



(43)申请公布日 2019.05.17

E03B 3/02(2006.01)

1. 一种楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括设置于屋檐下方的集水槽道(1)、用于储存雨水的水箱(2)和水囊(3)、铺设于花园灌溉区域的滴灌管(4)及自动控制部分,自动控制部分包括埋置于花园灌溉区域土壤中的水分传感器及控制器(10);所述集水槽道一端封闭,另一端的出水口与水箱的进水口相对;所述水箱分别通过管道与滴灌管和水囊连通,水箱上与滴灌管连通的出口设置有电动阀门(8);所述滴灌管上沿管道长度方向均匀布设有若干滴水孔;所述自动控制部分的控制器分别与水分传感器和电控阀门连接,用于根据水分传感器的检测值控制电动阀门的启停。

2. 根据权利要求1所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述水箱侧面上部设置有高水位出水口,下部设置有低水位出水口,高水位出水口与连接着水囊的第一管道(6)连接,低水位出水口与连接着滴灌管的第二管道(7)连接,与水囊连接的第一管道上设置有水泵(5)。

3. 根据权利要求2所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述水箱低水位出水口设置电动阀门(8)。

4. 根据权利要求2所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述自动控制部分还包括水箱顶部设置的水位传感器(9),控制器还与水位传感器和水泵连接,当水分传感器得到的水分低于设定最小阈值,且由水位传感器检测到水箱未充满时,控制器控制水泵将水囊中的水抽到水箱中,至水箱水满,水泵自动停止。

5. 根据权利要求1至4任一权利要求所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括当所述集水槽截面为圆弧形时,其最小半径 r_1 通过以下公式计算确定:

$$Q_1 = 0.99 \cdot r_1^{8/3} \cdot J^{1/2} / n \quad (1)$$

式中, Q_1 为屋顶降水流量,由 $Q_1 = A \cdot i$ 计算得到, A 为屋顶面积, i 为降水强度; J 为集水槽坡度, n 为集水槽内表面糙率。

6. 根据权利要求5所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述用于连接水箱和水囊之间第一管道的最小半径 r_2 通过以下公式计算确定:

$$Q_2 = 13.9 \cdot r_2^2 \cdot h^{1/2} \quad (2)$$

式中, Q_2 为过流流量, $Q_2 = Q_1$, h 为连接水箱和水囊之间管道上下两端的高度差。

7. 根据权利要求1至4任一权利要求所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述水囊容积 $V = \min \{V_1, V_2\}$, V_1 为水箱容积的10倍, V_2 为降水量最大月所能收集的雨水量。

8. 根据权利要求5所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述水囊容积 $V = \min \{V_1, V_2\}$, V_1 为水箱容积的10倍, V_2 为降水量最大月所能收集的雨水量。

9. 根据权利要求6所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述水囊容积 $V = \min \{V_1, V_2\}$, V_1 为水箱容积的10倍, V_2 为降水量最大月所能收集的雨水量。

10. 根据权利要求1至4任一权利要求所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,其特征包括所述滴灌管根据种植区域的宽度铺设多排,相邻两排之间的距离为20-30cm,两滴水孔之间的距离间隔20-30cm。

一种楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统

技术领域

[0001] 本发明属于农业水利及给排水工程领域,具体涉及一种建筑顶部雨水收集与高效灌溉系统的设计与实现方法。

背景技术

[0002] 随着人们生活水平的提高,越来越多的城市居民拥有楼顶花园。由于自然降水不足,且分布不均,难以满足楼顶花园植物的生长需求,需要设置相应的灌溉系统。

[0003] 目前的楼顶花园常常采用自来水作为灌溉水源,这会带来三个比较突出的问题:(1)自来水本身添加氯气等用于消毒的物质,这些物质不利于植物生长,最好不直接用于灌溉;(2)由于水量过大,常常造成植物漫灌,不仅造成水资源浪费,还易造成土壤板结;(3)成本较高。

[0004] 另一方面,楼顶雨水直接排入下水管道,不仅是资源的浪费,也易造成城市内涝和洪水。

[0005] 因此,设计一种集雨水收集和植物灌溉于一身的系统,对于实现资源的合理、有效利用,实现城市可持续发展具有重要意义。

发明内容

[0006] 本发明的目的旨在,针对现有楼顶花园缺少合理有效使用降水资源的集水灌溉系统的技术现状,提供一种楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,集集水、蓄水和灌溉于一体,将楼顶雨水收集并用于灌溉楼顶花园植被,实现资源的合理、高效利用。

[0007] 本发明的基本发明思路为:将楼顶或房顶的雨水收集于一个集水装置,然后将集水装置通过管道与铺设于花园灌溉区域的滴灌管连通,并在灌溉区域土壤中埋置水分传感器,当土壤水分含量较低时,利用滴灌管(滴灌管用于将来自水箱中的水引流到需灌溉的土地上)自流灌溉土地,从而实现降水的收集利用和花园的高效自动灌溉。

[0008] 基于上述发明思路,本发明提供的楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,包括设置于屋檐下方的集水槽道、用于储存雨水的水箱和水囊、铺设于花园灌溉区域的滴灌管及自动控制部分,自动控制部分包括埋置于花园灌溉区域土壤中的水分传感器及控制器;所述集水槽道一端封闭,另一端的出水口与水箱的进水口相对;所述水箱分别通过管道与滴灌管和水囊连通,水箱上与滴灌管连通的出口设置有电动阀门;所述滴灌管上沿管道长度方向均匀布设有若干滴水孔;所述自动控制部分的控制器分别与水分传感器和电控阀门连接,用于根据水分传感器的检测值控制电动阀门的启停。

[0009] 上述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,集水槽道用于雨水收集。雨水存储由储水量较小的水箱和储水量较大的水囊来实现。水箱的容积满足一次灌溉用水,要与需灌溉的土地存在高度差,以便自流灌溉。所述水囊用于储存多余的水以备用。所述水箱侧面上部设置有高水位出水口,下部设置有低水位出水口,高水位出水口与连接着水囊的第一管道连接,低水位出水口与连接着滴灌管的第二管道连接。水箱低水位出水口设置电动阀

门,可以调节流入滴灌管水流的开、断及水流流速等,且当水分传感器检测到土壤中水分低于设定最小阈值时,控制器控制电动阀门自动打开,水箱中的水便自流至花园土壤进行灌溉。与水囊连接的第一管道上设置有水泵,当需要水囊中的水时,只需利用水泵将水囊中的水抽到水箱中即可。所述自动控制部分还包括水箱顶部设置的水位传感器,所述控制器还与水位传感器和水泵连接,当水分传感器得到的水分低于设定最小阈值,且由水位传感器检测到水箱未满时,控制器控制水泵将水囊中的水抽到水箱中,至水箱水满,水泵自动停止。

[0010] 上述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,对于集水槽的形状没有严格限制,可以根据当地降雨强度和集水面积确定。例如当所述集水槽截面为圆弧形时,其最小半径 r_1 通过以下公式计算确定:

$$[0011] \quad Q_1 = 0.99 \cdot r_1^{8/3} \cdot J^{1/2} / n \quad (1)$$

[0012] 式中, Q_1 为屋顶降水流量,由 $Q_1 = A \cdot i$ 计算得到, A 为屋顶面积, i 为降水强度; J 为集水槽坡度, n 为集水槽内表面糙率。

[0013] 上述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,用于连接水箱与水囊之间的第一管道尺寸可以由当地降雨强度和集水面积确定,该管道不能太细,太细有可能导致收集雨水的外溢。用于连接水箱和水囊之间管道的最小半径 r_2 通过以下公式计算确定:

$$[0014] \quad Q_2 = 13.9 \cdot r_2^2 \cdot h^{1/2} \quad (2)$$

[0015] 式中, Q_2 为过流流量, $Q_2 = Q_1$, h 为连接水箱和水囊之间管道上下两端的高度差。

[0016] 上述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,水箱容积可以根据一次灌溉用水量确定,水囊尺寸可以根据当地降水量、集水面积和干旱间隔时间确定。为了实现对水囊的充分利用,本发明中所述水囊容积 V 取水箱容积的10倍($V_1 = 10V'$, V' 为水箱容积)和降水量最大月所能收集的雨水量(V_2)中较小的一个,即 $V = \min\{V_1, V_2\}$ 。

[0017] 上述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,所述滴灌管根据种植区域的宽度铺设多排,相邻两排之间的距离为20-30cm,两滴水孔之间的距离间隔20-30cm。

[0018] 与现有技术相比,本发明所述楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统具有以下有益效果:

[0019] 1、本发明通过设置的集水槽道、水箱和水囊充分收集雨水,并利用与水箱连接的滴灌管实现对楼顶花园植被的有效灌溉,在有效利用天然降水的同时避免使用自来水,达到节约水资源的目的。

[0020] 2、本发明采用滴灌管灌溉植被,能够避免大水漫灌,减少灌溉用水。

[0021] 3、本发明采用天然雨水进行灌溉,由于雨水中不含有自来水中添加的净化消毒剂,有利于植被生产,且避免土壤板结。

[0022] 4、本发明通过设置的控制器、土壤水分传感器、水位传感器等,可以实现灌溉系统的自动化调节,在确保花园得到有效、及时灌溉的同时,极大提高了灌溉效率。

[0023] 5、本发明能够满足高效、低成本和节约资源的客观要求,如果大规模推广,还可减少城市地表径流进而减轻城市洪水内涝,灌溉城市绿化带,符合当今“海绵城市”的发展规划要求。

附图说明

[0024] 图1为楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统的结构示意图。

[0025] 附图标记为:1-集水槽道,2-水箱,3-水囊,4-滴灌管,5-水泵,6- 第一管道,7-第二管道,8-电动阀门,9-水位传感器,10-控制器。

具体实施方式

[0026] 以下将结合附图对本发明各实施例的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施例,都属于本发明所保护的范围。

[0027] 实施例

[0028] 本实施例以四川省成都市某户住宅的楼顶花园为例,对本发明的楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统进行详细描述。

[0029] 在楼顶上,通过屋顶雨水的收集以及引水灌溉楼顶花园,检验该楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统的稳定性与可靠性。

[0030] 本实施例所涉及的主要设备如表1所示。

[0031] 表1一种楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统检验试验使用的仪器设备

[0032]

设备名称	数量	备注
雨水排水管	若干	锯开呈半圆状，以作为收集屋檐雨水的槽道
钢丝	若干	用于固定收集屋檐雨水的槽道
水箱	1 台	用于储存一次灌溉用水
水囊	1 个	用于储存多余的水
水箱水囊连接管（即第一管道）	1 根	用于将水箱中的水排入水囊
架子	1 个	用于支撑水箱
灌溉连接管道（即第二管道）	1 根	用于连接水箱和滴灌管
滴灌管	1 根	铺设在土地上，进行灌溉
导线	若干	为土壤水分传感器、控制器、水位传感器与水泵供电、连接等
土壤水分传感器	1 个	用于测定灌溉区域土壤水分
水位传感器	1 个	用于测定水箱中的水位

[0033]

电动阀门	1 个	用于控制第二管道的开闭
控制器	1 个	用于综合接收土壤水分传感器和水位传感器的信号，并控制水泵和电动阀门

[0034] 本实施例提供的楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统，如图1所示，包括集水槽道1、水箱2、水囊3、滴灌管4及主要由水分传感器、水位传感器9和控制器10构成的自动控制部分。

[0035] (1) 集水槽道

[0036] 集水槽道1用于收集雨水，可以将现有的排水管锯开，形成半圆形的槽道作为集水槽道1。所需集水槽道的最小半径可以通过以下方法确定。本实施例中，屋顶面积为 $A=35\text{m}^2$ ，成都市两年一遇的一分钟降雨强度为 $i=2\text{mm/min}$ ，则对应的流量为 $Q_1=A \cdot i=1.17\text{L/s}$ 。设集水槽道的坡度为 $J=0.01$ ，糙度为 $n=0.015$ ，则由明渠水力学公式计算得到最大过水能力为 $Q_1=0.99 \cdot r_1^{8/3} \cdot J^{1/2}/n$ (1)，因此得到的能满足尺寸的集水槽道半径 r_1 最小取值为4.0cm。

[0037] 集水槽道1通过钢丝固定于屋檐下方。

[0038] (2) 水箱

[0039] 水箱2的容积可根据花坛中土体总面积乘以0.1确定。本实施例据此得到水箱容积为300L。另外,水箱2设置于架子上,使水箱最底部与需灌溉的土地存在高度差,以便形成自流灌溉。

[0040] 水箱2侧面上部设置有高水位出水口,下部设置有低水位出水口。

[0041] 水箱高水位出水口通过第一管道6与水囊连通,以便于将多余的水自动排入水囊储存备用。第一管道半径 r_2 可根据管道水力学计算确定。设第一管道6上下两端高度差为 $h=2\text{m}$,则过流流量为: $Q_2=13.9 \cdot r_2^2 \cdot h^{1/2}$ (2), $Q_2=Q_1$;因此可计算得到所需的第一管道的半径 r_2 最小取值为 7.8cm。第一管道上设置有水泵5,便于将水囊中的水抽到水箱中。

[0042] 水箱低水位出水口通过第二管道7与滴灌管连通,且水箱低水位出水口设置有用控制水流的阀门。

[0043] (3) 水囊

[0044] 根据前面的分析,水囊容积应满足 $V=\min\{V_1,V_2\}$, V_1 为水箱容积的10倍, V_2 为降水量最大月所能收集的雨水量。本实施例中, $V_1=3\text{m}^3$ 。成都市降水量最大月份为7月,平均降水量为 $P_7=231\text{mm}$,乘以屋顶面积,可计算得到 $V_2=P_7A$,从而计算得到 $V_2=8\text{m}^3$ 。因此取 3m^3 为水囊3的设计容积。

[0045] (4) 滴灌管

[0046] 在楼顶花园两排植被之间的土地上铺设滴灌管4,滴灌管4可以根据植被分布成蛇形排布。

[0047] 所述滴灌管根据种植区域的宽度铺设多排,相邻两排之间的距离为 20-30cm。滴灌管4上沿管道长度方向均匀布设有若干滴水孔,相邻两滴水孔之间的距离间隔20-30cm。

[0048] (5) 自动控制部分

[0049] 土壤水分传感器,用于测定花园灌溉区域土壤中的水分含量,埋置于楼顶花园灌溉区域土壤中。水位传感器设置于水箱顶部。水分传感器和水位传感器通过有线或无线方式与控制器连接。

[0050] 控制器10还与电动阀门8和水泵5连接。

[0051] 根据所在地区土壤类型和种植的植物种类,设定土壤水分最小阈值(针对于本实施例的所在地区土壤类型和种植的植物种类,最小阈值为 16%)。当水分传感器得到的水分低于设定最小阈值,水箱水已满,控制电动阀门8打开,使水箱中的水自流至土壤中,至水箱中的水流完,电动阀门关闭(灌溉过程中水位传感器不工作)。当水分传感器得到的水分低于设定最小阈值,且由水位传感器检测到水箱未滿时,控制器控制水泵将水囊中的水抽到水箱中,至水箱水满,关闭水泵;与此同时,控制器打开电动阀门8,使水箱中的水自流至土壤中,至水箱中的水流完,电动阀门关闭(灌溉过程中水位传感器不工作)。

[0052] 采用本实施例提供的楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,可实现雨水自动收集及高效灌溉,并极大节约了水资源。当水箱和水囊均集满雨水时,可完成11次花园灌溉,相当于节约了 3.3m^3 的水。这仅是以某户住宅的楼顶花园为例。如果大规模推广,将带来更加显著的效果。

[0053] 由此可见,采用本发明提供的楼顶花园降水自动收集与高效灌溉系统,可以收集房顶或楼顶的雨水并蓄积起来,然后对屋顶花园进行滴灌,满足高效、低成本和节约资源的

客观要求,也符合目前“海绵城市”的发展需求。

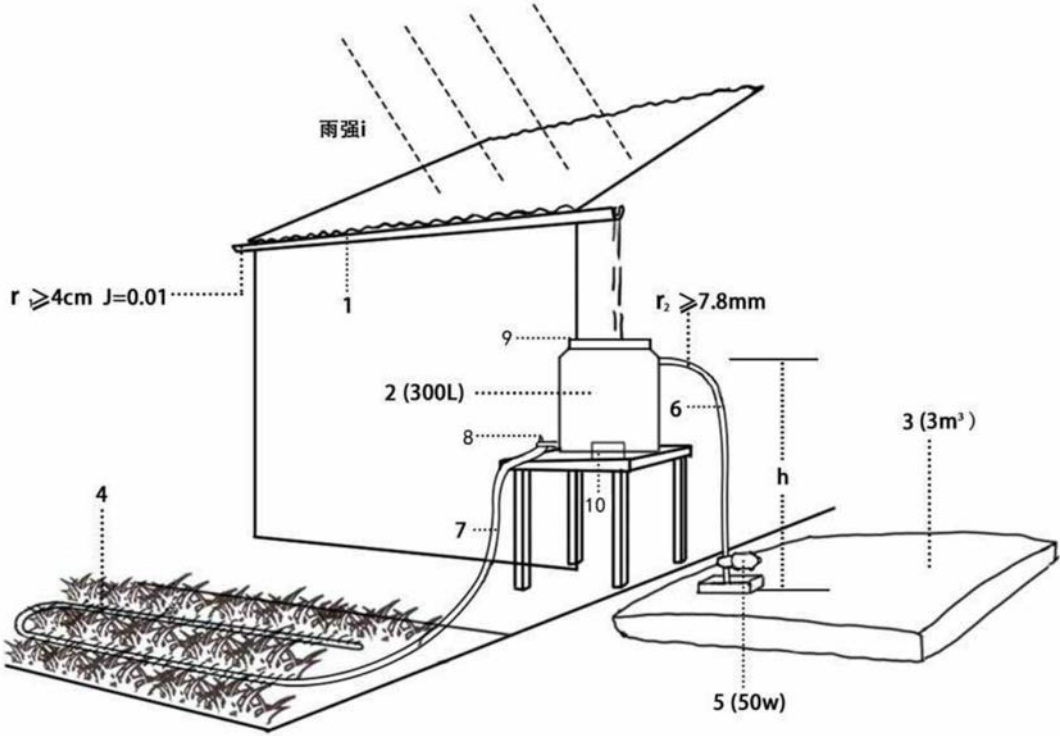


图1