

## 新疆某竖井排灌工程经济效益分析

蒋海云, 许 模, 魏云杰

(成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059)

**摘 要:** 竖井排灌具有降低地下水位减少蒸发量、土壤脱盐、淡化地下水及地下水灌溉等重要作用, 在我国北方干旱地区应用十分广泛。新疆某拟建竖井排灌工程区地下水埋藏浅而蒸发旺盛, 土壤有一定盐渍化, 且季节性降水和农牧业发展的供需极不平衡。为有效地开发利用地下水, 对工程的经济效益作合理的分析是十分必要的。根据实际资料分别分析并计算出竖井排灌工程的总投资、年费用及农业灌溉效益, 并采用静态法计算出竖井排灌工程的经济效益, 说明在该地区竖井排灌工程的经济效益显著, 在经济上合理可行。

**关键词:** 竖井排灌; 经济效益; 分摊系数; 土壤盐渍化; 新疆

**中图分类号:** S277

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2006)02-0032-02

## The Economic Effects Analysis of a Certain Shaft Irrigation and Drainage Project in Xinjiang

JIANG Hai-yun, XU Mo, WEI Yun-jie

(The Institute of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract** Shaft irrigation and drainage has the important functions of reducing the groundwater table, cutting down the evaporation, soil desalting, groundwater desalting and irrigating, etc. It is widely used in drought area in northern of our country. A certain shaft irrigation and drainage project in Xinjiang has such characteristics: groundwater embedding shallow, strongly evaporating, soil salinization, and the exceeding imbalance between the seasonal rain and the demand of development of agriculture and stock raising. In order to exploit and use the groundwater efficiently, it is necessary to reasonably analyze the economic effects of the project. The whole investment of the project, annual fee and economic effects of agriculture irrigation were figured out, and the project economic effects were worked out by using the static state method according to reality data. And the results proved that the economic effects of shaft irrigation and drainage project is prominent, it is reasonable and feasible economically.

**Key words:** shaft irrigation and drainage; economic effects; apportion modulus; soil salinization; Xinjiang

拟建竖井排灌工程区地处塔里木河流域的托什干河谷平原内, 位于欧亚大陆腹地, 属于大陆性北温带干旱气候, 气候干燥少雨, 蒸发旺盛。灌区平均年降水量为 91.5 mm, 最大年降水量为 178.1 mm, 最小年降水量为 25.3 mm, 降水主要集中在 6、7、8 三个月, 占全年降水量的 52.9%。季节性降水和农牧业发展的需水极不平衡, 春、秋旱特别是五月旱对农业生产的发展危害最大, 其特点是受旱时间长, 范围广, 农业减产幅度大。灌区潜水埋藏浅, 储量大, 容易开采, 一般埋深在 1~5 m, 由于潜水蒸发积盐, 土壤有一定程度的盐渍化。

灌区地下水位高, 土层薄, 肥力差, 粮食单产较低等问题, 严重阻碍了该地农业的发展。为了缓解该地耕地春秋缺水 and 排水问题, 该地政府决定在狠抓地面工程配套的基础上, 拟建竖井排灌工程, 大力开发利用地下水, 增加灌溉水源, 改善灌溉条件, 有效利用地下水资源和地表水资源, 并对其进行优化配置, 实现灌区节水和限额用水。本文根据实际资料, 对拟建竖井排灌工程的经济效益进行分析、评价。并按供水成本拟定水费标准, 以保证竖井排灌工程正常运行的管理费和设备的更新改造费。

### 1 竖井排灌的经济效果

#### 1.1 降低地下水位及土壤脱盐

竖井排水, 可以有效地控制和降低地下水位, 减少潜水蒸发量; 另外, 竖井排水加大了地下水的出流速度, 可溶盐随水抽出排走, 从而加快盐分的向下运动, 进而改良盐渍化耕地, 改善农作物生长条件, 提高农作物产量, 促使灌区生态趋向良性循环。

#### 1.2 地下水灌溉

灌区季节性降水和农牧业发展的需水极不平衡, 春、秋旱特别是五月旱严重制约了农业生产的发展。工程实施后每年开采地下水  $2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 可缓解灌区集中用水、春秋季缺水的矛盾。

### 2 竖井排灌工程投资及年费用

#### 2.1 竖井排灌工程投资

项目规划机井 45 眼, 装机容量 2 025 kW, 年开采地下水  $2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 总控制灌溉面积 1 600  $\text{hm}^2$ 。工程建设期 2 年, 正常运行期 20 年, 计算期算至 22 年, 基准年定在开工第一

年。工程投资总额 998.59 万元, 各项投资见表 1:

表 1 工程分项投资							万元
工程或费用名称	建筑工程	设备及安装工程	临时工程	水土保持及环境保护	其他费用	总投资	
投资	529.01	295.91	15.99	17.50	140.94	998.59	

工程投资应剔除属于国民经济内部转移部分, 主要有计划利润、税金等。经调整后固定资产投资为 906.86 万元。

2.2 年费用

水利建设项目的年费用包括项目运行初期和正常运行期每年所需支出的全部运行费用, 在工程有效使用期间为生产费用, 包括年运行费和折旧费两部分: 年运行费是指竖井工程设施在正常运行期间每年需要支出的经常性费用, 包括电能的消耗费、设备及工程维修养护费、工资和福利费、水资源费及其它费用; 折旧费不是用于当年的消耗, 而是每年对固定资产按一定的折旧费率提取的一项特殊支出费用, 直至累积到相当于固定资产的原值, 供竖井排灌工程设备的更新改造和扩大再生产使用。依据《机井技术规范》《水利经济计算规范》《水利建设项目经济评价规范》和《水利工程水费核订、计划和管理办法》(以下简称《办法》)以及现行的经济价格, 按照供水成本计算年费用得 263.48 万元(见表 2)。年费用各项费用计算如下:

(1) 抽水电费

采用下列公式计算:

$$C = N_1 \times f_1 \times g_1$$

式中:  $C$ ——年能源消耗费;  $N_1$ ——年抽水电量。年抽水用电量为 425.25 万  $\text{kW} \cdot \text{h}$ ;  $f_1$ ——能耗电价为 0.35 元/( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );  $g_1$ ——功率系数, 电动机取 1, 计算抽水电费为 148.84 万元。

(2) 维修费: 按固定资产投资的 2% 计, 得 20 万元。

(3) 材料费: 材料费主要包括生产运行过程中实际消耗的原材料、辅助材料、备品备件等, 参照类似工程, 暂按固定资产投资的 0.5% 计, 得 5 万元。

(4) 工资及福利费: 管理站定员 8 人, 按月平均工资 1 000 元, 工资附加费按月工资的 16% 计, 工资福利费为 11.14 万元。

(5) 其它费用: 按工资福利费、材料燃料费、维修费之合的 10% 计, 为 18.50 万元。

(6) 水资源费: 本工程水资源费计取标准为 0.005 元/ $\text{m}^3$ , 年抽水量  $2 \times 10^7 \text{m}^3$ , 则本工程正常年份水资源费为  $2 \times 10^7 \times 0.005 \text{元} = 10 \text{万元}$ 。

(7) 折旧费: 按 20 年折旧, 折旧费为 50 万元。

表 2 年费用(各项供水成本)								万元
费用项目	维护修理费	材料费	工资及福利费	抽水电费	水资源费	其他费用	折旧费	合计
费用	20	5	11.14	148.84	10	18.5	50	263.48

注: 耗电费按现行电价 0.35 元/( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 计算

3 农业灌溉效益计算

工程实施后, 水资源条件与水利条件得以改善, 将引起灌区如下变化: 作物单位面积产量提高; 作物种植比例发生变化, 趋向优化; 作物的复种指数提高; 农业结构发生变化, 更趋于合理。这些变化将导致灌区农业生产的产值较大幅度的增加, 即产生灌溉效益。本次效益计算选用种植业和果园作为灌溉增产效益分析对象。

灌溉效益分析采用增量费用和增量效益方法分析, 灌溉效益计算采用水利分摊系数法。规范规定分摊系数为 0.2~0.6, 在北方干旱少雨地区可取 0.4~0.6。灌区属于干旱少雨的灌溉农业区, 取分摊系数为 0.40。农产品价格采用现行

的定购价格为计算依据。

灌溉效益计算是求出改善灌溉条件后较无改善条件下作物灌溉的增产产量, 进而求出增产值, 再乘以灌溉效益分摊系数, 便得灌溉效益, 其计算公式如下:

$$B = \sum_i G A_i (Y_i - Y_0) C_i = \sum_i G A_i \Delta Y_i C_i$$

式中:  $B$ ——灌区农业灌溉效益;  $A_i$ ——灌区第  $i$  种作物的灌溉面积;  $G$ ——第  $i$  种作物的灌溉效益分摊系数;  $Y_0$ 、 $Y_i$ ——改善灌溉条件前、后第  $i$  种作物的单位面积产量;  $\Delta Y_i$ ——第  $i$  种作物的农产品价格;  $C_i$ ——灌区作物的品种数。

根据上述公式计算得灌溉效益为 422.44 万元, 见表 3。

表 3 灌溉效益						
种植物	面积/ $\text{hm}^2$	产量/( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )		单价/(元· $\text{kg}$ )	分摊系数	灌溉效益/万元
		改善前	改善后			
棉花	1300	1275	1500	8.00	0.4	93.60
小麦	4151	5250	6000	1.20	0.4	149.42
其它粮作物	230	4800	6000	1.50	0.4	16.59
油料作物	261	1500	2250	2.40	0.4	18.78
蔬菜	18	22500	30000	2.40	0.4	6.62
复播蔬菜	88	23250	30000	1.20	0.4	28.64
其它经济作物	24	7500	9000	1.20	0.4	1.73
苜蓿	22	12000	15000	0.20	0.4	0.52
苹果	355	14250	17250	2.50	0.4	106.54
合计	6450					422.44

4 竖井排灌工程经济效益分析计算

评价竖井排灌工程经济效益时, 一般采用投资效益经济指标来衡量, 其方法分为两种类型: 一种为不考虑资金时间价值的静态分析法; 另一种是考虑资金时间价值的动态分析法。对灌区一次性投入、当年投资当年开始受益的工程, 其经济效益采用静态法计算投资回收年限和投资效益系数两个经济指标来评价。

4.1 投资回收年限

投资回收年限表示为竖井排灌工程投资单位, 在工程竣工后通过效益的逐年积累, 完全回收资金的年限, 其计算公式为:

$$T = \frac{K}{B - C}$$

式中:  $T$ ——投资回收年限(a);  $K$ ——竖井排灌工程投资( $10^4$  元);  $B$ ——竖井排灌工程年均灌溉效益( $10^4$  元);  $C$ ——工程年管理运行费(不含折旧费)( $10^4$  元)。

4.2 投资效益系数(e)

投资效益系数是投资回收年限的倒数, 即

$$e = \frac{1}{T} = \frac{B - C}{K}$$

根据上述公式计算得回收年限和投资效益系数, 见表 4。

表 4 投资回收年限及效益系数—				
计算数据/万元			经济指标	
$K$	$B$	$C$	$T$	$e$
998.59	422.44	213.48	4.7	0.21

由表 4 中看出, 计算的投资年限小于《规范》规定的标准值( $T = 5 \sim 15$  年), 投资效益系数大于《水利经济计算规范》规定的标准值( $e = 0.06 \sim 0.2$ )。投资效益大, 经济效益显著。  
(下转第 114 页)

平均降雨量设为自变量, 将 NDVI 平均值设为因变量。在日平均相对湿度和 NDVI 关系模型中, 将 NDVI 平均值设为自变量, 将后 10 日平均相对湿度设为因变量。在日平均气温和 NDVI 关系模型中, 将前 10 日平均气温设为自变量, 将 NDVI 平均值设为因变量。所选用的曲线模型类型包括直线模型、二次方程、S 形曲线等 10 种模型, 并根据模型的拟合优度、显著性水平选择最佳拟合模型, 结果见表 2。

由表 2 可以看出, NDVI 与降雨、平均相对湿度的关系模型为二次方程, NDVI 与平均气温的关系模型为指数方程, 同时也可以复合曲线模型等来实现。在模型的拟合优度上, 以降雨量和 NDVI 的关系模型为最低, 以温度和 NDVI 的关系模型为最高。表 2 中的模型为理解黄土丘陵沟壑区植被与气候因子的关系提供了依据, 同时也为深入探讨黄土丘陵沟壑区植被变化的环境效应和区域水土流失治理研究奠定了基础。

表 2 NDVI 与主要气象因子的关系模型

因变量	自变量	拟合模型	模型类型	拟合优度	显著性水平
NDVI 平均值	前 10 日平均降雨量/mm	$y = 72.8592 + 22.7157x - 1.8119x^2$	二次方程	0.458	< 0.0001
	后 10 日平均相对湿度/%	$y = 23.2640 + 0.4821x - 0.0011x^2$	二次方程	0.622	< 0.0001
NDVI 平均值	前 10 日平均气温/℃	$y = 62.9021e^{0.0282x}$	指数方程	0.701*	< 0.0001

注: 在所拟合的模型中, 拟合优度为 0.701 的模型类型还有复合曲线模型、三次方程和等比级数曲线模型。

#### 参考文献:

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域- 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553- 558
- [2] 张元东, 徐应涛, 顾峰雪, 等. 荒漠绿洲 NDVI 与气候、水文因子的相关分析[J]. 植物生态学报, 2003, 27(6): 816- 821
- [3] Maselli F, Gilabert M A, Conese C. Integration of High and Low Resolution NDVI Data for Monitoring Vegetation in Mediterranean Environments[J]. Remote Sense Environment, 1998, 63: 208- 218
- [4] Lia J, Lewisa J, Rowland J, et al. Evaluation of land performance in Senegal using multi-temporal NDVI and rainfall series[J]. Journal of Arid Environments, 2004, 59: 463- 480
- [5] 李克让, 陈育峰, 黄枚, 等. 气候变化对土地覆被变化的影响及其反馈模型[J]. 地理学报, 2000, 55: 57- 63
- [6] 唐海萍, 陈玉福. 中国东北样带 NDVI 的季节变化及其与气候因子的关系[J]. 第四纪研究, 2003, 23(3): 318- 325
- [7] 陈云浩, 李晓兵, 史培军. 1983~ 1992 年中国陆地 NDVI 变化的气候因子驱动分析[J]. 植物生态学报, 2001, 25(6): 716- 720
- [8] Fu B J. Soil erosion and its control in the loess plateau of China[J]. Soil Use and Management, 1989, 5(2): 76- 81

(上接第 33 页)

## 5 水费标准拟定

为合理利用水资源, 促进计划用水, 节约用水, 保证竖井排灌工程运行必须的运行管理费、大修理费和设备更新改造费用, 以充分发挥经济效益, 竖井排灌工程为农业灌溉提供水量必须实行有偿供水。在正常情况下水量出售的收入应能补偿水量的成本消耗。

《办法》中规定, 对于粮食作物按成本核订水费标准。其计算公式为: 每  $m^3$  水费 = 年供水成本 / 年均提水量, 则单方水费 =  $263.48 / 2000 = 0.13$  元/ $m^3$ 。对于经济作物收取水费

#### 参考文献:

- [1] SL 256—2000, 机井技术规范[S]. 2000
- [2] SD 139—85, 水利经济计算规范[S]. 1986
- [3] SL 72—94, 水利建设项目经济评价规范[S]. 1994
- [4] 赵东辉. 银北灌区竖井排灌工程经济效益分析[J]. 水利经济, 1993, (2): 50- 55
- [5] 董新光, 等. 新疆阜康市三工河流域机井灌溉工程经济效益分析[J]. 灌溉排水, 1993, 12(4): 30- 33
- [6] 叶秉如. 水利计算及水资源规划[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995

## 3 结论与讨论

在陕北延安市的 1999~ 2001 年间, NDVI 与降雨、相对湿度和温度等气象因子具有相关性, 但和不同因子相关性的差异比较明显。对于降雨量而言, 前 10 日平均值与 NDVI 相关性较好, 而当日值、后 10 日平均与 NDVI 相关性较差, 前期降雨能够对植被的生长产生明显影响; 对于相对湿度而言, 当日值、前 10 日平均和 NDVI 的相关性都比较差, 而后 10 日平均和 NDVI 表现出较好的相关性, 植被的生长状况能够显著改善空气的相对湿度, 但是这种影响具有一定的滞后性特征; 对于温度而言, 日平均气温的当日值、前 10 日平均、后 10 日平均和 NDVI 相关性都很好, 其中, 前 10 日平均和 NDVI 相关性较高, 前期的温度变化能够影响植被的生长状况。对于日平均风速、日照时数而言, NDVI 和它们的相关性都不好。所拟合的 NDVI 与主要气象因子的关系模型中, NDVI 与降雨量的模型拟合优度最低, 而与温度的模型拟合优度最高。

本研究采用了时间分辨率比较高的 NDVI 数据, 初步分析了延安市逐旬 NDVI 变化与气候因子的关系, 为分析黄土丘陵沟壑区土地覆被变化与气候因子的关系提供了依据。但是, NDVI 与气候因子的关系涉及多种因素, 在进一步的研究中还应当继续探讨不同植被类型条件下 NDVI 与气候因子的关系、不同区域条件下 NDVI 与气候因子关系的空间分异等。

可略高于 0.13 元/ $m^3$ 。

## 6 结论及建议

该竖井排灌工程效益显著, 在经济上合理可行。另外, 竖井排灌结合, 可以有效控制和降低地下水位, 减少潜水蒸发, 降低土壤返盐, 土壤盐渍化将逐步得到治理, 逐渐改善农作物生长条件, 提高农作物产量, 促使灌区生态趋向良性循环。

工程实施后, 建议实行地表水、地下水两水统管、统调、统一核订水价和征收水费, 加强用水管理, 提高水的利用率, 以降低灌溉成本。