

## 节点式 PE 渗灌管灌水效果的研究

邹洪涛, 虞娜, 黄毅, 张玉龙

(沈阳农业大学 土地与环境学院, 沈阳 110161)

**摘要:**为了探求更加经济节水的保护地蔬菜栽培灌溉技术,应用特殊打孔工艺研制了节点式 PE 渗灌管。田间灌水性能试验表明,自行研制的渗灌管灌水均匀度达到了 90% 以上;豇豆试验结果表明,相同的田间管理条件采用节点式渗灌技术的灌水量仅为沟灌用水量的 1/3,每 1 m<sup>3</sup> 水豇豆的生产力为沟灌的 3.42 倍。

**关键词:**节点式渗灌;灌水均匀度;豇豆

中图分类号:S275.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)05-0109-02

## Study on Irrigation Effect of PE-Node Permeation Irrigation Pipeline

ZOU Hong-tao, YU Na, HUANG Yi, ZHANG Yu-long

(College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** In order to search more economical water-saving irrigation technique in greenhouse, a PE-Node Permeation Irrigation pipeline was developed with a special stilet to techniques. Experiment of irrigation capability was carried out in field, the result showed that the uniformity of irrigation is over 90%. Result of cowpea cultivation experiment showed that the water quantity of node permeation irrigation pipeline only accounted for 1/3 of furrow irrigation's, and the productivity of cowpea was 3.42 times as much as furrow irrigation's.

**Key words:** node permeation irrigation pipeline; the uniformity of irrigation; Cowpea

为了科学合理的灌溉,达到节水、高产、减轻土壤盐渍化和作物病虫害的目的,人们发明了许多灌溉装置,如喷灌、滴灌、微喷滴灌和渗灌等<sup>[1]</sup>,这些灌溉装置在实际应用过程中均有一定的局限性,如喷灌会引起地表板结,滴灌会引起盐分的表聚,滴头易堵塞等缺点,难以推广应用<sup>[2-6]</sup>。普通的渗灌管是整条管道布满了毛细孔隙,通水以后整条管道都往外渗水,这样会导致大量水分的损失。沈阳农业大学旱作节水课题组根据茄果类作物的栽培特点,在普通渗灌管的基础上进行改进设计出节点式渗灌管,由输水管和渗水管两部分组成,作物定植在渗水管正上方,试验效果很好,大大提高了灌水效率,节约了大量水资源,但其存在输水管与渗水管拼接操作比较复杂,有时拼接处处理不好还存在漏水现象。为解决上述问题本研究采用特殊打孔工艺在 PE 管上方打渗水孔,研制出新型节点式渗灌管,并对其出水性能、灌水效率做一探讨。

### 1 试验材料

试验在沈阳市东郊保护地内进行,土壤为耕性草甸土,供试作物为豇豆。节点式渗灌管选用市场上最便宜、最通用的 PE 塑料管为原料,外径 16 mm,内径 14 mm,管长 6 m,采用特殊的打孔工艺在管壁上定向打孔制成;单孔间距 10 mm,四个孔为一组,两出水孔组间距为 32 cm,出水孔位于

一条直线上,如图 1 所示。

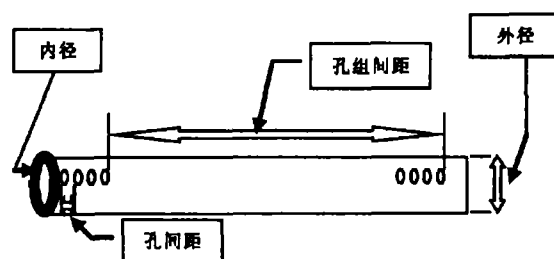


图 1 节点式 PE 渗灌管平面图

### 2 试验设计

#### 2.1 小区布置

试验设 2 个小区,每个小区 4 条垄,面积为 12 m<sup>2</sup>。

#### 2.2 管道安装

输水支管为管径 25 mm 的聚乙烯塑料管,每个支管上连接 4 条渗灌管(图 2)。支管置于每个小区的一端并固定好。节点式渗灌管埋深 30 cm,管的一端与输水支管连接,另一端使用堵头封紧。在铺管前在管下铺设塑料槽,以防止水分下渗。将渗灌管拉直固定在塑料槽内,并且保证渗灌管的出水孔朝向上方,同时标记好每一个出水孔的位置,豇豆苗栽种位置与出水孔的位置要一一对应。铺设好渗灌管后,在管上方铺设 1 cm 厚稻壳做过滤层,以防泥土进入而堵塞

收稿日期:2006-07-13

基金项目:科技部农业科技成果转化基金项目(04EFN212100055);辽宁省科委“十五”重大项目(2001212001)资助

作者简介:邹洪涛(1975—),男,营口人,在读博士,讲师,主要从事节水农业的研究工作。

通讯作者:张玉龙。

渗灌管壁上的出水孔(图 3)。每个小区都在第 9 个出水孔处分层(0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm)埋设张力计。棚内挂 4 个干湿球温度计,棚外挂 2 个干湿球温度计,并以普通地表沟灌为对照。

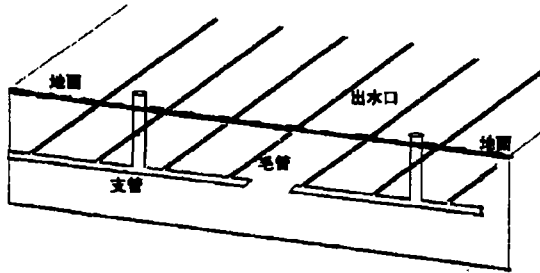


图 2 节点式 PE 渗灌系统组成示意

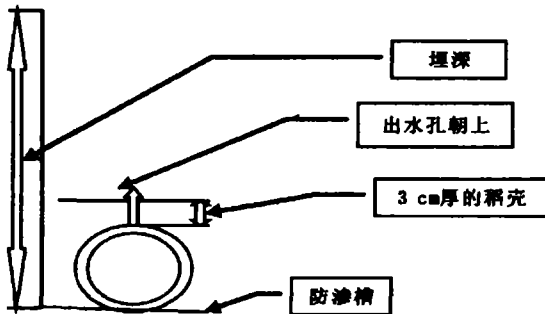


图 3 节点式 PS 渗灌管的横断面

2.3 豇豆栽培试验

依据事先固定好的渗水孔的位置,管上每一组出水孔正上方种植一株豇豆苗,定植后统一灌一次缓苗水。当每一处理区 20 cm 深土壤水分吸力达 50 kPa 时开始灌水,直到 20 cm 深土壤水分恢复到田间持水量为止,灌水量用水表计量。整地时撒施腐熟的有机肥 90 000 kg/hm<sup>2</sup>,定植前沟施磷酸二铵 525 kg/hm<sup>2</sup>,硫酸钾 375 kg/hm<sup>2</sup>,在坐果期追肥一次,追施磷酸二铵、硫酸钾各 300 kg/hm<sup>2</sup>。其余田间管理与当地保护地管理相同。

3 项目及指标测定

3.1 土壤含水率

采用便携式测墒仪 FDR 测定。

3.2 灌水均匀度

将塑料桶置于距地面 1.5 m 处。用医用滴流管一端插入渗灌管的出水孔,另一端连接量筒,计算出水量以及出水孔垂直方向不同层次土壤容积含水率,用克里斯琴森公式计算灌水均匀度。

4 结果与分析

4.1 灌水均匀度测试

豇豆定植后,用 FDR 测定每条垄 9 株距地表 15 cm 深根系周围土壤容积含水量,重复 3 次,取平均值,见表 1。

灌水均匀度是指灌溉范围内田间土壤湿润的均匀程度。该指标是评价灌水质量的重要指标,提高灌溉均匀度是提高节水效率的重要途径。根据表 1 土壤容积含水率数据,由公式(1)计算每一垄的灌水均匀度(克里斯琴森系数  $C_u$ )及四

条垄总体灌水均匀度,结果列于表 2。

表 1 15 cm 深度土壤容积含水率 %

株数	1	3	5	7	9	11	13	15	17
第 1 垄	24.4	24.6	25.1	23.1	25.3	27.4	29.2	27.5	30.0
第 2 垄	26.2	29.0	21.4	19.9	22.5	21.4	27.3	29.8	27.7
第 3 垄	24.6	24.5	23.2	25.6	22.5	22.9	25.6	21.3	25.3
第 4 垄	23.7	27.7	29.9	28.3	28.4	27.1	28.8	29.8	22.9

$$C_u = 1 - \frac{\overline{\Delta\theta_i}}{\bar{\theta}_v} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |\theta_i - \bar{\theta}_v|}{N\bar{\theta}_v}$$
$$\bar{\theta}_v = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \theta_i \quad (1)$$

式中: $\theta_i$ ——每个测点的体积含水量; $\bar{\theta}_v$ ——所有测点的平均体积含水量; $N$ ——测点总数。

表 2 节点式 PE 渗灌管灌水均匀度 %

第 1 条	第 2 条	第 3 条	第 4 条	平均值
92.26	90.36	91.53	94.39	91.71

从表 2 可以看出,4 条自行研制的节点式渗灌管的灌水均匀度都达到了 90% 以上,比拼接的节点渗灌管灌水均匀度<sup>[7]</sup>提高了 15%,灌水质量好,可见在 PE 管上打孔作为渗灌管是可行的。

4.2 豇豆试验效果

为了验证该节点式渗灌管的节水增产效果,在铁岭市农业技校保护地做豇豆田间试验,试验结果如表 3。

表 3 豇豆节水栽培对比试验

灌水方法	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	灌水量/ (m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	水分生产效率/ (kg·m <sup>-3</sup> )
沟灌	35625	675	52.78
节点渗灌	37500	208.05	180.25

应用该节点渗灌管和沟灌相比,每公顷灌水量节约了 69%,节点渗灌豇豆产量和沟灌相比每公顷增加了 2 145 kg。节点渗灌的用水量仅为沟灌的 1/3,而每 1 m<sup>3</sup> 水豇豆的生产力却为沟灌的 3.42 倍。试验中还发现节点渗灌处理田间无杂草,而沟灌区则进行了 3 次除草,减少了农药的使用量,降低了农药投入,增加了效益。从设备的成本上看,节点式 PE 渗灌设备价格低廉,每公顷设施成本为 9 000~10 500 元,而一般渗灌为 22 500 元,滴灌为 16 500 元。采用节点式 PE 渗灌管可明显降低单位面积投入成本。

5 结 论

(1)田间灌水均匀度测试结果表明,平均每条节点式渗灌管灌水均匀度达到了 90% 以上,比拼接式节点渗灌管灌水均匀度提高了 15%。

(2)豇豆试验结果表明,相同的田间管理下节点式 PE 渗灌管进行灌溉的豇豆产量和沟灌相比每公顷增加了 2 145 kg,节点渗灌区用水量仅为沟灌用水量的 1/3,而每 1 m<sup>3</sup> 水豇豆的生产力为沟灌的 3.42 倍。由此可见,采用 PE 管经特殊打孔工艺制成的节点式渗灌管是可行切实的。

(下转第 148 页)

简单的探讨。

A 清:清除危石是崩塌落石防治最简易和最有效的方法之一。在管道施工前期,根据地质勘察资料对崩塌体进行爆破清理崩塌危石,这种方法既经济、又合理。清除危石应注意不能扩大化,以免愈清愈多<sup>[5]</sup>。

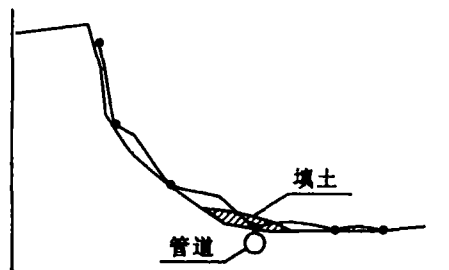


图3 浅挖深埋保护管道示意图

B 拦:危石不可能全被检查出来,也不可能全部被清除。采取拦截危石也是有效的。通过准确的地质论证与力学计算,在管道上方设置拦石挡墙(见图 4a)或棚洞遮盖或导石棚(见图 4b),使管道所受应力  $\sigma_H < \sigma_R$ ,则可一劳永逸。导石棚则是固定于工程之上的一种拦挡设施,以引导落石跨越工程而避免受其伤害。

C 固:经检查确定是孤石,不能清除或用其他方法处理,或用其他方法处理经济不合理,可采用灌浆、水泥砂浆片石固定的嵌补,小型支顶等固定方法。

D SNS 防护系统是一种新型的柔性防护系统,整个系统由钢绳网、减压环、支撑绳、钢柱和拉锚 5 个主要部分构成,系统的柔性主要来自于钢绳网、支撑绳和减压环等结构,且钢柱与基座间亦采用可动联结以确保整个系统的柔性匹配。与传统的防护方法相比较,具有明显的优点:①设计及施工简单,费用低廉。②不破坏原始地貌,有利于保护环境。③使用寿命长,维护简单。④施工时不影响既有建筑物的正常运营。⑤特别适用于长、大面积,病害分散地区<sup>[6,7]</sup>。目前广泛应用于铁路、公路等道路建设中。但这种方法不太适用于管道建设,因为 SNS 防护系统针对的是小方量的崩塌和危石,而这些对埋设一定深度的管道都无法造成损坏,而加强 SNS 防护系统,可以防治较大量或冲击能的崩塌落石,但

费用也相应增高,不如采取拦挡工程措施。崩塌落石地区管道保护应优先考虑“清危方”,其次加大管道埋深,然后是工程措施保护。无论采取什么措施,都应进行安全评估和经济评估,使安全效果与经济效益达到统一。

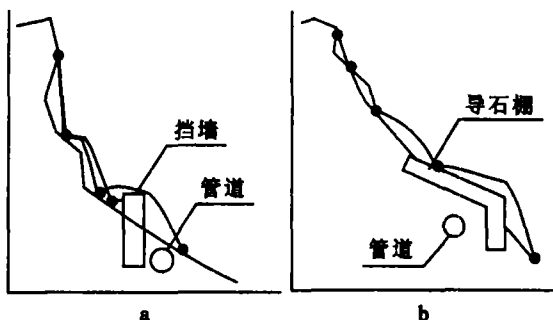


图4 管道加固工程示意图

(3)管道维护。管道在运营期间,应对管道地带进行常规巡视和维护,巡视内容包括:一是崩塌有无新的发展迹象;二是防护工程有无破坏;三是管道是否裸露及埋深有无变化。根据巡视结果及时采取措施,避免管道事故的发生。

#### 参考文献:

- [1] 王功礼,等. 油气管道技术现状与发展趋势[J]. 石油规划设计, 2004, 15(4): 1-7.
- [2] 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所. 山洪泥石流滑坡灾害及防治[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 25-45.
- [3] 曾廉. 崩塌与防治[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1990. 1-45.
- [4] 陈希哲. 土力学地基基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 1982. 20-60.
- [5] 谭凤灵. 崩塌落石病害的防治[J]. 路基工程, 1998, (3): 63-66.
- [6] 阳友奎, 方向池. 崩塌落石的 SNS 柔性拦石网系统[J]. 云南交通科技, 1999, 15(5): 21-25.
- [7] 陈喜昌, 陈莉. 扩离—落石灾害防治浅论[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(9): 1430-1432.

(上接第 110 页)

#### 参考文献:

- [1] Phene C J. Maximizing water use efficiency with sub-surface drip irrigation [Z]. ASAE Paper 922090, Charlotte, NC, 1992. 21-24.
- [2] 张国祥. 地下滴灌(渗灌)的技术状况与建议[J]. 山西水利科技, 1996, 18(2): 51-54.
- [3] 程先军, 许迪, 张昊. 地下滴灌技术发展及应用现状综述[J]. 节水灌溉, 1999, (8): 13-15.
- [4] 胡笑涛, 康绍忠, 马孝义. 地下滴灌灌水均匀度研究现状及展望[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 113-117.
- [5] 黄兴法, 李光永. 地下滴灌技术的研究现状与发展[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 176-181.
- [6] 李道西, 罗金耀. 地下滴灌技术的研究及其进展[J]. 中国农村水利水电, 2003, (7): 15-18.
- [7] 张玉龙, 黄毅, 张恒明, 等. 蔬菜保护地节点式渗灌管的研制与应用[J]. 土壤通报, 2004, 35(1): 12-15.