

林业苗圃喷灌系统设计

王力¹, 吴光华, 杜新

(1. 吉林省农业机械研究院, 吉林 长春 130022)

摘要: 吉林省具有得天独厚的林业资源, 由于近年来国家对林业树种的限制采伐, 营林育苗就显现出其相当的重要性。随之而来, 林业苗圃喷灌对营林育苗尤其重要。该文根据林业苗圃建设的特点及对灌水系统的要求, 介绍了林业苗圃喷灌系统的组成、设计方法及步骤, 提出相关的问题。

关键词: 林业苗圃; 喷灌系统; 设计

中图分类号: S723.6

文献标识码: B

文章编号: 1005-6254(2004)06-0024-04

0 引言

营林育苗是林业发展的重要组成部分, 为林业发展做出了巨大贡献。对于林业苗圃的灌溉管理, 由于经济技术等原因, 我国目前基本上是以简易的灌溉设施或自然降雨为主。这种浇灌方法只能改变土壤湿度, 对苗圃植物生长发育的小气候影响小, 灌水定额较大, 不能实行适时适量灌溉, 水的利用率低。随着林业经济的发展, 水资源的日趋紧张, 苗圃喷灌就凸现出其相当的优越性。喷灌以其节水保土、省工增产、适应性强等优点, 在林业苗圃中将得到广泛的应用。因此, 有必要从设计的角度去重视并对其进行优化。

1 系统组成

林业苗圃喷灌系统一般由水源(蓄水池)、首部枢纽、输水管网及喷头等部分组成。

水源: 一般地说, 苗圃喷灌以地表水居多, 只要水质能满足农田灌溉水质标准, 均可作为喷灌系统用水水源。

首部枢纽: 其作用是从水源取水并加压、水质处理和系统控制。一般包括水泵、过滤设备、控制设备、量测设备等。

输水管网: 由主管、干管、支管、竖管等不同管径的管道组成, 其作用是将压力水输送并分配到所需灌溉的苗圃区域。我省林业苗圃灌溉系统管材多采用钢管和喷灌用薄壁铝合金管。

喷头: 一般采用摇臂式喷头, 全圆旋转或旋

转角度可调。目前国产该种喷头规格系列齐全、雾化程度和射程适中, 适合大中型面积苗圃生产的喷灌要求。林业苗圃喷灌一般采用半固定式喷灌系统, 控制方式可分为手动型和程控型, 供水方式一般为机压式。

2 设计参数

苗圃喷灌系统规划设计中, 主要的设计要素为喷灌强度、喷灌均匀度和水滴打击强度。

2.1 喷灌强度

喷灌强度是指单位时间内喷洒在单位喷灌面积上的水量。在多喷头组合工作时要求水不堆积在地面, 不产生径流而能被土壤完全吸收, 即喷灌系统的组合喷灌强度不得超过土壤的允许喷灌强度。不同土壤的允许喷灌强度如表 1 所示。

表 1 不同土壤的允许喷灌强度 单位:mm/h

土壤类别	砂土	壤砂土	砂壤土	壤土	粘土
允许喷灌强度	20	15	12	10	8

2.2 喷灌均匀度

喷灌均匀度是指在喷灌面积上水量分布的均匀程度, 它直接关系到苗圃地养护的质量, 是衡量喷灌质量的主要指标。影响喷灌均匀度的因素很多, 主要有: 喷头结构, 旋转速度的均匀性, 单喷头水量分布, 工作压力, 喷头组合形式, 喷头距离, 地面坡度及风速风向等。设计中常用喷灌组合

作者简介: 王力(1954-), 男, 吉林长春市人, 高级工程师, 主要从事节水灌溉设备的研究工作。

均匀系数来描述。喷灌组合均匀系数公式如下:

$$C_u = [1.0 - \sum \frac{x}{m} \cdot n] \times 100$$

式中, C_u 为喷灌组合均匀系数,%; x 为每一个观测值与平均值之差; m 为观测值的平均值; n 为观测值的总数。

根据《喷灌工程技术规范》(GBJ85—85)规定,在设计风速下, C_u 不应低于 75%,同时喷头的组合均匀系数应大于系统的设计均匀系数。

2.3 水滴打击强度

水滴打击强度是指单位受水面积内水滴对土壤或植物的打击动能,它反映了喷洒水滴对苗圃地植物和表面土壤的影响和作用,与水滴的大小、降落速度和密集程度有关。设计中要求不损害植物和不破坏土壤团粒结构。一般常用水滴直径和雾化指标来控制。根据苗圃中不同树种种苗、不同年限生长的移栽苗的要求,喷洒水滴的直径应控制在 2~3 mm 以内;设计雾化指标一般为 2 000~3 000。

3 设计步骤

林业苗圃喷灌系统规划设计与其它喷灌系统规划设计相比,有其自身的特点。其设计是以所在地的基本资料为基础,以喷灌技术要素为依据,按照一定的工作程序来进行的,使设计的系统在技术上可靠、经济上合理、使用上简便、结构上耐用。设计上应遵循节水性、经济性、可靠性、实用性等原则,其设计步骤如下。

3.1 收集基本资料

基本资料包括自然类和人文类。自然类资料包括地形、土壤、气象、水源、动力等,一般可从设计资料和当地水利气象等部门获取;人文资料包括用户设计要求、喷灌区域的种植状况、资金状况和喷灌系统的拟使用年限等。需要注意的是,在得到上述资料后,一定要进行核实,以保证资料的准确性。

3.2 喷灌用水分析和系统选型

用水分析是建立在植物需水量和水源供水能力考察的基础上的。植物需水量受植物种类、气象、土壤等多种因素影响,应根据当地有关资料或实验观察结果确定。水源供水能力包括水量、水压、水质三方面。我省林业苗圃喷灌用水基本上为山间河水(引入蓄水池),苗圃区就近有丰富的可利用的水源,其水质符合《农田灌溉水质

标准》(GB5084—92)的要求。水量一般在干旱高峰时能保证灌溉供水,不至于出现和当地最主要农作物争水的矛盾,因此大大降低了工程建设的投入。系统设计为机压喷灌系统,以减少工程造价和运行费用为原则。还可根据灌区的地形地貌、水源条件、可投入资金数量、使用年限和操作人员的技术水平等具体情况选择不同的喷灌系统,进行经济技术比较,择优选用。

3.3 喷头选型与布置

喷头选型与布置应满足喷灌强度、喷灌均匀度和水滴打击强度等技术要素,力求降低前期工程造价和后期运行费用。林业苗圃圃区一般为狭长地块,较规整。使用山间河水作为水源。一般选用射程适中的 PY 系列喷头,其结构性能指标能够满足苗圃树种种苗生产需要。喷洒方式采用全圆喷洒,从设计角度考虑,结合用户的特殊要求,安装在圃地边界(或遇拐点处)及路边支管的喷头,要根据地块形状选择喷洒范围可调角度的喷头,以便使喷洒范围与圃地形状吻合。避免漏喷或出界造成水的浪费和工作作业的不便。喷头的设计工作压力应满足以下条件:

$$P_{\min} \leq P_{\text{设}} \leq 0.9P_{\max}$$

式中, P_{\min} 为喷头的最小工作压力,kPa; $P_{\text{设}}$ 为喷头的设计工作压力,kPa; P_{\max} 为喷头的最大工作压力,kPa;

喷头一般采用等腰三角形或矩形布置形式,无论哪种形式都须遵循以下原则:

- 1) 等间距、等密度布置,最大限度地满足喷灌均匀度要求;
- 2) 在无风或微风情况下喷灌区域外不大量溅水,同时充分考虑风对喷灌水量分布的影响,将这种影响降到最低。

表 2 为不同设计风速时不同方向上喷头组合间距的确定方法。表中 R 为喷头射程。

表 2 喷头组合间距

设计风速(m/s)	垂直风向	平行风向	无主风向
0.3 ~ 1.6	1.1R	1.3R	1.2R
1.6 ~ 3.3	1.0R	1.2R	1.1R
3.4 ~ 5.4	0.9R	1.1R	1.0R

充分考虑圃地树苗对喷洒效果的影响,避免由于植物遮挡出现漏喷现象。

例如右局部示意图 1,一地块长 130 m 宽 44 m 的喷灌区选用射程为 17 m 左右的 PYS 20 摆

臂式喷头,风速为2.2 m/s,无主风向,根据表2得知,喷头组合间距为 $1.1R$,那么其理想喷头组合间距为20 m。保证90%的圃地被喷灌覆盖,大块圃地力求不出现插花性的漏喷地块。

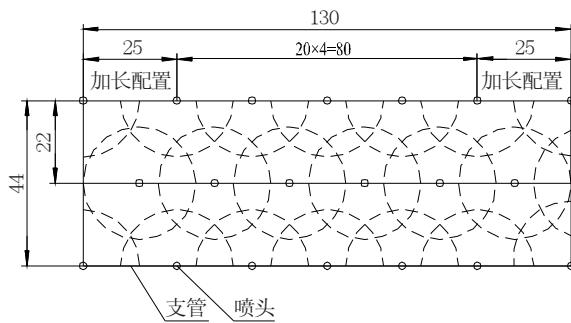


图1 苗圃喷灌区喷头等腰三角形布置示意图

3.4 轮灌区域的划分

轮灌区域是指单一阀门控制,且同步工作的喷头和相应管网构成的局部喷灌系统。划分的目的是解决水源供水不足的问题,降低系统工程造价和运行费用,提高管道的利用率。所以划分轮灌区时应考虑以下几点:轮灌区编组应该有一定规律,以方便运行管理;尽可能做到把需水量相同的作物划分在同一个轮灌区里;各轮灌区的工作喷头总数应尽量接近,从而使系统的流量保持接近,保证最大轮灌区的需水量不超过水源的设计供水量。

3.5 管网设计

我省林业苗圃喷灌系统管道基本上是采用金属管道,例如主干管采用焊接钢管(或镀锌薄壁钢管)地面固定使用,这样可以降低由于地埋对管路造成的腐蚀,延长使用寿命。支管采用喷灌用薄壁铝合金管,移动使用。这类管道内壁较光滑,安装检修方便。根据具体地形及水源(蓄水池)位置不同,管网一般采用丰字形或梳齿形布置。管网水力计算包括管径选择和水头损失计算。

3.5.1 管径选择

支管以上的各级管道(总干管、分干管及干管)要从经济角度来考虑,因为管道投资随管径加大而增加,运行费用则随管径加大而减小。具体计算经济管径比较繁琐,常按经济流速(一般1.5~3 m/s)用下式估算经济管径作为初选管径,然后根据压力要求、分流要求和布置的调整,通过比较最后确定管径。初估管径时,还要考虑管材的现有规格。

$$\text{当 } Q < 120 \text{ m}^3/\text{h} \quad D = 13\sqrt{Q}$$

$$\text{当 } Q > 120 \text{ m}^3/\text{h} \quad D = 11.5\sqrt{Q}$$

或采用经济流速法公式: $D = 1.13\sqrt{Q/v}$

式中,D为管径,mm;Q为流量,m³/s;v为经济流速,m/s;一般v≤3 m/s。

3.5.2 水头损失计算

管道水头损失分沿程损失和局部损失:

$$H_z = \sum H_f + \sum H_j$$

式中, H_z 为总水头损失, H_f 为沿程水头损失, H_j 为局部损失。

实际计算时,一般取沿程水头损失的10%~20%作为局部水头损失值。

从经济的角度出发,遵循投资和年费用最小的原则,一般用经验公式计算支管的管径时请注意,支管的管径除与支管的设计流量有关外,还要受允许压力差的限制。按照《喷灌工程技术规范》(GBJ85—85)的规定,同一条支管上任意两个喷头之间的工作压力差应在设计喷头工作压力的20%以内。这样才能满足任意两个喷头出水量之差<10%,符合均匀喷洒的原则。当地形有坡度时应考虑地面高差的影响。

3.6 加压及附属设备

林业苗圃喷灌系统常使用的加压设备是离心式水泵。在无电或电力不足的苗圃要配备柴油机水泵机组,水泵选型除满足一般要求外还需注意以下几点。

1) 水泵流量、扬程应与喷灌系统最大单区流量、扬程基本一致;

2) 当工作点变动时,应保证水泵能在高效工作范围内工作,不产生气蚀,也不能使动力机过载。

3) 一般以安装2~4台水泵为宜,当系统设计流量较小时,只设置1台水泵即可,但应配备足够数量的易损件。

4) 同一喷灌系统安装的水泵尽可能型号一致,便于安装施工,操作运行和管理维修方便。

在干管最高点安装排气阀,在管道末端和系统最低点设泄水阀或手动球阀,在水泵汇水管出口要安装逆止阀,防止突然停机造成压力水反向冲击,以保护水泵和动力设备。

为控制喷灌系统中水流方向、速度和压力等状态参数,在管网主干管或相邻两个轮灌区的连接管上一般需要设置手控阀门或电磁阀门。

随着科技的进步,土壤湿度传感器、控制器,甚至气象站、中央控制系统等也逐步应用到了林业苗圃喷灌系统中,设计时可根据具体情况有选择地使用这些智能化控制设备。

4 特点及存在的问题

根据东北林区的气候特点和林业苗圃作业的特殊要求,总结多年苗圃喷灌系统设计经验,我们认为林业苗圃喷灌系统宜采用半固定灌溉系统,它更适宜北方地区林业苗圃生产,具有以下特点。

- 1) 由于管路不需地埋,因此不破坏苗圃土壤的原生植被;
- 2) 远距离露天输水,材料、设备的利用率较高;
- 3) 单位面积投资远低于固定式喷灌系统;
- 4) 系统操作简单,易于管理,生产效率高,灌水质量好,维护使用方便,便于实现自动化控制。

存在的问题:

- 1) 主干管的锈蚀,影响其使用年限;
- 2) 施工过程中组合焊接量较大;
- 3) 铝合金支管在使用过程中,由于抗压强度小,很容易被碰变形导致管道过流能力下降、接头漏水等,影响系统正常运行和使用寿命;
- 4) 喷灌用薄壁铝合金管道造价较高,应用具有一定局限性。

5 小结

根据众多设计实例,东北地区林业苗圃喷灌系统的规划设计中对以下几点应引起重视。

- 1) 喷灌用水要进行有效过滤。
 - 2) 管网主干管要经过有效的防腐处理。
 - 3) 由于北方林区夜昼温差大的气候特点,根据输水主干管距离长短、布局,要安装伸缩节(管),数量视具体情况而定,以防止由热胀冷缩引起的主干管变形损坏。
 - 4) 在主管路最低处,一定要安装泄水阀,灌溉季节结束后,排净管路中的积水为越冬做准备。
 - 5) 结合苗圃所栽植的树苗品种进行设计,必要时对喷头和管网进行调整。
- 以喷灌为主体的苗圃灌溉,对林业发展呈“链条”效应,对于广大林业苗圃来说,是一项不可或缺的农艺措施;对充分发挥林业的生态效益、社会效益和经济效益具有深远的意义。

参考文献:

- [1] 喷灌工程设计手册编写组. 喷灌工程设计手册[M]. 北京:水利电力出版社, 1988.
- [2] 林中卉, 董文楚. 喷灌与滴灌[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1987.
- [3] 王瑛, 等. 城市绿化带污水微灌技术应用[J]. 排灌机械, 2001, 19(6): 25~27.
- [4] 金兆森, 等. 节水灌溉工程中有关水泵问题的探讨[J]. 排灌机械, 2002, 20(2): 41.
- [5] 王力等. 吉林省露水河林业局宏伟苗圃喷灌系统工程设计及其喷灌设备的配备[C]. 吉林省农业机械学会学术年会论文集, 2002.
- [6] 喷灌工程技术规范(GBJ85—85)[S]. 1985.

Design the Spray Irrigation System for Forestry Nursery

WANG Li¹, WU Guang-hua, Du Xin

(Jilin Province Academy of Agricultural Machinery, Changchun 130022, China)

Abstract: Jilin province is rich in forestry resources. As a result of our state limits in felling trees in recent years, cultivating forestry nursery stock are becoming more and more important, and spray irrigation for forestry nursery shows particularly important. Based on construction characteristic of forestry nursery and its requirements on irrigation system, this paper deals with the following designing methods and measures, and puts forward some relevant problems.

Key words: Forestry nursery; Spray irrigation system; Design