

文章编号:1001-4179(2009)24-0052-02

邵伯船闸 ADCP 测验与历史水文资料对比分析

李 蓉¹ 徐 明²

(1. 长江水利委员会 网络与信息中心, 湖北 武汉 430010; 2. 江苏省水文水资源勘测局 扬州分局, 江苏 扬州 225002)

摘要:根据河海大学交通学院提出的技术要求,为了全面了解邵伯船闸附近水域(高水河-大运河)的水文情势,必须对该水域进行同步水文测验,以掌握水位流量变化过程,了解各断面的流速、流向变化过程及其规律,为邵伯三线船闸工程的规划设计与建设提供科学依据。在水文测验资料汇编的基础上进行了统计与分析,阐述了测验水域的水文特征,从而为该模型试验项目提供有关参数。

关键词:ADCP 实测资料; 对比分析; 模型参数; 邵伯船闸
中图分类号: TV213.4 **文献标识码:** A

1 高水河与大运河(江都段)概况

1963年1月始建的江都抽水站配套输水干河—江都高水河工程,南起江都抽水站出水池,北至邵伯大船闸与邵伯节制闸,并在此处与大运河连接,两岸筑堤,河长14.5 km。20世纪80年代起,疏浚大运河,施工做中堤块石护坡,进行宝应至淮安段中堤切除,高邮临城段拓宽和零星浅段疏浚等续建工程。

1963年实施的江都高水河工程,北段利用邵仙引河,南段利用运盐河。高水河两岸建有玉带洞、土山坝涵洞、江都船闸、肖桥洞、谈庄洞和运盐闸;河道上建有邵仙闸及邵仙套闸。此外,与高水河连通的还有江都抽水站、送水闸、芒稻闸和芒稻船闸等建筑物。高水河、大运河(江都段)沿线,东堤现有涵闸6座,船(套)闸2座;西堤有涵闸1座,船(套)闸2座。

2 水文测验内容及测验方法

2.1 测验内容

- (1) 水位观测。2个水位站施测水位。
- (2) ADCP测流。3个断面ADCP施测流速、流向和流量。
- (3) 测验高水河调水流量($Q_{调}$),即江都抽水站调水流量。

2.2 测验要求

- (1) 平面布置。根据水文测验技术要求,经实地查勘后,分别布置了水位站 Z_1 、 Z_2 ,测流断面 D_1 、 D_2 、 D_3 ,其坐标见表1、2。
- (2) 坐标系统。1954年北京坐标系(x, y),由瑞士徕卡SR530双频RTK GPS测定。高程系统:1985国家高程基准(85黄海基面)。
- (3) 采用GPS导航ADCP(瑞江牌600/1 200 kHz)同步测验CS11、CS7~CS8、CS3三个断面的流速、流向和流量,提供全断面各点垂线平均流速,并注明各垂线位置。
- (4) 高水河调水期间,邵伯船闸上游河段水文测验,从

2007年3月份开始抓住调水时机进行。

(5) 在2座船闸均处于关闭状态时进行ADCP同步测验。

表1 水位站平面布置一览

水位站	坐标		位置
	x/m	y/m	
Z_1	3600562.213	557793.463	位于CS13断面的东岸边,即邵伯闸(闸上游)水位站,为国家基本站。
Z_2	3602577.552	557334.585	位于CS3断面的东岸边,新设的临时水位站。

2.3 采用仪器及精度

- (1) 水位站、测流断面均采用瑞士徕卡SR530双频RTK GPS定位与导航,仪器精度为厘米级。
- (2) 水位观测采用直立式水尺;水尺零高接测采用DSZ2型水准仪,符合三、四等水准测量要求。
- (3) ADCP为美国RDI公司生产的骏马系列瑞江牌1 200 kHz专利产品;测量船为木质机动小船,吃水深约0.25 m,仪器安置在船舷中部。ADCP安装支架亦为轻木质材料,外界磁场对其内置罗盘影响不大。

2.4 测验方法

2.4.1 测点定位控制

根据河海大学交通学院提供的地形图及各测站、测流断面位置,读取各站(点)坐标,采用GPS求得坐标转换关系,做好ADCP测流断面GPS导航计划线,从而控制测船并导航ADCP测量。水位站直接由GPS定点,实际位置与计划布置完全相符,其坐标如表1。

2.4.2 ADCP水文测验

ADCP水文测验严格按测验规范及技术要求进行,ADCP测船按表2中的起迄坐标走航测量。ADCP测流起迄点坐标见表2。

收稿日期:2009-11-12

作者简介:李蓉,女,长江水利委员会网络与信息中心,工程师。

表 2 ADCP 测流断面起终点坐标一览表

测流断面	起点		终点		
	x_1/m	y_1/m	x_2/m	y_2/m	
D_1	D_{1-1}	3601072.370	557719.510	3601072.370	557847.510
	D_{1-2}	3601072.370	557678.905	3601072.370	557584.105
	D_{1-3}	3601072.370	557516.850	3601072.370	557432.250
D_2		3601729.215	557747.343	3601649.027	557492.286
D_3		3602218.200	557512.300	3602150.253	557313.605

注:1954 年北京坐标系。

ADCP 测流参数设置:探头入水深 0.25 m;盲区 0.07 m;深度单元尺寸 0.20 m;深度单元数 52;含盐度 0;水跟踪脉冲数 1;底跟踪脉冲数 1;幂指数 0.166 67。固件版本:10.14。软件版本:WinRiver。

2.4.3 水位观测

严格按测验规范及技术要求进行,测次以控制水位过程线的线型为原则,一般 10 min 观测 1 次水位。各水位站水尺零高接测情况如下:

(1) 由水准点“II 高江 14(2-1-154), 10.011 m”,用 DSZ2 型高精度水准仪以三等长途水准引测至 Z_1 水位站,水准测量全程往返闭合差为 1 mm。

(2) 设立临时 Z_2 水位站,并由水准点“II 高江 13(2-1-152), 5.540 m”,用 DSZ2 型高精度水准仪以三等长途水准引测水尺零高,水准测量全程往返闭合差为 2 mm。

3 水文测验资料整编与分析

3.1 水位观测资料

2007 年 6 月 13 日 ADCP 水文测验期间,江都抽水站(站上)水位 $Z_0 = 7.46 \sim 7.48$ m,水位变幅仅 0.02 m; $Z_1 = 6.93 \sim 6.95$ m,水位变幅亦为 0.02 m; $Z_2 = 6.90 \sim 6.91$ m,水位变幅仅 0.01 m。这说明 ADCP 测流期间各站水位变幅较小,由此可以推断各测流断面流量较为稳定。

$Z_0 \sim Z_1$ 相距 14.0 km,测验期间两站平均水位差为 0.52 m,其水位差变幅为 0.51 ~ 0.55 m; $Z_1 \sim Z_2$ 相距 2.1 km,两站平均水位差为 0.04 m,其水位差变幅为 0.03 ~ 0.04 m,基本稳定。ADCP 测流期间各站沿程水位比降情况,见图 1。该图显示,高水河段沿程水面比降较大,至大运河后水面比降则较小,主要是水面宽增大所致。

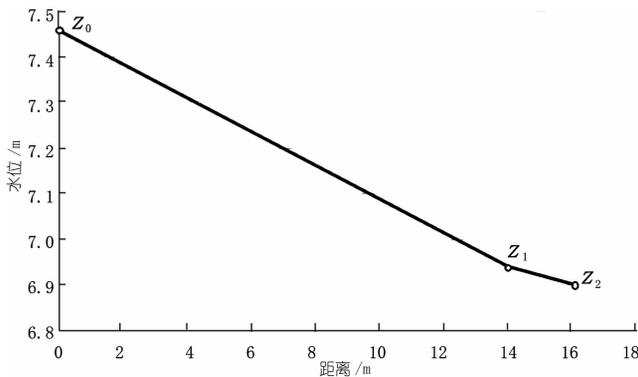


图 1 ADCP 测流期间各站沿程水位比降情况示意

3.2 流速流向测验资料

3.2.1 流速、流向

根据 ADCP 实测资料分析, D_{1-1} 流速西岸远大于东岸,垂线

平均最大流速 0.98 m/s(流向 2°); D_{1-2} 流速很小,垂线平均最大流速 0.095 m/s(流向 124°); D_{1-3} 流速最小,垂线平均最大流速 0.042 m/s(流向 95°)。因 D_{1-1} 是供水干河的主流断面,与 D_2 、 D_3 同类且畅通无阻,而 D_{1-2} 、 D_{1-3} 分别为邵伯一、二线船闸的引河,属供水干河的支河,在 ADCP 测流期间船闸均处于关闭状态,故该引河内部流量很小,且为流向不定的紊流。

D_2 为复式断面,流速流向均比较复杂,其中测点 1 ~ 7 号为顺流,流向为 $331^\circ \sim 343^\circ$,西岸测点 8 ~ 10 号为逆流;全断面中 6 号测点流速最大,其垂线平均流速为 0.73 m/s(流向 340°),偏于河道中泓西边;河道西部近岸边逆流流速很小,实测垂线平均最大流速 0.087 m/s(流向 119°)。

D_3 流速较匀,流向较为一致,全断面无逆流;垂线平均最大流速为 0.52 m/s(流向 336° ,测点序号 5),稍偏于河道中泓西侧。 D_3 为测流断面各测点相应流速流向。

3.2.2 各测流断面测验资料比较

(1) 测流断面。各测流断面水面宽降序依次为: D_2 、 D_3 、 D_{1-1} 、 D_{1-2} 、 D_{1-3} 。断面平均水深降序依次为: D_3 、 D_{1-3} 、 D_{1-2} 、 D_2 、 D_{1-1} 。断面最大水深降序依次为: D_3 、 D_{1-3} 、 D_2 、 D_{1-2} 、 D_{1-1} 。断面面积降序依次为: D_2 、 D_3 、 D_{1-1} 、 D_{1-2} 、 D_{1-3} 。

(2) 流速流量。各测流断面平均流速降序依次为: D_{1-1} 、 D_3 、 D_2 、 D_{1-2} 、 D_{1-3} 、 D_{1-1} 。断面平均流速 0.70 m/s。断面最大流速降序依次为: D_{1-1} 、 D_2 、 D_3 、 D_{1-1} 。断面最大流速 1.30 m/s;因 D_{1-2} 、 D_{1-3} 两断面流速流向紊乱,故不作统一比较。

4 调水流量—邵伯闸(闸上游)水位关系分析

根据扬州水文分局 2007 年 3 月编著的《河海大学邵伯船闸模型试验项目水文测验原始资料分析报告》(以下简称《报告》)的有关成果,依据大运河供水主要集中在汛期(6 ~ 9 月),其供水约占全年调水量的 90%,故采用 2002 ~ 2006 年汛期资料,计 164 个点据,对流量—水位关系进行绘图,其规律较为明显。根据节点点上包线;采用最小二乘法,拟合得下包线,关系式为: $Z_1 = 9 \times 10^{-10} Q_0^3 - 6 \times 10^{-6} Q_0^2 + 0.005 4 Q_0 + 5.584 1$ (1) 式中 Q_0 为高水河调水流量, m^3/s ; Z_1 为邵伯闸(闸上游)站水位, m。

《报告》提供的资料表明,高水河调水流量为 400 ~ 473 m^3/s 时,相应邵伯闸(闸上游)站水位在 6.97 ~ 7.39 m 点据最为密集。根据上下包线的节点(公式)得出了高水河调水流量—高水河邵伯闸(闸上游)站水位关系成果,见表 3。以流量 50 m^3/s 为一级,同一级流量可查得上限、下限水位,同时算出同一级流量的平均水位。

表 3 高水河送水流量—高水河邵伯闸(闸上游)站水位关系成果

流量/ ($m^3 \cdot s^{-1}$)	水位/m			流量/ ($m^3 \cdot s^{-1}$)	水位/m		
	上包线	下包线	平均		上包线	下包线	平均
50	6.61	5.84	6.23	300	7.39	6.69	7.04
100	6.85	6.07	6.46	350	7.42	6.78	7.10
150	7.03	6.26	6.65	400	7.41	6.84	7.13
200	7.19	6.43	6.81	450	7.34	6.88	7.11
250	7.30	6.57	6.94	470	7.18	6.89	7.04

另外,《报告》中根据 2002 ~ 2006 年汛期(6 ~ 9 月)流量及