

半干旱黄土丘陵区典型抗旱造林整地技术集流效果研究^{*}

蔡进军¹, 李生宝¹, 蒋 齐¹, 张源润¹, 许 畴²

(1. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 银川 750002; 2. 宁夏彭阳县林业局, 宁夏 彭阳 756105)

摘 要:以宁南山区生态建设中推广应用的典型抗旱造林整地工程为研究对象, 针对工程措施的集流效果进行研究, 结果表明: 实施“88542”集流造林整地工程, 能够有效地改善土壤的水分状况, 尤其在 0 - 60 cm 土层表现较为明显; 工程措施的集流效果随地形的变化有所不同: 随坡位自上而下改变, “88542”集流水平沟比集流坡面水分的增加率总体上呈增大趋势; 随着坡长增大, 工程措施对水分增加率也呈增大趋势; 随坡度的增大, 水平沟相对集流面的水分增加率也随之增加; 随坡向不同, 工程措施的集流效果则无明显差异; 相对于工程措施的集流效果, 坡长和坡度之间呈正相关关系, 故在工程设计中, 坡度越大, 相应集流坡面长度就要缩短, 反之坡度越缓, 集流坡面长度就要增加。

关键词:造林整地; 88542; 半干旱地区; 径流

中图分类号: S727.01

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)05-0127-04

Effects of the Typical Anti-arid Afforestation Land Preparation Technology on the Rainfall Catchment in Semi-arid Hilly Loess Region

CAI Jin-jun¹, LI Sheng-bao¹, JIANG Qi¹, ZHANG Yuan-run¹, XU Chou²

(1. Institute of Desert Administer, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 2. Pengyang Forestry Bureau, Pengyang, Ningxia 756105, China)

Abstract: The typical site preparation engineering of drought resistance afforestation which were spread and application in ecological conservation of hilly region of southern Ningxia were made as a study object. And the rainfall-harvesting effect was learned in this paper. The results showed that: site preparation engineering of “88542” mode were effective in improving soil moisture conditions, especially on the 0 - 60 cm soil layer. The effect of engineering measures was different with the terrain changing. With the slope of the top-down change, the increase rate of soil moisture of “88542” mode was higher than the rainfall-harvesting slope. And the increase rate of soil moisture was increasing along with slope length. The effect of rainfall-harvesting of engineering measures has no significant difference with the slope aspect. The effect of engineering measure and the slope length and gradient was positively correlated. In engineering design, the greater gradient, the corresponding rainfall-harvesting slope to shorten the length of the slope, on the contrary, the rainfall-harvesting slope to increase length of the slope.

Key words: afforestation land preparation; 88542; semi-arid region; runoff

植被恢复与生态环境建设是实施西部大开发战略的重要保证。宁南半干旱黄土丘陵区生态环境十分脆弱, 年降水量仅为 200 ~ 500 mm, 并且降雨多集中在 7 - 9 月三个月, 而该地区的潜在蒸散量为 700 ~ 1 000 mm, 土壤水分的严重亏缺制约着森林植被的重

建与恢复^[1]。多年来, 处于半干旱地区的宁南山区人工造林成活率、保存率只有 30 % 左右。干旱缺水, 成为造林成活率提高的瓶颈, 由于该地区多以山坡地为主, 利用此地形特点, 发展径流林业, 可以有效解决林木生长缺水的问题。88542 整地集流技术广泛应用

^{*} 收稿日期: 2009-03-02

基金项目: 国家“十一·五”科技支撑计划重大项目(2006BAC01A07); 宁夏自然科学基金项目(NZ0855)

作者简介: 蔡进军(1976 -), 男, 宁夏平罗人, 助理研究员, 主要从事黄土高原退化生态系统恢复技术研究。E-mail: nxycchai@163.com

于宁南山区生态建设和小流域治理工程中的造林工作,并取得了较好效果。研究表明:在同一时期栽植的林木,长势和年生长量大小依次是:88542 整地 > 水平沟整地 > 鱼鳞坑整地 > 无工程措施造林,其造林成活率比自然坡面造林成活率提高 20% ~ 30%,生长量增加 30% ~ 40%。造林后第二年 85% 的成活率面积占 95% 以上,可使幼林提前 2 a 成林^[2]。摸清“88542”整地技术的集流机理,对该项工程措施提供理论支撑,从而优化工程的技术指标,是当地生产者,也是科技工作者面临的问题。

1 88542 整地技术设计原理及其参数

88542 整地技术是通过坡地雨水径流集蓄叠加利用,发展径流林业的水土保持工程措施,通过水平沟和自然坡面沿山坡相间布置,使自然坡面作为下一级水平沟的集流区,通过设计不同坡面长度来调控坡地径流的再分配,以满足不同造林树种的水分需求^[3-4]。根据坡地水量平衡原理,集流水平沟在降雨时不仅要蓄纳本身的雨水,还要拦蓄集流坡面的径流和泥沙,做到水不下山,泥不出沟,所有径流就地拦蓄^[5]。88542 坡地集流水平沟整地技术即在坡地上沿等高线方向挖 2 m 宽、0.5 m 深的水平沟,沟底靠外侧挖深 0.8 m、宽 0.8 m 的沟槽,然后虚土回填至与沟底持平,外埂内侧高 0.4 m,外侧高 0.5 m (图 1),按照工程的设计参数,简称为 88542 集流造林整地。结合当地气候特点,通常在沟内侧建植山桃、山杏、沙棘等灌木树种,在沟外侧埂坡上种植以柠条为主的抗旱树种。

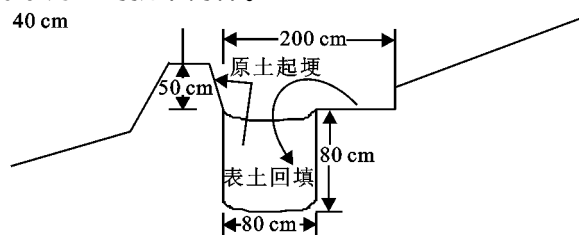


图 1 88542 整地集流工程示意图

2 研究内容与方法

分别选择不同坡长、坡向、坡位、坡度等立地条件下实施的工程措施,布设监测点,进行土壤水分的定期监测,通过上一级坡面和水平沟内土壤水分变化特征,来分析评价工程的集流效果。土壤含水量监测在每年 3 月下旬 - 11 月上旬进行,采用德国产 TDR 时域反射仪法,每月上、中、下旬各测定一次,测定深度 0 - 100 cm,分别为 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80, 80 - 100 cm 五个层次,并在雨后加测观测点的土壤含水量。数据采用 SPSS 统计分析。

3 结果分析

3.1 雨水资源量分析

降雨是雨水资源量的决定因素,研究区多年平均年降水量 450 mm,降水量集中且年内分配不均,主要集中在 7 - 9 月三个月,而且降水的年际变差系数较大,雨量集中月份常以暴雨形式出现,易发局地暴雨洪水。2002 年属于平水年,全年降水量为 473.6 mm,其中 10 mm 的降雨共有 14 次,总计降雨 371.1 mm,占全年降水量的 78.4%,2003 年属于丰水年,全年降雨量为 544.8 mm,10 mm 的降雨量共计 18 次,总计降雨 385.7 mm,占全年降水量的 70.8%。2004 年则属于欠水年,全年降水量 290.8 mm,10 mm 降雨次数为 11 次,总计降雨 201.8 mm,占全年降雨量的 69.39%。据大量的研究表明,由于降雨特性及降雨的分布特性,黄土高原 < 10 mm 降水一般不产生径流,而是雨后很快蒸散到空气中,这种降水不仅对地表径流无补给作用,且对深层土壤水也无补给意义^[6]。从研究区 3 a 降水资料看,10 mm 降雨量占全年降雨量在 70% 左右,尽管这些降水还不足以使得作物和植被摆脱水分亏损状态,但是,如果能够通过人为措施增加土壤入渗或者提高径流雨水的利用率,对作物产量的提高或者植被的生长仍然有着重要的意义。

3.2 对土壤水分整体变化的影响

通过试验观察,在坡长为 6.5 m 的坡长条件下,通过“88542”整地措施,可以使 93 mm 的次降水产生全部被拦截,提高了雨水拦蓄利用能力,使得雨水资源化的程度得到很大提高。对 3 a 的土壤水分状况进行比较(图 2),88542 水平沟内的土壤体积含水量均高于自然坡面。从季节变化看,0 - 100 cm 土层土壤平均含水量的变化趋势是一致的,在 3 月份,随土壤解冻,土壤含水量处于较高水平,随林木生长耗水量增加,土壤含水量逐渐下降,但 5 月份以后,随降雨量的逐渐增多,对土壤水分有了一定补给,土壤含水量又开始增大,在 9 月、10 月达到峰值。

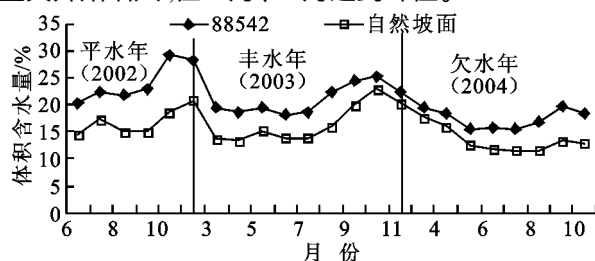


图 2 土壤水分年际变化

3.3 对土壤水分垂直变化的影响

使用 88542 整地技术,在长宽各 0.8 m 的回填

虚土区域内,由于土体疏松,可以较大提高坡面径流的汇集入渗能力,更加充分发挥黄土高原土壤水库的作用,使得单位体积的土壤蓄积水分的能力有很大的提高。从 3 a 土壤水分垂直分布的平均值看(图 3),工程措施对水分的垂直分布有一定的影响,在地表(0 - 20 cm),88542 水平沟水分略高于集流坡面,这是由于水平沟表层在工程措施后无植被覆盖,造成地表裸露,蒸发较大,在 20 - 60 cm 土层为径流在水平沟的渗透深度,降雨对水平沟水分的补充主要集中在 60 cm 以上,所以 20 - 60 cm 土层水分较集流坡面提高较多,而 60 cm 以下土层水分则处于平稳,水分差别表现稳定。

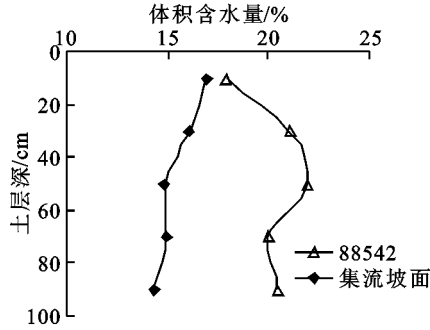


图 3 对土壤水分的垂直影响

3.4 不同坡位土壤水分变化分析

由于降水再分配的原因,不同坡位土壤水分的变化也不同,总体表现在同一坡面,自上而下,土壤水分呈现出递增趋势^[7]。通过 88542 集流造林整地工程措施后,影响了降水再分配,使得降雨得到了人为再分配,相应改变了土壤水分条件。比较同一坡长不同坡位 3 a(2002 - 2004 年)土壤平均贮水量变化情况(图 4),在 25°坡面上,10 m 长隔坡(即两水平沟之间坡长)条件下,从坡顶至坡脚,88542 集流水平沟土壤水分呈递增趋势,比较不同坡位 88542 水平沟比其集流坡面土壤水分的增加率可知,随坡位自上而下改变,88542 集流水平沟比集流坡面水分的增加率总体上呈增大趋势,这是由于同一坡面下部隔坡土壤水分条件比上部隔坡土壤水分条件好,据贾志军等研究^[8],降雨产流时间随土壤湿度的增加而缩短,土壤湿度也与径流系数呈正相关,所以比起上部水平沟,坡面下部水平沟接纳了更多的径流。88542 集流水平沟比其集流坡面水分增加率 12 % ~ 15 %,所以在实施 88542 坡地改造工程时要充分考虑坡位对水分的影响,根据坡位适当调整集流面的长度,合理布置,充分利用雨水资源(图 4)。

3.5 同一坡位不同坡长土壤水分变化分析

集流面的长度是决定 88542 集流水平沟土壤水分的主要因子,以 28°阳坡为例开展研究(图 5)可知,

88542 集流水平沟土壤贮水量与集流坡长呈正相关,坡面越长,水平沟土壤水分越好。在同一坡位五种坡长情况下,88542 集流水平沟 3 a 平均贮水量 189.9 ~ 205.1 mm。从水分增加率看,水分增加率随坡长增加也呈增大趋势,通过拟合方程,88542 集流水平沟水分增加率与集流坡长之间符合以下趋势:

$$R_w = 0.0056L^2 + 0.0233L + 12.903 \quad R = 0.9473$$

(1)

式中: R_w ——水平沟水分比集流坡面水分增加率;
 L ——集流坡面长。

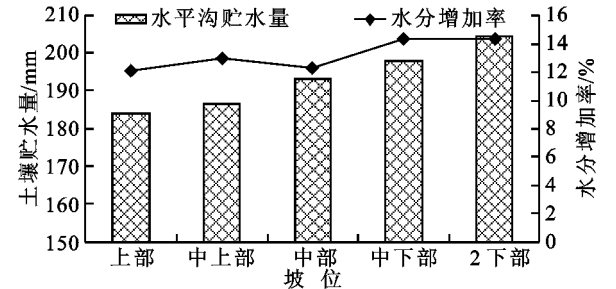


图 4 坡位与土壤水分的关系

在实际操作前,根据坡地土壤水分条件,就可以预测实施 88542 集流水平沟整地后沟内土壤水分情况,从而合理规划工程布局。

由式(1)可知坡地改造后 88542 水平沟土壤贮水量预测公式为

$$W = W_0 + W_0 R_w$$

(2)

式中: W ——88542 水平沟土壤贮水量; W_0 ——集流坡面土壤贮水量或坡面平均贮水量。

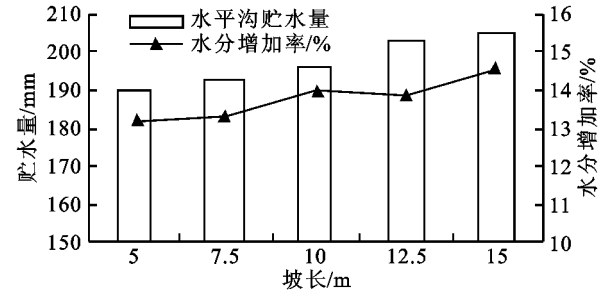


图 5 坡长对土壤水分的影响

3.6 不同坡度土壤水分变化分析

坡度对土壤水分的变化影响显著,坡度越大,径流产生时间越早。对 7 个不同坡度实行 88542 集流造林整地工程措施以后的土壤水分研究发现,同样为 10 m 长集流面,随着坡度增大,88542 水平沟的土壤贮水量明显增大,与集流面土壤水分比较,水平沟相对集流面的水分增加率也随坡度的增大而增加,水平沟水分增加率与坡度之间的关系式为

$$R_w = 0.0044 \beta^2 + 0.3013 \beta + 11.782 \quad R = 0.9809$$

(3)

式中: β ——集流面坡度。

根据式(3),按照公式(2)同样可以计算不同坡度坡面改造后水平沟内水分情况(图6)。

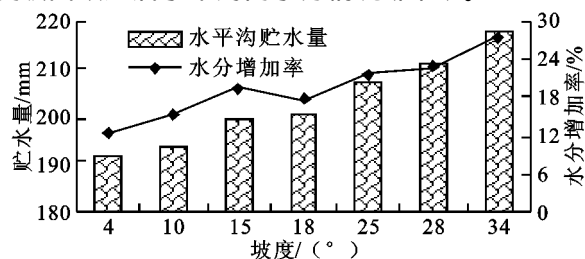


图6 坡度对水分的影响

3.7 不同坡向土壤水分变化分析

坡向决定着土壤接受太阳辐射强度的大小,从而影响着土壤蒸发,造成土壤水分条件的差异。对不同坡向 88542 集流水平沟整地工程土壤水分变化分析可见(图7),在集流坡长(10 m)、坡度(23°)一致条件下,阴坡土壤贮水量条件明显好于阳坡,土壤贮水量大小依次是正北坡向>西北向>正西>正东>西南>东南>正南向。但是从水平沟水分增加率来看,在坡长、坡度一致条件下,各种坡向 88542 整地措施对水平沟水分增加率无明显差异,所以在实行“88542”集流水平沟整地工程规划时,只需考虑不同坡向水分条件差异,而不用考虑坡向对集流效果的影响。

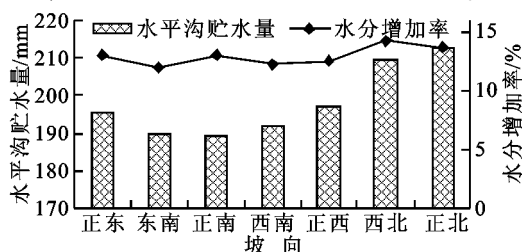


图7 坡向与水分的关系

3.8 坡长与坡度的关系

在 88542 集流整地规划时,既要考虑坡长,又要考虑坡度,实际操作中会由于需要采集数据过多,引起混乱。将坡长与坡度与 88542 集流水平沟水分增加率的预测模型进行拟合,发现相对于 88542 集流水平沟,坡长与坡度具有以下关系:

$$= 0.0143L^2 + 0.0601L + 3.5636 (R = 0.9956) \quad (4)$$

即相对于 88542 集流水平沟水分增加率,坡长与坡度呈正相关。所以在实际操作中,坡度越大,相应集流坡面长度就要缩短,反之坡度越缓,集流面长度就要增长。

4 结论

(1) 88542 整地集流工程可以显著提高水平沟

内的土壤含水量,对土壤水分的影响在 0 - 60 cm 土层范围内较大。

(2) 不同坡位对 88542 整地水平沟土壤水分影响趋势为:随着坡度增大,88542 水平沟土壤贮水量明显增大,与集流面土壤水分比较,水平沟相对集流面的水分增加率也随坡度的增大而增加。

(3) 同一坡位不同坡长 88542 整地水平沟土壤贮水量与集流坡长呈正相关,坡长越长,水平沟内土壤水分越好。

(4) 坡度对土壤水分的变化有显著影响,随着坡度增大,88542 水平沟的土壤贮水量明显增大,与集流面土壤水分比较,水平沟相对集流面的水分增加率也随坡度的增大而增加。

(5) 在实施 88542 整地集流技术时,坡度越大,相应集流坡面长度就要缩短,反之坡度越缓,集流面长度就要增长。要充分考虑坡地的综合因素,同时也要考虑工程措施的负面影响,尽量减少工程量,从而节省劳力、物力和财力,使工程发挥出最佳效果,从 88542 集流水平沟整地的集流效果看,此种整地方式的标准可以有所降低,即水平沟宽度在 1.2 ~ 1.5 m 宽为宜,沟槽的宽度保持 80 cm 不变,深度以 60 cm 为最佳深度。外埂高度可适当降低,但不得低于 40 cm。

参考文献:

- [1] 王斌瑞,王百田.黄土高原径流林业[M].北京:中国林业出版社,1996.
- [2] 宁南山区生态经济林营造技术体系研究课题组.宁南山区生态经济林营造技术体系研究[J].宁夏科技,2001(4):18-21.
- [3] 高鹏,刘作新,丁福俊.丘陵半干旱区沟壑分类及治理开发模式研究[J].山地学报,2002,20(2):232-235.
- [4] 王月玲,蔡进军,张源润,等.宁南黄土丘陵区新型集流造林工程的规划设计与应用[J].西北农业学报,2006,15(4):25-30.
- [5] 王健,朱兴平.半干旱地区降水资源高效利用技术研究[J].中国水土保持,1996(7):32-38.
- [6] 张新燕,蔡焕杰.雨水集蓄利用研究进展[J].干旱区资源与环境,2001,9(3):87-91.
- [7] 徐学选,穆兴民,蒋定生,等.黄土丘陵区降雨坡面再分配规律研究[J].水土保持研究,2003,9(3):249-250.
- [8] 贾志军,蔡强国,卜崇峰.晋西黄土丘陵区沟壑区土壤抗侵蚀能力的试验研究[J].水土保持研究,2006,13(6):1-4.