



大足石刻世界文化遗产监测预警系统功能展示图。(大足石刻研究院供图)

升温 2.8°C 的考验如何应对？ 大足石刻用十余年探索给出答案

大足石刻宝顶山大佛湾的监测屏幕上，一组数字正在悄然改写千年石刻的命运：2024年的年均温度比2009年升高了 2.8°C ，年最高温度上升了 3.2°C 。这些看似微小的变化，正通过一种无声的方式，侵蚀着那些镌刻在崖壁上的文明记忆。

赵岗站在监测屏幕前，指着实时跳动的数据说：“如果把大足石刻比作一位老人，气候变化就像是让这位老人患上了‘慢性病’。”作为大足石刻研究院保护工程中心主任，赵岗亲历了这些年气候变化的步步紧逼，也见证了保护理念与技术的步步升级。

9月12日，大足石刻研究院发布了论文《气候背景下的重庆石窟寺系统性保护》，揭开了大足石刻研究院如何用一套系统性保护体系，为千年造像筑起防线过程。

这套保护体系的建立，有着何样意义？

论文作者之一的赵岗说，这套保护体系为中国南方潮湿环境砂岩石窟的系统性保护探索了一条可资借鉴的道路。

24小时值守“医生”守护石刻健康

要理解气候变化对石窟寺的威胁，得先认识这些石刻的“体质”。重庆地区的石窟寺大多凿在一种叫软质砂岩的岩石上，这种石头有个要命的脾气——它像一块海绵，既容易吸水，也容易失水。天气一干一湿反复折腾，石头就慢慢变得脆弱，内部结构也跟着松散开来。

面对这些“病症”，大足石刻研究院的保护工作者没有坐以待毙。他们做的第一件事，是给石刻装上“体检仪”。

2015年，大足石刻世界文化遗产监测预警平台建成，监测内容涵盖18个大类、70个子项。这个平台就像一位24小时值守的“医生”，通过前端设备感知、监测预警等系统，对文物本体和人为活动实施全方位监控。

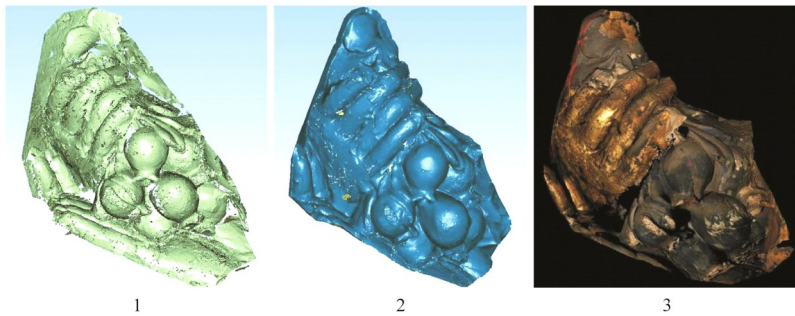
赵岗说，有了这套系统，保护工作从被动抢救转向了主动预防，哪里的岩体在“发烧”，哪里的渗水在“加重”，都能第一时间发现。与此同时，依托“文化·巴渝文物”数字化应用，大足石刻正在构建市—区县—镇街三级贯通体系，并与公安、交通、气象、市政等部门建立协同响应机制。

针对性治疗贯穿大足石刻保护工程

有了“体检报告”，治疗便有了方向。宝顶山大佛湾水害治理，是近年来最引人注目的一场“手术”，而卧佛头部的水害治理，又是这场“手术”中最难啃的硬骨头。



宝顶山大佛湾水害治理工程。(大足石刻研究院供图)



大足石刻千手观音手部高精度数字复原成果展示。(大足石刻研究院供图)

卧佛的水害问题困扰了保护工作者多年，雨水和地下水通过岩石裂隙不断渗入造像内部，水渍和苔藓一度覆盖了佛像的面容。

面对这一病害，保护工作者没有急于动手术，而是先做了一番细致的“病理分析”——他们追踪每一道渗水通道，分析水从哪来、往哪走、在何处出露。找到病根后，才采用灌浆材料对裂隙进行精准封堵。这场“手术”之后，长期困扰卧佛的水害问题得到有效解决，佛像重新焕发出昔日的光彩。

这套“先诊断、后治疗”的思路，贯穿在大足石刻的每一项保护工程中。随着小佛湾造像保护修缮、中意合作保护舒成岩摩崖造像等重点项目陆续实施，保护工作者在工程推进中不断探索中国南方潮湿环境下的石窟寺保护新模式。从管理机制、本体保护、环境整治、研究阐释到有效利用，文物保护工作者对中小石窟进行着系统探索，分期分批逐步推开。目前已完成中小型石窟寺保护利用项目63处，初步形成规

模效应和带动效应。

在防灾减灾方面，消防管网、防火隔离带、消防通道和微型消防站织就了防火网络，智慧防雷平台和雷电预警系统则让防雷工作更加主动。

这些措施共同筑起一道道防线，让千年石刻在面对极端天气时多了几分底气。

数字化手段为石刻建立永久档案

治疗之外，更重要的是让这些千年造像能够“延年益寿”，为此，大足石刻的保护工作者把目光投向了数字化。

采用多基线近景摄影和三维激光扫描等数字测绘技术，他们完成了大足石刻的数字化记录和保存，建立了数字档案，并对部分重点造像开展高精度数字复原。

赵岗说，这意味着，即使未来某一天石刻本体受到不可逆的损害，保护工作者依然可以通过数字档案了解它的原貌，为后续修复提供精确依据。

而在管理层面，大足石刻也在织密制度的防护网，《大足石刻保护条例》等地方性法规的颁布实施，《大足石刻·北山摩崖造像、宝顶山摩崖造像保护管理规划》《大足石刻整体保护方案》等规划的编制，构建起较为完善的制度体系。

从监测平台上的数据跳动，到水害治理的精准“手术”；从中小石窟的系统探索，到数字档案的永久留存；从法规制度的防护网，到区域协同的保护合力——大足石刻的保护工作者用日复一日的坚守与探索，为千年石刻“把脉问诊”，用系统性保护理念为文化遗产“强筋健骨”。

重庆日报记者 李晟