

杨凌农业高新技术产业示范区雨水资源化探索

吕建灵^{1,2}, 王礼力¹, 葛超¹

(1. 西北农林科技大学; 2. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 雨水是一种宝贵的资源, 雨水资源化是解决水资源短缺的有效措施之一。在分析杨凌水资源利用现状的基础上, 从科技优势、土壤条件、降雨总量、公共面积等几个方面分析了雨水利用的可行性, 探讨了雨水在杨凌区有效利用的途径, 提出了强化制度建设、提高政策引导、加强统一管理、引入市场机制等雨水资源化的保障机制。

关键词: 雨水资源化; 雨水利用; 杨凌

中图分类号: S273.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0289-03

Exploration of Rainwater Resource-transfer in Yngling

LV Jian-ling^{1,2}, WANG Li-li¹, GE Chao¹

(1. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry;

2. Yangling Vocational and Technical College, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: Rainwater is an invaluable resources and the rainwater resources transfer is one of the effective approach. The authors analyse the feasibility of utilizing the rainwater from the sci-tech superiority, soil conditions, the total rainfall and public area on the basis of the water use status in Yangling district. And also explore the effective approach of utilizing the rainwater, bring forward the mechanisms of rainwater resources transfer such as system building, policy guidance, unified management and market mechanisms.

Key words: rainwater resources; rainwater utilizing; Yangling

1 杨凌示范区水资源利用现状

杨凌农业高新技术产业示范区(以下简称“杨凌示范区”)是 1997 年 7 月 29 日经国务院批准的全国唯一的农业高新区, 总面积 94 km², 新区规划面积 21.12 km², 全区总人口 16.7 万人。杨凌示范区位于关中平原腹地, 交通便利, 土地肥沃, 渭河、泾河、漆水河等三条河流穿境而过, 但由于地表水尤其是过境河流污染严重无法利用、地下水可开采量有限、随着区内城市化步伐的加快、入区企业的急剧增加等因素影响, 水资源短缺现已成为不争的事实。

通过大量调查表明, 杨凌示范区各行各业用水情况自示范区成立以来, 逐年呈上升趋势。2006 年全区各行各业用水量达到 3 408 万 m³/年, 比 1997 年杨凌示范区刚成立时的用水量增长了 40.25% (见表 1), 而这些用水全部靠抽取地下水解决。目前地下水可供水量为 2 950 万 m³/年, 尚能满足生产、生活需要, 但随着示范区各项建设事业的快速发展, 地下水的可供量将逐年衰减(见表 2)。水资源的有限性和用水需求的不断增长是无法回避的矛盾, 以 2000 年为基准, 按照 50% 的保证率计算, 预计 2010 年和 2030 年缺水率将分别达到 33.8% 和 67.5%, 届时关中经济带已崛起, 全省的缺水问题日趋严重, 水将成为制约杨凌示范区发展的关键因素。

表 1 杨凌示范区 1997~2006 年各行各业用水情况一览表
万 m³

| 年份 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 用水量 | 2430 | 2480 | 2626 | 2875 | 2980 | 3008 | 3107 | 3196 | 3280 | 3408 |
| 较 1997 年增长/% | / | 2.06 | 8.15 | 18.31 | 22.63 | 23.79 | 27.86 | 31.52 | 34.98 | 40.25 |

表 2 杨凌地区地下水可供水量
万 m³

| 分区 | 2005 年 | 2010 年 | 2030 年 |
|-----|--------|--------|--------|
| 台塬区 | 1625.5 | 1460.5 | 1314.5 |
| 平原区 | 1324.8 | 1195.0 | 1075.5 |
| 全区 | 2950.3 | 2655.5 | 2390.0 |

资料来源于《21 世纪初期杨凌城市水资源可持续利用规划》。

面对示范区水资源的现状, 三条过境河流因流经市、县区域较多, 河流污染治理任重而道远; 开山凿渠、引外来之水补区内之缺, 又缺乏雄厚的资金保障。在综合考虑各方面因素的基础上, 笔者认为, 雨水因为硬度低、污染物少, 利用率高等优点, 已越来越引起人们重视, 因此将雨水作为弥补地下水资源不足的主渠道, 实现雨水的资源化, 是示范面对现实, 尊重自然, 推进区内水利发展环保化, 带动干旱、半干旱地区水利事业持续发展的惟一选择, 这也是示范区的历史使命和科技优势所在。

* 收稿日期: 2006-04-26

作者简介: 吕建灵(1971-), 女, 陕西杨凌人, 西北农林科技大学研究生, 杨凌职业技术学院讲师, 研究方向: 循环经济。

2 杨凌示范区雨水资源利用的可行性分析

2.1 降雨量满足利用要求

杨凌区属暖温带半湿润季风区,特点是夏季炎热多雷阵雨,冬季寒冷干燥少雨雪。辖区内多年平均降雨量 637.6 mm,年内丰枯交替十分明显,7~10月的降雨量几乎占全年降雨量的 70%,又多以暴雨形式出现。一般认为,凡年有效降雨量在 250 mm 以上的地区,就可开发雨水资源^[1]。如果进行雨水收集,每年在杨凌区最主要的交通枢纽——东立交桥上演的“水漫金山”将成为历史。

2.2 阶梯状地势利于雨水收集

杨凌区北靠黄土台塬区,南濒渭河,位于渭河地塬的一、二、三级阶地上,地势北高南低,西高东低,南北呈阶梯形,雨水走向好。而地势低缓的东南方又集中了全区约 80% 的新建工业园区和居民小区,面积较为开阔,如果能在此地开展雨水收集,前景蔚为可观。

2.3 土壤条件好

示范区土壤包括(±)土类、黄土类和潮土类三种类型,其中潮土类主要分布在渭河和漆水河河滩地段,只占全区总面积的 5%,其余的(±)土类、黄土类占地面积高达 95%,成土母质为黄土,具有土层疏松,保水保肥的特点^[2]。据研究表明,1 m 深的黄土可蓄集 200~300 mm 降雨,2 m 厚的土层可蓄集 300~600 mm 的雨水^[3]。黄土 90~200 cm 土层可作“土壤水库”,在雨季雨水经地表入渗进入“土壤水库”进行存贮,“土壤水库”具有很大的调蓄能力,可解决雨季蓄水、旱季用水的矛盾。

2.4 公共用地面积大

杨凌区的园地占地面积 128.1 hm²,林地占地面积 186.3 hm²,交通用地占地面积 236.7 hm²,共计 533.3 多 hm² 的闲散地可以人工整修成集流面进行雨水收集;而占地面积达到 68% 的农耕地如果选择适宜的洼地,池塘进行雨水蓄积,既能提高农村生活用水水源,还可以回补地下水,涵养地下水源。

2.5 科技优势明显

杨凌示范区是我国惟一的国家级农业高新技术产业示范区,区内的西北农林科技大学集中了西北地区的水土专家,现有数十名专家已开展雨水利用的课题研究,在甘肃和陕北参与实施指导的雨水利用——“水窖工程”成效显著。如果把这些科研成果在杨凌本地区加以应用,不仅可以解决了本地区水资源短缺的前景危机,也为科技示范区在“创建节约型社会,推进循环经济”上起到了宣传、推广和辐射带动作用。

2.6 社会经济效益显著

雨水利用工程可以减少需由政府投入的用于大型污水处理厂、收集污水管线和扩建排洪设施的资金^[4];从运行管理和小区用水费用支出分析,收集 1 m³ 的雨水年运行费用不足 0.10 元^[5];如果杨凌借助雨水利用设备产业吸引大量的民间资本进入,形成一个吸引民间资本的新产业,那这项新兴产业在减少政府财政支出、促进经济增长、吸纳就业、促进杨凌区建设等方面都会发挥积极作用。

2.7 和杨凌示范区的总体规划相契合

国务院批准的《杨凌示范区总体规划》确定了杨凌高新区要建成国家级生态型、环保型、旅游观光为一体的农业高新示范区,杨凌区的《21 世纪初期杨凌城市水资源可持续利用规划》里明确要在 2010 年之前投资 0.2 亿开展“雨洪利用工程”,因此在杨凌区开展雨水利用和我区的总体规划相契合。

3 雨水资源化的有效利用途径

雨水利用,也被学者称为雨水资源化,是指人们通过各种技术措施或手段将雨水资源转化为能够直接利用的水资源的过程,在这个过程中,雨水对人类产生了经济效益和生态效益^[6]。雨水资源化的途径有很多种,但归纳起来不外乎以下两种途径:雨水蓄集直接利用和雨水渗透间接利用。

3.1 雨水蓄集直接利用

3.1.1 屋面雨水蓄集利用

利用屋顶做集雨面的雨水蓄集利用系统主要用于家庭、公共和工业等方面的非饮用水,如浇灌、冲刷、洗衣、冷却循环等中水系统。不仅可节约饮用水,而且具有减轻城市排水和处理系统的负荷,减少污染物排放量和改善生态环境等多种效益。

屋面雨水蓄集利用技术在许多国家得到较广泛的应用,丹麦居民每年能从屋顶收集 645 万 m³ 的雨水,占居民冲洗厕所和洗衣服实际用水量的 68%,占居民用水总量的 22%。在 7 个月雨季里,收集的雨水足以满足了冲洗厕所所需,而洗衣服的需水量仅 4 个月就可以满足^[7]。示范区在新区修建的住宅小区达数十处,如果能在楼顶安装集雨设施,雨水经过管道和过滤装置进入蓄水箱或蓄水池,按照丹麦的用水推算,四个月里的储水量至少能 2/3 的满足洗衣、浇花、拖地和冲厕所用。而且在建筑物上收集雨水,维修管理很方便,一般只需清扫沉淀池和过滤池。

3.1.2 屋顶雨水绿化利用

屋顶绿化是一种削减径流量、减轻污染和城市热岛效应、调节建筑温度和美化城市环境的生态技术。既可用于平屋顶,也可用于坡屋顶。屋顶绿化系统可以提高雨水水质并使屋面径流系数减小到 0.3,有效地削减雨水径流量^[8]。该技术在欧洲城市已广泛应用。我国北京为“绿色奥运”启动了大规模的城市屋顶绿化工程;上海也有了发展种植屋顶的规划并付诸实施。我区目前修建的住宅小区,部分工程是楼顶花园式结构,如果能真正实现屋顶的绿化,会成为我区的一道亮丽风景。

3.1.3 城区雨水蓄集利用

在新建生活小区、公园或类似的环境条件较好的城市园区,可将区内屋面、绿地和路面的雨水径流收集利用,达到显著削减城市暴雨径流量、优化小区水系统、减少水涝和改善环境等效果。

笔者在走访杨凌执法局了解到,杨凌区平均日洒水 40 m³,每天把 68 元(企事业单位水价 1.7 元/m³)洒在地上,除去冬季和阴雨的三个月,每年最少把 1.8 万元洒在地上;走访的 14 个洗车点更是浪费惊人,按每个洗车点日平均洗车 15~20 辆,每辆车大致用水 0.3 m³ 估算,一个月至少用水 60 m³,一年至少把 6 万多元(特种行业水价 3 元/m³)直肠式洗掉。如果能将道路人工整修成集流面或收集建筑物上的雨水用于洗车和洒地,仅这两项就可节约不少开支。

3.2 雨水渗透间接利用

雨水渗透间接利用是指采用各种雨水渗透设施,让雨水回灌地下,不仅可以补充涵养地下水资源,还有缓解地面沉降、减少水涝等效益。美国的雨水利用主要以提高天然入渗能力为目的,很多城市建立了屋顶蓄水和由入渗池、井、草地、透水地面组成的地表回灌系统。

杨凌区的近 266.7 hm² 的交通用地城乡都实现了水泥化路面,由于没有渗雨设计,光滑的平水泥地面在产生径流前只能保持 1 mm 的水,雨水不经利用白白径流掉,可利用

量不到 1%^[9]。因此,宜将区内公园、草坪、苗圃、公路绿化带等改造成良好的入渗场地来接纳雨水径流;通过多种途径,将城区有些不透水地面转换成透水地面,诸如在人行道上铺设透水方砖,步行道以下设置回填沙石、砾料的渗沟、渗井等可以很好地增加入渗量,减低暴雨径流的流速、流量,延长滞留时间^[5]。

4 杨凌区雨水资源开发利用的保障机制

为了实现杨凌区雨水资源开发利用的稳定持续发展,必须做好以下几个方面的保障工作:

4.1 强化制度建设

从国外发达国家雨水利用的经验看,雨水利用要真正有效开展,要先制定一系列有关雨水利用的法律法规,用制度约束保证雨水资源利用的实施。因此,应尽快因地制宜制订雨水利用的规章制度,做到有规可循,强制性要求无论是工业、商业还是居民小区,均要设计雨水利用设施。

4.2 政策引导,统一管理

雨水利用是环保产业,示范区应给予各种环保优惠政策,通过各种优惠政策和利益机制调动开发商和企事业单位的积极性,推动我区雨水利用的快速发展。雨水利用涉及到气象、地质、水利、城市建设等问题,具体实施时要与城市建设、市政管理、节水、建筑设计、环保和园林等许多部门进行合作。为实现水资源的可持续利用,必须有一个统一的强有力的领导组织,负责统一协调和管理,落实雨水利用的实施效果。

4.3 加强理论研究

雨水利用在全国尚属起步阶段,科研整体比较滞后。尽管杨凌示范区拥有雨水发展的科技优势,但专家目前研究、应用的方向一直面向缺水地区的农村,还不能完全满足杨凌雨水利用的客观要求。要真正实现科学的收集和利用雨水,尤其要达到国外雨水利用的产业化和集成化,应加大利用我

区的科研优势,把杨凌雨水资源化因地制宜地做专项、持续性理论研究。

4.4 扩大利用试点

利用示范区整体人员素质高,易于接受新技术的特点,在高新技术开发区、新建住宅小区和学校优先推广雨水利用技术,对现有雨水排放方式进行技术改造;利用学校教学基地的优势进行潜移默化的教育,使广大学生树立雨水利用的意识;大胆借鉴国外城市建筑的雨水利用基础设施,以及管理雨水资源的各种手段,积极把雨水资源产业化,将成功的试点经验借助于有全国影响的农业科技博览会在全国宣传、推广。

4.5 引入市场机制

在各小区物业管理部门引入市场机制,对达到一定规模出水量的小区给予相应的奖励,并鼓励将剩余水量可以进行市场交易,形成雨水利用的良性发展。为有效解决雨水利用系统的资金问题,可以采取创新机制。山西省在雨水利用上采取的“政府补助,群众自办;多元筹资,承包经营;产权改制,盘活资金;定点帮扶,对口支援;财政贴息,金融扶持”等五种资金投入机制可做有效参考^[10]。另外,也可大胆借鉴国际上流行的 BOT(建设-运营-移交)、TOT(移交-运营-移交)^[11]等筹资方式,使资产的投入-产出进入良性循环和自动滚动发展的轨道。

5 小结

随着全国人民环保意识的增强,雨水利用是大势所趋,这一点已被西方发达国家所证实。结合杨凌地区的气候、降雨、水文地质、地形地貌等特点,杨凌示范区今后 10 年雨水资源化利用的指导思想应该是:以解决城区水资源短缺为主要目标,提高农村蓄水能力为辅,分类指导,市场运作,统筹兼顾,整体推进,为西部中、小城市雨水资源利用和广大农村发展集雨工程作出示范。

- 参考文献:
- [1] 水利部农村水利司农水处. 雨水蓄积利用技术与实践[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2001.
 - [2] 刘小勇, 吴普特. 雨水资源集蓄利用研究综述[J]. 自然资源学报, 2000, 15(2): 189-193.
 - [3] 宋进喜. 西安市雨水资源化及其利用的探索[J]. 水土保持学报, 2002, 16(9): 102-105.
 - [4] 胡世勤. 浅议城市雨水利用在我国的发展前景[J]. 中国建设教育, 2006, (6): 59.
 - [5] 成六三, 等. 从产业化谈雨水资源利用及发展概况[J]. 绿色中国, 2004, (24): 33-34.
 - [6] 左强等. 农业水资源利用与管理[M]. 北京:高等教育出版社, 2000.
 - [7] 曹永强, 等. 雨水资源综合利用研究[J]. 中国农村水利水电, 2004, (11): 45-46.
 - [8] 车武. 城市雨水的现状与发展[J]. 长江流域资源与环境, 1999, (1): 12.
 - [9] 孟玉. 城市雨水综合利用[J]. 中国资源综合利用, 2006, (6): 23.
 - [10] 薛辉. 雨水积蓄利用技术应用于实践[J]. 山西水利, 2006, (4): 34.
 - [11] 贾璠. 我国城市公用事业民营化问题探讨[J]. 软科学, 2004, (3): 70.

(上接第 288 页)

(3) 从灌木林地沿垂直剖面提高土壤的抗剪强度的程度来看, ΔC 和 $\Delta \varphi$ 与土层深度呈负相关关系。

强度的程度来看, 灌木提高土壤抗剪强度的程度与含根量呈正相关关系。

(4) 从灌木林地沿垂直剖面的含根量与提高土壤的抗剪

参考文献:

- [1] 周德培, 张俊云. 植被护坡工程技术[M]. 北京:人民交通出版社, 2003. 4-5, 62-63.
- [2] 王治国, 张云龙, 刘徐师, 等. 林业生态工程学[M]. 北京:中国林业出版社, 2000. 111-112.
- [3] 王可钧, 李焯芬. 植物固坡的力学简析[J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17(6): 687-691.
- [4] 朱清科, 陈丽华, 张东升, 等. 贡嘎山森林生态系统根系固土力学机制研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(7): 64-67.
- [5] 郭小平, 朱金兆, 周心澄, 等. 植被护坡技术及其应用[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(4): 112-116.