

关于涪陵白鹤梁题刻保护工程的可靠性研究和建议 Proposals on the Protective Project of the Ancient Hydrometric Station — Baiheliang in Fuling

周建军

(清华大学水利系 北京 100084)

一、问题的提出

白鹤梁位于长江上游的涪陵市乌江汇合口的上游侧,长1 620米,平均宽15米,与长江水流方向平行。长期以来,白鹤梁上留下了大量的题刻。天然情况下,由于长江水位的自然涨落,白鹤梁不时浮现于水面之间。“石鱼”和“题刻”记录着唐代以来1 200多年珍贵的长江水位和水文资料,被誉为“世界第一古代水文站”。同时,白鹤梁题刻还有重要的艺术和文化价值,有大量精巧的石刻和美妙的诗文,堪称“水下碑林”。白鹤梁是三峡库区唯一国家级保护文物。

三峡水库建成蓄水后,由于库水位的抬高,白鹤梁“石鱼出水”和“鉴湖渔笛”的景象将永远不复存在,大量的题刻文物将永远埋没于水下。三峡建设和国家文物保护的有关单位对保护白鹤梁题刻这一重要文物非常重视。有关单位进行了大量研究,提出了许多保护方案。比如,天津大学提出的水下博物馆原地保护方案(水晶宫方案)、黄真理博士提出的就地保护岸边复建方案,长江水利委员会等单位也提出过很多方案。

2001年3月,在涪陵召开的白鹤梁题刻保护方案评审会上,上海交通大学岩土工程专家、中国工程院葛修润院士提出了改进的“水晶宫方案”。该方案和天津大学提出的“水晶宫方案”比较,在保护结构形式上没有大的差异。但是,其本质差别在于改进方案提出了壳体内充水、内外连通、压力自然平衡的技术路线。这样,大大减小了结构内外的压力差,降低了结构强度需求和建设难度。最重要的是,改进方案排除了结构内外的压力差,从而消除了底部基岩反向渗透压力对于白鹤梁题刻的推力,对于确保石刻的长期稳定具有重要意义。同时,改进结构可以对壳体内部的水质进行人工控制,可以减轻污水和泥沙对题刻的长期腐蚀。而且,在结构内部可以布置尺度相对小的人行廊道,方便观光和研究。所以,改进后的“水晶宫方案”是既经济又相对可靠的方案。据悉,最近国家文物部门已经确定了这一方案的可行性。

笔者曾经参加了2001年3月的涪陵会议,对于改进“水晶宫方案”持支持态度。但同时,笔者在会

上提出,白鹤梁题刻处于涪陵港前沿的长江自然弯道外远处,三峡工程蓄水后,这一河段的泥沙淤积将比较严重,河势有可能发生较大幅度的变化。而当时重庆市文物局委托交通部西南水运科学研究所进行的泥沙模型试验研究只模拟了30年的时间幅度,河势尚未显示出大的变化,河床推移质泥沙仍沿左岸深槽运动,远离白鹤梁,不威胁题刻的安全。但是,三峡水库蓄水后,泥沙淤积是一个长期的过程,30年的试验尚不能反映河段河势的真正变化趋势。所以,笔者曾建议将“西科所”的模型试验时间延长,根据较长的淤积结果最终确定保护结构的方案,但是到目前这一建议并没有得到采纳。

河势变化对于水下结构布置具有重要影响。如果今后白鹤梁一带变成河流深泓,强烈的水流冲击和河床表面推移质砂石对于水晶宫顶部结构的作用将是不可忽视的问题。笔者根据河床演变的一般规律,对此问题进行了研究,并在此提出相应建议,希望得到有关部门的重视。

二、三峡工程建成前后涪陵河段的河势

在三峡工程建成前的天然情况下,白鹤梁所在的涪陵河段是一个2~3km半径的大型弯段,白鹤梁和乌江口位于弯道的顶点附近。按冲积河流动力学的一般规律,白鹤梁一带的外道外沿(凹岸)应该是深水区,而弯道内沿(凸岸)应该相对浅些。

但是,由于地质结构的原因,白鹤梁附近河道的深泓紧贴涪陵市对岸的凸岸。而白鹤梁岩体沿河道中央偏凹岸延伸,控制了河道水流对凹岸的淘刷,形成了与通常弯道水深分布相反的内深外浅的河道断面形态。正是由于这一特殊河道形态,川江长年大量由卵石和粗沙组成的推移质泥沙沿凸岸运动,避免了推移质泥沙对白鹤梁石刻的冲击和磨损,保护了千年题刻。

三峡工程建成后,涪陵河段将经历长期大量的淤积过程。根据三峡初步设计阶段数学模型计算结果,三峡运行100年后,涪陵至长寿43km河段将淤积约5亿立方米。平均计算,涪陵河段的断面淤积面积将达到1.2万平方米。粗略估算,到100年左右,该河段平均淤积厚度将达16米左右。现在汛期中等流量水位以下的过水面积将几乎全部被泥沙

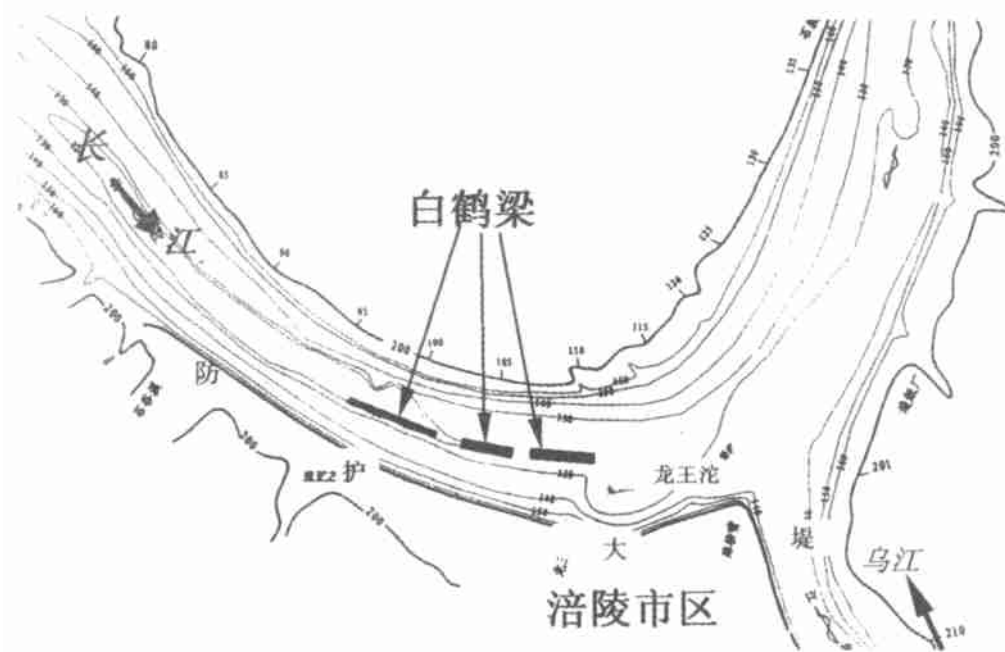


图1 涪陵河段的河势和白鹤梁的位置

覆盖。这样条件下，涪陵白鹤梁附近的河道将改变目前由河床基岩控制河势的局面，变成具有明显冲积特征的河道。这时，涪陵港区对岸的深槽将面临大幅度淤积，而现在白鹤梁一带的相对浅水区，将由于弯道水流的造床作用而转变为深槽。涪陵河段河道断面的这一转化，必然造成主槽向弯道外沿的移动。这是由弯道水流的特点决定的。

三、河势变化对于题刻保护工程的影响及对策建议

随着河道淤积和断面深槽向弯道外延移动，白鹤梁附近将极有可能成为河道深泓。这样，随长江汛期水流搬运的卵石和粗沙，很有可能直接冲击和磨损保护白鹤梁的“水晶宫”建筑物。而且，长江主

流也将更靠近白鹤梁保护建筑和连接建筑物和岸边的水下廊道。在强力的洪水速度作用下，建筑物的稳定和安全也势必成为设计时必须考虑的问题。

另外，涪陵河段水面狭窄，涪陵市防护大堤又挤占相当河宽。泥沙淤积后是否会进一步减少河宽尚需要通过试验研究。现方案在防护大堤前沿布置了客货航运码头，需占用相当的河宽。因此，泥沙淤积后上下双向万吨船队的通道尺度是否可以得到保证亟需研究、判明。此外建白鹤梁保护工程又需要占据相当的河宽尺度。再加上，如果白鹤梁遭到卵石冲击破坏而需要维修时，涪陵河段将很难提供围堰的宽度。这些均将有可能影响万吨船队直达重庆港

的既定建设目标。

由上可知，涪陵河段在三峡工程修建后是强变化的地段，故白鹤梁题刻保护工程的规划和设计必须考虑到河势可能发生的变化。今后水下保护建筑物若遭受到泥沙的磨损或洪水的冲击而损坏，届时重新修补或采取别的保护措施都将非常困难。历史文物是关系到子孙后代和民族文化长远流传的大事，而目前的水下题刻保护方案并没有考虑到河势变化将带来的危害，因而不安全的。同时，长远看，方案是否对通航有影响，亦需要深入研究。故笔者郑重建议，对本河段长期淤积情况下河势可能出现的变化要进行慎重的研究，以确保白鹤梁工程的可靠性，确保白鹤梁文物的长久安全。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第34页)

的大小，也就是它将把地球也包含进去了。几千度的温度将把整个地球上的文明全部毁灭。但这是40~50亿年后的事情，人类到那时应该有办法对付这一灾难。

在这一阶段的另外一个特点是它大量地流失物质。当核心全部变为碳和氮后，它的整个外层的氢和氦壳就会脱离其中心而向外膨胀，其核心就变成一颗白矮星。白矮星的密度非常高，1立方厘米即可达1吨。最初它的温度也非常高，可以达到几万度。

在这样的高温下它辐射出大量的紫外光子，而它们又激发事先抛射出去的围绕在它周围的气体。这些围绕在周围的氢、氦、氧、氮等受激发后发出各自的特征波长。例如氢发射红的H α 线(656.3nm)；氧则是被二次电离，又由于稀薄形成禁戒谱线发射(500.7nm)；而电离氮则在蓝区发射(468.6nm)。

抛出去的物质中有一些是很对称的；而有一些则与先前抛出的物质相互作用，或者与星际介质相互作用形

成各种形状；更有一些由于核心是一对双星，它们的公共作用使得外面的星云形成古怪的形状，或者由于磁场的作用而变得不对称。

外面的星云以每秒数十公里的速度向外膨胀，所以我们看到的星云，若线尺度较小，则是年青的行星状星云；而大尺度的则是老年的。当膨胀得足够大，而且中心星——白矮星也愈来愈冷时，就不能提供足够的紫外光子去激发它外面的星云，行星状星云就消失了。即是说，一颗恒星在它最后的回光返照后走向了死亡。一般的行星状星云存在时间为数千年，在整个恒星的百亿年的寿命中这是一个非常短暂的时刻；所以尽管银河系中有上千亿颗恒星，但目前只发现约1000个行星状星云。

这里讲的是质量相当于太阳的恒星一生所走过的路，而大质量恒星又有它另外的不同的路。

相信读者既可从上述简介中了解一些天文知识，又可从彩图欣赏到美丽的星空，领悟到天文学中的美。