

宜昌新型雨水集蓄利用技术 运用集成初探

杨香东,向清炳

(宜昌市水利水电局,443000,宜昌)

摘要:建设雨水集蓄利用(RWCU)工程,满足干旱时四季茶和柑橘等生态高效经果林灌溉的需要,促进山丘区农民增收。提出“方改圆、混改砖、露改埋(堆)”的结构形式,投资省且坚固耐用。用PVC或PE管将雨水集蓄工程联接起来,形成山丘区规模化灌区新的理念。对雨水的汇集、蓄存、利用技术,雨水利用对区域环境的影响,雨水资源的评价,雨水利用的效益评估等方面的最新研究进行了分析。

关键词:高效雨水集蓄利用;节水灌溉;技术集成

Preliminary study on new integrated skill of rainwater collection and utilization in Yichang city//Yang Xiangdong, Xiang Qingbing

Abstract:Constructs RWCU (rain water collection to gather use) the project, satisfies when the drought ecology and so on four seasons tea and sweet orange highly effective after fruit forest irrigation need, promotion massif area farmer additionally receiving. This article proposed that “Fang Gaiyuan, mixes changes the brick, the dew change bury (pile)” the structural style, the investment province, and firm durable. Gathers with PVC or the PE tube the rain water collection the project to join, forms the massif area formalization irrigation area new idea. In the article to the rain water collection, gathered saves, the use technology, the rain water use to the region environment influence, the rain water resources appraisal, rain water use aspect and so on benefit appraisal newest research has carried on the analysis.

Key words: Highly effective RWCU; Saving water irrigation; technology integration

中图分类号:S273.1

文献标识码:B

文章编号:1000-1123(2009)23-0047-03

一、国内外雨水集蓄利用技术

雨水集蓄利用(RWCU)技术在国内外应用概括起来可分为生活方面的应用和农业灌溉方面的应用。全球六大洲都有收集雨水解决生活用水的例子,其中发达国家如日本、澳大利亚、美国、德国等,发展中国家如泰国、印度、埃及、巴西等国都在发展这一技术,这些地区的年降雨量从3200~200 mm不等。美国从20世纪80年代初就开始研究用屋顶雨水集流系统解决家庭供水问题。在农村利用雨水规模最大的是泰国,20世纪80年代以来开展的“泰缸”(Tai jar)工程,建造了1200多万个20 m³的家庭集流水泥水缸,解决了300多万农

村人口的吃水问题,农业灌溉项目收到很好效果,玉米产量从项目实施前的1800 kg/hm²提高到2700 kg/hm²,增产50%。在高效利用方面,以色列、美国、荷兰等国家对不同作物的施肥灌溉制度和微灌进行了20~30年的研究,取得了丰富的成果。

早在2500多年前,安徽省寿县就修建了大型平原水库——芍陂,拦蓄雨水,用于灌溉。我国西北干旱半干旱地区通过长期的生产实践,建造了如新疆坎儿井、土窖、大口井等多种蓄水设施,对当地农业的发展发挥了十分重要的作用。我国已研发出大射程旋转式微喷头、轻小型喷灌机组等节水灌溉设备和系统。湖北省宜昌市地处长江上游与中游接合部,

山丘区存在“十年九旱”现象。由于现有的农业灌溉基础设施严重不足,制约了山丘区农村经济发展。2004—2008年,宜昌市大规模开展节水灌溉工程建设,发展节水灌溉面积23.1万hm²,年节约农业用水3亿m³,建设水窖34490个,受到群众普遍欢迎。秭归、点军、远安、五峰等地开展“分户建池,田间蓄水”山区抗旱模式的探索,成功破解了山区农业灌溉难题,效益非常显著。

二、新型雨水集蓄利用技术综合指标

1.雨水集蓄利用系统

雨水集蓄利用系统工程是指在干旱半干旱及其他缺水地区,将规划

收稿日期:2009-06-29

作者简介:杨香东(1972—),男,工程硕士。

区内及周围的降雨进行汇集、存储,以便作为水源加以有效利用的一种微型水利工程。它具有投资小、见效快、方便适用等特点。一般由集雨系统、净化系统、存储系统、输水系统、生活用水系统(解决农村饮水及生活用水)及田间节水系统(解决农田补充灌溉)等部分组成。其系统如图1所示。

(1)集雨系统。集雨系统主要是指收集雨水的场地,按集雨方式可将集雨场分为自然集雨场和人工集雨场。人工集雨常用的集流防渗材料有混凝土、瓦(水泥瓦、机瓦、青瓦)、塑料薄膜、衬砌片(块)石、天然坡面夯实土等。

(2)输水系统。输水系统是将集雨场的雨水引入沉沙池的输水沟(渠)或PE、PVC管道。

(3)净化系统。在所收集的雨水进入雨水存储系统之前,须经过一定的沉淀过滤处理,去除雨水中的泥沙等杂质。常用的净化设施有沉沙池、拦污栅等。

(4)存储系统。存储系统可分为蓄水池(水柜)、水窖、旱井、涝池和塘坝等。

(5)生活用水系统。生活用水系统包括提水设施、高位水池、输水管

道、水处理设施等。

(6)田间节水系统。田间节水系统包括节水灌溉系统与农艺节水措施。节水灌溉系统包括首部提水设备、输水管道、田间灌水器等,包括喷灌、微灌、管道输水灌溉、渠道防渗以及地面灌水技术。

2.雨水收(贮)集技术

集流场面积根据经验公式确定:

$$F = \frac{1.5V}{\alpha\omega}$$

式中, F 为集流场面积(m^2); ω 为年平均降雨量(mm); α 为降雨量的利用系数, $\alpha=0.3\sim 0.8$; V 为水窖年需蓄水量(m^3)。

根据实践,宜昌建设 20 m^3 的水窖,其集流场面积约为 60 m^2 ,依此类推。利用自然坡面或新建专用集流面集流,通过U20渠($20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$)(或PE50、PVC50管)引入蓄水设施(水窖、水池或)贮存。

雨水贮蓄技术包括雨水的蓄存和水质改善技术。蓄集饮用水,则须经过慢滤池慢滤,慢滤池内装填 60 cm 厚细砂(粒径 $0.2\sim 0.5\text{ mm}$),经过检测,水质应符合农村饮水水质标准。

雨水蓄存工程结构形式考虑受力条件及地形特点选用圆形或椭圆

形。水窖容积宜大于 50 m^3 ,以提高灌溉保证率。根据施工方式可分为浆砌石水池(窖)、现浇混凝土结构水池(窖)、预制拼装结构水池(窖)等形式。

水窖容积的确定。参考《雨水集蓄利用工程技术规范》(SL 267—2001)水窖容积公式进行计算:

$$V = \frac{KW}{1-\alpha}$$

式中, V 为蓄水容积(m^3); W 为全年供水量, $W=365\times 0.045=16.43\text{ m}^3$; α 为蓄水工程蒸发、渗漏损失系数,取 $0.05\sim 0.1$; K 为容积系数,湿润、半湿润地区可取 $0.25\sim 0.4$ 。

一般每 1 hm^2 地需修建 300 m^3 水窖。水窖系统流程见图2。

三、方案优化即细部技术指标

1.截流输水系统的优化

一是建设U形或者矩形的素混凝土渠。二是从路边排水沟的出口处连接修到蓄水设施。三是利用山坡地作为集流场时,依地势每隔 $20\sim 30\text{ m}$ 沿等高线布置截流沟。输水沟宜垂直等高线布置,即垂直截流沟。不适宜修建U形渠和开挖截流沟的山地,可用PVC或PE管引泉水或山溪冲沟水至蓄水池中,蓄水池之间可用PVC或PE管及闸阀控制相互“串并联”,构成一片灌区,提高灌溉保证率 and 水分生产率。

2.蓄水系统结构优化

为改善池体结构受力条件,节省材料和投资,缩短施工工期,从以下三个方面进行结构优化:

(1)池体结构由方形改为圆形或椭圆形。池体结构采用圆形或椭圆形,避免因结构的几何突变而引起的应力集中。圆形池体结构受力条件好,在相同蓄水量条件下建筑材料最省,投资最少。

(2)地面式结构改堆埋式结构。在开挖比较困难的地区,宜布置为半埋式蓄水池,出露地表部分小于等于 $1/3$ 蓄水池高度,以方便运行维护。对

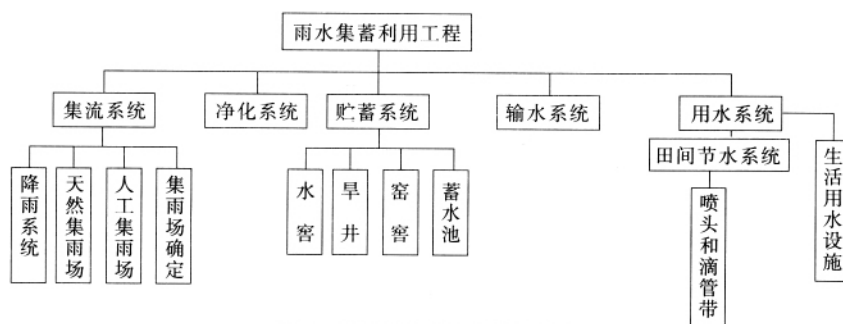


图1 雨水集蓄利用工程系统图

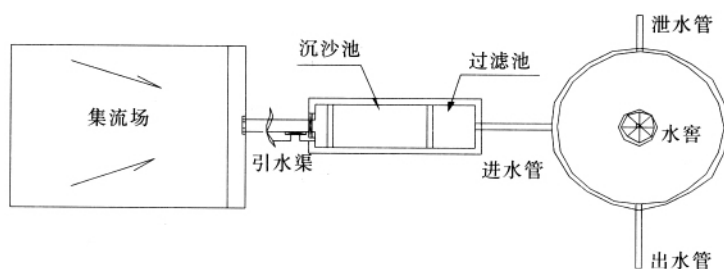


图2 水窖系统流程图

坚硬完整的基岩,将蓄水池置于地面上,池体周围用黏土或浆砌石衬砌,以抵消池内的水压力,确保长久运行。

(3)混凝土材料改为普通砖(或预制砖瓦),砖砌(或预制砖瓦)式蓄水池,有利于加快施工进度。

开敞式圆形池适宜修建较大容积的蓄水池,充分发挥多蓄水少灌地的作用。

考虑以上原因,以开敞式蓄水池为储水主要形式,部分结合农村人口饮水安全工程修建封闭式蓄水池。

①有小股泉水出露地表,可在水源附近选择适宜地点修建蓄水池。

②对一些引水工程,可在田间地头修建蓄水池。

水池主要结构形式以开敞式、全埋式、圆形为主。全埋式蓄水池池身在地面以下;在开挖比较困难的地区,宜布置为半埋式蓄水池。蓄水池由池体、放水设备、梯步、护栏四部分组成。

池体。池体由池身、泄水口、池沿、池底四部分构成。池身:容积的大小应根据汇水条件、作物需水量、灌溉面积来确定。一般容积不应小于 30 m^3 。其结构形式多采用圆柱体。一般用砖、条石、混凝土预制块浆砌,水泥砂浆抹面而成。泄水口:设置在池壁的正常蓄水位处。池沿:全埋式蓄水池池沿应高出地面 0.25 m ,以防止池周围泥土及污物进入池内。一般用砖、条石、混凝土预制块浆砌而成。池底:池底一般为锅底形,用混凝土护底,厚度 $0.1\sim 0.2\text{ m}$ 。

放水设备。地势较高的应设置自压放水管阀,放水孔的位置一般设置在距池底 0.25 m 处。

梯步。方便人力取水与用水。

护栏。安全防护,其总体高度不低于 0.7 m 。

(4)渗漏及防治措施。①渗漏原因:施工质量不好,如砌体勾缝填浆不实,混凝土捣固不密实,变形缝未处理好等。②渗漏补救措施:可以顺裂缝开凿比原裂缝宽 $10\sim 20$ 倍的沟

槽,深度 $5\sim 10\text{ cm}$,用 $1:1$ 的水泥砂浆填补;裂缝不明显的,则用净水泥浆涂刷 $2\sim 3$ 次,修补部位应作好养护。

3.灌溉系统优化布置

①以自压灌溉为主,地势低洼的地方,可考虑机泵等设备提灌。也可考虑微、喷、滴灌等节水灌溉方式。

②自压灌溉时,田间管网以钢管引水至田间为主,在田间设置 $5.0\text{ m}\times 5.0\text{ m}$ 的梅花形管桩;原来已经建有末级渠道的,可以充分利用其输送水流。

③雨水集蓄利用工程灌溉系统要坚持“以村或流域为单位,以农户为单元,适度集中连片”的思路。一是利用管道或末级渠系以“串糖葫芦”的方式,将雨水集蓄利用工程连接起来,构成一个灌溉系统或一片灌区,提高水的利用系数和灌溉保证率。二是在田间设置水表和水龙头(或微喷头、滴灌头),构成管道灌溉系统,避免建设不必要的田间抗旱水池,降低建设和管护成本。在每个山头以下 10 m 左右建设有雨水集蓄工程,集雨面积为雨水集蓄工程以上的全部山地,通过 $U20$ 渠截流和汇流,构成山地灌区的水源工程。三是合理布置微喷灌系统。微喷头间距 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$,设计灌水均匀度为 95% ;灌水利用系数为 0.9 ,微喷头工作压力为 20 m ,工作压力下流量为 70 L/h ,射程为 2.75 m 。集蓄的雨水通过水龙头、喷头、滴灌头等,对高效农业、精品果园(茶叶、柑橘、蔬菜、苗圃茶花卉)进行浇灌,可节约用水量。管道系统一般包括干管、支管两级,竖管三级,其作用是将压力水输送并分配到田间喷头中去。

四、工程效益

(1)促进了项目区产业结构调整,是山区的“致富水”。从 2004 年秭归县归州镇实施雨水集蓄利用工程以来,年增加柑橘产量 1950 万 kg ,收入增加近 2000 万元。

(2)推进了精神文明建设,是山区的“和谐水”。特大旱灾时,雨水集蓄利

用工程为农村饮水提供了后备水源,解了燃眉之急,杜绝了争水、抢水纠纷,推动了精神文明建设和社会和谐稳定。

(3)促进山丘区绿色生态产业的发展,是山区的“生态水”。雨水集蓄利用具有保持水土和改善干旱区生态环境的功能,实现了生物、自然与环境和谐。

五、投资估算

容积为 20 m^3 的水池,按当地原材料价格估算,单个水池投资额为 1000 元左右。从项目区问卷调查结果看, 85% 的农户投资总额在 $800\sim 1200$ 元之间, 10% 的农户投资在 $1300\sim 1500$ 元之间, 5% 的农户投资在 2500 元以下。减少投资的主要原因是采用了圆形堆埋结构形式,节约了材料,且减少了开挖工作量。

六、创新点

(1)优化蓄水工程结构。方形改圆(椭圆)形,露改埋(堆),现浇混凝土改为砖形式,受力结构好,坚固耐用,节省材料 40% ,节约投资,缩短工期。

(2)构建山丘区灌区的理念。利用 PE 管或渠系以“串糖葫芦”的方式,将 $RWCU$ 工程串并连起来,构建灌溉系统或灌区,配套水表和水龙头(微喷头、滴灌头),提高渠系水利用系数和灌溉保证率。

(3)探索了山丘区的雨水利用综合技术集成体系。实现了“小水大用、闲水忙用、死水活用”的水资源开发利用模式,满足生产、生活以及生态用水需求,实现雨水资源的高效与安全利用。

参考文献:

- [1] 雨水集蓄利用工程技术规范[S]. SL 267—2001.
- [2] 节水灌溉技术标准选编[M].北京:中国水利水电出版社,1998.
- [3] 雨水集蓄利用在烟水工程建设中的现状与发展对策[D].北极星电力论文网.

责任编辑 李计初