

徐闻县规模化节水灌溉增效示范项目技术方案探讨

吕曼, 陈子平, 王小军, 王超, 徐小飞

(广东省水利水电科学研究院, 河口水利技术国家地方联合工程实验室, 广东 广州 510635)

摘要: 为贯彻落实党中央、国务院关于大力发展节水灌溉的决策部署, 科学推进全国规模化节水灌溉增效示范项目建设, 水利部在全国选取了多个规模化节水灌溉增效示范点, 徐闻县是广东省的试点县之一。该文在徐闻县农业灌溉现状的基础上, 论述了该工程的灌溉水源、节水灌溉型式、灌溉工程设计与布置等关键技术方案, 并分析了工程项目投资与预期效益, 对徐闻县规模化节水灌溉增效示范项目的后续建设具有指导意义, 同时也为广东省及其他类似地区的推广应用提供了经验借鉴。

关键词: 徐闻县; 规模化节水灌溉; 建设方案; 探讨

中图分类号: S275 **文献标志码:** B **文章编号:** 1008-0112(2014)04-0042-04

为贯彻落实党中央、国务院关于大力发展节水灌溉的决策部署, 科学推进全国规模化节水灌溉增效示范项目建设, 进一步探索适宜的节水灌溉发展技术模式、管理体制和运行机制, 更好地发挥示范带动作用, 国家发展改革委和水利部联合印发了《规模化节水灌溉增效示范项目“十二五”总体建设方案》。广东省根据自身特点, 选取了徐闻县与蕉岭县两个试点县。据已有研究, 徐闻县是广东省最缺水的地区, 当地耕地相对集中连片, 四季宜耕, 灌溉缺水问题突出, 目前灌溉粗放, 灌溉水利用率较低^[1-5], 开展徐闻县规模化节水灌溉增效示范项目建设, 对于缺水地区具有较好的示范作用^[6]。

1 项目区及项目概况

1.1 项目区概况

徐闻县位于雷州半岛, 属热带季风气候区, 为半湿润微缺水地区, 地下水资源较丰富。该区为西太平洋和南海的台风多发区, 每次台风登陆均伴有大雨、暴雨和暴潮; 无台风登陆年份雨量减少, 易成秋旱和春旱。该县多年平均气温为 23.3℃, 常年气温较高, 四季变化不明显; 多年平均降雨量为 1 315.5 mm, 比全省多年平均降雨量 1 777 mm 少 461.5 mm; 该区域光照强, 蒸发量往往大于降雨量, 十年九旱, 季节性缺水严重, 是广东省最缺水的地区。

2012 年度规模化节水示范项目位于曲界镇, 该镇为徐闻县境内面积最大的乡镇, 是全县的生态示范镇

和科技示范镇, 拥有徐闻县境内最大的菠萝生产基地。目前徐闻县加大对曲界镇菠萝基地的建设, 通过发展连片特色的菠萝基地, 以带动徐闻县“三高”农业的发展。项目区属丘陵台地, 境内无群山成阵, 坡丘平缓, 绵延不绝, 土地资源丰富, 土层深厚, 利于耕作; 土壤主要为砖红壤土类, 有机质含量平均为 2.79%, 含氮为 0.13%, 含磷为 0.19%, 含钾为 0.41%。

1.2 项目概况

徐闻县 2012 年度建设规模化节水灌溉增效示范面积为 800 hm², 其中曲界镇龙门片区为 571 hm², 曲界镇三河片区为 229 hm²; 涉及 17 个村小组, 受益人口 4 567 人。目前, 项目灌溉相对粗放, 灌溉水利用率较低; 由于缺乏水源和灌溉设施, 绝大部分耕地无法保证灌溉, 只能“靠天吃饭”。

2 节水灌溉技术方案

2.1 水源

项目区地表径流少, 地表水短缺, 农业用水按照“先地表、后地下”的原则考虑。本次建设灌溉水源采用提取水库水与打井提水相结合, 通过管道输水至田块。其中龙门片区 571 hm² 耕地全部采用打井提水作为灌溉水源, 其余地块采用就近提取水库水作为灌溉水源。

2.2 节水灌溉型式

由于缺水, 地块主要种植菠萝等经济作物, 通过总结及调查当地节水灌溉情况, 采用了微灌高效节水

收稿日期: 2014-03-04; 修回日期: 2014-03-30

作者简介: 吕曼(1988), 女, 硕士, 助理工程师, 主要从事水利工程科研设计、节水灌溉、水土保持研究。

灌溉型式。因该区为种植菠萝等低矮经济作物,且间距符合布设微喷带,因此,该区规模化节水全部采用微喷带进行灌溉。

2.3 微灌工程设计

2.3.1 系统构成及布置

微灌灌溉系统结构如下:水源→水泵→计量装置(水表、压力表)→干管→分干管→支管→微喷带。

管网根据实际地形、地貌、地物和灌溉要求进行分段布置,并遵循以下原则:①管道长度最短原则,不走回头路和不必要的弯路;②水源分配均匀原则,不使管道之间出现流量过于集中和过于稀少的状况;③减少逆坡布置原则,一般为顺坡、平坡而行;④减少穿越地物原则,因地制宜,结合作物最佳种植方向的要求,尽量少穿越其他地物;⑤减少水头损失原则,管道纵剖面尽量平顺,输配水干管沿地势较高位置布置。

本项目中,为兼顾灌溉要求和节省投资,主管采用PVC-U管材,埋于地下,末端采用微喷带,平铺于地面。

2.3.2 微灌制度设计

为便于分析,选取曲界镇龙门村地块进行典型设计,该地块长为280 m,宽为240 m,面积为6.72 hm²,种植菠萝,灌溉水源按照打井提水考虑。

最大净灌水定额按公式(1)计算:

$$m_{\max} = 0.001z p (\theta'_{\max} - \theta'_{\min}) \quad (1)$$

式中 m_{\max} 为最大净灌水定额, mm; z 为土壤计划湿

润土层深度, cm; p 为设计土壤湿润比, %; θ'_{\max} 为适宜土壤含水率上限(体积百分比), %; θ'_{\min} 为适宜土壤含水率下限(体积百分比), %。

计算得菠萝最大净灌水定额 $m_{\max} = 30$ mm。根据灌溉试验成果,菠萝的设计耗水强度值取3.8 mm/d。

设计灌水周期按公式(2)、公式(3)计算:

$$T \leq T_{\max} \quad (2)$$

$$T_{\max} = \frac{m_{\max}}{I_a} \quad (3)$$

式中 T 为设计灌水周期, d; T_{\max} 为最大灌水周期, d; I_a 为设计耗水强度, mm/d。

计算得 $T_{\max} = 30/3.8 = 7.9$ d, 取 $T = 8$ d。

设计灌水定额根据公式(4)和公式(5)计算:

$$m_d = T \cdot I_a \quad (4)$$

$$m' = \frac{m_d}{\eta} \quad (5)$$

式中 m_d 为设计灌水定额, mm; m' 为设计毛灌水定额, mm; η 为灌溉水利用系数, 取0.9。

计算得设计毛灌水定额为33.78 mm。

一次灌水延续时间根据公式(6)计算:

$$t = \frac{m' S_e S_l}{q_d} \quad (6)$$

式中 t 为一次灌水延续时间, h; S_e 为灌水器间距, m; S_l 为毛管间距, m; q_d 为灌水器设计流量, L/h。

本次设计中选用增强微喷带(Φ33)3~5孔作为末端灌水灌水器,微喷带性能参数见表1。

表1 微喷带性能参数参考值

型号	工作压力/kPa	每1 m 流量/(L·h ⁻¹ ·m ⁻¹)	使用长度/m	喷洒宽度/m	喷洒高度/m	产地
增强微喷带 (Φ33)3~5孔	60~200	30~70	100	4~7	1.5~3.0	国产

根据微喷带性能参数,本设计中每1 m 流量取30 L/(h·m)。计算得一次灌水延续时间为5.63 h。本设计有16个小区,各小区面积约为0.5 hm²,设计灌水周期为8 d,为提高管道利用率,降低工程投资,采用分组轮灌。根据方便运行管理的原则,本设计中将2个小区分为1个轮灌组。各轮灌组同时工作微喷带数相同,以利于水泵始终工作在高效区,从而使系统保持相对稳定。

2.3.3 管道水力计算

本项目属农业节水灌溉,输水干管、分干管和支管均选用PVC-U管材。微喷带以上各级输水管道按照公式(7)和公式(8)2个经济管径经验公式计算:

$$D = 13 \sqrt{Q} \quad (Q \leq 120 \text{ m}^3/\text{h}) \quad (7)$$

$$D = 11.5 \sqrt{Q} \quad (Q > 120 \text{ m}^3/\text{h}) \quad (8)$$

式中 Q 为管道设计流量, m³/h; D 为管径, mm。

管道沿程水头损失公式(9)计算:

$$h_f = f \frac{Q_g^m}{D^b} L \quad (9)$$

式中 h_f 为管道沿程水头损失, m; f 为摩阻系数; Q_g 为管道流量, L/h; D 为管道内径, mm; L 为管道长度, m; m 为流量指数, m; b 为管径指数, m。

微灌系统的支、毛管为等距、等量分流多孔管时,其沿程水头损失可根据公式(10)计算:

$$h'_f = h_f \times F \quad (10)$$

式中 h'_f 为等距、等量分流多孔管道沿程水头损失, m; F 为多口系数。

根据规范,管道局部水头损失可按沿程水头损失的一定比例估算,本次设计干管、分干管取0.05,支管取0.1。

2.3.4 水泵选型

系统设计流量根据公式(11)计算:

$$Q = \frac{n_0 q_d}{1000} \quad (11)$$

式中: Q 为系统设计流量, m^3/h ; n_0 为同时工作的灌水器个数; q_d 为灌水器设计流量, L/h 。

通过计算得系统设计流量为 $48.96 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

系统设计水头按最不利轮灌组条件计算。根据公式(12)计算:

$$H = Z_p - Z_b + h_0 + \sum h_f + \sum h_j \quad (12)$$

式中: H 为系统设计扬程, m ; Z_p 为典型灌水小区管网进口的高程, m ; Z_b 为水源的设计水位, m ; h_0 为典型灌水小区进口设计水头, m ; $\sum h_f$ 为系统进口至典型灌水小区进口的管道沿程水头损失(含首部枢纽沿程水头损失), m ; $\sum h_j$ 为系统进口至典型灌水小区进口的管道局部水头损失(含首部枢纽局部程水头损失), m 。

计算得系统所需水头为 4.97 m 。由于本项目中所打水井为深水井,考虑到枯季时井水位较低,根据水泵所需流量和扬程,初步选用潜水泵型号为 $200\text{QJ}50-195/15$,水泵参数见表2。

表2 200QJ50-195/15型泵技术参数

额定流量 / $(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	设计扬程 / m	转速 / $(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	电机功率 / kW	效率 / $\%$	适用最小口径 / mm	泵最大外型尺寸 / mm	出口直径 / mm
50	195	2 900	45	74	200	184	75

3 工程投资及效益分析

3.1 工程投资

经作物需水计算,需打井20眼,修建泵站3座,总装机容量为700 kW,铺设管道总长度为1 843 km,其中干管总长为22 km,支管总长为192 km,微喷带总长为1 629 km;2012年节水示范工程总投资1 810.57万元,折合 $2.25 \text{ 万元}/\text{hm}^2$ 。

3.2 效益分析

项目实施后,灌溉保证率达到90%,菠萝在生产期得到及时灌溉,可以缩短生长周期2.5个月,可节水 $900 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,增产 $6 \text{ t}/\text{hm}^2$,项目区年增收864万元,投资回收年限为2.6 a。项目实施后,农业经济收益较好,吸引农民投入农业耕作,减少失业和社会问题,促进农村稳定;同时,规模化节水灌溉项目实施后,可大大提高农业灌溉用水效率,减少项目区地下水开采量,也相应减少面源污染排放量,对当地水资源环境与地下水保护具有积极的促进作用。

4 结语

1) 通过徐闻县曲界镇龙门片区和徐闻县曲界镇三河片区2个片区的建设实施,能够为徐闻县未来几年的规模化节水灌溉增效示范项目提供重要经验。

2) 规模化节水改变以往分散投入、零星建设带来的效益低、灌水效率低的弊端,结合我国农村实施的农村土地流转,规模化节水是我国发展节水灌溉的发展方向。

3) 重建轻管是目前水利工程普遍存在的不良现象,规模化节水从开始立项就重视建后管护工作,徐闻县结合规模化节水示范项目建设的契机,组建农户用水协会,并积极探索管护机制的建设,是一个好的开端。

4) 因地制宜地发展高效节水灌溉条件已经成熟,改革开放以来,我国农业水利装备发展迅速,喷、微灌工程材料满足市场需求。徐闻县规模化节水采用微喷带灌溉,其安装简单、操作方便、高效节水,适宜大面积推广。

参考文献:

- [1] 陈子平,张展羽.对广东发展微灌的几点思考[J].中国农村水利水电,2008(5):103-106.
- [2] 邹战强.广东省节水灌溉示范项目实施效果探讨[J].现代农业科技,2010(12):229-230.
- [3] 徐小飞,胡振才,雷炯超.浅谈广东省灌区存在问题及加强管理的建议[J].广东水利水电,2013(2):23-25,29.
- [4] 陈子平.广东省节水灌溉现状与发展定位探讨[J].广东水利水电,2003(2):27-28.
- [5] 古璇清,罗怀彬,张伟民.雷州半岛治旱对策[J].广东水利水电,2002(1):27-28.
- [6] 赵木林,阮清波.加快高效节水灌溉规模化建设支撑广西特色农业可持续发展[J].节水灌溉,2011(9):14-17.

(本文责任编辑 王瑞兰)

Investigation on the Technique Scheme of Scale Water – saving Irrigation Synergism Demonstration Project in Xuwen County

LÜ Man, CHEN Ziping, WANG Xiaojun, WANG Chao, XU Xiaofei

(Guangdong Research Institute of Water Resources and Hydropower,

National Engineering Laboratory of Estuary Hydropower Technology, Guangzhou 510635, China)

Abstract: To carry out the decision and deployment of the CPC central committee and the state council about developing water – saving irrigation, as also to promote the national scale water – saving irrigation synergism demonstration project construction, ministry of water resources has selected the multiple scale water – saving irrigation synergism demonstration centers across the country. Xuwen county is one of the pilot counties in Guangdong Province. Based on the present situation of agricultural irrigation in Xuwen county, the key technology of the engineering project is discussed, such as irrigation water source, type of water – saving irrigation, irrigation engineering design and layout, etc. Furthermore, the project investment and expected benefits is analyzed. The project has the conductive significance for the follow – up construction. In addition, it also provides a reference for the popularization and application of Guangdong Province and other similar areas.

Key words: Xuwen county; scale water-saving irrigation; technique scheme; investigation

(上接第 38 页)

Water Efficiency Analysis of Temporal and Spatial Variation in Guangdong Province

WANG Xiaojun, YI Xiaobin, SUN Chunmin, HUANG Yongqi, DING Fuping, XU Jinghua, ZHANG Lianhe

(Guangdong Institute of Water Resources and Hydropower Research,

Guangdong Provincial key Laboratory of Hydrodynamics Research, Guangzhou 510635, China)

Abstract: Under certain preconditions of total water amount, water use efficiency is an important means to safeguard the economic and industrial water demand and healthy social development. Through analyzing the trends and indicators of various types of water efficiency variation of annual changes and the cities space of Guangdong province in 1980 – 2011, it is shown that the average annual growth rate of 1.08 percent of total water use, water resources per capita average annual decrease rate of 2.90%, the average annual per capita water consumption decline rate of 1.16% and average annual decline rate of water consumption per capita integrated 1.75% that all inversely changes with the total water consumption. The water consumption and irrigation water per mu annual rate of change indicators is 0.76% and -0.21%, a relatively small change in the magnitude, which indicates that the overall improvement of the efficiency of water use is not obvious. And the different municipalities of agricultural added value water per unit changes under different stages of water using has been analyzed. The fastest in 2005 – 2010 with the average annual rate of change is -8.52%, which shows that regional and inter – annual variations are quite different, and irrigation water efficiency is low.

Key words: water consumption; water use efficiency; temporal and spatial variation; analysis