凤州水文站输沙率单值化分析

王建宏
陕西省宝鸡水文局凤州水文站
DOI:10.32629/hwr.v3i2.1860

[摘　要] 针对水文测站人员短缺的现状和嘉陵江常年河水清澈的特点,为改进测验方法,通过对已取的水文系列资料进行分析,根据《河流悬移质泥沙测验规范》(GB50159-92)规定,在满足规范要求的前提下,运用水文现象变化的自然规律,进行凤州水文站输沙率单值化分析达到简便测验方法,减轻职工工作量,提高工作效率的目的,经分析,本站输沙率但断关系成 45° 直线,在实测水沙幅范围内可以实行单站化。
[关键词] 输沙率；单值化；分析

1 基本情况

1.1 流域概况

嘉陵江发源于宝鸡市凤县西北东峪沟凉水泉,省内干流全长 243.8km,其中宝鸡市 102km,流域面积 9930km^2,其中宝鸡市 2472.4km^2。凤州水文站位于流域上游,其上主要支流有场房沟、黄牛沟、三岔河、红花沟。建站以来实测最大流量 992m^3/s,发生于 1990 年 7 月 6 日。调查最大流量 1640m^3/s,发生于 1981 年 8 月 21 日。实测最大含沙量 65.0kg/m^3。

1.2 测站概况

凤州水文站设立于 1984 年 1 月,位于凤县龙口镇龙口村,集水面积 688km^2。本站为嘉陵江水系嘉陵江源头站,属省级重要水文站。测验项目有水位、流量、泥沙、降水、蒸发、水质。管辖凤县、黄牛埔、河口、唐藏、红花铺、小五岭、南星 7 处雨量站,其中报汛站 6 处。本站通过长期连续地监测流域内基本水文数据,不断探索流域水流沙特性和规律,为当地防汛抗旱、水资源合理开发利用提供科学、准确的决策依据。

2 分析依据

本次输沙率单值化分析的依据为《河流悬移质泥沙测验规范》(GB50159-2015),定线精度依据为中华人民共和国行业标准(水利 247—2012)《水文资料整编规范》。

3 单断沙测验情况

凤州水文站从 1984 年开始施测单样含沙量和悬移质输沙率,1-3 月,11-12 月单沙停测,沙峰标准 2.0kg/m^3,单沙取样位置固定在起点距 10.0-15.0m 处,单沙取样方法是固定垂线一点法取样,在悬移质输沙率测验开始、终了时各取一次单沙,以两次的均值作为相应单样含沙量。凤州水文站多年来一直采用单-断沙关系曲线推算断面平均含沙量,由于单断沙关系较为稳定,均为 45° 单一线,从 1994 年起输沙率实行间测(停五测一),1994 年为停测第一年,停测期间采用历年综合单断沙关系线整编资料。

4 分析资料的选用

本次分析选用凤州水文站 1990 年-2011 年的输沙率资料共 47 次资料全部参与分析。其中,1990 洪水年为测站以来最大洪水,含沙量为设站以来最大沙,1999、2005、2011 年为间测年资料。

5 单断沙关系分析

5.1 水沙幅分析计算

根据《河流悬移质泥沙测验规范》第 7.7.1 条规定,二、三类站当有 5-10 年以上资料证明,实测输沙率的沙量变幅占历年变幅的 70%以上,水位变幅占历年水位变幅的 80%以上时,可按规定进行输沙率间测分析。本次分析选取的凤州水文站实测资料中实测单样含沙量最大值 65.0kg/m^3,(1990)年,最小值为 0kg/m^3(1990)年,实测输沙率时最高水位 1016.09m(1990)年,最低水位 1011.57m(1999)年,历年最高水位 1016.09m(1990)m,最低水位 1011.69m(2011)年,时段内的实测悬移质输沙率的沙量变幅和历年悬移质沙量变幅、实测水位变幅和历年水位变幅的关系见表 1、表 2.

表 1　悬移质输沙率的沙量变幅分析表

年限	最大沙量（kg/m^3）	最小沙量（kg/m^3）	沙量变幅(kg/m^3)	占历年变幅%
历年	65.0	0	65.0	83.7
1990-2011	54.4	0.015	54.4	

表 2　悬移质输沙率的水位变幅分析表

年限	最高水位 (m)	最低水位 (m)	水位变幅 (m)	占历年变幅%
历年	1016.09	1011.69	4.4	80.0
1990-2011	1016.09	1012.57	3.52	

5.2 历年综合单断沙关系线分析

将凤州站 1990-2011 年的资料(原始资料见附表 1),根据《河流悬移质输沙率测验规范》第 7.7.1 条规定,悬移质输沙率和相应单样含沙量实测成果按沙量级分成若干组,用各组的平均值绘制综合单断沙关系曲线图,见图 1。定线精度依据中华人民共和国行业标准(水利 247—2012)《水文资料整编规范》对关系线进行了符号检验、适线检验,偏离数值检验均为合格,并根据 3.3.4 规定计算关系线系统误差和

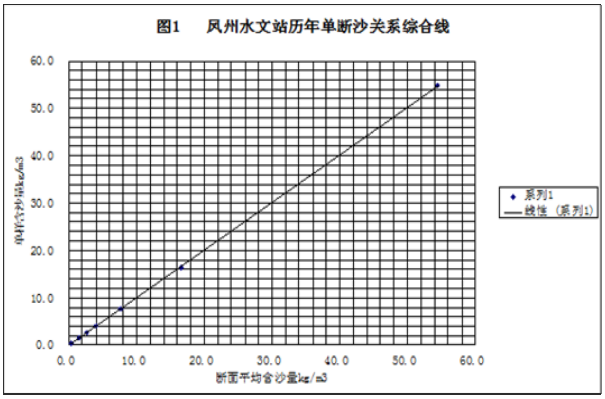
Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

不确定度均符合规范要求，见表 3。

表 3　凤州站综合单断沙关系线检验计算表

序号	施测号数	单样 (kg/m³)	实测断沙 (kg/m³)	线上断沙 (kg/m³)	偏差 P (%)	$P_{(i)}-P_{(平)}$	$[P_{(i)}-P_{(平)}]^2$
1	1	0.364	0.361	0.364	-0.82	-0.92	0.85
2	2	1.53	1.56	1.53	1.96	1.86	3.46
3	3	2.63	2.63	2.63	0.00	-0.10	0.01
4	4	3.34	3.34	3.34	0.00	-0.10	0.01
5	5	4.05	4.05	4.05	0.00	-0.10	0.01
6	6	5.82	5.82	5.82	0.00	-0.10	0.01
7	7	7.60	7.60	7.60	0.00	-0.10	0.01
8	8	12.1	12.1	12.1	0.00	-0.10	0.01
9	9	16.6	16.3	16.6	-1.81	-1.91	3.65
10	10	53.9	54.8	53.9	1.67	1.57	2.46
样本容量：	N =10	正号个数：5				符号交换次数：9	
符号检验：	u=-0.32	允许：1.15(显著性水平 a=0.25)				合格	
适线检验：	U=-3.33	免检					
偏离数值检验：	|t|=0.29	允许：1.37(显著性水平 a=0.20)				合格	
标准差：	Se(%)=1.1	随机不确定度(%)：2.2				系统误差(%)：0.1	
说明：凤州水文站属于三类精度泥沙站，三类站检验标准为系统误差（±3%），不确定度（±28%）							

分析对照用凤州站 1990-2011 年资料年点绘的综合单断沙关系曲线呈 45° 线，三项检验均合格并达到规范要求。根据《水文资料整编规范》第 3.7.3 推求断沙的方法，要求单断沙关系点较密集且分布成带状，关系点无明显系统偏离，即可定为单一线由单沙推求断沙。



5.3 各年单断沙关系线与历年综合单断沙关系线的偏离分析

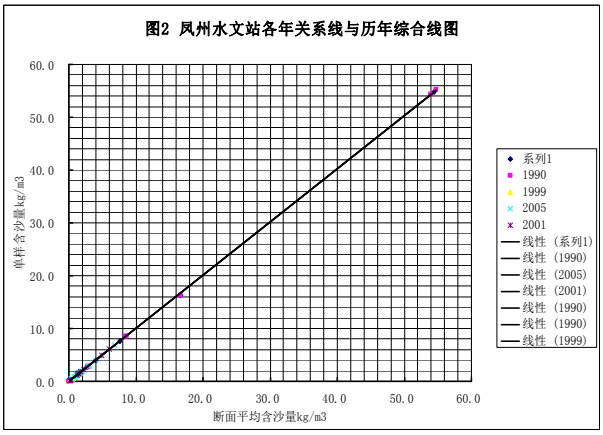
将凤州水文站 1990-2011 年各年的单断沙关系线套绘与历年综合单断沙关系线上，见下图 2，可知各年关系线偏离综合线的最大值为-0.7%，符合《河流悬移质泥沙测验规范》7.7.1 规定各年关系线偏离综合线不超过±5%的规定。见表 4。

表 4　各年关系线偏离综合线分析

年份	1990	1999	2005	2011
比例系数	1.007	1.006	1.002	1.001
相对偏离（%）	-0.7	-0.6	-0.2	-0.1

6 结论和建议

根据凤州站 1990 年—2011 年的输沙率资料分析，悬移质输沙率的沙量变幅占历年沙幅的 83.7%，水位变幅占历年水位变幅的 80.0%，水、沙变幅达到规范要求，单断沙关系与历年综合关系线误差小于《河流悬移质泥沙测验规范》要求，各年关系线及综合线均为 45° 线，符合《水文资料整编规范》第 3.7.3 条规范要求，关系线无明显系统偏离，可由单沙推求断沙，建议在最高水位 1016.09m，最大含沙量 65.0kg/m³ 以下悬移质输沙率实行停测，用实测悬移质单样含沙量推求断面平均含沙量，在最大单沙和最高水位变幅范围以外，及时恢复输沙率测验。



[参考文献]

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部.河流悬移质泥沙测验规范:GB50159-92[S].1992-07-24.

[2]中华人民共和国住房和城乡建设部.河流悬移质泥沙测验规范:GB50159-2015[S].2015-06-26.

[3]中华人民共和国水利部.水文资料整编规范:水利 247—2012[S].2012-10-19.

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.