



本栏目主持人：叶子

## 运用先进科学技术提高保护水平， 将这一世界文化遗产代代相传

19日上午，习近平从北京乘机抵达酒泉市所辖敦煌市，即前往莫高窟考察了解莫高窟历史沿革和文物保护研究情况，并走进洞窟察看历史悠久的彩塑、壁画。他强调，要十分珍惜祖先留给我们的这份珍贵文化遗产，坚持保护优先的理念，加强石窟建筑、彩绘、壁画的保护，运用先进科学技术提高保护水平，将这一世界文化遗产代代相传。

正在参观的游客看到总书记来了，激动地围拢上来，高声欢呼“总书记好！”“习主席好！”习近平向大家亲切招手致意，并不时走上前同大家握手问好，叮嘱大家在游览时注

意爱护文物。

习近平接着来到敦煌研究院，察看珍藏文物和学术成果展示，听取文物保护和研究、弘扬优秀传统文化情况介绍，并同有关专家、学者和文化单位代表座谈。在认真听取敦煌研究院名誉院长樊锦诗、甘肃省文联原副主席苏孝林、兰州大学历史文化学院教授郑炳林发言后，习近平发表了重

要讲话。他对敦煌文化保护研究工作表示肯定，强调敦煌文化是中华文明同各种文明长期交流融汇的结果。我们要铸就中华文化新辉煌，就要以更加博大的胸怀，更加广泛地开展同各国的文化交流，更加积极主动地学习借鉴世界一切优秀文明成果。研究和弘扬敦煌文化，既要深入挖掘敦煌文化和历史遗存蕴含的哲学思想、人文

精神、价值理念、道德规范等，更要揭示蕴含其中的中华民族的文化精神、文化胸怀，不断坚定文化自信。要加强对国粹传承和非物质文化遗产保护的支持和扶持，加强对少数民族历史文化的研究，筑牢中华民族共同体意识。要推动敦煌文化研究服务共建“一带一路”，加强同沿线国家的文化交流，增进民心相通。要加强敦煌

学研究，广泛开展国际交流合作，充分展示我国敦煌文物保护和敦煌学研究的成果。要关心爱护科研工作者，完善人才激励机制，为科研工作者开展研究、学习深造、研修交流搭建更好平台，提高科研队伍专业化水平。

——摘自

《习近平在甘肃考察时强调 坚定信心开拓新真抓实干 团结一心开创富民兴陇新局面》（2019年8月23日《人民日报》刊发）

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，他们接续攻关，只为

# 让敦煌在数字空间永存

本报记者 叶子

### 全景复原洞窟

“敦煌莫高窟”来武汉了！最近一段时间，武汉人的朋友圈里，这条消息刷屏了。

由武汉大学和敦煌研究院主办的“万里千年——敦煌石窟考古特展”，正在武汉大学万林艺术博物馆展出。外交部发言人赵立坚发布微博点赞：“武汉大学运用先进的文物扫描和复制技术，把敦煌石窟‘搬’进了学校博物馆。”

走进万林艺术博物馆，一眼就能看到一尊震撼人心的巨大卧佛像，神情安详，微笑含意。这里还原的是莫高窟南端著名的158窟场景。158窟是莫高窟著名的涅槃窟之一，这尊涅槃像为石胎泥塑像，身长15.8米。洞窟正壁上绘有菩萨、罗汉、梵释天人、天龙八部、佛弟子及散花飞天，洞窟左壁内侧面有十大弟子涅槃图。

这尊完美的复制品，是数字敦煌和3D打印相结合的产物。它被分成好几块搬进博物馆内，再组合成一尊完整佛像。展出时，整个佛身严丝合缝，丝毫不见拼接的痕迹。本次展

览一共有4个全景复原洞窟，参观者在这里复原洞窟前久久伫立，沉浸式地探索、感受。

参观者中，有一位80多岁的老者，他便是两院院士、著名测绘专家李德仁。

“记得我和敦煌研究院名誉院长樊锦诗初次见面时，她跟我说：文化遗产不能永存，文化遗产也不可重生。我接着她的话讲：文化遗产可以在数字空间永存。”李德仁院士告诉记者，自己和敦煌的缘分，从一场文化遗产的保护接力开始。

20世纪80年代，李德仁院士和他的夫人——武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室朱宜萱教授，就开始着手保护正在遭受侵蚀的敦煌莫高窟文物。后来，随着技术逐渐成熟，数字敦煌逐渐成为现实。

“利用我们的数据，可以用3D打印机把敦煌的卧佛打印出来。现场的文物不能碰，但数字化的文物可以任意变换。我们还利用数字成果做成了一系列的文创产品。”李德仁院士说，

“借助人工智能、增强现实，文物学家、历史学家、考古学家在数字敦煌里可以进行‘现场’科研，壁画上动不了的‘飞天’，在元宇宙里可以尽情歌舞。”

### 保护迫在眉睫

敦煌作为中国通向西域的重要门户，古代中国文明同来自古印度、古希腊、古波斯等不同国家和地区的思想、宗教、艺术、文化在这里汇聚交融。中华文明以海纳百川、开放包容的广阔胸襟，不断吸收借鉴域外优秀文明成果，造就了独具特色的敦煌文化和丝路精神。

每一个去过莫高窟的人，都会赞叹它的精美。但是，石窟寺看起来如磐石，历经千年，在柔韧的水、尖利的风以及热胀冷缩、虫蚁蛀蚀的侵蚀、淘空下，大多面临结构失稳、水害侵蚀、风化破坏等顽症的折磨。

樊锦诗在《我心归处是敦煌》一书中介绍，目前，莫高窟壁画病害主要有空鼓、起甲、酥碱三种。

画工绘制壁画之前，要用泥土混合碎麦秸，然后涂抹在岩壁上作为壁画的泥质底灰层。隋唐以前大都直接在地层上作画，自隋唐开始，画工会在地层上再抹上一层薄如蛋壳的白灰，经过打磨后才可以作为壁画的底色。洞窟历经千年之后，泥质的地层逐渐从岩体上脱离开来，形成了壁画与岩体之间的空隙，这便是空鼓。一旦遭遇地震或大风，壁画很容易整体脱落，掉到地面就会“粉身碎骨”，很难修复。

都参与了香港志莲净苑的数字化保护工程。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。志莲净苑数字化保护工程取得的成果，让敦煌研究院看到了希望。

2005年，李德仁夫妇前往敦煌考察，见到了樊锦诗。大家讨论后决定，在数字空间里重建敦煌胜景；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。

### 多年辛苦攻关

很快，武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室和朱宜萱教授团队开始了莫高窟整体测绘数据采集工作。

2007年11月，研究激光扫描、刚刚博士毕业的黄先鋒来到了敦煌莫高窟。他要做的，是用激光扫描石窟。第一次以崖体作为测试对象进行测试扫描，扫描仪精度低、速度慢，效果很不好。经过构图、拼接、去噪等技术处理，数据质量依然不高。

几个月后，黄先鋒再次来到敦煌。这一次，扫描仪的问题解决了，但没有能用的数据处理工具，数据处理的结果，依然无法真实反映塑像及其纹理的面目。

“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。”一周后，黄先鋒再次带着遗憾作别河西走廊。

2008年6月，不服输的黄先鋒第三次来到莫高窟。这一次，团队中还有一名成员，李德仁院士的博士生张帆。

经分析，塑像的数字化完全是在光照下进行的，而室内非自然光状态下，因角度和视线的不同，呈现的图像纹理是不一样的。黄先鋒决定弃用国外的商业软件，打造一款有自主知识产权的自主纹理映射软件。

那段时间，团队白天在石窟内采集数据，晚上继续回到租房开发软件、研究技术。为表决心，他们在敦煌市区找了家路边理发店，一人花10元钱剪了个光头，笑称：“不完成任务，就别想着回去！”

就这样，张帆写代码，黄先鋒做算法设计，有时白天采集数据，晚上写程序，经常连续工作30个小时。三个月后，一款名为“贴图大师”（ModelPainter）的软件在出租屋诞生，以它为工具，获得了敦煌塑像的高质量纹理重建，结果让敦煌研究院大为满意。

扫清了技术障碍后，李德仁又提出“空地融合、室内外一体化”数据采集的方案，他认为，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。

2009年6月，黄先鋒带领张帆等9人团队开始攻坚莫高窟窟内外全方位数字档案，动用机载激光扫描、地面激光扫描、摄影测量、手持式精细扫描等复刻敦煌。

敦煌有沙都之称，尤其夏天，烈日之下、沙尘滚滚。有时刚打开盒

饭，一阵风沙袭来，饭菜里全是沙。户外作业高温暴晒，窟内又很阴冷，长时间在窟内作业，黄先鋒的双腿都染上了风湿。

终于，历经2年，构想成为现实，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，无法知道莫高窟洞窟与洞窟之间的距离。现在连墙壁的厚度都可以知晓，为洞窟进行加固保护提供了数据支撑。”黄先鋒解释。

这些年来，黄先鋒去敦煌的次数超过50次，累计待了一年以上。回忆起那段岁月，黄先鋒向记者感叹：“当时真是立下了‘不做好项目终不还’的决心，当然，这里离不开敦煌研究院的信任和支持。”想到70多岁的朱宜萱教授在敦煌科研现场亲自登上20多米的高台，进行立体摄影测量；80多岁的李德仁院士，依旧常年奔波在外，为团队争取科研资料和经费，团队成员们不辞辛劳，黄先鋒动情地说：“我们希望做的，就是通过数字技术，让文物得以永世流传。”

### 传承敦煌文化

一座球状和线条混搭的建筑拔地而起，黄色的外貌和周围的戈壁浑然一体，这便是观众到敦煌莫高窟的第一站——数字展示中心看到的景象。在实地参观莫高窟之前，观众在这里观赏《千年莫高》《梦幻佛宫》两部高清电影，与千年前的匠人进行一场跨越时空的对话。

在数位科研人员的接力下，敦煌文物的数字化工作已达到很高水平，文物保护也开启“摄影测量+自动建模”的新模式。

黄先鋒向记者展示了一款软件，只要上传一件文物不同角度的照片，便可生成文物的3D模型。不同于科研人员使用的专业设备，即使是普通人用手机拍摄的照片，软件也能进行处理。

“除了对敦煌石窟和相关文物进行全面的数字化采集、加工和存储，我们还做了崖体形变测量、壁画色彩还原等。把莫高窟保护好，把敦煌文化传承好，是中华民族为世界文明进步应负的责任。”李德仁院士介绍，“未来，我们还要继续研究。例如，应用大数据技术对数据进行挖掘，总结不同年代绘画风格，有助于确定壁画的年代。”

朱宜萱也感到，敦煌文化保护传承工作需要更多科研人员参与。回想起初见莫高窟的情形，朱宜萱思绪万千。1963年至1971年，她作为国家测绘总局第一分局地形七队队员，在大西北的沙漠戈壁中进行过野外测量。1964年，进行航空摄影测量外业工作的她，骑着骆驼进了敦煌。

“当时莫高窟的保护刚起步，洞窟还没有门，黑乎乎的，借着白天的光线才能看到一点壁画，但是对我触动很大：敦煌学是巨大的知识宝库，值得我们去研究和保护。”朱宜萱说。

多年的敦煌工作经历也给了黄先鋒这个“只懂技术的理科生”美的熏陶。他告诉记者，看了这么多次敦煌壁画，现在自己也能赏析一幅临画作品了。“敦煌壁画里的色彩搭配、线条处理等，真的很美！”



在武汉举办的“万里千年——敦煌石窟考古特展”。新华社记者 肖艺九摄



甘肃敦煌莫高窟。张晓亮摄（人民视觉）



李德仁（右一）、朱宜萱（左二）与樊锦诗（左一）讨论数字敦煌研究方案。资料图片



黄先鋒（右）、张帆（中）与敦煌研究院人员协作进行数据采集。资料图片

制图：潘旭涛

跑步，对于28岁的高思恩来说，有着特殊意义。初中跑步上学，高中拿到国家二级运动员证书，研究生成为第二届全国青年运动会火炬手，工作后在全国第十一届残运会获得银牌……最近，她正抓紧训练，备战9月的山西省第十二届残疾人运动会。高思恩的每个人生阶段都在奔跑。

高思恩现在是山西大学政治与公共管理学院的辅导员。四年前，在太原市“时代新人”演讲活动中，大家认识了这位“独臂天使”。

高思恩左臂先天残疾。1994年7月的一天清晨，出生没多久，她被抛弃在太原火车站附近，当时已经56岁的高占仙奶奶将她抱回收养。

奶奶孤身一人，没有工作，没有收入，生活已经不容易，为了养活高思恩，只能起早贪黑地捡纸箱、拾废品。“我从小就知道奶奶不容易，奶奶干活我就默默地学，7岁就会做饭了。”高思恩说。

转眼间，高思恩就到了上学的年龄，但却没有户口，高占仙每天到处打听求人。半年之后，在当地教育局和残联的帮助下，高思恩终于如愿走进了教室。“我知道这一切来之不易，于是倍加珍惜。”寒冷的冬天，家里欠费没电了，就是在路灯下，高思恩也要把作业写完。为了替奶奶分担生活压力，别人眼里的废纸

## “独臂天使”高思恩：

# 奔跑吧！青春

本报记者 付明丽

箱成了高思恩眼中的宝，“卖掉之后的微薄收入，可以让奶奶少一些辛苦，那是我童年最大的快乐。”

高思恩初中就读的学校离家5公里，为了节省几块钱的车费，她经常跑着去跑着回，“我喜欢风雨中前进的自己，把树木、房屋都甩在身后。”

日复一日地奔跑，高思恩跑遍了学校田径场上的短跑冠军，中考时成为班上唯一一个体育满分的人。也是从这一年开始，90公斤的杠铃把脖子压出了肿块儿，反反复复的冲刺让脚底都磨出了水泡。咬咬牙，高思恩坚持了下来。

一次偶然的机会，一位专业教练发现了高思恩的长跑特长，让她加入了训练队。高强度的体能训练一般人都吃不消，30公斤的杠铃把脖子压出了肿块儿，反反复复的冲刺让脚底都磨出了水泡。咬咬牙，高思恩坚持了下来。

高二时，高思恩成为国家二级运动员，是那一年山西省省级测试中唯一一名残疾运动员，随后又多次在全国残运会上获得奖牌，“通过比赛，我能挣到一些奖金，与奶奶一起支撑起这个家。”

2013年，高思恩考上了山西大学，开心的同时却为学费担忧。幸运的是，高思恩又得到了政府部门和学校的帮助，顺利进入了大学校园。

大学4年，高思恩过得十分充实，做公益活动领跑员，拿下3次单项奖学金，完成训练和比赛，“苦过累过，也有想放弃的时候，但只要想到奶奶，想到那些曾经帮助过我的人，就会充满动力。”

2017年年初，奶奶意外摔倒、腰椎骨折，手术后，近一年不能下床，正备战考研的高思恩，每天在家中照顾奶奶。在这样的压力下，高思恩咬牙坚持，最终考上了研究生，奶奶的身体也一天天好了起来。

在苦难中磨砺，在风雨中奔跑。2020年，高思恩研究生毕业后留校工作，成为山西大学的一名辅导员，开启了人生新篇章。

身份转换，高思恩成为学生们最贴心的老师。14天的新生军训，她也穿上军训服和学生们一起站在操场上；学校突发疫情，她穿上防护服，一守就是一天……

工作不到两年，她已经成为学生身边最好的榜样。2021年6月，以高思恩命名的辅导员工作室——思恩工作室成立。

“一路走来，我得到的比失去的多，‘思人恩情、知恩图报’，奶奶给我取名‘思恩’，就是希望我能常念恩情、回报社会。”高思恩说。

在工作和训练之余，高思恩把所有精力都放在了公益事业上，她组建了公益跑团，带领大家一起跑步健身，还参加各种助残活动、公益宣讲、慰问孤残儿童等。

“如果说青春注定是一场与命运抗争的比赛，我愿挥洒汗水，一直奔跑，将爱与阳光传递！”高思恩说。

本栏目主持人：严冰

