

石市水文站流量测次精简分析

戈晓斌

(江西省宜春市水文局,江西 宜春 336000)

摘 要: 本文通过对石市水文站实测流量次数和施测时机的精简分析,达到在满足流量测验和推算径流量精度原则下,科学合理地减少流量测次,优化测验方式方法,从而达到提高测报工作效率的目的。

关键词: 石市站;流量测验;精简测次;误差计算

中图分类号: P332.4

文献标识码: B

文章编号: 1004-4701(2015)02-0138-06

0 引言

针对江西省宜春市水文局水文站点数量的大幅度增加,水文测验工作量越来越大这一实际情况,本文通过研究石市水文站实测流量次数和施测时机,在保证测验精度的前提下,优化现有的测验方式方法。该方法不仅可达到减少测验工作量、拓宽水文服务领域的目的,亦是对基层测站管理模式的改革创新。

1 概况

1.1 站点位置

石市水文站地处江西省宜春市宜丰县石市镇,位于东经 $114^{\circ}46'$,北纬 $28^{\circ}16'$,于 1999 年 4 月 1 日设立,被确定为国家基本水文站。该站控制流域面积 $2\,807\text{ km}^2$,占万载河流域面积的 73.3% ;距上游危坊水文站 58.7 km ,距下游凌江口 8.9 km 。该站观测项目有水位、流量、降水量,属二类精度站,能承担水文调查、勘测、水文水利计算分析,河道地形测量,水情预报、防汛抗旱、水资源管理等服务功能。

1.2 测验河段控制条件

测验河段基本顺直,河槽近似梯形,中高水河槽宽约 $160\sim 230\text{ m}$,上游无支流加入,河床由左岸细沙、右岸卵石及部分岩石组成。断面上游约 80 m 处有一座 5 孔混凝土桥,上游 400 m 处有 3 座沙洲,生长杂草和树木。

下游 306 m 以下部分河段,在本站水位 53.50 m 以上左岸出现漫滩,水面宽由 200 多米增至约 300 m ,下游约 500 m 有一向左弯道,中高水起控制作用,约 3.5 km 建有滚水坝一座,坝宽 210 m 。滚水坝上游 650 m 设有锦惠渠进水闸,闸孔 3 个,每孔宽 3.2 m ,高 2.2 m 。本站下游约 10 km 与宜丰河汇合,当宜丰河来水量大时有顶托影响。

1.3 目前流量测验方案

石市水文站实测年最高水位为 53.66 m (黄海高程,下同),最大流量为 $2\,180\text{ m}^3/\text{s}$;最低水位 47.32 m ,最小流量为 $3.4\text{ m}^3/\text{s}$ 。水位在 55.00 m 以下流量采用常规流速仪法,中高水水文缆道,低枯水请船施测,测速垂线 $15\sim 20$ 根,水面一点法为常测法;水位在 55.00 m 以上流量采用比降面积法。按照水位级和洪水过程布置测次。水位级划分标准:高水 $>50.20\text{ m}$,中水 $49.00\sim 50.20\text{ m}$,低水 $<49.00\text{ m}$ 。一般洪水过程测次 5 次(涨退水面各不少于 1 次、峰顶附近 1 次)测速历时 100 s ,当水位变幅大于平均水深 20% 时,测速历时可缩短至 60 s ;全年测次在 $60\sim 150$ 次之间。

1.4 水位流量关系

流量资料整编目前采用的方法是临时曲线法,要求每条曲线上下相邻点允许最大水位差:中高水 $\leq 0.40\text{ m}$,低水 $\leq 0.15\text{ m}$,必须通过“符号检验”、“适线检验”、“偏离数值检验”等 3 个检验。水位流量关系影响因素主要来自于下游宜丰河与万载河交汇口涨、落时差和锦惠渠开关闸影响,加之断面上、下游长期采砂影响。推流方法主要是临时曲线法和连时序法。

收稿日期: 2015-02-11

作者简介: 戈晓斌(1982-),男,大学本科,助理工程师。

2 断面稳定性分析

2.1 分析总体思路与方法

通过对石市水文站水位流量关系线的历年综合线分析,计算其定线误差,探索水位流量关系的变化规律,寻求最高、最低水位流量关系线延长处理方法。在确定水位流量关系线处理方法的基础上,适当简化测次布设数量,计算

精简前后的年总水量、汛期总量和一次洪水总量误差,在保证适宜精度要求的前提下,寻求流量巡测、间测测次布设方案。

2.2 断面稳定性分析

(1)选用近 10 年(2003~2012 年)的大断面资料,且 2010~2012 年选用两次(汛前、汛后),2003~2009 年选汛前一次,共 13 次大断面资料,石市站历年大断面图见图 1。

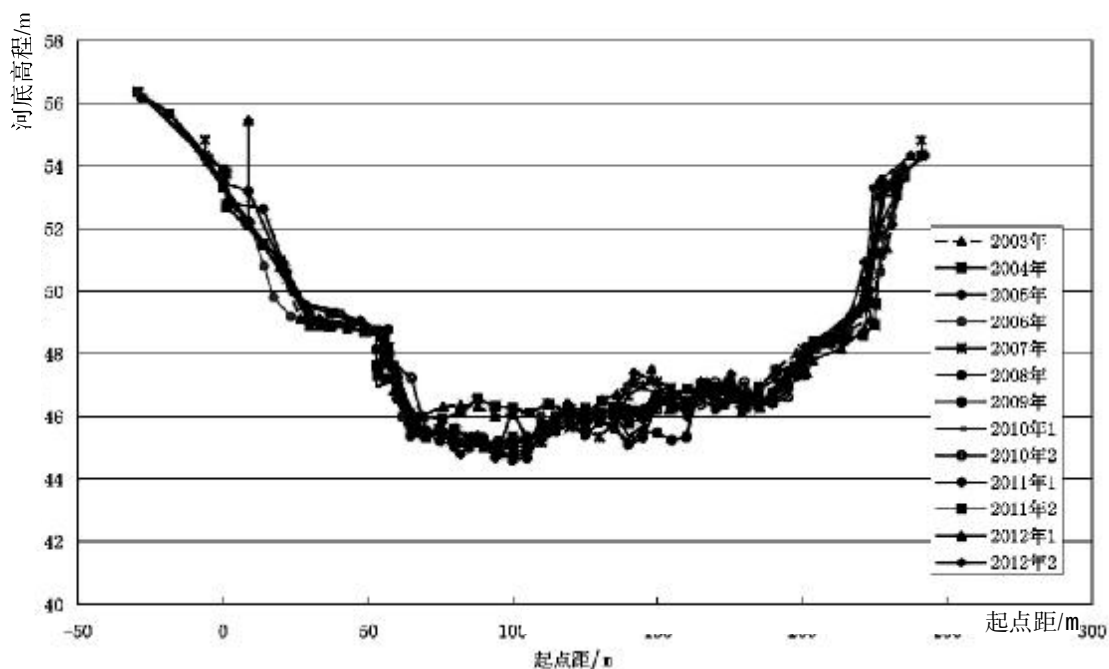


图 1 石市水文站历年大断面图

(2)利用近 10 年的实测大断面成果,计算出各年水位~面积关系线,并将各年水位~面积关系线点绘于一张图上,确定综合面积曲线(见图 2),计算各年关系线与综合线的相对误差,确定稳定($< 3\%$)、较稳定($3\% \sim 6\%$)、不稳定($> 6\%$)外包线。由图 2 可以看出石市水文站在水位级 51.50 m 以上时断面较稳定,年内断面无较大变化,年际之间变化也不大。水位级在 51.50 m 以上时各年关系线与综合线的最大相对误差为 -5.03% ,在 6.0% 之内,但在水位级 51.50 m 以下时相对误差较大,最大相对误差为 -67.25% ,断面不稳定。

(3)计算各级水位相邻测次或年份(即年内或年际间)面积相对偏离百分数($(A_{\text{本}} - A_{\text{上}})/A_{\text{上}} \times 100\%$),即相邻年际间水位面积变化分析,点绘断面面积变化过程图(即中水水位级(50.00 m)的相邻测次或年份面积相对偏离百分数与时间关系图),纵坐标为相对偏离百分数,横

坐标为时间(见图 3)。分析可知:2004~2006 年、2008~2009 年、2011 年汛前、2012 年汛前为冲刷,2007 年、2010 年、2011 年汛后、2012 年汛后为不经常性冲淤,属局部冲淤。从上述分析可知该断面不稳定。

2.3 历年综合线分析

江西省石市水文站历年水位流量关系曲线较稳定,大多为 3~8 条临时曲线。历年水位流量关系曲线综合分析:将 2003~2012 年水位~流量关系曲线点绘于同一张图纸上(见图 4)。通过线群中心绘制一条综合线,综合线结点如表 1。

根据综合线和各年线的水位流量结点,计算每年水位流量关系线与综合线的相对偏离值、相邻年份曲线间的相对偏离值。统计每条关系线与综合线曲线间的最大相对偏离值、相邻年份曲线间的最大相对偏离值(允许误差分别按巡测规范表 4.3.8)如表 2。

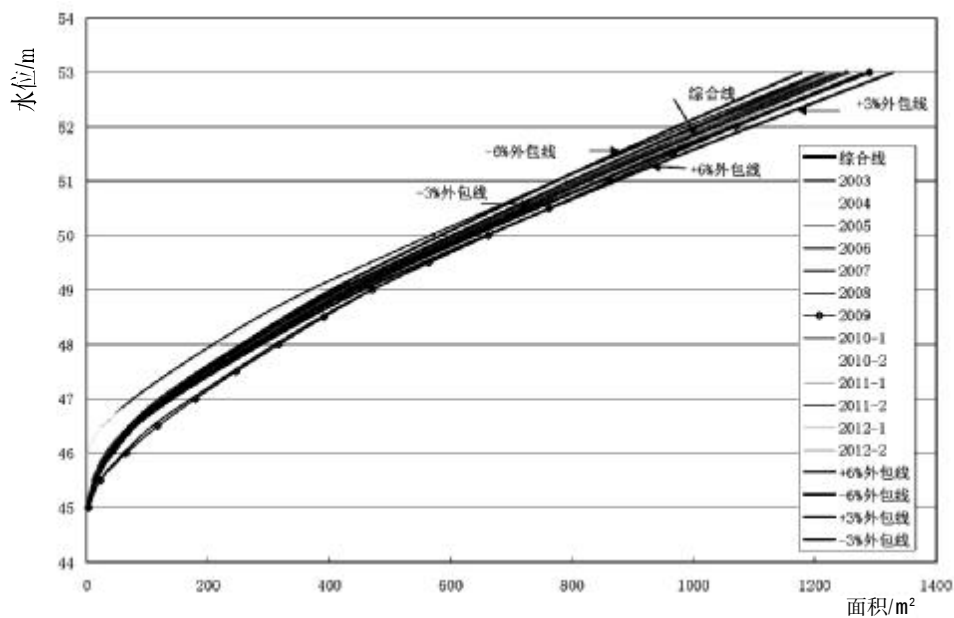


图 2 石市水文站历年水位面积关系曲线

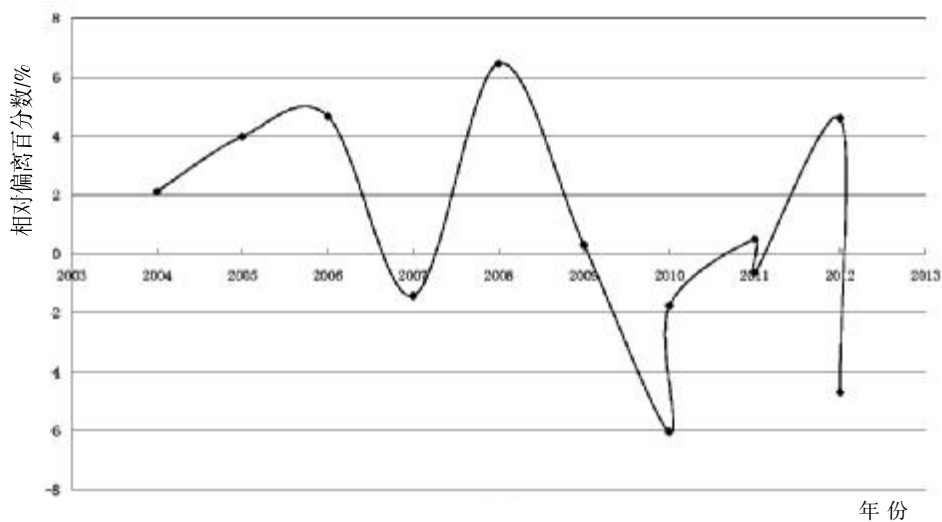


图 3 石市水文站历年断面面积变化过程图

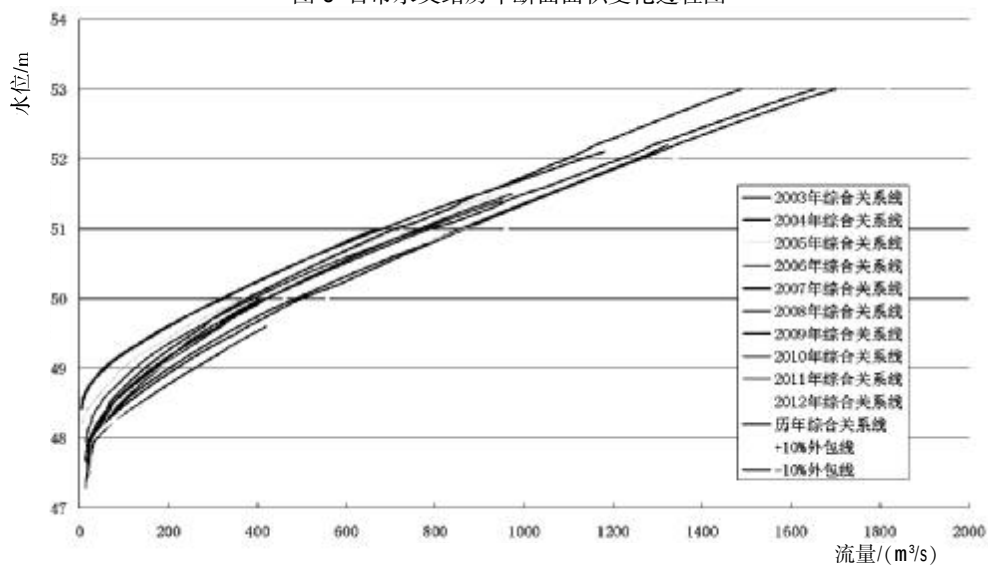


图 4 石市水文站历年水位流量综合关系曲线

表 1 石市水文站历年水位流量综合关系曲线结点表

水位/m	47.30	47.40	47.50	47.60	47.70	47.80	47.90	48.00	48.10
流量/(m ³ /s)	15.7	17.2	19.4	20.6	21.6	22.6	23.6	27.9	38.0
水位/m	48.20	48.30	48.40	48.50	48.60	48.70	48.80	48.90	49.00
流量/(m ³ /s)	49.3	56.5	67.8	75.3	89.0	106	124	143	163
水位/m	49.10	49.20	49.30	49.40	49.50	49.60	49.70	49.80	49.90
流量/(m ³ /s)	184	207	232	258	284	311	330	357	388
水位/m	50.00	50.10	50.20	50.30	50.40	50.50	50.60	50.70	50.80
流量/(m ³ /s)	419	454	489	523	559	595	632	670	709
水位/m	50.90	51.00	51.10	51.20	51.30	51.40	51.50	51.60	51.70
流量/(m ³ /s)	748	788	844	886	929	960	1 001	1 050	1 092
水位/m	51.80	51.90	52.00	52.10	52.20	52.30	52.40	52.50	52.60
流量/(m ³ /s)	1 134	1 174	1 218	1 258	1 290	1 338	1 381	1 424	1 468
水位/m	52.70	52.80	52.90	53.00					
流量/(m ³ /s)	1 513	1 558	1 605	1 655					

表 2 各年曲线与历年综合线、相邻年份曲线间最大偏离值统计表

水位级	各年曲线与历年综合线 之间最大偏离值/%	是否 合理	允许 误差/%	相邻年份的曲线之间 最大偏离值/%	允许 误差/%	是否 合理
50.20 以上	-38.8	不合理	5.0	15.7	5.0	不合理
50.20-49.00	-89.7	不合理	8.0	94.3	8.0	不合理
49.00 以下	-94.3	不合理	12.0	295	12.0	不合理
全线	-94.3			295		

由表 2 可以看出,高、中、低水各项误差都在允许范围外,用历年综合线推流不合理,所以该站巡间测不可行。

2.4 精简测次分析

经历年水位流量关系综合分析,不能满足停间测时,应进行水位流量关系精简测次分析。多线型分析方法及步骤如下:

(1)根据该站历史资料按年径流量进行排频,选取频率 20%、50%、80%作为对应丰、平、枯水年,在近 10 年资

料中选择与丰、平、枯水年径流相当的 3 年资料(尽可能选最近年份)进行分析,其中必须有一年实测流量的水位变幅占历年水位变幅的 80%以上,丰、平、枯水年对应的典型年分别为 2010 年、2008 年、2004 年。

(2)对选取的 3 年实测流量资料每年按间隔 10 天、15 天分别进行抽样,同时控制水位变化过程,每年利用抽取的实测流量成果单独进行定线,抽样前后的各月流量测次对照表 3。

表 3 3 年抽样前后的各月流量测次对照表

年	抽样情况	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
2004	抽样前	5	4	5	5	18	9	6	4	3	3	3	6	71
	样本一	3	3	5	4	9	5	4	3	3	3	3	4	49
	样本二	3	1	4	3	8	4	3	3	3	2	3	4	41
2008	抽样前	6	4	8	6	13	20	6	5	4	4	11	6	93
	样本一	4	4	5	4	8	9	4	5	4	4	6	5	62
	样本二	3	2	4	2	6	9	4	4	2	2	4	3	45
2010	抽样前	8	6	8	13	30	30	5	8	4	4	3	8	127
	样本一	5	3	6	5	22	16	4	7	4	4	3	6	85
	样本二	3	3	4	4	14	11	3	7	2	2	2	6	61

(3)对所确定水位流量关系线进行“三检”(符号、适线、偏离数值检验)。

(4) 计算实测关系点据对水位流量关系线的定线误差、系统误差和不确定度,并评定定线精度指标是否符合《水文巡测规范》第 4.3.1 规定^[1],样本一、样本二计算结果分别见表 4、表 5。样本一、样本二各典型年抽样后水位流量关系曲线“三检”结果分别符合《水文资料整编规范》第 2.4.1 要求^[1]。

(5)进行时段总量及其误差的计算。用精简测次后的关系线进行推流,计算年总量、汛期总量和一次洪水总量,并与原整编值比较,计算其相对误差,按《水文巡测规范》第 4.3.3.2 条规定^[2],如果误差值不超过该规范表 4.3.3 指标,则测次精简成立,否则逐步增加测次再按第(2)至第(5)步骤进行分析,样本一、样本二计算结果分别见表 6、表 7。

表 4 样本一实测点据与综合线的定线误差及评定表

%

年份	实际定线误差		规范允许定线误差指标		是否合理
	系统误差	不确定度	系统误差	不确定度	
2004	0.9~-0.4	9.8~9.2	1	10.0	合理
2008	-1.0~0.0	10.0~6.6	1	10.0	合理
2010	-0.6~0.2	8.4~7.6	1	10.0	合理

表 5 样本二实测点据与综合线的定线误差及评定表

%

年份	实际定线误差		规范允许定线误差指标		是否合理
	系统误差	不确定度	系统误差	不确定度	
2004	-0.3~-0.2	9.8~8.6	1	10.0	合理
2008	-0.5~0.3	10.0~7.0	1	10.0	合理
2010	0.0~0.1	9.2~6.6	1	10.0	合理

表 6 样本一各时段总量及其误差评定表

亿 m³

时段名称	丰水年(20 %)-2010 年			平水年(50 %)-2008 年			枯水年(80 %)-2004 年			允许误差 /%	是否合理
	精简后推算值	原整编值	误差 /%	精简后推算值	原整编值	误差 /%	精简后推算值	原整编值	误差 /%		
年总量	33.64	33.57	0.2	19.52	19.33	1.0	15.06	14.98	0.5	3.0	合理
汛期总量	24.57	24.87	-1.2	12.20	12.13	0.6	11.98	11.88	0.8	3.5	合理
一次洪水总量	3.407	3.407	0	4.407	4.408	-0.02	5.805	5.808	-0.05	6.0	合理

注:一次洪水总量分别选自丰、平、枯水年中最大的一次洪水过程。

表 7 样本二各时段总量及其误差评定表

亿 m³

时段名称	丰水年(20 %)-2010 年			平水年(50 %)-2008 年			枯水年(80 %)-2004 年			允许误差 /%	是否合理
	精简后推算值	原整编值	误差 /%	精简后推算值	原整编值	误差 /%	精简后推算值	原整编值	误差 /%		
年总量	33.62	33.57	0.1	19.49	19.33	0.8	15.00	14.98	0.1	3.0	合理
汛期总量	24.75	24.87	-0.5	12.20	12.13	0.6	11.92	11.88	0.3	3.5	合理
一次洪水总量	3.407	3.407	0	4.407	4.408	-0.02	5.775	5.808	-0.6	6.0	合理

注:一次洪水总量分别选自丰、平、枯水年中最大的一次洪水过程。

从表6、表7可知:丰、平、枯水年精简后年总量与原整编值误差最大值为1.0%,小于允许误差3.0%;汛期总量与原整编值误差最大值为-1.2%,小于允许误差3.5%;一次洪水总量与原整编值误差最大值为-0.6%,小于允许误差6.0%。所以精简测次方案可行。

3 结语

通过上述分析,得出以下结论或建议:

(1)石市站最近几年受断面上、下游采砂等人类活动影响,河床稳定性遭受破坏,中、低水影响更为严重,导致水位流量关系点据分布比较散乱,经分析计算不符合《水文巡测规范》的误差评定要求,所以各级水位都不能进行巡测,只能进行精简测次。

(2)因断面不稳定,水深测量在测深能力以内必须实测,每条垂线必须进行两次测深且误差符合规范规定,借用断面应在洪水退后及时施测水道断面。测深垂线的布设应能控制河床变化的转折点,使部分水道断面面积无大补大割情况。

(3)丰水年全年测次宜60~80次,平水年全年测次宜45~60次,枯水年全年测次宜40~50次。遇较大洪水时,涨、落水面测次各不少于两次,一般洪水各不少于一次。年最高水位、最低水位流量必须全部实测;当发生洪水、枯水超出历年实测流量的水位时,应对超出部分增加测次。

(4)临时曲线法定线推流时,两相邻曲线间的过渡线,可根据过渡段的水位变化和关系点的分布情况,采用自然方法过渡。对水位流量关系曲线高低水延长可采用水位面积、水位流速关系曲线法,但高水部分延长不应超过当年实测流量所占水位变幅的30%,低水部分延长不应超过15%。

(5)流速仪法单次流量测验允许误差,高水:总随机不确定度 $\leq 6\%$,系统误差-2%~1%;中水:总随机不确定度 $\leq 7\%$,系统误差-2%~1%;低水:总随机不确定度 $\leq 10\%$,系统误差-2%~1%。

参考文献:

- [1] SL 247-2012,水文资料整编规范[S].
- [2] SL 195-97,水文巡测规范[S].

Analysis of reducing discharge measurement times of Shishi hydrology station

GE Xiao-bin

(Yichun Municipal Hydrology Bureau, Yichun Jiangxi 336000, China)

Abstract: Through analyzing discharge measurement times and measurement opportunity to Shishi hydrology station under satisfying the flow test and the calculated runoff accuracy principle, the discharge measurement times was scientifically and reasonably reduced and the measurement methods was optimized in order to improve the measurement efficiency.

Key words: Shishi hydrology station; Flow test; Reducing measurement times; Error calculation

编辑:张绍付

声 明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。

作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我部上述声明。如果作者不同意上述声明,请在来稿时声明,本刊将作适当处理。

《江西水利科技》编辑部