

黄河口拦门沙研究动态 *

THE RESEARCH TRENDS OF MOUTH SANDBAR IN YELLOW RIVER

黄海挺 杨作升 张彩云

(中国海洋大学河口海岸研究所 青岛 266003)

中图分类号 P736 文献标识码 A 文章编号 1000-3096(2003)06-0035-03

拦门沙是径流输沙运移过程中,在河口附近,由于能量释放,河流动力与海洋动力及其泥沙自身重力相互作用,咸淡水混合,发生絮凝而沉降在河口附近的隆起沙体,是海与陆相互作用的产物。河口拦门沙的存在,不但阻碍了黄河的排洪、泄沙和泄凌,而且因其特殊的水沙条件造成河口区河道改道频繁,对航运和河口治理带来困难。近年来,随着黄河三角洲地区经济的不断发展,特别是胜利油田的发展,越来越要求黄河特别是黄河口有稳定的流路。此外,由于黄河口拦门沙特殊的地理位置及其特殊的水动力环境,使得黄河口拦门沙在河口动力学,河口沉积地球化学研究中都有着不可代替的作用。

1 研究现状

90年代以来,有关黄河口拦门沙的问题,国内多所大中专院校和有关科研机构进行了多方面的研究^[1-10]。其中国家“八五”攻关重点项目最具有代表性,该研究项目利用实测资料分析、数学模型模拟等手段,围绕黄河口拦门沙水沙特性、演变模式、演变的影响因素及河口口门段沟汊体系的形成机制等进行了较系统的研究,其结论主要有5个方面。

1.1 拦门沙形态

黄河河口不断淤积延伸是造成黄河下游河道淤积,河床抬高乃至形成地上悬河的主要原因之一。黄河每年携带巨量泥沙入海,河口变动剧烈,拦门沙也频频改变形态与位置。黄河口拦门沙的存在使得侵蚀基面抬升,河道泄水排沙不畅,水位壅高,泥沙沉积,产生溯源淤积。吉祖稳、胡春宏^[4]认为,拦门沙的平面形态比较复杂,但就某一时段而言,当河流动力占优时,拦门沙以口门外沙堤为主(图1中的A所示),当

海洋动力占优时,拦门沙以口门以内沙坎为主(图1中的B所示),而当两者动力相当时,则拦门沙既有口门外的沙堤,也有一些散乱的堆积体(图1中的C所示)。李泽刚结合国内外有关拦门沙研究资料,在文献[5]中将黄河口拦门沙与国内外其他河口拦门沙进行了比较,发现黄河口拦门沙具有长度短、顶部水深浅和前缘坡度陡三大特点。中国水利水电科学研究院泥沙研究所通过历年拦门沙的演变情况,在文献[6]中将黄河口尾闾河段概化出四个区:尾闾河道区、径流潮波区、径流潮流区和滨海区,而径流潮流区与拦门

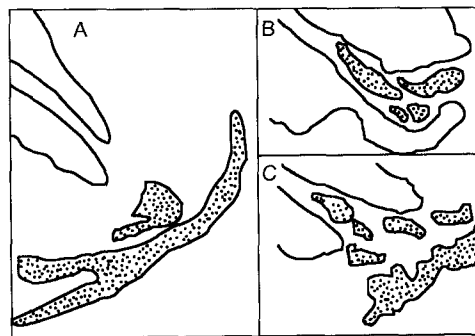


图1 黄河口拦门沙平面示意图^[3]

沙区相对应,进而将拦门沙区分逆坡段、顶坡段、陡坡

* 教育部重点基金项目 01109 号。

第一作者:黄海挺,出生于1976年,硕士研究生,从事海洋GIS研究。电话:0532-2032113, E-mail: calvin-huang@21cn.com

收稿日期:2002-05-21;修回日期:2002-07-17

段和缓坡段,并将其横向演变模式概化为阶梯形。

总之,因拦门沙是上游来水来沙及各种动力相互作用的产物,其平面形态也是相当复杂的,对其形态的研究也只能通过多年资料对其进行统计分析,并结合一定的动力学机制,才能对其进行简单的预测。

1.2 影响拦门沙的因素

影响拦门沙演变的因素可分为四大类^[3-5]:(1)来水来沙量及来沙组成。黄河是典型的水少沙多型河流,多为丰水丰沙,枯水枯沙,径流携沙是拦门沙形成的物质基础;(2)拦门沙水沙动力特性,包括流速、含沙量、泥沙粒径等;(3)河口区海洋动力的影响,包括潮汐、潮流、波浪和风暴潮等;(4)间断性因素,包括口门的摆动、人工改道挖沙等。

拦门沙的影响因素很多,但哪一种是主要因素,目前尚处于研究阶段。其中来水来沙情况对拦门沙的影响,可通过河口地区水文站多年的水量和沙量进行统计分析。黄河径流自三门峡水库建成以后,水量和沙量减小了50%以上,这样的来水来沙条件下,拦门沙是否还能存在这一问题在青岛海洋大学2002年4月份的有关黄河口泥沙研究研讨会上被提了出来。但黄河水利科学研究院研究认为,随着上游水土保持工作的持续发展,到达河口的水沙量只是相对减少,其绝对水沙量仍在亿吨量级,水量沙量的减少并不彻底改变河口拦门沙的演变。

1.3 拦门沙的形成机理

文献[5,6,9]通过实测资料和动力学实验分析表明,黄河口拦门沙主要是在河流与海洋双向动力的平衡位置——滞流点附近淤积而成的,滞流点的位置随着潮汐的涨落而发生变化,涨潮时偏向上游,落潮时偏向下游。在整个滞流点影响范围内,由于盐楔的存在出现一高含沙区,这一高含沙区的运动直接影响了拦门沙的演变。同时文献[4]指出拦门沙的形成与水沙关系密切,在大水时径流所带泥沙直接在口门外堆积,并且是拦门沙形成的主要阶段;小水时,滞流点在口门以内,泥沙主要在口门内堆积;中水时,滞流点在口门附近摆动,高潮时在口门内,低潮时在口门外;涨潮时,陡坡段和顶坡段遭受侵蚀,逆坡段有轻微淤积;落潮时,逆坡段冲刷,顶坡段和陡坡段淤积。

1.4 拦门沙的演变

近年来,进入黄河河口的水量大幅减少,来水来沙时间上分布悬殊,黄河口拦门沙的演化有了新的特

征。拦门沙的演变淤积模式是由来水来沙条件、海洋动力条件和河口入海处边界条件等多种因素所决定。文献[3,4]通过有关资料分析得出:近期拦门沙纵向变化以淤积延伸为主,坎顶高程时升时降,前期拦门沙发育比较充分,后期发育比较平缓,并结合实测资料,概化出了拦门沙的纵向演变模式,即前边所提及的有关黄河口尾间河段分区;拦门沙的横向断面主要是淤积抬升,其概化模式为一倒“U”型。

1.5 拦门沙区的流速、含沙量及拦门沙规模

黄河口口门河段目前长约20 km,在此河段内,涨潮时垂线平均流速以沿程减小为主,落潮时,垂线平均流速以沿程增加为主。在拦门沙区,涨落潮期间的水流垂向平均流速相差较大,有时达2~3倍。拦门沙区的含沙量主要取决于径流含沙量,且涨、落潮垂向平均含沙量有所不同,垂线分布也不均匀,表底层含沙量较大,而口门内河段的含沙量亦具有随潮汐涨落而变化的特点。

文献[9]认为:各个口门由于行水时间不同,射流方向变幅不同、来水来沙条件不同,所堆积的拦门沙形态各异,大小不一,面积较大达50 km²,较小的不足10 km²;1987年黄河口的实测资料表明:拦门沙沿河流轴长度约5~6 km,以水深0~1 m包络的范围看,横向范围在0~7 km之间,平面范围大约40 km²。据1984~1992年的实测资料,拦门沙的高度为0.25~1.75 m,平均为1.07 m。这种形态和特征仅是短时间内的,因为拦门沙是一个动态的演变过程,其形态会很快地被接踵而来的洪水淤泥所改变。

由于技术手段及观测资料等因素的制约,目前大多数学者对拦门沙的研究还仅限于定性的描述。

2 数学模型在拦门沙研究中的应用

80年代以来,数学模型应用于河口研究已取得了显著的成效,并日益发展为研究河口的有力工具。黄河口因其含沙量较高,所以悬移质输沙在河口泥沙研究中起主导作用。早期60年代窦国仁利用不恒定流输沙平衡原理,讨论潮汐水流中含沙量逐时沿程变化规律,在此基础上提出潮汐河口河床变形的计算方法,后来他又试图从整个流域、河流及河口整体出发,结合流体动力学规律和方法,从理论上探讨冲积河流及感潮河口的河床形态,利用连续方程、输沙平衡方程、动力方程和河床最小活动性方程,导出河床

水力几何形态关系式,并用河流和潮汐河口进行验证^[11,12]。1978年王尚毅提出泥沙冲积河流及河口泥沙问题的一种数学模型^[13]。1988年张世奇^[14]建立了二维动边界冲淤计算模型,结合黄河口的实际情况,考虑了潮汐、径流、风及絮凝作用的影响,计算了多种水沙及风力作用下的输沙及冲淤变形,并对长时期的冲淤变形进行系列累加计算,力图反映河口淤积~延伸~摆动~改道的复杂现象,计算的冲淤量大致与实测相当。此外,还有很多学者通过各个角度对河口河床演变进行了数学模拟。

随着大容量电子计算机的发展和河口动力理论的不完善,河口数学模型已由早期的一维、二维模拟到现在的三维,由单一的流模拟到波流模拟,单一的数学模型到当今的复合模型。

数学模型已成为研究河口的有力手段,但也存在诸多问题。河口问题比较复杂,现有的模型还欠完善,很多关键性问题如大范围水流模型、异重流和水流模拟方法等还有待于发展和改进。数学模型虽然已取得很大进展,但有关河口拦门沙问题的数学模型现在还很欠缺。河口拦门沙模型必需考虑河口径流、泥沙、河口海洋动力及河口边界条件等多种因素,需要通过多学科相结合的方法才能实现。

3 地理信息科学在黄河口拦门沙研究中的应用

地理信息系统 (Geographical Information System, GIS)是集计算机科学、地理科学、测绘、遥感学、环境科学、空间科学、信息科学、管理科学等于一体的新兴边缘学科,自20世纪60年代问世以来,取得了迅速的发展,目前已用于各个部门。地理信息最主要的功能就是其强大的空间分析功能。正是基于地理信息此独特的功能,现有关科研人员已将地理信息科学用于拦门沙的研究之中,并取得了一定的成果^[15,16]。青岛海洋大学河口海岸研究所首次利用地理信息科学对1996年黄河口改道以来河口拦门沙分布,河口区泥沙冲淤等问题进行了研究,并取得了一些很有启发性的成果。如河口研究区的泥沙冲淤分布、冲淤数量及冲淤速率研究,二维及三维可视化等,其部分成果已发表于有关期刊上^[17]。将地理信息科学应用于黄河口泥沙问题研究,可弥补黄河口有关资料的严重不足等问题,也改变了目前对拦门沙仅仅是单一的定性描述的状态,达到定量半定量化的研究。利用地理信息科

学研究拦门沙有关方面问题将是黄河口拦门沙研究的一种趋势。

4 结语

90年代以来,各科研院所通过大量的实测资料及有关实验对拦门沙的形态、演变、形成机制及其影响因素进行了研究,但多仅限于定性描述。随着数学模拟和地理信息科学的不断发展,河口拦门沙问题研究将逐渐由定性描述走向定量半定量分析,将为河口泥沙治理提供有效的依据。

参考文献

- 1 刘凤岳. 河口拦门沙地貌特征. 海洋通报, 1990(5): 72-76
- 2 叶青超. 黄河口拦门沙发育动态. 地理研究, 1996(1): 58-65
- 3 吉祖稳、胡春宏. 黄河口拦门沙近期演变及模式探讨. 人民黄河, 1995(8): 1-5
- 4 吉祖稳、胡春宏. 黄河口拦门沙演变分析. 泥沙研究, 1995(3): 1-10
- 5 李泽刚. 黄河口拦门沙形成和演变. 地理学报, 1997(1): 54-62
- 6 李泽刚. 黄河口拦门沙的形成机制. 海洋学报, 1993(1): 84-91
- 7 崔金瑞、夏东兴. 黄河口拦门沙形成机制. 海洋通报, 1991(6): 55-60
- 8 陈樟榕. 现行黄河口拦门沙的形态和演化. 青岛海洋大学学报, 1997(4): 539-545
- 9 蔡明理、王颖. 黄河三角洲发育演变及对渤、黄海的影响. 南京: 河海大学出版社, 1999
- 10 李九发. 长江河口拦门沙河床淤积和泥沙再悬浮过程. 海洋与湖沼, 2000(1): 101-109
- 11 窦国仁. 潮汐水流中的悬沙运动及冲淤计算. 水利学报, 1963(4): 13-23
- 12 窦国仁. 平原冲积河流及潮汐河口的河床动态. 水利学报, 1964(2): 1-13
- 13 王尚毅. 泥质冲积河流及河口泥沙问题的一种数学模型解. 天津大学学报, 1978(2): 10-16
- 14 张世奇. 二维动边界潮流输沙及河床变形计算. 泥沙研究, 1988(4): 55-63
- 15 陈述彭、鲁学军、周成虎. 地理信息系统导论. 北京: 科学出版社, 2000
- 16 黄杏元、马劲松、汤勤. 地理信息系统概论. 北京: 高等教育出版社, 2001
- 17 张彩云、杨作升、张勇. Mapinfo 在黄河口拦门沙研究中的应用. 海岸工程, 2002(3): 8-10

(本文编辑:刘珊珊)