

龙门石窟日常保养维护中的传承与创新

马朝龙

龙门石窟是世界现存公元5—10世纪最伟大的古典艺术宝库之一，现存窟龕2345个、造像近11万尊、碑刻题记2870多块、佛塔80余座。联合国教科文组织世界遗产委员会认为：“龙门地区的石窟和佛龕，展现了中国北魏晚期至唐代最具规模和最为优秀的造型艺术，这些佛教艺术作品，代表了中国石刻艺术的最高峰。”

龙门石窟的日常保养维护工作也有着悠久的历史，是先人们保护文化遗产的重要手段，古代修造的窟檐、人字形排水沟、窟门门槛的排水水槽和石洞等维护措施，对于龙门石窟1500多年的保存历史来说至关重要。

新中国成立后，有计划的日常维护工作使龙门石窟保护走进一个新的历程。近年来，龙门石窟把保养维护作为最基本和最重要的保护手段，带动石窟保护整体框架工作开展，逐步形成了“抢救性保护与预防性保护相结合”、“注重”项目意识、科研意识、“可逆性、可融合性、实用性”、“因地制宜、因势利导、因陋就简、因材施教”的新时代保护工作模式。

代代传承——守护石窟安全健康

20世纪70年代以来龙门石窟持续开展了一系列的石窟保护工程：1971—1986年实施抢险加固工程；1987—1992年实施综合治理工程；21世纪初联合国教科文组织援助龙门石窟开展保护修复工程；2009年以来陆续实施龙门石窟洞窟渗漏水综合治理、东山万佛沟综合治理工程、奉先寺保护工程等治理项目……

一系列保护工程的实施，取得了良好的保护效果，使龙门石窟的保护得到有力提升。文化遗产受到环境和人为因素影响，通过巡查和监测，发现问题并及时对文物进行保养维护，以此延长文物修复工程周期和文物寿命，对文物保护的重要性不言而喻。

龙门石窟的日常保养维护工作主要针对性地解决以下几个问题：受裂隙等因素影响，部分岩体及雕刻品出现的开裂、脱落等现象，及这些裂隙带来的渗漏水问题；降水、面流水对雕刻品的侵蚀；已经实施的防排水保护工程局部老化；雕刻品表层积尘等；雕刻品所依附岩体上的植物、微生物等病害。

针对以上问题，龙门石窟研究院探索出具体的应对措施，并取得一定的保护成果。

其一，通过每年定期巡查洞窟3—4次，动态监测病害发育

情况，做到随时发现、及时解决。

其二，开展雕刻品及危岩加固工作，解决岩体稳定性和裂隙渗水问题，陆续针对宾阳三洞区域、摩崖三佛区、老龙洞至莲花洞区、破窑区、古阳洞区、莲花洞以南至石牛溪区域等15个区域的洞窟进行雕刻品及围岩加固工作。维护面积达4200余平方米，修缮窟龕数量560余个，修复碑刻7通，佛塔6座，佛像852尊，题记5块；封堵表面裂隙约121350余条（处），总长度约7100余米；粘接脱落碎石约75处，对193处开裂岩石进行了灌浆加固；对26处危岩进行了锚杆加固。

其三，设立小型防排水系统86处，有效遏制了面流水、雨水等对石窟造成的危害。

其四，对已有防排水系统（雨棚、排水沟）进行保养，以保持其防护作用。每年定期对宾阳洞、摩崖三佛的雨棚、石牛溪保护窟檐平台进行清理，根据实际需要实施裂隙灌浆加固封堵、重铺防渗层等措施，确保其发挥原有的保护作用；定期对潜溪寺、奉先寺顶部、东山万佛沟、宾阳三洞等排水沟进行巡查，及时采取清理碎石淤泥、砌补加固边坡、修补挡水墙等措施，保证排水系统的通畅，同时保障雕刻和游客安全。

其五，常年以物理手段开展清扫除尘工作，主要针对造像窟内体量较大的佛像开展除尘工作，有效避免灰尘带来的吸湿、板结、吸附有害气体、微生物孳生以及视觉改变等问题。

其六，每年不定期开展石窟区植被清理，确保消除杂草灌木对洞窟雕刻品以及围岩的破坏作用；联合专业科研机构，成立研究专项课题持续探究微生物病害产生机理及治理技术，力争从根源解决微生物病害孳生问题。

技术创新——助力文物保护工作长足发展

水害是影响龙门石窟文物长期保存的三大病害之一，风化、微生物孳生等病害都与水有着千丝万缕的联系，龙门石窟研究院持续开展防排水工作，探索出解决龙门石窟的面流水和雨水等水害侵蚀问题的治理措施。

首先制定“因地制宜、因势利导、因陋就简、因材施教”工作方针，贯彻“可逆性、可融合性、实用性”保护理念。依据窟龕的实际保存状况，结合降雨观察的流水路径，设计小型防排水系统，采用窟檐修复、洞窟局部坍塌修复、设滴水檐、排水系统

改造等手段，改变面流水路径、遮挡雨水，以此降低水害对窟内造像的侵扰。

多年来修复窟檐35处、窟龕局部坍塌修复30处，设滴水檐20处，排水系统改造多处。经雨雪季节检验，这些防排水措施的实施，大大降低了各种水害对文物的侵蚀，为修复区域文物提供一个相对稳定的保存环境，可有效延长文物寿命。

传统材料、新方法修复窟檐和坍塌洞窟 部分洞窟进深较浅，造像几乎直接裸露在外，受到日晒雨淋等因素侵蚀。部分洞窟上方有长条形凹槽，经查证这些凹槽为古人开凿洞窟时设置防水措施所用，但是年代久远，凹槽处防水窟檐不存。针对这种情况，保护人员利用原有的凹槽设置小型窟檐，为下方雕刻品遮风避雨。施工所用石材取自附近山岩，修复时注意修复窟檐与窟龕原貌相协调，起到保护效果的同时最大限度减少对本体的干预。

龙门石窟的造像雕刻多以洞窟或窟龕的形式存在，从保护角度看，雕刻品存在于窟龕之内，起到了很好的保护作用。但是，龙门石窟岩体受裂隙交错切割、环境震动（自然地震、交通运输、采石爆破及游客参观等）和历史上的人为破坏的影响，洞窟局部坍塌较为普遍，窟龕的不完整使本来受庇护于洞窟内的雕刻品直接受到雨水冲刷和阳光的暴晒，加剧了粉末状风化、开裂、脱落及微生物等病害的发育。

针对缺损部位较小的坍塌洞窟，龙门石窟多采用取自附近的石材对最必要部分进行修补，使地表水不再直接流经石窟内造像表面，同时注意保持修补位置与窟龕原貌相协调，并在后期可拆除，不影响采取其他保护修复措施。

玻璃纤维在日常保养维护工作中的妙用 在修复缺失结构较为复杂的坍塌洞窟时，若采用天然石材修复，往往需要寻找纹理相近的多块石材，后经反复打磨才能满足需求。以玻璃纤维和环氧树脂为主要原料，可根据修复区域需要，制备成特定形状的空心结构，一次成型、荷载小，且经过做旧后，与周围环境融合性好。此外，由于玻璃纤维布耐酸碱性性能优越和抗剪切力强，具有良好的耐老化性能，也可满足长期使用需求。

3D打印技术助力坍塌洞窟修复工作 针对缺损部位较大的坍塌洞窟，其缺损面往往参差不齐，如采用天然石灰岩为修复材料，会导致其下部岩体荷载重，造成新的危害。2022年，龙门石窟研究院将3D打印技术应用于龙门石窟局部坍塌洞窟429窟（金刚经洞）的渗漏水治理工作中，在全国开创了3D

打印技术应用于不可移动文物坍塌洞窟治理工作的先河。

具体做法是，对石窟本体开展三维数字化扫描获取精准的修复截面空间接口数据；通过计算机仿真技术，进行窟龕的光场、温度场仿真；应用3D打印技术实现对修复部件复杂截面和空间结构的成型，打印材料选用具备抗老化、防水、防腐、防日晒的轻型材料。通过这些新型科学技术措施，对坍塌洞窟最有必要部分进行修复，经过雨季观察，修补部件起到了很好的防水效果，改善了窟内文物保存环境，在实现对窟龕的预防性保护的同时，避免了传统材料荷载重、工艺繁复等问题。

巧设滴水檐，改善洞窟文物保存环境 部分洞窟因存在缺失等原因，每逢降雨，地表水沿岩体流至洞窟内部，甚至是洞窟内造像本体，对文物的保存十分不利。

结合下雨时地表径流走向，龙门石窟采用水硬性石灰等无机材料在洞窟内外需要引流的地方设置滴水檐，将地表水从文物本体导离。滴水檐厚度一般为2厘米左右，体积小，走向灵活，采用的材料主要为无机材料，与石窟岩体相容性佳，引流效果显著。

制度创新——为龙门石窟保护注入新活力

在国家相关法律框架下抓项目意识是适应财政体制改革的现实需要，也是文物保护工作服务经济社会发展大局的客观需要。近年来，龙门石窟研究院日常保养维护工作中的项目意识逐渐增强，每年依法编制日常保养维护项目，申请向上级部门审定。此外，龙门石窟研究院还引入社会力量，推动日常保养维护项目落实，2022年哔哩哔哩联合中国乡村发展基金会，援助龙门石窟研究院300万元，用于龙门石窟2021年暴雨灾后文物保护修复项目。多方助力，使龙门石窟日常保养维护工作有充足的项目支撑和资金保障。

日常保养维护是文物保护的根本，是延长文物保存期限最直接的方法手段，抓好石窟的日常保养维护，是完成石窟保护工作的基础。未来，龙门石窟研究院将继续重视日常保养维护工作，本着“不改变文物原貌”“最小介入”“可再处理性”和“可逆性”的文物保护原则，确保日常保养维护的实效，为我国石窟保护事业的繁荣发展做出自己的贡献。同时，牢固树立文物保护要依靠科技的发展理念，不断改善文物科技创新生态，为更好龙门石窟文物保护工作赋能。

（作者单位：龙门石窟研究院）

国保建筑怎样进行安防系统升级改造

王雪 邱晶 袁柳松

中国西部科学院（1930年成立）旧址，位于重庆市北碚区文星湾42号，占地约为30亩，以重点文物保护单位为防护主体，是重要的近现代史迹，重庆成为直辖市后的首批市级文物保护单位，2006年5月被国务院公布为全国重点文物保护单位。中国西部科学院旧址记录了我国引进现代科学技术的历程，2015年以前为重庆自然博物馆北碚陈列馆。

安防系统现状

文物的安全必须首先得到绝对保障，否则博物馆就失去了生存的基础。博物馆是文物开放单位，目前我国大多数博物馆实行免费开放，观众数量多、人员密集，人员的安全也至关重要。

中国西部科学院旧址的安防系统建于2009年，现设备老化、损坏并已经超过了产品使用年限，旧址内主要出入口及人员密集通道无安防系统。

改造依据GB50348—2018《安全技术防范系统技术标准》和GB/T16571—2012《文物系统博物馆安全技术防范系统设计规范》。

如何进行安防升级改造

综合来看，安防升级改造涉及七大系统，即视频监控、周界防范、出入口管理、入侵报警、停车管理、公共广播、电子巡查等系统。

视频监控 监控大屏是整个馆区安防系统的核心，大屏系统采用3（行）×3（列）55英寸超窄边LCD拼接屏方式建设。拼接控制器实现了矩阵切换、业务应用、解码拼接等。主要是在出入口、主干道及公共区域设置20台室外枪式摄像机、1台警用摄像机和19台球形摄像机，保护建筑内（惠宇楼、卢作孚

旧居、地质楼）设置网络半球摄像机37台用于室内安防监控和报警联动。重要文物和火灾隐患重点部位设置6台热成像相机可实时监测出当前某个点或某个区域温度情况，安保人员可根据实际场景设置不同的警戒值，当温度达到警戒值可联动平台进行报警，高清一体化可见光相机实时可见当前监测点画面，火情和入侵监测更精准。

周界防范系统 一级防护部位采用了具有联动报警功能的半球形摄像机，极个别重点部位设置热成像摄像机。展厅公共区域设三技术探测器，用于闭馆期间的报警联动防护。二级防护部位设置具有联动报警功能的半球形摄像机。室外公共区域、主干通道和各个大门设置枪式摄像机。室外视野开阔的重点部位设置球型摄像机。旧址四周围墙设置红外对射探测器，用于非正常进入的报警防护。

出入口管理系统 因人员流动性较大，出入口管理成为最重要防线，能够有效地对出入口人员进行管理。

入侵报警系统 主要分为文物展厅和出入口通道的防护，后端设备主要由1台应用服务器、1套报警管理软件、1台报警主机、1台报警键盘，通过178个单防区模块和线缆将前端探测器与报警主机连接，搭建安全可靠，响应及时的入侵报警系统；报警响应时间即从探测器探测到入侵目标、发出报警信息到报警监控中心设备接收并显示报警信号所需要的时间。本系统报警响应时间不大于2秒；报警联动响应时间即系统在接收到报警信号后到发出打开灯光、联动录像、联动显示等联动控制信号所需要的时间。本系统的联动响应时间不大于4秒。

停车管理系统 采用车牌号识别认证的方式代替传统的卡片认证，可有效地提高出入口车辆的通行效率。它由变频左机右向直道道闸、地感线圈、车辆检测器、出口防砸雷达、车牌抓拍一体机及其相关的工作服务器组成，用户通过进出口的高清抓拍摄像机识别车牌、车标、车型、车身颜色等信息进出停车场。并能在入口实现不停车入场，出口实现固定车辆及满

足免费时段内的车辆不停车出场，收费车辆免缴卡刷卡直接缴费，并实现快速出场。

公共广播系统 配备了IP网络触摸屏服务器1台、IP网络收音头1台、数字调谐器1台、IP网络CD/MP3播放器1台、IP网络8路消防采集器、IP网络音频终端10台、IP寻呼话筒1台。采用了IP网络广播系统，系统具有实时监测、查询、设备配置、频道配置、任务配置、节目库管理、用户管理、权限管理、终端设备状态查询以及对终端设备进行控制操作等功能，均可在监控室管理主机上进行操控。系统具备LED屏文字信息发布功能、视频文件播放管理功能、文本文字转语音广播功能。

电子巡查系统 本系统在监控室配置综合管理平台一体机1台、智能视频服务器1台、视频拼接解码器一套、网络键盘1台，并根据系统需要配备设备电源线及线缆等，确保系统运行稳定。

采用磁盘阵列集中式存储，配置磁盘阵列存储服务器2台（配备90块4T企业级硬盘，可保证视频存储3个月）73路2560×1440P摄像机。

监控中心位于旧址安防系统东南角，建筑面积20平方米左右。监控中心安装精密空调1台，保持室内16~30℃，相对湿度30%~75%。安装换气扇，保持监控中心空气清新；监控中心的防护重点是窗户及门，每个窗户需用金属防盗网实体防护。进出门需用金属防盗门，并采用门禁系统控制，本系统在监控中心设计1套生物识别功能门禁系统；配备防卫器具，以抵御暴力行为的袭击，并起到威慑罪犯和自卫作用；配备两种对外通讯设备，一种为固定电话1部，另配置安防系统专用的可视对讲终端机1台。

安防系统和文物建筑风貌融合

中国西部科学院旧址安防升级改造工程量做到远离文物本体；在主体内部敷设线缆时，沿着阴阳角进行穿管敷设，保持线缆的隐蔽性，惠宇楼、地质楼、卢作孚旧居国保文物建筑安装的汇聚层交换机，布置在两端安全出口的吊顶内并开设检修口方便维护，既保持了文物建筑内部整体原始风貌，又充分利用吊顶内空间安装设施设备，满足安防系统建设的要求；室外布置线缆尽量利用原有管井进行布置，避免过度开挖

影响环境风貌，定制采用与文物建筑环境风貌一致的仿民国时期的支架、立杆等进行安装，正面对射立杆完全不遮挡文物建筑正面景观，最大限度地减少了对文物建筑本体的干预。

人防物防仍是关键

科技一直是保障博物馆安全的有力武器，许多博物馆采取了在防护区和禁区内采用3种以上不同探测原理的探测器构筑安全防线。除了防火防盗，博物馆还得防震、防潮、防虫、防污染。

人防方面：中国西部科学院旧址设有安全主要负责领导1人，安全管理人员2人，值班人员3人，巡逻人员3名，旧址所在的博物馆南大门设有值班室，值班室配有电话、对讲机，实行24小时警卫制。设置了监控室安保专职人员熟悉和掌握安防系统操作、设置物业工程部专职人员熟悉系统的维护保养。

物防方面：中国西部科学院旧址的东侧围墙高度仅有1.8米，而且围墙以外属于住宅和商业区，流动人员较多，存在安全隐患。除了给安保人员配置相应的反恐防爆器材，还设置了外围巡更打卡点，加强夜班的巡逻频次。

（作者单位：重庆自然博物馆）



MicroWise System
元智系统
西安元智系统科技有限责任公司
MicroWise System Co., Ltd.

<p>科技保护</p> <p>环境监控、本体监测、预警评估</p> <p>科学管理</p> <p>资产管理、人员管理、咨询服务</p> <p>创新服务</p> <p>科技文创、定位导览、数字化采集</p>	<p>遗址</p> <p>博物馆</p> <p>发掘现场</p> <p>档案馆</p> <p>图书馆</p> <p>旅游景区</p>
---	--



官方网站



官方微信

联系人：张超 13572270596
座机：029-88346362
官网：www.microwise-system.com
邮箱：info@microwise-system.com

天禹

TIANYU

博物馆展览陈列

展

华夏文明

览

中国历史

策展与设计 · 施工与布展 · 维护与保障

总机：
010 6403-3939

总 部：北京市东城区东直门大街107号 科林大厦 B座 5层
邮 编：100007

业务合作：13811280043
13811815934

维保服务：010-64043939
13811259340

邮 箱：tianyut@tywhjt.com.cn
网 址：www.tywhjt.com.cn



关注天禹公众号