

农田爆破成腔技术要素与作物产量关系的正交试验研究³

严宝文 李靖 包忠谟 邓汉祥 袁文豪

(西北农林科技大学水利与建筑工程学院) (兵器工业部第二四研究所)

摘要: 腔体密度、埋深和孔底防渗处理措施是农田爆破成腔技术的 3 个要素。该文在简介该技术的实施方法和进行了简单的经济分析后, 以小麦产量为依据, 按照正交试验的方法对各要素与产量的影响关系进行了分析, 认为孔底的防渗处理方法是重要的影响因素, 从而为进一步的试验和该技术的推广应用提供了参考。

关键词: 爆破成腔; 旱作农业技术; 正交试验

农田爆破成腔技术是一项新的旱作农业技术措施, 它的具体方法原理^[1]是在作物根系可达到的土壤浅层用爆破法形成有一定分布密度的爆破空腔。爆腔层上下部所处边界条件有较大差异, 上部为有限介质, 下部为无限介质, 爆破时起爆层上部土体将被显著松动, 同时腔体侧上壁出现切向与径向爆破裂隙, 而爆破层下部土体则受到压实。这样, 具有足够空腔分布密度的成腔爆破实施后, 既可在起爆层及其下部形成相对隔蓄水层, 阻挡降水的深层渗漏和阻止下层地下水毛管上升, 又可在爆破层上部形成更具吸收降水能力的松土层。这都有利于保水抗旱。该技术实施后, 在陕西杨凌试验开发区可以保证农田在特旱年份少灌, 而在一般年份甚至可以免灌。

爆破成腔技术中, 腔体分布密度、埋深和孔底防渗处理是方法实施过程中的 3 个主要因素。各因素都会对成腔后的农田土壤蓄水保墒能力产生影响, 但其影响程度并不一样。因此, 有必要通过田间试验进行研究。

1 试验背景

1.1 试区位置、土质

成腔爆破试验区设在陕西省杨凌农业高新技术产业示范区西北农林科技大学灌溉试验站内, 试验小区布设见图 1。各小区试验要素安排见表 2。

试验区内土质为全新统马兰黄土耕作层, 土壤类型为塬土。

1	3
2	4
对照	

图 1 试验小区布设图

Fig 1 Arrangement of experimental plots

1.2 耕作情况

成腔爆破实施时间为 1998 年 10 月 19 日至 10 月 25 日完成。爆破完毕后进行常规耕作, 各小区耕作方式完全一致, 旋、播时实行统一的操作, 耕作完毕后再循预留的分界标志打垄修埂明确小区。

10 月 29 日播种小麦(本地冬小麦适时播期为 10 月 5 日左右), 品种为具有一定抗旱性能的“西农 8727”。每 hm^2 播种量 135 kg。播种前试区内施过磷酸钙 900 kg, 尿素 225 kg, 此后, 在整个小麦生长期再未施肥。

1.3 降水情况

成腔爆破完成后在 10 月 27 日降雨 11.9 mm, 此后在大部分小麦生长期(1998 年 10 月 28 日~1999 年 3 月 14 日), 本地没有任何降水。至 3 月 14 日以后才开始有较大的降雨过程发生。可以说小麦主要生长期内的水分需水很大程度上是靠爆破腔体的水分效应功能来满足的。但 4 块试验地最终都超过了对照地仅 95 kg 的产量。

1.4 爆破实施情况

爆破前, 由人工用 4 cm 洛阳铲按设定密度和深度打孔。经验证性试验确定每孔装药量为 100 g 2# 岩石炸药(硝氨炸药)。药柱下至孔底, 再回填夯实。起爆方式为电雷管引发, 分块群爆。爆后个别开挖发现成腔直径在 30~40 cm, 腔壁坚固圆滑, 显示成腔效果良好。

收稿日期: 1999-07-20 修订日期: 2000-03-28

3 教育部博士点基金项目“利用爆破法改善土壤降水能力的试验研究”(项目编号: 970701)的部分内容。

严宝文, 讲师, 博士生, 陕西杨凌 西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 712100

1.5 技术成本简析

爆破成腔技术的成本包括打孔人工费和器材 2 部分, 具体为:

打孔人工费: 单价 0.40 元/孔, 以每公顷 11 490 孔计, 费用为 4596.00 元/公顷²;

器材费 雷管: 单价 0.80 元/孔, 以每公顷 11 490 孔计, 费用为 9192.00 元/公顷²;

2# 岩石炸药: 单价 2.00 元/kg, 以每公顷 11 490 孔计, 费用为 2298.00 元/公顷²。

每 hm² 农田技术成本为 16 086.00 元。以腔体可保存 10 年(通过对黄土中鼠洞, 兔穴的考察, 这是一个保守的数字)计, 每年每 hm² 农田分摊的成本为 1 608.60 元, 据调查, 在灌溉条件较好的关中地区, 每年每 hm² 农田的平均灌水费用也需 2 000 元至 3 000 元, 在更干旱的渭北旱塬及陕北则更高, 可见, 此技术从经济角度上看是可行的。

2 试验方案设计

2.1 试验因素、水平

农田爆破成腔的主要作用是提高土壤调蓄天然降水的能力, 吸收积蓄天然降水, 改善旱季的农田土壤墒情, 促进作物丰产。因此, 试验中要求不对试验地块进行人工灌溉。在此技术中, 腔体分布密度, 腔体埋深和孔底防渗处理方法都直接影响到爆腔层形成后对下渗水分的阻滞作用。本次试验选用这 3 个要素, 设计了 2 个水平进行验证(见表 1)。试验指标是 1998~1999 年度的小麦产量。

表 1 爆破成腔试验因素水平

Tab 1 Factors and levels of the experiment

水平	因素		
	腔体分布密度 A 个·hm ⁻²	腔体埋深 B cm	孔底防渗处理 C
1	11490	90	不采取
2	7995	130	采取

2.2 试验方案

本试验是一个 3 因素 2 水平的试验, 各因素间不考虑交互作用影响, 选用不含交互作用的 L₄(2³) 正交试验表作为本次试验设计用表。依据此正交试验可作出以下试验方案(表 2)。

3 试验结果分析

依据 1999 年 6 月 12 日小麦收获后所得的净产量数据, 可得试验结果(表 3)。

表 2 爆破成腔试验方案

Tab 2 Experimental scheme of cavity making by explosion

试验小区号	因素		
	A	B	C
1	1	1	1
2	2	1	2
3	1	2	2
4	2	2	1

注: 每个试验小区面积 0.033 hm²。

表 3 爆破成腔试验结果分析表

Tab 3 Analysis of experimental results

试验小区号	因素			试验指标 Ökg
	A	B	C	
1	1	1	1	111.80
2	2	1	2	144.20
3	1	2	2	149.70
4	2	2	1	119.30
K ₁	261.50	256.00	231.10	总产量 = 525.00
K ₂	263.50	268.90	293.90	
k ₁	130.75	128.00	115.55	
k ₂	131.75	134.45	146.95	
R	1.00	6.45	31.40	

对试验结果进行计算分析, 计算参数分别包括各因素对应的各水平总产量 K₁ 和 K₂:

$$K_1 = \text{每因素中水平 1 对应的产量}$$

$$K_2 = \text{每因素中水平 2 对应的产量}$$

各因素的水平平均产量 k₁, k₂:

$$k_1 = K_1 \div 2$$

$$k_2 = K_2 \div 2$$

以及各因素的水平级差 R:

$$R = \beta k_1 - k_2 \beta$$

计算结果仍见表 3。

从表 3 可见, 第 3 列即因素 C (孔底防渗处理) 的极差为 31.40 最大, 这说明因素 C 的水平变化对小麦产量的影响最大, 因此, 孔底防渗处理因素是爆破成腔技术 3 个因素中最主要的因素。它的 2 个水平所对应的产量数分别为 231.10 kg 和 293.90 kg, 所以它的第 2 水平, 即孔底进行防渗处理将极有利于水分在土壤中的积蓄, 促进产量提高。

因素 B (腔体埋深) 和因素 A (腔体分布密度) 的级差分别为 6.45 和 1.00, 因此, 腔体埋深因素是次要的因素, 而腔体分布密度因素则是不太重要的

因素。这两者的最好水平应是 B_2 和 C_2 。

以上分析可知, 各因素对试验指标(小麦产量)的影响按大小顺序应是:

孔底防渗处理(C) > 腔体埋深(B) > 腔体分布密度(A)

最好的水平搭配应为: $A_2B_2C_2$, 即选取密度为 7.995 个 ohm^2 、埋深 1.3 m 并对爆破腔体内壁采用孔底防渗处理可使土壤水分积蓄能力得到最大改善。

但应指出, 爆破腔体的埋深与分布密度并不是越深越好, 越小越好。这两个因素都有一个界限值存在, 超越这个界限反而会使土壤调蓄降水能力以及作物对水分的吸水能力得不到足够的改善。

4 结 语

农田爆破成腔技术的 3 个要素经正交试验表明, 孔底防渗处理措施对作物产量的影响最为重要, 其次是腔体埋深, 第 3 是腔体分布密度。在一定界限范围内, 可认为较大的腔体埋深和较小的腔体分布

密度以及对腔体进行防渗处理, 将有利于小麦产量的提高。

农田爆破成腔技术是一项正处在探索中的旱作农业蓄水保墒增产技术, 它在降水量较少且年际、年内分布变化较大的西北干旱半干旱地区拥有广阔的推广前景。它具有技术简单, 经济可行的特点, 易于为广大农民掌握和接受。除可用于农田外, 在果园、草地和荒漠化治理方面也有良好的应用前景。但这项技术所涉及到的因素较多, 以笔者目前的认识, 对具体的实施区域而言, 还应包括爆破装药量, 起爆方式、土质、种植作物类型等。但限于试验的规模, 这些因素对作物产量乃至土壤水分的影响还未能进行验证, 还有待于继续试验研究。

[参 考 文 献]

- [1] 西北农业大学农业水土工程研究所 西北地区农业节水与水资源持续利用 北京: 中国农业出版社, 1998: 452
- [2] 李昌龙 应用概率统计 北京: 能源出版社, 1989: 101~114

Orthogonal Experiment on Relationship Between Wheat Yields and Technical Factors of Cavity-Making by Explosion in Farm Land

Yan Baowen Li Jing Bao Zhongmo

(College of Water Conservancy and Architectural Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture & Forestry, Yangling 712100)

Deng Hanxiang Yuan Wenhao

(Institute of 204, Ministry of Weaponry Industry)

Abstract: Density of cavity, its burying depth and water-proof method to cavity bottom are the three key factors of technique of cavity-making by explosion in farm land. After a brief introduction of the method and economic analysis on the technique, in accordance with the theory of experimental method and taking wheat yields as target, the relationship between the three factors and wheat yield was studied in this paper. The results showed that water-proof method to cavity bottom is the most important factor, the burying depth is the second, and the density of cavity is the third. This conclusion will lead to further study and technical popularization and application.

Key words: cavity-making by explosion; rainfed agricultural technique; orthogonal experiment