

不同沟灌方式夏玉米耗水特性及产量试验研究

王兴, 高传昌, 史尚, 汪顺生, 宋哲

(华北水利水电大学, 郑州 450045)

摘要: 以夏玉米为试验材料, 设置不同水分处理方式, 研究了不同灌水方式夏玉米的耗水特性及其对产量的影响。结果表明: 水分控制下限越高, 耗水量越大; 一体化垄作沟灌种植模式全生育期耗水量均低于相同水分处理的常规沟灌种植模式, 蓄水保墒效果较好; 不同沟灌方式夏玉米产量和水分利用效率差异显著, 一体化垄作沟灌种植模式增产明显, 平均增产率达 8.67%, 水分利用效率提高了 0.23~0.36 kg/m³; 过低或过高的水分处理对产量及其构成因子都会造成不利影响。

关键词: 种植模式; 夏玉米; 耗水特性; 产量; 水分利用效率

中图分类号: S275.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2013)05-0136-05

Research on Consumption Characteristics and Yield of Summer Corn under Different Furrow Irrigation Methods

WANG Xing, GAO Chuang, SHI Shang, WANG Shursheng, SONG Zhe

(North China University of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450045, China)

Abstract: The effects of different irrigation methods on the consumption characteristics and yield of summer corn were investigated based on different water treatments. The results showed that (1) the higher the control limit of moisture content is, the greater the water consumption is; (2) the water consumption of the integrated ridge tillage furrow planting pattern is lower than that of the conventional furrow planting pattern under the same water treatment during the growing period, and the impoundment effect of soil moisture is good; (3) under different furrow irrigation methods, the corn yield and water use efficiency are significantly different, and the integrated ridge tillage furrow planting pattern generates higher yield and improves the water use efficiency. The average increasing rate of yield is 8.67%, and the increased water use efficiency is 0.23 to 0.36 kg/m³; and (4) too low or too high moisture treatments can cause adverse effects on the corn yield and its component factors.

Key words: planting pattern; summer corn; consumption characteristics; yield; water use efficiency

农业是用水大户, 其用水状况直接关系到国家水资源安全^[1], 因此改进灌水方式、提高水资源利用效率一直是国内外学者关注的热点问题之一。Kang^[2-3]研究了不同灌溉条件下春玉米的耗水规律和产量, 发现在干旱地区交替隔沟灌溉的节水增产效果明显; Ali Reza 和汪顺生等^[4-6]通过分析不同沟灌方式作物的产量和水分利用效率, 确定了适宜灌水方式和灌溉水量; 孙景生和 Harold 等人^[7-9]曾讨论了水分胁迫条件对夏玉米耗水规律、产量和水分利用效率的影响; 张俊鹏^[10]详细分析了沟灌条件下, 不同水分处理的夏玉米耗水特性和水分利用效率; 吕厚荃^[11]则对干旱条件下夏玉米各

生育阶段耗水进行了系统性分析; 还有部分学者^[12-15]评价了不同耕作方式与夏玉米耗水特性和产量的关系, 得到了较好的效果。以上多是依据常规沟灌或畦灌方式进行的试验研究, 而作为新的地面小麦、玉米灌溉及栽培技术, 一体化垄作沟灌还处于试验探索和理论发展阶段, 国内外报道较少。本文以夏玉米为研究对象, 通过分析不同沟灌方式夏玉米耗水规律, 探究小麦、玉米在一体化垄作沟灌种植模式下的耗水特性与产量之间的关系, 为夏玉米合理种植、适时灌溉提供理论依据与技术参考。

收稿日期: 2013-07-22 修回日期: 2013-08-08 网络出版时间: 2013-08-23

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130823.1609.029.html>

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD88B02); 河南省教育厅科学技术研究重点项目(12A210018); 华北水利水电大学研究生教育创新计划基金资助项目(YK2012-07)

作者简介: 王兴(1985-), 男, 辽宁盘锦人, 硕士研究生, 主要从事农业水土及节水灌溉研究。E-mail: wangxing_3@163.com

通讯作者: 高传昌(1957-), 男, 河北邯郸人, 教授, 博士, 主要从事节水灌溉理论与技术的教学与科研工作。E-mail: gcc@ncwu.edu.cn

1 材料与方法

1.1 试验环境与试验材料

试验在华北水利水电大学节水农业河南省重点实验室农水试验场进行,地理位置为北纬 34°47',东经 113°46'。试验田地势平坦,灌排方便,地力均匀一致。田块长度为 30 m,供试土壤为粉沙壤土,1 m 内土层平均田间持水量(占干土重)和干容重分别为 24% 和 1.35 g/cm³。供试品种为郑单 958,品质达到普通玉米国标 1 级标准。试验时间为 2012 年 6 月 4 日播种,2012 年 9 月 18 日收获。

1.2 试验设计

本试验设计了 2 种沟灌方式(常规垄作沟灌(CFI)和小麦、玉米一体化垄作沟灌(IFI))和 3 种水分控制下限,共 6 种处理,每个处理设计三个重复。夏玉米种植见图 1,种植密度均为 3 500 株/亩。水分控制下限分别为田间持水量的 60%(L-60)、70%(L-70)和 80%(L-80),以各生育期计划湿润层(生育前期为 60 cm,中后期为 100 cm)土壤水分

为准,当其下降到水分控制下限时即进行灌水,灌水定额为 45 mm。夏玉米全生育期具体灌水方案见表 1。试验期间未进行遮雨,夏玉米全生育期总降雨量 311.4 mm,多分布于 7 月、8 月,数据由试验场气象观测站测取。

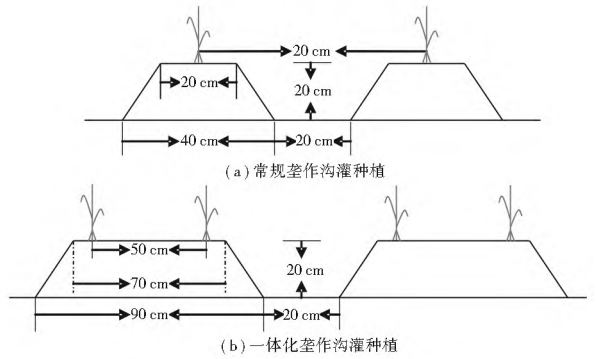


图 1 夏玉米种植示意图

Fig. 1 Schematic diagram of summer corn planting

表 1 夏玉米灌水方案

Table 1 Irrigation scheme of summer corn

灌水方式	水分控制	灌水量/mm					
		6月4日	6月15日	6月20日	6月25日	7月27日	8月14日
常规沟灌(CFI)	L-60	45	-	-	45	-	-
	L-70	45	-	45	-	45	-
	L-80	45	45	-	45	-	45
一体化垄作沟灌(IFI)	L-60	45	-	-	-	-	-
	L-70	45	-	45	-	-	-
	L-80	45	45	-	-	-	45

1.3 测定项目与方法

灌水试验前先率定灌水流量,灌水量用水表控制,单宽流量 0.5 L/(s·m),由压力罐控制。

(1) 土壤水分变化。在夏玉米全生育期内(周期为 5 d)及播种前、收获后进行测定,并在灌水前后各一天进行加测。采用取土烘干法分层(层深 20 cm)测定土壤含水率,测深 1 m。一体化垄作沟灌种植模式选取沟、坡、垄作为观测点,常规沟灌种植模式在垄、沟各取一个观测点。

(2) 气象因子。试验场内设有自动气象站,自动监测和记录太阳辐射强度、降雨量、空气温度与湿度、风速、日照时长等相关数据。

(3) 考种。每个处理的夏玉米考种前单收、单打、测产。考种指标主要有作物穗长、单穗粒数、百粒重和籽粒产量等。

1.4 阶段耗水量计算

根据夏玉米生育期内土壤水分的观测结果,利用水量平衡方程计算各处理夏玉米阶段耗水量,公式为:

$$ET_{1-2} = 10 \sum_{i=1}^n \gamma H_i (\theta_{a1} - \theta_{a2}) + M + P + K \quad (1)$$

式中:ET₁₋₂为阶段耗水量(mm);i为土层编号;γ为 1 m 内土层平均干容重(g/cm³);H_i为第 i 层土壤厚度(cm);M为时段内灌溉水量(mm);P为时段内有效降雨量(mm);K为地下水补给量(mm)。由于试验场内地下水埋深在 5 m 以下,且通过雨后测墒发现单次降雨量均未造成计划湿润层深

层渗漏,故地下水补给量可视为 0。

1.5 试验数据处理

采用 DPS 软件对试验数据进行单因素统计分析。对分析结果采用 SNK 法检验,显著性差异的检验水平为 P<0.05。

2 结果与分析

2.1 不同沟灌方式夏玉米耗水特性

2.1.1 夏玉米不同生育阶段耗水规律

根据夏玉米全生育期内的生育动态,将其划分为播种-出苗、出苗-拔节、拔节-抽雄、抽雄-灌浆、灌浆-成熟五个阶段。由表 2 可知,在夏玉米全生育期内各阶段耗水量变化较大,但各处理表现出相同的规律性:灌浆-成熟阶段耗水量最多,其次是拔节-抽雄期,两个阶段的耗水量约占夏玉米总耗水的 50% 左右;播种-出苗阶段,耗水量最少,只占 7.89%~9.54%。从全生育期来看,常规沟灌种植模式各水分处理的耗水量比一体化垄作沟灌模式增加 38.15~44.13 mm,但总体耗水量并不能反映各阶段耗水量差异。进一步分析发现,除 L-70 水分条件下,IFI 在抽雄-灌浆期的耗水量大于 CFI 之外,其他相同水分处理下,CFI 在各阶段的耗水量均高于 IFI。不过,在抽雄-灌浆阶段两者耗水量差异不大,这是由于 CFI 的垄沟与空气接触表面较大,即使在夏玉米发育最旺盛、叶面积最大的时期,高温也能造成很强的

土面蒸发,但是在生育旺盛期,IFI 的蒸腾量大于 CFI,削弱了两种种植模式在该阶段耗水量的差异。在相同灌溉模式下,水分处理越高,耗水量越大。以 IFI 为例,L-80 水分处理在夏玉米整个生育周期内的耗水量分别比 L-70 和 L-60 处

理增加 43.98 mm 和 102.96 mm,其原因是:水分处理越高,棵间蒸发量也越大,同时,由于拥有充足的水分,高水分条件下的夏玉米长势更好,加大了作物的蒸腾量,最终导致不同水分处理耗水量的显著差异。

表 2 夏玉米不同生育阶段耗水量及模系数

Table 1 Water consumption and mode coefficients of summer corn during different growth stages

试验处理		生育期					全生育期	
		播种-出苗	出苗-拔节	拔节-抽雄	抽雄-灌浆	灌浆-成熟		
L-60	IFI	耗水量/mm	30.24	67.57	84.74	65.12	101.99	349.66
		模系数(%)	8.65	19.32	24.23	18.62	29.17	100.00
	CFI	耗水量/mm	37.08	83.23	88.35	67.65	112.5	388.81
		模系数(%)	9.54	21.41	22.72	17.40	28.93	100.00
L-70	IFI	耗水量/mm	33.76	74.53	91.4	81.51	117.44	398.64
		模系数(%)	8.47	18.70	22.93	20.45	29.46	100.00
	CFI	耗水量/mm	37.12	94.5	98.4	79.44	129.6	439.06
		模系数(%)	8.45	21.52	22.41	18.09	29.52	100.00
L-80	IFI	耗水量/mm	34.93	90.21	98.28	87.62	131.58	442.62
		模系数(%)	7.89	20.38	22.20	19.80	29.73	100.00
	CFI	耗水量/mm	39.62	107.57	109	88.44	142.12	486.75
		模系数(%)	8.14	22.10	22.39	18.17	29.20	100.00

2.1.2 夏玉米不同生育期日耗水规律

由图 2 可知,夏玉米不同生育阶段的日耗水强度差异较大。播种-出苗阶段,耗水量取决于土面蒸发,由于该阶段天气晴好,日照数较长,各处理耗水量达到 3.78~5.66 mm/d。出苗之后,作物蒸腾也加入了耗水行列,但在拔节之前,耗水量仍以蒸发为主,由于地面存在作物覆盖,大大削弱了棵间蒸发,且该阶段的天气以多云为主,使得腾发量有所下降。与 CFI 相比,IFI 保墒蓄水能力较强,能够有效抑制土面蒸发,各水分处理的日耗水量平均下降 0.58 mm/d。进入拔节期之后,植株生长加快,夏玉米的日耗水量逐渐增大,在抽雄-灌浆阶段达到峰值 5.92~7.37 mm/d,IFI 的日耗水量略低于 CFI。灌浆开始之后,随着夏玉米绿叶的减小,蒸腾作用减弱,各处理日耗水量均开始减少,但相较于 IFI,CFI 的棵间蒸发量明显增强,最终的日耗水量比 IFI 高出 8.01%~13.98%。对于同种灌溉模式,夏玉米各生育阶段的日耗水量随着水分控制下限的提高明显增大,在播种-出苗和抽雄-灌浆两个阶段差异尤为明显,主要是这两个阶段分别以土面蒸发和植株蒸腾为主,充足的土壤水分更有利于蒸腾蒸发。

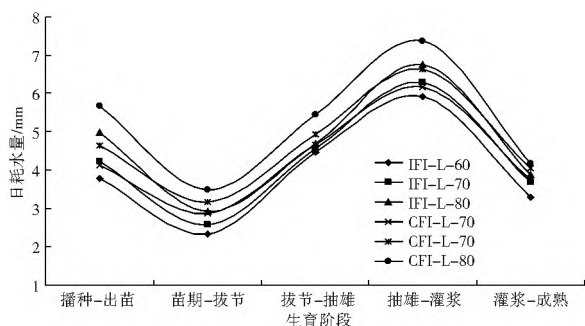


图 2 夏玉米不同生育阶段日耗水量变化过程

Fig. 2 Variation of daily water consumption of summer corn during different growth stages

2.2 不同沟灌方式对夏玉米产量的影响

衡量一种灌水方式及标准是否合理,最终体现在作物产量与灌水量的对应关系上,即看其是否既节水又高产。从表 3 可以看出:两种灌水方式夏玉米的产量都随着水分控制下限的提升先增长后下降的趋势,中水分处理的产量及构成因子最优,但相较于高水分处理没有太明显的优势;CFI 在低水分处理条件下处于最劣状态,即使与相同水分处理的 IFI 相比,差距也很明显。这说明水分亏缺已对产量及其构成因子产生不利影响,抑制了夏玉米的正常发育,导致最终产量下降。表 3 中 CFI 的 L-80 水分处理由于土壤含水量过高,玉米的植株过剩发育,削弱了果穗干物质积累,因此其百粒重和产量都比 L-70 低,而 IFI 的 L-70 处理夏玉米的产量相较于 L-60 和 L-80 分别增长 21% 和 3.42%。此外,在产量构成因子中可以看出,各水分处理穗长和百粒重的差异较小,除 L-60 水分处理条件下穗长与 L-70、L-80 水分处理存在差异外,其他差异均不显著,说明不同水分处理对穗长尤其对百粒重影响不大。不同灌水方式、水分处理的穗粒数的差异都达到了极显著水平,表明不同土壤水分控制下限对穗粒产生显著影响,且最终体现在产量上。IFI 相较于 CFI 具有较好的蓄水保墒能力,3 种水分处理均较 CFI 少灌水 45 mm,但穗粒数增加 18.41~32.40 粒/穗,增产率达到 2.75%~14.08%,平均产量增加 587.74 kg/hm²,节水增产效果显著。

2.3 不同沟灌方式对水分利用效率的影响

水分利用效率(WUE)指每消耗 1 m³ 水所能生产籽粒产量,即: $WUE = Y/ET$ 。为评价一体化垄作沟灌栽培模式节水效果和产生的经济效益,本文对夏玉米的水分利用效率进行了计算,结果见表 4。

从表 4 中可以看出,随着水分控制下限的提高,两种灌水方式夏玉米水分生产效率呈先增加后减少的趋势,6 个处

表 3 夏玉米产量及其构成因子

Table 3 Yield and its components factor of summer corn

试验处理		产量构成因子				
		穗长/cm	穗粒数/粒	百粒重/g	产量/(kg·hm ²)	增产率(%)
L-60	IFI	16.85 b	495.10 e	25.19 a	6 547.95 e	2.75
	CFI	16.80 b	472.35 f	25.70 a	6 372.95 f	
L-70	IFI	17.48 a	541.05 b	27.65 a	7 853.39 a	10.88
	CFI	17.35 a	522.64 c	25.81 a	7 082.62 c	
L-80	IFI	17.52 a	548.45 a	26.75 a	7 701.33 b	14.08
	CFI	17.42 a	516.05 d	25.41 a	6 883.87 d	

注:小写字母表示不同处理间差异显著($p=0.05$)

表 4 夏玉米的水分生产效率

Table 4 Water production efficiency of summer corn

试验处理		产量/(kg·hm ²)	耗水量/(m ³ ·hm ²)	WUE/(kg·m ⁻³)	WUE 增长率(%)	平均 WUE/(kg·m ⁻³)
L-60	IFI	6 547.95	3 496.59	1.87	14.25	1.76
	CFI	6 372.95	3 888.07	1.64		
L-70	IFI	7 853.39	3 986.41	1.97	22.13	1.79
	CFI	7 082.62	4 390.63	1.61		
L-80	IFI	7 701.33	4 426.15	1.74	23.03	1.58
	CFI	6 883.87	4 867.54	1.41		

理中 IFI L-70 的水分生产效率最高,CFI L-80 最低。在同一沟灌方式下,虽然 L-60 的平均水分生产效率与 L-70 相差不大,却比 L-70 减产 709.67~1 305.44 kg/hm²; L-70 的产量略高于 L-80,但平均耗水量比 L-80 减少了 458.32 m³/hm²,平均水分生产效率比 L-80 提高了 13.60%。上述分析说明,对于同种灌水方式,L-70 在保证产量的同时降低灌水量,提高了水分生产效率,优于其他水分处理。与常规沟灌相比,小麦、玉米一体化垄作沟灌种植改善了作物生长环境,更好地保证了夏玉米各器官的生长发育,使得水分利用效率提高了 14.25%~23.03%。

3 结论

(1) 与常规沟灌种植相比,一体化垄作沟灌夏玉米的耗水量发生了时间上的改变,其前期耗水少,后期蒸散量加大,但总体耗水量都有不同程度的降低,平均节水 38.15~44.13 mm。

(2) 不同水分处理对两种沟灌方式穗长和百粒重影响不大,但是各处理之间穗粒数和产量差异达到极显著水平;适宜的水分控制下限,有利于夏玉米生长发育,过高或过低的水分处理都会造成夏玉米产量的下降;与常规沟灌种植相比,一体化垄作沟灌方式在节约灌溉水量的同时,L-60、L-70、L-80 水分处理分别增产 175 kg/hm²、770.77 kg/hm²、817.45 kg/hm²。

(3) 夏玉米水分生产效率随着灌水量的增加均呈先提高后下降的趋势。同种灌水方式,L-70 水分处理在促进产量提高的同时,获得了较高的水分利用效率;相较于常规沟灌方式,一体化垄作沟灌在灌水量减少的情况下,水分利用效率提高了 14.25%~23.03%。

参考文献(References):

[1] 高传昌,王兴,汪顺生,等.我国农艺节水技术研究进展及发展

趋势[J].南水北调与水利科技,2013,11(1):146-150.(GAO Chuanchang, WANG Xing, WANG Shursheng, et al. Research Progress and Development Trend on Agronomic Water saving Technology[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2013, 11(1): 146-150. (in Chinese))

- [2] S Z Kang, P Shi, Y H Pan, et al. Soil Water Distribution, Uniformity and Water-use Efficiency under Alternate Furrow Irrigation in Arid Areas[J]. Irrig Sci, 2000, 19: 181-90.
- [3] Shaoyong KANG, Zongsuo LIANG, Yirhua PAN, et al. Alternate Furrow Irrigation for Maize Production in an Arid Area[J]. Agricultural Water Management, 2000, 45: 267-274.
- [4] Ali Reza Sepaskhah, Mohammad Hasan Khajehabdollahi. Alternate Furrow Irrigation with Different Irrigation Intervals for Maize (Zea mays L.) [J]. Plant Prod. Sci. 2005, 8(5): 592-600.
- [5] Nazirbay Ibragimov, Steven R Evett, Yusupbek Esanbekov, et al. Water use Efficiency of Irrigated Cotton in Uzbekistan under Drip and Furrow Irrigation[J]. Agricultural Water Management, 2007, 90: 112-120.
- [6] 汪顺生,费良军,孙景生,等.控制性交替隔沟灌溉对夏玉米生理特性和水分生产效率的影响[J].干旱地区农业研究,2011, 29(5): 115-119, 138. (WANG Shursheng, FEI Liangjun, SUN Jingsheng, et al. Effects of Controlled Alternative Furrow Irrigation on Physical Properties and Water use Efficiency of Summer Maize[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2011, 29(5): 115-119, 138. (in Chinese))
- [7] 孙景生,肖俊夫,段爱旺,等.夏玉米耗水规律及水分胁迫对其生长发育和产量的影响[J].玉米科学,1999,7(2): 45-48. (SUN Jingsheng, XIAO Junfu, DUAN Aiwan, et al. The Effect of Water Consuming Law and Water Stress on Growth, Development and Yield of Summer Maize[J]. Journal of Maize Sciences, 1999, 7(2): 45-48. (in Chinese))
- [8] 寇明蕾,王密侠,周富彦,等.水分胁迫对夏玉米耗水规律及生

- 长发育的影响[J]. 节水灌溉, 2008, (11): 18-21. (KOU Ming lei, WANG Mǎxia, ZHOU Fǔyan, et al. Effects of Water Stress on Water-consuming Rule and Growth of Summer Maize [J]. Water Saving Irrigation, 2008, (11): 18-21. (in Chinese))
- [9] Harold V Eck. Effects of Water Deficits on Yield, Yield Components, and Water use Efficiency of Irrigated corn[J]. Agronomy Journal, 1986, 78: 1035-1040.
- [10] 张俊鹏, 孙景生, 刘祖贵, 等. 不同覆盖和水分处理对夏玉米生长发育和耗水特性的影响[J]. 节水灌溉, 2008, (9): 13-17. (ZHANG Junpeng, SUN Jingsheng, LIU Zuyi, et al. Effects of Different Mulching and Soil Moisture Treatments on Growth Development and Water Consumption Characteristics of Summer Maize[J]. Water Saving Irrigation, 2008, (9): 13-17. (in Chinese))
- [11] 吕厚荃, 杨霏云, 钱拴. 干旱条件下夏玉米耗水分析[J]. 气象, 2002, 28(2): 38-41. (LU Houquan, YANG Feiyun, QIAN Shuan. Study on Water Consumption in Summer Corn Field under Condition of Drought [J]. Meteorological Monthly, 2002, 28(2): 38-41. (in Chinese))
- [12] 吴魏. 灌溉与种植方式对冬小麦和夏玉米耗水规律及生长发育影响的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2006. (WU Wei. Study on Effects of Irrigation and Planting Patterns on Water Consumption Rules, Growth and Development of Winter Wheat and Summer Maize [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2006. (in Chinese))
- [13] 付国占, 李潮海, 王俊忠, 等. 残茬覆盖与耕作方式对土壤性状及夏玉米水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 52-56. (FU Guozhan, LI Chaohai, WANG Junzhong, et al. Effects of Stubble Mulch and Tillage Managements on Soil Physical Properties and Water use Efficiency of Summer Maize[J]. Transactions of The Chinese Society of Agriculture Engineering, 2005, 21(1): 52-56. (in Chinese))
- [14] 张海林, 陈阜, 秦耀东, 等. 覆盖免耕夏玉米耗水特性的研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 36-40. (ZHANG Hailin, CHEN Fu, QIN Yaodong, et al. Water Consumption Characteristics for Summer Corn under no tillage with Mulch [J]. Transactions of The Chinese Society of Agriculture Engineering, 2002, 18(2): 36-40. (in Chinese))
- [15] 许迪, R. Schmid, A. Mermoud. 耕作方式对土壤水动态变化及夏玉米产量的影响[J]. 农业工程学报, 1999, 15(3): 101-106. (XU Di, R Schmid, A Mermoud. Effects of Tillage Practices on the Variation of Soil Moisture and the Yield of Summer Maize[J]. Transactions of The Chinese Society of Agriculture Engineering, 1999, 15(3): 101-106. (in Chinese))

(上接第 123 页)

- [4] India's Supreme Court Orders River Links Project to Proceed [BE/OL]. <http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-india-17175827>, 2012-07-05.
- [5] India's National Water Policy [BE/OL] http://www.hwcc.gov.cn/pub2011/hwcc/ztxx/10004/yindu/ydbjcl/200808/t20080808_203127.html, 2012-09-15.
- [6] Amarasinghe, U., Shah, T., Malik, R. Strategic analyses of the National River Linking Project (NRLP) of India. Series 1. India's Water Future: Scenarios and Issues. New Delhi: International Water Management Institute [Z]. 2008.
- [7] National Council of Applied Economic Research (NCAER). Economic Impact of Interlinking of Rivers Programme [Z]. 2008.
- [8] S K Jain, Vijay Kumar, N Panigrahy. Some Issues on Interlinking of Rivers in India [J]. Current Science, 2008, 95(6): 728-735.
- [9] Charting Our Water Future: Economic Frameworks to Inform Decision making [BE/OL]. http://www.mckinsey.com/AppMedia/Reports/Water/Charting_Our_Water_Future_Full_Report_001.pdf. 2009.
- [10] L Bharati, V U Smakhin, B K Anand. Modeling Water Supply and Demand Scenarios: The Godavari-Krishna Inter-basin Transfer [J]. India Water Policy, 2009, 11: 140-153.
- [11] 钟华平, 王建生, 杜朝阳. 印度水资源及其开发利用情况分析[J]. 南水北调与水利科技, 2011, 9(1): 151-155. (ZHONG Hua ping, WANG Jian sheng, DU Chao yang. Water Resources and Water Use in India [J]. South to North Water Diversion and Water Science & Technology, 2011, 9(1): 151-155. (in Chinese))
- [12] 蓝建学. 水资源安全合作与中印关系的互动[J]. 国际问题研究, 2009, (6): 37-43. (LAN Jianxue. Water Security Cooperation and Interaction of the Sino-Indian Relations [J]. International Studies, 2009, (6): 37-43. (in Chinese))
- [13] 陈玉恒. 大规模、长距离、跨流域调水的利弊分析[J]. 水资源保护, 2004, (2): 48-50. (CHEN Yuheng. Large scale, Long distance, Inter-basin Water Transfer Advantages and Disadvantages Analysis [J]. Water Resources Protection, 2004, (2): 48-50. (in Chinese))
- [14] U pali A Amarasinghe, Bharat R Sharma. Strategic Analyses of the National River Linking Project (NRLP) of India Series 2 Proceedings of the Workshop on Analyses of Hydrological, Social and Ecological Issues of the NRLP, International Water Management Institute (IWMI) [Z]. 2008.
- [15] Maswood Alam Khan, Indian River link Project: A Death Sentence for Bangladesh [BE/OL]. http://www.thefinancialexpressbd.com/more.php?date=2012-03-04&news_id=122143. 2012-07-05.
- [16] Ali I. Interlinking of Indian Rivers [J]. Current Science, 2004, 86: 498-499.