

叶轮与胶轮并装对小型拖拉机 牵引附着性能的影响*

张娟利, 师帅兵, 邓海涛

(西北农林科技大学 机械与电子工程学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 为改善小型轮式拖拉机在旱地作业时的牵引附着性能, 采用单驱动轮试验装置, 在麦茬地中对单叶轮、单胶轮和并装轮(叶轮与胶轮并装)进行了对比试验。结果表明, 与单胶轮相比, 叶轮与胶轮并装在允许滑转率(20%)条件下时附着系数增加了45%, 拖拉机的牵引力提高了19.56%, 牵引功率提高了10%。表明小型轮式拖拉机叶轮与胶轮并装可提高旱地作业, 特别是重负荷作业时的牵引附着性能。

[关键词] 小型轮式拖拉机; 牵引附着性能; 单驱动轮; 叶轮胶轮并装

[中图分类号] S219.032.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)01-0147-04

轮式拖拉机, 特别是小型轮式拖拉机在旱地进行重负荷作业时, 普遍存在牵引附着性能差、驱动轮滑转严重、牵引效率低、油耗大的现象。因此, 轮式拖拉机牵引附着性能及其改进研究一直受到科研工作者的重视^[1-11]。目前, 对新型行走装置旱地驱动叶轮的研究较多, 这些叶轮大多是参考水田叶轮或机耕船设计的。研究表明^[1, 8-11], 这种叶轮一旦制造完成, 叶片的角度就不能调整, 当滑转率变化时, 不能保证叶片垂直出土, 使得叶片在出土时存在挖土现象, 导致阻力大, 功率消耗大等问题。本试验以基于胶轮和平行四杆机构原理设计的、叶片入土角度可在一定范围内调整的叶轮为研究对象, 采用单驱动轮装置进行对比试验, 探讨了叶轮与胶轮并装对小型拖拉机田间牵引附着性能的影响, 以为拖拉机牵引附着性能的改进进行有意义的探索。

1 材料与方 法

1.1 试验装置

1.1.1 单驱动轮试验装置 试验装置如图1所示, 东方红-150拖拉机的动力输出轴经一级链轮传动、万向节传动和蜗轮蜗杆减速器, 将动力传到被试轮轴上。在试验架两侧被试驱动轮轴的正上方各设置一个配重架, 以模拟拖拉机配重的加载方式, 每个配重架可放置质量为250 kg的配重。

该试验装置能使叶轮和拖拉机各自所受的力分

离开来, 从而使用简单方便的装置即可测出被试轮的牵引力、滚动阻力和土壤对被试轮的垂直反力。试验架与东方红-150拖拉机之间通过铰链连接, 这是由于铰链在垂直方向上受到来自东方红-150拖拉机的力比较小, 可以忽略。因此, 土壤支承反力就是试验架、配重和被试轮总重, 可通过称重得出。不同情况下被试轮的牵引力和滚动阻力、东方红-150拖拉机的滚动阻力, 均可通过拖拉机综合测试仪的拉力传感器测出。

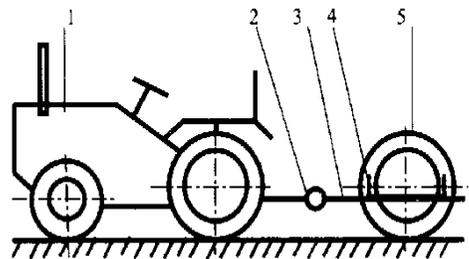


图1 单驱动轮试验装置示意图

1 东方红-150 拖拉机; 2 铰链连接;
3 试验架; 4 配重架; 5 被试轮

Fig. 1 Single driven wheel set

1. Tractor of Dong Fanghong-150;

2. Hinge joint; 3. Frame; 4. Frame of counterweight; 5. Tested wheel

被试胶轮选用国产7.50-16旱地用驱动轮胎, 直径为780 mm, 轮胎花纹高度为20 mm(新的轮胎花纹高度为25 mm), 试验时被试轮胎气压为0.11

* [收稿日期] 2005-05-15

[基金项目] 西北农林科技大学青年教师基金专项

[作者简介] 张娟利(1974-), 女, 陕西岐山人, 讲师, 硕士, 主要从事拖拉机与汽车性能改善方面的研究。

MPa。

1.1.2 被试叶轮装置 被试叶轮结构如图 2 所示, 偏心吊杆、副辐条、主辐条和管轴构成平行四杆机构, 叶片的入土角度可以通过移动轮心 O_2 的位置在一定的范围内调节, 入土角度是叶片与拖拉机水平前进方向间的夹角。叶轮共有叶片 16 个, 每个叶片高 80 mm, 宽 78 mm, 厚 3 mm。

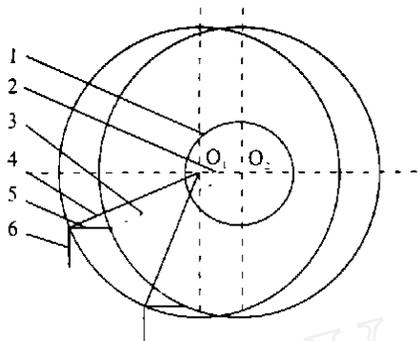


图 2 被试叶轮结构示意图

1. 偏心盘; 2. 偏心吊杆; 3. 副辐条;
4. 主辐条; 5. 管轴; 6. 叶片

Fig 2 Conformation of iron wheel with lugs

1. Eccentric plate; 2. Eccentric suspender;
3. Assistant spoke; 4. Main spoke; 5. Axes; 6. Lug

1.1.3 测试装置 试验主要测试装置为 CTM-4F 型拖拉机汽车综合测试仪, 配带有转速传感器、拉力传感器和五轮仪传感器。

1.2 试验地概况及试验期天气状况

试验场地块为陕西杨凌西北农林科技大学农作一站较为平坦的麦茬地, 试验段长 200 m, 试验测量段长 20 m、预备调整段长 50 m。试验场地宽 10 m 左右, 可使每次试验均避开以前的轮辙, 以消除重复通过对拖拉机牵引性能产生的影响。土壤情况(取均值)如下: 含水量 13.72% (质量分数), 干容重 1.66 g/cm^3 , 湿容重 1.9 g/cm^3 。试验于 2004-07-13 至 2004-07-20 进行, 试验期间天气情况: 晴-阴, 最高

表 1 麦茬地中单胶轮的牵引附着性能试验结果

Table 1 Single tire experiment of tractive and appendiculate performance on wheat stubble field

试验次数 Test number	行驶速度/ ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) Velocity	附着重量/kg Appendiculate weight	滑转率/% Slip	牵引力/N Tractive force	驱动力/N Driving force	牵引功率/kw Tractive power	附着系数 Appendiculate coefficient
1	3.61	266	12.69	576.4	867	0.578	0.326
2	3.865	306	9.37	576.4	853.6	0.619	0.279
3	3.82	361	11.89	576.4	778.4	0.612	0.216
4	3.45	266	20.06	1703.8	1994.4	1.633	0.75
5	3.415	306	17.95	1703.8	1981	1.616	0.647
6	3.36	361	20.02	1703.8	1905.8	1.59	0.528

由表 1 可知, 在麦茬地中, 单胶轮在允许滑转率 ($\delta = 20\%$)^[12] 时, 其驱动力、牵引功率和附着系数分

气温 30 。

1.3 试验方法

参照国家标准(GB 3871-83)《农业拖拉机试验方法》对装此叶轮的单驱动轮装置进行田间牵引附着性能试验^[12], 以获取滑转率、驱动力、牵引功率和附着系数等主要牵引附着性能指标, 为评定此叶轮的农田适应性及其推广应用价值提供可靠的科学依据。

试验采用定程法^[12], 被试轮分别为单胶轮、单叶轮和并装轮(胶轮与叶轮并装)。负荷车为丰收-35 拖拉机。试验前, 试验装置及测试仪器检查校核均正常, 传感器经过标定。试验过程中东方红-150 拖拉机始终挂空档, 故其驱动轮不起驱动作用, 只起支撑作用, 其动力输出轴处于工作状态, 为被试轮提供动力。因而在水平方向上, 东方红-150 拖拉机受向后的滚动阻力和试验架向前的推力, 并且两力大小相等。

试验开始时按下 CTM-4F 型拖拉机汽车综合测试仪的“开始”按钮, 到规定距离测试仪记录自动结束, 并打印出需测取的各参数。

为了消除路面坡度带来的影响, 进行往返测试, 取其平均值。测取被试轮转数、牵引力、机组滚动阻力、时间等参数。滚动阻力用拖拉法测得^[12]。

小型轮式拖拉机的附着重量一般为 600~800 kg^[12], 本试验采用的附着重量分别为 266, 306 和 361 kg。胶轮与叶轮并装试验中, 控制叶片的入土角度为 90°, 此时叶轮的直径为 860 mm, 每种工况下叶片的入土深度均可通过刻度尺测定刺印深度得出。

2 结果及分析

2.1 单胶轮牵引附着性能试验

单胶轮在麦茬地中试验结果见表 1。

别为 1 950 N, 1. 6 kW 和 0. 6 (这些数据为表 1 中第 4、6 次实验的平均值), 滚动阻力平均为 258. 15 N。

小四轮拖拉机(如东方红-150 拖拉机)在麦茬地中作业时, 根据其附着系数(0. 6), 可以估算出其发挥的最大驱动力为 3 927 N, 经过测定滚动阻力为 576 N, 于是可知其牵引力为 3 351 N。若东方红-150 进行犁耕作业, 耕深为 20~ 24 cm, 耕宽为 25~ 50 cm, 沙壤土壤中土壤比阻为 3~ 4 N/cm²[12], 可估算出犁耕阻力约为 1 500~ 4 800 N。可见, 小型拖拉机在田间作业时附着力不足是普遍存在的现象。

表 2 麦茬地中单叶轮的牵引附着性能试验结果

Table 2 Test of tractive and appendiculate performance of single iron wheel in wheat stubble field

试验次数 Test number	入土 深度/mm Depth	入土角度/ ° Angle	行驶速度/ (km · h ⁻¹) Velocity	滑转率/ % Slip	牵引力/N Tractive force	驱动力/N Driving force	牵引功率/kW Tractive power	附着重量/kg Appendi- culate weight	附着系数 Appendic- ulate coeffi- cient
1	70	90°	3. 29	8. 3	576. 4	1 435. 2	0. 527	200	0. 7
2	53	90°	3. 00	20. 34	576. 4	1 435. 2	0. 481	200	0. 7
3	36	90°	3. 355	20. 16	576. 4	1 435. 2	0. 537	200	0. 7

2. 3 叶轮与胶轮并装牵引附着性能试验

胶轮与叶轮并装在麦茬地中试验结果见表 3。由表 3 可知, 在麦茬地中, 叶轮胶轮并装在允许滑转率($\delta=20\%$)时, 其驱动力、牵引功率和附着系数分别为 2 883 N, 1. 76 kW 和 0. 87 (这些数据均为表 3 中第 5、6 次试验的平均值)。滚动阻力平均为 860 N。与单胶轮相比, 牵引力提高了 19. 56%, 牵引功率提高了 10%, 附着系数增加了 45%。可见, 叶轮与胶

2. 2 单叶轮牵引附着性能试验

单叶轮在麦茬地中试验结果见表 2, 其中的数据是叶轮结构参数优化试验数据的一部分, 所以附着重量只有一种, 但也能得到单叶轮的牵引附着性能的评价指标, 可作为一个参考试验。由表 2 可知, 在麦茬地中, 单叶轮在允许滑转率($\delta=20\%$)时, 其驱动力为 1 435. 2 N, 牵引功率约为 0. 5 kW, 附着系数约为 0. 7。滚动阻力为 859 N 大于牵引力(576. 4 N), 故使用单叶轮不能改善拖拉机的牵引性能。

轮并装后拖拉机的牵引附着性能优于单胶轮和单叶轮, 并装轮附着系数的增大使拖拉机在田间作业时的附着性能大大改善。根据并装轮的附着系数(0. 87)可知, 东方红-150 拖拉机的牵引力将增加至约 4 080 N, 这样就能满足相当于耕深为 24 cm、耕宽为 42. 5 cm、土壤比阻为 4 N/cm² 以下多种农田的作业要求。

表 3 麦茬地中叶轮胶轮并装的牵引附着性能试验结果

Table 3 Test of tractive and appendiculate performance of tire and iron wheel with lugs fitted together in wheat stubble field

试验次数 Test number	行驶速度/ (km · h ⁻¹) Velocity	附着重量/kg Appendi- culate weight	滑转率/% Slip	牵引力/N Tractive force	驱动力/N Driving force	入土 深度/mm Depth	牵引 功率/kW Tractive power	附着系数 Appendic- ulate coeffi- cient
1	3. 41	266	17. 27	668. 3	1 320. 6	46	0. 633	0. 5
2	3. 26	306	17. 99	668. 3	1 538. 3	51	0. 605	0. 503
3	3. 445	361	17. 99	668. 3	1 701. 8	47	0. 64	0. 471
4	3. 15	266	21. 99	1 892. 3	2 507	47	1. 656	0. 942
5	3. 325	306	21. 37	1 892. 3	2 856	51	1. 748	0. 933
6	3. 38	361	20. 7	1 892. 3	2 909. 7	52	1. 777	0. 806

3 结 论

(1) 与单胶轮相比, 在允许滑转率(田间 $\delta=20\%$)时, 单叶轮的附着系数虽然较大, 但滚动阻力大于牵引力, 故使用单叶轮不能改善拖拉机的牵引性能;

(2) 与单胶轮相比, 在允许滑转率(田间 $\delta=$

20%)时, 叶轮与胶轮并装拖拉机的牵引力、牵引功率分别提高了 19. 56% 和 10%, 附着系数增加了 45%。因此, 小型拖拉机并装叶轮可提高其旱地作业, 特别是重负荷作业时的牵引附着性能, 这给小型轮式拖拉机牵引附着性能的提高提供了一条新途径。

[参考文献]

- [1] 师帅兵, 胡耀华, 薛少平. 小四轮拖拉机附加驱动叶轮的试验研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(3): 165-167.
- [2] 洪添胜, Billet J F, Goupillon J F. 驱动胎轮牵引性能的田间试验研究[J]. 农业工程学报, 1995, 11(1): 95-98
- [3] 战凯. 软地面气垫车辆设计理论与设计计算[J]. 矿冶, 1995, 4(1): 17-25
- [4] 邹章效. 一种曲柄连杆机构型步行机的初步研究[J]. 拖拉机与农用运输车, 1996(4): 5-9
- [5] 季学武. 仿驼足行走机构及其牵引性能[J]. 汽车技术, 1997(4): 13-17.
- [6] 李杰. 仿驼足车辆行走机构的设计与试验[J]. 中国机械工程, 1999, 10(6): 675-679
- [7] 洪添胜. 步行船式车辆行走稳定性的比较研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 63-68
- [8] 史岩. 小型四轮拖拉机旱田驱动叶轮的研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 100-104
- [9] 张华龙. 手扶拖拉机旱田驱动叶轮的设计[J]. 延边大学学报, 2000, 22(3): 193-196
- [10] 左士伦, 陈大林, 师帅兵, 等. 小型旱地深耕节油弹性轮的装机田间性能试验[J]. 干旱地区农业研究, 1990(增刊): 101-108
- [11] 陈秉聪. 土壤-车辆系统力学[M]. 北京: 中国农业机械出版社, 1981.
- [12] 华中农业大学. 拖拉机汽车学[M]. 第4册. 北京: 农业出版社, 1982

Control experiment on tractive and appendiculate performance of the tire and iron wheel with lugs fitted together

ZHANG Juan-li, SHI Shuai-bing, DENG Hai-tao

(College of Mechanics and Electronic Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712700, China)

Abstract: In order to improve the small tractors' tractive and appendiculate performance in dry land, the control experiments were conducted with single driven wheel set in wheat stubble field, in which the single tire, single iron wheel with lugs and the tire and iron wheel with lugs fitted together were tested and compared. The results showed that when the tire was fitted with iron wheel with lugs, the tractive force increased by 19.56%, the tractive power increased by 10% and the appendiculate coefficient enhanced by 45%. So small tractors fitted with iron wheel with lugs can improve tractive and appendiculate performance of tractor in dry land.

Key words: small wheel tractor; tractive and appendiculate performance; single driven wheel; the tire and iron wheel with lugs fitted together