

李約瑟 著

陳立夫 主譯

# 中國之科學與文明

## 第九冊 機械工程學 (下)

譯者 錢昌祚 石家龍 華文廣  
校者 程嘉垕 劉拓

中華文化復興運動推行委員會編譯  
「中國之科學與文明」編譯委員會編譯  
臺灣商務印書館發行

# 中國之科學與文明編譯委員會說明

本書第一冊出版後，本會總編輯陳立夫先生于六十一年二月九日寄贈原著者李約瑟博士一冊，附函表示歡迎其批評與建議。李約瑟博士于三月八日自英國劍橋復函，譯附如下：

臺北國立編譯館轉陳立夫博士：本年二月九日尊函，敬悉。承惠贈「中國之科學與文明」第一卷漢譯本一冊，收到，匆匆拜讀一遍，萬分欣喜！譯本之編排與版式，極便于閱讀；字體及封面等，又清晰悅目，良堪讚美！以下各卷，原書頁數，有較第一卷頁數超出兩倍以上者，其譯本似須分裝二至數本，始能與第一卷譯本相配合。弟本人及合作者得親睹此書終能以漢文面目問世，實感覺獲有無可名狀之愉快，願借此機會向先生致最懇切之敬意！

李約瑟（英文及漢文之簽名）

李約瑟博士建議以下各卷原書頁數較多，其譯本可分裝二至數冊，以與第一冊相配合，此項意見，至為恰當，因此，本會決定將原書自第二卷（Vol. II）起之譯本分裝如左：

第二冊——原書第二卷 8 至 13 章科學思想史

第三冊——原書第二卷14至18章科學思想史（續）

第四冊——原書第三卷19章數學

第五冊——原書第三卷20章天文學

第六冊——原書第三卷21至25章氣象、地理、地質、地震、礦物等學

第七冊——原書第四卷26章物理學

第八冊——原書第四卷27章機械工程學

第九冊——原書第四卷27章機械工程學（續）

至以下各卷，俟付印時再行酌分，以資配合。至于章節等之數字，仍用原書1. 2. 3. 及（a）（b）（c）等爲序，以便利讀者查閱及對照原書。

本書內容廣泛，參考書籍多不易查考，本會對於譯述審核工作，雖曾深切注意，力求正確；但以限于事實，錯誤仍恐難免。尤以科學技術名詞及人名地名之翻譯，或與標準譯名未符，或一名數譯，致前後歧異。第一冊問世後，曾承吳大猷、華谷月、陳良佐、王家儉、陸寶千、鄭亦同諸先生惠賜評述，指出若干錯誤之處，至深感激，本會當即編印勘誤表，附入未出售之書內，藉資補救。此後陸續出版之譯本，更望各方學者多予批評指教，本會自當虛心接受，力謀改進。

# 第九册 目錄

f 原動力及其應用之一——獸力拖曳	一
(1) 有效馬具及其歷史	一
(i) 蘇昧及商代之喉帶與肚帶式馬具	五
(ii) 首次合理化；楚漢時之胸帶式馬具	一一
(iii) 比較性之評價	二〇
(iv) 發明之傳播	二五
(v) 第二次合理化；蜀魏之頸圈式馬具	三六
(2) 獸力與人力	五九
g 水力工程學(一)，升水機械	六三
(1) 配重之水斗	六五
(2) 井上絞車	七二

(3) 戽斗輪	七五
(4) 方板枱式鏈泵及念珠式泵	七九
(5) 「塞快亞」——罐式鏈泵	一〇〇
(6) 戽水車——周邊罐輪	一〇六
h 原動力及其應用之二——流水及落水	一一一
(1) 槽 碓	一一一
(2) 東方及西方之水輪	一二五
(3) 漢宋時代之冶金鼓風機	一三〇
(4) 往復運動與蒸汽機系列	一四六
(5) 秦漢時代之水碓	一六一
(6) 漢代及以後之水磨	一六八
(7) 發明及其傳佈問題	一八二
i 水激與激水輪；東西方之磴船及輪船	一八七
j 時鐘機構；埋沒六個世紀	二二九
(1) 蘇子容及其天文鐘	二四九
(2) 北宋及以前之時鐘	二七六

(3) 中國時鐘之史前階段	二九五
(4) 自蘇子容至利瑪竇；時鐘及其製造	三一四
(5) 朝鮮太陽系儀，亞洲時鐘及彌山之機械化	三四二
(6) 時鐘與文化交流關係	三六四
k 立式及臥式裝置；東方及西方之旋轉書架	三八九
l 原動力及其應用之三——風力；東西方之風車	四〇二
m 航空工程之史前階段	四二六
(1) 傳奇性資料	四三〇
(2) 奇術家	四三五
(3) 風箏及其起源	四四〇
(4) 直昇陀螺；葛洪及克理關於「罡風」及「旋浮」	四四五
(5) 空氣動力學之誕生	四六四
(6) 東西方之降落傘	四七一
(7) 東西方之氣球	四七四
n 結 論	四八〇

圖表

圖五三六	馬具之三種主要形式	三
圖五三七	牛類牲畜用之古老牛軛	六
圖五三八	輪車與馬及御者一同埋葬，在河南安陽附近大司空村所發掘（約為西元前十二世紀）	六
圖五三九	馬用青銅「軛」之一種，見於埋葬之商代輪車中	七
圖五四〇	漢代仍沿用之一種「軛」，見於成都附近發掘之模造磚上	七
圖五四一	漢代胸帶式馬具（武梁）	一二
圖五四二	輕型二輪行李馬車之漢代青銅模型	一二
圖五四三	懸於一停置車車轅上之屁鞞及臀帶（武梁）	一三
圖五四四	另一漢代馬車上馬具之畫像，獲自沂南祠，約為西元一九三年	一三
圖五四五	沂南畫像詳解，說明叉轅，橫木，「軛」及馬具組件	一四
圖五四六	初期之胸帶式馬具；係繪於西元前約四世紀之楚國製圓漆盤上之圖案，發現於長沙附近之漢墓中	一七
圖五四七	牽夫逆水拖舟；敦煌千佛洞第三二一號洞中唐初時代之壁畫	一七
圖五四八	長沙漆畫中馬具之圖解	一八

圖五四九	喉帶與肚帶式馬具之改善方案	二二三
圖五五〇	現存亞威農卡維特博物院之馬勞第畫像上前方馬之馬具	二二七
圖五五一	印度山奇南門最下部軒緣上所彫刻二輪車中之一馬(可能為西元前一世紀末者)	二二七
圖五五二	羅馬帝國後期改善馬具試驗之證據，第三世紀斯泰塔斯氏石棺上之彫刻	二二八
圖五五三	馬具之另一高羅圖片；特里爾蘭地斯博物院中之彫刻板(第四世紀)	二二八
圖五五四	第三種羅馬後期之實例；羅馬古港奧斯替亞地方第四世紀混成畫中之馬與車	二二九
圖五五五	漢墓中載有喉帶與肚帶裝具之狗模型(塞爾繆西博物院藏)	二三三
圖五五六	甘肅敦煌千佛洞中壁畫之解說	三三六
圖五五七	頸帶式馬具之起源。西藏行軍統帥張議潮妻宋氏行列之一部分(在老縣路上之敦煌地區)，千佛洞壁畫之一，日期為西元八五一年	三三八
圖五五八	統帥妻室行列中最下方(近處)行李車之放大圖，係複製者	三三八
圖五五九	典型之頸圈式馬具，仍在華北及西北地區使用者(原圖西元一九五	



八年攝) ..... 三九

圖五六〇 中國馬具之三組件系統仍遺留於意比里亞半島；南葡萄牙之一實例

(原照攝於西元一九六〇年) ..... 四三

圖五六一 千佛洞壁畫中馬具之最古老圖片，西元四七七至四九九年間北魏朝

所繪 ..... 四四

圖五六二 其後未久之一圖片，日期為西元五二〇至五二四年間 ..... 四四

圖五六三 佛教石碑之拓片，日期為西元四九三年，乃紀念郭室人之僧侶職業 ..... 四八

圖五六四 四川昭化鮑三娘墓中之模造磚，西元二二〇至二六〇年之間，描繪

極似頸圈式馬具之物 ..... 四九

圖五六五 歸源於漢代之模造磚，顯示一輪車由三馬拖曳，其背脊及胸部皆佩

有厚環狀物（狄平子所藏） ..... 五〇

圖五六六 秦或漢初時代之模造磚（西元前三至二世紀）描繪一四輪車由五馬

拖曳疾駛，每馬似皆裝有頸圈及若干拖條（狄平子所藏） ..... 五一

圖五六七 圖解表示懸掛較短鬃甲帶之效果，乃繪畫紀錄中對頸圈之仿倣 ..... 五三

圖五六八 第六世紀佛教石碑上之馬匹及車輛 ..... 五五

圖五六九 千佛洞中隋代壁畫上之駱駝車，約西元前六〇〇年 ..... 五五

- 圖五七〇 連接馬具至車輛或機械上之方式……………五八
- 圖五七一 桔槔或配重之水斗槓桿，供自井內汲水，小湯山祠畫像之漢代圖片  
，約爲西元一二五年……………六四
- 圖五七二 西元一六三七年之天工開物中之桔槔……………六八
- 圖五七三 引槽樑式配重之水斗一組，見西元一二〇六年阿爾伽查來有關機械  
裝置之論文……………七〇
- 圖五七四 帶曲柄之井上絞車（轆轤），錄自天工開物（西元一六三七年）……………七三
- 圖五七五 戽斗輪（刮車）或手動蹊輪，刮水上升而流入引槽，錄自授時通考  
（西元一七四二年）……………七六
- 圖五七六 踏板操作之戽斗輪（踏車），或爲十七世紀之日本發明……………七七
- 圖五七七 標準中國方板枱式鏈泵（翻車）（原照攝於西元一九四三年）……………七七
- 圖五七八 方板枱式鏈泵機構之詳圖……………七八
- 圖五七九 西元一六三七年天工開物中之方板枱式鏈泵……………八一
- 圖五八〇 人力以曲柄與連桿操作之方板枱式鏈泵（拔車），錄自天工開物……………八二
- 圖五八一 以牛轆轤與直角齒輪系操作之方板枱式鏈泵（牛車），錄自天工開物……………八三
- 圖五八二 以水平水輪與直角齒輪系操作之方板枱式鏈泵（水車），錄自天工

開物	八四
圖五八三 帶式輸送器，基於方板枱式鏈泵原理，西元一九五八年使用於某一水利工程計畫中	九六
圖五八四 已廢棄之念珠式泵上之鑄鐵齒輪及鏈輪之組合件（原照攝於西元一九五八年）	九六
圖五八五 三重念珠式泵，以手操作二曲柄（原照攝於西元一九五八年）	九七
圖五八六 念珠式泵及「飛輪」，以二磨石配重經偏心輪，連桿及手桿而以人力操作（原照攝於西元一九五八年）	九七
圖五八七 「塞快亞」或罐式鏈泵，希臘及回教文化之特徵，阿爾伽查來有關精巧機械裝置書中（西元一二〇六年）之圖解	一〇二
圖五八八 近代之「塞快亞」，裝於伊斯坦堡附近之葉地庫里（攝於西元一九四八年）	一〇四
圖五八九 中國之「塞快亞」，錄自天工開物	一〇五
圖五九〇 廢棄之木製「塞快亞」齒輪及鼓輪（攝於西元一九五八年）	一〇八
圖五九一 「塞快亞」之傳統式工業用途，四川自流井鹽田中之鹽水提升塔（車樓）	一〇九

圖五九二	戽水車或周邊罐輪（筒車），錄自西元一六二八年之「農政全書」	一一〇
圖五九三	四川成都附近之三戽水車成組操作（原照攝於西元一九四三年）	一一二
圖五九四	高升程戽水車，圓徑約四十五呎，完全以竹木製成（原照攝於西元一九四三年）	一一三
圖五九五	高升程戽水車一組（圓徑約五〇呎），位於蘭州下方黃河之一支流中（原照攝於西元一九五八年）	一一四
圖五九六	戽水車之最古老圖片，敘利亞阿伯墨阿之嵌鑲圖畫	一一五
圖五九七	最簡單之水力機械，以可傾覆之水桶用作間歇之配重（西元一三一三年）	一一二
圖五九八	十八世紀歐洲使用傾覆式水桶為間歇配重之方式，崔瓦特氏之鍛爐鼓風機	一一三
圖五九九	水輪之可能原始形式	一一五
圖六〇〇	維特魯維阿立式水輪，經由直交齒輪以驅動磨石	一一七
圖六〇一	魯維斯島上之臥式水輪（克爾文，四）	一二八
圖六〇二	水力操作之冶金鼓風機（水排），現存最早期之圖例，錄自農書（西元一三三一年）	一三一

圖六〇三	王禎之冶鐵爐及鍛爐用之臥式水排（西元一三一三年）	一三二
圖六〇四	後期之風箱圖（木扇），日本冶鐵爐用之鑪	一三四
圖六〇五	鑪鼓風機之平面及側面圖（李德博，二）	一三六
圖六〇六	王禎之冶鐵爐及鍛爐用之立式水力鼓風機圖解	一三八
圖六〇七	西元一七五七年維爾金生氏水力鼓風機之半透視簡圖	一四〇
圖六〇八	立式水輪驅動之冶爐風箱，西元一五八八年拉麥利氏之設計	一四四
圖六〇九	蒸汽動力機系列內之一同族機件；加塞瑞在其西元一二〇六年所著之精巧機械器具一覽內所述之槽桿式泵	一四五
圖六一〇(a)	槽桿式液壓泵之說明（波斯陶教授）	一四八
圖六一〇(b)	槽桿式液壓泵之活動模型（波斯陶教授）	一四八
圖六一一	廻轉運動與往復運動之轉換；利那多氏（約西元一四九〇年）之特殊方法：(i) 利用直交齒輪及內鼓輪及鈎齒	一四九
圖六一二	利那多之其他方法：(ii) 圓柱偏輪，(iii) 觸角與聯桿系統，(iv) 半齒輪	一五〇
圖六一三	晚期利用半齒輪將連續運動轉換為交互縱向直線運動之例，為西元一五八八年拉麥利工程概論中所述水泵系統之一	一五一

圖六一四	中國第一幅蒸汽機車圖，載丁拱辰之「演礮圖說」（西元一八四一年）	一五三
圖六一五	中國第一幅蒸汽輪船圖，載鄭復光之「火輪船圖說」（西元一八四六年）	一五四
圖六一六	鄭復光氏之另一圖，錄自「海國圖志」，乃中國首幅說明複式往復蒸汽機之滑動氣閥之圖	一五四
圖六一七	一列水碓，以下射立式水輪操作之，錄自天工開物，（西元一六三七年）	一五六
圖六一八	西元一七七〇年狄特略百科全書中之鍛錘	一六二
圖六一九	中古歐洲典型之立式杵車（約西元一四三〇年）	一六二
圖六二〇	可能為歐洲重型鍛錘最早之圖示，係西元一五六五年馬格諾氏著作中之木刻	一六五
圖六二一	最富中國特徵之水磨，以臥式水輪驅動磨石（臥輪水磨）	一六七
圖六二二	齒輪聯動水磨，九個水磨由一個上射式水輪及直交齒輪系驅動之（水轉連磨），西元一七四二年之圖	一六九
圖六二三	現代中國水輪；四川成都附近朱家碾之臥式水輪（西元一九五八年）	一六九

圖六二四	正在施工中之臥式水輪，成都（西元一九五八年攝）	一七一
圖六二五	甘肅天水附近水碾下方之臥式水輪（西元一九五八年攝）	一七一
圖六二六	西元九四〇年穆黑希所述甘肅山丹地方水碾之解釋圖	一七三
圖六二七(a)	十三世紀末及十四世紀初，水力應用於紡織機械之例（農書）	一七六
圖六二七(b)	山地河流中之磨坊，元朝（約西元一三〇〇年）無名氏之軸畫（現存遼寧省立博物院）	一七七
圖六二八	里昂地方魯恩河中之磴船，西元一五五〇年所繪	一七八
圖六二九	羅馬泰貝河上之浮磴，西元一四九〇年孫伽羅氏之繪畫	一九〇
圖六三〇	四川涪陵浮磴之工程圖（伍斯德，T）	一九二
圖六三一	後期羅馬無名氏在所著 <i>De Rebus Bellicis</i> 書中擬議之車船圖	一九三
圖六三二	西元一四三〇年左右，一郝塞無名氏文稿中所繪之車船	一九三
圖六三三	槳輪戰船（車輪舸），「圖書集成」（西元一七二六年）轉錄自西元一六二八年之「武備志」	一九六
圖六三四	宋代（西元一一三五年左右）多輪戰船重繪之圖，根據高宜原設計之圖樣	二〇五

圖六三五	十七世紀日本小型手搖車船圖	二〇八
圖六三六	廣州珠江中之車船之一（巴黎氏攝）	二一一
圖六三七	維也納博物院中所存廣東尾車車船模型之尾段圖	二一一
圖六三八	長慶於西元一八四一年鴉片戰爭時期所造之車船戰艦	二一二
圖六三九	宋代之車船（輪船）圖，載俞昌會西元一八四二年著之「防海輯要」	二一五
圖六四〇	北平附近夏宮（頤和園）中花園內之著名大理石車船	二二六
圖六四一	在中國之耶穌會教士天文家，十七世紀末葉法國波維之織錦壁畫，現存拉曼博物館	二三一
圖六四二	科學女神扮成宮女。董其昌（西元一五五五—一六三六年）所繪西方式之聖畫	二三二
圖六四三	「自鳴鐘」，即西元一五八三年及以後由耶穌會教士傳入中國之歐洲式報時鐘	二三五
圖六四四	兩個時辰之肖屬，西安唐代古墓中掘出全套十二種肖屬瓷像之一部分	二四〇
圖六四五	十四世紀初最簡單之歐洲機械時鐘	二四一



- 圖六四六 早期重量驅動機械時鐘之立軸搖桿式擒縱機構，錄自貝少特(一)……………二四五
- 圖六四七 水銀漏室鼓輪式之擒縱機構，錄自西元一二七六年卡斯提爾之「天文須知」……………二四六
- 圖六四八 十七世紀中葉加力略及海更士共同創造之擺與立軸及小掣之組合，錄自貝少特(一)……………二五〇
- 圖六四九 十七世紀末柯立門氏創造之錨式擒縱機構及擺，錄自貝少特(一)……………二五一
- 圖六五〇 蘇頌及其同僚於西元一〇九〇年在河南開封所建立之天文鐘樓之複製圖……………二五七
- 圖六五一 鐘樓之全圖（「新儀象法要」）……………二五九
- 圖六五二(a) 蘇頌之「水運儀象台」，水力驅動及傳動機械詳圖……………二六〇
- 圖六五二(b) 蘇頌鐘樓傳動機械之假想圖（康布利治，(一)）……………二六二
- 圖六五三 驅動輪（樞輪）及儲水池（退水壺）圖，錄自「新儀象法要」……………二六三
- 圖六五四 主驅動軸（樞軸）之直交齒輪系及立傳動軸（天柱）圖，錄自「新儀象法要」……………二六三
- 圖六五五 報刻司辰輪，錄自新儀象法要……………二六四
- 圖六五六 上下昇水輪，儲水池及其操作手柄，錄自「新儀象法要」……………二六八