

文章编号:1001-4179(2014)11-0001-04

白鹤梁题刻原址水下保护工程方案研究

龚 斌, 章 荣 发, 韩 建 成

(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010)

摘要:在简要回顾三峡库区白鹤梁水下题刻保护背景,以及开展保护所面临的技术难点后,介绍了“水晶宫”、高围堰、自然掩埋、隔流隧道、异地仿制、自然掩埋和“无压容器”等保护方案。其中,“无压容器”保护方案因最大限度地保留了白鹤梁题刻的历史信息,遵循了文物保护的基本理念,且具有结构简单、水压平衡、利于参观的优点,而成为最终的保护方案。实践证明,白鹤梁题刻原址水下保护工程既满足了三峡工程蓄水的需要,又最大限度地保留了水下文物的原始性、完整性、观赏性,成为世界范围内水下文物遗产保护的成功范例。

关键词:白鹤梁题刻; 水下文物; 原址保护; “无压容器”方案

中图分类号: P754 文献标志码: A

长江三峡库区的白鹤梁是重庆市涪陵城北长江之中的一天然砂岩石梁,因早年白鹤群集梁上而得名。白鹤梁背脊标高约为 138 m,天然状态下长年淹没在水中,仅在冬末长江枯水季节露出水面。白鹤梁古水文题刻记载了自唐广德元年起 1 200 余年间的 72 个枯水年份的水位资料,反映了历代石鱼出水状况、当地农业丰歉与水位尺度等情形,是目前世界上所发现的时间最早、延续时间最长、数量最多的枯水水文题刻,远远超过埃及尼罗河中类似的水文石刻,被誉为世界“第一古代水文站”和世界罕见的“水下碑林”,在科学、历史和艺术等方面都具有极高的价值(图 1)。

三峡工程建成蓄水后,长江涪陵河段为库区水位变动区,汛期运行水位 145 m,正常蓄水位 175 m,白鹤梁终被淹没,“石鱼出水”的人文景观也将从此消失。因此,采用何种方法有效地保护这一珍贵的文化遗产,成为亟待解决的重要问题。

1 白鹤梁题刻保护缘由

1.1 三峡水库蓄水前题刻状况

白鹤梁上部为较坚硬的石英砂岩,下部为较软弱的页岩。页岩易风化,被江水冲蚀和推移磨蚀形成凹



图 1 三峡水库蓄水前的白鹤梁题刻槽,而砂岩突出于两侧凹槽之间形成石梁,白鹤梁题刻就刻于该层砂岩之上。白鹤梁题刻长期淹没于水中,历经 1 200 余年,保存情况基本良好,绝大多数题刻仍清晰可见。然而,白鹤梁题刻所在石梁历经千百年的波浪冲刷、江水侵蚀和漂浮物碰撞等自然营力的破坏,

收稿日期:2014-04-27

作者简介:龚斌,男,高级工程师,注册城市规划师,一级注册建筑师,主要从事城乡建筑规划设计工作。E-mail:gongbin@cjwsjy.com.cn

题刻所在岩体表面已经产生了裂隙交切、板块剥落、表面侵蚀、崩塌位移等各种环境病害,再加上历代人为的损害,给白鹤梁题刻的保护增加了极大的困难。

1.2 题刻保护刻不容缓

三峡水库蓄水前,长江涪陵河段常年洪水位在 161 m 左右,最低水位 137 m。三峡水库建成后,长江涪陵河段的水位将发生改变,即水库蓄水初期,涪陵河段处于水库回水末端及回水变动区中下段;水库正常运行后,该河段已处于常年回水区上段,届时白鹤梁题刻将长期淹没于水中。

三峡水库正常运行后,涪陵段长江水动力环境也将发生很大变化。随着涪陵段长江水流速减缓,泥沙淤积将日益增大,题刻区将被泥沙覆盖;而推移质的作用将影响河床主槽的发育,有可能导致主槽位置的摆动和偏移,从而影响题刻区的整体稳定性,这些因素将对梁体形成威胁。为了消除这些隐患,必须采取人为干预措施对白鹤梁题刻及其环境进行科学的保护。

2 白鹤梁题刻保护难点

2.1 工程环境复杂且地质条件差

白鹤梁紧邻长江主航道,其上下游码头密布,过往船只较多,工程实施环境复杂,且白鹤梁题刻将淹没于 40 m 深江水之下,必须深入研究在三峡水库不同运行阶段不同泥沙淤积及水流条件下,实施保护工程对该河段航运的影响,确保施工期和运行期工程安全和人员安全。

地质条件方面,白鹤梁下部为软弱页岩,易风化。岩基如采用高压灌浆密封处理,其间的高压注浆可能危及题刻安全。同时因为是在薄砂岩上题刻,由于内外压力差很大,地下水会从层状岩体的层间渗漏,极有可能导致文物被破坏。

2.2 实施时间紧迫

2002 年 5 月 1 日三峡二期工程上游基坑已破堰进水,2002 年 7 月 1 日下游围堰也破堰进水,根据三峡工程施工总进度安排,三峡水库 2003 年 6 月中旬将蓄水至围堰挡水发电水位 135 m,2007 年汛前右岸大坝具备挡水条件,2006 年 11 月至 2007 年 5 月导流底孔封堵后汛期库水位将超过 135 m,汛后水位将进一步蓄至初期发电水位 156 m。白鹤梁保护工程必须在三峡库水位达到 156 m 前完工,即在 2006 年底竣工,工程计划工期约 3 a。另外,在三峡工程右岸大坝等具备提前挡水条件时,导流底孔可能提前 1 a 封堵,即三峡水库水位可能在 2006 年汛期超过 135 m,因此,水下保护工程施工时间十分紧迫。

2.3 保护经费有限

三峡库区文物保护资金是库区移民资金的一部分,纳入移民资金计划统一管理。重庆市人民政府专门印发《重庆市三峡工程淹没及迁建区文物保护管理办法》,对项目经费进行严格管理。该办法规定重庆市文物局根据国务院三峡建设委员会审批的三峡库区文物保护规划,按照三峡工程蓄水进度的要求,编制库区文物保护年度计划。白鹤梁题刻原址水下保护工程实际上能争取到批复保护经费十分有限。

2.4 缺乏水下保护体建设经验

三峡水库蓄水后,白鹤梁古水文题刻将淹没于长江中,深水条件下的文物保护是一个世界性难题,此类库区淹没文物原址水下遗址保护问题在国内乃至全世界罕见,国内外无可供借鉴的工程实例,亦无成功范例。相关单位必须在有限时间内搜集各方案的资料,并逐一论证其各行性。

3 白鹤梁题刻保护范围

白鹤梁长约 1 600 m,宽约 10 ~ 15 m,长期受江水冲刷自然形成上、中、下 3 段。现发现题刻 174 段,主要分布于中段,其中中段东区长约 45 m、宽约 10 m 的范围为石刻密集区域,包括著名的唐代双鱼等重要题刻 138 段。从题刻重要性、工程一次性投资及运行维护费用等综合分析,将上述区域拟定为白鹤梁题刻重点保护区,其他区域少量题刻拟就地保护,零散的脱落题刻拟搬入陈列馆展陈。

4 白鹤梁题刻保护方案研究

自 1993 年以来,由国家文物管理部门组织国内各科研机构 and 高等院校专家交流研讨,确定了白鹤梁题刻保护遵循的原则为:原址原样、原环境保护,重点性保护,观赏性保护,实现可行性与工程完整性。依据此原则,相关单位对白鹤梁题刻的保护方案开展了深入研究和论证,曾先后提出如下几种方案。

4.1 “水晶宫”方案

在白鹤梁题刻的中心区构建水下保护性建筑,达到水下原址保护、参观和研究的目的。该方案包括“双层拱式耐压覆室方案”和“蜂巢格式压力覆室”两种具体方案,都是在白鹤梁题刻集中区建设覆盖式混凝土耐压覆室,其余散布的零星题刻则采用原地“封护”的方式进行水下原址保护。所不同的只是前者为双层拱式压力覆室,后者为蜂巢格式的压力覆室。此外,两个方案在水下展示与地面展示厅的连接方式和其他辅助建筑的设计上有所不同。

4.2 高围堰方案

鉴于修建白鹤梁水下博物馆还存在着一些技术障碍,目前实施还有困难,可先采取一种权宜保护措施。即在白鹤梁题刻周围构筑一圈高大的围堰,将题刻本体围护其中,使之免受泥沙和石块的磨损,并给今后采取其他水下保护和展示措施预留时间、空间和实施条件。该方案还包括在岸边修建古水文陈列馆,以展示白鹤梁题刻。

4.3 隔流隧道方案

其基本思路是原址保护和复原展示,用钢筋混凝土修筑一座不封闭的隧道式覆室罩在白鹤梁题刻上,覆室的前端如船头形,两侧好似平行的夹墙,顶上加盖厚顶板,尾端却敞开让江水进入覆室,从而将白鹤梁题刻置于一个其内充满江水的覆室中,隔断了覆室外泥沙对覆室内石刻的冲刷,从而达到保护白鹤梁题刻的目的。

4.4 异地仿制陈列方案

借鉴埃及被阿斯旺水库淹没的 Abu simbel 太阳神搬迁复建经验,提出利用三峡水库水位变动特点,在白鹤梁近旁 166.2 ~ 175.6 m 高程变动回水区选址,按照大原样构筑新的白鹤梁并将原址切割下的题刻放置其上。这样当库区水位高于 165 m 时,白鹤梁题刻淹没水中;当库区水位降到 165 m 时,新建的白鹤梁题刻就会露出水面,并在石梁与南岸长江大堤间呈现原先鉴湖的形状。涪陵历史上的“石鱼出水”、“鉴湖渔笛”和“白鹤时鸣”3 个独特的人文景观将因此再现。

4.5 自然掩埋方案

其基本思路是就近复建题刻和陈列馆保护,即在涪陵城区长江大堤高程 165.78 m 处设置复建平台,上置复建的白鹤梁题刻,同时在平台或陆地上建一个小型博物馆展览有关白鹤梁的资料和实物。白鹤梁与复建题刻之间通过天桥平台的方式连接,观众在参观题刻的途中可一览江景。

类似方案是在白鹤梁附近的岸上修建陈列馆,馆内展出白鹤梁题刻 1/2 大小的复制模型,而白鹤梁题刻原址则保留在江水之下,让库区淤积的泥沙自然掩埋白鹤梁。

4.6 “无压力容器”方案

该方案将白鹤梁题刻原址保护体看作一个容器,所谓“无压力容器”不是指什么压力都没有,而是指作用在水下保护体外面的水压与内壁面上的水压基本相同。这就是说在保护体内有水,且压力强度与当时作用在外壁面上的长江水压力同步变化。

水下博物馆实际上是在白鹤梁题刻上兴建一座壳体容器,容器内充入经过专门的平压净水系统过滤后的长江清水,保持容器内水压与外部的江水压力平衡,题刻处于平压状态。水下保护壳体结构处于内外水压平衡的工作状态,壳体结构简单、经济。水下保护体内设置承压的参观廊道,并设计了水下照明和遥控观测系统,游客经地面陈列馆及交通廊道进入参观廊道观赏题刻,亦可通过遥控观测系统实时观赏。在参观廊道内设置蛙人孔,供工作人员或其他人员潜水进入保护体内开展研究、保护和维护工作。该方案有如下几个显著特点。

(1) 白鹤梁题刻仍处于长江水保护之中,并可有效防止水库内的推移质对白鹤梁题刻可能造成的损坏。

(2) 水下保护体结构基本上处于水压平衡的工作状态,只承受自重荷载、水库风浪力、若干年后水库淤积的压力以及偶然的地震力,壳体结构简单、经济,且具有可修复性。

(3) 水下建筑物内设耐压金属参观廊道和水下照明系统,人们可通过交通廊道自岸上进入参观廊道内,观赏水中的白鹤梁题刻,也可通过水下摄像系统实时将影像等传到岸上陈列馆展示厅,人们可通过遥控系统控制水下摄像系统的运动。

(4) 特设潜水舱,供工作人员或其他人员在水中开展研究、观测和维修工作。

5 方案的确定与论证

以上方案分为两大类型:① 水下原址保护,岸上复原展示;② 切割搬迁保护,岸边重建展示。根据国内和国际文化遗产保护界普遍遵循的保护原则,作为水文遗产的白鹤梁题刻不应离开它原来的位置,不应脱离它赖以存在的江水环境,原址保护成为保护白鹤梁题刻的基本前提条件。剩下的问题只是如何在原址保护的基础上,提出能够兼顾保护和利用、展示的最佳方案,设计出能够展示白鹤梁题刻原物的水下博物馆。

上述方案中,符合原址原样、原环境原则的只有两个方案,一个是“水晶宫”方案,一个是“无压力容器”方案。这两个方案的共同点都是原址保护,前者尽管是保护和展示白鹤梁题刻的最理想方式,但该方案面临着工程技术和建设成本的巨大挑战,即有压覆室的保护壳将承受 30 ~ 40 m 的水压力;岩基与壳体的密封处理需采用高压灌浆,极难处理;长期的渗流可能导致的白鹤梁薄砂岩层毁坏;水下施工周期长,时间紧迫,对航运和防汛的影响大;巨大的建设投资和未来可能较大的运行管理费用。

“无压力容器”方案在充分尊重和研究文物价值的前提下,最大限度地保留了白鹤梁题刻的历史信息,既满足了三峡工程蓄水的需要,同时又保证了文物保护的真实性、完整性、观赏性和延续性,符合国际文化遗产保护《威尼斯宪章》的要求。

“无压力容器”方案确立了原址建馆、原环境保护、原状态展示的全面保护理念,并且将地面陈列馆与堤防工程进行了大胆有机的结合,最终建成了水下遗址博物馆(见图2)。



图2 白鹤梁水下题刻博物馆最终效果

2002年1月,重庆市人民政府组织召开了《白鹤梁题刻原址水下保护工程“无压力容器”可行性方案研究报告论证会》,与会专家一致认为:该方案建立在多年来国家对白鹤梁题刻保护所做工作的基础之上,充分吸取了原有保护规划工作成果。“无压力容器”方案构想具有创新精神,克服了保护方案的技术难点,符合国内外文化遗产保护原则,对生态环境无不良影响,可为其申报列入世界文化遗产名录创造条件。同年10月,重庆市文物局在北京组织召开了有6位院士参加的《白鹤梁题刻水下保护工程初步设计方案评审会》,

一致通过了“无压力容器”的设计方案。

2003年2月13日,白鹤梁题刻原址水下保护工程正式开工。保护工程由水下保护体、交通及参观廊道、地面陈列馆3部分组成,总建筑面积8433 m²,工程总投资1.9亿元。2005年5月,水下保护工程156 m水下部分抢在三峡大坝蓄水前完工,为整个保护工程的顺利实施奠定了坚实基础。

2010年11月,联合国教科文组织、中国文化遗产研究院在重庆组织召开了“水下文化遗产保护展示与利用”国际学术研讨会,会上学者评价白鹤梁工程是中国文物事业从文物保护走向文化遗产保护的一个代表成果,是世界上对水下文化遗产展开就地保护的最佳范例,保存了当地民众与河流之间的文化连接。

6 结 语

2009年5月18日,白鹤梁题刻原址水下保护工程建成开馆,成为世界上唯一的遗址类水下博物馆。这一极具创新的水下博物馆,为全世界范围内开展淹没文物原址水下保护和展示技术积累了丰富的工程经验,使白鹤梁题刻保护成为水下文化遗产保护的成功范例。

参考文献:

- [1] 吴建军,韩建成,章荣发.三峡库区白鹤梁题刻原址水下保护工程设计[J].人民长江,2011,42(4):5-7.
- [2] 上海交通大学岩土力学与工程研究所,长江勘测规划设计研究院,中国科学院武汉岩土力学研究所.涪陵白鹤梁题刻原址水下保护工程可行性方案研究报告[R].武汉:长江勘测规划设计研究院,2002.

(编辑:郑毅)

Design study for in-situ underwater protection works of White Crane Ridge Inscription

GONG Bin, ZHANG Rongfa, HAN Jiancheng

(Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: The background of protection of White Crane Ridge Inscription in Three Gorges Reservoir area is reviewed; the technical characteristics and difficulties of the protection works are analyzed. Various protection solutions are presented such as "Crystal Palace", high cofferdam, natural embedding, isolated tunnel, copying model at other place, and "non-pressure vessel". The "non-pressure vessel" solution has been adopted because it follows the basic principle of cultural relics protection that reserves the historical information of the inscription as much as possible, moreover, it possesses advantages of simple structure, pressure balanced and convenient for visiting. The engineering practices show that the in-situ protection works not only satisfies the demand of reservoir impoundment, but also reserve original, integrity and ornamental features of the inscription, becoming a successful example for worldwide underwater cultural relics protection.

Key words: White Crane Ridge Inscription; underwater cultural relics; in-situ protection; no pressure vessel