

宁夏河套灌区节水目标与发展潜力

周 华¹, 崔广柏¹, 汪秀琴²

(1. 河海大学水资源环境学院, 江苏 南京 210098 2. 银川市水利设计院, 宁夏 银川 750001)

摘要 河套灌区发展节水灌溉要因地制宜, 总体目标的实现应该分阶段进行。用灰色理论进行河套灌区的水资源供需分析, 预测 2010 年节水潜力为 10.30 亿 m³, 2020 年为 13.81 亿 m³。灌区节水潜力有: 采取工程措施、调整作物种植结构、开采浅层地下水、改进地面灌溉方式、发展灌水技术、提高灌区节水灌溉管理水平等。

关键词 河套灌区; 节水灌溉; 水资源; 发展潜力

中图分类号 :TV213.9 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2005)06-0088-02

Water saving objective and development potential of Yellow River irrigated districts in Ningxia

ZHOU Hua¹, CUI Guang-bo¹, WANG Xiu-qing²

(1. College of Water Resources and Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Yinchuan Institute of Water Conservancy, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The overall idea of development of water-saving irrigation in Yellow River irrigation area should be in conformity to local condition, and the realization of the overall objective should be implemented in stages. The supply and demand of water resources was analyzed using grey theory, and the potential water-saving capacity is 1.030 and 1.381 billion m³ in 2010 and 2020 respectively. The potential for water-saving can be exploited rationally by the measures, such as engineering measure, adjustment of crop planting structure, exploitation of shallow groundwater, improvement of the surface irrigation manner, development of advanced irrigation technology and improvement of water-saving management in the irrigation area.

Key words: Yellow River irrigation area; water-saving irrigation; water resources; development potential

宁夏回族自治区地处西北黄土高原, 全区现有耕地 129.1 万 hm², 其中农田灌溉面积 46 万 hm², 农业在全区经济、社会中占有突出位置。宁夏气候干燥, 多年平均降水量仅有 292 mm, 蒸发量 1 296 mm, 是一个严重缺水的省区, 干旱半干旱面积占总面积的 70% 以上。

1 河套灌区节水灌溉的总体思路与阶段性目标

宁夏河套灌区发展节水灌溉总体思路是: 从实际出发, 改变现有水资源利用格局, 调整用水结构, 从宏观上提高水资源的配置效率, 从微观上提高水资源的利用效率, 确保自治区经济社会发展的用水需求。把农业节水放在突出位置, 大力压缩农业不

合理用水, 满足工业发展与城市建设必须用水, 同时确保生态用水。坚持生态、生活、生产用水统筹兼顾, 将优化配置与节约用水相结合, 以水的可持续利用支持经济社会可持续发展, 为全面实现小康社会目标提供支撑。节水目标分阶段进行, 见表 1。

2 用灰色理论进行灌区水资源供需分析

用灰色预测中一阶微分 GM(1, 1) 模型, 寻找水资源供需量随原始时间序列呈指数变化的规律, 既能满足精度要求, 而且预测结果可靠性较高。以近 3 年的宁夏耗黄河水量(表 2) 进行预测模型分析。

a. 建立 GM(1, 1) 一阶微分模型

$$x^{(1)}(i) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \quad (1)$$

基金项目: 宁夏农业综合开发科技项目(2002010)

作者简介: 周华(1968—), 女, 上海人, 教授级高级工程师, 博士研究生, 主要从事农业综合开发工作. E-mail: zhouhua@public.yc.nx.cn

式中: $x^{(0)}$ 为原始时间序列, 由 $x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(k)$ 组成; $x^{(1)}$ 为累加时间序列, 由 $x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(k)$ 组成。

表 1 阶段性节水目标

时间 段	衬砌率/%			灌溉面积/hm ²			水利用系数			粮食 水分 生产率 (kg· m ⁻³)
	干渠、 支干 渠	支 斗 渠	渠井 结合	小 畦	低压 管灌	涌 泉 灌	滴 灌	渠 系	田 间	
2005~ 2010	60	60~70	7	28	5.3	1.3	1.3	0.5	0.9	1.0
2010~ 2020	90	100	8	28	8.0	2.7	2.7	0.55	0.9	1.5
时间 段	工业产值 用水量/ (m ³ ·万元 ⁻¹)		工业用水 重复利用 率/%	污水达标 排放率 /%	林木 覆盖率 /%	湿地保 护面积 /hm ²				
2005~ 2010	80		75	100	15	2.7				
2010~ 2020	80		80	100	18	5.3				

表 2 宁夏耗黄河水量 亿 m³

年份	黄河水利委员会 分配耗水量	宁夏实际 耗黄河水量	超用 水量
2000	28.11	34.997	6.887
2001	25.64	34.850	9.210
2002	28.76	31.059	2.299
平均	29.56	33.640	4.080

b. 采用累加法生成新时间序列, 以弱化原始序列的随机性和波动性, 一阶线性微分方程

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)}(t) = u \quad (2)$$

式中 a, u 为待定系数。

c. 估计参数 a, u 。

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T X_k$$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(k-1) + X^{(1)}(k)] & 1 \end{bmatrix}$$

$$X_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}$$

d. 给出数列预测模型, 式(2)的逼近解

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{u}{a}\right)e^{-ak} + \frac{u}{a}$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

e. 模型精度检验。由于 GM(1, 1) 模型要求数据较少、原理简单、计算量适中、结果精度较高等诸多优点, 因此预测的效果非常好。其结果可以作为

灌区节水控制的参考, 从而提高节水决策水平。到 2010 年全区总计需水量, 比现状增加 4.41 亿 m³。2020 年比现状增加 2.70 亿 m³。其中农业取水呈下降趋势明显, 分别比现状减少 1.90 亿 m³、9.98 亿 m³; 农业用水比例由 85.5% 分别下降为 79.1% 和 71.3%。生活、生态、工业取水都有较大幅度增长。分行业需水量预测见表 3。

表 3 分行业需水、耗水量预测 亿 m³

项目	现状		预测			
	需水	耗水	2010 年		2020 年	
生活	1.700	0.913	3.274	1.56	5.372	2.655
生态	6.270	2.693	8.474	4.52	8.096	5.012
工业	4.224	1.078	6.773	3.64	11.401	7.574
农业	71.907	32.804	69.990	31.81	61.930	31.941
总计	84.101	37.488	88.510	41.53	86.800	47.182

3 灌区节水途径与发展潜力

以现阶段宁夏灌溉用水实际状况而言, 挖掘灌区节水潜力的途径主要是: 因地制宜地采取各种实用的综合节水技术措施, 尽量减少水分利用过程中的无效损耗, 使现有的水资源得到充分利用, 在此基础上, 通过实施其他辅助措施, 有效地提高单位水量的产出效率。主要的措施包括工程节水、种植结构调整节水、发展井渠结合灌溉、沟水回归灌溉和先进节水灌溉技术, 节水灌溉管理技术等。

a. 工程节水主要采取干支渠改造、干渠合并、渠道防渗砌护及建筑物配套等工程措施, 提高渠系水利用系数, 降低灌区综合毛灌溉定额, 减少灌区引用黄河水量, 减少渠系输水过程损失水量, 达到节水目的。到 2010 年支斗渠砌护率由 40% 提高到 70%, 渠系水利用系数达到 0.50, 则干渠节约水量达 0.97 亿 m³, 支斗渠节约水量达 1.58 亿 m³, 总节水达 2.55 亿 m³。2020 年干渠砌护率达到 70% 以上, 支斗渠砌护率达到 95% 以上, 渠系水利用系数达到 0.55。则干渠节约水量达 2.30 亿 m³, 支斗渠节约水量达 2.41 亿 m³, 总节水达 4.71 亿 m³。干渠合并节水潜力 2.16 亿 m³。

b. 调整作物种植结构、降低灌溉定额。在河套灌区主要栽培的作物有春小麦、玉米、水稻等, 河套灌区采用传统的灌溉模式, 一般春小麦套种玉米毛灌溉定额为 800 m³/a, 水稻采用常规灌溉定额达到 1700 m³/a。大力推广水稻控制灌溉节水技术, 比常规灌溉减少水量 28.8 m³/hm², 增收 4% 左右。调整种植结构, 粮食: 经济: 林草由现状 74: 16: 10 调整到 70: 17: 13, 用水量可比现状减少 4.32 亿 m³。

(下转第 92 页)

3 防治平原生态环境问题的基本对策

3.1 降低地下水水位 预防和消除土壤次生盐渍化

a. 减少下游地区渠道渗漏,确定合理的灌溉定额,推广喷灌、滴灌、膜上灌等先进的灌水技术。

b. 地表水、地下水联合运用,加大地下水的开发利用,在明排基础上发展竖井灌排,通过控制地下水水位,防止或削弱盐分在土壤表层的积累,达到提高水资源利用效率和盐渍化治理双重功效。

c. 积极开展微咸水农业灌溉的试验研究。微咸地下水和咸湖水在平原区分布广泛,国内外的试验研究结果表明:矿化度在 3~8 g/L 的微咸地下水和湖水,适合于耐盐性较高的农作物灌溉。目前新疆地区尚未系统开展此项试验研究工作,作者认为农业、水利、土壤、水文地质部门应通力协作,制定微咸水灌溉制度,充分合理地利用微咸水资源。

3.2 建立有实权的流域水资源管理机构

以流域为单元,建立有实权的水资源管理机构,统筹兼顾,统一规划,协调各部门的工作。对地下水、泉水和地表水实行统一管理、统一开发,上、中、下游兼顾。保证适量的生态用水量,确定地下水环境适宜开采量,不持续超采地下水,以确保地下水动态平衡,防止大河下游区域性地下水位持续下降和冲洪积扇溢出带泉水量进一步削减。

3.3 开源节流建立节水型社会

工农业用水定额高,水价过低,水资源浪费严重与严重缺水条件极不适应。必须把节水工作作为新

(上接第 89 页)

c. 开采浅层地下水,发展井渠结合灌溉,河套灌区补给量的 90% 以上来自河套渠系渗漏和田间灌溉入渗补给。由于灌区地下水位较高,大部分浅层地下水以潜水蒸发的形式被消耗。现状引水量条件下河套灌区地下水资源量 23.36 亿 m^3 ,可开采量为 14.02 亿 m^3 ,现状年灌区开采地下水 4.524 亿 m^3 ,仅占可开采量的 32.3%。

d. 改进地面灌溉方式,推广精细平田、小畦灌和沟灌技术。小畦灌和沟灌既简便成本又低、节水效果明显,应全面推广。预计灌区从 2005~2020 年实现小畦面积 26.6 万 hm^2 。每 0.066 hm^2 节约耗水量按 30 m^3 计,可节约 1.2 亿 m^3 。

e. 发展先进的灌水技术。灌区喷灌、滴灌、管道灌溉的节水技术仅占节水灌溉面积的 5.56%,低于全国平均水平。喷灌一般可节水 30% 以上,滴灌可节水 50% 以上。

f. 灌区节水灌溉的管理。国际上公认灌溉节水

新疆水资源开发利用的基本政策,狠抓节水工作,这是保证新疆经济发展、社会稳定的要求。新疆平原城镇多集中于溢出带附近,灌区集中于河流中上游,只有通过节水,才能扭转中下游地区地下水资源衰减趋势,保护生态环境。

3.4 全面开展补充性的地方病环境水文地质调查

查明本地区地方病发病规律及其与地下水水质的关系,进一步搞好病区的改水防病工作。卫生防疫、城市供水、水文地质部门应合作开展降低水中有害、有毒微量组分(如 F^- 、As 等)含量的试验研究工作,寻找价廉、方便的水中有毒微量组分的处理技术。同时,加强对地下水环境的监测工作,确定地下水环境变化趋势和劣变速率,以便有针对性地采取有效措施减缓环境的劣变。

参考文献:

- [1] 靳孟贵,刘延锋,董新光,等.节水灌溉与农业面源污染控制研究——以新疆焉耆盆地为例[J].地质科技情报,2002,21(1):51~54.
- [2] 《新疆生产建设兵团水利五十年》编纂委员会.新疆生产建设兵团水利五十年[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,2003.15~16.
- [3] 杨齐青,孙晓明.加强新疆地下水资源勘查开发与生态环境保护[J].新疆地质,2001,19(4):313~314.
- [4] 周金龙.浅谈新疆地下水的几个环境问题[J].新疆环境保护,1987(4):38~40.

(收稿日期 2004-05-20 编辑 舒建)

的潜力 50% 在管理方面,管理水平的提高对实现农业节水灌溉具有重要意义。加强节水灌溉管理,改革支斗渠供水管理体制,建立具有激励机制和能够直接体现农民利益的供水体制,推行“供水到户”制度。同时按照国家“补偿成本,合理收益,优质优价,公平负担”的原则,加快水价制度改革,逐步推行“终端水价”制度,促进供水管理单位和农户节水。从以上综合分析预测灌区节水潜力,到 2010 年河套灌区节水潜力为 10.30 亿 m^3 ,2020 年节水潜力为 13.81 亿 m^3 。

参考文献:

- [1] 贾大林.节水农业是提高用水有效性的农业[J].农田水利与小水电,1995(1):12.
- [2] 王自英.黄河下游引黄灌区节水现状、问题及对策[J].节水灌溉,2003(1):29.
- [3] 邓聚龙.灰色系统理论教程[M].武汉:华中理工大学出版社,1992.33.
- [4] 陈喜.引黄灌区盐碱化预测模型[J].河海大学学报(自然科学版),1997,25(6):92~96.

(收稿日期 2005-04-04 编辑 舒建)