



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104186236 B

(45) 授权公告日 2016.06.29

(21) 申请号 201410428111.2

(22) 申请日 2014.08.27

(73) 专利权人 山东省农业科学院农业资源与环境研究所

地址 250100 山东省济南市历城区工业北路202号

(72) 发明人 谭德水 陈令梅 刘兆辉 郑福丽
孙泽强 李国生 张双燕 李子双

(74) 专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司 37219

代理人 张宏松 郎彼得

(51) Int. Cl.

A01G 9/02(2006.01)

A01G 29/00(2006.01)

审查员 王轶凡

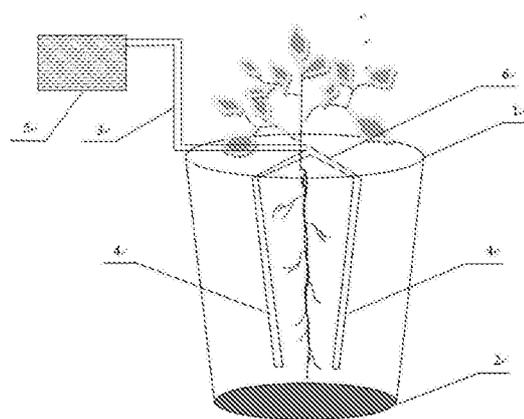
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽

(57) 摘要

本发明涉及一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,它包括上宽下窄的截头倒圆锥形槽体,在槽体内设置有多根与主根接近平行的柱状微孔陶土管,微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,所述的微孔陶土管均为空心圆柱形,各微孔陶土管共同连接水管,水管延伸至槽体外并与外界供水装置连通,真正实现了直根系作物需水的动态平稳供应,从而避免土壤水分亏缺却不能及时反应而造成作物的干旱胁迫损伤,能够作到高效利用水肥,避免水分养分浪费。



1. 一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,其特征在于,包括上端敞口,下端封闭的槽体,所述的槽体为上宽下窄的截头倒圆锥形,在槽体内填充栽培基质,在槽体内距离槽体纵向中心线上端5-12cm 外周设置有柱状微孔陶土管,柱状微孔陶土管从栽培槽上端延伸至栽培槽底部,微孔陶土管为若干根,围绕槽体纵向中心线等半径分布,若干根微孔陶土管在同一圆周上等距间隔分布,微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,所述的微孔陶土管均为空心结构,各微孔陶土管共同连接水管,水管延伸至槽体外并与外界供水装置连通;微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成的截头倒圆锥形与槽体为同心结构;微孔陶土管顶端低于槽体上端面0.5-1.5cm,微孔陶土管的底端封闭,微孔陶土管的底端与槽体底部之间的距离为5-10cm;微孔陶土管与槽体纵向中心线接近平行,所述微孔陶土管与槽体纵向中心线之间的夹角 $5-10^{\circ}$,微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线的距离为5-12cm,微孔陶土管的长度为35-50cm。

2. 根据权利要求1 所述的直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,其特征在于,所述的供水装置为自动控制进水装置,所述的自动控制进水装置包括一密封的盛水容器,盛水容器上设置有进水口和出水口,盛水容器的进水口与水源水管连接,盛水容器的出水口与各微孔陶土管共同连接的水管连通,盛水容器内盛装有恒定水势的浇灌水,浇灌水不充满整个盛水容器,盛水容器内除浇灌水以外,上方装有空气,盛水容器的进水口与水源水管之间设置有水阀,水阀与可以根据盛水容器内负压值控制水阀开启与关闭的控制器连接。

3. 根据权利要求1 所述的直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,其特征在于,所述的水管包括进水管和分支水管,分支水管的数量与微孔陶土管的数量相匹配,分支水管通过接头共同与进水管连通,进水管连接供水装置,每根微孔陶土管的顶端与分支水管的端部连接。

4. 根据权利要求1 所述的直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,其特征在于,微孔陶土管的顶端与分支水管连接处呈圆弧平滑过渡,所述的分支水管优选为软管。

5. 根据权利要求1 所述的直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,其特征在于,微孔陶土管的数量为2-4 根,本发明优选2 根,2 根微孔陶土管相对设置;微孔陶土管为空心圆柱形,微孔陶土管的管外径为1.2-1.7cm,管壁厚度为0.3-0.5cm,管壁上均布有用来透水的微孔,微孔的孔径为50-100 微米。

6. 根据权利要求1 所述的直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,其特征在于,所述的槽体为陶土材料,槽体上端面内直径为30-35cm,下端内直径为25-30cm,上端面与下端面之间的高度为40-55cm,槽体侧壁厚度均匀,槽体侧壁厚为0.8-1.2cm,所述的供水装置设置在与栽培槽上端平行至高出栽培槽上端8-10cm 的位置。

7. 权利要求1 所述的直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽来种植直根系作物的方法,适用于萝卜、土豆、棉花等直根系作物的种植,步骤如下:

(1)按栽培槽的容积准备直根系作物生长需要风干土,按直根系作物生长养分需求准备肥料,将风干土和肥料充分混合均匀,制得栽培基质;

(2)将制得的栽培基质填进槽体内,当栽培基质填充约至槽体中部时,近似竖直插放微孔陶土管,使微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线5-12cm,继续填充栽培基质,在每根微孔陶土管的顶端连接分支水管,分支水管通过接头共同与进水管连通,进水管与栽培槽外的自动控制供水装置连通;

(3)将所有栽培基质填进栽培槽内后,将直根系植物种子或苗栽培于槽体纵向中心线位置;

(4)向栽培槽内灌水,所述的灌水量为田间最大持水量的60%-70%;

(5)将栽培槽埋设在田间的土壤中,使栽培槽的上端面与土壤表面平齐,栽培槽周围的土填实;

(6)打开供水装置,微孔陶土管通过土壤水势变化自动供给根系水分,实现直根系作物的水分平稳供应。

一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽

技术领域

[0001] 本发明涉及一种维持作物正常生长的灌溉装置,具体是一种维持直根系作物水分平稳供应的栽培槽,属于农业科技领域。

背景技术

[0002] 水是人类的命脉,也是作物正常生长的必要条件。在全球气候日趋变暖的大背景下,区域性干旱和阶段性干旱现象频发,在水资源越来越缺乏的严峻形势下,节约用水、高效用水是农业生产乃至全球各个行业的主题。目前全国农业灌溉用水约3500亿m³/a左右,占农业用水总量的90%,在全国用水总量中占63%。由于城市和工业用水增加较快,农业用水在全国用水总量中的比重呈下降趋势。因此当前农业用水问题的关键是高效用水、节约用水,在我国,真正把节水提到重要位置、当做“革命性措施”是近几年的事。过去所做的主要是围绕改进灌溉管理、提高灌溉技术水平,属于单纯的灌溉业务工作,很少把它们与水资源高效利用、节约保护联系起来。

[0003] 当前农业生产状况下,大田作物栽培、保护地栽培及高经济价值作物栽培模式多种多样,为追求更高的经济利益,不同栽培模式中的大肥大水现象普遍存在:如粮田的大畦漫灌、设施蔬菜的频繁水肥冲施灌溉、高经济价值作物的不间断灌水。目前农业生产上,作物根系被动吸水是主要方式,这些供应方式往往没有根据作物生长的需求去匹配水分和养分,供应的水肥通常高于作物的正常生长需求,虽可获得较高的产量,但生产出的产品品质变差,同时水分蒸发及淋溶损失数量多、养分投入量大,效率低下,更会造成养分在土体中的积累及硝态氮向地下水淋溶的风险,不但浪费能源且给生态环境造成负面影响,农业生产无法得到可持续发展。近年来随生产水平的提高,渗灌、滴灌、微喷等水肥一体化技术得到了迅猛发展,特别是在北方的设施蔬菜与花卉、南方一些山坡地热带果树上应用面积逐年增多,这种微灌方式很大程度上避免了大水大肥的现象,能够大大节约水资源,提高水分利用效率,同时能够减少肥料投入并提高养分利用率。但这种技术的根本出发点是在于节水节肥省力,仍属于作物被动接受水分和养分供应的方式,灌溉施肥的操纵者在于人,而人判断水肥供应的标准则是根据作物长势、天气情况以及土壤表面的干湿状况等,无法探明根系和根际土壤的实际状况,与特定栽培条件下的作物水分和养分客观需求相去甚远,无法实现真正意义上的作物水分供应,即所说的作物主动吸收的水分平稳供应。

[0004] 作物主动吸收水分的土壤水分平稳供应方式是最近几年科研工作者研究的一种新型水分供应方式,如中国专利文献CN1726762A(专利号:200410071164)公开的一种负压调控的封闭式栽培系统及其操作方法,中国专利文献CN1823578A(专利号:200510045890)公开的作物负压给水系统,其基本原理是作物根系吸收水分后使根区土壤水势下降,当水势降低低于与土壤紧密接触的特定供水装置(通过负压控制,设置固定水势值,不会主动向土壤中供水)中的水势时,装置中的水流向水势低的土壤,水再通过土壤毛管作用向不同方向移动,当土壤水势均匀升高与供水装置的水势相当时,装置则停止水分供应,而作物经过外界环境影响和自身生理代谢活动后根系再吸水,土壤水势又降低、装置再进行供水,循而

往复,就形成了一个作物根系主动吸收的水分平稳供应状态。这种水分平稳供应方式是由作物根据自身活动主动的水分调节机制,与作物需水规律可高度吻合,外界对土壤供水不会有任何损失和浪费,实现真正意义上的高效用水和节约用水。

[0005] 再如,中国专利文献CN1788542A(专利号:200510123974.X)公开的一种负水头灌溉系统,中国专利文献CN 201830706U(专利号:201020528940.5)公开的负压自动灌溉盆,中国专利文献CN 101185413A(专利号:200710178527.3)公开的一种自动控制土壤水势恒定的装置,以上装置的供水盘或供水管均是设置在根系的底部,没有根据特定作物根系特征设计不同的土壤水分平稳供应栽培装置及实现技术的操作方法,无法最大限度的研究不同作物水分及养分平稳供应特征,且结构复杂,运行成本高,无法满足根系对水分的及时需求,使作物的正常生长受到影响。

发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明根据直根系作物的根系特征,提供了一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽。

[0007] 术语说明:

[0008] 直根系作物:本发明中的直根系作物存在于双子叶作物中,特点是主根明显而发达,并且方向为竖直向下,侧根呈葡萄状分布于主根周围。从外观上,主根发育强盛,在粗度与长度方面极易与侧根区别,一般双子叶作物多为直根系。一般直根系入土较深,其侧根在土壤中的延伸范围也较广,而从作物角度出发又区别于普通木本作物,由于木本作物的根系其延伸直径可达10~18米,常超过树冠的好几倍。本发明的直根系作物指在一般的农作物,如萝卜、豆类、土豆、棉花等。其特点是:相比须根系及一些浅根系作物,植株相对较高,干物质量较大,根系中主根功能相当明显(如图1所示),根系纵向垂直分布较深,横向范围较窄,根系对水分养分吸收的主要功能区如图2所示,分布在垂直的整个主根及相应的侧根上。

[0009] 本发明的技术方案如下:

[0010] 一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,其特征在于,包括上端敞口,下端封闭的槽体,所述的槽体为上宽下窄的截头倒圆锥形,在槽体内填充栽培基质,在槽体内距离槽体纵向中心线上端5-12cm外周设置有柱状微孔陶土管,柱状微孔陶土管从栽培槽上端延伸伸至栽培槽底部,微孔陶土管为若干根,围绕槽体纵向中心线等半径分布,若干根微孔陶土管在同一圆周上等距间隔分布,微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,所述的微孔陶土管均为空心结构,各微孔陶土管共同连接水管,水管延伸至槽体外并与外界供水装置连通。

[0011] 所述的供水装置为自动控制进水装置,所述的自动控制进水装置包括一密封的盛水容器,盛水容器上设置有进水口和出水口,盛水容器的进水口与水源水管连接,盛水容器的出水口与各微孔陶土管共同连接的水管连通,盛水容器内盛装有恒定水势的浇灌水,浇灌水不充满整个盛水容器,盛水容器内除浇灌水以外,上方装有空气,盛水容器的进水口与水源水管之间设置有水阀,水阀与可以根据盛水容器内负压值控制水阀开启与关闭的控制器连接。

[0012] 当微孔陶土管周围的土壤含水量下降造成土壤水势降低后,微孔陶土管向土壤渗

水,从而使盛水容器中的水量减少(此时水势值逐渐降低),容器中负压绝对值逐渐变大,当控制器检测到该负压绝对值高于设定的负压值时,则自动打开水阀,补充水流进盛水容器;当负压绝对值缩小至设定的负压值时(这是一水势逐渐上升的过程),控制器控制水阀关闭,停止向容器中进水,盛水容器内始终保持恒定水势。

[0013] 本发明优选的,微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成的截头倒圆锥形与槽体为同心结构。

[0014] 根据本发明优选的,微孔陶土管顶端低于槽体上端面0.5-1.5cm,微孔陶土管的底端封闭,微孔陶土管的底端与槽体底部之间的距离为5-10cm。

[0015] 本发明优选的,微孔陶土管与槽体纵向中心线接近平行,所述微孔陶土管与槽体纵向中心线之间的夹角 $5-10^{\circ}$,微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线的距离为5-12cm,微孔陶土管的长度为35-50cm。

[0016] 本发明根据直根系作物的根系纵向空间分布特点:直根系入土较深,侧根呈葡萄状分布于主根周围,横向范围较窄,且整个根系由浅入深逐渐变细,功能逐渐减弱;经过长期实验,特定选择微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,微孔陶土管与槽体纵向中心线之间的夹角 $5-10^{\circ}$,微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线的距离为5-12cm,微孔陶土管的长度为35-50cm;微孔陶土管可向不同深度的根系供水,陶土管纵向的长度及微孔陶土管距槽体纵向中心线的距离保证了主根从上到下均能吸收到陶土管提供的水分,水分储存在微孔陶土管内,根据土壤的干旱程度自动向周围渗水,可兼顾到上下部根系的纵向深度分布范围均衡平稳的供应水分,可达到高效利用水肥,使本发明的栽培槽适用范围更广。

[0017] 本发明优选的,所述的水管包括进水管和分支水管,分支水管的数量与微孔陶土管的数量相匹配,分支水管通过接头共同与进水管连通,进水管连接供水装置,每根微孔陶土管的顶端与分支水管的端部连接。

[0018] 进一步优选的,微孔陶土管的顶端与分支水管连接处呈圆弧平滑过渡,所述的分支水管优选为软管。此种设计的优点:微孔陶土管的顶端与分支水管连接处呈圆弧平滑过渡保证了供水装置里的水连续均衡的向每根微孔陶土管供水,使该装置时刻满足作物水肥的需要,并且不浪费水资源。

[0019] 根据本发明优选的,微孔陶土管的数量为2-4根,本发明优选为2根,两根微孔陶土管相对设置。多根微孔陶土管环绕在直根系作物主根的周围并为其提供水分,使水分在主根系周围分布更均匀,的微孔陶土管的根数是根据直根系作物的横向侧根分布特定选择的,虽然直根系作物以主根吸收为主,但侧根及根毛呈放射状分布在主根周围,多根陶土管的环绕分布设计能够控制到各个方向根系的横向生长范围,以便对根系水分的需求进行及时响应。

[0020] 本发明的优选技术方案:微孔陶土管为空心圆柱形,微孔陶土管的管外径为1.2-1.7cm,管壁厚度为0.3-0.5cm,管壁上均布有用来透水的微孔,微孔的孔径为50-100微米。此种设计的优点:微孔只可以用来透水,空气和土壤不能透过,微孔陶土管与供水装置之间形成封闭的水体,微孔陶土管与土壤直接接触,土壤水势下降通过微孔陶土管透水进行补给。本发明的微孔的孔径为50-100微米,进气值低,同时避免栽培基质堵塞微孔,出水方便、灵敏,水势差较小的条件下便可以从微孔中排出水。

[0021] 根据本发明优选的,所述的槽体为陶瓷或陶土材料,槽体上端面内直径为30-35cm,下端内直径为25-30cm,上端面与下端面之间的高度为40-55cm,槽体侧壁厚度均匀,槽体侧壁厚为0.8-1.2cm。

[0022] 所述的供水装置设置在与栽培槽上端平行至高出栽培槽上端8-10cm的位置。

[0023] 本发明的微孔陶土管为现有技术,宜兴市陶鑫陶瓷有限公司产有售。

[0024] 本发明的栽培槽适用于萝卜、土豆、棉花等直根系作物。

[0025] 用上述直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽来种植直根系作物的方法,步骤如下:

[0026] (1)按栽培槽的容积准备直根系作物生长需要风干土,按直根系作物生长养分需求准备肥料,将风干土和肥料充分混合均匀,制得栽培基质;

[0027] (2)将制得的栽培基质填进槽体内,当栽培基质填充约至槽体中部时,近似竖直插放微孔陶土管,距槽体纵向中心线3-8cm布置2-4根微孔陶土管,并且使微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线5-12cm,继续填充栽培基质,在每根微孔陶土管的顶端连接分支水管,分支水管通过接头共同与进水管连通,进水管与栽培槽外的自动控制供水装置连通;

[0028] (3)将所有栽培基质填进栽培槽内后,将直根系植物种子或苗栽培于槽体纵向中心线位置;

[0029] (4)向栽培槽内灌水,所述的灌水量为田间最大持水量的60%-70%;

[0030] (5)将栽培槽埋设在田间的土壤中,使栽培槽的上端面与土壤表面平齐,栽培槽周围的土填实;

[0031] (6)打开供水装置,微孔陶土管通过土壤水势变化自动供给根系水分,实现直根系作物的水分平稳供应。

[0032] 本发明的栽培槽通过内部各微孔陶土管合理的长度与栽培槽内的空间相对位置设计,与在本发明之外的位置与尺寸设计,在同样环境条件下,自动控制进水装置的负压控制阀门的打开时间在不同直根系作物上应用的反应时间缩短平均在8-20分钟,本发明的栽培槽能够及时反应栽培槽内的土壤水势变化和作物根系需水要求,能够实现作物需水的动态平稳供应,从而避免土壤水分亏缺却不能及时反应而造成作物的干旱胁迫损伤。

[0033] 本发明的特点及优良效果:

[0034] 1、本发明的栽培槽根据直根系作物的根系纵向及横向空间分布特点,设计一种上宽下窄的截头倒圆锥形的槽体,槽体的设计迎合了直根系作物根系的生长特征,在槽体内设置有多根与主根接近平行的柱状微孔陶土管,围绕主根周围呈圆周均匀分布,柱状微孔陶土管的位置设置充分考虑了直根系作物的根系纵向的长度和横向吸收,能够对栽培槽内部不同位置土壤的水势变化进行即时反应,进行及时补水,通过毛管作用渗透移动到槽中任何位置,实现土壤水分平稳供应,真正实现了作物需水的动态平稳供应,从而避免土壤水分亏缺却不能及时反应而造成作物的干旱胁迫损伤。

[0035] 2、本发明的栽培槽在对作物进行“浇水”时,水分通过柱形陶土管进入栽培槽内的土壤中,供各个层次深度范围内的根系吸收利用,即使在放在整个田间,这种作物根系主动吸收水分的方式避免了水分向地下渗漏和地表的蒸发,提高了水分利用率,大幅度减少了灌溉用水量,节水效果十分明显,同时保证随水移动的肥料养分不会对周围土壤及水源造成污染。

[0036] 3、本发明的栽培槽能够实现作物的连续给水,从人的主动灌水变作物的主动吸收水分,始终保持土壤湿润,能够适时适量满足作物需水,保证作物正常生长,并节省了大量的人力物力,大大降低了灌溉成本。

[0037] 4、本发明栽培槽的微孔陶土管进气值低,不存在堵塞,出水方便、灵敏,水势差较小的条件下便可以从微孔中排出水,及时供应根系吸收。

[0038] 5、本发明的栽培槽结构简单,运行成本低,对于进行科学实验研究非常适用,使用时将栽培槽埋设地下,有利于田间管理,自动进入装置位于槽体外,维修方便。

[0039] 6、本发明的栽培槽在水分平稳供应条件下更有利于掺入控释氮肥的缓慢释放,更能发挥控释氮肥的作用特点,避免速效氮肥快速转化的挥发损失及带来的烧根烧苗现象。

[0040] 7、本发明能够最大限度的自动控制土壤水势恒定,有利于试验研究该种水分灌溉方式下的各种参数。

附图说明

[0041] 图1右侧为直根系作物的基本根系形态图,左侧为须根系对比

[0042] 图2为本发明栽培槽的结构示意图;

[0043] 其中:1、槽体上端面,2、槽体下端面,3、进水管,4、微孔陶土管,5、供水装置,6、分支水管。

具体实施方式

[0044] 下面通过具体实施例对本发明做进一步说明,但不限于此。

[0045] 实施例1

[0046] 一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,结构如图2所示,包括上端敞口,下端封闭的槽体,槽体为陶土材料,所述的槽体为上宽下窄的截头倒圆锥形,槽体上端面1内直径为35cm,下端面2内直径为30cm,上端面1与下端面2之间的高度为55cm,槽体侧壁厚度均匀,槽体侧壁厚为1cm。在槽体内填充栽培基质,在槽体内距离槽体纵向中心线上端10cm外周设置有柱状微孔陶土管4,柱状微孔陶土管4从栽培槽上端延伸至栽培槽底部,微孔陶土管4在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,所述的微孔陶土管均为空心圆柱形,所述的微孔陶土管为2根,2根微孔陶土管相对设置,2根微孔陶土管4的长度均为50cm,各微孔陶土管共同连接水管,水管延伸至槽体外并与外界供水装置5连通。所述的水管包括进水管3和分支水管6,分支水管6的数量与微孔陶土管4的数量相匹配,分支水管6通过接头共同与进水管3连通,每根微孔陶土管4的顶端与分支水管6的端部连接。微孔陶土管4的顶端与分支水管连接处呈圆弧平滑过渡,所述的分支水管优选为软管。所述的供水装置5为自动控制进水装置,所述的自动控制进水装置包括一密封的盛水容器,盛水容器上设置有进水口和出水口,盛水容器的进水口与水源水管连接,盛水容器的出水口与集水管连通,盛水容器内盛装有恒定水势的浇灌水,浇灌水不充满整个盛水容器,盛水容器内除浇灌水以外,上方装有空气,盛水容器的进水口与水源水管之间设置有水阀,水阀与可以根据盛水容器内负压值控制水阀开启与关闭的控制器连接。供水装置5设置在与栽培槽上端平行至高出栽培槽上端10cm的位置。

[0047] 微孔陶土管4在槽体纵向中心线的外围围成的截头倒圆锥形与槽体为同心结构。2

根微孔陶土管与槽体纵向中心线接近平行,2根微孔陶土管均近似垂直进入栽培基质,所述微孔陶土管与槽体纵向中心线之间的夹角 5° ,微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线的横向距离为10cm,微孔陶土管顶端低于槽体上端面1cm,微孔陶土管的底端封闭,微孔陶土管的底端与槽体底部之间的距离为4cm。2根微孔陶土管4管外径均为1.2cm,管壁厚度均为0.4cm,管壁上均布有微孔,微孔孔径为50微米,自动控制进水装置5设置在与栽培槽上端平行至高出栽培槽上端9cm的位置,微孔陶土管外缘与槽体内侧壁之间的距离为6.3cm。

[0048] 直根系作物的根系分布如图1右侧所示,直根系作物进入本发明的栽培槽或作物种子开始在栽培槽内萌发后,作物根系的主根由浅而深、侧根则横向范围由近及远进行生长,受根系吸收水分的影响及土壤水分的散失,根系周围土壤水势逐渐降低,受土壤毛管作用,栽培槽内的水分由水势高处流向作物根系吸收水的土壤水势低处,当栽培槽内土壤水势低于陶土管中的水势时,这时土壤水势和陶土管中的水势之间产生一个水势差,陶土管中的水自动透过微孔渗入土壤,由于陶土管中水流出后,密封的盛水容器内水量减少,水压降低,当水压低于控制器设置的负压值,水阀打开,水则进入水容器并流入陶土管,当陶土管渗水到土壤中,土壤水势值均匀升高至与陶土管中的水势值相等时,陶土管停止向土壤中渗水,陶土管连接的水容器水压恢复至与自动进水装置设定的负压值相同时,阀门则自动关闭,则停止向水容器中进水,因此也不会继续向陶土管供应。作物生长,根系继续吸水,受土壤水势变化的影响,微孔陶土管再渗水,水容器水压下降,自动控制进水装置继续向水容器进水,循而往复,就实现了水分的平稳供应,这也是一个处于动态平衡的水分供应方式。

[0049] 当直根系作物的主根纵向及侧根横向生长至一定的范围之后,本发明栽培槽的两个正对的柱形微孔陶土管则能通过与其根系合理的相对位置在短时间内感知作物根系的需水信号(水势下降),从而实现水分的及时供应。

[0050] 实施例2

[0051] 一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,结构如实施例1所示,不同之处在于:

[0052] 槽体上端面1内直径为32cm,下端面2直径为26cm,上端面1与下端面2之间的高度为48cm,槽体侧壁厚度均匀,槽体侧壁厚为1.1cm。柱形微孔陶土管4为3根,柱状微孔陶土管从栽培槽上端延伸至栽培槽底部,围绕槽体纵向中心线等半径分布,若干根微孔陶土管在同一圆周上等距间隔分布,微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,所述微孔陶土管与槽体纵向中心线之间的夹角 8° ,微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线的距离为8cm,因此,微孔陶土管与作物主根横向距离为8cm,呈圆周均匀分布在主根周围,微孔陶土管的长度为40cm。

[0053] 微孔陶土管顶端低于槽体上端面0.8cm,微孔陶土管的底端封闭,微孔陶土管的底端与槽体底部之间的距离为7.2cm。微孔陶土管的管外径均为1.4cm,管壁厚度均为0.4cm,管壁上均布有微孔,微孔孔径为80微米,自动控制进水装置5设置在与栽培槽上端平行至高出栽培槽上端8cm的位置,微孔陶土管外缘与槽体内侧壁之间的距离为6.6cm。

[0054] 实施例3

[0055] 一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,结构如实施例1所示,不同之处在于:

[0056] 柱形微孔陶土管4为4根,柱状微孔陶土管从栽培槽上端延伸至栽培槽底部,围绕槽体纵向中心线等半径分布,若干根微孔陶土管在同一圆周上等距间隔分布,微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,所述微孔陶土管与槽体纵向中心线之间的夹角 6° ,微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线的距离为7cm,因此,微孔陶土管与作物主根横向距离为7cm,呈圆周均匀分布在主根周围,微孔陶土管的长度为47cm。

[0057] 微孔陶土管顶端低于槽体上端面1.5cm,微孔陶土管的底端封闭,微孔陶土管的底端与槽体底部之间的距离为6.5cm。微孔陶土管的管外径均为1.2cm,管壁厚度均为0.3cm,管壁上均布有微孔,微孔孔径为100微米,自动控制进水装置5设置在与栽培槽上端平行至高出栽培槽上端8cm的位置,微孔陶土管外缘与槽体内侧壁之间的距离为9.3cm。

[0058] 实施例4

[0059] 一种直根系作物土壤水分平稳供应的栽培槽,结构如实施例1所示,不同之处在于:

[0060] 槽体上端面1直径为34cm,下端面2直径为26cm,上端面1与下端面2之间的高度为44cm,槽体侧壁厚度均匀,槽体侧壁厚为1.0cm。柱形微孔陶土管4为4根,柱状微孔陶土管从栽培槽上端延伸至栽培槽底部,围绕槽体纵向中心线等半径分布,若干根微孔陶土管在同一圆周上等距间隔分布,微孔陶土管在槽体纵向中心线的外围围成截头倒圆锥形,所述微孔陶土管与槽体纵向中心线之间的夹角 7° ,微孔陶土管的顶端距槽体纵向中心线的距离为9cm,因此,微孔陶土管与作物主根横向距离为9cm,呈圆周均匀分布在主根周围,微孔陶土管的长度为38cm。

[0061] 微孔陶土管顶端低于槽体上端面0.8cm,微孔陶土管的底端封闭,微孔陶土管的底端与槽体底部之间的距离为5.2cm。微孔陶土管的管外径均为1.4cm,管壁厚度均为0.4cm,管壁上均布有微孔,微孔孔径为90微米,自动控制进水装置5设置在与栽培槽上端平行至高出栽培槽上端9cm的位置,微孔陶土管外缘与槽体内侧壁之间的距离为6.6cm。

[0062] 应用实验例:

[0063] 实验例中所用植物为:棉花,品种为鲁棉研28号。

[0064] 试验在山东省农业科学院院内防雨棚中进行,于时间4月25日播种,收获时间为10月12日,将棉花分别种植到实施例1-4所述的栽培槽内,每种栽培槽作3个平行。将传统田间棉花种植、普通盆栽棉花种植和浅根系栽培槽的棉花种植作为对比例1-3。棉花品种及除草、单株施肥(品种及用量)、防治病虫害和收获等田间管理措施一致,其中传统田间棉花种植按照农民习惯生产操作进行灌溉,普通盆栽棉花种植根据土壤和植株长势进行充分灌溉,而浅根系栽培槽棉花种植和实施例则是水分平稳供应。

[0065] 上述4个实施例的平均结果与3个对比例结果比较如表1所示。

[0066] 表1 不同处理棉花的产量和水分利用情况对比

[0067]

处理	根系体积 (cm ³ /株)	根系生物量(干重 计, g/株)	灌溉水量(含 降水, mm)	水分利用率(g/ 株·mm)	皮棉产量(g/ 株)
对比例1(传统 田间棉花种植)	120	85.6	170	0.20	34.3
对比例2(普通 盆栽)	133	88.1	175	0.21	36.5
对比例3(浅根 系栽培槽种植)	142	92.3	95	0.40	38.4
实施例1-4(平 均)	146	93.7	87	0.46	39.7

[0068] 从表1可以看出,实施例中的根系体积和根系干生物量均明显高于3个对比例,其中比浅根系栽培槽种植的棉花也有一定优势,灌溉水量明显低于对比例,特别是比非水分平稳供应的前两个对比例能够显著节省用水50%以上,相比浅根系栽培槽也能够节省8mm的灌水量,水分利用率高于对比例1和2近一倍,单株皮棉的产量明显高出对比例。

[0069] 整体与浅根系栽培槽种植的对比例3相比较,本发明的实施例1-4的各项指标均由于对比例3,具有先进性。

[0070] 为比较不同处理棉花土壤水分状况和肥料利用情况,在另一个试验中通过在不同生育期对土壤含水量和土壤硝态氮含量进行测定,收获后对氮肥利用率作了分析(见表2)。对比例1的传统棉花种植按照农民习惯操作进行,采用普通速效氮肥进行分次施用;对比例2、3和4均采用控释氮肥。以上处理均采用单株等养分量的氮肥投入,其他管理措施一致。

[0071] 表2 不同处理在棉花不同生育期的土壤含水量和土壤硝态氮含量及氮肥利用率
[0072]

处理	苗期		现蕾期		花铃期		氮肥利 用率(%)
	土壤含水 量(%)	土壤硝态 氮(mg/kg)	土壤含水 量(%)	土壤硝态 氮(mg/kg)	土壤含水 量(%)	土壤硝态 氮(mg/kg)	
对比例1(传 统棉花种植)	20.3	32.8	27.1	32.5	23.5	15.7	24.6
对比例2(普 通盆栽)	25.4	30.4	26.6	24.9	25.8	19.5	29.5
对比例3(浅 根系栽培槽 种植)	21.4	22.5	21.4	23.6	22.5	21.5	31.3
实施例1-4 (平均)	22.5	24.6	23.1	28.5	23.6	25.4	32.6

[0073] 棉花对土壤水分的需求基本规律是从苗期到花铃期是一个从低到高的过程,吐絮期以后又降低。从表2可以看出,对比例1中的土壤含水量在不同时期有较大差异,不能保证

棉花的水分正常供应,对比例2由于是根据植株长势和土壤表面干湿情况进行浇水,因此土壤水分一直处于一个较高的含量,不适宜棉花的健康生长,对比例3利用浅根系栽培槽种植的棉花由于槽内部陶土管没有根据棉花根系特点供水空间设置,导致水分渗透相对迟缓,相比实施例的土壤含水量略低,不利于根系水分需求,有可能导致干旱胁迫,而4个实施例土壤平均值基本符合棉花根系土壤的含水量需求规律,既不表现干旱也没有过度供水。

[0074] 从不同处理土壤硝态氮含量分析,施入普通速效氮肥的对比例1在苗期和现蕾期由于氮肥施入,土壤硝态氮保持一个较高的含量值,而后期土壤氮含量下降,不能保证后期的氮素供应,对比例2由于充分灌水导致控释氮肥的释放速度过快,前期土壤氮含量过高,后期偏低,对比例3利用浅根系栽培槽使掺入的控释氮肥能够达到缓慢释放的目的,但是由于水分供应的问题使之释放量明显降低,相比之下,实施例1-4的土壤硝态氮平均值则能很好的表现出控释氮肥中氮缓慢释放与供应的优势。氮肥利用率也明显高于其他3个对比例。

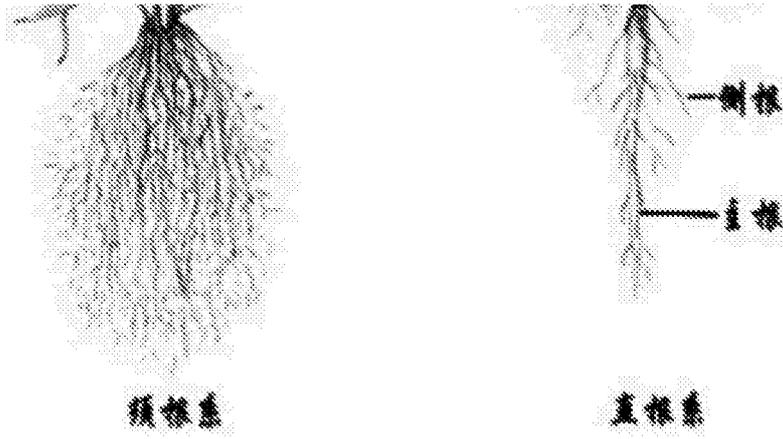


图1

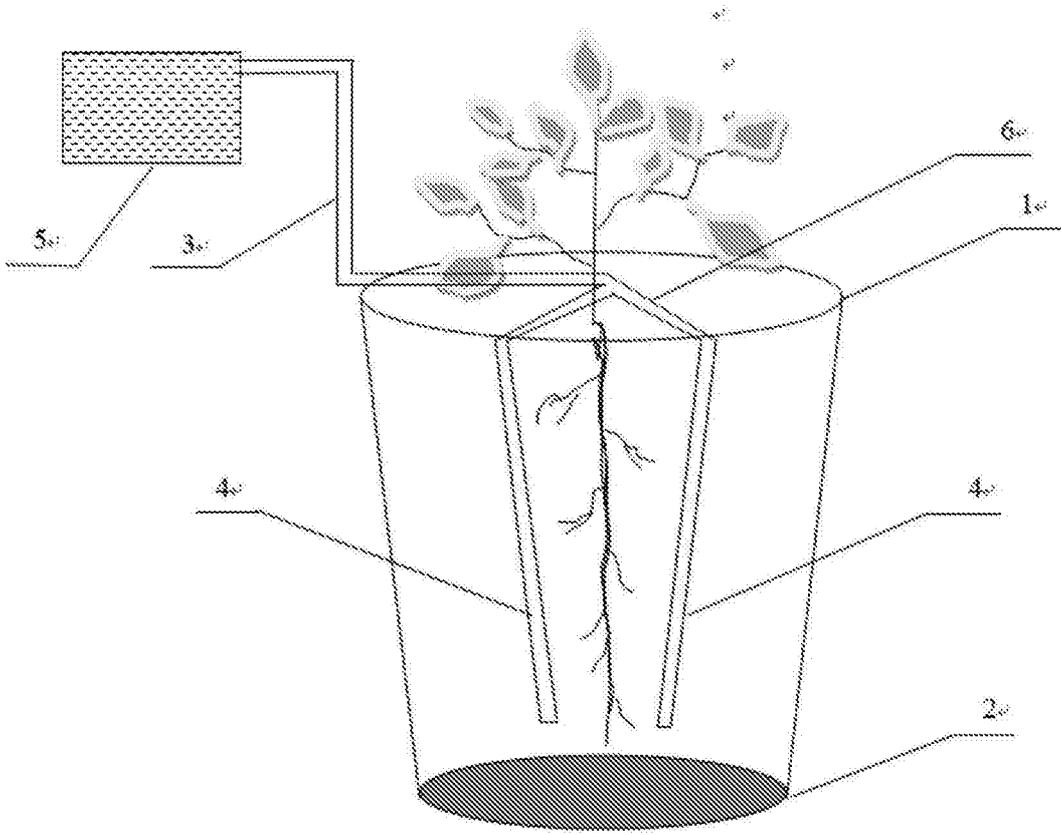


图2