

文章编号: 1007-4929(2007)03-0062-02

西安市纺织城区污水回用效益评估

李冬梅, 党志良, 叶朝丽, 张 雄

(西安理工大学市政工程系, 陕西 西安 710048)

摘要:在分析了西安市纺织城区回用水需求量的基础上,确定了纺织城区污水回用规模和工程的建设内容,着重对该工程建成运行后对纺织城区所产生的经济效益、环境效益和社会效益进行了评估,结果表明在该区建立污水回用系统是污水资源合理利用的有效措施和解决水资源缺乏的有效手段。

关键词:污水回用;效益评估;经济效益;环境效益;社会效益

中图分类号:X2 **文献标识码:**A

西安市位于陕西中部,属于“资源性缺水地区”。随着西部大开发战略的实施,城市规模日益扩大,供需矛盾更加突出。为了缓解水的供需矛盾,西安市人民政府采取一系列的开源节流措施,大大缓解了西安市目前的缺水状况。但远距离引水工程是对有限水资源的开发利用,且工程量大、工期长、耗资耗能大,不是西安市解决水资源短缺的根本出路。相比较而言,污水再生回用具有水源不受气候影响、就地可取、稳定可靠,且可节约优质的饮用水源、减少排污量、减轻水体污染、费用远远低于远距离引水等优势,是解决供需矛盾的有效措施。纺织城区是西安市中心市区的六大片区之一,探讨在该区实施污水回用项目,对缓解西安市水资源短缺有着举足轻重的作用,本文在分析西安市纺织城区回用水需求量的基础上,确定了纺织城区污水回用方案和工程的建设规模,并着重对该工程建成运行后对纺织城区所产生的经济效益、环境效益和社会效益进行评估,为政府决策提供理论依据。

1 纺织城区污水回用需求量分析

纺织城区对回用水需求量较大的工业用户主要有灞桥热电厂及西北国棉三、四、五、六厂等,分布在纺织正街两侧;景观水体对回用水需求量较大主要是公园的水面和河道水面,以及河、灞河的补充水源;绿化浇洒对回用水需求量较大主要是东三环北郊、幸福万寿路绿带、灞风景区绿化;农业灌溉对回用水需求量较大主要是 河东岸附近土地,其近、远期纺织城区再生水需求量见表 1。

2 纺织城污水厂深度处理规模的确定

纺织城区污水再生回用的水源采用纺织城污水处理厂二

表 1 近、远期纺织城区再生水需求量 m^3/d

编号	需水行业	近期需水量	远期需水量
1	工业	21 158	39 358
2	农业	11 326	150.6
3	景观水体	16 164	16 164
4	市政、园林等杂用	1 352	14 327.4
5	合计	50 000	70 000

级出水。纺织城污水处理厂是中心市区规划的六座污水处理厂之一,位于西安市 河东岸,西邻高速公路以南,东三环以西,利用日元贷款即将参建,主要接纳西安市东郊信号厂专用线,东北郊长鸣公路以东至 河区域内的污水以及规划的纺织城区域内的污水,总服务面积 2 756 hm^2 ,通过对近、远期需水量调查(见表 1)分析可确定污水厂深度处理规模,见表 2。

表 2 纺织城污水处理厂深度处理规模

回用对象	水量(万 $t \cdot d^{-1}$)	
	近期(10年)	远期(20年)
灞桥电厂、纺织厂等	2.11	3.94
深度处理		
景观水体	1.62	1.62
市政园林杂用	0.14	1.43
水用户		
农业灌溉	1.13	0.01
深度处理规模	5	7
剩余二级出水量(供农业、河边、其他用)	5	13

收稿日期:2007-04-10

作者简介:李冬梅(1981-),女,硕士研究生。

3 工程建设内容

(1) 近期修建 5 万 m^3/d 的二级处理出水深度处理设施, 处理后的水回用于灞桥热电厂及纺织城各纺织印染工厂、灞河风景区绿化浇灌、道路浇洒用水及附近郊区农业灌溉用水。

(2) 污水处理厂至各用水点的污水回用管线及加压泵房。该区域回用水管网主要沿东三环、电厂路、纺织正街、长乐路、幸福路、河两岸敷设, 管网基本为枝状。近期管网总长度 14.81 km, 管径 DN800-DN200。

4 效益分析

纺织城区污水回用工程项目按计划分两期实施, 规划近期至 2005 年, 远期至 2010 年。据估算, 近期深度处理投资 5 250 万元, 回用水管网规模 14.81 km, 管网投资 2 101.54 万元, 近期总投资 7 351.54 万元。远期建设的回用水项目主要是处理设施的扩建和回水管网的扩建, 据估算, 深度处理设施的扩建投资 2 480 万元, 回用水管网扩建规模 5 km, 管网扩建投资 225 万元, 远期扩建总投资 2 705 万元。纺织城区污水回用工程的建设可解决纺织城区水资源短缺问题, 缓解水资源的供需矛盾, 对促进农业生产和国民经济的可持续发展意义重大, 对西安市实现创建生态型、国际化、现代化旅游古城的目标有积极的推动作用^[3]。纺织城区污水回用系统建成运行后, 将产生显著的经济效益、环境效益和社会效益。

4.1 经济效益

参照有关城市的经验, 结合本项目的实际情况, 本工程的经济效益可分为直接经济效益和间接经济效益。直接效益并不显著, 主要是销售回用水收取回用水使用费, 但其间接经济效益很重要。

直接经济效益: 水量按设计能力的 90% 计, 输水损失率为 20%, 年输水能力为 $7 \text{ 万 m}^3 \times 365 \times 90\% \times 80\% = 1\,839.6 \text{ 万 m}^3$, 综合水价为 1.55 元/ m^3 (西安市 2007 年规划回用水水价), 年销售收入为 2 851.38 万元。

间接经济效益:

(1) 污水回用比开发利用其他水资源具有经济上的优势。对于污水再生回用而言, 水源的获得是就地取水。既不需要远距离引水的巨额工程投资, 也无需支付大笔的水资源费, 省却了大笔输水管道建设费用和输水运行费用。源水成本几乎为零。按西安市目前的源水费 0.2 元/ m^3 考虑, 经初步计算, 在西安纺织城区回用水系统全面投入生产后, 仅源水费用, 每年可为西安市节约开支 511 万元^[5]。

(2) 与自来水厂相比, 修建纺织城回用水厂建设费用低。用再生水替代工业、市政杂用水等低质用水, 因其水质要求低, 其处理工艺远比自来水厂简洁, 投资与维护费用都比自来水厂节省。

(3) 纺织城区回用水系统设于纺织城污水处理厂内, 省却了一系列的附属性工程。如变配电系统、办公化验室、机修等, 这些构筑物与原污水处理厂共用, 并且, 再生水厂的反冲洗系统和污泥处理也并入二级污水处理厂系统之内, 大幅度地降低了水厂日常运行费用。此外, 回用水厂与二级污水处理厂合署

办公, 相应地亦可省去许多人员编制, 减轻再生水厂的负担, 同时可以充分利用现有人员, 提高了人力资源的利用率。

(4) 纺织城区污水回用为该区提供了一个经济的新水源, 减少了新鲜水的取用量, 相应地减少了排入市政污水管道的污水量, 可以降低该区排水设施的投资和运行费用。

4.2 环境效益

纺织城区污水回用系统建成运行后, 将带来可观的环境效益, 主要包含以下几个方面。

(1) 纺织城区污水处理后回用于农业生产和绿化, 将带来可观的环境效益^[5]。其一, 进一步削减排入该区河道的污染物总量, 对改善河流水质状况起到促进作用; 其二, 污水回用于农业灌溉并修建回用水水库蓄水, 可使灌区内超采的地下水得到相应的补充; 其三, 回用水中含有丰富的营养氮和磷, 有利于农作物和花草树木的生长, 同时回用水的腐殖质等有机成份也有利于改良土壤。

(2) 纺织城区污水回用工程提供了新水源, 减少了新鲜水的取用量, 减少了市政管道的污水量, 同时减少了排向该区周边水体的污水量, 改善了自然水环境, 更好地改善了投资环境, 使投资环境好转、旅游业繁荣、房地产业升温等, 由此带来不可估量的经济效益。

(3) 随着纺织城污水处理工程的建设, 直接保护了地表水 (河、灞河等) 及地下水环境, 减轻了污水蒸发对空气的污染和重复使用水资源对土壤的污染。

(4) 通过纺织城污水处理工程的建设, COD_{Cr} 、 BOD_5 、SS、 $\text{NH}_3\text{-NH}$ 和 TP 排放量大量削减, 有利于当地水环境的改善。

4.3 社会效益

纺织城区再生水处理工程是一项保护环境、建设文明卫生城市, 为子孙后代造福的公用事业工程。本工程实施后, 可有效地解决纺织城区水污染及水资源短缺问题, 为该区服务, 为社会服务。通过利用再生水浇灌草坪、绿地, 复活该区小河流, 可以调节该区的小气候, 改善该区市容。由此带来的投资环境好转、旅游业繁荣、房地产业升温等, 效益不可估量。同时, 由于小河、溪流的变清复活, 可以减少蚊虫孳生的场所, 降低疾病的传播可能性, 提高卫生水平, 保护人民身体健康, 这些无疑为招商引资创造更有利条件, 对促进社会经济的发展做出巨大的贡献。此外, 由于西安市是西北五省的重镇, 西安市纺织城区再生水处理工程的建设对西北五省的水环境治理和污水资源化起着极好的表率作用, 社会影响巨大。因此, 本工程是把西安纺织城区建设成为一座风景优美、经济繁荣、社会稳定、生活方便的文明卫生城区的至关重要的基础设施。

综上所述, 远期本工程服务区内每天自然耗水量将减少 7 万 m^3 以上, 可在很大程度上缓解该片水资源压力, 并可每年通过销售回用水直接增加收入 2 851.38 万元, 且该工程所产生的环境效益和社会效益又将对该区间接产生巨大的经济效益。

5 结论

通过对纺织城区污水回用工程建成运行后对该区所产生的效益进行详细的分析, 可以看出在该区建立污水回用系统是污水资源合理利用的有效措施和解决水资源 (下转第 66 页)

期受旱 10 d、20 d 两个处理的缺水率均在 30%，说明缺水现象严重。

3.4 各生育期在相同受旱天数的减产量、缺水量

由于各生育期水稻的长势长相情况不同,生理状况不同,气候条件也不一样,因此,在正常灌溉条件下,稻田腾发量不同,相同受旱天数的情况下,其缺水量也不同,减产率肯定不一样。由于各生育期的长短情况不同,本试验设计处理情况也不一样。为便于比较分析,每个生育阶段只取两个受旱处理,即受旱 10 d、受旱 20 d 进行比较分析,详见表 4。

表 4 各生育阶段受旱 10 d、20 d 两种处理的减产、缺水情况统计表

处 理	减产量/ (kg·hm ⁻²)	减产率/ %	缺水量/ mm	缺水率/ %
分蘖期受旱 10 d	450	8.2	3.2	7.6
拔孕期受旱 10 d	1 230	22.5	18.7	36.3
抽开期受旱 10 d	1 485	27.1	9.8	32.0
乳熟期受旱 10 d	960	17.5	11.9	31.1
分蘖期受旱 20 d	585	10.7	15.4	19.4
拔孕期受旱 20 d	2 505	45.8	40.0	37.9
抽开期受旱 20 d	1 740	31.2	27.6	39.8
乳熟期受旱 20 d	1 485	27.1	18.8	32.3

从表 4 看出,在同样受旱 10 d 的处理中,分蘖期减产最轻,减产率 8.2%,抽穗开花期减产最重,减产率为 27.1%;在同样受旱 20 d 的处理中,分蘖期减产最轻,减产率 10.7%,拔孕期减产最重,减产率为 45.8%。从缺水情况看,在同样受旱 10 d 处理中,拔孕期缺水最多,缺水量 18.7 mm,缺水率 36.3%,分蘖期缺水最少,仅 3.2 mm,缺水率 7.6%;在同样受旱 20 d 处理中,拔孕期缺水最多,为 40.0 mm,缺水率 37.9%,分蘖期缺水最轻,为 15.7 mm,缺水率为 19.7%。从表 4 可看出一个规律,在水稻整个生长期中,减产量与缺水量成正比关系,缺水少,减产轻,缺水多,减产重。如果以受旱天数来看水稻耐旱程度,拔孕期或抽开期最不耐旱,分蘖期最耐旱。如果以绝对缺水量来表示耐旱程度,各生育期缺水量相近,其减产量基本相近,这从下面 Blank 连加模型系数和 Jensen 连乘模型系数值中就可看出。

3.5 水稻水分生产函数

目前,比较常用的水稻水分生产函数有两种,即 Blank 连加模型和 Jensen 连乘模型。

Blank 连加模型公式为:

$$Y_a/Y_m = A_1 ET_{a1}/ET_{m1} + A_2 ET_{a2}/ET_{m2} + A_3 ET_{a3}/ET_{m3} + A_4 ET_{a4}/ET_{m4}$$

(上接第 63 页) 缺乏的有效手段之一,也是保护环境、防治水污染的主要途径,是社会经济可持续发展的重要环节,因此,非常有必要在该区建立污水回用系统。

参考文献:

- [1] 中国市政工程西北设计研究院. 西安市城市污水再生回用规划[Z]. 2003.
- [2] 辛良杰,张祖陆. 城市中水系统组成及效益分析[J]. 资源开发与

式中: Y_a 为缺水受旱时产量; Y_m 为充分灌溉产量; A_1, A_2, A_3, A_4 为耐旱系数; $ET_{a1}, ET_{a2}, ET_{a3}, ET_{a4}$ 分别代表各生育期受旱期间腾发量; $ET_{m1}, ET_{m2}, ET_{m3}, ET_{m4}$ 分别代表相对 ET_a 时充分灌溉期间腾发量。

将试验数据代入上式,得出本地区水稻受旱模型公式为:

$$Y_a/Y_m = 1.2130(ET_{a1}/ET_{m1}) + 1.0456(ET_{a2}/ET_{m2}) + 1.1024(ET_{a3}/ET_{m3}) + 1.136(ET_{a4}/ET_{m4})$$

其中 A 值越小,表明该生育期对水分越敏感。从上面公式可以看出,在拔孕期 A 值最小为 1.0456。分蘖期 A 值最大,为 1.2130,但总体上比较相近,差别都不是太大。

Jensen 连乘模型公式为:

$$Y_a/Y_m = (ET_{a1}/ET_{m1})^{\lambda_1} \times (ET_{a2}/ET_{m2})^{\lambda_2} \times (ET_{a3}/ET_{m3})^{\lambda_3} \times (ET_{a4}/ET_{m4})^{\lambda_4}$$

式中: λ 为耐旱系数;其他符号意义同前。

根据该模型,利用 2005 年水稻各生育期受旱数据,得出的模型公式为:

$$Y_a/Y_m = (ET_{a1}/ET_{m1})^{0.5736} \times (ET_{a2}/ET_{m2})^{0.9235} \times (ET_{a3}/ET_{m3})^{0.7869} \times (ET_{a4}/ET_{m4})^{0.6645}$$

λ 值越大,表示对水份越敏感,从本公式可以看出,拔孕期 λ 值最大,分蘖期 λ 值最小。

4 结 语

从以上分析得出如下结论。

(1)分蘖期是各个生育期中最耐旱的时期。在总灌溉水量有限的情况下,应适当减少分蘖期的灌水量和灌水次数。

(2)同天数的受旱处理。拔孕期和抽开期受旱减少最明显。受旱 10 d,减产率达 20%以上;受旱 20 d,减产率在 35%以上。故该时期应尽可能保证田间的充分灌溉。

(3)不同的生育期的受旱天数与减产量成正相关关系,从 Blank 与 Jensen 模型来看,拔孕期最为明显。

(4)由于试验条件限制,水稻受旱试验只能在防雨棚隔绝天然降雨的情况下表示受旱状况,对空气湿度无法控制,空气湿度对受旱处理的效果有一定的影响。因此,最好进行多年试验,得出的结果将更为准确。

参考文献:

- [1] 朱庭芸. 水稻灌溉的理论与技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,1998:329-331.
- [2] 水利部农村水利司,中国灌溉排水技术开发培训中心. 水稻节水灌溉技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,1998:51-57.
- [3] 陈亚新,康绍忠. 非充分灌溉原理[M]. 北京:水利电力出版社,1994:48-58.
- [4] SL13-2004. 灌溉试验规范[S].

市场,2003,19(6):371-373.

- [3] 郑 辉. 城市污水回用系统的建立与优化[D]. 上海:东华大学,2004.
- [4] 褚俊英. 中水回用的经济与中水利用潜力分析[J]. 中国给水排水,2002,18(5):83-85.
- [5] 王玉新. 浅析污水回用的工程效益[J]. 河北建筑工程学院学报,2001,19(3):9-10.