

微压超薄多孔软管滴孔平均流量及偏差率研究

孙海燕¹ 刘焕芳¹ 苏 萍¹ 胡卫东²

(1. 石河子大学水利建筑学院, 新疆 石河子 832003; 2. 新疆生产建设兵团水利局, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要 在室内试验的基础上, 应用水力学理论分析微压超薄多孔软管滴孔平均流量的变化规律, 提出了滴孔平均流量的计算方法. 试验结果表明, 微压超薄多孔软管灌溉技术在一定坡度范围内较为适用, 否则滴孔流量偏差率较大; 在相同条件下, 软管单孔平均流量随压力水头和坡度的增加而增大, 随铺设长度的增加而减少; 在同一坡度和压力水头下, 滴孔的流量偏差率随铺设长度的增加而增大; 在同一坡度和不同水头条件下, 滴孔流量偏差率随着软管自压水头的增大有减小的趋势.

关键词 节水灌溉技术; 自流灌溉; 微压超薄多孔软管; 流量偏差率

中图分类号: S275.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-764X(2005)06-0046-03

Research of average flow rate and its deviation ratio for drip holes of micropressured and superthin porous-hoses//SUN Hai-yan¹, LIU Huan-fang¹, SU Ping¹, HU Wei-dong²(1. College of Water Resources and Architectural Engineering, Shihezi University, shihezi 832003, China; 2. Water Conservancy Bureau of Xinjiang Production and Construction Corporation, Urumqi 830003, China)

Abstract: Based on laboratory tests, the regularity of variation of average flow rate through drip holes of micropressured and superthin porous-hoses was analyzed, and its calculation method was worked out. Some conclusions were drawn from test results: the micropressured and superthin porous-hose irrigation technique is suitable for a certain range of slope, otherwise the flow deviation ratio of drip holes will get large; under the same condition, the average flow rate of single hose increases with the pressure head and slope, and inversely varies with the length of hoses paved; with the same slope and pressure head, the flow deviation ratio of drip holes increases with the length of hoses paved; under the same slope and different pressure heads, the deviation ratio of flow rate through drip holes shows a downward trend with the increase of the pressure head.

Key words water-saving irrigation technique; gravity irrigation; micropressure and superthin porous-hose; deviation ratio of flow rate

微压超薄多孔软管灌溉主要是通过灌溉渠道与大田的水位差和地面的自然坡降, 利用干管、支管、毛管三级软管实现自流灌溉的一种节水灌溉技术形式. 该技术为地面灌溉向膜下滴灌发展的一种过渡形式. 近年来, 为了缓解水资源的供需矛盾, 促进工农业持续、稳定发展, 改善生态环境, 新疆大力推广了节水灌溉技术, 产生了较好的经济、社会和生态效益. 但目前研究推广的节水灌溉技术存在首次投资大、运行成本高、对水质要求较高等缺陷, 对具有高附加值的作物较为适用^[1~3]. 微压超薄多孔软管灌溉在目前节水灌溉技术水平尚不高、经济还比较弱的西北部地区具有较高的实用价值^[4~5].
微压超薄多孔软管灌溉技术于 2001 年在新疆生产建设兵团农八师 148 团进行试验示范, 并从 2002 年起在新疆大面积推广应用. 由于该技术还没有一套比较成熟的规范, 并缺乏较为全面的理论研

究, 其使用效果各有不同. 因此, 有必要运用相关理论对微压超薄多孔软管流量的变化规律进行试验, 并进行相应的理论分析和研究, 从而为微压超薄多孔软管灌溉技术的规划设计和施工管理提供必要的技术依据.

1 试验材料与方法

1.1 试验材料、设备及仪器

试验材料采用新疆生产建设兵团农八师 148 团生产的 PE 软管, 有两种型号(Ⅰ和Ⅱ), 均按孔眼三角形布置对穿, 规格如下: Ⅰ型软管的折径为 7.5 cm, 壁厚为 0.06 mm, 孔径为 1.2 mm, 孔距为 15 cm; Ⅱ型软管的折径、壁厚和孔径都与Ⅰ型软管相同, 但孔距为 20 cm.

试验设备及仪器如下: ①玻璃恒压水箱 1 个. 通过调整水箱溢流口的高度即可控制软管首部进口的

自压水头。②铝合金槽钢坡面 2 个。试验中用铝合金槽钢构成软管铺设面,每隔 3 m 设 1 个支座,作为铺设面的调坡控制点,可调控软管铺设坡度,并按要求调整试验段长度。③自动安平水准仪 1 台。用于校核铺设坡度。④测压管 22 根。从软管首端开始每隔 5 m 设一固定观测断面,在每个观测断面安装一测压管,当软管流量稳定后,量测并记录每个观测断面的测压管高度。⑤水表 2 块。在恒压水箱进水管及水箱溢水管上各安装 1 块,测量软管通过的水量。

1.2 试验方案

试验中的主要变量为滴孔间距、首部自压水头、软管铺设坡度。按以下组合安排试验组次:孔口间距 S 分别为 0.15 m(Ⅰ型)和 0.20 m(Ⅱ型);软管自压水头 H 分别为 0.20 m、0.30 m、0.40 m 和 0.50 m;软管铺设坡度 i 分别为 -0.1% 、 0.1% 、 0 、 0.05% 、 0.1% 、 0.3% 、 0.6% 和 0.9% ;软管铺设长度 L 分别为 10 m、20 m、30 m、40 m、50 m、60 m 和 70 m。

为了保证测试结果的代表性,每次截取一定长度某型号软管,每一组试验重复 3 次,取其平均数据进行最后的成果分析。

2 试验结果与分析

实测软管平均孔口流量及其流量偏差率可按如下公式^[6,7]计算:

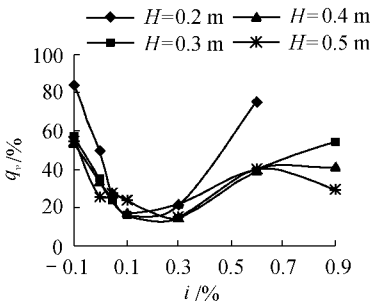
$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \tag{1}$$

$$q_v = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{\bar{q}} \times 100\% \tag{2}$$

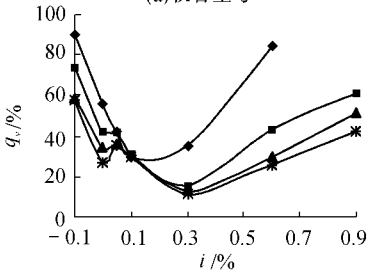
式中: q_i 为软管各滴头流量, L/h; $\bar{q}$ 为软管滴头平均流量, L/h; n 为所测的滴头数目; q_v 为软管滴头流量偏差率, %; $q_{\max}$ 为软管滴头最大流量, L/h; $q_{\min}$ 为软管滴头最小流量, L/h。

根据实验实测数据,可得不同自压水头、不同坡度、两种规格软管的平均单孔流量 $\bar{q}$ 和 q_v 流量偏差率。图 1 为在相同铺设长度(50 m)和不同自压水头条件下软管滴孔流量偏差率与坡度变化的关系。由图 1 可知,滴孔流量在坡度为 -0.1% 、 0 、 0.6% 和 0.9% 时流量偏差率较大,坡度为 0.05% 、 0.1% 和 0.3% 时流量偏差率较小,说明试验所采用的软管在 $0.1\% \sim 0.3\%$ 坡度范围内较为适用。在相同坡度和不同水头条件下,随着自压水头的增大,软管滴头流量偏差率有减小的趋势。

本次试验中,管径、管长均保持为常量,试验中两种型号软管在不同自压水头作用下,根据水力学基本理论^[8]取流量偏差率相对较小的坡度($0.05\% \sim 0.3\%$)的入口流量值,经拟合得



(a)软管型号Ⅰ



(b)软管型号Ⅱ

图 1 软管滴孔流量偏差率与坡度变化关系

$$Q = 1.162 \times 10^{-3} (H + iL)^{3/2} \tag{3}$$

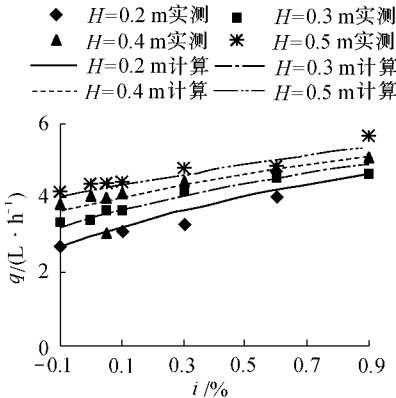
式中: Q 为软管入口流量, m^3/s 。曲线拟合的相关系数为 0.940 5。

软管滴孔平均单孔流量可按式(4)计算:

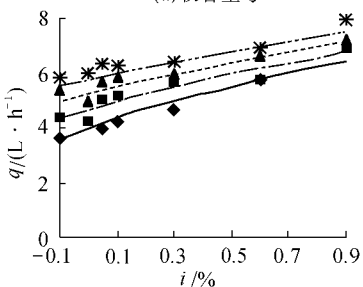
$$\bar{q} = \frac{QS}{2l} \times 3\,600\,000 = \frac{Q}{N} \times 3\,600\,000 \tag{4}$$

式中: N 为软管孔口总数。

由图 2 可知,在相同铺设长度(50 m)下,两种软管平均单孔流量随压力水头和坡度的增大而增大。由表 1 可知,实测软管平均单孔流量值与公式(4)计



(a)软管型号Ⅰ



(b)软管型号Ⅱ

图 2 软管平均单孔流量与坡度变化

算拟合的结果相关显著。

表 1 软管实测平均单孔流量值与计算值的相关性

软管 型号	相关系数			
	$H=0.2\text{ m}$	$H=0.3\text{ m}$	$H=0.4\text{ m}$	$H=0.5\text{ m}$
I	0.953	0.942	0.966	0.923
II	0.948	0.915	0.902	0.922

3 结 语

a. 微压超薄多孔软管孔口的流量偏差率在各种水头下呈现类似的变化规律,由于软管在坡度为 0.1%~0.3%时流量偏差率较小,故在此坡度范围内使用较佳。

b. 在同一坡度和压力水头下,滴孔的流量偏差率随软管铺设长度的增加而增大。在相同坡度和不同水头条件下,随着软管自压水头的增大,滴孔的流量偏差率有减小的趋势。

c. 通过分析计算可知,在其他条件相同的情况下,软管平均单孔出流量随压力水头的增大而增加,随地面坡度的增大而增大。

d. 通过微压超薄多孔软管压力流量的研究发现,从经济的角度和避免出现或减少形成地面径流的角度考虑,在工程实际中满足流量偏差率要求的前提下,应根据地面坡度选择相应的软管铺设长度,以达到节省成本的目的。

经过 3 年的试验研究表明,微压超薄多孔软管

的实际应用较好,但因其水力学特性受软管加工工艺的影响很大,因此必须对其加工工艺进行改进,提高软管的质量。同时,需加强该灌溉技术与农业措施的结合,形成合理的模式,还需加强田间灌溉资料的调查和原型观测,对微压超薄多孔软管的水力性能及系统布置等方面继续开展研究。

参考文献:

[1] 康绍忠,蔡焕杰,冯绍元.现代农业与生态节水的技术创新与未来研究重点[J].农业工程学报,2004(1):1—5.
[2] 孙景生,康绍忠.我国水资源利用现状与节水灌溉发展对策[J].农业工程学报,2000(2):1—5.
[3] 上官周平,邵明安.21 世纪农业高效用水技术展望[J].农业工程学报,1999,15(1):17—21.
[4] 黄修桥,李英能,顾宇平,等.节水灌溉技术体系与发展对策的研究[J].农业工程学报,2000(2):1—5.
[5] 苏德荣,田媛,高前北.日光温室中自流式低压滴灌技术的研究[J].农业工程学报,2000(3):73—76.
[6] 水利部农村水利司.节水灌溉技术标准选编[M].北京:中国水利水电出版社,1999.115—155.
[7] 周卫平,宋广程,邵恩.微灌工程技术[M].北京:中国水利水电出版社,1999.55—94.
[8] 吕宏兴.水力学[M].北京:中国农业出版社,2002.148—151.

(收稿日期 2005-03-14 编辑 高建群)

《河海大学学报(自然科学版)》征订启事

《河海大学学报(自然科学版)》是以水资源开发、利用与保护为重点的综合性学术期刊,主要刊登本校在水资源、水文、地质、测量、水利工程、水电工程、水运工程、海洋及海岸工程、水工结构、工程力学、水力学及河流动力学、岩土工程、计算机科学、电力工程、电子技术及自动化工程、工业与民用建筑、管理工程、水利经济、环境工程、机械工程等学科方面的科研成果、学术论文、学术讨论、研究动态等学术性文章,可供上述有关专业的科技工作者及大专院校师生阅读和参考。

本刊创办于 1957 年,是我国中文核心期刊,在国内工程技术界和学术界有较大影响。刊载的文章中,有不少国家科技攻关(重点)项目和各种科学基金资助项目的研究成果,部分达到了国内领先和国际先进水平,为我国水利、水电、水运工程及其他有关工程建设的规划、设计、施工和管理提供了科学理论、方法和具体建议,发挥了较大的社会效益和经济效益,深受工程界和科技界赞许,并获得全国高校科技期刊优秀编辑出版质量奖,以及中国期刊方阵“双效期刊”、江苏省优秀期刊、全国水利系统优秀期刊称号。

本刊每逢单月出版,国内外公开发行。邮发代号 28-63,2006 年每本定价 12.00 元。欢迎广大读者在全国各地邮局订阅或直接与编辑部联系。联系地址:南京市西康路 1 号《河海大学学报(自然科学版)》编辑部,邮政编码 210098。