

山区喷灌设计要点分析

刘刚周

黔西南州水利电力勘测设计院

DOI:10.32629/hwr.v4i6.3126

[摘要] 随着社会经济的发展,我国农业方面取得了很大的进展。但气候条件变化不定、水资源短缺、降水时空分布不均等因素仍然很大程度上影响和制约着农业的发展。为提高灌溉水利用率,本文结合贵州省平塘县大塘镇山区的茶叶喷洒灌溉,对喷灌设计要点进行分析阐述,以期喷灌能在山区灌溉中得到更广的推广使用。

[关键词] 山区; 喷灌; 设计

喷灌是利用专门设备将有压水送到灌溉地段,并以喷头(出流量>250L/h)喷射到空中散成细小的水滴,均匀喷洒在农田上的一种灌溉方法。其优点主要有对地形适应性强、机械化程度高(节约劳力)、灌溉水利用率高(节约用水),并可调节空气的湿度和温度;其主要缺点有基建投资高、喷洒作业受风影响大。为提高山区灌溉水利用率,促进农村农业的发展,本文结合贵州平塘县大塘镇山区茶叶喷灌,对喷灌设计要点进行简单分析阐述。

1 基本资料

项目区位于贵州省平塘县大塘镇,属喀斯特地貌,地势较为复杂,镇内最高海拔1487.7m,最低海拔840m,年平均气温14℃,年均降水量1350mm,全年气候冬冷夏凉,雨量充沛,是平塘县的高寒地带。区域内山高沟深、河流深切、石山裸露,耕地少、土质差、水土流失严重,石漠化现象普遍,生态环境十分脆弱;农业生产条件极差,土壤贫瘠,农作物广种薄收,工程性缺水严重,产业结构调整受生态环境制约,但该地区茶叶质量甚佳,地方政府以此为契机,打造“高原茶乡 云上大塘”为文化名片,大力发展茶旅产业,现该镇茶园面积近10万亩,切实带动了当地的发展。

2 灌区设计

结合项目区实际情况,综合考虑灌区地形条件、种植作物、工程造价、节约用水及后期运行管理等各个方面的因素,通过方案比选,该灌区选择固定式喷灌最为理想。但由于固定式喷灌工程造价较高,灌区一次全面设计为固定式喷灌将导致工程投资过大,故设计主要采用半固定式与移动式管道喷灌系统相结合的方式进行设计(给水桩按固定式进行设计),同时选取50亩茶田进行固定式喷灌试验区设计,为后期其他区域灌溉巩固提升提供参考和积累经验。

3 山区喷灌设计要点

3.1 基础资料收集

通过勘测、调查和试验等方法,收集项目区自然条件(水文、地质、气象等)、社会经济、已实施(或在建)水利工程(包括水库、山塘、渠道、泵站、灌区等)、灌区规划等农田水利相关资料,对资料严格进行核实和分析,保证选用数据可靠,确保设计质量。

3.2 喷灌技术参数的确定

喷灌技术参数分为基础参数、质量控制参数和设计参数。其中基础关参数主要有灌溉设计保证率、作物需水量、灌溉水利用系数等;质量控制参数主要有允许喷灌强度、喷灌均匀系数、雾化指标等;设计参数主要有灌水定额、灌水周期、喷灌强度等,下面就部分参数选取及计算作简要的阐述。

作物需水量即作物腾发量,指在供水充分、作物正常生长的情况下,供应植株蒸腾和株间土壤蒸发所需的水量。它是制定灌溉制度的重要依据,与气象条件、土壤含水状况、作物种等因素有关。《喷灌工程技术规范》(GB/T50085-2007)规定:作物需水量应该根据当地灌溉条件下的灌溉试验

资料确定,缺少资料的地区可参照相近地区试验资料确定,或根据气象资料分析确定。分析计算作物需水量应按下式计算:

$$ET_d = K_c ET_0$$

式中 ET_d 为作物需水量, K_c 为作物系数, ET_0 为参照作物需水量(按彭曼公式计算)。

灌溉制度是指播前及全生育期内的灌水次数、灌水日期、灌水定额和灌溉定额。灌溉定额是播前灌水定额和作物全生育期各次灌水量的总和。可按相关设计手册和规范进行计算,限于篇幅,不再详述。

3.3 灌水定额和设计灌水周期

设计灌水定额是指一次灌水单位面积的灌水量,应在不大于最大灌水定额的前提下根据作物的实际需水要求和试验资料进行选择。最大灌水定额按《喷灌工程技术规范》(GB/T50085-2007)公式4.3.2-1、2进行计算,若地方用水定额中有相关定额的,也可根据定额直接进行选用(要注意适用条件)。

灌水周期是指一次灌水所需的天数,应根据当地试验资料确定,缺少试验资料时,可按《喷灌工程技术规范》(GB/T50085-2007)公式4.3.4进行计算。

3.4 管道系统布置

影响喷灌系统各级管道布置的因素有地形、地块形状、作物耕作与种植的方向、水源位置、风向及风速等,山区地形起伏较大,应充分利用外界自然落差发展自压喷灌系统或自压和机压相结合的喷灌系统。管道布置的形式一般有树枝状布置、环状布置两种形式,山区地势起伏变化大,建议采用树枝状布置。

3.4.1 压力分区

在灌面大、管道长、坡度陡的自压喷灌系统中,顺坡干管首末两端压力差往往相差过大,若按一种喷头工作压力设计较为困难。这就需对灌区进行压力分区,不同的地段采用不同的工作压力。在分区时应注意以下几点:(1)设计水头与喷头工作压力相适应,同一压力区内,选取喷头应一致;(2)分区不宜过多,每个区控制面积不宜过小;(3)要充分考虑剩余水头,抵消管道水头损失;(4)流速一般不应超过3m/s,输水主管或承压力较低的管道,流速不应超过2.5m/s。

3.4.2 减压措施

山区自压喷灌系统输水、配水管一般很长,加之沿线坡度陡,管道压力水头沿管线逐渐增大,往往超过管道自身材料允许承压能力,这种情况下必须采取减压措施。喷灌系统减压的主要措施是设池减压,根据配水方式不同,分为减压续灌和减压轮灌,限于篇幅不在详述,具体可查阅《水工设计手册第9卷灌排、供水》相关章节。

3.5 喷头选择和组合间距的确定

3.5.1 喷头选择及喷洒的方式

喷头选择主要取决于作物的种类、灌区土壤条件、喷头组合情况、运行方式等因素,在同等条件下要求射程尽可能大。喷头的喷洒方式与喷头的类型和附属设备有关,一般有全圆喷洒、扇形喷洒、矩形喷洒、带状喷洒等,当地形坡度大于 15° 时,采取扇形喷洒。

3.5.2 喷头的组合形式

喷头的组合形式包括支管布置方向和喷头组合形式。支管布置方向除需考虑地形因素及作物影响外,还要考虑风速和坡度的影响。喷头在平面上组合形式分为矩形和三角形两大类。在布置喷头组合形式时应尽量选择支管间距大于喷头间距的矩形组合,当风向多变时,应采用正方形组合。

3.5.3 喷头的组合间距

喷头的组合间距是指喷头间距 a 和喷头的支管间距 b ,根据下式计算。

$$a = K_a R; \quad b = K_b R$$

式中 R 为喷头名义射程; K_a 为喷头间距系数, K_b 为支管间距系数,其数值可查《水工设计手册第9卷灌排、供水》表5.4-7进行选取。

3.5.4 系统组合喷灌强度和雾化指标

在喷头选定、组合间距确定后,要计算校核系统组合喷灌强度和雾化指标是否满足要求。组合喷灌强度 ρ_s ,按下式计算:

$$\rho_s = \frac{1000 q_q \eta_p}{ab} < \rho_{允}$$

式中 q_q 为喷头流量, m^3/h ; η_p 为喷洒水利用系数; $\rho_{允}$ 为土壤允许喷灌强度; a 、 b 意义同前。计算结果需满足《喷灌工程技术规范》(GB/T50085-2007)表4.2.1-1~2中关于土壤允许喷灌强度的要求。

雾化指标 W_h ,按下式计算:

$$W_h = \frac{h_p}{d}$$

式中 h_p 为喷头工作压力水头, m ; d 为喷头主喷嘴直径, m 。计算结果需满足《喷灌工程技术规范》(GB/T50085-2007)表4.2.7不同作物种类的适宜雾化指标范围。

经过校核计算,若组合喷灌强度、雾化指标不满足要求,需重新选定组合方式或喷头型式进行计算,直至满足要求。

3.6 喷灌工作制度

喷灌工作制度包括喷头在工作点上的喷洒时间、每天工作轮灌组数、同时喷洒喷头数等。

3.6.1 喷头在工作点上的喷洒时间 t

按下式计算:

$$t = \frac{a \cdot b \cdot m}{1000 \cdot q_p \cdot \eta_p}$$

式中 a 、 b 、 q_p 、 η_p 意义同前; m 为设计灌水定额, mm 。

3.6.2 每天工作轮灌组数 n_d

按下式计算:

$$n_d = \frac{t_d}{t}$$

式中 t 为喷头在工作点上的喷洒时间, h ; t_d 为设计日灌水时间, h 。

3.6.3 每次同时喷洒的喷头数 n_p

按下式计算:

$$n_p = \frac{N_p}{n_d T}$$

式中 N_p 为喷头布置总数; n_d 每天工作轮灌组数;为 T 为设计灌水周期, d 。

3.7 各管段设计流量

根据喷头流量和同时喷洒喷头数可算得系统流量,同时根据各干支管控制喷头数和喷头流量可得到各管段设计流量。

3.8 管道设计及水力计算

管道设计及水力计算应从支管末端喷头开始,逆向计算。

3.8.1 管道设计

支管按同一支管上任意两个喷头之间水头差应不超过喷头设计工作压力水头的20%计算管径,因支管沿等高线布置,最大水头差在支管首末两个喷头之间,计算公式如下:

$$FH_f + \Delta z \leq 0.2 h_p$$

式中 F 为多口系数(可按《喷灌工程技术规范》公式进行计算); H_f 为沿程水头损失, m ; Δz 为首末端地形高差, m ; h_p 为喷头设计工作压力水头, m 。

分管管和主干管可先用经验公式法初选管径,再根据水力计算进行调整。

3.8.2 水力计算

支管水力计算,因为最大水头差在首末喷头间,故应采用末端喷头入口压力作为计算基准,末端喷头的工作压力以设计喷头压力的90%计,计算公式如下:

$$H_t = 0.9 h_p + h_{竖} + \Delta z + H_{f1} + H_{f2}$$

式中 H_t 为支管入口压力水头, m ; $h_{竖}$ 为竖管有效高度, m ; H_{f1} 为竖管沿程水头损失, m ; H_{f2} 为支管沿程水头损失, m ; h_p 、 Δz 意义同前。

分管管和主干管的水力计算要综合考虑轮灌次序,需逐一计算,按最不利情况进行确定。此处不再详述。

3.9 环境影响与水土保持

喷灌工程在施工期间会产生一定的废水、废渣、噪声等环境污染,工程完工后一般不会对产生污染物,不会增加环境污染负荷,但有可能改变了环境要素,因此在施工中和完工后都要注意做好环境保护和水土保持相关工作。

4 结语

喷灌设计是一个较为复杂需要反复交叉计算的过程,本文结合贵州省平塘县山区的茶叶喷灌,对喷灌设计要点进行了简单的分析和阐述,以期喷灌能在山区灌溉中得到更广的推广使用,能为有关人员提供参考和帮助。

【参考文献】

- [1] 喷灌工程技术规范(GB/T50085-2007)[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [2] 节水灌溉工程技术标准(GB/T 50363-2018)[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [3] 灌溉与排水工程技术管理规程(SL/T 246-2019)[S].北京:中国水利水电出版社,2019.
- [4] 用水定额(DB52/T 725-2019)[S].北京:中国标准出版社,2019.
- [5] 董安建,李现社.水工设计手册第9卷灌排、供水[M].北京:中国水利水电出版社,2014.
- [6] 周世峰.喷灌工程技术[M].郑州:黄河水利出版社,2011.