

中国古代纺织：智慧织就锦绣华章

科技文明探源

◎本报记者 张晔

中国是丝绸大国，纺织科技文化源远流长。从夏代之前的原始手工纺织时期，到夏代至清代手工机器纺织时期，中国产生了很多重要的纺织科技，如育蚕取丝、振荡开松、水转纺车、以编判捻、组合提综等。

同时，在纺织业的不断迭代发展中，中国诞生了众多在当时领先世界的纺织技术，古代纺织科技成为了中华文明的重要组成部分。

近日，科技日报记者走进苏州大学现代丝绸国家工程实验室，请相关专家从纺织的起源、纺织工艺的进步，以及纺织对世界科技和文化的影响等角度，探源中国古代纺织科技的发展与变革。

育蚕取丝源远流长

蚕在其幼虫阶段20多天的时间里，吃下约20克的桑叶，蜕4次皮，吐丝结茧，从一粒蚕可以获得约1700米蚕丝，仅重0.5克左右。

同样令人惊叹的是，早在原始手工纺织时期，我国先民就开始种桑养蚕、缫丝织绸，世界丝绸史由此发端。

苏州大学纺织与服装工程学院副院长、现代丝绸国家工程实验室关晋平教授告诉记者，山西省夏县西阴村仰韶文化遗址出土的半颗蚕茧以及《通鉴纲目前编·外纪》中记载的黄帝之妻嫫祖“始教民育蚕，治丝蚕以供衣服”，是我国蚕桑丝绸五千多年悠久历史和灿烂文化的见证。

关晋平认为，育蚕取丝在中华文明的传播和我国经济的发展方面发挥了重要作用，并引导人类步入了以化学方法制造多种纤维的新天地，在世界科技史和文化史上留下了浓墨重彩的一笔。

蚕丝因其光泽柔和、亲和皮肤等优异性能有着“纤维皇后”的美誉。

近年来，科学家采用育种技术进一步提升蚕丝品质，比如，通过家蚕遗传基因改造和蛋白重组，研发出了满足生物医药、航空航天、国防军工及特殊环境需求的高性能蚕丝，这种蚕丝具备抗菌免疫、超强超韧、发光调温等特征。养蚕技术也朝着信息化方向发展，工厂化养蚕、人工饲料养蚕、智能化养蚕等正在研究和推广。

从水转纺车到提花织机

获取纺织纤维后，如何将其制成所需的面料成为新问题，纺织机械由此应运而生。

苏州大学纺织与服装工程学院副院长、现代丝绸国家工程实验室陈廷教授介绍，在手工业纺织早期，我国就有了原始纺车。最早是手摇纺车，后来出现了



视觉中国供图

脚踏纺车。纺车的绳轮做圆周运动，需要一种传动机构，即连杆一曲柄。值得一提的是，从现有资料考证，中国历史上最早的连杆一曲柄机构，就是起源于脚踏纺车。

在东汉至东晋时期，为了提高生产效率，劳动人民在单锭纺车基础上发明了复锭纺车，这在当时世界上是领先的。到了宋元之际，经济发展对生产效率提出了更高要求，大纺车随之诞生。一台大纺车最多可以有七八十锭，古代劳动人民还创造出水转纺车，用水力来驱动。西方直到1769年才由英国人阿克莱特制造出水力纺机，比中国晚了400多年。

陈廷说：“水转纺车在纺织生产工具发展史上发挥的作用不可替代，它具备了近代纺纱机械多锭的雏形，适应了大规模生产。”

机织是使相互垂直排布的两组纱线（经纱、纬纱）交叠在一起形成织物的技术。对于一根经纱（或纬纱）而言，纬纱（或经纱）分为两个部分，一部分在它上面，另一部分在它下面。经纬纱不同的相对位置关系就形成了丰富多彩的织物组织。无论是古代织机，还是现代织机，都是通过控制经纬纱运动来调整经纬纱相对位置关系的。

1995年在新疆出土的汉代织锦“五星出东方利中国”曾引起考古工作者的极大兴趣。这块布上的图案不是画上去的，而是织出来的，即多种颜色的经纱与纬纱按照所要形成的图案进行交织。

这当然是普通织机无法胜任的，需要由提花织机来实现。提花织机在汉代就已出现，织出了精美无比的丝绸产品。

19世纪，法国人贾卡研究发现，无论织什么花纹，提花织机上的经纱只有两种模式——提起和不动。他用钩子与纹版相配合控制经纱，在纹版上，提起经纱的小孔处记作“1”，不需要提起经纱没有孔就记作“0”，这实际上就是一个二进制的程序。

受此启发，后人开发了穿孔卡片式计算机和电子计算机，其信息运算和存储原理都来源于中国古代提

花织机。“因此，中国古代劳动人民发明的提花技术，为电子信息科技乃至人类发展作出了贡献。”陈廷表示。

草木染为合成染料提供依据

草木染是一种古老的手工印染技术，也被称为“植物染”，通常使用植物的花、果、根、茎、种子等作为原料，再通过粉碎和水提取的方法制备染液。

据记载，我国先民在公元前3000年就已使用茜草、靛蓝等植物染料对织物进行染色。在商周时期，草木染已被广泛采用，朝廷中设立专门的职位负责管理春秋季节可用作染料的植物资源。如今，云南和贵州等地的少数民族地区仍将植物靛蓝作为服装手工染色的主要原料。

关晋平告诉记者，草木染为现代合成染料的发展提供了基本依据和线索。19世纪，随着工业生产的普及，人们开始解析植物染料的色素结构，并进行人工合成。1868年，格勒柏和利柏曼通过解析洋茜根中的红色素成分，合成了人工茜素，这是第一种人工合成的天然染料，并于1871年实现了工业化生产。此后，德国化学家拜耳通过解析植物靛蓝的成分合成了人工靛蓝。合成染料避免了天然染料受季节影响的问题，可批量化生产，染色重现性好，因而很快成为纺织品的主流着色剂。

进入21世纪，草木染因其环保特性和独特的艺术效果重新受到人们的关注和喜爱。为避免与粮、药争资源，目前植物染料大多取材于废弃的植物资源，如石榴皮、板栗壳、核桃壳等。科技发展也使得草木染纺织品耐光牢度低下的问题得到了有效解决。

中国古代纺织技术体现了我国劳动人民的智慧，对人类经济、社会和文化的发展有着深远的影响。研究中国古代纺织业的历史和发展，不仅有助于我们深入了解中国古代文化和经济，更能够为当代中国纺织业的发展提供有益启示和借鉴。

甘肃省敦煌市博物馆 馆藏文物完成预防性保护

近日，由国家文物保护专项资金支持的甘肃省敦煌市博物馆馆藏文物预防性保护项目完工。该项目主要包括改造提升文物展柜、改造展台照明、定制文物保护器具、配置检测装置等。

图为游客在甘肃省敦煌市博物馆进行参观。
新华社发（张亮亮摄）

黏结力，使得靠近木基层的灰浆黏结力最大、最外层灰浆的黏结力最小。这种配比变化的灰浆，有利于地仗层紧紧包裹在木基层表面，产生良好的保护效果，且避免了地仗层与木基层的剥落问题。

需要说明的是，猪血在故宫古建筑地仗中并非自明代就有，且与牛羊血有明显区别。之所以不用牛羊血，是因为牛羊血料黏结性能、和易性能较差；猪血料中油脂成分较多，各种性能较好。

根据退休工匠的介绍，故宫内清早期及更早之前的地仗，其各层灰浆并未使用血料，仅仅是调整油满的材料比例，地仗表面呈黄色，又被称为“净满地仗”；由于清政府的逐渐没落，地仗中大量使用面粉价格高昂，于是宫中参考民间地仗的做法，在地仗灰中掺入血料，保留了部分油满，地仗表面呈墨绿色。两种地仗相比，净满地仗极其坚硬，而含猪血的地仗有着多种良好的性能。

综上所述，猪血在故宫古建筑地仗中的科学运用，是我国古代工匠丰富经验、卓越智慧的结晶，值得我们研究和传承。

（作者系故宫博物院研究员）



猪血在故宫古建筑中的科学运用

博览荟

◎周乾

紫禁城内的宫殿建筑不仅雄伟壮观，油饰彩画更让其绚丽夺目。这些油饰彩画遍布于故宫古建筑的立柱、门窗、斗拱、梁枋、屋檐、天花等木构件的表面，犹如华丽的外衣。而外衣的“内胆”，则是地仗。地仗是由血料、砖灰、面粉、桐油、麻等材料调制而成的灰浆层叠加而成。地仗包裹在木基层的表面，有利于避免木构件遭受日晒、雨淋、虫咬等破坏。其中，血料由新鲜的猪血与石灰在常温下配制而成，其配置过程包括三步：第一步将猪血过筛；从市场上购买新鲜猪血，用丝瓜瓤或稻草用力搓揉，将血块搓成稀血浆，然后过铁纱网，去掉其中的血丝和杂质。第二步泼石灰水：将块状的生石灰置于桶中，注入约石灰4倍重

量的清水，均匀调制成稀浆，再过40目铁纱网，制成净石灰水。第三步制成血料：将净石灰水倒入过筛的血浆内，边加入边搅拌，使得石灰与猪血中的蛋白质充分作用，然后再放置在阴凉处2—3小时，即制成色紫、黏稠状的血料。血料为碱性材料，具有良好的干燥性能和黏结性能。

血料在地仗灰中的运用，包含了丰富的科学机理。血料在制备过程中，其中的蛋白质在碱性环境下分解，与灰浆中的钙离子产生交联，将灰浆中的氢氧化钙、碳酸钙颗粒紧紧连接起来，因而有利于提高地仗的黏结性能。血料加入灰浆中，因两者化学作用产生的小气泡充斥于灰浆中，可以使灰浆颗粒均匀分散，从而增强地仗的和易性。血料中羧基、氨基、羧基等活性官能团，可与灰浆材料形成防水的胶合键，增强地仗的防水性能。猪血中的血红蛋白既具有亲水基又有亲油基，其亲油基可与灰浆中的桐油较好的融合，亲水基可与灰

浆中的水分结合，从而在灰浆中形成网格结构，有利于地仗防裂。血红蛋白中的阴离子基团及亲水性基团，可以使灰浆颗粒之间产生静电排斥力，有利于释放灰浆中的游离水，从而使地仗可以保持干燥。

血料在故宫古建筑地仗施工中，有着丰富的运用，“一麻五灰”是常见用法。“一麻五灰”工艺的特点为：从木基层到地仗的最外层，主要用五种灰浆、一次麻。五种灰浆均为油满、血料、砖灰按体积比配置而成。此处的油满是灰油、面粉、石灰水按一定比例调配而成，“满”即各种材料配齐的意思；灰油则是由生桐油、土籽面、樟丹粉按一定比例混合，熬制而成。在地仗施工过程中，油满为主要胶结材料，血料为辅助胶结材料。

另外不难发现，从木基层向外的各层灰浆，使用的血料与油满的比例逐渐增大。由于血料的黏结性能不及油满，因而这有利于逐渐减小灰浆的

字里行间

◎方木鱼

今年5月17日，我国成功发射第56颗北斗导航卫星。从0到1，从1到56，56颗北斗卫星，恰如56个民族，闪耀星空。

从司南到指南针，古老的导航手段凝聚着中华民族的智慧。

时间来到20世纪，从苏联的第一颗人造卫星到美国的GPS定位系统，先进的导航技术逐渐走进人们的视野，中国也开始了北斗导航系统建设的探索。

北斗导航系统建设的历程是怎样的？北斗精神是什么？翻开“中国科技之路”丛书《北斗导航》分册，相信你会找到答案。

开篇的“北斗之路发展纵览”中，“共和国勋章”获得者、“两弹一星”功勋奖章获得者、北斗卫星导航系统工程总设计师孙家栋院士说了这样一句话：“在我经历的航天任务中，北斗卫星导航系统确实是最复杂的。”2020年7月31日，孙家栋坐着轮椅出席了北斗三号全球卫星导航系统开通仪式。就连这位和卫星打了一辈子交道的百老老人都承认了北斗导航系统的复杂性，可以想见北斗导航系统研发之艰辛。

为什么有时候路在北侧，手机导航却把我们带到了南侧？这就是我们通常所说的定位不准。北斗导航系统是怎么解决这一问题的？

北斗导航系统无法像美国的GPS那样在全球建立监测站网，又是如何实现服务能力达到世界一流水平的？北斗导航系统究竟有多出色？这就是本书第二篇着重阐释的问题了。第二篇用了八章内容来告诉读者什么是“中国的北斗，世界的北斗，一流的北斗”，目前北斗导航系统可全天候、全天时、全球范围内为各类用户提供高精度、高可靠定位、导航、授时服务。很难想象，单就定位服务而言，其日均使用量就超过3600亿次。

本书的第三篇名为“时空服务赋能未来”，未来已来，梦想不止于此。从无到有，从有到优，从优到强，北斗导航系统的发展一直在路上。我们有理由相信，北斗导航系统的未来值得期待。

本书文字通俗易懂，内容有趣、有料、有用，文笔扎实，深入浅出，数据详实，有理论、有案例、有故事，有助于读者更好地了解、认识和使用北斗导航系统。既然是“中国科技之路”丛书，书中又怎么能少得了科技色彩呢。作为北斗导航系统科普领域的首部融媒体书，

讲述『北斗』背后故事 撒下科技强国种子

读者只需要扫描二维码便能轻松获得原创音视频资料，全方位立体化了解书中的知识点。更加难能可贵的是，本书中文字里行间渗透出的编著者的拳拳苦心与殷殷期望——让更多人了解北斗导航系统，了解我国航天航空事业，了解最前沿的科技，在他们心中种下一颗科技强国的种子。

正如孙家栋院士在本书序言中所说的那样：“仰望星空，北斗璀璨。脚踏实地，行稳致远。”

国内首部AI题材当代舞剧上演

科技日报讯（记者华凌）记者8月29日获悉，8月25日至27日，由中共深圳市委宣传部、深圳市文化广电旅游体育局出品的国内首部人工智能题材舞剧《深AI你》在国家大剧院歌剧院精彩上演，在科技与人文的碰撞中，创造中国舞剧史上首个“AI陪伴”形象。

作为一部以深圳经济特区为创作背景、反映深圳科技发展的未来题材舞剧，《深AI你》自诞生之初就带有鲜明的深圳印记。

不仅如此，舞剧还包含了机器人、裸眼3D等高科技元素，试图为观众营造一个充满数字美学的“未来空间”。

在全国巡演中，有细心的观众注意到，令人称道的“深圳蓝”元素

也被运用于舞台的多处细节之中，于无声中传达深圳这座“未来之城”的精神风貌。

该剧由中国歌舞剧院国家一级编导佟睿睿担任总编导，青年舞蹈家秦熙、李伟然领衔一众国内顶尖舞者出演，以深圳为环境背景，通过自幼失去亲人的主人公小海和陪伴其成长的机器人之间的感情，展现出人工智能带给人类的情感慰藉与伦理困境，彰显出艺术家的人文哲思。

据了解，近年来以《深AI你》《咏春》等为代表的深圳文艺精品涌现，彰显了深圳坚持创造性转化、创新性发展的成果。未来，深圳将持续开展文艺精品创作，打造大湾区文化的系列IP。



图为《深AI你》舞剧宣传照。

深圳市委宣传部供图