

节水型自动洗根装置的研制及其应用

钟良平 邵明安

(中国科学院
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

提 要

该文介绍的是一种节水型自动洗根装置。对比实验表明:这种装置既可靠又高效,并具节水、自动化程度高、轻便、易操作、不需特别的配套设备、制作材料易得及成本低廉等优点,可广泛用于根系研究测定。

关键词: 洗根装置 手选法 冲洗法 可行性验证

Development of the Water-saving and Automatic Root-washing Installation and Its Application

Zhong Liangping Shao Mingan

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract

A water-saving and automatic root-washing Installation is introduced in this article. Comparative experiments show: it is both reliable and efficient, and saving water, high automatic, portable, operated easily, and it needn't special necessary equipment yet, and materials can be got easily and its cost is very cheap. It may be used widely as a common installation in the research of root system.

Key words: root-washing installation selection-handed method water-washed method reliability test

根系研究是土壤学、植物生理生态学、农学、作物栽培学等许多领域的重要基础研究。虽然研究目的各不相同,研究方法多种多样,根系获取是各研究内容中不可少的一环,许多分析和结论都要建立在根系资料的可靠性上,而根系资料的可靠性完全取决于获取的手段和方法。因此,如何更为有效地把根系从土壤中分离出来显得十分重要。纵观国内外已有的研究工作,我们把形形色色的根系分离方法大致分为两类:一类是手工分离法,作者称之为手选法,主要是利用镊子、尖刀等工具将根从土壤中挑选出来,并借助于放大镜挑选细根,然后用水漂洗去掉根表细土;另一类是器具分离法,由于其核心思想大同小异,这里统称为冲洗法,该方法是借助于实验器具根据根系状况在不同水压下直接冲洗,待土冲净后再用镊子取掉混杂其中的杂草、石砂等物。现有的冲洗装置虽然种类不少,但多因有不少问题未能普及使用,如有的冲洗速度太慢,有的冲洗不净或损失根太多;有的价

格昂贵;有的受自身体积和重量限制不便在野外使用。因此,研制一种就地取材就能加工并制作容易、轻便易于搬运、速度快、自动化程度高、耗水少的洗根装置十分必要。本文介绍的就是这样一种装置。

一、设计与制作

整个装置包括洗根器、水循环利用系统两大部分,另配两功能搅拌器 1 个,详见附图(包括图 1、图 1-1、图 1-1-(1)、图 1-1-(2))。

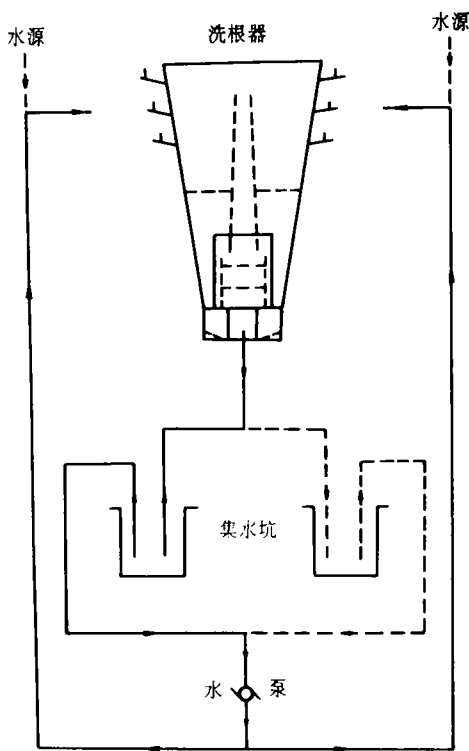
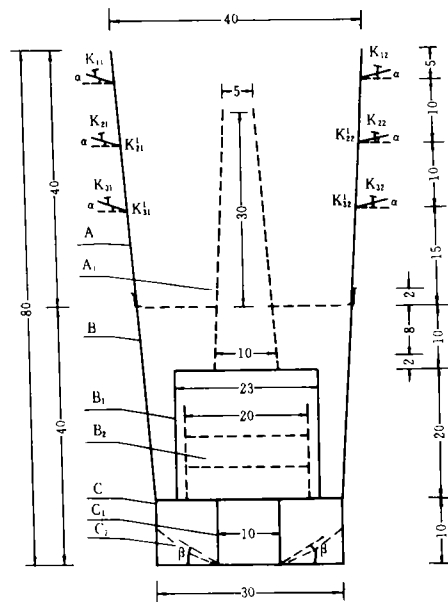


图 1 节水型自动洗根装置示意图



A—上部容器;A₁—排根管;K—万向水龙头;K'—滑动式贴壁开关;B—下部容器;B₁—窗口及沿壁滑动小门;B₂—不同孔径的土样筛;C—底座;C₁—排水口;C₂—汇流板; α 、 β —倾角。

图 1-1 洗根器示意图

洗根器包括上部容器(A)、下部容器(B)、底座(C)三部分。上部容器用于盛放土样和根系分离。考虑土壤体积和随冲洗进程逐渐减少的根量两个因素,从提高冲洗速度和节约用水出发,特将排根管(A₁)设计成天线式和灯罩式(A₂)两种,其中,天线式排根管高度(在上部容器的那部分)在 10~30cm 之间可任意调节。灯罩式排根管分 10cm、20cm、30cm 3 个高度,其上小下大的锥状设计还有利于水流分散,以确保最上层冲洗筛(见下部容器内)中的根系不致因水压过大溢出筛外。与高度可调式排根管对应应有 6 个进水口(K)作为水源,分别在桶壁对称两侧的 3 个高度(15cm、25cm、35cm)处呈螺旋状排列,水流方向通过水龙头与桶壁的倾角(α)控制,使土、根在水力作用下涡旋达到自动搅拌,同时开启低于排根管使用高度的各水龙头开关便能形成立体的、全方位的搅拌。水流方向由与水平面的夹角(α_1)和与桶壁切线方向的夹角(α_2)共同决定, α_1 确保根、土在向下的水力作用下向上翻滚使根浮起,范围在 0~90°,角度越大越有利于翻滚, α_2 确保根在向心的水力作用下旋转汇聚并尽快从排根管排出,范围在 0~90°,角度越小越有利于旋转。水流方向因土壤质

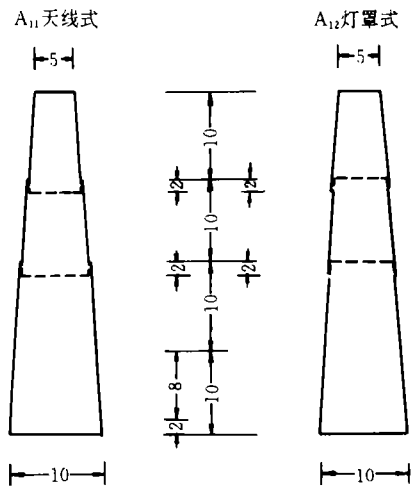


图 1-1-(1) 排根管示意图

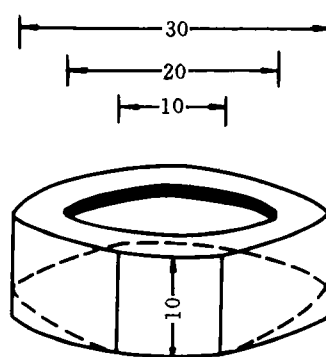


图 1-1-(2) 底座示意图

地、结构等物理性状和作物种类及根系状况而异,对于质地较轻、根系易于挣脱的沙质土壤或比重较小易于浮起的根系来说,水流尽可能水平进入即 α_1 很小,相反,对于土壤质地较粘、根系不易挣脱的团聚状土体或比重较大不易浮起的根系来说,水流需沿斜下方进入即 α_1 较大。关于因土壤状况、作物种类和根系状况而异的最佳水流方向尚有大量的工作要做,既需复杂的理论推算又需重复的试验验证,这一问题将另文讨论。为使同一装置对各种土壤、各种作物具有通用性,我们将控制水流方向的水龙头设计为万向水龙头,即以水龙头与桶壁的接点为圆心,水龙头可在半球范围内任意转动。水流强度由水龙头开关控制,视土样多少和根系状况而定。为保证使用较高(15~30cm)排根管时水、土、根不致回流进入较低位置的未开启的水龙头,在其出水处,即桶内壁加一滑动式贴壁开关(K')。下部容器用于根系截留和冲洗,兼作上部容器的支撑体。桶壁中下部开一矩形窗口(B₁),以便筛子拿出放进,为使冲洗时水不从窗口溅出,窗口设一沿桶壁滑动的小门。一套(2~3个)土样筛(B₂)重叠放置在容器底部中央开口处(见C分解图C'、C''),孔径选择因作物种类和根系层次而异,自上而下孔径由粗(1~2mm)到细(0.25~0.5mm)排列,这样既便于冲洗,又能确保细毛根被下层致密的细筛截留,同时可把根系按根径依土样筛孔径进行粗略分级。由于不同厂家生产的土样筛高度不一,为确保排根管出水处至最上层筛高度适宜(5cm左右),制作2个尺寸与筛子口径相同、高度稍低的垫圈调节高度用,只有2个筛子时尤为重要。底座用于支撑容器和排水,为使水、泥汇聚并尽快自窗口(见C'')排出,底座中部加一椭圆形汇流板(C中虚线部分),与器壁相焊,呈倾斜状(β 为15~20°)。

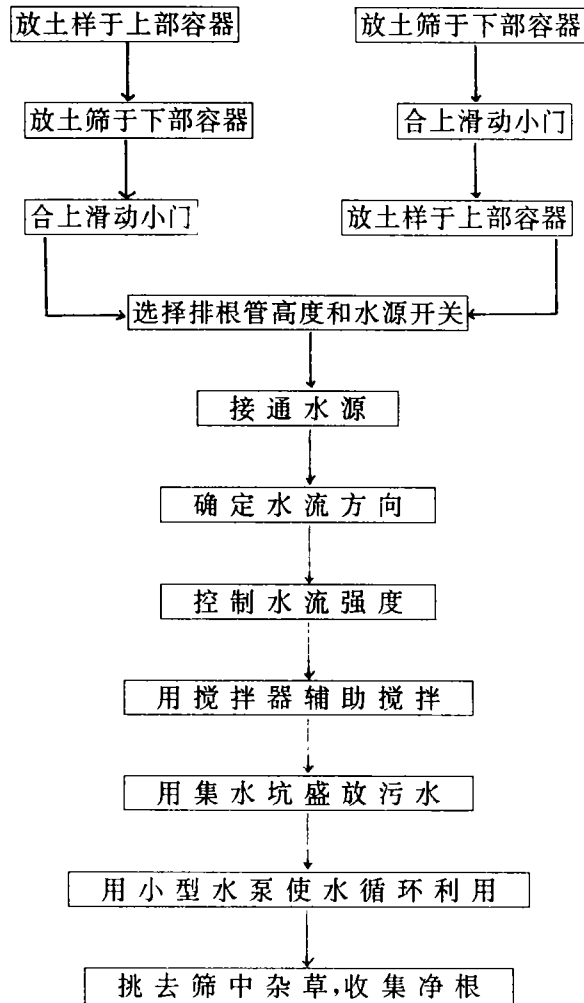
水循环利用系统由一个小型水泵和两个集水坑组成。集水坑既是泥沙盛放、沉淀器,又是水循环利用源,一个集水坑盛满泥沙后便使用另一集水坑,待泥水沉淀后通过水泵将清水作为洗根水源送入上部容器,两个集水坑交替使用,让水尽可能的循环利用,这样可以大大地减少用水。这一系统在水源缺乏的地方更具优越性。

搅拌器为组合安装,螺口连接,为冲压式(D')、搅动式(D'')两种,作为辅助工具用于捣碎土块和搅拌,使根分离、漂浮。

洗根器主体部分以白铁皮为材料即可制作,除天线式排根管外,工艺较为简单。整个装置需6个水龙头、1套土样筛、1个小型水泵及若干塑料水管作配件。

二、操作方法及流程

这种装置能在任何水平的实验室洗涤槽或野外使用,且极易操作。将采集来的土样送入上部容器,放置好土样筛于下部容器,并合上滑动小门,选择好合适的排根管高度和水源开关,接通水源,根便在浮力和搅动下与土壤分离、漂起,至排根管高时在水力作用下穿过排根管落在土样筛上,随着水的逐渐净化和循环冲洗,根就彻底分离出来(以水面不见根为准),然后用镊子挑去杂草即可获得净根。流程见附图(框图)所示:



附图 节水型自动洗根装置操作流程框图

三、可行性验证

(一)验证方法

我们以手选法为对照来验证该装置的可行性。这里以玉米根冲洗为例。

采样时间:1992年9月25日(玉米刚收获)。

采样地点:陕西省长武县王东试区塬面。

采样方法:挖一垂直剖面,以玉米秆为中心,20cm见方采土,每10cm一层,到100cm为止。

验证程序:用手选法获取数据(各土层根干重)之后将根用水湿润,然后将各土层根返回原土层土内并尽量使之保持原来的根系分布状态,再用洗根装置获取数据,同时记录两种方法各自耗费的时间,以检验该装置的效果和效率。

表1 各土层玉米根干重

土层深度 (cm)	根干重(g)		偏差 (%)
	Mc(冲洗法)	Ms(手选法)	
0~10	10.196	10.435	2.29
10~20	3.029	3.096	2.16
20~30	0.550	0.550	0
30~40	0.358	0.387	7.49
40~50	0.314	0.284	9.55
50~60	0.222	0.222	0
60~70	0.084	0.080	5.00
70~80	0.049	0.050	2.00
80~90	0.029	0.023	2.61
90~100	0.009	0.009	0
总计	14.840	15.136	1.96

(二)验证结果

1. 可靠性检验。两种方法获取的各土层根干重见表1。

相关分析结果:

$$M_s = 1.0240M_c - 0.0060, \quad r = 0.9999$$

各重复偏差均不足10%,总体偏差1.96%,尤其是根系主要分布层(0~20cm)偏差仅2.23%,可见冲洗结果与手选结果十分接近,两种方法结果相关系数趋近于1,说明冲洗结果同手选法。证明该冲洗装置是可靠的。当然,用这种方法可对装置进行标定,通过标定方程对冲洗结果进一步订正。

2. 效率对比。据记录概算,所有土层获得净根的全过程,手选法需15h(按1人计),冲洗法需7h30min,速度提高1倍,由于冲洗装置自动化程度高,实际需要时间更少,另外,手选法很伤眼睛,用冲洗装置洗根省时省力。

该装置适宜沙壤至粘土的各种作物地、草地及林地细根分布层土样。

四、结 语

根系测定是根系研究的重要工作。因此,根系获取的手段和方法已成了这一研究的重要方面。笔者纵观国内外已有的各种根系分离手段、方法,借鉴前人和实践研制了自动洗根装置,它以力学为依据,以高效、可行为其着眼点,既能因其水的循环利用节约大量用水,又能因其较高的自动化程度节约大量时间,同时具有轻便、易操作、易制作、成本低等优点。该装置可作为普及设备广泛用于根系研究,它会有助于根系研究的进一步深入。

本装置以采集土样为前提,对于大工作量的根系调查最为适宜。但本装置所获根系包含死根在内,死根与活根的分解除感观鉴别外,还需借助于浮选法、活体染色法、放射性同位素法等进一步区分。另外,文中所及尺寸仅供参考,用户可按比例放大或缩小。

参 考 文 献

- [1] M. T. 达拉诺夫斯卡娅著(李继云等译). 根系研究法. 北京:科学出版社,1962年
- [2] P. O. Nwdukwe, et al, portable apparatus for separating roots from soil cores, J. agric. Soi, 110, 405—406, 1988