

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2012.01.010

黄河三角洲非常规水资源综合利用

卜庆伟,辛宏杰

(山东省水资源与水环境重点实验室,山东 济南 250013)

摘要 针对黄河三角洲地区水资源不足、对黄河客水依靠程度高、水资源供需矛盾突出等问题,提出通过建设滨海骨干生态河道、完善灌区灌排干支渠、增设必要蓄水设施、构建生态水网等实现非常规水资源的综合利用。初步估算黄河以北非常规水资源利用量可达 22 390 万 m^3/a ,黄河以南非常规水资源利用量可达 14 550 万 m^3/a ,这部分水经深度处理后可作为黄河三角洲自然保护区湿地补水水源或当地工农业用水水源。

关键词 黄河三角洲;非常规水资源;综合利用模式;生态水网

中图分类号:TV213.4

文献标识码:B

文章编号:1004-6933(2012)01-0042-04

Integrated utilization of unconventional water resources in Yellow River Delta

BU Qing-wei, XIN Hong-jie

(Shandong Provincial Key Laboratory of Water Resources and Environment, Jinan 250013, China)

Abstract: The water system in the Yellow River Delta is characterized by insufficient water resources, a strong dependency on the water from the Yellow River, and outstanding conflicts between water supply and water demand. With consideration of these characteristics, an integrated strategy for utilization of unconventional water resources was proposed through construction of coastal ecological river channels, improvement of irrigation, drainage, and storage facilities in irrigation areas, and establishment of ecological river networks. It was preliminarily estimated that the amount of available unconventional water could be 223.9 million cubic meters per year to the north of the Yellow River and 145.5 million cubic meters per year to the south of the Yellow River. After advanced treatment, the water can become a resource for nature reserve wetlands and local industry and agriculture.

Key words: Yellow River Delta; unconventional water resources; integrated utilization; ecological river network

黄河三角洲是指以宁海为顶点,北起徒骇河以东、南至支脉沟口的扇形区域,总面积 5 450 km^2 。黄河尾间的多次摆动造就了近、现代黄河三角洲上部平原^[1]。受自然地理环境影响,当地土壤以盐化潮土和滨海盐土为主,含盐量高,土地盐碱化严重^[2-3]。

黄河三角洲地区多年平均降水量为 551.9 mm,多年平均径流量 4.69 亿 m^3 。该区地下水受补给方式的影响,矿化度多数在 3 g/L 以上,可利用的地下淡水主要分布在小清河以南的广饶县境内,北部主要分布于黄河滩区及黄河故道的部分地段^[4]。全区地下水可开采量为 1.06 亿 m^3 。黄河是当地最主要的客水来源,占当地供水量的 90% 以上^[5]。然而,受自然及人

类活动的影响,黄河径流量呈下降趋势^[6]。

黄河三角洲地区水资源供需矛盾突出,黄河三角洲中心城市——东营市人均水资源量为 296.5 m^3 ,仅占全国的 12.9%、全省的 86.2%。根据当地水资源开发利用规划资料的一次平衡条件分析显示,2015 年在 50%、75% 保证率下的缺水量分别为 2.73 亿 m^3 和 4.06 亿 m^3 ,2020 年在 50%、75% 保证率下的缺水量分别为 3.71 亿 m^3 和 4.86 亿 m^3 ;与此同时,该区非常规水资源,包括雨水、再生水、灌溉尾水等的利用水平较低。再生水利用方面,东营市中心城区及西城区污水收集能力为 19.0 万 m^3/d ,污水利用量为 523.8 万 m^3/a ,仅为收集量的 7%。雨水利用方面,

由于没有实现雨污分流,工程措施不配套,大部分雨水资源白白入海。灌溉尾水方面,由于该区盐碱化严重,灌溉定额较其他地区高,且常采用大水漫灌方式,农业用水利用系数不到 0.5,由于缺少相应蓄水设施,大量的灌溉尾水经河道直接入海。因此,合理开发利用当地非常规水资源,实现盐碱地改良基础上的非常规水资源综合利用是缓解当地水资源供需矛盾的重要手段。

1 总体构想

遵循黄河三角洲高效生态经济区发展规划,以建立和完善总量控制和定额管理相结合的用水管理制度为要求,在现有黄河三角洲水系基础上,规划建设滨海骨干生态河道,综合整治区域排水河道,完善灌区灌排干支渠,增设必要蓄水设施,把黄河、区域河道和平原水库等水源工程串联起来,构成一个集输水、蓄水、灌溉、供水、排水、改碱、咸水微咸水利用及自然保护区湿地补水于一体的工程水网和生态水系,用好用活黄河水,充分拦蓄利用地表水,积极开发利用中水和地下咸水微咸水,统筹兼顾生活、工业、农业和生态用水,做到一水多用、多水联供和循环利用,切实转变水资源利用方式,提高水资源的保障程度、利用效率和利用效益,缓解工农业生产与保护区生态用水的矛盾,保障黄河三角洲高效生态经济区的用水需求,改善黄河三角洲地区及自然湿地保护区内生态环境,促进黄河三角洲地区经济又好又快发展。

为此,结合当地水资源特点提出黄河三角洲地区非常规水资源综合利用总体技术方案:发展基于灌排和改碱体系的较为完善的高效生态农业区,通过建设生态河道,配套水利设施,充分利用灌溉退水、雨洪水、中水、地下咸水等非常规水资源,作为工农业用水及自然保护区生态补水水源,实现水资源的高效利用和水生态系统健康发展。总体构想见图 1。

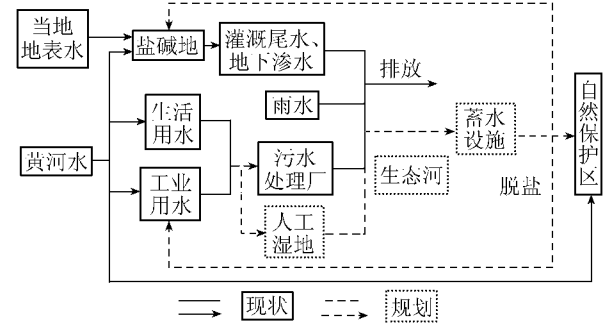


图 1 黄河三角洲地区非常规水资源综合利用总体构想

2 具体方案

针对黄河三角洲地区的地形、水系、自然保护区

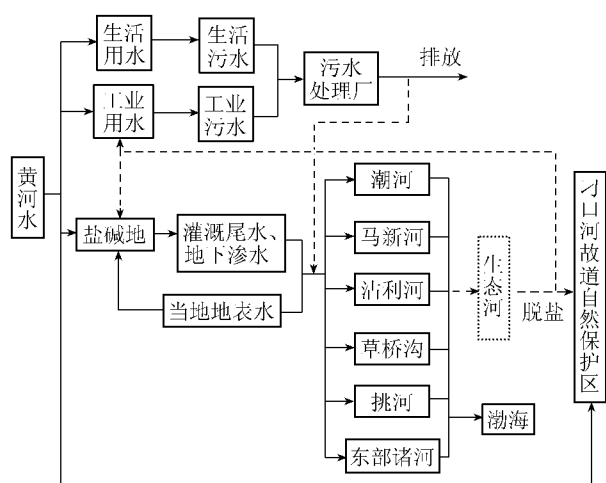
分布等特点,按照“北区北补、南区南补”的原则分区制定技术方案。

2.1 黄河以北地区

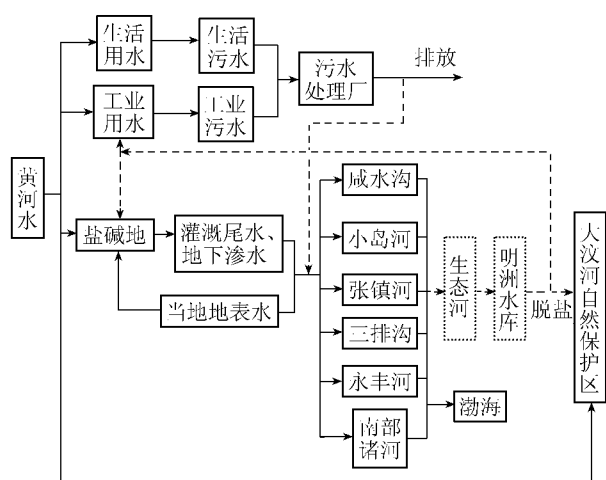
对黄河以北地区,在东营市河口区 30 km 长的东西向滨海生态河道建设的基础上,沿刁口乡、利津盐场以南、自然保护区南界继续向东开挖 65 m 宽、4 m 深的河道,首先延伸至黄河海港,然后继续向东南方向延伸至胜利油田桩西防潮堤以及孤东油田防潮堤,配套建设节制涵闸,串通潮河、马新河、沾利河、草桥沟、挑河、二河、三河、刁口河、神仙沟,形成一条既能接纳蓄存上游雨水和径流、又能排碱除涝和防潮的横贯东西的生态河道。同时,结合滨海生态河道建设,在生态河两岸规划建设 22 m 宽的二级公路以及 150 m 宽的生态防护林,构筑起一道绿色滨海大道和防护屏障。进一步建设完善王庄引黄灌区干支渠,延伸排水系统至每条排河,把自然水系、人工河道、灌排渠道连成一个水网系统。

工程方面,该方案需要开展生态河延伸工程、河道整治工程、王庄灌区续建改造工程、生态河与 9 个排水河道的节制闸工程以及沟通自然保护区湿地的引河工程等。其中生态河总长 60 km 左右,可以采用梯形断面,底宽 65 m,边坡 1:3,设计水深 3.0 m,河道整治工程主要包括疏浚以及拦河闸坝建设;王庄灌区续建改造工程主要包括灌区的骨干输水和排水系统的延伸、排碱沟或台田沟建设以及向骨干排水河道的排水工程等(比如在挑河以西、草桥沟(西干)以东、北至孤河水库地带,需要完善东西向的可以实现引黄灌溉尾水向刁口河故道排放的相关工程);自然保护区湿地的引河工程,系指由王庄灌区四干渠,经刁口河、穿越神仙沟向大汶流自然保护区黄河北片区的输水工程。黄河三角洲(黄河以北)地区非常规水资源综合利用模式见图 2(a)。

目前王庄灌区设计灌溉面积 3.93 万 hm^2 ,覆盖利津县大部分、河口区全部及渤海农场、济南军区生产基地和胜利油田河口、孤岛、孤东、桩西 4 个采油厂。灌区可利用的水资源主要为黄河水资源和由降雨产生的地表径流,浅层地下水为咸水,含盐量高,不能直接利用。王庄引黄闸原设计引水能力 $80 \text{ m}^3/\text{s}$,现状干渠输水能力达到 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 。在保证率 50% 时,王庄灌区现状排水河道可拦蓄 882 万 m^3 的当地地表径流,用于农业灌溉。通过马新河、沾利河、草桥沟、挑河等排水河道和新挖生态河、新建拦河闸等工程,可拦蓄利用当地径流、灌区灌溉尾水及地下渗水。按新挖生态河规划断面和长度,生态河可蓄水量为 6 700 万 m^3 ,新建河道拦河闸设计总拦蓄库容 1 500 万 m^3 ,合计总蓄水库容可达 8 200 万 m^3 。调蓄



(a) 黄河以北



(b) 黄河以南

—— 现状 - - - - 规划

图2 黄河三角洲地区非常规水资源综合利用模式
措施为当地径流和灌溉尾水的利用创造了条件,按前述年均当地径流量、灌溉尾水及地下渗水来量分析,估算年均三者可利用量合计为22390万 m^3 。

2.2 黄河以南地区

对黄河以南地区,结合沿海防潮堤建设,在防潮堤内侧建设横穿永丰河、三排沟、张镇河、小岛河和咸水沟的自南向北的生态河道及相应节制闸,扩建改造原有的咸水沟泵站,规划建设大汶流自然保护区南侧的咸水沟和明洲水库,利用生态河道充分拦蓄上游的灌溉尾水、雨水和河道径流,通过泵站提水进入咸水沟和明洲水库,利用水库调节,实现向工业规模化供水和大汶流自然保护区湿地补水。远期规划建设自永丰河向南延伸穿越溢洪河、广利河,直至支脉沟的生态河道,积极拦蓄雨洪水和灌溉尾水。

工程方面,该方案需要建设生态河工程、双河引黄灌区续建改造工程、五七干渠东延工程、排水河道整治、节制闸工程、咸水沟和明洲水库水库以及配套

泵站工程等。其中生态河设计结合南高北低的地势,地面高程自永丰河拦河闸处4.0 m降至咸水沟的1.5 m,总长33 km左右,河底坡降1/10000,河道采用梯形断面,底宽65 m,边坡1:3,设计水深3.0 m。五七干渠向东延伸6~7 km,可实现从黄河五七拦沙闸直接引水输送至咸水沟和明洲水库,引水流量13.0 m^3/s 。双河灌区续建改造工程主要包括灌区的骨干输水和排水系统的延伸、排碱沟或台田沟建设以及向骨干排水河道的排水工程等。生态河与永丰河、三排沟、张镇河、小岛河和咸水沟的交界处新建节制闸5座,设计拦蓄库容1200万 m^3 。明洲水库规划建于黄河口自然保护区西南侧,东、北与黄河南大堤相邻,西接黄河农场老防潮堤,南邻咸水沟,设计总库容915万 m^3 ,兴利库容810万 m^3 ,死库容105万 m^3 。库底高程0.60 m,死水位1.2 m,设计蓄水位5.1 m,水深4.5 m。新建入库泵站1座,设计流量5.0 m^3/s 。黄河三角洲(黄河以南)地区非常规水资源综合利用模式图见图2(b)。

目前,双河灌区控制面积3.6万 hm^2 ,引水能力为100 m^3/s ,干渠输水能力可以达到30 m^3/s 。上述生态河和水库等主要工程完成后,生态河可蓄水量为3860万 m^3 ,新建河道拦河闸设计总拦蓄库容1200万 m^3 ,明洲水库兴利库容810万 m^3 ,合计总蓄水库容可达5870万 m^3 。调蓄工程的建设为当地径流、灌溉尾水及地下渗水的利用创造了条件,按前述年均当地径流量、灌溉尾水及地下渗水来量分析,估算年均三者可利用量合计为14550万 m^3 。

通过建设滨海骨干生态河道、完善灌区灌排干支渠、增设必要蓄水设施、构建生态水网实现非常规水资源综合利用,带来的经济社会及生态环境效益显著。一方面,方案的实施可以大大提高非常规水资源利用率,减少对当地稀缺淡水资源及黄河客水的需求压力,初步估算黄河以北地区非常规水可利用量为22390万 m^3/a ,黄河以南地区非常规水可利用量为14550万 m^3/a 。这部分水经处理后可作为自然保护区湿地补水水源或当地工农业用水水源。另一方面,水系周边生态环境得到大大改善,有效控制盐碱地面积的扩大,同时生态河建设在沿海形成了淡水屏障,延缓了海水向内陆的扩张,对于防治海水入侵具有积极的意义。

3 结 语

黄河三角洲地区水资源供需矛盾突出,对黄河客水依赖性较大。利用当地特殊的自然地理条件,在盐碱地改良基础上充分开发利用非常规水资源,对保证当地经济社会可持续发展具有重要的意义。

按照“北区北补、南区南补”的原则,结合当地水系特点,分区提出非常规水资源综合利用模式,初步估算该模式下黄河三角洲地区非常规水资源综合利用的总量将达到 36 940 万 m^3/a ,这部分水可以用于自然保护区湿地补水或作为当地工农业用水水源。

为保证该目标的实现,建议进一步加大资金投入,完善相关工程措施;开展相关技术研究,提高非常规混合水处理水平,降低处理成本。

参考文献:

[1] 刘高焕,汉·斯德罗斯特.黄河三角洲可持续发展图集

[M].北京:测绘出版社,1997.
[2] 关元秀,刘高焕,王劲峰.基于 GIS 的黄河三角洲盐碱地改良分区[J].地理学报,2001,56(2):198-205.
[3] 关元秀,刘高焕.黄河三角洲盐碱地动态变化遥感监测[J].国土资源遥感,2003(2):19-22,33.
[4] 张效龙,孙永福,刘敦武.黄河三角洲地区地下水分析[J].海洋地质动态,2005,21(6):26-28.
[5] 李宝智.黄河三角洲水资源优化配置与可持续开发利用[J].山东水利,2003(12):36-37.
[6] 丁艳峰,潘少明,许祝华.近 50 年来黄河入海径流量变化的初步分析[J].海洋开发与管理,2009,26(5):67-73.
(收稿日期:2011-10-26 编辑:徐娟)

(上接第 41 页)同时河流入海口受到潮汐作用的影响较大,但大部分断面的模拟误差仍能满足工程精度要求。

6 结 论

在充分考虑了闸坝的调度运行原则及潮汐作用影响的基础上,采用 MIKE11 模型对黄河河口平原河网概化后计算水位与实测水位进行了数值模拟,经过模型率定,广利河、溢洪河糙率在 0.08 ~ 0.36 之间,东营河、五六干渠等支流的河道糙率为 0.10;同时,计算表明广利河河网下游水位变化趋势受上游来水流量的变化趋势影响较大,水流状况受人工调控明显。模拟结果较为合理,可以为下一步进行水量水质耦合模拟及河网库群与闸坝调度方案研究提供较为准确的水动力条件。

参考文献:

[1] 张瑞青.基于生态修复目标的黄泛平原河道水流水质数值模拟研究[D].济南:山东建筑大学,2011.
[2] Danish Hydraulic Institute(DHI). MIKE11: a modelling system for river sand channels user-guide manual[R]. Copenhagen: DHI, 2008.
[3] 交通运输部天津水运工程科学研究所.东营市滨海生态城防潮堤工程数学模型试验研究报告[R].天津:交通运输部天津水运工程科学研究所,2011.
[4] 周雪漪.计算水力学[M].北京:清华大学出版社,1994.
[5] 汪德.计算水力学理论与应用[M].南京:河海大学出版社,1989.
[6] 韩龙喜,金忠青.平原河网水量计算及参数率定:改进的湄公河模型[J].水动力学研究与进展,1991(6):39-45.
(收稿日期:2011-10-26 编辑:徐娟)

《水资源保护》征订启事

中国科技核心期刊 RCCSE 中国核心学术期刊

《水资源保护》是河海大学和中国水利学会环境水利研究会共同主办的科学技术期刊,创刊于 1985 年,双月刊,国内外公开发行,国内统一连续出版物号:CN32-1356/TV,ISSN 1004-6933。

《水资源保护》主要刊登与水资源保护有关的基础研究、应用技术、工程措施、综合述评,以及水资源管理、评价、监测、优化配置、节水技术、水环境污染控制等方面的文章。近年来,重点关注与水有关的生态环境领域中的研究方向,新增设相关的基础研究、防治技术、城市水环境治理等内容。

主要读者对象:与水资源保护工作有关的工程技术人员、科研人员、管理人员以及大专院校的师生。
《水资源保护》邮发代号 28-298,双月刊,每期定价 12 元,全年共 72 元,每逢单月 30 日出版。可在全国各地邮局订阅,也可直接与编辑部联系订阅。

地 址 210098 南京市西康路 1 号 河海大学《水资源保护》编辑部
电话/传真 (025)83786642 E-mail bh@hhu.edu.cn
网 址 kkb.hhu.edu.cn/web/indexbh.asp?id_id=34