

宿迁地区管道输水灌溉工程 技术应用适宜性评价

龚懿婧¹, 周 皞², 黄秋歌¹, 何海洲², 周明耀¹

(1. 扬州大学 水利科学与工程学院, 江苏 扬州 225009;

2. 宿迁市水务勘测设计研究院有限公司, 江苏 宿迁 223800)

摘要:为保证宿迁地区管道输水灌溉工程技术的合理推广应用,针对宿迁地区特点,构建以工程条件、应用环境、投入能力和效益水平为准则的适宜性评价指标体系。采用层次分析法与模糊综合评价方法确定评价指标权重、进行适宜性综合评价。实证分析结果表明,相较于大型灌区,宿迁市应优先考虑在小型提水灌区、具备良好有效水头的丘陵岗坡地水库和塘坝地区推广应用管道输水灌溉工程技术,对宿迁地区制定管道输水灌溉工程建设规划具有一定的参考意义。

关键词:管道输水; 适宜性评价; 灌区; 节水改造

中图分类号:S275;[TV93]

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2019)09-0026-05

Suitability evaluation on the irrigation engineering technology of pipeline water delivery in Suqian area

GONG Yijing¹, ZHOU Hao², HUANG Qiuge¹, HE Haizhou², ZHOU Mingyao^{1*}

(1. College of Hydraulic Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu;

2. Suqian Surveying and Design Institute of Water Affairs Co., Ltd., Suqian 223800, Jiangsu)

Abstract: In order to ensure the reasonable promotion and application of irrigation engineering technology of pipeline water delivery in Suqian area, aiming at the characteristics of Suqian area, a suitability evaluation index system based on engineering conditions, application environment, input capacity and benefit level was built. The analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation method were used to determine the weight of evaluation indicators and comprehensive evaluation of suitability. The results of empirical analysis showed that compared with large-scale irrigation districts, Suqian City should give priority to the promotion and application of irrigation engineering technology of pipeline water delivery in small-scale water-irrigation areas, hilly sloping reservoirs and ponds area with good effective water heads, which was of certain reference significance to make the construction plan of pipeline water delivery irrigation project.

Key words: pipeline water delivery; suitability evaluation; irrigation area; water-saving transformation

0 引言

近年来,江苏省持续加大对管道输水灌溉工程

技术的推广建设力度,苏州常熟、徐州丰县等地在水稻区大规模推广应用该项节水灌溉新技术,获得了广大农民群众的好评,效益显著。“十三五”期

收稿日期:2019-06-04

基金项目:江苏省水利科技项目(2017056)

作者简介:龚懿婧(1995—),女,硕士研究生,研究方向为节水灌溉理论与新技术研究。

通讯作者:周明耀(1958—),男,教授,博士生导师,主要从事农业水土资源高效利用方向的研究工作。

间,江苏省计划新增管道输水灌溉面积145万亩,占新增高效节水灌溉建设面积的73%^[1]。宿迁地区作为江苏省主要的商品粮生产基地,全市共有万亩以上灌区23处,控制耕地面积500万亩,占全市耕地总面积的76%,是江苏省推广应用管道输水灌溉工程技术的重要地区。“十二五”期间,宿迁地区农田灌溉保障能力提升明显,但由于资金限制等原因,宿迁地区节水灌溉面积尤其是高效节水灌溉面积占比较低,大中型灌区内仅对支渠以上骨干工程进行了节水改造,支渠以下系统配套率低、管理相对粗放、工程老化等因素影响了宿迁地区农业经济的发展^[2]。因此,宿迁地区在“十三五”规划中提出进一步大力推进灌区节水改造工程建设,不断提高节水灌溉工程面积占比。管道输水灌溉工程技术作为主要推广的高效节水灌溉技术,在应用过程中进行适宜性评价,科学规划,对保证该技术在宿迁地区的健康发展具有重要的意义。

以往关于管道输水灌溉工程技术应用的适宜性评价研究多是偏重其技术本身,对不同节水灌溉技术进行评价与选择,评价的地区较广泛,如针对西北干旱半干旱地区、我国南方地区的节水灌溉技术评价^[3-4],导致评价指标选取针对性不强,不能充分体现应用地区的特点,评价过程中技术与应用环境结合不紧密。本文针对宿迁地区特点,综合考虑技术应用的工程条件、应用环境、投入能力和效益水平等方面,对当地是否适宜发展管道输水灌溉工程技术做出评价,为宿迁地区管道输水灌溉工程建设发展规划指明方向。

1 评价指标体系构建

1.1 评价目的

由于宿迁地区耕地面积大,灌区分布涉及不同地形,且不同区域的发展情况不一,管道输水灌溉工程技术的应用环境差异明显。因此,需分析技术与应用环境的适应程度,判断该地区是否适宜发展该技术^[5],以确保技术应用产生应有的效果,避免造成资源浪费。

1.2 主要影响因素

影响宿迁地区管道输水灌溉工程技术发展的因素很多,但主要有工程条件、应用环境、投入能力和效益水平4个方面、11项重要指标。

(1) 地形因素

地形因素包括相对高差、坡度及平整度,其中坡度对管道铺设的影响最为显著。《水土保持法》

明文规定坡度大于25°时不得进行耕地开垦;在坡度小于1°时,对管道工程建设最为有利。

(2) 水源水位

水位是决定取水方式的重要因素,取水方式不同关系到是否进行管道输水灌溉工程的建设。水库、塘坝自流地区能提供良好的水头,发展管道输水灌溉的条件最优越;河流提水地区虽灌溉水位有保障,但需要消耗一定的能量;河流自流灌区,水位条件不能满足灌溉管道输水所需的足够水头,管道输水工程技术应用则受到限制。

(3) 水源水质

水质因素中主要考虑含沙量和漂浮物对输水管道的影 响。含沙量和漂浮物较多会增加清理难度和运行成本^[6]。因此,在水库、塘坝地区,水质较好;含沙量和杂物较少的河流水源水质次之;浑水河流、水中漂杂物较多的水源水质较差。

(4) 节水工程

灌区现有节水灌溉工程的完好程度和效益发挥情况影响是否需要 进行节水改造。现有节水灌溉工程完好程度高,则不宜考虑进行改造。考虑现有节水灌溉工程多为防渗渠道,使用年限最大取为30年。

(5) 生产水平

生产水平主要包括生产率和规模化程度两个因素,生产率高、规模化程度高的地区需要有相匹配的节水灌溉工程技术^[7],以保证农业生产对灌溉的要求。

(6) 农机化发展水平

农机化程度越高的地区,需要农田工程提供更加方便的机械化作业条件。管道输水灌溉工程技术能够减少地表建筑物数量,减少农业机械跨越田间建筑物的时间,提升农田机械作业效率^[8]。2018年江苏省农业机械化水平已超过84%。

(7) 用户接受程度

用户对技术接受能力的高低直接决定这一技术能否发挥预期效益。以用户受教育程度进行评估,高中及以上则接受程度较高;小学及未受过教育的用户对新技术的接受程度较低。

(8) 施工管理

施工与管理队伍的专业程度直接影响工程的安全、经济运行。当地具有较高水平专业化施工队伍的,管道输水灌溉工程建设与管理质量就有保障;非专业化、业余队伍则难以保证工程达到预期效果。

(9) 财政投入力度

政府的政策和财政支持是技术推广的重要保障。考虑农村水利基本建设目前的投资需求缺口较大,农村水利总投入占 GDP 的比例可达 0.3% 左右。江苏省政府苏政发[1995]60 号文件中明确“市、县财政应坚持从本级可用财力中安排 2% ~ 4% 用于水利建设”,在江苏地区,县域水利建设的主要内容是农村水利。当地农村水利建设可投入资金占用于管道化输水节水改造资金超过 50% 时,认为其投入水平较高;显然无财政资金投入能力的地区,建设投入较高的管道输水灌溉工程难度较大。

(10) 经济评价

投资项目的社会折现率通常为 8%,如果管道输水灌溉工程内部收益率预估值没能达到 8% 时,项目经济效果不佳;内部收益率达到 12% 以上时,一般认为该项目达到了比较高的收益水平。

(11) 节水效果

节水效果是评价管道输水灌溉工程技术应用成效的一项重要指标。通常采用该技术后比传统的渠道输水可节水 15% ~ 30%,大大提高灌溉水利用系数。根据国家标准,管道输水灌溉工程的灌溉水利用系数应不低于 0.8^[9]。

1.3 指标选取与体系构建

根据上述影响因素,构建独立、合理、可持续性的评价指标体系及地接的层次结构,见表 1。通过层次分析法确定指标权重分布如表 2 所示。

2 评价方法与标准

如前所述,管道输水灌溉工程技术适宜性评价指标主要分为定性指标和定量指标两种。其中,定性指标是指无法直接通过数据计算分析评价内容,需对评价对象进行客观描述和分析来反映评价结果的指标。所以对该类指标的评价,需制定相应的等级标准,并对不同等级内的指标赋予相应的评价值,采用百分制。如表 3 所示。

定量指标是可以准确数量定义、精确衡量并能设定绩效目标的考核指标,如农机化率、内部收益率等。应用模糊综合评价方法,对于该类指标可以通过相应的隶属函数对其进行评价,选取最优值和最不利值作为界限,然后通过正负相关函数对指标赋值,隶属函数表达式为公式(1) ~ (6)。

$$A(x) = \begin{cases} 100, & x \leq a \\ 100 \left(\frac{b-x}{b-a} \right)^k, & a < x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

$$A(x) = 100 \frac{b-x}{b-a}, a \leq x \leq b \quad (2)$$

$$A(x) = \begin{cases} 0.75x, & 0 \leq x < a \\ 2x - 100, & a \leq x \leq b \end{cases} \quad (3)$$

$$A(x) = \begin{cases} 100, & x > b \\ 100 \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x < a \end{cases} \quad (4)$$

表 1 宿迁地区灌区管道输水灌溉工程技术适宜性评价指标体系表

目标层	准则层	指标层	指标表征
A 宿迁地区灌区管道输水灌溉工程技术适宜性评价指标体系	B1 工程条件	C1 地形坡度	耕地坡度
		C2 水源水位	灌溉水源取水方式
		C3 水源水质	泥沙、漂浮杂物含量
		C4 节水工程	现有节水灌溉工程完好程度
	B2 应用环境	C5 生产水平	农业生产率、规模化程度
		C6 农机化	农机化率
		C7 用户接受程度	用户受教育程度
		C8 施工管理	专业化程度
	B3 投入能力	C9 财政投入力度	农田水利投入占财政支出比重
	B4 效益水平	C10 经济评价	内部收益率
		C11 节水效果	灌溉水利用系数

表 2 适宜性评价指标权重表

指标	C1 地形坡度	C2 水源水位	C3 水源水质	C4 节水工程	C5 生产水平	C6 农机化
权重	0.183	0.101	0.038	0.101	0.050	0.035

指标	C7 用户接受程度	C8 施工管理	C9 财政投入力度	C10 经济评价	C11 节水效果
权重	0.012	0.025	0.227	0.114	0.114

表 3 定性指标值评价标准

指标	评价等级标准		
	I	II	III
C2 水源水位	水库、塘坝自流,水头较高	河流提水	河流自流,水头较低
C3 水源水质	含沙量较少、漂浮杂物较少	含沙量中等、漂浮杂物中等	含沙量较多、漂浮杂物较多
C5 生产水平	规模化程度高、生产率高	规模化程度中等、生产率一般	规模化程度低、生产率较低
C6 用户接受程度	高中及以上	初中	小学及以下
C8 施工管理	专业化	有部分专业基础	业余

注:(1) I 级在 80 ~ 100 之间, II 级在 60 ~ 79 之间, III 级在 0 ~ 59 之间。(2) 以上因素的指标评价可以参考上述影响因素部分的解释内容。

$$A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ 60, & x = a \\ 10x - 20, & a < x < b \\ 100, & x \geq b \end{cases} \quad (5)$$

$$A(x) = \begin{cases} 75x, & x \leq a \\ 200x - 100, & a < x < b \end{cases} \quad (6)$$

式中: a 、 b 分别表示指标取值临界的上下限。

同样采用百分制,通过隶属函数可以将定量指标无量纲化。根据对各地区进行的调查研究,确定了各个指标的边界情况及基本增长类型,得出了各项定量指标的适宜分布,如表 4 所示。

本研究采用乐观评价,即将被评价对象分成 3 个等级。适宜是评价分值大于等于 80 的评价单元;比较适宜是评价分值小于 80 大于等于 60 的评价单元;不适宜是评价分值小于 60 大于等于 0 的评价单元。

评价过程中,指标层中任意一项得分为 0,则该评价对象最后得分即为 0。

3 实例分析

以宿迁泗洪县西南岗地区、宿城区中扬镇、屠园乡等地区为研究对象,划分成水库自流灌区、大型自流灌区、大型提水灌区、小型提水灌区,对这些

灌区管道输水灌溉工程技术应用进行适宜性评价。

根据对地区情况的调查,通过上述评价方法,可以得到不同地区的评价结果,如表 5 所示。由实际评价结果可知,水库自流灌区、小型提水灌区发展管道输水灌溉工程技术最为适宜。大型自流灌溉若是发展管道输水灌溉工程技术则水头难以满足管道灌溉的要求,并非是推广应用管道输水灌溉工程技术的理想地区。宿迁地区大型灌区骨干工程已有节水灌溉工程措施,且较为完好,而小型灌区配套率低,节水灌溉工程措施缺乏;大型灌区连片种植规模化水平较高,小型灌区耕地较分散,生产水平和农机化作业水平相对大型灌区都较低;大型灌区由于灌溉面积大、灌溉系统复杂、工程投资高,而水库灌区和小型灌区应用该技术投资较省,由于系统较小,工程可操作性强,产生的经济效益与节水效果明显。

综上,通过该适宜性评价,结果表明在宿迁地区灌区的节水改造中,水库、塘坝作为水源的丘陵岗坡地地区和小型提水灌区应该有优先推广应用管道输水灌溉工程技术。

4 结论

对于管道输水灌溉工程技术的应用,不同地区

表 4 定量指标值评价原则

指标	a	b	隶属函数
C1 地形坡度(°)	1	25	(1)
C4 节水工程	0	30	(2)
C6 农机化率(%)	80	100	(3)
C9 财政投入能力(%)	0	50	(4)
C10 内部收益率(%)	8	12	(5)
C11 节水效果(%)	0.8	1	(6)

注:其中隶属函数(1)的 k 值大小为提水泵站级数。

表 5 实证评价结果表

地区	水库自流灌区	大型自流灌区	大型提水灌区	小型提水灌区
得分	87	69	71	82

的协调、适用程度不同,评价指标具有动态性,不同地区评价指标体系的建立存在差异。针对宿迁地区特点,建立一套适合该地区使用的管道输水灌溉工程技术应用适宜性评价指标体系十分有必要。本文提出影响宿迁地区管道输水灌溉工程技术应用的 11 项指标,给出每项指标评分标准,通过层次分析法与模糊综合评价方法将定性分析与定量分析相结合,其评定结果更为科学准确。通过实例分析比较,结果真实反映该技术的适应程度,也表明该评价体系的合理性和可靠性。评价结果可为当地灌区节水改造规划提供指导,优先在小型提水灌区和具备良好有效水头的丘陵岗坡地水库和塘坝地区发展管道输水灌溉工程技术,能充分利用现有资源、减少浪费、减缓当地目前经济投入压力、避免盲目发展节水灌溉技术而适得其反,达到更好的效益水平,维持灌区管道输水灌溉工程技术的良性发展。

参考文献:

[1] 陈文猛,钱钧,陈凤,等. 江苏省低压管道灌溉技术发展关键问题探讨[J]. 中国水利, 2018(05):45 -

46.
[2] 吕娟,姜绪安,房凯. 宿迁地区农村水利现代化建设的实践与思考[J]. 江苏水利, 2013(09):15 - 16 + 19.
[3] 蒋光昱,王忠静,索滢. 西北典型节水灌溉技术综合性能的层次分析与模糊综合评价[J/OL]. 清华大学学报(自然科学版):1 - 9[2019 - 05 - 23].
[4] 王蒙,刘建华,刘群昌,等. 南方地区低压管道输水灌溉工程技术应用适宜性评价[J]. 水利与建筑工程学报, 2014, 12(01):87 - 91.
[5] 李其非,朱美玲. 高效节水灌溉工程运行管理综合评价指标体系构建[J]. 天津农业科学, 2018, 24(05):44 - 50.
[6] 张庆华,宋云峰,张瑞她. 引黄灌区管道输水防淤技术措施探讨[J]. 节水灌溉, 2014(04):98 - 100.
[7] 付会洋. 农业的政治过程:国际竞争及国家主导发展下的农业变迁[D]. 北京:中国农业大学, 2017.
[8] 谭坚峰. 江苏省农机专业合作社经营机制研究[D]. 南京:南京林业大学, 2015.
[9] 张伟伟. 低压管道输水灌溉工程技术在灌区节水改造中的应用[J]. 农业科技与信息, 2019(06):120 - 121 + 124.