

自动化与计算技术

[英] A. D. 布斯 著



国防工业出版社

动 化 与 計 算 技 术

[英]A. D. 布 斯 著

吳 怡、莫 莎 譯



國防工業出版社

1965

內 容 簡 介

本书是一本介紹自动化与計算技术相互关系的书。书中从自动化、模拟計算与数字計算的发展簡史讲起，然后介紹了数字計算机的邏輯設計、綫路、程序設計以及模拟計算机。最后闡述了自动化領域的几个重要方面：生产过程自动化、管理工作自动化、战略和經濟問題自动化、自动化机床、机器翻譯等；并且介紹了在这些方面应用电子計算机的可能性。

本书虽篇幅不多，但內容丰富，联系較广，可供自动化与計算技术方面的广大科研人員、工程技术人員和高等院校有关专业师生閱讀。

翻譯出版时，对原书作了某些刪改。

AUTOMATION AND COMPUTING

[英] A. D. BOOTH

STAPLES PRESS 1958

*

自动化与計算技术

吳 怡、莫 莎 譯

*

国防工業出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 印張 $3\frac{7}{8}$ 96 千字

1965 年10月第一版 1965 年10月第一次印刷 印数：0,001—3,500册

統一书号：15034·1033 定价：(科六) 0.60 元

目 录

第一章	自动化、模拟计算和数字计算的历史.....	5
第二章	数字计算机的逻辑设计.....	14
第三章	计算机设计的物理基础.....	32
第四章	数字计算机的程序设计.....	42
第五章	模拟计算机.....	52
第六章	事务管理工作中的自动化.....	71
第七章	连续过程的自动控制.....	77
第八章	自动机床和装配过程.....	89
第九章	战略和经济计划.....	103
第十章	计算机的非数字应用.....	110

动 化 与 計 算 技 术

[英]A. D. 布 斯 著

吳 怡、莫 莎 譯



國防工業出版社

1965.12.15

1965

內 容 簡 介

本书是一本介紹自动化与計算技术相互关系的书。书中从自动化、模拟計算与数字計算的发展簡史讲起，然后介紹了数字計算机的邏輯設計、綫路、程序設計以及模拟計算机。最后闡述了自动化領域的几个重要方面：生产过程自动化、管理工作自动化、战略和經濟問題自动化、自动化机床、机器翻譯等；并且介紹了在这些方面应用电子計算机的可能性。

本书虽篇幅不多，但內容丰富，联系較广，可供自动化与計算技术方面的广大科研人員、工程技术人員和高等院校有关专业师生閱讀。

翻譯出版时，对原书作了某些刪改。

AUTOMATION AND COMPUTING

[英] A. D. BOOTH

STAPLES PRESS 1958

*

自动化与計算技术

吳 怡、莫 莎 譯

*

国防工業出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 印張 3 $\frac{7}{8}$ 96 千字

1965 年10月第一版 1965 年10月第一次印刷 印数：0,001—3,500册

統一书号：15034·1033 定价：(科六) 0.60 元

目 录

第一章	自动化、模拟计算和数字计算的历史.....	5
第二章	数字计算机的逻辑设计.....	14
第三章	计算机设计的物理基础.....	32
第四章	数字计算机的程序设计.....	42
第五章	模拟计算机.....	52
第六章	事务管理工作中的自动化.....	71
第七章	连续过程的自动控制.....	77
第八章	自动机床和装配过程.....	89
第九章	战略和经济计划.....	103
第十章	计算机的非数字应用.....	110

第一章

自动化、模拟計算和数字計算的历史

引言

通称为“自动化”的这門新学科是众所周知的，它有时还牵涉到另一个領域——計算机。在这本书里，我們將探討計算机的結構和自动化的梗概。

为了明确我們的意图，以及在某种意义上为了确定本书的範圍，我們提出下述几个簡要的定义。

模拟計算机是一种用以完成数学运算的装置，它用某些物理量（如长度、质量、容量、电流等）来表示有关的数，将这些物理量按适当的方式加以組合就可得到所求的結果。在模拟計算机中，讀出結果的方法与普通用尺来度量或观测磅秤和汽車行速表上的标度等方法相似，也像这些量計一样，能获得的准确度是有限的。

数字計算則完全不同，它是以数字形式表示的数为基础的。这些数都是不連續的实数，并且整个准确度并不决定于客觀的物质条件，而純粹决定于計算机的設計，即决定于預先用了多少数字輪或寄存单元来提高精确度。

要給自动化也下一个定义就不是那么容易了。例如，E. M. 格拉勃(Grabbe)曾經提出过两种定义：第一种是“使过程或系統自动化的技术”；第二种是“設備、过程或系統自动控制操作，特别是用电子装置来控制”。其中第一种定义是无可非議的，但是第二种定义則过分狹窄，尤其是它只強調了“电子”这个詞。

另一种曾經被承认的是 L. 哥德曼(Goodman)的定义。他提出自动化是“这样的一种技术，它使操作方法、产品和生产过程

的設計总合在一起，在經濟上尽可能合理地利用思維和人力的机械化这一特性，使得可資利用的資源、人力、原料和机器能获得最佳的使用”。这个定义我們也认为不完整，因为它似乎过分強調了工业方面的生产过程机械化。

美国人也曾經在期刊“电子学”里下了这样的定义：“自动化是在各种不同程度上利用自动控制和自动完成生产工序的装置来提高原料、能量和信息加工过程中人的工作效率的技术”。这里由于強調了提高人的工作效率，似乎也不适当地限制了自动化能够应用的領域。我們打算提出一种比較合理的定义：“自动化是一門研究用机械或其它方法来仿真动物（包括人）动作的学科”。应当指出，这里所指的机械是广义的，它不仅仅是純粹的机械装置，而且还包括电、磁、液动、电子、气动和一切利用能量的装置。

在这一章里，我們准备对自动化和計算技术的历史作一簡述。我們尤其試图說明，它們都不是近代才开始有的，特别是自动化，远在人类的史前时代就已經有了萌芽。計算机也是古代就有的东西，不能认为它是我們現代技术所独有的产物。

自动化的历史

最早的自动装置是車輪和犁，这些都不是近代才发明的。在原始时代，人們看到用圓木垫在重物下面作为滾子，可以使重物移动，以后又看到将滾子装在框架上使它圍繞固定的軸轉动，可以得到更平稳、实用的装置；由此就必然会进一步发现，将滾子直徑增大可以大大减少軸承的摩擦（这种摩擦在原始的装置中无疑是很大的）。也許就这样誕生了車輪。另外两种早期的自动装置，或者說省力的装置是漏壺（又称水钟）和鋸。

中国——古代文化的搖籃——是最早出現自动化萌芽的地区之一。例如，在公元前 350 年已經用水臼来碾米，毫無疑問，它大大地減輕了人們的劳动。这种水臼在結構上与水輪相似。大約

在公元 31 年，中国就开始在鍛冶場里使用水动風箱(这实际上是在冶金学上的一种应用)；发明用水輪来引水灌溉也大約是在公元前 50 年。

所有这些自动装置都只能使人們用比原来較少的劳动来生产自己的生活資料，装置本身并无自动控制的环节。最早具有自动控制性能的装置之一是八世紀前后中国发明的指南战車。这种装置的实际結構，可能是一辆車輪用差动輪系联接起来的战車，这种輪系与現在汽車里所用的非常相近。車輪联成这样，当两个車輪在同方向以同样的速度轉动时，差动的結果使輪系的壳子不动；但是，如果其中有一个車輪的轉速超过了另一个，則差动壳子轉过一个相应的角度。这样，如果在差动壳子上装一个小的人像或指針，并且再假定每个差动輪系都十分完善，都按照完全一样的方式工作，則不难証明，人像所指的方向是不变的●。上述装置的另一个屬性是，如果将差动壳子与轅木相联，則不管牲畜的意图如何，車子总能朝正确的方向直驅。这种用法需要解决一系列的問題，在傳动机构中到底是否真正使用过反饋环节，还是值得怀疑的。

談得更近一些，自动装置的实例有鋸机和風車。加工大量木料用的鋸机确实是很古老的发明物，現在还能找到有关这种鋸机的記載，它的秘密好像曾經失傳，直到中世紀才重新創制了这种装置。風車最先出現在中世紀。在 1780 年建成的風車中，谷粒用装有离合器的袋式卷揚机升起，存放在上层的木箱中，然后經過斜槽滑到中层的漏斗，随后送入磨石。磨完以后进行篩分，由磨石本身所驅動的偏心机构将粗粉和細粉分开，并控制磨石本身的轉速以获得均匀的制品。在 1787 年建成了另一种風車，谷物用

● 作者的猜测也許是这样：两个完全一样的差动輪系与一对車輪相联，将这两个輪系的壳子作为第三个差动輪系的两条輸入軸，人像即装在这个輪系的壳子上。——譯者

斗式升降机送到第三层，利用重力将谷物送到磨石，并且能自动装袋，用阿基米德螺旋将谷物沿水平方向输送。这两个风车之引人注目的地方在于，用实质上是现代化的技术来输送谷物和控制质量——靠重力作连续的垂直输送，用阿基米德螺旋作水平输送，利用制品质量的反馈来调整加工装置的工作状态。

风车在自动反馈机械的历史上也有很多值得注意的地方。读者差不多都知道的扇尾形调节器，早在1745年就已经用来使风车的风翼对准风向。过了不久，到1772年风车的风翼上都装上了一种弹簧装置，它能起这样的作用：当风力过强时，将风翼的面积减小，以免风车遭到损坏。更值得注意的是1787年发明的离心式调节器，用以控制风车中磨石间的距离。

蒸汽机——节省人力的巨大工具——也决不是近代的产物。公元前120年就出现了蒸汽涡轮，比较新式的蒸汽汽缸是在1688年发明的。在1698年发明了第一个蒸汽水泵，这种水泵并不是根据活塞原理来工作，而是根据蒸汽突然冷却时体积收缩的原理。它实际上是由一个空心球组成，球中插入一根水管，水管的末端浸在水源里。空心球里充满来自锅炉的蒸汽，将蒸汽源关掉，并且在球外加以冷水，由此造成的部分真空就将水从水源吸入空心球，从而可以通过水阀使水外流。这个非常原始的装置需要人工在适当的时候去操纵水阀。大约在1705年，出现将蒸汽的压力（而不是蒸汽凝结时造成的真空）用于矿山中的蒸汽泵。第一个自动水阀控制装置是由几股与水泵的横杆上某些部分相联的绳子组成。直到1769年，才开始用瓦特的调节器来调节蒸汽机的工作过程。

在农业方面，自动化也是很古老的。犁在前面已经提过了，十六世纪出现的播种机则不但提高了种子排列的规则性，而且用一名操作工人代替了将近二十个农民。其它的农业机械也就接踵而来，一直到现代最完善的自动收割机，它大大地减轻了人们的劳动。

紡織工業是自動生產過程中另一個成果累累的領域。很早以前就有旦次（Dantzig）一個帶織機發明者的慘痛的例子。A. 默勒（Möller）在1636年曾寫道，大約五十年前這台織布機的發明人就被旦次當局絞死或淹死了，並且為了使織布機的原理絕迹，連這台紡織機也被破壞了。發明家的命運竟是這樣！大約一世紀以後，紡織工業發生了工業革命，1765年發明了水動紡綫機，1764年發明了多軸紡紗機，1774年發明了紡棉機。

織布機也幾乎是在同一個時期得到發展的，這些機器的歷史是計算機初期發展史的一部分。例如，1725年發明了穿孔紙帶，用它作為記錄手織機動作的工具。接着在1728年提出用穿孔卡片作為記錄的工具。然而，這兩者都需要有一個人拿針在紙帶或卡片上穿孔。1804年制成了一種全自動織布機，其中使用了一組聯接成循環帶狀的穿孔卡片。這些卡片控制着緯綫選擇器，以織出複雜而漂亮的花紋。

製造齒輪、軸以及其它機械零件的機器則發展得較晚，譬如，十九世紀初，某些精緻的器械里所用的齒輪與軸，常常還是手工業者的產品。直到十九世紀的二十年代開始將機器工業的量具標準化，才促使發展目前的具有精密導螺桿的車床。齒輪幾乎是任何自動機器的主要零件，第一把齒輪刀具於1855年制成。利用車頭送入的連續棒料來製造各種複雜零件的自動螺紋車床出現得較晚，第一台好像是在1861年制成的。

現在，讓我們來考慮諸如汽車這類產品的生產自動化。1915年已實際建成了一套每八秒鐘生產一塊汽車底盤的設備，在1924年已經有了一套生產汽缸組的半自動設備。隨後在汽車工廠中開始由兩名操作工人用一台複雜的傳送機將粗糙的鑄件加工為精細的汽缸組。1951年在某活塞工廠的生產中，原料以鑄塊的形式在可控的條件下熔化，由一個完全自動的生產過程將原料制成經過“修整”（即將突起部分及生銹口除掉）的鑄件，將這些鑄件加以熱處理、自動硬度試驗，並將不合格的鑄件揀掉；接着進行加工、

測重和鍍錫；随后，全自动的檢驗裝置將成品按大小分級（這一點很重要，因為這種類型的工廠的產品未必都能分毫不差，這樣做就便於製成具有一定尺寸範圍的各種活塞，供受到不同程度磨損的發動機作替換之用）；最後，防護性敷料、包裝、裝箱等全部操作也都是自動完成的。與早期的風車一樣，工件最初放在建築物的頂層，然後平穩地送往下層，最後在底層送出成品。最新式和最老式的自動生產過程彼此竟這樣相似，這一點在發展史上可以說是微妙的。

在離開自動化的歷史這個課題以前，有兩個自動化的要點還值得說明一下。第一點是，任何一個自動生產過程，若原料的流動是連續的，它的工作效率就最高。因此，對於谷物、移動原料、化學製品、食品之類的加工實行自動化是最容易的；對形狀不規律、零星的工件進行加工則困難得多，事實上，僅在現在才着手研究處理這類工件的有效方法。第二點就是重力送料的概念。如果可能的話，自動生產應當從建築物的頂層開始，逐步送往下層加工，而不像本世紀初所建立的很多工廠那樣，從底層的粗加工開始，逐步送往上層加工，最後在頂層得到成品。

模拟计算机

模拟计算机的誕生比較晚，例如，計算尺是從1620年發表的“對數綫”演變而來，到1672年才做成了目前大家所熟悉的那種形式付諸應用。模拟计算机的另一種原始形式是1814年出現的面積儀，它做成一個圓錐和圓盤裝置的形式，但直到1824年才得到廣泛傳布，而成為很多工程設計部門的工具，只是到後來才由阿姆斯特勒(Amsler)把它做成現在所看到的這種形式。1876年發明了諧波分析器，與此同時還提出將若干個球式和盤式積分器聯在一起，組成目前所共知的微分分析機。

由於種種原因，上述微分分析機並沒有付諸實現。其中最主要的一點是，積分器互相聯接時，需要將每個積分器的輸出功率

放大，然后才能作为其它积分器的输入。虽然当时有很大的可能性研制出轉矩放大器，但事实上却直到 1929 年这种装置才設計成功。在本书后面还要作詳細的說明，这里不妨先指出一种：它实际上是由几世紀以前海港里用的起錨机演变而来的。在本世紀的三十年代初，制成了第一台用来解微分方程的大型模拟計算机，以后就向两极发展：大型、高精确度的計算机，以及用儿童工学模型零件（Meccano）組成的簡單的装置。1943 年制成了一台以数字方式运算的微分分析机，同年投入运行。

随着四十年代的来临出現了电子时代的曙光，由于电子装置易于互相联接，很自然地就促使人們設計另一种微分分析机，来代替十几年前龐大的机械装置。大量使用电子装置是由于第二次世界大战中需要精确的投彈，另一方面也是由于需要預測飞机的位置来命中正在执行任务的高速飞行的飞机。这两种应用对电子装置的使用起着相当大的促进作用。此外，雷达对提高电子器件的水平和复制性在当时也起了很大的作用。在战争的末期，这三者的发展汇总在一起，它們不但使电子微分分析机以及各种电子模拟机的生产成为可能，而且还使現代自动系統中各种复杂的电子成套設備的生产成为可能。

数字計算机

数字計算机的起源与模拟装置差不多在同一个时期。如果将公元前已使用的中国的算盘之类的东西撇开不談，則第一个实用的計算机是 1642 年发明的加法机。这是一种在征稅业务的計算实践中发明的机构，它可以解除为完成这些任务而带来的沉重負担。过了不久，在 1671 年发明了第一部乘法装置，遺憾的是，这种乘法机虽然十分新奇，但并不切合实际。直到十九世紀二十年代才制成了一种四則运算机，并成为會計部門可依賴的装置。

1786 年发明了第一台差分机，也許这可算是自动計算机的鼻祖。这台机器是为自动編制对数表之类的数学表而設計的。計算

时只要用人工将某些原始数据放入机器，然后轉动手輪即可。但真正制成这种差分机却是 1822 年的事。任何想法总是从简单逐渐变到非常复杂，到了十九世紀三十年代，人們就失去了对設計差分机的兴趣，提出了一种称为“分析机”的新装置。这种机器十分清楚地預見到一台計算机所需的大部分部件，并已具备了現代数字計算机的所有性能。它有一个能够容納数千个字（每个字有五十个十进数）的存貯器，以及对数字进行加、减、乘、除四則运算的机构。数据由穿孔卡片輸入，輸入不但是自动的，而且还可以用机器来檢驗由未受过訓練的操作員送入的解題信息是否正确。計算結束后用印刷字体印出結果。但是，这种机器並沒有最后制成，因为它需要大量完全一样的諸如齒輪、軸系、变速器这一类的零件，而这些零件是当时使用的机器所无法制造的。

从那时以后，大型計算机的制造工作就进入了低潮，直到 1889 年才重新用穿孔卡片来处理分类机中的人口調查記錄。这些早期的装置促使了穿孔卡片會計事业的发展。現在在某些大型現代化企业里就能找到这些技术的实例。对于穿孔卡片的未来还很难預料，但無論如何它是一种非常有用的記錄工具，尽管以后我們将会看到目前正趋向恢复使用不穿孔的帶作为計算机的輸入工具，然而在最近这些年代里則很难設想穿孔卡片会在計算机領域內絕迹。

1937 年着手制造了一台被称为“自动序列控制計算机 Mark I”的大型的自动計算机。这台机器除了輸入指令和数的穿孔帶以外，后来还加进了被称为“分支”或“轉移”的指令，它可以比作模拟計算机和自动控制中常用的反饋。此后又繼續制造了几种其它类型的計算机，一台是继电器式的，一台采用了簡單电子技术，最后一台就是大家熟知的帶有一个磁鼓存貯器的現代化电子計算机 Mark IV。与此同时，各国电报公司及高等学校也对数字計算領域发生了兴趣。在 1937 年提出了一种自动机；1946 年公开了 ENIAC 型彈道参数計算机。随后就开始更詳細地考虑在

一台名符其实的通用数字计算机中所需的特性，并先后体现在 EDVAC 型计算机和普林斯顿（Princeton）电子计算机的设计里。差不多在同一个时候，制造了一种现在大家都熟知的 Ace Pilot 或 Deuce 型计算机，开始仿制一台被称为 EDSAC 型的计算机，并设计一台在概念上有某些不同的机器，本书作者则从事于制造一台具有 EDVAC 型机的全部特性、运算速度较慢、制造成本低得多的计算机。所有上面提到的这些计算机都在五十年代的初期制成，一直工作到现在。计算机的领域正在日益扩展，不断地会有一些新的机器设计出来或者投入运行，这个新工业的规模也在日益扩大。

那末，数字计算机的未来将是怎样？当 1945 年刚开始这个工作时，曾经断言，这种机器每个国家有一台大概就足够了。这个断言已经证实是完全错误的。首先，这些机器决没有当初所想像的那样快，虽然它们确实可以用几星期的运算来代替一个人几年的工作量，然而，现在遇到的问题却很大，机器时间通常都很长。再者，在科学研究机构使用计算机后，很快就发现在这些机关里完全有可能使某些行政工作机械化。这样一来，原来仅仅作为数学家和科学家的工具的自动数字计算机，就以迅速的步伐为目前各种规模的企业所采用。