

文章编号: 1007-4929(2005)02-0018-03

高速公路绿化隔离带 灌溉系统优化设计研究

刘洪禄¹, 齐志明¹, 郑文刚², 郝仲勇¹, 吴文勇¹, 顾永钢¹

(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:针对高速公路中央绿化隔离带的灌溉,从管材选择、灌水器选型、控制系统建立等几个方面详细介绍高速公路节水灌溉系统的技术问题。研究表明:高速公路绿化隔离带灌溉系统应采取滴灌方式,系统管材采用PE管为宜;设计灌水时间一般为4h左右,以此选择相应灌水器的设计流量;系统的单向干管适宜长度为2km,采取双向供水干管适宜为长度4km左右,干管经济流速为0.8~1.2m/s。

关键词:高速公路;隔离带;节水灌溉;工程设计

中图分类号:S275 文献标识码:A

Research on Optimum Design of Irrigation System in the Middle Isolated Grassland of Highway

LIU Hong-lu¹, QI Zhi-ming¹, ZHENG Wen-gang², HAO Zhong-yong¹, WU Wen-yong¹, GU Yong-gang¹

(1. Beijing Hydraulic Research Institute, Beijing City 100044, China; 2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing City 100044, China)

Abstract: From the aspects of pipe selection, irrigation type selection and control system establishment, this paper expounding several technical problems of water-saving irrigation system in the middle isolated grassland of highway. The research results showed that drip irrigation and pipe with the material of PE is the appropriate selection for the irrigation system in the middle isolated grassland of highway. Appropriate design irrigation time is 4 hours and flux of emitter should be designed based on it. Economical length of main pipe is 4 kilometers in both directions, while 2 kilometers in one direction. Appropriate water velocity in main pipe is 0.8~1.2 m/s.

Key Words: Highway; isolated grassland; water-saving irrigation; engineering design

0 引言

我国高速公路建设发展很快,截止2003年,高速公路里程已达1.1万km。高速公路一般建有中央绿化隔离带,起到保证行驶安全等作用。因此,绿化隔离带是高速公路中重要的基础设施,由于绿化隔离带特殊的地理位置,其安全灌溉一直是绿化管理部门日常养护过程中难以解决的问题,目前一直沿用人工水车灌溉的办法。

人工水车灌溉存在重大的安全隐患,经常造成人员伤亡,此外,灌溉时水车长期占道,道路通行能力降低,还有工作量大、工效低、费用高、耗水严重等缺点。目前水车灌溉隔离带的定额为1500m³/km,水的利用效率不足50%。因此,解决高速公路绿

化隔离带的安全、节水灌溉问题是一项迫在眉睫的任务。

高速公路绿化隔离带通常为梯形土槽,如图1所示,上口宽度2m左右,深度0.6m,下面有通讯管道系统与夯实路基相连。灌溉管道漏水和灌溉深层渗漏容易引起填方部分含水量增加,发生土壤“湿陷”,严重的会导致路基坍塌。

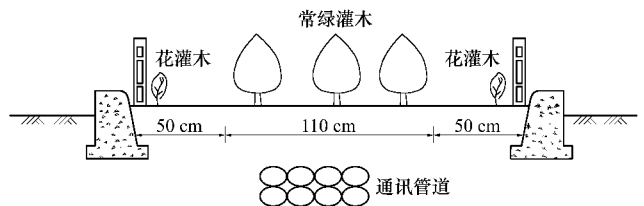


图1 高速公路绿化隔离带示意图

收稿日期:2004-09-22

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。

作者简介:刘洪禄(1963-),男,博士,高级工程师,主要从事节水灌溉与再生水灌溉利用方面的研究。

因此,高速公路的建设要解决好灌溉深层渗漏与精确灌溉、系统优化与灌水均匀度、灌溉系统的抗冻与抗冲、远程监测与控制、灌溉事故实时报警问题。其中,绿化隔离带灌溉所要解决的首要问题就是防止管道漏水、灌溉水深层渗漏以及远程监控问题。所以,与其他灌溉系统相比,绿化隔离带灌溉系统在管材选择、灌水器选择、灌溉控制技术、灌溉制度制定、系统建设等方面有其特殊的要求与方法。北京市水利科学研究所依托国家“863”计划“北方半干旱区都市节水型绿地建设系统集成技术研究示范”项目,在北京市五环京开立交桥(k12+150 m~k14+200 m)成功建设中央绿化隔离带节水灌溉系统试验段,并且开展了相关研究。

表1 几种管材的性能评价

| 项目 | PE管 | PVC管 | 钢管 |
|---|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 伸长率/% | 650 | 100 | 30 |
| 弹性模量/MPa | 6×10^4 | 2.8×10^4 | 2.1×10^4 |
| 缺口冲击强度/($\text{kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$) | 31 | 7 | 800 |
| 密度 $G / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$ | 0.935 | 1.430 | 7.860 |
| 脆化温度/ $^{\circ}\text{C}$ | -80 | -18 | — |
| 连接性 | 热熔连接成本低,安全可靠 | 熔剂粘接不完全可靠 | 焊接工艺成本高 |
| 耐候性 | 加入碳黑具有很好的耐候性 | 日晒后发生裂解脆化 | 耐候性较好 |
| 毒性 | 无毒 | 低毒 | 无毒,内壁易生锈 |
| 施工 | PE管韧性好,施工时可弯曲,减少接头 | PVC管韧性差无法成卷,施工接头多,费工时 | 密度大,施工与铺设难度大 |

2 灌溉方式的确定

中央绿化隔离带一般由两侧矮小灌木与中间高大灌木组成,矮小灌木间距一般30~60 cm,高大灌木间距一般为3~6 m,具体间距尺寸取决于灌木品种与隔离效果。灌水器的选择

表2 几种灌溉方式的适应性评价

| 项目 | 喷灌 | 微喷 | 小管出流 | 滴灌 |
|--------|-------------------|--------------|-------------|--------------|
| 节水效果 | 漂移损失大,节水效果一般 | 漂移损失大,节水效果一般 | 易积水,节水效果较好 | 好 |
| 压力补偿功能 | 无补偿功能、均匀度差 | 无补偿功能、均匀度差 | 有补偿功能、均匀度好 | 有补偿功能、均匀度好 |
| 湿润方式 | 全面灌溉 | 全面灌溉 | 局部灌溉 | 局部灌溉 |
| 系统配套 | 流量大,投资成本增加 | 流量大,投资高 | 输水管道流量大,投资高 | 输水管道流量较小,投资低 |
| 灌溉影响 | 水滴漂移影响车辆行驶 | 水滴漂移影响车辆行驶 | 不影响 | 不影响 |
| 施工 | 管件量大,维护难度增加,不利于防漏 | 便于施工 | 便于施工 | 便于施工 |

绿化隔离带一般为低矮灌木,适宜采取局部灌溉方式,灌溉方式应当减少灌溉对车辆的影响,并且流量不宜过大以避免灌溉时产生地面积水,影响灌水效果。

因此,滴灌是优先选择的灌溉方式,它具有灌水均匀、便于施工等优点。鉴于高速公路特殊的地理环境,滴灌灌水器应具有较长的铺设长度、较好的压力补偿性能、较强的抗堵性能、较好的耐久性与抗老化性特点,以提高系统可靠性,减少运行维护投入。

3 灌水器的选择

高速公路中央隔离带中间间隔种植高大灌木、两边种植矮

1 系统输水管材的比较选择

绿化隔离带要求管材具有良好的抗冲性、弹性、抗冻性。如表1所示,从弹性模量与伸长率来看,PE管的抗变形与抗冲击能力较强;从缺口冲击强度来看,钢管的抗冲击能力最强,但是其弹性模量与伸长率最小,说明其抗变形能力较差;从密度来看,PE管最小,钢管最大,密度大,不易于施工与铺设。另外,PE管在连接性、耐候性、施工难易程度等各方面占有优势。

从伸长率、弹性模量、密度、脆化温度、冲击强度、脆化温度、连接性和耐候性等多方面来考虑,认为PE管是中央绿化隔离带灌溉的首选管材。

是重要的环节,表2是针对中央绿化隔离带的特点,从节水效果、压力补偿功能、湿润方式、系统配套、灌溉影响、施工等6个方面进行分析评价,认为小管出流与滴灌比较适合绿化隔离带的灌溉,但是小管出流较滴灌流量大,要求干、支管的设计流量增加,系统投资增加,施工难度加大。

小灌木是一种典型的绿化方式。矮小灌木湿润层深度一般为20~30 cm,应根据植株间距、湿润层深度、计划灌溉时间、湿润体变化过程与土壤性质(见表3)来综合确定滴灌带直径、滴头间距与设计流量,保证在一次灌水时间内不会出现深层渗漏。

高大灌木一般间距较大,适宜利用管上式压力补偿滴头,为了保证不产生深层渗漏,计划湿润层定为40 cm为宜。为减少安全隐患,这两种灌水器一般采用同一套干、支管供水,需要考虑通过协调流量保障同一灌溉时间内均达到计划湿润层。

为保证系统的安全性,灌溉时间不能太长;为保证系统的均匀度与系统造价,系统设计流量不宜太高,所以灌溉时间不

表3 滴灌条件下土壤湿润体的变化

cm

| 时间/h | 1号土(流量 0.5 L/h) | | | | 1号土(流量 1.5 L/h) | | | | 2号土(流量 0.5 L/h) | | | | 2号土(流量 1.5 L/h) | | | |
|------|-----------------|------|-------|------|-----------------|------|-------|------|-----------------|------|-------|------|-----------------|------|-------|------|
| | 间距 33 | | 间距 50 | | 间距 33 | | 间距 50 | | 间距 33 | | 间距 50 | | 间距 33 | | 间距 50 | |
| | B | H | B | H | B | H | B | H | B | H | B | H | B | H | B | H |
| 2 | 13.5 | 9.5 | 12.5 | 10.0 | 16.0 | 15.2 | 17.0 | 14.8 | 12.0 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 17.0 | 17.5 | 16.5 | 17.0 |
| 4 | 16.0 | 13.0 | 16.5 | 13.0 | 21.5 | 18.2 | 21.4 | 19.8 | 15.0 | 16.0 | 15.5 | 16.0 | 22.0 | 24.0 | 21.0 | 22.0 |
| 8 | 19.5 | 18.0 | 19.9 | 18.0 | 27.0 | 24.7 | 27.0 | 25.6 | 19.5 | 21.0 | 20.5 | 22.0 | 28.0 | 32.4 | 26.5 | 28.0 |
| 12 | 22.0 | 19.0 | 23.9 | 21.0 | 32.0 | 29.1 | 31.0 | 30.2 | 22.5 | 25.0 | 23.5 | 25.0 | 35.0 | 42.0 | 30.0 | 33.0 |
| 18 | 27.5 | 24.6 | 27.5 | 24.3 | 37.0 | 33.6 | 37.0 | 34.7 | 27.0 | 30.0 | 26.0 | 28.0 | 41.0 | 50.0 | 36.0 | 40.0 |
| 24 | 32.0 | 27.0 | 32.0 | 26.0 | 41.0 | 37.0 | 40.0 | 37.2 | 27.5 | 32.0 | 29.5 | 31.0 | 45.5 | 53.0 | 42.0 | 48.0 |

宜太短,因此,一般设计4 h达到计划湿润层为宜,以此选择相应的灌水器设计流量。

表3中:1号土为砂性大的土壤;2号土为粘性大的土壤。 B 是宽度; H 是深度。间距30、50指灌水器的间距分别为33 cm和50 cm。

4 灌溉系统干管适宜长度分析

确定灌溉系统适宜长度关系到系统运行安全与系统投资,系统干管过长,水头损失大,均匀度降低,系统投资、运行费用增加,首部设计工作压力增加,系统的安全系数降低;系统干管过短,水头损失小,均匀度提高,首部设计工作压力降低,系统的安全系数增加,但是供水水源点增加,而且,由于系统设计流量较小,水源点的供水能力常不能满负荷运行,造成投资浪费,系统运行折旧费用也会增加。

计算分析水头损失、投资与干管长度的关系表明:以系统干管长度按照双向供水设计,单向长度分别为1、2、3、4和5 km,设计流速为1 m/s来计算,如图2所示,系统水头损失随单向供水长度的增加而增加,从7.92 kPa增加到22.64 kPa,对滴头压力补偿性能要求不断提高。系统首部与干管单位长度材料费(包括水源工程)随着单向供水长度的增加而增加,从8.24万元增加到11.54万元,增幅为40%。从建设角度考虑,单向供水长度越长,干管前部所选择的管道直径就越大,不仅焊接施工与埋设难度增加,系统破坏产生的潜在危害性也越大。因此,从系统投资、系统建设与水力性能的角度考虑,采取单向干管适宜长度为2 km,一般采取双向供水,干管长度4 km左右是理想的建设单元。

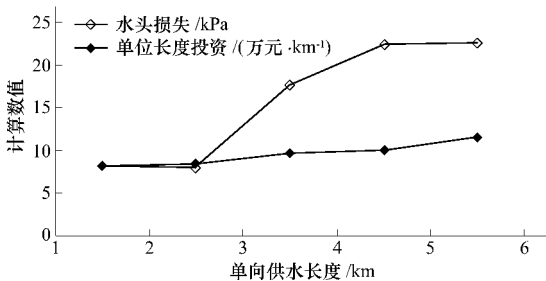


图2 水头损失、投资与干管长度的关系

5 灌溉系统经济流速分析

下面以单侧供水2 km的隔离带为计算单元,系统设计流量按照 $10 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{km})$ 计算,材料选择 $\Phi 80$ 的PE供水管,滴头的压力补偿范围为25 kPa。为节省投资,便于施工,管道均为两级设计,计算结果表明:按照设计流速0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0 m/s计算,干管系统材料费随着设计流速的增加而减少,从13.44万元减少到5.68万元;水头损失随着设计流速的增加而增加,从5.88 kPa增加到46.84 kPa;当设计流速超过1.2 m/s时,系统水头损失超过滴头压力补偿范围(见图3)。如果系统设计流速过大,由于水头损失的增加,必然会导致系统首部设计压力过大,对系统的运行与维护形成潜在的威胁,系统一旦破坏,管道高工作压力产生的高速水流会冲毁路基,影响行车安全。因此,应将系统运行安全放在首位,综合系统投资与水力损失的角度来考虑,高速公路中央隔离带滴灌系统的经济流速以0.8~1.2 m/s为宜。

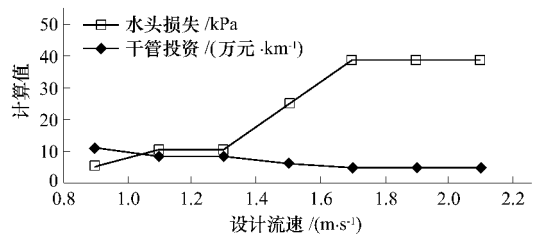


图3 水头损失、投资与管道流速的关系

6 结语

(1)从伸长率、弹性模量、密度、脆化温度、冲击强度、脆化温度、连接性和耐候性等多方面来考虑,PE管是中央绿化隔离带灌溉系统的首选管材。

(2)滴灌是中央绿化隔离带灌溉优先选择的灌溉方式。

(3)高速公路绿化隔离带灌水时间以4 h为宜,以此选择相应灌水器的设计流量。

(4)从系统投资、系统建设与水力性能的角度考虑,单向干管适宜长度为2 km,一般采取双向供水,干管长度4 km左右。

(5)高速公路中央隔离带滴灌系统的经济流速宜为0.8~1.2 m/s。