

农

机

译

丛

NONG-JI YI-CONG

3



1963

上海市科学技术編譯館

农 机 译 丛

1963 年第 3 輯

开本 787×1092 1/16 印張 3 1/2 字数 110,000
1963 年 10 月第 1 版 1963 年 10 月第 1 次印刷
印数 1—2,100

汇 編 者： 上海市科学技术編譯館
出 版 者： 上海南昌路 59 号

印 刷 者： 商务印书館上海厂

总发行处： 新华书店上海发行所

經 售 处： 全国各地新华书店

农机译丛 1963年第三輯目录

农业动力

- 車輛-土壤系統的“浮度”、反作用力与車輛性能的关系…[美国] M. G. Bekker (1)
- 最新小型拖拉机(二)……………[日本] 新井健助 (7)
- 拖拉机重量与牵引力的关系……………[澳大利亚] A. H. Willis (14)
- 小型乘用拖拉机在水田耕地的适应性……………[日本] 居垣千寻 (17)
- 提高輪式拖拉机帶悬挂犁工作时的牵引指标……………[苏联] П. М. Тильштейн (21)
Д. З. Стародинский

农业机械

- 田間作业机械的設計問題……………[美国] C. B. Richey (25)
- 三点悬挂系統上作用力的測定及其动力特性……………[日本] 川村登 (31)
- 三点悬挂犁和具有浮动的和控制的悬挂机构的拖拉
机之間的空間力分析图解法……………[捷] J. Kuczewski (35)
- 鐮刀、切割器和割草器的刀口性能——刀刃角、刀刃
宽度的磨損測定……………[日本] 森田昌
谷 暢 昇 (37)
- 鐮刀……………[日本] 石崎 秀 (37)
- 輪脫粒工艺过程的几个理論問題……………[苏联] И. Ф. Савин (47)
- 選擇攪龙参数用的曲綫图……………[苏联] И. Терещенко (51)
- 噴霧、噴粉均匀性試驗的新原理……………[苏联] И. Е. Никифоров (55)
А. Н. Иванов
- 工作速度大于9公里/小时的犁……………[苏联] В. М. Довгал (59)
П. J. Davies
- 旋耕犁与鐮式犁耕作效果的比較……………[苏联] В. М. Довгал (63)
П. J. Davies

試驗方法与仪器

- 液压式土壤取样器……………[苏联] В. М. Довгал (67)
П. J. Davies
- 用計数器和示波器測定播种的均匀性……………[苏联] В. М. Довгал (71)
П. J. Davies

工艺与材料

- 鋁合金在农业机械构件中的应用問題……………[苏联] В. М. Довгал (75)
П. J. Davies

—— 农业动力 ——

車輛—土壤系統的“浮度”、反作用力与車輛性能的关系*

[美国] M. G. Bekker

I. “浮度”的概念和車輛性能的关系

当机动车辆的使用者希望通过难以通过的土壤时,总是强调要更大的“浮度”。一般认为,满足这种要求就必须使下陷量较小,或者说应该有较大的接地面积和較低的接地压力。要完全满足这样的要求,技术上的困难是难以克服的;此外,已经发现在許多情况下,这种趋向是不正确的,因为在很多試驗中証明:一辆接地压力高的車輛,其性能也可比一辆接地压力低的車輛好些。

困难在于土壤与水不同,它的质地是不均匀的,且其承载能力及負荷与下陷量的关系,不可能用一种类似阿基米特定律的簡單公式来表示的。同一負荷能保証車輛在某种土壤表面上不致下陷,而在另一种土壤表面就不能保証安全。此外,不同型式的鏈軌和車輪,在相同的接地压力时,下陷量也将有所不同。

可以认为:浮度和地面的承载能力是同一概念,并且可用公认的分析方法来研究。例如,由短边 b 的接地面积 A 所承受的安全負荷 W 或相应的接地压力,是由內聚力 c 和承载能力因素 N_c 、 N_q 、 N_r 以及土壤比重等决定的。計算土壤安全載荷的公式如下:

$$W_s = A \left(cN_c + \gamma ZN_q + \frac{1}{2} \gamma b N_r \right) \quad (1)$$

由此可見,单凭接地压力不足以确定表征地面承载能力的“浮度”。現在举例說明如下:

假設一辆鏈軌寬度为 20 吋的鏈軌式車輛和一辆装有低压充气輪胎(接地面积接近于半徑为 10 吋的圓,亦即寬度也是 20 吋)的車輛能在 $\gamma = 0.06$ 磅/吋²、 $c = 0.1$ 磅/吋²、 $\phi = 30^\circ$ 的土壤上通过,且車輪沒有显著的下陷($Z \approx 0$)。对寬度 b 小于长度的矩形面积來說,方程式(1)是有效的。在太沙基(Terzaghi)的著作中,可以找到适用于圓形承载面积的方程式;此方程式表明承载面积为圓形时,計算

安全負荷要用圓面积的半徑来代替矩形寬度 b 。于是,得到矩形和圓形面积的安全接地压力如下(設 $Z \approx 0$):

$$\left. \begin{aligned} p_r &= cN_c + \frac{1}{2} \gamma b N_r \\ p_c &= 1.3 cN_c + 0.6 \gamma r N_r \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

当 $\phi = 30^\circ$ 时, $N_c \approx 35$ 和 $N_r \approx 20$ 。为此,将这些数据和其他已知数据代入上式后,得出下列結論:

$$\begin{aligned} p_{鏈軌} &= 0.1 \times 35 + 0.5 \times 0.06 \times 20 \times 20 \\ &= 15.5 \text{ 磅/吋}^2 \end{aligned}$$

和

$$\begin{aligned} p_{輪胎} &= 1.3 \times 0.1 \times 35 + 0.6 \times 0.06 \times 10 \times 20 \\ &= 11.75 \text{ 磅/吋}^2 \end{aligned}$$

上例說明,在接地压力的基础上來評比車輛的机动性是不可靠的。照理可以假定:相同的接地压力会产生同样的浮度。实际上并不如此,虽然对鏈軌說來是安全的接地压力,但对輪胎來說却并不能产生足够的浮度。当把浮度特性看成是承载能力的时候,对于浮度特性的评价就离不开地域的精确概念和接地面积的形状。

这可以从两种截然不同的土壤加以說明,即无粘性的摩擦性土壤(干砂)和无摩擦性的粘性土壤(过饱和的粘土或湿的松雪)。第一种土壤 $c = 0$; 第二种土壤 $\phi = 0$ 。按方程式(1)可求出車輛能停留在地面而不致下陷的安全負荷,并可用下式表示:

$$\text{无粘性土} \quad W_s = \frac{1}{2} A b \gamma N_r \quad (3)$$

$$\text{无摩擦性土} \quad W_s = A c N_c \quad (4)$$

由上式可見,在干砂中野地表面通过性不仅取决于接地面积 A 的大小,还取决于寬度 b 。但在塑性无摩擦性的粘土中,則决定最大浮度的(即車輛停留在地面的能力)只是接地面积 A 的大小。

所以,只有在粘性土壤上,接地压力 p 才能作为

* 譯者加注。

浮度的足够的衡量指标,而对摩擦性土壤并不适用。在摩擦性土壤中,安全接地压力应看作是负荷面积宽度的函数。

今用数字说明如下,取二条接地面积 A (以平方吋計) 相同的鏈軌。一条长鏈軌的宽度 $b_1=10$ 吋; 另一条短的鏈軌宽度 $b_2=20$ 吋。設 $\phi=30^\circ$, 因此如果 $N_c=20$, $\gamma=0.06$ 吋, 則:

$$p_{b_1}=0.5 \times 0.06 \times 20 \times 20 = 12 \text{ 磅/吋}^2*$$

$$p_{b_2}=0.5 \times 0.06 \times 10 \times 20 = 6 \text{ 磅/吋}^2$$

由此可見,即使两种接地面积相同的鏈軌,也不能承受同样大小的负荷,所以在摩擦性土壤上,較窄的鏈軌要比較寬的鏈軌浮度为小,二者的比例是 1:2。这說明,一条寬 20 吋的鏈軌,当接地压力等于 12 磅/吋² 时能浮在砂上;而 10 吋的鏈軌則将严重下陷(除非接地压力减小一半)。然而,在粘性土壤中,只要二条鏈軌的接地压力均不超过由方程式(4)所算得的承载能力时,二者均能浮于土壤表面。

上述見解是指延展很深以致可认为是半无限均匀連續体的土壤而言。但对野地就不能认为是半无限均匀連續体,而应把它看成是由下面硬底层与上面为松软塑性表土组成的分层介质。虽然,由松软土过渡到硬底土是逐渐形成,而不能明确地划分的,但这样可更加符合实际一些。

在此情况下,就不能用前述方程式来计算車輛的承载能力、安全负荷或浮度了。納戴(Nadai)研究出来的并被杰琴辛(Jurgensen)为其他目的而用于土壤力学的方法,可作为上述問題的近似解法。設接地压力 $p=W/lb$, 当负荷面积 lb 与硬底层之間受挤压时,上层土壤能支承的极限接地压力值可由下式計算:

$$p=bsl^2/2h \quad (5)$$

式中: s ——引起塑性变形的应力;

h ——上层土壤的厚度。

方程式(5)表明,要能浮在有硬底层支承的松软土或疏松雪的頂部,就应首先考虑到接地面积的长度(因在方程式中长度是平方关系)。遺憾的是,上层松软土是相当的軟,它的 s 值非常的低,以致为了保証必要的浮度势必采用一种尺寸大到不能允許程度的鏈軌或車輛才行。一般的車輛将挤出松软土层而下陷,而只有当土壤的厚度达到下列数值时,下陷才告停止:

$$h=bsl^2/2p \quad (6)$$

此式可用以估計上述条件下的下陷量。但在估計車輛在摩擦性土和粘性土上的下陷量时,必須考慮到下式**:

$$Z=\left[\frac{p}{k_c/b+k_\phi}\right]^{1/n} \quad (7)$$

方程式(7)指明:即使接地压力 p 相同,当車輛或鏈軌的接地面积愈寬(尺寸 b 大)时,面积下陷得就愈深。从观察結果以及土壤力学的理論分析可知,在給定的接地压力下,大面积地基使地面向下沉的趋势比小面积地基更严重一些。此外,根据自动車輛的使用經驗,也得到同样的教訓。但是在同一地面,同一接地压力时呈现出不同的下陷量的原因还是一个不十分理解的謎。

为进一步說明这一点起見,举一个用数字表示的实例如下:假如有一辆鏈軌宽度为 10 吋、接地压力 $p=10$ 磅/吋² 的标准車輛的工作性能并不令人滿意。为提高浮度起見,将接地压力减小到 7.5 磅/吋², 而鏈軌宽度增加到 30 吋。将改装后的車輛进行試驗,試驗地的土壤值如下: $k_c=30$; $k_\phi=1$; $n=1$ 。試驗表明,下陷情况不但沒有改善,反而更为严重,看起来这是一种自相矛盾的現象。但用方程式(7)核算可得如下結果:

$$Z_{10}=\frac{10}{30/10+1}=2.5 \text{ 吋}$$

$$Z_{7.5}=\frac{7.5}{30/30+1}=3.75 \text{ 吋}$$

上例說明了为什么只减小接地压力并不一定使“浮度”获得相应的改善,換句話說,不一定能减少下陷量。

上例曾假設地面相当坚实,关于这点,可从 n 值較大推断出来。但假如地面很松散(由于密度小或含水量高),并且假定与负荷面的宽度相比时,松散层很深的話, n 值大約减小到 $\frac{1}{2}$ 。此时,用方程式(7)表示的两种鏈軌下陷量也将平方地增加。它的值分別等于: $Z_{10}=6.25$ 吋、 $Z_{7.5}=13.7$ 吋。因此,接地压力低的鏈軌較前述情况下陷得更深一些,这就使得一般的所謂“接地压力高—低”(high-low pressure)的概念更为含糊混乱。

上述所有論点闡明了浮度的性质。它指出:以类似阿基米特提出的那种簡單定律为基础的概念是

* 原文系 $p_{b_1}=0.5 \times 0.6 \times 20 \times 20 = 12$ 磅/吋², 恐为印刷錯誤;

** M. G. Bekker 根据城市建筑土壤力学中负荷与下陷关系式,考虑到伯恩斯坦、高略茨金二学者在这方面的見解与土壤物理机械特性参数提出的新方程式——譯者注。

无助于对于“浮度”的理解的。车辆通过野地的能力（不论是否有轻微的下陷）是取决于土壤的承载能力，而后者又取决于土壤的摩擦力 ϕ 、内聚力 c 和密度。此外，负荷面短边 b 也是一项重要的因素。

但是，一旦超过表面通过的安全负荷后，车辆即向下沉陷，于是要求有另一系列的土壤值来计算下陷深度和车辆在较小的下陷情况下通过该区域的能力。除了负荷面短边 b 以外，这些数值还包括 k_c 、 k_ϕ 和 n 。因此，方程式(7)可以决定“底层通过”(sub-surface crossing) 情况下的浮度；而方程式(2)则决定“表层通过”(surface crossing) 情况下的浮度。

要使车辆能在表面通过，应保证负荷面的宽度尽可能地大（特别是在摩擦性土壤中），因为它对避免下陷是很有好处的[见方程式(2)]。但如地面很松软，或者负荷过大，不能表面通过时，宽度 b 就应尽可能地小，正如方程式(7)所示的那样，可以减少下陷。正确地考虑这些相反的要求之后，可以防止对试验结果与设计参数产生错误的解释。这里所谈的设计参数是属于接地面积尺寸和形状方面的。

一条链轨做成长而窄，还是短而宽（同样的负荷与接地压力下），并非在一种简单的规律或设计原则基础上确定的。它取决于使用者要求在什么地方工作；取决于所给定土壤的 c 、 ϕ 、 k_c 、 k_ϕ 及 n 值间的关系。换句话说，它是由使用方面决定的，并不能不经详细研究而只在绘图板上加以决定的。

如果考虑到土壤性质随着大气情况的变化，则评价浮度对于车辆性能影响的工作更为复杂。湿滑的泥浆在冻结后会象混凝土路面一样硬；硬的土壤在潮湿的时候也变得很软。某些土壤当含水量只变化 1% 或 2% 时，土壤强度可以变化很大。

分析方程式(3)和(4)的计算结果，能使车辆在

中等砂性土壤 ($\phi=30^\circ$) 表面通过的安全浮度（接地压力）是 $p=0.5 \times 0.06 \times 20b=0.6b$ 磅/吋²，式中 0.06 是土壤平均比重，20 是 $\phi=30^\circ$ 时的 N_r 值。换句话说，如果链轨宽度是 10 吋，则在不下陷的情况下通过，所要求的接地压力是 6 磅/吋²。如果链轨宽度是 20 吋，则安全接地压力增到 12 磅/吋² 等等。此例说明砂性土壤是车辆能够相对比较容易通过而不下陷的物质。不但是链轨，而且充气轮胎也可以顺利通过，因为充气压力为 6~12 磅/吋² 而接地面积宽度为 10 吋或 20 吋的轮胎，在尺寸方面并不致大到不能允许的程度。一般说，在砂性土壤上应该以使用充气轮胎为主。

然而，在低摩擦性的粘土上的情况就不同了。方程式(4)表明，保证足够浮度而不产生明显下陷所需要的安全接地压力 $p=8c$ ，式中 8 是 $\phi=0$ 时的 N_r 值。砂壤土含水量为 22% 时 c 值可以降低到 0.25，于是在无摩擦性的土壤表面通过的允许接地压力为 2 磅/吋²。一般形状的轮胎，并不能产生 2 磅/吋² 的接地压力。泥浆的 c 值可达 0.1 磅/吋² 或者更小一些；所以保证无明显下陷的接地压力变得非常的低。由此可见，任何一种充气轮胎并不能达到这一要求，而只有一种非常大的链轨才能保证必要的浮度。因此，在塑性土壤上，许多链轨要比轮胎工作得满意，并且在很多场合下它并不能由车轮来代替。

基于底层通过的负荷-下陷关系的浮度定义[方程式(7)]，要比基于地面承载能力概念的浮度定义[方程式(2)]更具有实用性和普遍性。

区别属于表面通过的与底层通过的浮度概念是很重要的，因为两种概念对接地面积宽度的影响的评价恰好相反，因此所要求的链轨和车辆形状也不相同。

II. 土壤反作用力和车辆运动的关系

在车辆作用下由地面剪切力所产生的水平推进力称为“土壤反作用力”(soil thrust)。反作用力中的一部分消耗在克服“运动阻力”(motion resistance) 上，而其余则称为“牵引力”或“拉杆拉力”备作车辆加速、爬坡或者牵引负荷之用。

在庫倫公式的基础上，最大反作用力可按下式计算：

$$H = Ac + W \tan \phi \quad (8)$$

但为更精确起见，则最大土壤反作用力等于：

$$H = Ac + W \tan \phi + H' \quad (9)$$

式中： A ——在负荷 W 作用下的接地面积（即剪切面积）；

H' ——是由轮胎花纹或链轨抓地齿产生的附加剪切力。

上式的最后一项一般只占 $Ac + W \tan \phi$ 的很小百分比，以后将再讨论。目前可将 H' 这一项略去。

由方程式(8)可见，中等质地的土壤，所产生的反作用力是由于接地面积 A 和车辆重量 W 作用的结果。为了产生推进所必需的反作用力，这两个因

素都是必要的。但是在无摩擦性的粘土中 ($\phi=0$)，車輛的重量并不产生任何的反作用力；相反地，在无粘性的摩擦性土中 ($c=0$)，接地面积大小与反作用力的产生并无关系。这些观察引出鏈軌或車輪尺寸以及負荷对反作用力大小影响的重要結論来。

很明显，在塑性饱和粘土中 ($\phi \approx 0$)，拖拉机的重量并非是反作用力的产生者，而却是一个沉重的負担。对这一类土壤來說，鏈軌或車輪就不嫌太大；相反，在干砂中 ($c=0$) 并不需要装置大的鏈軌或車輪，鏈軌或車輪的尺寸只要能够保证必要的浮度就够了。为了产生尽可能大的反作用力，尽量增加車輛的重量是最主要的。

关于这个看法的全部涵义可用下面例子來說明：一台拖拉机重 10,000 磅，接地面积 1,000 吋²，在 $c=1$ 磅/吋²、 $\phi=20^\circ$ 的土壤上工作，是否有可能用增加拖拉机鏈軌寬度的方法使它的反作用力增加 25%。根据方程式 (8)，最大有效反作用力是：

$$H = 1,000 \times 1 + 10,000 \tan 20^\circ \\ = 1,000 + 3,640 = 4640 \text{ 磅}$$

要使反作用力提高 25% (即接近 5,800 磅)，必須使接地面积增加 116%，即接地 2,160 吋²，这样才能达到預期的改进目的：

$$H = 2,160 \times 1 + 10,000 \tan 20^\circ = 5,800 \text{ 磅}$$

然而，使接地面积增加二倍，就意味着必須使鏈軌尺寸也增加二倍，通常情況下是不能允許的。因此說，这种建議的車輛改进方案是不現實的。但根据类似的計算方法，在这种土壤条件下，使重量与鏈軌尺寸都稍許增加，所希望的拉力增加还是能實現的。在許多拖拉机中，采用較大的輪胎来代替較小的輪胎，并在輪胎上附加配重鉄或在輪胎內充水来增加負荷的方法是有效的。上述負荷、車輛尺寸和土壤特性三者之間的关系使这种方法得到正式依据，同时使我們对此方法有更深入的理解。

低压充气輪胎是否能与鏈軌相媲美，这个問題可在相同条件下予以分析。假設車輪和鏈軌承受相同的負荷 W 。因此由方程式 (8) 分析，如在同一土壤、同样負荷下得到同样大小的反作用力，則車輪的接地面积 A 必須和鏈軌相等。要形成和鏈軌长度一样的接地面积长度时，輪胎直徑必須增大到极不合理的地步 (假設輪胎能有鏈軌一样的寬度)。为此，一般认为輪胎是不能代替鏈軌的。

但如要在无粘性的土壤中 ($H = W \tan \phi$) 获得相同的反作用力时，那么，只要求鏈軌和車輪具有相同的重量就可以了。假如重量并不太大时，尺寸大

小在实际許可範圍內的輪胎是能够而且應該代替鏈軌的。由此說明了为什么在沙漠地区工作只使用充气輪胎的原因 (在这种地区中，絕大部分是干砂)。但如将此結論加以普遍化是不正确的，这是因为在粘重无摩擦性的地区，輪胎是不能和鏈軌一样有效；在极限的土壤条件下，輪胎是不能代替鏈軌的。

为使方程式 (8) 更精确起見，鏈軌抓地齿或輪胎花紋的作用 H' 也应予以考虑 [方程式 (9)]。把这种作用看成是抓地齿側面的剪切作用已足够精确了。所以，在以后提及方程式 (9) 中的抓地齿作用时，可用下列更完整的形式来表示：

$$H = b l c \left(1 + 2 \frac{h}{b} \right) + W \tan \phi \left\{ 1 + 0.64 \left[\left(\frac{h}{b} \right) \cot^{-1} \left(\frac{h}{b} \right) \right] \right\} \quad (10)$$

式中： h ——鏈軌抓地齿或花紋的高度；

H ——在負荷 W 作用下一条鏈軌的最大反作用力。

由此可以推論，花紋的效果取决于土壤的类型，而在粘性土壤中效果最显著。但在摩擦性土壤中，花紋对反作用力的影响是很小的。无花紋輪胎在砂中如果不能比高花紋輪胎好，也至少和它相当。

由方程式 (10) 得出另一重要結論，即在摩擦性土壤中，絕对地增加抓地齿效果不大，除非它相对于鏈軌寬度 b 來說是相当的大。

抓地齿在粘性土与摩擦性土壤上的效果对比 (以数字表示) 如图 1 所示。由效果分析表明，它要

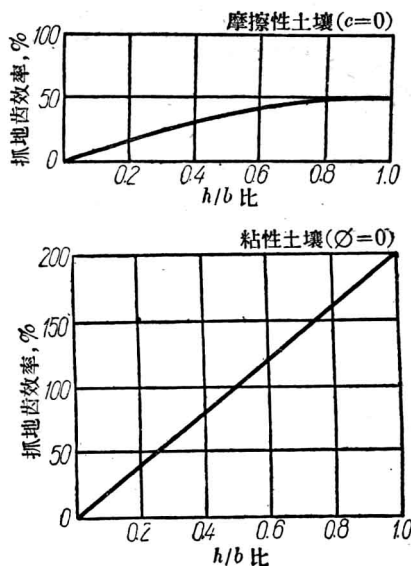


图 1 在摩擦性和塑性土壤中抓地齿的效率 (以土壤反作用力 $H = Ac + W \tan \phi$ 百分比表示)

比用方程式(8)算得的反作用力值高10~15%。用不同的機車和不同的花紋高度進行的試驗証實，由方程式(10)算出的土壤反作用力值，其精確度是10%，並比由試驗確定的數值低些。

上面所討論的土壤反作用力是在最佳的滑轉率下可能達到的最大值。當車輛的滑轉率小於或大於最佳值時， $H_{\max}$ 值一般是要減小的。這些條件決定了一台拖拉機的滑轉效率(travel efficiency)。為避免因滑轉損失而影響經濟性，了解反作用力和滑轉率間之關係是十分重要的。

單位土壤反作用力 S 和滑轉的關係可用下式表示：

$$S = [(c + p \tan \phi) / y_{\max}] \{ \exp(-K_2 + \sqrt{K_2^2 - 1}) K_1 d - \exp(-K_2 - \sqrt{K_2^2 - 1}) K_1 d \} \quad (11)$$

式中： K_1 與 K_2 ——滑轉參數；

$y_{\max}$ —— $\{ \}$ 內函數的最大值；

d ——土壤變形值。

如果此式以車輛滑轉率 i_0 和接地面積前端到產生單位土壤反作用力 S 那一點的距離 x 的乘積表示土壤水平變形時，則可寫成下列形式：

$$S = [(c + p \tan \phi) / y_{\max}] \{ \exp(-K_2 + \sqrt{K_2^2 - 1}) K_1 i_0 x - \exp(-K_2 - \sqrt{K_2^2 - 1}) K_1 i_0 x \} \quad (12)$$

在接地面積全長 l 範圍內積分後，土壤總反作用力可由下式求出：

$$H_i = b_0 \int_0^l S dx, \text{ 或寫成:}$$

$$H_i = \left(\frac{b(c + p \tan \phi)}{K_1 i_0 y_{\max}} \right) \left(\frac{1 - \exp(-K_2 + \sqrt{K_2^2 - 1}) K_1 i_0 l}{-K_2 + \sqrt{K_2^2 - 1}} + \frac{-1 + \exp(-K_2 - \sqrt{K_2^2 - 1}) K_1 i_0 l}{-K_2 - \sqrt{K_2^2 - 1}} \right) \quad (13)$$

由上式可知，即使假定負荷 p 是均布的，但在沿接地面積上的土壤反作用力也不相等。土壤反作用力從接觸面積前端為零值增加到某一最大值，然後根據土壤數值 K_1 與 K_2 的不同而降低或保持不變。這種現象的產生是因為鏈軌或車輪的前面部分才開始和土壤嚙合時，還沒有充分時間來剪切土壤。只有在鏈軌部分已與地面接觸了相當時間以後才產生相當的剪切。但當滑轉過大時，已被剪切的土壤會很容易發生位移，於是當漸近接地面積後部時，反作用力又逐漸減小。

為說明這一點並引出其他結論，現採用兩種特殊的土壤：一種是未經攪動並緊密沉澱的粉砂土，它的特性是 $c = 6.5$ 磅/吋²、 $\phi = 10^\circ$ 、 $K_1 = 1$ 、 $K_2 = 1.1$ ；另一種是沙壤土，其特性是 $c = 0.2$ 磅/吋²、 $\phi = 35^\circ$ 、 $K_1 = 0.3$ 、 $K_2 = 2$ 。這兩種土壤由方程式(12)求得 $y_{\max}$ 值分別是 0.32 和 0.76。再假定鏈軌長度 $l = 50$ 吋，均布接地壓力 $p = 3$ 磅/吋²，設滑轉率為 0.1、0.2、0.3...等；而且距離 x 是由接地面積前面向後面不斷增大的，將上述數值代入方程式(12)後，所得結果列入圖 2 中。

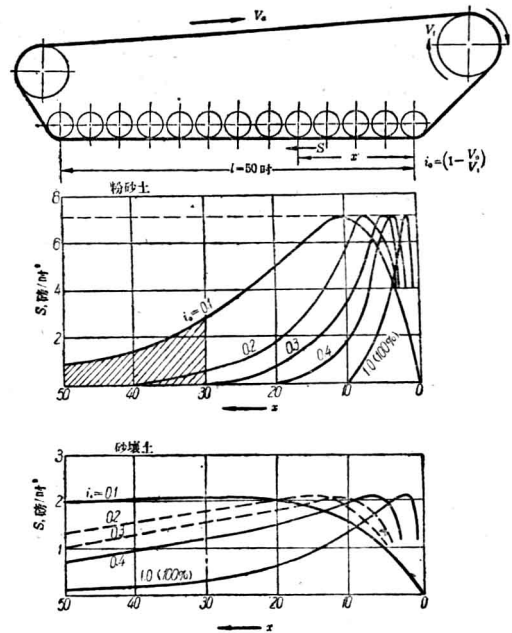


圖 2 土壤反作用力的分布和鏈軌的滑轉率

從這些圖里可看到，在粉砂土中僅由於鏈軌的前面部分產生土壤的剪切作用而形成土壤反作用力。鏈軌後面部分的作用是很小的。從反作用力形成的觀點可以推論到，在粉砂土上並不需要 50 吋長的鏈軌；如將它的長度縮短到 30 吋，也只損失掉相當於圖上用陰線標記的一小部分反作用力。

但在砂壤土中，鏈軌的全部長度（在各種較小的滑轉率下）對反作用力的形成都有作用的，如果鏈軌較長的話，由橫坐標與在一定滑轉率下 S 曲線所包圍的面積來表示的總反作用力是增加的。

由此說明，接地面積長度和該面積所產生的土壤反作用力以及滑轉率有關。因為車輪與鏈軌間的主要區別在於它們的接地面積長度不同，所以，鏈軌和車輪間關係的評價方法也同樣體現在式(12)和(13)中。

对砂壤土来说,在不同的低滑轉率时,反作用力差別較小,当滑轉率高于 20~30% 时,差別显著增大。这说明在大多数的試驗場上,拉力-滑轉曲線的測力試驗为什么在接近这种滑轉率时才获得最大的牽引力。

能够不經過試驗場的試驗而繪出图 2 所示的反作用力-滑轉率曲線是具有很重要的意义,因为它使人們在沒有制造和試驗一台真實尺寸車輛的情況下能对各种不同的設計加以評價。例如,可以分析一下下述問題:有一設計師選擇了一个直徑很大而寬度小、一个直徑小而寬度很大的两种低压充气輪胎。并使这两个輪胎接地压力 p 均等于 3 磅/吋²。两个輪胎的尺寸如下: (1) $D_1=30$ 吋、 $b_1=30$ 吋; (2) $D_2=78$ 吋、 $b_2=10$ 吋 (图 3)。两个輪胎变形后的接地面积都等于 300 平方吋。所以,矮而寬的輪胎接地面积长度是 10 吋,高而窄的輪胎是 30 吋。为解决究竟那一种輪胎型式較好起見,可以描繪两种輪胎的反作用力-滑轉率曲線,然后分別用求积儀求出由接地面积长度为 10 吋和 30 吋时的滑轉曲線以下的面积 (图 2)。上述面积可近似地給出每吋接地寬度的反作用力。因此,再分別乘上两种輪胎寬度后,就可求出如图 3 所示的反作用力与滑轉率的关系。

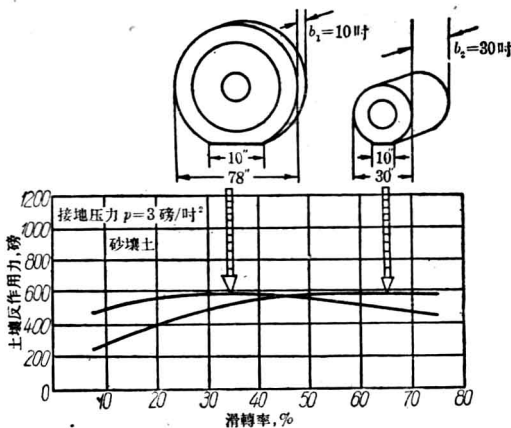


图 3 土壤反作用力和接地面积形状的关系

图 3 表示出試驗場工程師所熟知的典型的反作用力-滑轉率关系。由于在此例中所选用的接地压

力很低,可以假設所采用的行走机构下陷量也很小。因此,它的运动阻力可略去不計,而通常叫做拉杆牽引力-滑轉率曲線的牽引力曲線將和計算所得的反作用力曲線相同。在滑轉达到某一定程度以前,直徑大而較窄的輪胎要比直徑小而較寬的輪胎好。实际上,由于接地面积窄和沒有計及的其他因素,甚至在高于上述滑轉率时,大輪胎还是比小直徑輪胎好些。

常常有人这样說,大而窄的輪胎和小而寬的輪胎可以产生相同的反作用力。在一定的土壤条件下,这样說法是正确的。但必須注意到这一点,即上述例子里,滑轉率在达到浪費的程度 (40~50%) 时,两种輪胎的反作用力才会相等 (图 3)。

因此,对輪胎有选择自由的設計師,应该选用直徑为 78 吋的窄輪胎。如果希望在經濟滑轉率情况下,可以得到比輪胎能够产生的反作用力还要更大的反作用力时,那么只有鏈軌才能解决,尤其是在难以安裝比 78 吋更大的輪胎时。

所以具有平坦的接地面积的鏈軌和低压充气輪胎的工作情况是相似的。当其他条件都相同时,它們之間的反作用力与滑轉率的區別,只是由于它們的接地面积长度不等之故。接地面积愈长,就可以在較小的滑轉率下产生較大的反作用力。

在上述討論中,并未考虑到花紋或抓地齿的作用,同时假定負荷是均布的。为获得較精确的結論,应该进行必要的修正。为了修正,要进行更多的計算的實驗。虽然如此,經驗指出:即使反作用力的分析計算步驟很繁重,但在時間和經費方面,仍比靠通过設計和試驗与实物大小相同的样車来决定它的性能要来得經濟些。

在这一方面所取得的进展表明,这种方法是切实可行的,还提出了反作用力-滑轉曲線近似的解析法。在此以前,除非是直接在試驗場上进行測定,否则还无法得到反作用力-滑轉率曲線。这种方法也有可能用于刚性車輪,关于这一点是很重要的,因为在許多土壤上,許多輪胎虽然充气压力低,可是它的性能和刚性輪胎相似。

吳起亚、張包釗节譯自 «Off-the-road Locomotion»
第 49~65 頁, 1960 年

最新小型拖拉机(二)

[日本] 新井健助

IV. 小型拖拉机的构造

小型拖拉机一般由下列各部分所构成(图6):发动机、离合器、变速器、传动装置、转向机构、行走装置、操纵装置、机架、工作装置和附属作业机具。

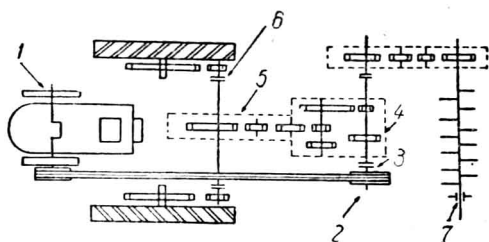


图6 小型拖拉机的构造(驱动型)

1—发动机曲轴; 2—主传动轴; 3—主离合器;
4—变速器; 5—传动装置; 6—转向离合器;
7—耕耘轴

一、发动机

发动机的型式很多, 主要可分为驱动型拖拉机用和牵引型拖拉机用两种。

驱动型用的多为水冷式石油(轻油、煤油等)发动机或柴油机。驱动型拖拉机所需的功率较大, 负荷变动也大; 因为发动机的马力较大, 燃料消耗也多, 所以采用价格较便宜的轻油及煤油做燃料是必然的。为了在负荷变动时能较稳定, 因而常具有较大的飞轮。

驱动型用发动机多为中速, 转速在1,500转/分左右。因为驱动型也常下水田工作, 所以为了减轻重量, 也出现了3,000转/分以上的水冷式发动机。

牵引型拖拉机为了便于在坡道上和高速行驶(进行运输作业等), 以及便于进行中耕作业, 因此希望重量尽可能的轻, 重心位置较低, 稳定性和操纵性较好, 所以采用风冷高速发动机。由于汽油机在使用和制造上都较简单, 因此都用汽油机。虽然汽油价格较高, 但因马力较小, 燃料总消耗量小, 所以这不成为主要问题。

在小型的乘用型及大型的步行型拖拉机上, 发动机用电动机起动; 在一般步行型的拖拉机上, 用绳子或手摇柄起动, 最近有用弹簧力帮助起动的。

二、离合器

1. 主离合器

主离合器有圆盘式、圆锥式、扩张式、三角皮带式及离心式等多种。

圆盘式有单片式和多片式, 乘用型上多用单片式, 小型的特别是步行型的, 因位置所限都用多片式(图7)。圆锥式和扩张式因接合不够平顺, 现几乎已不采用。三角皮带式实际上就是在三角皮带传动上加个压紧轮。当压紧轮压紧时, 动力能通过皮带而传递, 相当于离合器接合; 压紧轮松开时, 动力不能传递, 相当于离合器分离。采用这种型式的离合器时, 动力损失较大, 但便宜、简单、故障少, 所以用的很多。离心式是靠发动机旋转时的离心力将蹄(主动部)张开使靠紧在鼓(从动部)上, 这样离合器便自动地接合。当拖拉机碰着障碍物时, 发动机转速下降, 因而离心力也下降, 蹄被弹簧回拉, 离合器自动分离。这种离合器的缺点是离心力不足时容易发生打滑, 效率损失很大, 也会因发热过多而烧坏。

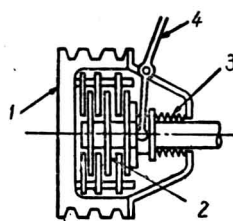


图7 多片圆盘式离合器

1—驱动皮带轮; 2—摩擦盘;
3—弹簧; 4—离合器操纵杆

种离合器的缺点是离心力不足时容易发生打滑, 效率损失很大, 也会因发热过多而烧坏。

2. 耕耘离合器

耕耘离合器是用来将传动向耕耘轴的动力接通或切断, 它采用牙嵌式离合器; 或者没有专门的离合器, 而将耕耘变速器的齿轮移到空档位置。

三、变速器

小型拖拉机的变速器具有下列几种型式:

(1) 滑块齿轮式; (2) 常啮合齿轮式; (3) 行星齿轮式; (4) 三角皮带无级变速式。

滑块齿轮式与常啮合齿轮式的构造和工作原理与大型拖拉机的相同。行星齿轮式因构造较复杂,

价格也高，在小型拖拉机上应用不多。三角皮带式可获得无级变速，用作运输等作业时，在行驶中换挡较为方便，但其缺点是一组三角皮带的传动比变化不可能很大，另外耐久性和机械效率等也存在着问题。

小型拖拉机的耕耘轴一般具有两个变速档，因为拖拉机倒驶时耕耘轴转动是危险的，所以在结构上要保证挂上倒档后，耕耘轴即停止转动，或者耕耘轴转动时挂不上倒档。

四、传动装置

传动装置的功用是将发动机的扭矩传到行走装置或耕耘装置。它一般起减速作用，但也有起增速作用的。

发动机到主传动轴间的传动装置有三种型式：三角皮带、链传动及直接联接。

用三角皮带传递动力比较安静，当阻力大时，可因打滑而起缓冲作用，故在小型拖拉机上用得最多。

链传动的优点是链的伸长较少，完全不会打滑，耐久性也好，但当润滑不好时，磨损很严重，噪音很大，所以必须加链传动箱。

直接联接就是将发动机曲轴与主传动轴用联轴节直接联接起来。这种联接型式最近已常用。

变速器到行走装置和耕耘装置间的传动装置一般用齿轮传动和链传动，齿轮传动有用圆柱齿轮、圆锥齿轮和蜗轮蜗杆的，其中蜗轮蜗杆的已少用。

五、转向机构

小型拖拉机的转向机构有离合器式、行星齿轮式和差速器式等几种型式。极小型的拖拉机上没有转向机构。

1. 离合器式

离合器式中多采用牙嵌式离合器，这种型式构造简单，在不平的地面上行驶时易保持直线，转向也容易；但当轮轴上扭矩较大时，分离离合器较为困难，因此有用凸轮来协助分离的，如图8所示。当握紧离合器手把时，压销即压下；放开手把时，压销即自动弹回（图中所示

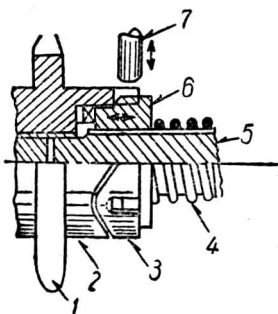


图8 利用凸轮的转向离合器

1—驱动链轮； 2—主动凸轮；
3—从动凸轮； 4—离合器弹簧；
5—车轴； 6—牙嵌式离合器；
7—压销

销即压下；放开手把时，压销即自动弹回（图中所示

位置）。因为压销是固定在机体上而不能转动，所以将压销压下时从动凸轮就不能再转动，因此主动凸轮转动时，就把从动凸轮推向右面，当推到最右面位置时，压销落下将其固定，使其不能回到左方位置，这样离合器便分离了。等到手把放开，压销弹回后，离合器又重新接合。

2. 行星齿轮式

行星齿轮式离合器的构造如图9所示。当用销将外齿圈固定时，这时太阳轮的转动可通过行星轮臂2、太阳轮4、行星轮臂5而传至车轮。当销拔出时（图中右方所示），齿圈可自由转动，因此车轮就停止旋转，这时各齿轮的旋转方向如图中箭头所示。齿圈的旋转方向在图中用粗线表示出来。

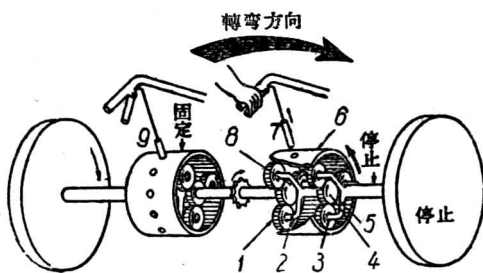


图9 行星齿轮式转向机构

1、3—行星齿轮； 2、5—行星轮臂； 4、8—太阳轮；
6—齿圈； 7—销

这样拨起左面或右面的销时，拖拉机即向左或向右转弯。这种转向机构同时也起减速作用，操纵较轻便，但机构复杂。

3. 差速器式

这种型式的转向机构与普通大型拖拉机的相同，在凹凸不平的道路上行驶时，易偏离直线方向。

在步行型双轮式及履带式拖拉机上没有转向机构（转向盘、转向梯形机构等）；在乘坐型的三轮式或四轮式拖拉机上，转向机构的构造与大型拖拉机的相同。

小型拖拉机的制动器有内张蹄式及外包带式两种，其构造与大型拖拉机的相同。制动器也是履带式拖拉机及具有差速器式的轮式拖拉机在转弯时的辅助装置。

六、行走装置

行走装置有轮式、履带式及兼作作业机具用的特殊式（中耕型用）三种；后一种将在附属作业机具内叙述。轮式的车轮有下列几种型式：

（1）轮胎 构造与大型拖拉机的相同，在干

土上及道路上行驶时很好,但在湿田上不能使用,在蓄水的水田上甚至不能空驶。

(2) 铁 轮 铁轮的构造如图 10 及图 11 所示,田间作业时用。

(3) 水田用车轮 在蓄水的水田及湿田上使用

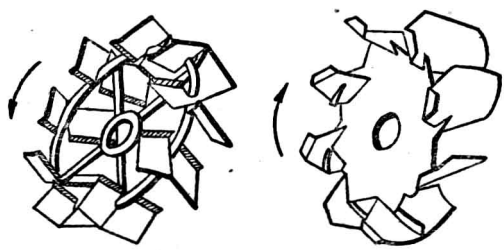


图 10 铁轮 图 11 铁轮

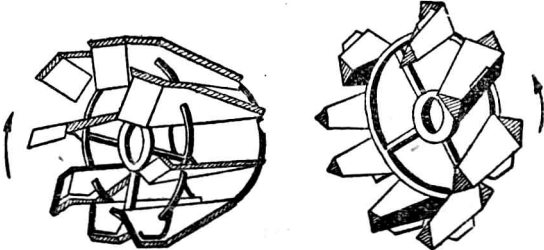


图 12 湿田用车轮(圆锥形) 图 13 湿田用车轮(浮式轮叶)

鼓形车轮及胎轮。

在轮式的小型拖拉机上,除驱动轮外,还有一个或二个尾轮,它安装在机体的后面,其作用是为了增加机体的稳定性。当采用如图 14 所示的尾轮时,还可安装座位,以减少驾驶员的疲劳。调节尾轮的高度,即可变更耕深。

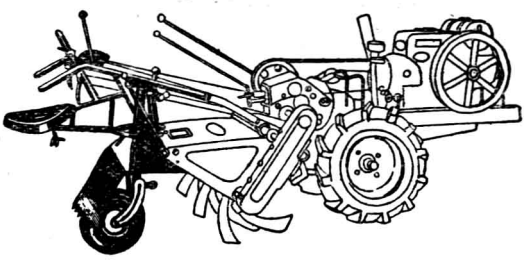


图 14 步行型拖拉机的乘用装置

拖拉机的轮距能进行调节,在较大型的拖拉机上,采用变更轮圈与轮辐间的安装位置、轮辐翻转或左右轮圈交换等方法。在小型步行型的拖拉机上,多用车轮在车轴上移动的方法。

履带式行走装置的类型如图 15 所示,在小型拖拉机上几乎已不采用。

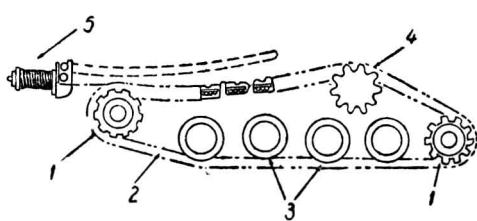


图 15 履带式行走装置
1—导向轮; 2—履带; 3—支重轮;
4—驱动轮; 5—履带张紧度调节弹簧

时,为了防止机体下沉和得到必要的切线牵引力,所以水田车轮轮叶的形状较大,车轮的直径也较大。

(4) 湿田用车轮 在湿田上工作时,为了防止机体下陷,采用图 12 及图 13 所示的特殊形状轮叶的车轮。另外,根据耕地条件及机体重量也可采用

七、操纵装置

小型拖拉机的操纵装置如图 16 所示。

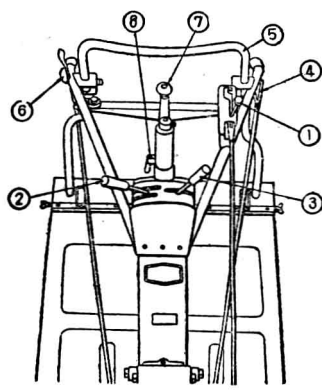


图 16 操纵装置

1—主离合器操纵杆; 2—变速杆; 3—耕耘变速杆;
4—转向离合器操纵杆; 5—辅助手把; 6—节气门操纵杆; 7—尾轮调节手把; 8—尾轮移动的固定杆

八、机 架

机架有二种型式:一种是发动机曲轴箱与齿轮箱直接联接,形成机架的一部分。这种型式可使整体的形状较小和重心位置较低,但发动机的热量直接传到齿轮箱,可能使油温上升。这种结构型式大多用在乘用型,步行型也有采用的。

另一种机架型式是在齿轮箱前面设有发动机架,后面有手把支持台架。驱动型拖拉机多用这种型式的机架。

九、工作装置

在步行型的牵引型拖拉机上,机体后面有牵引

裝置，在這裡安裝各種作業机具。切割器和噴霧器另外安裝在機體的前部。施肥播種器等是安裝在手把支持台架上的。

在乘用型拖拉機上裝有液壓懸掛裝置。

十、附屬作業机具

小型拖拉機的附屬作業机具種類很多，驅動型的有筑畦器、隴土板、螺旋回轉鋤、水田耕耘器、施肥播種器和拖車等；牽引型用的有洋犁、日本和犁、碎土器、水田耕耘器、土壤消毒器、施肥播種器、中耕器、水田用中耕除草器、切割器、割草器、挖掘器和拖車等；中耕型的在其輪軸上安裝着籠形滾筒、花形滾筒、鉅刀滾筒、碎土滾筒等，這些附屬机具也兼起行走裝置的作用。現將各種主要机具的特點簡敘于下：

1. 筑畦器

驅動型耕耘機所用的筑畦器（圖 17）安裝在回轉鋤的後面，進行耕耘作業時也進行筑畦作業。

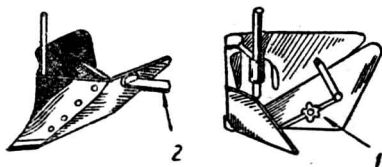


圖 17 筑畦器

1—開度調節手把；2—補助板

2. 隴土板

隴土板是如圖 18 所示的平板，它安裝在回轉鋤的兩側（由外向內安裝）。回轉鋤旋轉時，向後飞溅的土塊，被此板擋住，使其向內側靠攏，這樣便在中央形成小畦。

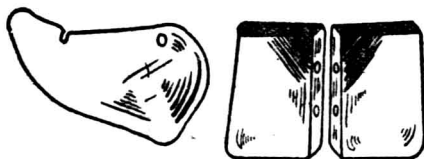


圖 18 隴土板

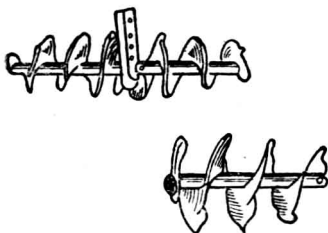


圖 19 螺旋形回轉鋤

3. 螺旋回轉鋤

普通的回轉鋤沒有將土左右移動的作用，用培

土板攏土時較差，畦的中央常較低，動力消耗也大，因此採用螺旋形回轉鋤（圖 19），能使土塊向側方移動，筑畦作業就較輕便。

4. 水田耕耘器

在驅動型拖拉機上，水田耕耘作業通常是用回轉鋤進行的，當載荷過重時，往往會使回轉鋤停止作用，所以可在回轉鋤後面另行安裝刀盤形碎土器。

5. 施肥播種器（驅動型用）

在驅動型耕耘機上，安裝上施肥播種器是發展拖拉機通用性的一個措施。在耕耘機的手把部分安裝有肥料箱或種子箱，箱底有排出裝置，回轉鋤後面有擴散板或播種板，它們之間用導管連接。進行這種作業時，用回轉鋤打碎的土來復蓋，用此復土很細，發芽良好。

6. 洋犁

洋犁是用在 10 馬力左右的乘用型拖拉機上的。它不宜用在小型步行型的拖拉機上，這主要是因為：（1）洋犁的牽引阻力比日本和犁大；（2）洋犁的耕幅和耕深有一定的比例關係，所以小洋犁不便于深耕。洋犁耕幅與耕深之比一般為 1:0.5~0.6，因此設耕幅為 10 吋，耕深即為 5~6 吋。所以耕幅小於 10 吋的洋犁，在實用上問題就較多。

7. 日本和犁

日本和犁是牽引型拖拉機上最重要的一種作業机具。在小型拖拉機上常用的是双向單層犁、双向雙層犁和雙鏟犁。

（1）双向單層犁 具有柵條狀犁壁的較多，在用于濕田時，犁壁有用鋼板制成呈特殊形狀的。這種犁本來用于水田，在旱田上使用時，土易粘在犁鏟和犁壁上，所以犁壁應制成適當曲度的柵條狀，犁床的形狀也要做得使土不易附着。

（2）双向雙層犁 双向雙層犁（圖 20）的翻土和碎土性能比單層犁好，在復種作物地區，這種犁最理想，但構造較複雜，重量也大，調節也較困難。

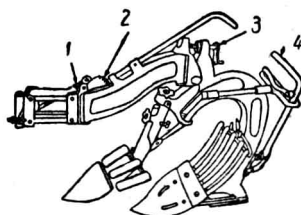


圖 20 双向双层犁

1—上下（深耕）調節；2—左右（耕幅）調節；
3—耕起再調節；4—轉向柄

(3) 双犁犁 在小型乘用型和兼用型拖拉机上,因机体重量较大,发动机功率也大,用单层犁或双层犁时,附着重量和功率皆有余裕,所以可同时牵引两台犁。单向的双犁犁已应用,双向的还在研究阶段。

8. 耕心土用作业机

小型拖拉机一般不能深耕,耕深限制在15~18厘米左右。为了达到深耕目的,在小型拖拉机上加上心土破碎犁、U形心土破碎器及振动式心土破碎器等。

(1) 心土破碎犁 这时单向单层犁与心土破碎器安装在同一个犁轡上,通过转换杆可使耕翻作业与心土耕作作业交替进行,耕深可达20~25厘米。

(2) U形心土破碎器 这种作业机具装在回轉型耕耘机回轉鋤的后面,在进行耕耘作业的同时也进行心土耕作作业。

(3) 振动式心土破碎器 这种破碎器与大型拖拉机上的相似,但因小型拖拉机重量轻、牵引力小,所以使其振动,这样牵引阻力可比无振动时少20~40%。若心土破碎器每分钟前后振动1,000~2,000次,牵引速度为每秒0.3米时,在相当硬的水田上,也可能将心土耕到25厘米左右。

9. 碎土机

用洋犁或和犁耕作后,土块较大,表面不平,需要进行整地碎土作业。根据土壤的干湿程度及其性质,可用圆盘耙、刀盘式碎土器、回轉式碎土器和碎土用回轉鋤等。

(1) 圆盘耙 圆盘耙因重量较大,速度低时碎土效果较差等原因,所以在步行型拖拉机上应用较少(多用在10馬力以上的乘用型上)。

(2) 刀盘形碎土器 原用于畜力,后改用于小型拖拉机。这种碎土器多用水田的耕耘作业,但旱田和干田的碎土整地作业也能用。

(3) 驱动式碎土器 驱动式碎土器是将碎土器驱动进行碎土,这与前几种用牵引方式进行碎土作业的不同。驱动式碎土器分为回轉式和滾筒式两种。

1) 回轉式碎土器 与回轉型耕耘机的构造相似,但是它是当做牵引型拖拉机的一个附属装置。鋤齿的形状要改成适用于碎土作业,而且工作幅度大。在这种碎土器后面常装上平土用的耙及平土板,同时进行碎土和平土作业,在这种碎土器上装上施肥播种器,可同时进行碎土、整地、施肥和播种等作业。

2) 滾筒式碎土器 是用在重量较轻的中耕型小型拖拉机上,这是因为这种拖拉机较轻,不能安装

特别的碎土装置,所以在輪軸上装上各种滾筒进行碎土作业。这种碎土器的型式主要有花形滾筒式、籠状滾筒式、水田耕耘滾筒式等。装这种碎土器时,在挂鈎上常装上耙和平土板一同进行工作。

10. 施肥播种器

在牵引型拖拉机上用的施肥播种器是直接连接在挂鈎上的,依靠机子本身輪子的轉动来排种施肥;也有将肥料箱等装在拖拉机机架上,由拖拉机車輪来驱动其搅拌等机构。

11. 中耕器

中耕器是用于旱田或水田的中耕、除草和培土等作业。3~4馬力小型拖拉机用的多为单行中耕器,因此拖拉机必须能在一个行間内行駛。可是拖拉机的宽度太窄时,稳定性不好,所以采用如图21所示的方法,拖拉机的左右兩輪分别跨在两个行間,而通过平行四边形机构将中耕器偏在一边(在一行内)进行工作。

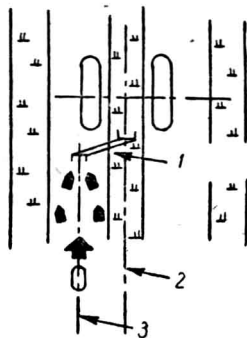


图21 中耕器安装在拖拉机侧方工作时的情形
1—安装中耕器的平行四边形机构;2—拖拉机的中心线;3—中耕器的中心线

12. 水田中耕除草器

水田中耕除草器必须装在重量较轻(约100公斤左右)的小型拖拉机上。普通三行同时中耕时,为了避免对稻子有害,所以对行走車輪的形状和其通过位置要十分注意。

13. 加土器

加土器有驱动式和牵引式两种。驱动式应用具有特种鋤齿的回轉鋤,在其回轉时将土送到上面,落下时可得到細土。牵引式是用輸送带或翼輪,在带上或翼輪上装有许多戽斗(图22),当輸送带或翼輪轉动时,土由戽斗运到高处,戽斗在高处翻轉时土被抛下,落下的土一部分通过篩孔(細土)落在麦子上,另一部分(粗土)从篩子面上落到两侧。

14. 切割器

切割器有稻麦用和牧草用两种。稻麦用切割器

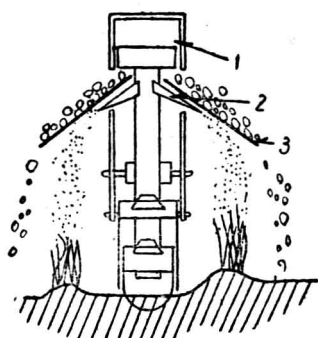


图 22 牵引式加土器

1—漏斗；2—羽翼形板；3—筛孔

装在拖拉机的前部，切割部分由拖拉机发动机驱动，切割下来的稻子倒在侧面，再由人工来捆束；切割的工作幅约 40 厘米。牧草用切割器有回转式和剪切

式两种，能同时进行割草和集草。

15. 植保机械

在小型拖拉机上，使用的植保机械有动力喷雾器和土壤消毒器等。动力喷雾器装在拖拉机前部，而其药箱则装在拖拉机的拖车上。土壤消毒器是用来向土壤内注射药剂，它是拖挂在拖拉机的后面的。

16. 挖掘器

挖掘器装在拖拉机的后面，是用于挖掘花生和薯类的。因为挖掘时需要大的牵引力，所以车轮上要加重。

17. 尿撒布机

用来将家畜的尿撒布在耕地上。尿桶由拖拉机牵引，泵则装在拖拉机上，它们是用特别耐腐蚀材料制成的。

V. 各种作业的性能

一、驱动耕耘性能

驱动型耕耘机在中等土质的干田上耕深为 13~16 厘米时，其所需的发动机标称马力可用下式表示：

$$\text{标称马力} = (20 \sim 25) \times \text{耕幅} \times \text{速度}$$

式中：耕幅的单位为米；速度的单位为米/秒。

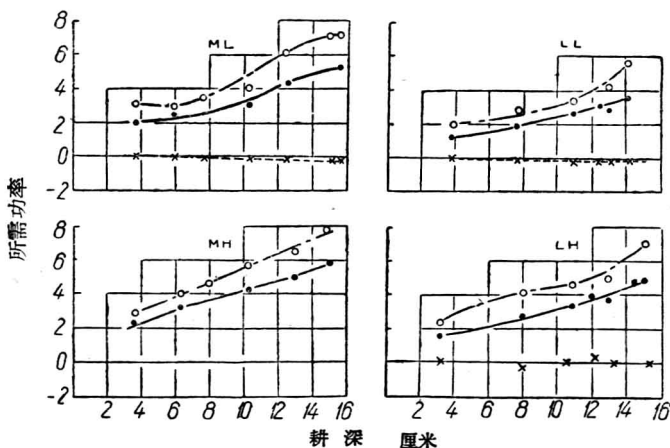


图 23 驱动耕耘作业时耕深与各轴上所需功率的关系

图中：实线——耕耘轴上所需的功率；虚线——轮轴上所需的功率；点划线——主传动轴上的功率

右上图(LL) 低速行走低速耕耘；右下图(LH) 低速行走高速耕耘；左上图(ML) 中速行走低速耕耘；左下图(MH) 中速行走高速耕耘

的水田上发生，在湿软的水田上则不易产生，这是由于行走轮下陷、滚动阻力增加的缘故。

一般说来，耕耘时行走速度越大，则所需马力也越大。在同样行驶速度下，回转锄或螺旋刀齿旋转

在进行耕耘作业时，耕耘轴上的马力与轮轴上马力间的分配关系如图 23 所示。由图可见，耕深增加时，耕耘轴上马力也增加，但轮轴上的马力变化很小，或者反而减少。在耕耘轴转速低、耕深大时，轮轴上的马力还可能为负值，这表示车轮是由于耕耘轴的作用而被推动前进的。但此情况，易在已硬干

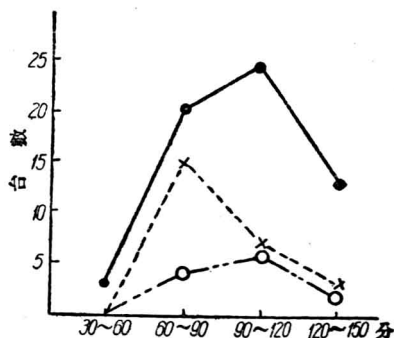


图 24 10 公亩耕耘作业所需的时间

—●—●— 1956 年耕深 12.9 厘米
- - - - - 1958 年耕深 12.2 厘米
- - - - - 1959 年耕深 15.6 厘米

速度越高，也就是碎土越细，则所需马力也越大。耕耘机的行走速度多为每秒 0.3~0.5 米。

耕耘 10 公亩(每公亩为 100 米²) 田地所需的时间如图 24 所示。由图中可看出 1958 年与 1956 年

相比所需時間大多數有了減少(1958年時需60~90分鐘的台數最多,而1956年時需90~120分鐘的最多),這表示耕耘機的性能有了改進。1959年因耕深增加較多,所以所需時間也有些增加。

二、驅動碎土性能

驅動型耕耘機能同時進行耕耘和碎土作業,一般一次就能達到碎土目的。10公畝田地碎土作業所需時間為40~90分鐘,燃料消耗量為800~2,000克。

三、耕翻作業性能

用犁耕作時的作業性能與牽引性能有關。小型拖拉機的牽引馬力可用 $P = \frac{Dv}{75}$ 來表示(式中 D ——切綫牽引力,公斤; v ——速度,公里/小時)。大約滑轉損失在30%左右時,牽引馬力值最大(圖25)。

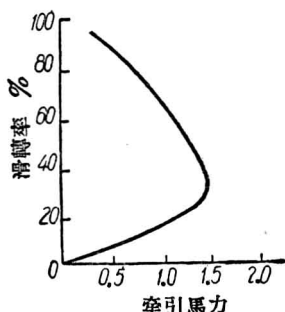


圖25 牽引馬力與滑轉損失的關係曲線

各種車輪能實際發揮出的牽引力在各種情況下是不同的。例如同樣是胎輪,輪胎的大小對牽引力就有影響。在硬地面上這個影響較小,在濕水田上,外徑大的輪胎因下陷少,滾動阻力小,所以車輪上實際能發揮出的牽引力就較大。在砂礫土上採用較窄的輪圈能得到較大的牽引力,而在旱田及水田上,則較寬的輪圈能得到較大牽引力。

犁耕的速度一般是0.9~1.3米/秒,耕作10公畝所需的時間在功率較大的小型拖拉機上約70分鐘,在功率較小的小型拖拉機上約150分鐘,平均為90分鐘。

四、碎土性能

用犁耕翻後,可用回轉鋤、碎土滾筒、圓盤耙等進行碎土作業。按碎土能力來說,回轉鋤最好,碎土滾筒次之,圓盤耙最差;按作業容易的程度,其次序是回轉鋤、圓盤耙和碎土滾筒。10公畝田地碎土作業所需的時間約40~100分鐘。用回轉鋤作碎土作

業時,回轉鋤的工作幅應尽可能的寬。在回轉鋤後面再安裝上齒耙,這樣車輪的輪迹幾乎沒有,地表能很平整。

五、水田耕耘性能

在蓄水的水田上進行耕耘作業,可用回轉鋤、回轉碎土器、水田耕耘滾筒、齒耙等。所需時間約每10公畝為60~90分鐘。

小型拖拉機的水田耕耘作業速度從操作者的疲勞度出發以每秒0.6~0.8米為宜。回轉鋤由於重量較重,在濕田等處所作業較困難,這時若用中耕型耕耘機上用的滾筒來進行耕耘作業,由於機體下陷少,就較輕便。

六、田間管理作業性能

中耕除草作業是用中耕器、花形滾筒、回轉鋤等進行的。在比較硬的土質上,例如粘重的水田里,一般用回轉鋤碎土較好;在有麥秆等的地方用花形滾筒或回轉鋤較佳;用中耕器時如有秆株塞滿在齒間,便不能很好工作。中耕作業的速度一般為0.7~1米/秒,當行間距離為60厘米時,單行中耕器中耕10公畝土地需30~40分鐘。

加土作業時拖拉機的行走速度為0.5~0.7米/秒,在行距為60厘米時,10公畝土地所需作業時間為40~60分鐘。

壓麥苗作業用圓滾來進行。用鐵板或鑄鐵制成的圓滾,表面較光滑,麥苗的損傷就較少;用木制的表面粗糙,損傷就較多。

當土潮濕時,麥葉也潮濕,這時進行作業損傷就較大。作業速度一般為0.7~1.0米/秒,每10公畝需20分鐘。

七、切割作業性能

動力步行用切割器是小型拖拉機的一個附屬作業機具,安裝在拖拉機的前面。在普通的干田上僅將作物割倒,每10公畝需40~60分鐘。

八、運輸性能

拖拉機用做運輸時,需考慮到要克服滾動阻力、上坡阻力和加速的慣性阻力。除去這些阻力後,小型拖拉機的可能牽引的重量約300~800公斤,運輸時的速度為每小時10~15公里/小時。

翁家昌節譯自《機械化農業》1961年第9、10、11、12期及1962年第1、2、3、5期,高良潤校

拖拉机重量与牵引力的关系

[澳大利亚] A. H. Willis

輪式拖拉机在挂鉤处所作的有效功是复合力系作用的结果。該力系存在于驱动輪和地面接触的一点,甚或是一块面上。为了要得到最佳的牵引条件,就必须知道这些力的某些情况。

我們注意到牵引的两个特征:一个是牵引效率,系指功率的轉換,其定义为挂鉤上馬力(功率)对加于后軸上馬力(功率)之比;另一个是牵引力,系指挂鉤有用的牵引力,这个力引起了牵引系数 t 的概念,其定义为拖拉机发出的牵引力对驱动輪上实际重量之比。

在輪胎工作于硬而光滑的水泥路面上的简单例子中,輪胎与地面間的摩擦力供給軸上扭矩所必需的反力,并使車輛运动。滚动阻力必須克服,因它引起一定的能量損失。在輪胎处于水泥路面上的简单例子中,能量的損失主要由于輪胎的弯撓,因为滑移可能是很低。

如所周知,如果重量加到这种輪子上,产生粘着(附着)的摩擦力就会增加,因而輪子能发出較高的牵引力。

当輪胎在能变形的土壤上工作时,其情况是更复杂。充气輪胎的胎面突齿突入土壤,牵引力是由以下各项产生的:(1)突齿与土壤間的摩擦力;(2)胎体与土壤間的摩擦力;(3)在每一突齿后面土壤表层的剪切阻力。如果土壤是干而松,則剪切阻力的影响是小的。滚动阻力是由輪胎的弯撓和在輪胎前被連續挤压的土壤构成。

这样,牵引力将受到土壤类型、工作条件和土壤湿度三者的影响,也与拖拉机的充气压力、突齿型式及輪子大小有关。加荷重于輪子上,因而增加牵引效

率,从而增加了滚动阻力。

三种不同路面对挂鉤牵引力和牵引效率的影响表示在图1。其最大效率是:在水泥路面上为88%;在荏地上为74%;在已耕地上为48%。

一、輪子的滑移

实际上輪子的滑移或輪胎的运动損失是經常存在着。滑移的定义如下(图2):

令 L = 在无载荷下一轉中所走过的距离;

L_1 = 在有载荷下一轉中所走过的距离。

于是,
$$\text{滑移} = \frac{L - L_1}{L_1} \times 100$$

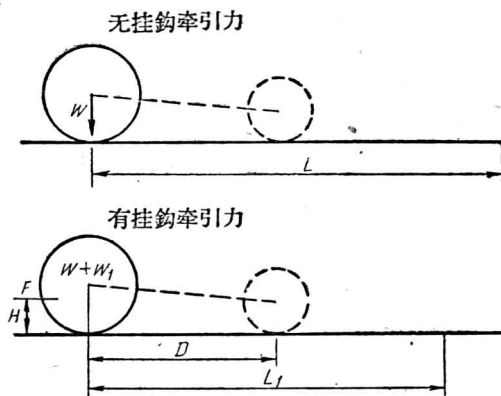


图2 負載下的滑移与重量轉移

田間測量滑移率的方法如下:在距离100呎的范围内,先算出拖拉机在空載下通过这一距离时的輪子轉数,而后在有載荷下,驅使拖拉机輪子作同样的轉数,并再測出所走过的距离。于是,滑移的百分

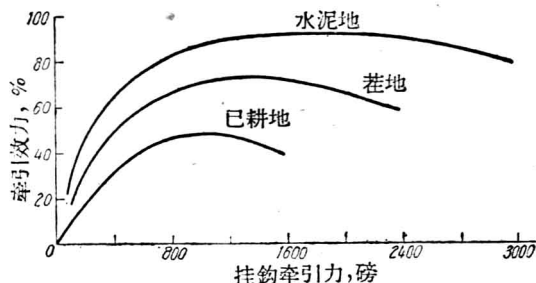


图1 10~28 輪胎在12磅/吋²下的牵引效率

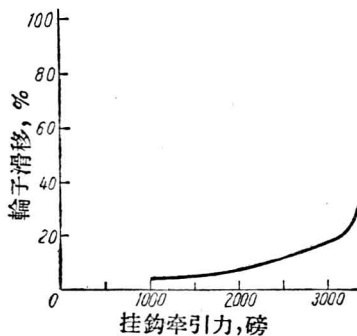


图3 增加挂鉤牵引力典型例子滑移的变化