

武汉大学研究团队10余年攻关敦煌石窟数字化保护

时光流淌 接续守望

本报记者 强郁文

文化遗产赋彩生活

一道斑驳的木门打开，满墙壁画映入眼帘，飞天画像衣袂飘飘，服饰纹样纤毫毕现；视角转换，石窟内景象一览无余，恍惚间与历史“打了个照面”。

这不是在敦煌，而是在武汉大学数字文化遗产研究中心的办公室里。研究中心成员、武大测绘遥感信息工程国家重点实验室教授黄先鋒轻点鼠标，石窟的立体模型出现在电脑屏幕上。这项数字化技术“克隆”出的三维模型几乎无一形变，并且应用于莫高窟数字展示中心球幕影院播放的高清影片，让观众可以观看石窟细节。

“窟内文物窗外看”的成果，凝结着敦煌研究院和武汉大学两代科研工作者10多年的接续奋斗。

历经岁月侵蚀，文物保护时间紧迫

2006年，武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室教授朱宜萱作为测量顾问，为志莲净苑的数字化保护工程进行最后验收。

志莲净苑是一个仿唐木构佛寺建筑群，以敦煌莫高窟第172窟壁画为蓝本建造而成。朱宜萱带领团队对它的每个构件进行了数字化处理，在计算机中重建了一座三维动态数字化志莲净苑，通过虚拟漫游系统，可以展现建筑物的原始样貌。

当年，时任敦煌研究院院长樊锦诗受邀担任志莲净苑建筑顾问，两位年近古稀的学者一见如故。上世纪60年代，朱宜萱曾作为国家测绘总局第一分局的队员，赴敦煌进行航空摄影测量工作。

当时，敦煌的文物保护工作刚刚起步，许多洞窟连门都没有。可朱宜萱却在洞窟内驻足良久——她第一次近距离观察到飞天壁画，感到自己仿佛在与历史对话：“那是无须语言的交流。”

然而，由于各种因素的影响，石窟内有两成壁画已经不同程度受损。第156窟的墨书《莫高窟记》，上世纪60年代尚依稀可见，如今已经看不到了。“樊院长多次对我说，敦煌和其他文化遗产一样，不可再生，也不能永生，保护敦煌，时间紧迫。”朱宜萱回忆。

上世纪90年代，敦煌研究院开始推动数字化敦煌工作，用测绘手段将敦煌石窟原貌复制下来，对石窟和相关文物进行全面数字化采集、加工和存储，搭建的数字模型可为文物考古、历史研究提供重要参考。

那时，数字化还是个新词，因为胶片相机分辨率不高，缺乏精密仪器，也没有成熟的技术，几经尝试，都被迫停止。而志莲净苑数字化保护工程取得的成果，让敦煌研究院看到

核心阅读

运用现代摄影测量与遥感技术，对敦煌莫高窟进行三维数字重建，从而实现“窟内文物窗外看”——敦煌研究院与武汉大学两代研究人员10余年来的接续攻关，让文化遗产在数字化保护与传承中绽放光彩，使越来越多人感受到敦煌石窟穿越时空的文化魅力。



了希望。

三维数字重建，让石窟艺术活起来

朱宜萱的丈夫李德仁是两院院士、著名测绘专家。受樊锦诗之邀，2007年，朱宜萱和李德仁一起赴敦煌考察。看着曾经鲜艳的色彩、泥塑的纹理在时光中慢慢暗淡，他们痛心不已，“我们希望利用科技，使洞窟艺术超越时空，让敦煌在数字中活起来。”朱宜萱说。

经过夫妻二人的反复研究论证，设计方案逐渐清晰：运用现代摄影测量与遥感技术，对敦煌莫高窟进行三维数字重建，在计算机上建立一个立体敦煌，“当我们点击电脑上的‘敦煌’时，能从任意视角观察到现实中肉眼难以看到的细节。”李德仁说。

2008年，70多岁的朱宜萱带队，武汉大学10余名研究人员来到敦煌。他们的主要任务是用激光设备对敦煌莫高窟进行三维扫描，再用数码相机拍摄洞窟的照片，最后进行数据处理。“通俗地说就是先扫描出立体的骨架和形状，再把色彩和纹理贴附上去，处理成高精度的彩色三维模型。”黄先鋒说。当年30岁出头的他刚评上副教授，团队多数成员是更年轻的博士生。

历经岁月侵蚀，石窟里的壁画和佛像非常脆弱。“有些壁画已斑驳不堪，稍有大意就可能造成破坏。”黄先鋒说，每次在洞中安放测绘仪器设备时，科研人员都倍加细心。因保护需要，许多石窟并未开放，风、光线及呼吸时产生的二氧化碳，都会对洞内文物造成

破坏。每次进洞，必须严格控制时间，接电、架灯、拍摄都得抓紧。

然而，费尽周章采集到大量原始数据后，却卡在最关键的一步。洞窟对色彩纹理还原度和精度的要求极高，“壁画、佛像是曲面的，拍摄的照片容易发生形变。变形的图片贴到立体的‘骨架’上去，总是对不准。”黄先鋒说，三维扫描和二维图像始终很难“对话”，由于拍摄光照不同，色彩也会发生细微变化，“同一件文物，左边拍了一张，右边拍了一张，中间连接处的颜色也不同。”

提升保护水平，传承数字文化遗产

经过这次考察，团队发现要实现数字化1:1复制，建模校准的复杂度成倍提升，传统测绘的技术手段无法满足。怎样才能突破这个瓶颈？

为此，黄先鋒带着博士生张帆、张志超再赴敦煌，一待就是一个暑假。经过研究，团队确立了两套技术方案，一套是在国外已有建模软件的基础上做修改，另一套方案是自己从头开发。“国外的软件限制很多，功能设置和框架无法突破已有的边界，但文物数字化的精度要求又极高，所以我们干脆自己开发，做自主可控的建模软件。”黄先鋒说。

自主研发的进程一度很慢，谁也不知道最终能否做出成果。可几个人心里都憋着一股劲儿：“一定要攻关成功。”

顶着压力，张帆写代码，黄先鋒做调试，有时3人轮换着干，经常连续编程20多个小时。两个多月后，一款能够解决复杂文物模

型高质量纹理映射的软件工具诞生，关键环节终于打通。

扫清了技术障碍，李德仁又提出了“空地融合、室内外一体化”数据采集的方案，“不只是莫高窟，敦煌的数据都应采集记录，这样才能为文物保护提供更全面的参考。”

一年后，黄先鋒等几名师生第三次来到敦煌，又驻扎了两个多月。他们借来运输机，载着激光扫描仪进行了大范围航测，同时利用地面激光、近景摄影测量仪器，对洞窟崖壁、古建筑等进行了全方位测量，莫高窟的空中、中距、近距和微距数据全部获得。

“过去没有全景3D数据，我们不知道洞窟之间的距离。现在连墙壁的厚度都可以知晓，为洞窟应该如何进行加固保护提供了数据支撑。”张帆介绍，2016年，他们再次采集敦煌全景3D数据，比对10年前记录的数据，莫高窟的保护水平进一步提升。

这几年，作为武汉大学数字文化遗产研究中心主力成员，张帆又陆续参与了靖江王陵、云冈石窟等多个文化遗产数字化保护项目。

随着时代发展，敦煌保护不断出现新的挑战。“我们的学生研究了壁画虚拟修复、文物病害标注和识别系统等，保护敦煌的接力棒，我们将一代代传下去。”张帆说。

张帆介绍，在世界范围内，利用数字技术保护文化遗产仍然是一个具有挑战性的课题，“实现更高效经济、更自动精确，从完成数字化存档到传承和弘扬数字文化遗产，我们未来要努力的地方还有很多。”

上图：黄先鋒（右）、张帆（中）与敦煌研究院工作人员在进行扫描作业。资料图片

实践+科技，激发创新力

本报记者 温素威

科技创新是构建新发展格局的重要支撑。站在新的百年历史起点，青少年肩负着推动创新创造、建设科技强国的时代使命。

7月下旬，由中国科协主办的“SOLVE FOR TOMORROW”第七届全国青年科普创新实验暨作品大赛（以下简称SFT大赛）总决赛在北京举行。大赛自2013年举办至今，已开展7届，从最初的5个赛区扩展到了28个赛区，累计超20万名青少年参加。大赛由中国三星独家公益支持，是目前教育部公布的方向中小学生的全国性竞赛活动之一。

面向未来

近年来，人工智能、大数据、物联网等新技术新应用新业态方兴未艾。历届SFT大赛都以培养青少年科技素养为重点，设定不同的参赛主题。今年，大赛重点关注“数字化”“智能控制”，让年轻人“面向未来”，运用数字化智能科技更多元、更深度挖掘社会需求。在大赛创新理念的驱动下，全国出现了3万余支学生队伍，超6万名学生参加。

夏季是暴雨等极端天气多发的季节，不少城市面临内涝和排水防洪的考验。江西赣州农业学校的参赛学生针对社区车库易出现的倒灌危险，设计出一套智能防洪阻水装置。装置由智能升降阻水墙、车库入口嵌入式液压机构和阻水装置控制系统3部分组成，一方面通过智能识别，可在洪水进入车库前实现阻水，积水退去后放开车库入口；另一方面，考虑到社区车辆需要正常进出，嵌入式液压升降阻水装置可以有效把水源阻挡在车库入口，车辆和人员也能正常进出。“这套装置还可以与物业控制中心连接，实现人工监控与智能控制的结合，安装起来非常便利，性价比也很高。”参赛学生说。

大赛中，聚焦改善生活的参赛作品还有很多，如家庭服药远程守护机器人、盲人智能导航帽子、生活垃圾智能分类回收系统等。这些参赛作品兼具了实用性与创新性，充分展现出当代青少年的创新活力与责任意识。

强化实践

国务院印发的《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》明确提出，激发青少年好奇心和想象力，增强科学兴趣、创新意识和创新能力。“科技+实践”的大赛模式，正是中国三星在推广普及科学教育理念方面做出的探索。

在“聚焦解决社会热点问题，让创新成果为民所用”的大赛理念之下，很多参赛选手希望将设计理念和作品落地，为社会做出更多贡献。

本届大赛中，西藏大学组的参赛学生关注西藏旅游景区沿线垃圾分类难的问题。为此，学生们设计出了一款具有语音及图像识别功能的智能交互识别垃圾分类系统。游客投放垃圾前，垃圾桶会自动识别物体，指导用户正确分类。同时，该系统还利用物联网技术、体积检测传感技术，将垃圾桶状态数据传输至垃圾管理中心，精准安排环卫工人进行回收和处理。

让科学助力社会，让学生投身实践，最终推动社会问题的解决是中国三星践行教育公益的出发点。此前，在贵州遵义瓦龙村，参加SFT大赛造桥项目的大学生杨仕林将自己的研发方案进一步完善，使用更为轻便、经济环保的建筑材料修建了一座坚固的小桥，方便当地群众过河。

专业指导

让前沿科技与青少年的创新思维碰撞，不仅激发了青少年的创新潜力和解决问题的能力，也体现了中国三星助力青年科技人才培养，创造更大社会价值的企业理念。今年的大赛更是首次引入了三星研究院的专家参与指导。

三星北京通信研究院此次特别为进入决赛的60支队伍提供专业技术培训。研究院的博士们在线下授课中指导参赛学生运用人工智能、5G、计算机编程、自动控制等技术，并带领学生们体会技术应用的实践乐趣。参赛学生表示，“能有机会接触一线科研人员和宝贵的前沿知识，让我们对科技的兴趣更浓了。”

“中国近年来的高速发展正是不断挑战极限的创新精神的体现。科技创新已经给人民生活带来巨大改变，学生们的创新作品不仅体现了他们对科学技术的热爱，更加体现了对社会的责任意识。”中国三星总裁黄得圭说。

8年来，中国三星坚守促进青少年科技创新力的初衷，对科学精神深度挖掘、对青年人才培养，在科技领域持续投入数亿元，打造广阔的创新实践平台，鼓励更多有抱负、有担当的青少年走上科学之路。

北京实体书店达2055家

本报北京8月22日电（记者潘俊强）记者从北京市委宣传部获悉：截至目前，全市实体书店已达2055家，较2020年底增加61家，万人拥有实体书店数量超过0.8个，“一区一书城”成为标配，超过1000平方米的综合性书城达到46家，其中5000平方米以上特大型综合书城6家，商场（购物中心）书店111家，校园书店55家，园区书店144家。

为推动实体书店行业发展，北京陆续出台一系列文件，2016年以来共安排扶持资金2.85亿元，扶持实体书店900余家次。扶持方式上，由奖励优秀实体书店，调整为房屋租金补贴、创新经营模式、多业态融合发展奖励和政府购买服务。扶持对象上，由重点扶持大型书城转为重点扶持特色书店和社区书店。活动采购上，开展了政府购买服务工作，对与阅读相关的文化活动成本给予补助。

舞蹈诗剧《只此青绿》首演

本报北京8月22日电（记者王珏）8月20日—22日，故宫博物院、中国东方演艺集团有限公司、人民网股份有限公司共同出品，域上和美文化发展有限公司联合出品的舞蹈诗剧《只此青绿》——舞绘《千里江山图》首轮演出在北京国家大剧院上演。

舞蹈诗剧《只此青绿》以收藏于故宫博物院的北宋青绿山水代表画作《千里江山图》为背景创作，由中国东方演艺集团青年编导周莉亚、韩真共同执导。

舞蹈诗剧采用时空交错式的叙事结构。剧情发生时间设定为现实中《千里江山图》即将展出之际，展卷人因对《千里江山图》的潜心钻研，走入了画家王希孟的内心，探寻出《千里江山图》“独步千载”的偶然与

必然，读懂了古老文物与现时代人之间的情感连接。

同时，作品遴选并呈现与青绿山水画作相关的工艺技法，如养蚕、缂丝、制笔、篆刻、装裱等，深入挖掘中华优秀传统文化。故宫博物院为该剧提供学术支持，文化和旅游部非遗司邀请相关非遗传承人为演员进行工艺指导。

据悉，在文化和旅游部的扶持下，该剧已入选“庆祝中国共产党成立100周年舞台艺术精品创作工程”重点扶持剧目。9月起，该剧将在18个城市展开巡演。

图为《只此青绿》剧照。王徐峰摄（人民视觉）