

文章编号: 1002-0268 (2001) 01-0098-04

自动化滴灌管理技术 在高速公路养护中的应用初探

李 彧

(陕西省高等级公路管理局西渭管理处, 陕西 西安 710038)

摘要: 以陕西省西渭高速公路为例, 介绍一种专门针对公路设计的自动化滴灌系统, 用固化参数和智能阀替代自动化电路, 造价为现有自动化滴灌工程成本的 10%, 管理达到自动化水平。

关键词: 自动化; 滴灌; 公路; 绿化; 养护

中图分类号: U418

文献标识码: A

Primary Exploration on Application of Automatic Drip Irrigation Technique in Afforestation & Curing for Expressway

LI Yu

(Xiwei Management Division of High-grade Highway Administrative Bureau of Shanxi Province, Shanxi Xi'an 710038, China)

Abstract: Taking the Siwei Express as an example, the paper introduces an automatic drip irrigation system specially designed for highway, which utilizes solidification parameters and intelligent valves instead of automatic circuit. The price was only 10% of the present automatic drip irrigation project. Management of the irrigation system will be fully automatized.

Key words: Automation; Dripping irrigation; Road; Afforestation; Curing

滴灌是将水连同肥料、农药、除草剂等经加压、过滤后, 通过低压管道系统输送到滴头, 将溶液一滴一滴均匀而缓慢地滴入作物根区的新技术。它的特点是自动化、节水、节能、节省劳力、灌溉均匀、对土壤和地形的适应性强^[1]。可以预见, 这种技术不仅推动农业的发展, 还会对相关行业带来很大影响。

1 高速公路环境建设管理方式的变革

1.1 滴灌是高速公路发展的必然选择

高速公路的环境是高速公路的重要组成部分, 良好的环境不仅可以改善公路沿线的生态环境, 丰富景观, 而且可以减少交通事故的发生^[2]。我国高速公路发展起步比较晚, 公路建设经费有限, 经验不足, 在公路设计中, 对环境往往采用低标准。施工承包单位也容易重视主体工程, 忽视沿线环境的保护和改善, 给高速公路后期的管理带来诸多不便。由于高速公路

上小气候的特殊性, 这些地方的灌溉和耕作工作繁重, 而目前高速公路多采用水车漫灌, 所需费用很高, 更加严重的是影响到管理人员和行驶车辆的安全。并且可能与公路病害共同作用侵蚀路基, 使得环境建设与公路运营出现矛盾。滴灌通过管道系统输送和分配物质, 解决了上述问题, 必将成为高速公路环境建设的主要管理方式。

1.2 滴灌将使公路环境建设方式发生巨大的变化

滴灌绝不仅仅是一种灌水、施肥的方式。在高速公路上引用滴灌技术, 一次性栽植之后, 所有的管理工作都变成“配方、比例和按下开关”, 从而真正实现现代化、自动化。运用滴灌管理的模式, 把营养液注入系统内, 通过管道直接把肥料施予根系最好的地区, 根据植物生长期营养变化的需要, 以小量、频繁的方式向作物输送养分, 在植物整个生长期里保持均匀的营养水平, 产量一般较地面灌溉高 30% ~ 50%

收稿日期: 2000-03-13

作者简介: 李彧 (1973 -), 男, 陕西咸阳人, 助理农艺师。

以上^[1]。把农药、除草剂注入滴灌系统内,可以除杂草,对土壤消毒,预防、杀灭病虫害,高度控制作物的生长,完成公路环境建设养护的所有管理工作。

1.3 滴灌是公路用水面向 21 世纪的发展战略

中国的水资源总量 2.7 万亿 m^3 , 占世界总量的 5.6%, 人均水资源仅为世界平均的 1/4, 属世界上 13 个贫水国之一。我国干旱和半干旱地区面积为 500 多万 km^2 , 占国土总面积的一半以上^[3]。中国国土的大部分地区都存在着不同程度的缺水问题。随着中国现代化的发展和人口的不断增长, 工业、农业和人民生活用水随之迅速增长, 水资源的供求矛盾将越来越突出^[4]。滴灌的灌溉效率可以达到 90% 以上, 远远高于高速公路水车漫灌 12% 的利用率, 灌溉定额仅为地面灌溉的 25%, 可节省大量用水。随着种种污染和水资源短缺的限制, 利用含盐量高的劣质水进行灌溉的趋势正在上升^[5]。实践证明, 使用咸水滴灌, 灌溉水中含盐量在 2~4g/L 作物仍能正常生长, 并能获得较高产量。采用滴灌可以在有冲洗条件或秋季有一定降雨量的地区, 以咸水作为水源, 扩大了公路用水范围^[6]。

2 滴灌系统的组成

一套完整的滴灌系统主要由水源、首部装置、输水配水管网、滴头以及自动化控制设备组成, 如图 1 所示。现在分别介绍如下。

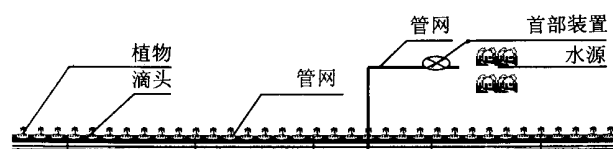


图 1

2.1 水源

滴灌系统具有完备的过滤装置。高速公路沿线分布的河流、湖泊、水库、坑塘、沟渠、井泉等都可以作为滴灌的水源^[7]。

2.2 首部装置

首部装置的作用是对灌溉水中施入的肥料、农药、除草剂等进行控制, 然后经过过滤、加压输送到主管道。它由水泵、过滤器、化肥罐和水表等组成。施肥装置根据其向管道内注入溶液的方法, 可分为压差式、泵注入式和文丘里 3 种。过滤器主要有筛网式过滤器、砂石过滤器和旋转式水砂分离器 3 种, 这几种过滤器都有反向清洗功能^[7]。

2.3 输水配水管网

输水配水管网的作用是将压力水溶液输送并均匀地分配到滴头。它包括干管、支管、毛管和将各级管路连接为一个整体所需的管件和必要的控制调节设备, 如智能控制阀、排气阀等。塑料管是滴灌系统的主要用管。常用的塑料管有聚氯乙烯管 (PVC)、聚乙烯管 (LDPE) 和在聚乙烯中添加高浓缩黑母粒工艺而生产的聚乙烯助剂管材^[8]。现代塑料工业的飞速发展, 使塑料管的性能远远超过滴灌系统的要求, 在公路上长距离输水已经有了材料的保证。而且现在还有国内企业生产专为滴灌使用的薄壁塑料管和滴灌管。

2.4 滴头

滴头是滴灌系统的核心部分。其作用是将毛管中的压力水流减压后, 以稳定均匀的小流量施入土壤中。滴头的种类繁多, 常见的有过流道式滴头、紊流型管式滴头、孔口式滴头、压力补偿式滴头。现在已有企业将毛管和滴头合二为一, 按客户要求生产滴灌管或滴灌带, 使用更加方便^[7]。

2.5 滴灌的自动化装置

自动化装置的主要作用是对设备的运行状况进行监控、调节, 使系统始终处于最佳的工作状态, 目前的自动化装置按运行方式主要分以下两种:

2.5.1 顺序自动化控制装置

这种装置是通过电缆供给电流按顺序对各阀门进行控制, 整个系统是通过土壤水份测定仪器来触发运行, 并能通过阀上的调节器对灌水量实行调节^[1]。

2.5.2 非顺序自动化控制装置

这种装置是通过电缆和遥控装置实现自动化, 它根据各个小区土壤含水量来控制互相独立的阀门, 调节灌水的时间和灌水量。首部有控制板, 上面有控制电路, 能操纵水泵, 根据田间反馈的数据信息自动调节压力和流量^[1]。

3 滴灌技术发展的现状

滴灌从本世纪 60 年代在德国首先使用, 经过近 40 年的发展, 目前已经成为一门独立的产业, 从技术到产品日趋完善。我国的滴灌技术发展较为缓慢, 直到 80 年代才得以推广。目前, 滴灌产业系统化的步伐大大加快, 生产商按统一标准生产系列化产品, 并有一些企业形成规模, 产品通过 ISO9000 质量认证, 生产成本不断降低, 所使用的各种管道、配件供应也十分齐全。现有的滴灌系统都是为农业设计的, 多用于一些经济作物之中, 适用于方方正正的地块, 面积有限。非顺序灌溉系统在室内就可以根据监测到的信息对全局进行控制。实现“哪里需要哪里供, 需

要多少供多少”，可以说这是一种最先进的管理方式。但就目前为止，所有滴灌自动化控制装置所使用的启动部件都是张力计，它的测量精确度很有限，成为这种精确的灌溉系统之中的瓶颈部分。更为重要的是这种系统的投资惊人，不适合中国的国情，即使像美国、以色列这样的国家也极少使用。

笔者曾做过高速公路滴灌设计，首次将滴灌技术引用到高速公路环境建设中来，既完成了灌溉，又作了施肥、杀虫、治病等一系列的管理工作，安全、可靠、节能、节水，使用效果非常好。美中不足的是由于成本的问题没有设计自动化系统，在使用时管理人员不得不到现场逐一打开、关闭阀门，系统不能 24 小时工作，使得系统的功效没有得到充分发挥。

4 建立一套适合在高速公路上应用的滴灌系统

高等级公路有其独特的特点，从劳动条件、劳动工具到种植的种类、耕作的目的以及劳动者，都不同于普通的农业生产。高速公路是全封闭公路，成带状曲折延伸成百数千公里，只有零星的几个收费站可以出入。中央隔离带随着公路呈线状分布，可能穿跃多种小气候类型，土壤类型或亚类型不同，种植的植物品种繁多。这样的工作貌似简单，实际上需要综合多个门类、多个学科的知识，才能设计出一套完整、可行的方案。高速公路上栽种植物的目的也与农业生产不同，主要是为了防眩、除尘、吸收有害气体，一般不以采收果实为目的。高等级公路的管理队伍主要是公路、桥梁专业人员，对绿化物的养殖和滴灌技术了解相对较少。针对这些特点，笔者结合自己近年来在高速公路养护中取得的一些经验，设计出一套自动化滴灌系统。现结合实例作一说明，供商榷。

5 自动化滴水灌溉系统设计实例

5.1 数据资料

陕西省西渭高速公路北张收费站位于 K53 + 500m 处，公路北侧收费站内有一口水井，供水能力 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，水质良好，含盐量低，所含矿物质浓度不会引起沉淀，适于灌溉使用。井水通过 15m 的水塔，水塔内连接着一条喷灌管道，从收费站引到立交，经过主线上的跨线桥时，有一个 $3/4$ 英寸的出水口，可以引到公路中央种植带。桥面到路面有 5m 的高差。K50 + 000 ~ K56 + 000 一段中央种植带东西长 6km，宽 1.7m，有东向 0.25 % 的坡度，土壤是粘壤土。该路段线性单行种植 6 年生的大叶黄杨，植株间 1.0m，高峰的耗水量为 $4.0\text{mm}/\text{d}$ 。

5.2 设计

系统采用压力补偿式滴头，全部滴头的制造变差系数 0.033，在使用滴灌情况下高峰蒸腾率为 $3.29\text{mm}/\text{d}$ ，因此选用流量 $4\text{L}/\text{h}$ 的滴头，滴头间距 1.0m。根层深度 $Z = 500\text{mm}$ ，土壤湿润比为 98 %，土壤有效持水能力为 $90\text{mm}/\text{m}$ ，则每次的净灌水最大深度为 27.81mm。满足最大灌水周期间隔为 7d。灌水时间 23.6h。在用水高峰季节为了保证系统高效经济运行，把系统设计在用水高峰时期几乎全部时间都运行。运行单元数 $N = 7$ 个，将 7 个运行单元的每一个又分成 4 个小区。毛管用 16mm 的聚乙烯软管，向两侧延伸，向西延伸的毛管长度为 68m，向东延伸的毛管长度为 52m，沿支管的毛管数是 204 根。支管中 K50 + 000 ~ K53 + 500 用管径 32mm 的聚乙烯硬管，K53 + 500 ~ K56 + 000 用管径 50mm 的 PVC 硬管，支管平均流量为 $0.49\text{L}/\text{s}$ 。干管管径选择 50mm 的 PVC 硬管，干管平均流量为 $0.245\text{L}/\text{s}$ 。系统同时向 4 个小区供水，滴水间出水均匀度为 92.5 %。在能满足要求的水泵流量情况下，所需的总动力水头为下列水头之和：

毛管管路的水头损失	7.0m
支管管路摩擦损失	2.86m
干管管路摩擦损失	0.5m
智能阀门和压力调节器等摩擦损失	1.4m
控制首部主过滤器的摩擦损失	3.5m
肥料注入泵的摩擦损失	忽略不计
其他损失	1.5m
高差	- 22.0m

因此，水塔供水量为 $0.735\text{L}/\text{s}$ ，可不用水泵加压。

5.3 自动化滴灌系统运行

打开微机（或者通过一个 8088 芯片，微机以及芯片部分是可选部件），按下开始钮，水泵开始工作，在运行过程中微机对水泵的压力级和转速进行变频控制，使水泵始终在一种最节能状态。水流进入支管后，每隔 500m 左右会遇到一个智能控制阀(A)，它的使用是挡住水流对小区进行灌溉。智能阀的逻辑元件会自动判断灌溉的进行状态，当小区灌溉结束时，启动闭合装置打开阀门(A)，依次顺序灌溉直到整个灌溉任务结束，所有的智能控制阀门(A)全部关闭。在每一个小区内，有几个毛管同时灌溉，每个毛管首端安装一智能阀(B)，对灌溉状况进行监测。毛管灌溉任务结束后，智能阀(B)自动关闭。滴灌系统达到灌溉定额，首端微机自动关闭水泵，一个灌溉循环过程结束(如图 2 所示)。

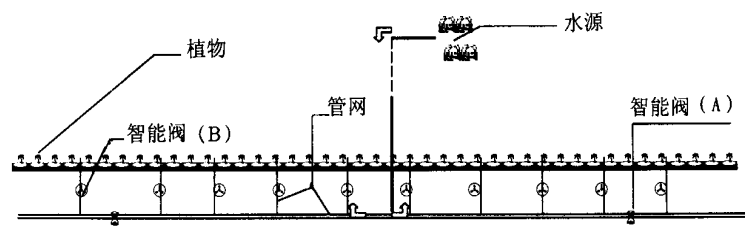


图 2

6 结束语

通常认为滴灌设备的初期投资高，这是影响其推广的主要因素。我们可将它与高速公路上采用地面灌溉方式所需投入进行比较，其初始投资并不比地面灌溉高。如表 1 所示，滴灌的投资当年就可以全部收回。

表 1

项目费用	地面灌溉 (万元)	滴灌 (万元)
初始投资	两辆水车 18.0	6km 滴灌 6.0
运行费用：人工费	0.60	忽略不计
机械费	5.87	0.18
材料费	0.42	0.04
管理费	0.10	0.01

随着本世纪厄尔尼诺等气候的频繁出现，在干热无雨的夏季或干热风等灾害性天气里，要想短时间完成灌溉任务，难度很大，常会使多年栽植成果毁于一季，造成不可弥补的损失。全面考虑到安全、高效、节水、节能、自动化等因素，滴灌是最经济、最方便

的管理方式。

笔者针对公路设计的这套滴灌系统，采用了分小区顺序灌溉，双向分流，独创性地以固化参量、智能阀取代自动化电路，使得造价只有同类自动化滴灌工程成本的 10%，运行费用大大降低，管理达到自动化水平。

参考文献：

[1] D 戈德堡, B 戈内特, D 里蒙. 滴灌原理与应用. 北京: 中国农业出版社, 1984.

[2] 交通部公路管理司. 公路养护与管理手册. 北京: 人民交通出版社, 1996.

[3] 赵松乔. 中国的干旱区. 北京: 科学出版社, 1990.

[4] 赵聚宝. 中国北方旱地农田水份开发利用. 北京: 中国农业出版社, 1996.

[5] 朱学愚, 钱孝星, 刘新仁. 地质水资源评价. 南京: 南京大学出版社, 1987.

[6] 傅琳, 董文楚, 邹耀泉. 微灌工程技术指南. 北京: 水利电力出版社, 1988.

[7] 王云平, 孙小平. 节水农业新技术. 北京: 科学出版社, 1998.

[8] 卡加. 塑料管道. 北京: 国防工业出版社, 1985.