

523
96
科學圖書大庫

小農制之農業機械化

譯者 馮丁樹

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

小農制之農業機械化

譯者 馮丁樹

徐氏基金會出版

財團
法人

徐氏基金會

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十六年八月十五日初版

小農制之農業機械化

基本定價 3.40

譯者 馮丁樹 台灣大學農機系教授

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第3033號

出版者 財團法人 徐氏基金會 臺北市郵政信箱13-306號
郵政劃撥帳戶第00157952號 電話：3615795~8

發行人 呂 幻 非

承印廠 祥新印刷有限公司

譯 序

歐美農業機械之發展，一向以大面積之經營為主，故其所採用之農業機械，均以大型的為多。這種經營形態，已經完全走向企業化生產，必須完全以利基為導向。然而，事實上，機械大就是好嗎？在觀念上這是一個值得深思與探討的問題，也是一項常引人爭議的問題。多年來，美國的農業發展，受迫於外在經濟情勢的影響，並沒有因大型機械化之發展而獲益，反而因累積成本之增加，農人已逐年虧損甚或處於破產邊緣。

我國是一個典型的小農制的國家，耕地面積小，大型農業機械很難應用。但我國農業機械化的程度，以稻作為例，高達97%。是一個小型農業機械化甚為發達的國家。但事實上，純農民的收入並不因有大幅提高的現象，只是在一個廿世紀的現代社會裡，我國小農機械化却扮演一個相當有骨氣的角色。不但如此，亦常在經濟面臨不景氣的時刻，發揮其傳統的耐性，容納一部失業的人口。

究竟那種機械化的型態較好？本書有相當深入之剖析。本書分三大部份，第一部份依農業之實際需要探討田間各種作業之工作性質；第二部份則說明相關之配合技術及所需使用之動力機械及田間機具本身的特性。最後再探討農機具與各項作業如何搭配的問題，內容相當精闢。為近年來，探討小農機械方面不可或缺之參考書籍。

原作者序

本書係由兩位農業工程師主筆，並經由一位農業經濟學者之鼎力協助（第八章）始克完成。作者對小農制之農業機械化有關問題曾參與經年並有深刻瞭解。本書之主旨在於分別以工程技術與經濟之觀點來解決開發中國家小農制農業所遭遇之諸問題。此目標將貫穿本書，以協助農業機械化中有關動力大小的基本抉擇之決定與執行。

處於當今之世界，應用物理科學（或工程技術）來解決週遭的相關問題，實為適切而且必要的。即使經濟學家們或一般人們皆會認同上述觀點。一部機械或一套系統的採用，雖經確認在工程上毫無問題，並不能保證其能為社會所接受或有實際之經濟助益。此一觀點時常為人論及，也是一顛撲不破的事實。雖然如此，最主要的問題乃在於機械是否能夠在經濟及社會觀點上為人接受之前，其本身能具有相當合適的功能以茲使用。這也是為什麼在本書中，一再述及如何利用機械原理與工程技術以解決小農場機械化有關問題的原因。

本書中所舉實例甚多，為增加其實用性、實際之數值將盡量予以列入使用。而所採用的單位均為公制系統。

簡 介

小農制的農業在大部分開發中的國家中佔相當重要的地位，即使是在擁有豐富礦產或石油資源的國家亦然。其最主要的原因乃在於這些國家中，絕大部分的人口（通常在 60～70 % 的範圍）仍然部分或全部投入在這一生產事業中。在很多地方上，農業本身就是他們賴以維生的行業，同時也是提供絕大部分農村人口之重要食物來源。這些農人將其生產的農產品以某種商品的形式，運送至當地銷售中心或附近市場去販賣，或者直接進入外銷系統售至國外。不論其銷售的形式如何，其所得的利潤大部分就是其國家經濟的重要財源。

由於農村人口之膨脹與其他因素之存在，許多原先農產品淨出口的開發中國家已轉變為淨進口國。如果這些農產品進口所需之外匯，係來自以外銷高價位的農產品來取代原先銷售的初級農產品間的差額，則這種轉變應該是一種相當令人滿意的狀況。但是，通常的情況並非如此。許多開發中國家仍然急需在小農制的生產規模下，同時增加生產主要農產品及高價位的出口作物。為達此目的，這些國家必須透過更進一步的投資，較佳的經營方式以及較好的儲藏與加工技術，來設法增加耕地面積或改進單位面積之有效生產量。

在大多數情況下，要使上述項目有顯著之增進，通常必須設法增加生產作業項目，諸如：整地、除草、收穫及運輸等所需動力之投入。問題遂轉變為——這些所需增加之動力來自何處？答案通常來自下面三個基本選

擇中之一項或多項之組合，即人力、畜力或引擎動力。

如何從中決定最適合應用之動力則需視情況而定。本書的目的並不在於建議大農制以配合引擎動力機械化，即使此方式為世界農業問題之必然答案；雖然許多人會爭論說，這種方式已被試驗多年，並且發現有其需要性。本書亦不在於建議小農制農業使用引擎動力機械化，雖然此亦是無可避免為最後選用最佳之模式，且已有很多嘗試成功之經驗。

本書所採取之程序作法是：在已知農事作業狀況下，探討生產某特定作物所需之工作項目，以及在完成這些工作項目之過程中，所存在的影響條件。本書將說明在執行這些工作時所需選擇之種種途徑及其特性，並使讀者能熟悉所需之工程原理，以期能進一步分析所發生之問題，並在決策上做適當之選擇，同時設法改進作業中機械所缺乏之性能。

在最後之分析工作中，有關動力方面之選擇，仍將落在三個基本項目內（人力、畜力、引擎動力）。基於人力的更替，添購設備及燃料所需之外匯，以及涉及引擎動力技術所引起之修護、售後服務等問題，所可能遭遇之困難層次加以考慮時，動力之選擇仍須依照前述三項之次序為之。易言之，人力最為簡單，也最具彈性。因此，除非有更大之動力需求，應予優先採用。同理，除非因疾病、草料或其他因素限制畜力之有效利用，否則畜力應為次優先考慮。而合適之引擎動力機具才是最後應該考慮之答案。

公制單位及其用法

數量	單位	縮 寫	比較值 (約數)
質量	公斤	kg	2.2 磅
長度	公尺	m	3.3 呎或 1.1 碼
時間	秒	s	
溫度	度	°C	

上述為基本單位，由此可導出其他有用的單位：

數 量	單 位	縮 寫	比較值 (約數)
力	牛 頓	N (kgm/s^2)	0.22 磅力 (1 bf)
	千牛頓	kN	225 磅力
功或能	焦 耳	J	
功 率	瓦 特	W	
	瓩	kW	1.34 馬力 (hp)
面 積	平方米	m^2	10.76 平方呎
	公 頃	ha	2.47 英畝
體 積	立方米	m^3	35.3 立方呎
	公 升	l	0.22 加侖
距 離	公 里	km	0.62 哩
扭 力	牛頓米	Nm	0.73 磅呎
長 度	公 釐	mm	0.04 吋

其他較複雜之導出單位諸如壓力 (N/m^2) 與流量 (m^3/s) , 則可利用上述單位合併而成。公制單位系統其最有用之特徵在於其結合性強, 可利用其簡單之關係合併成新單位。例如:

$$\text{拖桿馬力 (W)} = \text{拖桿力 (N)} \times \text{前進速率 (m/s)}$$

此式可查驗如下:

左邊單位為 W 或 Nm/s , 等於右邊之單位 $\text{N} \times \text{m/s}$ (一般方程式其等號兩邊的單位皆可利用此法來平衡) 。

倍數與分數

當基本單位之量度太小或太大而無法適用於某特定之量測時, 其量度可就該基本單位之前以倍數或分數符號來表示之。其法如下:

乘數	字首	代碼
1,000,000,000	giga	G
1,000,000	mega	M
1,000	kilo	k
0.01	centi*	c
0.001	milli	m
0.000,001	micro	μ
0.000,000,001	nano	n
0.000,000,000,001	pico	p

* $1/100$ 之分數項傳統上均使用於長度方面 (如公分) , 應避免使用於其他導出之單位。

在普通量度上, 單位值之表示應儘量使其整數部份落在 1 與 10,000 之範圍內, 例如:

300 毫米, 而非 0.30 米;

90 千牛頓/平方米, 而非 90,000 牛頓/平方米之表示。

換算常數

一般常用之換算常數可參考下表所示，其關係爲：英制單位 $\times k_1 = \text{SI}$ 單位；而 SI 單位 $\times k_2 = \text{英制單位}$ 。

英 制	k_1	公 制	k_2	英 制
長度				
吋	25.4	公釐	0.0394	吋
呎	0.305	米	3.28	呎
碼	0.914	米	1.09	碼
哩	1.61	公里	0.621	哩
面積				
平方吋	645	平方毫米	0.00155	平方吋
平方呎	0.0929	平方米	10.8	平方呎
平方碼	0.836	平方米	1.2	平方碼
平方英里	2.59	平方公里	0.386	平方哩
英畝	0.405	公頃	2.47	英畝
容積				
品脫	0.568	公升	1.76	品脫
加侖	4.54	公升	0.220	加侖
美制加侖	3.79	公升	0.264	美制加侖
蒲式耳	36.4	公升	0.0275	蒲式耳
質量				
兩	28.4	公克	0.0353	兩
磅	0.454	公斤	2.204	磅
密度				
磅／立方吋	27.7	克／立方公分	0.0361	磅／立方吋

英 制 k1	公 制 k2	英 制
磅／立方呎 16.0	公斤／立方米 0.0624	磅／立方呎
力		
磅 4.45	牛頓 0.225	磅
噸 9.96	千牛頓 0.100	噸
壓力		
磅／平方吋 6.89	千牛頓／平方米 0.145	磅／平方吋
能量		
呎－磅 1.36	焦耳 0.737	呎－磅
扭力		
磅－呎 1.36	牛頓米 0.737	磅－呎
功率		
馬力 0.746	千瓦 1.34	馬力

概略換算值

公制系統與英制間有些項目有比較簡單之換算值可供日常簡易之換算，而仍能保持相當程度之準確性，下面數項關係換算頗為有用：

關 係	式	準確度，%
長度		
2吋	= 5 公分	1.5
5哩	= 8 公里	0.5
100碼	= 90 公尺	1.5
面積		
5 英畝	= 2 公頃	1
體積		
7 品脫	= 4 公升	1
2 加侖	= 9 公升	1
質量		
11 磅	= 5 公斤	0.25
1 英擔 (112 磅)	= 50 公斤	1.5

關	係	式	準確度，%
1 噸	= 1000 公斤 (1 公噸)		1.5
2 磅力	= 9 牛頓		1.25
1 噸力	= 10 千牛頓		0.5
15 磅／平方吋	= 100 千牛頓／平方米		3
8 英擔／英畝	= 1000 公斤／公頃		0.25
	= 1 公噸／公頃		0.25
4 馬力	= 3 千瓦		0.50

目 錄

譯 序.....	I
簡 介.....	Ⅲ
單位及其使用.....	V
第一篇 農業之必要條件.....	1
第一章 田間作業與田間狀況.....	3
1.1 農事作業.....	4
1.2 作業條件.....	13
第二章 農場作業.....	25
2.1 水的供應.....	25
2.2 農產品的粉碎.....	32
2.3 脫粒作業.....	40
2.4 穀粒之篩選與分級.....	40
2.5 草叢清理機.....	41
2.6 其他作業.....	41
第三章 運輸作業與條件.....	44

3.1	簡 介	44
3.2	農業環境	45
3.3	車輛之經濟效益	46
3.4	車輛的設計及選擇	47
3.5	車輛的操作狀況	47
3.6	在特定條件下計算車輛操作成本的方法	50
3.7	性能及費用因素的由來	59

第二篇 機械化的設備 69

第四章 人力與畜力 71

4.1	人 力	71
4.2	畜 力	73
4.3	畜力用農具	82
4.4	畜 舍	84
4.5	役畜之健康	85

第五章 小型引擎與傳動系統之特性 93

5.1	引 擎	93
5.2	傳動系統	104

第六章 牽引、轉向與煞車 119

6.1	簡 介	119
6.2	農業用輪胎之型式	120
6.3	輪胎的構造及材料	123
6.4	輪胎的等級及損害原因	125

6.5	農業用曳引機的性能·····	135
6.6	田間作業機動性之原理·····	138
6.7	土壤的壓實與泥濘·····	151
6.8	曳引機輔助裝置對牽引性能的影響·····	156
6.9	輪胎的動力特性·····	159
6.10	轉向系統·····	162
6.11	煞車·····	168
第七章	農具的特性·····	173
7.1	曳引機用犁·····	174
7.2	二次犁耕農具·····	178
7.3	播種機·····	181
7.4	噴霧機·····	184
7.5	根部粒肥施用機·····	187
7.6	機械除草機·····	188
7.7	收穫機具·····	188
7.8	其他作業·····	190
7.9	運輸·····	190
7.10	農具的附掛·····	191
7.11	單軸式曳引機·····	196
7.12	用絞車拉的農具·····	199
7.13	農具需要的拉力及速度·····	200
7.14	犁具拉力·····	201
7.15	機械性能資料·····	201
7.16	犁耕深度·····	203

第三篇 設備與農事作業之配合..... 205

第八章 小型農場機械化之經濟理論..... 207

8.1 簡 介..... 207

8.2 小自耕農系統的特徵與機械化之間的關係..... 208

8.3 農場機械化及有關的利益..... 210

8.4 選擇性的機械化系統..... 211

8.5 小型農場對機械化的需求..... 213

8.6 選擇機械化的標準..... 214

8.7 最佳的系統：機械化政策..... 220

8.8 結 論..... 222

第九章 動力田間機具之性能..... 225

9.1 規 劃..... 226

9.2 動 力..... 226

9.3 連 率..... 227

9.4 重 量..... 227

9.5 車輪大小..... 227

9.6 農具承載及控制..... 227

9.7 成 本..... 227

9.8 尺 寸..... 228

9.9 機械與設備之範例..... 228

9.10 性 能..... 234

第十章 操作員之安全及效率..... 244

10.1 簡 介..... 244

10.2	操作員之安全	245
10.3	操作員效率	249
10.4	提昇操作人員之安全及效率	252
第二章	設備之評估及修正	256
11.1	製造廠商的測試	256
11.2	使用者的測試	257
11.3	評估程序	259
11.4	評 估	267
11.5	由修正來改良性能	269
第三章	機械之保養及地方生產	273
12.1	保 養	273
12.2	地方性的生產	288