

# 高速公路绿化带灌溉系统建设工艺与效益分析

吴文勇<sup>1</sup>, 郝仲勇<sup>1</sup>, 刘洪禄<sup>1</sup>, 郑文刚<sup>2</sup>, 齐志明<sup>1</sup>, 师彦武<sup>1</sup>

(1. 北京市水利科学研究所, 北京 100044; 2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100044)

**摘要:**高速公路绿化隔离带节水灌溉的建设与研究表明,干、支管采取焊接方式可靠性为100%。毛管浅埋方式与水平安装滴头是延长滴头耐久性的重要措施,人员行走与养护是滴头破坏的直接原因。典型高速公路绿化隔离带灌溉系统单位长度投资为15.4万元/km,是目前我国高速公路建设投资的0.17%~0.22%,其中输配水系统占灌溉系统投资的45%。对红叶小檗滴灌区与对照区(水车漫灌)相比,植株高度提高6%;金叶女贞滴灌区与对照区(水车漫灌)相比,植株高度提高10%。采取滴灌系统灌溉高速公路绿化隔离带,节水1690 m<sup>3</sup>/(a·km),年综合效益总计为2.21万元/(a·km)。投资回收期为4.1年。

**关键词:**高速公路;节水灌溉;工艺及效益

中图分类号:S274.2 文献标识码:B

## Key Techniques and Profit Evaluation of Water-saving Irrigation System in the Middle Isolated Grassland of Highway

WU Wen-yong<sup>1</sup>, HAO Zhong-yong<sup>1</sup>, LIU Hong-lu<sup>1</sup>, ZHENG Wen-gang<sup>2</sup>, QI Zhi-ming<sup>1</sup>, SHI Yan-wu<sup>1</sup>

(1. Beijing Hydraulic Research Institute, Beijing City 100044, China;

2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing City 100044, China)

**Abstract:** The result of research on experimental segment of water saving irrigation system in the middle isolated grassland of highway showed that welding was the most reliable joining method for main pipe and branch pipe. Shallow buried depth of lateral and horizontal installation of emitter is the effective measure to prolong durability of emitter. Tread of man and maintenance of highway is the direct reason for demolish of emitter. The investment of isolated grassland in highway is 0.154 million per kilometer, about 0.17%—0.22% of the total investment of highway, water delivery pipe amounts for 45%. Plant height with drip irrigation is 6%—10% higher than the comparison. According to the demonstration area, 1690 m<sup>3</sup> amount of water can be saved per kilometer annually, comprehensive profit is 2.21 thousand dollars per kilometer annually, and the payback period is 4.1 years.

**Key words:** middle isolated grassland of highway; water-saving Irrigation; key techniques and profit

## 0 引言

截至2003年,我国高速公路里程已达3万km,绿化隔离带是高速公路中重要的基础设施。目前,绿化隔离带的安全灌溉问题一直没有得到很好的解决,一直沿用人工水车灌溉的办法,存在极大的安全隐患,绿化隔离带单位长度年运行费为3.57万元/(a·km),是其他类型绿地灌溉成本的10倍以上。利用滴灌系统可以

大幅度减少灌溉成本,减少水车灌溉带来的交通风险和对行车的影响。高速公路绿化隔离带通常为梯形土槽,上口宽度2m左右,深度0.6m左右,下面有通讯管道系统与夯实路基相连。由于特殊的地理位置,中央隔离带节水灌溉系统与其他灌溉系统相比存在施工空间小、施工难度大、日常维护困难等问题。因此,系统优化设计、材料选择、部件安装与施工工艺上采取非常规方法,尽量减少绿化养护对灌水器或管道产生的破坏。

收稿日期:2004-11-29

基金项目:国家高技术研究发展计划(“863”计划)“北方半干旱都市绿地灌溉区节水综合技术体系集成与示范”项目(2002AA2Z428111)资助。

作者简介:吴文勇(1977-),工学硕士,工程师,主要从事节水灌溉与再生水灌溉利用方面的研究。

## 1 材料与方法

北京市水利科学研究所北京市五环京开立交桥(k12+150 m~k14+200 m)建设 2.05 km 中央绿化隔离带节水灌溉系统试验段,开展相关研究。灌溉系统由首部系统、输配水系统、灌水器部分组成。灌溉系统长 2.05 km,东西走向,首部在系统的东侧。干管、支管、毛管采用 PE 管。隔离带两侧矮小灌木采用 $\phi 20$  mm内镶式滴灌管,流量为 1.6 L/h,间距 0.33 m;隔离带中间为不连续松柏组,采用 XB-10PC1032 管上式滴头,流量为 3.785 L/h。

## 2 输配水管道连接工艺研究

### 2.1 干、支管连接形式

PE 管一般应采用电熔焊接,系统干、支管应采用同材质 PE 管,均采用热熔焊接工艺(见图 1)。北京五环路京开桥 2 km(k12+150 m~k14+200 m)滴灌系统试验段共有焊点 400 个,经过 10 个月的运行,未出现断裂与漏水现象,焊接可靠性为 100%,焊口抗拉强度是管道强度的 3 倍,不易破坏。同时焊接方式施工方便,管道设计不受地形限制,连接件可以根据地形变化制作,因此,这种连接方式对于高速公路灌溉系统而言,是一种简便可靠的连接方式。

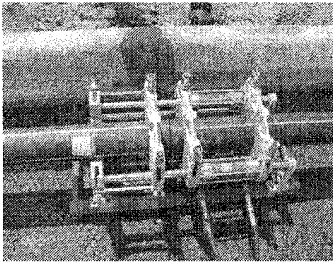


图 1 焊接工艺

### 2.2 支、毛管连接形式

试验段支管为直径 32 mm 的 PE 管,毛管为 25 mm PE 管与 $\phi 20$  滴灌管,支、毛管采取鞍座连接与倒齿接头 2 种连接方式,共有支、毛管连接点 65 处,考察不同连接形式的耐久性。10 个月的运行测试表明,2 种连接形式均未出现破裂或脱落,可靠性均为 100%。但是鞍座连接方式密封性能一般,易出现滴水或漏水现象,并且施工工艺复杂,鞍座容易变形,不易维护;倒齿接头的密封性能较好,且施工工艺简单方便。同时,由于滴灌管壁薄,采用 PE 鞍座与直通连接时,管壁容易变形与漏水,倒齿接头与倒齿直通连接应成为支管、毛管间推荐的连接形式。

## 3 毛管铺设与滴头安装工艺研究

### 3.1 不同毛管铺设形式对滴头耐久性的影响

通过 10 个月对灌溉系统运行状况测试发现,毛管不同铺设形式对滴头的耐久性有显著影响(见图 2)。地上铺设的滴头破坏率为 8%,地下埋深铺设毛管的滴头破坏率仅为 0.4%,前者是后者的 20 倍(见表 1),毛管浅埋方式可以降低绿化养护过程中人员行走与养护对滴头的直接破坏,是延长滴头耐久性的重要措施。

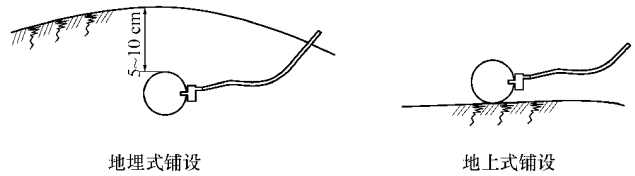


图 2 毛管不同的铺设形式

表 1 毛管不同铺设方式下滴头破坏率

毛管铺设方式	破坏率/%
地下埋深铺设	0.4
地上铺设	8.0

### 3.2 滴头不同安装方式对耐久性的影响

对所破坏的滴头进一步研究发现,滴头在毛管上的不同安装方式对于滴头寿命有明显的影响(见图 3)。按照垂向安装与侧向安装 2 种类型来统计,在所破坏的滴头中,95%为垂向安装的滴头(见表 2),5%为侧向安装的滴头,破坏痕迹主要是脚踩坏与养护工具铲坏。因此,侧向安装滴头是保证滴头耐久性的重要措施。滴头破坏时,由于管内压力较大,若无阻挡,水流可以横向射出 4~6 m,直接影响行车安全。滴头应安装在松柏组的内侧,以保证一旦发生滴头损坏,植株对水流起到明显的阻流作用,防止漏水对行车的影响。滴头侧向向内侧安装是推荐的安装方式,并且滴头应在松柏组宽度范围内。



图 3 滴头不同的安装形式

表 2 滴头不同安装形式下的滴头破坏率

滴头不同安装方式	破坏率/%
侧向安装	5
垂向安装	95

## 4 水源进入隔离带的主要形式

灌溉水源进入中央绿化隔离带是一项重要的建设内容,现有高速公路均没有预设灌溉水源通道,因此,水源进入方式应当因地制宜,可以从地下与空中 2 种途径进入。对于新建公路,要在公路建设期间,预埋套管作为水源管进入的通道,或者利用交叉建筑物支撑水源管道进入。对于已建应当通过交叉建筑物引入水源,在交叉建筑物较少的地段可以采用空中桁架结构进入水源,要严格避免破路铺管。

## 5 中央隔离带节水灌溉系统投资分析

以试验段建设成本为计算依据,采取双向供水方式,长度 4.1 km 的中央隔离带节水灌溉系统为一个典型设计单元。滴灌系统投资由直接费与间接费组成,直接费包括系统首部、输配水系统、灌水器、远程监测与控制系统建设的材料费、人工费

等,间接费包括设计费、企业管理费、利润、税金等。

首部系统包括离心过滤器、叠片过滤器、变频器等;输配水系统包括干管、分干与支管等;灌水器包括滴灌带与滴头;控制系统包括传感器、远程数据采集与控制器、计算机、手机模块、打印机等,工程预算不包括水源工程款。

系统总投资 63.11 万元,输配水系统占总投资的 45%,主要是由于选择了 PE 管材,其具有质量轻、强度高、抗冻防撞等特点,所以材料费相对较高。另外,灌水器费用占 12%,远程监控系统占 9%,首部系统占 5%,其他费用占 29%(见图 4),单位长度投资为 15.4 万元/km。目前我国高速公路建设投资为 0.7~0.9 亿元/km,灌溉系统占总投资的 0.17%~0.22%。

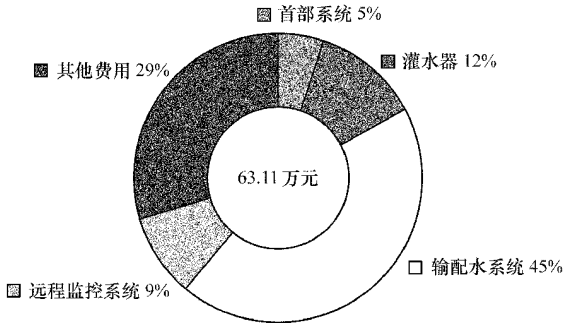


图 4 分项投资图

### 6 滴灌促进植株生长

滴灌与水车大水漫灌相比,能够提供较好的水、气、热环境,促进植株的生长,由于水车大水漫灌容易破坏土壤结构,造成土壤板结,土壤入渗速率降低,水分利用率较低。对红叶小檠滴灌区与对照区(漫灌)2 组样品的检验表明:滴灌区样本平均高度 77.4 cm,对照区为 73.0 cm,比对照区高出 6%;对金叶女贞滴灌区与对照区(漫灌)的 2 组样品的检验表明:滴灌区样本平均高度 79.9 cm,对照区为 72.5 cm,比对照区高出 10%。

### 7 效益分析

本项目的净效益根据“有项目”与“无项目”对比的原则来确定,无项目是按照现有水车灌溉的方式,效益分为节水效益,灌溉运行费节约效益、占道时间节约效益。

#### 7.1 节水效益

节水效益主要指减少地下水开采节省的水资源费与开采成本。采用滴灌系统,按照水平年年灌水 25 次,灌水定额为 32 m<sup>3</sup>/km 计算,灌溉定额为 800 m<sup>3</sup>/(a·km)。采用水车灌水按照年灌水 15 次,灌水定额为 166 m<sup>3</sup>/km 计算,灌溉定额 2 490 m<sup>3</sup>/(a·km)。节水 1 690 m<sup>3</sup>/(a·km),年节水经济效益为 1 690 元/km。

#### 7.2 灌溉运行费节约效益

运行费主要指灌溉中央隔离带所发生的人工费、台班费等。目前,每公里每次水车灌溉需要台班费与交通管制费共计为 0.18 万元,水费为 166 元/次,年灌溉 15 次,年运行费 2.7 万元/km。滴灌系统灌溉成本为通讯费用和季度维护费,通讯费为 1 次 30 元,水费 1 次 32 元,按照年灌水 25 次计算,共计 0.155 万元/(a·km);每季度 4 次维护,每次 400 元,年维护费

为 0.16 万元,共计年运行费 0.315 万元/km,采用滴灌系统节省运行费用 2.385 万元/km。

### 7.3 占道时间节约效益

高速公路绿化隔离带灌溉一般在白天道路通行高峰期进行,利用水车灌溉严重影响道路通行能力。按照目前高速公路绿化隔离带年灌水 15 次、每次灌水 2 个台班计算,每公里年占道时间为 240 h,相当于每年 1/36 的时间道路不能发挥正常运输效益,带来较大的经济损失。

五环设计时速为 100 km,按照水车灌溉占道影响行车时速 20%计算,五环路通行能力为 0.25 万辆/h,以每辆车乘客 3 人、每小时人均纯收入为 2.65 元计算(以 2003 年北京市农民人均纯收入为依据),每公里年旅客节时效益:

$$B = \left( \frac{1}{100 \times (1 - 20\%)} - \frac{1}{100} \right) \times 2500 \times 3 \times 2.65 \times 240 = 11\ 925 \text{ (元)}$$

综上所述,采取滴灌系统灌溉高速公路绿化隔离带,节水 1 690 m<sup>3</sup>/(a·km),节水效益、节省运行费、节约旅客时间效益总计 3.75 万元/(a·km)。按照折旧期 10 年计算,灌溉系统年折旧费为 1.54 万元,高速公路滴灌系统年度净效益为 2.21 万元/(a·km)。按照静态投资回收年限分析,投资回收期为 4.1 年。

按照 2010 年全国高速公路里程 3.6 万 km 中的 30%里程建设滴灌系统来计算,全国年度经济效益为 2.4 亿元。

### 8 结 语

①高速公路绿化隔离带灌溉系统单位长度投资为 15.4 万元/km,是目前我国高速公路建设投资的 0.5%~0.8%,其中,输配水系统占总投资的 45%,是费用的主要构成。

②滴灌与水车大水漫灌相比,能够提供较好的水、肥、气、热环境,促进作物的生长。红叶小檠滴灌区与对照区(漫灌)相比,植株高度提高 6%;金叶女贞滴灌区与对照区(漫灌)相比,植株高度提高 10%,叶面积也有明显提高。

③采取滴灌系统灌溉高速公路绿化隔离带,年节水 1 690 m<sup>3</sup>;高速公路滴灌系统年度净效益为 2.21 万元/(a·km);投资回收期为 4.1 年;2010 年全国高速公路按照 30%里程建设的经济效益将达 2.4 亿元/a。

④毛管浅埋方式与侧向安装滴头是延长滴头耐久性的重要措施,人员行走与养护是滴头破坏的直接原因。 □

## 更 名 公 告

北京绿源塑料联合公司现已更名为北京绿源塑料有限责任公司。

公司法人代表:许平  
特此公告

北京绿源塑料有限责任公司  
2005 年 1 月 5 日