

文章编号: 0451-0712(2006)01-0011-02

中图分类号:U442.34

文献标识码:B

# 壅水平衡法计算一河多桥桥孔长度

黄美兰

(黑龙江省公路勘察设计院 哈尔滨市 150080)

**摘 要:** 一河多桥桥孔长度计算与一河一桥的主要区别在于对总流量进行重分配,然后再简化为单桥的孔径计算,根据每座桥的桥前壅水高度,采用壅水平衡法综合确定每座桥的孔径长度,从而确定一河多桥的总长度。

**关键词:** 一河多桥; 壅水平衡; 桥孔长度

## 1 一河多桥的基本概念

所谓一河多桥就是某河同一桥址断面上已建或拟建两座或以上的桥梁,其目的是在大洪水情况下实现顺利安全泄流。

一河多桥多数建于平原宽滩性河段上,这种河段往往洪泛线较宽,有的几公里,有的甚至多达十几公里。黑龙江省较典型的已建成的一河多桥的示例很多,大家熟知的黑大公路哈尔滨松花江公路大桥就是一河两桥(在江北汉河上建有金河桥)。新建哈尔滨市绕城高速公路西段松花江公路大桥及齐齐哈尔嫩江公路大桥也是一河两桥。一河三桥的示例有同三公路方正蚂蚁河大桥、哈尔滨市二出口阿什河大桥和呼绥高速公路呼兰河大桥等。

一河多桥与一河一桥孔径计算方法的主要区别在于,前者必须在水文计算断面或桥轴顺桩断面上进行流量分配,将多桥简化为单桥,根据计算或人为确定的桥前壅水或岸边壅水高度分别求出每座桥的孔径长度。

一河多桥孔径计算方法有很多。目前,我院各单位多采用桥前壅水平衡法(简称壅水平衡法)。这种方法是利用河道水流动能和势能平衡原理,在每座桥桥前壅水高度保持一致的前提下,分别求算每座桥桥孔长度的方法。

## 2 壅水平衡法计算一河多桥的基本原理

一河多桥桥孔平面布置见图1所示。

假设某河段有 A、B、C 三座桥,并且假设各桥之间没有明显的水流分界线。在某一洪水情况下,河道

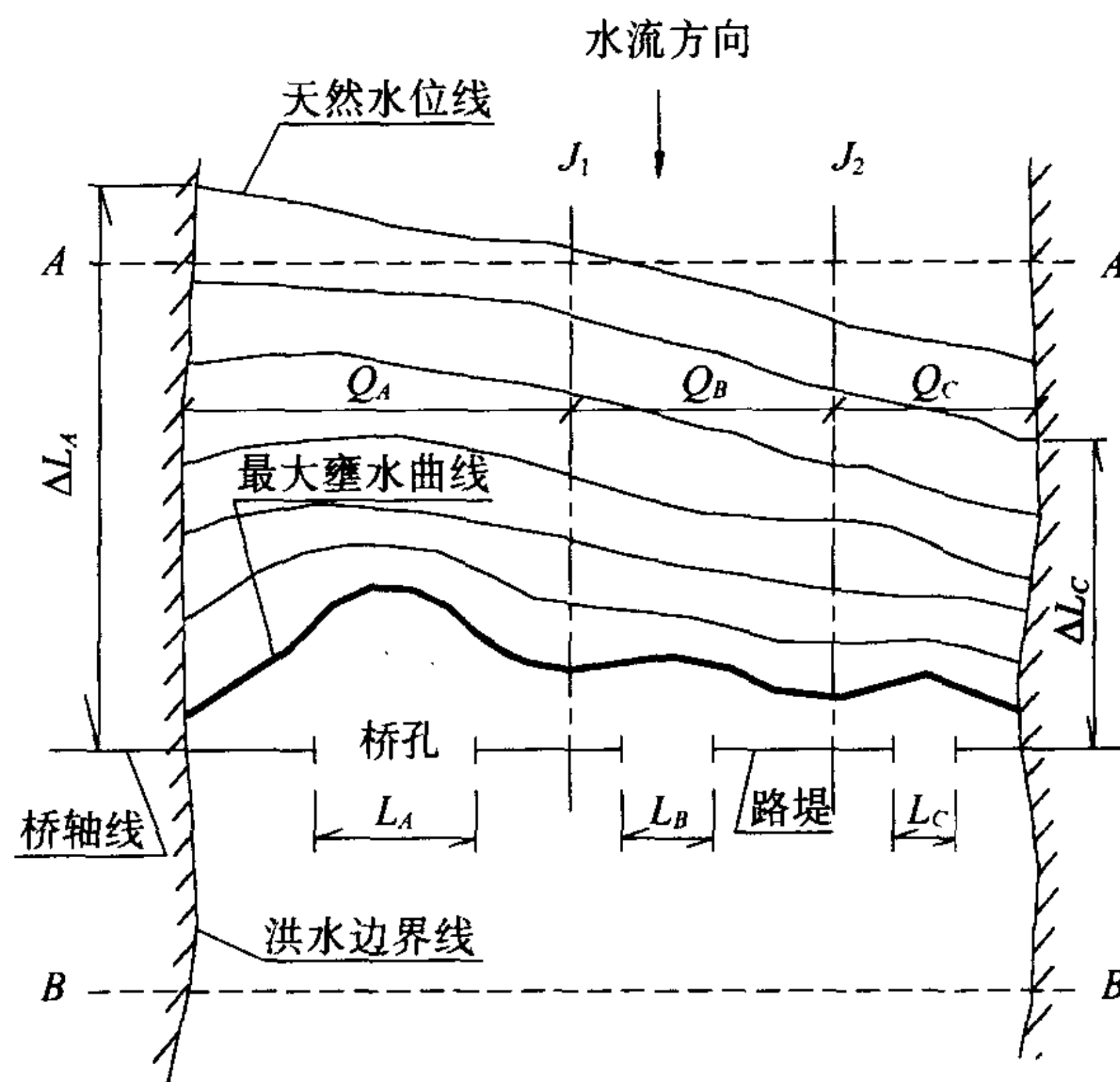


图 1 一河三桥平面布置示意

水流将根据动能和势能平衡和上下游水流阻力最小的原理进行自然调节。如果在每座桥的桥前壅水高度基本保持一致的情况下,则认为相应的每个桥孔长度是合理的。这就意味着,只有在这种情况下,水流经过自身的调节才达到了稳定平衡状态。

上述 A、B、C 三座桥中,如果某桥孔径偏小,则桥前壅水自然会偏高,这必然使桥下和顺桥头路基方向的水流速度加大,将导致冲刷加剧,严重时造成水毁。另一方面桥前壅水过高也会给两岸防洪安全带来不利影响,增加居民区和耕地的淹没范围和淹没时间。反之,桥前壅水高度偏小,表明桥孔安全储备过大,造成不必要的浪费。

在水流稳定平衡的条件下,假设通过每座桥的



流量分别为  $Q_A$ 、 $Q_B$  和  $Q_C$ ，各桥之间水流分界点分别为  $J_1$  和  $J_2$ 。尽管每桥孔径长度可能不同，桥前壅水峰值到桥轴线的距离各有长短，但每座桥桥前壅水值是一致的。可以将每桥桥前壅水值连成一根等高线，如图1粗线所示。由图1可以看出：桥孔长度较大者，其桥前壅水的回水长度  $\Delta L_n$  距桥轴线也相对较长，反之较短。

### 3 一河多桥孔径计算方法

首先，按每座桥应分配的断面流量，进行单桥孔径初步计算，再按初步计算的桥孔净长及加 2 孔或减 2 孔后桥孔净长分别计算桥前壅水，并绘制 3 条  $\Delta Z \sim L_j$  关系曲线。

其次，确定合适的桥前壅水高度值。

最后，在  $\Delta Z \sim L_j$  关系曲线上，按照确定的  $\Delta Z$  值，在横座标上即可求出各个桥孔净长，见图 2 所示。

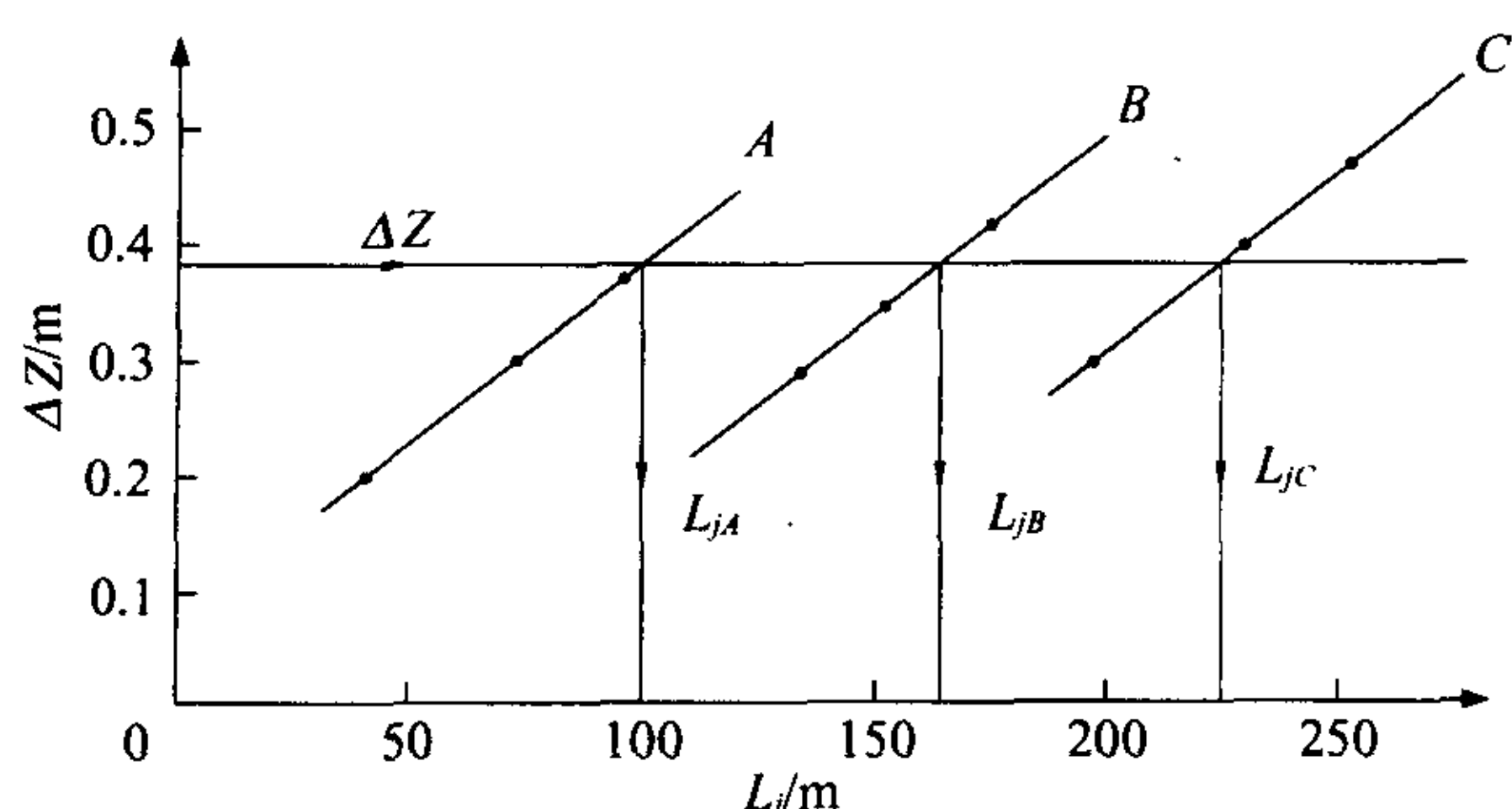


图 2 各桥孔  $\Delta Z \sim L_j$  关系曲线

目前，单桥桥前壅水高度按下式计算：

$$\Delta Z = K(V_M^2 - V_0^2)/2g$$

式中： $K$  为总壅水系数； $V_M$  为建桥后桥下流速，m/s； $V_0$  为建桥前桥孔范围内天然平均流速，m/s；

$g$  为重力加速度，m/s<sup>2</sup>。

如果桥前壅水高度值已事先确定下来，则可以对各桥孔的壅水公式进行联解，反求出通过各桥孔的流量值。

$$\Delta Z = K(V_M^2 - V_0^2)/2g$$

$$= K[(K_P Q/W_{jn})^2 - V_0^2]/2g$$

式中： $K_P$  为计算流速系数； $Q$  为某频率设计总流量，m<sup>3</sup>/s； $W_{jn}$  为各桥孔净过水面积，m<sup>2</sup>。

以上各项计算式及物理意义参见有关规范。

由上式可以导出各桥孔过水流量的表达式：

$$Q_A = (W_{jA}/K_{PA})(2g\Delta Z_A/K_A + V_{0A}^2)^{0.5} \quad (1)$$

$$Q_B = (W_{jB}/K_{PB})(2g\Delta Z_B/K_B + V_{0B}^2)^{0.5} \quad (2)$$

$$Q_C = (W_{jC}/K_{PC})(2g\Delta Z_C/K_C + V_{0C}^2)^{0.5} \quad (3)$$

其中： $\Delta Z_A = \Delta Z_B = \Delta Z_C$

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C$$

解联立方程即可得出每座桥孔的流量。

以上是一河三桥的计算方法和一般过程，用手工计算较为繁琐，我们可以借助计算机来解决。一河多桥流量分配和桥孔长度计算程序的编制和计算机辅助计算过程，作者将在其他论文中做专门介绍。

### 4 结语

本文论述的一河多桥桥孔计算方法，实际上与一河一桥并没有本质上的区别，前提是必须对总流量进行重分配，再按常规方法对单桥逐一进行计算。

经多年使用结果表明，这种方法概念明确、易于掌握、精度可靠。特别是近年来通过对哈尔滨绕城高速公路四方台大桥的水文孔径计算，并经过铁道科学研究院铁道建筑研究所所做定床河工模型试验进行验证，结果表明上述方法是一种行之有效的计算方法。

## Calculation of Span Lengths of a Multi-Bridge River by Dammed Water Balance Method

HUANG Mei-lan

(Heilongjiang Highway Survey Design Institute, Harbin 150080, China)

**Abstract:** The major difference between the calculations of several bridges over a section of the river and a single bridge over it is to redistribute the total flow, then to simplify the calculation as the span of a single bridge. According to the dammed water height in front of every bridge, the dammed water balance method is adopted to comprehensively determine the span length of every bridge, so as to figure out the total length of a multi-bridge over one river.

**Key words:** multi-bridge river; dammed water balance; span length