

7月29日至8月2日，北京遭遇了有仪器测量记录140年以来的最大降雨。永定河洪水冲毁了部分桥梁、道路。建成800余年的卢沟桥经受了大雨和洪水的侵袭、冲击。

卢沟桥经受强降雨考验

齐欣 李洁

专家初步判断，卢沟桥在此次强降雨过程中状态稳定

京津冀等地近日出现的强降雨过程，持续时间长、累计雨量大、极端性强。长时间的降雨引发永定河水位急剧上涨，形成洪峰。位于北京西南方、坐落在永定河上的全国重点文物保护单位卢沟桥，经历了大雨的侵袭和洪水的冲击。

随着城市建设快速发展，卢沟桥周边铁路、公路跨河桥梁林立。毗邻卢沟桥的上、下游区域内，陆续建成了多处大型交通枢纽。早在1961年，卢沟桥即成为第一批全国重点文物保护单位。2018年至2019年又进行了新一轮保护修缮工程。现在，卢沟桥已不再承担交通运输功能。它与周边4座华表、2座卢沟桥碑、“卢沟晓月”碑及碑亭、永定河碑及碑亭等文物一起，作为历史文化遗产的重要组成部分保留了下来。

大雨来临前，卢沟桥管理部门采取了一系列预防措施。据卢沟桥文化发展中心副主任卢勃介绍，景区目前不再开放，有专人昼夜守护，夜间每两小时就要观测、研判水位水流变化。来自北京市文物建筑保护技术研究所的科技人员也在实时监测桥体数据。

长期、持续的维护和管理，是确保文物安全的重要因素。卢勃表示，虽然永定河沿线的强降雨危及了一些桥梁道路，但是有着800余年历史的卢沟桥则经受了考验。

卢沟桥为全国重点文物保护单位，始建于金大定二十九年（公元1189年），建成于金章宗明昌三年（公元1192年）。卢沟桥为十一孔联拱石桥。桥总长266.5米，桥身总宽9.3米，面宽7.5米，共有10个桥墩和11个桥孔。

链接

需依多项科学指标，研判卢沟桥文物是否“无恙”

卢沟桥的建造过程蕴含着先人“治水”的智慧。文物保护工作者早就发现，卢沟桥的构造设计兼顾了实用与美观要求，也精心挑选了桥址和材料；许多细微之处都体现了巧思智慧和缜密安排。桥址所在的河床、河岸为坚实的鹅卵石和黄沙堆积层。20世纪70年代，专家们考察卢沟桥时，曾通过当地社员在桥头挖掘的土窖进行实地研判，发现“卵石层厚达数米以上，而且非常坚实，证明桥头的河岸也是非常坚固的”。永定河出京山区后，水流湍急，卢沟桥首当其冲，需要抵御夏秋猛涨的水势和冬春撞击桥墩的浮冰。卢沟桥在迎水侧修筑了十分显眼的分水尖，每个分水尖上安置三角铁柱，以其锐角对抗水势和冰块；桥墩另一侧设计成向内收进的流线型，水流一出券洞后即可分散，以此减少券洞内的水流挤压力。

那么，在经历了此次百年未遇的强降雨冲击后，应如何科学地研判卢沟桥文物是否依然“无恙”？

张涛研究馆员是北京市考古研究院（北京市文化遗产研究院）遗产预防保护部主任。从10多年前开始，张涛就从事包括卢沟桥在内的石质文物保护方法研究。“到目前为止，我们只是初步判断卢沟桥状态相对稳定。是否达到‘安全’，还需进行全面结构检测，才能给出答案。”他这样认为。

为了使分水尖更为稳固，在桥墩分水尖的风凰台上加了6层压面石。第一、二层挑出于凤凰台面，再向上的4层逐层向内收入。这6层压面石，对整个桥墩压力的平衡也起着重要的作用。

分水尖体型很长，拱券又压在桥墩的南半部，如果没有这6层厚达1.83米的压面石，会使卢沟桥桥墩因压力不平衡而产生破坏的情况。



图为20世纪70年代文保专家记录的卢沟桥压面石和分水尖状况。

延伸阅读



直播

这是在8月初强降雨时卢沟桥进行现场直播的电视画面。

在2019年进行“体检”时，地质雷达检测结果表明，“在卢沟桥上布设的测线上未发现明显的异常，测区范围内桥体密实，桥面道路结构层无空洞和水囊等不良地质体。”

这些数据为保护方案提供了有力支撑。

如今，对卢沟桥进行全面安全检测，需依据相关规范，使用多种测量手段，依次对桥梁各构件、部件、桥面系、上部和下部结构分别进行评定，最后才能给出总体状况的评定结论。“待水位退去后，建议对卢沟桥开展一次全方位、多角度、系统化的结构安全检测，以综合判断其安全与稳定性状况。”张涛说。

文物保护工作者对许多古迹都进行了雨中监测

据介绍，大雨来临前，北京市文物建筑保护设计所就对卢沟桥进行了基础沉降、位移、应力应变、裂缝等监测项目；在强降雨

过程中又增加了监测频率，每隔两小时就要对桥体各项数据进行一次统计分析，推测桥体安全程度并及时发现异常值和异常点。除卢沟桥外，北京市的文物保护工作者对许多古迹进行了多种技术手段的监测。“比如故宫、颐和园、雍和宫、德胜门箭楼和万宁桥，这些重点文物都是有监测人员守候的。”张涛描述说。

对卢沟桥的科研保护，从多年前就开始了

作为交通要道的卢沟桥历经多次修缮。桥面一般每隔数十年就要进行更换。据记载，明代自永乐十年（公元1412年）到嘉靖三十四年（公元1555年）间，只进行过6次小型维修；清康熙元年（1662年）至光绪年间，共修桥7次，其中只有两次工程“稍大一些”；新中国成立后，1967年8月进行过一次大型维修，加宽了步道，建立了混凝土挑梁，更换了部分望柱、栏板并增加了狮子的数量。1975年还对卢沟桥进行过400吨载重试验。

值得一提的是，1971年，北京市政府就决定在距卢沟桥约1公里的位置再建一座“卢沟新桥”。1985年新桥落成，卢沟桥随即只承担作为“国保”的文物功能。1986年，北京市政府专门成立了“卢沟桥历史文物修复委员会”，全面修缮桥体，拆除了曾加宽的步道和混凝土挑梁，恢复了古桥原貌。2019年开始，北京市古代建筑研究所开始对卢沟桥进行全面“体检”，现场检测桥梁结构存在的损伤状况，明确主体结构性能并对桥梁技术状况进行综合评定。

早在“体检”之前7年，张涛所在的团队还前期进行了“北京市古建筑石结构安全状况无损检测技术研究与应用”课题研究。“这个课题做了两年，调查的规模很大，卢沟桥也是其中的研究对象。”张涛说，“当时我

们想解决的难题之一，是那时对古建筑石结构的检测、评价方法比较单一，比如难以有效地检测到石质文物构件的内部缺陷，那就没法判断结构的安全程度。于是课题就引入了超声波、探地雷达、X光探伤、硬度检测等多种技术。”

余下要解决的难题则与前一个相关——建立快速、准确判定石质结构文物损伤程度及病害成因的检测评估标准。

卢沟桥是典型的石质结构古建筑。从那时起，卢沟桥就成为这个科研课题的研究现场和应用的一个案例。大量课题研究成果、无损检测技术，都应用到卢沟桥的文物本体“体检”中去了。

对北京地区石质文物勘察，有了标准和规范

2018年以来，为规范文物保护工作中石质古建筑结构安全性鉴定行为，北京市发布了《古建筑结构安全性鉴定技术规范 第2部分：石质构件》（DB11/T 1190.2-2018），与北京市地方标准《古建筑维护与加固技术规范 石结构》、北京市地方标准《古建筑砖石结构现场勘查技术规范》一起，为文物保护工作提供了参考。

“石质构件安全性鉴定技术规范”中的重要内容是进行安全性风险等级判定。判定时，“应对石质构件承载能力、构造、裂隙和历次加固情况等项目逐一进行检查，分别判定每一受检项目的等级。石质构件存在严重剥落、粉化、孔洞、表面溶蚀、裂隙、残损等表面病害，结构、尺寸发生明显变化，应进行承载力验算。”

石质构件整体安全性风险等级划分为4级，每一级皆有相应的处理原则。

2019年1月至4月，科技人员沿用了前期的这些研究成果并结合《公路桥梁技术状况评定标准》，对卢沟桥进行全面“体检”并出具了《北京市卢沟桥桥体检测报告》。对卢沟桥桥梁总体技术状况等级评定为3级：有中等级缺陷，尚能维持正常使用功能。依照规范的处理原则，“应采取保护措施”。

新一轮持续监测恰好赶上了近期的强降雨

在2019年对卢沟桥的检测中，除常规方法外，还使用了雷达三维激光扫描等无损检测技术，提高了检测的精度，为卢沟桥今后的监测和修缮提供了可靠的基础数据。

“我们主要发现了3类病害。”张涛介绍，“第一类是风化，桥面望柱和栏板要加强保护，比如减少游人的直接接触；第二类是桥拱券内存在多处明显的渗水线，就是孔券内有多处明显的渗水现象，局部伴有可溶盐

析出；另外有多处灰缝脱落。”基于此项检查发现，卢沟桥管理部门随后及时进行了修缮。

在这次强降雨过程中，这些修补有效地阻止了雨水通过桥面灰缝渗入桥体内。

但是，三维激光扫描数字化测量提供了更微观的数据。卢沟桥各拱券南北两侧的顶点存在高差，其中7号拱券的南北高差为0.25米；其次是10号、9号拱券变形较大。

“体检”发现的这第三类病害，困扰了研究人员许久。

“这个现象究竟是怎么造成的？危害有多大？对策又是什么呢？经过反复分析和查阅资料，我们初步判断，可能在卢沟桥修建时这些偏差就存在了。所以不应都视为拱券的沉降差。”张涛介绍说。据此，科研人员建议进行持续的定期监测。为期3年的新一轮卢沟桥技术监测接着展开。这个项目还在进行中，就恰好赶上了近期的强降雨过程。

几代人的研究成果，有重要的承前启后价值

为何科研人员判断“体检”时发现的高差尚不需要紧急处理呢？

“当时发现桥墩间的落差达到了20多厘米。其实这个数据已经很惊人了，人们都吓了一跳，以为桥墩发生了重大沉降。”张涛回忆，“但是，桥体上也看不到任何裂隙呀。那它是什么时候的沉降？目前的数据解释不了这个现象，于是我们就去查很多文献。很快就发现在20世纪70年代时，罗哲文、于杰、吴梦麟、马希桂几位前辈曾经在同样位置做过测量。对比发现，数值基本相似——这说明经过40多年，卢沟桥这些桥墩并没有发生大的变化；或者说它们的变化趋势已经处于一个很稳定的状态了。”

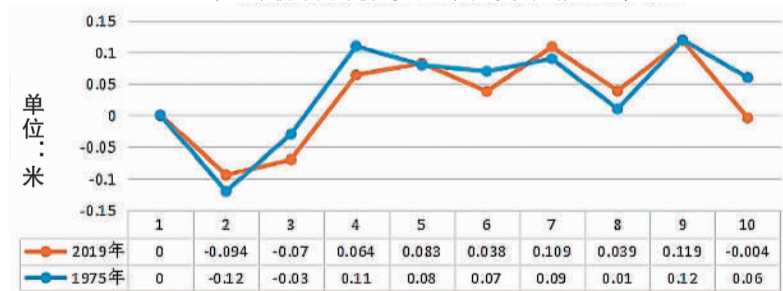
百年不遇的大雨，成为难得的科研机会

百年不遇的强降雨，也为科研人员提供了一次“百年一遇”的观察机会。通过统计洪水的流量、流速，可以判断卢沟桥的抗洪能力，也可以研究卢沟桥在洪水过程中的变化趋势。“我们可以预测再遇到什么样的降雨和多大的洪水流量和流速，我们的桥体是危险的，它会产生什么样的变化，这对卢沟桥的未来安全预测有非常重大的意义。”张涛说。

大雨过后，对卢沟桥的保护方案将会产生哪些调整？从逐步建立的系统化模式来看，未来的动态监测趋势显示了水务、气象和文物等多部门通力合作。但这一切调整的前提，仍取决于对卢沟桥进行一次新的灾后稳定性评估。

“这个工作，是必不可缺的。”张涛表示。

卢沟桥南侧桥墩沉降历史数据对比



2019年，三维激光扫描测量仪的测量精度已能达到毫米级，但20世纪70年代专家提供的厘米级数据，仍然弥足珍贵，对现在依然有非常重要的意义。通过对比可以发现，卢沟桥桥墩的沉降趋势基本一致、稳定。

（北京市考古研究院供图）



在成都，体育与文化以更和谐的方式交汇交融——观赛事，为竞技体育的拼搏精神欢呼；看博物馆，领略蜀地厚重的文化底蕴。

蜀地观展

本报记者 孙亚慧

外语讲解服务，成都博物馆急需一批像她一样具备跨文化交流优势的讲解员，更好对外讲述中国故事。

这段时间，史天琦与同事们非常忙碌。为满足大运会期间各地游客高涨的观展热情，成都博物馆优化调整开放时间，在7月28日至8月14日持续面向公众开放。“运动员和观众透过成都博物馆能够了解本地历史，更能感知博大精深的中国文化，我们觉得这些付出都值得了。”史天琦说。

为了让外语讲解内容更简明易懂，成都博物馆在几个月前组织人员重新撰写讲解词，以期令观众在有限的参观时间内更好地理解历史脉络。

“中英文讲解侧重点不同。如果直译，有些内容外国观众可能比较陌生，很难深入了解。我们希望观众听讲解时能产生东西方文化联动，因此写讲解稿时格外注意。比如‘魏晋南北朝时期’会换成‘公元4世纪前后’，诸如此类更直观的表达。”史天琦介绍。



度过一段愉快的参观讲解时光后，运动员与史天琦（后排右二）一起合影留念。

“书灯勿用铜盏，惟瓷盏最省油。蜀有夹瓷盏，注水于盏唇窍中，可省油之半”，陆游在《陆放翁集·斋居记事》中曾对颇具巧思的省油灯有这样的记录。

成都大运会期间，成都博物馆迎来了世界各地的客人。讲解员史天琦告诉记者，许多外国运动员对展品阐释的东方文化底蕴很感兴趣，听得很专注。被誉为“蜀窑匠人结晶”的省油灯正是网红展品之一。

天府石犀是这里的镇馆之宝。“讲解的时候，外国运动员还追问石犀背后李冰治水的故事。看似憨态可掬的石兽，却承担着治水中水则和镇水神兽的功能，对第一次来到中国的青年学生来说，面前这2000多年前的石犀让许多人感到震撼。”史天琦说。

铜人头像旁，一名来自西班牙的运动员静静看了许久。他告诉记者，他喜欢研究世界历史，也听说过三星堆遗址，“这次没有时间去遗址参观了，希望再来成都时能去看看。中国拥有悠久的历史，对我而言这是非常难得的体验”。

2019年，史天琦曾回国，在第二年入职成都博物馆。彼时，为做好大运会期间可能需要的