

旋松联合作业 工作部件纵向配置距离的试验研究*

杨林青 廉登极 卢博友 薛惠岚

(西北农学院农机系)

摘 要

本文提出了旋耕、深松两种部件的合理配置距离,认为深松铲尖相对旋耕轴中心线的纵向配置距离以15~150毫米为最佳范围,从而为该类型机的设计提供了依据。

前 言

利用适当的联合作业机具代替多种机具进行耕作,可在一次行程中完成多项作业,这样会大大减少机具在田间的作业次数和机具类型,从而减少农机具的钢材耗用量和燃油消耗,减轻机具对土壤的有害压实。对广大旱田地区,联合作业可以减轻因多次作业而造成的土壤跑墒现象,这就显得发展联合作业机具尤为重要。

由西北农学院和西安市农业机械研究所共同研制的ILZS—200型旋松深耕机,属旋耕深松联合作业机具,其主要工作部件包括驱动型旋耕部件和牵引型深松部件。就整机而言,上述两种工作部件的纵向配置距离不仅影响整机结构、布局的紧凑,而且也影响功率消耗和作业质量。本研究主要探求了旋松深耕机旋、松两种部件纵向配置的合理方案,并提出了合理的配置距离,从而为该类型机具的设计提供了依据。

一、旋、松两种部件纵向配置距离的合理性分析

对旋松联合作业机具来说,旋耕和深松部件纵向配置距离合理与否,直接影响能量消耗、耕层土壤分布、机具振动和耕深稳定性。

图1所示,作用在旋耕铲上的阻力 P_1 的水平分力 P_{x_1} ,其方向与机组前进方向一致,如不配置松土铲,则 P_{x_1} 在大于机组滚动阻力的情况下,将推动机组向前滑动,使机组操向性能变差,且在机组传动系统内部形成寄生功率,加速传动系磨损。 P_1 的铅垂分力 P_{z_1} 使机具产生出土趋势,耕深稳定性变差。而作用在松土铲的阻力 P_2 的水平分力 P_{x_2} 及铅垂分力 P_{z_2} 恰与 P_{x_1} 、 P_{z_1} 方向相反,如果配置得合理,则 P_{x_1} 与 P_{x_2} 相互平衡或平衡其一部分,以降低能量消耗,改善机组操向性。而 P_{z_1} 与 P_{z_2} 相互平衡或平衡其一部

*①上官永结合毕业设计参加了部分工作。

②本文收到日期:1984年12月7日。

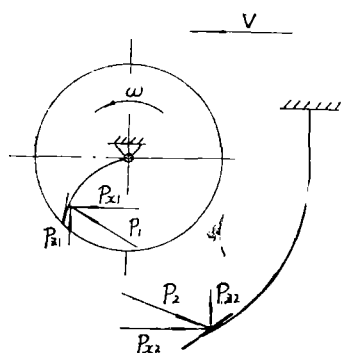


图1 旋、松部件受力图

(2) 松土铲在旋松过的土层, 下疏松犁底层, 减小了铲柄的切削阻力; (3) 旋耕铲高速抛土, 借助罩盖碰撞和土壤下落, 得到均匀而细碎的耕作质量; (4) 旋、松两种部件不应出现夹土现象, 否则将会导致刀轴扭矩和松土铲阻力增大。图2示意旋、松部件之间夹持土壤的受力状态。如果产生夹持土壤现象, 由于被切削的土壤堆积在两者之间, 使阻力 P_1 、 P_2 急剧增大, 而且旋耕铲在被夹持的土块中旋转, 势必使铲背的摩擦阻力 F_1 增加, 除引起刀轴扭矩增大外, 还加速了刀铲的磨损。如果旋松部件配置距离过大, 则深松铲的影响区达不到旋耕铲切土范围之内, 将会使旋耕铲在未疏松的土层切削, 增加阻力。而且还会使旋下的土壤堆在松土铲柄前方, 增加铲柄阻力。

可见, 确定合理的纵向配置距离是关系机组操向性、耕深稳定性、机具振动和功率消耗的重要因素, 也是设计中需要解决的重要问题之一。

二、试验装置及方法

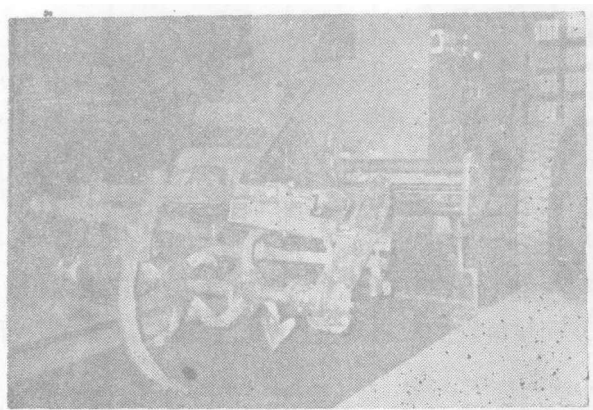
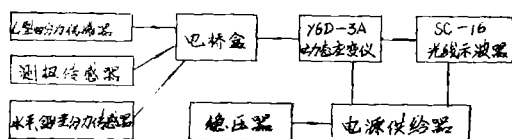
(一) 试验装置:

本试验在我院 KTC—1.5 室内土槽中 (长30m、宽1.5m、深1m) 进行。旋耕双翼铲及深松铲安装在特制的悬挂式旋松台架上 (见图3a), 由动力测试台车驱动。由于旋松部件均可在试验台架上横向移动, 所以能够在土槽的不同位置旋耕。为了确定旋松部件合理的纵向配置距离, 考虑到结构特点和受力的对称性, 本试验在旋耕轴上安装两个刀盘, 旋耕双翼铲每隔 60° 均布在两个刀盘上, 深松铲安装在两刀盘间, 通过调整安装深松铲的横梁相对旋耕轴的纵向位置, 实现不同的配置距离。

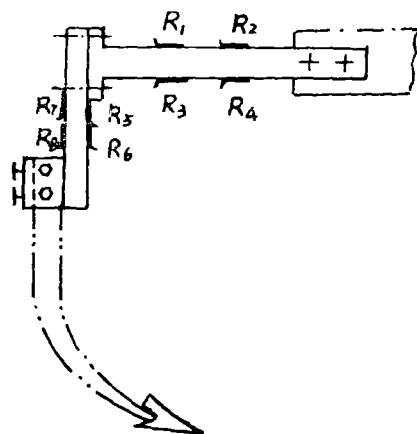
图2 旋、松部件夹土示意图

测试装置及布片方案见图3。

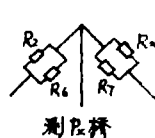
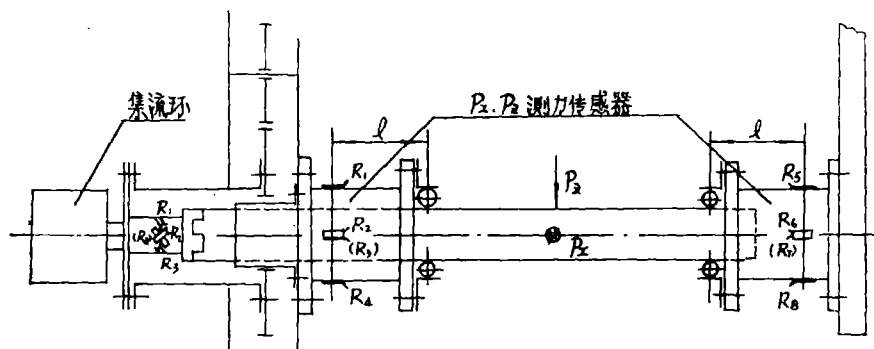
测试路线框图如下:



a) 测试装置



b) L型四分力传感器布片图



c) 扭矩、水平和铅垂分力测试装置布片图

图3 测试装置及布片方案简图

试验土壤为关中代表性壤土,每次试验前用松土机重复松土三遍后再用1000公斤的水泥平滚镇压器镇压六次,处理后土壤平均坚实度在0~30cm,为9.24kgf/cm²,含水率为14.3%。

(二) 实验方法:

为确定旋、松部件合理的纵向配置距离,本实验采用固定耕深、耕宽、前进速度、回转速度及土壤条件等因素,仅作改变纵向配置距离的单因素试验。其试验条件如下:

深松部件: 耕深 $h_2 = 35\text{cm}$
 耕宽 $b_2 = 17\text{cm}$
 前进速度 $V = 0.464\text{m/s}$
 旋耕部件: 耕深 $h_1 = 20\text{cm}$
 耕宽 $b_1 = 17\text{cm}$
 圆周速度 $u = 3.75\text{m/s}$

纵向配置距离以旋转轴线向前为负,向后为正,共选用225、195、135、75、15、-45、-105、-270八个距离进行测试。

深松铲的水平阻力 P_{x_2} 和铅垂分力 P_{z_2} 通过L型应变片式四分力测力传感器测试,旋耕轴扭矩 M 通过圆筒形测扭传感器测试,而旋耕铲的水平推力 P_{x_1} 和铅垂反力 P_{z_1} 则用圆筒式二分力测力传感器测试。

为了准确地反映机具作业时的前进速度及旋转速度,试验中采用了专制的转速及前进速度测定装置对此两种速度进行测定,并将测取的瞬变信号用光线示波器记录下来。

三、试验结果分析

测试统计结果见下表。

计算公式如下:

$$\text{总比阻 } K = \frac{P_{x_2} - P_{x_1}}{S} \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

$$\text{旋耕铲功率消耗 } N_1 = \frac{2\pi n}{60} M \quad (\text{kgf}\cdot\text{m/s})$$

$$\text{深松铲功率消耗 } N_2 = P_{x_2} \cdot V \quad (\text{kgf}\cdot\text{m/s})$$

$$\text{总功率消耗 } N = N_1 + N_2 \quad (\text{kgf}\cdot\text{m/s})$$

$$\text{总比功耗 } A = N/S \cdot V \quad (\text{kgf}\cdot\text{m/m}^3)$$

为了分析旋耕阻力的水平分力 P_{x_1} 、铅垂分力 P_{z_1} 、刀轴扭矩 M 及深松铲阻力的水平分力 P_{x_2} 、铅垂分力 P_{z_2} 随旋松铲纵向配置距离变化,用总比阻 K 及总比功耗 A 作为评价指标。图4、5是表示以上各值随纵向配置距离的变化曲线。

(一) P_{x_1} 、 P_{z_1} 、 M 随纵向配置距离的变化。由图4可以看出,当旋松部件的纵向距离由-100mm向-270mm变化时,旋耕铲的阻力 P_{x_1} 、 P_{z_1} 逐渐减小,相应的扭矩 M 及功率消耗 N_1 也显著下降。由-100mm向135mm变化时,各值又逐渐减小,随后又逐渐增加,以扭矩增加最为显著。分析认为,当松土铲由旋耕轴下方伸向轴前方的距离大至一定值

测 试 统 计 结 果

旋松部 件纵向 配置距 离 (mm)	旋转部 件圆周 速度 u (m/ s)	前进速 度 V (m/s)	旋耕铲测试结果			深松铲测试结果		断面 积 S (cm ²)	总比阻 K (kgf/ cm ²)	旋耕铲功 耗 N_1 (kgf· m/s)	牵引铲功 耗 N_2 (kgf· m/s)	总功耗 N (kgf·m/ s)	总比功耗 A (kgf· m/dm ²)
			M (kgf·m)	P_{x1} (kgf)	P_{z1} (kgf)	P_{x2} (kgf)	P_{z2} (kgf)						
195	3.75	0.464	10.3926	47.6027	32.9218	115.2428	48.1621	1262.05	0.0488	139.302	56.6268	195.929	3.345
225	"	"	12.885	58.5682	40.9977	94.0684	36.7828	1184.4	0.036	127.71	46.131	173.841	3.1633
135	"	"	8.7028	39.5582	27.6907	89.0664	30.9109	1212.4	0.0392	116.652	43.449	160.101	2.8459
75	"	"	9.5782	43.5373	30.4761	80.2699	36.0556	1262.05	0.0291	128.386	39.158	167.544	2.8612
15	"	"	10.6766	48.53	33.971	93.9329	38.4906	1170.8	0.0359	143.109	45.823	188.933	3.226
-45	"	"	11.6732	53.06	37.142	112.1501	40.4042	1184.4	0.0418	156.467	54.711	211.177	3.8426
-105	"	"	12.0112	54.5964	38.2175	114.2375	41.8117	1212.8	0.0472	161.012	56.133	217.145	3.8587
-270	"	"	9.1426	41.1027	28.7719	242.5184	60.3215	1238.00	0.1258	122.549	115.957	238.506	4.152

时,旋耕铲可在深松铲工作影响区内切削土壤,从而减小了切削土壤的阻力和撕裂表层土的阻力。所以阻力及相应的扭矩值均下降。在 $-180\sim 15\text{mm}$ 的范围内,由于旋、松两种部件的距离过近而产生夹土现象,所以各值均显示较大值。在 $15\sim 135\text{mm}$ 的范围内,夹土现象逐渐消除,旋耕铲在松土铲疏松的土层中切削土壤,因而各值逐渐下降。在 $135\sim 220\text{mm}$ 之间,旋耕阻力各值又逐渐增加,这是因为距离太大,旋耕铲已不在松土铲的影响区内而在未疏松的土层中切削坚硬土壤,使阻力增加。

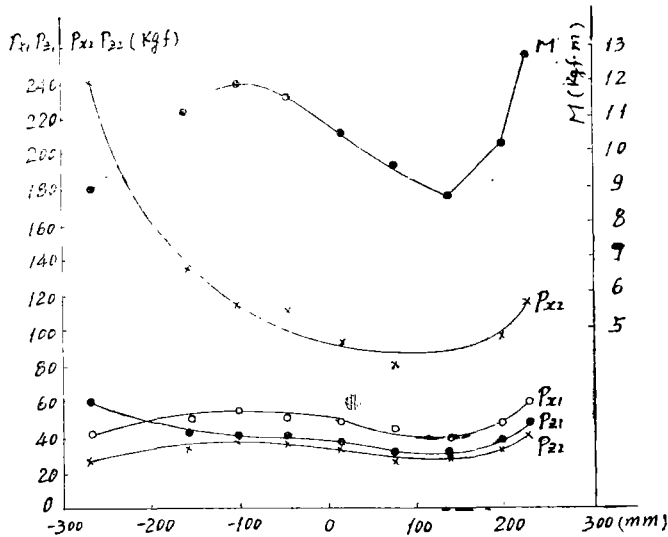


图4 P_{x1} 、 P_{z1} 、 M 及 P_{x2} 、 P_{z2} 随纵向配置距离的变化

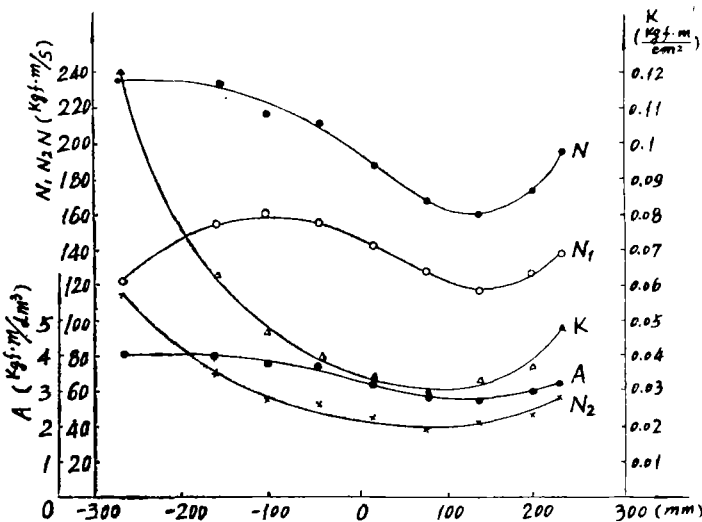


图5 N 、 K 及 A 随纵向配置距离的变化

(二) P_{x_2} 、 P_{z_2} 随纵向配置距离的变化。由图4可见,旋松部件配置距离由 -100mm 变化到 -270mm 时,阻力 P_{x_2} 和 P_{z_2} 增加很快,特别是 P_{x_2} 急剧增加。同时,图5中表示的相应功率消耗 N_2 也有同样的变化趋势,此时由于松土铲已不在旋耕过的土层内深松,因此,阻力与相应的功率消耗急剧增大。在由 -100mm 变化到 135mm 的过程中,阻力逐渐减小。在 $135\sim 225\text{mm}$ 区间又逐渐增大。这是由于在 -100mm 左右产生夹土现象,因此阻力较大,这一过程与旋耕阻力的变化趋势相近。而在 $15\sim 135\text{mm}$ 之间夹土现象逐渐消失,阻力呈现较小值。当纵向距离过大时,又因旋耕铲耕起的土壤堆积在松土铲前方而使铲柄阻力增大,所以 P_{x_2} 、 P_{z_2} 及相应的 N_2 均增加。

(三) 总比阻 K 、总比功耗 A 随纵向配置距离的变化。基于上述阻力随配置距离的变化而形成图5中总比阻 K 及总比功耗 A 的变化趋势。由图可以看出,纵向配置距离由 $-270\sim 220\text{mm}$ 变化的整个过程中, K 、 A 由大而小再到大,变化比较明显。在 $15\sim 200\text{mm}$ 的区间,比功耗 A 呈现较小值,其中与 135mm 对应的 A 值最小。而在 $15\sim 135\text{mm}$ 区间,比阻 K 呈现较小值,其中与 75mm 对应的 K 值最小。根据上述分析认为,深松铲尖相对旋耕轴心距离,即纵向配置距离以 $15\sim 150\text{mm}$ 的范围为宜。

参 考 文 献

- [1] [苏] T·H西涅可夫等著、李清桂等译:《土壤耕作机械的理论和计算》,农业出版社,1981年。
- [2] 荣延洲:“旋耕机比功耗的计算”,《农机情报资料》,1983年第11期。
- [3] Н·Н·Нагорный著、高尔光译:“耕作机具能量消耗的评定”,《国外农机》,1981年第11期。

An Experimental Study of the Longitudinal and Disposal Distance of Working Parts of Rotavator and Deep Digging Point in Combination

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

Abstract

The rational and disposal distance of working parts of the rotavator and deep digging point was suggested in this paper. The optimum range of 15-150mm was considered as the longitudinal and disposal distance of the deep digging opposite to the center line of shaft of the rotavator, from which a vilad base was provided for the design of that type of machine.