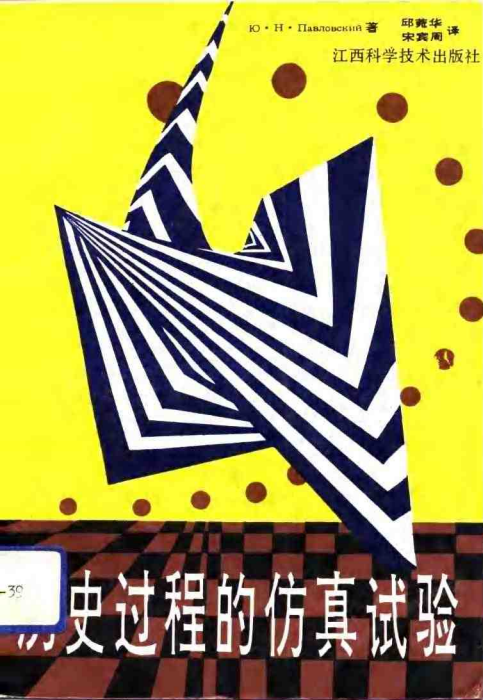


Ю. Н. Павловский 著

邱苑华
宋赛周 译

江西科学技术出版社



30

历史过程的仿真试验

(赣)新登字第 003 号

6

历史过程的仿真试验

Ю. Н. Лавловский/著

邱苑华等译

江西科学技术出版社出版发行

(南昌市新魏路)

南昌市红星印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.5 字数 12 万

1993 年 3 月第 1 版 1993 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—1,000

ISBN7-5390-0606-4/N·3 定价:4.50 元

内容简介

引进系统论、控制论于历史研究，以实现史学研究手段的现代化、技术化，已成为全世界史学界共同关注的新课题。苏联学者提供了这方面研究的典型范例，该书即是其最新成果。它以伯罗奔尼撒战争（公元前431～404年）为研究对象，运用数学模拟方法，设计了电子计算机仿真模型，对这段历史过程进行了具体分析。其结果同历史资料和古希腊著名史学家修昔底德^①著述相一致，从而证明了这种新方法的可行性与科学价值。

^① 修昔底德是古希腊大历史学家，著有《伯罗奔尼撒战争史》。其著作的特点是详细精确，试图用唯物主义观点概括历史。——译者注

D47/06

94
K06-39
1
2

译者的话

《历史过程的仿真试验》这本书反映了苏联电子计算机应用中的最新成果。用现代科技手段——电子计算机仿真技术——对社会和历史进行模拟分析,是科技界,特别是计算机专家们近年来才开拓的一个新领域。这无疑是一个极有前途的交叉学科新领域。可以预料,计算机应用于社会学、历史学,必将加速这两门学科的发展,是对传统研究方法的革命。同时对计算科学本身,也将起到很大的促进作用。

我们之所以立意翻译此书,是想用“他山之石”来促进我国在这一方面的科研工作,使一些最新的现代研究手段,象电子计算机、系统工程、经济数学、运筹学等在社会科学中得以应用,相互促进,给古老的学科增添新鲜血液和新的生命力。

翻译过程中,我们主要参考了《伯罗奔尼撒战争史》(修昔底德著,谢德风译)、《世界史》(海斯、穆恩、韦兰著,中央民族学院研究室译)等书。一些地名、人名我们沿用了惯用的译法。由于有些词是由希腊文、拉丁文演变过来的,故我们将在书末的词汇表改成了译名对照表,其中给出了其他外文名,以便读者作多方面的查核。对一些释义也作了少量必要的修改,以求更明确,除此之外还增加了一些名词。各种史书上有关古希腊人名、地名、物品名有相当一部分还没有统一。我们在翻译时,一般按词典上的译法,同时给出了我们所知道的其他译名,供读者参考。

当然,计算机仿真古希腊史当中的一次战争,但



B

001409

它的思路、方法、以至于变量意义、计算方法和仿真结构等等，完全可以沿用来仿真中国历史或未来社会的生产、交换、分配和消费过程，就这一点来说，它的意义和价值是很大的。早在1981年，史学界就有人提出运用控制论研究历史，并引起史学界热烈反响与争论。我们期待本书的翻译出版能将这场争论引向深入，并对我国历史学界在新方法的研究运用方面有所裨益，尽快拿出我们自己在实证研究上的成功范例。

本书在翻译过程中得到了史学界及计算机科学界许多同志的热情支持和帮助。吴廷嘉、沈大德同志详细地校订了全部译稿；黄顺济、钟群鹏、倪少成、何济之、霍万城等同志为此书的翻译和出版给予过鼓励和关怀。我们在此对他们表示诚挚的谢意。

我们还要感谢原书作者之一，苏联科学院物理数学博士Ю. Н. 巴甫洛夫斯基百忙中为中译本作了序。

由于我们从事的专业和俄语水平所限，译文中错误在所难免，敬请读者指正。

译者

1990年5月于北京

ПРЕД ИСЛОВИЕ

К КИТАЙСКОМУ ИЗДАНИЮ

Исследование, о котором идет речь в книге, выполнено около 15 лет назад благодаря счастливому стечению обстоятельств, в результате которого образовался необычный коллектив, состоящий, во-первых из руководителей и консультантов в лице академика Н. Н. Моисеева — специалиста прикладной математики и профессора В. И. Кузнецина — специалиста по истории древнего мира, во-вторых из исполнителей — сотрудника Института истории АН СССР, доктора исторических наук В. А. Устинова, сотрудников Вычислительного центра АН СССР кандидата физико-математических наук Гусиной А. С. и автора этих строк, доктора физико-математических наук Павловского Ю. Н. Существенную поддержку исследованию оказали директор Вычислительного центра АН СССР, академик А. А. Дородницын и главный редактор газеты "Правда", академик В. Г. Афанасьев.

Непосредственной целью исследования была попытка создать новый метод в исторических исследованиях, основанный на прямой имитации процессов производства, обмена, распределения, потребления материальных благ в те периоды, в тех регионах, государствах, слоях общества, которые интересуют исследователя.

Существовали, однако, более глубокие причины, вызвавшие к жизни это исследование и концентрацию вокруг него

перечисленных специалистов. Они состояли в том, что гуманитарные науки и искусство с одной стороны и математические методы с другой стороны являются двумя сторонами одной медали, т. е. представляют собой различные и в то же время неразрывно связанные способы изучения реального мира. Хотя высказанное положение сейчас является достаточно широко распространенным представлением, примеры исследований, которые могли бы служить его иллюстрацией весьма немногочисленны. Основной побудительной причиной, которая двигала участниками исследования было стремление дать пример синтеза между гуманитарными и математическими способами изучения реальности. В какой мере это удалось судить читателям.

Ю. Н. Павловский

Москва, 7 мая 1988 года

中译版序

大约 15 年前,我们这个不寻常的课题组就完成了本书所阐述的研究工作。课题组的成员有:应用数学专家、科学院院士 H. H. 玛伊谢耶夫,古代史专家、教授 B. N. 库济辛,他们是这一团体的领导和顾问;还有苏联科学院历史研究所工作人员、历史学博士 B. A. 乌斯季诺夫,苏联科学院计算中心工作人员、物理数学副博士 A. C. 古谢伊诺娃和本序言撰写人、物理数学博士 Ю. H. 巴甫洛夫斯基,他们是这一课题组的具体工作人员;苏联科学院计算中心主任、科学院院士 A. A. 多罗德尼岑和《真理报》主编、科学院院士 B. Г. 阿法纳西耶夫对这项研究给予了极大的支持。当时能得到诸多方面的支持和协作,实在是难能可贵,令人欣慰的。

这项研究的直接目的是试图在历史研究上创造一种以仿真为基础的新方法,用以对我们所感兴趣的那一时期的各个地区、各个国家、各个社会阶层物质财富的生产、交换、分配和消费过程进行仿真。

不过,将上列各专家凝聚在这一课题周围,使本研究得以付诸实施的更深刻的原因是:人文科学和艺术的研究方法和数学研究方法是研究现实世界的一种方法的两个方面,也就是研究同一问题的两种手段。它们之间既有差异,又有密切的联系。虽说,目前这种观念已流传很广,但真正能够作为实证研究的范例却极少。我们就是将人文科学研究方法和数学方法相结合用以

研究具体历史问题,力争成为这方面的先例。正是这种愿望,推动我们从事,并完成了这项研究工作,究竟有几分成功,有待中国读者评判。

Ю. Н. 巴甫洛夫斯基

1988年5月7日于莫斯科

并

目 次

译者的话	(1)
中译版序(原文、译文) К. H. 巴甫洛夫斯基	(5)
论历史过程的模型化(绪言) H. H. 玛伊谢耶夫	(1)
作者序	(8)
1. 动态过程的数学模拟方法	(1)
1.1 数学模型	(1)
1.2 仿真模型和系统分析	(18)
2. 历史过程的数学描述	(23)
2.1 历史过程简述	(23)
2.2 仿真模型的描述	(50)
2.3 计算过程的描述	(57)
3. 仿真试验和结果分析	(76)
3.1 资料的收集及其静态系统分析	(76)
3.2 历史资料的动态系统分析	(93)
3.3 仿真试验结果的描述与历史分析	(101)
跋	(134)
附录 译名对照表	(137)
参考文献	(151)

1. 动态过程的数学模拟方法

本章专为人文专业的读者而写。其内容包括与研究实际现象和过程的数学方法有关的基础知识。我们用简单的例子来说明一些概念,象数学模型、模型的内生量和外生量、控制、数学规划、仿真、仿真系统、系统分析,等等。更详细的有关数学模拟方法论的资料可查阅参考文献〔1〕~〔3〕。

1.1 数学模型

1. 用数学模型来研究实际现象是认识过程的形式之一,这种形式服从总的规律。按照马克思列宁主义思想原理,认识过程可以解释为连续不断地用相对真理逐步逼近绝对真理,逐步精确地、充分地、全面地反映所研究的现象。在认识过程中使用数学方法时,所要研究的现象和过程的数学模型就是相对真理。

某一实际过程的数学模型是这一过程各特征间的形式关系、相对关系、从属关系的集合体。本章将以两个具体模型为基础,对其内容作进一步的阐述。第一个是最简单的人口模型,第二个是在第二章里介绍的历史过程模型的简化形式。掌握这些内容不需要任何高等数学的专业知识。同时,所列举的简单数学模型例子,使我们能够解释仿真模拟历史过程方法的实质,引入必要的概念,揭示出在历史学领域使用数学方法所引起的一些

特殊问题。

因此,到第二章阐述相当复杂的历史过程模型时,才能不致被一般特性的论证篇幅塞满。

现以研究人口增长的最简单的一种模型作为第一个例子。假设,要根据实际消费需要,按预测某个拥有几百万人口地区几十年内的人口变化情况。不难给出这种实际消费量。例如,在国民经济发展的长远规划中,就须给出地区的劳力资源和它的食品消费量,等等。设所研究的地区在我们感兴趣的时间内没有大量的人口流入或外迁,即不存在人口的迁——。

在模型里我们将用到被研究过程的下列特性参数: $N(t_0)$, $N(t_1)$, $\dots$, $N(t_i)$ 。 $N(t_0)$ 是所研究地区在 t_0 时刻的人口数, $N(t_1)$ 是 t_1 时刻的人口数, $\dots$, $N(t_i)$ 是 t_i 时刻的人口数。可以认为,在任意两相邻时刻 t_{i-1} 和 t_i 间的时间间隔总等于 τ 。以后处处都以年作时间间隔 τ 的单位。因此

$$t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = \dots = t_i - t_{i-1} = \tau \quad (1.1)$$

& 即 $t_i = t_0 + i\tau$ 。取一个特例,如果 把时间计算单位选作一年, $\tau = 1$, 那么 t_i 不是别的,正是年编号。

显然,所研究过程的特性参数 $N(t_0)$, $N(t_1)$, $\dots$, $N(t_i)$ 之间具有一定的关系。凭直觉,在从时刻 t_i 到 t_{i+1} 这个时间区间内,人数的变化应该大致与在 t_i 时刻的人口数成比例。换句话说,即比式

$$\frac{N(t_1) - N(t_0)}{N(t_0)}, \frac{N(t_2) - N(t_1)}{N(t_1)}, \dots, \frac{N(t_{i+1}) - N(t_i)}{N(t_i)}$$

是彼此近似相等的。用 α 表示所有这些关系式的公共值,我们就得到下面的 $N(t_0)$, $\dots$, $N(t_i)$ 间的一组关系式:

$$\begin{aligned} N(t_1) - N(t_0) &= \alpha N(t_0) \\ N(t_2) - N(t_1) &= \alpha N(t_1) \end{aligned} \quad (1.2)$$

.....

$$N(t_{i-1}) - N(t_i) = \alpha N(t_i)$$

这些关系式正是所研究的某个地区人口变化过程的特性参数 $N(t_0), N(t_1), \dots, N(t_i)$ 之间的形式关系(从属关系)的集合, 即这一变化过程的数学模型。

假定我们在时刻 t_0 时进行人口的“计算”(即编制人口调查表)。用 N_0 表示这个所得数值, 显然有以下关系式成立:

$$N(t_0) = N_0 \quad (1.3)$$

倘若我们用某种形式确定了比例系数 α (以后我们会专门讲确定系数 α 的方法)。合并(1.3)式和(1.2)式, 并将其中的系数 α 看作已知数, 关系式(1.2)即为研究人口变化过程的闭合模型。闭合性是指, 掌握了已知数 N_0 (“初始”人口数)和 α , 就可以用(1.3), (1.2)式计算出我们感兴趣的所有量 $N(t_1), N(t_2), \dots, N(t_i)$ 。

事实上, 由(1.3)式得知, t_0 时刻的人口数 $N(t_0)$ 是已知的。由方程组(1.2)的第一个关系式, 就得到 t_1 (年编号 $t_1 = t_0 + 1$) 时刻的人口数:

$$N(t_1) = N_0(1 + \alpha) \quad (1.4)$$

由方程组(1.2)的第二个关系式, 我们得到 t_2 时刻(年编号 $t_2 = t_0 + 2$)的人口数:

$$N(t_2) = N(t_1)(1 + \alpha) = N_0(1 + \alpha)_2$$

以此类推, 可计算出任意时刻 $t_i = t_0 + it$ 的人口数:

$$N(t_i) = N_0(1 + \alpha)_i \quad (1.5)$$

但是, 事实上在讨论极简单的情况时, 才可能得到任意时刻 t_i 的人口数公式(1.5), 它对我们来说, 是没有实质意义的。重要的是, 一旦知道系数 α 和初始人口数 N_0 , 就能由所建立的模型(1.2)和(1.3)计算出我们所感兴趣的量 $N(t_0), N(t_1), \dots$,

$N(t_i)$ 。

下面将讨论(1.2)式中的系数 α ，为此，先作几点说明，并给出有关定义。

最好把用于数学模型中的所有量划分成内生量和外生量。这种划分法，象我们稍后些将指出的那样，在一定程度上正好与所使用的这一模型相关联。在国外科技文献里，与上述概念近似的量，相应地称为内部量和外部量。

模型的内生量是表示过程特性的一些量，这些量是因为模型的各种关系而必须测定的。这组量在这个模型范围里能详尽地描述研究过程。在时刻 $t_1 = t_0 + \tau, t_2 = t_0 + 2\tau, \dots, t_i = t_0 + i\tau$ 时，人口数 $N(t_i)$ 就是上述人口增长模型里的内生量。

模型的外生量是这样一些量，这些量在模型的范围内被当作已知量。外生量可以非常概略地划分成三种类型：(1)特征量：表示过程本身的，或该过程内所用项目特性的量；(2)影响量：表示外部过程对所研究过程影响的量（外部是相对于研究过程而言的）；(3)管理量：即受管理部门控制的量，这种量可能对过程产生影响。

现在我们再一次来探讨“闭合数学模型”的概念。有人认为，将用于模型中的量划分成内生量和外生量，若全部外生量已给定，那么利用模型的各种关系式就能够算出所有的内生量，这种模型就是闭合模型。在前面所探讨的人口变化模型里，没有可管理的外生量，也没有表示某些外部因素影响人口变化这一特性的外生量。模型的两种外生量——在初始时刻 t_0 的人口数量 N_0 和比例系数 α 表征了研究过程的特性。为了利用模型(1.2)和(1.3)，必须确定这些量。确定模型里存在而不属管理的外生量的方法是，或者借用相应的“物理”试验直接测量，或者更详细地对过程本身模拟。总之，必须把“自由的”外生量引入这类较详细

济学家必然会碰到的实际问题。数学也好，对社会本质发展过程的公式化描述也好，暂且还只能采用平衡关系式。经济学家尚未学会用数学语言描述社会发展中最为重要的特点。这就是为什么在社会发展过程的研究中，至今仍沿用人文科学研究中所提倡的方法，而数学方法暂时只用于分析较为简单的现象。我原则上同意，数学在人文科学中应用的效果不佳，但对其应用前景的估计却丝毫也不感到悲观。只是到目前为止，我们尚未学会很好地把数学应用到这门科学中来而已。

目前，正好出现了在这方面利用数学的新兆头，新思想，即将数学创造的有效方法与人文科学研究中采用的传统分析技术相结合的思想。当前，这种思想的出现是以其必要的技术设备为基础的，这是非常要紧的。当代计算技术的交互设备正好向我们展现出了这种合作的前景。

4. 数学家们往往不了解人文科学和社会科学所发掘出的方法的能量，故对之估计不足。他们只看到用这类方法所得结果的单一性及严密性等不足的一面，一言以蔽之，即其可论证性差的一面。在他们看来，数学具有公认的严密性标准，因此是发现真理的唯一可靠的方法。这是一种错觉。诚然，数学是科学体系中的一个门类，是一门伟大的科学，是能创造出令人喷舌的认识工具的学科，其威力是已被实践与经验——这一绝无仅有的法庭所判定了的。但是数学方法绝不是揭示真理的唯一手段。不应忘记，人们在其日常活动中作出大多数重大决策时，所依据的论点和采用的方式偏偏就与数学无关，而且经验证明，这些决策并不错。

至今，我们对人类的思维过程尚知之甚少。思维对于现实活动的各个片段是用什么方式反映在意识形态中的呢？用什么方式不仅能保持各种现象之间的相互联系，而且在一定条件下还

能预测事件发展状况的呢？人们有些清楚的只有一点，即光用千篇一律的逻辑结构不足以解释人类的思维现象。

如今，由于“人工智能”的出现而引起人们活动的紧张，不过这暂时还与对思维过程的认识活动关系很小。一个人不论从事哪一领域的工作，都要把大脑的潜在能力当作一定经验的累积，当作业已存在的现实，并以此定出自己延绵不断的活动方向。换言之，我们大脑中储备着一定的“思维能力”，研究者的任务就在于开发它，并在自己的工作中加以利用，使之发挥出最高效益。这是重实效性的缩影，在这里任一科研项目的宗旨都不能离开学会利用这种能力来掌握新知识。有鉴于此，各类科学中都出现了利用思维潜在能力来创造一种反映现实的方式方法，以便更好地为人类的需求和社会的实际需要服务。各门人文科学者，包括历史学者在内，总结了几千年发展的经验后，创造出了在我们这个现实世界中研究其所从事的那门学科的最有效的方法。这些方法不仅以分析合乎逻辑的操作程序为基础，而且首要的是以直观计划的理解——模拟、对比方式来工作。甚至形式逻辑可能也不成其基础。对于从事数学的人来说，在很多情况下，甚至难以解释清楚，人文学者是用什么方法得出各种各样的具体结论的，用什么方式得出符合要求的方案和预测结果的。

我觉得，任何一门人文学科总有一些艺术和灵感的成分在内。这种看法，一点也不不是责难。要知道，艺术也是认识周围世界最有力的手段之一。更为重要的是，人文科学的思维方法远远超出了数学思维的准则范围。许多人文学科都如此，历史学当然不能例外。我们对过去能有广泛了解，首先应归功于人文科学的思维方法，归功于我们世界观的形成过程和对现实世界的理解。逻辑——数学思维，或准确地说，自然科学的思维和人文科学的思维是同一事物的两个方面，是任何文化、任何传统、任何研究

观意义,即为了预测人口变化过程,希望使用的模型拥有最多的数据和最大的实用价值。为此,在使用模型时,很大程度上要消除“内生量和外生量”概念的相对性。后面我们在用模型预测人口按时间的发展过程时,还要谈到模型的内生量和外生量。

在这一部分将要结束时,我们还须就如何得出数学模型作一些说明。我们注意到,所得的(1.2)式,是有关过程特性表达式的某种“形式”,这种表达式是由直观的、不精确的、模糊的试验和观察得到的。归根到底,从试验和观察中获得有关过程的直观表达式,是形形色色数学模型的基础。关系式(1.2)的计算,实际上只能近似于真实情况,而在数学模型里,就不能存在这种近似性。用于研究真实现象的数学方法的实质就在于此。我们列入一个主观上觉得完全能描述所研究过程的量的集合,并写出各量之间的形式联系式,这些表达式能确定这一过程的实质。掌握了描述过程的各种量之间严谨的关系式后,我们就能够用纯数学方法从这些关系式中得到形式的结论。因为数学正是一门研究客体间形式化的、而又严谨的相互关系的科学,是一门阐明从这些形式化的相互关系中得出结论的方法的科学。

用数学方法研究模型得出的结论,它与实际的相近程度,取决于我们对各引入量之间的相互关系,即相对关系或从属关系时,对所研究过程本质的掌握程度。

综上所述,可以得出如下结论,模拟工作可分为两阶段:第一阶段是选择表示所研究过程特性的量;第二阶段是确定各引入量的关系式。当然,这两个阶段彼此间有不可分割的联系,是一个模拟过程不可分割的两个方面。这是因为,对所描述过程的一组特性参数的选择,只有在这些特性参数和变量间可以以下述形式建立客观的从属性关系式时,才有建设性意义。这时,通过适当次数的试验(这些试验与外生量的测定有关),可把这些