

文章编号: 1007-4929(2005)02-0011-03

北京市草坪灌溉制度拟定

杨建国^{1,2}, 张新民³

(1. 中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083; 2. 宁夏农林科学院农业资源与环境研究所, 宁夏 银川 750002;
3. 河南省驻马店农业学校, 河南 驻马店 463000)

摘要: 根据北京地区的气象、草坪和土壤资料, 利用由 FAO 编制的 CROPWAT 软件, 计算了不同降雨年型北京市草坪灌溉制度, 结果为: 在干旱年份灌水 25 次, 净灌溉定额 447 mm; 平水年灌水 23 次, 净灌溉定额 411 mm; 丰水年灌水 19 次, 净灌溉定额 347 mm。

关键词: 草坪; 灌溉制度; 需水量; 北京

中图分类号: S274.1 文献标识码: A

Studying out of Turfgrass Irrigation Schedule in Beijing

YANG Jian-guo^{1,2}, ZHANG Xin-min³

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing City 100083, China;
2. Institute of Agricultural Resources and Environment, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan City 750002, China; 3. Zhumadian Agricultural School of Henan Province, Zhumadian City 463000, Henan Province, China)

Abstract: According to the climate, turfgrass and soil data in Beijing, the irrigation schedule of turfgrass in Beijing for different typical hydrologic years was calculated with CROPWAT software developed by FAO. The calculated result shows that turfgrass need to be irrigated 25 times and total net irrigation quota should be 447mm in dry year, 23 times and 411mm in normal year, 19 times and 347mm in wet year.

Key Words: turfgrass; irrigation schedule; water requirement; Beijing

草坪建设是衡量现代化城市建设水平的重要标志之一, 随着北京市向一流标准国际化大都市方向的迈进, 北京市草坪发展迅速, 面积已达 0.3 亿 m², 且每年以 150 万 m² 的速度递增。灌溉是草坪养护管理中最重要措施, 国外草坪绿化用水在市政用水中占有很大比例, Linaweaver 等^[1] 报道在美国西部约有一半的市政用水用于浇灌户外草坪及其他植被。随着北京市的发展, 势必也将在其上花费大量的市政用水。北京市水资源短缺, 在草坪养护管理中如何既要管理好草坪, 又要节约用水, 是城市生态环境建设中迫切需要解决的问题。草坪灌溉制度是指草坪在一定的气候、土壤和管理水平等条件下, 为获得高质量草坪所规定的灌溉定额、灌水定额、灌水次数、灌水时间, 它是草坪灌溉工程规划设计、用水管理的主要依据。

1 草坪需水量的计算

草坪需水量可采用国际通用的作物系数法计算, 其计算公式为:

$$ET_{ci} = K_c \times ET_o$$

式中: ET_{ci} 为计算时段内某种具体作物的需水量; ET_o 为计算时段内的参考作物的蒸发蒸腾量; K_c 为相应时段的作物系数。

1.1 参考作物蒸发蒸腾量 ET_o 的计算

参考作物蒸发蒸腾量(Reference crop evapotranspiration)系指高度一致、生长旺盛、完全覆盖地面而不缺水的绿色草地(8~15 cm 高)的蒸发蒸腾量, 只与气象因素有关^[2]。以北京市气象局海淀站为北京市平原地区的代表站点, 收集了该站 1988~2000 年的气象资料, 利用联合国粮农组织编制的 CROPWAT 软件^[3] 计算了北京市平原地区逐旬的 ET_o 。从逐旬分布图(见图 1)来看, ET_o 基本为一正态分布, 旬最大值为 5.5 mm/d, 出现在 6 月中旬; 旬最小值为 0.9 mm/d, 出现在 1 月上、中旬和 12 月中、下旬。

1.2 草坪生长阶段的划分和作物系数 K_c 值的确定

北京地区种植的草地早熟禾、高羊茅、多年生黑麦草、紫羊茅、匍匐剪股颖、野牛草、结缕草等, 均为多年生草本植物。根据联合国粮农组织作物生长阶段的划分标准^[4], 结合北京市草坪

收稿日期: 2004-08-20

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G1999045706)与北京市城市节约用水办公室项目资助。

作者简介: 杨建国(1969-), 男, 助理研究员, 博士研究生。

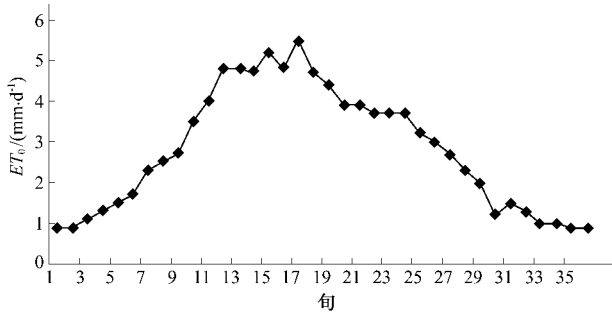


图1 北京市平原地区逐旬的参考作物腾发量

草生长发育特点,将草坪全生育期划分为4个阶段。①初期:返青到10%地被草坪草覆盖时段;②生长早期:草坪覆盖度10%至有效覆盖,即叶面积迅速增大阶段,有效覆盖可用叶面积指数(LAI)达到3为判断标准;③生长中期:有效覆盖至成熟始期,成熟始期以草坪草叶片生长速度开始变缓为标准,在北京地区为10月上旬;④生长后期:成熟始期至褪绿,褪绿以草坪质量下降到5分以下为判断标准。由表1可以看出,受草坪草生态习性影响,各草坪草返青进程不同,细羊茅返青早,剪股颖返青晚,草地早熟禾、多年生黑麦草、高羊茅介于二者之间。总的看来,草坪草返青可概定为3月中旬。表2表明,由于不同草坪草耐寒性不同,各草坪草因低温导致质量下降的界限日期不同,它反映了各草坪草种在北京的绿色期长度,其中草地早熟禾与细羊茅耐寒性较好,在入冬后可较长时间地保持一定的绿色。总的看来,草坪褪绿可概定为11月下旬。

表1 不同草坪草种返青进程的日期(1999年) 月-日

草种	返青 5%	返青 20%	返青 50%	返青 100%
细羊茅	02-23	03-21	03-29	04-16
草地早熟禾	03-15	03-26	04-07	04-22
多年生黑麦草	03-26	03-31	04-13	04-30
高羊茅	03-28	04-04	04-12	04-30
剪股颖	04-02	04-11	04-17	04-30

注:此表来自胡林博士论文“我国东部地区主要草坪草种的生态适应性及其应用的研究”。

表2 因低温导致质量下降的界限日期(1998~1999年) 月-日

草种	5分以下	4分以下	3分以下
剪股颖	11-24	11-30	12-06
草地早熟禾	12-24	01-04	01-15
细羊茅	11-15	12-24	01-11
多年生黑麦草	11-21	11-30	12-11
高羊茅	11-17	11-22	12-03
普通狗牙根	10-11	10-20	10-25

注:此表来自胡林博士论文“我国东部地区主要草坪草种的生态适应性及其应用的研究”。

作物系数(Crop Coefficient)是指某阶段的作物需水量与相应阶段内的参考作物蒸发蒸腾量的比值,一般由实测资料确定。本文根据联合国粮农组织测定的作物系数^[4],结合2000年坑测试验^[5]实测值,确定了2000年草坪不同生长阶段作物系数(见表3)。从图2可以看出,用作物系数法计算的2000年

表3 草坪生长阶段划分及作物系数

生长阶段	始期	快速生长阶段	生长中期	生长后期	全生育期
时间/d	10	20	175	55	260
作物系数(K _c)	0.30	—>	0.75	0.65	

注:“—>”表示此处数据可以内插。

草坪日需水量与2000年草坪日需水量实测值比较吻合,表明所确定的作物系数是适宜的。至此,便可计算出不同生长阶段草坪多年平均需水量,从北京市平原地区草坪多年平均日需水量逐旬分布图(图3)来看,旬最大值为4.12 mm/d,出现在6月中旬;旬最小值为0.68 mm/d,出现在11月下旬。6月中旬以前,草坪日需水量上升迅速,在6月中旬以后,草坪日需水量则以缓慢的速度下降。草坪全生育期总需水量为645.2 mm。

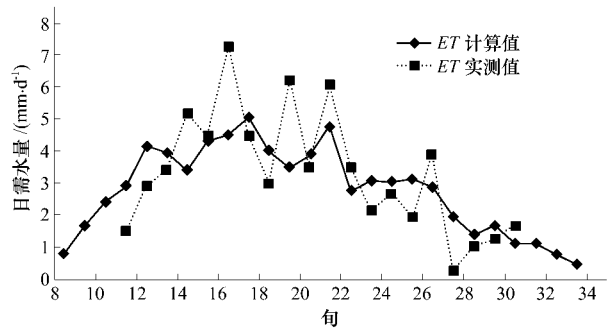


图2 草坪日需水量曲线(2000年)

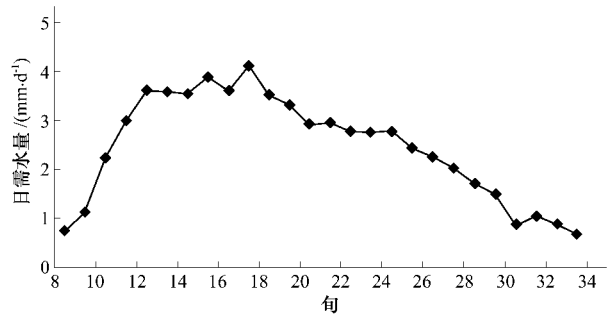


图3 北京市平原地区草坪多年平均日需水量逐旬分布

2 降水年型的划分

以20%、50%、80%的降水保证率作为降雨年型的划分标准,采用降雨量时间序列频率分析方法,对1988~2000年北京市气象局海淀站的降水资料进行统计分析,划定了不同降雨年型的降水量指标。年降水量≥728 mm为丰水年,≤431 mm为干旱年,年降水量在431~728 mm之间为平水年。由图4可以看出,北京市平原地区降水量年内分配极不均衡,降水量主要集中在7、8月份,其中7月份是全年降水高峰期,7、8月份降水量占全年降水量的60.7%。年平均降水量为582 mm。

3 有关草坪参数的确定

3.1 计划湿润层深度的确定

计划湿润层深度为草坪主要耗水层深度,它是计算灌溉用水量的重要参数,且随草坪根系活动层深度、土壤性质、地下水埋深等因素而变。草坪草根大多生长在根颈以下30 cm以内

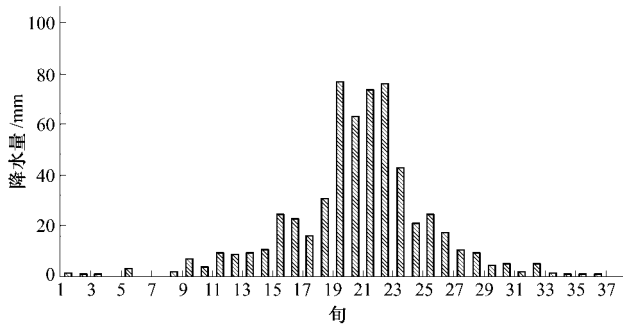


图 4 平均旬降水量

的土壤范围内,其中 89.8% 的根系集中在 10 cm 以上的土壤层中。草坪根系密集层的深度是决定土壤计划湿润层的主要条件,但在确定计划湿润层深度时,还应考虑草坪的根系发育、降雨的有效利用和深层土壤水的有效利用,一般计划湿润层要大于草坪根系密集层深度。据试验资料,在 0~15 cm、15~30 cm 土层内,土壤水分消耗分别占土层总消耗量的 52% 和 23%,这两个土层土壤水分消耗合计占土层总消耗量的 75%,是草坪主要耗水层次。因此,草坪计划湿润层深度可定为 30 cm。

3.2 允许耗水量的确定

临界土壤含水量是草坪生长发育适宜土壤含水量下限。低于该值时,就会使草坪因供水不足而影响草坪腾发量和质量。介于田间持水量与临界含水量之间的土壤含水量称为允许耗水量,表示土壤含水量最大允许消耗程度。允许耗水量用总有效土壤含水量的分数来表示,通常介于 0.4~0.6 之间。草坪草根系浅,对干旱比较敏感,允许耗水量的值应取 0.4 TAM(TAM 表示总有效土壤含水量)。

4 有关土壤参数的确定

为了给草坪生长创造一个良好的生长环境,在建植草坪时一般要对坪床土壤进行处理,使其具有一定的含砂量,并施有机肥,这样,经过处理的土壤质地达到或接近壤土。壤土通气、透水、蓄水、保肥,水、肥、气、热状况比较协调,草坪生长很适宜。目前,北京市草坪的主要用途是以城市绿化为主,对土壤条件,尤其是排水条件要求不高,壤土是理想的草坪基质。以壤土的有关土壤参数为依据制定北京市草坪的灌溉制度具有一定的普遍性和代表性。

4.1 总有效土壤含水量

介于田间持水量与萎蔫点之间的土壤含水量称为总土壤有效含水量,表示土壤中能被作物吸收利用的水分总量。总土壤有效含水量与土壤质地、土壤结构和土壤有机质含量有关,通常用 mm/m 表示,壤土总有效土壤含水量为 140.0mm/m。

4.2 最大降雨入渗率

最大降雨入渗率是有效降雨量计算中估算地表径流的重要依据,与降雨强度、土壤类型和地面坡度有关,通常用 mm/d 表示,壤土最大降雨入渗率为 40mm/d。

4.3 初始土壤水分消耗量

初始土壤水分消耗量表示作物生长季开始时土壤水分的干湿状况,是确定返青水灌溉定额和灌水时间的依据,通常用总有效土壤含水量的百分数来表示。草坪浇返青水的最佳时

间是在土壤全部解冻之后,土壤含水量接近或达到临界土壤含水量的时候,因此初始土壤水分消耗量为 40% TAM,即初始有效土壤含水量为 84.0mm/m。

5 草坪灌溉制度拟定

5.1 返青水灌水时间的确定

北京地区春季少雨多风,气候干燥,土壤失墒快,适时浇返青水可使草坪免受春旱威胁并促使草坪及早返青。返青水灌水时间不宜过早,若返青水灌得过早,因冻土层阻隔,导致上层土壤水分过多,严重影响根的呼吸作用,延缓返青生长。返青水灌水时间最好在土壤全部化冻以后,在北京平原地区 3 月中旬冻土全部解冻。

5.2 冬灌灌水时间的确定

北京地区冬季寒冷干燥,冬灌是抗寒、保墒,并使草坪安全越冬的一项重要管理措施,掌握冬灌适宜的时间是非常重要的。冬灌的最好时间是在昼消夜冻之时,在北京平原地区一般为 11 月下旬,此时日平均气温在 3℃ 左右。若温度太低,土壤结冰,水分不易下渗,地面水形成冰壳,反而引起冻害。冬灌也不易过早,过早会使土壤水分大量蒸发,起不到冬灌的作用。

5.3 草坪灌溉制度的计算

水量平衡方程^[3]是计算灌溉制度的基本公式,其形式为:

$$SMD_i = SMD_{i-1} + ET_a - P_{tot} - IA + RO + DP$$

式中: SMD_i 为第 i 天土壤水分消耗量; SMD_{i-1} 为第 $i-1$ 天土壤水分消耗量; ET_a 为作物实际腾发量; P_{tot} 为总降雨量, mm; IA 为灌水量; RO 为地表径流量; DP 为深层渗漏量。

将经过计算或分析确定的各种有关参数输入计算机,仍用 CROPWAT 软件^[3]进行计算,分别得到不同降雨年型草坪灌溉制度(表 4)。

表 4 不同降雨年型草坪灌溉制度

降雨年型	灌水次数/次	净灌溉定额/		净灌溉定额/	
		mm	($m^3 \cdot hm^{-2}$)	mm	($m^3 \cdot hm^{-2}$)
多年平均	22	17.7	177.0	389	3 894
干旱年	25	17.9	178.5	447	4 463
平水年	23	17.9	178.5	411	4 106
丰水年	19	18.3	183.0	347	3 477

参考文献:

- [1] Linaweaver F P, Jr G C Geyer, J B Wolff. A study of residential water use[A]. Federal Housing Administration Technical Studies Program [C]. Washington, D C, U S Government Printing Office, 1967.
- [2] 陈玉民. 中国主要作物需水量与灌溉[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995.
- [3] Smith M. CROPWAT—A computer program for irrigation planning and management[A]. FAO Irrigation and Drainage[C]. Italy: FAO, 1992.
- [4] L S Pereira. The WHO / FAO / UNEP Roving Seminar on Application of Climatic Data for Effective Planning and Management of Sustainable Irrigation Agriculture[M]. Beijing: 1996.
- [5] 杨建国, 黄冠华, 黄权中. 污水灌溉条件下草坪草耗水规律与灌溉制度初步研究[J]. 草地学报, 2003, 11(4): 329—333.