

耕耘機之推動力及轉向問題

陳貽倫

一 耕耘機之推動力

A. 土壤抗拒力 (Thrust) 與耕耘機推動力 (Propulsion Force) 之關係：

車輛之推動力是指它排除一切前進阻礙之力。卡車之能運輸，耕耘機之有牽引力，都是因為它們具有推動力之故。

車輛推動力的產生，乃由于地面抗拒車輪或履帶的轉動。卡車在好路面上行駛時，抗拒力的來源為車輪胎與柏油或水泥路面的磨擦。可由磨擦力公式 $F = \mu N$ 推算其最大抗拒力。在引擎馬力足夠，車輛重及磨擦係數不變之條件下，由上公式算出之地面最大抗拒力將為車輛推動力之極限。

車輛如行駛于泥濘、碎石、砂礫、雪地等介質上時，其抗拒力與推動力的關係，仍然不變，不過，磨擦力公式將不復適用於抗拒力的推算。

據美國 Bekker 氏在其 "Mobility of Cross-Country Vehicles" 報告中謂土壤對車輪之最大抗拒力之計算可應用 Coulomb's 實驗公式，亦可自圖中查得

$$H_m = A_c + W \tan \phi \quad \text{..... ①}$$

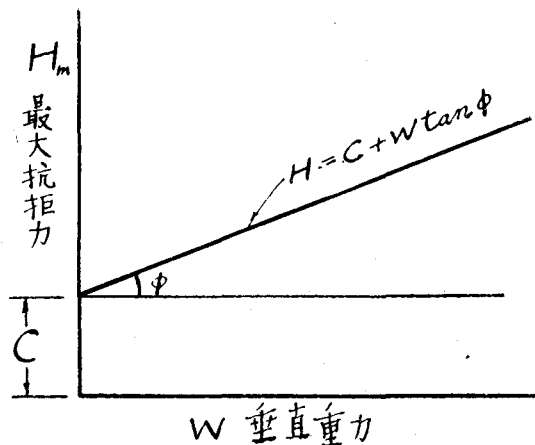
H_m = 土壤最大抗拒力，磅

A = 土壤受剪切面積，平方英寸

c = 土壤內聚力係數，磅/平方英寸

W = 加于車輪之重量，磅

ϕ = 土粒間之磨擦角，度



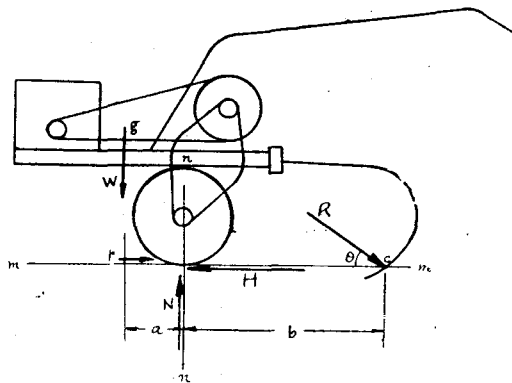
(圖一)

公式指示：土面最大抗拒力之構成因素有二：其一為土壤剪刀強度 (Shearing Strength)，它與土壤受剪面積和土壤內聚力係數成正比；其二為土粒

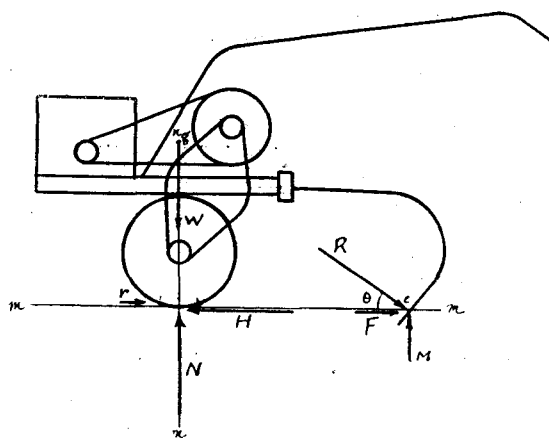
間之磨擦力，它與加于車輪之重量及土粒間磨擦角成正比。公式中 c 及 $\tan \phi$ 之值視土壤性質，水分含量而變。例如，乾砂土之 c 值為 0， ϕ 值為 35 度；塑性飽和粘土 (Plastic Saturated Clay) 之 c 值為 3 Psi， ϕ 值為 0。

由上述實驗公式可知，欲增加土壤最大抗拒力之方法有二，一為增加車輪地面之接觸面積，一為增加加于車輪之重量。

B. 耕耘機各部之幾何配置對推動力之影響



(圖二)



(圖三)

為了機體之平衡和增加車輪上之重量，一般耕耘機各部之配置均為引擎在前，車輪在中，農具在後，在其犁耕作時，所受諸力情形如圖二，圖上各符號意義如下：

W = 機體全重 (包括機體上所有部分)， g 為其重心。

r = 滾動阻力。

N = 地面抵抗力。
 H = 推動力 (或土壤抗拒力)。
 R = 土壤阻力, C 為其阻力中心。
 θ = R 與地面所成之角。

諸力平衡時。

$$\Sigma F_x = H - (R \cos \theta + r) = 0,$$

即 $R \cos \theta = H - r$ ②

$$\Sigma F_y = W + R \sin \theta - N = 0$$
 ③

$$\Sigma M_o = Wa - b R \sin \theta = 0$$
 ④

③式中, N 等于 $W + R \sin \theta$ 之和, 換言之, 在適當配置下, 土壤阻力之垂直分力將加于機體重量之上, 因而增加土壤之抗拒力。

假設有一耕耘機其機體之重心恰在車輪軸心之上方, 則諸力重新平衡如圖三,

$$R \sin \theta = H - (r + F) \dots \dots \dots ⑤$$

$$N = W \dots \dots \dots ⑥$$

$$R \sin \theta = M \dots \dots \dots ⑦$$

式中 M 為另一地面抵抗力; F 為因 M 所產生的磨擦力。

比較②式與⑤式, ⑤式比②式多 F 項。比較③式與⑥式, ⑥式較③式少 $W \sin \theta$ 項。換言之, 重新平衡結果, 土壤阻力之垂直分力不能移置于車輪上, 因而產生兩項不良後果, 第一, 因加于車輪上之重量減少, 推動力隨之減少, 第二, 土壤阻力之垂直分力由犁底下之土壤承受, 產生犁底與土面之磨擦力, 消耗一部分有用的推動力, 減弱了牽引之力。

D. 耕耘機引擎馬力與牽引力之關係

設耕耘機作業時行走速度為 1 公尺 / 秒牽引力為 60 公斤 (一般牛犁平均數)

則輸出功率 = 0.8HP

設機械效率為 70%

則所需引擎馬力 = $0.8 / 0.7 = 1.14$ hp

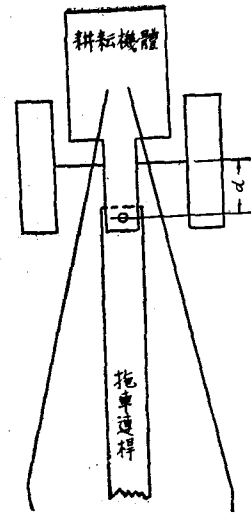
由上計算可知, 一個 3 馬力的引擎便可作耕犁工作而有餘。

二 耕耘機轉向之特性與難易

後輪傳動之汽車及大型牽引機之轉向乃由方面盤經操向連桿 (Steering Linkage) 撥轉前輪, 而其動力則由引擎經變速箱傳至後輪, 因差速箱之作用調整二後輪轉速, 達成轉向的目的。

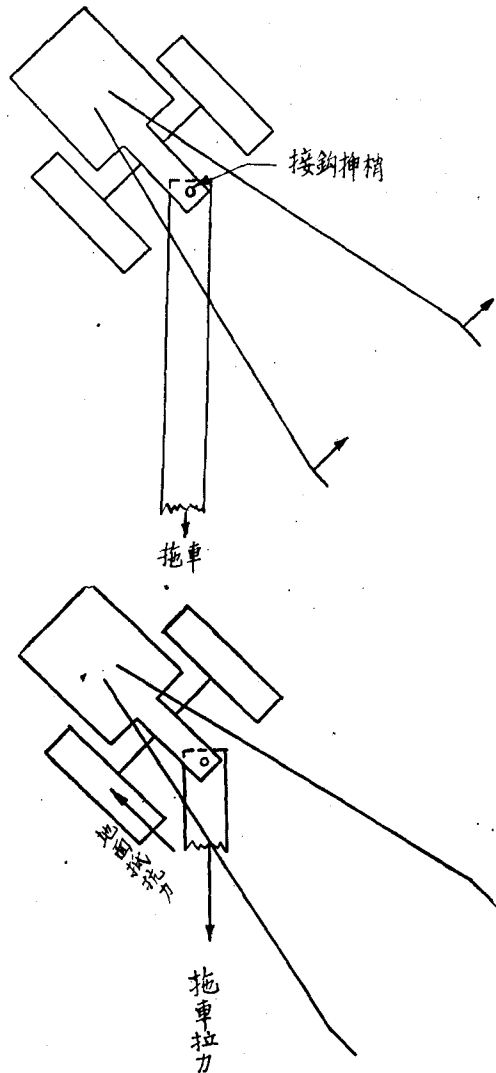
耕耘機拖動拖車之情形, 則不相同。耕耘機之既無操向離合器 (Side clutch), 亦無轉向槽 (車輪

套管軸上之槽) 者, 其轉彎時, 完全由人力勉強將耕耘機由直的位置 (圖四 A) 板成轉彎位置 (圖四 B), 同時, 雖然有一輪走的路較另一輪為多 (左轉時, 右輪轉的彎較大, 走的路較多), 而其轉速始終一致, 因此車輪與地面發生嚴重磨擦。



(圖四 A) →

(圖四 B) ↓



(圖五)

部分耕耘機車輪安裝的方法為將車輪之管軸套在耕耘機的車軸上，然後用插梢鎖住。轉向槽者，即指管軸上之長形插梢孔槽。因其為長形孔，故使得車輪上之管軸與耕耘機上之車軸有相對轉動的自由。這相對轉動自由的好處為使在轉彎時多走路（轉大彎）的車輪與地面不發生磨擦。然而，由于引擎動力這時僅由一只車輪傳動，另一只車輪因套管軸與耕耘機之車軸有過相對轉動，暫時喪失其傳動的能力（左轉時，右輪失去傳動能力），因此而構成反對轉向之力矩（圖五）便由人力承受，直至轉彎完成後，恢復二輪同時傳動，此力矩始得消失。

有操向離合器之耕耘機，當其鬆開左邊離合器時，動力只由右輪傳動，車體便向左轉，右轉亦然。依賴引擎之動力，較之前述兩種轉向，輕鬆得多，但是如果操向離合器屬於爪式離合器（Jaw clutch）的話，在快速時，有轉彎過急的感覺。

除操向裝置之簡陋或完備直接影響耕耘機轉彎的難易外，其接鈎（Hitch）的方法與位置，手柄的長

短對轉彎也有關係。

耕耘機與拖車連接的方法大多是使用一枚插梢，其目的在使前面耕耘機之轉動不影響後面的拖車。假設二者用兩枚插梢連結或其他方法固定為一體，不容許二者有相對的轉動，轉向便近乎不可能了。

即使是單插梢連接，若連接處離耕耘機車軸太遠的話，（圖四A中d值太大），耕耘機之轉動將會把拖車前端推向一邊（左轉時，推向右），拖車之反作用力將抵抗耕耘機的轉彎，形成阻力，增加轉向的困難。連接處離車軸愈近，此種阻力愈小。

因耕耘機要拖帶農具及轉彎時反對轉彎的力矩很大，故需要一支很長的手柄，但是，正因手柄長，給駕駛人帶來不便，當耕耘機只要作一個小轉彎時，手柄却要作很大的位移。往往當車體向左轉彎時，右手柄便脫出右手的掌握，而左手柄必需交給右手，身體姿勢也變得扭曲，非但不舒服，也不安全。故改善操向裝置，連接方法，減低轉向的反對力量對耕耘機的性能必有所幫助。

怡 和 營 造 廠

經 理 羅 阿 聰

承 包 土 木 建 築 工 程

富 有 隧 道 工 程 施 工 經 驗

地 址 台 中 縣 豐 原 鎮