

节水型园林植物优化灌溉制度的制定

邱振存¹, 管 健², 孙仕军³

(1. 甘肃大禹节水集团股份有限公司, 甘肃 酒泉 735000; 2. 中国人民解放军总后勤部 建筑设计研究院三室, 北京 100036;

3. 沈阳农业大学 水利学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要:灌水安排的理想情况是当实际的土壤水分消耗量达到预定的允许耗水量时进行适时灌溉, 灌溉水量应当是将土壤湿度水平返补至预期的水平(通常为田间持水量)时需要的水量。该研究给出了基于土壤类型、管理允许耗水量以及田间观测方法确定允许耗水量的计算依据。介绍了基于历史月度参考腾发量 ET 数据、当前(日)参考腾发量 ET 数据, 或者应用土壤水分平衡方法、土壤湿度或土壤张力传感器来确定绿地植物灌水周期的方法。给出了基于历史月度参考腾发量 ET 数据、当前(日)参考腾发量 ET 数据及湿度传感器来确定灌水周期植物净需水量和灌水周期基础灌溉需水量的计算过程。为避免地面径流, 可通过观察的方法或者通过基本渗吸速率法确定小循环的数量, 并确定小循环之间的浸透时间。管理者应该对园林绿化进行定期观测, 并对灌水安排做出必要的调整。

关键词:园林绿地; 灌溉制度; 灌溉需水量; 节水灌溉

中图分类号:S 688.07⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)15-0139-05

灌溉制度是确定园林绿地不同灌水小区何时进行灌溉, 以及灌多少水的直接依据。科学合理确定灌溉制度的目的是要保持园林植物的健康生长而又不过度浇水。根据绿地植物种类及其生长习性, 可以用不同的方式进行灌水安排(制定灌溉制度), 包括日水量替换法、固定日灌溉法、固定量灌溉法、百分比键盘改变法、有降雨传感器或者土壤湿度传感器优先功能的历史腾发量法、土壤水分平衡法等。

1 相关参数计算和确定

每一种灌溉方法的确定都需要收集绿地基本资料, 包括植物类型、土壤类型和特性、植物根系深度、灌水强度, 以及灌水(分布)均匀度等^[1-2]。应用这些资料, 结合相关计算可以科学确定园林植物允许耗水量、灌水周期、灌溉需水量、灌水运行时间、小灌水循环数、及浸透时间等基本参数数值。

1.1 允许耗水量(AD)

允许耗水量(AD)是灌水前预期从根区内消耗的植物有效水(PAW)的数量。允许耗水量可基于土壤类型和预期管理允许耗水量百分比(MAD)间接确定,

或者通过田间观测方法进行确定^[1]。

1.1.1 基于土壤类型的允许耗水量 植物有效水(PAW)依赖于土壤特性, 若灌溉系统为局部湿润的微灌系统, 则需考虑微灌土壤湿润比(P)。

$$PAW = AWHC \times RZ \times P \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: PAW 为植物有效水, mm; AWHC 为土壤有效持水量, mm/mm(表 1); RZ 为根区深度, mm; P 为微灌土壤湿润比, %, 绿化植物可参考农业作物取值。允许耗水量(AD)由植物有效水(PAW)和预期的管理允许耗水量(MAD, %)计算得出^[3]:

$$AD = PAW \times (MAD/100) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: AD 为允许耗水量, mm; MAD 为管理允许耗水量百分比, 是在灌水前管理人员允许从土壤中消耗的植物有效水的最大百分比数量。MAD 是指植物可以从土壤中吸收利用的有效水, 其取值范围为 30%~60%, 可根据土壤质地进行选择, 通常粘土取低值, 沙土取高值^[3]。

表 1 土壤有效持水量

土壤质地分类	有效持水量/mm·mm ⁻¹
粘土	0.17
粉粘土	0.17
粘壤土	0.18
壤土	0.17
沙壤土	0.12
壤沙土	0.08
沙土	0.06

1.1.2 由田间方法确定允许耗水量^[6] 田间方法强调灌溉在湿润植物根区方面的净作用。要很仔细地观

第一作者简介: 邱振存(1973-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为节水灌溉, 现从事农业喷灌与微灌及园林绿化灌溉方面的技术工作。
E-mail: qiu zhencun@yahoo. cn.

责任作者: 孙仕军(1969-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事水资源开发利用和农业节水灌溉方面教学和研究工作。
E-mail: sunshijun2000@yeah. net.

收稿日期: 2011-04-28

表 2 微灌土壤湿润比 %

作物	果树	葡萄、瓜类	蔬菜	粮棉油等
滴灌	25~40	30~50	60~90	60~90
微喷灌	40~60	40~70	70~100	100

察植物根区以确定何时土壤水分已经消耗到了需要进行补充灌溉的临界点,然后施加进行灌溉,并重复进行小循环来减少地表径流,直到土壤湿润至合适的深度,记录下所需要的总运行时间。可基于灌水小区总的运行时间、灌水均匀度和灌水强度,通过倒推计算来确定允许耗水量。通常可用土壤探针来确定何时土壤水分处于预期的消耗水平(允许耗水量)。应在根区的不同位置采集土样,然后用手挤压土样,通过感觉和外观评估土壤,以此来估算有效持水量。如果土壤在手指间搓动时很快变粘,或者可挤出水来,则土壤中还有足够的水分储备,还不需要进行灌溉。当土样表明土壤水分已经达到了预期的干湿水平,则需要进行灌溉以回补土壤水分至田间持水量。为使所进行的工作量最少,选择灌溉区域内代表灌水小区进行灌溉。若土壤入渗率是限制因素,则需记下多少分钟过后出现了地表径流。这一数值可作为小循环运行时间的上限,用于那一特定灌溉区域的灌水安排。观察到径流发生后,则需停止灌溉以便使已灌溉的水量有足够的时间渗入到土壤中。重复该小灌水循环直至湿润范围已经被推移至植物有效根区底部。如果土壤入渗率不是限制因素,则应定时进行土壤探查以确定何时灌溉水已经渗透至预期的深度。允许耗水量则可计算为基础运行时间(RT_{base})和其它参数的函数:

$$AD = (RT_{base} \times PR) / (RTM \times 60) \quad (3)$$

式中: RT_{base} 为基础灌溉运行时间,是所运行的典型小区全部小循环的分钟数之和,不含小循环之间的入渗时间,min; PR 为灌水强度,mm/h; RTM 为运行时间倍乘数,由灌水均匀度计算而来^[6]。有效灌溉管理的根本目的是通过扩展有效根系深度,从而提高土壤水分含量,进而提高水的利用效率。加大有效根系深度可以使更少的水分流失于深层渗漏,并且具有更为健康根系的植物更能适应强制性的灌水周期或者水管破损等所造成的灌溉中断的影响。如果经过一段时间通过提高管理技巧,根系得到了扩展,那么应该重新运用田间方法来确定新的允许耗水量。

1.2 最佳灌水周期确定方法

灌水周期规定了何时进行灌水,即从一次灌水到下一次灌水的间隔天数。灌水周期不是随意确定的,而是基于天气、植物和土壤特性而得出的,包括植物类型、土壤质地、植物根系深度和预期的管理允许耗水量等^[4]。灌水周期可由如下方法确定。

1.2.1 由历史月度腾发量确定灌水周期 基于历史月度参考 ET 数据的灌水安排有固定的灌水周期。该灌水周期基于植物历史平均日净需水量和预期允许耗水限度。当安装了降雨关闭装置或者土壤湿度传感器,有降雨时,可中止设定的灌水安排;或者可以通过历史降雨数据估算未来日平均有效降雨,据此减少设定的灌溉运行时间。①历史月度植物需水量:

$$PWR = ET_o \times K_L \quad (4)$$

式中: PWR 为植物需水量,mm/月; ET_o 为历史月度草参考腾发量,mm/月; K_L 为园林系数,可由园林系数公式计算^[9-10]。②历史月度有效降雨:若该地区在灌溉季节有显著降雨的时段,并且没有安装降雨关闭装置以便当由于降雨土壤中留存有足够的土壤水分时中止控制器运行,那就应该估算月度有效降雨。

$$R_e = (RF/100) \times R_h \quad (5)$$

式中: R_e 为月度有效降雨,mm/月; RF 为有效雨量系数,%; R_h 为历史月度降雨量,mm/月。③历史月度植物净需水量:

$$PWR_{net} = PWR - R_e \quad (6)$$

式中: PWR_{net} 为历史月度植物净需水量,mm/月。当由于降雨而有足够的水分存在于植物根区,且有降雨关闭装置或者土壤湿度传感器优先于控制器进行操作时,则将式(6)中的月度有效降雨(R_e)设为0。降雨关闭装置在降雨时只仅仅中止灌水安排是不够的。要想更为有效,关闭装置必须在显著降雨之后延迟灌水一段时间,可能一到几天,依赖于降雨的数量,以允许绿化植物利用根区内的有效降雨。一些灌溉控制器具有降雨延迟功能,有助于降雨过后中止灌水安排以外的天数。④历史平均植物日净需水量:

$$PWR_{net,daily} = PWR_{net} / DPM \quad (7)$$

式中: $PWR_{net,daily}$ 为历史平均植物日净需水量,mm/d; DPM 为每月的天数,d; PWR_{net} 为月度历史植物净需水量,mm/月。⑤灌水周期(IN):灌水周期是累积植物日净需水量达到根区内允许耗水量水平时需要的天数。因为灌溉通常都是以整天数为间隔,将该间隔取整到最近的整数。向上取会最小化灌水频率,向下取会最小化植物受到的水分胁迫。

$$IN = \text{round}(AD / PWR_{net,daily}) \quad (8)$$

式中: IN 为灌水周期,d。历史参考腾发量 ET 数据,是以大气测量数据为基础的,因而也是对土壤水分含量的非直接估算。基于历史月度参考腾发量数据的灌水安排的主要优势在于可对控制器进行基于长时段平均的月与月之间的气候变化的至少是月度上的调整。其主要劣势是在很多地区,自然并不会每日都会遵循历史日平均数据。因而平均的历史植物日耗水量估值并不总是能够与实际情形中各天的耗水量进行很好的对应,因而会多灌水或少灌水。

1.2.2 由当前腾发量计算灌水周期 ①当前植物日需水量^[6]:

$$PWR_{daily} = ET_{o,daily} \times K_L \quad (9)$$

式中: PWR_{daily} 为当前植物日需水量,mm/d; $ET_{o,daily}$ 为当前日腾发量,mm/d。②当前植物日净需水量:

$$PWR_{net,daily} = PWR_{daily} - R_{e,daily} \quad (10)$$

式中: $PWR_{net,daily}$ 为当前植物日净需水量,mm/d; $R_{e,daily}$ 为当前日有效降雨,mm/d。③灌水周期:

$$\text{当 } \sum_{i=1}^n PWR_{net,daily} = AD, \text{ 那么 } IN = n \quad (11)$$

应用当前(逐日)参考腾发量 ET 的主要优势在于灌水

安排是基于当前天气条件的。其劣势在于需要额外的传感器或者通讯设备来获得逐日 ET 值,以及在确定园林系数 K_L 时的不确定性。逐日参考腾发量与实际植物耗水量的差别(尽管通常低于历史参考腾发量法)也可能会逐渐累积起来,导致多灌水或少灌水。

1.2.3 应用土壤水分平衡法确定灌水周期 灌水周期(IN)可应用土壤水分平衡方法来确定。应用这种方法时,起始时要将根区土壤灌至田间持水量水平,然后将小区当前土壤水分平衡值($SMB_{current}$, mm)设置为预期的允许耗水量限值(AD , mm):

$$SMB_{current} = AD(\text{在田间持水量时设定}) \cdots (12)。$$

每一天在新的灌水时间开始时,应用前 1 d 的平衡值($SMB_{previous}$)更新当前土壤水分平衡数值($SMB_{current}$)。方法是减去自上次平衡以来发生的植物腾发量(PWR , 植物需水量),加上新获得的有效降雨(R_e),以及从前 1 d 以来获得的净灌水量(IWR_{net})。当土壤水分平衡值预期会低于 0 时,进行灌溉,否则灌水被延迟 1 d,依此确定灌水周期。如果安装了降雨关闭装置,那么当根区内有容留的有效降雨时,就将下式中的 R_e 设为 0。

$$SMB_{current} = SMB_{previous} - PWR + R_e + IWR_{net} \cdots$$

$$\cdots \cdots \cdots (13)。$$

如果平衡数值($SMB_{current}$)超过了允许的耗水量限值(AD),就将平衡值设为限值。这也可能发生,例如在有效降雨存在并大于田间持水量的情况下。如果

$$SMB_{current} > AD, \text{则设 } SMB_{current} = AD \cdots (14)。$$

1.2.4 应用土壤湿度计/张力计的灌水周期 基于土壤水分含量或者土壤张力数据的灌水安排将会有变化的灌水周期,不能预先进行预测。应对土壤湿度传感器设定值进行调整以使其能够指示给控制器,何时土壤水分已经疏干到预期允许的耗水量限值。当在根区内还留存有足够的水分时,控制器运行安排可被中止。当实际的土壤水分含量(SM_{ACT})等于或小于达到允许耗水量限值时的预期土壤水分含量(SM_{AD})时,即可确定灌水周期。当符合下式时进行灌溉:

$$SM_{ACT} \leq SM_{AD} \cdots (15)。$$

对基于土壤张力的传感器,当土壤实际张力(ST_{ACT})的绝对值大于或等于达到允许耗水量限值时的预期土壤张力(ST_{AD})的绝对值时,进行灌溉。

$$|ST_{ACT}| \geq |ST_{AD}| \cdots (16)。$$

为避免绿化植物遭受水分胁迫,应该预留高于允许耗水量限值的一部分水量,即留出大约 1 d 的植物腾发量(也即植物需水量)。这样做是必要的,因为当土壤传感器已指示在允许耗水量限值上时,在控制器进入下一个灌水时间窗口之前可能仍有 1 d 需要度过。为设定预留量,调整土壤水分传感器使其指示在允许耗水量限度值减去约 1 d 的植物腾发量后的水平上。应用土壤湿度或者土壤张力传感器的主要优势在于可以直接反馈给控制器根区内实际的土壤水分含量。这个反馈融合了植物实际耗水量、施加的灌溉水量,以及留存的有效降雨的叠加影响。因而,有了土壤湿度传感器,就不需要当前 ET 数据来进行灌水安排了。其最

主要的劣势在于需要额外的传感器及其布置来获得根区内平均的土壤湿度条件。

1.3 灌溉需水量(IWR)

灌溉需水量是施加于灌水小区以补充土壤水分的那部分灌溉水量。对正常灌溉来说,就是使土壤水分返补至田间持水量水平时的水量。这部分水量包含植物净需水量,以及为补偿根区内适度的灌水不均匀而增加的水量。

1.3.1 植物净需水量计算 基于历史腾发量资料;对基于历史数据的灌水安排,灌水周期的植物净需水量($PWR_{net, int}$)是平均的植物日净需水量($PWR_{net, daily}$)乘以灌水周期的天数(IN)。

$$PWR_{net, int} = IN \times PWR_{net, daily} \cdots (17)。$$

式中: $PWR_{net, int}$ 为灌水周期的植物净需水量, mm。基于当前逐日腾发量 ET ;对基于当前逐日腾发量 ET 的灌水安排,灌水周期的植物净需水量($PWR_{net, int}$)是灌水周期内累计的(总计的)的植物日净需水量($PWR_{net, daily}$):

$$PWR_{net, int} = \sum_{i=1}^{IN} PWR_{net, daily} \cdots (18)。$$

1.3.2 灌溉需水量计算 基于历史数据或者当前 ET 值:灌溉需水量(IWR_{base})取决于灌水周期内植物累积净需水量以及灌溉运行时间倍乘数(RTM)^[5]:

$$IWR_{base} = RTM \times PWR_{net, int} \cdots (19)。$$

式中: IWR_{base} 为灌水周期灌溉需水量, mm。基于湿度传感器:由土壤湿度传感器控制的灌溉系统,当土壤水分消耗量(SMD)与预定的允许耗水量设定值相匹配时可确定灌水周期,其对应的基础灌溉需水量(IWR_{base})可表示为:

$$IWR_{base} = RTM \times SMD \cdots (20)。$$

1.4 灌水运行时间(RT_{base})

灌水运行时间是指为提供一个灌水周期内的灌溉需水量而需要开启灌水小区阀门的时间,也即一次灌水运行时间,通常以分钟或小时来表示。确定运行时间时,应该在灌水之前让土壤水分疏干到或接近于允许的消耗限值,这种方式最小化了灌水的次数,但却促进了较深的根区的形成。

灌水周期基础运行时间(RT_{base})取决于灌水周期灌溉需水量(IWR_{base})以及灌水小区的灌水强度(PR)。

$$RT_{base} = IWR_{base} \times (60/PR) \cdots (21)。$$

2 绿地地面径流避免方法

为避免地面径流,根据绿地地形坡度、土壤渗吸速率,以及灌水小区的灌水强度,灌水周期基础运行时间可能需要分成多个小循环(也称为循环开启或者重复循环),小循环之间预留浸透时间。小灌水循环数可通过观察的方法或者基本渗吸速率的方法来确定。

2.1 确定小循环数的方法

2.1.1 观测方法 观测的方法是确定小循环数 N_{cs} 的首选方法,因为它将地形坡度和土壤特性融入了喷头/滴头灌水强度当中。在对代表灌水小区进行灌溉时,观察绿化地块,记下直到发现径流产生时的总用时

(RT_{runoff})。用该时间去除灌水周期基础运行时间(RT_{base})并取整数,以确定小循环开启的数量。

$$N_{\text{cs}} = \text{roundup}(RT_{\text{base}}/RT_{\text{runoff}}) \dots\dots\dots (22)。$$

式中: N_{cs} 为小循环的数量; RT_{runoff} 为直至径流产生前的总用时,min。很多控制器不允许3或者4个以上的小循环数。如果 N_{cs} 超过了控制器允许的小循环设定数量,那就把 N_{cs} 设定为控制器最大允许数量。依赖于土壤和其它的现场条件,地面径流可能并不总是一个限制因素,如此,只有1个小循环。

2.1.2 基本渗吸速率法 对于相对平坦的灌溉区域而言,小循环的数量也可以通过基本渗吸速率的方法来确定。基本渗吸速率是指当入渗降低到一个较低并接近常数之后水分渗入土壤时的速率。以下公式可用来估算每一小循环的运行时间(RT_{cycle})和小循环数(N_{cs}),基本渗吸速率可参考表3。①当灌水强度(PR)小于等于基本渗吸速率(IR)时:

$$RT_{\text{cycle}} = RT_{\text{base}}, \text{当 } PR \leq IR \dots\dots\dots (23)。$$

$$N_{\text{cs}} = 1, \text{当 } PR \leq IR \dots\dots\dots (24)。$$

②当 PR 大于 IR 时,先用下式计算每一小循环的近似的运行时间:

$$RT_{\text{cycle, approx}} = (IR/PR) \times 60 \dots\dots\dots (25)。$$

式中: $RT_{\text{cycle, approx}}$ 为每一小循环的大约的运行时间,min。③小循环数(N_{cs})可通过将灌水周期基础运行时间除以近似的循环运行时间($RT_{\text{cycle, approx}}$)并取整到邻近的整数来确定。

$$N_{\text{cs}} = \text{roundup}(RT_{\text{base}}/RT_{\text{cycle, approx}}), \text{当 } PR > IR \text{ 时} \dots\dots\dots (26)。$$

严格来说,小循环运行时间和渗吸速率以及灌水强度的关系比式25中表示的要更复杂,因为当土壤湿润时,渗吸速率随着时间而降低,表3中的基本渗吸速率是土壤的几乎稳态的最小数值的渗吸速率。式(25)只是简化的方法,可作为理解该议题的出发点。因而,一般来说,通过实地观测来确定小循环数和小循环运行时间是首选方法。

表3 基本土壤渗吸速率

土壤质地分级	基本渗吸速率/mm · h ⁻¹
粘土	2.5
粉土	3.8
粘壤土	5.1
壤土	8.9
沙壤土	10.2
壤沙土	12.7
沙土	15.2

注:基本渗吸速率只针对相对平坦的园林绿地。

2.2 单个小循环的运行时间

每一小循环的运行时间(RT_{cycle})可由总的小循环数(N_{cs})和基础运行时间(RT_{base})来计算。

$$RT_{\text{cycle}} = \text{round}(RT_{\text{base}}/N_{\text{cs}}) \dots\dots\dots (27)。$$

式中: RT_{cycle} 为每一小循环的运行时间,min。

2.3 小循环之间的浸透时间

该文将浸透时间定义为2次小循环之间为使灌溉水能渗入土壤而需要的时间(不包含运行时间)。当小循环数(N_{cs})为1时,不需要设定浸透时间。当 N_{cs} 大

于1时,对于相对平坦地形,小循环之间的浸透时间可由下式确定:

$$ST_{\text{cycle}} \geq (60 - RT_{\text{cycle}})(N_{\text{cs}} - 1) \dots\dots\dots (28)。$$

式中: ST_{cycle} 为小循环之间的浸透时间,min。

可用实地观测的方法来确定有坡度小区的浸透时间。运行1个或2个小循环,为让水分渗入土壤,可以允许水分渗透一段时间。然后运行另一小循环。如果在循环结束前观察到过多的径流或者积水,则需加大循环之间的浸透时间。应该注意到有坡地区应该比平坦地区需要较长的浸透时间。

3 结论

灌溉系统的持续高效运行和园林植物的健康生长需要良好的管理,平常必须对园林绿地植物进行定期观察,并对灌水安排做出必要的调整。需要注意的是,在非灌溉季节调控植物根区也是很重要的,此时植物可能仍旧在生长。如果土壤开始变干,则需要运行灌溉系统使植物根区吸收到水分,以此来维持绿化植物的健康生长。

灌水安排的理想情况是只有当土壤含水量接近于允许的消耗限值时才进行灌溉。这就要求在灌水频率最小化的同时促进植物根系的健康发育。为完成上述目标还必须克服下列限制性因素^[5],包括:灌水周期必须包含割草以及其它常规的例行维护活动需要的无水日或者伴随施肥的额外灌水天数;由于供水方面强制性的限制因素,灌水周期是固定的,因而只允许1周内的某几天、特定的时间周期或者在一个特定的灌水时间段内进行灌溉;由于有效降雨估算以及植物腾发量方面数据精准性问题,绿地实际土壤含水量与预测值间的误差是必然存在的;由于通常都是以整天数为周期进行灌溉,对最适宜的周期取整到整天可能意味着预期的允许耗水量并未达到限度值。

综上,尽管该文列举的绿地植物灌溉制度确定方法为管理者确定一个最适宜的绿地植物灌水安排提供了依据,但管理人员必须为解决上述限制性因素做出相应努力,以实现节水型绿地建设的目标。

参考文献

- [1] 傅琳,董文楚,郑耀泉,等.微灌工程技术指南[M].北京:水利电力出版社,1988.
- [2] 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,1989.
- [3] 水利部国际合作司.美国国家灌溉工程手册[M].北京:中国水利水电出版社,1998.
- [4] 郭元裕.农田水利学[M].3版.北京:水利水电出版社,2007.
- [5] McCabe J. Landscape Irrigation Scheduling and Water Management [R]. Texas: Water Management Committee of the US Irrigation Association, 2005.
- [6] Costello L R, Matheny N P, Clark J R. A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California-The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III [R]. California: University of California Cooperative Extension & California Department of Water Resources, 2000.
- [7] 中华人民共和国水利部. GB/T 50085-2007 喷灌工程技术规范[S].北京:中国计划出版社,2007.
- [8] 中华人民共和国水利部. GB/T 50485-2009 微灌工程技术规范[S].北京:中国计划出版社,2009.

山西省忍冬科植物资源及其园林应用研究

王 年 锁, 崔 爱 萍

(山西林业职业技术学院, 山西 太原 030009)

摘 要:忍冬科植物花、果、叶观赏价值极高,是优秀的园林观赏植物。山西省忍冬科植物资源丰富,共有 7 属 43 种(含 1 亚种 5 变种 1 杂交种),该文主要分析了山西省忍冬科植物观赏特性,探讨了其园林用途,并提出了忍冬科植物开发及利用的建议。

关键词:忍冬科;观赏特性;园林应用;山西

中图分类号:S 687.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2011)15-0143-03

忍冬科(Caprifoliaceae)植物多为灌木或藤本,稀小乔木或草本。单叶或羽状复叶,叶对生,少互生,无托叶或稀有托叶。花两性,辐射对称或两侧对称;聚伞花序或由聚伞花序排列成各种花序,有时数花簇生,稀单生;花萼筒与子房合生,先端 4~5 裂;花冠合瓣,具花冠筒,4~5 裂有时成二唇形;花色白、红、黄、紫或淡红;雄蕊 4~5,着生于花冠筒上,与花冠裂片互生;花药 2 室,纵裂;子房下位,1~5 室,稀至 8 室,每室具 1 对多数胚珠,有些室常不发育;花柱 1,伸长或短,柱头状,或

先端 2~5 浅裂。果实为浆果、核果、蒴果或瘦果;果为红、黑、紫或蓝色,冬季久不凋落。种子具丰富的胚乳^[1]。忍冬科主要分布于北半球温带地区,忍冬科植物是一个庞大的家族,全球有 15 属 450 余种;我国有 12 属 200 余种^[2],南北均有分布;山西省有 7 属 43 种(含 1 亚种 5 变种 1 杂交种)。

1 山西省自然概况

山西省地处我国黄土高原东部,华北大平原之西,东邻河北,西界陕西,南接河南,北连内蒙古自治区;介于北纬 34°34'8"~40°43'4"、东经 110°14'6"~114°33'4"。山西地形较为复杂,境内有山地、丘陵、高原、盆地等多种地貌类型,山区、丘陵占总面积的 2/3 以上;属于中纬度暖温带地域,四季分明,春季干旱多风、

第一作者简介:王年锁(1964-),男,本科,副教授,现主要从事森林资源管理的教学与研究工作。E-mail:Wangniansuo@163.com。

收稿日期:2011-05-04

Irrigation Scheduling of Water-saving Landscape

QIU Zhen-cun¹, GUAN Jian², SUN Shi-jun³

(1. Gansu Dayu Water-saving Group Limited Company, Jiuquan, Gansu 73500; 2. Building Design and Research Institute of the General Logistics Department of Chinese People's Liberation Army, Beijing 100036; 3. College of Water Conservancy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Ideally, irrigation should occur when the actual soil moisture depletion reaches the target management allowable depletion. The amount of irrigation water to apply is the amount required to bring the soil moisture content back to the desired level. Under normal irrigation, this desired level is field capacity. This article presented the methods for defining allowable depletion that can be indirectly based on soil type and target management allowable depletion (MAD), or directly by the "field method." Then the methods for determining irrigation intervals, which were based on monthly historical evapotranspiration, current daily evapotranspiration, or applying "soil moisture balance" method, or using the data from soil moisture/tension sensors were introduced. Then the calculation procedure for determining net plant water requirement and the base irrigation water requirement which were based on monthly historical evapotranspiration, current daily evapotranspiration, or the data from soil moisture sensors were presented. To avoid surface runoff, the number of cycle starts could be determined by the "observation" method or the "basic intake rate" method, then the soak time between the starts can be determined. The landscape manager should observe the landscape plants periodically and make necessary adjustments to the irrigation schedule.

Key words: landscape; irrigation scheduling; irrigation water requirement; water saving