

科學圖書大庫

少年科學叢書

火箭與飛彈

譯者 陳忠義 張人岳

校閱 高振華

徐氏基金會出版



美國徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有
不許翻印

中華民國六十一年五月一日再版

少年科學叢書

神奇的電腦與機械人

定價 新台幣 十五元 港幣二元五角

譯者 陳清信 東海大學物理系講師

內政部內版臺業字第1347號登記證

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 臺北郵政信箱3261號 電話783686號
發行人 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 林 碧 鏗 郵政劃撥帳戶第15795號
印刷者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段151號 排版 慧明打字排版公司

我們的一個目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識的傳播，是提高工業生產，改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。科學宗旨，固在充實人類生活的幸福也。

近三十年來，科學發展速率急增，其成就超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成事實。際茲太空時代，人類一再親履月球，這偉大的綜合貢獻，出諸各種科學建樹與科學家精誠合作，誠令人有無限興奮！

時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就人才，促進科學研究與發展，尤為社會、國家的急要責任，培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如生物、化學、物理、數學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。科學研究與教育的學者，志在將研究成果貢獻於世與啓導後學。旨趣崇高，立德立言，也是立功，至足欽佩。

科學本是互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的意外收穫。

我國國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年之間，所可苛求者。因此，從各種文字的科學圖書中，精選最新的基本或實用科學名著，譯成中文，依類順目，及時出版，分別充作大專課本、參考書，中學補充讀物，就業青年進修工具，合之則成宏大科學文庫，悉以精美形式，低廉價格，普遍供應，實深具積極意義。

本基金會為促進科學發展，過去八年，曾資助大學理工科畢業學生，前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯出版世界著名科學技術圖書，供給在校學生及社會大眾閱讀，今後當本初衷，繼續邁進，謹祈：

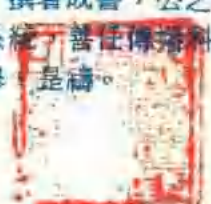
自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地精選最新、最佳外文科學技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世，助益學者。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。掬誠奉陳，願學人們，惠然贊助，共襄盛舉。是禱。

徐氏基金會敬啓



AWT311/06



引言

電子計算機正在引領我們人類邁向太空時代。如果沒有它們，科學家們將無法很快的供給我們太空飛行的資料，與許多困難問題的答案。當我們閱讀這本“神奇的電腦與機械人”的趣味叢書時，我們將知道在日常生活中，我們如何受到機械人與自動電子計算機的幫助。經由插圖與實例等等的說明，這本書必能使讀者瞭解近代電子計算機的功效。

科學家們正致力於創造並考驗其對自然界之事象所提出之基本概念。數學家則在發展數學的語言來描述並預示種種事象的因果關係。由這兩組人的通力合作，得以解決問題，並發現新現象，而電子計算機恰可提供一種新的方法，以促成解決這些問題所需要的合作。如果沒有電子計算機的協助，有些問題即使以人一生的精力也無法獲致完滿的結論。

電子計算機及各種自動化機器的來臨，可能給今日的世界帶來了顯著的社會與經濟結構的變遷，譬如一週工作日數的縮短等等。處在今天這個社會，任何人爲了要站在知識的前鋒，對於近代自動化設備的功能應有一個通盤的認識，這本“神奇的電腦與機械人”的趣味叢書，定能令你對電子計算機有一概括的瞭解，進而激發各種不同年齡的讀者，去思考自動化的時代來臨對國家未來經濟及科學發展有什麼影響與能產生什麼功效。

保羅·朴拉克巫謹識



AWT 311 / 06
183848

目 錄

譯 者 序

引 言

I 機械人

機械人是什麼	4
機械人一字源於何處	5
機械人像什麼樣子	6
機械人如何被用在太空探測	7
機械人如何工作	8

II 機械人與電腦

什麼是電子計算機	9
什麼是計算機的功用	10
誰發明電子計算機	10
計算機有那幾種	11
什麼是類比計算機	11
什麼是數字計算機	14

III 計算機如何工作

"輸入"之意義是什麼	15
"程序處理"之意義是什麼	15
什麼叫做"輸出"	16
什麼是計算機的數理邏輯	16
製造一簡易計算機的要件是什麼	17
簡易計算機如何操作	17
簡易計算機如何做出答案	18

IV 電腦的結構

儲存部門在那裏	19
那一部門做計算工作	20
計算機各部門如何聯合操作	21
計算機與他法解答問題的比較	21

V 計算機使用的語言

什麼是二進位系統	22
如何用二進位法來計數	22
十進位數如何換成二進位	23

二進位系統有沒有其他的功用	24
電腦能思考嗎	25
怎樣將問題交給計算機去處理	26
怎樣才能成為一位規劃員	28

VI 計算機的應用

計算機在國防上之價值如何	29
計算機在工商業的應用	30
計算機如何協助導航與航海	30
計算機如何協助醫師診病	
電腦如何翻譯	
電腦會發生錯誤嗎	

VII 能學習的機器

機械人能學習嗎	34
能學習的機器如何學習呢	34
學習機有什麼應用價值	36

VIII 教學機

教學機是什麼樣式	37
教學機如何教學	38
教學機能取代老師嗎	39

IX 自動化時代

什麼是自動化	39
"反送"是什麼意思	39
自動化的來臨會導致人們失業嗎	40

X 自動化的進展

自動化如何被應用在通訊方面	42
自動化如何用在運輸系統上	42
自動化如何應用在工業上	43
機械人能做人類所不能做的工作嗎	
什麼是遠距偵測	46
未來展望	46
電子計算機術語索引	47

I 機械人

在近世科學昌明的時代中，機械人這個名詞，尚使人聽來混有希望與恐懼的感覺。人們的期望在於我們所造的機械人可以給人類的生活帶來幸福與快樂。我們的恐懼在於機械人可能有一天統治整個世界而成為我們的主人。在你看完這本書後，你將能決定究竟機械人是為人類帶來福利或恐怖。



左圖顯示范·康沛林所述之下西洋棋的聰明騙子，正在思考下一步該怎麼走。他前面的魔術箱裡並非由自動化的機械人控制。右下方說明一個會下西洋棋的侏儒，正躲在魔術箱中操縱西洋棋應走的每一步。





科學家們正在尋求機械人的他種用途。舉例來說吧，像一艘由無線電來控制的機械船，就被用來放在人不能涉足的地點，以觀察鯨魚和海豚的群社行為及習性。這種資料無法直接獲取而需要借助於機械人的感覺系統，然後傳遞到數哩外研究海洋的主艦上去分析，因為這些海上哺乳族類，似乎無視於機械船的存在，祇要它沒有任何敵對的行動。

機械人是什麼？

並非每個人都同意於什麼是機械人，但是根據字典及百科全書，一般的定義是一部機器，它所做的工作是你所期望於一個人做的。

想製造一部機器能像人一樣工作和思想的念頭並不新穎。這種想法已存在了好幾世紀，最早關於機械人的故事，祇是一種虛構的科學幻想，像由德國人，歐夫幹、范、康沛林 (Wolfgang Von Kempelen) 於1768 年所發明的，可自動下西洋棋的魔術箱，這一魔術箱曾大為成功地擊敗了歐洲最好的西洋棋弈者，直至它被發現是由一位能下很好

的西洋棋的侏儒，躲在魔術箱中操縱機器使然。

這種機械人是假的，但目前科學家們已經製造了一種電子儀器的機械，可以真正地下西洋棋，這種機器祇要教它們怎麼下，往往能打敗對方，因為它絕不會像人一樣一錯再錯，而且當最後贏棋的時候，會很有風度的印出“對不起，你輸了”。

機械人一字源於何處？

機械人 (Robot) 這一個字，是由捷克斯拉夫的字 robotnick，演變而來的，原意在中古時候是用來稱呼一個



模博特 (Mobot) 是一種易於操縱的機械人，它強壯得可以彎曲鐵棒，也能輕易地拿起實驗室的燒杯而不弄碎。

農奴或奴隸，它由一位捷克作家卡略兒，柯畢克 (Karel Capek) 在他的劇本“魯森的機械人”一劇中，於1922年引入我們的現代語言。

在柯畢克的劇中，世上所有的工作都由機械人來擔任，而這一大群機械人均由魯森所製造。就這樣世上的日子過得平靜安詳，所有人類所期望的快樂與需要，都能獲致圓滿的解決，祇要這些機械人沒有自我的意識與感覺。然而，有一天，工廠的主管決定製造高級機械人，允許它們有人類所有的幸福與痛苦的感覺，這種機械人製造出來以後，機械人就反抗統御他們的主人，並消滅所有的人類。

自從柯畢克的劇本風行以後，幻想的科學作家們就把機械人看成一種很好的材料來寫作。到今天，機械人

已不再是一種書本上幻想的創作。真正的機械已在我們之間出現，諸如工廠的自動化操縱，翻譯語言，領航火箭飛行軌道，及計算或預告任何我們所想知道的事，像氣象，地震，選舉……等等。

機械人像什麼樣子？

大部分的機械人，並不像漫畫、電影或電視上常見的那樣。事實上我們設計製造的這些奧妙的機械人，很少跟人類的形像相仿。在它們的工作方面，它們能模倣人類的技巧，而且往往做得比人類更好。

你可以在家裡經常見到機械人為你服務，但你並不認為它們是機械人。根據定義，洗衣機、烤麵包機、自動煮咖啡壺、電熱器都可以稱為機械人的一種。

對人來說，有些機械人所作的工作是很危險的，可能最為人所知的要算那些稱為Mobot的機械人，這種遙控的機器有六呎長的柄，它具有手、腕、肘及肩膀，兩具電視機被放在升起連結的觸角上作為眼睛，Mobot形似一個大金屬盒攜置於輪子上，電線與操縱者相連，指揮該機械人之通路在一百個以上，並有兩個電視通道可以使用。雖然它們主要用於處理研究室的放射性元素等危險性的工作，但將來，它們可能被用在深海及太空的探測上。

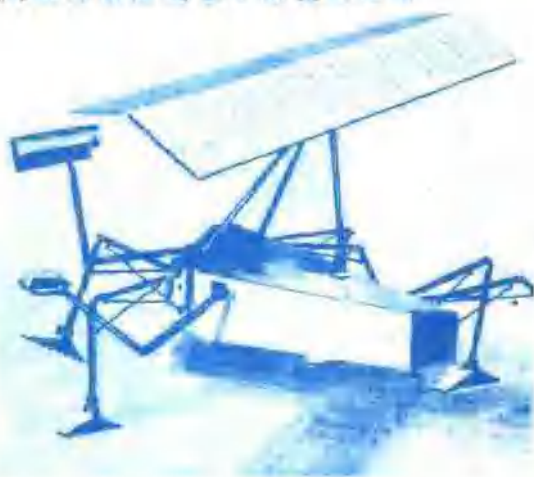


機械人如何被用在太空探測？

所有美國發射到太空的人造衛星，都有機械人在裡頭。這些機械人之功用乃將關於太空中之溫度，輻射或重力效應之資料，由無線電波送達地面控制塔人員。從它在太空的超然地位，它可攝取地球及其他附近行星之圖像。

當第一架太空船登陸月球、火星、或金星時，坐在裡邊的可能是機械人而非我們人類。機械人就如同模博特 (Mobot) 一樣，它能夠繪製月球背面之地形圖，也能作必要的地形研究，以揭開未知地區之謎，甚至於可以建造太空船

在這一艘人太空船到月球以前，美國早就計劃先以人造儀器揭開月球表面之謎。這種造機械人去探測的計劃係以“慢遊者”作先鋒，此種儀器登陸於月球上的風暴海。然後跟著發射“測量員”，它將帶有像氣象衛星之裝備及電視攝影機。繼之以“探測者”，它能像牽引機一樣在月球表面上推進，這三者能送返地球最須要知道的安全資料，使載人登月減低到最小限度的危險。





電子計算機已被工商業普遍採用，在幾小時內，它們被用來設計噴射客機，控制飛彈，收發帳單，處理薪水支票，為石油工業作計算工作及其他用途。

登陸之基地，以確保登陸太空人之生命安全。

員。

機械人如何工作？

有許多機械人雖然與模博特截然不同，但它們的基本操作原理卻是一樣的。它們最重要的部門就是人類指示它們行動的那一部份。通常這些指示係由無線電或經電路傳達於機械，甚或可以把指示器裝在機械人身上。為了使機器能按照人的意志工作，電能需由電路供應或安裝一自動電源，如電池等。

機械人除了有電能及指示器等裝備外，尚可置備偵測系統，如電視攝影機、輻射偵測器（蓋格爾計數計）、磁力計（用來探礦測油之儀器）。這些儀器就像人類的視覺及嗅覺器官，可以讓機械人獲致所需的資料，送回給操作的人

機械人也可有像人類手臂之裝置，經過指示後，機械人可以像人一樣拿取並移動東西。為了這一種操作，有些儀器必須安裝在機械人身上，以便操作人員可以知道機械人抓緊之握力有多大。（在模博特，都是把擴音器放在關節處，使得操作人員可以聽到動作的情況。）有些機械人非常孔武有力，它可以將鐵條打結，並舉起二十噸重的東西，而其敏感性尚且可製作餅乾，或倒水而不致使玻璃碎裂。



II 機械人與電腦

今天和我們相關的所有機械人中，那些裝有電腦或叫電子計算機的，將在幾年後，對我們的生活起很大的變革，這些機械人將使人類減少作一些雜碎的工作，並使人們有更多悠閒的時間。雖然電腦原先祇在幫助解決一些科學上的疑難問題，但現在已被用來作許多不同的工作。

什麼是電子計算機？

如果你想從字典裡找出計算機一字之意義，你會發現它的定義是一部能解決數學問題的機器。目前這些機器大小可從為人作乘除加減的枱面計算機，到房間一般大的，可解決複雜數學問題的電子計算機，其速度之快比人一眨眼之時間還短。

有時計算機被稱為“能思考的機器”，這是一種引人發生錯覺的稱呼。實際上，計算機並不能像人一樣思考，但它却做了一些很重要的工作。利用它的功能，可解決很繁複的數學問題，如預告人造衛星

之軌道，為洲際飛彈導航，或者追蹤高空氣象變化，及代發暴風雨、龍捲風及颱風警報等，比任何已知之氣象預報儀器都迅速準確。

計算機數小時內所作的數學問題，將比一個人用一生的時間，以紙和筆來計算所能解決的問題還要



第八、第九頁上的圖案顯示一些電子計算機在工廠企業方面應用的例證。其他不可計數的用途更可想而知。



多。它們為大部分的工業製造部門決定更佳的操作程序，並使技術人員可以控制繁複組合的機器。

什麼是計算機的功用？

計算機在許多地方影響我們的生活方式。每天它們處理很多公司付款的支票及銀行的帳單，現在它們被農人用來幫助他們決定何時播種最好、怎樣飼養家禽、動物及農作物需要放多少水量，和其他重要的事情。這種耕種方面的技術改革，解決了沖天式快速人口增加所產生的糧食需要量。談到人口的激增情況，美國戶籍部即利用計算機來協助它們追蹤人口確數。

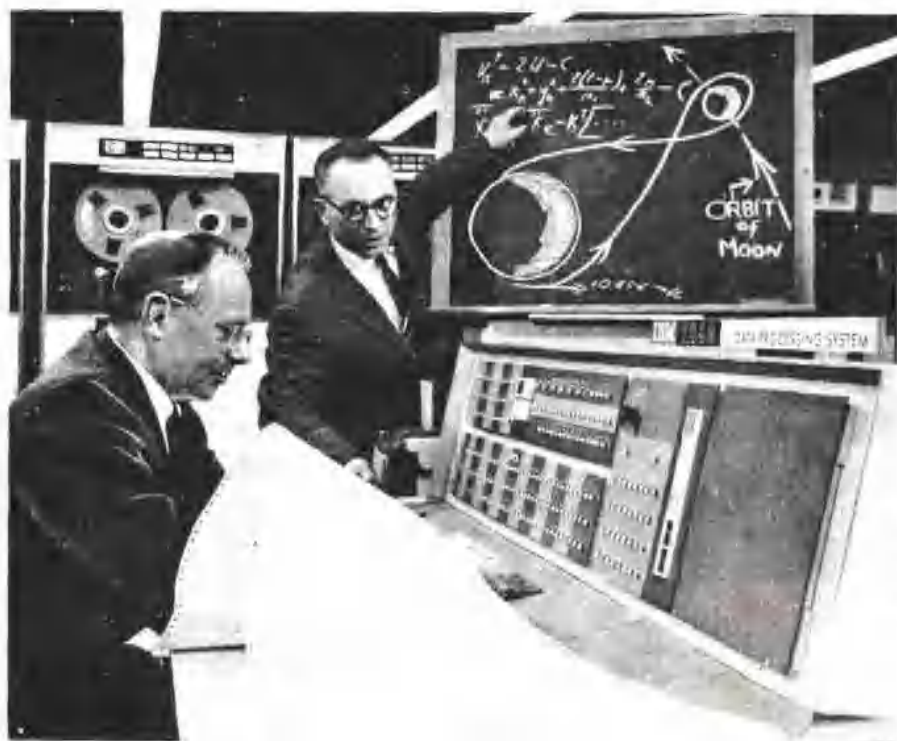
但計算機邁進了人們並不熟悉的應用範圍，它們幾乎影響了所有高

度技術產品的設計製造，像噴射機、核子反應爐、動力廠、橋樑及化學製造廠等等。例如在阿拉巴馬州漢斯維樂地方的太空中心，以兩部電腦，每部在一分鐘可以加減一千四百萬個數目的容量之電子計算機，來協助它們完成龐大的農神火箭之設計工作。農神計劃在於繞月及進入太空飛行。在其設計製造完成以前，須經數以千計的電腦校正，而後方能置於發射台上。

誰發明電子計算機？

本世紀所有美國人最頂尖的發明要推電子計算機，它的發明過程並非突如其來一下子產生的，這可以說是過去計算機雛形之演變，以及數學與應用科學聯盟所產生的果實。

由利用指頭計數，進展到在地上放置小圓石來計算……到將青銅小球放在



農神太空船主要目的在於完成繞月飛行並揭開月球另一面之秘。這整個飛行計劃，實際上需要好幾百萬美元之代價，光飛行軌道運算就要用幾百美元由 IBM 7090 電子計算機代為解答。圖示在阿拉巴馬州漢斯維樂的馬歇爾太空中心，正有人在研究已被計算機找出之奔月飛行軌道。最左邊係具有極大衝力之農神火箭模型。

有溝槽的板上滑動來計算，再進而到把算珠串在線上，固定於框架上及後來的算盤，（請參閱圖示）。緊跟著又有1642年加法機之發明，這時演算四則的計算機就應運而生，它係由機械演算器（Mechanical Tabulator），打卡控制系統及一微分分析儀（Punch-Paper Control System & Differential Analyzer）所組成。雖然這些發明已增加計算之速率，但是它們仍然無法趕上我們今日世界的複雜需要。

約在一百多年前，一位英國數學家名叫查理·巴貝基（Charles Babbage）的，設計了一種分析機，這種分析機，我們現在稱為自動化計算機的始祖。因為他的想法所涉及之機件的精確度，並非當時人們所能辦到而被擱置。

在1936年，一位哈佛大學的年青物理學家叫愛欽教授（Howard Aiken），碰巧看到了巴貝基博士的著作，如同巴貝基一樣，愛欽博士也預見到一種機械人，可以在極短的時間內完成幾百人的呆板運算工作。於是愛欽就跟他的研究同好組織起來，一起工作，大概到1944年時，他們就完成了一部可以運用的計算機。

兩年後，第一架全部由電子儀器組成，可供任何用途的計算機脫穎而出，它被簡稱為ENIAC 計算機（即電化數字積分計算機Electric Numerical Integrator and Calculator）。

ENIAC 係現代電腦之祖，它繁衍而成佔有房間一隅大小的各種計算機如UNIVAC，STRETCH，MANIAC，UNICALL，MINIVAC，SEAC 和BIZMAC 等

等。

計算機有那幾種？

現在我們引用的計算機有類比及數字兩種基本類型。雖然這兩種型態的計算機在結構，操作及使用上皆有極大的差異，但它們都能決定某一數量之大小。類比計算機是用量度來決定其數量，而數字計算機則以計數來決定其數量。



什麼是類比計算機？

類比計算機係依據和我們所要解決的問題之性質具有物理上之類似或相似性之原理來設計的。它顯示之物理量可能與我們所要解決之問題的物理量截然不同，但它算出的結果由刻度表上表出，或者用指針顯示在圖表上、刻度盤上，却能告訴我們所要之答案。類比計算機一般祇用來解決單一的問題，或一組有相同性質的特定問題。

我們常常可以看到簡單的類比裝置之應用。如汽車之速率表即是一個例證，它把汽車輪軸轉動的速率轉變成汽車以每小時多少哩前進的速率。如我們所瞭解的，汽車輪軸轉動的速率愈大，即表示車速愈快，這我們可從速率表讀出。在這個例子，我們需要知道的是車進而非輪軸轉動的快慢，但車速卻和輪軸轉動的快慢之物理量成正比。計算尺、溫度計、鐘錶及彈簧秤可算是屬於這一類型的計算機。



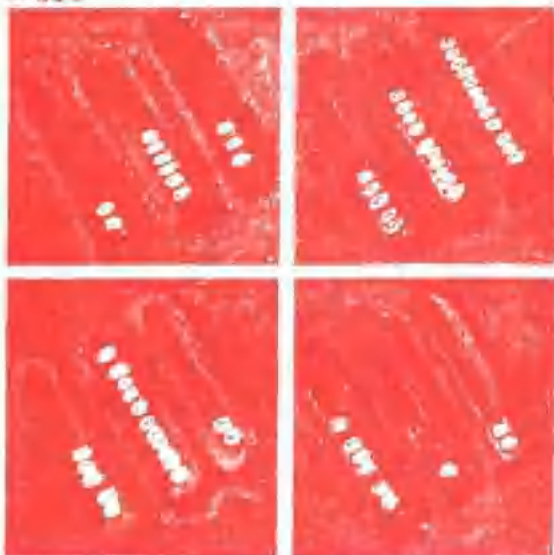
人類在有文字及符號來代表數目以前，利用手指來計數。

很多原始人早已由手指計數進化到利用小圓石來計數，古代祕魯的印卡新族人，即利用結繩的繩子叫做結繩文字的來做計數的符號。



最早的算盤，係利用沙中之凹槽放以小圓石。

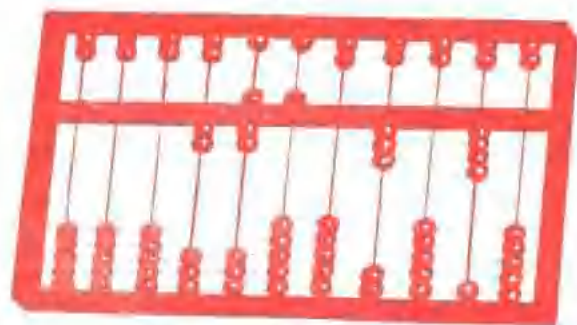
雖說算盤的形狀及名稱隨使用年代及地方而異，但它的基本運算原則並沒有絲毫改變。它有不同的行，每行中放有算珠或大理石的小球，它的行以位數的高低或依據十進位法而排列，古時候的人曾普遍的運用它。讓我們來看看巴比倫早期商人所用的算盤；它每行頂多祇有九顆小圓石，從圖上讓我們來做 263 與 349 的加法演算。首先我們在最下一行放下 2 顆小圓石，中間那一行放下 6 顆，最上一行放進 3 顆，然後我們最上行加 9 顆小圓石，取多於 10 的尾數 2 顆小圓石放在第一行，然後添上 4 顆及進一位之一顆放進第二行，凡超過十顆再進一顆於第三行，則第二行有一顆，而第三行則需再放進 3 顆，共有 6 顆，這就是說 $263 + 349 = 612$



羅馬人用的算盤，係在刻有凹槽的金屬盤中放置小球作為計算。



幾年前一美籍華僑帳房在一次較量快速計算比較中，以圖示算盤打敗用計算機之競賽者。



上面是1642年巴斯噶發明的加法計算機，下面是伯樂夫的手搖計算機，現代神奇的計算機是由這些改變而來的。



中國算盤橫桿以上之算珠每一個代表該位數五倍之值，下面每行都有五顆算珠，計算時每滿5時即推下該行之五顆算珠，放下橫桿上方同行之一顆算珠，左上圖之算盤所示之數目為27,503,040。



通常在我們的汽車裡，我們要曉得跑多遠及開多快，都由類比計算機來推算而直接顯示在里程表及速率表上。它們的設計原理是很簡單的，我們先算汽車跑一哩等於輪子轉多少圈，一個伸縮的運動裝置被用來傳遞輪子轉動回數到里程表上。在里程表上，每低一位之轉動帶上轉十圈，才帶動高一位之轉動帶一單位之數目，如此汽車跑了多少哩就可以看出來。速率表的原理，係利用同一伸縮軸每因輪子之轉動而轉動時，即行產生磁場。圖示，速率表係由帶有數目之鋁圓盤及指針固定在一扭轉彈簧之盤心上，伸縮軸則在鋁盤下附有一永久磁鐵，當汽車速率較大時，軸之轉動較快，產生在鋁圓盤上之磁場較大，而使鋁圓盤轉動，如此則指針就偏轉到較大之數目。

雖然我們所舉的類比計算機都是簡單的，其實類比計算機也可應用在複雜的問題上。用電子儀器造成的那一類型，可用在飛機之導航，飛彈彈道飛行及高射砲反轟炸空襲之發射控制。如果你曾經用來福槍射擊一移動的目標，你就可想像這種計算機之複雜性，因為它必須使大砲追蹤在40,000呎高空以每小時600哩飛行之敵機。任何人都不能很快的算出——風速、飛行方向及飛多快等等計算，但一部類比電子計算機却能很容易的達成使命。



汽車上之儲油量可由儲油計讀出，它也是類比計算機的一種，由一帶有連桿之浮標根據液面之高低而升降，可帶動指針以顯示儲油量。

什麼是數字計算機？

數字計算機是現今被普遍採用的一種計算用機械，因它的用途很廣，而且較類比計算機精確。數字計算機之工作原理，並非利用量度而是計數，它的名稱就由此而來。因為我們習慣採用十進位系統，而非十二或六進位法，所以大部分的計算機之計數亦採十進位。

我們擁有的最簡單的數字計算機就是我們的手指頭，有些問題我們數指頭就能解決。另一種我們所熟悉而較複雜的計算機乃是枱面計算機，這種機器可作四則問題之演算。

現代的自動電子計算機，常被稱為資料程序進行處理系統 (Data-Processing system)，可在給予解答問題的程序以後，自動做一長串代數及邏輯之運算而找出結果來。邏輯之運算過程包括有分析，選擇、比較大小，及各種不同種類之資料的配合整理。

III 計算機如何工作

所有近代的數字計算機都有三種基本的操作程序。第一為輸入 (input) ——即資料必須被輸入計算機中。第二為程序進行處理 (Processing) ——即資料被重新整理，安排，然後有順序的予以解決。第三為輸出 (output) ——即將結果以求解者所能瞭解之形式輸出。