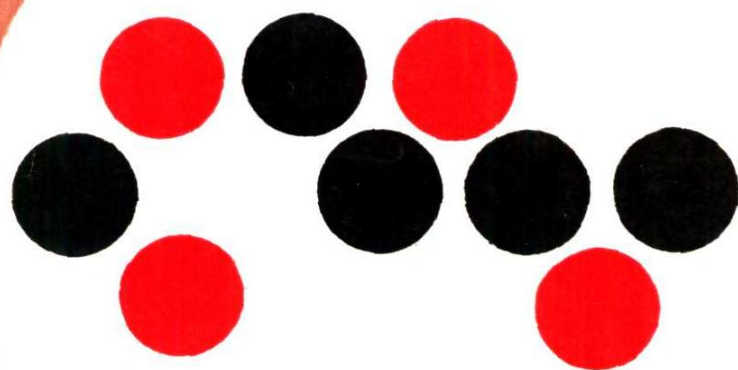


工程機械

蔡攀鰲 著

科學技術叢書 / 三民書局印行



工 程 機 械

蔡 攀 鰲 著

學歷：國立成功大學土木工程學系工學士

美國奧克拉荷馬州立大學土木研究所工學碩士

國立成功大學土木研究所畢業、國家工學博士

現職：國立成功大學土木工程學系教授

三 民 書 局 印 行

© 工 程 機 械

作者 蔡肇鰲

發行人 劉振強

出版者 三民書局股份有限公司
印刷所 三民書局股份有限公司

地址／臺北市重慶南路一段六十一號
郵撥／〇〇〇九九九八—五號

初版 中華民國六十年七月
八版 中華民國七十七年八月

編號 S 44033

基本定價 肆元陸角柒分

行政院新聞局登記證局版臺業字第〇二〇〇號
著作權執照臺內著字第三九〇八號



自序

土木水利工程之施工，以往多以人工爲之；近代由於科學的進步，一切都在求時效。因之，在各種工程都使用大批的工程機械施工，以達經濟與效率的提高。

吾國臺灣省自民國四十二年完成之西螺大橋，後來之縱貫公路灌入式路面之鋪築，各橫貫公路的開闢，北基公路、北新公路等都開始大量採用機械化。石門水庫的施工，施工機械就達二千多部；曾文水庫目前除大部份用石門水庫原有的工程機械外，尚陸續地增購中。由此觀之，工程機械在整個土木水利工程中，佔有相當的份量。在以往被認爲艱難而無法施工的工程，在今日都可迎刃而解。此不能不歸功於工程機械的發展。

欲使工程機械能發揮最大的效率，則工程人員必須對其性能、運用、修護、管理等有充分的瞭解。本書僅係將此方面的基本常識予以簡介，作爲在校或從事工程之人員參考。由於我國現時所用的工程機械大部份都由外國購入，其規範多以英制爲單位，倘若將之改爲我國所採用的公制，則有削足適履，至感不便之感，故本書乃採用英制爲原則，僅在本書末刊列換算表。同時期望吾國亦能加強發展工程機械，迎頭趕上，以免仰給於外國。

本書之編撰，參考各專門書刊甚多，敬列於後，並對各原著者，謹致謝忱。又書中之部份插圖承王學勤先生代爲攝製，特此誌謝。

編者學驗有限，又付梓時，雖經多次校訂，舛誤之處，在所難免，尚祈諸位先進，不吝隨時惠予指正，俾再版時，得加以訂正。

蔡攀鰲 謹識

民國六十年三月二十二日於

臺灣省臺南市成功大學土木工程學系

工程機械

目錄

自 序	1
第一章 緒 論	1
第二章 牽引車	7
第一節 履帶牽引車	7
第二節 膠輪牽引車	9
第三節 牽引車之選擇原則	11
第四節 牽引車之維護	11
第三章 推土機	13
第一節 推土機之分類	13
第二節 推土鏟	15
第三節 推土機之作業	17
第四節 推土機作業量之估計	20
第五節 推土機之維護	24
第四章 刮運機	27
第一節 刮運機之分類	27
第二節 刮運機之作業	30
第三節 作業量之估計	34
第四節 推力牽引車	40
第五節 刮運機之維護	41
第五章 挖掘機械	43
第一節 鏟土機	44
第二節 鋤土機	53
第三節 扒土機	57
第四節 抓土機	68

第五節	斗式挖土機	74
第六節	挖溝機	76
第七節	挖泥船	79
第八節	作業中之各種手示	86
第六章	裝載機	89
第一節	履帶式裝載機	89
第二節	膠輪式裝載車	91
第三節	葉片式及斗式裝載機	93
第四節	帶運機	94
第七章	運搬機械	111
第一節	傾卸卡車	112
第二節	平拖車	121
第三節	軌道運搬	123
第四節	架空索道	125
第八章	平路機	129
第一節	平路機之種類及其用途	129
第二節	平路機之構造	133
第三節	平路機之作業方法	139
第四節	平路機之作業量	147
第五節	平路機之維護	149
第九章	平挖機	153
第十章	起重機械	157
第一節	吊車之構造	157
第二節	吊車之種類	159
第三節	吊車之起重能力	162
第四節	吊車作業時應注意之事項	164
第五節	港埠用起重設備	168

第十一章	犁土機	175
第一節	犁土機之種類	175
第二節	犁土機之作業	178
第三節	犁土機之作業量	178
第四節	犁土機作業應注意事項	180
第十二章	輾壓機械	183
第一節	鐵輪壓路機	183
第二節	膠輪壓路機	192
第三節	羊腳壓路機	195
第四節	夯壓機	196
第五節	震動壓實器	200
第六節	特種壓路機	203
第七節	壓路機作業量之估計	205
第十三章	空氣壓縮機	209
第一節	空氣壓縮機之種類與構造	209
第二節	空氣壓縮機之容量	218
第三節	空氣壓縮機之各項壓力損失	225
第四節	空氣壓縮機之用氣率	233
第十四章	氣動機具	239
第一節	噴漆槍	240
第二節	衝擊板手	241
第三節	鉗釘槍	241
第四節	路面破碎機	243
第五節	夯土機	245
第六節	挖土鏟	246
第七節	打樁機	246

第八節	混凝土振動機	247
第九節	水泥噴槍	248
第十節	鑽孔機	250
第十一節	鋸	251
第十二節	抽水機具	252
第十三節	鑽岩機	253
第十五章	抽水機械	269
第一節	往復式抽水機	270
第二節	隔膜式抽水機	274
第三節	離心式抽水機	275
第四節	自動充水離心式抽水機	278
第五節	氣動離心式抽水機	282
第六節	摩擦損失與設計	282
第七節	井點排水	287
第十六章	碎石機	291
第一節	顎式碎石機	293
第二節	旋轉式碎石機	296
第三節	錐形碎石機	298
第四節	錘石機	300
第五節	滾筒式碎石機	302
第六節	棒研機及球研機	306
第七節	顎式及滾筒式碎石機所產碎石之尺寸	307
第八節	碎石機之選擇	309
第九節	活動式碎石廠	313
第十七章	打樁機械	323
第一節	落擊式樁錘	324

第二節	單動式樁錘·····	325
第三節	雙動式樁錘·····	326
第四節	雙氣缸式樁錘·····	328
第五節	柴油樁錘·····	330
第六節	震動打樁機·····	333
第七節	打樁機械之選擇·····	334
第十八章	混凝土機械 ·····	341
第一節	普通拌和機·····	342
第二節	鋪築拌和機·····	347
第三節	車上拌和機·····	349
第四節	混凝土泵·····	351
第五節	混凝土鋸·····	355
第十九章	機械費用之計算 ·····	359
第一節	工程機械折舊費之計算法·····	361
第二節	機具管理費·····	371
第三節	機具修護費·····	371
第四節	變動費·····	373
第二十章	機械記錄表 ·····	381
單位換算表	·····	388
參考書籍	·····	392

第一章 緒 論

利用機械所產生的原動力，配以不同用途的構件使擔任土木、水利、及建築等工程之施工者，謂之機械施工。此等擔任施工之機械，謂之工程機械。

由於工程機械不斷的改良，不斷的發明及大力的推廣應用，因之在此十九、二十世紀內促進了建築工程的進展。在以往認為極艱難的工程，甚至無法施工的工程，在今世都可藉機械來完成。

使用機械施工主要在效率方面，因為利用機械施工可縮短完工時限，進而減低工程支出；再者利用機械施工可克服甚多人力所遭受的困難及人工無法達到的標準，故對於一個土木、水利、建築工程師必須要能充分瞭解機械，靈活運用機械，使機械能充分發揮其效率。

工程機械之發展可分為下述之三個時期：

甲、人力時期——在上古時代，人類為了避風雨，野獸等之侵襲，遂利用人手，石器……漸用簡單的手工具如圖 1-1 所示者在山邊或地上挖掘居住之所，並以此種簡單的手工具配合編織的筐簍作較大規模的工程。此種原始之施工方法目前在比較落後的地區或小工程尚有採用。

乙、獸力時期——隨着時代的進展，大型工程愈來愈多，單靠人力難以勝任此類艱鉅之工程，因之遂產製了各種機具以適應各種需要，但當時蒸汽機，內燃機等尚未發明，而此等機具須藉某動力帶動才能發揮功效，因之憑着人類的智慧，以獸力為原動力以帶動此等機具，例如以牛、馬等拖拉車輛以作運土之用；以馬驢等拖動犁，先將泥土犁鬆以利移除。填方基礎之壓實甚為重要，為了使此鬆散之填土能得到相當的壓實，人類遂使牛、羊等在此填土上來回走動，逐達壓

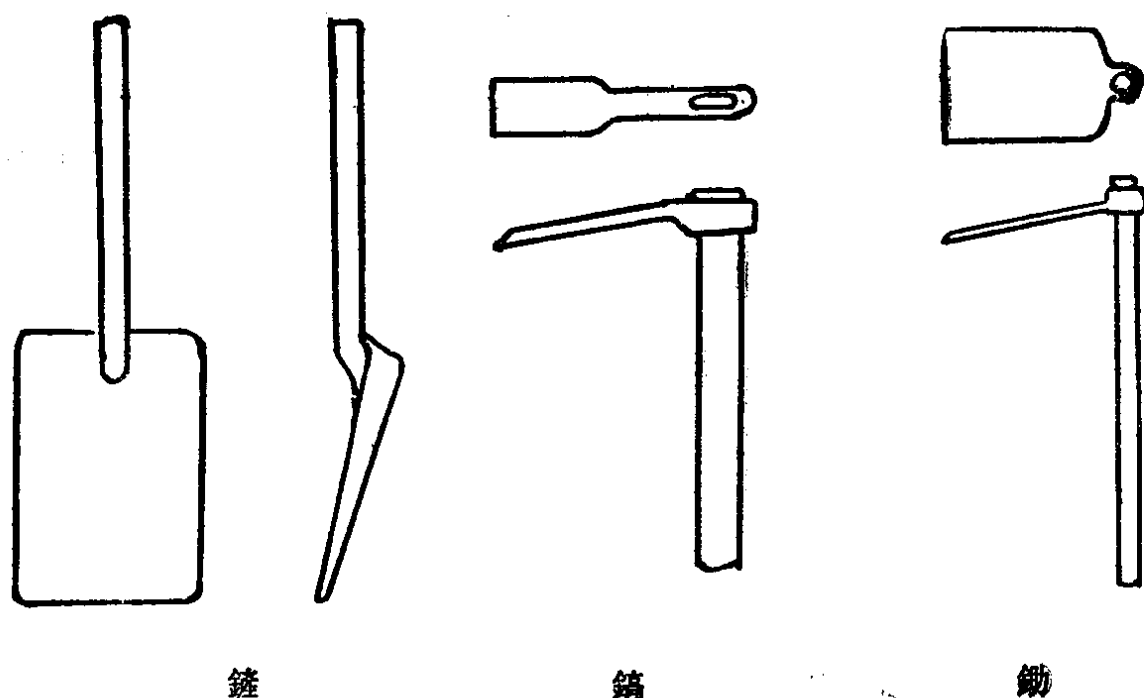


圖 1-1 鏟、鎬、鋤之形式

實的目的。此種方法逐漸發展成爲今日之羊脚滾壓路機 (*Sheep Foot Roller*)。後來又有在騾馬之前安裝一堆土板 (*Bulldozer Blade*)，以騾馬爲原動力推動之以達堆土的目的，此後遂發展成爲今日之堆土機 (*Bulldozer*)。

丙、機械時期——在古代以獸力代替人力，對工程的施工不可謂非一大進展，當時的許多大工程都藉此而完成。然後使用獸力有其許多不便的地方，同時也逐漸的不合人類的迫切需要，因之自從蒸汽機於十八世紀發明後，遂利用其所產生的原動力代替獸力。一八六五年蒸汽鏟土機問世後，便被利用於公路工程之路基挖掘，同時更配合以馬車或火車來擔任運土的工作。後來內燃機發明後遂取代蒸汽機而應用於工程機械上。在當時由於蒸汽機所佔的體積龐大，而其效率又低，汽油引擎適可克服此等缺點，因之人類又捨去蒸汽機而改用汽油引擎產生的力量爲原動力拖拉適宜的機具。一九〇四年賀特 (*Holt*) 與伯斯特 (*Best*) 發明汽油引擎之履帶式牽引車 (*Crawler Tractor*)。此種履帶式牽引車強有力，可配以適當機具用於工程之施工，例如欲作挖

土、堆土或填土等工作時，可於牽引車前裝配推土鏟而成推土機；欲作刮土、裝土、運土或卸土等工作時，可使用牽引車帶動刮運機(*Scraper*)而完成之。一八九三年經濟耐用之柴油引擎出現後，遂開始逐漸的採用其產生之強大力量作為工程機械之原動力。

使用履帶作為運轉時，因其在砂或光滑的岩石上工作時，容易打滑而無法獲得全部馬力，且其行動緩慢，轉移不方便，因之目前為適應工程之特性，遂有以大型膠輪車胎代替履帶式，更為使膠輪能充分適應一般工程的要求，輪胎製造廠商都致力於輪胎之大小，輪胎表面之花紋，輪胎內氣壓大小的程度等的研究，使膠輪之工程機械更富機動性。

我國以往也多以鏟、鋤等作為施工用具，挖出之土方由人工挑運，在抗戰期間也曾利用大陸北方各省特有的獨輪車搬運土方。民國以來有志之士，曾大力的提倡施工設備機械化，交通部也於民國二十八年前後購有推土機，壓路機，鏟土機……等多種，當時由於對日戰爭，機械之配件，燃料，修理保養等都發生困難，因之未能收到利用機械的最大效能。民國三十五年交通部公路總局成立一個築路機械管訓處，從事機械施工的操作，修理、保養等專門技術訓練，同時成立了三個機械築路總隊，展開機械施工，使我國之工程之施工進入機械化。

臺灣光復初，無論港埠的設備，公路、鐵路、水力發電工程等等都遭受破壞，而當時的施工設備也非常的簡單，在公路工程上僅有少數的幾種二輪、三輪壓路機、小型碎石機(*Stone Crusher*)、小型混凝土拌合機(*Concrete Mixer*)，瀝清鍋、洒水车及普通車輛機具等設備而已。後來經濟的重機械廠曾遷來臺灣一部份重機械設備，才略足供工程施工之用。由民國四十二年起，臺灣開始實施第一期臺灣經濟建設四年計劃以迄目前為止，在土木水利建設工程上都廣泛的使用工

程機械施工，例如西螺大橋的架設；四十二年開始鋪築的西部縱貫公路的高級路面；麥克阿瑟公路，北新公路，北部橫貫公路等之施工都大量的採用機械。目前臺灣的公路保養也已進入機械化。

不但公路、鐵路工程的施工廣泛採用機械，在水力發電工程，例如霧社大壩、石門水庫、曾文水庫等也都大量購入新式的工程機械，使我國的機械施工進入一新紀元。

工程機械按其使用目的而分，其種類甚多。近年來各製造廠商都致力於製造一機數功用的機械。茲按其功用分為下列數種：

一、挖掘機械 (*Excavating Equipment*)

1. 鏟土機 (*Power Shovel*)
2. 扒土機 (*Dragline*)
3. 抓土機 (*Clamshell*)
4. 鋤土機 (*Hoe*)
5. 挖溝機 (*Trencher*)
6. 挖泥船 (*Dredger*)

二、搬運機械 (*Hauling Equipment*)

1. 卡車 (*Truck*)
2. 牽引車與拖車 (*Tractor and Trailer*)
3. 傾卸卡車 (*Dump Truck*)
4. 帶運機 (*Belt Conveyor*)
5. 索道 (*Cableway*)

三、裝載機械 (*Loading Equipment*)

1. 裝載機 (*Loader*)
2. 推土機 (*Bulldozer*)
3. 刮運機 (*Scraper*)

四、翻鬆機械 (*Ripper Equipment*)

1. 犁土機 (*Ripper*)
2. 除根機 (*Rooter*)
3. 耙土機 (*Cultivator*)
4. 翻土機 (*Harrow*)

五、輾壓機械 (*Compaction Equipment*)

1. 壓路機 (*Roller*)
2. 羊腳壓路機 (*Sheep's-foot Roller*)
3. 震動壓實器 (*Vibratory Compactor*)
4. 夯壓機 (*Rammer*)

六、平整機械 (*Grading Equipment*)

1. 平路機 (*Grader*)

七、起重機械 (*Hoisting Equipment*)

1. 吊車 (*Crane*)

八、碎石機械 (*Crushing Stone Equipment*)

1. 碎石機 (*Crusher*)

九、打樁機械 (*Pile Driver Equipment*)

1. 打樁機 (*Pile Driver*)
2. 拔樁機 (*Extractor*)

十、抽水機械 (*Pumping Equipment*)

1. 抽水機 (*Water Pump*)

十一、混凝土機械 (*Concrete Equipment*)

1. 混凝土拌合機 (*Concrete Mixer*)
2. 混凝土震動器 (*Concrete Vibrator*)
3. 灌漿機 (*Grouting Machine*)
4. 水泥槍 (*Cement Gun*)

十二、瀝青機械 (*Bituminous Equipment*)

1. 瀝青撒佈機 (*Asphalt Distributor*)
2. 瀝青混凝土拌合廠 (*Asphalt Concrete Mixing Plant*)
3. 瀝青混凝土鋪築機 (*Asphalt Concrete Finisher*)

我國地大物博，土木水利大工程的建設方興未艾，而此非有大量工程機械不爲功。向來我國所使用之工程機械都由外國進口，耗費大量的外匯，因之對工程機械的研究與製造，須更加努力以期趕上各先進國家。

習 題

- 1-1 機械施工有何優劣點？
- 1-2 工程機械之所以能代替人工施工，其原理何在？
- 1-3 試述工程機械之發展史。
- 1-4 工程機械按其使用之目的，可分爲幾類？

第二章 牽引車

牽引車 (*Tractor*)，爲一種多用途的機械。能將其原始動力（引擎所產生之能力）轉變爲牽引力而用於推、拖各種本身不具動力之施工機械，例如推土鏟 (*Bulldozer Blade*) 裝置在牽引車前端，就成推土機 (*Bulldozer*) 可用來推移砂土；又如將羊腳滾 (*Sheep's Foot Rollers*) 裝置在牽引車後端，就可用作路基的壓實。

牽引車的操縱方式分有鋼繩操縱及油壓操縱兩種。前者按其所須獨立操縱機構的多寡設有二個四個絞盤分別擔任之，此式由於操縱之機構簡單，若遇損壞，隨時可在工地修復，後者之操縱機構較爲複雜，非隨時隨地可予以修復，但此式之操作實較前者簡便。

牽引車之能力大小的表示方法有以“馬力”及“重量”兩種，以後者最爲常用。爲使能適合工作性質及工地特性，牽引車分有履帶牽引車 (*Crawler Tractor*) 及膠輪牽引車 (*Rubbertired Tractor*) 兩種，茲將之分述於下列各節。

第一節 履帶牽引車

牽引車之行走部份採用履帶者是爲履帶式牽引車如圖 2-1 所示。此式一般採用柴油引擎，故能產生強有力的推拉能力。由於履帶之鋼板與地面之接觸面積大，故與地面接觸之單位面積上所受之壓力較低，因之特別適宜於較軟弱之土質地區或礫石之崎嶇不平之地表面上作業。若將之經過特別防水處理後，也可在泥濘或水之深度幾及於履帶之頂部時仍可繼續作業。表 2-1 所示，爲美國卡他皮拉牽引車廠 (*Caterpillar Tractor co.*) 出產之各型式牽引車經過特別防水處理後，在水中之作

業深度。此式牽引車在砂或光滑之岩石上作業時，因履帶易打滑，無法發揮其最大效力。其在工作中之行駛速率最快約每小時12公里左右，

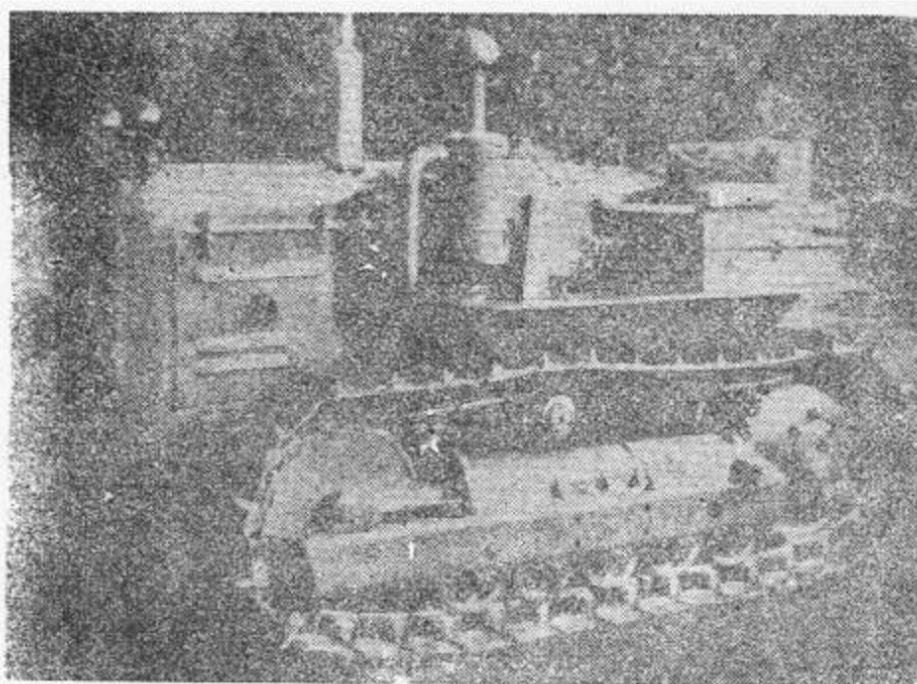


圖 2-1 履帶式牽引車

最適宜的作業距離為 60 至 450 公尺。

表 2-1 加防水設備後之牽引車在水中作業之深度

牽引車型式	作業深度(公尺)
D 8	1.8 (70吋)
D 7	1.8 (70吋)
D 6	1.5 (60吋)
D 4	1.5 (60吋)
R 4	1.3 (50吋)

茲將履帶式牽引車之優劣點述之於下，以供選擇機具作業時之參考：

優點：

1. 牽引車之重量分佈於履帶上，故其牽引力特強，最大可達自重之80%至90%。