

# 潜心铸重器 为国育栋梁

## ——追忆航空发动机专家蔡元虎

### 留声机

◎本报记者 王禹涵

2024年9月7日，我国航空发动机专家、西北工业大学动力与能源学院原院长蔡元虎，因病在成都逝世，享年74岁。

“沉痛悼念蔡教授，大学时和葛可亲的面容仿佛昨日”“蔡老师一路走好，我辈继续为祖国航空发动机事业而奋斗”……西北工业大学动力与能源学院微信公众号发布的讣告下，三百多条留言诉说着对蔡元虎的思念与缅怀。

### 立志报国 投身航发研究

“一个国家不能没有实体工业。现在很火的ChatGPT，可以告诉你航空发动机的原理，可以告诉你发动机有什么部件，但是单靠它造不出发动机。”古稀之年的蔡元虎曾这样对学生们说。

作为飞机的“心脏”，航空发动机是一种高度精密且复杂的工业产品，被誉为现代工业“皇冠上的明珠”，是一个国家科技、工业和国防实力的重要体现。目前能造飞机的国家不少，但能真正独立研制航空发动机的国家却是少数。从20世纪60年代开始，从仿制、改进，到部分自主研发，再到完全独立自主研发，正是一代又一代科技工作者，让我们的飞机拥有了动力澎湃的“中国心”。

20世纪70年代，蔡元虎考入西北工业大学原航空动力与热力工程系航空发动机专业。“同样一款发动机，外国生

产的产品寿命比国内要长很多。”大二实习时，工厂厂长对蔡元虎说过的话，让他坚定了一个信念——一定要改变祖国航空发动机事业落后于人的困境。

蔡元虎师从王宏基教授，是我国自主培养的第一位航空发动机专业博士。1985年7月，蔡元虎毕业后留校任教，从事中国航空发动机专业的教育和研究工作，培养了一批以两院院士、知名教授、型号总师为代表的高层次杰出人才。

中国航发涡轮发动机项目副总师、总体部副部长曹铭栋在毕业后仍得到了蔡元虎的指导。他说：“每次去探望蔡老师，他都会拿出发动机图纸，悉心讲解知识。在我工作以后，还给我分享他的最新教学课件和相关研究资料，有力支持我解决工作中的难题。”

40年来，蔡元虎一直从事航空发动机气动热力学、总体设计、超音速燃烧冲压发动机的教学和科研工作，先后主持40余项国家级、国际合作项目。年过七旬，他仍开设航空发动机专业课程53讲，3年间向共计60家单位、12000余位技术人员传授行业知识，赢得高度评价。

### 严谨细致 培育航发人才

“实事求是，严谨认真，一丝不苟，精益求精。这十六个字是王宏基老师留下来的，你们能做到这十六个字，就一定做出较大的成绩。”多年来，蔡元虎一直这样寄语学生，而他本人做人做事也一直遵循这十六个字。

“蔡老师制作的幻灯片，无论是图



蔡元虎教授为小朋友们解答问题。

西北工业大学供图

片还是文字说明都十分详实，我们自愧不如。”一位青年教师提到蔡元虎时这样感慨道。

“蔡教授虽古稀之年，但上课却似少年般激情昂扬，他每次课前都主动发来课件与我分享又更新了哪些教学内容。”马克思主义学院教师贺苗说。

“蔡老师对科技工作的赤诚热爱藏在每一个细节中。”西北工业大学党委宣传部教师汪东回忆说，2023年5月，蔡元虎受邀参加学校校史馆举办的“科学家精神故事分享会”活动，尽管面对的观众只是一群懵懂的小学生，但他没有丝毫敷衍，多次电话沟通活动细节、精心准备讲稿、提前到场熟悉环境、耐心幽默地回答孩子们提出

的问题。

“你们新一代人，一定要好好学习，尽早把差距补回来，这样飞机的‘心脏病’问题就迎刃而解了。”2022年5月，蔡元虎受聘动力与能源学院凌云班名誉班主任时，这样解读新时代航发人的使命：要全面、系统、完整地学习和掌握先进航空发动机的设计、制造和试验等方面的技术，加快实现我国先进航空发动机的自主研发和制造生产，为把我国建设成为航空强国而不遗余力。

“飞天巡洋，育国之栋梁；动力先行，铸大国之重器”。斯人已逝，但其铸魂育人精神，将像一台永不停歇的发动机，助力一架架飞机翱翔在祖国蓝天。

# 秦始皇陵考古发现成果首次集中对公众展出



“千古一帝的地下王国——秦始皇陵考古发现展”上展出的兵马俑。

新华社记者 李一博摄

科技日报讯（记者王禹涵）近日，“秦兵马俑考古发掘50周年暨秦始皇陵大遗址保护研究国际会议”在陕西西安举行。同日，“千古一帝的地下王国——秦始皇陵考古发现展”开幕。这是秦始皇陵考古发现成果首次集中对公众展出。

据了解，今年是秦始皇兵马俑考古发掘50周年。此次展览是对兵马俑坑遗址陈列的有益补充，以秦始皇陵考古发掘成果为基础，以秦始皇陵的设计思想为主线，展示了陵墓的总体布局、礼制建筑、陪葬坑、陪葬墓及出土文物等。其中，秦始皇陵外城东门遗址、陵寝建筑遗址以及陵西一号陪葬墓出土文物等均为首次与观众见面。

秦始皇帝陵博物院院长李岗介绍，此次展览挑选了50年来秦始皇陵考古发掘成果中有代表性的文物精

品，共计230件（组），综合展现了秦始皇陵考古发掘、文物保护和学术研究成果。

该展览通过大型沙盘、考古模型、数字交互、现场连线等多种展示手段，将历史语境、遗址场景带入展览现场，全方位、多角度呈现了秦始皇陵的面貌、内涵和价值。

此外，大会还发布了秦始皇兵马俑一、二号坑现场应急保护实验室及考古发掘平台建设成果。李岗介绍，通过整体提取发掘过程中的遗迹遗物，搭建室内考古操作平台，建立现场应急保护实验室和考古发掘舱，秦始皇帝陵博物院实现了文物从出土环境向库房保存环境的平稳过渡，探索形成了“现场应急保护体系+考古平台体系+专用装备+信息化支撑体系”的兵马俑发掘新模式。

# 裱糊技艺里的古代智慧

### 博览荟

◎周乾

故宫又名紫禁城，为明清皇宫。故宫建筑包含了丰富的非遗文化，裱糊技艺即为其中之一。清朝的统治者来自东北地区，当地冬季气候寒冷。为了防尘御寒、减少空气流动，他们会在室内顶棚、墙壁表面，以及门窗内侧糊纸。这种传统也被清朝的统治者带到了紫禁城。

从技艺角度而言，宫中顶棚裱糊的主要流程包括清理木骨架基层、盘布、撒鱼鳞、片一道、盖面等工序。这其中盘布和撒鱼鳞工序极具科学性。

“盘布”所用纸为“二纸一布”，即在两层纸之间夹一层布。纸一般为高丽纸，布则选用苎麻布。这种纸坚硬牢固，经久耐用。盘布时，一般选择1个、4个或6个空格为一个单元操作。其工艺流程首先是计算好所用盘布纸（底纸）的尺寸，使之略大于该单元平面尺寸，将其糊刷在木骨架表面；其次，将多余的部分沿着45度方向裁剪，并将其向上翻卷，贴在骨架侧壁，以增加盘布纸与龙骨的接触面，提升顶棚、墙面的耐久性；接下来，在木骨架十字相交处

附近钉上小钉子，以进一步增强盘布纸与木骨架的拉接性能；最后，用小块高丽纸将钉眼糊上，以避免钉锈渗透表面纸影响美观。此裱糊方式在墙体上呈现的效果，犹如梅花盛开，因而又称“梅花盘布”。此外，高丽纸有间距较大的粗条帘纹，制作盘布纸时，上下层纸的纹路一横一竖、纵横交错，还可提升盘布纸的拉伸强度和抗裂性能。

“撒鱼鳞”用于解决底纸相交处褶皱，或底纸表面凹凸不平、底纸破坏后的开裂问题。之所以被称为“撒鱼鳞”，是因为纸条的排列方式像鱼鳞层层叠加。裱糊时，每张鱼鳞纸的边缘错开。鱼鳞纸并不是完全糊在底纸之上，而是与底纸之间有空气。这样一来，鱼鳞纸形成悬浮组合，可充当底纸上方的缓冲层，在底纸层有小范围涨缩时，鱼鳞纸及其上层的纸仍可保持平整。

在鱼鳞纸干透后，在其表面再糊一道高丽纸，该工序被称为“片一道”。片一道工序之后，即裱糊盖面纸，所用纸一般为宣纸或印花纸。

裱糊材料的运用也包含了丰富的古代智慧。宫中裱糊面用纸，工艺精湛，科学实用。如盘布所用的高丽纸，由楮树皮制成，厚实坚韧，可长久保存。据史料记载，清代紫禁城中的

高丽纸大都源于朝鲜。有研究表明：三国时期，我国百姓为躲避战乱涌入朝鲜半岛，造纸技艺随之传入。约从公元4世纪末开始，百济、高丽、新罗等国开始向我国学习造纸术。其中，高丽国制造的纸（即高丽纸）质量上乘，成为与我国进行文化交流的重要物品。

又如裱糊所用面纸，质优耐用，连四纸便是其中一种。连四纸又称“连史纸”，产于福建邵武、闽北地区及江西铅山一带。这种纸以嫩竹为原料，制造技艺复杂而精细，需要经过二次

石灰发酵、二次弱碱蒸煮、二次天然漂白，并缓慢除去木素、色素、杂细胞等，方可获得成品。连四纸色白而质细，平整而柔韧，且防虫耐水，吸水易干，不易变色。不仅如此，由于纸张有吸水性，因而连四纸可在一定程度上调节室内湿度；由于白色物体可反射不同波长的有色光，因而糊有连四纸的棚壁有利于室内采光。

故宫建筑裱糊技艺为我国宝贵的非物质文化遗产。其中包含的丰富古代智慧，值得我们弘扬和传承。

（作者系故宫博物院研究馆员）



故宫内廷区域的室内裱糊。周乾摄

当《我爱你中国》《茉莉花》《兰亭序》这些优美动听、耳熟能详的乐曲被一根琴弦演奏出来，那种直击心灵的震撼无法言说。若非亲眼所见，断然想象不到。

近日，我跟随“铸牢共同体 中华一家亲”主题宣传“八桂大地展新颜”集中采访活动采访团在广西壮族自治区东兴京族博物馆（东兴京族生态博物馆），聆听了该馆馆长赵霞用独弦琴演奏的多首经典乐曲。

独弦琴，顾名思义只有一根琴弦。它又称独弦琴、一弦琴，是我国最早的弹拨乐器。独弦琴也是京族的传统民间乐器，主要分布于广西壮族自治区东兴市京族聚居区即东兴市江平镇的巫头、山心、沥尾三个岛屿（俗称“京族三岛”）及其附近的潭吉、竹山、红坎、恒望、米漏等村屯。独弦琴具有独特的民族风格和浓郁的南国色彩，京语称之为“巨匏”。最早独弦琴并非京族独有，其历史可以追溯到殷商。《新唐书·南蛮传》记载：“独弦琴，以斑竹为之，不加饰，刻木为匏首，张弦无移，以弦系项。”

赵霞今年38岁，学习独弦琴已有20余年。作为独弦琴传承人，她招收了很多学生。她学习独弦琴起初只是因为好奇：“一根弦却有三个八度的音域，可以随意转换调。作为泛音演奏乐器，它可以同时奏出泛音和基音两个音来，真是不可思议。”独弦琴的高音清晰、中音明亮、低音丰满，表现力极为丰富，既能呈现溪水潺潺，也能展现巨浪滔涌；既能描绘山川壮丽，也能描述炊烟冉冉。因此，独弦琴既是优美的独奏乐器，又是出色的伴奏乐器，还可参与重奏或合奏。

同时，独弦琴演奏手法独特，演奏技巧丰富，常用的演奏方法主要有正弹法、反弹法、刮奏、击奏、点奏等，音阶和音程的跳进、装饰音和滑音，如清泉流淌，汨汨而来。小小一根琴弦，在纤纤手指间，流淌出的音符竟可以如此千变万化、千姿百态，谁能不为之所倾倒？

如今，独弦琴被更多人了解和认识。除了京族，它还受到其他民族的喜爱。在赵霞的记忆里，以前学习独弦琴的人很少。后来，学习独弦琴的人越来越多，从几十人到几百人，再到上千人，这让她感到很振奋。她认为，独弦琴受到各民族喜爱的原因，除了自身的独特魅力外，还与其不断丰富科技含量和创新元素，及其演奏艺术的张力进一步提升有关。

独弦琴由琴体、摇杆、弦轴及琴弦等组成，从古至今其制作材料及其工艺不断改进。古时用毛竹筒做琴体、用竹皮做弦；后来用实木、红木做琴体和弦轴，这样更加美观。现在独弦琴的共鸣箱内安装了拾音器和扬声器（也可外接扩音设备），扬声器逐步改制成可以直接充电的电扩音，其音量显著增大，音色也更加饱满、动听。

独弦琴艺术在长期的发展过程中，已经形成了历史悠久、影响深刻、形式多样、曲目丰富等特性，是民族认同的重要纽带和文化交流的重要载体。2011年5月23日，京族独弦琴艺术经国务院批准，被列入第三批国家级非物质文化遗产名录。

赵霞介绍，近年来在国家和地方政府的高度重视和大力支持下，京族独弦琴艺术的保护传承工作取得积极成效。先后完成京族独弦琴艺术资源普查，建成东兴京族博物馆（东兴京族生态博物馆），京族独弦琴艺术被纳入博物馆展示和保护传承范畴；初步建立了京族独弦琴艺术代表性传承人体系，目前共有代表性传承人40余名；东兴市每年投入一定资金，用于京族独弦琴艺术资料整理保存、保护和传习活动的开展等；推动京族独弦琴艺术进校园、进街道、进农村；开展独弦琴音乐会、比赛、网络直播等活动；举办独弦琴艺术考级等。这些措施都极大地推动了独弦琴艺术的弘扬展示和传承传播。但是，赵霞还有更大的梦想。她说，独弦琴只靠传承人的力量还是有限，作为一种演奏乐器，独弦琴还没有走进大中院校，还缺少规范的教材、高质量的稳定师资。

左手摇杆、右手拨弦，一根琴弦演绎沧海桑田、悲喜冷暖。我们要让更多人了解独弦琴、了解京族文化、了解中华优秀传统文化；让更多人能在一根琴弦里听到中华民族团结大合唱、感受到古琴新韵里新时代中国的万千美好气象。



国家级非遗项目京族独弦琴艺术自治区级代表性传承人、东兴京族博物馆馆长赵霞（左）介绍京族独弦琴艺术。徐庆群摄

## 会“飞”的蛇

### 物种笔记

◎刘世芬

鸟会飞，昆虫会飞，甚至鱼也会飞。但是，你知道蛇也会“飞”吗？

在我国南方和东南亚加里曼丹岛的丛林里，就有一种可以在丛林中自由“飞翔”的蛇——金花蛇。

在郁郁葱葱的丛林里，忽然一条细长的“绳子”从树枝上一跃而起，从容滑翔，穿越茂密的枝条，稳稳落于另一棵树的枝干上。镜头拉近，你就会发现，这条在树间穿梭的“绳子”，其实是一条黄绿相间的金花蛇。

金花蛇没有翅膀，没有羽翼，怎么“飞行”呢？

大自然就是如此神奇，在岁月长河中经过多次进化的金花蛇，具有特殊的外形和生理结构。说它们

会“飞”其实并不太准确，与昆虫和鸟类靠翅膀和羽翼飞翔不同，金花蛇“飞翔”前要控制骨骼，收缩身体，然后瞬间将整个身体如弹簧般弹射出去。

这样的“飞行”，离不开空气动力学。弹射之前，金花蛇会先爬到树枝的顶端，把自己挂在树梢上，让身体缩成弹簧状。为了“飞”得尽可能远，它会让自己变得扁平，尽可能把身体拉宽。从横截面看，它的身体腹部向上弯曲，变成了一个横截的“C”字形，这样可以使空气更好地托起它的身体。在空中滑翔时，它还能通过肋骨和肌肉的收缩，以及头部、身体和尾部的不断扭动，保持直线或S形轨迹。

科学研究发现，物理学中的惯性和空气动力学在金花蛇“飞翔”时体现得淋漓尽致。金花蛇的“飞行”方式甚至为机器人设计提供了灵感。

## 独弦琴·一根琴弦演绎万千气象

徐庆群