

编者按:善治国者必先治水。中华民族的发展史,也是一部人与水旱灾害的抗争史,其中尤以大禹治水的故事最为家喻户晓。然而由于没有找到大洪水与大禹治水以及夏朝遗留下来的考古证据,大禹治水一直以来仅限于神话传说,以口口相传的形式流传于中国的历史之中,“大禹乃至夏朝是否存在?”“大禹所治的这场大洪水究竟是真是假?”都是备受争议的话题。2016年5月,《科学》(Science)杂志刊载了南京师范大学地质学家吴庆龙研究员领衔的一支国际团队的研究论文《公元前1920年溃决洪水为中国大洪水传说和夏王朝的存在提供依据》(Outburst flood at 1920 BCE supports historicity of China's Great Flood and the Xia dynasty),为中国治水史研究打开了一扇崭新的窗户,文章一经发表引发各界的广泛关注。为便于国内读者理解与阅读,河海大学陈菁教授在与部分原作者深度沟通基础上,组织研究团队对该文进行了编译,力求反映论文主旨和原貌。鉴于此文的重要意义,本刊特别刊发编译稿,希望借此促进讨论与交流。

# 公元前1920年溃决洪水为中国大洪水传说和夏王朝的存在提供依据

吴庆龙<sup>1,2,3\*</sup>,赵志军<sup>2,13</sup>,刘莉<sup>4</sup>,Darryl E. Granger<sup>5</sup>,王辉<sup>6</sup>,David J. Cohen<sup>7</sup>,吴小红<sup>1</sup>,叶茂林<sup>6</sup>, Ofer Bar-Yosef<sup>8</sup>,陆斌<sup>9</sup>,张进<sup>10</sup>,张培震<sup>3,14</sup>,袁道阳<sup>11</sup>,齐乌云<sup>6</sup>,蔡林海<sup>12</sup>,白世彪<sup>2,13</sup>

(1.北京大学,考古学与博物馆学院,100871,北京;2.南京师范大学,地理科学学院,210023,南京;3.中国地震局,地质研究所,地震动力学国家重点实验室,100029,北京;4.斯坦福大学,东亚语言与文化学院,94305,斯坦福,美国;5.普渡大学,地球大气与行星科学学院,47907,西拉法叶,美国;6.中国社会科学院,考古研究所,100710,北京;7.台湾大学,人类学学院,10617,台北;8.哈佛大学,人类学学院,02138,剑桥,美国;9.西安研究所,中煤科工集团,710077,西安;10.中国地质科学院地质研究所,100037,北京;11.中国地震局,兰州地震学研究所,730000,兰州;12.青海省文物考古研究所,810007,西宁;13.江苏地理信息资源开发与应用协作创新中心,210023,南京;14.中山大学,地球科学与地质工程学院,510275,广州)  
(\* 通讯作者:吴庆龙 Email: w\_wendell@163.com)

**摘要:**中国传统史学讲述了一个在治理洪水成功后建立夏朝并开启文明史的故事。然而,洪水和夏朝的历史真实性一直存在争议。本文重建了约公元前1920年黄河上游地震引发的滑坡坝体的溃决洪水,为一万年以来地球上发生的最大的内陆洪水之一,可以解释中国传说的大洪水。本文将夏朝的开端确定为约公元前1900年,比传统的认识晚了2~3个世纪。测定结果表明,此年代的黄河流域状态与新石器向青铜器时代大变迁时的状态相吻合,这同时也佐证了初级国家形态——二里头文化是夏朝存在的考古证据的假说。

**关键词:**公元前1920年;中国大洪水传说;夏王朝;黄河;溃决洪水

**Outburst flood at 1920 BCE supports historicity of China's Great Flood and the Xia dynasty**//Wu Qinglong, Zhao Zhijun, Liu Li, Darryl E. Granger, Wang Hui, David J. Cohen, Wu Xiaohong, Ye Maolin, Ofer Bar-Yosef, Lu Bin, Zhang Jin, Zhang Peizhen, Yuan Daoyang, Qi Wuyun, Cai Linhai, Bai Shibiao

**Abstract:**China's historiographical traditions tell of the successful control of a Great Flood leading to the establishment of the Xia dynasty and the beginning of civilization. However, the historicity of the flood and Xia remain controversial. Here, we reconstruct an earthquake-induced landslide dam outburst flood on the Yellow River about 1920 BCE that ranks as one of the largest freshwater floods of the Holocene and could account for the Great Flood. This would place the beginning of Xia at ~1900 BCE, several centuries later than traditionally thought. This date coincides

收稿日期:2017-01-18

注:原文刊载于《科学》2016年5月出版的第353卷6299期579—582页。图S1—S7、表S1—S5、参考文献23—47本文已略去,详细内容可参阅 [www.sciencemag.org/content/353/6299/579/suppl/DC1](http://www.sciencemag.org/content/353/6299/579/suppl/DC1)。

with the major transition from the Neolithic to Bronze Age in the Yellow River valley and supports hypotheses that the primary state-level society of the Erlitou culture is an archaeological manifestation of the Xia dynasty.

**Key words:** 1920 BCE; China's Great Flood; Xia dynasty; the Yellow River; Outburst flood

中图分类号:P331.1

文献标识码:A

文章编号:1000-1123(2017)03-0001-05

中国早期的历史学典籍如《尚书》和《史记》等描述了远古时期黄河的一次毁灭性大洪水。传奇英雄大禹最终运用疏浚的方法征服了洪水,并赢得了建立中国首个朝代——夏朝的神圣使命,进而开启了中华文明史。这些记载构成了儒家正统意识形态体系的根基,以至于2500年来中国人对其真实性深信不疑。直到1920年,“疑古派”向其真实性发出了挑

战。几年后,考古发掘的证据证明了第二个朝代——商朝的存在,于是对夏朝考古证据的发掘工作也开始着手<sup>[1,2]</sup>。发掘于20世纪50年代的早期青铜器时代的二里头文化(约公元前1900—前1500年)遗址,因其时间和空间与夏朝重叠,而被很多学者将其与夏朝联系起来<sup>[1-6]</sup>。通常来说,历史学家将夏朝的开始时间确定为公元前2200年,但政府发起的“夏商周断

代工程”采信夏朝开始年代是公元前2070年<sup>[5]</sup>,这和二里头文化的存在时间有一定间隔<sup>[7-9]</sup>。有些学者则将夏朝纯粹视为统治者为其法统地位正名而虚构的神话<sup>[10,11]</sup>。

学术界长期为大洪水传说探寻着科学解释<sup>[12-14]</sup>, Charles Lyell也提及过该问题<sup>[15]</sup>,但迄今尚未发现证据。本文为公元前第二个千年早期阶段的一次灾难性洪水提供了地质学依据,并

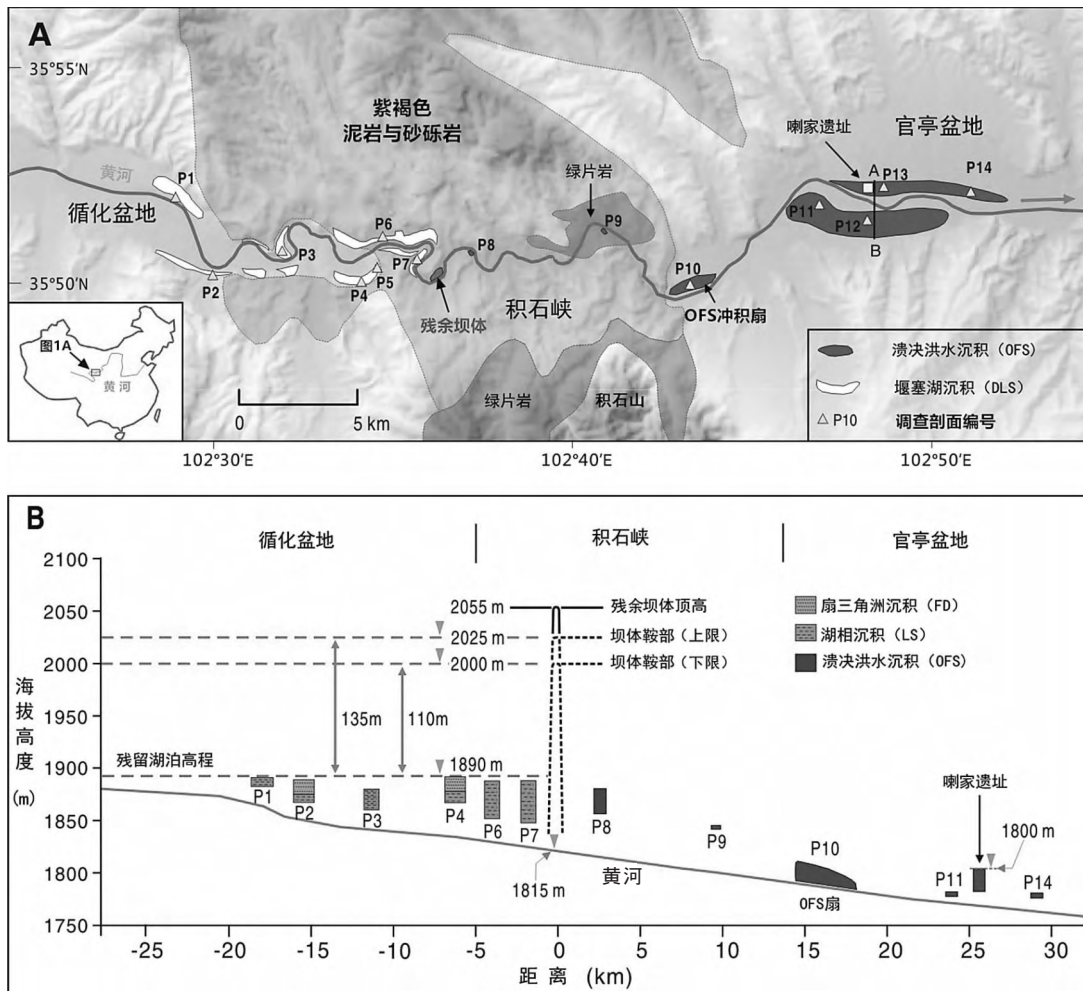


图1 黄河流域上游极端溃决洪水的证据。(A)OFS(溃决洪水沉积),DLS(堰塞湖沉积)和滑坡坝体的分布。浅灰色区域(原文图片中为淡紫色阴影)标示紫褐色泥岩的分布范围;深灰色(原文图片中为绿色阴影)标示绿片岩的分布范围。穿过喇家遗址的线段AB标示图S6C中重建的溃决洪水断面的位置。(B)溃决洪水沉积、滑坡坝址、堰塞湖沉积、喇家遗址和重建堰塞湖水相对于当前黄河纵剖面的垂直分布图。堰塞湖沉积分为湖相沉积和扇三角洲沉积。

认为这可能是大洪水的基础证据,进而可以为夏朝的实际存在提供依据。证据源自笔者对青海省黄河沿岸的考察,包括滑坡体遗址、上游的堰塞湖特质沉积物(DLS)、下游的溃决洪水沉积物(OFS)(图1和图S1~S5),笔者据此重建了堰塞湖和洪水的规模。

野外考察(图S2B)发现,该古滑坡体堆积高于当前黄河水位240 m,并沿积石峡(图S1A、S3A)延伸1 300 m(图S2A)。笔者认为当时的堰塞体鞍部会比目前残留部分的最高点低30~55 m,所以堰塞湖的水位高于目前黄河水位185~210 m(海拔2 000~2 025 m)(图S2B),蓄水量120亿~170亿 $m^3$ <sup>[16]</sup>(表S1)。根据典型的河流径流量来估计,堰塞体在湖水外溢前会完全堵塞黄河长达6~9个月<sup>[16]</sup>。广泛分布于堰塞体上游的堰塞湖特质沉积物(DLS)厚度高达30 m,最高约为海拔1 890 m(图1B,图S1,图S3A)。这表明一场灾难性的溃决使水位下降了110~135 m,并释放了大约113亿~160亿 $m^3$ 的湖水<sup>[16]</sup>(表S1),比先前研究得出的结果大一个数量级<sup>[17]</sup>。溃决之后,DLS填充了残留堰塞体上游的残余堰塞湖。

在高于现今黄河下游水位7~50 m的积石峡下游和官亭盆地,笔者发现了OFS(溃决洪水沉积)(图1,图S1,图S4),沉积物呈高浓度的悬浮物沉淀特征,且全部由来自积石峡的绿片岩碎屑和紫褐色泥岩构成(表S2)。在黄河进入官亭盆地的峡口处,沉积物堆积高达20 m,其中包括直径2 m的巨砾(图1B,图S1,图S4的C和D)。在位于堰塞体下游25 km处遭强震破坏的史前喇家遗址(图S5),即齐家文化重要遗址之一(以发现早期面条残留物著称)处,笔者同样识别出了OFS。在喇家遗址,OFS填充了倒塌的洞穴(图S5的A和B)、陶制品(图S5B)以及地震裂缝(图S5C),并且与陶器碎片(图S5D)和其他齐家文化遗存混合在一起,最大分布高度高于现今黄河水位38 m。

除了喇家遗址的毁灭特征之外(图S1),OFS、残留坝体、DLS、黄土、积石峡和邻近盆地的其他沉积物之间的地层关系,为笔者重建并确定溃决洪水暴发前一系列事件及其年代提供了有力依据。首先,堰塞事件和大洪水均发生在喇家窑洞垮塌之后

的齐家文化时期(公元前2300—前1500年),在雨季降水形成的地表径流将泥沙填充地震裂缝之前,喇家遗址地表的地震裂缝已经被OFS完全填充(图S5C),表明了大洪水必然是在地震和洞穴垮塌后一年内发生的。可以推断,毁灭喇家遗址的这场地震,也引发了山体滑坡并堵塞黄河,同时它还触发了广泛的岩崩,而崩积体则被DLS直接掩埋。

为确定洪水暴发时间,笔者采集了碳屑样本,用加速器质谱法(AMS)做C14年代测定<sup>[16]</sup>。17份OFS中提取的碳屑年代样品和1份位于OFS下层的碳屑年代样品(图S1)显示洪水发生跨度为公元前2129—前1770年之间(95%置信区间)(图2和表S5)<sup>[16]</sup>。位于大坝上游的DLS中的碳屑年代样品(图S1)的校准C14分析结果(95%置信区间)为公元前2020—前1506年(图2A和表S5),证明DLS同期或晚于洪水暴发,并且证明了DLS是被残余堰塞湖填充的。由于喇家遗址毁灭发生在溃决洪水之前的一年内,因而对洪水最好的定年来自于喇家遗址<sup>[16]</sup>。针对喇家遗址内发掘的3

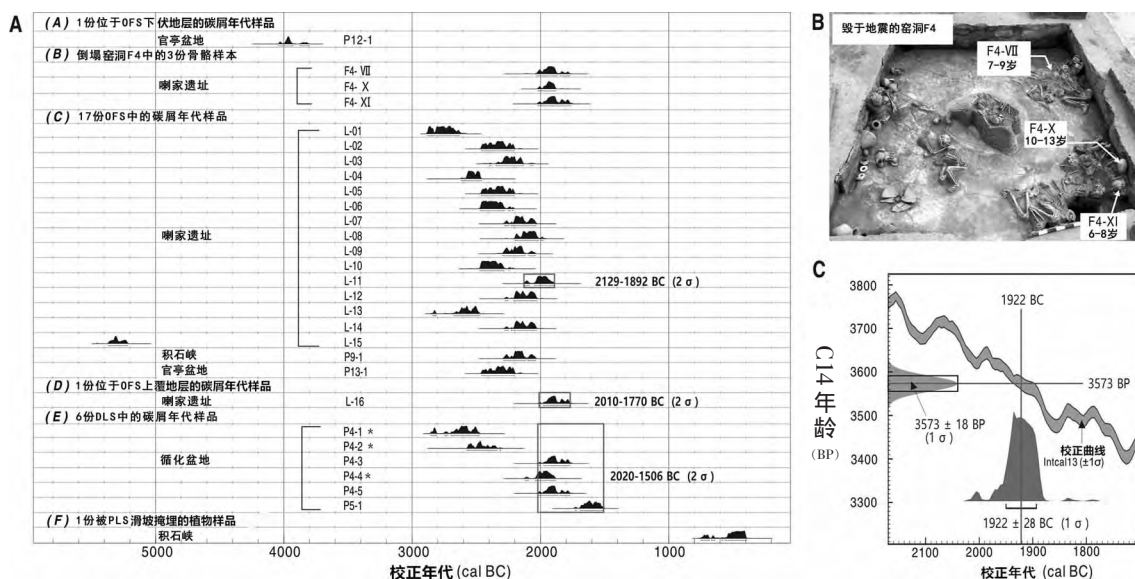


图2 史前黄河溃决洪水的放射性C14年代。(A)放射性C14数据的校准年代概率分布图。与地层顺序不一致的年代数据用星号作了标记,表明它们经历了再搬运的过程,那些能够对洪水年代作出最好限定的数据用红框表示。图S1标注了C14样品的位置。(B)用于放射性碳测年的喇家遗址的洞穴F4中的遗骸、骨骼鉴定见参考文献30。(C)用IntCal13曲线(31)对三个骨骼样本做逆方差加权平均数校准,所有放射性碳测年都分别经过IntCal13(31)和OxCal 4.2(32)的校准。

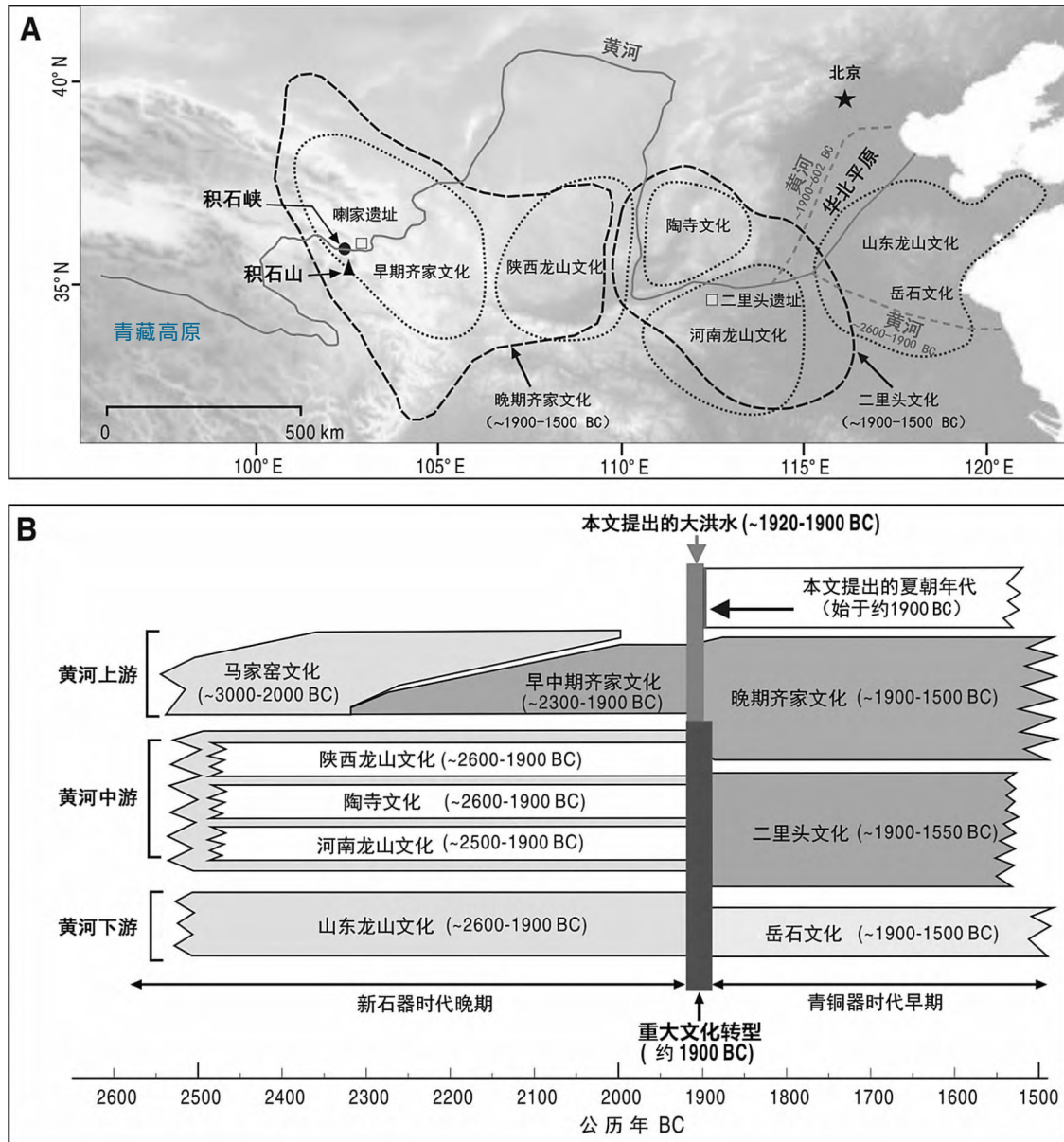


图3 公元前约1900年黄河流域考古学文化重大变迁。C,文化;LSC,龙山文化。(A)黄河流域新石器时代晚期和青铜器时代早期文化分布,蓝色虚线表示约公元前2000年黄河下游河道的决口改道(24)。(B)考古学文化年代框架(6,29)与本文提出的中国大洪水年代框架。

名6~13岁的遇难者骨骼样本(图2B)所做的放射性碳测定结果一致(图2A和表S5),这也与早前对两位遇难古人的遗骸的测年结果相一致<sup>[21]</sup>。因为C14校准曲线在该区域呈线性,并且这些骨骼处于相同的年代,因此,笔者采用3条观测样本值的逆方差加权平均数,得出的校正年代为公元前1922±28年(1个标准差),置信度为95%的置信区间为公元前1976—前1882年(图2C)。为简化范围,笔者用公元前1920年表征洪水的近似年份。

笔者以两种方式估算洪峰流量。根据堰塞湖库容和坝高的经验公式,估算出8万~51万m<sup>3</sup>/s的范围,存在很大的不确定性<sup>[16]</sup>(表S3)。笔者还通过对官亭盆地的详细考察重构了洪水行洪河道断面,并利用曼宁公式估计洪峰流量在36万~48万m<sup>3</sup>/s<sup>[16]</sup>(图S6和表S4),这与坝体处的估计结果相吻合<sup>[16]</sup>(表S3)。计算得出的洪峰流量约为40万m<sup>3</sup>/s,超过黄河积石峡平均流量500倍有余。这是地球全新世时期最大的淡水洪水之一。

笔者没有详细研究淹水模型和突发洪水对下游的作用,但通过类似事件可估算大坝滑坡造成的突发洪水所能波及的距离。1967年,仅6.4亿m<sup>3</sup>的突发洪水就波及了雅砻江—长江沿岸至少1000km。因此,约110亿~160亿m<sup>3</sup>的积石峡古洪水暴发可以轻易到达2000km以外的下游。积石峡洪水会突破黄河的天然堤岸,形成罕见的、广泛的洪灾。考古学家根据考古学资料,推断在大约公元前2000年黄河下游发生了一次重大的

改道<sup>[24,25]</sup>(图 3A),而这场溃决洪水可能是造成这一改道的原因。广泛的堤岸破坏和支流河口的堆积会造成干流河道的不稳定,引起反复的洪水泛滥直到新河道形成为止。黄河下游平原广泛的洪灾会对当地的社会产生巨大影响。笔者认为,洪水事件本身及其后果可能留存在社会世代相传的集体记忆中,并最终在公元前第一个千年形成公认的大洪水传说。早期的历史典籍如《尚书》和《史记》说大禹是在一个叫“积石”的地方开始疏浚黄河,而这与溃决洪水开始的积石峡正好同名,这是否属于巧合,有赖于更多的历史地理学者的研究来解释。

公元前 1920 年的洪水具备古文献所描述的传说大洪水的主要特征。除了巨大的洪峰流量之外,下游平原的次生洪水可能长时间地持续,正如传说中的大洪水持续 22 年才用疏导法(而非堵住天然堤的决口)成功地加以治理。大洪水是否为极端气候所致仍存有争议,但是钟乳石记录显示,距今 8 000~500 年前亚洲夏季季风普遍减弱;同样,湖泊和黄土记录也表明从公元前 2000 年开始黄河下游处于寒冷干燥的状态,所以极端气候导致大洪水的说法不太可能。此外,早期文献也未提及与大洪水相关的频繁极端的暴雨。

本文对积石峡突发大洪水的发现及重建,为中国古文献中大洪水传说的历史真实性提供了科学支持,也为夏朝的存在提供了潜在线索,因为大禹建立夏王朝直接依赖于他成功控制了大洪水。据《史记》记载,禹的父亲鲧治水“九年而水不息,功用不成”,之后禹用十三年余的时间征服了洪水。在洪水暴发 20 多年之后,大禹成功治水使他得到了“天命”,最终成为夏朝的开国之君。若公元前 1920 年积石峡洪水暴发确为古代传说中的大洪水,则笔者可以提出新的夏朝开始年代,即约公元前 1900 年。这比之前的年代晚了 2~3 个世纪<sup>[1,2,5]</sup>,而与

倪德卫根据历史星相得到的公元前 1914 年相吻合<sup>[28]</sup>。这一夏朝的开始年代公元前 1900 年与二里头文化的开始时间<sup>[6]</sup>吻合,故本文也支持二里头文化是夏朝存在的考古证据,以及二里头遗址是夏朝曾经的都城之一的主张<sup>[1-3]</sup>。此次突发洪水也与黄河流域从新石器时代晚期至青铜器时代的社会政治大转型<sup>[2,6,29]</sup>(图 3 的 A 和 B)的时间一致,得知,如此多的通过地质学、历史学、考古学的记录得到的自然及社会政治事件竟然几乎同时发生,这也许并非只是简单的巧合,而是生活在黄河流域的社会群体面对极端自然灾害时所作出的深刻而复杂的文化反应。 ■

#### 参考文献:

- [1] 袁行霈. 中华文明史(第一卷)[M]. 北京:北京大学出版社,2006.
- [2] 张光直. 古代中国考古学[M]. 上海:生活·读书·新知三联书店,2013.
- [3] 邹衡. 关于探索夏文化的途径[J]. 中原文物,1978(1):34—35.
- [4] Thorp R L. ERLITOU AND THE SEARCH FOR THE XIA [J]. Early China, 1991, 16:1—38.
- [5] 夏商周断代工程专家组. 夏商周断代工程 1996—2000 年阶段成果报告[M]. 世界图书出版公司,2000.
- [6] Liu L, Chen X. The archaeology of China: From the late paleolithic to the early bronze age [J]. Cambridge World Archaeology, 2012.
- [7] Lawler A. Archaeology in China. Beyond the Yellow River: how China became China.[J]. Science, 2009, 325(5943):930.
- [8] Li L, Xu H. Rethinking Erlitou: legend, history and Chinese archaeology[J]. Antiquity, 2007, 81(314):886—901.
- [9] Yun K L, Lee, Y. K. Building the Chronology of Early Chinese History. Asian Perspectives [J]. Asian Perspectives, 2002, 41(1).
- [10] Allan S. The myth of the Xia Dynasty[J]. Journal of the Royal Asiatic

Society, 1984, 116(2):242—256.

- [11] Lewis M E. Flood Myths of Early China, The[J]. 2006.
- [12] Pang K D. Extraordinary floods in early Chinese history and their absolute dates [J]. Journal of Hydrology, 1987, 96(1-4):139—155.
- [13] 李学勤. 论豳公疆及其重要意义[J]. 中国国家博物馆馆刊,2002(6):6—14+91.
- [14] 吴文祥,葛全胜,等. 夏朝前夕洪水发生的可能性及大禹治水真相[J]. 第四纪研究,2005,25(6):741—749.
- [15] Lyell C. The Principles of Geology, 9th ed.[M]. Boston:Little, Brown & Co., 1853.
- [16] 作为补充材料的方法可在 Science Online 获得.
- [17] 吴庆龙,张培震,张会平,等. 黄河上游积石峡古地震堰塞溃决事件与喇家遗址异常古洪水灾害[J]. 中国科学:地球科学,2009(8):1148—1159.
- [18] IA CASS. The Lajia Site in Minhe County, Qinghai in 2000 [J]. Chinese Archaeology, 2003(3):1—6.
- [19] 夏正楷,杨晓燕,叶茂林. 青海喇家遗址史前灾难事件 [J]. 科学通报, 2003,48(11):94—98.
- [20] Lu H, Yang X, Ye M, et al. Culinary archaeology: Millet noodles in Late Neolithic China.[J]. Nature, 2005, 437(7061):967—968.
- [21] 张雪莲,叶茂林,仇士华,等. 民和喇家遗址碳十四测年及初步分析[J]. 考古,2014(11):91—104.
- [22] O'Connor J E, Costa J E. The World's Largest Floods, Past and Present: Their Causes and Magnitudes [M]// The world's largest floods, past and present :. U.S. Geological Survey, 2004:33—35.

编译:陈菁,李荣富,刘志,肖晨光,周程婷,毕博

责任编辑 韦凤年