

设施农业雨水利用初探

张天柱, 陈德亮

(中国农业大学 农业规划科学研究所, 北京 100083)

摘要:通过对雨水利用发展形势的分析,提出了水资源循环利用与可持续发展规划的新概念,目的是要建立雨水资源化理念,为实现节能减排,构建“资源节约型,环境友好型”的生态环境打下基础。文章分析了密云蔡家洼实施设施农业雨水利用的条件和必要性,提出了农业设施雨水利用对当前都市型现代农业发展的重要意义。

关键词:设施农业;雨水利用;水资源平衡

中图分类号:S 62 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)15-0050-03

1 雨水利用的发展形势

1.1 我国雨水利用发展形势

我国早在秦汉时期就有修建池塘拦蓄雨水用于生活的记载,西北地区水窖的修筑也已有几百年的历史。随着城市化进程的加快,城市用水量的逐渐增长,城市缺水的矛盾也在进一步加深,环境与生态问题同步扩展。为了解决水资源短缺、环境、生态等一连串的问题,人们把注意力开始转移雨水的收集和利用。雨水的收集和利用解决的并不仅仅是水的问题,它还可以减轻城区日益增长的供水压力、路面积水等问题。对水土流失、河水污染等问题也有一定的缓解作用。

我国雨水收集利用的研究与应用始于20世纪80年代。首先主要在缺水地区有一些小型、局部的非标准性应用。比较典型的有山东的长岛县、大连的獐子岛和浙江的葫芦岛等雨水集流利用工程。北京、上海、大连、哈尔滨、西安等许多城市相继开展研究。

1.2 北京密云雨水利用发展形势

目前,北京水资源量严重不足。截止到2008年底,北京市已连续8a干旱。北京多年平均降水59.50 cm,年均可利用水资源41亿 m^3 。截止2008年底北京市常住人口为1633万人,人均水资源量不足300 m^3 ,远低于联合国划定人均1000 m^3 的缺水下限,属于水资源严重短缺的特大城市。由于地表水已开发90%,地下水超采,东部大面积地面下沉,整个城区在一个大漏斗上。北京市境内没有大江大河,水资源主要靠境内和上游流域自然降雨。北京的降水时空分布不均,降雨主要集中在汛期3个月的时间,而且70%以上的降水又集中在7月下旬到8月上旬短短的20d内。这就注定了北京

市是资源型缺水的城市。

北京市密云县地处位于潮白河冲洪积扇顶部地区,是北京市的重要供水水源。北京市素有“饮用五杯水,三杯自密云”的说法,作为北京主要的饮用水源,密云水库目前的供水库容仅为10亿 m^3 左右,主要依靠续期雨水维持平衡。但由于连续8a干旱,库容不断下降,在水库蓄水区域已经露出了多个小山包。地下水位的大幅度下降和密云水库蓄水量的减少,说明密云县的水资源达到了紧缺状态。水资源的紧缺加剧了地下水的开采,促使地下水位更快速的下降。根据《密云县水务发展“十一五”规划》,到2010年,枯水年全县将缺水980万 m^3 。

以前对“雨水”更多的是排放而非利用,这显然有悖于构建资源节约型社会和水资源可持续利用的理念。由于缺水形势严峻,2007年北京市密云县率先在党政机关和社会单位发动建设雨水收集工程,共落实了县水务局、县老干部局、县建设委员会等12家单位建设雨水利用工程。工程总投资300余万元,建设雨水收集池12座,蓄水总容量1300 m^3 。工程投入使用后,可解决这12家单位院内50000 m^2 的绿地灌溉用水,年节约水量20000 m^3 左右。2008年,密云县又有南山滑雪场、优龙国际旅游度假区和密云法制公园等7家单位建设雨水利用工程。工程总投资1245.71万元,建设雨水收集池6座,蓄水总容量为21570 m^3 。这些工程投入使用后可解决6万多 m^2 的绿地灌溉用水,年节约水量达10万 m^3 以上^[1]。

2 设施农业雨水利用成功案例

2005年,北京市农业技术推广站在小汤山特菜基地进行蔬菜生产全年雨水灌溉技术试验示范取得成功,年可收集降水300 m^3 以上。蔬菜生产全年用雨水灌溉技术主要包括降雨收集、存储和精准灌溉技术系统,它将降雨收集到地下储水窖内储存起来,根据蔬菜生长发育

第一作者简介:张天柱(1968-),男,博士,教授,中国农业大学农业规划科学研究所所长,研究方向为城市规划与设计。

收稿日期:2010-06-25

所需水数量进行补给,用水量只是常规灌溉的二分之一。小汤山示范点 2005 年 6 月 5 日建成,面积 533.6 m²。截至 2005 年 7 月底,共出现可收集降雨 7 次,降雨总量 16.93 cm,实际收集降雨 68 m³,灌溉用去 20 m³,蓄水窖内还剩余存水 48 m³。京郊保护地生产蔬菜一般为一年两茬,如果生产黄瓜、番茄每年每 667 m² 用水总量 300 m³ 左右,在正常年份保护地膜面所集雨量,完全可满足蔬菜用水^[3]。

3 北京发展设施农业雨水利用的必要性

水是构成一切生命活动的物质基础,农作物离开了水就无法生存。水资源数量的多少和时空分布特点,决定了农业结构及作物种类。也决定了种植制度和栽培措施。设施农业是北京都市型现代农业的重要组成部分。据统计,2008 年北京市政府与社会各界投资 20 多亿元以加快设施农业发展,新发展设施农业 2 400 hm²。截止到 2008 年底,北京市设施农业面积累计超过了 1.33 万 hm²。北京市政府出台了《关于促进设施农业发展的意见》,规划了“两区两带多群落”发展布局,以温室、大棚为主体,至 2012 年全市每年新建设施农业面积 2 666 hm² 左右,全市设施农业面积将达到 2.33 万 hm² 左右。

北京市是资源型缺水城市,多年平均降雨量 59.50 cm,且年内降水分配不均匀,年内多集中在 7~8 月份,降雨集中、时间短,冬、春、秋季降水量偏少,年际间连旱频发。由于地下水位较低,在降雨初期雨量下渗损失严重,降雨中后期又易出现超渗产流现象,雨后的无效蒸发也很剧烈,造成有限的雨水资源难以得到有效的利用^[3]。提高水资源的利用效率,可以在很大程度上缓解城市发展的缺水问题。雨水是潜在的城市可利用水源,相对于污水、废水而言,水质较为干净,经简单处理后,可做为灌溉水源使用。

充分、合理收集设施农业自然降水,通过调整种植制度、采用作物品种与降水季节相吻合等措施,利用现代农业灌溉技术,是设施农业雨水利用领域研究的一个重要方面。设施农业生产全年用雨水灌溉技术主要包括降雨收集、存储和精准灌溉技术系统。它将降雨收集到地下储水窖内储存起来,根据农作物生长发育所需水数量进行补给,用水量只是常规灌溉的二分之一,节水效益显著。充分利用天然降水对涵养回补地下水,维持水资源平衡具有重要意义。

4 蔡家洼实施雨水利用的必要性

4.1 蔡家洼村自然条件

蔡家洼村位于密云县东南部,密云水库主坝下游潮河东岸边下游地段,因此拥有丰富的水资源储备。蔡家洼村地理位置优越,依山傍水,环境幽雅,西临潮河,东依大峪山,南依黎祖山,北至密云—河北兴隆公路。东至丰各庄山界分水岭,西至东邵渠镇黑窝村山界分水

岭,南至河南寨镇提辖庄村山界分水岭,是密云县林果观光发展基地。该村交通条件便利,距密云县长途汽车站 1 km,距北京至承德高速公路出口 500 m,距密云县火车站 5 km。

蔡家洼村位于中纬度大陆季风气候区,属于暖温带季风型大陆性半湿润半干旱气候。春季受西北冷空气影响,季降水量很少;夏季受大陆低压和太平洋高压影响,干湿冷暖变化明显,炎热多雨,降水集中;秋季凉爽湿润;冬季受西伯利亚、蒙古高压控制,寒冷干燥。蔡家洼年降水总量为 66.53 cm,其中 6、7、8 月降水量较大,占全年的 75.5%;日最大降水量为 13.70 cm。年平均相对湿度为 61%,其中 7、8 月较大,均在 80%以上。

4.2 蔡家洼水资源利用情况

由于蔡家洼村离市政供水管网较远,实现市政供水的可实施性较差,因此蔡家洼生活、农业灌溉主要水源为东沟山上的 2 口水井和居民区水井。居民区水井主要满足居民区生活用水和蔡家洼工业区用水。蔡家洼设施农业生态公园距离潮河最近距离约为 1 500 m,地势较复杂,引水灌溉的工程量较大,可实施性较差。蔡家洼水库由于土质为沙砾土,渗透性强,常年缺水干旱,已废弃多年。东沟 2 口地下水水井,其出水量各为 50 t/h,蔡家洼设施农业生态公园的生活用水和农业生产用水主要来自该 2 处水井。根据《蔡家洼设施农业生态公园详细规划》(2008~2013)用水量计算,蔡家洼设施农业生态公园日需水量共达 1 155 m³。如果只依靠地下水作为灌溉水源,违背可持续发展原则,将会造成地下水资源的萎缩,加剧北京市地下水资源紧缺的严重形势。

4.3 蔡家洼实施雨水利用的重要意义

实施雨水利用,充分有效的利用雨水资源,将会减少对地下水的掠夺性开采,实现了“可持续发展”的战略思想。根据蔡家洼的实际情况,距离市政管网较远,且蔡家洼地形高差较复杂,如实现接入市政管网工程量巨大。实行区域性雨水收集利用,可减少灌溉管网的铺设长度,节约工程物力、人力和财力的投入。设施农业雨水利用在我国发展较晚,普及率很低,因此,实行蔡家洼设施农业雨水利用将会对其它缺水地区起到示范作用,同时体现了现代农业灌溉的先进理念,为现代农业设施的可持续发展和和谐生态水体系的建设提供了新的思路。

4.4 蔡家洼设施农业雨水利用条件

根据《蔡家洼设施农业生态公园详细规划》(2008~2013),蔡家洼规划建设 7 个温室区,目前正在建设之中。温室建筑面积共达 59 698 m²。温室顶面是良好的集雨场,收集的雨水有水质好、杂质少和集雨效率高等优点。温室内灌溉方式采用滴灌、喷灌等节水措施,灌溉用水适合雨水的收集量。蔡家洼自然条件优越,植被覆盖率

高,温室周围的道路采用水泥硬化,集雨效率高,杂质较少。

5 蔡家洼设施农业雨水利用系统

5.1 蔡家洼设施农业集雨量计算

全年单位集水面积可集雨量按下式计算:

$$W_p = E_y \cdot R_p / 1000.$$

式中 W_p —保证率等于 P 的年份单位集水面积全年可集雨量, m ; P 取 75%; E_y —某种材料集流面积全年可集

流效率,以小数表示,根据《雨水集蓄利用工程技术规范》,取连栋温室集雨效率为 0.9; R_p —保证率为 P 的全年降雨量, cm , 取 50.60 cm 。经计算全年单位集雨量为 0.45 m 。

根据《蔡家洼设施农业生态公园详细规划》(2008~2013),规划建设共 7 个连栋温室区。各连栋温室集雨量计算如表 1。

表 1 蔡家洼温室顶面集雨量计算
Table 1 Rainfall calculated of greenhouse top in Caijiawa

温室区 Green house area	1	2	3	4	5	6	7	合计 Total
集雨面积 Rainfall area/m ²	7 456	5 760	13 122	12 688	10 944	5 376	4 352	59 698
年集雨量 Rainfall volum per year/m ³	3 355	2 592	5 905	5 710	4 925	2 419	1 958	26 864

根据计算结果可知,蔡家洼设施农业年总集雨量为 26 864 m^3 (道路雨水收集由于无规划数据,计算略)。则通过雨水收集系统,蔡家洼可每年减少对地下水的开采量至少为 26 864 m^3 。

5.2 蔡家洼设施农业雨水利用系统模式

结合蔡家洼设施农业情况,每栋温室或几栋相邻的温室可设置一处雨水收集系统,收集温室顶面和道路的降雨,以节约对地下水的开采。设施农业雨水收集利用系统主要包括径流场(温室顶面、道路)、集水槽、输水管、过滤池、储水仓、节水灌溉设施及附属工程几部分。降落在径流场上的雨水,汇集到集水槽,通过输水管(沟)流经拦污栅、沉淀池过滤后流入储水仓备。径流场一般为温室顶面和道路等,用于承接雨水径流;集水槽一般为铁皮或塑料槽;输水管一般为 PVC 管、陶瓷管、胶管等。过滤池多用砖石砌成,池内分成 3 个格区,内填不同粒径滤料。池底留有排水孔,用于排泄池内沉积的污水、浑水。储水池的位置根据蓄水难易、径流场周围环

境状况、取水条件等确定,一般为圆形或长方形水池、地下式水池等。节水灌溉设施主要有滴灌、喷灌等节水灌溉设施。

6 结语

在水资源严重紧缺的情况下,迫使人们不得不在雨水利用这个广阔的领域寻求发展空间,这是解决未来水资源不足问题的一个弹性很大的空间,也是可以大有作为的新领域。设施农业雨水利用体现了现代设施农业的发展趋势,对都市型现代农业的进一步发展具有重要的意义。

参考文献

- [1] 李文军,唐延芳.密云县雨水利用工程初探[J].北京水务,2009(3): 48-50.
- [2] 高启臣,许国明.北京市菜田雨水灌溉技术示范成功[J].河南科技(乡村版),2005(10): 45-45.
- [3] 田金鑫,肖华,姚少龙.北京市设施农业雨水利用模式分析[J].节水灌溉,2007(3): 60-61.

Rainwater Utilization of Agricultural Facilities

ZHANG Tian-zhu, CHEN De-liang

(China Agricultural University scientific Institute of Agricultural Plan, Beijing 100083)

Abstract: Based on the development of rainwater utilization analysis of the situation, put forward the recycling and sustainable development of water resources planning of new concepts, the purpose was to establish a concept of rainwater resources for the realization of energy-saving emission reduction, building a "resource-saving and environment-friendly" eco-lay the foundation for the environment. Analysis of the implementation of Miyun TsaiJiaWa No. rainwater utilization facilities for agriculture, the conditions and the need for proposed facilities for rainwater utilization in agriculture on the current urban-type development of modern agriculture importance.

Key words: facility agriculture; rainwater utilization; water balance.