维普资讯 http://www.cqvip.com

103-105

第21卷 第1期 西北农业大学学报 Vol.21 No.1
1993年1月 Acta Univ. Agric. Boreali- occidentalis Jan. 1993

影响半步行弹性轮驱动力主要因素的试验研究

师帅兵 左士伦
(西北农业大学农工系，陕西杨陵 · 712100)

摘 要 半步行弹性轮是一种提高小型轮式拖拉机附着性能的新型装置。本文采用三元正交多项式回归设计方法，在室内土槽中对影响弹性轮驱动力主要因素进行了试验研究，得出了驱动力与滑转率、附着重量、剪切长度的回归方程。试验结果表明，滑转率在 12%～20%范围内，驱动力可得到较大值，附着重量与驱动力基本成线性关系，剪切长度以 14 cm 为宜。

关键词 小型拖拉机；轮式拖拉机；弹性轮；驱动力；附着重量；滑转率
中图分类号 S219.01

理论分析及试验研究表明，弹性轮的牵引附着性能明显优于普通橡胶轮胎。将它用于小型轮式拖拉机(8.8～11 kW)进行旱地深耕作业是可行的，这给小型轮式拖拉机广泛地应用于农田作业注入了新的活力。为了寻求弹性轮在一定土壤条件下的最佳性能，本文采用多元正交多项式回归设计试验方法，系统分析了主要因素对其驱动力的影响，进而建立起一个实用公式，为设计和评价该行走装置，提高其动力性能以及实际使用提供理论依据。

1 试验装置与方法

试验在西北农大农工系 KTC-1.5 室内土槽中进行。试验装置及测试系统详见文献[1]。

试验因子的确定 理论分析可知，影响弹性轮驱动力的主要因素是土壤参数、弹性轮本身结构参数及使用条件。由于土壤条件很难精确控制，加之本试验的主要目的是寻求弹性轮结构参数及使用条件与驱动力的关系，因此土壤条件不作为试验因素，只作为试验条件。就弹性轮结构而言，影响其驱动力的主要因素是脚板面积、剪切土壤长度和脚刺高度。使用条件的主要影响因素为附着重量和滑转率。因此，拟将滑转率、附着重量和剪切长度作为试验设计中的三个因素。

试验方案设计 按照三元正交多项式回归设计原则和本试验所取因素水平数，选用 $L_9(3^4)$正交表。试验因素水平滑转率 δ 为 6%，12%，18%；附着重量 W 为 2.22，2.82，3.42 kN；剪切长度 l 为 9，11.5，14 cm。试验方案见表 1。

2 试验结果分析

2.1 *回归方程* 试验结果见表 1。由多元正交多项式回归设计计算公式[2]，并结合正交多项式表求得的回归系数(见表 2)及试验给定的条件，得回归方程

$$\hat{P}_q = 609.85 + 177.28Z_1 - 5.46Z_1^2 + 0.47Z_2 + 1\times 10^{-5}Z_2^2 - 343Z_3 + 19.31Z_3^2$$

收稿日期：1991-10-03

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 试验方案及结果分析

试验号	(Z_1) δ / %	(Z_2) W / kN	(Z_3) l / cm	P_q / N
1	1 (6)	1 (2.22)	1 (9)	999.89
2	1	2 (2.82)	2 (11.5)	1 385.03
3	1	3 (3.42)	3 (14)	2 083.38
4	2 (12)	1	2	1 618.37
5	2	2	3	2 264.49
6	2	3	1	2 009.00
7	3 (18)	1	1	2 034.38
8	3	2	3	1 848.97
9	3	3	2	2 254.00
y_1	4 468.31	4 652.65	4 857.86	
y_2	5 891.86	5 498.49	5 257.41	
y_3	6 137.35	6 346.38	6 382.25	
R	565.77	564.58	508.13	

土壤含水量 15.56%、湿容重 1.84 g / cm^3、干容重 1.59 g / cm^3、粘结系数 C=4.5 N / cm^2、内摩擦系数 tgφ =0.42.

2.2 *回归方程的显著性检验*[3] 分别对回归系数和回归方程进行检验。各因素各次多项式回归系数的偏差平方和($S_{\alpha j}$)计算结果，以及各回归系数的检验($F_{\alpha j}$)结果见表2. 由此可判断各回归系数的显著水平。在回归方程中，除 b_{22} 不显著外，其余均在95%，99%的置信度下显著。因此可将此项从回归方程中去掉。

表2 回归系数计算结果

计算项目	$X_1(Z_1)$	$X_2(Z_1)$	$X_1(Z_2)$	$X_2(Z_2)$	$X_1(Z_3)$	$X_2(Z_3)$
$b_{\alpha j}$	28.385	−6.678	28.805	0.0117	25.925	4.112
$S_{\alpha j}$	4 832.25	802.80	4 978.37	2.45×10^{-3}	4 032.63	304.30
$F_{\alpha j}$	323.34	53.72	333.11	1.64×10^{-4}	269.83	20.36
$\alpha_{\alpha j}$	0.01	0.05	0.01	—	0.01	0.05

$$F_{回}=(S_{回}/f_{回})/(S_{剩}/f_{剩})=166.73>F_{0.01}(6,\ 2)=99.33$$

回归方程在99%的置信度下显著。最后可得回归方程为

$$P_q=609.85+177.28\delta-5.46\delta^2+0.47W-343l+19.3l^2$$

2.3 结果分析 由以上的回归分析可以看出，在一定的土壤条件下，影响弹性轮驱动力的主要因素为滑转率 δ、剪切长度 l 和附着重量 W.

由图1可以看出，当滑转率 δ 在10%以下时，随着 δ 的增加 P_q 增加较快；当 δ 超过10%之后，P_q 增加速度变缓；δ 为16%左右时，P_q 达到最大值；δ 为12%～20%时，P_q 取得较大值。这与普通橡胶轮胎不完全相同。因此，使用中滑转率 δ 不应超过此值，若超过此值，不但滑转损失增加，而且 P_q 增加很小。

图2可知，随着剪切长度 l 的增大，P_q 增加，且增加速度越来越快。因此，l 应选用14 cm或者更大些有利于 P_q 的增加。

附着重量 W 的二次项系数很小，所以附着重量与 P_q 基本成线性关系. W 的系数与土壤内摩擦系数非常接近，由此也可说明试验的正确性。

维普资讯 http://www.cqvip.com

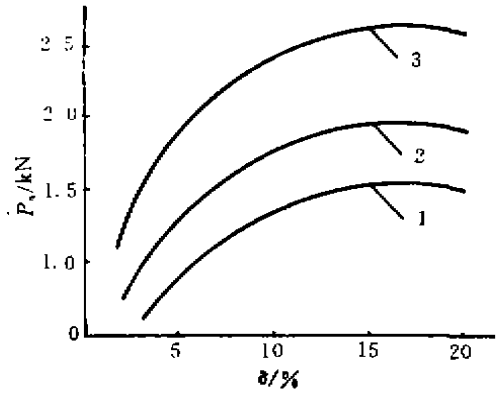

图 1　$\delta-P_q$ 曲线

1—W = 2.22 kN;　l = 9 cm;

2—W = 2.82 kN;　l = 11.5 cm;

3—W = 3.42 kN;　l = 14 cm

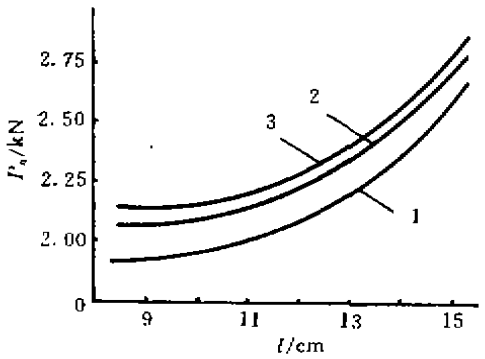

图 2　$l-P_q$ 曲线

W = 3.42 kN;　1—δ = 10%;

2—δ = 20%;　3—δ = 15%

参 考 文 献

1　师帅兵. 小型旱地深耕节油弹性轮室内土槽试验研究. 西北农业大学学报, 1990; 18(增刊): 48～54

2　任露泉编. 试验优化技术. 北京: 机械工业出版社, 1987: 176～187

3　上海师范大学数学系编. 回归分析及其试验设计. 上海: 上海教育出版社, 1987

Testing Study of the Factors Affecting Driving Force of Semi-Step Walking Elastic Wheel

Shi Shaibin　Zuo Shilun

(Dept. of Agricultural Engineering, Northwest Agricultural University, yangling, Shaanxi, China, 712100)

Abstract　Semi-step walking elastic wheel is a kind of new device used to improve the adhesive capability of small-sized tractor. The main factors affecting the driving force of elastic wheel were tested in the in-lab soil using triple regression multinomial designing method. Regression equations of driving force and sliding rate, adhesive weights as well as shear length were established thereby to provide a theoretical base for the design and utilization of the elastic wheel. Testing results showed that when sliding rate ranges 12%～20%, the greater driving force can be obtained; and adhesive weights are basically in the leanear relation with driving force. Also, it is better to select the shear length of 14 cm.

Key words　small-sized tractor; wheel-type tractor; elastic wheel; driving force; adhesive weight; sliding and rotational rate