



题记：千古文物有灵性，  
万年古迹赤子心。  
——林清玄《千古文物》

新甘肃·甘肃日报记者 施秀萍

他们，扎根大漠，只争朝夕，与时间“比速度”，只为抢救保护古代壁画、石窟寺、土遗址等文化遗产；

他们，赓续接力，广寻良策，与岁月“掰手腕”，甘愿用青丝华发换来文化瑰宝青春永驻；

他们，有一个共同的名字——敦煌研究院文物保护团队。

2024年1月19日，“国家工程师奖”表彰大会在北京召开，敦煌研究院文物保护团队荣获“国家卓越工程师团队”称号。

### 初心与坚守，惟愿文化瑰宝青春永驻

735个洞窟、4.5万平方米壁画、2000多尊彩塑——莫高窟，这座坐落于河西走廊西部尽头的文化圣殿，被誉为丝绸之路上最为耀眼的璀璨明珠。黄沙积埋、崖体裂隙、栈道损毁、壁画剥落、塑像倾倒……自16世纪中叶以来的几百年间，莫高窟却一直处于无人管理的境地，遭受了比较严重的自然和人为破坏。

直到20世纪40年代初，国立敦煌艺术研究所成立，才彻底结束了敦煌石窟近400年无人管理的历史。

新中国成立后，莫高窟残破不堪的面貌得到根本改变。在国家的大力扶持下，这一机构不断发展壮大，先后更名为敦煌文物研究所和敦煌研究院。

护，是首要之务——

以常书鸿为代表的第一代莫高窟人，克服常人难以想象的艰难困苦，树立起“保护第一”的责任意识，拉开了敦煌文物保护的历史大幕。

莫高窟开凿建造历经1000多年，精美壁画缘何能保存至今？常书鸿等研究发现，“密码”在于古代工匠在绘制时选用了能够长久保存的天然矿物颜料。

然而，历经岁月和风沙侵蚀，壁画面临大面积脱落、颜料层表面起翘、被水渍泥沙污染以及被昆虫和其他微生物破坏等现象，他们心急如焚，想方设法做保护。

1957年，原文化部邀请捷克斯洛伐克有着30多年壁画修复经验的文物保护专家约瑟夫·格拉尔来到莫高窟考察和讲学。

约瑟夫·格拉尔介绍了国外从事壁画修复工作的方法和材料，用他带来的黏合剂在莫高窟第474窟做了壁画修复的现场试验。然而，他并不愿意透露黏合剂成分等核心技术。

常书鸿他们并不气馁，采取蒸、煮等高温方法筛选材料，终于找到理想的修复材料，又结合医用注射修复方法，最终形成我国第一代壁画起甲的修复工艺和技术。

1987年，莫高窟因符合世界文化遗产全部六项标准，入选我国第一批《世界文化遗产名录》。此后，通过联合国教科文组织的牵线搭桥，与当时世界上最著名的文物保护机构——美国盖蒂保护研究所合作，共同开展防治沙害、洞窟微环境等研究；同时，在全面评估洞窟壁画历史、艺术和科学价值的基础上，使用大量分析设备，对壁画颜料、制作工艺以及现存问题进行分析研究，文物保护理念及方法不断创新。此后，段文杰、樊锦诗、孙儒侗、李最雄、李云鹤、王旭东、苏伯民等一代代莫高窟人，不忘初心，坚守大漠，代代接力，以科学研究为基础、以人才培养为核心、以工程实践为重点，创造出中国文物保护可持续发展的高质量发展的“敦煌经验”和“中国方案”。

### 攻坚与突破，破解无数“卡脖子”问题

酥碱，有着壁画“癌症”之称。这是敦煌石窟壁画中最严重、对壁画危害最大且最难治理的病害之一。

为了攻克“癌症”，敦煌研究院文物保护团队历时几年研究，才找到酥碱病害产生的“元凶”——

原来，壁画颜料层下面有一层绘制壁画的泥层，叫地仗。地仗层中，有大量可溶性盐。空气潮湿时，可溶性盐吸收湿气，就会潮解；空气干燥时，可溶性盐失去水分，又重新变成白色的结晶小颗粒。结晶、潮解、结晶、潮解……反复之间，就造成壁画酥碱，使壁画颜料层与地仗层失去粘连，起甲剥落，甚至整个地仗层全部脱落。

找到“元凶”，才是第一步。

“接下来，要把盐分从泥层中脱离出来。可想而知，这是一件多么困难的事情，何况我们面对的是如此珍贵的壁画。”敦煌研究院院长苏伯民告诉记者，为此，又历时7年，尝试了80多种配方，终于找到“灌浆脱盐”技术，把盐从壁画中脱离出来，并在莫高窟第85窟完成修复，根治了壁画“癌症”，“85窟修复是中国壁画保护的一个经典案例，在中国壁画保护史上具有里程碑的意义。”

洵不虚言。莫高窟第85窟的修复，不仅攻克壁画“癌症”，同时确立了一整套壁画保护的科学程序，还促成了《中国文物古迹保护准则》的出台。

而壁画病害不止酥碱，还有起甲、疱疹、龟裂、盐霜、空鼓等20余种。

可敦煌研究院文物保护团队，就是不服输。对不同病害，一次次试验，一次次失败，又一次次试验，克服重重困难，从分析“病症”，到研究病害机理，再到研发保护材料和专用装置，再到“对症下药”，研究一个，攻克一个，逐渐形成酥碱脱盐、起甲回贴、空鼓灌浆等古代壁画病害修复关键技术，还不断创新，攻克一系列“卡脖子”关键核心技术——

首次建立了我国古代壁画保护的科学方法和工作程序；研发了复杂空间、多元异构的壁画数字化技术体系；

通过研究保存环境与微生物病害作用机制，研发灭菌材料和非接触式智能灭菌系列装置，形成

# 让『一眼千年』的惊世容颜再续千年

## 『国家卓越工程师团队』获得者敦煌研究院文物保护团队



莫高窟158窟壁画修复现场。



辐照灭菌。



专家在莫高窟第365窟进行壁画病害调查。

### 创新与发展，为文物保护穿上“全科”外衣

莫高窟，坐落在三危山和鸣沙山的怀抱中，四周布满沙丘。要让莫高窟延年益寿，就要给她一个安全的、生态的“家”。

草方格固沙、生物治沙、砾石压沙、尼龙网挡沙……针对莫高窟风沙侵蚀危害，敦煌研究院文物保护团队与沙为伴，日复一日，年复一年，不仅逐渐构建起以“固”为主，“阻、输、导”结合的综合防护体系，使窟前积沙减少85%，还首开先河，积极从抢救性保护向预防性保护转变。

时光荏苒，这样的“先河”，这样的创新，也越来越多。

早在上世纪90年代，“敦煌的女儿”樊锦诗就关注到并思考：游客进入洞窟后会不会对壁画产生影响，会产生怎样的影响？

为此，敦煌研究院开展了莫高窟游客承载力研究，通过实时监测洞窟内的温度、湿度、二氧化碳浓度等，最终确定莫高窟最大游客日承载量为3000人次。

2003年，65岁的樊锦诗又提出大胆设想，用球幕电影展示洞窟文物。这在全国乃至世界都属首次，没有任何经验可以借鉴，反对声也不绝于耳。

樊锦诗“执拗”。用一座历时12年建成的数字展示中心，实现“总量控制、线上预约、数字展示、实体洞窟”的旅游开放新模式，将莫高窟游客最大日承载量由之前的3000人次提升至6000人次，实现保护和开放的“鱼和熊掌兼得”。

“机器之用，物化之学，工之智也。”1650多年前，无数工匠一瓦一石，开凿洞窟；无数画工一笔一画，勾勒塑造，携手为世界留下宝贵的敦煌文化，璀璨了千年。1650多年后，莫高窟人与时俱进，综合运用科学技术手段，合力为珍贵文化遗产织就“金钟罩”——

早在20世纪60年代，敦煌研究院文物保护团队就在莫高窟窟顶建立气象观测站，为防沙治沙和壁画保护提供依据；

运用眼科医生的OCT图形技术，进行壁画分析；运用骨科诊疗的X射线透视，探查壁画内

部结构损伤情况；运用3D打印技术，提高修复工作的准确性；

天气实况、实时游客量、文物现状……通过莫高窟监测预警系统，莫高窟的大环境、微环境、崖体与洞窟本体，以及游客与文物安全等动态情况，尽在“眼前”；

“2022年，在莫高窟监测预警系统的基础上，又启动了甘肃省石窟寺监测预警系统。”敦煌研究院石窟监测中心主任王小伟告诉记者，截至目前，可实时监测莫高窟115个洞窟，同时接入榆林窟、西千佛洞、麦积山、炳灵寺和北石窟寺的实时数据，并纳入气象、地震、安防等预警系统，不仅为保护和开放提供数据支持，也构建起“信息综合、科学研判、协同管理、主动预防”的石窟安全管理新模式，“文物保护，绝不能成为信息孤岛。”

蛇、蜘蛛、蜥蜴……敦煌研究院保护研究所生物实验室内的架子上，一排排透明的瓶子里，整齐摆放着不少动物标本。原来，这些小动物全部采集自各个石窟，敦煌研究院保护研究所副所长武发思介绍道，动物进入洞窟做窝、排泄、抓挠，植物根系、枝条生长，都会对壁画、塑像等产生影响，做好微生物研究，才能为文物保护“保驾护航”；

……

“文物保护远不是‘文博’单一学科所能支持的，早已发展成为‘全科’覆盖式保护。”敦煌研究院文物保护研究所所长宗仁告诉记者，经过近80年矢志不渝、接续奋斗，从当初的保护队伍只有四五人，到现在的两三百人；从起初只有几样简单的工具，到现在拥有各种现代化仪器。而变化的不止是人数和设备，更关键的是，逐步建设起一支涵盖化学物理、地质土木、环境大气、生物科学等多学科交叉融合、具有国际视野的一流文物保护研究和工程实践团队，并发展成为全国最大的文物保护团队。

### 攀登与担当，让“中国方案”走向世界

冬季季中，来自锁阳城遗址的样本上，一片“皑皑白雪”；风雨雨中，来自庆阳北石窟寺的样本，正经历着“风吹雨打”；夏季季中，取自秦东陵遗址的样本表面沟壑纵横，显得“岁月沧桑”……

2020年12月18日，敦煌研究院国家古代壁画与土遗址保护多场耦合实验室通过验收投入运行。这是我国文化遗产领域首个多场耦合实验室，也是我国文化遗产领域唯一的全气候大型物理仿真模拟平台，占地3000多平方米，具有时间可控、精度可调、可进行多场耦合模拟、足尺样品模拟等优势，三个仓体配合使用，可模拟从零下30℃到60℃的温度，从10%到90%的相对湿度，以及一年四季中风、霜、雨、雪、日照等各种气候条件下的遗址变化情况。

“在多场耦合实验室中，时间可以被‘加速’。”敦煌研究院研究员裴强强告诉记者，像干旱环境、模拟一年周期仅需四五十天时间，“这项重大发明，大大缩短了研究时间，为文物保护争得宝贵的时间。”

第一次系统科学研究支撑下的整窟壁画保护修复、第一个基于风险理论的世界文化遗产地监测预警体系、第一辆考古发掘现场移动实验室……这样的唯一、这样的第一，还有很多。

“文物保护，没有不好的材料，只有不好的试验环境和办法。文物保护，也没有有限的区域，只有更多的适用遗址和范围。”敦煌研究院副院长郭青林说，敦煌研究院文物保护团队不断攀登，从早期保护、崖体保护、预防保护、数字化保护到综合性保护、崖体保护、预防保护、数字保护，从立足敦煌，到辐射甘肃，再到面向全国，放眼世界——

莫高窟、麦积山石窟、榆林窟、云冈石窟、布达拉宫、永乐宫……在壁画塑像方面形成的一系列壁画保护技术体系，成功应用于全国各地的世界文化遗产，先后形成国家和行业标准10项、专利53件，获全国十佳文物保护工程等省部级奖励11项（占壁画入选总数的2/3），抢救了13个省区153处文化遗产，为古代壁画和彩塑保护提供了“中国方案”，引领了国内外壁画、彩塑保护和工程实践的方向。

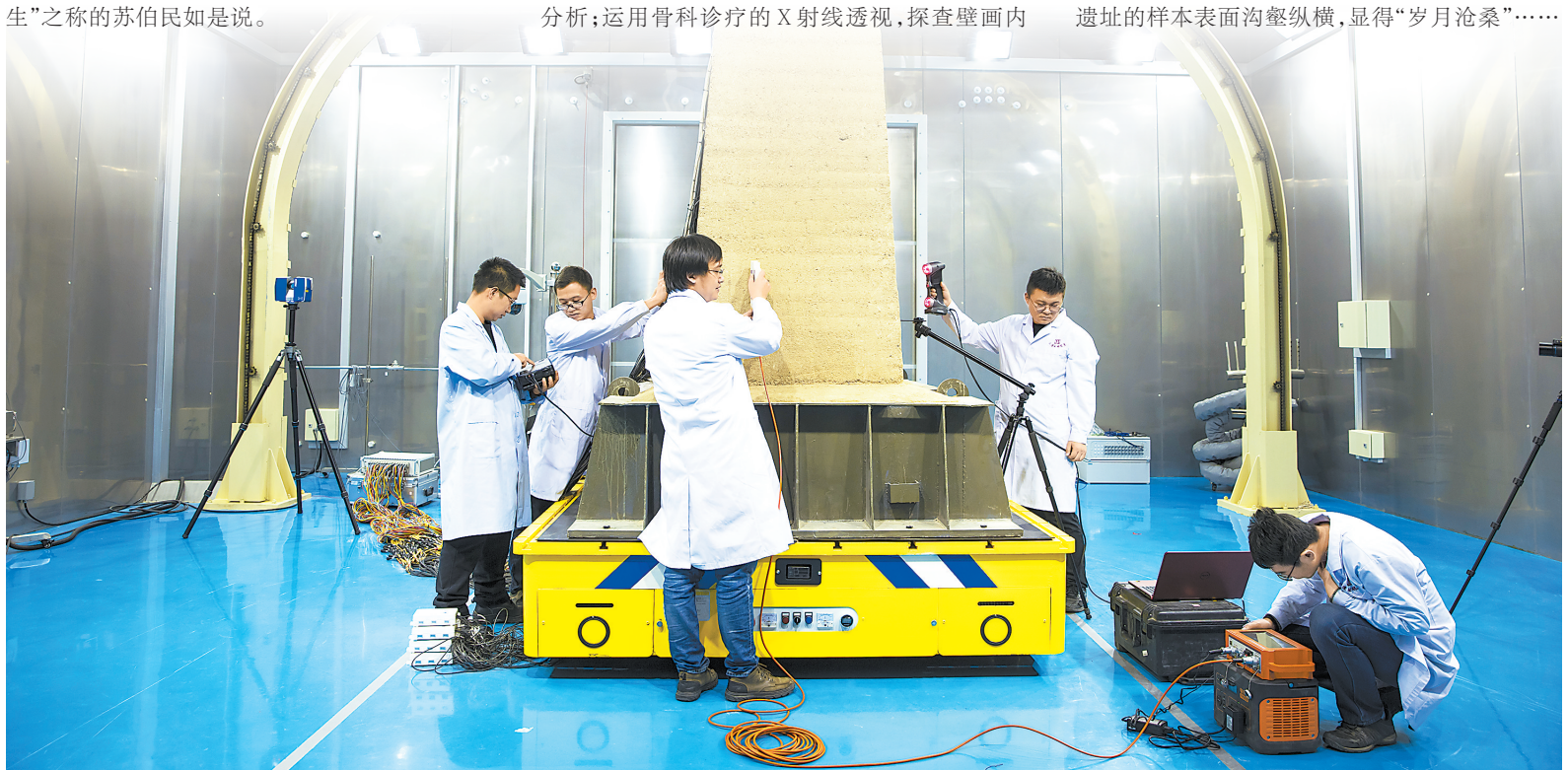
新疆吐鲁番交河故城遗址、嘉峪关长城、锁阳城遗址……突破崖体失稳、渗水、坍塌、风化、开裂等防治技术瓶颈，建立了基于传统材料与工艺的综合保护技术体系，广泛应用于国内石窟寺与土遗址，先后形成国家和行业标准6项、专利68件，获国家科技进步奖1项、省部级和行业奖励10项，抢救了12个省区144处遗址，开创了我国土遗址和石窟寺保护工程模式。

良渚、石峁、大河口西周墓地……针对考古发掘现场出土文物快速劣化、消失的世界难题，研发了我国首座考古发掘现场移动实验室，构建了出土现场保护技术体系，有效支撑了国内21处遗址的抢救性保护，实验平台及其工作模式推广至10余省100余项考古工程。成果形成国家和行业标准3项、专利23件，获国家科技进步奖1项、省部级科技奖3项，创建了考古发掘现场文物保护新模式，为中华文明探源工程提供了强有力的科技支撑。

此外，敦煌研究院文物保护团队还积极与印度、柬埔寨、尼泊尔、伊朗、阿富汗、巴基斯坦、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦等国对接或签署战略合作协议，为保护技术辐射共建“一带一路”国家奠定了坚实基础。

……

时间不语，串串足迹见证初心与坚守；岁月无声，累累硕果书写使命与担当。“文物保护，是一个永恒的话题，只有更好，没有最好。”苏伯民说，为了守护千年文脉的根与魂，敦煌研究院文物保护团队，将“永远在路上”。



多场耦合实验室。

本版图片由国家卓越工程师团队提供