



文章编号: 1007-8614(2004)04-0078-04

## 高桩码头桩群水流特性的试验研究

李文文<sup>1,2</sup>, 黄本胜<sup>1</sup>, 侯杰<sup>2</sup>

(1. 广东省水利水电科学研究院, 广州 510610; 2. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 通过对河道修建高桩码头前、后的流速分布及水位试验分析得出: 随着桩群长度的增加, 同一根垂线上的流速分布趋于均匀。对于不同的桩群长度, 其水位沿程变化分布基本上相似、大小不同, 桩群越长码头前沿的水位壅高值越大, 其相应水位变幅也最大。建立了码头前沿的最大水位壅高值与桩群长度以及桩群宽度之间的关系式, 为类似条件高桩码头的设计提供了参考。

**关键词:** 桩群; 流速分布; 水位壅高; 水流特性

**中图分类号:** TV135.6

**文献标识码:** A

## Experimental research on hydraulic characteristics of pile wharf upon flow of channel

LI Wen-wen<sup>1,2</sup>, HUANG Ben-sheng<sup>1</sup>, HOU Jie<sup>2</sup>

(1. Guangdong Academy of Water Resources and Hydropower Sciences, Guangzhou, 510610;

2. College of Hydraulics & Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, 830052)

**Abstract:** According to the laboratory measurements of velocity and water level which were obtained before and after setting up of pile group. This paper reaches the conclusion that with the increasing of length of pile group, the velocity distribution of the same vertical line tends to distribute uniformly. The variation in water level is similar to different length of pile group basically. The higher the backwater in front of the wharf, the longer the length of pile group, and the wider the amplitude of water level. By the indoor flume experimental, the different length and width of the pile group affecting the water flow of river way were discussed. Based on the experimental data, the formula about the max of backwater height and the length and width of pile group were matched.

**Key words:** pile group; velocity distribution; raising of water level; flow characteristics

高桩码头是我国沿海、长江和珠江沿岸常用的码头型式之一, 适宜作成透空式, 其结构轻, 减弱波浪的效果好<sup>[1]</sup>。同时, 高桩码头适用于可以沉桩的各种地基, 对于软土地基具有其独特的优势。

在河道上修建码头工程, 码头建筑物占据一定的过水面积, 洪水期水中桩群的存在抬高了河道的水位, 造成阻水, 改变了河道水流流态, 减小了河道水流平均流速, 并且迫使部分河道水流能量转换成了在桩群附近产生的紊流脉动动能, 消耗了水流动能, 使河道的泄洪能力降低<sup>[2]</sup>。若桩群布置不当就会对河道行洪和河势稳定、围堤安全、水运交通等造成一定的影响。因而, 对码头的水流特性进行试验研究, 分析修建码头前后的水流流场特性, 建立相应的数学模型, 从而指导河港码头工程建设, 使其在工程中做到安全经济。

### 1 试验设计

本试验是在广东省水利水电科学研究院进行的。选用 3 000, 5 000 t 两种典型码头结构型式<sup>[3]</sup>, 模型按正态试验设计, 模型几何比尺 100。概化试验模型采用矩形断面的河槽。模型水槽长 20 m, 宽 2 m, 底坡

$i = 0.02\%$ , 经率定糙率  $n = 0.0112$ 。水槽首部设进水闸阀, 水流从量水堰跌入模型前段的静水池, 经过稳流设施后流入试验水槽段, 在水槽尾部设有平拉式尾门以控制水槽水位。模型码头桩群设在由水槽进口起 7~13 m 范围内的右岸, 并在该段范围内每 1~2 m 距离布置一测压管, 测压孔位于水槽中轴线上。分别进行了桩群区域宽 0.5 m, 长依次为 2, 3, 4, 5, 6 m 的试验。本次试验共设有 8 个长断面, 10 个短断面, 每个长断面有 14 个测速垂线, 每个短断面有 6 个测速垂线, 短断面仅设置在桩群区域, 每个测速垂线有 6 个测点, 测速垂线号从右岸计起。桩群首端记为 0 m, 断面号记为 CS0, 从而使断面号与长度相一致(图 1)。

试验中, 水位采用精度为 0.01 cm 的水位测针量测, 流场流速采用 HD-4B 型旋桨式流速仪进行量测。

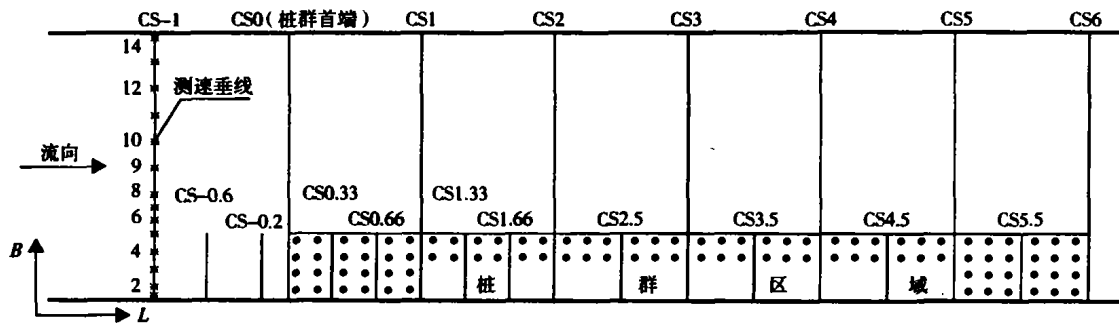


图 1 平面布置图

Fig. 1 Floor plan of cross section

在工程中桩的截面形式以圆型和方形为主, 本次试验只考虑圆型截面<sup>[5]</sup>, 用直径 1 cm, 平均长 25 cm 的 PVC 塑料棒模拟桩, 模型桩群排列成等间距的正方形, 间距为  $D_x = D_y = 6.6$  cm(图 2)。在模型桩群区域埋设按桩群排列孔的 PVC 板, 试验时可以随时将模型桩插上和拔下, 可根据试验需要, 随时调整桩群的长度。

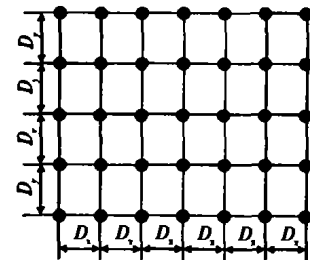


图 2 桩群布置方式示意图

Fig. 2 Schematic diagram of pile group layout

## 2 结果与分析

### 2.1 桩群修建前、后流场流速变化

#### 2.1.1 横断面流速分布

桩群的起始端位于 CS0 处。由图 3 可以看出, 在修建高桩码头以后, 河槽过水面积减小, 阻力增大, 在桩群区域的断面流速明显减小, 由于桩群的作用, 使桩群区的水流向阻力小的非桩群区转移, 动量直接向非桩群区传递, 使无桩区的流速迅速增大, 流速的改变波及整个河槽断面。

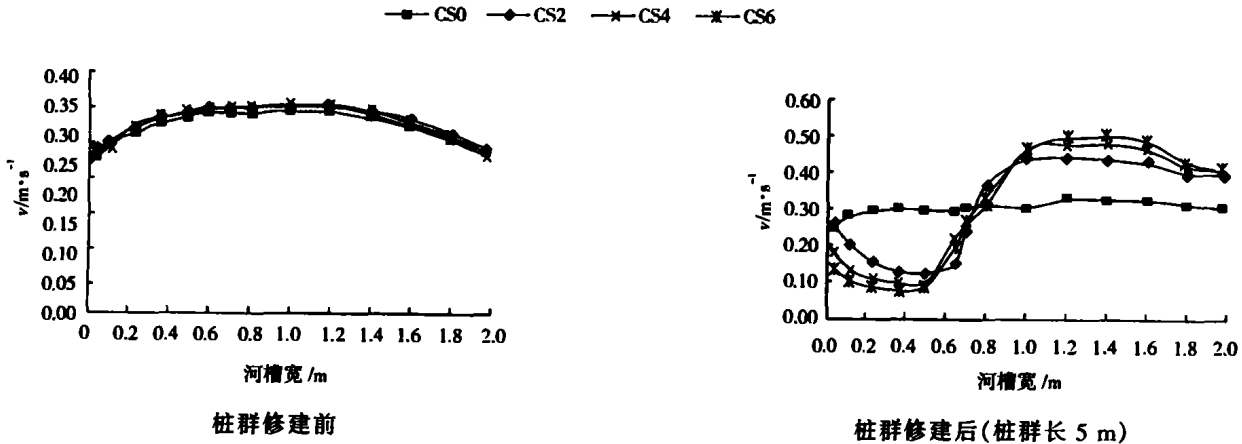


图 3 同一流量时桩群修建前、后典型断面流速沿横向分布

Fig. 3 Transverse distribution of mean velocity in section before or after planing at the same discharge

### 2.1.2 垂线流速的重新分布

为了更好的了解桩群区的水流变化,本次试验特在每个断面的桩群区及桩群与主槽的交界区加密了垂线流速测点,垂线测点布置见图4,1~5号垂线位于桩群区域,对于短断面只取前6根垂线进行观测。

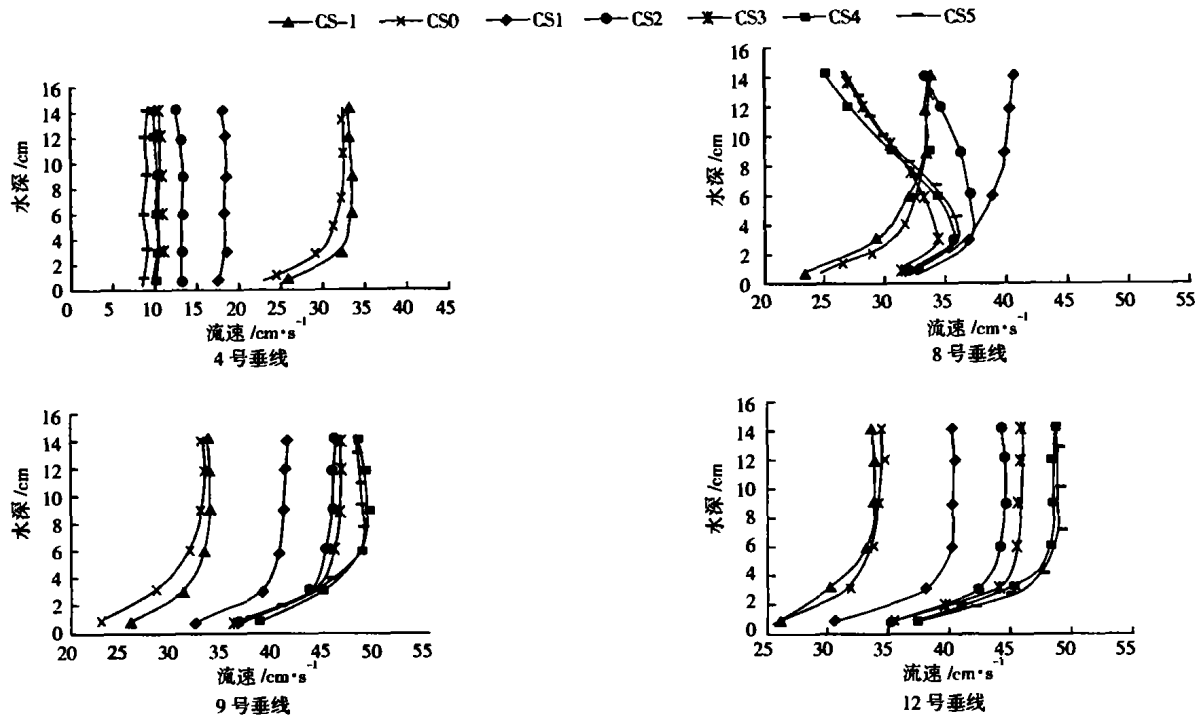


图4 同一流量下桩群长5m时典型垂线流速分布

Fig.4 Vertical distribution of mean velocity at the same discharge in 5 meters length

图4为同一流量下桩群长5m时CS-1,CS0,CS1,CS2,CS3,CS4,CS5断面的第4,8,9,12号的垂线流速分布图,现仅取以上垂线分析。由图4可以看出,在桩群区,当水流遇到桩群后,其流速迅速降低,并且随着桩群长度的增加,同一根垂线上的流速继续减小,但其减小幅度没有水流刚遇到桩群时流速减小的幅度大,并且随着桩群长度的增加,同一根垂线上的流速分布趋于均匀。8号垂线处于桩群区与非桩群区交界处,在0.2倍的水深处,垂线流速分布出现拐点,流速达到最大值。而拐点以上水深的流速均小于无桩时的流速。9,12号垂线位于非桩群区,垂线流速分布均保持正常的对数分布规律,与桩群修建前的分布规律基本一致,但其数值要大于桩群修建前。

### 2.1.3 断面平均流速沿程变化

为了便于比较,现将断面平均流速沿程变化分为桩群区的平均流速沿程变化和非桩群区平均流速沿程变化两部分。由图5,6可以看出,水流进入桩群区后,受到来自桩群的阻力,桩群区的水流流向阻力较小的主槽,促使主槽流速迅速增大,桩群区的流速明显降低。

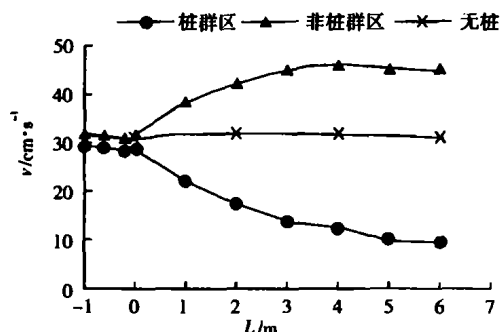


图5 无桩及桩群长为6m时桩群区和非桩群区平均流速沿程变化

Fig.5 Linear distribution of mean velocity in major flume and pile group

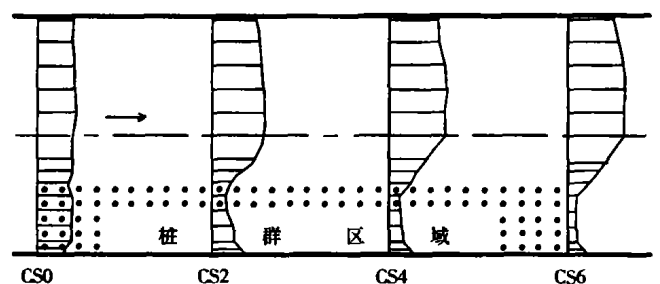


图6 桩群长6m时断面流速沿程变化

Fig.6 Linear distribution of mean cross section velocity when the length of pile group is 6 meters



## 2.2 不同桩群长度对水位的影响

图 7 给出了同一流量下桩群宽 0.5 m 时不同桩群长河槽中心线的水位变幅图。由图 7 可以看出, 不同桩群长的水位变幅沿程变化分布图的形状基本上是相似的, 但大小不同。当桩群越长时, 水位变幅越大, 表明阻水作用越大。

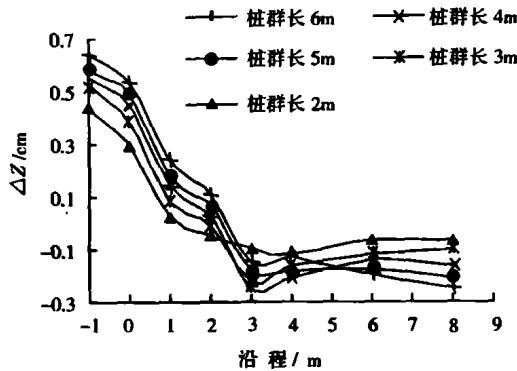


图 7 同一流量时不同桩群长的水位变幅

Fig.7 Water depth amplitude of different length of pile group at the same discharge

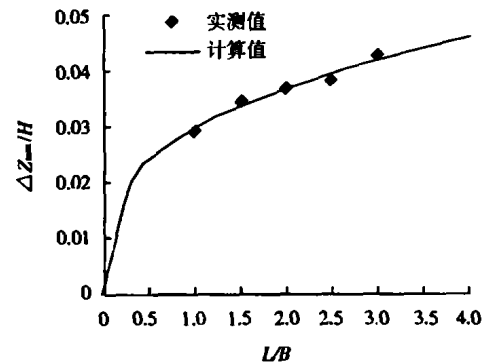


图 8 水位最大壅高值与桩群区域长及宽的关系

Fig.8 The relation between the max of backwater height and the length and the width of pile group

图 8 为河槽上游最大水位壅高值与水深之比  $\Delta z_{\max}/H$  和桩群长与水槽宽之比  $l/B$ 、桩群宽与水槽宽之比  $b/B$  的关系图, 对其进行拟合, 得经验公式:

$$\frac{\Delta z_{\max}}{H} = 0.0295 \left( \frac{l}{B} \right)^{0.3197} \quad (b/B = 0.2475)$$

相关系数  $R = 0.987$ , 由此可见, 两者存在较好的相关关系。可用于类似条件的高桩码头修建对行洪影响的分析评价。

## 3 结论

通过对河道修建高桩码头前、后的流速分布的测试分析得出: 随着桩群长度的增加, 对于垂线流速, 在桩群区流速分布趋于均匀化, 在桩群区与非桩群区交界面上的流速, 由于水体动能的耗散, 致使垂线流速最大值位于 0.2 倍的水深处。在横断面上, 由于桩群的作用, 桩群区的水流向阻力小的非桩群区转移, 动量直接向主槽传递, 而使无桩区的流速迅速增大, 流速的改变波及整个河槽断面。

通过对试验资料的分析表明, 对于不同的桩群长度, 其水位沿程变化分布图的形状基本上是相似的, 但大小不同。当码头桩群越长时码头前沿的水位壅高值越大, 其相应水位变幅也最大, 其阻水作用也越大。建立了码头前沿的水位壅高最大值与桩群的长度以及桩群宽度之间的关系式, 为类似条件高桩码头的设计提供了参考。

### 参考文献:

- [1] 王剑波, 文雪松. 桩基式码头及其发展趋势[J]. 中国水运, 2001, (2): 41 - 42.
- [2] 宿晓辉, 张建新. 带有植物的河道水流紊流运动大涡模拟[J]. 大连理工大学学报, 2003, 43(2): 223 - 229.
- [3] 孙秀梅, 李昌华, 吴道文. 河港码头壅水高度计算公式[J]. 水运工程, 1995, (6): 42 - 48.
- [4] 唐士芳, 李蓓. 桩群阻力影响下的潮流数值模拟研究[J]. 中国港湾建设, 2001, (5): 25 - 29.