

DOI :10.3880/j. issn. 1006-7647. 2009. 03. 011

小开河灌区渠道的输水输沙特性^①

胡 健¹ ,王景元² ,戴 清¹ ,傅建国² ,韩小军²

(1. 中国水利水电科学研究院泥沙研究所 ,北京 100044 ; 2. 小开河引黄灌溉管理局 ,山东 滨州 256600)

摘要 :依据小开河灌区运行 10 a 来的资料 ,总结灌区引水引沙条件和渠道断面特性 ,研究干渠不同渠段的引水分布特征和泥沙长距离输送、淤积特性。根据断面实测流量资料 ,给出输沙渠不同渠段的河宽、水深、流速、水力半径等水力参数与流量关系的水力几何形态指标 ,进而得出小开河灌区不同渠段的水流挟沙力与流量的关系。计算结果表明 ,设计流量下小开河灌区输沙渠沿程输沙能力变化不大 ,输沙渠中段由于渠道宽度较大 ,相同流量条件下的输沙能力较上、下段偏小约 2 kg/m³。

关键词 :渠道 ;输水输沙特性 ;水力几何形态 ;水流挟沙力 ;小开河灌区

中图分类号 :TV143⁺ .4 文献标识码 :A 文章编号 :1006-7647(2009)03-0041-05

Study on water and sediment transport characteristics in canals of Xiaokaihe irrigation district //HU Jian¹ , WANG Jing-yuan² , DAI Qing¹ , FU Jian-guo² , HAN Xiao-jun² 1. Department of Sediment Research , China Institute of Water Resources and Hydropower Research , Beijing 100044 , China ; 2. Xiaokaihe Bureau of Yellow River Diversion Irrigation Management , Binzhou 256600 , China)

Abstract : Based on field data from Xiaokaihe irrigation district , the characteristics of water and sediment transport and the properties of canal sections are summarized. The diversion distribution characteristics of different segments of trunk canals and the properties of the long distance transport and deposition of sediment are studied. According to the sections ' discharge data , some hydraulic geometry indexes are put forward , which illustrate the relationship between flow discharge and hydraulic parameters such as the canal width , depth , flow velocity and hydraulic radius. Consequently , the relationship between sediment carrying capacity and flow discharge of different segments is obtained. Results show that the capacity of flow and sediment transport changes little along the channel when discharge is the designed flow. With the same flow discharge , sediment carrying capacity in middle trunk canals is about 2 kg/m³ less than in the upper and lower canals in Xiaokaihe irrigation district.

Key words : canal ; water and sediment transport characteristics ; hydraulic geometry ; sediment carrying capacity ; Xiaokaihe irrigation district

引黄工程引水必引沙 ,引黄灌区渠道水沙特性研究是伴随着引黄灌溉事业的发展而兴起的。20 世纪五六十年代对引黄渠道的研究主要是针对渠道的水流挟沙力^[1-2]。20 世纪 90 年代 ,引黄渠系渠首多年淤积泥沙堆积严重 ,作为“八五”国家重点科技攻关项目 ,人们对引黄渠系泥沙利用问题做了专门的研究 ,提出远距离输沙、泥沙分散处理的思想^[3] ,小开河灌区正是在这一思路下设计出来的^[4]。王延贵等^[5-7]以山东灌区资料为基础 ,对引黄典型灌区的泥沙运动特性与淤积成因进行分析 ,研究了断面形态、渠道特性对水流挟沙力及远距离输沙的影响。毛伟兵等^[8]总结了小开河灌区的大比降、远距离输沙设计思想 ,分析小开河灌区泥沙空间分布规律与山东省其他引黄灌区泥沙空间分布规律的差异性。

小开河灌区由于渠首没有合适的沉沙条件 ,沉沙池设在灌区中游距渠首 51 km 处 ,灌区采用大比降、远距离输沙技术 ,通过输沙渠将泥沙远距离输送至沉沙池 ,开创了灌区远距离输沙的先例。笔者依据小开河灌区运行 10 a 来的资料 ,总结灌区引水引沙条件和渠道断面特性 ,分析灌区内的水沙分布特征 ,研究输沙渠在长距离输送水沙方面的特性。此方面研究对于指导黄河下游引黄灌区的设计、建设和运行管理有一定的参考价值。

1 灌区概况

小开河灌区位于黄河下游左岸 ,地处黄河三角洲腹地 ,纵贯山东省滨州市中部 ,南起黄河大堤 ,北至无棣县德惠新河 ,东以秦口河及新立河为界 ,紧靠

作者简介 :胡健(1975—) ,男 ,江西九江人 ,高级工程师 ,硕士 ,从事水力学及河流动力学研究。E-mail :hujian92@gmail.com

①参加本项目工作的还有中国水利水电科学研究院张治昊、袁玉平和小开河引黄灌溉管理局庞启航等同志。

韩墩灌区,西与簸箕李、白龙湾、大崔灌区为邻。灌区控制土地面积为 149 820 hm²,其中耕地面积为 106 667 hm²,设计灌溉面积为 73 333 hm²,实际灌溉面积为 82 267 hm²,设计引水流量为 60 m³/s,加大引水流量为 85 m³/s,年设计引水量为 3.93 亿 m³。

灌区内地势平坦,坡度较缓,自然地形南高北低,区内主要排水河道有徒骇河、秦口河及其支流,灌区概况见图 1。马颊河、德惠新河自灌区北部边缘流过,徒骇河流经灌区南部。秦口河是灌区的骨干排水河道,灌区控制范围内长达 65 km,其支流有东支流、勾盘河、白杨河、青坡沟、全家河、小米河、郝家沟。



图 1 小开河灌区概况

小开河引黄灌区一期工程于 1993 年底开工建设,至 1997 年底先后完成了渠首引黄闸、徒骇河渡槽等 7 座大中型干渠建筑物的建设。1998 年完成渠道开挖 62 km、建筑物建设 97 座、衬砌施工 27.5 km,并于年底进行了试放水,工程自 1999 年起发挥效益。1999~2004 年完成下游 27.3 km 的输水渠土方开挖及其配套工程、输沙渠 15.7 km 的渠底衬砌及 23.74 km 的半断面衬砌(二期衬砌)施工。灌区运行 10 a 以来,输沙干渠冲淤平衡,基本处于不淤状态,泥沙在灌区内的空间分布合理,在一定程度上避免了引黄灌区集中处理泥沙的危害,减轻了引黄泥沙对当地社会、经济、生态环境的负面影响。

1.1 引水引沙条件

小开河灌区于 1998 年建成并初步投入运用,略早于小浪底水库蓄水时间,灌区引水含沙量明显受

小浪底水库的影响。图 2 为小开河灌区渠首站引水引沙的年际变化,图 3 为渠首站年均引水流量和引水含沙量的年际变化。由图 2~3 可知,灌区多年平均引水量为 2.68 亿 m³,年均引沙量为 106.0 万 t,年均引水流量为 26.0 m³/s,年均引水含沙量为 3.88 kg/m³(质量浓度,下同)。其中,最大引水量达 4.22 亿 m³(2002 年),最小引水量为 1.51 亿 m³(1999 年),年引水量最大相差 2.8 倍。受小浪底水库的蓄水拦沙作用影响,灌区年引沙量不大,各年引沙量均小于 200 万 t,年引沙量最大为 168.6 万 t(1999 年),最小为 59.0 万 t(2004 年),仅相差 2.9 倍。1999 年的年均引水含沙量(11.2 kg/m³)明显高于其他年份的年均引水含沙量,是 1999~2006 年多年平均含沙量(3.88 kg/m³)的 2.9 倍。引水最大含沙量为 23.1 kg/m³,出现在 1999 年,最小含沙量为 0.89 kg/m³,出现在 2006 年。

灌区引水以中、小流量为主,大流量引水所占比例较小。1999~2007 年期间平均引水天数为 119.2 d,日均引水最大流量为 71.6 m³/s,最小引水流量为 0.95 m³/s。其中,日均引水流量小于 20 m³/s 的占 39.9%,20~40 m³/s 的占 42.6%,两者合计占全部引水天数的 82.5%;而日均引水流量 40~60 m³/s 的仅占 15.4%,大于 60 m³/s 的占 2.1%。

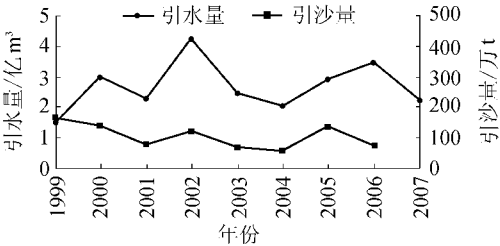


图 2 渠首站引水引沙的年际变化

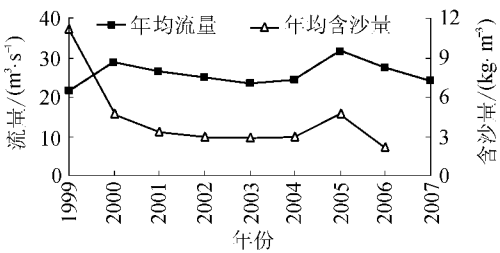


图 3 渠首站年均引水流量、含沙量的年际变化

1.2 渠道断面特性

干渠由输沙渠、沉沙池和输水渠组成,全长 91.5 km,其中输沙渠 51.3 km、沉沙池 4.16 km、输水渠 36.04 km。输沙渠分为全断面衬砌和半断面衬砌 2 种,全断面衬砌渠段长 20.7 km,半断面衬砌渠段长 30.6 km。输沙渠底宽 14.0~20.0 m,设计水深 2.20 m,加大水深 2.36 m,渠底比降 1/5 500~1/6 800,边坡 1:1.75,设计流速 1.00~1.39 m/s,输

表 1 输沙渠设计参数

渠 段	长度/m	设计流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	加大流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	渠底比降	底宽/m	糙率
引黄闸—堤口赵	3930	60	85	1/5500	16.0	0.014
堤口赵—徒骇河渡槽	14496	60	69	1/6400	17.6	0.014
徒骇河渡槽—惠滨公路桥	7350	60	69	1/6800	18.4	0.014
惠滨公路桥—钦八生产桥	5680	55	63	1/6800	20.0	0.017
钦八生产桥—勾盘河渡槽	11409	45~50	52~58	1/6800	18.4	0.017
勾盘河渡槽—白杨河渡槽	8386	40	46	1/6800	14.0~16.4	0.017

沙渠的主要设计参数见表 1。与输沙渠连接的沉沙池呈梭形,底宽 20 ~ 320 m。输水渠底宽 19.4 ~ 21.0 m,边坡 1:2.5,设计水深 1.70 m,比降 1/10000。

2 渠道输水输沙特性

输沙渠及沉沙池段的主要观测站包括渠首(桩号 0+035)、孙集(桩号 25+963)、大寨河(桩号 51+333)、青坡沟(桩号 55+648)。分 4 段研究渠道的引水分布特征,其中输沙渠由孙集站分成长度大致相等的上段和下段,即输沙渠上段(渠首—孙集)、输沙渠下段(孙集—大寨河)、沉沙池段(大寨河—青坡沟)和输水渠段(青坡沟以下)。各主要观测站的逐年引水量见图 4,各渠段引水比的年际变化见图 5。

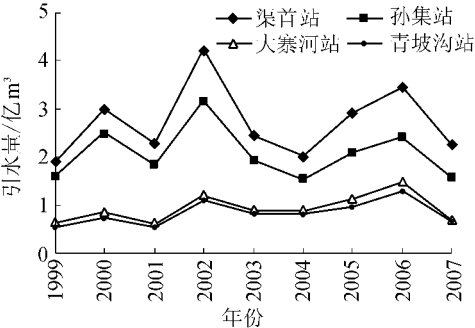


图 4 各测站的逐年引水量

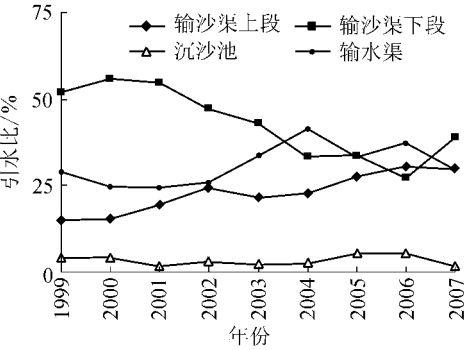


图 5 渠段引水比的年际变化

2.1 引水分布特征

输沙渠上段全长约 26 km,渠段大部灌区内分为全衬砌渠段,尾部约 6 km 为半衬砌渠段,主要为灌区内开发区、滨城区、惠民区 3 个片区及西海供水。1999 ~ 2007 年输沙渠上段的累积引水量为

5.72 亿 m^3 ,占全部引水量的 23%。灌区建成以来输沙渠上段的引水比例逐渐增加,1999 年的引水比为 15%,2007 年增至 30%(图 5)。

输沙渠下段全长 25.4 km,包括阳信和沾化 2 个用水片区。由图 4 ~ 5 可知,该区段引水量最大,1999 ~ 2007 年累积引水量为 10.46 亿 m^3 ,占全部引水量的 43%,引水的年际特点表现为年引水量和引水比逐渐减小。前 5 年(1999 ~ 2003 年)的年引水量均超过 1 亿 m^3 ,2002 年引水量高达 1.99 亿 m^3 ,5 年内引水比例下降明显,由 1999 年的 55% 降至 2004 年的 33%,之后引水量基本稳定在 0.9 亿 ~ 1.0 亿 m^3 ,引水比稳定在 33% 左右。

沉沙池的用途在于沉沙,其沿程引水渠仅包括支 15 ~ 17 和加支 15 这 4 条支渠,引水量小,1999 ~ 2007 年累积引水量为 0.78 亿 m^3 ,仅占引水总量的 3%。下游输水渠承担着无棣县区的供水,1999 ~ 2007 年累积引水量为 7.51 亿 m^3 ,多年平均引水量为 0.83 亿 m^3 ,约占引水总量的 31%。随着工程建设的完成,输水渠的引水比例逐渐增加,2004 ~ 2007 年的平均引水比为 35%。

2.2 泥沙淤积分布及组成

小开河灌区采取远距离输沙和集中沉沙相结合的泥沙运行管理方式,一部分泥沙通过输沙渠远距离输送至中游沉沙池进行集中沉沙,此部分泥沙约占引沙总量的 57.6%;另一部分泥沙利用输沙渠的支渠引浑水灌溉,通过引沙入田的模式分散处理泥沙,支渠的分沙比约为 31.7%。由于输沙渠采用大比降、远距离输沙技术,有效地提高了渠道的输沙能力,渠道内泥沙淤积较少,仅占 10.7%。根据山东省水利厅的研究,该省引黄泥沙的平面分布特征为:沉沙区(含淤改区)淤积占 46.2%,各级渠系占 38.5%,进入田间占 8.8%,下泄排水系统占 6.5%。对比可见,小开河灌区的长距离输沙和分散处理泥沙技术减少了渠系的淤积量,提高了泥沙入田比例,大幅度降低了引黄泥沙的处理成本。

据小开河灌区 2008 年春灌的淤积物取样,灌区各部位淤积泥沙的颗粒组成表现为沿程细化的特点:位于输沙渠中间位置的支 5(桩号 28+250)泥沙

淤积物中大于 0.05 mm 的粗颗粒质量分数为 97% ,支 11(桩号 42 + 233)减小至 89%。进入泥沙池后淤积泥沙明显变细 ,小于 0.05 mm 的颗粒质量分数提高到 49%。

3 渠道特性

3.1 水力几何形态

河槽水力几何形态是水流与河槽形态、动床阻力特性综合作用的反映 ,与河道输沙特性的关系极为密切。灌区渠道大多是设计渠道断面 ,断面形式以梯形为主 ,具有固定的断面形态和稳定的水力几何形态特性 ,河宽 B 、水深 h 、流速 v 、水力半径 R 等参数与流量 Q 之间存在着简单的指数关系^[9] ,可表达为

$$\begin{cases} B = \alpha_1 Q^{\beta_1} \\ h = \alpha_2 Q^{\beta_2} \\ v = \alpha_3 Q^{\beta_3} \\ R = \alpha_4 Q^{\beta_4} \end{cases} \quad (1)$$

式中 $\alpha_i, \beta_i (i = 1, 2, 3, 4)$ 分别为渠道对应水力参数的系数和指数。根据流量连续定律 ,有 $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$ 。

根据 1999 ~ 2007 年小开河灌区部分站点的干渠实测资料 ,线性回归拟合得到水力几何形态指标 ,见表 2。灌区渠道为衬砌断面 ,河岸的抗冲性较强 ,具有稳定的几何形态。回归分析表明 ,河宽因受岸壁限制受流量的影响最小 ,因此河宽与流量的指数小 ,仅为 0.076 ~ 0.110 ,且两者相关系数也较小 ;水深、流速与流量存在明显的正比例关系 ,随流量的变化均较大 ,与流量的指数分别为 0.390 ~ 0.460 和 0.464 ~ 0.553 ,而且指数范围大致相同 ,相关系数在 0.76 ~ 0.92 之间。

表 2 渠道断面的水力几何形态指标

站名	α_1	α_2	α_3	α_4	β_1	β_2	β_3	β_4
渠首	16.8	0.273	0.218	0.278	0.076	0.460	0.464	0.444
孙集	21.1	0.327	0.145	0.330	0.057	0.390	0.553	0.381
东谷桥	15.4	0.314	0.208	0.312	0.110	0.409	0.481	0.401

3.2 渠道输沙能力

渠道的输沙能力一方面与渠道的水力边界条件有关 ,另一方面也与来水来沙情况存在密切的关系 ,通常可用水流挟沙力反映。由于黄河含沙量高、来水来沙情况变化大 ,河床冲淤调整迅速 ,水流的输沙能力常常相差很大。适用于黄河这样高含沙河流的具有代表性的挟沙力公式主要有 :引黄灌区衬砌渠道公式、张瑞瑾公式和张红武公式等。引黄灌区衬砌渠道公式是基于陈垓灌区、菏泽刘庄灌区东干渠和曹店灌区输沙渠衬砌渠道的原型观测资料建立的水流挟沙力公式 ,并作为引黄衬砌渠道设计的依据 ;张瑞瑾公式是水流挟沙力的经典公式之一 ,适用于

黄河悬移质的输沙能力计算 ,而张红武公式适用于悬移质全沙的输沙能力计算 ,充分考虑了含沙量对输沙能力的影响 ,能较好地反映高含沙水流“多来多排”的输沙特性 ,但对进口已知含沙量依赖性过大。

笔者分别采用引黄灌区衬砌渠道公式和张瑞瑾公式计算渠道输沙能力。引黄灌区衬砌渠道公式为

$$S_* = 0.117 \left(\frac{U^2}{gR} \right)^{0.381} \left(\frac{U}{\omega} \right)^{0.91} \quad (2)$$

式中 S_* 为水流挟沙力 ; U 为渠道平均流速 ; R 为水力半径 ; ω 为泥沙颗粒平均沉速。

张瑞瑾公式为

$$S_* = K \left(\frac{U^3}{gR\omega} \right)^m \quad (3)$$

式中 K 为挟沙力系数 ; m 为挟沙力指数。据簸箕李灌区总干渠与二干渠的实测资料回归统计^[5] , $K = 1.439, m = 0.503$ (全沙)。小开河灌区与簸箕李灌区毗邻 ,除小开河灌区的纵比降较大、横断面边坡略陡外 ,2 个灌区的引水引沙条件、渠道衬砌状况、断面宽度、设计水深等条件均基本相同 ,因此计算时直接采用簸箕李灌区挟沙力系数和指数。

将断面水力几何形态指标代入公式 (2) ,得到引黄灌区衬砌渠道公式的变形式 :

$$S_* = \frac{\alpha_5 Q^{\beta_5}}{\omega^{0.91}} \quad (4)$$

式中 α_5, β_5 分别为对应公式 (2) 渠道水流挟沙力的水力几何形态指标系数和指数 , $\alpha_5 = \frac{0.049 \alpha_3^{1.672}}{\alpha_4^{0.381}}$, $\beta_5 = 1.672 \beta_3 - 0.381 \beta_4$ 。

同理 ,得到张瑞瑾公式的变形式 :

$$S_* = \frac{\alpha_6 Q^{\beta_6}}{\omega^{0.546}} \quad (5)$$

式中 α_6, β_6 分别为对应公式 (3) 渠道水流挟沙力的水力几何形态指标系数和指数。

对于小开河灌区渠道 ,由表 2 中数据计算得出渠道水流挟沙力的水力几何形态指标的系数和指数值 ,见表 3。公式 (4) 和公式 (5) 的形式相同但系数不同 ,由表 3 中指数 β_5, β_6 的大小比较可知公式 (4) 对流量敏感度更高。根据小开河灌区设计报告中的闸首处多年平均悬移质级配成果^[10] ,采用与年平均值较为接近的 5 月份的多年平均级配成果 ,悬沙中值粒径为 0.032 mm。代入 5 月份的多年平均水温 $T = 20\text{ }^\circ\text{C}$,可计算出悬移质的平均沉速为 $2.27 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ 。渠首、孙集、东谷桥的设计流量分别为 $60 \text{ m}^3/\text{s}, 55 \text{ m}^3/\text{s}, 45 \text{ m}^3/\text{s}$,将各测站的参数代入式 (4) 式 (5) 后 ,得到渠道设计流量下的水流挟沙力 ,见表 3。由表 3 可知 ,由公式 (4) 计算的渠道水流挟沙力分别为 $19.1 \text{ kg/m}^3, 17.1 \text{ kg/m}^3, 16.8 \text{ kg/m}^3$;

由公式(5)计算的渠道水流挟沙力分别为 17.1 kg/m^3 、 15.8 kg/m^3 、 15.6 kg/m^3 ;在设计流量下采用引黄灌区衬砌渠道公式计算的水流挟沙力比张瑞瑾公式计算值大 $1\sim 2\text{ kg/m}^3$ 。

站名	α_5	β_5	α_6	β_6	$S_* / (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$	
					式(4) 计算	式(5) 计算
渠首	0.00625	0.607	0.0872	0.477	19.1	17.1
孙集	0.00296	0.779	0.0432	0.643	17.1	15.8
东谷桥	0.00553	0.651	0.0767	0.524	16.8	15.6

小开河灌区渠首、孙集、东谷桥测站分别位于输沙渠进口、上下段分界处以及下界中部,具有较好的代表性,因此研究这3站水流挟沙力与流量的关系能较真实地反映输沙渠不同渠段的输沙特性。图6为张瑞瑾公式计算得出的渠段流量与水流挟沙力关系曲线,在设计流量下输沙渠的沿程挟沙能力相差不大,能够保证设计条件下的泥沙输送。但相同流量下孙集站的水流挟沙力明显低于其他2站,特别是中小流量时的差别约为 2 kg/m^3 。这主要与该段的设计底宽过宽、宽深比偏大有关。灌区运行以来的渠道淤积资料也证实了孙集站所在的惠滨公路桥—钦八生产桥段容易产生泥沙淤积。

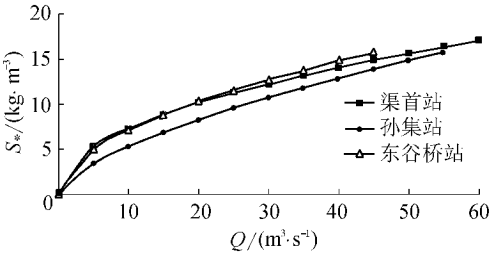


图6 渠段流量与水流挟沙力关系曲线

4 结 语

小开河灌区采用长距离输沙的设计思路,成功实现了泥沙在输沙渠中的输送,在引黄灌区的建设中具有创新意义。小开河灌区成功运行10a的实践证明,设计中充分考虑输沙时影响渠道淤积的各种因素,深入开展灌区泥沙的观测与分析工作,研究渠道的输水输沙特性,并通过调整干渠比降、优化断面形态、加大引水流量、减小渠道衬砌糙率等措施提高渠道水流挟沙力,在一定程度上可减轻灌区引黄泥沙的危害。

参考文献:

[1] 西北水利科学研究所,陕西省水利科学研究所. 渠系泥沙与渠道设计 泥沙研究汇编[G]. 西安: 陕西人民出版社, 1959.

[2] 牛立峰,刘好智. 人民胜利渠引黄灌溉三十年[M]. 北京: 水利电力出版社, 1987.

[3] 蒋如琴,彭润泽,黄永健,等. 引黄渠系泥沙利用[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1998.

[4] 戴清,蒋如琴,段志科. 小开河灌区扩大治理工程输沙渠泥沙淤积模型试验研究[R]. 北京: 中国水利水电科学研究院, 1995.

[5] 王延贵,李希霞,王冰伟. 典型引黄灌区泥沙运动及泥沙淤积成因[J]. 水利学报, 1997, 28(7): 13-18, 36.

[6] 王延贵,匡尚富,李希霞. 引黄灌区不同类型渠道冲淤特性分析[J]. 人民黄河, 2002, 24(1): 28-32.

[7] 王延贵,李希霞,刘和祥. 渠道不同粒径组泥沙的输移特性[J]. 泥沙研究, 1998(1): 67-73.

[8] 毛伟兵,孙玉霞,王春堂,等. 小开河引黄灌区远距离输沙技术研究[J]. 人民黄河, 2007, 29(1): 56-57.

[9] 钱宁,张仁,周志德. 河床演变学[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 357.

[10] 山东省滨州地区水利勘测设计研究院. 滨州地区小开河引黄灌区扩大治理工程初步设计说明书[R]. 滨州: 山东省滨州地区水利勘测设计研究院, 1993.

(收稿日期 2008-07-21 编辑 骆超)

· 简讯 ·

河海大学主持的“文物保护与水利水电工程建设协调机制”课题通过验收和鉴定

河海大学主持的“文物保护与水利水电工程建设协调机制”课题近日在北京通过验收和鉴定。来自国家文物局、中国社会科学院考古研究所、国务院南水北调工程建设委员会办公室、河南省文物局的有关文物保护方面的10位著名专家和有关部门领导参加了验收和鉴定会。会议听取了河海大学中国移民研究中心施国庆教授关于“文物保护与水利水电工程建设协调机制研究”成果的汇报,研究成果分别就文物特性、文物与水利水电工程的关系、文物保护与水利水电工程政策法规、国内外水利水电工程文物保护工作现状及经验、南水北调工程文物保护工作的现状、水利水电工程文物保护工作存在的主要问题进行了分析研究,提出了构建水利水电工程建设与文物保护和谐机制的思路以及将文物保护评价纳入环境影响评价或社会影响评价、编制工程建设文物保护的规程和建立基本建设文物保护经费基金等具体建议。验收和鉴定委员会一致认为:该课题研究思路清晰,资料系统,内容翔实,结论明确,所提建议针对性强、适用广泛,可以为今后在水利水电工程建设中开展文物保护工作提供理论依据,并为国家和有关部门制订水利水电工程建设文物保护规划和实施管理提供决策参考,同意通过验收,并鉴定该课题研究成果具有创新性,处于国内先进水平。

(本刊编辑部供稿)