

# 宁夏艾依河银川段河湖水与地下水水量转换研究

冯勇

(宁夏银川市水务局工程处, 宁夏 银川 750001)

**摘要:** 为了掌握艾依河在银川市段排泄两岸地下水或对两岸地下水的补给情况, 选择具有代表性的河段, 建设河道水位、两岸地下水位监测断面2处, 试验监测不同时段河道水位与两岸地下水位的关系。试验监测结果表明: 部分河段河道水位长期高于两岸地下水位, 河道年补给两岸地下水量达到80.6万 $\text{m}^3/\text{km}$ , 抬高了河道两岸地下水位, 造成河道两岸土壤盐渍化较重; 部分河段河道水位低于两岸地下水位, 河道承担地下水的排泄, 年排泄地下水量2.558万 $\text{m}^3/\text{km}$ 。研究成果可为艾依河水量调度、两岸土壤盐渍化的防治提供技术支撑。

**关键词:** 地下水; 补给; 排泄; 艾依河

中图分类号: TV138

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2014)05-0179-06

## Study on water exchange between river lake and groundwater in Yinchuan section of Aiyi river

FENG Yong

(Yinchuan Water Resources Bureau of Ningxia, Yinchuan 750001, China)

**Abstract:** In order to master the recharge situation between the two sides of the Aiyi river and groundwater in Yinchuan section, the paper selected the representative section of the river and built two monitoring sections of water level of river and groundwater on both sides of the river, and monitored the relationship between river water level and groundwater level in different time. The results show that in certain sections of the river, the water level of river is higher than that of groundwater level in long term, the amount of water recharge of river to underground reach 806000  $\text{m}^3/\text{km}$ , which enhanced the underground level on the two sides of river and resulted in the more serious salinization river soil; in another section of the river, the water level of river is lower than that of groundwater, the river undertakes the discharge of groundwater which achieves 25580  $\text{m}^3/\text{km}$  every year. The result can provide technical support for the water regulation and soil salinization prevention and treatment on both sides of the Aiyi river.

**Key words:** groundwater; recharge; discharge; the Aiyi river

艾依河是横穿银川市的重要景观河流, 是在原排水沟系的基础上经过扩整、疏通形成的集景观建设、洪水排泄、灌区灌溉排水为一体的水系工程。艾依河存在与河道两侧地下水转换关系, 部分河段河道两侧地下水补给艾依河, 艾依河起到排泄地下水的作用; 部分河段由于修建溢流堰、河道水位高于当地地下水, 河道补给当地地下水, 造成河道两侧土壤次生盐渍化。有些河段在不同季节具有排泄和补给两种作用。为了提高艾依河水量调度水平<sup>[1]</sup>, 防治艾依河两岸耕地土壤盐渍化, 在艾依河银川市段建设了河道水位、地下水位监测断面, 对河道水位、两岸地下水变化进行观测, 期望对艾依河银川市段河

湖与地下水的定量转换关系进行研究。

## 1 艾依河两岸地下水位监测

### 1.1 监测断面

依据地下水监测规范, 结合监测条件, 在艾依河银川段, 选择两个监测断面, 分别为艾依河上段宝湖路溢流堰处、艾依河与良田渠交叉倒虹处建设两个监测断面。在每一监测断面设置河道水位观测水尺及垂直河道的两岸地下水位观测断面, 每一断面设置6眼观测井, 在左右岸分别设置3眼观测井。设置的两观测断面相距27 km。通过地下水观测井监测艾依河两岸在灌期及非灌期地下水位变化情况,

为研究计算地下水在灌溉期及非灌期侧向补给艾依河地下水水量提供监测数据。

## 1.2 艾依河监测断面主要水力技术参数

宝湖路测井断面:艾依河水深  $h = 2$  m,设计流量  $Q = 4.33$  m<sup>3</sup>/s,水面宽 87 m,底宽 75 m,边坡 1:6,河道开口宽 110 m。河道两侧地面高程 1 107.69 m,周围均是农田,属黄河二级阶地中部,岩性  $Q_4^{lal}$  含砾细砂及细砂。含砾细砂厚度 1.5 ~ 1.70 m,含水量 8.2% ~ 15.7%、湿密度 1.62 ~ 1.87 g/cm<sup>3</sup>、干密度 1.49 ~ 1.068 g/cm<sup>3</sup>、孔隙比 0.61 ~ 0.80、渗透系数  $3.84 \times 10^{-4} \sim 9.53 \times 10^{-4}$  cm/s。细砂厚度大于 12.0 m,渗透系数  $9.53 \times 10^{-4}$  cm/s,勘探期间地下水位埋深 1.9 m。

良田渠倒虹观测断面:艾依河底宽 40 m,水面宽 56 m,水深  $h = 2$  m,河道边坡 1:4,河道开口宽 100m。河道两侧地面高程 1 106.20 m,均为农田,地形平坦,属黄河二级阶地中部。岩性从上到下有  $Q_4^{ml}$  素填土厚约 1.3 m,  $Q_4^{lal}$  壤土厚度 3.70 m,粘土、粉砂及细砂

厚度大于 12.0 m。含水量 24.3% ~ 28.3%、湿密度 1.96 ~ 2.03 g/cm<sup>3</sup>、干密度 1.53 ~ 1.63 g/cm<sup>3</sup>、孔隙比 0.66 ~ 0.77、渗透系数  $1.9 \times 10^{-4} \sim 2.2 \times 10^{-4}$  cm/s。勘探期间地下水位埋深 3.0 m。

艾依河底层岩性:0 ~ 10 m 为亚粘土、亚砂土层,渗透系数 0.1 ~ 1 m/d;10 ~ 40 m 为细砂、粉细砂层,渗透系数 1 ~ 5 m/d;40 ~ 52 m 为粘土层,分布较为广泛,为隔水层,渗透系数 0.01 ~ 0.02 m/d。

## 2 艾依河河道水位、地下水位监测成果分析

### 2.1 监测断面河道水位、地下水位监测成果

2011年在完成监测断面工程建设后,及时开展两个监测断面地下水位、河道水位变化,监测成果见表 1、2。地下水水力坡度  $J = \Delta H / \Delta L$ ,  $\Delta H$  为河道水位与第 1 观测孔的水位差,  $\Delta L$  为河岸到第 1 观测孔的距离。

表 1 宝湖路溢流堰处观测断面地下水位监测成果

m

日期	左岸地下水位				河道水位	右岸地下水位			
	1 观测井	2 观测井	3 观测井	地下水力坡度 $J_1$		3 观测井	2 观测井	1 观测井	地下水力坡度 $J_2$
观测井距离	25.4	31	17.5			19	22.5	14	
累积距离	73.9	48.5	17.5			19	41.5	55.5	
2011-08-16	1107.66	1107.67	1107.85	0.028	1109.74	1107.94	1107.64	1107.4	0.043
2011-08-23	1107.36	1107.53	1107.78	0.032	1109.76	1108.33	1107.79	1107.5	0.040
2011-08-30	1107.33	1107.11	1107	0.032	1109.68	1107.54	1107.3	1107.1	0.047
2011-09-06	1107.02	1107.16	1107.38	0.037	1109.75	1107.59	1107.33	1107.1	0.048
2011-09-13	1106.94	1107.05	1107.27	0.037	1109.69	1107.49	1107.22	1107	0.048
2011-09-20	1106.84	1106.92	1107.06	0.038	1109.65	1107.29	1107.08	1106.9	0.050
2011-09-27	1106.32	1105.97	1106.82	0.045	1109.65	1107.17	1106.96	1106.8	0.052
2011-10-11	1106.58	1106.66	1106.84	0.041	1109.63	1106.92	1106.81	1106.6	0.055
2011-10-18	1106.55	1106.63	1106.75	0.041	1109.61	1106.94	1106.81	1106.6	0.055
2011-11-04	1106	1106.12	1106.43	0.050	1109.66	1106.79	1106.76	1106.3	0.060
2011-11-10	1105.79	1105.06	1106.39	0.054	1109.79	1107.43	1107.17	1107.2	0.047
2011-11-22	1105.84	1105.09	1106.47	0.054	1109.83	1107.53	1107.24	1107.2	0.047
2011-12-13	1105.88	1106	1106.33	0.053	1109.78	1106.77	1106.74	1106.2	0.064
2011-12-27	1106.16	1106.18	1106.43	0.050	1109.88	1106.61	1106.72	1106.0	0.070
2012-01-10	1105.98	1106.01	1106.38	0.048	1109.53	到底见泥	1106.62	1105.7	0.068
2012-02-01	1105.6	1105.85	1106.37	0.053	1109.53	到底见泥	1106.42	1105.3	0.075
2012-02-15	1105.37	1105.82	1105.82	0.056	1109.53	到底见泥	1106.4	1105.2	0.078
2012-02-22	1105.28	1105.8	1105.79	0.056	1109.39	到底见泥	1106.37	1105.2	0.075
2012-03-09	1105.4	1105.69	1106.48	0.053	1109.3	到底见泥	1106.32	1105.1	0.075
2012-03-23	1105.26	1105.33	1106.44	0.053	1109.21	到底见泥	到底见泥	1103.4	0.104
2012-04-06	1105.14	1105.24	到底见泥	0.054	1109.11	到底见泥	到底见泥	1104.7	0.079
2012-04-17	1105.06	1105.04	到底见泥	0.064	1109.78	到底见泥	到底见泥	1104.8	0.090
2012-04-28	1105.12	1105.13	1106.3	0.061	1109.63	到底见泥	到底见泥	1104.7	0.088
2012-05-08	1104.26	1104.49	1106.28	0.071	1109.53	到底见泥	到底见泥	1104.8	0.086
2012-05-18	1104.26	1104.31	1106.4	0.071	1109.53	到底见泥	到底见泥	1104.9	0.083

表2 良田渠倒虹监测断面地下水位监测成果

m

日期	左岸地下水位				河道水位	右岸地下水位			
	1 观测井	2 观测井	3 观测井	地下水水力坡度 $J_1$		3 观测井	2 观测井	1 观测井	地下水水力坡度 $J_2$
观测井距离	33.4	18.2	10.6			10	18.3	18	
累积距离	62.2	28.8	10.6			10	28.3	46.3	
2011-08-16	1104.32	1103.91	1103.71	-0.013	1103.52	1103.62	1103.69	1103.9	-0.008
2011-08-23	1103.14	1103.79	1103.64	0.0061	1103.52	1103.55	1103.58	1103.8	-0.006
2011-08-30	1103.94	1103.68	1103.56	-0.008	1103.46	1103.05	1103.5	1103.7	-0.005
2011-09-06	1104.24	1103.81	1103.58	-0.013	1103.4	1103.56	1103.77	1104.1	-0.015
2011-09-13	1104.00	1103.67	1103.53	-0.009	1103.43	1103.43	1103.48	1103.6	-0.004
2011-09-20	1103.76	1103.56	1103.46	-0.005	1103.44	1103.36	1103.33	1103.4	0.0009
2011-09-27	1103.67	1103.48	1103.43	-0.004	1103.44	1103.37	1103.29	1103.4	0.0011
2011-10-11	1103.48	1103.37	1103.37	-0.0008	1103.43	1103.23	1103.12	1103.1	0.0063
2011-10-18	1103.05	1103.91	1102.91	-0.0008	1103.00	1102.72	1102.94	1102.9	0.0015
2011-11-04	1103.36	1103.06	1102.96	-0.006	1103.00	1102.72	1102.6	1102.7	0.0069
2011-11-10	1103.47	1103.22	1103.15	-0.006	1103.08	1102.96	1102.78	1102.8	0.0056
2011-11-22	1103.64	1103.34	1103.22	-0.008	1103.15	1103.08	1102.97	1103.0	0.0032
2011-12-13	1103.98	1103.70	1103.53	-0.01	1103.37	1103.32	1103.26	1103.3	0.0018
2011-12-27	1103.78	1103.6	1103.68	-0.01	1103.13	1103.45	1103.52	1103.6	-0.011
2012-01-10	1103.70	1103.54	1103.45	-0.006	1103.30	1103.42	1103.42	1103.5	-0.005
2012-02-01	1103.60	1103.54	1103.43	-0.005	1103.30	1103.4	1103.42	1103.5	-0.004
2012-02-15	1103.64	1103.48	1103.42	-0.005	1103.30	1103.41	1103.42	1103.5	-0.004
2012-02-22	1103.66	1103.50	1103.47	-0.005	1103.35	1103.53	1103.51	1103.5	-0.003
2012-03-09	1103.60	1103.52	1103.41	-0.005	1103.30	1103.06	1103.48	1103.6	-0.006
2012-03-23	1103.56	1103.40	1103.43	-0.003	1103.35	1103.42	1103.4	1103.5	-0.004
2012-04-06	1103.54	1103.51	1103.42	-0.004	1103.30	1103.41	1103.4	1103.5	-0.005
2012-04-17	1103.52	1103.52	1103.41	-0.003	1103.32	1103.40	1103.4	1103.5	-0.004
2012-04-28	1103.78	1103.62	1103.47	-0.007	1103.35	1103.50	1103.46	1103.6	-0.005
2012-05-08	1103.94	1103.73	1103.52	-0.009	1103.38	1103.53	1103.62	1103.7	-0.007
2012-05-18	1104.12	1103.78	1103.61	-0.012	1103.40	1103.58	1103.7	1103.8	-0.009

## 2.2 监测成果分析

根据两个监测断面河道水位与地下水位监测成果,分析两个断面处河道水位与地下水位的高差,可判断不同时期各监测断面河水与地下水的补排关系。

由表1宝湖路溢流堰处观测断面监测成果,在整个监测年度,不论是灌溉期还是非灌溉期,河道水位均高于当地两侧地下水位,河道水位年度最大变幅在0.77 m,其中最高水位1 109.88 m,最低水位1 109.11 m。河道水位高出左岸地下水位2.08~5.27 m,在地下水观测井控制范围内平均地下水水力坡度在2.815%~7.131%;河道水位高出右岸地下水位2.23~5.79 m,在地下水观测井控制范围内平均地下水水力坡度4.018%~10.432%。分析结果表明,河道对地下水的补给明显,河道不起排泄地下水的作用,反过来补

给地下水,且水力坡度较大,补给量较大。

由表2良田渠倒虹处监测断面监测成果可知,河道水位年度变幅最大0.52 m,其中最高水位1 103.52 m,最低水位1 103.00 m。整个监测年度,不论是灌溉期还是非灌溉期,河道水位均低于当地左岸地下水位,其中河道水位低于左岸地下水位0.2~0.8 m,在地下水观测井控制范围内平均地下水水力坡度在-0.2706%~-1.0825%;根据1年的观测,在2011-09-20-12-13,河道水位高于右岸地下水位,高差在0.07~0.32 m,水力坡度在0.126%~0.5766%;2011-12-13-2012-08-20,河道水位低于右岸地下水位,高差在0.13~6.39 m,地下水观测井控制范围内平均地下水水力坡度-0.242%~-11.514%。

监测成果分析表明,良田渠倒虹监测断面处,左岸在整个年度都是地下水高于河道水位,地下水向河道排泄,河道起到排泄左岸地下水的的作用;右岸较长时段属地下水位高于河道水位,地下水向河道排泄,但在某些时段,河道水位高于右岸地下水位,河道向右岸补给地下水。

### 3 监测断面地下水与河道水转换水量分析

#### 3.1 宝湖路溢流堰观测断面渗漏流量计算

在宝湖路溢流堰观测断面处,河道水位长期高于地下水位,属河道补给地下水。该处河道对地下

水的补给近似于渠道渗漏补给地下水,分别借鉴渠道渗漏计算方法<sup>[2]</sup>、顶托渗流计算法<sup>[3-4]</sup>、不稳定自由渗流计算法<sup>[5]</sup>计算渗流量,含水层厚度  $h = 50 \text{ m}$ , 渗透系数  $k = 2.2 \mu\text{m/s}$ 。

根据3种计算方法的比较,结合艾依河年补水量和河道水位的关系,分析认为采用不稳定自由渗流计算法计算结果较为可信。最终确定宝湖路观测断面处河道对地下水的年补给量为  $80.57 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ ,其中左岸年渗漏量为  $34.83 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ ,右岸年渗漏量  $45.78 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ ,右岸单位长度渗流量高于左岸  $23.8\%$ 。采用不稳定自由渗流计算法计算结果见表3。

表3 宝湖路观测断面不稳定自由渗流计算成果

$10^{-6} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ , d,  $\text{万 m}^3/\text{km}$

监测日期	河道水位	左岸地下水坡降 $J_1$	右岸地下水坡降 $J_2$	左岸渗流流量 $Q_1$	右岸渗流流量 $Q_2$	T 渗流时段	左岸时段渗流量 $W_1$	右岸时段渗流量 $W_2$	河道时段渗流量 $W$	河道累计渗流量 $W$
2011-08-16	1109.74	0.028	0.043	3.10	4.70					
2011-08-23	1109.76	0.032	0.040	3.57	4.42	7	0.40	0.55	0.95	0.95
2011-08-30	1109.68	0.032	0.047	3.50	5.15	7	0.43	0.58	1.01	1.96
2011-09-06	1109.75	0.037	0.048	4.06	5.27	7	0.46	0.63	1.09	3.05
2011-09-13	1109.69	0.037	0.048	4.09	5.29	7	0.49	0.64	1.13	4.18
2011-09-20	1109.65	0.038	0.050	4.18	5.45	7	0.50	0.65	1.15	5.33
2011-09-27	1109.65	0.045	0.052	4.96	5.73	7	0.55	0.68	1.23	6.56
2011-10-11	1109.63	0.041	0.055	4.54	6.08	15	1.23	1.53	2.76	9.32
2011-10-18	1109.61	0.041	0.055	4.55	6.05	7	0.55	0.73	1.28	10.61
2011-11-04	1109.66	0.050	0.060	5.45	6.60	16	1.38	1.75	3.13	13.74
2011-11-10	1109.79	0.054	0.047	5.95	5.17	6	0.59	0.61	1.20	14.94
2011-11-22	1109.83	0.054	0.047	5.94	5.17	12	1.23	1.07	2.31	17.24
2011-12-13	1109.78	0.053	0.064	5.81	7.06	21	2.13	2.22	4.35	21.59
2011-12-27	1109.88	0.050	0.070	5.54	7.73	14	1.37	1.79	3.16	24.75
2012-01-10	1109.53	0.048	0.068	5.28	7.53	14	1.31	1.85	3.15	27.91
2012-02-01	1109.53	0.053	0.075	5.85	8.3	21	2.02	2.87	4.89	32.80
2012-02-15	1109.53	0.056	0.078	6.19	8.54	14	1.46	2.04	3.49	36.30
2012-02-22	1109.39	0.056	0.075	6.12	8.3	7	0.74	1.02	1.76	38.06
2012-03-09	1109.3	0.053	0.075	5.81	8.28	15	1.55	2.15	3.70	41.76
2012-03-23	1109.21	0.053	0.104	5.88	1.15	14	1.41	2.39	3.80	45.56
2012-04-06	1109.11	0.054	0.079	5.91	8.7	14	1.43	2.44	3.87	49.43
2012-04-17	1109.78	0.064	0.090	7.03	9.87	11	1.23	1.77	2.99	52.42
2012-04-28	1109.63	0.061	0.088	6.71	9.69	11	1.31	1.86	3.16	55.58
2012-05-08	1109.53	0.071	0.086	7.84	9.45	11	1.38	1.82	3.20	58.79
2012-05-18	1109.53	0.071	0.083	7.84	9.16	10	1.36	1.61	2.96	61.75
2012-08-16	1109.74	0.028	0.043	3.10	4.7	88	8.32	10.53	18.85	80.60
合计							34.83	45.78	80.57	

表4 良田渠倒虹观测断面不稳定自由渗流计算成果

 $10^{-7} \text{ m}^3 / (\text{s} \cdot \text{m})$ , d, 万  $\text{m}^3 / \text{km}$ 

监测日期	河道水位	左岸地下水坡降 $J_1$	右岸地下水坡降 $J_2$	左岸渗流流量 $Q_1$	右岸渗流流量 $Q_2$	$T$ 渗流时段	左岸时段渗流量 $W_1$	右岸时段渗流量 $W_2$	河道时段渗流量 $W$	河道累计渗流量 $W$
2011-08-16	1103.52	0.013	0.008	14.10	9.27					
2011-08-23	1103.52	-0.006	0.006	-6.70	6.18	7	0.022	0.047	0.069	0.069
2011-08-30	1103.46	0.008	0.005	8.49	4.99	7	0.005	0.034	0.039	0.108
2011-09-06	1103.4	0.014	0.015	14.90	16.20	7	0.071	0.064	0.135	0.243
2011-09-13	1103.43	0.009	0.004	10.10	4.04	7	0.075	0.061	0.136	0.379
2011-09-20	1103.44	0.005	-0.001	5.66	-0.95	7	0.048	0.009	0.057	0.436
2011-09-27	1103.44	0.004	-0.001	4.07	-1.20	7	0.029	-0.006	0.023	0.459
2011-10-11	1103.43	0.001	-0.006	0.88	-6.90	15	0.032	-0.052	-0.020	0.439
2011-10-18	1103.00	0.001	-0.002	0.88	-1.70	7	0.005	-0.026	-0.021	0.418
2011-11-04	1103.00	0.006	-0.007	6.37	-7.60	16	0.050	-0.064	-0.014	0.404
2011-11-10	1103.08	0.006	-0.006	6.9	-6.20	6	0.034	-0.036	-0.001	0.403
2011-11-22	1103.15	0.008	-0.003	8.67	-3.60	12	0.081	-0.050	0.030	0.433
2011-12-13	1103.37	0.010	-0.002	10.80	-2.0	21	0.176	-0.051	0.126	0.559
2011-12-27	1103.13	0.010	0.011	11.50	11.90	14	0.135	0.060	0.194	0.754
2012-01-10	1103.30	0.006	0.005	7.07	5.46	14	0.112	0.105	0.217	0.971
2012-02-01	1103.30	0.005	0.004	5.31	4.75	21	0.112	0.093	0.205	1.176
2012-02-15	1103.30	0.005	0.004	6.01	4.51	14	0.068	0.056	0.124	1.300
2012-02-22	1103.35	0.005	0.003	5.48	3.09	7	0.035	0.023	0.058	1.358
2012-03-09	1103.30	0.005	0.006	5.31	6.89	15	0.070	0.065	0.135	1.493
2012-03-23	1103.35	0.003	0.004	3.71	4.28	14	0.055	0.068	0.122	1.615
2012-04-06	1103.30	0.004	0.005	4.24	5.23	14	0.048	0.057	0.106	1.720
2012-04-17	1103.32	0.003	0.004	3.54	4.51	11	0.037	0.046	0.083	1.803
2012-04-28	1103.35	0.007	0.005	7.60	4.99	11	0.053	0.045	0.098	1.902
2012-05-08	1103.38	0.009	0.007	9.90	7.84	11	0.083	0.061	0.144	2.046
2012-05-18	1103.40	0.012	0.009	12.70	10.20	10	0.098	0.078	0.176	2.222
2012-08-16	1103.52	0.013	0.008	14.10	9.27	88	1.022	0.741	1.763	3.984
合计							2.556	1.428	3.984	

### 3.2 良田渠倒虹监测断面渗漏流量计算

在良田渠倒虹监测断面处,左岸全年内属地下水补排河道;在右岸,2011-09-20 - 11-20 属河道补给地下水,其他时段地下水补给河道,渗透系数  $K = 2.2 \mu\text{m/s}$ 。因此计算河道与地下水之间的补排关系,必须分阶段、分左右岸单独计算。采用半无限排水问题计算法、不稳定自由渗流计算法,按照监测时段,将1个监测年度划分为多个时段计算。根据2种计算方法的比较,结合艾依河年补水量和河道水位的关系,认为不稳定自由渗流计算法计算结果较为可信,计算结果见表4。良田渠倒虹观测断面处左岸年平均排泄地下水量  $2.558 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ ,右岸年平均排泄地下水量  $1.426 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ ,良田渠倒虹观测断面处  $1 \text{ km}$  河道年排泄地下水量  $3.984 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ 。

km。

## 4 艾依河银川段河道水与地下水转换水量

艾依河划分为上、中、下3段。上段为唐徕渠永家湖退水闸至阅海闸总长  $59 \text{ km}$ ,其中银川市城市段景观河湖长  $35 \text{ km}$ ,连通了大小西湖、七十二连湖、大盐湖、华雁湖、北塔湖,设计蓄水量  $3300 \text{ 万 m}^3$ 。中段为阅海闸至沙湖,长  $27.5 \text{ km}$ ,河道连接沙湖、行家湖、赛家湖、洪广湖,设计蓄水量  $3300 \text{ 万 m}^3$ 。下段为高荣退水闸至惠农区三排入黄河口,长  $72 \text{ km}$ ,是一条输导雨洪、农田排水的沟道。艾依河上、中段共建设溢流堰8座,主要是分段抬高河道水位,形成河道水面。分析艾依河上段建设的5座溢流

堰,每一溢流堰堰上水位与堰下水位高差在 0.9 ~ 1.1 m,艾依河中段的 3 座溢流堰,其上下游水位差分别为 3.1、1.2、3.0 m。无论是上游段还是中段,下一座溢流堰堰上设计水位都与上一座溢流堰堰下水位相近,实际在两座溢流堰之间,河道基本保持较平缓的水面坡降。因此人为抬高了河道水位,造成部分河段河道补给地下水。

根据艾依河各段溢流堰建设、分布情况,宝湖路测井断面基本可代表大盐湖至阅海船闸间城市段河道(上段),总长 31 km;良田渠倒虹测井断面可代表阅海船闸至沙湖段河道(中段),长 27.5 km。根据各观测断面代表段长度,以及多种方法比较确定的宝湖路观测断面和良渠倒虹观测断面年渗漏或排泄水量,可计算艾依河银川段(上段、中段)年河道补给地下水量或河道排泄地下水量:艾依河上段河道渗漏补给地下水量 2 498.6 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ,艾依河中段河道排泄地下水量 109.6 万  $\text{m}^3/\text{a}$ 。

## 5 结 语

经对艾依河银川段河道与地下水位的监测、分析与研究,艾依河上段宝湖路观测断面处,河道水常年补给地下水,年补给量为 80.6 万  $\text{m}^3/\text{km}$ 。艾依河

下段良田渠倒虹监测断面处,河道水位长期低于左岸地下水位,左岸地下水补给河道,年平均排泄地下水量 2.558 万  $\text{m}^3/\text{km}$ ;在右岸,自 2011 年 9 月 20 日至 11 月 20 日属河道补给地下水,其他时段地下水补给河道,总体上右岸年平均排泄地下水量 1.426 万  $\text{m}^3/\text{km}$ 。艾依河属原排水沟道扩整形成的人工河道,为了营造河湖景观,修建了多个溢流堰,抬高了河道水位,部分河段河道水常年补给地下水,造成河道两岸地下水位较高,产生耕地次生盐渍化。因此,在平原区修建景观河道时,要系统考虑河湖水系与当地地下水位的关系,以免造成新的水生态问题。

## 参考文献:

- [1] 王学明. 艾依河水利联合调度技术研究[J]. 中国水利, 2011(14):66-67.
- [2] 江崇安,高华,范守伟等. 对渠道渗漏量计算方法的探讨[J]. 节水灌溉,2005(5):28-29+32.
- [3] 王少丽,瞿兴业. 防渗渠道顶托渗漏量计算方法的理论探讨[J]. 水利学报,2008,39(4):476-482+489.
- [4] 周华,王少丽,瞿兴业等. 平原区截渗排水渗流计算方法的研究与探讨[J]. 水利学报,2007,38(8):991-997.
- [5] 毛旭熙. 渗流分析计算与控制[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003.