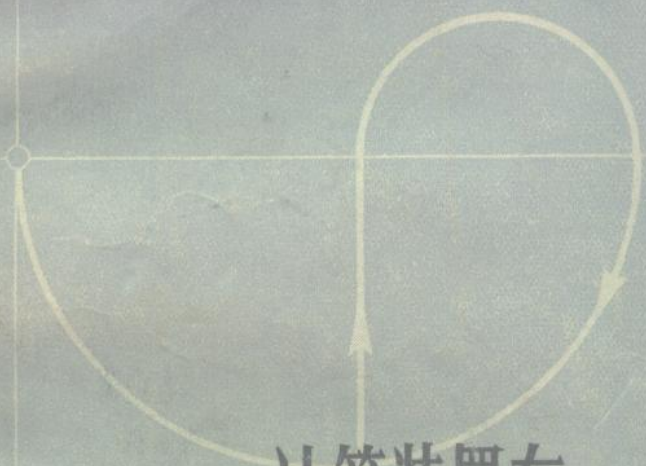


自动化丛书



计算装置在 自动电力拖动中的应用

〔苏联〕B. П. 沃洛斯尼科夫著 凌锡琮译

上海科学技术出版社

73.83
242

自动化丛书

00

计算装置在 自动电力拖动中的应用

〔苏联〕B. II. 沃洛斯基夫 著

凌锡琮 译 吴培根 校

21C529/35

上海科学技术出版社



內 容 提 要

本书是“自动化丛书”之一。丛书内容包括自动学及远动学的理論,自动装置、元件和仪器的結構及应用等。丛书选题主要取自苏联及其他国家的有关資料,也包括国内編写的专题論著。本丛书由“自动化丛书編輯委员会”主編。

本书以比較通俗的方法介紹电力拖动自动化的現代趋势——应用計算技术原理,計算裝置及其分类。

书內闡述计算机和控制机中邏輯元件的构成原理及綫路,并敘述实际可应用的特殊变送器,即将物理量轉換成数字的轉換器以及将数字轉換成物理量的轉換器。

本书供从事自动化工作的人員及大专学生参考。

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В. П. Волосников

Госэнергоиздат • 1960

自动化丛书(44)

計算裝置在自动电力拖动中的应用

凌錫琮 譯 吳培根 校

自动化丛书編輯委员会主編

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

上海市印刷三厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/32 印張 3 26/32 排版字数 82,000

1964 年 11 月第 1 版 1964 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—10,000

統一书号 15119·850 定价(科六) 0.46 元

原 序

本书旨在向自动化领域内工作的读者介绍计算技术原理。

本书篇幅有限，不能阐述全部有关问题。本书叙述的内容包括某些型式的计算机，逻辑电路和运算电路的组成原理，计算装置的基本单元电路。凡在论述无线电技术原理和脉冲技术原理的大量文献中不难查阅到的论证和计算资料，本书不再赘述。本书还讨论了按数字计算技术原理制造的变送器，它们在实际设计中皆可应用。这些变送器中的一部分（速度变送器，加速度变送器，电动机静电流值变送器，金属前滑值变送器，钢带位置调节器），有的制成后已经试验过，有的目前还正在实验研究，所以它们以前从未被介绍过。

书中对电子管电路，半导体管电路和具有矩形磁滞回线特性的磁心元件电路进行了分析比较。冷阴极电子管的应用问题，本书未予叙述，因为这种电子管的使用场合目前不如半导体管或磁心元件那样广泛。

附录3简要地介绍了苏联和其他国家的一些数字计算机的简要性能。

目 录

原 序

第1章 电力拖动控制方面的新成就	1
1. 电力拖动自动控制系统结构的某些趋势	1
2. 计算技术的成就所指出的前途	1
3. 控制论的概念和控制电力拖动的方法	2
4. 用作控制机构的计算机	5
5. 电子计算机的可靠性	6
第2章 计算机	8
6. 计算机的创造史及其分类	8
7. 模拟计算机及其元件	10
8. 通用数字计算机	14
9. 通用数字计算机的解题过程	18
10. 数字积分机及其用作控制机	19
11. 计算机用作控制机及其能力的比较	23
第3章 数字计算机中的数字表示法	31
12. 二进计数制和二进制的四则运算法	31
13. 二进计数制中分数的表示法	36
14. 数字计算机中所采用的其他计数制	37
15. 浮点和定点的概念	38
16. 数位的分配	39
17. 负数表示法	41
18. 程序编制	41
第4章 电子数字计算机的元件	43
19. 基本逻辑电路	43
20. 逻辑元件“与”，“或”，“非”的各种具体电路	45
21. 静态触发器	55

22. 脉冲整形及脉冲延时线路	60
23. 存储器	65
24. 逻辑电路	68
25. 计数电路	72
26. 运算器	77
第5章 数字计算机中数据的输入和输出	80
27. 模拟数字转换的必要性及原理	80
28. 第一类变送器(模拟数字变送器)	82
29. 第二类变送器(模拟-模拟-数字变送器)	93
30. 第三类变送器(数字-模拟-数字变送器)	93
第6章 数字计算技术和通用数字计算机在随动装置和控制装置 中的应用	96
附录1	104
附录2	108
附录3	109
附录4	112
附录5	113
参考文献	113

第 1 章

电力拖动控制方面 的新成就

1. 电力拖动自动控制系统结构的某些趋势

自动控制系统结构的现代趋势——一般情况下亦包括电力拖动自动控制结构的现代趋势——的主要特点是倾向于广泛应用模拟计算机和数字计算机。计算技术的成就为生产过程自动化指出了广阔的前途。用现代化的计算机来控制生产过程，可以自动按照工作效果最佳的原则选择和安排工艺过程。

2. 计算技术的成就所指出的前途

自动化现今状况的特点是任务复杂，这不仅是由于被控对象复杂多样的缘故，同时亦是由于生产过程操作频繁，要求效果好和经济的必然结果。为满足这些要求，必须创制比一般自动控制系统更加完善的自动控制系统，即创制自整定系统。自整定系统在一定程度上能分析工艺过程上一阶段的进行状况，监督正在进行着的工艺过程，并预定工艺过程下一阶段的进行情况。

这些系统要求优先采用数字计算机，因为只有这类计算

机才能作大量的和相当精确的、必要的数学运算和邏輯运算。

即使在不采用自整定系統的情况下，计算机亦不是其他所能代替的，因为计算机在反应事物的快速性，执行任务的精确性，以及在同时控制的对象数量上胜过一个操作人員、甚至成組操作人員的能力。

快速数字计算机的运算速度达到每秒数万次，而一个計算員用撥鍵式计算机每演算一次可能需时 20 秒。

数字计算机內有存儲器，它們是由大量的、純粹执行邏輯运算的电路組成。

总而言之，数字计算机能完成复杂的工作任务。数字计算机不仅能求解純粹的数学問題及担任控制生产过程的任务（这些生产过程亦是按照一定的数学規律进行的），而且亦能执行非数学的任务，例如自动翻譯外文、拟定計劃、統計核算、簿記核算、編輯书本和文献的簡介。

所有这些說明，以文字表达的任何訊息，只要将其字母編号，并表成数字，这样就可以把訊息轉換成数碼，儲存在計算器的存儲器內，并按照已定程序和步驟进行处理。

因而人按已定規律进行的劳动可以用计算机来代替，但是創造性的工作却不可能用计算机来代劳，因为计算机只能按已定程序工作。

3. 控制論的概念和控制电力拖动的方法

人的活动是有意識和有目的的，因此人們想到創造出一种机器，使它的工作能模拟这种有目的的活动，随着工业的发展，而創立了一門新科学——控制論。

控制論就是研究机器能模拟活动相似到如何程度的問題。

由感觉器官感受的訊号通过神經中樞傳入大腦，并在大腦中進行分析和處理；計算機与之相似，由輸入器輸入的訊息在計算機中進行分析和處理。這方面的相似性十分接近，而研究相似性的數量關係就構成了完整的訊息理論和通訊理論，這些理論已在許多完全不同的領域內，如自動學、語言學、生物學、心理學、生產過程的控制、整個企業的管理、計劃的擬訂以及其他等方面加以採用。所以按控制論原理構成的各種裝置，其特點是都需要採用計算機。K. 馬克思早在預見到計算機會出現時曾說道，計算機猶似“人的大腦器官，具體表現了科學的力量”。

控制論是研究機器的理論，它所說明的不是事物，而是行為方式，所以“全能機器”的領域是控制論的對象，雖然“全能機器”尚未能被人創造出來，但這一對象猶如數學物理學研究實際上不存在的對象和現象（沒有質量的彈簧、沒有體積的質點等等）一樣。研究各種控制的運算法則是控制論的數學對象，所謂運算法則乃是按一定順序執行，某一套運算的各項指令，某一套運算可解求某一類算題的所有題目^[1]。亦就是說要研究出一套可控制的運算法則，它能單一地確定某一類僅數值上不同的所有題目的求解過程。

一套公式能夠完全表達出全部應進行運算的項目和這些項目的演算程序，則它在一定程度上可以作為說明運算法則一般概念的一個例子。

因而運算法則不是別的，只是一種決定運算過程的統一指令，根據不同的原始數據通過這種運算過程就能求得所需的結果。不僅純數學（數字）題目，而且邏輯題目都可用運算法則來表述，因為研究出了一種運算法則實質上就等於找到了求解某一類算題的方法。

要执行运算法则，就必须具有所要求实现的控制过程的讯息和被控机械实际状态的讯息。因此研究控制系统的一般控制论，所讨论的是控制过程中讯息的作用，其中包括控制装置和工作机构间的反馈作用。反馈作用就是将工作机构的状态通知控制装置。

一般控制理论的基本论题是分析任何对象中的讯息传递过程，目的就是要使这些讯息传递过程能归纳为运算法则。

工程控制论不同于一般控制论，前者是研究讯息机——它能够实现运算法则，完成由运算法则所确定的操作——的综合问题。再者“工程控制论基本问题之一是动态准确度问题，也就是为指定的运算法则寻求这样的工程实践方法的问题，即按这种方法可以用最简单的技术设备来执行运算法则，同时能达到所要求的动态准确度”^[2]。

工程控制论研究的问题范围很广泛，它包括的例如：讯息论，调节理论，逻辑机和计算机的理论，以及自整定系统的理论。本书不对工程控制论原理作深入详细的研究，因此对书中涉及的问题仅作简单概要的说明。

为了更加明确地说明本书中不只一次遇到的名词“讯息”的涵义，我们对这个名词下一个定义。说明某一对象经过情况的一系列情报（其中包括被控对象的概念和参数）称之为讯息。并且应该指出，早已知道的情报以及讯息接受器不能了解的情报都不是讯息。明确了上述的讯息涵义后，就可以将控制过程定义为讯息按给定要求的处理过程，而这个要求由实现这个过程的讯息处理的运算法则决定。使用适当的最近似实际的运算法则，可提高讯息处理的质量。

所以，就控制论的概念来说，电力拖动的控制可以认为就是根据现有的、表达机械实际工作状况和规定工艺过程应进

行情况的訊息实现运算法则。

4. 用作控制机构的计算机

人在控制复杂过程时是借其观察能力、过去的經驗及經驗的不断丰富来适应周圍的环境。人通过自己的思維器官分析和处理訊息,采取行动,完成邏輯动作。

计算机的效能由计算机的存儲器容量和计算机的快速演算能力所决定,而计算机的快速演算能力在一定程度上又取决于计算机的存儲器容量。只要利用计算机的这种效能,那末,如上所述,就可以制造一种控制机,这种控制机在反映外界影响方面为人的有限能力所莫及。除此以外,在几个人共同操纵复杂的生产制造过程而动作又难以协调一致的情况下,控制机成为不可缺少和不可替代的工具。控制机比其他装置能保证更高的加工准确度。

程序控制的机床或者其他按程序操作的机組,它們的程序可以用控制机来編制,举例來說,如制定曲綫型面的加工程序。

曲綫型面被許多基点分成許多直綫段,用通用数字计算机編制加工程序时,应先規定基点間的內插法定律或曲綫型面方程式。将运算的結果用任何方法輸入计算机的存儲器內,在那里变成一系列脉冲訊号,可以发出来直接控制机床。

使用这种程序編制法必須采用大容量存儲器的计算机,而且程序編制的精确度要求愈高,則存儲器的容量应愈大。计算机能够用于自动操纵飞机和自动駕駛艤艇;在不久的将来,计算机不单可以用来操纵某些联合机組,甚至还可以用来管理整个車間以及整个工厂。

下面将列举一系列关于计算机用作控制机的例子。

5. 电子计算机的可靠性

任何设备愈是简单，可靠性就愈高。电子计算机由大量部件和零件组成，因此可靠性是一个最突出的问题。在试图用计算机作为主要控制机构的情况下，这个问题是需要考虑的。计算机和控制机除了可靠外，还必须使用简便，搬运方便。

保证计算机中电子电路工作的可靠性比解决其他无线电工程装置的类似问题要复杂得多，因为在控制实际对象的情况下，电路中任何元件的偶然失灵就能造成严重的后果。

各国对一般的电子管设备以及特别对计算机中电子管设备可靠性的研究，证实在系统地检查标准元件以及在按照技术特性使用标准元件的情况下，由于电子自动装置的电子管电路产生故障而使计算机的工作发生错误，实际上是可以避免的^[23]。

电子管电路可靠性的上述论断是根据对 БЭСМ 型快速电子计算机标准元件约二年观察结果得出的。计算机各部分机构正确无误地工作乃是衡量电子管电路可靠性的标准。

根据 12000 小时试验所得的研究材料证明，电子管失效的规律性具有直线律特性，而且标准元件——6Ж4、6П9、6П3、6Н8С 电子管——的使用寿命大致相同，约为 15000 小时。

对标准元件 BC 型电阻采用短时通过 10 倍额定功率的方法进行了试验。用这种试验方法剔除的电阻废品每月约占被试电阻总数量的 0.05%。

对 КТК、КСО 和 КБГ-II 电容器标准元件用较高的试验电压进行电气绝缘强度试验。这一措施可保证电容器可靠，从而保证整个系统可靠。

高压鍻二极管的寿命远远超过电子管是人所共知的。然而根据美国 Tradyc 型计算机的工作情况，得出的結論却是半导体三极管的可靠性仅比电子管高几倍。

在研究 B9CM 型快速电子计算机及其各电子管部件的工作可靠性方面所得到的結論，已由美国 SEAC 型计算机的运用經驗^[28]及美国从事无綫电装置可靠性研究的一些公司的研究工作^[32]所証实。所有这些研究工作都証明，脉冲电路——数字计算机中的一种基本电路——要比其他电子管电路来得可靠。提高工作可靠性的主要措施是使电子管通过下列試驗：电子管电极上加上极限容許电压 8 小时，电子管經受 100 小时的預先老化处理，随后用較低的灯絲电压（用 5.7 伏代替 6.3 伏）檢查电子管。通过这些試驗，可根据屏极电流的显著降低及早剔除不合格的电子管。

苏联生产的计算机基本上都采用电子管的电路、部件和单元。中容量和大容量的数字计算机，其电子管的数量达到 2000 只、甚至更多，但是只要仔細維護和定期檢查，这些计算机是可以用于控制目的的。计算机中还可以使用校核程序，其中包括核算預知答案的算題，这使控制机具有更高的工作可靠性。这些已解算題的答案应当定期地自动輸入计算机，根据結果的正确性可以判断计算机工作的正确性。

如果簡化控制机的电路，則整个控制系統的可可靠性还可以进一步地提高，因为电路中的元件愈少，发生故障的可能性亦愈少。最近计算机倾向于采用矩形磁滯回綫特性的磁心元件，这种元件用高导磁合金鉄心或鉄氧体磁心制成。这样能够尽量减少数字计算机中电子管的数量。磁心元件的使用可靠性远为电子管所莫及，所以用磁心元件制成的、在某些系統中用作主要控制机构的控制机，其可靠性极高。

第 2 章

計 算 机

6. 计算机的創造史及其分类

执行各类数学运算的计算机在很久以前早已为人們所知。

最简单的計算器具——算盘——远在紀元以前就已經出現。从 17 世紀开始,有人試圖創造各种新的計算器具。苏格兰数学家約翰奈貝尔发明了快速乘法計算器——奈貝尔算盘,随着对数的发明出現了对数計算尺。法兰西物理学家布列茲·帕斯卡在同一世紀創造了按类似現代机械計数器工作原理制造的计算机。帕斯卡第一个指出可以用累加法来进行乘法运算,并且在加法运算中首先采用了从低位向高位的自动进位原理。

在 19 世紀已有使用轉动齒輪工作原理的计算机工业样品。应用英国数学家布列姆在 19 世紀发明的符号邏輯原理制造的現代数字计算机的思想,和由英国人勃爱毕德热姆在同一时期倡議的存儲中間計算結果的存儲器的思想,都只有在 20 世紀 30~40 年代无綫电电子学蓬勃发展后才能实现。

現今制造计算机的研究工作主要朝两个方向进行:通用数字(不連續)计算机和仅以物理量进行运算的模拟计算机。

模拟计算机中的量不单可以用长度,同时亦可以用轉角、电压、磁通和其他物理量来代表。

現代模拟计算机是取电压作为变量进行运算的,且其结构近年来都趋向于采用无綫电电子元件和半导体元件組成。

实际应用的模拟计算机比数字计算机問世得早,因为模拟计算机可以比較容易地用机械元件、液动元件和其他元件制成。

1911年, A. H. 克里洛夫制成了用机械的加法、乘法和积分装置解微分方程式的计算机模型。

目前,机械模拟计算机广泛应用。

除此之外,工业上現今尚生产和使用許多由机电装置和电气装置构成的模拟计算机,其中应用函数电位計、旋轉变压器、测速发电机、自整角机等等作为主要元件。由于模拟计算机中所使用的机械装置、电气装置以及机电装置需要很高的制造精度,所以目前它們逐漸已被电子装置取代。

电子模拟计算机的各个部件不需要很高的制造精度。除此之外,这种计算机在解題时可以改变時間比例尺,因此它能以慢速解題和輸出計算結果,使人来得及将結果讀下来和摄录成示波图,或甚至来得及被人将曲綫描繪于紙上。

电子模拟计算机的基本运算(加法、减法、积分、微分、改变時間比例尺等等)通常是由平衡式或非平衡式直流放大器的电子管电路来执行。直流放大器可以在低到零頻的低頻范围工作。

模拟计算机主要是用在科学技术計算和設計方面。它可以求解高阶微分方程,以及各种设备的性能,例如电力拖动设备的性能。

最近还广泛采用另一种型式的计算机,即所謂数字积分

机、又称数字微分分析机，它是一种用数字来运算、而不是用物理量来运算的模拟计算机。

数字微分分析机不同于数字“算术”机的地方在于前者的全部运算都归为积分运算。这种计算机連續的解题过程就是用同一个积分器或用几个单独的数字积分器进行累次积分。

按純粹算术装置原理工作的计算机，其全部运算实际上都归为加法运算，它仅对用特殊輸入装置輸入的数字进行运算。这类计算机通常是通用性的。編排好的数碼以脉冲方式輸入通用数字计算机，并存儲在特殊装置內。由于计算机完全按人解题时所采取的次序完成算术运算，所以通用数字计算机解题时必须先編制解题程序。计算机按程序进行运算是靠給计算机輸入适当的指令来实现的，这种指令确定执行哪一种算术运算，哪些数碼应该参加运算，这些数碼应当从计算机的哪些存儲单元取得，以及运算結果送到哪里去。輸入计算机的、在数量上表示某一待研究过程的、参数的数碼按照在计算机中編制的程序进行演算。結果，通过计算机輸出端得到的答数就是所提出题目的答案。

7. 模拟计算机及其元件

模拟计算机按結構形式可分成以下两类：

第一类——模拟计算机的基本类——是用作电模拟装置的通用模拟计算机，在这种模拟装置內，自变数与因变数由称謂计算机变数的直流电压来表示，只要改变个别部件的联接方式就可以求解某种类型的算題。可解算題的范围取决于计算机部件的型式与数量。这类计算机主要用于求解微分方程式，但亦可以用于求解其他类型的算題。

第二类是用于控制某种具体設備或模拟某种指定系統的

专用模拟计算机。

在这类模拟计算机中,其各个部件间的接法不能改变。

第一类或第二类模拟计算机都没有固定的结构形式,因为模拟计算机的结构总是随着其所解题目的形式不同而改变,但是所有这些模拟计算机都是由下列各种标准元件组成的:用于加法、积分和微分运算的反馈放大器,使用阴极射线管的电子函数发生器、电位器和其他形式的函数转换器,用于两电压值相乘的乘法器以及将一种形式的量转变成另一种形式的量的随动系统。

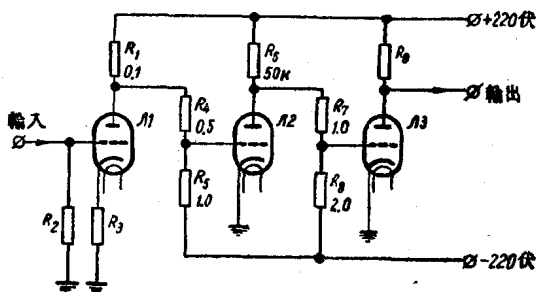


图1 非平衡式直流放大器

如上所述,用于模拟计算机中的放大器,其主要型式是平衡式或非平衡式直流放大器。采用平衡式直流放大器时,对电源电压稳定性的要求较低,但是平衡式直流放大器比非平衡式直流放大器来得复杂,所以非平衡式直流放大器用得较多。图1是一个最简单的非平衡式直流放大器电路。因为放大器的每一级都具有电压反相的特性,所以放大器采用三级串联电路时,只要将第三级屏极电路与第一级栅极电路适当连接,就能很方便地实现负反馈。直流放大器加上反馈电路后,就可以进行一系列数学运算。