文章编号：1007-4929(2007)04-0063-02

河南省山丘区集雨节灌工程模式及经济评价

梁志宸

（河南省水利科学研究院，河南 郑州 450003）

摘　要：立足河南省山丘区实际，提出了具有河南省山丘区自身特点的集雨节灌工程模式，并对典型代表工程的经济效益进行了分析评价。指出了传统大田农业模式对集雨节灌工程发展的制约，强调集雨节灌应与优化农业种植结构紧密结合，优质高效，突出效益。

关键词：集雨节灌；集流场；蓄水工程；节水灌溉；经济评价

中图分类号：S273　　文献标识码：B

河南省山丘区面积7.4万km^2，占全省土地面积的44.3%。山丘区水利化程度较低，灌溉基础薄弱。集雨节灌工程是小微型水利灌溉工程，在山丘区有着无可替代的优势，可作为大、中型水利灌溉工程的补充。发展集雨节灌是解决河南省山丘区农业灌溉基础薄弱问题的一条有效途径。

1　集流场模式

山丘区集雨节灌工程适宜的集流场模式为：优先利用现有人工设施集流面，积极开发利用天然坡面集水，基本不提倡建设专门人工防渗材料集流场。

现有人工设施集流面主要是指公路或乡村道路路面、屋顶、场院和操场等已有资源。由于经过了人工处理，渗透性较低，集雨效率较高且有可靠保证，不需专门投资，是山丘区集雨节灌工程集流面的首选。

天然集水坡面主要是指自然荒山土坡和休闲地等，集雨效率较低。加上自然集水区土壤地质条件复杂，集雨来水的可靠性较差，保证率较低。河南省各地年降雨量600～1 200 mm，相对丰沛，且70%左右的雨量集中在6～10月，降雨集中且强度较高，产流比较可观。山丘区荒山土坡自然资源非常丰富，可用做集流面的地方较多。经适当修整，选择集流来水可靠且保证率相对较高的天然荒山土坡做集流面，不失为一种廉价经济的选择。

人工专门建设的防渗材料集流场造价高，且在一定程度上破坏了原有地貌植被，不利于自然生态环境。但由于其集雨效率和保证率均较高，在经济合理的前提下，必要时可以考虑选择建设专门人工防渗材料集流场，但不宜大规模提倡。

2　蓄水工程形式

山丘区集雨节灌工程蓄水建筑物的主要形式为水窖、蓄水池和小塘坝3种类型。但由于地区特点不一，自然条件不同，各地发展的侧重点也必然有所不同。总体上讲，南部山丘区降雨丰沛，集流条件较好且保证率较高，适于建设容积较大的小塘坝工程和蓄水池工程；北部山丘区降雨相对较少，集水条件不如南部地区，修建容积较小的水窖、蓄水池等更具有普遍性。河南省山丘区适宜的蓄水工程模式为：豫北山丘区，一般以水窖和蓄水池为主，条件合适也可以建小塘坝工程；豫西豫中山丘区，则是水窖、蓄水池和小塘坝并重。黄土地区还可结合淤地坝和淤地坝系工程，积极发展集雨节灌；豫南山丘区，以小塘坝和蓄水池为主，水窖作为补充；淮南山丘区，则主要是发展蓄水容积较大的小塘坝工程。各地应因地制宜，有针对性地选择适合当地条件的集雨蓄水工程形式。

3　节水灌溉工程措施

与山丘区集雨节灌相适应的节水灌溉工程措施包括喷灌、微灌（滴灌、微喷灌、小管出流灌等）、低压管道输水灌溉、改造节水地面灌、膜上灌及注水灌等。

微灌、喷灌和低压管道输水灌溉是山丘区集雨节灌最为普遍的节水灌溉形式。对于水窖和小型蓄水池，因蓄水容积小，采用微灌比较合适；对于容积较大的蓄水池和塘坝，节水灌溉工程形式则灵活多样，可采用微灌，也可采用喷灌，还可采用低压管道输水灌溉。

收稿日期：2006-07-19

作者简介：梁志宸（1968-），男，高级工程师，主要从事农业水利工程技术研究。

4 经济效益分析评价

根据省内典型工程投资及管理运行情况调查，作为参数选取与计算的依据，进行经济效益分析评价。

4.1 典型代表工程

选取3类典型代表工程。第1类为水窖，现浇混凝土结构，设计蓄水容积60 m^3，移动滴灌；第2类为开敞式蓄水池，混凝土预制板结构，设计蓄水容积1 000 m^3，半固定式喷灌；第3类为小塘坝，浆砌石结构，设计蓄水容积2 000 m^3，低压管道输水灌溉。

4.2 控制灌溉面积

蓄水设施按年均蓄满水2次计。微灌年均灌水4次，平均灌水定额150 m^3/hm^2；喷灌年均灌水3次，平均灌水定额300 m^3/hm^2；低压管灌年均灌水2次，平均灌水定额600 m^3/hm^2。

4.3 工程投资

4.3.1 集水区工程投资

集水区工程投资包括集水坡面整修改造、截流沟、汇流沟和输水渠等简易工程的投资。利用原有人工设施做集流面或者利用天然坡面集水，集水区工程投资一般都很小。根据典型工程调查，集水区工程投资一般为蓄水工程建筑物及附属设施建设投资的2%～5%。

4.3.2 蓄水工程建筑物及其附属设施建设投资

蓄水容积60 m^3 现浇混凝土结构水窖及附属设施的投资为3 365.2元；蓄水容积1 000 m^3 混凝土预制板结构开敞式蓄水池及附属设施的投资为28 661.5元；蓄水容积2 000 m^3 浆砌石结构小塘坝及附属设施的投资为58 590.9元。

4.3.3 节水灌溉工程及设备投资

移动滴灌工程及设备的投资按4 500元/hm^2 考虑，半固定式喷灌按6 450元/hm^2 考虑，低压管道输水灌溉工程及设备投资按3 600元/hm^2 考虑。

典型代表工程投资见表1。

表1 典型代表工程投资

	典型代表工程类型	第1类	第2类	第3类
工程分类	设计蓄水容积/m^3	60	1 000	2 000
	控制灌溉面积/hm^2	0.20	2.22	3.33
集水区工程	投资/元	101.0	1 433.1	1 171.8
	单位投资(元·hm^{-2})	505.5	645.0	351.0
蓄水建筑物及附属设施工程	投资/元	3 365.2	28 661.5	58 590.9
	单位投资/(元·hm^{-2})	16 825.5	12 910.5	17 577.0
节水灌溉工程及设备	投资/元	900	14 319	12 000
	单位投资/(元·hm^{-2})	4 500	6 450	3 600

4.3.4 年管理运行费

集水区工程、蓄水工程建筑物及附属设施的年管理运行费，分别取集水区工程、蓄水工程建筑物及附属设施建设投资的1%～2%。

灌溉工程及设备的年管理运行费包括3个部分：①年灌溉工程及设备维护费，按灌溉工程及设备投资的3%计；②年灌溉用工费。每公顷每次灌水按7.5个工日计，单价10元/d；③灌溉能源消耗费。自压灌溉无能源消耗费。这里按非自压灌溉考虑，抽取单方水能源消耗费，微灌0.15元/m^3，低压管灌0.1元/m^3，喷灌0.2元/m^3。

典型代表工程年管理运行费见表2。

表2 典型代表工程年费用

典型代表工程类型		第1类	第2类	第3类
集水区、蓄水建筑物及附属设施	年取费率/%	1	2	2
	投资/(元·hm^{-2})	17 331	13 555.5	17 928
	年管理运行费/(元·hm^2)	174.0	271.5	358.5
灌溉设备	年维护费率/%	3	3	3
	投资/(元·hm^{-2})	4 500	6 450	3 600
	年维护费/(元·hm^{-2})	135.0	193.5	108.0
灌溉用工	灌溉用工日/(个·hm^{-2})	30.0	22.5	15.0
	劳动力单价/(元·d^{-1})	10.0	10.0	10.0
	年灌溉用工费/(元·hm^{-2})	300	225	150
灌溉能源消耗	年灌溉用水量/(m^3·hm^{-2})	600	900	1 200
	单方水能耗/(元·m^{-3})	0.15	0.20	0.10
	年灌溉能耗费/(元·hm^{-2})	90	180	120
年费用合计/(元·hm^{-2})		699.0	870.0	736.5

4.3.5 灌溉增产效益

集雨节灌工程效益主要表现为与不灌作物对比的增产效益。

为统一起见，大田作物均按普通的小麦＋玉米模式考虑，经济作物以苹果作为代表。根据各地面上情况，实施集雨节灌，在其他农业措施不变的情况下，粮食作物年均增产3 750 kg/hm^{-2}，粮食单价按1.3元/kg计，增产效益为4 875元/(hm^2·a)。苹果等经济类作物实施集雨节灌，年均增产效益在7 500元/hm^2 左右。

4.3.6 经济效益指标评价

集雨节灌系社会公益性很强的灌溉工程，社会折现率取7%。集水、蓄水设施工程折旧年限取30年，灌溉工程折旧年限取10年。采用动态法计算的投资回收年限和效益费用比见表3。经济作物的经济效益指标高出大田作物1倍以上，大田作物经济效益指标要逊色的多。

表3 典型代表工程经济效益指标

作物	经济效益指标	第1类	第2类	第3类
大田作物	投资回收年限	8.0	8.5	7.8
	效益费用比	2.1	2.0	2.1
经济作物	投资回收年限	3.4	3.3	3.5
	效益费用比	4.4	4.5	4.3

5 结 语

(1)就当前的技术经济条件，集雨节灌工程的单位投资无疑偏高。在传统的大田农业模式下，集雨节灌的发展受到一定的制约。解决这一矛盾的关键，在于集雨节灌应与改善和优化当地农业种植结构紧密结合，提倡优质高效，突出经济效益。

(下转第66页)

的调蓄能力低且病险水库较多，常常要限制水位运行，使兴利库容明显减少，以至工程供水能力不足，成为典型的工程型缺水。水质型缺水成为部分地区旱灾的原因之一。近年来随着经济发展，废污水的排放量不断增加，导致水环境污染，尤其是在枯水季节水质显著下降[2]，Ⅲ类水以下由 2001 年占 5%发展到 2003 年超过 10%，降低了水资源的可利用量。当然，还有部分地区是明显的资源型缺水，如萍乡市。

2.3 灌区工程老化失修，水资源利用效率低下

江西省现有大中型灌区 255 座，灌区建设大多是 20 世纪 50 年代末，60 年代和 70 年代，工程质量不高也不配套，大都未能达到设计水平效益。如赣抚平原灌区设计灌溉面积 8 万 hm^2，而实际有效灌溉面积仅为 6 万 hm^2 左右，由于工程老化失修，渠系水利用效率低，加之其他因素，有效灌溉面积还在不断萎缩。到 2003 年水费收缴面积仅有 4.5 万 hm^2。全省有机电排灌泵站 26 146 座，总装机容量 86.48 万 kW。设备老化失修，不能达到设计要求，设计灌溉面积 35.45 万 hm^2，而实际灌溉面积仅有 22.50 万 hm^2。

2.4 农业灌溉方式原始落后

江西省水资源相对丰富，节约水资源的意识还不强，以至长期以来，江西大部分地区农业灌溉袭用单季稻种植时落后原始的淹灌/串灌漫灌的灌溉方式，灌溉用水量达 0.9～1.35 万 m^3。致使水资源浪费，还造成稻田渍害严重，影响水稻的产量提高。

3 节水灌溉是解决干旱的必由之路

节水灌溉不仅仅是减少水量损失，从而扩大灌溉面积，提高总产量，还应该是根据农作物生长规律、当地土壤、气候和水资源条件、供水条件，科学合理，有效利用自然降水、工程蓄水和污水资源化进行合理灌溉，以获取最佳的农业经济效益、农业生态环境效益和社会效益[3]。江西省干旱的主要原因是降水的年际变化大，年内分配不均，降水过程与农作物生长需水期的不同步，而水资源开发程度不高，水利工程蓄水能力小，调节径流能力不够。要较好解决江西的干旱问题，实行节水灌溉是必由之路。具体应做好以下几方面的工作。

(1)要做好水资源的优化配置，加强水资源的开发能力，提高工程调蓄能力。特别是加强现代洪水预报技术的研究和水库的优化调度方法研究，既满足防洪要求又尽可能最大限度蓄水，保障农业灌溉和其他用水的需求。如 2003 年的江西大干旱不仅使农业遭受巨大损失，还使部分城市出现重度和轻度取水困难，供水不足。200 余万农村人口、100 万头大牲畜饮水困难。可见解决江西省工程型缺水是非常迫切的。同时应做好水资源保护工作，以免水质型缺水的现象产生。

(2)加强灌区改造，提高水的利用效率是保证农业生产安全积极有效的工程措施之一。目前国家和当地政府正在实施大型排灌泵站的更新改造，农业节水增产示范县的建设等工程，将为灌区建设提供新的活力，为水的利用效率提高和灌溉保证率的提高提供有力的保障。但与此同时，应加强灌区的管理体制和运行机制的改革，提高灌区的工作效率、经济效益、环境效益和社会效益。

(3)加强墒情、旱情监测，掌握墒情、旱情变化律，是开展节水灌溉的有效非工程措施。建立墒情测报、预报制度，根据墒情和作物不同生长期需水的要求[4]，有效的指导农民实行科学灌溉，达到节水灌溉的目的。做好旱情监测，掌握其变化规律，有利于抗旱工作的全面调度，提高抗旱工作管理水平，有效降低干旱的范围和面积，减轻旱灾损失。

(4)推广节水灌溉新方法，逐步改变原始落后的灌溉方式，提高全民节水意识。由于农村实行的是土地个人承包，分散经营的耕作方式，长期的落后灌溉习惯一时难以消除，另外江西省经济还相对落后，因此在推广节水灌溉方式时，应因地制宜，推广一些技术难度不大，方法简单，易于掌握和接受，投资较小，节水和增产效益较好的灌溉方式。同时，应加大宣传力度并利用经济杠杆的作用，实现节水防污。

(5)污水资源化和中水回用是减轻旱灾的有效手段。江西省每年废污水排放量近 28 亿 m^3，其中生活污水为 5.53 亿 m^3，第三产业污水为 1.6 亿 m^3，第二产业为 20.87 亿 m^3。生活污水和第三产业污水大部分可不经过处理可直接利用于农业灌溉，第二产业的废水有相当一部分如化肥生产企业，啤酒生产企业等可直接或稍加处理就可用于农业灌溉。因此，加强污水资源化方法和途径的研究，加大中水回用的力度，既能对水资源充分利用，解决农业干旱，又能较好解决环境污染，保护水环境。

参考文献：

[1] 江西省水利厅. 江西水旱灾害[R]. 1995.
[2] 祝水贵. 江西省水资源可持续利用对策浅析[J]. 江西水利科技，2005，(1).
[3] 冯志广. 我国节水灌溉发展的总体思路[A]. 中国节水农业问题论文集[C]. 北京：中国水利水电出版社，1999.
[4] 山 仑，张岁岐. 节水农业及其生物学基础[A]. 中国节水农业问题论文集[C]. 北京：中国水利水电出版社，1999.

(上接第 64 页)

(2)提出的具有河南省山丘区自身特点的集雨节灌工程模式，对河南省山丘区及其他类似的半湿润半干旱地区的集雨节灌实践具有较好的指导作用和推广应用价值。

参考文献：

[1] SL267-2001，雨水集蓄利用工程技术规范[S].
[2] SL72-94，水利建设项目经济评价规范[S].
[3] 梁志宸，蒋 立，路振广. 河南省山丘区集雨节灌工程综合技术研究[R]. 河南省水利科学研究院，2005.
[4] 程满金，郑大玮，张建新. 半干旱地区集雨旱作节水农业技术集成总体模式研究[J]. 节水灌溉，2007，(3).