

“简易微喷灌技术”及其在旱塬麦田 应用研究初报

牛西午

冯永平 董孟雄 董忠义

(山西省农业科学院·太原·030006)

(山西省农业科学院棉花研究所)

摘要 以塑管渗灌技术为基础发展起来的简易微喷灌技术,除具有渗灌的优点外,还具有可移动、投资小、简便灵活、适应性广等特点。小麦越冬期即使补水量不大,也可使土壤水分有明显的增加,到翌年春,50~80 cm 土层含水量补水田高于对照 2.57%。小麦返青期补水 0~30 cm 土层平均比对照高 3.39%。1997-1998 年在特殊干旱条件下,不同补水时期的增产效应为抽穗期>拔节期>返青期。补水量在 450 m³/hm² 以内,随补水量的增加,增产幅度增大。地膜覆盖加补水产量增加 366.0~1324.5 kg/hm²,增产率为 25.0%~90.4%。裸地麦田补水产量可增加 315.0~701.6 kg/hm²,增产率为 22.5%~50.2%,产投比为 1.2~1.6。实践证明该技术可操作性强,具有广阔的推广应用前景。

中图分类号: S275.5

关键词: 旱地 微喷灌 节水 小麦

Simple Micro-sprinkling Irrigation Method and its Application in Dryland Wheat Production

Niu Xiwu

(Shanxi Academy of Agricultural Science, Taiyuan, 030006, PRC)

Feng Yongping Dong Mengxiong Dong Zhongyi

(Cotton Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences)

Abstract The advantages of micro-sprinkling irrigation method are moving easily, low investment, simple structure and extensive adaptability. After irrigating 200~400 m³/ha, soil water content will be increased quickly. The suitable irrigation times are heading stage, jointing stage and turning green stage. Between irrigation 200~400 m³/ha, wheat yield increase depends on the increase of irrigation. Under film mulching, after irrigating, wheat yield increased by 25.0%~90.4% compared with no irrigating. It is 22.5%~50.2% higher than no-irrigating under wheat farmland of no-film mulching. Micro-sprinkling irrigating method is practical and worth being extended.

Keywords: dryland; micro-sprinkling irrigation method; water-saving irrigation; wheat

果园渗灌技术使得旱地果园实现了高产和稳产,受此启发,我们将补水技术应用到农田。但与果园相比,农田耕作较频繁,而且农作物根系分布较浅。因此,如何将补水应用到农田作物必须根据新情况进行重新设计。针对大田作物补水中的特殊性,经过多次在室内和田间试验,我们终于在渗灌补水技术的基础上,设计出了相对廉价且操作简便的大田地面移动式微喷灌补水技术体系,经田间试验,取得了良好的效果。

1 简易微喷灌技术

1.1 设备及操作技术

以深井直接供水或机动车拉水做水源,地面铺设毛管与三通支管相接组成微喷灌系统。每根毛管长 100 m,直径 2.5 cm。毛管上每隔 30 cm 打 2 个直径 0.4~0.58 mm 的微孔,两孔呈 30° 分布。每 5 根毛管与 1 根三通支管连接成一组,每组设备 1 次可喷灌面积 330 m²。若用深井直接供水,则需按深井每 1 h 供水量计算铺设毛管数:如每 1 h 供水 30 m³,而每根毛管每 1 h 可喷水 1~1.6 m³,就必须连接 6 组设备(30 根毛管),具体运作时,为保证连续作业,解决轮换交替供水,应备 18 组以上的设备。

如用机动车拉水,车体水箱与地面的高差压力,就可带动 1~2 组设备,无须再用其它动力加压,每辆车可配备 2~3 组设备,以便保证连续作业。

1.2 技术应用特点

群众称该技术为“继节水渗灌技术之后又一新的技术革命”。其特点如下:

(1) 无须加压动力,节水节能。与传统的管灌、漫灌相比,微喷 1 次用水量 225~450 m³/hm²,比漫灌 1 次用水 900~1200 m³/hm² 少 675~750 m³/hm²。漫灌 1 次的水量足可微喷灌 2~3 次。如与地膜覆盖技术相结合配套,每 1 hm² 喷 300 m³ 水,则相当于漫灌 450~600 m³,实现小水大用,节水效果非常明显。这对干旱缺水的广大北方旱作农业区发展节水灌溉有显著的经济效益和生态效益。

(2) 不受地形限制,操作简便。它不受水源条件和地形条件的限制,适用于各类地区。有深井的地方,已安装管灌设施的地区,可直接利用深井供水;在山区、丘陵、沟坡地区,可利用机动车拉水搞微喷。只要地面高差超过车体水箱之高度,均能喷到、喷匀。

(3) 造价低、投资少、移动灵活。“微喷”设施每 1 hm² 折旧费 165 元/次,造价低廉。可移动交替使用,能随意转换地块,灵活方便。与渗灌相比,无需修建水池,挖埋渗灌管,且维修也较直观、方便。使用“微喷”,减少平田整地、挖渠等投工投资。

(4) “微喷”均匀、质量高、不冲不板。水从微孔均匀喷出形成水雾,不会产生冲刷与径流;水分缓慢下渗到作物根系集中部位,地表疏松,没有板结,减少了漫灌之后板结严重需及时破板的工序。与渗灌相比,克服了渗灌管道容易堵塞、渗不均匀的弊病,使灌溉质量得以提高。

(5) 渗灌微喷相结合,应用前景更广阔。渗灌埋管 30~40 cm,在作物播种和苗期以及早春,气温低,蒸发量小,不好解决地表干旱缺水的问题。而“微喷”正好弥补了渗灌技术的这一缺陷。将两项技术结合,看天、看地、看苗情灵活运用,就能掌握抗旱的主动权。

2 微喷灌技术在旱塬麦田应用效果

2.1 试验地条件

试验设在万荣县汉薛镇西景村,海拔 550~700 m,年降水 450~550 mm,主要分布于 7、8、9 三个月。年蒸发量 1397.1 mm,干燥度 2.41,属典型的旱作农业区。

1997 年试验区遭遇了 100 a 不遇的大旱,全年总降雨 212.2 mm,比 1994~1996 年平均值 494.6 mm 少了 282.4 mm;麦播前的 6~9 月份仅降雨 107.2 mm,比历年平均值 302 mm 减少 194.8 mm,麦播后直到 1998 年 2 月底,共降雨 38.9 mm,且多属无效雨。麦田底墒亏缺,表墒极差,0~100 cm 土层含水量低于 8%,严重地影响了小麦的安全越冬和正常返青,导致了 1997~1998 年度小麦大幅度减产。

2.2 试验处理

本试验主要是探索旱地麦田“关键补水期”与“经济补水量”。设置 5 个处理: 每 1 hm^2 微喷补水 $150 \sim 450 \text{ m}^3$, 4 个补水时期分别为越冬始期(1997 年 12 月 14 日)、返青期(1998 年 2 月 18 日)、拔节期(3 月 28 日)、抽穗期(4 月 18 日), 以未喷麦田做对照。进行土壤水分动态监测, 收获测产, 计算投入、产出与效益。

2.3 试验结果

2.3.1 微喷补水对增加土壤水分效果显著 (1) 小麦越冬期微喷补水后, 由于此时温度低, 土壤蒸发缓慢, 即使补水量不大, 也可使土壤水分有一个明显的增加, 而且入渗深度可达 80 cm 。1997 年 12 月 14 日, 在西景村覆盖麦田试验, 每 1 hm^2 喷水 180 m^3 , 12 月 25 日测定, 渗深为 70 cm , $0 \sim 70 \text{ cm}$ 土层平均含水量比对照增加 1.79% ; 每 1 hm^2 喷水 300 m^3 的田块渗深达 80 cm ; $0 \sim 80 \text{ cm}$ 土层平均含水量比对照增加 2.9% (见图 1)。

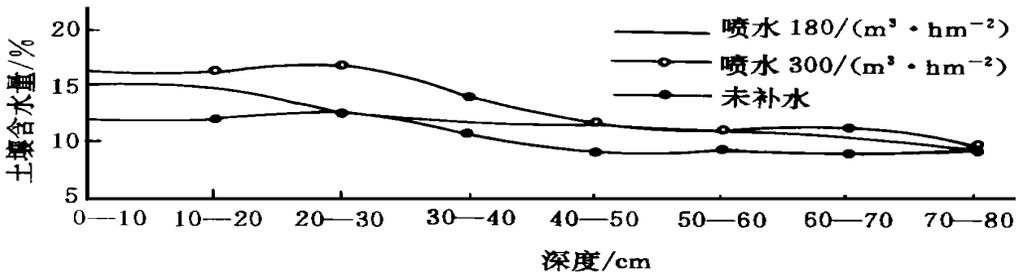


图 1 越冬期不同补水量对土壤水分的影响

越冬期 1 hm^2 微喷补水 300 m^3 , 经过冬季消耗, 到翌年春, 1998 年 3 月 3 日测定, $0 \sim 80 \text{ cm}$ 土层平均含水量仍比对照多 1.1% , 但 $0 \sim 50 \text{ cm}$ 土层补水与不补水已基本处在同一水平, 不同的是补水田小麦长势明显好于对照田。从测定水分可看出, $50 \sim 80 \text{ cm}$ 土层含水量补水田明显高于对照, 平均高 2.57% , 生长后劲明显大于对照田。

(2) 小麦返青期由于此时温度已逐渐回升, 土壤蒸发增强, 加之麦田生物群体加大, 耗水增多, 微喷补水影响土层明显向浅层推移。从图 3 可看出, 比较明显的差异在 $0 \sim 30 \text{ cm}$ 土层, 平均比对照高 3.39% , $30 \sim 60 \text{ cm}$ 土层仅高 0.98% 。1998 年 1-2 月干旱期间, 4 次降雨总量才有 6.2 mm , 都是无效降雨。 $0 \sim 100 \text{ cm}$ 土层平均含水量下降到 8% 以下, 小麦难以返青起身。2 月 18 日覆盖麦田每 1 hm^2 微喷补水 288 m^3 , 喷后 2 d 测定, 渗深达 60 cm , $0 \sim 60 \text{ cm}$ 土层平均含水量比覆盖未喷与露地未喷的对照麦田分别提高 1.59% 和 2.58% (见图 2), 缓解了地表过于干旱影响返青的矛盾。

(3) 拔节期微喷补水对土壤水分的影响。小麦拔节期遇到干旱、多风的天气, 土壤水分散失严重。据测定, 麦田 $0 \sim 100 \text{ cm}$ 土层平均含水量不到 7% , 已等于麦田萎蔫系数, 叶片扭曲, 拔节孕穗受阻。3 月 28 日在“微喷示范区”的覆盖麦田按每 1 hm^2 喷水 225 m^3 , 裸地麦田喷水 300 m^3 进行试验示范。据 4 月 5 日测定, $0 \sim 100 \text{ cm}$ 土层平均含水量比露地未喷麦田分别高 2.94% 和 3.52% , 尤以 $0 \sim 50 \text{ cm}$ 土层含水量增加较为明显, 分别为 4.1% 和 5.8% (见图 3)。

2.3.2 微喷补水对小麦产量的影响 据收获期 24 个样点的调查证明, 微喷补水地块均表现为增产, 地膜覆盖株高提高 $5 \sim 18 \text{ cm}$, 每 1 hm^2 穗数增加 $10.5 \sim 50.3$ 万, 穗粒数增加 $3.1 \sim 10.9$ 粒, 千粒重提高 $1 \sim 2 \text{ g}$, 产量增加 $366.0 \sim 1324.5 \text{ kg}$, 增产率为 $25.0\% \sim 90.4\%$ 。裸地麦

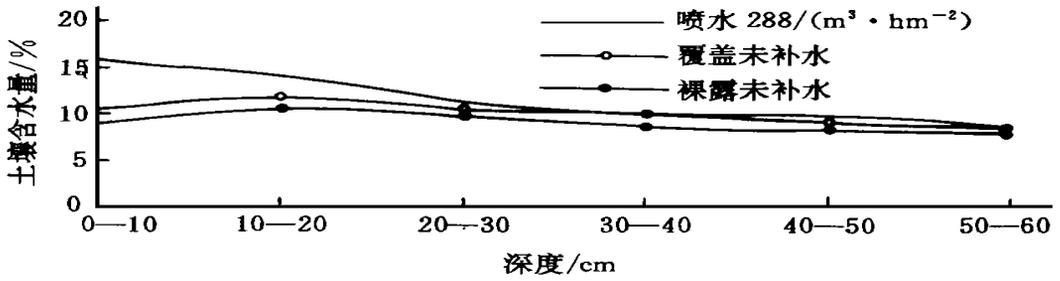


图 2 返青期不同补水量对土壤水分的影响

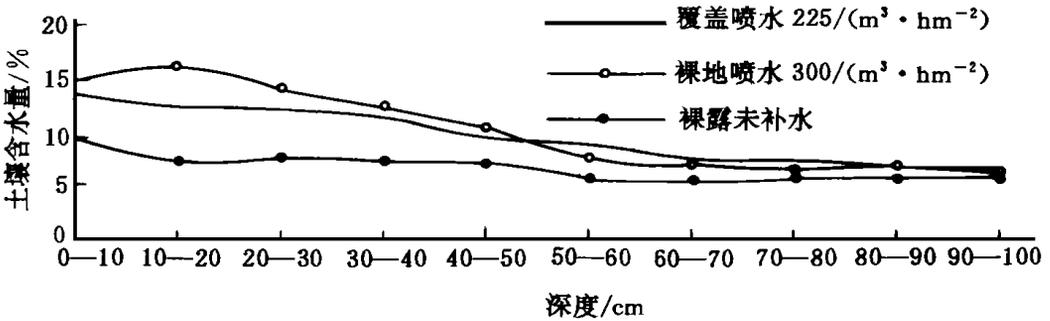


图 3 拔节期不同补水量对土壤水分的影响

田株高提高 5~11 cm, 每 1hm² 穗数增加 39.7~41.7 万, 穗粒数增加 0.5~3.9 粒, 千粒重提高 1.9~3.9 g, 产量增加 315.0~701.6 kg, 增产率为 22.5%~50.2%。不同补水时期的增产效应为抽穗期> 拔节期> 返青期。补水量在 450 m³/hm² 以内, 随补水量的增加, 增产幅度增大 (见表 1, 表 2)。

表 1 覆盖麦田不同时期不同水量微喷对小麦产量的影响

时 间	喷水量/ (m ³ · /hm ²)	株 高/ cm	穗 数/ (万 · hm ⁻²)	穗粒数/ 粒	千粒重/ g	产 量/ (kg · hm ⁻²)	比 CK 增加	
							kg	%
19970218	288	63	256.5	23.5	39	1831.5	366.0	25.0
19970328	300	69	296.3	25.2	40	2387.3	921.8	62.9
19970418	450	76	278.0	31.3	40	2790.0	1324.5	90.4
	CK	58	246.0	20.4	38	1465.5		

表 2 裸地麦田不同时期不同水量微喷对产量的影响

时 间	喷水量/ (m ³ · hm ⁻²)	株 高/ cm	穗 数/ (万 · hm ⁻²)	穗粒数/ 粒	千粒重/ g	产 量/ (kg · hm ⁻²)	比 CK 增加	
							kg	%
19970309	200	55.0	279.5	20.7	38.0	1713.6	315.2	22.5
19970328	300	60.0	279.0	21.7	40.0	1736.0	337.6	24.1
19970418	450	61.5	277.5	24.1	40.0	2100.0	701.6	50.2
	CK	50.0	237.8	20.2	36.1	1398.4		

2.3.3 微喷补水经济效益 微喷补水与管灌相比较, 输水管道、出水口等设施投资相同, 仅多投资地面毛管与三通支管。与渗灌的投资比较, 基本相同。每根毛管设计寿命 20 次, 每 5 根 1 组, 投资 100 元, 可喷 0.667 hm², 则每 1 hm² 折旧费为 150 元; 三通支管每 1 hm² 折旧费按 15 元计, 设备费共计 165 元/(hm² · 次)。用深井供水 1.2~1.4 元/m³, 喷灌 300 m³/(hm² · 次), 设备与水费投资共需 525~600 元/(hm² · 次)。1998 年试验结果表明, 微喷补水均表现为增

产,但投入与产出比率因微喷时间和喷水量的不同而有差异。除 3 月 9 日露地微喷 $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的表现为增产而不增收外,其余均呈增产增收趋势。以返青期喷 $288\text{ m}^3/\text{hm}^2$,与抽穗期喷 $450\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的 2 个处理产投比率最高,达到 1.2:1.6(见表 3),而且是补水量越大产量越高。

表 3 小麦微喷补水经济效益

补水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	增产粮食/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	增粮折款/ ($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$)	投资/ ($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$)	每 1 m^3 水增粮/ kg	投产比/ 元
150	195	273	375	1.3	0.728
225~240	480	672	501	2	1.34
275~300	500.25	700.35	562.5	1.67	1.24
450	909	1272	795	2.02	1.60

3 初步结论

小麦越冬期微喷补水后,由于此时温度低,土壤蒸发缓慢,即使补水量不大,也可使土壤水分有一个明显的增加,而且入渗深度可达 80 cm 。经过冬季消耗,到翌年春, $0\sim 50\text{ cm}$ 土层补水与不补水已基本处在同一水平,但 $50\sim 80\text{ cm}$ 土层含水量补水田明显高于对照,平均高 2.57% ,生长后劲明显大于对照田。小麦返青后由于此时温度已逐渐回升,土壤蒸发增强,加之麦田生物群体加大,耗水增多,微喷补水影响土层明显向浅层推移,比较明显的差异在 $0\sim 30\text{ cm}$ 土层,平均比对照高 3.39% 。

以塑管渗灌技术为基础发展起来的简易微喷灌技术,除具有渗灌的优点外,还具有可移动、投资小、简便灵活、适应性广等特点。1997-1998 年度特殊干旱条件下,不同补水时期的增产效应为抽穗期>拔节期>返青期。补水量在 $450\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 以内,随补水量的增加,增产幅度增大。地膜覆盖加补水穗数增加 $10.5\sim 50.3$ 万/ hm^2 ,穗粒数增加 $3.1\sim 10.9$ 粒,千粒重提高 $1\sim 2\text{ g}$,产量增加 $366.0\sim 1324.5\text{ kg}/\text{hm}^2$,增产率为 $25.0\%\sim 90.4\%$ 。裸地麦田补水可使穗数增加 $39.7\sim 41.7$ 万/ hm^2 ,穗粒数增加 $0.5\sim 3.9$ 粒,千粒重提高 $1.9\sim 3.9\text{ g}$,产量增加 $315.0\sim 701.6\text{ kg}/\text{hm}^2$,增产率为 $22.5\%\sim 50.2\%$,产投比为 $1.2\sim 1.6$ 。实践证明该技术可操作性强,具有广阔的推广应用前景。

参加本项工作的还有万荣县塑管厂王礼和万荣县农技中心张万元 2 位同志。

参 考 文 献

- 1 牛西午,等.旱地苹果园渗灌补水加覆盖技术研究与应用.干旱地区农业研究,1996(4):52-55

(上接第 14 页)

- 5 蒋定生,等.地面坡度对降雨入渗的模拟试验.水土保持通报,1984(4):10-13
- 6 中野秀章,著.李云森译.森林水文学.北京:中国林业出版社,1988
- 7 中华人民共和国水利水电行业标准.降水量观测规范.北京:水利电力出版社,1990
- 8 中华人民共和国水利电力部标准.水土保持试验规范.北京:水利电力出版社,1988
- 9 梁学田.水文学原理.北京:水利电力出版社,1992.97-102
- 10 霍崇仁,王禹良.水文地质学.北京:水利电力出版社,1984
- 11 淮河流域水土保持训练班讲义.水土保持原理与技术措施.水利电力部治淮委员会农水处编
- 12 王佑民,刘秉正.黄土高原防护林生态特征.北京:中国林业出版社,1994.101-151