开始在约翰斯·霍普金斯大学工作，把家也迁到马里兰州的银泉。那是一段不稳定和不确定的时期：葆怪还记得有好几年我坚持不肯买电子钟，因为我认为回中国后不同的频率下它会毫无用处。但我们买了一个极好的短波收音机（大约花了200美元，当时算是一大笔



任之恭（1906.10.2 ~ 1995.11.19），出生于山西省沁源县，美籍华裔物理学家。1926年毕业于清华大学，同年赴美留学。曾先后在哈佛大学、山东大学、清华大学、西南联合大学、约翰·霍普金斯大学等担任教职并进行研究工作。

钱了），以为回国后它作为一种与世界保持联系的工具是会很有用的。可是事情并未像预期的那样进展，1955年我和妻子都成了美国公民。

我曾试图去理解我所知的两种文化的优点与缺点。在我形成性格的年代，直到我20岁去美国，完全处在中国传统文化的影响下。可以说我在许多方面是儒家教育的产物，尽管我对儒家思想的感情是复杂的。由于儒家思想基本上是种伦理道德，它教导仁（特别是，德性与善行）与义的原则。这些教诲铸成了我的道德特性，而且我很自豪自己是一个中国人。诚实正直于我要比其他任何东西都重要。

另一方面，儒教又是中国社会中许多我认为应该反对的东西的根源。它强调生活的实用问题而忽视“精神”的问题。它体现和加强官僚作风的理想，它因为支持现存的秩序，压制了独立与创新。以我的一生为例，我谴责儒家的社会等级观念，宣称什么“君为臣纲、父为子纲、夫为妻纲。”我也一贯批判传统中国人对“面子”与“仪表”的过分强调。我宁愿粗鲁而不是虚伪，有许多许多次，有人说了或做了什么我觉得讨厌的事，家人就会因为我所造成的吵闹、难以控制的“场面”而惊慌。

西方文化有许多令我崇尚的地方，也有许多我并不喜欢。这里赞美个人的力量与个人神圣不可侵犯，我内心深处对此反应强烈。（我最喜欢的戏剧之

一是埃德蒙德·罗斯丹 Edmund Rostand 的《西哈诺·德·贝热拉克》Cyrano de Bergerac，在其美妙章节中，英雄显示出其个性的骄傲。）而另一方面，西方社会的物质主义对我则是全然可鄙的，而最近这些年最令我痛心的是中国青年对这许多物质主义价值观的吸收。它使我回忆起年轻时中国“崇洋”思想这种不健康时尚的恶果，那时新的、好的东西命名时前面都要加上“洋”字，就像把火柴叫作“洋火”。半个世纪在美国的生活并未削弱我对帝国主义和殖民主义的反感，年轻时，我见到我的祖国在列强的侵略与占领下屈膝。当我看到其他国家像越南在 60 年代面临着同样的威胁，旧有的愤怒又回到我身上，如果还有别的什么，就是更多的辛酸。我认为帝国主义

是世界上最大的罪恶之一。

带着这样一种忠诚与感情的混合，可能会有不一致的情况，但妻子和我试图从中西方文化最优秀部分结合起来的优势出发来教育我们的孩子。为了例示这种“两面”教育的一个微小细节，我们四个孩子都既有中文名字，又有英文名字。峻明出生的时候，葆桢和我请她的父母按习惯为她取“中”名（一个中国字，所有弟弟妹妹的名字都用这个字）葆桢的父母取了“俊”字，习惯上与女性的美貌相关联。我们高兴地接受了这一中名，只是将富于女性特征的人字旁换成了一般较男性化的山字旁。孩子们看来很珍视我们的努力。现在成年了，她们还记得童年时我试图给予她们的我曾接受的教育方法。按她们的说法，如果我发现她们将学



叶剑英在北京会见任之恭



1983年任之恭夫妇与张维、陆士嘉合影

校的铅笔带回家里，或者在办公室打私人电话，我都会大发雷霆（我自己已不记得了）。她们四个人都声称曾在不同场合讲过有关我与不诚实和放纵行为作斗争并取得成功的故事。她们最喜爱的一个是：有一次，作为一条规矩，我拒绝去饭店吃饭，因为没带足够的钱。恰巧我带着中国学生会的经费，因为我是该会的司库，尽管我一回家就马上可以补上，我仍然不肯“借”50美分。

虽然女儿们都在美国长大，她们对中国却有着强烈的眷恋之情。儿时教育的结果，使她们尊敬并珍视她们的中国传统。她们可以和我一样背出中国的社会等级：“士、农、工、商”。当谈到要做出反抗潮流的决定时，她们不止一次地引用过我曾再三重复过的成语：“随波逐流”。无论是否是机缘使然，我们的四个女儿都受到了很好的教育，并献身于各自的专业（分子生物学、生物化学、医学和数学），这可能部分地反映了我对自然界的爱好和好奇。她们四个人现在都建立了自己的家庭：

- 峻明，1962年5月5日与化学工程师顾屏山（George Koo）结婚。他们有3个孩子：丹尼斯（Denise），1989年5月21日与马克·歌德史密斯（Mark Goldsmith）结婚，道格拉斯



1974年夏，吴有训及夫人王立芬（左2）在北京寓所与赴美多年的任之恭（左1）夫妇重聚。

（Douglas）和阿利莎（Alyssa）住在加利福尼亚州的芒廷维尤（Mountain-view）。

- 峻玲，1967年10月28日与生物化学家刘易斯·雅科布森（Lewis Jacobson）结婚。他们有两个孩子：拉里萨（Larisa）和阿列尔（Ariel），住在宾夕法尼亚州的匹兹堡。

- 峻斐，1979年1月7日与心理学家罗伯特·施劳赫（Robert Schlauch）结婚。他们有3个孩子：迈克尔（Michael）、丹尼尔（Daniel）和艾米（Amy），住在麻萨诸塞州的尼丹姆（Needham）。

- 峻瑞，1986年9月14日与物理学家乔治·兹（George Zweig）结婚。他们住在新墨西哥州的埃尔·兰科（El Rancho）。

我们是个十分亲密和幸福的家庭，而且人口在一年年增长。

科技推动文明进步

在美国生活大半辈子了，我已经形成了对西方文化中纯科学和应用科学的惊人发展的巨大敬意。确实，我很久以来就非常羡慕开始于欧洲的文艺复兴运动和随后出现的科学革命和工业革命这些思想运动。另一方面，当我回顾我的祖国——中国，近几年来在这些方面的落后时，感到极大的痛苦。中国的科学技术多少世纪来都十分卓越，然而在西方文艺复兴时期，却奇怪地停滞不前了。其原因可能同封建的社会结构和儒家信仰的保守性有关。不论过去落后的原因如何，今天中国的科学技术现代化是处于优先地位。

当然，中国不是一个国家在科学方面有起有伏的唯一例子。在我自己的专业生涯中，对于美国科学地位从开始上升到后来又批

平，我是一个抱有感兴趣的观察者。我在20年代到美国时，正值科学研究的种子在这个国家开始发芽。由于30年代初的动乱，一大批优秀的学者——在他们之中，阿尔伯特·爱因斯坦是最杰出的——从欧洲移居到美国。结果，美国科学的秧苗成长为一株昌盛的大树。这个国家的土壤确实肥沃，不到半个世纪，美国成为世界科学文化的新中心，取代了旧中心德国、英国和法国。美国所取得的技术进步同科学上的成就一道，巩固了它作为西方世界领袖的地位。值得回忆的是，在第二次世界大战期间，这个国家研制出了雷达和核武器——这两种技术为同盟国赢得胜利起了决定性的作用。在战后，又取得了各种技术创新，包括半导体装置和引起一场新的科学技术革命的计算机。登上月球这件事也许是研究和发展的最好例子。可是，近年来，其它国家（它们之中日本为最）的经济力量增长到了新的高度，它们向美国的优势地位挑战，而且在许多方面破坏了美国的优势地位。在科学研究方面，欧洲的国家已经有一大部分从战争的破坏中恢复过来，在某些方面已经赶上或者超过美国。例如，在日内瓦为一个欧洲财团管理的一个研究组织“欧洲原子核研究中心”（CERN）经过

许多探索，终于发现了基本粒子 W_{\pm} 和 Z^0 。另一个例子是新近的发现——还是在欧洲的研究实验室——一种崭新的高温超传导性材料。实际上，许多美国科学家选择去欧洲专职工作或兼职工作就是这种改变了的情况的明证。

这些年我始终注意的另一个问题是有关国际上美国和其它当代超级大国的争论。美国用了将近10年（1966~1975）在越南打了一场战争，声称这样做对它的国家安全是绝对必要的。我觉得这种说法不能接受，因为越南是一个小国家，在地球上几乎正好在美国的另一端，越南的南北方的冲突，共产主义和非共产主义之间的冲突，似乎不干美国的事。我只能相信美国是在行使帝国主义的霸权，干涉别国的内部事务。美国政府的这些行为，我是极度反感的，而且在越战期间我也积极参加了在华盛顿特区举行的反战抗议。越南战争的错误不应该再重复。然而，越战以后的年代里，美国一再将其战线拉长。格林纳达（Grenada）、的黎波里（Tripoli）、巴拿马（Panama）以及波斯湾（Persian Gulf）等战事都是美国不顾后果滥用军事力量的危险例证。

历史学家鲍尔·肯尼迪（Paul Kennedy）在他写的《超级大国的兴衰》（兰德姆出版社1987年出版）一书中评论说，“美国现

在正在冒险，正像研究以前的超级大国的兴衰史的历史学家所熟知的那样，美国的所作所为也许可简称为帝国的过分扩张……”所以应该注意这种非常严肃的警告，避免重蹈历史的覆辙。

最后我想就美国和中华人民共和国的关系谈谈看法。中美之间的友好关系对整个世界的稳定与和平是重要的，对两个国家来说尤其互惠。美国对中国的现代化能够提供巨大的帮助，中国能够支援美国大量的自然资源和人力资源。在经济上，中国给美国的产品提供了最大的消费市场。持续良好的关系，不论是近期还是长期，对两国都是有利的。

……

对于将来我的希望是什么呢？在我年轻时，中国人民象“一盘散沙”；大量的自然资源和人力资源在文化停滞、社会混乱和政治腐朽中浪费掉了。我打心底里高兴，在我有生之年看到这个国家“站起来”了，变成了统一、强大、繁荣的国家，并且进入现代的科学和技术世界。我相信文化的根基是足够健壮的，人民的性格是足够坚定的，能够使国家从挫折中恢复过来，并在各方面继续前进，那将使我们骄傲地称它是我们的祖国。

【本文节选自《一位华裔物理学家的回忆录》】

快乐足球 美丽人生

► 柴文阁

1983年9月，我从河北廊坊文安一中考入清华大学热能汽车系。我从小就喜欢体育运动，参加过校田径队的短跑、跳远、标枪训练，虽然成绩不是很突出，但是身体综合素质不错。来到清华后，我立刻就喜欢上了“无体育、不清华”的氛围，每天下午四点半在“同学们，走出教室、走出宿舍，参加体育锻炼，为祖国健康工作50年”的大喇叭广播声中，园子里大大小小的操场、空地上，一派生机勃勃的景象。印象最深刻的是每到刮风天，西大操场（那时还是土地操场）就成了“沙漠古战场”，数个足球小场比赛在漫天飞沙走石中进行，球员捉对厮杀，只闻其声，不见其人。

那个年代中国足球还是个让国人热血沸腾、关注度极高的运动项目，中国女足更是成绩斐然。我中学时没踢过足球，到了清华后由于女生少，体育活动经常和男生一起，踢足球就成了日常，踢着踢着就上了瘾。清华人学习压力大，智商高的人很多，足球是最能解压的运动之一。爱上了足球运动之后，我经常自己刻苦学习提高球技，利用一切闲暇时间到操场上练脚感，和男生们一

柴文阁 |

1983年进入清华热能汽车系内燃机专业学习。毕业后曾在天津汽车公司汽车研究所、霍尼韦尔中国公司工作，后到森萨塔科技中国公司工作，任商用车传感器销售总监、新能源汽车传感器销售总监，2020年9月底退休。



起看球，学习比赛规则。后来同学们都说“你踢得不错，可以加入代表队了”，我才敢报名参加女足。1984年秋季开学时，我成为了清华女足的第二届球员，这也是我人生中最值得纪念的一个时间节点！

清华女足成立于1983年9月，是由当时的体育部副部长宋茜（工物80）促成的。据回忆，当年她靠着三寸不烂之舌和三顾茅庐的赤诚之心打动了北京体院的团委书记，得到了援助。体院派男生来当教练，器材也由他们负责，每周训练两次，宋茜负责组队和场地。在宋茜苦口婆心的号召之下，二十多人的清华女足队成立了！清华女足第一任队长是化学化工系81级的林红，第一代队员有王梅（化工80）、陈立红（力学80）、郑菲（计算机80）、李双燕（建筑80）、尤东晶（建

筑80）、孔艺（计算机80）、王丽丽（化工80）、傅德慧（应化81）、陈苑生（无线电81）、姚小琴（建筑81）、郑虹（机械81）、孟岩（无线电81）、陈利璇（精仪82）、陈慧纯（化工82）、杨敏（土木82）、牟清媛（电机82）、张蓓（计算机83）等。

后来女足的主教练改由清华男足的队长——热能汽车系79级的阎醒龙来担当，男足的队员们轮流来当助教，沈健（化工82）、周伟（工物81）、邸勇（无线电81）、李江（精仪82）等都曾参与过女足的教练工作。阎教练毕业后，主教练工作由沈健接替，又有更多的男足队员加入到女足助教的行列，如钟明博（电机85）、金润成（计算机85）、陈向东（电机86）、张清（精仪84）等。

据男足队员们回忆，当年主



1983年清华女足第一代队员

教练每次给女足训练前都是认真备课、充分准备。队员们有任何意见和建议，教练组从不怠慢，都要开会认真讨论，集思广益。女足历任队长王梅、杨敏、陈慧纯、张蓓等一个比一个认真，主意又多，男足队员们经常为女足的事儿开会，忙得不可开交。清华女足的发展壮大是与男足队员的无私奉献分不开的。

1987年，女足的教练工作回归清华体育教研组，由郝锁柱老师和孙葆洁老师出任教练。在清华女足第一届球员中，身为场上队长的王梅（化工80）技术最为出众，球风凶猛，头球、铲球毫不含糊，是球队的主心骨，男足队员也十分敬佩她。在女足初创的两年里，清华男足教练组和女足的骨干队员们顶住了各种压力，顽强地生存下来。1985年隔壁北大女足在李海老师的组织下创立，和我们清华女足既是对手也是朋

友，李海老师还义务教过我们，容纳我们在北大的东操场训练，清北联合组队坐火车去山西比赛，锻炼两校队伍。当年我们清华女足队员年轻气盛，不仅球技要不输隔壁（胜多输少），还依仗自己的课外知识经常和人家北大专业女生辩论哲学、历史、地理，居然也不落下风。

清华女足不同于校内其他正规代表队，是由学生会发起的民间组织，所有经费、场地、器材、服装、训练等等都靠自己解决，经常捉襟见肘。我们经常和抢我们训练场地的男生打架，有几次还差点儿让阎教练和沈教练受处分。每次发生抢场地事件，以清华女足队员的彪悍性格是不会输的，也正是这种生存处境，让女足的队员们更加珍惜这个集体！

1988年，时任队长刘自敏（环境85）在团代会上勇敢地向时任团委书记陈希老师反映了女足遇到

的种种困难。陈希老师非常重视，安排团委马上给女足解决问题，这样女足才有了队服（原来借的篮球队的，所以女足赛场上经常出现奇怪的号码），还可以定期去运动员食堂吃饭，并且有了活动经费。时任校党委副书记的贺美英老师还亲自来鼓励女足队员，让我们备受鼓舞。

刘自敏队长在2012年3月发起了清华女足基金并成为主要的捐助人，我和几位老队员曾丽仙（化工83）、孟蕾（电子85）、田星燕（精仪88）、牛洪涛（精仪90）等都参与了捐助，男足助教钟明博也在2020年毕业30周年校庆前向女足基金捐赠了一笔款项。最令人敬佩和感动的是2019年9月林翔（91级计算机系，也曾是清华女足队长）在美国加州潜水船事故去世后，她年迈的父母别无他求，只愿林翔的精神永存，在清华大学教育基金会建立了“我心飞翔”奖学金，奖励那些积极参加社会活动和体育活动的清华女生，第一个获此奖学金的正好是2019年清华女足队长路畅（自动化2013）。

正是这些无私奉献的校友们支持着女足，这个民间组织在清华几经沉浮，但传承至今并发扬光大，多次在全国、首都高校联赛等赛事中取得优异成绩：

1988年，利生杯全国大学生女子足球锦标赛获得第三名。



清华女足第一代队员傅德慧（左一）、宋茜（中间）、牟清媛（右一）等在训练



1988年首届利生杯参赛教练及队员合影



2018年校庆庆祝女足成立35周年及83级毕业30周年参赛队员合影

2001年，首都高校女足联赛获得第三名（非体育专业院校第一名）。

2003年，首都高校女足联赛获得第二名。

2014年春，首都高校五人制足球锦标赛获得第二名。

2014年冬，首都高校十一人制足球联赛获得乙组冠军。

近年来，清华女足的影响力不断扩大。2013年起，清华女足联合校友自办高水平俱乐部7人制联赛，2015年邀请北大女足及校友加盟，拥有注册会员几百人。

我有幸赶上了1988年在山东蓬莱举办的首届“利生杯”全国大学生女子足球锦标赛，这次比赛是我在清华女足四年中参加过的规模最大的一次。领队王维屏老师，主教练郝锁柱老师，第一教练孙葆洁老师，第二教练金润成（计算机85）。队员阵容除了我们老队员，还增加了两个新鲜血液：来自26中女足的最酷中后卫孙岩和最美守门员田星燕，这两个训练有素、球技精湛的半专业球员的加入也为后来清华女足的发展带来了生机。

当年的比赛场景现在回忆起来仿佛就在眼前，我们在小组赛中拼尽全力以2:1战胜了拥有众多体育专业球员的北师大女足。赛后姑娘们都累瘫在球场上，龇牙咧嘴揉着抽筋的腿脚，但是心里却乐开了花（我们在北京从未赢过北师大，北师大应该也从未输过别的球队）！本人以左前锋身份攻入一球。我们以小组第一的成绩与另一组第二的华南理工进入半决赛，本来我们的实力是力压华南理工的，但足球是圆的，一切皆有可能。华南理工在比赛快结束时获得了一个任意球，主罚10号队员

如有神助，禁区外挂死角直接入门，我们的队员都急了眼，孙岩直接从后场冲到前场不回位了，教练怎么喊也没用。我们在对方门前狂轰乱炸但已然没有时间了。赛后姑娘们抱头痛哭，但是没有人埋怨别人，都纷纷从自身找原因。我们的两位帅哥教练为了缓解大家的沮丧情绪，陪队员们打牌逗笑，看得其他球队的姑娘们分外眼红。第二天大家整理好心情，完胜“跑不死就一直跑”的大庆石油女足，最终获得了第三名。这次比赛也成为我清华女足经历中最完美的结束！

清华女足的经历在我毕业后的工作和生活中不知不觉影响了我的方方面面：

练就了一副强健的体魄：当年在校时，除了球队每周两次的训练，我也经常和男生们一起踢球，每年北京高校联赛时都是连续一周一天一场比赛。后来在霍尼韦尔工作时，我出差频繁，最忙的时候可以一天转战三个城市，在这种情况下我依然吃得饱、睡得着、喝得下，到现在我的很多年轻同事都跟不上我的节奏。“争取至少为祖国健康地工作 50 年”的目标看来应该没问题！

根植于体内的拼搏精神：踢球受伤总是难免的，对我们女足的队员来说这都不是事儿。郑虹（机械 81）踢球时脚趾受伤，每天还照常上课、训练，等回家时

妈妈发现她脚趾不对劲，带她到医院一检查才知道，是骨折后已经自己长好了但是长歪了；我还记得一个球友（忘记名字了），我们在外经贸大学比赛时，她低头磕球时门牙撞上了对方顶球的膝盖，被磕掉了一半，我们停下比赛为她满地找牙，牙没找到又接着比赛；还有一次在和北大女足比赛时，我脚脖子被踢后毫无察觉，等比赛结束后才发现球袜已经被血粘住脱不下来了；还有我们那几个“跑不死、甩不掉”的小个子后卫单彩杰（水利 84）、江涌涛（热能 86），急眼了敢做铲球动作，做不好就是连人带球一块铲，从不怕受伤。这种拼搏精神让我在工作中从没叫苦叫累，干活从来都是拼尽全力，力求完美。

培养了团队合作精神：足球比赛需要整个团队分工协作，彼此信任，既要发挥个人特长，也要互相合作。我把这种精神充分融入到自己的工作中，受益匪浅。作为市场与销售负责人，我特别注意协调研发、项目、生产、计划、采购、物流、客服等部门，充分发挥各部门的职能作用，并注重交流合作，这也是我的销售工作一直以来比较成功的秘诀吧！本人在霍尼韦尔工作 18 年，获得过 CEO Dave Cote 亲自来中国颁奖的 Honeywell Everyday Hero，还有两次 Honeywell President Club

销售奖，带全家去美国迈阿密和墨西哥 Accapuco 享受总统待遇游玩。

养成了战略战术分析习惯：当年每场比赛之前，教练都会带着我们队员开赛前准备会，赛后还会开总结会。这种习惯也被我带到了工作中，每一次关键的投标报价，我都会组织相关人员进行竞争对手分析，分析对手以前的价格信息、成本状况、近期策略等，然后再制定自己的报价策略，长期看来胜率较高。

还有在足球场上养成的快速反应、现场调整能力在日常的工作中也发挥了很好的作用，在工作中遇到某个问题解决不了时，马上会尝试不同的解决方法和解决思路。

结识了一群趣味相投、志同道合的球友，成为人生路上的挚友：我的队长张蓓和我同为 1983 级，但她是第一届队员，我入队时和她交流最多，逐渐发展成无话不谈的闺蜜。1993 年张蓓因为要去新加坡工作，辞去了霍尼韦尔中国公司的工作，她向她的老板大力推荐了我，我面试合格后在 1993 年 9 月加入霍尼韦尔北京办事处。我脱离国企进入外企，从研发工程师转行到市场销售，由天津来到北京，一次完成了人生道路上的三大转变！后来张蓓到美国工作定居，我每年去美国开会时都要去她家住上几天，聊



2017年Napa Valley 左起：牛洪涛、孙岩、吴岚、柴文阁、张蓓、刘小青

聊彼此的工作和生活，一起去她家附近的葡萄酒厂品尝美酒美食，就像是去探望自己的亲姐姐一样。她每次出差或探亲回国，只要有机会我们都会组织球友聚会，回忆当年的趣事儿囡事儿。一起聚餐、打扑克，热闹如好几台戏（三个女人一台戏）。2017年年初，我和牛洪涛（精仪90）同游加州时，集合了洛杉矶和旧金山的几位球友，跑到张蓓家涮羊肉、品酒、打牌，就像是久违的一家人，而我们当年的队长就像我们的大姐一样。

还有我们的刘自敏队长，她的家永远对我们球友敞开，去她家包饺子、看世界杯决赛是我们的保留节目。大致是由于爱好相同吧，我们女足不同代的队员虽然以前在校时毫无交集，但在踢过一场球、吃过一顿饭之后就会一见如故，相见恨晚！我和88级

的孙岩和田星燕只有在1988年蓬莱比赛那一周的交集，却在比赛之后成为了多年好友。孙岩每次从美国回来探亲，我们都会在北京聚餐。我去美国出差也特意要在加州停留两天，去孙岩、吴岚（工物87）、张蓓家，从不把自己当外人。每次第一晚倒时差时，都会把她们家里的酒喝个够！吴岚在湾区的家是我们女足队员去得最频繁的地方，因为她妈妈烧得一手好菜，韭菜盒子是我们的最爱。也是在吴岚家，我和张蓓、江涌涛（热能86）认识了91级的林翔，在共吃了一顿饭之后都喜欢上了这个北京女孩，她每次回北京我们就又多了一个好友。2019年8月底林翔的意外离世让我们心痛不已，女足特意制作了“我心飞翔”的纪念版队服，并在9月21日她46岁生日的追思会上演唱了《自由的飞翔》以告

别我们永远的队友。还有一个队友牛洪涛（精仪90），我和她在校时毫无交集，只在2001年校庆比赛时有一面之缘，却成了好友，最难忘的是2017年我俩同游美国，在旧金山的一个酒吧一次喝了五种洋酒，搞得我这个“久经（酒精）考验”的人出门找不着北了。

我们女足现在有一个微信群，从第一代队员到现役队员都在其中，为清华女足的传承搭建了一个平台。从2017年开始，每年校庆由毕业30周年的同学组织校庆期间的比赛：2017年为82级的球友杨敏（土木）、陈慧纯（化工）、张红兵（化工），2018年为83级的球友张蓓（计算机）、曾丽仙（化工）、柴文阁（汽车），2019年为84级的球友史元春（计算机）、单彩杰（土木）、刘小青（建筑）、陈宏（机械），在清华校友足球联合会的协助下举办了庆祝比赛。2020年、2021年，由于疫情，为85级球友刘自敏（环境）、孟蕾（电子），86级球友王忠东（电机）、江涌涛（热能）改成了网上互动庆祝，希望以后有机会为她们补上比赛。

清华女足的经历让我们的过去充满了欢乐，未来的人生路上，我们还在一起践行“快乐足球，美丽人生”的理念，愿所有清华园里培育出来的铿锵玫瑰在世界各地绽放芳华！🌹

难忘的大学冬泳经历

沙安

2020年6月12日，我单位召开一项团体标准的审查会，会上我遇到了清华大学土木工程系的张天申老师，张老师不但是我在学校时的老师，也是我那时参加冬泳运动时的泳友。休息聊天时，我们回忆起当年的趣事。张老师说他现在还在冬泳，这让我很羡慕。我大学毕业后由于条件限制，就再也没去过冬泳了，不过清华的冬泳经历令我终生难忘。

我的大学冬泳始于1986年的大三开学不久，当时我对游泳充满热情，天天去校园里的西湖游泳池。随着秋天到来，天气转凉了，露天的西湖游泳池正式对外开放也要结束了，想继续游泳就得办个冬泳手续，手续就是交费



1987版体育锻炼纪念章

沙安

1984年进入清华大学土木工程系学习，1989年毕业后在中国建筑科学研究院工作至今。



后在当年的游泳证背面再盖个冬泳协会的章，办好一次交费后，再去就不用买门票了。这样我又多游了一些天。后来冬泳活动要在深水池开展，浅水池要关闭了，我当时还没有深水证，这一年的准冬泳活动就结束了。

转眼到了1987年9月，我已经有了深水证了。当年9月10日，我和同班的杨可、傅常武同学一起，每人花了4元钱办了冬泳证。我当时计划先每次游一公里，然后天凉了正式进入冬泳活动后，就逐渐减少运动量，争取游二十次，游到十一月初。我们三个人开始时每天中午互相约着去游，后来他俩因为怕冷就先后退出了。我自己从秋天坚持到入冬，办冬泳证后游了54次，十一月初立冬后又坚持去了8次，水温最低时是8℃，最后那些天我每次也就游150m，到了11月18日，我也“挂

裤”了。

1988年9月开学，我们宿舍从西区2号楼搬到东边的23号楼，离游泳池稍微远了点。这年夏季北京的一些游泳池正流传红眼病，到秋季才退去。9月9日，我又办理了当年的冬泳证，可能受当时通胀的影响，手续费变为6元了。我知道这是在大学里的最后一个冬泳季了，所以自己一直在努力坚持游好这段冬泳。

西湖游泳池的深水池，冬泳时是沿着长度30米的短边游。十二月初水面开始结薄冰了，游泳时不注意薄冰容易划到胳膊。随着气温下降，水面的冰越来越厚，每天中午都是冬泳协会的老和校工们先到场，破冰后形成一条泳道，大家再开始游。

冬泳难在坚持，我每次中午去游泳，出发前都要先下决心，在岸边做好准备活动，全身入水

的那一瞬间确实是要鼓起勇气的。冬泳消耗身体热量很厉害，破冰后游泳时运动量不能太大，气温在逐渐降低，自己也得不调整运动量。我自己当时的衡量标准就是游完出水穿好衣服后骑车回23号楼的宿舍，路上手臂不能颤抖，颤抖了就说明当天运动量大了，第二天就得减少一些。

1988年12月29日中午我特意带了相机去冬泳，和土木系结51班的王东一起去拍了穿着泳裤举着冰块“英雄照”留念。当时头天晚上的小雪刚停，游泳池边拍照的人很多，我的这张照片后来在毕业时和同学互赠纪念册照片时，还挺受大家欢迎的。

随后的1989年1月5日和6日，连着下了两天的雪，这两天我都是冒着雪去游泳的，雪天冬泳也是别有一番滋味的。

1989年1月7日中午，在清华的西湖游泳池举行了北京市高校冬泳表演赛，往日里安安静静游泳池随着来宾们的到来也热闹了起来。12点40分，大家破冰开出了两条纵向的泳道，我们这帮不参加表演赛的群众先下水游泳，顺便把水面的浮冰推到边上。我是和土木系张天申老师、自动化系孟军老师在一组一起下水的，游了一个来回100米。上岸后活动组委会还发给我六个清华园体育锻炼的纪念章，这种1987年版



和结51班王东同学在校冬泳期间岸边的合影



1986年的游泳证



当年冬泳的泳帽

的体育锻炼纪念章一般是参加一次校内长跑才给一个，一下得了六个，可把我高兴坏了。

这年的冬泳我一共游了66次，其中11月之后去了29次，随着期末考试及寒假到来，我也结束了在大学期间的冬泳活动。

大学期间的冬泳活动之所以让我感觉终身受益，首先是帮助我做事有了更执着的精神，工作后很多认准的事情，我都是能够坚持下去的。其次是通过冬泳活动，认识了一些志同道合的泳友，大家经常在岸上、水里交流和沟

通，这也为提高日后与人交往的能力打下了基础。再次是锻炼了自己身体，工作后没条件冬泳，我就坚持冲冷水澡。刚参加工作从事抗震防灾工作，去的都是一些边远地区，当时生活条件不是很完善，比如1991年初去四川省甘孜州巴塘县出差，期间每天中午我都在院子里用雪山上融化的“自来水”洗冷水澡，这对我保持旺盛的工作精力很有帮助。

体育是在清华学习生活的重要组成部分，清华的冬泳经历使我收获了终身获益的好习惯。

仰望星空 思贤师心

——从中央工艺美院到清华美院

编者按

清华大学美术学院的前身是中央工艺美术学院，后者成立于1956年，是中国第一所高等设计艺术院校。1999年11月20日，中央工艺美术学院并入清华大学，更名为清华大学美术学院，开启了在综合性大学中发展的新篇章。

近66年来，在历史与文脉的滋养下，在艺科融合的创新发展中，清华大学美术学院培养出了众多德艺双馨的艺术人才。在他们中间，有求真致知的艺术家，有匠心独运的设计师，有钻坚仰高的学者，有传道授业的教师。其中从美院走出的诸多大师，更是在国家建设、社会民生、艺术设计等领域做出了诸多贡献。本刊特选取部分作品，向美院的开拓者和传承者致敬。



► 卫天霖

(1898 ~ 1977)

没有高度的技术就没有艺术。

在实践中从而可以理解方法和步骤能够应用并能善于“观察”“思维”产生无限智慧，使技法更加提高。

选择静物，便于掌握物体的丰富色彩变化与色彩的协调、统一，即色调、色度的规律，以及情感、质感、量感，民族风格等等。

(摘自卫天霖话语)

*本文资料选自《丙申仰望 致意先贤》，主编：清华大学美术学院教授 卢新华



► 张光宇

(1900 ~ 1965)

艺术需要新，不是拿洋办法来代替新；需要耐看，不是用旧笔墨来代替耐看。所谓新，即是今，也是今日与明日，也是现在与未来，也是现状与发展。我们总是欢迎新的，但急于求成与简单对待问题是不相宜的。洋办法不是代表新，旧笔墨不是代表耐看，那一定有另一种新办法与另一种新笔墨出现了。

(摘自张光宇《需要新，也需要耐看》)



► 陈叔亮

(1901 ~ 1991)

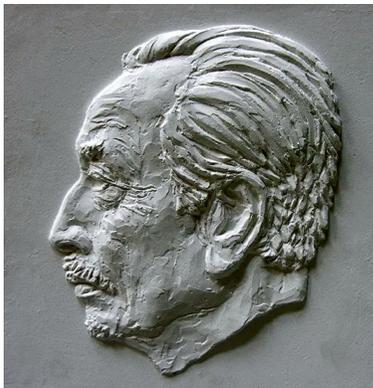
艺术是什么？概括地说，就是良心的呼声，是人生的写真。她能唤醒迷梦的人生，她是革命的急先锋；她能慰藉不安的精神，她也是革命的护法神；她是大自然的爱儿，她也是新时代的母亲。

(摘自陈叔亮《革命与艺术》)



► 郑可 (1906 ~ 1987)

城市雕塑家必须像规划设计师那样，将整体的环境效果作为



创作的起点和终点。

人的艺术水平的高低，不在于写实的功力和技巧，而在于意识和观念。雕塑不是凭力气和时间就能做好的，而在于思维和认识。

(摘自郑可文稿)





▶ **雷圭元**
(1906 ~ 1989)

似有形又无形，好像来去无踪，令人难以捉摸，这种幻影式的构图法，可说是中国图案美的极高的代表作品。“太极图”就是动与静、阴与阳、刚与柔、正与反、往与复、放与收、进与退等矛盾双方的运行、转化之美。在形式上成为中国图案传统的法则。

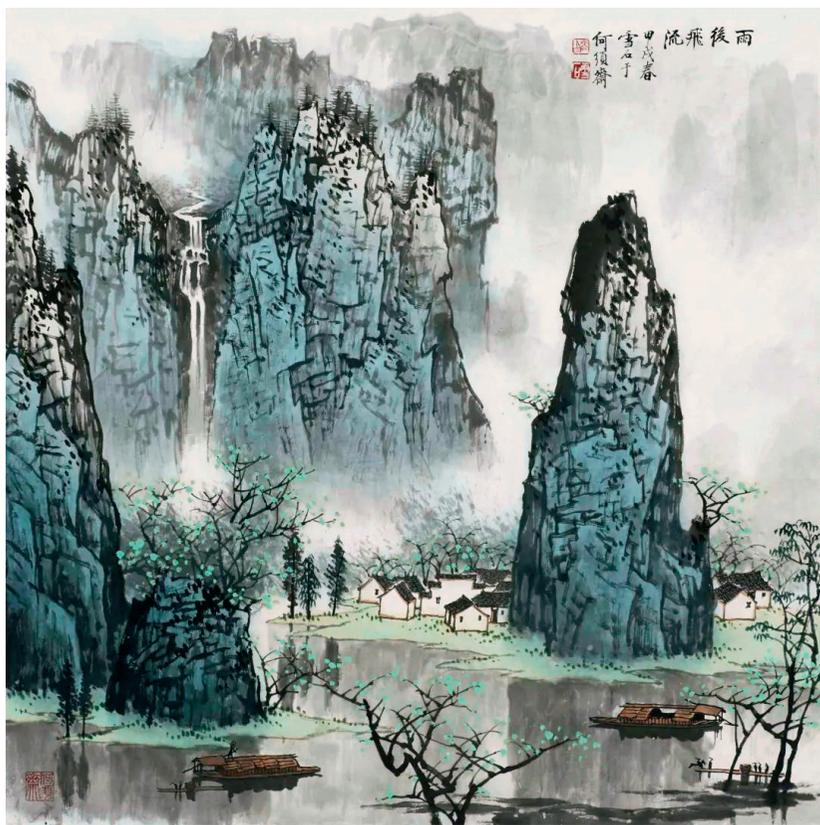
(摘自雷圭元《中国图案五讲》)



▶ **庞薰琹**
(1906 ~ 1985)

我是一个普普通通的中国人，爱好美术，十岁时开始学画。以后，几十年中，主要的靠自学。不论中外古今，有名的与无名的画师们的佳作，都是我师。但是，我始终走我自己的路。我的一生，是探索探索再探索的一生。如果，我的作品，能使你感受到一点美感，那就是我最大的幸福。

(摘自庞薰琹《就是这样走过来的》)



▶ 白雪石

(1915 ~ 2011)

学习传统能够深入进去，又能跳出来者，那当然就是高手了。避开古人和现代名家的画法，发挥独立思考的精神，不断探索，才能逐步提高创新的水平。到生活中去，到大自然中去，能理解新的意境、新构图，探索新技法。

(摘自《白雪石画语录》)



▶ 俞致贞

(1915 ~ 1995)

绘画在于先立意，否则就是练笔，就是习作，什么是意，就是画家表现客观的同时要表现自己的感受，表现客观给我的联想，表现我对客观的爱、憎，或是种种感情。如果你没有联想，没有感受，就没有作画的冲动，就发现不了对象的美。

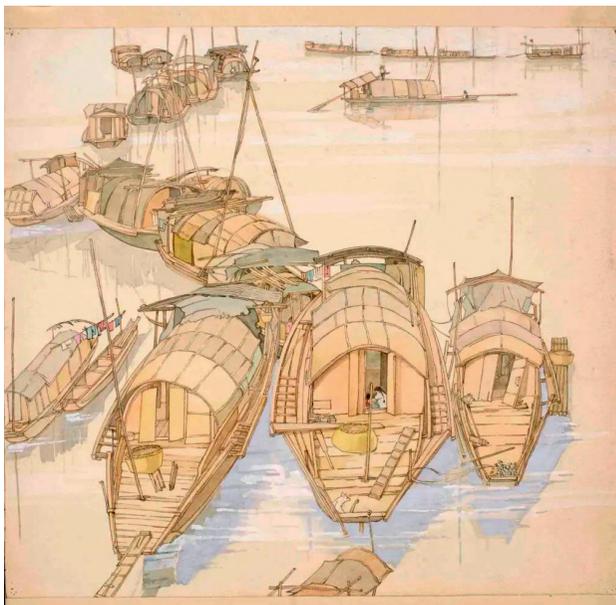
(摘自《俞致贞文集——教学话语摘抄》)



► 袁迈 (1915 ~ 1980)

新的时代必须用新的绘画语言来表达，新的语言可以最直接地代表和表现时代。

(摘自袁迈话语)



► 梅健鹰 (1916 ~ 1990)

我们祖国有着优秀、丰富的陶瓷遗产。好的传统应该继承，要彻底地了解民族传统及地方特色，更好地向传统及民间艺人学习，但是继承传统不等于抄袭，主要是在传统的基础上来创新。

(摘自梅健鹰《百花齐放的陶瓷艺术》)



► 吴劳 (1916 ~ 2009)

展览艺术创作有别于科学技术的记录现象，因为它不只是

反映展出内容中的现象，而且必须预先深刻研究内容来概括现象。找出那些最鲜明的、最典型的，而又最富于表征的现象，通过这些现象用具体的艺术形式恰当地揭示出思想内容。

(摘自吴劳《展览艺术设计绪论》)



► 祝大年 (1916 ~ 1995)

我自幼喜爱艺术，说不清是什么原因，却非常着迷。也没有什么崇高的使命感，我是怀着的一颗朴素的心走进这象牙之塔的。多少年来，风风雨雨，艺术对我这颗虔诚之心，报以精神上的充实和慰藉。世界是非常现实的，很难做个理想的人，人人皆有烦恼与痛苦，唯有艺术是超脱的，陶醉其中，其乐无穷。

(摘自《祝大年自序》)



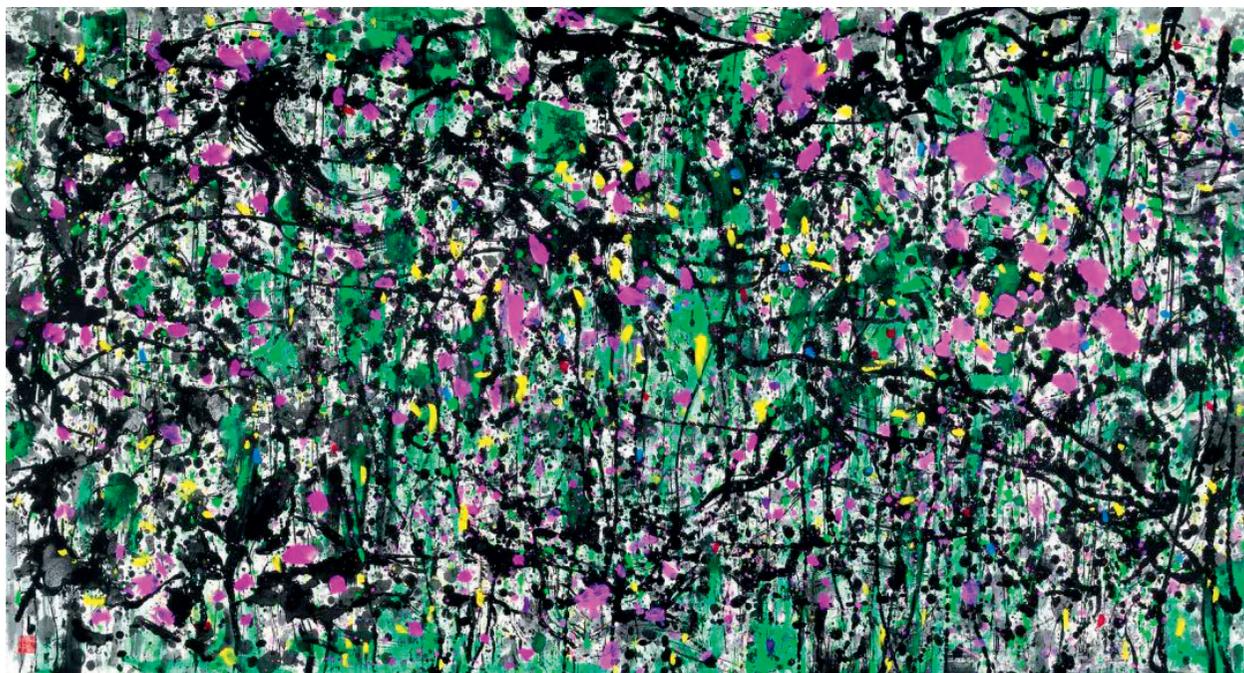
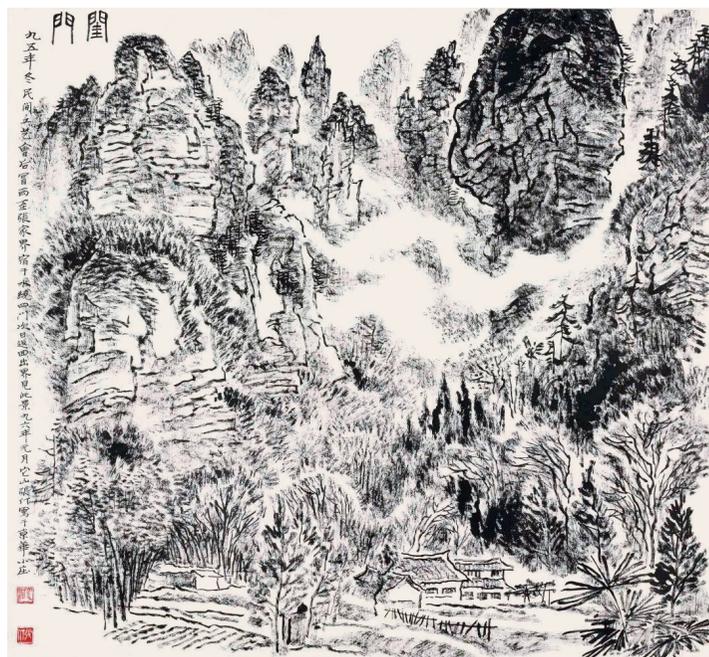
► 张仃

(1917 ~ 2010)

我宁可欣赏一块民间蓝印花布，而不喜爱团龙五彩锦缎。相对而言，

民间艺术是不够成熟的，有的甚至粗野，但它有清新之气、自由之气、欣欣向荣之气。这也许是审美标准不同，有人爱吃熟透的果子，我却喜欢吃那些不太熟、有点涩口的。

(摘自张仃《它山话语》)



► 吴冠中 (1919 ~ 2010)

推翻成见是知识分子的天职，创造新意境、新审美，更属艺术家的身家性命，亦即对后人的全部贡献。

中国的发展要有文化的支撑，要有自己民族的文化代言人，要有被世界广泛认同和喜爱的艺术作品。一个民族、一个国家文化落后人家就不会尊重你。我们有伟大的传统文化，我们更要有伟大的现代文化。

(摘自吴冠中《画语录》)





▶ 阿老 (1920 ~ 2015)

我画了一辈子画，从参加新四军到全国解放至今，始终坚持艺术创作，我对画画一直有着强烈的兴趣，我对生活充满了热爱。我的彩墨舞蹈画，画的是我心中舞动的真、善、美。

(摘自阿老话语)



▶ 奚小彭 (1924 ~ 1995)

在一个民族的装饰艺术中，深刻地反映了该民族人民的精神面貌和民族特性，并且在这些作品中极其真实地烙印着社会生活的痕迹，民族的形式是具体地反映了这个民族装饰艺术的整个历史发展过程，并且对后代起着作用。

(摘自奚小彭《现实 传统 革新——从人大礼堂创作实践，看建筑装饰艺术的若干理论和实际问题》)



万人大礼堂水天一色造型顶

人民大会堂

人民大会堂是与建筑设计院张镈总建筑师合作的项目，由奚小彭主持建筑装饰、室内设计。在大尺度的现代建筑中借鉴传统装饰处理手法和室内设计手法，创造出了具有中国气派，反映中华民族悠久文化传统，稳重大方，而又富丽的新中国建筑，为中国最高政治活动场所要求提供了具有象征意义的建筑。

作为建国后十大建筑成就的最好典范举世瞩目，也为新中国的建筑装饰和室内设计开创了借鉴中国传统的现实主义设计创作道路。



人民大会堂东门

* 十六位艺术大家按出生年月排序

科学需要启蒙

——《科学的故事》评介

袁帆

在当今世界，“科学”一词使用的频率极高，以至于给人们造成一种错觉，以为对“科学”可以无师自通，不用学就知道是啥意思。但扪心自问，“科学”的概念究竟应该怎么解释，科学的起源是什么，科学与技术有什么关系……诸如此类有关“科学”的ABC，又有几人能说清楚？

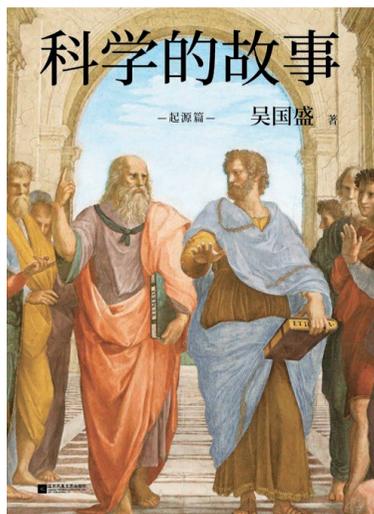
仔细回想起来，在我们以往所接受的任何教育经历中，不要说对“科学”课程的系统教授，就连对“科学”一词的恰当解释也少有耳闻。这就是说，我们对“科学”概念的盲目自信实在是没有根据，实在是应该补上“科学”启蒙这一课。那么问题来了，该拿什么来做启蒙读本呢？

幸得清华大学科学史系主任吴国盛教授2021年赠送新作，书名为《科学的故事（起源篇）》，近来取出，通读、细思、反刍，感触颇多，一种被“启蒙”的感觉由心而生。

“科学”不是“技术”

其实，在我们当下时代的语言体系中，一般都是以“科技”“高科技”这样的表述替代了“科学”一词，好像“科学”天然就是和“技术”捆绑在一起的。其实，这恰恰是一个我们自以为是的极大误区。

吴国盛教授在《科学的故事》（以下简称《故事》）的序言中，对于这一现象给出了明确的结论：“科学并不是人类历史上的一种普遍文化现象。技术是，但科学不是。所有的民族，所有的文化都有自己的技术传统，但科学只独独出现在古代希腊。”比照这一观点，直接引申出的一个结论是，中国人



《科学的故事》

作者：吴国盛

出版社：江苏凤凰文艺出版社

出版日期：2020-7

一直引以为豪的“四大发明”，那只是中华文明在形成过程中产生的技术传统。

那么，什么是严格意义上的“科学”呢？《故事》引用的爱因斯坦的一段话对我们寻找答案极有帮助，“西方科学的发展是以两个伟大的成就为基础，那就是：希腊哲学家发明的形式逻辑体系（在欧几里得几何学中），以及通过系统的实验发现有可能找出因果关系（在文艺复兴时期）。”简单的说就是，只有古希腊哲学家以“几何学”（数学）形式建立的形式逻辑体系可以和“科学”的起源划等号。爱因斯坦并且特别申明，这一发明由古希腊人完成，是极为“偶然”、极为“稀罕”“令人惊奇”的现象，这相当于告诉我们，这个发明在人类社会发展非但不会是普遍现象，而且是不可替换的“孤例”。

在古希腊历史中，欧几里得（Euclid）、阿基米

德（Archimedes）和托勒密（Ptolemaeus）被视为代表一个时期（希腊化时期）最高科学成就的三大人物。而其中惟有欧几里得通过《几何原本》，将希腊古典数学发明汇集成了世界数学史上第一个宏伟的演绎系统，对后世数学发展产生无可估量的推动作用。同时，《几何原本》作为一本教科书，竟然毫无变动地被使用了2000多年。而这个数学演绎系统构成了古希腊形式逻辑体系的基干，成为奠定“科学”的基石。

这就告诉我们，“科学”从一开始就是一种思想体系，不是一个技能体系。这样的认识有助于我们理解科学的起源和科学发展的真正动机。由此可以说，爱因斯坦对“科学”起源的解释言之有据，恰如其分，令人信服。

但在人类文明发展的历程中，“科学”并不仅作为虚无缥缈的“形而上学”而存在，随着生产力的不断发展，随着人类不同文明的相互交流，“科学”与“技术”所呈现的“各自发展、互不往来”的状态注定会逐渐发生变化。对于“科学”的纯粹性被改变的事实，《故事》给出的描述是，“自19世纪以来，科学进入了技术化、分科化、职业化、力量化的新阶段”。历史上，中国人也正是从这个阶段开始，从“师夷长技以制夷”的实用主义立场出发，开始规模化地学习和引进西方的科学概念和技术化的“科学”。这种从一开始就存在的局限性，也可以被认为是造成今天人们普遍认为“科技”就是“科学”的误解根源。

为什么“科学”只出现在古希腊？

“科学”究竟是什么？其实我们至今也不能给“科学”确定一个“一言以蔽之”的定义，因为它是一个“体系”，不是由单一因素构成的。尽管如此，却可以确定“科学”的本质，“是在技术开辟的意义世界中突现的一种高级的文明形式”；“它的核

心是把理性作为自己基本的人文理想”。

说到底，“科学”是古希腊人在“知、情、意”这三种人性指向的塑造中，用理性在“知”的方面进行扩展所做出的努力，“使之成为最基本的人性构成要素”。这应该是作者希望《故事》读者能够在理解“科学”概念时必须领会的要点之一。

为什么“科学”只出现在古希腊？对这些问题，《故事》告诉读者，只要追根溯源，从了解培育“科学”出现的古希腊文明（包括相关的地域、时代、人物这些关键点）入手，循着科学演化的路径去加以分析，就会逐渐找出答案。

必须明确，古希腊的势力范围（疆域），远远超出现代希腊半岛这块地方。希腊民族是一个海洋民族，古代就是地中海地区的霸主。只是后来随着时代更迭，才被压缩到现在的领土规模。公元前五世纪前后的希腊城邦遍布爱琴海、南意大利、北非地区。而这个时期也正处在希腊文明三大历史阶段中的第二阶段——异教文明阶段。这个阶段又分为三个时期：第一个是城邦文明时期（公元前776～公元前323年），第二个是希腊化时期（公元前323～公元前30年），第三个是罗马时期（公元前146～公元395年）。

希腊科学诞生的萌芽期，就始自城邦文明时期，而在希腊化时期茁壮成长，当时的托勒密埃及的首都亚历山大城即是古代世界的科学中心。那么，城邦文明是什么概念？为什么只有城邦文明才会产生“科学”？这倒是进行科学启蒙所需要了解的基础知识。

城邦的字面意思就是城市国家（city-state），一个拥有独立的法律、军队、历法、节庆的城市，加上周边的农村就算是一个国家。古希腊地域内多山，交通不便，形成众多以“小国寡民”为特征的城邦。在曾经出现过的1000多个城邦中，多数城邦的人口在1千人到1万人之间。雅典是古希腊最大的城邦，人口最多时约有30万人。



《雅典学院》（油画）

城邦的空间形态特点是具有四大“标配”：卫城、阿戈拉、剧场和运动场。卫城的希腊文是 acropolis，字面意思是“高城”，顾名思义是建在全城最高处的建筑，通常就是为城邦的“保护神”建一座神庙。雅典的卫城就建有富丽堂皇的雅典娜处女庙“帕台农”（Parchenon）。阿戈拉（Agora），是一个有着贸易功能和政治功能的公共空间，全城的人们既可以在那里进行买卖交易，又可以商谈国家大事，按照当今的理解，可以被看作是一个“政商综合体”。剧场和运动场的功能很明确，反映出古希腊人所追求的高级别生存质量。

城邦文明的固有形态，决定了住在城邦里的“自由民”被叫做“公民”，公民的本质是平等享受政治权利，公民除了有私人生活外，还有一层“公共生活”。需要对维护城邦的共同利益承担义务，对城邦的公共事务表达意见，并有娱乐和运动的权利。所有这一切就是自由民的日常生活。而城邦的权力架构无论其经历过何种政体，“主权在民的思想没有变化”。这里的“民”就是自由民，奴隶被排斥在外。

请注意，这些在人类其它文明中从未同时出现过的城邦文明形态，恰恰就成为“科学”只在古希

腊诞生的特有条件之一。但有一个概念必须反复强调，那就是“科学”的诞生与发展是一个由很多人共同进行的非同步过程，而非发生在某一时刻的“个人”独立事件。但是，总结何为“科学”却可以是一个相对独立的事件。事实上，历史上就真的有这样一位古希腊人完成了对“科学”的总结，他就是亚里士多德（Aristotle，公元前 384 ~ 公元前 322 年）。

科学是什么？《故事》告诉我们，“科学当然是知识，但不是一般的知识”，一般知识是人类的后天“教养”，包括出生后才逐渐学会的与外部环境打交道的知识（自然知识）；与人打交道的知识（社会知识）；与神灵世界打交道的知识（神圣知识）等。在古希腊之前就已存在的这些知识都属于“有用的”知识，是有目的，有功利成分在内的知识。“但是，这些知识都不是科学”。

既然说是亚里士多德完成了对科学的总结，那他是如何回答“科学是什么”问题的呢？生活在“希腊化时期”的亚里士多德在他的哲学巨著《形而上学》中将知识分为三种类型：第一类是“经验”，由记忆积累而成；第二类是“技艺”，关于普遍事物的理论知识；第三类是“科学”，为了“自身”的目的而存在的高级知识。

亚里士多德的表述更明确，“如若人们为了摆脱无知则进行哲学思考，那么，很显然他们是为了求知而求知，并不以实用为目的。”“在各门知识中，那为着自身，为知识而求取知识，比那为后果而求取的知识，更加是智慧。”显然，这种为了“自身”的目的而存在的知识（智慧），就是亚里士多德所要总结的“科学”。

至于城邦文明与科学诞生之间的因果关系，理所当然就在于城邦文明体现出的“自由”精神，和“科学”所要求的“自身”追求之间在“为了自己而存在”这一点上的高度契合，这才会使城邦文明时代的自由人，去追求没有明确功利性的“自由知识”。《故事》给出的结论是，“只有自由民才会发展自由的知识，这就是科学”。

古希腊科学对人类发展的影响

亚里士多德所说的“为了‘自身’的目的而存在的高级知识”，亦即“古希腊的科学”究竟有哪些成果呢？《故事》一书用了五个章节的篇幅，从五个大的方面比较详细地介绍了古希腊科学各个主要学派的主要研究成果，以及对人类发展的不同影响。

1. 古希腊科学的起源

在“米利都学派：寻求万物的始基”一章中，《故事》作者根据亚里士多德的“追认结果”，将希腊最早的科学家们，确定为米利都学派。这个学派由三位学者组成，分别是泰勒斯、阿那克西曼德和阿那克西米尼。此三人是从前至后的师承关系。据推测，他们做出最重要传世成就的年份（鼎盛年，akme）是在公元前585年至公元前545年之间，这个时间段距离后来的亚里士多德这一代雅典哲学家，要早约二百年左右。

米利都位于今天的土耳其境内，地处入海口，是当时希腊本土爱奥尼亚人的殖民城邦之一，大约建于公元前1050年。被推测出生在公元前7世纪中后期的泰勒斯（Thales）是所谓“古希腊七贤”中公认度最高的两人之一。特别之处在于，其他的贤人都是因为其政治智慧而获此美誉，只有泰勒斯是因为学术成就而位列其中。泰勒斯因此被称为“古希腊科学第一人”绝非浪得虚名。

根据《故事》作者的论述，虽然泰勒斯的最大贡献是将“天文学”在改造成“科学”方面迈出了

重要一步，但由于历史资料的欠缺，这一成就的具体情形并不清楚。与此相反，泰勒斯在几何学和哲学方面的学术成就却是证据确凿的。原初的几何学是基于古希腊人“大地测量”实践，而泰勒斯发明“几何学”的目的不仅在于提供比测地术更普遍的知识，更在于创造了一种全新的知识类型：证明性知识”。这种“为求知而求知”的知识，当然就属于典型的古希腊“科学”范畴，泰勒斯由此被认为是几何学的创始人可谓“实至名归”。

更重要的是，泰勒斯由几何学是研究空间关系“本身”这一命题出发，在人类“世界观”的建立方面做出突破，努力证明：世界上的万事万物的确都有一个“自身”（始基，arche）。按照现代哲学的眼光，这个概念是一个“追究万物共同本原”的普遍命题式表述，无疑是一种哲学思维的开始，也是科学地对待自然界的首要原则。难怪亚里士多德称泰勒斯开创了“自然哲学”传统。而米利都学派在“天文学、几何学、哲学”三大领域的标志性贡献，使其被认为是古希腊科学的开端。

2. 我们都是毕达哥拉斯学派的受益者

接下来的一章“毕达哥拉斯学派：数即万物”，将读者带入古希腊科学的“数学”领域。这个学派的领军人物是西方历史上著名的数学家与哲学家毕达哥拉斯（Pythagoras），他大约出生于公元前570年前后的希腊殖民城邦萨莫斯岛。毕达哥拉斯对“数学”最直接的贡献是发明了“毕达哥拉斯定理”，也就是被中国人熟知的“勾股定理”。请记住，那是距今约2700年前被古希腊人发现的“伟大”等式：任何一个直角三角形的直角边的平方之和等于斜边的平方。

毕达哥拉斯因其在古希腊世界的良好学术声誉而有了许多追随者，渐成学派，并演化出集“宗教、政治和学术”三种功能于一体的社会组织。但该组织带有宗教色彩，内部详情“秘不外传”，无论是



1. 欧几里德塑像
2. 泰勒斯雕像
3. 毕达哥拉斯雕像
4. 柏拉图头像
5. 欧几里得塑像

在毕达哥拉斯生前，还是在其身后，这个学派在公元前 4 世纪之前发明的数学和哲学理论，究竟是谁首先提出的很难说清。但这并不影响“毕达哥拉斯学派”前后近 800 年的集体成就。

毕氏学派最大的贡献是在数学方面，他们将数学划为四个分支：算术、几何、音乐、天文。其中算术和音乐是一对，研究对象是“数”的“多少”，“多少”（multitude）是不连续的；几何与天文是另一对，研究对象是“数”的“大小”，“大小”（magnitude）是连续的。而在“连续”或“不连续”中，还有“静止”与“运动”以及“绝对”与“相对”之分。与此同时，他们充分意识到“数”对于四个分支的统领作用，发现“比例”与“和谐”是这四门学科的共同任务。由此引出了毕氏学派的基本教义：万物皆数。

“数就是万物”的定义已经将“数学”与“哲学”联系起来，形成了“数本主义哲学”思想。这种说法从客观上当然经不起严格推敲，“但若说事物遵循的规律是科学的，则相当准确”。换句话说，“把世界的数学秩序看成是世界的真正规律”，这时的“数即万物”就是“真理”了。今天人类已经开始进入的“数字化时代”，就是对毕达哥拉斯学派给

予人类发展贡献的最好注解。

3. 柏拉图学派用数学化学说深刻影响了人类发展

古希腊科学的发展具有传承性。在古雅典三巨头“苏格拉底、柏拉图、亚里士多德”中，柏拉图（Plato，公元前 427 ~ 公元前 347 年）的两大思想来源之一，就是前面所介绍的毕达哥拉斯学说。

在“柏拉图学园：不懂几何者不得入内”一章中，讲述了柏拉图如何建立“柏拉图学园”（Academy），通过发展教育形成“柏拉图学派”的来龙去脉。柏拉图首先是个哲学家，他的名著《理想国》涉及政治学、教育学、伦理学、哲学等多个领域，反映出他对“世界的本质”等基本理念问题的认识以及他的生活态度。至于他在“普通人如何才能接近理念世界”问题上给出的答案却很简单：学习数学。传说柏拉图学园门口有个牌子，上书“不懂几何（数学）者不得入内”。

柏拉图不是数学家，但他是数学哲学家。他重视数学，因为数学是“确定性知识”的典范，它有帮助人们由此及彼，由现实进入超越世界的神奇功能；他推崇数学，在鼓吹数学重要性，奠定数学的

哲学地位上，可谓居功至伟。

柏拉图的功绩集中体现在他的名著《蒂迈欧篇》（Timaeus）中。拉斐尔（Raphael, 1483 ~ 1520）的经典画作《雅典学院》里，柏拉图一手指天，另一手抱着的就是这本书，可见该书影响之大。柏拉图通过《蒂迈欧篇》集中阐述的基本理念是：造物主采用数学的方式来创造世界。这个“数学创世学说”的核心内容包括：四元素（火、土、水、气），球体的宇宙，宇宙的运动，人与动物的创造等。而这个创世过程就是“数学化”运动过程。

“数学创世学说”对人类发展影响十分深刻，“整个现代科学，都是用数学化的方式来处理自然界”，或者说是“建立在柏拉图主义的数学化的思路之上”。从这个意义上看，我们今天享受或将要享受的一切数字化成就都是拜柏拉图学说所赐。

4. 亚里士多德的物理学就是“自然学”

亚里士多德（Aristotle）18岁进入柏拉图学园，学习了将近20年后离开。他是柏拉图的“好学生”，但柏拉图去世前并没有将学园一把手的位置交给他，因为他有一套与柏拉图不太一样的理论。亚里士多德有一句名言：“我热爱柏拉图，但我更热爱真理。（吾爱吾师，吾尤爱真理）”体现了两人之间既传承又发展的关系。

亚里士多德是希腊文明的集大成者，传世之作很多；他又是一位百科全书式的分科型学者，在形而上学、物理学、博物学、伦理学、政治学、诗学等多个领域都有系统的论著。在“亚里士多德的物理学：物性的科学”一章中，重点关注了他对物理学的贡献。

如前所述，米利都学派对“自然的发现”被科学史家认为是“科学”诞生的主要标志，而亚里士多德对此的认识极为深刻。在科学发展史上，推崇将“自身”作为“万物共同本原”的自然观，以此为基础构造一套关于“自然”的理论体系，就是从亚里士多德开始的。

亚里士多德的物理学与他的自然观紧密相连，他说的物性可以理解为自然性，涉及自然概念，事物的本质（本性）概念，物质的运动概念，物质的空间概念等，而这些概念的创建又是与哲学思维紧密相连的。从某种意义上说，亚里士多德的物理学就是“自然学”，也是他独特地开辟了科学思维方式的另一硕果：“自然哲学”。

亚里士多德的物理学对于现代人而言，很多理论看似都没有实际意义，但会带来深刻的哲学思考。因为他的物理学“是定‘性’物理学，是‘目的论’物理学，是富有‘生命’‘活力’的物理学。在这里，物以物性得以保全”。

回看当下，“我是谁？从哪里来？到哪里去？”这些“简单”问题在现代科学的世界观里却仍然无法回答，或许真是到了我们重温亚里士多德的物理学之时了。

结语

启蒙并不仅限于孩童，对于人们不了解而又感兴趣的知识，任何时候开始学习都是启蒙。对于没有接受过系统科学教育的中国人而言，对“科学”的启蒙实际上是必须的“补课”，或者是“正本清源”。用“科学”概念解释其目的就是：为“启蒙”而启蒙。

《科学的故事》是一套关于科学起源、发展的系列科普读物，作者以其鲜明的科学观、渊博的科学史积淀，以讲故事的形式将起源于古希腊的人类科学发展历程娓娓道来，思路清晰，观点明确，形式活泼，引人入胜，发人深省。本文所述内容，基本属于对这套书（起源篇）的梗概归纳，更加全面、详细的解读需要有感兴趣的读者研读原著。更丰富的内容随着后续各篇的推出也将会给读者带来更多的启迪。让我们一起继续“启蒙之旅”！

（本文经过吴国盛教授指导与审阅，所用图片均为其拍摄并提供。特此致谢！）

一份历经近 70 年的事业与牵挂

——方惠坚老师谈政治辅导员

清华大学教育基金会 彩雯

经过近 70 年的发展，在这项源于清华大学、对全国高校产生重要影响的制度中，走出了党和国家领导人，走出了许多各行各业的骨干，这就是“政治辅导员制度”。

邓小平同志曾评价这一制度：高年级学生和青年教师中选出人兼职做政治工作，经过若干年的培养，形成了一支又红又专的政治工作队伍，这个经验好。

那些最早成为政治辅导员的清华人，至今依然在为这一制度的发展贡献着自己的力量。

捐赠设立专项奖励基金

虽已年近鲐背，却仍然让清华大学原党委书记、首批政治辅导员方惠坚老师念念不忘并以捐赠方式继续支持的，就是“双肩挑”政治辅导员制度。

方惠坚老师对政治辅导员工作有着很深的感情，希望能够通过这一制度把同学们培养成又红又专的人才，不管是做教师还是做管理工作，都能够发挥更大的作用。他认为，学校需要有大量的投入，单靠政府支持不行，如果有基金，特别是能够在资助学生方面做一点事情的话，那是很好的。2017 年，经与夫人商议，方惠坚老师决定拿出自己一部分积蓄的薪资，捐赠设立“方惠坚辅导员奖励基金”，支持清华大学学生辅导员队伍的建设。“我个人能力有限，但是我想作为一种示范，就这么开始了这个工作。”

政治辅导员制度的产生背景

方惠坚老师 1950 年入读清华土木系。当时，全



方惠坚 |

1950 年考入清华大学土木与环境工程系，1953 年加入中国共产党，同年任学生

政治辅导员，1955 年毕业留校。1988 年 9 月至 1995 年 9 月任清华大学党委书记。曾当选为第八届全国人大代表、中共十四大代表。1995 年被评为全国教育系统劳动模范和北京市优秀基层党委书记。

2017 年 3 月 14 日，方惠坚老师与清华大学教育基金会签署捐赠协议，捐赠设立“方惠坚辅导员奖励基金”。该基金为留本基金，每年运作收益用于奖励清华大学本科生、研究生辅导员。

清华大学第一届政治辅导员名单

建筑系	赵炳时	谢文蕙（女）	
土木系	黄志冲	方惠坚	
水利系	宋德蕃	方耀棠	李锦坤
	汪兴华	董曾南	蚁锦忠
机械系	吴肇基	刘尔抗	吴则松（女）
动力系	杜建寰	容文盛	
电机系	张慕萍	唐泽圣	刘乃泉
	吕林	杨吟梅（女）	张芳榴
石油系 （原化工系）	黄圣伦	吴麟祥	
	林世雄	刘长生	



国开展抗美援朝运动，方惠坚老师也跟着高年级同学到清河、门头沟的农村进行宣传工作。这段经历让他深深感到中国的农村仍旧贫困落后，也意识到了大学生的责任。1950年年底国家组织“参军参干”运动，目的是支持抗美援朝。方老师本着“既然国家需要，那么我就参加”的想法报了名。当时全校有1500余名同学报名，国家考虑到建设的需要，最后只批准了几十名同学参军。方惠坚老师虽然遗憾地与飞行员擦肩而过，但却开始思考个人和国家到底是什么关系，青年学子该为国家做些什么。

此时，为了加强学生的思想政治工作，时任清华大学校长蒋南翔在高校中率先提出并建立了学生政治辅导员制度，选拔思想政治觉悟高、业务素质好的高年级学生，“半脱产”做同学的思想政治工作。“这是根据他自己多年从事青年工作、学生工作的经验所做出的决定。”

清华大学档案馆珍藏的《清华大学向高教部、人事部请示设立学生政治辅导员的报告》中指出：“为了加强对学生的政治思想教育，保证学习任务的完成，并把学生中党团员的社会工作时间减少至政务院规定的每周6小时的限度，我们拟根据1952年政务院批准的全国工学院院长会议决议设立政治

辅导员制度。……由于今后政治工作必须结合学习进行，辅导员由于具有一定业务水平，及其在学习上的模范作用，对展开工作是会有很大便利的。”由于对政治辅导员要求既要学习成绩好，又能担当思想政治工作，这种制度被形象地称为“双肩挑”，即两个肩膀挑担子。

报告获批后，清华选出了第一批25位政治辅导员，均是从全校各系的三年级学生中精心挑选出来的。他们共同的特点是学习成绩优秀、政治觉悟高、工作能力强。当时大学三年级的方惠坚老师，就是在这一背景下，成为了第一批政治辅导员。

政治辅导员的亲身实践

为了迎接国家第一个五年计划，满足国家建设对人才的迫切需求，清华有两届学生从四年制缩短为三年制。作为最高年级的学生，方惠坚老师也热切期盼着投身于国家第一个五年计划的大规模建设中。由于学业成绩优秀、政治觉悟高，方惠坚老师被抽调为第一届政治辅导员，并延长毕业年限至1955年，帮助下一届学生做好思想政治工作和管理工作。“实际上就是拿出一半的时间来做工作。当时是6天工作制，按照平常一天工作8小时计算，

是48个小时，计划让我们用24个小时来做工作。你们也知道在学校里面学生的工作哪是8小时的事情，10小时都不止。”

就这样，方老师与下一届学生一起上一些课，并补选一些原来没有上过的课，最后和他们以同班同学身份毕业。也正是

这种同班同学推进思想政治工作的模式，使思想政治工作和管理工作在同学之中扎根，并受到学生的广泛认同。

方老师认为，实践证明，当时抽调一部分高年级学生来做辅导员的工作是合适的，如果都是从外面派进去的人员，哪怕是教师，即使很有经验，也很难跟学生融合在一起。现在政治辅导员基本上是从高一个或几个班的同学中抽出来的，所以跟学生之间的交往很密切。

“我后来觉得，我们学校的辅导员有一个很大的好处，是他们跟同学们一块吃饭。吃一顿饭大概是20分钟到半小时的时间，这样跟一个同学就可以谈话，至少是谈一个问题，有什么想法大家就谈开了，这是一种非常好的方式。我们学校这个制度一直到现在坚持了几十年，能够坚持下来，我觉得跟制度本身好有很大关系。”

政治辅导员的选拔

从学生到辅导员，从辅导员到学校领导，在清华70余年的学习工作经历中，方惠坚老师推动了清华许多工作的开展，为清华的发展付出了全部的心血。在这一过程中，方老师的工作始终与政治辅



方惠坚老师和夫人

导员制度的建设有或多或少的联系。

1958年年初，方惠坚老师被抽调到学校团委，担任团委副书记，一直到1966年“文化大革命”。这也成为方老师在学校里工作时间最长的一个岗位。在这八年的过程中，方老师也参加了很多抽调辅导员的工作。在他看来，政治辅导员制度设立之初，主要是为了加强学生思想政治工作，同时通过这种方式培养一批又红又专的学生干部，使他们在政治和业务方面都得到更好的培养。所以，政治辅导员主要在政治觉悟高、自我要求高、各方面表现突出的同学中选拔。

但他特别强调，清华政治辅导员的选拔，要求同学们的学习一定要好，这样才可能在同学中树立威信。“当时校长提出来，你不能有学习成绩不及格的课，如果有的话就不再做辅导员了，要回去念书，这也是我们学校常年累积下来的很重要的经验。”方惠坚注意到，学校里所有的领导，包括党委书记、校长、副书记、副校长，几乎都做过辅导员工作。“人我都还认识，当时我对学校这些人的情况都熟悉，知道他们的经历，我发现辅导员制度确实是培养人才的地方，很多人就是这样成长起来了，也成为学校的骨干。”

架海金梁 情归故园

——郭殿邦学长遗赠设立奖学金

清华大学教育基金会 彩雯

2021年，美国桥梁界泰斗郭殿邦先生的后人，遵照郭殿邦先生的遗嘱，将其部分遗产捐赠设立奖学金，回报母校清华大学。1913年，郭殿邦先生13岁入读留美预备学校（也叫清华学校，清华大学前身），后赴美留学，1988年在美国去世。他在去世前留下遗嘱，嘱托把一部分遗产捐给培养过他的母校清华大学。

身在海外 心系祖国

郭殿邦先生身在海外，但心系祖国发展。1926年获哈佛大学硕士工程学位后，郭殿邦先生一直在美国生活、工作。1928年，他进入美国摩简斯基与察斯（Modjeski, Masters & Chase）设计所，其后的40余年里，郭殿邦始终工作在桥梁界。他设计的著名大桥不计其数，获奖无数，并成为设计驼式长跨度悬臂式桥梁的首创者。同样留美的中国土木工程学家、桥梁专家、工程教育家茅以升，长期与郭殿邦先生交好，深知郭殿邦先生在桥梁专业领域具有丰富的实际操作经验。在上世纪30年代，茅以升开始与郭殿邦联系，除了业务咨询，先后选派6名优秀中国青年工程师去美国学习桥梁建筑技术，第一站就是来到摩简斯基与察斯设计所，接受郭殿邦辅导。



郭殿邦先生

郭殿邦出于对祖国的深情，不仅把这6位青年工程师当自己的实习生手把手辅导，使他们深入了解桥梁建筑实操细节，还将自己的技术无条件地倾囊传授，并且利用自己的人脉，帮助推荐到美国其他机构和企业，令其开阔视野，增强专业技能。后来这6位青年工程师携带大量技术资料包括图纸回到中国，促进了中国的现代桥梁工业进一步发展。

一门四杰入清华

郭殿邦的父亲郭惟仁先生，是清末的开悟者。郭惟仁先生在私塾里推行教学改革，也是江阴（现在的张家港）梁丰小学的筹创人之一。他的办学理念受到同宗乡绅的重视，培养了很多人才，他自己的四个孩子——长子郭殿邦（1913年入学）、次子郭协邦（1915年入学）、双胞胎郭济邦、郭会邦（1928年夏入学）也全部考上清华，并学业有成。

我们深切怀念郭殿邦老先生，怀念13岁入清华园的那个少年，诚挚感谢郭殿邦先生及家人对母校清华的捐赠支持！



清华大学教育基金会

地址：北京市清华科技园创业大厦12层

电话：62785959

传真：62785959

Email: iihnews@tsinghua.edu.cn

www.tuef.tsinghua.edu.cn



社会实践与国庆联欢

▶ 李山

没想到我们几个人的自行车之行为清华开启社会实践之风产生了“蝴蝶效应”。不仅清华学生主动参与各种社会实践，也开始有社会企业联系校学生会，希望清华学生利用专业知识帮助解决经营管理和技术改造等问题。

天津的一个贫困乡开出了很优厚的条件：只要有学生用一个月四次周末时间帮他们思考脱贫致富的办法，该学生就能得到一百元人民币作为酬劳。当时一百元是很大一笔钱，我在清华的生活费都靠学校提供的每月14元贫困学生助学金，一百元对我非常有诱惑力。于是我和一起骑车的李勇去应试并被选上了，我们就准备去天津农村考察。

谁知出发之前这事被时任校团委书记陈希老师听说了。有一天我正在校体育馆前的操场上跑步，陈老师骑着自行车远远地就喊我：“李山，过来。”我上前问怎么了，他就边停车边用责备的口气问我，“听说你要去天津赚什么一百块钱？”我一听觉得很奇怪，反问他：“不是校团委号召学生勤工俭学和参加社会实践吗？如果不能做这事是不是说明勤工俭学有问题呀？”陈老师听完我的解释也就同意了，笑笑离去。

我们一共三个人参与了那个项目，除了我和李勇，还有一位清华的博士生。到清华来寻求帮助的是贫困乡的乡党委书记，他是个很有政治抱负的红二代大

学生。他嘱咐我们要好好干，我们也非常认真地做了调研，还真帮村里的农民想出来一种发家致富的办法。

什么办法呢？我们发现那个地方有一种树上结的小红果长势喜人，漫山遍野都是。那时候北京满大街都在卖汽水，但是没有果汁饮料，我们就想到把这种果实变成饮料运到北京来卖，可以避免这些红果烂掉，还可以卖好价钱。乡党委书记觉得我们的想法很好，我就自己动手设计了“鹅岭”牌商标。这个商业计划在当时的中国比较超前，汇源等果汁品牌到了90年代才出现。

能将所学的经济专业知识付诸实践，为村民们想到一条致富之路，我们很开心。

除了参加校外社会实践，我们也为校内同学服务。当时清华学生的自行车大多很破旧，经常需要修补，我就带领经管学院的同学办了个学生修车铺，为同学们提供廉价服务。

同年经济管理系升格为清华经济管理学院，由时任国家经委副主任的朱镕基学长出任院长。学校党委同时破例任命我这位大学四年级学生为院团委书记。我上任后的第一件重要工作就是组织学院的同学们参加国庆三十五周年庆祝活动。

国庆节那天晚上，我们一帮同学要到天安门广场与数万名首都高校学生以

■ 作者简介

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



1984年国庆35周年庆典经1班同学欢聚天安门，后排左三为参加完彩车游行的李山

及应邀来京参加庆祝活动的三千名日本青年跳舞联欢。为了教院里的同学们跳集体舞，我参加了学校组织的舞蹈培训班。记得教我们的老师是东方歌舞团的一位专业演员，她将十分大众化的集体舞跳得阳春白雪，曼妙多姿。也许是受这位老师感染，我喜欢上了跳交谊舞，在清华读书和后来国外留学时经常去参加各种各样的学生舞会。

学校还专门准备了一台彩车参加国庆节白天在长安街举行的庆祝游行。彩车的造型是“华山抢险”，表现第四军医大学的几十名学生在游览华山时奋勇抢救遇险游客的英雄事迹。我被选入彩车团队，扮演一位参加抢险的军校学生。当彩车经过天安门城楼时，我清楚地看到了站在城楼中央向我们招手致意的邓小平等党和国家领导人，当时心中无比

的激动。

正在此时，进行国庆实况转播的中央电视台工作人员将镜头聚焦在我身上，在四川老家收看电视的父母和亲朋好友们看到我的特写镜头都惊喜万分。这是我平生第一次上电视。没想到若干年后我成为了一名职业经济学家，经常接受电视采访。

国庆夜的天安门广场五彩缤纷，令人想起柳亚子先生庆贺国庆一周年的词句“火树银花不夜天”。我和同学们在似乎永不停息的国庆礼花照耀下跳啊，笑啊，整个广场变成了欢乐的海洋。就在这欢乐的时刻，我在北京航空学院（即现在的北京航空航天大学）读书的女友翩然出现在我面前。我很吃惊她竟能在这人海中找到我，真的是喜出望外。但身为团委书记，在同学们面前我不敢尽情表达自己的喜悦，只是深

情地注视着女友的眼睛，在心里默念着她不久前抄送我的美国诗人惠特曼的小诗《请与我同行》：

I give you my hand!

I give you my love, more precious than money,

I give you myself, before priests or the law;

Will you give me yourself?

Will you come travel with me?

Shall we stick by each other as long as we live?

我把我的手伸给你！

我把我的爱情给你，那比金钱还珍贵，

我把我自己给你，请教理或法律作证；

你肯把你给我吗？

你肯和我同行吗？

我们能否相爱，终身不渝？

我陶醉在举国狂欢中了……

十五年后，我出席了国庆五十周年庆典。这次我没有加入游行队伍，而是站在天安门城楼西侧的贵宾观礼台上。此时我刚出任美国雷曼兄弟公司负责中国投资银行业务的董事总经理。

2019年10月1日，国庆七十周年庆典，我作为香港特别行政区全国政协委员再次应邀在天安门贵宾台观礼。当全场所有人同声欢唱《我和我的祖国》时，响彻云霄的歌声将我带回到三十五年前那个夜晚，带回到我的青春、爱情和梦想年华。🍷



三种“过度”教育分析

► 杨斌

我们对于教育的认知，普遍存在着一类看法——多学总没坏处，多教总是好的；而社会主流价值观的共识也认为，学位上高一级，总归是能力更强。如此这般“单调递增”的误读，近则影响到教学法、培养方案设计，远则关乎人生选择中的适当、有效，并非小事。这里，就想分析其中三种“过度”现象，以及由此产生的问题。

第一种过度，是在教学法上

有老师在教学过程中，恨不得把知识点、易错点甚至答题的技巧，都在课堂上讲清说透，学生们听下来的感受是，真流畅，很全很细。师生相互之间一对眼神，就领悟了这门课的“精髓”。不用翻书都能搞定所有作业——如果不能，大概率是布置错了题目。课后也真的不去翻书了，就这样逐渐地做好了课上洗耳恭听照单全收的心理准备。于是，上课就变成了听讲加记录。如果我们反思一下，这样的教学法，对于学生发现问题的好奇心、延伸学习的动力、自主探索的勇气，是促进，还是抑制？那么，我们也许会对这样的教学效果是否优秀，产生不一样的评价。

有研究者做过实验，演示了积木搭法和游戏解法后，学生们大都进入“重复实现、更快实现”的套路中；而若是

先让学生探索，其行为特征呈现出较强的想象力和创造性。另有研究者的荟萃分析发现，教师应用流畅、全面的“直接教学法”，学生在标准答案式的学业考试中成绩更优，而在处理现实问题、开放问题中却远远落后——这种现象有个看似矛盾却引人深思的名称，叫“失败的成功”，短期成功，长期却失败。

站在教与学这个责任天平的角度分析，当教师站位靠前、以推为主，那么学生也就退得靠后，责任担当得就少。此消彼长间，学生就不再跃跃欲试，就不那么有自主和自觉性，而容易滋生等靠要、求喂养的态度。责任分担，也有个“用进废退”效应。

第二种过度，是在培养方案的设计上

以本科教学为例，很多领域都有知识迭代、新技术日新月异的情况。于是，学校或者院系所设置的课程体系，因为很多新内容要融入，导致四年中要学的课程不断增加，学分数高企，学生叫苦不迭之外，自主学习的时间越来越少。

这其实反映出，我们对于本科教育的定位和要达到的目标认识不清、把握不准。四年本科的目标，不是把某个学科的完备知识悉数教给学生——那既不可能，也无法消化——而是要

■ 作者简介

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



帮助学生撑起拥有这个学科的核心知识、能力、视野的“脚手架”，建立起可延伸、想延伸的一套认知体系，激发对未来的学习和成长更浓厚的好奇心和更自觉的内驱力。知识爆炸，学科进化，校长、院长、教师要吃透其核心要义——变化映射着哪些不变？哪些基础要打得更牢固？然后以“让核心更核心、让核心更能解释和指导变化”的方式——我把它称作凝聚和提炼的乘法——刹住这个只做课程堆砌的加法而迷失核心的风气。

坚持课程总学分不涨，坚守的是确保学生德智体美劳全面发展的一条底线。毕竟课程学习只是学校学习的一部分，课外的学习与生活，集体的活动与实践，以及青少年思想和情感成长所必须有的“留白”“徜徉”，都十分重要，不能被一门门课名看似新兴而内容多为皮毛的课程挤占

甚至牺牲。

第三种过度，是“更高学位”迷思

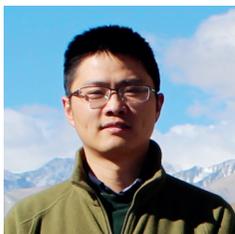
学生和他们的家庭，都有着要一口气努力取得最高（至少更高）学位等级的压力；而对许多用人单位来说，也有着学位“高高”益善，就高不就低的倾向。二者相互作用，水涨船高。坊间只见考研热，越来越火，但身在其中即将读研的人，真的问过自己，这个硕士或博士，适合我吗？我真正的目的是在做学问（长本事），还是读学历（拿文凭）？而对用人单位来说，我们真的需要经过专门学术训练的某一学科的博士来做这个岗位吗？这份工作真的必须研究生才能胜任吗？

不错，我们现行的确实是三级学位体系，但是专业硕士、学术博士之间，更像是两种强调不

同类型、而非高低层级的职业选择，二者都是终极学位（terminal degree），培养出来都是要直接走向工作岗位的。专业硕士，是否一定比博士水平“差”？要我看，二者根本不具有可比性，而不是谁高谁低。

学位迷思激发了学生和教育机构的某种乱仗，申请报考者很多，但“真需求”却难说，存在某种“虚火”。在恰当适度地设置岗位胜任条件、敢于说出你“资格过度（over-qualified）”不适合录用、避免助长和激化“过度追求高学位”之风的转变上，党政部门、龙头企业必须要带个头。这将是一件有益于社会、家庭和教育机构，避免大量教育资源错配的善举。

过，犹不及。适，才是正道。教学法、培养方案，或是深造与选贤，都要先反思下是否“过度”。



扎布让夜校

► 伏后明

■ 作者简介

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

在托林镇工作一段时间后，我逐渐发现此地不少群众的文化程度都处在文盲半文盲状态，精神文化生活非常匮乏。群众倾向于转寺庙填补精神世界的空缺，生活中遇到困难、问题，也是经常第一时间求助于寺庙。与此同时，这些年国家给当地群众政策性补贴增长很快（当地人均政策性补助大约每年1.5万元），民生保障、基础设施改善力度也很大。在没有精神文化支撑下生活水平快速增长会引发一系列问题：收入不高时群众难以支撑每年外出朝圣，而现在很容易实现；同样的收入不高时难以经常性饮酒，现在聚饮则是常态。所以，当基层工作服务跟不上物质生活的提高，便会引发一系列的乡风问题和基层政权治理问题。

记得去群众家调研，第一次见面非先得先喝酒，而且执意要按照当地习俗“三口一杯”（一杯酒喝一小口然后主人加满，往复3次，直至最后完全喝完）。先喝上一会，然后才开始调研，越是偏远的地方就越淳朴热情。除了当地淳朴的传统外，这也从侧面反映了群众与外界接触少、精神文化生活匮乏、见到外人格格外高兴热情的现状。精神文化的匮乏限制了当地的发展，而长期的发展滞后又进一步加剧这种匮乏。

另外，这种现象也会削弱党的执政基础。当基层治理薄弱时，非法宗教势

力会利用广大群众的愚昧无知和遇到问题时求助于宗教的心态，将广大群众笼络其周围，这样群众就会被一股无形力量所影响，从而影响基层政权的稳定。所以，群众精神文化的匮乏看似是一个小问题，但实际却关系到党的基层政权建设，是一个亟需解决的大问题。

由于当地群众居住分散偏远，交通不便，将群众有效集中起来的成本很大，加上镇上财力物力人力有限，我们也无法组建成立专业艺术团体进行文艺表演，丰富当地群众的生活。但是，镇上有许多民俗文化资源没有得到很好的挖掘、整合，群众中间也有一些具有艺术天分者，只是没有表演、展示的舞台。显然，我们有做好文娱活动的基础，更有群众对精神文化生活需求的基础。

思来想去，比较有效的措施便是因地制宜地组织群众开展一些接地气的、常态化的文娱活动。当然这种活动必须以群众喜闻乐见的形式展现，比如小品、相声、现身说法、舞蹈等，否则不接地气，更别说入脑入心。同时这些活动展示的内容要围绕群众身边的故事展开，这样才能让群众产生共鸣，心里有触动，才会产生认同感。再者要激发群众的主动性，发动群众开展文娱活动，让群众积极参与其中。最后还必须把成本控制 在镇上要求和允许的范围内，以确保活动的可持续。



组里的街道



夜校上课

托林居委会扎布让组位于古格遗址脚下，历史文化悠久、旅游资源深厚，由于大部分群众不会讲普通话也不会算账，满足不了旅游小镇的发展要求，多数群众对自己的事务都处理不清，更别说了解政策了。但是该组距离县城只有18公里，交通也方便，所以我们决定在这里先行试点夜校，夜校的主题是“能说会算，学政策，感党恩”。通过举办夜校，普及基础文化知识让群众达到能说会算的目的，让他们学习村规民约和相关政策从而完善群众自我管理的能力；另一方面，夜校中开办的小品、相声、舞蹈、歌曲等文娱活动，则初步解决了群众的精神文化需求。我们还以夜校这个载体为基础完善镇的党建工作，并扩大到镇上每个村居。我认为党建不仅仅是党的自身建设，同时也是党带领人民群众干

事创业、建设家园等过程中发挥积极作用，让人民群众明白物质和精神的提高归因于党的正确领导，让群众感党恩，从而坚定跟党走有信心。

根据实际情况我们提出了“四个学习”，即定期学、集中学、带头学、创新学。定期学是指周二、周四晚上学习两个小时，之所以这么安排主要是考虑到老百姓的日常工作实际和对学习的接受能力；集中学是指将大家集中在一起，这样方便管理、方便教学，有利于营造一个学习环境、学习氛围；带头学主要指党员必须参加学习并带头讲学，鼓励所有老百姓都要参加学习；创新学主要是考虑到老百姓接受能力有限，通过交流发言、小品、歌曲、现身说法等老百姓喜闻乐见的方式进行。比如让“三老人员”、脱贫户、致富带头人、思想开明

一些的人结合自身实际现身说法。群众跟这些人生活在一起，彼此知根知底，他们现身说法更接地气，也更容易被群众接受、产生共鸣，从而最大程度提高学习效率。教学内容主要有以下几个部分：学语文（汉语文和藏语文）和数学，达到能说会算的目的。学政策、村规民约，政策主要是党和政府的惠民政策、补贴政策等等，村规民约主要是村民形成的共识，教育大家共同遵守维护；学历史，学习共产党的历史、新中国历史、新旧西藏对比，从而使老百姓知历史、懂历史，从历史中吸取经验教训，使老百姓珍惜现有的生活，最后归结到感党恩。

只是在正式开办夜校前，我们得解决几个问题：首先村民能来上课的问题。由于多年的生活习惯，多数村民不愿上夜校，我

们发动村支部和驻村工作队进行多次动员工作，反复讲解上夜校的好处，参加夜校可以学习普通话，学会算账，能够与外地人进行交流，从而了解外面的世界，提升自身文化素质和见识；可以提高收入，因为扎布让组位于旅游中心，群众学会说普通话和算账，方便与内地游客的交流沟通，促进当地旅游业的发展，从而提高旅游收入；还可以丰富大家的精神文化生活，夜校提供了大家相互交流学习的机会，增进相互了解和友谊（我们的目的是将村民从落后的甚至错误的生活方式中解放出来，逐步淡化宗教的消极影响，但是在实际动员过程中为了减少群众的抗拒心理，我们没有明确说出这一点）。经过几天的动员后，有50多个村民主动报名参加夜校，占到该组总人数的近一半。

其次，要解决谁来讲课的问题。我们参照小学语文、数学的讲课内容，邀请镇上的藏族大学生作为语文、数学的老师，也邀请县里职能部门和驻村干部讲解农牧业、医疗、教育、住房、民政、就业创业等跟群众切身相关的政策，还邀请县里宣传口的同志讲解党史、新中国历史、新旧西藏对比等等。

最后，我们积极排练小品、舞蹈、现身说法等活动，将群众

身边事、相关政策、历史等融入活动，这样能够丰富夜校的氛围，提高学习积极性。

夜校开课后，反响良好，在此举一个小品《人民的党员》的组织创作过程和演出效果加以佐证。

小品的内容是针对身边实际情况编写的，当时很多党员特别是党员干部忙于私事，为群众办事缺乏积极性，在群众遇到困难时推脱责任，一定程度上影响了党在群众中的形象。群众对党员应有的作用也认识模糊，这就导致群众对党员无法产生有效的监督，更会淡化对党员的认同感。小品分为三幕，主要描述了合格与不合格党员的样子，正面描述党员应有的形象以及党的各种惠民政策，反面描述当前群众身边不合格党员的样子。通过正反两面的对比，让党员真正明白党的性质宗旨，增强为群众解决困难的自觉性和主动性，进一步提升自身党员身份意识，也在群众中进一步树立了党员的良好形象，帮助群众了解党的惠民政策带给大家的种种实惠与便利，增强了认同感和向心力。

至于演职人员的选拔，最初的设想是全部从村里组织。但事与愿违，从村里只找到了四名有演绎天赋的群众，而且没有补贴，只好又从县艺术团和镇机关各抽

调了两名人员，共计八人。刚开始的排练比较顺利，但几天后村里的演员由于要上山放牧不得不终止（由于当地牧场实际上是集体的，一般每七八户组成小队联合放牧，每次放牧由一二户负责一个星期的放牧任务，当时正好轮到了）。具体负责现场排练的干部前去交涉，对方表示每天补助160元方可继续排练，因为这160元需要支付给其他愿意放牧的人。由于当时没有相关资金安排，排练只好暂停了几天。了解情况后，我们赶紧从其他途径解决了资金问题，让村民回来继续排练，同时也解决了县里两名艺术团成员的补贴问题。经过两个多星期几十次的排练，演员的演技有了很大进步，相互间的配合也很到位，最后表演非常成功。

扎布让夜校的创办经历让我获益颇丰，虽然道路曲折，困难众多，但是只要用心了解群众的实际情况，时刻把群众的需求摆在第一位，积极解决问题，最后的前途一定光明。夜校举办也为后来筹办托林镇彩虹文化艺术节、托林镇党建艺术团提供了思路和参考。

尽管我已离开托林镇，但我常常怀念那些苦涩而又快乐的时光，怀念那片土地和人民群众。或许，在我最艰难的日子里给予我力量和希望的托林镇，已经成了我的精神家园。🍷