

图2 桃源站1995年水位流量关系分析

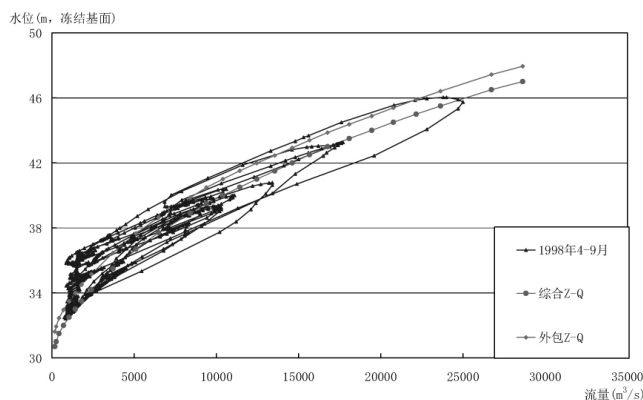


图3 桃源站1998年水位流量关系分析

(三) 综合水位流量关系

为进一步定量比较分析，以通过点群中心为基本原则，在确定水位流量关系的综合线和外包线（见图1）时还考虑了以下因素：

- 1) 1996、1998、1999、2002年仅考虑10000m<sup>3</sup>/s流量以上点据；
- 2) 高水部分着重考虑大洪水年份资料；
- 3) 低水部分以不受顶托影响的年份为主要依据；
- 4) 对于水位高于堤顶高程的部分不进行高水延长；
- 5) 基本

能包括除1996、1998、1999、2002年外的年份绝大部分点距为原则确定水位流量关系外包线。经计算比较，桃源水文站同一流量下水位流量关系外包线水位比综合线水位高3%~2%不等。

三、桃源水文站以下河段水面线分析

统计1969年、1991年、1993年、1995年、1996年、1998年和1999年等典型年大洪水桃源至周文庙主要水文特征资料，绘制各典型年份的大洪水相应水面线，以及1998年8月25日桃源站和常德站之间、2009年5月25日8时桃源、常德、周文庙之间及2009年1月1日桃源和常德之间水面线，见图4。

由图4分析：1) 桃源~常德河段大洪水水面线基本平行。1996年堤防加高加固以来桃源县城附近堤防情况无大变化，大洪水期间也未出现漫堤现象。1996年、1998年、1999年桃源~常德洪水水面线随流量增大平行增高；常德以下河段则出现了水面线的交叉，特别是1998年水位高于其他年份的水位。因此，初步判断大洪水时桃源站附近基本不受下游顶托影响。2) 1969年与1996年年最大流量相当，而1969年水位明显低于1996年，因1969年洪水漫堤严重，而1996年洪水在堤防内的河道下泄。3) 2009年5月25日和1998年8月29日流量相当，而桃源、常德河段水面线差别很大，1998年8月29日桃源~常德河段水面线平坦，水面比降很小，且水位明显高于同流量下的2009年5月25日桃源~常德河段水面线。说明汛期桃源以上来水较小时，桃源站可能受到下游顶托影响。

四、桃源站水位流量关系影响因素分析

根据桃源水文站实测资料及其附近河段实际情况分析，同水位不同流量或同流量不同水位的现象比较明显，水位流量关系形成了具有一定带宽的带状分布特征。可造成此现象的因素较多，如河段堤防屡经修缮加固、洪水涨落率变化、断面变化、下游顶托影响等。但根据资料分析，桃源水文站主槽断面变化相对较小，河床基本稳定，排除漫滩特别严重的年份外，断面的变化不是主要因素；而沅水流域年内和年际间上游来水变化较大，且地处沅水和洞庭湖尾闾地区交界地带，河道比

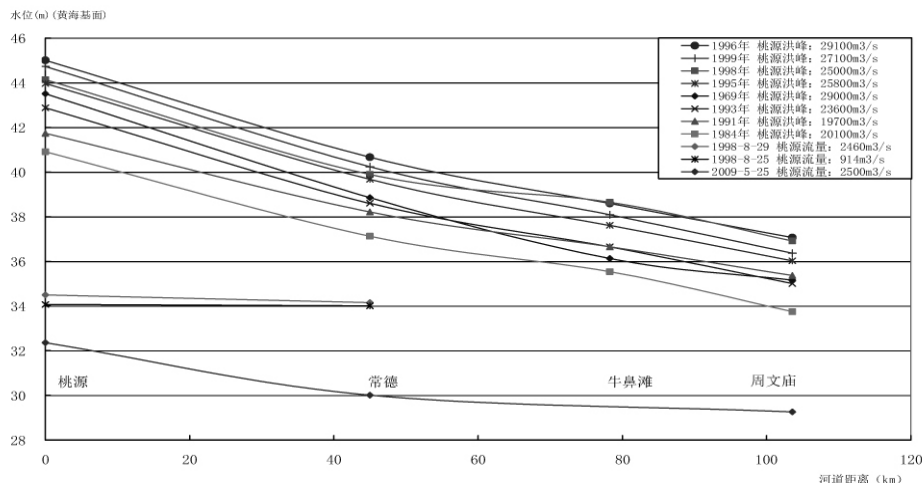


图4 桃源站以下河段水面线分析图

降较小，洪水涨落影响较大，部分年份小流量时还可能受到下游洞庭湖高水位的顶托影响，这些则可能是影响桃源站水位流量关系较重要的因素。

(一) 洪水涨落率影响分析

根据1990~2008年19年桃源水文站洪水要素资料点绘水位流量关系图，其绳套关系较为明显。1995、1998、2003、2004、2006年几次典型的洪水涨落过程分析洪水涨落率对水位流量关系的影响，分析涨水段和落水段滑动1h、3h、5h……9h的水位涨率和落率及其最大值和平均值。1995年和1998年两场典型洪水涨落率分析成果见表1和图5。

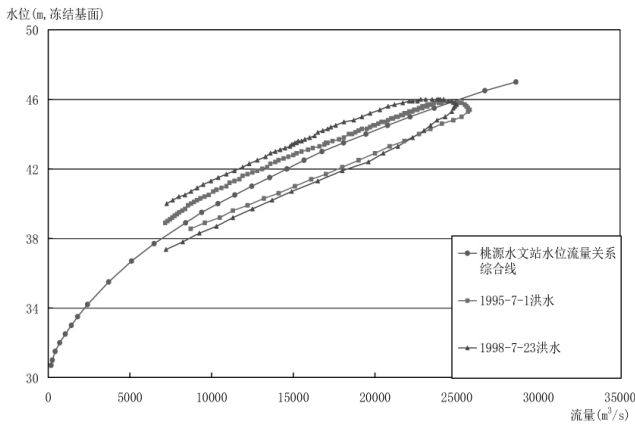


图5 1995、1998年典型洪水涨落率分析图

表1 1995、1998年典型洪水涨落率分析表

项目	时段长	1995-7-1洪水		1998-7-23洪水	
		涨水段	落水段	涨水段	落水段
最大涨率	1h	0.4	-0.2	0.6	-0.2
	3h	1.2	-0.4	1.7	-0.6
	5h	1.9	-0.7	2.7	-1
	7h	2.7	-0.9	3.7	-1.4
	9h	3.4	-1.2	4.6	-1.8
平均涨率	1h	0.25	-0.07	0.4	-0.1
	3h	0.77	-0.2	1.23	-0.32
	5h	1.32	-0.34	2.1	-0.54
	7h	1.88	-0.48	3.01	-0.77
	9h	2.47	-0.61	3.93	-0.99

由表1、图5分析，1998-7-23洪水涨落率大于1995-7-1洪水，1998-7-23洪水绳套比1995-7-1洪水绳套宽；结合其他几场洪水涨落过程都比较清楚地得出以下规律：洪水涨落率越大，则与之对应的水位流量关系的绳套就越宽，反之，绳套越窄。因此，初步判断除1996、1998、1999、2002年流量小于10000m<sup>3</sup>/s情况外，洪水涨落率是影响水位流量关系的重要因素。

(二) 下游顶托影响分析

采用1996年、1998年、1999年、2002年4年汛期逐日平均水位和逐日平均流量点绘水位流量，以桃源水文站水位流量关系外包线为界，以“在外包线外点据作为受到顶托影响点据”为判断依据，统计各典型年同流量下日平均水位超过水位流量关系外包线的点据数（即顶托天数，见表2），其超过值则为日平均水位受顶托值的大小，受顶托值的均值和最大值见表2。由表分析，1998年是自1990以来桃源水文站受下游顶托时间最长、顶托幅度最大的年份。按本文的统计原则，1998年桃源站受顶托的时间约64天，平均顶托幅度约1.02m，日平均水位顶托最大值约2.68m，而其他年份的顶托时间则很短，且顶托幅度较小。

表2 桃源水文站受洞庭湖顶托影响顶托情况

年份	日平均水位受顶托的最大值 (m)	日平均水位受顶托的平均值 (m)	顶托天数 (d)	发生顶托的月份
1996	1.29	0.43	11	7月
1998	2.68	1.02	64	7月、8月、9月初
1999	1.49	0.42	16	7月底、8月初
2002	1.38	0.29	9	8月

注：1998年8月25日顶托幅度为2.68m。

分析1996年、1998年、1999年、2002年洪水要素发现，其受洞庭湖顶托较为明显的时间段为汛后期7月~9月，以7、8月份为主，均为洞庭湖水位较高而桃源站的来水较小（均小于10000m<sup>3</sup>/s，绝大多数小于5000m<sup>3</sup>/s）的情况。

根据近期沅水尾间典型年水文特征值和整个长江流域的大水情况分析，1998年洞庭湖水位长时间居于高位，而沅水流量汛期的7、8、9月份除几个短暂的洪水涨落过程外，其他大部分时间的来流量均小于5000m<sup>3</sup>/s，使1998年成为桃源水文站1990年以来比较特殊的受到下游顶托影响的年份。

五、小结

本文通过分析桃源水文站历年水位流量关系变化情况和影响因素，结合河段洪枯水水面线资料进行的综合分析，对桃源站水位流量关系有以下初步认识。

- 1) 桃源水文站断面变化较小，Z-Q关系基本稳定；
- 2) 影响桃源水文站水位流量关系的重要因素为洪水涨落率，涨落率越大形成的水位流量关系绳套越大，水位流量关系分布带宽越宽；
- 3) 一般情况下，桃源水文站不易受到下游顶托影响，若沅水来水较小，洞庭湖水位较高才可能对该站有一些顶托作用，因此，具体应用中应根据实际情况确定使用成果。

参考文献

[1] 水利电力部水利司. 水文测验手册 [K].  
 [2] 中国水力发电工程 (工程水文卷) [M]. 北京. 中国电力出版社.