

黄山月潭水文站流量间测方案论证

胡顺林

(黄山市水文水资源局歙县水文勘测队,安徽 黄山 245200)

摘要 月潭水文站地处偏远,采用常规方法监测流量,劳动强度大、工作效率低。利用该站 1991~2004 年中、高水资料,参照《水文巡测规范》、《水文资料整编规范》进行论证,结果表明:以综合水位流量关系线推求的流量,可满足规范要求及水利工程建设和国民经济发展的需要。通过论证提出该站水位在 3.0~9.4 m 时试行停 5 年测 1 年的间测方案,实现降低劳动强度,节省人力、物力资源的目的。

关键词 流量间测 流量误差 径流 月潭水文站

中图分类号 :P332.4 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2008)S1-0046-02

黄山月潭水文站设于 1958 年 12 月,设站历史较长,该站地处偏远山区,交通不便,每年施测流 50 次以上,劳动强度大,若测洪水过程则工作量更大。笔者按照《水文勘测站队结合试运行办法》规定,对该水文站流量进行间测分析,除对照规范进行误差统计计算外,还选择了几个典型年计算洪水总量,并与综合水位流量关系线(以下简称综合线)进行比较。分析表明不影响年月径流计算。该站实行间测,可减轻劳动强度,提高工作效率。该站为二类精度站。

1 测站概况

1.1 测站位置

月潭水文站地处安徽省黄山市休宁县五城镇月潭村,属钱塘江流域新安江水系,系新安江上游南支率水的控制站,皖南山区 500~1 000 km² 区域代表站。

1.2 自然地理

月潭水文该站位于 118°09'E,29°39'N,流域面积 954 km²,自西北向东南倾斜,流域坡度为 0.6 m/km²。丘陵山地由于河水下切和水流侵蚀作用,峡谷发育,山体破碎,坡陡峰高,相对高差显著,气候、植被存在鲜明的垂直差异和地形差异而形成复杂的局部小气候。植被率为 71.0%,河道长度为 127 km,河道坡度为 1.52‰,流域平均高程为 435 m。

1.3 水文特征

月潭水文站历年最高水位为 9.41 m,历年最低水位为 0.78 m,历年最大流量为 2 420 m³/s,历年最小流量为 0.17 m³/s。暴雨洪水历时短,涨水历时变

幅大多在 0.5~2.5 h 之间,洪峰滞时变幅在 0.5~2.0 h 之间。

1.4 测验河段状况

月潭水文站测验河段顺直,长约 250 m,左岸为山坡,坡下地势低洼,高水漫滩,宽度约 50 m。右岸为高地,地势平坦,一般高水位都在高地以下,两岸均为黄色沙壤土,洪水时有局部冲塌现象。河床由沙、砾石组成,冲淤变化较小。水面宽变幅在 86~170 m 之间。每年 3~7 月河床生长水草,对测流测验有较大影响。测站下游 600 m 处有一沙滩,200 m 处有一拦河坝,对低水有控制作用。测站位置见图 1。

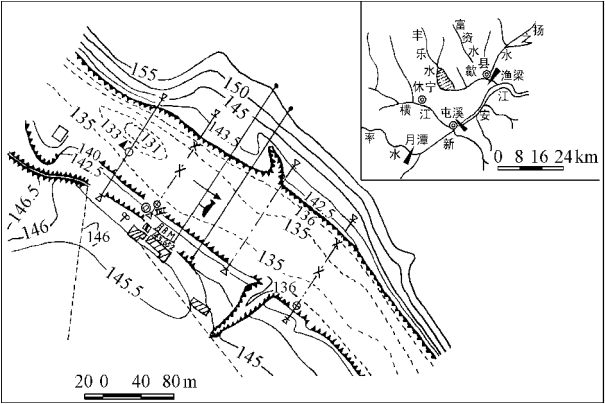


图 1 月潭站测站平面图

2 间测分析

2.1 资料选用概况

根据 SL 195—97《水文巡测规范》^[1] 规定,选用 1991~2004 年水文资料,其中包含 1996 年特大暴雨洪水资料。

作者简介 胡顺林(1957—),男,安徽歙县人,工程师,从事水文水资源勘测工作。E-mail: huxinghua831109@163.com

按《水文勘测站队结合试运行办法》规定,以历年最低水位算起,水位变幅在 10% 以下为枯水,10% ~ 25% 以下为低水,25% ~ 75% 为中水,75% 以上为高水,则月潭水文站高、中、低水划分 冰位低于 1.81 m 为枯水,水位在 1.81 ~ 3.08 m 为低水,水位在 3.08 ~ 7.30 m 为中水,水位高于 7.30 m 为高水。

2.2 水位流量关系检验与误差

参照 SL 247—1999《水文资料整编规范》^[2] 对 1991 ~ 2004 年水位流量关系线分别进行 3 种检验,其统计值与标准差均达到规范要求。

根据 1991 ~ 2004 年 2.90 m 以上的实测流量绘制了综合线(图 2),从图 2 可以看出,无明显系统偏离,系统误差绝对值小于等于 2%。进行 3 种检验后,得其符号检验统计值为 0.305、适线检验统计值为 0.306、偏离数值检验统计值为 1.107、标准差为 0.027,均达到规范规范要求。各年水位流量关系线与综合线的误差见表 1。

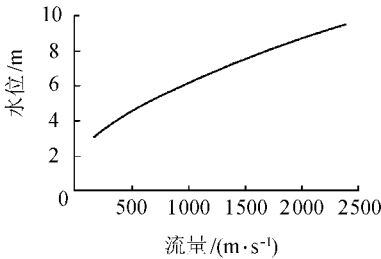


图 2 月潭水文站历年综合线

SL 195—97《水文巡测规范》^[1] 第 2.2.5.1 条规定,二类精度站每年水位流量关系线与综合线的最

表 1 月潭站(1991 ~ 2004 年)水位流量关系线与综合线偏离误差统计(水位范围 2.90 ~ 9.50 m)

年份	水位变幅/m	误差范围/%	最大误差/%	水位/m
1991	3.0 ~ 6.2	-0.4 ~ 3.9	3.9	6.1
1992	3.0 ~ 7.7	-2.9 ~ 2.6	-2.9	3.9
1993	3.0 ~ 8.5	-4.6 ~ 3.7	-4.6	3.9
1994	3.0 ~ 8.0	-3.6 ~ 1.9	-3.6	7.8
1995	3.0 ~ 7.1	-2.9 ~ 2.9	2.9	3.0
1996	3.0 ~ 9.4	-0.4 ~ 1.7	1.7	4.4
1997	3.0 ~ 5.7	0.0 ~ 1.5	1.5	3.5
1998	3.0 ~ 6.7	-1.3 ~ 0.6	-1.3	4.1
1999	3.0 ~ 8.0	0.0 ~ 5.4	5.4	3.5
2000	3.0 ~ 4.8	0.5 ~ 5.3	5.3	5.3
2001	3.0 ~ 8.0	-4.6 ~ 1.9	-4.6	3.7
2002	3.0 ~ 5.4	2.5 ~ 4.7	4.7	3.0
2003	3.0 ~ 7.0	1.3 ~ 3.5	3.5	6.5
2004	3.0 ~ 5.5	0.5 ~ 4.3	4.3	5.0

大偏离误差低水不超过 20%、中水不超过 8%、高水不超过 5% 的测站可试行停 2 ~ 5 年测 1 年的间测方案。月潭水文站水位在 3.0 ~ 7.3 m 时最大相对误差为 5.4% (< 8%) 冰位在 7.3 ~ 9.4 m 时,最大相对误差为 3.6% (< 5%),最小误差为零,符合规范要求。

2.3 综合线推算流量的误差评价

本文选取 1999 年、2001 年、2002 年 3 年不同水位级和不同水位年变幅的原始资料用综合线进行资料整编,整编成果与原年度整编成果进行对照,如表 2、表 3 所示。

由表 2、表 3 可知洪峰流量相对误差均小于《水文巡测规范》规定之误差限度。最大日平均流量误

表 2 实测水位流量关系线与综合线推算洪峰流量误差统计

年份	年径流/亿 m³			洪峰流量/(m³·s⁻¹)			1 d 洪峰流量/亿 m³			3 d 洪峰流量/亿 m³			7 d 洪峰流量/亿 m³		
	实测	综合线推算	相对误差/%	实测	综合线推算	相对误差/%	实测	综合线推算	相对误差/%	实测	综合线推算	相对误差/%	实测	综合线推算	相对误差/%
1999	21.19	21.21	0.1	1750	1750	0	1.123	1.123	0	2.691	2.694	-1.56	5.532	5.471	-1.1
2001	11.14	11.15	0.1	1700	1760	3.53	0.6497	0.6610	1.74	1.392	1.414	1.58	1.587	1.610	1.4
2002	13.59	13.54	-0.37	799	767	4.00	0.4605	0.4441	-3.56	0.8908	0.866	-2.78	1.519	1.501	-0.53

表 3 各月实测水位流量关系线与综合线推算洪峰流量误差统计

月份	1999 年			2001 年			2002 年		
	实测月平均流量/(m³·s⁻¹)	综合线推算月平均流量/(m³·s⁻¹)	相对误差/%	实测月平均流量/(m³·s⁻¹)	综合线推算月平均流量/(m³·s⁻¹)	相对误差/%	实测月平均流量/(m³·s⁻¹)	综合线推算月平均流量/(m³·s⁻¹)	相对误差/%
1	3.40	3.40	0.00	28.70	28.70	0.00	15.60	15.60	0.00
2	5.51	5.51	0.00	23.20	23.20	0.00	11.00	11.00	0.00
3	50.80	51.00	0.39	19.20	19.20	0.00	49.90	19.50	-0.80
4	97.60	97.90	0.31	57.20	57.30	0.17	131.00	129.00	-1.53
5	82.40	82.70	0.36	50.50	50.50	0.00	109.00	107.00	-1.83
6	25.40	25.40	0.00	94.40	94.60	0.21	70.80	70.10	-0.99
7	126.00	129.00	2.40	37.90	37.90	0.00	31.90	31.70	-0.63
8	126.00	128.00	1.60	67.70	67.90	0.30	34.80	34.40	-1.15
9	42.10	42.20	0.20	21.30	21.30	0.00	8.38	8.38	0.00
10	6.59	6.59	0.00	6.52	6.52	0.00	5.70	5.70	0.00
11	6.17	6.17	0.00	5.60	5.60	0.00	9.11	9.11	0.00
12	3.22	3.22	0.00	11.40	11.40	0.00	38.70	38.40	-0.78

(下转第 69 页)

大,最小航速和平均航速随流量的加大而减小,航行时间则随流量的加大而变长。最大舵角和最大漂角加大是因为大流量时航道流速加大使船队操纵困难所致 航速降低,航行时间变长则是大流量时航线上纵向流速加大使船队向上航行变得更困难造成的。

试验结果还表明,在草街航电工程船闸下游航道,当 $Q = 3\,054\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $H = 203\text{ m}$ 、 $Q = 6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $H = 203\text{ m}$ 、 $Q = 12\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $H = 200\text{ m}$ 和 $Q = 15\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、枢纽敞泄时,船队上行进闸,最大舵角为 $16.41^\circ \sim 17.39^\circ$,均未超过船模试验舵角安全限值(25°) 最小航速为 $2.16 \sim 3.31\text{ m/s}$,优于船模试验最低航速安全限值(0.4 m/s)。只要操纵得当,船队可以较顺利地通过连接段和口门区上行驶入引航道。

2.2.2 船队下行出闸情况

从试验结果可看到,在草街航电工程船闸下游航道,船队下行出闸,除 $Q = 3\,054\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $H = 203\text{ m}$ 时舵角、漂角偏大外(这是由于小流量时航槽较浅,浅底效应所致),其余均是最大舵角、最大漂角、最大航速和平均航速随流量的加大而加大。这是因为流量越大,航道的纵横向流速也就越大,船队下行的对岸航速也越大,使操纵变得困难。在草街航电工程船闸下游航道,船队下行出闸难度也是随流量的加大而加大。在 $Q = 3\,054\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $H = 203\text{ m}$ 、 $Q = 6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $H = 203\text{ m}$ 、 $Q = 12\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $H = 200\text{ m}$ 和 $Q = 15\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、枢纽敞泄时,船队下行出闸最大舵角为 $12.66^\circ \sim 14.89^\circ$,远未超过船模试验舵角安全限值(25°)。只要操纵得当,船队可以由引航道通过口门区和连接段顺利下行。

2.2.3 下游航道最佳航线和驾驭方式

a. 船队上行进闸。上行进闸船队应沿左岸保持

(上接第 47 页)

差在一天洪峰流量中体现,由于是山区性河流,洪水暴涨暴落,高、中水推求流量时间很短。各时段洪峰流量随时段的增长相对误差逐渐减小,月、年径流相对误差均小于 3%。由此可见,用综合线推算的流量资料成果能充分满足水利工程建设和国民经济发展的需要。

表 4 为 2005 年、2006 年和 2007 年所测中水水位级流量资料与综合线推算流量的比较情况,相对误差符合《水文巡测规范》要求。

表 4 2005 ~ 2007 年实测流量与综合线推算流量误差统计

年份	水位/m	水位级	$Q_{\text{实}}/(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	$Q_{\text{推}}/(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	误差/%
2005	3.50	中水	270	260	3.7
2006	3.92	中水	367	371	1.1
2007	4.14	中水	405	404	0.2

80 ~ 100 m 岸距上行,在下引航道下游 100 ~ 200 m 附近逐渐向引航道靠拢,在口门附近要注意用舵克服此处回流对航线的影响,调顺航向和船位,驶入引航道。

b. 船队出闸下行。下行出闸船队应先沿引航道中部下行,在接近口门时适当操右舵,船队驶出引航道时要向右扬头,以克服江心水流压船队右舷,保持船队沿左岸 100 ~ 150 m 下行。

3 结 语

a. 上引航道堤头外的导航墩减小了船队进出闸的回旋余地,对进出闸航行船队的安全均有不利影响,建议取消。船队的航线和驾驶方式以及枢纽的运行方式对航行安全都有很大影响,建议枢纽建成后,结合船模试验结果和实船试航的情况设置航标,制订安全运行方式,确保过往船只的安全[4]。

b. 通过船模试验提出的将上下游引航道由对称布置调整为非对称布置、口门区岸线内扩以及通航船队由一字形顶推方式优化为梭形顶推方式等措施,大大改善了枢纽通航条件,保证了船舶航行安全。

参考文献：

[1] 蔡汝哲.三峡工程船闸和升船机上游航道船模试验研究 三峡水利枢纽工程应用基础研究.第二卷[M].北京：地质出版社,1996.

[2] 蔡创.长江渝沪段滩险整治小尺度船模通航试验研究[J].中国港湾建设,2005(4) 29-32.

[3] 蔡汝哲.嘉陵江草街航电枢纽船模通航试验研究报告[R].重庆 西南水运工程科学研究所,2004.

[4] 苏兴翘.船舶操纵性[M].北京 国防工业出版社,1985.

(收稿日期 2008-05-16 编辑 方宇彤)

3 结 语

通过以上分析验证,月潭水文站水位在 3.0 ~ 9.40 m 时可试行停 5 年测 1 年的间测方案。停测期间,用综合水位流量关系线推算流量,并每年用高精度方案检测流量 3 次以上,检测点均匀分布在高、中、低水位。恢复测流年份,需进行 15 次以上的测流。低水(3.08 m 以下)因水草影响及控制变化,每年应正常测流 9.40 m 以上水位需进行正常测流。

参考文献：

[1] SL195—97,水文巡测规范[S].

[2] SL247—1999,水文资料整编规范[S].

(收稿日期 2007-09-07 编辑 方宇彤)