

旋耕双翼铲耕耘阻力的试验研究*

廉登极 杨林青 卢博友 薛惠岚

(西北农学院农机系)

摘 要

本文对同一回转刀盘安装不同数量双翼型刀铲的耕耘阻力,通过改变运动参数进行了初步试验分析。室内土槽试验结果表明,当机组速度由0.303m/s增加到0.846m/s时,两铲的水平分力 P_x 由30.56kgf增加到54.97kgf;三铲的水平分力 P_x 由20.19kgf增加到45.63kgf;四铲的水平分力由18.88kgf增加到37.92kgf。增加刀滚转速,则耕耘阻力减小,比功耗增加。增加刀铲数量,则耕耘阻力、比功耗均下降。提高机组速度,则对耕耘阻力、比功耗的影响与减少刀滚转速趋势一样。

本文还对室内试验与田间试验出现的不同结果作了分析,建议整机设计中采用三铲为好。

本研究为驱动型双翼铲的设计及参数选择提供了参考依据。

前 言

双翼铲在土壤耕作机具中应用比较广泛,不仅中耕机、深松机等牵引型机具上应用,而且驱动型机具上亦有应用。捷克制造的RP—190型及RP—200型旋转犁就采用了形似双翼铲的鸭掌型长铲。近年来,我省先后研制成功的1LZ—100型旋转犁(配南泥湾—12A型手扶拖拉机)和1LZS—200型旋松深耕机(配铁牛—55J型拖拉机),均采用了双翼型工作部件。

驱动工作部件采用双翼铲型,其耕耘阻力的研究,目前资料很少。本文对同一刀盘安装不同数量双翼型刀铲的耕耘阻力,与机组速度、刀滚转速之间的关系,进行了分析研究。

一、室内试验装置及方法

试验在我院KTC—1.5室内土槽中进行。试验土壤为塋土。测前经过洒水,并用松土机松土后再用重1000公斤力的平滚镇压器往复镇压六次。经过整理的土壤,坚实度在0~30厘米土层内平均值为9.314kgf/cm²,土壤含水率为15%。

*本刊编辑室收到此稿时间:1984年12月7日。

试验刀铲安装在专制的旋耕台架上,并通过动力台车液压悬挂、牵引和驱动(图1)。动力台车具有51~864转/分的转速及0.19~2.78m/s的前进速度可供选择。由于刀盘在旋耕台架的刀轴上可以横向移动,所以刀铲能够沿土槽宽度的不同位置进行旋耕。刀轴扭矩通过专制的扭矩传感器用集流环测试,刀铲的水平分力及铅垂分力用圆筒式测力传感器测试,其测试路线框图及布片方案如图2所示。

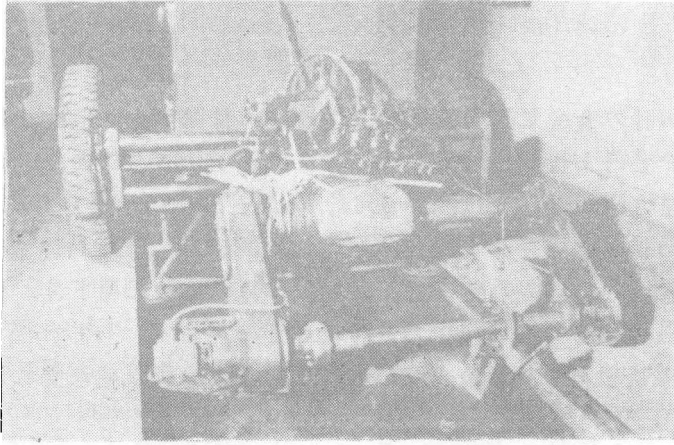


图1 试验装置

为了准确地反映负荷变化时刀滚的实际转速及实际前进速度,还特别装有转速测定器及测速轮。

试验用刀铲的几何形状见图3,其回转半径为280毫米。

试验在两种工况下进行:

1.刀滚转速 $n = 123$ 转/分,耕深 $h = 20$ 厘米,改变机组速度分别为0.303、0.464、0.641、0.849米/秒。

2.机组速度 $V = 0.464$ 米/秒,耕深 $h = 20$ 厘米,改变刀滚转速,分别为75、100、128、175转/分。

两种工况下,分别对同一刀盘安装两把、三把及四把刀铲进行阻力测定。

二、试验结果及分析

图4为测试记录波形之一例。

测试结果见表1。

(一) 刀滚转速 n 的影响

图5表示了 P_x 随转速的变化曲线。由图可以看出,当 n 增加时 P_x 有递减趋势,而且在75~100转/分区间内递减较快,而在 $n > 100$ 转/分以后变化越来越平缓,同时在同一条件下四铲比三铲的水平分力平均小7kgf。初步分析认为,旋耕铲的土壤阻力除刀铲与

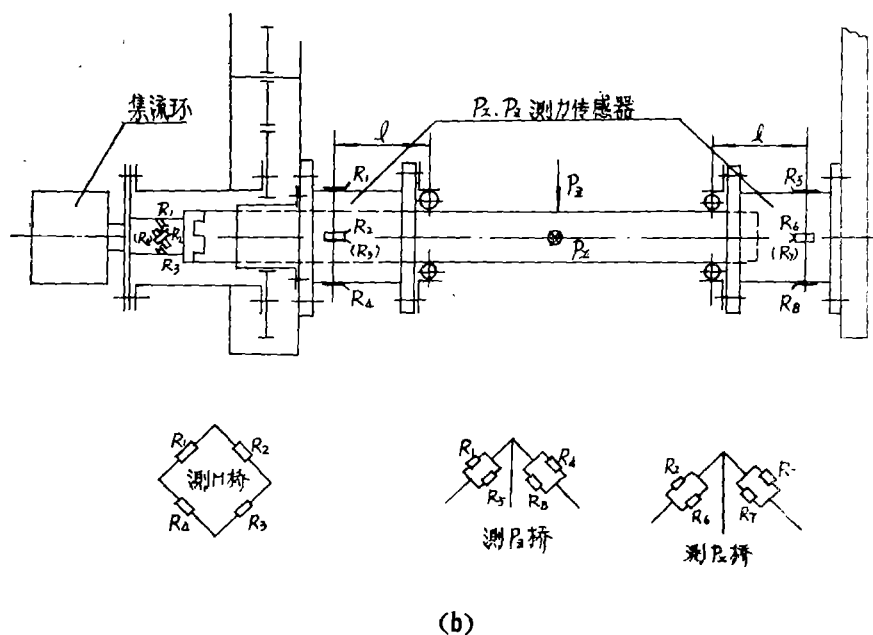
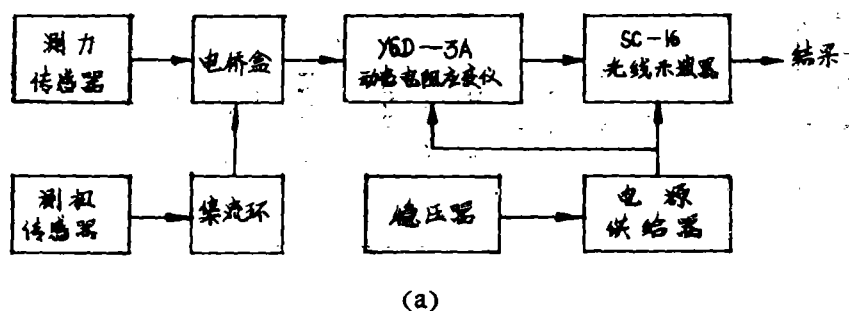


图2 (a) 测试路线框图

(b) 传感器布片图

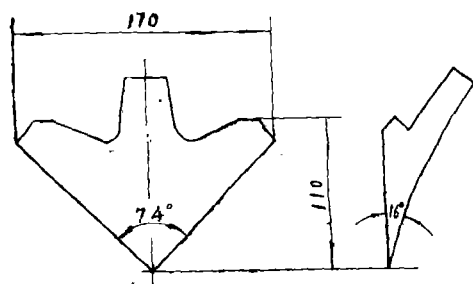


图3 双翼铲几何形状

土壤间的摩擦阻力和加速土壤的阻力外，主要是切削土壤和使垡块变形的阻力，据有关资料分析，这部分阻力除与土壤种类和状态有关外，还与进距 S 和垡块宽度 b 成线性关系。在本试验中垡块宽度不变，由 n 、 v 、 s 的关系式：

$$S = 60v/z \cdot n$$

可知，当机组速度 v 不变时，转速 n 增加 S 则减少，其对应关系见表2。

表1 测试统计结果

试 验 编 号	前进速度 (M/S)	转 速 (r/min)	峰 值			平 均 值			
			扭 矩 M(kgf-m)	水平分力 P _x (kgf)	铅垂分力 P _z (kgf)	M(kgf-M)	P _x (kgf)	P _z (kgf)	比功耗 A ($\frac{HP \cdot h}{M^3}$)
5-31-V ₁ -Z ₂	0.303	128.57	15.258	69.326	48.528	6.694	30.561	21.4	0.03296
5-31-V ₂ -Z ₂	0.464	128.57	18.469	83.954	58.768	9.341	42.45	29.73	0.03006
5-31-V ₃ -Z ₂	0.641	128.1	20.543	90.051	63.523	10.803	49.213	34.15	0.02686
5-31-V ₄ -Z ₂	0.846	128.1	21.582	98.099	68.669	12.093	54.97	38.49	0.02125
5-31-V ₁ -Z ₃	0.303	127.86	8.633	39.242	27.47	4.487	20.39	14.28	0.02268
5-31-V ₂ -Z ₃	0.464	127.85	13.318	60.318	42.375	6.792	30.875	21.62	0.02275
5-31-V ₃ -Z ₃	0.641	127.78	16.325	70.351	52.136	8.243	36.514	26.531	0.02085
5-31-V ₄ -Z ₃	0.846	127.92	19.475	88.523	61.966	10.039	45.63	31.95	0.01838
5-31-V ₁ -Z ₄	0.303	127.5	7.478	33.992	23.795	4.154	18.88	13.22	0.02164
5-31-V ₂ -Z ₄	0.464	128.31	9.988	45.399	31.779	5.216	23.709	16.61	0.01959
5-31-V ₃ -Z ₄	0.641	128.31	12.976	55.426	39.654	6.754	30.052	21.32	0.01856
5-31-V ₄ -Z ₄	0.846	127.94	15.007	68.213	47.748	9.222	37.92	29.36	0.01671
6-1-V ₂ -n ₂ -Z ₃	0.464	75	14.722	66.92	46.844	7.95	36.14	28.96	0.01670
6-1-V ₂ -n ₃ -Z ₃	"	100	13.318	60.536	42.375	7.438	34.08	23.87	0.02099
6-1-V ₂ -n ₁ -Z ₃	"	128	12.179	55.36	38.753	6.996	31.8	22.27	0.02507
6-1-V ₂ -n ₄ -Z ₃	"	175	10.707	48.669	34.068	6.344	28.84	20.19	0.03108
6-1-V ₂ -n ₂ -Z ₄	"	75	13.986	59.025	41.318	6.913	31.425	21.99	0.01519
6-1-V ₂ -n ₃ -Z ₄	"	100	11.984	54.472	38.130	5.926	23.3	16.32	0.01621
6-1-V ₂ -n ₁ -Z ₄	"	128	9.988	45.399	31.779	5.149	22.492	15.745	0.01997
6-1-V ₂ -n ₄ -Z ₄	"	175	9.437	42.895	31.126	5.102	22.3	14.32	0.02606

编号说明：第一、二个数字代表测试日期；v_i——速度；n_i——转速；z_i——刀数。

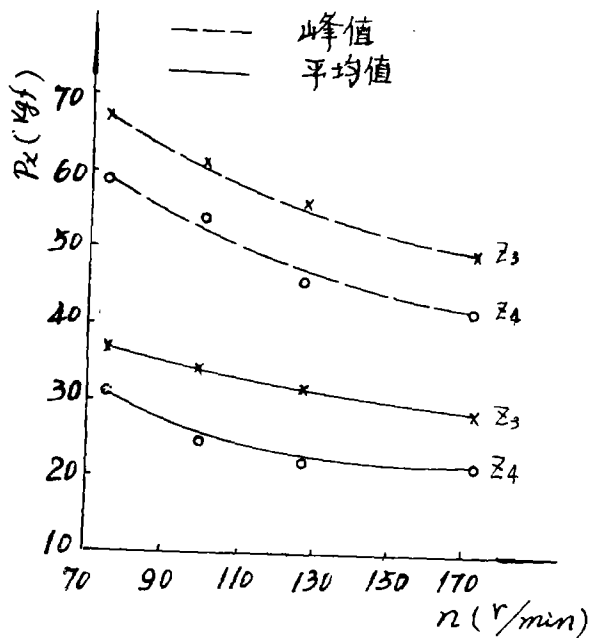
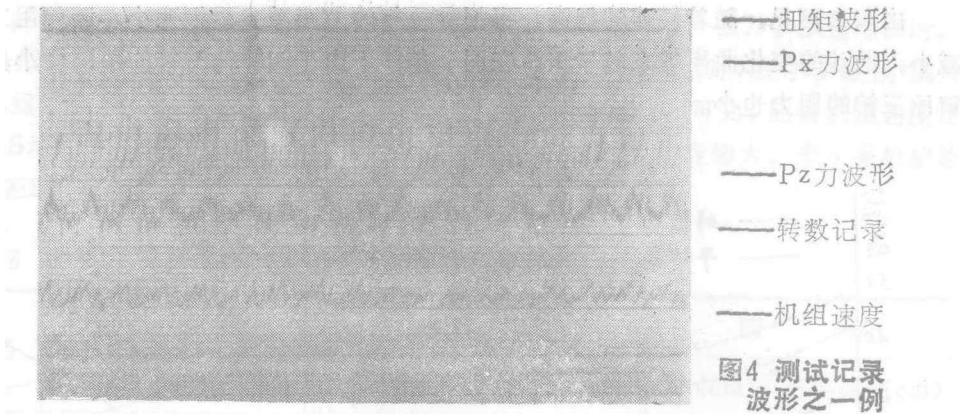


图5 Px随刀滚转速n的变化

表2 转速与节距减少量对应值

转速(转/分)	三 铲			四 铲		
	节距 (cm)	节距差值 (cm)	每增加一转节距 减少量 (cm)	节距 (cm)	节距差值 (cm)	每增加一转节距 减少量 (cm)
75	12.73	3.09	0.12	9.28	2.32	0.09
100	9.28	2.03	0.073	6.96	1.52	0.054
128	7.25	1.95	0.04	5.44	1.46	0.03
175	5.3					

由表2可见,随着转速的提高,每增加一转的节距减少量则变小,因此阻力递减也减小,曲线的变化曲率越来越平缓。在同一条件下由于四铲比三铲的节距要小,所以四铲比三铲的阻力也小。

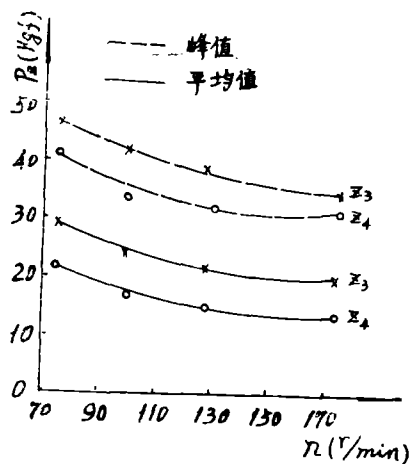


图6 $P_z = f(n)$ 曲线

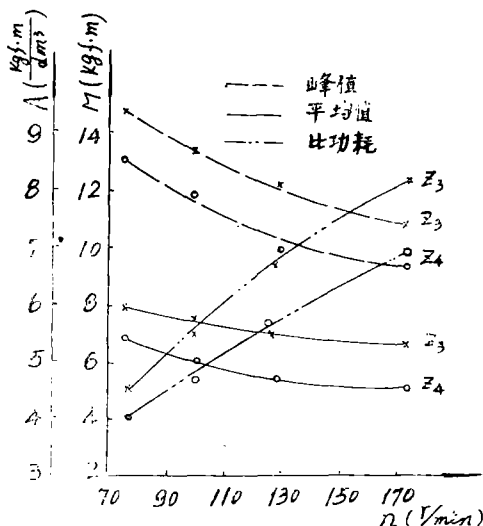


图7 $M = f(n)$ $A = f(n)$ 曲线

图6表示铅垂分力 P_z 随转速 n 的变化曲线。由图可知,随着转速增加, P_z 下降,而且在75~100转/分区间变化较快,在 $n > 100$ 转/分以后变化比较平缓。同时,四铲比三铲的 P_z 值要小。由于 P_z 与 P_x 均是旋耕铲阻力的两个分力,因此 P_z 随转速增加而减少亦有同样的道理。

图7表示扭矩 $M = f(n)$ 及比功耗 $A = f(n)$ 的变化曲线。由图可以看出,与阻力相对应的扭矩 M 的变化规律与 P_x 、 P_z 随转速的变化规律相同,即随着转速增加,扭矩 M 下降。同样,在相同条件下,四铲比三铲的扭矩也小。图7还表明,机组速度、耕深、耕宽不变时,随着转速提高,由于切削土壤和加速土垡的阻力增加,所以比功耗也增加。

(二) 机组前进速度 v 的影响

由图8表示的 $P_x = f(v)$ 曲线看出,当转

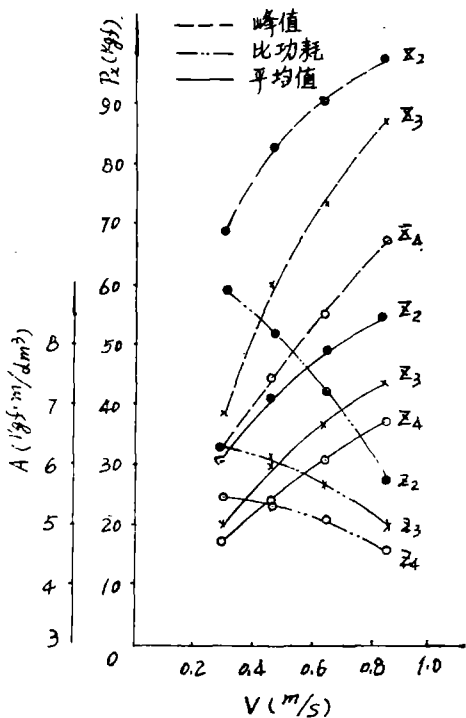


图8 $P_x = f(v)$ $A = f(v)$ 曲线

速不变时，随着机组速度的提高， P_x 值急剧增加。在同一条件下，当刀铲数量增加时， P_x 值则降低。其原因与 P_x 随转速提高而降低一样，由于旋耕铲的切削阻力与切削 堡片的厚度成线性关系，亦即与切土节距成正比。由公式 $S = 60v/z \cdot n$ 可知，随着机组速度提高，节距 S 增加，因而切削阻力也显著增大，与其对应的 P_x 也相应增大。表 3 是机组速度 V 与节距 S 的对应值关系。

表3 机组速度V与节距S的对应值

V (M/S)	二 铲		三 铲		四 铲	
	S (cm)	S差值 (cm)	S (cm)	S差值 (cm)	S (cm)	S差值 (cm)
0.303	7.10	3.78	4.73	2.52	3.55	1.89
0.464	10.88		7.25		5.44	
0.641	15.02	4.14	10.02	2.77	7.51	2.07
0.846	19.83	4.81	13.22	3.20	9.91	2.40

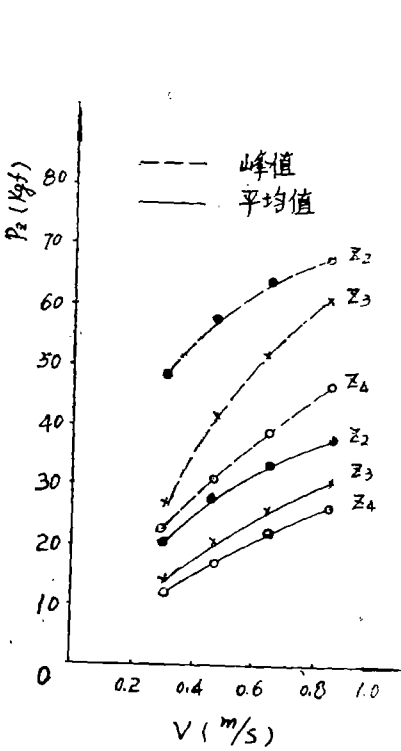


图9 $P_z = f(v)$ 曲线

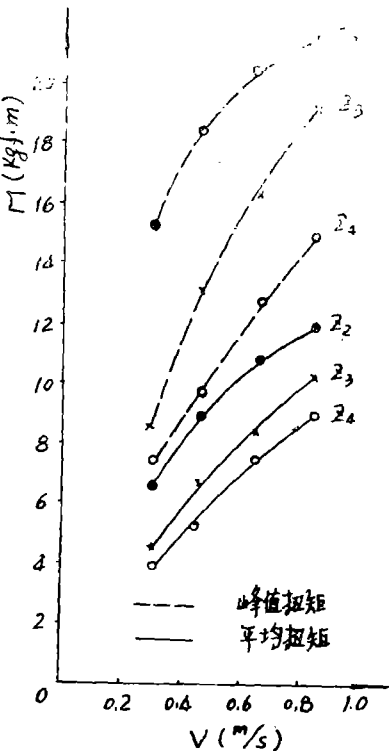


图10 $M = f(v)$ 曲线

由表3可以看出,在相同条件下,同一刀盘上的刀铲数量增加时,节距减小,所以切削阻力也减小,与其对应的水平分力也相应减小。

图9所示为 $P_z = f(v)$ 关系曲线。可以看出,随着速度增加 P_z 急剧上升,而且安装在同一刀盘上的刀铲数量增加时,由于节距减小,所以 P_z 值下降,表现出与 P_x 相近的变化规律,其理由相同。

图10表示 $M = f(v)$ 的关系曲线。可以看出,与切削阻力相应的扭矩 M 随机组速度 V 的变化与 P_x 、 P_z 随速度 V 的变化趋势相同也是基于同样的道理。

由图8中 $A = f(V)$ 关系曲线看出,比功耗随速度的增加而减小。由于切削土壤的体积 $\bar{V} = h \cdot b \cdot v$,可知在转速、耕深、耕宽等因素不变时, v 增加则切削土壤的体积增加,所以比功耗下降。

三、田间试验

1983年6月底,曾用1LZS—200型旋松深耕机样机,在每个刀盘上分别安装三把和四把双翼铲作了对比试验。试验在西北农学院试验农场的麦茬地进行,留茬高度为15~20厘米,土壤含水率为19.4%,土壤平均坚实度为6.06kgf/厘米³,用铁牛—55J拖拉机慢Ⅱ、Ⅲ挡牵引,试验结果见表4。

由表4知,田间整机试验时,刀盘上安装四铲比安装三铲的功率和比功耗大,这和室内试验结论恰好相反,而且四铲在田间试验中,堵塞现象严重,碎土和复盖等作业质量却和三铲不差上下。分析认为,其原因在于田间与室内试验条件不同,室内试验地表平整,仅在单刀盘安装不同刀铲进行试验,而田间地表不平,杂草和残茬较多,对整机而言,存在着相邻刀盘上的刀铲的影响。而且,当每个刀盘上安装的刀铲数量增加时,由于刀柄数增多,占据了刀滚排土空间,使切割下来并随刀滚一起运动的土壤的支持点增多,特别是土壤湿度较大时,刀滚排土性能就明显变差,刀滚夹带土壤一起运动的量和机率都可能增大,导致旋耕作业中堵塞现象严重,因而与安装三铲相比,功率消耗势必增大。

四、结 论

综上所述,可归结如下几点:

1.刀滚转速提高时,刀铲阻力的水平分力 P_x 、铅垂分力 P_z 、刀轴扭矩 M 均减小,比功耗增加。在同样条件下,当同一刀盘的刀铲数增加时则分力 P_x 、 P_z 、扭矩 M 、比功耗 A 均下降。设计时建议用120~140转/分。

2.提高机组速度 V ,则分力 P_x 、 P_z 、扭矩 M 增加,比功耗 A 下降。同样,当刀盘上刀铲数增加时,分力 P_x 、 P_z 、扭矩 M 、比功耗 A 均减少。设计时宜用0.464~0.641 M/S。

表4

田间试验结果汇总表

每 盘 铲 刀 数	挡 位	测定 项目	机组	特性系	平均	打滑率	动力输出	扭矩	功率	比功耗
		r (转/ 分)	速度 (M/S)	数入	旋深 (厘米)	(%)	轴转速 (转/分)	(kgf·m)	(马力)	($\frac{HP \cdot h}{m^3}$)
Z = 3	I	93	0.48	5.68	14.56	7	546	20.92	15.95	0.0316
		101	0.47	6.30	17.5	6	540	35.81	27	0.0398
	II	76	0.67	3.59	13.00	1	546	33.86	25.53	0.0265
		83	0.61	3.49	13.13	3	546	30.74	23.44	0.0267
		93	0.60	4.55	13.06	7	534	19.36	14.76	0.0171
		101	0.60	5.94	14.56	5	534	37.50	27.97	0.0324
Z = 4	I	93	0.464	5.25	13.56	11.1	540	46.4	34.97	0.0522
		101	0.46	6.44	15.06	4	540	46.78	35.27	0.0532
	II	76	0.588	3.79	14.57	5.9	540	43.77	33	0.0389
		83	0.6	4.05	11.69	9.4	540	48.85	36.83	0.0426
		93	0.522	5.22	13.81	11.1	540	49.23	37.12	0.0494
		101	0.524	5.65	13.69	9.4	540	43.61	32.88	0.0436

3.室内试验中, 尽管四犁经济性比之三犁要好, 但根据田间试验结果, 考虑到田间使用的复杂条件, 所以建议整机设计以三犁为好。

参 考 文 献

1. [苏] Г.Н西涅阿科夫等著、李清桂等译:《土壤耕作机械的理论和计算》, 中国农业机械出版社, 1981。
2. 北京农业机械化学院主编:《农业机械学》, 农业出版社, 1981。
3. [美] W.R.吉尔等编, 耕作和牵引土壤动力学翻译组译:《耕作和牵引土壤动力学》, 中国农业机械出版社, 1983。
4. [日] 冈田芳一: 关于横轴螺旋耕耘刀的基础研究,《农业机械学会志》, 43卷3号, 1981。
5. [日] 川村登、波沢荣: 关于深耕旋耕基础的研究(一)、(二),《农业机械学会志》42卷1号, 1980; 43卷2号, 1981。
6. [日] 坂井纯等: 关于旋耕铧刀单刃与双刃耕耘特性的研究,《农业机械学会志》第45卷1号, 1982。
7. 中国农业机械化科学院:《农机情报资料》, 1984, 1、7、8期。

An Experimental Study of Tilth Resistance of the Revolving Two-wing Sweep

LianDengji Yang Linqing Lu Boyou Xue Huilan
(Farm Machinery Department, Northwestern College of Agriculture)

Abstract

A preliminary experiment and analysis of tilth resistance of two-wing types of different sweeps mounted on the same revolving frame were made through modification of moving parameters in this paper. Results obtained from the laboratory soil channel indicated that when the speed of machine was increased from 0.303M/Sec. to 0.846M/sec. the horizontal component force (p_x) of the two sweeps was increased from 30.56 kgf to 54.97 kgf, that (p_x) of the three sweeps, increasing from 20.19 kgf to 45.63 kgf, and that (p_x) of the four sweeps from 18.88 kgf to 37.92 kgf. when the revolutionary speed of the rotary sweep cylinder was increased, tilth resistance was reduced, but the ratio of power consumption was increased. when the number of sweeps was increased, tilth resistance and the ratio of power consumption were decreased. The effect of raising machine speed upon tilth resistance and the ratio of power consumption is the same as that of reducing the revolutionary speed of sweep cylinder.

This paper analysed the different results occurred in the laboratory and field experiments. It was suggested that three sweeps be used in the designing of the set of machine. This experiment also provided the reference bases for the design of the driven-type of two-wing sweep and selection of parameters.