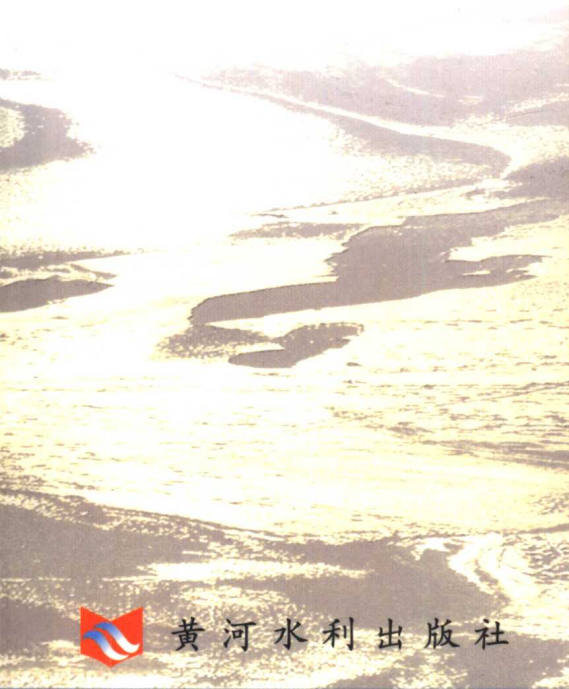


黄河下游

断面法冲淤量 分析与评价

张原锋 张留柱 梁国亭 龙毓骞 等著

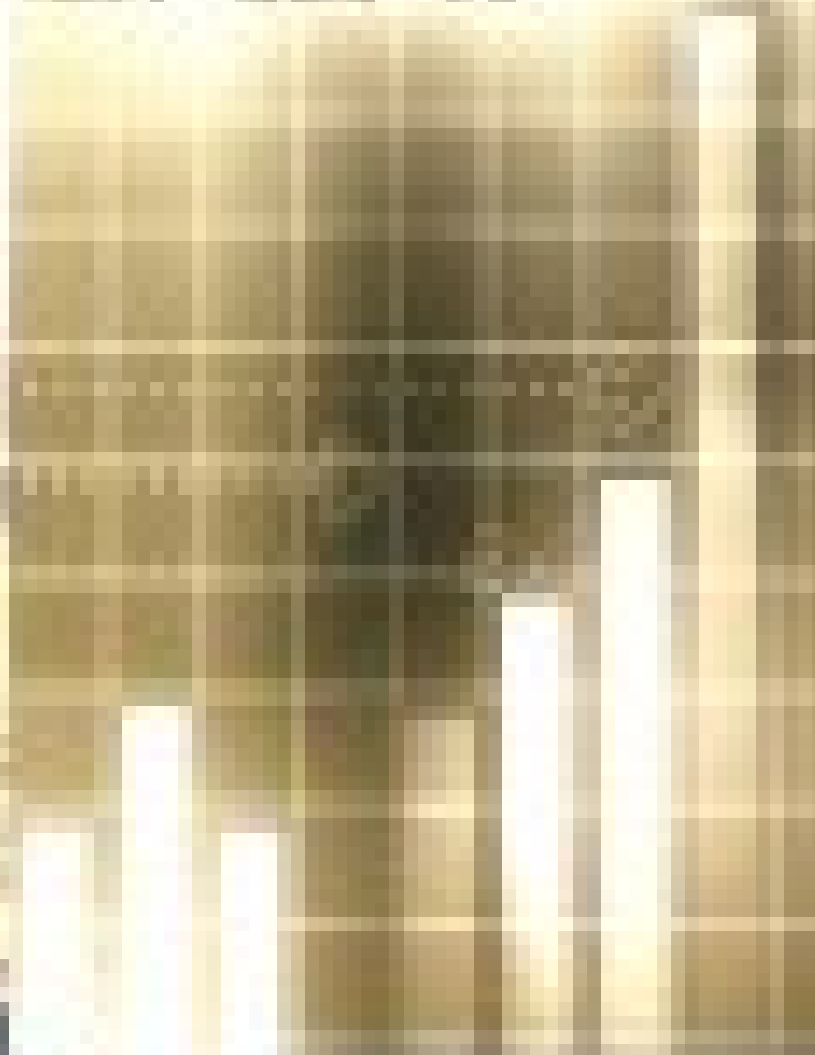


黄河水利出版社

黄河下游

断面法冲淤量 分析与评价

张其华 张瑞光 张永军 张永明 张军



内 容 提 要

本书根据黄河下游河道近 50 年的实测资料,利用计算机技术建立了淤积断面资料数据库,编制了进行管理和计算的软件,对断面法冲淤量计算结果的合理性进行了分析和评价,为深入研究黄河下游河道的河床演变奠定了基础。

本书适于从事河道河床演变的科研人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河下游断面法冲淤量分析与评价 / 张原锋等著.
郑州:黄河水利出版社, 2005.12
ISBN 7-80734-017-7

I.黄… II.张… III.黄河-下游河段-淤积控制-研究 IV.TV882.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 147187 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail: yrpc@public.zz.ha.cn

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1 / 16

印张:13

字数:300 千字

印数:1—1 000

版次:2005 年 12 月第 1 版

印次:2005 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80734-017-7 / TV · 442

定价:40.00 元

本研究课题承担人员

项目负责人	姚传江	龙毓骞			
技术总负责	龙毓骞				
主要完成人	张原锋	张留柱	梁国亭	龙毓骞	姚传江
	程龙渊	申冠卿	弓增喜	张建中	李 勇
	胡跃斌	苏群生	高文永	张松林	刘继祥
	连惠君	李 静	孟 杰	和瑞莉	杨春杰
	尚 军	张丽娜	张晨霞	原新风	徐从亮
	张彦丽				

前 言

本书主要依据水利部重点项目“黄河下游断面法冲淤量分析与评价”(SZ—9854)的研究成果撰写而成。该项目负责人为姚传江,龙毓骞为技术总负责人,主要完成人有张原锋、张留柱、梁国亭、龙毓骞、姚传江、程龙渊、申冠卿、弓增喜、张建中、李勇、胡跃斌、苏群生、高文永、张松林、刘继祥、连惠君、李静、孟杰、和瑞莉、杨春杰、尚军、张丽娜、张晨霞、原新风等。该项目由黄委水科院、黄委水文局及所属山东水文水资源局、黄委河南河务局勘测工程处、黄委设计院等单位协作完成。实测资料的录入工作由上述单位分工承担。对尚未汇编的实测断面资料审查工作由河南局勘测工程处和山东水文水资源局进行。断面位置、基面考证工作,断面滩、槽间距量算工作等由水文局进行。黄委水科院研制开发数据库管理和分析计算的软件,并与水文局共同进行了淤积断面滩、槽位置特征值的摘录及滩、槽冲淤量计算方法的研究。数据库的编制及冲淤量计算由项目组统一进行。本项目提供的成果,要求用统一的计算方法和技术标准;计算汛前、汛后两次各断面间的滩地和主槽冲淤量。除上述成果外,还进行了河南黄河断面统测资料审查情况、河道断面数据库管理、分析系统(RGTOOLS)及其应用、黄河下游河道淤积测验断面间距量算方法及成果分析、黄河下游河道淤积测验断面布设密度分析、弯曲河段淤积断面代表性分析、黄河下游淤积物初期干容重观测与分析、黄河下游输沙量平衡对照与实测断面法冲淤量精度分析、黄河下游宽浅河段典型时段输沙特性分析、黄河下游河道深槽冲淤特性分析、断面测量时期流量不同对计算冲淤量的影响等专题研究。

本项目成果已通过水利部组织验收及河南省科技厅组织的专家鉴定,研究成果总体上被鉴定为达到了国内领先水平,其中的深槽冲淤量计算及所开发的河道断面数据库及分析系统达到了国际先进水平。本书主要包括黄河下游淤积断面数据库及分析系统开发、实测大断面资料考证、断面法冲淤量计算方法、计算成果、断面法冲淤量分析评价、沙量平衡分析等内容。并将冲淤量计算的主要成果列入附表,实测淤积断面资料数据及有关表纳入电子表格。

本书的编写和出版还得到了国家自然科学基金和黄河研究联合基金项目(50439020)的资助。

作 者
2005 年 10 月

目 录

前 言

第 1 章 概 述	(1)
1.1 黄河下游河道观测简介	(1)
1.2 黄河下游冲淤量研究现状	(2)
1.3 研究成果	(3)
第 2 章 黄河下游淤积断面数据库的开发与应用	(5)
2.1 淤积断面实测成果审查与考证	(5)
2.2 实测淤积断面数据录入与处理	(7)
2.3 数据库管理及分析系统(RGTOOLS)的研制和开发	(8)
第 3 章 断面法冲淤量计算方法	(11)
3.1 淤积断面分析检查及淤积断面特征值的确定	(11)
3.2 黄河下游河道淤积断面间距量算与采用	(13)
3.3 断面法冲淤量计算模式	(17)
第 4 章 断面法冲淤量成果	(21)
4.1 断面法冲淤量计算结果	(21)
4.2 冲淤变化图形示例	(22)
4.3 深槽冲淤量计算	(24)
第 5 章 断面法淤积量评价	(27)
5.1 断面测量误差来源	(27)
5.2 淤积断面代表性误差来源	(29)
5.3 合理断面密度探讨	(30)
5.4 断面法与输沙量差法计算河道冲淤的精度评价	(32)
第 6 章 沙量平衡分析	(39)
6.1 沙量平衡方程	(39)
6.2 沙量平衡主要因素分析	(39)
6.3 沙量平衡对照分析	(47)
6.4 黄河下游典型年沙量平衡对照	(50)
6.5 几点认识	(52)
第 7 章 结 语	(53)
附录 1	(55)
附录 2	(136)
附录 3	(183)
参考文献	(198)

第 1 章 概 述

黄河是著名的多泥沙河流，含沙量之高为世界之最。历史上，黄河洪水灾害严重，黄河水患被称为“中华民族的忧患”。黄河水少，多年平均年径流量为 535 亿 m^3 ，仅为长江的 1/17。黄河洪峰流量也远小于长江，黄河下游实测最大洪峰流量 22 300 m^3/s (花园口站),约为长江最大实测洪峰流量(大通站, 92 600 m^3/s)的 1/4。黄河沙多，黄河年输沙量 16 亿 t，实测最大含沙量 941 kg/m^3 (黄河下游小浪底站)。黄河水少沙多、水沙不协调的水沙特点，形成了黄河下游河道典型的“善淤、善决、善徙”，也是黄河成为世界上最难治理的河流。黄河灾害在水患，黄河水患在泥沙，泥沙问题在淤积，泥沙问题特别是泥沙淤积问题是黄河治理的症结所在。因此，黄河下游河道的冲淤量为黄河下游防洪、中游水库修建等重大举措和重大治黄战略等决策的重要基础数据。长期以来，围绕解决黄河河道的淤积问题，开展了大量的河床演变观测工作。

1.1 黄河下游河道观测简介

黄河自小浪底以下出峡谷、流经华北冲积平原汇入渤海，铁谢—鱼洼河道长约 778 km，其中铁谢—高村河道长 282 km，两岸受大堤约束，有广阔滩地，主槽宽浅游荡。高村—鱼洼河道长 496 km，其中高村—陶城铺河段为游荡向弯曲性河流过渡河段，河道长约 155 km，陶城铺以下河段为弯曲性河段。高村以下河段，两岸受大堤或一岸局部山地约束，滩地较小，主槽相对变为窄深。黄河下游河道宽度沿程变化如图 1-1 所示。

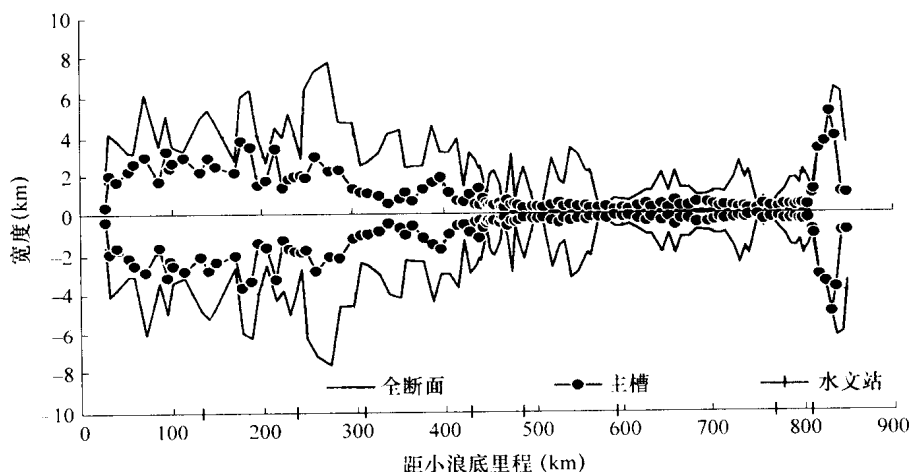


图 1-1 黄河下游河道宽度沿程变化

黄河下游河道地形测量最早始于 1889 年，1919~1946 年间，对黄河下游河道地形共进行了 13 次测量。较为完整的地形测量为新中国成立后的 1958 年、1972~1973 年、

1982~1985年、1993年、2000年。黄河下游河道冲淤变化观测断面(简称淤积断面,下同)测量始于1934年,并在铁谢—利津河段施测51个淤积断面测次。1951年后,连续开展了淤积断面测量,河南河务局测量队、山东黄河河务局测量队、各水文站、部分修防段、济南水文总站河道队等单位用断面法分段统一施测下游河道。

为深入研究黄河不同河段的河床演变规律,1957~1967年,花园口河床队在铁谢—辛寨142 km河段布设了淤积断面,最多时达94个。1959~1964年位山水库实验站在杨集—官庄134 km河段布设了淤积断面,最多时达90个,其他河段布设淤积断面较少。1965和1968年位山实验站和花园口河床队先后被撤消。1965年开始对下游河道淤积断面进行调整并对测量时间进行了统一部署,简称为统测。

黄河下游铁谢—利津河段共布设淤积统测断面92个,其中铁谢—河道河段(河南)为27个;高村—利津河段(山东)为60个;1984年高村—利津段又增设淤积断面5个;利津—河口段自1958年以来先后布设淤积断面34个左右(最多达50个),1965年以后调整为17~21个。上述各年实测淤积断面资料,均已纳入年鉴正式刊印。目前共刊印黄河下游实测淤积断面实测成果年鉴16本,年鉴内均刊印了“淤积断面实测成果表”和各淤积断面相邻测次的“冲淤面积”。除位山水库实测资料曾刊印相邻测次淤积断面间冲淤量外,其他均未计算淤积断面间冲淤量。截至1997年,下游河道共有107个统测断面,其中:铁谢—河道段为27个;高村—利津段65个;利津—河口段15个。1998年以后,为满足小浪底水库运用方式研究的需要,又在铁谢以下河道增设了39个淤积断面,水文局还在小浪底—铁谢区间补设了7个淤积断面。

黄河下游河道断面的平面控制为1954年北京坐标系,高程控制为大沽基面。

黄河下游河道断面测量,1956年前执行《黄河下游大断面测量修正实施办法》,1957年4月黄委会又颁发了《黄河下游河道普遍观测工作暂行办法(初稿)》,1964年10月黄委会又颁发了《黄河下游河道观测技术试行规定》,1978年济南水文总站编印了《黄河下游河道测验补充意见汇编》,1988年修订了《黄河下游河道测验技术补充规定》,1988年3月,黄委会水文局制定了《黄河下游河道观测技术规定补充意见》。1962年以后,依据相关规定或办法,根据水沙情况,按水流传播时间自上而下依次布置测次和时间,限期在7~10天内完成。一般每年统测2~4次,最多一年(1964年)6次,其他测次根据需要施测局部河段。

1.2 黄河下游冲淤量研究现状

由于黄河特殊的水沙变化和剧烈的河床调整,使得黄河下游的淤积断面测量工作非常困难。特别是流路的频繁摆动、主槽的移位,常常引起主槽长度的变化,再加上有些河段断面间距很大,对河道地形的代表性有限,致使黄河下游断面法冲淤量长期没有统一的结果。但是,黄河下游河道冲淤量又是其防洪决策和河床演变研究中不可缺少的重要数据,因而黄委会系统内几个单位曾用淤积断面成果计算了黄河下游断面法冲淤量。黄河水利科学研究院(下简称黄科院)泥沙研究所计算的成果已编印为《黄河下游河床演变基本资料汇编》,简称“绿皮本”(1987年版);原黄委会工务处的计算成果已编印纳入

《黄河流域防汛资料汇编第三册》，简称“黄皮本”(1985年版)；原黄委水文局实验科计算成果，已由三门峡水库运用总结项目组编入《三门峡水库水文泥沙资料数据库》，简称“数据库本”(1993年版)；1995年龙毓骞等曾收集了年鉴中已刊布的黄河下游河道水文观测资料、花园口河床演变资料、位山水库实验资料等系列淤积断面间距及冲淤面积资料以及仅为某一单位采用而未收入年鉴的冲淤面积等资料，对下游河道1990年以前的冲淤量重新进行了计算，并提出了“黄河下游断面法冲淤量计算与分析”报告，简称“白皮本”。这几个版本计算的时段、同区段的冲淤量均有差异，其差异情况见表1-1。

表 1-1 各版本计算断面法冲淤量差异统计

河 段	时 段	冲淤量(亿 m ³)				最大偏差 (亿 m ³)
		白皮本	数据库本	绿皮本	黄皮本	
铁谢—花园口	1964 ~ 1973	5.79	6.38	6.19	6.66	0.87
花园口—夹河滩	1962 ~ 1964	3.03	-3.03	-2.57	-3.29	0.72
	1964 ~ 1973	7.72	7.83	7.93	7.50	0.43
	1973 ~ 1979	1.52	1.51	1.27	1.85	0.58
夹河滩—高村	1964 ~ 1973	6.63	6.02	5.45	5.39	1.24
	1979 ~ 1986	-1.39	-1.46	-1.17	-	0.29
高村—孙口	1962 ~ 1964	-3.18	-3.04	-2.30	-2.02	1.16
	1964 ~ 1973	3.92	4.15	3.68	4.17	0.49
	1973 ~ 1979	2.64	3.25	2.83	3.10	0.61
	1979 ~ 1986	1.15	1.58	1.26	-	0.43
孙口—艾山	1962 ~ 1964	-0.40	-0.75	-0.45	-0.80	0.40
涿口—利津	1962 ~ 1964	-1.54	-2.09	-2.09	-1.72	0.55
	1964 ~ 1973	2.67	2.73	2.78	3.12	0.45
	1973 ~ 1979	1.42	1.51	1.52	1.22	0.30
	1979 ~ 1986	-0.26	-0.26	-0.45	-	0.19

从表1-1可以看出，不同河段、不同时段各版本计算结果的差异不同。其中，1964~1973年黄河下游河道淤积时期，夹河滩—高村河段，黄皮本与白皮本差别最大为1.24亿 m³，二者相差约23%；1962~1964年冲刷时期，高村—孙口河段，黄皮本与白皮本差别仍然最大，为1.16亿 m³，二者相差约57%。如此大的差别，给用户对河道冲淤量的采用带来了很大麻烦。其他时段，各版本的差别也很大。白皮本曾对造成差异的原因进行了初步分析，认为主要原因有：是否采用了花园口河床演变资料和位山水库实验资料；采用的断面间距差异；以及对1965年以前部分未测淤积断面河段，是否采用同流量水位差插补出冲淤面积等，参见文献[4]。

1.3 研究成果

针对已有研究成果中存在的问题，利用黄科院、水文局、河南局、山东局、黄委设计院等单位的技术优势，开展强强联合，集中攻关，取得了以下方面的研究成果。

(1)建成了黄河下游河道1951~2000年实测淤积断面资料数据库，对历年断面资料进行了初步审查(1990年以后)、考证、插补等，数据库资料翔实可靠。

(2)分析已有断面法冲淤量计算方法的适用性,提出了计算冲淤量的空间体积法,并研究了分滩、槽计算冲淤量的方法。

(3)利用三次河道地形图量算了黄河下游淤积断面间距,提取了历年统测断面滩地、主槽、深槽等位置、高程特征。

(4)建立了黄河下游数据库管理及分析计算软件(RGTOOLS)。数据库管理包括检索、插补、套绘、纠错等功能;分析计算包括滩、槽冲淤量计算,断面水力特征计算等。分析计算结果可形成不同格式的数据文件,适合不同的应用软件进一步加工处理。

(5)提供了一套 1951~2000 年黄河下游各年汛期前后测次各断面间的冲淤量、深槽冲淤量,在计算 1998~2000 年各测次间冲淤量时,未采用增设的断面资料。提出了黄河下游近 50 年的冲淤量时空分布及有关数据的推荐成果,并对断面法冲淤量进行了系统评价,研究了断面布设密度与冲淤量测验误差之间的关系,并提出了黄河下游淤积断面合理布设密度。

(6)用沙量平衡法分析了水文站实测输沙量的误差,比较了现行采用的引沙量差异,分析了实测容重资料并提出了推荐用于各河段的容重数字,论证了不能简单地应用上、下游两站输沙量差(考虑沿程引沙)的方法计算大河段的冲淤量。

(7)对断面法冲淤量及输沙量法冲淤量的误差来源、误差传递等进行深入研究,提出了黄河下游断面法、输沙量法冲淤量的适用条件。

目前,本项研究成果已广泛应用于小浪底库区库容及冲淤量计算、黄河调水调沙试验、基于 GIS 的二维水沙模型研制等治黄实践和科学研究中,同时在今后维持黄河下游主槽不萎缩等维持黄河健康关键技术的研究中也将发挥重要作用。

第2章 黄河下游淤积断面数据库的开发与应用

2.1 淤积断面实测成果审查与考证

2.1.1 实测成果审查

已整理刊印的黄河下游河道淤积断面资料有：黄河下游河道水文观测资料(1951~1990年系列，简称河道资料)、花园口河道演变试验资料(1957~1965年系列和1966~1967年系列，简称花园口试验资料)；位山水库试验资料(1960~1964年系列，简称位山试验资料)；河口水文试验资料(1970年以前)。1990年以后的实测资料尚未整理刊印。此次对1990年以前资料通过同一断面的不同测次的套绘进行了合理性检查，对1990年以后的资料由测量单位按复审要求进行了审查。河南各断面资料审查中发现并处理较大问题20个，其中：由于洪水过后一些淤积断面滩地新淤稀泥无法测验、借用断面明显不合理的15个，经本次审查予以改正；水位不合理的断面有2个，因无依据无法改正；其他问题3个，也因修改无实据仍保留原成果^①。山东河段内1991~1997年施测淤积断面资料按复审要求进行了审查，根据1991年5月和1997年7月两次完整淤积断面测量成果，处理了其他测次淤积断面资料借用问题。1998~2000年的断面资料则均系初步成果尚未经复审。

2.1.2 淤积断面位置一览表编制

此次将下游河道水文观测资料、花园口河床演变观测资料、位山区水文试验资料和河口水文试验资料四个系列年鉴所列的一览表，综合为统一的自小浪底到河口、自上而下依次排列的全部施测过的淤积断面位置一览表。一览表中列有各断面端点的X-Y坐标，可供今后分析河道平面演变时使用。

2.1.3 淤积断面编号

为便于利用计算机进行排序和检索，对各淤积断面进行了统一编号。编号时，在原有断面间预留了编号以备增设断面采用。按水文站划分的河段编号为：小浪底—花园口为0~200，花园口—夹河滩为200~300，夹河滩—高村为300~400，高村—孙口为400~500，孙口—艾山为500~600，艾山—泇口为600~700，泇口—利津为700~800，利津—渔洼为800~820，渔洼以下自821起编号。

2.1.4 淤积断面位置考证

1965年对黄河下游淤积断面进行了全面调整，对部分淤积断面的位置、方向、起点

① 苏群生.河南黄河断面统测资料审查情况报告.河南黄河勘测工程处,1999

距进行了微量调整或迁移,但仍保留原断面的名称。因此,必须进行淤积断面考证,以便为淤积断面套绘检查、计算冲淤量提供依据。有下列情况者,均视为一个淤积断面处理:①始端点未变,终端点外延者;②淤积断面位置未变,因测量交会方法不同而变动坐标者;③始端点外延小于 50 m 者;④原端点桩丢失,在原处重埋、重测坐标变动小于 50 m 者。

2.1.5 淤积断面高程的基面考证

根据各水位、水文站资料,下游河道观测资料,花园口河道演变观测资料和位山水库坝下实测淤积断面资料,其高程基面均为大沽基面。位山库区壅水区段杨集到坝址曾采用黄海基面,本次均根据年鉴所列的黄海高程与大沽高程的换算关系改正为大沽高程,如表 2-1 所示。

表 2-1 各断面黄海高程与大沽高程的换算关系

淤 积 断面号	站 名	水准点名	1961 年黄海高程 (m)	大沽高程 (m)	1961 ~ 1964 年 改正值(m)	1959 ~ 1960 年 改正值(m)
坝下 4	位 山	BM141	49.798	51.256	1.458	1.258
坝上 8	陶城铺	BM143	45.391	46.934	1.543	1.343
坝上 13	邵 庄	BM148	43.566	45.151	1.585	1.385
坝上 16	十里堡	淤积断面 24	47.021	48.228	1.207	1.107
坝上 18	路那里	BM1	47.883	49.46	1.577	1.497
坝上 21	刘山东	BM2	45.861	47.378	1.517	1.437
坝上 24	孙 口	左断面桩	48.026	49.921	1.895	1.815
坝上 26	龙 弯	BM102	47.261	49.156	1.895	1.815
坝上 29	伟那里	TBM1	47.102	48.649	1.547	1.467
坝上 31	席胡同	TBM1	47.590	49.419	1.829	1.759
坝上 33	杨 集	汴口水文 50	51.371	52.764	1.393	1.323

2.1.6 淤积断面端点桩起始点考证

淤积断面一般以左岸为起始点。但经考证,现已整理的统测资料中,历年均将右岸作为起始点的淤积断面或河段有:河道观测资料中的花园口(基)、八堡、来童寨、辛寨、高村、汴口淤积断面;花园口河床演变资料中的程庄—辛寨河段计 13 个淤积断面(1957 ~ 1967 年)。本次均以左岸为起始点予以改正,改正可根据简单关系完成,即将所有测点(x, z)中的 x 减去最左边端点的 x 值即可。

2.1.7 不同时段计算冲淤量采用淤积断面数

由于同一河段不同年份实测淤积断面数量不完全相同,因此不同时段冲淤计算采用的断面数不同。各计算时段断面间冲淤量所采用的淤积断面数如表 2-2 所示。

表 2-2 不同时段计算冲淤量采用的淤积断面数统计

河段	河道间距 (km)	各时段淤积断面数(个)			
		1951 ~ 1960 年	1960 ~ 1965 年	1965 ~ 1967 年	1967 ~ 1997 年
铁 谢—花园口	106	43	60	67	11
花园口—夹河滩	104	45	45	47	10
夹河滩—高 村	73	7	9	10	7
高 村—孙 口	121	13	20	13	13
孙 口—艾 山	62	39	38	13	16
艾 山—冻 口	100	11	11	13	13
冻 口—利 津	172	11	14	22	22

2.2 实测淤积断面数据录入与处理

2.2.1 录入与审查

实测淤积断面的数据先采取两次独立录入,然后再用计算机程序对比校对。如发现同一组数据不吻合,立即查对年鉴予以处理。使用 RGTOOLS 程序,套绘淤积断面对照套绘图逐断面进行合理性检查,发现有不合理的点据时,再进一步核对并处理,以此保证录入数据的正确性。

2.2.2 完整淤积断面插补

刊印的资料中只有少数测次记录了完整的淤积断面成果,其他测次对未实测部分均采用了在资料中标注借用某某测次的方式。为便于分析计算,此次输入淤积断面实测成果时,均按说明,利用 RGTOOLS 程序插补为完整的淤积断面成果资料。

2.2.3 测次编号

本数据库是以淤积断面为基础建立的,对测次进行了统一编号。编号方法是:

①汛前测次一般均在 5 月至 6 月,编号为××××20。②汛前测次以前其他各次,河南段为××××01,××××03 等;山东段为××××02,××××04 等。③汛后测次一般均在 9 月至 11 月,编号为××××60。④汛前到汛后之间测次河南段为××××21,××××23 等;山东段为××××22,××××24 等。⑤汛后测次以后至年底其他各测次,河南段为××××61,××××63 等;山东段为××××62,××××64 等。测次前所加年份××××为四位数,如 1958、2000 等。采用这一方法编号主要是为了区别汛前、汛后测次和加测测次,以利于计算机排序和检索。

2.2.4 录入工作量统计

淤积断面实测成果表均先按年鉴中的测次录入,后按淤积断面重新进行排列。录入

量统计如表 2-3 所示。

表 2-3 淤积断面实测成果表录入量统计

按测次	内容	河南段		山东段						全下游	
起迄年份		文件数	字符数	文件数	字符数	文件数	字符数	文件数	字符数	文件数	字符数
1950~1974	河道资料	41	1 550	41	1 650					82	3 200
1950~1974*	河道资料	24	740	18	582					42	1 322
1975~1980	河道资料	12	553	12	1 040					24	1 593
1981~1985	河道资料	11	967	11	960					22	1 927
1986~1990	河道资料	10	442	10	660					20	1 102
1991~1997	河道资料	14	1 180	14	1 410					28	2 590
1957~1959	花园口实验站	77	2 400							77	2 400
1960~1967	花园口实验站	66	5 270							66	5 270
1959~1964	位山水库 (上游)			50	2 150					50	2 150
1959~1962	位山水库 (下游)			56	1 860					56	1 860
小计		255	13 102	212	10 312					467	23 414
按断面	内容	河南段		山东段						全下游	
		小浪底—河道		高村—艾山		艾山—利津		利津—渔洼 —河口			
1950~1974	河道资料	39	1 510	28	887	36	990	8	196	111	3 583
1950~1974*	河道资料	38	966	26	500	35	643	22	418	121	2 527
1975~1980	河道资料	27	861	25	1 180	35	2 050	29	1470	116	5 561
1981~1985	河道资料	27	980	29	795	35	877	16	432	107	3 084
1986~1990	河道资料	27	785	29	1 070	35	948	17	417	108	3 220
1991~1997	河道资料	27	1 300	29	931	35	936	17	467	108	3 634
1957~1959	花园口实验站	56	2 140							56	2 140
1960~1967	花园口实验站	101	6 760							101	6 760
1959~1964	位山水库 (上游)			58	2 030					58	2 030
1959~1962	位山水库 (下游)			53	4 420					53	4 420
小计		342	15 302	277	11 813	211	6 444	109	3 400	939	36 959

注：*代表非主要测次；字符数以 kb 计。

2.3 数据库管理及分析系统(RGTOOLS)的研制和开发

2.3.1 环境分析^①

数据库管理以及分析系统的开发均立足于微型计算机，系统开发选用中文 Windows

① 梁国亭，河道断面分析系统及其应用，黄河水利科学研究院，2000

开发环境,采用 Visual Foxpro 6.0、Visual Basic 6.0、Visual C 6.0 等编程语言。

2.3.2 数据分析

数据库管理及分析系统的应用对象是与河道实测淤积断面资料有关的数据,涉及测验淤积断面位置、测验次数、淤积断面特征值、淤积断面成果表等原始数据和分析数据,具有涉及面广、结构不同、类型复杂、数据量大、相互之间关系复杂等特征。从整体上可划分为以下三大部分:

(1)数据库的表结构:有淤积断面位置表、实测淤积断面原始资料表、淤积断面特征值表。其中,测验淤积断面位置是实测淤积断面资料表和淤积断面资料要素表的主控文件。

(2)分析数据。它是用户通过分析实测淤积断面特征得到的数据,如实测淤积断面特征值数据。

(3)分析计算数据。用 Office 中 Excel 作为输出界面,存放或编辑计算的淤积断面面积、宽度、冲淤面积,河道不同时段、区段的冲淤量及不同高程下的河道容积等数据。

原始数据、分析数据加载方式有两种,一是采用系统定义的数据库格式进行装载;二是将有关数据应用 Office 中 Excel 软件录入,再通过本系统转换为系统格式文件装载。

2.3.3 功能分析

根据对黄河下游实测淤积断面分析和计算的要求,本数据库分析系统的功能主要包括以下几个方面:

(1)套绘实测淤积断面图,并且用 Excel 等 Windows 应用软件,将套绘的淤积断面图直接输出到打印机或绘图仪打印。

(2)同一淤积断面不同测次的淤积断面图可同时显示在屏幕上,用户可以任意划分一个或多个子淤积断面,用鼠标移动或人工输入边界位置坐标,存储到数据库内。

(3)计算不同高程下主槽、深槽、滩地及全断面或用户定义的子断面的面积、宽度、水深、湿周和河床平均高程,以及相邻测次之间的冲淤面积。

(4)快速或慢速显示任意多个相邻测次淤积断面图,用户随时可以检查数据是否有错误,或者测量数据是否合理,并可以直接修改数据。

(5)计算在不同高程下河道任意淤积断面间体积,应用于水库时,可计算分级水库库容。

(6)计算不同测次、不同断面间主槽、深槽、滩地及全断面的冲淤量。

(7)将复杂的实测淤积断面资料概化为阶梯形淤积断面资料,用于河道泥沙数学模型计算

2.3.4 功能设计

按照结构化和模块化的原则,采用自顶向下、逐层分解的方法,将河道淤积断面分析系统设计成相对独立、功能单一的模块组成系统。

河道淤积断面分析系统的主要功能如下:

(1)输入编辑:对输入数据进行编辑,对借用部分进行插补,主要服务于原始数据和

分析数据。

(2)输出文件生成。将系统运行的计算结果自动生成为所需的 Excel 文件，用于输出计算的数据结果。

(3)显示系统。用于浏览系统原始或运行的各种数据及图像。

(4)综合编辑。利用系统或 Excel 软件对文件进行多种操作，例如查询、统计、制表、打印等。

第3章 断面法冲淤量计算方法

3.1 淤积断面分析检查及淤积断面特征值的确定

3.1.1 滩槽定义与划分

黄河下游河道断面为典型的复式断面，由主槽和滩地组成。主槽即中水河槽或中水河床，包括嫩滩及深槽。由于中水较洪水持续的时间长又较枯水的流速大，所以在中水时能维持一个比较明显的深槽。黄河下游高村以上河段，洪水时水面宽度可达数公里乃至 10 km 以上，但实测资料表明，洪水时主槽宽度多在数百米至 1 500 m，主槽通过的流量常常占总流量的 80% 左右。滩地系指河道中主槽以外大堤以内的部分，包括二滩和高滩，滩槽定义见图 3-1。

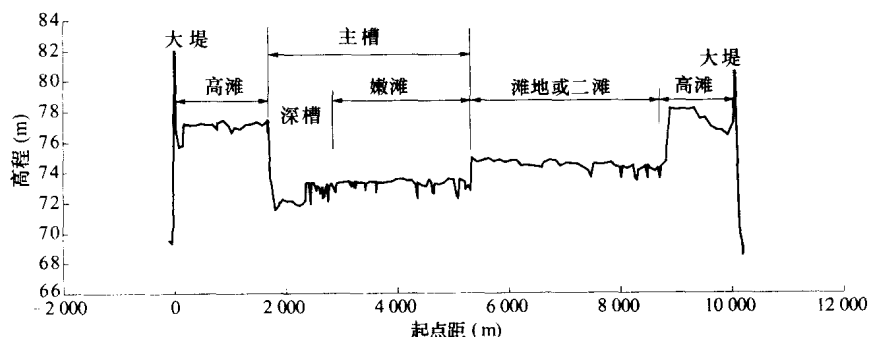


图 3-1 典型实测大断面特征示意图

3.1.2 历年淤积断面合理性检查

历年淤积断面套绘检查，是处理突出不合理问题的重要手段，通过本次资料审查发现并处理了夹心滩未测、借用不合理等问题，多达数十处。应当指出的是，在对历年断面资料套绘时还发现个别断面资料有不合理之处，由于不了解当时情况，未予修正。

3.1.3 河道淤积断面特征值摘录

在选摘某一淤积断面的特征值时，首先利用程序将该断面的历年资料进行套绘，检查有无突出和异常点，如发现可疑之处，即将原始资料进行检查对照。判定断面资料无误后，根据历年断面套绘图的变化情况，划分高滩、二滩相对稳定的时段，并分别摘录其特征值。一般情况下，如两个测次高滩滩唇和二滩滩唇的起点距变化不超过 50 m、高程变化不超过 10 cm 时，仍采用上个测次的起点距和高程。

由于黄河下游两岸控导工程的影响，有的淤积断面主流紧靠左岸或右岸，靠近主流