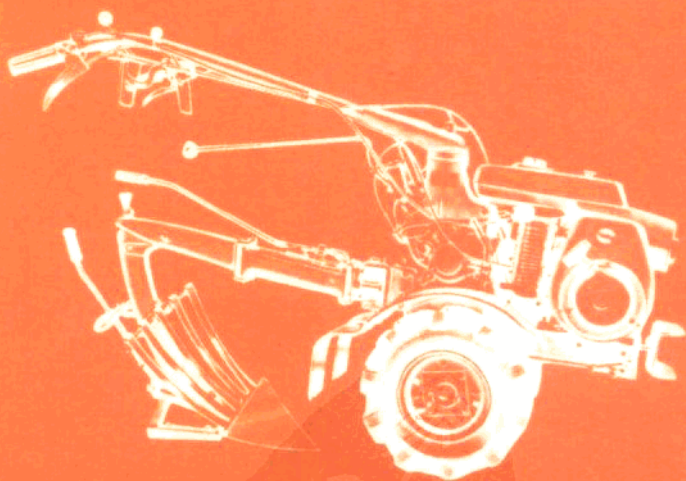


部編大學用書

農業動力

陳貽倫 著

台大農機工程系教授



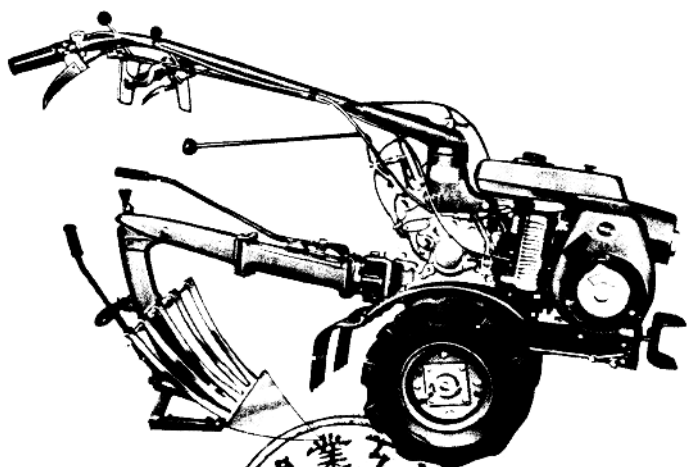
國立編譯館主編
南山堂出版社發行

52/
5

農業動力

陳貽倫 著

台大農機工程系教授



編主 饒宗頤 譯編 饒宗頤 發行 南山堂 國南

農業動力

版權所有※翻印必究

出版者：國立編譯館
著作者：陳貽倫
發行人：李仁桂
發行所：南山堂出版社

臺北市羅斯福路三段282號
郵政劃撥第0000999-9號
電話：321-5814, 341-2142

總經銷：弘洋圖書有限公司

臺北市中山北路三段53之4號二樓
郵政劃撥第1009617-8號
電話：594-7977,

行政院新聞局局版臺業字第0790號

印刷所：昭美彩色印刷有限公司

中華民國七十七年二月初版

NST-No.

定價NT\$: 260

序

民國四十七年時，由於台灣地區農民尚未使用農機，當時只有台灣大學農學院農業工程學系內設有「農業機械組」。當時的農民仍然依照數百年來的方式以人畜力胼手胝足耕種農田。從事農業耕作者十分辛勞，惟自實施「耕者有其田」政策成功之後，農民精耕增產意願強盛，因而深感畜力之不足，乃先推廣耕耘機，以替代耕牛之不足，嗣以受工商業發達之影響，農村青壯年大量移往都市，農村勞力日漸缺乏，更需推動農業機械化以補充農村勞力之不足。政府為奠定農業機械化推行政策，先後推出插秧機、收穫機、乾燥機、農地搬運車、曳引機、中耕機……，各種替代人力之農機亦均先後推廣。目前農村已必須依賴農機始能從事農業生產。

三十年來，由於農業機械化推行十分迅速，農機人才之培養成為要務之一，舉凡試驗、研究、設計、製造、修護、推廣、訓練及教育等，均在在需要大量人才。是以屏東及嘉義農業專科學校在民國五十年後先設立了農業機械科，省立職業學校中共有十五所也先後設立農業機械科，而國立台灣大學及中興大學更將農業機械組提昇改設為農業機械工程學系，同時政府及民間農機工廠亦不斷舉辦各種農機人員訓練，以培養與充實各種農業機械人才。

各種不同之農業機械教育訓練中，最大困難之一是教材之編輯問題，因為以往所能收集到之資料很多係外文書籍，偶或有以中文編寫者亦往往為局部內容的編譯本，很少能作有系統的編撰與敘述，因而使教師們感到困擾也使學習者不易獲得通盤性的瞭解，更難以滿足台灣地區地區性的需要。如今國立編譯館有鑒於此，為應大專院校及各農機教育訓練機構教學之需要，乃邀請國內農機專家編撰農機教學有關之參考文獻，實乃農機界之幸。

農業機械種繁多，但均需要動力，故農用動力機與各類農機均有重要關連。台大陳教授貽倫兄深知「農業動力」學教學之困難與需要，積三十餘年教學與實務經驗編寫本書，內容豐富，立論精闢，既能顧及農業動力觀念之完整，又能對農用引擎、曳引機及電動機等作詳細的說明，且有清晰的插圖對照，使學習者容易瞭解，其編排之方式亦使教師易於編寫實習教材及安排有關之實習。實為目前迫切需要之寶貴文獻，故樂為之序。

吳維健 謹識

自序

本書是應國立編譯館之邀，爲大專院校教學之需要而編撰者，但也適合一般有志人士自修之用。如每章詳盡講解，可分兩學期講授；如果選擇材料重點講授、且學生已有稍許基礎，也可在一學期內講完。

本書第一章簡述台灣地區近代農業動力之發展歷史及農用曳引機發展過程中之重要記事；第二、三、四、六、七、八、九、十、十一等章敘述內燃機之構造和運轉原理；第五章討論內燃機之燃料和燃燒；第十二、十三、十四、十五、十七等章討論農用曳引機除引擎外之各部構造，包括：動力傳遞系統、電系統、油壓系統、行走機構等；第十六章敘述曳引機與農具之相互連接關係；第十八、十九章分別討論曳引機力學和性能。由于台灣農村電化已非常普及，電動機之應用日廣，本書專以第廿章來敘述農用電動機之構造和特性。

除極小部分爲第一手資料外，本書內容之絕大部分取材于現有之歐美日各國教科書及其他有關文獻。取其長、去其短，使各書之優點能重現而其缺點不徒佔篇幅。著者也考慮國內農業動力發展實施現況特增補有關台灣農業機械化、耕耘機構造、耕耘機性能測定、耕耘機力學等資料。本書多採用插圖，每幀插圖都經慎重選擇，因爲一幀合適、清晰的插圖勝于累篇的文字說明。

因多種原因，本書所用之數量未能一概以公制單位表示為憾，惟各種單位之換算表均列在附錄，以供換算參考。

第十八章之曳引機力學，部分取材自日文教科書，無論在文字或內容上，均承本系王康男博士協助，謹致謝。

作者才學淺薄，本書內容謬誤欠缺之處，敬希各方指教，期日後有機會修正。

國立台灣大學農業機械工程學系

陳貽倫 敬識

農業動力

目 錄

頁次

第一章 農業動力之發展

第一節 台灣地區近代農業動力發展簡述·····	3
第二節 農用曳引機之發展·····	5
第三節 曳引機之種類·····	14

第二章 內燃機導論

第一節 內燃機與外燃機·····	25
第二節 內燃機的發明·····	26
第三節 內燃機之基本構造·····	27
第四節 四行程循環·····	29
第五節 內燃機之分類·····	31

第三章 內燃機熱力學

第一節 有關之定義和定律·····	37
第二節 空氣標準循環和空氣循環·····	43
第三節 理論油氣循環·····	49

第四節 引擎之真實循環·····	51
第四章 內燃機之主體構造	
第一節 動力傳遞部分·····	59
第二節 固定部分·····	68
第三節 閥機構·····	72
第五章 燃料與燃燒	
第一節 石油燃料·····	83
第二節 石油燃料之提煉·····	88
第三節 燃燒·····	89
第四節 燃料之重要性質·····	90
第六章 供油系統與化油器	
第一節 供油幫浦·····	102
第二節 化油器·····	103
第三節 空氣濾清器·····	122
第七章 汽油引擎之點火系統	
第一節 蓄電池點火系統·····	128
第二節 磁電機點火系統·····	138
第三節 電子點火系統·····	141
第八章 柴油引擎	
第一節 四行程柴油引擎之基本運轉原理·····	148

第二節	燃燒過程	151
第三節	引擎各變量對其性能之影響	154
第四節	柴油引擎之燃燒室	157
第五節	柴油引擎供油系統	161
第六節	柴油引擎之起動與增壓	181
第九章 引擎調速器		
第一節	機械式調速器	185
第二節	氣動式調速器	193
第三節	油壓式調速器	195
第四節	調速器之特性	197
第十章 引擎冷卻系統		
第一節	強制循環水冷系統	201
第二節	蒸發式冷卻系統	208
第三節	氣冷系統	210
第十一章 潤滑油與潤滑系統		
第一節	摩擦之種類	214
第二節	潤滑油之性質	215
第三節	潤滑油添加劑	220
第四節	潤滑油之種類	221
第五節	潤滑系統	224
第六節	潤滑系統之維護	231

第十二章 鉛酸蓄電池組

第一節	構造與原理	234
第二節	電池之電壓	236
第三節	電解液	237
第四節	電容量額定	239
第五節	電瓶之硬化與測試	241
第六節	電瓶之充電	243

第十三章 曳引機之發電機與起動馬達

第一節	直流發電機	246
第二節	直流發電機調整器	253
第三節	交流發電機	257
第四節	交流發電機調整器	261
第五節	起動馬達之原理和構造	264
第六節	驅動機構	268
第七節	起動開關	273

第十四章 曳引機動力傳遞系統

第一節	離合器	279
第二節	機械式傳動	280
第三節	油壓傳動	296
第四節	差速傳動	302
第五節	最後驅動	306
第六節	動力分導機構	310

第七節	前輪傳動·····	312
第八節	驅動式耕耘機之構造與性能·····	318
第十五章 曳引機之牽引力與行走機構		
第一節	牽引力之產生·····	325
第二節	影響拖桿馬力輸出之諸因素·····	329
第三節	影響牽引力之因素與加強牽引力之方法·····	336
第四節	曳引機之行走機構·····	346
1.	輪胎之分級·····	346
2.	輪面設計·····	346
3.	輪胎充氣壓·····	349
4.	輪胎尺寸·····	349
5.	農用輪胎識別·····	349
6.	履帶·····	350
7.	前輪及轉向系統·····	351
8.	動力轉向·····	355
9.	輪距調節·····	360
10.	煞車·····	362
第十六章 曳引機附屬農具之連接與控制		
第一節	連接方法·····	369
第二節	三點連接農具之作業深度控制·····	379
第十七章 曳引機油壓控制系統		
第一節	油壓控制系統之組成·····	387

第二節	油壓系統組件之符號·····	402
第三節	空檔通路系統和空檔閉路系統·····	404
第十八章 農用曳引機之力學		
第一節	曳引機之作用力·····	411
第二節	曳引機之動態負荷·····	417
第三節	曳引機之振動·····	424
第四節	農具連接之力的分析·····	427
第十九章 曳引機性能及其測定		
第一節	功率之有關名詞·····	435
第二節	功率計·····	439
第三節	曳引機各項性能·····	449
第四節	性能試驗報告範例·····	459
第二十章 農用電動機		
第一節	電動機之種類與分級·····	469
第二節	三相鼠籠式感應電動機·····	470
第三節	單相電動機·····	482
第四節	電動機之應用·····	491
附 錄	國際公制單位、常用單位換算 ·····	497
參考文獻	·····	503

第一章

農業動力之發展

直接應用于農業的動力有：人力、畜力、風力、水力、電力、和熱力等。人力為所有動力中適應性最大的一種動力。人體能作各種複雜動作為其他動力所不及。但是，人的體力有限，在持久性的工作中，所能支出的動力僅在 0.06 馬力左右。故人體勞動最有效的利用是操作與控制其他的機械，而非本身作為一個動力單位來直接作工。

畜力是指牛、馬、驢、騾等專供農事操作役畜的動力而言。人類利用畜力代勞已有長久歷史。利用役畜作工的形式可有三種，即：牽引、負載、和踏行。通常役畜作長時間持久性的工作，只能支出 $\frac{1}{3}$ 馬力的功率，其拉力約等于其體重的十分之一；牽引速度，馬約每秒 1 公尺；牛約每秒 0.6 公尺。

畜力作為農業動力並不經濟，因為役畜能作之工作與能利用的工作時間均甚有限。台灣地區，一般農家在一年中，僅利用耕牛作工 45 ~ 65 天，却要飼養 365 天；一頭牛、馬所能出的動力有限，不能負重荷，不宜于大面積企業化的經營。

利用風力之原動機常見者為風車 (*Wind mill*)。凡風速在 4 ~ 10 m/s 範圍內，均可裝設風車。在鄉間無電源處常用以帶動小型抽水機，或帶動直流發電機、充電給畜電瓶，然後由電瓶供照亮之用電。風

2 農業動力

力之缺點爲其：供應無時、控制不易。

水力之利用，按其規模大致分二類：一類爲大規模的水壩工程，藉以儲蓄、控制水勢作發電、灌溉、防洪等用途；另一類爲小規模的在小溪旁裝設水車，利用水流來推磨、精米、灌水等工作，其動力之大小視水面落差和流量而定。

電動機，俗稱馬達，是電力利用之主要方式。在農村電化普及的台灣地區，應用非常方便，具有許多內燃機所不及之優點，適用於定置性的作業。

燃燒燃料，再將其熱能轉變爲機械動力之原動機稱爲“熱機”(Heat engines)，如：內燃機、蒸汽機、渦輪機、噴射引擎、火箭等。除早期農業曾利用蒸汽機外，幾乎全部在田間行駛的農業機械均應用內燃機作爲它們的動力。其優于電動機者，爲其本身貯備能源，自成一獨立之動力發生單位，可以安裝在行駛的農機上，而電動機則必需藉電線與電源連結。

按農業機械化的目的爲：提高每一農民之生產力；減低生產成本、增加收益；減輕農事的辛勞；和爭取農時避免損失。在農業生產上，每一勞動力之生產力視單位勞力之全年生產量而定，而全年生產量決定于：(1)單位農牧場規模之產量；及(2)經營規模的大小。單位農牧場規模之產量仰賴育種、栽培、飼料、管理等技術之改進。但是，由于生物生產能力之限制，增產有其限度；另從經營規模方面來看，採用大型之農業動力機械以代替傳統之人力和簡單農具可以大大擴增每一農民的經營能力，此即農業動力發展之基本原因。

第一節 台灣地區近代農業動力發展簡述

民國四、五十年代，台省農業人口佔總人口之百分四十五以上，農村勞力充足。不久，由于政府推行土地改革政策成功，促使農民從事勞力密集之耕作，致感耕牛不足，民國五十年代末期開始，由于經濟繁榮，工商業急速發展而需要大批勞動人力，農村青年紛紛湧向都市謀生，農村實質人口開始下降，農村勞力更呈不足現象，農忙期僱工困難，刺激工資上漲，增加生產成本。又由于農村青年外流，留居農村耕作者逐漸只剩老弱婦孺，農民迫切需要機械動力從事耕作。

民國四十四年，自日本引進“快樂農夫號”小型耕耘機數台，經各地農業試驗場所試用結果，認為尚適合本省農田耕作。四十九年至五十二年間，先後有三家（中國農機、新台灣、大地菱）較具規模之農機製造公司成立，專業生產耕耘機。連同國內其他農機公司所生產的耕耘機，在數量上已足敷國內之需求。在品質上及其耐用程度上也超越進口機種，是國內發展農業機械上的一項成功範例。

國人習稱乘坐式之 *Farm Tractors* 為農用曳引機，以別于二輪行走式之耕耘機，民國卅九年，行政院善後事業保管委員會結束業務，其所屬農墾處連同曳引機等農業機械移併台灣糖業公司，使台糖公司得首先利用農用曳引機于蔗園耕作。卅餘年來，台糖公司繼續引進各類曳引機從事蔗作機械化，卓有成效。近十年來，農民購買力增強、加以工資上升，代耕盛行，農民購買農用曳引機者日衆。曳引機推廣數已自民國六十年的六百餘台增至七十五年的壹萬三千餘台。

近年來，政府提倡稻田轉作和精緻農業、雜作、特作及園藝作物種植面積增加，中耕管理機之需求大量增加。五年內，其推廣數自五

4 農業動力

百餘台陡增至 13,500 台。

耕耘機與農用曳引機是代表性的農業動力機，表 1-1 為歷年來該項動力農機與耕牛在數量上消長之情況。其他使用機械動力之農機在近十年來，也在快速地推廣。因此，台省每一農戶平均使用之人工不斷遞減，使用動力農機之工時相對地漸漸增加。

表 1-1 歷年來主要農機推廣數*與耕牛數之消長 *累積台數

民國	耕 耘 機	農 用 曳 引 機	中 耕 機	動 力 插 秧 機	聯 合 收 穫 機	耕 牛
45	60					412,440
50	5,313					414,208
55	14,272					360,294
60	32,030	687		454	75	245,109
61	35,222	693		658	154	227,077
62	38,393	811		972	329	204,620
63	42,123	1,116		1,542	1,127	194,906
64	48,347	1,467		3,288	1,940	195,770
65	54,819	1,718		6,248	2,487	188,748
66	65,744	1,879		11,138	3,930	122,144
67	73,354	2,296		18,778	7,300	106,052
68	84,254	2,894		25,825	10,569	95,111
69	94,091	3,760		33,239	14,104	83,564
70	102,246	5,611		40,033	16,749	78,437
71	107,993	7,347	523	45,605	19,277	76,055
72	113,220	9,012	3,004	50,477	21,195	
73	117,708	10,453	5,623	54,303	22,905	
74	121,540	10,853	9,237	57,977	24,201	
75	123,947	13,018	13,491	61,432	24,951	

台灣省農林廳統計資料