

小流域水资源持续高效利用研究探讨

吕志学, 邓育江, 孙雪文

(黑龙江省水土保持科学研究所, 黑龙江 宾县 150400)

摘 要: 采用“小流域水资源动态监测及开发利用研究”课题中的小流域水资源动态模型, 计算出小流域地上、地下水资源拥有量的基础上, 结合流域综合治理, 在宁安市红城小流域中进行定点观测试验, 经 3 年的研究, 山地果树保水、保土率分别达到 78% 和 89%, 与传统沟灌相比, 微喷灌技术节水 75. 9%, 节电 40%, 节省土地 12%, 增产 2 ~ 4 倍, 一级果品率可达 70% 以上, 水果、蔬菜单位面积产量增加达 30 064 kg/hm² 和 65 553 kg/hm², 在小流域水资源持续高效利用上进行了有益尝试。

关键词: 小流域; 综合治理; 水资源; 持续高效利用

中图分类号: S 273

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)02-0089-02

Discussion on Continuously High-efficiently Use of Water Resource in Small Watershed

LU Zhi-xue, DENG Yu-jiang, SUN Xue-wen

(H eilongjiang Provincial Institute of Soil and Water Conservation, Bin County 150400, H eilongjiang, China)

Abstract: Adopting the dynamic model of water resources in a small watershed of “study about monitoring, development and utilization of water resource in a small watershed” to calculate out small watershed on the ground, groundwater resources amount, combined basin comprehensive control, the authors conducted a fixed position observing test among Hongcheng basin of Ningan city. Through three years research, protecting water and soil rate up to 78% and 89% mountain region fruit tree, respectively, compared with traditional furrow irrigation, little sprinkling irrigation technology economize on water 75. 9%, economize on electricity 40%, save 12% land, increase production 2 ~ 4 times, first class fruit rate can reach more than 70%, fruit and vegetable, increase yield up to 30 064 kg/hm² and 65 553 kg/hm², getting good results on continuously high-efficient use of water resource in small watershed.

Key words: small watershed; comprehensive control; water resources; continuous high-efficient use

我国水资源人均只有世界平均水平的 1/4, 而且时空分布很不均匀。目前全国缺水总量约为 400 ~ 600 亿 m³, 每年受旱面积 2 000 ~ 2 700 万 hm², 全国还有 7 000 万人吃水有困难。根据预测, 到 2010 年, 全国用水总量将达到 7 042 亿 m³, 其中农业用水为 5 070 亿 m³, 占总用水量的 71%, 节约农业用水, 建设节水型农业, 对缓和供水危机将起着根本性的作用。当前农业用水的浪费很大, 传统灌水技术落后, 全国 4 790 万 hm² 灌溉耕地的灌溉用水量达到 4 400 亿 m³, 如果采取节水措施, 使灌溉水的利用率提高 10% ~ 20%, 则每年可节省灌溉用水 400 ~ 800 亿 m³。可见, 农业节水潜力是很大的。

为探讨节水技术在农业大省——黑龙江省的适应性, 我们在宁安市红城小流域进行了定点试验, 结合流域综合治

理, 探索水资源的持续高效利用途径。

1 小流域概况

宁安市红城小流域地处宁安平原西部, 地势自西向东倾斜, 地面高程在 206 ~ 340 m 之间, 西部为丘陵漫岗, 东部地势平坦, 小流域内大部分为厚层草甸暗中壤土。流域地处温带, 属大陆性季风气候, 年平均气温 3. 5℃, 年平均降雨 542 mm, 无霜期 130 d, 有效积温 2 600℃, 最大冻土深度 1. 8 m。流域地理位置优越, 是城市“菜篮子”生产基地, 大蒜、秋菜的生产区, 具有发展蔬菜、果树、观光农业等高附加值、高效益作物的巨大潜力。流域总面积 6. 806 km², 种植业主要以蔬菜为主, 兼有大田和果树。在实地调查和综合评价的基础上, 结合治理措施, 对流域内的土地利用结构调整如下(表 1), 其农作物种植结构(表 2), 流域综合治理措施(表 3)。

¹ 收稿日期: 2002-10-10

作者简介: 吕志学(1968-), 男, 黑龙江省宾县人, 高级工程师, 现从事水土保持科研、水土保持前期等工作。

表 1 红城小流域土地利用结构调整表								hm ²
合计	耕地	园地	林地	牧草地	城镇及 工矿用地	交通用地	水域	未利用地
680.6	313.3	140.0	136.7	21.0	16.0	16.3	24.0	13.3

表 2 红城小流域农作物种植结构一览表				hm ²
合计	玉米	大豆	蔬菜等	
313.3	38.2	61.8	213.3	

2 研究的主要内容、方法及技术要领

2.1 红城小流域水资源现状计算

采用小流域水资源动态监测及开发利用研究课题总结的经验公式: 径流量_{地上}= 0.766PFTC(万 m³)

径流量_{地下}= 降水总量- 径流量_{地上}(万 m³)

经计算小流域内的地上径流量为 260.4 万 m³, 地下径流量为 108.5 万 m³。式中: P ——流域年均降雨量 (mm);

表 3 红城小流域水土保持措施规划表										hm ²
措施	果树台田	坡式梯田	水保林	草地改良	截流沟/ 延长米	地埂	蓄水池 /座	蓄水量 /m ³	塘坝 /座	蓄水量 /m ³
面积	109	28	78	21	2126	136	7	4300	1	70000

小流域内最高点为 436 m, 最低点为 179 m, 相对高差 Z 为 257 m, 25% Z 处的等高线长为 11.4 km, 50% Z 处的等高线长为 28.6 km, 75% Z 处的等高线长为 19.8 km, 小流

表 4 某农作物或某地类的覆盖系数 C 值表										
作物地类	菜地	玉米	大豆	林地	果园	牧地	水域	居民点及工矿用地	交通用地	未利用地
C_i	0.1726	0.1726	0.3068	0.004	0.027	0.00	0	0.90	0.99	0.90

将以上数据代入小流域水资源动态模型中, 利用编好的计算机程序, 经上机运算, 即可得出该流域的水资源现状。从计算结果看, 流域内地表水占降雨总量的 70.6%, 另据实际勘测证明, 该流域地下水属贫水区, 计算的地下水量为地下水补给量。

2.2 水资源高效开发利用试验内容

2.2.1 试验设计标准 灌溉设计保证率 85%; 灌溉水利用系数 0.9。

2.2.2 试验建设规模和内容 设计试验区总面积 100 hm², 试验对照区总面积 63.5 hm², 按照传统的灌溉方式, 试验区 and 对照区的 163.5 hm² 土地年最大灌水量为 145.89 万 m³, 小于计算出的流域地表径流量 260.4 万 m³。试验区 1997 年 6 月建成运行, 其中蔬菜、大蒜面积 33.3 hm², 果树面积 66.7 hm², 均采用微灌技术, 其中果树滴灌 53.3 hm², 微喷

表 5 微喷灌、沟垄灌单位面积灌水量实测表						m ³ /hm ²
1997 年			1998 年			1999 年
试验区	对照区		试验区	对照区		试验区
2099(6 次)	8923(3 次)		1050(3 次)	5760(2 次)		2464(7 次)
						8640(3 次)

3.2 农业增产增收

试验对比可以看出, 试验区和对照区相比产量增加 2~4 倍, 且蔬菜、果品质量有大幅度提高。试验区、对照区 3 年单位面积平均增产量: 水果增产 74.4%, 蔬菜增产

F ——流域集雨面积 (km²); T ——流域地形系数; $T = 0.25Z(Lc_{25} + Lc_{50} + Lc_{75})/F$; Z ——流域内最高点与最低点差值(相对高差)(m); Lc_{25} ——流域内高差为 25% Z 处等高线的长度 (km); Lc_{50} ——流域内高差为 50% Z 处等高线的长度 (km); Lc_{75} ——流域内高差为 75% Z 处等高线的长度 (km); C 流域植被覆盖率;
 $C = (F_1C_1 + F_2C_2 + \dots + F_nC_n)/(F_1 + F_2 + \dots + F_n)$ F_i 农作物种植面积或地类面积 (km²), $F_1 + F_2 + \dots + F_n = F$; C_i 某农作物或某地类的地面覆盖系数。

域内多年平均降雨量为 542 mm, 集雨面积为 6.806 km², 参照黑龙江省土壤流失方程式研究中作物覆盖系数 (C) 的研究成果, 某农作物或某地类的覆盖系数 C 值如下表。

13.4 hm², 陆地蔬菜微喷 33.3 hm², 微灌工程控制在 350 m 高程以下。试验对照区设在同一流域内, 地貌地形条件基本和试验区一致, 其中蔬菜大蒜面积 21.6 hm², 果树面积 41.9 hm², 且果树的树龄品种与试验区果树的树龄品种相同, 采用传统的漫灌方式生产。观测项目主要有: 灌水时间、灌水量、年灌水量、年耗电量、年用工量、各作物单位面积年产量、优质果品率等。

建设内容包括: 首部枢纽工程、输水管路、配水管路、灌溉制度、系统工作制度等。

3 试验结果及效益分析

3.1 节约用水量

与传统的沟灌相比, 采用微喷灌平均节水 75.9%, 详见表 5。

40.2%, 综合平均增产 46.9%, 实测情况详见表 6。
(下转第 111 页)

把小清河流域作为报道重点,对督促企业加快污染治理发挥积极作用。

(3) 进一步加强对工业污染源的治理力度。一是对 123 家重点污染源的限期治理项目进行分类指导,对已通过验收企业的设施运转情况加强监督,逐步实行污染治理设施自动化监控,一经发现超标排放,严格处罚;对正在调试、试运行企业,增加技术含量,提高运行质量,防止以调试为名超标排污;对治理设施处理能力不足的企业,实行限产;对治理工艺技术有问题或治理设施未上去的企业,下决心一律停产治理;对没有治理价值的企业,坚持走调整结构、关停并转的路子。二是严格控制新污染源的产生,加强建设项目环境管理,切实把握住建设项目审批、环境影响评价、“三同时”管理三个关口,杜绝旧账未了、又欠新账现象的发生。三是加快城市污水处理厂的建设,积极推行污水资源化。已建成的污水处理厂要确保正常运转,严格做到达标排放;正在调试的污水处理厂要提高运行质量,尽快达标排放;规划确定的污水处理厂抓紧建设。

(4) 尽快制定实施小清河管理法规建设。目前,小清河干流治理基本结束,各市小清河管理机构也成立,人员充实。并且,小清河支流大于干流,管理涉及部门多,在自然地理上又居特殊位置。因此,迫切需要制定一部针对性强,符合小清河管理的地方性法规,即《山东省小清河管理条例》,加大小清

河综合管理的力度,使河道管理走上依法管护的轨道。

各级水行政主管部门应切实行使法律责任,协调好各有关部门,按照省委省政府确定的小清河综合治理目标,依据新颁布的《水法》(2002 年 10 月 1 日施行),在河道管理上主要实施如下几点。(1) 应当按照水功能区对水质的要求和水体的自然净化能力,核定小清河水域的纳污能力,向环境保护行政主管部门提出该水域的限制排污总量意见。(2) 应当对水功能区的水质状况进行监测,发现重点污染物排放总量超过控制指标的,或者水功能区的水质未达到水域使用功能对水质的要求的,应当及时报告有关人民政府采取治理措施,并向环境保护行政主管部门通报。(3) 严格控制在小清河上新建、改建或者扩大排污口。任何单位和个人在江河、湖泊新建、改建或者扩大排污口,应当经过有管辖权的水行政主管部门或者流域管理机构同意,由环境保护行政主管部门负责对该建设项目的环境影响报告书进行审批。并禁止在饮用水水源保护区内设置排污口。(4) 严格建设项目审批制度。在河道管理范围内建设桥梁、码头和其他拦河、跨河、临河建筑物、构筑物,铺设跨河管道、电缆,应当符合国家规定的防洪标准和其他有关的技术要求,工程建设方案应当依照水法律法规的有关规定报经有关水行政主管部门审查同意。审查同意后,方可按照基本建设程序履行审批手续。

(上接第 90 页)

表 6 试验区、对照区单位面积产量实测表												kg/hm ²
1997 年				1998 年				1999 年				
水果		蔬菜		水果		蔬菜		水果		蔬菜		
试验区	对照区	试验区	对照区	试验区	对照区	试验区	对照区	试验区	对照区	试验区	对照区	
40200	10050	160500	97500	39890	9990	159870	96490	41100	10960	168900	98620	

表 7 试验区、对照区相比年均净增产量、产值表							
水 果		蔬 菜		塘 坝		合计/万元	
产量/万 kg	净收入/万元	产量/万 kg	净收入/万元	产量/万 kg	净收入/万元		
160	224	210	33	31.5	17.5		274.5

3.3 有利于保护环境

节水灌溉与流域综合治理相结合,解决了流域山地水土流失问题,经实测(成林)山地果树保水、保土率分别达到 78% 和 89%。采用微喷灌在 7~8 月气温最高季节,可使田间平均气温降低 3℃ 左右,降低病虫害发生几率,改善土壤结构,保持土壤肥力,增加空气湿度,调节区域小气候。同时,可有效防止由于大水漫灌而造成土壤次生盐碱化,缓解了由于地下水超采和大量引用河水带来的环境问题。

经过 3 年的对比试验,试验区与对照区相比,采用微喷灌溉技术节水 70% 以上,节电 40%,节约劳力 1 倍以上,节省土地 12%,增产 2~4 倍,提高一级果品率 50% 以上,使一级果品率可达 70% 以上,水果、蔬菜单位面积产量增加达 30 064 kg/hm²和 65 553 kg/hm²。

4 结 论

(1) 流域试验区的用水量是在小于等于天然降水补给量参考文献:

[1] 美国土壤保持协会.土壤侵蚀预报与控制[M]. 窦葆璋译. 北京: 农业出版社, 1981. 178—179.
[2] 吕志学, 邓育江, 孙雪文. 小流域水资源动态模型研究初探[J]. 国土资源科技管理, 2002(3): 36—38.
[3] 张宪奎, 等. 黑龙江省土壤流失方程研究[J]. 水土保持通报, 1992, 12(4): 1—9.

的前提下进行开发利用的,在流域综合治理的基础上,通过采用微喷灌节水灌溉技术,既满足了作物生长发育的需水量,又维持了作物水、土壤水、大气水、地表水和地下水的动态平衡,保证了水资源的持续高效利用。

(2) 对水资源的利用必须是适度的,不能采取掠夺性开采。在小流域中,我们应以多年平均降雨入渗的地下水补给量作为地下水资源的允许开采量,这可保证地下水资源量不致因过度开采而发生地下水位下降、地面沉降等危害,同时,也可保证有一定的地下水资源在缺水的年份供给工农业生产。

(3) 节水灌溉作为技术体系,包含了水资源的合理开发技术、节水工程技术与措施、节水农业技术和节水管理技术等,只有将这些技术综合运用,并与水土资源保护紧密结合,才能提高水资源的整体利用率,增加单位农作物产量,促进农业的持续健康发展。