

华北的间套作及五马力间套作 机组的适应性

刘 闻 铎

(河北省机械研究所)

〔提 要〕根据华北间套作农艺要求而设计的钻行作业的小型动力机组，在农艺上具有以多功能为特点的广泛的适应性。在我国目前的社会经济条件下又以中间技术为特征更容易为农民接受。从经济效果看，因其可以全面取代役畜就能体现增产增收。联系以往农业机械不计成本，不讲效果，造成人畜力和机械两套成本的弊病，提出农业机械化第一步是发展小型动力机具，尽快实现“以机代畜”、节省饲料发展畜牧业，省下部分劳动力发展多种经营的设想。

引 言

耕作制度与农业机械之间是互相依存，互相促进，共同发展的关系。诚然，农艺适应机械的要求，或是折衷的方案是常见的，但从根本上讲，耕作制度是矛盾的主要方面，是第一性的，它应该成为农业机械设计的依据。然而，一种类型机具的应用和推广，还要受到更加广泛的社会经济条件的严峻考验。产品的命运将最后决定于市场的弃取。

一、华北的间套作及其机械化

我国人多地少，种植业经过几千年的实践形成了精耕细作的特点。所谓精耕细作是在特定的自然条件及社会经济条件下在手工操作的基础上形成的，包括灌溉、施肥、种植、田间管理及收获等内容的一整套的耕作制度。其核心是间套复种。就是通过间作套种或复种提高复种指数，使作物种植在时间及空间上合理利用太阳能和土地资源，从而获得更高的收获量。

华北平原地处北纬35—40度，属于温带季风气候，温度适宜，光照充足，热量丰富，雨量适中。无霜期为170—220天，年平均气温在11—14℃之间，全年大于10℃的积温达4,100—4,700℃。但是经常发生春旱夏涝秋低温，也经常发生风、雹、虫等自然灾害。全面评价华北平原气候条件要比美国玉米种植带依阿华州还要好，是我国重要的粮食产区。

发展间套复种的主要依据是华北的气候条件。华北由六月中旬收获冬小麦，到九月下旬种麦期间大于10℃的积温可达2,100—3,100℃。如要接茬复播夏玉米，时间相当紧张，还要扣除农耗400—600℃的积温，就显得积温不足，这就是所谓“一季有余，两季不足”。如果不是有余，提高复种指数就没有基础，正因为“两季不足”才有必要研究如何提高复种指数的问题。一年两熟，热量不够，有困难，冒风险，往往秋季雨大，作

物“贪青”晚熟，很容易受到低温冷害的威胁，造成大幅度减产。培育早熟品种是个解决办法，但需要较长时间，而且早熟品种毕竟会由于所利用的光热少而低产。麦收之后的一段时间是一年当中光热条件最好的时期。从割麦开始，经过腾地、整地播种、出苗后并达到一定的叶面积，大约需要十五天至三十天。这段时间地面裸露，造成光热能量的浪费。利用这一部分光热，在麦收之前一段时间，于麦垄之间套种中早熟品种就可以比按茬直播早熟种增产20%。由此可见，包括套种内容的种植形式，从光热利用的角度看是合理的。

建国初期，华北大部分是一年种一季，亩产仅为一、二百斤。五十年代逐步发展成为两年三熟，即冬小麦—夏玉米—春玉米。单产有所提高，但是春旱对春玉米不利，夏涝又正逢夏玉米苗期。人们逐渐总结出了麦收之前在麦垄之间提前套种玉米的经验。到了七十年代进行了广泛地间作套种试验。近几年小麦套种玉米，小麦套种棉花及小麦—玉米—高粱(玉米)三种三收等主要形式较为普遍。据晋、冀、鲁、豫及京、津地区统计，1980年玉米播种面积为1.1亿亩，其中间套复种的玉米为8,462万亩，占76.7%。七十年代有些地方不顾条件，推广某种种植制度，存在着追求形式，不讲功效，追求数字指标，不讲实事求是等倾向。也出现了间套作虽有增产，但是代价很大得不偿失，甚至减产的现象。从全局看，间套作是适合华北自然条件特点和我国社会经济条件的，已为我国粮食生产做出了很大贡献。在近几年农村贯彻生产责任制的情况下，间套作仍然占有相当大的面积就能说明问题。可以看出，从合理利用光热及土地资源出发，努力提高复种指数，这是种植业由粗放经营向精耕细作发展的必然趋势。

间套作季节性强，前茬未收，后茬要种，一环抓不紧就要贻误农时，影响全年产量。尤其是“三夏”、“三秋”两个季节用工量大，劳动强度高，迫切需要机械化。但是间套作的种植形式和规格复杂多样，变化大，不稳定，给机械作业带来很大困难。近几年北方各省开展了间套作机械的研究工作。北京、河北、湖北等地研制了高地隙中耕型拖拉机，河北、北京、山西等地相继设计了3—5马力间套作多用动力，有的已经定型投产受到农民欢迎。

二、五马力间套作机组及其适应性

机械与各种间套作形式之间的矛盾集中起来，可归结为机械如何进地的问题。对中型拖拉机是跨行作业的通过性问题，对小型动力则要求必须能够钻行作业。为了使机械容易通过，行间要尽可能宽一些。但是由生产实践中总结出，如果行间超过二尺(66厘米)就会使植株减少，作物的边行效应无法补偿光热能量的浪费，就会影响产量。因此，要求小动力的钻行宽度不能超过二尺。动力两边留护苗带各8厘米，如轮胎宽为12厘米，则轮距应为38厘米(如图)。原有国产手扶拖拉机和小型四轮拖拉机的轮距都比较大，都不能钻行作业。这样最小轮距38厘米就应成为小型动力设计的基本依据。

(一) 五马力间套作机组：根据最小轮距为38厘米设计的JD 5五马力间套作机组，配套发动机为较先进的国产R175柴油机，底盘结构重量为220公斤，额定功率为五马力，最小通过宽度为66厘米，额定挂勾牵引力为115公斤，有六个前进档和两个倒退档。配套农具有0.5吨拖车、单铧双向栅条犁、套播播种机、中耕培土机、喷粉弥雾机、稻麦

收割机。另因底盘有两个悬挂点，有三个横向轴可以输出动力，这样可以灵活配套有关机具。底盘也可以发展运输型、园艺型等变型。该机已被机械部确定为推荐产品。

(二) 对农艺的适应性：通过大面积生产条件下的试验，证明机组可以进行运输、犁耕、灭茬、播种（套播及平播）、中耕、培土、喷粉、弥雾及收割等作业。能满足几

种主要间套作形式中的主要作业。如七尺半（2.5米）三种三收、四尺二（1.4米）至四尺五（1.5米）棉麦间作及小麦、玉米间作，只要留有二尺的行间就可以钻行作业。可在小麦70厘米至100厘米高的情况下钻行套播玉米、棉花；在棉花封垄的情况下钻行套播小麦；也可以在玉米、棉花各个时期进行中耕和植保杀虫作业。配收割机时扶手可以反装，利用倒退档并保持机组平衡。为了扩大使用范围，适应蔬菜、果园的要求，还应进一步配套旋耕、追肥、筑埂、平畦、拖挂果树植保车及人工降雨机等机具。

机组虽然是以间套作为设计的出发点，但作为一个好的产品，必须具有更加广泛的适应性，具有尽可能多的功能。

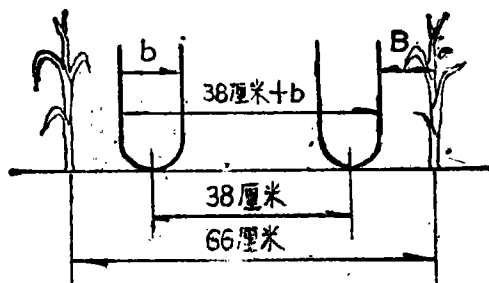
抓住钻行这一关键，就可以适应间套作的规格复杂和不稳定变化大的特点。钻行对于平作也是田间管理这一薄弱环节所急需解决的——这也正是不得不依靠役畜去完成的项目。

运输约占农村总工作量的一半，是首先应满足的作业要求。底盘配0.5吨拖车可以在农村土路公路上装运粮食、秸秆、肥料、建筑材料等。犁耕约占田间作业工作量的一半以上。设计之初，主要是因为要牵引单铧犁，所以确定底盘功率为五马力。在土壤比阻适中的情况下，栅条犁耕深可达16厘米左右，生产率为1.34亩/时。

虽然运输及犁耕作业的经济性可能不如大中型拖拉机，为了轮番加深耕作层及大块耕地的耕翻，需要配备一定数量的大中型拖拉机。然而小底盘机动灵活的特点，又会使其经济效果得到相应的补偿。植保机械目前在农村还是薄弱环节，由五马力底盘配套超低量弥雾和喷粉机效率比较高。植保与播种作业的动力配套比大中型拖拉机要合理。配套稻麦收割机对缓和“三夏”紧张程度也是很重要的。

这个机型体积小，重量轻，适于华北农村土壤和道路情况，越沟过埂机动灵活，可原地转弯，手扶作业适应人的步行速度，适合宅旁地、自留地、小块地、斜角及地头作业。试验中在山区果园受到欢迎。但是就整个间套作机械化而言，还有不留套种行的麦田套种玉米、三行小麦的收割、间作玉米高粱的收割等作业还难于实现机械化，还必须依靠人力。由于间套作的发展，作物的品种和生长期的不同搭配和布局，改变了作物结构的单一性。这样就提高了抗御自然灾害的能力。今后在农村贯彻生产责任制的情况下，间套作还会有所发展，根据华北的气候特点，今后的发展方向，将以套种为主，间作和复种适当搭配。种植规格将随着机械的应用日趋稳定，不会再有很大的变化。

(三) 社会经济条件的适应性：从几个农业比较发达国家农业机械化的经历来看，在农业机械化的初期和以后一个相当长的时期内，小型拖拉机的生产和应用都占有重要



图：钻行作业对轮距的要求

地位。目前华北的情况也相似，如石家庄地区虽经多年农田基本建设，但地块仍然不大。一般地块长度在二百至三百米之间，还有一些更小的地块，对于大拖拉机作业是很不经济的。至于山区丘陵区更是无法施展了。就是在若干年实现了全面机械化，那时小型动力作为一个辅助和补充手段，仍有存在的必要。

一些发展中国家广泛采用中间技术。这种小动力就属于中间技术，适于我国社会经济条件。这种机型结构简单实用，机械化水平适中，操作简便，使用要求低。我国农村青年中大多受到中小学教育，但是机械化的培训教育还是相当薄弱，在生产生活环境中，很少接触摩托车、汽车之类的技术，但对柴油机、电机、水泵还是比较常见的。因此由原来的手工操作向机械化过渡从这样的小型动力开始是容易为农民所掌握的。经营规模与原有役畜相似，由此起步容易为农民所接受，更容易获得成功。农业机械化经过一个小型动力阶段，也将是一个很好的学习过程，由此积累管理经验，培养技术人材。

农村资金积累速度慢，购买力低，购买大型机具确有困难。这种小型动力相当于大牲畜的价格，也是农民所能接受的。同时小型动力的制造工艺要求相对不高，适合我国农机工业现有的技术水平。

我国当前石油燃料的供应并不充足。每马力动力供应的柴油连年下降，供需矛盾很大。这将成为小型动力发展的一个限制性因素。但是如果考虑到有限的能源要首先用在经济效益比较好的地方，小型动力还是有一定的竞争能力的。也须指出这种小动力效率不很高，劳动生产率的提高也有限度，尤其是步行作业劳动强度还是比较大的。

(四) 经济效果评价：我们希望通过 JD 5 机组实现初级的机械化，需要考查机具用途有多少？能进行多少田间作业？能否全部取代役畜？能节省多少人工？经济效果如何？对此我们曾结合生产试验进行了典型分析。在能发挥机械作用情况下，经营规模为 400 亩，种植形式以间套作为主。人畜力田间作业全年用工量约 7,000 个，役畜用工 1,600 个，每个人工 0.84 元，每个畜力工 1.62 元。根据调查和生产查定得出人畜力作业和 JD 5 机组的生产率。作业成本包括：①底盘折旧，每台价格 1,300 元，年折旧提成率按 10% 计，小时折旧提成为 0.2058 元/时。②维修费为 0.13 元/时。③贷款利息，现行农机贷款月利息 3.6%，按直线折旧法计算为 0.049 元/时。④保管费 0.0021 元/时。⑤工资 0.168 元/时。⑥润滑油 0.0431 元/时。合计 0.598 元/时。按同样方法计算各项作业，加上底盘作业成本及燃料费用，各项作业成本列入表 1。

表 1 九种作业项目人畜力与 JD 5 机组的生产率及作业成本

作业	项目 单位	犁耕	培土	灭茬	中耕	播种	喷雾	喷粉	运 输	收割
人畜力作业	生产率亩/日	4	5	5	10	15	2	10	15 吨—公里	2
	亩成本元/亩	0.82	0.67	0.67	0.37	0.39	0.65	0.17	0.35 元/吨·公里	0.725
JD 5 作业	生产率亩/时	0.98	3.73	4.94	5.34	3.27	4.45	53.55	7.15 吨—公里	3.28
	亩成本元/亩	0.956	0.277	0.180	0.176	0.248	0.488	0.046	0.1397 元/吨·公里	0.756

分析了间套作 36 个作业项目，JD 5 可完成 24 项，占 66%。所完成的作业都能满足农

艺要求,受到农民欢迎。从表2看出机组全年可节省1,505.3个人工,占全部田间作业用工的21.2%,并可取代役畜。明显降低了“三夏”、“三秋”劳动力负荷高峰,可以腾出劳力加强田间管理,有利于精耕细作和多种经营的发展。

表2

JD 5 机组与人畜力作业比较

作业	全年作业量 (亩)	JD5机组作业		人畜力作业		总作业成本比较	
		用工量 (日)	机组作业时 间 (小时)	用工量 (日)	畜力工 (日)	JD 5 (元)	人畜作业 (元)
犁耕	600	122	612	150	225	573.4	497.7
灭茬	300	12	60	60	90	40.4	199.8
播种	850	52 (+1)	260	130	86	210.8	333.96
中耕	1250	47 (+2)	235	250	125	220.8	458.75
培土	350	18.7	94	70	105	97.1	233.1
喷雾	300	67.5 (+2)	67.5	150	—	146.8	194
喷粉	450	12 (+1)	8.4	45	—	20.7	78.21
收割	300	18.5 (+4)	91.5	150	—	226.9	218
运输	1000小时 (7150吨·公里)	200	1000	1060	1060	998.8	2473.18
合计		559.7	2428.4时	2065	1691	2535.7	4686.71

表2可看出机械全年作业成本比人畜力节省2,152元,等于人畜力作业成本的46%。机械化每亩投资为14—18.7元。由两台底盘组成的机组5,580元的投资可在2.6年内收回。三台底盘机组投资7,480元,可在3.47年内收回。完成同样工作量原有畜力及农具投资即为7,157元。机组投资与之相比不算多。另一种算法是将原有牲畜和农具变卖买机器,六匹马原价,大车折价70%,其它农具折价30%,合计为6,463元,与购买小型动力机组的投资相当。

从能源消耗来说,400亩耕地全年的作业量大约需要JD 5工作2,400小时,要消耗柴油1,500公斤,机油90公斤,约合606元。六匹马全年消耗饲料粮6,000斤,合720元,饲草16,800斤,合1,428元,共计为2,148元,由此可见机械消耗只为畜力消耗的三分之一到四分之一。如果用这些节省的饲草饲料发展畜牧业,就能够使农村多种经营有个大发展。

在贯彻农业生产责任制的情况下,如果实行机务组专业承包,生产队统一耕种,上面的分析仍然是适用的。如果是“包产到户”,情况是很复杂的。由于户的经营规模小,不能充分发挥机械动力的作用。如果是几户联合买一套,其经济效益将随着有效作业量的增加而定。由于责任制的加强,会使管理得到实际的改善,被代替的活劳动也会及时转入多种经营。因而可能收到更好效果。

三、关于人畜力、机械双配套体制

人畜力耕作是以生物为动力,消耗的能量是由人的食物及役畜的饲料转化的,也可

以说是以农产品为能源的。这样就使相当一部分农产品在农业生产过程中,作为生产资料被循环消耗了。这些饲料本来可以饲养食用畜,生产高级的奶、肉、蛋等畜牧产品的,却在耕作中变成动力被消耗掉。这种方式显然是落后的不合理的,商品率低也是不可避免的。在一定条件下能源可以转变为粮食,粮食是能源的结晶,石油燃料的危机常常表现为粮食短缺,那种为了节约能源不惜消耗粮食的做法不见得是高明的。而机械动力功率大、速度快,可以深耕、精播良种、抽水灌溉、施用化肥农药,成为抢农时和抵御自然灾害的有力手段,几倍几十倍地提高劳动生产率,创造出人畜力所无法比拟的生产发展的新水平。

建国初期我国农村几乎没有机械动力,农业生产全部依靠人畜力。五十年代开始搞机械化,二十多年来农业机械装备已经初步达到一定水平,而人畜力却有增无减,没有体现出机械化经济效益。机械虽然对粮食生产起到了一定作用,但却大大提高了生产成本,是造成一些机械多的社队增产不增收,高产穷队的主要原因。如河北省1978年全省农业机械总动力达到1,473万马力,而1978年比1949年农业劳动力增加56%,役畜增长8%,1978年农业机械总动力已经相当于役畜动力的8.7倍。1979年全国平均每亩耕地拥有机电动力0.113马力,高于美国1975年0.107马力/亩的水平。有了这些并不算少的机械设备,还是看不到人畜力有减少的趋势。这就必然造成机械、人畜力两套成本问题。现在有人认为,增产不增收是由于搞了机械化造成的,这是不公正的。原因不在于机械化本身,而是不讲经济效益,盲目追求机械投放量。那种认为人畜力、机械投放得越多越好的做法,其经济效益是不会好的。本文前面所分析的JD5的经济效果都是以机械取代役畜为前提的。如果做不到“代替”也就没有经济效益可谈。从表3中能看出:

表3 人畜作业、“以机代畜”、仅代畜及“双配套”四种方案的消耗及成本比较

方 案	人 工	畜力工	动 力	粮食消耗	饲草消耗	油料消耗	总 成 本	
	(日)	(日)	(时)	(公斤)	(公斤)	(公斤)	元	%
人 畜 力 作 业	2065	1691	0	5065	8400	0	4686.7	100
JD5机 组 作 业	559.7	0	2428	559.7	0	1590	2535.7	54
取代役畜劳力暂不安排	559.7	0	2428	1463	0	1590	3800.2	81.1
“ 双 配 套 ”	987	320	1947.9	4034	8400	1275.6	6258.8	133.5

使用五马力机组,机械完全取代役畜,节省部分人力,其作业成本仅为人畜力作业成本的54%,如果是仅取代役畜,节省下来的劳动力暂时无法安排工分照付,其作业成本为人畜作业的81.1%仍有盈利。特别值得注意的是,如果使用了机械,人畜力照样不减,那么作业成本将提高33.5%,这仅仅是在每亩投资为14—19元的情况算得的。在那些投资百元以上甚至数百元的地方,成本的提高可想而知了。另外,进度一刀切,上下一般粗,全面推进,如果包括每个农场、生产队机械化程度都达到70%,运输、耕地、播种都上了,收获、植保和谷物干燥有了一部分,而田间管理还必须依赖畜力,依靠人海战术,种植业的劳动力占有量没有减少,役畜也没有减少,这就造成了相当广泛的机械、人畜力两套成本问题。

在全面实行机械化之前,各国都存在人、畜、机并存的问题。有了一部分机器,有些环节还必须依靠人畜力。这样必然增加开支提高生产成本。这个过程和现象虽然是不可避免的,但对于某一个具体农业单位则必须缩短这个时期,使之尽快形成机械化生产能力。否则“两套锣鼓”长期存在下去生产成本如何能不高。对我国的农业从全局和整体看,人畜机相结合是长期的。但是对某一个具体农业单位,则应设法避免这种状态,要么尽快有所“取代”;实在上不去,封存一些机械仍以人畜力为主,经济效果也可能是好的。为解决这一问题,发展可以代替役畜的小型动力机械还是不够的。更重要的是燃料供应政策要有所调整。如果对燃料处处设卡层层“扒皮”,忽而有忽而没有,把农村看作是调剂燃料余缺的平衡库。农民由于受到使用机器效益的引诱而买机器,燃料又没有保障,不得不搞成“几配套”。养着牲畜“有备无患”,人为地造成两套成本问题,是不应该的。燃料供应政策应该支持和鼓励“以机代畜”,对于完全依赖机械的单位和农民,要保障作业用燃料供应。对搞“几配套”、经济效果差的则可少供应、不供应。这样在燃料供应紧张的情况下也可以体现机械化的经济效果。

四、结 束 语

近期在我国农村实行全面机械化,由于资金、能源和技术水平的限制是不可能的,又因解放出的大量劳动力无法安排,因此也是没有必要的。相反,使大多数农村长期处于向机械化过渡的不稳定状态,也就是人畜、机械并存,两套成本的状态。有必要寻求经济效果好的中间技术。

根据华北间套作要求设计的钻行作业的小动力具有广泛的适应性,以中间技术为特征容易为农民所接受。又因其可以全面取代役畜从而经济效果较好。由此得到启发提出一个设想,针对我国单位耕地面积役畜和劳动力占有量都相当高,以及经营单一产值低的现实情况,当前应该在现有机械的基础上发展小型动力机具,在几年内把大部分役畜代替下来,实现“以机代畜”,节省饲料发展畜牧业,省下一部分劳动力发展多种经营。这样做可以体现机械化的效果。这样的目标明确而又不过高。这样的机械化属于中间技术,投资比较少,可以通过对现有机械进行适当调整来实现。同时使代替下来的劳动力数量与多种经营的发展相适应。因此这样的目标是比较接近实际的。

参 考 文 献

〔1〕华北农业大学农业气象组耕作组:华北平原地区气候与种植制度的改革、《气象科技资料》,中央气象局气象科技情报研究所 1976.8,5、7页。

〔2〕中国农业科学院作物育种栽培研究所,佟屏亚:试论华北平原地区耕作制度改革现状和前景,《北京地区的耕作制度改革》1980.10,31、37页。

〔3〕五马力间套作课题组:五马力间套作机组技术经济评价,《农业机械学报》1980年3期。103—108页。

〔4〕河北省机械研究所,刘闻铎:从农业能源变革谈对农业机械化步骤的看法,《农业机械学报》1980年3期,111页。

〔5〕吴相淦:我国农业机械化的回顾与前瞻,《镇江农业机械学院学报》,1980年第一期5页。