

高等农业院校试用教材

农业机械运用学

中 册

北京农业机械化学院编

农业机械化专业用

农业出版社

1102057
高等农业院校試用教材

农业机器运用学

中 册

北京农业机械化学院編

农业机械化专业用

农 业 出 版 社

編 著 者 北京农业机械化学院农业机器运用教研組 張締庆
林汉泽 陈济勤 聶英瑞 胡南强

高等农业院校試用教材
农 业 机 器 运 用 学
中 册
北京农业机械化学院編

农 业 出 版 社 出 版
北京老鐘局一號
(北京市书刊出版业营业許可証出字第106号)
新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售
上海大众文化印刷厂印刷裝訂
統一書号 K15144.233

1961年7月上海制型	开本 787×1092 毫米
1961年7月初版	十六分之一
1962年3月上海第三次印刷	字数 250千字
印数 4,401—8,600册	印張 十一又四分之三
	定价 (9) 一元一角

目 录

第二篇 机組在各种作业中的运用

第七章 机組作业过程的概述	I
§1. 机組准备	2
§2. 机組作业区的准备和作业前的組織工作	5
§3. 机組的运输編排和作业开始阶段的檢驗	9
§4. 机組在作业区上的工作以及作业的結束	15
第八章 耕地	17
§1. 概述	17
§2. 耕地机組的准备	20
§3. 耕地机組的行走方法和地块准备工作	53
§4. 耕地机組的田間作业过程	73
第九章 播前整地	93
§1. 概述	93
§2. 圆盘耙耙地作业	95
§3. 其他整地作业的特点	103
第十章 播种	106
§1. 播种的农业技术要求	106
§2. 播种机組的准备	108
§3. 播种机組的行走方法及田区的准备	124
§4. 播种机組的田間工作	127
§5. 播种机組工作质量的檢查	134
第十一章 田間管理	136
§1. 概述	136
§2. 拖拉机的准备	138
§3. 中耕、培土作业	141
§4. 病虫害的防治	145
第十二章 小麦收获	148
§1. 麦收机械化的意义及机械化收获的方法	148
§2. 联合收获作业	150

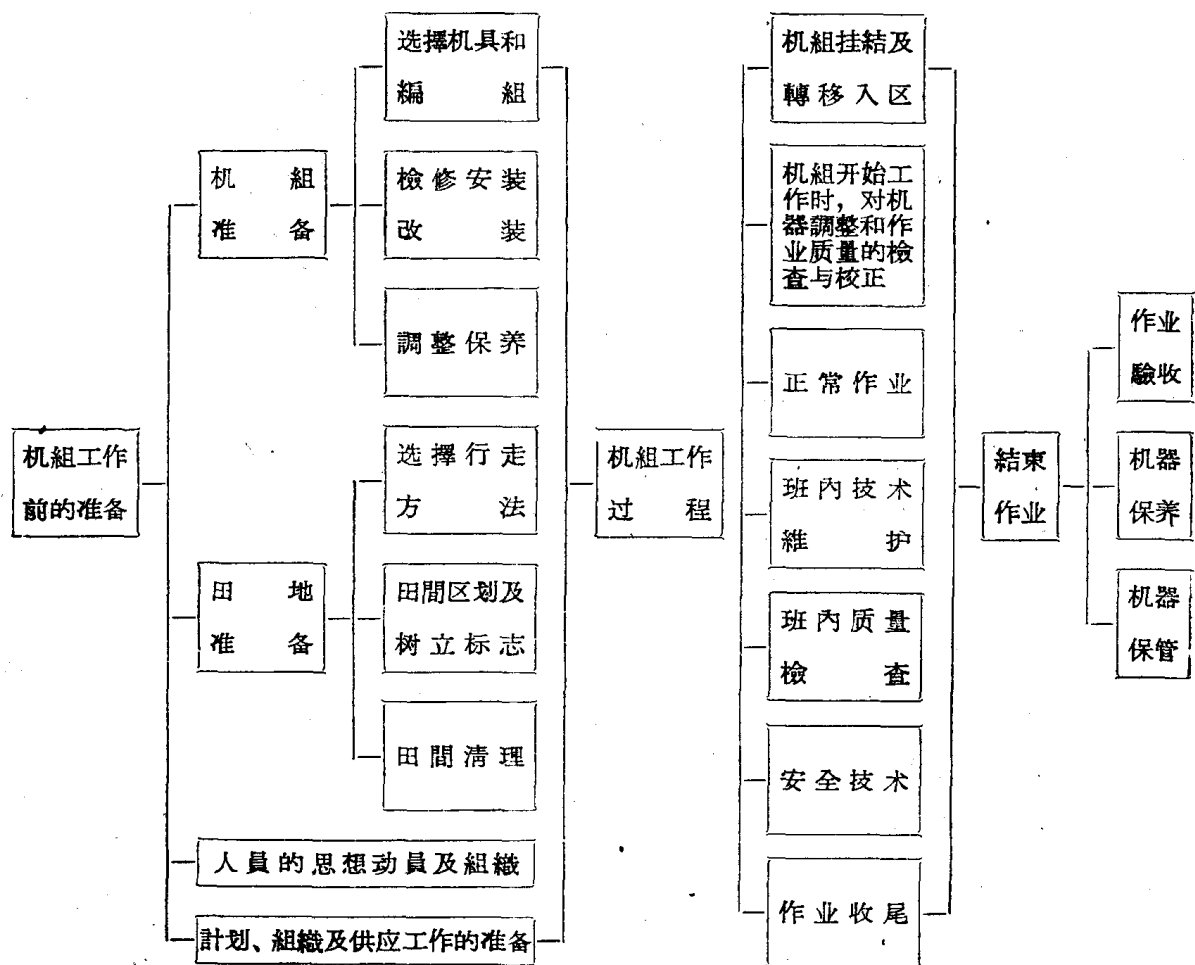
§3. 分段联合收获作业	169
§4. 脱谷作业	172
§5. 机械化晒谷场	179

第二篇 机組在各种作业中的运用

第七章 机組作业过程的概述

在机械化的农业生产过程中,田間作业完成的好坏是决定于机組的运用情况。为了“高效、优质、低耗、安全”地完成作业任务,就必须研究机組在各种作业中的合理运用問題。我們在本篇的各章中,将分別討論各种作业中的机組运用問題。

提高机組运用效果的关键在于自始至終的抓好机組的作业过程。机組的作业过程一般可归納为如下图所示。必須指出,机組合理运用的前提是应该完全滿足农业技术要求。因此,在作业过程中所采取的各种措施和方法,都必须从“为农业服务”的观点出发。



机組的一般作业过程示意

由上述过程中,可以看出必須結合实际生产条件抓好下列一些环节:

- (1) 机組的准备;
- (2) 机組行走方法的选择,及田区准备;
- (3) 机組作业前的組織准备工作;
- (4) 机組的編排和运输;
- (5) 机組作业开始阶段对机器調整和作业质量的檢查与校正;
- (6) 机組作业过程中正常作业阶段以及其他一些輔助性环节(如保养,供应等)的組織;
- (7) 作业結束后的保养、保管和作业的驗收。

现在就以上各項作一般性的簡要叙述,以后将在各种作业过程中,分別具体研究。

§1. 机 组 准 备

在上篇中曾經介紹了編組計算的方法。显然,为了达到机組工作“高效、优质、低耗、安全”的目的,在編組計算以外,还必須考虑一系列因素来正确地确定机組中机器的組成。在进行編組前,应当掌握农业技术要求,机組工作条件(如土壤及作物等条件),地块的形状、尺寸,土地坡度等。此外,还必須了解在工作进行时期內該企业单位可动用的机器型号与数量。

根据农业技术要求,以及作物、土壤等特点,选择农机具的型号及其工作部件的种类。然后查明該农机具最好的工作速度范围和在該工作条件下的工作阻力或比阻。

从工作条件出发,选择拖拉机型号可考虑以下几点:

(1) 拖拉机型号必須适合作业的农业技术要求,尤其进行田間管理作业时必須具有合适的通过性能。

(2) 首先利用柴油拖拉机,因为它们比較經濟。

(3) 在湿軟土地上尽可能的用鏈式拖拉机。

(4) 功率較大的拖拉机,用于面积較大的地块以及重工作,如耕地、深松土等,而功率較小的拖拉机則用于小地块以及輕工作。

为了較好地选择拖拉机的型号,可以采用拖拉机牵引力与农机具工作阻力对比的方法,如图 7-1 所示。图表中,沿垂直方向列出各种作业的名称,沿水平方向則标出拖拉机牵引力与农机具工作阻力的尺度。在尺度上标出各种拖拉机以各工作档工作的牵引力范围,并以虛綫沿垂直方向在全部图表內标出。在每項作业右边用綫条标出阻力范围。从这种图表可以清楚地看出,各型号拖拉机牵引力和各种农机具阻力范围的适应情况。

根据农业技术允許的工作速度,选择該型号拖拉机的工作档。在一般情形下,拖拉机的 I 档保留作为貯备,以便在农机具牵引阻力剧增或上坡时換用。因此可以选用 II 档、III 档,甚至 IV 档作为工作档。如果农业技术允許的速度范围很寬,可以考虑选用拖拉机 $N_{\text{sp max}}$ 值最大的档次,也就是牵引效率最大的档次。如果机具編組的寬度和速度受到农业技术要求

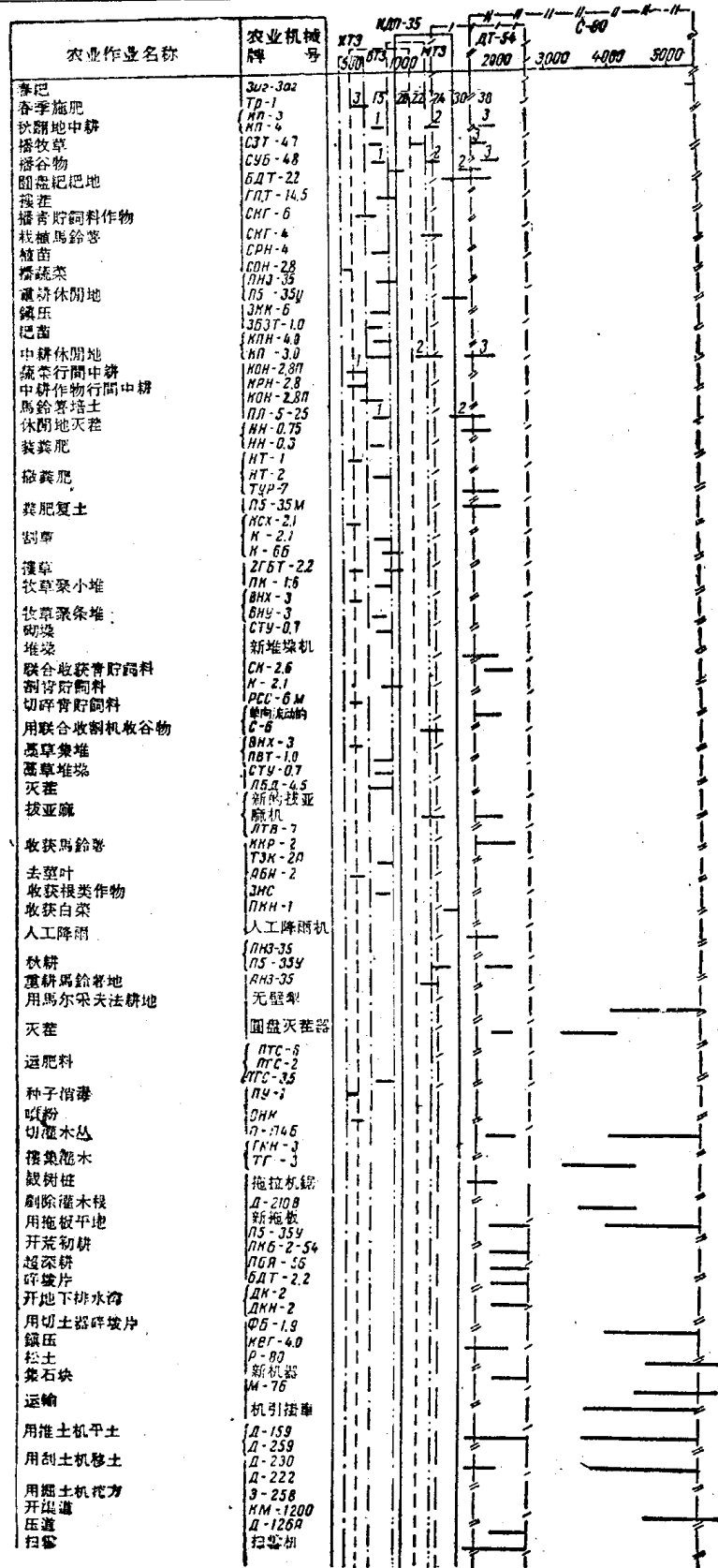


图 7-1 农机具牵引阻力与拖拉机牵引力对照图表

的限制,而拖拉机高档的牵引力足够作业需要的情况下,可以考虑“高档小油门”的应用,这样可以节省一部分燃料。

为了更好地选择拖拉机工作档次,可以预选几个档次,进行编组计算和对比。

按照编组计算方法找出各该档适用的农机具数目以后,再计算牵引力利用系数 η_n 的数值。为了进行对比,还应当算出各档编组方案的主要运用指标(生产率,单位作业量的耗油量等),编出指标对比表,如表 7-1 所示。

表 7-1 AT-54 拖拉机编制耕地机组对比的例子

速 档	幅宽35厘米的犁铧数	牵引力利用系数	小时生产率,以%表示	每公顷耗油量,以%表示
II	6	0.93	100	100
II	5	0.78	84	111
II	4	0.62	68	121
III	5	0.95	97	102
III	4	0.76	79	110
IV	4	0.95	90	108

由表可见,在该例中,II档——6铧,III档——5铧及IV档——4铧三个方案中,后两方案的 η_n 较高,然而第一方案的生产率及单位面积耗油量最好。

编组时还应当考虑:现有农机具数量是否充分,作业安全及方便等条件。例如机组不当过宽和过于庞大,以免操纵困难。又如行间作业机组,应当考虑它的幅宽等于播种机组的幅宽,或播种机组的幅宽等于中耕机组的整数倍。有时为了减少行间中耕时的伤苗率,在机组中往往只用一台中耕机,而牵引力利用系数在 50% 以下。诸如此类的种种条件都应受到应有的考虑,最后确定最好的编组方案。

为了使拖拉机负荷更加合理,利用马拉农具和机引农具混合编机组也是一个好的办法。

在某些情况下,编制机组时应当根据农业技术要求和有效地利用机器的原则,编成复式机组。例如复式播种工作、复式收获工作、春耕、钉齿耙地和盖地等作业。

在编制复式机组情形下,应当注意机组速度是否能同时满足该几种作业的农业技术要求。例如,在高产谷物收获工作中,为了防止损失,联合收割机行走速度低,如果编制收获灭茬机组,则使灭茬质量显著降低。

复式机组的联结方式有两种,即对称式与非对称式,如图 7-2 所示。对称式机组使得该几种作业之间的时间间隔最小,可以采用梭式以及左转、右转的绕行法进行工作。非对称式机组使得该几种工作之间发生等于行走一圈的时间间隔,必须向一侧转弯。图 7-3 表示非对称式机组开始工作的情形,第一圈中须将播种机切离,按顺时针方向行走,第二圈才正式工作,将播种机接合,按逆时针方向由地边开始行走。

正确运用的复式机组可以达到以下效果:

- (1) 由于不同作业的机具结合在一起,有可能改善拖拉机的负荷。
- (2) 在土壤耕作工作中可以使拖拉机避免在已耕过的土壤上行走,因而减少拖拉机打

滑及移动的损失。

(3) 可以消除該几种作业之間的时间間隔。这在某些情形下是有利的, 例如在干旱地区, 采用播种和播前整地結合的复式机組可以达到保墒的目的。

(4) 如果机組上的人员能同时照顾不同农机具, 則可节省劳力。

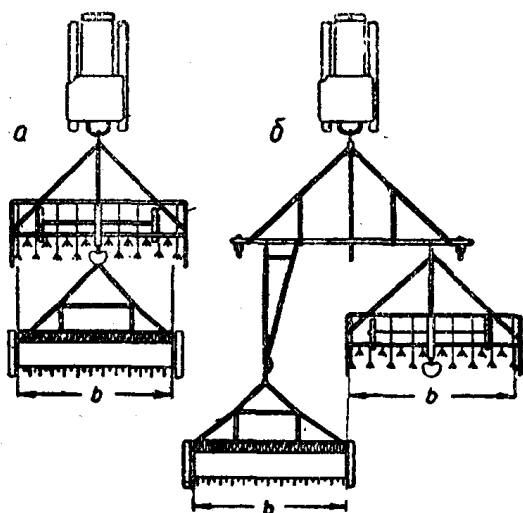


图 7-2 复式机組

a—对称式; b—非对称式

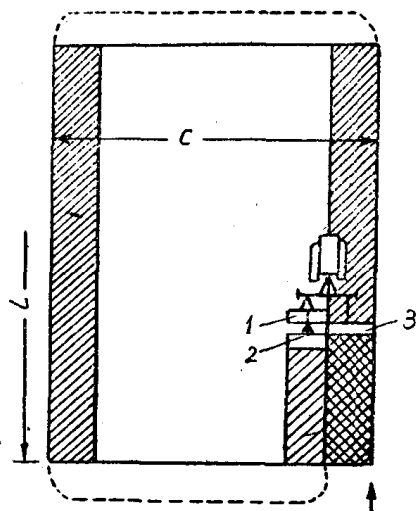


图 7-3 非对称式复式机組工作开始情况

1—中耕机; 2—釘齿耙; 3—播种机

机組編好后, 必須进行严格的檢修、安装、調整和保养工作, 确保良好的技术状态, 这是机器作业中不产生故障的先决条件。有些情况下, 現有机具不适合生产条件, 所以必須进行某些改装工作。另外要貯备一定量的易于磨損的零件, 特别是农具上的某些零件, 例如犁的犁铧, 中耕机的鋤铧, 联合收割机的刀片等, 以备及时更換。

§2. 机組作业区的准备和作业前的组织工作

首先应确定机組的行走方法。而且必須从“高效、优质、低耗、安全”等方面的全面观点出发来进行选择, 因为行走方法不仅影响到机組作业的生产率、亩耗油、作业成本等, 而且也直接影响到作业质量和机具人身的安全。所以不能只从提高工作行程率的观点出发。

确定好行走方法后, 即应在田間选择行走方向, 以及进行工作小区的区划工作。

机組在作业区上的行走方向, 取决于工作种类、地形起伏、土壤状态等。通常在各种工作中机組的基本行走方向应与作业区的长边一致, 这样可以减少机組在工作小区上的空行轉弯。只有在作业区有足够大的面积时, 而区长和区寬能够保证机組在任何方向行走都能發揮高效的情况下, 才可橫着工作小区长边工作。这只是从發揮机器高效角度提出的要求。

但是有些农业技术要求橫向作业, 以达到更好地碎土和平整地表。交叉作业对中耕作物具有重要的意义。这时选择机組行走方向时应首先滿足农业技术要求, 在这个条件下再

考虑充分发挥机器高效的问题。

但是上述原则也有例外,如在坡地上耕地时 则不得不放弃沿长边耕地的好处,在这种情况下不要考虑区长如何,都应横坡耕地,不允许顺坡耕地。顺坡耕地时,雨水将沿耕地所形成的壟沟流出,造成水土流失。又例如联合收割机收获小麦或其他作物时,如作物倒伏较重,应根据作物倒伏情况决定机组行走方向,即考虑使联合收割机大部分路程是横着作物倒伏方向前进。

选择好机组行走方向后,要在田地两端划分出转弯地头。用标杆将转弯地头标出,最好用单铧犁沿标杆开出 6—8 厘米的浅沟,有时也用拖拉机的轡轡和鏈軌印迹代替地头线。有了地头线后,机组工作人员就可以根据机器工作部件和地头线间的距离长短接合或切离机器的工作部件。

在机组不能进入邻区进行转弯的情况下,划分转弯地头是非常必要的。有了转弯地头以后,才能保证高质量的完成作业。

表 7-2 给出各种耕地机组的转弯地头宽度

耕 地 机 组	转 弯 地 头 宽 度 (米)
KД-35 拖拉机牵引 3—4 体犁	14—18
ДТ-54 拖拉机牵引 4—6 体犁	18—22
С-80 拖拉机牵引 10 体犁	22—28

实际上上述地头宽度是否合适还与驾驶员的技术水平有关,工作中可以酌情处理。

为了使每个机组能很好地进行工作,必须把作业区划成一定尺寸的工作小区。每个拖拉机机组都应有它自己工作的单独的工作小区。这样,便于检查机组的工作质量和所完成的工作数量。不允许在一个工作小区上同时有两个或更多的机组进行工作,这样一个机组一旦停歇而另一机组势必也要停歇,因此常常会使生产率降低,而且几个机组在同一个工作小区上工作时也很难检查每个机组的工作质量和统计各个机组所完成的工作量。

在将田地划成工作小区时,要特别注意工作小区的边要平行,在整个区长上区宽保持一致。如工作小区形状不规整时,机组工作时就将产生空格,耕作这些空格时就要浪费很多时间和燃料,同时拖拉机还要压实土壤,降低耕作质量。由于以上各种原因,必须很好的区划工作小区。最好的工作小区形状应为长方形,并且要求工作小区具有一定的长宽比。

苏联使用拖拉机机组的经验证明,工作小区最好的长度在 1,000—2,000 米之内。将工作小区长度增加到 2,000 米以上时是不合理的,这样将使机组的服务工作发生困难。将工作小区长度降低到 1,000 米以下时,则空行百分数就有所增加。

如果允许最大空行百分数为 10%,即 φ 的最小许可值 $\varphi_{\min}=0.9$,则可以确定工作小区的最短极限长度 $L_{\min}$ 。根据苏联资料各种拖拉机完成各种作业时,在 $\varphi_{\min}=0.9$ 的情况下工作小区的最小许可长度列于表 7-3 中可供参考。

表 7-3

拖 拉 机	$\varphi_{\min}=0.9$ 的条件下完成各种拖拉机作业所要求的工作小区最小許可长度						
	耕 地	耙地梭式法	全面中耕梭式法	谷类作物播种梭式法	中耕作物播种梭式法	行間中耕梭式法	中耕作物梭式法
MT3.....	408	825	426	400	420	300①	386
КД-35.....	510	1,230	560	555	610	400①	438
ДТ-54.....	620	1,780	730	780	830	830	—
С-80.....	1,300	2,360	1,110	1,230	—	—	—

①悬挂机組

如果允許耙地作业可以有較多的空行情况时, 工作小区的最小极限长度可为:

MT3 拖拉机.....300—426 米;

КД-35 拖拉机.....400—610 米;

ДТ-54 拖拉机.....620—830 米;

С-80 拖拉机.....1,110—1,300 米。

工作小区面积一般最好等于机組一天的工作量。如果工作小区面积过小, 則机組区間轉移过于頻繁, 因此造成時間和燃料的浪费。又如工作小区面积超过机組日工作量好几倍时, 則机組作业中的供应和联系等工作很不方便, 而且有时使空行增加, 因此也要造成時間和燃料的浪费。

工作小区的划分应由拖拉机队队长协同統計員和农具手进行。区划时要用标杆或其他物品作为标记, 为了明显起見可以在标杆頂端扎上一束麦秆、草或树枝。

在工作区較短的情况下可用堆土的方法划分工作小区, 就是用鍬将土挖出堆在标杆綫上, 每隔 4—5 米堆一堆, 堆完土堆后, 取去标杆, 在田地上遺留下的土堆作为标志。在划工作小区时应标出机組第一行程綫。第一行程綫要用三根标杆标出, 这样拖拉机手掌握拖拉机的方向时, 使得两根标杆始終都在瞄准綫上, 即第一根标杆和第二根标杆相重合, 这样拖拉机手就能沿着直綫操纵机組。机組第一行程沿标杆綫前进是非常重要的。

在区划时, 会遇到划直角的情况, 此时可以利用十字尺或木制的直角尺, 也可以用两弧交綫法和 3、4、5 划綫法。

十字尺是一个釘在立柱上的十字架, 如图 7-4 所示。在十字架的各端釘有小釘, 小釘的連綫成直角。

图 7-5 是十字尺的使用图, 假若欲在 1—2 綫上找出与它垂直的另一直綫, 則在 1—2 綫上在要引出另一垂綫的点上放上十字尺, 使其一个板条上两端的小釘与 1—2 标杆在一条直綫上, 这时在另一个板条小釘的瞄准綫上插上标杆 3。

此外, 直角也可以用一小绳用圓弧交点法比較精确地划出, 如图 7-6 所示。取小绳长 20 米, 由要作垂綫的 A 点向兩側各量一段約 15 米的距离“a”, 然后将小绳的一端固定于 6 点, 小绳的另一端綁一木棒, 将绳拉直用木杆在地上划一圓弧, 在另一边也用同样方法划一圓弧, 再在两圓弧的交点 BB 插上标杆。这两个标杆和 A 点位于一条直綫上, 并垂直于 I—I

直线。

此外,在我国国营农场广泛地采用3、4、5划线器。此划线器是用4个环把3米、4米和5米长的细绳联结起来。

使用方法如图7-7所示。如果欲在1—2线上A点划出与它垂直的另一条直线,则把3米长绳和4米长绳中间的环置于A点,沿1—2线拉直4米长的绳,此后再拉直3米长绳和5米长绳,使其端部的环重合在一起,这样就得出B点,A—B连线就垂直于1—2线。

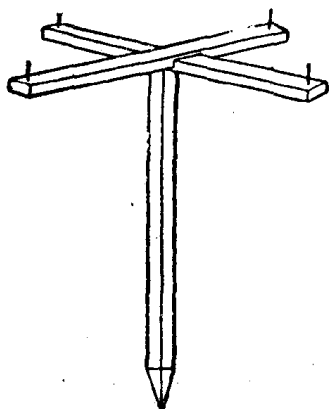


图 7-4 十字尺

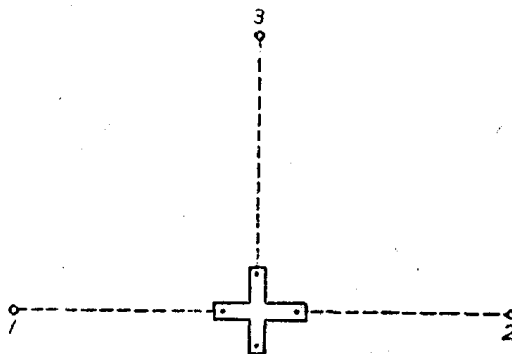


图 7-5 用十字尺划垂直线

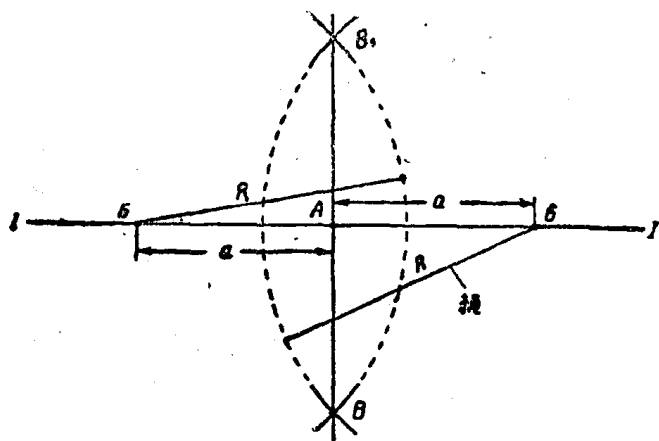


图 7-6 用圆弧交点法划垂直线

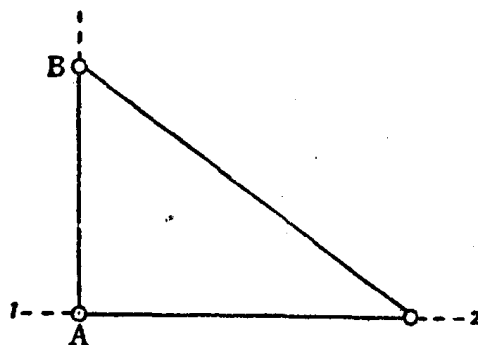


图 7-7 3、4、5 划线法

田地的区划是一项很重要的工作,它不仅与机组的生产率和燃料消耗有密切的关系,而且也和工作质量有密切的关系。

田地区划后必须细致的视察田区中的所有障碍,如果有可以消除的临时性障碍,如土堆、沟渠、树根等应组织力量及时清除,如果有不易消除的永久性障碍物,如水井、电线杆等,应该树立标志,特别是夜班作业更应注意,以免发生意外事件。

很多先进生产者,对机组作业前的工作联系和安排,给予十分重视,在实际生产中往往因为这方面的工作没有作好,而严重的影响了机组的运用效果。

首先应注意和农业生产队取得密切联系,什么时间,在那个地号作业,先那里,后那里,特别是要准备好土地(如整地,施肥,平沟等),另外还要求和生产队人、畜力的工作协调配合好。在联系过程中,要到现场实地察看土地和道路等情况,在了解实际情况的基础上,要制定出机组的转移路线图,在平面图上标明机组在什么时间、在什么地号作业,以及各地号的完成次序。为了显明起见,在平面图上可用颜色线条标明。制定机组转移路线图的原则是首先应考虑农业技术要求,例如耕地时,在土壤过湿的情况下,一般应先高地后洼地。播种时,先跑墒地,后保墒地。收获时,先早熟品种,后晚熟品种等。其次应争取尽可能的减少空行转移的距离,以减少时间和油料的浪费。如果可能时,最好按地块的相邻顺序作业,避免过多的往返转移。

为了保证作业的顺利进行,必须安排好油料供应工作,并预先运送到作业地点。如果用油桶送油时,最好前两天送到田间进行沉淀。当播种或收获时,应预先安排好运输工具,以及装卸的组织工作。

另外对机务人员的食宿问题,也要预先适当的安排。

§3. 机组的运输编排和作业开始阶段的检验

准备好机组后,应注意正确的运输和编排。

机组的途中运输要花费一些时间,而且往往容易发生机具和人身事故,所以应注意组织好这项工作。首先应选择合理的运输速度,速度过高时,易于发生机具和人身事故,速度过低时又要花费过多的时间。牵引式机具,尤其是铁轮缘的农机具不应高速行驶,特别是在坚硬马路上,更应降低行走速度。各种农机具的运输速度,都有一定限制,可参考其说明书。轮胎式拖拉机的悬挂机组通常可以采用较高的运输速度,具体速度要看道路情况以及农机具是否怕受振动等条件确定。

运输前,要对机具进行相应的调整和紧固,防止运输途中发生事故,例如悬挂机组的农机具应该将液压升降机构操纵手杆锁定,否则万一脱落将造成损坏事故。

在运输过程中如通过铁路、村落、桥梁和河流时,应特别小心,严格遵守有关规定。

如运输距离过远时,一般牵引式机具和链式拖拉机可装车或装船运送。

作业前机组的合理编排,对提高作业效率、作业质量以及节省劳力和时间,有较大的关系。对于牵引式机组,一般采取下列步骤的编排方法。

农机具必须相对联结器纵向中心线均匀对称的配置。所以应事先在联结器梁上作出挂结处的标记,如果机组内的农机具台数为奇数,则沿梁的中心处挂一台农机具,沿中心划好标记后,再向左右两侧按农机具的幅宽尺寸划出标记。如为偶数,可由梁的中点向两侧各量机器的半个幅宽作出标记,然后再按全幅作标记。在奇数台数情况下,前列比后列多配一台,这样可减少延长器数目,并便于转弯。配置非对称式复式机组时,应当从机具的受力平衡观点出发,使机具总阻力通过梁的中点。至于挂结点和挂结角度是否适宜,还必须在作业

开始时实地检查。

在作出标记后,即可进行机具的编排,当编排多台农机具的机组时,往往很费事,所以应按一定的操作方法。图 7-8 表示 6 台播种机的机组排队方案。在道路运输时最好将机组排列成前后一行,这种状态可以顺利地转弯,可以通过 5.5 米宽的桥梁。抵达工作地点以后,选择一平坦地方,即可参考图 7-8 所示次序整队排列。

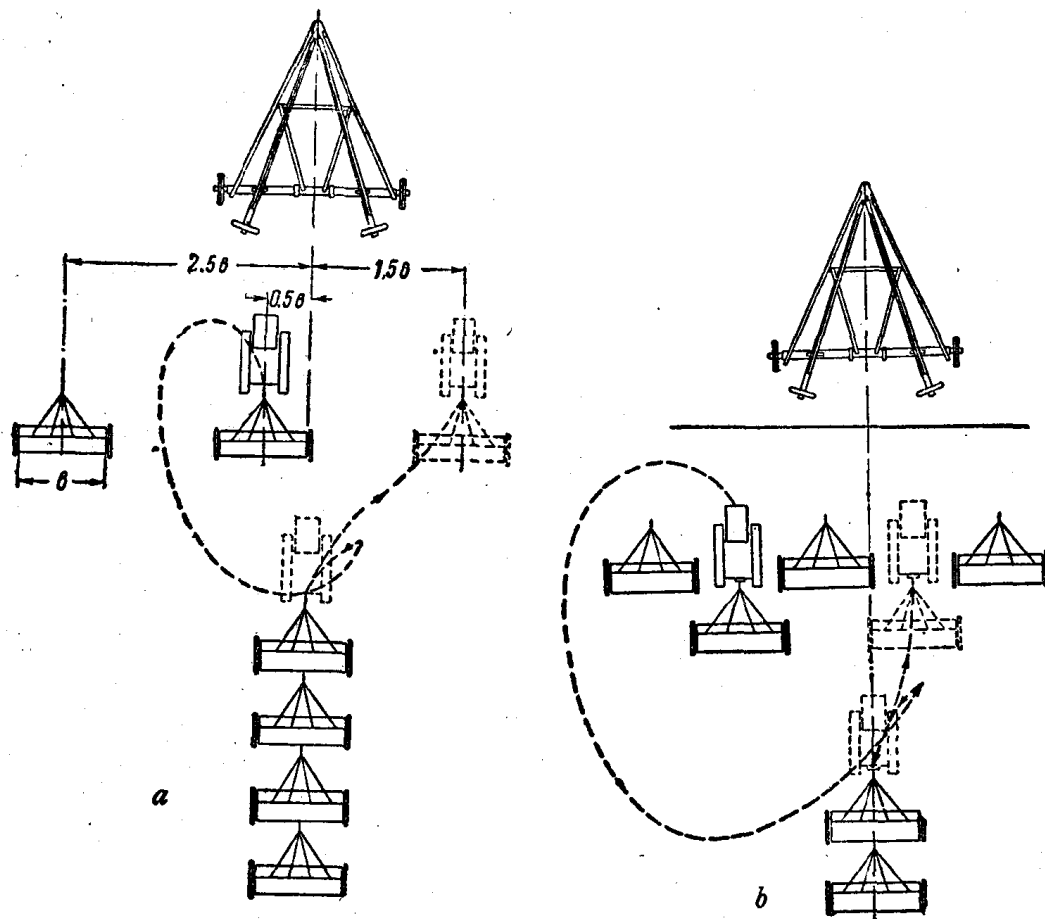


图 7-8 宽幅播种机组排队方案

a—排前列; b—排后列

机组作业开始后,应注意下列几方面的检查工作:

- (1) 机组技术状态的检验;
- (2) 机组牵引线的检验;
- (3) 机组负荷程度的检验。

机组即使经过良好的检修和保养,但在作业开始时还会出现一些问题,所以应注意检查并及时进行调整,否则会引起事故。特别是某些零件的紧固,往往需要反复紧固几次。所以应特别加以注意,对于复杂的机具还应有专门人员进行检查工作。

机组的挂结方式直接影响着机组内各部分的(农机具,联结器,拖拉机)受力情况,也就是说对拖拉机

的稳定性,操纵性,牵引效率,农机具的阻力,作业质量和机器磨损情况等产生影响,所以如何根据具体的生产条件,适当的调整机组的挂结和牵引方式是很必要的。而且这种调整必须在作业过程中检验。不可能事先就达到完全正确的调整状态。现对牵引式机组和悬挂式机组的挂结方法的影响,作一简要分析。

对于牵引式机组,牵引力 P 和阻力 R 的方向一般是与移动方向不一致,而与移动方向偏移一角度,有时还形成一力臂,如图 7-9 所示。 P 及 R 力和水平面形成 β 角,和垂直平面形成 γ 角。用简单的演算即可找出下列的分力值:

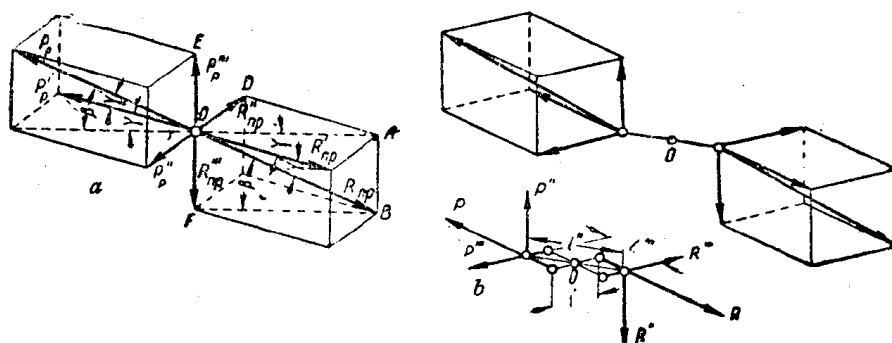


图 7-9 牵引力和阻力的关系

a—无力臂; b—有力臂

由牵引力
和移动方向平行的分力..... $P' = P \cos \beta \cos \gamma$

和水平面平行并和移动方

向垂直的分力..... $P'' = P \cos \beta \sin \gamma$

和水平面垂直的分力..... $P''' = P \sin \beta$

分力 R'' 及 P'' 形成有害的转弯力矩。

在很多情况下,编组的条件使牵引力和阻力之间发生力臂 l (图 7-9)。一般地,起作用的力矩可以分解为三个分力矩:

水平面内的力矩..... $M' = l' P'$,

垂直纵平面内的力矩..... $M'' = l'' P''$,

垂直横平面内的力矩..... $M''' = l''' P'''$ 。

这些力矩是依靠摩擦力、重力及行走装置和土壤的附着力所形成的反作用力矩给以平衡。

在非对称式收获机组(割晒机、割草机等)中,合力 R 对牵引力 P 偏移,形成力矩 $M = Rl$ (图 7-10)。这一力矩是由机轮和土壤的附着力形成的力矩 LR_{μ} 所平衡。如附着作用不充分($R_{\mu} < \frac{M}{L}$),机具将绕 O 点回转。

在实地作业中,应根据机组各部分受力和运动轨迹的表现,进行相应的调整。具体调整方法因作业机具种类而有所不同。

悬挂式机组的挂结,一般要尽可能的兼顾使拖拉机有较高的牵引效率、良好的操纵性和稳定性,使农

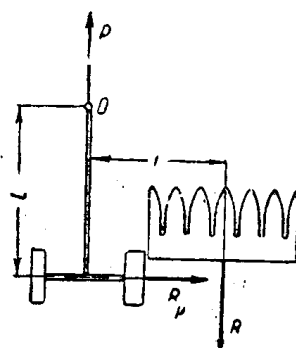


图 7-10 单机非对称机组的稳定条件

机具的牵引阻力正常和行走正常(不至斜,深浅均匀和保持良好的入土性能)。具体的调整,因悬挂机构类型而有所差别,但悬挂机构各杆件的调整,是有很显著的影响,现在分析一下悬挂机组的一般受力平衡以及牵引效率的影响因素。

悬挂机组工作时,由于各种外力对悬挂机器作用的结果,土壤对前、后轮的反作用力将比没有悬挂机器时的情况有所改变。图 7-11 表示了机组工作时作用在悬挂机器上各种外力图解。设作用在前轮上的反作用力的变化为 ΔY_{1H} , 作用在后轮上的为 ΔY_{2H} , 则在没有支持轮的情况下:

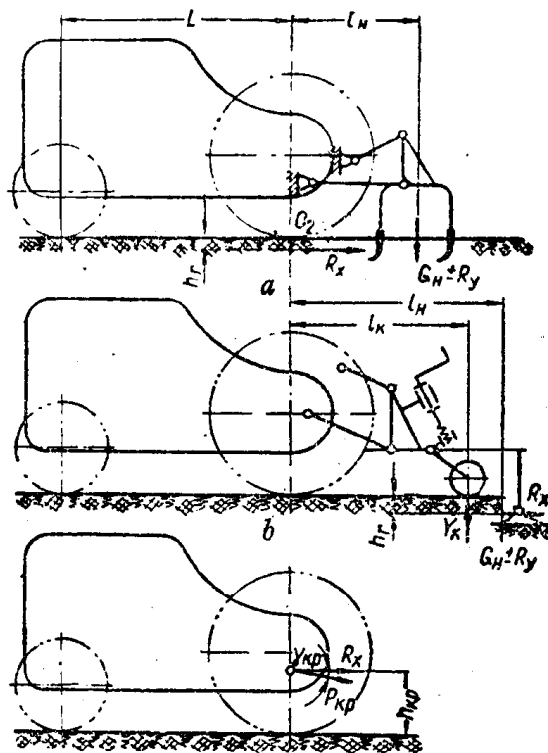


图 7-11 确定机组工作时前、后轮上载荷变化的图样

a—没有支持轮的悬挂机组工作时; b—有支持轮的悬挂机组工作时

$$\left. \begin{aligned} \Delta Y_{1H} &= \frac{(G_H \pm R_y) l_H - R_x h_r}{L} \approx \frac{(G_H \pm R_y) l_H}{L} \\ \Delta Y_{2H} &= (G_H \pm R_y + \Delta Y_{1H}) \approx (G_H \pm R_y) \left(1 + \frac{l_H}{L}\right) \end{aligned} \right\}$$

式中: R_x ——土壤阻力的水平分力;
 R_y ——土壤阻力的垂直分力;
 l_H —— $G_H \pm R_y$ 力对 O_2 点的力臂;
 h_r —— R_x 力对 O_2 点的力臂。

在有支持轮的情况下,则

$$\left. \begin{aligned} \Delta Y_{1H} &= \frac{(G_H \pm R_y) l_H - Y_K l_K - R_x h_r}{L} \approx \frac{(G_H \pm R_y) l_H - Y_K l_K}{L} \\ \Delta Y_{2H} &= (G_H \pm R_y) + \Delta Y_{1H} - Y_K \\ &= (G_H \pm R_y) \left(1 + \frac{l_H}{L}\right) - Y_K \left(1 + \frac{l_K}{L}\right) \end{aligned} \right\}$$