

潼关河段冲淤对渭河下游冲淤变化的影响^{*}

张根广, 林劲松

(西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 三门峡水库控制运用以来, 潼关高程持续抬升, 渭河下游仍在淤积发展, 究竟是潼关高程抬升引起渭河下游淤积发展, 还是渭河下游淤积发展造成潼关高程的缓慢上升, 一直是三门峡问题的焦点。在实测资料的基础上, 对渭河下游与潼关断面两者间水位变化和河段冲淤变化的相关性分析发现, 渭河下游与潼关河段水力泥沙要素具有良好的相关性及其一致性。潼关河段(或潼关断面)若发生冲淤, 通常会引起华阴以下河段发生沿程冲淤, 并随之引起华阴以上河段发生较大范围的溯源冲淤; 此外, 潼关高程与渭河下游泥沙累计淤积量及河床比降减缓密切相关。

[关键词] 潼关高程; 渭河下游; 冲淤变化; 累计淤积量; 沿程冲淤; 溯源冲淤

[中图分类号] TV 697. 1; TV 85

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)07-0082-05

渭河发源于甘肃省渭源县城西南石头庄北 5 km 处的苏家岔, 于陕西省潼关县城北 7. 5 km 处注入黄河。渭河是黄河流域最大的一条支流, 其干流全长 818 km, 总流域面积 62 440 km²; 在陕西境内, 渭河总流程 504. 4 km, 流域面积 33 262 km²。渭河经宝鸡峡进入关中平原地带, 关中平原土地肥沃, 史称“八百里秦川”; 历来为我国西部地区的富庶之地。

渭河下游从咸阳水文站至潼关水文站, 河段全长约 216 km。其中, 咸阳至耿镇河段约 38 km, 属于游荡型河段, 河段比降约 6. 3‰; 耿镇至赤水河段约 70 km, 为过渡型河段, 河段比降约 4. 6‰; 赤水河至渭河河口长约 103 km, 为蜿蜒型河段, 比降为 1. 0‰~ 1. 8‰^[1]。

潼关位于黄河、渭河、洛河三河汇流区的出口, 是黄河在晋、陕间自北向南流动而后东折的扼制点, 因此, 潼关河床高程实际上是黄河、渭河及洛河三条河流的侵蚀基准点, 潼关高程的变化对黄河小北干流、渭河下游及洛河下游的河床冲淤变化起着至关重要的作用。在建库后, 潼关断面不仅是黄河、渭河、洛河三河汇流区的出口, 同时又是三门峡水库正常运用水位的回水末端。

在三门峡水库修建前, 渭河是一条冲淤平衡或微淤的地下河, 洪水灾害并不严重^[2]。在三门峡水库建成后, 渭河下游遭受了大量的淤积, 截止到 2000-

11, 渭河下游泥沙淤积总量已达 13 319. 9 亿 m³, 淤积范围仍有逐年向上游发展的趋势^[3]。但是, 自从三门峡水库改建以后, 便一直处于控制运用期。在汛期, 水库回水一般不超过北村; 在非汛期, 水库回水一般不超过潼古段, 潼关断面已基本摆脱了水库回水的影响。但在控制运用期, 潼关高程持续抬升, 渭河下游仍在淤积发展。究竟是潼关高程抬升引起渭河下游淤积发展, 还是渭河下游淤积发展造成潼关高程缓慢上升, 这成为三门峡问题的焦点^[3~12]。本文拟对潼关断面与渭河下游的特殊地理关系, 及潼关河段与渭河下游冲淤变化的关系进行分析, 对该问题作一些探索, 为正确认识潼关高程抬升和渭河下游淤积发展的内在关系, 及进一步解决潼关高程抬升和渭河下游淤积发展提供理论依据。

1 渭河下游与潼关断面水位变化的一致性

1. 1 华县以下各站常水位与潼关断面常水位变化的相关性和一致性

图 1 点绘了渭河詹家以下各站常水位($Q = 250 \text{ m}^3/\text{s}$, 资料来自文献[4])及潼关断面常水位($Q = 1 000 \text{ m}^3/\text{s}$)的关系。由图 1 可见, 渭河华县以下各站常水位与潼关断面常水位具有很好的相关性, 华阴站常水位与潼关高程的相关性较好, 詹家站常水

^{*} [收稿日期] 2004-09-27

[基金项目] 国家自然科学基金委员会与水利部黄河水利委员会共同设立的“黄河研究联合基金”项目“潼关高程控制与三门峡水库运用方式研究”资助

[作者简介] 张根广(1964-), 男, 山西夏县人, 高级工程师, 在读博士, 主要从事水力学及河流动力学研究。

位与潼关高程的相关性则较差, 这说明在常水位下, 潼关断面常水位最远已影响到华县站以上, 但对詹家站影响较小。

1.2 渭河咸阳以下各站洪水水位变化的一致性

图 2 点绘了渭河咸阳以下各站洪水水位与吊桥站洪水水位(资料来自文献[4])的相关关系。

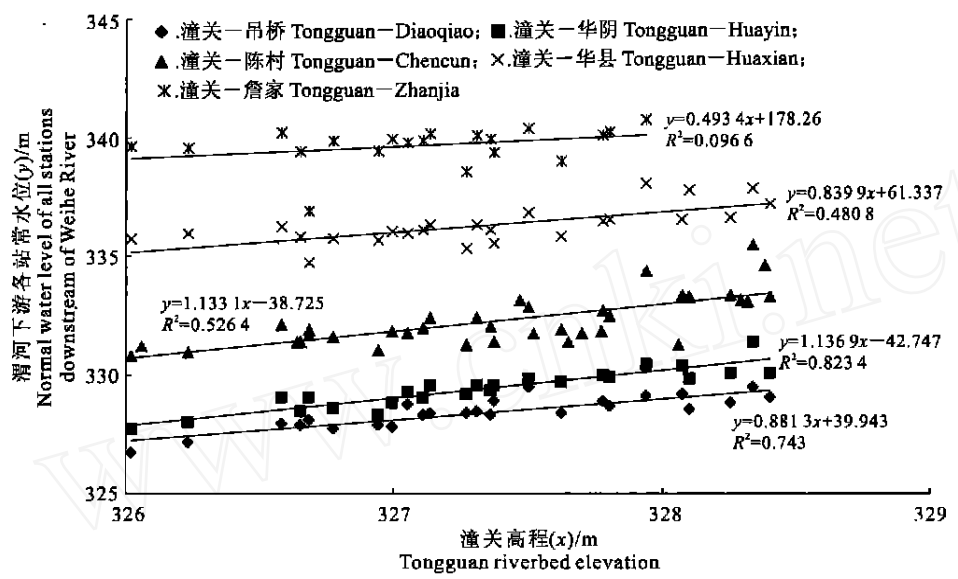


图 1 渭河詹家以下各站常水位与潼关高程的关系

Fig 1 Relationship between normal water level of all the downstream stations of Zhanjia on Weihe river and Tongguan riverbed elevation

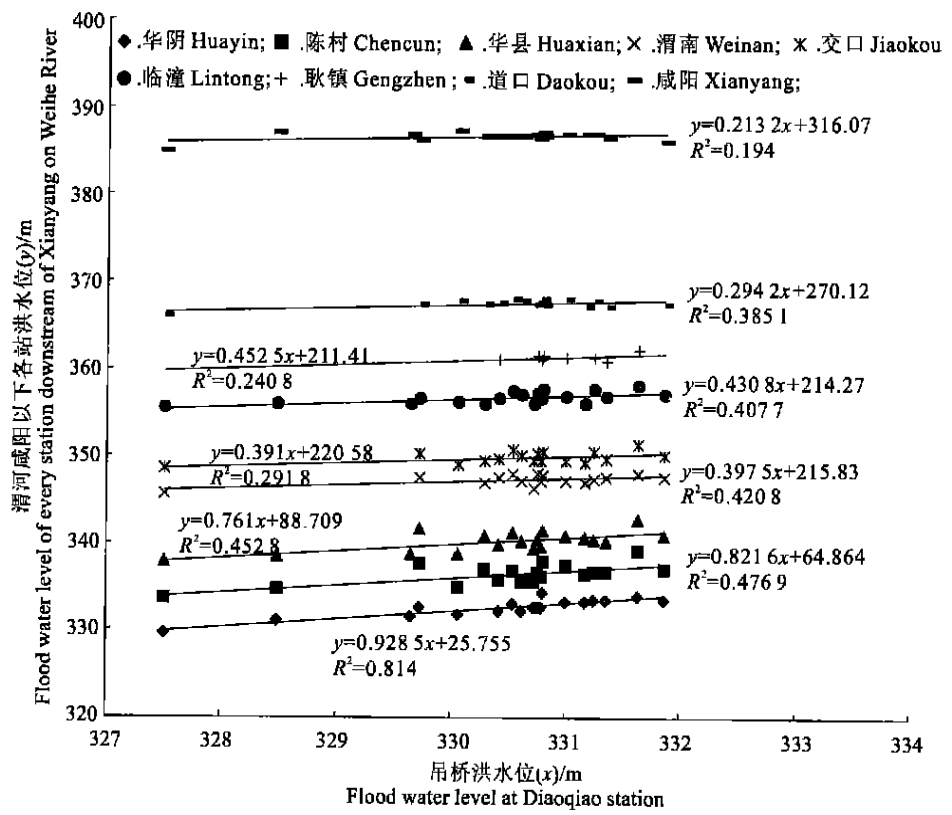


图 2 渭河咸阳以下各站洪水水位的相关关系

Fig 2 Relationship between flood water level of every downstream station of Weihe River and the flood water level at Diaohao station

由图 2 可以看出, 华阴站与吊桥站洪水位的相关性最为密切, 陈村、华县、渭南和临潼等站与吊桥站洪水位相关性较好, 其他几个站与吊桥站洪水位相关性稍差, 且随着各站与吊桥站的距离越远, 两者相关性越差, 到咸阳站时两者相关性最差 ($R^2=0.194$)。说明在洪水期, 吊桥站洪水位最远可影响到临潼站以上、咸阳站以下。

2 渭河下游与潼关河段冲淤变化的相关性

2.1 渭河下游与潼关河段冲淤变化的一致性

表 1 统计分析了潼关以下库区(资料来源于文献[5])与渭河下游相邻年份常水位差值的变化情况。由表 1 可见, 在 1980~1999 年的 19 年间, 有 13 年渭河下游冲淤变化与潼关河段(或潼关断面)冲淤变化一致, 有 2 年完全相反, 有 1 年两者不完全一

致; 另外有 3 年(1994, 1997 和 1999 年)的资料, 在不同文献^[5,6]中给出的潼关高程冲刷和淤积形态不一致, 文中暂不作分析。

在渭河下游冲淤变化与潼关河段(或潼关断面)冲淤变化一致的 13 年中, 有 5 年冲刷, 8 年淤积。由表 1 可见, 若潼关河段(或潼关断面)发生冲淤变化, 华阴相邻站以下河段一般发生沿程冲淤变化; 之后, 华阴相邻站以上则发生较大范围的溯源冲淤变化。由文献[7]分析可知, 华阴以上的溯源冲淤范围一般可波及到临潼附近, 最远将波及到咸阳附近。这因此也解答了文献[7]中曾指出的“在控制运用的大多数年份, 渭河下游下段为何首先发生严重的沿程淤积, 紧接着在其上游又发生严重的溯源淤积”这一与水库淤积机理(溯源淤积发生在下游, 沿程淤积发生在上游)截然相反的现象。

表 1 潼关以下各河段冲淤特性与渭河下游冲淤的关系

Table 1 Relationship between changes in erosion and deposit at downstream reaches of Tongguan and Weihe lower reaches

年份 Year	潼关以下各站相邻年份水位差值/m Difference of normal water level of two continuous years at every downstream station of Tongguan station					潼关-大禹渡 段冲淤情况 Changes in erosion and deposit at reaches between Tongguan and Dayudu	华县以下各站相邻年份水位差值/m Difference of normal water level of two continuous years at every station downstream of Huaxian station				渭河下游 冲淤情况 Changes in erosion and deposit at reaches between Huaxian and Diaojiao	冲淤一致性 The consistency between the downstream reaches of Tongguan and downstream of Weihe River
	史家滩 Shijiatan	北村 Beicun	大禹渡 Dayudu	古夺 Guduo	潼关 Tongguan		吊桥 Diaojiao	华阴 Huayin	陈村 Chencun	华县 Huaxian		
1981-1980	0.57	0.49	0.05	-0.91	-0.42	-	-1.02	-1.26	-0.37	0.16	-	Y
1982-1981	0.93	0.00	0.37	0.10	0.11	+	0.87	0.99	0.68	0.28	+	Y
1983-1982	1.12	0.22	-0.14	-0.05	-0.41	-	-0.85	-0.82	-0.35	-0.11	-	Y
1984-1983	-0.88	-0.57	0.57	0.44	0.06	+	-0.12	0.17	0.27	-0.09	-+	Y+N
1985-1984	0.17	-0.32	-0.35	-0.18	-0.14	-	0.21	0.45	0.45	0.49	+	N
1986-1985	-0.13	-0.15	0.50	0.35	0.54	+	0.32	-0.02	-0.09	-0.12	+	Y
1987-1986	-3.94	0.24	0.35	0.41	0.11	+	0.10	0.48	0.38	0.20	+	Y
1988-1987	4.25	-1.48	-1.23	-0.35	-0.23	-	-0.55	-0.72	-0.53	-0.33	-	Y
1989-1988	-2.46	1.11	0.38	0.16	0.30	+	0.61	0.70	0.52	0.34	+	Y
1990-1989	2.53	-0.41	0.62	0.38	0.26	+	1.05	0.34	0.48	0.50	+	Y
1991-1990	-1.11	0.80	0.68	0.13	0.33	+	-0.79	0.03	-0.40	-0.33	-	N
1992-1991	0.35	-1.64	-0.80	-0.40	-0.53	-	-0.42	-0.58	-0.42	-0.42	-	Y
1993-1992	-0.44	0.60	-0.70	0.11	0.41	+	0.57	0.67	0.65	0.35	+	Y
1994-1993	0.61	-0.54	0.36	0.10	-0.09		0.23	0.45	1.65	1.60		
1995-1994	0.22	0.30	0.62	0.19	0.48	+	0.36	0.96	1.08	-0.16	+	Y
1996-1995	1.06	-0.58	-0.67	-0.06	-0.10	-	-0.24	-1.06	-2.05	-1.35	-	Y
1997-1996	0.37	-0.18	0.63	0.42	-0.05		-0.66	-0.52	-0.09	1.26		
1998-1997	-1.57	0.35	-0.14	-0.23	0.10	-+	0.52	0.26	-0.03	-0.59	+-	Y
1999-1998	0.11	0.35	1.40	0.07	0.08		-0.25	-0.01	0.12	-0.59		

注: + 表示淤积, - 表示冲刷, 表示资料不一致; Y 表示潼关以下河段与渭河华县以下冲淤变化一致, N 表示潼关以下河段与渭河华县以下冲淤变化不一致。
Note: + represents deposit; - represents erosion; represents data is not agreement with different researcher; Y represents the consistency between the reaches downstream of Tongguan and downstream of Weihe River is good; N represents the consistency between the reaches downstream of Tongguan and downstream of Weihe River is not good

2.2 渭河下游泥沙累计淤积量与潼关高程密切相关

图3点绘了三门峡水库全年控制运用以来,潼关高程与渭河下游累计淤积量的变化情况^[3]。由图3可以看出,在整个运用期,渭河下游泥沙累计淤积量的变化与潼关高程变化具有良好的线性关系。在1973~1991年,渭河下游累积淤积量与潼关高程的变化形成一条斜率较缓的趋势线;在1992~2000

年,渭河下游累积淤积量与潼关高程变化形成一条斜率较陡的趋势线,且相关关系较前者更好。这说明在三门峡水库控制运用的前期(1973~1991年),随着潼关高程的抬升,渭河下游泥沙淤积发展相对较慢;而在1992~2000年,随着潼关高程的抬升,渭河下游泥沙淤积发展相对加快,且渭河下游泥沙累计淤积量与潼关高程的关系更加密切。

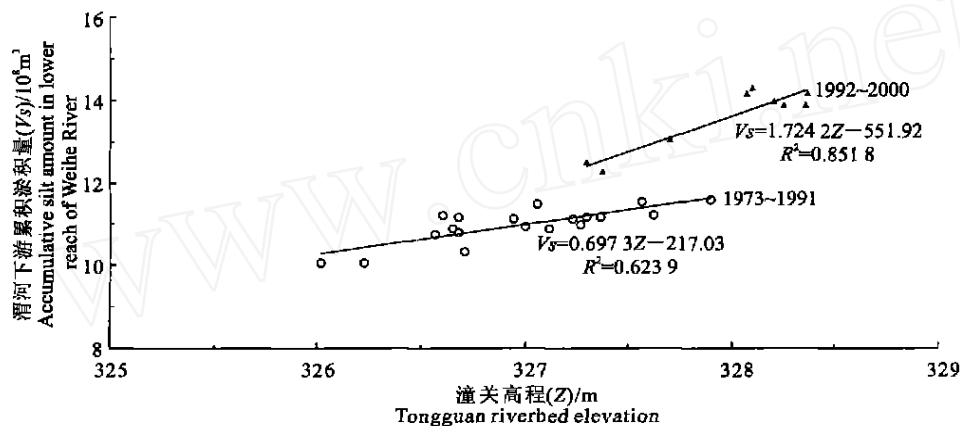


图3 渭河下游累积淤积量与潼关高程的关系

Fig. 3 Relationship between accumulative deposit amount in lower reaches of Weihe River and Tongguan riverbed elevation

2.3 渭河下游比降减缓与潼关高程密切相关

图4为1960~1999年潼关高程与临潼至华县河床比降的变化情况^[3]。由图4可见,在1960~1976年,潼关高程抬升与临潼至华县河床比降减小

具有良好的线性关系;在1977~1999年,潼关高程抬升与临潼至华县河床比降下降的线性关系则相对较差,但趋势更陡。

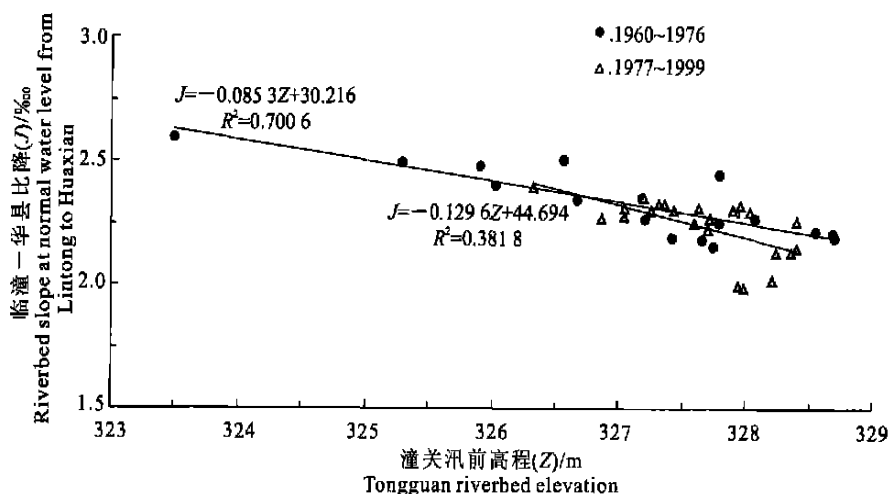


图4 潼关高程与临潼-华县比降的关系

Fig. 4 Relationship between Tongguan riverbed elevation and riverbed slope at normal water level from Lintong to Huaxian

3 结 语

潼关河段与渭河下游冲淤变化具有良好的符合性及一致性,具体表现为:潼关河段(或潼关断面)若发生冲淤变化,通常引起华阴以下河段发生沿程冲

淤,并随之引起华阴以上河段发生较大范围的溯源冲淤;潼关高程与渭河下游泥沙累计淤积量及河床比降变化密切相关。因此,潼关河段(或潼关断面)冲淤变化是渭河下游冲淤变化的诱因和内在根源。

[参考文献]

- [1] 蒋建军 陕西省三门峡库区基本情况汇报[A] 陕西省三门峡库区,陕西省水利学会三管局分会 陕西省三门峡库区防洪暨治理学术研讨会论文集选编[C] 郑州:黄河水利出版社,2000 3- 9
- [2] 中国科学院地理研究所渭河组 渭河下游河流地貌[M] 北京:科学出版社,1983
- [3] 张根广. 渭河下游河道淤积发展及其萎缩的原因浅析[J] 泥沙研究, 2003, (3): 35- 38
- [4] 唐先海 三门峡水库对陕西库区的影响及其治理对策[A] 黄河水利委员会科技外事局,三门峡水利枢纽管理局 三门峡水库水利枢纽运用四十周年论文集[C] 郑州:黄河水利出版社,2001 394- 410
- [5] 缪凤举 洪水排沙平水发电——三门峡水库汛期发电运用方式的研究[A] 黄河水利委员会科技外事局,三门峡水利枢纽管理局 三门峡水库水利枢纽运用四十周年论文集[C] 郑州:黄河水利出版社,2001 64- 83
- [6] 曾庆华,周问浩,陈建国,等 渭河下游河道淤积发展及治理对策的研究[A] 陕西省三门峡库区,陕西省水利学会三管局分会 陕西省三门峡库区防洪及治理学术研讨会论文集选编[C] 郑州:黄河水利出版社,2000 23- 45
- [7] 张根广. 渭河下游淤积上延分析[J] 泥沙研究, 2004, (4): 39- 43
- [8] 张根广. 潼关高程抬升与渭河淤积萎缩成因分析[D] 陕西西安:西安理工大学,2002
- [9] 张根广. 潼关高程抬升成因相关分析[J] 泥沙研究, 2004, (1): 89- 94
- [10] 焦恩泽 潼关高程演变规律及其成因分析[J] 泥沙研究, 2001, (2): 8- 11
- [11] 焦恩泽,侯素珍,林秀芝,等 潼关高程演变规律及其成因分析[J] 泥沙研究, 2001, (2): 8- 11
- [12] 赵克玉 三门峡水库运用方式对潼关高程的影响[J] 西北水资源与水工程, 2001, (1): 32- 36

The relationship between the changes of erosion and deposit in Tongguan reaches and Weihe river lower reaches

ZHANG Gen-guang, LI Jin-song

(College of Water resources and Architectural Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on analysis of the inherent relationship between the changes of erosion and deposit in Tongguan reaches and in lower reaches of Weihe river, the author pointed out that the changes of erosion and deposit downstream of Weihe river is in good agreement with the changes of erosion and deposit at Tongguan reaches. Generally there will be progressive erosion in the lower Weihe River downstream of Huayin station, and a more extensive retrogressive erosion upstream of Huayin station will follow when there are changes of erosion and deposit in Tongguan reaches; moreover, there is a good relationship between the accumulative deposit amount in lower Weihe River and Tongguan riverbed elevation, and the relationship between Tongguan riverbed elevation and riverbed slope at normal water level from Lintong to Huaxian is the same. So the changes of erosion and deposit in Tongguan reaches is the inducement and inherent cause of retrogressive deposition in the lower reaches of Weihe River.

Key words: Tongguan riverbed elevation; downstream of Weihe river; changes of erosion and deposit; accumulative deposit amount; progressive deposition; retrogressive deposition