

# 陕西渭河下游湿地环境风险因素分析

李景宜<sup>1,2</sup>

(1 兰州大学资源与环境学院 西部环境教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

(2 陕西省灾害监测与机理模拟重点实验室, 陕西 宝鸡 721007)

**摘要:** 运用统计计算和 RS/GIS 方法, 分析渭河下游湿地环境的水文特性、水污染特征、土地利用 覆被状况及其演变特征等湿地环境风险因素, 结论为: ① 渭河下游水沙量年际变化大、年内水沙量分配不均, 且呈现减少趋势; 汛期黄河洪水倒灌渭河, 降低了由于水沙供给变化而导致的湿地水文环境风险度; ② 湿地水环境日趋恶化的变化趋势降低了湿地的生态净化功能, 增加了湿地水环境风险度; ③ 1989~2000 年渭河下游新增湿地 12.76 km<sup>2</sup>, 年均增长率 2.70%; 湿地裸地化和盐碱化形势严峻; ④ 以加强湿地保护立法、完善流域水污染治理、重建河岸植被带、强化湿地管理等重点措施确保湿地环境安全和湿地资源的可持续利用。

**关键词:** 渭河下游; 湿地; 环境风险

**中图分类号:** X42/X820 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2007)03-0371-05

湿地是地球上独特的、多功能的和高价值的生态系统, 是一种重要的国土资源和自然资源, 是自然界最富有生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一, 不但能够直接或间接地为人类提供多种产品和服务, 而且具有均化洪水、降解污染、调节局地气候、控制侵蚀等多种环境功能<sup>[1~8]</sup>。

湿地资源、环境与人类生存、发展的关系已经成为湿地科学研究的核心内容, 湿地风险评价将湿地环境特征及其变化作为研究对象。环境特征是湿地生态系统生物、物理、化学组成及其相互作用的总和, 维持着湿地的存在、产出、功能和属性。湿地环境的水文特性、水污染特征、土地利用 覆被状况及其演变特征是湿地风险评价的基础, 特别是人为作用对湿地生态特征的影响研究是开展湿地风险评价的重要研究课题。

## 1 渭河下游湿地概况

渭河下游湿地位于陕西关中平原东缘, 介于 110°22'~110°28'E, 34°61'~34°66'N 间, 以渭河及支流交汇处等河床漫滩为主, 由河流水面、江心洲、泛洪平原及部分低阶地组成, 典型的河流型湿地。

渭河下游湿地属暖温带大陆性半干旱、半湿润季风气候区, 春季干燥, 回暖早, 升温快; 夏季炎热,

日照长, 秋季降温快, 多阴天; 冬季寒冷多风, 少雨雪, 年平均气温 13.5℃。年日照时数 2385 h, 年平均降雨量 538 mm, 多集中在 7~9 月份。

由于所处地理位置的特殊性, 在渭河下游防洪形势日趋严峻的背景下, 河流沿线湿地作为泄洪区拦蓄洪水、减轻洪涝灾害损失的作用日益突出。因此, 近年来, 围绕渭河下游湿地资源环境及其应用价值的研究日趋广泛和深入, 特别是关于湿地所面临的环境风险问题日益得到研究者的关注<sup>[9~11]</sup>。

## 2 湿地环境风险因素分析

湿地系统是一个开放系统, 对周边环境有很强依赖性, 湿地与周边环境的相互作用在湿地结构研究中作用重要。对于地处渭河和北洛河汇流区的渭河下游湿地来说, 湿地水源供给河流的水文特性、水环境状况及土地利用变化等环境因素变化对湿地系统的安全性有着极重要影响作用。

### 2.1 湿地水文风险因素分析

水是湿地生态系统的血液, 有储存、转换、运输物质、能量和生活饮用等功能, 是景观地球化学过程的主导因素。水状况是湿地驱动力之一, 水量多少直接影响湿地河流、湖泊类型和沼泽生物组成及结构功能, 水系格局则反映地形空间状况<sup>[12, 13]</sup>。

收稿日期: 2006-02-21; 修订日期: 2006-06-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(40501077)、陕西省社会科学基金(06E016Z)项目资助。

作者简介: 李景宜(1970-)女, 陕西宝鸡人, 博士, 副教授, 主要从事区域环境演变与风险评估研究。E-mail: lijingyi@nju.org.cn

河流湿地发育主要取决于补给河流的水文泥沙特性, 补给河流的水沙条件变化与湿地形成、发展和消亡过程有紧密联系, 湿地形成往往是水体中泥沙淤积导致水深变浅所致。湿地在其生存期间系统泥沙冲淤或维持动态平衡, 或主要作为泥沙的汇集地区, 直至最后淤成陆地。但是由于某种外界

的动力变化, 湿地也可能向相反的方向转化<sup>[14]</sup>。

渭河是湿地的主要供给水源, 近 10 多年来, 渭河下游径流量日趋减少。图 1 中, 渭河下游在 1975 ~ 1976、1981 ~ 1985、1988 ~ 1990 年来水较丰, 来水最枯时段为 1995 ~ 1997 年。1984 ~ 2000 年来水量虽有波动, 但总趋势是越来越少。

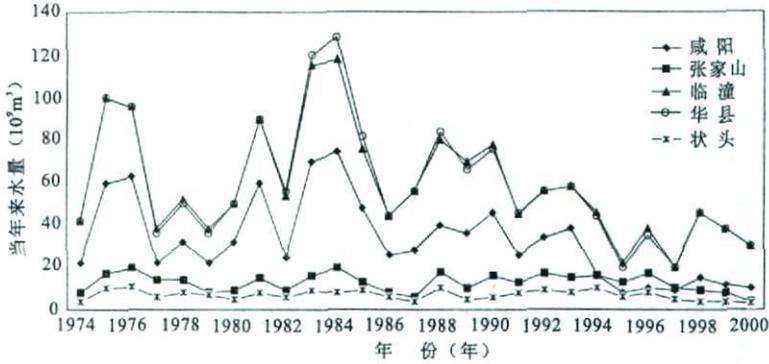


图 1 1974~2000年渭河下游来水过程图

Fig 1 Water Process of the lower Wei River

渭河下游水沙量年际变化大且年内分配不均。根据实测资料统计, 华县站实测最大年水量为  $171.2 \times 10^9 \text{ m}^3$  (1964 年), 最小年水量为  $19.39 \times 10^9 \text{ m}^3$  (1997 年), 变幅 8.8 倍; 实测最大年沙量发生于 1964 年为  $10.03 \times 10^9 \text{ t}$ , 最小年沙量发生于 1991 年, 为  $0.997 \times 10^9 \text{ t}$ , 变幅达 10.06 倍。年内水沙量分配不均, 多集中于汛期, 以华县站为例, 1950~2000 年汛期多年平均水沙量分别为  $44.61 \times 10^8 \text{ m}^3$  和  $3.3 \times 10^8 \text{ t}$ , 分别占年水沙量的 60.35% 和 89.69%。洪水的输沙作用非常强烈, 据对渭河下游 1960~2000 年洪峰  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$  以上 94 次洪水过程中最大含沙量的统计, 华县水文站最大含沙量大于  $100 \text{ kg/m}^3$  的洪水过程 22 次, 占 24.7%, 历年洪水过程中最大含沙量为 1977 年 7 月的  $795 \text{ kg/m}^3$ , 多年平均含沙量  $46.7 \text{ kg/m}^3$ 。

发生汛期黄河洪水倒灌渭河, 引起大量泥沙沉积, 这一水沙变化趋势基本平衡了渭河上游来水来沙量减少趋势对湿地系统水沙供给的威胁, 降低了由于水沙供给变化而导致的湿地水文环境风险度。

2.2 湿地水污染风险因素分析

20 世纪 80 年代以来, 随着汇流区工业发展和城镇化步伐加快, 生产、生活污水排放量持续增加, 渭河下游咸阳铁桥至潼关水质综合评价均为 V 类水。湿地积水的矿化度一般在  $5 \text{ g/l}$  以上, 含氟量多在  $7 \sim 9 \text{ mg/l}$ , 基本失去饮用和灌溉功能。

以湿地主要补给水源的渭河干流为例, 渭南沙王渡、树园、潼关吊桥三个断面 1990~2004 年各项污染物多年监测平均值大多严重超标 (低于 III 类水质标准) (表 1)。以氨氮含量为例, III 类水质标准为  $1 \text{ mg/l}$ , 考察的三个监测断面近 14 年的统计值全部超标, 特别是 2000 年以来达到了 10 倍以上 (图 2)。可以清楚看出, 湿地补给水源地的水质污染已经达到相当严重的程度。

表 1 1990~2004 年渭河下游污染物监测多年平均值 (mg/l)

Table 1 Metrics result of contamination of the lower Wei River

断面	溶解氧	高锰酸盐指数	生化需氧量	氨氮	亚硝酸盐	挥发酚	六价铬	石油类
II 类水标准	$\geq 5$	$\leq 6$	$\leq 4$	$\leq 1$	$\leq 0.15$	$\leq 0.005$	$\leq 0.05$	$\leq 0.5$
渭南沙王渡	3.1	25.5	34.9	9.47	0.290	0.009	0.0123	1.30
树园	3.0	32.0	37.0	8.80	0.270	0.010	0.0136	1.31
潼关吊桥	5.2	21.1	23.1	8.44	0.200	0.007	0.0111	1.18

注: 数据来源于渭南市环境保护局的“渭南市环境质量报告”。

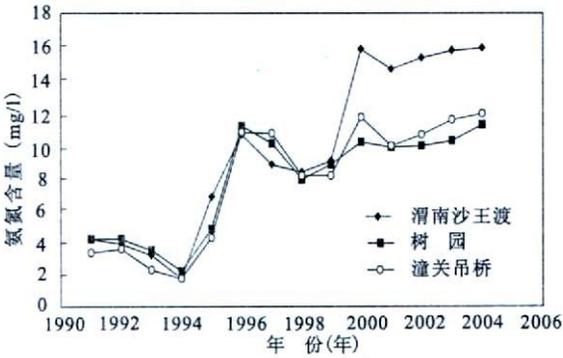


图 2 研究区渭河干流河水氨氮含量监测结果  
Fig 2 Measuring result of ammonia and nitrogen

湿地补给水源水质的严重污染, 必然导致湿地水和土壤的污染, 造成植被污染和湿地生物的大量死亡, 物种多样性持续下降, 使湿地的植被净化功能逐渐丧失, 湿地外围部分地区逐渐退化成荒地或盐碱滩地。人为活动的干扰, 使湿地范围逐渐缩小, 加上农林生产中农药及有害物质的大量使用和排放, 破坏了湿地动、植物的生存环境。湿地水环境日趋恶化的变化趋势降低了湿地的生态净化功能, 增加了湿地水环境风险度。

### 2.3 湿地土地利用风险因素分析

由于人口增长与土地资源减少之间矛盾的日益突出, 湿地被大面积开垦, 湿地面积日益减少, 湿地环境遭到严重干扰和破坏<sup>[17]</sup>。

1995~2004年, 研究区人口密度从 388人/km<sup>2</sup>

增长到 406人/km<sup>2</sup><sup>[18]</sup>; 加之近年来三门峡库区移民的大量回迁加剧了汇流区人与自然争水争地的矛盾。人口的增加必然导致粮食需求量的上升, 这就从客观上要求增加耕地、建设用地的面积, 开发滩涂、水域的生产活动日益增多, 开垦种植果林、农作物面积逐年增大, 湿地被逐渐开发成鱼塘、藕池、耕地和道路, 改变了湿地的自然属性。随着对湿地资源无节制的开发和不合理的排水工程建设, 湿地表层的腐殖质层被破坏, 湿地退化为干地、裸地、盐碱地的面积不断增大。

RS和 GIS技术在湿地景观评价方面已经得到广泛的应用<sup>[19-20]</sup>。本文以渭河下游河流沿线 1989、1996年 TM影像与 2000年 ETM影像以及实地调查资料及相关资料为主要信息源, 对渭河下游河流沿线湿地景观变化特征进行分类、分析(图3)。结果显示: ① 1989~2000年, 新增湿地面积达到 12.62 km<sup>2</sup>, 年均增长率 2.70%。增加的原因有二, 其一是近些年湿地保护、退耕还草工作已经初见成效; 其二是黄河、渭河、北洛河三河汛期洪水相遇, 黄河洪水倒灌渭河及其南山支流, 致使渭河下游水位升高, 湿地面积相应扩大, 两者相比, 后者更为重要。② 湿地裸地化和盐碱化形势严峻, 分别有 2.02 km<sup>2</sup>和 0.94 km<sup>2</sup>的湿地转变成了裸地和盐碱地, 这是湿地开发过程中过度排水、开垦所致; 另外还有 0.03 km<sup>2</sup>的湿地转为城镇建设用地。

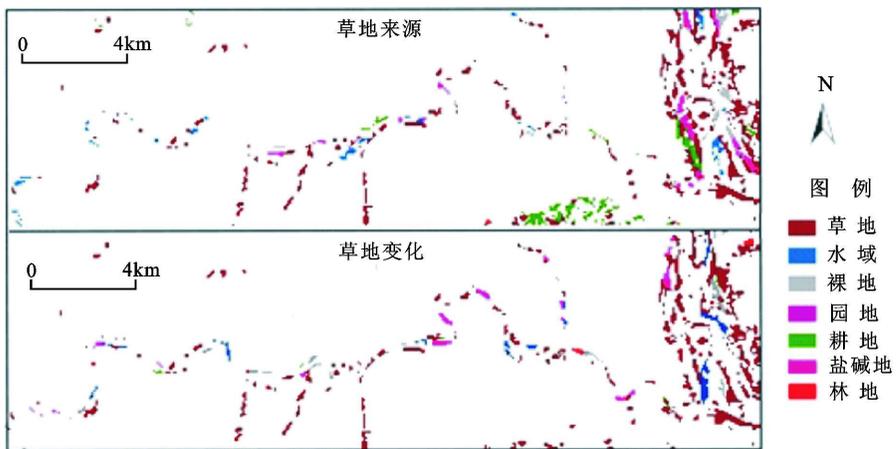


图 3 渭河下游河流沿线湿地景观变化

Fig 3 Landscape change of wetland in lower Wei River

河流沿线土地利用/覆被变化特征可作为衡量湿地环境风险的指示指标, 如何合理开发利用湿地土地资源值得关注并需要深入研究。

## 3 渭河下游湿地环境与可持续利用

沼泽产流过程线较平缓, 径流模数及一次暴雨

产流量都小于耕地<sup>[21]</sup>,湿地具有调节径流、均化洪水的作⤵<sup>[22]</sup>,这一点在洪涝灾情日益严峻的渭河下游流域更为突出。湿地环境安全及可持续利用等问题已成为流域管理的重点内容。

### 3.1 加强湿地保护立法工作

湿地开发、利用及管理、保护工作的实施必须有专门的法律法规来进行规范。

面临人口、资源、环境、发展等一系列重大问题,保护湿地已受到各国政府和科学家的高度重视。1992年中国成为《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》(简称《湿地公约》)的签约国,世界环境与发展大会之后,制定了《中国21世纪议程》并将湿地的保护与合理利用列为优先项目计划,并组织编制《中国湿地保护行动计划》<sup>[22]</sup>。但是到目前为止,中国仍旧没有专门的湿地保护法,这项法律的空缺是目前中国湿地资源保护工作实施效果不力的重要原因。因此,为了进一步加大湿地保护力度,立法部门应在整合现有相关法律、法规的前提下,尽快将《中华人民共和国湿地保护法》的制定工作提上议事日程,促进和提高湿地保护的调查、研究和保护工作效益。

### 3.2 加强和完善流域水污染治理

2002年陕西省渭河流域废、污水排放总量  $9.29 \times 10^8$  t,其中工业废水  $7.19 \times 10^8$  t,生活污水  $2.1 \times 10^8$  t。主要污染物为COD和氨氮:COD以点源污染为主,总量  $26.92 \times 10^4$  t,其中工业  $15.2 \times 10^4$  t,生活  $11.73 \times 10^4$  t;氨氮总量为  $3 \times 10^4$  t,污染源主要为化肥流失,约  $2.64 \times 10^4$  t。渭河干流排污口有36处,支流有33处,每年进入渭河的污水约  $8.59 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,占污水总量的92.5%。

根据流域水污染现状和流域内生产、生活实际情况,水污染治理必须首先调整产业结构,禁止新建并坚决关闭“十五小”和“新五小(小水泥、小火电、小玻璃、小炼油、小钢铁)”企业,加大执法力度,防止关闭的“十五小”企业死灰复燃;大力推行清洁生产技术,从源头上控制污染;通过水土保持、退耕还林、天然林保护、平原绿化及生态农业建设,减少化肥使用量,推广无磷农药,减少氨氮流失;优化水资源配置,节约用水,减少河道取水,保证河道基础流量,维持河流基本的稀释自净功能。

### 3.3 适当退耕、重建河岸植被带

随着人口的增长和对耕地资源需求的增加,人类对河流沿线土地利用的程度和范围不断扩大,河

流沿线土地的过度开垦利用,造成了自然景观的大量减少和破碎化,其中对湿地系统的影响最大。

近年来,流域生态环境不断恶化的趋势和洪水频繁泛滥昭示我们,单纯追求土地经济效益和社会效益安全而忽视土地生态效益安全的做法是错误的,但仅强调土地生态效益安全而无视生产生活用地的安全问题也难以被百姓接受,实践中行不通。保护为主、合理开发湿地资源,适当退耕、重建河岸植被带等措施成为河流管理的一种趋势。

### 3.4 加强湿地管理,保护湿地自然生态环境

设立保护区是湿地保护的重要措施。1981年陕西省自然保护区区划办公室将渭河下游湿地编入《陕西省自然保护区区划方案》定名为“三门峡水禽自然保护区”,属林业部门主管;1996年更名为“陕西省渭南市三河湿地自然保护区”。就目前看,列入保护区的湿地仅占渭河下游湿地总面积的50%左右,因此,扩大保护区面积并加强保护力度是渭河下游湿地保护工作迫在眉睫的问题之一。

为了平衡湿地资源保护和开发的关系,在设立保护区时应该本着重在保护、合理适度经营、便于管理和保护的区划原则,划分出核心区、缓冲区和实验区三个层次,在不同功能区采取不同的保护措施,兼顾环境和经济效益。

## 4 结 论

1) 渭河下游水沙量年际变化大、年内水沙量分配不均,并且呈现减少趋势;但是汛期黄河洪水倒灌渭河,平衡了渭河上游来水来沙量减少趋势对湿地系统水沙供给的威胁,降低了由于水沙供给变化而导致的湿地水文环境风险度。

2) 湿地水环境日趋恶化的变化趋势降低了湿地的生态净化功能,增加了湿地水环境风险度。

3) 1989~2000年渭河下游新增湿地  $12.76$  km<sup>2</sup>,年均增长率2.70%;湿地裸地化和盐碱化形势严峻,分别有  $2.02$  km<sup>2</sup>和  $0.94$  km<sup>2</sup>的湿地转变成了裸地和盐碱地,另外还有  $0.03$  km<sup>2</sup>的湿地转为城镇建设用地。

4) 通过加强湿地保护立法、完善流域水污染治理、重建河岸植被带、强化湿地管理等重点措施,扩大渭河下游湿地保护区范围并进行合理区划和科学管理,兼顾环境和经济效益,确保湿地环境安全和湿地资源的可持续利用。

## 参考文献:

- [ 1 ] 刘子刚. 湿地生态系统碳储存和温室气体排放研究 [ J ]. 地理科学, 2004 24(5): 634~639
- [ 2 ] 张明祥, 董瑜. 双台河口自然保护区滨海湿地景观变化及其管理对策研究 [ J ]. 地理科学, 2002 22(1): 119~123
- [ 3 ] 杨永兴. 从魁北克 2000—世纪湿地大事件活动看 21 世纪国际湿地科学研究的热点与前沿 [ J ]. 地理科学, 2002 22(2): 150~156
- [ 4 ] 张芸, 朱诚, 于世永. 长江三峡大宁河流域 3000 年来的环境演变与人类活动 [ J ]. 地理科学, 2001 21(3): 267~272
- [ 5 ] 王学雷, 吕宪国, 任宪龙. 江汉平原湿地水系综合评价与水资源管理探讨 [ J ]. 地理科学, 2006 26(3): 311~315
- [ 6 ] 张金波, 宋长春, 杨文燕. 沼泽湿地垦殖对土壤碳动态的影响 [ J ]. 地理科学, 2006 26(3): 340~344
- [ 7 ] 佟守正, 吕宪国. 松嫩平原重要湿地恢复研究进展 [ J ]. 地理科学, 2007 27(1): 127~128
- [ 8 ] 王计平, 邹欣庆, 左平基. 于社区居民调查的海岸带湿地环境质量评价——以海南东寨港红树林自然保护区为例 [ J ]. 地理科学, 2007 27(2): 249~255
- [ 9 ] 周西平. 三河湿地资源评价与保护利用 [ J ]. 陕西林业科技, 1998 (1): 61~64
- [ 10 ] 毛平宇. 论陕西黄河湿地保护的统一规划与管理 [ J ]. 陕西环境, 2002 9(4): 21~23
- [ 11 ] 孙 娟, 贺安乾. 三河湿地现状及对环境的影响 [ J ]. 陕西气象, 2002 (4): 43~44
- [ 12 ] 崔保山, 刘兴土. 黄河三角洲湿地生态特征变化及可持续性管理对策 [ J ]. 地理科学, 2001, 21(3): 250~256
- [ 13 ] 刘红玉, 吕宪国. 三江平原湿地景观生态制图分类系统研究 [ J ]. 地理科学, 1999 19(5): 432~436
- [ 14 ] 殷康前, 倪晋仁. 湿地研究综述 [ J ]. 生态学报, 1998 18(5): 539~546
- [ 15 ] Malby E. Waterlogged wealth: why waste the world's wet places [ M ]. UK: An Earthscan Paperback, 1986
- [ 16 ] Boule M. An early history of wetland ecology [ A ]. in Mitsch W J (ed). Global wetlands: old world and new [ C ]. Netherlands: Elsevier, 1994
- [ 17 ] 汪爱华, 张树清, 何艳芬. RS 和 GIS 支持下的三江平原沼泽湿地动态变化研究 [ J ]. 地理科学, 2002 22(5): 636~640
- [ 18 ] 陕西省统计局. 陕西统计年鉴 [ M ]. 北京: 中国统计出版社, 1996~2005
- [ 19 ] 何执兼, 关履基, 柯 栋. 广东省海岸带湿地遥感调查与开发 [ J ]. 中山大学学报 (自然科学版), 2001 40(5): 122~126
- [ 20 ] 肖笃宁, 胡远满, 李秀珍, 等. 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究 [ M ]. 北京: 科学出版社, 2001
- [ 21 ] 陈刚起, 张文芬. 三江平原沼泽对河川径流影响的初步分析 [ J ]. 地理科学, 1982 2(3): 254~263
- [ 22 ] 吕宪国, 黄锡畴. 我国湿地研究进展——献给中国科学院长春地理研究所成立 40 周年 [ J ]. 地理科学, 1998 18(4): 293~300

## Analysis on Environmental Risk of Wetland along the Lower Weihe River

LI Jing Yi<sup>1,2</sup>

(1. College of Resources & Environment Lanzhou University Key Laboratory of Western China Environmental Systems Lanzhou Gansu 730000 2 Key Laboratory of Disaster Survey & Mechanism Simulation of Shaanxi Baoji Shaanxi 721007)

Abstract: BY statistical computation and RS/GIS method, the environmental risk factors, including hydrological characteristics of wetland, water pollution, land-use/cover and their evolution in lower reaches of the Weihe River, were analyzed. The results are as follows: (1) The quantities of the water and sand are changing dramatically in recent years, and their distribution with the decreasing tendency are not even. In flood season, water from the Yellow River flows backward to the Weihe River, which relieves the threat resulted from the decreasing of water and sand supply, and reduces the risk for wetland brought by the changing mentioned above. (2) The degeneration of the hydrological environment of wetland lowers its purification capability, and increases its hydrological environment risk. (3) From 1989 to 2000, in the lower reaches of the Weihe River, the area of the wetland increased 12.96 km<sup>2</sup> with an annual increase rate of 2.7%, and there were 2.002 km<sup>2</sup> and 0.94 km<sup>2</sup> of wetland become bare and saline land, respectively. In addition, 0.03 km<sup>2</sup> wetland was occupied by urban construction. (4) BY some measures, such as strengthening lawmaking, fathering water pollution, reconstructing vegetation and enhancing management, environment safety and resources sustainable use will be come true.

Key words: lower Weihe River; wetland; environmental risk