

土壤工作部件田间测试系统的研制^①

苏元升^② 高焕文 李汝莘

(中国农业大学机械工程学院) (山东农业大学)

摘 要 研制了一种多用途土壤工作部件田间测试系统。该系统可在多种不同田间条件下测试不同土壤工作部件的牵引阻力、土壤垂直反力、工作深度和行走速度等参数,为土壤工作部件的工作性能分析提供田间试验数据。

关键词 土壤工作部件;田间测试系统;牵引阻力;土壤垂直反力;工作深度;行走速度

分类号 S 222. 200. 2

Study on Field Measuring System for Soil-Engaging Components

Su Yuansheng Gao Huanwen Li Ruxin

(College of Machinery Engineering, CAU) (Shandong Agricultural University)

Abstract The multifunctional field measuring equipment is studied. The equipment can be used to measure some parameters of soil-engaging components, such as draft force, vertical force and working depth, etc. to evaluate the performance of the components.

Key words soil-engaging components; field measuring system; draft force; vertical force of soil; working depth; walking speed

目前,农机土壤工作部件的性能分析试验多在土槽中进行,而用于田间试验的多功能测试系统较少。由于土槽造价昂贵、利用率低,试验费用较高,各科研单位大都自行设计一些专用于某种土壤工作部件的测试装置。国外农机科研机构设计的多用途田间测试装置^[1,2],能在多种田间条件下测试农机土壤工作部件的工作性能,但这些设备或造价较高,或测试功能不足。笔者设计的田间土壤工作部件测试系统,可灵活、快速地测试土壤工作部件的牵引阻力、垂直反力和工作深度等参数。

1 测试系统组成

测试系统由小四轮拖拉机、田间测试车、传感器、数据采集器和微型计算机组成。仪器连接见图1。所用传感器为角位移传感器、拉压传感器和压力传感器。角位移传感器的输出信号为阻抗变化,测试范围0~360°;拉压传感器和压力传感器的输出信号是微应变,测力范围0~9.8 kN。传感器和微动开关在测试车上的位置见图2。采用

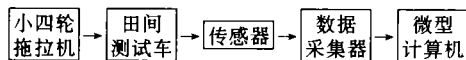


图1 仪器连接图

收稿日期:1998-09-18

①农业部中澳合作课题资助项目。

②苏元升,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)213信箱,100083

澳大利亚生产的 DataTaker 100F 可编程田间试验数据采集器,其主要特点为:专门用于田间数据的自动采集,备有多路模拟信号和数字信号输入输出通道,体积小、携带方便,内置高能蓄电池,能够长时间连续工作。数据采集过程通过编程控制,可满足对温度、转速、阻抗、电压、电流、应变等不同参数的测试要求。采集时间间隔通过内部时钟任意设定,或由某一数字信号控制。采集到的数据可直接存储到计算机中,也可先存入数据采集器的内存,再传输到计算机中。

田间测试车自行设计和加工制作,体积小,是一种多用途的测试装置,可用于测量农具的牵引阻力、地面的垂直反力、土壤工作部件在土壤中的深度变化和拖拉机在田间的实际速度等^[3]。田间测试车的组成和结构见图 2。

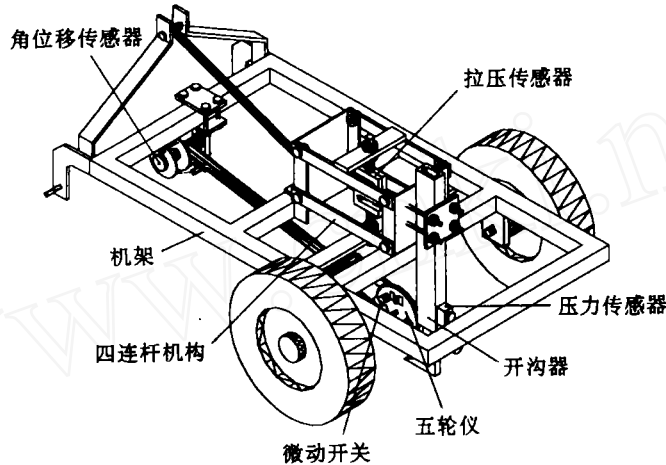


图 2 多功能田间测试车

测试系统采用数据采集器提供的由编程语言编制的控制程序,用微动开关控制,当微动开关闭合时,数据采集器记录采集器内部时钟和各传感器的信号。若五轮仪直径为 d ,五轮仪每转 1 圈微动开关闭合 3 次,则拖拉机每前进 $\pi d/3$ 的距离,数据采集器记录 1 次数据。

2 测试原理

土壤工作部件的受力状况见图 3。

牵引阻力。开沟器入土前,压力传感器所测力为 F_2 ;开沟器入土后,压力传感器所测力为 F'_2 。设开沟器实际牵引阻力为 F_1 ,则

$$F_1 = (F'_2 - F_2)l_3 / (l_3 + l_4 - l_5/3)$$

土壤垂直反力。开沟器入土前,拉压传感器所测力为 F_4 ;开沟器入土后,拉压传感器所测力为 F'_4 。设开沟器实际垂直反力为 F_3 ,则

$$F_3 = (F'_4 - F_4)l_1 / (l_1 + l_2)$$

工作深度。设开沟器底部与测试车 2 限深轮之间竖直方向的间距为 h 。当土壤工作部件处于工作状态时,由于地面起伏不平而导致五轮仪上下起伏,可

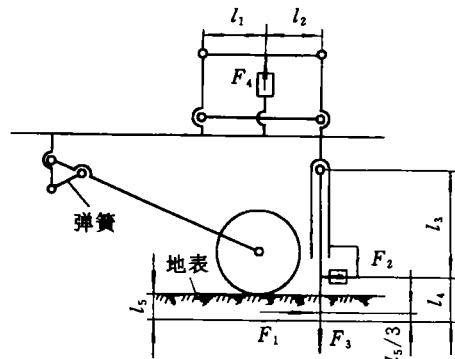


图 3 土壤工作部件受力图

由角位移传感器得到表示地表起伏不平度的数据 Δh 。设土壤工作部件实际耕深为 H , 则

$$H = h + \Delta h$$

行走速度。设五轮仪直径为 d , 记录次数 m , 起始、终止时间分别为 t_1 和 t_2 , v 为行走速度, 五轮仪转 1 圈记录 n 次数据, 则 $v = \pi dm / [n(t_2 - t_1)]$ 。

3 测试实例

被测土壤工作部件为从澳大利亚引进用于免耕播种的尖头型开沟器, 安装在中国农业大学机械工程学院自行研制的免耕种机上。试验在中国农业大学(东校区)试验农场进行, 试验地属半湿润易旱区, 轻壤土, 地表为小麦残茬, 土壤质量密度 $1.54 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 含水率 15.7%; 小四轮拖拉机以 3 挡速度在田间行走, $h = 6 \text{ cm}$ 。由测试结果得到各项参数的瞬时值, 根据这些数据求出统计值, 如平均值、方差、参数的变化范围等; 同时也可以得到各参数之间的关系曲线。

4 结束语

笔者研制的田间测试装置, 可在多种田间条件下对土壤工作部件进行动力性能测试。通过编程, 可灵活控制测试装置的测试方式, 满足不同的测试要求, 将测试装置略加改装, 即可成为单行播种机测试装置, 测试单行播种机各部件的工作性能。

参 考 文 献

- 1 McKyes E D, Desir F L. Prediction and field measurements of tillage tool draft forces and efficiency in cohesive soils. *Soil & Tillage Research*, 1984, 4(3): 459~470
- 2 Ward L D, Norris C P, Thomas E C. Component interactions in zero-till planters for heavy clay soils of southern Queensland. *Soil & Tillage Research*, 1991, 20(1): 19~32
- 3 李汝莘, 高焕文, 苏元升. 土壤容重和含水量对耕作阻力的影响. *农业工程学报*, 1998, 14(1): 81~85