

攀西红壤农耕区小型地下蓄水池的建造条件与效益分析

杨娟¹,王昌全¹,李冰¹,李焕秀²,李廷轩¹,张锡洲¹

(1.四川农业大学资源环境学院,四川雅安 625014;2.四川农业大学林学院园艺学院,四川雅安 625014)

摘要 攀西地区降水季节分配极度不均,低山区域旱坡地多,成土母质多为第四纪红色粘土,土壤风化深,土层深厚,质地黏重,是建造微水工程的有利条件。调查结果表明,长条隧洞式地下蓄水池在攀西地区分布最多。这种蓄水池顺着山坡建造,埋于地表 1 m 以下,不影响地表农作,保证了农作物的播种面积和产量。攀西地区地下蓄水池类型多样,均具有明显的经济效益、生态效益和社会效益,实际生产中可根据当地的地质地形条件和经济发展水平选择适宜的地下蓄水池形式。

关键词 攀西地区 地下蓄水池 效益分析

中图分类号 S27 文献标识码 B 文章编号 1004-6933(2007)02-0091-04

Building condition and benefit analysis of mini-type underground conservation pool in red soil farming area of Panxi

YANG Juan¹, WANG Chang-quan¹, LI Bing¹, LI Huan-xiu², LI Ting-xuan¹, ZHANG Xi-zhou¹

(1. College of Resource and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; 2. College of Forest and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: As the rainfall in Panxi region varies greatly in different seasons, great deals of droughty sloping fields distribute in the low mountain area, and the 4th epoch's red clay is the primary parent material. With deep weathering degree, the soil layer is deep, and the soil is sticky, which provide facilities for the building of mini-type reservoir project in Panxi region. The investigation results show that the strip-tunnel underground conservation pool is the main mini-type reservoir in Panxi. Built along the hillside and buried more than 1m deep underground, the pool didn't influence the farming on the earth and guaranteed the planting area and yield. There are many kinds of underground conservation pools in Panxi region, which achieve significant economic benefits, ecological benefits, and social benefits. In practice, we should choose the most feasible type of underground reservoir pool based on local geologic and landform condition and economic development.

Key words Panxi region; underground conservation pool; benefit analysis

攀西地区位于横断山系东缘,是青藏高原、云贵高原向四川盆地的过渡地带,粮食作物和经济作物单产高、质量优,是四川省重要的粮食、烤烟、蚕桑、糖料、畜牧、水果、蔬菜、林业生产、优质稻、花卉等的重要基地,是全国 19 个国土资源重点开发区之一^[1-2]。攀西地区光照充足,气候温暖,夏季雨水充沛,但冬春干旱少雨,水热矛盾的极度尖锐,降雨及

径流时空分布严重不均,不仅浪费了水资源,加剧了水土流失,也成为该区农业发展的最主要制约因素。这既阻碍了攀西耕地复种指数提高,又严重影响大春适时早播(栽),限制了光热资源的充分发挥,导致攀西农业生产总体水平不高^[3-4]。

攀西地区大小河流众多,水量丰沛,但河流大都分布在峡谷中,干流切割深,河床多呈 V 型或 U 型

基金项目 四川省科技厅“十五”攻关项目(02NG004-004)
作者简介 杨娟(1980—),女,四川泸州人,硕士研究生,研究方向为环境生态。E-mail: yang-j@163.com
通讯作者 王昌全, E-mail: wcquan@sicau.edu.cn

分布,坡降陡,岸壁峭,田高水低,难以自然引用。同时地质、地貌条件特殊,引蓄水工程难度大、造价高,中短期内不可能修建大量的工程满足日益增长的用水需求,供需矛盾长期存在^[5]。当地的小型地下蓄水池,是为了适应攀西气候特点、土壤条件和目前农村生产责任制分散蓄水、用水的需要,较好地解决了雨季水多流失和旱季雨少缺水的矛盾,尤其对保证大春玉米、烤烟适时早播(栽)的作用巨大。

1 攀西生态环境特点与建池条件

1.1 雨热量大,但季节分配不均

攀西光热条件好,降雨也较充沛,但降水集中,季节分配不均,攀西 20 个县(市、区)平均降水量为 985.6 mm,除宁南、盐源、美姑、甘洛、金阳、木里等 6 县降水低于 1 000 mm 外,其余各县均在 1 000 mm 以上,5 ~ 10 月降水就达 901.4 mm,占全年降水量的 91.5%^[6],调查区属于典型的攀西气候区(表 1)。攀西降水过分集中,且每次降水强度大,土壤接纳水分的速度和容量又有限,势必形成强烈的地表径流(表 1),径流系数高达 32.8% ~ 51.1%。通过建立系列引洪沟,大量的径流便成为地下蓄水池的基本水源。

攀西玉米、烤烟早播(栽)期的 4 ~ 5 月常年缺水干旱,各县 4 ~ 5 月平均降水量低于全年月平均水平(表 1)。这一气候说明,在攀西建造地下蓄水池,蓄积地表径流,满足早播(栽)玉米、烤烟苗期对水分的需求,是实现雨养农业的基本措施之一。

表 1 攀西部分县(市、区)主要气候指标

地名	平均降水量				年散 失量	年径 流量
	全年	月均	4 ~ 5 月	5 ~ 10 月		
盐边	1 076.4	89.7	36.0	1 030.5	1 012.59	—
仁和	1 093.6	91.1	42.5	1 030.8	1 240.84	—
西昌	1 013.1	84.2	57.5	941.8	925.28	350.0
会理	1 130.9	94.2	41.2	1 066.1	897.52	350.0
宁南	960.5	80.0	56.8	880.0	1 030.91	450.0

注 资料来源于四川省土地生产潜力和人口承载力研究,四川农业大学,1992。

1.2 地形复杂,以山地为主

攀西属于川西南山地区,境内地势起伏,峰峦重叠,平原、丘陵、山地、山原地貌齐全,以山地为主,山地占总面积达 70% 以上,山地中的农耕地主要是旱坡地。金沙江、雅砻江、安宁河、大渡河及其支流穿插于山地间。农耕地即主要分布于山间谷坡地、洪积扇、山间断陷盆地、丘陵谷坡地和相对宽阔的河谷侵蚀、堆积阶地上,除河谷低级阶地外,其余地貌上的农耕地土壤都会受到缺水干旱的影响,从而限制农业生产水平的提高^[3]。

攀西地区缺水的主要原因是水热资源严重失

调,平坝河谷地区的蒸发量一般是降雨量的 3 倍,土壤水分亏损严重,降雨、径流时空分布不均,造成农事活动需水的高峰期缺水^[5]。山间谷坡地、洪积扇、丘陵谷坡地和高阶(台)地等地貌因坡度与河床形成高差,造成缺水,但其特殊地貌环境又适宜挖掘地下蓄水池,地下蓄水池可以把不利因素转变为有利条件。

1.3 红壤土层深厚,质地黏重

在攀西地区,红壤是一个广泛分布的基本地带性土类,也是攀西地区重要的耕地土壤资源之一。红壤分布区的年平均气温 13.6 ~ 18.6℃。最冷月(一月)平均气温 5.6 ~ 10.3℃,≥ 10℃ 积温 4 009 ~ 6 353℃,无霜期 235 ~ 317 d,平均年降水量为 1 100 ~ 1 300 mm,年平均相对湿度 > 65%。红壤分布区的地形为中山坡地,部分为高洪积台地或冲积阶地。母质以残、坡积物为主,主要分布在缓坡地段,还有部分是更新统洪、冲积物(即老冲积物)^[3]。

攀西地处我国西部高原红壤带,由于干湿季分明,雨热同季的气候条件,导致成土母质强烈风化,形成大面积质地黏重、土层深厚的红色土壤,其中尤以发育于第四纪红色黏土上的明显。其耕层黏粒(< 0.001 mm)含量为 31.14 ± 2.10% (n = 12),亚表层黏粒为 38.93 ± 5.00% (n = 25),土壤质地重壤—中黏^[1],这些土层深厚、质地黏重的土壤为修建地下蓄水池提供了物质基础。

2 小型地下蓄水池的基本类型

小型地下蓄水池于 20 世纪 90 年代在攀西会理县开始试建,后会理为中心向周围辐射,现已扩展到攀西会东、宁南、普格、盐边、米易、西昌、仁和等县(市、区),小型地下蓄水池一般有 4 种类型。

2.1 长条隧洞式蓄水池

一般为隧道式,断面城门洞形,选择有利于水平掘进成洞,在地表 2 m 以下挖掘道池,宽 1.5 m,深 2 m 或更深,纵深依蓄水容积而定,洞身置于比较完整的岩基上,用水泥沙浆或细石砼作防渗衬护,用砼或浆砌体封堵洞口,其上方设进水孔(用来清淤和检修)和进水排气,下部安设放水管。这类形式的工程修建较为方便,只要施工控制开挖深度,作好防渗衬护,工程不会失稳破坏,在适度范围内其挖进可长可短,断面可大可小,蓄水容积 30 ~ 80 m³ 不等,地质条件好的有数百 m³。

坑道挖好后,四壁用水泥浆糊或钢模架用混凝土浇筑防渗,地道口半米见方,雨季将地表水沿排洪沟沉沙后引入池内,待蓄满水后加盖防蒸发。长条隧洞式蓄水池的洞身多置于较好的软基上(结构紧

密的土基),开挖省工、省钱,但其洞壁衬护必须满足强度、稳定、防渗要求,洞断面越大,施工难度越大,洞身也不宜过长,以避免设置变形缝。

2.2 圆型坛罐式蓄水池

一般选择在较高位置的平台或坡地、地角兴建,呈圆形横断面,垂直向下掘进成形,地表向下深挖 5 m,圆直径 4 m。一般在软弱岩基或直立性较好的土基,按开挖直径挖成圆柱形基坑,用砼现场浇筑底和壁,上口面部分用砼浇筑成半球面体,其顶端开直径 60 cm 窖口,窖口周边浇筑一厚 20 cm 的砼窖台,并加砼盖,回填好球面体上方土壤(还原耕作层),形如常用的温水瓶,蓄水容积 30 ~ 60 m³。

圆型坛罐式蓄水池适宜于各种地形条件,坡地、梯地、平坝均适用。在平坝区为了便于引水入池,池口面高程可比耕地的地面高程低,以便将背沟、垄沟的水引入。圆型坛罐式蓄水池,如用于岩石地基,开挖难度大,耗工较多,但衬护简单省钱,如用于直立性差的地基上,则基坑开挖和回填量大,砼浇筑需用内外模板,也会增加投资。

2.3 方形坑式蓄水池

方形坑式蓄水池是圆型坛罐式蓄水池和长条隧洞式蓄水池结合的改进型,基本不占耕地,施工难度小,坚固耐用,但造价较高,建造一个 30 ~ 50 m³ 蓄水池需要材料费 800 元,蓄水容积 30 ~ 50 m³,在试验区较为少见。地表向下深挖 5 m,长 5 m,宽 2 m。坑式池挖好后,四壁用混凝土浇筑,距地表 1 m 处用预制件封口,留 0.5 m 左右作出口,预制件上盖土 1 m,恢复原有耕地。适宜在岩层或土质疏松不便兴建隧洞式蓄水池的平台或无坡地上兴建。

2.4 简易敞口蓄水池

简易敞口蓄水池一般建于地边、地头,口面一般为矩形的水池。池壁视地质情况可以是直立的(岩石地基或有较好胶结的砂砾层地基),可以是有坡度的(土质地基),一般用浆砌条石、块石衬壁和护底,并沿壁做成梯步。在软基上挖出的池子,蓄水池四侧的衬壁要考虑土压力的作用而建成挡土墙。水池容积为 25 ~ 100 m³ 不等。一口容积 30 m³ 的简易敞口蓄水池,直壁矩形一般深 2.4 m,宽 3 m,长 4.5 m,侧墙顶厚不小于 0.25 m。简易敞口蓄水池既有长方形,也有圆形,投资少,简单易行,其缺点是占地、不安全、易损坏、蒸发大。

3 地下蓄水池综合效益分析

3.1 生产经济效益

3.1.1 对作物生长的影响

地下蓄水池的使用有效保证了 3 ~ 8 月有水育

苗,有水保苗,不误农时的播种、移栽,充分利用了攀西丰富的光热资源,促进了作物生长。表 2、3 的资料显示,地下蓄水池的作用明显提前了玉米、烤烟播(栽)期,提高了玉米出苗,烤烟移栽成活率,保证了玉米、烤烟苗期生长的水分需求。

表 2 使用地下蓄水池对玉米生长的影响

地点	处理	播期	株高/cm	第三节 直径/cm	旗叶	
					长	宽
会理	对照	6 月 14 日	80.0	2.0	63.6	7.5
	蓄水	5 月 20 日	247.0	2.9	94.0	11.2
仁和	对照	6 月 3 日	85.0	2.4	80.0	9.5
	蓄水	5 月 4 日	260.0	3.2	84.0	12.0

表 3 地下蓄水池对烤烟生长的影响

地点	处理 形式	移栽期	成活 率/%	株高/ cm	叶片数/ (片· 株) ⁻¹	茎中部叶	
						长	宽
会理	对照	6 月 6 日	60	8.2	5	31.1	5.1
	蓄水	5 月 5 日	100	62.2	13	54.5	13.4
仁和	对照	6 月 3 日	55	20.5	6	42.2	18.0
	蓄水	5 月 19 日	100	75.1	16	65.0	27.0

利用地下蓄水池一般可提早玉米播期 30 d 左右,提早烤烟移栽期 15 ~ 30 d。玉米抽雄期调查结果表明,有池蓄水的地块玉米株高、茎粗、叶面积都极显著优于对照地块。烤烟收获时,有池蓄水地块烤烟成活率为 100%,平均比对照高 42.5%,单株叶片数比对照多 1.6 倍,烟叶性状也明显比对照好(表 2,表 3)。

3.1.2 对作物产量及经济效益的影响

由于地下蓄水池在干旱时节提供了水源,保证了烤烟、玉米等作物正常生长,使玉米产量、烤烟产量、烤烟产量和质量得到大幅度提高,并产生明显经济效益。

会东县火山乡小湾子村典型农户调查表明,当年建池 2 口,材料投资 1 000 元,蓄水 100 m³,次年浇灌 0.3 hm² 玉米地,玉米单产由当年的 1 612.5 kg/hm²,增至 6 052.5 kg/hm²,增产 2.8 倍,新增产值 950 元,占建池投资额的 95%,即建池第 2 年就可基本收回成本。会理县铜矿村某农户,当年投资 3 400 元建成 1 口蓄水 270 m³ 的隧洞式蓄水池,次年靠该池浇灌 0.3 hm² 烤烟地,每公顷用水约 810 m³,烟叶产量每公顷由 1 125.0 kg 增至 3 750.0 kg,增产 2.3 倍,烟叶质量明显提高,0.3 hm² 烤烟产值由当年的 1 070 元增至 5 500 元,1 年即可收回投资成本,并盈余 1 000 余元。

从整体上来看,地下蓄水池增产和经济效益都十分显著。单从过去 3 年里的生产和经济效益就十分惊人,由州、县政府和集体、群众自筹投资的 2 000

万元,会理县共建蓄水池 73 500 口,蓄水 193 万 m^3 ,浇灌旱地 5 567 hm^2 ,平均灌水 346.5 m^3/hm^2 ,产生效益后,旱地大春粮食平均增产 147.8%,烟叶增产 64.6%,全县石榴增产 34.6%,投产 1 年后就新增产值 1 500 万余元。

除充分利用好现有耕地外,还结合兴建蓄水池,选择土层深厚的缓坡地段开荒,种植烤烟、玉米,攀西地区累计共开发出非耕地 800 hm^2 ,收到了较好的经济效益。

3.2 生态效益

兴建地下蓄水池,不仅表现出巨大的增产和经济效益,也产生较好的生态效益。攀西受其地形(山间谷坡地)、气候(降雨集中且多暴雨)、土壤(红壤性低硅土胶体)等因素影响,产生强烈的地表径流。兴建地下蓄水池和建立系统排洪沟后,能有效地拦蓄地表径流,减少水土流失的危害。西昌、会理等县、市年径流量为 233.3 ~ 300.0 m^3 ,以每 666.7 m^2 建一池,每池蓄水 40 m^3 计,可减少径流 13.3% ~ 17.1%。全区现有 13 万个蓄水池,以平均蓄水 40 m^3 计,则每年减少径流总量 520.0 万 m^3 。攀西仁和区侵蚀模数高达 6 300 t/km^2 ,每年冲走表土 0.45 ~ 1.22 cm,通过坡地上地下蓄水池的多级拦蓄,大大减少水土流失量。如仁和区大龙滩锁水村,一个 40 m^3 的地下蓄水池,其 2 个沉沙池 1 年共沉泥沙 0.3 m^3 ,即每年拦蓄泥沙 0.795 t,那么每年泥沙带走量减少 1 192.5 t/km^2 ,占原侵蚀模数的 18.9%。

地下蓄水池还为实施山水田林路综合治理提供了基础。会理县彰冠乡在两个荒坡上建起地下蓄水池 300 口,蓄水 1 万多 m^3 ,同时可建成水平梯地 41 hm^2 ,植树造林 43 hm^2 。这样,既垦殖了荒地,又绿化了荒坡,产生了明显的水土保持效益。

3.3 社会效益

地下蓄水池首先在干旱缺水县(区)推开,如会理县称干坝村、仁和县锁水村,都因干旱缺水而得名。地下蓄水池保证了玉米、烤烟和部分果蔬对水分的要求,产量及产值成倍增长,提高了农民种田的积极性,稳定了农村劳动力。如会东县某典型农户,因干旱缺水家境贫困,地下蓄水池一经推开后,他建池 2 口,蓄水 92 m^3 ,第 2 年通过种植烤烟,烟叶收入就达 13 069 元。地下蓄水池还解决了攀西地区 2 ~ 6 月干旱季节人畜用水,农户不再远距离挑(担)水。

4 讨 论

攀西地区的地下蓄水池与我国北方、西北地区及南方部分地区的蓄水池在建造上有一定的差异,

主要是由于攀西特殊的气候、地形和土壤条件所决定的。攀西地区光照资源丰富,日照时间长,蒸发强度大,雨量大,雨季短而降雨量大,而且缺水地区主要分布在缓坡地段的旱耕地上,这与我国其他缺水地区的生态环境条件相比具有明显的差异。所以,攀西地区的微水工程主要是地下蓄水池。经过近 10 年来的实践和总结,顺着山坡建造,埋于地表 1 m 以下,不影响地表农作,保证了农作物的播种面积和产量的长条隧洞式地下蓄水池在攀西地区分布较多,发展前景广阔。埋在缓坡地段质地黏重的土体中的地下蓄水池不仅能蓄积地表水而且还能蓄积土体内部的水分,保证了水资源的有效蓄积和利用,而我国北方、西北地区及南方部分地区的蓄水池多埋在地表以下 10 ~ 40 cm 处,它们以拦蓄地表径流为主^[7-10]。

建造地下蓄水池是一项重要的实用性农业技术,在攀西及其它干旱、雨季分明,旱季缺水易旱地区具有广阔的应用前景。在生产上,还应注意以下几点 ①实行统一规划,把握质量,做到既重视主池,又建好沉沙池,以减少泥沙淤积;②利用有利地形,多建自流引水型池,可通过水管将水引入农户家中,解决人畜饮水;③尽量不建敞口式池,减少占地,避免蒸发,保证安全;④进一步实施山水田林路综合治理,结合建池,搞好农田基本建设,绿化荒山,发展经济林木,全面发展。

参考文献:

- [1] 徐玖平,高波,胡知能.攀西地区水资源与可持续发展[J].世界科技研究与发展,2000,22(4):81-85.
- [2] 罗莲.加入 WTO 对攀西地区农业的影响与对策[J].四川经济研究,2002,(4):72-74.
- [3] 甘书龙.四川省农业资源与开发[M].成都:四川省社会科学院出版社,1986:113-157.
- [4] 黄宇.在攀西地区开展节水型农业初探[J].资源开发与保护,1992,8(1):22-24.
- [5] 罗怀良,冉茂玉.攀西地区水资源及可持续利用探讨[J].自然资源学报,2001,16(6):552-556.
- [6] 孙晓辉,刘世全,夏明忠.攀西地区农业增产综合技术研究[M].成都:四川科学技术出版社,1995:1-35.
- [7] 任宝君.旱区山地果园小型蓄水池建造[J].中国农村小康科技,2002(5):21-22.
- [8] 林子祥.旱粮增产措施——山腰蓄水池[J].农业科技通讯,1999(6):28.
- [9] 张日清,赖建华.蓄水池在高山缺水地区的应用[J].中国农村水利水电,2001(12):67.
- [10] 张梦周,缝文惠,王法辰,等.山地果园小型蓄水池建造技术[J].中国果树,1994(3):31-32.

(收稿日期:2005-04-20 编辑:高渭文)